

飞来峡水利枢纽电站 水轮发电机组高压气系统改造实践

胡洪波

(广东省飞来峡水利枢纽建设管理局 广东省清远市 511825)

【摘要】 介绍了飞来峡水利枢纽水轮发电机组高压气系统改造的设计及实施方案。通过改造,消除了机组高压气系统存在的隐患,大大提高了机组运行的安全稳定性。

【关键词】 飞来峡水利枢纽 水轮发电机组 高压气系统 改造

【数据库分类号】 SZ01

0 概述

飞来峡水利枢纽水电站为低水头径流式电站,厂房为河床式。电站总装机容量为140 MW,安装有4台转轮直径7 m,额定容量39 MVA的灯泡贯流式水轮发电机组,机组系由奥地利MCE和ELIN公司供货,于1999年投产运行。电站机组高压气系统随机组成套引进,包括两台排气压力为70 bar、排气量为 $0.18 \text{ m}^3/\text{min}$ 的空气压缩机,以及一只容量为 0.5 m^3 高压贮气罐,系统正常工作压力范围为65~68 bar。

高压气体用在以下部位:

- (1) 4台水轮发电机组调速器压力油罐充气、补气(压力油罐额定压力为60 bar);
- (2) 4台发电机机械制动用气(4~6 bar,从68 bar减压而得);
- (3) 4台水轮机大轴检修密封用气(3.5 bar,也从68 bar减压而得)。

2001年10月,由于已有的高压气机排气量偏小、启动频繁带来经常性故障,而且因备品原因造成有时只有1台高压气机运行,当时为了确保高压气系统的工作可靠性及机组的运行安全,增购了1台排气压力为70 bar、排气量为 $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 、电机功率为22 kW的国产高压气机,经安装调试后,与原有的2台高压气机并联运行,加大了气系统的供气能力,暂时保证了机组用气的安全。

1 机组高压气系统目前存在的问题

(1) 贮气罐容积偏小

贮气罐是高压气系统的重要设备,它主要有以下作用:

- 作为压力调节器,缓和活塞式压缩机由于断续动作而产生的压力波动;
- 作为气能的贮存器,当用气设备耗气量小时积蓄气能,耗气量大时放出气能;
- 由于压缩空气的温度急剧下降,以及运动方向改变而将水分和油珠加以分离和汇集,定期排除这些水分和油珠;
- 还可作为根据系统中的空气消耗量不同而操作空压机调节器的一种机械。

飞来峡水电站高压贮气罐为 0.5 m^3 ,容积偏小,机组压力油罐补气时系统压力下降过快,高压

气机启动过频,造成高压气机元器件受损严重,使用寿命缩短。另外,由于高压气系统的供气范围广、管路长、元器件多,漏气在一定程度上不可避免(特别是减压阀),也要求贮气罐的容量有一定的安全余量。

(2) 根据水利水电建筑安装安全技术工作规程(SD267-88)的要求,压力容器应定期检验,并提出检验报告。由于没有备用的贮气罐,致使无法对贮气罐及其附属部件(如安全阀等)进行定期校验,不利于贮气罐的安全运行。

(3) 2台进口高压气机中的1台老化严重,故障率高,无法保证长期安全稳定运行,且备品备件购买困难。

(4) 3台高压气机没有进行集中控制,不利于设备的优化运行。

(5) 3台高压气机的运行状态在电站计算机监控系统上没有一一对应显示,不利于运行监控。

2 改造方案

2.1 总体设计

随着机组的运行,高压气系统容量不足的问题逐渐暴露出来,而高压气系统作为机组的重要辅助系统,在机组安全运行中起着举足轻重的作用,直接关系到机组发供电的安全,从而影响枢纽防洪电源的正常供给,为了确保高压气系统的安全稳定运行,计划从以下几个方面进行技术改造。

(1) 购买1台与现有国产高压气机同型号的高压气机,以替换现有的进口高压气机中的1台。

(2) 为了解决容量问题,计划增设1只容积为 1 m^3 高压贮气罐,与原来的高压贮气罐并联运行;另外,对高压贮气罐的进出气管路进行优化布置,使3台高压气机与贮气罐形成有机统一的整体。

(3) 利用PLC技术,建设现地控制单元,将3台高压气机进行集中控制,以提高整个高压气系统的工作可靠性,确保机组运行安全。

(4) 将高压气系统的相关状态量接入电站计算机监控系统,以便于运行监视。

系统改造控制逻辑如图1所示。考虑到机组运行安全,在实施上述技术改造时应采取措施确保机组供气不间断;或在洪水期间,利用机组全停的机会(一般有3天时间),进行高压气系统管路改造施工。

