

基于GIS平台的供水信息化多系统跨区域整合

孟明群¹ 赵平伟¹ 张立尖¹ 舒诗湖²

(1. 上海市供水调度监测中心, 上海 200100; 2. 城市水资源开发利用南方国家工程研究中心, 上海 200082)

摘要: 以上海市为例介绍了供水企业信息化建设的现状, 分析了存在的主要问题, 提出了跨区域多系统整合分两步走的思路, 在单系统跨区域整合的基础上, 以GIS平台为基础, 集成各供水信息化系统, 采用WebGIS的方式进行网络发布, 多系统整合后的信息化平台使各系统间数据高度共享, 提升了数据的更新速度, 为调度、管理和决策人员提供更加高效的手段。

关键词: 供水系统 信息化 GIS平台 跨区域 多系统整合

1、供水系统信息化建设现状

供水系统是重要的城市基础设施, 它的正常运行与科学化管理, 对于保障城市的正常运行起着十分重要的作用。当前国际领先的运行控制与管理方式为数字化模式, 这是水行业发展的必然趋势。供水系统信息化是城市数字化的基础部分之一, 是发达城市或中等发达城市的重要标志之一。因此, 全国各大城市均大力推进供水信息化建设, 以上海市为例, 中心城区四家自来水公司和郊区奉贤自来水公司均建设了营业收费系统、客服系统、管网GIS系统、供水SCADA系统和管网微观水力模型系统, 世博园区供水管网还建设了管网微观水质模型系统^[1-2]。

由于历史原因, 上海市自来水公司分成四家公司独立经营, 都建立了各自供水区域的供水信息化系统。但是四家公司的管网是连通的, 为了更好的实现一网调度的目标, 有必要对各供水企业的信息化系统进行跨区域整合。

上水(上海市自来水公司简称)市北公司自2004年初开始, 运用ArcGIS平台进行地理信息系统的设计与开发工作; SCADA系统共有76个在线测压点, 18个在线测流点和56个水质在线监测点(浊度和余氯)。市北公司的管网动态模型采用Inforworks软件, 模型管道数达214517根, 节点数达211113个, 涵盖了DN100~2000的管道, 管道长度达4403 km, 20个泵站, 5个水厂, 12个水库, 136台泵。为便于方案制作, 对模型进行简化, 保留DN300以上管段, 剩余管线近7万根, 节点6万个^[3]。

上水市南公司自2008年初开始也运用ArcGIS平

台进行管网综合管理GIS系统的设计与开发工作; SCADA系统共有41个在线测压点, 9个在线测流点和37个水质在线监测点(浊度和余氯)。管网动态模型采用MIKE URBAN软件, 整合了市南所有DN300及以上的管线, 以及部分DN200的联通管, 模型中管线长度为1600多公里(市南DN75以上管线约4000 km), 节点为50000多个, 包含了所有的营业收费水量^[3]。

上水闵行公司自2005年开始运用MapGIS平台进行管网综合管理GIS系统的设计与开发工作; SCADA系统始建于2003年, 共有42个在线测压点, 21个在线测流点和24个水质在线监测点(浊度和余氯)。在以上供水信息化系统的支撑下, 上水闵行公司采用WaterCAD软件进行了DN500及以上管网静态模型的开发^[3]。

浦东威立雅公司运用MicroStation平台进行管网综合管理GIS系统的设计与开发工作, 经过近10年的发展, 在系统集成、模拟分析、信息收集、规划改造等方面获得了成功应用, 目前采用ArcGIS平台进行管网GIS系统升级; SCADA系统共有55个在线测压点, 429个在线测流点和22个水质在线监测点(浊度和余氯)。管网动态模型目前采用Inforworks软件, 管径为DN300及以上管段的模型包含了13100个节点, 14699根管段, 5个水厂, 8个加压泵站^[2]。

此外, 经济发展较好的郊区、郊县和中小城市也不甘落后, 逐步加快供水信息化建设的步伐。

2、供水系统信息化建设存在的主要问题

(1) 建设次序颠倒

供水SCADA系统和管网GIS系统是管网建模的基础, SCADA系统为管网模型提供必要的动态运行数

据与模型校核数据, GIS 为管网模型提供静态的管网拓扑结构和管道属性数据。国内某些城市先建设管网微观模型, 由于没有管网 GIS 系统的支持, 导致模型里管网拓扑连接和管道属性存在很多错误, 严重影响了模拟结果的可靠性, 发现问题后再去建设 GIS 系统, 走了不少弯路。

