

刚果(金)ZONGOII水电站项目首部阀室的稳定性技术报告

栗雪

中国水利水电第一工程局有限公司

DOI:10.32629/btr.v2i4.2019

[摘要] ZONGOII水电站是中国进出口银行,利用中国资金,采用中国标准在刚果(金)建设的一座引水发电式电站,然而在项目执行过程中,刚方电力公司参考已建成的水电站的设计形式,指令我方在调压井后压力管道上平段末端增设首部阀室,以便于刚方的技术人员能够用其熟悉的检修惯例进行电站机组及蝶阀的检修运维。本文旨在符合中国标准的基础上,结合刚方业主的需求,论证增设阀室工程的稳定性分析。

[关键词] ZONGOII水电站; 阀室工程; 稳定性分析

1 工程概况

ZONGOII水电站工程位于刚果(金)下刚果省境内。工程区介于南纬 $4^{\circ}46'16''\sim 4^{\circ}46'46''$ 、东经 $14^{\circ}52'02''\sim 14^{\circ}53'40''$ 之间,海拔高程200m~500m。印基西河为刚果河下游左岸的一级支流,发源于安哥拉北部,自南向北流入刚果(金)境内。

ZONGOII水电站主要任务是发电。工程主要由首部拦河坝、引水发电系统、岸边式地面厂房三部分组成。工程利用印基西河下游约5km河段的河道天然落差,开挖隧洞集中水头引水发电。电站安装3台混流式水轮发电机组,单机容量50MW,总装机容量150MW。

首部阀室从调压井经上压力平洞、钢岔管与之连接,压力平洞长度约为275m;钢岔管型式为非对称Y形分岔结构,段长26m,分岔角为 45° ,中心高程301.700m;阀室处设有平台,平台高程为297.800m,阀室后为高边坡,边坡自然坡度上缓下陡,后边坡设置四层马道。阀室后接压力斜井段、下平洞段。

2 工程地质

2.1 地形地貌

阀室后边坡共分5级开挖,设4级马道及阀室平台。第一级边坡开挖高程为297.6~339.0m,坡比1:1.5,设马道及排水沟,马道宽5m,坡面喷混凝土保护;第二级边坡开挖高程为339.~329.0m,坡比1:1.2,设马道及排水沟,马道宽3m,坡面喷混凝土保护;第三级边坡开挖高程为329.0~319.0m,坡比1:1.2,设马道及排水沟,马道宽3m,坡面喷混凝土保护;第四级边坡开挖高程为319.0~309.0m,坡比1:1.2,设马道及排水沟,马道宽3m,坡面喷混凝土保护;第五级边坡开挖高程为309.0~297.6m,坡比1:1.0,设排水沟,到阀室平台。

2.2 地层岩性

检修阀室后边坡岩性分为3部分,从上到下依次为:①第四系全新统坡残积(Q4d1+e1)砂质粘土,褐红色,稍湿,硬塑。底部30~50cm为砾质土,杂色,干~稍湿,稍密。砾石含量约为70%,成分主要为砂岩,粒径0.5~6cm,次棱角状;②上元古界(Pt3a)全风化长石石英砂岩,紫红色,中细粒结构,呈砂状。分布于一级马道与四级马道之间,分布高程为347~308m;③上元古界(Pt3a)强风化长石石英砂岩,紫红色,中细

粒结构,厚层状,岩体完整性较差,呈散体结构。分布于四级马道、阀室平台及上平洞出口位置。

检修阀室及镇墩建基面地层岩性为上元古界(Pt3a)长石石英砂岩,紫红色,中细粒结构,大部分呈全风化状,局部呈强风化状。

2.3 地质构造

检修阀室后边坡主要为全风化长石石英砂岩,构造较为简单,层面、构造裂隙不清晰,呈砂状。阀室及镇墩建基面岩体为长石石英砂岩,大部分呈全风化状,局部呈强风化状。阀室部位岩层产状为:NE 10° NW $\angle 14^{\circ}$;主要发育3组裂隙:①NE 35° ~ 50° SE $\angle 83^{\circ}$;②NE 15° SE或NW $\angle 14^{\circ}$ ~ 16° (层面裂隙);③NW 340° NE $\angle 68^{\circ}$ 。

