

水保监测（冀）字第 0018 号

河北怀来风电场二期工程

# 水土保持监测总结报告



建设单位：华能怀来风力发电有限公司  
编制单位：河北环京工程咨询有限公司  
二〇一八年十二月



## 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：★★★★（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



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

# 目 录

<b>1 项目及项目区概况 .....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1 项目概况 .....	- 1 -
1.2 项目区概况 .....	- 2 -
1.3 水土保持工作情况.....	- 5 -
<b>2 监测内容和方法 .....</b>	<b>- 6 -</b>
2.1 监测实施情况.....	- 6 -
2.2 监测内容 .....	- 7 -
2.3 监测方法和频次.....	- 8 -
2.4 监测点布设 .....	- 8 -
2.5 监测成果提交情况.....	- 9 -
<b>3 水土流失动态监测 .....</b>	<b>- 10 -</b>
3.1 防治责任范围监测 .....	- 10 -
3.2 水土流失背景值监测.....	- 14 -
3.3 建设期扰动土地面积.....	- 15 -
3.4 土石方流向情况监测 .....	- 15 -
3.5 土壤流失情况分析.....	- 16 -
3.6 水土流失危害 .....	- 18 -
<b>4 水土流失防治措施监测 .....</b>	<b>- 20 -</b>
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.....	- 24 -
4.3 实际完成与方案对比情况分析 .....	- 26 -

## 5 水土流失防治效果监测 ..... - 32 -

5.1 扰动土地整治率 .....	- 32 -
5.2 水土流失总治理度 .....	- 32 -
5.3 拦渣率与弃渣利用情况 .....	- 33 -
5.4 土壤流失控制比 .....	- 33 -
5.5 林草植被恢复率与植被覆盖率 .....	- 33 -
5.6 防治效果分析 .....	- 34 -

## 6 结论 ..... - 35 -

6.1 综合结论 .....	- 35 -
6.2 存在问题及建议 .....	- 35 -

附图：现场照片

水土保持监测点位图及防治责任范围图

## 前 言

河北怀来风电场二期工程位于河北省张家口市怀来县境内，装机规模为49.5MW，包括安装16台2000kW风力发电机组和7台2500kW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已建110kV变电站站内增加变压设备、风机区（包括风机及箱式变压器、临时吊装场地）、风场内道路、集电线路施工生产活动区。

河北怀来风电场二期工程总投资为39515.53万元。工程于2014年10月开工，2015年12月完工，由华能怀来风力发电有限公司负责建设管理。

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，华能怀来风力发电有限公司委托河北省水利技术试验推广中心承担本项目水土保持方案编制工作。2013年12月，河北省水利技术试验推广中心完成了《河北怀来风电场二期工程水土保持方案报告书（报批稿）》，河北省水利厅于2014年1月2日以“冀水保[2014]7号文”批复了该项目水土保持方案报告书，批复的河北怀来风电场二期工程水土保持估算总投资669.15万元，2018年12月华能怀来风力发电有限公司委托河北春雨信息科技有限公司编制完成了河北怀来风电场二期工程水土保持防护措施调整报告书。

受华能怀来风力发电有限公司委托，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12月形成了监测总结报告。

# 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

河北怀来风电场二期工程装机规模为49.5MW，安装16台2000kW风力发电机组和7台2500kW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变电站扩建、风电机组和箱变、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怀来县的土木镇和狼山乡，总占地面积24.26hm<sup>2</sup>，海拔高程480m~875m，风电场中心位置距河北省怀来县城10km，110国道从风电场南侧通过，京新高速公路在风电场中心穿过，项目区交通便利。

### 1.1.2 建设内容与规模

#### 1、110kV 变电站

本工程接入的升压站已在一期建城，本期只在已建变电站内增加接入系统。

#### 2、风机区

安装 23 台风机，其中 16 台单机容量为 2000kW 风电机组和 7 台 2500kW 风电机组，风电机组采用一机一箱变的形式，风电机组基础永久占地 0.92hm<sup>2</sup>，其中 2000kW 风机基础采用天然地基，圆形混凝土扩展基础，直径 22m，埋深 3.2m，2500kW 风机基础采用天然地基，圆形混凝土扩展基础，直径 24m，埋深 3.5m，35kV 箱式变电站基础拟按天然地基上的浅基础进行建设，基础采用 C25 钢筋混凝土箱型基础，基础下设 100mm 厚 C15 素混凝土垫层，基础埋深 1.8m。

#### 3、风场内道路区

风电场内道路全部为新建道路，与风电场内的国道 G110 或县级公路相连，风电场内道路为碎石路面，道路总长 14.2km，道路征地宽度为 11.16m，路面宽 6m，总占

地面积  $15.85\text{hm}^2$ 。

#### 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  $35\text{kV}$  铁塔，通过  $35\text{kV}$  铁塔汇集到  $110\text{kV}$  变电站内。从风机基础至箱式变压器段电缆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，箱式变压器升压后再到最近  $35\text{kV}$  风机升压站高压侧杆塔杆塔段也采用电缆沟地下敷设方式，敷设深度为地下  $1.2\text{m}$ ，地埋电缆总长度为  $1.30\text{km}$ ，占地  $0.16\text{hm}^2$ ，铁塔汇集输送到  $110\text{kV}$  变电站，集电线路采用架空线的形式，铁塔 50 基，长  $10.232\text{km}$ ，总占地  $0.36\text{hm}^2$ ，铁塔基础周边铁塔施工区总占地面积  $0.48\text{hm}^2$ ，集电线路总占地  $1.0\text{hm}^2$ 。

#### 5、施工生产生活区

施工生产生活区利用升压站南侧空地，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  $0.37\text{hm}^2$ 。

