

水保监测（冀）字第 0018 号

中国水电万全风电场工程

水土保持监测总结报告





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： ★★★★ (4 星)

证 书 编 号： 水保监测(冀)字第 0018 号

有 效 期 间： 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



联系人：张伟

联系方式：0311-85696305

电子信箱：huanjingshuibao@126com

单位地址：石家庄市长安区方北路 58 号

中国水电万全风电场工程水土保持监测总结报告

(河北环京工程咨询有限公司)

批准：赵 兵（董事长）

核定：张 伟（经 理）

审查：王 富（技术总工）

校核：李旗凯（工程师）

项目负责人：贾志刚（工程师）

编写：李艳丽（工程师）（报告编写、附图、附件）

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况	- 1 -
1.1 建设项目概况.....	- 1 -
1.2 监测工作实施情况.....	- 6 -
2 监测内容和方法	- 10 -
2.1 扰动土地情况.....	- 10 -
2.2 水土保持措施.....	- 11 -
2.3 水土流失情况监测.....	- 11 -
3 重点对象水土流失动态监测	- 13 -
3.1 防治责任范围监测.....	- 13 -
3.2 土石方流向情况监测.....	- 18 -
4 水土流失防治措施监测.....	- 20 -
4.1 主体及方案设计的水保措施.....	- 20 -
4.2 水土保持设施完成情况.....	- 26 -
4.3 实际完成与方案对比情况分析.....	- 28 -
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 水土流失危害.....	- 37 -
6 水土流失防治效果监测.....	- 39 -
6.1 扰动土地整治率.....	- 39 -

6.2 水土流失总治理度.....	- 39 -
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	- 40 -
6.4 土壤流失控制比.....	- 40 -
6.5 林草植被恢复率与植被覆盖率.....	- 40 -
6.6 防治效果分析.....	- 41 -
7 结论	- 42 -
7.1 水土流失动态变化.....	- 42 -
7.2 水土保持措施评价.....	- 42 -
7.3 存在问题及建议.....	- 43 -

附图：1、水土保持监测点位图及防治责任范围图

2、现场照片

前 言

中国水电万全风电场工程位于河北省张家口市万全区境内，装机规模为39MW，包括安装13台3000kW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110kV变电站、风机区、道路区、集电线路和施工生产生活区五部分。

中国水电万全风电场工程总投资为3.45亿元。工程于2015年4月25日开工，2016年7月26日完工，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》、《开发建设项目建设方案管理办法》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浩川工程咨询有限公司承担本项目水土保持方案编制工作。2013年8月，河北浩川工程咨询有限公司完成了《中国水电万全风电场工程水土保持方案报告书（报批稿）》，河北省水利厅于2013年9月2日以“冀水保[2013]241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工程水土保持估算总投资302.71万元。

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，2018年10月形成了监测总结报告。

中国水电万全风电场工程水土保持监测特性表

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

中国水电万全风电场工程装机规模为39MW，安装13台3000kW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110kV变电站、风机区、道路、集电线路和施工生产生活区。

本项目位于河北省张家口市万全区的北新屯乡北部，总占地面积21.4hm²，海拔高程1588m~1627m，万全县与张北县交界处，坝上、坝下过渡带，属低中山地貌，项目区地形起伏相对较小。项目区北距张北县城约21km，南距万全县城约28km，距张家口市约31km。场区范围为东经114°34'5"~114°37'22"，北纬40°58'35"~41°00'20"，可通过张石高速或207国道及新建成的景观道路到达风电场，风电场对外交通较为便利。

1、110kV 变电站

变电站为整个风电场的中枢，集变电、控制、送电、监测、行政、生活为一体。站址海拔在1298m 左右，地势相对平坦，东侧稍低。距各风机站的位置相对较近，工程地质较好，不易产生坡、泥石流等自然灾害。本工程变电站的设计单台主变容量50MVA，拟以1 回110kV 线路接入张家口电网的郭磊庄110kV 变电站。变电站内的主要建（构）筑物包括综合楼、35kV 屋内配电装置室、汽车库及材料库、生活消防水泵房、SVG 室、深井泵房。110kV 配电装置及主变压器设计采用屋外布置型式，110kV 屋外配电装置布置在变电站北侧，35kV 屋内配电装置位于变电站西北侧，主变压器布置在110kV 屋外配电装置与35kV 屋内配电装置之间，户外布置。控制室布置在综合楼内，无功补偿装置布置在35kV 屋内配电室西侧。110kV 屋外配电装置采

用单母线接线，电气设备布置按软导线普通中型布置方式，每个间隔宽度8m，母线架构高7.3m，引线架构高10m。本期只建一回进线、一回出线及一组PT隔。35kV屋内配电装置采用户内成套开关柜，单列布置。35kV主变引线采用架空软导线引接。变电站东西120m，南北91m，整个变电站永久占地 1.10hm^2 。整个变电站既作为整个风场的升压站又作为风电场的管理站，因此变电站在整体上分为两个区，整个变电站南侧为升压区，由西向东依次主要布置无功补偿装置、35kV屋内配电装置及室外架构等。北侧为生活管理区，主要布置有综合楼、汽车库及材料库和水泵房等。站内建设完整的供排水系统。

2、风机区

风机区主要建设内容包括风电机组、箱式变压器和临时吊装场地。总占地面积 6.08hm^2 。

① 风电机组及箱式变压器

本期工程拟装机13台单机容量为3MW的风电机组，采用WTG3000型机组，轮毂高度为90m，其年上网电量为97200MWh，年等效满负荷运行小时数为2592h。风电机组基础：采用现浇钢筋混凝土大板式基础，基础下采用天然地基，对于局部覆盖层厚度较大的地段可采用换填等地基处理方案。风机基础为圆形，直径21.0m，基础埋深为-3.8m。风机基础的混凝土强度等级为C40。内掺高性能丙稀抗裂纤维。机组箱式变压器基础：为现浇钢筋混凝土箱式基础，混凝土强度等级为C30。设人工接地网，接地装置采用接地扁钢和钢管。一台风机与一台箱式变压器共同组成一个独立接地网。风电机组及箱式变压器占地面积 0.62hm^2 。

② 吊装场地

风机吊装场地基本为圆形，占地直径在68m，采用750t履带吊对风机进行吊装，吊装场地临时占地 5.46hm^2 。

3、风场内道路区

道路区总占地面积 12.87hm^2 。本工程修建简易施工道路约 12.87km , 路面宽度为 8m , 两侧各设置 1m 宽的土路肩, 路基宽度 10m 。满足风机运输要求。简易施工道路紧靠各个风电机旁, 施工检修道路占地 12.85hm^2 。新修进站道路长 10m , 路面宽 20m 的进站道路, 与变电站西侧的公路连接, 进站道路占地 0.02hm^2 。

4、集电线路区

集电线路场起于风机基础至箱式变压器, 箱式变压器升压后再到最近的 35kV 铁塔, 通过 35kV 铁塔汇集到 110kV 变电站内。集电线路采用架空线的形式, 铁塔 32 基础, 长 9.63km , 集电线路总占地 0.15hm^2 。

