

固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组
220 千伏送出工程

水土保持监测总结报告

建设单位：内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局

编制单位：内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司

2019 年 11 月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司

法定代表人：樊 瑛

单位等级：★★ (2星)

证书编号：水保监测(蒙)字第0026号

有效期：自2018年1月1日至2020年12月31日

发证机构：

发证时间：2018年1月1日



固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程

水土保持监测报告

责任页

内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司

批准：樊瑛 总经理 樊瑛

核定：徐小平 高级工程师 徐小平

审查：李 星 高级工程师 李星

校核：李 星 工程师 李星

项目负责人：王国勤 工程师 王国勤

编写：

王国勤 工程师 王国勤

（编写章节：第一章、第二章、第三章、第四章）

牛晓宇 工程师 牛晓宇

（编写章节：第五章、第六章、第七章、附图）

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 建设项目概况	4
1.1.1 项目基本情况	4
1.1.2 项目区概况	5
1.2 水土保持工作情况	6
1.3 监测工作实施情况	9
1.3.1 监测实施方案执行情况	9
1.3.2 监测项目部设置	9
1.3.3 监测点布设	9
1.3.4 监测设施设备	10
1.3.5 监测技术方法	10
1.3.6 监测成果提交情况	14
2 监测内容及方法	17
2.1 扰动土地情况	17
2.2 取料、弃渣	17
2.3 水土保持措施	18
2.4 水土流失情况	20
3 重点对象水土流失动态监测	22
3.1 防治责任范围监测	22
3.1.1 水土流失防治责任范围	22
3.1.2 背景值监测	25
3.1.3 建设期扰动土地面积	25

3.2 取料监测结果	26
3.3 弃渣监测结果	26
3.4 土石方流向情况监测结果	26
3.5 其他重点部位监测结果	26
4 水土流失防治措施监测结果	27
4.1 工程措施监测结果	27
4.1.1 方案确定的水土保持工程措施	27
4.1.2 水土保持工程措施完成及实施进度情况	27
4.2 植物措施监测结果	29
4.2.1 方案确定的水土保持植物措施	29
4.2.2 水土保持工程措施完成及实施进度情况	30
4.3 临时防护措施监测结果	31
4.3.1 方案确定的水土保持临时措施	31
4.3.2 水土保持临时措施完成及实施进度情况	32
4.4 水土保持措施防治效果	32
4.4.1 工程及临时措施防治效果	32
4.4.2 植物措施防治效果	33
5 土壤流失情况监测	34
5.1 水土流失面积	34
5.1.1 施工期水土流失面积	34
5.1.1 措施实施后水土流失面积	34
5.2 土壤流失量	35
5.2.1 原地貌侵蚀模数	35
5.2.2 扰动后侵蚀模数	37

5.2.3 土壤流失量计算方法	40
5.2.4 各阶段土壤流失量	40
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	44
5.4 水土流失危害	44
6 水土流失防治效果监测结果	45
6.1 扰动土地整治率	45
6.2 水土流失总治理度	45
6.3 拦渣率与弃渣利用率	46
6.4 土壤流失控制比	46
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率	47
7 监测结论	49
7.1 水土流失动态变化	49
7.2 水土保持措施评价	49
7.3 存在的问题与建议	50
7.4 综合结论	50
8 附图及有关资料	51
8.1 附图	51
8.2 有关资料	51

前 言

固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程位于包头市固阳县境内，本工程为新建建设类项目，建设规模：扩建春坤山 500kV 变电站 2 个 220kV 出线间隔，新建固阳金山园区热电厂至春坤山变电站 220kV 双回输电线路，线路全长 2×8.1km，架设铁塔 25 基，架设钢管杆 5 基，全线共转角 13 次，开辟施工便道 3.4km。

本工程于 2018 年 7 月 20 日动工，2019 年 8 月 20 日全部建成，总工期 14 个月。本工程总占地 3.04hm²，其中永久占地 0.43hm²、临时占地 2.61hm²，占地类型全部为草地和耕地。本工程建设共动用土石方总量 13440m³，其中挖方量 6720m³，填方量 6720m³，挖填平衡，无弃方。本工程计划投资 3505 万元，实际完成投资 3216 万元，由内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局投资建设与运营管理。

内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局于 2018 年 7 月委托内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司承担“固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程”水土保持监测工作。2018 年 11 月 3 日，双方正式签订了《水土保持监测合同》。根据实际情况编制了《监测实施方案》，实行项目负责人负责制，加强监督管理尤其是监测资料的整理、检查和核定。

按照合同约定，监测组成立了项目监测组及时开展项目水土保持监测工作，监测组依据《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出及固阳县金山工业园区热电厂至新恒丰电解铝开关站 220 千伏输电工程水土保持方案报告书》中各项工程的布局与监测初步方案，对固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程施工过程中的各项水土流失防治责任范围进行了实地调查、监测组人员布设完成了定点观测设施，及时组织专业技术人员对工程各

水土流失防治责任分区生态环境、水土流失及项目区各项水土保持现状进行了实地勘查和资料收集。根据监测工作需要和工程实际情况，在水土流失重点区域布设风水蚀监测点 4 处，进行水土流失量动态监测。同时开展了水土流失防治责任范围动态变化监测、扰动地表面积动态变化监测、水土保持工程措施完成情况监测、植物措施实施效果监测等工作。

2019 年 10 月，监测单位对建设期内取得的各项监测数据进行了整编分析，按照《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》要求，着重对开发建设项目水土流失的六项防治指标，水土流失防治措施进行了全面的分析与评价，在此基础上，编制完成了《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持监测总结报告》为项目水土保持设施竣工验收依据。

监测结果表明，固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程建设中造成地表扰动较小，施工区内存在一定的新增水土流失。随着建设工程的逐步开展，建设单位依据《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出及固阳县金山工业园区热电厂至新恒丰电解铝开关站 220 千伏输电工程水土保持方案报告书》，开展了相应的水土保持工作，采取了有效的管理措施、工程措施、临时措施和植物措施，使水土流失得到控制；工程建设中的水土保持管理措施较为完善，水土流失基本控制在工程施工区内；试运行期，固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程的水土保持设施正逐步发挥相应的水土保持效益，各项水土保持防治目标逐渐达到了原水土保持方案设计要求。

开发建设项目水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标											
项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程									
建设规模		220kV	建设单位、联系人		内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局、张瑞鹏						
			建设地点		包头市固阳县						
			所在流域		内陆河流域						
			工程总投资		3216 万元						
			工程总工期		2018 年 7 月 20 日～2019 年 8 月 20 日						
建设项目水土保持工程主要技术指标											
监测单位		内蒙古弘泽水利工程建设监 理有限公司			联系人及电话			牛晓宇/18247172308			
自然地理类型		缓坡丘陵区			防治标准			二级标准			
监测内 容	监测指标		监测方案（设备）		监测指标			监测方法（设施）			
	1.水土流失状况监 测		调查监测		2.防治责任范围监测			GPS 跟踪调查			
	3.水土保持措施情 况监测		定位监测、巡查		4.防治措施效果监测			定位监测、调查监测			
	5.水土流失危害监 测		调查监测		水土流失背景值			调查监测			
方案设计防治责任范围			3.67hm ²		容许土壤流失量			1000t/km ² ·a			
水土保持投资			49.25 万元		水土流失目标值			1429t/km ² ·a			
防治措施			工程措施：表土剥离 0.43hm ² ，表土回覆利用 1060m ³ ，铺设透水砖 0.03hm ² ，土地复垦 1.84hm ² ，修砌截水沟 160m； 植物措施：人工种草 1.13hm ² ； 临时措施：人工拍实 8762m ² 。								
监测结 论	防治 效果	分类指标		目标值	达到值	实际监测数量					
		扰动土地整治率（%）		95	96.71	防治措 施面积	3.02hm ²	永久建 筑物及 硬化面 积	0.02hm ²	扰动土 地总面 积	3.04hm ²
		水土流失治理度（%）		85	96.69	防治责任范围 面积		3.04hm ²	水土流失总面积		3.04hm ²
		土壤流失控制比		0.7	0.7	工程措施面积		1.89hm ²	容许土壤流失量		1000t/km ² ·a
		林草覆盖率（%）		95	96	植物措施面积		1.13hm ²	监测土壤流失情 况		1425t/km ² ·a
		林草植被恢复率（%）		95	97	可恢复林草植 被面积		1.13hm ²	林草类植被面积		1.03hm ²
		拦渣率（%）		20	34	实际拦挡弃土 （石、渣）量		/	总弃土（石、渣） 量		/
	水土保持治理达标评价		水土保持防治措施全部实施，水土流失防治指标均达到方案设计的防治目标。								
	总体结论		建设过程中工程措施与主体工程同步实施，植物措施与主体工程进度相衔接，通过治理使项目区水土流失得到根本控制，有效改善了区域生态环境。								
	主要建 议	1、本工程塔基及施工区约 0.03hm ² 、牵张场约 0.01hm ² 、施工便道约 0.06hm ² 扰动区种草成活率较低，建设单位需于 2020 年雨季适时采取补植补种措施。 2、加强已实施水土保持植物措施后期抚育管理措施，做好植物措施补植补种工作，使其正常发挥防护效益。									

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程位于包头市固阳县境内，固阳县金山工业园区热电厂升压站位固阳县金山工业园区内，站址坐标为东经 110°05′17″，北纬 40°57′41″，春坤山 500kV 变电站位于固阳县金山镇红崖湾村境内，站址中心地理位置坐标为东经 110°09′09″，北纬 40°55′15″。220kV 输电线路起于固阳县金山工业园区热电厂 220kV 升压站，止于春坤山 500kV 变电站，线路全长 2×8.1km，输电线路全线位于固阳县境内。项目区交通发达，附近有 S311 等高等级公路及县道、乡道、乡村道路等低等级公路连通各个乡镇、村落。输电线路施工过程中开辟汽运道路 3.4km，满足施工要求。

固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程为新建建设类项目，建设规模：扩建春坤山 500kV 变电站 2 个 220kV 出线间隔，新建固阳金山园区热电厂至春坤山变电站 220kV 双回输电线路，线路全长 2×8.1km，架设铁塔 25 基，架设钢管杆 5 基，全线共转角 13 次，开辟施工便道 3.4km。工程建设等级为 220kV。

本工程由春坤山 500kV 变电站扩建（扩建区）、输电线路（塔基及塔基施工区、牵张场、施工便道、跨越设施区）组成。详见附图“固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程总平面布置图”。

春坤山 500kV 变电站本期工程扩建 2 回 220kV 进线间隔，分别占用西起第 2、第 4 间隔，向北进出线，总占地面积 0.11hm²，占地 0.11hm²，其中永久建筑物面积为 0.01hm²，硬化地面积为 0.03hm²，其余空地绿化用地。扩建工程利用围墙内预留扩建用地，不新征用地。站区竖向布置一期工程已统一规划，本期

扩建场地考虑与原站区的场地衔接并结合自然地形情况和排水要求,场地排水采用自然散排方式。

220kV 输电线路起于固阳县金山工业园区热电厂 220kV 升压站,止于春坤山 500kV 变电站 220kV 出线间隔,线路全长 $2\times 8.1\text{km}$,架设铁塔 25 基,架设钢管杆 5 基,全线共转角 13 次,开辟施工便道 3.4km,输电线路占地面积 2.93hm^2 。

本工程于 2018 年 7 月 20 日动工,2019 年 8 月 20 日全部建成,总工期 14 个月。本工程总占地 3.04hm^2 ,其中永久占地 0.43hm^2 、临时占地 2.61hm^2 ,占地类型全部为草地和耕地。本工程建设共动用土石方总量 13440m^3 ,其中挖方量 6720m^3 ,填方量 6720m^3 ,挖填平衡,无弃方。本工程计划投资 3505 万元,实际完成投资 3216 万元,由内蒙古电力(集团)有限责任公司包头供电局投资建设与运营管理。

1.1.2 项目区概况

(1) 地形地貌

项目区位于阴山山地北麓,地形平缓,本工程所在地区属缓坡丘陵区,地势东北高西南低,地形整体起伏不大,坡度较小,地面由裸露土壤和旱生类植被组成,项目区海拔在 1400m~1500m 之间。

(2) 河流水系

项目区所在区域地表水文单元属内陆河流域和黄河流域的交接带。由于项目地处半干旱地区,降水量少,蒸发量大,地表水系不发育,周围地表径流稀少。河流多为季节性河流,平时无水或少水,属于干沟,汛期才有洪水汇集,雨季形成洪水且过程较短。项目区周边水系对项目区的建设没有影响。

