

# 抽水蓄能电站水土保持措施设计

王 静, 张 翼, 杨 凯

(中国电建集团 华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122)

[关键词] 抽水蓄能电站; 水土保持措施; 设计

[摘要] 近年来, 我国抽水蓄能电站发展迅速, 截至 2017 年 5 月, 我国已成为世界上抽水蓄能电站装机容量最大的国家。然而, 随着抽水蓄能电站规模的日益增大, 其施工过程中带来的水土流失问题也日益突出, 若不妥善防治, 不仅对周边生态环境、景观和水系等产生不利影响, 而且会影响建成后电站旅游业的发展。针对抽水蓄能电站的水土流失问题, 在分析抽水蓄能电站水土流失特点及危害的基础上, 提出水土保持措施设计思路, 并对不同的防治分区分别制定了有针对性的水土保持措施, 以期达到防治水土流失的目的。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] C [文章编号] 1000-0941(2018)01-0017-03

抽水蓄能电站是利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库, 在电力负荷高峰期再放水至下水库发电的水电站, 又称蓄能式水电站。它具有调峰填谷、调频、事故备用、调压(调相)等多种功能, 在电力系统中发挥着重要的作用, 可配合风电、核电等电源并网运行, 亦可作为受端负荷中心的支撑电源<sup>[1]</sup>。近年来我国抽水蓄能电站发展迅速, 截至 2017 年 5 月, 抽水蓄能电站装机容量已达到 2 773 万 kW, 在建机组 3 095 万 kW, 此外处于可研(预可研)阶段项目规模近 5 000 万 kW, 我国已成为世界上抽水蓄能电站装机容量最大的国家。然而, 随着抽水蓄能电站规模的日益增大, 其施工过程中带来的水土流失问题也日益突出, 若不妥善防治, 不仅对周边生态环境、景观、水系等带来较大的不利影响, 而且会影响建成后电站旅游业的发展。因此, 做好抽水蓄能电站的水土保持措施设计显得尤为重要和迫切, 此项工作也越来越得到建设单位的高度重视。

## 1 抽水蓄能电站水土流失特点及危害

抽水蓄能电站为点型开发建设项目, 一般由上水库、下水库、输水系统、泄洪建筑物、厂房、开关站、水库淹没区、永久道路、临时道路、料场、弃渣场、中转料场、表土堆存场、施工生产生活区、移民安置及专项设施复建区等组成, 具有占地面积大、土石方挖填数量多、弃渣量大、工期长、投资多等特点。此外, 电站一般选择在生态环境较好的区域布置, 有的甚至就建在风景旅游区, 电站建成后即可融入景区, 成为当地重要的旅游

资源。

抽水蓄能电站扰动面积大, 土石方挖填数量多, 其开挖、填筑、机械碾压、车辆运输、弃渣堆放等一系列施工活动破坏地表, 改变原有地形地貌, 使地表原有的水土保持功能大大降低或丧失; 电站开挖、填筑、临时堆置等形成的裸露面及高陡边坡, 在降雨、风力和重力等外力作用下产生的水土流失, 对周边环境、自然景观、水系行洪及水质、后期旅游业发展等产生不利影响, 甚至可能造成滑塌, 影响工程安全; 电站弃渣、中转料和表土等在堆置过程中, 若不采取防护措施或防护不当, 则极易造成水土流失, 甚至引起边坡失稳, 对堆放场地下游可能造成严重影响。

## 2 抽水蓄能电站水土保持措施设计思路

首先, 根据抽水蓄能电站的工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性和水土流失影响等, 遵照分区原则及分区方法进行水土流失防治分区, 一般分为枢纽工程区、交通设施区、料场区、弃渣场及中转料场区、施工生产生活区和移民安置区。同时, 根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB 50434—2008)确定水土流失防治等级和制定防治目标。其次, 在对工程现场及周边同类工程充分调研的基础上, 结合工程平面布置和施工方法、工艺, 分析各防治分区水土流失特点及产生水土流失的环节。最后, 对各防治分区制定有针对性的水土保持措施, 重点做好弃渣场和交通设施区的防护措施设计, 以期达到水土流失防治目标要求。

### 3 抽水蓄能电站水土保持措施设计

#### 3.1 枢纽工程区

枢纽工程区一般包括水库大坝、库盆、输水系统、泄水建筑物、厂房和开关站、水库淹没区等,该区水土流失环节主要集中在库周、大坝、隧洞、泄水建筑物、厂房及开关站等的开挖填筑活动。

为保护表土资源,施工前须对表土进行剥离并集中堆置至表土堆存场进行防护,表土层的厚度一般为 20~40 cm,具体剥离厚度通过土壤调查确定,一般耕地和园地剥离厚度较大,林草地剥离厚度较小,耕地和园地的表土必须剥离,林草地的表土剥离量建议根据工程所需回覆量确定。其余防治区均须采取表土剥离措施,剥离方式与之相同,后面不再赘述。

