

# 中节能洗马林风电场 水土保持监测总结报告

建设单位：中节能张家口风力发电有限公司

编制单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇二一年十二月



## 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： 河北环京工程咨询有限公司

法 定 代 表 人： 赵 兵

单 位 等 级 ★★★★ (4 星)

证 书 编 号： 水保监测(冀)字第 0018 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

单位名称：河北环京工程咨询有限公司

联系人：张伟

邮编：050011

联系电话：0311-85696305

E-mail:huanjingshuibao@126.com

中节能洗马林风电场

水土保持监测总结报告责任页

(河北环京工程咨询有限公司)

批准: 赵 兵 (董事长) 赵兵

核定: 王 富 (工程师) 王富

审查: 张 伟 (工程师) 张伟

校核: 钟晓娟 (工程师) 钟晓娟

项目负责人: 贾志刚 (工程师) 贾志刚

编写: 贾志刚 (工程师) (报告编写、外业调查) 贾志刚

李艳丽 (工程师) (资料收集、外业调查) 李艳丽

# 目 录

前 言 .....	1
1 建设项目及水土保持工作概况 .....	4
1.1 项目概况 .....	4
1.2 水土保持工作概况 .....	12
1.3 监测工作实施情况 .....	13
2 监测内容与方法 .....	17
2.1 扰动土地情况 .....	17
2.2 取土、弃渣情况 .....	17
2.3 水保措施 .....	18
2.4 水土流失情况监测 .....	18
2.5 水土流失因子监测 .....	18
2.6 水土流失六项指标监测 .....	18
3 重点对象水土流失动态监测 .....	20
3.1 防治责任范围监测 .....	20
3.2 取土（料）监测 .....	23
3.3 弃渣监测 .....	23
3.4 土石方流向监测 .....	24
3.5 其他重点部位监测结果 .....	24
4 水土流失防治措施监测结果 .....	25
4.1 工程措施监测结果 .....	25
4.2 植物措施监测结果 .....	28

4.3 临时措施监测结果 .....	30
4.4 水土保持措施对比分析 .....	32
5 土壤流失情况监测 .....	35
5.1 水土流失面积 .....	35
5.2 土壤流失量 .....	35
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量 .....	36
5.4 水土流失危害 .....	36
6 水土流失防治效果监测 .....	37
6.1 防治指标 .....	37
6.6 防治效果分析 .....	38
7 结论 .....	39
7.1 水土流失动态变化 .....	39
7.2 水土保持措施评价 .....	39
7.3 存在问题及建议 .....	39
7.4 综合结论 .....	40
8 附图及有关资料 .....	41
8.1 附图 .....	41
8.2 有关资料 .....	41

## 前 言

开发可再生能源是我国实现可持续发展的重要途径，也是能源战略的重要组成部分。张家口市万全县100MW风电场项目的开发，不仅有利于推动当地经济发展、提高人民生活质量、有助于环境保护、节约能源和改善结构、提高社会效益，还有助于就近向当地负荷供电，提高供电经济性，促进地区经济发展，因此建设风电场具有较大的经济、社会环境效益，其建设是必要的。

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，建设单位委托河北省水利技术试验推广中心编制该项目水土保持方案。接受委托后，方案编制人员通过外业查勘、收集、分析有关资料，针对该项目建设特点和可能造成的水土流失情况，于2016年7月编制完成了《河北省张家口市万全县100MW 风电场项目水土保持方案报告书》。2016年10月19日，获张家口市水务局的批复，批准文号为张行审字【2016】31号。

本工程装机容量为100MW，安装50台单机容量为2000kW的风电机组，工程建成后年上网电量为 $195.24\text{GW}\cdot\text{h}$ 。工程位于张家口市万全区洗马林镇。建设内容主要包括升压站、风机区、集电线路、道路区四个部分。

工程建设单位为中节能张家口风力发电有限公司。本期主体工程实际开工时间为2020年4月开工，2021年10月完工，建设总工期18个月。工程总投资80528.55万元、其中土建投资6894.54万元。

本工程总占地面积 $42.34\text{hm}^2$ ，其中永久占地 $2.94\text{hm}^2$ ，临时占地 $39.4\text{hm}^2$ 。占地类型为灌草地。其中升压站、风机及箱变基础、塔基基础占地为永久占地，吊装场地、塔基施工区、道路为临时占地。本工程建设过程中动用土石方总量为 $68.44\text{万m}^3$ ，其中土石方开挖量为 $35.44\text{万m}^3$ ，土石方回填量为 $33.0\text{万m}^3$ ，余方 $2.44\text{万m}^3$ 。风机区和集电线路剩余土石方就近平铺于，最终达到平衡。

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）和根据河北省水土保持区划分成果。项目区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。确定水土流失防治标准采用一级标准。

2020年7月，河北环京工程咨询有限公司承担本工程水土保持监测工作。2020年7至2021年12月，开展全面监测，在查阅和收集了大量工程建设施工资料，包

括工程征地、临时占地、土石方量、水土保持工程量及建设时间，以及有关证明材料等基础上，监测小组技术人员对监测数据和收集资料进行集中汇总分析，2021年12月编制完成了《水土保持监测总结报告》。

## 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	中节能洗马林风电场													
建设规模	本工程装机容量为 100MW，安装 50 台单机容量为 2000kw 的风电机组，工程建成后年上网电量为 195.24GW · h。				建设单位及联系人	中节能张家口风力发电有限公司								
					建设地点	张家口市万全区洗马林镇								
					所在流域	海河流域永定河水系								
					主体工程总投资	80528.55 万元								
					主体工程总工期	2020 年 4 月~2021 年 10 月								
水土保持监测指标														
监测单位		河北环京工程咨询有限公司				联系人及电话		张伟 031185696305						
自然地理类型		暖温带大陆性季风气候				防治标准		一级标准						
监测内容	监测指标		监测方法（设施）				监测指标							
	1、水土流失状况监测		现场勘测				2、防治责任范围监测							
	3、水土保持措施情况监测		调查监测				4、防治措施效果监测							
	5、水土流失危害监测		调查监测				水土流失背景值							
方案设计防治责任范围		69.07hm <sup>2</sup>				容许土壤流失量		200t/km <sup>2</sup> ·a						
方案水土保持投资		633.51 万元				水土流失目标值		200t/km <sup>2</sup> ·a						
防治措施		升压站：浆砌石排水 100m，纱网遮盖 500m <sup>2</sup> 。 风机区：表土剥离 7.5hm <sup>2</sup> ，覆土平整 18750m <sup>3</sup> ，浆砌石挡墙 200m，种草绿化 12.5hm <sup>2</sup> ，栽植乔木 5000 株，纱网遮盖 9000m <sup>2</sup> 。 集电线路：表土剥离 1.32hm <sup>2</sup> ，覆土平整 3300m <sup>3</sup> ，种草绿化 2.1hm <sup>2</sup> 。 道路区：土地平整 2.44hm <sup>2</sup> ，预制排水沟 2500m，浆砌石排水 3000m，浆砌石挡墙 2000m，铺设管涵 300m，混凝土挡水坎 2800m，土石埂拦挡 1600m，种草绿化 9.39hm <sup>2</sup> ，客土喷播 1.6hm <sup>2</sup> ，栽植乔木 45000 株，纱网遮盖 3000m <sup>2</sup> 。												
监测结论	防治效果	分类分级指标		目标值	达到值	实际监测数量								
		扰动土地整治率		95%	98.6%	防治措施面积	16.74hm <sup>2</sup>	永久面积						
		水土流失总治理度		95%	96.5%	防治责任范围		24.99hm <sup>2</sup>						
		土壤流失控制比		1.0	1.0	工程措施面积		41.73hm <sup>2</sup>						
		拦渣率		95%	95%	植物措施面积		16.74hm <sup>2</sup>						
		林草植被恢复率		97%	97.5%	可恢复植被面积		16.87hm <sup>2</sup>						
		林草覆盖率		25%	38.9%	实际拦挡弃渣量		林草植被面积						
		水土保持治理达标评价		根据项目水土保持监测结果分析，水土流失防治指标达到了水土保持方案设计要求。										
	总体结论		建设单位实施了水土流失防治措施，水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已全部发挥水土保持效益。											
主要建议			运行期后加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。											

## 1 建设项目及水土保持工作概况

### 1.1 项目概况

#### 1.1.1 项目基本情况

##### 1.1.1.1 项目地理位置

中节能洗马林风电场项目位于张家口市万全区洗马林镇，升压站地理位置坐标为 $40^{\circ} 54'40.02''$ 、 $114^{\circ} 26'35.47''$ 。

风电场位于洗马林镇北侧6km，距离县城约23km。项目区有京藏高速、县道X401以及村村通道路与外界联系。全县实现了乡乡通柏油路，对外交通和县内交通都十分便利。



项目区地理位置图

##### 1.1.1.2 工程建设规模

中节能洗马林风电场属于大(2)型风电场，建设规模为100MW，安装50台单机容量2000kW风力发电机，经4回35kV集电线路送至风电场220kV升压站，年上网电量为195.24GW·h。风电场新建220kV升压站一座，主变规划建设1台

