

DOI:10.20040/j.cnki.1000-7709.2023.20221954

某水电厂水轮机调速器紧急停机装置迭代升级研究

钟 永

(国家电投集团四川电力有限公司,四川 成都 610041)

摘要:水轮机调速器紧急停机装置既要满足二十五项反措中“失电动作”的要求,又要避免装置电磁阀线圈长期带电易烧损带来的机组非计划停运隐患。介绍了某大型水电厂水轮机调速器紧急停机装置从双电磁铁两位电磁阀、单电磁铁弹簧复位二位电磁阀到基于双电磁阀搭配联动阀的三代技术改进历程,阐述其工作原理,对比其各自优劣。证实基于双电磁阀搭配联动阀的水轮机调速器紧急停机装置是实用可靠的调速系统急停控制优化方案,在水电厂极具推广价值。

关键词:水轮发电机;调速器;紧急停机装置;双电磁阀;联动阀

中图分类号: [TV734.1]

文献标志码: A

文章编号: 1000-7709(2023)06-0185-03

1 引言

在现代电力系统中,水轮机调速器是水轮发电机组控制系统的核心^[1]。水轮机调速器紧急停机装置(简称急停装置)是在水轮机调速器控制设备出现故障时,实现紧急停机的关键部件。急停装置的作用是切除调速器的电液转换信号,直接操作调速器主配压阀关方向快速动作,使导叶接力器紧急关闭,实现机组紧急停机^[2]。国家能源局《防止电力生产事故的二十五项重点要求》中防止水轮机损坏事故规定:“大中型水电厂应采用‘失电动作’规则,在水轮发电机组的保护和控制回路电压消失时,使相关保护和控制装置能够自动动作关闭机组导水机构”。因此,急停装置通常采用的是单线圈电磁阀,以此来满足“失电动作”的规则,但这样存在电磁阀线圈本体故障引起机组非计划停运的隐患,严重威胁水轮发电机组安全稳定运行。对此,为了既能满足二十五项反措

“失电动作”规则的要求,又能消除电磁阀本体故障引起非计划停运的隐患,本文介绍了某大型水力发电厂水轮机调速器急停装置持续三代迭代升级研究历程,研制出的基于双电磁阀搭配联动阀的水轮机调速器紧急停机装置具有重要的工程应用价值,可为水电厂水轮机调速器急停装置技术改造提供参考。

2 急停装置迭代升级历程

某大型水电厂采用大型灯泡贯流式水轮发电机组,单机容量 4.5×10^4 kW,转轮直径 5 460 mm,设计水头 20 m。该水电厂水轮机调速器急停装置的迭代升级改造主要分为三个阶段。

(1)第一代急停装置。采用双电磁铁两位电磁阀(图1(a)中虚线框图所示)作为紧急停机电磁阀。其复归侧电磁线圈通电时,驱动阀芯运动,急停电磁阀机能切换至复归状态;当急停投入侧电磁线圈通电时,驱动阀芯运动,急停电磁阀机能

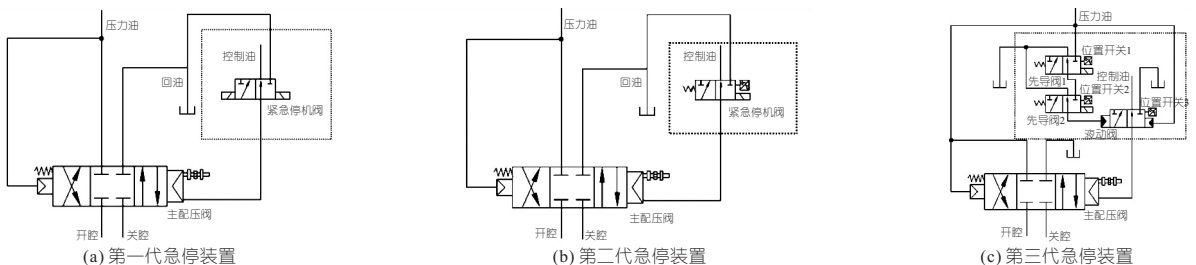


图1 急停装置原理简图

Fig.1 Schematic diagram of emergency stop device

收稿日期:2022-09-19,修回日期:2023-01-02

作者简介:钟永(1979-),男,硕士、高级工程师,研究方向为水力发电生产技术,E-mail:zhong_zy@wldl.com.cn

切换至急停状态,使调速器主配压阀开腔接通回油,关腔接通压力油,切换至关机状态^[3]。

(2)第二代急停装置。采用单电磁铁弹簧复位二位电磁阀(图1(b)中虚线框图所示)作为紧急停机电磁阀,并配以位置节点反馈装置,其电磁线圈一侧为复归侧,调速器正常工作时,紧急停机电磁阀长期带电使紧急停机电磁阀处于复归状态;当出现事故需紧急停机时,切断紧急停机电磁阀电磁线圈电源,电磁阀在复位弹簧作用下切换机能至急停状态,使调速器主配压阀开腔接通回油,关腔接通压力油,切换至关机状态^[4]。

