

中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司

延川南煤层气田老区完善调整项目

水土保持监测总结报告

建设单位：中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

编制日期：二〇二〇年十一月

目 录

综合说明.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	2
1.1 建设项目概况.....	2
1.2 项目区概况.....	7
1.3 水土流失防治概况.....	8
1.4 监测工作实施概况.....	12
1.5 监测范围及分区.....	14
1.6 监测重点区域及监测点位布设.....	14
1.7 监测时段与频次.....	15
1.8 监测内容和方法.....	17
1.9 监测指标.....	24
2 重点部位水土流失动态监测结果.....	25
2.1 防治责任范围监测结果.....	25
2.2 弃土弃渣动态监测结果.....	27
2.3 地面扰动面积动态监测结果.....	28
3 水土流失防治措施监测结果.....	30
3.1 工程措施实施情况.....	28
3.2 植物措施实施情况.....	30
3.3 水土保持措施实施情况监测结果.....	31
4 土壤流失量分析.....	33
4.1 各阶段土壤流失量分析.....	33
4.2 各扰动土地类型土壤流失量分析.....	35
5 水土流失防治效果监测结果.....	43
5.1 扰动土地治理率.....	37

5.2 水土流失治理度.....	38
5.3 水土流失控制比.....	38
5.4 拦渣率.....	39
5.5 林草植被恢复率.....	39
5.6 林草覆盖率.....	40
6 结论.....	42
6.1 水土流失动态变化.....	42
6.2 水土保持措施评价.....	42
6.3 存在的问题及建议.....	48
6.4 综合结论.....	49
附表 1 防治责任范围动态监测汇总表	
附表 2 弃土弃渣动态监测汇总表	
附表 3 水土流失防治措施表	
附表 4 植物措施建设监测表	
附表 5 水土流失监测六项指标达标情况表	
附件 1: 项目区位置图	
附件 2: 水土保持方案批复文件	
附件 3: 生产建设项目水土保持监测季报表	
附件 4: 水土流失防治分区及防治措施布局图	
附件 5: 水土保持监测点位布局图	

综合说明

2019 年 10 月，山西禹林水保工程咨询有限公司受中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司委托，承担“中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持监测”任务。按照合同约定，监测单位成立了水土保持监测项目部，及时开展监测工作。依据 2019 年 10 月山西省水利厅批复的《山西省水利厅关于中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（晋水审批决〔2019〕76 号）文中水土保持监测要求，项目部技术人员对项目区周边原地貌进行了水土流失本底值调查，对集气平台、集（采）气管线、进场道路、输电线路、施工便道等防治分区的工程建设情况、地表扰动范围、水土流失状况进行了实地勘查和全面调查。依据现场调查情况和水土保持方案的要求制定了水土保持监测计划，划分了监测区域，根据水土保持措施特点确定了监测时段和监测频率。

在监测工作中，通过对现场调查、地面观测、实验分析及资料收集取得的数据、照片等资料进行整理和分析，及时发现水土保持工作中存在的问题，并及时向建设单位提出整改意见。

2020 年 11 月完成监测任务。对监测结果进行统计分析、综合评价，最终编制完成《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持监测总结报告》，并报送建设单位和水土保持行政主管部门。

在水土保持监测过程中，得到了山西省水利厅、临汾市水利局、吉县水利局、中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司等单位的大力支持和协助，谨致谢意。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

项目名称：中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目

建设单位：中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司

建设性质：改扩建

工程规模：新建产能 $0.15 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

水保方案编制单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

水土保持监理单位：山东胜利建设监理股份有限公司

水土保持监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

1.1.1 地理位置及交通

中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目位于山西省临汾市吉县柏山寺乡，其中心地理坐标为：东经 $111^\circ 31' 40''$ ，北纬 $35^\circ 54' 34''$ ，行政区划属柏山寺乡管辖。

交通条件：延川南煤层气田老区完善调整项目气田井位部署位于吉县柏山寺乡所辖区域内。区块内有省级、县级公路连接各主要村镇。交通运输条件便利。

1.1.2 工程概况

2019年7月，《中国石油化工集团有限公司2019年国内煤层气产能建设项目》（延川南煤层气田老区完善调整项目）在全国投资项目在线审批监管平台进行项目备案确认。

延川南煤层气田5亿方产能建设项目为煤层气开发项目，属于延川南煤层气田开发规划中的项目，合理开发利用该煤层气，可以缓解当地能源短缺的压力，

促进当地经济发展。中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目作为延川南煤层气田 5 亿方产能项目的后续潜力补充。动用煤层气含气面积 2.4km^2 ，地质储量 $1.53 \times 10^8 \text{m}^3$ ，部署开发井 15 口，新建产能 $0.15 \times 10^8 \text{m}^3/\text{年}$ 。

2019 年 05 月，中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司委托山西禹林水保工程咨询有限公司编制《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》，2019 年 09 月，通过山西省水利厅组织的专家评审会。按照评审专家所提意见，最终完成《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》。2019 年 10 月山西省水利厅以晋水审批决 [2019]76 号文予以批复。主要技术经济指标见表 1-1。

表 1-1 主要技术经济指标表

项目名称	中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目
项目性质	改扩建项目
建设地点	山西省临汾市吉县柏山寺乡
建设单位	中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司
建设规模	新建产能 $0.15 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$
建设工期	2019 年 07 月至 2020 年 10 月，共 15 个月
水保工程投资	122.56 万元
项目组成	工程由集气平台、集（采）气管线、进场道路、输电线路、施工便道组成。

1.1.2.1 主体工程总体布局

主体及水保方案中确定的项目组成包括：集气平台防治区、集（采）气管线

防治区、进场道路防治区、输电线路防治区和施工便道防治区组成。

(1) 集气平台地防治区

本项目共布设集气平台 8 座，采气井 15 口。占地面积 3.79hm^2 ，其中永久占地 0.22hm^2 ，临时占地 3.57hm^2 。

集气平台无人值守，平面布设分为抽气机及采气树区和辅助生产区，其中抽气机和采气树区布置抽气机，辅助生产区设置污水池，在集气平台的四周边界设置 1.8m 高的通透式围墙。

每座集气平台开发井采用丛式井组的开发。采气井分直井和定向井两种形式，井深在 1000-1500m，目的煤层为山西组 2 号煤层。直井、定向井均采用二级井身结构。

主要实施的水保措施有：表土剥离 700m^3 ，表土返还 700m^3 ，土地整治 1.45hm^2 ，挡水土埂 7487m，排水沟 438m，护脚墙 104m，下滑土清理 180m^3 ，场地绿化 2.25hm^2 ，坡面绿化 1.38hm^2 。草袋填土拦挡 153m，防护网苫盖 1000m^2 。

(2) 集（采）气管线防治区

新增 DN200 PE 集气管道约 1 公里，将延 3 井区新增 W44-1、W38-1 平台接入原有管网输送至 1#集气站；新增 DN200 PE 管线约 3 公里，将 1#集气站 W72 平台下游三通处至 2#集气站阀池 4 附近进行串接，使 1#集气站 19 个平台约 10 万方/天产气输送至 2#集气站。采气管网采用枝状管网布置形式，流向为：井场→采气支线→输气管线→外输。

实际施工采用定向穿越与直埋铺设相结合的方式铺设。其中定向穿越 3.8km，共 7 个连接点，1 个阀池，1 个水池。直埋铺设 200m。共占地 0.19hm^2 。其中永久占地 0.01hm^2 ，临时占地 0.18hm^2 。

主要实施的水保措施有：表土剥离 400m^3 ，表土返还 400m^3 ，土地整治 0.19hm^2 ，植被恢复 0.19hm^2 ，防护网苫盖 1000m^2 。

(3) 进场道路防治区

根据调查及建设单位提供资料，进场道路为新建平台的进场道路，就近从已有乡村道路引建，道路总长 0.6km。占地面积 0.36hm^2 ，全部为永久占地。

主要实施的水保措施有：表土剥离 200m^3 ，表土返还 200m^3 ，排水沟 100m，土地整治 0.11hm^2 ，行道树栽植 240 株，植被恢复 0.11hm^2 ，防护网苫盖 700m^2 ，

（4）输电线路防治区

依托延川南煤层气田 5 亿方产能建设项目，充分利用现有电网设施，新建 100kva 变压器 1 台，满足新建 2 座井场采气平台供电需求；6 座老平台进行电力系统改造，同时在站内进行电力系统改造，满足站内用电需要。

线路总长约 1km，主干线导线选用选用 JL/G1A-120 型钢芯铝绞线，支线选用 JL/G1A-70 型钢芯铝绞线。10kV 配电线路全部选用普通混凝土杆，稍径为 190mm。

输电线路工程占地包括电杆永久占地，架线过程所需的施工便道等临时占地。供电线路共长 1km，全线共设混凝土电杆约 6 根，占地 0.01hm^2 。供电线路新建的施工便道纳入施工便道组成，此处不再赘述。综上所述，供电线路占地面积共计 0.01hm^2 ，其中永久占地 0.01hm^2 ，占地类型为其它草地。

主要实施的水保措施有：植被恢复 0.01hm^2 。

（5）施工便道防治区

本工程施工便道尽量利用现有道路，当现有乡村道路不满足施工要求时，在原有道路基础上进行拓宽改造；部分施工场地没有可利用的道路，需新建施工便道；供电线路沿线需新建施工便道。

输电线路需修建施工便道 1km，宽 1.5m，主要用于人工拉线踩踏，占地面积 0.15hm^2 。

集（采）气管线需修建施工便道 0.4km，从现有乡村道路连接到穿越工程进出口处。施工便道路面宽 3.5m，路基宽 4m，占地面积 0.16hm^2 。

施工便道共需修建 1.4km，占地面积 0.31hm^2 。为临时占地。

主要实施的水保措施有：土地整治 0.31hm^2 ，植被恢复 0.31hm^2 。

1.1.2.2 工程占地

表 1-2 工程总占地面积表

防治分区	建设区占地 面积小计 (hm^2)	占地性质	
		永久占地	临时占地
集气平台	3.79	0.22	3.57
集（采）气管线	0.19	0.01	0.18
进场道路	0.36	0.36	0.00
输电线路	0.01	0.01	0.00
施工便道	0.31	0.00	0.31
合计	4.66	0.60	4.06