100MVA主变，本期建成，220kV出线1回。

工程2020年4月开工建设，2021年10月完工，建设期18个月。

本工程占地总面积为42.34hm<sup>2</sup>，其中永久占地2.94hm<sup>2</sup>，临时占地39.4hm<sup>2</sup>。

占地类型为灌草地。

**项目组成及工程特性表**

序号	类别	项目		主要指标
1	工程概况	项目名称		中节能洗马林风电场
2		项目性质及等级		新建，大（2）型
3		地理位置		河北省张家口市万全区洗马林镇
4		建设单位		中节能张家口风力发电有限公司
5		建设规模		100MW
6		工程总投资		总投资80528.55万元、其中土建投资6894.54万元。
7		工程建设期		2020年4月开工建设，2021年10月完工，建设期18个月。
8		工程占地	总占地	hm <sup>2</sup> 42.34
9			永久占地	hm <sup>2</sup> 2.94
10			临时占地	hm <sup>2</sup> 39.4
11		土石方	总量	万m <sup>3</sup> 68.44
12			开挖	万m <sup>3</sup> 35.44
13			回填	万m <sup>3</sup> 33.0
14			余方	万m <sup>3</sup> 2.44
15	项目组成	升压站		新建升压站位于榆林沟村北侧，占地面积0.99hm <sup>2</sup> 。建设综合楼、35kV配电室、SVG室、一台主变基础、一套无功补偿装置基础、部分设备支架及基础等。
16		风机区		包括50台风电机组、箱式变压器和吊装场地，占地面积14.16hm <sup>2</sup> 。其中风机及箱变基础占地1.66hm <sup>2</sup> ，吊装场地12.5hm <sup>2</sup> 。
17		道路区		进站道路长3700m，宽6m，占地面积2.22hm <sup>2</sup> 。施工检修道路共占地22.77hm <sup>2</sup> 。修检道路长41.4km，宽均为5.5m。
18		集电线路		采用架空方式，共占地2.2hm <sup>2</sup> ，电缆线路长36.1km，建设铁塔147基。

### 1.1.1.3 项目组成

本项目场址位于张家口市万全县西侧的山区中，主要建设内容包括220kV升压站、风机区（包括风机基础及箱变、临时吊装区）、道路区、集电线路等。

建设期施工生产生活区租赁榆林沟村民房。

#### (1) 升压站

根据系统要求，本项目建设一座220kV升压站。升压站站址位于榆林沟村北

侧，坐标为 $40^{\circ} 54'40.02''$ ,  $114^{\circ} 26'35.47''$ 。

升压站紧邻现有乡村道路，站区所处地貌为两山之间的平缓区域，场地地基主要由粉质粘土组成，可以满足升压站建筑物的要求。升压站站址标高为1090m，总占地面积 $0.99\text{hm}^2$ 。

升压站长103m，宽92m，出线向西；布置大体分为南、北两个区域，南区为生活管理区，包括综合楼、生活消防泵房、备品备件库及活动场地。北区为变电区，主要布置有主变压器及室外架构、电控间、SVG功率单元室、无功补偿设备。围墙采用高度为2.6m实体砖围墙，大门采用6m电动伸缩门。

升压站排水系统分为生活污水、站区雨水及事故油池排水等。站区场地排水采用自流散排方式。生活污水排水主要为生活污水经生活排水管道收集后排至一体化综合污水处理设备处理，处理达标后的水自流汇入附近的清水回用水池，经回用水泵升压用于站区的场地用水。事故排油经事故排油管收集后，排入事故油池，分离出来的废油应及时处理，以免污染环境，事故油池出水经隔油池后排入生活排水管道。

## （2）风机区

风机主要建设内容包括风电机组和吊装场地，占地面积 $14.16\text{hm}^2$ 。

### ①风电机组

本工程共安装2000kW风力发电机50台，采用一台风电机配备一台箱式变电站的方式。风电机组基础采用圆形现浇钢筋混凝土扩展基础，基础直径19.5m，基础埋深-3.0m，采用C30混凝土，基础下设100mm厚的C15素混凝土垫层。箱式变电站采用天然地基，基础形式为C30F100钢筋混凝土箱形结构，垫层为100mm厚C15素混凝土，底部尺寸为 $4.85\text{m} \times 3.6\text{m}$ 、基础埋深2.0m。风电机组与箱式变压器总占地面积为 $1.66\text{hm}^2$ 。

### ②吊装场地

每台风机旁靠近施工道路侧布置风机吊装场地，满足大型施工机具对风机进行吊装。因为风机和检修道路主要位于山脊上，所以检修道路主要从吊装场地中间穿过。每个风电机组吊装场地尺寸约为 $2500\text{m}^2$ ，则吊装场地临时占地面积为 $12.5\text{hm}^2$ 。

## （3）集电线路

本工程集电线路全线均为一般山区，海拔高度在1000m~1600m之间。集电线路采用架空线路，将风电场各风机发出的电能汇集并输送至升压站，50台风力发电机组分为4个回路，分别连接13、12、12、13台风机，汇成4回35kV集电线路接入220kV升压站主变的35kV侧。

本线路长度约为36.1km，建设塔基147基。由于该风电场所处位置山体陡峭、高差变化幅度很大，需要较高的杆塔呼高和较大的跨越档距，本工程杆塔选型为角钢塔。架空线路主要沿检修道路走向一侧布置，剩余塔基施工采用人抬方式，不再修建道路。架空线路塔基和施工区占地面积为2.20hm<sup>2</sup>。

#### (4) 道路区

道路包括升压站进站道路和场内施工检修道路，共占地24.99hm<sup>2</sup>。

①升压站进站道路：220kV升压站进站道路由出村道路直接引接，长3700m，混凝土路面，道路宽6m，路面宽5.0m，并预留1.0m宽用地用于绿化以及排水沟修建，转弯半径12m，占地2.22hm<sup>2</sup>。

②场内施工检修道路：场内道路系指风电场场区内，风机之间的连接道路。考虑本项目均为汽车吊装，施工期间道路路面宽度5.0m，路基宽度5.5m。工程场内设置检修道路总长度约41.4km，施工检修道路占地面积22.77hm<sup>2</sup>。

#### 1.1.1.4 占地面积

本工程占地总面积为42.34hm<sup>2</sup>，其中永久占地2.94hm<sup>2</sup>，临时占地39.4hm<sup>2</sup>。

占地类型为灌草地。

工程占地面积统计表

单位：hm<sup>2</sup>

建设项目	占地面积	占地性质		占地类别
		永久占地	临时占地	
升压站	0.99	0.99		0.99
风机区	风机及箱变基础	1.66	1.66	1.66
	吊装场地	12.5		12.5
道路区	进站道路	2.22		2.22
	施工检修道路	22.77		22.77
集电线路	2.2	0.29	1.91	2.2
合计	42.34	2.94	39.4	42.34

### 1.1.1.5 工程土石方

本工程建设过程中动用土石方总量为 68.44 万 m<sup>3</sup>, 其中土石方开挖量为 35.44 万 m<sup>3</sup>, 土石方回填量为 33.0 万 m<sup>3</sup>, 余方 2.44 万 m<sup>3</sup>。风机区和集电线路剩余土石方就近平铺于, 最终达到平衡。

**土石方平衡表**

单位: 万m<sup>3</sup>

建设项目		土石方总量	开挖	回填	余方	去向
升压站		1.0	0.5	0.5		
风机区	风机和箱变基础	4.94	3.52	1.42	2.1	平铺于吊装场地
	吊装场地	17.06	8.53	8.53		
集电线路		2.16	1.25	0.91	0.34	就地平铺
道路区	进站道路	0.72	0.36	0.36		
	施工检修道路	42.56	21.28	21.28		
合计		68.44	35.44	33.0	2.44	

### 1.1.1.6 工程投资及工期

本工程总投资 80528.55 万元, 其中土建投资 6894.54 万元, 由中节能张家口风力发电有限公司投资建设。

风电场工程实际于 2020 年 4 月开工, 2021 年 10 月建成, 建设总工期 18 个月。

### 1.1.1.7 参建单位

**主要参建单位**

投资建设单位	中节能张家口风力发电有限公司
主体工程设计单位	水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院
施工单位	河北康乐建筑工程有限公司、张家口安泰园林景观工程股份有限公司
主体监理单位	北京国轩工程技术有限公司
水保方案编制单位	河北省水利技术试验推广中心

## 1.1.2 项目区自然概况

### 1.1.2.1 地形地貌

风电场场址位于张家口市万全县洗马林镇境内, 地处内蒙古高原南缘, 地貌类型属于中低山, 山势较陡, 中间高, 四周低, 顶部山丘多呈浑圆状, 坡度略缓,

一般在10~25°之间，海拔高度在1000m~1600m之间。地表植被主要为草地，少量为林地，多分布在场地边缘，植被覆盖较好。基岩裸露少，主要分布在边缘，场地覆盖层厚度多小于3.0m。



地形地貌

### 1.1.2.2 土壤植被

项目区土壤以草甸土和栗钙土为主，山体规模厚度巨大，覆盖层薄，山体顶部地段，部分基岩裸露，部分上部存在覆盖层，主要为粉土及块（碎）石，粉土厚度一般多为0.3~1.0m之间，块（碎）石深度一般为0.5~2.0m。

本地区属于欧亚大陆草原区系，半干旱森林草原向干旱草原过渡的生物气候带，地表植被以乔灌木为主。林草覆盖率为80%左右，生长的植被主要有豆豆草、披碱草、沙打旺、无芒雀麦、草木樨、柠条、沙棘、杨树、榆树；主要农作物有莜麦、谷子、马铃薯、豆类等。



