



中国城镇供水排水协会

标准宣贯系列

《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》

T/CUWA20059-2022

主编单位：东华大学 哈尔滨工业大学

主讲人：舒诗湖 教授

2023年2月

目录

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



01

编制背景与意义

02

框架及关键技术

03

主要章节内容

04

实际应用案例与展望

01

编制背景与意义

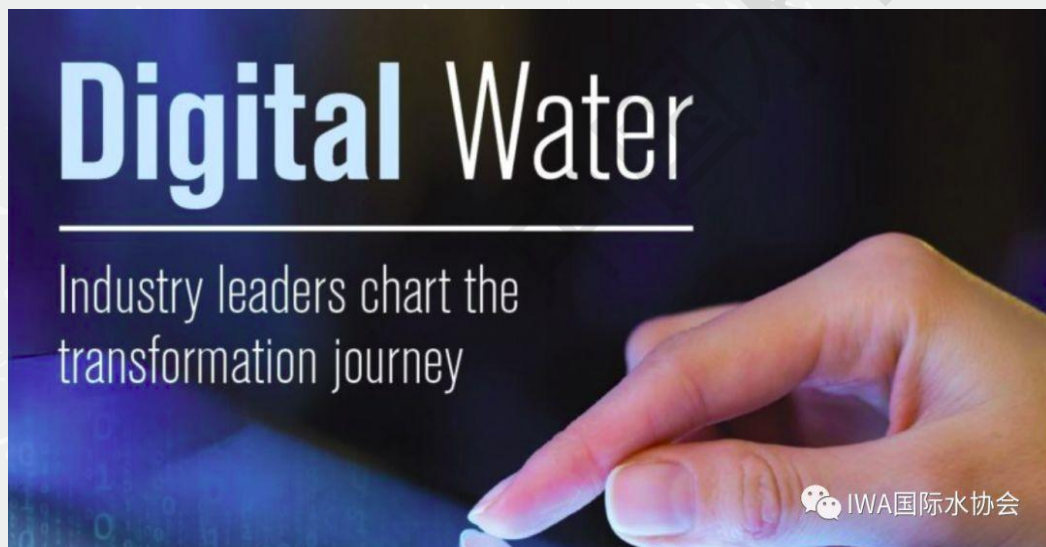
01 编制背景与意义

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列
《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



一.编制背景

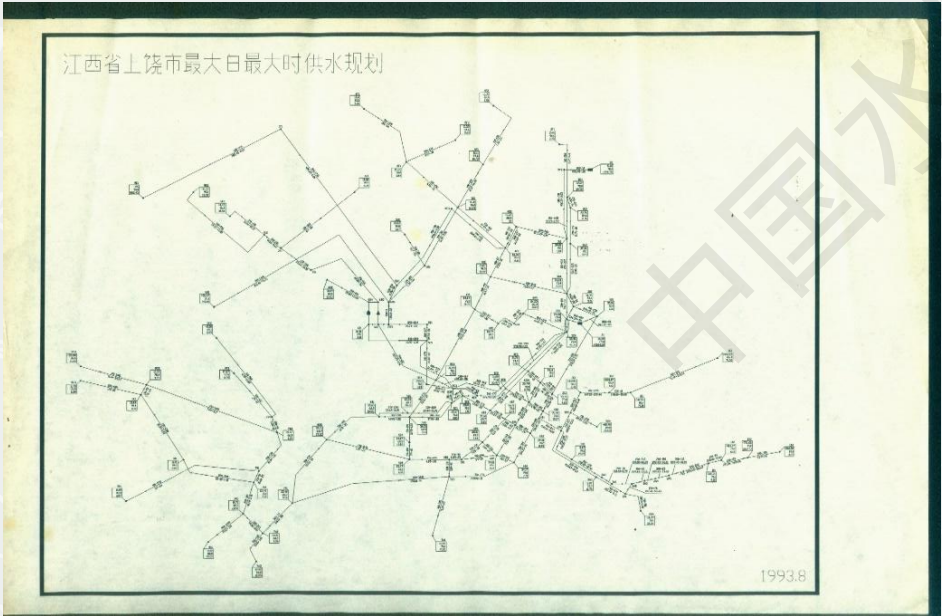
- 水务数字化-智慧水务: 管网管理是核心
- 智慧水务是通过新一代信息技术与水务技术的深度融合, 充分发掘数据价值和逻辑关系, 实现水务业务系统的控制智能化、数据资源化、管理精确化、决策智慧化, 保障水务设施安全运行, 使水务业务运营更高效、管理更科学和服务更优质。



01 编制背景与意义



30 年代	Hardy-Cross 手工求解法
40 年代	McElroy 电子分析器
50 年代	室内模型, 电子管计算机
60 年代	院校开发程序系统, 晶体管计算机
70 年代	数学模型和计算方法发展, 计算程序开发和应用阶段, 小型计算机
80 年代	用户界面、软件包及拟稳定状态模拟系统, 大规模集成电路微机
90 年代	软件接口、图形化软件集成设计、信息管理、智能化及自动化运行及水质模拟系统, 大规模集成电路微机, PLC, SCADA, GIS。
2000 年以后	水务信息化大发展, 国内管网模型进入商业化推广



20世纪中国知名科学家学术成就概览
(土木水利与建筑工程卷第...)

作者: 周干峙|主编: 钱伟长 出版社: 科学

ISBN: 9787030428165 作者: 周干峙|主编: 钱伟长
出版日期: 2015-01-01 印刷日期: 2015-01-01
开本: 16开 版次: 1
字数: 460千字

杨钦



杨钦 (1911-1991), 广东大埔人。给水排水工程专家, 同济大学教授, 中国给水排水工程专业创始人之一。1981 年被国务院学位委员会评为中国首批博士生导师。1936 年毕业于浙江大学土木工程系, 1937 年毕业于美国密执安大学研究生院卫生工程专业, 获科学硕士学位。1938 年回国后先后担任中山大学、复旦大学、浙江大学、交通大学和同

济大学教授。1957 年编著出版国内首部《给水外管网设计与计算》专著, 1961

01 编制背景与意义

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022

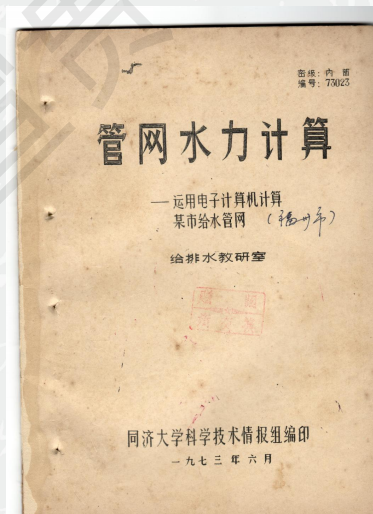


一.编制背景

在我国，自上世纪70年代至90年代年间，管网模拟技术的研究主要在大学里进行，最为典型的代表就是同济大学杨钦教授。杨钦教授是我国给水排水专业的奠基人，开辟了给水排水专业计算机应用的先河。1978年创立“给水排水工程设计和运行最优化”研究方向，1972年至1989年，先后成功研究开发并公开发表《给水管网水力计算程序747》、749、7512、767等近20套计算机程序，成为我国给水排水专业计算机技术应用领域的开创性成果。