本工程总占地 4.66hm^2 ，永久占地 0.60hm^2 ，临时占地 4.06hm^2 。工程总占地详见表 1-2。

1.1.2.3 工程施工工期

中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田延 3 井区产能完善项目于 2019 年 07 月开始施工，2020 年 10 月完成建设期的建设。总工期 15 个月。各项工程进展情况见表 1-3。

表 1-3 主体各单体工程施工工期表

序号	工程名称	开工工期	完工时间
1	集气平台	2019.07	2020.10
2	集（采）气管线	2019.07	2019.11
3	进场道路	2019.07	2020.10
4	输电线路	2019.07	2019.08
5	施工便道	2019.07	2019.11

1.2 项目区概况

1.2.1 项目区自然概况

(1) 地形、地貌

本工程气田区域位于吕梁山山脉的南麓，山峦起伏，沟壑纵横，多坡地，少平川，水土流失比较严重，植被稀少，地势东北高西南低，属于西北黄土高原残垣沟壑区。

(2) 水文

项目区内河流属于黄河流域，黄河由北向南贯穿工区，区内较大的河流有山西省境内的鄂河和陕西省境内的白水川、川儿河。鄂河为气田区域内较大的黄河一级支流，其发源于乡宁县管头镇的断山岭，向西流经管头镇、昌宁镇、于枣岭乡万宝山村直接汇入黄河，控制流域面积 747.62km²，流域上中游为土石山区，中下游为黄土沟壑区，流域多年平均径流量 2692 万 m³。年输沙量 375 万 t。鄂河常年有水，流量 0.03~0.8m³/s，雨季流量较大，枯水期流量较小。

(3) 气象

项目区位于暖温带大陆性季风气候区，春季多风，夏季炎热、雨量集中，秋季凉爽，冬季寒冷少雪，昼夜温差大。

表 1-4 气象指标统计表

序号	项目	单位	吉县
1	极端最高气温	℃	38.1
2	极端最低气温	℃	-20.4
3	多年平均气温	℃	10.2
4	多年平均降水量	mm	552.7
5	雨季		7~9 月
6	多年平均蒸发量	mm	1713.7
7	年无霜期	天	172
8	最大冻土深度	m	0.83
9	结冰期		10 月下旬~至次年 3 月
10	≥10℃活动积温	℃	3361.5
11	多年平均风速	m/s	2.1~2.5
12	风向	/	NE、SW
13	风季时段		3~7 月

(4) 土壤、植被

① 土壤

吉县土壤分为 2 个土类（褐土、草甸土），8 个亚类，21 个土属，62 个土种。褐土是吉县土壤的主要类型，主要发育在黄土及其洪积、冲积、坡积物上，广泛分布在山沟残塬上，面积约 271.47 万亩，占全县总面积的 99.58%。褐土又分为淋溶褐土、山地褐土、粗骨性褐土、褐土性土、碳酸盐褐土。草甸土分布在河床两侧的河漫滩上，面积为 11522 亩，占全县总面积的 0.42%。草甸土在本县可分为褐化浅色草甸土、浅色草甸土、盐化浅色草甸土 3 个亚类，4 个土属，6 个土种。

② 植被

项目区人工植被以农田作物为主，主要有小麦、果树、花椒等经济作物。评价区自然植被以野草为主。评价区植物群落结构以草本植被占优势，其建群种为白羊草、长芒草、艾蒿等，沟谷阴坡则为赖草、披碱草、鹅冠草以及早熟禾等。灌木层为狼牙刺、扁桃木、红柳、枸杞等。沟谷地区则以丁香、沙棘、绣线菊等为主。该区稍高的山地上发育有森林，建种群为油松、辽东栎、白桦、山杨等。项目区林草覆盖率为 22%。

1.2.2 项目区社会经济概况

(1) 社会经济情况

初步核算，全年全县生产总值达到 229370 万元，比上年上升 4.7%。其中第一产业完成 70524 万元，同比增长 20.9%；第二产业完成 70570 万元,同比下降 10.8%;第三产业 88276 万元,同比增长 5.6%。三次产业的比重为 30.7:30.8:38.5。人均地区生产总值 20721 元，上升 6%。

(2) 土地利用

项目区位于山西省临汾市吉县柏山寺乡，行政区划属柏山寺乡管辖，项目占

地 4.66hm^2 。项目区范围内土地类型主要包括：旱地和其他草地。

1.3 水土流失防治概况

1.3.1 项目区水土流失现状

项目区属于残垣沟壑区，水土流失以水力侵蚀为主，项目区土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区属强烈侵蚀区，平均土壤侵蚀模数值为 $6109\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

按照《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》，项目区属于黄河多沙粗沙区国家级重点治理区。项目区属西北黄土高原区-晋陕甘高原沟壑区-晋陕甘高原沟壑保土蓄水区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，土壤容许流失量为 $1000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

1.3.2 水土流失防治分区

根据水利部办公厅《关于印发：全国水土保持规划国家级水土流失重点与防区和重点治理区复核划分成果的通知》(办水保[2006]第 2 号)和《山西省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，项目区属黄河多沙粗沙区国家级重点治理区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SJ190-2007)，项目区属西北黄土高原区，容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.3.3 工程水土流失特点

根据施工进度、建设特点、气候及地形条件，本工程新增水土流失特点是：
(1) 以水侵蚀为主；(2) 不同功能区水土流失存在着显著的差异；(3) 按工程扰动地表情况呈片、线状集中分布；(4) 施工期水土流失强度高，但时间短，范围小，只在施工期影响大；(5) 在采取合理的施工工艺和施工组织的情况下可人为控制水土流失强度。

本项目在工程建设中，对项目区水土流失的影响主要表现在工程建设时期各施工区域基础开挖、场地平整，建(构)筑物的基础开挖、回填，修筑道路等施工

活动对地表的扰动，使原地貌、植被及土体结构受到破坏，失去固土防蚀能力，降低或丧失了原有的水土保持功能，最终导致土壤加速侵蚀。

根据本工程的建设特点，施工建设活动对项目区水土流失的影响可以归纳为几个方面：

（1）土地资源的破坏

由于开挖、占压，破坏原有植被，改变了原地貌、土壤结构和地面物质组成，造成土地肥力的严重退化，从而导致土地生产力降低。同时，施工扰动了原土层，使裸地面积增加，为溅蚀、面蚀、细沟侵蚀等创造了条件，造成水土流失。

（2）水资源的破坏

施工中临时堆土如得不到及时有效的防护治理，在降雨和人为因素的作用下，泥沙直接流入场地临近的河道中，增加其含沙量。

（3）天然林草地植被受到扰动和破坏

① 基础设施建设活动，扰动原地貌，地表裸露，植被对土壤的覆盖保护作用 and 根系固土作用丧失殆尽或遭到严重破坏；

② 修筑道路等，破坏了地表原有的草地植被，形成了片状、条带状的裸露面；

③ 施工活动、施工机械碾压和人员往来践踏等破坏了施工场地的植被。

1.3.4 水土保持方案编制

根据《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规规定，按照“谁破坏谁治理”的原则，预测和评价工程建设可能造成水土流失及危害，明确建设单位法定的水土流失防治责任和义务。分析拟定水土流失防治对策与措施体系布局，为建设单位采取水土保持措施提供技术依据；为项目结构和布局及施工组织提供完善意见；为水土保持监督管理部门提供执法监督依据，使水土流失得到及时有效的控制。

为加强项目建设过程中的水土保持工作，减少和防控水土流失，2019 年 5 月，中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司委托山西禹林水保工程咨询有限公司编制《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》，2019 年 09 月，通过山西省水利厅组织的专家评审会。按照评审专家所提意见，最终完成《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》。2019 年 10 月山西省水利厅以晋水审批决 [2019]76 号文予以批复。

1.3.5 水土保持方案落实

建设单位十分重视工程水土流失防治工作，按照水土保持法律、法规的规定，实行“项目法人负责，监理单位控制，施工单位保证，政府监督”的质量管理体系，认真落实批复的水土保持方案水土流失防治措施，对水土流失重点部位及时采取了水土保持措施，最大限度的降低了水土流失危害的发生。

本项目采用的水土保持措施包括工程措施、植物措施。在工程建设过程中，从 2019 年 07 月至 2020 年 10 月，按照水保方案及设计，对各工程区实施了各项措施，工程措施主要包括集气平台的表土剥离、表土返还、土地整治、挡水土埂、下滑土清理、排水沟、护脚墙；集（采）气管线的表土剥离、表土返还、土地整治；进场道路的表土剥离、表土返还、土地整治、排水沟；施工便道的土地整治。植物措施主要包括集气平台的平台绿化、边坡绿化；集（采）气管线的植被恢复；进场道路的行道树、植被恢复；输电线路的植被恢复和施工便道的植被恢复。临时措施主要包括集气平台的编织袋堆筑防护、防护网苫盖；进场道路的防护网苫盖等。

1.3.6 水土保持相关的设计、监理及施工各单位

（1）设计单位

水土保持方案编制单位：山西禹林水保工程咨询有限公司。

(2) 监理单位

工程监理单位：山东胜利建设监理股份有限公司。

(3) 施工单位

工程施工单位：吉县宏盛建筑工程有限公司

1.4 监测工作实施概况

1.4.1 监测任务及组织

1.4.1.1 监测任务

山西禹林水土保持咨询有限公司与中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司签订了“中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持设施验收技术服务合同”，承担中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持监测任务。

1.4.1.2 项目部组织

按照合同约定，山西禹林水土保持咨询有限公司成立了水土保持项目部，项目部由 5 人组成按照 2019 年 10 月山西省水利厅批复的《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》（晋水审批决〔2019〕76 号文）中水土保持监测任务的要求，组织项目部人员对工程组成、水土保持工程设计与布局、施工组织设计、各水土流失防治责任分区生态环境、水土流失及水土保持现状进行了实地勘查和资料收集。项目部正式进驻项目区开展监测工作。根据工程施工进度的实际情况，项目部研究确定了有针对性的监测技术路线，在项目区周边原地貌进行了水土流失本底值调查，同时，对工程开展和建设情况、工程建设扰动范围、弃土（渣）情况、水土流失现状等情况进行了全面调查，在此基础上编写了《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案实施方案》，明确了监

