

节能降耗与功能安全是水工业建设的两大主题 (待续)

陈运珍

(北京市市政工程设计研究总院, 北京 100045)

摘 要: 近二十多年来, 国内外水工业等各种企业大量选用变频调速技术来实现工艺流程的节能降耗。变频器具有什么样的功能, 才是安全可靠的绿色环保型的驱动装置, 一个现代化的水工业网络综合自动化监控系统, 监控功能标准和功能安全标准如何做到同步设计, 这是当今工程建设中必须解决的第二个主题。就这两个主题的解决思路, 提出解决问题的对策。希望广大的同仁智士, 都来研究这两大主题的科学解决之道, 多快好省的完成“十一五”规划中各行各业的建设任务。

关键词: 变频器; 功能安全; 节能降耗

中图分类号: TM921.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6540(2008)10-0006-03

Energy-Saving, Consumption Reduction and Function Safety Are Two Main Themes of Water Industrial Construction

CHEN Yun-zhen

(Beijing Municipal Engineering Design & Research General Institute, Beijing 100045, China)

Abstract: Over the past 20 years, most domestic and international water industry and other enterprises have chosen frequency control technology to achieve energy-saving in process flow, which is the mainstream and also the theme. What functions inverter should have so that we can say it's safe and reliable environment-protecting driving device. How can a modern water industry network's integrated automation supervisory system, supervisor control functional standards and function safety standards be designed synchronously. This is the second theme that must be resolved in engineering construction today. The elementary countermeasures to the problem according to the solution ideas of the two themes are presented. It is helpful, that colleagues and intellects all come to study the scientific and Technical solutions of these two major themes, and complete the 11th Five-Year Plan construction tasks in all industries more, faster, better and cheaper.

Key words: inverter; function safety; energy saving and consumption reduction

0 引 言

随着“十一五”规划的实施, 城乡缺水将更加严重。我国人均水资源占有量只有世界人均水平的 1/4。在我国, 一方面, 国家拨巨资进行建设, 到 2010 年, 将投入 1 250 亿美元进行水厂扩建改建和污水治理及环境改造; 另一方面, 由于老一套的经济运转模式存在严重的污染和浪费。综观当前国内水工业行业, 其中绝大多数是老企业, 设备陈旧, 自动化水平低下, 水耗、药耗、材耗严重, 先进控制技术极少采用。即使是近几年新建、扩建、改建的水处理工程中, 花费不少投资组建的 FCS、

DCS、PLC 监控系统也不是名符其实的, 不能进行网络化监控, 造成许多资源白白浪费。更有许多处理厂站, 存在先天性不足, 工艺设计不合理, 工艺流程布局混乱, 变电站远离负荷中心, 使得电力电缆和控制电缆太长。特别是水泵机组的配置不够科学, 使得给排水系统的电耗居高不下。吨水的单位电耗远远超过欧美、日本等国家。水工业的节能降耗到了刻不容缓的地步。要针对大量老水厂的技术改造和新水厂的节能降耗中的几个关键技术难题, 进行科学的分析研究, 对每个水厂都要从实际情况出发, 对水源供水做深入细致地调查分析, 对水管的平差压力必须做大量的科学计

算。一般的大型给水工程由 1 个或 2 个以上的取水泵站,几个中间加压泵站和综合的净配水厂组成。大、中型城市的供水系统,往往是多水源、多泵站、多管道、多用户的。一个大型的水泵站,又是多台机组并联运行。装机容量是按最不利的条件下,由最大时流量和所需扬程决定。只有采用水泵机组变频的无级调速技术,才能连续改变各水泵机组的转速,进而变更水泵的工况,使其综合的等效特性曲线适应特定管网用水量的变化,维护管网的压力恒定,最大限度地提高各水泵机组效率,达到理想的节能效果。

