

团 体 标 准

T/CUWA XXX-202X

城市原水智能调度系统技术规程

Technical specification for urban raw water intelligent dispatching system

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国城镇供水排水协会

发布

团 体 标 准

城市原水智能调度系统技术规程

Technical specification for urban raw water intelligent dispatching system

T/CUWA XXX-202X

批准部门：中国城镇供水排水协会

施行日期：202X年XX月XX日

XXXX 出版社

20XX 北 京

前 言

根据中国城镇供水排水协会《关于印发<2023 年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划>的通知》（中水协〔2023〕5 号）的要求，标准编制组经调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准和大量工程实践经验的基础上，制定本规程。

本规程共分 7 章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.体系架构；5.功能设计；6.部署与调试；7.验收和运维。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任，对所涉专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本规程由中国城镇供水排水协会标准化工作委员会归口管理，由上海城投原水有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给上海城投原水有限公司（地址：上海市浦东新区北艾路 1540 弄，邮编：200125，邮箱：XXXX）。

主编单位：上海城投原水有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	3
4	体系架构	5
5	功能设计	7
5.1	数据采集模块	7
5.2	智能决策模块	8
5.3	控制执行模块	10
5.4	应用管理模块	11
6	部署与调试	12
6.1	安装与部署	12
6.2	调试	12
7	验收与运维	13
7.1	系统验收	13
7.2	系统运维	13
	用词说明	15
	引用标准名录	16

1 总 则

1.0.1 为保障城市原水系统供应的安全稳定，提升运行效能，推进原水调度系统运行的标准化、数字化、智能化，指导城市原水智能调度系统（以下简称为“**原水智能调度系统**”）的设计与建设，制定本规程。

1.0.2 原水系统主要指从水源地取水到净水厂的原水输水系统，其物理边界以取水头部为始到输水管线末端位置，包括取水头部、取水管、取水泵站、中途增压泵站、输水管线及管线附属设施等。本规程适用于原水智能调度系统建设和运行管理工作，主要应用场景为城市集中供水水源地向单一或多家受水单位输送原水过程，其它类型供水系统可参照执行。

1.0.3 原水智能调度系统应以需求为导向，按照安全性、可靠性、稳定性、实用性、可扩充性、先进性等原则进行建设，实施过程中坚持因地制宜。

1.0.4 除应按照本规程执行外，尚应符合现行国家、行业和地方现行有关标准和规范的规定。

2 术 语

2.0.1 原水智能调度系统 raw water intelligent dispatching system

以满足受水单位实时原水量需求、保障原水输水系统安全经济运行为目标，构建原水系统水力模型与智能决策模型，通过受水单位原水量需求实时响应、调度方案智能生成与设施设备自动控制，实现原水系统调度任务自动执行。

2.0.2 调度任务 dispatching task

由调度员或智能调度系统单独完成，或由两者共同完成水量调配供应目标所需的感知、决策和执行等全部行为，包括但不限于：需水量发起、调度决策、泵站机泵控制、调度阀门控制等决策行为和实时操作步骤。

2.0.3 决策约束条件 decision constraints

为保证安全生产运行，决策模型生成的智能调度方案所必须满足的限制条件，包括原水系统管道水力平衡、沿程调蓄水池安全运行水位、受水厂服务控制压力范围、泵站机泵运行数量限制、变频泵调速区间、用电负载平均分配等。

2.0.4 原水量需求感知模型 water demand sensing model

可通过原水系统与受水单位相关设施设备实时流量与水位数据，自动感知并推送受水单位实时原水量需求。当原水系统存在调蓄水池等设施时，原水量需求感知模型根据受水单位原水进水流量、调蓄水池水位及进出水流量自动感知原水需水量；当原水系统无调蓄水池等设施时，模型可根据受水单位原水流量、进水水位等自动判断原水需水量。

2.0.5 方案采纳率 program adoption rate

在给定时间段内，统计被调度员采纳的调度方案数量与原水智能调度系统生成的总方案数量的比例， $\text{方案采纳率} = \text{被采纳方案} / \text{总方案数} \times 100\%$ 。

3 基本规定

3.0.1 原水智能调度系统建设应符合下列规定：

1 利用大数据、物联网、云计算、人工智能等新技术，构建包括水力模型与多因素智能决策模型在内的原水智能调度系统，自动执行调度任务，实现需求实时响应、方案智能生成与指令自动执行；

