

锦屏一级水电站监控系统远方紧急启停 机组检修排水泵可行性研究

刘江红，杨自聪，梅沈锋，梁成刚，杨泽鹏

(雅砻江流域水电开发有限公司,四川 成都 610051)

摘 要:通过对锦屏一级水电站监控远方直接启停排水泵可行性研究及实践可知,监控远方启泵时,只需先現地手动开启长轴深井泵润滑油,延时 2 m 在电站监控系统发令合 10 kV 开关即可。监控远方停泵时,直接在电站监控系统发令分 10 kV 开关。实现远方直接启停机组检修排水泵,其重要意义体现在:机组检修期进行尾水管排水时,可以提前远方启动机组检修排水泵,将检修集水井水位抽至停泵水位;在机组检修排水过程中,可根据集水井水位上升及下降速度灵活调整机组检修排水泵运行台数。为提高尾水管排水效率,减少排水时间提供理论基础及实践支撑。由于锦屏一级水电站厂房渗漏排水系统与机组检修排水系统现场设备及控制系统完全一样,当厂房渗漏排水及机组检修排水控制系统异常时,可以远方直接启动排水泵进行排水。该研究对提高机组尾水管排水效率及厂房渗漏排水系统安全可靠运行具有重要参考意义。

关键词:锦屏一级水电站;机组检修排水;泵控阀;远方启泵;远方停泵

中图分类号:TV741 ;X924.3 ; TU992.25 文献标识码: B 文章编号:1001-2184(2020)03-0130-03

Feasibility Study on Remote Emergency Start and Stop of Generator Maintenance Drainage Pump of Jinping I Hydropower Station Monitoring System

LIU Jianghong, YANG Zicong, MEI Shenfeng, LIANG Chenggang, YANG Zepeng
(Yalong River Hydropower Development Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610051)

Abstract: According to the feasibility study and practice of monitoring the remote start and stop of drainage pump in Jinping I Hydropower Station, when monitoring the remote start of pump, it is only need to manually start the long shaft deep well pump lubricating water in situ, and send an order to close the 10kV switch in the monitoring system of the power station after a delay of 2m; when monitoring the remote stop of pump, it can directly sent order to open the 10kV switch in monitoring system of the power station. To realize the remote start and stop of the generator maintenance drainage pump directly, its important significance is reflected in: when the tailrace tube drainage is carried out during the generator maintenance period, the generator maintenance drainage pump can be started remotely in advance to pump the maintenance collector well water level to the pump stop water level; during the generator maintenance drainage process, the operation number of generator maintenance drainage pumps can be flexibly adjusted according to the rise and fall speed of the collector well water level, which provides theoretical basis and practical support for improving drainage efficiency of tailrace tube and reducing drainage time. Because the leakage drainage system of Jinping I hydropower station is exactly the same as the equipment and control system of the generator maintenance drainage system on site, when the leakage drainage system of the power house and the generator maintenance drainage control system are abnormal, the drainage pump can be directly started remotely. This study has important reference significance for improving the drainage efficiency of tailrace tube of the generator, as well as safe and reliable operation of leakage drainage system of powerhouse.

Key words: Jinping I Hydropower Station; generator maintenance drainage; pump control valve; remote start of pump; remote stop of pump

1 概 述

锦屏一级水电站位于四川省盐源县、木里县交界的雅砻江干流,是雅砻江水能资源最富集的中、下游河段五级水电开发中的第一级。水库正常蓄水位 1 880 m,相应库容 77.6 亿 m³,调节库

容 49.1 亿 m³,为年调节水库。电站装有 6 台单机容量 600 MW 的水电机组,总装机容量 3 600 MW,设计年利用小时数 4 616 h,设计多年平均年发电量 166.20 亿 kWh。锦屏一级水电站首台机组于 2013 年 8 月 30 日正式投产发电,2014 年 7 月 12 日 6 台机组全部投产发电。锦屏一级水

收稿日期:2020-03-10

电站作为西电东送主要电源点之一,厂房深埋在下游水位之下。因此,为确保电站安全,防止发生水淹厂房等重大事故,厂房渗漏排水、机组排水系统安全稳定运行尤为重要。

锦屏一级水电站机组检修排水系统用于机组检修时排除压力钢管、蜗壳和尾水管内的积水。机组检修排水采用间接排水方式,当机组检修时,压力钢管和蜗壳积水通过 DN400 液动球阀排至尾水管,机组尾水管内存水经过 DN800 尾水盘形阀汇集到预埋的排水总管后排入检修集水井(容量为 400 m³),再通过 5 台长轴深井泵排出至尾水调压室。检修集水井布置在靠近 6 号机组段侧的下游检修泵室下^[1]。

