

江都抽水站更新改造工程技术

雍成林 朱承明

(江苏省江都水利工程管理处 江苏 江都 225200)

摘要 分析、总结江都抽水站改造的主要技术,包括泵站引河流态改善、水泵形式选择与流道改造、主机组轴承选用、新材料轴承应用、水泵叶片调节系统改进、变电所改造设计方案的优化,以及 FSR 大容量高速开关新技术应用、三站发电方式选择及技术改进、泵站自动化系统技术改进等,并针对其中存在的问题提出相应的措施。

关键词 泵站改造 设备更新 流道改造 江都抽水站

中图分类号 :TV675 文献标识码 :B 文章编号 :1006-7647(2011)05-0053-06

Technical review of Jiangdu Pumping Station improvement project//YONG Cheng-lin, ZHU Cheng-ming (Jiangdu Water Management Division of Jiangsu Province, Jiangdu 225200, China)

Abstract :The main technical issues of Jiangdu Pumping Station improvement project were analyzed and summarized, including the promotion of flow regime in approach river of the pumping station, the selection of pump type and the change of flow channel, the selection of the bearing of the host group, the application of the bearing with new materials, the improvement of pump vane adjustment system, the design optimization of substation reconstruction, the utilization of high-capacity high-speed switching FSR, the option of three power generation stations and the innovation of automation system technology of the pumping station. The relevant countermeasures as well as the existing problems and disadvantages during the improvement process were put forward.

Key words :pumping station improvement; equipment innovation; change of flow channel; Jiangdu Pumping Station

江都抽水站位于江苏省扬州市以东 14 km 的江都市,地处京杭大运河、淮河入江水道尾闾芒稻河与新通扬运河的交汇处,共有 4 座大型泵站。于 1961 年兴建,1979 年全部建成。该工程既是江苏省江水北调的龙头,也是国家南水北调东线工程的源头。4 座泵站装设大型轴流泵机组 33 台套,总装机容量为 5.58 万 kW,总抽水量为 508 m³/s。至 2009 年底累计抽水近 1500 亿 m³,发电近 8000 万 kW·h,为江苏工农业经济发展和保护人民生命财产安全作出了重要贡献。

江都抽水站经 40 多年运行,设备老化严重,机组效率明显下降,严重影响工程安全运行,为此分别在 1994—1995 年和 1997—1998 年对江都抽水站一站、二站进行了更新改造。随着南水北调东线工程的实施,泵站的年运行时间将增加,泵站的水位组合也发生了较大变化,江都抽水站三站、四站也亟须改造。为此,三站于 2006—2008 年完成了工程改造,四站于 2008—2010 年完成了工程改造。更新改造工程的主要内容有:主机泵更换、高低压开关设备更换、新增自动监控系统和视频系统、辅机设备的更新、新建控制楼、进出水流道

改造以及下游进水河道整治。

江都抽水站改造是在原土建工程基本不变的情况下进行的,有很多的制约因素。因此,江都抽水站改造在技术上有很多方面需要综合考虑^[1]。

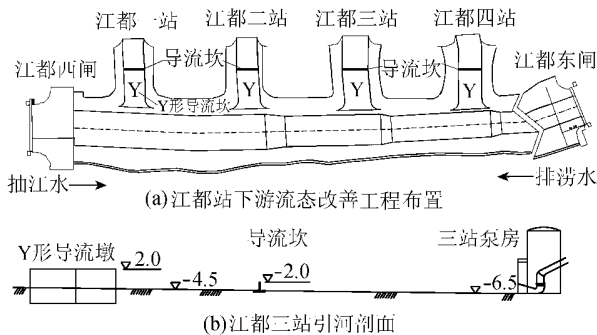
1 研究解决的主要技术问题

1.1 泵站引河流态的改善

江都抽水站 4 座泵站布置于新通扬运河河北,由长度为 150 m 的引河引至泵站下游。对泵站而言,无论是抽引长江水还是抽排里下河地区涝水,均为侧向进水,进水前池总有大范围的回旋区存在,站前水流侧向流入进水流道现象明显,特别是边侧机组,水流偏倾尤为严重,电机功率偏大,振动加剧,水泵效率降低。进水前池回流区内泥沙淤积严重,进一步恶化了流态。

