

北京市水质监测信息共享平台研发与实现

周东¹,牛鑫艳²,黄振芳¹,陆玉娇¹

(1. 北京市水文总站,北京 100089; 2. 北京清流技术股份有限公司,北京 100073)

摘要:介绍了北京市水质监测信息共享平台的设计与关键技术;采用软件工程技术、数据库技术、GIS技术、互联网技术、中间件技术等先进技术,实现水利部门之间数据的纵向共享,水利、环保、卫生等涉水部门之间水质数据的横向共享,并在此基础上实现了全市源水、供水、排水水质的成果会商、水质预警、统计分析、报表生成、信息发布等,建立了全市水质监管部门的信息共享机制,保障了首都供水安全、水环境安全,为首都水环境治理提供了数据基础及技术支撑。

关键词:信息共享平台;水质监测;数据交换;WebGIS;水质评价;中间件技术

中图分类号:X830.2

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2017)S1-0001-05

北京是资源型重度缺水城市,水资源的禀赋先天不足,再加上近年来连续多年干旱、日益庞大的城市规模造成用水量过快增长,超过了水资源承载力和水环境容量,水资源供需矛盾十分突出。水污染事件和供水安全事件等也越来越受到各级领导和社会公众的关注。

北京市水质由北京市水务局、环保局、卫生计生委、地勘局、自来水集团、排水集团等多家单位共同监管。由于各个监管单位的行业特点,监测数据具有来源单位多、数据种类多、信息管理方式各异等特点。同时,南水北调中线工程水源进京使得北京市供水模式更加复杂。为保证南水北调水源进京后供水水质安全,建立部门间高效顺畅的沟通协作模式,共享水质监管信息,及时有效应对突发事件,确保北京市水源切换后城市供水安全,以及有序、高效运行,亟须进行全市水质监测信息共享平台建设。平台建设一方面要实现各部门间的水质数据汇集、共享,另外一方面要在汇集数据的基础上开展水质信息的管理及分析评价,为领导决策提供参考。

针对水质监测信息共享及水环境分析应用方面的设计和研发,国内外专家学者做了大量的工作。温香彩等^[1]提出了基于 Biztalk 及 SOA 的流域水环境监测数据交换共享技术,研发面向服务的信息交换共享平台,为水环境信息交换共享提供了保障。彭辉等^[2]设计和开发了全国水资源质量信息共享服务系统,采用 Spring Framework 系统框架,与 Web-

GIS 平台无缝连接,实现了水质信息的图形显示、导航、放大、缩小、漫游、图层控制管理,通过中间件技术实现了水质信息应用层解耦合和持久层设计,建设了可重复使用性、维护性和扩展性优良的水质信息管理系统。娄彦兵等^[3]研发了基于 GIS 的水质监测信息管理系统,系统采用基础数据层、信息支持平台、应用系统 3 层体系架构,包括监测站网管理、监测数据处理、分析评价、资料整汇编等子系统,采用了动态报表、数据质量控制、整汇编数据异地互审等关键技术。这些工作为北京市水质监测信息共享平台的建设提供了技术经验和设计理念。

1 系统建设意义

平台建设涉及北京市的水源水质、供水水质、排水与再生水水质,其社会和经济意义体现在:①适应了北京市供水新模式的需要。南水北调工程全线通水后,在复杂的多水源供水模式下,水质安全将成为衡量供水工作成功与否的关键。因此,建设该平台实现水源和供水水质数据汇集共享,可掌握各个供水环节的水质状态,提高供水水质安全系数。②提升了水资源质量管理水平的需要。南水北调江水进京后,将大大改善北京市水资源条件,增加水资源承载能力。通过本系统的建设,可全面、综合掌握全市源水、供水、排水、降水等方面水质情况,测算水环境容量,模拟水环境变化规律,为开展水功能区限制纳污考核和水资源质量管理提供数据支撑。③满足了

