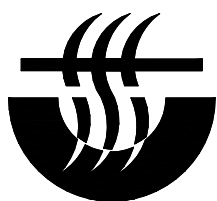


国华尚义北石塆风电场一期工程

水土保持监测总结报告



建设单位：国华（河北）新能源有限公司

编制单位：河北省水资源研究与水利技术试验推广中心

二零二零年十一月

国华尚义北石塆风电场一期工程水土保持监测总结报告

责任页

(河北省水资源研究与水利技术试验推广中心)

批 准 魏 亮 主 任

核 定 聂建中 副主任

审 查 贾志军 总 工

校 核 刘希庆 高 工

项目负责人 皮昌道 研究员

编 写 皮昌道 研究员 编写 3-7 章、统稿

李江华 工程师 监测、编写 1、2 章

刘凤婵 工程师 监测、图件制作

张 晨 工程师 监测、外业调查



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：河北省水资源研究与水利技术试验推广中心

法定代表人：刘印良

单位等级：★★★(3星)

证书编号：水保监测(冀)字第0026号

有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日



发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018年09月30日

目 录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 建设项目概况	3
1.2 水土保持工作情况	9
1.3 监测工作实施情况	9
2 监测内容和方法	13
2.1 监测原则	13
2.2 监测内容	14
2.3 监测方法和频次	17
3 重点对象水土流失动态监测	19
3.1 防治责任范围监测	19
3.2 取料监测结果	20
3.3 弃渣监测结果	20
3.4 土石方流向情况监测	20
3.5 背景值监测	21
4 水土流失防治效果监测结果	23
4.1 水土流失防治措施动态监测结果	23
4.2 工程措施及实施进度	23
4.3 植物措施及实施进度	25
4.4 临时防治措施及实施进度	25
5 土壤流失情况监测	29
5.1 水土流失面积	29
5.2 各单元侵蚀模数的分析确定	29
5.3 水土流失量监测结果	30
5.4 取料、弃渣潜在土壤流失量	31
5.5 水土流失危害	31
6 水土流失防治效果监测结果	33
6.1 水土流失防治效果动态监测结果	33

6.2 水土流失防治达标分析	34
6.3 运行期水土流失分析	34
7 监测结论	35
7.1 水土流失动态变化与防治达标情况	35
7.2 水土保持措施评价	35
7.3 存在问题及建议	35
7.4 综合结论	36
8 监测影像资料及附图	37
8.1 附图	37
8.2 监测过程影像资料	37

前言

水土保持监测是一项以保护水土资源、改善和维护良好的生态环境为目标，为规划设计和实施水土保持措施提供定性、定量依据的基础性工作，对于贯彻水土保持法规，搞好水土流失监督管理具有十分重要的意义。

国华尚义北石塘风电场一期工程由国华（河北）新能源有限公司出资建设。项目位于河北省张家口市尚义县东北部的炕塘乡，海河流域内陆河水系，地貌属坝上高原区，属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。

为控制和减少项目建设造成的新增水土流失，保护水土资源，改善生态环境，根据国家有关法律法规及水利部、河北省的有关规定和要求，建设单位于 2010 年 6 月委托我单位编制了《国华尚义北石塘风电场一期工程水土保持方案报告书》（报批稿），2010 年 9 月取得了《河北省水利厅关于国华尚义北石塘风电场一期工程水土保持方案报告书的复函》（冀水保[2010]189 号）。2010 年 4 月，建设单位又委托我单位对该项目的水土流失情况进行监测。依据水土保持监测规程、规范，2010~2020 年间，我单位组织专业技术人员对项目区进行了全面的监测工作。依据水土保持监测有关管理办法，结合监测的结果，分析水土流失防治效果，提出相应改进对策，并编写水土保持生态环境监测总结报告，为工程下一步做好水土流失治理措施提供技术依据。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		国华尚义北石垆风电场一期工程									
建设规模	本工程装机规模为 49.5MW, 建设 33 台 1500kW 风机, 防治责任范围 29.59hm ² , 实际占地 25.66hm ² , 建成后年上网发电量 1.16 亿 kWh。			建设单位、联系人		国华（河北）新能源有限公司 王志鹏					
				建设地点		张家口市尚义县炕垆乡					
				所在流域		海河流域内陆河水系					
				工程总投资		55864.23 万元					
				工程总工期		17 个月（2011 年 4 月-2012 年 9 月）					
水土保持监测指标											
监测单位			河北省水资源研究与水土保持技术试验推广中心			联系人及电话			刘希庆 18830193600		
自然地理类型			河北省坝上高原区、东亚大陆性季风气候中温带亚干旱区			防治标准			一级标准		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标			监测方法（设施）			
	1.水土流失状况监测		调查、巡查		2.防治责任范围监测			调查			
	3.水土保持措施监测		调查、巡查		4.防治措施效果监测			调查			
	5.水土流失危害监测		调查、巡查		水土流失背景值			1100t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围			35.97hm ²			容许土壤流失量			1000t/km ² ·a		
水土保持投资			313.58 万元			水土流失目标值			1000t/km ² ·a		
防治措施	表土剥离 4.69hm ² 、表土回铺 1.41 万 m ³ 、浆砌石护坡 1800m ³ 、排水 600m、土地整治 7.18hm ² 、碎石清理 2580m ³ 、外购种植土 0.73 万 m ³ 、覆土平整 0.73 万 m ³ 、种草 16.2hm ² 、栽植油松 3241 株、栽植果树 50 株、栽植黄刺玫 600 株、栽植山樱桃绿篱 560m、临时遮盖 400m ² 。										
监测结论	防治效果	分类指标	目标值（%）	达到值（%）	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95	96.43	防治措施面积	25.05hm ²	永久建筑物及硬化面积	2.88hm ²	扰动土地总面积	25.66hm ²	
		水土流失总治理度	95	97.09	防治责任范围面积		29.59hm ²	水土流失总面积		25.66hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.05	工程措施面积		28.59hm ²	容许土壤流失量		11000t/km ² ·a	
		林草覆盖率	25	58.14	植物措施面积		15.35hm ²	监测土壤流失情况		956t/km ² ·a	
		林草植被恢复率	97	97.03	可恢复林草植被面积		15.82hm ²	林草类植被面积		15.35hm ²	
		拦渣率	95	达标	实际拦挡弃渣量		--万 m ³	总弃渣量		--万 m ³	
	水土保持治理达标评价		截止监测期末，各项水土保持措施基本按照方案要求落实，水土流失防治各项指标可基本达到方案要求的一级防治标准。								
	总体结论		本工程基本落实了水保方案设计内容。在监测期内没有发生严重的水土流失危害。水土流失防治工程与措施的施工组织基本合理，水土流失得到有效控制，具备验收条件。								
主要建议		建设单位运行期继续加强水保措施的管护，确保各项水土保持工程防护功能的正常发挥。									

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

1.1.1.1 项目位置和交通

尚义县位于河北省西北部，内蒙古高原的南缘，是冀晋蒙、冀京津经济圈的交汇处，东与张北县接壤，西北与内蒙古自治区商都县、兴和县交界，南与怀安县、万全县毗连，西南与山西省天镇县相邻，是内地沟通西北和内蒙古的黄金地带。

国华尚义北石塆风电场一期工程位于河北省张家口市尚义县东部的炕塆乡北石塆村。风电场地理位置东经 $114^{\circ}11.86'$ ，北纬 $41^{\circ}11.96'$ ，平均海拔高程1520m。

尚义县公路交通较为发达，张尚公路连接尚义和张北两县，张北县至张家口有高速公路和G207国道通过，尚义至张家口82km，张家口至北京有G110国道和京张高速；境内公路纵横连通，对外交通运输方便，省道341到达满井村后可通过省道341乡间路支线向北直达本项目区。

1.1.1.2 建设内容、规模、性质和等级

北石塆风电场一期范围面积 14.60km^2 ，装机规模为49.5MW，安装33台1500kW风力发电机组。工程年上网电量为1.16亿kWh。主体工程2011年5月开工建设，2012年10月建成发电，总工期17个月。

1.1.1.3 项目组成

本期项目建设一座220kV升压站和33台风力发电机组。升压站出线工程不在本次验收范围内。

本工程主要建设内容包括升压站、风机区、道路、集电线路、施工生产生活区。

(1) 升压站

本期建设220kV升压站一座，占地面积 2.18hm^2 。为方便两个风电场共用一个变电站，220kV变电站布置在整个风电场的中心位置，后三岔口村西侧。地势较平坦，海拔高度1549.5m左右，站址中心坐标为 $41^{\circ}11'12.67''$ 、 $114^{\circ}14'19.48''$ ，距离省道341乡间路支线约1500m。

