

河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目 水土保持监测总结报告

建设单位：建投燕山（沽源）风能有限公司

编制单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇一九年十二月





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



单位名称：河北环京工程咨询有限公司

联系人：张伟

邮编：050011

联系电话：0311-85696305

E-mail:huanjingshuibao@126.com

河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目

水土保持监测总结报告责任页

(河北环京工程咨询有限公司)

批准: 赵 兵 (董事长) 赵兵

核定: 王 富 (副经理) 王富

审查: 张 伟 (工程师) 张伟

校核: 李艳丽 (工程师) 李艳丽

项目负责人: 贾志刚 (工程师) 贾志刚

编写: 贾志刚 (工程师) (报告编写、外业调查) 贾志刚

钟晓娟 (工程师) (资料收集、外业调查) 钟晓娟

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 项目概况	4
1.2 水土保持工作情况	13
1.3 监测工作实施情况	14
2 监测内容与方法	17
2.1 扰动土地情况	17
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	17
2.3 水土保持措施	18
2.4 水土流失情况	18
2.5 水土流失因子监测	18
2.6 水土流失六项指标监测	18
3 重点对象水土流失动态监测	20
3.1 防治责任范围监测	20
3.2 取料监测结果	23
3.3 弃渣监测结果	24
3.4 土石方流向情况监测结果	24
3.5 其他重点部位监测结果	25
4 水土流失防治措施	26
4.1 工程措施监测结果	26
4.2 植物措施监测结果	30
4.3 临时防护措施监测结果	33
4.4 水土保持措施防治效果	34
5 土壤流失情况监测	37

5.1 水土流失面积	37
5.2 土壤流失情况分析	37
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	39
5.4 水土流失危害	39
6 水土流失防治效果监测	40
6.1 扰动土地整治率	40
6.2 水土流失总治理度	40
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	40
6.4 土壤流失控制比	41
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率	41
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	42
7.4 综合结论	42
8 附图及有关资料	44
8.1 附图.....	44
8.2 有关资料	44

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。

河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目风电场位于沽源县西辛营一带区域。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，受建设单位委托，2014年8月河北环京工程咨询有限公司编制了《河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目水土保持方案报告书》，2014年10月22日获河北省水利厅的批复，批准文号为冀水保[2014]290号。

本项目新建一座制氢站，风电场装机容量为200MW，建设40台2.5MW和50台2MW风力发电机组，本工程建成后供电华北电网，年上网电量500070MW·h。建设内容主要包括风机区、集电线路、道路区、制氢站四个部分。

工程水土保持方案设计阶段建设内容为，新建一座制氢站，风电场装机容量为200MW，建设100台2MW风力发电机组。工程建设期间由于使用了部分2.5MW的风机，所以减少了10台，根据建设单位提供资料，风机位置未变化。

本工程总投资16.2亿元，土建投资1.4亿元，由建投燕山（沽源）风能有限公司投资建设。风电场工程实际于2015年5月开工，2016年7月建成；制氢站工程实际于2017年5月开工，2019年8月完成土建施工，进行设备调试。建设总工期42个月。

本工程总占地面积85.7hm²，其中风机、箱变、塔基、制氢站为永久占地6.66hm²，吊装场地、线路施工区、道路为临时占地80.84hm²。占地类型为灌草地和交通用地。本工程建设过程中动用土石方总量194.04万m³，其中土石方开挖99.37万m³，土石方回填94.67万m³，剩余土石方4.7万m³，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。

项目区位于河北省张家口坝上高原区，属国家级京津风沙源重点治理区。根据2013年全国两区复核划分成果，属于燕山国家级水土流失重点预防区。根据水土保持区划分成果，属北方风沙区-内蒙古中部高原丘陵区-蒙冀丘陵保土蓄水区-冀西北坝上高原防风固沙与生态维护区。通过对项目区周边植被及水土流失

情况进行现状调查，植被覆盖率 40%。项目所在地为内蒙古南部丘陵区，地处内陆河水系和海河流域潮白河水系。

2018 年 2 月，河北环京工程咨询有限公司承担本工程水土保持监测工作。2018 年 2 至 2019 年 12 月，开展全面监测，在查阅和收集了大量工程建设施工资料，包括工程征地、临时占地、土方量、水土保持工程量及建设时间，以及有关证明材料等基础上，监测小组技术人员对监测数据和收集资料进行集中汇总分析，2019 年 12 月编制完成了《水土保持监测总结报告》。

河北建投沽源风电制氢综合利用示范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		河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目								
建设规模	新建一座制氢站，风电场装机容量为 200MW，建设 40 台 2.5MW 和 50 台 2MW 风力发电机组，年上网电量 500070MW·h，建设内容包括风机区、集电线路、道路、制氢站。			建设单位		建投燕山（沽源）风能有限公司				
				建设地点		张家口市沽源县				
				所在流域		内陆河水系和海河流域潮白河水系				
				工程总投资		16.2 亿元				
				工程总工期		2015 年 5 月～2016 年 7 月、 2017 年 5 月～2020 年 8 月				
				项目建设区		87.5hm ²				
水土保持监测指标										
监测单位			河北环京工程咨询有限公司			联系人及电话		贾志刚 031185696305		
自然地理类型			暖温带大陆性季风气候			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		调查监测			2、防治责任范围监测		调查监测		
	3、水土保持措施情况监测		调查监测			4、防治措施效果监测		调查监测		
	5、水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值		1300t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围			197.91hm ²			容许土壤流失量		1000t/km ² ·a		
方案水土保持投资			982.93 万元			水土流失目标值		1000t/km ² ·a		
防治措施			风机区：表土剥离 21.7hm ² 、覆土平整 6.51 万 m ³ 、土地整治 12.0hm ² 、浆砌石挡墙 275m、种草 21.7hm ² 、纱网遮盖 6500m ² 。集电线路：表土剥离 2.2hm ² 、覆土平整 0.66 万 m ³ 、土地整治 4.28hm ² 、浆砌石挡墙 95m、种草 6.12hm ² 。道路区：表土剥离 16.9hm ² 、覆土平整 5.06 万 m ³ 、土地整治 15.6hm ² 、土质排水沟 7.5km、种草 16.9hm ² 。制氢站：表土剥离 0.3hm ² 、覆土平整 0.09 万 m ³ 、浆砌石挡墙 228m、站外防洪沟 500m、围墙外排水沟 350m、站内铺砖 737m ² 、种草 0.3hm ² 、纱网遮盖 600m ² 。							
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值	达到值	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95%	97.9%	防治措施面积	46.13hm ²	永久面积	39.55hm ²	整治面积	85.68hm ²
		水土流失总治理度	95%	96.2%	防治责任范围		87.5hm ²	水土流失总治理面积		47.95hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积		7.13hm ²	容许土壤流失量		1000t/km ² ·a
		拦渣率	95%	95%	植物措施面积		39.0hm ²	监测土壤流失量		1000t/km ² ·a
		林草植被恢复率	97%	97.2%	可恢复植被面积		39.0hm ²	林草植被面积		37.9hm ²
		林草覆盖率	25%	43.3%	实际拦挡弃渣量		-	总弃渣量		-
	水土保持治理达标评价		根据项目水土保持监测结果分析，项目各项水土流失防治措施基本按照水土流保持方案要求落实，水土流失防治指标达到了水土流失防治要求。							
	总体结论		建设单位实施了水土流失防治措施，水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已发挥水土保持效益。							
主要建议			运行期加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。							

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目风电场位于张家口市沽源县西辛营一带区域，沽源县西南约30km处，即省道S244的南侧，西北侧为中广核黄盖淖风电场，东南侧为河北建投沽源东辛营风电场（即东辛营一期风电场），场址南北长约37km，东西宽约12km，省道S242横穿风电场中部，现有村村道路可就近连接，交通较便利。本项目地理位置见图1-1。



图1-1 项目地理位置图

1.1.1.2 工程建设规模

本项目规模为新建大（2）型，风电场部分装机容量为200MW，建设40台2.5MW和50台2MW风力发电机组。本工程建成后供电华北电网，年上网电量500070MW·h。风电场建成后接入河北建投东辛营风电场升压站。

项目同期建设10MW电解水制氢站，主要以限电弃风发电量作为生产投入，进行电解水制氢。

本工程占地87.5hm²，其中永久占地6.66hm²，临时占地80.84hm²，占地类型为灌草地和交通用地。工程特性表见表1-1。

工程特性表

表1-1

项目名称	河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目	
工程性质	新建建设类项目	
工程等级	大（2）型	
建设地点	河北省张家口市沽源县	
建设单位	建投燕山（沽源）风能有限公司	
建设规模	200MW	
工程总投资	总投资 16.2 亿元，土建投资 1.4 亿元	
工程建设期	42 个月：（2015 年 5 月～2016 年 7 月、2017 年 5 月～2020 年 8 月）	
工程占地	总占地 87.5hm ² ，其永久占地 6.66hm ² ，临时占地 80.84hm ² 。	
土石方量	土石方开挖 99.37 万 m ³ ，土石方回填 94.67 万 m ³ ，剩余 4.7 万 m ³	
项目组成	风机区	共占地为 24.69hm ² ，其中风机及箱变基础永久占地面积 2.69hm ² ，临时占地 22.0hm ² 。
	施工道路	新改建道路长 88.0km，路面平均 4m，因为地势原因修建时会产生边坡，道路路面面积约为 35.2hm ² ，占地共计 54.56hm ² 。
	集电线路区	铁塔数量共 483 基，总长度 88km，占地面积 5.11hm ² 。 制氢站电缆线路长度 1.5km，占地面积 1.2hm ² 。
	制氢站	制氢站位于东辛营升压站东侧 1.5km 处，西侧为生活区，东侧为生产区，占地面积 1.94hm ² 。
剩余土石方	剩余土石方为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。	