(2) 软件平台不一致

以上海市为例, 市南、市北和奉贤公司的 GIS 平台是一致的, 都是基于 ArcGIS 平台根据企业自身需求进行二次开发, 现在浦东威立雅在 GIS 系统升级时也采用 ArcGIS 平台, 只有闵行公司仍采用 MapGIS 平台; 管网模型软件也是五花八门, 国外和国产的软件都有公司在用。其实, 软件只是 GIS 开发或管网建模的工具, 目前的商业软件(包括免费开源软件, 如 Epanet)都能满足企业需求。但是, 各商业软件的数据格式和接口都不一致, 软件之间不具备数据兼容性。GIS 平台和模型软件的不一致导致数据格式和数据接口的不一致, 给跨区域的系统整合带来一定的困难, 增加了数据提取和格式转换的工作量。

(3) 建设质量存在一定问题

以管网 GIS 为例, 数据是 GIS 的基础, 数据的准确性又是 GIS 系统的灵魂和生命, 如果有部分数据不准确, 从 GIS 系统上获取的数据准确性将得不到保证。如果一味追求工程进度, 把没有经过物探或核实的管网数据输入系统, 会给后续的 GIS 应用以及管网建模带来错误根源。目前国内管网模型精度评估还没有相应的技术标准, 模型可靠性还有待进一步提高。

(4) 数据更新缺乏长效机制

实现 GIS 动态管理和管网模型更新维护, 必须建立一套行之有效的管理运行机制, 及时准确地收集管网新建、改造信息和相关地理信息等。需对不同类别的数据更新方法、时间要求作研究, 并制定时间目标和人员力量, 确定采取哪种方法完成数据采集、整理、编码、输入、校对工作。设计合理的数据更新长效管理办法, 减少处理环节, 强化责任制, 从而使之与技术进步和管理手段的变化相适应, 达到提高工作效率目的。

(5) 各系统相互独立

目前 GIS 系统和模型系统间有数据接口, SCADA 系统和模型系统间也有数据接口。但是, 各系统还是相互独立, 没有融为一体。

3、多系统整合构想与实践

目前各公司的信息化系统都是为自身供水区域服务, 但是上海市各供水企业之间的管网是连通的, 联络管上均安装了双向流量计, 形成一网调度的供水格局。近年来, 浦东威立雅供水区域水量增长较快, 目前的水厂供水能力不能满足日益增长的水量需求, 需从市北和市南公司通过居杨管和南杨管供水至浦东区域。为了满足政府对供水水量、水压和水质的整体监测并实施合理的调度方案, 上海市水务局下属的供水调度监测中心有必要对各供水企业的信息化系统进行整合。整合思路是实施两步走策略: 第一步先将跨公司的单系统进行整合, 形成中心城区大规模的供水 SCADA 系统、管网 GIS 系统和管网模型系统; 第二步将中心城区供水 SCADA 系统、管网 GIS 系统和管网模型系统整合到 GIS 平台上, 建成基于 WebGIS 平台的上海市中心城区供水管网数字水质信息化平台。

(1) 跨区域的单系统整合

上海市供水调度监测中心整合了各公司的供水 SCADA 系统, 实现了从原水取水输送、水厂制水到管网输水系统的全过程监控。中心城区的所有水厂、泵站、水库、管网全部实现实时监控, 并已开始覆盖区县水厂和泵站。目前中心城区管网在线监测点已超过 500 个, 监测水量、水压、水质等生产信息。开发了 Web 应用和调度运行管理系统, 已与水文、气象、太湖流域及水务局等部门实现了信息的互联互通。信息化的发展为科学调度、安全供水提供了有力的技术保障, 更在“抗咸潮入侵, 保障服务供应”、“世博供水安全保障”和“高峰供水”及突发事件应急处置工作中发挥了至关重要的作用。



图1 整合后的中心城区供水SCADA系统

上海市供水调度监测中心建成的管网 GIS 系统整合了中心城区市南、市北、浦东、闵行四家水司 DN500 以上的管网 GIS 信息, 共分 6 种表: 阀门、流量点、消防栓、重要用户、管线、节点, 3 个层: 节点、管线和设备层。每种对象具有丰富的属性, 并实现了与管网水力模型系统的数据对接。由于中心城区四家



图2 整合后的中心城区管网GIS系统

自来水公司有3家采用 ArcGIS 平台,整合后的 GIS 系统依旧采用 ArcGIS 平台进行二次开发,只增加了闵行公司管网数据提取和格式转换的工作量。GIS 系统主要包括三个子系统:桌面 GIS 系统(C/S 结构)、Web-GIS 系统(B/S 结构)和掌上 GIS 系统(M/S 结构)。目前各子系统已经通过试运行阶段,正式投入生产运行,运行过程稳定可靠,使用便捷,可以满足浏览、查询、统计和分析管网信息的需求。(图2)