2.4 水文地质

阀室后边坡、阀室平台及阀室、镇墩建基面在开挖过程中岩(土)体呈干燥状,无地下水出露。从上平洞及压力斜井出水点的位置和高程推断,阀室部位地下水位低于阀室建基面高程,地下水位高程推测从上游向下游为304~280m。

阀室边坡以IV类岩体为主,局部存在V类岩体。阀室及镇墩建基面为IV类岩体。

3 阀室布置

3.1 阀室平台布置

阀室平台位于厂房上游侧,平台高程为297.800m。阀室平台上建筑物包括钢岔管镇墩、压力钢管下弯段镇墩、技术供水池、进场公路等。阀室上游侧为压力钢管,下接压力斜井。阀室主体、阀室用变压器室两部分分别作为一个单体设计,功能合理布置紧凑。技术供水池在阀室平台的右下方尺寸为 $55.6\text{m}\times 12.1\text{m}\times 5.1\text{m}$ (长 \times 宽 \times 高)。

3.2 阀室内部布置

首部阀室为单层框架结构,总长46.1m,宽11m,高23.8m。内部配三台蝶阀,蝶阀直径4m,作用水头54m。安装一台75/20t的单小车桥式起重机,桥机跨度为9m。右侧为阀室用变压器室,宽度与蝶阀室相同,高度约7.9m。阀室上游侧与钢岔管刚性连接,下游侧设有伸缩节并与压力斜井相连。

3.3 阀室整体稳定及地基应力分析

由闸室的布置图可知, 闸室上游设置镇墩。经过计算镇墩自身满足稳定要求, 故在水平方向不再考虑水平水压力。在不受水平水压力的情况下, 闸室水平方向只受风荷载和蝶阀的水平分力均很小, 故本计算没有考虑闸室抗倾覆稳定。

闸室稳定计算是根据 SL266-2001《水电站厂房设计规范》的要求, 且以室整体作为计算对象, 进行研究。

3.3.1 稳定分析控制标准

(1) 抗滑及抗浮稳定控制标准。对于岩基上水电站建筑物的抗滑稳定及抗浮稳定安全系数应满足下表的要求。

表1 抗滑抗浮稳定安全系数

荷载组合	稳定类别	
	抗滑稳定系数	抗浮稳定系数
基本组合	3.0	1.5
特殊组合	2.5	1.1

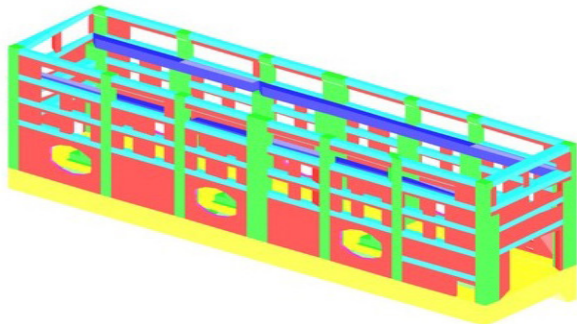
(2) 地面上的法向应力控制标准。岩基上建筑物地基面上的法向应力用材料力学法计算时, 应符合下列要求: ①建筑物地基面上所承受的最大法向应力不应超过地基允许承载力。②建筑物地基面上所承受的最小法向应力(计入扬压力)应满足条件: 大于零。

3.3.2 基本荷载及荷载组合

(1) 荷载

荷载主要有闸室结构自重、永久设备重、蝶阀对基础的水平推力、蝶阀对基础的压力、蝶阀对基础的拉力及底板底部水压力、风荷载等。

① 闸室结构自重 A1。闸室各部分结构自重应按其几何尺寸及材料重度计算确定, 混凝土重度闸室底板结构取 24kN/m³; 闸室三维模型见下图:



计算闸室重量为 59712kN。

② 永久设备重 A2。考虑到蝶阀、桥机重量占主要部分, 不考虑其它附属设备及非固定设备重量。单台桥机重 55t, 蝶阀按 100t 考虑。

③ 蝶阀对基础的水平推力 B1。单个蝶阀的最大水平推力取为 380kN。

④ 蝶阀对基础的压力 B2。单个蝶阀的最大压力取为 4000kN。

⑤ 蝶阀对基础的上抬力 B3。单个蝶阀的最大上抬力取为 1680kN。

⑥ 扬压力 C1。按极端情况, 底板底面承受闸室平台地面自由渗水的水头考虑。

⑦ 风荷载 D1。垂直作用于建筑物表面上的风荷载标准值应按式计算:

$$W_k = \beta Z \mu Z \mu S W_0$$

式中: W_k ——风荷载标准值(kN/m²)

βZ ——Z 高度处的风振系数;

μZ ——风压高度变化系数;

μS ——风荷载体形系数;

W_0 ——基本风压(kN/m²);

基本风压根据《建筑结构荷载规范》附录 E 计算, 最大风速为 26.4m/s, 闸室的海拔高度为 298~322m。

可根据所在地的海拔高度 z (m) 按下述公式近似估算空气密度:

$$\rho = 0.00125e^{-0.0001z} (t/m^3)$$

基本风压可按式计算: $W_0 = 0.5 \rho V_0^2$

风压高度变化系数应根据地面粗糙度类别, 按地面粗糙度类别和离地面或海平面高度取为 1.80; 建筑的风荷载体形系数取为 0.8, 风振系数采用 1.0。

计算得基本风压为 0.43kN/m², 风荷载标准值 0.62kN/m², 最大水平风荷载 680kN。

(2) 荷载组合

稳定计算荷载组合见表 2。

表2 闸室稳定计算荷载组合表

工况	荷载组合						
	A1	A2	B1	B2	B3	C1	D1
运行期闸门关闭	✓	✓	✓	✓		✓	✓
运行期闸门开启	✓	✓	✓		✓	✓	✓
施工期闸门未安装	✓					✓	✓

3.3.3 抗滑稳定

建筑物抗滑稳定采用如下计算公式:

$$K' = \frac{f' \sum W + c' A}{\sum P}$$

式中:

K' ——建筑物抗滑稳定安全系数;

$\sum W$ ——全部荷载对滑动面的法向分力, 包括扬压力, kN;

$\sum P$ ——全部荷载对滑动面的切向分力, 包括扬压力, kN;

f' 、 c' ——滑动面的抗剪摩擦系数及粘聚力(kPa);

A ——建筑物地基计算截面受压部分的面积, m²;

3.3.4 抗浮稳定

根据《水电站厂房设计规范》SL266-2001, 闸室抗浮稳定采用如下计算公式:

$$K_f = \frac{\sum W}{U}$$

式中:

K_f ——抗浮稳定安全系数, 任何情况下不得小于 1.1;

$\sum W$ ——全部荷载对滑动面的法向分力, 包括扬压力, kN;

U ——作用于建筑物基础面上的扬压力总和, kN;

3.3.5 基础面上的法向应力

自动扶梯安全装置保护原理及改进设计

陈许朋

西继迅达(许昌)电梯有限公司

DOI:10.32629/btr.v2i4.2046

[摘要] 自动扶梯安装装置保护,是保证自动扶梯稳定运行的关键所在,直接关系到人们的生命财产安全。当前高层建筑和超高层建筑规模不断扩大,尤其是车站和大卖场规模扩大,对于新时期自动扶梯安全保护提出了更高的要求。但是,自动扶梯数量增加同时,安全事故却屡屡出现,严重威胁到人员生命财产安全,迫切的需要进一步优化设计,提升自动扶梯安全防护功能。本文就自动扶梯安全装置保护原理进行分析,结合实际需要优化改进设计,保证自动扶梯安全可靠运行。

