

建立专家决策系统是 实现供水优化调度的金钥匙

关键词：优化调度 SCADA 管网模型
多系统联网整合 专家决策系统
孟明群先生，上海市供水调度监测中心副处长。

孟明群

优化调度(日或时水量变化的预测和生产运行计划、突发事件的应急处置等)。

实现优化调度的主要优点有以下两点：

首先是提高了供水的安全性。对供用水系统进行全面科学分析的基础上，通过监控和调配水厂、泵站或流量压力控制点，尽管出厂压力降低了，但测压点和管网的平均压力合

格率却有所上升，而爆管和漏水的发生概率和次数却都有所下降。

其次当然是运行的总能耗降低。供水的运行总能耗主要和水泵的運行数量和时间、流量和功率大小、效率高低直接有关，也和平均出水压力与电费时段等因素有密切的关系，而以上这些因素的数据及其变化情况都能通过供水信息化的建设，特别是实时SCADA系统或供水调度信息系统获得，由于对供水的全系统全过程资源和设施的合理而又预见性的重新整合调配，而且是按需分配，按用定供，既减少了无谓的设施及资源浪费，又发挥了全系统一张网运行的优势。

再者，提高了突发事件的应急响应速度。由于有完善的SCADA系统的实时监控，还有管网水力模型的快速运算、GIS系统的迅速定位和专家决策系统的多种预案等，这都将极大地提高调度对突发事件的应急敏感程度和响应处置速度。



本文作者孟明群先生

安全供水、水质保证的前提下，通过应用计算机技术控制供水过程中各相关的生产运行参数，合理分配各水厂的出水压力，决定各水泵及其他供水设施的运行状态，使得供水系统的总运行费用最低。

具体来讲，供水优化调度就是集安全、优质、经济、快速等特点于一身，也就是要求建立完整的信息化系统如实时SCADA系统、管网动态模型、专家决策系统等，在保障水量水质的前提下，能对整个供水系统从原水、制水到管网水进行合理科学全面的预前判断、监控和调蓄，尽可能降低整个系统的成本及运行管理费用，尽可能减少突发事件发生的概率，即最优化调度、最大可能地节约水资源和能源，达到经济调度和优化运行的目的。

优化调度的设计应当以供水需求为导向，实行“一网运行、清浑联动、统一调度；在线监控、预测预警、快速响应”的原则，以保障供水安全、稳定、优质、经济运行。

优化调度既包括相对较长跨度如月度、年度计划的优化调度(月水量变化及其相应的生产运行计划、各项工程调试配合的合理安排、高峰水量的预测和供应)，也包括相对短期如一天的计划

一 引言

随着科学技术、计算机及信息技术的不断进步，为适应供水改革与发展的新形势，以及建设“资源节约型”和“环境友好型”社会的需要，促进供水优化资源配置，保证供水安全、提高水质、改善服务，加强对城市供水系统的监管水平，逐步建立和完善供水系统的优化调度系统是供水行业发展的必然趋势之一。

二 优化调度的基本思路 and 通过信息化建设的实现手段

1. 目前的经济调度方法

通过对SCADA系统所反映的供水管网中测压点的压力分析，在满足用户供水需求的前提下，对水厂和水库泵站的供水方式和水库泵及增压泵进行调整：以相关测压点的压力值作为主要标准调度水泵开停时；依据测压点压力的动态变化控制水厂增减数量和运行时间。摒弃了过去出厂水压不达上限值不减泵的老调度方式，相对节省了能耗。这是建立在以压力为主要调度依据上的经济调度模式，但依然以经验调度为主。

2. 优化调度的主要目标、效益和基本要求

供水优化调度的主要目标是在确保

建立专家决策系统是实现供水优化调度的金钥匙

环保与水处理

由此可见,实现优化调度的效益是巨大而又明显的,同时又必须以建立完善的信息化系统为基础和前提。

优化调度的实现具有规模大、要求高、涉及面广、实时性强、可操作、目标实现对信息化依赖性高、约束或不确定因素多等综合复杂的过程性研究,是一项庞大的系统工程,涉及众多复杂性技术问题,仅靠传统的调度手段远不能满足调度时效性和现代化的要求。而信息化建设是必须和重要的因素,完善的SCADA系统是实现优化调度的基础,建立管网的动态模型和多系统联网整合是关键,而建立专家决策系统是实现优化调度的金钥匙。

以SCADA系统为基础的信息化系统的建立和工作稳定,是优化调度必不可少的重要条件之一。因此要加快“数字供水调度”建设,完善原水或水文信息采集系统、水厂泵站的自动化控制系统、输配管网的GIS系统等,特别是要综合SCADA系统、管网动态模型、调度专家决策系统等系统于一体的现代化供水调度管理系统,实现调度信息互通和共享,加强水量水质监测和天气、水量预测预报,完善预警系统,才能为科学分析决策提供多种形式的信息服务。

