

# 南水北调泵站管理创新与实践

王从友,杜鹏程,葛洋洲

(南水北调东线江苏水源有限责任公司,江苏 南京 210019)

**摘要:**针对泵站运行管理中存在的问题,开展理论研究与技术探讨,重点选取主电机转子绝缘自动干燥、启闭机钢丝绳自控防护装置、泵站真空破坏阀断流装置可靠性改造等3项措施进行介绍。经实际应用效果良好,对大型泵站运行与维护工作具有一定的参考价值。

**关键词:**南水北调;泵站管理;“五小”法创新;成果应用

**中图分类号:**TV675 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2023)07-0051-0004

## The application and innovation in the management of the South-to-North Water Diversion pump station

WANG Congyou, DU Pengcheng, GE Yangzhou

(The Eastern of South-to-North Water Diversion Project Jiangsu Water Source Co., Ltd., Nanjing 210019, China)

**Abstract:** In view of the problems existing in the operation and management of pump station, theoretical research and technical discussion have been carried out. This paper introduces three measures, including “automatic drying of main motor rotor insulation”, “automatic protective device of hoist wire rope”, and “reliability improvement of pump station vacuum breaking valve cutoff device”. Through practical application, the effect is good. which have certain reference value for the operation and maintenance of large pump stations.

**Key words:** South-to-North Water Diversion; pump station management; “five small” innovation; application of results

南水北调东线一期江苏段工程,在原有以京杭大运河为输水干线江水北调工程的基础上,开辟运西线,新建11座泵站,改扩建3座泵站,加固改造4座泵站,共9个梯级,输水干线长404 km,扬程约40 m,实现了抽江500 m<sup>3</sup>/s能力。2013年通水运行至2022年底,各泵站累计抽水约340亿m<sup>3</sup>,发挥了重要的社会效益和生态效益。

近年来,管理单位鼓励技术人员弘扬工匠精神,开展技术创新,减轻劳动负荷,保证安全生产,

促进隐患整改,形成的“五小”成果有效解决了运行中存在的一些不方便、不可靠、不稳定的问题。

### 1 主电机转子自动干燥装置

#### 1.1 研究背景

泵站主机组多采用同步电动机,由于制造、使用、维护、环境因素等各方面原因,不可避免地出现绝缘电阻下降<sup>[1]</sup>,特别是非运行期间遇梅雨、高温、大雾等天气,受潮湿空气影响,转子绝缘值下降很

收稿日期:2022-10-28

作者简介:王从友(1974—),男,高级工程师,本科,主要从事大型泵站运行管理工作。E-mail: 408371679@qq.com

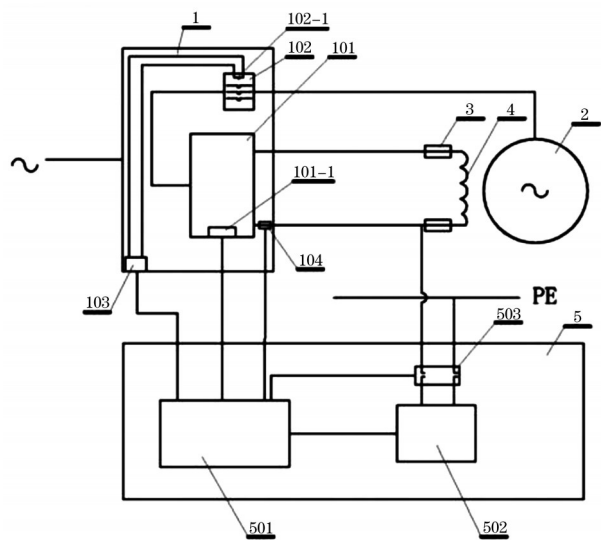
快,一般为0~0.3 M $\Omega$ ,需要进行4~6 h烘干处理方可满足开机条件。目前,上述工作都是人工在现场操作,既不能完全保证随时开机运行,也满足不了远程集控无人值班的自动化要求。