2.2 控制部分设计

2.2.1 控制系统功能

3台高压气机(新购的1台高压气机替换现有的进口高压气机中的1台)共用一控制柜主要完成对压缩机的监控,接受从系统、高压气机本体发出的信号,经过控制柜PLC处理后,PLC发出相关的指令去控制高压气机的运行状态。在PLC故障的情况下,通过常规控制回路能够实现3台高压气机的自动控制。同时上传有关信息向电厂监控系统发送各种故障信号和运行信号。

系统气压的检测采用开关量检测元件,供气系统的控制以开关量方式进入PLC,PLC根据信号来决定高压气机的工作状态(运行、停止)。

2.2.2 系统控制方式

3台高压气机互为备用,由公用PLC控制完成功能。每台高压气机各有一个工作方式选择开关“自动—常规手动—常规备用—停止”。

(1) 当3台高压气机方式选择开关都设置于“自动”位置时,PLC自动根据系统压力决定3台高压气机的状态,按每台累计运行时间决定“主用—备用”,运行时间短的为主用机,当某台高压气机故障时备用机自动投入。若系统压力低于主用机启动压力(65 bar),主用机启动。系统用气量过大,系统

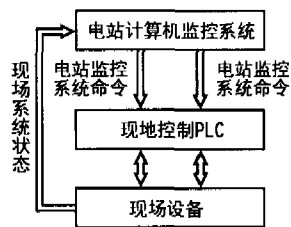


图1 系统改造控制逻辑图

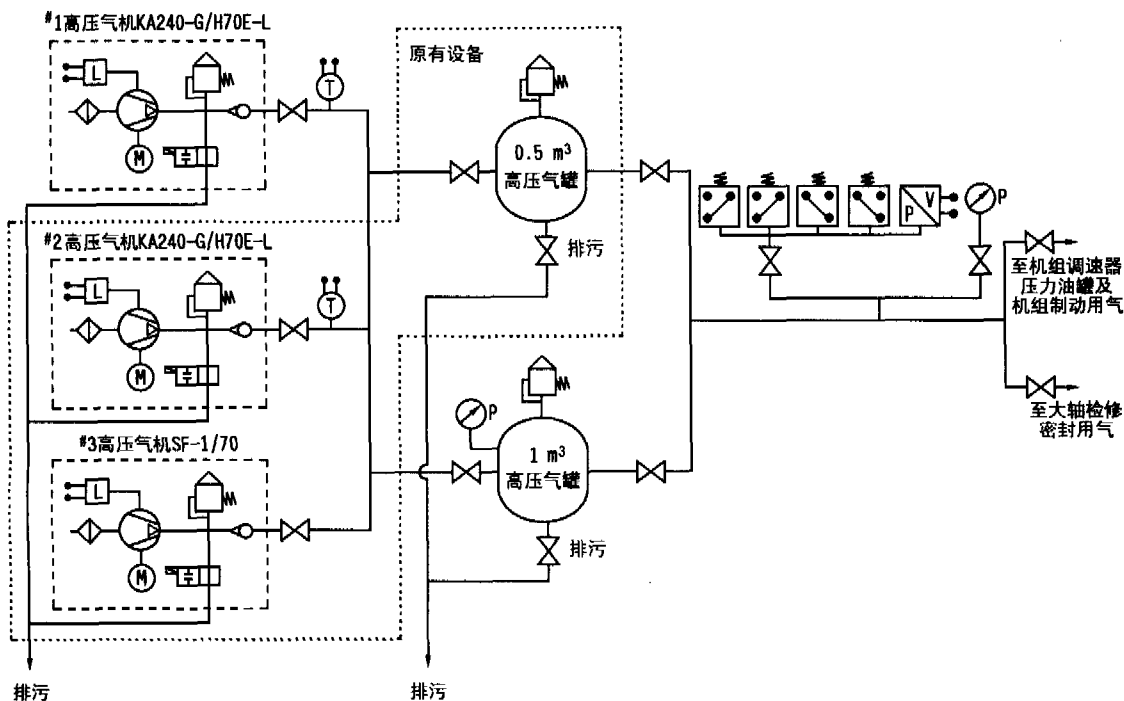


图2 管路改造图

压力继续下降,压力低于63 bar第一备用机启动。当系统用气量低于60 bar时第二备用启动。

(2) 当1台高压气机的方式选择开关置“常规主用”,另2台高压气机的方式选择开关置于“常规备用”。若系统压力低于主用机启动压力(65 bar),主用机启动,向系统供气,若此时系统用气量过大,系统压力继续下降,压力低于63 bar备用机启动时,置“常规备用”机启动。主用机、备用机同时向系统供气,当系统压力恢复到设定值(68 bar)时,主用机、备用机均停止。

