

张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程
水土保持监测总结报告

建设单位：国网冀北电力有限公司

监测单位：水利部沙棘开发管理中心

(水利部水土保持植物开发管理中心)

2021 年 6 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：水利部沙棘开发管理中心（水利部水土保持植物开发管理中心）

法定代表人：赵东晓

单位等级：★★★★（4星）

证书编号：水保监测（京）字第 0052 号

有效期：自 2020 年 10 月 01 日至 2023 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2020 年 11 月 12 日

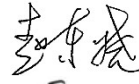


张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程
水土保持监测总结报告

责任页

水利部沙棘开发管理中心（水利部水土保持植物开发管理中心）

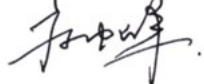
批 准： 赵东晓



核 定： 王愿昌



审 查： 孙中峰



校 核： 乔 锋



项目负责人： 李 晶 高 工



编 写： 李 晶 高 工（前言、第一章、第三章、第六章）



李 婧 高级工程师（第二章、第四章）



胡志远 助理工程师（第五章、第七章、第八章）



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.....	8
1.3 监测工作实施情况.....	10
2 监测内容与方法.....	16
2.1 扰动土地情况.....	16
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）.....	16
2.3 水土保持措施.....	17
2.4 水土流失情况.....	17
3 重点部位水土流失动态监测.....	23
3.1 防治责任范围监测.....	23
3.2 取土（石、料）监测结果.....	27
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	27
3.4 土石方流向情况监测结果.....	27
4 水土流失防治措施监测.....	28
4.1 工程措施监测结果.....	28
4.2 植物措施监测结果.....	29
4.3 临时防治措施监测结果.....	35
4.4 水土保持措施防治效果.....	36
5 土壤流失情况监测.....	38
5.1 水土流失面积.....	38
5.2 土壤流失量.....	38
6 水土流失防治效果监测结果.....	42

6.1 扰动土地整治率.....	42
6.2 水土流失总治理度.....	42
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	43
6.4 土壤流失控制比.....	43
6.5 林草植被恢复率.....	43
6.6 林草覆盖率.....	44
7 结论.....	45
7.1 水土流失动态变化.....	45
7.2 水土保持措施评价.....	45
7.3 存在问题及建议.....	45
7.4 综合结论.....	46
8 附图及有关资料.....	47
8.1 附图.....	47
8.2 有关资料.....	47

前 言

张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程是由国网冀北电力有限公司投资的 500kV 大型输变电新建项目，是张北柔直工程的项目的配套工程。位于河北省张家口市的康保县。项目由一个点式工程和一条线路工程组成，包括康保变电站扩建 500kV 出线间隔 1 个；新建康保换流站-康保变电站 500kV 线路工程，路径全长 25.478km，全线共设塔基 62 基。

康保 500kV 变电站扩建工程是在已建的康保 500kV 变电站进行。康保 500kV 变电站位于河北省张家口市以西 105km 的康保县张纪镇。本期工程为该变电站扩建一回 500kV 出线间隔，布置在站区南侧，占地面积 0.05hm²。

新建 500kV 线路工程，起于拟建的康保换流站，止于已建的康保 500kV 变电站，输电线路全长 25.478km，航空线长度为 23.9km，曲折系数为 1.07。康保换流站 500kV 交流向西北出线，本期自西向东第 2 个出线架构出线，除康保换流站外采用双回路终端塔外，其余均为单回路。

工程总占地面积 8.62hm²，其中永久占地面积 1.04hm²，临时占地面积 7.58hm²。本工程施工期总土石方量为 4.76 万 m³，其中挖方总量 2.38 万 m³、总填方量 2.29 万 m³，无外购方，余方 0.29 万 m³，就近堆存于各塔塔基处。表土挖方、填方分别为 0.31 万 m³。

张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程 2018 年 7 月开工，2019 年 11 月带电试运行。

2018 年 2 月 5 日，张家口市行政审批局以张审批字〔2018〕43 号文对本工程水土保持方案进行了批复。按照水土保持方案设计和方案批复的要求，国网冀北电力有限公司委托水利部沙棘开发管理中心（水利部水土保持植物开发

管理中心)承担本项目的水土保持监测工作。2019年1月接受委托后我单位组织相关技术人员组成监测组,勘查现场,完成水土保持监测实施方案,定期、不定期开展现场调查和监测活动,取得了水土流失和水土保持监测数据和资料。并根据现场监测结果,向施工单位提出意见和建议,施工单位据此进行整改。

在监测工作的基础上,项目部技术人员集中汇总、整理原始资料,分析、评价监测内容,在充分结合、对比内业和外业工作的基础上,于2020年8月编制完成了《张家口康保换流站配套500kV输变电工程水土保持监测总结报告》。

在本项目水土保持监测工作开展过程中得到了项目区各级水行政主管部门、建设单位、施工单位、监理单位等相关单位的大力支持,在此深表感谢!

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程								
建设规模	康保变电站扩建 500 千伏出线间隔 1 个；新建康保换流站~康保变电站单回 500kV 线路 25.478km。	建设单位、联系人		国网冀北电力有限公司工程管分分公司 郭良 18618200978						
		建设地点		张家口市康保县						
		所属流域		海河流域						
		工程总投资		7315 万元						
		工程总工期		17 个月（2018 年 7 月~2019 年 11 月）						
水土保持监测指标										
监测单位		水利部沙棘开发管理中心（水利部水土保持植物开发管理中心）			联系人及电话		李晶/15910802648			
自然地理类型		坝上高原			防治标准		一级			
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、定位观测；皮尺、卷尺、罗盘、GPS、测绳、无人机			2.防治责任范围监测		调查、资料；皮尺、卷尺、罗盘、测距仪、GPS、测绳、无人机；		
	3.水土保持措施情况监测		跟踪调查、测量；皮尺、卷尺、罗盘、测距仪、GPS、测绳、无人机；			4.防治措施效果监测		调查、测量、计算；皮尺、卷尺、罗盘、测距仪、GPS、测绳、无人机；		
	5.水土流失危害监测		实地调查			水土流失背景值		1300t/km ² •a		
方案设计防治责任范围		13.32hm ²			水土流失背景值		1300t/km ² •a			
建设期防治责任范围面积		8.62hm ²			容许土壤流失量		1000t/km ² •a			
水土保持工程投资		138.79 万元			水土流失目标值		1000t/km ² •a			
防治措施		工程措施：碎石压盖 200m ² ，土地整治 8.39hm ² ，表土剥离面积 1.03hm ² ，复耕面积 1.58hm ² ；植物措施：植被恢复面积 6.75hm ² ；临时措施：临时排水沟 473m，草袋土填筑、拆除 400m ³ ，修筑泥浆池 12 座，防尘网苫盖 9280 m ² ，土工布覆盖 17710m ² 。								
监测结论	分类分级指标		目标值 (%)	达到值 (%)	监测数量					
	防治效果	扰动土地整治率	95	99.54	防治措施面积	8.35hm ²	永久建筑物面积及硬化面积	0.23hm ²	扰动土地总面积	8.62hm ²
		水土流失总治理度	95	99.52	防治责任范围面积	8.62hm ²	水土流失总面积	8.39hm ²		
		土壤流失控制比	1	1.02	工程措施面积	0.02hm ²	容许土壤流失量	1000t/km ² •a		
		林草覆盖率	97	99.41	植物措施面积	6.75hm ²	监测土壤流失情况	980t/km ² •a		
		林草植被恢复率	25	78.31	可恢复林草植被面积	6.79hm ²	林草类植被面积	6.75hm ²		
		拦渣率	95	99	实际拦挡土(石、渣)量	/	总弃土(石、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，水土流失防治措施基本按照水土保持方案要求落实，水土流失防治的 6 项指标基本上达到了方案设定的目标值。							
总体结论		建设单位比较重视水土保持工作，根据批复的水土保持方案实施了水土流失防治措施，水土流失防治 6 项指标基本达到了方案设计的要求，建设项目水土流失基本上得到了控制、生态环境基本得到了恢复。								
主要建议		加强运行期水土保持设施的管理维护，保证各项措施最大限度地发挥水土保持效益。								

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

张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程是由国网冀北电力有限公司投资的大型输变电新建项目，位于河北省张家口市的康保县。项目由一个点式工程和一条线路工程组成，包括康保变电站扩建 500 千伏出线间隔 1 个和新建康保换流站-康保变电站 500kV 线路工程。

康保 500kV 变电站扩建工程是在已建的康保 500kV 变电站进行。康保 500kV 变电站位于河北省张家口市以西 105km 的康保县张纪镇。本期工程为该变电站扩建一回 500kV 出线间隔，布置在站区南侧，占地面积 0.05hm²，同时，扩建 500kVHGIS 基础，500kV 设备支架及基础，电缆沟等。

500kV 输电线路起点为拟建的康保换流站，终点为已建的康保 500kV 变电站。输电线路全长 25.478km。沿线海拔高度为 1300-1400m，全线按单回路设计。全线地形情况为坝上高原。全线共设塔基 62 基，设牵张场 4 处，材料站 1 处，施工道路长度为 3.45km。

工程总占地 8.62hm²，其中站点区扰动面积为 0.05hm²，线路区扰动面积为 8.57hm²；永久占地面积 1.04hm²，临时占地面积 7.58hm²。本工程施工期总土石方量为 4.87 万 m³，其中挖方总量 2.58 万 m³、总填方量 2.29 万 m³，无外购方，余方 0.29 万 m³，就近堆存于各塔塔基处。表土挖方、填方分别为 0.31 万 m³。