5、施工生产生活区

施工生产生活区布置在附近村庄的旧学校内, 施工生产生活区内布置有临时办公区、附属加工厂、材料设备仓库等, 施工生产生活区占地 1.20hm^2 。

1.1.2 项目区概况

1、地形地貌

项目区位于河北省张家口市万全区, 处坝上、坝下地区的过渡带, 场区范围为东经 $114^{\circ}34'5''\sim 114^{\circ}37'22''$, 北纬 $40^{\circ}58'35''\sim 40^{\circ}00'20''$, 本工程位于中山区, 地表切割剧烈, 冲沟发育, 山顶地势狭长, 北高南低。项目区地形地貌见图1-1。



图 1-1 项目区地形地貌

2、土壤植被

本区域表层土壤以栗钙土、褐土为主，有少量棕壤、灌淤土、水稻土和草甸土，土壤土层较薄，自然肥力较差。项目区自然植被分为高原植被和山地植被两种类型，高山植被以草本植物为主，山地植被以阔叶林为主，深山以针叶树种占优势；人工植被以农作物为主，主要有玉米、高粱和豆类等。项目区植被见图1-2。



图 1-2 项目区植被

3、气象水文

(1)气象

项目区属于东亚大陆性季风气候暖温带亚湿润区，四季分明。冬季寒冷干燥，夏季炎热多雨，春秋两季比较温和。多年平均降雨量为464mm，年内降雨量分配极不均匀，降雨主要集中在6-8月份，约占全年降雨量的70-80%。多年平均气温6.9℃，极端最高温36.7℃，极端最低温-27.8℃，最大冻土深1.63m，全年无霜期约138.1天，平均风速3.2m/s。

(2)水文

项目区属于坝上、坝下地区的过渡带，属永定河流域，工程涉及到的河流为城西河。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。全程35.2 公里，流域面积248.204平方公里，年径流量588 万立方米。较大支流有：大水沟、马鞍山、羊儿沟，九龙寺沟、大西沟、夭儿湾、孙庄子河，分

别成羽状汇合城西河。该河只有雨季洪峰，没有地表水，是一条洪灾较多的河。上游河床较窄，行洪河道稳定。中游黄家堡、蔡家庄段河床宽600 多米，是洪水顶撞的险段。本工程位于城西河上游。项目区河流水系图见图1-3。



图 1-3 项目区河流水系图

4、地质

工程场地在新构造上分区上位于冀蒙断块隆起（I）之阴山断隆（I）南部边缘，南接鄂尔多斯块体隆起和山西断陷，工程场地附近的主要活动断裂距离工程场地均大于30km；在地震分区上位于华北地震区之汾渭地震带东北边缘，邻近东北地震区。从场地所在区域的地质构造背景及地震活动性角度而言，拟建风电场位于相对稳定地块，场地内崩塌、滑坡、采空区、地面沉降等不良地质作用及地质灾害不发育，适宜建设风电场。拟选场地内地层主要由第四系风积及残坡积的粉土、碎石、块石及第三系强-中等风化玄武岩、白垩系强-中等风化砂岩砾岩构成。第四系覆盖层在区域内分布范围较为广泛，厚度小且受地形起伏影响较大；在坡角、沟谷中分布厚度大，至山

顶或地形突出处则出露玄武岩、砂岩、泥岩。地层概述如下:粉土:本层分布于场地的表层,褐色,黄褐色,松散-稍密,稍湿,混有少量砾石,承载力特征值 $f_{ak}=120\sim 140\text{kPa}$ 。东场区分布厚度一般小于3m,西场区局部厚度大于5 m。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010),站址区地震防烈度为VII度,设计基本地震加速度值为0.10g。

5、项目区侵蚀现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》,本工程所处区域为河北省坝上坝下地区过渡带,土壤侵蚀类型以水力和风力交错侵蚀,侵蚀模数为 $1300\text{t/km}^2 \cdot \text{a}$,属于轻度侵蚀区,侵蚀形式为面蚀和沟蚀;根据水利部《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》和《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《开发建设水土流失防治标准》,水土流失防治标准为一级防治标准。

1.2 监测工作实施情况

1.2.1 监测项目部设置

中国水电万全风电场工程于2015年4月25日正式开工,2016年7月26日完工。2016年6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工程水土保持监测小组”。

(1)2016年7月7日—2016年7月8日,监测小组多次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(2015年4月—2016年6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)2018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工程水土保持监测总结报告》。

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 1-1。

水土保持监测人员及业务分工表

表 1-1

姓名	职称	职责分工
王富	工程师	制定监测计划、监测技术路线
李旗凯	工程师	资料收集、外业调查
贾志刚	工程师	资料收集、外业调查
李艳丽	工程师	报告编写、图件制作

1.2.2 监测点布设

由于开展水土保持监测时，本工程主体工程已完工，项目采用调查监测的方法，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 17 处，其中风机区 5 处，110kV 变电站 4 处、道路区 4 处，集电线路 3 处，施工生产生活区 1 处。现将本项目布置的 17 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 1-2。

监测点位选取情况表

表 1-2

位置	数量(个)
风机区	5
110kV 变电站	4
道路区	4
集电线路	3
施工生产生活区	1

1.2.3 监测设施设备

监测过程中所需要的监测设施、消耗性材料详见表 1-3。

监测设备一览表

表 1-3

监测项目	监测设备	数量	用途
监测点定位	GPS 定位仪	2 个	确定监测点位置
土壤情况	取土钻	2 个	监测土壤水分
	铝盒	60 个	
	电子天平 (1/100)	1 台	
	烘箱	1 台	
	土壤采样器	3 个	对原状土和扰动土采样
植物生长情况	卡尺、钢卷尺	1 套	测量植物胸径和植被盖度等
水蚀量	卡尺	1 套	监测施工期间水蚀情况
其他设备	相机、摄像机	1 套	获取直观影像资料
	笔记本电脑	2 台	数据存储和处理

1.2.4 监测技术方法

2016 年 7 月份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、道路区、集电线路区和施工生产生活区工程措施、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工程水土保持监测时段确定为2016年7月开始到2018年10月结束，并分析工程土建期（2015年4月—2016年6月）资料。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

1、扰动土地面积

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。

监测方法：本工程扰动土地情况监测采用实地量测、资料分析两种方法相结合，对已扰动的土地采取全面量测的方法。在水土保持监测期间，扰动土地情况按照实地量测监测频次每季度 1 次的原则进行监测。我公司多次组织监测人员对现场深入调查，对施工期间的扰动土地面积采用实地量测法，主要借助测距仪、钢尺、卷尺、GPS 对各分区占地、临时道路长度等进行了测量。通过查阅施工、监理资料、工程用地协议等文件，结合现场量测复核，对施工占地的情况进行调查，核实扰动土地面积。

中国水电万全风电场工程累计扰动占地 20.65hm²，其中永久占地 1.87hm²，临时占地 18.78hm²，工程占地为荒草地、耕地和城镇村及工矿用地，项目扰动土地详细情况见表 2-1。

