

目录

前言	1
1 建设项目及水土保持工程概况	4
1.1 项目建设概况	4
1.1.1 项目名称、建设单位	4
1.1.2 地理位置及交通条件	4
1.1.3 项目进展情况	4
1.1.4 项目规模与特征	6
1.1.5 项目组成及布局	6
1.2 水土流失防治工作概况	9
1.2.1 项目区水土流失现状	9
1.2.2 水土保持现状	10
1.2.3 项目区水土流失治理情况	10
1.3 监测工作实施概况	11
1.3.1 监测指导思想	11
1.3.2 监测依据	12
1.3.3 监测组织	12
1.3.4 监测范围	13
1.3.5 监测分区	14
1.3.6 监测点位布设	14
1.3.7 水土保持监测工作开展情况	15
2 重点部位水土流失动态监测结果	20
2.1 防治责任范围监测结果	20
2.1.1 水土保持防治责任范围	20
2.1.2 建设期扰动土地面积	22
2.2 弃土监测结果	23
2.2.1 设计弃土情况	23
2.2.2 弃土量监测结果	24
3 水土流失防治措施监测结果	25
3.1 工程措施及实施情况	25
3.1.1 方案确定的工程措施	25
3.1.2 实际完成的水土保持工程措施	26
3.1.3 水土保持工程措施分析与评价	26
3.2 植物措施及实施情况	28
3.2.1 方案确定的植物措施	28
3.2.2 实际完成水土保持植物措施	29
3.2.3 水土保持植物措施分析与评价	30
3.3 临时措施及实施情况	31
4 土壤流失量分析	32

4.1 各阶段土壤流失量分析.....	32
4.1.1 水土流失量计算方法.....	32
4.1.2 侵蚀模数的确定.....	32
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	36
5.1 项目区的面积统计结果.....	36
5.2 六项指标计算.....	36
5.2.1 扰动土地整治率.....	36
5.2.2 水土流失总治理度.....	37
5.2.3 土壤流失控制比.....	38
5.2.4 拦渣率.....	39
5.2.5 林草植被恢复率.....	39
5.2.6 林草覆盖率.....	40
6 结论	41
6.1 水土流失动态变化.....	41
6.2 水土保持措施评价.....	42
6.3 存在问题及建议.....	42
6.4 综合结论.....	43

附表:

- 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、水土流失防治措施监测汇总表;
- 附表 4、植物措施监测表;
- 附表 5、水土流失监测六项指标达标情况表。

附件:

- 1、水土保持方案批复文件

前言

中石油煤层气有限责任公司忻州分公司在山西省忻州市保德县韩家川乡、桥头镇、孙家沟乡、林遮峪乡、土崖塔乡、南河沟乡等地建设鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目，该项目产能规模为 5 亿 m³/a，开采方式为排水采气方式。2012 年 9 月 14 日，山西省发展和改革委员会以晋发改地区函[2012]1185 号《关于支持保德区块煤层气开发项目相关事宜的函》，支持本项目相关事宜。2013 年 12 月 12 日，国家能源局以国能煤炭[2013]491 号文《国家能源局关于鄂尔多斯盆地东缘保德区块南区煤层气开发项目备案确认的函》，同意保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目备案。

建设项目所在地位于山西省忻州市保德县，属黄土丘陵沟壑区，土壤流失类型为水力侵蚀，原地貌土壤侵蚀模数为 8000-15000t/(km²·a)，属极强烈侵蚀区。项目区属温带大陆性季风气候，土壤类型主要为灰褐土，植被类型属低山丘陵干草原植被。

根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案报审批管理规定》等法律、法规的要求，中石油煤层气有限责任公司委托山西清泽阳光环保科技有限公司进行《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目水土保持方案报告书》的编制工作。2015 年 1 月 26 日，取得山西省水利厅《关于中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目水土保持方案的批复》（晋水保函[2015]79 号）。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收管理规定》等相关法律法规，为保证水土保持方案的有效实施和及时准确了解工程建设过程中水土流失情况及预防重大水土流失事件发生，中石油煤层气有限责任公司忻州分公司委托山西凌拓工程咨询有限公司承担该项目建设期的水土保持监测任务。

接受委托后，我单位立即组成水土保持监测工作组，下设监测资料整理分析小组和野外调查观测小组。共投入监测技术人员 5 人，其中高级职称 1 人，中级职称 2 人。

在监测过程中，对于项目存在的问题及时向建设单位提出了整改意见。通过对工程项目年度水土流失监测成果的技术整合和综合评价，最终形成《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目阶段性竣工验收水土保持监测总结报告》。经过对监测时段内所获监测资料的分析整理，得出以下监测结果：

- (1) 扰动土地整治率 99.21%；
- (2) 水土流失总治理度 99.15%；
- (3) 土壤流失控制比 0.89；
- (4) 拦渣率可达 98%；
- (5) 林草植被恢复率 97.05%；
- (6) 林草覆盖率 26.01%。

扰动土地整治率，水土流失总治理度，土壤流失控制比，拦渣率，林草植被恢复率，林草覆盖率等六项指标均达到《开发建设项目水土

流失防治标准》建设类一级标准，水土保持设施整体上具备正常运行条件且可交付使用，水土流失治理效果明显，基本达到水土保持专项验收的条件。

在水土保持监测过程中，得到了忻州市水利局、保德县水利局、中石油煤层气有限责任公司忻州分公司工作人员的大力支持和帮助，谨致谢意。

1 建设项目及水土保持工程概况

1.1 项目建设概况

1.1.1 项目名称、建设单位

项目名称：中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目

建设单位：中石油煤层气有限责任公司忻州分公司

1.1.2 地理位置及交通条件

中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目位于山西省忻州市保德县境内，该区块南北长约 21km，东西宽约 9km，东到孙家沟乡，南到保德县南部县界，西到林遮峪乡，北与保德区块北区相接。区块距忻州市区约 150km，地理坐标为东经 $111^{\circ}00'28''\sim 111^{\circ}06'55''$ ，北纬 $38^{\circ}41'41''\sim 38^{\circ}54'00''$ 。

本项目所处位置交通相对方便，区块南部有县道穿过，多条乡镇道路横贯区块东西，乡村水泥公路可通往各集气站。

1.1.3 项目进展情况

(1) 立项支持文件进展情况

2012 年 9 月 14 日，山西省发展和改革委员会以晋发改地区函 [2012]1185 号《关于支持保德区块煤层气开发项目相关事宜的函》，支持本项目相关事宜。

2013 年 12 月 12 日，国家能源局以国能煤炭[2013]491 号文《国家能源局关于鄂尔多斯盆地东缘保德区块南区煤层气开发项目备案

确认的函》同意保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目备案。

（2）设计情况

2014 年 8 月 11 日，中国石油天然气股份有限公司以《关于鄂东煤层气田保德区块保 6 井区 5 亿方产能建设工程初步设计的批复》对本项目设计进行了批复。

2015 年 1 月 26 日，山西省水利厅以晋水保函[2015]79 号文《山西省水利厅关于中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目水土保持方案的批复》对本项目水土保持方案进行了批复。

（3）阶段性竣工验收情况

2018 年 2 月 11 日，取得中石油煤层气有限责任公司部门文件安全[2018]4 号《关于印发〈鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿立方米/年煤层气开发项目（阶段性）竣工环境保护验收意见〉的通知》，同意本项目阶段性环境保护设施通过竣工验收。

2018 年 3 月 28 日，取得《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块保 6 井区 5 亿方产能建设工程（阶段性）安全设施竣工验收验收组意见》，同意中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块保 6 井区 5 亿方产能建设工程（阶段性）安全设施通过竣工验收。