为防止边坡上游汇水冲刷坡面,考虑沿库岸、坝肩、坝坡、洞口、厂房及开关站等边坡边界外侧布设截水沟拦截、导排;对坡面采用喷混、锚杆支护、混凝土网格植草护坡等防护手段,边坡较高时,分级布置马道,马道内侧设置排水沟,排水沟两端与截水沟相接,最终汇入周边自然水系。

考虑到抽水蓄能电站建成后大多兼有旅游观光功能,进行水土保持措施设计时要在充分考虑水土保持功能的基础上,兼顾景观美化的要求。因此,对大坝坝肩、库周、洞口等硬质边坡实施边坡绿化措施,边坡绿化措施类型众多,一般采用生态护坡和马道种植槽绿化等形式。

#### 3.2 交通设施区

交通设施区一般包括永久道路和临时道路。其中永久道路主要为电站运行期还继续使用的道路,如上下库连接道路、至开关站道路等;临时道路仅为施工期使用,完工后不再继续使用,如施工道路、至弃渣场道路、至表土堆存场道路等。该区水土流失环节主要集中在道路施工开挖填筑活动,尤其是下边坡,如不规范作业,极易溜渣挂渣,产生的水土流失将对下游生态环境造成不利影响,甚至影响人民生命财产安全。交通设施区是抽水蓄能电站水土流失重点防治区域之一。

对于永久道路,考虑在路堑边坡及隧道洞脸边坡边界外侧设置截水沟,以排导路堑边坡和隧道洞脸边坡上游来水;在路堑边坡坡脚设置排水边沟、在路堤边坡坡脚设置排水沟,以排导路堑、路堤边坡及路面汇水,各截排水设施通过涵洞与道路两侧现有水系形成完整的排水系统;在道路路肩栽植行道树进行绿化,路堑和路堤边坡在采取挡墙、边坡防护等措施的基础上,

对相对较缓的边坡实施生态护坡措施,如 TBS 生态护坡、拱形骨架植草护坡等。此外,由于抽水蓄能电站一般位于山区,道路所处地形一般较陡,施工过程中不可避免会造成土石渣顺坡滚落,不仅压埋下边坡植被,也可能产生大量水土流失。因此,道路施工前,要对局部高陡边坡脚实施临时拦挡措施,施工期间不定期清除下边坡堆积的土石渣。

对于临时道路,为防治施工过程中产生的水土流失,与永久道路一样也要在施工期间设置截排水沟、边坡防护、下边坡拦挡及浮渣清除等措施,但防护标准可低于永久道路。此外,临时道路使用完毕后要要进行土地整治,按原有土地利用类型进行迹地恢复后交还地方。

#### 3.3 料场区

料场区水土流失环节主要集中在料场开采期间。为防止上游来水冲刷施工作业面,考虑在料场开采边界外侧设置截水沟;为排导坡面自身汇水,考虑在开挖坡面马道内侧设置排水沟,排水沟两端与边坡截水沟相接,最终汇入周边自然水系。在料场开采结束后,在确保开挖边坡稳定的基础上,对料场平台、马道及开挖坡面进行清理和修整,并实施绿化措施,以保持水土和改善生态环境,如平台种乔灌木、坡面生态护坡等。当料场位于库周时,位于水库正常蓄水位以下的开挖边坡和平台蓄水后将被淹没,可不采取植物措施。

#### 3.4 弃渣场及中转料场区

弃渣场及中转料场区一般包括弃渣场、中转料场和表土堆存场,水土流失环节主要为弃渣、中转料和表土堆置活动,该区也是抽水蓄能电站水土流失重点防治区域之一。受所处的地理条件限制,抽水蓄能电站工程弃渣综合利用的可行性较小,一般就近设置弃渣场堆置。此外,根据施工需要,应就近设置中转料场和表土堆存场临时堆置开挖利用料和表土剥离料。

该区水土保持措施设计前须对各堆放场进行选址,特别是弃渣场,在满足堆渣容量的基础上,选址还须符合相关规程规范规定,不得违反强制性条文规定。一般弃渣场选址应遵循以下原则:不得影响周边公共设施、工业企业、居民点等安全;涉及河道的,应符合治导规划及防洪行洪的规定,不得在河道、湖泊管理范围内设置;禁止在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设;避免设置在高等级公路两侧可视范围、自然保护区、一级或二级水源保护区、风景名胜区内等敏感区域内;不得在不良地质区域布设,等等。