扰动土地情况表

表 2-1

单位 hm²

序号	建设项目		扰动土地面积		占地性质		
			永久占地	临时占地	荒草地	耕地	城镇村及工矿用地
1	风机区	风机及箱变基础	0.62		0.62		
		临时吊装场地		5.46	5.45	0.01	
2	110kV 变电站		1.1			1.1	
3	道路区			12.12	12.10	0.02	
4	集电线路区		0.15		0.13	0.02	
5	施工生产生活区			1.2			1.2
合计			1.87	18.78	18.3	1.15	1.2

工程建设内容既有点状工程又有线型工程。根据地形地貌和水土流失类型划分为

110kV 变电站、风机区、道路区、集电线路区和施工生产生活区 5 个分区，分别布置水土保持措施。

2.2 水土保持措施

监测内容：包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状况等。

监测方法：水土保持措施监测采用实地量测和资料分析的方法。在监测过程中主要针对项目区内的土地整治、植被恢复措施进行了重点监测，水土保持措施工程量、尺寸主要通过查阅施工监理资料获取，结合现场典型调查进行复核。水土保持措施的位置、防治效果、运行状况主要采用调查监测方式进行。

2.3 水土流失情况监测

根据《中国水电万全风电场工程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塔基基坑开挖和回填，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、植物措施和临时措施。本工程水土流失防治工程措施包括表土保存、覆土平整、边坡防护、排水措施、土地整治措施、植被恢复措施、临时排水和临时遮盖等。

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、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项指标。

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、方案确定的防治责任范围

依据批复的《中国水电万全风电场工程水土保持方案报告书（报批稿）》，中国水电万全风电场工程水土流失防治责任范围总面积 27.04hm^2 ，其中项目建设区 23.89hm^2 ，直接影响区 3.15hm^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。

方案批复水土流失防治责任范围表

表 3-1

单位： hm^2

序号	建设项目	占地面积			直接影响区	防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计		
1	风机区	0.76	6.72	7.48	0.86	8.34
2	110kV 变电站	1.4		1.4	0.07	1.47
3	道路区	3.75	5.25	13.6	2.12	15.72
4	集电线路区	0.21		0.21	0.02	0.23
5	施工生产生活区		1.2	1.2	0.09	1.29
合计		10.72	13.17	23.89	3.16	27.05

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、直接影响区等范围，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工程建设期防治责任范围为 23.28hm^2 ，包括项目建设区 20.65hm^2 和直接影响区 2.63hm^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^2

序号	建设项目	占地面积			直接影响区	防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计		
1	风机区	0.62	5.46	6.08	0.54	6.62
2	110kV 变电站	1.1		1.1	0.06	1.16
3	道路区		12.12	12.12	2.02	14.14
4	集电线路区	0.15		0.15	0.01	0.16
5	施工生产生活区		1.2	1.2	0	1.2
合计		1.87	19.61	20.65	2.63	23.28

3、建设期与方案设计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 23.28 hm^2 , 其中项目建设区 20.65 hm^2 , 直接影响区 2.63 hm^2 , 与方案相比, 防治责任范围减少 3.77 hm^2 , 其中建设区面积减少 3.24 hm^2 , 直接影响区面积减少 0.53 hm^2 , 减少的具体变化原因如下:

(1) 风机区

工程建设过程中, 实际建设征地面积为 6.08 hm^2 , 占地面积减少的原因为方案设计 16 台风机, 总占地面积为 7.48 hm^2 , 实际建设为 13 台风机, 故实际占地减少了 3 台风机占地面积, 风机区占地面积减少 1.40 m^2 ; 占地面积减少后, 直接影响区面积也相应减少, 直接影响区面积减少 0.32 hm^2 ; 风机区实际防治范围较方案设计减少 1.72 hm^2 。

(2) 110kV 变电站

方案设计 110kV 变电站占地 1.40 hm^2 , 实际建设过程中优化设计占地面积为 1.10 hm^2 , 较方案设计阶段减少 0.30 hm^2 , 面积减少, 直接影响区面积由 0.07 hm^2 减少至 0.06 hm^2 。

(3) 集电线路区

在施工过程中, 集电线路采用塔基架空线的形式, 集电线路长度 10.5km, 铁塔

50 基，占地 0.15hm^2 ，方案阶段设计集电线路为架空线路 14.7km 铁塔 70 基础，占地 0.21hm^2 ，线路长度变短，塔基数量变少，塔基区占地面积由方案的 0.21hm^2 减少为 0.15hm^2 ，面积减少 0.06hm^2 ，直接影响区面积比方案设计减少 0.01hm^2 。集电线路区实际防治范围较方案设计减少 0.07hm^2 。

(4) 道路区

方案阶段设计道路总长 10.6km 、路基宽 12m ，占地 13.6hm^2 ；实际新建施工检修道路 10.1km 、路基宽 12m ，占地 12.12hm^2 ；实际占地面积较方案设计减少 1.48hm^2 。

方案设计扰动影响范围为道路两侧各 1m ，实际扰动影响范围为道路两侧各 1m ，由于长度减少，直接影响区面积比方案设计减少 0.1hm^2 。道路区实际防治范围较方案设计减少 1.58hm^2 。

(5) 施工生产生活区

实际建设过程中设置 1 处施工生产生活区，施工生产生活区实际占地面积为 1.2hm^2 ，与方案设计占地面积基本相同，但施工生产生活区占地为旧学校，占地内已经有建筑物与围墙，直接影响区未计，防治责任范围较方案设计减少 0.09hm^2 。

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: hm²

监测分区	方案设计			实际发生			增减变化 (+/-)		
	工程建设区	直接影响区	小计	工程建设区	直接影响区	小计	工程建设区	直接影响区	小计
风机区	7.48	0.86	8.34	6.08	0.54	6.62	-1.4	-0.32	-1.72
110kV 变电站	1.4	0.07	1.47	1.1	0.06	1.16	-0.3	-0.01	-0.31
道路区	13.6	2.12	15.72	12.12	2.02	14.14	-1.48	-0.1	-1.58
集电线路	0.21	0.02	0.23	0.15	0.01	0.16	-0.06	-0.01	-0.07
施工生产生活区	1.2	0.09	1.29	1.2	0	1.2	0	-0.09	-0.09
合计	23.89	3.16	27.05	20.65	2.63	23.28	-3.24	-0.53	-3.77

3.1.2 水土流失背景值监测

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、坝下地区过渡带，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 $1300\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

2、扰动后土壤侵蚀模数

本工程建设期 2015 年 4 月-2016 年 7 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，因施工生产生活区占地为旧学校，未进行动土，故未计算侵蚀量。

建设期内各工程分区土壤侵蚀模数统计情况见表 3-4。

建设期项目区各扰动地表类型土壤侵蚀模数统计表

表 3-4

工程分区	占地面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
风机区	6.08	3500
110kV 变电站	1.1	3500
道路区	12.12	3500
集电线路区	0.15	3500
施工生产生活区	1.2	0
合计	20.65	