220kV升压站南北向布置，站内分东、西两大区，西区为变电区；东区为站前区。

变电站区由北向南布置为无功补偿装置、35kV屋内配电装置、主变压器、220kV变电架构，出线方向向南。站前区布置有集控综合楼、备品备件库、汽车库、综合水泵房、污水处理设备、深井泵房等，集控综合楼前设有小广场。进站大门设在站前区东围墙处，进站道路引接至省道341乡间路支线。

站内主变建设规模1台。围墙长725m；站内建设完整的排水系统。原设计站内绿化面积0.51hm²，目前因建设其它项目，站内扩建不进行绿化。

供排水情况：

供水：在220kV变电站内打机井1眼，并在水井处建1座泵房。机井打好前，施工用水先从附近村庄拉水解决，运行期间机井能够满足220kV变电站内日常生产生活用水。机井施工前须办理相关取水许可手续。220kV变电站运行期间日最大用水量28.27m³/d，同时考虑消防用水量每次180m³的要求。若供水系统发生故障，采用水车到附近村庄运水。

变电站内的雨水沿地面坡度汇集至围墙排水口，收集起来用于灌溉和道路洒水。生活污水汇集在站内的化粪池，经设在站内的生活污水处理一体化设备处理后达到《污水再生利用工程设计规范》GB50335-2002规定的城市杂用水水质标准，用于厂区的绿地浇灌、道路冲洗，多余的中水提升后用于道路洒水。

（2）风机区

风机区主要建设内容包括风电机组和吊装场地，占地面积6.32hm²。

1) 风电机组

本工程总装机容量49.5MW，安装33台单机容1500kW风电机组，轮毂高度为65m，风轮直径为70m。风机及箱变基础用占地0.83hm²。

风电机组与箱变的接线方式采用“一机一变”的单元接线方式，发电机升压变压器采用箱式变电站，容量为1600kVA，放置在风机塔筒15m以外位置。低压侧电缆穿管敷设出风机基础后直埋，穿管进入箱式变压器低压室。箱式变压器高压侧35kV高压电缆直埋至35kV集电线路，送至升压站35kV侧。

风电机组基础采用天然地基，采用直径约为17.0m的圆形扩展基，基础埋深拟为3.0m（自然地坪以下）。基础混凝土采用C35F100混凝土，垫层为150mm厚C20素混凝土，风机基础占地0.764hm²。

箱式变基础形式为钢筋混凝土箱型结构，单台箱变基础用地面积20m²。基础埋

深拟为1.8m（自然地坪以下），基础采用C30混凝土，垫层为100mm厚C20素混凝土，箱变基础占地0.066hm²。

2) 吊装场地

根据风机布置情况及施工吊装的要求，并依托施工道路布置施工吊装平台，风电设备到货后采用一次运输到位的方案，避免重复搬运与工期延误。因此，每台风电机组吊装场地范围按1600m²考虑，其中，吊装平台主吊作业面15m×14m，辅吊作业面为11m×9m，吊装场地临时占地5.49hm²。具体吊装场地布置，结合各机位地形情况确定，原则是吊装场地靠近施工道路一侧，以减少项目投资方用的场地。经现场勘查，吊装场地大部分已被复耕。

(3) 集电线路

本工程集电线路采用架空形式。根据35kV线路输送能力、场区装机规模、升压单元布置和升压站位置等因素，将33台箱式变压器分为2个回路，线路路径总长度20.84km，其中双回路长4.24km。第一回路路径长11.75km，第二回路路径长13.33km。

杆塔数量：本期共121基，其中铁塔65基（单回路铁塔44基，双回路铁塔21基），钢筋混凝土直线杆56基。架空线路总占地0.79hm²。

(4) 道路区

1) 进站道路

新建升压站进站道路长约300m，连接至现有省道341乡间路支线，道路路面宽5m，征地宽6m，建设水泥混凝土路面。永久占地0.18hm²，占地类型为草地。

2) 施工检修道路

风电场的施工检修道路按通向各风机位置修建。施工检修道路长15.19km，征地宽10m，占地15.19hm²。施工检修道路利用原有的山间小路进行扩宽裁弯取直，道路最大纵坡为12%。道路转弯半径应不小于35m。施工结束后施工检修道路中间4m做为检修道路。其余部分进行植被恢复。道路占地面积15.19hm²。

1.1.1.4 工程征占地情况

本工程总占地面积25.66hm²，其中永久占地3.58hm²，临时占地22.08hm²，其中升压站占地、风机及箱变基础占地、杆塔基础占地、进站道路占地为永久占地，吊装场地、塔基施工区、施工检修道路、施工生产生活区为临时占地。工程占地类型为草地。

工程占地面积统计表

表 1-1

单位: hm^2

建设项目		占地面积	占地性质		占地类别
			永久占地	临时占地	草地
升压站		2.18	2.18		2.18
风机区	风电机组基础	0.83	0.83		0.83
	临时吊装场地	5.49		5.49	5.49
	小计	6.32	0.83	5.49	6.32
道路	进站道路	0.18	0.18		0.18
	施工检修道路	15.19		15.19	15.19
	小计	15.37	0.18	15.19	15.37
集电线路		0.79	0.39	0.4	0.79
施工生产生活区		1		1	1
合计		25.66	3.58	22.08	25.66

1.1.1.5 工程土石方量

本工程实际动用土石方总量 54.12 万 m^3 ，其中开挖 27.06 万 m^3 ，回填 27.06 万 m^3 。其中风机区多余土石方 1.7 万 m^3 ，就近用于道路修建，施工过程中做到了土石方的平衡，无废弃土石方的产生。各分区实际动用土石方情况见表 1-2。

工程实际动用土石方情况表

表 1-2

单位: 万 m^3

项 目	土方总量	开挖	回填	调入		调出	
				数量	来源	数量	去向
升压站	10.4	5.2	5.2				
风机区	19.1	10.4	8.7			1.7	检修道路
道路区	19.88	9.09	10.79	1.7	检修道路		
集电线路	4.54	2.27	2.27				
施工生产生活区	0.2	0.1	0.1				
合计	54.12	27.06	27.06	1.7		1.7	

1.1.1.6 工程建设情况

方案设计工程工期 2011 年 1 月-2011 年 12 月。

工程实际于 2011 年 5 月开工，2012 年 10 月建成，建设总工期 17 个月。其中施工道路施工时间为 2011 年 5 月；风机基础的施工工期为 2011 年 5 月 5 日 - 2011 年 10 月 9 日，2011 年 10 月 30 日风机吊装全部完成；集电线路施工完成时间为 2011 年 10 月至 2012 年 4 月，专项绿化施工时间 2020 年 6 月开工，2020 年 10 月完成。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

本期工程位于张家口市尚义县东北部的炕楞乡，距离尚义县城约 30km，风电风机位于北石楞村西侧，风电场中心地理位置东经 114°11.86′，北纬 41°11.96′，平均海拔高程 1520m。场内主要分布是连续山丘，山丘外观均呈现舒缓圆滑的地貌形态，坡度较为平缓，相对高差为 0-20m 左右。

1.1.2.2 水文气象

项目区属于内陆河流域。尚义县境内坝上区有大清河、二龙河两条内陆河和鸳鸯河；坝下区有三级支流一条（东洋河），四级支流 12 条，五级以下河道 114 条，均属海河水系。项目区属于内陆河流域，本区内未分布有常年性河流，只在雨季在地形低洼处形成暂时性汇流。

项目区属东亚大陆性季风气候中温带亚干旱区，气温低且温差大，热量资源不足。春季干旱、多风少雨；夏季短暂、凉爽多雨；秋季晴朗、寒霜早临；冬季漫长、严寒少雪。多年平均气温为 3.80℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2200℃，多年平均降水量 418.5mm，无霜期 108d 左右，最大冻土深度 2.80m，多年平均风速 3.5m/s，年平均大风日数 55.3d，70m 高度年平均风速 7.70m/s。