(3) 气候气象

项目区属中温带半干旱大陆性气候,根据固阳县气象站多年观测资料,项目

区年平均气温 4.5℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 2491℃，多年平均降雨量 285mm，20 年一遇 24 小时雨量 135mm，多年平均蒸发量 2195mm，多年平均风速 3.5m/s，主导风向 WN，最大风速 19.7m/s， $> 5.0\text{m/s}$ 起沙日 47d，最大冻土深度 250cm，无霜期 125d。。

(4) 土壤、植被

项目区土壤类型以栗钙土为主。项目区植被类型为干草原植被，植被覆盖度为 20%左右。

(5) 水土流失防治情况

项目区水土流失类型以水力侵蚀为主的风水复合侵蚀，综合分析确定本项目区侵蚀强度为中度侵蚀，风力侵蚀模数为 $2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。水力侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。依据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区所处区域容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.2 水土保持工作情况

(1) 建设单位水土保持管理

建设单位在主体工程招投标文件中，按水土保持工程技术要求，把水土保持各项工程内容纳入到招投标文件的正式条款中，中标后承包商与业主需签订水土保持责任合同，以合同条款形式明确承包商应承担的防治水土流失的责任范围、义务和奖惩措施。工程建设中外购土石料，在购买合同中要明确料场的水土流失防治责任。

在主体工程施工中，建设单位按照水土保持方案要求实施水土保持措施，保证了水土保持工程效益的充分发挥。

(2) “三同时”制度落实情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，建设单位应坚持

水土保持工程必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则。监测组入场时主体工程已完工，相应的水土保持措施也已完工，建设单位较好地落实了“三同时”制度。

（3）水土保持方案编制与批复情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局于 2018 年 3 月委托内蒙古桂源水保科技开发有限责任公司编制完成了《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出及固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持方案报告书》；2018 年 7 月 30 日，包头市水务局以包水函[2018]44 号文予以批复。主体工程设计及施工过程中没有产生变更。

（4）水土保持监测意见落实情况

内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局于 2018 年 7 月委托内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司承担“固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程”水土保持监测工作。2018 年 11 月，双方正式签订了《水土保持监测合同》。合同签订后，内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司成立了固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持监测组，开展水土保持监测工作。

根据委托要求，内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司组织有关技术人员对工程现场进行了实地调查、踏勘、收集了有关资料，并就实施监测的具体技术问题向有关专家进行了咨询。在上述工作的基础上，于 2018 年 8 月编制了《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持监测实施方案》（以下简称“监测实施方案”）。依据“监测实施方案”，结合工程防治责任范围内水土流失特点及工程施工进度，划分为不同监测时段，布设风蚀、水蚀地面观测

点和临时观测点，采取实地调查、定位监测和场地巡查相结合的监测方法对工程建设区各防治分区进行全面监测。

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。监测工作全部结束后，及时对监测结果进行统计分析，综合评价，在 2019 年 10 月 编制完成了《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持监测总结报告》。

(5) 水土保持监督检查意见落实及重大水土流失危害事件处理情况

在本项目建设过程中，当地水行政主管部门对建设项目多次进行监督检查，指导建设单位水土保持工作。项目建设过程中没有产生重大水土流失危害事件。

(6) 水土保持防治措施实施情况

输变电工程在建设和运行过程中，建设单位比较重视项目区水土保持生态环境的建设，对施工扰动区实施了水土保持防治措施，取得了良好的生态效益。

本输变电工程于 2018 年 7 月 20 日开工建设，项目建设过程中，建设单位积极落实水土保持防治工作，主体工程施工过程中注重对施工扰动区域采取合理的临时防护，有效控制了施工过程中人为扰动地表所造成的水土流失。根据主体工程进展情况及时对已经完工的区域进行治理，恢复扰动区植被，改善区域生态环境，使项目建设区水土流失得到了有效控制。

根据水土保持防治效果监测结果，本工程建设期实际完成水土保持综合治理面积 3.02hm^2 （治理合格总面积 2.92hm^2 ），其中植物措施面积 1.13hm^2 （治理合格面积 1.03hm^2 ），工程措施面积 1.89hm^2 。

实际完成的水土保持措施包括：表土剥离及回覆利用、铺砌透水砖、土地复垦、修砌截水沟、人工种草、表土及回填土临时防护等措施。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

项目监测组于 2018 年 7 月正式进驻项目区开展水土保持监测工作，研究确定了合理的监测技术路线，完成了对项目建设区水土流失现状和工程情况的调查工作，同时依据主体工程的布局、施工设计，对各水土流失防治责任分区进行了实地测量、调查，之后编制完成了《水土保持项目监测实施方案》，明确了监测内容，并制定行之有效的监测方法，严格明确监测技术路线，为监测工作的全面开展奠定了基础。

1.3.2 监测项目部设置

内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电局于 2018 年 7 月委托内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司承担“固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程”水土保持监测工作。2018 年 11 月，双方正式签订了《水土保持监测合同》。监测单位于 2018 年 7 月成立了项目监测组并进入现场，在查看现场后，项目负责人对监测人员进行了技术交底。本项目配备了 3 名监测技术人员，依照水土保持监测技术规程、标准对工程建设区开展水土保持现场监测工作，进行了驻点监测，于 2019 年 10 月底顺利完成各项监测任务

表 1-1 水土保持监测工作组人员配备

监测人员	监测人员配置
	姓名
项目负责人	李星
监测人员	王国勤
	牛晓宇

1.3.3 监测点布设

项目施工过程中水土流失状况进行动态监测，通过调查监测、定位监测相结合与现场巡查的方法对施工过程中水土流失状况、水土保持防治措施及效果进行

监测。监测组于 2018 年 8 月-2019 年 9 月在项目区内布设风水蚀定位监测点 4 处。项目建设区水土流失地面定位监测点布设情况见表 1-2。

表 1-2 定位测点布设情况表

监测区域	监测点位	监测内容	监测方法	监测点处数	监测时段
塔基施工区	施工扰动区空地	风、水蚀强度	测钎法	2	2018.08-2019.09
施工便道	施工便道空地	风、水蚀强度	测钎法	2	2018.08-2019.09

1.3.4 监测设施设备

根据监测内容和方法要求,为本项目配备的水土保持主要监测设备见表 1-3。

表 1-3 监测仪器及土建设施数量表

设备与仪器名称		单位	数量	耗损计费方式
耐用设备	风向风速自计仪	台	1	年折旧率按 20%
	自记雨量计	个	1	
	土壤水分快速测定仪	台	1	
	称重仪器(电子天平、台秤)	台	各 1	
	GPS 定位仪	台	2	
	土壤水土快速测定仪	台	1	
消耗性设备	50m 卷尺	个	3	易耗品、全计
	5m 卷尺	个	3	
	雨量计记录纸	卷	5	
	雨量筒	个	2	
	标志绳	m	400	
	小钢架	个	6	
	测钎	根	240	
	标志牌	个	4	
土建设施	风蚀小区	个	2	
	水蚀小区	个	2	

1.3.5 监测技术方法

监测方法主要采用实地量测、地面观测、资料分析、遥感监测等方法。其中扰动土地情况监测、水土保持措施监测采用实地量测、遥感监测、资料分析的方法,水土流失情况监测采用地面观测、实地量测、遥感监测和资料分析的方法。

(1) 实地量测法

① 对防治责任范围、扰动地表面积、损坏水土保持设施面积采用实地量测,

沿占地红线和扰动边界跟踪作业确定。

③ 对水土流失危害监测涉及的指标主要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。

(2) 地面监测

水蚀观测方法

① 简易观测场法

在汛期选择侵蚀特征明显、地表环境相对稳定的坡面布设插钎小区，然后将直径 0.5~1.0cm、长 50~100cm 的钢钎，(应通过油漆防腐处理)，根据坡面面积分上中下、左中右纵横各 3 排 9 根布设。每次降雨后观测记录钢钎顶部露出坡面的高度，依据每次观测插钎高度变化情况，按以下公式计算侵蚀量。

$$W=\rho(zs/1000)$$

式中：w—土壤侵蚀量，t

ρ —小区土样密度，t/m³

z—土壤侵蚀厚度，mm

s—小区水平投影面积，m²

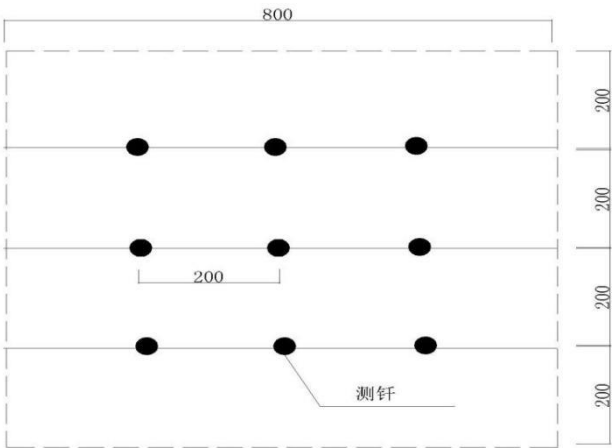


图 1-1 水蚀监测点示意图

风蚀监测

风蚀模数—插钎法

在选定的每个监测点，沿主风方向垂直方向布设 3 行插钎，行间距和插钎间距均为 2.0m，每个小区共布设 16 支插钎。如图 9-1。当风速大于等于起沙风速时，发生风蚀（积）现象，每 15 天量取插钎离地面的高度变化，大风后增测一次。

在每个监测点需配套设置风速风向自记仪，记录每天的地面风速资料，大风出现的时间、频次，整理统计监测年内各级起沙风的历时等。

风蚀模数计算公式如下：

$$M_s = 1000D_s r$$

其中： M_s —风蚀模数， $t/km^2 \cdot a$ ；

D_s —年平均侵蚀厚度， mm/a ；

r —土壤容重， g/cm^3 。

监测记录内容见表 9-3。

表 1-4 风蚀监测现场记录表

监测点位置						编 号	
测钎布设 时 间						统计记录人	
地形特征							
土壤类型							
小区面积							
日 期	记录时间	测钎标高 (mm)	风蚀厚度 (mm)	侵蚀量 (t)	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	风速、风向特征	
月 日							
月 日							
.....							

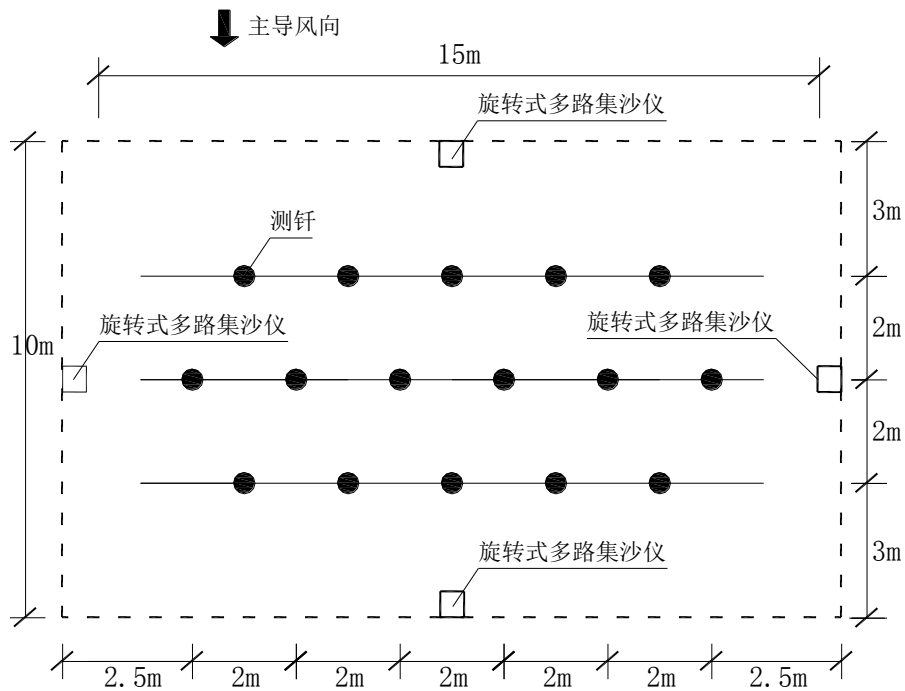


图 1-2 风蚀监测点示意图

(3) 无人机监测

水土保持遥感监测工作应按资料准备、遥感影像选择与预处理、解译标志建立、信息提取、野外验证、分析评价和成果资料管理等程序进行，主要对防治责任范围、扰动地表面积、损坏水土保持面积、沿占地红线和扰动边界跟踪作业确定，土壤流失情况监测。遥感影像空间分辨率应不低于 2.5m，遥感监测流程、质量要求、成果汇总等满足 SL592 要求，点型扰动面积监测精度不小于 95%，线型扰动面积监测精度不小于 90%；土壤流失面积、土壤流失量监测精度不小于 90%；水土保持措施监测精度不小于 95%。