## 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怀来县，怀来县属山间构造盆地地貌，本工程位于中低山区，地表切割剧烈，冲沟发育，山顶地势狭长，北高南低。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褐土，土层厚度在20cm~100cm之间，有机质4.05%-14.9%，含氮0.144%-0.57%，速效磷含量2.1ppm，土体反应弱碱性。项目区植被类型为温带落叶灌丛区系，植被覆盖度35%左右，地表植被以多年草本植物和小灌木为主，生长植被主要有酸枣、山杏、荆条、杨树、刺槐、牛筋草、艾草、蒿草、白羊草等，主要农作物有小麦、玉米、花生等，主要的经济林品种有葡萄、李子、桃树、杏树等。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

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413mm，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9.4℃，极端最高温42.2℃，极端最低温-23.3℃，最大冻土深1.63m，全年无霜期约149天，平均风速3.3m/s。

### (2) 水文

项目区属海河流域永定河水系。怀来县境内有桑干河、洋河、妫水河3条过境河

流，洋河、桑干河、妫水河三条河流汇流官厅水库，河水向东南流经官厅山峡地区，过北京和河北省流向天津，汇入海河，全长 580km，官厅水库坝高 45m，面积 230km<sup>2</sup>，流域总面积 4.34 万 km<sup>2</sup>，控制流域面积 4.70 万 km<sup>2</sup>，设计总库容 41.6m<sup>3</sup>，库容 22.7 亿 m<sup>3</sup>，设计洪水流量 11450m<sup>3</sup>/s，可以拦蓄官厅以上百年一遇的洪水，本项目距官厅水库约 7km。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

工程区位于燕山沉降带西端，燕山运动早期，本区褶皱成山，形成一系列山间盆地；燕山运动晚期，发生强烈构造变形，表现形式以断裂活动为主，新生带以来，怀涿盆地接受了第三系、第四系后约200m的河湖相沉积，自喜山期的岩浆活动结束以来，本区未发生较大规模的岩浆活动，风电场内未发生泥石流及滑坡。

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8度，设计基本地震加速度值为0.20g。

### 1.2.5 项目区侵蚀现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，本工程所处区域为河北省怀涿盆地，土壤侵蚀类型以水蚀为主，兼有风力侵蚀，侵蚀模数为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属于轻度侵蚀区，侵蚀形式为面蚀；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，华能怀来风力发电有限公司委托河北省水利技术试验推广中心承担河北怀来风电场二期工程水土保持方案编制工作。2013年12月，河北省水利技术试验推广中心完成了《河北怀来风电场二期工程水土保持方案报告书（报批稿）》，河北省水利厅于2014年1月2日以“冀水保[2014]7号”文批复了该项目水土保持方案报告书，批复的河北怀来风电场二期工程水土保持估算总投资669.15万元。2018年12月华能怀来风力发电有限公司委托河北春雨信息科技有限公司编制完成了河北怀来风电场二期工程水土保持防护措施调整报告书。

2016年6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，2018年12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

河北怀来风电场二期工程于 2014 年 7 月 20 日正式开工, 2014 年 12 月 20 日完工。

2016 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“河北怀来风电场二期工程水土保持监测小组”。

(1) 2016 年 11 月 2 日—2016 年 11 月 3 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 (2014 年 10 月—2016 年 11 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 12 月最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成《河北怀来风电场二期工程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区、风场内道路区、集电线路区和施工生产生活区 4 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	工程师	制定监测计划、监测技术路线
张伟	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

## 2.2 监测内容

根据《河北怀来风电场二期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剥存、覆土平整、边坡防护、排水措施、土地整治措施、植被恢复措施、植被抚育措施、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。

## 2.3 监测方法和频次

2016年11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、风场内道路区、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。

本次河北怀来风电场二期工程水土保持监测时段确定为2016年11月开始到2018年12月结束，并分析工程土建期（2014年10月—2015年12月）资料。

## 2.4 监测点布设

由于开展水土保持监测时，本工程主体工程已完工，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 15 处, 其中风机区 7 处, 风场内道路区 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 15 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	7
风场内道路区	4
集电线路	3
施工生产生活区	1

## 2.5 监测成果提交情况

根据工作协议及监测开展情况, 2018 年 12 月完成《河北怀来风电场二期工程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

依据批复的《河北怀来风电场二期工程水土保持方案报告书（报批稿）》，河北怀来风电场二期工程水土流失防治责任范围总面积  $34.31\text{hm}^2$ ，其中项目建设区  $31.96\text{hm}^2$ ，直接影响区  $2.35\text{hm}^2$ 。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。

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			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	1.11	7.25	8.36	0.60	8.96
2	风场内道路区		21.36	21.36	1.42	22.78
3	集电线路区	0.68	0.68	1.36	0.26	1.62
4	施工生产生活区		0.87	0.87	0.08	0.95
合计		1.79	30.16	31.95	2.35	34.31

#### 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、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。

河北怀来风电场二期工程建设期防治责任范围为  $25.65\text{hm}^2$ ，包括项目建设区  $24.26\text{hm}^2$  和直接影响区  $1.39\text{hm}^2$ 。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:  $hm^2$ 

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	0.92	6	6.92	0.48	7.4
2	风场内道路区		15.85	15.85	0.71	16.56
3	集电线路区		1.12	1.12	0.2	1.32
4	施工生产生活区		0.37	0.37	0	0.37
合计		0.92	23.34	24.26	1.39	25.65

### 3.1.3 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  $25.65hm^2$ , 其中项目建设区  $24.26hm^2$ , 直接影响区  $1.39hm^2$ , 与方案相比, 防治责任范围减少  $8.65hm^2$ , 其中建设区面积减少  $7.69hm^2$ , 直接影响区面积减少  $0.96hm^2$ , 减少的具体变化原因如下:

#### 一、风机区

工程建设过程中, 实际建设征地面积为  $6.92hm^2$ , 占地面积减少的原因为方案设计 25 台必选风机和 4 台备选风机, 总占地面积为  $8.36hm^2$ , 实际建设为 23 台风机, 故实际占地减少了 6 台风机占地面积, 风机区占地面积减少  $1.44hm^2$ ; 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  $0.11hm^2$ ; 风机区实际防治范围较方案设计减少  $1.55hm^2$ 。

