

水保监测（冀）字第 0018 号

国华康保水晶脑包风电场项目

水土保持监测总结报告



建设单位：神华（康保）新能源有限责任公司

编制单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇一九年八月





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：冀水保监(冀)字第 0018 号

有效期限：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：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

国华康保水晶脑包风电场项目
(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：李旗凯（工程师）（资料收集、报告编制）



王鹏飞（工程师）（报告编写、制图）



目 录

1 项目及项目区概况	- 1 -
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	- 6 -
2 监测内容和方法	- 7 -
2.1 监测实施情况	- 7 -
2.2 监测内容	- 8 -
2.3 监测方法和频次	- 9 -
2.4 监测点布设	- 9 -
2.5 监测成果提交情况	- 10 -
3 水土流失动态监测	- 11 -
3.1 防治责任范围监测	- 11 -
3.2 水土流失背景值监测	- 15 -
3.3 建设期扰动土地面积	- 16 -
3.4 土石方流向情况监测	- 17 -
3.5 土壤流失情况分析	- 17 -
3.6 水土流失危害	- 19 -
4 水土流失防治措施监测	- 21 -
4.1 主体及方案设计的水保措施	- 21 -
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	- 29 -

5 水土流失防治效果监测.....- 36 -

5.1 扰动土地整治率.....- 36 -

5.2 水土流失总治理度.....- 36 -

5.3 拦渣率与弃渣利用情况.....- 37 -

5.4 土壤流失控制比.....- 37 -

5.5 林草植被恢复率与植被覆盖率.....- 37 -

5.6 防治效果分析.....- 38 -

6 结论.....- 39 -

6.1 综合结论.....- 39 -

6.2 存在问题及建议.....- 39 -

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

国华康保水晶脑包风电场项目位于河北省张家口市康保县境内，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220kV升压站、风机区（包括风机及箱式变压器、临时吊装场地）、集电线路、施工及检修道路和施工生产生活区。

国华康保水晶脑包风电场项目总投资为4.40亿元，其中土建投资3403.18万元。工程于2016年7月开工，2018年6月完工，由神华（康保）新能源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，神华（康保）新能源有限责任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。2010年10月，河北省水利技术试验推广中心完成了《国华康保水晶脑包风电场项目水土保持方案报告书（报批稿）》，河北省水利厅于2010年11月12日以“冀水保[2010]215号”文批复了该项目水土保持方案报告书，2017年6月上海电力设计院有限公司完成了本项目初步设计工作，项目初步设计过程中，对风机建设方案进行了部分调整。根据《中华人民共和国水土保持法》第25条及《水利部办公厅关于印发水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》（办水保[2016]65号），2018年1月神华（康保）新能源有限责任公司委托北京百灵天地环保科技股份有限公司编制完成了《国华康保水晶脑包风电场项目水土保持方案变更报告书》，张家口市行政审批局于2018年5月18日以“张行审字[2018]58号”文批复了该项目水土保持方案变更报告书，

受神华（康保）新能源有限责任公司委托，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，2019年8月形成了监测总结报告。

国华康保水晶脑包风电场项目水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标														
项目名称				国华康保水晶脑包风电场项目										
建设规模	国华康保水晶脑包风电场项目装机规模为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220kV升压站、风机区、道路区、集电线路和施工生产生活区。			建设单位全称		神华（康保）新能源有限责任公司								
				建设地点		河北省张家口市康保县								
				建设性质		新建风力发电工程								
				所在流域		海河流域								
				工程投资		4.40 亿元								
				工程总工期		2016 年 7 月~2018 年 6 月								
水土保持监测指标														
监测内容	监测指标			监测方法（设施）			监测指标			监测方法（设施）				
	1、水土流失状况监测			调查			2、防治责任范围监测			调查				
	3、水土保持措施状况监测			调查			4、防治措施效果监测			调查				
	5、水土流失危害监测			调查			水土流失背景值			1000t/km²·a				
防治责任范围			31.68hm²			容许土壤流失量			1000t/km²·a					
水土保持投资			187.64 万元			水土流失目标值			1000t/km²·a					
防治措施				220kV 升压站		表土剥离 0.49hm²、表土回覆 0.11hm²、空心砖护坡 0.08hm²、排水管沟 540m；绿化 0.11hm²、临时遮盖 0.05hm²。								
				风机区		表土剥离 2.02hm²、表土回覆 2.02hm²、覆土平整 1.63hm²、干砌石护坡 343.86m³；绿化 3.65hm²；								
				道路区		表土剥离 1.07hm²、表土回覆 1.07hm²、覆土平整 4.23hm²、土质排水沟 9600m、绿化 5.3hm²；								
				集电线路区		表土剥离 0.16hm²、表土回覆 0.16hm²、覆土平整 0.35hm²、浆砌石护坡 760m³、绿化 0.5hm²；								
				施工生产生活区		表土剥离 0.25hm²、表土回覆 0.25hm²、覆土平整 0.25hm²、绿化 0.5hm²；								
监测结论	防治效果	分类分级指标		目标值	达到值	监测数量								
		扰动土地整治率		95%	99.18%	措施面积	11.39 hm²	永久建筑	18.99 hm²	水面面积	0hm²	扰动地表面积	30.63 hm²	
		水土流失治理度		95%	97.85%	水土流失面积		11.64hm²		治理面积		11.39hm²		
		土壤流失控制比		1.0	1.0	方案目标值		1000t/km²·a		项目区容许值		1000t/km²·a		
		林草覆盖率		25%	32.84%	林草植被面积		10.06hm²		建设区面积		30.63hm²		
		林草植被恢复率		97%	97.58%	植物措施面积		10.06hm²		可绿化面积		10.31hm²		
		拦渣率		95%	95%	总弃渣量		—		拦渣量		—		
	水土保持治理达标评价			根据项目水土保持监测结果分析，扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、林草植被恢复率和林草覆盖率等水土流失防治指标均达到方案目标值。										
	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，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

国华康保水晶脑包风电场项目装机规模为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220kV升压站、风机区、集电线路、道路区和施工生产生活区。

本项目位于河北省张家口市康保县满德堂乡，总占地面积30.63hm²，海拔高程1425m~1630m，风电场中心位置距河北省康保县城15km，Y011乡道从风电场中部穿过，项目区交通便利。

1.1.2 建设内容与规模

1、220kV 升压站

220kV 升压站布置在满德堂乡张油坊村的东南侧。升压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。地势相对平坦，东侧稍高。距各风电站的位置相对较近，升压站内的平面布置为站内南侧布置为设备区，220kV 配电装置区布置在设备区西侧，向西出线；主变压器、主控楼、35kV 配电室在设备区中部；无功补偿装置布置在 35kV 配电室的东侧；设备区设有环形道路，便于设备运输、安装、检修和消防车辆通行，消防通道的道路转弯半径为 9m。升压站北部布置为办公区兼生活区，综合楼布置在办公区中东部，楼前为进站主道及广场，便于人员管理和设备运输；材料备品库、水泵房布置在办公区东侧。进站大门设在站前区西侧围墙处，进站道路 66m，围墙长 572m。

2、风机区

安装 19 台风机单机容量为 2500kW 风机，1 台单机容量为 2000kW 风机，风机采

用一机一箱变的形式，风机场地基础永久占地 0.59hm^2 ，风机基础采用天然地基，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 374m^2 ， 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 1.7m ，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^2 。

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 $40\text{m} \times 40\text{m}$ 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 $3\text{--}5\text{m}$ 。