2 水力模型宜基于地理信息系统（GIS）建设，并根据工业数据采集与监视控制系统（SCADA）实时数据进行模拟修正，保持模型高精度；

3 智能决策模型应兼顾原水供应安全稳定与经济节能，基于受水单位实时流量、压力需求，通过水力模型的计算、结合智能调度优化算法，生成机泵及调流阀最优运行方案，实现原水供应安全、稳定、经济、高效；

4 执行控制模块应包括指令的自动发送、接收、执行及反馈；

5 应符合国家相关网络安全要求；软件开发应按设计要求和本规程要求进行，接口设计遵循安全、可靠、开放、灵活、可扩展、可管理、统一性原则。

3.0.2 原水智能调度系统应具备但不限于以下功能：

1 数据采集：通过在线监测仪表，实现原水调度系统及关键设备设施的运行状态监测，以及数据自动采集、储存与传输；

2 智能决策：通过数据统计与模型分析，具有日常调度方案生成、执行及报警功能；

3 控制执行：能够将设备控制指令下发至 SCADA 系统，且 SCADA 系统收到指令后能及时反馈智能调度系统；

4 应用管理：具备方案及指令记录储存功能，实现智能调度方案执行前后的实时运行数据、方案计算数据比对。

3.0.3 原水智能调度系统的一般执行流程包括原水需水量发起、模型计算、控制执行和执行反馈：

1 原水需水量发起：压力流原水供应系统的受水单位需水量应采用线上输入方式发起，通过专线或无线信号传输至智能调度服务器；重力流原水供应系统的受水单位需水量宜通过原水量需求感知模型发起，传输至智能调度服务器，必要时辅以线上输入方式；

2 模型计算：根据受水单位需水量确定原水调度系统各级泵站的输水量目标，结合各受水单位服务压力需求，经原水系统水力模型计算确定泵站的出口压力；根据泵站流量、压力目标，经智能决策模型计算，确定泵站机泵运行优化组合方案，给出机泵目标转速及调流阀开度；