改造前,委托扬州大学进行了泵站进水引河整体模型试验研究。模型比为 1:50,拟定了加底坎、直立墙、直导流墩、丁坝、Y 形导流墩等多种整流形式,并采用不同长度、高度,不同组合共 16 种方案,

在不同水位条件下进行了测试。最终根据改善效果、工程投资、综合比较选用设置倒 Y 形导流墩加底坎方案,整流措施布置见图 1。



改造后经 3 年运行检验,泵站前池水流明显改善,无大范围的回旋区及淤积产生,水泵进水口处水流平顺,原水流方向侧的机组运行振动、功率偏大现象明显改善^[2-3]。

1.2 水泵形式选择与流道改造

泵站改造的水泵选择既要考虑适用性、效率及空蚀性能,还应考虑泵站土建结构的限制。

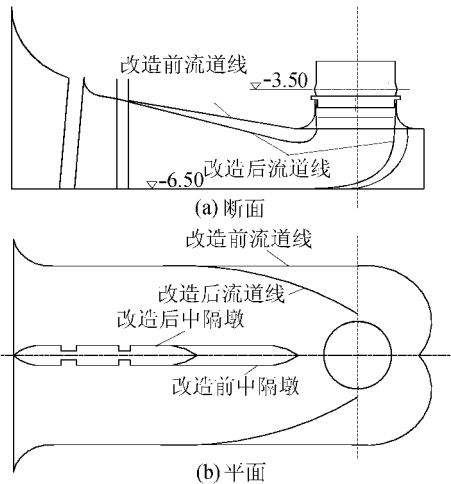
江都抽水站主要功能是抽取长江水沿运河北上,抽排里下河地区涝水通过节制闸排至长江。江都抽水站抽水时受长江潮汐影响,泵站下游水位变化幅度一般在 2~3 m,排涝时受里下河的水位及上游需水要求,上游水位变化幅度一般在 2 m 左右,下游水位变化幅度一般在 1.5 m 左右。南水北调东线工程建成后,年运行时间加长,水位上下游组合变化幅度将进一步增大。经多年水位资料分析,最终确定泵站最小扬程为 3.5 m,最大扬程为 8.5 m,平均扬程为 6.4 m,根据年扬程变化概率及满足最大扬程需要,设计扬程为 7.8 m。水泵的选择既要满足不同扬程的需要,又要提高运行效率。根据目前我国已有水泵模型特性,选用混流泵比较理想。但三站和四站主泵进、出水流道及泵身段均为混凝土结构,若选用混流泵,原混凝土结构改变较大,难以保证泵站原土建结构的强度,经多次反复论证、综合考虑,最终仍选择适合江都抽水站需要的轴流泵。

三站原水泵直径为 2 m,转速为 250 r/min, DN 值为 500;四站原水泵直径为 3.1 m,转速为 150 r/min, DN 值为 465。DN 值均较高,空蚀严重,振动较大,运行工效较差。此次结合改造,三站水泵直径不变,转速降低为 214.3 r/min, DN 值改变为 428,四站转速不变,水泵直径降为 2.9 m, DN 值改变为 435。

更新改造前,委托扬州大学进行了三维流动 CFD 数值计算研究及模型试验,检验进、出水流道内的流

速分布及水力损失,分析进、出水流态,对进、出水流道的水力性能作出评价,并在现状进、出水流道控制尺寸范围内探讨进一步优化流道的可能性,满足流道内无涡流及其他不良流态,流道出口断面的流速分布尽可能均匀,水流方向尽可能垂直于出口断面,流道尽可能回收水流的动能,水力损失尽可能小。

三站建站时,进水流道采用不完全平面蜗壳结构形式,因进水流态不好,空蚀严重,有间隙性强烈振动和噪声,后改为不完全肘形,但效果不太明显。此次改造,根据三站进、出水流道三维流动 CFD 数值计算研究及模型试验,在原流道结构基础上采用不同收缩比及喉管高度进行优化比较,最终确立了肘形流道最佳结构尺寸及进水流道中隔墩在出口处缩短 2 m 的方案,改造前后情况见图 2,改造后流道水力损失降为 0.627 m,模型试验改善情况明显。依此对三站进水流道进行改造。