3、道路区

风电场内布设施工检修道路 25.4km ，与风电场内的国道 Y011 乡道相连，风电场内道路为碎石路面，爬坡段道路长 14.7km ，征地宽度为 10m ，平缓段道路长 10.7km ，征地宽度为 8m ，施工完毕后保留检修道路宽 6m ，总占地面积 23.26hm^2 ，进站道路位于升压站西侧，从已有乡村道路引接，引接长度约 66m ，路面宽 4m ，路肩两侧各 1m ，采用水泥路面，占地面积 0.04hm^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 220kV 升压站内。集电线路采用架空线的形式，铁塔 66 基，长 16.5km ，总占地 0.70hm^2 。

5、施工生产生活区

施工生产生活区布设在 220kV 升压站西侧，用于布置仓库区、设备堆放场、施工材料加工及堆场等，施工生产生活区总占地面积 0.50hm^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康保县，康保县属冀西北坝上高原区，地势较高，海

拔为 1425 ~ 1630m，地形起伏较大，但坡度较缓，一般为 15 ~ 25°。场地内有多条沟谷发育，沟谷方向主要为东北-西南方向，地貌单元主要为丘陵缓岗地区及谷间洼地组成。山脚多为农田；山腰以乔木和草甸为主；而山顶草甸较为稀疏，多粉土混少量碎石，西部山顶多基岩出露。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，多分布在低丘和缓山地区，土层薄厚不一，土质为砂砾、砂壤质，保水保肥能力差，耕后易风蚀。还有草甸栗钙土、盐渍草甸栗钙土等，其中以草甸栗钙土较好，多分布于旱滩，质地为重壤，有机质含量 1~3%，保水保肥能力较好。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

项目区地处冀西北坝上高原区、内陆河流域，属于温带大陆性季风气候，大陆性气候明显。由于地势较高，全年多受内蒙古高压所控制，冬季严寒漫长，夏季凉爽短促，春秋季节连绵，多风少雨，气候干燥，无霜期短，十年九旱。据康保气象站 1960~2015 年气象资料显示：多年平均气温 1.7°C ，年极端最高气温达 34.0°C ，极端最低气温 -37.3°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 1883.8°C 。雨热同季，多年平均降雨量 342.4mm ，分布不均，降雨多集中在 6 至 8 月。多年平均大风日数 61.3 天，年平均风速为 4.3m/s ，测风塔 70m 高平均风速为 7.9m/s 。无霜期为 85-100 天之间，平均为 92 天。最大冻土深度 293cm。

(2) 水文

康保县总体地势由东北向西南缓缓倾斜，虽高度差别较大，地貌类型齐全，但地貌单元排列井然有序。东从镶黄旗山起，西经庙湾子山、人头山，直至阿淖山一线，构成全境分水岭，向北向南逐渐形成低山丘陵和缓坡丘陵地形。丘陵地区无高山峻岭，山头秃圆，山坡平缓，山间广布谷地、盆地。南部广大地区为波状平原，地形开阔，地势平坦，岗梁、平滩和盆地相间分布，在低洼积水处形成星罗棋布的浅碟形内陆湖泊（水淖）。风电场场址区域内，地势东高南低，无明显河流，风机场地高程在 1470 ~ 1560 之间。升压站站址位于丘陵坡地上，地势东南高西北低，站址地面高程在 1514 ~ 1505m 之间。项目区河流水系图见图 1-3。

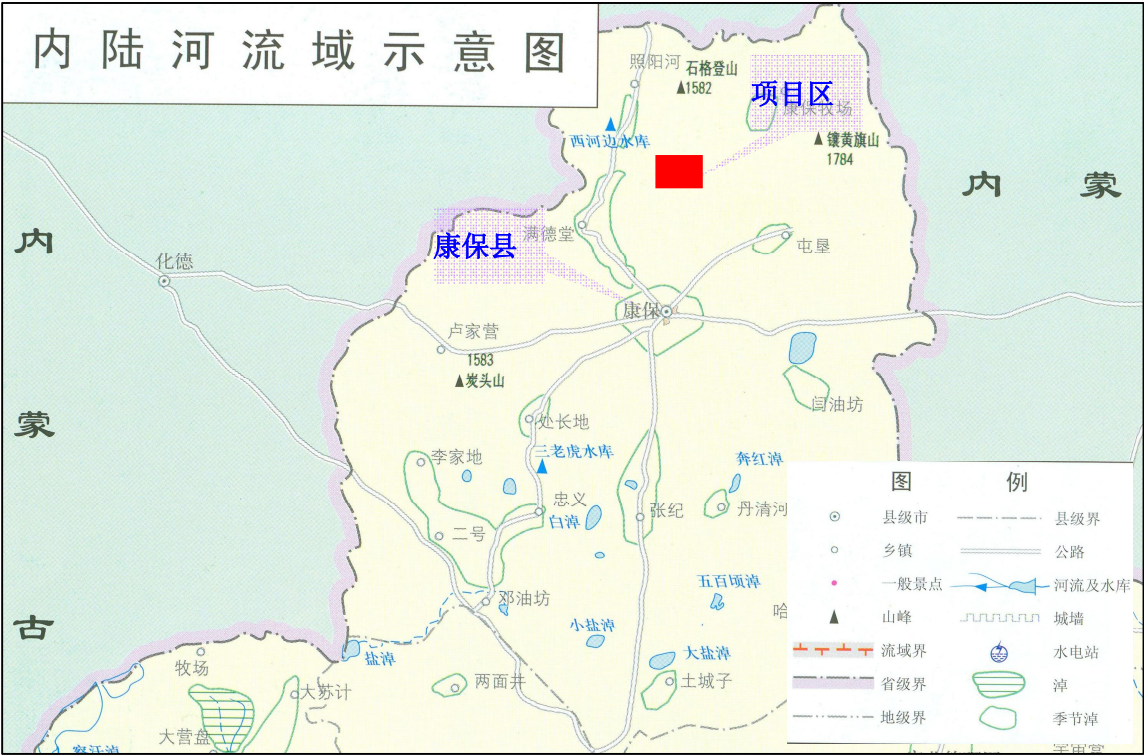


图 1-3 项目区河流水系图

1.2.4 地质

国华康保水晶脑包风电场项目场址位于坝上高原区，风电场场址范围地处山体顶部、脊部、鞍部等，较为开阔，上部存在覆盖层，主要为粉土及块（碎）石，下部地层主要为太古界红旗营子群粒状浅粒岩、变粒岩组成，夹少许大理岩及长石石英岩。根据现场勘测，风电场址区位于丘陵缓岗的顶部，山体坡角较缓，一般 15~25°，山坡植被发育，坡面汇水条件较好，不存在发生滑坡、崩塌、泥石流的条件。场址构造相对稳定，属相对稳定地块，场址区域附近的主要断裂有：尚义—崇礼—赤城深断裂、张北—沽源高山堡大断裂、康保—赤峰断裂。上述三条区域断裂，均属于非活动断裂，拟选风电场址区域山体两侧存在次级小断裂，规模小，距离短，对场址不构成影响，场地属于稳定场地。

