

团 体 标 准

T/HNCJ: XXXXX

城镇供水管网分区计量漏损控制技术标准

Technical Standards of Leakage Control for Urban Water Supply
Pipeline by District Metering Area

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

湖南省城乡建设行业协会 发布

目 次

前 言	VII
引 言	VIII
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与缩略语	3
3.1 术语	3
3.2 缩略语	6
4 基本规定	7
4.1 一般规定	7
4.2 计量区域的尺寸	8
4.3 分区计量仪表	8
4.4 分区计量管理平台	9
4.5 计量区域漏损控制	9
5 GIS 建设	10
5.1 一般规定	10
5.2 数据普查	11
5.3 地下管线测量	11
5.4 数据建库	11
5.5 软件平台	12
5.6 地图绘制与展示	12
6 供水管网水力模型的建立	13
6.1 一般规定	13
6.2 模型构建	13
6.3 模型校核	14
7 计量区域的建立	14
7.1 计量区域的分级与划分	14
7.2 分区计量管理实施路线	15
7.3 分区计量管理的流程	16

7.4	计量区域规划设计	16
7.5	既有管网计量区域的建立	17
7.6	新建管网计量区域的建立	17
7.7	监测设备布置	18
7.8	封闭性测试	18
8	监测设备选型与安装	18
8.1	一般规定	18
8.2	流量监测设备选型	19
8.3	压力监测设备选型	21
8.4	水质监测设备选型	22
8.5	监测设备安装	22
8.6	通信设备	24
9	数据采集、传输与预处理	24
9.1	一般规定	24
9.2	数据采集	24
9.3	数据传输	25
9.4	数据预处理	25
10	管理平台建设	26
10.1	一般规定	26
10.2	系统构架	26
10.3	数据分析与应用	28
10.4	基本功能	28
10.5	兼容性（融合）要求	30
10.6	安全性与稳定性	31
11	调试与验收	31
11.1	调试	31
11.2	验收	33
12	漏损控制与治理	34
12.1	漏损诊断与评估	34
12.2	管网漏失控制	34

12.3 计量损失控制	35
12.4 其他损失控制	36
12.5 建立漏控长效机制	36
本标准用词说明	37
附：条文说明	38

Contents

Preface	VII
Introduction	VIII
1 Scope	1
2 Normative References	1
3 Terms and Abbreviations	3
3.1 Terms	3
3.2 Abbreviations	6
4 General Provisions	7
4.1 General Rules	7
4.2 Dimensions of Metering Zones	8
4.3 Metering Instruments for Zones	8
4.4 Zone Metering Management Platform	9
4.5 Leakage Control in Metering Zones	9
5 GIS Construction	10
5.1 General Rules	10
5.2 Data Census	11
5.3 Underground Pipeline Survey	11
5.4 Data Base Creation	11
5.5 Software Platform	12
5.6 Map Drawing and Display	12
6 Establishment of Hydraulic Models for Water Supply Networks	13
6.1 General Rules	13
6.2 Model Construction	13
6.3 Model Verification	14
7 Establishment of Metering Zones	14
7.1 Grading and Division of Metering Zones	14
7.2 Implementation Path for Zone Metering Management	15
7.3 Process Flow for Zone Metering Management	16
7.4 Planning and Design of Metering Zones	16

7.5	Establishment of Metering Zones in Existing Networks.....	17
7.6	Establishment of Metering Zones in New Networks.....	17
7.7	Monitoring Equipment Layout.....	18
7.8	Sealing Test.....	18
8	Selection and Installation of Monitoring Equipment.....	18
8.1	General Rules.....	18
8.2	Flow Monitoring Equipment Selection.....	19
8.3	Pressure Monitoring Equipment Selection.....	21
8.4	Water Quality Monitoring Equipment Selection.....	22
8.5	Installation of Monitoring Equipment.....	22
8.6	Communication Equipmen.....	24
9	Data Acquisition, Transmission, and Preprocessing.....	24
9.1	General Rules.....	24
9.2	Data Acquisition.....	24
9.3	Data Transmission.....	25
9.4	Data Preprocessing.....	25
10	Management Platform Construction.....	26
10.1	General Rules.....	26
10.2	System Architecture.....	26
10.3	Data Analysis and Application.....	28
10.4	Basic Functions.....	28
10.5	Compatibility (Integration) Requirements.....	30
10.6	Security and Stability.....	31
11	Commissioning and Acceptance.....	31
11.1	Commissioning.....	31
11.2	Acceptance.....	33
12	Leakage Control and Treatment.....	34
12.1	Leakage Diagnosis and Assessment.....	34
12.2	Pipeline Leakage Control.....	34
12.3	Metering Leakage Control.....	35

12.4 Other Leakage Control	36
12.5 Establishment of Long-Term Leakage Control	36
Explanation of Wording in This Standard	34
Addition: Explanation of Provisions	38

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准的某些内容可能直接或间接地涉及专利，本标准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。

本标准可能涉及必不可少的专利，起草单位承诺已确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施其专利。

本标准由湖南省城乡建设行业协会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

引 言

随着城市化进程的加速，城镇供水管网作为城市基础设施的重要组成部分，其安全、高效、可持续的运行对于保障居民日常生活和工业生产、促进经济发展和社会稳定具有不可或缺的作用。然而，长期以来，城镇供水管网在运营过程中普遍面临着漏损率高、能耗大、管理困难等突出问题，这些问题不仅造成了水资源的极大浪费，也给供水单位带来了沉重的经济负担。因此，如何科学有效地控制城镇供水管网的漏损，提高供水效率和管理水平，成为当前亟待解决的重大课题。

分区计量漏损控制技术，作为一种先进的供水管网漏损控制方法，近年来在国内外得到了广泛的研究和应用。分区计量漏损控制技术通过对供水管网进行科学合理的分区，安装流量、压力、水质等监测设备，实时监测各计量区域的供水和漏损情况，从而实现对管网漏损的快速响应和有效控制。这种技术不仅能够显著降低管网漏损率，减少水资源浪费，还能够提高供水效率和服务质量，为供水单位带来显著的经济效益和社会效益。

然而，尽管分区计量漏损控制在理论上具有显著的优势，但在实际应用过程中仍面临着诸多挑战和困难。首先，如何根据城镇供水管网的特点和实际情况，科学合理地划分计量区域，是实施该技术的前提和基础。其次，如何选择合适的监测设备和通信设备，确保监测数据的准确性和可靠性，是实施技术的关键和难点。此外，如何建立完善的分区计量漏损控制管理体系，实现对管网漏损的实时监测、数据分析和快速响应，也是实施技术的重要保障。

为了解决上述问题，推动分区计量漏损控制在城镇供水管网中的广泛应用和深入发展，湖南省住房和城乡建设协会供水分会组织编写了本标准。本标准的编制旨在为城镇供水管网分区计量漏损控制技术的实施提供科学、系统、规范的指导，帮助供水单位更好地掌握和应用该技术，提高供水效率和管理水平，实现水资源的节约和可持续利用。

在编制过程中，充分考虑了城镇供水管网的特点和实际情况，结合国内外先进的研究成果和实践经验，对分区计量漏损控制技术的各个环节进行了全面、深入的分析 and 研究。同时，也广泛征求了行业专家、学者和供水单位的意见和建议，确保本标准的科学性、先进性和实用性。

本标准的发布和实施，将对城镇供水管网分区计量漏损控制技术的推广和应用起到积极的推动作用。同时，希望广大供水单位结合自身的实际情况，积极探索和实践分区计量漏损控制技术，为推动城镇供水事业的发展贡献自己的力量。

在执行过程中，如发现本标准条文中需要修改和补充之处，请将有关资料和意见函寄至 XXXXXXXXX（地址：XXXXXXXX，邮政编码：XXXX）。

城镇供水管网分区计量漏损控制技术标准

1 范围

本标准规定了城镇供水管网分区计量漏损控制技术的术语与缩略语、基本规定、GIS建设、供水管网水力模型的建立、计量区域的建立、监测设备选型与安装、数据采集传输与预处理、管理平台建设、调试与验收、漏损控制与治理。

本标准适用于湖南省城镇供水管网分区计量的建设、管理、运行与维护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 778.1 封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表

GB/T 778.3 封闭满管道中水流量的测量 试验报告格式

GB/T 778.5 饮用冷水水表和热水水表第5部分：安装要求

GB/T 1226 一般压力表

GB/T 1227 精密压力表

GB/T 2624.1 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量第1部分一般原理和要求

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 6920 水质 pH 值的测定 玻璃电极法

GB/T 9119 板式平焊钢制管法兰

GB/T 12244 减压阀 一般要求

GB 13195 水质水温的测定温度计或颠倒温度计测定法

GB 13923 基础地理信息分类与代码

GB/T 15478 压力传感器性能试验方法

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

GB/T 18659 封闭管道中流体流量的测量 电磁流量计使用指南

GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500 1:1000 1:2000 地形图图式

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求

GB/T 28448 信息安全技术 网络安全等级保护测评要求

GB/T 32403.2 基于公用电信网的宽带客户网络设备技术要求 第2部分：企业用宽带客户网关

GB/T 32404 基于 M2M 技术的移动通信网物流信息服务总体技术框架

GB/T 32434 塑料管材和管件 燃气和给水输配系统用聚乙烯（PE）管材及管件的热熔对接程序

GB/T 32847 科技平台 大型科学仪器设备分类与代码

GB/Z 32916 信息技术 安全技术 信息安全控制措施审核员指南

GB/T 37939 信息安全技术 网络存储安全技术要求

GB 50013 室外给水设计标准

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50282 城市给水工程规划规范

GB 50231 机械设备安装工程及验收通用规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范

GB 50462 数据中心基础设施施工及验收规范

GB 50788 城镇给水排水技术规范

GB 51195 互联网数据中心工程技术规范

CJJ/T 8 城市测量规范

CJJ 61 城市地下管线探测技术规程

CJJ 92 城镇供水管网漏损控制及评定标准

CJJ 100 城市基础地理信息系统技术规范

CJJ 103 城市地理空间框架数据标准

CJJ/T 154 建筑给水金属管道工程技术规程

CJ/T 188 户用计量仪表数据传输技术条件

CJJ 207 城镇供水管网运行、维护及安全技术规程

CJJ/T 226 城镇供水管网抢修技术规程

CJ/T 364 管道式电磁流量计在线校准要求

CJ/T 434 超声波水表

CJ/T 454 城镇供水水量计量仪表的配备和管理通则

HJ/T 366 环境保护产品技术要求 超声波管道流量计

HJ/T 367 环境保护产品技术要求 电磁管道流量计
HJ 506 水质溶解氧的测定电化学探头法
HJ 915 地表水自动监测技术规范（试行）
HJ 1075 水质浊度的测定便携式浊度计法
JB/T 9248 电磁流量计
JG/T 162 住宅远传抄表系统
JJG 162 饮用冷水水表检定规程
JJG 1030 超声流量计检定规程
JJG 1033 电磁流量计检定规程
T/CUWA 20059 城镇供水管网模型构建与应用技术规程
T/CSGPC 020 城镇地理信息系统技术规范 供水管网
T/CMA SB 004 智能水表型式与功能技术规范
T/CMA SB 054 NB-IoT 水表
T/HNCJ GSA0002 城镇供水管网压力管理技术实施指南

3 术语与缩略语

3.1 术语

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

分区计量管理 Zone Management

将整个城镇公共供水管网划分成若干个供水区域，进行流量、压力、水质和漏点监测，实现供水管网漏损分区量化及有效控制的精细化管理模式。

3.1.2

独立计量区域 District Metering Area

将供水管网分割成单独计量的供水区域，一般以住宅小区、工业园区或自然村等区域为单元建立。

3.1.3

最小夜间流量 Minimum Night Flow

独立计量区每日夜间用户用水量最小时的供水流量。

3.1.4

最小夜间消费水量 Minimum Night Consumption

独立计量区域每日夜间用户用水量最小时的居民用户、非居民用户、特种行业用户、水箱（池）补水、违章用水等产生的夜间消费水量。

3.1.5

净夜间流量 Net Night Flow

最小夜间流量减去最小夜间消费量后的流量，即等同于最小夜间漏损量。

3.1.6

最小夜间流量百分比 Minimum Night Flow Percentage

最小夜间流量与日平均流量的比值（%）。

3.1.7

平均区域夜间压力 Average Zone Night Pressure

独立计量区每日夜间用户用水量最小时，各测压点的均值压力。

3.1.8

背景漏失水量 Background Leakage

现有技术手段和措施未能检测到的管网漏点的漏失水量。

3.1.9

计量损失水量 metering losses

计量表具性能限制或计量方式改变导致计量误差的损失水量。

3.1.10

其他损失水量 other losses

未注册用户用水和用户拒查等管理因素导致的损失水量。

3.1.11

漏失水量 Real Losses

各种类型的管线漏点、管网中水箱及水池等渗漏和溢流造成实际漏掉的水量。

3.1.12

漏损量 Water Losses

供水总量和注册用户用水量之间的差值。由漏失水量、计量损失水量和其他损失水量组成。

3.1.13

综合漏损率 Gross Water Loss Rate

管网漏损水量与供水总量之比，通常用百分比表示。

3.1.14

泄漏周期 Leak Duration

从 DMA 分区计量系统最小流量异常预警（知晓）起到定位、修复漏点的所有时间之和称为泄漏周期。

3.1.15

知晓时间 Awareness Time

从发生泄漏到检漏人员知晓泄漏两者时间差。

3.1.16

定位时间 Location Time

检漏人员利用检漏设备在现场探测、定位漏点位置花费的时间。

3.1.17

修复时间 Repair Time

修复时间从报修到组织、实施修复耗费的时间。

3.1.18

分步闭阀测试 Stepwise Valve Closure Testing

通过由远到近分步关阀，观测 DMA 计量区域进口流量计读数变化，确定闭阀区域泄漏量。

3.1.19

零压测试 Zero-Pressure Test

为判断独立计量区是否封闭，关闭边界阀门后放水，监测区域内压力是否下降至零。

3.1.20

爆管泄漏量 Burst Leakage

管网爆裂引起的管网漏失水量。

3.1.21

遥测终端 Remote Terminal Unit

一种针对通信距离较长和工业现场环境恶劣而设计的具有模块化结构的、特殊的计算机测控单元。

3.1.22

电磁流量计 Electromagnetic Flowmeter

一种用于基于法拉第电磁感应定律，通过测量液体中感应电压的变化来确定液体的流速和流量的设备。

3.1.23

超声波流量计 Ultrasonic Flowmeter

通过检测流体流动对超声束（或超声脉冲）的作用以测量流量的仪表。

3.1.24

水力模型 Hydraulic Model

一种通过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系统。

3.1.25

模型校核 Model Calibration

通过核实基础数据、调整模型参数，采用多种工况运行数据对模型进行校核，使管网系统的关键状态变量（如压力、流量、水质等）计算值与实测值的误差在一个可接受范围内的过程。

