

淮阴抽水站主电机安全检测与评价

刘 涛,叶 婷,卞春兵,张立坚,任 杰,沈 欣

(江苏省灌溉总渠管理处,江苏 淮安 223200)

摘要:机电设备安全可靠运行是保证泵站发挥工程效益的关键,依据泵站安全检测相关规程、规范,明确相应设备的检测项目,制定正确检测方案,选择合理的检测设备,对淮阴抽水站机电设备进行安全检测,并对主电机检测结果进行分析和评定,为淮阴抽水站主电机能否安全运行给出准确结论。

关键词:抽水站;主电机;安全检测;等级评定

中图分类号:TV675

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)05-0044-0004

Safety inspection and evaluation of main motor of Huaiyin Pumping Station

LIU Tao, YE Ting, BIAN Chunbing, ZHANG Lijian, REN Jie, SHEN Xin

(General Irrigation Canal Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223200, China)

Abstract: Safe and reliable operation of electromechanical equipment is the key to ensure that the pumping station exerts its engineering benefits. Based on the relevant rules and regulations of pumping station safety inspection, the test items of the corresponding equipment are clarified, the correct detection plan is developed, reasonable testing equipment is chosen in order to conduct safety inspections on the electromechanical equipment of Huaiyin Pumping Station, and to analyze and evaluate the test results of the main motor, which put forward an accurate conclusion for the safe operation of the main motor of the Huaiyin Pumping Station.

Key words: pumping station; main motor; safety inspection; grade evaluation

1 工程概况

淮阴抽水站是江苏省江水北调工程第三梯级泵站,也是南水北调东线第三梯级泵站,共装有ZL30-7-S型立式全调节轴流泵,配TL2000-48/3250型立式同步电动机组4台套,其主要作用是从苏北灌溉总渠抽引淮安抽水站转送来的江水,经二河向北调送,补给中运河航运及徐淮连地区工农业用水水源。特殊干旱年份,也可向洪泽湖补库,是一项综合利用工程,为徐、淮、连、宿地区的工农业生产作出了巨大的贡献,充分发挥了工程的综合效益。

2 检测内容

为查清设备隐患,对站内机电设备进行安全检测,根据规范要求,机电设备应以主动力机、主水泵及与其紧密相关的重要设备为主,检测项目应能反映设备的安全状态^[1],本次机电设备安全检测主要对站内主电机、主水泵、变压器、高压开关设备等进行现场抽检。4台机组属于同一使用环境、同一使用方式和同一生产厂家的设备,根据抽检比例,需抽检1~2台,本次抽检1号机组和2号机组。

本文对1号电机和2号电机开展绕组绝缘电阻

收稿日期:2021-11-12

作者简介:刘涛(1990—),男,工程师,本科,主要从事水利工程管理工作。E-mail:244872831@qq.com

和吸收比、绕组直流电阻、定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量、定子绕组交流耐压性能、定子绕组交流耐压性能、气隙、推力头、镜板及轴瓦(轴承)磨损,以及主轴及轴颈、滑环接触表面磨损、机座和机架及油箱(轴承室)的裂纹、变形等主要项目的安全检测结果进行分析,从而准确评定电机等级。

2.1 绕组的绝缘电阻和吸收比

绝缘电阻是电气设备对地间和设备间的绝缘指标,测量绝缘电阻,由所测阻值能发现导电部分影响绝缘的异物,绝缘局部或整体受潮和脏污^[2]。测量得到的电机绝缘电阻值高,表示绝缘良好,绝缘电阻下降,表示其绝缘已经受潮或发生老化和劣化。