（4）项目施工进度情况

本项目工程于 2011 年 3 月 29 日开工建设，2017 年 2 月 15 日阶段性竣工。

1.1.4 项目规模与特征

(1) 水土保持方案中确定的项目规模与特征

鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目，其设计生产规模为年产煤层气 5 亿 m^3 。

工程建设包括新建井场 115 座，集气站 3 座，水处理站 7 座，输气和输水管线 221.8km，道路工程 132km，输电线路 2km。

(2) 本次阶段性竣工验收实际发生的项目规模与特征

由于 5 亿 m^3 先期建设区域达产率不到 10%等因素的制约，因此中国石油天然气股份有限公司同意对鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目组织阶段性竣工验收，未建工程待进一步加强该区域地质研究和动态分析，制定出新的煤层气开发技术后再进行建设。

截止本次阶段性竣工验收前，实际建设内容包括新建井场 57 座，集气站 1 座，水处理站 4 座，输气和输水管线 72.4km，道路工程 7.31km，输电线路 2km。

1.1.5 项目组成及布局

(1) 水土保持方案确定的项目组成

依据《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目水土保持方案报告书》，本项目主要有井场、集气站、水处理站、输气和输水管线、道路工程、输电线路组成。

1) 井场

本项目建设 630 口采气井，分设在 115 座井场，其中丛式井场

105 座，由 2-7 口直井或定向井组成，水平井场 10 座，由 1-2 口水平井组成，总占地面积 4.98hm²。

2) 集气站

本项目建设保 4 站、保 5 站、保 6 站共 3 座集气站，总占地面积 3.96 hm²。其中，保 4 站占地 0.69hm²，保 5 站占地 1.74hm²，保 6 站 1.53hm²。

3) 水处理站

本项目共布置 7 座水处理站，总占地面积 2.34hm²。其中，6 号水处理站占地 3480m²，7 号水处理站占地 3670m²，8 号水处理站占地 3800m²，10 号水处理站占地 2600m²，11 号水处理站占地 3450m²，12 号水处理站占地 2300m²，13 号水处理站占地 4120m²。

4) 输气和输水管线

本项目输气和输水管线总长 221.8km，其中，输气管线长 205km，输水管线长 16.8km，总占地面积 266.16hm²。

5) 道路工程

本项目道路工程包括连接井场、集气站、水处理站的永久道路及敷设管线所用的临时施工道路，总长 132km，占地 52.36hm²。其中，集气站道路长 1.86km，占地 0.93hm²；井场、水处理站道路长 18.36km，占地 9.18hm²；临时道路长 111.78km，占地 44.71hm²。

6) 输电线路

本项目输电线路从保 4 站引接自山西天然气产业集团 35kv 的供电线路，总长 2.0km，总占地 0.81hm²，其中永久占地 0.01hm²，临时

占地 0.80hm^2 。

(2) 阶段性竣工验收工程项目组成

依据《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目（阶段性）竣工环境保护验收调查报告》并结合工程建设实际情况，确定本次阶段性竣工验收工程项目组成包括井场、集气站、水处理站、输气和输水管线、道路工程、输电线路。

1) 井场

本项目阶段性工程建设 226 口采气井，分设在 57 座井场，其中丛式井场 53 座，由 1-7 口直井或定向井组成，水平井场 4 座，由 1-2 口水平井组成，总占地面积 2.15hm^2 。

2) 集气站

本项目阶段性工程建设 1 座保 4 集气站，位于豆塔村西 1km 处，为 5 级站场，占地面积 0.69hm^2 。该集气站由生产区和辅助生产区组成，生产区布置在站场的东侧和南侧，包括进出站阀组、外输计量区、分离区、压缩区、放空区；辅助生产区布置在站场的西北侧，包括电力设施、消防泵房等。

3) 水处理站

本项目阶段性工程建设 4 座水处理站，总占地面积 2.28hm^2 。其中，6 号水处理站布置于桥头镇秦家寨村北约 1500m、石塘河北岸的一条支沟内，占地 4912m^2 ；7 号水处理站布置于孙家沟乡新畦村北西约 600m 处、寨沟河北岸的一条支沟内，占地 3520m^2 ；8 号水处理站布置于孙家沟乡沟底塔村北西约 850m 处、化树塔河北支流北岸的一

条支沟内，占地 9783.8m²； 12 号水处理站位于南河沟乡白家沟村西南约 410m 处的小河沟河北岸，占地 4535m²。

4) 输气和输水管线

本项目阶段性工程建设输气和输水管线总长 72.4km，其中，输气管线长 62.8km，输水管线长 9.6km，总占地面积 86.88hm²。

5) 道路工程

本项目阶段性工程所建设道路包括连接井场、集气站、水处理站的永久道路及敷设管线所用的临时施工道路，总长 7.31km，占地 3.20hm²。其中，集气站道路长 0.62km，占地 0.31hm²；井场、水处理站道路长 2.14km，占地 1.07hm²；临时道路长 4.55km，占地 1.82hm²。

6) 输电线路

本项目阶段性工程建设输电线路 2.0km，即从保 4 站引接自山西天然气产业集团 35kv 的供电线路，总占地 0.81hm²，其中永久占地 0.01hm²，临时占地 0.80hm²。

1.2 水土流失防治工作概况

1.2.1 项目区水土流失现状

本项目所在区域属黄土丘陵沟壑区，土壤类型为水力侵蚀。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预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保[2013]188 号），项目区属于黄河多沙粗沙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》（GB50434-2008），水土流失防治标准执行建设类项目一级防治标准。根据《土壤侵蚀分类分级标准》

(SL190-2007)，容许土壤流失量为 $1000t/(km^2 \cdot a)$ 。

1.2.2 水土保持现状

保德县地势东高西低，东部最高达 1400 多米。西部黄河沿岸仅 850 米左右，境内丘陵起伏，一般海拔在 1000m 以上。由于流水切割，地表破碎，沟壑纵横，植被稀少，水土流失比较严重。

项目区地处晋陕接壤区，位于黄河中游峡谷区的东边，属于典型的黄土丘陵沟壑区，为黄土高原农牧交错带，西临黄河，与陕西隔河相望。大小河流均汇入黄河，海拔在 900-1300 m 之间。境内黄土裸露，黄土沙性大，土质疏松，垂直节理发育，崩解性强，抗蚀力差，降水强度大，暴雨冲刷，丘陵沟壑纵横，植被稀疏，生态脆弱，水土流失极为严重，且风沙活动很强烈，又是受“沙漠化”潜在威胁的地区。所以，项目区是受水蚀和风蚀双重侵蚀的地区。项目区是农旱地多，植被稀少，黄土广布，梁卯起伏，沟壑纵横，地形极为破碎。侵蚀方式主要为水力侵蚀，大部分沟道处于中年期，沟头前进、沟底下切、沟岸扩张均相当活跃。因此，该区域为接壤区内水土流失最严重的区域，侵蚀强度以极强烈侵蚀为主，侵蚀模数在 $8000-15000t/km^2 \cdot a$ 之间。

1.2.3 项目区水土流失治理情况

本项目在井场防治区实施了土地平整 $0.55hm^2$ ，削坡 $3780m^3$ ，绿化 $0.55hm^2$ ，沙袋拦挡 1824m，编织布遮盖 $2350m^2$ ；集气站防治区实施了排水沟 165m，浆砌石护坡 $370m^3$ ，绿化 $0.06hm^2$ ，沙袋拦挡 62m，编织布遮盖 $270m^2$ ；水处理站防治区实施了浆砌石护坡 $520m^3$ ，沙袋

拦挡 78m，编织布遮盖 480m²；输气和输水管线防治区实施了土地平整 86.88hm²，浆砌石挡墙 4268m³，灰土截水墙 1542m³，草袋拦挡 2175m³，植被恢复 22.74hm²，编织布遮盖 2620m²；道路工程防治区实施了土地平整 1.82hm²，植被恢复 0.82hm²，编织布遮盖 1200m²；输电线路防治区实施了土地平整 0.80hm²，植被恢复 0.80hm²。项目区经过实施水土保持措施，目前基本能够起到防治水土流失的作用，达到水土保持验收标准。

本项目建设区实际占地面积为 96.01hm²，扰动土地面积为 96.01hm²，扰动土地整治面积为 95.25hm²；水土流失面积为 89.56hm²，治理水土流失面积为 88.80hm²；建筑、道路、场地硬化面积为 6.45hm²，可绿化面积为 25.73hm²，植物措施面积为 24.97hm²。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测指导思想