1.1.1.3 项目组成

本工程建设内容主要有风机区、集电线路、道路区、制氢站四个部分。

（1）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24.69hm²，其中风机基础和箱变基础占地2.69hm²，吊装场地占地22.0hm²。

①风电机组

风电场装机容量200MW，共建设40台2.5MW和50台2MW风力发电机组，采用一台风电机配备一台35kV箱式升压变压器的方式构成一个风电机组。安装轮毂高度80m和78m，风电机组基础永久占地 2.69hm^2 。

风机基础为直径21.0m和18.4m圆形地板的现浇钢筋混凝土独立基础，天然地基。基础混凝土采用强度等级为C35抗冻混凝土，主受力钢筋等级为HRB400，基础埋深3.9m。

35kV箱变基础采用天然地基进行设计。基础形式为钢筋混凝土箱型结构，采用C35混凝土现浇，基础埋深2.0m。

② 吊装场地

为满足风电机组的施工吊装需要，在风机周围有风机临时吊装场，平均每台2.5MW风电机组吊装场地 3000m^2 ，每台2.0MW风电机组吊装场地 2000m^2 ，90个吊装场占地 22.0hm^2 ，为临时占地。占地类型为灌草地，施工完后恢复为原地貌。

(2) 集电线路

集电线路的作用是将各风机发出的电能汇集并输送到升压站，线路采用铁塔架空线路形式，场内集电线路共分10回，分别从风机箱变以35kV架空线接入已有的东辛营220kV升压站。总长度88km，铁塔数量共483基，塔基永久占地面积 2.03hm^2 ，基础周围施工区占地 3.08hm^2 。

制氢站电力来源于附近电力网，采用电缆直埋敷设至制氢站，直埋电缆总长度1.5km；35kV集电线路采用直埋电缆敷设至变电站围墙外终端塔，长约1km；35kV箱式变电站布置在风力发电机旁，用直埋电缆连接，箱变距离风电机组约15m，共90台风电机组，长度1.35km。直埋电缆总长度3.85km，开挖和堆土宽度3.0m，电缆沟施工临时占地 1.2hm^2 。

(3) 道路区

因为风电场范围比较大，风机布置较为分散，所以检修道路是从原有道路就近接引，总长88.0km，道路占地平均宽度6.2m，路面平均宽度约4m。其中新建道路长63.2km，改建道路长24.8km，改建道路原路面宽度平均3m，道路采用泥结碎石路面，路面面积约为 35.2hm^2 ，总占地面积 54.56hm^2 。

(4) 制氢站

① 站区布置

本工程新建制氢站1座，厂址位于东辛营升压站东侧1.5km处，总占地面积为1.94hm²，围墙内面积1.62hm²。此地地形开阔，便于对外公路衔接及大件设备的运输和日常交通。站址附近无河流，站址安全不受河流洪水的影响。

本工程的主要设施为制氢站，其余辅助设施主要为其服务，故以制氢站为中心，在其西侧由北向南依次布置了深井泵房、综合水泵房、综合楼、电采暖室、地埋式污水处理装置；在其东侧布置了实瓶间和拖车充装区域，同时在制氢站南侧布置了卡车及拖车停放区域。

②给排水设计

站区给水：站区给水水源采用深井供水，站区设置一座综合水泵房，泵房内包括循环水泵、生活供水装置、消防泵、消防稳压装置等，并在泵房屋面设置机力通风冷却塔。2017年8月建设单位已取得取水许可证，文号为取水（沽县）字（2017）第03170024号。

站区生产给水系统：制氢站生产给水用水量主要指化学专业所需的生水量和暖通专业所需的锅炉房补给水，化学专业所需的生水量包括电解槽补水、闭式循环冷却水补水等。总的生产用水量约为7m³/h，供水压力为0.35MPa。生产用水与生活用水共用一套气压供水装置。生产用水直接从生活供水管道上引水。

站区生活给水系统：生活用水主要指站内职工的日常用水，用水量约为4m³/d（0.5m³/h），供水压力为0.35MPa。生活给水系统由水箱和一套两泵一罐的全自动供水装置、供水管线组成。水箱内设有浮球液位控制器，输出液位信号与深井泵及供水装置联锁，实现自动补水并有低水位自动停泵的保护等功能。为避免水箱内的用水受到污染，在泵房内设置紫外线消毒装置,确保用水水质达标。

站区杂用水系统：杂用水包括洗车用水、绿地用水、道路冲洗用水，用水量约为5m³/d，杂用水池及杂用水泵位于一体化污水处理装置内。

站区排水：站区内的排水系统主要包括生产、生活污水、雨水的排放。

生产排水主要指循环水系统排污水及制氢站排水，上述排水比原水浓缩3~4倍，按照目前业主提供的水质报告，排水可达到《城镇杂用水水质控制指标》GB/T50335-2002中的绿化用水指标；制氢站排水（0.5m³/h）送至位于一体化污水处理装置内的杂用水水池处后回用，循环水系统排水压力排至站外自然沟道。

生活排水：站内设置独立的生活污水排水管网，各建筑物生活排水就近排入

生活污水管网，本期工程的生活污水量按约 $3.2\text{m}^3/\text{d}$ 考虑，选用1套处理量为 $0.5\text{m}^3/\text{h}$ 的一体化生活污水处理设备，处理后达到的杂用水回用标准。

雨水：由于该站的区域很小，站区的设计标高高出站外地面，因此站区内的雨水沿地面坡度自然排放至站外排水沟道。

③站区绿化

制氢站内道路两侧及建筑物周围的空地上，进行绿化。站内绿化面积为 0.3hm^2 。

1.1.1.4 占地面积

本工程总占地面积 87.5hm^2 ，其中风机、箱变、塔基、制氢站为永久占地 6.66hm^2 ，吊装场地、线路施工区、道路为临时占地 80.84hm^2 。占地类型为灌草地和交通用地。工程占地面积统计情况详见表1-2。

工程占地面积统计表

表 1-2

单位: hm^2

序号	项 目		面积	占地性质		占地类型	
				永久占地	临时占地	灌草地	交通用地
1	风机区	风机及箱变基础	2.69	2.69		2.69	
		吊装场地	22		22	22	
		小 计	24.69	2.69	22	24.69	
2	集电线路	架空线路	5.11	2.03	3.08	5.11	
		电缆线路	1.2		1.2	1.2	
		小 计	6.31	2.03	4.28	6.31	
3	道路区	新建道路	39.18		39.18	39.18	
		改建道路	15.38		15.38	7.94	7.44
		小 计	54.56		54.56	47.12	7.44
4	制氢站		1.94	1.94		1.94	
合计			87.5	6.66	80.84	80.06	7.44

1.1.1.5 工程土石方

本工程建设过程中动用土石方总量 194.04万m^3 ，其中土石方开挖 99.37万m^3 ，土石方回填 94.67万m^3 ，剩余土石方 4.7万m^3 ，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。

建设期土石方情况详见表1-3。

建设期土石方情况统计表

表 1-3

单位: 万 m³

序号	建设项目		土石方总量	开挖	回填	余方	
						数量	去向
1	风机区	风机和箱变基础	20.7	12.44	8.26	4.18	余方平铺于吊装场地
		吊装场地	79.8	39.9	39.9		
2	集电线路		16.48	8.5	7.98	0.52	余方平铺于塔基下方
3	道路区		73.2	36.6	36.6		
4	制氢站		3.86	1.93	1.93		
5	合计		194.04	99.37	94.67	4.7	

1.1.1.6 工程投资及工期

(1) 工程投资

本工程总投资16.2亿元，土建投资1.4亿元，由建投燕山（沽源）风能有限公司投资建设。

(2) 工程工期

依据批复的水土保持方案报告书:本工程计划工期为2015年4月开工,2017年3月完工,计划建设总工期24个月。

风电场工程实际于2015年5月开工,2016年7月建成;制氢站工程实际于2017年5月开工,2019年8月完成土建施工,进行设备调试。建设总工期42个月。

1.1.1.7 参建单位

投资建设单位: 建投燕山（沽源）风能有限公司;

主体工程设计单位: 河北省电力勘测设计研究院;

施工单位: 中国电建集团河北工程有限公司;

主体工程监理单位: 张家口华纬电力建设咨询有限公司;

水土保持方案编制单位: 河北环京工程咨询有限公司。

主体参加单位详见表1-4。

主要参加单位一览表

表 1-4

投资建设单位	建投燕山（沽源）风能有限公司
主体工程设计单位	河北省电力勘测设计研究院
施工单位	中国电建集团河北工程有限公司
主体监理单位	张家口华纬电力建设咨询有限公司
水保方案编制单位	河北环京工程咨询有限公司