土壤植被

### 1.1.2.3 气象

项目区属中温带、半湿润半干旱大陆性季风气候。气候复杂，温差变化大，

春季回温快，夏季少雨，秋季降温迅速，气候凉爽，冬季寒冷。据万全气象站1989~2005年气象资料显示：年均日照2828h，多年平均气温6.9℃，年均积温为2788℃。多年平均降雨量464mm，多年平均大风日数25天，年平均风速为2.4m/s，最大风速20m/s，风电场三个测风塔50m高平均风速为5.8m/s，无霜期116~135天。最大冻土深度180cm。

分项	单位	万全县
多年平均气温	℃	6.9
极端最高气温	℃	38.8
极端最低气温	℃	-27.0
年地面平均温度	℃	11.3
年极端最高地面温度	℃	69.4
年极端最低地面温度	℃	-33.8
年均降水量	mm	464
汛期降水量	mm	123.8
24h 最大日降水量	mm	58.6
年均风速	m/s	2.4
大风日数	d	25
最大冻深	cm	180
无霜期	d	116~135
≥10℃积温	℃	1689.3
年均日照时数	h	2828

#### 1.1.2.4 地质地震

##### (1)工程地质概况

风机位所处山体顶部、脊部、鞍部等地段，地形较为开阔，上部覆盖层较薄，主要为粉土及碎石，下部地层主要为强风化-中等风化白云岩及凝灰岩，局部地段基岩出露。地层岩性描述如下：①粉土：黄褐~灰褐色，稍密，稍湿，土质不均匀。该层位于表层，厚度一般在0.30~1.00m之间。②粉土混碎石：褐~黄褐色，稍密~中密，稍湿~湿，土质不均匀，无光泽，韧性及干强度低~中等，摇振反应中等。本层层厚一般在0.30~1.20m之间。③碎石：杂色，稍密~中密，稍湿，棱角状，见块石，粒径为30~100mm，平均粒径约50mm，填充物为粉土及角砾；厚度一般为0.50~2.00m。④白云岩：浅灰~灰白色，隐晶质结构，块状或厚层状构造，岩层厚度为中厚层~巨厚层，致密；上部为强风化状态，厚度一般为1.50~2.50m。下部为中等风化状态，岩体基本质量等级为IV级。⑤凝灰岩：浅灰色~浅褐色，隐晶质结构，块状或厚层状构造；上部为强风化状态，岩体基本质量等级为V级，厚度一般为1.50~2.50m。下部为中等风化状态，岩体

基本质量等级为IV级。

## (2)区域构造

建设场地在华北地震区的山西地震带内的北部，未来百年有发生7级左右地震的可能。场址区距离全新世活动断裂大于安全距离，属相对稳定地块，适宜风电场建设。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，该区设计基本地震加速度值为0.15g，抗震设防烈度为7度。

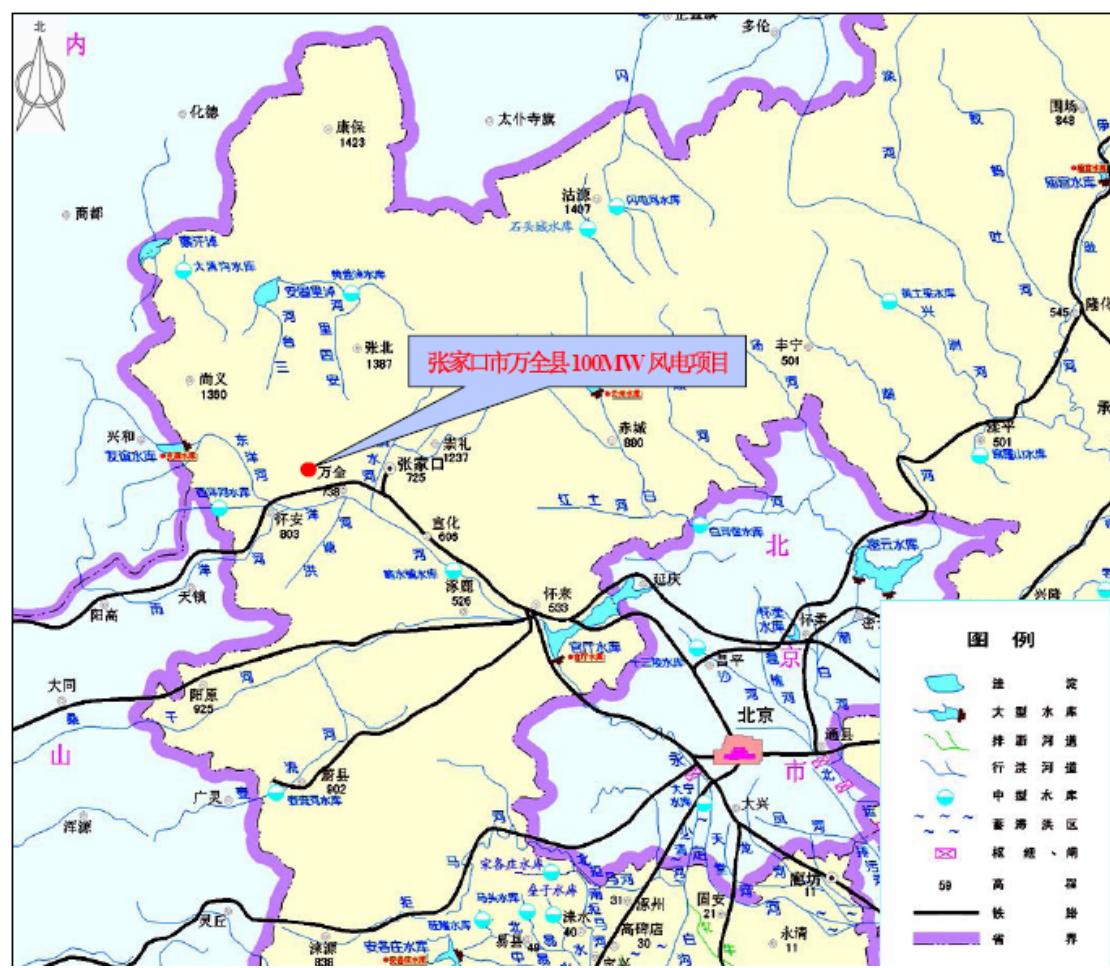
### 1.1.2.5 河流水系

万全县地属海河流域永定河水系，主要河流是县境南部西东流向的洋河（也称大洋河）。大洋河在县境内由东洋河、西洋河、南洋河于岸庄村南汇合成洋河。县境内纵向有五条大沙河，分别是洗马林河、古城河、掉沙河、城东河、城西河，北南流向于洋河。

洋河源头东洋河发源于内蒙古自治区察右镇四顶房昭哈岭之东，向东南流经兴和县，从我县羊窖沟村西峡谷入境，河流总长155km。在万全县境内流径10km后与西洋河、南洋河在岸庄村汇合成洋河。

洗马林河亦名西沙河，源于海拔高程1324m的尚义县大青杨沟。流域面积228.1km<sup>2</sup>，县境流域面积192.4km<sup>2</sup>，河长39.5km，于万全县庙儿沟村入境。古城河北起张北县大东沟，源头高程1645m，河长45.3km，河道流域面积330.795km<sup>2</sup>，其中万全县246.795km<sup>2</sup>，年径流量710万m<sup>3</sup>。掉沙河（刁神河）发源于陈家沟北英武墩，流域面积52.51km<sup>2</sup>，河长22km，源头海拔高程1224m，年径流量133.84万m<sup>3</sup>。城西河古称爱阳河，又称西沙河，此河源于县境水沟台、冯家窖，上游经北新屯、梁家庄两个乡，两条干流在万全城西汇流后称城西河，经宣平堡、孔家庄镇，到义兴堡南入洋河。城东河源于海拔1455m的膳房堡乡正北沟村，流域面积132.95km<sup>2</sup>，河道总长35.1km，平均年径流量320万m<sup>3</sup>。

项目区位于万全县洗马林镇，距离河流较远，项目区及附近无地表水体，项目的建设对河流水系无明显不利因素。



项目区河流水系图

### 1.1.2.6 水土流失及防治现状

#### (1) 项目区水土流失现状

项目区属太行山北部山地丘陵，土壤松散，较易形成水土流失。结合地形、地质、气象资料综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型以轻度风力、水力交错侵蚀，原地貌土壤侵蚀背景值为 $2200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### (2) 项目区容许土壤流失量

项目区北方土石山区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区土壤容许流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

## 1.2 水土保持工作概况

### 1.2.1 水土保持管理

建设单位落实了项目施工准备期、施工期间、试运行期间和竣工验收后水土保持设施的管理维护工作，配备了专职人员，制定了有关的管理规定和处罚办法，

做到责任到人，保证管护到位。

水土保持措施在具体实施中划分为两部分：一是主体设计的水土保持工程，与主体工程同时设计、同时施工、同时管理，纳入到主体工程的招投标中。二是水土保持方案新增的防护措施，在初步设计中也一并纳入到主体工程，在招标、施工、管理时也与主体工程一并进行。本工程在施工过程中，采取了土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程等水土保持措施，水土保持措施基本与主体工程同步实施，基本落实了“三同时”制度。

### 1.2.2 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，建设单位委托河北省水利技术试验推广中心编制该项目水土保持方案。接受委托后，方案编制人员通过外业查勘、收集、分析有关资料，针对该项目建设特点和可能造成的水土流失情况，于2016年7月编制完成了《河北省张家口市万全县100MW 风电场项目水土保持方案报告书》。2016年10月19日，获张家口市水务局的批复，批准文号为张行审字【2016】31号。