2000年同济大学刘遂庆教授、俞国平教授（两位杨钦教授的弟子）等人在国内大学中成立首家由国内专家合作兴办的给水软件开发公司—上海同济宏扬软件有限公司“同济宏扬软件”成功应用于佛山自来水公司、南京自来水公司等自来水公司。

80-90年代哈尔滨工业大学赵洪宾教授团队开发了WNW管网模型系统，提出了“实用优化”，“三点法、五点法”等理论，并应用于实践，1992在牡丹江、1994在赤峰……等城市开展了管网水力模型建设和应用。



01 编制背景与意义



二.任务来源

根据中国城镇供水排水协会征集团体标准的通知，主编单位**东华大学和哈尔滨工业大学**牵头完成标准申报。2021年3月，《城镇供水管网模型构建技术规程》标准在中国城镇供水排水协会[2021] 9号文《2021年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划》公示立项。

2021年7月，标准启动会专家组强调管网模型是智慧水务的核心，管网模型的生命在于应用，要把管网模型融入管网管理日常工作中，不断更新模型数据，定期进行模型校核，在应用中不断完善模型精度，积极发挥管网模型的作用。因此，专家组一致建议把标准名称修改为《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》，并在标准内容设置第九章“模型应用”章节。

01 编制背景与意义

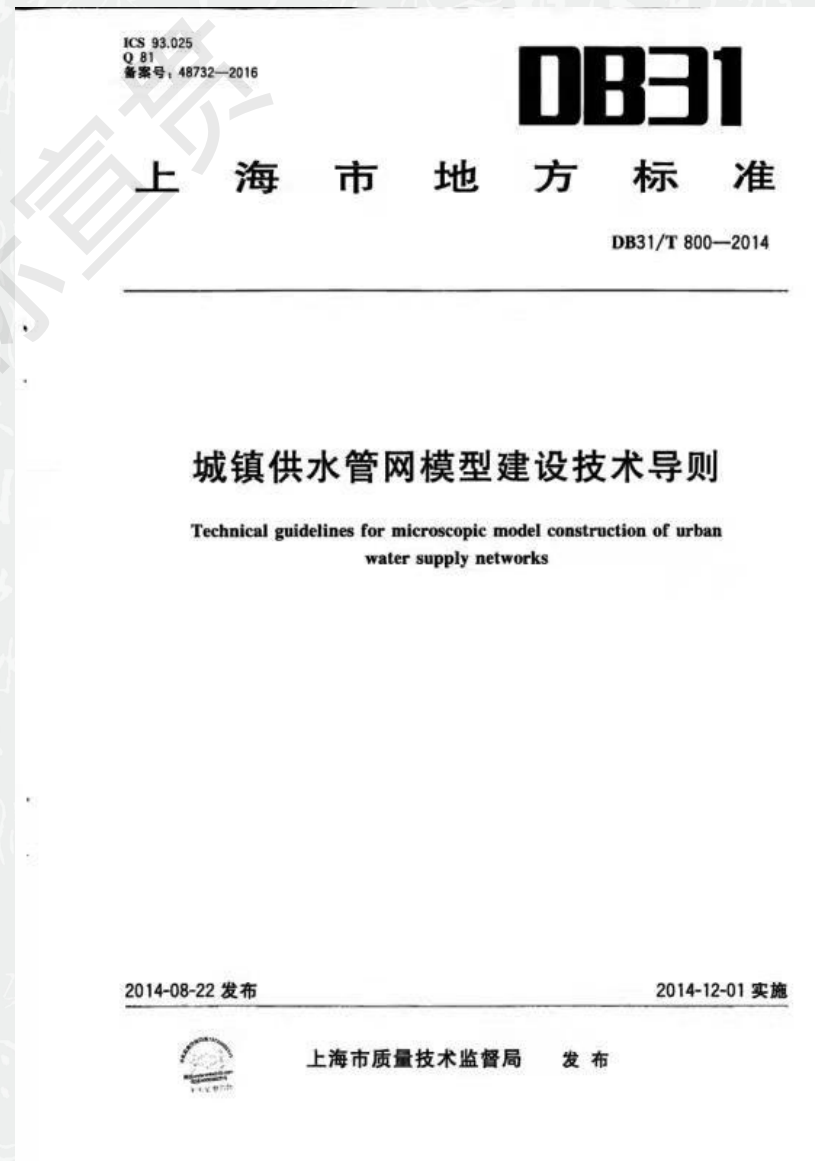
中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列
《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



三.编制过程

- DB31/T 800-2014是基础
- 2020年底申报
- 2021.3立项-2021.7启动会
- 2021.12征求意见
- 2022.5送审-2022.6报批
- 2022.12颁布-2023.4实施