1.1.2.3 土壤植被

风电场区域内土壤类型为草原栗钙土，土壤母质为基性岩类残坡积物，表土质地为轻壤质，土层厚度一般 30cm 左右，土体反应弱碱性。

项目区植被类型属于欧亚大陆草原区系，地表植被以耐寒的旱生多年草本植物为主，间有小灌木和零星的杨树伴生。适宜当地生长的树种有云杉、柠条、落叶松、沙棘等；低缓梁地以阿尔泰针茅 + 披碱草 - 冷蒿群落为主，其它植被有苜蓿、羊茅、无芒雀麦、早熟禾、沙打旺、百里香、胡枝子、小叶锦鸡儿、其间混有狼毒。坡梁地以小叶锦鸡儿 + 杂类草群落为主，主要有阿尔泰针茅、冰草、翻白萎陵菜、高原早熟禾等。主要农作物有小麦、莜麦、胡麻、谷子、马铃薯、豆类等。植被覆盖率达 30%左右。

1.1.2.4 河流水系

尚义县境内坝上区有大清河、二龙河两条内陆河和鸳鸯河；坝下区有三级支流

一条（东洋河），四级支流 12 条，五级以下河道 114 条，均属海河水系。项目区属于内陆河流域，本区内未分布有常年性河流，只在雨季在地形低洼处形成暂时性汇流。因此本场区不考虑地下水对建筑材料的腐蚀性问题。

1.1.2.5 地质及地震烈度

根据工程地质钻探与现场工程地质踏勘，拟建场区主要分布为晚第三纪中新世火山喷发汉诺坝玄武岩，局部在火山喷发间隙期沉积有泥岩；其上部分布有较薄的耕植土和玄武岩风化残积物，在低洼处分布有风、坡积和洪积物，在场址地表多见有玄武岩孤石。对于风电机基础，基岩的工程性能良好，当埋深较浅时，风电机基础可采用天然地基。

风电场所在地区地震活动较弱，主要受区外地震影响，当地地质构造比较简单，发生中强震的可能性较小，据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），风电场地震动峰值加速度为 0.10g，相应地震基本烈度为 VI 度，设计地震分组为第一组。

1.1.2.6 项目区所在地社会经济情况

尚义县全县总面积 2632.4km²，全县辖 6 个镇、8 个乡、172 个行政村，622 个自然村。全县总人口为 20 万人，其中农业人口 17 万，是一个以农牧业为主的县份，人均耕地 0.43hm²，主要种植小麦、莜麦、亚麻、山药、蔬菜、杂粮杂豆等作物品种。畜牧业发展基础较好，全县覆盖率在 30% 以上的天然草场有 8.34 万 hm²，主要畜禽种类有：牛、马、羊、猪、鸡、兔等。

项目区所在区张家口市尚义县炕场乡，总人口 13325 人，耕地面积 2946hm²，粮食总产量 1558t，财政总收入 91 万元，农村居民人均纯收入 2056 元。

1.1.2.7 项目区水土流失及水土保持现状

根据《河北省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，国华尚义北石场风电场一期工程属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。

本期工程位于河北省坝上高原区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），土壤容许流失量为 1000t/km²·a。依据《河北省第二次水土流失遥感调查》成果，结合风电场区地形、地貌和气候特点，确定风电场区现状土壤侵蚀类型主要为风力侵蚀；综合土壤侵蚀模数为 1100t/km²，侵蚀强度属轻度侵蚀。

1.2 水土保持工作情况

建设单位比较重视项目水土保持工作，建设前期委托河北省水资源研究与水利技术试验推广中心（原河北省水利技术试验推广中心）编制了水土保持方案报告书，河北省水利厅于 2010 年 10 月 18 日以冀水保[2010]189 号对本方案进行了批复。

建设单位以河北省水利厅批复的水土保持方案为依据，在先期完成了部分水土保持工程措施。由于项目建设施工活动扰动剧烈，且受区域自然环境条件限制，仍然存在着较为严重的水土流失问题。2019 年 5 月，建设单位委托河北环京工程咨询有限公司对项目建设的水土保持措施进行了详细设计，编制了《水土保持专项施工方案》并委托江西绿巨人生态环境股份有限公司进行了施工建设，至 2020 年 10 月完成了水土保持施工。

部分水土保持工程与主体工程同时建设，项目建成后水土保持措施随即完成，但由于项目区条件恶劣，植被恢复较差，部分路段和风机平台高陡边坡得不到有效治理，建设单位根据实际情况，按照《水土保持专项施工方案》设计，对项目区内水土保持措施进行补充施工，主要包括边坡治理、种草等措施。本项目水土保持方案没有变更，建设期间没有重大水土流失危害事件发生。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

（1）技术流程

开展水土保持监测工作，技术人员首先需要了解和掌握项目建设区的水土流失背景资料，这是做好监测工作的基础。本项目监测工作技术流程，为开展水土保持监测工作提供了一个科学、高效的方法步骤。监测技术流程见图 1-1。

（2）监测制度

为更好的完成建设项目水土保持监测工作的任务和目标，提高监测质量，监测单位在开展工作前制定了详细的监测设计与实施工作计划，并对监测人员提出具体要求：

1) 依据国家颁发的水土保持监测技术标准，监测单位在与建设单位充分协商的基础上，拟定了本项目水土保持监测工作设计与实施计划，用以指导监测工作的实施。

2) 在监测过程中, 监测人员不得随意脱岗; 不得随意篡改监测收集的原始数据资料, 如发现确有问题, 应经反复核查, 通过仔细分析研究, 进行订正, 并在原始记载簿备注栏或空白部位进行文字说明; 数据采集过程中应遵循随测算、随整理、随分析、随校核原则, 发现问题及时查找原因, 研究解决办法。

3) 监测过程中应充分考虑建设单位的意见和建议, 及时沟通交流。同时, 建设单位也应积极配合监测人员, 提供所需材料、必要的工作条件和后勤服务, 保证监测工作的顺利实施。

4) 监测人员在工作中收集、统计和调查的相关资料应集中存放、专人管理, 对年度监测数据和阶段性成果应定期进行分析整理, 其结果应及时向建设单位及相应水行政主管部门汇报。