(4) 资料分析

项目区水土流失现状、水土保持现状等指标，通过查阅主体工程设计资料，

收集当地有关资料包括气象、水文、土壤、土地利用等资料，结合工程建设实际和现场调查分析各项指标背景值。

1.3.6 监测成果提交情况

(1) 监测分区

根据项目实际扰动范围、扰动区域地形地貌和扰动类型，以施工扰动地形和扰动类型为主要因子划分监测分区，将监测分区划分输电线路防治区 1 个监测分区。

(2) 监测时段

第一阶段，2018 年 7 月，根据前期踏勘及资料汇总等，编制完成《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持监测实施方案》作为本工程水土保持监测实施过程中重要工作依据。

第二阶段，2018 年 8 月-2019 年 9 月，水土保持监测全面实施阶段，该阶段在监测方案完成后至工程水土保持竣工验收。在实施过程中全面开展水土保持监测工作，对工程进行现状评价，分季度编写水土保持监测季度报告表。季度报告表中包括本年度中各种工程措施、植物措施的效果和工程建设过程中对水土流失情况的影响以及水土保持监测工作开展情况、相关监测数据和建议等。

第三阶段，2019 年 10 月，水土保持监测完成阶段，本阶段为项目完成及各项水土保持措施初步运行阶段，在此阶段将提交《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持监测总结报告》，其中主要对工程施工过程中水土流失情况、水土保持防治措施及效果等动态变化情况做总结，作为项目水土保持设施竣工验收依据之一。

(3) 监测重点时段及重点

根据《水土保持监测技术规程》关于监测重点的规定，结合《水土保持方案

报告书》中设计的监测内容及监测组进驻时间，监测重点为塔基施工区、施工便道等。

（4）监测过程

①项目区植被情况调查阶段

我单位接受委托后及时组成项目监测组进驻项目区。为了掌握项目区自然条件、水土流失现状及水土保持现状等基本情况，项目监测组根据制定的监测实施方案，于2018年7月，采用资料调查和现场勘查相结合的方法，完成了对项目区背景值的调查，为全面分析项目区土壤流失背景，科学合理的开展水土流失防治工作奠定了基础。

②水土流失动态监测阶段

2018年7月至2018年9月，主体工程施工，2019年6月水土保持措施实施完成，此阶段项目各建设区域水土流失强度变化相对较大，故监测重点为施工期水土流失、水土保持植物措施实施及效果监测等。

现场监测技术人员结合项目实际情况，在塔基施工区、施工便道布设了监测点，监测各区域水土流失变化情况。通过监测，取得了此阶段各侵蚀单元土壤侵蚀强度和各阶段水土流失面积，经过资料整编与计算，确定了项目建设期各阶段水土流失量，分析此阶段项目建设区土壤流失动态变化情况。

③水土保持防治效果监测阶段

2019年6月-2019年10月，水土保持监测主要为水土保持工程、植物措施实施及效果监测。

项目建设期水土保持监测工作于2018年10月全面结束，监测单位对建设期内取得的各项监测数据进行了整编分析。按照《水土保持监测技术规程》、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》等规范的要求，着重对本项目施工期水土

流失的六项防治指标进行了全面的分析与评价，形成了本报告书，为项目验收总结提供技术依据。

2 监测内容及方法

2.1 扰动土地情况

(1) 防治责任范围

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占地变化情况。

b、扰动面积：监测内容包括扰动地表（毁坏地表面积、表土剥离面积、改变地表面积）、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植被情况。

(2) 监测频次与方法

实地量测法：对防治责任范围、扰动地表面积、损坏水土保持设施面积采用 RTK 卫星定位系统技术，沿占地红线和扰动边界跟踪作业确定。

项目属于建设类项目，监测组每 1 个月现场调查一次项目区水土流失影响因子，主要包括微地形地貌、气候因子、土壤及植被状况、土地利用状况、水土流失状况等；对主体工程各防治区扰动面积进行实地测量，详细记录各防治区扰动地表面积。扰动土地情况监测频次与方法见表 2-1。

表2-1 扰动土地情况监测频次与方法情况表

监测点位	监测内容	监测方法	监测频率
项目区	防治责任范围	实地调查	每 1 个月监测记录 1 次
	防治面积	实地调查及测量	每 1 个月监测记录 1 次
	土地利用类型及其变化情况	实地调查	监测进场时记录 1 次

2.2 取料、弃渣

弃土弃渣、临时堆土堆放情况及防治措施（拦渣工程、防护工程）监测。监

测内容包括弃土弃渣、临时堆土堆放情况（占地面积、高度、坡长、坡度等）、弃渣防护措施。

对发生的土石方、堆土量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、回填土量、汇总后核对建筑物开挖土方、回填土量，核对土方数量及流向。

本工程土石方在征占地内就地开挖及回填，没有产生垃圾，无需设置弃渣场。

2.3 水土保持措施

（1）水土流失防治措施实施情况

a、工程措施

降水蓄渗工程：主要是变电站扩建区施工结束后开展的透水砖铺砌。监测指标包括降水蓄渗工程分布、规整、面积等。

斜坡防护工程：主要是个别塔基为防止流水冲刷在塔基区周围修砌的的浆砌石截水沟。监测指标包括斜坡防护工程分布、规整、面积等。

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平整等。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分布、面积、种类绿化工程实施时间生长情况、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（草）、草种类型、措施分布、面积。

c、施工期临时防护措施

施工过程中临时防护措施包括临时防护。监测指标主要施工防治措施工程量、拍实量等，通过现场巡查记录分析临时防护措施的防护效果。

(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、为主体工程运行安全的保证作用。计算水土保持防治指标。

b、林草生长状况

监测林草的成活率、保存面积、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。主要监测表土剥离、回覆等工程是否有剥离、回覆厚度未达标等。

d、弃渣保土效果

通过主要监测各项措施的实施效果、计算拦渣率、水土流失控制率等情况。

(3) 监测方法

每 3 个月现场调查一次项目建设区植物措施生长状况，包括造林成活率、种草成活率及有苗面积率、林草植被覆盖率等水土保持措施情况监测频次与方法见表 2-2。

表2-2水土保持措施情况监测频次与方法情况表

监测 点位	监测内容	监测方法	监测频率
项目区	水土保持工程、植物及临时措施	实地调查及测量	每 3 个月监测记录 1 次
	水土工程措施进度	实地调查	每 3 个月监测记录 1 次
	水土保持措施建设情况	实地调查	每 10 天监测记录 1 次
	植物措施生长情况	实地调查及样方测量	每 3 个月监测记录 1 次
	对周边生态环境的影响	实地调查	每 3 个月监测记录 1 次
	六项防治目标	实地调查、样方测量、 设计资料统计计算	2019 年 9 月 1 次

2.4 水土流失情况

水土流失量动态监测涉及项目建设期内所有的施工扰动区域,是水土保持监测重点,通过实地监测获得的数据分析评价项目建设期内的水土流失控制比。监测内容包括土壤流失量、土壤流失强度,即水蚀、风蚀强度及流失量。

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,采用插钎法进行多点位、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。水蚀量和风蚀量监测指标如下:

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。

风蚀监测指标:风蚀区面积变化、风蚀影响因子(土壤抗蚀性、降雨、区域坡度、裸露地块长度、植被覆盖等)、风蚀量、风蚀强度、侵蚀、时段、重点监测风蚀量和风蚀强度。

③水土流失程度变化监测

主要对原地貌水土流失、新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,对黄河泥沙含量的影响。通过对项目区重点地段进行典型调查和周边居民进行访谈调查,获取监测数据。

水土流失危害事件发生后要及时组织技术力量进行现场调查，1 周内完成调查成果取证。水土流失情况监测频次与方法见表 2-3。

表2-3 水土流失情况监测频次与方法情况表

监测 点位	监测内容	监测方法	监测频率
项目区	水土流失面积	实地调查及测量	每 3 个月监测记录 1 次
	土壤流失量	实地调查及资料统计 计算	2018 年 7 月 1 次
	水土流失危害	实地调查	1 周内完成
	水土保持措施建设情况	实地调查	每 10 天监测记录 1 次
	水土流失面积	实地调查及测量	每 3 个月监测记录 1 次
	主体工程建设进度	实地调查	每 3 个月监测记录 1 次
	植物措施生长情况	实地调查及样方测量	每 3 个月监测记录 1 次
	对周边生态环境的影响	实地调查	每 3 个月监测记录 1 次
项目区	六项防治目标	实地调查、样方测量、 设计资料统计计算	2018 年 7 月 1 次

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 方案水土流失防治责任范围

依据包头市水务局批复的《固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出及固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持方案报告书》及批复文件（包水函[2018]44 号文，固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程建设期防治责任范围为 3.67hm²，其中项目建设区 3.19hm²，直接影响 0.48hm²。方案批复的建设期水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 方案批复的建设期水土流失防治责任范围 单位：hm²

工程组成		项目建设区			直接影响区	防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计		
春坤山 500kV 变电站	扩建区	0.11	/	0.11	/	0.11
输电线路	塔基及塔基施工区	0.35	1.29	1.64	0.08	1.72
	牵张场	/	0.27	0.27	0.08	0.35
	跨越设施区	/	0.06	0.06	0.04	0.1
	施工便道	/	1.11	1.11	0.28	1.39
	小计	0.35	2.73	3.08	0.48	3.56
合计		0.46	2.73	3.19	0.48	3.67

(2) 实际发生的防治责任范围

根据对工程现场勘察其实际发生的防治责任范围及对施工场地周边的影响情况，并核查建设单位提供的征占地资料，确定本工程实际发生的防治责任范围面积为 3.04hm²，全部为项目建设区。其中永久占地 0.43hm²、临时占地 2.61hm²。占地类型全部为草地。占用草地详见表 3-2。

表 3-2

实际发生的防治责任范围表

单位: hm^2

工程组成		项目建设区			直接影响区	防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计		
春坤山 500kV 变电站	扩建区	0.11	/	0.11	/	0.11
输电线路	塔基及塔基施工区	0.32	1.17	1.49	/	1.49
	牵张场	/	0.27	0.27	/	0.27
	跨越设施区	/	0.06	0.06	/	0.06
	施工便道	/	1.11	1.11	/	1.11
	小计	0.32	2.61	2.93	/	2.93
合计		0.43	2.61	3.04		3.04

(3) 防治责任范围变化情况与分析

本工程实际发生的防治责任范围与方案设计的防治责任范围相比减少 0.63hm^2 ，其中项目建设区面积减少 0.15hm^2 ，直接影响区减少 0.48hm^2 。实际发生的防治责任范围与方案批复的防治责任范围对比情况详见表 3-3。防治责任范围减少的原因有：

(1) 输电线路

① 塔基及塔基施工区

根据现场调查，主体工程根据线路沿线地形及附近村庄、道路情况，优化输电线路路径布设，实际建设线路路径总长 $2\times 8.1\text{km}$ ，较方案设计的 $2\times 9.3\text{km}$ 减少了 $2\times 1.2\text{km}$ ；实际建设塔基由方案设计的 33 基减少为 30 基，相应占地面积减少 0.15hm^2 ；直接影响区未发生，面积减少 0.08hm^2 ；总体面积减少 0.23hm^2 。

② 牵张场

施工过程中未产生影响区，面积减少 0.08hm^2 。

③ 跨越设施区

施工过程中未产生影响区，面积减少 0.04hm^2 。

④ 施工便道

施工过程中未产生影响区，面积减少 0.28hm^2 。

表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况表

防治分区		设计防治责任范围			实际发生防治责任范围			防治责任范围变化情况			变动原因
		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	小计	
春坤山 500kV 变电站	扩建区	0.11	/	0.11	0.11	/	0.11	0	0	0	
输电线路	塔基及塔基 施工区	1.64	0.08	1.72	1.49	/	1.49	-0.15	-0.08	-0.23	根据现场调查,主体工程根据线路沿线地形及附近村庄、道路情况,优化输电线路路径布置,实际建设线路路径总长 2×8.1km,较方案设计的 2×9.3km 减少了 2×1.2km;实际建设塔基由方案设计的 33 基减少为 30 基,相应占地面积减少 0.15hm ² ;直接影响区未发生,面积减少 0.08hm ² ;总体面积减少 0.23hm ²
	牵张场	0.27	0.08	0.35	0.27	/	0.27	0	-0.08	-0.08	直接影响区未发生,面积减少 0.08hm ²
	塔基及塔基 施工区	0.06	0.04	0.1	0.06	/	0.06	0	-0.04	-0.04	直接影响区未发生,面积减少 0.04hm ²
	施工便道	1.11	0.28	1.39	1.11	/	1.11	0	-0.28	-0.28	直接影响区未发生,面积减少 0.28hm ² ;
	小计	3.08	0.48	3.56	2.93	/	2.93	-0.15	-0.48	-0.63	
合计		3.19	0.48	3.67	3.04	/	3.04	-0.15	-0.48	-0.63	