审查专家：何文杰、王如华
邱文心、王强、张立尖
张志果、刘海星



01 编制背景与意义



三.编制过程

国内外相关标准调研

编制组对西方发达国家相关标准进行了调研，借鉴了其部分内容；参考了国内主要标准，编制适用于全国的标准，解决了现阶段存在的重点问题



在行业内广泛征求意见

通过中国水协网站和微信公众号等平台广泛征求行业意见，并定向征求了赵洪宾教授、刘遂庆教授等资深专家的意见



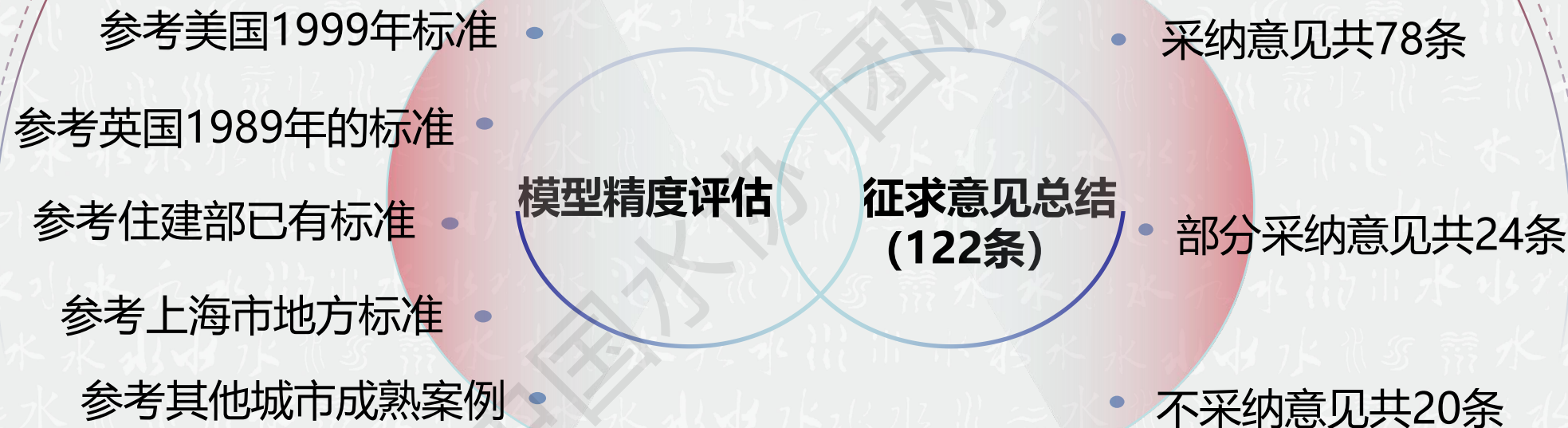
多次组织召开推进会

2021年7月14日在上海召开线下启动会，会后，组织参编单位完成标准初稿，期间多次组织线上会议进行逐条讨论，多名资深专家线上参与了征求意见稿的讨论并提出了指导意见

01 编制背景与意义



四.主要内容及征求意见总结



东华大学 哈尔滨工业大学 同济大学
上海城投水务（集团）有限公司 广东粤海水务股份有限公司
北京市自来水集团有限责任公司 天津水务集团有限公司
深圳市水务（集团）有限公司 城市水资源开发利用（南方）国家工程研究中心
北京工业大学 上海三高计算机中心股份有限公司 天津三博水科技有限公司
上海慧水科技有限公司 BENTLEY软件（北京）有限公司
哈希水质分析仪器（上海）有限公司 上海威派格智慧水务股份有限公司
深圳市拓安信计控仪表有限公司 浙江和达科技股份有限公司
宁波水表（集团）股份有限公司 杭州山科智能科技股份有限公司
安徽舜禹水务股份有限公司 青岛海威茨仪表有限公司 金卡水务科技有限公司
三川智慧科技股份有限公司 天津尚源智慧科技有限公司
上海市水务规划设计研究院 苏州市自来水有限公司 福州市自来水有限公司
厦门市政水务集团有限公司 佛山市水业集团有限公司 上海市自来水奉贤有限公司

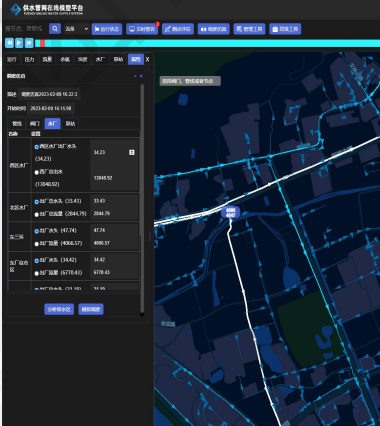
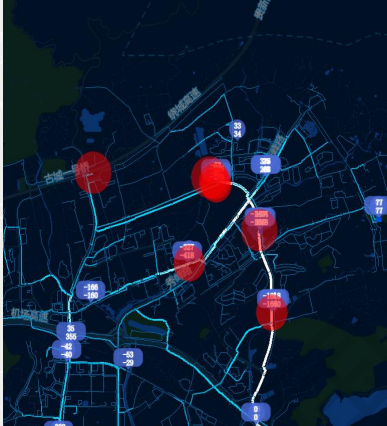
02

框架及关键技术

02 框架及关键技术



一. 在线模型



信
供水
保障

知
爆管
定位

智
优化
调度

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	4
4 系统配置	5
4.1 一般规定	5
4.2 硬件	5
4.3 软件	5
5 管网数据	7
5.1 一般规定	7
5.2 静态数据	7
5.3 动态数据	7
5.4 数据格式与接口	7
5.5 数据评估与处理	7
6 离线模型	9
6.1 一般规定	9
6.2 模型构建	9
6.3 模型校核	10
7 在线模型	11
7.1 一般规定	11
7.2 数据处理	11
7.3 模型构建	11
7.4 模型校核	11
8 模型验收	13
8.1 一般规定	13
8.2 运行测试	13
8.3 精度评估	13
9 模型应用	15
9.1 一般规定	15
9.2 规划设计应用	15
9.3 运行调度应用	15
9.4 水质模型应用	16
10 更新与维护	17
10.1 一般规定	17
10.2 模型更新	17
10.3 模型维护	17
本规程用词说明	18
引用标准名录	19
附：条文说明	20



二. 模型校核

编制组经过广泛调研和多次专题研讨，结合国内实际情况，在住建部标准CJJ 207的基础上借鉴美国标准再分类细化，并补充水质模型精度要求。鉴于现阶段我国管网管理水平尚有不足，对于漏损率较高的管网系统，可酌情调整精度要求，流量校核考虑计量精度和经济流速。

	英国标准1989年	美国标准1999年	住建部CJJ 207 2013年
流量	1. ± 5% (流量大于系统供水量10% 的输水管). 2. ± 10% (流量小于系统供水量10% 的配水管).	规划± 10% 干管总数1% 设计± 5% 管段总数3% 运行± 5% 管段总数2% 水质± 2% 管段总数5%	±10% 90% 的校核点
压力	1. ± 0.5 m 85% 的校核点 2. ± 0.75 m 95% 的校核点 3. ± 2 m 所有校核点	规划± 5 psi (3.45 m) 所有校核点 设计±2 psi (1.38 m) 90% 的校核点 运行±2 psi (1.38 m) 90% 的校核点 水质±3 psi (2.07 m) 70% 的校核点	± 2 m 90% 的校核点

	英国标准1989年	美国标准1999年
流量	/	规划 干管总数1% 设计 管段总数3% 运行 管段总数2% 水质 管段总数5%
压力	/	规划 干管节点10% 设计 节点数2-5% 运行 节点数2-10% 水质 节点数2%

02 框架及关键技术



二. 模型校核

行业标准 (T/CUWA20059-2022)

管网漏损率是否达标: ☐ 模型用途: 运行调度

压力精度

满足标准

标准详情: 压力校核点多时段绝对误差均值(ϵ)控制在 0.02MPa 范围内的个数应占总数的 80% 以上, 控制在 0.01MPa 范围内的个数应占总数的 50% 以上