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》，本工程所处区域为冀西北坝上高原区，土壤侵蚀类型以风蚀为主，兼有水力侵蚀，侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属于轻度侵蚀区，侵蚀形式为面蚀和沟蚀；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》，项目区属于坝上省级水土流失重点预防区，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，神华（康保）新能源有限责任公司委托河北省水利试验推广中心承担国华康保水晶脑包风电场项目水土保持方案变更报告编制工作。2010 年 10 月，河北省水利试验推广中心完成了《国华康保水晶脑包风电场项目水土保持方案报告书（报批稿）》，河北省水利厅于 2010 年 11 月 12 日以“冀水保[2010]215 号”文批复了该项目水土保持方案报告书。2018 年 1 月神华（康保）新能源有限责任公司委托北京百灵天地环保科技股份有限公司编制完成了《国华康保水晶脑包风电场项目水土保持方案变更报告书》，张家口市行政审批局于 2018 年 5 月 18 日以“张行审字[2018]58 号”文批复了该项目水土保持方案变更报告书。批复的国华康保水晶脑包风电场项目水土保持估算总投资 187.29 万元。

2017 年 12 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，2019 年 8 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

国华康保水晶脑包风电场项目于 2016 年 7 月 20 日正式开工，2018 年 6 月 20 日主体完工。

2017 年 12 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“国华康保水晶脑包风电场项目水土保持监测小组”。

(1)2018 年 1 月 10 日—2018 年 1 月 11 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（2016 年 7 月—2017 年 12 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)2019 年 8 月最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成《国华康保水晶脑包风电场项目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 220kV 升压站、风机区、道路区、集电线路区和施工生产生活区五个分区，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
贾志刚	工程师	资料收集、校核
李旗凯	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《国华康保水晶脑包风电场项目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素、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素。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、覆土平整措施、植被恢复措施等。

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、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项指标。

2.3 监测方法和频次

2018 年 1 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,结合施工过程中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 220kV 升压站、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。

本次国华康保水晶脑包风电场项目水土保持监测时段确定为 2017 年 12 月开始到 2019 年 8 月结束,并分析工程土建期(2016 年 7 月—2017 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 16 处，其中 220kV 升压站 4 处，风机区 4 处，道路区 3 处，集电线路 3 处，施工生产生活区 2 处。现将本项目布置的 16 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）
220kV 升压站	4
风机区	4
道路区	3
集电线路	3
施工生产生活区	2

2.5 监测成果提交情况

根据工作协议及监测开展情况，2019 年 8 月完成《国华康保水晶脑包风电场项目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《国华康保水晶脑包风电场项目水土保持方案报告书（报批稿）》，国华康保水晶脑包风电场项目水土流失防治责任范围总面积 31.68hm^2 ，其中项目建设区 30.63hm^2 ，直接影响区 1.05hm^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	220kV 升压站		1.99		1.99		1.99
2	风机区	风机及箱变基础	0.59		0.59		0.59
		吊装平台		3.55	3.55	0.92	4.47
		小计	0.59	3.55	4.14	0.92	5.06
3	施工及检 修道路区	进站道路	0.04		0.04		0.04
		施工及检修道路		23.26	23.26		23.26
		小计	0.04	23.26	23.3		23.3
4	集电线路 区	塔基		0.19	0.19		0.19
		施工区		0.51	0.51	0.13	0.64
		小计	0	0.7	0.7	0.13	0.83
5	施工生产 生活区	施工生产区		0.5	0.5		0.5
		施工生活区					0
		小计	0	0.5	0.5		0.5
合计			2.62	28.01	30.63	1.05	31.68

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。

国华康保水晶脑包风电场项目建设期防治责任范围为 31.68hm²，包括项目建设区 30.63hm²和直接影响区 1.05hm²。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: hm²

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	220kV 升压站		1.99		1.99	0	1.99
2	风机区	风机及箱变基础	0.59		0.59		0.59
		吊装平台		3.55	3.55	0.92	4.47
		小计	0.59	3.55	4.14	0.92	5.06
3	施工及检修道路区	进站道路	0.04		0.04		0.04
		施工及检修道路区	15.01	8.25	23.26		23.26
		小计	15.05	8.25	23.3		23.3
4	集电线路区	塔基	0.19		0.19		0.19
		施工区		0.51	0.51	0.13	0.64
		小计	0.19	0.51	0.7	0.13	0.83
5	施工生产生活区	施工生产区					0
		施工生活区		0.5	0.5		0.5
		小计	0	0.5	0.5	1.05	1.55
合计			17.82	12.81	30.63	1.05	31.68

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 31.68hm²，其中项目建设区 30.63hm²，直接影响区 1.05hm²，与方案相比，防治责任范围未发生变化，建设区面积未变化，直接影响区面积也未发生变化，面积变化情况如下：

一、220kV 升压站

方案设计 220kV 升压站占地 1.99hm²，实际建设过程中按照方案设计的面积进行

建设，面积未发生变化。

二、风机区

工程建设过程中，方案阶段设计征地面积 4.14hm^2 ，实际建设征地面积为 4.14hm^2 ，总征占地面积与设计一致，经现场调查直接影响区面积为周边 2m，直接影响区面积 0.92hm^2 ，直接影响区面积同方案设计一致；风机区实际防治范围同方案防治责任范围一致。

三、道路区

方案阶段施工及检修道路长 25.4km，占地 23.26hm^2 ，实际新建施工检修道路 25.4km，占地 23.26hm^2 ；施工及检修道路长度未变化，道路宽度按照方案设计宽度修建，实际占地面积同方案设计面积一致，方案阶段进站道路长度 66m，路面宽 4m，路肩两侧各 1m，采用水泥路面，实际进站道路长度 66m，路面宽 4m，路肩两侧各 1m，采用水泥路面。进站道路面积同方案阶段相同。

方案未计算直接影响区，实际建设过程中也未对周边造成影响。直接影响区未计算。

四、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，集电线路总长度 16.5km，铁塔 66 基，集电线路区总占地 0.70hm^2 ，方案阶段设计集电线路为架空线路 16.5km 铁塔 66 基，集电线路区总占地 0.70hm^2 ，线路长度不变，塔基数量相同，占地面积未发生变化，直接影响区面积同方案设计一致，集电线路实际防治责任范围与方案设计防治责任范围相同。

五、施工生产生活区

建设期防治责任范围与方案设计防治责任范围一致。

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：hm²

监测分区		方案设计			实际发生			增减变化 (+/-)		
		工程	直接	小计	工程	直接	小计	工程	直接	小计
		建设区	影响区		建设区	影响区		建设区	影响区	
220kV 升压站		1.99	0	1.99	1.99	0	1.99	0.00	0.00	0.00
风机区	风机及箱变基础	0.59		0.59	0.59		0.59	0.00	0.00	0.00
	吊装平台	3.55	0.92	4.47	3.55	0.92	4.47	0.00	0.00	0.00
	小计	4.14	0.92	5.06	4.14	0.92	5.06	0.00	0.00	0.00
道路区	进站道路	0.04		0.04	0.04		0.04	0.00	0.00	0.00
	施工及检修道路区	23.26		23.26	23.26		23.26	0.00	0.00	0.00
	小计	23.3		23.3	23.3		23.3	0.00	0.00	0.00
集电线路区	塔基	0.19		0.19	0.19		0.19	0.00	0.00	0.00
	施工区	0.51	0.13	0.64	0.51	0.13	0.64	0.00	0.00	0.00
	小计	0.7	0.13	0.83	0.7	0.13	0.83	0.00	0.00	0.00
施工生产生活区	施工生产区	0.5	0	0.5	0.5		0.5	0.00	0.00	0.00
合计		30.63	1.05	31.68	30.63	1.05	31.68	0.00	0.00	0.00

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康保县北部，地貌类型为冀西北坝上高原区，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 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

本工程建设期 2016 年 7 月-2018 年 6 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	占地面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
220kV 升压站	1.99	3500
风机区	4.14	4000
道路区	23.3	4500
集电线路区	0.7	3500
施工生产生活区	0.5	3500
合计	30.63	