### 1.2.3 监督检查意见落实情况

在工程建设过程及实施水土保持措施过程中，水行政主管部门到现场进行了监督检查及指导，建设单位对水行政主管部门的监督检查积极配合，服从指导工作，落实相关建议。

## 1.3 监测工作实施情况

### 1.3.1 监测实施方案执行情况

2020年7月，河北环京工程咨询有限公司承担该项目的水土保持监测工作。工作协议签订后我单位立即组织有关人员组成监测组，并及时现场进行调查监测。根据多次现场调查监测结果结合查阅工程施工记录等工程资料，和建设单位、施工单位及监理单位就水土保持监测情况进行了及时的沟通，听取相关单位及当地水行政部门的意见，认真整理汇总监测资料。

2020年7月—2021年12月，监测技术人员与建设单位、施工单位等共同勘查了施工现场，选取并布设了水土保持监测点，了解建设进度，测量、查勘、水土

流失防治责任范围、水土流失面积、扰动面积，重点调查了水土保持措施实施情况、防治水土流失效果及水土流失事件等。

监测过程中采用以调查、统计分析施工资料为主的监测方法，通过现场的典型调查、普查和访问调查等调查方法，收集了施工过程中水土流失影响因子，水土流失状况、危害，水土保持措施、效益等方面的数据和图片资料，并进行计算和分析。完成2020年第三季度、第四季度、年报和2021年第一季度、第二季度、第三季度、第四季度监测季度报告。

2021年12月，在收集完成工程建设施工资料和监测过程数据，包括工程征地、临时占地、土石方量、水土保持工程量及建设进度，以及有关证明材料等基础上，监测小组技术人员对监测数据和收集资料进行集中汇总分析，最终编制完成了《水土保持监测总结报告》。

### 1.3.2 监测人员设置

本工程监测单位根据项目水土保持方案和建设单位提供的设计施工文件等工程技术资料，组织监测专业技术人员召开该项目专项监测实施研讨会，配备相关监测技术人员，明确了工作分工，为开展监测工作提供了技术、人员和组织保障。本工程设技术负责人1名，监测工程师3名。

**水土保持监测人员分工表**

姓名	职称	任务安排
张伟	工程师	工作协调、技术报告审查
王富	高工	工作协调、技术报告核定
贾志刚	工程师	数据处理、资料整理、技术报告校核
李艳丽	工程师	报告编写、外业调查、图件制作

### 1.3.3 监测点位

项目采用现场调查的方法，水土保持监测点的布设按主体工程水土流失防治分区和实施的水土保持措施类型等项目进行布设。本项目各建设区域共布设各类监测点9处，监测日常以调查为主，监测场地平整、土石方挖填、土地整治、植被建设及各种水土流失等情况。

**水土保持监测点布置表**

序号	位置	数量(个)	选取标准
1	升压站	1	土石方施工, 场地恢复
2	风机区	4	平台、边坡整治恢复
3	集电线路	2	平台、边坡整治恢复
4	道路	2	转弯、道路汇合处、植被恢复

### 1.3.4 监测设备配置

为保证水土保持监测工作的顺利实施、提高监测数据成果的质量，监测单位为监测技术人员配置了专用设备。

**水土保持监测设备一览表**

监测设施及设备	数量
一、常规设备	
手持 GPS	1 台(精度 10m)
50m 皮尺、5m 钢尺	2 套
钢钎	300 根
二、辅助设备及资料	
电脑、数码照相机	2 台
摄像机	1 台
地形图	1 套
降雨资料	邻近气象站采集
三、交通设备	
越野车	一部

### 1.3.5 监测技术方法

本项目2020年7月开始监测工作，监测工作主要采用调查监测、遥感监测和收集相关资料等方法进行扰动地表面积、水土流失防治责任范围、水土保持措施落实情况、水土保持防治效果、有无水土流失危害等方面进行监测。同时在土壤流失量的计算中，通过调查和翻阅现场施工记录、施工过程中的影像资料等，了解各阶段水土流失面积的变化情况，进行土壤流失量的计算。

监测过程中主要采用资料收集、现场勘测、典型调查、访问调查以及图像采集等方法，结合施工过程资料及历史影像资料收集和分析等手段开展监测工作。

(1) 资料收集。收集项目地形地貌变化、开挖和回填土石方量等情况，收集施工设计、招投标、监理、质量评定等相关资料，以便于汇总统计项目水土保

持设施数量、质量等情况。

(2) 现场勘测。通过对项目区内不同水土保持措施的实地测量，掌握核实项目区水土保持工程数量、质量。

(3) 典型调查。选择有代表性的典型地段，监测统计项目区微地形变化、植被恢复等情况。

(4) 遥感调查。收集项目区施工前、施工中和工程完工后卫星遥感影像，通过遥感解译，分析工程建设前后扰动面积及水土流失变化情况。

(5) 访问调查。调查项目区工农业生产、社会经济、土地利用等情况。结合收集到相关施工资料，调查统计项目建设运行对周边村落、居民、耕地、生态环境、水利水保设施等危害情况。

(6) 图像采集。图像采集包括记录工程典型时段、地段现场施工情况；水土保持临时措施实施、水土流失危害发生等重要水土保持事件现场情况；水土保持监测人员开展监测情况等内容。

### 1.3.6 监测成果提交

监测小组根据现场勘查情况完成2020年第三季度、第四季度、年报和2021年第一季度、第二季度、第三季度、第四季度监测季度报告，最终于2021年12月完成了本项目《水土保持监测总结报告》。

## 2 监测内容与方法

### 2.1 扰动土地情况

项目水土流失防治责任范围应根据工程建设实际发生的扰动情况确定，其动态监测内容主要指：工程建设期间实际发生的征占地面积，包括项目建设区和直接影响区两部分。其中项目建设区面积包括工程实际征用的永久占地面积和由于工程建设临时占压面积，直接影响区指因施工扰动对扰动区域周边及上下游造成直接影响的范围。

#### 1、项目建设区

(1) 永久性占地：复核永久性占地有无超范围开发及各阶段永久性占地的变化情况。

(2) 临时性占地：复核临时性占地面积是否超范围使用，各种临时占地的水土保持措施的运行情况，施工结束后原地貌恢复情况。

(3) 扰动地表面积：复核扰动地表面积，表土堆存面积，表土堆存处的水土保持措施和施工结束后被扰动部分迹地恢复情况。

项目建设区范围通过谷歌遥感影像获取，并依据工程设计文件、竣工验收资料并经过核实后确定。

#### 2、直接影响区

直接影响区为在项目建设过程中可能对项目建设区以外造成水土流失危害的地域。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。根据项目建设区和直接影响区面积动态变化情况，反映项目建设过程实际发生的水土流失防治责任范围动态变化情况。

工程建设扰动全部控制在占地范围内，未对周边产生影响。

### 2.2 取土、弃渣情况

本工程建设过程中动用土石方总量为 68.44 万 m<sup>3</sup>，其中土石方开挖量为 35.44 万 m<sup>3</sup>，土石方回填量为 33.0 万 m<sup>3</sup>，余方 2.44 万 m<sup>3</sup>。风机区和集电线路剩余土石方就近平铺于，最终达到平衡。不存在取土、弃渣情况。

## 2.3 水保措施

### 1、防治措施的数量与质量

主要对防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量、林草的生长发育情况、成活率、植被覆盖率等进行监测。

2、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况对工程建设过程中所采取措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

### 3、水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测

监测项目建设实际情况是否按照水土保持方案中的防治要求实施，及水土保持管理措施的实施情况。

## 2.4 水土流失情况监测

(1) 水土流失面积：项目建设区面积、项目建设影响面积、损坏水土保持设施面积等。

(2) 水土流失量：重点监测项目施工过程中产生的水土流失状况及其流失变化情况。

(3) 水土流失危害监测：工程建设过程产生的水土流失及其对周边水系的影响；工程建设区植被及生态环境变化。

## 2.5 水土流失因子监测

监测的内容包括：影响土壤侵蚀的地形、地貌、土壤、植被、气象、水文等自然因子及工程建设对这些因子的影响；工程建设对土地的扰动面积，挖方、填方数量及占地面积等；项目区林草植被盖度。

## 2.6 水土流失六项指标监测

### (1) 扰动土地及治理情况

根据设计资料，采取遥感监测、无人机监测与 GPS 定位、实地调查相结合的方法，统计项目建设区内土地扰动面积、水土流失面积、土地整治面积变化情况，分别计算各区的扰动土地整治率。

### (2) 水保设施实施及保留情况

采取查阅相关资料、实地调查、测量与无人机监测相结合的方法，统计项

目建设区内水土保持临时及永久设施面积，以及项目建设区扰动后治理面积情况。

#### （3）项目区土壤流失量

根据工程施工过程土石方量相关资料，并分析计算各区的临时堆土量和土壤实际流失量，结合类比工程对项目区土壤流失量进行计算，计算出各区的土壤流失控制比，采用加权平均方法计算该工程综合控制比。

