

水保监测（冀）字第 0018 号

中国水电万全风电场

# 水土保持监测总结报告



建设单位：中电建张家口风电开发有限责任公司

监测单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇二一年十月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书  
(正本)

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：★★★★★  
证 书 编 号：水保监测（冀）字第 0018 号  
有 效 期 限：自 2020 年 10 月 01 日 至 2023 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会  
发证时间：2020 年 11 月 12 日



联系人：张伟

联系方式：0311-85696305

电子信箱：huanjingshuibao@126com

单位地址：河北省石家庄市裕华区体育大街与裕华路交叉口开元大楼 1803 房间

中国水电万全风电场  
(河北环京工程咨询有限公司)

批准: 赵 兵 (董事长)

审查: 王 富 (技术总工)

校核: 贾志刚 (工程师)

编写: 耿 培 (工程师) (资料收集、报告编制)

王鹏飞 (工程师) (报告编写、制图)

5.3 试运行期土壤侵蚀量.....	- 40 -
5.4 水土流失危害.....	- 41 -
<b>6 土壤流失情况监测.....</b>	<b>- 42 -</b>
6.1 扰动土地整治率.....	- 42 -
6.2 水土流失总治理度.....	- 42 -
6.3 土壤流失控制比.....	- 43 -
6.4 拦渣率.....	- 43 -
6.5 林草植被恢复系数与植被覆盖率.....	- 43 -
6.6 防治效果分析.....	- 44 -
<b>7 结论.....</b>	<b>- 45 -</b>
7.1 综合结论.....	- 45 -
7.2 存在问题及建议.....	- 45 -

附图：水土保持监测现场照片

水土保持监测点位图及防治责任范围图

## 前 言

中国水电万全风电场位于河北省张家口市万全区境内，装机规模为49.5MW，包括安装19台2500kW风力发电机组和1台2000kW风力发电机组，每台机组配一台箱式变压器。本工程建设内容包括在风机区（包括风机及箱式变压器、临时吊装场地）、集电线路区、施工检修道路区三部分。

中国水电万全风电场总投资为31105.02万元，其中土建投资26201.96万元。工程于2019年6月开工，2020年11月主体完工，由中电建张家口风电开发有限责任公司负责建设管理。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等有关法律法规要求，中电建张家口风电开发有限责任公司委托河北环京工程咨询有限公司承担本项目水土保持方案编制工作。2016年11月，河北环京工程咨询有限公司完成了《中国水电万全风电场水土保持方案报告书（报批稿）》，张家口市水务局于2016年11月14日以“张水审字[2016]61号”文批复了该项目水土保持方案报告书，

受中电建张家口风电开发有限责任公司委托，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。我单位根据现场调查监测结果，结合工程施工记录等工程资料，与建设单位、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，经过认真整理汇总监测资料，2021年10月形成了监测总结报告。

## 中国水电万全风电场水土保持监测特性表

	总体结论	建设单位重视水土保持工作，项目各项水土流失防治措施基本落实到位，水土保持设施能够发挥水土保持防护效益，未发生重大水土流失事件，三色评价综合平均得分为 86 分，结论为绿色，基本满足开发建设项目水土保持的要求。
	主要建议	运行期加强水土保持设施的巡查、管护力度，发现问题及时修补，避免影响范围的扩大。

# 1 项目及项目区概况

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 项目地理位置与交通

中国水电万全风电场装机规模为49.5MW，安装19台2500kW风力发电机组和1台2000kW风力发电机组，每台机组配一台箱式变压器。本工程建设内容包括风机区、集电线路区、施工检修道路区。

本项目位于河北省张家口市万全区北新屯乡，总占地面积19.45hm<sup>2</sup>，海拔高程1300m~1650m，风电场中心位置距河北省张家口市万全区27km，风电场西部有县道x408，中部有乡道及村村通公路，风电设备可通过现有道路运抵风电场，再通过风电场施工检修道路连接各个风机位，交通运输便利。

### 1.1.2 建设内容与规模

中国水电万全风电场装机容量与建设内容与原水土保持方案批复建设内容一致。

#### 1、220kV 升压站

利用万全风电场一期的中水电水泉升压站（已建设完毕）、不新征用土地，不纳入本项目。

#### 2、风机区

安装 19 台风机，单机容量为 2500kW 风机和 1 台单机容量为 2000kW 风机，风机采用一机一箱变的形式，风机区永久占地 0.61hm<sup>2</sup>，2500kw 风电机组基础采用天然地基，圆形混凝土扩展基础，直径 19.8m，埋深 4.0m，2000kw 风电机组基础采用天然地基，圆形混凝土扩展基础，直径 18.5m，埋深 3.5m，每台风机基础占地 330m<sup>2</sup>，35kV 箱式升压站基础拟按天然地基上的钢筋混凝土箱型结构，基础埋深为 1.8m，基础采用 C30 素混凝土浇筑，垫层为 100mm 厚 C15 素混凝土垫层，每个箱变基础占地

24m<sup>2</sup>。

风机基础四周设置吊装场地，做风机、塔架现场组装及临时堆土用地，并与场内检修道路相连，吊装平台大致矩形布置，尺寸为 50m×50m 左右（包括风机基础区域），平台外围边坡坡比为 1:1.25，边坡占地宽度为 1-3m，吊装场地占地 4.16hm<sup>2</sup>。

### 3、集电线路区

集电线路起于风机基础，先至箱式变压器，经箱式变压器升压后再通过电缆沟汇集到附近 110kV 铁塔，通过 110kV 架空线汇集至 220kV 升压站内。从风机基础至箱式变压器段采用电缆沟地下敷设方式，采用一机一变的单元接线方式，埋设在吊装场地内，箱式变压器升压后采用 110kV 架空线汇集输送到 220kV 升压站，集电线路采用架空线的形式，架空线方式为铁塔形式，塔基总数为 48 基，单回路直线塔 18 基，单回路耐张塔 30 基，集电线路长 8.64km，单台塔基占地 32.5m<sup>2</sup>，施工区占地 367.5m<sup>2</sup>，总占地 1.60hm<sup>2</sup>。

### 4、施工检修道路区

风电场内布设施工检修道路 15.89km，新建 13.79 km，改扩建 2.1km，与风电场内的 x408 县道相连，风电场内道路为碎石路面，新建道路 13.79km 征地宽度为 6m，施工完毕后保留检修道路宽 4m，扩建道路 2100m，征地宽度为 6m，施工完毕后保留检修道路宽 4m，总占地面积 9.69hm<sup>2</sup>。

### 5、施工生产生活区

施工生活区租用附近村庄的民房，主要为施工人员居住，租用的民房施工结束后归还，水土流失防治责任由房屋业主承担，占地不列入本工程占地。

### 6、临时弃渣场

本项目风机区多余土方堆于吊装平台，集电线路区多余土方堆于铁塔基础内，施工检修道路区挖填平衡，弃渣场未使用。

## 1.2 项目区概况

### 1.2.1 地形地貌

项目区位于河北省张家口市万全区，万全区属坝上坝下过渡地带，项目区地势较高，海拔为 1350~1650m，地形起伏较大，形成山地和沟谷，坡度较陡，一般为 15~30°。场地内有多条沟谷发育，沟谷方向主要为东北-西南方向，地貌单元主要为低山及谷间洼地组成。山脚多为农田，山腰以乔木和草甸为主，而山顶植被较为稀疏。地形地貌见图 1-1。



图 1-1 项目区地形地貌

### 1.2.2 土壤植被

项目区土壤类型主要为栗钙土和褐土为主，土层厚度 0.2m~3m，多分布在坡脚和缓山地区，土层薄厚不一，土质为砂砾、砂壤质，保水保肥能力较差，坡脚平底质地为重壤，有机质含量 1~3%，保水保肥能力较好。

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，

地表植被以高原植被和山地植被两种类型，高原植被以草本植物为主，山地植被为阔叶林为主，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、松树；人工植被以农作物为主，主要有玉米、高粱和豆类。耐寒的旱生多年草本植物为主，间有小灌木伴生，植被覆盖度60%~70%。项目区植被见图1-2。



图 1-2 项目区植被

### 1.2.3 气象水文

#### (1) 气象

东亚大陆性季风气候中温带亚干旱区，四季分明，冬长夏短。主要气候特征为：春季风多风大，干旱少雨，气候干燥；夏季温暖湿润，降水集中，雨热同季；秋季天气晴朗，降水明显减少，早晚凉，中午热，昼夜温差大；冬季寒冷、干燥、晴朗、少雪。据万全气象站1960~2015年气象资料显示：多年平均气温6.9°C，年极端最高气温达36.7°C，极端最低气温-27.8°C， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为2788°C。雨热同季，多年平均降雨量406.4mm，分布不均，降雨多集中在6至8月。多年平均大风日数36天，年平均风速为3.20m/s，测风塔80m高平均风速为8.61m/s。无霜期为135天之间。最大冻土深度138cm。