3.2.3 运行期土壤侵蚀模数

2018 年 7 月风电场进入试运行期项目区开始实施空心砖护坡、排水管沟、干砌石护坡、土质排水沟、浆砌石护坡和绿化等措施，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	占地面积 (hm^2)	2018 年侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	2019 年侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
220kV 升压站	1.99	2300	900
风机区	4.14	2500	950
道路区	23.3	3000	1000
集电线路区	0.7	2500	950
施工生产生活区	0.5	2400	1000
总计	30.63		

3.3 建设期扰动土地面积

国华康保水晶脑包风电场项目累计扰动占地 30.63hm^2 ，其中永久占地 17.82hm^2 ，临时占地 12.81hm^2 ，工程占地类型主要为荒草地和林地，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: hm^2

序号	监测分区	永久占地		临时占地		合计
		荒草地	林地	荒草地	林地	
1	220kV 升压站	1.99				1.99
2	风机区	0.59		3.36	0.19	4.14
3	道路区	15.05		8.1	0.15	23.3
4	集电线路区	0.19		0.48	0.03	0.7
5	施工生产生活区			0.5		0.5
	合计	17.82	0	12.44	0.37	30.63

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 24.46 万 m³，挖方 12.23 万 m³，填方 12.23 万 m³。实际土方总量为 26.24 万 m³，挖方 13.12 万 m³，填方 13.12 万 m³，土石方平衡，无余方和借方。

土方开挖与回填情况见表 3-8。

工程土方情况汇总表

表 3-8

单位: 万 m³

序号	监测分区	土石方量			外借方	余方	备注
		总量	开挖	回填			
1	220kV 升压站	3.06	1.53	1.53			
2	风机区	6.62	3.31	3.31			
3	道路区	15.46	7.73	7.73			
4	集电线路区	0.82	0.41	0.41			
5	施工生产生活区	0.28	0.14	0.14			
合计		26.24	13.12	13.12			

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 2450t。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

监测分区	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)
220kV 升压站	1.99	2000	4	159.2
风机区	4.14	2000	4	331.2
道路区	23.3	2000	4	1864
集电线路区	0.7	2000	4	56
施工生产生活区	0.5	2000	4	40
合计	30.63			2450.4

3.5.2 建设期土壤侵蚀量

国华康保水晶脑包风电场项目施工集中在 2016 年 7 月年至 2018 年 6 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 30.63hm²；建设期产生的土壤侵蚀总量为 3297t。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 3-10-1

监测分区	占地面积 (hm ²)	2016 年侵蚀模数 (t/km ² · a)	侵蚀时段(年)	侵蚀量(t)
220kV 升压站	1.99	3500	1	69.65
风机区	4.14	4000	1	165.6
道路区	23.3	4500	1	1048.5
集电线路区	0.7	3500	1	24.5
施工生产生活区	0.5	3500	1	17.5
合计	30.63			1238.6

表 3-10-2

监测分区	占地面积 (hm ²)	2017 年侵蚀模数 (t/km ² · a)	侵蚀时段(年)	侵蚀量(t)
220kV 升压站	1.99	3500	1	69.65
风机区	4.14	4000	1	165.6
道路区	23.3	4500	1	1048.5
集电线路区	0.7	3500	1	24.5
施工生产生活区	0.5	3000	1	15
合计	30.63			1238.6

表 3-10-3

监测分区	占地面积 (hm^2)	2018 年侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	侵蚀时段(年)	侵蚀量(t)
220kV 升压站	1.99	2300	1	45.77
风机区	4.14	2500	1	103.5
道路区	23.30	3000	1	699.00
集电线路区	0.7	2500	1	17.50
施工生产生活区	0.5	2400	1	12
合计	30.63			820.00

3.5.3 试运行期土壤侵蚀量

2018 年 7 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 279t。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

监测分区	占地面积 (hm^2)	试运行期侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	侵蚀时段(年)	侵蚀量(t)
220kV 升压站	1.99	900	1	17.91
风机区	4.14	950	1	39.33
道路区	23.30	1000	1	233.00
集电线路区	0.70	950	1	6.65
施工生产生活区	0.50	1000	1	5.00
合计	30.63			278.98

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荒草地和林地,工程施工在表土清理、开挖、回填过程中改变了土壤理化性质,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,施工扰动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	22kV 升压站	工程措施	表土剥离、表土回覆、	主体设计
			覆土平整、浆砌石排水沟	方案设计
		植物措施	铺设草皮	方案设计
		临时措施	土工布苫盖	方案设计
2	风机区	工程措施	表土剥离、表土回覆	主体设计
			干砌石护坡、覆土平整	方案设计
		植物措施	栽植灌木、撒播草籽	方案设计
3	道路区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土质排水沟	主体设计
			覆土平整	方案设计
		植物措施	栽植灌木、撒播草籽	方案设计
4	集电线路	工程措施	浆砌石护坡	主体设计
			土地平整、复耕	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	表土剥离、表土回覆、	主体设计
			覆土平整	方案设计
		植物措施	撒播草籽	方案设计

一、220kV 升压站

①表土剥离：工程施工前，对升压站开挖较大区域进行表土剥离，剥离厚度 25cm，剥离面积 0.49hm²，剥离表土共计 0.12 万 m³。

②表土回覆：施工结束后，对站内需绿化区域实施了表土回覆表土回覆面积 0.11

hm²，表土回覆量 0.12 万 m³。

③覆土平整：施工结束后，对风机场地施工扰动的区域采取必要的土地平整措施，清理石块等杂物，采用机械整地方式，覆土平整面积 0.60hm²。

④浆砌石排水沟：为排除其上游坡面汇水及升压站内部产生的雨水径流，在进站大门两侧布设浆砌石排水沟，采用 M7.5 水泥砂浆抹面，厚度 30cm，为矩形断面，底宽 60cm，深 60cm，共需布设排水沟 109m。

(2)植物措施

施工完毕，方案设计在升压站电气设备较少区域的站内道路两侧及四周围铺草皮，选用一级早熟禾草皮，满铺。升压站围墙内绿化面积 1100m²。

(3)临时措施

临时遮盖：升压站基础回填土临时堆存于各建筑物四周空地，堆土高度不超过 2.5m，边角人工拍实，边坡和顶部用土工布进行苫盖，共需土工布 400m²。

二、风机区

(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了表土剥离，剥离厚度 15~30cm，剥离面积 2.19hm²，剥离表土共计 0.33 万 m³。

②覆土平整：施工结束后，对可绿化区域实施了表土回覆 0.33 万 m³。

③覆土平整：施工结束后，对风机场地施工扰动的区域采取必要的土地平整措施，清理石块等杂物，采用机械整地方式，覆土平整面积 3.91hm²。

④干砌石护坡：在吊装场地陡坡区域利用废弃石方修建干砌石护坡，采用人工堆砌方式，护坡基础埋深 0.5m，坡比设计为 1: 1.25，干砌石厚 0.30m，干砌石护坡工程量为 327.49m³。

(2)植物措施

施工完毕，对风机平台边坡处栽植灌木，灌木选择柠条，采用撒播的方式，撒播

柠条 0.49hm^2 ，需 4891 株，平台扰动区域面积 3.65hm^2 ，草种选择披碱草和苜蓿 1:1 混播，共需种苗量 328.26kg。

三、道路区

(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、土质较好的检修道路进行了表土剥离，剥离厚度 15~30cm，剥离面积 1.52hm^2 ，剥离表土共计 0.38 万 m^3 。