#### （4）施工期间拦渣量

主要通过实地调查计算、查阅过程资料、咨询主体工程监理等方式，了解施工期间对临时堆土的防护工程量，确定拦渣率。

#### （5）植被可绿化面积和实际绿化面积监测

主要采用无人机监测的方法，结合实地抽样调查法对已实施的水土保持植物设施情况进行测定，计算林草植被恢复率。

### 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

###### 3.1.1.1 方案确定的防治责任范围

根据批复的水土保持方案报告书及张行审字【2016】31号批文，批复的水土流失防治责任范围面积  $108.01\text{hm}^2$ ，其中项目建设区  $84.21\text{hm}^2$ ，直接影响区  $23.79\text{hm}^2$ 。防治责任范围见表3-1。

方案水土流失防治责任范围表

单位： $\text{hm}^2$

建设项目	项目建设区	直接影响区	合计
升压站	0.99	0.04	1.03
风机区	9.98	1.75	1.72
道路区	69.13	20.69	89.92
集电线路区	1.1	0.64	1.75
施工生产生活区	0.9	0.08	0.98
备用弃渣场	2.12	0.6	2.72
合计	84.21	23.79	108.01

###### 3.1.1.2 建设期防治责任范围

根据建设单位提供的占地面积，结合项目建设扰动地表监测结果，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为  $55.5\text{hm}^2$ ，其中项目建设区  $42.34\text{hm}^2$ ，直接影响区  $13.16\text{hm}^2$ 。

建设期水土流失防治责任范围统计表

单位： $\text{hm}^2$

建设项目	项目建设区	直接影响区	合计
升压站	0.99	0.05	1.04
风机区	14.16	2.48	16.64
道路区	24.99	9.35	34.34
集电线路区	2.2	1.28	3.48
合计	42.34	13.16	55.5

###### 3.1.1.3 防治责任范围变化情况及原因

与方案阶段相比，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围减少  $52.51\text{hm}^2$ ，其中项目建设区减少  $41.87\text{hm}^2$ ，直接影响区减少  $10.63\text{hm}^2$ 。

具体分析如下：

### 与方案阶段水土流失防治责任范围变化对比

单位：hm<sup>2</sup>

分 区		方案设计	实际发生	增减变化
项目建设区	升压站	0.99	0.99	0
	风机区	9.98	14.16	4.18
	道路区	69.13	24.99	-44.14
	集电线路	1.1	2.2	1.1
	施工生活区	0.9		-0.9
	备用弃渣场	2.12		-2.12
	小计	84.21	42.34	-41.87
直接影响区	升压站	0.04	0.05	0.01
	风机区	1.75	2.48	0.73
	道路区	20.69	9.35	-11.34
	集电线路	0.64	1.28	0.64
	施工生活区	0.08		-0.08
	备用弃渣场	0.6		-0.6
	小计	23.79	13.16	-10.63
合计		108.01	55.5	-52.51

(1) 升压站布局与设计一致，占地面积没有变化。

(2) 风机与箱变永久占地与设计一致。设计每处吊装场地为 1664m<sup>2</sup>，实际平均每处使用吊装场地 2500m<sup>2</sup>，吊装场地面积增加 4.18hm<sup>2</sup>。

(3) 集电线路方案预测平均占地面积 75m<sup>2</sup>，实际平均每处使用 150m<sup>2</sup>，所以占地面积增加 1.1hm<sup>2</sup>。

(4) 与方案阶段对比，因升压站站址变化，导致配套进站道路变化。设计进站道路 110m，实际进站道路长度 3700m，所以占地面积增加 2.17hm<sup>2</sup>。

与方案阶段对比，风机位置布局进行了调整，导致施工检修道路布局优化调整。设计检修道路 68.18km，宽度 8m，实际修建道路 41.4km，平均宽度 5.5m，所以占地面积减少 44.14hm<sup>2</sup>。

(5)项目施工期间施工生产生活区采用租房方式，无占地，面积减少 0.9hm<sup>2</sup>。

(6) 项目施工期间未使用备用弃渣场，无占地，面积减少 2.12hm<sup>2</sup>。

### 3.1.2 背景值监测

#### 3.1.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

运用遥感技术，结合项目区地形、地质、气象资料综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型为轻度风力、水力交错侵蚀，原地貌土壤侵蚀背景值为 $2200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区属北方土石山区，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### 3.1.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受施工活动影响各扰动地表土壤侵蚀模数较原地貌有了明显增加。通过查阅施工记录、工程监理日志等施工过程资料、施工时段内气象资料，并结合项目区内类似项目的侵蚀情况，扰动地表受施工开挖回填影响，土壤侵蚀模数增加到 $3000\text{-}3500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

**建设期项目区各扰动地表类型土壤侵蚀模数统计表**

项 目	扰动面积( $\text{hm}^2$ )	预测时段(a)	侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ )
升压站	0.99	2	3000
风机区	14.16	2	3500
道路区	24.99	2	3500
集电线路区	2.2	2	3000
合计	42.34		

#### 3.1.2.3 试运行期土壤侵蚀模数

项目进入试运行期后，随着已实施的各项措施水土保持效益的发挥，项目区水土流失状况较建设期明显降低。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数达到方案设计目标值。

#### 3.1.2.4 建设期扰动土地面积

工程于2020年4月开工，2021年10月建成，建设总工期18个月。本次监测主要采用调查方式，分析遥感图像，查阅施工、监理资料进行计算。通过调查，工程在2020年4月升压站、风机区、道路区等全面动工，截止到2020年底，风机基础全部完成，集电线路基础全部完成，升压站主体结构完成，工程施工过程中共扰动土地面积 $42.34\text{hm}^2$ ，占地类型为灌草地。

## 3.2 取土（料）监测

### 3.2.1 方案设计取土（料）情况

工程共动用土石方总量77.32万m<sup>3</sup>，其中土石方开挖40.88万m<sup>3</sup>，土石方回填36.44万m<sup>3</sup>，平衡后弃土石4.44万m<sup>3</sup>，不涉及取土情况。

### 3.2.2 取土（料）场位置、面积及取料量监测情况

本工程建设过程中动用土石方总量为68.44万m<sup>3</sup>，其中土石方开挖量为35.44万m<sup>3</sup>，土石方回填量为33.0万m<sup>3</sup>，余方2.44万m<sup>3</sup>。不存在取土情况。

### 3.2.3 取土（料）对比

设计阶段和实际建设期均不涉及取土场。

## 3.3 弃渣监测

### 3.3.1 方案设计弃渣情况

方案阶段产生弃土石4.44万m<sup>3</sup>，主要来源于升压站、道路区、风机区及集电线路区。其中道路区（1.18万m<sup>3</sup>）和风机区（3.06万m<sup>3</sup>）弃方无法就地平铺，运至弃渣场集中堆放；升压站（弃方0.03万m<sup>3</sup>）、集电线路区（弃方0.18万m<sup>3</sup>）弃方量较少，可顺地势就地平铺于升压站内、各输变电塔基周边，经表土回铺后覆土绿化。

### 3.3.2 弃渣场位置、面积及弃渣量监测情况

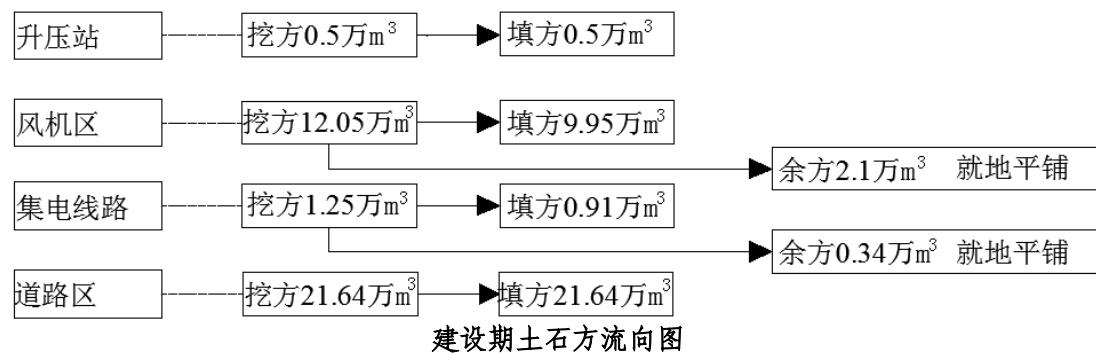
项目建设期间，产生余方来自于风机和塔基基础回填剩余方量，风机区余方平铺于风机基础，塔基区余方平铺于塔基永久占地范围内。所以无弃渣。

### 3.3.3 弃渣对比

建设期土石方经过优化不产生弃方，产生的余方就地平整，符合水土保持要求，并减少了弃渣场占地面积。

### 3.4 土石方流向监测

本工程建设过程中动用土石方总量为 68.44 万  $m^3$ , 其中土石方开挖量为 35.44 万  $m^3$ , 土石方回填量为 33.0 万  $m^3$ , 余方 2.44 万  $m^3$ 。风机区和集电线路剩余土石方就近平铺于, 最终达到平衡。



### 3.5 其他重点部位监测结果

无。

## 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 方案设计情况

##### 1、升压站

表土剥离。施工前首先对绿化区域进行表土剥存，表土剥存面积 $0.05\text{hm}^2$ ，剥存厚度按25cm计算，堆放于升压站的一角空闲地。

表土回铺。施工结束后，地表无机械扰动后，将收集的表土均匀的回铺于绿化区域，表土回铺量 $125\text{m}^3$ 。

排水措施。在升压站围墙外侧修建永久性矩形断面浆砌石排水沟，与升压站外进站道路排水沟相连接，用于站区施工、运行过程中雨水排除。估算围墙外排水沟长390m。

##### 2、风机区

表土剥离。施工前对风机基础区域以及吊装场地进行表土剥离，表土剥离面积 $3.07\text{hm}^2$ ，剥离厚度按25cm计算，堆放在各风机吊装场地一侧，用于施工结束后绿化覆土。