绝对误差均值 $\leq$ 0.02MPa: 95.8%
绝对误差均值 $\leq$ 0.01MPa: 85.7%

压力监测点共有 386 个, 参与评估有 308 个

流量精度

满足标准

标准详情: 出厂流量多时段相对误差均值(δ)控制在 10 % 范围内; 符合经济流速的输配水干管, 其流量校核点多时段相对误差均值(δ)控制在 15 % 范围内的个数占总数的 80% 以上

出厂流量计相对误差均值 $\leq$ 10%: - %
干管流量计相对误差均值 $\leq$ 15%: 85.5%

水质精度

未评估

标准详情: 该模型用途下无需评估水质精度

行业标准 (T/CUWA20059-2022)

管网漏损率是否达标: ☐ 模型用途: 水质模拟(余氯模型)

压力精度

满足标准

标准详情: 压力校核点多时段绝对误差均值(ϵ)控制在 0.02MPa 范围内的个数应占总数的 80% 以上, 控制在 0.01MPa 范围内的个数应占总数的 50% 以上

绝对误差均值 $\leq$ 0.02MPa: 100%
绝对误差均值 $\leq$ 0.01MPa: 92.2%

压力监测点共有 374 个, 参与评估有 256 个
绝对误差均值 $\leq$ 0.02MPa 的监测点有 256 个
绝对误差均值 $\leq$ 0.01MPa 的监测点有 236 个

流量精度

满足标准

标准详情: 出厂流量多时段相对误差均值(δ)控制在 8 % 范围内; 符合经济流速的输配水干管, 其流量校核点多时段相对误差均值(δ)控制在 10 % 范围内的个数占总数的 80% 以上

出厂流量计相对误差均值 $\leq$ 8%: 100%
干管流量计相对误差均值 $\leq$ 10%: 89.9%

出厂流量计共有 53 个, 参与评估有 1 个
干管流量计共有 336 个, 参与评估有 69 个
相对误差均值 $\leq$ 8% 的出厂流量计有 1 个
相对误差均值 $\leq$ 10% 的干管流量计有 62 个

水质精度

未评估

标准详情: 水质校核点游离氯(或总氯)浓度多时段相对误差均值(δ)控制在 15 % 范围内的个数应占总数的 80% 以上

游离氯浓度相对误差均值 $\leq$ 15%: - %
余氯监测点共有 227 个, 参与评估有 0 个
游离氯浓度相对误差均值 $\leq$ 15% 的监测点有 0 个

参数设置

WaterDesk - New

管网状态: 无

节点类: 节点类

流量类: 流量类

其他类: 其他类

SCADA 和 模式管理: SCADA 和 模式管理

显示: 显示

表格: 表格

SCADA 图示: SCADA 图示

标注: 标注

节点类: (无标注)

连接类: (无标注)

节点类: (无标注)

连接类: (无标注)

更多案例设置: 更多案例设置

图例: 图例

模拟计算: 模拟计算

计算报告: 计算报告

清空结果: 清空结果

行业标准 模型评分: 行业标准 模型评分

供水范围: 供水范围

邻近点分析: 邻近点分析

系统流量: 系统流量

系统诊断: 系统诊断

压力覆盖率: 压力覆盖率

分析计算: 分析计算

查找对象 (Ctrl+F)

项目设置

显示

颜色

标注样式

提示 - 模型

提示 - 设备

管网缺省值

分析

分区

系统

流量计

流量计口径

☒ 精度评估所需的最小口径(干管口径)

600

瞬时数值条件

☒ 精度评估所需的最小流速(经济流速)

0.4

☒ 精度评估所需的最小绝对流量

200

平均数值条件

☒ 精度评估所需的最小平均流速(经济流速)

0.3

☒ 精度评估所需的最小平均绝对流量

100

确定 取消 应用

03

主要章节内容

03 主要章节内容

一. 总 则

1.0.1 为规范城镇供水管网模型构建与应用的技术要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇供水管网离线模型和在线模型系统的构建与应用，包括 模型系统的构建、校核、验收、应用、更新与维护。

1.0.3 城镇供水管网模型构建与应用，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

03 主要章节内容



二. 术 语

2.0.1 管网模型 water distribution networks model

基于供水管网拓扑结构，采用水力学、反应动力学和数学算法等描述管网中所有节点和管段水流运动、水质变化，模拟和分析管网运行状态的计算机仿真模型。

2.0.2 水力模型 hydraulic model

对供水管网中的管段流量、节点压力及水池水位等水力参数进行状态模拟和分析的计算机仿真模型。

2.0.3 水质模型 water quality model

建立在水力模型基础上，对供水管网中的游离氯（或总氯）、水龄等水质参数进行状态模拟和分析的计算机仿真模型。

2.0.4 静态模型 static model

仅针对特定工况进行仿真模拟的管网模型，常用于供水管网规划设计、管网状态评估等。

2.0.5 动态模型 dynamic model

对连续时段进行模拟的管网模型，常用于供水管网运行状态诊断、优化调度和水质模拟等，也叫延时模拟（Extended Period Simulation, EPS）模型。

2.0.6 离线模型 offline model

部署在计算机等客户端上，具备数据手动更新、仿真计算功能的管网模型。

03 主要章节内容



二. 术 语

2.0.7 在线模型 online model

部署在互联网等网络上，与管网在线监测系统连接，具备运行数据自动更新、定时自动仿真计算功能的管网模型。

2.0.8 实时模型 real-time model

实时进行管网运行数据自动更新与自动仿真计算的在线模型。由于阀门操作等管网维护数据上传和传感器实时数据传输的限制，延迟时间在5min以内的在线模型均可认为是广义上的实时模型。

2.0.9 模型校核 model calibration

采用多种工况运行数据与模拟结果进行对比分析，通过核实基础数据、调整模型参数，使校核点压力、流量、水质等实测值与模拟值的误差在一个可接受范围内的过程。

2.0.10 校核点 calibration point

用于模型校核的管网运行数据监测点。

2.0.11 数据及时率 data timeliness rate

在特定时刻或要求的时间内，传回数据的监测点数量与监测点总量的比值。

2.0.12 更新与维护 update and maintenance

根据管网拓扑结构和运行工况的变化，对管网模型基础数据和运行参数进行动态更新和精度维护的过程。

三. 基本规定

- 3.0.1 供水管网模型构建和应用应纳入智慧水务相关规划。
- 3.0.2 供水管网模型构建前应开展技术经济可行性分析，并编制实施方案。
- 3.0.3 供水管网模型构建应根据信息化基础条件和应用需求，分阶段、分层次进行。
- 3.0.4 供水管网基础数据和运行监测数据应在数据层统一管理和更新，地理信息系统（GIS）、数据采集与监控系统（SCADA）和管网模型等信息系统应从数据层调用最新数据开展相应的应用分析。
- 3.0.5 宜在已定位、已计量的用水量数据基础上进行管网模型节点水量分配。
- 3.0.6 模型校核应调查现有监测点数量，评估监测数据质量，提出满足模型校核要求的监测方案与数据要求。