(3)第三代急停装置。采用一种基于双电磁阀搭配联动阀的紧急停机装置。以液动阀(联动阀)为急停阀主体,双电磁阀为先导级来搭建液压系统中紧急急停阀的方案(图1(c)中虚线框图所示),并为双电磁阀配以位置节点反馈装置。此时急停装置的急停功能需两套两位电磁阀配合来实现,当两电磁阀均失电时,对应急停阀主体液动阀的控制腔才能接通回油,在常压油的作用下即能切换至急停状态,主配压阀开腔接通回油,关腔接通压力油,切换至关机状态;两套电磁阀中的任意一套失电均不能动作联动阀,只有在两套电磁阀得电时,对应急停阀主体的液动阀控制腔接通压力油,驱动液动阀至复归状态。

3 急停装置运行状况分析

某大型水电厂使用第一代、第二代急停装置时,曾出现急停电磁阀控制电源失电、电磁阀卡涩等故障导致停机,使用第三代急停装置后未再出现急停装置本体原因而导致的非计划停机。

(1)第一代急停装置。采用一套双电磁铁两位电磁阀作为紧急停机装置,电磁阀动作由紧急停机阀两侧的电磁线圈通电断电来实现,调速器正常工作状态下,两侧的电磁线圈均不带电,电磁阀位置由最后一次带电起复归作用的电磁线圈(图1(a)中的右侧线圈)来决定。当出现事故时,左侧电磁线圈带电保持几秒即可,使紧急停机阀机能切换至急停状态,进而驱动主配压阀切换至关机状态。国家能源局在2014年发布“二十五项反措”要求前,第一代紧急停机装置在各大中型水电厂中广泛应用。这种急停控制方式对于紧急停机阀两侧电磁线圈的要求苛刻,需能精确实现电磁阀两侧的通断电,不满足二十五项反措“失电动作”的规则,且电磁阀两侧未配置位置节点反馈装置,无法对其阀芯运行状态进行监控。若在运行

状况中,出现紧急急停阀的供电电源回路故障或电磁线圈本体出故障,则会出现水轮机调速器无法紧急关机的情况,对设备安全会造成重大威胁^[5]。

(2)第二代急停装置。采用一套单电磁铁弹簧复位的两位电磁阀作为紧急停机电磁阀,并配以位置节点反馈装置,电磁阀动作由紧急停机阀一侧的电磁线圈通电或断电配合复位弹簧作用来实现,调速器正常工作状态下,右侧电磁线圈长期带电使紧急停机阀始终处于复归状态,当出现事故时,右侧电磁线圈断电,紧急停机电磁阀在复位弹簧作用下切换至急停状态,进而驱动主配压阀切换至关机状态。在国家能源局发布“二十五项反措”后,为满足“失电动作”规则,第二代急停装置逐步应用到三峡、向家坝、五强溪、凌津滩等大中型水电厂中。这种急停方式较第一代有了很大进步,能在控制电源出现故障的情况下通过复位弹簧实现紧急停机,且配置有位置节点反馈装置,通过监控系统实时监控紧急停机阀阀芯的运动状况。但由于该紧急停机阀正常工作状况时长期带电,这对于供电系统及自身线圈质量提出了较高要求,实际运行中可能出现电磁阀本体线圈烧毁或阀体内部故障的情况,这样就会导致紧急停机阀进入误动作状态,使导叶主配误关机。在某大型水电站调速器的调试过程中就出现过紧急停机阀本体线圈故障误动作导致的机组紧急停机^[6]。

(3)第三代急停装置。采用基于双电磁阀搭配联动阀的紧急停机装置。以液动阀为急停阀主体,两套两位单线圈电磁阀为先导级来搭建液压系统中的紧急急停阀方案,两位电磁阀配置位置节点反馈装置,其动作功能由两套先导级的两位电磁阀协作来实现。调速器正常工作状态下,先导级的两套两位电磁阀电磁线圈均长期带电,如此使作为急停停机阀主阀的液动阀处于复归状态;当出现紧急事故时,两套两位电磁阀均失电,使液控阀控制腔连通压力油,该压力油推动液动阀机能切换至急停状态,进而使压力油通过液动阀连通至主配压阀的控制腔体,推动主配压阀切换至关机状态。第三代急停装置是在第二代急停控制方式的基础上进行了拓展,主要是针对第二代急停控制方式易出现急停控制阀误动作的现象进行了优化,任意一套先导级的两位电磁阀因本体故障失电时均不会改变液动阀机能,大大提高了急停控制阀的容错率。同时该先导级两位阀均配以位置节点反馈装置,能实时监控先导级阀组的阀芯运动状态,很大程度上减少了监控及检修

维护的工作量。在湖南洪江水电站,近三年来应用了第三代急停装置后,从未出现过误动作停机的情况,为水电厂机组安全稳定运行奠定了基础。

4 结论

a. 通过对比分析某大型水电厂水轮机调速器急停装置迭代优化方案,发现历经三代升级,基于双电磁阀搭配联动阀的水轮机调速器紧急停机装置既满足了“失电动作”规则的要求,又完善了对急停阀状态的监控;消除了急停装置因本身线圈故障或阀芯卡涩导致误停机的重大隐患。

b. 通过双重两位电磁阀搭建先导级控制阀组的思路,可为水电站调速器机械液压系统后续方

案优化提供借鉴。该技术现场应用情况良好,具有现实工程意义,在水电厂极具推广价值。

参考文献:

[1] 魏守平. 水轮机调节[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2009.