3 控制执行：根据智能决策模型结果，将机泵运行及调流阀控制方案指令分发至相关泵站及受水单位，通过 SCADA 系统实现机泵及调流阀自动控制执行；

4 执行反馈：智能调度方案执行完毕后，将信号反馈至原水智能调度系统。

3.0.4 原水智能调度系统应提供完整的安全保障体系，涵盖传感器、机泵阀门设备、网络、应用平台等。

4 体系架构

4.0.1 原水调度系统宜采用如图 4.0.1 所示的总体架构，包括展示层、应用层、数据层、基础层、标准规范体系和系统安全体系。

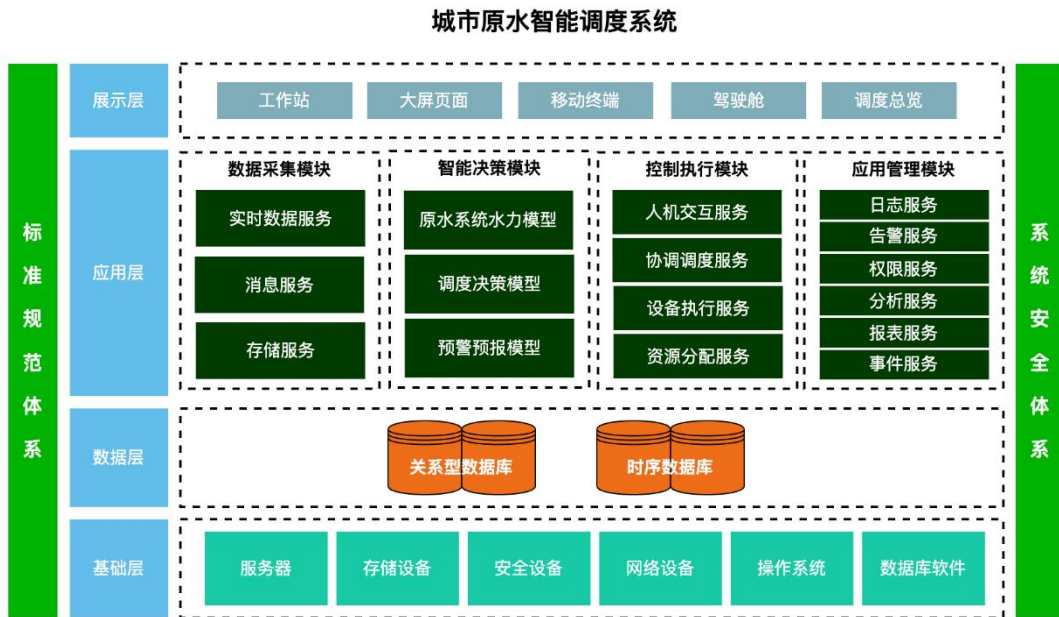


图 4.0.1 系统总体架构

4.0.2 基础层主要是基础软硬件，应包括服务器、存储设备、安全设备、网络设备、操作系统、数据库软件等。

4.0.3 数据库层包括关系型数据库和时序数据库。应可通过整合各类监测数据，具备数据整合、数据导入、数据检查、数据处理、数据入库等功能。

4.0.4 应用层应面向智能调度功能需求进行设计，包括数据采集模块、智能决策模块、控制执行模块、应用管理模块等。

4.0.5 标准规范体系应按照相关法律法规和标准规范的有关规定，指导原水智能调度系统建设和运行管理的全过程。

4.0.6 系统安全体系应符合《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239、《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》GB/T 22240、《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058 对信息安全管理 and 信息安全技术的相关要求。

4.0.7 系统应采用分散化设计，模块化结构。

4.0.8 系统应在关键设备和功能中采用冗余设计，并建立完善的故障恢复机制。

4.0.9 系统在设计通讯链路时，应具备实时监测通讯链路状态的功能；宜具备容错与自动恢复功能，以保障通讯系统的稳定性和可靠性。

4.0.10 系统开发应通过分层对各层的业务接口进行标准化，以提高软件的可重用性。

5 功能设计

5.1 数据采集模块

5.1.1 应建立完善的数据采集模块，采用在线监测设备和实时数据传输技术，实时监测原水流量、压力及水位，掌握机泵、调流阀等主要设备设施运行情况。

5.1.2 各监测点监控数据应包括但不限于以下内容，详见表 5.1.2。

表 5.1.2 原水智能调度系统数据采集要求

名称	数据采集要求
泵站、分流节点、水池、受水点	进/出水流量、压力、液位
机泵	开/停/检修状态、流量、进水压力/水位、出水压力/水位、变频泵转速/频率、功率、连续运行时间等
调流阀	开度、流量、阀前压力、阀后压力

5.1.3 压力、液位监测设备应提供准确的高程及安装高度，监测数据需校核至统一高程系。

5.1.4 监测设备的选型应符合原水智能调度系统对仪器性能指标的要求，满足监测设备精确度、稳定性和耐久性的要求，还应具备设备数据采集与实时传输的功能。

- 1 水下监测设备或有可能淹没的水下部位的防水等级应不低于 IP68；
- 2 电磁流量计的准确度等级和重复性不低于《电磁流量计检定规程》 JJJ 1033-2007 中规定的 0.5 级；
- 3 液位计的示值误差不低于《液位计检定规程》JJG 971-2019 中规定的 0.5 级，回差不超过其最大允许误差的绝对值；
- 4 压力变送器的准确度等级和回差不低于《压力变送器检定规程》 JJG 882-2019 中规定的 0.5 级；
- 5 监测设备应采用稳定的供电系统，宜配备 UPS 以防短时间断电。

5.1.5 数据采集应符合以下要求：

- 1 应能处理异构数据，包括来源不同、类型不同和格式不同的数据；
- 2 应能将多来源数据转换为统一的数据格式和频率。

5.1.6 数据传输应符合以下要求：

- 1 数据传输所依赖的网络环境应符合设计要求；

- 2 应采用防火墙等安全设备，数据传输应遵循国家信息安全管理有关规定；
- 3 根据数据体量和采集频率的大小，网络环境应具备足够的带宽以承载数据流；
- 4 应具有扩展性，适应终端及节点数量和种类的增加。

5.1.7 应确保测量仪表和数据传输系统处于正常工作状态，对异常数据应结合原水系统实际运行状况进行诊断分析，及时排除监测故障信息。例如：

- 1 原水智能调度系统中的增压泵站、分流节点、调蓄水池、受水单位等关键位置，以及机泵、调流阀等主要控制设备应布设数据采集点，当模拟校验结果显示仪表数据存在异常时，应进行现场维护，必要时应及时更换故障设备；
- 2 当压力、液位模拟校验结果显示高程及安装高度有误时，应进行现场复测。