项目动态投资 7315 万元，由国网冀北电力有限公司投资建设，资本金占 20%，其余 80% 由国内银行贷款。

项目于 2018 年 7 月开工建设，于 2019 年 11 月试运行，总工期 17 个月。

项目工程组成及技术指标表见下表 1-1。

表 1-1 项目工程组成及技术指标表

一、主体工程概况					
1	项目名称	张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程			
2	建设单位	国网冀北电力有限公司			
3	建设管理单位	国网冀北电力有限公司工程管理分公司			
4	投资单位	国网冀北电力有限公司（20%）、国内商业银行贷款（80%）			
5	系统组成	扩建康保 500kV 变电站、新建 500kV 输变电线路（路径长度 25.478km）			
6	站址位置	康保 500kV 变电站为运行站，位于河北省张家口市以西 105km 的康保县张纪镇。			
7	线路路径	新建 500kV 输变电线路：康保换流站至康保 500kV 变电站			
9	电压等级	500kV	8	规划容量	3×1200MVA
10	工程等级	大型工程	10	工程性质	新建工程
11	线路杆塔数量	全线塔基总数量 62 基			
12	工程建设期	2018 年 7 月~2019 年 11 月			
13	工程总投资	7315 万元			
二、项目组成				三、主要技术指标	
项目组成		占地面积 (hm ²)	主要工程项目名称		主要指标
康保 500kV 变电站扩建工程	站址	0.05	出线间隔扩建		康保 500kV 变电站扩建
输电线路区	塔基占地	0.99	塔基区占地		62 基塔
	塔基施工区	5.36	塔基施工区占地		62 处
	牵张场	0.6	牵张场占地		4 处
	跨越施工区	0.46	跨越施工区占地		15 处
	施工道路	1.16	施工道路占地		
合计		8.62			
四、土石方数量				单位：万 m ³	
土石方		挖方	填方	表土	余方
康保 500kV 变电站扩建工程		0.01	0.01		
500kV 输电线路	塔基区	1.86	1.57	0.31	0.29
	塔基施工区	0.38	0.38		
	牵张场区	0.04	0.04		
	跨越施工区	0.04	0.04		
	施工道路区	0.25	0.25		
合计		2.58	2.29	0.31	0.29

1.1.2 项目组成

张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程由扩建康保 500kV 变电站、新建 500kV 输变电线路两部分组成。具体包括：康保变电站扩建 500 千伏出线间隔 1 个；新建康保换流站~康保变电站单回 500kV 线路。

工程项目包括永久性工程和临时性工程，其中永久性工程包括康保变电站扩建工程及线路塔基等；临时性工程包括塔基施工区、牵张场、材料站、施工道路、跨越施工区等。

1.1.3 工程基本情况

(1) 康保 500kV 变电站扩建工程

康保 500kV 变电站位于河北省张家口市以西 105km 的康保县张纪镇。进站道路从站区西侧 S246 公路引接，长度 154m。该变电站已于 2014 年 6 月建成投运。

500kV 配电装置布置在站区南侧，向南出线；220kV 配电装置布置在站区北侧，向北出线；主控通信楼布置在站区西侧，从西侧进站。该变电站工程已按最终规模一次征地，本期工程为该变电站扩建 1 回 500kV 出线，在站区南侧，占地面积 0.05hm²，扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地。

(2) 输电线路工程

线路从康保换流站出线后转向东南走线，在后二马房、民善村和化林村村北侧行进，避让大清沟村南光伏场地和水浇地喷灌区。为避让水泉村附近水泉村水库和密集大棚区、养殖场，线路转向东在水泉村北侧走线，随后在水泉村东折向东南继续行进，并避让白沙井村南大片水浇地喷灌区，在边家营子村北跨越在建双回 110kV 线路后跨越 G511，最后进入康保 500kV 变电站。

全线按单回路设计，导线为 4×JL/G1A-630/45 铜芯铝绞线，地线为 2 根 24 芯的 OPGW。路径的起点为康保县姚家滩康保换流站，终点为康保县张纪镇康保 500kV 变电站。输电线路全长 25.478km，航空线长度为 23.9km，曲折系数为 1.07。线路全部位于河北省张家口市康保县。线路全部位于河北省张家口市康保县。全线地形情况为坝上高原的平原地区。

本项目主要跨越公路和电力线路等工程。总跨越次数为28次，大型跨越包括跨越等级公路、110kV电力线路、35kV电力线路和10kV电力线路，大型跨越次数共计15次。详见表1-2。

表1-2 线路交叉跨越情况统计表

序号	位置		所属区域	跨越类型
	塔基号	塔基号		
1	G3	G4	李家地镇姚家滩村	一般公路
2	G3	G4	李家地镇姚家滩村	10kV 线路
3	G7	G8	李家地镇康福柱村	10kV 线路
4	G15	G16	李家地镇民善村	35kV 线路
5	G17	G18	李家地镇化林沟村	一般公路
6	G19	G20	李家地镇化林沟村	10kV 线路
7	G30	G31	忠义乡西北营村	一般公路
8	G31	G32	忠义乡水泉村	一般公路
9	G34	G35	忠义乡水泉村	10kV 线路
10	G35	G36	忠义乡水泉村	10kV 线路
11	G40	G41	忠义乡保安营村	一般公路
12	G41	G42	忠义乡保安营村	一般公路
13	G42	G43	忠义乡丹木淖村	10kV 线路
14	G42	G43	忠义乡丹木淖村	220kV 线路
15	G52	G53	张纪镇镇边家营村	10kV 线路

项目于2018年7月开工，2019年11月试运行。总工期17个月。

1.1.4 项目区概况

1.1.4.1 项目区自然概况

(1) 地质地貌

本工程地处内蒙古高原东南缘，河北省张家口坝上地区，项目区所在地位于康保县南部，属坝上高原区，线路沿线海拔高程约在1300-1400m之间。

(2) 气象

项目区所在地属东亚大陆性季风气候，中温带亚干旱区，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1.7℃，极端最高气温为34.5℃，极端最低气温为-37.3℃，无霜期114d，多年平均降水量350mm，70%雨水集中于6、7、8月份，蒸发量1772mm。日照时数3100h。项目区内主风向稳定，多

年主导风向为 NW，多年最大风速 20.4m/s，全年有效风速时间近 8000h，多年平均大风日数 58.6d，平均风速 3.5m/s。最大冻土深度 2.93m。测风塔测风年 10m 高度年平均风速为 7.01m/s，30m 高度年平均风速为 7.58m/s，50m 高度年平均风速为 8.02m/s，70m 高度年平均风速为 8.37m/s。气象数据如表 1-3。

表 1-3 当地主要气候特征指标

项目	单位	指标	发生时间
多年平均气温	°C	1.7	
多年极端最高气温	°C	34.5	1987 年 7 月
多年极端最低气温	°C	-37.3	1993 年 1 月
多年平均年降水量	mm	350	
多年平均蒸发量	mm	1772	
最大冻土深度	m	2.93	
多年最大风速	m/s	20.4	
多年平均风速	m/s	3.5	
多年主导风向、风向频率	NW	10.4%	

(3) 水文

本工程变电站和 500kV 输变电线路均位于康保县。

康保县地处内陆河水系，归海河水利委员会管辖。全境无常年性河流，水网不发育，仅有几条季节性河流，是河北省唯一的无常年性河流县，由于地势是丘陵状，低洼处积水形成较多的水淖，但深度不大，多为浅碟形。

(4) 土壤

项目区内土壤多为草原栗钙土。土壤母质为基性岩类残坡积物，表土质地为轻壤质。山脊及山梁一般基岩裸露，少有覆盖，覆盖层厚度 0.3~0.6m；山坡覆盖层厚度也不大，阳坡多基岩裸露，阴坡覆盖层厚度 0.5~2m。

(5) 植被

项目区植被类型属于半干旱草原区，地表植被以耐寒的旱生多年草本植物为主，生长的植被主要有豆豆草、披碱草、沙打旺、无芒雀麦、杨树、松树等；主要农作物有莜麦、马铃薯、豆类等。林草覆盖率约为 30%。

1.1.4.2 项目区水土流失概况

按照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007)，结合《全国第二次土壤侵

蚀遥感普查》结果和外业实地调查情况，现状土壤侵蚀类型为水力和风力交错侵蚀，以风力侵蚀为主，土壤侵蚀强度为轻度，平均侵蚀模数 $1300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区容许土壤流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据《水利部关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》和《河北省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，项目区河北省张家口市康保县属于永定河上游国家级水土流失重点治理区及河北省水土流失重点预防区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》的规定，本工程水土流失防治标准执行建设类项目一级防治标准。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理工作

国网冀北电力有限公司成立国网冀北电力有限公司工程管理分公司对项目进行管理，成立项目部对本工程进行管理。在工程建设之初，为了加强水土保持工作的管理、提高施工单位对水土保持的重视程度，建设单位成立了水土保持工作组。同时施工单位成立对应的工作组与建设单位对接，以保证工作落到实处。

建设单位还制定了一系列规章制度，保证工作的有力执行。先后制定的相关制度涵盖综合管理类、工程管理类、财务管理类等，这些制度中基本上囊括了水土保持工作执行的各个环节，尤其是工程管理中，对于水土保持工程落实的质量、进度、检查等各环节均有详细、严格的规定，为工程的顺利、有效、保质保量地施工提供了有力保障。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

根据《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》等有关法律法规的规定，2017年，国网冀北电力有限公司委托水利部沙棘开发管理中心（水利部水土保持植物开发管理中心）与山合林（北京）水土保持技术有限公司承担《张家口康保换流站配套 500 千伏输变电工程水土保持方案报告书》的编制工作。接受委托后，方案编制单位组织专业水保技术人员组成项目组对项目建设区域进行了详细的踏勘及调研，对项目区及周边地区地形地貌、土壤、植被、水土流失及水土保持现状情况进行了详细调查，并征询地方水行政主管部门

及相关单位意见和要求，结合工程设计文件，于 2018 年 1 月编制完成了《张家口康保换流站配套 500 千伏输变电工程水土保持方案送审稿》。2018 年 2 月，张家口市行政审批局组织有关专家在承德市对《张家口康保换流站配套 500 千伏输变电工程水土保持方案》召开了技术评审会。会后方案编制单位根据审查意见经过认真的修改、补充和完善，形成了《张家口康保换流站配套 500 千伏输变电工程水土保持方案报告书》。

2018 年 2 月 5 日，张家口市行政审批局以张审批字〔2018〕43 号文对本工程水土保持方案进行了批复。

1.2.3 水土保持监测意见落实情况

2019 年 4 月，监测单位组织了水土保持技术交底会，对现场工程施工中的水土保持问题进行宣贯，在监测过程中，提出了增加临时排水沟，对临时堆土进行苫盖，清理场地中的建筑垃圾等监测意见，施工单位积极落实并整改。

1.2.4 “三同时”制度及督察意见落实情况

本工程于 2018 年 7 月开工建设，将水土保持监理与主体工程监理一并委托，2019 年 1 月委托了水土保持监测任务，在工程施工过程中水土保持工作能够及时介入并提出可行性建议，基本落实了“三同时”制度。在工程建设过程中，对于水土保持要求能够积极响应，有效地保证了工程建设的合理、合规、规范。