三站出水流道为虹吸式出水流道,由站身段、中间段和驼峰段 3 部分组成。出水管中间段搁置在主、副厂房中间的回填土上,因回填土沉降,中间段下沉严重,同时造成中间段与站身段、驼峰段的连接错位,伸缩缝遭到破坏,U 形橡胶密封损坏,使上接口漏气,降低了水泵机组效率,下接口漏水,带出管外泥土,造成新的沉降。此次改造考虑各方面因素,对出水流道下方进行灌浆密实处理,对伸缩缝密封进行凿除重新处理。

四站进水流道为肘形流道,结构设计合理。出水流道为虹吸式流道,结构与三站基本相同,分为 3 段,不同的是中间段搁置在站身段和驼峰段上,状态良好。为掌握四站的进、出水流道性能情况,改造前对其进、出水流道进行三维流动 CFD 计算研究,验证结果良好,设计基本合理,流道水力损失为 0.558 m,设计基本合理。

三站和四站主水泵、进出水流道及引河流态经

改造后运行情况良好,效率增加明显,经初步测试,装置效率均在75%以上,效率较改造前分别提高9.91%和16.5%^[2 4-5]。

1.3 主机组轴承选用

水泵轴承的寿命直接决定水泵的检修周期。三站有10台水泵机组,水泵直径为2 m,单机设计流量为13.5 m³/s;四站有7台水泵机组,水泵直径为3.1 m,单机设计流量为30 m³/s,改造后规划年运行6000 h以上。根据江都抽水站运行要求以及水泵机组检修周期,以每年检修1~2台考虑,水泵轴承的使用寿命至少应在3万h以上。

水泵轴承主要有油润滑导轴承和水润滑导轴承2种形式。三站、四站的水泵原均采用油润滑巴氏合金导轴承(以下简称金属轴承)。三站采用梳齿迷宫密封加密封橡皮组成的密封装置,密封效果差,故障率高;四站采用橡皮静环和不锈钢动环组成的平面密封装置,密封效果较好。金属轴承水导结构复杂,造价高,故障较多,安装检修工作量大,但结构设计合理,如管理维护得当,使用寿命较长,可达3万h以上。水润滑导轴承结构简单、造价低、安装检修方便。水润滑导轴承根据材料不同可分为橡胶轴承、聚氨酯轴承、赛龙轴承、PL3 酚醛树脂轴承、F101 轴承等,水润滑导轴承一般采用自润滑,但相对使用寿命较短,一般在1万~2万h。

2000年1月第1台水润滑弹性金属塑料导轴承(以下简称塑料轴承)在新安江水电站水轮发电机上成功运用,至2006年4月安全运行3.15万h以上。但新安江水轮机组水导轴承基本上是清水润滑,而江都抽水站水质条件为长江水。试验资料表明,该形式的轴承可在小于或等于0.10 mm砂粒的条件下运行。故决定三站的水泵采用塑料轴承。

2007年5月三站新改造的3台机组投入运行,200 h后3台机组先后出现机组振动加大现象,经解体检查,轴承间隙由原来的0.30~0.35 mm增大至约1.0 mm。经分析,原因可能为:润滑水含砂量过大、轴承材质耐磨性差、排沙槽方向与原设计相反、安装时轴承表面刮伤、泵轴轴颈光洁度偏低。后改变排沙槽方向和改进安装方法,现单机平均已运行4400 h以上,最长单机已运行5700 h以上,经解体检查未见明显异常。

鉴于三站轴承运用情况未有定论,2008年四站主水泵改造后仍采用金属轴承及平面密封结构。

泵站主电机轴承上下导瓦、推力瓦原均采用巴氏合金轴承。四站在1986—1998年共发生推力瓦烧损事故13次,且大部分发生在紧急情况下的排涝季节,给工程效益的正常发挥带来了严重的影响。