3、运行期土壤侵蚀模数

2016 年 8 月风电场进入试运行期项目区开始实施六棱砖护坡、排水沟、排水管道、土地整治和绿化等措施，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 3-5。

试运行期项目区土壤侵蚀模数统计表

表 3-5

工程分区	占地面积 (hm ²)	2015 年侵蚀模 数 (t/km ² · a)	2016 年侵蚀模 数 (t/km ² · a)	2017 年侵蚀模 数 (t/km ² · a)	2018 年侵蚀模 数 (t/km ² · a)
风机区	6.08	3500	3500	2000	1000
110kV 变电站	1.1	3500	3500	1500	800
道路区	12.12	3500	3500	2000	1100
集电线路区	0.15	3500	3500	2000	1000

3.2 土石方流向情况监测

3.2.1 设计土石方情况

根据水土保持方案报告书，方案设计土方总量为 51.26 万 m³，挖方 25.63 万 m³，填方 25.63 万 m³。本项目建设过程中无借方、弃方。

3.2.2 土石方监测结果

本工程挖填主要为土石方，实际土方总量为 25.4 万 m³，挖方 12.70 万 m³，填方 12.70 万 m³，无弃方产生。

土石方开挖与回填情况见表 3-6。

工程土石方情况汇总表

表 3-6

单位：万 m³

序号	工程分区	土石方量			借方	余方	备注
		总量	开挖	回填			
1	风机区	8.8	4.4	4.4			
2	110kV 变电站	4.4	2.2	2.2			
3	道路区	11.4	5.7	5.7			
4	集电线路区	0.8	0.4	0.4			
5	施工生产生活区	0	0	0			
合计		25.4	12.7	12.7			

3.2.3 建设期与方案设计的土石方对比

对比方案设计与实际建设过程中土石方开挖情况，总开挖量减少 12.93 万 m^3 ，总回填量减少 12.93 万 m^3 。实际施工中挖填方情况与水土保持方案设计的挖填方情况变化较大原因为方案设计阶段为 16 基风机，实际建设 13 基风机，风机数量的减少导致道路长度变短，集电线路长度变短，各个分区土石方量相应的降低，综合分析实际土石方量开挖回填量减少是合理的。

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、植物措施和临时措施。

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	分区	措施类型	水保措施	备注
1	风机区	工程措施	表土剥存、覆土平整、边坡防护	方案设计
		植物措施	撒播草籽	方案设计
		临时措施	临时拦挡、临时排水沟、临时遮盖	方案设计
2	110kV 变电站	工程措施	截排水沟、排水管道	方案设计
		临时措施	临时拦挡	方案设计
3	道路区	工程措施	浆砌石排水沟、土地平整	方案设计
		植物措施	种植油松、撒播草籽	方案设计
		临时措施	临时拦挡、临时遮盖	方案设计
4	集电线路	工程措施	表土剥存、覆土平整	方案设计
		植物措施	撒播草籽	方案设计
5	施工生产生活区	工程措施	表土剥存、土地平整	方案设计
		植物措施	撒播草籽	方案设计
		临时措施	临时排水沟、临时拦挡、临时遮盖	方案设计

一、风机区

(1) 工程措施

①表土剥存：施工前对风机区开挖区域、临时吊装进行表土剥存，表土剥离面积 0.76hm²，表土剥存量约 2280m³，堆放在各风机区临时吊装场一侧，用于施工结束后绿化的覆土来源。

②土地平整：施工结束后，风机吊装场地内全部进行土地平整，恢复植被，平整

面积 6.72hm^2 。

③干砌石防护：对吊装场地边坡进行干砌石防护，以减轻降雨对吊装场地边坡进行冲刷导致的水土流失。干砌石护坡 1824m^3 。

(2)植物措施

施工完毕，对临时吊装场地采用灌草的方式恢复植被，草种选用披碱草、苜蓿等，灌木选择柠条、沙棘等，植被恢复面积 7.35hm^2 ，草种采用撒播的形式种植。

(3)临时措施

①临时遮盖：采用塑料彩条布对剥离表土进行遮盖。遮盖面积为 1260m^2 。

②临时排水：在干砌石护坡底部修建临时排水沟将吊装场地产生的降雨汇流排到附近的沟道，修建临时排水沟长度为 4000m 。

③临时拦挡：对风机区基础开挖前清理的表土集中堆放、压实，然后用草袋进行拦挡，总拦挡长度为 120m 。

二、 110kV 变电站

(1)工程措施

主体设计中对变电站站内及站外排水进行了设计，主要包括站内、站外排水管道和截水沟等，用于排除站内雨水及处理后的污水，设计排水管道 300m 和截排水沟 600m 。

(2)临时措施

临时排水沟：在施工阶段修建临时排水沟，排水沟共计 500m 。

三、道路区

(1)工程措施

方案阶段进站道路两侧修建浆砌石排水沟 6200m ；施工结束后对进站道路两侧进行土地平整，面积为 2.71hm^2 ，施工结束后要对除留作检修道路以外的扰动区域进行土地平整，土地平整面积 5.25hm^2 ，土地平整面积 7.96hm^2 。

(2)植物措施

对进站道路两侧采用乔、草结合的方式进行恢复植被，植被恢复面积 2.71hm^2 ，草种选用多年生草本，如沙打旺或披碱草。道路两侧种植油松3100株。对除检修道路以外的扰动区域进行植被恢复，种草面积 5.25hm^2 ，草种选用苜蓿或披碱草，绿化面积总计 7.96 hm^2 。

(3)临时措施

①临时拦挡：对风机区基础开挖前清理的表土集中堆放、压实，然后用草袋进行拦挡，总拦挡长度为800m。

②临时遮盖：对道路区临时堆土采用塑料彩条布进行临时遮盖，临时遮盖面积 9100m^2 。

四、集电线路区

(1)工程措施

集电线路区开挖前进行表土剥存工作，剥存面积 0.21hm^2 ，表土剥存厚度按30cm计算，表土剥存量约 630m^3 。集电线路施工结束后，剥存的表土覆土平整为下一步植物措施做准备，覆土量为 630m^3 。