在本工程建设过程中，国网冀北电力有限公司积极接受并配合各级水行政主管部门的指导和监督，主动上报水土保持工作情况。

2020 年 4 月，本工程接受张家口水务局文件督查，将本项目的基本情况上报，水行政主管部门没有现场督查情况。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

1.3.1.1 监测目的

水土保持监测是通过对工程水土保持防治责任范围内采取宏观和微观监测相结合、地面定位观测和实地调查相结合、外业调查和档案资料查阅相结合的方法，及时准确地掌握项目建设期及林草恢复期的水土流失动态变化，分析工程建设对水土流失的影响，评估各项水土保持措施的实施情况，评价各种水土保持措

施的防治效果和合理性；及时发现工程建设中存在的水土保持问题，总结经验教训，适时采取相应的补救措施，为本工程水土保持责任范围内的生态环境及工程安全生产建设和运行服务；同时为水土保持管理部门进行监督管理和水土保持验收提供依据。

1.3.1.2 监测目标

(1) 对扰动土地面积、防治责任范围、水土流失量、弃土弃渣量等动态情况实施监测分析，为水土流失防治提供依据；

(2) 对水土保持措施建设进度实施动态监测和分析，为工程建设和治理提供依据；

(3) 对水土保持效果进行评价，为水土保持设施管护提供依据；

(4) 通过对工程建设期和林草恢复期的水土流失监测，测定工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率，为全面评估工程水土保持成效和水土保持竣工验收提供依据。

1.3.1.3 监测原则

(1) 合理划分监测范围，沿线巡查与重点监测相结合

结合输变电工程建设的水土流失与水土保持特点，监测工作采用重点观测与沿线全面调查相结合的方式进行。对本工程主要水土流失部位的水土流失量、影响水土流失的主要因子以及水土保持措施进行重点监测。同时，对项目区工程防治责任范围内的水土流失状况展开调查。了解掌握工程建设水土流失变化与水土保持措施的实施情况。

(2) 科学划分监测时段，展开全过程动态监测

水土保持监测时段的划分，应与项目区水土流失发生的时间和工程建设的阶段相匹配、相适应，并且保证每个监测阶段能够持续一定时间，以便在工程建设扰动的不同阶段及时实施监测，得到工程建设全过程的相关数据，保证监测成果的完整性。

建设项目的不同水土保持防治责任分区，一般具有不同的水土流失特点，因此，在防治水土流失时都采取相应的水土保持工程。为了提高监测工作效率，在监测内容、监测方式、时段上必须能充分反映各个分区的水土流失特点和水土保持要求。

(3) 客观公正原则

监测工作必须遵循客观自然规律，公正监测，保证监测数据的真实性和准确性，不得编造和篡改监测数据，真实地反映工程的水土流失和水土保持状况。

1.3.1.4 监测实施方案实施情况

水土保持监测工作开展过程中，技术人员首先需了解和掌握项目区的水土流失背景资料，在获取背景数据的基础上进行调查勘验和水土保持分析与评价，最终提交监测成果。

2019年1月建设单位委托了我中心承担本项目水土保持监测工作，接受委托后我中心成立了项目部，对工程现场进行详细调查，通过比对水土保持方案中监测任务设计章节与工程现场，制定了监测实施方案。监测实施方案通过描述项目区自然概况、分析主体工程项目组成后，确定了的水土保持监测的内容、方案、内容和布局。

(1) 监测分区

1) 监测实施方案中确定的分区

根据工程水土保持方案报告书水土保持监测计划安排和工程实际施工情况，水保方案中将防治责任范围划分为变电站区、塔基区、塔基施工区、牵张场、跨越施工区、施工道路区，结合实际施工现状，监测实施方案中将分区划分为表中所示。

表 1-4 本工程水土保持方案监测分区及监测内容

序号	防治分区	监测内容
1	变电站区	水土流失量、扰动面积
2	塔基区	水土流失量、扰动面积
3	塔基施工区	水土流失量、扰动面积
4	牵张场	水土流失量、扰动面积
5	跨越施工区	水土流失量、扰动面积
6	施工道路区	水土流失量、扰动面积

2) 监测分区落实情况

在实施过程中，根据工程布局 and 实际建设情况，根据实施方案确定的防治分区的基础上进行实施。

表 1-5 监测工作中的监测分区及监测内容

序号	位置	监测内容	备注
1	变电站	扰动面积、土石方流向	实施方案中
2	塔基区	扰动面积、土石方流向	实施方案中
3	塔基施工区	扰动面积、土石方流向	实施方案中
4	牵张场	扰动面积、土石方流向	实施方案中
5	跨越施工区	扰动面积、土石方流向	实施方案中
6	施工道路	扰动面积、土石方流向	实施方案中

1.3.2 监测项目部设置

接受监测任务后，我中心对该项目高度重视，及时抽调技术骨干和开发建设项项目水土保持监测经验丰富的技术人员组建“张家口康保换流站配套 500 千伏输变电工程水土保持监测项目部”。监测人员见表 1-6。

表 1-6 水土保持监测主要技术人员

姓名	职称	水保岗位证书号
李 晶	高 工	水保监岗证第（8667）号
乔 锋	高 工	水保监岗证第（5178）号
李 婧	正 高	水保监岗证第（7513）号
胡志远	助理工程师	水保监岗证第（6519）号

2019 年 1 月-2020 年 8 月，项目部技术人员对本工程全线开展了全面的监测工作，包括各监测点的扰动土地面积、弃土弃渣量、水土保持工程措施实施情况（包括工程量、质量、效果和保存情况）、施工期土壤侵蚀量、水土流失现状、植物措施实施情况（包括种类、数量、覆盖度、成活率和成效）、地形地貌、地质土壤、地面组成物质等水土流失因子以及大量影像资料等。

监测工作开展期间，项目成员还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、土石方量及弃土弃渣量、水土保持工程量和建设时间以及有关证明材料等。

1.3.3 监测点布设

根据本工程水土流失预测和水土保持总体布局，结合监测范围、监测分区和工程建设现状，按照《水土保持监测技术规程》的规定与要求，为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，选定 6 个监测点，其中康保 500kV 变电站址

区 1 个，塔基区 2 个（2 种基础型式各 1 个），塔基施工区 1 个，牵张场 1 个，施工道路区 1 个。同时，开展调查监测和档案资料查阅，了解工程扰动土地面积、防治责任范围、弃土弃渣量、水土流失因子、水土流失量、水土保持设施及保存情况、水土保持效果等方面的动态变化情况。监测点具体布置情况见表 1-7。

表 1-7 水土保持监测点布设表

编号	监测点	位置	监测类型	监测内容	时段和频次
1	变电站区	康保 500kV 变电站西南侧	简易监测小区	水土保持措施、土壤侵蚀量监测	根据扰动随时
2	塔基区	G7 塔基	简易监测小区	水土保持措施、土壤侵蚀量监测	根据扰动随时
3	塔基施工区	G19 号塔基	简易监测小区	水土保持措施、土壤侵蚀量监测	根据扰动随时
4	塔基区	G52 塔基	简易监测小区	水土保持措施、土壤侵蚀量监测	根据扰动随时
5	牵张场	G24 塔基附近	简易监测小区	水土保持措施、土壤侵蚀量监测	根据扰动随时
6	施工便道	G45 塔基附近	简易监测小区	水土保持措施、土壤流失量监测	根据扰动随时

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。

表 1-8 水土保持监测设施、设备

分类	监测设施设备	单位	数量
一	小区观测设备		
1	钢钎	支	60
2	皮尺	把	5
3	钢卷尺	把	4
二	降雨观测仪器		
三	植被调查设备		
1	测高仪	个	3
2	测绳、坡度仪	批	4
四	扰动面积、开挖、回填、弃渣量调查		
1	GPS 定位仪	套	3
五	其他设备		
1	照相、摄像设备	台	4
2	笔记本电脑	台	5

建设项目及水土保持工作概况

分类	监测设施设备	单位	数量
3	打印机	台	1
4	监测车辆	辆	1
5	对讲机	部	2
6	无人机	台	2

1.3.5 监测成果提交情况

2019年1月开始，项目部技术人员对本工程全线开展了全面的监测工作，自2019年1月起至2020年7月，在工程建设过程中，定期、不定期开展现场调查和监测活动，包括监测点的扰动土地面积、临时堆土量、水土保持工程措施实施情况（包括工程量、质量、效果和保存情况）、施工期土壤侵蚀量、水土流失现状、植物措施实施情况（包括种类、数量、覆盖度、成活率和成效）、地形地貌、地质土壤、地面组成物质、坡度、坡长等水土流失因子以及大量影像资料等。

在监测工作实施开始时，项目部根据工程建设过程持续查阅、积累工程建设资料，完成了水土保持监测实施方案，并完成了2019年1、2、3、4季度报表，2020年1、2季度报表等阶段性成果，共编制完成监测实施方案1期，监测季报6期，监测意见2期，以上报告均按照水土保持监测规程以及相关规范要求，提交各级水行政主管部门。

在监测工作开展期间，项目组成员参加了各级水行政主管部门的监督检查，并准备了相关汇报材料。

在监测工作的基础上，项目部技术人员集中汇总、整理原始资料，分析、评价监测内容，在充分结合、对比内业和外业工作的基础上，于2020年8月编制完成了《张家口康保换流站配套500千伏输变电工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

根据水土保持监测实际情况，说明监测内容及采用的监测方法，为数据来源提供支撑。监测内容包括原地貌土地利用、植被覆盖度、扰动土地、防治责任范围、取土（石、料）弃土（石、渣）、水土保持措施、土壤流失量等情况。

2.1 扰动土地情况

扰动地表面积监测是确定土壤流失量的基础，是项目水土保持监测的中心内容之一。扰动地表面积监测包括扰动类型判断和面积监测。工程实际扰动土地面积随着工程建设的进展不断发生变化，是个动态变化过程，扰动土地面积动态监测就是对项目建设区分为永久征占地和临时占地进行及时监测，了解其变化情况，确定防治责任范围。本工程扰动土地面积为项目实际建设区面积，未对项目建设区之外的区域产生扰动和影响，未发生直接影响区。对于扰动土地的监测方法是实地量测，监测频次为每月进行一次当月新开工施工单元扰动土地的量测和统计，每季度进行一次已开工区域扰动土地的详细统计。