表土回铺。施工结束后，将收集的表土 $0.77\text{万m}^3$ 均匀回铺于风机位、吊装场地，为后续绿化做好准备。

干砌石护坡。部分吊装场地放坡后边坡较陡，在其坡脚处采用干砌石护坡，以维持坡脚稳定。估算干砌石护坡长度800m。

土质排水沟。在风机区域上游汇水区域周边修建梯形断面土质排水沟650m。

##### 3、集电线路

表土剥离。施工前对线路杆塔占用部分地表土剥离保护，表土剥离面积为 $0.03\text{hm}^2$ ，剥离厚度按25cm计算，临时存放于施工区，用于施工结束后绿化覆土。

表土回铺。施工结束把剥离的表土 $82.50\text{m}^3$ 均匀回铺，为后续绿化做好准备。

浆砌石护坡。在陡坡区对部分塔腿下方进行浆砌石护坡，根据坡面修建塔基数量，估算拦挡长度约350m。

##### 4、道路区

进站道路：进站道路一侧修建矩形断面浆砌石排水沟，长度为110m。

施工检修道路：对检修道路局部坡度较陡、坡长较长的道路边坡进行浆砌石边坡防护，估算防护长度为800m；坡度较缓地段利用废弃石方修筑土石埂保护坡脚，长度为2500m；在道路修建过程中因开挖山体造成道路一侧存在不稳定坡面，松散碎石容易破碎，在道路部分区段修建浆砌石挡墙防止碎石滑落，浆砌石挡墙长度1200m；在坡度较陡或存在一定冲刷的道路区段修建梯形断面浆砌石排水沟，长度3500m。

### 5、施工生产生活区

土地整治。施工结束后对场地进行平整，平整面积 $0.90\text{hm}^2$ 。

### 6、备用弃渣场

表土剥离。施工前先对弃渣区地表土进行剥离，剥离面积 $2.12\text{hm}^2$ ，表土剥离厚度按25cm考虑，堆放在弃渣区角落。

表土回铺。施工结束后，将收集的 $6360\text{m}^3$ 表土均匀回铺于弃渣区，为后续绿化做好准备。

铅丝石笼坝。在弃渣场的弃渣下边坡修建铅丝石笼坝进行防护，以防止弃渣流失、保持渣体稳定，估算长度为150m。

浆砌石排水沟。对弃渣上游来水区域周边布设梯形断面浆砌石排水沟，防止雨水冲刷造成水土流失，排水沟长为450m。

## 方案设计工程措施

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置		
			措施位置	单位	数量
升压站	工程措施	表土剥离	绿化区	$\text{hm}^2$	0.05
		覆土平整	绿化区	$\text{m}^3$	125
		浆砌石排水	站址外	m	390
风机区	工程措施	表土剥离	吊装场地	$\text{hm}^2$	3.07
		覆土平整	吊装场地	$\text{m}^3$	76773
		干砌石护坡	吊装场地	m	800
		土质排水沟	风机周边	m	650
集电线路	工程措施	表土剥离	开挖区域	$\text{hm}^2$	0.03
		覆土平整	开挖区域	$\text{m}^3$	82.5
		浆砌石护坡	基础周边	m	350
道路区	进站道路	工程措施	浆砌石排水	m	110
	检修道路	工程措施	浆砌石排水	m	3500
			浆砌石护坡	m	800
			浆砌石挡墙	m	1200
			土石埂拦挡	m	2500

施工生产生活区	工程措施	土地整治	扰动区域	hm <sup>2</sup>	0.9
备用弃渣场	工程措施	表土剥离	扰动区域	hm <sup>2</sup>	2.12
		覆土平整	扰动区域	m <sup>3</sup>	6360
		浆砌石截水	渣场上游	m	450
		拦渣坝	弃渣下边坡	m	150

## 4.1.2 监测结果

### 1、升压站

浆砌石排水：在升压站围墙外侧修建永久性矩形断面浆砌石排水沟，用于排放站址上游汇水，围墙外排水沟长100m。实施时间：2021年4月。

### 2、风机区

表土剥离：施工前对风机基础区域以及吊装场地进行表土剥离，表土剥离面积7.5hm<sup>2</sup>，剥离厚度25cm，堆放在各风机吊装场地一侧，用于施工结束后绿化覆土。实施时间：2020年4月-2021年11月。

表土回铺：施工结束后，将收集的表土18750m<sup>3</sup>均匀回铺于风机位、吊装场地，为后续绿化做好准备。实施时间：2020年6月-2021年12月。

浆砌石挡墙：部分吊装场地放坡后边坡较陡，在其坡脚处采用浆砌石挡墙防护，以维持坡脚稳定，长度200m。实施时间：2021年4月。

### 3、集电线路

表土剥离：施工前扰动区进行表土剥离保护，表土剥离面积为1.32hm<sup>2</sup>，剥离厚度25cm，临时存放于施工区，用于施工结束后绿化覆土。实施时间：2020年4月-2020年6月。

表土回铺：施工结束把剥离的表土3300m<sup>3</sup>均匀回铺，为后续绿化做好准备。实施时间：2020年4月-2020年7月。

### 4、道路区

进站道路土地平整：施工结束后对道路两侧进行平整，土地平整面积0.37hm<sup>2</sup>。实施时间：2021年9月。

检修道路土地平整：施工结束后对道路两侧进行平整，土地平整面积2.07hm<sup>2</sup>。实施时间：2021年4月。

预制排水沟：考虑地形原因，为便于道路排水，施工结束后在道路一侧修建预制排水沟，长度2500m。实施时间：2021年7月。

浆砌石排水沟：为便于道路排水，施工结束后在道路一侧修建浆砌石排水沟，长度3000m。实施时间：2021年7月。

浆砌石挡墙：部分路段放坡后边坡较陡，在其坡脚处采用浆砌石挡墙防护，以维持坡脚稳定，长度2000m。实施时间：2021年4月。

铺设管涵：为便于道路排水，施工结束后在道路两侧埋设管涵，长度300m。实施时间：2021年4月。

混凝土挡水坎：因部分道路地势较低，为便于道路排水和减少路基冲刷，施工结束后在道路两侧设置混凝土挡水坎，长度2800m。实施时间：2021年4月。

土石埂拦挡：为减少道路汇水对边坡冲刷，在道路一侧设置拦挡，长度1600m。实施时间：2021年4月。

**水土保持工程措施落实统计表**

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置		
			措施位置	单位	数量
升压站	工程措施	浆砌石排水	站址外	m	100
风机区	工程措施	表土剥离	吊装场地	hm <sup>2</sup>	7.5
		覆土平整	吊装场地	m <sup>3</sup>	18750
		浆砌石挡墙	平台周边	m	200
集电线路	工程措施	表土剥离	开挖区域	hm <sup>2</sup>	1.32
		覆土平整	开挖区域	m <sup>3</sup>	3300
道路区	进站道路	土地平整	道路两侧	hm <sup>2</sup>	0.37
	检修道路	土地平整	道路两侧	hm <sup>2</sup>	2.07
		预制排水沟	道路一侧	m	2500
		浆砌石排水沟	道路一侧	m	3000
		浆砌石挡墙	道路两侧	m	2000
		铺设管涵	跨越过水	m	300
		混凝土挡水坎	道路两侧	m	2800
		土石埂拦挡	道路两侧	m	1600

## 4.2 植物措施监测结果

### 4.2.1 方案设计情况

#### 1、升压站

园林绿化：对升压站生活办公区周边空地进行绿化，采用低矮灌木、花卉以及草坪等，绿化面积0.05hm<sup>2</sup>。

#### 2、风机区

植草恢复：风机区施工完毕，经覆土平整后进行植被恢复，风机基础周边扰动区域及全部吊装场地占地面积均采用撒播草籽的方式种草，植草恢复面积 $8.4\text{hm}^2$ 。

### 3、集电线路

植草绿化。对塔基表土回铺区域以及扰动的施工临时占地进行植被恢复，撒播草籽面积为 $1.10\text{hm}^2$ 。

### 4、道路区

进站道路两侧进行栽植侧柏，共栽植112株。

施工结束后，检修道路两侧植被恢复，均采用撒播草籽的方式种草，植草恢复面积 $34.99\text{hm}^2$ 。

### 5、施工生产生活区

施工生产生活区使用结束后进行植被恢复，撒播草籽面积 $0.90\text{hm}^2$ 。

### 6、备用弃渣场

灌草结合：施工作业完毕，选择适宜的季节及时进行绿化，绿化措施采取灌草结合的形式，估算绿化面积 $2.12\text{hm}^2$ 。

## 方案设计植物措施

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置		
			措施位置	单位	数量
升压站	植物措施	园林绿化	绿化区	$\text{hm}^2$	0.05
风机区	植物措施	种草	吊装场地	$\text{hm}^2$	8.4
集电线路	植物措施	种草	扰动区域	$\text{hm}^2$	1.1
道路区	进站道路	植物措施	栽植乔木	株	110
	施工检修道路	植物措施	种草	$\text{hm}^2$	34.99
	施工生产生活区	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	0.9
备用弃渣场	植物措施	种草	渣体表面	$\text{hm}^2$	2.12
		栽植灌木	渣体表面	株	42600