#### 二、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  $10.232km$ , 铁塔 50 基, 占地  $0.38hm^2$ , 方案阶段设计集电线路为架空线路  $25km$  铁塔 130 基, 占地  $0.52hm^2$ , 线路长度变短, 塔基数量变少, 占地面积减少  $0.14hm^2$ , 塔基数量减少, 施工区面积减少, 施工区占地由方案的  $0.68hm^2$  减少为  $0.58hm^2$ , 集电线路面积减少,

直接影响区面积比方案设计减少  $0.06\text{hm}^2$ 。地埋电缆实际长度为  $1.570\text{km}$ 。比方案阶段长度略有减少，但占地宽度略有增加，占地面积与方案设计一致，集电线路实际防治责任范围较方案设计减少  $0.30\text{hm}^2$ 。

### 三、风场内道路区

方案阶段风场内道路长  $35.6\text{km}$ ,  $25$  台风机区  $25.6\text{km}$ , 备选道路长  $10\text{km}$ , 路面宽  $5\text{m}$ , 总占地  $21.36\text{hm}^2$ , 实际新建施工检修道路  $14.2\text{km}$ 、道路宽  $11.16\text{m}$ , 占地  $15.85\text{hm}^2$ ; 塔基数量减少, 风场内道路长度减少, 但因道路占地宽度略有增加, 实际占地面积较方案设计减少  $5.51\text{hm}^2$ 。

方案设计扰动影响范围为道路两侧共  $0.5\text{m}$ , 实际扰动影响范围为道路两侧共为  $0.5\text{m}$ , 由于长度减少, 直接影响区面积比方案设计减少  $0.71\text{hm}^2$ 。道路区实际防治范围较方案设计减少  $6.22\text{hm}^2$ 。

### 四、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  $0.37\text{hm}^2$ , 与方案设计占地面积减少  $0.50\text{hm}^2$ , 项目建设对周围扰动影响范围轻微, 直接影响区面积忽略不计, 直接影响区面积较方案设计减少  $0.08\text{hm}^2$ , 防治责任范围较方案设计减少  $0.58\text{hm}^2$ 。

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 3-4。

## 建设期与方案设计阶段水土流失防治责任范围对比表

表 3-4

单位: hm<sup>2</sup>

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	8.36	0.59	8.95	6.92	0.48	7.4	-1.44	-0.11	-1.55
风场内道路区	21.36	1.42	22.78	15.85	0.71	16.56	-5.51	-0.71	-6.22
集电线路区	1.36	0.26	1.62	1.12	0.2	1.32	-0.24	-0.06	-0.30
施工生产生活区	0.87	0.08	0.95	0.37	0	0.37	-0.50	-0.08	-0.58
合计	31.95	2.35	34.3	24.26	1.39	25.65	-7.69	-0.96	-8.65

## 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怀来县东部，地貌类型为中低山区，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  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

### 3.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

本工程建设期 2014 年 10 月-2015 年 12 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。

建设期内各工程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

工程分区	占地面积 ( $\text{hm}^2$ )	侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )
风机区	6.92	3500
风场内道路区	15.85	3500
集电线路区	1.12	3500
施工生产生活区	0.37	3500
合计	24.26	

### 3.2.3 运行期土壤侵蚀模数

2015 年 12 月风电场进入试运行期项目区开始实施浆砌石挡墙、预制 U 型排水沟、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 3-6。

## 试运行期项目区土壤侵蚀模数统计表

表 3-6

工程分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	2016 年侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	2017 年侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	2018 年侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)
风机区	6.92	2600	1700	900
风场内道路区	15.85	2600	1800	1000
集电线路区	1.12	2600	1700	900
施工生产生活区	0.37	2300	1400	900

## 3.3 建设期扰动土地面积

河北怀来风电场二期工程累计扰动占地 24.26hm<sup>2</sup>, 其中永久占地 0.92hm<sup>2</sup>, 临时占地 23.34hm<sup>2</sup>, 工程占地类型主要为灌草地和农用地, 项目扰动占地详细情况见表 3-7。

## 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 51.26 万 m<sup>3</sup>, 挖方 25.63 万 m<sup>3</sup>, 填方 25.63 万 m<sup>3</sup>。实际土方总量为 36.77 万 m<sup>3</sup>, 挖方 19.04 万 m<sup>3</sup>, 填方 17.73 万 m<sup>3</sup>, 余方 1.31 万 m<sup>3</sup>。余方为石方, 风场内道路产生时产生, 施工结束后余方用于修筑砌石工程和平铺于路基。

土方开挖与回填情况见表 3-8。

## 工程扰动土地积统计表

表 3-7

单位: hm<sup>2</sup>

序号	工程分区	占地面积		占地性质	
		永久占地	临时占地	灌草地	耕地
1	风机区	0.92	6	4.82	2.1
2	风场内道路区		15.85	15.85	
3	集电线路区		1.12	1	
4	施工生产生活区		0.37	0.37	
合计		0.92	23.34	22.16	2.1

## 工程土方情况汇总表

表 3-8

单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	工程分区	土石方量			外借方	余方	备注
		总量	开挖	回填			
1	风机区	17.32	8.66	8.66			
2	风场内道路区	15.95	8.63	7.32		1.31	
3	集电线路区	3.2	1.6	1.6			
4	施工生产生活区	0.3	0.15	0.15			
合计		36.77	19.04	17.73			

## 3.5 土壤流失情况分析

## 3.5.1 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 1213t。原地貌土壤侵蚀量统计见表 3-9。

## 原地貌土壤侵蚀量统计表

表 3-9

工程分区	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	6.92	1000	5	346
风场内道路区	15.85	1000	5	792
集电线路区	1.12	1000	5	56
施工生产生活区	0.37	1000	5	18.5
合计	24.26			1213