表 2-1 扰动面积监测表

分区	占地类型/性质	监测内容	监测方法	监测频次
站区	建设用地 / 永久占地	建设面积及数量；扰动面积统计；扰动面积动态变化	调查；量测；	每月 1 次详查；每季度一次统计。
线路	建设用地 / 永久占地	线路新建或接长数量、长度；扰动面积统计；扰动面积动态变化	调查；量测；	每月 1 次详查；每季度一次统计。

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

取料场、弃渣场监测内容主要包括场地的数量、位置、占地面积、取料或弃渣数量、取料的动态变化、弃渣的动态变化、是否进行表土剥离、使用中和使用结束后实施的水土保持措施以及防治效果等。由于工程建设不涉及取土，因此水土保持方案及主体设计文件中未设计取土场，实际建设与设计方案一致，未产生取土场。本工程无弃方，余方均为线路塔基余方，全部堆填在塔基区进行平整，因此水土保持方案及主体设计文件中未设计弃渣场，实际建设与设计方案一致，

未产生弃渣场。因此不产生取料场、弃渣场等范围的监测。

2.3 水土保持措施

2.3.1 工程措施监测内容及方法

本工程设计的水土保持工程措施包括边坡防护工程、排水工程、土地整治工程等。按照工程建设实际情况，建设实施的水土保持工程措施类型主要是土地整治工程、复耕等，由于本工程的建设内容空间分布较为分散，每个施工单元规模较小，因此采取的监测方法是对各点位、各施工单位进行逐项、逐个调查监测的工作方法，详细量测、记录各类工程措施的类型、开工及完工时间、实施位置、规格尺寸、数量等。

2.3.2 植物措施监测内容及方法

水土保持方案设计的水土保持植物措施包括变电站区绿化、塔基施工区植被恢复等等。由于本工程的建设内容空间分布较为分散，每个施工单元规模较小，因此采取的监测方法是对各点位、各施工单位进行逐项、逐个调查监测的工作方法，详细量测、记录各类植物措施的物种种类、数量、苗木规格、栽植数量、生长势、成活率、开工及完工时间等。

2.3.3 临时措施监测内容及方法

水土保持方案中针对项目特点，提出了施工期间临时防护要求，设计的临时措施包括临时拦挡、临时苫盖等，根据工程建设实际实施的措施包括编织袋装土填筑、草袋临时挡护、临时苫盖等。临时措施的监测是根据措施的实施部位和进度随机进行监测，监测内容包括措施类型、工程量、开始及结束时间等。

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失面积监测

水土流失面积监测内容包括扰动地表面积、工程建设占压面积、硬化面积、产生水土流失的面积等。由于工程建设规模小、空间跨度不大，采用遥感监测无法保证合理的精确度，因此本工程水土流失面积的监测主要通过实地量测的方法进行。监测频次是以一个施工单元为一个监测面，开工前监测 1 次，土建工程全面开展时监测 1 次，工程完工监测 1 次。

2.4.2 土壤流失量监测

土壤流失量的监测内容包括工程建设扰动地表植被面积、占用破坏水土保持设施的数量、土石方量及弃土弃渣量、流失面积和流失量、水土流失变化情况(类型、形式、流失量)等方面的监测。本工程水土流失量监测主要采取简易坡面量测法(侵蚀沟样方法)进行。简易坡面量测法主要用于暂不扰动的土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面土壤侵蚀量的测定,具体做法为在选定的坡面上根据地形坡度及物质组成等情况布设样方,每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深,计算侵蚀沟的体积,通过面蚀与沟蚀的比例关系,推求监测区的土壤侵蚀模数,从而计算出各分区内的土壤侵蚀量。

2.4.3 取料弃渣潜在土壤流失量监测

本工程施工过程中,不涉及取土,与方案设计中一致,因此工程建设中未产生取土场、取料场。工程施工中产生的少量余土置于塔基下进行压实、平整,与方案设计的处理方案一致,工程建设过程中不产生永久弃土场、弃渣场。因此,未发生因取料、取土、弃渣而产生的水土流失。

2.4.4 水土流失危害监测

水土流失危害主要包括工程建设过程产生的水土流失及其对下游河道的影响;弃渣场下游河道泥沙变化及其危害;工程建设区植被及生态环境变化;工程建设对环境的影响等。本次工程建设中不产生弃土弃渣场,周边没有自然泄洪沟道或生态保护区,加之工程建设内容分散、规模较小,因此建设中未产生水土流失危害。

2.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的规定、《水土保持方案报告书》以及监测任务的要求,为达到监测目的、完成监测任务,本监测工作采用了地面定点监测、调查监测、遥感监测、档案资料查阅和类比法、现场监测等6种监测方法。

2.5.1 地面定点监测

(1) 监测对象

地面定点监测主要对变电站区、塔基区、塔基施工区、牵张场区、跨越施工

区、施工道路区等重点地段的水土流失状况、危害和水土流失防治及效果进行动态监测。

(2) 地面定点监测方法

1) GPS、激光测距仪等仪器测量方法：对扰动面积变化情况测量。对所监测边坡，测定一定数量的控制点，组成独立的地貌形态坐标系，测出的临时堆土量、挖方量乃至流失量。同时还可测量水土保持措施工程量、扰动土地面积等。

2) 目测方法：通过巡视调查，对项目区地形地貌、地质土壤、地面组成物质、植被乃至水土流失状况及水土流失侵蚀模数、弃渣量等开展动态监测。

3) 样方调查：在各渣场顶面和坡面布置 1 个 5m×20m（宽×长）的样地，进行水土流失监测。根据各渣场大小，按不同坡度坡面及植被不同类型，在各渣场观测样地布置 2-3 组观测桩，布置的观测桩应在坡面上中下均匀布设，达到能从坡顶至坡底全面量测控制。在测量植被种类、生长情况和覆盖度等指标基础上，依据《土壤侵蚀分级分类标准》，还可以推算土壤侵蚀量。

4) 桩钉法：将直径 2-4cm、长 40-50cm 竹、木钎（竹、木钎通过油漆防腐处理），根据坡面面积，按一定距离（间距 1m 左右）分上中下、左中右纵横各 3 排、共 9 根布设。观测桩应沿坡面垂方向打入，桩顶与坡面齐平，并应在顶上涂上红漆，编号登记入册。另在每组观测桩附近做上明显记号，以便观测。通过观测桩顶与距地面高差，计算出土壤侵蚀的土层流失深度和土壤侵蚀量。

(5) 简易坡面量测法：主要适用于塔基边坡、道路边坡的土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面水土流失量的测定。在选定坡面，量测坡面的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，量测侵蚀沟体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀比例（50%~70%），计算水土流失量。

2.5.2 调查监测

(1) 调查监测对象

调查监测一是对工程建设扰动地表植被面积、占用和破坏水土保持设施数量、动用土石方量与调配情况、造成的水土流失面积和水土流失量、水土流失危害进行实地勘测、量测和统计；二是对水土保持设施实施的数量进行现场量测和统计，并调查各种水土保持措施的质量、稳定性和防治效果。

(2) 调查监测方法

1) 调查监测原则

①调查监测，采用实地勘测，对地形、地貌、水系的变化、建设过程中的水土流失等进行动态监测。

②各监测点应在工作底图上确定其位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度 GPS 定位仪确定其地面位置，并确定监测范围，设置固定标志。具体工作方法，按照 SL277-2002 水土保持技术规程-6 进行调查。数据处理时使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理，录入计算机等成册保存。

2) 调查监测方法

①对施工开挖、弃渣堆放进行调查，实地量测并查阅施工设计、监理文件，通过计算、分析确定建设过程中的挖填方量及弃土、弃渣量。

②林草的生长情况观测，在植物措施实施之后的进行。在措施实施的当年按 10m×10m 的样方地调查林草的成活率。对林草的生长状况主要调查苗木胸径、地径及林草结构、覆盖情况等。

林草植被恢复状况监测，应按不同类型实测地表、边坡、弃渣场顶面、坡面的植被结构、覆盖度及林草种类等，样方面积：草地 1-4 m²、灌木 25-100 m²，小于样方调查规定面积的地块按实际面积监测。采取随机抽样调查（30-50 株）的方式进行，主要调查林木生长情况等，方法同前。

具体方法：

a.林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定 20m×20m 的标准地，用皮尺将标准地划分为 5m×5m 的方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

b.灌木盖度的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

c.草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m×2m 的小样方，

测绳每 20cm 处用细针 ($\phi=2\text{mm}$) 做标记, 顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上, 从草的上方垂直插下, 针与草相接触即算有, 不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值, 即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值, 即为样方草地的盖度。

纳入计算的林地(或草地)面积, 其林地的郁闭度或草地的盖度取大于 20%。样方规格乔木林为 $10\text{m}\times 10\text{m}$, 草地为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。本次监测采用的 GPS 定位和 GIS 技术, 具有对监测对象的位置、边界准确定位的高精度特性, 可在实地调查基础上, 结合对地形图件和施工图件的综合分析, 提取建设项目占地面积、地表位置及变化情况的数据信息准确可靠。

③扰动土地面积和破坏水土保持设施数量的监测, 采用设计资料分析, 结合主体工程的施工与监理资料, 实地测量。调查统计工程扰动土地植被的面积和破坏占用水土保持设施的数量, 并分类统计。

④对新建的水土保持设施的数量进行调查统计, 并对其质量和运行情况进行监测, 应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料, 结合水土保持调查综合分析评价。

⑤调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边地区经济、社会发展的影响, 进行分析, 评价建设期水土保持措施的作用与效果。

⑥水土保持效益监测, 主要为水土保持设施的保土效益和拦渣效益等监测。保土效益测算应按 GB/T15774-1995《水土保持综合治理效益计算方法》规定进行; 拦渣效益根据拦渣工程实际拦渣量进行计算。

a. 水土保持防治措施效果监测

调查水土流失防治措施, 监测项目区水土流失防治措施的数量和质量, 如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度; 工程措施的工程量、稳定性、完好程度、运行情况和效果; 开耕地恢复面积和恢复质量情况等。

b. 水土流失防治六项指标

为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据, 监测结果应计算出工程的工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率等六项防治指标值。