## 1.2 技术创新

- (1)能够在主电机停机后,实时监测转子绝缘值。
- (2)绝缘低时可自动投入励磁电流进行干燥。
- (3)基于原有励磁装置进行改造,只增加监测、分析判断和控制功能,充分利用原有设备。

## 1.3 结构原理

该装置包括PLC控制器、绝缘电阻测试仪和控制电路等部分,其原理示意图见图1。在控制电路中输出设置有1个启停开关(103)反映主电机运行状态,启停开关(103)闭合时主电机处于运行状态,启停开关(103)打开时主电机处于停止运行状态。



1-控制电路(101-励磁控制器,102-加电接触器开关,103-启停开关,104-励磁电流变送器); 2-定子; 3-导电刷; 4-转子励磁线圈; 5-绝缘干燥器(501-PLC控制器,502-绝缘电阻测量仪,503-触点开关)

图1 转子自动干燥原理示意

当主电机停止运行时,接触器开关(102)的辅助触点(102-1)断开,引发启停开关(103)打开,其输出信号启动PLC(501)工作,PLC(501)使触点开关(503)闭合,绝缘电阻测量仪(502)连接转子励磁线圈(4),并测量其绝缘电阻,将阻值输入PLC(501),当阻值低于设定值时,PLC(501)输出接口接通励磁控制器输入接口(101-1),励磁控制器(501)输出接

口接通励磁电流至转子励磁线圈(4)。

为了能根据转子对地绝缘电阻的情况控制励磁电流的大小,在励磁电流至电机转子励磁线圈的线路中设置有励磁电流变送器(104),连接PLC(501)的输入端,PLC根据励磁电流变送器(104)的信号控制励磁电流的大小。

## 1.4 实施效果

该装置投入运行后,实现了在线监测转子绝缘值,并根据绝缘值自动对转子进行干燥,保证了主机组绝缘始终符合开机运行的条件,提高了设备的可靠性和智能化程度。

# 2 启闭机钢丝绳自控保护装置

## 2.1 研究背景

南水北调多个泵站配有卷扬式启闭机,钢丝绳裸露在空中或水下,易受灰尘、水面漂浮物等污垢侵蚀,出现表面油污、绳芯干燥等情况,由此造成的强度和韧性损失远超过正常磨损和疲劳的影响<sup>[2]</sup>,需要定期将钢丝绳拆卸,进行清洗并涂抹油脂保养,然后重新安装调试,费时费力。

## 2.2 技术创新

- (1)装置结构简单可靠,可伴随闸门升降自动伸缩。
- (2)钢丝绳清洗保养时,无须拆装,使用方便。

## 2.3 结构原理

该护套装置结构类似伸缩式钓鱼竿,钢丝绳穿入保护伸缩套管内。上端采用活扣式与启闭机密封机构连接,下端与定滑轮采用卡扣式连接,滑轮开口处采用不锈钢密封装置。

当需要对钢丝绳保养时,将上端卡扣卸下,伸缩套管落下,对上部钢丝绳进行保养,完成后恢复上端连接。将下端伸缩套管卡扣卸下,并滑动至上端保养过的钢丝绳段,对下端部位进行保养,结束后恢复下端连接。

伸缩式钢丝绳护套结构见图2,材质可采用304不锈钢或碳纤维等。

## 2.4 实施效果

伸缩式钢丝绳护套使用以来,经汛期防洪检验,闸门多次升降,护套伸缩灵活自如,钢丝绳表面基本无污垢,保养周期可由1 a/次,增加至3~4 a/次。该装置更适用于风沙较大的西北地区及盐碱度较大的沿海地区,应用后将有效保护钢丝绳不受沙尘和盐碱侵蚀,延长钢丝绳保养时间,减少养护费用。