经分析,主要原因有:机械强度不足、运行工况改变、推力瓦承重过大。弹性金属塑料瓦单位承载力比金属瓦大30%~50%,使用寿命长,不需研磨,安装检修时盘车力矩小。1999年后四站逐步改用塑料推力瓦,消除推力瓦烧损事故。因此,三站推力瓦采用塑料瓦,经可行性分析,上、下导向瓦也采用塑料瓦。

2007年5月三站首批改造3台水泵机组投入运行,运行2 h后,首先开启的10号机组,上、下导瓦瓦温均达到51℃,并仍有上升趋势,停机后,瓦温继续上升至55℃。经查上、下油缸油已变色,呈混浊状,油中含有少量磨损的塑料沫,导轴瓦纤焊锡已有融化现象。随后其他2台机组也发生类似故障。经分析,导向瓦运行后未能形成有效润滑油膜,缺油的主要原因可能为:①轴瓦间隙过小,金属瓦间隙一般上导为0.07~0.08 mm,下导为0.08~0.10 mm,考虑塑料瓦弹性变形的影响,上导已改为0.1 mm,下导改为0.12 mm,此间隙仍偏小。②轴瓦油面淹没深度不够。③轴瓦无进油边。经多次反复试验和改进,最终上导轴瓦间隙增大至0.13 mm,下导增大至0.16 mm,能正常运行,但瓦温仍偏高。为保证长期安全运行,最终仍改为金属导瓦,现运行正常。因此,2008年四站改造时主电机推力瓦采用塑料瓦,上、下导向瓦仍采用金属瓦。

主电机上导、下导塑料瓦在三站未能成功应用,并不表明塑料瓦不能用于电机的导瓦。据有关报道,可能通过改进安装方法,确保轴瓦间隙和改进油缸结构,使足够的润滑油可靠进入轴与导瓦之间,解决烧瓦故障。

1.4 水泵叶片调节系统选用及改进

立式全调节水泵叶片调节主要有液压调节和机械调节2种形式。机械调节一般在35 t左右,现已做到50 t以上,液压调节的特点是调节力大、技术成熟,但需要辅助设备,投资费用较大。由于调节力等因素,大型水泵叶片调节一般采用液压调节。

三站、四站水泵原叶片调节均采用液压调节,结构和原理差别较大。近期研发的结构形式主要有2种:一种是由分配阀、杠杆、操作结构组成的受油器;另一种是由电磁阀组、控制系统进行调节的受油器。第1种结构较复杂,但运行相对可靠;第2种结构简单,控制精确,但在控制系统出现故障时叶片角度不能实现自动跟踪。

经充分论证,三站、四站改造后水泵叶片调节仍采用液压调节。三站采用经改进的受油器,为受油器本体与电磁阀组组成一体的结构形式。四站改造时对受油器进行了改进,使其具有以下基本特点:①受油器本体外壳采用单一缸体;②金属密封采用浮动环

密封结构 ;③采用分配阀、机械杠杆调节结构形式 ;
④操作油管为单一管道 ;⑤受油器本体、分配阀、调节结构紧凑 ,外形美观。2009 年 4 月 ,四站首批 4 台机组安装结束并投入运行 ,至今已安全运行 3000 h 以上 ,运行情况良好。叶片调节系统结构简单、设计先进、安装简便、运行可靠 ,达到了预期效果^[9]。

1.5 变电所改造设计方案的优化

江都抽水站 4 座泵站由西向东一字排开 ,站与站相距约 250 m。一站、二站各装有 8 台水泵机组 ,配 1000 kW 主电机 ;三站安装 10 台水泵机组 ,配 1600 kW 主电机 ,四站安装 7 台水泵机组 ,改造前配 3000 kW 主电机 ,改造后配 3400 kW 主电机 ,总装机容量原为 5.3 万 kW ,现为 5.58 万 kW。原江都抽水站 110 kV 变电所装有 2 台 2 万 kVA 主变压器 ,通过架空线路供一、二、三站 6 kV 主电源 ,四站设 110 kV 专用变电所 ,装有 1 台 3.15 万 kVA 主变压器 ,供四站 6 kV 主电源 ,110 kV 电源由江都抽水站变电所转供。原江都抽水站变电所是随江都抽水站 4 座泵站建设逐步扩建改造而成 ,经近 40 年的运用 ,设备陈旧、老化严重 ,随着南水北调东线工程的实施 ,已不能适应年运行 8000 h 的需要。此次江都抽水站改造 ,对变电所改造设计方案进行了反复多次技术论证。