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，运用多种手段和办法，对工程建设过程中新增水土流失的成因、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，通过完善的监测技术、方法、评价体系与标准，对项目建设过程中的土壤侵蚀因子、水土流失状况进行监测，同时对水土保持方案各项措施的实施及效果进行监测，及时掌握工程施工期间各区域水土流失情况和各项水土保持措施的落实情况，及时发现问题，以便采取相应的防控措施，完善水土保持措施体系，实现开发建设与保护生态环境协调发展。同时，为水土保持专项验收提供依据，为水土保持监督提供资料，

为建设管理部门提供信息。

1.3.2 监测依据

- (1) 《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日）；
- (2) 《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部令第16号，2005年7月8日）；
- (3) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）；
- (4) 《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）；
- (5) 《开发建设项目水土保持技术规范》（GB 50433-2008）；
- (6) 《开发建设项目水土流失防治标准》（GB 50434-2008）；
- (7) 《水土保持综合治理 效益计算》（GB/T 15774-2008）；
- (8) 《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T 22490-2008）；
- (9) 《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2009]187号）；
- (10) 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预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保[2013]188号）。

1.3.3 监测组织

为了保证经济建设与环境保护协调发展，积极贯彻国家对开发建设项目环境保护及水土保持有关法律、法规，中石油煤层气有限责任公司忻州分公司委托山西凌拓工程咨询有限公司承担该项目的水土保持监测任务，合同签订后，本公司成立了水土保持监测工作组，并

派遣具有监测资格的人员进驻现场。

接受委托后，我单位立即组成水土保持监测工作组，下设监测资料整理分析小组和野外调查观测小组。共投入监测技术人员 5 人，其中高级职称 1 人，中级职称 2 人。

自接受该项目建设期水土保持监测工作的委托后，我单位工作人员，对项目区所在区域自然地理环境、自然生物环境、社会经济环境、等进行了现场勘查、调查，分析了水土流失现状。按照《开发建设项目水土流失防治标准》的规定，结合国家、省有关水土保持法规和当地实际情况，进行了等级的确定，确定了项目水土流失的防治标准，同时组织有关人员到有关单位收集了自然、地理、气象、水土保持等方面的资料，对监测分区的工程措施、植物措施、临时措施进行了实地调查监测，并记录了监测数据。

在监测过程中，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，最终形成《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目阶段性竣工验收水土保持监测总结报告》。

1.3.4 监测范围

本项目阶段性竣工验收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并结合实际情况而确定。最终确定本项目建设期水土流失防治责任范围总面积为 147.34hm²，其中项目建设区面积为 96.01hm²，直接影响区面积为 51.33hm²。

1.3.5 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实际监测结果，将建设期的水土流失监测分区划分为6个：井场、集气站、水处理站、输气和输水管线、道路工程、输电线路。

1.3.6 监测点位布设

根据监测要求和该项目水土流失防治特点，依照土壤侵蚀分布特点，设置调查点进行监测。

按照水土保持监测规范，在实地踏勘的基础上，结合项目区工程特点、施工布置、水土流失特点和水土保持措施的布局特征，本次监测共布设18处监测点。详见表1-1

表 1-1 水土保持工程监测点布设情况一览表

监测时段	监测分区	监测内容	监测站点	监测方法
建设期	井场	工程措施	场内坡面治理1处	实地量测
		植物措施	绿化区域1处	实地量测 样方调查
	集气站	水土流失量	场地周边堆土坡面1处	侵蚀沟法 桩钉法
		工程措施	排水沟出口1处	调查、巡查
			挡护工程1处	调查、巡查
	植物措施	绿化区域1处	实地量测 样方调查	
	水处理站	工程措施	场内靠山体一侧挡护工程1处	调查、巡查
	输气和输水管线	水土流失量	场地周边堆土坡面1处	侵蚀沟法 桩钉法
		工程措施	挡护工程3处	调查、巡查
		植物措施	植被恢复4处	调查、巡查
	道路工程	工程措施	道路路面整治1处	调查、巡查
		植物措施	道路绿化1处	实地量测
	输电线路	植物措施	植被恢复1处	实地量测
		合计		18

1.3.7 水土保持监测工作开展情况

本项目监测时段为工程建设期，重点监测区域为井场、集气站、水处理站、输气和输水管线、道路工程、输电线路。

监测工作分为三个阶段：

（1）前期准备阶段

组建监测工作组，收集项目区气象、水文、泥沙资料，有关工程设计资料和图件，及 1:10000 地形图。通过图件资料整理分析，深入细致了解和掌握项目区自然、社会、经济情况，特别是工程建设概况，在此基础上，研究制定监测实施方案、工作计划。

（2）监测实施阶段

2018 年 5 月至 2018 年 7 月，依据制定的实施方案，对项目区进行了全面踏勘调查，通过踏勘调查，对项目区水土流失背景值、防治责任范围、施工扰动面积、建设期土壤流失量、水土流失防治措施及水土流失防治效果等进行观测，并按照拟定的工作计划，开展相关调查监测，及时掌握工程建设过程中水土流失及其防治的动态变化情况，并做出详细记录。具体内容如下：

1) 调查监测

定期采用了分区调查的方式，通过现场实地勘测，结合基础资料按监测分区进行统计、分析其变化情况并记录。主要包括水土流失背景值调查、施工扰动面积监测、工程措施调查和植物措施调查。

①根据项目水土保持方案报批稿，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，确定了各监测分区的土壤侵蚀模数背景值。具体如下：

井场土壤侵蚀模数背景值为 $8696t/(km^2 \cdot a)$ ，集气站土壤侵蚀模数背景值为 $8917t/(km^2 \cdot a)$ ，水处理站土壤侵蚀模数背景值为 $4500t/(km^2 \cdot a)$ ，输气和输水管线土壤侵蚀模数背景值为 $8770t/(km^2 \cdot a)$ ，道路工程土壤侵蚀模数背景值为 $8742/(km^2 \cdot a)$ ，输电线路土壤侵蚀模数背景值为 $8500t/(km^2 \cdot a)$ 。

②通过野外实地踏勘，结合手持 GPS 及皮尺进行测量，得出各监测区域施工扰动面积。具体如下：

井场扰动面积为 $2.15hm^2$ ，集气站扰动面积为 $0.67hm^2$ ，输气和输水管线动面积为 $86.88hm^2$ ，水处理站扰动面积为 $2.28hm^2$ ，道路工程扰动面积为 $3.20hm^2$ ，输电线路扰动面积为 $0.81hm^2$ 。

③通过现场实地勘测并选取具有代表性的地块作为样地进行调查，最终对其植物措施类型（灌木、乔木或种草等）、分布、面积或株数、株行距、成活率、保存率、覆盖率等进行了统计。

④对项目区所做水土保持工程措施的规格、数量进行实地量测，按分区进行了统计与核实，并对其防治效果给予评价。

2) 定位监测

对水土流失强度采用定位监测的方法：

①侵蚀沟法

在项目区建设区域范围选取了相对稳定的堆土侵蚀坡面，布设 $1m \times 1m$ 的侵蚀沟观测样区，样区布设依据上中下、左中右或轻中重

的原则，使其具有随机性即代表性。具体做法是将相同质地的土料称重后回填到侵蚀坡面，待细沟填平至沟间顶面时计算复原土量；然后计量侵蚀坡面面蚀量，具体做法是首先确定标定物，即确定原始坡面位置。原始坡面位置标定物选择，如果测算坡面为非均质的如有石块或生长有植物者，以沟间顶面石块裸露高度或植物根系裸露高度为面蚀厚度，选取若干个样点算出平均值。

细沟复原土量+面蚀量=样区侵蚀总量，计算公式：

$$K_s = [(M \times S) \times R + F] / [T \times 10^{-6} \times 10^{-3}]$$

K_s ——土壤侵蚀模数 (t/(km²·a))