## 3.5.2 建设期土壤侵蚀量

河北怀来风电场二期工程施工集中在 2014 年 7 月年至 2014 年 12 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 24.26hm<sup>2</sup>; 建设期产生的土壤侵蚀总量为 1672t。项目建设期水土流失面积及产生的土壤侵蚀量详情见表 3-10。

### 建设期各扰动地表类型土壤侵蚀量统计表

表 3-10

工程分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	地貌侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.92	3500	2	484.4
风场内道路区	15.85	3500	2	1109.304
集电线路区	1.12	3500	2	78.4
施工生产生活区	0.37	3500	2	25.9
合计	24.26			1672

### 3.5.3 试运行期土壤侵蚀量

2016 年 1 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 1 月-2018 年 12 月项目区共产生土壤侵蚀量 1277t, 其中 2016 年产生土壤侵蚀量 621t, 2017 年产生土壤侵蚀量 422t, 2018 年产生土壤侵蚀量 234t,。项目试运行期土壤侵蚀量统计情况详见表 3-11。

### 试运行期土壤侵蚀量统计表

表 3-11-1

工程分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	2016 年侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.92	2600	1	179.92
风场内道路区	15.85	2600	1	412.03
集电线路区	1.12	2600	1	29.12
施工生产生活区	0.37	2300	1	8.51
合计	23.89			621

表 3-11-2

工程分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	2017 年侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.92	1700	1	117.64
风场内道路区	15.85	1800	1	285.25
集电线路区	1.12	1700	1	19.04
施工生产生活区	0.37	1400	1	5.18
合计	24.26			422

表 3-11-3

工程分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	2018 年侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	6.92	900	1	62.28
风场内道路区	15.85	1000	1	158.47
集电线路区	1.12	900	1	10.08
施工生产生活区	0.37	900	1	3.33
合计	24.26			234

### 3.6 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。

## 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、表土回填、干砌石护坡、临时拦挡	方案设计
		植物措施	灌草结合恢复植被	方案设计
		临时措施	纱网遮盖	方案设计
2	风场内道路区	工程措施	表土剥存、表土外运、干砌石护坡、浆砌石排水沟	方案设计
3	集电线路	工程措施	土地平整、浆砌石护坡	方案设计
		植物措施	种草恢复植被	方案设计
4	施工生产生活区	工程措施	表土剥存、表土回填	方案设计
		植物措施	灌草结合恢复植被	方案设计
		临时措施	土质排水沟、临时遮盖、砂砾压盖	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，表土剥存量约  $14500m^3$ ，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覆土平整：施工结束后，风机吊装场地内均需覆土平整，恢复植被，将风机基础开挖前清理后集中堆放的表土及施工道路上清运来的表土全部回铺在吊装场地内，平整面积  $7.25hm^2$ 。

③干砌石护坡：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，估算设置挡墙  $5800m$ ，干砌石挡土墙厚度为  $0.5m$ ，估算干砌石工程量  $4350m^3$ 。

## (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  $7.25\text{hm}^2$ ，其中种草  $5.88\text{hm}^2$ ，种灌木 47667 株。草种采用撒播的形式种植，灌木采用大鱼鳞坑整地方式，株行距为  $2\text{m} \times 3\text{m}$ 。

## (3)临时措施

对风场内道路区清运来的表土及风机区基础开挖前清理的表土集中堆放、压实，然后用纱网遮盖。每个风机点的遮盖面积约  $200\text{m}^2$ ，同事施工的风机位约为 15 个，总的遮盖面积为  $3000\text{m}^2$ 。

## 二、风场内道路区

### (1)工程措施

①表土剥存及外运：风电场在三通一平时修建风场内道路，道路部分路段原地表最上层有约  $0.2\sim1.0\text{m}$  厚的腐殖土，不能作为路基填筑料，在施工前必须进行剥离，剥离的表土就近外运堆存有风机临时吊装场地内，风机施工结束后将这些表土回填在风机临时吊装场地内。清理外运的表土量为  $5550\text{m}^3$ 。②表土回铺：将收集的表土均匀回铺于地表，平整面积  $0.10\text{hm}^2$ 。

②干砌石护坡：道路施工时挖方  $9.28$  万  $\text{m}^3$ ，填方  $6.31$  万  $\text{m}^3$ ，多余土石方  $2.97$  万  $\text{m}^3$ ，多余的土石方像风机区的土石方一样分级处理，土方回填在路面后在铺碎石，大块石用于坡度脚部的边坡处修筑干砌石护坡，估算干砌石长度  $4267\text{m}$ ，干砌石厚  $0.5\text{m}$ ，估算干砌石工程量  $3200\text{m}^3$ ，多余的石方可延长干砌石挡墙的长度或加厚挡墙。

③浆砌石排水沟：项目区内山高坡陡，降雨量又相对集中，雨季的汇流洪峰也较大，所以在道路近山体一侧挖浆砌石排水沟，将水流就近导入相对安全的沟道内，估算排水沟的长度  $4450\text{m}$ ，矩形断面，上口宽  $0.3\text{m}$ ，高  $0.3\text{m}$ ，浆砌石厚度为  $0.3\text{m}$ ，浆砌石总量为  $3200\text{ m}^3$ 。

## 三、集电线路区

### (1)工程措施

土地平整：施工结束后要将基杆和铁塔周围的临时占地进行土地平整，土地平整面积为  $1.36\text{hm}^2$ 。

### (2)植物措施

对塔基周围土地平整后撒播草籽进行植被恢复，草种选择黑麦草或高羊茅，种草面积为  $1.36\text{hm}^2$ 。

## 四、施工生产生活区

### (1)工程措施

①表土剥存：施工生产生活区使用前先对破坏地表区域进行表土剥存，面积  $0.87\text{hm}^2$ ，剥离厚度按 30cm 计算，表土剥存总量  $2610\text{m}^3$ ，堆放在施工区内部一角。