a. 新建变电所所址的选择。原江都抽水站变电所位于一站、二站之间 ,偏离负荷中心。由于在江都抽水站改造期间汛期必须正常抽、排水 ,而在原址重建变电所 ,从招投标、设备制造、拆除、土建施工、安装调试到投入运行至少需要 10 个月 ,耗时太长。因此选择在二站、三站之间易地新建变电所。

b. 变电所主接线方案的确定。初设时变电所主接线方案 :4 座泵站合建 1 座变电所 ,选用 1 台 2.5 万 kVA、2 台 4 万 kVA 主变压器 ,通过电缆供 4 座泵站 6 kV 电源。该方案的优点是 3 台主变压器可互为备用 ,提高供电的可靠性和灵活性 ,缺点是供电线路长、损耗大、安装困难、可靠性较差。尤其是四站供电容量大 ,距离长 ,按允许电流、温升、压降及短路热稳定测算 ,至少需要 10 根相拼 $V223 \times 240 \text{ mm}^2$ 、长约 500 m 的电缆。而据现有的安装位置 ,10 根大截面电缆难以跨越三站。根据实际状况最终确定为 :仍采用原来 2 个变电所主接线方案 ,江都抽水站变电所安装 2 台主变压器 ,供一、二、三站 6 kV 主电源 ;四站设专用变电所 ,安装 1 台主变压器 ,采用架空线路由江都抽水站变电所转供 110 kV 电源。经粗略计算仅四站线路损耗减少就近 90%。

c. 主机电压等级的选择。改造前 4 座泵站主机电压等级均为 6 kV。江都抽水站改造时初设方案为 :共用 1 个变电所 ,电压等级仍为 6 kV。当方案

改设 2 个变电所时 ,此前一站、二站已经改造 ,为 6 kV ,三站距江都抽水站新变电所最近 ,且与一站、二站同为一个变电所 ,从供电灵活性及主变压器互为备用考虑仍以 6 kV 为宜 ,四站容量大 ,电压等级应优先考虑改为 10 kV。但江都站此次改造过程中必须保证汛期改造工程的正常运行 ,三站、四站机组大、台数多 ,难以在一个非汛期完成全部机组及电气设备改造 ,因此存在新老机组及新老电气设备的并用现象 ,由此三站、四站主机组电压等级也必须选择为 6 kV。

d. FSR 大容量高速开关的应用。根据江都抽水站所处电网容量计算 ,江都抽水站 6 kV 主接线电网短路容量和电机反馈电流均约为 25 kA ,由此 6 kV 主接线开关选择方案 :①仍设电抗器。优点是主接线简单可靠 ,缺点是增加电能损耗 ,需建电抗器室 ,占用较大空间。②按短路时电流直接选择设备。优点是主接线简洁 ;缺点是主要开关的开断电流达 50 kA 以上 ,原一站、二站开关需要更换 ,改造费用及三站、四站开关设备费用投入太大 ,粗略估算仅设备投资增加约 450 万元。③采用 FSR 大容量高速开关。FSR 大容量高速开关具有额定电流大(可达 12 kA)、断流能力强(可达 240 kA)、开断速度快(3 ms 内切除故障)等特点。当主回路发生故障短路时 ,在短路电流尚未达到预期峰值时 ,先于故障电路保护装置和断路器动作(断路器全分闸时间一般至少需 80 ~ 120 ms)迅速切断电网故障短路电流 ,随后电路保护装置和断路器动作仅切断电机的反馈电流。该开关在电力系统已有大量成功应用 ,且体积较小 ,尤其是总体投资较少 ,每台主变压器在 6 kV 出线配 1 台大容量高速开关 ,1 台价格约 45 万元 ,而 6 kV 主接线中开关容量及费用可大幅度降低 ,缺点是缺少使用经验。经综合比较 ,决定此次江都抽水站变电所选用 FSR 大容量高速开关方案^[2,10]。