2 机组检修排水系统配备设备

锦屏一级水电站机组检修排水系统的主要设备由 35 台长轴深井泵组成,水泵为潜水多级混流泵,设计额定流量 1 250 m³/h,设计扬程 60 m。水泵后设置泵控阀、电动球阀等设备,控制系统由现地控制柜和 10 kV 开关控制柜组成。

2.1 长轴深井泵

每台长轴深井泵配套 10 kV 电机,电机采用风冷却,在电机上轴承、下轴承、定子绕组均设有 PT100 温度测量元件。泵的吸入口垂直向下,出口水平,免抽真空启动,单基础安装,水泵和电机直联;从电机端俯视,水泵转子部件逆时针方向旋转。泵中间轴、扬水管和护管为多节,轴采用套筒联轴器联接。

2.2 泵控阀

泵控阀选用以色列伯尔梅特分 740S 产品,此阀门是一种由导阀控制,液压隔膜驱动自动控制阀门。阀门由管道压力驱动,反应迅速而平稳,开启及关闭速度可调^[2]。泵控阀安装于水泵出水侧,与水泵联动,发挥背压启动以及主动关闭(先于水泵关闭)的作用,以防止开泵和停泵时产生压力波动,并在事故停泵时,具有止回功能,水泵控制阀可实现快速关闭。利用水泵启停时,阀门前后的水压差作为控制动力,具有随水泵的启闭而自动启闭的功能;阀门启闭动作过程能有效地防止因水锤压力波升高而产生的事故。据现场使用情况调查和实测,停泵水锤压力峰值均在工作压力的 1.3 倍以内^[3]。

2.3 控制系统

现地配置有现地控制柜,每一台泵的动力电

源单独取自不同的厂用电 10 kV 母线,排水系统现地采用 PLC 控制器,控制回路中将厂用电的 10 kV 馈线开关当作接触器,现地不设置接触器,也未配置软启动器^[4]。集水井内设有 2 套投入式水位变送器和 1 套浮子式液位开关用于自动控制水泵启停,分别设有停泵水位、工作泵启动水位、备用泵启动水位、集水井高报警水位等,并将水位信号上送至计算机监控系统,用于远方监视。正常情况下,控制系统根据水位自动控制排水泵启停,监控系统不具备远方直接启动和停止排水泵的功能。

3 机组检修排水泵启停控制原理

3.1 泵控阀控制原理

泵控阀由一个电磁阀控制,带限位开关,三路电磁导阀控和止回阀的水力控制阀。锦屏一级水电站选用常闭型,且增加了一个水流加速器以加快阀门反应速度。泵控阀控制原理见图 1。在水泵停机状态及水泵开启运行正常后的工作状态下,S10 电磁阀均不带电。S10 电磁阀断不带电时,A 与 P(压力水)接通,S10 电磁阀带电时,A 与 R(大气)接通。S10 电磁阀在阀门关闭时及造压过程中带电运行。54B 水流加速器在 S10 电磁阀带电时,0 与 2 接通,在 S10 电磁阀不带电时,1 与 2 接通。

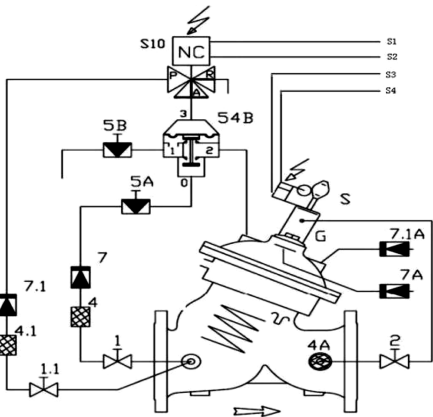


图 1 泵控阀控制原理图

3.2 机组检修排水泵启动自动控制

机组检修排水泵启动时,控制系统先开启长轴深井泵润滑水,延时 2 m 发令合 10 kV 开关,泵电机启动后水压送至泵控阀进口。启泵时,S10 电磁阀同时通电 10 s(根据现场工况可延长或减少通电时间)。当泵出口压力达到预定压力时,电磁阀断电,水从阀门上腔通过 54B 水流加速器排向大气,此时,阀门开启,泵启动成功。启

泵时, S10 电磁阀短时通电 10 s, 只为确保泵启动到达额定转速前泵控阀在全关状态, 以实现泵空载启动。而现场实际安装调试过程中经过反复验证, 泵控阀正常情况均能够关闭到位。若泵在停运时泵控阀退出全关位置, 则说明管路中水在倒流, 可能会造成泵反转, 监控系统则会发出报警信号, 以便现场检查处理。所以, 在机组检修排水控制系统程序中, 泵启动前没有设置将 S10 电磁阀短时通电 10 s 的操作步骤。