②覆土平整：施工结束后，施工生产生活区使用结束，将施工期裸露部分压盖的碎石清理并将剥存的表土回铺进行覆土平整，利于后期恢复植被，面积  $0.87\text{hm}^2$ ，覆土平整工程量  $2610\text{m}^3$ 。

### (2)植物措施

对施工生产生活区表土回填后，进行植被恢复，植被恢复面积  $0.87\text{hm}^2$ ，其中种草  $0.61\text{hm}^2$ ，中灌木 5800 株。种草采用撒播的形式种植，灌木采用大鱼鳞坑整地方式，株行距为 2m\*3m，种植形式与风机区相同。

### (3)临时措施

临时排水和纱网遮盖。在施工区临时堆土、堆料周边设置临时排水措施，以减少堆土的冲刷和对周边的影响，临时排水措施采用土质排水沟，土质排水沟采用矩形断面，上口宽 0.2m，高 0.2m，估算长度 300m，纱网遮盖面积  $200\text{m}^2$ ；砂砾压盖  $4000\text{m}^2$ 。

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	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	风机位及吊装场地	hm <sup>2</sup>	4.83	表土剥存量	m <sup>3</sup>	14500	1.1	15950
		覆土平整		m <sup>3</sup>	22055	表土回铺量	m <sup>3</sup>	22055	1	22055
		干砌石护坡		m	5800	干砌石砌筑	m <sup>3</sup>	4350	1.1	4785
	植物措施	绿化		hm <sup>2</sup>	7.25	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	7.25	1	7.25
	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	3000	纱网遮盖	m <sup>2</sup>	3000	1.1	3300
风场内道路区	工程措施	表土剥存	道路区域	hm <sup>2</sup>	1.85	表土剥存量	m <sup>3</sup>	5550	1.1	6105
		表土外运		m <sup>3</sup>	5550	表土外运	m <sup>3</sup>	5550	1.1	6105
		浆砌石排水沟	道路靠近山体一侧	m	4450	浆砌石砌筑	m <sup>3</sup>	5562.5	1.1	6118.75
		干砌石护坡	道路靠近沟道一侧	m	4266.67	浆砌石砌筑	m <sup>3</sup>	3200	1.1	3520
		土地平整	杆塔周围	hm <sup>2</sup>	1.36	土地平整	hm <sup>2</sup>	1.36	1.1	1.496
集电线路	工程措施	浆砌石护坡	杆塔顺坡一侧	m <sup>2</sup>	500	浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	1230	1.1	1353
	植物措施	植被恢复	杆塔周围	hm <sup>2</sup>	1.36	种草	hm <sup>2</sup>	1.23	1	1.23
施工生产生活区	工程措施	表土剥存	扰动地表	hm <sup>2</sup>	0.87	表土剥存量	m <sup>3</sup>	2610	1.1	2871
		表土回填	扰动地表	hm <sup>2</sup>	0.87	表土回填	m <sup>3</sup>	2610	1.1	2871
	植物措施	植被恢复	绿化区域	hm <sup>2</sup>	0.87	撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.87	1	0.87
	临时措施	临时遮盖	堆土区	m <sup>2</sup>	200	纱网遮盖	m <sup>2</sup>	200	1	200
		土质排水沟	施工区	m	300	土石方开挖	m <sup>3</sup>	84	1.1	92.4
		砂砾压盖	空地区域	m <sup>2</sup>	4000	用砂砾将裸露 表面遮盖	m <sup>2</sup>	4000	1.1	4400

## 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  $4.30\text{hm}^2$ ，表土剥离量 1.29 万  $\text{m}^3$ ，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  $6.15\text{hm}^2$ 。

③浆砌石护坡：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 100m，浆砌石  $120\text{m}^2$ 。

#### (2)植物措施

对临时吊装场地采用种草的方式恢复植被，植被恢复面积  $4.20\text{hm}^2$ 。对扰动轻微区域抚育植被  $1.70\text{hm}^2$ 。

#### (3)临时措施

对风场内临时堆积的表土采用纱网遮盖。总的遮盖面积为  $520\text{m}^2$ 。

### 二、风场内道路区

#### (1)工程措施

①表土剥存：将道路部分路段原地表最上层有约  $0.2\sim1.0\text{m}$  厚的腐殖土在施工前进行了剥离，与方案设计的措施量一致，表土剥存面积为  $1.85\text{hm}^2$ ，表土剥存量为  $5550\text{m}^3$ 。

②表土外运：将风场道路区剥存的表土回填在风机临时吊装场地内，清理外运的表土量为  $5550\text{m}^3$ ，表土外运量同方案设计一致。

③浆砌石护坡：开挖剩余大块石用于道路高陡边坡坡脚处修筑浆砌石护坡，浆砌石长度  $1060\text{m}$ ，浆砌石用量  $2120\text{m}^3$ 。

④预制 U 型排水沟：项目区内山高坡陡，降雨量又相对集中，在道路近山体一侧挖预制 U 型排水沟，将水流就近导入相对安全的沟道内，排水沟的长度  $4450\text{m}$ 。

⑤土地平整：道路两侧各  $2\text{m}$  待施工结束后不再使用，需要绿化，为了保证绿化苗

木成活率，需要将绿化区域采取土地整治措施，新增土地整治措施 $0.49\text{hm}^2$ 。

## (2)植物措施

①道路防护林：场内道路入口到3#风机段道路两侧种植了道路防护林，总长度为535m，共种植油松1170株，油松选用3年生实生苗，高 $\geq 150\text{cm}$ ，道路防护林面积 $0.05\text{hm}^2$ 。