## 4.2.2 监测结果

### 1、风机区

植草恢复：风机区施工完毕，经覆土平整后进行植被恢复，风机基础周边扰动区域及全部吊装场地占地面积均采用撒播草籽的方式种草，植草恢复面积 $12.5\text{hm}^2$ 。实施时间：2021年8月。

栽植樟子松：建设单位重视植被恢复，提高绿化标准，部分风机平台栽植了樟子松，株高1-1.5m，共栽植5000株。实施时间：2021年4月。

## 2、集电线路

植草绿化：对塔基表土回铺区域以及扰动的施工临时占地进行植被恢复，撒播草籽面积为 $2.1\text{hm}^2$ 。实施时间：2021年8月。

## 3、道路区

进站道路植草恢复：施工结束后对道路两侧播撒草籽，植草恢复面积 $0.37\text{hm}^2$ 。实施时间：2021年10月。

检修道路植草绿化：对道路两侧扰动的区域进行植被恢复，撒播草籽面积为 $9.02\text{hm}^2$ 。实施时间：2021年4月。

客土喷播：建设单位重视植被恢复，提高绿化标准，采用客土喷播方式对边坡进行绿化，喷播面积 $1.6\text{hm}^2$ 。实施时间：2021年8月。

栽植樟子松：施工结束后，对道路两侧栽植樟子松，株高1-1.5m，共栽植45000株。实施时间：2021年4月。

**水土保持植物措施落实统计表**

防治分区		措施类型	水保措施	措施布置		
				措施位置	单位	数量
风机区		植物措施	种草	吊装场地	$\text{hm}^2$	12.50
			栽植乔木	吊装场地	株	5000
集电线路		植物措施	种草	扰动区域	$\text{hm}^2$	2.1
道路区	进站道路	植物措施	种草	道路两侧	$\text{hm}^2$	0.37
	检修道路	植物措施	种草	道路两侧	$\text{hm}^2$	9.02
			客土喷播	道路边坡	$\text{hm}^2$	1.6
			栽植乔木	道路两侧	株	45000

## 4.3 临时措施监测结果

### 4.3.1 方案设计情况

#### 1、升压站

临时遮盖。对施工过程中收集的表土进行临时遮盖，采用纱网遮盖，遮盖面积 $179.75\text{m}^2$ 。

#### 2、风机区

临时拦挡。为防止地表径流对临时剥离的表土造成冲刷，在剥离的表土周边

设置土石埂拦挡，拦挡主要利用风机基础开挖产生的土石料，估算土石埂拦挡长度284m。

临时遮盖。对剥离的表土进行纱网遮盖，防止雨季以及大风季节造成水土流失，遮盖面积4764m<sup>2</sup>。

### 3、集电线路

临时排水沟：对塔基上游汇水区域修建临时土质排水沟，长约300m。

### 4、施工生产生活区

临时排水。在施工区临时堆土、堆料周边设置临时排水措施，以减少对周边的影响，临时排水采用土质排水沟，估算长度250m。

临时沉淀池。施工生产区和生活区附近设土质临时沉淀池2座，雨水经简易处理后排出区外。

### 5、备用弃渣场

土石埂拦挡：为防止地表径流对临时剥离的表土造成冲刷，在剥离的表土周边设置土石埂拦挡（可利用废弃的土石料），估算土石埂拦挡长度254m。

临时遮盖。对临时堆放的表土进行纱网遮盖，防止雨季以及大风季节造成水土流失，遮盖面积3208m<sup>2</sup>。

**方案设计临时措施**

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置		
			措施位置	单位	数量
升压站	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	180
风机区	临时措施	土石埂拦挡	临时堆土	m	350
		纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	8200
集电线路	临时措施	土质排水沟	基础周边	m	300
施工生产生活区	临时措施	土质排水沟	临时堆土	m	250
		沉淀池	排水口	个	2
备用弃渣场	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	3208
		土石埂拦挡	临时堆土	m	254

### 4.3.2 监测结果

#### 1、升压站

临时遮盖。对施工过程中收集的表土和裸露面进行临时遮盖，采用纱网遮盖，遮盖面积500m<sup>2</sup>。施工时间2020年4月-2021年5月。

#### 2、风机区

临时遮盖。对剥离的表土和裸露面进行纱网遮盖，防止雨季以及大风季节造成水土流失，遮盖面积9000m<sup>2</sup>。施工时间2020年4月-2020年11月。

### 3、道路区

临时遮盖：道路修建结束后和绿化实施前，对裸露边坡和堆土进行纱网遮盖，防止雨季以及大风季节造成水土流失，遮盖面积3000m<sup>2</sup>。施工时间2020年4月-2021年8月。

**水土保持临时措施落实统计表**

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置		
			措施位置	单位	数量
升压站	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	500
风机区	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	9000
道路区	检修道路	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>
					3000

## 4.4 水土保持措施对比分析

(1) 升压站内增加场地铺装硬化面积，不在进行绿化，所以未进行表土剥离和绿化。因站址变化后，根据需要在站外修建了浆砌石排水排除上游汇水，所以修建长度减少。施工期间重视临时苫盖措施，增加了苫盖面积。

(2) 根据现场地质条件，可剥离面积增加，所以增加了表土利用工程量。设计采用干砌石护坡，实际根据现场需要，提高防护等级，采用浆砌石结构挡墙防护。设计对平台上游布置土质排水沟，现场风机全部在山脊，且风机区进行了平整，无上游汇水面积，所以未布置土质排水。

因为吊装场地占地面积增加，所以绿化面积增加。建设单位重视绿化恢复，增加栽植樟子松措施。施工期间重视临时苫盖措施，增加了苫盖面积。

(3) 集电线路占地面积增加，所以表土利用和绿化面积工程量增加。设计对上游布置土质排水沟，现场沿道路布置主要在山脊位置，且进行了平整，无上游汇水面积，所以未布置土质排水。

(4) 进站道路位置调整后，地貌变化，采用散排方式满足要求，未修建浆砌石排水。施工结束后进行了平整，便于植被恢复。绿化采用种草方式，未栽植乔木。

检修道路施工结束后进行了平整，便于植被恢复。道路修建了设计的浆砌石结构排水和预制排水两种形式，增加了排水长度，提高了防治标准。设计采用干

砌石护坡，实际根据现场需要，提高防护等级，采用浆砌石结构挡墙防护。部分路段为满足排水要求和减少道路冲刷，新增管涵和混凝土挡水坎措施。

方案设计检修道路两侧种草绿化，建设单位重视植被恢复，对道路两侧实施了种草、客土喷播、栽植樟子松等措施，因实际道路两侧征地宽度减小，所以绿化面积减少。施工期间重视临时苫盖措施，增加了苫盖面积。

(5) 施工期间未使用施工生产生活区和备用弃渣场，无防护措施。

**水保方案与实际完成水土保持措施工程量对比表**

防治分区	措施类型	水保措施	单位	方案设计	实际完成	变化
				工程量	工程量	
升压站	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.05		-0.05
		覆土平整	m <sup>3</sup>	125		-125
		浆砌石排水	m	390	100	-290
	植物措施	园林绿化	hm <sup>2</sup>	0.05		-0.05
		纱网遮盖	m <sup>2</sup>	180	500	320
风机区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	3.07	7.5	4.43
		覆土平整	m <sup>3</sup>	7673	18750	11077
		浆砌石挡墙	m		200	200
		干砌石护坡	m	800		-800
		土质排水沟	m	650		-650
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	9.73	12.5	2.77
		栽植乔木	株		5000	5000
	临时措施	土石埂拦挡	m	284		-284
		纱网遮盖	m <sup>2</sup>	4768	9000	4232
集电线路	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.03	1.32	1.29
		覆土平整	m <sup>3</sup>	82.5	3300	3217.5
		浆砌石护坡	m	350		-350
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	1.1	2.1	1
		临时措施	m	300		-300
道路区	进站道路	工程措施	土地平整	hm <sup>2</sup>		0.37
			浆砌石排水	m	110	-110
		植物措施	种草	hm <sup>2</sup>		0.37
			栽植乔木	株	110	-110
	检修道路	工程措施	土地平整	hm <sup>2</sup>		2.07
			预制排水沟	m		2500
			浆砌石排水	m	3500	3000
			浆砌石护坡	m	800	-800
		工程措施	浆砌石挡墙	m	1200	2000
			铺设管涵	m		300
			混凝土挡水坎	m		2800
			土石埂拦挡	m	2500	1600

道路区	检修道路	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	34.99	9.02	-25.97
			客土喷播	hm <sup>2</sup>		1.6	1.6
			栽植乔木	株		45000	45000
		临时措施	纱网遮盖	m <sup>2</sup>		3000	3000
施工生产生活区		工程措施	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.9		施工期间未使用此区域
		植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	0.9		
		临时措施	土质排水沟	m	250		
			沉淀池	个	2		
备用弃渣场	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	2.12			
			m <sup>3</sup>	6360			
		覆土平整	m	450			
		浆砌石截水	m	150			
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	2.12			
			株	42600			
	临时措施	纱网遮盖	m <sup>2</sup>	3208			
			m	254			