5.2 智能决策模块

5.2.1 智能决策模块一般由原水系统水力模型和智能决策模型构成，有条件时宜开发预警预报模型等内容。

5.2.2 原水智能调度系统离线水力模型应符合以下内容：

- 1 应达到《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 中的相关要求；
- 2 宜基于地理信息系统建设进行建模，模型应包括水库、机泵、原水管道、调蓄水池、调度阀门、调流阀等现状设施，并符合《城市基础地理信息系统技术标准》CJJ/T 100 的相关规定；
- 3 水力模型精度应符合下列要求：
 - 1) 98%的节点压力（含液位）模拟计算结果与压力监测点数据平均误差应小于 10 kPa（1 m）；
 - 2) 98%的管段流量模拟计算结果与流量监测点数据平均误差应小于 10%；
- 4 应根据模型精度要求，结合 SCADA 系统监测数据进行校核后使用，校验点数据宜采用较多样本数据以消除随机因素影响；宜通过数据预处理、模型精度在线评估、定时自动更新等方法自动修正模型参数；
- 5 参数校核在人工初步校核的基础上，可通过数学优化方法对相关参数进

行微调；

6 应定期进行维护更新，与原水管道新建、修复和更新改造等保持同步，包括拓扑结构、水泵特性曲线、调流阀特性曲线等更新以及相关现场测试和模型校核等；

7 水泵及调流阀特性：

1) 水泵、调流阀应具备准确的特性曲线，并通过 SCADA 系统实时监测数据予以校正；若没有基础特性曲线，需通过现场测试获取；

2) 模型内所有调流阀宜进行现场测试；

注：一直保持全开或全关的阀门除外。

8 当水泵、调流阀模型校验结果偏差超过模型精度要求时，应进行现场测试。

5.2.3 原水系统在线水力模型宜符合以下内容：

1 宜具备定时自动计算、数据自动更新与预处理、模型精度在线评估等功能；

2 为保证在线模型的正常运行和计算仿真的准确性，宜对动态数据进行清洗和预处理；

3 在线模型宜根据校验结果自动修正模型参数，保持模型精度。

5.2.4 水力模型计算模块应符合以下内容：

1 应支持水库、机泵、原水管道、调蓄水池、调流阀等设施的仿真水力计算；

2 应能同时满足压力流和重力流、满管流和非满管流的水力计算；

3 应能支持通过接口修改原水量需求、水库液位、水池初始水位、管道水力参数、水泵特性曲线、阀门特性曲线等；

4 模型算法宜支持并行计算。

5.2.5 智能决策模型应符合以下内容：

1 应在保证原水调度安全、满足服务需求的前提下实现能耗最优；

2 应能对含机泵、水池、水库、管道、阀门的原水系统进行优化调度决策；

3 应能支持同时将定速泵的运行状态、调速泵的调速状态及系统阀门的开度状态作为调度决策变量；

4 应能通过数据接口连接其他模型，自动计算得出智能调度方案（详见 5.2.7）。

5.2.6 智能决策模型计算模块应符合以下内容：

1 应能通过数据接口获取实时监测数据、设备状态数据及原水量需求数据；

2 应能通过数据接口对接水力模型，获取包括原水量需求、水库液位、水池初始水位、管道水力参数、水泵特性曲线、阀门特性曲线，通过水力模型计算生成管线流量、节点压力；

3 应能获取智能决策模型约束条件，满足原水管道水力平衡要求、沿程水池运行水位区间、控制点服务压力范围、允许开泵数限制、调速泵允许调速范围、泵站用电负载平均分配等要求；

4 应以能耗最优为目标，在满足约束条件的前提下进行迭代计算直至方案收敛；

5 决策算法应利用高效的智能调度算法，保证方案及时性，宜考虑并行计算或分布式计算。

5.2.7 智能调度方案应符合以下要求：

1 调度方案包括机泵和调流阀运行方案，包含机泵开停状态、调速机泵转速、阀门开关状态、阀门开度等指令，并同步给出原水管道系统的状态数据模拟值，包括管道流量、节点压力、水池液位等；