注:表中“+”号为面积增加,“-”号为面积减少。

3.1.2 背景值监测

选择塔基区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、水土流失类型、平均土壤侵蚀强度。以上监测数据用于与工程建设后期水土流失状况比较。

项目区位于包头市固阳县，原地貌水土流失以水力侵蚀为主的风水复合侵蚀，土壤侵蚀程度为中度，风力侵蚀模数为 $2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。水力侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区容许土壤流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.1.3 建设期扰动土地面积

固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程于 2018 年 7 月 20 日正式开工建设。施工过程中地表扰动面积监测通过实地量测、调查获得。通过调查，2018 年 7 月~2019 年 8 月主体工程处于施工高峰期，此时该工程施工扰动面积达到最大，为 3.04hm^2 ；2019 年 8 月以后，主体工程施工活动全部结束，项目建设区施工扰动主要为水土保持工程施工，植物措施面积 1.15hm^2 。项目建设期内各防治区地表扰动面积动态监测结果见表 3-4。

表 3-4 地表扰动面积动态监测结果

防治分区		扰动原地貌、损坏土地及植被面积 (hm^2)	
		扰动土地面积	损坏土地及植被面积
春坤山 500kV 变电站扩建 输电线路	扩建区	0.11	0.11
	塔基及塔基施工区	1.49	1.49
	牵张场	0.27	0.27
	跨越设施区	0.06	0.06
	施工便道	1.11	1.11
	小计	2.93	2.93
合计		3.04	3.04

3.2 取料监测结果

项目区没有设置取土场。

3.3 弃渣监测结果

项目区没有设置弃渣场。工程建设产生的建筑垃圾、生活垃圾较少，就近运往政府指定的垃圾处理厂付费处理。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据实地测量，本工程土石方总量 13440m³，其中挖方量 6720m³，填方量 6720m³，无弃方。临时运移土方量 6720m³，临时拦挡土方 6450m³，经调查和实地监测，工程在施工过程中合理调运土石方，挖填基本平衡，与方案设计土石方量相一致。土石方情况监测表详见表 3-5。

表 3-5 土石方情况监测表 单位：万 m³

项目		方案设计			监测结果			增减情况		
		挖方	回填	弃方	挖方	回填	弃方	挖方	回填	弃方
春坤山 500kV 变 电站扩建	扩建区	1080	1080	0	1080	1080	0	0	0	0
输电线路	塔基及塔基施 工区	6200	6200	0	5640	5640	0	-560	-560	0
合计		7280	7280	0	6720	6720	0	-560	-560	0

3.5 其他重点部位监测结果

本工程所有重点部位均列入监测范围，故不存在其他重点监测部位。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 方案确定的水土保持工程措施

根据《水土保持方案》，本项目水土保持方案设计的水土保持工程措施及工程量详见表 4-1。

表 4-1 水保方案设计的水土保持工程措施及工程量汇总表

防治分区		防治措施	面积 (hm ²)	土方量 (m ³)	透水砖 (万块)	土地复垦 (hm ²)
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	表土剥离	0.11	220		
		表土回覆利用	0.07	220		
		铺设透水砖	0.03		1.5	
输电线路	塔基及施工区	表土剥离	0.35	920		
		表土回覆利用	0.34	920		
		土地复垦	1.07			1.07
	牵张场	土地复垦	0.18			0.18
	跨越设施	土地复垦	0.04			0.04
	施工便道	土地复垦	0.55			0.55

4.1.2 水土保持工程措施完成及实施进度情况

根据外业调查结果和查阅收集的资料，本工程实际完成的水土保持工程措施主要为表土剥离及回覆、铺砌透水砖、土地复垦、修砌截水沟等措施。水土保持工程措施实施时间为2018年7月-2019年7月，施工单位为包头满都拉电业有限责任公司。

(1) 春坤山500kV变电站扩建

① 扩建区

表土剥离及回覆：施工前对扩建区空地地表土进行了剥离，剥离厚度 20cm，剥离面积 0.11hm²，剥离量 220m³；施工结束后，将全部表土回覆至扩建区空地内，以利于植被恢复，回覆表土共 220m³。

铺砌透水砖：施工结束后对扩建区架构及设备四周实施了铺砌透水砖措施，铺砌透水砖面积 0.03hm^2 ，规格 $20\text{cm}\times 10\text{cm}\times 5\text{cm}$ ，铺砌透水砖 15000 块。

(2) 输电线路

① 塔基及塔基施工区

表土剥离：施工前对杆塔基区进行了表土剥离，剥离面积 0.32hm^2 ，剥离厚度 27cm ，剥离量 840m^3 。

表土回覆：施工结束后对杆塔基施工扰动区进行了表土回覆，回覆面积 0.31hm^2 ，回覆厚度 27cm ，回覆量 840m^3 。

耕地复垦：施工结束后对占用耕地的杆塔基施工扰动区实施了耕地复垦措施 1.07hm^2 ，翻耕厚度 30cm 。

截水沟：施工结束后对 9 号及 14 号塔及施工区四周修砌浆砌石截水沟，截水沟规格：开口宽 60cm ，底宽 40cm ，高 50cm ，厚 30cm 。共修砌截水沟 160m 。

② 牵张场

耕地复垦：施工结束后对占用耕地的施工扰动区实施了耕地复垦措施 0.18hm^2 ，翻耕厚度 30cm 。

③ 跨越设施区

耕地复垦：施工结束后对占用耕地的施工扰动区实施了耕地复垦措施 0.04hm^2 ，翻耕厚度 30cm 。

④ 施工便道

耕地复垦：施工结束后对占用耕地的施工扰动区实施了耕地复垦措施 0.55hm^2 ，翻耕厚度 30cm 。

水土保持工程措施完成情况见表4-2。

4 水土流失防治措施监测结果

表 4-2 水土保持工程措施实际完成情况统计表

防治分区		措施	单位	合计	实施时间	施工单位
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	表土剥离	hm ²	0.11	2018 年 7 月	包头满都拉电业有限责任公司
		表土回覆	m ³	220	2018 年 10 月	
		铺砌透水砖	hm ²	0.03	2018 年 10 月	
输电线路	塔基及施工区	表土剥离	hm ²	0.32	2018 年 7 月	
		表土回覆	m ³	840	2018 年 11 月	
		土地复垦	hm ²	1.07	2019 年 6 月	
		截水沟	m	160	2019 年 6 月	
	牵张场	土地复垦	hm ²	0.18	2019 年 6 月	
	跨越设施区	土地复垦	hm ²	0.04	2019 年 6 月	
	施工便道	土地复垦	hm ²	0.55	2019 年 6 月	
合计		表土剥离	hm ²	0.43		
		表土回覆	m ³	1060		
		铺砌透水砖	hm ²	0.03		
		截水沟	m	160		
		土地复垦	hm ²	1.84		

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 方案确定的水土保持植物措施

根据《水土保持方案》，本项目水土保持方案设计的水土保持植物措施及工程量详见表 4-3。

表 4-3 方案设计水土保持植物措施工程量汇总表

防治分区		防治措施	面积 (hm²)	草树种	单位	工程量
春坤山 500kV 变电站	扩建区	人工种草	0.07	披碱草	kg	2.80
				羊草	kg	1.40
固阳金山电厂至春坤山 220kV 输电线路	塔基及塔基施工区	人工种草	0.56	披碱草	kg	22.40
				羊草	kg	11.20
	牵张场	人工种草	0.09	披碱草	kg	3.60
				羊草	kg	1.80
	跨越设施	人工种草	0.02	披碱草	kg	0.80
				羊草	kg	0.40
	施工便道	人工种草	0.56	披碱草	kg	22.40
				羊草	kg	11.20
合计			1.30			

内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司

4.2.2 水土保持植物措施完成及实施进度情况

根据外业调查结果和查阅收集的资料，本工程实际完成植物措施面积 1.13hm^2 ，合格面积 1.03hm^2 ，植物措施实施时间 2019 年 6 月，施工单位为包头满都拉电业有限责任公司。

(1) 春坤山 500kV 变电站扩建

① 扩建区

人工种草：扩建区空地共完成人工种草面积 0.07hm^2 ，草种为披碱草、羊草，1: 1 混播，披碱草 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共撒播披碱草 3kg、紫花苜蓿 2kg。

(2) 输电线路

① 塔基及塔基施工区

人工种草：施工扰动区空地共完成种草面积 0.39hm^2 ，草种为披碱草、紫花苜蓿，1: 1 混播，披碱草 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共撒播披碱草 16kg、紫花苜蓿 8kg。

② 牵张场

人工种草：施牵张场扰动区共完成种草面积 0.09hm^2 ，草种为披碱草、紫花苜蓿，1: 1 混播，披碱草 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共撒播披碱草 4kg、紫花苜蓿 2kg。

③ 跨越设施区

人工种草：跨越设施区共完成种草面积 0.02hm^2 ，草种为披碱草、紫花苜蓿，1: 1 混播，披碱草 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共撒播披碱草 1kg、紫花苜蓿 1kg。

④ 施工便道

4 水土流失防治措施监测结果

人工种草：施工便道扰动区共完成种草面积 0.56hm²，草种为披碱草、紫花苜蓿，1: 1 混播，披碱草 40kg/hm²、紫花苜蓿 20kg/hm²。共撒播披碱草 22kg、紫花苜蓿 11kg。

植物措施完成数量符合实际情况，详见表 4-4。

表 4-4 实际完成水土保持植物措施及工程量汇总表

防治分区	防护部位	措施名称	完成数量 (hm ²)	合格面积 (hm ²)	主要草种	工程量 (kg)	实施要点	实施时间	施工单位
春坤山 500kV 变 电站扩建	扩建区	人工种草	0.07	0.07	披碱草	3	1: 1 混播	2019.6	包头满都拉电 业有限公 司
					紫花苜蓿	2			
输电线路	塔基及塔基 施工区	人工种草	0.39	0.36	披碱草	16	1: 1 混播	2019.6	
					紫花苜蓿	8			
	牵张场	人工种草	0.09	0.08	披碱草	4	1: 1 混播	2019.6	
					紫花苜蓿	2			
	跨越设施区	人工种草	0.02	0.02	披碱草	1	1: 1 混播	2019.6	
					紫花苜蓿	1			
	施工便道	人工种草	0.56	0.5	披碱草	22	1: 1 混播	2019.6	
					紫花苜蓿	11			
合计		人工种草	1.13	1.03	披碱草	46			
					紫花苜蓿	24			

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 方案确定的水土保持临时措施

根据《水土保持方案》，本项目水土保持方案设计的水土保持临时措施及工程量详见表 4-5。

表 4-5 方案设计水土保持临时防治措施工程量汇总表

防治分区	类型	临时堆土场			密目网苫盖 (m ²)	密目网 (m ²)
		土方量 (m ³)	处数 (处)	面积 (m ²)		
扩建区	表土临时防护	220	1	144	182	182
	回填土临时防护	860	1	441	500	500
固阳金山电厂至春坤山 220kV 输电线路	表土临时防护	920	33	998	1360	1360
	回填土临时防护	5280	132	4752	7520	7520
合计		7280	167	6335	9562	9562

4.3.2 水土保持临时措施完成及实施进度情况

根据外业调查结果和查阅收集的资料,本工程建设期临时防护措施主要为表土拍实措施,施工场地洒水抑尘等,临时措施的实施对减少表土的流失,改善区域生态环境起到了积极作用。施工过程中共完成人工拍实面积 8762m²,实施时间为 2018 年 7 月-2018 年 11 月。

表 4-6 实际完成的临时措施及工程量表

防治分区		措施	土方量 (m³)	人工拍实 (m²)	实施时间	施工单位
春坤山 500kV 变 电站扩建	扩建区	表土临时防护	220	182	2018.7-2018.11	包头满都 拉电业有 限责任公 司
		回填土临时防护	860	500	2018.7-2018.11	
输电线路	塔基及塔基 施工区	表土临时防护	840	1240	2018.7-2018.12	
		回填土临时防护	4800	6840	2018.7-2018.12	
合计			6720	8762		

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 工程及临时措施防治效果

监测结果表明,内蒙古电力(集团)有限责任公司包头供电局及各施工单位,对照批复的水土保持方案报告书,在工程施工中逐步实施了具有水土保持功能的工程。主体工程完工后,积极开展了水土流失防治工作。至目前,主要已实施完成表土剥离1060m³,表土回覆量1060m³,铺设透水砖0.03hm²,修砌截水沟160m,土地复垦1.84hm²,实施临时措施人工拍实面积8762m²。