水质信息发布统一口径的需要。南水北调沿线工程以及北京市内源水、供水、排水由不同单位进行水质监测。由于管辖范围交叉及职责差异,即使是同一区域水质监测数据,因采样时间、地点不同,监测指标、所选评价标准体系不同,将导致水质评价结果类型可能有较大差别,不利于信息对外发布。因此,建设本平台,在汇集各源头数据基础上增加成果会商环节,有利于统一水质信息发布口径。④满足了后期北京市水环境综合发展规划的需要。通过该项目的建设,可以使相关管理规划人员全面掌握北京市管辖范围内源水、供水、用水、排水的监测站点及其监测方式、监测指标,能够对水质监测情况有更清晰的了解。根据现有的站点布设情况,进行全市范围的规划,对水质监测的重点区域进行加密,对于已建的监测区域从审批着手进行控制,防止重复建设,节省国家投资。

2 系统结构

系统基于 SOA 体系架构,采用 B/S(浏览器/服务器)结构,按照采集传输层、通信与计算机网络平台、数据资源层、应用支撑层、业务应用层及应用交互层体系结构进行建设。同时,在系统框架依托遵循相关安全保障体系和标准规范的前提下,在虚拟化服务基础服务的支撑下进行设计,以保证系统安全、持续的运行。平台总体框架见图 1。

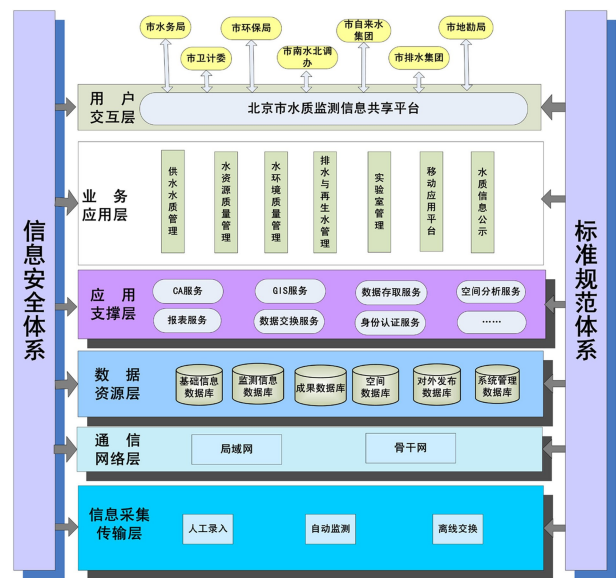


图 1 平台总体框架

平台部署以应用服务器、数据库服务器、GIS 服务器作为系统平台支撑,北京市水务局用户通过水务局专网访问系统,各委办局通过 VPN 网络实现对系统的访问。各委办局与市水务局的数据共享通过统一的技术标准和规范,利用“北京市政务信息共享交换平台”实现,水务局各单位间的数据共享利

用“北京市水务局数据共享交换平台”实现。同时提供了移动应用平台,与 Web 系统之间实现数据共享。

3 系统主要功能

由于所涉及的业务角度不同,评价标准各异,因此,期望目标也有所差异,共享平台主要分为供水水质、水资源质量、水环境质量、排水与再生水水质 4 部分业务功能,同时开展了实验室管理系统的建设、水质科普、热点问题展示。其中供水水质包括自来水厂、乡镇集中供水厂、村级供水站、管网末梢水、自备井、二次供水设施的水质;水资源质量包括北京市地表水源地、本市地下水源地、外调水(南水北调中线)的水质;水环境质量包括地表水、水功能区、区县界断面、地下水、降水的水质;排水与再生水包括入河排污口、污水处理厂、再生水厂的水。自动监测数据通过数据交换的方式存储至系统数据库,人工监测数据通过界面导入的方式导入至系统数据库,数据汇集后,在此基础上完成各委办局间的水质评价结果会商、统计分析、报表生成等。系统功能框架见图 2。其中,每部分业务功能下,根据管理的对象不同,又分为不同的功能框架(图 3)。

3.1 实时监测及展示

该部分以 GIS 平台为支撑,除 GIS 的放大、缩小、平移、图层控制、量距、全图查看、空间定位等基本功能外主要实现以下几点内容:①实时监测。对自动监测站点的水质情况实时监控,当上报的水质数据超过阈值时以声、光、发送短信 3 种形式进行预警提醒。阈值的设定包括规定阈值的上下限值和监测数据增速范围值 2 类。根据属性对象不同,进行相关属性的站点分布展示,并以此为基础完成相应的查询统计、专题图分析功能。②站点实时更新。通过 GIS 平台实现监测站点、自来水厂、集中供水厂、单村供水站、污水处理厂空间的分布展示,同时,当属性数据库中有新增站点维护时,可在 GIS 图层中即时显示相应的点位信息,并查看维护的属性信息。③水质类别展示。根据监测数据评价结果即时展示水质监测站点水质情况、水功能区达标情况、黑臭水体分布及治理变化情况等。利用筛选功能,查看不同对象不同时间不同类别站点的分布情况(图 4)。④对象统计。供水按照自来水厂、集中供水厂、单村供水站、管网末梢水、自备井进行统计;水资源质量按照地表水源地、地下水源地、外调水进行统计,对监测站个数、达标情况进行统计;水环境质量按照地表水、地下水、降水进行监测站个数、水质类别统计;排水与再生水按照污水处理厂和再生水厂