03 主要章节内容



三. 基本规定

- 3.0.7 供水管网模型精度评估应计入校核点监测仪表误差、管网漏损、现场操作等的影响。
- 3.0.8 供水管网模型验收应区分不同应用场景对应的精度要求，宜引入第三方评价机制。
- 3.0.9 供水管网模型可用于管网现状评估、规划设计、运维管理、应急管理等方面。
- 3.0.10 供水单位应组建管网模型工作团队，供水管网管理的日常工作和应急处置应采用管网模型辅助决策。
- 3.0.11 应建立供水管网模型更新与维护工作机制，并应根据需要进行模型校核，主动维护模型精度。
- 3.0.12 应建立供水管网模型数据安全保护机制，在线模型的网络安全应符合现行国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239的有关规定。

四. 系统配置

4.1 一般规定

4.1.1 管网建模工作应配备相应的软硬件系统，并应符合下列规定：

- 1 在线模型还应配置网络服务器、与外部业务系统进行数据交互的接口、网络环境等；
- 2 软硬件应满足模型计算、属性管理、数据安全、系统兼容、显示效率等技术要求；
- 3 配置的软硬件应为后期应用预留扩展空间，后期管网资产或数据增长应具有扩展性和可持续性。

4.1.2 宜设立系统管理员，并建立数据和方案备份机制。

四. 系统配置

4.2 硬件

4.2.1 有数据涉密要求的单位宜配置脱网专用计算机，并应采取保障数据安全的措施。

4.3 软件

4.3.1 管网建模软件应根据下列因素选择：

4.3.2 数据库软件应支持不同类型数据的集成，并应实现内外部系统数据的正常传输交互。

4.3.3 应配置相应的网络和管理软件，可远程访问管网模型系统。

4.3.4 供水管网模型软件应包括下列基本功能：

4.3.5 管网模型软件应具备多种水量分配方式及工具，并宜具有下列功能：

4.3.6 根据用户需求，模型软件可具备下列扩展功能：

五. 管网数据

5.1 一般规定

5.1.1 供水管网模型构建前，应按通用格式和接口要求进行相关数据收集和整理，并应对现有相关信息系统进行调研。

5.1.2 供水管网水压、水量和水质等在线监测应符合现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207和《城镇供水水质在线监测技术标准》CJJ/T 271的有关规定。

5.1.3 对收集到的数据应进行有效性判断和规范化处理，处理内容应包括数据甄别、评估和清洗；必要时应进行现场踏勘和补充测试。

5.1.4 对模型数据的编辑修改，应有依据并留存相应记录，并可追踪源头和责任人。

5.2 静态数据

5.2.1 管网静态数据宜通过管网GIS系统获取，包括水厂泵站、管网拓扑结构和属性信息等。

5.2.2 管网静态数据应有审核和更新机制，并应记录存储更新日志。

03 主要章节内容



五. 管网数据

5.3 动态数据

5.3.1 管网动态数据宜通过SCADA系统和相关监测系统获取；数据采集时间点和间隔应统一，间隔宜采用5min~15min。

5.3.2 水量动态数据宜通过营业收费系统、流量监测系统及现场调查等多种方式获取。

5.3.3 供水管网运行监测数据宜包括水厂泵站、中途增压泵站、高位水池、二次加压泵站、管道流量、管网水压、管网水质、小区总表、关键阀门开度等信息。

5.3.4 管网运行监测数据采集时，应结合管网实际运行状况进行异常数据分析，对其中的错误数据应予以筛除或修正。

5.4 数据格式与接口

5.4.1 相关业务系统的数据保存应采用通用的数据库格式或XLS、TXT格式，宜提供公开接口供模型系统调用。

5.4.2 相关业务系统运行数据的保存时间间隔、起始时刻应统一，应保存通过接口与模型系统数据同步时的日志记录、报警记录等。

五. 管网数据

5.5 数据评估与处理

5.5.1 数据评估与处理应符合下列规定：

- 1 数据使用前，应对获取到的静态和动态数据进行完整性、准确性和有效性评估；
- 2 数据处理过程中遇到的相关问题应反馈至来源系统，应从源头进行修正。

5.5.2 管网拓扑评估和处理应符合下列规定：

- 1 管网拓扑导入模型后应与原始数据核对，对数据进行质量检查，将错误或缺失进行修正与完善；
- 2 管网拓扑结构检查宜通过建模软件自带的功能模块实现，针对管道之间的交叉跨越、联通性、孤立管段、孤立节点、极短距离邻近节点等易产生错误连接状态问题，应结合竣工图纸、现场查勘及模拟结果分析等进行检查确认；
- 3 管网模型中处理后的拓扑结构应连通正确。

5.5.3 水量、水压和水质等监测数据宜分别进行多个周期的对比分析，将错误或缺失进行修正与完善。

5.5.4 应通过模型软件相关工具进行数据处理，处理后宜形成数据接口，供在线模型调用。

六. 离线模型

6.1 一般规定

6.1.1 离线模型宜在供水管网GIS系统、SCADA系统和营业收费系统的基础上构建。

6.1.2 离线模型构建的步骤宜包括：数据收集与质量评估，数据批量处理与输入，拓扑复核与数据核定，水量分配与模式导入，参数测定与初始赋值，模拟选项与系统设置等。

6.1.3 管网模型参数测定应选择少数典型样本进行测试，通过归纳分类、数据拟合等用于模型参数设置。

6.1.4 离线模型校核应根据实测的节点压力、管段流量和管网水质数据与模型模拟结果的差异，结合实际情况对模型参数进行调整。

6.2 模型构建

6.2.1 宜通过模型软件中的管网拓扑导入、检查等工具，核实、补充和完善管网拓扑结构及属性数据。

6.2.2 管网模型水量分配宜结合分区计量管理系统，在多级计量分区内逐级细化分配；大用户表或小区总表在线监测水量数据应作为用水节点的用水模式；无用水监测曲线的用户，应根据用水类型和实际情况采用归纳分类的用水模式。

六. 离线模型

6.2.3 水量空间分配宜通过营收数据和管网拓扑等进行定位、回溯；水量时间分配宜通过远传水表连续采集的用水模式进行细分。

6.2.4 采用人工定期抄表的，水量时间分配宜采用同类型典型用户用水模式，或抽取典型用户测定用水模式曲线；用水模式类型应分类管理，用水模式曲线应动态更新。

6.2.5 供水管道摩阻系数的测定，应选择典型管道开展，通过数据拟合用于摩阻系数初始值设定；不具备测定条件的，取值可按表6.2.5确定。

6.2.6 测定水泵特性曲线时，宜对水泵进行全流量区间测定；无条件进行全流量区间测定的，可采集单泵运行区段的流量、压力数据进行主要工况范围内的特性曲线拟合。

6.2.7 应进行节点高程异常数据检查，核实关键节点和压力监测点高程，必要时应现场测量核实。

6.2.8 建立管网余氯衰减模型时，应对各水厂出厂水的水体反应系数（ K_b ）进行测定，宜在恒温箱中测定 $0^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 水温范围内的 K_b 值，温度步长宜取 5°C 。