从现场调查情况看,各项措施基本按水土保持方案设计要求,对表土全部剥离,单独堆放,表土回覆在表层,为恢复植被创造了条件。在易受降雨侵蚀的临时堆土、土质边坡地段,施工期采取人工拍实措施。从现场调查及目前运行情况看,起到了很好的防护作用。

截止2019年9月,扩建区、输电线路各施工区等防治区的水土保持措施效果

良好。

4.4.2 植物措施防治效果

截止2019年10月，本工程实施并计入完成植物措施总面积1.13hm²。完成水土保持植物措施主要包括各区域种草恢复植被。各监测分区完成的种草工程量及面积满足工程建设区实际可绿化面积要求，达到了方案设计标准，草种选择符合当地立地条件，种草有苗面积率达到了80%以上，种草成活率及有苗面积率相对较高，有效改善区域生态环境。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 施工期水土流失面积

本工程于2018年7月施工准备，2018年7月20日正式施工，2019年8月20日主体工程完工。在实施监测过程中，通过对照施工图纸，调查施工场地及施工迹地，查阅季度及年度测量图，以及重点部位利用GPS量测、卫星遥感图像及无人机核查，确定扰动及水土流失面积。至2019年8月底工程建设水土流失总面积为3.04hm²。

5.1.1 措施实施后水土流失面积

至2019年10月，各防治区的水土保持措施基本完成，由建构筑物、硬化场地占用并覆盖的区域已经不再产生水土流失，水土流失面积为2.97hm²。

通过调查监测、统计各工程和植物措施面积，按施工进度，确定2018年~2019年各防治区各年度的扰动土地面积及水土流失面积。详见表5-1。

表 5-1 水土流失面积表

监测分区	扰动区	施工期扰动面积 (hm ²)	自然恢复期水土流失面积 (hm ²)
		2018.7.20- 2019.8.20	(2019.9-2019.10)
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	0.11	0.07
输电线路	塔基及塔基施工区	1.49	1.46
	牵张场	0.27	0.27
	跨越设施区	0.06	0.06
	施工便道	1.11	1.11
	小计	2.93	2.92
合计		3.04	2.97

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌侵蚀模数

原地貌侵蚀模数依据批复的“水土保持方案报告书”(报批稿)、野外调查及原地貌监测小区结果综合分析确定。

监测组于2018年8月~2019年8月，在输电线路沿线附近原地貌上布设了1个风蚀小区，进行了数据监测。项目区原地貌土壤侵蚀模数确定为：风蚀模数 $2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水蚀模数 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，见表5-4。

(1) 风蚀监测

监测组在输电线路塔基附近选择了一处原地貌天然草地进行观测。该草地土壤为栗钙土，下伏沙性土，植被属典型草原植被，植株高度10-20cm，植被盖度20%左右。监测时间2018年10月~2019年5月；监测方法：建立1个 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 的风蚀小区，采用测钎法，进行观测、记录，计算后取得风蚀量平均值。监测结果见表5-2。

(2) 水蚀监测

监测组在输电线路附近选择了一处原地貌自然坡面进行水蚀观测。监测时间2018年8月~2019年9月；监测方法：建立1个 $3\text{m}\times 4\text{m}$ 的简易坡面小区，采用沟槽法、面蚀采用桩钉法，分别进行观测、记录，计算后取得边坡沟蚀量平均值，监测结果见表5-3。

表5-4

原地貌侵蚀模数表

扰动区域	风蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	水蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
背景值监测结果	2500	1000

表 5-2 原地貌风蚀实测表

小区编号	小区位置	小区描述	观测时段（2018.10-2019.5）	平均风蚀厚度（mm）	年均风蚀厚度（mm）	土壤容重（t/m ³ ）	风蚀模数(t/km ² .a)
风蚀小区 1	塔基施工区附近	原地貌天然草地	10~11 月	1.4	1.84	1.4	2580
			3~5 月	1.1			

表 5-3 原地貌水蚀实测表

小区编号	小区位置	小区描述	斜面积（m×m）	坡度（°）	投影面积（m ² ）	侵蚀沟平均宽（cm）	侵蚀沟平均长（cm）	侵蚀沟平均深（cm）	侵蚀沟条数	侵蚀量（m ³ ）	侵蚀年限（年）	土壤容重（t/m ³ ）	沟蚀模数(t/km ² .a)	坡面水蚀模数(t/km ² .a)
水蚀小区	塔基施工区附近	原地貌天然草地	4×3	45	6	2	181	1.8	4	0.0026	1	1.4	611	86 4

5.2.2 扰动后侵蚀模数

本工程于2018年7月开始施工准备，内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司在2018年8月~2019年8月间对本工程实施了水土流失监测，通过建立的观测小区取得了水蚀及风蚀观测数据。根据水蚀及风蚀各自的侵蚀过程特点及侵蚀机理，水蚀强度值采用监测取得的数据确定，风蚀强度在采用水土保持监测数据的基础上，同时参考其它同类工程的水土保持监测资料分析修正。

(1) 风蚀监测

在2018年、2019年春秋风季对塔基及塔基施工区实施了风蚀监测。根据场地条件，选择施工区空地，布设了1处风蚀观测小区，采用测钎法，每次达到起沙风速后，观测一次风蚀（积）数量，并通过观察风力对地表形成的风蚀凹槽观测具体部位的风蚀厚度。

风蚀小区：选择塔基施工区空地，土体结构松散，表土疏松、裸露。在2018年10~11月、2019年3月~5月，根据场地条件，布设1个5m×5m的风蚀观测小区，在观测时间内，地表流失厚度为1.88~2.16mm，经计算风蚀量平均约为5650t/km²·a（土壤容重1.4g/cm³）。

表 5-5 定位监测风水蚀侵蚀模数值

小区编号	小区位置	工程施工扰动情况	观测时段 (2018.10-2019.5)	平均风蚀厚度 (mm)	年均风蚀厚度 (mm)	土壤容重 (t/m ³)	风蚀模数 (t/km ² ·a)
风蚀小区	塔基施工区空地	施工扰动区	10~11月	1.88	4.04	1.4	5650
			3~5月	2.16			

(2) 水蚀监测

在2018年雨季实施了水蚀监测。根据场地条件，选择塔基及塔基施工区堆土边坡布设1处简易坡面小区1。

水蚀小区：塔基及塔基施工区堆土边坡；监测时间：2018年8月~9月；监测方法：建立1个3m×2m的简易坡面小区，采用沟槽法进行观测、记录，计算后取得边坡沟蚀量平均值，坡面侵蚀模数按沟蚀量除以0.7计算取得。

因施工扰动地表类型不同，同时由于施工工艺等造成水土流失程度不同，所以各地表扰动地表类型侵蚀模数各不相同，在详细调查监测各扰动单元、施工区后，根据监测结果，取整数确定各扰动地表侵蚀模数。

（3）施工扰动后侵蚀模数确定

由于施工现场对监测小区选择的场地有限，小区的场地条件也不能完全充分体现施工扰动的各种下垫面情况，因此，在取得监测小区的观测数据后，根据各施工区的施工扰动特点、扰动强度、扰动时间，以及施工形成的下垫面条件，经对工程施工前后侵蚀力和抗侵蚀力的变化等进行综合分析，并对本监测组对本工程现场小区定位监测数据进行综合分析，经修正、调整后取得本工程各施工区扰动后风、水蚀侵蚀模数。确定风、水蚀模数分别为 $5800 \sim 6200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、 $1800 \sim 2250\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。施工扰动后风、水蚀模数值详见表5-7、表5-8。

5 土壤流失情况监测

表5-6 扰动后水蚀实测表

小区 编号	小区 位置	工程施工扰 动情况	斜面积 (m×m)	坡度 (°)	投影面积 (m²)	侵蚀沟平均宽 (cm)	侵蚀沟平均长 (cm)	侵蚀沟平均深 (cm)	侵蚀沟 条数	侵蚀量 (m³)	侵蚀年限 (年)	土壤容重 (t/m³)	沟蚀模数 (t/km².a)	坡面水蚀模数 (t/km².a)
水蚀 小区	塔基 堆土 边坡	施工扰动区	3×2	45	3	2.8	195	2.5	3	0.0041	1	1.4	1911	2730

表 5-7 本工程各扰动地表类型风蚀模数表（2018 年～2019 年）

监测分区	扰动区	背景值(t/km².a)	施工期土壤侵蚀模数(t/km².a)		植被恢复期土壤侵蚀模数(t/km².a)
			2018 年	2019 年	2019 年
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	2500	6100	6100	2300
输电线路	塔基及塔基施工区	2500	6200	6200	2500
	牵张场	2500	5900	5900	2400
	跨越设施区	2500	5800	5800	2350
	施工便道	2500	6000	6000	2500

表 5-8 本工程各扰动地表类型水蚀模数表（2018 年～2019 年）

监测分区	扰动区	背景值(t/km².a)	施工期土壤侵蚀模数(t/km².a)		植被恢复期土壤侵蚀模数(t/km².a)
			2018 年	2019 年	2019 年
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	1000	2150	2150	800
输电线路	塔基及塔基施工区	1000	2250	2250	1000
	牵张场	1000	2000	2000	900
	跨越设施区	1000	1800	1800	850
	施工便道	1000	2100	2100	1000

5.2.3 土壤流失量计算方法

土壤流失量计算采用公式法，水蚀量计算公式：

$$M_s = F \times K_s \quad (\text{式 1})$$

式中： M_s ——水蚀量（t）；

F ——时段水土流失面积（ km^2 ）；

K_s ——水蚀模数（ $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

风蚀量计算公式：

$$M_f = F \times K_f \quad (\text{式 2})$$

式中： M_f ——风蚀量（t）；

F ——时段水土流失面积（ km^2 ）；

K_f ——风蚀模数（ $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

5.2.4 各阶段土壤流失量

（1）各阶段水土流失量计算方法

本工程于2018年7月20日开始施工，2019年8月20日工程竣工。监测单位在2018年8月进驻现场，因此，水土流失强度通过设置定位监测小区、定时观测记录、分析取得、确定。

（2）各阶段水土流失监测结果及分析

① 监测结果

经过水土流失监测和取值计算，2018年至2019年的施工时段内，原地貌水土流失量为112.4t，施工扰动区水土流失量为264.6t；实施植物措施后的2019年，原地貌水土流失量为44.6t，施工扰动区实施水土保持措施后的水土流失量为44.0t。

② 监测结果分析

a、2018年至2019年施工期间水土流失强度分析

根据监测资料，原地貌水蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，风蚀模数为 $2500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。施

工过程中各工程区的水蚀模数为 $1800 \sim 2250\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，风蚀模数为 $5800\text{--}6200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，施工期间的水土流失强度比原地貌有了明显的提高，其中风蚀强度提高了2.5倍，水蚀强度提高了2倍。扰动区与原地貌流失量比较，同一时间段内流失量增加了2.4 倍。

施工期水土流失强度明显提高的原因一是建构筑物基础开挖，使大量疏松土质翻出堆于地表，形成人工开挖和堆垫、堆土边坡，为土壤加速侵蚀创造了条件；二是施工作业，车辆往来、人员和机械频繁扰动，在风力、强降雨作用下造成土壤加速侵蚀。

b、2018~2019 年水土流失量分析

经过对原地貌、施工扰动后及实施防治措施后的土壤流失量监测计算结果比较，同一时间段内、相同面积情况下，施工扰动后土壤流失量比原地貌大幅度增加。2019 年6 月前尚未实施水土保持工程及植物措施，水土流失量是原地貌的2.4倍，2019 年6 月采取措施后，水土流失强度逐年降低，流失量逐年减少，到2019年10月基本达到了原地貌的水平。

因此，施工期开挖、填筑、堆土等活动使土体结构松散，极易引发新增水土流失，是水土流失最严重时期。在施工扰动结束后，水土流失强度有所降低。2019 年6 月陆续实施水土保持植物措施后，水土流失强度明显降低。随着防治措施的进一步实施，并且逐步发挥水土保持效益，土壤流失量逐渐减少，逐步达到防治标准。

计算结果汇总统计见表 5-9、表 5-10、表 5-11。

5 土壤流失情况监测

表 5-9 不同时段土壤侵蚀监测结果汇总表

单位: t

项目	2018 年 7 月~2019 年 8 月	2019 年 6 月~2019 年 10 月	流失量合计
	施工期间	植物措施实施后	
原地貌水土流失量	112.4	44.9	157.2
施工期间总流失量	264.6	44.3	308.9
新增流失量	152.3	-0.6	151.7
扰动区与原地貌水土流失量比	增加约 2.4 倍	低于原地貌	