## (2)水文

万全区河道属海河流域，主要河流是县境南部西东流向的洋河，也称大洋河。大洋河在万全境内由东洋河、西洋河、南洋河于岸庄村南汇合成洋河（大洋河）。万全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，北南流向汇于洋河。本项目位于坝上、坝下地区的过渡带，属海河流域永定河水系，工程涉及的河流为古城河。古城河北起张北县大东沟，源头高程1645m，河长45.30km，河道流域面积330.795km<sup>2</sup>，其中万全区257.645km<sup>2</sup>，年径流量710万m<sup>3</sup>。古城河较大支流有西柳林河、柳墩子河、曹阳沟河、小沙沟河，郭兵沟、刘家沟河成羽状合入古城河，是全县流域面积最大的外流河。古城河有地表径流出现在大麻坪，经新河口、西永丰堡、永安堡、刘虎庄等地。河道从1966年在统一规划下治理，到1980年治理基本告竣，左右岸共建防洪护堤75.59km，固堤植树52km，建引洪闸涵30处，尤以高庙堡乡的工程最为宏伟壮观。闸涵引洪能量达20m<sup>3</sup>/s，治河截湾取直成滩造地5704亩，现已淤成基本农田。项目区河流水系图见图1-3。

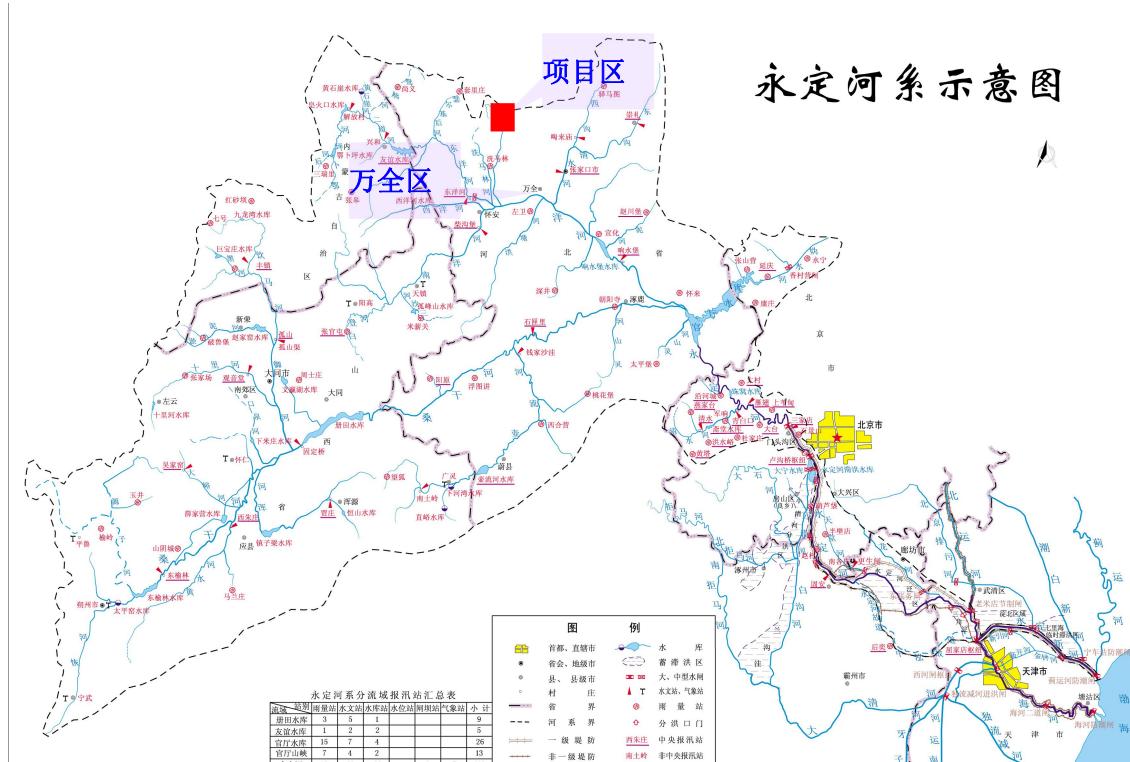


图 1-3 项目区河流水系图

### 1.2.4 地质

项目区地处内蒙古高原南缘与大马群山地交接部位，地形起伏较大。本区大地构造属于中朝准地台和内蒙古兴安华力西地槽褶皱带交界部位。I级构造单元属中朝准地台，II级构造单元属内蒙古台背斜，III级构造单元属土城子台拱，IV级构造单元属张北台凹的中部。根据国家标准《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本场址区地震动峰值加速度为0.05g；对应的地震基本烈度为VI度。

### 1.2.5 项目区侵蚀现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，本工程所处区域为区坝上、坝下地区的过渡带，现状土壤侵蚀模数2200t/（km<sup>2</sup>·a），属于轻度侵蚀区，侵蚀形式为面蚀和沟蚀；本区山脊等区域土层较薄，植被一旦破坏，恢复周期较长，水土流失后果严重。根据《河北省水利厅关于发布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》，项目区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区，参照《开发建设项目水土流失防治标准》，水土流失防治标准为一级防治标准。

## 1.3 水土保持工作情况

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规要求，中电建张家口风电开发有限责任公司委托河北环京工程咨询有限公司承担中国水电万全风电场水土保持方案编制工作。2016年11月，河北环京工程咨询有限公司完成了《中国水电万全风电场水土保持方案报告书（报批稿）》，张家口市水务局于2016年11月14日以“张水审[2016]61号”文批复了该项目水土保持方案报告书。批复的中国水电万全风电场水土保持估算总投资257.64万元。

2019年11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

协议签订后我单位马上组织有关人员组成监测组，并及时现场进行调查监测。根据现场调查监测结果结合查阅工程施工记录等工程资料，与建设单位、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，经过认真整理汇总监测资料，2021年10月形成了本监测总结报告。

## 2 监测内容和方法

### 2.1 监测实施情况

中国水电万全风电场于2019年6月20日正式开工,2020年11月30日主体完工。

2019年11月,河北环京工程咨询有限公司承担本工程的水土保持监测工作。接受监测任务后,我公司技术人员组建“中国水电万全风电场水土保持监测小组”。

(1)2019年11月14日—2021年9月20日,监测小组对工程进行现场查勘,调查水土流失情况,统计水土保持措施量。

(2)工程开工至监测开始期间(2019年6月—2019年10月)情况,采取补充调查的方式进行。工程技术资料的收集通过查询工程建设期间的工程资料,编制资料清单,制作调查统计表,由施工单位集中填写,同时采用遥感与调查相结合的方法,在对比的基础上掌握土壤侵蚀的动态变化。

(3)2021年10月最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成《中国水电万全风电场水土保持监测总结报告》。

#### 2.1.1 监测分区

本项目为点状工程,根据地形地貌和水土流失类型划分为风机组区、施工检修道路区、集电线路区三个分区,分别布置水土保持措施。

#### 2.1.2 监测分工

本工程水土保持监测工作由河北环京工程咨询有限公司承担。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、完工文件等工程技术资料,组织监测专业技术人员召开了该项目监测实施研讨会,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。

参与项目水土保持监测的主要人员的监测业务分工等内容见表 2-1。

### 水土保持监测人员及业务分工表

表 2-1

姓名	职称	职责分工
王富	高级工程师	制定监测计划、监测技术路线
李艳丽	高级工程师	资料收集、校核
耿培	工程师	资料收集、外业调查
王鹏飞	工程师	报告编写、图件制作

## 2.2 监测内容

根据《中国水电万全风电场水土保持方案报告书》中设计监测内容要求，结合工程施工特点，在现场调查研究的基础上确定了监测内容包括水土流失影响因子、水土流失状况、水土流失防治措施实施和水土流失防治效果。

一是水土流失影响因子。包括项目区的降雨量、降雨强度和地形地貌，采取水土保持防治措施后植被类型与覆盖度的变化。

二是水土流失状况。建设项目水土流失防治责任范围、弃土弃渣和土石方情况以及水土流失量监测，工程水土流失主要来自风机基坑开挖和回填，施工检修道路修建挖填及集电线路铁塔基础开挖和回填，监测内容主要开挖土方量和回填土方量。

三是水土流失防治措施实施。水土流失防治措施监测工程建设中实施的所有工程措施、植物措施、临时措施。本工程水土流失防治工程措施包括表土剥离、表土回铺、全面整地、边坡防护、排水措施、植被恢复措施及临时遮盖措施等。

四是水土流失防治效果监测。水土流失防治效果监测内容为水土流失防治指标：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、林草植被恢复系数和林草覆盖率等六项指标。

## 2.3 监测方法和频次

2020 年 10 月水土保持监测单位开展水土保持监测工作，水土保持监测工作在项

目建设过程中进行，因此本工程采用现场调查、勘测的监测方法，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、开挖和回填土方量等情况，收集施工设计、招投标、监理、质量评定、竣工决算等相关资料，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。通过对风机区、施工检修道路区和集电线路区工程措施、植物措施的实地测量，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)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。

(5)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。

本次中国水电万全风电场水土保持监测时段确定为2019年11月开始到2021年9月结束，并分析工程土建期（2019年6月—2019年10月）资料。

## 2.4 监测点布设

由于开展水土保持监测时，本工程主体工程正在施工当中，项目采用遥感与调查相结合的方法，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，以监测运行期各项防治措施的治理效果为重点。

本项目各建设区域共布设各类监测点21处，其中风机区10处，施工检修道路区6处，集电线路5处。现将本项目布置的21个水土保持监测点现场查勘情况进行展示。

监测点位表见表 2-2。

监测点位选取情况表

表 2-2

位置	数量(个)
风机区	10
集电线路区	5
施工检修道路区	6

## 2.5 监测成果提交情况

根据工作协议及监测开展情况，2021 年 10 月完成《中国水电万全风电场水土保持监测总结报告》。

## 3 水土流失动态监测

### 3.1 防治责任范围监测

#### 3.1.1 方案确定的防治责任范围

依据《中国水电万全风电场水土保持方案报告书》，中国水电万全风电场水土流失防治责任范围总面积  $18.42\text{hm}^2$ ，其中永久占地面积  $1.09\text{hm}^2$ ，临时占地面积  $17.33\text{hm}^2$ 。水土保持方案确定的水土流失防治责任范围面积见表 3-1。

