

# 浅谈广西桂平航运枢纽水电站扩机工程关键技术问题及对策措施

梁 惠

广西桂禹工程咨询有限公司 广西 南宁 530023

【摘 要】桂平航运枢纽水电站扩机工程紧邻原有建筑物,需在不影响枢纽通航与维持发电效益的前提下施工,不仅涉及拟建建筑物的结构安全与稳定,更需慎重考虑施工对紧邻枢纽建筑物的影响。本文主要对扩机工程 2 个关键技术问题及对策措施进行简要分析。

【关键词】扩机工程;边坡开挖及基础处理;施工导流;对策措施

桂平航运枢纽是郁江干流综合利用规划开发方案中的最下游梯级,是以航运为主兼顾发电的综合利用工程,工程等级为 等,电站现状装机容量 46.5MW。为充分利用水能并兼顾机组检修需要,拟在左岸进行电站技改扩建,扩机后电站总装机容量 71.5MW。原枢纽沿坝轴线从左到右依次布置:左岸重力坝(闸门检修间段)、沉井重力坝、溢流坝、河床式厂房、右岸支墩坝和悬臂式挡土墙,升压站、绝缘油库和机修车间分别布置在右坝端的平台上。扩机工程采用左岸增大机方案,工程布置采用下游厂房扩机方案,即考虑拆除原枢纽左岸重力坝闸门检修间部分的坝体,新建进水渠穿坝段,改建闸门检修间,在溢流坝下游护坦末端左岸新建厂房。副厂房布置在厂房主机间的下游侧,安装间在副厂房的上部,扩建部分主要由进水渠、厂房、尾水渠及护坡等建筑物组成。扩机工程应满足在不影响枢纽通航与维持发电效益的前提下施工,施工期运行水位高;且扩机工程结构设计不仅涉及拟建建筑物的结构安全与稳定,更需慎重考虑拟建建筑物基础施工时对毗邻枢纽建筑物的影响。本文主要对扩机工程 2 个关键技术问题及对策措施进行简要分析。

## 1 边坡开挖及基础处理问题

扩机工程主要建筑物由上游到下游有:进水渠、厂房及副厂房、安装间、尾水渠,工程区的水工建筑物均涉及边坡开挖问题。扩机工程拟拆除左岸重力坝(闸门检修间段),工程区左岸为原枢纽沉井重力坝段、在建防洪堤和拟建市政交通道路,右侧与原枢纽溢流坝消力池导墙相接,边坡开挖支护措施是以不破坏已建工程、不影响待建工程为前提的条件下进行的。根据扩机厂房结构布置,基坑开挖深度大于 20m,基础开挖施工时,(1)基岩应力将会重分布,对基坑高边坡抗滑稳定将产生不利影响;(2)受原有建筑物的影响,基坑开挖对原有紧邻建筑物形成临空面并对基坑高边坡抗滑稳定产生不利影响;(3)受现状地质条件的制约,当设计开挖的基坑边坡比陡于地质建议值时,土质基坑边坡

容易失稳,基岩有节理裂隙、泥岩夹层及串珠状溶隙,岩质边坡存在崩塌及掉块问题,且下伏基岩中的泥岩夹层力学性状较差,失水后极易崩解,导致其抗剪强度及承载力急速衰减,对边坡稳定和地基完整性均不利,需及时做好泥岩夹层的覆盖及保水工作;(4)受通航水位与发电水头的限制,施工期运行水位较高,地下水位亦较高,对基坑的防渗以及高边坡抗滑稳定也将产生不利影响。因此,边坡开挖及基础处理是本工程能够顺利实施的关键问题。

由于场地限制,无法按地质建议的开挖坡比进行放坡开挖,为确保施工期和运行期边坡、厂房以及邻近建筑物的安全,在开挖过程中需采取必要的支护措施。根据结构布置、边坡条件、施工条件等,拟对边坡开挖进行分段处理:(1)进水渠坝前段土质边坡:进水渠坝前段位于库区内,需进行水下开挖,拟采用“桩锚”支护,桩顶以上边坡维持原状。支护桩采用混凝土咬合灌注桩,桩顶冠梁布设一排预应力锚索。(2)进水渠坝后段土质边坡:进水渠坝后段及厂房左岸坡可在围堰保护下干地施工,拟采用“桩锚”支护措施。支护排桩采用混凝土咬合灌注桩,咬合灌注桩桩顶设混凝土冠梁并设置腰梁,于腰梁处各布置一排预应力锚索。“桩锚”支护措施桩顶以上边坡按原坡比进行加固,减少了对边坡的扰动;先支护再开挖,降低了开挖过程的风险,施工安全性较高;工期可以安排在汛期就展开施工,可提前施工桩基,与开挖支护的施工期错开,工期上较为灵活,总工期较短;但抗滑桩桩身高度较高,桩顶有堤防及市政道路及民居,位移控制严格,施工难度略高。(3)岩质边坡:受地形条件限制,厂房基坑岩石边坡采用垂直开挖的方式。根据地质条件,拟采用“预应力锚索+系统锚杆”的支护措施。即先在 20m 高程的岩石开挖层采用预应力锚索锁口,然后对岩质边坡采用垂直分层开挖方式。每层开挖后,立即喷射细石混凝土;并挂钢筋网,布设 M30 砂浆系统锚杆。