测内容和指标，并有针对性地制定行之有效的监测方法及频次。对各水土流失防治分区相关监测内容开展全面监测，掌握了项目水土保持工程实施进度及水土流失状况。

在监测后，及时对数据、照片等资料进行整理和分析，及时向建设单位通报了水土保持工作中存在的问题，并提出了合理的处理建议。在现场调查、地面观测、实验分析及资料收集的基础上，编制水土保持监测季度报告表，并向建设单位报送。至 2020 年 10 月完成室外监测任务，各单项监测数据由现场观测的专题人员整理，经项目负责人检查核定后进行汇总、整理，结合收集的历史气象数据资料，在对项目水土保持现状、水土流失量及水土流失的影响等进行系统的整理和分析基础上，于 2020 年 11 月完成了《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持监测总结报告》。

1.4.2 监测目标及原则

1.4.2.1 监测目标

水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运用多种手段和方法，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持工程效果等进行动态观测和分析。根据本次矿井兼并重组整合项目的实际情况，监测目标包括如下几个方面：

（1）对“水土保持方案”设计的防治措施进行实地检验，以便总结更为完善有效的防治措施，指导同类建设项目。

（2）了解水土保持措施的实施情况，确保水土保持各项措施正常发挥作用。

（3）用实测数据计算 6 项指标，对水土流失治理进行评价，并为下阶段的水土流失治理提供参考和借鉴。

（4）为水土保持专项工程验收提供依据。通过实地监测，客观确定扰动面积，合理确定验收评估范围；说明水土流失效果，评价是否达到国家规定的标准，

回答能否通过水土保持专项验收，水土保持设施可否投入使用。

(5) 进一步为水行政主管部门开展水土保持监督提供技术资料。

(6) 积累水土流失实测资料和数据，为确定预测参数、预测模型等服务。

1.4.2.2 监测原则

依据《水土保持监测技术规程》(SL227-2002)、《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部[2000]第12号令, 2000年1月31日颁布)、《关于规范生产建设项目水土保持工作的意见》(水利部[2009]第187号文)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)。结合项目建设内容和实施进度, 确定本工程水土保持监测内容为: 工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果、水土保持工程设计及管理。

1.5 监测范围及分区

1.5.1 监测范围

中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持监测的范围以方案批复的水土流失防治责任范围为准, 即方案批复的水土流失防治责任范围。依据水土保持方案, 本次劳务完善调整项目方案确定的水土流失防治责任范围 6.34hm^2 , 其中永久占地 0.85hm^2 , 临时占地 5.49hm^2 。实际水土流失防治责任范围 4.66hm^2 , 其中永久占地 0.60hm^2 , 临时占地 4.06hm^2 。

1.5.2 监测分区

依据项目区的总体布局、水土流失防治责任范围及水土流失的预测结果, 将水土保持监测单元划分为5个: 集气平台、集(采)气管线、进场道路、输电线路和施工便道。

1.6 监测重点区域及监测点位布设

1.6.1 监测重点区域

本项目监测重点区域为集气平台。

1.6.2 监测点位布设

根据工程实际建设情况及工期，结合项目区原有水土流失类型、强度，确定本工程水土流失重点监测地段和部位，并在水土严重区域进行调查监测，同时布设临时监测点位，进行定点监测。

工程建设中水土保持监测点的布设根据工程实施情况，由水土保持监测单位在水土保持监测实施方案中具体落实。布设 11 个监测点，见下表。

表 1-4 水土保持工程监测点布设情况一览表

监测时段	监测区域	监测内容	监测站点位置及数量	监测方法
建设期	集气平台	工程措施	填方边坡布设 1 处	调查、量测
			临时堆土区 2 处	调查、量测
		植物措施	平台绿化区 3 处	调查、量测
	集采气管线	植物措施	植被恢复区 1 处	调查、量测
	进场道路	植物措施	绿化区 1 处	调查、量测
	输电线路	植物措施	植被恢复区 1 处	调查、量测
	施工便道	植物措施	植被恢复区 2 处	调查、量测

1.7 监测时段与频次

1.7.1 监测时段

本项目属于建设生产类项目，监测时段应从施工准备期开始至设计水平年结束。本项目于 2019 年 7 月正式开工建设，于 2020 年 10 月竣工。监测任务于 2019 年 10 月开始监测。2019 年 07 月至 2019 年 10 月，采用调查法进行监测。

1.7.2 监测频次

根据监测时段安排以及项目部进场时间，监测频次确定为：2019 年 10 月全面调查，进行调查监测。

根据主体和水土保持工程的实际进展情况，每项监测内容监测时段及频次，详见表 1-5

表 1-5 水土保持监测进度记录表

监测时间	监测内容	备注
2019 年 10 月 25-26 日	对项目建设区进行全面了解,明确监测范围及重点监测的区域; 与建设单位进行技术交底, 收集资料。	
2019 年 10 月-2020 年 05 月	对项目区进行全面巡查, 调查各工程的进行情况, 水土流失危害。	每月 1 次
2017 年 06 月-2020 年 09 月	对项目区进行巡查、调查各工程的进行情况, 对项目区植被恢复情况进行巡查,	每月 1 次
2020 年 10 月下旬	对项目建设区各工程完成情况进行核实, 并收集影像资料。	

1.7.3 监测工作进度

2019 年 10 月，山西禹林水保工程咨询有限公司与中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司初步达成监测意向，并签订了“中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持设施验收技术服务合同”，承担中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持监测任务。

按照合同约定，监测单位成立了水土保持项目部，按照 2019 年 10 月山西省水利厅批复的《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》（晋水审批决〔2019〕76 号文）中水土保持监测任务的要求，组织监测组人员对工程组成、水土保持工程设计与布局、施工组织设计、各水土流失防治责任分区生态环境、水土流失及水土保持现状进行

了实地勘查和资料收集。

1.8 监测内容和方法

1.8.1 监测内容

(1) 水土流失背景值

选择项目区周边未扰动的原地貌进行背景值监测。调查项目包括地貌类型、微地貌组成、地面物质组成、地面坡度；气候类型区、多年平均降水量、降水变化极值、年平均气温、年平均风速、大风日数；植被类型、植物种类组成、林草覆盖度；土壤类型、土层厚度、土壤含水率、土壤有机质含量、土壤抗蚀性；土地利用情况；水土流失类型区、平均土壤侵蚀强度。以上监测数据用于与工程建设后水土流失状况比较。

(2) 防治责任范围动态监测

a、永久性占地：永久性占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线范围内的土地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况及各阶段永久性占地变化情况。

b、临时性占地：临时性占地土地管辖权属不变，但要求在主体工程竣工验收前恢复原貌。监测内容包括是否有超范围使用临时性占地的情况、各种临时性占地的临时水土保持措施、施工结束后原地貌恢复情况。

c、扰动面积：监测内容包括扰动地表（毁坏地表面积、表土被剥离面积、改变地形面积），地表堆存面积、地表堆存面积处的临时性防护措施、被扰动部分能恢复植被的地方恢复情况。

(3) 弃土弃渣动态监测

对建设期的弃土弃渣情况进行监测。对发生的土石方采取调查和量测相结合进行监测，详细查阅施工单位施工记录包括及监理单位土方工程监理记录。记录回填土方数量，汇总后核对建筑物开挖土方石排放量，核对土方数量及流向。

(4) 水土流失防治动态监测

① 水土流失防治措施实施情况

a、工程措施

I、排水导流工程：包括排水系统及排水设施。主要监测指标是排水系统规格、长度及其畅通性，排水明沟的布局、断面尺寸及长度，导流工程的类型、规格及畅通性等。

II、土地整治工程：包括防治责任范围内所有施工场地和裸露地面在施工结束后开展的土地整治、临时建筑物拆除和建筑垃圾清理等。监测指标包括土地整治工程分布、整治类型、整治面积等。

b、植物措施

主要指防治责任分区内的林草植被的分布、面积、种类、绿化工程实施时间、生长状况及养护管理情况，记录同期防治责任范围的绿化面积、监测指标包括植物类型（乔、草）、苗木或草种类型、株数、株行距、措施分布、面积。

监测指标主要是各种防治措施的工程量、拦挡范围等。

② 水土流失防治措施实施效果

a、防治效果

监测工程措施、植物措施在拦挡泥沙、减少水土流失量、坡面稳定、绿化地表改善生态环境在主体工程运行安全的保证作用。计算水土流失的防治指标。

b、林草生长状况

监测林草的成活率、保存率、生长情况、覆盖度及生物量等。通过调查数据计算林地的郁闭度、草地的盖度等指标，计算林草植被恢复率及林草覆盖率。

c、防护工程运行情况

包括工程的稳定性、完好程度等。主要监测护坡、排水等工程是否有损坏、裂缝、断裂或沉降等。

d、拦渣保土效果

通过主要监测各项措施的实施效果，计算拦渣率、水土流失控制率等指标。

(5) 施工期土壤流失量动态监测

土壤流失量动态监测涉及项目建设期内所有的施工扰动区域，是水土保持监测的重点，通过实地监测获得的数据分析评价项目建设期内的土壤流失控制比。

监测内容包括土壤流失量、土壤流失强度，即水蚀强度及流失量。

① 水土流失面积变化

主要监测防治责任范围内各类水土流失面积变化。

② 水土流失量变化监测

针对不同地表扰动类型的流失特点，对不同地表扰动类型，分别采用插钎法、侵蚀沟样方法、径流小区法等进行多点位、多频次监测。经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

水蚀量监测指标如下：水蚀监测指标：水蚀面积、水蚀影响因子（降雨量、降雨历时、雨强、林草植被、地形地貌、土壤等、小地形地貌及其坡度等）、侵蚀时段、侵蚀量等。

通过水蚀监测，同时依据工程水土流失防治动态监测资料，确定各区域硬化面积、绿化面积及植被固土效果，参考土壤表皮是否结皮、地表坡度、裸露土地面积等情况，分析各区域水蚀模数，从而确定各区域全年侵蚀量和侵蚀强度。