②水平阶植物护坡：场内道路高填方路段，边坡松散稳定性较差，经过实地调查，同时本着生态优先的原则，对高填方路基段采用植物护坡的方式进行防护。即先采用开挖水平阶的方式对边坡进行削坡升级，缩短坡长增加坡面的稳定性，同时在升级面上穴状整地的方式种植樟子松，升级1-2，即种植樟子树1-2行，3年生实生苗，高 $\geq 150$ 厘米。采用植物护坡形式防护路段总长4400m，开挖水平阶总长10100m，种植樟子松1820株。道路水平阶植物面积 $0.44\text{hm}^2$ 。

## 三、集电线路区

### (1)工程措施

①土地平整：施工结束后将铁塔周围的临时占地进行土地平整，土地平整面积为 $0.76\text{hm}^2$ 。

②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，浆砌石长度200m，浆砌石 $600\text{m}^3$ 。

### (2)植物措施

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 $0.56\text{hm}^2$ 。对扰动轻微区域进行植被抚育，植被抚育面积 $0.1\text{hm}^2$ 。

## 四、施工生产生活区

### (1)工程措施

①表土剥存：施工生产生活区进行表土剥存，面积 $0.37\text{hm}^2$ 。

②覆土平整：施工生产生活区使用结束后将剥存的表土回铺进行覆土平整，利于

后期恢复植被，覆土平整工程量 0.37hm<sup>2</sup>。

## (2)临时措施

施工生产生活区使用期间对施工区临时堆土、堆料采取了临时纱网遮盖和土质排水沟措施。临时排水沟长 300m，纱网遮盖面积 400m<sup>2</sup>。

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 <sup>2</sup>	4.3	2014.10
		覆土平整		hm <sup>2</sup>	6.15	2015.12
		浆砌石护坡		m <sup>3</sup>	120	2016.5-11
	植物措施	绿化		hm <sup>2</sup>	4.20	2016.5-7
		抚育		hm <sup>2</sup>	1.70	2015.5-7
	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m <sup>2</sup>	520	2014.10-2015.11
风场内道路	工程措施	表土剥存	土质较好路段	hm <sup>2</sup>	1.85	2014.10
		表土外运	运至风机区	hm <sup>2</sup>	1.85	2014.10
		预制 u 型排水沟	道路靠近山体一侧	m	4450	2016.4-2017.6
		浆砌石护坡	道路靠近沟道一侧	m <sup>3</sup>	2120	2016.5-6
		土地平整	道路两侧绿化区	hm <sup>2</sup>	0.49	2016.4
	植物措施	绿化	道路两侧	hm <sup>2</sup>	0.49	2016.5-7
集电线路	工程措施	土地平整	铁塔周围	hm <sup>2</sup>	0.76	2016.5
		浆砌石护坡	铁塔顺坡一侧	m <sup>3</sup>	600	2016.5-7
	植物措施	绿化	铁塔周围	hm <sup>2</sup>	0.56	2016.5
		抚育	铁塔周围	hm <sup>2</sup>	0.1	2016.5
施工生产生活区	工程措施	表土剥存	扰动地表	hm <sup>2</sup>	0.37	2014.10
		表土回填	扰动地表	hm <sup>2</sup>	0.37	2016.3
	临时措施	临时遮盖	堆土区	m <sup>2</sup>	400	2014.10-2015.11
		土质排水沟	施工区	m	300	2014.10-2015.12

## 4.3 实际完成与方案对比情况分析

河北怀来风电场二期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：风机区面积的减少，导致可剥表土的面积减少，实际剥存面积  $4.30\text{hm}^2$ ，较方案设计  $4.83\text{hm}^2$  减少  $0.53\text{hm}^2$ 。

②表土回铺：因表土剥存面积减少，导致覆土平整面积减少，覆土平整面积由方案设计的  $7.25\text{hm}^2$  减少为  $6.15\text{hm}^2$  覆土平整面积减少  $1.10\text{hm}^2$ 。

③浆砌石护坡：在临时吊装场地的高陡边坡角处设置浆砌石护坡  $120\text{m}^3$ ，方案设计的干砌石护坡  $5800\text{m}$ (干砌石  $4350\text{m}^3$ )未实施。

#### 二、风场内道路区

①表土剥存：将道路部分路段原地表最上层有约  $0.2\sim1.0\text{m}$  厚的腐殖土在施工前进行了剥离，与方案设计的措施量一致，表土剥存面积为  $1.85\text{hm}^2$ ，表土剥存量为  $5550\text{m}^3$ 。

②表土外运：将风场内道路区剥存的表土回填在风机临时吊装场地内，清理外运的表土量为  $5550\text{m}^3$ ，表土外运量同方案设计一致。

③浆砌石护坡：方案设计为开挖剩余大块石用于道路边坡坡脚处修筑干砌石护坡，干砌石护坡长度  $4267\text{m}$ ，干砌石方量  $3200\text{m}^3$ ，实际建设当中干砌石护坡未实施，实施了更为结实牢固的浆砌石护坡，浆砌石护坡长度  $1060\text{m}$ ，浆砌石用量  $2120\text{m}^3$ 。

④预制 u 型排水沟：方案设计道路靠近山体一侧修建浆砌石排水沟，浆砌石排水沟  $4450\text{m}$ ，实际道路区在近山体一侧修建了施工便捷、动土方量和材料用量较小的预制 u 型排水沟，将水流就近导入相对安全的沟道内，预制 U 型排水沟的长度  $4450\text{m}$ 。

⑤土地整治：道路两侧绿化区域采取了土地整治措施，新增土地整治措施  $0.49\text{hm}^2$ 。

#### 三、集电线路区

①土地平整：施工结束后将铁塔周围的临时占地进行土地平整，土地平整面积为

0.76hm<sup>2</sup>，较方案设计的 1.36hm<sup>2</sup>减少 0.6hm<sup>2</sup>，因塔基数量减少，占地面积减少，土地平整面积也相应减少符合实际现状。