M ——面蚀厚度 (m)

S ——样方面积 (m²)

F ——复原土量 (kg)

T ——侵蚀时间 (a)

R ——渣土容重 (kg/m³)

②桩钉法

在堆土坡面或开挖面可采取桩钉法测其土壤流失量，具体做法为：

首先选择有代表性的坡面布设桩钉，应避开周边来水区域；其次将桩钉根据坡面面积，按网格状设置，桩钉间距在 30cm-100cm，数量在 9 根以上，桩钉顶部应涂红漆并编号记录。

可按以下公式计算土壤流失量。

$$ST = r_s S L \cos \theta \times 10^3$$

式中：ST——土壤流失量；

r_s ——土壤容重；

S——观测区破面面积；

L——平均土壤流失厚度；

θ ——观测区坡面坡度。

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。

(3) 监测成果分析评价阶段

整理分析监测资料，在分析项目区土壤环境因子、水土流失动态变化和水土保持防治效果等基础上，依据开发建设项目水土流失防治标准，对工程水土保持综合防治情况做出客观评价，并对工程建设过程中水土流失的防治特点和成功经验及存在问题等进行归纳总结，提出相关建议。

监测过程中，依据所获得数据及资料，按时完成《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目阶段性竣工验收水土保持监测季度报表》。

工程实施结束后，依据各项监测数据及资料，编制完成《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目阶段性竣工验收水土保持监测总结报告》。

水土保持监测结果表明：项目区工程建设的防治责任范围内扰动

土地整治率 99.21%，水土流失总治理度 99.15%，土壤流失控制比 0.89，拦渣率 98%，林草植被恢复率 97.05%，林草覆盖率 26.01%。
水土流失防治标准六项指标均已达到水土保持方案提出的目标值，水土保持防治效果达到预期目标。

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 水土保持防治责任范围

(1) 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目水土保持方案报告书》确定水土流失防治责任范围分为项目建设区和直接影响区，面积共计 564.25hm²，其中项目建设区面积 330.61hm²，直接影响区面积 233.64hm²。方案设计水土流失防治责任范围面积汇总见表 2-1。

表 2-1 方案设计水土流失防治责任范围面积统计表 单位：hm²

防治分区	项目建设区	直接影响区	合计	直接影响区确定依据
井场	4.98	0.54	5.52	征占地外侧 5m 范围
集气站	3.96	4.60	8.56	围墙外侧 5m 范围
水处理站	2.34	1.82	4.16	征占地外侧 5m 范围
输气和输水管线	266.16	133.08	399.24	征占地边界两侧各 3m 范围
道路工程	52.36	92.40	144.76	上边坡 3m，下边坡 5m 范围
输电线路	0.81	1.20	2.01	线路两侧各 2m 范围
合计	330.61	233.64	564.25	

(2) 阶段性竣工验收水土流失防治责任范围监测结果

建设过程中的水土流失防治责任范围面积以实际征地范围和实际扰动面积为标准，本项目建设过程中（阶段性）实际监测防治责任范围面积为 147.34hm²，其中项目建设区面积为 96.01hm²，直接影响区面积为 51.33hm²。

建设期水土流失防治责任范围监测结果见表 2-2。

表 2-2 建设期水土流失防治责任范围面积统计表 单位: hm²

防治分区	项目 建设区	直接 影响区	合计	直接影响区 确定依据
井场	2.15	0.33	2.48	征占地外侧 5m 范围
集气站	0.69	0.18	0.87	围墙外侧 5m 范围
水处理站	2.28	0.34	2.62	征占地外侧 5m 范围
输气和输水管线	86.88	43.44	130.32	征占地边界两侧各 3m 范围
道路工程	3.20	5.84	9.04	上边坡 3m, 下边坡 5m 范围
输电线路	0.81	1.20	2.01	线路两侧各 2m 范围
合计	96.01	51.33	147.34	

(3) 防治责任范围变化情况

在工程实际建设阶段,根据已建成井场的出气量以及所带来的经济效益等实际因素,导致保德区块南区产能暂未达到 5 亿 m³/a 的产能,因此,建设单位暂对本项目建设内容做了整体调整。

1) 实际建设井场 57 座,暂较设计减少 58 座,因此,井场防治区占地及直接影响区较方案设计均相应减少;

2) 暂取消保 5、保 6 集气站的建设,仅建设保 4 集气站,因此,集气站防治区占地及直接影响区较方案设计均相应减少。

3) 暂取消 10 号、11 号、13 号水处理站的建设,因此,水处理站防治区占地及直接影响区较方案设计均相应减少。

4) 本项目阶段性竣工验收仅完成输气和输水管线 72.4km,较方案设计减少 149.40km,因此,输气和输水管线防治区占地及直接影响区较方案设计均相应减少。

5) 本项目阶段性竣工验收实际完成道路工程 7.31km,较方案设计减少 124.69km,因此,道路工程防治区占地及直接影响区较方案设计均相应减少。

方案设计与实际建设期的对比情况见表 2-3。

表 2-3 方案设计与实际建设期的防治责任范围对比表 单位: hm²

防治分区	设计防治责任范围			实际防治责任范围			增减情况		
	项目 建设区	直接 影响区	合计	项目 建设区	直接 影响区	合计	项目 建设区	直接 影响区	合计
井场	4.98	0.54	5.52	2.15	0.33	2.48	-2.83	-0.21	-3.04
集气站	3.96	4.60	8.56	0.69	0.18	0.87	-3.27	-4.42	-7.69
水处理站	2.34	1.82	4.16	2.28	0.34	2.62	-0.06	-1.48	-1.54
输气和输水	266.16	133.08	399.24	86.88	43.44	130.32	-179.28	-89.64	-268.92
道路工程	52.36	92.40	144.76	3.20	5.84	9.04	-49.16	-86.56	-135.72
输电线路	0.81	1.20	2.01	0.81	1.20	2.01	0	0	0
合计	330.61	233.64	564.25	96.01	51.33	147.34	-234.60	-182.31	-416.91

2.1.2 建设期扰动土地面积

(1) 水土保持方案确定的扰动土地面积

水土保持方案确定项目区建设期扰动土地面积为 330.61hm²。

其中，井场扰动面积为 4.98hm²，集气站扰动面积为 3.96hm²，水处理站扰动面积为 2.34hm²，输气和输水管线扰动面积为 266.16hm²，道路工程扰动面积为 52.36hm²，输电线路扰动面积为 0.81hm²。具体见表 2-4。

表 2-4 方案设计扰动土地面积统计表

序号	防治分区	单位	数量
1	井场	hm ²	4.98
2	集气站	hm ²	3.96
3	水处理站	hm ²	2.34
4	输气和输水管线	hm ²	266.16
5	道路工程	hm ²	52.36
6	输电线路	hm ²	0.81
小计			330.61

(2) 阶段性竣工验收扰动土地面积监测结果

实际监测过程中，项目区扰动面积为 96.01hm²，其中，井场扰动面积为 2.15hm²，集气站扰动面积为 0.69hm²，水处理站扰动面积为 2.28hm²，输气和输水管线扰动面积为 86.88hm²，道路工程扰动面积为 3.20hm²，输电线路扰动面积为 0.81hm²。阶段性竣工验收扰动土地面积具体见表 2-5。

表 2-5 阶段性竣工验收扰动土地面积统计表

序号	防治分区	单位	数量
1	井场	hm ²	2.15
2	集气站	hm ²	0.69
3	水处理站	hm ²	2.28
4	输气和输水管线	hm ²	86.88
5	道路工程	hm ²	3.20
6	输电线路	hm ²	0.81
小计			96.01