③ 水土流失程度变化监测

主要对原地貌水土流失、工程新增产生的水土流失程度变化、采取各种措施后水土流失程度的变化进行监测。

④ 对项目区周边造成的危害监测

包括对主体工程安全、稳定、运行产生的负面影响，对附近居民的生活带来的负面影响。通过对项目区重点地段进行典型调查和对周边居民进行访谈调查，

获取监测数据。详见表 1-6。

表 1-6 水土流失防治措施监测汇总表

防治分区	防治措施		单位	方案设计	实际完成	增减情况
集气平台 防治区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.07	0.07	0.00
		表土返还	万 m ³	0.07	0.07	0.00
		土地整治	hm ²	2.34	3.79	1.45
		挡水土埂	m	12775	7487	-5288
		下滑土清理	m ³	180	180	0
		土质排水沟	m	110	0	-110
		排水沟	m	0	438	438
		截水沟	m	190	0	-190
		护脚墙	m	125	104	-21
		复耕	hm ²	0.22	0	-0.22
	植物措施	场地绿化	hm ²	1.80	2.25	0.45
		边坡绿化	hm ²	0.54	1.38	0.84
	临时措施	编织袋堆筑防护	m ³	64	55.08	-8.92
		防护网苫盖	m ²	1000	1000	0
集（采）气管线 防治区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.19	0.04	-0.15
		表土返还	万 m ³	0.19	0.04	-0.15
		土地整治	hm ²	2.33	0.19	-2.14
		水平阶	m	132	0	-132
		复耕	hm ²	0.69	0	-0.69
	植物措施	植被恢复	hm ²	1.64	0.18	-1.46
	临时措施	防护网苫盖	m ²	7000	1000	-6000
进场道路 防治区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04	0.02	-0.02
		表土返还	万 m ³	0.04	0.02	-0.02
		土地整治	hm ²	0.11	0.11	0.00
		排水沟	m	200	100	-100
		护坦	m ³	0.24	0	-0.24
	植物措施	行道树	株	480	240	-240
		植被恢复	hm ²	0.26	0.11	-0.15
	临时措施	防护网苫盖	m ²	700	700	0
输电线路防治区	植物措施	植被恢复	hm ²	0.01	0.01	0.00
施工便道防治区	工程措施	土地整治	hm ²	0.63	0.31	-0.32
		复耕	hm ²	0.25	0.00	-0.25
	植物措施	植被恢复	hm ²	0.38	0.31	-0.07

1.8.2 监测方法

根据水利部水保（2009）187号《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》的监测内容和重点的要求、水利部行业标准《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、及已批复的《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》确定监测方法。结合工程实际情况，监测方法以实地量测、调查为主，具体方法如下：

（1）调查监测

调查监测指定期采用分区调查的方式，通过现场实地勘测，结合基础资料按监测分区统计、分析其变化情况并记录。

① 调查监测项目

a、水土流失背景值调查

采取重点调查和普查的调查方法，通过查阅主体工程设计资料，收集气象、水文、土壤、土地利用等资料，结合实地调查分析，对原地貌水土保持设施类型与数量、地面组成物质及其结构、地形地貌、原地貌植被及其覆盖度、水土流失状况进行实地勘测，最终给出水土流失背景涉及到的各项指标值。

b、施工扰动面积监测

利用 GPS、测绳、激光测距仪等测量仪器，按照监测分区，采用 GPS 卫星定位系统技术，沿占地红线和扰动边界跟踪作业，并且并利用遥感图像等手段，测量施工实际扰动面积，确定防治责任范围，同时测量各监测分区扰动土地整治面积。

c、工程措施调查

对于土地整治工程、道路硬化工程、裸露地面硬化固化工程、护坡工程、排水工程和拦挡工程等，依据设计文件，参考监理报告，按照监测分区进行统计调查，对工程质量、数量、完好程度、运行状况、稳定性及其安全性采用不定期巡

查和观察法监测。

d、植物措施调查

I、植物措施类型、分布和面积

按照监测分区进行分类调查，对分布面积较大的林草措施采用 GPS 测量面积，对于分布面积较小的林草措施采用钢尺或卷尺等工具实地测量其面积。

II、林草覆盖度调查

主要包括草地盖度和各分区林草的植被覆盖度，选择有代表性的地块作为样地进行监测。对植被状况的监测采用样方法或标准行法，样方投影面积为：片状乔木林采用 10m×10m 样方测定，不足 10m×10m 的造林地根据具体情况酌情测定，线状采用标准行测定法，片状灌木林采用 5m×5m 样方测定，线状采用标准行测定法，人工种草 1m×1m，每一样方重复 3 次。

III、植被生长情况调查

包括成活率、种草的有苗面积率和林草生长及管护情况。乔木类查看胸径、高度、冠幅、覆盖度、成活率、保存率等。生长状况、成活率在春季、雨季、秋季造林种草后进行，按植被面积逐季统计。

(2) 定位监测

对水土流失强度采用定点监测的方法：

①桩钉法：将直径 1cm，长 30-50cm 类似钉子形状的钢钎相距 1×1m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入地下，顶帽与坡面平行，并在顶帽上涂上红漆，编号登记。每次暴雨后和汛期结束或规定时段末，观测顶帽出露地面的高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。

计算公式： $A=ZS/1000\cos\theta$

式中：A——土壤侵蚀量（ m^3 ）； Z——侵蚀深度（mm）；

S——侵蚀面积（ m^2 ）； θ ——坡度（°）。

②侵蚀沟法:

本项目水蚀多发生在项目建设期的高陡边坡。由于单项工程的施工时间相对较短,因此采取侵蚀沟样方量测法,监测指标为降雨量、土壤干容重、坡度、坡长、土壤流失量,同时调查坡面植被种类与覆盖度。小区监测方法如下:

在存在一定时间且发生侵蚀的坡面上布设简易水蚀小区,边坡土壤水蚀数据统计。

③小区布设:观测方法采用断面测量法或简易沟槽法。断面测量法依据细沟侵蚀发生、发展规律,在小区内从坡上到坡下,布设若干等距施测断面,量测每一断面细沟的深度和宽度(要求精确到毫米),并累加求出该断面总深度和总宽度,直至测完每一个断面。

监测指标:降雨量、土壤、土壤干容重、土壤流失量、坡度、坡长,同时调查坡面植被种类与盖度。

侵蚀量计算:断面测量法和简易沟槽法是采取静态观测即具体量测简易观测小区内的每一条细沟,然后计算出细沟侵蚀总体积。将细沟侵蚀总体积转换成重量即是细沟侵蚀量。

侵蚀量=(细沟侵蚀量+浅沟侵蚀量)(1+30%)。

细沟侵蚀量= $a \times h \times L \times n \times r$ 。

浅沟侵蚀量= $(a+b) \times h \times L \times n \times r/2$ 。

侵蚀模数=侵蚀量 $\times 10^6$ /(侵蚀年限 $\times$ 投影面积)。

r --土壤容重, t/m^3 ; L --侵蚀沟长度 m ;

h --侵蚀沟深度 m ; a 、 b --侵蚀沟宽度 m 。

(3) 巡查

场地巡查是水土保持监测中的一种常用方法。施工场地的时空变化复杂,定位监测有时存在困难,即采用场地巡查方法,适用于临时堆土侵蚀调查、水土流

失背景值调查和临时防护措施监测等。

各监测内容采用的监测方法见表 1-7

表 1-7 监测内容、方法、时段及频次表

项目	监测内容	监测方法	监测时段及频次
水土流失背景值	地形地貌、气象、水文、植被、土壤、土地利用、水土流失等	收集资料、实地调查	2019 年 10 月下旬 1 次
水土流失危害	对主体工程安全、稳定、运行产生的负面影响，对附近居民生活带来的负面影响	典型调查、居民访谈	2019 年 11 月上旬 1 次
水土流失状况	防治责任范围动态变化、监测扰动地表面积、损坏水土保持设施面积	实地量测法（采用 GPS 卫星定位系统）、遥感图像法（谷歌地球卫星影像）	2020 年 05 月上旬 1 次
	弃土弃渣量及占地面积	实地测量法	2020 年 05 月上旬 1 次
水保措施措施情况	种类、胸径、高度、冠幅、覆盖度、成活率；工程数量、防护效果、稳定性	样方法 巡查和观察法监测	2020 年 10 月上旬 1 次
水蚀监测	水蚀强度	调查、侵蚀沟体积复原法	2020 年 09 月下旬 1 次

1.9 监测指标

根据《山西省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，本项目属于国家级水土流失重点治理区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》和水土保持方案，确定本项目水土流失防止标准执行建设生产类项目一级标准。

本项目水土保持方案设计水平年水土流失防治目标值见表 1-8。

表 1-8 设计水平年水土流失防治目标计算表

六项指标	国家标准	按降雨量修正	按侵蚀强度修正	无法避让国家级重点治理区	计算目标值
水土流失治理度(%)	93			+1	94
土壤流失控制比	0.8		-0.2	+0.1	0.7
渣土防护率(%)	92			+1	93
表土保护率(%)	90			+1	91
林草植被恢复率(%)	95			+1	96
林草覆盖率(%)	22			+1	23

2 重点部位水土流失动态监测结果

2.1 防治责任范围监测结果

2.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

依据《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》，确定的项目水土流失防治责任范围 6.34hm^2 ，其中永久占地 0.85hm^2 ，临时占地 5.49hm^2 。见表 2-1。

表 2-1 方案确定的项目水土流失防治责任范围（单位： hm^2 ）

序号	防治分区	防治责任范围	永久占地	临时占地
1	集气平台	2.66	0.13	2.53
2	集（采）气管线	2.34	0.01	2.33
3	进场道路	0.70	0.70	0.00
4	输电线路	0.01	0.01	0.00
5	施工便道	0.63	0.00	0.63
	合计	6.34	0.85	5.49

2.1.2 建设期实际防治责任范围

通过现场巡视、重点地点利用 GPS 对扰动范围进行量测、并且并利用遥感图像（Google earth 卫星图片）等手段，以及向施工单位收集资料等的方式进行核实、监测。

本次矿井兼并重组整合项目建设内容包括集气平台、集（采）气管线、进场道路、输电线路和施工便道。建设期实际水土流失防治责任范围 4.66hm^2 ，其中永久占地 0.60hm^2 ，临时占地 4.06hm^2 。建设期实际发生的防治责任范围见表 2-2。

表 2-2 建设期实际水土流失防治责任范围表（单位： hm^2 ）

序号	防治分区	防治责任范围	永久占地	临时占地
1	集气平台	3.79	0.22	3.57
2	集（采）气管线	0.19	0.01	0.18
3	进场道路	0.36	0.36	0.00
4	输电线路	0.01	0.01	0.00
5	施工便道	0.31	0.00	0.31
	合计	4.66	0.60	4.06