(2)植物措施

施工结束后对土地平整后的集电线路区进行植被恢复，种草面积 0.21hm^2 。

五、施工生产生活区

(1)工程措施

①表土剥存：施工前对施工扰动区域进行表土剥存，表土剥存面积 0.6hm^2 ，

②土地平整：施工结束后对施工生产生活区进行土地平整，平整面积为 1.2hm^2 。

(2)植物措施

施工生产生活区采用植草的方式进行植被恢复，种草面积 1.2hm^2 ，草种选用沙打旺或披碱草。

(3)临时措施

①临时拦挡：临时堆土采用编织袋装土进行临时拦挡，拦挡长度200m。

②临时排水沟：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150m。

③临时遮盖：用塑料彩条布对剥离的表土进行遮盖防护。遮盖面积为1200m²。

方案水土保持防治措施工程量表见表4-2。

方案设计水土保持防治措施施工工程量表

表 4-2

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			方案新增工程量			阶段调 整系数	设计 工程量
			措施位置	单位	数量	内容	单位	数量		
风机区	工程措施	表土剥存	吊装基础	hm ²	0.76	表土剥存量	m ³	2280	1.1	2508
		覆土平整	吊装场地	hm ²	6.72	土地平整	m ³	18300	1.1	20130
		干砌石防护	吊装场地	m ³	1824	干砌石防护	m ³	1824	1.1	2006.4
	植物措施	恢复植被	风机区	hm ²	7.35	种草	hm ²	7.35	1.05	7.72
	临时措施	临时拦挡	临时堆土区	m	120	草袋装土拦挡	m ³	48	1.1	52.8
		临时排水沟	吊装场地	m	4000	修建排水沟	m ³	640	1.1	704
		临时遮盖	风机区	m ²	1260	临时遮盖	m ²	1260	1.1	1386
110kV 变电站	工程措施	截水沟	站外上游	m	600	修建截水沟	m ³	192	1.1	211.2
		排水管道	站内及站外周边	m	300	修建排水管道	m	300	1.1	330
	临时措施	排水沟	站内及站外周边	m	500	修建排水沟	m ³	80	1.1	88
道路区	进站道路	工程措施	土地平整	植被恢复部分	hm ²	2.71	土地平整	hm ²	2.71	1.1
			浆砌石排水沟	进站道路两侧	m	6200	土方开挖量	m ³	1984	1.1
	道路	植物措施	恢复植被	植被恢复部分	hm ²	2.71	种草	hm ²	2.71	1.05
					株	3100	栽植油松	株	3100	1.05
	施工检修道路区	工程措施	土地平整	植被恢复部分	hm ²	5.25	土地平整	hm ²	5.25	1.1
		植物措施	恢复植被	植被恢复部分	hm ²	5.25	种草	hm ²	5.25	1.05
		临时措施	临时拦挡	临时堆土区	m	800	草袋装土拦挡	m ³	320	1.1
			临时遮盖	临时堆土区	hm ²	0.91	塑料彩条布	hm ²	0.91	1.0

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			方案新增工程量			阶段调	设计
			措施位置	单位	数量	内容	单位	数量	整系数	工程量
集电线路	工程措施	表土剥存	线塔周围	hm ²	0.21	表土剥存量	m ³	630	1.1	693
		覆土平整	线塔周围	hm ²	0.21	覆土平整	m ³	630	1.1	693
	植物措施	植被恢复	线塔周围	hm ²	0.21	种草	hm ²	0.21	1.1	0.22
施工生产 生活区	工程措施	土地平整	施工区	hm ²	1.2	土地平整	hm ²	1.2	1.05	1.32
		土地平整	施工区	hm ²	1.2	土地平整	hm ²	1.2	1.05	1.32
	植物措施	植被恢复	施工区	hm ²	1.2	种草	hm ²	1.2	1.1	1.26
	临时措施	草袋拦挡	临时堆土区	hm ²	200	草袋装土拦挡	m ³	80	1.1	88
		临时排水沟	施工区	m	150	土石方开挖	m ³	42	1.1	46.2

4.2 水土保持设施完成情况

一、风机区

(1)工程措施

①表土剥存：施工前对风机区开挖区域、临时吊装进行表土剥存，表土剥存面积 5.45hm^2 ，表土剥离量 1.64 万 m^3 ，用于施工结束后绿化的覆土来源。

②覆土平整：施工结束后，将剥存的表土回铺，恢复植被，覆土平整面积 5.3hm^2 。

③土地整治：对风机区土地进行疏松、摊平为绿化做准备，土地整治面积 5.45hm^2 。

④干砌石挡墙：在临时吊装场地的高陡边坡角处设置干砌石挡墙，以稳定坡脚，设置浆砌石护坡 930m，干砌石方量 465 m^3 。

(2)植物措施

绿化：对临时吊装场地采用种草的方式恢复植被，植被恢复面积 5.45hm^2 。

(3)临时措施

临时遮盖：对风场内裸露小边坡采用土工棚进行遮盖。遮盖面积为 520m^2 。

二、110kV 变电站

(1)工程措施

①表土剥存：表土剥存在110kV 变电站基础开挖前进行表土剥存，集中堆放于变电站内空地处，表土剥存面积 0.25hm^2 ，剥存厚度按30cm 计算，表土剥存量约 750m^3 。

②覆土平整：施工后期对站内场地进行覆土平整，覆土面积 0.15hm^2 ，覆土量约 750m^3 。

③六棱砖护坡：对站内形成的高陡边坡采取了六棱砖的形式进行了防护，护坡面积 0.16hm^2 。

④站内排水管道：对变电站站内排水进行了设计，主要包括站内、站外排水管道和排水沟等，用于排除站内雨水，修建站内排水管道，站内排水管道共计700m。

⑤截排水沟：对站内边坡六棱砖护坡设置截排水沟，将坡面汇集的雨水排出站外，

截水排沟1200m。

(2)植物措施

绿化：项目主体工程中，已对站区进行了部分绿化、美化考虑：在综合楼广场空地周围栽植灌木花卉。园林面积 0.15hm^2 。

三、道路区

(1)工程措施

土地平整：施工结束后要对除留作检修道路以外的扰动区域进行土地平整，土地平整面积共计 7.07hm^2 。

(2)植物措施

绿化：工程施工完毕后对道路两侧进行了绿化、绿化面积 7.07hm^2 。

四、集电线路区

(1)工程措施

①表土剥存：集电线路区开挖前进行表土剥存工作，剥存面积 0.09hm^2 ，表土剥存厚度按30cm 计算，表土剥存量约 270m^3 。

②覆土平整：集电线路施工结束后，剥存的表土覆土平整为下一步植物措施做准备，覆土平整面积 0.09hm^2 ，覆土量为 270m^3 。

③浆砌石护坡：开挖剩余大块石用于塔基边坡处修筑浆砌石护坡，护坡长度 80m。

(2)植物措施

绿化：对塔基周围土地平整后撒播草籽进行植被恢复，种草面积为 0.09hm^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	完成措施及工程量			完成时间
			措施位置	单位	数量	
风机区	工程措施	表土剥存	风机位及吊装场地	hm ²	5.45	2015.4
		覆土平整		hm ²	5.3	2016.5
		土地整治		hm ²	5.45	2018.7
		干砌石挡墙		m	930	2018.7
	植物措施	绿化		hm ²	5.45	2018.7
	临时措施	土工栅格遮盖	小边坡	m ²	520	2018.7
110kV 变电站	工程措施	表土剥存	土层较厚区	hm ²	0.25	2015.4
		覆土平整	绿化区	hm ²	0.15	2016.4
		六棱砖护坡	大边坡	hm ²	0.16	2016.5
		排水沟	边坡坡面	m	1200	2016.5
		排水管道	站内	m	700	2015.7
	植物措施	站区绿化	绿化区	hm ²	0.15	2017.5
	临时措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	1000	2015.4-2016.4
道路区	工程措施	土地平整	道路两侧绿化区	hm ²	7.07	2016.5
	植物措施	绿化	道路两侧	hm ²	7.07	2016.6
集电线 路	工程措施	表土剥存	铁塔周围	hm ²	0.09	2015.4
		覆土平整	铁塔周围	hm ²	0.09	2016.5
		浆砌石护坡	铁塔顺坡一侧	m	80	2018.6
	植物措施	绿化	杆塔周围	hm ²	0.09	2018.6

