

制动器严密性耐压试验辅助装置的研发

蒋 佳 驰

(中国水利水电第五工程局有限公司 机电制造安装分局,四川 成都 610225)

摘 要:介绍了水轮发电机制动器严密性耐压试验辅助装置研发的目的、装置设计以及主要设备的选型和试验操作方法,通过耐压试验辅助装置实现自动化作业,旨在提高施工效率,减少资源投入。
关键词:制动器;严密性耐压试验;辅助装置;研发
中图分类号:TV7;TV737 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)03-0030-03

Research and Development of Auxiliary Device for Tightness Pressure Resistance Test of Brake
JIANG Jiachi
(Mechanical & Electrical Manufacture and Installation Branch,
Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: This paper introduces the research and development purpose, device design, main equipment selection and test operation method of the auxiliary device for tightness pressure resistance test of turbine generator brake. Automated work has been achieved by taking advantage of this auxiliary device which is aiming at increasing construction efficiency and reduce resource input.
Key words: brake; tightness pressure resistance test; auxiliary device; research and development

1 概 述

制动器是水轮发电机组不可或缺的关键设备,其主要具有两个作用:(1)在机组停机过程中,当转速降低至额定转速的 15%~20%时,通过对发电机转子进行连续制动,使机组能够迅速停机;(2)在机组检修和安装过程中,利用高压油顶起转子。由此可以看出:制动器质量的优劣将直接影响到水轮发电机组的运行可靠性,因此,在安装前必须按设计要求和规范对其进行严密性耐压试验以检查产品制造的质量。

目前,制动器严密性耐压试验的方法是制作一个临时钢框架,然后将制动器手动推入钢框架内进行严密性耐压试验。试验过程中,通过钢框架保证制动器活塞能够在设计行程范围内活动;同时防止回复弹簧过度压缩。某水电站制动器严密性耐压试验的试验压力采用 16 MPa,单个重量约为 0.5 t,单台机组布置 8 台制动器,若采用现有技术无法进行试验时再将制动器手动推入钢框

架内,该环节需要多投入 2~3 人。为减少人员投入、提高施工效率,需要研发一种可重复使用的自动化辅助装置,用以实现自动化流水线作业。

2 辅助装置的设计

2.1 初步设计

该装置主要由试验架、电动机、齿轮、带齿条的滑块(试验台)、槽形滑轨、限位开关、控制箱组成。其中试验架由多块厚 20 mm 的 Q235 钢板制作而成,为制动器提供外部约束,齿轮与齿条配套加工,滑块与槽形滑轨配套加工,限位开关控制滑块的移动,避免滑块脱轨,控制箱控制电动机的转向和转速。

2.2 深化设计

(1)试验架的三维仿真设计。

试验架的作用主要是为制动器提供外部约束力,保证试验人员和制动器的安全。如图 1 所示,技术人员主要是利用 proe 软件完成试验架三维设计及仿真,根据制动器的外形尺寸确定试验架的内部尺寸,试验架的外部尺寸则结

合制动器进行严密性耐压试验的压力值进行合理设计,试验架所用钢板的厚度均为 20 mm。

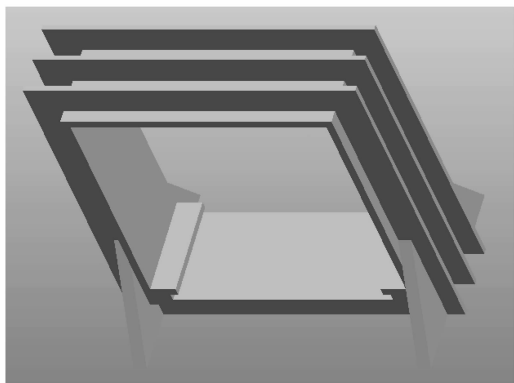


图1 试验架三维图

(2) 试验台及传动机构三维仿真设计。

试验前,通过电动机将制动器和试验台移动至试验位置。在试验过程中,试验台需承受来自制动器底座传递的试验压力和制动器自身重量;试验结束后,再利用电动机将制动器和试验台移出试验位置。利用 proe 软件完成试验台及传动机构三维设计及仿真。传动机构由两台电动机、齿轮和齿条以及控制系统组成。试验台上部两侧加工成齿条,与电动机齿轮配套加工;试验台下部两侧与试验架滑轨配套加工,采用限位开关控制试验台的位移、避免脱轨,控制系统主要通过一台变频器同时控制两台电动机,用以实现同步和自动滑动功能。