②表土回覆：施工结束后，对可绿化区域实施表土回覆 0.38 万 m^3 。

③土质排水沟：在部分汇水面积较大路段、存在较大的挖填方路段修建土质排水沟，以满足项目排水要求，共修建 10000m，排水沟采取梯形断面，底宽 40cm、深 40cm，边坡比为 1:0.75。

④覆土平整：施工结束后，对道路施工扰动的区域采取必要的土地平整措施，清理石块等杂物，采用机械整地方式，覆土平整面积 18.34hm^2 。

(2)植物措施

施工结束后，对较大道路边坡处栽植灌木，灌木选择柠条，采用撒播的方式。进站道路两侧 0.02hm^2 ，道路边坡 1hm^2 。栽植柠条，栽植方式为撒播的方式，共需种苗 66 株，道路两侧扰动区面积 17.34hm^2 ，采取披碱草和苜蓿 1:1 混播的方式进行绿化，共需种苗量 1560kg。

四、集电线路区

(1)工程措施

①浆砌石护坡：施工过程中，施工单位对部分边坡较大区域实施了浆砌石护坡，护坡上底宽 0.6m、下底宽 1.8m，护坡高度视实际情况而定，护坡工程量为 759.85m^3 。

②覆土平整：施工结束后，对塔基施工扰动的区域采取必要的土地平整措施，清理石块等杂物，覆土平整面积 0.51hm^2 。

③复耕：对塔基施工临时占用的耕地，采取土地复耕措施后交还原土地所有者

继续耕种，复耕面积 0.16hm^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，绿化面积为 0.51hm^2 ，草种选择披碱草和苜蓿 1: 1 混播，共需苗量 45.9kg 。

五、施工生产生活区

(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、土质较好的检修道路进行了表土剥离，剥离厚度 25cm ，剥离面积 0.25hm^2 ，剥离表土共计 0.06 万 m^3 。

②表土回覆：施工结束后，对可绿化区域实施表土回覆 0.06 万 m^3 。

③覆土平整：施工结束后，对扰动的区域采取必要的土地平整措施，清理石块等杂物，采用机械整地方式，覆土平整面积 0.50hm^2 。

(2)植物措施

施工结束后，对施工扰动区域采用撒播的方式。采取披碱草和苜蓿 1:1 混播的方式进行绿化，绿化面积 0.50hm^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		
			措施位置	单位	数量
风机区	工程措施	表土剥离	吊装基础	hm ²	2.19
		表土回覆	吊装场地	万 m ³	0.33
		覆土平整	吊装场地	hm ²	3.91
		干砌石护坡	吊装场地	m ³	327.49
	植物措施	撒播草籽	吊装场地	hm ²	7.35
220kV 升压站	工程措施	表土剥离	升压站内	hm ²	0.49
		表土回覆	绿化区	万 m ³	0.12
		覆土平整	施工扰动区域	hm ²	0.6
		浆砌石排水沟	站内及站外周边	m ³	4.9
	植物措施	铺设草皮	绿化区	hm ²	0.11
	临时措施	临时遮盖	临时堆土	hm ²	0.04
道路区	工程措施	表土剥离	可剥离表土区	hm ²	1.52
		表土回覆	绿化区	万 m ³	0.38
		覆土平整	施工扰动区	hm ²	18.34
		土质排水沟	道路两侧	m	10000
	植物措施	撒播草籽	植被恢复部分	hm ²	17.34
		栽植灌木	植被恢复部分	株	1.0
集电线路	工程措施	浆砌石护坡	塔基边坡处	m ³	759.85
		土地复耕	复耕区域	hm ²	0.16
		覆土平整	施工扰动区域	hm ²	0.51
	植物措施	撒播草籽	绿化区	hm ²	0.51
施工生产生活区	工程措施	表土剥离	植被恢复部分	hm ²	0.25
		表土回覆	植被恢复部分	万 m ³	0.06
		覆土平整	施工扰动区域	hm ²	0.50
	植物措施	撒播草籽	绿化区	hm ²	0.50

4.2 水土保持设施完成情况

一、风机区

(1)工程措施

①表土剥离：施工前对风机区开挖区域、临时吊装进行表土剥离，表土剥离面积 2.02hm^2 ，表土剥离量 0.61万 m^3 ，用于施工结束后绿化的覆土来源。

②表土回覆：施工结束后，将剥存的表土回铺，恢复植被，表土回覆面积 2.02hm^2 。

③覆土平整：对风机区除表土回覆区外土地进行疏松、摊平为绿化做准备，覆土平整面积 1.63hm^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 344m^3 。

(2)植物措施

对临时吊装场地采用撒播草籽的方式恢复植被，植被恢复面积 3.65hm^2 。

二、220kV 升压站

(1)工程措施

①表土剥离：表土剥离在220kV 升压站基础开挖前进行表土剥离，集中堆放于升压站内空地，表土剥离面积 0.49hm^2 ，剥存厚度30cm，表土剥离量约 1470m^3 。

②表土回覆：施工完毕后对站内表土进行回覆，表土回覆面积 0.11hm^2 ，覆土量约 1470m^3 。

③空心砖护坡：对站内形成的高陡边坡采取了空心砖护坡的形式进行了防护，护坡面积 0.08hm^2 。

④排水管沟

对升压站站内排水进行了设计，主要包括站内、站外排水管沟等，用于排出站内雨水，修建排水管沟共计540m。

(2)植物措施

对站内绿化区采用撒播草籽方式恢复植被，植被恢复面积 0.11hm^2 。

(3)临时措施

对站内空地临时堆土区，采用土工布遮盖 500m^2 。

三、道路区

(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、土质较好的道路进行了表土剥离，剥离厚度 $15\sim 30\text{cm}$ ，剥离面积 1.07hm^2 ，剥离表土共计 0.32万 m^3 。