水土保持方案批复水土流失防治责任范围表

表 3-1

单位:  $\text{hm}^2$

序号	建设项目	占地面积			防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计	
1	风机区	风机及箱变基础	0.81		0.81
		吊装平台		4	4
		小计	0.81	4	4.81
2	施工及检修道路区		9.48	9.48	9.48
3	集电线路区	0.28	0.25	0.53	0.53
4	施工生产生活区		0.6	0.6	0.6
5	弃渣场		3	3	3
合计		1.09	17.33	18.42	18.42

#### 3.1.2 建设期防治责任范围

建设期水土流失防治责任范围包括工程建设征占的永久占地、临时占地等范围，是工程建设过程中直接造成扰动、损坏和不利影响的区域。

中国水电万全风电场建设期防治责任范围为  $16.26\text{hm}^2$ ，包括项目永久占地  $0.94\text{hm}^2$  和临时占地区  $15.32\text{hm}^2$ 。建设期水土流失防治责任范围面积见表 3-2。

### 建设期防治责任范围表

表 3-2

单位: hm<sup>2</sup>

序号	建设项目	占地面积			防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计	
1	风机区	风机及箱变基	0.81		0.81
		吊装平台		4.16	4.16
		小计	0.81	4.16	4.97
2	施工及检修道路区			9.69	9.69
3	集电线路区	0.13	1.47	1.6	1.6
合计		0.94	15.32	16.26	16.26

### 3.1.3 建设期与水土保持方案确定的防治范围变化情况

经现场实地勘察并结合征地资料, 确定本工程建设期防治责任范围面积 16.26hm<sup>2</sup>, 其中项目建设区 16.26hm<sup>2</sup>, 与方案阶段占地 18.42hm<sup>2</sup>相比, 防治责任范围减少 2.16hm<sup>2</sup>:

#### 一、风机区

工程建设过程中, 方案阶段设计征地面积 4.81hm<sup>2</sup>, 风机及箱变基础占永久占地 0.81hm<sup>2</sup>, 吊装场地临时占地 4hm<sup>2</sup>, 实际建设征地面积为 4.97hm<sup>2</sup>, 风机及箱变基础占永久占地 0.81hm<sup>2</sup>, 吊装场地临时占地 4.16hm<sup>2</sup>, 风机区实际防治范围较方案防治责任范围增加 0.16hm<sup>2</sup>。

#### 二、集电线路区

方案阶段设计集电线路采用架空线的形式, 集电线路总长度 12.48km, 铁塔 62 基, 单个塔基占地 45m<sup>2</sup>集电线路单个塔基施工区占地 41m<sup>2</sup>, 集电线路区总占地 0.52hm<sup>2</sup>; 在施工过程中, 集电线路采用架空线的形式, 集电线路总长度 8.64km, 铁塔 48 基, 单个塔基占地 32.5m<sup>2</sup>, 单个塔基施工区占地 367.5m<sup>2</sup>, 集电线路区总占地 1.60hm<sup>2</sup>; 塔基施工区面积较方案设计占地增加较多, 占地面积增加 1.07hm<sup>2</sup>。

#### 三、施工检修道路区

方案阶段施工检修道路长 15.57km，总占地 9.48hm<sup>2</sup>，施工检修道路包括新建和改建两部分。新建施工检修道路长 13.47km，路基宽 5m，租地宽度约 6m，临时占地 8.22hm<sup>2</sup>；改建施工检修道路（改建原有乡村道路，现状乡村道路路基宽约 5m）长 2.10km，路基宽 5m，租地宽度约 6m，临时占地 1.26hm<sup>2</sup>。实际建设施工检修道路长 15.89km，总占地 9.69hm<sup>2</sup>，实际新建工检修道路 16.15km，改扩建工检修道路 2.1km，征地宽度为 6m，新建道路 14.05km，征地宽度均为 6m，总占地面积 9.69hm<sup>2</sup>。施工完毕后保留检修道路宽 4m，施工检修道路长度略有增加，道路租地宽度未变，施工检修道路占地面积较方案阶段增加 0.21 hm<sup>2</sup>。

#### 四、施工生产生活区

本工程施工生产生活区位项目区内设临建一处，临时占地面积约 0.6hm<sup>2</sup>。生产用办公室，生活用临时住房等临建设施也集中布置于施工生产生活区内，形成一个集中的施工生活管理区。实际建设过程中租用升压站南部庙儿沟村民房，施工生产生活区未新增占地，故施工生产生活区取消，临时占地面积减少 0.6hm<sup>2</sup>。

#### 五、弃渣场

方案阶段设计弃渣场 2 处，用于弃渣集中堆放，设计弃渣场占地面积 3.0hm<sup>2</sup>，容量约 9.0 万 m<sup>3</sup>，实际建设过程中风机基础开挖土方平铺于吊装场地内，施工检修道路区挖填方平衡，集电线路余方平铺于铁塔基础内。未产生弃渣，弃渣场未启用，占地面积减少 3.0hm<sup>2</sup>。

建设期与方案设计阶段水土流失防治责任范围对比表见表 3-3。

## 建设期与方案设计阶段水土流失防治责任范围对比表

表 3-3

单位: hm<sup>2</sup>

监测分区		水土保持方案			实际发生			增减变化 (+/-)		
		永久	临时	小计	永久	临时	小计	永久	临时	合计
风机区	风机及箱变基础	0.81		0.81	0.81	0	0.81	0.00	0.00	0
	吊装平台		4	4	0	4.16	4.16	0.00	0.16	0.16
	小计	0.81	4	4.81	0.81	4.16	4.97	0.00	0.16	0.16
施工检修道路区		0	9.48	9.48	0	9.69	9.69	0.00	0.21	0.21
集电线路区		0.28	0.25	0.53	0.13	1.47	1.6	-0.15	1.22	1.07
施工生产生活区		0	0.6	0.6	0		0	0.00	-0.60	-0.6
临时弃渣场		0	3	3	0	0	0	0.00	-3.00	-3.00
合计		1.09	17.33	18.42	0.94	15.32	16.26	-0.15	-2.01	-2.16

## 3.2 水土流失背景值监测

### 3.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

本项目所经区域属河北省张家口市万全区北部，地貌类型为坝上坝下过渡地带，容许土壤流失量为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，原地貌土壤侵蚀模数在  $2200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

原地貌各监测分区土壤侵蚀模数统计情况见表 3-4。

原地貌项目区各扰动地表类型土壤侵蚀模数统计表

表 3-4

监测分区		占地面积 ( $\text{hm}^2$ )	原地貌侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )
风机区	风机及箱变基础	0.81	2200
	吊装场地	4.16	2200
施工检修道路区		9.69	2200
集电线路区		1.6	2200
合计		16.26	

### 3.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

本工程建设期 2019 年 6 月-2020 年 11 月施工活动频繁，施工过程中基础开挖、回填、土方临时堆放、机械碾压、施工运输以及材料场地等占压扰动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受降雨冲刷等影响，各地表扰动区域均产生了不同程度的土壤侵蚀。

建设期内各监测分区土壤侵蚀模数统计情况见表 3-5。

### 建设期项目区各扰动地表类型土壤侵蚀模数统计表

表 3-5

监测分区		占地面積 (hm <sup>2</sup> )	建设期侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)
风机区	风机及箱变基础	0.81	4500
	吊装场地	4.16	5000
施工检修道路区		9.69	5000
集电线路区		1.6	5000
合计		16.26	

### 3.2.3 运行期土壤侵蚀模数

2021 年 9 月风电场进入试运行期项目区开始实施表土回铺、全面整地、干砌石挡墙、浆砌石挡墙、管涵、浆砌石排水沟和绿化等措施，项目区水土流失状况较建设期明显降低。经各项水土保持措施综合防护后，各主要区域水土流失面积均恢复甚至低于原地貌状态。

项目区水土保持措施实施后各侵蚀单元土壤侵蚀模数详见表 3-6。

### 试运行期项目区土壤侵蚀模数统计表

表 3-6

监测分区		占地面積 (hm <sup>2</sup> )	试运行期侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)
风机区	风机及箱变基础	0.81	800
	吊装场地	4.16	1000
施工检修道路区		9.69	1000
集电线路区		1.6	900
合计		16.26	

### 3.3 建设期扰动土地面积

中国水电万全风电场累计扰动占地  $16.26\text{hm}^2$ ，其中永久占地  $0.94\text{hm}^2$ ，临时占地  $15.32\text{hm}^2$ ，工程占地类型主要为荒草地，项目扰动占地详细情况见表 3-7。

工程扰动土地积统计表

表 3-7

单位:  $\text{hm}^2$

序号	监测分区	永久占地	临时占地	合计
		荒草地	荒草地	
1	风机区	风机及箱变基础	0.81	0.81
		吊装场地	4.16	4.16
2	施工检修道路区		9.69	9.69
3	集电线路区	0.13	1.47	1.6
合计		0.94	15.32	16.26