2.2 弃土监测结果

2.2.1 设计弃土情况

本工程土石方量总 160.98 万 m³，其中挖方 80.49 万 m³，填方 80.49 万 m³，挖填平衡，无弃方。方案设计土石方平衡表详见表 2-6

表 2-6 方案设计土石方平衡表 单位：万 m³

防治分区	挖方	填方	调入		调出		弃方	
			数量	来源	数量	去向	数量	去向
井场	2.20	2.20						
集气站	8.02	1.62			6.40	道路工程		
水处理站	1.36	1.36						
输气和输水管线	46.58	46.58						
道路工程	22.30	28.70	6.40	集气站				
输电线路	0.03	0.03						
合计	80.49	80.49						

2.2.2 弃土量监测结果

根据监测结果，本项目阶段性竣工验收实际土石方量总计 37.20 万 m³，其中挖方 18.60 万 m³，填方 18.60 万 m³，挖填平衡，无弃方。

阶段性竣工验收实际产生土石方量与方案设计土石方相比，土石方总量减少 123.78 万 m³，其中挖方减少 61.89 万 m³，填方减少 61.89 万 m³，主要原因为本次阶段性竣工验收，建设单位暂对本项目建设内容做了整体调整，井场、集气站、水处理站、输气和输水管线、道路工程的建设均较方案设计减少。

实际监测过程中具体土石方平衡情况见表 2-7。

表 2-7 实际监测中土石方平衡情况表 单位：万 m³

防治分区	挖方	填方	调入		调出		弃方	
			数量	来源	数量	去向	数量	去向
井场	1.05	1.05						
集气站	0.29	0.29						
水处理站	0.78	0.78						
输气和输水管线	15.21	15.21						
道路工程	1.24	1.24						
输电线路	0.03	0.03						
合计	18.60	18.60						

3 水土流失防治措施监测结果

3.1 工程措施及实施情况

3.1.1 方案确定的工程措施

本工程主体设计中较全面地考虑了项目区的防护，措施主要包括场地挡土墙、浆砌石护坡、土地平整、排水系统等。在主体已有水土保持功能设施的基础上，水土保持方案另新增部分措施。水土保持方案确定的水土保持工程措施情况见表 3-1。

表 3-1 水保方案确定的工程措施工程量表

防治分区	措施类型	措施名称	工程量	
			单位	数量
井场	工程措施	排水沟	m	9775
		土地平整	hm ²	1.56
		削坡	m ³	7640
集气站	工程措施	排水沟	m	575
		浆砌石护坡	m ³	1165
水处理站	工程措施	截洪沟	m	1200
输气和输水管线	工程措施	土地平整	hm ²	266.16
		排水沟	m	1630
		浆砌石挡墙	m ³	39600
		灰土截水墙	m ³	8320
		草袋拦挡	m ³	13170
道路工程	工程措施	骨架护坡	m ²	7200
		排水沟	m	6200
		土地平整	hm ²	44.71
输电线路	工程措施	土地平整	hm ²	0.80

3.1.2 实际完成的水土保持工程措施

通过实地监测，该项目实际完成水土保持工程措施有井场防治区土地平整 0.55hm²，削坡 3780m³；集气站防治区排水沟 165m，浆砌石护坡 370m；水处理站防治区浆砌石护坡 520m³；输气和输水管线防治区土地平整 86.88hm²，浆砌石挡墙 4268m³，灰土截水墙 1542m³，草袋拦挡 2175m³；道路工程防治区土地平整 1.82hm²；输电线路防治区土地平整 0.80hm²。

各项措施基本满足水土保持要求，水土流失防治效果明显，详见表 3-2。

表 3-2 实际完成的水土保持工程措施工程量表

防治分区	措施名称	工程量		规格
		单位	数量	
井场	土地平整	hm ²	0.55	土地平整
	削坡	m ³	3780	
集气站	排水沟	m	165	矩形断面，0.4m*0.4m，浆砌石
	浆砌石护坡	m ³	370	浆砌石
水处理站	浆砌石护坡	m ³	520	浆砌石
输气和输水管线	土地平整	hm ²	86.88	土地平整
	浆砌石挡墙	m ³	4268	浆砌石
	灰土截水墙	m ³	1542	
	草袋拦挡	m ³	2175	
道路工程	土地平整	hm ²	1.82	土地平整
输电线路	土地平整	hm ²	0.80	土地平整

3.1.3 水土保持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) 井场

①实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，

实际建设井场 57 座，较设计减少 58 座，土地平整、削坡等水土保持工程措施工程量相应减少；

②实际建设过程中，建设单位对已建井场进行了碎石覆盖，井场采取漫流方式排水，排水沟减少 9775m。

2) 集气站

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设集气站 1 座，较设计减少 2 座，排水沟、浆砌石护坡水土保持工程措施工程量相应减少。

3) 水处理站

①实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设水处理站 4 座，较设计减少 3 座，截洪沟等水土保持工程措施工程量相应减少；

②实际建设过程中，新增浆砌石护坡 520m³，满足水土保持要求。

4) 输气和输水管线

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设输气和输水管线 72.4km，较设计减少 149.4km，土地平整、排水沟、浆砌石挡墙、灰土截水墙、草袋拦挡等水土保持工程措施工程量相应减少。

5) 道路工程

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设道路工程 7.31km，较设计减少 124.69km，骨架护坡、土地平整、排水沟等水土保持工程措施工程量相应减少。

6) 输电线路

该防治区实际完成工程量与方案设计基本一致。

该项目各防治分区实际所做水土保持工程措施基本能够满足水土保持要求。

各防治分区水土保持工程措施实际完成与方案设计对照详见表 3-3。

表 3-3 各防治分区水土保持工程措施完成情况对照表

防治分区	措施名称	单位	方案设计	实际完成	增减情况
井场	排水沟	m	9775	--	-9775
	土地平整	hm ²	1.56	0.55	-1.01
	削坡	m ³	7640	3780	-3860
集气站	排水沟	m	575	165	-410
	浆砌石护坡	m ³	1165	370	-795
水处理站	浆砌石护坡	m ³	--	520	+520
	截洪沟	m	1200	--	-1200
输气和输水管线	土地平整	hm ²	266.16	86.88	-179.28
	排水沟	m	1630	--	-1630
	浆砌石挡墙	m ³	39600	4268	-35332
	灰土截水墙	m ³	8320	1542	-6778
	草袋拦挡	m ³	13170	2175	-10995
道路工程	骨架护坡	m ²	7200	--	-7200
	排水沟	m	6200	--	-6200
	土地平整	hm ²	44.71	1.82	-42.89
输电线路	土地平整	hm ²	0.80	0.80	0

3.2 植物措施及实施情况

3.2.1 方案确定的植物措施

该项目区设计中较全面地考虑了项目区的防护，对各防治分区补充了植物措施。水保方案确定的植物措施见表 3-4。

表 3-4 水土保持方案确定的植物措施情况表

防治分区	措施名称	工程量	
		单位	数量
井场	绿化	hm ²	1.56
集气站	场地绿化	hm ²	0.30
输气和输水管线	植被恢复	hm ²	96.24
道路工程	植被恢复	hm ²	20.83
输电线路	植被恢复	hm ²	0.80

3.2.2 实际完成水土保持植物措施

(1) 在井场空闲处布设绿化措施，采用乔草相结合的方式进行绿，共计绿化面积 0.55hm²。

其中，栽植油松 284 株，均高 1.5m，株间距 4m；栽植杨树 86 株，均高 6m，株间距 5m；撒播无芒雀麦 0.42hm²。

(2) 在保 4 集气站空闲处布设绿化措施，采用乔草相结合的方式绿化，共计完成绿化面积 0.06hm²。其中，栽植油松 126 株，均高 1.5m，株间距 4m；撒播无芒雀麦 0.03hm²。