上海中心城区管网动态水力模型采用 InfoWorks WS 软件,整合了中心城区市南、市北、浦东、闵行四家水司管径 $\geq$ DN700 的管网模型,原来采用 InfoWorks

WS 软件的模型文件可直接导入,采用其他软件的模型文件可先转换成 Epanet 标准文件,再导入。为了保证整个管网的连通性,加入了部分 DN500 及 DN300 管线,整个管网计算节点超过 6.4 万个, DN700 以上输配水管线总长 2560 km,是目前国内规模较大的供水管网模型系统。该模型主要用于四大水司间高峰期互相调水的方案模拟以及青草沙水源切换供水保障方案制定。(图3)

(2) 跨区域的多系统整合

目前,上海中心城区供水管网系统信息化建设已初具规模,在生产、管理中发挥了重要作用,但仍存在一定的不足,如各系统间的信息实时共享与系统集成问题,还需充分利用现有资源,使管网信息化水平上一个新台阶。

目前,管网 GIS 系统基本只发挥了电子地图的功能。其实,GIS 系统还具备强大的空间分析功能,可以集成监测、模拟、调度等一系列应用。以 GIS 平台为基础,集成 GIS 系统的静态数据、SCADA 系统的动态数据和模型系统的模拟数据,形成图数结合的展示方式。利用 GIS 强大的图形展现、空间查询和地理分析等功能,对供水管网基础数据、SCADA 实时监测数据和水力模型的模拟数据进行更加充分的挖掘、分析和利用。平台内容采用 WebGIS 的方式进行发布,可以通过登陆网页的方式进行浏览和操作。整合后的信息化平台使各系统间数据高



图3 整合后的中心城区管网模型系统



图4 多系统整合于一体后的供水信息化平台

度共享,提升了数据的更新速度,为调度、管理和决策人员提供更加高效的手段。(图4)

4、小结

上海市供水调度监测中心克服了数据格式和接口不一致等重重困难,历时几年时间对中心城区几家供水企业的信息化系统进行了多系统跨区域整合。在单系统跨区域整合的基础上,以GIS平台为基础,集成GIS系统的静态数据、SCADA系统的动态数据和模型系统的模拟数据,形成图数结合的展示方式,利用GIS强大的图形展现、空间查询和地理分析等功能,采用WebGIS的方式进行网络发布,整合后的信息化平台使各系统间数据高度共享,各系统数据可同步更新,提升了数据的更新速度,为调度、管理和决策人

员提供更加高效的手段。

参考文献：

- [1] 国家十一五水专项课题“饮用水区域安全输配技术与示范”之“城市供水输配管网数字水质安全保障技术研究”子课题技术报告 2012
- [2] 上海市科委世博攻关课题“世博园区直接饮用水与排水安全保障集成技术”课题总结报告 2010
- [3] “上海城投总公司西部地区供水结构研究”课题中期总结报告 2012

基金项目：国家水体污染控制与治理重大科技专项课题（2009ZX07421-005）

上海市科委青年科技启明星课题（12QB1400900）

作者通联：015002150141

（上接第64页）

其输水管网往往由两条输水管道并联输水^[1],且两条输水管道管径相差越大,输水管网水头损失越小,但是连接管条数会增多^[5];输水距离较大时,其输水管网可以设置成一条输水管道加蓄水池的形式,蓄水池仅贮存事故时用水量^[4];如果当地有水库等天然蓄水地形,要充分的进行利用,这不仅可以降低初期的投资费用,还可以进行阶段性供水,以降低输水动力费用。

参考文献：

- [1] 赵洪宾.给水管网系统理论与分析.北京:中国中国建筑业出版社,

2003.

- [2] 严煦世,范瑾初.给水工程(第四版).北京:中国中国建筑业出版社,1999.
- [3] 郭功栓.给水排水工程概预算与经济评价手册.北京:中国中国建筑业出版社,1993.
- [4] 徐得潜.并联输水管道设计方法[J].水利水运科学研究,1997(1):65-72.
- [5] 叶方清,徐得潜,满广生.输水管道优化设计方法研究[J].基建优化,2001,22(5):44-46.
- [6] 夏元强.峰谷电价对输配水管网行业设计及运行影响分析[D].安徽:合肥工业大学,2008.

作者通联：018255171097