### 3.4 土石方流向情况监测

该工程挖填主要为土石方，方案设计土方总量为  $77.84\text{ 万 m}^3$ ，挖方  $41.28\text{ 万 m}^3$ ，填方  $32.53\text{ 万 m}^3$ ，余方  $8.75\text{ 万 m}^3$ 。实际土方总量为  $60.48\text{ 万 m}^3$ ，挖方  $30.24\text{ 万 m}^3$ ，填方  $30.24\text{ 万 m}^3$ ，土石方平衡，无余方和借方。土方开挖与回填情况见表 3-8。

## 工程土石方情况汇总表

表 3-8

单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	监测分区		总量	开挖	回填	借方		余方	
						数量	来源	数量	去向
1	风机区	风机基础及箱变	6.2	3.5	2.7			0.8	吊装场地
		吊装场地	12.8	6	6.8	0.8	风机及箱变基础		
		小计	19	9.5	9.5	0.8		0.8	
2	集电线路区		0.8	0.4	0.4				
3	施工检修道路区		40.68	20.34	20.34				
合计			60.48	30.24	30.24	0.8		0.8	

## 4 水土流失防治措施监测

### 4.1 主体及方案设计的水保措施

按照水土流失防治分区，针对不同的区域、不同工程部位布设防治措施，形成综合的水土流失防治体系。布设的措施主要包括工程措施、植物措施及临时措施。

项目水土保持防治措施总体布局详见表 4-1。

**水土保持措施总体布局表**

表 4-1

序号	监测分区	措施类型	水保措施	备注
1	风机区	风机及箱变基础	工程措施 表土剥离	方案设计
		吊装场地	工程措施 表土剥离、表土回铺、全面整地、干砌石挡墙、挡水埂	方案设计
		植物措施	种草、栽乔木、抚育	方案设计
		临时措施	临时拦挡	方案设计
2	施工检修道路区	工程措施	管涵	主体设计
			表土剥离、表土回铺、干砌石挡墙、浆砌石挡墙、浆砌石排水沟、	方案设计
		植物措施	种草、栽乔木、抚育	方案设计
3	集电线路	工程措施	表土剥离、表土回铺、全面整地、浆砌石挡墙	方案设计
		植物措施	种草、抚育	方案设计
4	施工生产生活区	工程措施	表土剥离、表土回铺	方案设计
		植物措施	种草、抚育	方案设计
		临时措施	土质排水沟、土质沉淀池、临时遮盖、临时拦挡	方案设计
5	临时弃渣场	工程措施	表土剥离、表土回铺、浆砌石截水沟、铅丝网笼坝	方案设计
		植物措施	种草、栽乔木	方案设计

#### 一、风机区

##### 1、风机及箱变基础

###### (1)工程措施

①表土剥离：工程施工前，施工单位对部分土层较厚、土质较好的风机场地进行表土剥离，剥离厚度 0.3cm，剥离面积 0.81hm<sup>2</sup>，剥离表土 1614m<sup>3</sup>。

## 2、吊装场地

### (1)工程措施

①表土剥离：工程施工前，施工单位对部分土层较厚、土质较好的吊装场地进行表土剥离，剥离厚度 0.3cm，剥离面积 0.6hm<sup>2</sup>，剥离表土 1200m<sup>3</sup>。

②表土回铺：施工结束后，对可绿化区域实施了表土回铺 2814m<sup>3</sup>。

③全面整地：风机安装结束，撤离施工机械设备，清理场地施工垃圾和杂物后，由于风机吊装场地平整时经过碾压密实处理，需对占地面积中需绿化进行全面整地，采用机械作业将密实土层翻松（20~30cm），全面整地面积 2.59hm<sup>2</sup>。

④干砌石挡墙：对于风机吊装场地形成的坡比大于 1:1 且坡高于 1.0m 的边坡布置干砌石护坡，干砌石挡墙长度 160m。

⑤挡水埂：在靠近边坡的风机（约占 60%）的吊装场地四周边缘堆砌挡水埂，拦截吊装平台汇集径流流向坡面、防止冲刷坡面，每台风机修建挡水埂约 40m，土埂长度 480m。

### (2)植物措施

①种草：吊装场地经表土回铺后，选择适宜季节及时对裸露地表进行种草绿化，种草面积 4.0hm<sup>2</sup>。

②栽乔木：项目区土壤保水保肥能力差，故采用乔草结合的方式，加强植被蓄水固沙能力，吊装场地经表土回铺和全面整地后，选择适宜季节及时对裸露地表进行栽乔木绿化，栽乔木面积 4.0hm<sup>2</sup>。

③抚育：种植绿化后，对项目区种草和栽乔木区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 4.0hm<sup>2</sup>。

### (3)临时措施

①临时拦挡：由于风机区基础开挖及表土收集等土方开挖工程使施工过程中临时堆放了大量土方，采取草袋装土的方式对临时堆土坡脚进行拦挡，拦挡长度 100m。

## 二、施工检修道路区

### (1)工程措施

①表土剥离：施工前先对表土剥离条件好的区域进行表土剥离，新建施工检修道路多位于较高的山坡及山脊，剥离厚度 0.3m，剥离面积 2.69hm<sup>2</sup>，表土剥离量 5388m<sup>3</sup>，放在道路两侧做成土埂，用于施工结束后表土回铺的覆土来源。

②表土回铺：施工结束基本结束后，将收集的表土回铺于道路两侧恢复绿化区域，以备后续绿化，表土回铺量 5388m<sup>3</sup>。

③管涵：工程主体设计中道路遇沟道段设置管涵，采用直径 0.8m 的钢筋混凝土管涵，长度 200m。

④干砌石挡墙：设计施工过程中在局部坡度较陡路段靠近沟道一侧利用开挖石方修建干砌石挡墙防护，采用人工堆砌，干砌石挡墙长度 400m。

⑤浆砌石挡墙：陡坡区施工检修道路开挖断面高度 > 3m 段，由于开挖易造成滑落，需要对道路陡坡部位增加挡墙措施，该区段采用浆砌石挡墙方式进行防护，估算长度 200m。

⑥浆砌石排水沟：主体设计道路全挖方段开挖较陡、路面坡度  $\geq 10^\circ$  路段布置浆砌石排水沟，采取机械开挖的方式，排水沟设计为矩形断面，纵坡一般为自然坡，排水沟长度 1200m。

### (2)植物措施

①种草：施工结束，表土回铺后，对施工检修道路两侧或一侧进行种草绿化，绿化面积 3.11hm<sup>2</sup>。

②栽乔木：在部分施工检修道路两侧栽植乔木进行绿化美化，栽植 1.04hm<sup>2</sup>。

③抚育：对绿化区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 3.11hm<sup>2</sup>。

### 三、集电线路区

#### (1)工程措施

①表土剥离：施工前先对开挖面进行表土剥离，剥离面积  $0.15\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $298\text{m}^3$ ，剥离的表土应与塔基基础开挖的土石方分开存放。

②表土回铺：塔基基础浇筑完成，开挖土石方回填后，将收集的表土均匀回铺于开挖表面，为绿化做好准备，表土回铺量  $298\text{m}^3$ 。

③全面整地：铁塔架设结束，撤离施工机械设备，清理场地施工垃圾和杂物后，由于铁塔架设时经过碾压密实处理，需对占地面积中需绿化部分进行全面整地，采用机械作业将密实土层翻松（ $20\sim30\text{cm}$ ），全面整地面积  $0.38\text{hm}^2$ 。

④干砌石挡墙：设计施工过程中在局部较陡塔基平台下修建干砌石挡墙进行防护，防止雨水冲刷，干砌石挡墙采用人工堆砌，高度根据边坡高度而定，一般在  $1.0\text{m}$  左右，挡墙长度  $10\text{m}$ 。

#### (2)植物措施

①种草：塔基扰动区域经表土回铺后，选择适宜季节及时对裸露地表进行种草绿化，种草面积  $0.53\text{hm}^2$ 。

②抚育：对塔基扰动区域撒草籽绿化区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积  $0.28\text{hm}^2$ 。

### 四、施工生产生活区

#### (1)工程措施

①表土剥离：施工前先对施工生产生活区扰动较大的区域进行表土剥离，剥离厚度  $0.3\text{m}$ ，剥离面积  $0.30\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $600\text{m}^3$ 。

②表土回铺：整个工程施工结束，将收集的表土均匀回铺于施工生产生活区扰动地表以备后续复耕，表土回铺量  $600\text{m}^3$ ，回覆面积  $0.30\text{hm}^2$ 。

#### (2)植物措施

①种草：施工结束，表土回铺后，选择适宜季节及时对裸露地表进行种草绿化，种草面积  $0.6\text{hm}^2$ 。

②抚育：对绿化区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积  $0.60\text{hm}^2$ 。

### (3)临时措施

①土质排水沟：在施工生产生活区周边设置土质排水沟，以减少对周边的影响，土质排水沟长度 100m。

②土质沉淀池：在施工生产生活区排水口处设土质沉淀池 1 座，雨水经简易沉淀处理后排出区外。

③临时遮盖：对剥离的表土采取临时遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀造成的影响。临时遮盖面积概算约  $300\text{m}^2$ 。

④临时拦挡：对剥离的表土采取临草袋装土拦挡，以减少堆土对周边区域的影响，临时拦挡长度 100m。

## 五、备用弃渣场

### (1)工程措施

①表土剥离：弃渣场使用前先对弃渣区内的灌草地进行表土剥存，剥存面积  $1.50\text{hm}^2$ 。剥存表土存放在弃渣场一侧，用于弃渣结束后的恢复植被。

②表土回铺：弃渣作业结束后，将收集的表土均匀平铺于堆渣表面，表土回铺面积  $1.50\text{hm}^2$ 。

③浆砌石截水沟：在弃渣场上游修建浆砌石截水沟，长度约 180m。

④铅丝网笼坝：位于边坡侵蚀沟道的备用弃渣场，为防止弃渣下流，需在拟选弃渣场下游修建拦渣坝。根据风电场水土流失防治经验和立地条件，本方案中的拦渣推荐采用铅丝网笼坝，估算铅丝网笼坝长度 80m。