②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，浆砌石用量 600m<sup>3</sup>，浆砌石护坡工程量较方案增加 477m<sup>3</sup>。

#### 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 0.37hm<sup>2</sup>，因占地较方案设计减少，故表土剥存面积也较方案设计 0.87hm<sup>2</sup>，减少 0.50hm<sup>2</sup>。

②表土回铺：施工生产生活区使用结束后将剥存的表土回铺进行覆土平整，利于后期恢复植被，覆土平整工程量 0.37hm<sup>2</sup>，因清理面积较方案减少 0.50hm<sup>2</sup>，故表土回铺面积较方案减少 0.50hm<sup>2</sup>。

### 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 4.20hm<sup>2</sup> 较方案设计 7.25hm<sup>2</sup>减少 3.05hm<sup>2</sup>，新增抚育措施，抚育措施面积较方案增加 1.70hm<sup>2</sup>。

#### 二、风场内道路区

方案阶段未设计场内道路区的绿化措施，实际建设当中对道路两侧栽植道路防护林恢复植被，新增植被恢复面积 0.05hm<sup>2</sup>，水平阶植物护坡面积 0.45hm<sup>2</sup>。

#### 三、集电线路区

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 0.56hm<sup>2</sup>，较方案设计的 1.36hm<sup>2</sup>减少 0.80hm<sup>2</sup>。新增抚育措施，抚育措施面积较方案增加 0.1hm<sup>2</sup>。

#### 四、施工生产生活区

因施工生产生活区作为材料堆场使用，故未进行绿化措施。绿化面积减少 0.87hm<sup>2</sup>。

### 4.3.3 临时措施

#### 一、风机区

对风场内临时堆积的表土采用纱网遮盖。总的遮盖面积为 520m<sup>2</sup>，较方案设计的 3000m<sup>2</sup> 减少 2480m<sup>2</sup>，因施工进度较快，临时堆土时间较短，纱网遮盖措施量减少合理。

#### 二、施工生产生活区

施工生产生活区使用期间对施工区临时堆土、堆料采取了临时纱网遮盖、土质排水沟措施和砂砾遮盖。

方案设计临时措施为临时堆土裸露面纱网遮盖 200m<sup>2</sup>，通过对施工现场调查，实际施工当中对临时堆土采取防尘网苫盖，防尘网遮盖 400m<sup>2</sup>，较方案设计增加 200m<sup>2</sup>，因堆土临时堆土周边及排水不畅地段开挖排水沟 300m，开挖临时排水沟与设计一致，因施工生产生活区内空地进行了硬化，故砂砾压盖未实施，减少砂砾遮盖面积 4000m<sup>2</sup>。

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 <sup>2</sup>	4.83	4.3	-0.53	占地面积减少, 可剥表土面积减少, 表土剥存减少 0.53hm <sup>2</sup>
		覆土平整	hm <sup>2</sup>	7.25	6.15	-1.1	占地面积减少, 表土剥存区面积减少, 覆土平整面积减少 1.1hm <sup>2</sup> 。
		浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	0	120	120	方案设计干砌石护坡, 实际建设为浆砌石护坡, 浆砌石护坡工程量增加 120m <sup>3</sup> 。
		干砌石护坡	m <sup>3</sup>	4350	0	-4350	方案设计干砌石护坡, 实际建设为浆砌石护坡, 干砌石护坡工程量减少 4350m <sup>3</sup> 。
	植物措施	绿化	hm <sup>2</sup>	7.25	4.2	-3.05	实际绿化面积较方案减少, 绿化减少 3.05hm <sup>2</sup>
		抚育	hm <sup>2</sup>	0	1.7	1.7	方案未设计抚育措施, 实际新增抚育措施 1.7hm <sup>2</sup>
	临时措施	纱网拦挡	m <sup>2</sup>	3000	520	-2480	表土剥存量减少, 纱网遮盖面积减少, 纱网遮盖减少 2480m <sup>2</sup> 。
场内道路区	工程措施	表土剥存	hm <sup>2</sup>	1.85	1.85	0	与方案设计一致
		表土外运	hm <sup>2</sup>	1.85	1.85	0	与方案设计一致
		预制 u 型排水沟	m	0	4450	4450	材质发生变化, 浆砌石排水沟变为预制 u 型排水沟, 长度未发生变化
		浆砌石排水沟	m	4450	0	-4450	材质发生变化, 浆砌石排水沟变为预制 u 型排水沟, 长度未发生变化
		干砌石护坡	m <sup>3</sup>	3200	0	-3200	材质发生变化, 干砌石护坡变更为浆砌石护坡, 干砌石护坡工程量减少 3200m <sup>3</sup> 。
		浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	0	2120	2120	材质发生变化, 干砌石护坡变更为浆砌石护坡, 浆砌石护坡工程量增加 2120m <sup>3</sup> 。
		土地平整	hm <sup>2</sup>	0	0.49	0.49	为道路绿化需要, 对绿化区域进行土地平整, 新增土地整治 0.49hm <sup>2</sup>

4 水土流失防治措施监测

	植物措施	绿化	hm <sup>2</sup>	0	0.49	0.49	道路两侧新道路防护林和水平阶植物护坡措施，绿化面积增加 0.49hm <sup>2</sup>
集电线路区	工程措施	土地平整	hm <sup>2</sup>	1.36	0.76	-0.6	因塔基数量减少，土地平整面积相应减少，土地平整减少 0.6hm <sup>2</sup> 。
		浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	123	600	477	浆砌石护坡工程量增加 477m <sup>3</sup>
	植物措施	绿化	hm <sup>2</sup>	1.36	0.56	-0.8	可绿化面积减少，绿化面积减少 0.80hm <sup>2</sup>
		抚育	hm <sup>2</sup>	0	0.1	0.1	方案未设计抚育措施，实际新增抚育措施 0.1hm <sup>2</sup>
施工生产生活区	工程措施	表土剥存	hm <sup>2</sup>	0.87	0.37	-0.5	实际占地面积减少，表土剥存面积减少 0.5hm <sup>2</sup>
		表土回铺	hm <sup>2</sup>	0.87	0.37	-0.5	表土剥存面积减少，表土回铺面积减少 0.5hm <sup>2</sup>
	植物措施	绿化	hm <sup>2</sup>	0.87	0	-0.87	未进行绿化，进行了硬化，绿化措施未实施
	临时措施	临时遮盖	m <sup>2</sup>	200	400	200	场内空地采取了临时遮盖措施，新增纱网遮盖 200m <sup>2</sup>
		土质排水沟	m	300	300	0	与方案设计一致
		砂砾压盖	m <sup>2</sup>	4000	0	-4000	场内空地采取了硬化措施，砂砾压盖未实施。

