

佛山市供水管网科学调度软件开发技术方案

同济大学环境科学与工程学院 刘遂庆 方永忠

佛山市供水总公司 曹国栋 王煜明 何志勋

上海同济宏扬软件有限公司 刘 勇

1 前言

管网运行调度是城市供水系统运行管理的中心工作之一，管网运行调度方案与指令的科学性和实时性直接关系到供水系统服务质量和企业的经济效益与社会效益。应用信息化技术手段建立以供水调度优化决策软件为核心的科学调度系统是各供水企业长期追求的目标。为此，佛山市供水总公司已经进行了大量的基础性工作，如建立了供水管网地理信息系统、供水调度 SCADA 系统、供水管网动态水力模型等。在这些基础上建立供水科学调度系统，发挥其保障和提高供水服务质量、应对供水紧急事件、降低供水成本和提高供水企业经济效益与社会效益的功能。

目前中国城镇供水协会正在制定我国 2010 年供水城市供水科学技术发展规划，以指导和规范我国科学调度技术研究和应用。佛山市供水总公司通过与上海同济宏扬软件有限公司合作，开发建立佛山市供水管网科学调度软件系统，进一步提高佛山市供水服务质量和企业经济效益，同时也是为提高我国供水科学调度技术水平的一次有益的创新和开拓，对促进我国供水科学技术发展具有深远的意义。本项目的总体目标是建立佛山市供水总公司供水管网科学调度系统，能够通过数据通讯，从管网 SCADA、管网 GIS 和管网水力模型等相关信息化系统获取实时数据信息，实时监控供水系统运行状态，经调度优化决策计算和仿真模拟生成科学的调度指令，形成有效的管网信息化科学调度和管理。

2 供水管网科学调度软件技术路线

(1)建立合理的科学调度系统信息平台，如管网 GIS、管网压力及水质数据监测 SCADA、管网水力模型及水质模型和 WEB 服务系统等。同时，将供水系统运行管理各相

关部门构成互联网络并建立可靠的信息通道，使与供水系统运行相关的软硬件系统结合成一个有机的整体；

(2)通过软硬件系统的结合与接口，保证调度相关事件得到及时正确响应，保证调度决策条件与参数的正确完整，保证调度指令得到及时正确执行，形成有效的科学调度工作流程；

(3)通过软件的数据无关性，使供水系统发生变化时，科学调度系统通过参数设置可以快速适应系统结构的变化；

(4)全面考虑供水服务质量保证和供水企业效益提高的目标多种手段，如采用水质模型技术、分布式计算技术、非正常事件侦测技术、风险预警技术等，充分考虑各种先进技术和应用的可行性，为先进技术的应用留有扩展接口，系统信息容量和硬件能力应留有余地，使科学调度系统可以不断改进、升级。

3 供水管网科学调度软件系统的功能设计

(1)供水系统用水量预测，具备多种水量预测算法，并能通过各算法的组合运用和参数调适后，较准确地进行各地供水系统水量预测，为供水调度优化决策提供依据；

(2)供水调度优化决策方案计算，软件能够以较短的调度时段来进行在线调度优化决策，在获知异常或紧急情况发生时，能够及时采取合理有效的应对策略，在保证供水服务质量与安全性的前提下，降低与供水泵站及管网运行工况相关的供水成本；

(3)供水调度优化决策软件应具备多时段离线决策功能，为供水科学调度的操作和管理人员提供较长时间的调度状态预告；

(4)实现供水调度信息的 WEB 发布，通过 WEB 获得更广泛的调度事件，以使调度决策更加可行和合理；

(5)通过在管网水力模型中增加各类不同日的同时段节点用水量模式曲线（如周时段用水量、月时段用水量和年时段用水量模式曲线等等），适应不同工作日、不同季节的调度优化决策的需要；

(6)通过爆管信息的长期积累，开发爆管原因层次分析和聚类分析等软件，实现管网爆管事故的预警，为供水安全预警系统建设积累经验；

(7)建立专业知识库，制定有效的供水调度评估指标体系，提高调度优化决策系统学习功能；

(8)采用人工智能、分布式计算等技术，建立专家决策支持系统、未处理水模型/制水调度模型等功能，改进供水调度优化决策算法，提高决策效率，形成具有广泛适用性的供水系统科学调度整体解决方案。

4 供水科学调度软件系统构成和模块化结构

4.1 软件系统构成：

(1)调度优化决策系统：此部分为科学调度系统的核心部分，主要负责在线或离线生成满足调度限制条件的调度方案，并通过调度方案的模拟和测评给出一个或多个优化调度方案。该系统还包含一个分布计算子机群的辅助系统，负责调度优化决策中的模拟计算，通过分布式计算技术提高计算效率。

