

大型泵站主机组摆度测量技术探析

李蕴升, 江如春, 邱晓侨

(江苏省江都水利工程管理处, 江苏 扬州 225000)

摘要:大型泵站管理单位在汛后应对工程和设备全面检查,并根据工程与设备的检查情况、技术状态以及技术要求及时编报年度检修计划。其中,泵站主机组大修作为泵站安全运行的最重要保障,涵盖多项重要关键技术节点,主要包括:机组同轴度测量、轴线摆度测量、轴线垂直度测量、轴线中心测量等。机组轴线摆度测量作为其中最为关键的技术要点,测量调整技术水平关系到机组检修质量和泵站安全稳定运行。目前,泵站机组轴线摆度测量调整方法费时、费力且测量数据准确性有待提高,人为影响因数较大。

关键词:大型泵站; 机组检修; 摆度测量

中图分类号:TV664

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2022)08-0070-0003

Exploration and analysis of swing measurement technology of main unit of large pumping station

LI Yunsheng, JIANG Ruchun, Qiu Xiaoqiao

(Jiangsu Province Jiang Du River Management Office, Yangzhou 225000, China)

Abstract: The large-scale pumping station management unit shall conduct a comprehensive inspection of the project and equipment after the flood season, and prepare and report the annual maintenance plan timely according to the inspection conditions, technical status and technical requirements of the project and equipment. Among them, as the most important guarantee for the safe operation of the pump station, the overhaul of the main unit of the pump station covers a number of important key technical nodes, mainly including: unit coaxiality measurement, axis swing measurement, axis perpendicularity measurement, axis center measurement, etc. Unit axis swing measurement is one of the most critical technical points. The technical level of measurement and adjustment is related to the maintenance quality of the unit and the safe and stable operation of the pump station. At present, the measurement and adjustment method of axial swing of pumping station unit is time-consuming and laborious, and the accuracy of measurement data needs to be improved, and the human influence factor is large.

Key words: large pumping station; unit maintenance; swing measurement

1 工程概况

江都第一抽水站(简称江都一站)与江都其他3座泵站及相关配套工程共同组成江都水利枢纽工程,工程位于扬州市江都区,地处京杭大运河、新通

扬运河和淮河入江尾闾芒稻河的交汇处,具有灌溉、排涝、泄洪、通航、发电、过鱼、改善生态环境等综合功能,既是江苏省江水北调的龙头,也是国家南水北调东线工程的源头。工程于1961年12月开工,1963年3月建成,现装有8台1.75ZLQ-6.0立式

收稿日期:2022-02-09

作者简介:李蕴升(1992—),男,工程师,本科,主要从事水利工程运行与管理工作。E-mail:1552944703@qq.com

机械全调节轴流泵,配套TL1000-24/2150型立式同步电动机,设计总流量 $81.6\text{ m}^3/\text{s}$,6 kV主电源由江都站专用变电所直接供给。泵站采用堤身式结构,肘形进水流道,虹吸式出水流道,真空破坏阀断流。

高质量开展机组检修工作是保障大型泵站工程持续发挥巨大效益的前提,对机组检修工作关键流程技术的创新攻关是提高检修质量的基石。本文主要探讨大型立式水泵机组检修重要环节——机组轴线摆度测量技术^[1]创新及探索,在目前水利行业大型立式水泵轴线摆度测量调整方法的基础上,进行技术创新,降低误差因素,提高摆度测量调整的技术水平。

2 测量方法

(1)分别在电动机上导轴承轴颈、下导轴承轴颈和水泵水导轴承轴颈处按 90° (正南和正东)上下同方位架设带磁座的百分表。

(2)采用人工盘车法,按照顺时针的方向,每 45° 角读取1次百分表数值,人工读取8个等方位数据,南表、东表共读取48点数值。

(3)通过读取的8个等方位的数值,计算出转动轴在下导轴承轴颈、水导轴承轴颈处的摆度值,并对南表、东表相应点的测量及计算结果进行对比,确认测量数值的准确性,判断各部位摆度值是否满足规范要求。

(4)若摆度值超出规范要求时,根据相似三角形法,人工计算得出各部位转动轴摆度的调整数值,并进行相应的调整。

(5)调整后,重复上述步骤,直至各部位的摆度值满足规范要求。

3 存在问题

(1)测量过程中,需要至少3人在相应位置读取百分表数值,并由2人在水泵层、联轴层、主机层处进行传话,确认数值读取完毕。

(2)人工读取百分表数值时可能存在读数误差,在数值读取完毕后计算过程中可能存在人工计算错误,影响计算结果的准确性。

(3)人工读数及计算用时较长,与检修或抢险工作需要不符,当需要测量调整多次时,更加影响检修或抢险进度。

(4)目前,机组轴线摆度测量后的调整需要一定的工作经验及技术水平,测量调整工作不适合全员参与。

4 改进思路

为高质量开展水利工程运行管理,更好建设现代化水利工程,针对机组检修过程中发现的实际问题,提出升级改进方案。具体思路是采用电子百分表测微计,自动实时连续采集摆度点数据,将数据实时上传开发的PC端机组轴线摆度测量调整软件,建立机组轴线摆度测量调整智能系统,对数据开展实时记录及智能分析工作,实时反映机组轴线摆度方向及大小,大幅度提高检修工作效率和准确度。