[2] 陈永兴. 水轮机调速系统应用及其故障维修分析[J]. 科学与信息化,2019(13):80,83.

[3] 缪新建. 调速器故障原因分析及处理措施[J]. 华电技术,2010,32(10):48-49,54.

[4] 陈宏州. 水轮机调速器系统及故障处理技术分析[J]. 建筑工程技术与设计,2018(14):1557.

[5] 郑森,陈开超. 水电机组调速器压油装置控制设备改造[J]. 红水河,2019,38(5):94-96.

[6] 孙伟华. 调速器在水轮发电机组中的应用分析[J]. 机电信息,2011(30):62-63.

Study on Iterative Upgrade of Emergency Stop Device for Hydraulic Turbine Governor in a Hydropower Plant

ZHONG Yong

(SPIC Sichuan Electric Power Co., Ltd., Chengdu 610041, China)

Abstract: The emergency shutdown device of the hydro-generator governor should not only meet the requirements of "power loss action" in the 25 anti-accident measures, but also avoid the hidden danger of unplanned outage of the unit caused by the electromagnetic valve coil of the device being charged for a long time and easy to burn. This paper introduces three generations of technical improvement of the emergency shutdown device of hydro-generator governor of a large hydropower station, from double electromagnet two-position solenoid valve, single electromagnet spring return two-position solenoid valve to double solenoid valve and linkage valve, expounds their working principle and compares their respective advantages and disadvantages. It is proved that the emergency stop device of hydro-generator governor based on double solenoid valve and linkage valve is a practical and reliable emergency stop control optimization scheme of speed regulating system, which has great popularization value in hydropower plants.

Key words: water wheel generator; governor of speed; emergency stop device; double solenoid valve; linkage valve

(上接第 205 页)

[15] 特高压交流输电标准化技术工作委员会. 1 000 kV 输变电工程电磁环境影响评价技术规范:DL/T 1185-2012[S]. 北京:中国电力出版社,2012.

[16] 电力行业环境保护标准化技术委员会. 输变电工程电磁环境监测技术规范:DL/T 334-2010[S]. 北京:中国电力出版社,2011.

[17] 姚德贵,张广洲,张嵩阳,等. 交直流线路并行架设时的电磁环境横向分布监测[J]. 水电能源科学, 2020,38(2):181-183,188.

[18] 胡建根,顾正皓,包劲松,等. 数据校正 在汽轮机热力性能监测中的应用[J]. 中国电力,2018,51(12): 124-131.

[19] 王瑶,李宁. 电场辐射敏感度测量不确定度评定的研究[J]. 电子测试,2020(4):48-49.

[20] 潘珺. 离子色谱法测量发电厂水汽系统蒸汽钠离子的不确定度评定[J]. 中国电力,2015,48(11):34-38.

[21] 全国法制计量管理计量技术委员会. 测量不确定度评定与表示:JJF 1059. 1-2012[S]. 北京:中国质检出版社,2013.

Power Frequency Electric Field Measurement and Uncertainty Analysis of UHV AC Power Transmission and Transformation Project

ZHANG Jian-gong, LU Hao-nan, WAN Hao, XU Ji-lai, TENG Zi-han
(State Key Laboratory of Power Grid Environmental Protection, China Electric Power Research Institute, Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to understand whether the power frequency electric field level generated by the UHV AC power transmission and transformation project meets the relevant requirements, this paper uses the EFA-300 power frequency field strength meter to conduct the cross-section of the substation and transmission line of the Ximeng-Shengli 1 000 kV AC power transmission and transformation project, and evaluate the uncertainty of the measurement results. The results show that the maximum measured value of the substation boundary is $(3.65 \pm 0.18) \text{ kV/m}$, $k=2$, which is lower than the electric field limit of the substation boundary, 4 kV/m ; the maximum measured value of the line cross-section is $(5.41 \pm 0.28) \text{ kV/m}$, $k=2$, which is lower than the electric field limit below the overhead transmission line, 10 kV/m , which meets the requirements of relevant national standards. It is found that the error of the field strength meter has a great influence. The uncertainty of the power frequency electric field measurement can be reduced by improving the calibration accuracy of the power frequency field strength meter. This work is supported by the Science and Technology Project of the Headquarters of State Grid Corporation of China-Research on Power Frequency Electric Field Calibration Technology (GYW1720200201).

Key words: UHV; substation; transmission lines; power frequency electric field strength; uncertainty