(3) 输气和输水管线施工结束后，对临时占用其他草地部分土地平整后撒播草籽以恢复植被，草种为无芒雀麦，恢复面积为 22.74hm²。

(4) 道路工程施工结束后，对临时占用其他草地部分土地平整后撒播草籽以恢复植被，草种为无芒雀麦，恢复面积为 0.82hm²。

(5) 输电线路施工结束后，对施工临时占地进行植被恢复，采用撒播草籽的方式，草种为无芒雀麦，恢复面积 0.80hm²。

项目区实际完成植物措施情况详见表 3-5

表 3-5 水土保持植物措施实际完成情况表

防治分区	苗木种类		栽植株数		规格
井场	乔木	油松	株	284	株间距 4m, 均高 1.5m
		杨树	株	86	株间距 5m, 均高 6m
	草地	无芒雀麦	hm ²	0.42	一级草籽
集气站	乔木	杨树	株	126	株间距 4m, 均高 1.5m
	草地	无芒雀麦	hm ²	0.03	一级草籽
输气和输水管线	草地	无芒雀麦	hm ²	22.74	一级草籽
道路工程	草地	无芒雀麦	hm ²	0.82	一级草籽
输电线路	草地	无芒雀麦	hm ²	0.80	一级草籽

3.2.3 水土保持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) 井场

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设井场 57 座，较设计减少 58 座，绿化工程量相应减少；

2) 集气站

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设集气站 1 座，较设计减少 2 座，场地绿化工程量相应减少。

3) 输气和输水管线

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实际建设输气和输水管线 72.4km，较设计减少 149.4km，植被恢复工程量相应减少。

4) 道路工程

实际建设过程中，建设单位暂对主体工程建设做了整体调整，实

际建设道路工程 7.31km，较设计减少 124.69km，植被恢复工程量相应减少。

5) 输电线路

该防治区实际完成工程量与方案设计基本一致。

项目区各项植物措施基本能够满足水土保持要求。各防治分区水土保持植物措施实际完成与方案设计对照详见表 3-6。

表 3-6 方案设计与实际完成水土保持植物措施工程量对比表

防治分区	措施名称	单位	方案设计	实际完成	增减情况
井场	绿化	hm ²	1.56	0.55	-1.01
集气站	场地绿化	hm ²	0.30	0.06	-0.24
输气和输水管线	植被恢复	hm ²	96.24	22.74	-73.50
道路工程	植被恢复	hm ²	20.83	0.82	-20.01
输电线路	植被恢复	hm ²	0.80	0.80	0

3.3 临时措施及实施情况

经建设单位核实并调查，项目在建设过程中实施了部分临时拦挡措施。具体见表 3-7

表 3-7 方案设计与实际完成水土保持临时措施工程量对比表

防治分区	措施名称	单位	方案设计	实际完成	增减情况
井场	沙袋拦挡	m	3584	1824	-1760
	编织布遮盖	m ²	5160	2350	-2810
集气站	沙袋拦挡	m	186	62	-124
	编织布遮盖	m ²	810	270	-540
水处理站	沙袋拦挡	m	124	78	-46
	编织布遮盖	m ²	540	480	-60
输气和输水管线	编织布遮盖	m ²	8000	2620	-5380
道路工程	编织布遮盖	m ²	5000	1200	-3800

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（ $t/(km^2 \cdot a)$ ）；

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的。

我单位在中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m^3/a 煤层气开发项目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报批稿，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/(km²·a)

监测分区		侵蚀模数	备注
原地貌	井场	8696	
	集气站	8917	
	水处理站	4500	
	输气和输水管线	8770	
	道路工程	8742	
	输电线路	8500	

(2) 扰动地表侵蚀模数

施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其是集中在土建施工期，由于开挖中加大了地面坡度，改变了地形条件，破坏了土壤结构，使土壤可蚀性指数升高，因此各施工场所根据扰动强度不同，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。

本项目扰动后地表侵蚀模数通过坡面复原法计算得出。

坡面复原法计算公式：

$$K_s = [M \times S \times R + F] / [T \times 10^{-6} \times 10^{-3}]$$

公式中 K_s —土壤侵蚀模数 (t/km²·a)

M —面蚀厚度 (m)

S —样方面积 (m²)

R —土体容重 (g/cm³)

F —复原土量 (kg)

T —侵蚀时间 (a)

经整理地面固定定位观测点及临时观测点数据得出项目区井场

扰动后侵蚀模数为 20550t/km²·a，集气站扰动后侵蚀模数为 23250t/km²·a，水处理站扰动后侵蚀模数为 11250t/km²·a，输气和输水管线扰动后侵蚀模数为 22750t/km²·a，道路工程扰动后侵蚀模数为 16850t/km²·a，输电线路扰动后侵蚀模数为 17000t/km²·a，详见表 4-2。

表 4-2 项目建设区扰动地表侵蚀模数表 单位：t/(km²·a)

监测分区		侵蚀模数	备注
扰动后	井场	20550	
	集气站	23250	
	水处理站	11250	
	输气和输水管线	22750	
	道路工程	16850	
	输电线路	17000	

(3) 实施措施后侵蚀模数

项目区所做防治措施主要有井场土地平整，削坡，绿化，沙袋拦挡，编织布遮盖；集气站排水沟，浆砌石护坡，绿化，沙袋拦挡，编织布遮盖；水处理站浆砌石护坡，沙袋拦挡，编织布遮盖；输气和输水管线土地平整，浆砌石挡墙，灰土截水墙，草袋拦挡，植被恢复，编织布遮盖；道路工程土地平整，植被恢复，编织布遮盖；输电线路土地平整，植被恢复。通过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

监测分区		侵蚀模数 (t/(km ² ·a))	扰动面积 (hm ²)	备注
防治措施 实施后	井场	1140	2.15	通过加权平均法计算得项目区 平均侵蚀模数=1127t/(km ² ·a)
	集气站	1020	0.69	
	水处理站	1020	2.28	
	输气和输水管线	1130	86.88	
	道路工程	1160	3.20	
	输电线路	1080	0.81	

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 (t/(km ² ·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
井场	2.15	8696	20550	1140	186.96	441.83	24.51
集气站	0.69	8917	23250	1020	61.53	160.43	7.04
水处理站	2.28	4500	11250	1020	102.60	256.50	23.26
输气和输水管线	86.88	8770	22750	1130	7619.38	19765.20	981.74
道路工程	3.20	8742	16850	1160	279.74	539.20	37.12
输电线路	0.81	8500	17000	1080	68.85	137.70	8.75
合计	96.01				8319.06	21300.86	1082.42

项目区原地貌水土流失量为 8319.06t/a，扰动后水土流失量为 21300.86t/a，实施措施后水土流失量为 1082.42t/a。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 12981.80t；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 7236.64t。

5 水土流失防治效果监测结果

5.1 项目区的面积统计结果

依据中华人民共和国国家标准《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774—2008）文件，根据实际监测结果可知：本项目建设区实际占地面积为 96.01hm²，扰动土地面积为 96.01hm²，扰动土地整治面积为 95.25hm²；水土流失面积为 89.56hm²，治理水土流失面积为 88.80hm²；建筑、道路、场地硬化面积为 6.45hm²，可绿化面积为 25.73hm²，植物措施面积为 24.97hm²。详细情况见表 5-1。

表 5-1 各项目区面积统计表 单位：hm²

防治分区	占地面积	扰动面积	建筑及场地硬化面积	水土流失面积	可绿化面积	水保措施面积		
						工程措施	植物措施	小计
井场	2.15	2.15	1.47	0.68	0.56	0.12	0.55	0.67
集气站	0.69	0.69	0.55	0.14	0.06	0.08	0.06	0.14
水处理站	2.28	2.28	2.08	0.20	--	0.20	--	0.20
输气和输水管线	86.88	86.88	0.01	86.87	23.47	63.40	22.74	86.14
道路工程	3.20	3.20	2.33	0.87	0.84	0.03	0.82	0.85
输电线路	0.81	0.81	0.01	0.80	0.80	--	0.80	0.80
合计	96.01	96.01	6.45	89.56	25.73	63.83	24.97	88.80

5.2 六项指标计算

5.2.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比，即

$$\text{扰动土地整治率}(\%) = \frac{\text{水土保持措施面积} + \text{永久建筑物占地面积}}{\text{建设区扰动地表面积}} \times 100\%$$