### (2)植物措施

①种草：弃渣场表土回铺后，选择合适的季节及时种草恢复植被，估算种草面积

3.00hm<sup>2</sup>。

②栽乔木：弃渣场表土回铺后，选择合适的季节及时栽乔木恢复植被，栽乔木3.00hm<sup>2</sup>。

方案水土保持防治措施工程量表见表 4-2。

方案水土保持防治措施工程量表

表 4-2

防治分区	措施类型	水保措施	单位	方案设计工程量
风机区	风机及箱变基础 吊装场地	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup> 0.81
			表土剥离	hm <sup>2</sup> 0.6
			表土回铺	m <sup>3</sup> 2814
			全面整地	hm <sup>2</sup> 2.59
			干砌石挡墙	m 160
		植物措施	挡水埝	m 480
			种草	hm <sup>2</sup> 4
			栽乔木	hm <sup>2</sup> 4
			抚育	hm <sup>2</sup> 4
	临时措施	临时拦挡	m	100
施工检修道路区	施工检修道路区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup> 2.69
			表土回铺	m <sup>3</sup> 5380
			干砌石挡墙	m 400
			浆砌石挡墙	m 200
			浆砌石排水沟	m 1200
			管涵	m 200
		植物措施	种草	hm <sup>2</sup> 3.11
			栽乔木	hm <sup>2</sup> 1.04
			抚育	hm <sup>2</sup> 3.11
集电线路区	集电线路区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup> 0.15
			表土回铺	m <sup>3</sup> 298
			全面整地	hm <sup>2</sup> 0.38
			干砌石挡墙	m 10
		植物措施	种草	hm <sup>2</sup> 0.53
			抚育	hm <sup>2</sup> 0.28
	施工生产生活区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup> 0.30

		表土回铺	$m^3$	660
	植物措施	种草	$hm^2$	0.6
临时措施		土质排水沟	m	100
		沉淀池	个	1
		临时遮盖	$m^2$	300
		临时拦挡	m	100
		表土剥离	$hm^2$	1.5
临时弃渣场	工程措施	表土回铺	$m^3$	1.5
		浆砌石截水沟	m	180
		铅丝网笼坝	m	80
		种草	$hm^2$	3
	植物措施	栽乔木	$hm^2$	3

## 4.2 水土保持设施完成情况

### 一、风机区

#### 1、风机及箱变基础

##### (1)工程措施

①表土剥离：施工前对风机基础开挖可剥离表土区域进行表土剥离，表土剥离面积  $0.50hm^2$ ，表土剥离量  $1500m^3$ ，用于施工结束后表土回铺。

#### 1、风机及箱变基础

##### (1)工程措施

①表土剥离：施工前对吊装场地可清理表土区域进行表土剥离，表土剥离面积  $2.29hm^2$ ，表土剥离量  $6870m^3$ ，用于施工结束后表土回铺。

②表土回铺：施工结束后，将风机及箱变基础及吊装场地剥离的表土进行回铺，恢复植被，表土回铺量  $6870 m^3$ ，回覆面积  $2.79hm^2$ 。

③全面整地：施工结束后对除表土回铺区域外需绿化区域进行全面整地，全面整地面  $1.37hm^2$ 。

④干砌石挡墙：在风机吊装场地的较陡边坡角处设置干砌石挡墙，以稳定边坡，

设置干砌石护坡 640m。

⑤浆砌石挡墙：施工结束后，对风机区吊高陡边坡坡脚修建浆砌石挡墙以稳定边坡，浆砌石挡墙长度 60m。

### (2)植物措施

①种草：覆土回铺后，对风机区吊装平台和边坡种草进行绿化，种草绿化面积  $4.08\text{hm}^2$ 。

②栽乔木：对大部分风机平台栽乔木，乔木选用樟子松，樟子松株行距 2m，种植面积  $2.50\text{hm}^2$ 。

③抚育：对全部绿化区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积  $4.08\text{hm}^2$ 。

### (3)临时措施

①临时遮盖：对清理的表土采取密目网遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀。临时遮盖面积  $2700\text{m}^2$ 。

## 二、施工检修道路区

### (1)工程措施

①表土剥离：将道路部分路段原地表最上层有腐殖土在施工前进行了表土剥离，表土剥离面积为  $2.77\text{hm}^2$ ，表土剥离量为  $8310\text{m}^3$ 。

②表土回铺：将风场施工检修道路区剥离的表土回填在道路两侧需绿化区，表土回铺面积  $3.05\text{hm}^2$ ，表土回铺量为  $8310\text{m}^3$ 。

③干砌石挡墙：施工检修道路区上边坡较高、较陡，有碎石滑落路段。在道路内侧坡脚采取干砌石挡墙防护，修建干砌石挡墙 110m。

④浆砌石挡墙：施工结束后，对施工检修道路区高陡上边坡坡脚，修建浆砌石挡墙以稳定边坡，浆砌石挡墙长度 76m。

⑤浆砌石排水沟：对施工检修道路区汇水量较大，路面坡度较大地段，修建浆砌石排水沟排出汇集雨水，浆砌石排水沟长度 680m。

⑥管涵：施工检修道路区过沟道处设管涵 5 处，管涵长度 35m。

(2)植物措施

①种草：道路纵坡较小，排水良好，路基坡度较缓，表土回铺后基本恢复植被，在表土回铺区域采取种草措施种草面为  $3.05\text{hm}^2$ 。

(3)临时措施

①临时遮盖：对清理的表土采取密目网遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀。临时遮盖面积  $6000\text{m}^2$ 。

### 三、集电线路区

(1)工程措施

①表土剥离：施工前对塔基开挖扰动区域进行表土剥离，表土剥离面积  $0.64\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $1920\text{m}^3$ ，用于施工结束后表土回铺。

②表土回铺：将铁塔基础剥离的表土回填在施工扰动区域，表土回铺面积  $0.64\text{hm}^2$ ，表土回铺量  $1920\text{m}^3$ 。

③全面整地：施工结束后将表土回铺区域外临时占地进行全面整地，全面整地面积为  $0.91\text{hm}^2$ 。

④浆砌石挡墙：对位于高陡边坡处塔基进行浆砌石挡墙进行防护，浆砌石挡墙长度 80m。

(2)植物措施

①种草：对塔基基础表土回铺和全面整地区域撒播草籽进行植被恢复，种草绿化面积为  $1.55\text{hm}^2$ 。

## 水土保持工程措施完成情况表

表 4-3

防治分区	措施类型	水保措施	工程量			完成时间	
			措施位置	单位	数量		
风机区	风机及箱变基础	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm <sup>2</sup>	0.5	2019.6-11
			表土剥离	可清表区域	hm <sup>2</sup>	2.29	2019.6-11
		工程措施	表土回铺	施工扰动区域	m <sup>3</sup>	8370	2021.4-5
			全面整地	施工扰动区域	hm <sup>2</sup>	1.37	2021.4-6
			干砌石挡墙	风机下边坡	m	640	2021.6-8
	吊装场地	植物措施	浆砌石挡墙	风机下边坡	m	60	2021.8
			栽乔木	风机平台	hm <sup>2</sup>	2.50	2021.6-8
			种草	占地区域	hm <sup>2</sup>	4.08	2021.6-7
			抚育	绿化区域	hm <sup>2</sup>	4.08	2021.6-2022.6
		临时措施	临时遮盖	表土堆放区域	m <sup>2</sup>	2700	2019.7-2021.3
施工检修道路区	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm <sup>2</sup>	2.77	2019.6	
		表土回铺	施工扰动区域	m <sup>3</sup>	8310	2021.4-6	
		干砌石挡墙	道路上边坡	m	110	2021.7-8	
		浆砌石挡墙	道路上边坡坡脚	m	76	2021.9	
		浆砌石排水沟	道路汇水处	m	680	2021.9	
		管涵	跨沟道处	m	35	2021.7-8	
	植物措施	种草	两侧恢复区域	hm <sup>2</sup>	3.05	2021.6-7	
		临时措施	临时遮盖	表土堆放区域	m <sup>2</sup>	6000	2019.7-2021.4
集电线路区	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm <sup>2</sup>	0.64	2019.8	
		表土回铺	施工扰动区域	m <sup>3</sup>	1920	2021.5-6	
		全面整地	高陡下边坡	m <sup>2</sup>	0.91	2021.6	
		浆砌石挡墙	塔基边坡	m	80	2020.8-10	
	植物措施	种草	可恢复植被区域	hm <sup>2</sup>	1.55	2021.6	

## 4.3 实际完成与方案对比情况分析

中国水电万全风电场水土保持措施落实情况与水保方案设计相比有所变化。具体变化如下：

### 4.3.1 工程措施

#### 一、风机区

##### 1、风机及箱变基础

①表土剥离：风机及箱变基础区可表土剥离面积的减少，导致实际表土剥离的面积减少，实际剥存面积  $0.5\text{hm}^2$ ，较方案设计  $0.81\text{hm}^2$  减少  $0.31\text{hm}^2$ 。