## 5 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 99.34%，水土流失总治理度达到 98.09%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率达到 95%以上，林草植被恢复率达到 97.78%，林草覆盖率达到 29.06%。项目区各水土流失防治指标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。

### 5.1 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  $15.89\text{hm}^2$ ，工程共完成扰动土地整治面积  $24.10\text{hm}^2$ ，扰动土地整治率达到 99.34%。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		
		工程措施	植物措施			
风机区	6.92	0.06	5.90	0.92	6.88 99.42	
风场内道路区	15.85	0.66	0.49	14.68	15.83 99.87	
集电线路区	1.12	0.07	0.66	0.29	1.02 91.07	
施工生产生活区	0.37	0.37	0.00	0.00	0.37 100.00	
总计	24.26	1.16	7.05	15.89	24.10 99.34	

### 5.2 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  $8.37\text{hm}^2$ ，水土保持措施面积  $8.21\text{hm}^2$ ，水土流失总治理度达到 98.09%，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

工程分区	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)		
风机区	0.06	5.90	5.96	6.92	0.92	6.00	99.33
风场内道路区	0.66	0.49	1.15	15.85	14.68	1.17	98.29
集电线路区	0.07	0.66	0.73	1.12	0.29	0.83	87.98
施工生产生活区	0.37	0.00	0.37	0.37	0.00	0.37	100.00
总计	1.16	7.05	8.21	24.26	15.89	8.37	98.09

### 5.3 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，剩余石方全部用于修建风机区、风场内道路区和集电线路区护坡，余方合理利用，拦渣率能够达到 95%以上。

### 5.4 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/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 1.0。

### 5.5 林草植被恢复率与植被覆盖率

本工程占地类型主要为灌草地和耕地，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 97.78%，林草覆盖率达到 29.06%。项目区林草覆盖率与植被覆盖率汇总情况详见表 5-3。

### 林草覆盖率与植被覆盖率汇总情况统计表

表 5-3

工程分区	林草植被恢复率 (%)			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	计算结果
风机区	5.94	5.90	99.33	5.90	6.92	85.26
风场内道路区	0.51	0.49	96.08	0.49	15.85	3.09
集电线路区	0.76	0.66	86.84	0.66	1.12	58.93
施工生产生活区	0.00	0.00	100	0.00	0.37	0.00
总计	7.21	7.05	97.78	7.05	24.26	29.06

## 5.6 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 5-4。

### 水土保持方案目标值实现情况表

表 5-4

防治指标	目标值	设计达到值	结果
扰动土地整治率(%)	95	99.34	达标
水土流失总治理度(%)	95	98.09	达标
土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
拦渣率(%)	95	95	达标
林草植被恢复率(%)	97	97.78	达标
林草覆盖率(%)	25	29.06	达标

## 6 结论

### 6.1 综合结论

河北怀来风电场二期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。

河北怀来风电场二期工程累计扰动占地 24.26hm<sup>2</sup>，其中永久占地 0.92hm<sup>2</sup>，临时占地 23.34hm<sup>2</sup>，工程占地类型主要为灌草地和耕地，与方案相比，防治责任范围减少 8.65hm<sup>2</sup>。

该工程动土总量为 34.77 万 m<sup>3</sup>，挖方 19.04 万 m<sup>3</sup>，填方 17.73 万 m<sup>3</sup>，余方 1.31 万 m<sup>3</sup>。余方主要为道路修建产生，余方用于项目区护坡工程利用。未产生永久弃渣。

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站内外表土剥存 6.52hm<sup>2</sup>、表土回铺 6.52hm<sup>2</sup>、浆砌石护坡 2848m<sup>3</sup>、U型排水沟 4450m、土地平整 1.25hm<sup>2</sup>；绿化 5.25hm<sup>2</sup>、抚育 1.80 hm<sup>2</sup>；临时遮盖 920m<sup>2</sup>，临时排水沟 300m。

水土保持措施实施效果明显，项目区扰动土地整治率达到 99.34%；水土流失总治理度达到 98.09%；土壤流失控制比达到 1.0；工程没有永久弃渣，拦渣率可达 95%以上；林草植被恢复率达到 97.78%，林草植被覆盖率达到 29.06%。

综上所述，河北怀来风电场二期工程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。

### 6.2 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。

(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

## 6 结论

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。

## 水土保持监测照片

	
风机区覆土平整(2016年11月)	风机区浆砌石护坡(2018年4月)
	
风机区覆土平整(2016年11月)	风机区绿化措施(2018年6月)
	
风场内道路区浆砌石护坡(2016年11月)	风场内道路区u型排水沟(2016年12月)

	
<p>风场内道路区 U型排水沟(2016年12月)</p> 	<p>风场内道路区道路防护林(2016年11月)</p> 
<p>集电线路区土地平整措施(2016年11月)</p> 	<p>集电线路区浆砌石护坡(2018年4月)</p> 
<p>集电线路绿化措施(2017年11月)</p>	<p>施工生产生活区表土回铺措施(2016年11月)</p>

# 河北怀来风电场二期工程水土保持监测点位及防治责任范围图

附图1