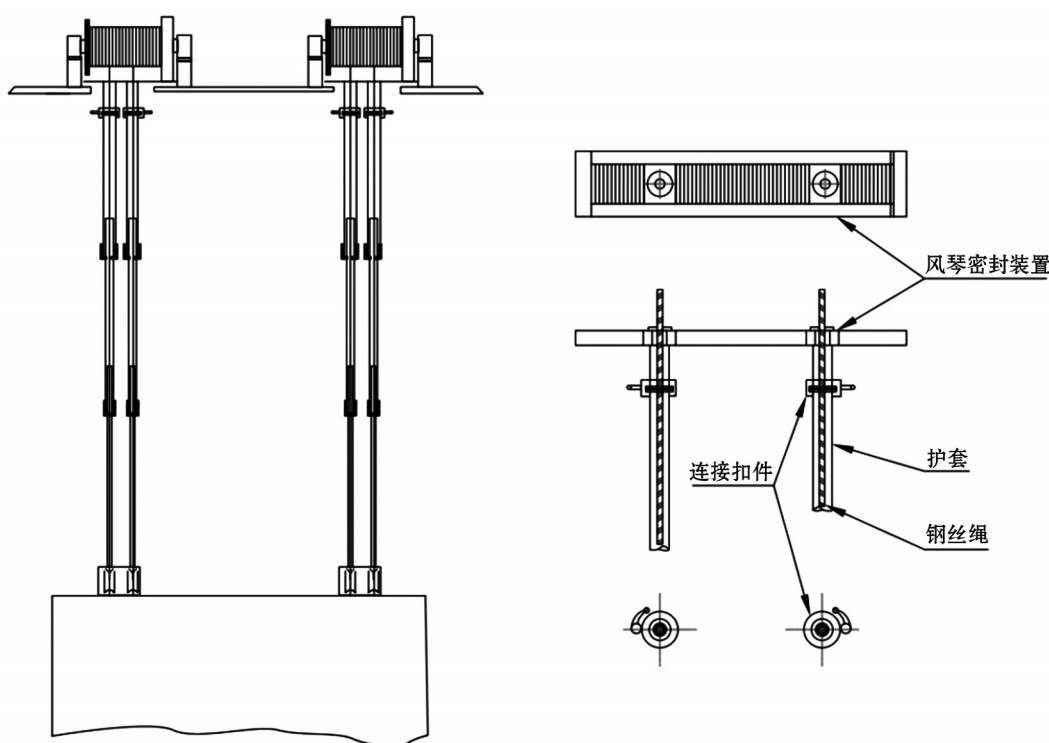


图2 伸缩式钢丝绳护套结构

### 3 真空破坏阀断流装置可靠性改造

#### 3.1 研究背景

南水北调工程多个泵站采用虹吸式出水流动,电磁式真空破坏阀断流且主机组停机时,电磁阀内电磁铁失电,失去吸合力,阀门打开,吸入空气破坏虹吸效应,截断水流,防止水流倒灌产生的水锤冲击引起主机叶轮飞逸。

运行中,电磁阀存在电磁铁供电或控制回路出现故障,无法自动打开,需要手动或人工破碎安全窗玻璃进行断流,因而停机时,必须安排熟练掌握破碎技巧人员在真空破坏阀旁驻守,准备应急处理,存在不可靠、安全隐患<sup>[3]</sup>。

若再增加1套系统(空气压缩机、储气罐、电磁阀)真空破坏阀,除了较大投入外,还需要对土建和自动化控制程序做较大改造,且现场不一定具备安装条件。通过研究,在原设备背面新增1套蝶式电动阀,通过电动阀顶直流电机驱动阀瓣开关,达到冗余配置,简便且更加安全可靠。

#### 3.2 技术创新

(1)增加电动阀驱动电源取自直流屏内的直流电源,独立于原真空破坏阀控制电路,供电可靠性强。

(2)增加的电动阀结构简单,改造容易,费用

节省。

#### 3.3 结构原理

对真空破坏阀检修孔封板进行开孔,焊接连接管及法兰,安装1只GID-200A型蝶式电动阀,改造效果见图3。

利用高压柜合闸母线上直流电作为蝶式电动阀驱动电源,在高压柜内安装控制电路及空气开关、继电器、时间继电器等设备,与主机组断路器联动,断路器分闸时,蝶式电动阀自动打开,机组停运2 min后自行关闭,为下次开机做准备。电气控制原理见图4。