⑦土壤侵蚀总体监测特征值的估计, 根据土地利用类型的样地数计算出不同

土地利用类型的面积成数,并根据成数和调查总体面积估计土地利用类型面积现状,再根据土地利用类型与土壤侵蚀的关系,最终计算出总体的土壤侵蚀特征值。

⑧新增水土流失量监测,采用沟蚀法进行监测,根据历年来表面冲沟深度及附近的淤积情况实地进行调查统计。

2.5.3 遥感监测

在监测区域采用遥感监测方法与实地调查方法相结合的方式水土保持监测,是为了更全面、准确的获取水土流失背景数据和建设过程中监测数据,如扰动土地面积、防治责任范围、水土保持工程量、弃土弃渣量等,而且能节省人力,缩短工作周期,提高成果精度,并且可实现项目区水土流失动态监测。

2.5.4 “3S”技术及无人机航拍监测

应用“3S”技术对项目区进行水土流失动态监测,遥感(RS)获取原始数据,具有周期性和视域广的特点,地理信息系统(GIS)具有强大的信息管理、处理和分析功能,全球定位系统(GPS)的高精度定位可以进行跟踪定点监测校核,三者结合满足了数据量大、高效、准确、周期性、动态监测的目的和要求,使项目区内与水土流失有关的大量信息得到统一管理,为防治水土流失和分析防治效益提供及时、可靠的依据。

对于重点区域,利用无人机航拍技术测定该区域扰动面积,对扰动面积进行复核,由专业人员测量,提供监测结果。

2.5.5 档案资料查阅

有关水土保持数据如防治责任范围、扰动土地面积、气象、土石方量、弃土弃渣量、水土保持工程量及实施进度等主要通过查阅档案资料的方式恢复、了解、掌握和分析,辅以调查监测。

2.5.6 现场监测

在项目建设区和直接影响区,分别对扰动土地面积、防治责任范围、水土流失现状及水土保持措施(植物措施、工程措施和临时措施)数量及其质量进行了现场监测。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

3.1.1.1 方案确定的防治责任范围

根据张审批字〔2018〕43号文批复的《张家口康保换流站配套500千伏输变电工程水土保持方案报告书(报批稿)》，张家口康保换流站配套500千伏输变电工程水土流失防治责任范围总面积13.32hm²，其中项目建设区面积为8.44hm²，直接影响区面积为4.88hm²。

本工程项目建设区占地面积为8.44hm²，其中永久占地1.50hm²，临时占地6.94hm²。工程永久性占地指变电站区、塔基区，根据可行性研究资料和本方案设计分析可知，本工程永久性占地面积为1.50hm²。施工临时性占地包括塔基施工区、牵张场、跨越施工区、简易道路和人抬道路。本工程施工临时性占地为6.94hm²。直接影响区是在建设过程中可能对建设区以外造成水土流失危害的地域。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。

表3-1 方案设计水土流失防治责任范围面积统计表 单位：hm²

项目组成		项目建设区	直接影响区	合计
康保500kV变电站扩建区		0.05		0.05
输电线路区	塔基区	1.45	0.91	2.35
	塔基施工区	2.07	1.07	3.14
	牵张场区	0.90	0.20	1.10
	跨越施工区	2.24	0.33	2.57
	汽运道路	1.18	1.18	2.35
	人抬道路	0.55	0.55	1.10
	拆迁安置区		0.66	0.66
合计		8.44	4.88	13.32

3.1.1.2 防治责任范围监测结果

根据征占地资料、现场调查监测结果，建设期水土流失防治责任范围包括工程建设的永久占地和临时占地等范围，是工程建设过程中直接造成扰动、损坏和不利影响的区域。在查阅分析项目征占地资料基础上，确定建设期实际扰动土地面积为8.62hm²。其中站点区扰动面积为0.05hm²，线路区扰动面积为8.57hm²。

其中永久占地面积 1.04hm², 临时占地面积 7.58hm²。工程实际扰动面积见表 3-2。

表 3-2 工程实际扰动面积 单位: hm²

项目组成		面积	占地性质
康保 500kV 变电站	扩建区	0.05	永久
输电线路区	塔基区	0.99	永久
	塔基施工区	5.36	临时
	牵张场	0.6	临时
	跨越施工区	0.46	临时
	施工道路	1.16	临时
	小计	8.57	
合计		8.62	

工程施工结束后, 施工区等临时占地复耕或土地整平后交还当地。项目运行期水土流失防治责任范围只包括工程永久占地。评估调查确定本项目运行期水土流失防治责任范围总面积 1.04hm², 为线路塔基区及变电站占地, 详见表 3-3。

表 3-3 运行期水土流失防治责任范围表 单位: hm²

项目组成		运行期防治责任范围
康保 500kV 变电站	扩建区	0.05
输电线路区	塔基区	0.99
合计		1.04

由于水土保持方案是在主体工程可行性研究阶段编制完成的, 与工程实际完成情况相比有一定的变化。表 3-4 为实际扰动范围与水土保持方案批复的防治责任范围对比表。

表 3-4 工程防治责任范围监测对比表 单位: hm²

项目区	方案设计防治责任范围			监测工程扰动范围			增减情况			
	项目建 设区	直接影 响区	合计	项目建 设区	直接影 响区	合计	项目建 设区	直接影 响区	合计	
康保 500kV 变电站	0.05	0	0.05	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	
输电线路 区	塔基区	1.45	0.91	2.35	0.99	0.00	0.99	-0.46	-0.91	-1.36
	塔基施工区	2.07	1.07	3.14	5.36	0.00	5.36	3.29	-1.07	2.22
	牵张场	0.9	0.2	1.10	0.60	0.00	0.60	-0.30	-0.20	-0.50
	跨越施工区	2.24	0.33	2.57	0.46	0.00	0.46	-1.78	-0.33	-2.11
	汽运道路	1.18	1.18	2.35	1.16	0.00	1.16	-0.02	-1.18	-1.19
	人抬道路	0.55	0.55	1.10	0.00	0.00	0.00	-0.55	-0.55	-1.10
	拆迁安置区		0.66	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.66	-0.66
小计	8.39	4.88	13.27	8.57	0.00	8.57	0.18	-4.88	-4.70	
合计	8.44	4.88	13.32	8.62	0.00	8.62	0.18	-4.88	-4.70	

从表 3-4 可以看出, 项目建设区水土保持方案批复的面积为 13.32hm², 实际

项目建设中扰动范围为 8.62hm^2 ，较水土保持方案批复防治责任范围面积减少了 4.70hm^2 。

本项目水土保持方案中面积尚未做到精确的勘测，面积是在图纸的基础上测算，因此与实际占地会有出入。后续工程实施中首先要取得土地用地许可，需进行详细的勘察和测量，因此比较精确，监测也以实际占地为准。经过查看工程现场、分析工程组成、并结合占地批复等，确定实际占地面积为 8.62hm^2 。

确定建设期防治责任范围为比方案批复防治责任范围减少了 4.70hm^2 。实际发生的扰动范围面积较方案设计的项目建设区面积增加了 0.18hm^2 。具体变动情况如下：

1) 方案设计塔基区占地面积为 1.45hm^2 ，施工图阶段线路优化调整，塔基由原来的 69 基减少到 62 基，工程施工过程中，根据现场复核和卫星影像资料复核，本工程塔基施工区共占地 0.99hm^2 ，较方案设计面积减少 0.46hm^2 。

2) 方案设计中塔基施工区占地面积为 2.07hm^2 ，工程施工过程中，塔基施工区占地面积根据实际扰动面积计列，根据现场复核和卫星影像资料复核，本工程塔基施工区共占地 5.36hm^2 ，较方案设计面积增加 3.29hm^2 。

3) 牵张场区根据工程实际占地情况，占地面积较方案设计减少 0.30hm^2 ，实际占地面积为 0.60hm^2 。

4) 跨越施工区、施工道路区主要根据工程施工现场的实际使用面积进行计列，较方案设计的项目建设区面积略有减少，减少到 10.03hm^2 ；减少面积为 2.35hm^2 。

5) 张北开关站站内改造面积为围墙内预留面积，其面积没有变化。

3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目于 2018 年 7 月开工，期间陆续开展不同塔基工程的施工，整个工程于 2019 年 11 月带电试运行，工程地面扰动结束。工程扰动土地面积随着施工进度发生变化，根据实地监测和调查统计分期扰动土地面积情况见表 3-5。

表 3-5 项目建设区土地面积动态监测结果表 单位: hm²

防治分区		实际扰动面积	2018年第3季度	2018年第4季度	2019年第1季度	2019年第2季度	2019年第3季度	2019年第4季度	2020年第1季度	2020年第2季度
			扰动面积	扰动面积	扰动面积	扰动面积	扰动面积	扰动面积	扰动面积	扰动面积
康保 500kV 变电站	扩建区	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05
输电线路区	塔基区	0.99	0.66	0.88	0.88	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	塔基施工区	5.36	3.75	4.86	4.86	5.36	5.36	5.36	5.36	5.36
	牵张场	0.60	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
	跨越施工区	0.46	0.00	0.00	0.00	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
	施工道路	1.16	0.84	1.06	1.06	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
	小计	8.57	5.25	6.80	6.80	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
合计		8.62	5.25	6.80	6.80	8.57	8.62	8.62	8.62	8.62

3.2 取土（石、料）监测结果

由于工程建设不涉及取土，因此水土保持方案及主体设计文件中未设计取土场，实际建设与设计方案一致，未产生取土场。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

本工程无弃方，余方均为线路塔基余方，全部堆填在塔基区进行平整，因此水土保持方案及主体设计文件中未设计弃渣场，实际建设与设计方案一致，未产生弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

本工程施工期总土石方量为 4.87 万 m³，其中挖方总量 2.58 万 m³、总填方量 2.29 万 m³，无外购方，余方 0.29 万 m³，就近堆存于各塔塔基处。表土挖方、填方分别为 0.31 万 m³。

各施工单元土石方量监测结果见表 3-6。

表 3-6 土石方情况统计表

单位：万 m³

项目组成		挖方			填方			余土		表土
		土石方	表土	小计	土石方	表土	小计	数量	去向	
康保 500kV 变电站间隔扩建工程		0.01		0.01	0.01		0.01		塔基堆存	
输电线路区	塔基区	1.55	0.31	1.86	1.26	0.31	1.57	0.29	塔基堆存	0.31
	塔基施工区	0.38		0.38	0.38		0.38			
	牵张场区	0.04		0.04	0.04		0.04			
	跨越施工区	0.04		0.04	0.04		0.04			
	施工道路区	0.25		0.25	0.25		0.25			
合计		2.27	0.31	2.58	1.98	0.31	2.29	0.29		0.31