3.1.26

模型更新维护 Model Update and Maintenance

根据管网拓扑结构（含阀门开度变化等）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。

3.1.27

压力管理 Pressure Management

在分区计量封闭区域的基础上，在保障用户用水需求的前提下，根据漏损管理与控制需要对分区计量区域供水管网运行压力进行调控。

3.1.28

地理信息系统 Geographic Information System

一种用于采集、存储、管理、分析和显示地理数据的计算机系统。

3.1.29

有效用水户 Effective Water Users

营业收费系统中注册用户抄表周期内发生了用水量并且被记录到的用户。

3.1.30

零用水户 Ineffective Water Users

营业收费系统中注册用户在抄表周期内未发生用水量或未被记录到的用户。

3.2 缩略语

下列缩略语适用本标准：

AC：交流电（Alternating Current）

AT：知晓时间（Awareness Time）

AZNP: 平均区域夜间压力 (Average Zone Night Pressure)

BL: 爆管泄漏量 (Burst Leakage)

CL: 商业 (账面) 漏失 (Commercial Losses)

DC: 直流电 (Direct Current)

DDoS: 分布式拒绝服务攻击 (Distributed Denial of Service)

GIS: 地理信息系统 (Geographic Information System)

HM: 水力模型 (Hydraulic Model)

HTTPS: 超文本传输安全协议 (Hypertext Transfer Protocol Secure)

LT: 定位时间 (Location Time)

LoRa: 远距离无线电 (Long Range Radio)

ML: 计量损失 (Metering losses)

MNC: 最小夜间消费水量 (Minimum Night Consumption)

MNF: 最小夜间流量 (Minimum Night Flow)

MA: 模型校核 (Model Calibration)

MQTT: 消息队列遥测传输协议 (Message Queuing Telemetry Transport)

NB-IoT: 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

NNF: 净夜间最小流量 (Net Night Flow)

RL: 物理 (真实漏失) 漏失 (Physical Losses)

PMA: 压力管理区域 (Pressure Management Area)

RROL: 泄漏增长速度 (Rate of Rise of Leakage)

RTU: 远程终端单元 (Remote Terminal Unit)

RT: 修复时间 (Repair Time)

STL: 分步试验 (Step Test)

SOA: 面向服务的架构 (Service-Oriented Architecture)

VPN: 虚拟专用网络 (Virtual Private Network)

WLR: 漏损率 (Water Loss Rate)

4 基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 供水单位应对计量区域的建设、管理、维护等做好统筹规划、顶层设计。

- 4.1.2 分区计量管理应从规划、设计、平台选择、招标采购、建设、验收、维护、应用、漏损治理、数据分析等方面制定详实的实施方案、配套的制度、流程和验收标准。
- 4.1.3 供水单位应成立计量区域建设与管理机构，明确决策层、管理层和执行层的职责，保障各部门从前期规划设计到后期竣工验收全程参与。
- 4.1.4 计量区域应尽量减少进出口数量。
- 4.1.5 根据管网布局、经济实力，因地制宜，科学规划，制定管网分区计量管理实施方案，与管网建设和改造同步设计与实施。
- 4.1.6 供水单位应根据分区计量漏损治理的需求，建立实用、实操性的漏控体系，确保分区计量系统能满足漏损控制的需求。
- 4.1.7 供水单位应建设分区计量管理平台。
- 4.1.8 分区计量管理宜以供水管网 GIS 为基础，分析管网的整体布局、供水管网情况，核对分区边；并结合 GIS 现场踏勘、分析管网存在的屏障。
- 4.1.9 未建 GIS 或 GIS 数据存疑的，应开展管线探测和测量工作，健全和完善 GIS。
- 4.1.10 计量区域宜利用水力模型指导计量区域的划分、验证边界关阀方案、提供压力管理建议。
- 4.1.11 供水单位应以计量区域调整营业所的抄表区册，满足分区核定、考核产销差率，构建分区管理、分区考核、责任到区。
- 4.1.12 供水单位应通过监测和分析流量变化规律，评估各分区管网漏损率和漏损原因，研究各分区漏损治理模式，并建立以降低最小夜间流量为目标的管网漏失水量控制的管理模式。

4.2 计量区域的尺寸

- 4.2.1 计量区域的尺寸大小应基于建设与运维经济性原则，以最小的边际成本获取最大的经济效益。
- 4.2.2 计量区域的尺寸应以管网长度、布局、用户数量及拓扑关系灵活划分，加压泵站供水范围、自然边界清晰的区域、建筑小区可先行分区，再对复杂管网研究分区。
- 4.2.3 DMA 用户数一般不超过 5000 户，进水口数量不宜超过 2 个，DMA 内的大用户和二次供水设施应装表计量。

4.3 分区计量仪表

- 4.3.1 分区计量仪表应根据管道规格、峰谷流速、压力损失、精度、通信方式等选择。
- 4.3.2 各计量区域的进、出口计量仪表类型、精度宜一致。
- 4.3.3 新建管网计量区域的进、出口计量仪表应选择管道式流量计。
- 4.3.4 既有管网计量区域的进、出口计量仪表宜选择管道式流量计。

4.4 分区计量管理平台

- 4.4.1 宜以 GIS 为基础，满足“一张图”展示整体分区情况。
- 4.4.2 应具备各种类型漏点的展示功能。
- 4.4.3 应具备最小夜间流量报警功能，报警阈值应结合 DMA 的规模、户数、管长等因素设置。
- 4.4.4 应具备同级计量区域的相关数据排序功能，包括但不限于下列内容：
 - a) 户均最小夜间流量报警值；
 - b) 最小流量百分比；
 - c) 单位管长最小夜间流量；
 - d) 总分表差。
- 4.4.5 应具备同级计量区域的相关数据分析功能，包括但不限于下列内容：
 - a) 最小夜间流量；
 - b) 瞬时流量与累计流量；
 - c) 流量与压力关系；
 - d) 产销差及产销差率；
 - e) 产销差率与有效用水户数、零用水户数、总用水户数。
- 4.4.6 应具备日、月、年泄漏量的计算统计功能。
- 4.4.7 应具备从营业收费系统获取售水数据，并对售水量异常数据进行预处理的功能。
- 4.4.8 宜具备根据营业收费系统售水量历史数据，结合天气预报、节假日等因素，预测用户用水量的功能。
- 4.4.9 应具备通信中断、电池电量不足等报警功能。
- 4.4.10 应能利用最小夜间流量分析和评估漏失水平，并进行区域探测的排序。

4.5 计量区域漏损控制

- 4.5.1 应符合《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159 和《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207 的有关规定。
- 4.5.2 应配备漏损控制的基本工具和设备，并符合下列要求：
 - a) 基本设备包括但不限于：无人值守在线噪声预警、相关定位系统、万能管线相关仪、数字滤波检漏仪、管线定位仪、管线探测雷达、阀门定位器、GPS 定位仪、超声波流量计及阀栓听音设备；
 - b) 基本工具包括但不限于：电钻、测距轮、勘探棒及余氯分析仪、对讲机、照明设备；
 - c) 探测仪器、工具应定期进行检验与养护，定期检校，确保其完好率达 100%，确保探测工作顺

利进行。

4.5.3 多进口、多出口的计量区域应梳理进、出口流量计的逻辑关系、建立水量平衡模型，核定分区供水量是否正常。条件允许的，应建立多级最小流量联动分析机制。

4.5.4 应统一和规范计量区域内供、售水量的采集时间，核定总产销差率、各区的产销差率。

4.5.5 应建立大数据分析机制，实时、动态跟踪各区最小夜间流量变化，推动各区主动检漏、快速修复、表具更换、提升抄表质量及打击违章用水。

4.5.6 数据远传功能完善的计量区域应通过拓扑关系和远传流量开展最小夜间流量、最小夜间消费水量与净夜间流量进行评估，量化各区的泄漏水平。

4.5.7 应结合流量数据与监测设备性能参数进行计量误差评估分析，建立动态流量监测设备更换机制，确保计量的准确。

4.5.8 应根据《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 进行水量平衡分析，诊断评估各计量区域的漏损原因。

4.5.9 计量区域漏损控制策略应按照管网漏失的严重程度、经济实力以及长期规划，分阶段、分批次进行。

4.5.10 应根据水量平衡分析进行漏失水量与损失水量构成的评估，制定漏损控制措施和策略。

4.5.11 应依据泄漏反弹频次、检漏难度系数、管网复杂程度、管材特性等因素选择不同的漏损控制方法。

5 GIS 建设

5.1 一般规定

5.1.1 应做好统筹规划、顶层设计，从管线探查、坐标点采集测量到 GIS 数据录入、编辑、上图、更新、维护及应用应建立动态、闭环管理体系。

5.1.2 应采用先进的架构设计，确保系统的稳定性和可扩展性。

5.1.3 应支持与其他供水信息系统的集成应用和综合展示，满足分区计量“一张图”的要求，为分区计量提供全面的数据支持。

5.1.4 应具备高效的数据管理能力，能够对海量数据进行快速处理和分析，并支持数据的动态更新和可视化展示，确保数据的准确性和时效性。

5.1.6 应结合日常漏损治理、抢修停水、施工作业等，及时测量、采集与 GIS 不符、遗漏、缺失、拓扑关系不正确的管线点坐标信息，更新、纠偏 GIS 数据。

5.1.7 应符合国家和地方关于信息安全的法律法规，确保系统的合规性。

5.1.8 宜结合物联网、数字孪生等新技术，实现对供水管网的实时监测和智能化管理。

5.2 数据普查

5.2.1 普查范围宜包括供水管网的主干管、支管、用户接入管、阀门、水表、泵站、消火栓、水池等相关设施。

5.2.2 普查内容应涵盖设施的地理位置、规格型号、材质、安装时间、维护记录、运行状态等多维度信息。

5.2.3 应采用现场勘查、无人机航拍、卫星遥感影像解译、现有资料整理与校验等多种技术手段相结合的方式，确保普查数据的准确性。

5.2.4 宜采用管线探测与测量设备，进行地下管网精准定位与测量。

5.2.5 应建立严格的质量控制体系，确保普查过程每一环节的数据准确无误。

5.2.6 宜采用双人复核、抽点复核、开挖验证、第三方验证等方式，对数据进行多轮次审核，确保入库数据的真实性与可靠性。

5.3 地下管线测量

5.3.1 应符合《城市测量规范》CJJ/T 8 的规定。

5.3.2 地下管线测量的内容应包括控制测量、地下管线点测量、地下管线竣工测量、测量成果的检查。

5.3.3 宜在城市基础测绘工作的基础上，以城市基本控制网为依据，进行地下管线的控制测量，根据需要适当进行控制网加密。

5.3.4 控制测量应严格控制测量误差和测量精度，确保测量结果的准确性。

5.3.5 地下管线点测量应包括平面位置、高程，两者应该同时联测，并计算管线点的坐标和高程。

5.3.6 新建地下管线竣工测量应在覆土前进行。当不能在覆土前施测时，应在覆土前按规定的管线点设置位置准确引到地面上，竣工测量可利用原定线的控制点进行，也可在属于同一控制系统的其他控制点上进行。

5.3.7 进行测量成果的检查，随机抽查的管线点比例应不少于管线点总数的 10%，两级检查的比例是 7:3。

5.4 数据建库

5.4.1 应符合《城市地理信息系统设计规范》GB/T 18578、《供水管网地理信息系统建设标准》T/CUWA 20065 的规定。

5.4.2 数据库应包含空间数据库和属性数据库。空间数据库用于存储管网设施的空间位置信息；属性

数据库则用于存储管网设施的详细属性信息。

5.4.3 应对所有普查数据进行标准化处理，包括统一的数据格式、编码规则、命名规范等。

5.4.4 管网设施的分类编码，应符合国家或行业标准的规定，确保数据的唯一性与可识别性。

5.4.5 应建立完善的数据更新与维护机制，并进行定期的数据复核。

5.4.6 应支持数据版本管理，记录数据的变更历史，便于追溯和审计。

5.4.7 应建立数据加密、访问控制、备份恢复等数据安全体系，确保数据在传输、存储和使用过程中的安全性和保密性。

5.5 软件平台

5.5.1 应选择成熟、稳定的软件平台，并根据建设方案进行平台定制，开发符合城镇供水管网分区计量漏损控制需求的功能模块。

5.5.2 应采用 SOA 或微服务架构，确保系统的可扩展性、灵活性和可维护性。

5.5.3 宜支持分布式部署，能够处理大规模数据，具备高可用性和容错能力。

5.5.4 应支持管网普查数据、实时监测数据、历史统计数据等多种数据源接入。

5.5.5 应具备高效的响应速度，能够快速处理用户请求，并在短时间内返回结果。

5.5.6 应支持高并发访问，能够同时处理多个用户的请求，保证系统在高负载下的稳定运行。

5.5.7 应具备良好的可扩展性，能够根据业务发展的需要，灵活增加功能模块和硬件设备。

5.5.8 应具备良好的集成性，能够与现有的供水信息化系统无缝对接，实现数据共享和协同工作。

5.6 地图绘制与展示

5.6.1 应真实反映供水管网的实际情况，包括管网的布局、走向、连接关系等。

5.6.2 应严格按照实测数据和管网竣工图纸进行绘制，避免出现错绘、漏绘等问题。

5.6.3 应确保高精度，满足分区计量漏损控制对管网空间位置准确性的要求，管网空间位置误差不超过管道实际长度的 3%。

5.6.4 根据供水管网的规模和复杂程度，选择合适的比例尺进行地图绘制。对于大型城市供水管网，宜采用较小的比例尺（1:10000 或更小）；对于小型区域或重点监测区域，宜采用较大的比例尺（1:500 或 1:1000）。