##### 2、吊装场地

①表土剥离：吊装场地区域可表土剥离面积的增加，导致实际表土剥离的面积增加，实际剥存面积  $2.29\text{hm}^2$ ，较方案设计  $0.6\text{hm}^2$  增加  $1.69\text{hm}^2$ 。

②表土回铺：因表土剥存面积增加，导致表土回铺面积增加，表土回铺面积由方案设计的  $1.41\text{hm}^2$  ( $2814\text{m}^3$ ) 增加为  $2.79\text{hm}^2$  ( $8370\text{m}^3$ ) 表土回铺面积增加  $1.38\text{hm}^2$  ( $5556\text{m}^3$ )。

③全面整地：方案设计除表土回铺区域外进行全面整地  $2.59\text{ hm}^2$ ，实际施工当中表土回铺区域面积增加，全面整地面积减少，全面整地面积  $1.37\text{hm}^2$ ，全面整地面积减少  $1.22\text{hm}^2$ 。

④干砌石挡墙：方案设计的干砌石护坡  $160\text{m}$ ，实际建设中在吊装场地的较陡边坡角处设置干砌石挡墙  $640\text{m}$ ，工程量较方案设计增加  $480\text{m}$ 。

⑤浆砌石挡墙：方案未设计浆砌石挡墙，实际建设过程中对吊装场地高陡边坡脚处设置浆砌石挡墙进行防护，新增浆砌石挡墙  $60\text{m}$ 。

⑥挡水埝：方案设计对吊装场地四周设置挡水埝长度  $480\text{m}$ ，实际建设中未实施挡水埝措施，减少挡水埝  $480\text{m}$ 。

#### 二、施工检修道路区

①表土剥离：方案阶段设计将施工检修道路区域原地表最上层表土在施工前进行剥离，表土剥离面积  $2.69\text{hm}^2$ ，实际施工当中对可剥离表土区域路段进行了表土剥离，表土剥离面积为  $2.77\text{hm}^2$ ，表土剥离面积较方案设计增加  $0.08\text{hm}^2$ 。

②表土回铺：方案设计施工完毕后将剥离的表土回铺于道路两侧绿化区域，表土回铺面积  $3.11\text{hm}^2$  ( $5380\text{m}^3$ )，实际建设中将清理的表土回铺于需种草绿化区域，表土回铺面积  $3.05\text{hm}^2$  ( $8310\text{m}^3$ )，较方案设计表土回铺面积减少  $0.06\text{hm}^2$  ( $2930\text{m}^3$ )。

③干砌石挡墙：方案阶段设计干砌石挡墙长度  $400\text{m}$ ，实际建设中对道路较高、较陡内侧坡脚长度减少，实际修建干砌石挡墙  $110\text{m}$ ，干砌石挡墙长度较方案设计减少  $290\text{m}$ 。

④浆砌石挡墙：方案阶段设计浆砌石挡墙长度  $200\text{m}$ ，实际建设中对道路上边坡高陡内侧坡脚采取浆砌石挡墙防护，修建干砌石挡墙  $76\text{m}$ ，高陡边坡长度减少，干砌石挡墙长度较方案设计减少  $124\text{m}$ 。

⑤浆砌石排水沟：方案阶段设计施工检修道路区汇水区域修建浆砌石排水沟  $1200\text{m}$ ，实际建设中汇水区域长度减少，建浆砌石排水沟  $680\text{m}$ ，浆砌石排水沟长度较方案设计减少  $520\text{m}$ 。

⑥管涵：方案阶段设计施工检修道路过沟道区管涵  $200\text{m}$ ，实际建设中施工检修道路过沟道处数量减少，在过沟道处设管涵  $5$  处，管涵长度  $35\text{m}$ ，管涵长度较方案设计长度减少  $165\text{m}$ 。

### 三、集电线路区

①表土剥离：方案未设计集电线路区表土剥离  $0.32\text{hm}^2$ ，实际施工占地面积增加，可剥离表土面积增加，对集电线路区可清理表土区域进行了表土剥离，表土剥离面积  $0.64\text{hm}^2$ ，表土剥离面积较方案设计增加  $0.32\text{hm}^2$ 。

②表土回铺：方案阶段设计表土剥离面积  $0.15\text{hm}^2$ ，表土回铺面积  $0.15\text{hm}^2$  ( $298\text{m}^3$ )，实际施工中表土剥离面积增加，表土回铺面积增加，表土回铺面积  $0.64\text{hm}^2$  ( $1920\text{m}^3$ )，较方案设计表土回铺面积  $0.15\text{hm}^2$  增加  $0.49\text{hm}^2$  ( $1920\text{m}^3$ )。

③全面整地：方案设计除表土回铺区域外进行全面整地  $0.38\text{hm}^2$ ，实际占地面积增加，施工结束后将表土回铺区外进行了全面整地措施，全面整地面积为  $0.91\text{hm}^2$ ，

全面整地面积较方案设计增加  $0.53\text{hm}^2$ 。

④干砌石挡墙：方案设计塔基高陡边坡坡脚修建干砌石挡墙长度 10m。实际建设过程中采取的浆砌石挡墙，未修建干砌石挡墙，干砌石挡墙长度减少 10m。

⑤浆砌石挡墙：方案未设计浆砌石挡墙措施，实际建设中对位于高陡边坡处塔基进行浆砌石挡墙进行防护，浆砌石挡墙长度 80m。新增浆砌石挡墙 80m。

#### 四、施工生产生活区

①表土剥离：方案设计施工前先对施工生产生活区扰动较大的区域进行表土剥离，剥离厚度 0.3m，剥离面积  $0.30\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $600\text{m}^3$ 。实际施工生产生活区租用民房，未新增扰动占地，故表土剥离未实施，表土剥离减少  $0.30\text{hm}^2$ 。

②表土回铺：整个工程施工结束，将收集的表土均匀回铺于施工生产生活区扰动地表以备后续复耕，表土回铺量  $600\text{m}^3$ ，回铺面积  $0.30\text{hm}^2$ 。实际施工生产生活区租用民房，未新增扰动占地，故表土剥离未实施，表土回铺减少  $0.30\text{hm}^2$ 。

#### 五、临时弃渣场

①表土剥离：弃渣场使用前先对弃渣区内的灌草地进行表土剥存，剥存面积  $3.00\text{hm}^2$ 。剥存表土存放在弃渣场一侧，用于弃渣结束后的恢复植被。临时弃渣场未启用，表土剥离未实施。

②表土回铺：弃渣作业结束后，将收集的表土均匀平铺于堆渣表面，表土回铺面积  $3.00\text{hm}^2$ 。临时弃渣场未启用，表土回铺措施未实施。

③浆砌石截水沟：在弃渣场上游修建浆砌石截水沟，长度约 180m。临时弃渣场未启用，浆砌石截排水沟措施未实施。

④铅丝网笼坝：位于边坡侵蚀沟道的备用弃渣场，为防止弃渣下流，需在拟选弃渣场下游修建拦渣坝。根据风电场水土流失防治经验和立地条件，本方案中的拦渣措施推荐采用铅丝网笼坝，估算铅丝网笼坝长度 80m。临时弃渣场未启用，铅丝网笼坝未实施。

### 4.3.2 植物措施

#### 一、风机区

①种草：方案阶段设计表土回铺和全面整地后，对风机区吊装平台和边坡种草进行绿化，种草绿化面积  $4.0\text{hm}^2$ ，实际建设中占地面积增加，种草绿化面积为  $4.08\text{hm}^2$ ，草种为披碱草，种草绿化面积较方案设计增加  $0.08\text{hm}^2$ 。

②栽乔木：方案阶段设计栽乔木  $4.0\text{hm}^2$ ，实际建设中大部分风机平台栽乔木，乔木选用樟子松，规格为 6 年生 2m 高苗木，栽植密度  $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，种植面积  $2.50\text{hm}^2$ ，栽植数量 6250 株，栽乔木较方案设计面积减少  $1.50\text{hm}^2$ 。

③抚育：方案设计对绿化区面积进行抚育，抚育面积  $4.0\text{hm}^2$ ，实际建设过程中占地面积增加，绿化面积增加，对全部绿化区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积  $4.08\text{hm}^2$ ，抚育面积较方案设计面积增加  $0.08\text{hm}^2$ 。

#### 二、施工检修道路区

①种草：方案设计施工检修道路道路两侧种草绿化，种草绿化面积  $3.11\text{hm}^2$ ，实际建设中对纵坡较小，排水良好，路基坡度较缓，表土回铺区域恢复植被，种草绿化面积为  $3.05\text{hm}^2$ ，较方案设计  $3.11\text{hm}^2$  减少  $0.06\text{hm}^2$ 。

②栽乔木：方案阶段设计栽乔木  $1.04\text{hm}^2$ ，实际建设中未进行栽乔木，栽乔木较方案设计面积减少  $1.04\text{hm}^2$ 。

③抚育：方案阶段设计栽乔木和种草绿化区域进行抚育工作，包括洒水、禁牧等抚育措施，保证植物正常生长，抚育面积  $3.11\text{hm}^2$ ，实际建设中未采取抚育，抚育面积较方案设计抚育面积减少  $3.11\text{hm}^2$ 。

#### 三、集电线路区

①种草：方案阶段设计表土回铺和全面整地后，对集电线路扰动区域进行种草绿化，种草绿化面积  $0.53\text{hm}^2$ ，实际建设中占地面积增加，种草绿化面积为  $1.55\text{hm}^2$ ，种草绿化面积较方案设计增加  $1.02\text{hm}^2$ 。