注: 各年份的侵蚀时段长短不一, 以原地貌、采取植物措施后进行侵蚀量变化对比。

表 5-10 施工期扰动区土壤侵蚀量较原地貌增加量汇总表

单位: t

监测分区	扰动区	2018 年 7 月~2019 年 8 月				较原地貌 增加侵蚀 失量 (t)
		原地貌		施工扰动后		
		水土流失面 积 (hm ²)	侵蚀量 (t)	水土流失面 积 (hm ²)	侵蚀量 (t)	
春坤山 500kV 变 电站扩建	扩建区	0.11	4.1	0.11	9.7	5.5
输电线路	塔基及塔基施工 区	1.49	55.9	1.49	134.3	78.4
	牵张场	0.27	8.8	0.27	20.0	11.2
	跨越设施区	0.06	2.0	0.06	4.3	2.3
	施工便道	1.11	41.6	1.11	96.4	54.8
合计		3.04	112.4	3.04	264.6	152.3

表 5-11 措施实施后土壤侵蚀量较原地貌增加量汇总表

单位: t

监测分区	扰动区	2018 年 7 月~2019 年 8 月				较原地貌 增加侵蚀 失量 (t)
		原地貌		施工扰动后		
		水土流失面 积 (hm ²)	侵蚀量 (t)	水土流失面 积 (hm ²)	侵蚀量 (t)	
春坤山 500kV 变 电站扩建	扩建区	0.07	1.1	0.07	0.9	-0.2
输电线路	塔基及塔基施工 区	1.46	21.9	1.46	21.9	0.0
	牵张场	0.27	4.1	0.27	3.7	-0.3
	跨越设施区	0.06	0.9	0.06	0.8	-0.1
	施工便道	1.11	16.7	1.11	16.7	0.0
合计		2.97	44.6	2.97	44.0	-0.6

分各阶段计算结果见表 5-12、表 5-13、表 5-14、表 5-15。

表 5-12 对应施工期的原地貌土壤侵蚀量监测结果（2018 年-2019 年）

监测分区	扰动区	水土流失面积 (hm ²)	2018 年流失量 (t)		2019 年流失量 (t)		总合计 (t)
			风蚀量	水蚀量	风蚀量	水蚀量	
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	0.11	1.1	0.8	1.7	0.6	4.1
输电线路	塔基及塔基施工区	1.49	14.9	11.2	22.4	7.5	55.9
	牵张场	0.27	2.7	0.7	4.1	1.4	8.8
	跨越设施区	0.06	0.6	0.2	0.9	0.3	2.0
	施工便道	1.11	11.1	8.3	16.7	5.6	41.6
合计		3.04	30.4	21.2	45.6	15.2	112.4

表 5-13 施工期项目区土壤侵蚀量监测结果（2018 年-2019 年）

监测分区	扰动区	水土流失面积 (hm ²)	2018 年流失量 (t)		2019 年流失量 (t)		总合计 (t)
			风蚀量	水蚀量	风蚀量	水蚀量	
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	0.11	2.7	1.8	4.0	1.2	9.7
输电线路	塔基及塔基施工区	1.49	37.0	25.1	55.4	16.8	134.3
	牵张场	0.27	6.4	1.4	9.6	2.7	20.0
	跨越设施区	0.06	1.4	0.3	2.1	0.5	4.3
	施工便道	1.11	26.6	17.5	40.6	11.7	96.4
合计		3.04	74.0	46.0	111.7	32.8	264.6

表 5-14 对应措施后的原地貌土壤侵蚀量监测结果（2019 年）

监测分区	扰动区	水土流失面积 (hm ²)	2019 年流失量 (t)		总合计 (t)
			风蚀量	水蚀量	
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	0.07	0.4	0.7	1.1
输电线路	塔基及塔基施工区	1.46	7.3	14.6	21.9
	牵张场	0.27	1.4	2.7	4.1
	跨越设施区	0.06	0.3	0.6	0.9
	施工便道	1.11	5.6	11.1	16.7
合计		2.97	14.9	29.7	44.6

表 5-15 实施措施后项目区土壤侵蚀量监测结果（2019 年）

监测分区	扰动区	水土流失面积 (hm ²)	2019 年流失量 (t)		总合计 (t)
			风蚀量	水蚀量	
春坤山 500kV 变电站扩建	扩建区	0.07	0.3	0.6	0.9
输电线路	塔基及塔基施工区	1.46	7.3	14.6	21.9
	牵张场	0.27	1.3	2.4	3.7
	跨越设施区	0.06	0.3	0.5	0.8
	施工便道	1.11	5.6	11.1	16.7
合计		2.97	14.8	29.2	44.0

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程没有设置取料、弃渣场，没有产生潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

根据现场调查，项目区存在一定程度的水土流失，但未发生明显的水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

通过本报告书第三、四章关于项目建设过程中实施的工程措施、植物措施等工程量统计和工程质量评价结果,可以进一步对项目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,以总结项目的水土流失防治状况,评定项目防治目标达标情况。具体评价指标包括水土流失总治理度、扰动土地整治率、拦渣率、土壤流失控制比、林草覆盖率和林草植被恢复率共六个评价指标。

6.1 扰动土地整治率

经监测核实,项目区累计施工扰动地表面积 3.04hm^2 ,截止到2019年11月,项目区累计完成扰动土地整治面积 2.94hm^2 。经计算,项目区扰动土地整治率达到了96.71%。各防治区扰动土地面积及扰动土地整治率计算结果详见表6-1。

表 6-1 扰动土地整治情况 单位: hm^2

防治分区		扰动地表面积 (hm^2)	扰动土地整治面积 (hm^2)				扰动土地 治理率 (%)
			植物 措施	工程 措施	永久建筑物 及硬化、固化 面积	小计	
春坤山 500kV 变电站	扩建区	0.11	0.07	0.03	0.01	0.11	100
输电线路	塔基及塔基 施工区	1.49	0.36	1.09	0.01	1.46	97.99
	牵张场	0.27	0.08	0.18	0	0.26	96.30
	跨越设施区	0.06	0.02	0.04	0	0.06	100
	施工便道	1.11	0.5	0.55	0	1.05	94.59
合计		3.04	1.03	1.89	0.02	2.94	96.71

6.2 水土流失总治理度

截止到2019年11月,项目区累计完成水土保持综合治理合格面积 2.92hm^2 ,水土流失总治理度达到了96.69%,各防治区水土流失治理情况见表6-2。

表 6-2

水土流失治理情况表

单位: hm^2

防治分区		扰动土地面积 (hm^2)	永久建筑物 及硬化面积 (hm^2)	水土流 失面积 (hm^2)	水土流失治理面积 (hm^2)			水土流失 总治理度 (%)
					植物措 施	工程措 施	小计	
春坤山 500kV 变 电站	扩建区	0.11	0.01	0.1	0.07	0.03	0.1	100
输电线路	塔基及塔基 施工区	1.49	0.01	1.48	0.36	1.09	1.45	97.97
	牵张场	0.27	0	0.27	0.08	0.18	0.26	96.30
	跨越设施区	0.06	0	0.06	0.02	0.04	0.06	100
	施工便道	1.11	0	1.11	0.5	0.55	1.05	94.59
合计		3.04	0.02	3.02	1.03	1.89	2.92	96.69

6.3 拦渣率与弃渣利用率

工程建设动用土石方总量 13440m^3 ，其中开挖土方量 6720m^3 ，回填土方量 6720m^3 ，无弃方。施工过程中回填土临时堆土边坡采取了人工拍实等临时防护措施。临时运移土方量 6720m^3 ，临时拦挡土方 6450m^3 ，拦渣率达到 96%。

6.4 土壤流失控制比

本工程建设以来，对原地貌和水土保持设施造成严重破坏，使水土流失的面积加大、强度剧增；据监测报告，2018 年 7 月至 2019 年 10 月项目区水土流失总量达 308.9t，新增水土流失量为 151.7t。

根据本工程的治理情况，植物措施全部实施后，工程建设各区域的水土流失将得到有效控制；随着后期植物措施持续发挥治理效果，防治措施实施后的年均土壤流失强度为 $1389\sim 1429\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。依据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区土壤容许量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。经计算，项目建设区土壤流失控制比为 0.7。各防治区土壤流失控制情况见表 6-3。

表 6-3 土壤流失控制比表

防治分区		项目建设区面积 (hm ²)	治理后年均土壤流失量 (t/a)	治理后平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤容许流失量 (t/km ² ·a)	土壤流失控制比
春坤山 500kV 变电站	扩建区	0.11	1.53	1389	1000	0.72
输电线路	塔基及塔基施工区	1.49	21.29	1429	1000	0.7
	牵张场	0.27	3.80	1408	1000	0.71
	跨越设施区	0.06	0.83	1389	1000	0.72
	施工便道	1.11	15.86	1429	1000	0.7
合计		3.04	43.31	1425	1000	0.7

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

项目区累计完成林草植被建设面积 1.13hm²。目前项目区林草覆盖率为 34%以上，林草植被恢复率为 97%。项目区实施的植物措施工程量、林草覆盖率和林草植被恢复率见表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率和林草覆盖率计算表 单位: hm²

防治分区		项目建设区面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	植物措施合格面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
春坤山 500kV 变电站	扩建区	0.11	0.07	0.07	97	64
输电线路	塔基及塔基施工区	1.49	0.39	0.36	97	24
	牵张场	0.27	0.09	0.08	97	30
	跨越设施区	0.06	0.02	0.02	97	33
	施工便道	1.11	0.56	0.5	97	45
合计		3.04	1.13	1.03	97	34

根据上述计算结果可知，项目建设过程中各区域均实施了水土流失综合治理措施，土地整治率达到 96.71%，达到了方案设计的防治目标要求，说明建设单位较为重视施工现场的防护，施工结束后及时对扰动区域进行了整治，扰动土地整治情况合格。项目建设区水土流失综合治理度达到 96.69%，达到方案设计的防治目标。

通过实施水土保持植物措施，各监测分区地表植被得到了明显改善，项目区林草覆盖率为 34%，林草植被恢复率达到 97%，达到了水土保持方案设计要求和治理目标。

通过实施各项水土流失防治措施，项目区水土流失得到根本控制，水土流失强度较低，土壤流失控制比为 0.7，建设期拦渣率达到了 95%以上，均达到了水土保持方案设计的水土流失防治目标。

7 监测结论

7.1 水土流失动态变化

本工程实际发生的防治责任范围与方案设计的防治责任范围相比未发生变化。

工程监测期水土流失总量为 308.9t，原地貌水土流失量为 157.2t，新增水土流失量为 151.7。水土流失在施工期最严重，各监测分区存在不同程度的水土流失，项目区水土流失面积 3.04hm^2 ，流失量 264.6t，水土流失增量为 152.3t。在施工期结束，由于扰动区采取人工种草后，自然恢复期项目水土流失量为 44.3t，水土流失增量基本达到原地貌水平。受施工扰动的影响，各防治区地表植被遭破坏后，土壤抗侵蚀能力降低，在降雨、风力等自然条件及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土壤流失量有所增加。根据建设期内原地貌土壤流失量和施工扰动后土壤流失总量计算结果对比分析，新增土壤流失量 151.7t，水土流失类型以风蚀为主，主要发生在施工便道、塔基施工区。

7.2 水土保持措施评价

为控制项目建设区的水土流失，改善区域生态环境状况，施工结束后，各防治分区实施了水土保持综合治理。截至 2019 年 10 月，本工程建设期实际完成水土保持综合治理面积工程建设期项目区完成水土流失综合治理面积 3.02hm^2 ，其中工程措施完成水土流失综合治理面积 1.87hm^2 ，植物措施完成水土流失综合治理面积 1.15hm^2 （合格面积 1.05hm^2 ）。

工程建设过程中，建设单位注重水土流失防治工作，积极落实了各项水土保持措施，通过治理，项目区水土流失得到了有效的控制，生态环境明显改善，各项治理指标均达到了方案设计防治目标。

7.3 存在的问题与建议

根据监测过程中掌握的情况，监测单位从项目治理的实际出发，总结出几点存在的问题，同时针对问题提出相应的整改建议，供建设单位和其他相关部门参考。具体如下：

（1）塔基及施工区、牵张场、施工便道需要补植补种，需种草面积分别为 0.03hm^2 、 0.01hm^2 、 0.06hm^2 。按 1: 1 的比例混合撒播，草种为披碱草 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿 $25\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共需补播披碱草 4kg 、紫花苜蓿 2.5kg 。