4.3 实际完成与方案对比情况分析

中国水电万全风电场工程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表土剥存：方案设计表土剥存 0.76hm²，实际施工当中基本对扰动地表可剥存的区域全部进行了表土剥存，剥离面积风机区面积 5.45hm²，较方案设计 0.76hm² 增加了 4.69hm²。

②覆土平整：因风机数量减少，导致覆土平整面积减少，覆土平整面积由方案设计的 6.72hm^2 减少为 5.3hm^2 ，覆土平整面积减少 1.42hm^2 ，覆土平整面积的减少是合理。

③土地整治：方案未设计土地整治措施，但因覆土平整后未及时实施绿化措施，故绿化工程前对绿化区域进行了土地整治措施，新增土地整治面积 5.45hm^2 。

④干砌石挡墙：方案设计干砌石挡墙 1824m^3 ，实际施工过程中对高陡边坡采取了干砌石挡墙措施，但工程量略有减少，实际建设干砌石挡墙 465m^3 ，较方案设计的干砌石挡墙减少 1359m^3 。

二、 110kV 变电站

①截排水沟：方案设计变电站上游处修建一条 600m 长的截排水沟，实际建设过程中变电站坡面较大，截排水沟长度变长，截排水沟长度增加 600m 。

②排水管道：变电站内修建排水管道 300m ，但实际站内雨水口较多，增加站内排水管道长度，站内排水沟长度为 700m ，较方案设计增加 400m 。

③表土剥存：方案未设计站内绿化措施，但实际建设过程中，站内将采取绿化措施，故采取了表土剥存措施，新增表土剥存面积 0.25hm^2 ，表土剥存量为 750m^3 。

④覆土平整：方案未设计站内绿化措施，但实际建设过程中，站内将采取绿化措施，故将表土回铺于绿化区域，故新增覆土平整面积 0.15hm^2 ，覆土量 750m^3 。

⑤六棱砖护坡：方案阶段考虑变电站不会产生边坡。但是建设过程中产生了边坡，因此新增六棱砖护坡措施，新增六棱砖护坡 0.16hm^2 。

三、道路区

①土地平整：方案设计对进站道路硬化区域以外的占地进行土地平整，土地平整面积 7.96hm^2 ，实际建设过程中道路长度变短，土地平整面积 7.07hm^2 ，因此土地平整面积减少 0.89hm^2 。

②浆砌石排水沟：进站道路两侧修建浆砌石排水沟 6200m ，但因进站道路较短，

汇水面积较小，未修建浆砌石排水沟，浆砌石排水沟减少 6200m。

三、集电线路区

①表土剥存：方案设计对集电线路扰动区域进行表土剥存，面积 0.21hm^2 ，因集电线路长度变短，占地面积减少，实际表土剥存面积 0.09 hm^2 ，集电线路表土剥存面积较方案设计减少 0.12hm^2 。

②覆土平整：方案设计对集电线扰动区域剥存的表土进行回铺，回铺面积 0.21 hm^2 ，但实际建设过程中，因集电线路长度变短，占地面积减少，实际回铺面积 0.09 hm^2 ，集电线路覆土平整面积较方案设计减少 0.12hm^2 。

③浆砌石护坡：方案未设计集电线路区边坡防护，实际建设过程中因产生边坡，新增浆砌石护坡措施，新增干浆砌石护坡长度 80m。

四、施工生产生活区

①表土剥存：施工生产生活区进行表土剥存，面积 1.20hm^2 ，因占地为旧学校，故表土剥存措施未实施，表土剥存面积较方案设计减少 1.20hm^2 。

②土地平整：施工生产生活区占地为旧学校，故未进行土地平整措施，土地平整面积较方案减少 1.20hm^2 。

4.3.2 植物措施

一、风机区

对临时吊装场地采用种草的方式恢复植被，植被恢复面积 5.45hm^2 较方案设计 7.35hm^2 减少 1.90hm^2 ，因风机数量减少，风机区面积减少，绿化面积较方案设计减少。

二、110kV 变电站

方案未设计变电站站内绿化措施，但实际建设过程中站内采取了园林绿化措施，绿化面积 0.15hm^2 ，较方案设计新增 0.15 hm^2 园林绿化。

三、道路区

道路长度减少，占地范围内可绿化区域减少，植被恢复面积为 7.07hm^2 ，较方案

设计绿化面积 7.96 hm^2 减少 0.89hm^2 。

四、集电线路区

塔基数量减少，集电线路区占地面积减少，相应的可绿化面积减少，实际绿化面积由方案设计的 0.21 hm^2 减少为 0.09hm^2 ，绿化面积的减少是合理的。

五、施工生产生活区

因施工生产生活区征用旧学校，故方案设计的绿化措施未实施，绿化面积减少 1.20hm^2 。

4.3.3 临时措施

一、风机区

①临时遮盖：对风场内临时堆积的表土采用密目网遮盖。遮盖面积为 1260m^2 ，实际建设当中采取了土工栅格遮盖的方式，实际挂网遮盖 520m^2 ，较方案设计的 1260m^2 减少 740m^2 ，遮盖措施量改变合理。

②临时拦挡：方案设计对临时堆土采用编织袋装土进行拦挡，拦挡长度 120m ，实际建设过程中因施工进度较快，未采取临时拦挡措施，临时拦挡减少 120m 。

③临时排水沟：方案设计对临时堆土周边修建临时排水沟 4000m ，但因施工进度较快，未采取临时排水沟措施。临时排水沟减少 4000m 。

二、 110kV 变电站

①临时排水沟：方案设计对站内布设临时排水沟措施，临时排水沟 500m ，实际建设过程中先修建了排水管道，故临时排水沟未实施。减少临时排水沟 500m 。

②临时遮盖：方案未设计临时遮盖措施，实际建设过程中对临时堆土采取了临时遮盖，新增临时遮盖 1000m^2 。

三、施工检修道路

①临时拦挡：方案设计临时拦挡 800m ，实际建设过程中施工检修道路全部硬化。

②临时遮盖：方案设计临时遮盖 0.91hm^2 ，实际建设过程中未采取临时遮盖，临

时遮盖减少 $1000m^2$ 。

四、施工生产生活区

方案设计施工生产生活区临时措施为临时堆土裸露面密目网遮盖 $1200m^2$, 临时拦挡 $120m$, 土质排水沟 $150m$, 通过对施工现场调查, 施工生产生活区设立在旧学校内, 没有土石方工程, 故未采取密目网遮盖、临时拦挡和土质排水沟措施, 密目网遮盖减少 $1200 m^2$, 临时拦挡减少 $120m$, 土质排水沟减少 $150m$ 。