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

项目区位于张家口坝上高原区，地貌内蒙古南部丘陵区，绝对高程1470-1853m，地形起伏较大，山体宽厚缓倾，呈平缓浑圆状，坡度一般在 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间，属典型的山脊型风电场。区域内部分山体树林茂密，多分布在山体阴面，山体顶部地表植被主要为杂草，局部地段基岩出露。山体两侧冲沟发育，切割深度一般在1.0~3.0m之间，山脚及沟谷地势平缓处多为农田或林地。



图1-2 项目区地形地貌图

1.1.2.2 土壤植被

本工程区域内土壤多为栗钙土。山脊覆盖层较薄，基岩出露，局部地段土层厚度0.4m左右；沟谷和坡地主要为第四系冲洪积地层，土层厚度随地形地貌不同而变化，覆盖厚度一般在0.2~2m。

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，植被覆盖度在40%左右，生长的植被主要有豆豆草、披碱草、沙打旺、无芒雀麦、杨树、松树、白桦等；主要农作物有莜麦、谷子、马铃薯、大豆等。

1.1.2.3 气象

项目区所在地属东亚大陆性季风气候，全年多受内蒙古高压控制，夏季凉爽、雨热同期，多年平均气温 2.2°C ，极端最高气温为 34.5°C ，极端最低气温为 -39.9°C ，无霜期100d；多年平均降水量402.5mm，项目区1h最大降水量22mm，6h最大降水量35mm，日最大降水量60.4mm，72%的雨水主要集中于6、7、8月份；大于 10°C 积温 1801°C ，最大冻土深度2.35m。

项目区内主风向稳定，多年主导风向为S，多年最大风速 20.6m/s ，全年有效

风速时间近8175h，多年平均大风日数113d，多年平均风速3.3m/s。所选测风塔测风年30m高度年平均风速为6.0m/s，70m高度年平均风速为6.8m/s，100m高度年平均风速7.2m/s。

项目区常规气象要素

表1-5

项目	单位	沽源气象站
多年平均气温	℃	2.2
多年极端最高气温	℃	34.5
多年极端最低气温	℃	-39.9
多年平均年降水量	mm	402.5
日最大降雨量	mm	60.4
平均相对湿度	%	61
平均蒸发量	mm	1556.7
积雪深度	cm	22
最大冻土深度	m	2.35
多年最大风速	m/s	20.6
多年平均风速	m/s	3.3
70m 测风塔风速	m/s	6.8
多年主导风向		S
平均大风	d	15.3

1.1.2.4 地质地震

本工程区域内无大的断裂构造，距深大断裂均较远，且断层活动性很弱，故风电制氢综合利用示范项目区域稳定性较好，区域内出露的地层主要为侏罗系上统地层，岩性以安山岩为主，局部有花岗岩、砾岩、砂岩、页岩等。山脊及山梁一般基岩裸露，少有覆盖。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18606-2015），场址区50年超越概率10%的地震动峰值加速度为0.05g，相应地震基本烈度为VI度，特征周期为0.30s。依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）判定，当抗震设防烈度不大于VI度时，一般情况下可不进行液化判别和处理。故本场地可不考虑饱和砂土及饱和粉土的地震液化问题。

1.1.2.5 河流水系

沽源县境内水资源较丰富，项目区地处内陆河水系和海河流域潮白河水系。本工程风机所在地地势较高，河水不会对风电场运行造成影响。风机基础的洪水设计标准为50年，变电站的洪水设计标准为100年。

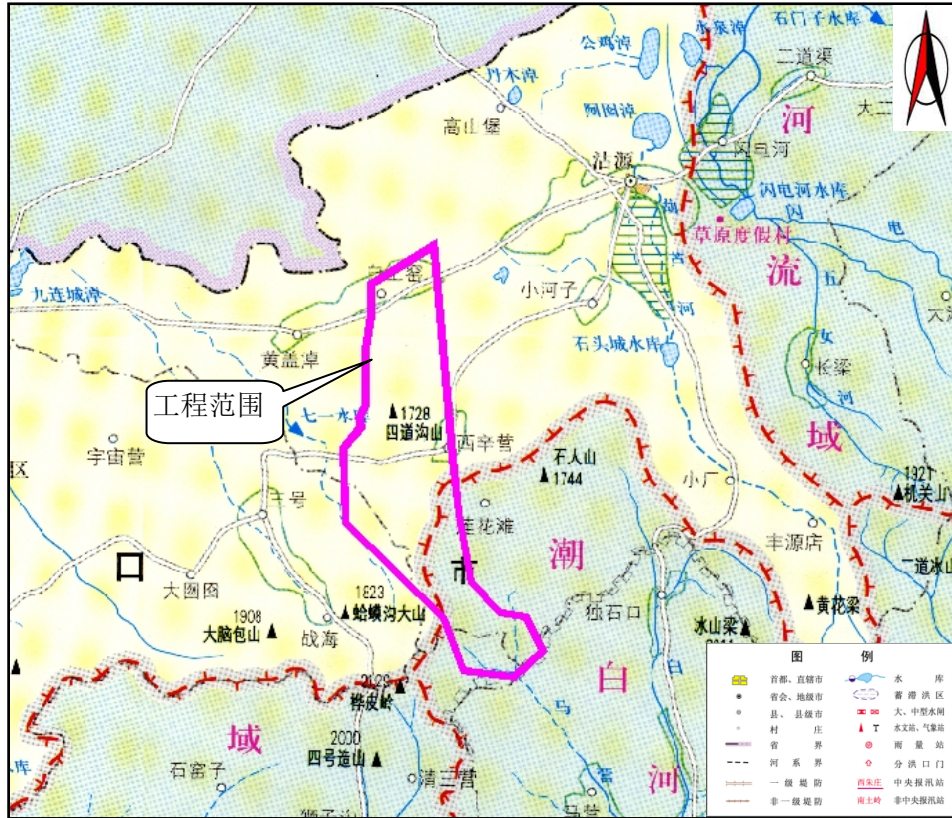


图1-3 项目区河流水系图

1.1.2.6 水土流失及防治现状

(1) 项目区水土流失现状

项目区位于河北省张家口坝上高原区，属国家级京津风沙源重点治理区。根据2013年全国两区复核划分成果，属于燕山国家级水土流失重点预防区。根据水土保持区划分成果，属北方风沙区-内蒙古中部高原丘陵区-蒙冀丘陵保土蓄水区-冀西北坝上高原防风固沙与生态维护区。通过对项目区周边植被及水土流失情况进行现状调查，植被覆盖率40%。

项目区坝上高原地貌，植被以草本植物为主，较易形成水土流失。结合地形、地质、气象资料综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型以轻度风力、水力交错侵蚀，原地貌土壤侵蚀背景值为 $1300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(2) 项目区土壤容许流失量

项目区位于坝上高原区，水土流失类型是风力、水力交错侵蚀，属于轻度侵蚀，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，容许土壤流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理

建设单位落实了项目施工准备期、施工期间、试运行期间和竣工验收后水土保持设施的管理维护工作，配备了专职人员，制定了有关的管理规定和处罚办法，做到责任到人，保证管护到位。

水土保持措施在具体实施中划分为两部分：一是主体设计的水土保持工程，与主体工程同时设计、同时施工、同时管理，纳入到主体工程的招投标中。二是水土保持方案新增的防护措施，在初步设计中也一并纳入到主体工程，在招标、施工、管理时也与主体工程一并进行。本工程在施工过程中，采取了土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程等水土保持措施，水土保持措施基本与主体工程同步实施，基本落实了“三同时”制度。

1.2.2 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，建设单位委托河北环京工程咨询有限公司编制该项目水土保持方案。2014年8月编制完成了《河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目水土保持方案报告书》，2014年9月19日，河北省水利厅在张家口市沽源县主持召开了水土保持方案技术评审会，2014年10月22日获河北省水利厅的批复，批准文号为冀水保[2014]290号。

1.2.3 水土保持管理及“三同时”落实

为保证本工程水土保持方案的顺利实施，新增水土流失得到有效控制，项目区及周边环境良性发展，使水土保持措施发挥最大效益，实现方案确定的防治目标，本工程设立了水土保持工作小组，组织协调水土保持工作。

本工程在施工过程中，采取了土地整治、斜坡防护工程、防洪排导、植被建设工程等水土保持措施，水土保持措施基本与主体工程同步实施，基本落实了“三同时”制度。

1.2.4 监督检查意见落实情况

在工程建设过程及实施水土保持措施过程中，水行政主管部门到现场进行了

监督检查及指导，建设单位对水行政主管部门的监督检查积极配合，服从指导工作，落实相关建议。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2018年2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。工作协议签订后编制了水土保持监测实施方案，我单位立即组织有关人员组成监测组，并及时现场进行调查监测。根据多次现场调查监测结果结合查阅工程施工记录等工程资料，和建设单位、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，认真整理汇总监测资料。

2018年2月—2019年12月，监测技术人员与建设单位、施工单位等共同勘察了施工现场，选取并布设了水土保持监测点，了解建设进度，测量、查勘、水土流失防治责任范围、水土流失面积、扰动面积，重点调查了水土保持措施实施情况、防治水土流失效果及水土流失事件等。

监测过程中采用以调查、统计分析施工资料为主的监测方法，通过现场的典型调查、普查和访问调查等调查方法，收集了施工过程中水土流失影响因子，水土流失状况、危害，水土保持措施、效益等方面的数据和图片资料，并进行计算和分析。完成项目水土保持监测实施方案，2018年第一、二、三、四季度监测季度报告和2019年第一、二、三、四季度监测季度报告。