②表土回覆：施工结束后，对可绿化区域实施了表土回覆 0.32万 m^3 。表土回覆面积 1.07hm^2 。

③土质排水沟：在部分汇水面积较大路段修建土质排水沟，用于道路区排水，共修建土质排水沟 9600m 。

④覆土平整：施工结束后，对道路表土回覆区域外施工扰动的区域采取必要的覆土平整措施，覆土平整面积 4.23hm^2 。

(2)植物措施

绿化：对施工及检修道路施工完毕后不在扰动区域进行绿化，绿化采用撒播草籽的方式，绿化面积 5.30hm^2 。

四、集电线路区

(1)工程措施

①表土剥离：集电线路区开挖前进行表土剥离工作，剥存面积 0.16hm^2 ，表土剥离厚度 30cm ，表土剥离量 480m^3 。

②表土回覆：集电线路施工结束后，将剥离的表土进行回覆，为下一步植物措施做准备，表土回覆面积 0.16hm^2 ，覆土量为 480m^3 。

③覆土平整：集电线路施工结束后对表土回覆区域外施工扰动区域外进行覆土平

整，覆土平整面积 0.35hm^2 。

④浆砌石护坡：塔基边坡处修筑浆砌石护坡，浆砌石护坡 760m^3 。

(2)植物措施

对塔基周围采取表土回覆和覆土平整后撒播草籽进行植被恢复，种草面积为 0.50hm^2 。

五、施工生产生活区

(1)工程措施

①表土剥离：施工生产生活区开挖前进行表土剥离工作，剥离面积 0.25hm^2 ，表土剥离厚度 30cm ，表土剥离量 750m^3 。

②表土回覆：本项目施工结束后，将剥离的表土进行回覆，为下一步植物措施做准备，表土回覆面积 0.25hm^2 ，覆土量为 750m^3 。

③覆土平整：本项目结束后对表土回覆区域外施工扰动区域外进行覆土平整，覆土平整面积 0.25hm^2 。

(2)植物措施

对施工生产生活区占地进行撒播草籽的方式进行植被恢复，植被恢复面积为 0.5hm^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	
220kV 升压站	工程措施	表土剥离	升压站站内	hm ²	0.49	2016.8
		表土回覆		hm ²	0.11	2018.4
		空心砖护坡		hm ²	0.08	2018.4
		排水沟		m	540	2016.9-2018.4
	植物措施	站区绿化		hm ²	0.11	2018.5
	临时措施	临时遮盖		m ²	0.05	2016.9-2018.4
风机区	工程措施	表土剥离	风机位及吊装场地	hm ²	2.02	2016.7
		表土回覆		hm ²	2.02	2018.4
		覆土平整		hm ²	1.63	2019.4
		干砌石护坡	风机边坡	m ³	343.86	2019.5
	植物措施	绿化	风机位及吊装场地	hm ²	3.65	2019.5
道路区	工程措施	表土剥离	土质较好路段	hm ²	1.07	2016.8
		表土回覆	道路两侧	hm ²	1.07	2018.4
		土质排水沟	道路靠近山体一侧	m	9600	2017.4-6
		覆土平整	道路两侧绿化区	hm ²	4.23	2019.4
	植物措施	绿化	道路两侧	hm ²	5.3	2019.5
集电线路	工程措施	表土剥离	塔基区有表土区	hm ²	0.16	2016.8
		表土回覆	塔基区	hm ²	0.16	2018.4
		覆土平整	塔基区	hm ²	0.35	2019.4
		浆砌石护坡	铁塔边坡处	m ³	760	2018.6-9
	植物措施	绿化	杆塔周围	hm ²	0.5	2019.5
施工生产生活区	工程措施	表土剥离	施工生产生活区	hm ²	0.25	2016.7
		表土回覆		hm ²	0.25	2018.6
		覆土平整		hm ²	0.25	2019.4
	植物措施	绿化		hm ²	0.5	2019.5

4.3 实际完成与方案对比情况分析

国华康保水晶脑包风电场项目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表土剥离：方案设计表土剥离 2.19hm^2 ，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离，剥离面积风机区面积 2.02hm^2 ，较方案设计 2.19hm^2 减少了 0.17hm^2 。

②表土回覆：因表土剥离面积减少，导致表土回覆面积减少，表土回覆面积由方案设计的 2.19hm^2 减少为 2.02hm^2 ，表土回覆面积减少 0.17hm^2 ，表土回覆面积的减少是合理。

③覆土平整：方案设计覆土平整措施，对绿化区全部进行覆土平整，实际对表土回覆区外进行了覆土平整措施，覆土平整措施由 3.94hm^2 减少为 1.63hm^2 ，覆土平整面积减少 2.31hm^2 ，覆土平整面积减少符合实际情况。

④干砌石护坡：方案设计干砌石挡墙 328m^3 ，实际施工过程中对高陡边坡采取了干砌石挡墙措施，但工程量略有增加，实际建设干砌石挡墙 343.86m^3 ，较方案设计的干砌石护坡增加 15.86m^3 。

二、220kV 升压站

①表土剥离：方案设计站内表土剥离 0.49hm^2 ，但实际建设过程中，站内可绿化区域进行了表土剥离措施，表土剥离面积 0.49hm^2 ，表土剥离量为 1470m^3 ，表土剥离工程量同方案设计一致。

②表土回覆：方案设计站内表土回覆 0.11hm^2 ，覆土量 1470m^3 。实际建设过程中，将剥离的表土回覆于绿化区，表土回覆工程量未发生变化。

③覆土平整：方案设计升压站覆土平整措施，对建筑物区外全部进行覆土平整，实际对绿化区进行了覆土平整措施，覆土平整措施由 0.6hm^2 减少为 0.08hm^2 ，覆土平整面积减少 0.52hm^2 ，覆土平整面积减少符合实际情况。

④排水管沟：方案设计升压站外设计浆砌石排水沟 109m，实际升压站内外修建排水管沟 540m，雨水口较多，增加站内排水管道长度，排水管沟长度较方案设计增加 431m。

⑤空心砖护坡：方案阶段考虑升压站不会产生边坡。但是建设过程中产生了边坡，因此新增空心砖护坡措施，新增空心砖护坡 0.08hm^2 。

三、道路区

①表土剥离：方案设计对道路区表土较厚区域进行表土剥离，面积 1.52hm^2 ，因实际可清表土区域减少，实际表土剥离面积 1.07hm^2 ，表土剥离面积较方案设计减少 0.45hm^2 。

②表土回覆：方案设计对道路区需绿化区域进行表土回覆，回覆面积 1.52hm^2 ，但实际建设过程中，表土剥离面积减少，实际回覆面积 1.07hm^2 ，表土回覆面积较方案设计减少 0.45hm^2 。

③覆土平整：方案设计对道路硬化区域以外的占地进行土地平整，土地平整面积 18.34hm^2 ，实际建设过程中对表土回覆区进行覆土平整，覆土平整面积 4.23hm^2 ，因此覆土平整面积减少 14.11hm^2 。

④土质排水沟：施工检修道路两侧汇水区域修建土质排水沟 10000m，施工检修道路汇水路段长度减少，土质排水沟长度 9600m，土质排水沟长度减少 400m。

四、集电线路区

①表土剥离：方案未设计集电线路表土剥离措施，实际施工当中表土剥离面积 0.16hm^2 ，集电线路表土剥离面积较方案设计增加 0.16hm^2 。

②表土回覆：方案未设计集电线路表土回铺，但实际建设过程中，回铺面积 0.16hm^2 ，集电线路表土回覆较方案增加 0.16hm^2 。

③覆土平整：方案设计对集电线扰动区域全部进行覆土平整，覆土平整面积 0.51hm^2 ，但实际建设过程中，对表土回覆区域外扰动面积进行覆土平整，覆土平整

面积 0.35hm^2 ，集电线路覆土平整面积较方案设计减少 0.16hm^2 。

④浆砌石护坡：方案设计集电线路区边坡防护 760m^3 ，实际建设过程中产生边坡，新布设浆砌石护坡措施，浆砌石护坡 760m^3 ，浆砌石护坡工程量未发生变化。

五、施工生产生活区

①表土剥离：方案设计施工生产生活区进行表土剥离，面积 0.25hm^2 ，实际施工当中表土剥离面积 0.25hm^2 ，表土剥离面积同方案设计一致。

②表土回覆：方案设计施工生产生活区表土回覆 0.25hm^2 ，实际建设过程中，表土回覆面积 0.25hm^2 ，表土回覆面积同方案设计一致。

③覆土平整：施工生产生活区施工完毕后进行覆土平整措施，覆土平整面积 0.5hm^2 ，实际施工当中对表土回覆区外进行了覆土平整，覆土平整面积 0.25hm^2 ，覆土平整面积较方案减少 0.25hm^2 。