(3) 当设置成“停止”方式时,该高压气机处于不工作状态。

2.2.3 本系统的软件实现

PLC实时检测系统各设备的状态(高压气机运行、累计运行时间、本次运行时间、自动位、手动位、压力等),发现故障自动处理,并通过硬布线上报给公用LCU6故障信息。为实现上述功能,我们将软件分为以下几个模块:信号处理、主备水泵的确定、控制输出、出错处理。其流程图见图3。

在信号处理模块中,在电站这种强电场、强磁场的的环境下,为提高控制的可靠性,我们对参与控制的信号进行了滤波处理,如系统压力等,只有当该压力信号维持2 s以上,我们才认可此启动信号,以防止信号抖动。此外,每台高压气机运行次数、运行时间、故障次数的统计等也在信号处理模块中实现。

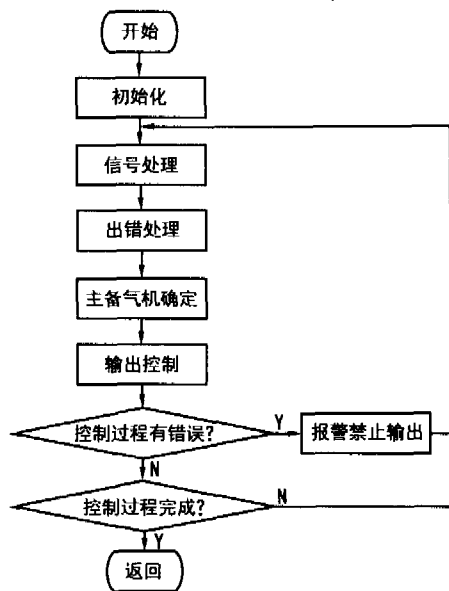


图3 流程图

2.2.4 电气元件要求

3台高压气机控制集中一个控制柜采用前开门的全封闭柜式结构,靠墙安装。柜尺寸 2200(高)×800(宽)×600(深)颜色 RAL7035,并配 100 W 防潮加热器及相应控制部件。

为确保电气元件工作可靠,特对以下元件进行如下约束:

(1) 控制系统 PLC 采用 GE9030 系统,PLC 输入输出模块预留 20% 输入输出点。配套开关电源应采用朝阳一体化电源。

(2) 采用国际知名品牌的元件并配国产电机保护器。

(3) 输出端子应选用德国凤凰端子,预留 20% 余量。

2.2.5 与电站监控系统的接口

(1) 高压气系统 PLC 与电站监控系统之间能够进行通信,通过硬接点建立接口,接入点在电站监控系统 LCU6 单元,采用开关量输入输出或中间继电器的辅助接点建立连接,传送设备状态信息和电站监控系统上位机远方控制命令;

(2) 高压气系统 PLC 应能够将高压气系统的设备状态信息传送至电站监控系统;

(3) 高压气系统 PLC 应能够接受由电站监控系统 LCU6 单元输出的远方控制命令并执行相应操作;

(4) 电站监控系统上位机的高压气系统压力显示将通过高压贮气罐的压力表变送器将 4~20 mA 信号直接输入到电站监控系统 LCU6 单元来实现。

3 结束语

本系统经过改造,解决了原有系统存在的问题,为机组安全稳定运行作出了有力的保证。

参考文献

- [1] 陈立定,吴玉香,苏开才.电气控制与可编程控制器.华南理工大学出版社,2000.
- [2] 刘忠源,徐睦书,水电站自动化.水利电力出版社,1985.

胡洪波 男,安技科自动化专职工程师,从事机电、自动化及计算机管理工作。

(上接第 63 页)

工程实际中,重锤平衡式开度仪在某种场合也存在着问题,主要是施工机械方面,所以为了解决该问题,如 ELTRA 的多转绝对型编码器开度仪在测量单元部分将平衡重锤改装成了恒力盘簧,利用恒张力收绳装置自动收紧钢丝绳。

4 结束语

五强溪电厂在 2004 年底对三级船闸二闸首控制系统的改造中,将原有武汉蓝光设计的光纤传感器改造成了海德汉多转绝对型编码器。同时在 2005 年的泄洪闸门集控系统改造过程中,亦对弧门闸门开度仪进行了更新改造,改造成 ELTRA 带 SSI 接口的多转绝对型编码器开度仪。经过实践运行,证明了绝对型编码器在闸门开度测控系统中,具有高稳定性的特征,提高了闸门开度自动化监测程度。

谭振国 男,助理工程师,主要从事水电厂机电设备维护管理工作。