4 水土流失防治措施监测

本工程建设实施过程中，建设单位注重生态保护，为最大限度减少因工程扰动新增水土流失，依据批复的项目水土保持方案报告书，结合输变电工程施工特点，同步建设了工程、植物、临时措施等水土保持措施。

根据监测结果统计，本工程完成了：工程措施：碎石压盖 200m²，土地整治 8.39hm²，表土剥离面积 1.03hm²，复耕面积 1.58hm²；植物措施：植被恢复面积 6.75hm²；临时措施：临时排水沟 473m，草袋土填筑、拆除 400m³，修筑泥浆池 12 座，防尘网苫盖 9280 m²，土工布覆盖 17710m²。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 方案设计水土保持工程措施

水土保持方案中设计的工程措施见表 4-1 中所列。

表 4-1 方案设计的水土保持工程措施

序号	防护措施	单位	数量
一	新建 500kV 输电线路防治区		
(一)	塔基区		
1	排水沟	m	116
1)	人工挖沟槽	m ³	140
2)	铺筑垫层	m ³	26.77
3)	浆砌石	m ³	77.18
2	土地整治	hm ²	1.26
3	复耕	hm ²	0.25
4	表土剥离	hm ²	1.26
1)	人工清理表层土	hm ²	1.26
2)	人工倒运土	m ³	3780
(二)	塔基施工区		
1	土地整治	hm ²	2.07
2	复耕	hm ²	0.41
(三)	牵张场		
1	土地整治	hm ²	0.9
2	复耕	hm ²	0.18
(四)	跨越施工区		
1	土地整治	hm ²	2.24

水土流失防治措施监测

序号	防护措施	单位	数量
2	复耕	hm ²	0.45
(五)	施工道路区		
1	土地整治	hm ²	1.73
2	复耕	hm ²	0.35
二	康保变电站扩建		
1	碎石压盖	m ²	200
2	土地整治	hm ²	0.02

4.1.2 实际实施的水土保持工程措施

根据监测结果，本工程累计碎石压盖 200m²，土地整治 8.39hm²，表土剥离面积 1.03hm²，复耕面积 1.58hm²；各防治分区水土保持工程措施详见表 4-2。

表 4-2 实际实施的水土保持工程措施工程量表

项目组成	防治区	措施	分项	单位	完成工程量	实施时间
康保变电站扩建区	站址区	碎石压盖	铺筑碎石	m ²	200	2019.7
		土地整治	人工平整	hm ²	0.02	2019.6-7
输电线路区	塔基区	土地整治	人工平整	hm ²	0.79	2018.11-2020.4
		复耕	全面整地	hm ²	0.23	2019.4-2020.4
		表土剥离	人工清理表层土	hm ²	1.03	2018.7-2019.5
			人工倒运土	m ³	3090	2018.9-2019.7
		塔基施工区	土地整治	人工平整	hm ²	5.36
	复耕		全面整地	hm ²	1.00	2019.4-2020.4
	牵张场	土地整治	人工平整	hm ²	0.6	2018.11-2020.4
		复耕	全面整地	hm ²	0	2019.4-2020.4
	跨越施工区	土地整治	人工平整	hm ²	0.46	2018.11-2020.4
		复耕	全面整地	hm ²	0	2019.4-2020.4
	施工道路区	土地整治	人工平整	hm ²	1.16	2018.11-2020.4
		复耕	全面整地	hm ²	0.23	2019.4-2020.4

4.1.3 工程措施完成情况对比

工程实施过程中基本按照方案编制情况完成了方案设计的水土保持措施，措施完成情况具体见表 4-3。

表 4-3 水土保持工程措施工程量对比变化表

项目组成	防治区	措施	分项	单位	方案设计 工程量	实际完成 工程量	工程量 对比
康保变电站	站址区	碎石压盖	铺筑碎石	m ²	200	200	0
		土地整治	人工平整	hm ²	0.02	0.02	0
输电线路区	塔基区	排水沟	排水沟	m	116	0	-116
			人工挖沟槽	m ³	140	0	-140
			铺筑垫层	m ³	26.77	0	-26.77
			浆砌石	m ³	77.18	0	-77.18
		土地整治	人工平整	hm ²	1.26	0.79	-0.47
		复耕	全面整地	hm ²	0.25	0.23	-0.02
		表土剥离	人工清理表层土	hm ²	1.26	1.03	-0.23
			人工倒运土	m ³	3780	390.00	-3390
	塔基施工区	土地整治	人工平整	hm ²	2.07	5.36	3.29
		复耕	全面整地	hm ²	0.41	1.00	0.59
	牵张场	土地整治	人工平整	hm ²	0.9	0.6	-0.3
		复耕	全面整地	hm ²	0.18	0	-0.18
	跨越施工区	土地整治	人工平整	hm ²	2.24	0.46	-1.78
		复耕	全面整地	hm ²	0.45	0	-0.45
	施工道路区	土地整治	人工平整	hm ²	1.73	1.16	-0.57
		复耕	全面整地	hm ²	0.35	0.23	-0.12

根据表 4-3 工程实际实施工程措施面积与原方案批复水土保持设计工程措施量对比，变化分析如下。

塔基区水土保持工程包括排水、土地整治、复耕和表土剥离等，由于工程占地面积减少其相应的工程措施土地整治、复耕和表土剥离的工程量减少，另外由于塔基微地貌均为平原，无汇水面积，无聚集排水，排水沟在设计阶段取消，排水措施没有实施。

牵张场区和跨越施工区水土保持工程包括土地整治、复耕。此区域扰动实际用面积较方案设计占地面积减少其相应的土地整治、复耕面积的工程量也有所减少。

施工道路区水土保持工程包括土地整治、复耕。方案估算此区域占地面积较大，实际占地面积较水土保持方案设计减少，相应的土地整治减少、复耕的工程

量也有所减少。

康保变电站站址水土保持工程为碎石压盖和土地平整,站内改造面积没有变化,实施工程量没有变化。

牵张场区和跨越施工区占地类型为草地,恢复措施为植物措施,未复耕。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 方案设计水土保持植物措施

水土保持方案中根据不同分区的水土流失特点,设计了相应的水土保持植物措施,以防止水土流失、保持水土。方案设计措施量如表 4-4 所列。

表 4-4 方案设计水土保持植物措施工程量汇总表

序号	防护措施	单位	数量
一	新建 500kV 输电线路防治区		
(一)	塔基区		
1	白羊草	kg	101
	全面整地	hm ²	1.01
	散播草籽	hm ²	1.01
(二)	塔基施工区		
1	杨树	株	448
	穴状整地	个	439
	苗木栽植	株	439
2	国槐	株	448
	穴状整地	个	439
	苗木栽植	株	439
3	柠条	株	3943
	穴状整地	个	3866
	苗木栽植	株	3866
4	白羊草	kg	87
	全面整地	hm ²	0.87
	散播草籽	hm ²	0.87
(三)	牵张场		
1	柠条	株	3264
	穴状整地	个	3200
	苗木栽植	株	3200
2	白羊草	kg	72
	全面整地	hm ²	0.72

水土流失防治措施监测

	撒播草籽	hm ²	0.72
(四)	跨越施工区		
1	杨树	株	963
	穴状整地	个	944
	苗木栽植	株	944
2	国槐	株	963
	穴状整地	个	944
	苗木栽植	株	944
3	柠条	株	4261
	穴状整地	个	4177
	苗木栽植	株	4177
4	白羊草	kg	94
	全面整地	hm ²	0.94
	散播草籽	hm ²	0.94
(五)	施工道路区		
1	柠条	株	6256
	穴状整地	个	6133
	苗木栽植	株	6133
2	白羊草	kg	138
	全面整地	hm ²	1.38
	散播草籽	hm ²	1.38

4.2.2 实际实施的水土保持植物措施

根据监测统计，项目区共完成变电站区植被恢复 6.75hm²；塔基区植被恢复面积 0.56hm²；塔基施工区植被恢复面积 4.34hm²；牵张场区植被恢复面积 0.6hm²；跨越施工区植被恢复面积 0.46hm²；施工道路区植被恢复面积 0.79hm²。详情见表 4-5。

表 4-5 植物措施完成情况表

项目组成	措施	分项	单位	完成数量	完成时间	
输电线路	塔基区	植被恢复	混合草籽	kg	56	2019.5-2020.6
			全面整地	hm ²	0.56	2019.5-2020.6
			撒播草籽	hm ²	0.56	2019.5-2020.6
	塔基施工区	撒播草籽	混合草籽	kg	434	2019.5-2020.6
			全面整地	hm ²	4.34	2019.5-2020.6
			散播草籽	hm ²	4.34	2019.5-2020.6
		栽植灌木	柠条	株	4600	2019.5-2020.6
			穴状整地	个	4600	2019.5-2020.6
			苗木栽植	株	4600	2019.5-2020.6

水土流失防治措施监测

	牵张场	植被恢复	混合草籽	kg	60	2019.5-2020.6
			全面整地	hm ²	0.6	2019.5-2020.6
			撒播草籽	hm ²	0.6	2019.5-2020.6
	跨越施工区	植被恢复	混合草籽	kg	46	2019.5-2020.6
			全面整地	hm ²	0.46	2019.5-2020.6
			散播草籽	hm ²	0.46	2019.5-2020.6
	施工道路区	植被恢复	混合草籽	kg	79	2019.5-2020.6
			全面整地	hm ²	0.79	2019.5-2020.6
			撒播草籽	hm ²	0.79	2019.5-2020.6
		栽植灌木	柠条	株	2300	2019.5-2020.6
			穴状整地	个	2300	2019.5-2020.6
			苗木栽植	株	2300	2019.5-2020.6

4.2.3 植物措施完成情况对比

工程实施过程中基本按照方案编制情况完成了方案设计的水土保持措施，措施完成情况对比具体见表 4-6。

表 4-6 水土保持植物措施工程量对比变化表

项目组成		措施	分项	单位	方案设计 工程量	实际完成 工程量	工程量 对比
输电 线路	塔基区	植被恢复					
		1	白羊草	kg	106.05	56	-50.05
			全面整地	hm ²	1.01	0.56	-0.45
			撒播草籽	hm ²	1.01	0.56	-0.45
	塔基施工区	植被恢复					
		1	杨树	株	470		-470
			穴状整地	个	461		-461
			苗木栽植	株	461		-461
		2	国槐	株	470		-470
			穴状整地	个	461		-461
			苗木栽植	株	461		-461
		3	柠条	株	4140	2300	-1840
			穴状整地	个	4059	2300	-1759
			苗木栽植	株	4059	2300	-1759
		4	白羊草	kg	91.35	434	342.65
			全面整地	hm ²	0.87	4.34	3.47
			撒播草籽	hm ²	0.87	4.34	3.47
	牵张场	植被恢复					
		1	柠条	株	3427		-3427
			穴状整地	个	3360		-3360
		苗木栽植	株	3360		-3360	
	2	白羊草	kg	75.6	60	-15.6	