②抚育：方案设计对种草绿化区面积进行抚育，抚育面积  $0.53\text{hm}^2$ ，实际建设未采取抚育措施，抚育面积较方案设计面积减少  $0.53\text{hm}^2$ 。

#### 四、施工生产生活区

①种草：施工结束，表土回铺后，选择适宜季节及时对裸露地表进行种草绿化，种草面积  $0.6\text{hm}^2$ 。施工生产生活区租用民房，种草措施未实施。

②抚育：对绿化区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积  $0.6\text{hm}^2$ 。施工生产生活区租用民房，抚育措施未实施。

#### 五、临时弃渣场

①种草：弃渣场表土回铺后，选择合适的季节及时种草恢复植被，估算种草面积  $3.00\text{hm}^2$ 。临时弃渣场未启用，种草措施未实施。

②栽乔木：弃渣场表土回铺后，选择合适的季节及时栽乔木恢复植被，栽乔木  $3.00\text{hm}^2$ 。临时弃渣场未启用，栽乔木措施未实施。

### 4.3.3 临时措施

#### 一、风机区

①临时遮盖：方案未设计临时遮盖措施，实际建设过程中实施临时遮盖措施  $2700\text{m}^2$ ，为保证防护效果，临时遮盖措施较方案设计增加  $2700\text{m}^2$ 。

②临时拦挡：方案设计对施工过程中剥离的表土进行防护，采取编织袋装土拦挡措施，拦挡长度  $100\text{m}$ ，实际建设过程中未进行临时拦挡，临时拦挡减少  $100\text{m}$ 。

#### 二、施工检修道路区

①临时遮盖：方案未设临时遮盖措施，实际建设过程中为防止产生水土流失，对表土进行临时遮盖  $6000\text{m}^2$ ，新增临时遮盖  $6000\text{m}^2$ 。

#### 三、施工生产生活区

①临时排水沟：方案设计在施工生产生活区周边设置土质排水沟，以减少对周边

的影响，估算长度 100m，实际施工生产生活区租用民房，临时排水沟未实施，临时排水沟减少 100m。

②土质沉淀池：方案设计在施工生产生活区排水口处设土质沉淀池 1 座，雨水经简易沉淀处理后排出项目区，实际施工生产生活区租用民房，临时沉淀池未实施。

③临时遮盖：方案设计对收集的表土采取临时遮盖措施，采用纱网遮盖，减少大风天气对表土所造成的风蚀，临时遮盖面积 300m<sup>2</sup>，实际施工生产生活区租用民房，临时遮盖措施减少 300m<sup>2</sup>。

④临时拦挡：临时表土进行草袋装土进行拦挡，拦挡长度 100m。实际施工生产生活区租用民房，临时拦挡未实施，临时拦挡长度减少 100m。

水土保持防治措施对比分析表见表 4-4。

## 水土保持防治措施对比分析表

表4-4

防治分区	措施类型	水保措施	单位	工程量		增减情况	备注
				方案设计	实际完成		
风机区	风机及箱变基础	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.81	0.5	-0.31 根据现场情况, 可剥离面积减少, 实际表土剥离面积减少
	吊装场地	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.6	2.29	1.69 占地面积增加, 可剥离表土面积增加, 实际表土剥离面积增加
			表土回覆	m <sup>3</sup>	2814	8370	5556 表土剥离面积增加, 表土回覆面积增加
			全面整地	hm <sup>2</sup>	2.59	1.37	-1.22 表土回覆面积增加, 需全面整地面积减少
		植物措施	干砌石挡墙	m	160	640	480 需防护长度减少, 故措施量减少
			浆砌石挡墙	m	0	60	60 部分高陡边坡采用浆砌石挡墙进行防护
		临时措施	挡水埝	m	480	0	-480 未实施
			种草	hm <sup>2</sup>	4	4.08	0.08 占地面积增加, 需绿化面积增加, 种草面积增加
			栽乔木	hm <sup>2</sup>	4	2.496	-1.504 部分风机平台未进行栽乔木, 栽乔木数量减少
			抚育	hm <sup>2</sup>	4	4.08	0.08 占地面积增加, 种草面积增加, 抚育面积增加
	临时措施	临时拦挡	m	100	0	-100 未实施临时拦挡措施	

		临时遮盖	m <sup>2</sup>	0	2700	2700	新增临时遮盖措施
施工检修道路区	工程措施	表土清理	hm <sup>2</sup>	2.69	2.77	0.08	占地面积略有增加, 表土清理面积略有增加
		表土回覆	m <sup>3</sup>	5380	8310	2930	表土清理面积增加, 表土回覆面积略增加
		干砌石挡墙	m	400	110	-290	根据现场情况, 需防护长度减少, 故措施量减少
		浆砌石挡墙	m	200	76	-124	根据现场情况, 需防护长度减少, 故措施量减少
		浆砌石排水沟	m	1200	680	-520	根据现场情况, 道路汇水路段长度减少, 浆砌石排水沟长度减少
		管涵	m	200	35	-165	根据现场情况, 过沟道地段减少, 管涵长度减少
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	3.11	3.05	-0.06	根据现场情况, 修建工程措施区域无法再进行种草绿化措施, 故种草面积较方案设计略有减少
		栽乔木	hm <sup>2</sup>	1.04	0	-1.04	未实施栽乔木措施
		抚育	hm <sup>2</sup>	3.11	0	-3.11	未实施栽植乔木, 未进行抚育
	临时措施	临时遮盖	m <sup>2</sup>	0	6000	6000	根据现场情况, 新增临时遮盖措施。
集电线路区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.15	0.64	0.49	占地面积增加, 表土剥离面积增加
		表土回覆	m <sup>3</sup>	298	1920	1622	表土剥离面积增加, 表土回覆面积增加
		全面整地	hm <sup>2</sup>	0.38	0.91	0.53	占地面积增加, 需全面整地面积增加
		干砌石挡墙	m	10	0	-10	未实施干砌石挡墙措施
		浆砌石挡墙	m	0	80	80	新增浆砌石挡墙措施
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	0.53	1.55	1.02	占地面积增加, 种草绿化面积增加
		抚育	hm <sup>2</sup>	0.28	0	-0.28	未采取抚育措施

#### 4 水土流失防治措施监测

施工生产生活区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.3	0	-0.3	未新建施工生产生活区, 表土剥离未实施
		表土回覆	m <sup>3</sup>	6000	0	-6000	未新建施工生产生活区, 表土回覆未实施
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	0.6	0	-0.6	未新建施工生产生活区, 种草措施未实施
	临时措施	土质排水沟	m	100	0	-100	未新建施工生产生活区, 土质排水沟未实施
		沉淀池	个	1	0	-1	未新建施工生产生活区, 沉淀池未实施
		临时遮盖	m <sup>2</sup>	300	0	-300	未新建施工生产生活区, 临时遮盖未实施
		临时拦挡	m	100	0	-100	未新建施工生产生活区, 临时拦挡未实施
临时弃渣场	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.5	0	-1.5	未启用临时弃渣场, 表土剥离措施未实施
		表土回覆	m <sup>3</sup>	1.5	0	-1.5	未启用临时弃渣场, 表土回覆措施未实施
		浆砌石截水沟	m	180	0	-180	未启用临时弃渣场, 浆砌石截水沟未实施
		铅丝网笼坝	m	80	0	-80	未启用临时弃渣场, 铅丝网龙坝未实施
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	3	0	-3	未启用临时弃渣场, 种草措施未实施
		栽乔木	hm <sup>2</sup>	3	0	-3	未启用临时弃渣场, 栽乔木措施未实施

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 原地貌土壤侵蚀量

监测统计，项目建设区内原地貌土壤侵蚀量约 984t。原地貌土壤侵蚀量统计见表 5-1。

原地貌土壤侵蚀量统计表

表 5-1

监测分区		占地面积 ( hm <sup>2</sup> )	原地貌侵蚀模 数 ( t/km <sup>2</sup> · a )	侵蚀时段 ( 年 )	侵蚀量 ( t )
风机区	风机及箱变基础	0.81	2200	2.75	49.005
	吊装场地	4.16	2200	2.75	251.68
施工检修道路区		9.69	2200	2.75	586.245
集电线路区		1.6	2200	2.75	96.8
合计		16.26			983.73

### 5.2 建设期土壤侵蚀量

中国水电万全风电场施工集中在 2019 年 6 月年至 2020 年 11 月，施工期间现场机械活动剧烈，施工过程中基础开挖、施工运输、材料压占等施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受降雨冲刷等影响，极易发生水土流失。

监测调查统计，项目建设期扰动土地面积 16.26hm<sup>2</sup>；建设期产生的土壤侵蚀总量为 1529t。项目建设期水土流失面积及产生的土壤侵蚀量详情见表 5-2。

### 建设期各扰动地表类型土壤侵蚀量统计表

表 5-2

监测分区		占地面积 ( hm <sup>2</sup> )	施工期土壤侵蚀 模数 ( t/km <sup>2</sup> · a )	侵蚀时段 ( 年 )	侵蚀量 ( t )
风机区	风机及箱变基础	0.81	5500	1.75	77.96
	吊装场地	4.16	5000	1.75	364
施工检修道路区		9.69	5500	1.75	932.66
集电线路区		1.6	5500	1.75	154
合计		16.26			1528.63

