

# 哈密—河南(郑州)特高压直流工程 水土流失防治经验

郑树海

(国家电网公司 直流建设分公司,北京 100052)

[关键词] 水土流失;防治经验;哈密—河南(郑州)特高压直流工程

[摘要] 以哈密—河南(郑州)±800 kV 特高压直流工程为例,从设计、建设管控、水土保持技术服务直到施工等各个环节分析了水土流失防治经验。自始至终将构建水土流失防治体系、实现水土流失防治目标作为建设管理重点,是保证水土保持措施落到实处和取得明显效果的关键。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] C [文章编号] 1000-0941(2018)01-0020-03

哈密—河南(郑州)±800 kV 特高压直流工程是国家电网公司自主设计和建设的第三个特高压直流输电工程,旨在实现全国范围内能源和电力资源的优化配置。工程沿线地貌形态多样,气候、土壤、植被、土壤侵蚀及其他自然条件差异较大,建设过程中的土石方开挖、堆放等易对地表形成扰动和破坏,若无有效的水土保持措施,在降雨和风力作用下,将产生新的水土流失。基于此,工程建设中,从设计、建设管控、水土保持技术服务直到施工等各个环节,高度重视水土保持工作,将构建水土流失防治体系、实现水土流失防治目标作为建设管理重点,取得了较好的防治效果。

## 1 工程概况

哈密—河南(郑州)±800 kV 特高压直流工程西起新疆维吾尔自治区哈密市境内的哈密换流站,止于河南省郑州市中牟县境内的郑州换流站,途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南 6 省(区),包括新建哈密换流站和郑州换流站、岌岌台接地极和陈家接地极、直流输电线路 2 192.6 km、换流站至接地极输电线路 106.6 km。工程总投资 160 多亿元,于 2012 年 5 月 13 日开工,2014 年 1 月 27 日投入试运行。

工程由西北向东南依次经过西北戈壁荒漠区、风沙区、西北黄土高原区和北方土石山区。项目区侵蚀类型及强度由西北向东南依次为中度风力侵蚀<sup>[1]</sup>,中度风力-水力复合侵蚀,强烈水力侵蚀和轻度水力侵蚀。西北戈壁荒漠区、风沙区和西北黄土高原区容许土壤流失量为 1 000 t/(km<sup>2</sup>·a),北方土石山区中太行山地区及黄淮海平原区容许土壤流失量为 200 t/(km<sup>2</sup>·a)。

## 2 水土流失防治经验

### 2.1 水土流失防治体系构建起步于设计阶段

水土保持方案编制阶段,基于不同地貌类型区水土流失特点,对主体工程设计中已列水土保持措施进行分析评价,有针对性地补充完善工程措施、植物措施和临时措施,形成较为完善的水土流失防治体系。后续设计阶段,通过调整换流站内大型电气设备与建筑物的排列方式,优化站内交流滤波器场电气设备布置形式减少占地面积,采用先进降噪措施降低噪声影响等优化措施,使郑州换流站仅占地 16.38 hm<sup>2</sup>,是目前换流站中占地最少的;输电线路塔基基础设计尽量采取掏挖类基础和灌注桩基础,山地塔基大量采用高低腿设计,施工采用索道运输建筑材料和塔材,采用飞艇和无人机放线等施工工艺达到减少土石方开挖和占地的目的。与此同时,对水土保持方案中的水土流失防治体系进一步优化调整,分层落实责任,为建设过程中水土流失防治措施落到实处奠定基础。

### 2.2 水土流失防治管控贯穿始终

工程建设期间,建立了由国家电网公司统领,国网直流建设管理部门牵头,以各省(区)电力公司为主导,业主、水土保持监理、水土保持监测、施工项目部为重点的四级水土流失防治管控体系。定期召开会议,及时协调解决建设过程中出现的问题,为水土保持措施的落实起到了重要的保障作用。