水土流失防治措施监测

		全面整地	hm ²	0.72	0.6	-0.12	
		撒播草籽	hm ²	0.72	0.6	-0.12	
跨越施工区	植被恢复						
	1	杨树	株	1011		-1011	
		穴状整地	个	991		-991	
		苗木栽植	株	991		-991	
		2	国槐	株	1011		-1011
			穴状整地	个	991		-991
			苗木栽植	株	991		-991
		3	柠条	株	4474		-4474
			穴状整地	个	4386		-4386
			苗木栽植	株	4386		-4386
		4	白羊草	kg	98.7	46	-52.7
			全面整地	hm ²	0.94	0.46	-0.48
				散播草籽	hm ²	0.94	0.46
施工道路区	植被恢复						
	1	柠条	株	6568	3500	-3068	
		穴状整地	个	6440	3500	-3040	
		苗木栽植	株	6440	3500	-3040	
	2	白羊草	kg	144.9	79	-65.9	
		全面整地	hm ²	1.38	0.79	-0.59	
		撒播草籽	hm ²	1.38	0.79	-0.59	

根据表4-6工程实际实施植物措施面积与原方案批复水土保持设计植物措施量对比，变化分析如下。

输电线路区施工结束后恢复迹地，占地类型为草地的撒播草籽进行绿化，占地类型为林地的在撒播草籽的基础上栽植灌木进行绿化。植物措施面积主要是依据防治分区面积的大小。在塔基区、牵张场区、跨越施工区和施工道路区完成植被恢复面积较方案设计植物措施面积减少；由于塔基永久占地电网相关规范不容许栽植乔木，临时占地面积为当地百姓自己的地，不允许栽植乔木，故植被恢复已灌草措施为主。塔基施工区由于占地面积较方案设计增加，绿化措施面积增加。

另外由于牵张场区和跨越施工区占地避免了林地，其占地类型为荒草地，为了保证与周边植被一致，植被恢复措施仅为撒播草籽没有栽植灌木。

4.3 临时防治措施监测结果

4.3.1 方案设计水土保持临时措施

方案设计水土保持临时措施工程量详见表 4-7。

表 4-7 方案设计临时措施工程量

序号	防护措施	单位	数量	调整系数	估算工程量
一	新建 500kV 输电线路防治区				
(一)	塔基区				
1	泥浆池	座	8	1.00	8
1)	挖土方	m ³	58	1.12	64.96
2)	铺土工布	m ²	118	1.00	118
(二)	塔基施工区				
1	土工布	m ²	6900	1.00	6900
2	堆土拦挡				
	草袋装土填筑	m ³	978	1.12	1095
	草袋装土拆除	m ³	978	1.12	1095
3	防尘网苫盖	m ²	13800	1.00	13800
(三)	牵张场				
1	土工布覆盖	m ²	3000	1.00	3000
(四)	跨越施工区				
1	土工布	m ²	7467	1.00	7467
(五)	施工道路区				
1	临时排水沟	m	2352	1.00	2352
	土方开挖	m ³	494	1.12	553.28
	土工布	m ²	2937	1.00	2937.00
二	康保变电站扩建				
1	防尘网苫盖	m ²	350	1.00	350

4.3.2 实际实施的水土保持临时措施

根据监测统计,工程建设过程中实施完成的临时措施为:站址区防尘网苫盖 280m²;塔基区沉淀池 12 个;塔基施工区堆土拦挡 400m³,防尘网苫盖 9000m²,土工布覆盖 11600 m²;牵张场区土工布覆盖 1850m²;跨越施工区土工布覆盖 4260m²;施工道路区临时排水沟 473m。

表 4-8 水土保持临时措施工程完成情况表

项目组成	防治区	措施	分项	单位	完成数量	实施时间	
康保变电站扩建	站址区	防尘网苫盖		m ²	280	2019.5-7	
输电线路	塔基区	泥浆池	泥浆池	座	12	2018.7-2019.7	
			人工挖土方	m ³	150	2018.7-2019.7	
	塔基施工区	土工布覆盖	堆土拦挡	草袋土填筑	m ³	400	2018.7-2019.11
				草袋土拆除	m ³	400	2018.7-2019.11
				防尘网苫盖	m ²	9000	2018.7-2019.11
				牵张场	土工布覆盖	m ²	1850
	跨越施工区	土工布覆盖	m ²	4260	2018.7-2019.11		
	施工道路区	临时排水沟	排水沟长	m	473	2018.7-2019.11	
			人工挖沟槽	m ³	111.27	2018.7-2019.11	
			土工布	m ²	590.65	2018.7-2019.11	

4.3.3 临时措施完成情况对比

工程实施过程中基本按照方案编制情况完成了方案设计的水土保持措施,措施完成情况具体见表 4-9。

表 4-9 水土保持临时措施工程量对比变化表

项目组成	防治区	措施	分项	单位	方案设计工程量	实际完成数量	对比
康保变电站扩建	站址区	防尘网苫盖		m ²	350	280	-70
输电线路	塔基区	泥浆池	泥浆池	座	8	12	5
			土工布覆盖	m ²	6900	11600	4700
	塔基施工区	堆土拦挡	草袋土填筑	m ³	1095	400	-695
			草袋土拆除	m ³	1095	400	-695
			防尘网苫盖	m ²	13800	9000	-4800
	牵张场	土工布覆盖	m ²	3000	1850	-1150	
	跨越施工区	土工布覆盖	m ²	7467	4260	-3207	
	施工道路区	临时排水沟	排水沟长	m	2352	473	-1879
			人工挖沟槽	m ³	553.28	111.27	-442.01
			土工布	m ²	2937	590.65	-2346.35

由于本工程临时措施与方案设计临时措施相比,水土保持临时措施实际实施与水土保持方案设计相比略有变化。

编织袋装土临时挡墙、临时排水沟、防尘网苫盖面积与方案相比较都有所减少。主要原因为后续路径优化,临时堆土量减少,且合理控制了土方堆高,防尘

网苫盖措施、草袋土临时防护措施量相应减少；

通过合理安排施工工期，尽量缩短临时土方堆置时间，并尽量避开雨季，基面基本不会形成径流冲刷，临时排水沟措施量相应减少；

泥浆池增加是由于线路中灌注桩基础的塔基由原来设计的 8 座变为 12 座，泥浆池数量也有相应的变化；

牵张场、跨越施工区等需要土工布覆盖保护地表植被不被碾压的施工区域占地面积减少，但塔基施工区由于占地面积增加，土工布覆盖面积增加，相应的土工布覆盖临时防护措施量增加。

4.4 水土保持措施防治效果

在方案批复和工程开工后，对照批复的水土保持方案报告书，在工程施工中逐步实施了具有水土保持功能的工程。主要已实施完成包括碎石压盖 200m²，土地整治 8.39hm²，表土剥离面积 1.03hm²，复耕面积 1.58hm²；植被恢复面积 6.75hm²；临时排水沟 473m，草袋土填筑、拆除 400m³，修筑泥浆池 12 座，防尘网苫盖 9280 m²，土工布覆盖 17710m²。

根据目前各项水土保持设施的运行情况看，通过各项水土保持治理措施实施、不断整改、完善，各项水土保持措施基本落实，水土保持措施布局合理，取得了较好的水土保持效果，起到了防治水土流失的作用，综合防治效益初步显现。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

监测汇总统计，工程建设期内水土流失面积主要发生在线路区，线路区扰动时间长，水土流失面积达 8.62hm²，具体情况见表 5-1。

表 5-1 施工期各工程分区水土流失面积监测结果 单位: hm²

防治分区		实际扰动面积	水土流失面积							
			2018年 第3季 度	2018年 第4季 度	2019年 第1季 度	2019年 第2季 度	2019年 第3季 度	2019年 第4季 度	2020年 第1季 度	2020年 第2季 度
康保 500kV 变电站扩建区		0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	0.02
输电线路区	塔基区	0.99	0.10	0.30	0.40	0.50	0.69	0.99	0.79	0.79
	塔基施工区	5.36	0.54	1.61	2.14	2.68	4.82	5.36	5.36	5.36
	牵张场	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.60	0.60	0.60
	跨越施工区	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.46	0.46	0.46
	施工道路	1.16	0.12	0.35	0.46	0.58	1.16	1.16	1.16	1.16
	小计	8.57	0.76	2.26	3.00	3.76	7.09	8.57	8.37	8.37
合计		8.62	0.76	2.26	3.00	3.76	7.11	8.62	8.39	8.39

5.2 土壤流失量

本工程水土流失量监测主要采取简易坡面量测法（侵蚀沟样方法）进行。简易坡面量测法主要用于暂不扰动的土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面土壤侵蚀量的测定，具体做法为在选定的坡面上根据地形坡度及物质组成等情况布设样方，每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，计算侵蚀沟的体积，通过面蚀与沟蚀的比例关系，推求监测区的土壤侵蚀模数。

5.2.1 施工期土壤侵蚀模数

根据施工扰动面、挖填边坡及临时堆土区水土流失情况布设监测点位，其中施工扰动面监测点位选择塔基区。

表 5-2 施工扰动面水土流失监测情况表

编号	监测点	位置	扰动期侵蚀模数	恢复期侵蚀模数
1	变电站区	康保 500kV 变电站西南侧	2784	982
2	塔基区	G7 塔基	3369	983
3	塔基施工区	G19 号塔基	4275	980
4	塔基区	G52 塔基	4363	983
5	牵张场	G24 塔基附近	3419	984
6	施工便道	G45 塔基附近	3238	979