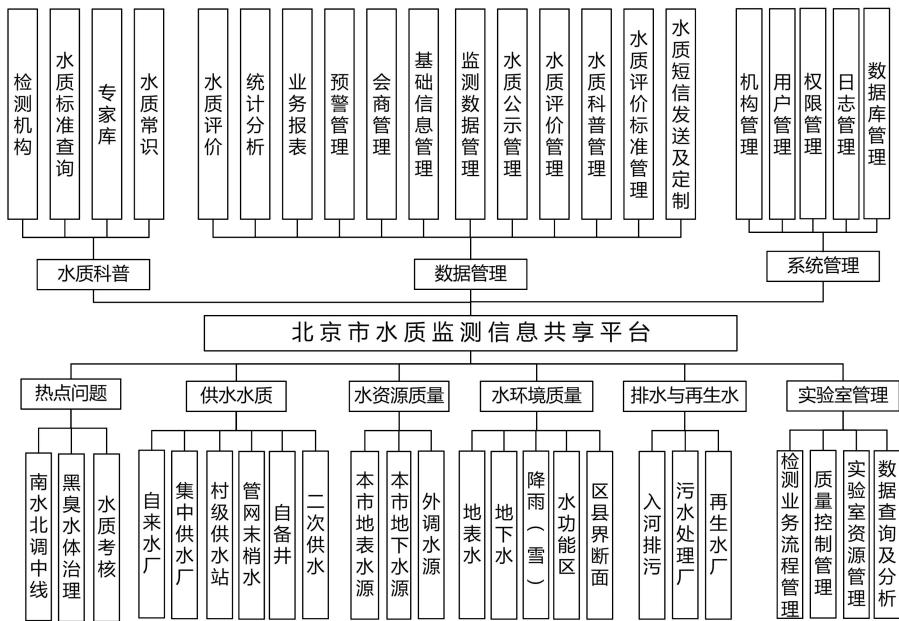


图2 系统功能框架

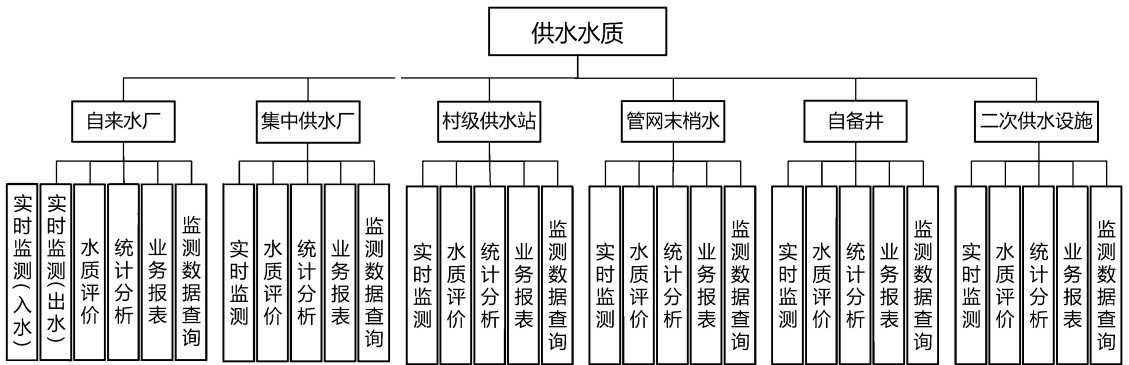


图3 供水水质业务框架

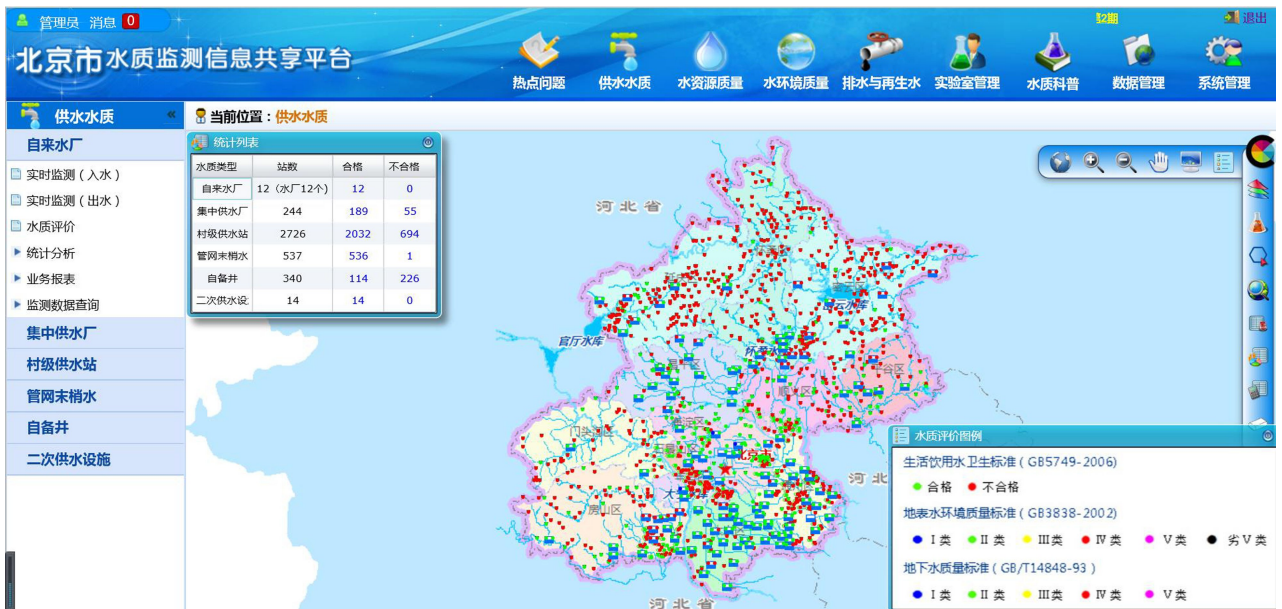


图4 北京市水质监测系统共享平台供水水质默认界面

进行统计。根据统计结果利用数据钻取实现具体列表以及详细信息的查看。⑤专题分析。基于南水北调中线工程水质、流量监测数据,建立河道一维水质

模型,计算污染源的运移时间及浓度变化,实现水质变化趋势的预测。

3.2 评价结果会商