6.2.9 管网动态模型的时间步长宜采用 $5\text{min} \sim 15\text{min}$ ，实时模型的时间步长不应大于 5min 。

六. 离线模型

6.3 模型校核

6.3.1 应对现状监测点及数据质量进行评估，数据完整、可靠的现有监测点宜作为模型校核点；对有疑问的监测数据应进行现场核实，并应在现状监测点基础上完善校核点布点方案。

6.3.2 压力校核点数量应符合现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207的有关规定，压力校核点数量的确定应符合下列规定：

- 1 供水量100万 m^3/d 以上规模的管网宜取100个以上的节点进行压力校核；
- 2 供水量50万 m^3/d ~100万 m^3/d 规模的管网宜取50个以上的节点进行压力校核；
- 3 供水量50万 m^3/d 以下规模的管网宜取30个以上节点进行压力校核。

6.3.3 模型校核宜包括下列步骤：

6.3.4 在模型粗调和手动校核过程中应遵循参数合理性原则，宜对模型参数进行分组调试。

6.3.5 余氯衰减水质模型校核应在水力模型达到预定精度的基础上，根据在线监测点和人工采样点实测的游离氯或总氯数据调整管壁反应系数（ k_w ）使模拟值适配实测值。

6.3.6 应对模型精度进行评估，对误差较大的校核点进行分析，通过参数调整控制误差限值。

6.3.7 校核之后的管网模型应进行验证和试运行，并应开展相关应用分析。

6.3.8 静态模型工况验证应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定。

七. 在线模型

7.1 一般规定

7.1.1 在线模型应建立在离线模型的基础上，且应有确保在线模型网络安全和数据安全的措施。

7.1.2 在线模型应具备的基本功能包括：定时自动计算、动态数据自动更新、模型精度在线评估和提示校核、异常预报警等。

7.2 数据处理

7.2.1 建立在线模型的基础数据应符合本规程第5章的规定，数据分类和更新方法应符合表7.2.1的规定。

7.2.2 动态数据的采集和发送频率应根据在线模型应用场景的不同进行调整，并应符合下列规定：

- 1 实时模型的动态数据采集与发送时间间隔不应大于5min；
- 2 在线模型的动态数据采集传输频率应高于模型的计算频率。

7.2.3 在线模型每次计算时，边界条件的数据及时率宜达到90%以上。

七. 在线模型

7.3 模型构建

- 7.3.1 管网在线模型应在离线模型基础上，与SCADA系统、管网维护系统、营收系统建立数据接口。
- 7.3.2 管网在线模型的用水量计量应以精确定位的远传水表或计量分区的在线流量计为主。
- 7.3.3 管网实时模型应实时更新阀门操作状态和阀门开关度。
- 7.3.4 构建在线模型时，应对在线模拟结果进行复核，并应依据复核结果对在线模型进行测试和调整。

7.4 模型校核

- 7.4.1 应在离线模型校核点基础上，选择SCADA系统中数据完整、持续可靠的校核点用于在线模型校核。
- 7.4.2 在线模型的精度宜满足每季度至少连续7d不低于离线模型的校核精度要求。
- 7.4.3 在线模型的精度降低时，应首先检查本规程第7.2节中要求收集的动态数据，并应在排除了数据问题后对模型进行校核。
- 7.4.4 在线模型精度不满足要求时，应按本规程第6.3.3条的规定对管网模型重新校核。

八. 模型验收

8.1 一般规定

8.1.1 管网模型验收内容应包括数据完整性、软件易用性、运行稳定性、模拟准确性和系统安全性等，验收主要环节应包括模型运行测试和精度评估等。

8.1.2 应根据不同管网规模和模型用途确定校核点数量，校核点设置应符合下列规定：

- 1 压力校核应在管网压力变化较大的区域、高压区、低压区等位置设置校核点；
- 2 流量校核宜选取满足经济流速的出厂管、转输管道和输配水干管等作为校核点；
- 3 水质校核应在市政管网的水质敏感区、重点保障区、管网末梢、人口密集区、主要供水路径沿线、不同水源供水分界处等位置设置校核点。

8.1.3 校核点的数据宜采用同时覆盖不同工况的多日连续数据。

8.1.4 模型验收前宜对模型精度进行评估。

8.1.5 应根据水务行业信息化项目验收程序对管网模型项目进行验收，模型精度评估不满足要求时应查明原因并整改。

八. 模型验收

8.2 运行测试

8.2.1 完成管网模型构建后，应进行模型测试，模型测试应包括下列内容：

- 1 检验计算结果是否满足管网质量守恒和能量守恒法则；
- 2 宜根据应用需求，选取爆管等极端工况条件进行测试计算。

8.2.2 在线模型宜进行连续3个月的运行测试，并应编制测试报告；测试期过后在线模型稳定运行。

8.2.3 当系统报错时，应根据报错记录查明原因，修改错误数据，并应根据实际调整相应参数设置。

8.3 精度评估

8.3.1 漏损率达标的供水管网系统，管网模型精度应符合现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 动态模型模拟结果曲线应与监测数据曲线趋势一致；
- 2 在线模型的精度应符合本规程第7.4.2条的规定。

8.3.2 管网漏损率不达标的，模型精度宜符合表8.3.2的规定。

8.3.3 动态模型多时段平均误差应采用各时段误差绝对值的平均。



八. 模型验收

模型用途	压力精度	流量精度	水质精度
规划设计	既有管网干管压力校核点多时段绝对误差均值 (ϵ) 控制在0.04MPa范围内的个数应占总数的90%以上, 控制在0.03MPa范围内的个数应占总数的80%以上	既有管网出厂流量多时段相对误差均值 (δ) 控制在15%范围内, 干管流量校核点多时段相对误差均值 (δ) 控制在20%范围内的个数应占总数的80%以上	/
运行调度	压力校核点多时段绝对误差均值 (ϵ) 控制在0.02MPa范围内的个数应占总数的80%以上, 控制在0.01MPa范围内的个数应占总数的50%以上	出厂流量多时段相对误差均值 (δ) 控制在10%范围内; 符合经济流速的输配水干管, 其流量校核点多时段相对误差均值 (δ) 控制在15%范围内的个数占总数的80%以上	/
水质模拟 (余氯模型)	压力校核点多时段绝对误差均值 (ϵ) 控制在0.02MPa范围内的个数应占总数的80%以上, 控制在0.01MPa范围内的个数应占总数的50%以上	出厂流量多时段相对误差均值 (δ) 控制在8%范围内, 符合经济流速的输配水干管, 其流量校核点多时段相对误差均值 (δ) 控制在10%范围内的个数占总数的80%以上	水质校核点游离氯 (或总氯) 浓度多时段相对误差均值控制在15%范围内的个数应占总数的80%以上