### 5.3 试运行期土壤侵蚀量

2020 年 12 月风电场进入试运行期, 由于工程区内各项水土流失防治措施的实施和水土保持效益的初步发挥, 当年项目区土壤侵蚀量明显降低。

经监测统计, 试运行期年产生土壤侵蚀量 159t,。项目试运行期土壤侵蚀量统计情况详见表 5-3。

### 试运行期土壤侵蚀量统计表

表 5-3

监测分区		占地面积 ( hm <sup>2</sup> )	试运行期土壤侵 蚀模数 ( t/km <sup>2</sup> · a )	侵蚀时段 ( 年 )	侵蚀量 ( t )
风机区	风机及箱变区	0.81	800	1	6.48
	吊装场地	4.16	1000	1	41.60
施工检修道路区		9.69	1000	1	96.90
集电线路区		1.6	900	1	14.40
合计		16.26			159.38

## 5.4 水土流失危害

项目区在工程建设过程中扰动地表，破坏原地表植被，地表裸露造成抗蚀能力降低，会进一步加剧和诱发产生新的水土流失。经调查，项目区土壤侵蚀的主要表现形式为面蚀和沟蚀。项目建设造成的水土流失危害主要表现为：

- (1)工程建设破坏表土层土壤结构，造成土体抗蚀力和抗冲力下降，加剧土壤侵蚀。风机塔筒和集电线路铁塔基础在施工过程中，开挖土方扰动地表，临时堆土结构松散，破坏了土壤形态结构，增加了水土流失。
- (2)工程建设改变土壤理化性质，降低土地生产力。工程建设占用土地为荒草地，工程施工在表土剥离、开挖、回填过程中改变了土壤物理化性质，降低了土壤肥力，造成土地生产力下降。
- (3)破坏植被影响项目区生态环境。工程施工占压、扰动地表植被，形成裸露地表，从而降低工程区域内的植被覆盖率，破坏工程区域内自然景观，影响生态环境。本项目工程建设对植被的影响主要表现在对征地范围内灌木、荒草的占压和损坏，对景观的破坏和生态环境的也有不利影响。

调查表明，建设单位在工程施工过程中采取了必要的水土流失防护措施，项目建设期内没有产生大的水土流失。工程监理记录表明，建设单位根据工程建设实际情况，基本做到了水土保持工程与主体工程建设“三同时”，较好的落实了水土保持防护措施，确保建设期间水土流失得到有效治理。同时在施工过程中，施工单位进行了表土剥离工作，在开挖、运输、堆放及回填作业过程中比较重视水土保持，并保证土方及时的回填转移，避免了水土流失进一步的加剧。

综合来看，水土流失发生在工程建设区内，建设过程中造成的水土流失得到了有效的治理，临时占用土地施工结束后进行了绿化，没有对周边的河流水系和村庄造成水土流失危害。

## 6 土壤流失情况监测

通过各项水土流失防治措施的综合治理，取得了一定的效果，其中扰动土地整治率 99.48%，水土流失总治理度达到 99.06%，土壤流失控制比为 1.02，拦渣率达到 95% 以上，林草植被恢复系数达到 99.04%，林草覆盖率达到 53.38%。项目区各水土流失防治指标达到了方案报告书的防治指标，通过水土保持综合治理，项目区水土流失得到控制，实现了防治目标。

### 6.1 扰动土地整治率

主体工程完工后，建设单位积极落实水土保持方案设计，经现场调查核定，各防治分区建（构）筑物及硬化占地面积  $7.31\text{hm}^2$ ，工程共完成扰动土地整治面积  $16.18\text{hm}^2$ ，扰动土地整治率达到 99.48%。项目扰动土地整治面积汇总情况详见表 5-1。

扰动土地整治情况统计表

表 5-1

工程分区	扰动地表面积 ( $\text{hm}^2$ )	扰动土地整治面积 ( $\text{hm}^2$ )				扰动土地整治率 (%)	
		水保措施面积		建构筑物及硬化面积	小计		
		工程措施	植物措施				
风机区	4.97	0.07	4.08	0.81	4.96	99.80	
施工检修道路区	9.69	0.11	3.05	6.46	9.62	99.23	
集电线路区	1.60	0.01	1.55	0.04	1.60	100.00	
总计	16.26	0.19	8.68	7.31	16.18	99.48	

### 6.2 水土流失总治理度

主体工程完工后，建设单位积极落实水土保持方案设计，经防治分区调查、各单位工程验收资料统计和现场调查核定，该项目实际造成水土流失面积为  $8.95\text{hm}^2$ ，水土保持措施面积  $8.87\text{hm}^2$ ，水土流失总治理度达到 99.06%，达到方案设计要求。项目水土流失治理面积汇总情况详见表 5-2。

### 水土流失治理情况统计表

表 5-2

监测分区	水保措施面积 (hm <sup>2</sup> )			水土流失面积 (hm <sup>2</sup> ) (工程占地 - 建构筑物)			水土流 失治理 度 (%)
	工程措 施	植物措 施	小计	工程占 地	建构筑 物 (含 道路)	计算结 果	
风机关区	0.07	4.08	4.15	4.97	0.81	4.16	99.76
施工检修道路区	0.11	3.05	3.16	9.69	6.46	3.23	97.70
集电线路区	0.01	1.55	1.56	1.60	0.04	1.56	100.00
总计	0.19	8.68	8.87	16.26	7.31	8.95	99.06

## 6.3 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区所在区域容许土壤流失量为 1000t/km<sup>2</sup>·a，通过对项目区水土流失状况的监测，统计计算出项目试运行期平均土壤侵蚀模数为 980t/km<sup>2</sup>·a，项目区综合测算项目试运行期土壤流失控制比为 1.02。

## 6.4 拦渣率

根据监测统计、计算的结果，该项目未产生永久弃渣，风机关区开挖土石平铺于风机关吊装场地内，集电线路塔基开挖土石方平铺于塔基占地范围内，拦渣率能够达到 97% 以上。

## 6.5 林草植被恢复系数与植被覆盖率

本工程占地类型主要为荒草地，除建构筑物和硬化区域以外全部进行绿化，林草植被恢复系数达到 99.04%，林草覆盖率达到 53.38%。项目区林草覆盖率与植被覆盖率汇总情况详见表 5-3。

## 林草植被恢复系数与林草覆盖率汇总情况统计表

表 5-3

监测分区	林草植被恢复系数 (%)			林草覆盖率 (%)		
	可绿化面积 (hm <sup>2</sup> )	绿化面积 (hm <sup>2</sup> )	计算结果	绿化面积 (hm <sup>2</sup> )	工程占地 (hm <sup>2</sup> )	计算结果
风机区	4.09	4.08	99.76	4.08	4.97	82.09
施工修建道路区	3.12	3.05	97.62	3.05	9.69	31.48
集电线路区	1.55	1.55	100.00	1.55	1.60	96.88
总计	8.76	8.68	99.04	8.68	16.26	53.38

## 6.6 防治效果分析

方案实施后，由本工程建设和生产运行所造成的人为水土流失得到有效防治，既保证了主体工程安全，生态环境得到明显改善，保障本工程的安全运行。水土保持方案目标值实现情况表见表 5-3。

## 水土保持方案目标值实现情况表

表 5-4

防治指标	目标值	达到值	结果
扰动土地整治率(%)	95	99.48	达标
水土流失总治理度(%)	95	99.06	达标
土壤流失控制比	1.0	1.02	达标
拦渣率(%)	95	97	达标
林草植被恢复系数(%)	97	99.04	达标
林草覆盖率(%)	25	53.38	达标

## 7 结论

### 7.1 综合结论

中国水电万全风电场在项目建设中较重视水土保持工作，积极的落实水土流失防治责任范围内的水土流失防治工作。在施工过程中，能够严格执行工程建设管理程序，施工管理规范，工程质量满足了设计和有关规范的要求。

中国水电万全风电场累计扰动占地 16.26hm<sup>2</sup>，其中永久占地 0.94hm<sup>2</sup>，临时占地 15.32hm<sup>2</sup>，工程占地类型主要为荒草地，与方案相比，防治责任范围减少 2.16hm<sup>2</sup>。

该工程动土总量为 60.48 万 m<sup>3</sup>，挖方 30.24 万 m<sup>3</sup>，填方 30.24 万 m<sup>3</sup>。土石方平衡。未产生弃渣。

监测单位汇总统计，本项目实际完成的水土保持措施主要包括表土剥离 6.20hm<sup>2</sup>、表土回铺 18600m<sup>3</sup>、全面整地 2.28hm<sup>2</sup>、干砌石挡墙 716m、浆砌石挡墙 250m、浆砌石排水沟 680m、管涵 35m；种草绿化 8.68hm<sup>2</sup>、栽乔木 2.50hm<sup>2</sup>、抚育 4.08hm<sup>2</sup>；临时遮盖 8700m<sup>2</sup>。

水土保持措施实施效果明显，项目区扰动土地整治率 99.48%，水土流失治理度达到 99.06%；土壤流失控制比达到 1.02；工程没有永久弃渣，拦渣率可达 97%以上；林草植被恢复系数达到 99.04%，林草覆盖率达到 53.38%。三色评价综合平均得分为 86 分，结论为绿色，

综上所述，中国水电万全风电场水土保持工程设计合理，落实到位，达到有关技术规范和方案设计要求。

### 7.2 存在问题及建议

(1)运行期加强水土保持设施的巡查、管护力度，发现问题及时修补，避免影响范围的扩大。

## 6 结论

(2)工程运行维护所必要的施工，建议避开汛期，如无法避开，应采取临时防护性质的水土流失防治措施，避免施工急剧增加土壤侵蚀量以及对施工效率和质量的影响。