(3) 辅助装置的装配。

如图2所示,利用 proe 软件之零件组合功能,将试验架、试验平台、齿轮和电动机等部件进行装配。装配完成后可以拖动试验平台检查运动路径是否通畅,亦可在电动机输出轴添加一个角加速度让电动机带动传动机构,模拟试验台和制动器运动(图3)。

(4) 电动机选型设计。

电动机选型前需先确定负载物(制动器)的传送速度,然后根据传送速度计算电动机需要输出的轴的转速,最后根据计算结果确认其是否需要减速装置。笔者主要介绍了通过配置变频器控制电动机输出转速的方法。

① 电动机输出轴转速 n 的计算。

$$n = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D} \quad (1)$$

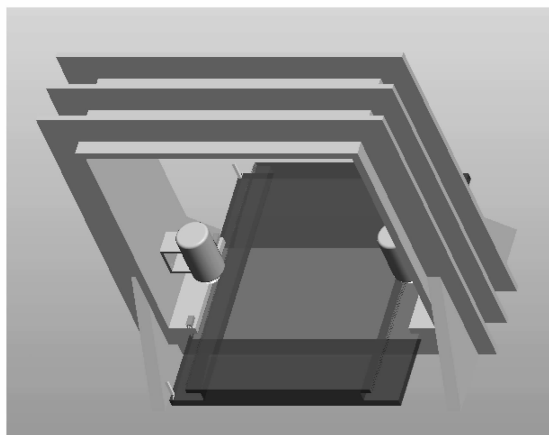


图2 辅助装置效果图

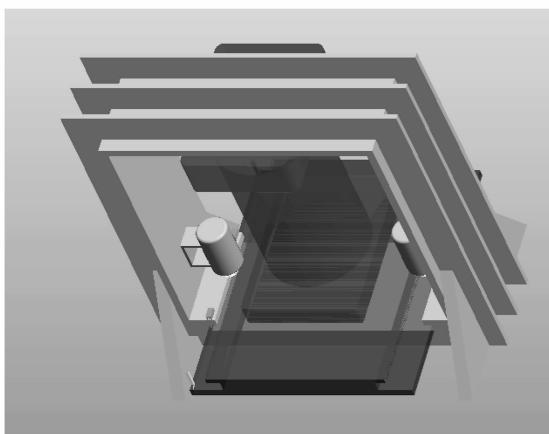


图3 设备运行模拟图

式中 v 为负载物传送速度,取 0.1 m/s; π 为圆周率,取 3.14; D 为齿轮分度圆直径, m, 取 0.04 m。

根据式(1)可得 $n = 47.8$ r/min。由于市面上没有适合该低转速的电动机,因此,需考虑利用变频器调节速度。

② 电动机选型计算。

a. 齿轮、齿条驱动下的负载转矩 T_L 和必要转矩 T_M 的计算:

$$F = F_A + mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \quad (2)$$

$$T'_L = \frac{F \cdot D}{2 \cdot \eta} \quad (3)$$

式中 D 取 0.04 m; η 为机械效率,取 0.9; F_A 为负载物所受外力,取 0; μ 为摩擦系数,取 0.15; m 为负载重量, kg, 这里指试验台及制动器重量, 约为 650 kg, 单个电动机负载重量为 325 kg; g 为重力加速度, 取 9.8 m/s²; α 为倾斜角度, 由于齿轮条是水平运动, 故倾斜角度取 0。

由式(2)可得 $F = 325 \times 9.8 \times 0.15 = 477.75$

(N),由式(3)可得:

$$T'_L=\frac{477.75\times0.04}{2\times0.9}=10.6(\text{N}\cdot\text{m})$$

考虑安全系数 $S_f=1.2$,

故 $T_L=T'_L\cdot S_f=10.6\times1.2$

$$=12.72(\text{N}\cdot\text{m})$$

将负载转矩换算为电动机输出轴的数值,求得必要转矩 T_M 。

$$T_M=\frac{T_L}{i\cdot\eta_G}$$

(4)