在项目建设过程中采用场地调查、巡查的办法，跟踪监测各防治分区土地扰动情况，逐个记录扰动土地面积动态变化过程，最后可得到各防治分区的扰动土地总面积。到建设期末对各防治责任区的土地整治情况进行全面的调查统计，记录整理可算得各区域的土地整治面积。确定了各分区土地整治面积和扰动土地面积之后即可计算扰动土地整治率。根据监测结果，扰动土地整治率见表 5-2。

表 5-2 各监测分区扰动土地整治率计算结果 单位：hm²

监测分区	建设期 扰动面积	建筑物及 硬化面积	水保措施面积		整治 面积	整治率 (%)
			工程措 施面积	植物措 施面积		
井场	2.15	1.47	0.12	0.55	2.14	99.53
集气站	0.69	0.55	0.08	0.06	0.69	99.99
水处理站	2.28	2.08	0.20	--	2.28	99.99
输气和输水管线	86.88	0.01	63.40	22.74	86.15	99.16
道路工程	3.20	2.33	0.03	0.82	3.18	99.38
输电线路	0.81	0.01	--	0.80	0.81	99.99
合计	96.01	6.45	63.83	24.97	95.25	99.21
扰动土地整治率=95.25/96.01×100%=99.21%						

由表中计算可知，建设期本项目的扰动土地整治率为 99.21%，按照方案报告书中的要求，扰动土地整治率达到 95%即为合格标准。因此该项目区扰动土地整治率符合标准要求。

5.2.2 水土流失总治理度

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

$$\text{水土流失总治理度 (\%)} = \frac{\text{水土保持措施面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

根据监测结果，水土流失总治理度的计算见表 5-3。

表 5-3 各监测分区水土流失治理度计算结果 单位: hm^2

监测分区	建设期 扰动面积	建筑物及 硬化面积	水土流 失面积	水保措施面积			治理度 (%)
				工程措 施面积	植物措 施面积	小计	
井场	2.15	1.47	0.68	0.12	0.55	0.67	98.53
集气站	0.69	0.55	0.14	0.08	0.06	0.14	99.99
水处理站	2.28	2.08	0.20	0.20	--	0.20	99.99
输气和输水管线	86.88	0.01	86.87	63.40	22.74	86.14	99.16
道路工程	3.20	2.33	0.87	0.03	0.82	0.85	97.70
输电线路	0.81	0.01	0.80	--	0.80	0.80	99.99
合计	96.01	6.45	89.56	63.83	24.97	88.80	99.15
水土流失总治理度=88.80/89.56×100%=99.15%							

由表中计算可知：该项目区的水土流失总治理度为 99.15%，达到并超过了目标值 95%，符合要求标准。

5.2.3 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指在项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的年平均土壤流失量之比。

根据监测结果，各监测分区土壤流失控制比的计算见表 5-4。

表 5-4 各监测分区土壤流失控制比计算结果

序号	监测分区	建设期 扰动面积	治理后年平均 土壤流失量 ($\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$)	容许土壤流失量 ($\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$)	控制比
1	井场	2.15	1140	1000	0.88
2	集气站	0.69	1020	1000	0.98
3	水处理站	2.28	1020	1000	0.98
4	输气和输水管线	86.88	1130	1000	0.88
5	道路工程	3.20	1160	1000	0.86
6	输电线路	0.81	1080	1000	0.93
加权平均值			1127	1000	0.89

项目区的容许土壤流失量为 $1000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

根据加权平均法，项目区治理后的年平均土壤流失量为 1127t/(km²·a)。

那么项目区的土壤流失控制比为：1000/1127=0.89，该值符合目标值 0.7。

5.2.4 拦渣率

拦渣率是项目区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比。

计算公式：拦渣率（%）=[采取措施后实际拦挡的弃土（石、渣）量/弃土（石、渣）总量]×100%

根据监测结果，本项目阶段性竣工验收实际土石方量总计 37.20 万 m³，其中挖方 18.60 万 m³，填方 18.60 万 m³，挖填平衡，无弃方。经综合分析，拦渣率可以达到 98%，达到目标值 95%，符合要求。

5.2.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率：在项目区内，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

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

根据实际监测结果，项目区林草植被恢复率计算情况见表 5-6。

表 5-6 项目区林草植被恢复率计算结果 单位：hm²

监测分区	建设期扰动面积	林草植被可恢复面积	林草植被已恢复面积	林草植被恢复率 (%)
井场	2.15	0.56	0.55	98.21
集气站	0.69	0.06	0.06	99.99
水处理站	2.28	--	--	--
输气和输水管线	86.88	23.47	22.74	96.89
道路工程	3.20	0.84	0.82	97.62
输电线路	0.81	0.80	0.80	99.99
合计	96.01	25.73	24.97	97.05

由上表计算可知，项目区的林草植被恢复率为 97.05%，按照水土保持方案报告书的要求，林草植被恢复率达到 97%即为合格标准，因此该项目区的林草植被恢复率符合合格标准要求。

5.2.6 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 5-7。

表 5-7 项目区林草覆盖率计算结果 单位：hm²

监测分区	建设期占地面积	林草类植被面积	林草覆盖率 (%)
井场	2.15	0.55	25.58
集气站	0.69	0.06	8.70
水处理站	2.28	--	--
输气和输水管线	86.88	22.74	26.17
道路工程	3.20	0.82	25.63
输电线路	0.81	0.80	98.77
合计	96.01	24.97	26.01

由上表计算可知，项目区林草覆盖率为 26.01%，按照水土保持方案报告书的要求，林草覆盖率达到 25%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。

6 结论

6.1 水土流失动态变化

本项目所在区域属黄土丘陵沟壑区，土壤类型为水力侵蚀。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预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保[2013]188号），项目区属于黄河多沙粗沙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》（GB50434-2008），水土流失防治标准执行建设类项目一级防治标准。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），容许土壤流失量为 1000t/(km²·a)。

通过比较项目区工程建设前后水土流失调查和实测数据，项目区原地貌水土流失量为 8319.06t/a，扰动后水土流失量为 21300.86t/a，实施措施后水土流失量为 1082.42t/a，每年比原地貌减少流失量 7236.64t，比扰动后减少流失量 20218.44t，水土流失强度有明显的下降，具体情况见下表 6-1。

表 6-1 各阶段侵蚀单元水土流失量汇总表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	各阶段年土壤侵蚀量 (t)		
		原地貌	扰动后	实施措施后
井场	2.15	186.96	441.83	24.51
集气站	0.69	61.53	160.43	7.04
水处理站	2.28	102.60	256.50	23.26
输气和输水管线	86.88	7619.38	19765.20	981.74
道路工程	3.20	279.74	539.20	37.12
输电线路	0.81	68.85	137.70	8.75
合计	96.01	8319.06	21300.86	1082.42

6.2 水土保持措施评价

本项目各水土流失防治分区均采取了相应的水土保持防治措施，在施工建设中，尽量避开了雨季施工，挖土用于场地平整，临时堆土及时采取苫盖等临时措施。工程建设能够及时完成各项水土保持工程措施，水土流失量在可控范围，其水土保持工程防治措施总体布局基本合理，水土保持防治效果明显，基本达到了水土保持方案的设计要求，具备正常运行条件，可以交付使用。

防治责任范围内扰动土地整治率 99.21%，水土流失总治理度 99.15%，土壤流失控制比 0.89，拦渣率 98%，林草植被恢复率 97.05%，林草覆盖率 26.01%。水土流失防治标准六项指标全部达标。

表 6-2 水土保持监测结果与防治标准一览表

防治目标 项目	防治标准 (一级)	方案设计值	实测值	备注
扰动土地整治率(%)	95	95	99.21	达标
水土流失总治理度(%)	95	95	99.15	达标
土壤流失控制比	0.8	0.7	0.89	达标
拦渣率(%)	95	95	98	达标
林草植被恢复率(%)	97	97	97.05	达标
林草覆盖率(%)	25	25	26.01	达标

6.3 存在问题及建议

开发建设项目水土保持防治措施体系，不仅仅是为环境建设服务，同时也是为主体工程服务，对于改善矿井环境、保障主体工程的安全运行具有重要的作用。中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目阶段性竣工验收水土保持设施基本完善。