2019年12月，在收集完成工程建设施工资料和监测过程数据，包括工程征地、临时占地、土方量、水土保持工程量及建设进度，以及有关证明材料等基础上，监测小组技术人员对监测数据和收集资料进行集中汇总分析，最终编制完成了《水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测项目部设置

本工程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文件等工程技术资料，组织监测专业技术人员召开该项目专项监测实施研讨会，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。本工程设技术负责人1名，监测工程师3名。

水土保持监测人员分工表

表 1-6

姓 名	职 称	任务安排
张 伟	工程师	工作协调、技术报告审查
王 富	工程师	工作协调、技术报告核定
贾志刚	工程师	数据处理、资料整理、技术报告校核
李艳丽	工程师	报告编写、外业调查、图件制作

1.3.3 监测点位布设

项目采用现场调查的方法，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。本项目各建设区域共布设各类监测点18处，监测日常以调查为主，监测土方挖填、土方流向、临时防护、土地整治、植被建设及各种水土流失等情况。

水土保持监测点布置表

表1-7

序号	位置	数量（个）	选取标准
1	风机区	8	边坡及植被恢复
2	道路区	3	边坡及植被恢复
3	集电线路	5	植被恢复
4	制氢站	2	站内空地和站外排水

1.3.4 监测设施设备

为保证水土保持监测工作的顺利实施、提高监测数据成果的质量，监测单位为监测技术人员配置了专用设备，配置情况详见表1-8。

水土保持监测设备一览表

表1-8

监测设施及设备	数量
一、常规设备	
手持 GPS	1 台(精度 10m)
50m 皮尺、5m 钢尺	2 套
钢钎	300 根
二、辅助设备及资料	
电脑、数码照相机	2 台
摄像机	1 台
地形图	1 套
降雨资料	邻近气象站采集
三、交通设备	
越野车	一部

1.3.5 监测技术方法

本项目2018年2月开始监测工作，监测工作主要采用调查监测、遥感监测和收集相关资料等方法进行扰动地表面积、水土流失防治责任范围、水土保持措施落实情况、水土保持防治效果、有无水土流失危害等方面进行监测。同时在土壤流失量的计算中，通过调查和翻阅现场施工记录、施工过程中的影像资料等，了解各阶段水土流失面积的变化情况，进行土壤流失量的计算。

监测过程中主要采用资料收集、现场勘测、典型调查、访问调查以及图像采集等方法，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。通过对项目区内不同水土保持措施的实地测量，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）遥感调查。收集项目区施工前、施工中和工程完工后卫星遥感影像，通过遥感解译，分析工程建设前后扰动面积及水土流失变化情况。

（5）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。

（6）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。

1.3.6 监测成果提交

监测小组根据现场勘查情况完成项目水土保持监测实施方案，2018年第一、二、三、四季度监测季度报告和2019年第一、二、三、四季度监测季度报告，最终于2019年12月完成了本项目《水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

项目水土流失防治责任范围应根据工程建设实际发生的扰动情况确定，其动态监测内容主要指：工程建设期间实际发生的征占地面积，包括项目建设区和直接影响区两部分。其中项目建设区面积包括工程实际征用的永久占地面积和由于工程建设临时占压面积，直接影响区指因施工扰动对扰动区域周边及上下游造成直接影响的范围。

1、项目建设区

(1) 永久性占地：复核永久性占地有无超范围开发及各阶段永久性占地的变化情况。

(2) 临时性占地：复核临时性占地面积是否超范围使用，各种临时占地的水土保持措施的运行情况，施工结束后原地貌恢复情况。

(3) 扰动地表面积：复核扰动地表面积，表土堆存面积，表土堆存处的水土保持措施和施工结束后被扰动部分迹地恢复情况。

项目建设区范围通过谷歌遥感影像获取，并依据工程设计文件、竣工验收资料并经过核实后确定。

2、直接影响区

直接影响区为在项目建设过程中可能对项目建设区以外造成水土流失危害的地域。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。根据项目建设区和直接影响区面积动态变化情况，反映项目建设过程实际发生的水土流失防治责任范围动态变化情况。

工程建设扰动全部控制在占地范围内，未对周边产生影响。

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本工程建设过程中动用土石方总量 194.04 万 m^3 ，其中土石方开挖 99.37 万 m^3 ，土石方回填 94.67 万 m^3 ，剩余土石方 4.7 万 m^3 ，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。不涉及取土、弃渣情况。

2.3 水土保持措施

1、防治措施的数量与质量

主要对防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量、林草的生长发育情况、成活率、植被覆盖率等进行监测。

2、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况对工程建设过程中所采取措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

3、水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测

监测项目建设实际情况是否按照水土保持方案中的防治要求实施，及水土保持管理措施的实施情况。

2.4 水土流失情况

(1) 水土流失面积：项目建设区面积、项目建设影响面积、损坏水土保持设施面积等。

(2) 水土流失量：重点监测项目施工过程中产生的水土流失状况及其流失变化情况。

(3) 水土流失危害监测：工程建设过程产生的水土流失及其对周边水系的影响；工程建设区植被及生态环境变化。

2.5 水土流失因子监测

监测的内容包括：影响土壤侵蚀的地形、地貌、土壤、植被、气象、水文等自然因子及工程建设对这些因子的影响；工程建设对土地的扰动面积，挖方、填方数量及占地面积等；项目区林草植被盖度。

2.6 水土流失六项指标监测

(1) 扰动土地及治理情况

根据设计资料，采取遥感监测、无人机监测与 GPS 定位、实地调查相结合的方法，统计项目建设区内土地扰动面积、水土流失面积、土地整治面积变化情况，分别计算各区的扰动土地整治率。

(2) 水保设施实施及保留情况

采取查阅相关资料、实地调查、测量与无人机监测相结合的方法，统计项

目建设区内水土保持临时及永久设施面积，以及项目建设区扰动后治理面积情况。

（3）项目区土壤流失量

根据工程施工过程土方量相关资料，并分析计算各区的临时堆土量和土壤实际流失量，结合类比工程对项目区土壤流失量进行计算，计算出各区的土壤流失控制比，采用加权平均方法计算该工程综合控制比。

（4）施工期间拦渣量

主要通过实地调查计算、查阅过程资料、咨询主体工程监理等方式，了解施工期间对临时堆土的防护工程量，确定拦渣率。

（5）植被可绿化面积和实际绿化面积监测

主要采用无人机监测的方法，结合实地抽样调查法对已实施的水土保持植物设施情况进行测定，计算林草植被恢复率。

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

3.1.1.1 方案确定的防治责任范围

根据河北省水利厅批复的《河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目水土保持方案报告书》及冀水保[2014]290号批文，批复的水土流失防治责任范围面积197.91hm²，其中风电场水土流失防治责任范围面积192.67hm²，项目建设区面积165.54hm²，直接影响区面积27.13hm²。防治责任范围见表3-1。

方案确定的水土流失防治责任范围统计表

表3-1

单位: hm²

建设项目	项目建设区			直接影响区	合 计
	永久占地	临时占地	小计		
风机区	3.56	42	45.56	3.35	48.91
集电线路	3.23	3.25	6.48	1.65	8.13
道路区		111	111	22	133
施工生产生活区		2.5	2.5	0.13	2.63
合 计	6.79	158.75	165.54	27.13	192.67

3.1.1.2 建设期防治责任范围

根据建设单位提供的占地面积，结合项目建设扰动地表监测结果，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为108.98hm²，其中项目建设区87.5hm²，直接影响区21.48hm²。建设期水土流失防治责任范围统计见表3-2。

建设期水土流失防治责任范围统计表

表3-2

单位: hm²

建设项目	项目建设区			直接影响区	合 计
	永久占地	临时占地	小计		
风机区	2.69	22.0	24.69	1.82	26.51
集电线路	2.03	4.28	6.31	2.01	8.32
道路区		54.56	54.56	17.6	72.16
制氢站	1.94		1.94	0.05	1.99
合 计	6.66	80.84	87.5	21.48	108.98

3.1.1.3 运行期防治责任范围

工程完工后线路施工区、道路两侧等临时占地进行恢复，因此运行期不列

入水土流失防治责任范围。由于运行期项目区地表结构基本稳定，各项水土保持措施已发挥效益，不会对周边区域产生影响，因此直接影响区部分不再计入防治责任范围。综上所述，调查确定本项目运行期水土流失防治责任范围总面积 63.79hm^2 。

运行期水土流失防治责任范围统计表

表3-3

单位: hm^2

建设项目	项目建设区			合 计
	永久占地	临时占地	小计	
风机区		22.0	22.0	22.0
集电线路	2.01	4.28	6.29	6.29
道路区		35.2	35.2	35.2
制氢站	0.3		0.3	0.3
合 计	2.31	61.48	63.79	63.79

3.1.1.4 防治责任范围变化分析

与水土保持方案阶段相比，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围减少 88.93hm^2 。具体分析如下：

水土流失防治责任范围变化对比表

表3-4

单位: hm^2

分 区		方案设计	实际发生	增减变化
项目建设区	风机区	45.56	24.69	-20.87
	集电线路	7.68	6.31	-1.37
	道路区	111.0	54.56	-56.44
	施工生活区	2.5		-2.5
	制氢站	3.2	1.94	-1.26
	小计	169.94	87.5	-82.44
直接影响区	风机区	3.35	1.82	-1.53
	集电线路	2.45	2.01	-0.44
	道路区	22.0	17.6	-4.4
	施工生活区	0.13		-0.13
	制氢站	0.04	0.05	0.01
	小计	27.97	21.48	-6.49
合计		197.91	108.98	-88.93