5) 监测单位应根据工程特点和技术要求, 对监测人员进行有针对性的技术培训, 确保数据采集、资料整编、监测报告编写等工作环节的精度和质量。

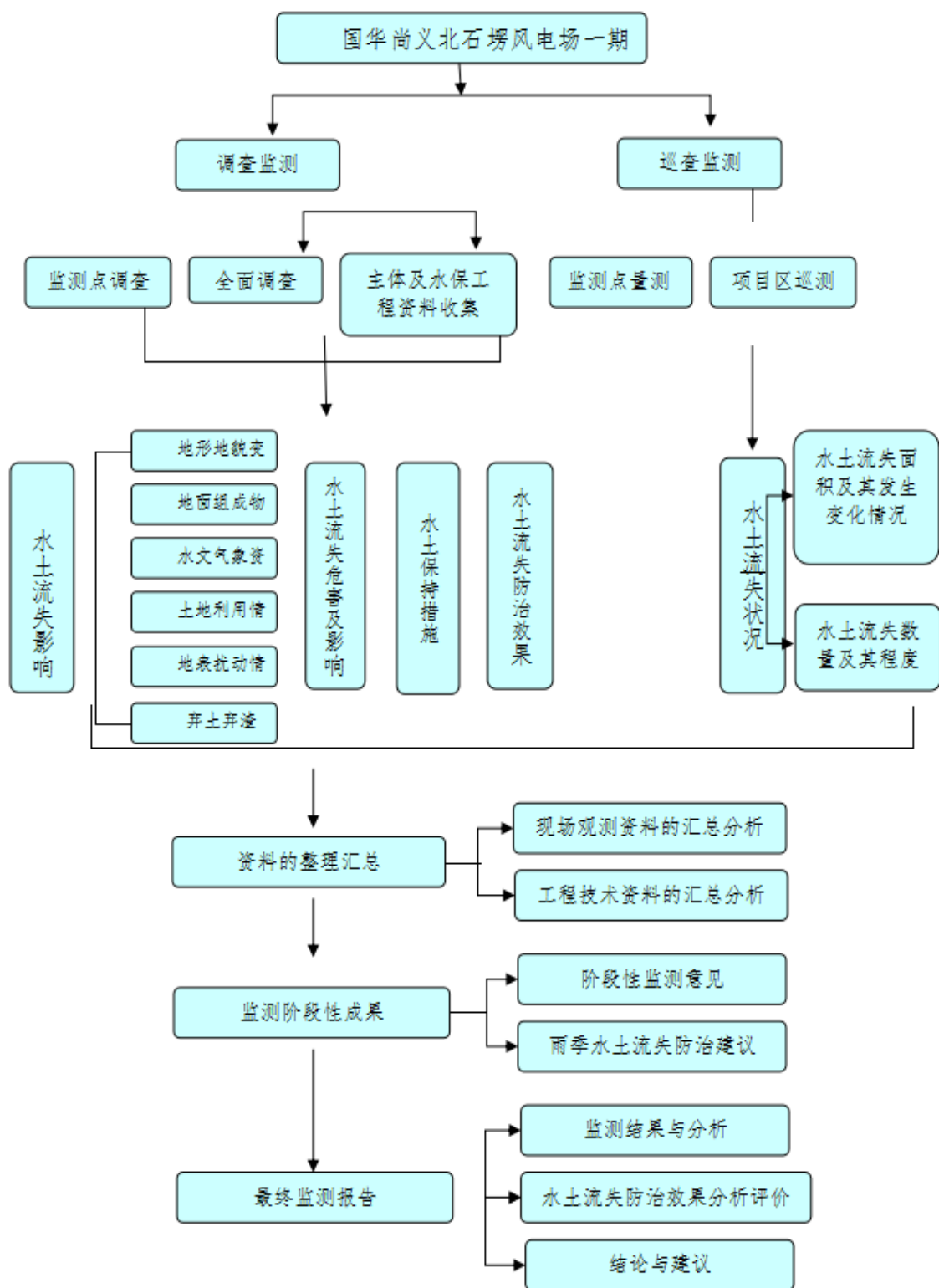


图 1-1 监测流程图

1.3.2 监测项目部设置

(1) 2011 年 4 月达成监测意向，监测单位制定监测设计及实施计划。

(2) 2011 年至 2020 年，监测人员多次进场监测，实地勘测工程进度，占地、扰动地表情况，动用土方量，对水土流失情况，土地整治等水土保持措施进展情况等进行全面的监测；

(3) 2020 年 9 月，整理监测数据及建设单位提供的有关工程技术资料，整理编制监测总结报告。

本工程水土保持监测人员分工表

表 1-3

姓名	职称	职责分工
皮昌道	研究员	项目总负责、确定监测总体计划及方案的实施
李江华	工程师	外业调查、图件制作、方案编制及资料保管
刘凤婵	工程师	图件制作、数据分析及方案编制
张晨	工程师	资料搜集、汇总

1.3.3 监测点布设

本工程建设过程中水保监测组共选取 14 处监测点位，包括升压站 3 处，风机区 4 处，道路区 3 处，集电线路区 3 处，施工生产生活区 1 处。监测点位选取情况表见表 1-4。

监测点选取情况表

表 1-4

序号	位置	数量	选点位置
1	220kV 升压站	3	升压站内绿化区域和监控楼各选一处监测点，围墙外边坡护坡及绿化区域选两处监测点位，
2	风机区	4	选取 7#、15#、28#、50#、63# 风机，重点监测基础开挖的临时堆土，吊装场平台的平整和植被恢复区域
3	道路区	3	每 5km 选一处，连接风机附近选取，14#、32#、55#、60# 风机附近的道路，重点监测道路两侧植被恢复区域
4	集电线路区	3	选取 4#、25# 铁塔及 47# 风机处电缆沟，监测基础施工临时堆土处，平整和恢复植被区域
5	施工生产生活区	1	临时堆料处及植被情况

2 监测内容和方法

水土保持监测的主要目的是通过监测及时掌握建设生产过程中的水土流失，并通过政府监督和工程监理及时加以控制，使水土流失降到最小。同时，通过对水土流失防治措施效果的监测，掌握水土流失的控制状态，提出相应的对策；水土保持监测的结果是工程项目竣工验收的重要依据。

2.1 监测原则

水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运用多种手段和方法，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持工程效果等进行动态观测和分析。

为了反映国华尚义北石塘风电场一期工程水土保持防治责任范围内的水土流失及其防治现状，掌握水土保持工程实施过程与投入使用初期水土流失及对周围环境的影响，分析水土保持工程的防治效果，为水土保持监督管理和项目区整体规划提供科学依据，根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》，结合工程特点提出如下监测原则：

（1）全面调查与重点观测相结合

全面监测是对整个项目区（包括建设区和直接影响区）的水土保持防治责任范围而言，监测主要针对水土流失及防治状况进行全面调查，也就是全面了解水土保持防治责任范围内的水土流失环境状况，这是分析水土保持工程实施过程和投入使用初期的水土流失及防治效果的对比状态。

在整个水土保持防治责任范围内，水土流失及其防治效果监测的重点区域是主体工程区和弃渣场等。在这些区域，进行典型监测，详细观测并记录有关数据。雨量数据可以利用附近水文站的观测数据。

（2）状态量观测和动态分析相结合

对变化较小或在主体工程建设和投入运营初期的水土流失因子，进行阶段性观测或调查，作为整个国华尚义北石塘风电场一期工程水土保持防治责任范围的水土保持生态环境的状态指标，进行分析。这些指标主要包括地形地貌、地面组成物质、植被种类与覆盖度和责任范围内不同功能分区情况等。

对变异较大的水土流失因子及泥沙，按照一定的时间间隔进行观测记录，作为分析水土保持工程实施和投入使用初期两个不同阶段水土流失动态变化的分析指

标，整理分析因子间的相互关系与变化趋势。这些指标主要包括降雨、泥沙、土壤侵蚀形式与流失量、水土保持工程进展与防治效果等。

（3）实际观测与模型分析相结合

接受任务后，我单位对项目区进行实际监测，并对监测记录的资料进行归纳分析，利用有关模型对水土流失、植被覆盖度、水土保持工程防治效果等进行计算分析。

（4）观测内容与水土保持防治分区相结合

生产建设项目的不同防治责任分区，具有不同的水土流失特点，为了在防治水土流失时采取相应的水土保持工程，监测内容也必须充分反映各个分区的水土流失特征、水土保持工程及其效果。

（5）监测方法的针对性

依据监测内容，确定具体的监测方法。针对每一个具体的观测指标，确定一套有效监测方法和合理的观测频率，使得数据具有科学性和代表性。为及时掌握可能出现的水土流失问题，及时处理，消除隐患。除实地调查外，还通过巡查的方式，按预先制定的巡查计划进行动态调查，并定期向水行政主管部门和建设单位汇报和提出相应的处理意见。建设单位在当地水行政主管部门的监督下，根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的实效。

2.2 监测内容

2.2.1 扰动土地情况

建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段及项目运行阶段保持不变，临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测临时占地和直接影响区的面积，确定施工期防治责任范围面积。

（1）永久性占地监测

永久性占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线围地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况及各阶段永久性占地变化情况。

（2）临时性占地监测

临时性占地土地管辖权不变，但要求在主体工程竣工验收前必须恢复原貌。水

水土保持监测主要是监测有无超范围使用临时性占地情况、各种临时占地临时性水土保持措施数量和质量、施工结束后原地貌恢复情况。

（3）扰动地表面积监测

在开发建设过程中对原有地表植被或地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。扰动地表水土保持监测内容主要是扰动地表面积、临时占压地表面积、临时用地的临时水土保持措施、被扰动部分植被恢复情况。

（4）水土流失防治责任范围的界定

根据永久占地、临时占地的面积，结合施工期扰动地表面积，确定施工期防治责任范围。

2.2.2 取料、弃土弃渣动态监测

弃土弃渣堆放情况及防治措施（拦渣工程、防护工程、临时排水等）监测是计算、分析、评价建设活动中一项重要防治指标——拦渣率的前提基础。

其监测内容是弃土弃渣量、弃土弃渣堆放情况（数量、位置、占地面积、堆土堆渣高度、坡长、坡度等）、拦渣防护措施等。

本项目未设取料场和弃土弃渣场。

2.2.3 水土保持措施

水土保持防治措施的实施是控制因工程建设活动造成项目建设区水土流失、改善区域生态环境的有效途径。按照《水土保持方案报告书》设计的总体布局，全面监测施工期水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施的实施情况，是客观评价6项量化防治指标的重要依据。本工程施工期防治措施监测内容包括以下三个方面：

