

中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司
内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采
矿山地质环境保护与土地复垦方案

中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司

2018年11月



中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司
内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司

法人代表：付锁堂

总工程师：郑明科

编制单位：中地宝联(北京)国土资源勘查技术开发集团
有限公司

法人或院长：董桂海

总工程师：章雁

项目负责人：张勇

编写人员：孙素琪 刘瑞成 吕登奎 李景运 吴大伟

张曼曼 王 军 吉明明

制图人员：孙素琪 吴大伟 吉明明



目 录

前言.....	1
0.1 任务的由来.....	1
0.2 编制目的.....	2
0.3 编制依据.....	3
0.3.1 法律法规.....	3
0.3.2 政策性文件.....	3
0.3.3 规程规范.....	4
0.3.4 技术资料.....	4
0.4 方案适用年限.....	6
0.5 编制工作概况.....	6
0.5.1 编制单位概况.....	6
0.5.2 工作程序.....	7
0.5.3 工作方法.....	7
第一章 矿山基本情况	10
1.1 矿山简介.....	10
1.2 矿区范围及拐点坐标.....	10
1.3 矿山开发利用方案概述.....	14
1.3.1 气田开发技术.....	14
1.3.2 开发部署.....	16
1.3.3 主要开采工艺技术.....	17
1.3.4 地面工程建设概况.....	33
1.3.5 矿山固体废弃物及废水的处置情况.....	50
1.4 矿山开采历史及现状.....	54
1.4.1 勘探历程及成果.....	54
1.4.2 矿山开采现状.....	57
1.4.3 探明储量情况.....	58
第二章 矿区基础信息	63

2.1 矿区自然地理.....	63
2.1.1 气象.....	63
2.1.2 水文.....	63
2.1.3 地形地貌.....	64
2.1.4 植被.....	66
2.1.5 土壤.....	68
2.2 矿区地质环境背景.....	72
2.2.1 地层岩性.....	72
2.2.2 地质构造.....	77
2.2.3 水文地质.....	79
2.2.4 工程地质.....	92
2.2.5 矿体地质特征.....	92
2.3 矿区社会经济概况.....	95
2.4 矿区土地利用现状.....	96
2.4.1 矿区土地利用现状.....	96
2.4.2 矿区土地权属调查.....	97
2.4.3 矿区基本农田情况.....	97
2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动.....	99
2.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	101
2.6.1 矿山地质环境治理案例.....	101
2.6.2 土地复垦案例.....	105
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	110
3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	110
3.2 矿山地质环境影响评估.....	112
3.2.1 评估范围和评估级别.....	112
3.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测.....	117
3.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测.....	133
3.2.4 矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测.....	145
3.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测.....	147

3.3	矿山土地损毁预测与评估.....	162
3.3.1	土地损毁环节与时序.....	162
3.3.2	已损毁各类土地现状.....	171
3.3.3	拟损毁土地预测与评估.....	179
3.4	矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	182
3.4.1	矿山地质环境保护与恢复治理分区.....	182
3.4.2	土地复垦区与复垦责任范围.....	184
3.4.3	土地类型与权属.....	185
第四章	矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	189
4.1	矿山地质环境治理可行性分析.....	189
4.1.1	技术可行性分析.....	189
4.1.2	经济可行性分析.....	190
4.1.3	生态环境协调性分析.....	190
4.2	矿区土地复垦可行性分析.....	191
4.2.1	复垦区土地利用现状.....	191
4.2.2	土地复垦适宜性评价.....	192
4.2.3	水土资源平衡分析.....	206
4.2.4	土地复垦质量要求.....	207
第五章	矿山地质环境治理与土地复垦工程	211
5.1	矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	211
5.1.1	目标任务.....	211
5.1.2	主要技术措施.....	211
5.1.3	主要工程量.....	215
5.2	矿山地质灾害治理.....	215
5.2.1	目标任务.....	215
5.2.2	工程设计.....	218
5.2.3	技术措施.....	221
5.2.4	主要工程量.....	222
5.3	矿区土地复垦.....	224

5.3.1	目标任务.....	224
5.3.2	工程设计.....	225
5.3.3	技术措施.....	230
5.3.4	主要工程量.....	231
5.4	含水层破坏修复.....	236
5.4.1	目标任务.....	236
5.4.2	工程设计.....	237
5.4.3	技术措施.....	237
5.4.4	主要工程量.....	238
5.5	水土环境污染修复.....	238
5.5.1	目标任务.....	238
5.5.2	工程设计.....	239
5.5.3	技术措施.....	239
5.5.4	主要工程量.....	240
5.6	矿山地质环境监测.....	241
5.6.1	目标任务.....	241
5.6.2	监测设计.....	241
5.6.3	技术措施.....	248
5.6.4	主要工程量.....	249
5.7	矿区土地复垦监测和管护.....	251
5.7.1	目标任务.....	251
5.7.2	措施和内容.....	251
5.7.3	主要工程量.....	253
第六章	矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	254
6.1	总体工作部署.....	254
6.1.1	矿山地质环境治理工作部署.....	254
6.1.2	土地复垦工作部署.....	254
6.2	阶段实施计划.....	255
6.2.1	矿山地质环境治理阶段计划.....	255

6.2.2 土地复垦阶段计划.....	255
6.3 近期年度工作安排.....	260
6.3.1 矿山地质环境治理近期工作.....	260
6.3.2 土地复垦近期工作.....	261
第七章 经费估算与进度安排	264
7.1 经费估算依据.....	264
7.2 矿山地质环境治理工程经费估算.....	264
7.2.1 总工程量与投资估算.....	264
7.2.2 单项工程量与投资估算.....	274
7.3 土地复垦工程经费估算.....	280
7.3.1 总工程量与投资估算.....	280
7.3.2 单项工程量与投资估算.....	288
7.4 总费用汇总与年度安排.....	298
7.4.1 总费用构成与汇总.....	298
7.4.2 近期年度经费安排.....	299
第八章 保障措施与效益分析	300
8.1 组织保障.....	300
8.2 技术保障.....	301
8.3 资金保障.....	301
8.4 监管保障.....	306
8.5 效益分析.....	307
8.6 公众参与.....	308
第九章 结论与建议	313
9.1 结论.....	313
9.2 建议.....	314

前言

0.1 任务的由来

内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采(以下简称“苏里格气田西二区”)于 2014 年 4 月取得由中华人民共和国国土资源部颁发的采矿许可证(证号:*****),矿区面积 1241.873km²,有效期限 2014 年 4 月至 2044 年 4 月,苏里格气田西二区位于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗境内,占用总矿区范围的比例分别为 96.33%和 3.67%。

2009 年 12 月,中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司委托北京中农华诚土地技术咨询有限责任公司编制了《长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目土地复垦方案》,共涉及 8 个采矿权和 25 个探矿权,国土资源部耕地保护司予以备案,苏里格气田西二区包含在内蒙古自治区石油天然气探采项目范围内。2010 年 11 月,中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司委托江西省煤田地质勘察研究院编制了《中石油长庆油田分公司苏里格气田西区矿山地质环境保护与治理恢复方案》,国土资源部地质环境司予以备案,苏里格气田西二区包含在苏里格气田西区范围内,该方案适用期为 5 年,即于 2016 年 12 月到期。为进一步加强矿山地质环境保护和恢复治理,减少矿产资源勘查开采活动造成的矿山地质环境破坏,保护人民生命和财产安全,促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展,并贯彻落实“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策,节约集约利用土地和保护耕地,改善矿山生态环境,实现矿区社会、经济、生态可持续发展。

根据《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》(国发〔2005〕28 号)、《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第 44 号)、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发〔2006〕225 号)、《土地复垦条例》(国务院令第 592 号)、《土地复垦条例实施办法》(国土资源部令第 56 号)以及《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土资规〔2016〕21 号)的相关要求,中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司于 2018 年 7 月委托中地宝联(北京)国土资源勘查技术开发集团有限公司(以下简称“中地宝联”)承担《中国石油天然气股份有限公司长庆

油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿山地质环境保护与土地复垦方案》的编制工作。

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案是在根据矿方实际开采进度及现场调查情况的基础上，按照国土资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）（以下简称《编制指南》）及其他相关法律法规及技术规范标准的要求进行编制的。根据《编制指南》第三部分 编写技术要求中 5.1 的规定，本方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。

0.2 编制目的

根据“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”的原则，编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，主要编制目的：

（1）保护和改善矿山地质环境，减少矿产资源开采活动造成的矿山地质环境破坏，保护人民生命和财产安全，促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展；

（2）明确矿山地质环境保护与土地复垦的目标、任务、措施、实施步骤和投资费用等内容，切实将矿山地质环境保护与土地复垦各项工作落到实处，为土地复垦的实施管理、监督检查及土地复垦费用征收提供依据，使被破坏土地恢复利用，并尽可能达到最佳综合效益的状态，实现土地的可持续利用；

（3）通过本方案的实施，合理用地，保护耕地，防止水土流失，提高矿产资源开发利用效率，实现矿产资源开发与矿山环境保护协调发展，达到发展天然气开发与基本农田保护、减少水土流失和改善矿区生态环境相协调，矿区天然气开发利用与矿区工农业生产和社会经济综合发展相协调的目的；

（4）通过本方案的编制，为国土资源主管部门颁发采矿许可证、矿业权人转让、变更、延续矿权，实施保证金制度，监督、管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦实施情况提供科学依据。

0.3 编制依据

0.3.1 法律法规

- (1)《中华人民共和国矿产资源法》(中华人民共和国主席令第 74 号)(2009 年 8 月修正);
- (2)《中华人民共和国土地管理法》(中华人民共和国主席令第 28 号)(2004 年 8 月);
- (3)《土地复垦条例》(国务院令第 592 号)(2011 年 2 月);
- (4)《土地复垦条例实施办法》(国土资源部令第 56 号)(2012 年 12 月);
- (5)《内蒙古自治区土地复垦实施办法》(内蒙古自治区政府令第 28 号)(1991 年 5 月);
- (6)《基本农田保护条例》(国务院令第 257 号)(2017 年修订);
- (7)《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第 44 号)(2009 年 2 月);
- (8)《地质灾害防治条例》(国务院令第 394 号)(2004 年 3 月)。

0.3.2 政策性文件

- (1)《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土资规〔2016〕21 号);
- (2)《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》(国土资发〔2016〕63 号);
- (3)《国土资源部关于加强矿山生态环境保护工作的通知》(国土资发〔1999〕36 号);
- (4)《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》(国土资发〔2004〕69 号);
- (5)《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》(国土资发〔2011〕50 号);
- (6)《国土资源部关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发〔2006〕225 号);
- (7)《国土资源部关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》(国土资发〔2007〕81 号);

(8)《国土资源部关于石油天然气(含煤层气)项目土地复垦方案编报审查有关问题的函》(国土资函〔2008〕393号);

(9)《石油天然气工程项目用地控制指标》(国土资规〔2016〕14号)。

0.3.3 规程规范

(1)《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011);

(2)《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T 0286-2015);

(3)《滑坡防治工程勘查规范》(DZ/T 0218-2006);

(4)《滑坡防治工程设计与施工设计规范》(DZ/T 0219-2006);

(5)《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T 0220-2006);

(6)《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 0221-2006);

(7)《地下水动态监测规程》(DZ/T0133-1994);

(8)《地面沉降调查与监测规范》(DZ/T0283-2015);

(9)《矿山地质环境检测技术规程》(DZ/T0287-2015);

(10)《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB127-1991);

(11)《土地复垦方案编制规程 第1部分:通则》(TD/T 1031.1-2011);

(12)《土地复垦方案编制规程 第5部分:石油气》(TD/T 1031.5-2011);

(13)《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2007);

(14)《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013);

(15)《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T1044-2014);

(16)《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T 1007-2003);

(17)《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008);

(18)《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2004);

(19)《油气田集输管道施工规范》(GB 50819-2013)。

0.3.4 技术资料

(1)《内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目开发利用方案》(中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司)(2013年10月);

(2)《中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司苏里格气田苏53区块 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 初步开发方案》(中国石油长庆油田分公司苏里格气田开发第二项目经理部)(2009年4月);

(3)《中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司苏里格气田苏 11 区块 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 初步开发方案》(中国石油长庆油田分公司苏里格气田开发第二项目经理部)(2009 年 4 月);

(4)《中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司苏里格气田西区矿山地质环境保护与治理恢复方案》(江西省煤田地质勘察研究院)(2011 年 6 月);

(5)《中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司苏里格气田西区 $70 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 开发工程水土保持方案报告书》(水利部水土保持植物开发管理中心)(2012 年 2 月);

(6)《中国石油长庆油田分公司第四采气厂 $9 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 产能建设项目环境影响报告书》(内蒙古绿洁环保有限公司)(2018 年 7 月);

(7)《中国石油集团长庆油田分公司苏里格气田开发第二项目经理部苏 53 区块 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 产能开发建设项目环境影响报告书》(内蒙古绿洁环保有限公司)(2015 年 7 月);

(8)《中国石油集团长庆油田分公司苏里格气田开发第二项目经理部苏 11 区块 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 产能开发建设项目环境影响报告书》(内蒙古绿洁环保有限公司)(2015 年 7 月);

(9)长庆石油分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目土地复垦方案报告书》, (北京中农华诚土地技术咨询有限责任公司)(2009 年 12 月);

(10)土地利用现状数据、永久基本农田数据(鄂托克旗、乌审旗国土资源局);

(11)内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采采矿许可证(证号:0200001410007);

(12)《长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿山地质环境保护与土地复垦方案》委托书(2018 年 7 月);

(13)中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司等相关部门提供的其他相关资料。

0.4 方案适用年限

2014年4月23日，中国石油天然气股份有限公司依法取得内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采采矿权，采矿许可证由国土资源部颁发，证号：0200001410007，有效期为2014年4月至2044年4月，剩余有效年限为25.3年。

根据《编制指南》第三部分 编写技术要求中方案适用年限与基准期的规定：“新建矿山的方案适用年限根据开发利用方案确定，生产矿山的方案适用年限原则上根据采矿许可证的有效期确定；新建矿山的方案基准期以矿山正式投产之日算起，生产矿山的方案基准期以相关部门批准该方案之日算起”，确定本次矿山地质环境保护与土地复垦方案的服务年限为31.3年（2019年至2050年4月），包括采矿许可证剩余年限25.3年（2019年至2044年4月），工程施工期1年（2044年5月至2045年4月），监测管护期5年（2045年5月至2050年4月）。方案近期5年为2019年至2023年，方案基准期以国土资源主管部门将审查结果向社会公告之日算起。

根据《编制指南》第三部分 编写技术要求中 5.6 的规定，当矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

0.5 编制工作概况

0.5.1 编制单位概况

本方案由中地宝联（北京）国土资源勘查技术开发集团有限公司负责编制，中地宝联是国家级高新技术企业，是“让废矿荒山变成绿水青山，绿水青山就是金山银山”两级转换，“地质+”3.0模式的创造者和引领企业；拥有国土资源部颁发的地质灾害治理工程勘查、设计、施工甲级资质和地质灾害危险性评估甲级资质，以及北京土地学会颁发的土地规划甲级资质。

中地宝联于2001年6月成立，设有“地质+”、“三绿”咨询服务、绿色勘查、尾矿利用与开发、资源环境承载力评价中心5个事业部，土地咨询、地质环境、矿产勘查、矿业投资4个专业公司，并在成都、山西、安徽、昆明、山东、江西、河北等地设有多个分公司，分别负责各地的建设项目用地预审、建设项目征地报批、矿山地质环境修复、绿色矿山建设、尾矿废矿综合治理、绿色勘查、土地复

垦等技术工作，公司业务遍布全国各地。我单位至今已完成多个部（省）级的矿山地质环境保护与恢复治理方案编制项目以及土地复垦方案编制项目。

0.5.2 工作程序

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案的编写，严格按照国土资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》规定的程序（见图0-1）进行。

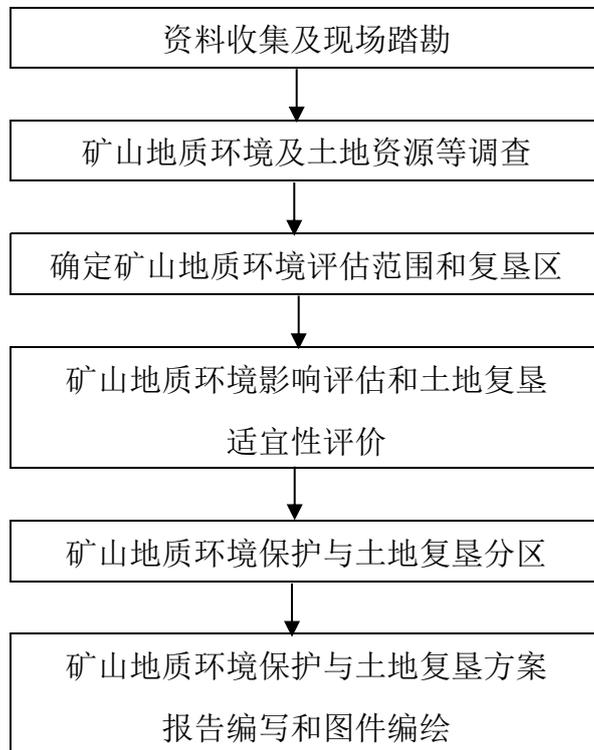


图 0-1 工作程序框图

0.5.3 工作方法

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案的编制主要分三个阶段进行，分别为：

1、资料收集阶段

（1）收集矿山企业名称、位置、面积、相邻矿山的分布与概况；矿山企业性质、隶属关系、矿山建设规模及工程布局；矿山设计生产能力、实际生产能力、设计生产服务年限；矿产资源储量、矿床类型与赋存特征；矿山开采历史与现状；矿山开拓、采区和开采阶段布置、开采方式、开采顺序、固体与液体废弃物的排放与处置情况；矿区社会经济概况、基础设施分布等矿山基本概况资料；

（2）收集矿山地形地貌、气象、水文、土壤与植被等矿山自然地理资料；

（3）收集矿山地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、环境地质、不良地质现象、人类工程活动等地质环境条件资料；

(4) 收集矿山开发利用方案、资源储量核实报告、土地利用现状图、土地利用总体规划图、高标准基本农田及其它相关图件资料等。

2、野外调查阶段

(1) 调查气田开发引发的地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害(包括地质灾害的种类、分布、规模、发生时间、发育特征、成因、危险性大小、危害程度等);

(2) 调查气田开发引起的含水层破坏(包括含水层结构改变、地下水水位下降、水量减少或疏干、水质恶化)范围、规模、程度及对生产生活用水的影响;

(3) 调查气田开发对地形地貌景观(地质遗迹、人文景观)、土地资源(损毁的土地类型及面积)等的影响和破坏,以及对水土环境的污染情况;

(4) 调查矿区土地利用现状与权属、土地损毁情况(包括损毁范围、损毁程度与面积)、耕地质量、是否涉及基本农田等土地资源问题;

(5) 调查矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例;

(6) 调查矿山已采取的地质环境治理措施及治理效果、已复垦土地采用的主要标准和措施及复垦效果。

3、方案编制阶段

(1) 在资料收集和现场调查的基础上进行分析,确定矿山地质环境评估范围和评估级别以及土地复垦区和复垦责任范围;

(2) 进行矿山地质环境影响评估(包括现状评估、预测评估)和土地复垦适宜性评价(包括土地利用现状分析、土地损毁分析与预测);

(3) 根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性,矿山地质环境影响评估结果,进行矿山地质环境保护与恢复治理分区;同时根据土地损毁类型、损毁程度,并结合土地利用总体规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果,确定土地复垦单元;

(4) 根据矿山地质环境保护与恢复治理分区及土地复垦单元,提出矿山地质环境治理与土地复垦措施,并进行相关工程设计及投资估算,同时对矿山地质环境治理与土地复垦计划进行实施安排,给出相应的保障措施,完成矿山地质环境保护与土地复垦方案编制及图件绘制。

本方案编制在全面收集矿区相关资料以及地质环境调查、土地利用状况调查

的基础上，严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及其它国家现行有关规范或技术要求进行编制的，该报告资料真实可信，数据准确，质量满足要求，完成了预期的工作任务，达到了工作目的；且本方案编报后，矿山企业不再单独编报矿山地质环境保护与治理恢复方案、土地复垦方案。

第一章 矿山基本情况

1.1 矿山简介

- (1) 项目名称：内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目；
- (2) 地理位置：内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗；
- (3) 隶属关系：中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司；
- (4) 企业性质：股份有限公司；
- (5) 项目类型：已建；
- (6) 开采矿种：天然气；
- (7) 开采方式：地下开采；
- (8) 生产规模：**亿立方米/年；
- (9) 矿区面积：1241.873 平方公里；
- (10) 有效期限：2014 年 4 月至 2044 年 4 月。

1.2 矿区范围及拐点坐标

内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区位于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗境内，占用总矿区的面积分别为 1196.245km² 和 45.628km²，所占比例分别为 96.33%和 3.67%。矿区地理坐标为东经****'***"~****'***"，北纬****'***"~****'***"，周边交通条件良好，主要依托道路有东西向的荣乌高速、G109，南北向的 S313、S216、S215 等交通干线，气田应急专用道路、乡村道路以及牧区道路。矿区地理位置见图 1-1。

长庆油田分公司于 2014 年 4 月取得由国土资源部颁发的采矿许可证(证号：0200001410007)，矿区面积为 1241.873km²，由 10 个拐点坐标圈定(见表 1-1)，开采矿种为天然气，开采方式为地下开采，生产规模为**×10⁸m³/a，有效期限为 2014 年 4 月至 2044 年 4 月。

为加快苏里格气田的开发，长庆油田分公司全力推进气田的规模合作开发，根据长庆油田分公司提供的技术资料，苏里格气田西二区采矿证范围内管辖的主要区块为苏 53 区和苏 11 区。矿区总平面布置图见图 1-2。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-1 苏里格气田西二区地理位置图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-2 矿区总平面布置图

表 1-1 矿区拐点坐标一览表

序号	CGCS2000 经纬度		CGCS2000 坐标 (3 度带)		西安 80 经纬度		西安 80 坐标 (3 度带)		西安 80 坐标 (6 度带)	
	经度 <i>L</i>	纬度 <i>B</i>	X	Y	经度 <i>L</i>	纬度 <i>B</i>	X	Y	X	Y
1	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
2	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
3	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
4	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
5	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
6	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
7	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
8	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
9	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
10	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

1.3 矿山开发利用方案概述

1.3.1 气田开发技术

1、开发层系

开发层系划分应在综合研究储层特征、压力系统、驱动类型、流体组份、隔层条件的基础上，合理划分开发层系，提高储量动用程度和开发效果。

(1) 一套开发层系应控制一定规模探明储量，具备一定规模的产能，以保证取得较好的经济效益；

(2) 一套开发层系中的气藏类型、压力系统和流体性质等特征应基本一致；

(3) 一套开发层系中气层不能太多，井段不能太长。

苏里格气田西二区有两套主要含气层系，分别是二叠系下石盒子组盒₈段和山西组山₁段，盒₈~山₁地层总厚度近 100~120m，中间没有明显的隔层，为一套沉积体系，且天然气组分相近，压力无大的差异。

2、开发方式

苏里格气田西二区内盒₈、山₁为典型的岩性气藏，钻井资料表明，气藏不存在统一的气水界面，区块内出水井点多，分布零散。因此，苏里格气田西二区有利区盒₈、山₁气藏驱动类型为定容弹性驱动，适合于采用自然能量衰竭方式开采。

3、井网系统

开发井网包括井网方式和井网密度，合理的开发井网应适应气藏的地质特征，提高储量动用程度，提高最终采收率，且取得较好的经济效益。

(1) 井网方式

苏里格气田有效砂体规模小、平面连续性差、纵向叠置、长条状展布，针对有效砂体规模及展布方向，采用长条形的井网形式，表现为矩形井网和菱形井网两种形式（见图 1-3）。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-3 矩形井网和平行四边形井网示意图

(2) 井网密度

依据地质有效砂体规模解剖结果，结合井间干扰试验结果和经济最小井网密度评价结果，确定苏里格气田西二区有利区直井井排距为 $600\text{m} \times 800\text{m}$ ，同时在 $600\text{m} \times 800\text{m}$ 井网条件下，丛式井(如图 1-4)水平位移均可控制在 900m 以内，既满足现阶段工程施工技术要求，又可保证完井时间与直井相当，因此采用 $600\text{m} \times 800\text{m}$ 井网开发，从工程技术、安全及成本控制方面均是可行的。

综合有效砂体解剖、干扰试井、产量不稳定分析计算，确定苏里格气田水平井合理井网在 $500 \sim 600\text{m} \times 1600 \sim 1800\text{m}$ 。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-4 丛式井组示意图

1.3.2 开发部署

1、部署原则

- (1) 整体规划，统一部署，分期实施；
- (2) 井间加密与区块接替相结合保持气田长期稳产；
- (3) 加强技术攻关，优选富集区块，提高单井产量。

2、产建部署

(1) 动用储量

苏里格气田西二区共提交探明储量 $***.**\times 10^8\text{m}^3$ ，基本探明储量 $***.**\times 10^8\text{m}^3$ ；探明储量为落实储量，产能建设部署时全部动用；基本探明储量可作为产建抗风险储量。

(2) 井距

直井井距600m、排距800m，水平井井距600m、排距1800m。

(3) 集输系统

采取井间串接采气、二级增压、集中处理的集输设计，通过增压站与各采气井相连接形成采气集气二级系统，天然气经采气干管汇集后进入集气站进站区，在进站区通过手动阀控制干管的来气，然后进入气液分离器进行分离，再进入压缩机增压至3.5Mpa，然后进入处理厂进行外输。

苏里格气田标准集气总流程见图 1-5。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-5 苏里格气田标准集气总流程图

(4) 生产规模

根据开发方案，苏里格气田西二区生产规模 $1.5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，动用地质储量 $1.5 \times 10^8 \text{m}^3$ ，建产期5年（2014—2018年），稳产期16年（2019—2034年），递减期10年（2035—2044年），累积共钻井1528口，其中建产期钻井499口，稳产期钻井1029口用于弥补产量递减。预测钻井部署见表1-2。

表 1-2 苏里格气田西二区钻井部署表

年份	建产期	稳产期												
	2014-2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
井场数 (座)	413	51	52	52	52	52	46	45	43	41	35	35	35	33
井口数 (口)	499	83	88	87	87	87	77	76	71	69	54	54	54	51
年份	稳产期			递减期										
	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	小计
井场数 (座)	32	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1048
井口数 (口)	47	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1528

1.3.3 主要开采工艺技术

苏里格气田西二区开采为天然气气井的生产建设，包括三个时期，即施工期、运营期和闭井期。施工期主要有钻井、井下作业、井场及道路建设等，运营期主要包括井场采气，闭井期是建设项目气井关闭，产能逐年递减，至最后气井关停。

(一) 施工期

施工期主要是钻井作业，具体工艺为：钻前工程（包括井场基础建设以及钻井设备安装等）、钻井工程（钻井和固井等）、油气测试及完井作业后井队的搬迁等。钻井工艺流程详见图1-6。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-6 钻井工艺流程图

1、钻前工艺

钻前工程主要包括：循环系统及设备的基础准备、钻井设备的搬运及安装、井口设备准备、各种池类修建、清污分流系统以及活动房布置等，这些设施在建成并验收合格后进入钻井作业工序。

2、钻井作业

根据苏里格气田气藏的地理、地质特征及气井产能大小和开发井网设计，开发井多选择为直井，无法采用直井方式的则采用水平井，采用分段钻探方式钻井。

(1) 井身结构

直井/定向井：一开采用 $\Phi 311.2\text{mm}$ 钻头钻至稳定地层（白垩系洛河组地层以下 30m），满足保护区第四系和白垩系含水层， $\Phi 244.5\text{mm}$ 表层套管下深大于白垩系洛河组地层以下 30m 并采用水泥封固；二开采用 $\Phi 215.9\text{mm}$ 钻头钻至设计井深，下入 $\Phi 139.7\text{mm}$ 生产套管，套管深度下至距井底 3~5m。

水平井：一开采用 $\Phi 311.2\text{mm}$ 钻头钻至稳定地层（白垩系洛河组地层以下 30m），满足保护区第四系和白垩系含水层， $\Phi 244.5\text{mm}$ 表层套管下深大于白垩系洛河组地层以下 30m 并采用水泥封固；二开采用 $\Phi 215.9\text{mm}$ 钻头钻至 3300m，下入 $\Phi 177.8\text{mm}$ 生产套管；三开水平段采用 $\Phi 152.4\text{mm}$ 钻头钻进水平段共计 1500m，下入 $\Phi 114.3\text{mm}$ 生产套管。

典型直井、水平井井身结构示意图分别见图 1-7、图 1-8，套管程序分别见表 1-3、表 1-4，套管强度校核分别见表 1-5、表 1-6。

表 1-3 直井套管程序表

开钻次序	套管程序	井深 (m)	钻头尺寸 (mm)	套管外径 (mm)	套管下深 (m)	完井方式	钻达地层
一开	表层套管	0~500	$\Phi 311.2$	$\Phi 244.5$	满足井控及保护洛河组水源要求	套管	安定组
二开	生产套管	500~3000	$\Phi 215.9$	$\Phi 139.7$	距井底 3~5m	套管	目的气层底界以下 30m

表 1-4 水平井套管程序表

开钻次序	套管程序	井深 (m)	钻头尺寸 (mm)	套管外径 (mm)	套管下深 (m)	完井方式	钻达地层
一开	表层套管	0~652	Φ311.2	Φ244.5	满足井控及保护洛河组水源要求	套管固井	安定组
二开	技术套管	652~3000	Φ215.9	Φ177.8	距井底 3~5m	套管固井	目的气层底界以下 30m
		3000~3550.94	Φ241.3				
三开	生产套管	3550.94~TD	Φ152.4	Φ114.3	/	裸眼不固井	

表 1-5 直井套管强度校核表

套管程序	井段 (m)	规范		钢级	壁厚 (mm)	每米重 (N/m)	累重 (kN)	安全系数		抗内压强度 (Mpa)
		外径 (mm)	螺纹类型					抗拉	抗挤	
生产套管	0~400	Φ139.7	LTC	P110	9.17	291.9	1167.6	2.22	-	87.2
	-4000			N80			1050.8	1.81	1.41	63.3

注：按照 API 标准：抗拉安全系数≥1.8，抗挤安全系数≥1.125，钻井液密度按 1.10g/cm³ 校核。

表 1-6 水平井套管强度校核表

套管程序	井段 (m)	规范				长度 (m)	钢级	每米重 (N/m)	累重 (kN)	安全系数		抗内压强度 (Mpa)
		直径 (mm)	壁厚 (mm)	内径 (mm)	螺纹类型					抗拉	抗挤	
技术套管	0~800	177.8	9.19	159.4	LTC	800	P110	379.4	1477	2.09	4.88	68.6
	-2600	177.8	9.19	159.4		1800	N80	379.4	1173	1.97	1.30	49.9
	-3000	177.8	9.19	159.4		400	P110	379.4	490.4	6.28	1.30	68.6
	-3800	177.8	10.36	157.1		800	P110	423.2	338.6	10.5	1.41	77.3
生产套管	3300~5000	114.3	7.37	99.56	1700	N80	200.9	341.5	3.5	1.40	62.2	

注：安全系数标准：抗拉≥1.8、抗挤≥1.125、抗内压≥1.1。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-7 直井井身结构图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-8 水平井井身结构图

(2) 钻（完）井液

直井/定向井：根据不同井段地层特点，推荐采用不同的钻井液配方，其性能指标见表 1-7。

①一开表层井段

预防砾石层和流砂层坍塌、黄土层的漏失，采用普通的膨润土-CMC 低固相钻井液。

②二开至延长组底部

直罗组易坍塌，延安、延长组易缩径，造成起下钻遇阻、卡严重，因此采用强抑制无固相次生有机阳离子聚合物钻井液体系，以防阻、卡，提高机械钻速。
配方：清水+0.1~0.3%PHP 或 FA-367（絮凝剂）+0.1~0.3%CSJ-1（次生有机阳离子形成剂）+0.2~0.5%FL-1 或 PAC141、142（无固相降滤失剂）。

③纸坊组至刘家沟组底部

纸坊组地层造浆性强，易发生井径扩大；刘家沟易发生压差井漏；石千峰组井壁易坍塌。该段采用低固相次生有机阳离子聚合物钻井液体系，维持钻井液体系有足够的抑制和絮凝能力。

④石千峰组至气层顶部

“双石”层坍塌和山西组煤层段的坍塌掉块，要求钻井液具有良好的防塌作用，失水要低，致密光滑，高温流变特性好等特点，在确保井下安全的前提下，密度控制在 1.10g/cm^3 以下，有助于防止双石层和煤层的坍塌、掉块，净化井眼，减少电测遇阻问题。该段采用低固相的次生有机阳离子聚合物钻井液。

⑤气层段

为了保证安全钻井和保护气层，在打开气层前将钻井液处理成强抑制、低固相、低失水聚合物钻井液。严格控制气层段钻井液密度和失水量，要求钻井液密度 $\leq 1.05\text{g/cm}^3$ ，失水 $\leq 6\text{ml}$ 。

表 1-7 直井钻井液性能指标一览表

指标 \ 分段	二开至延长组	纸坊组至刘家沟组	石千峰组至气层顶部	气层段
密度 ($\rho \cdot \text{g/cm}^3$)	1.0~1.02	1.01~1.08	1.08~1.10	1.05
漏斗粘度 ($\text{FV} \cdot \text{s}$)	26~30	28~32	35~50	40~78
滤失量 ($\text{FL} \cdot \text{ml}$)	不控~40	不控~30	30~10 (6)	≤ 6
表观粘度 ($\text{AV} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)	1.5~5	2~2.5	2~13.5	13.5~15
塑性粘度 ($\text{PV} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)	1~2	1~3	2~11	11~25
动切力 ($\text{YP} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)	0.5~1.0	0.5~1.0	1~4	10~20
水眼粘度 ($\delta_{\infty} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)	1.0~1.5	2.0~3.5	6~12	12~24
pH 值	7~8	7~8	7~9	8~9

注：当压力系数大于 1.0 时，钻井液密度在实际地层压力系数基础上附加 0.07~0.15g/cm³。

水平井：根据不同分段钻探方式（一开、二开、三开）钻井特点，推荐采用不同的钻井液配方，其性能指标见表 1-8。

①一开钻井液设计

一开主要是钻穿第四系的黄土、沙土层，此井段使用聚合物低固相钻井液体系，主要组成有膨润土、高分子聚合物，如：PAM、KPAM 和 PAC-HV、HV-CMC。

②二开钻井液设计

直井段：该井段钻进地层为安定组、直罗组（防塌、防卡）、延安组（防卡、防地层出水）、延长组（防地层出水、防缩径）、纸坊组（泥岩段防塌）、和尚沟组（防塌、防漏）、刘家沟组（防漏）至石千峰组中上部，钻井液体系为强抑制无固相聚合物体系，主要组成有高分子聚合物、防塌剂、降滤失剂、提粘剂，以防塌、防漏、安全快速钻进为目的。

斜井段：根据对比分析，斜井段采用双钾盐生物聚合物钻井液体系效果比三磺钻井液体系抑制性更好，因此斜井段采用双钾盐生物聚合物钻井液体系。

③三开水平段钻井液设计

采用的完井液是“易酸容易解堵”的低失水低伤害完井液，故苏里格气田北部油气开采三开水平段钻井完井液体系为无土相低伤害暂堵钻（完）井液体系。

④水平段钻穿泥岩措施

主要以提高钻井液密度（氯化钠、甲酸钠）和增强抑制性（氯化钾）防止地层坍塌。

表 1-8 水平井钻井液性能指标一览表

指标	分段	二开钻井液		三开钻井液	
		一开钻井液	直井段		斜井段
密度 ($\rho \cdot \text{g}/\text{cm}^3$)		1.02~1.10	1.00~1.04	1.05~1.15	≤ 1.05
漏斗粘度 ($\text{FV} \cdot \text{s}$)		30~60	30~45	35~100	35~85
滤失量 ($\text{FL} \cdot \text{ml}$)		实测	不控~30	≤ 7	≤ 6
塑性粘度 ($\text{PV} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)		8~10	5~20	18~30	10~20
动切力 ($\text{YP} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)		1~5	1~3	6~15	5~15
水眼粘度 ($\delta_{\infty} \cdot \text{mPa}\cdot\text{s}$)					
静切力 (Pa)		---	---	3~6/5~12	2~3/3~8
pH 值		7~8	7~8	8~10	8~9

根据现有钻井作业统计数据，平均每个钻井场钻井液使用量为 300 m³/井，其中一开钻井液使用新鲜水配制，用水量为 50 m³/井，就近采用罐车拉运；二开钻井液使用上一井场剩余再生钻井废水配制，用水量为 250 m³/井。钻井液在不同阶段配方不一样，具体如下：

①一开配方（清水钻井泥浆）

（0~白垩系洛河组地层以下 30m）：95%~97%清水+3%~5%膨润土

②二开上部井段配方（固相钾基聚合物钻井泥浆）

清水+0.1~0.3%Na₂CO₃+2~7%钠土+0.1~0.2%K-PAM+0.2~0.3K-HPAN

③二开完井液配方（钾铵基聚合物钻井泥浆）

原井浆+0.3~0.5%K-PAM +0.6~1.0%NH₄-HPAN+1~2%无荧光防塌剂

3、固井作业

固井是在井眼内下入套管柱，在套管柱与井壁环形空间注入水泥浆进行封固；目的是封隔疏松、易塌、易漏等地层，封隔油、气、水层，防止互相窜通，形成油气通道，安装井口，控制气流，以利于钻井和生产。

（1）固井方式及水泥浆体系

直井/定向井：表层套管固井：采用纯水泥浆体系，水泥返至井口，水泥塞 $\geq 20\text{m}$ ；技术套管固井：采用一次上返固井工艺，保证水泥返至井口；固井水泥浆体系：使用以降失水剂为主的纯水泥浆体系。

水平井：表层套管固井：采用纯水泥浆体系，水泥返至井口，水泥塞 $\geq 20\text{m}$ ；技术套管固井：采用双级固井（选用密封性能良好的与套管扣型一致的特殊扣分级箍），全井段封固，保证水泥返至井口；固井水泥浆体系：纯水泥浆体系为 G

级 (HSR) +2%GSJ (防窜降失水剂); 低密度水泥浆体系为 G 级 (HSR) 80%+漂珠 20%+2%GSJ (防窜降失水剂)。

(2) 施工要求

①固井前, 根据现场实际情况作出详细的固井施工设计, 并按《钻井技术操作规程》(Q/CY097-1998) 执行。

②水泥试验做到先室内试验后现场复查, 施工前将附有稠化试验曲线的水泥试验报告交现场固井负责人。

③严格按现场检查套管的 6 道工序检查套管, 确保入井套管完好无损; 在下套管过程中每 20~30 根套管灌满一次钻井液, 防止挤毁套管及套管附件。

④下套管时严禁猛提、猛放, 严格控制套管下放速度, 在上层套管内每根套管下放时间不少于 30s, 进入裸眼井段每根套管下放时间不少于 50s; 并严格按照 API 规定的紧扣扭矩标准紧扣, 用扭矩仪读上扣矩距, 并做好记录。

⑤对钻井过程中有漏失的井, 进行堵漏、试压, 保证漏失层至少能承受 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 当量密度液柱压力; 固井候凝 48 小时后按照企业标准进行试压, 试压压力 30MPa, 30min 内压降不得大于 0.5MPa。

4、完井作业

苏里格气田开采投产前每口井均需压裂改造, 因此完井方式要满足储层改造技术需求, 结合该区块地质特点, 直井/定向井采用套管射孔完井方式, 套管头用 $9^{5/8}\times 5^{1/2}$ -25 型, 可以满足改造和生产要求; 水平井则采用水力喷射和裸眼封隔器两项分段压裂工艺, 根据完井方式的对比分析, 采用套管不固井完井与裸眼封隔器完井两种方式。

(1) 射孔工艺

为了平衡井筒和地层压力, 苏里格气田采用电缆传输正压在一些地层射孔, $5^{1/2}$ 套管选择 102 射孔枪 127 射孔弹, 7 套管选择 127 枪 127 弹。射孔参数 60° 相位角, 螺旋布孔, 孔密 16 孔/m。射孔液采用 KCl 溶液。

射孔液 (完井液配方) 如下: 清水+KCl+1.5%KCS-18 粘土稳定剂+1.5%HV-CMC (增粘剂)+1000ppmZBL-98 缓蚀剂+500ppmDW-3 杀菌剂, 密度: $1.04\sim 1.08\text{g}/\text{m}^3$ 。

(2) 压裂改造工艺

①压裂液配方

压裂是气田开采常见的增产措施，利用高压泵，通过井筒向油层挤注具有较高粘度的压裂液，在油层中留下一条或多条长、宽、高不等的裂缝，使油层与井筒之间建立起一条新的流体通道，进一步增加气田产量。

按照在压裂施工中不同阶段的作用可以分为前置液、携砂液、替挤液三种，其中**前置液**用来在地层造成裂缝，并形成一定几何形态裂缝的液体，在高温井层中，还具有一定的降温作用；**携砂液**携带支撑剂进入地层，把支撑剂充填到预定位置的液体，和前置液一样也具有造缝及冷却地层的作用，由于携带比重较高的支撑剂，必须使用交联压裂液；**替挤液**把压裂管柱、地面管汇中的携砂液全部替入裂缝，以避免压裂管柱砂卡、砂堵的液体，组成与前置液一致。

根据现有压裂作业统计数据，压裂规模主要根据砂体厚度结合砂体物性等综合确定，压裂液采用水基压裂液，优选配方如下：

基液：0.5%胍胶（SDY）+1.0%氯化钾（KCL）+0.05%杀菌剂（JA-1）+0.07%氢氧化钠（NaOH，pH 值调节在 9~10）+0.5%助排剂（TCH）+0.5%粘土稳定剂（AS-100）+0.2%起泡剂（YFP-1）。

交联液：有机硼交联剂 LHJ 交联比：0.5% 液氮量：6~9%

破胶剂：硫酸铵，0.01~0.08%（现场追加）

胶囊复合破胶剂（NBA-101），0.01~0.05%（现场追加）

②压裂液注入方式与施工排量

压裂液注入方式采用油管注入方式，注入量多少与井身、层位和地层结构等有关，压裂时段前置液、携砂液总用量一般一个层位为 130m³左右，施工排返量为 65m³左右。

根据现有压裂作业统计数据，压裂液注入方式采用油管注入方式，压裂规模主要根据砂体厚度结合砂体物性等综合确定，每米砂体用支撑剂 0.9~2.6m³，单井压裂液使用量约 500m³，均使用上一井场剩余压裂基液配制。

③压裂工艺

Φ139.7mm 井身结构，采用机械封隔器分段压裂、生产一体化管柱；对分层改造井，采用 φ73.02mm 油管机械封隔分压合采一体化完井生产管柱。

苏里格气田盒₈、山₁储层主要采用 2⁷/₈"油管单上封注入压裂工艺，针对该

区储层地质特征，优选 0.40%羟丙基胍胶压裂液体系，支撑剂选用 0.425~0.85mm 的陶粒，储层压裂改造以形成具有一定导流能力的较长水力裂缝为主。由于该区气层压力系数较低，平均小于 1.0，主要采用前置液伴注液氮工艺助排。另外，针对部分井储层底部含煤特征，主要采取控缝高工艺，尽量控制裂缝高度，避免压窜煤层，以形成较高导流能力的中长缝的水力压裂工艺为主。

水力喷射分段压裂工艺：水平段采用 $\Phi 73.02\text{mm}$ 特殊接箍油管，在 $\Phi 114.3\text{mm}$ 套管条件下下入 $\Phi 73.02\text{mm}$ 特殊接箍油管的间隙为 10.2mm，可以满足水力喷砂射孔压裂对油套环空间隙和压裂段数的要求。直井段及斜井段采用 $\Phi 88.9\text{mm}$ 外加厚油管，施工排量可以达到 $2.4\sim 2.8\text{m}^3/\text{min}$ ；压裂井口采用 KQ105/78 型下悬挂井口，施工油管限压 80MPa。不同的管柱组合见图 1-9。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-9 不同管柱组合图

表 1-9 $\Phi 114.3\text{mm}$ 套管完井压裂井口压力预测 ($\Phi 88.9\text{mm}$ 3500m; $\Phi 73.02\text{mm}$ 1000m)

排量 (m^3/min)	摩阻 (MPa)	喷嘴节流压差 (MPa)	延伸压力 (MPa)	预测井口油压 (MPa)	预测井口套压 (MPa)
1.8	10.11	11.09	65.5	54.70	<35
2.0	11.95	13.73		59.18	
2.2	13.90	16.63		64.03	
2.4	15.97	19.80		69.27	
2.6	18.13	23.23		74.86	
2.8	20.30	26.93		80.73	

压裂管柱强度校核表明： $\Phi 88.9\text{mm}$ 外加厚、 $\Phi 73.02\text{mm}$ 特殊接箍油管可以满足抗拉及抗内压强度要求。不同规格油管抗拉强度的校核性能见表 1-10，水力喷射分段压裂管柱结构见图 1-10。

表 1-10 不同规格油管抗拉强度校核性能数据表

规格	钢级	壁厚 (mm)	重量 (kg/m)	抗拉强度 (t)	抗内压强度 (MPa)	允许下深 (m)
$\Phi 88.9\text{mm}$ 外加厚	N80	6.45	13.84	95.91	71.4	3850
$\Phi 73.02\text{mm}$ 特殊接箍	N80	5.51	9.52	47.94	72.9	2800

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-10 水力喷射分段压裂管柱结构图

裸眼封隔器分段压裂：Φ177.8mm 尾管悬挂封隔器+投球滑套+裸眼封隔器+压力滑套+坐封球座，封隔器坐封后起出钻杆，下入带回接插头的 Φ73.02mm、Φ88.9mm 外加厚油管。水平段采用 Φ88.9mm 外加厚油管，直井段油管末端带反循环阀，反循环阀下到水力锚之下，压裂结束后连通油套，后期生产观测套压。

悬挂器悬挂位置设计：井斜度小于 35°，确保悬挂器能与套管均匀接触；与套管的距离在套管上 150m 以上，避开套管接箍。

裸眼封隔器坐封位置设计：井径较小，坐封可靠。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-11 裸眼封隔器分段压裂施工管柱示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-12 完井管柱及施工管柱

5、完井测试与搬迁

当钻井钻至目的层后，即可对气井进行完井测试，目的在于测试气井的产量，完井测试后安装井口树，起到暂封井口的作用，再进行完井设备搬迁工作。搬迁前妥善处理钻后废弃物，做到工完、料净、场地清。完井后，根据钻井作业规范和钻井环保管理规定，钻井液材料必须全部回收，不得遗弃在井场，废水和固体废物需进行无害化处理处置，做到“工完、料尽、场地清”，需符合国家和当地政府的环保要求，并办理竣工环保验收手续。验收合格后方可交井，并对后续可能出现的环保问题负责。

（二）运营期

运营期主要包括井场采气工艺，具体工艺叙述如下：

本气田气藏属于低孔特低渗，气井自然产能低，属定容封闭弹性气驱砂岩岩性气藏，易采用自然衰竭式开采。气藏废弃地层压力为 8.0MPa，天然气从采气井口采出后，通过井场节流阀至井场高低压紧急切断阀，再经简易旋进流量计计量单井产气量后，接入采气主管输往集气站。苏里格气田西二区布置有单井井场和井丛式井场，各井场布置图见图 1-13 至图 1-15。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-13 单井井场布置图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-14 井间串接布置图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-15 丛式井井场布置图

苏里格气田开采采用“井下节流，井口不加热、不注醇，中低压集气，差压计量，井间串接，常温分离，二级增压，集中处理”的总体集输工艺技术（见图 1-13）。具体流程为：在井下经节流器节流，集气井井口压力控制在 1.3MPa，井口不加热、不注醇，经高低压紧急截断阀后接入采气干管，采气干管直接接入集气站；经集气站常温气液分离后增压至 3.5MPa，计量后经集气支线湿气输送至集气交接站，经集气交接站贸易计量后，输送至第三天然气处理厂（进厂压力不低于 2.5MPa）集中脱油脱水后增压外输。

（1）井下节流

井下节流工艺将节流降压过程放到井下，气体经过井下油嘴节流后，压力、温度降低，而降温、降压后的天然气又会在井筒中充分吸收地热，使其温度与环境温度相平衡。当天然气流至井口时，温度较高，压力较低，不符合水合物生成条件，有效地阻止了天然气开采过程中水合物的生成，提高气井携液能力，降低管线运行压力，控制生产压差，保护储层，开井时率由 67.0%提高到 97.2%。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-16 集输总工艺流程示意图

(2) 采气管线安全截断保护

气井生产过程中当地面管线堵塞、节流器失效等情况发生时，流量逐步减少，压力升高，会导致地面管线超压，而管道腐蚀或遭到意外破坏发生泄漏时又会引起井口压力降低的情况发生，因此在井口设置了自力式高低压切断阀，避免井口超压而破坏下游管线和管线泄漏造成安全事故发生。

(3) 井间串接

串接工艺指把相邻的几口井相互串接，气井汇合后进站；采用单井串单井的“井间串接”的集气工艺，增加集气站辖井数量，简化采气系统管网的建设。

(4) 集气站常温分离、中低压湿气集输

采气干管来气进站压力为 1.0MPa，在集气站的进站总机关汇合，经常温分离、增压、计量后外输。通过井下节流，井口压力为 1.3MPa 时，井口不加热，采气管线不保温、不注醇，采气管线埋设于冰冻线以下，保证井口和采气管线中不生成水合物，井口达到无人值守。夏季地温较高时，也可将压力提高至 4.0MPa 运行，充分利用气井压力，停止压缩机运行，节省运行费用。集气支线较长，必须采用清管措施，定时进行清管作业；在集气站设置相应的发球和收球设备，防止液堵的形成。

(三) 闭井期

闭井期是建设项目气井产能逐年递减，至最后气井关停，该时段主要是气井的陆续停运、关闭和恢复土地使用功能时段。

闭井期作业主要包括拆除井场的采气设备、设施，封堵气水层和封闭井口，

对井场和道路等占地进行生态恢复等。

1.3.4 地面工程建设概况

苏里格气田西二区采矿证范围内的用地项目主要为站场、井场、管线、道路 4 种类型，建设主要工程量详见表 1-10。

表 1-10 地面建设主要工程量一览表

序号	项目		单位	已建	拟建	合计
1	站场	集气站	座	4	2	6
2	井场	单井	座	364	393	757
		两丛井	座	26	118	144
		三丛井	座	18	96	114
		四丛井	座	4	28	32
		大平台（13 井）	座	1	0	1
	小计			413	635	1048
3	管线	采气管线	km	636.192	507.435	1143.627
		集气支线	km	242.229	234.502	476.731
4	道路	进站道路	km	26.362	0.658	27.020
		进场道路	km	481.347	433.808	915.155

1、站场

苏里格气田西二区采矿证范围内分布的区块主要有苏 53 区和苏 11 区，根据区域位置及井场分布，共建设集气站 6 座，包括已建集气站 4 座（苏 11-3、苏 53-1、苏 53-2、苏 53-3）和拟建集气站 2 座（苏 11-5、苏 53-4）；经统计计算，集气站共接气井 1528 口，共计占地面积 34.41 hm²，包括永久用地 15.60 hm²，临时用地 18.81 hm²。

另外，在苏 11 区块内已建设有苏 11-1、苏 11-2、苏 11-4 集气站，但位于西二区采矿证范围外，本方案不计算其占地面积。苏里格气田西二区天然气最终经第三天然气处理厂处理、计量后通过外输首站输至陕京三线，第三天然气处理厂位于鄂托克旗苏米图苏木，设计总规模为**×10⁸m³/a，于 2009 年 7 月 1 日投产，占地面积 33.42hm²；由于其位于西二区采矿证范围外，本方案也不计算其占地面积。

表 1-11 西二区矿界内站场工程一览表

序号	站场名称	永久用地 (hm ²)	临时用地 (hm ²)	行政区划	备注
1	苏 11-3 集气站	2.04	2.46	鄂托克旗	已建
2	苏 53-1 集气交接站	2.04	2.46	鄂托克旗	已建
3	苏 53-2 集气站	3.95	4.76	鄂托克旗	已建
4	苏 53-3 集气交接站	2.04	2.46	鄂托克旗	已建
5	苏 11-5 集气站	1.58	1.91	鄂托克旗	拟建
6	苏 53-4 集气站	3.95	4.76	鄂托克旗	拟建
小计		15.60	18.81		
7	苏 11-1 集气站	2.04	2.46	鄂托克旗	矿界外部， 不计占地面积
8	苏 11-2 集气交接站	2.04	2.46	鄂托克旗	
9	苏 11-4 集气站	6.06	7.31	鄂托克旗	
10	第三天然气处理厂	33.42		鄂托克旗	依托工程， 不计占地面积

苏里格气田西二区集气站均执行标准化设计建设，根据生产性质和功能将站内分成两个区，分别为生产区和辅助生产区，**生产区**主要包括进站区、分离器区、压缩机区、自用气区、分液罐区、污水罐区及计量外输区，**辅助生产区**主要包括值班室、休息室、工具间、厨房及盥洗间、维修间等。在站外设有放空区，放空区位于全站最小频率风向的上风向，距集气站的围墙外不小于 40m，用铁栅栏围成一个独立区域，大小为 10m×10m。

每座集气站主要功能区块建设及功能均相同，由于建站规模不同仅设备略有不同，各集气站主要功能区块设置情况见表 1-11，各功能区块平面布置示意图见图 1-17，集气站现场状况见照片 1-1。

表 1-11 集气站主要功能区块设置一览表

序号	区块	功能	组成
1	进站截断区	对采气干管来气进行手动截断，设有安全阀，超压自动放空功能	闸阀、安全阀及相关配件
	进站区	对来气进行接收，并具有手动放空功能；通过安装电动球阀可实现远程紧急截断干管	闸阀、电动球阀、针形节流阀及相关配件
2	分离器区	对来气气液分离，满足集气站其他设备的正常运行及外输的要求；通过安装电动球阀实现远程放空，安装疏水阀实现自动排液	三相气液分离器、进出口阀门、手动放空阀、安全阀等相关配件
3	压缩机区	对天然气进行增压处理，满足进入集气支、干线的条件，压缩机自带启动阀门实现远程关断	压缩机组撬、进出口阀门及相关配件

序号	区块	功能	组成
4	自用气区	对站内初步分离的天然气进行二级调压，满足压缩机、放空火炬引火管的用气要求；设有安全阀，实现超压自动泄放	调压器、流量计、安全阀及相关配件
5	分液罐区	对放空气体进行气液分离，防止放空时产生“火雨”，对生产污水进行闪蒸，将污水内闪蒸出的天然气接入火炬燃烧	放空分离器、进出口阀门、安全阀及相关配件
6	污水罐区	对站场生产污水进行收集贮存	污水、凝析油罐及相关配件
7	计量外输区	计量集气站天然气外输气量、压力温度等参数	闸阀、流量计、清管阀及相关配件
8	外输截断区	对外输管道进行远程截断；设有手动放空阀，实现手动放空	电动球阀、闸阀、节流截止放空阀及相关配件
9	放空火炬区	对放空天然气进行点火远程点火	放空立管（带旋风分液功能）、火炬点火装置
10	辅助生产区	承担生产监控、调节等作用，同时用于员工日常生活办公	值班室、休息室、工具间、厨房及盥洗间、维修间
11	生活污水处置区	职工生活污水存于生活污水罐，定期外运	生活污水罐

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-17 集气站功能区块布置示意图



照片 1-1 集气站现场照片

2、井场

根据开发方案，苏 53 区主要为单井井场、2 井式井丛井场及工业化大平台井场，苏 11 区主要为单井井场、2 井式井丛井场、3 井式井丛井场及 4 井式井丛井场，井场无人值守，场地只作简单处理，四周设铁栅栏围墙。井场平面布置根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）考虑安全防火间距，单井井场征地按照 30m×40m 计；井丛每增加 1 口井，征地范围长度增加 15m，如 C2 井丛征地按照 45m×40m 考虑（CmHn 井场，C 代表直井/定向井，H 代表水平井，m 和 n 分别表示直/定向井和水平井对应井数）。

井场平面布置示意图见图 1-18 至图 1-21，井场现场状况见照片 1-2。



单井井场

工业化大平台

照片 1-2 井场现场照片

根据井场分布和开发方案，苏里格气田西二区采矿证范围内已建井场 413 座（单井井场 364 座，丛式井井场 49 座）；本方案服务期内拟建井场 635 座（单井井场 393 座，丛式井井场 242 座），共计钻井 1528 口（直井/定向井 1141 口，水平井 387 口）。经统计计算，共计占地面积 379.44hm²，包括永久用地 154.56hm²，

临时用地 224.88hm²。

表 1-14 西二区矿界内井场工程一览表

序号	井场类别	井场征地 (m×m)	已建 (座)	拟建 (座)	永久用地 (hm ²)	临时用地 (hm ²)	
1	单井井场	30m×40m	364	393	90.84	132.17	
2	丛式井 井场	两丛	40m×45m	26	118	25.92	37.71
3		三丛	40m×60m	18	96	27.36	39.81
4		四丛	40m×75m	4	28	9.60	13.97
5		大平台(13井)	40m×210m	1	0	0.84	1.22
6		小计	---	49	242	63.72	92.71
7	合计		413	635	154.56	224.88	

表 1-15 分年度拟建井场工程一览表

序号	年度	单井井场 (座)	丛式井井场(座)			小计 (座)	备注
			两丛	三丛	四丛		
1	2019	30	12	7	2	51	稳产期
2	2020	30	11	8	3	52	
3	2021	31	10	8	3	52	
4	2022	31	10	8	3	52	
5	2023	31	10	8	3	52	
6	2024	28	8	7	3	46	
7	2025	27	8	7	3	45	
8	2026	26	8	7	2	43	
9	2027	24	8	7	2	41	
10	2028	23	6	5	1	35	
11	2029	23	6	5	1	35	
12	2030	23	6	5	1	35	
13	2031	22	5	5	1	33	
14	2032	22	5	5		32	
15	2033	22	5	4		31	
16	2034						递减期
17	2035						
18	2036						
19	2037						
20	2038						
21	2039						
22	2040						
23	2041						
24	2042						
25	2043						
26	2044.1-2044.4						
合计		393	118	96	28	635	---

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-18 单井井场平面布置示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-19 两井式井丛井场平面布置示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-20 三井式井丛井场平面布置示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-21 四井式井丛井场平面布置示意图

3、管线

苏里格气田西二区采矿证范围内集输管线由采气管线和集气支线组成，井口天然气通过采气管线就近进入集气站或集气交接站，各站汇集的天然气通过集气支线输送至处理厂集中脱油脱水后增压外输。采用井间串接放射状的管网形式，通过采气管线把相邻的几口井串接到采气干管，采气干管呈放射状就近进入集气站，单井采气支管就近接入临近井场。

根据《油气田集输管道施工规范》(GB 50819-2013)的要求，采气管线选择 $\Phi 60$ 、 $\Phi 76$ 、 $\Phi 89$ 、 $\Phi 114$ 、 $\Phi 159$ 五种管径，敷设作业带宽度为12m，集气支线选择 $\Phi 219$ 、 $\Phi 273$ 、 $\Phi 323.9$ 三种管径，敷设作业带宽度为16m。在敷设过程中共涉及7种穿越，其中铁路采用定向钻穿越方式，高速路、省道、国道采用顶管穿越方式，河流、冲沟、水泥路采用大开挖穿越方式。

管线敷设平面布置示意图见图 1-22，管线现场状况见照片 1-3。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-22 管线敷设平面示意图



照片 1-3 管线现场照片

根据管线敷设和开发方案,苏里格气田西二区采矿证范围内已敷设采气管线 636.192km,集气支线 242.229km;本方案服务期内拟敷设采气管线 507.435km,集气支线 234.502km。经统计计算,共计占用面积 2135.12hm²,全部为临时用地。

表 1-16 西二区矿界内管线工程一览表

序号	管线类别	管径	作业带宽度 (m)	管线长度 (km)		临时用地 (hm ²)
				已敷设	拟敷设	
1	采气管线	Φ60、Φ76、Φ89、Φ114、Φ159	12.0	636.192	507.435	1372.35
2	集气支线	Φ219、Φ273、Φ323.9	16.0	242.229	234.502	762.77
合计				878.421	741.937	2135.12

4、道路

苏里格气田西二区采矿证范围内道路工程由进站道路和进场道路组成,进站道路为现有主要公路,采用沥青碎石路面,路基宽 6.5m,路面宽 4.5m,两侧路肩宽各 1.0m;进场道路为钻井施工前修建的钻前道路,采用粘性素土路面,路基宽 3.5m,路面宽 3.0m。

道路结构断面示意图见图 1-23 至图 1-24,道路现场状况见照片 1-4。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-23 进站道路结构断面示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-24 进场道路结构断面示意图