式中 i 为减速比,取 1; η_G 为减速机效率,一般为 0.6~0.8,由于未设置减速机,故取 1。

由式(4)可得 $T_M=T_L=12.72(\text{N}\cdot\text{m})$,因此,只需选择起动转矩大于 $12.72\text{ N}\cdot\text{m}$ 的电动机即可。

$$T=9\,550\cdot P/n$$

(5)

式中 P 为电动机额定功率,kW。

以 Y100L1-4 电动机为例,该电动机额定功率为 2.2 kW,额定转速为 1 420 r/min,由此计算出启动力矩 $T=9\,550\times2.2/1\,420=14.8>12.72\text{ N}\cdot\text{m}$,所选用的电动机能够满足负载要求。

b.变频器工作频率计算。

$$n=60\times\frac{f}{p}\times(1-s)$$

(6)

式中: p 为电动机绕组极数,Y100L1-4 电动机绕组极数为 2; n 为 47.8 r/min; s 为电机转差率,一般为 5%。

由式(6)可得: $f=\frac{n\cdot p}{(1-s)\cdot60}=\frac{47.8\times2}{0.95\times60}=1.7$,这里取 $f=2$,因此,只需选择变频器频率范围包括该值即可。

目前,变频器低压通用变频输出电压为 380~650 V,输出功率为 0.75~400 kW,工作频率为 0~400 Hz,因此可选择 SKIV100A2D2G-4 变频器,其低频段输出频率 f 为 0~20 Hz,能够满足需求。在一般额定频率(50 Hz)之下调速采用恒转矩调速模式,当变频器输出频率减小时,电动机转速和电压相应减小,电动机输出转矩和电流恒定不变,均为额定值。所选用的变频器能够实现恒转矩调速,该变频器电动机自带正转和反转功能,1 台变频器可以同时控制 2 台电动机、进而保证其同步性。

(5)控制系统设计及接线图。

控制系统由变频器、断路器、电动机、限位开关等组成。控制原理为变频器控制 2 台电动机同步运转,限位开关控制试验台行程,当变频器收到限位开关触发信号时,变频器自动关闭电动机运转、实现紧急制动。其接线方式见图 4。

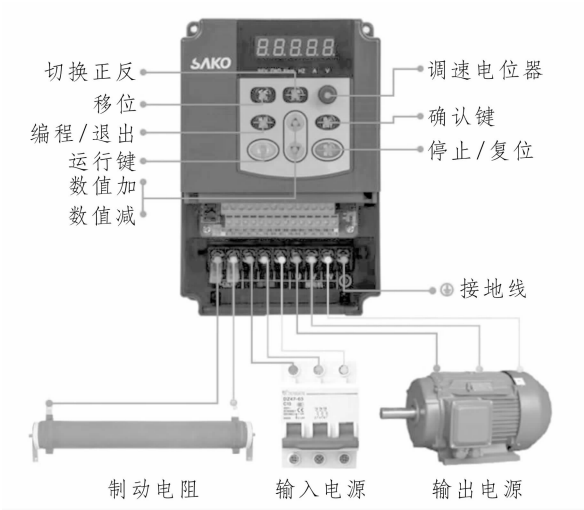


图 4 接线图

3 操作方法

试验架和试验平台按照三维设计尺寸制作完成后,对试验架进行强度校核试验,待试验通过后进行其余部件的安装。辅助装置全部组装完成后进行传动系统和限位装置的调试,以保证试验平台能够在限定的行程范围内自动滑动、无卡阻现象。调试完成后,启动变频器,如图 4 所示按下运行按钮,电动机正转,将试验台移至合适位置后按下停止按钮,利用吊车将制动器放置在试验台上,切换正反启动电动机反转将制动器和试验台移动至试验位置,利用高压油顶起活塞使制动器上端与试验架接触,逐渐上升油压至设计值,保压 30 min 用以检查制动器是否有漏油现象。试验结束后,启动电动机将制动器和试验台移出,然后进行下一个制动器严密性耐压试验。