构建会商机制,建立会商流程,由平台根据已设置的会商规则提醒相关人员开展会商。项目主管单位发起会商并指定会商人员,会商人员进行确认后返回会商结果,并由项目主管单位进行确认最终结果后完成会商。会商方法提供取最好、取最差、均值3种可选。会商过程中的会商提醒等由平台利用Web 消息服务及移动平台消息推送方式向相关人员进行推送。经过会商的结果通过GIS 平台进行即时展示。

3.3 水质评价

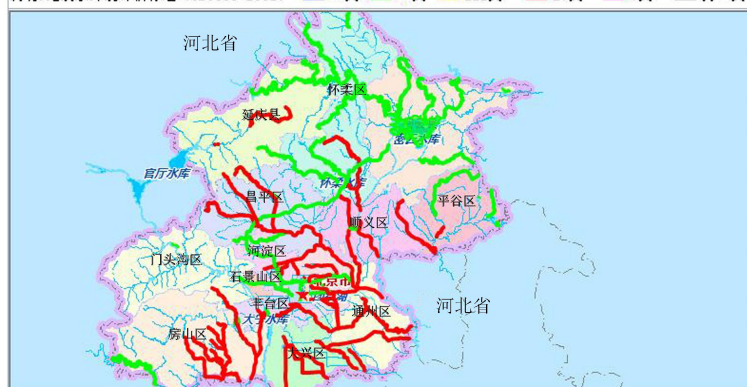
水质评价是水环境业务应用中的关键,评价结果的准确性直接影响着决策者的判断。平台中通过基本信息管理模块对GB3838—2002《地表水环境评价标准》、GB5749—2006《生活饮用水卫生标准》等评价标准以及各标准的水质类别限值进行管理,为水质评价提供数据基础。