集气站进场道路

井场进场道路

照片 1-4 道路现场照片

根据道路布置和开发方案，苏里格气田西二区采矿证范围内已建进站道路 26.362km，进场道路 481.347km；本方案服务期内拟建进站道路 0.658km，进场道路 433.808km。经统计计算，共计占地面积 714.74hm²，包括永久用地 337.87hm²，临时用地 376.87hm²。

表 1-17 西二区矿界内道路工程一览表

序号	道路类别	路面材料	路面宽度 (m)	路基宽度 (m)	道路长度 (km)		永久用地 (hm ²)	临时用地 (hm ²)
					已建	拟建		
1	进站道路	沥青碎石	6.5	4.5	26.362	0.658	17.56	10.81
2	进场道路	素土	3.5	3.0	481.347	433.808	320.31	366.06
合计					507.709	434.466	337.87	376.87

表 1-18 分年度拟建管线、道路工程一览表

序号	年度	拟敷设管线长度		拟建道路长度		备注
		采气管线 (km)	集气支线 (km)	进站道路 (km)	进场道路 (km)	
1	2019	16.907	12.700	0	13.954	稳产期
2	2020	41.459	0	0	32.092	
3	2021	24.406	18.803	0	19.333	
4	2022	42.702	12.860	0	15.793	
5	2023	48.226	7.804	0	55.237	
6	2024	34.704	19.042	0.104	31.643	
7	2025	34.704	19.042	0.104	31.643	
8	2026	34.705	19.042	0.104	31.644	
9	2027	34.705	19.042	0.104	31.644	
10	2028	34.705	19.042	0.104	31.644	
11	2029	32.042	17.425	0.027	27.836	
12	2030	32.042	17.425	0.027	27.836	
13	2031	32.042	17.425	0.028	27.836	
14	2032	32.043	17.425	0.028	27.836	
15	2033	32.043	17.425	0.028	27.837	
16	2034					递减期
17	2035					
18	2036					
19	2037					
20	2038					
21	2039					
22	2040					
23	2041					
24	2042					
25	2043					
26	2044.1-2044.4					
合计		507.435	234.502	0.658	433.808	---

根据保密规定，数据做了脱密处理

图1-25 西二区矿界内站场布置示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-26 西二区矿界内井场布置示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-27 西二区矿界内管线布置示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-28 西二区矿界内道路布置示意图

1.3.5 矿山固体废弃物及废水的处置情况

气田在开发建设过程中,产生的污染源主要来自施工期钻井过程产生的废弃钻井泥浆、生活污水、钻井岩屑、钻井废水、压裂废液、生活垃圾等,具体排放量和处理情况详述如下:

1、固体废弃物处置

钻井期固体废弃物主要包括钻井泥浆、钻井岩屑、压裂废液、废机油及钻井队生活垃圾。

(1) 废弃钻井泥浆

废弃钻井泥浆是指在钻井过程中无法利用或钻井完工后弃置的泥浆,是一种液态细腻胶状物,失水后变为固态物,主要成分是黏土、CMC(羧甲基纤维素)和少量纯碱,其产生量随着井深和井径的不同而变化。根据类比气井的调查情况,每口钻井泥浆产生量约为 206m^3 ,循环利用率约95%,则在钻井井场每口井实际排放的废弃泥浆约为 10.3m^3 ,按密度 $1.15\text{t}/\text{m}^3$ 计算,约合 $11.9\text{t}/\text{井}$ 。

废弃钻井泥浆采用“**泥浆不落地工艺**”进行合理处置,即在钻井过程中,岩石被钻头破碎成岩屑混入泥浆中,经泥浆循环泵带出井口进入岩屑收集分离器,经分离器中的振动筛、除砂器、除泥器及离心机进行固液分离,分离后的岩屑及泥浆进入岩屑收集装置暂储,然后由螺旋输送机输送至汽车外运集中处置。对钻井泥浆、岩屑进行集中处置前,建设单位应对其性质按照《危险废物鉴别标准·浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)进行进一步鉴定,根据鉴别结果进行处置或综合利用。

(2) 钻井岩屑

钻井过程中,岩石被钻头破碎成岩屑,其中50%混入泥浆中,其余经泥浆循环泵带出井口,经地面振动筛分离,并堆置于岩屑池。根据类比气井的调查情况,每口井钻井岩屑产生量约为 88.6m^3 ,按密度 $2.8\text{t}/\text{m}^3$ 计算,约合 $248.0\text{t}/\text{井}$ 。

钻井岩屑采用“**泥浆不落地工艺**”进行合理处置,具体处置过程同废弃钻井泥浆,根据运距不同分别送至专门处置油气田废弃物的单位(乌审旗送内蒙古恒盛环保科技有限公司(乌审旗)或中石化西南工程公司油田服务分公司(乌审旗)进行处置,鄂托克旗、鄂托克前旗送至鄂尔多斯市昊鑫绿科环境工程有限公司(鄂托克旗))进行合理处置)。

废弃钻井泥浆、钻井岩屑的具体处理工艺流程见图 1-29。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-29 钻井废弃物处理工艺流程图

(3) 压裂废液

钻井固定完毕后需进行射孔完井，在射孔过程中由于井筒压力小于地层压力，所以射孔液基本由管道排出，地层中含有少量射孔液。根据类比气井的调查情况，地层中残留压裂液一般为 100m^3 ，平均单井返排压裂废液为 40m^3 ，压裂液返排入罐率 100%，综合利用率 100%。

压裂过程中，大部分压裂液施工时排出，返排废液收集后进行就地处理，液相全部回用于配制压裂基液，压裂作业结束后拉运至下一个井场循环利用，固相暂存于井场可拆卸固相储存池内，做好防渗措施，最终交由资质单位接收处置。

压裂废液的具体处理工艺流程见图 1-30。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-30 压裂废液处理工艺流程图

(4) 废机油

钻井过程中，机油是钻井设备良好运行和延长使用寿命的重要保障，机油使用一段时间后必定伴随着变质而需要更换机油，废机油的变质更换周期因各设备的使用情况、油品质量、性质不同而有所差异，苏里格气田机油更换周期为 3 个月，产生量为 0.01t/井。

废机油采用专用桶收集，存放于施工井场的润滑油栏，统一收集后交由有资质的单位处置。井场润滑油栏地面铺设高密度聚乙烯，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，派专人看管，设警示标志，建设单位制定完善的保障制度，符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及其他有关规定的要求。

(5) 生活垃圾

单井钻井场人员数量平均为 50 人，施工期取 40 天，按每人每天产生 0.5kg 生活垃圾计算，则单井钻井期生活垃圾的产生量为 1.0 t。

生活垃圾集中收集后定期清运，交由当地环卫部门集中处理。

综上所述，钻井工程固体废弃物排放量情况详见表 1-19。

表 1-19 钻井工程固体废弃物排放一览表

序号	固废名称	单位	排放量	处理处置
1	废弃钻井泥浆	m ³ /井	10.3	采用“泥浆不落地工艺”，即在钻井过程中，岩石被钻头破碎成岩屑，混入泥浆中，经泥浆循环泵带出井口进入岩屑收集分离器，经分离器中的振动筛、除砂器、除泥器及离心机进行固液分离，分离后的岩屑及泥浆进入岩屑收集装置暂储，然后由螺旋输送机输送至汽车外运集中处置。对钻井泥浆、岩屑进行集中处置前，对其性质按照《危险废物鉴别标准·浸出毒性鉴别》（GB 5085.3—2007）进行进一步鉴定，根据鉴别结果进行处置或综合利用。
2	钻井岩屑	t/井	248.0	
3	压裂废液	m ³ /井	40	收集后就地处理，液相全部配制为压裂基液，压裂作业结束后拉运至下一个井场循环使用，固相暂存于井场可拆卸固相储存池内，做好防渗措施，最终交由有资质的单位接收处置。
4	废机油	t/井	0.01	专用桶收集，存放于施工井场的润滑油栏，统一收集后交由有资质的单位处置。
5	钻井期生活垃圾	t/井	1.0	集中收集后定期清运，交由当地环卫部门集中处理。

2、废水处置

钻井期废水主要包括钻井废水和生活污水。

(1) 钻井废水

钻井废水是指气田开发初期在气井钻进过程中起降钻具带出的部分地层水、冲洗钻井设备、检修等排放的废水，其产生量随着井深和钻井周期而变化。根据类比气井的调查情况，常规钻平均每米进尺用水量约 0.2m³，本项目以直井及丛式井为主，平均井深约 3500m，则钻井期间每口井产生钻井废水约 700m³，施工期按 40 天考虑，则单井钻井期间钻井废水每天的产生量为 17.5m³/d。

目前采用的钻井泥浆不含重金属，采用的材料均为无毒或低毒材料，钻井废水无重金属污染，具有色度高、COD、悬浮物浓度高的特点。钻井废水排入井场可拆卸储液池内，经破胶脱稳装置后，再进行固液分离后，用于配制钻井泥浆，钻井结束后拉运至下一个井场循环利用，不直接排入地表水体。

钻井废水的具体处理工艺流程见图 1-31。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-31 钻井废水处理工艺流程图

(2) 生活污水

单井钻井场人员数量平均为 50 人，生活用水量按每天 100L/人，生活污水产生量按用水量的 80%计，则单井场生活污水产生量为 4.8m³/d。

生活污水集中收集后暂存于防渗污水池内，由罐车定期拉运至当地生活污水处理厂进行统一处理，夏季用于绿化和抑尘，冬季用于抑尘；钻井队设有可移动旱厕，钻井结束后填埋。

综上所述，钻井工程废水排放量情况详见表 1-20。

表 1-20 钻井工程废水排放一览表

序号	废水名称	单位	排放量	污染物	处理处置
1	钻井废水	m ³ /（井·d）	17.5	COD: 500 mg/L, 石油类: 400 mg/L, SS: 850 mg/L, 含盐量: 100 g/L PH: 10-12	排入井场可拆卸储液池内，经破胶脱稳装置后，再进行固液分离后，用于配制钻井泥浆，钻井结束后拉运至下一个井场循环利用。
2	钻井期生活污水	m ³ /（井·d）	2.8	COD: 400 mg/L, BOD ₅ : 200 mg/L, SS: 200 mg/L, 氨氮: 30 mg/L PH: 6-9	集中收集后暂存于防渗污水池内，由罐车定期拉运至当地生活污水处理厂进行统一处理；钻井队设有可移动旱厕，钻井结束后填埋。

1.4 矿山开采历史及现状

1.4.1 勘探历程及成果

苏里格气田是我国陆上探明储量规模最大的气田，属世界罕见的三低“低渗、低压、低丰度”气田，该气田位于鄂尔多斯盆地西北部，横跨陕北斜坡、鄂尔多

斯市隆起、天环坳陷三个构造单元，是鄂尔多斯盆地上古生界多气层叠合发育区，目前已发现上古生界二叠系下石盒子组盒₇、盒₈，山西组山₁、山₂及下古生界奥陶系马家沟组马五₅、马五₆等多套含气层段，勘探面积 $2.2 \times 10^4 \text{km}^2$ ，天然气地质资源量 $1.2 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，主要包括西区、中区、东区及今后要开发的南区。实现苏里格气田经济有效开发，对于长庆气区发挥枢纽作用，确保京津及华东地区长期安全稳定供气，促进中国石油持续、有效、协调发展具有十分重要的战略意义。

苏里格气田综合勘探始于1999年，在2000年6月，探区中部的苏6井在井深3295m的盒₈段钻遇厚48m砂层，解释气层厚19.8m，山₁段也钻遇气层8m，盒₈试气井口获得初产 $2.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，计算无阻流量 $2.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，经CO₂压裂后试气求得无阻流量 $3.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，苏6井的重大发现揭开了苏里格气田大规模勘探的序幕。

1999年—2000年，苏里格共完钻探井16口，其中11口获工业气流，在此基础上逐步探明苏6井区，2001年提交盒₈、山₁气藏天然气地质储量 $4.4 \times 10^8 \text{m}^3$ ，叠合含气面积 3.3km^2 。

2001年—2003年，长庆油田分公司按照“地震先行，综合勘探；立足上古，兼探下古；集中探明，适度甩开”的原则，继续加大对苏里格地区的天然气勘探力度。在总结以往勘探成果的基础上，重点对气藏的控制因素和富集条件进行研究，明确下石盒子组的沉积体系，同时以地震资料为依据，结合预探井成果确定了控制盒₈气藏分布的近南北向大型复合砂体带。2003年7月，经国家储委审批，在苏25井区、苏20井区、苏14井区于上古生界盒₈、山₁段再次获得基本探明地质储量 $4.4 \times 10^8 \text{m}^3$ 。截止2003年底，苏里格气田共提交探明储量 $4.4 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

2007年—2008年，通过加强地质综合研究，强化新技术攻关，以上古生界下石盒子组盒₈和山西组山₁气藏为主要目标，在地质综合研究的基础上，结合地震储层预测成果，对苏里格气田西一区展开整体评价勘探，部署完钻探井62口，其中60口钻遇盒₈或山₁气层，盒₈段气层平均厚度7.7m，山₁段气层平均厚度5.1m，此外苏175井区还在山西组山₂和太原组钻遇气层，经压裂试气获 $2.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的气流。当年在西一区盒₈、山₁、山₂及太原组气藏共提交基本探明地质储量 $4.4 \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 3.3km^2 ；同时在西二区提交预测地质储

量 $****. ** \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $***. ** \text{km}^2$ （2010年升级核销）。在加大对苏里格气田西区勘探力度的同时，东一区通过深化评价与建产，使该区储量得到了进一步落实，2008年底在苏里格气田东一区新增天然气探明储量 $****. ** \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $***. ** \text{km}^2$ 。

2009年—2010年，长庆油田分公司在苏里格天然气勘探中，主攻苏里格西部，扩大含气面积，整体提交基本探明储量，其中在西二区完钻探井31口，均钻遇气层，完试21口，14口井试气产量大于 $*. * \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，有3口井5个层段的试气产量大于 $**.* \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。苏374井在盒₈、山₁、山₂段分别解释气层22.4m、5.2m和7.8m，盒₈段测试日产气 $5.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，计算无阻流量 $**.* \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ；山₁、山₂段分压合求日产气 $*. * \times 10^4 \text{m}^3$ ，计算无阻流量 $**.* \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。苏370井在太原组解释气层3.4m，试气获 $*. * \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ （AOF）的工业气流，使苏里格气田西二区储量落实程度不断提高，当年在西二区上古生界二叠系盒₈、山₁、山₂段以及太原组共提交天然气控制储量（中石油基本探明储量） $****. ** \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $***. ** \text{km}^2$ 。

2011年，长庆油田分公司在苏里格天然气勘探中按照“加大西一区及外围勘探力度，提交控制储量；坚持勘探开发一体化，积极评价苏里格西二区，提交探明储量；预探苏里格南部，寻找新发现”的部署原则，当年在西一区及外围部署完钻探井18口，均钻遇盒₈、山₁气层，完试探井17口，其中苏363井盒₈钻遇石英砂岩，测井解释气层4.9m，试气获得 $**.* \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的工业气流（AOF），苏398井山₁钻遇石英砂岩，测井解释气层6.3m，试气获得 $**.* \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的工业气流（AOF），显示气田西一区在盒₈、山₁大面积含气背景上，发育山西组山₂含气层段。同年在西一区上古生界二叠系下石盒子组盒₈、山西组山₁及山₂苏40、苏38区共计申报天然气控制地质储量 $****. ** \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $***. ** \text{km}^2$ 。同时在西二区苏69区展开评价勘探，部署完钻探井11口，均钻遇盒₈或山₁气层，平均气层厚度15.2m，其中桃25井在盒₈、山₁分别解释气层10.5m、8.5m，测试分别获得日产气 $*. * \times 10^4 \text{m}^3$ 、 $*. * \times 10^4 \text{m}^3$ ，在苏69区盒₈、山₁共提交探明地质储量 $****. ** \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $***. ** \text{km}^2$ 。

2012年，长庆油田分公司在苏里格天然气勘探中按照“坚持勘探开发一体化，主攻苏里格南区，兼顾外围及周边，实施上、下古生界立体勘探，寻找新发

现，提交规模储量”的部署原则，当年在苏里格地区完钻探井 50 口，其中 46 口钻遇气层，平均气层厚度 14.1m，完试 27 口，平均试气产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。其中，桃 9 井在盒₈钻遇气层 10.1m，试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，同时在山₁、山₂分别钻遇气层 8.3m、4.3m，试气分别获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 、 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ；桃 18 井在山₁、山₂试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ；桃 19 井在盒₈、山₁试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。当年苏里格南一区上古生界二叠系下石盒子组盒₈、山西组山₁及山₂共提交新增天然气控制地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $1.2 \times 10^2 \text{km}^2$ 。

2013 年，围绕苏里格南一区预测储量升级，完钻探井 40 口，均钻遇气层，平均气层厚度 9.5m，完试探井 21 口，平均试气产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。其中苏 210 井在盒₈钻遇气层 7.8m，试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，在山₁、山₂分别钻遇气层 7.0m、3.3m，山₁、山₂试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ；苏 344 井在盒₈、山₁试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，在山₂试气获得 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ；苏 202 井在山₁、山₂试气分别获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 、 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。当年在苏里格南一区苏 210 区上古生界二叠系下石盒子组盒₈、山西组山₁及山₂共提交新增控制地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $1.2 \times 10^2 \text{km}^2$ 。

2014 年，苏里格气田继续坚持勘探开发一体化，使苏里格气田西一区储量落实程度不断提高。其中前期勘探评价过程中完钻的苏 47 井在盒₈、山₁共钻遇气层 13.5m，试气获得井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的高产气流，苏 147 井盒₈钻遇气层 4.9m，试气获井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，苏 173 井山₁钻遇气层 6.3m，试气获井口产量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，显示出该区盒₈、山₁良好的勘探潜力。结合地质研究成果，当年在苏里格气田西一区苏 47 区二叠系下石盒子组盒₈气藏、山西组山₁气藏共提交新增天然气探明地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $1.2 \times 10^2 \text{km}^2$ 。同时以苏里格东三区储量升级为目的，完钻探井 13 口，均钻遇盒₈、山₁或山₂气层，平均气层厚度 14.9m。当年提交新增天然气控制地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ，含气面积 $1.2 \times 10^2 \text{km}^2$ 。

1.4.2 矿山开采现状

苏里格气田西二区于 2009 年开始开发评价，于 2014 年 4 月申请取得由国土资源部颁发的采矿许可证（证号：0200001410007），采矿权人为中国石油天然气

股份有限公司，主要从事石油天然气的勘查开采，开采方式为地下开采，生产规模为 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{年}$ ，矿区面积 1241.873 km^2 ，开采区范围为东经 $107^\circ 30' 00'' \sim 107^\circ 45' 00''$ ，北纬 $36^\circ 30' 00'' \sim 36^\circ 45' 00''$ 。

根据长庆油田分公司提供的技术资料，苏里格气田西二区采矿证范围内管辖的主要区块为苏 53 区和苏 11 区，两个区块目前均处于生产状态，生产规模均为 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，日产气 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3$ 左右，平均单井日产气量 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3$ ，平均套压 10.19MPa ，平均单井累计产气 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

1.4.3 探明储量情况

根据国土资源部以国土资储备字〔2012〕239 号文通过 2011 年关于《苏里格气田西二区苏 69 井区二叠系下石盒子组盒 8、山西组山₁气藏新增天然气探明储量报告》矿产资源储量评审备案证明以及国土资油气评审字〔2012〕5 号文《苏里格气田西二区苏 69 井区二叠系下石盒子组盒 8、山西组山₁气藏新增天然气探明储量报告》评审意见书，2011 年苏里格气田西二区探明含气面积 1.2 km^2 ，提交探明储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ，技术可采储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

根据开发方案，苏 53 区的生产规模为 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，动用天然气地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ；苏 11 区的生产规模为 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，动用地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

1.5 上期《方案》执行情况

1.5.1 上期《矿山地质环境保护与恢复治理方案》执行情况

2010 年 11 月，中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司委托江西省煤田地质勘察研究院编制了《中石油长庆油田分公司苏里格气田西区矿山地质环境保护与治理恢复方案》，国土资源部地质环境司对该方案进行了批复，方案适用期为 2011—2015 年。西二区包含在苏里格气田西区范围内（见图 1-32），在上期方案中涉及到的矿山地质环境治理重点工程主要包括地质灾害防治工程、含水层破坏修复工程、地形地貌恢复治理工程、土地资源恢复治理工程、地质环境监测工程等，本期《方案》中设计的矿山地质环境治理工程除包含上期方案中设计的工程之外，还增加了水土污染防治工程（见表 1-9）。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 1-32 西二区与苏里格西区相对位置示意图

表 1-9 上期《矿山地质环境恢复方案》与本期《方案》的区别一览表

序号	工程类别		工程内容	
			上期《方案》	本期《方案》
1	地质灾害防治工程		风蚀沙埋: 草方格沙障固沙工程(沙障规格 1 m×1m, 麦草用量 6000kg/hm ² ; 种植油蒿, 株行距 0.3m×0.4m)。	风蚀沙埋: 沙柳沙障固沙工程(扦插沙柳, 沙障规格 1 m×1m, 骆驼刺用量 20kg/hm ²)。
2	含水层破坏修复工程		预防为主	同上期《方案》
3	地形地貌景观治理工程		绿化带: 站场、井场周围种植乔木旱柳(株行距 2m×2m)和灌木羊柴(株行距 1m×1m); 防护林: 道路两侧种植樟子松(两侧各 1 行, 株距 3m)和沙地柏(每侧 2 行, 株行距 1m×1m); 麦草方格: 管线回填后, 立即铺设(草方格规格 1 m×1m, 麦草用量 6000kg/hm ²)。	绿化带: 站场周围种植杨树(株行距 4m×4m)和旱柳(株行距 2m×2m); 防护林: 道路两侧种植旱柳(两侧各 1 行, 株距 3m); 麦草方格 列入土地复垦部分。
4	土地资源恢复治理工程		固沙植被: 站场、井场拆除后种植油蒿, 株行距 0.3m×0.4m; 麦草方格: 草方格规格 1 m×1m, 麦草用量 6000kg/hm ² 。	列入土地复垦部分
5	水土环境污染防治工程		无	预防为主, 钻井泥浆和岩屑送至油气专门处理中心进行处置, 钻井废水、压裂废液进行不落地处理; 生活垃圾和生活污水拉至环保中心进行专门处理。
6	地质环境监测工程	地质灾害监测	监测内容: 风蚀沙埋; 监测方法: 定位插钎法、集沙仪收集扬沙法; 监测频率: 2 次/年。	同上期《方案》
		含水层破坏监测	监测层位: 第四系含水岩组、罗汉洞含水岩组、环河含水岩组、洛河含水岩组; 监测方法: 定期取样检测分析; 监测频率: 2 次/年。	同上期《方案》
		地形地貌景观、土地资源监测	监测内容: 破坏土地的类型、面积; 监测方法: 测量工具进行测绘、实地走访观察; 监测频率: 1 次/年。	列入土地复垦部分
		水土环境污染监测	无	监测内容: 地表水水质变化、土壤污染情况; 监测方法: 定期取样检测分析; 监测频率: 3 次/年。

经与矿方核实，按照上期方案设计的治理工程，长庆油田分公司对苏里格气田西二区的地质环境问题进行了相应治理，目前地下水有在线观测水文孔 27 个，可以实时进行监测。

1.5.2 上期《土地复垦方案》执行情况

2009 年 12 月，中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司委托北京中农华诚土地技术咨询有限责任公司编制了《长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目土地复垦方案》，共涉及 8 个采矿权和 25 个探矿权，国土资源部耕地保护司对该方案进行了批复。苏里格气田西二区包含在内蒙古自治区石油天然气探采项目范围内，在上期方案中涉及到的土地复垦重点工程主要包括预防控制措施、工程技术措施、生物化学措施、监测和管护措施等，本期《方案》中设计的土地复垦工程仍继续沿用上期《方案》中的主要技术措施（见表 1-10）。

表 1-10 上期《土地复垦方案》与本期《方案》的区别一览表

序号	工程类别		工程内容	
			上期《方案》	本期《方案》
1	预防控制措施		站场、井场： 优化设计，控制用地面积，钻井时做到废弃物不落地； 道路： 控制新建道路长度，与农村道路相衔接； 管线： 优化设计，减少管网长度，严格控制管沟开挖宽度、作业带宽度。	同上期《方案》
2	工程技术措施	表土剥离工程	未来建设站场、井场、道路、管线等地面工程时对表土进行剥离，临时堆放，并加以管护	同上期《方案》
		场地清理工程	无	闭井后，对井场基座部分进行拆除、清运
		土地平整工程	井场临时用地复垦为耕地时，进行覆土平整	同上期《方案》
		土地翻耕工程	井场永久用地复垦为耕地时，进行土地翻耕，翻耕深度 30cm。	同上期《方案》
		麦草方格固沙工程	井场、管线复垦为草地时，设置草方格沙障（草方格规格 1m×1m，麦草用量 6000kg/hm ² ）。	同上期《方案》
		配套工程	道路工程	进场道路 在原有土质路面上改建而成，以修葺为主； 进站道路 为永久征地，按国家

序号	工程类别		工程内容	
			上期《方案》	本期《方案》
			标准设计施工，为当地群众留 续使用，进行定期维护。	
		排水工程	无	对水浇地周边灌溉沟渠进 行修复或重建，仍使用土 质沟渠。
3	生物化学 措施	土壤培肥	施用氮肥（150kg/hm ² ）和磷肥 （100kg/hm ² ）来提高土壤肥力。	施用农家肥（12000 kg/hm ² ）和复合肥（600 kg/hm ² ）来改善土壤性质。
		适生树种	选取当地适生树种，草种选用 油蒿。	乔木选用榆树、灌木选用 沙柳，草种选用骆驼蓬。
4	监测和管护 措施	监测措施	对土地损毁（损毁类型、面积、 程度）和复垦效果（土壤质量、 植被生长）进行动态监测。	同上期《方案》
		管护措施	对复垦后的林地、草地进行后 期管护，包括病虫害防治、培土 补植等，管护期为5年。	

经与矿方核实，按照上期方案设计的复垦工程，长庆油田分公司对苏里格气田西二区内建设地面工程征用的临时用地已进行了相应的复垦，共计已复垦面积1445.81hm²，亩均投资0.4万元/亩，区内植被长势良好，但尚未进行土地复垦验收，仍需要进一步监测与管护。

第二章 矿区基础信息

2.1 矿区自然地理

2.1.1 气象

矿区属中温带半干旱大陆性季风气候,其特征是:冬季寒冷漫长,降雪稀少,气候干燥;夏季受太平洋副热带高压控制,盛行东南季风,降水集中;气温年月相差较大,寒暑变化剧烈,日照充足,降水量少,蒸发量大,干旱多风。

通过收集鄂托克旗气象局、乌审旗气象局近 20 年(1997—2017 年)的地面常规气象资料,来分析苏里格气田西二区所在区域的气象特征(见表 2-1)。

表 2-1 鄂托克旗、乌审旗近 20 年主要气象要素特征一览表

序号	项目	单位	鄂托克旗	乌审旗
1	极端最高气温	°C	40.2	36.5
2	极端最低气温	°C	-32.6	-30.1
3	年平均气温	°C	9.8	6.7
4	≥10°C的积温	°C	3400	2721
5	无霜期	天	132	130
6	年均降水量	mm	157.9	360.4
7	年最大降水量	mm	264.4	415.9
8	年最小降水量	mm	71.8	125.3
9	10 年一遇 24h 最大降水量	mm	77.6	121.0
10	20 年一遇 24h 最大降水量	mm	102	165.2
11	平均相对湿度	%	48	53
12	年均蒸发量	mm	3249.0	2590.0
13	年平均风速	m/s	2.30	2.11
14	起沙风速	m/s	5	5
15	全年主导风向		NW	NNW
16	土壤最大冻结深度	cm	178	146

2.1.2 水文

矿区内水系不发达,地表水资源稀少,主要河流为苏里格气田西二区西侧附近的都斯图河。都斯图河发源于鄂托克旗乌兰镇察汗淖嘎查,河流的总流向为自东向西,河流水系不发育,上游河槽下切不太明显,大部分为干沟,全河仅在鄂托克旗国营牧场以下有明显的河床和清水流量,主要支流都斯图北支和海流兔河

有清水流量，其它支流均为季节性干沟。

都斯图河在进入黄河前，左岸为宁夏回族自治区陶乐县红崖子乡陶思兔地界，右岸属伊盟鄂托克旗巴音陶亥农场一队，全河长 165.8km，总流域面积 8325.6km²。该河流域内有很多小湖及洼地，起闭流作用，都斯图河真正的产流面积只有 4160km²，河道平均比降 1.50‰，年最大径流量 2403×10⁴m³，年最小径流量 501×10⁴m³，径流变差为 5 倍左右，多年平均径流量 1264×10⁴m³，平均流量 0.40m³/s，年输沙量 312×10⁴t。都斯图河也称苦水沟，因基流水质苦咸而得名；地表径流中有 710×10⁴m³ 的水属于咸水（矿化度大于 2g/L），灌溉后对农作物的生长有影响。地表水系分布图见图 2-1。

2.1.3 地形地貌

苏里格气田西二区地处毛乌素沙地范畴，地形开阔且相对平缓，地势由西北向东南倾斜，海拔高度 1200~1500m 之间，整个矿区范围内草地、林地与固定、半固定、流动沙丘地交错其间，地貌特征可分为风沙滩地区、沙丘波状区两个大的地貌单元。

(1) 风沙滩地区

地形平坦开阔，起伏比较小，坡度一般 1~3°，相对高差一般 1.0m 左右，零星分布有半固定—固定沙丘，沙丘高度一般小于 4.0m。地面为松散粉细沙层，有些地方可见薄层粘性土结皮，地表形态由风沙滩地及小沙堆组成，植被覆盖率高，一般大于 40%。个别地段地下水位较浅，有的积水成湖，因气候干旱，长期盐分积累形成一些盐碱地（易溶盐含量大于 0.5%）。局部地段出露基岩，为强风化紫红色、土红色砂岩。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-1 地表水系分布图

(2) 沙丘波状区

由典型的小型固定沙丘与缓沙丘组成，沙丘高度一般小于 3 m，植被覆盖率大于 40%，线路剖面地形呈波状起伏，故称为沙丘波状区。沙丘波状区呈蜂窝状沙丘、树枝状沙垄等形态，零星分布有流动一半固定沙丘，沙丘波状区发育有冲沟、季节性河流。



照片 2-1 地形地貌景观照片

2.1.4 植被

矿区范围内植被属干旱草原植被类型，主要有沙地植被、低湿地植被、农田植被及人工林植被。

(1) 沙地植被：是矿区植被类型的主体，以沙蒿为主的半灌木植被是该区沙地植被的代表，一般见于固定沙地；但因沙地分布面积很广，加之流动或固定程度的差异，使沙地植被的多样性增加。在该沙地植被中，主要植被类型有沙蒿群落、沙柳群落和柠条锦鸡儿群落；沙蒿高度 60~70cm，沙柳高度 80~300cm，柠条高度 80~120cm，总郁闭度 15~55%。

(2) 低湿地植被：主要分布于河漫滩、湖沼低地、滩地等区域，特点是地下水位高，除大气降水外，有其它水源补给。此外，大部分土壤呈盐渍化，以草甸土和盐土为主，表层常可见到盐结皮和白色盐霜。

由于地形和人为因素的影响，低湿地植被常常成为片段，自然低湿地植被景观已不复存在，为芨芨草、盐化草甸类型，植被以拂子茅草甸及芨芨草盐生草甸等各种草甸植被为主，轻盐渍化草甸土上形成的草甸群落，包括芨芨草群系、拂子茅群系。芨芨草群系分布于滩地、低湿地外围的轻度覆沙地，主要植物种有芨芨草、碱茅、碱蒲公英、裂叶凤毛菊、草地凤毛菊、西伯利亚蓼、车前、马蔺、

碱蓬、虎尾草等；拂子茅群系分布于湖盆低地薄层覆沙地段，主要物种有碱茅、寸草苔、芦苇、碱蒲公英、小花棘豆、鹅绒委陵菜、碱蓬、碱蒿等。

(3) 农田植被：主要分布农村居民点旁水分条件较好的地域，呈斑块状散布于沙地丘间低地，该区具有悠久的垦殖耕种历史，以旱作农业为主，作物主要有玉米、小麦、向日葵等，平均产量为 2800~8000kg/hm²；蔬菜类有甜菜、大白菜、土豆、圆白菜、豆角、瓜类等。由于气候干旱和缺乏灌溉条件，加之蒸发量大、沙性土壤渗漏严重，旱作农田土壤既缺少水分又缺少养分，完全依赖自然气候，农业产量低而不稳，使得目前的农田生态系统显得十分脆弱。

(4) 人工林植被：主要包括防护林（杨树、旱柳、沙柳、柠条、沙枣等）、用材林（杨树、旱柳、榆树）、经济林（各种果树）、薪炭林（主要是各种灌木林）等。人工林地多为灌丛，也有小面积的疏林。防护林又包括农田防护林、牧场防护林、防风固沙林。

矿区主要植被见照片 2-2。



沙蒿



沙柳



柠条



芨芨草



碱茅



碱蓬



旱柳



榆树

照片 2-2 矿区主要植被照片

2.1.5 土壤

苏里格气田西二区所在地土壤主要有淡棕钙土、暗栗钙土和少量风沙土（见图 2-2），各类土的分布特征详述如下：

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-2 矿区土壤类型分布图

(1) 淡棕钙土

淡棕钙土主要分布于矿区南部，是钙层土中最干旱并向荒漠境地过渡的一种土壤，其形成是以草原土壤腐殖质积累作用和钙积作用为主，并有荒漠成土过程的一些特点。土壤腐殖质积累作用弱，有机质含量低，仅为 0.5~1.5%；钙积作用较强，碳酸钙含量 10~40%，钙积层在剖面中位置较高。土壤 pH 值为 8.5~9.5，呈碱性至强碱性反应，阳离子交换量较低，吸收性复合体为盐基所饱和，其中钠离子所占比例较高；质地较粗，多属砂砾质、砂质和砂壤质、轻壤质，土体中钙质有较明显移动。草种类型为草丛戈壁针茅、沙生针茅、小针茅和旱生小灌木组成的荒漠草原和草原化荒漠，覆盖度 15~35%，草层高仅 5~15cm，亩产鲜

草 50~100kg，是钙层土中产草量最低的。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-3 棕钙土土壤剖面及景观图（苏 11-28-33 井场附近）

（2）暗栗钙土

暗栗钙土主要分布于矿区北部，其主要特征是在成土过程中有腐殖质的积累过程和碳酸钙的淀积过程，剖面大体由腐殖质、碳酸钙淀积、母岩三个层次组成，分化明显，过渡清晰。由于土壤侵蚀与风蚀沙化影响，矿区暗栗钙土的腐殖层较薄，一般为 10~40cm，有机质含量 1.5%~2.2%，全氮为 0.05%，速磷为 4.53ppm，速钾 62.50ppm，pH 值在 8.50 左右。暗栗钙土区的地带性植被属干草原类型，其天然植被以草原植被类型为主，由耐旱、耐贫瘠多年生草本组成。植被的生长盖度和产量较低、草场退化严重，加上滥垦滥牧、自然条件恶劣等因素，使得暗栗钙土风沙化、水土流失极为严重，甚至变为沙化栗钙土。主要植物有本氏针茅、糙隐子草、冷蒿、羊草、百里香、小叶锦鸡儿等。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-4 栗钙土土壤剖面及景观图（苏 53-82-58 井场附近）

（3）风沙土

风沙土的形成过程与流动沙性母质上自然植被的出现、繁衍和演变紧密相关，当由流动性沙性母质构成的沙丘上出现稀疏的植物时，风沙土的成土过程即将开始。植物通过根系和它的地上部分对沙性母质产生固结作用和表面覆盖作用，从而减弱了沙性母质的流动性；植物死亡后遗留下的残体转变为腐殖质，又使沙性母质的物理、化学和生物性质发生变化并使之产生发生层次。随着植被的不断发展，上述作用日益强烈，流动的沙性母质也渐趋于半固定或固定状态，从而形成半固定风沙土和固定风沙土。

风沙土主要处于温带半干旱、干旱、极端干旱的草原、荒漠草原及荒漠地带，部分处于海滨。大陆性气候明显，干旱少雨，年降雨量<400mm，西部有些地区仅数十毫米；蒸发强烈，干燥度东部为 1.5~4.0，西部在 4 以上；气温变化大，年温差和日温差悬殊，常年多风，风期长，风力大，是风沙土形成的基本动力。在这种气候条件下，岩石以物理风化为主，风化产物为沙砾质，为风沙土的形成提供了丰富的沙源。风沙土地区的自然植被为草原、荒漠草原和荒漠，以耐旱灌木或半灌木为主，以及耐旱、耐瘠的沙生植物；植物稀疏低矮，主要有沙柳、柠条、梭梭、沙拐枣、红柳、胡枝子、锦鸡儿、沙蓬、沙蒿、白茨、白草、沙米等，滨海风沙土的植物主要有模柳、木麻黄等。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-5 风沙土土壤剖面及景观图（苏 11-15 井场附近）

2.2 矿区地质环境背景

2.2.1 地层岩性

矿区在地层区划上，属华北地层区鄂尔多斯地层分区。地表大部分被第四系覆盖，仅在地势较高地段有白垩系基岩零星出露。地层由新到老、由上向下叠置，地层层面总体上向西微倾。根据勘探揭露，主要有新生界、中生界和古生界地层，由老至新分别为：古生界石炭系本溪组(C_{2b})、太原组(C_{3t})；二叠系山西组(P_{1s})、下石盒子组(P_{1x})、上石盒子组(P_{2s})、孙家沟组(P_{3s})；中生界三叠系刘家沟组(T_{1l})、和尚沟组(T_{1h})、二马营组(T_{2er})、延长组(T_{3y})；侏罗系富县组(J_{1f})、延安组(J_{2y})、直罗组(J_{2z})、安定组(J_{2a})；白垩系洛河组(K_{1l})、环河组(K_{1h})和新生界第四系(Q₄)地层。地层岩性特征详见表 2-2。

表 2-2 地层岩性特征一览表

界	系	统	组	厚度 (m)	岩性描述	
新生界	第四系 Q	全系统		10-20	以现代风积砂为主，有洪积、湖积层，主要为细砂层，河谷还有洪积、冲积层，局部夹黄色砂质粘土	
中生界	白垩系 K	下统	环河组 (K _{1h})	300-450	紫灰、棕红、青灰色河流相岩屑长石砂岩、含砾砂岩为主，局部夹少量棕红色泥岩、泥质粉砂岩	
			洛河组 (K _{1l})	200-250	沙漠相以风成沙丘砂岩夹丘间细粉砂岩、泥质砂岩组合为主，河流相主要为杂色砂砾岩、含砾砂岩及砂岩	
	侏罗系 J	中统	安定组 (J _{2a})	50-100	上部为泥岩，下部为砂岩和黑页岩	
			直罗组 (J _{2z})	200-250	灰绿色泥岩夹粉细砂岩，炭质页岩及煤层	
			延安组 (J _{2y})	100-200	灰黑色泥岩与白色中细砂岩夹煤层，下部砂岩多为厚层块状	
		下统	富县组 (J _{1f})	15-30	主要为一套紫红、棕褐、暗绿、灰黑色块状泥岩、粉砂质泥岩与砂岩互层	
	三叠系 T	上统	延长组 (T _{3y})	700-800	黄、灰绿、紫、灰黑色块状中粗粒砂岩，夹灰黑、灰绿色泥岩和煤线	
		中统	二马营组 (T _{2er})	160-190	以灰绿色含砂砾岩、砾岩、紫色泥岩、粉砂岩为主	
		下统	和尚沟组 (T _{1h})	135-160	橘红色、棕红色、紫红色泥岩、砂质泥岩，富含灰质结核	
			刘家沟组 (T _{1l})	300-355	暗红色砾岩、石英砾状砂岩、灰紫色石英粗砂岩夹不规则紫红色砂岩条带	
	古生界	二叠系 P	上统	孙家沟组 (P _{3s})	250-280	棕红、紫红色和紫灰色厚层状泥岩、砂质泥岩
			中统	上石盒子组 (P _{2s})	100-120	棕红、棕褐、紫灰及灰黑色厚层块状泥岩、粉砂质泥岩
			下统	下石盒子组 (P _{1x})	120-140	以砂质岩为主夹少量泥质岩，底部砂岩常含砾石
				山西组 (P _{1s})	80-100	灰白、浅灰色块状含砾岩屑、石英砂岩、石英长石砂岩
石炭系 C		上统	太原组 (C _{3t})	30-40	灰白和灰色中厚层状含砾石英砂岩、岩屑石英砂岩	
		中统	本溪组 (C _{2b})	10-20	深灰色砂岩泥岩夹煤线或薄煤层	

1、古生界

(1) 石炭系 (C)

①中统本溪组 (C_{2b}): 厚度 10~20m, 岩性以深灰色砂岩、泥岩为主, 偶夹煤线或薄煤层。

②上统太原组 (C_{3t}): 厚度 30~40m, 岩性由灰白和灰色中厚层状含砾石英砂岩、岩屑石英砂岩组成, 夹少量深灰色泥岩-微晶灰岩。

(2) 二叠系 (P)

①下统山西组 (P_{1s}): 厚度 80~100m, 岩性由灰白、浅灰色块状含砾砂岩及灰黑色粉砂质泥岩组成, 夹少量煤层或煤线。

②下统下石盒子组 (P_{1x}): 厚度 120~140m, 岩性以砂质岩为主, 夹少量泥质岩, 偶见煤线; 底部砂岩常含砾石。

③中统上石盒子组 (P_{2s}): 厚度 100~120m, 岩性以棕红、棕褐、紫灰及灰黑色泥质岩为主, 夹中-厚层块状砂岩、粉砂岩。

④上统孙家沟组 (P_{3s}): 厚度 250~280m, 岩性以棕红、紫红和紫灰色厚层状泥岩、砂质泥岩为主, 夹砂岩或泥质粉砂岩不等厚互层, 常含泥灰岩薄层或铁、钙质结核。

2、中生界

(1) 三叠系 (T)

①下统刘家沟组 (T_{1l}): 厚度 300~355m, 岩性由砂岩与泥岩不等厚互层, 主要为暗红色砾岩、石英砾状砂岩、灰紫色石英粗砂岩, 夹不规则紫红色砂岩条带。

②下统和尚沟组 (T_{1h}): 厚度 135-160m, 岩性主要为橘红色、棕红色、紫红色泥岩、砂质泥岩, 富含灰质结核, 夹少量紫红色砂岩。

③中统二马营组 (T_{2er}): 厚度 160~190 m, 岩性为灰色中厚层细-中粒砂岩、深灰色泥岩夹粉砂岩, 灰绿色块状厚层细粒长石砂岩及紫红、棕红色泥岩及砂质泥岩。

④上统延长组 (T_{3y}): 厚度 700~-800m, 岩性以灰黑色泥岩与灰绿色粉细砂岩不等厚互层为主, 夹数层煤线。

(2) 侏罗系 (J)

①下统富县组 (J_{1f}): 厚度 15~30m, 岩性主要为一套紫红、棕褐、暗绿、灰

黑色块状泥岩、粉砂质泥岩与砂岩互层。

②中统延安组 (J_{2y}): 厚度 100~200m, 岩性主要为灰黑色泥岩与白色中细砂岩夹煤层, 下部砂岩多为厚层块状。

③中统直罗组 (J_{2z}): 厚度 200~250m, 岩性主要为灰绿色泥岩夹粉细砂岩, 炭质页岩及煤层。

④中统安定组 (J_{2a}): 厚度 50~100m, 上部岩性主要为泥岩, 下部为砂岩和黑页岩。

(3) 白垩系 (K)

①洛河组 (K_{1l}): 厚度 200~250m, 岩性为沙漠相以风成沙丘砂岩夹丘间细粉砂岩、泥质砂岩组合为主, 河流相主要为杂色砂砾岩、含砾砂岩及砂岩。

②环河组 (K_{1h}): 厚度 300~450m, 岩性以紫灰、棕红、青灰色河流相岩屑长石砂岩、含砾砂岩为主, 局部夹少量棕红色泥岩、泥质粉砂岩。

3、新生界

第四系 (Q): 主要为全新统 (Q₄), 风积沙、河谷区冲积洪积沉积。风积沙在地表分布广泛, 厚度一般小于 20m, 大部分地区不超过 5m; 冲洪积物仅分布于都斯图河河谷区, 厚度多很小。

矿区综合地质图见图 2-6, 地层综合柱状图见图 2-7。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-6 综合地质图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-7 地层综合柱状图

2.2.2 地质构造

矿区处于鄂尔多斯盆地中部（见图 2-8），鄂尔多斯白垩系盆地在构造上属华北地台鄂尔多斯地块，天环向斜构造单元。天环向斜主要是指白垩系向斜构造的沉降中心，其西侧以磴口—平凉断裂与西缘逆冲带相邻，东与伊陕斜坡过渡，北抵伊盟隆起，南达渭北断褶带。

天环向斜在古生代表现为西倾斜坡，晚二叠世开始拗陷，侏罗系—早白垩世拗陷继续发展，并向东偏移；晚白垩世—新生代受西部的挤压使下白垩统形成现今西翼陡、东翼缓、轴部相对平坦、北部未封闭、地层保存较全的不对称向斜构

造。向斜轴部位于伊克乌素—布隆庙—鄂托克前旗—盐池—环县一线，呈南北向展布；东翼长而平缓，西翼短而陡，两翼不对称。西翼一般距轴部 10~20km，地层东倾，倾角 3~10°；东翼地层西倾，倾角多小于 1°；轴部地层相对平缓，由五个次级凹陷组成，自北而南依次为乌加庙凹陷、铁克苏庙深凹陷、布里克浅凹陷、天池浅凹陷和平凉深凹陷，轴向近南北呈反“S”雁列式展布。这种区域构造特征，决定了白垩系由东向西残留厚度增大、层位相对齐全、构造相对稳定的分布状况，从而形成一个大型的不对称向斜蓄水盆地。未发现规模较大褶皱、断裂，亦无岩浆活动痕迹。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-8 地质构造纲要图

2.2.3 水文地质

(一) 区域水文地质

1、区域地下水类型及赋存条件

根据《鄂尔多斯盆地地下水勘查研究》(2005), 摩林河—盐海子地下水流子系统系统和都斯图河—盐池地下水流子系统属鄂尔多斯盆地北部地下水流系统, 是该系统中相对完整的地下水子系统 (见图 2-9)。

以赋存层位和赋水介质特征为依据, 区域地下水可以划分为第四系孔隙水、白垩系孔隙裂隙水、侏罗系孔隙裂隙水三种类型, 在空间上的呈叠置关系为: 浅部是第四系孔隙水, 其下为白垩系孔隙裂隙水, 最下部为侏罗系孔隙裂隙水。第四系含水层与白垩系含水层间无有效隔水层, 相互间上下叠置且水力联系密切, 是一个统一含水层, 为此这里称其为第四系与白垩系含水层。

第四系与白垩系地下水位埋藏较浅, 水质好, 是区内城镇供水、农村人、畜用水及工农业生产用水的主要供水层位, 层厚度大, 富水性中等到强; 侏罗系孔隙裂隙含水层厚度大, 呈隔水泥岩夹多层含水砂岩透镜体的多层结构, 埋深大、富水弱、水质差, 无供水意义。侏罗系下部的三叠系、二叠系、石炭系中, 可能也有地下水赋存, 结合区域地质条件推测, 其富水性较弱, 水质很差, 在可预见时间内, 不会有勘查和开发利用价值和需求。

(1) 第四系与白垩系孔隙裂隙水

第四系与白垩系地下水位埋深主要受地形及补径排条件控制, 在该区域地下水子系统的大部分地区, 水位埋深多小于 10m, 仅在分水岭附近相对较大, 为 10~50m。第四系与白垩系地下水有两个主要含水层, 分别为萨拉乌苏组含水层与白垩系洛河~环河华池含水层。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-9 地下水系统划分图

①萨拉乌苏组孔隙水含水层：含水介质以河湖相沉积为主，岩性为粗砂、中砂、细砂、粉砂，间夹有薄层粉土透镜体；受沉积环境影响，萨拉乌苏组表现为粗、细相间的多层结构。含水介质在空间上的分布有如下特征：中砂与细砂层是主要含水层位，其不但厚度较大，且在空间上延展范围广；粉质粘土在粗、中、细、粉砂层中呈夹层出现，层位不稳定，厚度一般较小，呈透镜体状。萨拉乌苏组孔隙含水层以白垩系为基底，厚度主要受基底形态控制，在整个鄂尔多斯盆地北部萨拉乌苏组分布区，有四个白垩系顶面凹陷区。受基底白垩系顶面凹陷控制，由凹陷中心向四周，厚度渐薄。

萨拉乌苏组孔隙含水层属强富水含水层,根据收集到的钻孔资料,含水层厚度多在 30~90m,水位降深 4~7m 时,单井出水量 1200~1900m³/d,单位涌水量 180~420m³/d·m,含水层渗透系数 5~20m/d,水质较好,矿化度 200~350mg/L。

②白垩系孔隙裂隙水含水层:含水层主要为白垩系环河华池组及洛河组。环河华池组岩性主要为河流相中砂岩,次为粗砂岩和细砂岩,孔隙较发育,结构疏松;含水层呈互层结构,间夹有薄层粉砂岩、泥岩、砾岩等,构成局部隔水层。洛河组以沙漠相中细砂岩为主,沙漠相砂岩的特点是发育有大型交错层理、胶结较差、结构松散、孔隙发育,孔隙率为 0.20~0.35。白垩系孔隙裂隙含水层顶面在西北部出露于地表,中部及东南部下伏于萨拉乌苏组含水层之下,埋藏深度 0~90m 不等;含水层底部以侏罗系顶部厚层泥岩为隔水底板,受区域构造控制,白垩系含水层的隔水底板总体上微角度向西倾伏。含水层厚度总体上是呈现东南薄,向西北渐次增厚的变化规律。

白垩系孔隙裂隙含水层属中等富水含水层,根据收集到的钻孔资料,水位降深 10~30m 时,单井出水量在 350~500m³/d,单位涌水量 15~40m³/d·m,含水层渗透系数 0.07~0.38m/d,水质较好,矿化度 200~450mg/L。

(2) 侏罗系孔隙裂隙水

侏罗系孔隙裂隙水在该区地下水子系统区均有分布,侏罗系含水岩系分安定组、直罗组及延安组。各个含水岩组在水文地质结构上相似,表现为以隔水泥岩层为主,含水砂岩呈透境体状,夹于隔水泥岩层中。

①安定组含水岩组:厚度为 74.55~148.06m,平均厚度 113.69m;岩性以泥岩及粉砂质泥岩为主,间夹有展布面积与厚度不等的砂岩、粉砂岩透镜体,其中砂岩与粉砂岩透镜体为含水层,泥岩与粉砂质泥岩为隔水层。根据钻孔地质编录结合物探测井划分,安定组含水岩组中夹有 3~6 个含水层,含水层厚度变化较大,为 2.80~62.10m,平均厚 19.97m。钻探揭示,含水层段岩心完整,构造裂隙不发育,储水条件较差;抽水试验资料表明,水位降深 53.79~70.27m 时,涌水量 44~68.6m³/d,单位涌水量 0.818~0.976m³/d·m,渗透系数 0.037~0.20m/d,富水性弱,水化学类型为硫酸钠型水,矿化度 8940~9380mg/L,水质很差。安定组上部泥岩层厚度相对较大,且延展范围广,是侏罗系含水岩系与上部白垩系洛河组含水层间重要隔水层,该层阻隔了上部白垩系与下部侏罗系地下水在天然

状态下进行交换或相互径流补排,最有力的证据就是上部白垩系地下水水质很好,矿化度小于 500mg/L,而下部安定含水岩组砂岩含水层中,地下水水质很差,矿化度达 9380mg/L。安定组中隔水泥岩层延展范围较广,并呈水平状延展的多层结构,厚度也多比含水透镜体状砂岩层厚度大,这使得含水岩组内的砂岩含水层被分割阻隔,使含水砂岩透镜体呈一个个封闭、独立的含水体。

②直罗组含水岩组:厚度变化较大,为 98.03~159.81m,平均厚度 125.75m;岩性以泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩及细粒砂岩为主。含水岩组内部结构与安定组相似,以隔水泥岩层为主,间夹有多层透镜体状砂岩含水层。根据钻孔地质编录结合物探测井曲线划分,直罗组含水岩组中夹有 4~7 个含水层,含水层厚度变化较大,为 4.15~91.80m,平均厚度 33.83m。含水岩组底部含水层为中厚层粗粒砂岩,发育大型板状、槽状、楔状交错层理,分布稳定;中部含水层为厚层状中细粒砂岩、粉砂岩;上部为细粒砂岩。勘查资料表明,含水层厚 37.85~59.35m,水位埋深 7.06~100.39m;当降深 30.56~57.97m 时,涌水量 53~83m³/d;单位涌水量 1.43~2.36m³/d·m,富水性弱。水化学类型为硫酸钠型水,矿化度为 7320~10360mg/L。

③延安组含水岩组:是含煤地层,含水岩组在垂向上呈煤层、砂岩含水层及泥岩隔水层相互叠置。水文地质结构与上覆安定组、直罗组相似,呈泥岩隔水层夹透镜体状砂岩含水层,不同之处是延安含水岩组中,砂岩含水层厚度多较大,延展范围更广。延安含水岩组上段有 1~3 层含水层,为一套发育大型板状、槽状交错层理的中细粒砂岩、中粗粒砂岩,含水层厚度为 20~40m。水文地质钻孔揭示,当水位降深 13.85~38.58m 时,涌水量为 15~83m³/d,单位涌水量 1.08~2.48m³/d·m,渗透系数 0.033~0.112m/d,富水性弱。水化学类型为硫酸钠型水,矿化度 5770~10853mg/L。延安含水岩组下段有 2~4 个含水层,含水介质以粉、细砂岩为主,因埋藏深,岩石较完整,裂隙不发育,富水性差。水文地质勘探揭示,含水层厚 7.5~7.9m,当水位降深 24.89~57.55m 时,涌水量 22~42m³/d,单位涌水量 0.73~0.88m³/d·m,渗透系数 0.126~0.134m/d,富水性极弱。水化学类型为硫酸钠型水,矿化度为 9129~9355mg/L。

总体而言,侏罗系孔隙裂隙水呈隔水泥岩夹含水砂岩透镜体的多层结构,含水层的富水性较差。地下水含盐量高,水质较差,不适合一般工农业及居民生活

用水要求。区域水文地质图见图 2-10，水文地质剖面图见图 2-11。

2、区域含水层系统结构特征

含水层系统结构是指含水层、隔水层的空间叠置、接触及组合关系，这种组合关系与地下水补给、排泄条件等共同控制着地下水径流方式和循环特征，并在一定程度上影响着地下水富集及水化学演化规律。受沉积环境、地层岩性、地质构造等地质因素影响，摩林河—盐海子地下水流子系统与都斯图河—盐池地下水流子系统上部第四系与白垩系含水层与下部侏罗系含水层，在结构上差异十分明显，根据这种差异，可将整个含水层系统划分为两个亚系统，分别为第四系白垩系含水层亚系统与侏罗系含水层亚系统。第四系与白垩系含水层亚系统称为浅层含水层亚系统，将侏罗系含水层亚系统称为深层含水层亚系统。

(1) 浅层含水层亚系统：包括第四系含水层与白垩系含水层，亚系统内各含水层之间无连续、稳定隔水层，垂向结构上表现为不同含水介质的含水层上下叠置，并共同构成一个统一的含水层。浅层含水层亚系统的水文地质特征是：含水层厚度较大，为 150~550m，并呈显由东南向西北厚度由薄变厚规律；富水性强，单井出水量在 1000~2000m³/d；水力联系密切，各层之间互相补排；水质好，矿化度多小于 500mg/L；是一个开放系统，易接受大气降水、灌溉水等补给，水质也易受污染；与地表水关系密切，是平水、枯水甚至丰水季节河流地表水主要补给源。

(2) 深层含水层亚系统：包括侏罗系各含水岩组，下伏于浅层含水层亚系统之下。结构上表现为以隔水泥岩层为主，间夹有多层透镜体状砂岩含水层。深层含水层亚系统特征是：含水层埋藏及厚度大，埋深 200~600m，厚度 320~420m；富水性弱，单井出水量 20~70m³/d，均小于 100m³/d；具有多层结构特征，是一个相对封闭系统；各砂岩含水层间及与上覆含水层间，被泥岩隔水层阻隔，相互间水力联系弱；水质较差，矿化度为 7000~10000mg/L。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-10 区域水文地质图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-11 区域水文地质剖面图

3、区域地下水补径排条件

(1) 第四系与白垩系地下水补径排条件

①地下水补给：第四系与白垩系地下水补给方式主要是大气降水与农业灌溉水入渗。区内鄂托克旗年均降水量 157.9mm，乌审旗年均降水量 360.4mm，加之有农田分布，农业生产主要依靠灌溉，这为入渗补给提供了水源。区内包气带岩性多为风积沙及萨拉乌苏组，结构或呈单层、或呈上下叠置的复层，这一包气带岩性及结构区，属降水与灌溉水易入渗区。风积沙或风积沙覆萨拉乌苏组包气带区，降水入渗系数为 0.30~0.36。

②地下水径流：第四系与白垩系地下水径流受含水层系统结构、地下水补给与排泄条件等诸多因素影响和控制，其中主要影响控制因素是地下水分水岭与河流河谷及湖淖等地下水排泄区带，二者共同控制着地下水总体的径流方向与流场形态特征。地下水由地下水分水岭向两侧径流，并显现出向河流河谷及湖淖汇集排泄的特征，在西北部分水岭一带，水位标高 1360~1390m，到东南部下游地区，水位标高 1080~1100m。水力坡度在东北部相对平缓，为 3/1000~6/1000。

③地下水排泄：第四系与白垩系地下水排泄方式主要是向河谷溢出、人工开采及蒸发。区内有农田分布，农业生产用水主要通过管井方式开采地下水。地下水蒸发排泄，主要发生在风沙滩地区。风沙滩地区地下水位埋藏较浅，易于地下水蒸发排泄。

(2) 侏罗系孔隙裂隙地下水补径排条件

①地下水补给：侏罗系地下水处于相对滞留、封闭状态，在天然状态下补给量极弱，仅有西北面顺层、极弱的渗透补给。主要特征为：一是侏罗系各含水岩组以隔水泥岩层为主，含水层呈透镜体状夹于泥岩层中，尤其是顶部泥岩隔水层在全区均有展布，因此没有浅层地下水入渗补给的通道；二是虽然上覆第四系与白垩系地下水富集，但深层侏罗系地下水与上部地下水水头（水位）标高基本相近，因此水力学上没有浅层地下水向深层地下水补给的驱动力；三是第四系与白垩系地下水水质很好，矿化度均小于 500mg/L，但深层侏罗系地下水水质很差，矿化度达 7000~10000mg/L，第四系与白垩系地下水和侏罗系地下水水质差异十分明显；四是如果深层地下水受浅层地下水补给，那深层地下水由上部安定含水岩组到下部延安含水岩组，水质应显示出由好到坏、矿化度由低到高的变化规律，

水化学类型也应有相应的规律性演变,但这些规律在相邻地区的勘查中,并没有出现。

②地下水径流:区内侏罗系地下水有从西北向东南径流的趋势,但水力坡度很小,为 $1/2000\sim 1/8000$,说明侏罗系地下水径流十分滞缓,基本处于封闭状态,也说明补给量极弱。

③地下水排泄:侏罗系地下水补给量极弱,基本呈滞留状态,结合侏罗系呈含水层、隔水层相间的多层结构特征,认为在天然状态下,侏罗系地下水排泄是向东南顺层弱渗透径流。

(二) 矿区水文地质

1、矿区含水层特征

以赋存层位和赋水介质特征为依据,矿区地下水主要划分为第四系孔隙水、白垩系孔隙裂隙水两种类型,在空间上呈叠置关系为,浅部是第四系孔隙水,其为白垩系孔隙裂隙水。第四系含水层与白垩系含水层间,无有效隔水层,相互间上下叠置且水力联系密切,是一个统一含水体。第四系与白垩系含水层的特点是含水层厚度大,富水性中等到强,地下水位埋藏较浅,水质好,是区内城镇供水、农村人、畜用水及工农业生产用水的主要供水层位。矿区水文地质图见图 2-12,水文地质剖面图见图 2-13。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-12 矿区水文地质图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-13 矿区水文地质剖面图

(1) 第四系松散岩类孔隙水

第四系孔隙水主要分布于地势较低的风沙滩地区,含水介质以全新统风积相的粗砂、中砂、细砂为主,一般为透水不含水层,含水层厚度在 0~10m,地下水位埋深因地而异,一般在 5m 左右,单井出水量多小于 50m³/d,水质较好,溶解性总固体多小于 1g/L。风积砂层的主要作用是吸收储存大气降水,增加入渗补给量,减少地表洪水,增加对地下水的补给。该类型地下水单独供水意义不大。