一个流程企业采用变频调速技术,既是电气传动问题,又是一个综合的自动化网络监控问题。过去设计时,对电气的机械安全问题比较重视,但对网络监控系统的功能安全问题考虑不够。一个流程企业的调速装置是最为重要的现场起动设备,它本身的功能是否安全与系统能否安全运转有直接关系,网络监控系统的功能安全好坏也直接影响到调速装置的正常运行。变频调速技术是一个多专业、跨行业的高科技综合体,与数字采集、数据信息传输、监控组态软件、现代的先进控制技术、仪器仪表测控系统、电子技术、电气传动技术、流体技术、嵌入式技术、虚拟技术、微细精加工技术、网络技术、功能安全技术等多领域的高精尖科学技术紧密相连。下面,就采用变频调速技术和网络监控系统的功能安全中必须解决的几个主要问题进行探讨。

1 节能降耗是水工业建设的永恒主题

节能降耗是水工业建设的永恒主题,是必须坚决执行的基本国策。

1.1 北京水源九厂大型静水配水处理厂站变频调速的实例介绍

北京水源九厂的送水泵房有 4 套西门子的变频调速装置,第三期又上了 2 套罗宾康的电压源型变频调速装置。现在 6 台 2 500 kW 的调速水泵机组同时并联运转,日供水量为 150 万 m^3/d ,占北京总供水量的 2/3 之多,其节能降耗的成果非常显著。

从 20 世纪 80 年代开始,水工业市场真正步入了变频调速时代。如北京水源九厂、深圳梅林

水厂、深圳东湖泵站、北京第八水厂、长春第二水厂、上海原水公司、上海、广州、重庆、成都、长春、武汉、昆明、石家庄、大庆油田、厦门、福州、东莞、天津、苏州、沈阳、哈尔滨、西安自来水公司等几百个大中小型水厂的配水泵房都选用了变频调速装置。水泵电机单机容量从 200 ~ 3 000 kW,采用了大容量的变频调速装置约 2 000 台以上,2 00 kW 以下容量选用变频调速装置的更多。

1.2 引英入连大型水源取水泵站变频调速的实例介绍

东北市政设计院设计的供水工程水源泵站 2001 年正式投产,其供水能力为 66 万 m^3/d ,共 5 台 2 800 kW 的卧式离心水泵,变速电机电压为 3 kV。其中 4 台水泵机组选用 Simovert MV 电压源型变频器,采用三电平的磁场定向式矢量控制技术,逆变侧采用了大功率全控器件高压绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 元件,因为 IGBT 元件的开通和关断过程是连续可控的,无需附加其他电路即可实现 dv/dt 控制,减小了电机和变压器的 dv/dt 。同时,由于采用了 KTY84 器件,可在线得到高精度的转矩控制。Simovert MV 是一种可靠性较高的变频器,4 年来一直运转良好,其节电效果非常明显:每年均能节省电费 536 万元。取水泵站的全部调速装置投资为 800 万元,不到 2 年,即可收回基建投资。

1.3 南水北调各输水泵站工程变频调速的大量选用

北京市田村山水厂和石化供水取水泵站改扩建工程均为南水北调工程的重要配套项目。其 6 kV 中压水泵机组均选用西门子电压源型的高效变频器,根据用户的实际需要,进行在线变速监控。其他各输水泵站都选用了西门子等公司的变频器作为节能降耗的主要措施。

南水北调中线工程北京段惠南庄泵站,其工艺流程特点是:扬程变幅大、工艺复杂、大流量、高扬程,共安装 8 台离心泵,单机功率为 7 300 kW,工作方式为 6 工 2 备。如果采用变台调节流量,水泵会长期偏离设计工况运行,效率低,能耗不断提高,还将引起严重汽蚀、极易产生谐振,同时会不断出现破坏力极大的水锤现象。为了保证泵站的长期安全平稳、高效率运行,最大限度节约能耗,并能在网络上安全的远程监控和在线的即时