[关键词] 自动扶梯; 安装装置; 改进设计; 安全隐患

在城市化进程不断加快下,基础设施逐渐趋于完善,公共场所安装自动扶梯,便于人们出行方便。但是,自动扶梯在运行中,可能出现突发事故,威胁到人们生命财产安全,以往的机械运作自动扶梯局限性较大,安全防护性能较差,故障几率高,后期维护难度大,无法紧急制动出现安全事故。故此,应该在充分掌握自动扶梯安全装置保护原理基础上,综合考虑影响自动扶梯安全运行的因素,对现有的自动扶梯进一步改进设计,保证自动扶梯安全可靠运行。

1 自动扶梯安全保护装置分类

结合我国相关规范标准,自动扶梯安装保护装置包括超速和非操纵逆转保护装置、附加制动器两种。通过安装保护装置,一旦发现突发事故紧急制动,尽可能规避安全事故出现几率。

1.1 超速和非操纵逆转保护装置

此种安全保护装置主要是在自动扶梯危险情况下启动,如果这一装置失效,所带来的损失较大,难以挽回。结合我国相关规范标准,超速和非操纵逆转保护装置应用中,遵循电子安全系统相关规定,但是超速和非操纵逆转保护装置安装中仍然存在不规范操作问题,违背相关规范标准。故此,需要

加强超速和非操纵逆转保护装置定期维护和保养,第一时间发现和排查安全隐患,保证自动扶梯安全可靠运行^[1]。

1.2 附加制动器

附加制动器包括检测装置、制动块、触发装置、制动轮和摩擦片多个部分构成。自动扶梯在正常运行中,受到系统的故障信号,自动扶梯第一时间动作,电磁铁立即断电,触发制动块和棘爪,制动盘和摩擦片相互摩擦产生摩擦力,在摩擦力作用下导致自动扶梯停止运行。此外,还包括围裙板两侧安全防护,包括静态部分和动态部分,二者边界是事故发生几率较高的区域,主要是由于扶梯两侧和梳齿板区产生故障,加强围裙板两端安全防护十分关键。

2 自动扶梯安全运行的影响因素分析

自动扶梯工作原理较为复杂,长期暴露在复杂环境中,由于人群分布过于随意,在一定程度上增加自动扶梯管理难度^[2]。相较于垂直运输的电梯装置而言,自动扶梯零部件众多,由于动静零部件结合会产生严重的安全事故,影响自动扶梯安全运行。就影响自动扶梯安全运行的因素来看,主要表现在以下几点:

建筑物基础面上的法向应力采用如下计算公式:

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{\sum W}{A} \pm \frac{\sum M_x y}{J_x} \pm \frac{\sum M_y x}{J_y}$$

式中:

—地面上的法向应力, kPa;

$\sum W$ —作用在建筑物上的全部作用力在计算截面上法向分力的总和, kN;

$\sum M_x$ 、 $\sum M_y$ —作用在建筑物上的全部作用力对计算截面形心轴 X、Y 的力矩总和, kN·m;

x、y—计算截面上计算点至形心轴 Y、X 的距离, m;

J_x 、 J_y —计算截面对形心轴 X、Y 的惯性矩, m⁴;

A—计算截面受压部分的面积, m²。

4 结束语

根据上述的分析,ZONGOII 水电站所增设的阀室工程,其抗滑、抗浮、抗倾覆稳定以及基础承载力均满足规范和设计要求,从稳定性及功能安全性角度分析,阀室工程是稳定的。ZONGOII 水电站阀室工程的成功设计经验,为后续中西非地区类似水电站项目在阀室设计方面开辟了新的设计理念和思路,将在非洲后续类似水电站工程项目设计与实施过程中获得更为广泛的推广和应用。

[参考文献]

- [1]张维聚.刚果金 ZONGO II 水电站水轮发电机组选型设计[J].价值工程,2011,30(36):19.
- [2]周江涛.刚果(金)邦德拉水电站机组扩容和选型研究[J].中国科技信息,2012,(21):54+70.
- [3]张秀文,龚传利,姚维达,等.刚果英布鲁枢纽水电站 AVC 功能及实现[J].水电站机电技术,2010,33(03):105-106.