(1) 风机区设计 100 台风机，设计吊装场地为 4200m^2 ，而实际因部分单台风机容量增加，共建设 90 台风机，平均每台 2.5MW 风机吊装场地 3000m^2 ，每台 2.0MW 风机吊装场地 2000m^2 ，所以风机区占地面积减少 20.87hm^2 。

(2) 集电线路设计包括架空线路 136.4km，510 基塔基，风电场经过优化

调整，实际建设架空线路 88km，483 基塔基，所以占地面积减少 1.37hm^2 。

(3) 道路设计 110km，实际建设 88km，且设计征地宽度为 11m，实际道路平均宽度为 6.2m，所以道路占地面积减少 56.44hm^2 。

(4) 施工生产生活区实际租用民房，未新征占地，占地减少 2.5hm^2 。

(5) 制氢站在初设阶段对布局进行优化调整后，占地减少 1.26hm^2 。

3.1.2 背景值监测

3.1.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

项目区位于坝上高原区，土壤侵蚀类型以轻度风力、水力交错侵蚀，原地貌土壤侵蚀背景值为 $1300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.1.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受施工活动影响各扰动地表土壤侵蚀模数较原地貌有了明显增加。通过查阅施工记录、工程监理日志等施工过程资料、施工时段内气象资料，并结合项目区内类似项目的侵蚀情况，风机基础、道路、塔基基础等扰动地表受施工开挖回填影响，土壤侵蚀模数增加到 $4000\text{--}4500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

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	扰动面积 (hm^2)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
风机区	24.69	1.5	4500
集电线路	6.31	1.5	4500
道路区	54.56	1.5	4000
制氢站	1.94	3	4500
合计	87.5		

3.1.2.3 运行期土壤侵蚀模数

项目进入试运行期后，随着已实施的各项措施水土保持效益的发挥，项目区水土流失状况较建设期明显降低。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右。

3.1.3 建设期扰动土地面积

风电场工程实际于 2015 年 5 月开工，2016 年 7 月建成；制氢站工程实际于 2017

年5月开工，2019年8月完成土建施工，进行设备调试。建设总工期42个月。风机施工时间是2015年5月至2015年10月，集电线路施工时间是2015年5月至2016年6月，道路施工基本在2015年完成。施工过程中本工程共扰动土地面积82.58hm²，占地类型为灌草地和交通用地。

扰动土地面积统计表

表3-6

单位: hm²

年度	2015 年		2016 年		2017 年		2018 年	2019 年
项目分区	占地面 积	扰动地表 面积	占地面 积	扰动地表 面积	占地面 积	扰动地表 面积	占地面 积	占地面 积
风机区	24.69	24.69	24.69		24.69		24.69	24.69
道路	54.56	54.56	54.56		54.56		54.56	54.56
集电线路	1.67	1.67	6.31	6.31	6.31		6.31	6.31
制氢站					1.94	1.94	1.94	1.94
合计	80.92	80.92	85.56	6.31	87.5	1.94	87.5	87.5

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

设计阶段共动用方总量240.54万m³，其中土石方开挖122.93万m³，土石方回填117.61万m³，剩余土石方5.32万m³，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。所以本项目水保方案未设计建设期取料场。

建设期土石方情况统计表

表 3-7

单位: 万 m³

序号	建设项目		总量	开挖	回填	弃方	
						数量	去向
1	220kV 升压站		0.44	0.23	0.21	0.02	平铺于升压站围墙外低洼处
2	风机区	风机和箱变基础	23.55	14.15	9.4	4.75	弃方中土方堆平铺于风机四周，用于绿化；小石块平铺场地，大块石可就地砌筑防护
		吊装场地	100	50	50	0	
		小计	123.55	64.15	59.4	4.75	
3	集电线路	电缆沟	1.34	0.67	0.67	0	弃方中石方堆砌铁塔四周，土方平铺铁塔下
		杆塔基础	17.4	8.97	8.43	0.54	
		小计	18.74	9.64	9.1	0.54	
4	道路区	新建道路	87.4	43.7	43.7	0	
		改建道路	2.6	1.3	1.3	0	
		小计	90	45	45	0	
5	施工生产生活区		5	2.5	2.5	0	
6	制氢站		2.81	1.41	1.4	0.01	平铺于制氢站围墙外

7	合计	240.54	122.93	117.61	5.32	
---	----	--------	--------	--------	------	--

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

本工程建设过程中动用土石方总量194.04万 m^3 ，其中土石方开挖99.37万 m^3 ，土石方回填94.67万 m^3 ，剩余土石方4.7万 m^3 ，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。所以建设过程中不需要取料，建设期没有设置取料场。

3.2.3 取料对比分析

设计阶段和实际建设期均不涉及取土场。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

设计阶段对多余土方进行综合利用，风机区余方可平铺于风机基础，塔基区余方平铺于塔基永久占地范围内。所以无弃渣。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测情况

项目建设期间，产生余方来自于风机和集电线路回填剩余方量，风机区余方平铺于风机基础，塔基区余方平铺于塔基永久占地范围内。所以无弃渣。

3.3.3 弃渣对比分析

设计阶段和实际建设期均不涉及弃渣情况。

3.4 土石方流向情况监测结果

本工程建设过程中动用土石方总量194.04万 m^3 ，其中土石方开挖99.37万 m^3 ，土石方回填94.67万 m^3 ，剩余土石方4.7万 m^3 ，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。