(2) 白垩系碎屑岩类孔隙裂隙水

白垩系碎屑岩孔隙裂隙水含水层系统为一套陆源碎屑岩建造,相变剧烈,成份较为复杂,主要为河流相与沙漠相砂岩。依据含水系统的沉积相和地质特征,可划分为洛河、环河及罗汉洞三个含水岩组。

①洛河含水岩组: 普遍分布,含水层自东向西缓倾伏于盆地内部,厚度一般 150~250m,最厚 360m。含水层以河流相为主,岩性以细砂岩为主,夹薄层泥岩透镜体,结构较致密,富水性弱,渗透性差。

根据岩性及水文地质特征差异,洛河含水岩组为中等富水含水层。含水层岩性为河流相砂岩,泥质含量相对较高,其间夹有透镜状隔水体。含水层厚度 100~300m,因上覆有环河及罗汉洞组含水岩组,埋藏深度较大,在四十里梁一带埋深相对较浅,如位于鄂托克旗昂素 B8 孔,鄂托克旗查布苏木的 B2 孔揭露,含水层埋深为 400~800m;单井涌水量一般为 600~1700m³/d,如 B8 孔在降深为 52m 时,涌水量 690m³/d; B2 孔降深 61m 时,涌水量一般 680m³/d;单位涌水量 15~35m³/d·m,平均 18.61m³/d·m,渗透系数 0.07~0.556m/d,平均 0.27m/d。地下水的水质相对较差,矿化度 2~4g/L,水化学类型为 SO₄-Na 型水。

②环河含水岩组: 广泛分布,含水层厚度由西向东逐渐增厚,厚度 200~600m,环河含水岩组以河流相和洪积扇相沉积为主,岩性主要为河流相的中砂岩,其次为粗砂岩和细砂岩,孔隙较发育,结构疏松。含水层呈互层结构,中间夹杂有粉砂岩、泥岩、砾岩薄层构成的隔水层,这些隔水层呈透镜体状展布,并且内部有泄水构造发育,因此整个含水岩系内没有稳定的区域性隔水层,是一个不论是水平还是垂向上均水流连续分布的统一含水层。环河含水岩组水文地质特征,主要与含水岩组赋存或埋藏深度有关,其富水性、渗透性等水文地质特征参数表现出随深度明显变化。

在鄂托克旗苏米苏图木的 B7 孔, 砂岩含水层厚度 520m, 西侧鄂托克旗查布苏木的 B2 孔, 含水层厚度为 290m, 反映出砂岩含水层在中部四十里梁一带相对较厚, 向两侧变薄的空间变化规律。结合前人施工的勘探孔统计, 含水层厚度 50~350m, 西部盆地边缘地带厚度多小于 100m, 单井涌水量一般为 1000~2000m³/d, 鄂托克旗 B2 孔, 在降深 27m 时, 涌水量 1268m³/d; 鄂托克旗苏米苏图木 B7 孔, 降深 16m 时, 涌水量 1770m³/d。这些勘探孔资料总体上反映出环河组含水层上部强富水砂岩含水层相对富水环河组上部强富水含水层的单位涌水量 50~200m³/d·m, 另外单位涌水量大于 100m³/d·m 的勘探孔还有鄂旗苏米苏图木 B7 孔、鄂托克旗新召 Zk81 孔, 平均单位涌水量为 93m³/d·m。渗透系数最小 0.156m/d, 最大 0.940m/d, 平均 0.42m/d。该含水层水质较好, 矿化度多小于 1g/L, 如 B2 孔矿化度为 0.58g/L, B7 孔仅 0.23g/L, B8 孔为 0.40g/L; 仅在西部边缘地段, 矿化度 1~29/L。水化学类型多为 HCO₃-Ca、HCO₃-Ca·Na、HCO₃-Na·Mg、Cl·SO₄-Ca 型水。

③罗汉洞含水岩组: 广泛分布, 沿南北方向在鄂托克旗、鄂托克前旗一带展布。受原始沉积环境和后期侵蚀、剥蚀等因素影响, 罗汉洞含水岩组厚度变化大, 由数米至 250m 不等。在北部鄂托克旗一带, 含水岩组厚度变化的总趋势是中部较大, 向南北两侧变薄, 东部较薄、西部较厚。含水岩组的导水能力, 总体上北部区导水系数大于西部区。罗汉洞含水岩组大多裸露地表或被第四系风积砂覆盖, 埋深一般不超过 10m, 仅在西部和西北角因新近系覆盖, 顶板埋深 10~100m。依据岩性岩相、渗透性、富水性及地下水赋存特征等, 以都斯图河为界, 可划分为摩林河强富水含水层和大庙一盐池中等富水弱含水层。

矿区位于摩林河强富水含水层区, 该含水层岩性为冲积扇相砂砾岩、含砾砂岩及河流相砂岩。含水层总体上向北西倾斜, 厚度在区域上的变化趋势是自东向西、自南向北厚度增大, 伊克乌苏—亚希拉图庙一带最厚达到 250m, 平均厚度 130m。单井涌水量一般为 1000m³/d, 渗透系数最小为 0.35m/d, 最大 4.04m/d, 平均 182m/d, 矿化度 0.3~2.5g/L。水化学类型多为 HCO₃·Cl-Ca·Na、HCO₃·SO₄-Ca 型水。

2、地下水补径排条件

矿区内地下水补给方式主要是大气降水, 区内包气带岩性多为风积沙及白垩

系风化砂层，结构或呈单层、或呈上下叠置的复层，包气带岩性及结构区，属降水易入渗区。区内白垩系地下水径流受含水层系统结构、地下水补给与排泄条件等诸多因素影响和控制，地下水由地下水分水岭向两侧径流，并向河流河谷及湖淖汇集排泄。

白垩系地下水排泄方式主要是向河谷溢出、人工开采及蒸发，区内农业生产用水主要通过管井方式开采地下水。地下水蒸发排泄，主要发生在风沙滩地区，风沙滩地区地下水位埋藏较浅，易于地下水蒸发排泄。

2.2.4 工程地质

苏里格气田西二区位于新华夏构造体系最西部的第三沉降带中，地层产状近于水平，略向西倾的单斜构造，岩层倾角 $1\sim 2^\circ$ ，未见火成岩活动，岩层褶皱、断层、节理、劈理等地质构造现象不发育。地表多为第四系砂土和黄土状粉土覆盖，部分地段有风积砂，下伏白垩系泥页岩，基岩在气田内没有出露。矿区范围内无泥石流、滑坡及地面塌陷等地质灾害发生，工程地质条件中等。

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)的规定，苏里格气田西二区所在的行政区鄂托克旗、乌审旗的地震动峰加速度值均为 $0.05g$ ；根据地震动峰加速度值与地震基本烈度分区对照关系(表 2-3)，确定矿区内工程场地的抗震设防烈度为 VI 度区。

表 2-3 地震动峰值加速度值与地震基本烈度分区对照表

地震动峰值加速度值 (g)	<0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	≥ 0.4
地震基本烈度分区	<VI	VI	VII	VII	VIII	VIII	$\geq IX$

2.2.5 矿体地质特征

1、气田地质特征

(1) 构造特征

鄂尔多斯盆地是一个多旋回演化、多沉积类型的大型沉积盆地，盆地本部面积约 $25 \times 10^4 \text{km}^2$ 。盆地基底为前寒武纪结晶变质岩系，沉积盖层大体经历了中晚元古代坳拉谷、早古生代华北陆表海、晚古生代华北滨浅海、中生代内陆湖盆及新生代周边断陷等五大阶段，形成了下古生界陆表海碳酸盐岩、上古生界海陆过渡相煤系碎屑岩及中生界内陆湖盆碎屑岩沉积的三层结构。盆地主体除缺失中上奥陶统、志留系、泥盆系及下石炭统外，地层基本齐全，沉积岩厚度约 6000m 。

目前在盆地内发现了下古生界、上古生界及中生界三套含油气层系。

苏里格气田构造横跨鄂尔多斯盆地伊陕斜坡和伊盟隆起两个二级构造单元，利用地震及钻井资料综合完成的 TP₈（盒₈底部）、TC₂（太原底部）构造图显示，研究区构造为一宽缓的西倾大单斜，坡降（7~10）m/km，倾角不足 1°。在宽缓的斜坡上存在多排北东走向、西南倾覆的低缓鼻隆，鼻隆宽 5km~15km，长 10km~35km，幅度普遍小于 20m。

（2）地层对比及含气层系划分

苏里格气田地层自下而上依次为：新生界第四系、中生界白垩系（环河组、洛河组）、侏罗系（安定组、直罗组、延安组、富县组）、三叠系（延长组、二马营组、和尚沟组、刘家沟组）、上古生界二叠系（石千峰组、石盒子组、山西组），石炭系（太原组、本溪组）、奥陶系（马家沟组）。

苏里格气田含气层系为多套含气层系叠合发育区，上、下古生界地层之间呈不整合接触，中间缺失奥陶系中上统、志留系、泥盆系及石炭系下统地层，其中下古生界属海相碳酸盐岩沉积，上古生界发育海陆过渡相—陆相碎屑岩沉积。自下而上发育奥陶系马家沟组、石炭系本溪组、二叠系太原组、山西组、下石盒子组、上石盒子组和石千峰组地层，含气层为山西组山₁砂层组和下石盒子组盒₈砂层组。

苏里格气田上古生界地层划分见表 2-4。

表 2-4 苏里格气田上古生界地层简表

层位				层位 代号	厚度 (m)	岩相	标志层
系	统	组	段				
二叠系	上统	石千峰组		P _{3sh}	230-280	泛滥平原	泥灰岩（或钙质结核），鲜红色砂、泥岩
	中统	上石盒子组	盒 ₁	P _{2s} ¹	30-40	滨浅湖	顶部紫红色泥岩及砂质泥岩互层，夹薄层砂岩及粉砂岩
			盒 ₂	P _{2s} ²	30-40		
			盒 ₃	P _{2s} ³	30-40		
			盒 ₄	P _{2s} ⁴	30-45		
	下统	下石盒子组	盒 ₅	P _{1x} ⁵	30-40	冲积平原	顶部桃花页岩，底部浅色砂岩之上，紫色泥岩
			盒 ₆	P _{1x} ⁶	30-40		
			盒 ₇	P _{1x} ⁷	35-45		
			盒 ₈	P _{1x} ⁸	40-80		
		山西组	山 ₁	P _{1s} ¹	40-60	河流-三角洲平原	顶部泥岩
山 ₂			P _{1s} ²	45-60	三角洲前缘	顶部泥岩，中部煤层	

层位				层位 代号	厚度 (m)	岩相	标志层
系	统	组	段				
石炭系	上统	太原组	太 ₁	C _{3t} ¹	25-40	障壁岛-泻湖	顶部灰岩及其下煤层
			太 ₂	C _{3t} ²			
	中统	本溪组		C _{2b}	25-45		顶部煤层
奥陶系	下统	马家沟组		O _{1m}			

(3) 储层物性特征

苏里格气田上古生界主要目的层有效储层段 600 余块砂岩岩心分析样品的统计结果显示, 盒₈ 段储层孔隙度 5.0%~14.0%, 平均 8.3%; 渗透率 0.1mD~2.0mD, 平均 0.74mD。山₁ 储层孔隙度 5.0%~12.0%, 平均 7.4%; 渗透率 0.1mD~1.0mD, 平均 0.44mD。总体上属于低孔、低渗砂岩储层。

储层常规物性分析结果见表 2-5。

表 2-5 苏里格气田储层常规物性分析表

层位	物性	孔隙度 (%)		渗透率 (mD)	
		主要分布范围	平均	主要分布范围	平均
盒 ₈		5.0~14.0	8.3	0.1~2.0	0.74
山 ₁		5.0~12.0	7.4	0.1~1.0	0.44

2、气藏特征

苏里格气田盒₈、山₁段储层之间有厚层泥岩分隔, 为相互独立的含气单元, 各单元内气层的发育程度和分布范围受砂体展布及储层物性控制, 同一层段内部多期砂体复合叠置形成的大型复合储集体在横向和纵向上都存在一定非均质性。但总体来看, 同一砂带内气层呈层状分布, 横向连片且纵向窜通, 属同一气藏。各气藏内部压力平面变化与海拔关系明显, 未见边底水, 属无边底水定容弹性驱动、溶孔~晶间孔型、低孔、低渗地层岩性圈闭气藏。

苏里格气田气藏特征见表 2-6。

表 2-6 苏里格气田盒₈、山₁气藏特征简表

气藏特征 层位	埋深 (m)	海拔 (m)	压力 (MPa)		压力系数		温度 (K)	
			范围	平均	范围	平均	范围	平均
盒 ₈	3192.0~ 3485.6	- 2014.0~ -1729.2	26.89~ 34.16	28.58	0.83~ 0.97	0.90	373.55~ 394.55	380.24
山 ₁	3268.9~ 3618.6	- 2159.1~ -1806.1	26.89~ 33.73	28.74	0.83~ 0.95	0.89	378.65~ 398.05	382.63

(1) 气藏埋深

盒₈段气藏中部埋深在 3192.0~3485.6m,气藏中部海拔-2014.0~-1729.2m;山₁段气藏中部埋深在 3268.9~3618.6m,气藏中部海拔-2159.1~-1806.1m。

(2) 气藏压力

盒₈段气藏地层压力范围为 26.89MPa~34.16MPa,平均压力系数为 0.90;山₁气藏地层压力范围为 26.89MPa~33.73MPa,平均压力系数为 0.89。

(3) 气藏温度

随着气藏深度的增加,地层压力增大,气层温度升高,盒₈段气藏温度为 373.55~394.55K,山₁段气藏温度为 378.65~398.05K,地温梯度为 2.88℃/100m。

(4) 圈闭特征

盒₈气藏主要受冲积平原分流河道砂体控制,圈闭成因与砂岩的侧向尖灭及岩性致密遮挡有关。综合研究表明,近南北向分布的盒₈主砂带沿走向受沉积微相与沉积物组构差异影响,向两侧岩性变致密或相变为泛滥平原泥质沉积,形成侧向遮挡;纵向上,盒₈之上厚层泥岩构成了良好的盖层。

山₁气藏主要受三角洲平原分流河道砂体控制,圈闭成因与盒₈基本类似,主砂带近南北走向,其东西两侧砂岩变薄,并尖灭相变为分流间泥质岩沉积,形成侧向岩性遮挡;其上覆地层为盒₈之下的厚层砂质泥岩、泥岩,构成了气藏的盖层。

2.3 矿区社会经济概况

鄂托克旗位于鄂尔多斯西部,东邻杭锦旗,西连宁夏平罗县陶乐镇并与石嘴山市和阿拉善盟隔河相望,南接乌审旗,西北界乌海市,是鄂尔多斯高原的重要组成部分。鄂托克旗南北长约 209km,东西宽约 188km,总面积 21476 平方公里,下辖 2 个苏木、4 个镇、75 个嘎查村、21 个社区居委会、367 个村民小组,总人口 16.05 万人,是一个以蒙古族为主体,汉族占多数的少数民族聚集区,同时是一个以畜牧业为基础、工业占主导的多元产业集中区。全旗境内矿产资源富集,探明矿产资源 48 种,煤炭储量 29.6 亿吨,天然气储量 2000 多亿立方米,石灰石、石膏、铁矿、硅石等资源品位较高,储量丰富。

乌审旗位于内蒙古自治区鄂尔多斯市西南部,内蒙古自治区最南端,地处毛

乌素沙地腹地，北靠伊金霍洛旗、杭锦旗，东、南两面隔长城与陕西省接壤，西与鄂托克旗、鄂托克前旗搭界。乌审旗南北长约 194km，东西宽约 104km，总面积 11645 平方公里，下辖 1 个苏木、5 个镇、61 个嘎查村、13 个社区、409 个自然村，总人口 13.27 万人，是一个以蒙古族为主体，汉族占多数的少数民族聚集区。全旗境内矿产资源富集，探明煤炭储量 520 亿吨，远景储量 1800 亿吨以上，可采煤层 4~11 层，煤层总厚度 10~31.8m；乌审旗是鄂尔多斯盆地天然气区的主产地，天然气已探明储量 1.2 万亿立方米，远景储量达 3.6 万亿立方米；盐、芒硝、石膏、方沸石、优质紫砂陶土等储量丰富，矿产资源开发利用前景十分可观。

鄂托克旗、乌审旗社会经济概况详见表 2-7。

表 2-7 社会经济概况统计表（2015—2017 年）

序号	项目	单位	鄂托克旗			乌审旗		
			2015 年	2016 年	2017 年	2015 年	2016 年	2017 年
1	总人口	人	160300	161200	162200	111510	113377	114825
	农业人口	人	41000	40700	40400	85021	88390	89019
2	农作物播种面积	万亩	37.7	38.5	40.2	67.0	68.0	69.2
	人均耕地面积	亩	1.75	1.72	1.81	2.93	3.00	3.11
3	地区生产总值	亿元	435.8	453.5	425.5	398.91	412.46	363.44
	工业总产值	亿元	601.7	605.9	621.2	708.75	800.78	902.76
4	财政总收入	亿元	68.8	67.1	62.98	55.64	50.94	41.22
	公共财政收入	亿元	35.4	38.0	20.8	28.12	33.69	16.31
5	农民纯收入	元	14418	15485	16677	14418	15471	16709
	城镇居民纯收入	元	36382	39668	42722	35717	38431	41582

注：数据来源于鄂托克旗、乌审旗 2015—2017 年政府工作报告以及国民经济和社会发展统计公报。

2.4 矿区土地利用现状

2.4.1 矿区土地利用现状

根据鄂托克旗、乌审旗国土资源局提供的 2016 年土地利用现状变更数据，按照国土资源部颁布的《土地利用现状分类标准（GB/T21010-2007）》进行统计，苏里格气田西二区采矿证总面积为 1241.873km²，矿区范围内土地利用类型主要为耕地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地、城镇村及工矿用地等 7 个一级地类 18 个二级地类，具体为：耕地 297.93 hm²、林地 15820.37 hm²、草地 61404.58 hm²、交通运输用地 407.97 hm²、水域及水利设施

用地 778.30 hm²、其他土地 43789.26 hm²、城镇村及工矿用地 1691.89 hm²，地类以天然牧草地、沙地、灌木林地为主（见附图 2）。

矿区土地利用现状统计结果见表 2-8。

表 2-8 矿区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
01	耕地	012	水浇地	297.93	297.93	0.24	0.24
03	林地	031	有林地	287.11	15820.37	0.23	12.74
		032	灌木林地	13340.37		10.74	
		033	其他林地	2192.89		1.77	
04	草地	041	天然牧草地	59395.90	61401.58	47.83	49.44
		042	人工牧草地	735.02		0.59	
		043	其他草地	1270.66		1.02	
10	交通运输用地	102	公路用地	278.71	407.97	0.22	0.33
		104	农村道路	93.52		0.08	
		107	管道运输用地	35.74		0.03	
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	253.57	778.30	0.20	0.63
		114	坑塘水面	64.14		0.05	
		116	内陆滩涂	460.59		0.37	
12	其他土地	124	盐碱地	916.65	43789.26	0.74	35.26
		125	沼泽地	397.40		0.32	
		126	沙地	42436.90		34.17	
		127	裸地	38.31		0.03	
20	城镇村及工矿用地	202	建制镇	17.33	1691.89	0.01	1.36
		203	村庄	164.20		0.13	
		204	采矿用地	1510.36		1.22	
合计				124187.30	124187.30	100.00	100.00

2.4.2 矿区土地权属调查

苏里格气田西二区地跨内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗等两个旗（县），涉及的土地面积分别为鄂托克旗 117054.68 hm²，乌审旗 7132.62 hm²。矿区土地权属统计结果见表 2-9。

2.4.3 矿区基本农田情况

通过将矿区范围边界与内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗、乌审旗基本农田数据进行叠加分析，苏里格气田西二区采矿证范围内共涉及基本农田 297.93hm²，其中鄂托克旗 273.43hm²、乌审旗 24.50hm²，分别占总矿区面积的 0.22%、0.02%。

表 2-9 矿区土地权属统计表

权属			01 耕地	03 林地			04 草地			10 交通运输用地			11 水域及水利设施用地			12 其他土地				20 城镇村及工矿用地			合计
县 (市)	乡(镇)	行政村	012	031	032	033	041	042	043	102	104	107	111	114	116	124	125	126	127	202	203	204	
			水浇地	有林地	灌木 林地	其他 林地	天然 牧草地	人工 牧草地	其他 草地	公路 用地	农村 道路	管道运输 用地	河流 水面	坑塘 水面	内陆 滩涂	盐碱地	沼泽地	沙地	裸地	建制镇	村庄	采矿 用地	
鄂托 克旗	苏米图 苏木	巴嘎额尔和图嘎查			17.59	53.59	1163.04	9.85		5.03		0.01						831.31			1.81		2082.23
		苏米图嘎查		16.40	4365.07	138.47	1828.39	28.71	78.27	28.3		1.60	53.98	7.45	19.15	10.25	0.24	1081.47	10.03		5.19	3.49	7676.46
		查汗敖包嘎查	30.41	57.22	4232.30	38.41	9687.38	86.88	489.44	41.26	20.56	1.94	0.53	23.82		3.41		7170.01	3.95		88.24	486.24	22462.00
		马什亥嘎查	2.99	19.22	774.89	619.32	5401.56	37.98	3.88		5.84	1.87	97.48	0.56	23.65			3260.02	3.82		6.73	132.04	10391.85
		哈达图嘎查	2.21	2.05	463.67	24.44	7019.56	57.52	154.79	38.98	15.35	6.13	3.83	2.16		40.62	397.16	2209.88	2.23		9.28	84.11	10533.97
		巴音布拉格嘎查					372.09					0.01	6.92			0.02		142.59			0.01		521.64
	乌兰镇	查汗陶勒盖嘎查			88.10	2.01	1046.77	2.73				7.67						728.20			0.12		1875.60
		苏吉嘎查		4.32	382.31		4862.51	15.27	0.01	46.85	23.78	4.06		9.85		403.25		14296.91			0.82		20049.94
		沙日布日都嘎查			98.56		1909.82	27.82			2.65	1.22		7.37				316.18			3.06		2366.68
	木凯 淖尔镇	伊克乌素村	1.16	21.59	780.31	18.85	7489.87	276.41	0.01	41.92	19.42	3.75		2.13	22.05	50.22		4785.92			13.33	97.13	13624.07
		察汗敖包村		5.72	342.39	402.78	1801.73	17.84	415.15			0.85				0.45		3127.78	1.16		2.95		6118.80
		巴音淖尔村	158.97	87.83	717.82		6731.54	133.92	129.03	36.74		2.62	68.88	6.97	223.04			1538.26	14.38	17.33	24.00	705.91	10597.24
		扎德盖村			284.35	29.97	1848.65	12.93			4.36	0.28						315.59	0.29		4.07		2500.49
		小湖村	77.69	18.30	685.72		3826.55	3.54	0.08	17.85		1.64	21.95	3.83	172.70			389.72	2.45		3.02	0.01	5225.05
		大克泊尔村			58.32		824.55	6.43			1.56	1.25						136.29			0.26		1028.66
	乌审旗	乌审召镇	乌审召嘎查	24.50	54.46	48.97	865.05	3581.89	17.19		21.78		0.84			408.43		2106.77			1.31	1.43	7132.62
合计			297.93	287.11	13340.37	2192.89	59395.90	735.02	1270.66	278.71	93.52	35.74	253.57	64.14	460.59	916.65	397.40	42436.90	38.31	17.33	164.20	1510.36	124187.30

2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动

1、人类活动

苏里格气田西二区及周边各矿区均位于毛乌素沙漠地区，固定和半固定沙丘面积较大，可耕面积较少，除了矿区范围内及周边矿区需进行天然气开采外，主要是发展畜牧业。

由于天然气为清洁能源，其开采不会产生崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降和地裂缝等地质灾害，对周边畜牧业生产活动以及其他矿区人类工程活动不会造成影响。

2、交通运输

区内交通主要有 G307、G109 和 G210 连接银川、定边、靖边、榆林、鄂尔多斯、杭锦旗、银川形成环状，围绕整个苏里格气田区域，为进入气田提供了便利的外部交通运输条件。环状内部有内蒙古 S216 连接 G109、鄂托克旗、鄂托克前旗、城川进入陕西境内与 G307 连通；内蒙古 S313 起于 G109，连通鄂托克旗和乌审旗，终于 G210，敖达线连接了乌审旗、昂素镇、鄂托克前旗，榆乌路连接了榆林和乌审旗，还有乌审旗-嘎鲁图沥青路，昂素-苏里格庙-苏米图沥青路，玛拉迪-毛盖图沥青路，昂素镇-珠和沥青路，昂素镇-沙尔利砂石路等。国、省、县乡道路为气田开发建设提供了很好的交通运输条件。

3、通信设施

(1) 光传输系统

与集气支线同沟敷设铠装直埋光缆，光缆采用 12 芯。

(2) 井口数据传输

井口数据传输通过 RS485 接口接入数据传输电台，利用 230M 超短波无线通信系统，将采集到的井口数据上传，集气站将全部数据在集气站汇集后，统一传输上一级监控中心，井口设备为数传电台、天馈线、避雷器及太阳能电池板。

(3) 集气站通信

在集气站内安装 PDH 光端机，光缆采用 12 芯铠装埋地光缆，随集气支线同沟敷设至集气站。站内安装网络交换机，提供多个用户的网络接入；集气站内设工业站内所设数传电台主机，采用轮询方式对所辖气井的生产数据进行采集。

4、自然保护区分布情况

区内无自然保护区、风景名胜区、文物古迹，但涉及到 1 处水源地——木凯淖尔水源地，其位于鄂托克旗木凯淖尔镇，是经内蒙古自治区人民政府审批的饮用水水源地，并划分为一级保护区，其保护区范围为以取水井群为中心，取水井群向外延伸 200m 连成的多边形区域，总占地面积约 270.8263km²。

为加强饮用水源保护区的管理，保护好地下水资源，促进水资源的可持续利用，依据《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》和内蒙古自治区人民政府《关于自治区旗县级以集中式饮用水水源保护区划定方案的批复》（内政字〔2011〕145 号）等相关规定，对鄂尔多斯中心城区木凯淖尔水源地一级保护区加强建设项目管理，各相关部门不得在木凯淖尔水源地一级保护区内审批与供水设施和保护水源无关的建设项目。

木凯淖尔水源地位于苏 53 区块西北部，根据长庆油田分公司按照“水源地内禁设气井”的环保要求对该区块的气田范围进行了调整，调整为在水源地保护区范围外距离水源地边界 2.0km，相对位置关系见图 2-14。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-14 矿区与水源地相对位置关系图

5、周边矿区开采情况

苏里格气田西二区位于苏里格气田的西北部，地处内蒙古自治区鄂尔多斯市

鄂托克旗和乌审旗，矿区周边主要有苏里格气田西一区、苏里格气田中区、苏里格气田东区和苏 75 区。

苏里格气田西一区矿区面积为***.**km²，建设规模为**×10⁸m³/a；苏里格气田中区建设规模为**×10⁸m³/a；苏里格气田东区矿区面积为****.**km²，建设规模为**×10⁸m³/a；苏 75 区矿区面积为****.**km²，建设规模为**×10⁸m³/a。苏里格气田西二区及周边矿区相对关系位置见图 2-15。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-15 周边矿区相对关系位置图

2.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

2.6.1 矿山地质环境治理案例

根据江西省煤田地质勘察研究院 2011 年编制的《中石油长庆油田分公司苏里格气田西区矿山地质环境保护与治理恢复方案》，苏里格西区位于苏里格气田

西部、西北部，属内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗、鄂托克前旗、乌审旗所辖，区域构造为鄂尔多斯盆地伊陕斜坡西北部。苏里格气田西二区包含在苏里格气田西区范围内（见图 2-16），自然环境概况相似（见表 2-10），因此选择中石油长庆油田分公司苏里格气田西区开采项目作为本方案周边矿山地质环境治理对比项目。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-16 苏里格气田西二区与苏里格西区相对位置示意图

表 2-10 自然环境概况对比一览表

项目名称	内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区 开采项目	中石油长庆油田分公司苏里格气田西区 开采项目
项目位置	内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗、 乌审旗	内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗、 鄂托克前旗、乌审旗
地形地貌	风沙滩地区、沙丘波状区	沙漠平原区、沙丘波状区、丘陵沟谷区
气候	鄂托克旗 157.9mm，乌审旗 360.4mm	鄂托克旗 157.9mm，鄂托克前旗 265.0mm，乌审旗 360.4mm
土壤	棕钙土、栗钙土、风沙土	棕钙土、风沙土、沼泽土和盐土， 棕钙土、风沙土占该区土壤 80%以上
植被	天然植被以沙蒿群落、沙柳群落和柠条 锦鸡儿群落为主，人工植被杨树、旱 柳、沙柳、柠条、沙枣等为优势树种	天然植被主要有沙蒿、沙米等，人工树 种有杨树、柳树、沙柳、沙地柏、羊柴 等，人工种草多为沙打旺、苜蓿
水文地质	第四系松散岩类孔隙水、白垩系碎屑岩 类孔隙裂隙水	北部沙漠高原单一结构含水层亚系统， 南部黄土高原多层结构含水层亚系统

1、防治工程

(1) 地质灾害防治

苏里格气田西区受地质灾害影响程度较轻，可能会因气田开采出现风蚀沙埋现象，因此，该区域主要采取了沙障固沙工程和定点监测措施来预防风蚀沙埋。

①沙障固沙工程：对井场、站场、道路临时用地通过扎设麦草方格来实现机械固沙（见图 2-17），草方格规格为 1 m×1m，麦草用量为 6000kg/hm²，能够较好地稳定沙面、降低风速。以草障为依托，在沙地上种植油蒿，油蒿种植时采用移植，株行距为 0.3m×0.4m，逐步建立人工植被，促使沙地表面形成有机结皮。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-17 单井井场临时用地沙障固沙治理措施示意图

②定点监测措施：主要监测内容为风沙运动和沙丘移动两个方面，采用定位插钎法与集沙仪收集扬沙法相结合的监测方法，同时测定土壤含水量、土壤紧实度及植被覆盖度、土地利用现状等，监测频率为每年 2 次。

(2) 含水层防治

目前主要采取措施为预防措施和监测工程，其中监测工程主要根据项目区地下水径流、排泄情况，针对不同含水层布设监测点（详见表 2-11、表 2-12），监测内容主要为水位变化和水质潜在污染两个方面，监测点主要布设在气田开采过程中可能对地下水造成污染的区域，如采气井、集气站、天然气处理厂以及集输管线附近，通过采取抽汲井水的采样方法进行检测分析，监测频率为每年 2 次；未采取含水层治理措施。

表 2-11 苏里格气田西区地下水监测点统计表

监测点位置	监测点数量	监测点编号
巴音淖尔	3个	SX1、SX27、SX22
新尼其日嘎	2个	SX21、SX23
查汗陶勒盖	2个	SX2、SX3
巴嘎额尔和图	4个	SX4、SX5、SX20、SX25
额尔和图	3个	SX6、SX26、SX30
克仁和图	1个	SX7
阿日赖	2个	SX19、SX24
玛拉迪	4个	SX10、SX11、SX28、SX29
毛盖图苏木	1个	SX8
巴彦希泊里	2个	SX9、SX15
巴彦柴达木	1个	SX12
吉拉	2个	SX13、SX14
阿日勒	1个	SX16
珠和苏木	1个	SX17
马鞍桥	1个	SX18
集气干线密集区	3个	SX31、SX32、SX33
集气支线密集区	2个	SX34、SX35

表 2-12 苏里格气田西区地下水监测层位统计表

监测点编号	监测层位
SX1、SX21、SX2、SX4、SX7、SX10、SX8、SX12、SX16、SX31、SX32、SX33、SX34、SX35	第四系含水岩组
SX27、SX23、SX3、SX5、SX6、SX11、SX9、SX14、SX17	罗汉洞含水岩组
SX22、SX20、SX26、SX24、SX28、SX15	环河含水岩组
SX25、SX30、SX19、SX29、SX13、SX18	洛河含水岩组

(3) 地形地貌景观防治

①绿化带治理：在井场和站场永久用地的围墙四周 5m 内设置乔灌木绿化带（见图 2-18），做到点、面结合，既美化环境又能更好地防止风蚀沙埋。乔木树种选择旱柳，采用 60×60×60cm 的穴状整地，株行距为 2.0m×2.0m；灌木树种选择羊柴，采用 50×50×50cm 的穴状整地，株行距为 1.0m×1.0m。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-18 单井井场绿化带治理示意图

②沙障固沙治理：对管线临时用地通过扎设麦草方格达到防风固沙的作用，恢复原地貌形态，草方格规格为 1 m×1m，麦草用量为 6000kg/hm²。

③防护林治理：在干线道路、支线道路、井场道路、进站道路永久用地两侧种植乔灌木防护林带，起到防风固沙，防止风蚀沙埋的作用。在道路每侧配置樟子松一行，沙地柏两行，中间为樟子松，两侧为沙地柏，采用 60×60×60cm 的穴状整地，樟子松株距 3m，沙地柏株行距为 1.0m×1.0m。

④土地破坏监测：主要监测破坏土地的类型及面积，采取皮尺、卷尺等简易测量工具或专业测量仪器定期进行测绘，监测频率为每年 1 次。

2、矿山地质环境治理投资

苏里格气田西区 2011 年—2016 年设置沙障固沙工程 4512.87hm²，站场周围绿化带造林 72.28hm²，道路两侧防护林设置 1374.74km；土地资源恢复 707.20hm²；地质灾害监测和地形地貌监测 11594.18km²，地下水 35 个监测点，各项监测表明气田开发未造成地下水水质污染和水位下降，共投资 4810.98 万元。

2.6.2 土地复垦案例

根据北京中农华诚土地技术咨询有限责任公司 2009 年编制的《长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目土地复垦方案》，内蒙古自治区共涉及 8

个采矿权（总面积为 21869.23km²）和 25 个探矿权（总面积为 106657.09km²），合计面积为 128526.32km²。苏里格气田西二区位于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗，包含在内蒙古自治区石油天然气探采项目范围内，自然环境概况相似（见表 2-13），因此选择长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目作为本方案周边土地复垦对比项目。

表 2-13 自然环境概况对比一览表

项目名称	内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区 开采项目	长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气 探采项目
项目位置	内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗、 乌审旗	内蒙古自治区鄂尔多斯市、阿拉善、包头、 呼和浩特市
地形地貌	风沙滩地区、沙丘波状区	荒漠化草原区、草原农牧区
气候	鄂托克旗 157.9mm，乌审旗 360.4mm	年均降水量 200mm 左右
土壤	棕钙土、栗钙土、风沙土	棕钙土、风沙土、沼泽土和盐土，棕钙土、 风沙土占该区土壤 80%以上
植被	天然植被以沙蒿群落、沙柳群落和柠条 锦鸡儿群落为主，人工植被杨树、旱 柳、沙柳、柠条、沙枣等为优势树种	属荒漠化草原带，植被主要有沙蒿、针茅、 牛枝子、油蒿、沙柳、杨树等
水文地质	第四系松散岩类孔隙水、白垩系碎屑岩 类孔隙裂隙水	寒武系-奥陶系碳酸盐岩类岩溶水、石炭系- 侏罗系碎屑岩类裂隙水、白垩系碎屑岩类孔 隙-裂隙水、新生界松散岩类孔隙水

1、土地复垦单元设计

(1) 井场复垦

主要采用沙障固沙工程，通过以草障为依托，在沙地上种植油蒿来实现固沙，草方格规格为 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，油蒿种植时采用移植，株行距为 0.3m×0.4m（见图 2-19）。草方格沙障是固沙型的低立式沙障，由主带和副带纵横交织而成，主带与主风方向垂直，副带与主风方向平行。在沙丘迎风坡先铺设主带，即横对主风方向划线，沿线平铺麦秸或稻草，草厚 5~6m，用铁锹将草中部扎入沙内深约 10~15cm，地上露出 15~20cm，再用铁锹或刮痧板壅沙扶正，加固基部；主带完成后，再与主带垂直划竖线，铺设副带，副带草的厚度可稍薄，但一定要与主带衔接好，以免在缺口处被风掏开，影响固沙效果。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 2-19 麦草方格沙障固沙平面示意图



照片 2-3 麦草固沙方格现场照片

由于机械和人工作业的原因，使土壤变得结实，通过翻耕、平整等措施来增加土壤孔隙度，改良土壤结构，同时结合施用有机肥来提高土壤有机质含量，每年施用氮肥 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ ，每年施用磷肥 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。



照片 2-4 井场土地复垦效果

(2) 管线复垦

管线为临时用地，采取“分层剥离、分层堆放、分层回填”的预防措施，在施工开挖后及时回填，回填后的土地与周边现状保持一致，**耕地**复垦工程措施主要为土地翻耕和土壤培肥，翻耕深度为 30cm，每年施肥量为氮肥 150kg/hm²，磷肥 100kg/hm²；**草地**复垦工程措施为先使用麦草方格进行固沙，再种植油蒿，草方格规格为 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，油蒿种植株行距为 0.3m×0.4m。



照片 2-5 管线土地复垦效果

(3) 道路复垦

道路为永久占地，30%道路是在原有土质路面上改建而成，主要通过修葺为砂砾石路面归还当地群众使用；70%道路为新征用地，其中**耕地**复垦工程措施主要为实施土地翻耕和土壤培肥，翻耕深度为 30cm，每年施肥量为氮肥 150kg/hm²，磷肥 100kg/hm，田面设计高差在±10cm 以内，适雨耕作；**草地**复垦工程措施为先使用麦草方格进行固沙，再种植油蒿，草方格规格为 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，油蒿种植株行距为 0.3m×0.4m。



照片 2-6 道路土地复垦效果

2、土地复垦效果与投资

截止目前,长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目复垦井场临时用地 205.90hm², 管线临时用地 1344.24hm², 道路临时用地 737.27hm², 累计投入土地复垦资金 13825 多万元, 亩均投资 0.40 万元/亩。当地国土资源主管部门还未进行验收, 预存的复垦资金也未退还。

经现场调查、资料收集以及与长庆油田分公司第四采气厂相关技术人员咨询, 目前采取的复垦措施主要为: 对场地进行基础平整后, 主要通过撒播草籽和设置草方格沙障来固沙绿化, 以防止风蚀沙埋侵害; 对占用损毁林草地的区域则通过种植当地适生树种(乔木选用旱柳、杨树, 灌木选用沙柳、沙蒿)来尽量恢复原有土地利用类型, 同时为保证植树种草工程的成活率, 配合施用复合肥和农家肥, 提高土壤肥力, 为植被生长创造良好环境; 各项复垦复绿措施实施效果较好, 技术可行, 经济合理, 可在本方案中继续借鉴使用。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

我单位在接受任务委托后，立即组织专业技术人员成立项目组，项目技术人员均参加过矿山地质环境保护与治理恢复方案、土地复垦方案的编写，且多次参加矿山地质环境保护与土地复垦技术暨方案合并编报的培训，并取得由中国地质学会城市地质专业委员会、中国地质灾害防治工程行业协会等组织机构颁发的培训合格证书。本次项目组共有 12 人组成，包括高级工程师 4 人、工程师 3 人、助理工程师 5 人，由董事长任项目负责，水工环总工程师任技术负责，从 2018 年 7 月至 2018 年 9 月先后两次进行实地调查，并于 2018 年 12 月进行第三次补充调查。

首先，充分收集开发方案、环境影响评价报告、水土保持方案等文字资料 and 地形地质图、土地利用现状图、基本农田现状图、周边矿权分布图等图件资料，研究了解苏里格气田西二区的地面工程建设情况、矿区自然地理概况和矿区地质环境条件，所有收集的资料全部为已评审通过的各类成果报告，资料真实可信。

其次，在掌握矿区相关资料的基础上，制定详细的现场调查方法、调查路线和调查内容，重点调查矿山及矿山周边的土壤、水文、地形地貌、植被、地层岩性、水文地质、工程地质等，并调查天然气开采活动引发或加剧的地质灾害（无崩塌、滑坡、泥石流及地面塌陷，主要地质隐患为风蚀沙埋）、含水层破坏（设置地下水监测点）、地形地貌景观破坏（包括地质遗迹和人文景观）、水土环境污染（取水样土样进行检测分析）和已有建设站场、井场、管线、道路等对土地造成的损毁范围、损毁程度、损毁地类等问题，并拍摄了照片，录制了影像视频，进行了群众走访，了解了群众意愿，中地宝联综合部按照安全管理体系的标准化规定确保野外调查工作人员安全。

最后，进行室内整理分析资料，严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求和其他相关规范进行编写矿山地质环境保护与土地复垦方案以及图件绘制，中地宝联办公室按照质量保证体系的标准化规定对项目全部实施过程进行质量监督。

在整个调查过程中，采用 1:50000 地形地质图为基础手图，并结合土地利用

现状图，以现场考察及公众访问为主，共收集文字资料 20 份，图件资料 45 张；共完成环境地质调查面积约 1241.873km²，调查线路 38.652km；利用 GPS（型号为 Trimble 天宝 GEO7X 厘米级手持 GPS，误差范围水平 1cm，垂直 1.5cm）定位调查点 155 处，包括地形地貌点 22 处，植被调查 26 处，水文地质点 30 处，工程地质点 35 处，土壤剖面点 12 处；共调查站场、井场、道路、管线等地面工程 188 处，查明已损毁土地 1696.18hm²，以压占损毁为主，已完成复垦土地 1445.81hm²，目前还未验收；共访问当地居民 20 人，完成公众参与调查表 12 份；共拍摄数码照片 1780 张，录制视频短片 20 个，野外调查及所收集的资料能满足本次工作要求。

本次调查完成的主要工作量详见表 3-1。

表 3-1 完成主要工作量统计表

序号	项目		单位	数量	备注	
1	资料收集	文字报告	区域地质报告	份	2	
			资源储量报告	份	2	
			开发方案	份	3	
			水土保持方案	份	2	
			环境影响报告书	份	3	
			其他相关资料	份	8	
		相关图件	张	45		
2	野外调查	调查面积	km ²	1241.873	1:10000	
		评估面积	km ²	1241.873	1:10000	
		调查线路	km	38.652		
		访问人数	人	20		
		数码照片	张	1780		
		视频短片	个	20		
		调查点	地形地貌	处	22	
			植被调查	处	26	
			水文地质	处	30	
			工程地质	处	35	
			土壤剖面	处	12	
地面设施（站场、井场）	处		188			
3	提交成果	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1		
		中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿山地质环境问题现状图	张	1	1:50000	

序号	项目	单位	数量	备注
	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿区土地利用现状图	张	1	1:50000
	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿区地质环境问题预测图	张	1	1:50000
	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿区土地损毁预测图	张	1	1:50000
	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿区土地复垦规划图	张	1	1:50000
	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采矿区地质环境工程部署图	张	1	1:50000

3.2 矿山地质环境影响评估

3.2.1 评估范围和评估级别

(一) 评估范围

根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》(DZ/T 0223-2011)(以下简称《编制规范》)的有关要求,评估范围应根据矿山地质环境调查结果分析确定,矿山地质环境调查的范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围。在充分考虑矿区及周边水文地质、工程地质及环境地质特点,同时结合地质灾害影响范围、含水层影响范围、地形地貌景观影响范围、水土环境污染范围,最终确定本方案的评估范围为苏里格气田西二区的开采范围,即采矿证登记面积1241.873km²。

苏里格气田西二区评估范围示意图见图 3-1, 评估范围拐点坐标见表 3-2。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-1 评估范围示意图

表 3-2 评估范围拐点坐标一览表

序号	CGCS2000 坐标 (3 度带)		西安 80 坐标 (3 度带)		西安 80 坐标 (6 度带)	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	****	****	****	****	****	****
2	****	****	****	****	****	****
3	****	****	****	****	****	****
4	****	****	****	****	****	****
5	****	****	****	****	****	****
6	****	****	****	****	****	****
7	****	****	****	****	****	****
8	****	****	****	****	****	****
9	****	****	****	****	****	****
10	****	****	****	****	****	****

(二) 评估级别

1、评估区重要程度

根据现场调查及资料收集，评估区内人口主要为鄂托克旗的苏米图苏木、乌兰镇、木凯淖尔镇和乌审旗的乌审召镇等，总人口约 3.4 万人，共约 11189 户。

评估区内主要公路有 G109、S313、S216、S215 等交通干线，气田应急专用道路、乡村道路以及牧区道路，为气田开采提供了很好的交通运输条件。

评估区内无法定保护的自然保护区、风景名胜区、文物古迹、森林公园和地质公园分布，但涉及到 1 处饮用水水源保护区——木凯淖尔水源地，距水源地边界最近距离为 2.0km。

评估区内土地利用类型主要以天然牧草地和沙地为主，地面工程建设占用的土地利用类型主要是草地和沙地。

根据《编制规范》附录 B 表 B.1，综合判定苏里格气田西二区的评估区重要程度为“重要区”（见表 3-3）。

表 3-3 评估区重要程度分析结果表

确定因素	因素分析	分析结果
1、居民居住情况	分布有 500 人以上的居民集中居住区	重要区
2、重要工程设施	分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	重要区
3、自然保护区分布	远离各级自然保护区及旅游景区（点）	一般区
4、重要水源地情况	木凯淖尔水源地	重要区
5、破坏土地类型	破坏土地类型主要是草地和沙地	一般区
综合分析（采取上一级别优先原则）		重要区

2、评估区矿山地质环境复杂程度

(1) 水文地质条件

评估区含水层主要划分为第四系松散岩类孔隙水、白垩系碎屑岩类孔隙裂隙水两种类型，在空间上呈叠置关系：浅部是第四系孔隙水，其下为白垩系孔隙裂隙水。第四系含水层与白垩系含水层之间无有效隔水层，相互间上下叠置且水力联系密切，是一个统一含水体系。第四系与白垩系含水层的特点是含水层厚度大，富水性中等到强。评估区的水文地质条件属“中等”。

(2) 工程地质条件

评估区位于新华夏构造体系最西部的第三沉降带中，地层产状近于水平，略向西倾的单斜构造，岩层倾角 $1\sim 2^\circ$ ，未见火成岩活动，岩层褶皱、断层、节理、劈理等地质构造现象不发育。地表多为第四系砂土和黄土状粉土覆盖，部分地段有风积砂，下伏白垩系泥页岩，基岩在气田内没有出露。评估区的工程地质条件属“中等”。

(3) 地质构造条件

评估区处于鄂尔多斯盆地中部华北地台鄂尔多斯地块的天环向斜构造单元，天环向斜表现为西倾斜坡，受挤压形成西翼短而陡、东翼长而平缓、轴部相对平坦、北部未封闭、地层保存较全的不对称向斜构造，从而决定了由东向西残留厚度增大、层位相对齐全、构造相对稳定的分布状况，形成一个大型的不对称向斜蓄水盆地。评估区的地质构造复杂程度属“简单”。

(4) 现状地质环境问题

评估区内无崩塌、滑坡、泥石流及地面塌陷等地质灾害发生，主要地质灾害隐患为风蚀沙埋。评估区的现状地质环境问题属“简单”。

(5) 地形地貌条件

评估区地形地貌特征可分为风沙滩地区、沙丘波状区两个大的地貌单元，地形相对平缓，高差在20m左右。评估区的地形地貌条件属“中等”。

根据《编制规范》附录C表C.1，综合判定苏里格气田西二区的矿山地质环境条件复杂程度为“中等”（见表3-4）。

表 3-4 评估区矿山地质环境条件复杂程度分析结果表

确定因素	因素分析	分析结果
1、水文地质条件	主要含水层类型为第四系松散岩类孔隙水、白垩系碎屑岩类孔隙裂隙水，含水层厚度大，富水性中等到强。	中等
2、工程地质条件	地表多为第四系砂土和黄土状粉土覆盖，部分地段有风积砂，下伏白垩系泥页岩，基岩在气田内没有出露；未见火成岩活动，褶皱、断层、节理、劈理等地质构造现象不发育。	中等
3、地质构造条件	处于鄂尔多斯盆地中部华北地台鄂尔多斯地块的天环向斜构造单元，西翼短而陡、东翼长而平缓、轴部相对平坦。	简单
4、现状地质环境问题	现状条件下，无崩塌、滑坡、泥石流及地面塌陷等地质灾害发生，主要地质灾害隐患为风蚀沙埋。	简单
5、地形地貌条件	风沙滩地区、沙丘波状区两个大的地貌单元，地形相对平缓，高差在 20m 左右。	中等
综合分析（采取上一级别优先原则）		中等

3、矿山生产建设规模

苏里格气田西二区开采矿种为天然气，生产规模为 $1.5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，开采方式为地下开采，根据《编制规范》附录 D 表 D.1 “烃类天然气年生产量 $\geq 5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，属大型矿山”，判定苏里格气田西二区矿山生产建设规模为“大型”。

4、评估级别的确定

综上所述，苏里格气田西二区评估区重要程度为“重要区”，地质环境条件复杂程度为“中等”，矿山生产建设规模为“大型”，根据《编制规范》附录 A 表 A.1，最终确定苏里格气田西二区矿山地质环境影响评估级别为“一级”（详见表 3-5）。

表 3-5 矿山地质环境影响评估分级分析结果表

评估区重要程度	矿山生产规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区✓	大型✓	一级	一级✓	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

3.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测

地质灾害危险性现状分析是指基本查明评估区及周边已发生（或潜在）的各种地质灾害的形成条件、分布类型、活动规模、变形特征、诱发因素与形成机制等，对其稳定性（发育程度）进行初步评价。

地质灾害危险性预测评估是指在现状评估的基础上，根据评估区地质环境条件、建设工程的类型和工程特点，对工程建设可能引发或加剧的各种地质灾害以及建设工程本身可能遭受已存在的各种地质灾害发生的可能性、发育程度、危害程度和危险性做出预测评估。

1、评估依据与方法

本方案地质灾害危险性评估主要参考依据为《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）（以下简称《评估规范》），地质灾害危险性现状评估与预测评估主要根据地质灾害的危害程度与发育程度进行评估（见表 3-6）。

表 3-6 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

（1）危害程度

地质灾害危害程度分为危害大、危害度中等、危害小三级（见表 3-7）。

表 3-7 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾 情		险 情	
	死亡人数 (人)	直接经济损失 (万元)	受威胁人数 (人)	可能直接经济损失 (万元)
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

注：1. 灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价；
2. 险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价；
3. 危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。

（2）发育程度

地质灾害发育程度分为强发育、中等发育、弱发育三级，各类地质灾害发育程度参照《评估规范》附录 D 的内容。

2、地质灾害类型

依据《评估规范》的要求，地质灾害评估灾种主要包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等，灾害形成的条件主要包括地形地貌、岩土体类型、地质构造等。

本方案评估区内地形平坦开阔、起伏较小，地表大部分被第四系风积沙覆盖，厚度一般 5~20m；地层分布稳定，无不良工程地质现象，现状条件下不存在滑坡、崩塌地质灾害；评估区内沟谷不发育，也不存在泥石流地质灾害；评估区内地下进行天然气开采，天然气层在 3000m 以下（气井深度 3200~4000m），地面塌陷地质灾害也不发育。由于该地区日照充足，降水量少，蒸发量大，干旱多风，区内存在的地质灾害隐患为风蚀沙埋。

（一）地质灾害危险性现状分析

苏里格气田西二区地处毛乌素沙地边缘，地貌特征分为风沙滩地区、沙丘波状区两大地貌单元，地面海拔 1200~1500m 之间，地形相对平缓，高差 20m 左右，坡度小于 5°。开采层系为二叠系下石盒子组盒₈段和山西组山₁段，盒₈、山₁段储层之间有厚层泥岩分隔，为相互独立的含气单元，盒₈段气藏中部埋深在 3192.0~3485.6m，山₁段气藏中部埋深在 3268.9~3618.6m。

评估区内地面建设工程主要有站场、井场、管线、道路等，截止 2018 年底已建集气站 4 座，井场 413 座，道路 507.709km，管线 878.421km。根据资料分析及现场调查，已建站场、井场、道路、管线周边没有发生崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害，局部发生过风蚀沙埋灾害，建设用地周边已采取沙障工程、植被工程进行了治理，现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

（1）站场地质灾害危险性现状评估

苏里格气田西二区采矿证范围内已建站场主要为集气站（共 4 座），根据现场调查情况，在修建时主要以场地平整为主，开挖、回填土方高度均小于 1.0m，符合《建筑边坡工程技术规范》的相关要求，稳定性较好，各站场不发育滑坡、崩塌、不稳定斜坡等地质灾害，危害程度小，现状条件下滑坡、崩塌、不稳定斜坡的危险性小。

评估区及周边沟道、坡面不发育，年平均降水量小于 400mm，降水量少，蒸

发量大，气候干燥，不发育泥石流灾害，危害程度小，现状条件下泥石流的危险性小。

天然气开采活动对地层的扰动较小，矿区范围内未见地面塌陷、地裂缝等地质灾害的发生，危害程度小，现状条件下地面塌陷、地裂缝的危险性小。

根据开发方案，目前区块内开采盒₈段、山₁段含气层系，气藏埋深在3192.0~3618.6m，气藏埋深远大于地下水埋深，地层压力不易下降；根据资料分析，该区域位于鄂尔多斯盆地北部，地形平缓，浅层地下水埋深浅、开启性好，地下水的循环路径短、深度浅，径流迅速，地下水交替强烈，主要接受大气降水入渗、上游同层含水层组侧向补给及灌溉回渗补给，向就近的湖（淖）汇集，并以蒸发、侧向径流、人工开采的形式排泄，其中人工开采主要为农业生产灌溉用水，对地下水扰动小。因此，综合判定天然气开采引起的地面沉降可能性小，危害程度小，现状条件下地面沉降的危险性小。

根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下已建站场对矿山地质灾害的影响程度“较轻”。

（2）井场地质灾害危险性现状评估

苏里格气田西二区采矿证范围内已建 413 座井场，包括单井井场和井丛式井场，根据现场调查情况，在修建时主要以场地平整为主，开挖、回填土方高度均小于 3.0m，符合《建筑边坡工程技术规范》的相关要求，稳定性较好，各井场不发育滑坡、崩塌、不稳定斜坡等地质灾害，危害程度小，现状条件下滑坡、崩塌、不稳定斜坡的危险性小。

评估区及周边沟道、坡面不发育，年平均降水量小于 400mm，降水量少，蒸发量大，气候干燥，不发育泥石流灾害，危害程度小，现状条件下泥石流的危险性小。

天然气开采活动对地层的扰动较小，井田范围内未见地面塌陷、地裂缝等地质灾害的发生，危害程度小，现状条件下地面塌陷、地裂缝的危险性小。

根据开发方案，目前区块内开采盒₈段、山₁段含气层系，气藏埋深在3192.0~3618.6m，气藏埋深远大于地下水埋深，地层压力不易下降；根据资料分析，该区域位于鄂尔多斯盆地北部，地形平缓，浅层地下水埋深浅、开启性好，地下水的循环路径短、深度浅，径流迅速，地下水交替强烈，主要接受大气降水入渗、

上游同层含水层组侧向补给及灌溉回渗补给，向就近的湖(淖)汇集，并以蒸发、侧向径流、人工开采的形式排泄，其中人工开采主要为农业生产灌溉用水，对地下水扰动小。因此，综合判定天然气开采引起的地面沉降可能性小，危害程度小，现状条件下地面沉降的危险性小。

根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下已建井场对矿山地质灾害的影响程度“较轻”。

(3) 道路地质灾害危险性现状评估

根据开发方案，苏里格气田西二区采矿证范围内已建道路共计 507.709km，包括已建进站道路 26.362km，已建进场道路 481.347km。根据气田资料和实地调查，进站道路主要为现有公路，采用沥青碎石路面，路基宽 6.5m，路面宽 4.5m，两侧路肩宽各 1.0m；进场道路为钻井施工前修建的钻前道路，采用粘性素土路面，路基宽 3.5m，路面宽 3.0m。

矿区已建道路均位于均建于风沙滩地区及沙丘波状区，地势开阔地形平坦，根据现场调查，在修建道路时开挖、回填土方高度均小于 1.0m，符合《建筑边坡工程技术规范》的相关要求，稳定性较好；该类工程引发地质灾害的可能性小，一旦发生灾害其规模为小型，危害程度小，危险性小。

根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下已建道路对矿山地质灾害的影响程度“较轻”。

(4) 管线地质灾害危险性现状评估

苏里格气田西二区采矿证范围内已建管线全长 878.421km，包括已建采气管线 636.192km，已建集气支线 242.229km。根据气田资料和实地调查，采气管线选择 $\Phi 60$ 、 $\Phi 76$ 、 $\Phi 89$ 、 $\Phi 114$ 、 $\Phi 159$ 五种管径，敷设作业带宽度为 12m，集气支线选择 $\Phi 219$ 、 $\Phi 273$ 、 $\Phi 323.9$ 三种管径，敷设作业带宽度为 16m。在敷设过程中共涉及 7 种穿越，其中铁路采用定向钻穿越方式，高速路、省道、国道采用顶管穿越方式，河流、冲沟、水泥路采用大开挖穿越方式，管沟开挖深度 1.50m。

矿区已建管线主要穿越风沙滩地区及沙丘波状区两大地貌，管线设施均为临时占地，铺设管线后对土地进行覆土绿化等措施。根据现场调查，该类工程引发地质灾害的可能性小，一旦发生灾害其规模为小型，仅对零散施工人员造成威胁，危害程度小，危险性小。

根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下已建管线对矿山地质灾害的影响程度“较轻”。



照片 3-1 管线已复垦现状照片

(5) 风蚀沙埋地质灾害危险性现状评估

风蚀沙埋是指土壤及其母质在风力作用下剥蚀、分选、搬运的过程，干旱与风同季是造成风蚀沙埋的重要原因之一，风速越大，其风蚀沙埋能力越强。评估区地表大部分覆盖第四系风积沙，厚度一般 5~20m，植被覆盖率低；且该地区日照充足，年平均气温 7.4~9.8℃；降水量少，年平均降水量 157.9~360.4mm；蒸发量大，年平均蒸发量 2480~3249mm；干旱多风，盛行东南季风，年平均风速 2.9~3.5m/s，这一特殊性气候条件决定了该地区发生风蚀沙埋的可能性较大。

根据现场调查，大部分站场、井场、道路周边已采取沙障固沙、栽植防护林等措施进行了相应的治理。沙障固沙工程主要是对井场、站场、道路临时用地通过扎设麦草方格（草方格规格为 1m×1m，麦草用量为 6000kg/hm²）来实现机械固沙，能够较好地稳定沙面、降低风速。以草障为依托，在沙地上种植油蒿，油蒿种植时采用移植，株行距为 0.3m×0.4m，逐步建立人工植被，促使沙地表面形成有机结皮；防护林工程主要是在站场、井场、道路沿线设置乔木绿化林带，选用杨树、旱柳混交，可以有效防止风蚀侵害，减轻风蚀沙埋对建设用地的不利

影响。

综合分析，站场、井场、道路发生风蚀沙埋的可能性较大，但建设用地周边已开展了沙障固沙、栽植防护林和绿化林等工程，可以有效减轻风蚀沙埋对地面工程的不利影响，危害程度小，危险性小。根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下井场、站场、道路周边风蚀沙埋对矿山地质环境影响程度“较轻”。

已建管线均采用顶管、开挖等方式敷设，待埋入管道后再进行表土回填夯实，并通过撒播草籽的方式进行临时复绿，减小地表风蚀沙埋的发生，降低对埋设管线的影响，危害程度小，危险性小。根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下管线沿线风蚀沙埋地质灾害对矿山地质环境影响程度“较轻”。

苏里格气田西二区采矿证范围内已采取地质灾害治理措施效果详见表 3-8。

表 3-8 苏里格气田已采取地质灾害治理措施效果一览表

序号	名称	地质灾害治理措施	地质灾害治理效果照片
1	苏11-3 集气站	集气站周围乔木 绿化林带	
2	苏53-1 集气站	集气站周围乔木 绿化林带、 沙障固沙绿化	

序号	名称	地质灾害治理措施	地质灾害治理效果照片
3	苏53-2 集气站	集气站周围乔木 绿化林带、 沙障固沙绿化	
4	苏53-3 集气站	集气站周围 沙障固沙绿化	
5	第三天然 气处 理厂	站内人工种植 乔灌木绿化	
6	苏53-62- 42井场	井场周边种植乔灌 木、撒播草籽绿化	

序号	名称	地质灾害治理措施	地质灾害治理效果照片
7	苏53-74-63井场	井场周边撒播草籽 绿化	
8	苏53-82-25井场	井场周边草方格 沙障固沙	
9	苏11-45-15井场	井场周边撒播草籽 绿化	
10	苏11-33-47井场	井场周边撒播草籽 绿化	

序号	名称	地质灾害治理措施	地质灾害治理效果照片
11	集气 支线	管线覆土后草方格 沙障固沙	
12	采气 管线	管线覆土后草方格 沙障固沙	
13	采气 管线	管线覆土后草方格 沙障固沙	
14	苏11-22- 50进场 道路	进场道路草方格 沙障固沙	

序号	名称	地质灾害治理措施	地质灾害治理效果照片
15	苏53-74-49进场道路	进场道路草方格沙障固沙	
16	进站道路	进站道路两侧种植乔木防风林带	

综上所述，根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下已建站场、井场、道路、管线等地面工程对矿山地质环境影响程度“较轻”；井场、站场周边及道路、管线沿线风蚀沙埋地质灾害对矿山地质环境影响程度“较轻”。