九. 模型应用

9.1 一般规定

- 9.1.1 管网模型应用应包括边界条件设定、模拟方案制定、模拟运行分析、结果分析评价等步骤。
- 9.1.2 模型应用人员应熟悉所模拟的实际管网运行情况。
- 9.1.3 宜建立管网模型应用平台，应用平台应满足多系统数据交互和管网运维管理业务需求。
- 9.1.4 模型方案分析的数据文件与技术报告应在模型应用档案库中保存。

9.2 规划设计应用

9.3 运行调度应用

9.4 水质模型应用

03 主要章节内容

十. 更新维护

10.1 一般规定

10.1.1 当关键数据和参数变更、模型精度下降时，应进行模型更新与维护。

10.1.2 应建立模型更新与维护的组织机制、工作机制和数据流转机制，应建立模型更新与维护评价办法和实施细则。

10.1.3 模型更新与维护应分为日常局部数据更新与系统维护、定期整体数据更新与模型校核精度维护等。

10.1.4 模型更新与维护内容应包括：管网拓扑与属性更新、需水量时空分布数据更新，参数更新与模型校核，软硬件系统维护与升级，模型更新维护成果汇总等。

10.1.5 应简化模型更新与维护相应工作流程，宜采用人工智能等技术推进模型数据快速批量更新。

10.2 模型更新

10.3 模型维护

10.3.1 管网模型维护应包括数据质量维护、软硬件系统维护、模型精度维护、数据存储空间维护等。

10.3.2 宜每半年对管网离线模型进行一次整体更新与精度维护。

10.3.3 宜每季度对管网在线模型进行一次模型校核和精度维护。

04

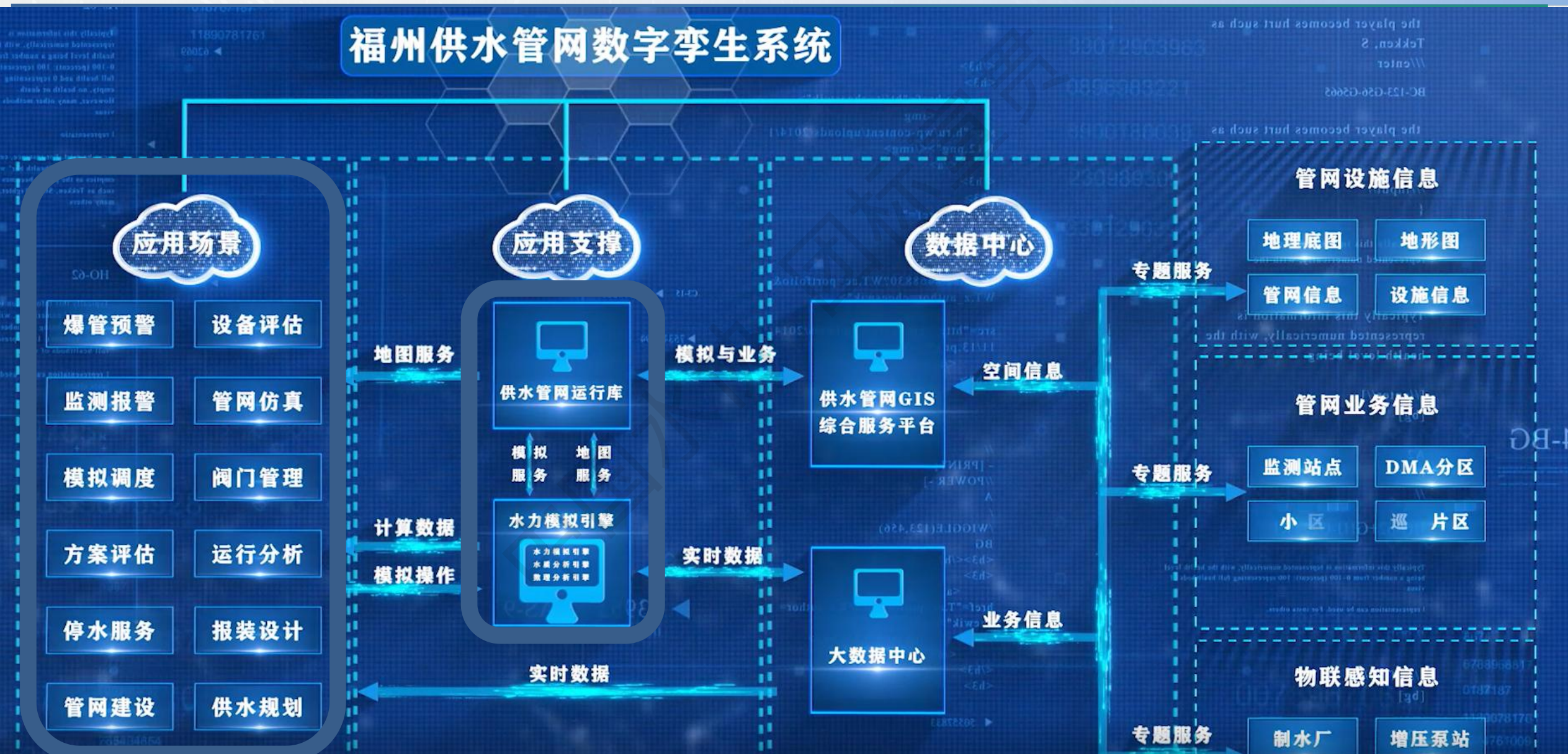
应用案例与展望

福州案例

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列
《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



福州供水管网数字孪生系统



项目成效

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列 《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