（1）工程措施

水土保持工程措施的措施类型、实施数量、质量；防护工程稳定性、完好程度、运行情况；措施的拦渣保土效果。

（2）植物措施

主要指防治责任范围内进行绿化、覆土复垦、植被恢复。监测指标包括植物措施类型（灌木、乔木或种草等）、苗木或草种种类、分布、面积或株数、株行距等。

（3）临时防护措施

对施工过程中实施的各类如临时排水沟、临时沉沙池等防护措施进行动态监测。

2.2.4 水土流失情况

(1) 水土流失面积变化

主要监测防治责任范围内各类水土流失面积变化。

(2) 水土流失量变化监测

针对不同地表扰动类型的流失特点，对不同地表扰动类型，采用多种方法进行多点位、多频次监测。经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

(3) 对项目区周边造成的危害及其趋势监测

主要对土地生产力下降、水土流失的淤积量和损害的土地面积（侵蚀或淤积面积）等进行监测。

2.2.5 围绕水土流失防治目标内容监测

为本工程水土保持设施验收提供直接的数据支持和依据，监测结果应计算出工程的扰动土地整治率、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 6 项防治目标的达到值。

(1) 扰动土地整治率

根据实地调查及设计资料分析，按防治区统计水土保持防治措施面积、永久建筑面积及扰动地表面积，分别计算各区域的扰动土地整治率。

(2) 水土流失总治理度

根据实地调查及设计资料分析，按防治分区统计工程建设造成的水土流失面积，用水土保持防治措施面积相除，得出水土流失总治理度。

(3) 土壤流失控制比

根据调查结果分析计算各防治分区的土壤侵蚀量，计算各区域的土壤流失控制比，采用加权平均方法，计算该工程项目的土壤流失控制比。

(4) 拦渣率

根据调查及统计分析，计算出弃渣堆放点的弃渣流失量，用弃渣量减去弃渣流失量即为拦渣量，算出该弃渣堆放点的拦渣率，同样采用加权平均法最后算得该项目的拦渣率。

(5) 林草植被恢复率

根据调查、量测统计出实施植物措施面积及可以采取植物措施的面积，计算林草植被恢复率。

（6）林草覆盖率

用已实施的符合植被恢复要求的植物措施面积与建设区总面积相除，求得林草覆盖率。

2.3 监测方法和频次

监测方法：根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）、《水土保持综合治理技术规范》等相关技术要求，结合工程地段地貌类型等特点，监测单位制定并实施了调查监测和场地巡查相结合的监测方法。

2.3.1 调查监测

采用调查和实地测量对建设项目占用地面积、扰动破坏地表面积、地表植被及其它水土保持设施破坏面积变化等进行监测，由监测人员深入项目区通过访问、实地量测、填写表格等形式获取监测数据，以及及时掌握水土流失情况及变化。

2.3.2 监测频次

根据不同的施工时序确定调查监测频次，在施工前后进行1次全面的调查监测，水土保持措施开始实施后，2009年7月，2010年5月、8月，2011年6月，2012年8月，2013年5月，2018年7月、8月各监测一次，监测工作结束。

2.3.3 场地巡查

本项目施工场地多、时空变化快，既有点状工程、又有线状工程，加上有临时堆土场、砂石料场等的堆放时间较短，无法都进行定位观测，因此通过场地巡查及时发现并采取措施，可有效控制水土流失的发生。场地巡查的重点是：风机区、道路区、集电线路区等。

2.3.4 调查监测具体方法及仪器

（1）资料收集。收集项目水土流失影响因子，收集的资料包括：区域降雨、气温等气象资料；收集有关工程占地、施工设计、招投标、监理、质量评定、竣工决算等资料，以便于汇总统计项目水土保持设施数量、程度、质量等情况。挖填土石方量及弃渣的地点、数量，土地整治面积、治理后土地利用形式等。

（2）现场勘查。

地表扰动情况监测：根据工程施工技术资料、工程进度，现场巡查核实项目区地表扰动情况，2011年开始施工至2012年完工，每季度监测一次，利用皮尺/手持

GPS 测量道路宽度、长度，临时吊装场面积，临时堆土面积、开挖回填土石方量、项目建设直接影响区面积等数据；

水土流失状况监测：结合典型地段重点监测和典型调查，掌握项目区水土流失状况。使用的仪器有风速仪、积沙仪，监测风蚀情况；利用米尺采用侵蚀沟测量法监测水蚀情况；

水土保持措施实施情况监测：现场跟踪观测水土保持措施建设和运行情况。米尺测量水保工程措施的工程量，查找监理资料，对比水保措施的工程质量；植物措施采用典型样方的方法进行监测。

根据现场监测的情况，记录监测数据，留存现场影像资料，根据实测数据，校核、补充所收集的资料的准确性。

（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，土壤质地、林草植被覆盖及生长成活等项目。

（4）访问调查。包括项目区工农业生产、社会经济、土地利用等情况。综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、水利水保设施等的危害情况。

（5）图像采集。图像资料是项目水土保持状况最直接、最形象的反映。利用摄像机、照相机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。

（6）植被覆盖率的监测方法。采用测定典型样方的方法进行监测。草本样方为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ，灌木样方为 $5\text{m} \times 5\text{m}$ ，乔木样方为 $25\text{m} \times 25\text{m}$ ，每一样方重复 3 次，记录林草生长情况、成活率、植被恢复情况及植被覆盖率等。

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 水土保持方案报告书确定的防治责任范围

根据水土流失的特点和项目施工布局，该工程既有点状工程又有线状工程，水土流失防治分区划分为 220kV 变电站、风机区、道路、施工生产生活区、集电线路、弃渣场六个分区，

工程建设期总占地 30.47hm^2 ，占地类型为灌草地。其中：220kV 变电站、风电机组及箱式变压器基础、进站道路、风机检修道路、集电线路等永久占地 11.08hm^2 。风电机组吊装占地、道路植被恢复区、施工生产生活区、弃渣场等临时占地 19.39hm^2 。

水土保持防治责任范围划分为项目建设区和直接影响区，包括建设期占地 30.47hm^2 和直接影响区占地 5.50hm^2 ，共计 35.97hm^2 。见表 3-1。

方案设计水土流失防治责任范围表

表 3-1

单位： hm^2

序号	建设项目	项目建设区	直接影响区	合计
1	220kV 变电站	2.18	0.15	2.33
2	风机区	3.96	0.73	4.69
3	道路	21.84	4.25	26.09
4	集电线路	0.79	0.20	0.99
5	施工生产生活区	1.00	0.02	1.02
6	弃渣场	0.70	0.15	0.85
7	合计	30.47	5.50	35.97

3.1.2 建设期水土流失防治责任范围监测结果

北石楞风电场工程建设中，工程项目建设区面积为 25.66hm^2 ，其中永久占地面积 3.58hm^2 ，临时性占地面积 22.08hm^2 ，直接影响区 3.93hm^2 ，水土流失防治责任范围为 29.59hm^2 。建设期占地面积较方案设计值减少 4.81hm^2 ，防治责任范围减少了 6.38hm^2 ，方案设计占地与建设期占地对照见表 3-2。

(1) 通过调查监测风机区平均每个吊装场地的占地 1915m^2 ，33 台风机总占地为 6.32hm^2 ，包括塔筒占地 0.83hm^2 ，比方案设计增加 2.36hm^2 。

(2) 方案设计进站道路 305m，宽 5.5m，基本不变。施工道路在施工阶段修成 8m 宽土路，总长度为 23.68km，建设期道路总占地面积为 15.37hm^2 ，弃渣道路取

消，道路比方案设计减少 6.47hm²。

(3) 北石楞风电场工程原设计了弃渣场，在施工过程中根据实际情况，基础回填标高做了变更，回填标高比原自然地面高 20cm，回填至塔筒门口下 15cm，并进行吊装场地范围内设备堆放场地和吊装场地的平整，做到了挖填平衡，故取消了弃渣场和弃渣道路。

(4) 实际建设过程中集电线路的杆塔数量与方案一致，占地一致。

(5) 施工生产生活区两期共用。

建设期与方案设计占地情况对比表

表 3-2

单位：hm²

建设项目	方案设计占地			建设期实际占地			增减
	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	
220kV 变电站	2.18		2.18	2.18		2.18	0
风机区	0.83	3.13	3.96	0.83	5.49	6.32	2.36
施工道路	7.28	14.56	21.84	0.18	15.19	15.37	-6.47
施工生产生活区		1	1		1	1	-0
弃渣场		0.7	0.7			0	-0.7
集电线路	0.79		0.79	0.39	0.40	0.79	0
合计	11.08	19.39	30.47	3.58	22.08	26.4	-4.81