苏里格气田西二区采矿证范围内已建地面工程的地质灾害现状评估详见表 3-9。矿山地质灾害危险性现状评估见图 3-2。

表 3-9 已建地面工程地质灾害现状评估一览表

序号	名称	地面工程现状照片	地质灾害危险性现状评估
1	苏11-3集气站		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
2	苏53-1集气站		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
3	苏53-2集气站		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>

序号	名称	地面工程现状照片	地质灾害危险性现状评估
4	苏53-3集气站		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
5	第三天然气处理厂		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
6	苏53-64-54单井		<p>位于风沙滩地区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
7	苏53-58-52三丛井		<p>位于风沙滩地区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>

序号	名称	地面工程现状照片	地质灾害危险性现状评估
8	工业大平台 (13井)		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
9	苏11-33-49四丛井		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
10	苏11-12-34单井		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>
11	苏11-40-29单井		<p>位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。</p>

序号	名称	地面工程现状照片	地质灾害危险性现状评估
12	苏11-42-72单井		位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。
13	苏53-2集气站进站道路		位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。
14	苏11-40-29进场道路		位于沙丘波状区,地形平坦开阔,气田开发深度较深,崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害不发育,遭受风蚀沙埋灾害隐患较小,危害程度小,对矿山地质环境影响程度较轻。

(二) 地质灾害危险性预测评估

1、建设工程本身可能遭受地质灾害危险性预测评估

(1) 近期(2019—2023年)

根据开发方案,苏里格气田西二区采矿证范围内在近期无拟建站场,拟新建井场 259 座,拟建建站和进场道路 136.409km,拟敷设采气管线 173.700km 和集气支线 52.167km。

根据现场调查，评估区发育的地质灾害主要为风蚀沙埋，近期拟建工程地区日照充足，降水量少，蒸发量大，干旱多风，地表风积沙广泛分布，厚度一般 5~20m，风蚀沙埋地质灾害的形成条件充分程度为较充分，发生灾害的可能性较大。但在拟建工程设计和建设中对风蚀沙埋均采取相应工程措施进行处理，有效降低或者避免风蚀沙埋灾害的发生，从而降低或者避免风蚀沙埋对气田拟建工程的危害，因此综合判断矿区近期工程建设与运营遭受风蚀沙埋地质灾害的可能性较大，但规模小，受威胁人数<10 人，可能造成的直接经济损失<100 万，危害程度小，危险性小，对矿山地质环境影响程度“较轻”。

(2) 中远期（2024—2049 年）

根据开发方案，苏里格气田西二区采矿证范围内在中远期拟新建站场 2 座和井场 376 座，拟建进站道路 0.658km 和进场道路 297.399km，拟敷设采气管线 333.735km 和集气支线 182.335km。

根据现场调查，评估区发育的地质灾害主要为风蚀沙埋，中远期拟建工程地区日照充足，降水量少，蒸发量大，干旱多风，地表风积沙广泛分布，厚度一般 5~20m，风蚀沙埋地质灾害的形成条件充分程度为较充分，发生灾害的可能性较大。但在拟建工程设计和建设中对风蚀沙埋均采取相应工程措施进行处理，有效降低或者避免风蚀沙埋灾害的发生，从而降低或者避免风蚀沙埋对气田拟建工程的危害，因此综合判断矿区近期工程建设与运营遭受风蚀沙埋地质灾害的可能性较大，但规模小，受威胁人数<10 人，可能造成的直接经济损失<100 万，危害程度小，危险性小，对矿山地质环境影响程度“较轻”。

2、工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测评估

(1) 近期（2019—2023 年）

①加剧风蚀沙埋地质灾害危险性的预测

根据开发方案，地面工程在建设过程中，会破坏现有植被和地层结构，使砂性土壤裸露于地表，可能使已固定的沙丘活化，从而引发风蚀沙埋灾害。风蚀沙埋灾害的主要危害是破坏和影响地质环境，影响工程施工，但风蚀沙埋灾害不是突发性的灾害，是渐变性的，其易于预防和治理，预测其危险性小，对矿山地质环境影响程度“较轻”。

②引发地质灾害危险性的预测

根据开发方案，近期拟建井场主要部署在风沙滩地区和沙丘波状区，地形起伏变化平缓，坡度 $<5^{\circ}$ ，地表主要由细砂及粉细砂组成，易于填挖，且严格按照《建筑边坡工程技术规范》施工，引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性小。一旦在不利工况条件下引发地质灾害，威胁人数 <10 人，可能造成的直接经济损失 <100 万元，危害程度小。根据井场工程建设引发地质灾害的可能性大小与危害程度，预测近期气田井场工程建设引发地质灾害的危险性小，对矿山地质环境影响程度“较轻”。

根据管线、道路工程的建设特点，其特点为线状工程，开挖规模较小，对原始地形条件改变较小，开挖后及时回填的施工特点能够有效避免引发滑坡、崩塌等灾害的发生，预测近期管线工程引发地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小，对矿山地质环境影响程度“较轻”。

(2) 中远期（2024—2049年）

根据开发方案，苏里格气田西二区采矿证范围内在中远期拟建工程与近期相似，引发或加剧地质灾害危险性预测评估与近期相同，引发或加剧地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小，对矿山地质环境影响程度“较轻”。

综上所述，根据《编制规范》附录 E 表 E.1，预测未来气田产能建设可能引发或遭受地质灾害的“危险性小”，影响程度“较轻”。

苏里格气田西二区采矿证范围内未来拟建地面工程的地质灾害预测评估详见表 3-10。矿山地质灾害危险性预测评估见图 3-3。

表 3-10 未来拟建地面工程地质灾害预测评估一览表

序号	名称	拟建工程选址照片	地质灾害危险性预测评估
1	拟建井场1		位于沙丘波状区，地形平坦开阔，工程建设遭受或引发地质灾害可能性小，对矿山地质环境影响程度较轻。
2	拟建井场2		位于风沙滩地区，地形平坦开阔，工程建设遭受或引发地质灾害可能性小，对矿山地质环境影响程度较轻。
3	拟敷设管线		位于沙丘波状区，地形平坦开阔，工程建设遭受或引发地质灾害可能性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

3.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测

(一) 含水层破坏现状分析

(1) 含水层结构的影响

通过查询收集水文地质资料数据，苏里格气田西二区所在地的浅层地下水在地势较高的梁地、分水岭部位，其水位埋深多大于 20m，在地形低洼的剥蚀洼地、

湖盆滩地或相对低洼地区水位埋深较浅，多小于 5m；中层地下水埋藏深度介于 100~450m 之间。根据目前油气开采的勘探及开发现状，苏里格气田西二区采矿证范围内已建有 499 口井，平均完钻井深 3600m。

在钻井过程中会打穿第四系孔隙水和白垩系孔隙裂隙水，并且在采气井投产前会进行井下压裂，但由于钻井分布较分散，钻井直径小且钻进时间短，钻井采用了水泥浆固井和套管完井措施（见图 3-4），将井身与各含水层充分隔离，保障地下水不受影响，同时保证钻井完全。此外，套管外水泥上返至地面，也避免了钻井过程中起下钻具、井管直接与地下水接触污染地下水。因此，气田开发对含水层结构影响较轻。

（2）地下水水量的影响

根据区域水文地质条件，地下水补给方式主要是大气降水与农业灌溉水入渗，区内鄂托克旗年均降水量 157.9mm，乌审旗年均降水量 360.4mm，降水入渗系数为 0.20~0.36，大气降雨入渗补给地下水效率高，浅层地下水天然资源量和可采资源量丰富。第四系与白垩系含水层的特点是含水层厚度大，富水性中等到强，水位埋藏浅，水质好，是区内城镇供水、农村人、畜用水及工农业生产用水的主要供水层位。

根据收集到的钻孔资料，第四系孔隙含水层属强富水含水层，含水层厚度 30~90m，水位降深 4~7m 时，单井出水量 1200~1900m³/d，单位涌水量 180~420m³/d；白垩系孔隙裂隙含水层属中等富水含水层，水位降深 10~30m 时，单井出水量 350~500m³/d，单位涌水量 15~40m³/d。

根据类比调查，钻一口气井平均生产用水 200m³/d（90%循环利用，新鲜水用量 20m³/d），钻井人员生活用水 3.0m³/d（生活用水定额 60 m³/d·人，现场人员 50 人），其它用水 2.0m³/d，单井合计新鲜用水 25.0m³/d。地下水资源丰富，气田产能建设对地下水水量影响较轻。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-4 苏里格气田西二区套管固井技术示意图

(3) 地下水现状分析

①监测点位：根据野外实地调查及分析区域资料，共收集到 27 处地下水水质水位监测数据，数据引自内蒙古绿洁环保有限公司编制的《苏里格气田苏 53 区块 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 产能开发建设项目环境影响报告书》（2015 年 7 月）和《苏里格气田苏 11 区块 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 产能开发建设项目环境影响报告书》（2015 年 7 月）。

苏里格气田西二区地下水监测点位布设详见表 3-11，监测点具体布设位置详见图 3-5。

表 3-11 地下水监测点位置布设一览表

编号	位置	经度	纬度	井深 (m)	监测 时间	监测层位
1	塔布乌苏	****	****	30	2014.11	第四系孔隙水
2	哈比日嘎小组	****	****	18	2014.11	第四系孔隙水
3	苏 11-1 集气站	****	****	120	2014.11	白垩系裂隙水
4	达益汗水利队	****	****	7	2014.11	第四系孔隙水
5	马什亥嘎查	****	****	15	2014.11	第四系孔隙水
6	苏 11-3 集气站	****	****	120	2014.11	白垩系裂隙水
7	苏 11-4 集气站	****	****	120	2014.11	白垩系裂隙水
8	乌日都音淖尔小组	****	****	65	2014.11	第四系孔隙水
9	阿木尔卡汉	****	****	45	2014.11	第四系孔隙水
10	乌杜淖	****	****	23	2014.11	第四系孔隙水
11	沙巴尔小组	****	****	15	2014.11	第四系孔隙水
12	巴布音柴达木	****	****	18	2014.11	第四系孔隙水
13	章盖浩陶	****	****	7	2014.11	第四系孔隙水
14	水泉子村	****	****	20	2014.11	第四系孔隙水
15	巴音淖尔乡	****	****	60	2014.11	第四系孔隙水
16	巴音淖尔二小组	****	****	110	2014.11	白垩系裂隙水
17	伊克日二小组	****	****	60	2014.11	第四系孔隙水
18	德日素呼都格	****	****	50	2014.11	第四系孔隙水
19	乌兰其日嘎小组	****	****	40	2014.11	第四系孔隙水
20	苏泊海	****	****	40	2014.11	第四系孔隙水
21	苏布日嘎小组	****	****	20	2014.11	第四系孔隙水
22	井子湾	****	****	40	2014.11	第四系孔隙水
23	乌兰达瓦小组	****	****	15	2014.11	第四系孔隙水
24	巴音淖尔一小组	****	****	60	2014.11	第四系孔隙水
25	53-1 号集气站	****	****	120	2014.11	白垩系裂隙水
26	53-2 号集气站	****	****	120	2014.11	白垩系裂隙水
27	53-3 号集气站	****	****	120	2014.11	白垩系裂隙水
<p>数据来源: 1、《苏里格气田苏 53 区块 10×10⁸m³/a 产能开发建设项目环境影响报告书》（2015 年 7 月）； 2、《苏里格气田苏 11 区块 10×10⁸m³/a 产能开发建设项目环境影响报告书》（2015 年 7 月）。</p>						

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-5 地下水监测点布设位置示意图

②监测项目：以《地下水环境质量标准》（DZ/T 14848-2017）为依据，结合本项目可能造成地下水污染的特征因子，选取如下监测项目：pH 值、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、挥发酚、氨氮（NH₃-N）、亚硝酸盐氮（NO₂-N）、硝酸盐氮（NO₃-N）、铁（Fe）、锰（Mn）、铜（Cu）、锌（Zn）、汞（Hg）、砷（As）、硒（Se）、镉（Cd）、铬（Cr⁶⁺）、铅（Pb）、硫酸盐、氯化物、氟化物、甲醛、石油类共计 23 项，根据《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）的要求进行分析。

③评价方法：采用单因子污染指数法进行评价，其计算公式为： $P_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$

式中： P_i —第 i 种污染物的标准指数；

C_i —第 i 种污染物的监测浓度，mg/L；

C_{oi} —第 i 种污染物的评价标准值，mg/L。

对于 pH 值的单因子指数计算，则采用如下公式：

$$P_{\text{pH}} = \frac{\text{pH}_j - 7.0}{\text{pH}_{S\mu} - 7.0} \quad (\text{适用条件: } \text{pH} > 7.0)$$

$$P_{\text{pH}} = \frac{7.0 - \text{pH}_j}{7.0 - \text{pH}_{Sd}} \quad (\text{适用条件: } \text{pH} \leq 7.0)$$

式中： P_{pH} —pH 值的标准指数；

pH_j —pH 值的监测值；

$\text{pH}_{S\mu}$ —pH 值的环境质量标准值上限；

pH_{Sd} —pH 值的环境质量标准值下限。

若标准指数 $P > 1.0$ 时，即表明该污染物已经超过了规定的水质标准，且指数越大，超标越严重。

④评价标准：执行《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）的 III 级标准和《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）的水质标准，石油类执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的 III 级标准。

⑤监测结果及评价：地下水水质检测分析结果和标准指数法评价结果详见表 3-12，经分析可知各监测指标的标准指数均小于 1，没有超标现象，表明评估区地下水水质较好。

表 3-12 地下水水质检测分析及评价结果一览表（单位：mg/L，pH 值除外）

监测项目	标准值	1		2		3		4		5		6		7	
		监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
pH 值	6.5-8.5	7.8	0.533	7.7	0.467	7.8	0.533	7.8	0.533	7.9	0.6	7.8	0.533	7.9	0.6
总硬度	≤450	274	0.609	259	0.576	271	0.602	275	0.611	274	0.609	289	0.642	277	0.616
溶解性总固体	≤1000	439	0.439	448	0.448	474	0.474	441	0.441	477	0.477	479	0.479	478	0.478
高锰酸盐指数	≤3.0	1.7	0.567	1.4	0.467	1.7	0.567	1.7	0.567	1.7	0.567	1.7	0.567	1.4	0.467
挥发酚	≤0.002	0.0009	0.45	0.0004	0.2	0.0007	0.35	0.0007	0.35	0.0009	0.45	0.0009	0.45	0.0004	0.2
氨氮	≤0.2	0.013	0.065	0.012	0.06	0.017	0.085	0.017	0.085	0.013	0.065	0.013	0.065	0.012	0.06
亚硝酸盐氮	≤0.02	0.008	0.4	0.004	0.2	0.003	0.15	0.003	0.15	0.008	0.4	0.008	0.4	0.004	0.2
硝酸盐氮	≤20	4.1	0.205	4	0.2	4.7	0.235	4.7	0.235	4.1	0.205	4.1	0.205	4	0.2
铁	≤0.3	0.11	0.367	0.18	0.6	0.15	0.5	0.15	0.5	0.11	0.367	0.11	0.367	0.18	0.6
锰	≤0.1	0.02	0.2	0.05	0.5	0.03	0.3	0.03	0.3	0.02	0.2	0.02	0.2	0.05	0.5
铜	≤1.0	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
锌	≤1.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1
汞	≤0.001	0.0003	0.3	0.0002	0.2	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.0003	0.3	0.0003	0.3	0.0002	0.2
砷	≤0.05	0.007	0.14	0.005	0.1	0.004	0.08	0.004	0.08	0.007	0.14	0.007	0.14	0.005	0.1
硒	≤0.01	0.002	0.2	0.007	0.7	0.004	0.4	0.004	0.4	0.002	0.2	0.002	0.2	0.007	0.7
镉	≤0.01	0.0003	0.03	0.0008	0.08	0.0004	0.04	0.0004	0.04	0.0003	0.03	0.0003	0.03	0.0008	0.08
铬(+6价)	≤0.05	0.004	0.08	0.007	0.14	0.009	0.18	0.009	0.18	0.004	0.08	0.004	0.08	0.007	0.14
铅	≤0.05	0.005	0.1	0.004	0.08	0.009	0.18	0.009	0.18	0.005	0.1	0.005	0.1	0.004	0.08
硫酸盐	≤250	95	0.38	95	0.38	100	0.4	139	0.556	109	0.436	140	0.56	98	0.392
氯化物	≤250	108	0.432	105	0.42	120	0.48	120	0.48	124	0.496	110	0.44	123	0.492
氟化物	≤250	0.4	0.0016	0.5	0.002	0.4	0.0016	0.4	0.0016	0.7	0.0028	0.7	0.0028	0.7	0.0028
甲醇	≤0.2	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---
石油类	≤0.05	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---

续表 3-12 地下水水质监测及评价结果一览表 (单位: mg/L, pH 值除外)

监测项目	标准值	8		9		10		11		12		13		14	
		监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
pH 值	6.5-8.5	7.8	0.533	7.9	0.6	7.8	0.533	7.9	0.6	7.8	0.533	7.8	0.533	7.8	0.53
总硬度	≤450	289	0.642	277	0.616	275	0.611	277	0.616	275	0.611	275	0.611	276	0.61
溶解性总固体	≤1000	478	0.478	478	0.478	441	0.441	478	0.478	441	0.441	441	0.441	471	0.47
高锰酸盐指数	≤3.0	1.7	0.567	1.4	0.467	1.7	0.567	1.4	0.467	1.7	0.567	1.7	0.567	1.9	0.63
挥发酚	≤0.002	0.0009	0.45	0.0004	0.2	0.0007	0.35	0.0004	0.2	0.0007	0.35	0.0007	0.35	0.0007	0.35
氨氮	≤0.2	0.013	0.065	0.012	0.06	0.017	0.085	0.012	0.06	0.017	0.085	0.017	0.085	0.013	0.07
亚硝酸盐氮	≤0.02	0.008	0.4	0.004	0.2	0.003	0.15	0.004	0.2	0.003	0.15	0.003	0.15	0.009	0.45
硝酸盐氮	≤20	4.1	0.205	4	0.2	4.7	0.235	4	0.2	4.7	0.235	4.7	0.235	4	0.2
铁	≤0.3	0.11	0.367	0.18	0.6	0.15	0.5	0.18	0.6	0.15	0.5	0.15	0.5	0.11	0.37
锰	≤0.1	0.02	0.2	0.05	0.5	0.03	0.3	0.05	0.5	0.03	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3
铜	≤1.0	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
锌	≤1.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.4	0.4	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
汞	≤0.001	0.0003	0.3	0.0002	0.2	0.0001	0.1	0.0002	0.2	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.0002	0.2
砷	≤0.05	0.007	0.14	0.005	0.1	0.004	0.08	0.005	0.1	0.004	0.08	0.004	0.08	0.008	0.16
硒	≤0.01	0.002	0.2	0.007	0.7	0.004	0.4	0.007	0.7	0.004	0.4	0.004	0.4	0.002	0.2
镉	≤0.01	0.0003	0.03	0.0008	0.08	0.0004	0.04	0.0008	0.08	0.0004	0.04	0.0004	0.04	0.0004	0.04
铬(+6价)	≤0.05	0.004	0.08	0.007	0.14	0.009	0.18	0.007	0.14	0.009	0.18	0.009	0.18	0.004	0.08
铅	≤0.05	0.005	0.1	0.004	0.08	0.009	0.18	0.004	0.08	0.009	0.18	0.009	0.18	0.005	0.1
硫酸盐	≤250	114	0.456	124	0.496	139	0.556	141	0.564	138	0.552	137	0.548	97	0.39
氯化物	≤250	114	0.456	123	0.492	119	0.476	123	0.492	120	0.48	120	0.48	108	0.43
氟化物	≤250	0.7	0.0028	0.8	0.0032	0.4	0.0016	0.5	0.002	0.7	0.0028	0.4	0.0016	0.4	0.4
甲醇	≤0.2	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---
石油类	≤0.05	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---	0.01L	---

续表 3-12 地下水水质监测及评价结果一览表 (单位: mg/L, pH 值除外)

监测项目	标准值	15		16		17		18		19		20		21	
		监测值	标准指数												
pH 值	6.5-8.5	7.6	0.4	7.6	0.4	7.8	0.53	7.9	0.6	7.8	0.53	7.8	0.53	7.8	0.53
总硬度	≤450	297	0.66	296	0.66	241	0.54	247	0.55	218	0.48	250	0.56	271	0.6
溶解性总固体	≤1000	418	0.42	424	0.42	494	0.49	441	0.44	435	0.44	437	0.44	441	0.44
高锰酸盐指数	≤3.0	1.7	0.57	1.4	0.47	1.4	0.47	1.7	0.57	1.7	0.57	1.7	0.57	1.7	0.57
挥发酚	≤0.002	0.0008	0.4	0.0004	0.2	0.0004	0.2	0.0007	0.35	0.0007	0.35	0.0007	0.35	0.0007	0.35
氨氮	≤0.2	0.017	0.09	0.012	0.06	0.012	0.06	0.017	0.09	0.017	0.09	0.019	0.1	0.017	0.09
亚硝酸盐氮	≤0.02	0.008	0.4	0.004	0.2	0.003	0.15	0.003	0.15	0.003	0.15	0.003	0.15	0.003	0.15
硝酸盐氮	≤20	3.9	0.2	4	0.2	4.1	0.21	4.7	0.24	4.7	0.24	4.7	0.24	4.7	0.24
铁	≤0.3	0.11	0.37	0.18	0.6	0.17	0.57	0.15	0.5	0.15	0.5	0.15	0.5	0.15	0.5
锰	≤0.1	0.02	0.2	0.05	0.5	0.05	0.5	0.03	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3
铜	≤1.0	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
锌	≤1.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4
汞	≤0.001	0.0003	0.3	0.0002	0.2	0.0002	0.2	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.0001	0.1
砷	≤0.05	0.007	0.14	0.005	0.1	0.006	0.12	0.004	0.08	0.004	0.08	0.004	0.08	0.004	0.08
硒	≤0.01	0.002	0.2	0.007	0.7	0.007	0.7	0.004	0.4	0.004	0.4	0.004	0.4	0.004	0.4
镉	≤0.01	0.0003	0.03	0.0005	0.05	0.0008	0.08	0.0004	0.04	0.0004	0.04	0.0004	0.04	0.0004	0.04
铬(+6价)	≤0.05	0.004	0.08	0.007	0.14	0.006	0.12	0.009	0.18	0.009	0.18	0.008	0.16	0.009	0.18
铅	≤0.05	0.005	0.1	0.004	0.08	0.004	0.08	0.009	0.18	0.009	0.18	0.009	0.18	0.009	0.18
硫酸盐	≤250	109	0.44	98	0.39	98	0.39	124	0.5	103	0.41	103	0.41	104	0.42
氯化物	≤250	101	0.4	98	0.39	111	0.44	120	0.48	120	0.48	120	0.48	120	0.48
氟化物	≤250	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
甲醇	≤0.2	0.01L	---	0.01L	----										
石油类	≤0.05	0.01L	---	0.01L	----										

续表 3-12 地下水水质监测及评价结果一览表 (单位: mg/L, pH 值除外)

监测项目	标准值	22		23		24		25		26		27	
		监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数	监测值	标准指数
pH 值	6.5-8.5	7.4	0.27	7.6	0.4	7.9	0.6	7.8	0.53	7.3	0.2	7.6	0.4
总硬度	≤450	288	0.64	221	0.49	278	0.62	193	0.43	158	0.35	214	0.48
溶解性总固体	≤1000	424	0.42	397	0.4	448	0.45	374	0.37	287	0.29	392	0.39
高锰酸盐指数	≤3.0	1.8	0.6	1.4	0.47	1.6	0.53	1.5	0.5	1.7	0.57	1.3	0.43
挥发酚	≤0.002	0.0007	0.35	0.0005	0.25	0.0008	0.4	0.0005	0.25	0.0001	0.05	0.0006	0.3
氨氮	≤0.2	0.007	0.04	0.0058	0.03	0.007	0.04	0.002	0.01	0.003	0.02	0.007	0.04
亚硝酸盐氮	≤0.02	0.007	0.35	0.004	0.2	0.008	0.4	0.007	0.35	0.002	0.1	0.008	0.4
硝酸盐氮	≤20	4.2	0.21	4.1	0.21	4.2	0.21	4.2	0.21	2.7	0.14	3.8	0.19
铁	≤0.3	0.13	0.43	0.14	0.47	0.18	0.6	0.18	0.6	0.14	0.47	0.11	0.37
锰	≤0.1	0.037	0.37	0.027	0.27	0.044	0.44	0.044	0.44	0.027	0.27	0.042	0.42
铜	≤1.0	0.044	0.04	0.039	0.04	0.044	0.04	0.042	0.04	0.039	0.04	0.038	0.04
锌	≤1.0	0.37	0.37	0.33	0.33	0.39	0.39	0.35	0.35	0.11	0.11	0.39	0.39
汞	≤0.001	0.0004	0.4	0.00037	0.37	0.00043	0.43	0.00032	0.32	0.00017	0.17	0.0004	0.4
砷	≤0.05	0.005	0.1	0.007	0.14	0.005	0.1	0.003	0.06	0.007	0.14	0.008	0.16
硒	≤0.01	0.004	0.4	0.002	0.2	0.007	0.7	0.007	0.7	0.005	0.5	0.002	0.2
镉	≤0.01	0.0005	0.05	0.00072	0.07	0.0004	0.04	0.0005	0.05	0.0003	0.03	0.0001	0.01
铬(+6价)	≤0.05	0.007	0.14	0.005	0.1	0.007	0.14	0.007	0.14	0.005	0.1	0.004	0.08
铅	≤0.05	0.004	0.08	0.0059	0.12	0.008	0.16	0.009	0.18	0.002	0.04	0.007	0.14
硫酸盐	≤250	145	0.58	133	0.53	117	0.47	120	0.48	104	0.42	134	0.54
氯化物	≤250	127	0.51	135	0.54	138	0.55	110	0.44	108	0.43	136	0.54
氟化物	≤250	0.7	0.7	0.75	0.75	0.7	0.7	0.5	0.5	0.2	0.2	0.8	0.8
甲醇	≤0.2	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----
石油类	≤0.05	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----	0.01L	----

(4) 地下水水质的影响

① 钻井废水

钻井废水是在气井钻进过程中起降钻具带出的部分地层水、冲洗钻井设备、检修等排放的废水，其产生量随着井深和钻井周期变化而变化。钻井废水中主要污染物为 COD、SS、石油类等，根据类比调查，钻井废水中含高倍稀释的钻进液与石油类污染物 COD 含量 100~500mg/L，石油类含量 50~400mg/L，悬浮物 SS 含量 170~850mg/L，全盐量 100g/L，pH 值 10~12。钻井废水排入井场可拆卸储液池内，经固液分离处理后，用于配置钻井泥浆，进行循环使用，不直接排入地表水体。

② 压裂废液

钻井完毕固定后，在射孔过程中由于井筒压力小于地层压力，所以射孔液基本由管道排放，地层中含有少量射孔液。在压裂过程中，大部分压裂液施工时排出，返至压裂液罐中，地层中残留压裂液一般为 100 m³，平均单井返排压裂液为 40 m³ 左右；将废压裂液返回撬装压裂液收集装置，送专门处置油气田废弃物的单位处置，根据运距的不同，采取就近原则，乌审旗送至内蒙古恒盛环保科技有限公司（乌审旗）或中石化西南工程公司油田服务分公司（乌审旗）进行处置，鄂托克旗送至鄂尔多斯市昊鑫绿科环境工程有限公司（鄂托克旗）进行处置。

③ 生活污水

钻井井场一般施工人员为 50 人，按照每人每天 100m³ 用水定额计算，生活污水产生量取用水量的 80%，即为 4.8 m³/d。生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，根据类比调查，生活污水中 COD 含量 400mg/L，BOD₅ 含量 200mg/L、氨氮含量 30mg/L、SS 含量 200mg/L，pH 值 6~9。生活污水均采用防渗污水池收集，定期拉运至当地污水处理厂进行处理。

综上所述，根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下气田开发对含水层结构影响“较轻”；地下水资源丰富，产能建设对地下水水量影响“较轻”；严格执行地下水污染防治措施，对地下水水质影响“较轻”。

矿区含水层破坏影响现状评估见图 3-6。

(二) 含水层破坏预测评估

(1) 施工期对地下水影响预测评估

①站场、井场选址和管线选线对地下水的的影响预测

已有工程实践表明，在站场、井场选址和管线选线时，已经避绕过农村分散饮用水井，与站场、井场的距离不小于 200m，与管线的距离也不小于 200m，未来项目建设对站场、井场选址和管线选线时应避绕农村分散饮用水井。

②钻井、固井对地下水的的影响预测

在未来钻井过程中，采用套管和水泥固井措施，将井身与白垩系环河组及洛河组含水层充分隔离，保障地下水不受影响，避免了钻井过程中起下钻具、井管直接与地下水接触污染地下水，对新生界浅层地下水和白垩系含水层的影响较轻。

根据区域地质构造资料，天然气储层上下均有良好的盖层分布，且没有大的断裂分布；天然气层与上部地下水层之间存在厚度不等的十几个盖层，气层与水层之间无联系通道，天然气径流污染地下水的概率很小。

③废弃泥浆对地下水的的影响预测

在钻井过程中采用无毒无害的水基钻井液，其主要成份为水、各种聚合物及无机盐类，上部井段采用不分散聚合物体系，下部井段采用分散聚合物磺化体系，泥浆中不含铬等有毒物质，废弃泥浆采用“泥浆不落地工艺”进行合理处置。

④生产废水对地下水的的影响预测

钻井废液全部进入污水灌进行外运集中处理，压裂废液运到指定地点进行处理和排放，严禁将废液排放到井场泥浆池中，其他井下作业污水送入第三天然气处理厂进行处理。由于各井场布置比较分散，产生的生活污水量小且污染负荷轻，通过采取设置移动环保厕所统一收集，自然沉淀后用于农田灌溉。

(2) 运行期对地下水影响预测评估

项目运行阶段，可能对地下水造成影响的是天然气泄漏，泄漏方式主要有井喷事故和管线泄漏，井喷事故是以面源形式的凝析油渗漏污染地下水，管道泄漏是以点源形式渗漏污染地下水，污染迁移途径为地表以下的包气带和含水层，随地下水流动而污染地下水。

根据天然气样品组分分析结果表明，气田的天然气主要成分为甲烷，另有少量的乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷、异戊烷及正戊烷，甲烷占总烃的 92.31%，相对密度为 0.6，未检出硫，为无硫干气。天然气中的主要成分为极难溶于水的烷烃，其中甲烷占绝大多数；另外，矿区地下水位普遍埋藏较深，虽然在风沙滩地

区浅部地下水的水位埋藏相对较浅,但一般都大于 3m,本项目管线埋于地下 1.5m,综合这两个方面考虑,预测天然气泄漏对地下水的影响较轻。

(3) 服务期满后对地下水影响预测评估

项目服务期满之后,气田停产,气井停运、关闭,此时主要的污染源为在拆除地面设施及封井时工人产生的少量生活废水,以及废弃的天然气管道和站场设备在不拆除情况下的锈蚀被降水淋滤后对地下水环境产生的轻微影响,但这个影响远不会超过施工期和运行期,可认为服务期满后对地下水的影响较轻。

综上所述,根据《编制规范》附录 E 表 E.1,预测未来钻井勘探、气田开发对含水层影响“较轻”。

矿区含水层破坏影响预测评估见图 3-7。

3.2.4 矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

(一) 地形地貌景观破坏现状分析

通过分析已有资料和野外实地调查,评估区内无自然保护区、风景名胜区、森林公园和地质公园分布,地面站场、井场、管线、道路等工程建设对地质遗迹和人文景观不会造成破坏,但会对原生地形地貌造成影响。

(1) 站场工程

苏里格气田西二区采矿证范围内已建集气站 4 座,分别为苏 11-3 集气站、53-1 集气交接站、53-2 集气站、53-3 集气交接站,占用永久用地面积 10.07hm²,临时用地面积 12.14hm²,占用地类为天然牧草地、管道运输用地、沙地。

站场建设占用原有地类,改变原有地形地貌景观结构,分隔了原来的景观布局,使原有斑块发生破碎化倾向,景观斑块密度增大,频度增加,景观类型的优势度下降,因此站场工程对地形地貌景观的影响程度严重。

(2) 井场工程

苏里格气田西二采矿证范围区已建有井场 413 座,钻井 499 口(直井 389 口,水平井 110 口),井场具有占地分散、单个井场占地面积较小等特点,各井场地表形态基本相似,占用永久用地面积 54.72hm²,临时用地面积 79.62hm²,占用地类主要为灌木林地、天然牧草地、沙地、裸地。

矿区内井场建设统一按照相关规范的标准要求进行生产,对区域地形影响较小,但在井场建设过程中,对原有地表进行挖损和压占,改变原有地貌类型,破

坏原生植被，造成部分耕地、林地、草地等轻度退化，使得地表局部景观失去协调性，因此井场工程对地形地貌景观的影响程度严重。

（3）管线工程

苏里格气田西二区采矿证范围内的采气管线、集气支线均采用地下敷设的方式，目前已敷设采气管线 636.192km，占用临时用地面积 763.43hm²；集气支线 242.229km，占用临时用地面积 387.57hm²；占用地类主要为灌木林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地。

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构及原有地形地貌完全改变，破坏土地形式为挖损，在管线建成后再进行覆土绿化，破坏了原有地形地貌景观，因此管线工程对地形地貌景观的影响程度严重。

（4）道路工程

苏里格气田西二区采矿证范围内已修建进站道路长度为 26.362km，占用永久用地面积 17.14hm²，临时用地面积 10.54hm²；进场道路长度 481.347km，占用永久用地面积 168.47hm²，临时用地面积 192.54hm²；占用地类主要为灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地。

道路修建压占土地资源，破坏原有植被，尤其是土方开挖等工程活动对地形地貌景观造成扰动，对原有景观的连通性造成了一定程度的破坏，因此道路工程对地形地貌景观的影响程度严重。

综上所述，根据《编制规范》附录 E 表 E.1，确定现状条件下气田开发对地形地貌景观影响程度“**严重**”。

矿区地形地貌景观影响现状评估见图 3-8。

（二）地形地貌景观破坏预测评估

苏里格气田西二区采矿证范围内未来对地形地貌景观的影响主要表现为站场、井场、管线、道路等地面工程的建设，根据开发方案，在近期（2019 年—2023 年）无拟建站场，拟新建 259 座井场，进场道路 136.409km，拟敷设采气管线 173.700km 和集气支线 52.167km，共计占用永久用地面积 89.20hm²，临时用地面积 406.89hm²；在中远期（2024 年—2050 年 4 月）拟新建 2 座站场和 376 座井场，进站道路 0.658km 和进场道路 297.399km，拟敷设采气管线 333.735km 和集气支线 182.335km，共计占用永久用地面积 168.43hm²，临时用地面积

902.95hm²。

地面工程在建设过程中，地面设施的兴建、开挖、填筑等都不同程度不同形式地扰动了原有地貌形态，破坏了地表土体结构和地面林草植被，对地形地貌景观的影响程度严重。

综上所述，根据《编制规范》附录 E 表 E.1，预测未来气田产能建设对地形地貌景观影响程度“严重”。

矿区地形地貌景观影响预测评估见图 3-9。

3.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测

（一）水土环境污染现状分析

（1）地表水污染现状分析

①监测点位：通过收集分析区域资料，收集到都斯图河地表水质量监测数据，数据引自河北奇正环境科技有限公司编制的《苏里格气田苏 75 区块 $8 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 天然气开发项目环境影响报告书》（2015 年 4 月），通过对都斯图河两个断面进行监测来分析地表水的污染现状。

②监测项目：以《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）为依据，结合本项目可能造成地表水污染的特征因子，选取如下监测因子：pH 值、化学需氧量（COD）、硫化物、氨氮、石油类共计 5 项，根据《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）的要求进行分析。

③评价标准：执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的Ⅲ级标准。

④监测结果及评价：地表水检测分析结果详见表 3-13，经分析可知：都斯图河 2 号断面的各监测指标单因子指数均小于 1，说明地表水水质较好；1 号断面除 pH 值和 COD 外，其他监测指标单因子指数均小于 1，1 号断面 COD 超标与周边村镇居民生活污水的排放有关，pH 值超标因区域蒸发量大，土壤盐碱化使得地表水呈现碱性。

表 3-13 地表水水质检测分析及评价结果一览表

分析项目		1 号断面			2 号断面			标准值
pH 值	监测值	9.7	9.7	9.7	8.8	8.8	8.8	6~9
	占标率	1.35	1.35	1.35	9	9	9	/
	超标率	0	0	0	0	0	0	/
	最大超标指数	0	0	0	0	0	0	/
化学需氧量 (COD)	监测值	34	34	33	19	18	18	≤20
	占标率	1.7	1.7	1.65	0.95	0.9	0.9	/
	超标率	0	0	0	0	0	0	/
	最大超标指数	0	0	0	0	0	0	/
硫化物	监测值	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	≤0.2
	占标率	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	/
	超标率	0	0	0	0	0	0	/
	最大超标指数	0	0	0	0	0	0	/
氨氮	监测值	0.316	0.326	0.321	0.142	0.153	0.147	≤1.0
	占标率	0.316	0.326	0.321	0.142	0.153	0.147	/
	超标率	0	0	0	0	0	0	/
	最大超标指数	0	0	0	0	0	0	/
石油类	监测值	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	≤0.05
	占标率	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	/
	超标率	0	0	0	0	0	0	/
	最大超标指数	0	0	0	0	0	0	/
数据来源: 《苏里格气田苏 75 区块 8×10 ⁸ m ³ /a 天然气开发项目环境影响报告书》(2015 年 4 月)。								

(2) 土壤污染现状分析

①样点布设: 为了查明土壤环境背景, 通过收集分析区域资料, 共收集到 13 处土壤采样点监测数据, 数据引自内蒙古绿洁环保有限公司编制的《苏里格气田苏 53 区块 10×10⁸m³/a 产能开发建设项目环境影响报告书》(2015 年 7 月) 和《苏里格气田苏 11 区块 10×10⁸m³/a 产能开发建设项目环境影响报告书》(2015 年 7 月)。

苏里格气田西二区土壤采样点位置及采样要求详见表 3-14。

表 3-14 土壤采样点位置及采样要求一览表

编号	位置		采样时间	采样要求	
1	苏 11-1 集气站	上游 500m	2014.10	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
2		下游 500m	2014.10	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
3	未扰动区		2014.10	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
4	钻井	上游 500m	2014.10	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
5		下游 500m	2014.10	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
6	泥浆池	上游 500m	2014.10	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
7		下游 500m	2014.10	一般样	表层土 0~20cm
8	苏 53-1 集气站	南侧 500m	2014.11	一般样	表层土 0~20cm
9	苏 53-2 集气站	北侧 15.0km	2014.11	一般样	表层土 0~20cm
10		南侧 500m	2014.11	柱状样	0-20cm、20-60cm、60-100cm
11	苏 53-3 集气站	西北侧 8.0km	2014.11	一般样	表层土 0~20cm
12		东北侧 15.0km	2014.11	一般样	表层土 0~20cm
13		南侧 500m	2014.11	一般样	表层土 0~20cm
数据来源: 1、《苏里格气田苏 53 区块 10×108m ³ /a 产能开发建设项目环境影响报告书》(2015 年 7 月); 2、《苏里格气田苏 11 区块 10×108m ³ /a 产能开发建设项目环境影响报告书》(2015 年 7 月)。					

②采样方法: 采用“棋盘式”采样法在每个采样点取 3 到 5 个样混合后, 作为该样区的代表性土样, 每个混合土样取 1.0kg 左右, 样品采集分为一般样(表层 0~20cm)和柱状样(表层 0~20cm、中层 20~60cm、深层 60~100cm); 采样时要特别注意避开人工挖掘的地段, 采集现有土层的土样进行监测。

③监测项目: 以《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)为依据, 结合本项目可能造成土壤污染的特征因子, 选取如下监测因子: pH 值、镉、铬、铅、锌、铜、汞、砷、镍、阳离子交换量共计 10 项, 根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)的要求进行分析。

④评价标准: 执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)的标准。

⑤监测结果及评价: 土样检测分析结果详见表 3-15, 该区域内土壤主要特征为土层薄、肥力不高、保水能力差、复沙面积大、土体坚硬、钙积层厚, 地表可见砾石, 沙化程度高。经分析可知: 矿区内土壤 pH 值范围在 7.76~8.89 之间, 属弱碱性土壤, 各监测点的重金属检测指标均没有超标现象, 表明评估区土壤未被污染。

综上所述, 根据《编制规范》附录 E 表 E.1, 确定现状条件下气田开发对水土环境污染影响程度“较轻”。矿区水土环境污染影响现状评估见图 3-10。

表 3-15 土壤检测分析及评价结果一览表

编号	采样点位	pH 值	镉 (mg/kg)	铬 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	阳离子 交换量 (cmol/kg)	
1	苏 11-1 集气 站上游 500m	0-20cm	8.61	0.32	90	38.01	32.2	10	0.024	2.6	22	1.05
		20-60cm	8.95	0.2	109	42.23	32.9	8	0.018	7.6	32	1.42
		60-100cm	8.89	0.26	103	38.5	38.5	7	0.027	4.9	19	0.29
2	苏 11-1 集气 站下游 500m	0-20cm	8.62	0.21	109	37.43	31.4	12	0.018	4.41	19	1.16
		20-60cm	8.89	0.18	107	42.56	32.7	8	0.018	5.67	31	1.34
		60-100cm	8.78	0.19	108	32.45	37.9	8	0.021	4.78	24	0.85
3	未扰动区	0-20cm	8.23	0.22	112	58.94	27.1	12	0.024	11.54	27	1.94
		20-60cm	7.84	0.16	101	30.13	24.7	9	0.019	3.79	22	1.87
		60-100cm	8.24	0.27	102	40.13	21.4	7	0.017	7.14	19	1.81
4	钻井上游 500m	0-20cm	8.04	0.24	110	48.5	22.6	1L	0.018	8.13	21	1.97
		20-60cm	7.76	0.18	113	29.15	21.8	9	0.018	5.76	18	1.79
		60-100cm	8.16	0.24	107	38.77	19.9	8	0.017	8.89	21	1.86
5	钻井下游 500m	0-20cm	8.08	0.28	111	46.76	22.7	8	0.019	7.76	19	1.22
		20-60cm	8.29	0.25	78	34.84	35.8	10	0.027	4.26	26	1.02
		60-100cm	8.55	0.27	104	37.41	30.6	10	0.017	3.84	21	1.21
6	泥浆池上游 500m	0-20cm	8.27	0.24	106	34.86	26.1	12	0.019	8.44	19	1.19
		20-60cm	8.31	0.25	97	37.33	34.3	11	0.03	3.75	24	0.95
		60-100cm	8.57	0.28	105	40.03	33.1	9	0.017	4	23	1.18
7	泥浆池下游 500m	0-20cm	8.3	0.28	107	34.31	26.4	10	0.024	8.86	22	1.17

编号	采样点位		pH 值	镉 (mg/kg)	铬 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	阳离子 交换量 (cmol/kg)
8	苏 53-1 集气 站南 500m	0~20cm	8.34	0.19	114	35.24	22.6	8	0.22	3.68	27	1.32
9	苏 53-1 集气 站北 500m	0~20cm	8.61	0.32	109	38.01	32.2	10	0.024	2.6	22	1.05
10	苏 53-2 集气 站南 500m	0~20cm	8.62	0.21	118	37.43	31.4	12	0.018	4.41	19	1.16
		20~60cm	8.89	0.18	107	42.56	32.7	8	0.018	5.67	31	1.34
		60~100cm	8.78	0.19	108	32.45	37.9	8	0.021	4.78	24	0.85
11	苏 53-3 集气 站西北 8.0km	0~20cm	7.84	0.16	113	30.13	24.7	9	0.019	3.79	22	1.87
12	苏 53-3 集气 站东北 15.0km	0~20cm	7.76	0.18	103	29.15	21.8	9	0.018	5.76	18	1.79
13	苏 53-3 集气 站南 500m	0~20cm	8.13	0.22	112	58.94	27.1	12	0.024	11.54	27	1.94
标准值			>7.5	0.60	250	170	300	100	3.40	25	190	/

(二) 水土环境污染预测评估

(1) 施工期水土环境影响预测评估

① 钻井废水

钻井井场按照要求设置泥浆不落地装置,分离出钻井废液与岩屑甩干产生的废液一并进入废液储存罐内,经破胶脱稳装置后,再进行固液分离后,用于配置钻井泥浆,进行循环利用,钻井废水不外排。混凝土搅拌机等冲洗废水设置临时沉砂池,经沉淀后回用到生产中去,钻井废水和冲洗废水均不外排。

② 生活污水

生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等,采用污水池进行统一收集,并做好防渗处理,废水池整体铺设高密度聚乙烯防渗膜,渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s;防渗膜下部和四周铺砌粘土材料,底部粘土材料厚度不小于 200cm,四周侧部粘土材料厚度不小于 100cm,粘土材料的渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s。生活污水定期清掏拉运至当地污水处理厂进行处理,处理后满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)的标准后用于站内绿化用水。

③ 管道试压废水

输气管线试压一般采用充气试压,仅个别单管采用充水试压,充水试压将有一定量清净下水排放,废水中主要污染物为 SS,管道试压废水由罐车统一收集,用于附近植被浇洒,不外排。

⑤ 废弃泥浆、岩屑

在钻井过程中,岩石被钻头破碎成岩屑,混入泥浆中,经泥浆循环泵带出井口,进入岩屑收集分离器,经分离器中的振动筛、除砂器、除泥器及离心机进行固液分离,分离后的岩屑及泥浆进入岩屑收集装置暂储,然后经螺旋输送机输送至运输设备进行集中处置。在对钻井泥浆、岩屑进行集中处置前,按照《危险废物鉴别标准·浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)进行鉴定(若属于一般固体废物,应有集中处置单位进行综合利用;若属于危险废物,应交由有危险废物处置资质的单位进行处置),按确定的固体废物类别,执行相应的标准进行综合利用处理。

⑤ 生活垃圾

一般钻井队 50 人左右,施工期取 40 天,按每人每天产生 0.5kg 生活垃圾计算,单井钻井期生活垃圾的产生量为 1.0t。生活垃圾可分为两类,一是可降解的

果皮、菜根、废纸、烟盒、剩饭菜等，二是不可降解的塑料制品、废金属、废电池等，这些垃圾在钻井井场进行分类堆放，定期由公司专车运往当地环卫部门指定地点进行合理处置。

（2）运行期水土环境影响

①生产废水

运行期生产废水主要有集气站设备清洗水、采暖锅炉排污水和气田水，集气站产生的设备清洗废水主要污染物为 COD、SS、石油类等，排放至站内设置的地理式污水罐内暂存，定期拉至苏里格第三天然气处理厂污水站集中处理；燃气供暖锅炉主要为站区内生活人员冬季供暖使用，定期会产生少量排污水，该部分废水属清净下水，主要用于站区内洒水抑尘，不外排；气田水主要为气液分离产生的生产废水，主要污染物为 COD、SS、石油类等，排放至站内设置的地理式污水罐内暂存，定期拉运至苏里格第三天然气处理厂污水站集中处理。

②生活污水

各集气站产生的生活污水经生活污水罐暂存后，由辽宁天意实业股份有限公司拉运至当地生活污水处理厂进行统一处理。

③清管废渣

集气站内的清管区在清管作业时，将清出管道内的杂质，清管废渣的主要成分为机械杂质、粉尘和氧化铁等，同时含有一定的凝析油，属于《国家危险废物名录》HW08 废矿物油，经压缩机原料库中设置的 PE 收集桶暂存后定期送第三天然气处理厂焚烧炉焚烧处理。

④废润滑油

压缩机运行过程中将会产生的废润滑油，根据《国家危险废物名录》，废润滑油属于危险废物（HW08，废矿物油），经压缩机原料库中设置的 PE 收集桶暂存后定期送第三天然气处理厂焚烧炉焚烧处理。

⑤生活垃圾

各集气站内产生的生活垃圾经垃圾池收集后，定期送往当地环卫部门指定地点进行合理处置。

综上所述，根据《编制规范》附录 E 表 E.1，预测未来钻井勘探、气田开发对水土环境污染影响“较轻”。矿区水土环境污染影响预测评估见图 3-11。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图32 矿山地质灾害危险性现状评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-3 矿山地质灾害危险性预测评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-6 含水层破坏现状评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-7 含水层破坏预测评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-8 地形地貌景观破坏现状评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-9 地形地貌景观破坏预测评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-10 水土环境污染现状评估图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-11 水土环境污染预测评估图

3.3 矿山土地损毁预测与评估

3.3.1 土地损毁环节与时序

1、生产工艺分析

开采勘探开发项目是一项从地下到地面，包括多种学科的复杂工艺系统流程，主要生产工艺过程有地质调查、地质勘探、钻井、井下作业、抽气、完井、污水处理以及供排水、供电、道路建设等。项目生产工艺流程见图 3-12。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-12 天然气开采生产工艺流程图

对于苏里格气田西二区天然气的开采，具体采取的生产工艺详述如下：

(1) 钻井/固井工艺流程

根据开发方案，苏里格气田西二区开发层系为盒₈、山₁，为典型的岩性气藏，由于两套含气层系层间距小，单层储量丰度低，适合于采用一套层系开采。钻井资料表明，气藏不存在统一的气水界面，区块内出水井点多，分布零散，因此苏里格气田西二区有利区盒₈、山₁气藏驱动类型为定容弹性驱动，采用自然能量衰竭方式进行开采。

苏里格气田西二区开发井多选择为直井，无法采用直井方式的则采用水平井，采用分段钻探方式钻井。直井采用二开井身结构，水平井采用三开井身结构，预置管柱完井，钻井液体系采用比较成熟的低固相低伤害钾铵基聚合物体系，针对太复杂储层采用抑制性更强的钾铵基悬浮乳液钻井完井液体系，固井采用一次注双凝水泥浆全井封固方案。注水泥固井时，按设计要求使水泥浆在管外环形空间上返到规定的高度，确保安全封闭此深度内的潜水层和承压水层。

钻井/固井工艺流程见图 3-13。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-13 钻井/固井工艺流程图

(2) 站场、井场施工工艺

站场、井场按照相关标准要求确定选址后开始施工工程，施工过程主要包括地表植被清理、挖土机械开挖、自卸汽车运输开挖土料到指定的临时堆土区、基础回填、电动打夯机分层夯实结合人工夯实、推土机大面积碾压或重锤夯实等。

站场、井场施工工艺流程见图 3-14。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-14 站场、井场施工工艺流程图

(3) 管线施工工艺

本项目管线分为采气管线和集气支线两类，采气管线采用串接的管网形式将相邻的几口气井串接到采气干管，集气支线则用于连接各集气站。管线采用埋地敷设的方式，工程采用分段施工，边开挖、边铺管道、边回填的施工方法，施工时以机械施工为主，人工施工为辅，开挖土方按照“表土在下、依次堆放”的原则临时堆放在管线一侧，以利管沟回填，堆放土方要采取临时防护措施；管道安装完毕后，进行土方回填，回填完毕之后以人工平土的方式对敷设管线所损毁的土地进行平整，并采取相应措施恢复原地貌。

管线工程的施工具有流动性强、施工作业面大的特点，施工过程主要包括场地清理、平整施工带（修建施工便道）、开挖管沟、焊接管道、试压、防腐、下沟、清管、管沟回填等。

管道施工工艺流程见图 3-15。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-15 管道施工工艺流程图

管道全线采用沟埋方式，管顶埋深为 1.5m，沟底宽度约 1.2m~1.6m，地表开挖宽度为 2.0m~3.0m。管道转角尽量采用弹性敷设，弹性敷设难以实现时，可采用冷弯弯管，尽量避免热煨弯头。当管道与其它地下管道交叉时，其垂直净

距宜大于 0.3m；当管道与电力、通信电缆交叉时，其垂直净距不应小于 0.5m，且原则上从其下方穿过；当管道穿越高速路、国道、省道和采区的主要道路时，采用套管保护顶管法进行施工，套管顶距路面不小于 1.5m，顶管施工不开挖路面和周围设施，保护生态，被敷设管道的上部土层未经扰动，管道的管节端不易产生变形。

一般管道敷设作业带横断面布置见图 3-16，管道穿越已建地下管道施工示意图见图 3-17，顶管穿越道路纵断面示意图见图 3-18。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-16 管道敷设作业带横断面布置图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-17 管道穿越已建地下管道施工示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-18 顶管穿越道路纵断面示意图

(4) 道路施工工艺

本项目道路分为进场道路和进站道路，尽量利用现有路网进行道路规划，进站道路采用沥青碎石路面，路基宽 6.5m，路面宽 4.5m，两侧路肩宽各 1.0m；进场道路采用素土路面，路基宽 3.5m，路面宽 3.0m。路面工程路面材料全部采用集中站拌、机械化施工方案，为保证路面各结构层具有足够的强度和稳定性，水泥稳定碎石基层采用专用拌和设备站拌，摊铺机摊铺；路基路面排水在填方路段的就近排入附近的草地、沙漠，在挖方路段利用边沟、排水沟，汇集到低洼处排除。在主体工程基本完成后，即可展开沿线设施与环境保护工程的施工，沿线设施包括交通标志、安全、管理设施等，环境保护工程为路基两侧护坡种草及临时施工场地植被恢复等工程。

2、土地损毁环节与复垦时序分析

根据上述生产工艺流程分析，并结合现场踏勘情况，苏里格气田西二区开发对土地造成的损毁环节主要有建设施工期和生产运营期两大环节，对土地造成挖损、压占损毁。

土地损毁环节与复垦时序详见图 3-19，各损毁环节的工艺流程与复垦方式分析见表 3-16。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 3-19 土地损毁环节与复垦时序图

表 3-16 各损毁环节的工艺流程与复垦方式分析一览表

项目类型		损毁流程	损毁方式	复垦时序
站场	集气站	施工时进行基础开挖、土地平整、碾压夯实,用打夯机分层夯实,建设站内设施、生活住房等,施工结束后对临时用地立即进行复垦	基础开挖对土地造成挖损损毁,建设站房、生活住房对土地造成压占损毁	永久性建设用地留续继续使用,施工临时用地及时复垦
井场	单井	施工时进行土地平整、碾压夯实;打钻井及设备安装由专业施工队伍进行,施工结束后立即将表土回填进行复垦	表土剥离对土地造成挖损损毁,建设井架、井座对土地造成压占损毁	待闭井后,拆除井场基座,对占用的永久用地开展复垦,施工临时用地及时复垦
	丛式井			
管线	采气管线	采用地下埋设方式,采用分段施工,边开挖、边铺管道、边回填的施工方法,按照“表土在下、依次堆放”的原则临时堆存表土,施工结束后按照“先填生土、再覆表土”的原则立即回填,并进行复垦	开挖地表对土地造成挖损损毁,管线临时搁置、表土临时堆存对土地造成压占损毁,管线泄漏对土地造成污染损毁	管线敷设完成后立即开展复垦(对损毁的林地先通过撒播草籽进行临时复绿;待闭井后,再通过种植乔灌木复垦为原地类)
	集气支线			
道路	进站道路	为方便采气作业,修建配套道路工程,施工前进行表土剥离,进站道路路面宽 4.5m,进场道路路面宽 3.0m	表土剥离对土地造成挖损损毁,车辆、机器碾压对土地造成压占损毁	进站道路永久性建设用地留续继续使用,施工临时用地及时复垦;待闭井后,对进场道路占用的永久用地进行复垦
	进场道路			

(1) 土地损毁方式分析

①站场建设

主要为集气站,为支持天然气开采而建设的配套建筑,包括生产区和辅助生产区。在施工前需要对原地表进行清理和表土剥离,对土地造成挖损损毁;然后对场地进行平整夯实,最后建设集气站房、生活住房等,造成土地被压占。根据资料统计分析,苏里格气田西二区采矿证范围内已建 4 座集气站(苏 11-3、苏 53-1、苏 53-2、苏 53-3),对站场临时用地均已进行了复垦。

②井场建设

包括单井和丛式井,在施工前需要对井场所占用的土地进行表土剥离,剥离的表土临时堆放一侧,对土地造成挖损损毁;待施工结束,基础回填平整后,进行井架、井座等设备安装,造成土地被压占。根据资料统计分析,苏里格气田西二区采矿证范围内已建 413 座井场,包括 364 座单井井场和 49 座丛式井井场(包含 1 座 13 井工业化大平台),共计 499 口井(389 口直井、110 口水平井),对井

场临时用地均已进行了复垦。

③管线建设

包括采气管线和集气支线，采用地下埋设方式，埋设深度为管顶 1.50m，在穿越其他管道、光（电）缆、道路等局部特殊地段时，根据规划设计采取相应措施。在管线敷设过程中，对周围土地的土壤结构造成临时扰动，对土地损毁主要形式为挖损，管线临时搁置对土地造成压占损毁，管线铺设完后立即覆土回填进行复垦。根据资料统计分析，苏里格气田西二区采矿证范围内已敷设采气管线 636.192km、集气支线 242.229km，对管线临时用地已进行了复垦。

④道路建设

包括进站道路和进场道路，进站道路主要连接集气站和处理厂，采用沥青碎石路面，路基宽 6.5m，路面宽 4.5m；进场道路则是为了方便进出井场而修建，采用粘性素土路面，路基宽 3.5m，路面宽 3.0m。道路建设主要工程是路面土方开挖、机械压实，造成的土地损毁方式主要为挖损、压占；在道路修建过程中，为方便施工作业，道路两侧各外扩 2m 的宽度为临时用地，在道路成型后立即采取措施进行复垦。根据资料统计分析，苏里格气田西二区采矿证范围内已建进站道路 26.362km，进场道路 481.347km，对道路临时用地已进行了复垦。

（2）拟损毁计划及复垦时序

根据开发方案，在本方案服务期内，苏里格气田西二区采矿证范围内建设工程拟新建 2 座站场（苏 11-5 集气站、苏 53-4 集气站）、635 座井场（包括 393 座单井井场和 242 座丛式井井场）、进站道路 0.658km、进场道路 433.808km，拟敷设采气管线 507.435km、集气支线 234.502km。

站场、井场的使用服务至气田闭井结束，道路随站场、井场的修建而修建；因集气站后续开发的需求，进站道路为当地群众方便将留续使用，管道则在铺设完毕后就及时开展复垦。对不同用地项目的复垦时序详述如下：

①站场：站场用地涉及临时用地和永久用地，站场永久用地作为永久性建设用地在本方案结束后留续继续使用，临时用地在施工结束后进行复垦，复垦与周边土地条件保持一致。

②井场：井场用地涉及临时用地和永久用地，井场永久用地在闭井后进行复垦，临时用地在建井完成后及时复垦，复垦与周边土地条件保持一致。

③道路：道路包括进站道路和进场道路，用地涉及临时用地和永久用地，进站道路永久用地作为永久性建设用地，为当地群众留续继续使用，进场道路永久用地在井场闭井后进行复垦，进站道路、进场道路的临时用地在道路施工完成后及时复垦，复垦与周边土地条件保持一致。

④管线：管线只涉及临时用地，采取“分层剥离、分层堆放、分层回填”的预防措施，管线破坏土地的程度相对较小，在敷设完成后立即开展复垦，主要通过撒播草籽进行临时复绿；待闭井后，再通过种植乔、灌木复垦为原地类。

土地损毁时序见表 3-17，建设计划安排详见表 3-18。

表 3-17 土地损毁时序表

用地项目	2014-2018	2019-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038	2039-2044.4	2045.5-2050.4	损毁形式
站场								压占
井场								压占
管线								挖损
道路								压占

表 3-18 建设计划安排表

建设时段		站场 (座)		井场 (座)		管线 (km)		道路 (km)		备注
		集气站	单井	丛式井	采气管线	集气支线	进站道路	进场道路		
建产期	2014-2018	4	364	49	636.192	242.229	26.362	481.347	已建井	
稳产期	第一阶段	2019	0	30	21	16.907	12.700	0	13.954	拟建井
		2020	0	30	22	41.459	0	0	32.092	
		2021	0	31	21	24.406	18.803	0	19.333	
		2022	0	31	21	42.702	12.860	0	15.793	
		2023	0	31	21	48.226	7.804	0	55.237	
	第二阶段	2024-2028	1	128	82	173.523	95.210	0.520	158.218	
第三阶段	2029-2033	1	112	54	160.212	87.125	0.138	139.181		
递减期	第四阶段	2034-2038	4	364	49	636.192	242.229	26.362	481.347	闭井
	第五阶段	2039-2044.4	1	281	188	347.223	147.377	0.520	294.627	
管护期	第六阶段	2045.5-2050.4	1	112	54	160.212	87.125	0.138	139.181	