2.2 绕组的直流电阻

测定绕组直流电阻,用以校核设定值,计算效率及绕组的温升等。绕组的大小是随温度的变化而变化的,在测定绕组实际冷态下的直流电阻时,要同时测量绕组的温度,以便将电阻换算成基准机组温度下的数值。不同温度下的电阻值计算式为

$$R_2 = R_1 \left(\frac{T + t_2}{T + t_1} \right) \quad (1)$$

式中: R_1 、 R_2 分别为温度 t_1 、 t_2 时的电阻值, Ω ; T 为计算用常数,铜导线取235,铝导线取225。

2.3 定子绕组的直流耐压试验和泄漏电流测量

测量绝缘电阻时,施加的电压比较低,直流耐压试验电压较高,对发现绝缘某些局部缺陷具有特殊的作用,直流泄漏电流试验与直流耐压试验的接线及原理相同,试验同步进行,且用比较准确的微安级电流表测量泄漏电流,更容易发现绝缘缺陷,在规定的试验电压下,泄漏电流与所加电压的关系应为一条直线^[3]。

2.4 交流耐压性能

交流耐压试验能有效地发现较危险的集中性缺陷,是鉴定电气设备绝缘强度最直接的方法,对于判断电气设备能否投入运行具有决定性的意义,也是保证设备绝缘水平,避免发生绝缘事故的重要

手段。交流耐压试验有时可能使绝缘中的一些弱点发展加速,因此在试验前必须对试品先进行绝缘电阻、吸收比等项目的试验,试验结果合格,才能进行交流耐压试验。

2.5 气隙

气隙是指电机定子与转子之间存在的间隙,是电机磁路的主要组成部分,气隙的大小,决定磁通量的大小,因此气隙大小对电机运行性能有很大影响。如果气隙较大的话,漏磁就多,导致电机的空载电流加大,出力减小,降低电机的效率;如果气隙太小,会造成转子和定子的摩擦,俗称“扫膛”。因此,需要将气隙控制在一个合理的数值,才能达到最佳效果。

2.6 推力头、镜板及轴瓦(轴承)磨损

立式机组转动部分的全部重量及机组工作时产生的轴向力,全部通过主轴传递到推力头、镜板,再通过推力瓦传递到上机架最终传至基础。推力头、镜板随主轴旋转,推力瓦做成扇形分块式,为轴承座所支撑。机组运行时,推力瓦与镜板互相摩擦,如果镜板与推力瓦的平面度不好,会破坏两者之间所建立的油膜,导致推力瓦在半干摩擦状态下运行,造成烧瓦事故或瓦面损坏。此外,如果推力瓦凹凸不平,具有局部高点,受力集中,也会发生烧瓦事故或瓦面严重磨损。

3 检测结果

3.1 1号电机

定子绕组的绝缘电阻值符合要求,且吸收比大于1.2,但转子绝缘电阻值为3 M Ω 。本次检测使用ZP5053数字式电动兆欧表测量绝缘电阻,数值见表1。

3 kV及以上或100 kW及以上的电动机各相绕组直流电阻值的相互差别不应超过最小值的2%^[4],1号电机定子绕组直流电阻测量值相间误差为12.04%。直流电阻检测采用JYR-10直流电阻测试仪,测量数值见表2。

表1 1号电机绝缘电阻测量数值

检测项目	定子绕组/ M Ω			转子绕组/ M Ω
	R15 s	R60 s	吸收比	
U对V及W及地	887	2 390	2.69	0.80
V对U及W及地	881	2 400	2.72	
W对U及V及地	866	2 340	2.70	

表2 1号电机直流电阻测量数值		
检测项目	定子绕组/ MΩ	转子绕组/ MΩ
U	0.1871	
V	0.1670	0.4221
W	0.1767	

定子绕组直流耐压及泄漏电流试验,各相在15 kV试验电压下,泄漏电流测量值存在大于20 μA且与最小值差别大于100%的数值。定子绕组直流耐压和泄漏电流测量检测主要仪器是BGG直流发生器,数值见表3。