建设期土方流向图5-1。

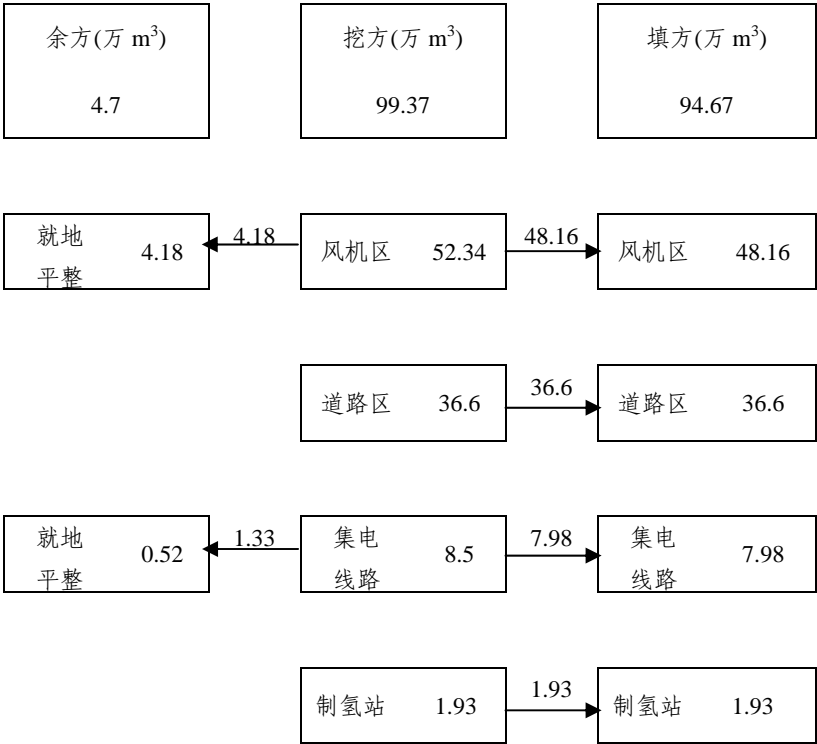


图5-1 建设期土方流向图

3.5 其他重点部位监测结果

本工程基础施工时期，挖填方量较大，在施工期间采取了防尘网遮盖等临时防护措施。

4 水土流失防治措施

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 方案设计情况

4.1.1.1 风机区

1、风机及箱变基础

(1)工程措施

①边坡防护

场地平整后，在边坡段修筑干砌石护坡，护坡基础埋深 60cm，高 1.2m，坡比 1:1，干砌石护坡总长 2000m。

2、吊装场地

(1)工程措施

①表土剥离：施工前先对部分吊装场地进行表土剥离，剥离面积 12.45hm^2 ，用于施工结束后绿化的覆土来源。

②覆土平整：风机区施工结束，将收集的表土均匀回铺于各风机区吊装场地，面积 12.45hm^2 。

4.1.1.2 集电线路

1、架空线路

(1)工程措施

表土剥离：施工前先对塔基施工区和电缆沟进行表土剥离，剥离面积 2.50hm^2 。

覆土平整：塔基及线路架设结束，地表无机械扰动后，将收集的表土均匀回铺于施工区，覆土平整量约 0.75万 m^3 。

2、电缆线路

(1)工程措施

表土剥离：施工前先对直埋电缆沟进行表土剥离，剥离面积 1.20hm^2 。

覆土平整：塔基及线路架设结束，地表无机械扰动后，将收集的表土均匀回铺于施工区，覆土平整量约 0.36万 m^3 。

4.1.1.3 道路区

1、新建道路

(1)工程措施

表土剥离：在新建道路施工前先对租地路面进行表土剥离，剥离面积 14hm^2 。

覆土平整：道路施工结束后，将收集的表土均匀回铺于道路两侧所用于绿化，覆土平整量约 4.2万 m^3 。

浆砌石排水沟：在场内道路跨越沟道和转弯处布置浆砌石排水沟 4000m 。

干砌石护坡，在施工检修道路局部高边坡侧进行防护，采用干砌石护坡，估算护坡总长度 5000m 。

2、改建道路

(1)工程措施

表土剥离：在新建道路施工前先对租地路面进行表土剥离，剥离面积 1hm^2 。

覆土平整：道路施工结束后，将收集的表土均匀回铺于道路两侧所用于绿化，覆土平整量约 0.3万 m^3 。

浆砌石排水沟：在进站道路两侧修筑浆砌石排水沟，长度为 1000m 。

4.1.1.4 施工生产生活区

(1)工程措施

表土剥离：施工前仅对施工生产生活区内施工区域的草地进行表土剥离，剥离面积 2.50hm^2 。

覆土平整：整个工程施工结束，将收集的表土均匀回铺，为后续绿化做好准备，覆土平整量约 0.75万 m^3 。

4.1.1.5 制氢站

(1)工程措施

①表土剥离

依据《中华人民共和国水土保持法》第三十八条规定，对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用。

布置原则：对制氢站场坪、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，用作站区后期绿化。

施工时序：表土剥离按照“场地平整、基础开挖等施工前完成”的顺序进行，

即按照主体进度安排计划，对即将开工的场地挖填区域进行表土剥离，并以减少地表扰动时间及临时堆土时间。

制氢站剥离面积 0.55hm^2 ，堆放在制氢站空地，且不影响施工作业处。

②覆土平整

工作内容：覆土平整包括土地平整和覆土平整两部分，为吊装场地绿化创造前提条件。土地平整是对施工结束后的吊装场地顶面平整度和边坡规整性进行整治；覆土平整将剥离保存的表土均匀回铺于土地平整后地表。

措施布置：制氢站施工结束，地表无机械扰动后，将收集的表土均匀回铺于绿化地表，回铺面积 0.55hm^2 。

③浆砌石盖板排水沟：在站内道路两侧布设浆砌石盖板排水沟，长度 1000m。

方案设计工程措施

表 4-1

防治分区	措施类型	水土保持措施	措施布置		
			措施位置	单位	数量
风机区	工程措施	表土剥离	占压草地	hm^2	12.45
		表土回铺	占压草地	万 m^3	3.74
		干砌石护坡	较高边坡	m	2000
集电线路	工程措施	表土剥离	塔杆基础周边	hm^2	2.5
		表土回铺	塔杆基础周边	万 m^3	0.75
道路区	工程措施	表土剥离	道路两侧	hm^2	15
		表土回铺	道路两侧	万 m^3	4.5
		浆砌石排水沟	道路一侧	m	5000
		干砌石护坡	较高边坡	m	5000
施工生产生活区	工程措施	表土剥离	扰动地表	hm^2	2.5
		表土回铺	扰动地表	万 m^3	0.75
制氢站	工程措施	表土剥离	绿化区域	hm^2	0.55
		表土回铺	绿化区域	万 m^3	0.17
		浆砌石排水沟	升压站周边	m	1000

4.1.2 监测结果

4.1.2.1 风机区

(1) 工程措施

表土剥离：根据监理资料，施工前先对风机区进行表土剥离，清理面积 21.7hm^2 。实施时间：2015年5月至8月。

覆土平整：随着各个风机基础工程施工结束，逐步将收集的表土及时均匀回

铺于吊装场地，回铺量约 6.51 万 m^3 。实施时间：2015 年 7 月至 11 月。

土地整治：为便于植被恢复，对裸露平台进行平整、松土，整治面积 12.0 hm^2 。
实施时间：2018 年 6 月。

浆砌石挡墙：在风机平台高边坡修建浆砌石挡墙 275m/1639 m^3 。实施时间：2015 年 8 月。

4.1.2.2 集电线路

(1) 工程措施

表土剥离：塔基基础开挖区和电缆沟施工前先对地表进行表土剥离，清理面积 2.02 hm^2 。实施时间：2015 年 6 月至 2016 年 5 月。

覆土平整：随着各个塔基基础工程施工结束，逐步将收集的表土及时均匀回铺于塔基下，回铺量约 0.66 万 m^3 。实施时间：2015 年 8 月至 2016 年 5 月。

土地整治：为便于植被恢复，塔基周围施工区和电缆沟施工区扰动后的裸露地表进行平整、松土，整治面积 4.28 hm^2 。实施时间：2018 年 6 月。

浆砌石挡墙：基础回填后，在高边坡修建浆砌石挡墙 95m/566 m^3 。实施时间：2015 年 8 月至 2016 年 5 月。

4.1.2.3 道路区

(1) 工程措施

表土剥离：施工前先对道路软基进行剥离清表，清理面积 16.9 hm^2 。实施时间：2015 年 5 月至 9 月。

覆土平整：道路修建完成后，将软基表土平铺于道路两侧，回铺量约 5.06 万 m^3 。实施时间：2015 年 6 月至 10 月。

土地整治：对道路两侧边坡进行平整、松土，平整面积 15.6 hm^2 。实施时间：2018 年 6 月。

土质排水沟：在地势较陡的路段修建土质排水沟 7.5km。实施时间：2015 年 8 月。

4.1.2.4 制氢站

(1) 工程措施

表土剥离：施工前先对原地面进行剥离清表，清理面积 0.3 hm^2 。实施时间：2017 年 5 月。

覆土平整：站址场平完成后，按照布局规划将临时堆土平铺于空地，回铺量约0.09万m³。实施时间：2017年10月。

站外防洪沟：站址围墙外修建混凝土防洪沟500m。实施时间：2019年6月至7月。

围墙外排水沟：围墙外修混凝土排水沟350m。实施时间：2019年6月至7月。

浆砌石挡墙：外墙外挖方边坡修建浆砌石挡墙228m。实施时间：2018年5月至6月。

站内铺砖：站内部分广场铺设透水砖737m²。实施时间：2019年6月。

水土保持工程措施落实统计表

表4-2

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			实施时间
			措施位置	单位	数量	
风机区	工程措施	表土剥离	吊装场地	hm ²	21.7	2015.5-8
		覆土平整	吊装场地	万 m ³	6.51	2015.7-11
		土地整治	吊装场地	hm ²	12	2018.6
		浆砌石挡墙	较高边坡	m/m ³	275/1639	2015.8
集电线路	工程措施	表土剥离	塔杆基础周边	hm ²	2.2	2015.6-2016.5
		覆土平整	塔杆基础周边	万 m ³	0.66	2015.8-2016.5
		土地整治	塔杆基础周边	hm ²	4.28	2018.6
		浆砌石挡墙	较高边坡	m/m ³	95/566	2015.8-2016.5
道路区	工程措施	表土剥离	道路两侧	hm ²	16.9	2015.5-8
		覆土平整	道路两侧	万 m ³	5.06	2015.6-10
		土地整治	道路两侧	hm ²	15.6	2018.6
		土质排水沟	道路一侧	km	7.5	2015.8
制氢站	工程措施	表土剥离	吊装场地	hm ²	0.3	2017.5
		覆土平整	吊装场地	万 m ³	0.09	2017.10
		站外防洪沟	围墙周围	m	500	2019.6-2019.7
		围墙外排水沟	围墙周围	m	350	2019.6-2019.7
		浆砌石挡墙	挖方边坡	m	228	2018.5-2018.6
		站内铺砖	站内	m ²	737	2019.6

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 方案设计情况

4.1.1.1 风机区

1、吊装场地

种草：风机区覆土平整结束后，选择适宜的季节及时的进行种草绿化，种草

面积约 12.45hm²。

4.1.1.2 集电线路

1、架空线路

种草：集电线路施工结束后，对杆塔基础周边的临时施工占地和杆塔基础空地进行植被恢复，采用种草的方式，估算种草面积 3.25hm²。

2、电缆线路

种草：集电线路施工结束后，对杆塔基础周边的临时施工占地和杆塔基础空地进行植被恢复，采用种草的方式，估算种草面积 1.20hm²。

4.1.1.3 道路区

1、新建道路

种草：路面覆土平整结束后，选择适宜季节及时恢复植被，估算种草面积 27hm²。

栽植灌木：道路施工结束后，选择适宜季节在道路两侧栽植灌木，防止风蚀扬沙，估算栽植灌木 6.2 万株。

洒水管护：为保证地表植被存活率，对植物措施采取洒水管护措施，估算面积 27hm²。

2、改建道路

种草：路面覆土平整结束后，选择适宜季节及时恢复植被，估算种草面积 1hm²。

栽植灌木：道路施工结束后，选择适宜季节在道路两侧栽植灌木，防止风蚀扬沙，估算栽植灌木 0.3 万株。

洒水管护：为保证地表植被存活率，对植物措施采取洒水管护，面积 1hm²。

4.1.1.4 施工生产生活区

种草：施工生产生活区经覆土平整后，选择适宜的季节及时的进行绿化，采用灌草混交的方式，估算种草面积 2.5hm²。

4.1.1.5 制氢站

①站区绿化：根据制氢站主设中已有部分绿化和平面布局特点，合理进行绿化措施的搭配，沿道路边的空地上种植小乔木，综合楼前种植观赏性植物。站区绿化面积约0.55hm²。