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	工程措施	表土剥存	hm ²	0.76	5.45	4.69	实际施工当中将可剥表土区域全部进行了剥表土，面积较方案增加4.69hm ²
		覆土平整	hm ²	6.72	5.3	-1.42	风机区占地面积减少，覆土平整面积减少1.42hm ² 。
		土地整治	hm ²	0	5.45	+5.45	对覆土平整区域全部进行了整治，新增土地整治5.45hm ² 。
		干砌石挡墙	m ³	1824	465	-1359	方案设计干砌石防护，实际建设为干砌石挡墙，但防护体积减少1359m ³ 。
	植物措施	绿化	hm ²	7.35	5.45	-1.9	风机区面积减少，实际绿化面积较方案减少1.9hm ² 。
	临时措施	临时遮盖	m ²	1260	520	-740	方案设计临时遮盖1260m ² ，实际建设过程中遮盖方式发生变化，由密目网遮盖改为挂网遮盖。遮盖面积减少740m ² 。
		临时排水沟	m	4000	0	-4000	方案设计临时排水沟未修建，临时排水沟减少4000m。
		临时拦挡	m	120	0	-120	方案设计临时拦挡未修建，临时拦挡减少120m。
110kV变电站	工程措施	截水沟	m	600	1200	+600	因变电站内坡面较大，因此修建的截水沟较长，实际减少较方案设计的增加600m。
		排水管道	m	300	700	+400	为变电站内排水畅通，在站内多处有进水口，因此管道长度增加，较方案增加400m。
		表土剥存	hm ²	0	0.25	+0.25	方案未设计站内绿化措施，故未设计表土剥存，但实际施工过程中有绿化，因此新增表土剥存面积0.25hm ² 。
		覆土平整	hm ²	0	0.15	+0.15	方案未设计站内绿化措施，但实际当中有绿化措施，故新增覆土平整0.15hm ² 。
		六棱砖护坡	hm ²	0	0.16	+0.16	方案阶段未设置边坡防护措施，实际建设过程中产生边坡，并采取了六棱砖护坡措施，因此新增六棱砖护坡0.16hm ² 。
	植物措施	站区绿化	hm ²	0	0.15	+0.15	方案未设计站内绿化措施，实际站内进行了绿化，新增绿化面积

							0.15hm ² 。
临时措施	临时遮盖	m ²	0	1000	+1000	方案未设计站内临时遮盖措施，实际施工过程中对临时堆土进行了遮盖，新增临时遮盖 1000hm ² 。	
	临时排水沟	m	500	0	-500	实际施工当中先修建了排水管道，因此临时排水沟未实施。临时排水沟减少 500m。	
道路区	工程措施	土地平整	hm ²	7.96	7.07	-0.89	因进站道路长度变短，因此土地平整面积少 0.89hm ² 。
		浆砌石排水沟	m	6200	0	-6200	进站道路变短，浆砌石排水沟未修建，浆砌石排水沟减少 6200m。
	植物措施	植被恢复	hm ²	7.96	7.07	-0.89	因道路长度变短，植被恢复面积减少，植被恢复减少 0.89hm ² 。
	临时措施	临时遮盖	hm ²	0.91	0	-0.91	因道路动土方堆积时间较短，故临时遮盖措施未实施，临时遮盖减少 0.91hm ² 。
		临时拦挡	m	800	0	-800	因道路动土方量堆积时间较短，临时拦挡措施未实施，临时拦挡减少 800m。
集电线路区	工程措施	表土剥存	hm ²	0.21	0.09	-0.12	因集电线路长度变短，表土剥存面积相应减少，表土剥存减少 0.12hm ² 。
		覆土平整	hm ²	0.21	0.09	-0.12	因集电线路长度变短，覆土平整面积相应减少，覆土平整减少 0.12hm ² 。
		浆砌石护坡	m	0	80	+80	集电线路产生边坡，新增将砌石护坡措施，新增将砌石护坡 80m。
	植物措施	绿化	hm ²	0.21	0.09	-0.12	因集电线路长度变短，可绿化面积减少，绿化面积减少 0.12hm ² 。
施工生产生活区	工程措施	土地平整	hm ²	1.2	0.85	-0.05	因占用的旧学校用地，因此土地平整措施未实施。
		表土剥存	hm ²	0.6	0.85	-0.05	因占用的旧学校用地，因此表土剥存措施实施。
	植物措施	绿化	hm ²	1.2	0	-0.05	因占用的旧学校用地，因此绿化未实施。
	临时措施	临时拦挡	m	120	0	200	未产生临时土方，因此临时拦挡未实施，临时拦挡减少 120m。
		临时遮盖	m ²	1200	0	-1200	未产生临时土方，因此临时遮盖未实施，临时遮盖减少 1200m ² 。
		土质排水沟	m	150	0	-150	因占用的旧学校用地，有建好的排水系统，因此土质排水沟未修建。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据对各防治分区调查和各单位工程验收资料统计，该项目总占地面积 20.65hm²，实际造成水土流失面积为 19.45hm²，项目水土流失面积详细情况见表 5-1。

水土流失面积情况表

表 5-1

序号	建设项目		水土流失面积	
			永久占地	临时占地
1	风机区	风机及箱变基础	0.62	
		临时吊装场地		5.46
2	110kV 变电站		1.1	
3	道路区			12.12
4	集电线路区		0.15	
5	施工生产生活区			1.2
合计			1.87	18.78

5.2 土壤流失量

5.2.1 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 1011t。原地貌土壤侵蚀量统计见表 5-2。

原地貌土壤侵蚀量统计表

表 5-2

工程分区	占地面积 (hm ²)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	4.57	1300	4	316.16
110kV 变电站	1.1	1300	4	57.2
道路区	7.68	1300	4	630.24
集电线路区	0.15	1300	4	7.8
合计	19.45			1011

5.2.2 建设期土壤侵蚀量

中国水电万全风电场工程施工集中在 2015 年 4 月至 2016 年 7 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，项目建设期水土流失面积 19.45hm^2 ；建设期产生的土壤侵蚀总量为 1362t。项目建设期水土流失面积及产生的土壤侵蚀量详情见表 5-3。

建设期各扰动地表类型土壤侵蚀量统计表

表 5-3

工程分区	占地面积 (hm^2)	地貌侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.08	3500	2	425.6
110kV 变电站	1.1	3500	2	77
道路区	12.12	3500	2	848.4
集电线路区	0.15	3500	2	10.5
合计	19.45			1362

5.2.3 试运行期土壤侵蚀量

2016 年 8 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，2016 年 8 月-2018 年 8 月项目区共产生土壤侵蚀量 588t，其中 2016 年 8 月-2017 年 8 月产生土壤侵蚀量 384t，2017 年 8 月-2018 年 8 月产生土壤侵蚀量 204t。项目试运行期土壤侵蚀量统计情况详见表 5-4。