2.1.3 防治责任范围变化对比分析

（1）防治责任范围变化

①变化情况

实际发生的责任范围比方案确定的减少了 1.68hm^2 ，其中永久占地减少 0.25hm^2 ，临时占地减少 1.43hm^2 。其对比变化情况详见表 2-3。

②变化原因

a、集气平台：经实地量测和查阅专项设计，本次改扩建集气平台占地面积 3.79hm^2 ，其中永久占地 0.22hm^2 ，临时占地 3.57hm^2 。较方案设计防治责任范围增加 1.13hm^2 ，其中永久占地增加 0.09hm^2 ，临时占地增加 1.04hm^2 。

b、集（采）气管线：实际施工采用定向穿越与直埋铺设相结合的方式，其中定向穿越 3.8km ，共 7 个连接点，1 个阀池，1 个水池。直埋铺设 200m 。共占地 0.19hm^2 。其中永久占地 0.01hm^2 ，临时占地 0.18hm^2 。较方案设计防治责任范围减少 2.15hm^2 ，其永久占地没有发生变化，临时占地减少 2.15hm^2 。

c、进场道路：经实地量测和查阅专项设计，进场道路为新建平台的进场道路，就近从已有乡村道路引建，道路总长 0.6km 。占地面积 0.36hm^2 ，全部为永久占地。较方案设计防治责任范围减少 0.34hm^2 。

d、施工便道：经实地量测，输电线路需修建施工便道 1km ，宽 1.5m ，主要

用于人工拉线踩踏，占地面积 0.15hm^2 。集（采）气管线需修建施工便道 0.4km ，从现有乡村道路连接到穿越工程进出口处。施工便道路面宽 3.5m ，路基宽 4m ，占地面积 0.16hm^2 。合计 0.31hm^2 ，全部为临时占地。较方案设计防治责任范围减少 0.32hm^2 。

表 2-3 建设期防治责任范围变动情况 (hm^2)

防治分区	防治责任范围 (hm^2)								
	方案确定			监测结果			增减情况		
	防治责任范围	永久占地	临时占地	防治责任范围	永久占地	临时占地	防治责任范围	永久占地	临时占地
集气平台	2.66	0.13	2.53	3.79	0.22	3.57	1.13	0.09	1.04
集（采）气管线	2.34	0.01	2.33	0.19	0.01	0.18	-2.15	0.00	-2.15
进场道路	0.70	0.70	0.00	0.36	0.36	0.00	-0.34	-0.34	0.00
输电线路	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
施工便道	0.63	0.00	0.63	0.31	0.00	0.31	-0.32	0.00	-0.32
小计	6.34	0.85	5.49	4.66	0.60	4.06	-1.68	-0.25	-1.43

2.2 弃土弃渣动态监测结果

2.2.1 方案确定的土石方量

方案确定的土石方量总量为 1.94 万 m^3 ，其中挖方量 0.97 万 m^3 ，回填 0.97 万 m^3 ，无弃方。

2.2.2 工程实际发生的土石方量

表 2-4 工程实际土石方平衡表 单位：万 m^3

序号	防治分区	方案设计			监测结果			增减情况		
		开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方
1	集气平台	0.28	0.28	0.00	0.31	0.31	0.00	0.03	0.03	0.00
2	集（采）气管线	0.49	0.49	0.00	0.04	0.04	0.00	-0.45	-0.45	0.00
3	进场道路	0.05	0.05	0.00	0.02	0.02	0.00	-0.03	-0.03	0.00
4	输电线路	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
5	施工便道	0.14	0.14	0.00	0.06	0.06	0.00	-0.08	-0.08	0.00
	合计	0.97	0.97	0.00	0.44	0.44	0.00	-0.53	-0.53	0.00

本项目工程实际土石方量总量为 0.88 万 m^3 ，其中挖方量 0.44 万 m^3 ，回填

0.44 万 m^3 ，无弃方。详见表 2-4.工程实际土石方平衡表。

2.2.3 土石方变化对比分析

① 变化情况

工程实际土石方开挖减少 0.53 万 m^3 ，回填减少 0.53 万 m^3 。

② 变化原因

a、集气平台：经实地量测和查阅专项设计，本次改扩建集气平台占地面积 3.79 hm^2 ，较方案设计占地增加 1.13 hm^2 ，土方开挖增加 0.03 万 m^3 ，土方回填增加 0.03 万 m^3 。

b、集（采）气管线：实际施工采用定向穿越与直埋铺设相结合的方式，其中定向穿越 3.8km，共 7 个连接点，1 个阀池，1 个水池。直埋铺设 200m。共占地 0.19 hm^2 。较方案设计占地面积减少 2.15 hm^2 ，土方开挖减少 0.45 万 m^3 ，土方回填减少 0.45 万 m^3 。

c、进场道路：经实地量测和查阅专项设计，进场道路为新建平台的进场道路，就近从已有乡村道路引建，道路总长 0.6km。占地面积 0.36 hm^2 ，全部为永久占地。较方案占地面积减少 0.34 hm^2 。土方开挖减少 0.03 万 m^3 ，土方回填减少 0.03 万 m^3 。

d、施工便道：经实地量测，输电线路需修建施工便道 1km，宽 1.5m，主要用于人工拉线踩踏，占地面积 0.15 hm^2 。集（采）气管线需修建施工便道 0.4km，从现有乡村道路连接到穿越工程进出口处。施工便道路面宽 3.5m，路基宽 4m，占地面积 0.16 hm^2 。合计 0.31 hm^2 ，较方案占地面积减少 0.32 hm^2 ，土方开挖减少 0.06 万 m^3 ，土方回填减少 0.06 万 m^3 。

2.3 地面扰动面积动态监测结果

在监测过程中，通过对照施工图纸，调查施工场地及施工迹地，截止到目前为止，工程实际扰动地表面积为 4.66 hm^2 。详见表 2-5.地面扰动面积动态监测结

果。

表 2-5 地面扰动面积动态监测结果

防治分区	扰动土地面积 (hm ²)			变化原因
	方案预测	监测结果	增减情况	
集气平台	2.66	3.79	1.13	经实地量测, 扰动面积增加 1.13hm ² 。
集(采)气管线	2.34	0.19	-2.15	大部分采用定向穿越, 扰动面积减少 2.15hm ² 。
进场道路	0.70	0.36	-0.34	道路长度减少, 扰动面积减少。
输电线路	0.01	0.01	0.00	
施工便道	0.63	0.31	-0.32	施工便道长度减少, 扰动面积减少。
合计	6.34	4.66	-1.68	

3 水土流失防治措施监测结果

根据《中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土保持方案报告书》中确定的水土流失防治措施内容,我公司对项目施工过程中的实施情况进行监测分析。

3.1 工程措施实施情况

3.1.1 水保方案确定的工程措施

表 3-1 水保方案确定的工程措施量

防治分区	防治措施		单位	方案设计	备注
集气平台	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.07	方案新增
		表土返还	万 m ³	0.07	方案新增
		土地整治	hm ²	2.34	方案新增
		挡水土埂	m	12775	方案新增
		下滑土清理	m ³	180	方案新增
		土质排水沟	m	110	方案新增
		截水沟	m	190	方案新增
		护脚墙	m	125	方案新增
		复耕	hm ²	0.22	方案新增
集（采）气管线	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.19	方案新增
		表土返还	万 m ³	0.19	方案新增
		土地整治	hm ²	2.33	方案新增
		水平阶	m	132	方案新增
		复耕	hm ²	0.69	方案新增
进场道路	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04	方案新增
		表土返还	万 m ³	0.04	方案新增
		土地整治	hm ²	0.11	方案新增
		排水沟	m	200	方案新增
		护坦	m ³	0.24	方案新增
施工便道	工程措施	土地整治	hm ²	0.63	方案新增
		复耕	hm ²	0.25	方案新增

水保方案确定的水保工程措施情况见表 3-1。

3.1.2 实际工程措施完成情况

通过实地监测，该项目区实际完成的水土保持工程措施有：

(1) 集气平台防治区：

1) 表土剥离：完成表土剥离 0.07 万 m^3 ；

2) 表土返还：完成表土返还 0.07 万 m^3 ；

3) 土地整治：完成土地整治 3.79 hm^2 ；

4) 挡水土埂：完成挡水土埂 7487m。

5) 下滑土清理：完成下滑土清理 180 m^3 ；

6) 排水沟：完成排水沟 438m；

7) 护脚墙：完成护脚墙 104m；

(2) 集（采）气管线防治区：

1) 表土剥离：完成表土剥离 0.04 万 m^3 ；

2) 表土返还：完成表土返还 0.04 万 m^3 ；

3) 土地整治：完成土地整治 0.19 hm^2 ；

(3) 进场道路

1) 表土剥离：完成表土剥离 0.02 万 m^3 ；

2) 表土返还：完成表土返还 0.02 万 m^3 ；

3) 土地整治：完成土地整治 0.11 hm^2 ；

4) 排水沟：完成排水沟 100m；

(4) 施工便道

1) 土地整治：完成土地整治 0.31 hm^2 。

实际完成的水保工程措施见表 3-2 实际完成的水保工程措施量。

表 3-2 实际完成的水保工程措施量

防治分区	防治措施		单位	实际完成
集气平台	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.07
		表土返还	万 m ³	0.07
		土地整治	hm ²	3.79
		挡水土埂	m	7487
		下滑土清理	m ³	180
		土质排水沟	m	0
		排水沟	m	438
		截水沟	m	0
		护脚墙	m	104
		复耕	hm ²	0
集（采）气管线	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04
		表土返还	万 m ³	0.04
		土地整治	hm ²	0.19
		水平阶	m	0
		复耕	hm ²	0
进场道路	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.02
		表土返还	万 m ³	0.02
		土地整治	hm ²	0.11
		排水沟	m	100
		护坦	m ³	0
施工便道	工程措施	土地整治	hm ²	0.31
		复耕	hm ²	0

3.1.3 工程措施分析与评价

项目区在施工过程中水土保持工程措施完成情况与水土保持方案设计的工程措

施工程量相比有所调整，具体情况为：

(1) 集气平台防治区：

1) 土地整治：根据设计及现场实际地形，完成土地整治 3.79hm^2 ，增加 1.45hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

2) 挡水土埂：根据设计及现场实际地形，平台内的挡水土埂由 4m 见方改为 8m 见方，完成挡水土埂 7487m，挡水土埂减少 5288m。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

3) 土质排水沟：根据设计及现场实际地形，完成浆砌石排水沟 438m，土质排水沟减少 110m，浆砌石排水沟增加 438m，截水沟减少 190m。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

4) 护脚墙：根据设计及现场实际地形，完成护脚墙 104m，护脚墙减少 21m。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

6) 复耕：根据设计及现场实际情况，未占用旱地，复耕减少 0.22hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