②建议在植被覆盖度高、长势较好的地块，进行草皮移植试验，以最大限度的恢复原地表植被，草皮移植面积根据实际情况确定。

方案设计植物措施

表4-3

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	植物措施	种草	占压草地	hm ²	12.45
集电线路	植物措施	种草	塔杆基础周边	hm ²	3.25
道路区	植物措施	种草	植被恢复部分	hm ²	28
		栽灌木	植被恢复部分	hm ²	28
施工生产生活区	植物措施	种草	覆土平整地表	hm ²	2.5
制氢站	植物措施	站区绿化	站区绿化区域	hm ²	0.55

4.2.2 监测结果

4.2.2.1 风机区

种草：吊装场地覆土结束后进行种草绿化，面积21.7hm²。实施时间：2018年6月。

4.2.2.2 集电线路

种草：为恢复植被进行种草绿化，塔基区和电缆线路绿化面积6.12hm²。实施时间：2018年6月。

4.2.2.3 道路区

种草：为了完成后期植被重建和恢复进行种草绿化，面积16.9hm²。实施时间：2018年6月。

4.2.2.4 制氢站

种草：站内空地进行种草绿化，面积0.3hm²。实施时间：2019年8月。

水土保持植物措施落实统计表

表4-4

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			实施时间
			措施位置	单位	数量	
风机区	植物措施	种草	吊装场地	hm ²	21.7	2018.6
集电线路	植物措施	种草	塔杆基础周边	hm ²	6.12	2018.6
道路区	植物措施	种草	植被恢复部分	hm ²	16.9	2018.6
制氢站	植物措施	种草	站内空地	hm ²	0.3	2019.8

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 方案设计情况

4.1.1.1 风机区

1、风机及箱变基础

临时拦挡：风机区临时堆土周边设置编织袋拦挡防护，防止边坡产生水土流失，估算临时拦挡长度 500m。

2、吊装场地

临时拦挡：风机区吊装场地周边设置编织袋拦挡防护，防止边坡产生水土流失，估算临时拦挡长度 1500m。

4.1.1.2 道路区

1、新建道路

土质排水沟：对于有坡面汇水的路段，在道路上边坡侧修建排水沟，以减少降雨对道路的影响，估算长度 3500m。

2、改建道路

土质排水沟：对于有坡面汇水的路段，在道路上边坡侧修建排水沟，以减少降雨对道路的影响，估算长度 500m。

4.1.1.3 施工生产生活区

临时排水沟：在施工生产生活区周边设置土质排水沟，以减少对周边的影响，估算长度 300m。

土质沉淀池：在两个施工生产生活区设置排水口处各设土质沉淀池 1 座，共 2 座，雨水经简易沉淀处理后排出区外。

临时遮盖：对收集的表土表面采取临时遮盖措施，采用纱网遮盖，减少大风天气对表土所造成的风蚀，临时遮盖面积估算约 1200m²。

4.1.1.4 制氢站

临时遮盖：对剥离的表土采取临时遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀造成的影响。临时遮盖面积估算约 600m²。

方案设计临时措施

表 4-5

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	临时措施	临时拦挡	堆土石周边	m	2000
道路区	临时措施	土质排水沟	场地周边	m	4000
施工生产生活区	临时措施	土质排水沟	场地周边	m	300
		土质沉淀池	排水口处	座	2
		临时遮盖	表土表面	m ²	1200
制氢站	临时措施	临时拦挡	堆土外侧	m	145
		临时遮盖	表土表面	m ²	600

4.3.2 监测结果

4.3.2.1 风机区

临时遮盖：施工期间采用纱网对临时堆土进行遮盖，减少风力侵蚀，纱网重复利用，遮盖面积 6500m²。实施时间：2015 年 5 月至 11 月。

4.3.2.2 制氢站

临时遮盖：施工期间采用纱网对临时堆土进行遮盖，减少风力侵蚀，纱网重复利用，遮盖面积 600m²。实施时间：2017 年 5 月至 10 月。

水土保持植物措施落实统计表

表4-6

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			实施时间
			措施位置	单位	数量	
风机区	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m ²	6500	2015.5-11
制氢站	临时措施	纱网遮盖	临时堆土	m ²	600	2017.5-2017.10

4.4 水土保持措施防治效果

(1)风机区

表土剥存、覆土平整：根据监理资料，施工单位按设计对风机区进行了表土利用措施，为了充分利用表土资源，后期恢复植被，增加剥存面积9.25hm²，覆土平整工程量增加2.77万m³。

土地整治：新增土地整治措施，便于植被恢复。

干砌石护坡：可研阶段采用干砌石边坡防护，考虑地势和结构稳定性，初设阶段优化为浆砌石挡墙结构。

种草：按设计对平台进行种草，为尽快恢复植被，提高植被覆盖率，增加种草面积 9.25hm^2 。

临时拦挡：考虑到水土流失特点，将临时拦挡优化为临时遮盖措施。

(2)集电线路

表土剥存、覆土平整：架空线路长度减少，占地面积减少，所以剥存面积减少 1.5hm^2 ，覆土平整工程量减少 0.45万m^3 。

土地整治：新增土地整治措施，便于植被恢复。

浆砌石挡墙：新增浆砌石挡墙措施，稳定边坡结构。

种草：与设计阶段对比，增加对塔基下方实施绿化措施，所以草面积增加 1.67hm^2 。

(3)道路区

表土剥存、覆土平整：按设计进行了表土利用措施，为了充分利用表土资源，后期恢复植被，增加剥存面积 1.9hm^2 ，覆土平整工程量增加 0.56万m^3 。

干砌石护坡：未实施干砌石护坡措施，增加了土地整治措施，对边坡进行了修整、覆土，便于植被恢复。

浆砌石排水沟：未实施浆砌石排水结构，实际修建了土质排水沟，长度增加 2.5km ，起到了道路排水沟作用。

种草：道路长度减少，占地面积减少，种草面积减少 11.1hm^2 。

临时排水：施工期间以永临结合的方式修建了道路土质排水沟，未作为临时措施统计。

(4)施工生产生活区

施工期间租用民房作为施工生产生活区，未实施水保持措施。

(5)制氢站

表土剥存、覆土平整：站址布局调整，占地面积减少，所以剥存面积减少 0.25hm^2 ，覆土平整工程量减少 0.08万m^3 。

浆砌石挡墙、站内铺砖：与可研阶段对比，初设阶段增加了围墙外浆砌石挡墙和站内站内铺砖措施。

浆砌石排水、站外防洪沟、围墙外排水沟：可研阶段设计浆砌石排水措施，初设对站区防洪排水进行优化设计，采用防洪沟和混凝土排水沟相结合方式。

种草：站区布局调整，占地面积减少，种草面积减少 0.25hm^2 。

水保方案与实际完成水土保持措施工程量对比表

表4-7

防治分区	措施类型	水保措施	单位	方案设计	实际完成	变化量
风机区	工程措施	表土剥离	hm ²	12.45	21.7	9.25
		覆土平整	万 m ³	3.74	6.51	2.77
		土地整治	hm ²		12	12
		干砌石护坡	m	2000		-2000
		浆砌石挡墙	m/m ³		275/1639	275
	植物措施	种草	hm ²	12.45	21.7	9.25
	临时措施	临时遮盖	m ²	2000		-2000
		临时拦挡	m		6500	6500
集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	3.7	2.2	-1.5
		覆土平整	万 m ³	1.11	0.66	-0.45
		土地整治	hm ²		4.28	4.28
		浆砌石挡墙	m/m ³		95/566	95
	植物措施	种草	hm ²	4.45	6.12	1.67
制氢站	工程措施	表土剥离	hm ²	0.55	0.3	-0.25
		覆土平整	万 m ³	0.17	0.09	-0.08
		浆砌石排水沟	m	1000		-1000
		站外防洪沟	m		500	500
		围墙外排水沟	m		350	350
		浆砌石挡墙	m		228	228
		站内铺砖	m ²		737	737
	植物措施	站区绿化	hm ²	0.55	0.3	-0.25
	临时措施	临时拦挡	m	145		-145
		临时遮盖	m ²	600	600	0
道路区	工程措施	表土剥离	hm ²	15	16.9	1.9
		覆土平整	万 m ³	4.5	5.06	0.56
		土地整治	hm ²		15.6	15.6
		土质排水沟	km		7.5	7.5
		浆砌石排水沟	m	5000		-5000
		干砌石护坡	m	5000		-5000
	植物措施	种草	hm ²	28	16.9	-11.1
		栽灌木	hm ²	28		-28
	临时措施	土质排水沟	m	4000		-4000
施工生产生活区	工程措施	表土剥离	hm ²	2.5		-2.5
		覆土平整	万 m ³	0.75		-0.75
	植物措施	种草	hm ²	2.5		-2.5
	临时措施	土质排水沟	m	300		-300
		土质沉淀池	座	2		-2
		临时遮盖	m ²	1200		-1200

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本工程建设期水土流失面积87.5hm²，其中永久占地6.66hm²，临时占地80.84hm²，工程占地类型为灌草地和交通用地。