#### 3.4 实施效果

改造完成后,管理单位开展了设备试运行,人工将电磁阀调至手动模式,模拟机组运行时电磁阀发生故障。机组断路器分闸后,电磁阀不动作,蝶式电动阀却顺利打开,机组断流,安全停机。将电磁阀恢复至自动模式,电磁阀、蝶式电动阀同时打开,机组断流,达到预期效果。

经过实际运行,蝶式电动阀始终稳定、可靠地开启和关闭,真空破坏阀断流装置使用2种不同类型的阀门,通过不同途径控制电源,发挥双保险作用,有效提高了设备的稳定性和安全性,现场无须安排专人值守,为泵站实现无人值守奠定了基础。

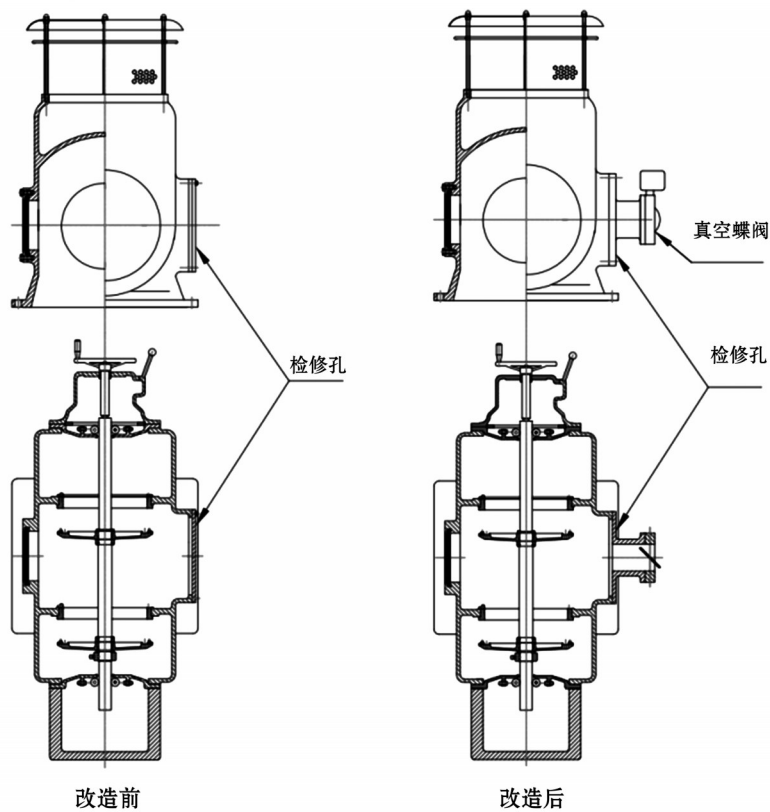


图3 真空破坏阀改造对比

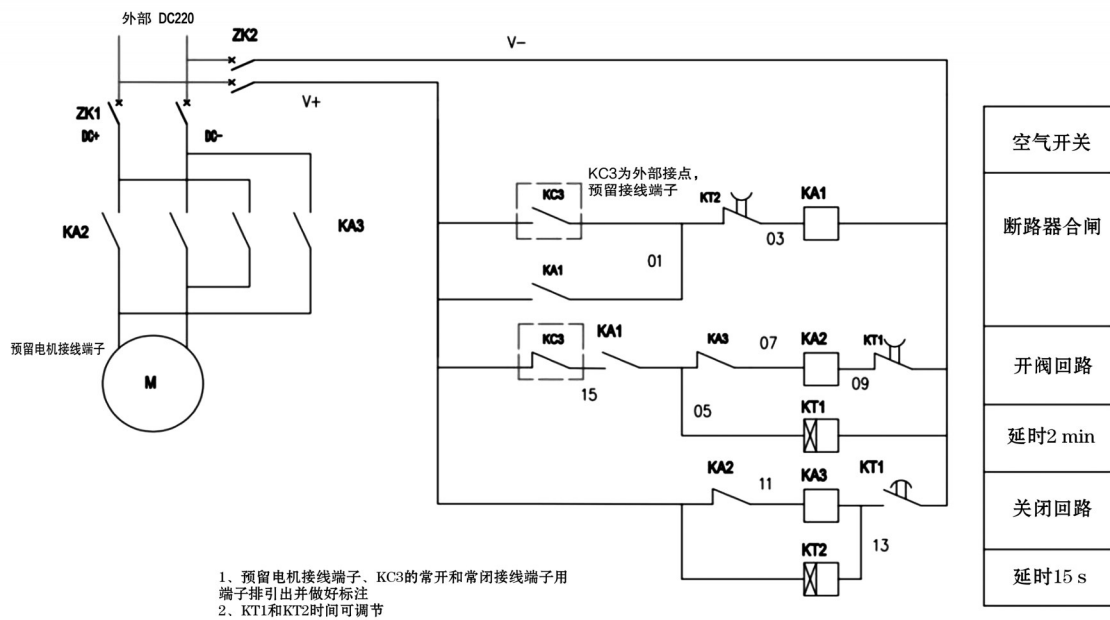


图4 电动阀电气控制原理

## 4 结 语

对主电机转子绝缘自动干燥、启闭机钢丝绳自

控防护装置、泵站真空破坏阀断流装置可靠性改造等3项措施进行了介绍。这3项创新措施从实用的观念出发,无须增加较多投入,改造工艺相对简单,

(下转第58页)

### 3.3.3 功能作用

闸门运行时,丝杆驱动齿轮转动1圈,拉杆即拉动计数器增加相应数量。上文中已经说明了丝杆的转动圈数与卷扬机转动圈数存在一定的比例关系,通过此比例与机械式计数器显示的计数以及设备参数,可以计算出一段时期内闸门启闭机的实际运行工作量,如电机、减速机的启动次数与时间,闸门运行的总高度,结合水利工程运营单位制定的设备维护保养要求,进行科学的设备维护。

## 4 结 语

多功能行程控制装置的应用,可显示闸门在开启和停止情况下的运行状态、沉降预警和运行工作量,使闸门处于全天自动监视状态下,通过模拟显示器、沉降报警装置、计数器实现相应功能。同时,