2 机泵运行方案应考虑安全、平稳运行要求，减少水泵的切换；

3 当目标原水量需求的调度方案因无法满足约束条件而计算失败时，应能反馈未满足的约束条件。

5.2.8 预报预警模型是对原水系统流量和压力的动态变化进行在线监测，对可能出现的原水系统运行风险进行预报预警，宜符合以下规定：

1 具备异常数据诊断功能，能够辨识不良数据，校核实时数据准确性，并对原水运行报警信息进行筛选、分类存储；

2 建立流量、压力、液位异常的感知与分析模型，形成单一数据异常或系统关联多数据异常的故障智能诊断模型，构建异常事件专家知识库。

5.3 控制执行模块

5.3.1 控制执行过程应包括指令下发与执行、执行结果的反馈。

5.3.2 指令下发与执行：经系统确认后，应将调度指令自动下发至相关设备自动执行。每次执行应设置最大执行时间不超过 3 min，超出执行时间提示执行失败。

5.3.3 执行过程应兼顾原水量需求响应的时效性和系统流量、压力的平稳性，可根据实际情况采用分步执行，协调机泵调速、启停及调流阀操作行程，以稳定操作过程中的原水供应，降低流量、压力波动。

5.3.4 执行结果的反馈：应对执行结果进行反馈。

5.4 应用管理模块

5.4.1 应为每个方案提供唯一标识，包含方案前后的数据记录和操作内容，方案时间记录推送、下达、操作和执行时间，方案执行状态标记成功或失败，方案查询可根据时间范围、操作对象和类型进行条件查询。建立智能调度历史方案库，实时统计智能调度方案采纳率。

5.4.2 宜建立智能调度模型精度评价体系。模型精度评价可分为流量精度与压力精度，通过实时统计方案值与实测值的偏差，获得模型精度评价。考虑到原水系统流量、压力、水位等监测设备可能发生故障等情况，宜在模型精度评价中排除设备故障等影响。

6 部署与调试

6.1 安装与部署

6.1.1 应根据调度系统实际情况，选择合适的软件环境、硬件环境和网络环境，并据此确定系统部署架构。

6.1.2 系统部署应考虑分步式架构，根据系统需求和使用环境，提供相应的应用服务器、数据库服务器等。

6.1.3 系统更新部署时，应先制定详细的更新计划，包括更新内容、预期时间、所需资源等，并及时跟进更新进度，必要时应有系统恢复功能，以确保系统稳定。

6.1.4 更新完成后，应进行系统功能、性能测试，验证新系统是否能正常运行，并提供详细的测试报告。

6.1.5 系统部署过程中应完整记录开发步骤、出现问题及解决方案，以备后续问题追溯并总结部署经验。

6.2 调试

6.2.1 调试前应确保通讯网络及硬件满足设计要求。

6.2.2 原水智能调度系统离线调试：应基于已搭建的智能调度系统，在模拟测试环境下，结合实测数据进行拟合、验证并修正，以提升模型精度，当方案准确率达 95%以上时，可进行上线调试。

6.2.3 原水智能调度系统上线调试：应将离线调试后的系统部署在实际环境下进行测试，根据实时原水量需求生成调度方案，经人工确认后按照方案执行。当方案采纳率达 90%以上时，可进行集中控制调试。

6.2.4 原水智能调度系统集中控制调试：应验证调度系统运行的可靠性，根据实时原水量需求生成调度方案，经系统确认后自动执行，当指令 100%可执行、可反馈则调试完毕，并形成调试报告。

7 验收与运维

7.1 系统验收

7.1.1 原水智能调度系统竣工后应进行验收，验收主要包括文档验收、模型验收、功能验收、性能验收、安全验收等。

7.1.2 文档验收应包括开发文档、调试文档以及系统操作说明书等。

7.1.3 模型验收应按照《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 的要求执行。

7.1.4 功能验收应包括系统方案准确率、自控成功率、方案执行率等。

7.1.5 性能验收应包括系统稳定性、可靠性等。

7.1.6 安全验收应包括代码安全审查、系统安全验收（见 4.0.6 的要求）等。

7.2 系统运维

7.2.1 自控基础设施运维：应对计算机软硬件、PLC、自控网络以及仪表等自控基础设施进行运维。

1 应建立日常巡检制度，根据系统配置制订巡检计划，巡检内容包括环境温度湿度、设备工作状态、报警信号等；

2 应根据自控基础设施保养手册和仪表管理要求，制订维护保养方案和计划，并做好记录；

3 遇到故障应及时响应，维修应考虑对原水智能调度系统整体影响，以最小影响为原则进行，如维修对系统变更较大应进行影响评估；

4 应根据国家规定定期对自动化仪表进行校准。

7.2.2 原水智能调度平台运维：应对智能调度页面、数据接口、模型和后台数据库等进行运维。

1 应对原水智能调度系统平台的服务器软硬件进行定期运维，包括环境监测、日志分析、定期备份等；

2 应对数据传输进行监控，统计数据接口完好率、有效性等信息，采用总线服务、消息队列、中断报警等手段提高数据传输稳定性；

7.2.3 安全运维：原水智能调度系统的安全运维包括智能调度系统的基础设施、数据、信息系统的网络安全运维。

1 架构安全：应采用管理网和生产网隔离架构，不同网络区域采用防火墙隔离；在生产工控区域采用白名单机制保障数据流通，在管理区域采用堡垒机管理审计日常运维；宜采用态势感知、主动防御等设备对整体智能调度系统网络安全风险进行管控；