(2) 集采气管线防治区

新增 DN200 PE 集气管道约 1 公里，将延 3 井区新增 W44-1、W38-1 平台接入原有管网输送至 1#集气站；新增 DN200 PE 管线约 3 公里，将 1#集气站 W72 平台下游三通处至 2#集气站阀池 4 附近进行串接，使 1#集气站 19 个平台约 10 万方/天产气输送至 2#集气站。采气管网采用枝状管网布置形式，流向为：井场→采气支线→输气管线→外输。

直埋式管线铺设 2.59km，作业带宽 9m，管径 DN200mm。包括管沟开挖、临时堆土及施工便道，占地 2.33hm^2 。

定向穿越管线铺设 1.31km，每隔约 1km 设开挖口一处，用于管道连接，占

地 0.01hm^2 。

实际施工采用定向穿越与直埋铺设相结合的方式，其中定向穿越 3.8km ，共 7 个连接点，1 个阀池，1 个水池。直埋铺设 200m 。共占地 0.19hm^2 。相应的水保措施减少。其中表土剥离减少 0.15万 m^3 ，表土返还减少 0.15万 m^3 ，土地整治减少 2.14hm^2 ，水平阶减少 132m ，复耕减少 0.69hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

（3）进场道路防治区

1) 表土剥离：实际 0.07hm^2 需要进行剥离，剥离厚度 0.3m ，剥离量 0.02万 m^3 ，较方案设计减少 0.02万 m^3 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

2) 表土返还：实际完成表土返还 0.02万 m^3 ，用于道路绿化区域覆土绿化。较方案设计减少 0.02万 m^3 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

3) 排水沟：根据设计及现场实际地形，完成排水沟 100m ，排水沟减少 100m 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

4) 护坦：根据设计及现场实际地形，汇集的雨水通过排水沟流入自然沟道，沟道底部为裸露岩石，护坦减少 0.24m^3 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

（4）施工便道防治区

1) 土地整治：根据实地量测及与业主核实，完成土地整治 0.31hm^2 ，土地整治减少 0.32hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

2) 复耕：根据实地量测及与业主核实，未占用旱地。复耕减少 0.25hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

表 3-3 各防治分区工程措施完成情况对照表

防治分区	防治措施		单位	方案设计	实际完成	增减情况
集气平台	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.07	0.07	0.00
		表土返还	万 m ³	0.07	0.07	0.00
		土地整治	hm ²	2.34	3.79	1.45
		挡水土埂	m	12775	7487	-5288
		下滑土清理	m ³	180	180	0
		土质排水沟	m	110	0	-110
		排水沟	m	0	438	438
		截水沟	m	190	0	-190
		护脚墙	m	125	104	-21
		复耕	hm ²	0.22	0	-0.22
集（采）气管线	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.19	0.04	-0.15
		表土返还	万 m ³	0.19	0.04	-0.15
		土地整治	hm ²	2.33	0.19	-2.14
		水平阶	m	132	0	-132
		复耕	hm ²	0.69	0	-0.69
进场道路	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04	0.02	-0.02
		表土返还	万 m ³	0.04	0.02	-0.02
		土地整治	hm ²	0.11	0.11	0.00
		排水沟	m	200	100	-100
		护坦	m ³	0.24	0	-0.24
施工便道	工程措施	土地整治	hm ²	0.63	0.31	-0.32
		复耕	hm ²	0.25	0.00	-0.25

3.2 植物措施实施情况

3.2.1 方案确定的植物措施

水保方案确定的水保植物措施情况见表 3-4。

表 3-4 水保方案确定的植物措施量

防治分区	防治措施		单位	数量	备注
集气平台	植物措施	场地绿化	hm ²	1.80	方案新增
		边坡绿化	hm ²	0.54	方案新增
集（采）气管线	植物措施	植被恢复	hm ²	1.64	方案新增
进场道路	植物措施	行道树	株	480	方案新增
		植被恢复	hm ²	0.26	方案新增
输电线路	植物措施	植被恢复	hm ²	0.01	方案新增
施工便道	植物措施	植被恢复	hm ²	0.38	方案新增

3.2.2 实际植物措施完成情况

通过实地监测，实际完成的植物措施主要为：集气平台场地绿化 2.25hm²、边坡绿化 1.38hm²、集采气管线植被恢复 0.18hm²、进场道路行道树 240 株、植被恢复 0.11hm²，输电线路植被恢复 0.01hm²、施工便道植被恢复 0.31hm²。项目区实际完成植物措施具体情况如下：

表 3-5 植物措施完成情况对照表

防治分区	防治措施		单位	方案设计	实际完成	增减情况
集气平台	植物措施	场地绿化	hm ²	1.80	2.25	0.45
		边坡绿化	hm ²	0.54	1.38	0.84
集（采）气管线	植物措施	植被恢复	hm ²	1.64	0.18	-1.46
进场道路	植物措施	行道树	株	480	240	-240
		植被恢复	hm ²	0.26	0.11	-0.15
输电线路	植物措施	植被恢复	hm ²	0.01	0.01	0
施工便道	植物措施	植被恢复	hm ²	0.38	0.31	-0.07

3.2.3 植物措施分析与评价

项目区在施工过程中水土保持植物措施完成情况与水保方案设计的植物措施工程量相比有所调整，具体情况为：

（1）集气平台防治区：

根据设计及现场实际地形，完成场地绿化 2.25hm^2 ，边坡绿化 1.38hm^2 。场地绿化增加 0.45hm^2 ，边坡绿化增加 0.84hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

(2) 集（采）气管线防治区

实际施工时，集采气管线大部分采用定向穿越式铺设，占地面积减少，完成植被恢复 0.18hm^2 。植被恢复减少 1.46hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

(3) 进场道路防治区

根据设计及现场实际地形，完成行道树 240 株，植被恢复 0.11hm^2 。行道树减少 240 株，植被恢复减少 0.15hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

(4) 施工便道

根据实地量测及与业主核实，完成植被恢复 0.31hm^2 。植被恢复减少 0.07hm^2 。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

3.3 临时措施实施情况

3.3.1 方案确定的临时措施

水保方案确定的水保临时措施情况见表 3-6

表 3-6 水保方案确定的临时措施量

防治分区	防治措施	单位	方案设计	备注
集气平台	编织袋堆筑防护	m^3	64	方案新增
	防护网苫盖	m^2	1000	方案新增
集（采）气管线	防护网苫盖	m^2	7000	方案新增
进场道路	防护网苫盖	m^2	700	方案新增

3.3.2 实际临时措施完成情况

经调查并与业主和监理核实，项目在建设过程中实施了临时措施。具体见表

3-7

表 3-7 实际完成的临时措施量

防治分区	防治措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
集气平台	编织袋堆筑防护	m ³	64	55.08	-8.92
	防护网苫盖	m ²	1000	1000	0
集（采）气管线	防护网苫盖	m ²	7000	1000	-6000
进场道路	防护网苫盖	m ²	700	700	0

3.3.3 临时措施措施分析与评价

项目区在施工过程中水土保持临时措施完成情况与水保方案设计的临时措施工程量相比有所调整，具体情况为：

（1）集气平台

实际施工中完成编织袋堆筑防护 55.08m³，编织袋堆筑防护减少 8.92m³。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

（2）集采气管线

实际施工中大部分采用定向穿越式铺设，作业时间短，防护网苫盖减少 6000m²。工程量较方案设计有所变化，但原有功能未降低，能够满足水土保持要求。

3.4 水土保持措施实施情况监测结果

监测与调查表明：中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目，水土保持措施与主体工程基本同步实施，本工程施工中合理安排施工季节，避开大风或雨季施工，合理组织施工，严格控制施工扰动范围。工程措施中的土地整治基本达标，砌石工程表面平整，石料坚实，勾缝严实，外观结构和缝宽符合要求，无裂缝、脱皮现象；施工场地已经进行了治理。各项措施防护作用显著，减少了工程建设造成的水土流失，也对主体工程起到防护作用

4 土壤流失量分析

4.1 各阶段土壤流失量分析

4.1.1 水土流失量计算方法

通过定位观测和调查收集到的监测数据按各个防治责任分区进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

水蚀量计算公式： $M_s = K_s \times F \times T$

式中： M_s —水蚀量 (t)；

K_s —水蚀模数 ($t/(km^2 a)$)；

F —水土流失面积 (km^2)；

T —侵蚀时段 (a)。

4.1.2 侵蚀模数的确定

侵蚀模数的确定主要是通过参考历史资料和收集现场监测结果相结合的方式进行。我单位在工程建设期对该工程防治责任范围内的土壤流失量进行监测，主要依据各分区的水蚀量作计算。

(1) 原地貌侵蚀模数

根据项目水土保持方案，参照《山西省土壤侵蚀模数分区图》及《土壤侵蚀分类分级标准 (SL190-2007)》，结合具体的地形地貌、降雨参数等因素分析，确定了各监测单元的土壤侵蚀模数背景值，结果见表 4-1。

表 4-1 各监测单元的土壤侵蚀模数背景值单位： $t/(km^2.a)$

原地貌	防治分区	土壤侵蚀模数
	集气平台	5900
	集（采）气管线	6350
	进场道路	6100
	输电线路	6500
	施工便道	6100

(2) 扰动地表侵蚀模数

该项目建设期监测工作除采用调查法外，还对集气平台周边及道路两侧坡面采用复原法进行了取样调查。

经调查，项目区在施工过程中土壤侵蚀模数最高值 $11400\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，说明施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其集中在土建施工期。由于开挖中加大了地面坡度，改变了植被条件，破坏了土体结构，使土壤松散性和可蚀性指数升高，因此各防治分区在不采取任何防治措施的情况下致使土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加。根据各场区不同扰动情况，结合调查结果及附近类似建设生产类项目得出地表扰动类型区的侵蚀模数。具体结果见表 4-2。

表 4-2 项目建设区扰动地表侵蚀模数表 单位： $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$

扰动后	监测分区	土壤侵蚀模数	备注
	集气平台	9320	
	集（采）气管线	10530	
	进场道路	9900	
	输电线路	8750	
	施工便道	11400	

(3) 实施措施后侵蚀模数

本工程建设期水土流失防治区分为集气平台防治区、集（采）气管线防治区、进场道路防治区、输电线路防治区和施工便道防治区。防治措施主要有集气平台的表土剥离、表土返还、土地整治、挡水土埂、下滑土清理、排水沟、护脚墙、场地绿化、边坡绿化、编织袋堆筑防护、防护网苫盖；集（采）气管线的表土剥离、表土返还、土地整治、植被恢复；进场道路的表土剥离、表土返还、土地整治、排水沟、行道树、植被恢复、防护网苫盖；输电线路的植被恢复；施工便道的土地整治、植被恢复。通过各监测分区的监测数据和现场调查结果，得出工程建设区域各项水土流失防治措施实施后的侵蚀模数，详见表 4-3。