3.2 取料监测结果

本项目所需土石料主要利用施工过程中基础开挖产生的土石，不足部分从附近市场购买，没有专项取料场地。

3.3 弃渣监测结果

据现场抽查及监理资料，本工程各类基础开挖回填后在项目区内就近场地平整利用，实现工程内部土石方挖填平衡。

3.4 土石方流向情况监测

3.4.1 方案设计弃土弃渣情况

方案设计该项目总土方量为 78.96 万 m³，其中开挖量为 40.33 万 m³，填方量为 38.53 万 m³，多余 1.80 万 m³，多余土石方运至弃渣场处理。方案设计弃土弃渣情况见图 3-3。

方案设计建设期土石方平衡表

图 3-3

项目	开挖万 m ³	回填万 m ³	弃方数量万 m ³	备注
220kV 变电站	5.59	5.54	0.05	
风机区	16.78	15.13	1.65	
集电线路	3.87	3.77	0.10	
道路	13.78	13.78		
施工生产生活区	0.31	0.31		
合计	40.33	38.53	1.80	

3.4.2 工程土石方监测结果

本工程施工建设过程中共动用土方总量 54.12 万 m³，其中土方开挖 27.06 万 m³，土方回填 27.06 万 m³，场内调运 1.7 万 m³。

升压站土方开挖 5.2 万 m³，回填土方 5.2 万 m³，土方挖填平衡。

风机区土方开挖 10.4 万 m³，回填土方 8.7 万 m³，调运至检修道路 1.7 万 m³。

道路区土方开挖 9.09 万 m³，回填土方 10.79 万 m³，由风机区调入 1.7 万 m³。

集电线路土方开挖 2.27 万 m³，回填土方 2.27 万 m³，土方挖填平衡。

施工生产生活区土方开挖 0.1 万 m³，回填土方 0.1 万 m³，土方挖填平衡。

各分区实际动用土石方情况见表 3-4。

建设期土方情况统计表

表 3-4

单位：万 m³

项 目	土方总量	开挖	回填	调入		调出	
				数量	来源	数量	去向
升压站	10.4	5.2	5.2				
风机区	19.1	10.4	8.7			1.7	检修道路
道路区	19.88	9.09	10.79	1.7	检修道路		
集电线路	4.54	2.27	2.27				
施工生产生活区	0.2	0.1	0.1				
合计	54.12	27.06	27.06	1.7		1.7	

与方案设计相比，实际建设中动用土石方总量减少 24.84 万 m³，其中挖方减少 13.27 万 m³，填方减少 11.47 万 m³，土石方挖填总量低于方案设计，主要是因为风机区和道路建设动用土石方量减少，且通过内部调配利用，无外弃方。

3.5 背景值监测

本工程无弃渣场、取料场，变电站建构筑物、箱变、电缆沟、风机及线塔基础等开挖填筑面相对集中，项目区处于坝上平原区，地形起伏不大，受气候和地形条

件影响，该区无明显水土流失。根据河北省第二次遥感调查资料并通过现场调查和测算，项目区现状水土流失以风力水力交错侵蚀，平均土壤侵蚀模数为 $1100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，侵蚀强度属轻度侵蚀。

4 水土流失防治效果监测结果

本工程建设期水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果。工程措施的完好程度及运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，遮盖、洒水等临时性防护措施数量、面积及其效果。

结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土保持措施防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与《水土保持方案报告书》和《水土保持专项施工方案》中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目建设区建设期及生产运行初期水土流失防治措施及其效果。

4.1 水土流失防治措施动态监测结果

依据各区防治责任范围水土流失特点并结合水土保持方案设计要求进行了实地勘测，施工生产生活区还仍有使用，施工中又取消的弃渣场，所以施工结束后只对 220kV 变电站、风机区、施工检修道路、集电线路区布设了水土保持措施。

4.2 工程措施及实施进度

1、220kV 变电站工程措施

工程位置：尚义县炕垆乡北石楞村北石楞风电场内。

工程内容及实施时间：实施的时间与主体工程同步进行，2011 年 4 月 - 2011 年 12 月。220kV 变电站在施工前进行表土清理并集中堆放，施工结束后将表土覆于扰动面并进行土地平整。220kV 变电站内按照主体设计修建排水系统，变电站周围修建浆砌石护坡。

完成工程量：①表土剥离：对升压站场坪、建构筑物基础开挖过程中需要进行土方挖填的地表进行表土剥离，剥离面积 0.51hm^2 ，堆放在升压站后期绿化区域，且不影响施工作业处。施工时间为2011年4月；②表土回铺：表土回铺将剥离保存的表土均匀回铺于土地平整后地表，回铺 0.15万m^3 。施工时间为2011年12月。③排水系统排水沟：按照主体设计站内排水沟600m。施工时间为2011年10月。④浆砌石护坡站外挖方边坡修建浆砌石护坡 1800m^3 。施工时间为2011年10月。

2、风机区工程措施

工程位置：尚义县炕垆乡北石楞村。

工程内容及实施时间：实施的时间与主体工程同步进行，2011 年 6 月 - 2011 年 12 月。每台风电机组在施工前进行表土清理并集中堆放，施工结束后将表土覆于扰动面并进行土地平整，2020 年 7 月进行覆土平整。

完成工程量：①表土剥离：施工前先对开挖区进行表土剥离，剥离面积 4.18hm^2 ，堆放在各个风机吊装场地边角，且不影响施工作业处，用于施工结束后表土回铺的覆土来源。施工时间为 2011 年 5 月-2011 年 12 月。②表土回铺：风机区施工结束，地表无机械扰动后，将收集的表土均匀回铺于各风机基础周围，以备后续复耕，回铺 1.25万 m^3 。施工时间为 2011 年 5 月-2011 年 12 月。③碎石清理：部分风机平台堆砌了碎石，需进行清理。碎石收集后可就地掩埋，和填入附近的坑内。清理 2400m^3 。施工时间为 2020 年 5 月。④外购种植土、覆土平整：风机区需要外购种植土覆盖碎石裸露区域，以便植被恢复，外购种植土、覆土平整 0.72万 m^3 。施工时间为 2020 年 5 月-2020 年 7 月。

3、施工道路区工程措施

工程位置：尚义县炕塆乡北石楞村。

工程内容及实施时间：2011 年 5 月全部土建工程结束，道路进行了全面的土地平整，土地平整后 4m 宽修成砂石路作为永久检修道路使用，其余的 4m 恢复植被。

道路区完成的工程量：①土地整治：道路征地宽度 10m ，施工结束后预留 4m ，所以两侧进行土地整治，以备后续复耕，土地整治面积 5.78hm^2 。施工时间为 2011 年 9 月；②碎石清理：部分路段堆砌了少量碎石，需进行清理。碎石收集后可就地掩埋，和填入附近的坑内。清理 180m^3 。施工时间为 2020 年 5 月；③外购种植土、覆土平整：进站道路两侧碎石裸露，为植被恢复外购种植土、覆土平整 0.01万 m^3 。施工时间为 2020 年 5 月-2020 年 7 月。

4、集电线路区工程措施

工程位置：尚义县炕塆乡北石楞村一带。

工程内容及实施时间：集电线路施工时间为 2011 年 5 月-9 月，施工结束后对扰动区域进行了土地平整。

完成工程量：①土地整治：基础回填后，对杆塔施工区进行土地整治，以备后续复耕，土地整治面积 0.4hm^2 。施工时间为 2012 年 5 月-2012 年 12 月。

4.3 植物措施及实施进度

北石楞风电场工程植物措施主要是 220kV 变电站绿化和风机区、道路、集电线路的植被恢复部分，恢复面积为 15.35hm²。

2013 年春季，风机区、集电线路、道路植被恢复区按照方案设计要求进行了松土、播种、浇水。2013 年春季 220kV 变电站进行了绿化，现植被恢复情况良好，长势也较好。2020 年风机区种草 2.58hm²，道路区栽植油松 3241 株、栽植经济林 50 株、栽植山樱桃绿篱 560m、栽植黄刺玫 600 株。目前长势良好。