水质评价首先根据不同的评价标准、评价方法建立评价数学模型,其次根据评价标准、参评项目、评价方法、期望值,选择评价模型,通过采样时间的选择读取监测数据,评价后的结果以不同的颜色进行标识,可直观了解其超标的水质类别。

3.4 统计分析

本部分对单站、多站、河流、水功能区、黑臭水体等对象的水质情况展开分析。管理者可查看站点的单个监测项目变化趋势,可对相邻站点、上下游断面的水质变化情况进行对比分析,也可对全市不同监测对象的整体情况进行掌控,根据不同的统计对象,通过饼图、曲线图、柱状图、数据表等形式展示。水功能区监测成果统计界面见图5。

说明:地表水环境评价标准(GB3838-2002) ■ I类 ■ II类 ■ III类 ■ IV类 ■ V类 ■ 劣V类



类别	站点个数	所占比例
达标	49	49.49%
不达标	50	50.51%

3.5 报表生成

在日常业务管理中经常要进行业务报表的制作与上报,本平台根据实际业务需求以及规定格式要求提供了日报、周报、月报的生成功能,在报表生成过程中自动进行最大值、最小值等极值统计。可通过平台界面查看相关报表,可通过浏览器直接打印报表,也可导出Excel、Word 后进行编辑。业务报表的自动生成提高了技术人员的工作效率,同时保证了数据的准确性。

3.6 实验室管理

为了实现10个监测分中心与监测中心之间的数据共享,建立有效的数据上报、审核机制,此次平台建设面向监测中心及10个分中心建设了统一的实验室信息管理子系统。该子系统以实验室水质监测任务的下达、采样、领样、化验、结果生成为主线,将实验室的业务流程、质量监控、人员、仪器设备、化学试剂、标准方法、图书资料、项目管理等因素有机整合,组成一个科学、规范、高效的综合管理体系。提供实验室数据的即时上报与审核,完成了实验室化验结果与分析评价系统间的无缝衔接。

3.7 移动应用平台

为了向各级用户提供更好的服务,为相关人员提供及时的提醒服务,此次建设配合Web 系统开发了“北京市水质监测信息共享平台”移动应用系统,通过在移动端安装移动App 的方式向各级用户推送信息。移动应用平台为各级用户提供全市的供水、水资源、水环境、排水与再生水的水质情况,为会商人员提供会商移动办公平台,为现场人员提供预警处理反馈以及现场情况视频、图片的上传功能等。

该平台的建设满足了水质会商及时提醒、水质

水功能区名称	水质类别
中海北京开发利用区中海北京景观娱乐用水区	达标
南海北京开发利用区南海北京景观娱乐用水区	达标
青年湖北京开发利用区青年湖北京景观娱乐用水区	不达标
红领巾湖北京开发利用区红领巾湖北京景观娱乐用水区	达标
水碓湖北京开发利用区水碓湖北京景观娱乐用水区	达标
大宁水库北京开发利用区大宁水库北京饮用水源区	达标
二道沟北京开发利用区二道沟北京景观娱乐用水区	不达标
观音堂明沟北京开发利用区观音堂明沟北京景观娱乐用水区	不达标
拍马河蓟京蓟缓冲区	达标
坝河上段北京开发利用区坝河上段北京景观娱乐用水区	不达标
坝河下段北京开发利用区坝河下段北京景观娱乐用水区	达标
北小河北北京开发利用区北小河北北京景观娱乐用水区	不达标
高马河北京开发利用区高马河北京景观娱乐用水区	达标
通惠河北京开发利用区通惠河上段北京景观娱乐用水区	达标



图5 水功能区监测成果统计界面

信息随时关注、水质预警随时处置、突发污染事故现场定位、现场图片视频及时上传、与监控中心实时互动的需要,为决策者提供即时资料。

4 主要应用技术

4.1 WebGIS 技术

WebGIS 是在 GIS 中嵌入 HTTP 和 TCP/IP 标准的应用体系,实现互联网环境下的空间信息管理等地理信息系统功能。WEBGIS 将地图与系统数据库有机地结合起来,查图时可相应查询出对应的数据库信息,查数据信息时可相应查看对应的地图位置。WebGIS 技术使各种信息的浏览和查询变得更加直观、方便、快捷^[4]。