定子绕组交流耐压,试验电压10 kV,测试1 min,

无闪络现象,转子绕组交流耐压,使用2 500 V绝缘摇表遥测1 min,无异常现象。同步电动机转子绕组的交流耐压性能检测,电压应设为额定励磁电压的7.5倍,且不应低于1 200 V,但不应高于出厂试验电压值的75%^[5]。定子和转子绕组交流耐压检测,分别使用KD-2000型串联谐振耐压装置和ZP5053数字式电动兆欧表,数值见表4。

气隙测量值存在与所测间隙平均值偏差大于10%的情况,镜板磨损为0.04 mm,轴瓦磨损为0.20 mm,轴颈局部磨损,滑环接触表面局部烧蚀,机座、机架局部有裂纹。气隙测量使用塞尺进行,设备磨损情况主要使用游标卡尺、千分尺进行测量。气隙测量数值见表5。

表3 1号电机直流耐压和泄漏电流测量数值						
检测项目		实测值				
		试验电压/kV	3	6	9	12 15
		加压时间/min	1.0	1.0	1.0	1.0 1.0
定子绕组的直流耐压试验和 泄漏电流测量	U对V及W及地	1.6	5.7	7.4	12.0	23.8
	泄漏电流/A	V对U及W及地	0.9	2.8	2.5	83.2 133.9
		W对U及V及地	1.0	12.0	32.8	63.8 144.4

表4 1号电机交流耐压测量数值				
检测项目		实测值		
交流耐压	定子绕组	相别	U对V及W及地	V对U及W及地 W对U及V及地
		试验电压/kV	10.0	10.0 10.0
		谐振频率/Hz	73.9	74.3 74.5
		加压时间/min	1.0	1.0 1.0
		有无闪络现象	有	有 有
	转子绕组	2 500 V档测试1 min,有闪络现象		

3.2 2号电机

定子绕组的绝缘电阻值符合要求,且吸收比大于1.2,转子绝缘电阻值为0.8 MΩ。绝缘电阻测量数值见表6。

定子绕组直流电阻测量值相间误差为6.42%,符合不超过所测直流电阻最小值的2%的标准。直流电阻测量数值见表7。

定子绕组直流耐压,各相在15 kV试验电压下,泄漏电流测量值存在大于20 μA且与最小值差别大于100%的数值。定子绕组直流耐压和泄漏电流测

表5 1号电机气隙测量数值			
测次	空气间隙/mm	测次	空气间隙/mm
1	7.01	7	8.06
2	7.00	8	7.49
3	6.07	9	6.70
4	7.14	10	8.07
5	7.06	11	7.59
6	7.50	12	9.09

表6 2号电机绝缘电阻测量数值

检测项目	定子绕组/ MΩ			转子绕组/ MΩ
	R15 s	R60 s	吸收比	
U对V及W及地	642	2 870	4.47	0.80
V对U及W及地	685	2 780	4.06	
W对U及V及地	712	2 850	4.00	

表7 2号电机直流电阻测量数值

检测项目	定子绕组/ MΩ	转子绕组/ MΩ
U	0.1707	0.4028
V	0.1604	
W	0.1655	

量数值见表8。

定子绕组交流耐压,试验电压10 kV,测试1 min,无闪络现象,转子绕组交流耐压,使用ZP5053数字式电动兆欧表2 500 V档测试1 min,无异常现象。绕组交流耐压测量数值见表9。

气隙测量值存在与所测间隙平均值偏差大于10%的情况,镜板磨损为0.04 mm,轴瓦磨损为0.20 mm,轴颈局部磨损严重,滑环接触表面局部烧蚀。气隙测量数值见表10。

4 安全评价及建议

经检测,1号、2号电机绕组的绝缘电阻值符合要求;直流电阻相间误差分别为12.04%和6.42%,不合格;电机定子绕组直流耐压,各相在15 kV试验电压下,泄漏电流测量值存在大于20 μA且与最小值差别大于100%的数值,不合格;电机定子绕组交流耐压试验有闪络现象,转子绕组交流耐压试验有放电现象,不合格;气隙测量值存在与所测间隙平均值偏差大于10%的情况,不合格;镜板磨损大于0.02 mm,轴瓦磨损大于0.15 mm,不合格;轴颈局部磨损,滑环接触表面局部烧蚀,机座、机架局部有裂纹,不合格;灭磁电阻器和轴承绝缘垫的绝缘电阻,均低于标准要求;风扇叶片有裂纹,存在变形。此外,1号、2号电机转子绝缘电阻值为0.65 MΩ、0.80 MΩ,虽满足大于0.5 MΩ的标准,但接近标准