1.6 三站发电技术

三站机组原具有反向发电功能 ,同步电机为双速可变极电机 ,通过改变电机定子绕组接线 ,使极数由 24 极变为 48 极 ,转速由 250 r/min 变为 125 r/min ,同时改变转向 ,但是电机效率比不变级电机效率下降约 2%。如采用不变速直接发电方式 ,经试验 ,在相同水头下发电效率仅为原效率的 40%。刘老涧泵站采用主电机仍为普通不变极电机 ,降速变频进行发电。借此 ,三站也采用变频发电方式 ,变频发电机组由 1 台 6 kV 50 Hz ,500 r/min 的发电机和 1 台 3 kV ,25 Hz ,500 r/min 的电动机组成。经测算 ,采用双速可变极电机和采用变频发电机组的投资费用基本相同。经综合比较 ,三站改造时采用变频发电机组方式保留了发电功能 ,既保证了水泵机组的抽水效率 ,又保证了水

泵机组的发电效率,且未增加投资费用。

为了保证变频发电机组方式发电运行的安全可靠、技术先进,改造时对一些主要技术进行探讨和改进。①刘老涧泵站变频发电机组配有同轴启动电动机。三站改造时变频发电机增加了启动功能,从而取消了电动机,既节约了投资,又减少了损耗、降低了故障率。②首次发电时,保证变频发电机组发电机在 6 kV、50 Hz 大电网下的转向,与变频发电机组电动机在由水泵机组反转发电建立的 3 kV、25 Hz 小电网下的转向必须一致。解决方法是:变频发电机组发电机在 6 kV、50 Hz 大电网下电动运行,带动变频发电机组电动机在发电状态下建立的 3 kV、25 Hz 电压在该段母线 PT 二次侧形成的相序与在抽水状态时该段母线 PT 二次侧的相序相反即可。③10 台水泵机组及变频发电机组电动机保护、测量、励磁装置必须满足在 6 kV、50 Hz 和 3 kV、25 Hz 这 2 种条件下的运行要求和精度要求。解决方法是:采用微机保护、微机励磁、数字表,其电量测量一般采用真有效值算法进行,与电网频率无关,与普通电量测量在软件程序上稍加调整,检测精度基本相同,仅 PT、CT 互感器误差较大,降低一个级别也足以满足运行管理的要求。④励磁运行调节方式的选择。同步电机励磁装置运行调节方式通常为:恒电流、恒电压、恒功率因素。为满足三站变频发电机组发电机、电动机及 10 台主电机的不同需要,三站励磁装置励磁运行调节采用了不同方式。发电状态下,主电机、变频发电机、变频电动机有 2 种方式,但优先使用恒无功、恒机端电压励磁运行调节方式,尤其是变频电动机必须采用恒机端电压方式。同时在发电状态运行时,主电机取消强励功能,由变频发电机组进行强励。其运行调节方式的改变由装置中设置 2 套不同软件程序来实现。⑤保护配置及保护定值的确定。发电时,为防止电网甩负荷时引起过电压,在变频发电机组发电机和电动机、主电机增加过电压保护。因变频发电机组电动机励磁装置为恒机端电压运行调节方式,为防止电网甩负荷时发生水泵机组过速、3 kV 小电网频率增高,在变频发电机组电动机和水泵机组增加过周保护。

1.7 泵站自动化系统

四站在 1997 年实施了水利部“江都抽水站机组监控关键技术”项目,首次在泵站工程应用了自动化微机监控技术,但已运用 10 年,需更新。三站原无监控系统设施,此次增设了监控系统设施。改造时,对自动化系统的配置和技术要求进行了优化改进。改造后,江都抽水站自动化监控系统、视频监视系统以及调度控制管理系统具有以下基本要求和功能。