为减小基础渗漏,防止渗漏水对建筑物基础产生不利影响,同时降低基底渗透压力,拟采用水泥帷幕灌浆对基

础进行防渗处理。帷幕灌浆轴线沿左岸重力坝改建段的右边墙布置,直至进水渠右导墙下游,与厂房的帷幕线相接后,再沿厂房左侧边墙至接头坝帷幕线后,最后至左岸端头,灌浆孔单排布置,孔距 1.5m,帷幕灌浆伸入到透水率 5Lu 的相对隔水层以下不小于 5m。同时,为了满足新建段进水渠右导墙的防渗要求,该段进水渠右导墙也设置一段帷幕灌浆。帷幕灌浆从厂房的帷幕线向外延伸,并折向下游。帷幕灌浆施工在底板浇筑 3m 厚度以上形成压重后进行。

由于场区范围内弱风化层及局部微风化层裂隙及溶隙较为发育,设计考虑采取固结灌浆进行处理,改善基础的承载力条件。固结灌浆孔的孔、排距采用 3m,梅花型布置,灌浆深度至破碎带下限。固结灌浆施工在基础混凝土浇筑 2m 厚以后进行。

## 2 施工导流问题

扩机厂房厂址左侧为在建防洪堤及拟建市政交通道路、居民小区,右侧为原枢纽溢流泄洪区,故施工受到一定的约束,如进场道路布置困难,出渣困难,基础开挖受原有建筑物的影响,不能进行大面积爆破。施工组织设计应满足在不影响枢纽通航与维持发电效益的前提下施工,受枢纽通航水位发电水头的限制,围堰挡水水头高、工程量大、施工难度大。

针对施工导流问题,拟采用分期围堰导流方式,先利用原有大坝作为上游横向围堰,再分期设置纵、横向土石围堰,实现先建完主体工程再拆坝修建进水渠的两期导流方

式。一期导流:上游围堰利用原有坝段,下游围堰利用原枢纽混凝土纵向围堰结合新建土石横向围堰形成挡水基坑,创造干地施工条件,兼做基坑出渣道路,主要完成二期混凝土纵向围堰浇筑、二期土石横向围堰填筑、并进行发电厂房边坡、基坑开挖支护施工与基础部位浇筑施工。鉴于一期围堰挡水时段较短,结合施工强度分析,导流标准采用枯水期 5 年一遇。二期导流:利用一期时段修建的二期围堰与原有大坝作为上游围堰形成封闭挡水基坑,主要完成除进水渠段的主体工程施工工作。二期围堰保护发电厂房基坑内混凝土浇筑施工,发电厂房混凝土浇筑施工是本工程施工关键线路的重点项目,若厂房基坑过水,势必影响发电工期,造成较大经济损失,但若要保证厂房基坑全年施工,围堰需建很高,投资较大。为了确保施工工期,尽早发挥工程效益,同时确保围堰结构安全及工程投资相对合理,施工导流标准采用枯水期 5 年一遇,在枯水期结束前完成厂房 32.50m 以下混凝土浇筑,后续厂房混凝土浇筑施工可全年进行。分期围堰导流方式减少了导流工程对原枢纽建筑物的扰动,降低施工难度,减少临时工程工期,且不占用河床,对枢纽行洪无影响,无需进行行洪影响安全分析。

## 3 结束语

本文提出的 2 个关键技术问题及对策措施,为桂平航运枢纽扩机工程边坡开挖及基础处理、施工导流提供相互论证依据,同时为同类工程设计、施工提供参考。

## 【参考文献】

- [1] 梁志坚、梁惠、张威等. 广西桂平航运枢纽水电站扩机工程初步设计报告 [R]. 广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院, 2018.
- [2] SL266-2014, 水电站厂房设计规范 [S].
- [3] SL386-2007, 水利水电工程边坡设计规范 [S].
- [4] SL303-2017, 水利水电工程施工组织设计规范 [S].

## 【作者简介】

梁惠(出生年月 1987.06), 性别:女,籍贯:广西融安,身份证号码:4522271987\*\*\*\*0042,研究方向为:水利水电工程