### 2.3 充分发挥水土保持技术服务单位支撑作用

建设期间,共委托水土保持监理单位 13 家、监测单位 6 家、验收技术评估单位 2 家,三方从各自专业角度对扰动土地面积、水土保持工作进度、措施质量、水

土流失情况、水土保持投资、防治效果等进行监控,针对存在问题及时提出整改意见,对保障水土流失防治措施有效实施起到了重要支撑作用。

#### 2.4 创新水土流失防治模式

施工过程中,大量采用先进技术,创新水土流失防治模式,在减少土石方挖填方量、减少扰动土地面积、缩短工期等方面发挥明显作用。①戈壁碎石土地基掏挖基础技术。传统的戈壁滩输电线路建设多采用钢筋混凝土基础方式,材料消耗量大,防治不当则易形成风蚀,造成严重的水土流失;工程首次采用戈壁碎石土地基掏挖基础技术,充分利用戈壁区的碎石土具有的良好抗剪性能,既减少了土石方挖填量,又减轻了对原地貌和植被的扰动破坏。②黄土丘陵区冲挖锥掏挖技术。传统方法开挖6 m以下的基础坑需要6~7人用洋镐开挖7天,不仅耗时长而且坑下作业安全隐患大<sup>[2]</sup>。采用适宜黄土丘陵区施工的轻型掏挖基础工具冲挖锥后,3.5 h就可以高质量地完成一个深度12 m的基础坑。③架设索道技术。以往山区依靠骡马运输80 t的铁塔塔材需40多天<sup>[3]</sup>,而用索道1天就能运输材料20 t,还能减少扰动土地面积。同时,根据索道架设的经验,国家电网公司完成了《架空线路货运索道施工工艺导则》技术标准,为以后的索道架设提供了统一、规范的方法。④无人机放线技术。以往在架设牵引线时,采用人工肩扛牵引线,贴地牵引,线路沿线走廊内的地表及植被受到严重扰动<sup>[4]</sup>。大量采用无人机放线技术后,提高了导引绳展放精准度,减少甚至免除砍伐放线通道上的植被,有效减少临时占地。具体方法是:在机身下悬挂一平衡重物,导引绳连接其上,在地面展放机械的配合下牵引飞过塔位,由塔上人员借助导杆将导引绳放入牵引滑车槽内,再用导引绳牵引,通过相与相间渡绳等操作,最后用牵引绳牵放导线。⑤在国内首次采用一次同步布放6条子导线施工新技术,普遍采用了平臂抱杆组塔、动力伞或无人机不落地展放导引绳、挂胶放线滑车、偏心走板、导线金具保护措施等创新技术和工艺,大幅缩短了工期,减少了土地扰动面积。从主体开工到双极全压解锁,有效工期仅17个月,比同为±800 kV的向家坝—上海特高压直流输电示范工程、锦屏—苏南特高压直流输电工程的工期分别提前了8个月和1个月。

#### 2.5 因地制宜配置水土流失防治措施

工程建设过程中,考虑到工程线路长、经过区域水土流失类型复杂等特点,针对不同立地类型因地制宜地采取了相应的水土流失防治措施,不同类型区实施的水土流失防治典型措施见表1。

表1 不同类型区水土流失防治典型措施

类型区	水土流失防治典型措施
戈壁荒漠区	施工前:集中地表碎石 施工结束:筛选大粒径碎石压盖临时占地区
风沙区	采取塑料或草方格沙障治理塔基施工临时占地区
黄土丘陵区	工程措施:挡土墙、护坡和排水沟 植物措施:撒播草籽
平原区	施工过程中:采取覆盖、拦挡、排水等临时措施 施工结束:复耕

#### 2.6 水土流失防治效果

水土流失防治措施选择得当、布局合理,既保证了主体工程的安全,又实现了防治水土流失、改善扰动区域生态环境的目的,工程实际完成水土保持投资11 044.96万元,具体工程量见表2。各项水土流失防治指标超过了水土保持方案确定的目标值,扰动土地整治率97.38%、水土流失总治理度98.56%、拦渣率98.77%、土壤流失控制比1.03、林草植被恢复率96.01%、林草覆盖率14.07%。

表2 水土流失防治措施工程量

水土流失防治措施	工程量
排水沟(m)	26 571.00
挡土墙(m <sup>3</sup> )	43 610.49
护坡(m <sup>3</sup> )	701.90
塑料及草方格沙障(hm <sup>2</sup> )	7.49
碎石压盖(hm <sup>2</sup> )	182.50
土地整治(hm <sup>2</sup> )	419.47
复耕(hm <sup>2</sup> )	65.10
集雨池(座)	2
撒播草籽(hm <sup>2</sup> )	71.40
栽植乔灌(hm <sup>2</sup> )	1.75

### 3 结语与讨论

(1)工程建设中,从设计、建设管控、水土保持技术服务直到施工等各个环节,自始至终高度重视水土保持工作,将构建水土流失防治体系、实现水土流失防治目标作为建设管理重点,是保证水土保持措施落到实处并取得明显效果的关键,这种水土流失防治经验可供其他生产建设项目借鉴和参考。

(2)撒播草种具有简单易行、见效快等特点,适宜在扰动范围小的塔基区、牵张场等实施,但局部存在出苗率低、地表土易流失等现象,今后需要尽可能选择适宜当地生长的草种,并同步实施多草种混播、地表苫盖等措施,以充分发挥水土保持措施的功能和作用。