表 4-3 防治措施实施后各侵蚀单元侵蚀模数统计表

	防治分区	扰动土地面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	备注
防治措施实施后	集气平台	3.79	1240	通过加权平均法计算 得项目区 平均侵蚀模数 =1231.76t/($\text{km}^2\cdot\text{a}$)
	集(采)气管线	0.19	1250	
	进场道路	0.36	1180	
	输电线路	0.01	1230	
	施工便道	0.31	1180	

4.2 各扰动土地类型土壤流失量分析

依据上述计算原理, 结合各阶段地表扰动面积, 计算得出原地貌侵蚀单元、扰动地表侵蚀单元、防治措施实施后的水土流失量。侵蚀单元各阶段水土流失量汇总表见表 4-4。

表 4-4 侵蚀单元各阶段水土流失量汇总表

监测分区	扰动面积 (hm^2)	各阶段侵蚀单元侵蚀模数 ($\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$)			各阶段年土壤侵蚀量 (t)		
		原地貌	扰动后	实施措施后	原地貌	扰动后	实施措施后
集气平台	3.79	5900	9320	1240	223.61	353.23	47
集(采)气管线	0.19	6350	10530	1250	12.07	20.01	2.38
进场道路	0.36	6100	9900	1180	21.96	35.64	4.25
输电线路	0.01	6500	8750	1230	0.65	0.88	0.12
施工便道	0.36	6100	11400	1180	18.91	35.34	3.66
合计	4.66				277.20	445.09	57.40

项目区原地貌水土流失量为 277.20t, 扰动后水土流失量为 445.09t, 实施措施后水土流失量为 57.40t。通过对比, 因工程建设活动引起的工程建设区域年新增水土流失量为 167.89t; 工程施工结束后即各项水土保持防治措施实施后水土流失量明显降低, 且侵蚀强度低于原地貌侵蚀单元, 年土壤流失量减少 219.80t。

表 4-5 扰动地类型土壤侵蚀量比例统计表

防治分区	水土流失面积比例		新增侵蚀量比例	
	水土流失面积 hm^2	所占比例%	新增侵蚀量 t	所占比例%
集气平台	3.79	81.33	129.62	77.20
集（采）气管线	0.19	4.08	7.94	4.73
进场道路	0.36	7.79	13.68	8.15
输电线路	0.01	0.21	0.23	0.13
施工便道	0.31	6.65	16.43	9.79
合计	4.66	100	167.90	100

根据监测与核算分析，见表 4-5，在总流失面积中，按施工类型区域划分，集气平台流失面积占总流失面积的 81.33%。集采气管线流失面积占总流失面积的 4.08%。进场道路流失面积占总流失面积的 7.79%。输电线路流失面积占总流失面积的 0.21%。施工便道流失面积占总流失面积的 6.65%。

在新增流失量中，集气平台流失量最大，占侵蚀量的 77.20%。其次是施工便道，占总侵蚀量的 9.79%。进场道路，占总侵蚀量的 8.15%，集（采）气管线，占总侵蚀量的 4.73%。输电线路，占总侵蚀量的 0.13%。扰动面积是造成水土流失的重要因素，所以集气平台是主要的新增流失区，也是水土保持防治的重点区域。

5 水土流失防治效果监测结果

根据中华人民共和国国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50433—2018)及国家建设部、水利部等部门有关建设项目经济评估的相关规定。主要分析和预测方案实施后，控制水土流失、恢复和改善生态环境、保障项目设施安全、促进地区经济发展等方面的环境效益和社会效益。用定性和定量相结合的方法进行分析。

目前，主体工程已进入试运行期，水土防治措施已全部实施，通过六项指标可以反映出整个防治效果。通过对防治指标的对比分析，可对项目建设期末水土保持防治措施实施后的防治效果做出合理的分析与评价，以总结项目建设期的水土流失防治状况，评定项目目标达标情况。

5.1 水土流失治理度

水土流失总治理度是指项目区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比，即

$$\text{水土流失总治理度 (\%)} = \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

根据建设期间采取的防治措施，本工程水土流失治理度达 99.11%，见表 5-2。

表 5-2 水土流失治理情况表

防治分区	扰动土地面积 (hm ²)	造成水土流失面积 (hm ²)	水土流失措施面积 (hm ²)		植被自然恢复面积 (hm ²)	建筑物及硬化面积 (hm ²)	水土流失总治理度 (%)
			植物措施	工程措施			
集气平台	3.79	2.74	2.25	0.47		1.05	99.27
集（采）气管线	0.19	0.18	0.18	0		0.01	100
进场道路	0.36	0.12	0.11	0		0.24	91.67
输电线路	0.01	0.01	0.01	0		0	100
施工便道	0.31	0.31	0.31	0		0	100
合计	4.66	3.36	2.86	0.47		1.30	99.11

5.2 土壤流失控制比

项目防治责任范围内容许土壤流失量与项目防治责任范围内治理后的平均

土壤流失强度的百分比值。根据定们监测的流失量，分析计算各类型区的土壤侵蚀量，计算各区域的土壤流失控制比，采用加权平均法，计算该工程项目的土壤流失控制比。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区属黄土丘陵区，土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。本工程在采取完善的水土保持措施以后，工程占地范围内的土壤流失控制比均达到水土保持目标值的要求，水平年平均土壤侵蚀模数为 $1232\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失控制比为 0.81，见表 5-3。

表 5-3 水平年项目建设区土壤流失控制比

防治分区	扰动土地面积 (hm^2)	造成水土流失面积 (hm^2)	容许侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	实施措施后侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失控制比
集气平台	3.13	2.14	1000	1240	0.81
集(采)气管线	0.13	0.12	1000	1250	0.80
进场道路	0.36	0.21	1000	1180	0.85
输电线路	0.01	0.01	1000	1230	0.81
施工便道	0.69	0.69	1000	1180	0.85
加权平均	4.32	3.17	1000	1232	0.81

5.3 渣土防护率

渣土防护率是指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久气站和临时堆土总量的百分比，即

$$\text{渣土防护率}(\%) = \frac{\text{实际挡护的永久弃渣量} + \text{实际挡护的临时堆土量}}{\text{永久弃渣量} + \text{临时堆土量}} \times 100\%$$

项目建设区内采取措施实际拦挡的弃渣量与工程弃渣总量的百分比。弃土弃渣量是指项目生产建设过程中产生的弃土、弃石、弃渣量，也包括临时弃土弃渣，拦挡指的是有效集中拦挡。本项目建设期对临时堆土采取拦挡、苫盖等措施后，渣土防护率可达到 96%以上，满足防治目标要求。

5.4 表土保护率

表土保护率是指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，即

$$\text{表土保护率}(\%) = \frac{\text{被保护的表土数量}}{\text{可剥离表土总量}} \times 100\%$$

本项目可剥离表土总量为 0.14 万 m³，被保护的表土数量为 0.13 万 m³，表土保护率为 92.86%。

5.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率：在项目建设区内，林草植被面积占可恢复植被（在目前经济技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比，即

$$\text{林草植被恢复率 (\%)} = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$$

本工程水土保持方案实施后，通过工程措施和植物防护能够较好地固化地表面，增加土壤抗冲刷能力和抗风蚀能力，同时结合绿化工程能够通过植物截留降雨，消除了降雨动能，减小了径流量，使建设期的水土流失总量可以得到有效控制，既保护了水土资源，又美化了环境。

工程建设结束后，本方案设计中对所有扰动的地表进行土地整治及恢复植被，针对可绿化的区域，除少部分难利用的土地以外全部采取植物措施进行绿化，恢复原来的植被。由表中可以看出，本工程所采取的植物措施总面积为 2.86hm²，可绿化面积为 2.89hm²，林草植被恢复率达到 98.96%。见表 5-4。

表 5-4 林草植被恢复率指标分析

防治分区	建设期扰动土地面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	植被自然恢复面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
集气平台	3.79	2.25	0	2.27	99.12
集（采）气管线	0.19	0.18	0	0.18	100
进场道路	0.36	0.11	0	0.12	91.67
输电线路	0.01	0.01	0	0.01	100
施工便道	0.31	0.31	0	0.31	100
合计	4.66	2.86	0	2.89	98.96

5.6 林草覆盖率

林草覆盖率：林草植被面积占项目区总面积的百分比，即

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{项目建设区面积}} \times 100\%$$

根据实际监测结果，项目区林草覆盖率计算情况见表 5-5。

表 5-5 林草覆盖率指标分析

防治分区	项目建设区面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	植被自然恢复面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)
集气平台	3.79	2.25	0	59.37
集（采）气管线	0.19	0.18	0	94.74
进场道路	0.36	0.11	0	30.56
输电线路	0.01	0.01	0	100
施工便道	0.31	0.31	0	100
合计	4.66	2.86	0	61.37

由上述计算与分析可知，项目区各防治分区绿化完成后，林草覆盖率将达到 61.37%，按照水土保持方案报告书的要求，林草覆盖率达到 23%即为合格标准，因此该项目区的林草覆盖率符合合格标准要求。

综上所述，方案实施后，各项水土保持措施均超过预期的治理目标。其中水土流失治理度达 99.11%，大于目标值 94%；土壤流失控制比达 0.81，大于目标值 0.70；渣土防护率达 96%，大于目标值 93%；表土保护率达 92.86%，大于目标值 91%；林草植被恢复率 98.96%，大于目标值 96%；林草覆盖率达 61.37%，大于目标值 23%。六项指标基本达标。

6 结论

6.1 水土流失动态变化

(1) 实际扰动面积变化

在监测过程中，通过对照施工图纸，调查施工场地及施工迹地，截止到目前为止，工程实际扰动地表面积为 4.66hm^2 。较方案设计减少 1.68hm^2 。

(2) 水土流失量动态变化

从水土流失监测结果可以看出，从开工以来，工程施工活动不同程度破坏、损坏了原有地貌、土体结构和植被，使其丧失或降低了原来所具有的保持水土的功能，在遇到不利气候条件的情况下，即可产生比较严重的风蚀、水蚀及重力侵蚀。各区域普遍实施了水土保持措施后，实施绿化及植被恢复的区域，随着植被覆盖度的逐渐提高，根系固土能力的增强，水土流失量明显降低；同时，工程措施及主体中具有水土保持功能工程措施的相继实施，有效拦截了和防止了水土的流失。工程建设期年土壤流失量为 445.09t/a 。