能为设备的安全运行、维护、检修提供更直观的依据,不仅方便了运营单位的管理,减轻了巡检人员的工作量,还能及时发现隐患,做到早维护、早检修,对于水利工程的安全运行具有重要意义,能够充分发挥水利工程的效益。

### 参考文献:

- [1] 邱国强. 水利工程闸门启闭机的运行管理研究[J]. 科技创新导报, 2019(29): 134-126.
- [2] 中华人民共和国水利部. 水利水电工程启闭机设计规范: SL41—2018[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2018.
- [3] 刘跃强. 桥式起重机安全止停装置的研发[J]. 设备管理与维修, 2022(1): 96-97.
- [4] 谢小娟, 林晓明, 梁敏健. 起重机械起升机构制动下滑量测试装置设计[J]. 中国设备工程, 2019(10): 124-126.
- [5] 周勇. 可视式闸门沉降预警装置: 中国, 202222565736.6 [P]. 2023-02-03.

(上接第54页)

具有可行、可靠的优点,解决了部分泵站、水闸工程运行管理过程存在的问题,对推动泵站开展无人值守(少人值班)工作起到一定作用<sup>[4]</sup>,对类似水利工程的运行、维护与管理具有一定的参考价值。

### 参考文献:

- [1] 杨斌文, 苏满红. 电动机绕阻的绝缘干燥处理[J]. 上海

大中型电机, 2006(1): 16-18.

- [2] 马剑波. 浅谈钢丝绳的维护与保养[J]. 江苏水利, 2004(8): 29-30.
- [3] 邱枫, 邱象玉, 谢迪. 虹吸式出水渠道真空破坏阀的联动控制分析[J]. 水利水电技术, 2017, 48(2): 79-82.
- [4] 问泽杭, 吴海军. 大型泵站群实行“无人值守(少人值守)”的探讨[J]. 江苏水利, 2019(1): 56-59.