3.3.2 已损毁各类土地现状

1、已损毁土地情况

经统计，截止到 2018 年底苏里格气田西二区采矿证范围内已建设 7 座站场（其中苏 11-1、11-2、11-4 集气站位于采矿证范围外，不计算其占地面积）、413 座井场（364 座单井井场、49 座丛式井井场（含 1 座 13 井工业化大平台）），进站道路 26.362km、进场道路 481.347km，已敷设采气管线 636.192km、集气支线 242.229km。

（1）已建站场

根据现场调查和资料统计，苏里格气田西二区采矿证范围内已建 4 座集气站，分别为苏 11-3 集气站、53-1 集气交接站、53-2 集气站、53-3 集气交接站，均采用标准化建设。在集气站建设过程中，会对周围土地造成一定扰动，需征用一定数量的临时用地；经计算，共计用地面积 22.21 hm²，包括永久用地 10.07 hm²和临时用地 12.14 hm²。站场永久用地在本方案服务到期后继续留续使用，临时用地在施工结束后进行及时复垦；损毁方式主要为压占损毁。

站场已损毁土地类型及面积情况见表 3-19。

表 3-19 站场已损毁土地面积统计表

用地项目	用地类型	04 草地	10 交通运输用地	12 其他土地	小计	备注
		041	107	126		
		天然牧草地	管道运输用地	沙地		
已建站场	永久用地	4.31	2.12	3.64	10.07	留续使用
	临时用地	5.18	2.59	4.37	12.14	及时复垦
	合计	9.49	4.71	8.01	22.21	

（2）已建井场

苏里格气田西二区采矿证范围内已建 413 座井场，包括 364 座单井井场、49 座丛式井井场（含 1 座 13 井工业化大平台），均采用标准化建设。在井场建设过程中，会对周围土地造成一定扰动，需征用一定数量的临时用地；经计算，共计用地面积 134.34 hm²，包括永久用地 54.72 hm²和临时用地 79.62 hm²。井场永久用地在本方案服务到期间闭井后进行复垦，临时用地在施工结束后进行及时复垦；损毁方式主要为压占损毁。

井场已损毁土地类型及面积情况见表 3-20。

表 3-20 井场已损毁土地面积统计表

用地项目	用地类型	03 林地		04 草地		12 其他土地		20 城镇村及 工矿用地	小计	备注
		032	033	041	043	126	127	204		
		灌木 林地	其他 林地	天然 牧草地	其他 草地	沙地	裸地	采矿用地		
已建井场	永久用地	2.32	0.96	22.84	0.55	25.74	1.25	1.06	54.72	闭井后 复垦
	临时用地	3.43	1.38	33.55	0.81	37.23	1.74	1.48	79.62	及时 复垦
	合计	5.75	2.34	56.39	1.36	62.97	2.99	2.54	134.34	

(3) 已建管线

苏里格气田西二区采矿证范围内已敷设采气管线 636.192km、集气支线 242.229km，管线开挖采用表土分层堆放的方式，在敷设过程中管沟开挖深度 1.50m，施工作业带分别为 12m、16m。经计算，共计用地面积 1151.00 hm²，全部为临时用地，在施工结束后进行及时复垦（对损毁的林地先通过撒播草籽进行临时复绿，待闭井后再通过种植乔灌木复垦为原地类）；损毁方式主要为挖损损毁。

管线已损毁土地类型及面积情况见表 3-21。

表 3-21 管线已损毁土地面积统计表

用地项目	用地类型	03 林地		04 草地			12 其他土地		20 城镇村及 工矿用地	小计	备注
		032	033	041	042	043	126	127	204		
		灌木 林地	其他 林地	天然 牧草地	人工 牧草地	其他 草地	沙地	裸地	采矿用地		
已敷 设管 线	采气 管线	30.62	7.33	298.20	2.35	40.98	378.40	3.02	2.53	763.43	全部为 临时用 地，及 及时复 垦
	集气 支线	16.52	0.45	147.11	1.23	0.17	218.65	3.39	0.05	387.57	
	合计	47.14	7.78	445.31	3.58	41.15	597.05	6.41	2.58	1151.00	

(4) 已建道路

苏里格气田西二区采矿证范围内已修建进站道路 26.362km，路基宽 6.5m，路面宽 4.5m；进场道路 481.347km，路基宽 3.5m，路面宽 3.0m。在修建道路过程中，为方便施工作业，需要设置施工便道，用地宽度为道路永久用地两侧各外扩 2m。经计算，共计用地面积 388.69 hm²，包括永久用地 185.61 hm²和临时用地 203.08 hm²。进站道路永久用地在本方案服务到期后继续留续使用，进场道路

永久用地在本方案服务到期闭井后进行复垦，临时用地在施工结束后进行及时复垦；损毁方式主要为压占损毁。

道路已损毁土地类型及面积情况见表 3-22。

表 3-22 道路已损毁土地面积统计表

用地项目	用地类型	03 林地			04 草地			12 其他土地		20 城镇村及工矿用地	小计	备注	
		031	032	033	041	042	043	126	127	204			
		有林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	人工牧草地	其他草地	沙地	裸地	采矿用地			
已建道路	进站道路	永久用地		0.80	0.13	9.02	0.10		7.19			17.14	留续使用
		临时用地		0.49	0.08	5.55	0.06		4.42			10.54	及时复垦
	进场道路	永久用地	0.13	9.14	3.74	59.42	0.40	4.45	91.21	0.12	0.26	168.47	闭井后复垦
		临时用地	0.19	10.41	4.07	78.21	1.03	4.22	94.99	0.21	0.24	192.54	及时复垦
	合计		0.32	20.84	8.02	152.20	1.59	8.67	197.81	0.33	0.50	388.69	

(5) 已损毁土地汇总

综上所述,苏里格气田西二区采矿证范围内已损毁土地面积共计 1696.24hm²,包括永久用地 250.40hm² (含留续使用的站场和进站道路 27.21hm²)、临时用地 1445.84hm²,全部位于鄂托克旗境内。其中站场永久用地 10.07hm²、临时用地 12.14hm²,井场永久用地 54.72hm²、临时用地 79.62hm²,管线临时用地 1151.00hm²,进站道路永久用地 17.14hm²、临时用地 10.54hm²,进场道路永久用地 168.47hm²、临时用地 192.54hm²。

已损毁土地利用现状统计结果见表 3-23。

表 3-23 已损毁土地利用现状汇总表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		
				永久用地	临时用地	小计
03	林地	031	有林地	0.13	0.19	0.32
		032	灌木林地	12.26	61.47	73.73
		033	其他林地	4.83	13.31	18.14
04	草地	041	天然牧草地	95.59	567.80	663.39
		042	人工牧草地	0	3.58	3.58
		043	其他草地	5.00	46.18	51.18
10	交通运输用地	107	管道运输用地	2.12	2.59	4.71
12	其他土地	126	沙地	126.78	738.06	865.84
		127	裸地	1.37	8.36	9.73
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	1.32	4.30	5.62
合计				250.40	1445.84	1696.24

2、已损毁已复垦土地情况

根据北京中农华诚土地技术咨询有限公司 2009 年编制的《长庆油田分公司内蒙古自治区石油天然气探采项目土地复垦方案》，包括 8 个采矿权和 25 个探矿权，涵盖苏里格气田西二区采矿范围，长庆油田分公司已按复垦设计工程对已建站场、井场、管线、道路征用的临时用地进行了相应复垦，共计复垦面积为 1445.84hm²。复垦土地达到复垦标准要求，但未验收，本方案将其继续纳入复垦责任范围，并进行监测和管护。

(1) 已建站场临时用地复垦

已建站场临时用地 12.14 hm²，包括天然牧草地 5.18 hm²、管道运输用地 2.59 hm²、沙地 4.37 hm²。采取的主要复垦措施有：

①表土处理措施：在施工前，对表层土壤进行简单剥离，并进行土地平整。

②植被种植措施：对草地区域通过撒播草籽骆驼蓬进行复垦绿化，将天然牧草地仍复垦为天然牧草地，撒播量为 30kg/hm²；对沙地区域通过设置沙障固沙工程，以草障为依托，种植沙蒿来固沙，将沙地复垦为其他草地，草方格规格为 1m×1m，麦草用量为 6000kg/hm²，沙蒿种植株行距为 0.3m×0.4m，草方格沙障由主带和副带纵横交织而成。

集气站已复垦现状情况见照片 3-2。



照片 3-2 集气站已复垦现状情况

(2) 已建井场临时用地复垦

已建井场临时用地 79.62hm²，包括灌木林地 3.43hm²、其他林地 1.38hm²、天然牧草地 33.55hm²、其他草地 0.81hm²、沙地 37.23hm²、裸地 1.74hm²、采矿用地 1.48hm²。采取的主要复垦措施有：

①表土处理措施：在施工前，对表层土壤进行简单剥离，并进行土地平整。

②植被种植措施：对草地区和沙地区的复垦措施同站场用地，将天然牧草地仍复垦为天然牧草地，将其他草地和沙地均复垦为其他草地；对林地区域通过种植沙柳进行复垦绿化，将灌木林地和其他林地均复垦为灌木林地，种植株行距为 2.0m×2.0m，采用扦插方式种植，先挖 1m 深的穴坑，再将沙柳苗完全放入坑中，在秋季中期种植，冬天采取一定防冻措施，待到春天即可露出小苗。

井场已复垦现状情况见照片 3-3。



照片 3-3 井场已复垦现状情况

(3) 已敷设管线临时用地复垦

已敷设管线临时用地 1151.00hm²,包括灌木林地 47.14hm²、其他林地 7.78hm²、天然牧草地 445.31hm²、人工牧草地 3.58hm²、其他草地 41.15hm²、沙地 597.05hm²、裸地 6.41hm²、采矿用地 2.58hm²。采取的主要复垦措施有:

①表土处理措施:管线在施工前,进行开挖土层(开挖深度 1.50m),并分层堆放于管线一侧靠近边缘的地方,采取临时覆盖措施,在建设完成后进行表土分层回填。

②植被种植措施:同站场、井场用地的复垦措施,其中对损毁的林地先通过撒播草籽进行临时复绿,待闭井后再通过种植乔灌木复垦为原地类。

管线已复垦现状情况见照片 3-4。



照片 3-4 管线已复垦现状情况

(4) 已建道路临时用地复垦

已建道路临时用地 203.08hm^2 (进站道路 10.54hm^2 、进场道路 192.54hm^2)，包括有林地 0.19hm^2 、灌木林地 10.90hm^2 、其他林地 4.15hm^2 、天然牧草地 83.76hm^2 、其他草地 4.22hm^2 、沙地 99.41hm^2 、裸地 0.21hm^2 、采矿用地 0.24hm^2 。

采取的主要复垦措施同站场、井场、管线用地的复垦措施。

道路已复垦现状情况见照片 3-5。



照片 3-5 道路已复垦现状情况

(5) 已损毁已复垦土地汇总

综上所述，苏里格气田西二区采矿证范围内已损毁已复垦土地面积共计 1445.84hm²，全部为临时用地，其中站场用地 12.14hm²、井场用地 79.62hm²、管线用地 1151.00hm²、道路用地 203.08hm²。经现场调查，已损毁已复垦区域植被恢复每亩投资约 0.4 万元，区域内植被长势良好，但尚未进行土地复垦验收，仍需要进一步监测与管护。

已损毁已复垦土地利用现状统计结果见表 3-24。

表 3-24 已损毁已复垦土地利用现状汇总表

一级地类		二级地类		临时用地面积 (hm ²)				
				站场	井场	管线	道路	小计
03	林地	031	有林地				0.19	0.19
		032	灌木林地		3.43	47.14	10.90	61.47
		033	其他林地		1.38	7.78	4.15	13.31
04	草地	041	天然牧草地	5.18	33.55	445.31	83.76	567.80
		042	人工牧草地			3.58		3.58
		043	其他草地		0.81	41.15	4.22	46.18
10	交通运输用地	107	管道运输用地	2.59				2.59
12	其他土地	126	沙地	4.37	37.23	597.05	99.41	738.06
		127	裸地		1.74	6.41	0.21	8.36
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地		1.48	2.58	0.24	4.30
合计				12.14	79.62	1151.00	203.08	1445.84

3.3.3 拟损毁土地预测与评估

1、预测方法

结合油气田项目站场、井场、管线、道路等用地点多、各个用地单元具有相似性的特点，拟损毁土地采用基本单元的形式进行预测，预测公式为：

$$Z_i = A_i \times N_i$$

式中： Z_i —服务期内 i 基本单元损毁土地的总面积 (hm^2)；

A_i —单元 i 基本单元的面积 (hm^2)；

N_i —服务期内 i 基本单元的总数。

2、预测依据

(1) 在参考《石油天然气工程项目建设用地指标》(2017)的基础上，结合苏里格气田西二区实际建设用地经验，确定站场永久用地、井场永久用地、道路永久用地的占地标准。

(2) 根据《钻前工程及井场布置技术要求》(SY/T 5466-2013)和《丛式井平台布置》(SY/T 5505-2006)，结合苏里格气田西二区实际建设用地经验，确定站场临时用地、井场临时用地、管线临时用地、道路临时用地的占地标准。

(3) 依据《内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目开发利用方案》，在本方案服务年限内规划部署站场、井场、管线、道路的数量或长度，通过单位乘数量的方法测算矿区拟损毁土地面积。

(4) 根据鄂托克旗、乌审旗国土资源局提供的土地利用现状变更数据，与拟建站场、井场、管线、道路等地面工程的占地面积进行叠合，来确定损毁地类和面积。

3、拟损毁土地预算

根据开发方案，在本方案服务期内，苏里格气田西二区采矿证范围内拟新建 2 座站场、635 座井场(393 座单井井场、242 座丛式井井场)，进站道路 0.138km、进场道路 433.808km，拟敷设采气管线 507.435km、集气支线 234.502km，**拟建工程全部位于鄂托克旗境内。**

(1) 拟建站场

本项目拟建 2 座站场，分别为苏 11-5 集气站和苏 53-4 集气站，均采用标准化建设。经计算，站场建设共计用地面积 12.20hm^2 ，包括永久用地 5.53hm^2 和临

时用地 6.67hm²)。站场永久用地在本方案服务到期后继续留续使用，临时用地在施工结束后进行及时复垦；损毁方式主要为压占损毁。

站场拟损毁土地类型及面积见表 3-25。

表 3-25 站场拟损毁土地面积统计表（全部位于鄂托克旗境内）

用地项目	用地类型	04 草地		12 其他土地	小计	备注
		041		126		
		天然牧草地	沙地			
拟建站场	永久用地	4.30	1.23		5.53	留续使用
	临时用地	5.18	1.49		6.67	及时复垦
	合计	9.48	2.72		12.20	

(2) 拟建井场

本项目拟建 635 座井场，包括 393 座单井井场、242 座丛式井井场，均采用标准化建设。经计算，井场建设共计用地面积 245.11hm²，包括永久用地 99.84hm²和临时用地 145.27hm²。井场永久用地在本方案服务到期闭井后进行复垦，临时用地在施工结束后进行及时复垦；损毁方式主要为压占损毁。

井场拟损毁土地类型及面积见表 3-26。

表 3-26 井场拟损毁土地面积统计表（全部位于鄂托克旗境内）

用地项目	用地类型	03 林地		04 草地		12 其他土地	小计	备注
		032	033	041	043	126		
		灌木林地	其他林地	天然牧草地	其他草地	沙地		
拟建井场	永久用地	9.19	0.52	54.89	1.62	33.62	99.84	闭井后复垦
	临时用地	11.43	0.62	79.43	2.18	51.65	145.27	及时复垦
	合计	20.62	1.14	134.32	3.80	85.23	245.11	

(3) 拟建管线

本项目拟敷设采气管线 507.435km、集气支线 234.502km，管沟开挖深度 1.50m，施工作业带宽度分别为 12m、16m。经计算，管线建设共计用地面积 984.12hm²，全部为临时用地，在施工结束后进行及时复垦（对损毁的林地先通过撒播草籽进行临时复绿，待闭井后再通过种植乔灌木复垦为原地类）；损毁方式主要为挖损损毁。

管线拟损毁土地类型及面积见表 3-27。

表 3-27 管线拟损毁土地面积统计表（全部位于鄂托克旗境内）

用地项目	用地类型	03 林地		04 草地			10 交通运输用地	12 其他土地		小计	备注
		032	033	041	042	043	104	126	127		
		灌木林地	其他林地	天然牧草地	人工牧草地	其他草地	农村道路	沙地	裸地		
拟敷设管线	永久用地	63.56	4.21	279.97	3.76	37.46	1.06	213.64	5.26	608.92	闭井后复垦
	临时用地	55.98	17.89	166.92	6.68	28.77	0	95.67	3.29	375.20	及时复垦
	合计	119.54	22.10	446.89	10.44	66.23	1.06	309.31	8.55	984.12	

(4) 拟建道路

本项目拟修建进站道路 0.658km，路基宽 6.5m，路面宽 4.5m；进场道路 433.808km，路基宽 3.5m，路面宽 3.0m。经计算，道路建设共计用地面积 326.04hm²，包括永久用地 152.26hm² 和临时用地 173.78hm²。进站道路永久用地在本方案服务到期后继续留续使用，进场道路永久用地在本方案服务到期闭井后进行复垦，临时用地在施工结束后进行及时复垦；损毁方式主要为压占损毁。

道路拟损毁土地类型及面积见表 3-28。

表 3-28 道路拟损毁土地面积统计表（全部位于鄂托克旗境内）

用地项目	用地类型	03 林地			04 草地		12 其他土地		小计	备注	
		031	032	033	041	043	126	127			
		有林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	其他草地	沙地	裸地			
拟建道路	进站道路	永久用地				0.38		0.05	0.43	留续使用	
		临时用地				0.23		0.03	0.26	及时复垦	
	进场道路	永久用地	3.99	18.18	0.23	71.06	1.14	55.18	2.05	151.83	闭井后复垦
		临时用地	4.15	21.09	0.46	82.65	1.25	61.33	2.59	173.52	及时复垦
	合计	8.14	39.27	0.69	154.32	2.39	116.59	4.64	326.04		

(5) 拟损毁土地汇总

综上所述，苏里格气田西二区采矿证范围内拟损毁土地面积共计 1567.47hm²，包括永久用地 257.63hm²（含留续使用的站场和进站道路 5.96hm²）和临时用地 1309.84hm²，全部位于鄂托克旗境内。其中站场永久用地 5.53hm²、临时用地 6.67hm²，井场永久用地 99.84hm²、临时用地 145.27hm²，管线临时用地 984.12hm²，

进站道路永久用地 0.43hm²、临时用地 0.26hm²，进场道路永久用地 151.83hm²、临时用地 173.52hm²。

拟损毁土地利用现状统计结果见表 3-29。

表 3-29 拟损毁土地利用现状汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）		
				永久用地	临时用地	小计
03	林地	031	有林地	3.99	4.15	8.17
		032	灌木林地	27.37	152.06	179.43
		033	其他林地	0.75	23.18	23.93
04	草地	041	天然牧草地	130.63	614.38	745.01
		042	人工牧草地	0	10.44	10.44
		043	其他草地	2.76	69.66	72.42
10	交通运输用地	104	农村道路	0	1.06	1.06
12	其他土地	126	沙地	90.08	423.77	513.85
		127	裸地	2.05	11.14	13.19
合计				257.63	1309.84	1567.47

3.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

3.4.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

（1）区内相似、区际相异的原则

根据评估区矿山地质环境问题的分布特征及矿山地质环境影响评估结果综合划分不同级别的防治区，同级防治区内的矿山地质环境问题的严重程度应相似。

（2）重点突出的原则

在进行矿山地质环境保护与恢复治理分区时，应突出防治的重点区域和重点矿山地质环境问题，重点区域优先治理。

（3）因地制宜的原则

针对不同的矿山地质环境问题类型、特征及其危害程度和该区域具体的自然条件，提出相对应的防治措施，因地制宜，用最小的投入获得最大的治理效果。

2、分区方法

根据矿山地质环境影响评估结果（现状分析、预测评估）以及矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性，依据《编制规范》附录 F 表 F.1（表 3-30），按照“就大不就小、就高不就低”的原则进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

表 3-30 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

注：现状评估与预测评估不一致的，采取“就上不就下”的原则进行分区。

3、分区评述

依据上述分区原则与方法，将苏里格气田西二区地质环境保护与恢复治理划分为重点防治区（I）和一般防治区（III），再按照威胁对象及矿山地质环境问题的差异，进一步将重点防治区划分为 2 个亚区（I₁、I₂），具体分述如下：

（1）重点防治区（I）

共划分 2 个重点防治亚区，总面积 3686.92hm²，占评估面积的 2.97%。

① 重点防治亚区 I₁

主要为评估区内已建及拟建站场、井场、管线、道路等地面工程的永久用地及临时用地范围，总面积 3263.71hm²，占用地类主要为灌木林地、天然牧草地、沙地，对土地资源造成挖损和压占破坏，并对原有地形地貌造成较大影响。主要通过采取场地清理、土地平整、土壤培肥、植被恢复等方式进行治理，并对含水层破坏、土壤污染、地形地貌影响情况进行监测。

② 重点防治亚区 I₂

主要为评估区内拟建站场、井场、管线、道路等地面工程的建设直接影响区，总面积 423.21hm²，占用地类主要为天然牧草地、沙地，可能诱发和遭受风蚀沙埋地质隐患。主要通过设置沙障固沙工程、乔木绿化林带、乔木防护林带，来预防风蚀侵害。

（2）一般防治区（III）

为评估区内重点防治区以外的其他区域，总面积 120500.38hm²，占评估区面积 97.03%，在矿山开采期内未受矿山活动的影响，基本没有矿山地质环境问题，不须进行工程治理。

综上所述，苏里格气田西二区矿山地质环境保护与恢复治理分区与防治措施简要说明详见表 3-31。

表 3-31 矿山地质环境保护与恢复治理分区结果表

治理分区		分布范围	面积 (hm ²)	主要地质环境问题特征及危害	防治措施
重点防治区 (I)	I ₁	已建及拟建站场、井场、管线、道路等的永久用地和临时用地范围	3263.71	对土地资源造成挖损和压占破坏,影响原有地形地貌景观	拆除基座、清理场地,平整、翻耕土地,土壤培肥、植被恢复;加强地质环境监测
	I ₂	拟建站场、井场、管线、道路等的建设直接影响区	423.21	可能诱发和遭受风蚀沙埋	设置沙障固沙工程、乔木绿化林带、乔木防护林带,预防风蚀侵害
一般防治区 (III)		除重点防治区以外的其他未受矿山活动影响的区域	120500.38	无	不需要进行工程治理

3.4.2 土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区范围

复垦区是生产建设项目已损毁和拟损毁的土地及永久性建设用地构成的区域,即:复垦区=损毁土地+永久性建设用地。

已损毁土地 1696.24hm²,包括永久用地 250.40hm²(含留续使用的站场、进站道路 27.21hm²)、临时用地 1445.84hm²(已全部复垦,但未验收);

拟损毁土地 1567.47hm²,包括永久用地 257.63hm²(含留续使用的站场、进站道路 5.96hm²)、临时用地 1309.84hm²;

因此,复垦区总面积 3263.71hm²(鄂托克旗 3230.54 hm²、乌审旗 33.17 hm²)=已损毁土地 1696.24hm²+拟损毁土地 1567.47hm²=永久用地 508.03hm²+临时用地 2755.68hm²

2、复垦责任范围

复垦责任范围是复垦区中已损毁和拟损毁的土地及不再留续使用的永久性建设用地共同构成的区域。由于矿井服务年限较长,站场、进站道路等永久性建设用地(33.17hm²)在本方案结束后还将留续使用,本次暂不纳入复垦责任范围;另外,已损毁土地中的临时用地(1445.84hm²)已全部复垦完成,但尚未经国土资源局进行验收,本次纳入复垦责任范围进行监测管护。

因此,复垦责任范围面积 3230.54hm²(全部位于鄂托克旗境内)=复垦区总面积 3263.71hm²-留续使用的永久性建设用地 33.17hm²=已复垦未验收 1445.84hm²+拟损毁待复垦 1784.70hm²(包含已损毁的井场和进场道路永久用地

223.19 hm²) =永久用地 474.86hm²+临时用地 2755.68hm²

本方案复垦区、复垦责任范围划分详见表 3-32。

表 3-32 复垦区、复垦责任范围划分一览表

复垦区范围	用地类型	用地项目	损毁类型	损毁程度	面积 (hm ²)			备注		
已损毁	永久用地 (即永久性建设用地)	站场	压占	重度损毁	10.07	27.21	1696.24	留续使用, 不纳入复垦责任范围		
		道路	进站道路	压占	重度损毁				17.14	
			进场道路	压占	重度损毁	168.47				
		井场	压占	重度损毁	54.72	223.19			不再留续使用, 待复垦, 纳入复垦责任范围	
	站场	压占	轻度损毁	12.14						
	临时用地	道路	进站道路	压占	轻度损毁	10.54		1445.84	1445.84	已复垦未验收, 纳入复垦责任范围
			进场道路	压占	轻度损毁	192.54				
		井场	压占	轻度损毁	79.62					
		管线	挖损	中度损毁	1151.00					
	拟损毁	永久用地 (即永久性建设用地)	站场	压占	重度损毁	5.53		5.96	1567.47	留续使用, 不纳入复垦责任范围
道路			进站道路	压占	重度损毁	0.43				
			进场道路	压占	重度损毁	151.83				
井场			压占	重度损毁	99.84	251.67	不再留续使用, 待复垦, 纳入复垦责任范围			
站场		压占	轻度损毁	6.67						
临时用地		道路	进站道路	压占	轻度损毁	0.26	1309.84	1309.84		待复垦, 纳入复垦责任范围
			进场道路	压占	轻度损毁	173.52				
		井场	压占	轻度损毁	145.27					
		管线	挖损	中度损毁	984.12					
复垦区范围		3263.71hm²		复垦责任范围		3230.54hm²		土地复垦率		100%

3.4.3 土地类型与权属

根据土地利用现状调查规程、《土地利用现状分类标准 (GB/T21010-2007)》, 以鄂托克旗和乌审旗国土资源局提供的 2016 年土地利用现状图为基础进行统计,

复垦区面积为 3263.71 hm²，复垦责任范围面积为 3230.54 hm²。

通过将复垦责任范围边界与内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗、乌审旗国土资源局提供的土地利用总体规划数据、永久基本农田数据进行叠加分析，并与矿方相关部门求证，本项目已建及拟建地面工程没有涉及基本农田用地，不存在征用或租用基本农田现象。

复垦区、复垦责任范围的具体土地类型与权属情况详见表 3-33 至表 3-36。

表 3-33 复垦区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
03	林地	031	有林地	8.46	303.69	0.26	9.31
		032	灌木林地	253.16		7.76	
		033	其他林地	42.07		1.29	
04	草地	041	天然牧草地	1408.40	1546.02	43.15	47.37
		042	人工牧草地	14.02		0.43	
		043	其他草地	123.60		3.79	
10	交通运输用地	104	农村道路	1.06	5.77	0.03	0.18
		107	管道运输用地	4.71		0.14	
12	其他土地	126	沙地	1379.69	1402.61	42.27	42.98
		127	裸地	22.92		0.70	
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	5.62	5.62	0.17	0.17
合计				3263.71	3263.71	100.00	100.00

表 3-34 复垦责任范围土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
03	林地	031	有林地	8.46	302.76	0.26	9.37
		032	灌木林地	252.36		7.81	
		033	其他林地	41.94		1.30	
04	草地	041	天然牧草地	1390.39	1528.01	43.04	47.30
		042	人工牧草地	14.02		0.43	
		043	其他草地	123.60		3.83	
10	交通运输用地	104	农村道路	1.06	3.65	0.03	0.11
		107	管道运输用地	2.59		0.08	
12	其他土地	126	沙地	1367.58	1390.50	42.33	43.04
		127	裸地	22.92		0.71	
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	5.62	5.62	0.17	0.17
合计				3230.54	3230.54	100.00	100.00

表 3-35 复垦区土地权属统计表

权属			03 林地			04 草地			10 交通运输用地		12 其他土地		20 城镇村及工矿用地	合计	
县(市)	乡(镇)	行政村	031 有林地	032 灌木林地	033 其他林地	041 天然牧草地	042 人工牧草地	043 其他草地	104 农村道路	107 管道运输用地	126 沙地	127 裸地	204 采矿用地		
鄂托克旗	苏米图 苏木	苏米图嘎查		32.90	1.90	17.76	0.74	1.02			17.51	1.03	0.06	72.92	
		查汗敖包嘎查	1.57	54.87	0.91	206.01	0.82	57.67	0.11	1.32	203.01		2.23	528.52	
		马什亥嘎查	1.01	23.57	18.67	152.73	0.73	2.31	0.05		146.82	2.72	0.37	348.98	
		哈达图嘎查		11.45	1.04	170.09	1.80	53.92	0.85		126.20	1.44	0.19	366.98	
	乌兰镇	查汗陶勒盖嘎查		2.67		26.25						20.55	1.04	0.30	50.81
		苏吉嘎查	2.13	20.25		222.88	1.94		0.05	1.27	481.26	2.96	0.85	733.59	
		沙日布日都嘎查		3.53	2.38	171.09	0.83	0.21			87.38		1.03	266.45	
	木凯淖尔镇	伊克乌素村	0.04	50.58	12.29	213.08	2.52					162.63	4.41	0.38	445.93
		察汗敖包村										1.64			1.64
		巴音淖尔村	3.71	52.59	4.88	174.04	4.64	3.24				84.49	9.32	0.21	337.12
		扎德盖村										0.22			0.22
		小湖村				36.46		5.23				26.09			67.78
		大克泊尔村										9.88			9.88
	乌审旗	乌审召镇	乌审召嘎查		0.75		18.01				2.12	12.01			32.89
复垦区			8.46	253.16	42.07	1408.40	14.02	123.60	1.06	4.71	1379.69	22.92	5.62	3263.71	

表 3-36 复垦责任范围土地权属统计表

权属			03 林地			04 草地			10 交通运输用地		12 其他土地		20 城镇村及工矿用地	合计
县(市)	乡(镇)	行政村	031	032	033	041	042	043	104	107	126	127	204	
			有林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	人工牧草地	其他草地	农村道路	管道运输用地	沙地	裸地	采矿用地	
鄂托克旗	苏米图苏木	苏米图嘎查		32.90	1.90	17.76	0.74	1.02			17.51	1.03	0.06	72.92
		查汗敖包嘎查	1.57	54.87	0.91	206.01	0.82	57.67	0.11	1.32	203.01		2.23	528.52
		马什亥嘎查	1.01	23.57	18.67	152.73	0.73	2.31	0.05		146.82	2.72	0.37	348.98
		哈达图嘎查		11.45	1.01	170.09	1.80	53.92	0.85		126.20	1.44	0.19	366.95
	乌兰镇	查汗陶勒盖嘎查		2.67		26.25					20.55	1.04	0.30	50.81
		苏吉嘎查	2.13	20.25		222.88	1.94		0.05	1.27	481.26	2.96	0.85	733.59
		沙日布日都嘎查		3.53	2.38	171.09	0.83	0.21			87.38		1.03	266.45
	木凯淖尔镇	伊克乌素村	0.04	50.58	12.19	213.08	2.52				162.53	4.41	0.38	445.73
		察汗敖包村									1.64			1.64
		巴音淖尔村	3.71	52.54	4.88	174.04	4.64	3.24			84.49	9.32	0.21	337.07
		扎德盖村									0.22			0.22
		小湖村				36.46		5.23			26.09			67.78
		大克泊尔村									9.88			9.88
	复垦责任范围			8.46	252.36	41.94	1390.39	14.02	123.60	1.06	2.59	1367.58	22.92	5.62

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

4.1 矿山地质环境治理可行性分析

4.1.1 技术可行性分析

(1) 地质灾害防治技术可行性分析

矿区主要地质灾害隐患为风蚀沙埋，通过查阅相关资料及现场实地调查，为加强防沙效果，在井场开采过程中，建设单位对站场、井场、管线、道路的直接影响区采取沙障固沙、绿化带防护、防护林造林等措施进行治理，该技术已得到了广泛应用，是可行的。

(2) 水资源预防监测可行性分析

水资源的修复主要体现在预防和监测上，苏里格气田西二区气藏埋深在3200~3600m，在钻井和压裂过程中会对地下水水质产生轻微影响，由于气藏埋藏较深，储层含水层一般不用于开发利用，修复难度比较大，主要采用监测的方法来观测水资源的变化，尤其是重点监测构造带附近注水井的水质指标和储层压力的变化。地表水体的监测可布设监测点，同时杜绝污水的排放，以免地表水体水质恶化；地表水和地下水水质监测参照原国家环保总局《环境监测技术规范》和《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)执行，使用水位测量仪，采用人工现场调查、取样分析、安装地下水位自动监测仪等方法进行监测。监测方法和监测体系成熟、完善，可操作性强。

(3) 地形地貌景观恢复可行性分析

地形地貌景观恢复涉及井场、站场设施的拆除、清理、搬运以及土壤的修复、翻耕，植被的恢复、补植、管护等，土地翻耕、土地平整、土壤培肥、苗木种植、草籽撒播、沙障固沙等各项工程技术比较成熟，施工操作也比较简单。

(4) 土壤污染修复可行性分析

近年来，为实现土壤环境保护的发展需求，国家出台了一系列法律法规，环境保护部在《环境保护法》中增加了土壤修复的内容，并公布了《土壤环境治理标准》、《土壤污染行动计划》(简称“土十条”)等；同时科学技术部、国家自然科学基金委员会、中国科学院等部门有计划地部署了相关的土壤修复研究项目和专题，

有力地促进和带动了全国范围的土壤污染控制与修复科学技术的研究与发展工作。土壤生物修复技术包括有植物修复、微生物修复、生物联合修复等技术，其中微生物修复技术在石油污染土壤中得到应用，本项目可采用相同的技术对苏里格气田西二区周边受污染的土壤进行修复，并采取监测措施，了解土壤污染状态。

(5) 监测技术可行性分析

地质灾害监测针对风蚀沙埋现象进行监测，采取定点观测的监测方法，含水层监测为水质、水位、水量监测，地形地貌景观采取遥感监测，水土环境污染监测为常规性监测，均可实现。

4.1.2 经济可行性分析

内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目的矿业权人为中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司，总部设在陕西省西安市，工作区域在中国第二大盆地——鄂尔多斯盆地，横跨陕、甘、宁、内蒙古、晋五省（区），主营业务是在鄂尔多斯盆地及外围盆地进行石油天然气及共生、伴生资源和非油气资源的勘查、勘探开发和生产、油气集输和储运、油气产品销售等。公司拥有资产总额 390.51 亿元，有能力和实力进行矿山地质环境恢复治理，严格控制天然气开采对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免天然气开采引发的矿山地质环境问题，建立绿色开发模式。

长庆油田分公司具有很强的社会责任感，对国家及相关部门的矿山地质环境治理政策十分了解，积极配合相关政策法规的落实，为矿山地质环境治理工作的顺利进行提供强有力的后盾保障。通过对矿区各类地质灾害进行治理，能有效减少地质灾害问题带来的生命财产损失；对地下水含水层及水土环境进行监测预防，以保证矿区居民的饮用水源安全健康；对地形地貌景观和土地资源进行复绿治理，提高土地生产力，使土地功能得到良好利用，为企业经济快速发展和周边居民生活提供了一个安全、良好的生活环境，促进经济和社会的可持续发展，获得较高的经济效益。

4.1.3 生态环境协调性分析

矿山地质环境治理主要是治理由于矿山开采造成的矿山地质环境问题，修复受损的生态环境，使水环境、土地利用状况、生态环境逐渐恢复到原有状态。苏里格气田西二区在开采过程中受地质灾害的威胁和诱发地质灾害的危险性小，所

采取的工程措施主要是修复地形地貌景观、恢复土地利用情况，对地表水、地下水、土壤污染进行监测，治理目标是恢复为原有土地利用状况、逐步恢复井场周边受污染的土壤，使之与周边土地利用相协调。

本次矿山地质环境治理选用了沙柳、沙蒿、旱柳、杨树等植被，均为本土物种，不存在外来物种入侵问题；通过加强预防和监测措施，认真落实各项水土污染物经过处理后均能做到达标排放，重视对水土资源的保护。通过地质灾害防治、含水层破坏修复、水土环境污染修复将苏里格气田西二区的矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土资源，利用生态环境的可持续发展，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的。

4.2 矿区土地复垦可行性分析

4.2.1 复垦区土地利用现状

根据前述第三章损毁地类统计分析，得出本方案服务期内苏里格气田西二区复垦区面积3263.71hm²，包括永久用地508.03 hm²，临时用地2755.68 hm²；复垦责任范围面积3230.54 hm²，包括永久用地474.86 hm²，临时用地2755.68 hm²。

复垦区、复垦责任范围占用地类现状情况详见表4-1、表4-2。

表 4-1 复垦区占用地类现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		
				永久用地	临时用地	小计
03	林地	031	有林地	4.12	4.34	8.46
		032	灌木林地	39.63	213.53	253.16
		033	其他林地	5.58	36.49	42.07
04	草地	041	天然牧草地	226.22	1182.18	1408.40
		042	人工牧草地	0	14.02	14.02
		043	其他草地	7.76	115.84	123.60
10	交通运输用地	104	农村道路	0	1.06	1.06
		107	管道运输用地	2.12	2.59	4.71
12	其他土地	126	沙地	217.86	1161.83	1379.69
		127	裸地	3.42	19.50	22.92
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	1.32	4.30	5.62
合计				508.03	2755.68	3263.71

表 4-2 复垦责任范围占用地类现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		
				永久用地	临时用地	小计
03	林地	031	有林地	4.12	4.34	8.46
		032	灌木林地	38.83	213.53	252.36
		033	其他林地	5.45	36.49	41.94
04	草地	041	天然牧草地	208.21	1182.18	1390.39
		042	人工牧草地	0	14.02	14.02
		043	其他草地	7.76	115.84	123.60
10	交通运输用地	104	农村道路	0	1.06	1.06
		107	管道运输用地	0	2.59	2.59
12	其他土地	126	沙地	205.75	1161.83	1367.58
		127	裸地	3.42	19.50	22.92
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	1.32	4.30	5.62
合计				474.86	2755.68	3230.54

4.2.2 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价,评定复垦后的土地对于某种用途是否适宜以及适宜的程度,它是进行土地复垦、土地利用决策、确定土地利用方向的基本依据。

1、评价原则和评价依据

(1) 评价原则

①符合土地利用总体规划, 并与其他规划相协调

土地利用总体规划是从全局和长远的利用出发,以区域内全部土地为对象,对土地利用、开发、治理、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合国家及地方的土地利用总体规划,避免盲目投资、过度超前浪费土地资源;同时也应与其他规划(如农业规划、城乡规划等)相协调。

②因地制宜,农用地优先原则

土地利用受周围环境条件制约,土地利用方式必须与环境特征相适应。土地复垦时要遵循“因地制宜”的原则,宜农则农、宜林则林、宜牧则牧、宜渔则渔,并优先考虑将土地复垦为耕地,用于农业生产。

③自然因素与社会经济因素相结合原则

对于复垦责任范围被损毁土地复垦适宜性评价,既要考虑它的自然属性(如土壤、气候、地貌、水资源、损毁程度等),也要考虑它的社会经济属性(如种

植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、资金来源等)；在最终确定土地复垦利用方向时，还要综合考虑项目区自然、社会经济因素以及公众参与意见等，也要类比借鉴周边同类矿山的复垦经验。

④主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如塌陷、积水、土源、水源、土壤肥力、坡度及灌排条件等。根据矿区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时兼顾其他限制因素。

⑤综合效益最佳原则

在确定被损毁土地的复垦利用方向时，应考虑其最佳综合效益。选择最佳的利用方向，根据被损毁的土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域土地利用总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

⑥动态和可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性评价也随损毁等级与过程而变化，具有动态性。在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确实复垦土地的开发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

⑦经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

(2) 评价依据

- ① 《土地复垦条例》(2011 年)；
- ② 《基本农田保护条例》(2017 年)；
- ③ 《鄂尔多斯市土地利用总体规划》(2006-2020 年)；
- ④ 《鄂托克旗土地利用总体规划》(2006-2020 年)；
- ⑤ 《乌审旗土地利用总体规划》(2006-2020 年)；
- ⑥ 《土地复垦方案编制规程》(第 1 部分：通则)(TD/T 1031.1-2011)；

- ⑦《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013);
- ⑧《土地整治项目规划设计规范》(TD/1012-2016);
- ⑨《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008);
- ⑩《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T 1007-2003)。

2、土地复垦适宜性评价步骤说明

- (1) 在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上, 确定评价范围;
- (2) 综合考虑复垦责任范围的土地利用总体规划、公众参与意见及其他社会经济政策因素, 初步确定复垦方向, 并划定评价单元;
- (3) 针对不同的评价单元, 建立适宜性评价方法体系和评价指标体系;
- (4) 评定各评价单元的土地适宜性等级, 明确其限制因素;
- (5) 通过方案比选, 确定各评价单元的最终土地复垦方向, 划定土地复垦单元。

3、油气田项目的特殊性

本项目为内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目, 开采矿种为天然气, 具有用地点多、线长、面广、分散性强的特点, 单宗用地面积较少, 对土地损毁程度较轻, 与一般土地复垦适宜性评价存在差异性, 具有特殊性。

- (1) 评价单元多, 零星分布, 不成片

由于油气田项目用地点多、线长, 特别是对于线状的集输管道, 很难依据评价单元的划分原则进行单元的划分。

- (2) 评价标准难以确定

由于油气田项目的跨度较大、面广, 很难确定一套或几套适合全部矿区的评价标准。

- (3) 评价指标难以选择

油气田项目的矿区范围较大, 不同地区限制其土地利用的因素有所不同, 很难选择恰当的主导因素。

4、评价范围和复垦方向的初步确定

- (1) 评价范围的确定

主要针对苏里格气田西二区采矿证范围内待复垦土地进行评价, 本方案服务期内确定的复垦责任范围面积 3230.54 hm² (全部位于鄂托克旗境内), 包括已复

垦未验收土地 1445.84 hm² 和待复垦土地 1784.70 hm²。

待复垦土地评价范围详见表 4-3。

表 4-3 评价范围面积一览表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	评价内容		损毁类型	损毁程度	面积 (hm ²)		
					已复垦	待复垦 (评价范围)	合计
1	站场	临时用地	压占	轻度损毁	12.14	6.67	18.81
2	井场	永久用地	压占	重度损毁	0	154.56	154.56
3		临时用地	压占	轻度损毁	79.62	145.27	224.89
4	道路	永久用地	压占	重度损毁	0	320.30	320.30
5		临时用地	压占	轻度损毁	203.08	173.78	376.868
6	管线	临时用地	挖损	中度损毁	1151.00	984.12	2135.12
合计					1445.84	1784.70	3230.54
注：待复垦土地全部位于鄂托克旗境内。							

（2）复垦方向的初步确定

根据矿区土地利用总体规划，并与生态环境保护相结合，从矿区实际现状出发，通过对矿区自然和社会经济因素、政策因素、公众意愿的分析，初步确定评价范围内待复垦土地的复垦方向。

①优先复垦原地类分析

根据土地损毁预测分析可知，苏里格气田西二区生产建设过程中损毁的土地为有林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、人工牧草地、其他草地、沙地、裸地和采矿用地。根据不同用地类型的特点，结合对矿山已复垦土地的恢复状况调查，选择优先复垦为原土地利用类型，保证景观生态系统的完整性。由于矿区内存在风蚀沙埋地质灾害隐患，考虑到西北干旱区的自然地理特殊性，对沙地和裸地区域通过设置麦草方格沙蒿沙障工程复垦为其他草地，来预防风蚀沙埋。

②国家政策及区域规划分析

根据《土地复垦条例》、《基本农田保护条例》等的文件要求，并依据鄂托克旗、乌审旗土地利用总体规划中的规划方向，结合当地的实际情况，综合考虑损毁土地的复垦方向。

③自然和社会经济因素分析

苏里格气田西二区跨越鄂尔多斯市鄂托克旗、乌审旗，属中温带干旱、半干旱气候区，降水少且时空分布极为不均，蒸发量大，年均降雨量分别为 157.9mm、360.4mm，年均蒸发量分别为 3249.0mm、2480.0mm；地貌类型属风沙滩地区和

沙丘波状区，高程介于 1200~1500m 之间，地形平缓开阔，起伏较小，土壤以风沙土、棕钙土为主。通过现场踏勘，结合矿区自然条件，确定损毁土地适宜复垦为天然牧草地、灌木林地。

④技术可行性分析

由于本项目位于毛乌素沙地范畴，通过对已复垦土地进行实地调查与分析，目前所采用的复垦措施主要以自然恢复为主，已损毁土地的复垦效果良好，符合林草地的复垦质量要求，故从技术角度上看，目前所采用的复垦措施能够满足复垦成原土地利用类型（林地和草地）的相关质量要求。

⑤公众意愿分析

各级专家领导的意见以及矿区公众的意见对复垦适宜性评价工作的开展具有十分重要的意义，在本方案编制过程中，对矿区内村民、村集体及相关政府部门进行了问卷调查、走访座谈，积极听取并归纳整理了公众意见。被调查者大部分表示对土地复垦有一定的了解，希望将损毁土地复垦为原有土地利用类型，并对复垦灌木林地支持选择沙柳、沙蒿、柠条作为首选作物，草地土地支持选择骆驼蓬、骆驼刺作为优先草种。

综上所述，本方案在充分考虑和尊重公众意愿的基础上，结合当地的实际情况，在政策允许的条件下，土地复垦方向初步确定为损毁前的原土地利用类型，即有林地、灌木林地、天然牧草地和其他草地。

5、评价单元的划分

评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间客体，是具有专门特征的土地单位并用于制图的基本区域。划分的基本要求为：①单元内部性质相对均一或相近；②单元之间具有差异性，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；③具有一定的可比性。

评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据矿区的具体情况来决定，考虑到苏里格气田西二区的开发现状、生产工艺流程、生产进度以及土地损毁类型和程度，并结合矿区土地利用总体规划，本项目土地复垦适宜性评价单元的划分采用以生产用地类型、用地性质的不同作为划分评价单元的依据。本次土地复垦适宜性评价单元划分详见表 4-4。

表 4-4 评价单元划分情况表

序号	用地类型		损毁地类									面积 (hm ²)	
			有林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	人工牧草地	其他草地	农村道路	沙地	裸地		采矿用地
1	站场	临时用地				5.18				1.49			6.67
2	井场	永久用地		11.51	1.48	77.73				59.36	1.25	1.06	154.56
3		临时用地		11.43	0.62	79.43				51.61			145.27
4	道路	永久用地	4.12	27.32	3.97	130.48				146.39	2.17	0.26	320.30
5		临时用地	4.15	21.09	0.46	82.88				61.36	2.59		173.78
6	管线	临时用地		119.54	22.10	446.89	10.44	66.23	1.06	309.31	8.55		984.12
合计			8.27	190.89	28.63	822.59	10.44	77.42	1.06	629.52	14.56	1.32	1784.70

6、评价方法的选择和评价指标的确定

(1) 评价方法的选择

根据《土地复垦方案编制实务》第 6 章中“石油天然气(含煤层气)项目土地复垦适应性评价”的相关说明,结合本项目实际已取得的复垦经验,选用**类比分析法**进行土地复垦适宜性评价,该评价方法是根据已有损毁土地的损毁程度,复垦方向、措施、标准和效果,以及资金投入等情况,来分析确定拟进行的生产建设项目复垦土地的最佳利用方向。

类比分析法主要依据本项目已取得的复垦经验,通过收集查阅已有损毁土地的基本特征参数、主要采取的复垦措施以及已取得的复垦效果,为本次方案的土地复垦适宜性评价提供参考依据(见表 4-5),并取得了建设单位、当地群众和国土资源主管部门的认可。

表 4-5 已复垦土地基本特征参数及主要复垦方向一览表

用地类型		损毁地类	有机质含量 (%)	土壤质地	有效土层厚度 (m)	采取复垦措施	主要复垦方向
站场	临时用地	天然牧草地	0.8	沙土	≥30	土壤陪肥、撒播草籽	天然牧草地
		沙地	0.5	沙土	≥20	沙障固沙(麦草方格)	其他草地
井场	永久/临时用地	灌木林地	1.1	沙土	≥30	土地平整、种植灌木	灌木林地
		其他林地	1.1	沙土	≥30		灌木林地

用地类型		损毁地类	有机质含量 (%)	土壤质地	有效土层厚度 (m)	采取复垦措施	主要复垦方向
		天然牧草地	0.8	沙土	≥30	土壤陪肥、撒播草籽	天然牧草地
		其他草地	0.8	沙土	≥30		其他草地
		沙地	0.5	沙土	≥20	沙障固沙 (麦草方格)	其他草地
		裸地	0.3	沙土	≥10		其他草地
道路	永久/临时用地	有林地	1.3	沙土	≥50	土地平整、种植乔木	有林地
		灌木林地	1.1	沙土	≥30	土地平整、种植灌木	灌木林地
		其他林地	1.1	沙土	≥30		灌木林地
		天然牧草地	0.8	沙土	≥30	土壤陪肥、撒播草籽	天然牧草地
		其他草地	0.8	沙土	≥30		其他草地
		沙地	0.5	沙土	≥20	沙障固沙 (麦草方格)	其他草地
		裸地	0.3	沙土	≥10		其他草地
管线	临时用地	灌木林地	1.1	沙土	≥30	先撒播草籽复绿，闭井后再种植灌木复垦	灌木林地
		其他林地	1.1	沙土	≥30		灌木林地
		天然牧草地	0.8	沙土	≥30	土壤陪肥、撒播草籽	天然牧草地
		人工牧草地	0.8	沙土	≥30		其他草地
		其他草地	0.8	沙土	≥30	撒播草籽	其他草地
		沙地	0.5	沙土	≥20	沙障固沙 (麦草方格)	其他草地
		裸地	0.3	沙土	≥10		其他草地

(2) 评价体系的建立

选择二级评价体系，分为适宜类和适宜等，适宜类包括适宜和不适宜 (N)，适宜等再续分为一等地 (1)、二等地 (2) 和三等地 (3)。

(3) 评价指标的确定

评价因子应选择对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能够通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。评价指标选择的原则：①差异性原则，②综合性原则，③主导性原则，④定量和定性相结合原则，⑤可操作性原则。

依据上述原则，综合考虑油气田项目的特殊性和损毁土地预测的结果，参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T 1007-2003)和《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008)，本方案选择污染程度、地形坡度、有机质含量、土壤质地和有效土层厚度为评价指标。各评价单元的适宜性评价指标分级详见表 4-6。

表 4-6 土地评价指标分级一览表

限制因素	分级指标	宜耕评价	宜林评价	宜草评价
污染程度	无	A ₁	A ₁	A ₁
	轻度	A ₂	A ₂	A ₂
	中度	A ₃	A ₃	A ₃
	重度	N	N	N
地形坡度 (°)	<6	A ₁	A ₁	A ₁
	6~15	A ₂	A ₁	A ₁
	15~25	A ₃	A ₂	A ₂
	>25	N	A ₃	A ₃
有机质含量 (%)	>2.0	A ₁	A ₁	A ₁
	1.5~2.0	A ₂	A ₁	A ₁
	1.0~1.5	A ₃	A ₂ 或 A ₃	A ₂
	<1.0	N	N	A ₃
土壤质地	壤土	A ₁	A ₁	A ₁
	粘土、沙壤土	A ₂	A ₂	A ₂
	重粘土、沙土	A ₃	A ₃	A ₃
	粘质土、砾质	N	N	N
有效土层厚度 (cm)	>100	A ₁	A ₁	A ₁
	60~100	A ₂	A ₁	A ₁
	30~60	A ₃	A ₁	A ₁
	<30	N	A ₂	A ₂

注：A₁ 表示适宜一等地，A₂ 表示适宜二等地，A₃ 表示适宜三等地，N 表示不适宜。

7、适宜性等级的评定

(1) 评价过程

①污染程度：油气田项目从开钻到试采环节，会排放一定量的有害废弃泥浆和化学试剂等污染物，如果处理不好将会污染周边土壤及地表水、地下水，对农牧业生产或人类健康构成严重威胁。根据矿方的工作人员介绍苏里格气田西二区开采已采取多种污染预防控制及治理措施，在正常情况下，运行过程中产生的各种污染物均能得到有效的处置，不会对生态环境造成影响。

②地面坡度：本方案没有取土场的破坏，位于毛乌素沙地范畴，地形开阔平坦，地表多为第四系沙土覆盖，在施工前无需剥离表土，仅对地面进行简单平整即可，故复垦前后地块的地面坡度受到的影响不大。

③土壤有机质：通过检测分析，本项目区内地表沙土有机质含量较低，需在复垦通过施用有机肥的措施来增加土壤有机质含量，以提高土壤肥力。由于在地块占用前采用了相应的预防措施，且地块占用后及时实施陪肥恢复措施，使地块

复垦前后的土壤有机质不会降低。

④土壤质地：土壤结构是指土壤颗粒（包括团聚体）的排列与组合形式，分为粘土、壤土、沙土等。在钻井施工过程中，会对土壤造成一定程度的压实或疏松，这时就会破坏表土的团粒结构，影响土壤的含水性，破坏土壤的孔隙度和土壤的水气平衡，从而使土壤肥力在一定程度上下降。

⑤有效土层厚度：项目区内地表多为疏松沙土，在施工前对机械和人为扰动，改变地表孔隙度和渗透性，除去表土以后的心土和底土会被压占，虽然经过疏松，但是还会在一定程度上受到破坏；同时由于土壤结构的破坏，复垦后的有效土层厚度会比现状土地差。

（2）评价结果

通过划分评价单元，选定合适的评价指标，建立评价标准对苏里格气田西二区采矿证范围内待复垦土地适宜性等级进行评价，评价结果见表 4-7。

表 4-7 土地复垦适宜性评价等级结果表（全部位于鄂托克旗境内）

评价单元		评价指标							指标评价等级			复垦适宜方向	主要限制条件
用地类型	损毁地类	损毁面积 (hm ²)	污染程度	地形坡度 (°)	土壤有机质 (%)	土壤质地	有效土层厚度 (cm)	宜耕	宜林	宜草			
站场	临时用地	天然牧草地	5.18	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		沙地	1.49	无	3.5	0.5	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
井场	永久用地	灌木林地	11.51	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		其他林地	1.48	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		天然牧草地	77.73	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		其他草地	2.17	无	3	0.8	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		沙地	59.36	无	3.5	0.5	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		裸地	1.25	无	3	0.3	沙土	≥10	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		采矿用地	1.06	无	2	0.3	沙土	≥20	N	N	N	—	有机质含量、土壤质地
	临时用地	灌木林地	11.43	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		其他林地	0.62	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地

评价单元		评价指标						指标评价等级			复垦适宜方向	主要限制条件	
用地类型	损毁地类	损毁面积 (hm ²)	污染程度	地形坡度 (°)	土壤有机质 (%)	土壤质地	有效土层厚度 (cm)	宜耕	宜林	宜草			
	天然牧草地	79.43	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
	其他草地	2.18	无	3	0.8	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
	沙地	51.61	无	3.5	0.5	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
道路	永久用地	有林地	4.12	无	1.5	1.3	沙土	≥50	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		灌木林地	27.32	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		其他林地	3.97	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		天然牧草地	130.48	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		其他草地	5.59	无	3	0.8	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		沙地	146.39	无	3.5	0.5	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		裸地	2.17	无	3	0.3	沙土	≥10	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
	采矿用地	0.26	无	2	0.3	沙土	≥20	N	N	N	—	有机质含量、土壤质地	
临时用地	有林地	4.15	无	1.5	1.3	沙土	≥50	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地	

评价单元		评价指标						指标评价等级			复垦适宜方向	主要限制条件	
用地类型	损毁地类	损毁面积 (hm ²)	污染程度	地形坡度 (°)	土壤有机质 (%)	土壤质地	有效土层厚度 (cm)	宜耕	宜林	宜草			
	灌木林地	21.09	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地	
	其他林地	0.46	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地	
	天然牧草地	82.88	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
	其他草地	1.25	无	3	0.8	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
	沙地	61.36	无	3.5	0.5	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
	裸地	2.59	无	3	0.3	沙土	≥10	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地	
管线	临时用地	灌木林地	119.54	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		其他林地	22.10	无	2	1.1	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜林	有机质含量、土壤质地
		天然牧草地	446.89	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		人工牧草地	10.44	无	3	0.8	沙土	≥30	N	A ₃	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		其他草地	66.23	无	3	0.8	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
		农村道路	1.06	无	2	0.6	沙土	≥20	N	N	N	—	有机质含量、土壤质地

评价单元		评价指标						指标评价等级			复垦适宜方向	主要限制条件
用地类型	损毁地类	损毁面积 (hm ²)	污染程度	地形坡度 (°)	土壤有机质 (%)	土壤质地	有效土层厚度 (cm)	宜耕	宜林	宜草		
	沙地	309.31	无	3.5	0.5	沙土	≥20	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
	裸地	8.55	无	3	0.3	沙土	≥10	N	N	A ₃	宜草	有机质含量、土壤质地
合计		1784.70										
<p>注：管线临时用地在敷设完成后，先通过撒播骆驼蓬对管线-临时用地-灌木林地、其他林地进行临时复绿；待本方案服务到关闭井后，再通过种植沙柳对管线-临时用地-灌木林地、其他林地均复垦为灌木林地。</p>												

8、最终复垦方向的确定和复垦单元的划分

结合上述待复垦土地适宜性评价结果，结合本项目位于西北干旱区的特殊性，在遵循“因地制宜”、“自然恢复为主”的原则下，充分尊重土地权益人的意愿；并根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见、已复垦土地恢复状况调查等，结合土地利用总体规划，在经济可行、技术合理的条件下，确定复垦区待复垦土地复垦方向为：有林地通过种植榆树仍复垦为有林地，灌木林地、其他林地通过种植沙柳均复垦为灌木林地，天然牧草地仍复垦为天然牧草地，人工牧草地、其他草地通过撒播骆驼蓬均复垦为其他草地，沙地、裸地通过设置麦草方格沙障均复垦为其他草地。

根据上述评价单元的复垦适宜方向，结合土地复垦设计工程内容相似的原则，来确定复垦单元的划分。各评价单元土地最终复垦方向的确定与复垦单元的划分详见表 4-8。

表 4-8 土地复垦方向的确定与复垦单元的划分一览表（全部位于鄂托克旗境内）

评价单元		最终复垦方向	复垦单元			
			复垦基本单元	复垦面积 (hm ²)		
用地类型	损毁地类	损毁面积 (hm ²)				
站场	临时用地	天然牧草地	5.18	天然牧草地	站场-临时-天然牧草地	5.18
		沙地	1.49	其他草地	站场-临时-其他草地	1.49
井场	永久用地	灌木林地	11.51	灌木林地	井场-永久-灌木林地	12.99
		其他林地	1.48	灌木林地		
		天然牧草地	77.73	天然牧草地	井场-永久-天然牧草地	77.73
		其他草地	2.17	其他草地	井场-永久-其他草地	62.78
		沙地	59.36	其他草地		
		裸地	1.25	其他草地		
	采矿用地	1.06	采矿用地	井场-永久-采矿用地	1.06	
	临时用地	灌木林地	11.43	灌木林地	井场-临时-灌木林地	12.05
		其他林地	0.62	灌木林地	井场-临时-其他草地	53.79
		天然牧草地	79.43	天然牧草地		
		其他草地	2.18	其他草地		
沙地		51.61	其他草地			
道路	永久用地	有林地	4.12	有林地	道路-永久-有林地	4.12
		灌木林地	27.32	灌木林地	道路-永久-灌木林地	31.29
		其他林地	3.97	灌木林地		
		天然牧草地	130.48	天然牧草地	道路-永久-天然牧草地	130.48
		其他草地	5.59	其他草地	道路-永久-其他草地	154.15
		沙地	146.39	其他草地		
		裸地	2.17	其他草地		

评价单元			最终复垦方向	复垦单元	
用地类型	损毁地类	损毁面积 (hm ²)		复垦基本单元	复垦面积 (hm ²)
临时用地	采矿用地	0.26	采矿用地	道路-永久-采矿用地	0.26
	有林地	4.15	有林地	道路-临时-有林地	4.15
	灌木林地	21.09	灌木林地	道路-临时-灌木林地	21.55
	其他林地	0.46	灌木林地		
	天然牧草地	82.88	天然牧草地	道路-临时-天然牧草地	82.88
	其他草地	1.25	其他草地	道路-临时-其他草地	65.20
	沙地	61.36	其他草地		
	裸地	2.59	其他草地		
管线临时用地	灌木林地	119.54	灌木林地	管线-临时-灌木林地	141.64
	其他林地	22.10	灌木林地		
	天然牧草地	446.89	天然牧草地	管线-临时-其他草地	446.89
	人工牧草地	10.44	其他草地	管线-临时-其他草地	76.67
	其他草地	66.23	其他草地		
	农村道路	1.06	农村道路	管线-临时-农村道路	1.06
	沙地	309.31	其他草地	管线-临时-其他草地	317.86
	裸地	8.55	其他草地		
合计		1784.70			1784.70