5.6.5 应合理划分图层，以区分不同类型的管网数据和漏损信息。

5.6.6 应设置图层独立的颜色、线型和填充样式，以便于区分和识别。

5.6.7 应提供图层控制功能，允许用户根据需要开启或关闭特定图层。

5.6.8 符号设计应符合行业规范。

- 5.6.9 应具备良好的交互性，支持用户通过鼠标或触摸屏进行地图缩放、平移、旋转等操作。
- 5.6.10 应支持用户通过关键词、空间位置等多种方式查询管网数据和漏损信息，并提供详细的属性信息查看功能。
- 5.6.11 宜支持个性化定制功能，允许用户根据自己的需求设置系统参数、界面风格等。

6 供水管网水力模型的建立

6.1 一般规定

- 6.1.1 宜在供水管网 GIS、SCADA 系统和营业收费系统的基础上构建。
- 6.1.2 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、拓扑结构复核与数据核定、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 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 模型校核应根据实测的节点压力、管段流量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 水量分配宜结合分区计量管理平台，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。
- 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 1 确定。

表 1 供水管道摩阻系数 C 值的取值

管道材料	摩阻系数 C 值	管道材料	摩阻系数 C 值
塑料管	150	新铸铁管、涂沥青或水泥的铸铁管	130

石棉水泥管	120~140	使用 5 年的铸铁管、焊接钢管	120
-------	---------	-----------------	-----

表 1 供水管道摩阻系数 C 值的取值 (续)

管道材料	摩阻系数 C 值	管道材料	摩阻系数 C 值
混凝土管、焊接钢管、木管	120	使用 10 年的铸铁管、铆接钢管	110
水泥衬里管	120	使用 20 年的铸铁管	90~100
陶土管	110	使用 30 年的铸铁管	75~90

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 应对节点高程异常数据进行检查,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 管网动态模型的时间步长宜采用 5min~15min,实时模型的时间步长不应大于 5min。

6.3 模型校核

6.3.1 应对现有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 压力校核点数量和模型精度应符合《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 的规定。

6.3.3 模型校核宜包括下列步骤:

- a) 明确模型应用场景与校核要求;
- b) 模型粗调与手工校核;
- c) 模型参数分组和灵敏度分析;
- d) 模型精调与微观校核;
- e) 校核过程中的问题反馈与核实;
- f) 模型精度评估、误差特征与误差源分析、误差合理性解释等。

6.3.4 在模型粗调与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 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。

6.3.6 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。

6.3.7 静态模型工况验证应符合《室外给水设计标准》GB 50013 的规定。

7 计量区域的建立

7.1 计量区域的分级与划分

7.1.1 计量区域宜分为三级：一级（最高一级）、二级（中间级）、三级（最低一级）。

7.1.2 一级（最高一级）分区应从管理的角度出发，以原有的城市供水自然经营区域、行政区域、管网结构为基础，结合地形、地貌等地理条件，在水厂出口（入网点）、营业管理区之间设立计量点，加装计量设备核算各区域水量，将整个供水区域分成若干个区域计量区。

7.1.3 二级（中间级）分区宜为营业管理区内或区域加压泵站供水范围分区，且可根据需要进一步细分。

7.1.4 三级（最低一级）分区宜为独立计量区域（即 DMA）。

7.1.5 供水管网计量区域的划分应综合考虑行政区划、自然条件、管网运行特征、供水管理需求等多方面因素，并遵循下列原则：

- a) 边界划分宜以安装流量计量设备为主、以关闭阀门为辅的方式；
- b) 充分利用供水管网内的天然屏障和城市建设中形成的人为界限作为分区的主要边界；
- c) 减少管网改造，保证供水管网的完整性和自然边界；
- d) 应尽量减少关闭阀门的数量，减小对管网正常运行的干扰和对局部管网水质的影响。
- e) 二级（中间级）分区各区域内涉及的供水面积、供水管网长度、服务用户数等宜相对平均；
- f) DMA 一般以住宅小区、工业园区或自然村等区域为单元建立，用户数一般不超过 5000 户，进水口数量不宜超过 2 个；
- g) 管网中由区域加压泵站供水的范围宜划分为一个区域计量区；
- h) 应在保障用户用水服务压力和水质的前提下进行，根据管网实际布局形成封闭 DMA 区域，区域封闭采用安装计量设备、关闭边界阀门和拆除多余进水口等方式实现。

7.2 分区计量管理实施路线

7.2.1 供水单位应因地制宜，在供水管网现状调查与评估的基础上，依据管网复杂程度和已有小区、泵站自然形成的区域，并结合供水管理机制，选择技术可行、经济合理的分区计量管理实施路线。

7.2.2 分区计量管理实施路线可分为：

- a) 自上而下（最高一级分区到最低一级分区逐级细化）的分区路线；
- b) 自下而上（由最低一级分区到最高一级分区逐级外扩）的分区路线。

7.2.3 基础资料较完善的管网、拓扑关系简单的管网、以输配水干线漏损为主的管网、新建供水的管网，宜优先采用自上而下的分区路线。

7.2.4 基础资料不完善的管网、拓扑关系复杂的管网、以配水支线漏损为主的管网、老旧管网，宜优先采用自下而上的分区路线。

7.3 分区计量管理的流程

7.3.1 城镇供水管网分区计量管理工作流程如图 1 所示。

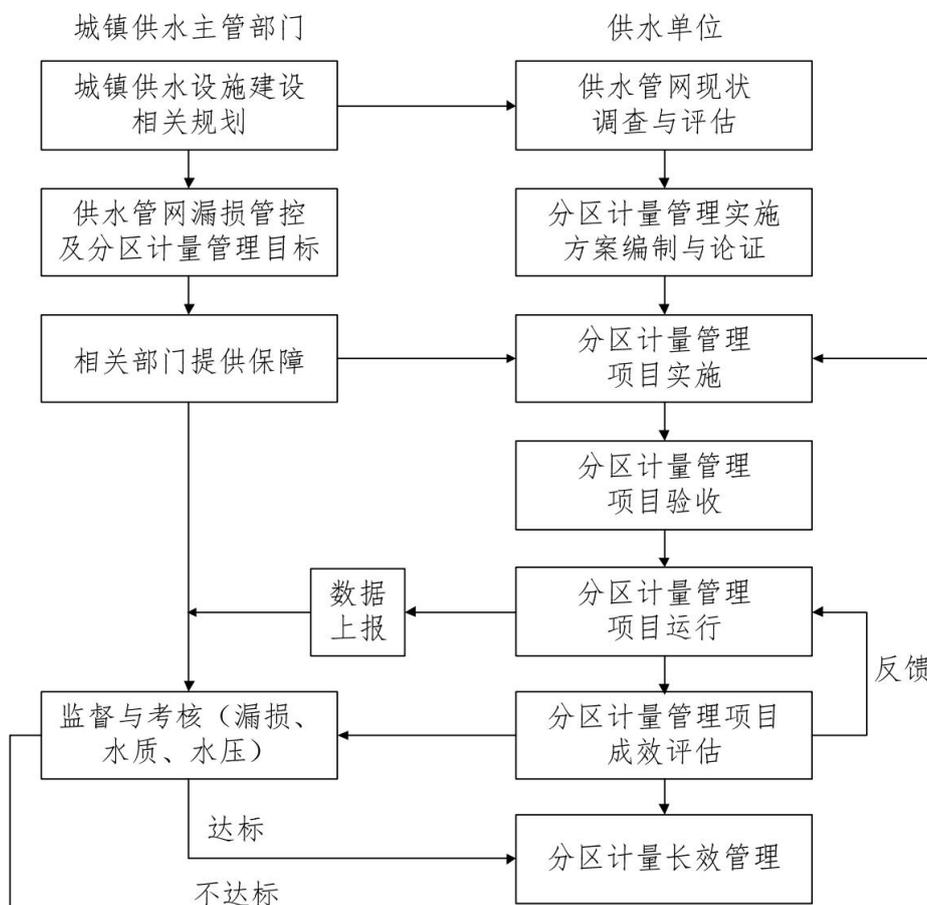


图 1 城镇供水管网分区计量管理工作流程

7.3.2 城镇供水主管部门根据辖区内漏损控制目标和水质保障现状，确定分区计量管理目标，协调相关部门，为分区计量相关工作实施提供保障，同时符合《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92、《生活饮用水卫生标准》GB 5749、《城镇给水排水技术规范》GB 50788 等规定，对辖区内供水管网漏损、水质、水压等进行监督和考核。

7.3.3 应在供水管网现状调查评估的基础上，根据供水管网漏损管控要求，依据相关规范和标准因地制宜编制分区计量管理实施方案，组织分区计量管理项目实施和验收。

7.3.4 分区计量管理实施过程中，应当按照有关规定将相关运维数据上报城镇供水主管部门，并定期进行成效评估，建立分区计量长效管理机制。

7.4 计量区域规划设计

7.4.1 应依据自身的经济实力和技术力量，结合供水管网漏损现状制定漏损控制目标，以此作为计量区域规划设计的依据。

7.4.2 分区规划设计方案应包括供水分区级别确定、边界划分、计量与其他监测设备数量及安装地点、电力供应解决方式、环境安全与水质保障方案、分区计量管理平台设计以及运维管理体系构建以及相关管理措施等内容。

7.4.3 供水管网分区计量的规划，宜以供水管网 GIS 为基础，利用管网水力模型技术，结合旧城改造、老旧小区改造、棚户区改造、二次供水设施改造等，因地制宜科学制定。

7.4.4 对于新建管网，应在城镇供水设施建设相关规划中，结合既有管网统一按分区计量管理模式进行计量区域规划。

7.4.5 对于既有管网，应根据分区计量管理实施路线，突出漏损管控重点，工程措施与管理措施相结合，分步推进。

7.4.6 对于基础资料不全的旧城区管网，应先根据一级分区原则形成供水营业管理所（站）。在供水营业管理所（站）范围优先进行三级分区，即 DMA 小区建设，安装 DMA 计量设备，监控 DMA 小区供水量变化，在操作层面尽早取得产销差控制成果。

7.4.7 应利用管网水力模型对分区规划后的管网进行压力、流量、流速、水龄进行模拟，以确保计量区域建立后管网中压力、流速和水质满足要求。

7.5 既有管网计量区域的建立

7.5.1 应进行供水管网现状调查与评估。

7.5.2 应初步划分计量区域，确定临时计量区域的边界及临时的进、出水口管线。

7.5.3 应统计临时计量区域的基础信息。

7.5.4 应根据既有的信息进行现场踏勘，核实管网实际情况。

7.5.5 应根据现场调查结果，调整进、出水口管线得到新的计量区域，并对因设置边界阀门而对管网内造成水力条件改变的情况建立新的管网水力模型。

7.5.6 宜根据水力模型模拟结果调整计量区域，对新计量区域现场踏勘后修改得到最终的计量区域边界划分。

7.5.7 应合理选择并正确安装计量设备。

7.6 新建管网计量区域的建立

7.6.1 应按自上而下的实施路线，逐级细化分区管理。

7.6.2 计量区域之间的连接管应予以取消。

7.6.3 计量区域应按本标准 7.5.2~7.5.7 的规定进行。

7.7 监测设备布置

7.7.1 每个独立计量区域进、出水管上应安装流量监测设备。

7.7.2 计量区域内的二次供水设施进、出口应安装流量监测设备。

7.7.3 宜在 DMA 进口、DMA 内关键位置安装压力监测设备。

7.7.4 计量区域内的二次供水设施应加装水质监测设备，水质监测指标包括浊度、余氯、pH 值、温度。

7.8 封闭性测试

7.8.1 计量区域应进行封闭性测试。

7.8.2 应根据管网拓扑关系清晰程度、计量区域大小采取以下方式进行封闭性测试：

a) 零压测试；

b) 数据校核。

7.8.3 零压测试应按以下步骤进行：

a) 核查边界阀门已完全关闭；

b) 核查监测设备正常运行；

c) 核实测试计量区域的大小、范围、水流方向、用户数量；

d) 发布停水通知，进行区域内零压测试；

e) 跟踪用户反馈；

f) 现场核查区域内用户与监测设备的对应关系；

g) 确定测试计量区域的边界范围。

7.8.4 数据校核应按以下步骤进行：

a) 核查监测设备正常运行；

b) 核实测试计量区域的大小、范围、用户数量；

c) 统一数据采集时间；

d) 采集监测设备数据；

e) 计算分析计量误差；

f) 总分表差验证区域封闭性。

8 监测设备选型与安装

8.1 一般规定

8.1.1 流量、水压、水质监测应选用具备远传功能的高精度、可靠性设备。

- 8.1.2 监测设备应附带接地、抗干扰和防雷击等装置。
- 8.1.3 监测设备应根据实际情况选择适合的通信方式。
- 8.1.4 防水防尘设计应优先选择 IP68。
- 8.1.5 监测设备的安装位置，应方便定期校准和清洁传感器。
- 8.1.6 监测设备的涉水部分应符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定，并具备卫生主管部门发放的卫生许可批件。
- 8.1.7 监测设备的产品质量检验（委托检验）、型式检验应由国家质量监督机构及相关认证机构认可的第三方独立检验机构承担。