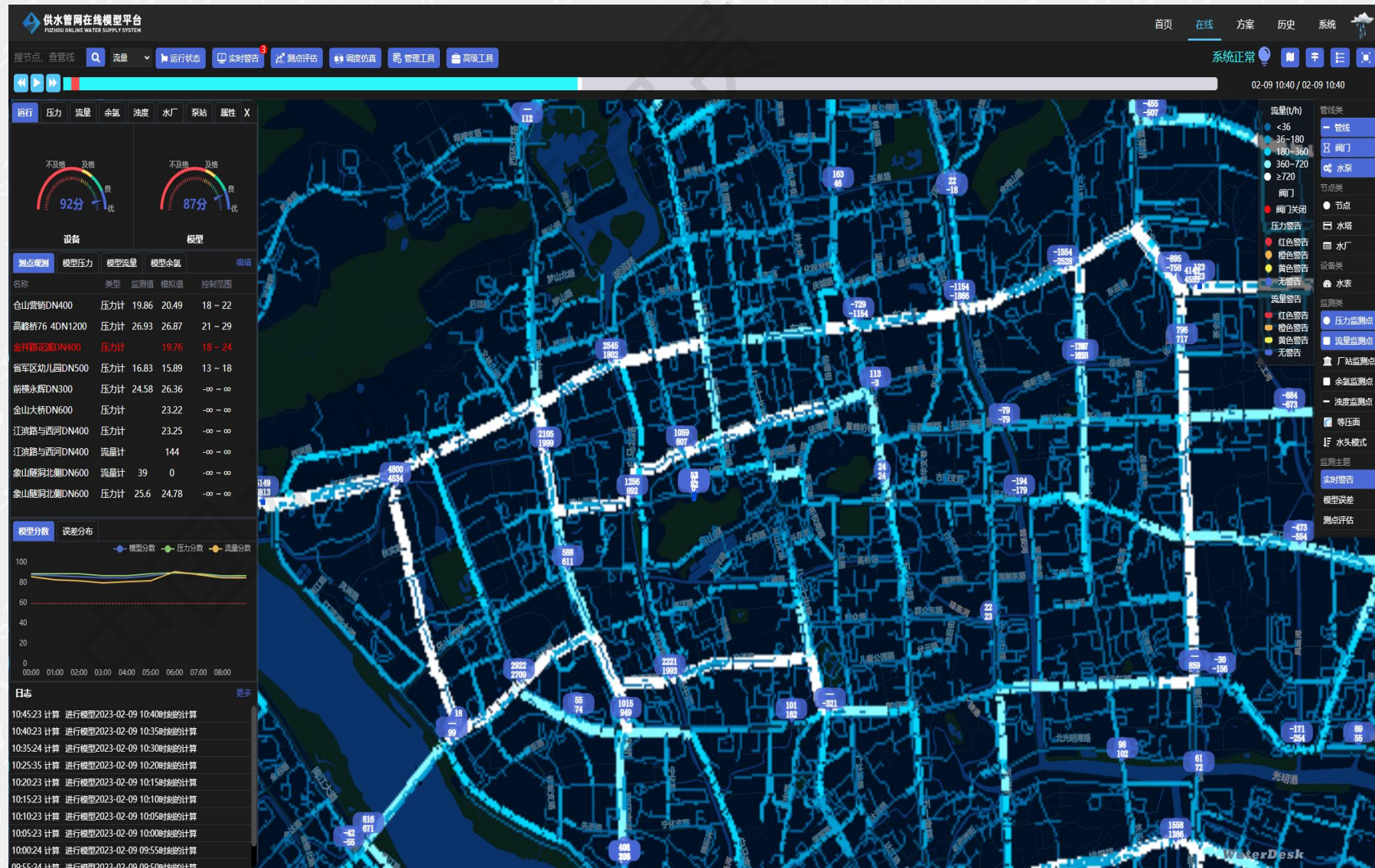
01.能监测



02.会预警



03.快处置



爆管快速感知

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列
《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



- ✓ **目标：**实现示范区域管网**50m³/h以上**漏水及爆管快速感知与定位
- ✓ **方法：**通过完善压力及流量感知网建设，开展基于**实时在线模型**的爆管风险研判预警，同步开展设施安全状态风险监测与预警，提升事前供水爆管风险预警能力

事中
监测预警



事前
源头管控



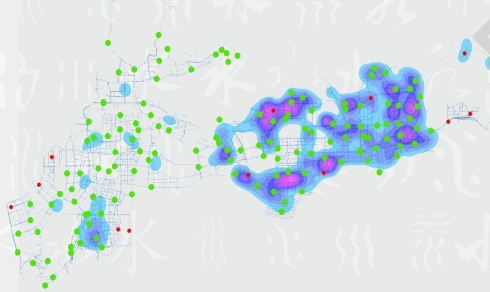
事中
监测预警



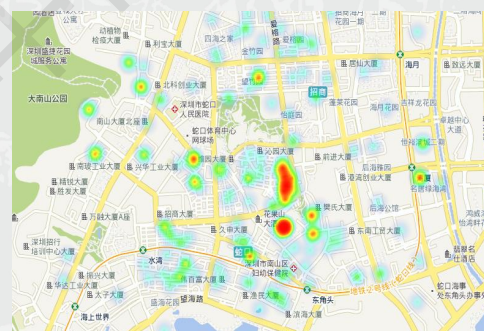
事后
事件复盘

- ✓ **需求：**
 1. 完善管网在线流量及压力感知网建设
 2. 基于实时在线模型分析开展爆管风险研判预警
 3. 开展设施安全状态风险监测预警
- ✓ **成果：**示范区运行全流程监控预警

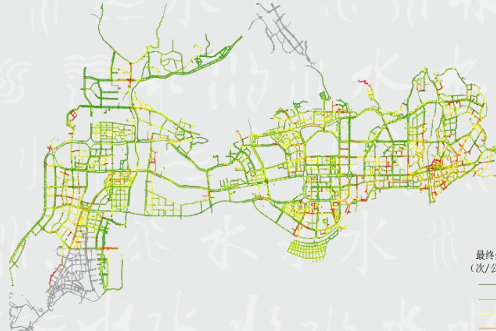
在线压力、流量监测



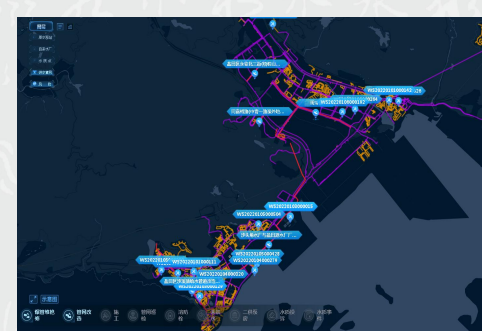
实时有效用户水压与停水投诉热力图



设施风险



施工作业：停水、施工等监测



后续工作

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列
《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA20059-2022



随着智慧水务的发展，管网模型作为智慧水务项目的核心模块，本标准将规范管网建模建设、验收、运行、维护技术工作，推动相关工程顺利实施，让模型在管网全生命周期管理中发挥更大作用。

经济和社会效益

标准颁布后将加大宣贯力度，让管网模型融入管网管理日常工作，不断应用不断发展。

日后主要工作



中国城镇供水排水协会

敬请批评指正！
欢迎提问交流！



敬请关注：

中国城镇供水排水协会

<http://www.cuwa.org.cn/>

北京 海淀区 北洼路48号院