4.2.3 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

苏里格气田西二区所在地鄂托克旗地处西北内陆地区，属典型的干旱、半干旱大陆性季风气候，项目区气候总特点是降水量小，蒸发量大，土地类型以沙地和草地为主。经现场勘察，项目区内农牧生产主要依靠天然降水，同时由于油气生产项目占地具有单元面积小、分布不集中等特点，不宜于大规模部署灌溉设施，因此，项目实施中仅对站场周边复垦绿化场地进行浇灌。

项目区复垦植被主要选取耐寒耐旱耐贫瘠的当地适生树种，复垦成活后以大气降水维持生长即可，基本上不用再进行浇灌。因此，复垦工作主要用水为种植时保证树木成活的用水量。本项目区复垦工程量主要对拟损毁待复垦的草地、沙地、裸地复垦为其他草地，平均每年复垦面积约 95 公顷，草地植被成活的需水量约为 240m³/hm²，每年需水约 22800m³。复垦时采用洒水车拉水方式进行灌溉浇水，其水源主要来源于地下水及处理后的生活废水，区内 6 口水源井可供水量约 15200 m³/d，每年可供水 1.752×10⁶m³，可用水源远大于复垦林草地保证植被成活的需水量。

2、土资源平衡分析

苏里格气田西二区位于毛乌素沙漠边缘，所属地貌类型为风积沙地，经统计已损毁土地和拟损毁土地利用类型为灌木林地、天然牧草地、其他草地、沙地和裸地，其土壤类型主要为棕钙土、栗钙土和风沙土。

根据现场实地调查及中国石油长庆油田分公司的答复，在地面工程建设过程中，考虑到石油天然气项目具有用地点多、面广、线长、单宗用地面积较少等特点，考虑到损毁区域的土壤理化性质以及实施表土剥离措施的可行性和经济效益，施工建设单位未采取表土剥离的措施。在复垦时，通过采取地表清理、土地平整、土壤陪肥、植树种草、沙障固沙等措施后进行植被重建并加以管护即可，不再进行单独剥离表土和覆土。因此，不需要外来土源。

4.2.4 土地复垦质量要求

鉴于油气田项目点多、面广、线长的特殊性，且本项目位于西北干旱区的毛乌素沙地范畴，气候干燥，降水量少，蒸发量大，损毁地类以沙地、草地为主，因此确定本方案的土地复垦工作在遵循“因地制宜”的原则下，全面贯彻“自然恢复为主”的方针，通过采取合适的预防控制和工程措施来恢复损毁土地，复垦利用方向尽量与周边环境保持一致。

参照《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T 1044-2014)和《土地复垦技术标准》(试行)，结合矿区自然和社会经济条件以及土地复垦适宜性评价结果，并参考复垦区周边土地的土壤质量与生产力水平，最终确定不同用地项目的土地复垦质量要求，详见表 4-10。

表 4-10 不同复垦单元的土地复垦质量要求一览表

序号	复垦单元	复垦方向	复垦质量要求
1	站场-临时-天然牧草地	天然牧草地	①通过撒播草籽复垦为原地类，草种选择当地适生植物，本方案选取骆驼蓬； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
2	站场-临时-其他草地	其他草地	①通过设置麦草方格沙障复垦为原地类，草方格规格为1m×1m，麦草用量为6000kg/hm ² ，沙蒿种植株行距为0.3m×0.4m； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、

序号	复垦单元	复垦方向	复垦质量要求
			防治退化措施： ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
3	井场-永久-灌木林地	灌木林地	①选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用沙柳； ②企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后林木郁闭度0.2以上； ④实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。
4	井场-永久-天然牧草地	天然牧草地	①通过撒播草籽复垦为原地类，草种选择当地适生植物，本方案选取骆驼蓬； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
5	井场-永久-其他草地	其他草地	①通过设置麦草方格沙障复垦为原地类，草方格规格为1m×1m，麦草用量为6000kg/hm ² ，沙蒿种植株行距为0.3m×0.4m； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
6	井场-临时-灌木林地	灌木林地	①选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用沙柳； ②企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后林木郁闭度0.2以上； ④实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。
7	井场-临时-天然牧草地	天然牧草地	①通过撒播草籽复垦为原地类，草种选择当地适生植物，本方案选取骆驼蓬； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
8	井场-临时-其他草地	其他草地	①通过设置麦草方格沙障复垦为原地类，草方格规格为1m×1m，麦草用量为6000kg/hm ² ，沙蒿种植株行距为0.3m×0.4m；

序号	复垦单元	复垦方向	复垦质量要求
			②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
9	道路-永久-有林地	有林地	①选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用榆树； ②企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后林木郁闭度0.2以上； ④实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。
10	道路-永久-灌木林地	灌木林地	①选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用沙柳； ②企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后林木郁闭度0.2以上； ④实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。
11	道路-永久-天然牧草地	天然牧草地	①通过撒播草籽复垦为原地类，草种选择当地适生植物，本方案选取骆驼蓬； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
12	道路-永久-其他草地	其他草地	①通过设置麦草方格沙障复垦为原地类，草方格规格为1m×1m，麦草用量为6000kg/hm ² ，沙蒿种植株行距为0.3m×0.4m； ②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后牧草覆盖率达45%以上； ④三年后单位面积产草量不低于当地水平； ⑤具有生态稳定性和自我维持力。
13	道路-临时-有林地	有林地	①选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用榆树； ②企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施； ③五年后林木郁闭度0.2以上； ④实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。
14	道路-临时-灌木林地	灌木林地	①选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用沙柳；

序号	复垦单元	复垦方向	复垦质量要求
			<p>②企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施；</p> <p>③五年后林木郁闭度0.2以上；</p> <p>④实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。</p>
15	道路-临时-天然牧草地	天然牧草地	<p>①通过撒播草籽复垦为原地类，草种选择当地适生植物，本方案选取骆驼蓬；</p> <p>②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施；</p> <p>③五年后牧草覆盖率达45%以上；</p> <p>④三年后单位面积产草量不低于当地水平；</p> <p>⑤具有生态稳定性和自我维持力。</p>
16	道路-临时-其他草地	其他草地	<p>①通过设置麦草方格沙障复垦为原地类，草方格规格为1m×1m，麦草用量为6000kg/hm²，沙蒿种植株行距为0.3m×0.4m；</p> <p>②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施；</p> <p>③五年后牧草覆盖率达45%以上；</p> <p>④三年后单位面积产草量不低于当地水平；</p> <p>⑤具有生态稳定性和自我维持力。</p>
17	管线-临时-灌木林地	灌木林地	<p>①在敷设完成后先通过撒播草籽进行临时复绿，待闭井后再通过种植乔灌木复垦为原地类；</p> <p>②选择当地适生、抗逆性好、成活率高的优势树种，本方案选用沙柳；</p> <p>③企业加强后期管护，及时补植，设置防治病虫害措施、防治退化措施；</p> <p>④五年后林木郁闭度0.2以上；</p> <p>⑤实行乔、灌、草套种混播，增强生态系统稳定性。</p>
18	管线-临时-其他草地	其他草地	<p>①通过设置麦草方格沙障复垦为原地类，草方格规格为1m×1m，麦草用量为6000kg/hm²，沙蒿种植株行距为0.3m×0.4m；</p> <p>②企业加强后期管护，设置防治病虫害措施、防治退化措施；</p> <p>③五年后牧草覆盖率达45%以上；</p> <p>④三年后单位面积产草量不低于当地水平；</p> <p>⑤具有生态稳定性和自我维持力。</p>

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

5.1.1 目标任务

按照“统一规划、源头控制、防治结合”的原则，根据苏里格气田西二区的开采工艺，在建设生产过程中，通过采取合理的预防与控制措施，减少和控制矿山地质环境问题，为矿山地质环境治理和土地复垦创造良好的条件，以达到保护矿山地质环境、避免和减少采矿引起的损失、尽量恢复原土地利用状态的目的。

根据矿山地质环境影响和土地损毁评估的结果，针对矿山地质环境治理分区以及土地复垦范围，就本矿山地质环境保护与土地复垦预防提出如下任务：

(1) 避免和减轻矿山地质灾害的发生，消除地质灾害隐患，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡；

(2) 避免对含水层结构造成破坏，防止地下水水位下降、水质变差；

(3) 避免和减缓对地形地貌景观的影响，保证植被覆盖率，打造绿色矿山；

(4) 避免和减缓对水土环境的污染和影响，保障矿区生态环境；

(5) 避免和减缓对土地资源的影响和破坏，减少后期的土地复垦工程量。

5.1.2 主要技术措施

1、矿山地质灾害预防措施

根据前述矿区地质灾害危险性现状分析与预测评估结果，评估区内地质灾害影响程度较轻，为加强地质灾害防治和地质环境保护，减轻人类工程活动对地质环境的不利影响，避免和减少引发矿山地质灾害的行为，防止地质灾害不必要的经济财产损失，制定如下地质灾害防治措施：

(1) 坚持“预防为主、防治结合”，“在保护中开发、在开发中保护”的原则，严把矿山生态地质环境准入关，大力宣传“合理开发矿产资源，有效保护生态环境”，最大限度地避免和减轻矿山生态环境问题及矿山地质灾害的发生，促进资源开发与环境保护协调发展；

(2) 加大宣传力度，提高忧患意识，加大对企业员工与矿区人民群众的宣传力度，提高全民的防灾意识，掌握预防灾害的一些有效办法及遇险撤离等常识，

避免或减轻地质灾害造成的损失；

(3) 针对管网穿越河道、沟道地段，两岸护坡及护岸的宽度应大于被松动过的地表宽度，以确保管线运行安全，对河道两侧边坡应采取及时有效的加固措施，避免河道局部坍塌，对工程造成影响。

2、含水层预防保护措施

(1) 在井场、站场选址和管线选线时，尽量避绕农村分散饮用水井；

(2) 钻井时，采用套管和水泥固井措施，将井身与含水层充分隔离，保障地下水不受影响；

(3) 钻井过程中，利用钻井液不落地技术，将钻井废水用于配置泥浆，循环使用；采用无害化水基泥浆，废弃泥浆经固液分离及电化学技术去除原液中有毒固相成分后用于下一口井循环使用，不能循环使用的暂存于泥浆罐中，然后根据运距不同分别运至专门处置油气田废弃物的单位进行合理处置；钻井废水全部进入污水灌进行外运集中处理，酸化压裂废水运到指定地点进行处理和排放；

(4) 施工场地设置可移动环保旱厕，委托当地农民定期清理；生活污水处理后经化粪池、一体化水处理装置处理后用于植被绿化或施工场地泼洒抑尘；

(5) 施工建设期及运营中均布设地下水观测井，加强对地下水的跟踪监测。

3、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）保护措施

(1) 对矿区内的永久性占地进行合理规划，严格控制占地面积，尽量选择植被稀少的区域布点；

(2) 按设计标准规定，严格控制施工作业带（开挖）面积，矿区道路和管线敷设施工宽度控制在设计标准范围内，并尽量沿已有道路纵向平行布设，以减少地表植被破坏；

(3) 一切勘探作业尽量利用原有公路，沿已有车辙行驶，若无原有公路，则要严格执行先修道路、后设点开钻的原则进行勘探，不随意开设便道，杜绝车辆乱碾乱轧的情况发生；

(4) 现场施工作业机具在施工中严格管理，划定活动范围，不得在道路、井场以外的地方行驶和作业，保持路外植被不被破坏；

(5) 管线敷设地表开挖施工时，尽可能做到土壤的分层堆放、分类回填，特别是表层土壤应分层堆放，在施工结束后回铺于地表，减轻对土壤结构的破坏，

以利于自然植被的恢复和生长；

(6) 服务期满后，完成采气的废弃井，应封堵内外井眼，水平井推广应用钾铵基聚合物钻井完井液体系，配合使用页岩抑制剂、阳离子沥青、乳液高分子抑制剂、有机硅醇抑制剂、乳液沥青等抑制封堵材料，清除、填埋各种固体废弃物，恢复原有地貌。

4、水土环境污染预防措施

(1) 施工作业产生的废泥浆经固液分离及电化学技术去除原液中有害固相成分后循环使用或用于下一口井循环使用，不能循环使用的暂存于泥浆罐中，然后根据运距不同，乌审旗送至内蒙古恒盛环保科技有限公司（乌审旗）或中石化西南工程公司油田服务分公司（乌审旗）进行处置，鄂托克旗送至鄂尔多斯市昊鑫绿科环境工程有限公司（鄂托克旗）进行合理处置；施工作业产生的岩屑暂存于岩屑储存罐内，定期外运集中处理，施工期间的生活废物，集中堆放，送附近镇垃圾场处理，防止生活垃圾污染水土环境；

(2) 钻井过程中剩余的钻井废水存放于可拆卸储液池内，用于配置泥浆，循环使用，不外排；压裂洗井废水在压裂过程中，大部分压裂液施工时排出，收集至压裂液储桶内，定期运至苏里格第三天然气处理厂处理；

(3) 生活污水统一收集，待钻井结束后，排入玻璃钢污水罐，定期拉运至苏里格第三天然气处理厂污水站集中处理，处理后用于绿化及抑尘；生活垃圾则进行分类收集，堆放于指定的区域，设防风防雨措施，专车运输至当地环卫部门指定地点集中处置。

5、土地复垦预防控制措施

(1) 站场预防控制措施

①制定严格的施工操作规范，加强施工管理，严格控制施工车辆、机械及施工人员活动范围，尽可能减少原有植被和土壤的破坏，严禁随意砍伐植被，对破坏固定、半固定沙地植被的补偿应按森林补偿费用计算；

②生活垃圾分类堆放，集中收集后，外运至当地环卫部门指定的垃圾场；

③根据开发方案，合理布局站场规模和数量，减少站场占地，尽量缩小施工范围，缩小破土、毁林宽度，减少荒漠化土地面积；

④采取表土剥离和管护工艺，减少对地表和植被的损毁；

（2）井场预防控制措施

- ①优化设计，控制单井用地面积，提高存量土地的使用效率；
- ②采用集约型井网分布方案，减少占用土地面积；
- ③井台、井架的建设尽量避免开挖，减少对土地表土层的损毁；
- ④在钻井过程中，做到废弃物不落地，将其拉运到统一的处理站集中处理，阻止有害物质对周边土壤造成污染，基本做到对井场区域污染零排放；
- ⑤采出水在进行处理合格后外排至当地或省级环保部门指定的地点，水质符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的要求。

（3）道路预防控制措施

- ①优化道路系统设计，充分利用现有道路，控制新建道路宽度；
- ②严格控制作业范围，尽量减少填挖工程量，减少临时用地面积；
- ③满足国家和地区的标准、规范要求，技术先进、方案合理，节约用地；
- ④道路干线种植路基防护林，沥青道路两侧至少种植一排树木，井场道路两侧有流动沙丘地段进行防风固化作业，其余临时用地采用灌草为主的植被恢复，绿化树种选择沙柳、柽柳等；

（4）管线预防控制措施

- ①优化管线布局，尽可能利用现有道路敷设，避让水源地保护区、村庄等敏感目标，并在管线上方设置标志，以防附近的各类施工活动对管线造成破坏；
- ②管道敷设时，应分层开挖管沟，表土单独开挖单独堆存于管线一侧靠近边缘的地方，下层开挖土堆于表土堆旁边，并采取临时覆盖措施，结束后进行分层回填；
- ③严格控制管沟开挖宽度以及作业带宽度，避免土地资源浪费，在施工结束后，尽快进行复垦，并与周围生态景观协调一致；
- ④加强宣传教育，提高输气管线沿线居民的环境保护意识，加强对绿化工程的管理与抚育，造林后应立即封禁，禁止在管线沿线附近取土，以避免造成输气管线破坏、导致污染事件；
- ⑤采用定期和不定期结合的方法巡检，及时发现问题及时处理，避免因管路连接部件密封不严造成的泄漏。

5.1.3 主要工程量

矿山地质环境治理与土地复垦的预防工程以人工巡视为主，每月开展 1 次，每次需要 10 人，全部位于鄂托克旗境内，巡视时间至矿山生产结束（即 2019 年—2044 年 4 月）为止，共计 25.3 年。

具体预防工程量详见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量汇总表

类别	工程措施	巡视频率 (次/年)	巡视人数 (人)	巡视时间 (年)	工程量 (人次)
矿山地质灾害预防	人工巡视	12	10	25.3	3036

5.2 矿山地质灾害治理

5.2.1 目标任务

根据前述矿山地质灾害现状分析与预测评估结果，苏里格气田西二区的主要地质灾害隐患为风蚀沙埋，可能导致已固定的沙丘活化，造成土壤有机质流失、肥力下降。

评估区地形地貌为风沙滩地区和沙丘波状区两大类，风沙滩地区分布半固定—固定沙丘，沙丘波状区由典型的小型固定沙丘与缓沙丘组成。在建设站场、井场、管线、道路等地面工程时，由于工程建设，其扰动土地的范围可能超出项目建设区，并造成风蚀沙埋及其直接危害的区域称为**项目建设直接影响区**。站场建设直接影响区范围为站场临时用地外扩 5m，站场建设和设备安装的过程中，可能造成站场直接影响区的扰动；井场建设直接影响区范围为井场临时用地外扩 3m（见图 5-1），井场所处地形较为平缓，直接影响源于施工机械及施工人员对周边的扰动；管线工程直接影响区取作业带两侧各 2m 宽的范围（见图 5-2），在沙丘波状区地表植被和生物结皮受到施工作业扰动破坏后，失去了对下覆沙物质的防护，管线敷设埋后处在其上部或两侧的不稳定坡面将会滑塌，加剧了风蚀沙埋的发生；道路工程直接影响区取临时用地两侧各 3m 宽的范围（见图 5-3）。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-1 井场直接影响区平面示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-2 管线直接影响区平面示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-3 道路直接影响区平面示意图

根据苏里格气田已有矿山地质环境治理经验，本方案通过设置沙障固沙、栽植防护林等预防风蚀沙埋的措施，边开采边预防，防止风蚀侵害，减少不必要的经济损失和人员伤亡。

5.2.2 工程设计

主要针对拟建井场、站场、管线、道路的建设直接影响区采取防风固沙措施来预防风蚀沙埋，本方案设计的地质灾害治理措施主要有：

(1) 土地平整工程

在井场、站场、管线、道路等地面工程建成后，对土地进行平整处理，平整为中央高、四周低，有利于排除积水，避免形成凹地。

(2) 土壤培肥工程

为提高土壤肥力和有机质含量，对土地平整后配合施用农家肥和复合肥，农家肥的施用量 $12000\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{年}$ ，复合肥的施用量 $600\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{年}$ ，为植被生长恢复创造有利条件。

(3) 沙柳沙障固沙工程

为加强防沙效果，在拟建井场、管线、道路的直接影响区设置低立式沙障，采用沙障与草结合，在沙障空格中播撒草籽骆驼刺，在造林头年秋季或初冬设置沙障，井场和道路的沙障规格为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ，管线的沙障规格为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ （见图 5-1 至图 5-3）。

沙障平面布置与主导起沙风向垂直，沙障材料选用活沙柳条，选用早春土壤解冻芽孢未开放之前或秋季落叶后的 2 年生枝条，直径 $0.6 \sim 1.0\text{cm}$ ，枝长 0.8m ，埋入地下 0.3m ，露出地面 0.5m ，根部培沙高出地面 0.1m 。在设计好的沙障条带位置上，人工挖沟深 0.3m ，将截好的沙柳条均匀直立埋入，随开沟随插沙柳，两侧培沙，扶正踩实。播种前需进行种籽处理，每 10kg 草籽加水 $10 \sim 15\text{kg}$ 浸种，浸种 $12 \sim 36\text{h}$ ；或用营养液拌种，营养液为有机质腐殖质和植物生长促进剂。采用人工条播方式，用耧播播深 $2 \sim 3\text{cm}$ ，播后耨地镇压，骆驼刺播种量 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

沙柳沙障固沙工程示意图见图 5-4。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-4 沙柳沙障固沙工程示意图

(4) 绿化林带防护工程

在拟建站场的建设直接影响区设置乔木绿化林带，选用杨树、旱柳混交，选择春季或秋季人工植苗造林。选择的植株要求苗木健壮，通直圆满，枝条茁壮，组织充实，不徒长，木质化程度高；根系发达而完整，主根短直，接近根颈一定范围内有较多的侧根和须根，起苗后大根系无劈裂；具有完整健壮的顶芽。

栽植前在清水中全株浸泡 48~72h，栽植时苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，回填表土 20cm，覆土至距离地表 2cm 后浇透水，每穴浇水 30kg，最后把穴坑填平并踩实；苗木要随起随栽，防止风吹日晒，做到起苗不伤根，运苗有包装，苗根不离水，当天不能栽植的苗木，应在阴凉背风处开沟，按疏排、埋实的方法，进行假植。栽植后要及时截干、刷白，防止树梢争夺养分和受风摆动影响成活，并及时剪去树干离地面 2m 以上主梢和全部主干上枝条，剪口处涂抹油漆，减少蒸发，树体刷白，防治病虫害。采用人工穴状整地方式，整成 50×50×50cm 的植树穴，杨树株行距为 4.0m×4.0m，旱柳株行距为 2.0m×2.0m，植树穴切忌挖成锅底形或无规则形，使根系无法自然舒展。

站场周围绿化林带防护工程示意图见图 5-5。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-5 绿化林带防护工程示意图

(5) 防护林带造林工程

在拟建进站道路两侧布设乔木防护林带，选择种植旱柳，在春季人工植苗造林。选择的植株要求苗木健壮，通直圆满，枝条茁壮，根系发达，主根短直，具有完整健壮的顶芽。

栽植时苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，回填表土 20cm，覆土至距离地表 2cm 后浇透水，每穴浇水 30kg，最后把穴坑填平并踩实；干旱季节要及时浇水，定期修剪，控制树高和树形。采用人工穴状整地方式，整成 60×60×60cm 的植树穴，在道路两侧各植一行，株距为 3m，植树穴切忌挖成锅底形或无规则形，使根系无法自然舒展。

道路两侧防护林带造林工程示意图见图 5-6。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-6 防护林带造林工程示意图

5.2.3 技术措施

地质灾害治理工程设计遵循“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁受益谁补偿”，“因地制宜、技术可行、经济合理”的原则，针对苏里格气田西二区工程建设活动可能诱发和遭受的风蚀沙埋的特点、危害程度和沿线地形地貌、土壤结构的特点，结合矿区已有的矿山地质环境治理措施，合理确定风蚀沙埋灾害的防治措施。同时根据矿区所处自然条件，按照“适地适树、适地适草”的原则，优先选择乡土树种、草种，采取乔、灌、草相结合进行布设，加强抚育管理，提高植被成活率，改善生态环境。

（1）土地平整工程

在拟建站场、井场、管线、道路等地面工程建成后，将土地平整为中央高、四周低的形态，利于排除积水，避免形成凹地。

（2）土壤培肥工程

对站场、井场、管线、道路等用地进行平整后，通过施用农家肥和复合肥来

提高土壤有机质含量，改良土壤结构，消除土壤不良理化特性，改善土壤肥力，利于作物和植被生长。

(3) 沙障固沙工程

在拟建井场、管线、道路直接影响区设置低立式沙障，采用沙障与草结合，沙障选用活沙柳条，沙障空格中撒播草籽骆驼刺，有效防止风蚀沙埋。

(4) 绿化林带防护工程

在拟建站场的直接影响区设置乔木绿化林带，选用杨树、旱柳混交，既美化环境又能更好地防止风蚀沙埋。

(5) 防护林带造林工程

在拟建进站道路两侧布设乔木防护林带，选择种植旱柳，起到防风固沙，防止风蚀沙埋的作用。

5.2.4 主要工程量

(1) 井场直接影响区

根据工程设计，井场直接影响区的地质灾害治理工程主要有：土地平整、土壤培肥、沙障固沙，其中农家肥施用量 12000kg/hm²，复合肥施用量 600kg/hm²；沙障设置规格 1m×1m，沙柳使用量 31437kg/hm²，骆驼刺撒播量 20kg/hm²。

经计算，井场直接影响区的地质灾害治理工程量详见表 5-2。

表 5-2 井场直接影响区地质灾害治理工程量表

序号	工程名称	单位	工程量		
			近期 5 年	中远期	合计
1	土地平整	m ²	34700.0	71100.0	105800.0
2	土壤培肥	hm ²	3.47	7.11	10.58
3	沙障固沙				
(1)	沙柳沙障 (1m×1m)	hm ²	3.47	7.11	10.58
(2)	撒播骆驼刺	hm ²	3.47	7.11	10.58

(2) 站场直接影响区

根据工程设计，站场直接影响区的地质灾害治理工程主要有：土地平整、土壤培肥、绿化带防护，其中农家肥施用量 12000kg/hm²，复合肥施用量 600kg/hm²；绿化带选用杨树、旱柳混交，杨树株行距为 4.0m×4.0m，栽植密度 1250 株/hm²；旱柳株行距为 2.0m×2.0m，栽植密度 2500 株/hm²。

经计算，站场直接影响区的地质灾害治理工程量详见表 5-3。

表 5-3 站场直接影响区地质灾害治理工程量表

序号	工程名称	单位	工程量		
			近期 5 年	中远期	合计
1	土地平整	m ²	13900.0	21700.0	35600.0
2	土壤培肥	hm ²	1.39	2.17	3.56
3	绿化带防护				
(1)	种植杨树	株	1738	2713	4450
(2)	种植旱柳	株	3475	5425	8900

(3) 管线直接影响区

根据工程设计，管线直接影响区的地质灾害治理工程主要有：土地平整、土壤培肥、沙障固沙，其中农家肥施用量 12000kg/hm²，复合肥施用量 600kg/hm²；沙障设置规格 2m×2m，沙柳使用量 20958kg/hm²，骆驼刺撒播量 20kg/hm²。

经计算，管线直接影响区的地质灾害治理工程量详见表 5-4。

表 5-4 管线直接影响区地质灾害治理工程量表

序号	工程名称	单位	工程量		
			近期 5 年	中远期	合计
1	土地平整	m ²	451734.0	1032140.0	1483874.0
2	土壤培肥	hm ²	45.17	103.21	148.39
3	沙障固沙				
(1)	沙柳沙障（2m×2m）	hm ²	45.17	103.21	148.39
(2)	撒播骆驼刺	hm ²	45.17	103.21	148.39

(4) 道路直接影响区

根据工程设计，道路直接影响区的地质灾害治理工程主要有：土地平整、土壤培肥、沙障固沙、防护林造林，其中农家肥施用量 12000kg/hm²，复合肥施用量 600kg/hm²；沙障设置规格 1m×1m，沙柳使用量 31437kg/hm²，骆驼刺撒播量 20kg/hm²；进站道路两侧各种植一行旱柳，株距 3m，栽植密度 668 株/km。

经计算，道路直接影响区的地质灾害治理工程量详见表 5-5。

表 5-5 道路直接影响区地质灾害治理工程量表

序号	工程名称	单位	工程量		
			近期 5 年	中远期	合计
1	土地平整	m ²	818454.0	1788342.0	2606796.0
2	土壤培肥	hm ²	81.85	178.83	260.68
3	沙障固沙				
(1)	沙柳沙障（1m×1m）	hm ²	81.85	178.44	260.28
(2)	撒播骆驼刺	hm ²	81.85	178.44	260.28
4	防护林造林				
(1)	种植旱柳（两侧各 1 行）	株		439	439

(5) 地质灾害治理工程量汇总

综上所述计算，矿山地质灾害治理工程量汇总见表 5-6。

表 5-6 矿山地质灾害治理工程量汇总表（全部鄂托克旗境内）

序号	工程名称	单位	工程量		
			近期 5 年	中远期	合计
一	工程措施				
(一)	人工巡视预防	人次	600	2436	3036
(二)	土地平整	m ²	1318788.0	2913282.0	4232070.0
(三)	土壤培肥	hm ²	131.88	291.33	423.21
二	植物措施				
(一)	沙障固沙				
1	沙柳沙障（2m×2m）	hm ²	45.17	103.21	148.39
2	沙柳沙障（1m×1m）	hm ²	85.32	185.55	270.86
3	撒播骆驼刺	hm ²	130.49	288.76	419.25
(二)	绿化带防护				
1	种植杨树	株	1738	2713	4450
2	种植旱柳	株	3475	5425	8900
(三)	防护林造林				
1	种植旱柳	株	0	439	439

5.3 矿区土地复垦

5.3.1 目标任务

根据前述第四章土地复垦适宜性评价结果，结合当地实际情况，将有林地仍复垦为有林地（榆树），灌木林地、其他林地均复垦为灌木林地（沙柳），天然牧草地仍复垦为天然牧草地，人工牧草地、其他草地均复垦为其他草地（骆驼蓬），沙地、裸地均复垦为其他草地（麦草方格沙障）。苏里格气田西二区复垦责任范围面积为 3230.54 hm²，全部位于鄂托克前境内，通过采取措施对损毁地类全部进行复垦，土地复垦率为 100%。复垦前后的土地利用结构变化情况见表 5-7。

复垦责任范围土地包括已复垦未验收 1445.84 hm² 和待复垦 1784.70 hm²，待复垦土地包括已损毁井场永久用地、已损毁进场道路永久用地、拟损毁站场临时用地、拟损毁井场永久/临时用地、拟损毁进站道路临时用地、拟损毁进场道路永久/临时用地、拟损毁管线临时用地，具体待复垦面积详见表 5-8。

表 5-7 复垦前后土地利用结构调整表（全部位于鄂托克旗境内）

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅
				复垦前	复垦后	
03	林地	031	有林地	8.46	8.46	0
		032	灌木林地	252.36	294.30	1.30%
		033	其他林地	41.94	0	-1.30%
04	草地	041	天然牧草地	1390.39	1390.39	0
		042	人工牧草地	14.02	0	-0.43%
		043	其他草地	123.60	1528.12	43.48%
10	交通运输用地	104	农村道路	1.06	1.06	0
		107	管道运输用地	2.59	2.59	0
12	其他土地	126	沙地	1367.58	0	-42.33%
		127	裸地	22.92	0	-0.71%
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	5.62	5.62	0
合计				3230.54	3230.54	0
注：变幅=（复垦后-复垦前）/复垦责任范围						

5.3.2 工程设计

1、工程技术措施

根据苏里格气田已有土地复垦经验，本方案通过对损毁土地进行平整、翻耕来改良土壤结构，并配合施用农家肥和复合肥来提高土壤有机质含量，为后续植树种草创造良好土壤环境。

（1）场地清理工程

在井场使用结束后，对井场基座部分进行拆除，混凝土基座主要采取风镐破碎拆除，对拆除后的砌体采用人工装载、自重汽车进行运输清走外运。根据苏里格气田建井经验，每个气井基座的尺寸为：长 1.20m，宽 1.20m，深 0.30m，体积为 0.432m³。

主要针对井场-永久用地-灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地、采矿用地共 7 个复垦单元进行场地清理。

（2）土地平整工程

通过填高补低、挖深垫浅的方式进行土地平整，使之基本水平或其坡度在允许的范围之内，便于生物措施的实施，满足复垦土地植被生长条件的需要。平整方式主要为机械平整，借助平地机进行削高填低。

对所有复垦单元进行土地平整。

表 5-8 待复垦土地面积汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

一级地类		二级地类		站场	井场			进站道路	进场道路			管线	小计
				拟损毁	已损毁	拟损毁		拟损毁	已损毁	拟损毁		拟损毁	
				临时用地	永久用地	永久用地	临时用地	临时用地	永久用地	永久用地	临时用地	临时用地	
03	林地	031	有林地						0.13	3.99	4.15		8.27
		032	灌木林地		2.32	9.19	11.48		9.14	18.18	21.09	119.54	190.89
		033	其他林地		0.96	0.52	0.62		3.74	0.23	0.46	22.10	28.63
04	草地	041	天然牧草地	5.18	22.84	54.89	79.43	0.23	59.42	71.06	82.65	446.89	822.59
		042	人工牧草地									10.44	10.44
		043	其他草地		0.55	1.62	2.18		4.45	1.14	1.25	66.23	77.42
10	交通运输用地	104	农村道路								1.06	1.06	
12	其他土地	126	沙地	1.49	25.74	33.62	51.61	0.03	91.21	55.18	61.33	309.31	629.52
		127	裸地		1.25				0.12	2.05	2.59	8.55	14.56
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地		1.06				0.26				1.32
合计				6.67	54.72	99.84	145.27	0.26	168.47	151.83	173.52	984.12	1784.70

(3) 土地翻耕工程

对土壤板结部位进行翻耕，翻耕深度为 0.30m，改变土壤通透性，增加土壤的保水、保墒、保肥能力，为作物创造良好的生长环境，翻耕方式主要为机械翻耕，借助拖拉机和三铧犁进行翻耕。

除采矿用地以外，对站场-临时用地-天然牧草地、沙地，井场-永久/临时用地-灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地，道路-永久/临时用地-有林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地，管线-临时用地-灌木林地、其他林地、天然牧草地、人工牧草地、其他草地、沙地、裸地共 34 个复垦单元进行土地翻耕。

2、生物化学措施

(1) 土壤培肥工程

由于站场、井场、管线、道路等地面工程的建设对土地进行扰动，使得土壤养分贫瘠、理化性状变差、有机质含量减少，导致土壤易板结、可耕性差，通过施用农家肥和复合肥，来增加土壤有机质含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性，提高土壤生产力。根据实地调查，本方案确定每年农家肥的施用量 12000kg/hm²，复合肥的施用量 600kg/hm²。

除采矿用地以外，对站场-临时用地-天然牧草地、沙地，井场-永久/临时用地-灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地，道路-永久/临时用地-有林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地，管线-临时用地-灌木林地、其他林地、天然牧草地、人工牧草地、其他草地、沙地、裸地共 34 个复垦单元进行土地翻耕。

(2) 植树种草工程

按照“因地制宜、因地适树、因地适草”的原则，调查苏里格气田西二区所处位置及气候、立地条件等因素，选取当地适应能力强、种植较容易、成活率高的树种进行复垦。

①乔木种植：乔木树种选用**榆树**，选择春、秋两季造林，春季在土壤解冻至苗木出芽前进行，秋季则在苗木停止生长至土壤封冻前进行；选用胸径 6cm 以内、树高 1.5~2.0m 的 2~3 年生苗木，在干旱区截干栽植（留茎干 10~15cm），以减少苗木耗水。栽植时按照“三埋两踩一提苗”的栽植技术进行操作，即苗木

直立穴中，先填表土后填心土，填土至 2/3 时，苗木向上轻轻一提，使根系舒展，并踩实，继续填土至穴坑齐平，再次踩实，最后表面覆一层松土。采用人工穴状整地方式，整成 60×60×60cm 的植树穴，株行距为 2.0m×4.0m，植树穴切忌挖成锅底形或无规则形，使根系无法自然舒展。

②灌木种植：灌木树种选用**沙柳**，选择在秋季中期种植，株行距为 2.0m×2.0m，选用冠丛高 0.6~1.0m 的 2~3 年生苗木，栽植时先挖 1m 深的大坑，再将沙柳苗完全放入坑中，并在坑中放入适量的化肥和水，保证幼苗吸收足够的营养物质，冬天采取一定的防冻措施，待到春天即可露出小苗，形成大片沙柳苗木。

③草籽撒播：草籽选用**骆驼蓬**，挑选当年无发霉变质的种籽，选择在春季土壤解冻至苗木出芽前进行人工撒播，撒播量 30kg/hm²。播种前用农药拌种或用杀虫剂、抗旱剂、保水剂对种子进行包衣化处理，以预防种子传播病虫害和病虫害对种子的危害。

④沙障固沙：通过扎设**麦草方格**来实现机械固沙，较好地稳定沙面、降低风速。采用带状麦草铺设于地面，以草障为依托，在沙地上种植沙蒿，麦草方格规格 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，沙蒿种植时采用移植，株行距为 0.3m×0.4m。草方格沙障是固沙型的低立式沙障，由主带和副带纵横交织而成，设置主带与主导起沙风向垂直，副带与主风方向平行。在沙丘迎风坡先铺设主带，即横对主风方向划线，沿线平铺麦秸或稻草，草厚 5~6cm，用铁锹将草中部扎入沙内约 10~15cm，地上露出 15~20cm，再用铁锹或刮痧板壅沙扶正，加固基部（见图 5-7）；主带完成后，再与主带垂直划竖线，铺设副带，副带草的厚度可稍薄，但一定要与主带衔接好。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-7 麦草方格施工示意图

综上所述，对各复垦单元布设的具体复垦措施详见表 5-9。

表 5-9 复垦措施具体布设一览表

复垦单元		复垦措施	
用地类型	损毁地类		
站场	临时用地	天然牧草地	场地清理、土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		沙地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
井场	永久用地	灌木林地	场地清理、土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		其他林地	场地清理、土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		天然牧草地	场地清理、土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		其他草地	场地清理、土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		沙地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
		裸地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
	采矿用地	场地清理、土地平整	
	临时用地	灌木林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		其他林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		天然牧草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
其他草地		土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬	
沙地		场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙	
道路	永久用地	有林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植榆树
		灌木林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		其他林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		天然牧草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		其他草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		沙地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
		裸地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
		采矿用地	土地平整
	临时用地	有林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植榆树
		灌木林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		其他林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		天然牧草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		其他草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		沙地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
管线	临时用地	裸地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
		灌木林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		其他林地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、种植沙柳
		天然牧草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		其他草地	土地翻耕、土地平整、土壤培肥、撒播骆驼蓬
		农村道路	土地平整
		沙地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
		裸地	场地清理、土地平整、土壤培肥、麦草方格沙障固沙
采矿用地	土地平整		

5.3.3 技术措施

土地复垦工程设计遵循“多措并举、综合治理”的原则，对生产建设活动和自然灾害损毁的土地，采取整治措施，使其达到可供利用状态，主要采用工程技术措施和生物化学措施。本方案设计复垦工程技术措施主要包括场地清理、土地平整、土地翻耕等，生物化学措施主要有林草恢复、土壤培肥等。

1、工程技术措施

(1) 场地清理工程

本方案主要对井场永久用地，在井场使用结束后，对井场基座部分进行拆除，主要采取风镐破碎拆除混凝土基座，并对地面硬化设施进行清理，对拆除后的砌体采用人工装载、8t 自重汽车进行运输清走外运。

(2) 土地平整工程

在覆土之后，通过填高补低、挖深垫浅的方式对土地进行平整，使土地更适合作物种植或植被重建。本方案对管线敷设损毁土地的平整工程采用人工平土的方式进行，除此之外的其他用地均采用 118kw 自行式平地机进行机械平土。

(3) 土地翻耕工程

由于施工过程中使用推土机等重型机械，使得土壤被压实，物理性质发生变化，本方案对站场、井场、管线、道路损毁的土地进行翻耕，改变土壤通透性，增加土壤的保水、保墒、保肥能力，为植被生长创造良好的环境。通过采用 59kw 拖拉机和三铧犁进行翻耕，翻耕深度为 0.30m，翻耕后地面坡度 $\leq 3^\circ$ 。

2、生物化学措施

(1) 土壤培肥选择

通过施用农家肥和复合肥来提高土壤有机质含量，改良土壤结构，消除土壤不良理化特性，达到复垦后的土壤复垦的质量要求。农家肥是一种原料广、数量大、养分全的有机肥，改土培肥速度快、效果好，一般畜禽粪便和农作物秸秆只有经过发酵才能作为农家肥施用，一般通过沼气池发酵做到一物多用，没有沼气池的可用粪便池发酵或堆沤发酵；复合肥是含有两种或两种以上营养元素的化肥，具有养分含量高、副成分少、物理性状好等优点，能有效促进作物的高产稳产。

(2) 复垦树种选择

复垦区域植被选择应遵循乡土植物优先的原则，乡土植物具有适应性较强、

养护成本较低等诸多优点，作为复垦工程先锋植物具有较大的优势。在充分调查苏里格气田西二区周边乡土树种、草种，并分析其生物学、生态学及已有复垦措施的基础上，本方案设计乔木选择旱柳、杨树、榆树，灌木选择沙柳、沙蒿，草籽选择骆驼蓬、骆驼刺，以提高植被成活率，并保证生态系统景观一致。

本方案拟选用的复垦适生树种性状详见表 5-10。

表 5-10 复垦选取树种性状一览表

植物类型	树种名称	树种性状
乔木	旱柳	落叶乔木，大枝斜上、幼枝被毛，树冠广圆形，树皮暗灰黑色或纵裂，枝直立或斜展，褐黄绿色后变褐色，无毛，芽褐色、微有毛；喜阳光、耐寒冷、干旱植物，具有绿化、观赏价值。
	杨树	落叶乔木，树干端直，树皮光滑或纵裂，常为灰白色；有顶芽，芽鳞多数常有粘脂；枝有长短枝之分，圆柱状或具棱线；叶互生，多为卵圆形、卵圆状、披针形或三角状卵形，在不同的枝上常为不同的形状，齿状缘；叶柄长，侧扁或圆柱形；是世界上分布最广、适应性最强的树种。
	榆树	落叶乔木，阳性树种，喜光，耐旱，耐寒，耐瘠薄，不择土壤，适应性很强；根系发达，抗风力、保土力强，生长快，寿命长；能耐干冷气候及中度盐碱，可作西北荒漠、华北及淮北平原、丘陵及东北荒山、砂地及滨海盐碱地的造林或“四旁”绿化树种。
灌木	沙柳	落叶灌木，沙漠植物，幼枝黄色，叶线性或线状披针形，纸条丛生不怕沙压，根系发达，萌芽力强，是固沙造林树种；逆性强，较耐旱，喜水湿，抗风沙，耐一定盐碱，耐严寒和酷热。
	沙蒿	小灌木，广泛分布于草原带和荒漠草原带，多生长在沙质、沙砾质或砾石质土壤；是草原小半灌木的主要组成部分，也是其他草原群落的伴生植物，为生态幅度很广的旱生植物，具有良好的固沙效果，在牧区为牲畜营养价值良好的冬季饲料。
草籽	骆驼蓬	多年生草本植物，全株有特殊臭味。根肥厚而长，多分枝，分枝铺地散生，下部平卧，上部斜生，茎枝圆形有棱，光滑无毛；草质较粗糙，适口性差，生于荒漠地带干旱草地、绿洲边缘轻盐渍化沙地、壤质低山坡或河谷沙丘。
	骆驼刺	落叶草本植物，枝上多刺，叶长圆形，花粉红色，茎直立，具细条纹；根系十分发达，从沙漠深处吸取地下水和营养，是一种自然生长的耐旱植物，也是戈壁滩和沙漠中骆驼唯一能吃的赖以生存的草；生长于沙荒地、盐渍化低湿地和覆沙戈壁。上。

5.3.4 主要工程量

1、站场用地

待复垦站场用地全部为拟损毁的临时用地，损毁地类为天然牧草地和沙地，全部位于鄂托克旗境内。根据工程设计，采取的复垦措施主要有：土地平整、土地翻耕、土壤培肥、植被种植等。

(1) 土地平整工程量：对拟损毁的站场临时用地全部进行土地平整，采用平土机平整土地，共计土地平整面积 667.00m²。

(2) 土地翻耕工程量：对站场天然牧草地、沙地进行土地翻耕，采用拖拉机和三铧犁翻耕土地，共计土地翻耕面积 6.67hm²。

(3) 土壤培肥工程量：对站场天然牧草、沙地进行土壤培肥，每年农家肥的施用量 12000kg/hm²，复合肥的施用量 600kg/hm²，共计土壤培肥面积 6.67hm²。

(4) 植被种植工程量：

①草籽撒播：通过撒播骆驼蓬，对站场天然草地仍复垦为天然牧草地，撒播量 30kg/hm²，共计草籽撒播面积 5.18hm²。

②草方格沙障：通过设置麦草方格沙障，对站场沙地复垦为其他草地，以草障为依托，在沙地上种植沙蒿，草方格规格 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，沙蒿株行距为 0.3m×0.4m，栽植密度为 8334 株/hm²；共计麦草撒播面积 1.49hm²，沙蒿种植工程量为 12418 株。

经计算，站场复垦工程量汇总见表 5-11。

表 5-11 站场复垦工程量汇总表

序号	工程或费用名称		单位	工程量
1	土地平整工程		m ²	667.00
2	土地翻耕工程		hm ²	6.67
3	土壤培肥工程		hm ²	6.67
4	草籽撒播（骆驼蓬）		hm ²	5.18
5	草方格沙障	麦草撒播	hm ²	1.49
6		沙蒿种植	株	12418

2、井场用地

待复垦井场用地包括已损毁未复垦的永久用地和拟损毁的永久用地、临时用地，损毁地类有灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地、采矿用地，全部位于鄂托克旗境内。根据工程设计，采取的复垦措施主要有：场地清理、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、植被种植等。

(1) 场地清理工程量：待本方案服务到期闭井后，对井场全部永久用地进行基底拆除、场地清理，每个气井基座的尺寸为：长 1.20m，宽 1.20m，深 0.30m，体积为 0.432m³；苏里格气田西二区共建 1528 口井，共计砌体拆除量 660.10m³。

(2) 土地平整工程量：对井场全部用地进行土地平整，采用平土机平整土地，共计土地平整面积 29983.00m²。

(3) 土地翻耕工程量：除采矿用地以外，对井场其他用地进行土地翻耕，采用拖拉机和三铧犁翻耕土地，共计土地翻耕面积 298.77hm²。

(4) 土壤培肥工程量：除采矿用地以外，对井场其他用地进行土壤培肥，每年农家肥的施用量 12000kg/hm²，复合肥的施用量 600kg/hm²，共计土壤培肥面积 298.77hm²。

(5) 植被种植工程量：

①灌木种植：通过种植沙柳，对井场-永久/临时用地-灌木林地、其他林地复垦为灌木林地，株行距为 2.0m×2.0m，栽植密度 2500 株/hm²；共计灌木种植面积 25.04hm²，沙柳种植工程量为 62600 株。

②草籽撒播：通过撒播骆驼蓬，对井场-永久/临时用地-天然牧草地仍复垦为天然牧草地、其他草地仍复垦为其他草地，撒播量 30kg/hm²；共计草籽撒播面积 161.51hm²。

③草方格沙障：通过设置麦草方格沙障，对井场-永久/临时用地-沙地、裸地复垦为其他草地，以草障为依托，在沙地上种植沙蒿，草方格规格 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，沙蒿株行距为 0.3m×0.4m，栽植密度为 8334 株/hm²；共计麦草撒播面积 112.22hm²，沙蒿种植工程量为 935241 株。

经计算，井场复垦工程量汇总见表 5-12。

表 5-12 井场复垦工程量汇总表

序号	工程或费用名称		单位	工程量
1	场地清理工程	砌体拆除量	m ³	660.10
2	土地平整工程		m ²	29983.00
3	土地翻耕工程		hm ²	298.77
4	土壤培肥工程		hm ²	298.77
5	灌木种植（沙柳）		株	62600
6	草籽撒播（骆驼蓬）		hm ²	161.51
7	草方格沙障	麦草撒播	hm ²	112.22
8		沙蒿种植	株	935241

3、道路用地

待复垦道路用地包括已损毁未复垦的进场道路永久用地、拟损毁的进站道路临时用地、拟损毁的进场道路永久用地和临时用地，损毁地类包括有林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地、裸地、采矿用地，全部位于鄂托克旗境内。根据工程设计，采取的复垦措施主要有：土地平整、土地翻耕、土壤培肥、植被种植等。

(1) 土地平整工程量：对道路全部用地进行土地平整，采用平土机平整土地，共计土地平整面积 49408.00m²。

(2) 土地翻耕工程量：除采矿用地以外，对道路其他用地进行土地翻耕，采用拖拉机和三铧犁翻耕土地，共计土地翻耕面积 493.82hm²。

(3) 土壤培肥工程量：除采矿用地以外，对道路其他用地进行土壤培肥，每年农家肥的施用量 12000kg/hm²，复合肥的施用量 600kg/hm²，共计土壤培肥面积 493.82hm²。

(4) 植被种植工程量：

①乔木种植：通过种植榆树，对道路-永久/临时用地-有林地仍复垦为有林地，株行距为 2.0m×4.0m，栽植密度 1250 株/hm²；共计乔木种植面积 8.27hm²，榆树种植工程量为 10338 株。

②灌木种植：通过种植沙柳，对道路-永久/临时用地-灌木林地、其他林地复垦为灌木林地，株行距为 2.0m×2.0m，栽植密度 2500 株/hm²；共计灌木种植面积 52.84hm²，沙柳种植工程量为 132100 株。

③草籽撒播：通过撒播骆驼蓬，对道路-永久/临时用地-天然牧草地仍复垦为天然牧草地、其他草地仍复垦为其他草地，撒播量 30kg/hm²；共计草籽撒播面积 220.20hm²。

④草方格沙障：通过设置麦草方格沙障，对道路-永久/临时用地-沙地、裸地复垦为其他草地，以草障为依托，在沙地上种植沙蒿，草方格规格 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，沙蒿株行距为 0.3m×0.4m；共计麦草撒播面积 212.51hm²，沙蒿种植工程量为 1771058 株。

经计算，道路复垦工程量汇总见表 5-13。

表 5-13 道路复垦工程量汇总表

序号	工程或费用名称		单位	工程量
1	土地平整工程		m ²	49408.00
2	土地翻耕工程		hm ²	493.82
3	土壤培肥工程		hm ²	493.82
4	乔木种植（榆树）		株	10338
5	灌木种植（沙柳）		株	132100
6	草籽撒播（骆驼蓬）		hm ²	220.20
7	草方格沙障	麦草撒播	hm ²	212.51
8		沙蒿种植	株	1771058

4、管线用地

待复垦管线用地全部为拟损毁临时用地，损毁地类包括灌木林地、其他林地、天然牧草地、人工牧草地、其他草地、农村道路、沙地、裸地，全部位于鄂托克旗境内。根据工程设计，采取的复垦措施主要有：土地平整、土地翻耕、土壤培肥、植被种植等。

(1) 土地平整工程量：对管线全部临时用地进行土地平整，采用平土机平整土地，共计土地平整面积 98412.00m²。

(2) 土地翻耕工程量：除采矿用地以外，对管线其他临时用地进行土地翻耕，采用拖拉机和三铧犁翻耕土地，共计土地翻耕面积 983.06hm²。

(3) 土壤培肥工程量：除采矿用地以外，对管线其他临时用地进行土壤培肥，每年农家肥的施用量 12000kg/hm²，复合肥的施用量 600kg/hm²，共计土壤培肥面积 983.06hm²。

(4) 植被种植工程量：

①灌木种植：待本方案服务到关闭井后，再通过种植沙柳对管线-临时用地-灌木林地、其他林地均复垦为灌木林地，株行距为 2.0m×2.0m，栽植密度 2500 株/hm²；共计灌木种植面积 141.64hm²，沙柳种植工程量为 354100 株。

②草籽撒播：在管线敷设完成后，先通过撒播骆驼蓬对管线-临时用地-灌木林地、其他林地进行临时复绿；通过撒播骆驼蓬，对管线-临时用地-天然牧草地仍复垦为天然牧草地、人工牧草地和其他草地均复垦为其他草地，撒播量 30kg/hm²；共计草籽撒播面积 665.20hm²。

③草方格沙障：通过设置麦草方格沙障，对管线-临时用地-沙地、裸地复垦为其他草地，以草障为依托，在沙地上种植沙蒿，草方格规格 1×1m，麦草用量 6000kg/hm²，沙蒿株行距为 0.3m×0.4m；共计麦草撒播面积 317.86hm²，沙蒿种植工程量为 2649045 株。

经计算，管线复垦工程量汇总见表 5-14。

表 5-14 管线复垦工程量汇总表

序号	工程或费用名称		单位	工程量
1	土地平整工程		m ²	98412.00
2	土地翻耕工程		hm ²	983.06
3	土壤培肥工程		hm ²	983.06
4	灌木种植（沙柳）		株	354100
5	草籽撒播（骆驼蓬）		hm ²	665.20
6	草方格沙障	麦草撒播	hm ²	317.86
7		沙蒿种植	株	2649045

5、土地复垦工程量汇总

综上所述计算，对苏里格气田西二区采矿证范围内待复垦土地全部进行复垦，复垦工程全部位于鄂托克旗境内，其复垦工程量汇总见表 5-15。

表 5-15 土地复垦工程量汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量
一		土壤重构工程		
(一)		场地清理工程		
(1)	40192	混凝土拆除（无钢筋）	m ³	660.10
(2)	20316	挖掘机装石渣自卸汽车运输	m ³	660.10
(二)		土地平整工程		
(1)	10330	平地机平土	m ²	178470.00
(三)		土地翻耕工程		
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	1782.32
(四)		生物化学工程		
(1)		土壤培肥	hm ²	1782.32
二		植被重建工程		
(一)		林草恢复工程		
1		植树		
(1)	90008	乔木种植（榆树）	株	10338
(2)	90018	灌木种植（沙柳）	株	548800
(3)	90018	沙蒿种植	株	5367763
2		种草		
(1)	90030	草籽撒播（骆驼蓬）	hm ²	1052.09
(2)		麦草撒播	hm ²	644.08

5.4 含水层破坏修复

5.4.1 目标任务

气田在开采过程中，不可避免地会对地下水含水层造成一定程度的影响。钻

井打穿了松散岩孔隙水和基岩裂隙水，影响了含水层的整体结构，对含水层构成扰动。若固井质量差或井管发生破裂事故，废水泄漏至管外，气田采出水在水头压力差的作用下，在上返途中可直接进入各深层含水层，并在含水层中扩散迁移，污染地下水。因此，针对气田开采过程中可能产生的地下水破坏，针对性地提出含水层破坏修复的相关措施，保护地下水资源，确保水质不受污染，保障矿区及周围居民的生产、生活供水不受影响，发现损坏及时维修，发现用水困难及时寻找替代水源，确保用水安全，不浪费水资源。

5.4.2 工程设计

1、设计原则

(1) 强调水生态自我修复原则：统筹考虑水环境承载力和经济发展需求，充分利用生物—生态修复技术改善水体水质和水环境，发挥自然生态系统的自我修复能力。

(2) 防污与治污兼顾原则：针对含水层水污染类型及特点，提出污染源头控制措施、防渗控制措施、风险事故应急措施等，实现防污与治污的兼顾。

(3) 因地制宜原则：含水层修复是一个复杂的过程，既要达到预期目标，又要避免对含水层本身和周边环境的不利影响，对实施过程的准确性要求比较高。因此，在确定修复方案之前，要对含水层做详细的调查研究，在此基础上制定合乎本地区具体情况、自然条件，适应经济发展需要的方案。

2、设计方案

通过对苏里格气田西二区的实地调查走访和收集相关资料进行分析，依据地形、地貌及含水层特征，参考同类油气田含水层修复实践经验，经技术、经济等方面综合比较，确定最终修复方案，主要修复措施包括生物修复技术、化学氧化技术。

5.4.3 技术措施

1、生物修复技术

生物修复是指利用特定生物（植物、微生物和原生动物）吸收、转化、消除或降解环境污染物，从而修复被污染环境或消除环境中的污染物，实现环境净化、生态效应恢复的生物措施。生物修复可分为天然生物修复和强化生物修复，在不添加营养物的条件下，土著微生物利用周围环境中的营养物质和电子受体，对地

下水中的污染物进行降解，称为**天然生物修复**，该技术在修复被石油类产品污染的场地中正得到广泛应用。

实验证明，石油类污染物中单环芳烃从污染源向下游迁移过程中，污染物基本被去除，污染羽状体内产生了天然生物修复作用。采用天然生物修复，在好氧、反硝化、铁的还原条件下，天然生物修复使污染物浓度达到处理目标，设置监测井监测地下水中污染物的自然衰减。

2、化学氧化技术

化学氧化是指利用氧化剂本身氧化能力或所产生的自由基的氧化能力氧化土壤中的污染物，使得污染物转变为无害的或毒性更小的物质，从而达到修复的目的，常用的化学氧化用剂有过硫酸盐、高锰酸钾和臭氧等。化学氧化技术能在短时间内获得污染物浓度的大量降低（60%~90%以上），可分原位和异位两种实施方式，原位化学氧化的工法有建井注入工艺和水力压裂注射工艺。使用注入井原位注入技术，在修复范围内布置用剂注入井，将氧化用剂通过注入井注入到饱和含水层中，氧化用剂与目标污染物接触反应，可缩短修复时间。

5.4.4 主要工程量

根据前述现状分析与预测评估结果，苏里格气田西二区天然气开采方式为钻孔开采，不存在大规模的采挖，且钻井采用水泥浆固井和套管完井措施，钻井废水、压裂作业废水、酸化废液均采用不落地处理措施进行循环再利用，不外排，对含水层的破坏污染程度较轻，地下水未受到严重污染，因此不需要计算工程量。

5.5 水土环境污染修复

5.5.1 目标任务

工程施工过程中会产生施工垃圾、生活垃圾和废（污）水，包括泥浆、废弃预料、施工人员的一次性餐具、饮料瓶等废物残留于土壤中，这些在土壤中难以生物降解的固体废物，影响土壤耕作和作物生长；另外，钻井过程中将产生大量的钻井泥浆、钻井废水和钻井岩屑，如不注意及时收集而任意排放，则会对井场附近土壤造成污染。污染物通过土壤，在自然降水、灌溉作用下，可能通过包气带渗透至潜水层而污染包气带潜水，造成水土环境污染。针对气田开采过程中产生的水土环境污染，采取相应的预防和修复措施，以达到污染治理与生态恢复的

目的。

5.5.2 工程设计

1、设计原则

(1) 耕地保护原则：在进行修复选择时，尽可能选用对土壤肥力负面影响小的技术。

(2) 可行性原则：主要体现在两个方面，一是经济方面的可行性，即成本不能太高；二是效用方面的可行性，即修复后能达到预期目的，见效快。

(3) 因地制宜原则：土地污染物的去除和钝化是一个复杂的过程，既要达到预期目标，又要避免对土壤本身和周边环境的不利影响，对实施过程的准确性要求比较高。因此，在确定修复方案之前，要对土壤做详细的调查研究，在此基础上制定适宜项目区的修复方案。

2、设计方案

通过对苏里格气田西二区的实地调查走访和收集相关资料进行分析，依据地表水、土壤样品检测结果，参考同类油气田水土污染修复实践经验，经技术、经济等方面综合比较，确定最后的修复方案，采取的主要修复措施包括置换法、植物修复、生物化学还原修复、水体化学法处理、水体物理法处理。

5.5.3 技术措施

1、置换法

置换法是将被污染的软土消除，用稳定性好的土体回填并压实或夯实。通过实地调查走访，苏里格气田西二区已建地面工程对可能污染的地面已敷设了砂砾、碎石，因此对拟建工程可能产生的地面污染采取类似的修复措施，即及时开挖换填砂砾、碎石，以免污染水土环境。该方法在技术要求上相对简单，将换置下来的污染砂砾、碎石统一处理即可，操作方法简单。

2、植被修复

植被修复是利用植物对土壤及水体中污染物进行固定、吸收、挥发等作用，以清除土壤环境中的污染物或使其有害性得以降低或消失。植物修复是一种可靠、安全、环境、友好的修复技术，对重金属污染土壤而言，其实质是种植对污染土壤和水体中的一种或多种重金属有特殊吸收富集能力的植物，并将其收获妥善处理，将吸收富集的重金属移出土壤，达到污染治理与生态恢复的目的。植物修

复与其它修复技术相比，具有成本低、对环境影响小，能使地表长期稳定，并且在清除污染的同时，消除污染土壤周围的大气和水体中的污染物，有利于改善生态环境等优点。

3、生物化学还原修复

生物化学还原修复是通过向土壤或地下水添加碳源、营养物质等缓释物质来促进污染土壤、地下水中的优势土著微生物生长繁殖，促进其对污染物的降解反应，并通过活性铁等添加剂降低土壤中的氧化还原电位，为厌氧微生物创造适合的生境。在低还原电位条件下，污染物发生脱卤等反应，毒性降低并通过好氧微生物得到有效降解。

4、水体化学法处理

水体化学处理法主要用于处理污染后水体中不能用单独物理方法或者生物方法去除的溶解性物质，化学方法包括化学破乳法和化学氧化法等。化学破乳法是针对成稳定状态的乳化油投入化学药剂对带负电荷的乳化油发生中和反应，破乳后形成油粒从而达到油水分离的目的；化学氧化法是将污染后水体中呈溶解态的无机物和有机物转化为微毒、无毒的物质或者与水分离的形态。

5、水体物理化学法处理

水体物理化学法处理主要包括气浮法和吸附法等，气浮法是依靠气泡表面吸附油粒或悬浮物以达到分离的目的，在含油污水通入空气或者其他气体产生微细气泡，使水中的一些细小悬浮物油珠及固体颗粒附着在气泡上形成水-气-油粒三相混合体系，随气泡形成浮渣，然后使用撇油器将油撇去；吸附法是利用吸附剂将含油的污水中溶解油和其他溶解性有机物吸附在表面从而实现分离。

5.5.4 主要工程量

根据前述现状分析与预测评估结果，苏里格气田西二区评估区废弃泥浆、生产废水、生活污水等均进行统一集中处理，经长期监测并取样检测分析，地表水中各项主要污染因子均低于《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的标准要求，土壤中各项主要污染因子均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）的标准要求，水土环境未受到严重污染，因此不需要计算工程量。