4 结 语

制动器严密性耐压试验辅助装置研发成功后,已实际应用到水电站机电设备安装工作中,该装置投入使用后具有以下优点:

(1)省时高效:由于制动器数量较多,单台约重 0.5 t,完全靠人力搬运至试验位置费时费力,

(下转第 36 页)

工效率得到大幅度提升,最大施工速率达到了 14 根/d,混凝土超灌系数由 1.9 降到 1.2,既节约了成本,又使下穿隧道围护结构得以提前完工,为隧道全面进行基坑开挖施工打下了坚实的基础。

6 结 语

采用短螺旋钻成孔法进行苕溪南路下穿隧道钻孔灌注桩施工虽然取得了成功,但在进行成孔方法选择的过程中存在施工经验欠缺、思路狭窄等不足;另外,受地勘资料的局限性,部分灌注桩底部入岩时较困难,在更换了岩石钻头后方达到设计桩位。但是,可以相信,随着市政地下工程领

(上接第 29 页)

(4)流道顶板平面段模板的安装。
流道顶板平面段采用 3015 组合钢模板进行拼装。由于上部顶板平面段为三角形平面,仅采用组合钢模板无法形成完整的闭合平面,模板拼装完成后会留下小的三角形空隙。因此,必须采用定制的三角形模板进行连接。

3.3 模板的拆除

底模拆除的顺序根据后装先拆的原则进行拆除。首先需要拆除尾水流道门楣侧面的模板及底模,之后拆除顶板平面段的模板,最后拆除异形曲面段的模板。模板拆除时要逐块调整脚手架可调顶托后进行模板的拆除,严禁一次性拆除模板及脚手架。

(上接第 32 页)

在使用该装置后可以在工地上实现自动化流水作业,减少了人力投入,提高了试验效率。

(2)重复利用:该装置亦可以在其他项目重复

域围护结构施工技术的不断成熟,先进的施工工艺、工法将会大量涌出,需要我们共同探索、学习、进步与提高。

作者简介:
曹龙滨(1982-),男,黑龙江鹤岗人,分局副主任,高级工程师,学士,从事水利水电工程、市政工程施工技术及经营管理工作;
鲁金贵(1989-),男,湖北秭归人,项目部副主任,工程师,学士,从事水利水电工程、市政工程施工技术与管理工
作;
郑爱国(1991-),男,甘肃定西人,项目部副主任,助理工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

4 流道异形曲面模板的应用效果

依托犍为航电枢纽发电厂房的施工,通过采用该模板进行尾水流道混凝土施工,成功克服了尾水流道施工中存在的问题,与传统施工工艺相比,提前了工期,提高了施工效率,减少了大量木材的使用,尾水流道外观质量较好,达到了优质工程外观质量的相关要求。该发电厂房流道异形曲面模板的使用提升了工程形象,保障了施工安全,降低了成本,在加快施工进度方面具有重要的作用。

作者简介:
李永山(1986-),男,云南昆明人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
作;
杨 彪(1991),男,河南平顶山人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与和管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

使用,从而避免了资源浪费。

作者简介:
蒋佳驰(1989-),男,四川广安人,工程师,学士,从事机电安装技
术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

《300 m 级高心墙堆石坝施工关键技术研究及应用》
荣获 2018 年中国电力科学技术奖一等奖

11 月 13 日,一年一度的电力界盛会——2018 年中国电机工程学会年会在北京国家会议中心隆重开幕。本次年会的主题为“新时代、新能源、新电力”,旨在研讨创新变革趋势,交流前沿关键技术,推动能源电力绿色协调发展。来自有关政府部门、中国科学院、中国工程院、电力企业、科研机构、高校、媒体等 2 000 余名领导、院士、专家、学者和代表出席大会,公司副总经理兼总工程师吴高见参加了会议。会上隆重表彰了 2018 年度中国电力科学技术奖。由中国水电五局公司完成的重大科技攻关项目《300 m 级高心墙堆石坝施工关键技术研究及应用》成果荣获一等奖。

(供稿 袁幸朝)