2 体系安全：应根据《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239 要求，采用基线核查、漏洞扫描等技术手段，对智能调度系统开展网络安全评估，整改安全隐患；

3 灾备和应急：应建立容灾备份机制，按照《信息安全技术 信息系统灾难恢复规范》GB/T 20988 要求制订智能调度系统灾难恢复策略和流程，应制订网络安全应急预案，每年开展应急预案演练和灾备恢复有效性测试。

用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

- 《信息安全技术 信息系统灾难恢复规范》GB/T 20988
- 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239
- 《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》GB/T 22240
- 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058
- 《城市基础地理信息系统技术标准》CJJ/T 100
- 《压力变送器检定规程》JJG 882
- 《液位计检定规程》JJG 971
- 《电磁流量计检定规程》JJG 1033
- 《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059

中国城镇供水排水协会标准

城市原水智能调度系统技术规程

Technical specification for urban raw water intelligent dispatching system

T/CUWA XXX-202X

条文说明

编制说明

《城市原水智能调度系统技术规程》T/CUWA XXX-202X 经中国城镇供水排水协会 202X 年 XX 月 XX 日以第 X 号公文批准、发布。

城市供水系统是城市生存发展的命脉，是保障居民生活和社会进步不可缺少的基础设施。原水系统是城市供水系统的重要组成部分，当前我国众多城市原水系统均具有规模大、水源多、输配系统复杂等特征。为保障原水系统的安全稳定，有效提升运行效能，实现节能降耗，应用数字化、智能化技术对其进行科学调度与运行管理尤为重要。

为推进原水智能调度系统的建设应用，确保原水智能调度系统安全可靠、技术先进、经济合理、管理科学，编制组在 5 年多的课题研究和示范应用的基础上，进一步调研分析国内外的情况，重点参考了《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239、《城市基础地理信息系统技术标准》CJJ/T 100、《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 等标准，编制形成了适用城市集中供水水源地向单一或多家受水单位输送原水场景下的技术标准。

为便于广大设计、咨询、运维、科研、高校等单位有关人员在使用标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1 总 则

1.0.1 目前，国内多数城市已开展了城市原水智能调度系统设计与建设工作，但在系统架构、功能设计、运维等方面缺乏技术标准的指导，国家、行业均没有建立专业技术规范。因此为规范原水智能调度系统的设计与建设工作，推进原水调度系统运行的标准化、数字化、智能化，编制本技术规程。

1.0.2 本条款明确了原水系统的范围，界定了本规程的应用范围，即主要应用场景为城市集中供水水源地向单一或多家受水单位输送原水过程，其它类型供水系统可参照执行。

1.0.3 明确了建设原则，强调了因地制宜。

1.0.4 目前国内外并没有与原水智能调度系统建设直接相关的标准规范，本规程应用的标准名录，应参照执行。

2 术 语

2.0.1 原水智能调度系统 raw water intelligent dispatching system

[条文说明]目前国内暂无针对“原水智能调度系统”的定义，为方便使用，标准编制组结合实际系统的建设和运行情况，提炼术语如下，以满足受水单位实时原水量需求、保障原水输水系统安全经济运行为目标，构建原水系统水力模型与智能决策模型，通过受水单位原水量需求实时响应、调度方案智能生成与设施设备自动控制，实现原水系统调度任务自动执行。

2.0.2 调度任务 dispatching task

[条文说明]通过识别实际工作中的调度任务，主要的使用对象为调度员或智能调度系统，可单独使用或共同使用，任务中涉及的内容包括需水量发起、调度决策、泵站机泵控制、调度阀门控制等决策行为和实时操作步骤。