8.2 流量监测设备选型

- 8.2.1 流量监测设备可选择电磁流量计、超声流量计、水表。
- 8.2.2 电磁流量计应符合《电磁流量计》JB/T 9248，《电磁流量计检定规程》JJG 1033 的规定。
- 8.2.3 超声流量计应符合《超声流量计检定规程》JJG 1030，《环境保护产品技术要求超声波管道流量计》HJ/T 366 的规定。
- 8.2.4 水表应符合《饮用冷水水表和热水水表 第 1 部分规范计量要求和技术要求》GB/T 778.1，《饮用冷水水表检定规程》JJG 162 的规定。
- 8.2.5 机械水表应符合《智能水表型式与功能技术规范》T/CMSB 004、《NB-IoT 水表》T/CMASB 054 的规定。
- 8.2.6 电子水表、电磁流量计、超声流量计应根据《管道式电磁流量计在线校准要求》CJ/T 364 进行校准（检测）。
- 8.2.7 流量监测设备量程、精度应与管道实际流量、流速相匹配。
- 8.2.8 选型应结合现场实际工况环境。
- 8.2.9 根据不同的应用场景，流量监测设备测量精度应满足下列要求：
 - a) 流量计精度等级应优先选择不低于 0.5 级，满足该精度的最低流速应不低于 0.3m/s、量程比不低于 20:1；
 - b) 水表精度等级应优先选择 1 级，常用流量 Q3 对应流速不高于 7m/s。
- 8.2.10 水表、流量计的传感器、变送器防护等级应不低于 IP67。
- 8.2.11 应具备双向计量功能。
- 8.2.12 应具有自诊断功能。
- 8.2.13 环境温度 20℃下，电池续航应不少于 7 年；远传通信时，电池续航应不少于 6 年。

- 8.2.14 水头损失应不大于 0.01MPa。
- 8.2.15 恶劣环境应采用特殊材质或加强防护。
- 8.2.16 重复性应满足下列要求：
- a) 电磁流量计不超过相应准确度等级规定的最大误差绝对值的 1/3；
 - b) 超声流量计不超过相应准确度等级规定的最大误差绝对值的 1/5；
 - c) 水表不超过相应准确度等级规定的最大误差绝对值的 1/3。
- 8.2.17 应满足线性要求。
- 8.2.18 管径 DN300 以下的宜选电子水表，DN300 以上的宜选流量计。
- 8.2.19 应具备数据安全保护功能，以防止计量特性参数和计量结果数据被修改。
- 8.2.20 电子水表选型应满足下列要求：
- a) 量程比不低于 R160；
 - b) 供电方式可采用交流、直流、电池以及混合供电；
 - c) 电磁水表电极材料选择不低于哈氏合金等电化学特性优良的材料，保证零点稳定；内衬材料符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定；
 - d) 适配于多种通信协议；
 - e) 具有数据保存功能，保障数据安全；
 - f) 变送器具有互换性，即换即用；
 - g) 连接法兰符合《板式平焊钢制管法兰》GB/T 9119 的规定；
 - h) 具备多路脉冲输出功能；
 - i) 具备在线检测功能；
 - j) 结构型式可采用一体式或分体式，分体式电缆长度不超过 30m；
 - k) 电磁水表励磁方式应为直流矩形波（方波）励磁，抗工频干扰，保证零点稳定；
 - l) 超声水表采用双声道结构。
- 8.2.21 机械水表选型应满足下列要求：
- a) 应能够适应不同流量范围的需求；
 - b) 精度等级应不低于 1 级；
 - c) 量程比应不低于 R160，优先选用无磁传感方式的机械水表；
 - d) 可选用有线和无线通信，条件允许时应优先选用有线通信。
- 8.2.22 电磁流量计选型应满足下列要求：
- a) 传感器材料采用 304 及以上不锈钢；

- b) 水头损失应不大于 0.01MPa;
- c) 供电方式可采用交流、直流、电池、太阳能以及混合供电;
- d) 输出信号 4mA~20mA;
- e) 通信方式可采用 Modbus RTU/RS-485;
- f) 连接方式可采用法兰、螺纹、夹持;
- g) 压力等级 PN6~PN40;
- h) 变送器应具有互换性, 无需更改任何参数, 即换即用;
- i) 连接法兰应符合《板式平焊钢制管法兰》GB/T 9119;
- j) 电极材料选择不低于哈氏合金等电化学特性优良的材料, 保证零点稳定; 内衬材料符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定;
- k) 应具有自诊断功能;
- l) 结构型式可采用一体式或分体式;
- m) 励磁方式应为直流矩形波(方波)励磁, 抗工频干扰, 保证零点稳定。

8.2.23 超声流量计选型应满足下列要求:

- a) 适合 DN50 及以上口径;
- b) 具备两个及以上声道;
- c) 供电方式可采用交流、直流、电池、太阳能以及混合供电;
- d) 输出信号 4mA~20mA;
- e) 通信方式可采用 Modbus RTU/RS-485;
- f) 变送器应具有互换性, 即换即用;
- g) 应具有自诊断功能;
- h) 管道流态双向补偿, 提高测量稳定性;
- i) 数据更新率不低于 100Hz;
- j) 使用性能高效的算法;
- k) 采用可靠的存储。

8.3 压力监测设备选型

8.3.1 应符合《精密压力表》GB/T 1227、《一般压力表》GB/T 1226 的规定。

8.3.2 应选用两线制连接。

8.3.3 输出信号应经过放大, 满量程输出为 0V~2V。

8.3.4 压力监测设备选型应满足下列要求:

- a) 待测点的压力应处于压力监测设备的量程范围；
- b) 精度应不低于 0.5 级；
- c) 通信方式可采用 Modbus RTU/RS-485；
- d) 供电方式可采用交流、直流、电池、太阳能以及混合供电；
- e) 应具备报警功能。

8.3.5 智能室外消火栓（取水栓）作为压力监测设备时，应满足下列要求：

- a) 采用统一通信协议；
- b) 设置独立的电池舱，可单独更换电池；
- c) 在正常使用状态下，电池续航不少于 2 年，当电池到达时限或电量过低时自动报警；
- d) 应具有远程软件升级、远程或现场开启遮挡装置、远程修改参数配置等功能；
- e) 终端应存储不少于 30 天的监测数据；
- f) 具备现场安全访问功能，可供现场设备连接调试及数据查看；
- g) 数据采集、传输频率应根据需求设置；
- h) 压力传感器测量范围为 0.0MPa~3.0MPa，精度不低于 0.5 级，且具备防水锤功能。

8.4 水质监测设备选型

8.4.1 应满足《生活饮用水卫生标准》GB 5749、《地表水环境质量标准》GB 3838、《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法》GB 13195、《水质 pH 值的测定·玻璃电极法》GB 6920、《水质溶解氧的测定电化学探头法》HJ 506、《地表水自动监测技术规范（试行）》HJ 915、《水质浊度的测定便携式浊度计法》HJ 1075。

8.4.2 水质监测指标为浊度、余氯、pH 值、温度。

8.5 监测设备安装

8.5.1 流量监测设备安装

8.5.1.1 应符合《饮用冷水水表和热水水表第 5 部分：安装要求》GB/T 778.5、《封闭管道中流体流量的测量 电磁流量计使用指南》GB/T 18659 的规定。

8.5.1.2 流量监测设备安装应满足下列基本要求：

- a) 应满足满管要求，竖直管道上水流应由下而上流动；
- b) 安装位置优先选择凹形低点；
- c) 前端应安装排气阀；

- d) 安装入口段和出口段至少满足 U5D3 的直管段，缩径时缩径夹角不大于 8° ；
- e) 流量监测设备的前后阀门正常使用时应处在全开状态，不改变流态分布；
- f) 在阴极保护的管道上安装仪表时，应在法兰螺栓上安装绝缘套和垫圈；
- g) 流量计拆除或更换时，优先拆除旧的垫片，以防止旧垫片破裂等损坏现象；
- h) 外接电源的电流、电压应与流量监测设备匹配，防止仪表损毁；
- i) 非金属管材应安装接地装置，如采用接地桩，深度不低于 1m；
- j) 安装位置应避免强磁场、强振动影响；
- k) 地上凸起马鞍型安装或变径时应采用软性连接件和固定支架固定；
- l) 安装位置管道两侧应留出不小于 600mm 操作空间；
- m) 专用电缆的屏蔽层应有效接地。

8.5.1.3 电磁流量计、电磁水表安装应满足下列要求：

- a) 与不同材质的管道的连接应保证电势平衡；
- b) 流量计吊运应正确使用吊装环，不得直接采用绳索系与流量计本体或传感器脖颈位置等非吊装位置；
- c) 安装接地环以及法兰密封垫圈时，应保证接地环、法兰密封圈与流量计同心。

8.5.1.4 超声流量计、超声水表安装应满足下列要求：

- a) 应确保传感器和变送器的电位相同，变送器和传感器应直接接地；
- b) 安装定位应保证每个声道的换能器在一条线上。

8.5.2 压力监测设备安装

8.5.2.1 应符合《用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量第 1 部分一般原理和要求》GB/T 2624.1 的规定。

8.5.2.2 压力监测设备安装应满足下列要求：

- a) 采用不停水安装；
- b) 安装位置应避免强磁场、强振动影响；
- c) 取压点应选择直线流动的管段部分，避免在管路拐弯、分叉、死角或其他易形成漩涡的地方；
- d) 取压点应与流动方向垂直，取压管内端面与监测设备连接处的内壁应保持平齐，不应有凸出物或毛刺；
- e) 安装完毕之后采集测压点高程。

8.5.2.3 智能室外消火栓（取水栓）安装应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《机

械设备安装工程及验收通用规范》GB 50231、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《建筑给水金属管道工程技术规程》CJJ/T 154 的规定。

8.5.3 水质监测设备安装

8.5.3.1 应符合《地表水自动监测技术规范（试行）》HJ 915 的规定。

8.5.3.2 水质监测设备安装位置应具有稳定的水流条件，避免死水区或湍流区域。

8.6 通信设备

8.6.1 应符合《基于公用电信网的宽带客户网络设备技术要求 第2部分：企业用宽带客户网关》GB/T 32403.2、《基于 M2M 技术的移动通信网物流信息服务总体技术框架》GB/T 32404 的规定。

8.6.2 集中器、RTU 应采用 4G/5G 传输。

8.6.3 应支持双向通信，可实时开关阀。

9 数据采集、传输与预处理

9.1 一般规定

9.1.1 数据采集频率应根据应用场景进行设置，并考虑数据传输、存储的成本。

9.1.2 数据传输应选择可靠的传输方式和标准化的传输协议，并确保数据的安全性和完整性。

9.1.3 数据预处理应对采集到的数据进行清洗、整理和分析。

9.1.4 数据传输和预处理应建立统一的技术标准和规范，适配不同设备之间的兼容性和互操作性。

9.2 数据采集

9.2.1 监测设备应具备时钟同步功能。

9.2.2 监测设备应满足精度要求，并具备在线校准功能和自动温度补偿功能。

9.2.3 监测设备数据采集的内容见表 2。

表 2 数据采集内容

采集内容	采集说明
流量数据	流量监测点应满足管网运行状态监控和分区计量管理的需要。
压力数据	每个计量区域进/出水点的压力监测点、大用户用水监控处压力监测点。
水质数据	水质监测指标包括浊度、余氯、pH 值、温度。
智能室外消防栓（取水栓）数据	应在线监测压力、流量、状态（启闭、偷水、撞倒、破坏等）。

9.2.4 采集到的数据应安全可靠地存储在监测设备中，防止设备出现故障或停机时存储数据丢失。

9.2.5 在市电供电条件下，监测设备的数据采集频率应根据需求设定，宜 30s~1min 采集一次。

9.2.6 在电池供电条件下，监测设备的数据采集频率应根据需求设定，宜 5min~15min 采集一次。

9.3 数据传输

9.3.1 监测设备可采用有线方式、无线方式或混合通信方式。有线方式宜采用光纤、同轴电缆。无线方式宜采用 4G/5G、LoRa、NB-IoT。

9.3.2 应采用 HTTPS、MQTT 等标准、通用的数据传输协议，确保数据的稳定传输和兼容性。

9.3.3 在选择通信方式和制定数据传输策略时，应充分考虑数据传输的延迟时间，确保数据能够迅速、准确地传输至数据中心。

9.3.4 传输协议应具备数据加密、身份验证等安全机制，防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