(2)调度事件系统：主要功能是处理调度事件信息，对调度事件进行监测、判断、定性、分类和表达，并由操作人员对事件进行确认，确认后的调度事件保存到调度数据库，作为调度决策的限制条件，本系统也可直接输入事件并自行确认。充分利用 WEB 技术实现事件预处理功能，通过 WEB 方式从远程获取各种意外事件，经过判断分析得到调度相关事件。

(3)调度信息输出系统：此部分包含报表及信息发布功能。报表部分主要用于调度系统的报表定制、生成、显示、打印等功能，采用 EXCEL 输出等各种灵活的方式输出报表，并可由用户按自己的需求定制合适的报表，以实现报表输出的灵活性。以 WEB 方式远程发布调度信息。

管网科学调度软件系统结构如图 1 所示。

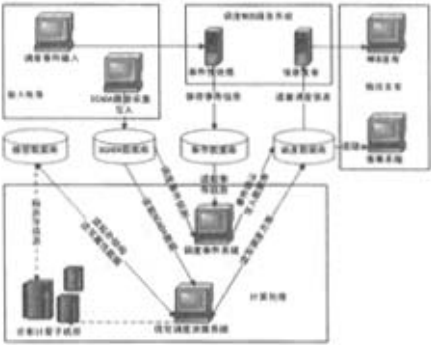


图 1 管网科学调度软件系统结构图示

4.2 软件模块结构:

(1)数据模块: 从 SCADA 系统、水力模型系统、水质模型系统(待建)和调度事件系统获取水量预测和调度优化决策所需要的数据, 将这些数据传递到优化计算模块中进行生成和模拟调度方案;

(2)决策模块: 从数据接收模块中接收所需要的各种数据, 首先对当前所需要的水量进行预测, 然后将预测结果输入优化调度方案计算模块中进行计算, 并通过模拟和测评选出最优的一个或多个调度方案, 然后对选择出的调度方案进行存储, 在此期间可以有工介入进行方案的条件设置和选优等工作;

(3)输出模块: 将优化计算模块计算出的调度方案的测评结果用表格、图形、指令等各种直观方式表达给用户, 不同的用户将根据自己的实际需要获得相应的结果报告。

管网科学调度软件系统模块设计如图 2 框图所示。

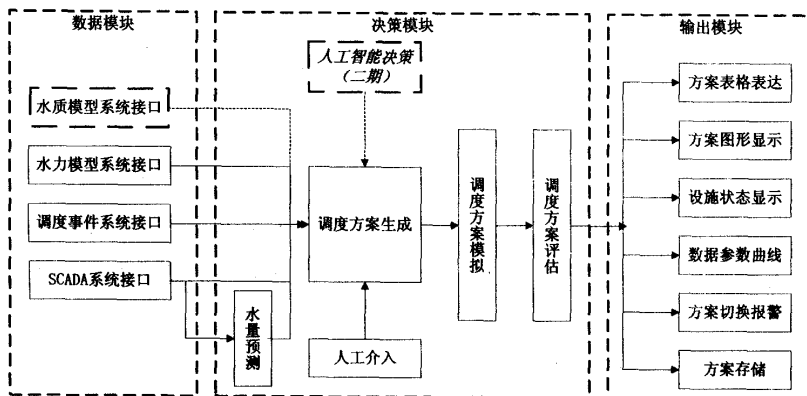


图 2 管网科学调度软件系统模块设计框图

5 结束语

供水管网科学调度软件开发是供水管网建模的后续阶段, 研究和开发目标是通过优化调度软件计算出管网运行科学调度的实施方案; 切实有效地提高供水管网调度的科学性, 及时、准确、可靠地反映给水系统主要设备运行情况, 有助于企业随时掌握管网系统全面运行状况, 避免生产指挥上的盲目性, 加强科学管理, 提高现代化管理水平打下基础。通过给水管网优化调度系统的开发, 建立优化调度系统软件, 可以实现降低给水综合能耗和管网漏损率、降低管网事故、提高经济效益的目标。应用自动检测技术和现代信息

化通讯技术，可有效地对给水调度系统中各主要设备进行不间断地实时监测，从而为调度人员及时、准确地掌握有关设备运行的真实情况，合理实施调度操作，提供可靠的技术保证。给水管网科学调度系统可帮助调度人员或自动对有关设备运行工况进行监测，随时调整其工作于经济运行区，延长设备寿命，提高其运行效率，降低运行成本。在满足配水管网给水压力的前提下，综合考虑各水厂情况，制定合理的供水配泵方案，既可达到合理平衡管网压力，又降低电耗及漏耗的目的。给水管网运行科学调度是供水企业科学技术进步的发展方向。