3. 完善的SCADA系统是实现优化调度的基础

信息技术的飞速发展、调度管理体制的变化和供水事业的需要都要求调度控制向数字化、智能化拓展,供水行业按照规划的总体要求,将建成以数据平台、网络平台和应用平台为基础的供水调度信息化体系,促进信息化在全行业的应用,提高安全供水及突发应变的能力,提高调度和管理水平,努力实现“数字供水调度”。

以上海市为例,尽管其供水实时SCADA系统(见图1)无论在规模上,还

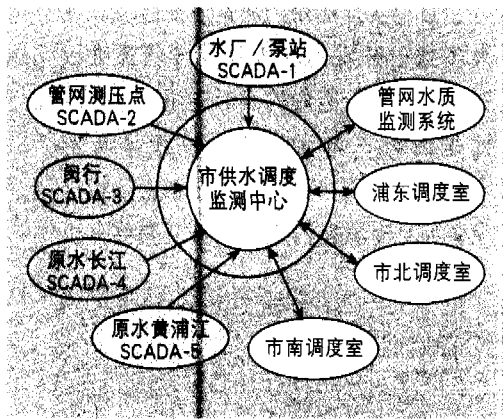


图1 上海市供水调度实时SCADA系统拓扑关系图

是在技术水平上都达到了相当高的水平,但要适应满足优化调度的要求,SCADA系统也已进行了必要的技术升级和功能拓展:

(1) 规模要扩张。对重点区域、重点管段增加测压点布置的密度,对重要的、敏感的供水区域管网,测压点的布置应力争达到每10km²设置3至4个测压点,重要的用户要设置监测点,实施重点监控,届时供水区域内管网实时测压点总数超过200个,实时测流点20个,管网水质实时采样点超过100个,水箱水位实时监测点50个等。还要将系统的覆盖范围从中心城区向郊区拓展,和各区县供水企业的SCADA实现联网,实现全市全行业全覆盖。

(2) 技术要升级。按照技术和系统发展的需要,对软硬件、网络等各方面进行不断更新、升级和完善。对调度控制端,系统的SCADA监控软件进行不断在线升级、更新硬件配置。对网络通信端,实现宽带广域通信,方式上综合新兴多种通信平台(如ADSL、GPRS、ATM、SAT等),以适合通信技术发展并提高系统的实时性和可靠性。在网络上大量采用千兆网和光纤网,结构上采用B/S和C/S混合网。由于技术的发展使得RTU和PLC已无明显差别,因此对数据采集端来说

今后发展除了继续与水厂DCS或PLC、泵站PLC相连外,要实现与现场总线或智能仪表互联互通。

(3) 功能要扩展。由原来是以面向生产过程管理传送实时动态数据为主,向为供水管理者提供宏观决策依据为主发展(见图2)。除了继续强化系统实时监控和统计分析的基本功能外,要开发和拓展新的功能以满足以上需求,关键是数据的挖掘工作,如可以综合分析和汇总各项水量和压力统计、具体时间段的开停泵情况、水泵的运行记录、管线阀门的开闭状态、爆管的地点次数材料分析等,利用安装的水箱水位监测系统可减少不必要的晚间上水箱时间,减少由此而可能引起的爆管并制定各项应急预案;还可开发Web界面的调度信息系统供调度管理人员在任何时间或空间通过有线和无线上网了解即时的生产调度情况。由此可见,新一代SCADA系统可为经济或优化调度提供很多有益的分析数据和帮助。

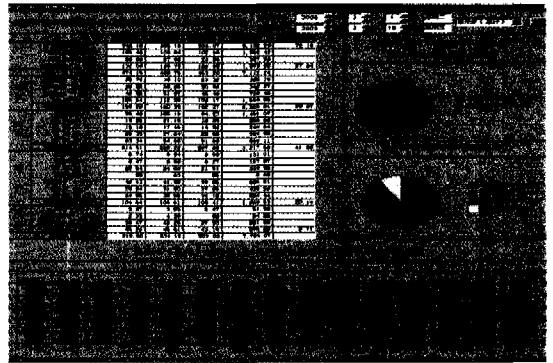


图2 新开发的供水调度综合信息管理系统

4. 多系统联网整合并建立专家决策系统是实现优化调度的关键

a. 建立调度专家决策系统首先要实现多系统联网整合

实现多系统联网整合,具体来讲,作为面向生产过程管理为主的系统如水厂自动化、泵站自动化、管网测压点、水质采样点等为SCADA提供了动态的生

建立专家决策系统是实现供水优化调度的金钥匙

环保与水处理

产方面实时和可靠的基础数据,而GIS具备了管网静态的完整和详细的强大空间数据,当前主流的SCADA软件都具备了GIS接口,而GIS系统内集成进了SCADA系统功能模块,这使得两者有非常紧密的联系(见图3)。