在现有水土保持设施基础上，提出以下建议：

(1) 责成专人负责水土保持工作的管理和维护，同时加强项目区各项水土保持设施后期的管护工作。

(2) 后期应对成活率低的植物措施区域加强巡查监督，及时补植或采取其他防护措施进行防治。

(3) 紧密配合水土保持监测单位搞好下一阶段水土保持监测工作，及时掌握后期运行过程中水土流失动态，为水行政主管部门监测提供科学依据。

6.4 综合结论

(1) 项目建设区内各扰动区域已基本按水土保持方案设计要求完成了水土保持防治措施。水土保持工程的结构尺寸和数量基本符合水土保持方案设计要求，可以正常运行，交付使用。

(2) 水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施的实施，使项目建设区内的新增水土流失基本得到治理，原生态环境的水土流失得到了有效补偿。水土保持措施的有效布设，对改善项目区环境质量、恢复土地利用功能等方面都起到了明显的作用。

(3) 项目区内各分区的造林为适宜树种，植被成活率达到 80% 以上。

(4) 经过对水土保持工程措施和植物措施不同点位、不同监测设施、不同时间段的监测成果进行综合分析，中石油煤层气有限责任公司忻州分公司在建设过程中，按水土保持方案的要求基本实施了防治措施体系中的各项水土保持防治措施。该项目水土流失六大防治指

标，总体实现了水土保持方案和设计所要求的水土流失防治目标。水土保持设施整体上具备正常运行条件且可交付使用，水土流失治理效果明显，基本达到水土保持专项验收的条件。

附表 1 中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目

阶段性竣工验收防治责任范围动态监测汇总表

监测单位（盖章）：山西凌拓工程咨询有限公司

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				方案预测	监测结果	增减情况
		小计	项目 建设区	直接 影响区	小计	项目 建设区	直接 影响区	小计	项目 建设区	直接 影响区				
1	井场	5.52	4.98	0.54	2.48	2.15	0.33	0.33	-3.04	-2.83	-0.21	4.98	2.15	-2.83
2	集气站	8.56	3.96	4.60	0.87	0.69	0.18	0.18	-7.69	-3.27	-4.42	3.96	0.69	-3.27
3	水处理站	4.16	2.34	1.82	2.62	2.28	0.34	0.34	-1.54	-0.06	-1.48	2.34	2.28	-0.06
4	输气和输水管线	399.24	266.16	133.08	130.32	86.88	43.44	43.44	-268.92	-179.28	-89.64	266.16	86.88	-179.28
5	道路工程	144.76	52.36	92.40	9.04	3.20	5.84	5.84	-135.72	-49.16	-86.56	52.36	3.20	-49.16
6	输电线路	2.01	0.81	1.20	2.01	0.81	1.20	1.20	0	0	0	0.81	0.81	0
	合计	564.25	330.61	233.64	147.34	96.01	51.33	51.33	-416.91	-234.60	-182.31	330.61	96.01	-234.60

填表人：马亚峰

负责人：刘江

日期：2018年7月16日

附表 2 中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目

阶段性竣工验收弃土弃渣动态监测汇总表

监测单位（盖章）：山西凌拓工程咨询有限公司



单位：（万 m³）

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	井场	2.20	2.20	--	1.05	1.05	--	-1.15	-1.15	0
2	集气站	8.02	1.62	--	0.29	0.29	--	-7.73	-1.33	0
3	水处理站	1.36	1.36	--	0.78	0.78	--	-0.58	-0.58	0
4	输气和输水管线	46.58	46.58	--	15.21	15.21	--	-31.37	-31.37	0
5	道路工程	22.30	28.70	--	1.24	1.24	--	-21.06	-27.46	0
6	输电线路	0.03	0.03	--	0.03	0.03	--	0	0	0
	合计	80.49	80.49	--	18.60	18.60	--	-61.89	-61.89	0

填表人：马亚军

负责人：刘江

日期：2018年7月16日

附表3 中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区5亿m³/a煤层气开发项目

阶段性竣工验收收水土流失防治措施监测汇总表

监测单位（盖章）山西凌拓工程咨询有限公司

序号	防治分区	防治措施监测结果	单位	方案设计	实际完成
1	井场	工程措施	排水沟	9775	--
			土地平整	1.56	0.55
		植物措施	削坡	7640	3780
			绿化	1.56	0.55
			临时措施	沙袋拦挡	3584
2	集气站	工程措施	编织布遮盖	5160	2350
			排水沟	575	165
		植物措施	浆砌石护坡	1165	370
			场地绿化	0.30	0.06
			临时措施	沙袋拦挡	186
3	水处理站	工程措施	编织布遮盖	810	270
			浆砌石护坡	--	520
		临时措施	截洪沟	1200	--
			沙袋拦挡	124	78
			编织布遮盖	540	480

(续上表)

序号	单位工程	分部工程	单位	方案设计	实际完成
4	输气和 输水管线	工程措施	土地平整	266.16	86.88
			排水沟	1630	--
		植物措施	浆砌石挡墙	39600	4268
			灰土截水墙	8320	1542
			草袋拦挡	13170	2175
			植被恢复	96.24	22.74
		临时措施	编织布遮盖	8000	2620
		工程措施	骨架护坡	7200	--
			排水沟	6200	--
			土地平整	44.71	1.82
植被恢复	20.83		0.82		
临时措施	编织布遮盖	5000	1200		
	工程措施	土地平整	0.80	0.80	
6	输电线路	植物措施	植被恢复	0.80	0.80

填表人: 马亚军

负责人:

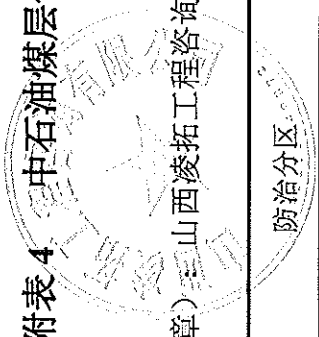
刘江

日期: 2018年7月16日

附表 4 中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区 5 亿 m³/a 煤层气开发项目

阶段性竣工验收收植物措施建设监测表

监测单位 (盖章) 山西凌拓工程咨询有限公司



序号	防治分区	措施		栽植株数	折合面积 (hm ²)
1	井场	乔木	油松	284 株	0.13
			杨树	86 株	
2	集气站	草地	无芒雀麦		0.42
		乔木	杨树	126 株	0.03
3	输气和输水管线	草地	无芒雀麦		22.74
		草地	无芒雀麦		0.82
4	道路工程	草地	无芒雀麦		0.80
5	输电线路	草地	无芒雀麦		24.97
		合计			

填表人: 马亚军

负责人: 刘江

日期: 2018 年 7 月 16 日

附表5 中石油煤层气有限责任公司鄂东煤层气田保德区块南区5亿m³/a煤层气开发项目

阶段性竣工验收收水土流失监测六项指标达标情况表

监测单位（盖章）：山西凌拓工程咨询有限公司

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	扰动土地整治率	扰动土地整治面积	hm ²	95.25	95	99.21	达标
		扰动土地总面积	hm ²	96.01			
2	水土流失总治理度	水土流失治理达标面积	hm ²	88.80	95	99.15	达标
		水土流失总面积	hm ²	89.56			
3	土壤流失控制比	容许土壤流失量	t/km ² ·a	1000	0.7	0.89	达标
		治理后的平均土壤流失强度	t/km ² ·a	1127			
4	拦渣率	实际拦挡的弃土（石、渣）量	万 m ³	--	95	98	达标
		工程弃土（石、渣）总量	万 m ³	--			
5	林草植被恢复率	林草类植被面积	hm ²	24.97	97	97.05	达标
		可恢复林草植被	hm ²	25.73			
6	林草覆盖率	林草类植被面积	hm ²	24.97	25	26.01	达标
		项目建设区面积	hm ²	96.01			

填表人：张延军

负责人：张江

日期：2018年7月16日