平台基于北京市“水务一张图”,采用北京地方坐标系,调用北京市水务局基础平台提供的共享服务接口获取基础图层,同时发布新建图层服务,二者叠加使用。行政区、河流、水库等基础图层从基础平台获取,随北京市基础图层统一更新;水质监测站点、水功能区、水源地等专题图层以新建图层服务为主,便于根据业务需要灵活更新。

平台在 Visual Studio. Net 环境下调用 ArcGIS API for Silverlight,实现地图的缩放、漫游、导航、定位,进行图形、属性的双向查询等。通过标准数据库接口访问 MIS 数据库,实现新建站点图层的实时生成。

4.2 中间件技术

中间件是处于应用软件和系统软件之间的一类软件,是一种独立的系统软件或服务程序,中间件位于客户机/服务器的操作系统之上,管理计算机资源和网络资源。它是一种构建分布式应用程序切实可行的软件,它屏蔽底层分布式环境的复杂性和异构性,为处于自己上层的应用软件提供运行与开发环境,帮助用户灵活、高效地开发和集成复杂的应用软件。

平台中各水利部门间的数据交换利用市水务局数据交换共享平台实现,该平台应用 Fiorano SOA 平台作为交换数据中间件,采用面向服务(SOA)的架构体系、企业服务总线(ESB)技术和事件驱动(EDA)技术,利用消息交换机制和 Web 服务机制进行数据交换,支持多种数据交换和管理模式^[5]。

共享交换平台由一个局中心服务器节点和多个节点服务器构成,并且和运行在节点服务器上的适配器组成一个有序的交流整体。中心服务器在局中心运行,节点服务器(即平台建设中的前置机服务器)在各局属部门单独运行,整个交换平台构建成

一个网状拓扑结构。数据交换通过连接节点适配器服务组件和数据转换等多种功能组件形成端到端的数据流程而实现数据交换的过程。在实现过程中配置每个交换节点的交换服务,每个数据交换节点只需要与北京市水务局信息共享交换平台通过统一的接口进行通信,并通过 XML 格式数据进行数据的传输,不需要系统间相互访问各自对方的数据,就可以实现数据的共享功能。

5 结 语

北京市水质监测信息共享平台的建设实现了各水质监管部门的信息共享,提高了全市水质监管部门间高效顺畅的沟通协作模式,为领导决策提供了数据基础和技术支持,为保障全市供水安全和水环境治理起到了重要作用,取得了极大的社会效益和生态效益。

平台二期将利用多数据源数据汇集及整合技术实现现有水文、水质、水量监测数据的汇集,并通过标准数据库服务接口为各预测模型提供数据;依照信息化技术规范和平台技术架构,研究水质模拟驱动程序开发技术,实现对“水源涵养区水质模拟系统”、“城市核心区水质模拟系统”、“重点水源地突发水污染事故影响预测系统”模型计算服务的调用,通过模型数据前处理服务、后处理服务以及模型方案制定等服务的开发,实现与各预测模型的无缝集成;利用与“重点水域水质模拟三维仿真平台”的集成、各项业务应用服务的开发与集成等实现不同目标及水体水质情况预测,评估水体水质变化的时间跨度、空间尺度和影响程度等,通过预警预报机制的构建及业务化运行流程的定制等,支持水环境管理从问题导向管理向目标管理的转变,满足水环境科学管理、水环境评价和预测,以及突发水污染事件应急处置等要求,并实现其业务稳定运行。

参考文献:

- [1] 温香彩,文小明. 水环境监测信息集成、共享与决策支持平台研究[J]. 中国科技成果,2014(9):11-13.
- [2] 彭辉,毛学文,高俊杰. 水资源质量信息共享服务系统设计与开发[J]. 水利信息化,2011(5):52-54.
- [3] 娄彦兵,冯宗,杨文博,等. 黄河水质监测信息管理系统设计与实现[J]. 人民黄河,2012(12):55-56.
- [4] 唐东军. 基于 Silverlight 技术的水库管理 WebGIS 研究[D]. 太原:太原理工大学,2010.
- [5] 刘建国. 北京市水务信息共享交换平台的设计与实现[D]. 北京:北京工业大学,2012.

(收稿日期:2017-12-07 编辑:彭桃英)