目前实际应用的决策系统较少,或大多数已开发的决策系统一般都难以在优化调度上有好的实际应用,主要原因是因为一方面优化调度所涉及的SCADA、GIS、WMS等系统都必须相当完善而且有紧密的相互连接,需要有机

的合理配置,通过水力模型的计算达到清水与原水供应的平衡,必要时通过SCADA系统和水厂、泵站的DCS或PLC系统直接发令控制水泵的开停以保障供水管网经济、优化的可靠运行。在这平台上也可直接和服务热线或抢修指挥相连,在突发应急状态下,快速地响应和处置。

基于Internet和Intranet的技术普遍应用,该统一的技术平台完全可以用Web技术实现。

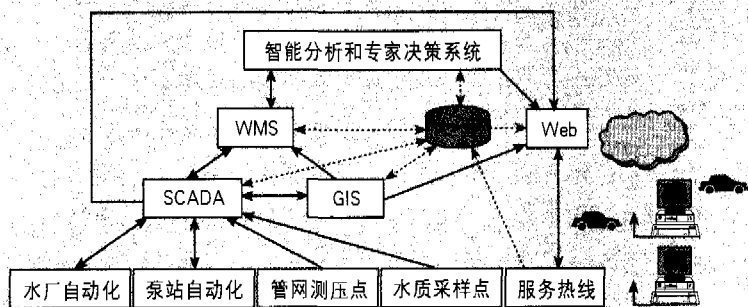


图3 多系统联网整合下的专家决策系统

在此基础上,进一步开发的管网动态模型(WMS)是在管网经济运行压力为控制分析目标,用数学方法建立起来的供水管网动态模型。将为调度决策提供科学依据,城市庞大复杂的输配水系统只有通过管网动态模型并结合SCADA等应用,才能分析和掌握管网的运行能力状态,从而了解管网的薄弱环节。

由于宏观模型要比微观模型计算速度要快很多,非常适合实时在线的决策控制要求,因此,对专家决策系统中的管网动态模型就应选择宏观模型为主。

现行的管网模型都可快速进行管网平差运算,也可实现与GIS和SCADA系统实时的无缝连接;GIS系统为模型提供了准确的静态管线属性参数及管线网络的拓扑结构,而SCADA系统不仅为模型提供了实时动态的测压和测流数据来确定管网的运行状态并校核模型,而且SCADA系统所具有的历史数据库也存有大量的水泵和水库的运行参数,为进一步建立调度专家决策系统提供了坚实的技术基础。

b. 建立调度专家决策系统

的整合;另一方面,实施优化调度对基础数据准确性和连续性及设施的管理要求都非常高。

建立供水调度专家决策系统的主要目标是:联网整合多系统信息并根据气温变化和调度生产历史数据的分析,决定具体相应的水泵和管网重要设施的调整和操作,实现对调度计划的自动生成并直接指导和指挥生产,实现优化调度。

专家决策系统实现的3个阶段:(1)仿真阶段,主要是用水量预测与需求分析和水厂及输配水管网运行分析;(2)智能阶段,重点是原水、清水的调度计划的自动生成;(3)实现自动控制阶段,利用信息化系统和自动化系统实现水系平衡全自动控制。

调度优化决策系统将用在统一的平台上(ERP或EIP)整合来自于SCADA、GIS以及WMS的实时和空间数据和信息,通过WMS的数学模型的空间分析等手段,根据经济、技术指标和实际情况,并结合分布式数据库的深度挖掘,对系统进行预测水量,优化控制,完成对供水调度水厂、泵站的水泵、重要节点阀门等

三 供水的优化调度的实现

1. 优化调度计划的生成

供水的优化调度可重点考虑以下两方面:

(1)在正常工作状态下的从原水、制水到管网水全过程的计划性优化调度。正常状态下的供水计划性优化调度是系统的首要任务,它主要解决在正常无影响水量水压水质的条件下,以满足用水需求而对各水厂或泵站水库等下达预先制定的生产运行计划,同时根据实际用水的变化情况在线调节供水状态,达到经济科学调度的目的。

(2)必须对非正常工作状态下的,对各种可能出现的突发事件评估影响,响应流程和处置手段应急和实时调度都要有所准备。在建立供水系统专家决策系统时要充分分析这些突发事件或非正常状态本身的特性以及对系统的影响状况,要使这些特性最终趋于收敛才能更好地判断整个系统的特性。