试运行期土壤侵蚀量统计表

表 5-4-1

工程分区	占地面积 (hm ²)	2016 年 8 月-2017 年 8 月 侵蚀模数 (t/km ² · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.08	2400	1	145.92
110kV 变电站	1.1	1500	1	16.5
道路区	12.12	2400	1	290.88
集电线路区	0.15	2400	1	3.6
合计	19.45			457

表 5-4-2

工程分区	占地面积 (hm ²)	2017 年 8 月-2018 年 8 月侵 蚀模数 (t/km ² · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.08	1000	1	60.8
110kV 变电站	1.1	800	1	8.8
道路区	12.12	1100	1	133.32
集电线路区	0.15	1000	1	1.5
合计	19.45			204

5.3 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塔基在施工过程中，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灌草地和农用地，工程施工在表土清理、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、荒草和农作物的占压和损坏，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清理工作，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 水土流失防治效果监测

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为 98.92%，水土流失总治理度达到 98.40%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率达到 99%以上，林草植被恢复率达到 97.99%，林草覆盖率达到 65.09%。项目区各水土流失防治指标基本达到了方案报告书的设计要求，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 6.31hm^2 ，工程共完成扰动土地整治面积 12.93hm^2 ，扰动土地整治率达到 98.92%。项目扰动土地整治面积汇总情况详见表 6-1。

扰动土地整治情况统计表

表 6-1

工程分区	扰动地表 面积 (hm^2)	扰动土地整治面积 (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	6.08	0.01	5.45	0.62	6.08	100.00	
110kV 变电站	1.1	0.26	0.15	0.69	1.1	100.00	
风场内道路区	12.12		6.97	4.95	11.92	98.35	
集电线路区	0.15	0	0.09	0.05	0.14	93.33	
总计	19.45	0.27	12.66	6.31	19.24	98.92	

6.2 水土流失总治理度

根据对各防治分区调查和各单位工程验收资料统计，该项目实际造成水土流失面积为 13.14hm^2 ，水土保持措施面积 12.93hm^2 ，水土流失总治理度达到 98.40%，达到了方案设计要求。项目水土流失治理面积汇总情况详见表 6-2。

水土流失治理情况统计表

表 6-2

工程分区	水保措施面积 (hm ²)			水土流失面积 (hm ²) (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)		
风机区	0.01	5.45	5.46	6.08	0.62	5.46	100.00
110kV 变电站	0.26	0.15	0.41	1.1	0.69	0.41	100.00
道路区	0	6.97	6.97	12.12	4.95	7.17	97.21
集电线路区	0	0.09	0.09	0.15	0.05	0.1	90.00
总计	0.27	12.66	12.93	19.45	6.31	13.14	98.40

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

根据监测统计、计算的结果，该项目未产生永久弃渣，拦渣率能够达到 99%以上。

6.4 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/km² • 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/km² • a，项目区综合测算项目试运行期土壤流失控制比为 1.0。

6.5 林草植被恢复率与植被覆盖率

本工程占地类型主要为荒草地和耕地，除建构筑物和硬化区域以外全部进行绿化，林草植被恢复率达到 97.99%，林草覆盖率达到 65.09%。项目区林草覆盖率与植被覆盖率汇总情况详见表 6-3。

林草覆盖率与植被覆盖率汇总情况统计表

表 6-3

工程分区	林草植被恢复率 (%)			林草覆盖率 (%)		
	可绿化面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	计算结果	绿化面积 (hm ²)	工程占地	计算结果
风机区	5.45	5.45	100.00	5.45	6.08	89.64
110kV 变电站	0.15	0.15	100.00	0.15	1.10	13.64
道路区	7.17	6.97	97.21	6.97	12.12	57.51
集电线路区	0.15	0.09	60.00	0.09	0.15	60.00
总计	12.92	12.66	97.99	12.66	19.45	65.09

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，保障输变电工程的安全运行。水土保持方案目标值实现情况表见表 6-4。

水土保持方案目标值实现情况表

表 6-4

防治指标	目标值	设计达到值	结果
扰动土地整治率(%)	95	98.92	达标
水土流失总治理度(%)	95	98.40	达标
土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
拦渣率(%)	95	99	达标
林草植被恢复率(%)	97	97.99	达标
林草覆盖率(%)	25	65.09	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

中国水电万全风电场工程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工程累计扰动占地 20.65hm²，其中永久占地 1.87 hm²，临时占地 18.78hm²，工程占地类型主要为荒草地、耕地和村镇及工矿用地，与方案相比，防治责任范围减少 3.77hm²。

该工程动土总量为 25.4 万 m³，挖方 12.7 万 m³，填方 12.7 万 m³，土石方平衡，未产生永久弃渣。

7.2 水土保持措施评价

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站内外表土剥存 5.79hm²、表土回铺 5.54hm²、干砌石挡墙 930m、浆砌石护坡 80m、六棱砖护坡 0.16hm²、排水沟 1200m，排水管道 700m，土地平整 12.52hm²；绿化 12.76hm²；临时遮盖 1000m²，土工栅格遮盖 520m²。

水土保持措施实施效果明显，项目区扰动土地整治率达到 98.92%；水土流失总治理度达到 98.40%；土壤流失控制比达到 1.0；工程没有弃渣，拦渣率可达 99%以上；林草植被恢复率达到 97.99%，林草植被覆盖率达到 65.09%。

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

7.3 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。
- (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。

中国水电万全风电场工程项目水土保持监测意见书

项目名称	中国水电万全风电场工程
建设地点	河北省张家口市张家口万全区境内
建设单位	中电建张家口风电开发有限责任公司
监测人员	张伟、耿培、李艳丽
监测时间	2016年7月7日
监测意见	<p>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了中国水电万全风电场工程的水土保持监测工作。2016年11月2日，监测人员在该公司主管人员的陪同下，变电站区、风机区、集电线路区、施工检修道路区和施工生产生活区等现场，全面了解工程区的水土流失防治情况，听取了建设单位和施工单位的工作报告。</p> <p>1、风机区吊装平台尚未绿化、吊装平台下边坡形碎石散落。建议对吊装平台在适宜季节进行种草绿化，对边坡坡脚修筑挡墙，防治碎石散落。</p> <p>2、集电线路区部分区域未进行土地平整。建议建设单位对集电线路区域进行土地整治，在适宜的季节进行绿化，并使该区域的灌草发挥水土保持功能。</p> <p>建议建设单位及时采取监测单位提出的监测意见，使本项目早日达到验收要求。</p>

水土保持监测照片

	
风机区覆土平整(2016年7月)	风机区覆土平整(2016年7月)
	
风机区土地整治(2018年7月)	风机区遮盖(2018年7月)
	
110kV 变电站排水沟(2016年7月)	110kV 变电站六棱砖护坡(2016年7月)

	
集电线路区土地平整措施(2018年7月)	集电线路区绿化(2018年8月)
	
风机区绿化措施(2018年8月)	风机区干砌石挡墙(2018年8月)
	
道路区土地整治措施(2018年7月)	施工生产生活区(2016年11月)