2.0.5 方案采纳率 program adoption rate

[条文说明]设定方案采纳率指标，可用于检验模型、算法的合理性、准确性，进而检验原水智能调度系统的适用性。

3 基本规定

3.0.1—3.0.2 主要规定了原水智能系统建设应该符合的规定和主要的功能，目前在全国范围内，已开发利用的原水智能调度系统，主要利用了大数据、物联网、云计算、人工智能等新技术，基于地理信息系统（GIS）和工业数据采集与监视控制系统（SCADA）进行水力模型建设，针对系统数据采集、智能决策、执行反馈、应用管理等模块，展开描述其详细功能要求。同时结合 GB/T 22239、GB/T 22240、GB/T 25058 等国家标准的的要求，对软件开发和接口设计的原则进行了规定。

3.0.3 阐述了智能调度的执行流程，为系统开发提供建设思路。执行流程从原水需水量发起开始，根据重力流和压力流的两种方式，分别规定了需水量发起的方式；在确定了受水单位需水量后，结合原水系统各受水单位服务压力需求，可通过水力模型与决策模型计算确定调速泵目标转速及系统调流阀开度等；形成运行方案后，下一步将运行方案下发至相关站点 SCADA 系统完成机泵及调流阀的自动控制执行。最后是执行反馈步骤，在完成方案后，应将信息反馈至系统中，既可检验和校对方案的准确性，也可为模型、算法的进一步优化提供数据支撑。

4 体系架构

4.0.1—4.0.5 给出了原水调度系统的总体架构，并展开描述了基础层、数据层、应用层、展示层中包含的主要内容。

4.0.6 给出了系统安全体系的要求。信息安全等级保护，是指对国家秘密信息及公民、法人和其他组织的专有信息以及公开信息和存储、传输、处理这些信息的信息系统分等级实行安全保护，对信息系统中使用的信息安全产品实行按等级管理，对信息系统中发生的信息安全事件分等级响应、处置。根据《信息安全等级保护管理办法》的要求，明确了要建立健全安全等级保护管理制度，落实安全等级保护技术标准要求。涉及水务的相关数据，也是需要重点保护的内容，因此本规程主要列举了 GB/T 22239、GB/T 22240、GB/T 25058 等国家标准要求，供应用单位参考执行，保护系统和数据安全。

4.0.7 考虑采用分散化设计，模块化结构的原因在于模块化设计允许开发者将复杂的系统分解为更小、更易于管理的部分，因改动可以在特定的模块中进行，而不必对整个系统进行重构，使得系统更易维护和升级，同时可以简化软件开发过程，加快开发速度，减少错误的发生。另外，模块化设计使得系统更易扩展，也更易对部分内容进行测试，有助于发现和修复错误。

4.0.8 冗余设计和故障恢复机制都是为了提高系统的可靠性和稳定性，减少因故障导致的停机时间和潜在损失，可保障系统的稳定运行。冗余设计主要分为同步冗余和异步冗余，都是通过在系统中引入额外的资源作为备用，例如额外的服务器、数据库、网络路径等。当主要组件失效时，可以无缝地切换到备用组件，而无需中断服务。故障恢复机制也是通过故障隔离、流量转移、服务重启等，将系统迅速恢复至正常状态。

4.0.9 实时监测通讯链路对于网络稳定运行、故障预防和处理以及网络智能化管理都非常重要，具备故障预警、故障定位、性能优化、业务保障等功能，能够协助管理者科学决策。

5 功能设计

5.1 数据采集模块

5.1.1 数据采集模块是执行和验证决策的基础，结合实际运行经验，明确了监测原水流量、压力及水位状态，掌握机泵、调流阀等主要设备设施运行情况的要求。

5.1.2 给出了各监测点位需要采集的数据。

5.1.4 监测设备的选型十分重要，本规程按照 5.1.2 中给出的监测数据要求，对主要的监测设备提出了更明确的要求。

对于水下检测设备和可能被淹没的水下部位，为保障设备的稳定运行，按照 GB/T 4208-2017《外壳防护等级（IP 代码）》中的划分，本次标准制定的防尘防水等级为 IP68，即直径 1.0mm 的试具不得进入壳内，无灰尘进入；具有防持续浸水的能力。

流量方面，由于原水供应量大，因此对流量计的要求选用不低于《电磁流量计检定规程》JJG 1033-2007 中规定的 0.5 级，即保证流量计的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ 。同理，液位计、压力变送器均规定了最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ 。

另外，外部电网可能会存在波动的情况，为减少因断电产生的影响，本规程推荐配备 UPS 系统，从而保护设备不受意外断电的影响，避免数据丢失，甚至影响智能调度方案的正常生成。