1.7.1 泵站自动化监控系统

泵站自动化监控系统集测量、控制、保护、信号、管理等功能于一体,实现中控室内集中数据显示、分析、处理,实现集中和分散控制,通过计算机网络将泵站的运行数据和状态实时真实地展示在各级管理人员面前。实现主机组、辅机设备、配电设备的自动控制,满足无人值班、少人值守的要求。同时自动化监控系统与上级调度控制管理系统通过网络链接,实现数据、指令传送和图像浏览。

泵站自动化监控系统采用分层分布开放式结构,分为远方、中控室、现地 3 级。中控室监控主机采用双机热备,可自动切换;现地单元 PLC,原泵站自动化监控系统为 1 站多套 PLC 分步控制模式,改变为 1 站 1 套 PLC 控制模式,PLC 分为主站和 RIO 分站,PLC 主站按照冗余热备方式配置,PLC 的 CPU、电源模块、远程通讯电缆冗余,采用冗余热备工作模式保证系统更加安全、可靠、简化和节省;分站按主机组、辅机设备和配电装置现地单元划分,根据各个现地单元不同控制对象的类型、点数配置通讯模块、电源模块、开关量、模拟量 I/O 模块等。

自动化监控系统具有联网、数据采集与处理、系统诊断、统计与计算、参数在线修改、自动控制与调节、显示各类运行参数、运行状态识别、故障多重保护、自检、故障报警、硬件热插拔等功能。

1.7.2 视频监视系统

通过设置视频监视设施,使运行管理人员能够对现场关键设备的运行状态进行直接的观察了解,作为对自动化监控系统的补充,帮助运行人员进行综合判断。同时该系统能够与自动控制系统相连,实现信号传输。

系统具有多画面显示,图像手动、自动切换和存储、录像回放、实时图像压缩和远程浏览,全方位摄像机手机控制,自动扫描,设备自检,多级口令设置,多媒体演示解说等功能。

1.7.3 调度控制管理系统

江都水利枢纽调度控制管理系统链接江都抽水站变电所、一站、二站、三站、四站、西闸、东闸和芒稻闸 8 个站点,为江都抽水站各工程站点实施调度、控制、管理提供平台,支持与已建江苏省防汛调度计算机网络系统的互连,以及具备与南水北调东线工程调度运行管理网络系统的互联。

系统要求:接收工程运行状态、数据传输等信息,实现对泵站、变电所、节制闸的远程控制,并对泵站、变电所、节制闸的图像画面进行浏览控制。系统具有控制权限设定功能,按照 4 级权限设计,即现场为第 1 级,泵站、变电所、节制闸监控主机为第 2 级,

调度控制管理系统为第3级,第4级为江都抽水站分中心。整个系统设立2套服务器,实现8个工程站点数据共享。同时视频图像在同一个网络上进行传输,需要考虑网络带宽和系统的稳定性,环网采用1000 M带宽。由于各工程点分属不同的基层管理单位,各工程站点之间加设路由设备,网络采用带有3层交换功能的千兆环网交换设备。为确保泵站调度控制管理系统安全运行,泵站调度控制管理系统与办公自动化网络之间实行隔离,设置硬件防火墙,对外部指令进行鉴别和过滤,确保系统安全。

1.8 其他技术问题的处理

a. 主机组电机、水泵基础预埋件的处理。主机组电机、水泵基础预埋件如未损坏应尽可能保留,如重新预埋,原预埋件的凿除对混凝土基础损伤较大。此次三站、四站改造主机组基础预埋件均保持不变,新电机、水泵按原基础预埋件进行设计。

b. 主机组原电机、水泵部分部件利用。在不影响改造后质量、性能的前提下,原机组非重要部件可以加以利用,如电机下机架、水泵泵盖、泵轴等。

c. 主机组电机、水泵制造尺寸的确定。由于加工误差,各台电机、水泵尺寸各不相同,各台机组安装高程也不相同。对于保留原基础预埋件的,需要根据现场土建基础尺寸确定电机、水泵的尺寸。三站、四站改造时,对每台机组的高程进行了测量,发现各机组的基础高程相差较大。最终确定电机按统一尺寸生产,水泵按基础高差最大的数据确定大轴长度,通过调整电机基础高程的方法,解决高程不同对机组安装造成的影响。同时多台机组其基础预埋件尺寸也有可能不尽相同,应进行复核测量,以免影响机组部件加工尺寸。此次改造四站原基础预埋件因是2批加工,其尺寸也存在差异。