表8 2号电机直流耐压和泄漏电流测量数值

检测项目		实测值				
定子绕组的直流耐压试验和泄漏电流测量	试验电压/kV	3	6	9	12	15
	加压时间/min	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	U对V及W及地	1.0	12.5	23.2	33.4	133.7
	泄漏电流/A	V对U及W及地	1.0	11.5	22.4	33.2
		W对U及V及地	1.8	14.0	17.3	29.6
						126.2

表9 2号电机交流耐压测量数值

检测项目		实测值			
交流耐压	定子绕组	相别	U对V及W及地	V对U及W及地	W对U及V及地
		试验电压/kV	10.0	10.0	10.0
		谐振频率/Hz	75.5	74.9	75.4
		加压时间/min	1.0	1.0	1.0
		有无闪络现象	有	有	有
	转子绕组	2 500 V档测试1 min,有放电现象			

- 价模型研究[D]. 广州:广东工业大学,2007.
- [8] 王梅婷,徐得潜,陈凯. 城市河道生态护坡综合评价指标体系研究[J]. 水土保持通报,2011,31(1):198-202.
- [9] 王华. 河流生态系统恢复评价方法及指标体系研究——以黄浦江、苏州河为例[D]. 上海:华东师范大学,2006.
- [10] 蔡守华,胡欣. 河流健康的概念及指标体系和评价方法[J]. 水利水电科技进展,2008,28(1):23-27.
- [11] 金菊良,魏一鸣,丁晶. 基于改进层次分析法的模糊综合评价模型[J]. 水利学报,2004(3):65-70.
- [12] 韩利,梅强. AHP—模糊综合评价方法的分析与研究[J]. 中国安全科学学报,2004,14(7):86-90.
- [13] 吴运敏,陈求稳,李静. 模糊综合评价在小流域河道水质时空变化研究中的应用[J]. 环境科学学报,2011,31(6):1198-1205.
- [14] 郦建强,杨晓华,等. 河流健康复杂系统评价的IFMMAAM[J]. 河海大学学报,2008,36(2):152-156.
- [15] 高学平,赵世新,等. 河流系统健康状况评价体系及评价方法[J]. 水利学报,2009,40(8):962-968.
- [16] 张晶,董哲仁,等. 河流健康全指标体系的模糊数学评价方法[J]. 水利水电技术,2010,41(2):16-21.

(上接第47页)

表10 2号电机气隙测量数值

测次	空气间隙/mm	测次	空气间隙/mm
1	7.03	7	6.46
2	6.56	8	6.59
3	8.07	9	7.51
4	7.01	10	8.67
5	7.02	11	7.59
6	6.41	12	8.39

值。根据相关规程规范,综合评定2台电机均为四类设备,为保证工程效益的正常发挥和运行安全,建

议对2台主电机进行更换。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部.SL 316—2004 泵站安全鉴定规程[S]. 北京:中国水利水电出版社,2004.
- [2] 张帮念. 试论电气设备绝缘电阻测试方法[J]. 军民两用技术与产品,2015(14):73-74.
- [3] 陈天翔,王寅仲,温定筠,等. 电气试验[M].3版. 北京:中国电力出版社,2016:28.
- [4] 中华人民共和国电力工业部. DL/T 596—2005 电气设备预防性试验规程[S]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [5] 中华人民共和国建设部. GB 50150—2006 电气装置安装工程电气设备交接试验标准[S]. 北京:中国计划出版社,2006.