水土保持工程量见表 4-1，水土保持施工进度见表 4-2。

4.4 临时防治措施及实施进度

施工过程中采取了施工道路洒水车洒水、堆渣堆土雨季进行临时遮盖等临时措施。

水土流失防治措施监测表

表 4-1

防治分区	防治措施	单位	方案设计的指标	实际完成情况
220kV 变电站	表土清理	m ³	1530.00	1550
	覆土平整	m ³	1530.00	1550
	浆砌石护坡	m ³		1800
	排水系统	m	600.00	600
	场区绿化	hm ²	0.51	0.55
	临时遮盖	m ²	400.00	400
风机区	表土剥存	m ³	11386.93	12500
	表土回铺	m ³		12500
	覆土平整	m ³	11386.93	7200
	干砌石护坡	m ³	500.00	
	碎石清理	m ³		2400
	外购种植土	m ³		7200
	恢复植被	hm ²	3.80	2.91
	种草	hm ²		2.58
道路	土地平整	hm ²	14.56	5.78
	外购种植土	m ³		100
	覆土平整	m ³		100
	碎石清理	m ³		180
	恢复植被	hm ²	14.61	
	种草	hm ²		10.11
	栽植油松	株		3241
	栽植果树	株		50
	栽植山樱桃绿篱	m		560
	栽植黄刺玫	株		600

集电线路	土地平整	hm ²	0.40	0.40
	恢复植被	hm ²	0.40	0.60
施工生产生活区	表土剥存	m ³	2400	
	土地平整	hm ²	1.00	1.00
	恢复植被	hm ²	1.00	
	临时遮盖	m ²	600.00	600
弃渣场	表土剥存	m ³	2100.00	建设期土石方平衡取消了弃渣场
	覆土平整	m ³	2100.00	
	基础开挖	m ³	42.00	
	基础回填	m ³	4.20	
	铅丝网笼坝	m ³	77.37	
	恢复植被	hm ²	0.70	

各项水土流失防治措施实施进度表

表 4-2

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			施工时间
			措施位置	单位	数量	
升压站	工程措施	表土剥离	绿化区域	hm ²	0.51	2011 年 4 月
		表土回铺	绿化区域	万 m ³	0.15	2011 年 12 月
		浆砌石护坡	站外边坡	m ³	1800	2011 年 10 月
		排水系统	站内排水	m	600	2011 年 10 月
	临时措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	400	2011 年 5 月- 2011 年 12 月
风机区	工程措施	表土剥离	占地区域	hm ²	4.18	2011 年 5 月- 2011 年 12 月
		表土回铺	吊装场地	万 m ³	1.25	2011 年 5 月- 2011 年 12 月
		碎石清理	吊装场地	m ³	2400	2020 年 5 月
		外购种植土	种植土	万 m ³	0.72	2020 年 5 月- 2020 年 7 月
		覆土平整	吊装场地	万 m ³	0.72	2020 年 5 月- 2020 年 7 月
	植物措施	种草	吊装场地	hm ²	2.91	2013 年 6 月
		种草	吊装场地	hm ²	2.58	2020 年 9 月
集电线路	工程措施	土地整治	杆塔周围	hm ²	0.4	2012 年 5 月- 2012 年 12 月
	植物措施	种草	杆塔周围	hm ²	0.6	2013 年 6 月
道路区	工程措施	土地整治	道路两侧	hm ²	5.78	2011 年 9 月
		外购种植土	种植土	万 m ³	0.01	2020 年 5 月- 2020 年 7 月
		覆土平整	道路两侧	万 m ³	0.01	2020 年 5 月- 2020 年 7 月
		碎石清理	道路两侧	m ³	180	2020 年 5 月
	植物措施	种草	道路两侧	hm ²	10.11	2013 年 6 月
		栽植油松	道路两侧	株	3241	2020 年 9 月
		栽植山樱桃绿篱	道路两侧	m	560	2020 年 9 月
		栽植果树	道路两侧	株	50	2020 年 9 月
		栽植黄刺玫	道路两侧	株	600	2020 年 9 月
施工生产 生活区	工程措施	土地整治	扰动区域	hm ²	1.0	2012 年 12 月

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据项目进度安排，工程技术资料，通过部分地段现场调查统计，汇总项目各阶段水土流失面积，主要发生在施工扰动区，以及恢复期治理不达标得区域，见表 5-1。

各年度水土流失面积一览表

表 5-1

项目分区	占地面积	水土流失面积			
		建设期		恢复期	
		2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
升压站	2.18	2.18	1.56	1.05	
风机区	6.32	6.32	5.49	5.49	4.32
集电线路区	0.79	0.79	0.4	0.4	0.2
道路区	15.37	15.37	15.19	9.85	9.85
施工生产生活区	1	1	1	1	1
合计	25.66	25.66	23.64	17.79	15.37
项目分区	水土流失面积				
	恢复期				
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
升压站					
风机区	4.32	4.32	4.32	4.32	4.32
集电线路区	0				
道路区	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45
施工生产生活区					
合计	11.77	11.77	11.77	11.77	11.77

5.2 各单元侵蚀模数的分析确定

本项目位于张家口市尚义县东北部的炕塆乡，属于坝上高原区，水土流失类型以风力为主，属永定河上游国家级水土流失重点治理区。参考水土保持方案报告中确定的原地貌、植被、地形地貌、气候特征等因子，原地貌土壤侵蚀强度属于轻度侵蚀，占地类型为灌草地。

通过野外调查，参考水土保持方案报告中确定的原地貌侵蚀模数，结合原地貌、植被、地形地貌、气候特征等基础因子现状，得出原地貌水力、风力综合侵蚀强度属于轻度侵蚀，原地貌侵蚀模数为 $1100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右。根据本项目建设特点，对各建设区原地貌土壤侵蚀模数进行监测。

5.2.1 各地表扰动类型侵蚀模数

根据本项目监测工作的实际情况，施工期进行了调查监测和定点观测。对建设项目的地表扰动进行适当的分类。该项目在施工过程中对地表的扰动类型主要表现为基础施工、沟道开挖、道路修建、设备安装等，具有不同的水土流失特点。监测过程中，根据地表扰动类型及水土流失特点，分别进行了全面监测，测定了建设期不同施工阶段各个分区侵蚀模数，详见表 5-2。

5.2.2 防治措施实施后侵蚀模数

2012 年 10 月部分植物措施完成,2020 年 10 月植物措施全部完成,直至 2020 年 10 月末,监测组对本工程各防治分区继续进行监测,测定了各监测分区土壤侵蚀模数,见表 5-3。

建设期各防治分区内土壤侵蚀模数测定表

表 5-2

项目区	流失面积 (hm ²)	综合侵蚀模数 (t/km ² .a)
升压站	2.18	2450
风机区	6.32	3250
集电线路区	0.79	3010
道路区	15.37	3000
施工生产生活区	1	2350
合计/平均	25.66	2812

表 5-3 植被恢复期各分区侵蚀模数表

项目区	综合侵蚀模数 (t/km ² .a)							
	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
升压站	960							
风机区	1600	1550	1450	1450	1450	1450	1450	960
集电线路	1550	1500	1400	1400	1400	1400	1400	948
道路区	1500	1450	1450	1450	1450	1450	1450	960
施工生产生活区	1450	1400	980					
平均	1525	1475	1295	1400	1400	1400	1400	956

5.3 水土流失量监测结果

(1) 水土流失量计算方法

通过对调查收集到的监测数据按各个防治责任分区进行分类、汇总、整理,利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

侵蚀量计算公式:

$$m_s = F \times K_s \times T$$

式中：ms ——侵蚀量（t）；

F —— 水土流失面积（km²）；

Ks ——侵蚀模数（t/km²·a）；

T —— 侵蚀时段（a）。

（2）各阶段水土流失量计算

依据上述计算原理，结合各阶段水土流失面积（即地表扰动面积），计算出原地貌侵蚀单元、扰动地表侵蚀单元、防治措施实施后的水土流失量。原地貌侵蚀单元水土流失量计算结果见表 5-4，施工期各阶段水土流失量计算结果见表 5-5。

依据表 5-4 和表 5-5 中水土流失量的计算结果得知：施工期原地貌各侵蚀单元水土流失总量为 564.52t，地表扰动后各侵蚀单元水土流失总量为 1475.07t，新增水土流失量 910.55t；植被恢复期原地貌各侵蚀单元水土流失总量为 1296.91t，地表扰动后各侵蚀单元水土流失总量为 1486.17t，新增水土流失量 189.26t；扰动期内共产生水土流失总量 2961.24t，新增水土流失总量 1099.81t。