4.3.2 植物措施

一、风机区

对临时吊装场地采用撒播草籽的方式恢复植被，植被恢复面积 3.65hm^2 同方案一致。

二、220kV 升压站

方案设计升压站站内绿化措施，但实际建设过程中站内采取了撒播草籽的绿化措施，绿化面积 0.11hm^2 ，绿化面积同方案设计面积一致。

三、道路区

道路区硬化面积略有增加，实际绿化面积 5.3hm^2 较方案设计绿化面积 5.34hm^2 减少 0.04hm^2 。

四、集电线路区

方案设计绿化面积 0.51hm^2 ，实际绿化面积由方案设计的 0.51hm^2 减少为 0.50hm^2 ，绿化面积减少 0.01hm^2 。

五、施工生产生活区

方案设计施工生产生活区绿化 0.5hm^2 ，实际施工当中对施工生产生活区全部进行了绿化，绿化面积 0.50hm^2 ，绿化面积未发生变化。

4.3.3 临时措施

一、220kV 升压站

①临时遮盖：方案设计临时遮盖措施 400m^2 ，实际建设过程中对临时堆土采取了临时遮盖，临时遮盖 500m^2 ，遮盖面积较方案增加 100m^2 。

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		
220kV 升 压站	工程措施	表土剥离	hm ²	0.49	0.49	0	与方案设计一致
		表土回覆	hm ²	0.11	0.11	0	与方案设计一致
		覆土平整	hm ²	0.6	0.08	-0.52	施工单位提高施工水平，注意环境保护意识，需覆土平整面积减少 0.52hm ² 。
		空心砖护坡	hm ²	0	0.08	+0.08	升压站产生高陡边坡，新增框格护 0.08hm ² 。
		排水管沟	m	109	540	+431	升压站内排水顺畅，增加排水沟长度，排水沟长度增加 431m。
	植物措施	绿化	hm ²	0.11	0.11	0	与方案设计一致
	临时措施	临时遮盖	m ²	0.04	0.05	0.01	施工单位有环境保护意识，增加临时遮盖面积 0.01hm ² 。
风机区	工程措施	表土剥离	hm ²	2.19	2.02	-0.17	可剥表土面积减少，表土剥离减少 0.17hm ² 。
		表土回覆	hm ²	2.19	2.02	-0.17	表土剥离区面积减少，表土回覆面积减少 0.17hm ² 。
		覆土平整	hm ²	3.94	1.63	-2.31	方案设计绿化面积进行覆土平整，实际建设中对表土回覆区域外进行了覆土平整，覆土平整工程量减少 2.31hm ² 。
		干砌石护坡	m ³	328	343.86	+15.86	干砌石护坡工程量略有增加，增加 15.86m ³ 。
	植物措施	绿化	hm ²	3.65	3.65	0	与方案设计一致
道路区	工程措施	表土剥离	hm ²	1.52	1.07	-0.45	可剥离表土面积减少，表土剥离减少 0.45hm ² 。
		表土回覆	hm ²	1.52	1.07	-0.45	表土剥离面积减少，表土回覆面积减少 0.45hm ² 。
		土质排水沟	m	10000	9600	-400	因施工及检修道路汇水路段长度减少，土质排水沟长度减少 400m。
		覆土平整	hm ²	18.34	4.23	-14.11	方案设计对需绿化区全部进行覆土平整，实际当中除表土回覆区域外进行覆土平整，覆土平整减少 14.11hm ² 。
	植物措施	绿化	hm ²	5.34	5.3	-0.04	对施工及检修道路两侧可绿化区域，全部进行了绿化，绿化面积减少 0.04hm ² 。
集电线路 区	工程措施	表土剥离	hm ²	0	0.16	+0.16	方案未设计集电线路区表土清理措施，实际集电线路表土剥离 0.16hm ² 。
		表土回覆	hm ²	0	0.16	+0.16	方案未设计集电线路区表土回覆措施，实际集电线路表土回覆 0.16hm ² 。

4 水土流失防治措施监测

		覆土平整	hm ²	0.51	0.35	-0.16	方案设计对绿化区域进行覆土平整，实际施工当中对表土回覆区外进行覆土平整，覆土平整减少 0.16hm ² 。
		浆砌石护坡	m ³	760	760	0	与方案设计一致
		复耕	hm ²	0.16	0	-0.16	方案设计复耕 0.16hm ² ，实际当中全部进行了绿化，未采取复耕措施，复耕减少 0.16hm ² 。
	植物措施	绿化	hm ²	0.51	0.5	-0.01	绿化面积减少 0.01hm ² 。
施工生产 生活区	工程措施	表土剥离	hm ²	0.25	0.25	0	与方案设计一致
		表土回覆	hm ²	0.25	0.25	0	与方案设计一致
		覆土平整	hm ²	0.5	0.25	-0.25	方案设计对绿化区域进行覆土平整，实际施工当中对表土回覆区外进行覆土平整，覆土平整减少 0.25hm ² 。
	植物措施	绿化	hm ²	0.5	0.5	0	与方案设计一致

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 99.18%,水土流失总治理度达到 97.85%,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 97.58%,林草覆盖率达到 32.84%。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。

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,各防治分区内建(构)筑物及硬化占地面积 18.99hm²,工程共完成扰动土地整治面积 30.38hm²,扰动土地整治率达到 99.18%。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

监测分区	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			
220kV 升压站	1.99	0.14	0.11	1.73	1.98	99.50
风机区	4.14	0.15	3.65	0.16	3.96	95.65
道路区	23.30	0.96	5.30	16.99	23.25	99.79
集电线路区	0.70	0.08	0.50	0.11	0.69	98.57
施工生产生活区	0.50		0.50	0.00	0.50	100.00
总计	30.63	1.33	10.06	18.99	30.38	99.18

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 11.64hm²,水土保持措施面积 11.39hm²,水土流失总治理度达到 97.85%,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 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)	计算结果	
220kV 升压站	0.14	0.11	0.25	1.99	1.73	0.26	96.15
风机区	0.15	3.65	3.80	4.14	0.16	3.98	95.48
道路区	0.96	5.30	6.26	23.30	16.99	6.31	99.21
集电线路区	0.08	0.50	0.58	0.70	0.11	0.59	98.29
施工生产生活区	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	100.00
总计	1.33	10.06	11.39	30.63	18.99	11.64	97.85

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,风机区开挖土石平铺于风机吊装场地内,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/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。

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荒草地和林地,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 97.58%,林草覆盖率达到 32.84%。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

监测分区	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
220kV 升压站	0.12	0.11	91.67	0.11	1.99	5.53
风机区	3.83	3.65	95.30	3.65	4.14	88.16
道路区	5.35	5.30	99.07	5.30	23.30	22.75
集电线路区	0.51	0.50	98.04	0.50	0.70	71.43
施工生产生活区	0.50	0.50	100.00	0.50	0.50	100.00
总计	10.31	10.06	97.58	10.06	30.63	32.84

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 5-4。

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	98.18	达标
水土流失总治理度(%)	92	97.85	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(%)	93	97.58	达标
林草覆盖率(%)	21	32.84	达标

6 结论

6.1 综合结论

国华康保水晶脑包风电场项目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。

国华康保水晶脑包风电场项目累计扰动占地 30.63hm²，其中永久占地 17.82hm²，临时占地 12.81hm²，工程占地类型主要为荒草地和林地，与方案相比，防治责任范围未发生变化。

该工程动土总量为 26.24 万 m³，挖方 13.12 万 m³，填方 13.12 万 m³。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 3.99hm²、表土回覆 3.61hm²、覆土平整 6.46hm²、空心砖护坡 0.08hm²、排水管沟 540m、干砌石护坡 343.86m³、浆砌石护坡 760m³、土质排水沟 96000m；绿化 10.06hm²；临时遮盖 0.05 hm²。