受施工的影响，地表植被遭到破坏后，土壤抗侵蚀能力降低，在水力和人为因素的综合作用下，扰动地表土壤流失量较原地貌状态下土壤流失量明显增加。根据建设期原地貌土壤流失量和施工扰动后土壤流失量的计算比较，土壤流失量年增加 167.89t 。

6.2 水土保持措施评价

由于各项水土保持设施发挥了良好的保持水土作用，工程建设过程中引起的水土流失得到有效控制，目前，防治责任范围内的水土流失量低于原地貌的水土流失量，随着植被的生长和逐渐充分发挥水土保持效益，林草覆盖率得到大幅度地提高，6项防治目标将达到方案提出的目标，并接近国家规定的容许流失量，使项目区的生态环境得到显著改善。本工程水土流失防治六项目标达到情况。六项指标计算值汇总表见表 6-1；防治目标对比情况表表 6-2。

表 6-1 六项指标计算值汇总表

防治分区	水土流失总治理度 (%)	土壤流失控制比	渣土防护率 (%)	表土保护率 (%)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
集气平台	99.27	0.81	96	92.86	99.12	59.37
集采气管线	100	0.80			100	94.74
进场道路	91.67	0.85			91.67	30.56
输电线路	100	0.81			100	100
施工便道	100	0.85			100	100
综合	99.11	0.81			98.96	61.37

表 6-2 防治目标对比情况表

指标	方案设计目标	实际达到值	实际与方案设计对比	对比结论
水土流失总治理度 (%)	94	99.11	5.11	达标
土壤流失控制比	0.70	0.81	0.11	达标
渣土防护率 (%)	93	96	6	达标
表土保护率 (%)	91	92.86	1.86	达标
林草植被恢复率 (%)	96	98.96	2.96	达标
林草覆盖率 (%)	23	61.37	39.37	达标

各防治区防治措施基本已实施完成并已发挥防治效果,设计水平年六项防治指标综合指标基本满足《生产建设项目水土流失防治标准》中相应的防治标准,同时达到水保方案制定的目标值,有效控制了新增水土流失的产生。

6.3 存在的问题及建议

水土保持方案实施后,各项水土保持措施受自然环境和人为因素的影响,必须定期对其变化情况进行巡查、监测,来确定方案防护作用发挥的功能和效果,以达到预期的目的。

水土保持工程后期管理运行是件长久工作,要使工程长期稳定发挥防护功能,就要经常性的进行维护管理。建议固定专职人员,进行定期维护,对防治范围内的各项水保设施进行有效的维护管理。确保已有的工程发挥长期稳定的效用。

6.4 综合结论

各防治区防治措施基本已实施完成并已发挥防治效果,设计水平年六项防治综合指标满足《开发建设项目水土流失防治标准》中相应的防治标准,同时达到水保方案制定的目标值,有效控制了新增水土流失的产生。

(1) 按照水土保持法律、法规的规定,依法编报了水土保持方案,并报省水利厅批复。

(2) 在施工过程中,认真按照水土保持方案中的设计进行施工,基本落实了水土保持防治措施;

(3) 委托了专门的、具有相应资质等级的机构开展了工程水土保持监测工作;

(4) 建设单位设专门的负责水土保持与环境的综合协调与管理,督促各相关单位较好地落实了水土保持与环境防治责任与义务。

(5) 在施工期间,因工程建设扰动和破坏原地表和植被,加剧了原有的水土流失。建设单位按照水土保持方案的要求,落实了各项水保防治措施,项目区水土流失得到期有效控制,对周边环境并未产生明显的水土流失危害,达到了防治水土流失的目的,能够满足国家对开发建设项目的水土保持的要求

(6) 方案实施后,由项目建设所造成的人为水土流失将得到有效防治,从而减轻了洪水、泥沙对项目区及周边地区的威胁,生态环境得到明显改善,保障了矿井的安全运行,对加快区域经济发展和周边农民脱贫致富,促进社会稳定等均有重要作用。

综上所述,方案实施后,各项水土保持措施均超过预期的治理目标。其中水土流失治理度达 99.11%,大于目标值 94%;土壤流失控制比达 0.81,大于目标值 0.70;渣土防护率 96%,大于目标值 93%;表土保护率 92.86%,大于目标值 91%;林草植被恢复率 98.96%,大于目标值 96%;林草覆盖率达 61.37%,大于目标值 23%。六项指标基本全部达标。各项治理指标满足防治标准的要求,水土保持设施具备正常运行的条件,可以交付使用,本项目符合开发性建设项目水土保持设施验收条件。

表 1 中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目防治责任范围动态监测汇总表

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

序号	防治分区	防治责任范围（hm ² ）									扰动土地面积（hm ² ）		
		方案确定			监测结果			增减情况					
		小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	方案预测	监测结果	增减情况
1	集气平台	2.66	0.13	2.53	3.79	0.22	3.57	1.13	0.09	1.04	2.66	3.79	1.13
2	集采气管线	2.34	0.01	2.33	0.19	0.01	0.18	-2.15	0.00	-2.15	2.34	0.19	-2.15
3	进场道路	0.70	0.70	0.00	0.36	0.36	0.00	-0.34	-0.34	0.00	0.70	0.36	-0.34
4	输电线路	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
5	施工便道	0.63	0.00	0.63	0.31	0.00	0.31	-0.32	0.00	-0.32	0.63	0.31	-0.32
	合计	6.34	0.85	5.49	4.66	0.60	4.06	-1.68	-0.25	-1.43	6.34	4.66	-1.68

表 2 中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目弃土弃渣动态监测汇总表

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

序号	防治分区	方案设计			监测结果			增减情况		
		开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方
1	集气平台	0.28	0.28	0.00	0.31	0.31	0.00	0.03	0.03	0.00
2	集采气管线	0.49	0.49	0.00	0.04	0.04	0.00	-0.45	-0.45	0.00
3	进场道路	0.05	0.05	0.00	0.01	0.01	0.00	-0.03	-0.03	0.00
4	输电线路	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
5	施工便道	0.14	0.14	0.00	0.06	0.06	0.00	-0.08	-0.08	0.00
	合计	0.97	0.97	0.00	0.44	0.44	0.00	-0.53	-0.53	0.00

表 3 中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土流失防治措施监测汇总表

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

防治分区	防治措施		单位	方案设计	实际完成	增减情况
集气平台 防治区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.07	0.07	0.00
		表土返还	万 m ³	0.07	0.07	0.00
		土地整治	hm ²	2.34	3.79	1.45
		挡水土埂	m	12775	7487	-5288
		下滑土清理	m ³	180	180	0
		土质排水沟	m	110	0	-110
		排水沟	m	0	438	438
		截水沟	m	190	0	-190
		护脚墙	m	125	104	-21
		复耕	hm ²	0.22	0	-0.22
	植物措施	场地绿化	hm ²	1.80	2.25	0.45
		边坡绿化	hm ²	0.54	1.38	0.84
	临时措施	编织袋堆筑防护	m ³	64	55.08	-8.92
		防护网苫盖	m ²	1000	1000	0
集（采）气管线 防治区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.19	0.04	-0.15
		表土返还	万 m ³	0.19	0.04	-0.15
		土地整治	hm ²	2.33	0.19	-2.14
		水平阶	m	132	0	-132
		复耕	hm ²	0.69	0	-0.69
	植物措施	植被恢复	hm ²	1.64	0.18	-1.46
	临时措施	防护网苫盖	m ²	7000	1000	-6000

续表 3 中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土流失防治措施监测汇总表

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

防治分区	防治措施		单位	方案设计	实际完成	增减情况
进场道路 防治区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04	0.02	-0.02
		表土返还	万 m ³	0.04	0.02	-0.02
		土地整治	hm ²	0.11	0.11	0.00
		排水沟	m	200	100	-100
		护坦	m ³	0.24	0	-0.24
	植物措施	行道树	株	480	240	-240
		植被恢复	hm ²	0.26	0.11	-0.15
	临时措施	防护网苫盖	m ²	700	700	0
输电线路 防治区	植物措施	植被恢复	hm ²	0.01	0.01	0.00
施工便道 防治区	工程措施	土地整治	hm ²	0.63	0.31	-0.32
		复耕	hm ²	0.25	0.00	-0.25
	植物措施	植被恢复	hm ²	0.38	0.31	-0.07

表 4 中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目植物措施建设监测表

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

序号	防治分区	植物措施		单位	数量	植物措施面积 (hm ²)	植被覆盖面积 (hm ²)	备注
1	集气平台	场地绿化		hm ²	2.25	2.25	2.25	
		边坡绿化		hm ²	1.38			
2	集（采）气管线	植被恢复		hm ²	0.18	0.18	0.18	
3	进场道路	行道树	侧柏	株	240	0.11	0.11	
		植被恢复		hm ²	0.11			
4	输电线路	植被恢复		hm ²	0.01	0.01	0.01	
5	施工便道	植被恢复		hm ²	0.31	0.31	0.69	
		合计				2.86	2.86	

表 5 中国石油化工股份有限公司临汾煤层气分公司延川南煤层气田老区完善调整项目水土流失监测六项指标达标情况表

监测单位：山西禹林水保工程咨询有限公司

序号	六项指标		单位	指标值	方案目标值	实际达到值	达标情况
1	水土流失 总治理度	水土流失治理达标面积	hm ²	3.33	94	99.11	达到目标值
		水土流失总面积	hm ²	3.36			
2	土壤流失 控制比	容许土壤流失量	t/km ² ·a	1000	0.70	0.81	达到目标值
		治理后的平均土壤流失强度	t/km ² ·a	1242			
3	渣土 防护率	实际拦挡的弃土（石、渣）量	万 m ³	0.00	93	96	达到目标值
		工程弃土（石、渣）总量	万 m ³	0.00			
4	表土 保护率	被保护的表土数量	万 m ³	0.13	91	92.86	达到目标值
		可剥离表土总量	万 m ³	0.14			
5	林草植被 恢复率	林草类植被面积	hm ²	2.86	96	98.96	达到目标值
		可恢复林草植被	hm ²	2.89			
6	林草 覆盖率	林草类植被面积	hm ²	2.86	23	61.37	达到目标值
		项目建设区面积	hm ²	4.66			