9.3.5 宜通过 VPN 技术建立安全的传输通道，增强数据传输的安全性。

9.3.6 数据传输应支持断点续传功能，确保在通信中断后能够自动恢复传输并确保数据完整性。

9.3.7 在市电供电条件下，监测设备的数据传输频率应根据需求设定，宜 15min~3h 传输一次，数据上传时间间隔不得超过 6h。

9.3.8 在电池供电条件下，监测设备的数据传输频率应根据需求设定，宜 6h~8h 传输一次，数据上传时间间隔不得超过 24h。

9.4 数据预处理

9.4.1 应对各个监测点收集包括流量、压力、水质等在内的实时监测数据进行预处理，包括数据清洗、数据转换和数据校验。

9.4.2 应满足实时性要求，能够快速处理大量数据，确保数据分析和决策的及时性。

9.4.3 应对关键数据点进行多次验证和复核。

9.4.4 应具备良好的可扩展性，能够支持新监测设备的接入和新分析算法的引入。

9.4.5 应严格遵守数据安全规范，确保数据的保密性、完整性和可用性。

9.4.6 应建立完善的备份和恢复机制，以应对数据丢失或损坏的风险。

9.4.7 应根据数据的特性和分析需求选择合适的算法进行处理，以消除或减少随机波动对分析结果的影响。

9.4.8 应重点关注流量数据的连续性和一致性。

9.4.9 应对流量数据进行趋势分析和异常检测，及时发现并处理潜在问题。

9.4.10 应进行压力变化趋势分析，结合流量数据综合判断管网运行状态。

9.4.11 应对水质数据的各个指标进行分类处理。

10 管理平台建设

10.1 一般规定

10.1.1 管理平台的支撑环境宜采用国产主流技术和架构，不限于芯片、服务器整机、网络设备、安全设备、云、操作系统、数据库、计算框架等内容。

10.1.2 管理平台的安全应符合《信息技术 安全技术 信息安全管理体系 要求》GB/T 22080、《信息安全技术 智慧城市建设信息安全保障指南》GB/Z 38649 的规定。

10.1.3 网络安全等级保护应符合《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 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070 和《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448 的规定。

10.1.4 网络存储安全应符合《信息安全技术 网络存储安全技术要求》GB/T 37939 的规定。

10.1.5 应实时监测各分区的流量、压力、水质等关键参数，并具备远程控制功能。

10.1.6 应通过监测数据的分析，实现计量区域的漏损量化。

10.1.7 应通过实时监测和分析各分区的用水情况，预测并应对用水高峰期的供水压力，保障用户的正常用水需求。

10.1.8 应对监测数据进行深度挖掘和分析，制定科学、合理的管理决策。

10.1.9 应具备完善的安全防护机制，抵御网络攻击和数据泄露等安全风险，并具备应急响应功能，在发生突发事件时迅速启动应急预案。

10.2 系统构架

10.2.1 系统架构应采用模块化设计，基于物联网、大数据、云计算等现代信息技术，实现对计量区域的全面监控、数据分析和漏损控制。

10.2.2 系统架构应包括数据采集层、数据传输层、数据处理层、应用服务层和用户交互层五个层次，各层次之间通过标准化的接口进行数据交互和协同工作。

10.2.3 数据采集层应实时、准确地采集计量区域中的压力、流量、水质等关键数据。

10.2.4 数据采集层应包含但不限于以下内容：

a) 支持多种数据源，包括流量计、压力表、水质监测仪等现场监测设备，以及用户用水数据、气象数据等外部数据源；

b) 实现数据的实时采集；

- c) 对采集数据进行校核和修正，提高数据的准确性和可靠性。
- 10.2.5 数据传输应通过有线或无线方式，将采集到的实时数据安全、高效地传输至处理层。
- 10.2.6 数据传输层应包含但不限于以下内容：
- a) 采用 HTTPS、MQTT 等标准化的传输协议；
 - b) 接口设计遵循开放性和可扩展性原则，方便与其他系统的集成和对接；
 - c) 采用数据加密技术，对传输的数据进行加密处理，防止数据被非法获取或篡改；
 - d) 建立严格的权限管理机制，确保只有授权用户才能访问和操作数据；
 - e) 通过优化传输算法、增加传输带宽、设置数据缓存等措施，提高数据的实时性和准确性；
 - f) 建立故障恢复机制，在传输过程中出现故障时能够快速恢复数据传输。
- 10.2.7 数据处理层应具备数据的接收、清洗、存储、查询和分析等功能，宜采用数据仓库技术和大数据处理框架。
- 10.2.8 数据处理层应包含但不限于以下内容：
- a) 实时接收计量区域的各项数据；
 - b) 对原始数据进行清洗；
 - c) 存储清洗后的数据；
 - d) 建立查询接口和查询模式；
 - e) 通过数据挖掘算法和模型，分析计量区域的漏损规律；
 - f) 数据分析结果的可视化。
- 10.2.9 应用服务层应采用微服务和分布式架构。
- 10.2.10 应用服务层应包含但不限于以下内容：
- a) 提供分区计量功能；
 - b) 通过对比分析不同计量区域的用水数据，发现异常用水情况，及时报警和处理；
 - c) 支持多用户并发访问和权限管理功能。
- 10.2.11 展示层应采用响应式设计和交互式设计。
- 10.2.12 展示层应包含但不限于以下内容：
- a) 展示各级计量区域内管网基础信息；
 - b) 展示各级计量区域内管网动态信息；
 - c) 展示各级计量区域内供水售水对比、水平衡、产销差（率）、漏损（率）等分析结果；
 - d) 展示报警信息；
 - e) 通过可视化手段，将复杂的数据转化为直观易懂的图形化信息；

f) 支持自定义数据展示方式、设置报警阈值等用户自定义配置和个性化设置功能。

10.3 数据分析与应用

10.3.1 管理平台应建立严格的数据质量标准，并能自动检测数据质量问题。

10.3.2 管理平台应基于实际业务需求和数据特点，选择先进的数据分析方法，提高分析精度和效率。

10.3.3 管理平台应能自动生成详细的数据分析报告，并以图表、图像等形式直观展示。

10.3.4 数据分析应与业务紧密融合，将数据分析结果转化为可操作的业务决策。

10.3.5 应采用以下技术，分析供水管网漏损的原因和规律：

a) 通过统计分析计算各计量区域的平均漏损率、日漏损量等关键指标，评估各计量区域的漏损状况，快速定位高漏损计量区域；

b) 利用时间序列数据，分析漏损量的季节性、周期性变化，预测未来漏损趋势，为提前干预提供依据；

c) 根据漏损量与管网材质、使用年限、水压变化等因素之间的关联关系，找到漏损发生的内在机制；

d) 引入聚类分析、决策树、神经网络等机器学习算法，对复杂数据进行深度学习，主动识别异常模式，提高漏损检测的准确率和效率。

10.3.6 宜通过以下方式实现数据的应用与价值的最大化：

a) 基于数据分析结果，定位爆管点，派发维修任务；

b) 根据漏损原因分析，优化管网布局、材质选择及维护计划；

c) 结合实时数据监测，智能调整供水压力和流量，平衡供需关系，减少因压力波动引起的漏损；

d) 通过数据对比分析，评估不同分区的管理成效，为绩效考核提供依据。

10.4 基本功能

10.4.1 应包括但不限于 GIS 地图展示模块、分区管理模块、流量监测与分析模块、压力监测与管理模块、水平衡分析模块、实时监测与报警模块、产销差分析模块、远程控制与管理模块、数据报表与统计分析模块、工单管理模块、用户管理与权限控制模块。

10.4.2 GIS 地图展示模块应满足以下功能要求：

a) 符合本标准“5 GIS 建设”的相关要求；

b) 支持管网图层、用户图层、报警图层等多种地图图层叠加显示；

c) 具备距离测量、区域划分等空间分析功能；

d) 支持自定义地图样式和标注信息。

10.4.3 分区管理模块应满足以下功能要求：

- a) 支持多种监测设备的接入；
- b) 根据管网实际情况，自动或手动划分 DMA，并设定每个 DMA 的边界范围和名称；
- c) 记录并管理每个 DMA 的详细信息，包括名称、边界范围、用户数量、总分表差、最小夜间流量、监测设备位置等。

10.4.4 流量监测与分析模块应满足以下功能要求：

- a) 根据历史数据和实时数据，进行流量变化趋势分析，判断是否存在异常流量；
- b) 结合最小夜间流量分析等方法，诊断 DMA 是否存在漏损，并估算漏损水量。

10.4.5 压力监测与管理模块应满足以下功能要求：

- a) 根据历史数据和实时数据，分析 DMA 压力现状，评估可降压空间；
- b) 根据分析结果，调整 DMA 的压力。

10.4.6 水平衡分析模块应满足以下功能要求：

- a) 采集各计量区域的水量数据；
- b) 计算各类水量值。

10.4.7 实时监测与报警模块应满足以下功能要求：

- a) 根据计量区域单位管长的最小夜间流量、户均最小夜间流量的经验值，设定流量报警阈值；
- b) 根据供水最小服务压力要求，设定压力报警阈值；
- c) 支持短信、邮件或 APP 推送等报警方式，确保信息能够及时传达给相关人员。

10.4.8 产销差分析模块应满足以下功能要求：

- a) 计算各计量区域漏损率、产销差率，并生成分析报告；
- b) 支持时间维度、区域维度、用户类型维度等多种分析维度，反映产销差的分布情况；
- c) 支持压力波动分析、流量平衡分析等多种漏损分析模型，适应不同场景的漏损诊断需求；
- d) 通过管网水力模型，优化各计量区域的供水压力。

10.4.9 远程控制与管理模块应满足以下功能要求：

- a) 支持监测设备的接入和控制协议；
- b) 具备权限管理功能；
- c) 具备设备状态监测、故障诊断等运维工具和功能。

10.4.10 数据报表与统计分析模块应满足以下功能要求：

- a) 具备查询功能；
- b) 生成产销差报表、漏损分析报表等各种报表；

- c) 具备趋势分析、对比分析等数据分析功能；
- d) 具备自定义报表和数据分析模板功能。

10.4.11 工单管理模块应满足以下功能要求：

- a) 自动生成相应的报修工单，并派发给相应的人员；
- b) 工单包含了详细的漏损情况描述、位置信息等内容；
- c) 支持工单状态的跟踪；
- d) 支持维修进度的查询。

10.4.12 用户管理与权限控制模块应满足以下功能要求：

- a) 支持用户账号的创建、修改和删除；
- b) 具备权限分配机制；
- c) 支持多用户并发访问；
- d) 具备日志记录功能。

10.5 兼容性（融合）要求

10.5.1 硬件兼容性应满足以下要求：

- a) 支持多种类型的服务器、工作站和终端设备；
- b) 支持新设备的接入和旧设备的替换。

10.5.2 软件兼容性应满足以下要求：

- a) 支持与其他供水信息化系统的数据交换、协同；
- b) 具备标准的数据接口和通信协议，实现与其他系统的无缝对接；
- c) 支持读取、解析和转换多种格式的数据文件，从各种来源获取和整合数据；
- d) 采用模块化设计思想，允许用户根据实际需求灵活添加或删除功能模块。

10.5.3 数据兼容性应满足以下要求：

- a) 能够处理实时监测数据、历史数据、统计数据等不同来源、不同格式、不同精度的数据；
- b) 具备数据清洗和整合的能力，能够自动识别和纠正异常数据；
- c) 具备数据分析功能。

10.5.4 操作兼容性应满足以下要求：

- a) 提供直观、友好的用户界面，方便用户进行操作和管理；
- b) 支持鼠标、键盘、触摸屏等多种操作方式和设备，适应不同用户的使用习惯和需求；
- c) 提供操作指南和帮助文档；

- d) 具备完善的权限管理和安全机制。

10.6 安全性与稳定性

- 10.6.1 应采取严格的数据加密措施。
- 10.6.2 应支持基于角色的访问控制。
- 10.6.3 应提供身份验证功能。
- 10.6.4 应记录所有用户的操作行为。
- 10.6.5 应定期进行安全审计。
- 10.6.6 应部署防火墙、入侵检测系统等安全设备，防止非法访问和攻击。
- 10.6.7 定期对系统进行漏洞扫描和风险评估，及时发现并修复潜在的安全隐患。
- 10.6.8 应采用稳定可靠的系统架构。
- 10.6.9 应采用分布式架构和负载均衡技术，实现资源的合理调度和分配。
- 10.6.10 应选用高质量的服务器、存储设备和网络设备。
- 10.6.11 应定期对软、硬件设备进行维护和升级。
- 10.6.12 应采用模块化设计，划分不同功能为独立的模块，降低模块之间的耦合度。
- 10.6.13 应采用冗余设计和备份策略，确保在设备故障或数据丢失时，能够快速恢复系统的正常运行。

11 调试与验收

11.1 调试

11.1.1 调试前应完成以下准备工作：

- a) 检查计量区域的划分是否合理，监测设备的选型、安装是否符合规划设计方案，是否符合相关验收标准和规范；
- b) 管理平台已正确安装于指定服务器或云平台，并根据实际需求完成数据库连接、用户权限设置等基础配置；
- c) 检查管理平台与监测设备的通信和数据传输是否正常；
- d) 对存储的数据进行清洗、整理，确保数据质量符合分析要求；
- e) 制定详细的调试方案和应急预案，确保调试过程的安全顺利进行。