2. 优化调度的实现流程

优化调度的实现流程正好和供水流程相逆,即以用定供,以供定源。

调度专家决策系统一个非常重要的功能就是用水量预测与需求分析,用水量预测是根据过去历史数据、气象资料等信息进行综合分析后,找出相关的最

建立专家决策系统是实现供水优化调度的金钥匙

环保与水处理

主要用水参数和时变特性,建立基本趋势判断,在此基础上做出用水量的短期、中期、长期预测,从而生成供水的日、月、年调度生产计划。

相对每天的变化而言,如果没有突发情况(爆管、工程等)或气温突变等,水量的变化是一个渐变而可预计的参数。当然,在同一天中水量也是在变化的,可用时变系数来描述。

对一个具体的水厂或泵站来说,而昨天的开停车数量和时间都是已知的(SCADA或历史记录),则只要根据气温变化对应的水量变化值,再根据水泵的具体情况就可基本确定增加或减少水泵的数量和时间。这是可以接受和实现的,因为目前的生产调度就是这样做的,只不过现在要计算机去模拟实现这个过程而已,这是一个反复模拟逐渐逼近的过程。

当然,我们也能根据水泵的特性曲线的计算来基本确定具体水泵增加和减少对出水流量和压力的影响变化值。我们还可通过实际的在线测量得知水泵的增加和减少对出水流量和压力的影响变化值。

为了使用户能够制定近期或远期的调度方案,一般情况下,由所建模型根据水量、压力的历史同期记录,根据气温变化的趋势,判别水量变化的趋势值。并将此变化值能够初步地分配到各相关水厂或水库增压泵站,再将已分配的水量根据水厂或泵站大小水泵情况再转化成增加开或停泵的数量。可以自动给出某连续时段(如第二天全天)的调度预案。

专家决策系统中的动态模型可对不同工况下的调度方案进行模拟,对运算结果进一步比选,从而找出最经济优化的调度方案;可计算某一特定时间段的调度方案,也可用于制定未来某一天的调度预案。使调度人员能方便快速地模拟各种调度方案的运行结果,并比较各种

调度方案之间各种参数的变化。

我们可以建立相应的能耗分析系统作为衡量或评估优化调度方案的依据或标准,能耗分析系统能够计算供水系统在某个具体时段的运行总能耗,并全面考虑管网中蓄水设施对实际能耗的影响。在每次制定或确定优化调度方案后,能对系统中的运行水泵自动进行能耗计算,得出水泵总运行成本,供调度决策者考虑或评估。如编制一个每千立方米水单位电耗的指标,因为通过自动化系统或 SCADA 系统我们完全可以了解每台水泵的电耗或扬程大小,又知道其运行状态和相应的电费价格,因此每种方案的理论总电耗是可以预知的。虽然优化的方案可能不止一种,但肯定能找到理论总电耗最低的方案。

优化调度的专家决策系统应该允许用户在优化方案的基础上,手工修改并考察调度方案,所得到的优化调度方案可以以报表形式输出,也可通过接口直接向 SCADA 系统发送控制指令。

由此可见,以水泵总电耗最低为基本目标,同时满足供水系统的最低压力、管道的最佳流速及调节水池的能量存储等约束条件,实施原水、水厂、泵站(库位)、管线阀门按水量的变化实现最佳的优化组合,运行最经济和安全,

从而实现优化调度。

四 结束语

建立供水调度专家决策系统包括完善的实时 SCADA 系统和管网的动态模型是实现优化调度的关键所在。依靠完整的运行数据库和完善的 SCADA、GIS 系统和 WMS 系统,探索研究建立供水调度专家决策系统是非常必要的,也是在实际中可行的。这对提高供水企业的科学管理水平和应急事件的及时有效的处置,降低运行成本,确保供水安全等方面既有重要的社会效益又有显著的经济效益。

可以预见的是:优化调度的效益将是巨大的且效果也将是明显的,然而其实现过程也是艰巨而又漫长的,不仅是对水厂自动化和信息化建设有很高的要求和依赖,其目标的和任务的完成还要通过强有力的管理去逐步实现。

当然,我们也可以从现在开始从最基本的开始着手,依靠现有的 SCADA 系统加必要的经验经济调度,然后逐步建立和完善相应的信息化建设和积累足够的数据库,并最后过渡到专家系统智能调度,达到最优调度、科学管理的目的。



江西九江将建长岭风力发电场

据悉,长岭风力发电场日前开始测风试验。而在此前,受江西省发改委的委托,中国水电水利规划设计总院已经在南昌召开了长岭风电场的可行性研究报告审查会,并且通过了评审。

长岭风力发电场项目位于九江市庐山区海会镇长岭村一带,这里位于鄱阳湖畔,风力资源十分丰富,开发潜力十分巨大。该项目预计投资 3.4 亿元,将于 2007 年上半年开始动工兴建,预计于 2009 年底前后正式送电。