5.1.5 原水系统是一个庞大复杂的系统，智能调度系统所需的数据可能分散存储在不同系统中，即存在异构数据，因此对数据采集模块提出了能处理异构数据的要求，并可将多来源数据转换为统一的数据格式和频率，以方便后续的数据分析、智能决策等。

5.2 智能决策模块

5.2.1 本条规定了原水系统智能决策模块的构成，智能决策模块根据数据分析结果，利用人工智能算法制定出最优的调度决策方案，因此本条规定了至少应包含原水系统水力模型和智能决策模型，并推荐开发预警预报模型，以进一步基于数据偏差分析开展原水系统数据故障或事件诊断，及时感知系统异常，提升原水系统运行安全性。

5.2.2—5.2.3 按照模型是否具备自修正、自更新功能，将水力模型分为离线和在线两种方式。。离线模型建设应达到《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 中的相关要求，同时为保证智能调度方案对原水需求响应的控制精度，明确了节点压力、管段流量偏差要求，均高于 T/CUWA 20059 中规定的精度要求。在线模型通过应用机器学习和人工智能技术，可以不断从历史数据和实时监测数据中学习，自动调整参数，优化结构，以适应原水系统输水特性的变化，保证高精度运行。

5.2.4 为确保水力模型的准确性、实用性、可拓展性和安全性，本条对水力模型的计算模块提出了明确要求。

5.2.5—5.2.6 规定了调度决策模型及其计算模块的要求。

5.2.7 为确保智能调度方案的易读性和可操作性，本规程对调度方案应给出的内容进行了规定。由于存在约束条件的限制，可能会导致无法生成满足目标水量需求的调度方案，因此提出了应能反馈未能满足的约束条件，以便于人工介入，评判是否可采取其他有效措施，进而达到目标水量需求。

5.3 控制执行模块

本部分给出了控制执行过程要求。在调度方案下发与执行中，为便于使用者及时掌握执行结果，需对具体指令的执行情况进行评估与反馈。鉴于机泵运行及阀门开度一般控制执行时间，本规程规定了最大执行时间为 3min，超过 3min 则视为执行失败，需及时采取人工干预措施以优先保障原水需求的正常响应。同时，考虑到部分方案包含水泵开停，为兼顾原水量需求响应的时效性和系统流量、压力的平稳性，通过进行指令拆分处理，协调机泵调速、启停及调流阀操作行程，以稳定操作过程中的原水供应，避免操作过程产生水锤，降低流量、压力波动。

5.4 应用管理模块

为便于事后分析调度方案，本规程规定了为每个方案提供唯一的标识，并记录方案生成及操作的过程信息记录，实时统计智能调度方案采纳率，以不断提升系统模型的精度和准确性。

6 部署与调试

6.1 安装与部署

系统在安装和部署环节，推荐使用分布式部署架构，以保证系统的可靠性和容错性，提高系统的处理能力和扩展性；可均衡系统的负载，避免因单点问题导致的性能下降；可提供数据冗余，避免因数据丢失导致的问题，可以更灵活地部署资源，使得系统更加高效。

在更新部署时，明确了应制定系统恢复功能。系统恢复功能是一种预先设定的计划，旨在软件部署或更新过程中出现问题时，能够迅速将系统恢复至之前稳定状态。

6.2 调试

系统调试主要分为离线调试、上线调试和集中控制调试。首先应先进行离线调试，在模拟测试环境下，方案准确率达到 95%以上时，可进行上线调试；当上线调试的采纳率达到 90%以上时，可进行集中控制调试；当调试后达到 100%可执行后，则调试完毕。

7 验收与运维

7.1 系统验收

本部分给出了系统验收的要求，主要分为文档验收、模型验收、功能验收、性能验收、安全验收等。

其中模型验收规定了应按照《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 的要求执行。T/CUWA 20059 已由中国城镇供水排水协会发布并实施，规程中包含了模型验收的内容。

在安全性方面，主要应参照 GB/T 22239、GB/T 22240、GB/T 25058 等国家标准的要求进行验收。

7.2 系统运维

系统运维主要基于自控基础设施、调度平台以及安全运维的角度，进行了规定。其中自控基础设施主要包括计算机软硬件、PLC、自控网络以及仪表等自控设施，从巡检、维保、校准、评估响应等方面进行了规定。调度平台运维主要包括智能调度页面、数据接口、模型和后台数据库等，明确了监控、运维、评价等机制。安全运维方面，主要从系统的架构安全、体系安全、灾备和应急等方面明确了要求，并引用和执行 GB/T 22239、GB/T 20988 等标准的要求。