3.3 机组检修排水泵停止自动控制

机组检修排水泵停止时, 控制系统先发令使 S10 电磁阀通电, S10 的 A 与 R(大气)接通, 54 B 水流加速器, 0 与 2 接通。随后, 压力水通过水流加速器进入上泵控阀控制腔, 主阀缓慢关闭, 隔离运行中的水泵和系统。阀位指示杆位置下降时, 启动阀门限位开关传递泵控阀全关信号到控制系统, 控制系统发令分 10 kV 开关, 泵停止成功。在到达预设延时时间后, 控制器给 S10 电磁阀断电, 54 B 水流加速器在泵控阀上腔水压作用下使 1 与 2 接通, 回到初始状态, 等待水泵下一次接受信号时正常开启。泵控阀受液压作用保持关闭。

4 监控远方启停检修排水泵分析与实践

4.1 监控远方启泵

监控远方启泵时, 只需先现地手动开启长轴深井泵润滑水, 延时 2 m 在电站监控系统发令合 10 kV 开关即可。电机启动后阀前水压逐步上升, 当水压超过系统静压时, 阀门开启压力增大, 上腔压力水从 54 B 水流加速器排向大气, 此时, 阀门开启, 泵启动成功。与控制系统自动启泵过程相比, 没有任何实际差别。

4.2 监控远方停泵

监控远方停泵时, 直接在电站监控系统发令分 10 kV 开关。泵停止后, 泵控阀板在重力及背压弹簧的作用下开始向下回落, 加之管路中带压水流一路从 7 A、7.1 A 处向阀门上腔进气, 另一路水通过 4 A 内置带滤网过滤器处取水加至 G 压力平衡装置, 使泵控阀在水流方向改变前快速关闭, 泵停止成功。与控制系统自动停泵过程相比, 远方停泵时电机在泵控阀关闭前停止运行, 但随后, 泵控阀自动在水流方向改变前快速关闭, 对检修排水泵瞬时流量几乎为零。

4.3 现场实际验证

2020 年 1 月 5 日, 锦屏一级水电站运行人员

利用 4 号机组检修尾水管排水机会, 按照上述分析步骤做了远方启停机组检修排水泵验证试验。现地纯手动开启润滑水电磁阀, 开启润滑水并保持长流水状态, 确保泵的控制保持在自动方式, 以便水位到达停泵水位时, 机组检修排水泵可以自动停泵。启泵时, 现场检查泵启动过程及运行正常, 且机组检修排水泵运行指示灯点亮。当检修集水井水位下降至停泵水位时, 由于机组检修排水控制系统能检测到泵运行状态, 控制系统自动停泵, 停泵过程正常。再次远方启动机组检修排水泵运行一段时间后, 监控系统拉开泵 10 kV 开关后, 现场检查泵停运行正常, 泵控阀能自动快速关闭到位, 机组检修排水泵未出现反转情况, 现场没有出现水锤造成相关异响等情况发生。

5 结 语

根据上述分析及实践证明, 在锦屏一级水电站机组检修排水控制系统未进行任何技术改造的情况下, 可以实现远方直接启停机组检修排水泵, 其重要意义体现如下:

(1) 在机组检修期进行尾水管排水时, 可以提前远方启动机组检修排水泵, 将检修集水井水位抽至停泵水位; 在机组检修排水过程中, 可根据集水井水位上升及下降速度灵活调整机组检修排水泵运行台数。

为提高尾水管排水效率, 减少排水时间提供理论基础及实践支撑。

(2) 由于锦屏一级水电站厂房渗漏排水系统与机组检修排水系统现场设备及控制系统完全一样, 当厂房渗漏排水及机组检修排水控制系统异常时, 可以远方直接启动排水泵进行排水。所以, 上述分析及结论同样适合厂房渗漏排水系统, 为汛期确保设备安全稳定运行提供了有力保障。

由于上述分析及结论是在未对机组检修排水控制系统进行任何技术改造情况下进行的, 所以, 在远方直接停泵过程中, 存在对水泵及泵控阀造成损伤的风险。建议后续类似情况在进行机组检修排水及厂房渗漏排水控制系统设计时, 增加控制系统远方启停泵的功能, 已投产电站未设置该功能的应进行技术改造以实现监控远方直接启停排水泵的功能^[5]。

参考文献:

- [1] 四川省雅砻江锦屏一级水电站枢纽工程运行说明书(2019 版)[R]. 西昌: 某水力发电厂, 2019. (下转第 136 页)

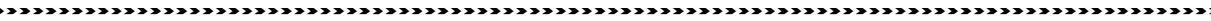
力,2002,106(4):60—62.

[2] 冯强.海里水力发电厂综合自动化技术改造[J]. 中国水轮及电化,2007,2(1):86—88.

[3] 舒正祥.125MW 发电机滑环运行故障的分析与处理[J]. 大电机技术,2007,5(1):13—16.

[4] 王 阳,陈燕玲.导电滑环检测方法研究[J].宇航计测技术,2012,32(6):72—76.