水土保持措施实施效果明显，项目区扰动土地整治率达到 99.18%；水土流失总治理度达到 97.85%；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 97.58%，林草植被覆盖率达到 32.84%。

综上所述，国华康保水晶脑包风电场项目水土保持工程设计合理，落实到位，达到有关技术规范 and 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



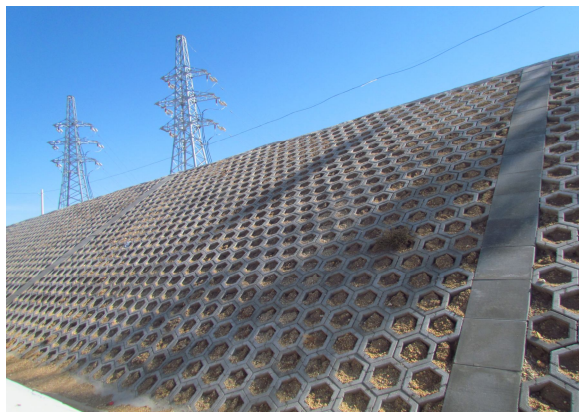
风机区覆土平整(2019 年 4 月)



风机区干砌石护坡(2019 年 6 月)



风机区绿化措施(2019 年 7 月)



220kV 升压站空心砖护坡(2018 年 10 月)



220kV 升压站排水管沟(2018 年 10 月)



220kV 升压站绿化措施(2019 年 7 月)



道路区表土清理(2018 年 5 月)



道路区土质排水沟(2018 年 5 月)



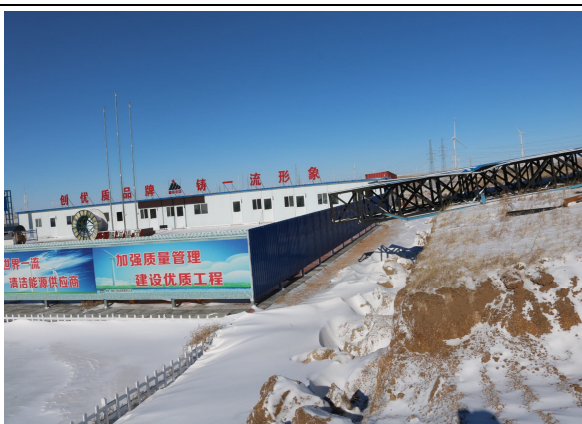
道路区绿化措施(2019 年 7 月)



集电线路浆砌石护坡措施(2018 年 5 月)



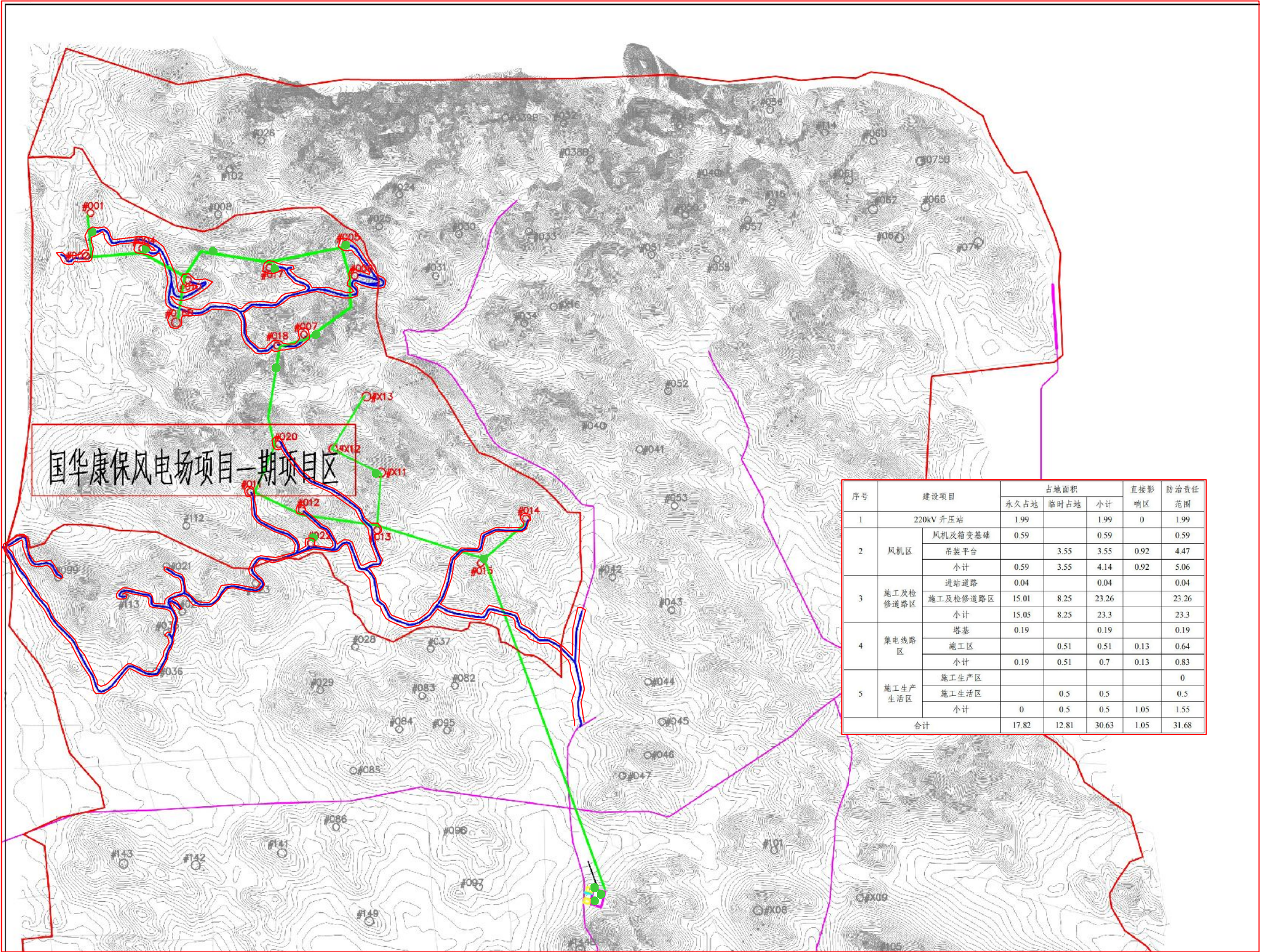
集电线路区绿化措施(2019 年 7 月)



施工生产生活区施工期现状(2018 年 1 月)

国华康保水晶脑包风电场项目防治责任范围及水土保持监测点位图

附图1



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	220kV 升压站	1.99		1.99	0	1.99
2	风机区					
	风机及箱变基础	0.59		0.59		0.59
	吊装平台		3.55	3.55	0.92	4.47
	小计	0.59	3.55	4.14	0.92	5.06
3	施工及检修道路区					
	进站道路	0.04		0.04		0.04
	施工及检修道路区	15.01	8.25	23.26		23.26
	小计	15.05	8.25	23.3		23.3
4	集电线路区					
	塔基	0.19		0.19		0.19
	施工区		0.51	0.51	0.13	0.64
	小计	0.19	0.51	0.7	0.13	0.83
5	施工生产生活区					
	施工生产区					0
	施工生活区		0.5	0.5		0.5
	小计	0	0.5	0.5	1.05	1.55
合计		17.82	12.81	30.63	1.05	31.68

图例

图例	说明	图例	说明
	风机位及编号		220kV升压站
	集电线路		施工生产生活区
	防治责任范围		施工检修道路
	监测点位		