诊断,经过科学的计算和分析,8台离心泵全部采用高性能的绿色环保型中压变频调速装置。

二级坝泵站是南水北调东线一期工程的第十级抽水梯级泵站,位于山东省微山县南四湖中部。泵站共安装5套灯泡贯流泵机组(其中1套备用),采用同步电动机驱动,单台电动机功率为1650 kW。泵站的设计流量为 $125\text{ m}^3/\text{s}$,年运行时间为4364 h,泵站平均净扬程为1.99 m。采用高压变频器调速运行,实现水泵在各种运行工况下高效率工作。电动机采用变频启动,额定功率为1650 kW,额定同步转速为115.4 r/min。为保证在泵站扬程范围内,水泵能安全可靠地启动,并能连续安全、平稳、高效运行,不出现共振等异常工况(包括各种过渡工况),泵站调速运行是十分必要的,也是唯一的选择;采用变频器调速是本泵站调速的首选方案。

1.4 变频器在水利行业大型泵站节能降耗改造项目中的运用

全国的水利行业大型泵站有383处,2663座,共16360台水泵机组,合计448.88万kW;纳入“十一五”改造的大型泵站共计318处,1514座,10649台机组,共计375.69万kW。为了提高效益,水利行业除了选用高效的优质泵和阀门外,采用高效的调速装置是当务之急。采用双速电机,运行可靠,设备造价高;采用液力耦合器,低速时效率很低,调速范围小,节能有限;采用变频调速,可以平滑的无级调速,运行可靠,节能降耗效果最高。21世纪是IT技术、数字技术、网络技术的时代,大型水利泵站改造的起点要高,尽快提升泵站技术的装配水平,提高泵站的竞争力。西门子和ABB等公司的变频调速装置,已成功运用在国内外许多大型的排灌泵站或流域调水工程中,节省了大量能源,优化了工艺运转条件。

1.5 变频器在各种大中小型电厂给水排水设备节能降耗的改造项目中的应用

重庆合川双槐电厂(2×300MW)工程,水源取自渠江,该江水位变化较大,枯水期与洪水期的水位变幅可达30 m。取水口水压因水位落差的变化也随之发生较大改变,取水量也相应发生变化。为了保证取水管道的流量处在一个比较稳定的范围值内,取水泵需随着取水口水位的变化频

繁起停,造成取水管道压力变化较大,电机运行效率极低。为了降低取水泵的单耗,节约运行成本,某院对2台江边取水泵(功率400 kW,电压等级6 kV)采用了高压变频调节控制。负荷率按比值0.752计算,扣除变频器的耗电量4%P(变频器功率),每台电机年运行小时数按5500 h考虑,单台电机运行一年可节约的电量为519411.2 kWh,电费按0.50元/kWh计算,每台泵一年节约电费为259705.6元,即一年可节约运行成本26万元。采用变频调速后,启动实现了软启动,运行十分平稳,消除了对电网和机械设备的冲击效应;降低了设备维护保养费用,降低了噪声,延长了设备的使用寿命,提高了系统运行质量,具有良好的社会效益。

1.6 变频器在城市雨污水排放泵站中的节能降耗改造项目中的广泛应用

上海市某污水排放泵站,采用了6台1000~1600 kW的变频器,电压6 kV。由于无法预测污水排量的实际数值,设计专家们选用了同一容量和型号的多台水泵,选中美国罗宾康公司的中压电压源型变频器。这种电压源型变频器功率因数在0.95以上,效率高达97%,谐波电流总失真小于2%,采用低压的IGBT器件,可靠性高,技术成熟;模块化设计,维护简单,圆满地解决了变化无常的污水排量问题,收得了很好的节电效果。

1.7 变频器在污水处理厂节能降耗改造项目中的应用

SBR反应池是一种间歇进水、间歇出水、变容积、完全混合、静置沉淀、厌氧-缺氧-好氧顺序发生的循环活性污泥反应器。SBR系统的运行是周期性的循环操作,操作模式由控制软件选择指定,运行方式通过调整软件的基本参数即可实现,具有高度的可控性和灵活性。针对SBR工艺设计的曝气系统,采用变频调速器调节罗茨鼓风机的风量,取消了节流装置,使进入曝气池的空气压力和流速稳定,在使用上也可以达到十分理想的效果,避免了使用空气调节阀带来的调节范围线性度较窄的弊端和能量损失。风机采用变频调速可方便地从低速平稳启动,且启动电流小。对风机来说降低转速的同时,噪声也大幅度降低了。

(未完待续)