(1)分别在主机组上导轴承轴颈、下导轴承轴颈、水导轴承轴颈处按 90° (正南和正东)上下同方位架设2只电子数显百分表(型号 $25\text{ mm}\times 0.01\text{ mm}$)利用磁性表座进行固定,百分表架设于正南、正东方向。电子数显百分表由RS485串口转USB线与8路集线器连接,通过8路集线器(型号5010-411a)由RS232串口转USB线与笔记本电脑连接,配合测微计系统将采集到的数据上传至电脑,自动形成相应的Excel表,可实现实时存储和运算。

(2)采用人工盘车法,按照顺时针的方向, 45° 自动读取1次百分表数值,每次读取数值时通过测微计系统自动采集,通过8次采集,南表、东表共产生48点数值。

(3)南表、东表共48点数值分别自动导入主机组摆度测量成果表的单元格内,通过计算机编程软件自动进行计算,得出机组轴线的净摆度、全摆度值,并对南表、东表相应点的测量及计算结果进行自动对比,确认测量数值的准确性。

(4)将相似三角形法内嵌至测量软件,自动计算得出转动轴各部位摆度的调整数值,科学实时指导相应的调整。

以江都一站为例,根据电机下导轴颈摆度值计算出推力头绝缘垫的处理值,并对绝缘垫进行刮削处理^[2]。计算式为

$$\delta = \varphi \frac{D}{2L} \quad (1)$$

式中: δ 为绝缘垫最大刮削量,mm; φ 为下导轴颈处最大净摆度,mm; D 为推力头底面直径,mm; L 为上导测点与下导测点距离,mm。

根据江都一站现场实测数据: $\varphi=0.07\text{ mm}$, $D=600\text{ mm}$, $L=1\,700\text{ mm}$,则 $\delta = \varphi \frac{D}{2L} = 0.07 \frac{600}{3\,400} \approx 0.01\text{ mm}$ 。

此处需注意的是:绝缘垫刮削处理位置与下导轴颈摆度点位置一致,且采用阶梯式处理方式;在

处理绝缘垫时,应注意处理量对填料函轴颈及水导轴颈摆度值的影响。

根据填料函轴颈或水导轴颈的摆度值计算出联轴器处的处理值,并对联轴器接触面进行刮削或加垫处理^[3]。计算式为

$$\delta' = \varphi' \frac{D'}{2L'} \quad (2)$$

式中: δ' 为联轴器接触面最大刮削量或加垫量,mm; φ' 为填料函轴颈或水导轴颈处最大净摆度,mm; D' 为联轴器接触面直径,mm; L' 为联轴器接触面与填料函测点或水导测点距离,mm。

根据江都一站现场实测数据:填料函轴颈处 $\varphi'=0.11$ mm, $D'=500$ mm, $L'=1\ 500$ mm,则 $\delta' = \varphi' \frac{D'}{2L'} =$

$0.11 \frac{500}{3\ 000} \approx 0.02$ mm。由水导轴颈处 $\varphi'=0.26$ mm,

$D'=500$ mm, $L'=5\ 000$ mm,得 $\delta' = \varphi' \frac{D'}{2L'} = 0.26 \frac{500}{10\ 000} \approx 0.013$ mm。

此处需注意的是:联轴器接触面刮削位置应是填料函、水导轴颈摆度点位置的正对点方向,联轴器接触面加垫位置应是填料函、水导轴颈摆度点位置的同方向且采用阶梯式处理方式。

(5)调整后,重复上述步骤,直至各部位的摆度值满足规范要求^[4]。当轴的速度分别为100、250、370、600、1 000 r/min时,所对应的相对摆度见表1。

表1 机组轴线允许摆度值(双振幅)

轴的名称	测量部位	相对摆度/(mm·m ⁻¹)				
电动机轴	上下导轴承处的轴颈及联轴器	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
水泵轴	轴承处的轴颈	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02

注:相对摆度=绝对摆度(mm)/测量部位至镜板距离(m),绝对摆度是指在该处测量的实际摆度值(mm)。

5 结 语

本次机组轴线摆度测量调整技术创新及探索,可有效解决目前主机组摆度测量过程中存在的问题。测量过程中,各电子百分表的数值都能实时读取,自动上传,减少了相应的读表、传话人员,同时避免了人工读取数值及计算过程中可能产生的误差,为摆度精确调整工作提供可靠数据。通过实时读取数据,自动计算结果可以缩短检修过程中水泵机组轴线轴摆度测量调整的时间,提高检修或抢险工作效率,更加符合水利现代化、信息化、精细化发展的要求。

参考文献:

- [1] 张建峰,张小兵,黄季艳,等. 水泵机组轴线摆度测量与调整方法研究[J]. 上海大中型电机,2014(2):4.
- [2] 何斌生. 关于水轮发电机组主轴摆度过大及推力轴承瓦温偏高的分析及处理[J]. 水利建设与管理,2017(11):5.
- [3] 仇宝云,冯晓莉,皮京,等. 立式机组轴线摆度测量调整实验装置与实验方法:CN104091508A[P].2014-10-08.
- [4] 王石林. 机组投运后摆度超标处理方法[J]. 云南水力发电,2021,37(3):2.