11.1.2 管网系统的调试应包括以下内容：

- a) 边界阀门启闭操作的灵活性、密封性；
- b) 计量区域的封闭性；

- c) 监测设备的设定参数;
 - d) 监测设备远传数据与设备机械数据的一致性;
 - e) 监测设备、通讯设备正常供电;
 - f) 接地环(桩)连接, 接地电阻测试;
 - g) 消防栓放水测试流量监测设备运行正常。
- 11.1.3 数据采集与传输的调试应包括以下内容:
- a) 监测设备、通信设备通过无线或有线通信方式传输至数据中心;
 - b) 有线通信线路的物理连接状态、数据传输速率及错误率;
 - c) 无线通信模块的信号强度、覆盖范围及稳定性;
 - d) 带宽利用率、丢包率、延迟等关键指标;
 - e) 排查和处理数据传输过程的中断、延迟等问题;
 - f) 数据中心服务器的处理能力、存储容量及安全防护措施。
- 11.1.4 管理平台的调试应包括以下内容:
- a) 各计量区域监测设备、通信设备的数据传输情况;
 - b) 数据传输协议的兼容性、数据格式的准确性以及数据传输的稳定性;
 - c) 数据备份与恢复机制;
 - d) 根据规划设计要求验证各功能模块;
 - e) 各功能模块之间的协同工作能力;
 - f) 模拟数据异常情况, 检查管理平台报警功能;
 - g) 对管理平台的响应时间、数据处理能力、服务器资源占用率等性能指标进行监测与优化;
 - h) 对管理平台的数据加密、访问控制、防 DDoS 攻击等安全性能进行全面测试。
- 11.1.5 调试结束后, 应对调试结果进行评估, 包括以下内容:
- a) 评估各计量区域的边界和范围对应关系是否合理, 是否能够满足漏损控制的要求;
 - b) 分析监测设备的选型、安装位置、采样频率以及数据传输的稳定性与实时性, 通过对比调试前后的数据质量, 评估监测设备是否能够满足分区计量的要求;
 - c) 评估数据传输在面对网络攻击、设备故障等突发情况时的应对能力;
 - d) 评估是否能够将来自不同源头、不同格式的数据进行有效整合, 是否具备数据处理能力;
 - e) 评估管理平台算法、模型的准确性、实用性;
 - f) 评估管理平台可视化界面的用户友好性;
 - g) 通过模拟测试或实际运行数据, 评估管理平台在高并发、大数据量情况下的稳定性、响应速度

及服务器资源利用效率。

11.2 验收

11.2.1 系统建设完整性验收，应包括以下内容：

a) 检查各计量区域的划分是否遵循了相对封闭、管理规模适中的原则，确保每个区域能够独立进行流量和压力监测；

b) 核对监测设备的安装位置和数量是否符合设计要求，确保设备能够全面覆盖区域；

c) 检查边界阀门是否启闭灵活，控制系统是否稳定可靠。对边界阀门进行密封性测试，确保其无渗漏现象；

d) 测试数据采集系统的准确性和稳定性，确保能够实时、准确地收集并传输流量、压力等监测数据；

e) 管理平台功能是否满足规划设计要求，是否满足业务部门使用。

11.2.2 系统功能实现验收，应包括以下内容：

a) 检查系统是否满足区域多进、多出流量计算模型，按关联关系计算区域供水量，实现对各分区区域的进出水量的精准计量，并生成相应的计量报告；

b) 测试系统的漏损监测功能，验证其是否能够及时发现爆管和违章用水；

c) 评估系统对每月总供水量、售水量及产销差的统计分析能力，是否能自动生成水量平衡表，是否能准确分析判断区域漏损的原因；

d) 验证系统的报警功能，报警阈值设置是否合理，确保其能够在流量、压力等参数出现异常时及时发出警报。

11.2.3 系统性能与稳定性验收，应包括以下内容：

a) 系统试运行期间，应通过人为室外消火栓（取水栓）放水、通信干扰等，检查系统是否报警、上传数据是否异常或中断，验证其高负载情况下的稳定性和可靠性；

b) 通过与现场实测（实抄）测量值对比，验证系统与实测流量数据的测量准确性。对系统的漏损报警功能进行实际测试，检查报警阈值设置的合理性；

c) 测试系统数据采集、传输及处理，是否存在数据残缺、异常、长期丢失的情况，确保管理人员能够及时了解管网运行状态及漏损情况。

11.2.4 文档资料验收，应包括以下内容：

a) 检查系统建设过程中的相关文档资料是否齐全、规范，包括设计文件、施工图纸、施工记录等；

b) 检查系统是否配备用户操作手册，手册内容是否详尽、易懂，能够指导用户正确操作和维护系

统。

11.2.5 应编制详细的验收报告，记录验收过程中的各项测试结果及评估意见，为系统后续的运维管理提供依据。

12 漏损控制与治理

12.1 漏损诊断与评估

12.1.1 应由第三方机构实施，确保诊断评估结论的客观性和真实性。

12.1.2 应通过水量平衡分析，量化各类水量构成，制定漏控策略。

12.1.3 应验证定量分析与定性分析结论的一致性。

12.1.4 诊断与评估应满足下列要求：

- a) 算法和模型经过充分验证和实践，保障评估结论的可信度；
- b) 应将制度、流程与部门职责纳入诊断评估范畴；
- c) 诊断评估结论偏差应控制在 $\pm 2\%$ ；
- d) 计量区域内流量监测设备远传率应不低于 50%。

12.1.5 应全过程贯穿到漏损控制所有环节，保障动态、实时调整、矫正漏损控制策略。

12.1.6 应根据漏损诊断与评估的结论，构建漏控治理的体系。

12.2 管网漏失控制

12.2.1 积极主动检漏

12.2.1.1 应满足《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159 的规定。

12.2.1.2 应建立分区计量漏损控制配套制度、验收标准。

12.2.1.3 应以最小夜间流量增长速度、检漏经济性，合理确定检漏周期。

12.2.1.4 应建立和健全明漏、暗漏水量统计台账和报表。

12.2.1.5 应根据计量区域最小夜间流量评估漏失水量，构建相对科学的漏失水量评估模型，保障漏失量与漏损率计算指标的一致。

12.2.1.6 应建立配套的追溯机制，追溯管材与施工安装质量。

12.2.2 提高维修质量与速度

12.2.2.1 应符合《城镇供水管网抢修技术规程》CJJ/T 226 的规定。

12.2.2.2 应制定管网维修工艺标准和规范。

12.2.2.3 应建立抢维修材料的入围、清退与测评机制。

- 12.2.2.4 应对管材、管件质量建立索赔机制。
- 12.2.2.5 应采集抢维修点 GPS 坐标点信息，统计其每年的维修频次。
- 12.2.2.6 应与政府相关职能部门建立应急处理与供水保障机制，简化审批手续、提升抢维修速度。
- 12.2.2.7 应制定配套的绩效考核管理办法，加强对关键指标的考核与测评。
- 12.2.2.8 应结合计量区域设置抢维修站点。

12.2.3 管网更新改造

- 12.2.3.1 应根据管材管龄、漏失频次建立单位管长漏失评估模型，推进管网更新改造。
- 12.2.3.2 应逐步淘汰水泥管、灰口铸铁管等。

12.2.4 压力调控

- 12.2.4.1 在满足供水服务压力标准的前提下，应根据供水模式、地形落差、管网布局、漏损严重程度等选择适合的压力调控方式。
- 12.2.4.2 应满足《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207 的规定。
- 12.2.4.3 应根据不同场景选择恒压控制、时间控制和智能压力控制等方式。
- 12.2.4.4 地形落差大区域应采用分段局部调压和整体压力调控相结合的方式。
- 12.2.4.5 宜在封闭区域内进行压力调控。
- 12.2.4.6 利用减压阀进行压力调控时，应安装旁通阀。
- 12.2.4.7 应制定压力调控应急预案。
- 12.2.4.10 应分阶段逐步调控压力并实时收集用户反馈。
- 12.2.4.11 应进行压力调控成效评估。

12.3 计量损失控制

- 12.3.1 应符合《城镇供水水量计量仪表的配备和管理通则》CJ/T 454 的规定。
- 12.3.2 应建立动态流量监测设备更换、维护机制。
- 12.3.3 规范流量监测设备的安装、验收。
- 12.3.4 应选择量程比 R 值高、计量等级高的流量监测设备。
- 12.3.5 流量监测设备尺寸与选型应根据特性参数与峰谷流量用水特性优化和选型。
- 12.3.6 应定期检查流量监测设备参数、接地电阻，减少零点漂移。
- 12.3.7 应对报废流量监测设备拆卸检查、校验，分析计量误差，优化计量表具选型。
- 12.3.8 应对大口径流量监测设备进行在线校核、比对分析计量误差。

12.4 其他损失控制

12.4.1 抄表质量管理

- 12.4.1.1 应制定配套的抄表管理制度与管理办法。
- 12.4.1.2 应建立抄表质量三级复查机制。
- 12.4.1.3 应利用大数据对注册用户水量分析并进行现场核查。
- 12.4.1.4 应加快推进一户一表改造。
- 12.4.1.5 应建立“堆、淹、埋、压、占”流量监测设备的清查机制。
- 12.4.1.6 应建立流量监测设备异常数据分析、跟踪、复核机制。
- 12.4.1.7 应制定抄表质量绩效考核管理办法。

12.4.3 零水量用户消减

- 12.4.3.1 应对零水量用户进行分类管理、分析零水量用户产生的原因。
- 12.4.3.2 应建立零水量复查机制，消减零水量用户。
- 12.4.3.3 应结合零水量用户的历史水量数据进行大数据分析。
- 12.4.3.4 应修改流量监测设备系统默认水量阈值，及时统计未统计的水量。
- 12.4.3.5 应定期放水查验零水量流量监测设备。

12.4.4 违章用水查处

- 12.4.4.1 应通过增设固定取水点，规范取水行为。
- 12.4.4.2 应建立日常巡查机制。
- 12.4.4.3 应利用大数据查找违章用水线索。
- 12.4.4.4 应定期开展用户专项普查。
- 12.4.4.5 应制定举报奖励机制，畅通举报渠道。

12.5 建立漏控长效机制

- 12.5.1 应建立漏控治理组织架构，确定漏控牵头部门，明确决策层、监督层、执行层的责任与分工。
- 12.5.2 应建立漏控治理体系，制定管理制度、工作流程、作业指导书等。
- 12.5.3 应根据各计量区域的指标差异性制定不同的任务和指标，建立考核与激励机制。
- 12.5.4 应建立漏控人才培养机制。

本标准用词说明

1 为便于在执行本规范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用词：

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，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

团 体 标 准

T/HNCJ: XXXXX

城镇供水管网分区计量漏损控制技术标准

条文说明

4 基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 统筹规划是指整体统筹分区计量项目，从各部门的任务分工、资源分配以及各层次和各要素，追根溯源，统揽全局。如：从 GIS、管线探测、水力模型到分区规划、建设、拓扑关系梳理、平台建设、应用到漏损治理、漏损率指标等各个层次、环节和分区计量管理的关键要素。顶层设计是指漏损控制的全局出发，整体谋划建设、管理、维护、应用以及未来系统平台应用、漏损治理、指标控制等发展策略，确保协调一致，实现分区计量管理项目的最优目标。因此，本条文规定供水单位应对做好统筹规划、顶层设计。

4.1.2 当前供水单位在分区计量建设与运维中，存在诸如业务诉求不明确，体系建设不完善，验收标准模糊、运维管理混乱等诸多问题，因此，本条文分区计量管理应从规划、设计、平台选择、招标采购、建设、验收、维护、应用、漏损治理、数据分析等方面制定详实的实施方案、配套的制度、流程和验收标准。

4.1.3 既然计量区域属于一个庞大的工程项目，就应按项目管理机制要运行，成了项目管理机构，明确决策层、管理层和执行的责任、分工，保障项目顺利实施。由于，计量区域的建设涉及到供水单位规划建设、设计、施工、管网、信息、营业等多个部门，前期参与的程度不同，甚至根本未参与，导致后期验收，运维出现诸多问题。本条文规定供水单位应保障各部门从前期规划设计到后期竣工验收全程参与计量区域建设与运维。

4.1.4 计量区域进出口数量多少取决于规划设计的科学性，水力模型分析的精准性。从分区管理、漏损控制和计量误差传递理论考虑，计量区域的进出口数量越少计量精准性和可靠性越高，并减少流量监测设备的购置、安装、维护费用。因此，本条文规定计量区域应尽量减少进出口数量。

4.1.6 分区管理的基础是体系，而体系又是计量分区的正常运行的基础，缺少漏控体系的支撑，分区管理只能是空中楼阁。之所以，已建分区计量的供水单位未将系统平台应用好，管理好，根源就是缺少漏控体系的支撑。因此，本条文规定供水单位应根据分区计量漏损治理的需求，建立实用、实操性的漏控体系，切不可盲目照搬，避免体系与现状水土不服。漏控体系建设应包括组织体系，职责与分工，制度、流程、机制等运营体系、指标体系以及数据应用体系等。

4.1.7 分区计量管理平台是计量分区的关键要素和核心，是展示各种流量监测设备信息、状态，分析各种数据的重要工具。因此，本条文规定供水单位应建设分区计量管理平台。

4.1.9 GIS 和详实的管网图纸是计量分区的基础，当管网基础不能满足计量分区要求时，应先开展管网探测和测量工作，健全和完善 GIS 数据，再进行计量分区。因此，本条文规定开展管线探测和测量工

作，健全和完善 GIS 数据。

4.1.11 为满足分区产销差率统计、核定、分区考核、责任到区的计量分区漏损控制模式，本条文规定分区计量建成后，应根据计量区域的边界和范围，水的流向，及时调整抄表区册、抄表线路，构建计量区域流量监测设备与区域用户的对应关系。

4.1.12 监测与分析计量区域分流量变化和规律，评估计量区域的管网漏失的增量与存量，并最小夜间流量平衡模型，量化计量区域的管网漏失量，再根据产销差与管网漏失量的关系，评估各分区管网漏损率和漏损原因，研究各分区漏损治理模式即根据各区漏损原因采用适合治理模式。因此。本条文规定从降低管网漏失角度应建立以降低最小夜间流量为目标的管网漏失控制模式。

4.2 计量区域的尺寸

4.2.1 计量区域尺寸大小应基于建设与运维成本的成本效益比，应与漏损治理的目标捆绑挂钩，而不是为了计量分区而计量分区。因此，本条文规定计量区域尺寸大小应基于经济性原则。