[5] 水能发电机安装技术规范[S].GBT8564—2003.



(上接第 115 页)

4 结 语

笔者结合数值模拟和模型试验对牙根二级水电站下游河段流场分布进行了研究,研究表明:尾水洞下游河道右岸水流较为平顺,主流方向明确,存在较大范围的 0.8~1.2 m/s 流速区,适宜布置进鱼口。分析不同工况下河道右岸流场分布,未发现各种工况下能同时满足 0.8~1.2 m/s 流速范围的区域。为保证集鱼效果,建议布置两个进鱼口。3 台以下机组运行时,在桩号 0+690 m~0+740 m 区域布置 1 号进鱼口过鱼;3 台及以上机组运行时,在桩号 0+550 m~0+590 m 区域布置 2 号进鱼口过鱼。笔者采用的进鱼口位置选择方法及 180°转弯线路布置可为其他类似工程提供参考。

参考文献:

(上接第 129 页)

[4] 国电大渡河流域水电开发有限公司龚嘴水力发电总厂.一种单活塞三腔气动复位式制动器及其实现方法:201110048266.X[P].2011—03—01.

[5] 国电大渡河流域水电开发有限公司龚嘴水力发电总厂.一种新型气动复位制动器:201720937876.8[P].2017—07—28.

[6] 全国大型发电机标准化技术委员会.水轮发电机用制动器:第 1 部分 水轮发电机用立式制动器:JB/T 3334.1—2013 [M].北京:机械工业出版社,2014.

(上接第 132 页)

[2] 郝临景.水锤撞击渗漏泵的原因分析和故障处理[J]. 科技资讯,2010,26:70.

[3] 泵控阀安装、运行、维护说明书 JP1G[R].西昌:某水力发电厂,2013.

[4] 李天智.溪洛渡水电站厂房排水系统设计及经验借鉴[J].水电站机电技术,2013,36(6): 45—46.

[5] 陈江天.三峡左岸电站机组检修排水控制系统的设计[J].电气自动化,2016,1(38): 84—86.

作者简介:

作者简介:

李 政(1975-),男,重庆忠县人,工程师,硕士,四川革什扎水电开发有限责任公司从事电力生产管理工作;

李 巍(1972-),男,四川峨眉人,技师,四川革什扎水电开发有限责任公司从事电力生产工作;

卿启维(1988-),男,四川荣县人,工程师,硕士,四川革什扎水电开发有限责任公司从事电力生产管理工作.

(责任编辑:卓政昌、吴永红)

[1] 南京水利科学研究院. 鱼道[M]. 北京:电力工业出版社,1982.

[2] 郑铁刚,孙双科,柳海涛等.基于生态学与水力学的水电站鱼道进口位置优化研究[J]. 水利水电技术,2018,49(2): 105—111.

[3] 王兴勇,郭 军.国内外鱼道研究与建设[J]. 中国水利水电科学研究院学报,2005,3(3):222—228.

[4] 郑铁刚,孙双科,柳海涛,等.基于鱼类行为学与水力学的水电站鱼道进口位置选择[J].农业工程学报,2016,32(24):164—170.

[5] 汪亚超,陈小虎,张 婷,等.鱼道进口布置方案研究[J]. 水生态学杂志,2013,34(4):30—34.

[6] 段鸿峰,叶 茂,吕海艳,等.迂回型鱼道回旋上升段休息池 [P]. 中国. ZL201610162694.8,2018—07—20.

作者简介:

潘 露(1984-),女,重庆人,讲师,硕士,从事水工水力学方面工作;

吕海艳(1979-),女,四川成都人,高级工程师,硕士,从事水工水力学方面工作;

刘艺平(1984-),女,四川成都人,讲师,硕士,从事水工水力学方面工作.

(责任编辑:吴永红、卓政昌)

作者简介:

张泽彬(1967-),男,四川仁寿人,工程师,从事水力发电厂生产经营管理工作;

邓林森(1982-),男,重庆梁平人,高级工程师,,从事水力发电厂生产、技术管理工作;

易旭涛(1983-),男,四川成都人,高级工程师,从事水力发电厂生产、技术管理工作;

曾 伟(1988-),男,四川成都人,工程师,从事水力发电厂运行、维护管理工作.

(责任编辑:吴永红、卓政昌)

刘江红(1987-),男,四川自贡人,工程师,工学学士,从事水电站运行管理工作;

杨自聪(1989-),男,四川宜宾人,工程师,工学学士,从事水电站运行管理工作;

梅沈锋(1994-),男,湖北黄冈人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行管理工作;

梁成刚(1996-),男,甘肃天水人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行管理工作;

杨泽鹏(1995-),男,山西运城人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行管理工作.

(责任编辑:吴永红、卓政昌)