(3)特高压直流工程具有线路长、跨越省(区)多、沿线地形复杂多样、水土保持设施管理维护难度大的特点,后期管理维护需要进一步明确责任、落实专项经费、加大巡查力度,及时修复损毁的水土保持设施,以确保其持续发挥效益。

(4)在今后类似工程建设过程中,仍需要进一步

# TBS 技术在严寒地区边坡防护中的应用

铁朝虎<sup>1</sup>,洪彰华<sup>1,2</sup>,左亚西<sup>1</sup>,党超军<sup>1</sup>

(1.中国三峡建设管理有限公司,四川 成都 610041; 2.武汉大学 水利水电学院,湖北 武汉 430072)

[关键词] TBS 技术;严寒地区;边坡防护;基材配置;植物种选择

[摘要] 为了探索严寒地区边坡生物防护模式,将厚层基材(TBS)技术引入呼和浩特抽水蓄能电站边坡生物防护治理工程中,以此实例介绍了TBS工艺流程及寒冷地区边坡防护植物的选择,对绿化后的植被生长情况进行了跟踪调查。结果表明,只要合理选择防护物种和初期进行认真养护,TBS工艺在严寒地区边坡生物防护中完全可以达到预期效果。

[中图分类号] S157 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2018)01-0022-03

## 1 项目区概况

呼和浩特抽水蓄能电站(以下简称“呼蓄电站”)是内蒙古自治区建设的第一座大型水电项目,位于呼和浩特市东北部,距离呼和浩特市20 km。呼蓄电站所在地属中温带季风性半干旱气候区,具有冬长夏短、寒暑变化急剧的特征,冬季漫长且严寒,可长达5个月。据呼和浩特市气象局、武川县气象局实测资料统计,当地年平均气温6.5℃,极端最低气温-37.0℃,冻土期长达5个月;年降水量300~400 mm,降水量较少且季节分配极不均匀,主要集中在夏季,6—9月降水量约占年降水量的70%以上,冬季降水极少,尤其是1、2、12月降水量一般都在10 mm以下,且降水量年际变化很大;受气温和风力的影响,春、夏季蒸发量大,冬季蒸发量小,且蒸发量远大于流域降水量<sup>[1]</sup>。当地土壤类型较丰富,共有土类11个、亚类20个,其中灰色森林土有机质含量较高,是电站上水库区的主要土壤类型,灰褐土有机质含量低,是电站地下系统区及下水库区的主要土壤类型。

优化水土保持措施和工程量设计,充分考虑实施措施的针对性、可行性和经济性,以期用较小的投入获得较大的水土保持效益。

### [参考文献]

- [1] 王白春,刘雅丽,舒怡,等.新时期西北黄土高原区水土流失防治思路[J].中国水土保持,2016(9):16-18.  
[2] 尹亚坤.黄土丘陵沟壑区水土保持生态系统效益评价[J].人民黄河,2013(2):67-69.

呼蓄电站安装单机容量300 MW机组4台,总装机容量1 200 MW,电站平均水头521 m,于2010年4月主体工程开工,2014年11月第一台机组发电,2015年7月4台机组全部投产发电。施工期间,因施工占地、开挖量大,对原地貌、植被影响或破坏较强烈,水土流失严重,开挖和占压土地的面积即扰动地表面积共371.46 hm<sup>2</sup>,包括永久征地200.85 hm<sup>2</sup>、临时占地170.61 hm<sup>2</sup>。扰动部位主要包括枢纽区、渣场区、料场区、施工公路区、施工营地场地区、水库淹没影响区和移民安置区等<sup>[2]</sup>。考虑到工程所处的地理位置(大青山自然保护区内),以及坡面开挖后,面层在自然气候作用下存在风蚀和崩塌的可能,极易形成水土流失,对道路安全、施工区及周边生态环境带来严重影响,决定在水土保持工程措施和一般植物措施的基础上,引入TBS技术进行边坡防护。呼蓄电站拟实施TBS(Thick-layer base material spraying)措施区域边坡较陡,坡度在1:0.5~1:2之间,局部1:0.25,边坡高度基本在15~90 m,主要为施工区道路边坡,部分边坡全部为裸露岩石,部分较缓边坡有泥杂石松散覆盖层。

- [3] 景立新.光伏发电项目水土保持措施体系设计与实施方案[J].中国水土保持,2016(11):42-43.  
[4] 刘刚,申义贤,裴华,等.输变电工程水土保持措施设计探讨[J].中国水土保持,2011(11):20-22.

[作者简介] 郑树海(1973—),男,河北蔚县人,高级工程师,从事水土保持与环境保护等管理工作。

[收稿日期] 2017-08-10

(责任编辑 孙占锋)