5.6 矿山地质环境监测

5.6.1 目标任务

矿山地质环境监测是对矿山地质环境要素与矿山地质环境问题进行的时空动态变化的观测，是从保护水土资源、维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害风险为出发点，运用多种手段和方法，对地质灾害成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确掌握矿山地质环境动态变化及地质灾害防治措施效果的重要手段和基础性工作。

矿山建设及开采活动引发或可能引发地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等矿山地质环境问题。为切实加强矿山地质环境保护，建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，应建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。

5.6.2 监测设计

矿山地质环境监测包括矿山地质灾害监测、含水层破坏监测、地形地貌景观恢复监测、水土环境污染监测四个部分，具体监测措施设计分述如下：

1、矿山地质灾害监测

(1) 监测内容：评估区崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷和地面沉降等地质灾害均不发育，本方案主要针对风蚀沙埋现象进行监测，监测内容包括风沙运动的观测和沙丘移动的监测两个方面，本方案设计主要监测地面扰动恢复后造成的沙丘移动及风蚀强度的变化，同时测定土壤含水量、土壤紧实度及植被覆盖度、土地利用现状等。

(2) 监测点布设：为保护油气开采地面设施免受风蚀沙埋灾害的破坏，在站场、井场、道路、管线的建设直接影响区设置地质灾害监测点 20 个（DZ01～DZ20），主要监测地面扰动情况和风蚀强度的变化。

具体地质灾害监测点布设位置见表 5-16。

表 5-16 地质灾害监测点布设一览表

序号	名称	CGCS2000 坐标 (3 度带)		备注
		X	Y	
DZ01	地质灾害监测点	****	****	井场直接影响区
DZ02	地质灾害监测点	****	****	站场直接影响区
DZ03	地质灾害监测点	****	****	道路直接影响区
DZ04	地质灾害监测点	****	****	管线直接影响区
DZ05	地质灾害监测点	****	****	管线直接影响区
DZ06	地质灾害监测点	****	****	井场直接影响区
DZ07	地质灾害监测点	****	****	站场直接影响区
DZ08	地质灾害监测点	****	****	站场直接影响区
DZ09	地质灾害监测点	****	****	管线直接影响区
DZ10	地质灾害监测点	****	****	管线直接影响区
DZ11	地质灾害监测点	****	****	道路直接影响区
DZ12	地质灾害监测点	****	****	道路直接影响区
DZ13	地质灾害监测点	****	****	站场直接影响区
DZ14	地质灾害监测点	****	****	管线直接影响区
DZ15	地质灾害监测点	****	****	道路直接影响区
DZ16	地质灾害监测点	****	****	管线直接影响区
DZ17	地质灾害监测点	****	****	井场直接影响区
DZ18	地质灾害监测点	****	****	井场直接影响区
DZ19	地质灾害监测点	****	****	道路直接影响区
DZ20	地质灾害监测点	****	****	站场直接影响区

(3) 监测方法：风沙运动的观测采用集沙仪测定法与定位插钎法相结合的方法，其中**集沙仪测定法**的基本原理和测点方法是：在选定的测点位置分别安置 20cm 和 40cm 两个高度的集沙仪各 2 个，同时在建设区外设置对照 2 处，在达到起沙风速时，因为气流搬运的沙量绝大部分在距离地面 30cm 的高度内，所以误差较小；集沙仪测量一次 10min，沙子从 10 个进沙孔分别进入安装在集沙仪里的塑料管进行收集测量。**定位插钎法**（见图 5-8）的基本原理和测定方法是：选取有代表性的地块布设观测小区，选取地质灾害防治措施实施区和对照区各 1 个，每个小区面积为 3m×10m，沿主风方向每隔 1m 布置 1 个插钎，每组 10 个共 30 个插钎；测量插钎离地面的高度变化，并计算出土壤风蚀量，同时设置风速风向自记仪，记录每天的地面风蚀数据，记录大风出现的时间、频次等，整理统计监测年内各级起沙风的历时，同时要收集当地气象站的平均起沙风速、大风日数、大风出现的频次等多年观测资料。

沙丘移动的监测采用**纵剖面法**（见图 5-9），方法为：选定不同沙丘，在垂直

沙丘走向的迎风坡脚、丘顶和背风坡脚埋设标志，重复量测并记录其距离变化。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-8 定位插钎法示意图

根据保密规定，数据做了脱密处理

图 5-9 纵剖面法示意图

(4) 监测频率：指派专业人员定期监测，监测频率为每月 1 次。

(5) 监测期限：监测时间为 31.3 年（2019 年—2050 年 4 月）。

2、含水层破坏监测

(1) 监测内容：主要监测地下水水位、水量、水质的变化情况，采集水样送交专业化实验室进行分析，检测项目包括有水温、pH 值、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、硫化物、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、铬（+6 价）、汞、COD、BOD、挥发酚、石油类等。

(2) 监测点布设：根据地下水含水层结构及地下水径流方向，在未受污染区域设置地下水环境背景对照监测点 2 个（W01、W02），分别监测第四系潜水含水层和白垩系承压水含水层未被污染的背景值。另外，在已建和拟建地面工程区内充分利用现有钻井、民井和集气站水源井设置地下水环境监测点 40 个（W03~W42），对地下水水位、水量、水质的破坏情况和恢复情况进行监测，主

要监测第四系潜水含水层和白垩系承压水含水层的变化,重点对地下水的污染程度和动态变化进行观测。

具体地下水监测点布设位置见表 5-17。

表 5-17 地下水监测点布设一览表

序号	名称	CGCS2000 坐标 (3 度带)		监测井类型	监测层位	备注
		X	Y			
W01	地下水监测点	****	****	民井	第四系孔隙水	背景对照监测
W02	地下水监测点	****	****	民井	白垩系孔隙裂隙水	
W03	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	地下水破坏与恢复监测
W04	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W05	地下水监测点	****	****	民井	第四系孔隙水	
W06	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W07	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W08	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W09	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W10	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W11	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W12	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W13	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W14	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W15	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W16	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W17	地下水监测点	****	****	民井	第四系孔隙水	
W18	地下水监测点	****	****	民井	白垩系孔隙裂隙水	
W19	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W20	地下水监测点	****	****	钻井	白垩系孔隙裂隙水	
W21	地下水监测点	****	****	钻井	白垩系孔隙裂隙水	
W22	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W23	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W24	地下水监测点	****	****	民井	白垩系孔隙裂隙水	
W25	地下水监测点	****	****	水源井	白垩系孔隙裂隙水	
W26	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W27	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W28	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W29	地下水监测点	****	****	钻井	白垩系孔隙裂隙水	
W30	地下水监测点	****	****	钻井	白垩系孔隙裂隙水	
W31	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W32	地下水监测点	****	****	水源井	第四系孔隙水	
W33	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	
W34	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	

序号	名称	CGCS2000 坐标 (3 度带)		监测井 类型	监测层位	备注
		X	Y			
W35	地下水监测点	****	****	民井	白垩系孔隙裂隙水	
W36	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W37	地下水监测点	****	****	新建井	第四系孔隙水	
W38	地下水监测点	****	****	民井	白垩系孔隙裂隙水	
W39	地下水监测点	****	****	钻井	第四系孔隙水	
W40	地下水监测点	****	****	水源井	白垩系孔隙裂隙水	
W41	地下水监测点	****	****	民井	第四系孔隙水	
W42	地下水监测点	****	****	新建井	白垩系孔隙裂隙水	

(3) 监测方法：地下水水位采用自动监测，水位监测仪自动发回数据；地下水水位采用人工监测，每月测量水位变化情况；地下水水质采用人工监测，通过采集地下水水样，送至专业化验室进行检测分析，采样器要进行前期处理，水样瓶冲洗 3~4 次后再装样，采样后要进行冷冻密封保存。

(4) 监测频率：指派专业人员定期监测，水量监测频率为每年 6 次（枯水期监测 2 次，丰水期监测 4 次），水质监测频率为每年 4 次（枯水期监测 1 次，丰水期监测 3 次）。

(5) 监测期限：地下水背景对照点监测时间为 1 年，地下水环境破坏点监测时间为 25.3 年（2019 年—2044 年 4 月），地下水环境恢复点监测时间为 6 年（2044 年 5 月—2050 年 4 月）。

3、地形地貌景观恢复监测

主要对矿山建设施工期及天然气开采活动生产期对地面植被景观的损毁类型、损毁面积、损毁程度等内容进行监测，同本方案土地复垦监测中的土地损毁监测内容，在此不做重复计算。

4、水土环境污染监测

(1) 地表水监测

①监测内容：主要监测地表水水质的变化情况，采集水样进行检测分析，检测项目包括有水温、流量、pH 值、COD、BOD₅、氨氮、硫化物、石油类、铁、锰等。

②监测点布设：本项目位于西北干旱区，地表水系不发达，资源稀少，根据矿区内湖、泡、淖的分布情况设置地表水监测点。在位于乌审旗境内的毛敦查干淖尔设置地表水背景对照监测点 1 个（D01），监测获取地表水未被污染的背景

值；另外在位于鄂托克旗境内的毫庆召湖、哈达田淖尔、乌日都音淖尔分别设置地表水环境监测点 3 个(D02~D04)，对地表水的破坏情况和恢复情况进行监测，重点对天然气开采密集区域附近的地表水情况进行观测。

具体地表水监测点布设位置见表 5-18。

表 5-18 地表水监测点布设一览表

序号	名称	CGCS2000 坐标 (3 度带)		监测点位置	备注
		X	Y		
D01	地表水取样点	****	****	毛敦查干淖尔	背景对照监测
D02	地表水取样点	****	****	毫庆召湖	地表水破坏与恢复监测
D03	地表水取样点	****	****	哈达田淖尔	
D04	地表水取样点	****	****	乌日都音淖尔	

③监测方法：采集地表水水样，送至专业化验室进行检测分析，重点对排放污水的污染组分进行检测，采样器要进行前期处理，水样瓶冲洗 3~4 次后再装样，采样后要进行冷冻密封保存。

④监测频率：指派专业人员定期监测，监测频率为每年 3 次（枯水期监测 1 次，丰水期监测 2 次）。

⑤监测期限：地表水背景对照点监测时间为 1 年，地表水环境破坏点监测时间为 25.3 年（2019 年—2044 年 4 月），地表水环境恢复点监测时间为 6 年（2044 年 5 月—2050 年 4 月）。

(2) 土壤监测

①监测内容：采集土样进行检测分析，检测项目包括土壤重金属含量、石油烃总量、有机污染物、土壤粒径、含水量、导电率、酸碱度、碱化度等。

②监测点布设：由于油气田生产设施存在点多、线长、面广的特殊性，土壤污染的主要隐患点在站场、井场、道路、管线等地面工程区域内。本方案选在未受污染区域分别设置土壤环境背景对照监测点 2 个（T01、T02），监测获取土壤未受污染的背景值；在已建和拟建地面工程区内或附近设置土壤环境监测点 30 个（T03~T32），对土壤的破坏情况和恢复情况进行监测。

具体土壤监测点布设位置见表 5-19。

表 5-19 土壤监测点布设一览表

序号	名称	CGCS2000 坐标 (3 度带)		备注
		X	Y	
T01	土壤监测点	****	****	背景对照监测
T02	土壤监测点	****	****	
T03	土壤监测点	****	****	
T04	土壤监测点	****	****	土壤环境破坏 与恢复监测
T05	土壤监测点	****	****	
T06	土壤监测点	****	****	
T07	土壤监测点	****	****	
T08	土壤监测点	****	****	
T09	土壤监测点	****	****	
T10	土壤监测点	****	****	
T11	土壤监测点	****	****	
T12	土壤监测点	****	****	
T13	土壤监测点	****	****	
T14	土壤监测点	****	****	
T15	土壤监测点	****	****	
T16	土壤监测点	****	****	
T17	土壤监测点	****	****	
T18	土壤监测点	****	****	
T19	土壤监测点	****	****	
T20	土壤监测点	****	****	
T21	土壤监测点	****	****	
T22	土壤监测点	****	****	
T23	土壤监测点	****	****	
T24	土壤监测点	****	****	
T25	土壤监测点	****	****	
T26	土壤监测点	****	****	
T27	土壤监测点	****	****	
T28	土壤监测点	****	****	
T29	土壤监测点	****	****	
T30	土壤监测点	****	****	
T31	土壤监测点	****	****	
T32	土壤监测点	****	****	

③监测方法：定期采取土壤样品，送至专业化验室进行检测分析，土样采集要自下而上分层采取柱状样（表层 0~20cm、中层 20~60cm、深层 60~100cm），每个采样点取 3 到 5 个样混合后作为该样区的代表性土样，将土样密封好，不被人为污染，样品袋要求为棉布袋。

④监测频率：指派专业人员定期监测，监测频率为每年 3 次（春、夏、秋季

各 1 次)。

⑤监测期限：土壤背景对照点监测时间为 1 年，土壤环境破坏点监测时间为 25.3 年（2019 年—2044 年 4 月），土壤环境恢复点监测时间为 6 年（2044 年 5 月—2050 年 4 月）。

综上所述，矿山地质环境监测点布设详见图 5-10。

5.6.3 技术措施

1、矿山地质灾害监测

苏里格气田西二区内崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害均不发育，存在的地质灾害隐患主要为风蚀沙埋，根据苏里格气田矿山地质环境治理经验，尽管已采取沙障固沙工程措施进行了相应的治理，仍需要加强对矿山地质灾害的监测，随时了解风沙运动规律和沙丘移动速度，以便做好预防准备，避免不必要的财产损失及人员伤亡，同时为下一步治理提供参考依据。

2、含水层破坏监测

为防止矿山开采可能对区内主要取水含水层——第四系松散岩类孔隙水和白垩系碎屑岩类孔隙裂隙水的破坏，必须加强对含水层的监测，主要监测矿山影响范围内地下水水位、水质变化情况以及管道泄漏对地下水的瞬时污染影响等，并定期采集水样进行检测分析，发现问题及时解决，保障矿区内人民生活用水，地下水监测的方法和精度满足《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）的要求。

3、地形地貌景观恢复监测

考虑到油气田项目地面工程用地点多、线长、面广、分散性强的特殊性，对地形地貌景观的破坏主要为压占原有土地地类，改变原有地貌类型，破坏原有景观格局等，因此需要通过遥感影像相结合进行监测，掌握站场、井场、管线、道路等地面工程建设对地表高程形态的改变以及对地形地貌景观的破坏情况，以便采取相应措施进行工程治理，及时恢复地形地貌景观，改善生态环境，地形地貌景观恢复监测方法和精度参考《水土保持监测技术规范》（SL 277-2002）要求。

4、水土环境污染监测

钻井废液、压裂废液、生活污水的排放都会对地表水和土壤资源造成一定的污染破坏，通过布设水土环境污染监测措施来掌握矿区内固体废弃物及废水的排

放情况以及对周围水体、土体的污染影响范围，并定期采集水样、土样进行检测分析。地表水监测方法和精度满足《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)的要求，土壤的监测方法和精度满足《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)的要求。

5.6.4 主要工程量

根据工程设计，计算得出矿山地质环境监测工程量详见表 5-20。

表 5-20 矿山地质环境监测工程量汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	治理工程内容	监测频率 (次/年)	监测点数 (点)	工程量 (点次)		
				近期 5 年	中远期	合计
(一)	地质灾害监测					
1	风蚀沙埋监测点	12	20	1200	6312	7512
(二)	含水层破坏监测					
1	地下水环境背景监测点					
(1)	水质监测	4	2	8	0	8
(2)	水量监测	6	2	12	0	12
2	地下水环境破坏监测点					
(1)	水质监测	4	40	800	3248	4048
(2)	水量监测	6	40	1200	4872	6072
3	地下水环境恢复监测点					
(1)	水质监测	4	40	0	960	960
(2)	水量监测	6	40	0	1440	1440
(三)	水土环境污染监测					
1	地表水监测					
(1)	地表水环境背景监测点	3	1	3	0	3
(2)	地表水环境破坏监测点	3	3	45	183	228
(3)	地表水环境恢复监测点	3	3	0	54	54
2	土壤监测					
(1)	土壤环境背景监测点	3	2	6	0	6
(2)	土壤环境破坏监测点	3	30	450	1827	2277
(3)	土壤环境恢复监测点	3	30	0	540	540

注：地形地貌景观恢复监测同土地复垦中的“土地损毁监测”，不重复计算。

根据保密规定，数据做了脱密处理

图5-10 矿山地质环境监测点位置布设示意图

5.7 矿区土地复垦监测和管护

5.7.1 目标任务

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少对土地造成损毁的重要手段之一；土地复垦管护是土地复垦工程的最后程序，主要针对恢复土地上的植被进行保护管理，主要包括有草的田间管理、收割作用、种籽采收、合理放牧利用等以及幼林管护和成林管理。

土地复垦监测内容包括土地损毁监测和复垦效果监测，对土地损毁和地面沉降情况、土壤质量和植被恢复效果进行动态监测，及时掌握土地资源损毁和土地复垦效果情况，保证复垦后土壤质量、植被效果达到土地复垦质量要求；土地复垦管护内容主要针对复垦后的林地、草地进行看护管理，对受损乔灌草及时补种、陪土、浇水、施肥，喷洒农药防治病虫害发生。

5.7.2 措施和内容

本方案对已复垦未验收区域（1445.84 hm²）和待复垦区域（1784.70 hm²）进行土地复垦监测与管护，全部位于鄂托克旗境内。

1、土地复垦监测

土地复垦监测主要有土地损毁监测及复垦效果监测，具体监测设计分述如下：

（1）土地损毁监测

①监测内容：主要针对苏里格气田西二区的井场、站场、管线、道路等地面工程对土地的损毁情况以及天然气开采过程中地面沉降动态情况进行监测，监测内容主要有土地损毁类型、损毁面积、损毁程度等。

②监测点布设：主要针对井场、站场、管线、道路四种用地类型布设监测点，每种用地类型设置 2 个土地损毁监测点，共计 8 个监测点。

③监测方法：采用人工巡视、现场测量等方法，对地面损毁情况进行监测，采用精密水准测量对地面沉降变化情况进行监测，监测等级为二等水准测量，采用独立高程系统作为监测的高程控制系统；监测过程要求记录准确可靠，及时整理、提交，并预测结果对比。

④监测频率：指派专业人员定期监测，监测频率为每年 1 次。

⑤监测期限：监测时间为 31.3 年（即 2019 年—2050 年 4 月）。

（2）复垦效果监测

①监测内容：包括土壤质量情况、植被生长状况等，其中土壤质量主要针对复垦后的林地、草地进行监测，主要监测内容有地面坡度、有效土层厚度、土壤容重、酸碱度（pH 值）、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等；植被生长主要针对复垦后的林地、草地进行监测，林地主要监测内容有植物生长势、成活率、郁闭度等，草地主要监测内容有植物覆盖度、产草量、成活率等。

②监测点布设：土壤质量对复垦为林地、草地的土地复垦单元（共 34 个）布设监测点，每个复垦单元设置 3 个土壤质量监测点，共计 102 个监测点；植被生长对复垦为林地、草地的土地复垦单元（共 34 个）布设监测点，每个复垦单元设置 2 个植被监测点，共计 68 个监测点。

③监测方法：采用人工巡视、现场测量、实验室仪器分析等方法，监测复垦区土地的自然特性，同时采集土壤样品，送交专业化验室分析土样中的各项土壤含量。

④监测频率：指派专业人员定期监测，监测频率为每年 1 次。

⑤监测期限：监测时间为 5 年（2045 年 5 月—2050 年 4 月）。

2、土地复垦管护

（1）管护对象及时间：主要针对复垦后的林地、草地进行管护，管护时间为 5 年（2045 年 5 月—2050 年 4 月）。

（2）管护内容：林地管护工作包括有水分管理、林木修枝、病虫害防治等，其中水分管理主要通过植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭；林木修枝通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗，以保证林木树冠有足够的营养空间，提高林木的干材质量，促进林木生长；病虫害防治通过及时喷洒农药、砍伐病株，以控制灾害发生。草地管护工作包括有破除土表板结、间苗、补苗与定苗、灌溉、病虫害与杂草管理等，其中破除土表板结是采用具有短齿的圆形镇压器轻度镇压，或用短齿钉齿耙轻度耙地，增加土壤孔隙度；间苗、补苗与定苗是去除弱苗病苗，保留壮苗；病虫害防治通过及时喷洒农药来控制灾害的发生。

(3) 管护范围：已复垦未验收的和待复垦的林地、草地面积。

5.7.3 主要工程量

1、土地复垦监测

根据工程设计，计算得出土地复垦监测工程量详见表 5-21。

表 5-21 土地复垦监测工程量表（全部位于鄂托克旗境内）

监测内容			监测点数 (点)	监测频率 (次/年)	监测时间 (年)	工程量 (点次)
土地 损毁 监测	站场		2	1	32	64
	井场		2	1	32	64
	道路		2	1	32	64
	管线		2	1	32	64
复垦 效果 监测	土壤 质量	林地、 草地	102	1	5	510
	植被 生长	林地、 草地	68	1	5	340

2、土地复垦管护

根据工程设计，已复垦未验收区域内林地面积 74.97hm²，草地面积 1363.98hm²，待复垦区域采取各项工程和生物措施复垦后林地面积 227.79hm²，草地面积 1554.53hm²，共计管护林地面积 302.76hm²，草地面积 2918.51hm²（全部位于鄂托克旗境内）。

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

6.1 总体工作部署

6.1.1 矿山地质环境治理工作部署

按照《矿山地质环境保护规定》的规定，将矿山地质环境治理工作分为近期和中远期两个阶段进行，分别为近期5年（2019年—2023年）、中远期（2024年—2050年4月），采取的治理措施有人工巡视预防措施、防风固沙措施、植被恢复措施、矿山地质环境监测措施。

矿山地质灾害人工巡视和地质灾害监测贯穿整个方案服务期；随着气田产能建设，对站场、井场、道路、管线等地面工程的建设直接影响区采取防风固沙措施和植被恢复措施；含水层破坏监测措施分为背景监测、破坏监测、恢复监测，监测内容包括水质、水量、水位，贯穿整个方案适用期；水土环境污染监测分为背景监测、破坏监测、恢复监测，监测内容包括地表水污染和土壤污染监测，贯穿整个方案适用期；地形地貌景观监测同土地复垦中的“土地损毁监测”，不做重复工作；按照“近细远粗”的原则，针对近期5年、首年度工作计划作出进一步细化。

6.1.2 土地复垦工作部署

按照《土地复垦条例》的规定，结合开发利用方案，将土地复垦工作分为六个阶段进行，分别为第一阶段（2019年—2023年）、第二阶段（2024年—2028年）、第三阶段（2029年—2033年）、第四阶段（2034年—2038年）、第五阶段（2039年—2044年4月）、第六阶段（2045年5月—2050年4月）。

根据气田产能建设计划，对站场、井场、道路、管线的临时用地尽快开展复垦工作，主要采取翻耕、平整、培肥、植被恢复等措施；对井场及不再留续使用的道路待开采完毕后，进行清基、翻耕、平整、培肥、植被恢复等措施，尽量恢复为原地类（沙地、裸地复垦为其他草地）。按照“近细远粗”的原则，针对第一阶段、首年度工作计划作出进一步细化。

6.2 阶段实施计划

6.2.1 矿山地质环境治理阶段计划

1、近期（2019年—2023年）

- （1）对气田建设和运行过程中可能引发、遭受的风蚀沙埋采取防治措施；
- （2）在气田建设和运行过程中，针对生产废水、钻井废液等问题采取预防保护措施，防止对含水层、水土环境造成破坏；
- （3）近期对站场、井场、道路和管线区域的临时用地进行土地整治和植被绿化，恢复原地形地貌景观，保护土地资源；
- （4）初步建立矿山地质环境监测系统，定期对地质灾害、含水层、地形地貌和水土环境进行监测，建立矿山地质环境预警机制，减轻矿山地质环境问题的危害程度。

2、中远期（2024年—2050年4月）

- （1）随着气田产能建设，进一步对风蚀沙埋采取防治措施；
- （2）根据气田产能建设计划，继续对站场、井场、道路、管线区域的临时用地进行土地整治和植被绿化；
- （3）对井场、管线、不再留续使用的道路进行土地整治和植被绿化，恢复原地形地貌景观，保护土地资源；
- （4）完善矿山地质环境监测系统及矿区内地质灾害群测群防系统，定期对地下水水位、水量及水质，地形地貌景观及水土资源环境进行监测，对突发性的地质环境问题及时上报，并做出妥善处理。

6.2.2 土地复垦阶段计划

根据气田生产建设计划，本方案土地复垦工作分为六个阶段（全部位于鄂托克旗境内），具体阶段划分、复垦范围以及复垦工作详见表 6-1；结合土地利用现状图，统计得出各阶段土地损毁类型及面积详见表 6-2；根据前述工程设计，计算得出各阶段复垦工作量详见表 6-3。

表 6-1 复垦阶段划分及复垦工作一览表

复垦阶段	复垦时间	复垦范围及复垦工作
第一阶段	2019 年— 2023 年	对已复垦未验收区域的站场、井场、道路、管线的临时用地进行监测与管护，对第一阶段建设的 259 座井场、道路、管线的临时用地开展复垦、监测与管护。
第二阶段	2024 年— 2028 年	继续对第一阶段复垦区域开展监测与管护工程，对第二阶段建设的集气站（苏 53-4）、210 座井场道路、管线的临时用地开展复垦、监测与管护。
第三阶段	2029 年— 2033 年	继续对第二阶段复垦区域开展监测与管护工程，对第三阶段建设的集气站（苏 11-5）、166 座井场道路、管线的临时用地开展复垦、监测与管护。。
第四阶段	2034 年— 2038 年	继续对第三阶段复垦区域开展监测与管护工程，对本阶段闭井的井场和进场道路永久用地开展复垦、监测与管护。
第五阶段	2039 年— 2044 年 4 月	继续对第四阶段复垦区域开展监测与管护工程，对本阶段闭井的井场和进场道路永久用地开展复垦、监测与管护。
第六阶段	2045 年 5 月— 2050 年 4 月	对本阶段闭井的井场和进场道路永久用地开展复垦、监测与管护。

表 6-2 各复垦阶段损毁土地面积统计表（全部位于鄂托克旗境内）

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)						
				第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段	第六阶段	合计
03	林地	031	有林地		2.56	1.59	0.13	2.04	1.95	8.27
		032	灌木林地	9.47	72.97	69.62	11.46	14.44	12.93	190.89
		033	其他林地	19.58	2.99	0.61	4.70	0.45	0.30	28.63
04	草地	041	天然牧草地	207.40	200.73	206.25	82.26	95.91	30.04	822.59
		042	人工牧草地	3.23	4.85	2.36	0.66			10.44
		043	其他草地	16.54	25.88	27.24	5.00	2.70	0.06	77.42
10	交通运输用地	104	农村道路	1.06						1.06
12	其他土地	126	沙地	143.85	167.65	112.27	116.25	61.15	27.65	629.52
		127	裸地	5.76	0.66	4.72	1.34	1.69		14.56
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地				1.32			1.32
合计				406.89	478.29	424.66	223.16	178.38	73.29	1784.70

表 6-3 各复垦阶段复垦工程量统计表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量						合计
				第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段	第六阶段	
一		土壤重构工程								
(一)		场地清理工程								
(1)	40192	混凝土拆除（无钢筋）	m ³				215.57	336.53	108.00	660.10
(2)	20316	挖掘机装石渣自卸汽车运输	m ³				215.57	336.53	108.00	660.10
(二)		土地平整工程								
(1)	10330	平地机平土	m ²	40689.00	47828.68	42466.32	22319.00	17838.00	7329.00	178470.00
(三)		土地翻耕工程								
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	405.83	478.29	424.66	221.87	178.38	73.29	1782.32
(四)		生物化学工程								
(1)		土壤培肥	hm ²	405.83	478.29	424.66	221.87	178.38	73.29	1782.32
二		植被重建工程								
(一)		林草恢复工程								
1		植树								
(1)	90008	乔木种植（榆树）	株	0	3200	1988	163	2550	2438	10338
(2)	90018	灌木种植（沙柳）	株	72625	189900	175575	40400	37225	33075	548800
(3)	90018	沙蒿种植	株	1246850	1402696	974995	986079	523709	233435	5367763
2		种草								
(1)	90030	草籽撒播（骆驼蓬）	hm ²	252.69	291.11	292.32	87.26	98.61	30.10	1052.09
(2)		麦草撒播	hm ²	149.61	168.31	116.99	118.32	62.84	28.01	644.08

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量						
				第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段	第六阶段	合计
三		监测管护工程								
(一)		监测工程								
1		土地损毁监测	点次	40	40	40	40	48	48	256
2		复垦植被监测								
(1)		土壤质量	点次	85	85	85	85	85	85	510
(2)		植被生长	点次	60	60	55	55	55	55	340
(二)		管护工程								
1		林地	hm ²	74.97	29.05	78.52	71.82	16.29	32.11	302.76
2		草地	hm ²	1363.98	376.78	399.77	352.84	205.58	219.56	2918.51

6.3 近期年度工作安排

6.3.1 矿山地质环境治理近期工作

1、2019 年度工作计划

- (1) 完成地质灾害监测系统的筹备工作，并取得背景数据；
- (2) 完成含水层破坏监测系统的筹备工作，并取得背景数据；
- (3) 完成水土环境污染监测系统的筹备工作，并取得背景数据；
- (4) 明确巡视小组人员，对矿山地质环境进行人工巡视；
- (5) 对已建井场、站场、管线、道路直接影响区进行地质灾害防治，恢复原有地形地貌。

2、2020 年度工作计划

- (1) 对地质灾害进行监测；
- (2) 对含水层破坏进行监测；
- (3) 对水土环境污染进行监测；
- (4) 人工巡视；
- (5) 对 2019 年新建井场、管线、道路直接影响区进行地质灾害防治，恢复原有地形地貌。

3、2021 年度工作计划

- (1) 对地质灾害进行监测；
- (2) 对含水层破坏进行监测；
- (3) 对水土环境污染进行监测；
- (4) 人工巡视；
- (5) 对 2020 年新建井场、管线、道路直接影响区进行地质灾害防治，恢复原有地形地貌。

4、2022 年度工作计划

- (1) 对地质灾害进行监测；
- (2) 对含水层破坏进行监测；
- (3) 对水土环境污染进行监测；
- (4) 人工巡视；

(5) 对 2021 年新建井场、管线、道路直接影响区进行地质灾害防治，恢复原有地形地貌。

5、2023 年度工作计划

- (1) 对地质灾害进行监测；
- (2) 对含水层破坏进行监测；
- (3) 对水土环境污染进行监测；
- (4) 人工巡视；

(5) 对 2022 年新建井场、管线、道路直接影响区进行地质灾害防治，恢复原有地形地貌。

6.3.2 土地复垦近期工作

为提高方案的可操作性，对复垦第一阶段（全部位于鄂托克旗境内）进行详细工作安排，复垦时间为 2019 年—2023 年。结合土地利用现状图，统计得出第一阶段每年度土地损毁类型及面积见表 6-4；根据前述工程设计，计算得出各阶段复垦工作量见表 6-5。

表 6-4 第一阶段各年度损毁土地面积统计表（全部位于鄂托克旗境内）

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)					
				2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	合计
03	林地	032	灌木林地	1.16	2.21	1.78	2.34	1.98	9.47
		033	其他林地	0.66	0.97	16.61	0.64	0.70	19.58
04	草地	041	天然牧草地	29.36	32.13	24.92	52.92	68.07	207.40
		042	人工牧草地	0.87	0.53	0.27	1.37	0.19	3.23
		043	其他草地	2.39	6.44		3.55	4.16	16.54
10	交通运输用地	104	农村道路	0.09			0.91	0.06	1.06
12	其他土地	126	沙地	22.82	32.46	35.70	23.38	29.49	143.85
		127	裸地	0.56			5.20		5.76
合计				57.91	74.74	79.28	90.31	104.65	406.89

表 6-5 第一阶段各年度复垦工程量统计表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量					合计
				2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
一		土壤重构工程							
(一)		场地清理工程							
(1)	40192	混凝土拆除（无钢筋）	m ³						
(2)	20316	挖掘机装石踏自卸汽车运输	m ³						
(二)		土地平整工程							
(1)	10330	平地机平土	m ²	5791.00	7474.00	7928.00	9031.00	10465.00	40689.00
(三)		土地翻耕工程							
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	57.82	74.74	79.28	89.40	104.59	405.83
(四)		生物化学工程							
(1)		土壤培肥	hm ²	57.82	74.74	79.28	89.40	104.59	405.83
二		植被重建工程							
(一)		林草恢复工程							
1		植树							
(2)	90018	灌木种植（沙柳）	株	4550	7950	45975	7450	6700	72625
(3)	90018	沙蒿种植	株	194849	270522	297524	238186	245770	1246850
2		种草							
(1)	90030	草籽撒播（骆驼蓬）	hm ²	34.20	41.40	42.76	60.00	74.33	252.69
(2)		麦草撒播	hm ²	23.38	32.46	35.70	28.58	29.49	149.61
四		监测管护工程							
(一)		监测工程							
1		土地损毁监测	点次	8	8	8	8	8	40

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量					
				2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	合计
2		复垦植被监测							
(1)		土壤质量	点次	17	17	17	17	17	85
(2)		植被生长	点次	12	12	12	12	12	60
(二)		管护工程							
1		林地	hm ²	14.99	14.99	14.99	14.99	14.99	74.97
2		草地	hm ²	272.80	272.80	272.80	272.80	272.80	1363.98

第七章 经费估算与进度安排

7.1 经费估算依据

- (1) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011);
- (2) 《土地复垦方案编制规程》(第 1 部分: 通则)(TD/T 1031.1-2011);
- (3) 《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T 1012-2000);
- (4) 《土地开发整理项目预算定额标准》(2012 年);
- (5) 《土地开发整理项目预算编制实务》(2012 年);
- (6) 《土地复垦方案编制实务(上、下册)》(2012 年);
- (7) 《地质调查项目预算标准》(2010 年);
- (8) 《工程勘察设计收费标准》(计价格〔2002〕10 号);
- (9) 《工程招标代理服务收费标准》(计价格〔2002〕1980 号);
- (10) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格〔2007〕670 号);
- (11) 《财政部 税务总局关于调整增值税税率的通知》(财税〔2018〕32 号);
- (12) 《内蒙古自治区人民政府办公厅关于调整自治区最低工资标准及非全日制工作小时最低工资标准的通知》(内政办发〔2017〕135 号)。

7.2 矿山地质环境治理工程经费估算

7.2.1 总工程量与投资估算

(一) 总工程量

根据矿山地质环境影响评估结果,本方案对矿山地质环境的治理以防风固沙工程和地质环境监测工程为主,根据前述工程设计,计算得出矿山地质环境治理工作量详见表 7-1。

表 7-1 矿山地质环境治理工作量统计表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	工程名称	单位	工程量		
			近期 5 年	中远期	合计
一	工程措施				
(一)	人工巡视预防	人次	600	2436	3036
(二)	土地平整	m ²	1318788.00	2913282.00	4232070.00
(三)	土壤培肥	hm ²	131.88	291.33	423.21
二	植物措施				
(一)	沙障固沙				
1	沙柳沙障（2m×2m）	hm ²	45.17	103.21	148.39
2	沙柳沙障（1m×1m）	hm ²	85.32	185.55	270.86
3	撒播骆驼刺	hm ²	130.49	288.76	419.25
(二)	绿化带防护				
1	种植杨树	株	1738	2713	4450
2	种植旱柳	株	3475	5425	8900
(三)	防护林造林				
1	种植旱柳	株	0	439	439
三	监测措施				
(一)	地质灾害监测				
1	风蚀沙埋监测点	点次	1200	6312	7512
(二)	含水层破坏监测				
1	地下水环境背景监测点				
(1)	水质监测	点次	8	0	8
(2)	水量监测	点次	12	0	12
2	地下水环境破坏监测点				
(1)	水质监测	点次	800	3248	4048
(2)	水量监测	点次	1200	4872	6072
3	地下水环境恢复监测点				
(1)	水质监测	点次	0	960	960
(2)	水量监测	点次	0	1440	1440
(三)	水土环境污染监测				
1	地表水监测				
(1)	地表水环境背景监测点	点次	3	0	3
(2)	地表水环境破坏监测点	点次	45	183	228
(3)	地表水环境恢复监测点	点次	0	54	54
2	土壤监测				
(1)	土壤环境背景监测点	点次	6	0	6
(2)	土壤环境破坏监测点	点次	450	1827	2277
(3)	土壤环境恢复监测点	点次	0	540	540

注：地形地貌景观恢复监测同土地复垦中的“土地损毁监测”，不重复计算。

（二）投资估算

1、费用构成

本方案矿山地质环境治理费用估算参照《地质调查项目预算标准》和《土地开发整理项目预算定额标准》，矿山地质环境治理费用由工程施工费（工程措施费、生物措施费）、设备购置费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、地质监测费、预备费（基本预备费、价差预备费、风险金）组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

（1）直接费：是指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。直接费=直接工程费+措施费

①直接工程费：包括人工费、材料费和施工机械使用费。

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）

材料费=定额材料用量（工日）×材料预算单价（元/工日）

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）

人工预算单价：苏里格气田西二区属于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗，根据内政办发〔2017〕135号文，鄂托克旗和乌审旗均为内蒙古自治区一类地区最低工资标准为1760元/月，因此本方案确定将甲类工月基本工资标准定为1860元/月，乙类工月基本工资标准定为1760元/月。依据《土地开发整理项目预算定额标准》中的人工预算单价计算方法，确定甲类工人工预算单价为154.11元/工日，乙类工人工预算单价为139.76元/工日。人工预算单价详细估算情况见表7-2、表7-3。

材料预算单价：建设工程材料按照《内蒙古自治区建设工程造价信息 2018年7—8月》中鄂尔多斯市地区价格综合确定，植物苗木林草价格根据当地实际调查价格确定。本方案复垦工程所用材料的单价信息见表7-4。

施工机械台班费：依据《土地开发整理项目预算定额标准》中的《土地开发整理项目施工机械台班费定额》有关规定计取。

表 7-2 甲类工预算工日单价估算表

序号	项目	计算式	单价 (元)
1	基本工资	基本工资 (1860 元/月) $\times 1 \times 12 \div (250-10)$	93.00
2	辅助工资		8.72
(1)	地区津贴	地区津贴 (0 元/月) $\times 12 \div (250-10)$	0
(2)	施工津贴	施工津贴 (3.5 元/天) $\times 365 \times 0.95 \div (250-10)$	5.06
(3)	夜餐津贴	(3.5 元/中班+4.5 元/夜班) $\div 2 \times 0.2$	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资 (元/工日) $\times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.35$	2.86
3	工资附加费		52.39
(1)	职工福利基金	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 14\%$	14.24
(2)	工会经费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 2\%$	2.03
(3)	养老保险费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 20\%$	20.34
(4)	医疗保险费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 4\%$	4.07
(5)	工伤保险费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 1.5\%$	1.53
(6)	职工失业保险基金	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 2\%$	2.03
(7)	住房公积金	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 8\%$	8.14
4	人工工日预算单价		154.11

表 7-3 乙类工预算工日单价估算表

序号	项目	计算式	单价 (元)
1	基本工资	基本工资 (1760 元/月) $\times 1 \times 12 \div (250-10)$	88.00
2	辅助工资		4.25
(1)	地区津贴	地区津贴 (0 元/月) $\times 12 \div (250-10)$	0
(2)	施工津贴	施工津贴 (2 元/天) $\times 365 \times 0.95 \div (250-10)$	2.89
(3)	夜餐津贴	(3.5 元/中班+4.5 元/夜班) $\div 2 \times 0.05$	0.20
(4)	节日加班津贴	基本工资 (元/工日) $\times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.15$	1.16
3	工资附加费		47.51
(1)	职工福利基金	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 14\%$	12.92
(2)	工会经费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 2\%$	1.85
(3)	养老保险费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 20\%$	18.45
(4)	医疗保险费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 4\%$	3.69
(5)	工伤保险费	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 1.5\%$	1.38
(6)	职工失业保险基金	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 2\%$	1.85
(7)	住房公积金	(基本工资 (元/工日) + 辅助工资 (元/工日)) $\times 8\%$	7.38
4	人工工日预算单价		139.76

表 7-4 材料单价信息表

序号	名称	单位	单价 (元)	备注
1	施工机械用柴油	kg	6.994	内蒙古自治区建设工程造价信息 2018 年 7—8 月
2	施工机械用汽油	kg	8.36	
3	施工用电	kW.h	1.08	
4	施工用水	m ³	9.43	
5	风	m ³	0.48	
6	榆树	株	22	
7	杨树	株	15	
8	旱柳	株	12	
9	沙蒿	株	5	
10	沙柳	kg	3.5	市场询价
11	骆驼蓬	kg	50	
12	骆驼刺	kg	30	
13	麦草	kg	3.5	
14	农家肥	kg	1.5	
15	复合肥	kg	2.5	

②措施费：包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、安全施工措施费，以直接工程费的 5%计取。

(2) 间接费

由规费和企业管理费组成，以直接工程费的 5%计取。

(3) 利润

指施工企业完成所承包工程获得的盈利，以直接费与间接费之和的 7%计取。

(4) 税金

指按国家规定应计入造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加，根据《财政部 税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税〔2018〕32 号），税金=（直接费+间接费+利润）×综合税率，综合税率取 10%。

2、设备购置费

设备费主要由设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费组成，本方案未涉及安装工程，因此无设备购置费。

3、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

(1) 前期工作费

前期工作费是指土地复垦工程在工程施工前所发生的各项支出，包括土地利

用与生态现状调查费、土地勘测费、土地复垦方案编制费、阶段性实施方案编制费、科研试验费、工程招标代理费。依据《土地开发整理项目预算定额标准》的规定，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法和分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

（2）工程监理费

工程监理费是指委托具有工程监理资质的单位，按照国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用。依据《土地开发整理项目预算定额标准》的规定，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

（3）竣工验收费

竣工验收费是指工程完成后，因项目验收、决算、成果管理等发生的各项支出，包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后的土地重估与登记费、标识设定费等。依据《土地开发整理项目预算定额标准》的规定，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

（4）业主管理费

业主管理费是指业主单位在土地复垦工程实施前、实施中、实施后管理所发生的各项支出，包括工作人员的工资、工资性补贴、职工福利费、办公费、业务招待费等。依据《土地开发整理项目预算定额标准》，以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

4、地质监测费

地质监测费包括地质灾害监测费、含水层破坏监测费、地形地貌景观监测费以及水土环境污染监测费，共计 508.88 万元，包括近期监测费 81.77 万元，中远期监测费 427.11 万元。矿山地质环境监测费用估算见表 7-5。

表 7-5 矿山地质环境监测费用汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	监测措施	单价 (元)	综合总价 (万元)		
			近期 5 年	中远期	合计
(一)	地质灾害监测				
1	风蚀沙埋监测点	300	36.00	189.36	225.36
(二)	含水层破坏监测				
1	地下水环境背景监测点				
(1)	水质监测	400	0.32	0	0.32
(2)	水量监测	50	0.06	0	0.06
2	地下水环境破坏监测点				
(1)	水质监测	400	32.00	129.92	161.92
(2)	水量监测	50	6.00	24.36	30.36
3	地下水环境恢复监测点				
(1)	水质监测	400	0	38.40	38.40
(2)	水量监测	50	0	7.20	7.20
(三)	水土环境污染监测				
1	地表水监测				
(1)	地表水环境背景监测点	400	0.12	0	0.12
(2)	地表水环境破坏监测点	400	1.80	7.31	9.11
(3)	地表水环境恢复监测点	400	0	2.16	2.16
2	土壤监测				
(1)	土壤环境背景监测点	120	0.07	0	0.07
(2)	土壤环境破坏监测点	120	5.40	21.92	27.32
(3)	土壤环境恢复监测点	120	0	6.48	6.48
地质灾害监测费小计			81.77	427.11	508.88

5、预备费

预备费是指考虑复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用，由基本预备费、价差预备费和风险金组成。

(1) 基本预备费

基本预备费是指为解决在工程施工过程中，因自然灾害、设计变更等所增加的费用，以工程施工费和其他费用之和的 7% 计取。

(2) 价差预备费

价差预备费是指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用，根据国家统计局资料，价差预备费率按 5% 计取。假设矿山地质环境治理工程的治理年限为 n 年，且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 、... a_n ，则第 n 年的价差预备费为

$$W_n = a_n [(1+5\%)^{n-1} - 1]$$

(3) 风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。考虑油气田项目占用土地点多、面广、线长，在开采许可期限内的实际生产和设施维护过程中有不确定性因素，为确保土地复垦能按计划实施，本方案在复垦投资中增加风险备用金，以工程施工费和其他费用之和的 2% 计取。

2、投资估算结果

经估算，本方案服务期内矿山地质环境治理静态投资 5210.79 万元（包括近期 5 年 1466.30 万元，中远期 3744.50 万元），动态投资 11296.88 万元（包括近期 5 年 1620.39 万元，中远期 9676.50 万元）。

矿山地质环境治理费用估算分别见表 7-6、表 7-7、表 7-8，动态投资估算见表 7-9。

表 7-6 矿山地质环境治理费用估算总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	工程名称	费用（万元）	各项费用占静态总投资的比例（%）
一	工程施工费	3840.25	73.70
二	设备费	0	0
三	其他费用	473.42	9.09
1	前期工作费	176.27	3.38
2	工程监理费	69.02	1.32
3	竣工验收费	126.47	2.43
4	业主管理费	101.66	1.95
四	监测费	508.88	9.77
1	地质灾害监测	225.36	4.32
2	含水层监测	238.26	4.57
3	水土环境污染监测	45.26	0.87
五	预备费	6474.32	-
1	基本预备费	301.96	5.79
2	价差预备费	6086.09	-
3	风险金	86.27	1.66
六	静态总投资	5210.79	100.00
七	动态总投资	11296.88	-

表 7-7 矿山地质环境治理费用估算表（近期 5 年）

序号	工程名称	费用（万元）	各项费用占静态总投资的比例（%）
一	工程施工费	1196.24	81.58
二	设备费	0	0
三	其他费用	73.97	5.04
1	前期工作费	27.54	1.88
2	工程监理费	10.78	0.74
3	竣工验收费	19.76	1.35
4	业主管理费	15.89	1.08
四	监测费	81.77	5.58
1	地质灾害监测	36.00	2.46
2	含水层监测	38.38	2.62
3	水土环境污染监测	7.39	0.50
五	预备费	268.41	-
1	基本预备费	88.91	6.06
2	价差预备费	154.09	-
3	风险金	25.40	1.73
六	静态总投资	1466.30	100.00
七	动态总投资	1620.39	-

表 7-8 矿山地质环境治理费用估算表（中远期）

序号	工程名称	费用（万元）	各项费用占静态总投资的比例（%）
一	工程施工费	2644.02	70.61
二	设备费	0	0
三	其他费用	399.45	10.67
1	前期工作费	148.73	3.97
2	工程监理费	58.24	1.56
3	竣工验收费	106.71	2.85
4	业主管理费	85.78	2.29
四	监测费	427.11	11.41
1	地质灾害监测	189.36	5.06
2	含水层监测	199.88	5.34
3	水土环境污染监测	37.87	1.01
五	预备费	6205.91	-
1	基本预备费	213.04	5.69
2	价差预备费	5932.00	-
3	风险金	60.87	1.63
六	静态总投资	3744.50	100.00
七	动态总投资	9676.50	-

表 7-9 矿山地质环境治理动态投资估算表（全部位于鄂托克旗境内）

治理阶段	年度	静态投资 (元)	价差预备费 (元)	动态投资 (元)
近期 5 年	2019	293.72	0	293.72
	2020	293.15	14.66	307.80
	2021	293.15	30.05	323.19
	2022	293.15	46.21	339.35
	2023	293.15	63.17	356.32
	小计	1466.30	154.09	1620.39
中远期	2024	138.69	38.32	177.00
	2025	138.69	47.17	185.85
	2026	138.69	56.46	195.14
	2027	138.69	66.22	204.90
	2028	138.69	76.46	215.15
	2029	138.69	87.22	225.90
	2030	138.69	98.51	237.20
	2031	138.69	110.37	249.06
	2032	138.69	122.83	261.51
	2033	138.69	135.90	274.59
	2034	138.69	149.63	288.32
	2035	138.69	164.05	302.73
	2036	138.69	179.18	317.87
	2037	138.69	195.08	333.76
	2038	138.69	211.77	350.45
	2039	138.69	229.29	367.97
	2040	138.69	247.69	386.37
	2041	138.69	267.00	405.69
	2042	138.69	287.29	425.97
	2043	138.69	308.59	447.27
	2044.1-2044.4	138.69	330.95	469.64
	2044.5-2045.4	138.69	354.43	493.12
	2045.5-2046.4	138.69	379.09	517.77
	2046.5-2047.4	138.69	404.98	543.66
2047.5-2048.4	138.69	432.16	570.85	
2048.5-2049.4	138.69	460.70	599.39	
2049.5-2050.4	138.69	490.67	629.36	
小计	3744.50	5932.00	9676.50	
合计		5210.79	6086.09	11296.88

7.2.2 单项工程量与投资估算

本方案服务期内，矿山地质环境治理静态投资 5210.79 万元，包括工程施工费 3840.25 万元，其他费用 473.42 万元，地质监测费 508.88 元，基本预备费 301.96 万元，风险金 86.27 万元，动态投资 11296.88 万元（价差预备 6086.09 万元）。

近期 5 年，矿山地质环境治理静态投资 1466.30 万元，包括工程施工费 1196.24 万元，其他费用 73.97 万元，地质监测费 81.77 元，基本预备费 88.91 万元，风险金 25.40 万元，动态投资 1620.39 万元（价差预备费 154.09 万元）；中远期，矿山地质环境治理静态投资 3744.50 万元，包括工程施工费 2644.02 万元，其他费用 399.45 万元，地质监测费 427.11 元，基本预备费 213.04 万元，风险金 60.87 万元，动态投资 9676.50 万元（价差预备费 5932.00 万元）。

矿山地质环境治理工程施工费估算分别见表 7-10、表 7-11、表 7-12，其他费用估算见表 7-13，单价分析表见表 7-14。

表 7-10 工程施工费估算总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价 (元)	总价 (万元)
一	工程措施				
(一)	人工巡视预防	人次	3036	100.00	30.36
(二)	土地平整	100m ²	42320.70	202.79	858.22
(三)	土壤培肥	hm ²	423.21	30893.31	1307.43
二	植物措施				
(一)	沙障固沙				
1	沙柳沙障（2m×2m）	hm ²	148.39	28163.27	417.91
2	沙柳沙障（1m×1m）	hm ²	270.86	4244.91	1144.27
3	草籽撒播（骆驼刺）	hm ²	419.25	1179.95	49.47
(二)	绿化带防护				
1	乔木种植（杨树）	100 株	44.50	2634.07	11.72
2	乔木种植（旱柳）	100 株	89.00	2235.92	19.90
(三)	防护林造林				
1	乔木种植（旱柳）	100 株	4.39	2235.92	0.98
工程施工费小计					3840.25

表 7-11 工程施工费估算表（近期 5 年）

序号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价 (元)	总价 (万元)
一	工程措施				
(一)	人工巡视预防	人次	600	100.00	6.00
(二)	土地平整	100m ²	13187.88	202.79	267.44
(三)	土壤培肥	hm ²	131.88	30893.31	407.42
二	植物措施				
(一)	沙障固沙				
1	沙柳沙障 (2m×2m)	hm ²	45.17	28163.27	127.22
2	沙柳沙障 (1m×1m)	hm ²	85.32	4244.91	360.41
3	草籽撒播 (骆驼刺)	hm ²	130.49	1179.95	15.40
(二)	绿化带防护				
1	乔木种植 (杨树)	100 株	17.38	2634.07	4.58
2	乔木种植 (旱柳)	100 株	34.75	2235.92	7.77
工程施工费小计					1196.24

表 7-12 工程施工费估算表（中远期）

序号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价 (元)	总价 (万元)
一	工程措施				
(一)	人工巡视预防	人次	2436	100.00	24.36
(二)	土地平整	100m ²	29132.82	202.79	590.79
(三)	土壤培肥	hm ²	291.33	30893.31	900.01
二	植物措施				
(一)	沙障固沙				
1	沙柳沙障 (2m×2m)	hm ²	103.21	28163.27	290.68
2	沙柳沙障 (1m×1m)	hm ²	185.55	4244.91	783.85
3	草籽撒播 (骆驼刺)	hm ²	288.76	1179.95	34.07
(二)	绿化带防护				
1	乔木种植 (杨树)	100 株	27.13	2634.07	7.14
2	乔木种植 (旱柳)	100 株	54.25	2235.92	12.13
(三)	防护林造林				
1	乔木种植 (旱柳)	100 株	4.39	2235.92	0.98
工程施工费小计					2644.02

表 7-13 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	费用 (万元)	各项费用占其他 费用比例 (%)
1	前期工作费		176.27	37.23%
(1)	矿山地质环境现状调查费	工程施工费×费率 (0.5%)	21.75	4.59%
(2)	土地勘测费	工程施工费×费率 (1.5%)	65.24	13.78%
(3)	矿山地质环境保护方案编制费	分档定额, 区间内插 13+ (18-13) × (工程施工费-3000) / (5000-3000)	15.10	3.19%
(4)	矿山地质环境治理设计费	分档定额, 区间内插 51+ (76-51) × (工程施工费-3000) / (5000-3000)	61.50	12.99%
(5)	项目招标代理费	差额定率累进 11.0+ (工程施工费- 3000) ×0.2%	12.68	2.68%
2	工程监理费	分档定额, 区间内插 56+ (87-56) × (工程施工费-3000) / (5000-3000)	69.02	14.58%
3	竣工验收费		126.47	26.71%
(1)	工程复核费	差额定率累进 18.75+ (工程施工费- 3000) ×0.55%	23.37	4.94%
(2)	工程验收费	差额定率累进 37.5+ (工程施工费- 3000) ×1.1%	46.74	9.87%
(3)	项目决算编制与 审计费	差额定率累进 25.5+ (工程施工费- 3000) ×0.7%	31.38	6.63%
(4)	整理后土地重估 与登记费	差额定率累进 17.25+ (工程施工费- 3000) ×0.50%	21.45	4.53%
(5)	标识设定费	差额定率累进 2.85+ (工程施工费- 3000) ×0.08%	3.52	0.74%
4	业主管理费	差额定率累进 75+ (工程施工费+1+2+3- 3000) ×2.2%	101.66	21.47%
其他费用小计			473.42	100.00%

表 7-14 单价分析表

单价分析表（土地平整）					
定额编号：[10330]			单位：100m ²		
工作内容：平地机平土					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			164.46
1	直接工程费				156.63
(1)	人工费	元			29.35
	甲类工	工日	0	153.33	0
	乙类工	工日	0.2	139.76	27.95
	其他人工费	%	5	27.95	1.40
(2)	机械费				127.28
	自行式平地机 118kw	台班	0.1	1212.20	121.22
	其他机械费	%	5	121.22	6.06
2	措施费	%	5	156.63	7.83
二	间接费	%	5	156.63	7.83
三	利润	%	7	172.29	12.06
四	税金	%	10	184.35	18.44
五	综合单价	元			202.79
六	单位工程造价	元			2.03

单价分析表（沙柳沙障（1m×1m））					
定额编号：[90037]			单位：hm ²		
工作方法：方格状沙障，1m×1m					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			34260.57
(一)	直接工程费				32629.11
1	人工费	元			21469.21
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	152.85	139.76	21362.40
	其他人工费	%	0.5	21362.40	106.81
2	材料费	元			11057.96
	沙柳	kg	31437	0.35	11002.95
	其它材料费	%	0.5	11002.95	55.01
3	机械费				101.94
	双胶轮车	台班	31.5	3.22	101.43
	其他机械费	%	0.5	101.43	0.51
(二)	措施费	元	5	32629.11	1631.46
二	间接费	元	5	32629.11	1631.46
三	利润	元	7	35892.02	2512.44
四	税金	元	10	38404.47	3840.45
五	综合单价	元			42244.91
六	单位工程造价	元			422.45

单价分析表（沙柳沙障（2m×2m））					
定额编号：[90037]			单位：hm ²		
工作方法：方格状沙障，2m×2m					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			22840.38
(一)	直接工程费				21752.74
1	人工费	元			14312.81
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	101.9	139.76	14241.60
	其他人工费	%	0.5	14241.60	71.21
2	材料费	元			7371.98
	沙柳	kg	20958	0.35	7335.30
	其它材料费	%	0.5	7335.30	36.68
3	机械费				67.96
	双胶轮车	台班	21	3.22	67.62
	其他机械费	%	0.5	67.62	0.34
(二)	措施费	元	5	21752.74	1087.64
二	间接费	元	5	21752.74	1087.64
三	利润	元	7	23928.02	1674.96
四	税金	元	10	25602.98	2560.30
五	综合单价	元			28163.27
六	单位工程造价	元			281.63

单价分析表（土壤培肥）					
定额编号：			单位：hm ²		
工作方法：施用农家肥、复合肥					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			25054.44
(一)	直接工程费				23861.37
1	人工费	元			299.37
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	2.1	139.76	293.50
	其他人工费	%	2	293.50	5.87
2	材料费	元			23562.00
	农家肥	kg	12000	1.80	21600.00
	复合肥	kg	600	2.50	1500.00
	其它材料费	%	2	23100.00	462.00
(二)	措施费	元	5	23861.37	1193.07
二	间接费	元	5	23861.37	1193.07
三	利润	元	7	26247.50	1837.33
四	税金	元	10	28084.83	2808.48
五	综合单价	元			30893.31
六	单位工程造价	元			308.93

单价分析表（乔木种植（杨树））					
定额编号：[90008]			单位：100 株		
工作方法：裸根种植、胸径 6cm 以内					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			2136.23
(一)	直接工程费				2034.51
1	人工费	元			449.47
	甲类工	工日	0	153.33	0
	乙类工	工日	3.2	139.76	447.23
	其他人工费	%	0.5	447.23	2.24
2	材料费	元			1585.04
	树苗	株	102	15.00	1530.00
	水	m ³	5	9.43	47.15
	其它材料费	%	0.5	1577.15	7.89
(二)	措施费	元	5	2034.51	101.73
二	间接费	元	5	2034.51	101.73
三	利润	元	7	2237.96	156.66
四	税金	元	10	2394.61	239.46
五	综合单价	元			2634.07
六	单位工程造价	元			26.34

单价分析表（乔木种植（旱柳））					
定额编号：[90008]			单位：100 株		
工作方法：裸根种植、胸径 6cm 以内					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			1813.32
(一)	直接工程费				1726.98
1	人工费	元			449.47
	甲类工	工日	0	153.33	0
	乙类工	工日	3.2	139.76	447.23
	其他人工费	%	0.5	447.23	2.24
2	材料费	元			1277.51
	树苗	株	102	12.00	1224.00
	水	m ³	5	9.43	47.15
	其它材料费	%	0.5	1271.15	6.36
(二)	措施费	元	5	1726.98	86.35
二	间接费	元	5	1726.98	86.35
三	利润	元	7	1899.67	132.98
四	税金	元	10	2032.65	203.27
五	综合单价	元			2235.92
六	单位工程造价	元			22.36

单价分析表（撒播草籽（骆驼刺））					
定额编号：[90030]			单位：hm ²		
工作方法：人工撒播、不覆土					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			956.94
(一)	直接工程费				911.37
1	人工费	元			299.37
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	2.1	139.76	293.50
	其他人工费	%	2	293.50	5.87
2	材料费	元			612.00
	草籽	kg	20	30.00	600.00
	其它材料费	%	2	600.00	12.00
(二)	措施费	元	5	911.37	45.57
二	间接费	元	5	911.37	45.57
三	利润	元	7	1002.50	70.18
四	税金	元	10	1072.68	107.27
五	综合单价	元			1179.95
六	单位工程造价	元			11.80

7.3 土地复垦工程经费估算

7.3.1 总工程量与投资估算

(一) 总工程量

根据土地复垦适宜性评价结果，本方案土地复垦措施包括：土壤重构工程、植被重建工程、监测管护工程等，根据前述工程设计，计算得出土地复垦工作量详见表 7-15。

表 7-15 土地复垦工作量汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量
一		土壤重构工程		
(一)		场地清理工程		
(1)	40192	混凝土拆除（无钢筋）	m ³	660.10
(2)	20316	挖掘机装石渣自卸汽车运输	m ³	660.10
(二)		土地平整工程		
(1)	10330	平地机平土	m ²	178470.00
(三)		土地翻耕工程		
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	1782.32
(四)		生物化学工程		
(1)		土壤培肥	hm ²	1782.32

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量
二		植被重建工程		
(一)		林草恢复工程		
1		植树		
(1)	90008	乔木种植(榆树)	株	10338
(2)	90018	灌木种植(沙柳)	株	548800
(3)	90018	沙蒿种植	株	5367763
2		种草		
(1)	90030	草籽撒播(骆驼蓬)	hm ²	1052.09
(2)		麦草撒播	hm ²	644.08
三		监测管护工程		
(一)		监测工程		
1		土地损毁监测	点次	256
2		复垦植被监测		
(1)		土壤质量	点次	510
(2)		植被生长	点次	340
(二)		管护工程		
1		林地	hm ²	302.76
2		草地	hm ²	2918.51