（2）加强工程建设区水土保持植物措施后期抚育管理，做好植物措施的补植补种工作，保证各项水土保持设施正常运行并持续发挥效益。

（3）落实后续治理资金，加强水土保持管理工作。

7.4 综合结论

根据上述项目建设水土保持监测结果，对固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程水土保持工作做出以下几点综合结论：

（1）在水土保持方案实施过程中，建设单位基本按方案要求完成了各项水土保持措施，已完成水土保持措施质量合格，后期抚育管理得当，基本能正常发挥水土保持作用。

（2）通过治理，项目区生态环境逐渐好转：项目区水土流失治理度达到 96.69%，扰动土地整治率达到 96.71%，林草植被恢复率达到 97%，林草覆盖率达到 34%。项目区植被逐渐恢复，水土流失得到有效控制，项目区土壤流失控制比达到 0.7 的目标。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图；
- (2) 监测分区及监测点位布设图；
- (3) 防治责任范围图。

8.2 有关资料

- (1) 照片；
- (2) 监测季度报表。

生产建设项目水土保持监测季度报告表

监测时段：2018 年 7 月 20 日至 2018 年 9 月 30 日

项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程			
建设单位联系人及电话	张瑞鹏 13947215762	总监测工程师 (签字):  年 月 日	生产建设单位(盖章):  年 月 日		
填表人及电话	牛晓宇 18247172308				
主体工程进度		25%			
指标		设计总量	本季度新增	累计	
扰动土地面积 (hm ²)	合计	3.67	0.56	0.56	
	主体工程区	3.67	0.56	0.56	
	...	/	/	/	
取土(石、料)场数量(个)		/	/	/	
弃土(石、渣)场数量(个)		/	/	/	
取土(石、料)情况(万 m ³)		/	/	/	
弃土(石、渣)情况(万 m ³)		/	/	/	
水土保持 工程 进度	工程措施	合计(处、万 m ³ 、hm ²)	9 处/2280/1.87	4 处/2280	4 处/2120
		表土剥离(处、万 m ³)	2 处/1140	2 处/1140	2 处/1060
		表土回覆(处、万 m ³)	2 处/1140	2 处/1140	2 处/1060
		铺设透水砖(处、hm ²)	1 处/1.5	0	0
		土地复垦(处、hm ²)	4 处/1.84	0	0
		修砌截水沟(处、hm ²)	0/0		
	植物措施	合计(处、hm ²)	5 处/1.30	0	0
		种草(处、hm ²)	5 处/1.30	0	0
	临时措施	密目网苫盖(m ²)	9562	0	0
		人工拍实(m ²)		8762	8762
水土 流失 影响 因子	降雨量(mm)		163.5		
	最大 24 小时降雨(mm)		30.3		
	最大风速(m/s)		9.6		
	...		/	/	/
土壤流失量(万 m ³)		土壤流失量	46	46	
		取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量	/	/	
水土流失危害事件		本季度无重大水土流失危害事件发生			
监测工作开展情况		进场现场调查, 完成本季度监测任务			
存在问题与建议		施工现场随意开辟多条施工便道, 要求施工单位规范车辆道路, 禁止随意开辟施工便道			

备注：本表依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》附录 C 制订，有关内容按原规定填写。

生产建设项目水土保持监测季度报告表

监测时段：2018 年 10 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日

项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程			
建设单位联系人及电话	张瑞鹏 13947215762	总监测工程师 (签字):  年 月 日	 生产建设单位 (盖章): 年 月 日		
填表人及电话	牛晓宇 18247172308				
主体工程进度		50%			
指标		设计总量	本季度新增	累计	
扰动土地面积 (hm ²)	合计	3.67	1.15	1.71	
	主体工程区	3.67	1.15	1.71	
	...	/	/	/	
取土 (石、料) 场数量 (个)		/	/	/	
弃土 (石、渣) 场数量 (个)		/	/	/	
取土 (石、料) 情况 (万 m ³)		/	/	/	
弃土 (石、渣) 情况 (万 m ³)		/	/	/	
水土保持工程 进度	工程措施	合计 (处、万 m ³ 、hm ²)	9 处/2280/1.87	1 处/0.03	5 处/2120/0.03
		表土剥离 (处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		表土回覆 (处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		铺设透水砖 (处、hm ²)	1 处/0.03	1 处/0.03	1 处/0.03
		土地复垦 (处、hm ²)	4 处/1.84	0	0
		修砌截水沟 (处、hm ²)	0/0		
	植物措施	合计 (处、hm ²)	5 处/1.30	0	0
		种草 (处、hm ²)	5 处/1.30	0	0
	临时措施	密目网苫盖 (m ²)	9562	0	0
		人工拍实 (m ²)		0	8762
水土流失影响因子	降雨量 (mm)		35.6		
	最大 24 小时降雨 (mm)		12.8		
	最大风速 (m/s)		11.3		
	...		/	/	/
土壤流失量 (万 m ³)		土壤流失量	74.0	120	
		取土 (石、料) 弃土 (石、渣) 潜在土壤流失量	/	/	
水土流失危害事件		本季度无重大水土流失危害事件发生			
监测工作开展情况		进场现场调查, 完成本季度监测任务			
存在问题与建议		加强水土保持措施管护工作			

备注：本表依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》附录 C 制订，有关内容按原规定填写。

生产建设项目水土保持监测季度报告表

监测时段：2019 年 1 月 1 日至 2019 年 3 月 31 日

项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程			
建设单位联系人及电话	张瑞鹏 13947215762	总监测工程师 (签字):  年 月 日	生产建设单位(盖章):  年 月 日		
填表人及电话	牛晓宇 18247172308				
主体工程进度		85%			
指标		设计总量	本季度新增	累计	
扰动土地面积 (hm ²)	合计	3.67	1.09	2.80	
	主体工程区	3.67	1.09	2.80	
	...	/	/	/	
取土(石、料)场数量(个)		/	/	/	
弃土(石、渣)场数量(个)		/	/	/	
取土(石、料)情况(万 m ³)		/	/	/	
弃土(石、渣)情况(万 m ³)		/	/	/	
水土保持 工程 进度	工程措施	合计(处、万 m ³ 、hm ²)	9 处/2280/1.87	0	5 处/2120/0.03
		表土剥离(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		表土回覆(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		铺设透水砖(处、hm ²)	1 处/0.03	0	1 处/0.03
		土地复垦(处、hm ²)	4 处/1.84	0	0
		修砌截水沟(处、hm ²)	0/0		
	植物措施	合计(处、hm ²)	5 处/1.30	0	0
		种草(处、hm ²)	5 处/1.30	0	0
	临时措施	密目网苫盖(m ²)	9562	0	0
		人工拍实(m ²)		0	8762
水土 流失 影响 因子	降雨量(mm)		13.6		
	最大 24 小时降雨(mm)		6.3		
	最大风速(m/s)		12.8		
	...		/	/	/
土壤流失量(万 m ³)		土壤流失量	27.93	147.93	
		取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量	/	/	
水土流失危害事件		本季度无重大水土流失危害事件发生			
监测工作开展情况		进场现场调查, 完成本季度监测任务			
存在问题与建议		加强水土保持措施管护工作; 依据水土保持方案设计要求, 完成水土保持植物措施。			

备注：本表依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》附录 C 制订，有关内容按原规定填写。

生产建设项目水土保持监测季度报告表

监测时段：2019 年 4 月 1 日至 2019 年 6 月 30 日

项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程			
建设单位联系人及电话	张瑞鹏 13947215762	总监测工程师 (签字):  年 月 日	生产建设单位(盖章):  年 月 日		
填表人及电话	牛晓宇 18247172308				
主体工程进度		100%			
指标		设计总量	本季度新增	累计	
扰动土地面积 (hm ²)	合计	3.67	0.24	3.04	
	主体工程区	3.67	0.24	3.04	
	...	/	/	/	
取土(石、料)场数量(个)		/	/	/	
弃土(石、渣)场数量(个)		/	/	/	
取土(石、料)情况(万 m ³)		/	/	/	
弃土(石、渣)情况(万 m ³)		/	/	/	
水土保持 工程 进度	工程措施	合计(处、万 m ³ 、hm ²)	9 处/2280/1.87	6 处/1.86	11 处/2120/1.89
		表土剥离(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		表土回覆(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		铺设透水砖(处、hm ²)	1 处/0.03	0	1 处/0.03
		土地复垦(处、hm ²)	4 处/1.84	4 处/1.84	4 处/1.84
		修砌截水沟(处、hm ²)	0/0	2 处/0.02	2 处/0.02
	植物措施	合计(处、hm ²)	5 处/1.30	5 处/1.13	5 处/1.13
		种草(处、hm ²)	5 处/1.30	5 处/1.13	5 处/1.13
	临时措施	密目网苫盖(m ²)	9562	0	0
		人工拍实(m ²)		0	8762
水土 流失 影响 因子	降雨量(mm)		38.7		
	最大 24 小时降雨(mm)		5.3		
	最大风速(m/s)		11.6		
	...		/	/	/
土壤流失量(万 m ³)		土壤流失量	64.06	211.99	
		取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量	/	/	
水土流失危害事件		本季度无重大水土流失危害事件发生			
监测工作开展情况		进场现场调查, 完成本季度监测任务			
存在问题与建议		加强水土保持措施管护, 做好补植补种工作			

备注：本表依据《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》附录 C 制订, 有关内容按原规定填写。

生产建设项目水土保持监测季度报告表

监测时段：2019 年 7 月 1 日至 2019 年 9 月 31 日

项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程			
建设单位联系人及电话	张瑞鹏 13947215762	总监测工程师 (签字):  年 月 日	生产建设单位(盖章):  年 月 日		
填表人及电话	牛晓宇 18247172308				
主体工程进度		100%			
指标		设计总量	本季度新增	累计	
扰动土地面积 (hm ²)	合计	3.67		3.04	
	主体工程区	3.67		3.04	
	...	/	/	/	
取土(石、料)场数量(个)		/	/	/	
弃土(石、渣)场数量(个)		/	/	/	
取土(石、料)情况(万 m ³)		/	/	/	
弃土(石、渣)情况(万 m ³)		/	/	/	
水土保持 工程 进度	工程措施	合计(处、万 m ³ 、hm ²)	9 处/2280/1.87	0	11 处/2120/1.89
		表土剥离(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		表土回覆(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		铺设透水砖(处、hm ²)	1 处/0.03	0	1 处/0.03
		土地复垦(处、hm ²)	4 处/1.84	0	4 处/1.84
		修砌截水沟(处、hm ²)	0/0	0	2 处/0.02
	植物措施	合计(处、hm ²)	5 处/1.30	0	5 处/1.13
		种草(处、hm ²)	5 处/1.30	0	5 处/1.13
	临时措施	密目网苫盖(m ²)	9562	0	0
		人工拍实(m ²)		0	8762
水土 流失 影响 因子	降雨量(mm)		136.9		
	最大 24 小时降雨(mm)		18.3		
	最大风速(m/s)		8.6		
	...		/	/	/
土壤流失量(万 m ³)		土壤流失量	52.61	264.6	
		取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量	/	/	
水土流失危害事件		本季度无重大水土流失危害事件发生			
监测工作开展情况		进场现场调查, 完成本季度监测任务			
存在问题与建议		加强水土保持措施管护, 做好补植补种工作			

备注：本表依据《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》附录 C 制订, 有关内容按原规定填写。