5.4 取料、弃渣潜在土壤流失量

无。

5.5 水土流失危害

监测期间没有产生水土流失危害事件，未对周边造成明显影响。

表 5-4 原地貌预计与建设期土壤流失量对比

防治分区	预计原地貌				建设施工期						侵蚀总量增 减(t)
	侵蚀面 积(hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时 段(a)	侵蚀总量 (t)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	2011 年		2012 年		侵蚀总量(t)	
						扰动时段 (a)	侵蚀面 积(hm ²)	扰动时 段(a)	侵蚀面积 (hm ²)		
升压站	2.18	1100	2	47.96	2450	1	2.18	1	1.56	91.63	43.67
风机区	6.32	1100	2	139.04	3250	1	6.32	1	5.49	383.825	244.785
集电线路区	0.79	1100	2	17.38	3010	1	0.79	1	0.4	35.819	18.439
道路区	15.37	1100	2	338.14	3000	1	15.37	1	15.19	916.8	578.66
施工生产生 活区	1	1100	2	22	2350	1	1	1	1	47	25
合计	25.66	1100		564.52	2812		25.66		23.64	1475.07	910.55

表 5-5 原地貌预计与植被恢复期期土壤流失量对比

防治分区	预计原地貌			植被恢复期 2013-2020									增减
	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时 段(a)	侵蚀总量 (t)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	合计	
				侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总 量(t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总 量 (t)	侵蚀总量(t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)
升压站	1100	1	11.55	10.08								10.08	-1.47
风机区	1100	8	380.16	87.84	66.96	62.64	62.64	62.64	62.64	62.64	41.472	509.472	129.312
集电线路	1100	8	17.6	6.2	3	3	3	3	3	3	1.896	26.096	8.496
道路区	1100	8	866.8	147.75	142.825	108.025	108.025	108.025	108.025	108.025	71.52	902.22	35.42
施工生产生 活区	1100	3	20.8	14.5	14	9.8						38.3	17.5
合计	1100		1296.91	454.53	211.95	189.91	189.91	189.91	189.91		142.22	1486.17	189.26

6 水土流失防治效果监测结果

北石楞风电场建设期水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果，护坡工程、排水工程、土地平整工程、拦渣工程的稳定性、完好程度及运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，施工期拦挡、洒水、绿化等临时性防护措施数量、面积及其效果。

结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与水土保持方案中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目建设区施工期及生产运行初期水土流失防治措施及其效果。

6.1 水土流失防治效果动态监测结果

6.1.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指已整治的扰动地面积与扰动地总面积的比值。建设期实际扰动地面积为 25.66hm^2 。扰动面积通过土地平整、覆土平整、种草等措施基本都得到了治理，治理措施面积、永久建筑物及硬化面积共计 25.46hm^2 。扰动土地整治率 = (治理措施面积+永久建筑物面积+硬化面积) / 扰动地表面积 = 96.43%，达到一级防治标准。

6.1.2 水土流失总治理度

本工程建设期水土流失防治责任范围共计 29.59hm^2 ，随着施工的开展，土地扰动面积不断扩大，水土流失面积不断增加，其中工程扰动造成的水土流失面积为 25.66hm^2 。在施工过程中按照施工组织设计，弃渣全部回填利用，取消了对弃渣场。施工过程中对开挖破坏面采取了临时防护、植物措施和工程措施，扰动地表施工完毕后进行土地整治并恢复植被，水土流失面积逐渐减少。现状水土保持措施防治面积为 25.05hm^2 ，测算水土流失总治理度为 97.09%，可达到《开发建设项目水土流失防治标准》一级防治标准 95% 以上的要求。

6.1.3 拦渣率与弃渣利用率

北石楞风电场工程施工设计时增加了回填高度，使开挖量与回填量基本平衡，没有弃渣取消了弃渣场，所以不再计算拦渣率。

6.1.4 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》和《河北省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，本工程建设区域属于河北省张家口坝上高原区，土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。由土壤流失量监测结果，项目区监测期末平均土壤侵蚀模数为 $956\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.05。达到一级防治标准。

6.1.5 林草植被恢复率、林草覆盖率

1、林草植被恢复率

根据调查，项目区可绿化面积 15.82hm^2 ，植物措施面积 15.35hm^2 ，植被恢复率为 97.03%，达到防治目标。

2、林草覆盖率

项目区占地 25.66hm^2 ，植物措施面积 15.35hm^2 ，林草覆盖率为 58.14%，林草覆盖率达到防治目标。

6.2 水土流失防治达标分析

本风电场工程在建设过程中，后期比较重视水土保持生态环境工作，注重绿化和美化效果，做到了水土保持生态环境工作与项目开发建设相结合。水土流失防治工程与措施的施工组织基本合理，水土流失得到有效控制，在监测期内没有发生严重水土流失危害。

监测过程中，监测人员通过现场调查、勘测、资料收集等手段获取了项目水土流失防治指标值，基本达到了方案报告书设计要求，项目区水土流失防治效果显著。

6.3 运行期水土流失分析

本期工程土建部分已全部完工，所有的风机已安装调试完，进入了试运行期，将不再产生扰动地表的施工活动。

进入运行期后，采取的植物措施逐渐开始发挥作用，随着各防治分区内植被盖度的增加，土壤侵蚀模数也会降低，通过调查类似风电项目风机及检修道路发现，进入运行期后植被恢复区的植被将发挥较大作用，风蚀量将大大减少。所以建设单位采用人工种植的方法恢复植被是正确的。建设单位一定要注意加强运行期的植被管护。

7 监测结论

7.1 水土流失动态变化与防治达标情况

建设项目防治责任范围划分为 5 个防治分区，即 220kV 变电站、风机区、道路、施工生产生活区、集电线路等防治区。除施工生产生活区还仍留用其它工程使用外，各分区均采取了适宜的水土保持工程措施。

本期工程安装 33 台 1500KW 风机，总装机规模为 49.5MW。实际占地面积为 25.66hm²，包括永久占地 3.58hm²和临时占地 22.08hm²；与方案设计相比，总占地比原工程减少了 4.81hm²。

弃渣量由原设计的 1.80 万 m³变更为挖填平衡，取消了弃渣场符合水保要求。

从监测结果看，在监测时段内共产生水土流失总量 2961.24t，新增水土流失总量 1099.81t。

工程建设过程中，各施工区域采取了平整、表土清理、覆土等工程措施，工程措施的实施能够满足水土保持的要求。水土流失总治理度达到 97.09%，扰动土地整治率为 96.43%，土壤流失控制比为 1.05，林草植被恢复率为 97.03%以上，林草覆盖率平均达 58.14%。

7.2 水土保持措施评价

本项目水土流失防治分为 220kV 升压站、风机区、道路区、集电线路区和施工生产生活区。各分区依照水土保持方案报告书和水土保持专项施工方案采取了适宜的水土保持措施，水土保持工程总体布局合理，能够达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

(1) 本次监测时段稍有间断，受建设单位建设工期和水土保持措施施工工期的影响，在 2015-2019 年出现了间断。另外受技术手段影响，数据还有待于今后做深入的测定。建议对项目区水土保持设施的运行情况和效益进行跟踪调查和监测，发现问题及时上报水行政主管部门。

(2) 项目区位于坝上高原区，气候条件恶劣，无霜期短，降雨量少，对植物生长十分不利，建议建设单位继续加强植物措施的管护和抚育，防止受旱、受冻和牛羊啃食，确保发挥水土保持效益。

7.4 综合结论

自2011年5月启动监测工作以来，监测单位通过现场勘测、实地调查、资料收集，经分析汇总，获得了较为详实的监测数据，得出如下结论。

（1）风电场在建设过程中，建设单位在后期比较重视水土保持工作，在先期实施的水保措施效果较差的情况下，委托专业技术单位重新设计施工，及时完成了覆土平整，边坡整理以及种草、栽植乔灌木等人工恢复植被的水土保持措施；

（2）工程施工期间没有灾害性天气的发生，水土流失控制在方案要求的范围内，没有因工程建设引发水土流失灾害。

（3）依据监测过程和监测内容对本建设项目水土流失防治管理情况进行评价，平均得分83分，三色评价结论为绿色。

（4）建设单位对水土保持方案设计的水土流失防治内容结合工程建设实际情况进行了落实。目前，水土保持设施总体上运行良好，已发挥出水土保持功能。

8 监测影像资料及附图

8.1 附图

防治责任范围、监测分区及监测点位布置图

8.2 监测过程影像资料