4.2.2 计量分区尺寸大小应结合管网布局、基础设施的条件，尽量减少改变水力条件和供水现状，灵活划分区域，不可盲目划分。计量分区尺寸大小应基于漏损治理的经济性、维护的便捷性原则。因此，本条文规定先以加压泵站供水范围、自然边界清晰的区域、建筑小区可先行分区，再对复杂管网研究分区。

4.3 分区计量仪表

4.3.1 分区计量仪表选型取决于现场安装条件、峰谷流速以及流量特性、精度的要求，本条文规定供水单位应按照计量精度、特性、通信方式等合理选配与调整计量表具。

4.3.3 基于新建管网安装的便利性和管道式流量计的计量精度的准确性和可靠性，本条文规定在经济条件允许的前提下，应选择管道式流量计作为计量区域进、出口流量监测设备，以满足计量区域精准计量的要求。

4.4 分区计量管理平台

4.4.2 为了便于统计、分析各计量区域、DMA 小区漏点类型、次数及漏量大小，评估单位管长的泄漏次数，本条文规定分区计量管理平台 应具备各种类型漏点的展示功能，以满足检漏人员统计分析。

4.4.3 为了让检漏人员减少查询、搜索、分析每个 DMA 小区的最小流量的工作，本条文规定应结合 DMA 的规模、户数、管长等因素设置报警阈值，当最小夜间流量达到报警值系统应具备实时报警功能。通常报警阈值以户均夜间最小流量更为合理。

4.4.4 由于，分区不是单级分区，而 1+N+N 的多级分区嵌套模式，且各区户数、用户类型、管道长度、

人口结构、富裕程度、消费习惯不同，各区的最小流量、产销差率各不相同，为了满足检漏人员快速找到漏算严重的区域，本条文规定分区计量系统应在同级基础上，应具备报警阈值指标自动排序功能（如户均最小夜间流量、单位管长最小夜间流量、最小流量百分比及产销差率），以满足检漏人员直接找到泄漏问题严重的区域。

4.4.5 为满足漏损控制的要求，减少人工分析的工作量，本条文规定分区计量平台应具备本级、同级计量区域在线与离线数据的分析功能，满足计量区域之间数据对标分析，又满足计量区域内最小夜间流量、产销差数据等分析功能。

4.4.6 为减少传统计量区域泄漏量计算周期、算法上差异，确保计量区域泄漏量计算更贴近实际，真实体现泄漏量对产销差率的贡献。因此，本条文规定分区计量平台建成后，在功能模块上应建立日、月、年泄漏算法和模型，包括白天到夜间的时间因子，确保泄漏量计算统计贴近实际泄漏量。

4.4.7 为满足分区计量能够自动计算各级分区的产销差率，本条文规定分区计量系统功能模块应具备从营业收费系统自动获取抄表总水量以及每户抄表水量数据，以满足计算、分析各区产销差率，又可以通过对每户抄表数量分析、检查每户抄表水量异常数据。及时修正产销差率。

4.4.9 由于，外界电磁信号的干扰，经常发生数据中断、阻塞的情况；同样，电池电量会气候、温度及湿度、发射频率的影响，经常发生电量不足的情况。因此，本条文规定一旦这些情况发生，分区计量系统应及时发出报警信息，让分区管理人员及时了解和掌握报警的原因，及时处置保障分区计量系统正常运行。

4.4.10 夜间最小流量是计量区域夜间最小供水量，其由夜间消费水量、净夜间最小流量、水箱（池）补水量以及背景漏失等构成。鉴于，计量区域户数、用水性质、流量监测，构成相当复杂。仅以最小夜间流量排序作为计量区域检漏探测的次序，存在诸多的问题。因此。本条文规定通过最小夜间流量构建模型、分析和评估计量区域的最小泄漏水平作为区域探测的排序的依据。

4.5 计量区域漏损控制

4.5.1 本条文规定分区计量漏损控制应符合《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159 和《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207 的规定。

4.5.2 为满足计量区域分区管理的分区设定指标、分区考核的需要，本条文规定供水单位应根据计量区域管材、埋深等因素的影响，配备最适合的检漏工具和设备，尤其是可检测非金属管道的塑料管相关仪、管线成像仪，以满足分区漏损控制的需求。

4.5.2 多进口、多出口的计量区域应梳理进、出口流量计的逻辑关系、建立水量平衡模型，核定分区供水量。供水量核定清楚了，才能满足计量区域产销差率核定要求。另外，为更准确分析和评估计量区

域各级的管网漏失，供水单位根据远传流量监测设备和信息化程度，逐步建立多级最小流量联动分析机制，分析和评估主干、分支管的管网漏失评估。

4.5.3 为了准确计算和核定多进、出口计量区域供水量核定要求，本条文规定对于多进多出口的计量区域，应先梳理进出口的逻辑关系，然后构建计量区域供水量计算模型和算法，计算计量区域的供水量，确保数据的可靠性。计量区域的大用户、DMA 远传健全和完善的，应通过多级最小流量联动分析机制，评估各层级的管网漏失量。

4.5.4 为规范计量区域与总产销差数据的一致性，减少时间错位损失，本条文规定计量区域建设完毕后，应统一总供水量与计量区域的供水量，总售水量与计量区域售水量的采集时间，以满足核定总产销差率、各区的产销差率的要求。保障产销差率的可靠性。

4.5.5 为有序、科学、系统地推进各区的漏损控制工作，统筹各区漏控工作任务和目标，实时跟踪各区的漏控工作落实与执行程度。本条文规定供水单位应建立大数据分析为核心的驱动机制，通过分析、派单、跟踪、监督、落实、执行与反馈形成对漏损控制的闭环。

4.5.6 由于计量区域面积大、户数多，且用水性质、类型多，但靠最小夜间流量分析评估计量区域的最小泄漏水平很难判断其合理性。因此，本条文规定应通过健全和完善计量区域内大用户、泵站、DMA 小区的流量监测设备的远传功能，梳理计量区域内的拓扑关系、采集大用户、DMA 小区的最小夜间流量，建立最小夜间流量的分析模型，对计量区域夜间消费水量、净夜间最小流量进行评估，量化各区域的泄漏水平。由于，计量区域内流量监测设备类型、精度差异性，在评估和量化各区泄漏水平时应充分考虑计量误差产生的计量损失对评估结论的影响。

4.5.7 由于流量监测设备的计量误差随流量变化而动态变化，而非静态和固定的计量误差。因此。本条文规定应结合实时的流量数据占特定时间总流量的权重与监测设备性能参数所对应的计量误差区域，利用称重法计算和评估计量误差。根据计量误差的评估结论，建立动态流量监测设备更换机制，确保计量的准确。

4.5.8 为了查清各计量区域漏损，评估各计量区域漏损率构成，本条文规定应根据《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 规定开展水量平衡分析，诊断评估各计量区域的漏损原因。鉴于 CJJ92 水量平衡的逻辑性，可结合 IWA 水量平衡同步诊断评估，相互验证、校核评估结论。

4.5.9 因受到基础条件、资金、预算及时间限制的，供水单位不可能一年内解决所有的问题，完成所有的漏损治理任务。因此，本条文规定应按管网漏失的严重，资金预算，轻重缓急，分批次、分阶段落实和执行不同策略。

4.5.10 为了有的放矢、针对性制定漏损控制策略和措施，本条文规定供水单位应利用水量平衡表格，逐级建立算法和模型，量化和评估管网漏失、计量损失、其他损失水量的构成，分析漏损产生的原因，

然后有的放矢的制定漏损控制策略和措施。

4.5.11 计量区域的管网复杂性、管材的差异性，单一的漏损控制方法很难解决各计量区域管网漏失问题，因此，本条文规定应根据各计量区域环境和工况差异，分类选择对应的漏损控制方法。

5 GIS 建设

5.1 一般规定

5.1.1 GIS 建设首先需要做好统筹规划、顶层设计，要站在全局的高度，明确 GIS 建设的目标、任务、技术路线以及数据标准，确保 GIS 能够全面支撑分区计量工作的各个环节。管线探查与坐标点采集测量是 GIS 数据建设的第一步，也是构建动态闭环管理体系的基石。GIS 数据的录入、编辑、上图是将管网信息转化为可视化图形的过程，也是构建动态闭环管理体系的关键环节。GIS 数据的更新、维护与应用是构建动态闭环管理体系的核心，通过持续的数据更新和维护，确保 GIS 能够实时反映管网的实际运行状态；通过广泛的应用，实现分区计量技术的落地和深化。

5.1.2 GIS 架构设计要采用最新的技术框架和算法，如云计算、大数据、人工智能等，以提升系统的处理能力和智能化水平。例如，通过云计算技术，可以实现 GIS 数据的分布式存储和计算，提高数据处理的效率和安全性；通过大数据技术，可以对海量的供水数据进行深度挖掘和分析，发现潜在的漏损规律和趋势；通过人工智能技术，可以实现自动化的漏损检测和预警，减少人工干预和误报率。同时，GIS 架构设计应充分考虑系统的容错性、冗余性和恢复能力。例如，采用双机热备、负载均衡等技术手段，确保系统在单点故障时仍能继续工作；建立完善的数据备份和恢复机制，防止数据丢失或损坏。

5.1.3 GIS 不仅要独立运行，还要与其他供水信息系统实现无缝集成和综合展示。这一要求旨在打破信息孤岛，实现数据共享和协同工作，从而提高管理效率和决策水平。通过“一张图”，可以直观地看到整个区域的供水状况，包括各分区的用水量、漏损率、水压分布等关键指标。这种直观的展示方式不仅便于快速了解供水状况，还便于进行跨部门、跨区域的协同工作和决策制定。为了实现这一目标，GIS 应采用先进的可视化技术和交互设计，如三维建模、动态渲染、虚拟现实等，使“一张图”更加生动、直观和易用。通过 GIS 的数据采集、处理和分析功能，可以为分区计量提供准确、及时和全面的数据支持，为漏损控制、管网优化等提供科学依据。

5.1.4 面对复杂的城镇供水管网，数据量之大、数据类型之多，都超出了传统管理手段所能承受的范围。GIS 通过采用先进的数据库技术和空间索引算法，实现了对海量数据的快速存储、检索和处理。另外，数据的准确性和时效性至关重要，一旦数据出现滞后或错误，就可能导致管理决策失误，进而造成不必要的经济损失和社会影响。因此，GIS 的动态更新特性成为分区计量漏损控制中的另一项关键要求。同时，GIS 的可视化展示功能是其区别于其他数据管理系统的重要特征之一，通过直观的图形、图像和

动画等方式，GIS 能够将复杂的管网信息转化为易于理解和分析的视觉形式。

5.1.6 精确的 GIS 数据是实现区域精准计量、快速定位漏损点、优化资源配置的前提。检验 GIS 数据的可靠性和准确性不应仅仅停留在理论层面，而应紧密结合日常漏损治理、抢修停水和施工作业等实际操作，通过实践来验证和完善 GIS 数据，使其更加贴近实际，更具指导意义，并结合先进技术手段、人员培训与管理以及数据共享与协同机制的建立不断提升 GIS 数据的准确性和可靠性。

5.1.7 GIS 存储着大量的供水管网数据，包括管道布局、用户信息、流量数据等，这些数据一旦泄露或被恶意篡改，将对供水安全和社会稳定造成影响。所以，应严格遵守国家和地方关于信息安全的法律法规，包括但不限于《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等，确保 GIS 的合法合规运行。

5.1.8 GIS 与物联网的融合实现了对各分区流量数据的实时监控和分析，系统通过对比理论最小流量与实际测量值，判断分区内是否存在异常漏损情况，实时监测和预警机制，大大提高了供水企业的运营效率和漏损控制水平。数字孪生技术能够构建供水管网的虚拟模型，模拟不同管理决策和操作情景，帮助评估不同方案的效果，降低试错成本。分区计量技术、GIS、物联网和数字孪生等新技术的融合应用，不仅提高了供水企业的运营效率和漏损控制水平，还为智慧水务的发展奠定了坚实的基础。

5.2 数据普查

5.2.1 GIS 数据普查作为构建分区的基础性工作，尽可能的覆盖供水管网的所有物理组成部分，数据完整性越高，则数据的精度与时效性越高，为后续的分析、决策提供坚实的数据支撑。

5.2.2 GIS 数据普查的内容应全面而细致，涵盖以下关键维度：

a) 地理位置是 GIS 数据的基础，决定了供水管网中各设施的空间分布。通过准确的地理位置信息，可以迅速定位到具体的供水设施，为后续的维护、检修和漏损排查提供便利。此外，地理位置信息还能帮助分析不同区域的水量需求、压力变化等，为 DMA 区域的划分和优化提供依据；

b) 规格型号反映了供水设施的物理特性和技术参数，如管道的直径、壁厚、连接方式等。这些信息对于评估设施的承载能力、预测使用寿命以及制定针对性的维护策略至关重要。例如，对于老旧或规格不符的管道，可以优先纳入改造计划，以减少漏损风险；

c) 材质是决定供水设施耐久性和耐腐蚀性的关键因素。不同材质的管道和阀门在应对水质变化、外部环境侵蚀等方面表现出不同的性能。通过 GIS 数据普查，可以全面了解供水管网的材质构成，为材质升级和更换提供数据支持。同时，对于已知存在材质缺陷的设施，可以加强监测和维护，防止漏损事故的发生；

d) 安装时间记录了供水设施的建设历程，是评估设施老化程度、预测潜在风险的重要依据。随着

时间的推移,设施的性能会逐渐下降,漏损风险增加。通过 GIS 数据普查,可以掌握各设施的安装时间,结合其材质、规格等信息,制定合理的维护计划和更换策略。对于即将达到或已超过设计寿命的设施,应优先进行检修或更换,确保供水管网的安全稳定运行;

e) 维护记录是反映供水设施历史运行状态和维护情况的重要信息。它记录了设施的检修时间、维修内容、更换部件等信息,为后续的维护决策提供参考。通过 GIS 平台,可以实现对维护记录的快速查询和统计分析,帮助管理人员及时发现设施维护中的薄弱环节和潜在问题;

f) 运行状态是供水设施当前工作情况的直接反映,包括压力、流量、水质等实时监测数据。这些数据对于及时发现和定位漏损点、调整供水策略具有重要意义。通过 GIS 平台,可以将实时监测数据与地理位置、规格型号等信息相结合,实现供水管网的动态管理和智能调度。例如,当某个 DMA 的流量异常波动时,可以迅速定位到相关设施,并采取相应的措施进行排查和处理。