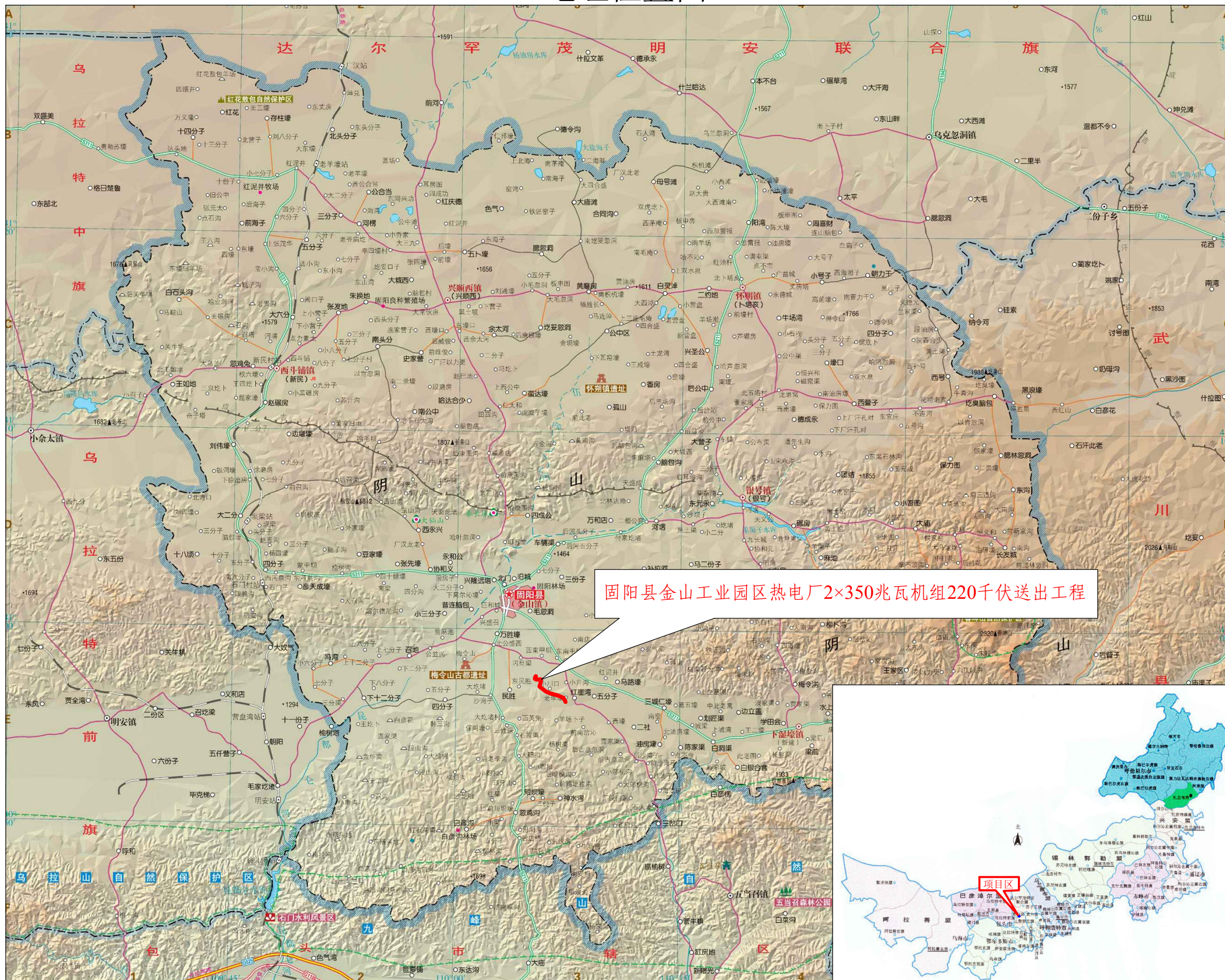
生产建设项目水土保持监测季度报告表

监测时段：2019 年 10 月 1 日至 2019 年 10 月 31 日

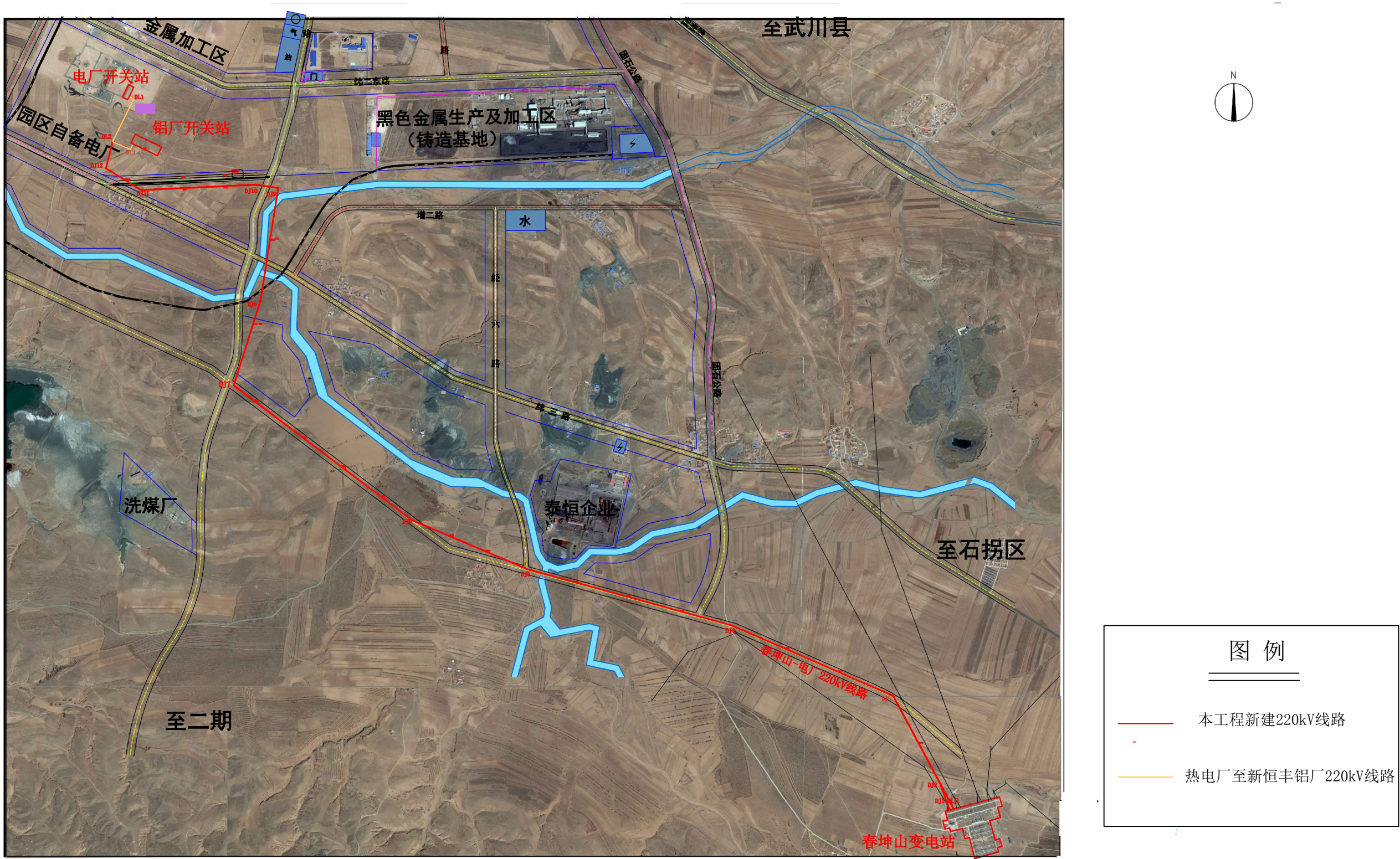
项目名称		固阳县金山工业园区热电厂 2×350 兆瓦机组 220 千伏送出工程			
建设单位联系人及电话	张瑞鹏 13947215762	总监测工程师 (签字):  年 月 日	生产建设单位(盖章):  年 月 日		
填表人及电话	牛晓宇 18247172308				
主体工程进度		100%			
指标		设计总量	本季度新增	累计	
扰动土地面积 (hm ²)	合计	3.67		3.04	
	主体工程区	3.67		3.04	
	...	/	/	/	
取土(石、料)场数量(个)		/	/	/	
弃土(石、渣)场数量(个)		/	/	/	
取土(石、料)情况(万 m ³)		/	/	/	
弃土(石、渣)情况(万 m ³)		/	/	/	
水土保持 工程 进度	工程措施	合计(处、万 m ³ 、hm ²)	9 处/2280/1.87	0	11 处/2120/1.89
		表土剥离(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		表土回覆(处、万 m ³)	2 处/1140	0	2 处/1060
		铺设透水砖(处、hm ²)	1 处/0.03	0	1 处/0.03
		土地复垦(处、hm ²)	4 处/1.84	0	4 处/1.84
		修砌截水沟(处、hm ²)	0	0	2 处/0.02
	植物措施	合计(处、hm ²)	5 处/1.30	0	5 处/1.13
		种草(处、hm ²)	5 处/1.30	0	5 处/1.13
	临时措施	密目网苫盖(m ²)	9562	0	0
		人工拍实(m ²)		0	8762
水土 流失 影响 因子	降雨量(mm)		26.3		
	最大 24 小时降雨(mm)		9.5		
	最大风速(m/s)		10.1		
	...		/	/	/
土壤流失量(万 m ³)		土壤流失量	44.9	309.5	
		取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量	/	/	
水土流失危害事件		本季度无重大水土流失危害事件发生			
监测工作开展情况		进场现场调查, 完成本季度监测任务			
存在问题与建议		加强水土保持措施管护, 做好补植补种工作			

备注：本表依据《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》附录 C 制订, 有关内容按原规定填写。

地理位置图



固阳县金山工业园区热电厂2×350兆瓦机组220千伏送出工程总平面布置图



固阳县金山工业园区热电厂2×350兆瓦机组220千伏送出工程
水土流失防治责任范围图及监测点位布置图



图 例

- 本工程新建220kV线路
- 热电厂至新恒丰铝厂220kV线路
- 监测点位

内蒙古弘泽水利工程建设监理有限公司

核 定	樊斌	固阳县金山工业园区热电厂2×350兆瓦机组220千伏送出工程		竣 工 设计	
审 查	陈永平			水土保持 部分	
校 核	李星	防治责任范围及监测点位布设图			
设 计	王国勃				
制 图	李婉婷	比 例	1:20000	日 期	2019. 11
证书编号	水保监测（蒙）字第0026号	图 号	附图2	单 位	mm

监测工作开展影像资料

1、 卫星影像图片



输电线路塔基（J1~J5 段）开工前原地貌情况（2017.4.30）



输电线路塔基（J1~J5 段）完工后地貌扰动情况（2019.6.2）



输电线路塔基（J6~J8 段）开工前原地貌情况（2017.4.30）



输电线路塔基（J6~J8 段）完工后地貌扰动情况（2019.6.2）



输电线路塔基（J9~J10 段）开工前原地貌情况（2017.4.30）



输电线路塔基（J9~J10 段）完工后地貌扰动情况（2019.6.2）



输电线路塔基（J11~J12 段）开工前原地貌情况（2017.4.30）



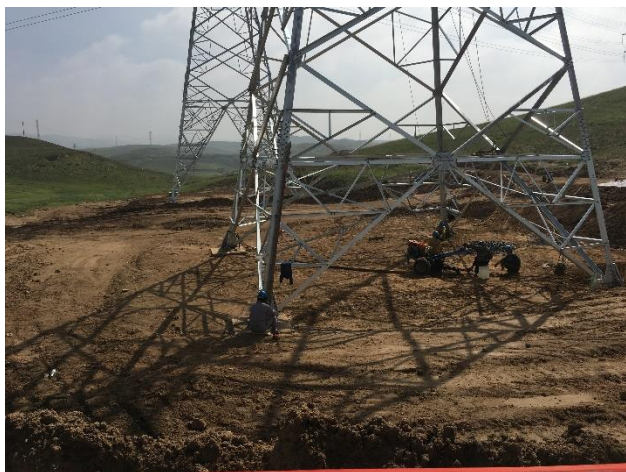
输电线路塔基（J11~J12 段）完工后地貌扰动情况（2019.6.2）

2、现场监测照片

①2018 年施工期间监测照片



2018 年 8 月塔基施工现场



2018 年 8 月塔基施工现场



2018 年 8 月塔基施工现场



2018 年 8 月春坤山变扩建区施工现场

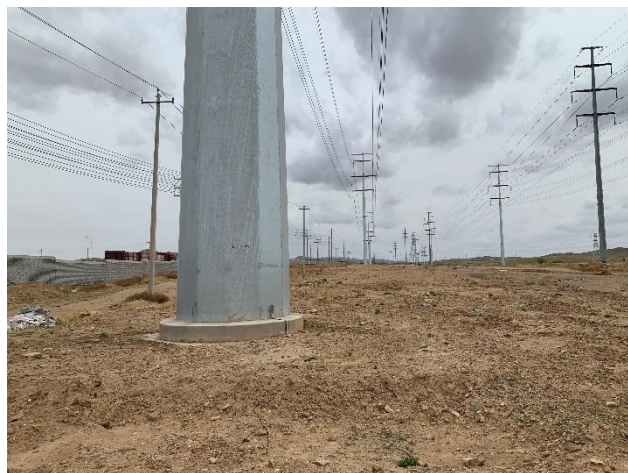


2018 年 9 月线路架线施工现场



2018 年监测点位布置情况

②2019 年施工期间监测照



2019 年 5 月杆基扰动区平整情况



2019 年 5 月杆基扰动区平整情况



2019 年 6 月杆基扰动区人工种草



2019 年 6 月塔基扰动区人工种草



2019 年 6 月塔基扰动区人工种草



2019 年监测点位布设情况

③2019 年措施效果照



塔基区种草效果



杆基区种草效果



杆基区种草效果



塔基区种草效果



塔基区种草效果

植被盖度监测



春坤山扩建区透水砖及种草效果

塔基区四周修砌截水沟效果