选址完成后,在渣体稳定性满足规定要求的基础上按“先挡(排)后弃”的原则进行水土保持措施设计,主要包括拦挡、截排水、沉沙和植被恢复措施。拦挡工程布设于堆渣坡脚,截排水工程布置于渣场顶部及两侧(如截水沟或排水渠)、马道内侧(如马道排水沟)及渣场底部(如盲沟)。拦挡和截排水工程设计标准参照《水电建设项目水土保持方案技术规范》《水利水电工程水土保持技术规范》和《水土保持工程设计规范》等要求,并结合渣场堆渣实际确定,设计的挡墙稳定性须满足要求,设计的截排水工程过流能力须满足设计洪峰流量要求。当上游沟水流量较大时,需要增加沟水处理措施,如拦挡坝+排导洞。沉沙池布设于截排水沟末端,按《水土保持综合治理技术规范 小型蓄排引水工程》和《水利水电工程沉沙池设计规范》,并参考《灌溉与排水工程设计规范》等进行设计,可兼作蓄水池。弃渣堆置结束后,进行土地整治和迹地恢复,库内渣场因蓄水后被淹没不需要恢复植被。

中转料场和表土堆存场设计思路同弃渣场,但因其施工后期将被利用,不永久堆置,其防护标准一般低于弃渣场。另外,表土堆存场临时堆置表土时间较长,堆放期间一般采取撒播草籽临时绿化措施。

### 3.5 施工生产生活区

施工生产生活区包括永久场地和临时场地,其中永久场地一般包括管理用房、业主营地、永久设备库等,临时场地包括承包商营地、施工工厂及仓库、加工系统及施工风、水、电系统等。水土流失环节主要为各场地开挖填筑、碾压等施工活动,主要呈点状分散分布在工程区内,水土保持措施制定时,宜按各场地所处地形地貌特点采取有针对性的防护措施。对于填筑边坡,宜在坡脚设置挡墙进行拦挡;对于上游有一定汇水面积的施工场地,为防止汇水对施工场地的冲刷,在各场地边坡边界外侧设置截水沟截流、排导,截水沟设计时应扣除已由交通设施区、枢纽区等截排水工程排导分流的部分汇水;在施工场地内布置场内排水沟,以排导场内汇水,防止场地积水;截排水沟出口设置沉沙池。为减少各坡面水土流失,在保证边坡稳定的基础上,应尽可能采取生态护坡措施。此外,对于永久场地及承包商营地,结合电站整体景观规划,按园林绿化标准进行绿化,一般采用栽植乔灌木结合片植花卉和铺植草皮的方式。工程结束后,永久场地继续保留使用,临时场地拆除临建设施,按原有土地利用类型进行迹

地恢复。

### 3.6 移民安置区

移民安置区包括生活安置、生产安置和专项设施复建区。该区水土流失环节主要为各分项工程开挖填筑活动,特别是复建道路区,是防治的重点。

抽水蓄能电站生活安置和生产安置一般采用一次性货币补偿方式,不需要采取相应水土保持措施,但当采用集中安置方式时,则需要根据生活安置和生产安置所处具体位置采取相应水土保持措施,一般包括拦挡、排水和绿化等措施。

对于专项设施复建区,重点对复建道路做好防护措施设计,一般采取排水、边坡绿化、下边坡临时拦挡等措施;对因修建道路新增的弃渣场采取拦挡、排水、绿化等防护措施,措施设计同弃渣场;对因修建道路新增的表土堆存场和施工场地采取临时拦挡、排水及迹地恢复措施。供水、供电、通信等施工活动扰动较小,一般采取临时覆盖及迹地恢复措施即可。

## 4 结语及建议

(1)鉴于抽水蓄能电站所处地理位置的特殊性及建成后的旅游功能,在进行水土保持措施设计时需要充分考虑景观绿化要求,提高防治标准。

(2)表土作为珍贵资源必须加强保护,施工前须进行表土剥离,设置专门的表土堆存场进行堆置,堆置过程中做好防护,施工后期作为绿化覆土。

(3)交通设施区和弃渣场是抽水蓄能电站水土流失重点防治区域,特别是弃渣场的选址及防护是重中之重,渣场所选位置要在满足容量的基础上,进行充分论证,确保渣体堆置稳定,且不得违背弃渣场选址强制性条款规定和不得违反敏感区域相关法律法规规定,措施设计标准须满足相关规程规范规定。

### [参考文献]

[1] 程路,白建华.新时期中国抽水蓄能电站发展定位及前景展望[J].中国电力,2013(11):155-156.

[作者简介] 王静(1979—),女,湖北宜昌市人,高级工程师,硕士,长期从事水土保持方案编制、水土保持规划、水土保持设计、水土保持监测及验收评估等工作。

[收稿日期] 2017-06-10

(责任编辑 孙占锋)