(二) 投资估算

1、费用构成

本方案土地复垦费用估算参照《土地开发整理项目预算定额标准》和《土地复垦方案编制实务》，土地复垦费用由工程施工费（工程措施费、生物措施费）、设备购置费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、复垦监测与管护费、预备费（基本预备费、价差预备费、风险金）组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

(1) 直接费：是指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。直接费=直接工程费+措施费

①直接工程费：包括人工费、材料费和施工机械使用费。

人工费=定额劳动量(工日)×人工预算单价(元/工日)

材料费=定额材料用量(工日)×材料预算单价(元/工日)

施工机械使用费=定额机械使用量(台班)×施工机械台班费(元/台班)

人工预算单价：苏里格气田西二区属于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗，根据内政办发〔2017〕135号文，鄂托克旗和乌审旗均为内蒙古自治区

一类地区最低工资标准为 1760 元/月，因此本方案确定将甲类工月基本工资标准定为 1860 元/月，乙类工月基本工资标准定为 1760 元/月。依据《土地开发整理项目预算定额标准》中的人工预算单价计算方法，确定甲类工人工预算单价为 154.11 元/工日，乙类工人工预算单价为 139.76 元/工日。人工预算单价详细估算情况见表 7-2、表 7-3。

材料预算单价：建设工程材料按照《内蒙古自治区建设工程造价信息 2018 年 7—8 月》中鄂尔多斯市地区价格综合确定，植物苗木林草价格根据当地实际调查价格确定。本方案复垦工程所用材料的单价信息见表 7-4。

施工机械台班费：依据《土地开发整理项目预算定额标准》中的《土地开发整理项目施工机械台班费定额》有关规定计取。

②措施费：包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、安全施工措施费，依据《土地复垦方案编制实务》第 8 章的规定，结合本矿区复垦工程特点，以直接工程费的 5%计取。

（2）间接费

由规费和企业管理费组成，依据《土地复垦方案编制实务》第 8 章的规定，以直接工程费的 5%计取。

（3）利润

是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，依据《土地复垦方案编制实务》第 8 章的规定，以直接费与间接费之和的 7%计取。

（4）税金

是指按国家规定应计入造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加，根据《财政部 税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税〔2018〕32 号），税金 =（直接费+间接费+利润）×综合税率，综合税率取 10%。

2、设备购置费

设备费主要由设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费组成，本方案未涉及安装工程，因此无设备购置费。

3、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

（1）前期工作费

前期工作费是指土地复垦工程在工程施工前所发生的各项支出,包括土地利用与生态现状调查费、土地勘测费、土地复垦方案编制费、阶段性实施方案编制费、科研试验费、工程招标代理费。依据《土地开发整理项目预算定额标准》的规定,以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法和分档定额计费方式计算,各区间按内插法确定。

(2) 工程监理费

工程监理费是指委托具有工程监理资质的单位,按照国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用。依据《土地开发整理项目预算定额标准》的规定,以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用分档定额计费方式计算,各区间按内插法确定。

(3) 竣工验收费

竣工验收费是指工程完成后,因项目验收、决算、成果管理等发生的各项支出,包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后的土地重估与登记费、标识设定费等。依据《土地开发整理项目预算定额标准》的规定,以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算。

(4) 业主管理费

业主管理费是指业主单位在土地复垦工程实施前、实施中、实施后管理所发生的各项支出,包括工作人员的工资、工资性补贴、职工福利费、办公费、业务招待费等。依据《土地开发整理项目预算定额标准》,以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算。

4、监测与管护费

(1) 复垦监测费

复垦监测费是指在矿山开采过程中,由于其塌陷、沉降及污染等的破坏程度难以预测,为了能及时掌握实际情况,调整并采取及时、有效、正确的复垦措施而设置监测点,用来监测塌陷、沉降及污染等破坏程度,确保复垦工作顺利进行所产生的费用。本方案复垦监测包括土地损毁监测和复垦效果监测两部分内容,其中土地损毁监测是对土地损毁面积、土壤污染状况等进行监测,复垦效果监测是对土壤质量情况、植被生长状况等进行监测。

本方案服务期内苏里格气田西二区复垦监测费用估算详见表 7-16。

表 7-16 复垦监测费用汇总表（全部位于鄂托克旗境内）

监测内容			监测点数 (点次)	取费标准(元)	费用合计 (万元)
土地 损毁 监测	站场、井场、 道路、管线	损毁类型、损毁面 积、损毁程度	256	按每个监测点 800 元计费	20.48
复垦 效果 监测	土壤 质量	林地、 草地 地面坡度、有效土 层厚度、土壤容 重、pH、有机质 含量、全氮含量	510	按每个监测点化验 8 个指标，每个指 标均价 1000 元计费	408.00
	植被 生长	林地、 草地 植物生长势、成活 率、郁闭度、产草 量、覆盖度	340	按每个监测点化验 5 个指标，每个指 标均价 800 元计费	136.00
复垦监测费小计					564.48

(2) 管护费

管护费是对复垦后的一些重要的工程措施、植被和复垦区土地等进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药等管护工作所发生的费用，依据《土地复垦方案编制实务》第 8 章的规定计算复垦后的管护费，林地、草地的管护单价计算详见表 7-17。

经计算，本方案服务期内苏里格气田西二区共需**复垦管护费**=林地（302.76 hm²×4402.46 元/hm²·年×5 年）+草地（2918.51 hm²×2201.23 元/hm²·年×5 年）=（666.44+3212.15）万元=3878.60 万元。

表 7-17 管护费单价估算表

林地管护				单位：元/hm ² ·年	
序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合价（元）
1	人工费	元			4192.52
	乙类工	工日	30	139.76	4192.85
2	其他费用	%	5		209.64
合计					4402.46
草地管护				单位：元/hm ² ·年	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
1	人工费	元			2096.41
	乙类工	工日	15	139.76	2096.41
2	其他费用	%	5		104.82
合计					2201.23

5、预备费

预备费是指考虑复垦期间可能发生的风险因素,从而导致复垦费用增加的一项费用,由基本预备费、价差预备费和风险金组成。

(1) 基本预备费

基本预备费是指为解决在工程施工过程中,因自然灾害、设计变更等所增加的费用。依据《土地复垦方案编制实务》第8章的规定,以工程施工费和其他费用之和的7%计取。

(2) 价差预备费

价差预备费是指为解决在工程施工过程中,因物价(人工工资、材料和设备价格)上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用,根据国家统计局资料,价差预备费率按5%计取。假设复垦工程的土地复垦年限为 n 年,且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 、... a_n ,则第 n 年的价差预备费为 $W_n=a_n[(1+5\%)^{n-1}-1]$ 。

(3) 风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。考虑油气田项目占用土地点多、面广、线长,在开采许可期限内的实际生产和设施维护过程中有不确定性因素,为确保土地复垦能按计划实施,本方案在复垦投资中增加风险备用金,以工程施工费和其他费用之和的2%计取。

2、投资估算结果

经估算,本方案服务期内苏里格气田西二区采矿证范围内土地复垦责任范围面积3230.54 hm^2 ,静态投资20656.78万元,平均6.39万元/公顷(合4262.81元/亩),动态投资38660.45万元,平均11.97万元/公顷(合7978.12元/亩),全部位于鄂托克旗境内。

土地复垦投资估算分别见表7-18、表7-19,动态投资估算见表7-20。

表 7-18 土地复垦投资估算总表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	各项费用占静态总投资的比例（%）
一	工程施工费	13378.20	64.76
二	设备费	0	0
三	其他费用	1496.76	7.25
1	前期工作费	640.30	3.10
2	工程监理费	199.57	0.97
3	竣工验收费	369.49	1.79
4	业主管理费	287.40	1.39
四	监测与管护费	4443.08	21.51
1	复垦监测费	564.48	2.73
2	管护费	3878.60	18.78
五	预备费	19342.41	-
1	基本预备费	1041.25	5.04
2	价差预备费	18003.67	-
3	风险金	297.50	1.44
六	静态总投资	20656.78	100.00
七	动态总投资	38660.45	-

表 7-19 土地复垦投资估算表（第一阶段）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	各项费用占静态总投资的比例（%）
一	工程施工费	3024.24	56.74
二	设备费	0	0
三	其他费用	249.46	4.68
1	前期工作费	106.72	2.00
2	工程监理费	33.26	0.62
3	竣工验收费	61.58	1.16
4	业主管理费	47.90	0.90
四	监测与管护费	1761.44	33.05
1	复垦监测费	95.20	1.79
2	管护费	1666.24	31.26
五	预备费	882.89	-
1	基本预备费	229.16	4.30
2	价差预备费	588.26	-
3	风险金	65.47	1.23
六	静态总投资	5329.77	100.00
七	动态总投资	5918.03	-

表 7-20 土地复垦动态投资估算表（全部位于鄂托克旗境内）

复垦阶段	年度	静态投资 (元)	价差预备费 (元)	动态投资 (元)
第一阶段	2019	894.30	0	894.30
	2020	1062.51	53.13	1115.64
	2021	1144.13	117.27	1261.40
	2022	1079.28	170.12	1249.40
	2023	1149.56	247.74	1397.29
	小计	5329.77	588.26	5918.03
第二阶段	2024	946.20	261.42	1207.62
	2025	946.20	321.80	1268.00
	2026	946.20	385.20	1331.40
	2027	946.20	451.77	1397.97
	2028	946.20	521.67	1467.87
	小计	4731.00	1941.85	6672.85
第三阶段	2029	816.03	513.20	1329.23
	2030	816.03	579.66	1395.70
	2031	816.03	649.45	1465.48
	2032	816.03	722.72	1538.76
	2033	816.03	799.66	1615.69
	小计	4080.17	3264.69	7344.86
第四阶段	2034	624.30	673.57	1297.87
	2035	624.30	738.47	1362.76
	2036	624.30	806.60	1430.90
	2037	624.30	878.15	1502.45
	2038	624.30	953.27	1577.57
	小计	3121.49	4050.06	7171.55
第五阶段	2039	346.88	573.49	920.37
	2040	346.88	619.51	966.39
	2041	346.88	667.83	1014.71
	2042	346.88	718.57	1065.45
	2043	346.88	771.84	1118.72
	2044.1-2044.4	346.88	827.78	1174.65
	小计	2081.27	4179.02	6260.29
第六阶段	2044.5-2045.4	218.85	559.30	778.14
	2045.5-2046.4	218.85	598.21	817.05
	2046.5-2047.4	218.85	639.06	857.90
	2047.5-2048.4	218.85	681.95	900.80
	2048.5-2049.4	218.85	726.99	945.84
	2049.5-2050.4	218.85	774.29	993.13
	小计	1313.08	3979.79	5292.87
合计		20656.78	18003.67	38660.45

7.3.2 单项工程量与投资估算

本方案服务期内土地复垦静态投资 20656.78 万元，包括工程施工费 13378.20 万元，其他费用 1496.76 万元，监测管护费 4443.08 元，基本预备费 1041.25 万元，风险金 297.50 万元，动态投资 38660.45 万元（价差预备费 18003.67 万元）。

第一阶段土地复垦静态投资 5329.77 万元，包括工程施工费 3024.24 万元，其他费用 249.46 万元，监测管护费 1761.44 元，基本预备费 229.16 万元，风险金 65.47 万元，动态投资 5918.03 万元（价差预备费 588.26 万元）。

土地复垦工程施工费估算分别见表 7-21、表 7-22，其他费用估算见表 7-23，工程施工综合单价估算见表 7-24，单价分析表见表 7-25，机械台班费见表 7-26。

表 7-21 工程施工费估算表（全部位于鄂托克旗境内）

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价 (元)	总价 (万元)
一		土壤重构工程				
(一)		场地清理工程				
(1)	40192	混凝土拆除（无钢筋）	100m ³	6.60	64747.89	41.74
(2)	20316	挖掘机装石渣自卸汽车运输	100m ³	6.60	6279.75	4.15
(二)		土地平整工程				
(1)	10330	平地机平土	100m ²	1784.70	202.79	36.19
(三)		土地翻耕工程				
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	1782.32	3401.29	606.33
(四)		生物化学工程				
(1)		土壤培肥	hm ²	1782.32	30893.31	5506.18
二		植被重建工程				
(一)		林草恢复工程				
1		植树				
(1)	90008	乔木种植（榆树）	100 株	103.88	3563.11	36.83
(2)	90018	灌木种植（沙柳）	100 株	5488.00	686.17	376.57
(3)	90018	沙蒿种植	100 株	53677.63	881.38	4731.06
2		种草				
(1)	90030	草籽撒播（骆驼蓬）	hm ²	1052.09	2368.48	249.19
(2)		麦草撒播	hm ²	644.08	27775.47	1788.98
工程施工费小计						13378.20

表 7-22 工程施工费估算表（第一阶段）

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价 (元)	总价(万 元)
一		土壤重构工程				
(一)		场地清理工程				
(1)	40192	混凝土拆除(无钢筋)	100m ³	0	64747.89	0
(2)	20316	挖掘机装石渣自卸汽车运输	100m ³	0	6279.75	0
(二)		土地平整工程				
(1)	10330	平地机平土	100m ²	406.89	202.79	8.25
(三)		土地翻耕工程				
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	405.83	3401.90	138.06
(四)		生物化学工程				
(1)		土壤培肥	hm ²	405.83	30893.31	1253.74
二		植被重建工程				
(一)		林草恢复工程				
1		植树				
(1)	90008	乔木种植(榆树)	100 株	0	3563.11	0
(2)	90018	灌木种植(沙柳)	100 株	726.25	686.17	49.83
(3)	90018	沙蒿种植	100 株	12468.50	881.38	1098.95
2		种草				
(1)	90030	草籽撒播(骆驼蓬)	hm ²	252.69	2368.48	59.85
(2)		麦草撒播	hm ²	149.61	27775.67	415.55
工程施工费小计						3024.24

表 7-23 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	费用 (万元)	各项费用占其他 费用比例 (%)
1	前期工作费		640.30	42.78%
(1)	土地利用与生态 现状调查费	工程施工费×费率 (0.5%)	66.89	4.47%
(2)	土地勘测费	工程施工费×费率 (1.5%)	200.67	13.41%
(3)	阶段复垦方案 (计划) 编制费	分档定额, 区间内插 $31+(44-31) \times$ $(\text{工程施工费}-10000) / (20000-10000)$	35.39	2.36%
(4)	年度复垦方案 (计划) 编制费	分档定额, 区间内插 $141+(262-141) \times$ $(\text{工程施工费}-10000) / (20000-10000)$	181.88	12.15%
(5)	科研试验费	差额定率累进 $20+(\text{工程施工费}-$ $10000) \times 0.05\%$	21.69	1.45%
(6)	其他费用	工程施工费×费率 (1.0%)	133.78	8.94%
2	工程监理费	分档定额, 区间内插 $157+(283-157) \times$ $(\text{工程施工费}-10000) / (20000-10000)$	199.57	13.33%
3	竣工验收费		369.49	24.69%
(1)	工程复核费	差额定率累进 $54.75+(\text{工程施工费}-$ $10000) \times 0.45\%$	69.95	4.67%
(2)	工程验收费	差额定率累进 $109.5+(\text{工程施工费}-$ $10000) \times 0.9\%$	139.90	9.35%
(3)	项目决算编制与 审计费	差额定率累进 $69.5+(\text{工程施工费}-$ $10000) \times 0.5\%$	86.39	5.77%
(4)	整理后土地重估 与登记费	差额定率累进 $49.75+(\text{工程施工费}-$ $10000) \times 0.4\%$	63.26	4.23%
(5)	标识设定费	差额定率累进 $7.95+(\text{工程施工费}-$ $10000) \times 0.06\%$	9.98	0.67%
4	业主管理费	差额定率累进 $214+(\text{工程施工费}$ $+1+2+3-10000) \times 1.6\%$	287.40	19.20%
其他费用小计			1496.76	100.00%

表 7-24 工程施工综合单价估算表

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	直接费			间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
				小计 (元)	直接工程费 (元)	措施费 (元)				
一		土壤重构工程								
(一)		场地清理工程								
(1)	40192	混凝土拆除(无钢筋)	100m ³	52510.46	50009.96	2500.50	2500.50	3850.77	5886.17	64747.89
(2)	20316	挖掘机装石踏自卸汽车运输	100m ³	5092.87	4850.35	242.52	242.52	373.48	570.89	6279.75
(二)		土地平整工程								
(1)	10330	平地机平土	100m ²	164.46	156.63	7.83	7.83	12.06	18.44	202.79
(三)		土地翻耕工程								
(1)	10043	土地翻耕	hm ²	2758.94	2627.56	131.38	131.38	202.32	309.26	3401.90
(四)		生物化学工程								
(1)		土壤培肥	hm ²	25054.44	23861.37	1193.07	1193.07	1837.33	2808.48	30893.31
二		植被重建工程								
(一)		林草恢复工程								
1		植树								
(1)	90008	乔木种植(榆树)	100株	2889.68	2752.08	137.60	137.60	211.91	323.92	3563.11
(2)	90018	灌木种植(沙柳)	100株	556.48	529.98	26.50	26.50	40.81	62.38	686.17
(3)	90018	沙蒿种植	100株	714.80	680.76	34.04	34.04	52.42	80.13	881.38
2		种草								
(1)	90030	草籽撒播(骆驼蓬)	hm ²	1920.84	1829.37	91.47	91.47	140.86	215.32	2368.48
(2)		麦草撒播	hm ²	22526.03	21453.36	1072.67	1072.67	1651.91	2525.06	27775.67

表 7-25 单价分析表

单价分析表（场地清理）					
定额编号：[40192]			单位：100m ³		
工作内容：混凝土拆除（无钢筋）、机械拆除					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			52510.46
1	直接工程费				50009.96
(1)	人工费	元			27067.42
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	181	139.76	25296.66
	其他人工费	%	7	25296.66	1770.77
(2)	机械费				22942.53
	电动空气压缩机 3m ³ /min	台班	36	279.92	10077.14
	风镐	台班	72	157.84	11364.48
	其他机械费	%	7	21441.62	1500.91
2	措施费	%	5	50009.96	2500.50
二	间接费	%	5	50009.96	2500.50
三	利润	%	7	55010.95	3850.77
四	税金	%	10	58861.72	5886.17
五	综合单价	元			64747.89
六	单位工程造价	元			647.48
单价分析表（场地清理）					
定额编号：[20316]			单位：100m ³		
工作内容：2m ³ 挖掘机装石渣自卸汽车运输、运距 8~9km					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			5092.87
1	直接工程费				4850.35
(1)	人工费	元			211.08
	甲类工	工日	0.1	154.11	15.41
	乙类工	工日	1.4	139.76	195.66
(2)	机械费				4639.27
	挖掘机 电动 2m ³	台班	0.3	1278.54	383.56
	推土机 74kw	台班	0.15	871.68	130.75
	自卸汽车 8t	台班	5.06	815.21	4124.96
2	措施费	%	5	4850.35	242.52
二	间接费	%	5	4850.35	242.52
三	利润	%	7	5335.38	373.48
四	税金	%	10	5708.86	570.89
五	综合单价	元			6279.75
六	单位工程造价	元			62.80

单价分析表（土地平整）					
定额编号：[10330]			单位：100m ²		
工作内容：平地机平土					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			164.46
1	直接工程费				156.63
(1)	人工费	元			29.35
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	0.2	139.76	27.95
	其他人工费	%	5	27.95	1.40
(2)	机械费				127.28
	自行式平地机 118kw	台班	0.1	1212.20	121.22
	其他机械费	%	5	121.22	6.06
2	措施费	%	5	156.63	7.83
二	间接费	%	5	156.63	7.83
三	利润	%	7	172.29	12.06
四	税金	%	10	184.35	18.44
五	综合单价	元			202.79
六	单位工程造价	元			2.03

单价分析表（土地翻耕）					
定额编号：[10043]			单位：hm ²		
工作内容：土地翻耕（一、二类土）					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			2758.94
1	直接工程费				2627.56
(1)	人工费	元			1694.16
	甲类工	工日	0.6	154.11	92.46
	乙类工	工日	11.4	139.76	1593.27
	其他人工费	%	0.5	1685.73	8.43
(2)	机械费				933.40
	拖拉机 59kw	台班	1.2	762.59	915.11
	三铧犁	台班	1.2	11.37	13.64
	其他机械费	%	0.5	928.75	4.64
2	措施费	%	5	2627.56	131.38
二	间接费	%	5	2627.56	131.38
三	利润	%	7	2890.32	202.32
四	税金	%	10	3092.64	309.26
五	综合单价	元			3401.90
六	单位工程造价	元			34.02

单价分析表（土壤培肥）					
定额编号：			单位：hm ²		
工作方法：施用农家肥、复合肥					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			25054.44
(一)	直接工程费				23861.37
1	人工费	元			299.37
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	2.1	139.76	293.50
	其他人工费	%	2	293.50	5.87
2	材料费	元			23562.00
	农家肥	kg	12000	1.80	21600.00
	复合肥	kg	600	2.50	1500.00
	其它材料费	%	2	23100.00	462.00
(二)	措施费	元	5	23861.37	1193.07
二	间接费	元	5	23861.37	1193.07
三	利润	元	7	26247.50	1837.33
四	税金	元	10	28084.83	2808.48
五	综合单价	元			30893.31
六	单位工程造价	元			308.93

单价分析表（乔木种植（榆树））					
定额编号：[90008]			单位：100 株		
工作方法：裸根种植、胸径 6cm 以内					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			2889.68
(一)	直接工程费				2752.08
1	人工费	元			449.47
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	3.2	139.76	447.23
	其他人工费	%	0.5	447.23	2.24
2	材料费	元			2302.61
	树苗	株	102	22.00	2244.00
	水	m ³	5	9.43	47.15
	其它材料费	%	0.5	2291.15	11.46
(二)	措施费	元	5	2752.08	137.60
二	间接费	元	5	2752.08	137.60
三	利润	元	7	3027.28	211.91
四	税金	元	10	3239.19	323.92
五	综合单价	元			3563.11
六	单位工程造价	元			35.63

单价分析表（灌木种植（沙柳））					
定额编号：[90018]			单位：100株		
工作方法：裸根种植、冠丛高100cm以内					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			556.48
(一)	直接工程费				529.98
1	人工费	元			140.32
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	1.0	139.76	139.76
	其他人工费	%	0.4	139.76	0.56
2	材料费	元			389.66
	树苗	株	102	3.50	357.00
	水	m ³	3	10.37	31.11
	其它材料费	%	0.4	388.11	1.55
(二)	措施费	元	5	529.98	26.50
二	间接费	元	5	529.98	26.50
三	利润	元	7	582.98	40.81
四	税金	元	10	623.79	62.38
五	综合单价	元			686.17
六	单位工程造价	元			6.86

单价分析表（沙蒿种植）					
定额编号：[90018]			单位：100株		
工作方法：裸根种植、冠丛高100cm以内					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			714.80
(一)	直接工程费				680.76
1	人工费	元			140.32
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	1.0	139.76	139.76
	其他人工费	%	0.4	139.76	0.56
2	材料费	元			540.44
	树苗	株	102	5.00	510.00
	水	m ³	3	9.43	28.29
	其它材料费	%	0.4	538.29	2.15
(二)	措施费	元	5	680.76	34.04
二	间接费	元	5	680.76	34.04
三	利润	元	7	748.84	52.42
四	税金	元	10	801.26	80.13
五	综合单价	元			881.38
六	单位工程造价	元			8.81

单价分析表（撒播草籽（骆驼蓬））					
定额编号：[90030]			单位：hm ²		
工作方法：人工撒播、不覆土					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			1920.84
(一)	直接工程费				1829.37
1	人工费	元			299.37
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	2.1	139.76	293.50
	其他人工费	%	2	293.50	5.87
2	材料费	元			1530.00
	草籽	kg	30	50.00	1500.00
	其它材料费	%	2	1500.00	30.00
(二)	措施费	元	5	1829.37	91.47
二	间接费	元	5	1829.37	91.47
三	利润	元	7	2012.30	140.86
四	税金	元	10	2153.17	215.32
五	综合单价	元			2368.48
六	单位工程造价	元			23.68

单价分析表（铺设沙障（麦草方格））					
定额编号：			单位：hm ²		
工作方法：铺设麦草方格沙障固沙					
序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			22526.03
(一)	直接工程费				21453.36
1	人工费	元			294.96
	甲类工	工日	0	154.11	0
	乙类工	工日	2.1	139.76	293.50
	其他人工费	%	0.5	293.50	1.47
2	材料费	元			21105.00
	麦草	kg	6000	3.50	21000.00
	其它材料费	%	0.5	21000.00	105.00
3	机械费				53.40
	双胶轮车	台班	16.5	3.22	53.13
	其他机械费	%	0.5	53.13	0.27
(二)	措施费	元	5	21453.36	1072.67
二	间接费	元	5	21453.36	1072.67
三	利润	元	7	23598.70	1651.91
四	税金	元	10	25250.61	2525.06
五	综合单价	元			27775.67
六	单位工程造价	元			277.76

表 7-26 机械台班费估算表

定额编号: JX1014 推土机 74kw 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				207.49
2	二类费用				664.19
(1)	人工	工日	2	139.76	279.52
(2)	柴油	kg	55	6.994	384.67
合计					871.68
定额编号: JX6001 电动空气压缩机 3m ³ /min 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				28.92
2	二类费用				251.00
(1)	人工	工日	1	139.76	139.76
(2)	电	kW.h	103	1.08	111.24
合计					279.92
定额编号: JX1052 风镐 (手持式) 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				4.24
2	二类费用				153.60
(1)	风	m ³	320	0.48	153.60
合计					157.84
定额编号: JX1001 挖掘机电动 2m ³ 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				529.22
2	二类费用				749.32
(1)	人工	工日	2	139.76	279.52
(2)	电	kW.h	435	1.08	469.80
合计					1278.54
定额编号: JX4012 自卸汽车 8t 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				206.97
2	二类费用				608.24
(1)	人工	工日	2	139.76	279.52
(2)	柴油	kg	47	6.994	328.72
合计					815.21
定额编号: JX1021 拖拉机 59kw 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				98.40
2	二类费用				664.19
(1)	人工	工日	2	139.76	279.52
(2)	柴油	kg	55	6.994	384.67
合计					762.59

定额编号: JX1031 平地机 118kw 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				317.21
2	二类费用				894.99
(1)	人工	工日	2	139.76	279.52
(2)	柴油	kg	88	6.994	615.47
合计					1212.20
定额编号: JX1049 三铧犁 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				11.37
2	二类费用				0
合计					11.37
定额编号: JX4040 双胶轮车 单位: (元)					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
1	一类费用				3.22
2	二类费用				0
合计					3.22

7.4 总费用汇总与年度安排

7.4.1 总费用构成与汇总

综上述计算, 本方案服务期内矿山地质环境保护与土地复垦静态总投资 25867.58 万元(包括矿山地质环境治理 5210.79 万元, 土地复垦 20656.78 万元), 动态总投资 49957.33 万元(包括矿山地质环境治理 11296.88 万元, 土地复垦 38660.45 万元)。矿山地质环境保护与土地复垦费用汇总情况见表 7-27。

表 7-27 矿山地质环境保护与土地复垦费用汇总估算表

序号	工程名称	费用 (万元)		
		矿山地质环境治理	土地复垦	矿山地质环境保护与土地复垦
一	工程施工费	3840.25	13378.20	17218.46
二	设备费	0	0	0
三	其他费用	473.42	1496.76	1970.18
四	监测与管护费	508.88	4443.08	4951.96
五	预备费	6474.32	19342.41	25816.73
1	基本预备费	301.96	1041.25	1343.20
2	价差预备费	6086.09	18003.67	24089.76
3	风险金	86.27	297.50	383.77
六	静态总投资	5210.79	20656.78	25867.58
七	动态总投资	11296.88	38660.45	49957.33

7.4.2 近期年度经费安排

综上所述计算，近期5年内矿山地质环境保护与土地复垦静态总投资6796.07万元（包括矿山地质环境治理1466.30万元，土地复垦5329.77万元），动态总投资7538.42万元（包括矿山地质环境治理1620.39万元，土地复垦5918.03万元）。近期5年矿山地质环境保护与土地复垦费用汇总情况分别见表7-28、表7-29。

表 7-28 近期5年矿山地质环境保护与土地复垦费用估算表

序号	工程名称	费用（万元）		
		矿山地质环境治理	土地复垦	矿山地质环境保护与土地复垦
一	工程施工费	1196.24	3024.24	4220.48
二	设备费	0	0	0
三	其他费用	73.97	249.46	323.43
四	监测与管护费	81.77	1761.44	1843.21
五	预备费	268.41	882.89	1151.29
1	基本预备费	88.91	229.16	318.07
2	价差预备费	154.09	588.26	742.34
3	风险金	25.40	65.47	90.88
六	静态总投资	1466.30	5329.77	6796.07
七	动态总投资	1620.39	5918.03	7538.42

表 7-29 近期每年度矿山地质环境保护与土地复垦费用估算表

年度	矿山地质环境治理（万元）		土地复垦（万元）		矿山地质环境保护与土地复垦（万元）	
	静态投资	动态投资	静态投资	动态投资	静态投资	动态投资
2019	293.72	293.72	894.30	894.30	1188.02	1188.02
2020	293.15	307.80	1062.51	1115.64	1355.66	1423.44
2021	293.15	323.19	1144.13	1261.40	1437.27	1584.59
2022	293.15	339.35	1079.28	1249.40	1372.42	1588.75
2023	293.15	356.32	1149.56	1397.29	1442.70	1753.61
小计	1466.30	1620.39	5329.77	5918.03	6796.07	7538.42

第八章 保障措施与效益分析

8.1 组织保障

本方案是严格按照《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第44号）、《土地复垦条例》（国务院令第592号）等相关规定完成编制的，拟通过自然资源部批准，矿山企业要严格按照批准的方案和设计开展各项工作，不得随意变更。

内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目隶属中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司，矿山地质环境保护与土地复垦义务人明确。为了防止该方案的实施流于形式，长庆油田分公司必须成立单独的苏里格气田西二区矿山地质环境保护与土地复垦工作领导小组，由矿区主要领导担任总负责，统一协调和领导矿山地质环境保护与土地复垦工作，并配备生产技术负责、地质技术负责、土地技术负责、财务负责等专职人员，各司其能、各负其责。领导小组把矿山地质环境保护与土地复垦工作纳入矿区重要议事日程，且贯穿到各种生产会议中，落实到矿区生产的每个环节，确保矿山地质环境治理与土地复垦效果。

认真贯彻执行国家和地方政府、国土资源部门有关的方针政策，开展学习矿山环境保护、土地复垦知识的技术培训，自觉树立矿山复垦意识；协调矿山地质环境保护与土地复垦工作与矿山生产的关系，确保矿山地质环境保护与土地复垦资金按计划计提、预存，严格按照建设工程招投标制度选择施工队伍，考核人员素质，保证工程正常施工；定期深入工程现场进行检查，掌握矿山地质环境破坏情况、土地损毁情况以及矿山地质环境保护与土地复垦措施落实情况，待施工完成后及时提交竣工报告，报请国土资源主管部门进行审查验收。

积极主动与地方矿产资源主管部门、土地管理主管部门取得联系，定期向地方国土资源主管部门汇报矿山地质环境破坏情况、土地损毁情况及矿山地质环境保护与土地复垦情况，配合地方国土资源主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦工作的监督检查，严肃查处矿山建设及生产运营过程中破坏矿山地质环境与土地资源的违法行为。

8.2 技术保障

严格遵循“以保护、预防和控制为主，生产建设与复垦治理相结合”的原则，依靠科技进步、科技创新，采用新技术、新方法，提高矿山环境治理与土地复垦项目的科技含量；针对各个环节把好关，做到工程有设计、质量有保证、竣工有验收、实施有监理、定期有监测的防治体制。

矿山地质环境保护与土地复垦小组必须配备相应的专业技术人员，并有针对性地加强专业技术培训，强化施工人员的矿山地质环境保护与土地复垦意识，提高施工人员的技术水平，以确保矿山地质环境保护与土地复垦工程能按期保质保量完成；同时选择有技术优势的编制单位编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，并与报告编写技术人员保持密切沟通，了解矿山地质环境保护与土地复垦方案的技术要点难点。

在现场施工实施前，按照建设工程招标制度选择有资质有实力的施工单位，组织设计单位进行技术交底，施工单位严格按设计方案、施工图纸指导现场施工，如遇现场地质情况与设计条件有较大出入时及时向矿山企业反映，由矿山企业组织技术会审，必要时设计单位做出设计变更，施工单位按变更后设计进行施工。在现场施工过程中，要实施各工序层层报验制度，严格把握复垦治理工程质量关，同时按矿山地质环境治理及土地复垦工程的相关技术规程、规范、设计要求及验收标准，对工程各部分进行质量验收，合格后签字，确保各项工程按设计要求达到高标准、高质量，按期完成。

8.3 资金保障

资金保障是贯穿于矿山地质环境治理与土地复垦始终的计-提-管-用一体化制度，任何一个环节都可能造成资金的不足、流失、无效或低效利用，故根据资金流向的各环节制定资金保障制度是十分必要的。

1、矿山地质环境保护资金保障

按照《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》（国发〔2017〕29号）、《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）的规定要求，矿山地质环境治理费用由长庆油田分公司成立专门的“内蒙古鄂尔多斯盆地

苏里格气田西二区开采项目矿山地质环境治理基金账户”，并列入企业生产会计科目中，计入生产成本，保证资金的落实。

矿山地质环境治理费用由矿山企业自主使用，根据矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的矿山地质灾害、地形地貌景观破坏、地下含水层破坏、水土环境污染治理和矿山地质环境监测等工作；按照“企业所有、政府监管、专户存储、专款专用”的原则，绝不允许挪用矿山地质环境治理费用，必须高度重视矿山地质环境保护与恢复治理工作，确保各项治理工作落到实处。

参照土地复垦资金的预存，首次预存额不得低于矿山地质环境治理费用静态投资的 20%，至少在矿山生产结束前一年（本方案选在 2042 年）预存完毕，对矿山地质环境治理费用进行预存计提，治理费用纳入矿山生产成本，由矿山企业统筹用于开展矿山地质环境治理工作。

矿山地质环境治理费用的具体预存计划见表 8-1。

表 8-1 矿山地质环境治理年度预存费用表（全部位于鄂托克旗境内）

治理阶段	阶段投资 (万元)	年度	动态投资 (万元)	天然气产量 ($\times 10^8$ m^3/a)	万方气预 存额(元 / 10^4m^3)	年度治理 费用预存额 (万元)	阶段治理 费用预存额 (万元)
近期 5年	1620.39	2019	293.72	20	52.11	1042.16	2825.59
		2020	307.80	20	22.29	445.86	
		2021	323.19	20	22.29	445.86	
		2022	339.35	20	22.29	445.86	
		2023	356.32	20	22.29	445.86	
中远 期	9676.50	2024	177.00	20	22.29	445.86	8471.29
		2025	185.85	20	22.29	445.86	
		2026	195.14	20	22.29	445.86	
		2027	204.90	20	22.29	445.86	
		2028	215.15	20	22.29	445.86	
		2029	225.90	20	22.29	445.86	
		2030	237.20	20	22.29	445.86	
		2031	249.06	20	22.29	445.86	
		2032	261.51	20	22.29	445.86	
		2033	274.59	20	22.29	445.86	
		2034	288.32	20	22.29	445.86	
		2035	302.73	20	22.29	445.86	
		2036	317.87	20	22.29	445.86	
2037	333.76	20	22.29	445.86			

		2038	350.45	20	22.29	445.86	
		2039	367.97	20	22.29	445.86	
		2040	386.37	20	22.29	445.86	
		2041	405.69	20	22.29	445.86	
		2042	425.97	20	22.29	445.86	
		2043	447.27				
		2044.1-2044.4	469.64				
		2044.5-2045.4	493.12				
		2045.5-2046.4	517.77				
		2046.5-2047.4	543.66				
		2047.5-2048.4	570.85				
		2048.5-2049.4	599.39				
		2049.5-2050.4	629.36				
合计	11296.88		11296.88			11296.88	11296.88

2、土地复垦资金保障

按照《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》的规定要求，土地复垦费用由长庆油田分公司与当地国土资源主管部门和银行，本着平等、自愿、诚实守信的原则，签订《土地复垦费用监管协议》，并建立“内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目土地复垦资金共管帐户”，列入生产成本或者建设项目总投资，确保足额到位，自觉接受国土资源主管部门的监督。根据矿山地质环境保护与土地复垦方案提取相应的复垦费用，专项用于损毁土地的复垦工作。

(1) 资金来源：按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理，谁投资、谁受益”的原则，由长庆油田分公司承担土地复垦费用，并列入矿山生产成本，保证资金的落实。

(2) 资金计提：土地复垦费用从 2019 年开始提取，采取分年度的方式计提，至少在矿山生产结束前一年（本方案选在 2042 年）提取完毕，2045 年 5 月至 2050 年 4 月产生的监测管护费随 2042 年复垦费用一并计提。每年 12 月矿方矿山地质环境保护与土地复垦管理机构根据土地复垦费用提取计划表中确定的提取金额，向公司财务部门申请拨付下一年度的土地复垦费用，次年 1 月底前将该年度复垦资金存入共管帐户。

(3) 费用存储：长庆油田分公司根据《土地复垦费用监管协议》将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，首次预存额不得低于复垦费用静态投资的 20%，至少在矿山生产结束前一年预存完毕，按照“土地复垦义务人所有，国土资源主管部门监管，专户储存专款使用”的原则进行账户管理，并建立土地复垦

费用专项使用的具体财务管理制度。

土地复垦年度预存费用详见表 8-2。

表 8-2 土地复垦年度预存费用表（全部位于鄂托克旗境内）

复垦阶段	阶段投资 (万元)	年度	动态投资 (万元)	天然气产量 ($\times 10^8$ m^3/a)	万方气预 存额(元 / 10^4m^3)	年度复垦 费用预存额 (万元)	阶段复垦 费用预存额 (万元)
第一阶段	5918.03	2019	894.30	20	206.57	4131.36	10136.42
		2020	1115.64	20	75.06	1501.26	
		2021	1261.40	20	75.06	1501.26	
		2022	1249.40	20	75.06	1501.26	
		2023	1397.29	20	75.06	1501.26	
第二阶段	6672.85	2024	1207.62	20	75.06	1501.26	7506.32
		2025	1268.00	20	75.06	1501.26	
		2026	1331.40	20	75.06	1501.26	
		2027	1397.97	20	75.06	1501.26	
		2028	1467.87	20	75.06	1501.26	
第三阶段	7344.86	2029	1329.23	20	75.06	1501.26	7506.32
		2030	1395.70	20	75.06	1501.26	
		2031	1465.48	20	75.06	1501.26	
		2032	1538.76	20	75.06	1501.26	
		2033	1615.69	20	75.06	1501.26	
第四阶段	7171.55	2034	1297.87	20	75.06	1501.26	7506.32
		2035	1362.76	20	75.06	1501.26	
		2036	1430.90	20	75.06	1501.26	
		2037	1502.45	20	75.06	1501.26	
		2038	1577.57	20	75.06	1501.26	
第五阶段	6260.29	2039	920.37	20	75.06	1501.26	6005.06
		2040	966.39	20	75.06	1501.26	
		2041	1014.71	20	75.06	1501.26	
		2042	1065.45	20	75.06	1501.26	
		2043	1118.72				
		2044.1-2044.4	1174.65				
第六阶段	5292.87	2044.5-2045.4	778.14				
		2045.5-2046.4	817.05				
		2046.5-2047.4	857.90				
		2047.5-2048.4	900.80				
		2048.5-2049.4	945.84				
		2049.5-2050.4	993.13				
合计	38660.45		38660.45			38660.45	38660.45

土地复垦费用根据《土地复垦费用监管协议》的约定进行存储，土地复垦费用存储受国土资源主管部门监督，具体存储规则为：长庆油田分公司依据批复的矿山地质环境保护与土地复垦方案及阶段土地复垦计划中确定的费用预存计划，分期将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，首次预存额不得低于复垦费用总额的 20%，剩余费用在预存计划开始后的 10 个工作日内存入账户。土地复垦费用存储所产生的利息，可用于抵减下一期应存储的土地复垦费用；不能按期存储土地复垦费用的，须向土地复垦费用共管账户缴纳滞纳金，滞纳金不能用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。所有存款凭证提交审计部门审核，审核结果交鄂托克旗、乌审旗国土资源局主管部门备案。

(4) 资金使用与管理：土地复垦费用由土地复垦施工单位用于复垦工作，并由长庆油田分公司所设立的土地复垦管理机构具体管理，接受当地国土资源主管部门的监督。具体按以下方式使用与管理土地复垦费用：

①资金拨付由施工单位根据复垦工程进度向土地复垦管理机构提出申请，经审查签字后，报财务审批；每次提取复垦资金超过两万，或每月提取复垦资金超过十万，土地复垦管理机构应取得国土资源局主管部门同意。

②施工单位每年年底，根据土地复垦实施规划和年度计划，做出下一年的复垦资金使用预算，土地复垦管理机构对复垦资金使用预算进行审核，并报地方国土资源局主管部门审查备案。

③资金使用中各科目实际支出与预算金额相关超过 20%的，需向土地复垦管理机构提交书面申请，经主管领导审核同意后方可使用。

④施工单位按期填写复垦资金使用情况报表，对每一笔复垦资金的用途均应有详细明确的记录，复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

⑤每年年底，施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告，土地复垦机构审核后，报地方国土资源局主管部门备案。

⑥每一复垦阶段结束前，土地复垦管理机构提出申请，当地国土资源主管部门组织对阶段土地复垦实施效果进行验收，并对土地复垦资金使用情况进行审核，同时对复垦帐户的资金进行清算；在复垦效果和复垦资金审核通过的基础上，帐户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

⑦长庆油田分公司按照矿山地质环境保护与土地复垦方案和阶段土地复垦

计划完成全部复垦任务后向当地国土资源主管部门提出最终验收申请；验收合格后，可向当地国土资源主管部门申请从土地复垦费用共管帐户中支取结余费用的80%，其余费用应在当地国土资源主管部门会同有关部门在最终验收合格后的5年内对复垦效果进行跟踪评价，达标后方可取出。

⑧对滥用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

（4）资金监督与审计

土地复垦资金审计由矿方矿山地质环境保护与土地复垦管理机构申请，当地国土资源主管部门组织和监督，委托中介机构（如会计师事务所）进行审计，审计内容包括费用规模、用途、时间进度等。具体审计内容有：

①审计年度资金预算是否合理；

②审计资金使用情况月度报表是否真实；

③审计年度资金预算执行情况，以及年度复垦资金收支情况；

④审计阶段资金收支及使用情况；

⑤确定资金的会计记录正确无误，金额正确，计量无误，明细帐和总帐一致，是否有被贪污或挪用现象。

8.4 监管保障

长庆油田分公司承诺将严格依据国家法律法规和政策要求，在本方案的总体指导下，制订阶段矿山地质环境治理与土地复垦计划和年度实施计划；并严格按照方案的年度工程施计划安排，分阶段有步骤的安排矿山地质环境治理与土地复垦项目资金的预算支出。若遇企业生产规划和土地损毁情况等因素发生重大变化时，长庆油田分公司将对本方案进行修订或重新编制；若在本方案服务期内，矿业权发生变更，则矿山地质环境保护与土地复垦责任与义务将随之转移到下一个矿业权单位。

按照方案确定的各项措施，对矿山地质环境治理与土地复垦工作实行统一管理，坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程；在工程建设中严格项目法人责任制、工程建设招标投标制、施工建设监理制、项目公告制、项目合同管理制，按照公开、公正、公平的原则，择优选择工程队伍，以确

保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。

加强矿山地质环境保护与土地复垦监测是矿山地质环境保护与土地复垦工作达到良好效果的重要措施，随时进行监测、及时发现工作中存在的不足，补充完善矿山地质环境保护与土地复垦措施。定期向当地国土资源主管部门汇报当年矿山地质环境复治理与土地复垦情况，接受当地国土资源主管部门对矿山地质环境治理与土地复垦实施情况的监督检查，接受社会对矿山地质环境治理与土地复垦实施情况的监督等。如若长期油田分公司未履行相应的矿山地质环境保护与土地复垦义务，应按照相关法律法规和政策文件的规定，自觉接受国土资源主管部门及有关部门的处罚。

8.5 效益分析

（1）社会效益

通过矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施，减少生态环境破坏等问题，为矿区人民的生产生活创造更好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康；恢复土地原有功能，消除土地破坏带来的不安定因素，减少村民和矿方发生矛盾的几率，有利于当地的安定团结；为当地农民提供就业机会，增加农民收入，改善农民生产生活质量；营造适生植被，增加植被覆盖率，改善环境质量，促进当地农林业发展，对推动当地社会经济发展具有积极促进作用，具有明显的社会效益。

（2）生态效益

通过实施地质环境保护与土地复垦工作，一方面使矿区内土地得到良好利用，植被得到恢复增加，美化地形地貌景观，改善生态环境质量，防止水土流失和环境污染，从而为矿区脆弱的生态系统的长期稳定提供保障；另一方面改变矿区各种不良地质环境条件，消除影响环境的不利因素，为矿区提供了良好的农业生态环境，使生态系统逐渐恢复涵养水源、改良土壤、恢复植被、保持水土、调节气候和净化大气的功能，并将创造出一个绿树成荫、环境优美、空气清新的崭新的矿区环境，为人们提供更为舒适的生活环境和生存空间。

（3）经济效益

通过实施地质环境保护与土地复垦工作，本方案在服务年限内复垦林地

302.76hm²，草地 2918.51hm²；直接经济效益按照比复垦前林地每年增收 0.1 万元/hm²、草地每年增收 0.05 万元/hm² 的纯收入进行计算，得到复垦土地每年可产生直接经济效益 176.20 万元，产生较好的经济效益。复垦后的租用土地经验收合格后归还土地权属人，复垦后的征用土地验收合格后归为国有，可用于抵减矿山其他建设活动占地指标，带动地方经济发展。

8.6 公众参与

内蒙古鄂尔多斯盆地苏里格气田西二区开采项目在开采过程中会对周边地区的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活，也影响着土地所有者和使用者的利益，同时也对矿山地质环境保护与土地复垦义务人带来影响。矿山地质环境保护与土地复垦规划要在充分了解受影响群众的意愿和观点基础上，使治理与复垦项目更加民主化和公众化，以避免片面性和主观性；使项目的规划、设计、施工和运行更加完善合理，以最大限度地发挥该项目的综合效益和长远效益。

1、公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与，公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施过程中、竣工验收阶段等。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体，参与内容包括土地复垦的方向、复垦标准、复垦工程技术措施与适宜物种等。

(1) 方案编制前的公众参与

在方案编制前期，编制单位主要是进行前期踏勘和听取公众意见，当地政府及群众对项目开展都抱极大热情，认为矿山地质环境保护与土地复垦方案能够恢复损毁的土壤和植被，可以改善地区的生态环境，并给予了大力支持。

主要调查内容有：调查矿区地形、地貌、水文、土壤、植被等自然地理条件，重点访谈当地村民，询问当地种植习惯，并查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈规划、土地等政府部门，确定待复垦区域的规划用途。

(2) 方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于石油天然气复垦项目点多、面广、线长的特

点，此次参与主要有当地群众问卷调查、相关政府部门意见收集。

(3) 方案实施过程中和复垦工程竣工验收的公众参与计划

①复垦实施前：根据本方案确定的复垦时序安排，在每年制订复垦实施方案时进行一次公众调查，主要是对损毁土地面积、损毁程度和临时用地保护措施实施效果进行调查。

②复垦实施中和管护期：在复垦实施中应每年进行一次公众调查，主要是对复垦进度、复垦措施落实和资金落实情况、复垦实施效果进行调查；管护期应每季度进行一次公众调查，主要对复垦效果、管护措施和管护资金落实情况进行调查。如遇大雨等特殊情况应增加调查次数。

③复垦监测与竣工验收：复垦监测结果应每年向公众公布一次复垦监测结果，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。在进行验收时，邀请当地相关政府部门、专家和群众代表参加，确保验收工作公平、公正和公开。

2、公众参与形式

公众参与是一种双向交流，根据苏里格气田西二区开采项目特点，设计公众参与形式包括信息发布、信息反馈以及信息交流。

(1) 信息发布

信息发布是让公众了解项目的一个很好方式，包括广播、电视、电台、报纸、期刊及网络等形式。在方案实施前，在矿区所涉及的村委会进行项目复垦规划公告，在方案实施过程中和复垦工程竣工验收阶段将计划采取网络、报纸等形式对项目进展等进行公示，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。

(2) 信息反馈

通过访谈、通信、问卷、电话等社会调查方式收集信息，本方案在编制前及编制期间，编制人员主要采取了访谈、问卷等形式广泛地收集了矿区内公众意见，为复垦工程设计方向的确定奠定了基础。

(3) 信息交流

信息交流方式包括会议讨论和建立信息中心，如设立热线电话和公众信息、开展社会调查等。本方案采取的主要交流方式为不同规模的座谈会讨论，针对复垦方向的确定听取了各方面的意见与建议。

3、公众参与具体方法

本方案在编制过程中，主要通过问卷调查和走访座谈开展的公众参与工作。

(1) 问卷调查

苏里格气田西二区地跨鄂托克旗和乌审旗，为了方便进行公众参与调查，主要走访了矿区周边受天然气开采影响的部分居民，调查问卷共发放 10 份，回收 8 份，回收率 80.0%。公众参与调查表见表 8-3。

表 8-3 公众参与调查表

姓名	单位或住址								
性别	年龄	民族	职业	文化程度					
1. 您对该项目的熟悉程度： 熟悉 <input type="checkbox"/> 一般熟悉 <input type="checkbox"/> 熟悉一点 <input type="checkbox"/> 不熟悉 <input type="checkbox"/>									
2. 您对该项目的态度： 积极支持 <input type="checkbox"/> 支持 <input type="checkbox"/> 不关心 <input type="checkbox"/> 反对 <input type="checkbox"/>									
3. 您认为该项目可能引发的地质灾害有： 地面塌陷 <input type="checkbox"/> 地裂缝 <input type="checkbox"/> 崩塌、滑坡 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>									
4. 您认为该项目对土地的影响是： 没有影响 <input type="checkbox"/> 有影响，但不影响正常生产 <input type="checkbox"/> 影响正常生产，需要治理 <input type="checkbox"/>									
5. 您认为该项目对水资源的影响是： 没有影响 <input type="checkbox"/> 有影响，但比较轻微 <input type="checkbox"/> 影响正常生活和生产，需要采取措施 <input type="checkbox"/>									
6. 您对国家关于地质环境保护与土地复垦方面的政策了解程度： 了解 <input type="checkbox"/> 一般了解 <input type="checkbox"/> 了解一点 <input type="checkbox"/> 不了解 <input type="checkbox"/>									
7. 您是否赞同实施该复垦项目： 赞同 <input type="checkbox"/> 不赞同 <input type="checkbox"/> 不知道 <input type="checkbox"/>									
8. 您认为该项目对本地区社会经济发展的效应是： 有很大的推动 <input type="checkbox"/> 一般的促进 <input type="checkbox"/> 无明显效益 <input type="checkbox"/>									
9. 您认为该项目复垦最适宜的方向是： 耕地 <input type="checkbox"/> 林地 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 恢复原地 <input type="checkbox"/>									
10. 您认为该项目复垦期间何种因素对你的影响最大： 施工噪声 <input type="checkbox"/> 汽车扬尘 <input type="checkbox"/> 交通事故 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>									
11. 您建议采用何种措施实施土地复垦： 平整土地 <input type="checkbox"/> 新建道路 <input type="checkbox"/> 健全灌溉排水设施 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>									
12. 您是否愿意监督或参与该项目的复垦工程： 愿意 <input type="checkbox"/> 不愿意 <input type="checkbox"/> 无所谓 <input type="checkbox"/>									
13. 您对该项目的其他意见和建议：									

通过对调查表进行回收整理,获得公众对矿山地质环境保护与土地复垦的意见,统计结果见表 8-4。

表 8-4 公众参与调查结果统计表

姓名	单位或住址			
性别	年龄	民族	职业	文化程度
1. 您对该项目的熟悉程度:	A. 熟悉	B. 一般熟悉	C. 熟悉一点	D. 不熟悉
	5	3	0	0
2. 您对该项目的态度:	A. 积极支持	B. 支持	C. 不关心	D. 反对
	6	2	0	0
3. 您认为该项目可能引发的地质灾害有:	A. 地面塌陷	B. 地裂缝	C. 崩塌、滑坡	D. 无
	0	2	0	6
4. 您认为该项目对土地的影响是:	A. 没有影响	B. 有影响,但不影响正常生产	C. 影响正常生产,需要治理	
	2	6	0	
5. 您认为该项目对水资源的影响是:	A. 没有影响	B. 有影响,但比较轻微	C. 影响正常生活和生产,需要采取措施	
	3	4	1	
6. 您对国家关于地质环境保护与土地复垦方面的政策了解程度:	A. 了解	B. 一般了解	C. 了解一点	D. 不了解
	2	4	2	0
7. 您是否赞同实施该复垦项目:	A. 赞同	B. 不赞同	C. 不知道	
	8	0	0	
8. 您认为该项目对本地区社会经济发展的效应是:	A. 有很大的推动	B. 一般的促进	C. 无明显效益	
	5	3	0	
9. 您认为该项目复垦最适宜的方向是:	A. 耕地	B. 林地	C. 草地	D. 恢复原地
	0	0	6	2
10. 您认为该项目复垦期间何种因素对你的影响最大:	A. 施工噪声	B. 汽车扬尘	C. 交通事故	D. 其他
	0	5	1	2
11. 您建议采用何种措施实施土地复垦:	A. 平整土地	B. 新建道路	C. 健全灌溉排水设施	D. 其他
	3	1	4	
12. 您是否愿意监督或参与该项目的复垦工程:	A. 愿意	B. 不愿意	C. 无所谓	
	8	0	0	
13. 您对该项目的其他意见和建议:				

从调查表所反馈的情况来看，苏里格气田西二区矿山地质环境保护与土地复垦工作获得了当地群众的认可，也提出了相应的建议与要求，主要有：①要严格按照国家有关政策条例进行复垦，同时要保证工程质量；②本项目对当地水源影响严重，给居民带来的影响及损失应给予合理的经济补偿；③在工程实施过程中保护现有土地资源，尤其是耕地资源。

（2）走访座谈

长庆油田分公司组织召开了矿山地质环境保护与土地复垦座谈会，矿方和复垦编制人员分别就气田开采的损毁土地的情况、复垦方向、复垦措施等向参会的领导、专家、村民代表做了汇报，参会人员针对气田可能造成的损毁情况、土地的复垦方向及复垦措施提出自己的建议和看法。

4、方案编制完成后公示

（1）方案公示内容及形式

矿山地质环境保护与复垦方案送审稿完成后，在报送国土资源部评审之前，将方案通过布告等方式进行公示，向公众公告内容包括：开采项目情况简介；开采项目对土地损毁情况简介；复垦方向及复垦措施要点介绍；公众查阅土地复垦报告书简本的方式和期限，以及公众认为必要时向建设单位或其委托的报告编制单位索取补充信息的联系方式和期限。

（2）公示结果

主要取得了两个方面的成效：首先，由公众参与调查问卷可知，矿区周围公众对于矿山开采较为了解，但对矿山地质环境保护与土地复垦相关工作的了解较少，通过本次公示，公众对于矿区损毁土地复垦工作所确定的复垦方向，所采取的复垦措施有所了解，对于加强对当地群众的土地复垦宣传工作具有一定的积极意义；其次，通过本次公示，矿山及项目编制单位未收集到反对意见，由此可见本复垦方案确定的复垦方向、复垦措施等较为合理。

第九章 结论与建议

9.1 结论

1、本方案是严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求进行编制的，本方案服务年限为 31.3 年（2019 年至 2050 年 4 月），包括采矿许可证剩余年限 25.3 年（2019 年至 2044 年 4 月），工程施工期 1 年（2044 年 5 月至 2045 年 4 月），监测管护期 5 年（2045 年 5 月至 2050 年 4 月）。方案近期 5 年为 2019 年至 2023 年，方案基准期以国土资源主管部门将审查结果向社会公告之日算起。

2、苏里格气田西二区于 2014 年 4 月取得由中华人民共和国国土资源部颁发的采矿许可证（证号：0200001410007），矿区面积 1241.873km²，生产规模 $1.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，有效期限 2014 年 4 月至 2044 年 4 月，由 10 个拐点圈定。

3、本方案矿山地质环境影响评估面积 1241.873km²，矿山地质环境条件复杂程度为“中等”，矿山生产建设规模为“大型”（烃类天然气年生产量 $\geq 5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ），评估区重要程度为“重要区”，确定本次矿山地质环境影响评估级别为“一级”。

4、矿山地质环境**现状评估**：现状条件下，崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降等地质灾害不发育，可能会遭受风蚀沙埋地质隐患，地质灾害影响程度“较轻”；矿区地面工程建设对含水层破坏程度“较轻”；地面建筑物改变了原有地形地貌特征，对地形地貌景观破坏程度“严重”；气田开采对水土环境污染影响程度“较轻”。

5、矿山地质环境**预测评估**：预测条件下，气田产能建设和生产可能引发或遭受地质灾害的危险性小，影响程度“较轻”；未来钻井勘探对含水层的影响程度“较轻”；未来地面工程建设对地形地貌景观影响程度“严重”；未来钻井勘探和气田开发对水土环境污染影响程度“较轻”。

6、根据现状评估、预测评估和防治难易程度，本次矿山地质环境治理规划分区划分为重点防治区（I）和一般防治区（III），按照矿山地质环境问题的差异进一步划分为 2 个亚区（I₁、I₂），其中 I₁ 为已建及拟建地面工程的永久/临时用地区域，面积 3263.71hm²；I₂ 为地面工程建设直接影响区，面积 423.21hm²；III 为其他未受矿山活动影响的区域，面积 120500.38hm²。

7、复垦区是生产建设项目已损毁和拟损毁的土地以及永久性建设用地构成的区域，苏里格气田西二区复垦区总面积 3263.71hm^2 （鄂托克旗 3230.54hm^2 、乌审旗 33.17hm^2 ）=已损毁土地 1696.24hm^2 （含留续使用 27.21hm^2 ）+ 拟损毁土地 1567.47hm^2 （含留续使用 5.96hm^2 ）=永久用地 508.03hm^2 + 临时用地 2755.68hm^2 。

8、复垦责任范围是复垦区中已损毁和拟损毁的土地及不再留续使用的永久性建设用地共同构成的区域，苏里格气田西二区复垦责任范围面积 3230.54hm^2 （全部位于鄂托克旗境内）=复垦区总面积 3263.71hm^2 - 留续使用的永久性建设用地 33.17hm^2 = 已复垦未验收 1445.84hm^2 + 拟损毁待复垦 1784.70hm^2 （包含已损毁的井场和进场道路永久用地 223.19hm^2 ）=永久用地 474.86hm^2 + 临时用地 2755.68hm^2 。

9、根据矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性，提出本方案服务期内矿山地质环境治理措施主要为人工巡视预防工程、沙柳沙障固沙工程、植被恢复工程、矿山地质环境监测工程等。

10、根据复垦责任范围内土地损毁情况，提出来本方案服务期内土地复垦措施主要为场地清理工程、土地平整工程、土地翻耕工程、植被恢复工程、草方格沙障工程等，并对复垦后的林地、草地进行管护。

11、本方案服务期内矿山地质环境保护与土地复垦静态总投资 25867.58 万元（全部位于鄂托克旗境内），包括矿山地质环境治理 5210.79 万元，土地复垦 20656.78 万元；动态总投资 49957.33 万元（全部位于鄂托克旗境内），包括矿山地质环境治理 11296.88 万元，土地复垦 38660.45 万元。

12、近期 5 年内矿山地质环境保护与土地复垦静态总投资 6796.07 万元（全部位于鄂托克旗境内），包括矿山地质环境治理 1466.30 万元，土地复垦 5329.77 万元；动态总投资 7538.42 万元（全部位于鄂托克旗境内），包括矿山地质环境治理 1620.39 万元，土地复垦 5918.03 万元。

9.2 建议

（1）在气田产能建设和生产运营过程中产生的环境问题，采取“边开发、边治理、边保护”的方法对矿山进行保护与综合治理，对损毁土地及时进行复垦。

(2) 严格按照开发方案设计的方法进行天然气开采，尽可能减少废弃物的排放以及对土地资源的损毁，尤其要尽量避免对耕地的压占，及时消除地质灾害隐患，对地下水的破坏污染情况进行长期监测。

(3) 本次矿山地质环境保护与土地复垦总费用为理论估算值，建议采矿权人根据矿山实际需要、市场价格变化等因素对费用投资进行相应的调整。

(4) 为确保矿区矿山地质环境保护与土地复垦工作的顺利开展，建设单位应设置专门的地质环境保护与土地复垦管理机构。

本方案不代替相关工程勘察、治理设计。