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

本次监测主要采用调查方式，分析遥感图像，查阅施工、监理资料进行计算。通过调查，工程在2020年4月升压站、风机区、道路区、集电线路等全面动工，所以工程施工过程中水土流失面积 $42.34\text{hm}^2$ 。随着建筑物建设、路面混凝土的硬化、铺碎石等缩小了裸露面积，所以运行期水土流失面积为 $37.71\text{hm}^2$ 。

### 5.2 土壤流失量

#### 5.2.1 原地貌土壤流失量

项目区平原地貌，结合地形、地质、气象资料综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型风力、水力侵蚀交错侵蚀，侵蚀强度为轻度，原地貌土壤侵蚀背景值为 $2200\text{t/km}^2\cdot\text{a}$ 。

原地貌年土壤流失统计表

项 目	扰动面积( $\text{hm}^2$ )	预测时段(a)	侵蚀模数 ( $\text{t/km}^2\cdot\text{a}$ )	水土流失量(t)
升压站	0.99	2	2200	44
风机区	14.16	2	2200	623
道路区	24.99	2	2200	1100
集电线路区	2.2	2	2200	97
合计	42.34			1864

#### 5.2.2 建设期土壤流失量

主体工程2020年4月开工，2021年10月建成，建设总工期18个月，根据建设期施工节点计算土壤侵蚀时段。施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受施工活动影响各扰动地表土壤侵蚀模数较原地貌有了明显增加。由于监测滞后，主要通过调查、分析资料等方法获得数据，土壤侵蚀模数增加到 $3000\text{-}3500\text{t/km}^2\cdot\text{a}$ 。

建设期土壤流失量情况统计表

项 目	扰动面积( $\text{hm}^2$ )	预测时段(a)	侵蚀模数 ( $\text{t/km}^2\cdot\text{a}$ )	水土流失量(t)
升压站	0.99	2	3000	59
风机区	14.16	2	3500	991
道路区	24.99	2	3500	1749
集电线路区	2.2	2	3000	132
合计	42.34			2931

### 5.2.3 试运行期土壤流失量

项目进入试运行期后，随着已实施的各项措施水土保持效益的发挥，项目区水土流失状况较建设期明显降低。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右。

### 5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据现场监测和建设单位提供的建设资料，该项目建设过程中未专门布置取土场地，施工过程中产生的临时堆土，在施工结束后全部回填。本工程不涉及取料、弃渣场。

### 5.4 水土流失危害

本工程施工过程中无重大水土流失危害事件发生。

## 6 水土流失防治效果监测

### 6.1 防治指标

本工程各分区综合防治指标为：水土流失防治责任范围  $42.34\text{hm}^2$ ，工程建设扰动地表面积  $42.34\text{hm}^2$ ，建设区水土流失总面积  $17.35\text{hm}^2$ ，可恢复林草面积  $16.87\text{hm}^2$ ，林草植被面积  $16.45\text{hm}^2$ ，经分析计算，扰动土地整治率达到 98.6%；水土流失总治理度达到 96.5%；土壤流失控制比大于 1.0；拦渣率达到 95%，林草植被恢复率 97.5%，林草覆盖率 38.9%，通过水土保持综合治理，项目区水土流失得到控制，基本实现防治目标。

#### 1、扰动土地整治率

本工程建设期实际扰动原地貌、破坏土地和植被面积  $42.34\text{hm}^2$ 。本工程共完成扰动土地整治面积  $41.73\text{hm}^2$ ，扰动土地整治率达到了 98.6%。

**扰动土地整治情况计算表**

防治分区	扰动土地面积 ( $\text{hm}^2$ )	建筑物及硬 化面积 ( $\text{hm}^2$ )	水土保持措施 面积 ( $\text{hm}^2$ )	扰动地表治 理面积 ( $\text{hm}^2$ )	扰动土地 整治率(%)
升压站	0.99	0.7		0.7	70.7
风机区	14.16	1.66	12.32	13.98	98.7
道路区	24.99	22.55	2.32	24.87	99.5
集电线路区	2.2	0.08	2.1	2.18	99.1
合计	42.34	24.99	16.74	41.73	98.6

#### 2、水土流失总治理度

本工程共完成水土流失治理面积  $16.74\text{hm}^2$ ，项目区水土流失面积  $17.35\text{hm}^2$ ，水土流失总治理度达到了 96.5%。

**水土流失总治理度计算表**

防治分区	扰动土地面 积 ( $\text{hm}^2$ )	建筑物及硬 化面积 ( $\text{hm}^2$ )	水土流失面 积 ( $\text{hm}^2$ )	水土流失防 治面积 ( $\text{hm}^2$ )	水土流失总 治理度(%)
升压站	0.99	0.7	0.29		
风机区	14.16	1.66	12.5	12.32	98.6
道路区	24.99	22.55	2.44	2.32	95.1
集电线路区	2.2	0.08	2.12	2.1	99.1
合计	42.34	24.99	17.35	16.74	96.5

#### 3、拦渣率

本项目建设过程中基本做到了挖填平衡，在修建基础时产生了多余土石方，产生的多余土石方就近利用平铺，没有长距离的倒运过程，没有产生永久弃渣。

工程施工期间由于采取了临时遮盖等措施，能够有效地防止临时堆土产生的水土流失，拦渣率基本能达到 95% 以上。

#### 4、土流失控制比

本工程所在地容许土壤流失量为  $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，方案实施后土壤侵蚀模数可达到  $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失控制比为 1.0。

#### 5、林草植被恢复率和林草覆盖率

项目实施期间，由于人为破坏，使得土壤裸露，植被遭到破坏。水土保持措施实施后，项目区可恢复植被面积  $16.87\text{hm}^2$ ，人工恢复面积  $16.45\text{hm}^2$ 。经测算，林草植被恢复率为 97.5%，林草覆盖率为 38.9%，满足水土保持要求。

**林草植被恢复率及林草覆盖率计算表**

防治分区	工程占地 ( $\text{hm}^2$ )	可恢复植被 面积 ( $\text{hm}^2$ )	林草植被恢复 面积 ( $\text{hm}^2$ )	林草植被恢 复率(%)	林草覆盖 率 (%)
升压站	0.99				
风机区	14.16	12.31	12.03	97.7	85.0
道路区	24.99	2.44	2.32	95.1	9.3
集电线路区	2.2	2.12	2.1	99.1	95.5
合计	42.34	16.87	16.45	97.5	38.9

## 6.6 防治效果分析

建设单位积极实施了各项水土保持措施，运行效果良好，水土流失得到治理，项目区各项水土流失防治指标达到了方案设计的防治目标。

**水土流失防治指标对比分析表**

防治目标	方案目标	治理后指标
扰动土地整治率 (%)	95	98.6
水土流失总治理度 (%)	95	96.5
土壤流失控制比	1.0	1.0
拦渣率 (%)	95	95
林草植被恢复率 (%)	97	97.5
林草覆盖率 (%)	25	38.9

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 $42.34\text{hm}^2$ ，水土保持方案批复的水土流失防治责任范围区面积 $52.21\text{hm}^2$ ，实际与水土保持方案相比水土流失防治责任范围减少 $9.87\text{hm}^2$ 。

本工程建设过程中动用土石方总量为 $16.74\text{万m}^3$ ，其中土石方开挖量为 $8.61\text{万m}^3$ ，土石方回填量为 $8.13\text{万m}^3$ ，余方 $0.89\text{万m}^3$ 。风机区和集电线路剩余土石方就近平铺于，最终达到平衡。

随着各项水土保持措施的实施和发挥水土保持效益，扰动土地整治率为98.6%，水土流失总治理度为96.5%，拦渣率为95%，土壤流失控制比为1.0，林草植被恢复率97.5%，林草植被覆盖率38.9%。指标达到了水土保持方案设定的目标值。

### 7.2 水土保持措施评价

本工程在建设实施过程中，建设单位较重视生态保护，依据批复的项目水土保持方案报告书，结合工程施工特点，同步建设实施了工程、植物等水土保持措施。

项目水土保持方案设计的水土保持措施基本得到了落实，其数量、规格等符合相关要求，运行状况良好，通过工程试运行期一段时间的跟踪监测，可以看出，已实施的水土保持措施起到了很好的防治水土流失作用，已初步发挥水土流失防治效益。

### 7.3 存在问题及建议

- 1、运行期后加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。
- 2、继续完善风机区及道路两侧植物恢复措施，加强补植、补种及抚育措施，提高成活率。
- 3、继续完善升压站土地整治及场地铺装建设，减少水土流失面积。

## 7.4 综合结论

自承担监测工作以来，监测单位积极开展了现场调查、资料收集等工作，获得了较为详实的监测数据，基本达到了预期的监测目标。通过对监测结果分析，得出以下结论：

- (1) 工程施工过程中，建设单位基本落实了水土流失防治措施，防治效果较好。
- (2) 工程施工全部控制在项目征占地范围内，对周边环境影响轻微。
- (3) 工程建设期间，未出现因扰动引发的大规模的水土流失，水土保持方案设计的水土保持措施基本得到落实，水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。
- (4) 水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已发挥水土保持效益。
- (5) 依据2020年第三季度、第四季度和2021年第一季度、第二季度、第三季度、第四季度监测季度报告对本建设项目水土流失防治情况的评价，平均得分83分，三色评价结论为绿色。

## 8 附图及有关资料

### 8.1 附图

附图1 项目总平面布置图

附图2 监测分区、监测点位布设及防治责任范围图

### 8.2 有关资料

附件1 季度报告

附件2 影像

附件3 建设前后遥感影像

附件4 其它资料