d. 新旧主、辅机电设备的配合使用。江都抽水站在改造期间必须保证所有机组在汛期投入运用,因此改造为分批进行,这就存在改造期间新旧设备同时并列运行的情况,必须考虑新旧机电设备技术上的配合,其中主要有:保护定值的重新计算、励磁装置参数及灭磁电阻参数的校核、开关容量的校核、主辅机电设备电源切换等。

2 江都抽水站更新改造技术组织实施

2.1 主要技术措施

新建泵站与泵站改造在技术上有所不同。泵站改造不仅是设备的更新,也是消除工程设备缺陷、提高技术水平和设备质量的过程。改造前的组织准备是否充分非常关键,江都抽水站更新改造前重点做了以下几方面的工作:①组织工程管理人员参与可行性研究、初期设计、施工图审查、标书制定及设备

设计图审查等不同阶段的工作,以确定更新改造范围,避免遗漏和差错。充分了解工程设备存在的问题,并在改造中予以消除,如三站水泵密封不合理,受油器易损坏、甩油,进出水流道的缺陷,三站、四站水泵空蚀严重等问题。②进行先期技术准备。如水泵叶轮设计及试验、进出水流道改进方案、泵站引河流态改善措施、水泵叶片调节系统选用及改进、变电所改造设计方案等,在实施前均做了大量的技术探讨。③新材料、新工艺、新技术、新设备的应用。如叶片、叶轮外壳抗空蚀不锈钢材料的应用、水泵水润滑塑料轴承的应用、FSR大容量高速开关的应用、发电形式的确定、电机绝缘材料及施工工艺要求等。

2.2 运行与改造的矛盾处理

汛期必须保证江都抽水站全部工程设备正常投入运用,三站、四站抽水能力占4座泵站的近70%。改造必须服从运行,是江都抽水站改造的重要特点。为此,工程改造采取分期实施、逐年更新的施工方案,汛期进行不影响运行工程的施工、设备制造、材料准备,非汛期进行设备更新改造。同时制定工程改造期间的度汛预案,确保改造期间工程设备运行安全和施工安全。

参考文献:

- [1] 沈日迈,刘大恺,严登丰,等.江都排灌站[M].北京:水利电力出版社,1979:273-287.
- [2] 江苏省水利勘测设计研究院.南水北调东线第一期工程长江至骆马湖段(2003)年度工程江都站改造工程初步设计[R].扬州:江苏省水利勘测设计研究院有限公司,2004.
- [3] 江苏机电排灌工程研究所.江都抽水站引河流态模型试验研究报告[R].扬州:江苏机电排灌工程研究所,2005.
- [4] 扬州大学水利科学与工程学院.南水北调东线工程江都三站进水流道优化水力计算研究报告[R].扬州:扬州大学水利科学与工程学院,2006.
- [5] 扬州大学水利科学与工程学院.南水北调东线工程江都四站进、出水流道CFD计算研究报告[R].扬州:扬州大学水利科学与工程学院,2007.
- [6] 阚永庚,雍成林,朱承明.南水北调东线江都站改造工程江都三站主水泵水导轴承装置型式探讨[J].南水北调与水利科技,2006(4):13-15.
- [7] 黄海田,汤正军,马晓忠.弹性金属塑料轴瓦在泵站的应用[J].中国农村水利水电,1999(6):26-28.
- [8] 孙春福,王焕栋.水润滑塑料水导轴承的应用[J].水电站机电技术,2002(3):12-15.
- [9] 雍成林,朱承明,阚永庚,等.水泵叶片液压调节受油器结构形式的探讨[J].南水北调与水利科技,2010(5):162-164.
- [10] 淡淑恒,王季梅.同步发电机出口短路分析及采用大容量电子化熔断器作短路保护的新概念[J].高压电器,1995(6):11-12. (收稿日期:2010-10-28 编辑:方宇彤)