5.2.2 水土流失量

根据各阶段施工扰动面积、临时堆土面积及开挖坡面的动态变化,通过计算,本工程水土流失总量 220.43t。各年度水土流失量统计见表 5-3。

表 5-3 水土流失量统计表

防治分区		实际扰动面积	2018 年第 3 季度		2018 年第 4 季度		2019 年第 1 季度		2019 年第 2 季度		2019 年第 3 季度		2019 年第 4 季度		2020 年第 1 季度		2020 年第 2 季度	
			水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)	水土流失面积	侵蚀量 (t)
康保 500kV 变电站	扩建区	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.02	0.13	0.02	0.13	0.02	0.05
输电线路区	塔基区	0.99	0.10	0.84	0.30	2.53	0.40	3.37	0.50	4.21	0.69	5.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
	塔基施工区	5.36	0.54	5.77	1.61	17.21	2.14	22.87	2.68	28.64	4.82	51.51	5.36	55.95	5.36	55.95	5.36	13.13
	牵张场	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	2.62	0.60	6.39	0.60	6.39	0.60	1.47
	跨越施工区	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	1.54	0.46	3.82	0.46	3.82	0.46	1.13
	施工道路	1.16	0.12	0.97	0.35	2.83	0.46	3.72	0.58	4.70	1.16	9.39	1.16	9.10	1.16	9.10	1.16	2.84
	小计	8.57	0.76	7.58	2.26	22.57	3.00	29.96	3.76	37.55	7.09	70.87	8.37	76.05	8.37	76.05	8.37	19.41
合计		8.62	0.76	7.58	2.26	22.57	3.00	29.96	3.76	37.55	7.11	71.01	8.39	76.18	8.39	76.18	8.39	19.46

5.2.3 各阶段水土流失量分析

通过分析，本工程 2019 年二季度和三季度水土流失量最大，因该时期施工全面展开，地表扰动面积及临时堆土量较大。植被恢复期水土流失量较少。伴随着临时堆土的全部回填，建筑物及地表硬化面积的增加及坡面防护措施及绿化措施的逐步实施，后期水土流失量逐步减小。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程施工过程中，不涉及取土，与方案设计中一致，因此工程建设中未产生取土场、取料场。本工程无弃方，余方均为线路塔基余方，全部堆填在塔基区进行平整，因此水土保持方案及主体设计文件中未设计弃渣场，实际建设与设计方案一致，未产生弃渣场。因此，未发生因取料、取土、弃渣而产生的水土流失。

5.4 水土流失危害

在本项目水土保持监测过程中，项目区未出现山体崩塌、滑坡、泥石流等大型地质灾害，工程扰动也未对当地水土流失造成大规模的影响。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比。扰动土地是指生产建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆置用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积是指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物面积。

项目区施工扰动的土地面积为 8.62hm²。通过各项水土保持措施，共计完成治理面积 8.58hm²，其中完成植物措施 6.75hm²，工程措施 0.02hm²；工程建筑物、场地道路硬化等 0.23hm²。项目区平均扰动土地整治率为 99.54%。

计算情况详见表 6-1。

表 6-1 各防治分区扰动土地治理情况表 单位: hm²

序号	项目区	扰动面积	水保措施面积				永久建(构)筑物	防治面积	扰动土地整治率(%)
			林草措施	工程措施	复耕面积	合计			
1	康保变电站扩建	0.05	0	0.02	0	0.02	0.03	0.05	100.00
2	塔基区	0.99	0.56	0	0.23	0.79	0.20	0.99	100.00
3	塔基施工区	5.36	4.34	0	1.00	5.34	0	5.34	99.63
4	牵张场	0.60	0.60	0	0	0.60	0	0.60	100.00
5	跨越施工区	0.46	0.46	0	0	0.46	0	0.46	100.00
6	施工道路区	1.16	0.79	0	0.35	1.14	0	1.14	98.28
	合计	8.62	6.75	0.02	1.58	8.35	0.23	8.58	99.54

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度是指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。项目在施工中采取相应的水土保持工程防护措施，同时实施植物措施，加强林草植被建设，使水土流失得到一定程度控制。经监测单位核定，各防治分区内实际扰动土地范围除去建(构)筑物占地、道路和场地硬化面积，经调查核实，共计完成水土流失治理面积 8.35hm²，水土流失面积为 8.39hm²，工程水土流失总治理度为 99.52%。

计算情况详见表6-2。

表 6-2 各防治分区水土保持流失治理情况表 单位: hm^2

序号	项目区	扰动面积	水保措施面积				永久建(构)筑物	防治面积	水土流失面积	水土流失总治理度(%)
			林草措施	工程措施	复耕面积	合计				
1	康保变电站扩建	0.05	0	0.02	0	0.02	0.03	0.05	0.02	100.00
2	塔基区	0.99	0.56	0	0.23	0.79	0.2	0.99	0.79	100.00
3	塔基施工区	5.36	4.34	0	1.00	5.34	0	5.34	5.36	99.63
4	牵张场	0.60	0.60	0	0	0.60	0	0.60	0.60	100.00
5	跨越施工区	0.46	0.46	0	0	0.46	0	0.46	0.46	100.00
6	施工道路区	1.16	0.79	0	0.35	1.14	0	1.14	1.16	98.28
	合计	8.62	6.75	0.02	1.58	8.35	0.23	8.58	8.39	99.52

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

项目区施工期间的临时堆土采取了防护措施,项目存在少量余土,在施工结束后置于塔基下,无弃渣场。工程平均拦渣率为 99%。

6.4 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)及项目水土保持方案报告书相关内容,项目区容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,根据土壤流失量监测结果,通过水土流失治理后项目建设区内平均单位面积土壤流失量为 $980\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,项目建设区年度土壤流失控制比为 1.02,达到水土保持方案设计的要求。

6.5 林草植被恢复率

项目区扰动土地面积为 8.62hm^2 ,除去建筑物及硬化面积、工程措施用地面积,剩余可绿化面积为 6.79hm^2 ,项目实施植物措施面积为 6.75hm^2 ,经计算得出林草植被恢复率为 99.41%。

计算过程详见表 6-3。

表 6-3 项目区林草植被恢复率和林草覆盖率计算表 单位: hm²

项目区		可绿化面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	占地面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
康保 500kV 变电站		0	0	0.05	/	0.00
输电线路	塔基区	0.56	0.56	0.99	100.00	56.57
	塔基施工区	4.36	4.34	5.36	99.54	80.97
	牵张场	0.6	0.6	0.6	100.00	100.00
	跨越施工区	0.46	0.46	0.46	100.00	100.00
	施工道路	0.81	0.79	1.16	97.53	68.10
	小计	6.79	6.75	8.57	99.41	78.76
合计		6.79	6.75	8.62	99.41	78.31

6.6 林草覆盖率

项目区扰动土地面积为 8.62hm², 除去建筑物及硬化面积、工程措施用地面积, 项目实施植物措施面积为 6.75hm², 经计算得出林草覆盖率为 78.31%。林草覆盖率计算过程详见上表。

根据以上水土流失防治指标计算, 本项目六项防治指标均达到了方案设计的目标值, 各项水土保持措施达到实施效果。项目水土流失防治指标对比汇总表如下。

表 6-4 水土保持防治指标汇总表

评价指标		方案目标值	实际值	评价结论
1	扰动土地整治率 (%)	95	99.54	达标
2	水土流失总治理度 (%)	95	99.52	达标
3	土壤流失控制比	1	1.02	达标
4	林草植被恢复率 (%)	97	99.41	达标
5	林草覆盖率 (%)	25	78.31	达标
6	拦渣率 (%)	95	99	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

工程对完善区域电网结构等起着重要作用，作为生产建设项目，建设过程中不可避免地产生了水土流失，尤其是土建阶段。本次监测采取现场实地调查监测、定点监测、类比法、档案资料查阅等综合手段和方法对工程水土保持开展的动态监测，监测成果反映本工程造成的水土流失随着工程建设的推进逐步得到减弱。工程建设的土建集中期，水土流失重点区域水土流失强度也较强，随着组塔和架线工作开始，土建工程内容的减少以及完工，并伴随着已实施水土保持措施效果的发挥，项目区大多数区域水土流失基本得到了控制，目前土壤侵蚀模数已降至 $980t/(km^2.a)$ 。

本工程施工期总土石方量为 4.87 万 m^3 ，其中挖方总量 2.58 万 m^3 、总填方量 2.29 万 m^3 ，无外购方，余方 0.29 万 m^3 ，就近堆存于各塔塔基处。表土挖方、填方分别为 0.31 万 m^3 。工程建设中最大化地利用了挖方，减少了借方量。在施工过程中，有效地做到了文明施工，将施工中的扰动范围尽量缩小，施工期间水土流失面积控制在 $8.62hm^2$ ，并严格控制对周边的影响，未产生直接影响区。

7.2 水土保持措施评价

在工程施工过程中，以批复的水土保持方案为基本指导，根据主体工程调整和建设情况先后实施了线路区土地平整、复耕和绿化、站区碎石压盖等水土保持工程。已建设完成的水土保持植物措施实施得当，草、树种选择合理、适宜性好，草、灌木、乔木成活率、覆盖率较高，对保护和美化当地的生态环境起到了积极的作用。

7.3 存在问题及建议

工程建设过程中，建设单位对水土保持工作较为重视，基本按照“三同时”制度开展本工程水土保持工作，工程建设前，依法编报了水土保持方案报告书并取得水行政主管部门的批复，建设过程中建设了水土保持工程，对保持项目区水土资源、保护生态环境起到了积极作用。由于施工结束时在冬季，导致植物绿化

措施晚于主体工程在春季适合播种的季节才实施，略有滞后，但其工程措施实施也能够有效的防治水土流失。

本工程目前处于试运行阶段，各区域水土流失得到了有效控制，在后续工作中需加强完善工程措施和植物措施，加强水土保持措施实施的监督管理，确保相应措施按质按量完成，将土壤侵蚀模数控制在土壤容许流失量之内。

7.4 综合结论

本工程水土保持措施总体布局合理，完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，项目区生态环境得到根本改善，水土流失得到有效控制。经过各项水土保持工程实施，项目区扰动土地整治率达 99.54%，水土流失总治理度达 99.52%，林草植被恢复率达 99.41%，林草覆盖率达 78.31%，拦渣率 99%，土壤流失控制比 1.02，工程建设引起的水土流失得到有效控制，各项水土流失防治指标基本达到批复方案的防治目标。经试运行，未发现重大质量缺陷，水土保持工程运行情况基本良好，基本上达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，待进一步完善工程措施和植物措施后可满足国家对开发建设项目水土保持的要求。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 监测分区及监测点布设图
- (3) 监测影像资料

8.2 有关资料

- (1) 张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程立项核准文件
- (2) 张家口康保换流站配套 500kV 输变电工程水土保持方案批复文件