水土流失面积统计表

表 5-1

单位: hm²

序号	项 目		面积	占地性质		占地类型	
				永久占地	临时占地	灌草地	交通用地
1	风机区	风机及箱变基础	2.69	2.69		2.69	
		吊装场地	22		22	22	
		小 计	24.69	2.69	22	24.69	
2	集电线路	架空线路	5.11	2.03	3.08	5.11	
		电缆线路	1.2		1.2	1.2	
		小 计	6.31	2.03	4.28	6.31	
3	道路区	新建道路	39.18		39.18	39.18	
		改建道路	15.38		15.38	7.94	7.44
		小 计	54.56		54.56	47.12	7.44
4	制氢站		1.94	1.94		1.94	
合计			87.5	6.66	80.84	80.06	7.44

5.2 土壤流失情况分析

5.2.1 原地貌土壤流失量

项目区位于张家口市沽源县，属燕山国家级水土流失重点预防区。通过对项目区周边植被及水土流失情况进行现状调查，植被覆盖率40%。项目区为丘陵区，植被以草本植物为主，雨季降雨量较少，土壤为粉土，较易形成水土流失。通过综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型以轻度风力侵蚀为主，原地貌土壤侵蚀背景值为1300t/km²·a。

根据监测调查统计分析，本工程原地貌年土壤流失为5637t。

原地貌各监测分区土壤流失量统计情况见表5-2。

原地貌年土壤流失统计表

表 5-2

监测分区	扰动面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t)
风机区	24.69	5	1300	1605
集电线路	6.31	5	1300	410
道路区	54.56	5	1300	3546
制氢站	1.94	3	1300	76
合计	87.5			5637

5.2.2 建设期土壤流失量

风电场工程实际于2015年5月开工，2016年7月建成；制氢站工程实际于2017年5月开工，2019年8月完成土建施工，进行设备调试，建设期风机区土壤侵蚀时段按1.5年计算，制氢站按3.0年计算。由于监测滞后，主要通过调查、分析资料等方法获得数据，土壤侵蚀模数增加到4000-4500t/km²·a。

根据监测调查统计，本工程建设期共产生土壤流失量5629t，其中道路3274t，占总量58.2%；制氢站3274t，占总量4.7%。建设期各监测分区土壤流失量统计情况见表5-3。

建设期土壤流失量情况统计表

表 5-3

监测分区	扰动面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t)
风机区	24.69	1.5	4500	1667
集电线路	6.31	1.5	4500	426
道路区	54.56	1.5	4000	3274
制氢站	1.94	3	4500	262
合计	87.5			5629

5.2.3 试运行期土壤流失量

风电场2016年7月进入试运行期，制氢站2019年8月完成土建施工，进行设备调试，随着各项水土保持措施已落实完成及发挥水土保持效益。

根据监测调查推算，本工程试运行期年土壤侵蚀量预计2224t，其中道路1232t，占总量55.4%；制氢站2t，占总量0.1%。

试运行期各监测分区土壤流失统计情况见表5-4。

试运行期年土壤流失量情况统计表

表 5-4

监测分区	扰动面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t)
风机区	22	3.5	1000	770
集电线路	6.29	3.5	1000	220
道路区	35.2	3.5	1000	1232
制氢站	0.3	0.5	1000	2
合计	63.79			2224

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据现场监测和建设单位提供的建设资料，该项目建设过程中未专门布置取土场地，施工过程中产生的临时堆土，在施工结束后全部回填。弃渣过程中损坏原有地表植被及水土保持措施，容易引起土壤流失。本工程修建挡墙、排水、覆土绿化等水土保持措施，减少土壤流失。

5.4 水土流失危害

本工程施工过程中无水土流失危害事件发生。

6 水土流失防治效果监测

6.1 扰动土地整治率

根据监测调查统计，本工程建设期实际扰动原地貌、破坏土地和植被面积 87.5hm²。

截止到 2019 年 12 月，本工程共完成扰动土地整治面积 85.68hm²，扰动土地整治率达到了 97.9%，各分区扰动土地面积及扰动土地整治率计算情况如表 6-1。

扰动土地整治情况计算表

表6-1

防治分区	扰动土地面积 (hm ²)	建筑物及硬化面 积 (hm ²)	水土保持措施面 积 (hm ²)	扰动地表治理面 积 (hm ²)	扰动土地整治 率(%)
风机区	24.69	2.69	20.96	23.65	95.8
道路	54.56	35.2	18.75	53.95	98.9
集电线路	6.31	0.02	6.12	6.14	97.3
制氢站	1.94	1.64	0.3	1.94	100.0
合计	87.5	39.55	46.13	85.68	97.9

6.2 水土流失总治理度

根据监测调查统计，截止到 2019 年 12 月，本工程共完成水土流失治理面积 46.13hm²，项目区水土流失面积 47.95hm²，水土流失总治理度达到了 96.2%，各防治区水土流失治理情况见表 6-2。

水土流失总治理度计算表

表6-2

防治分区	扰动土地面积 (hm ²)	建筑物及硬化面 积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失防治面 积 (hm ²)	水土流失总治 理度(%)
风机区	24.69	2.69	22.0	20.96	95.3
道路	54.56	35.2	19.36	18.75	96.8
集电线路	6.31	0.02	6.29	6.12	97.3
制氢站	1.94	1.64	0.3	0.3	100.0
合计	87.5	39.55	47.95	46.13	96.2

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本项目建设过程中基本做到了挖填平衡，在修建基础时产生了多余土石方，产生的多余土石方就近利用平铺，没有长距离的倒运过程，没有产生永久弃渣。

工程施工期间由于采取了临时遮盖等措施，能够有效地防止临时堆土产生的水土流失，拦渣率基本能达到 95% 以上。

6.4 土壤流失控制比

项目区土壤侵蚀类型为风力水力交错侵蚀，根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右，土壤流失控制比达到了 1.0，水土流失基本得到了有效控制。

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

工程建设前项目区内土地利用类型为灌草地，植被盖度约为 40% 左右。项目实施期间，由于人为破坏，使得土壤裸露，植被遭到破坏。水土保持措施实施后，项目区可恢复植被面积 39.0hm^2 ，人工恢复面积 37.9hm^2 。经测算，林草植被恢复率为 97.2%，林草覆盖率为 43.3%，满足水土保持要求。

林草植被恢复率及林草覆盖率计算表

表6-3

防治分区	工程占地 (hm^2)	可恢复植被面积 (hm^2)	林草植被恢复面积 (hm^2)	林草植被恢复 率(%)	林草覆盖率 (%)
风机区	24.69	21.0	20.37	97.0	82.5
道路	54.56	15.7	15.3	97.5	28.0
集电线路	6.31	2.01	1.94	96.5	30.7
制氢站	1.94	0.3	0.3	100.0	15.5
合计	87.5	39.0	37.9	97.2	43.3

6.6 防治效果分析

随着各项水土保持措施的实施和发挥水土保持效益，试运行期各项水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。其中扰动土地整治率达到 97.9%；水土流失总治理度达到 96.2%；土壤流失控制比大于 1.0；拦渣率达到 95%，林草植被恢复率 97.2%，林草覆盖率 43.3%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 108.98hm^2 ，水土保持方案批复的水土流失防治责任范围区面积 197.91hm^2 ，实际与水土保持方案相比水土流失防治责任范围减少 88.93hm^2 。

本工程建设过程中动用土石方总量 194.04万m^3 ，其中土石方开挖 99.37万m^3 ，土石方回填 94.67万m^3 ，剩余土石方 4.7万m^3 ，为风机基础、箱变基础和塔基基础回填后剩余方量，施工结束后就地平铺。

随着各项水土保持措施的实施和发挥水土保持效益，扰动土地整治率达到97.9%；水土流失总治理度达到96.2%；土壤流失控制比大于1.0；拦渣率达到95%，林草植被恢复率97.2%，林草覆盖率43.3%。指标达到了水土保持方案设定的目标值。

7.2 水土保持措施评价

本工程建设过程中，建设单位依据批复的水土保持方案报告书，结合本工程施工特点，实施了各项水土保持措施。

根据监测汇总统计，本工程完成水保措施表土剥离 41.1hm^2 ，覆土平整 12.32万m^3 ，土地整治 31.88hm^2 ，浆砌石挡墙 2433m ，站外防洪沟 500m ，围墙外排水沟 350m ，站内铺砖 737m^2 ，土质排水沟 7.5km ，种草 45.02hm^2 ，纱网遮盖 7100m^2 。

水土保持方案设计的主要水土保持措施基本得到了落实，已落实的水土保持措施数量、规格符合要求。通过试运行调查监测，项目区各项水土保持措施起到了很好的防治水土流失的作用，已初步发挥水土流失防治效益。

7.3 存在问题及建议

对已经完成绿化或已自然恢复植被的区域加强抚育管理，保持成活率及保存率。

7.4 综合结论

自承担监测工作以来，监测单位积极开展现场调查、资料收集等工作，获

得了较为详实的监测数据，达到了预期的监测目标。通过对监测结果分析，得出以下结论：

（1）工程施工过程中，建设单位基本落实了水土流失防治措施，防治效果较好。

（2）工程施工全部控制在项目征占地范围内，对周边环境影响轻微。

（3）工程建设期间，未出现因扰动引发的大规模的水土流失，水土保持方案设计的水土保持措施基本得到落实，水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。

（4）水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已发挥水土保持效益。

8 附图及有关资料

8.1 附图

附图1 监测分区、监测点位布设及防治责任范围图

8.2 有关资料

附件1 监测季报

附件2 建设前后遥感影像