5.2.3 供水管网通常覆盖广泛,地形复杂,管网布局错综复杂,使得数据收集难度大增;另外,管网数据随时间不断更新,历史数据与现状数据之间可能存在较大差异,数据一致性与准确性难以保证。因此,在 GIS 数据普查中,现场勘查、无人机航拍、卫星遥感影像解译和现有资料整理与校验等多种技术手段各有优劣,单一手段难以满足数据普查的全面性和准确性要求,需要将这些技术手段进行有机融合,形成一套完整、高效的数据普查体系。

5.2.5 建立一套严格的质量控制体系,对于确保 GIS 数据普查的准确性和完整性至关重要。它不仅能够提高数据质量,为分区计量提供可靠依据,还能有效减少因数据错误导致的漏损控制失效和资源浪费。构建一个有效的 GIS 数据普查质量控制体系,需要从组织架构、流程管理、技术手段和人员培训等多个方面入手。

5.3 地下管线测量

5.3.2 通过控制测量、地下管线点测量、地下管线竣工测量以及测量成果的检查等环节的实施,能够获取准确、完整的管线信息。控制测量,作为地下管线测量的基础,通过建立一系列控制点,形成控制网,为后续的管线点测量提供准确的参考基准,控制测量的要求尤为严格。地下管线点测量,是 GIS 在地下管线测量中的核心环节,通过对管线特征点的精确测定,构建出管线的空间形态。地下管线竣工测量,是在管线施工完成后进行的一项关键测量工作,不仅能够验证施工是否符合设计要求,还能为后续的管线维护与管理提供准确的依据。测量成果的检查,是确保地下管线测量数据质量的重要环节,通过对测量数据的复核、比对与分析,及时发现并纠正错误,提高测量成果的准确性。

5.3.4 GIS 不仅负责绘制供水管网的电子地图,更承担着数据分析、漏损预警等多重任务。而这一切功能的实现,都建立在地下管线测量的高精度基础之上。一旦测量误差超出允许范围,将直接导致管网

布局图的失真，进而影响漏损监测的准确性、维修效率乃至整个供水系统的稳定性。

5.3.5 在 GIS 的地下管线测量中，平面位置与高程的联测是确保测量精度的核心。平面位置的测量主要关注管线在水平面上的位置信息，包括管线起点、终点、转折点等关键点的坐标，这些坐标信息对于构建管网的空间模型、分析管网布局合理性、定位漏损点等具有重要意义。高程测量则关注管线在垂直方向上的位置信息，即管线点的海拔高度，高程数据的准确性对于分析管网的水力特性、计算水流压力损失、预测管网漏损风险等至关重要。平面位置与高程的联测是指在同一测量过程中，同时获取管线点的平面位置和高程信息，确保两者之间的空间一致性，避免因测量时间差、测量误差等因素导致的空间错位问题。在计算过程中，还需要对测量数据进行处理与质量控制，包括剔除异常数据、修正测量误差、进行精度评估等操作，进一步提高管线点坐标和高程的准确性。

5.3.6 新建地下管线竣工测量应在覆土前进行，是基于确保测量精度和避免后续测量困难的考虑。覆土前，管线暴露在地表，测量人员可以直接、准确地获取管线的位置信息和属性信息，无需担心土壤覆盖带来的遮挡和干扰。此外，覆土前的测量还能及时发现并纠正施工中的偏差，确保管线按照设计图纸准确铺设，减少因施工错误导致的后续维修成本。然而，在实际工程中，由于施工计划调整、天气因素、工期紧张等多种原因，有时难以在覆土前完成全部测量工作。当覆土后需要进行竣工测量时，可以利用原定线的控制点（如已知坐标的导线点、水准点等）进行，这些控制点在施工前已经经过精确测量和校核，具有较高的精度和可靠性。如果原定线控制点因各种原因无法使用，还可以在属于同一控制系统的其他控制点上测量。

5.3.7 随机抽查是一种有效的质量控制手段，它能够在不增加过多工作量的情况下，对测量成果进行全面而客观地评估。选择不少于管线点总数的 10% 作为抽查比例，既保证了检查的全面性，又避免了因抽查比例过低而导致的漏检风险。两级检查制度，即初级检查和复审检查，是数据质量控制中的常见做法，两级检查的比例被设定为 7:3，则在随机抽查的管线点中，有 70% 的管线点将接受初级检查，而剩余的 30% 则接受更为严格的复审检查。这样的比例设置，既保证了检查的覆盖面，又通过复审检查对初级检查的结果进行了有效的验证和补充，从而进一步提升了测量成果的质量。

5.4 数据建库

5.4.2 空间数据库，专注于存储管网设施的空间位置信息，不仅包含了管网设施的物理位置，还通过线条、符号和颜色等视觉元素，直观地展示了管网的拓扑结构、流向以及相邻关系，能够迅速定位到任何一个区域内的管网设施，无论是进行日常维护、故障排查还是应急响应，都能实现“按图索骥”，大大提高工作效率。属性数据库专注于存储管网设施的详细属性信息，这些信息包括但不限于设施的材质、规格、安装日期、生产厂家、维护记录、运行状态等。通过对管网设施属性信息的统计分析，可以及时

发现设施老化、磨损等潜在问题，从而提前制定维护计划，避免故障的发生。属性数据库与空间数据库紧密联动，实现了空间信息与属性信息的无缝对接，当点击“数字地图”上的某个管网设施图标时，其对应的属性信息便会自动弹出，提供全方位、多角度的设施信息展示。

5.4.3 供水管网普查数据来源于多个渠道，包括但不限于现场勘查、历史档案、传感器监测等，这些数据在格式、精度、存储方式等方面存在显著差异。缺乏统一的数据标准，不同部门或系统间的数据难以有效共享和整合，形成信息孤岛。非标准化的数据不仅增加了数据清洗和转换的工作量，还可能因数据不一致导致分析结果的偏差，影响漏损控制的精准度和时效性。因此，对普查数据进行标准化处理，是构建高效、可靠的分区计量系统不可或缺的步骤。

5.4.4 管网设施分类编码是通过对接管中的各种设施（如管道、阀门、泵站、流量计等）进行科学合理的分类，并为每一类设施分配唯一的编码，从而确保数据的唯一性和可识别性。管网设施的分类编码并非随意为之，而是需要参照国家或行业标准进行，可以确保数据在不同系统、不同平台之间的兼容性和互操作性，从而促进数据的流动和共享。

5.4.5 数据复核是确保 GIS 数据准确性的重要手段，由于城镇供水管网是一个动态变化的系统，管网布局、设施状态、用户信息等都会随着时间的推移而发生变化，因此，需定期的进行数据复核。实时录入漏损数据，有助于迅速定位漏损点，采取有效措施进行修复，从而降低漏损率。设施维护记录是反映供水管网设施状态的重要信息，有助于了解设施的运行状况，制定合理的维护计划，延长设施使用寿命。通过定期的数据复核、漏损数据的实时录入与设施维护记录的及时更新，可以确保 GIS 数据的准确性、完整性与时效性。

5.4.6 GIS 数据具有空间分布广、属性信息复杂、更新频率高等特点。数据变更频繁且复杂，比如，供水管道的维修、改造会导致其空间位置和属性信息的改变；实时监测数据的更新则更是实时发生。如果没有有效的数据版本管理机制，一旦数据发生错误或被误修改，将难以追溯和恢复。因此，数据版本管理成为 GIS 数据建库中的一项基本要求。

5.4.7 GIS 数据建库过程中的安全性与保密性，直接关系到整个供水系统的稳定运行和信息安全。数据加密技术通过对原始数据进行特定的算法处理，使其在没有密钥的情况下无法被正常读取或解析，从而有效防止数据泄露。访问控制是通过制定严格的访问策略，可以确保只有授权用户才能访问和操作 GIS 数据，从而有效防止未经授权的访问和数据泄露。备份恢复是在数据遭受破坏或丢失时，通过备份数据的恢复操作，可以最大限度地减少数据损失和系统停机时间。

5.5 软件平台

5.5.1 GIS 作为分区计量的核心支撑，其成熟度和稳定性直接关系到整个系统的运行效率和数据准确

性。一个成熟稳定的 GIS，意味着经过了市场的充分检验，拥有广泛的用户基础和丰富的应用场景，从而能够确保在复杂多变的城镇供水管网环境中稳定运行。虽然成熟稳定的 GIS 提供了强大的基础功能，但每个城镇的供水管网都有其独特的结构和特点。因此，在选择 GIS 后，还需要根据建设方案进行平台定制，以满足城镇供水管网分区计量漏损控制的个性化需求。

5.5.2 软件系统的复杂性日益增加，传统的单体架构已难以满足日益增长的业务需求和技术挑战。SOA 和微服务架构作为两种先进的软件架构模式，逐渐成为行业主流。SOA 和微服务架构都强调服务的独立性和可重用性，使得 GIS 能够轻松地添加新的功能或服务，而无需对现有系统进行大规模的修改。在 SOA 和微服务架构下，GIS 的各个服务可以独立地进行开发和部署，这降低了系统之间的依赖性和耦合度。SOA 和微服务架构使得 GIS 中的每个服务都可以进行独立的测试、监控和故障排查。

5.5.3 城镇供水管网涉及的数据量庞大且复杂，GIS 必须具备处理大规模数据的能力，能高效整合、存储、查询和分析海量数据，为分区提供精准的数据支撑。高可用性确保了在硬件故障或系统升级时，平台能够无缝切换至备用系统，保证服务不中断。容错能力则意味着能够自动识别并纠正数据错误，或者在遇到异常情况时，通过冗余设计保持运行稳定。GIS 宜支持分布式部署，即将数据和计算任务分散到多个节点上，这种部署方式不仅提高了系统的处理能力和响应速度，还便于根据业务需求进行灵活扩展，同时，即使部分节点发生故障，也不会影响整个系统的正常运行，进一步提升了系统的稳定性和可用性。

5.5.4 GIS 支持多种数据源接入，是构建全面、准确信息基础的关键，通过整合管网普查数据、实时监测数据与历史统计数据，GIS 能够提供更全面、准确的信息支持。

5.5.5 高效响应速度不仅是 GIS 的技术指标，更是分区计量技术的关键支撑，要求 GIS 平台在处理海量空间数据、进行复杂空间分析时，能够迅速完成计算，并将结果以直观、易懂的方式呈现给用户，提供及时、准确的决策依据。

5.5.6 高并发访问能力要求 GIS 能够在短时间内处理大量用户的请求，确保每个用户都能获得及时、准确的信息反馈。通过合理的底层架构选择、数据库设计与优化以及网络优化等技术手段，可以实现对高并发访问的有效支持。

5.5.7 供水管理从简单的水量监测到复杂的漏损分析，从单一的数据展示到多维度的决策支持，都需要 GIS 能够提供相应的技术支持。而这一切，都离不开 GIS 的可扩展性。一个可扩展性强的 GIS 平台，应当能够随着业务的发展，轻松添加新的功能模块；应当具备强大的数据接口和通信协议支持，能够轻松接入各种型号的硬件设备，实现数据的实时采集和传输。

5.5.8 在传统的城镇供水管理中，数据孤岛现象严重。供水管理系统、自动化监控系统、GIS 等各自运行，数据难以互通有无，这不仅造成了资源的极大浪费，也限制了管理效率的提升。GIS 良好的集成

性，要求 GIS 不仅要能够高效地处理地理空间数据，更要具备强大的接口能力和数据交换机制，确保与供水管理、自动化监控等系统之间的无缝对接。无论是供水量的实时监测、漏损点的快速定位，还是管网维护的精准调度，都能在同一平台上实现，提升了管理效率。

5.6 地图绘制与展示

5.6.1 GIS 地图，作为供水管网的数字化呈现，是对管网实际情况的精准捕捉。需要深入现场，对每一条管道、每一个阀门、每一个节点进行实地勘查与测量，只有这样，GIS 地图才能成为供水管网的“数字镜像”，真实反映管网的布局、走向和连接关系。同时，还需结合历史数据，对管网进行动态更新，确保地图信息的时效性和准确性。

5.6.2 将实测数据与管网竣工图纸相结合，为 GIS 地图的绘制提供了双重保障。一方面，实测数据确保了地图的实时性与准确性，使 GIS 能够真实反映供水管网的当前状态；另一方面，管网竣工图纸则提供了管网的历史背景与整体框架，有助于理解管网的演变过程与潜在问题。

5.6.3 分区计量漏损控制，首先依赖于对供水管网空间布局的精确掌握。GIS 通过整合各类地理空间数据，如管道走向、阀门位置、泵站分布等，能够生成直观的管网地图。然而，若地图绘制精度不足，将直接导致后续分区划分、水量监测及漏损定位等工作的偏差。管网空间位置误差应不超过管道实际长度的 3%，这一标准的设定，是基于对供水管网复杂性的充分考虑，以及对漏损控制精度的实际需求。一方面，供水管网往往错综复杂，涉及多种管径、材质及埋设深度，高精度绘制有助于准确反映这些细微差异；另一方面，漏损控制需要精确到具体的管道段或节点，以便及时发现并修复漏点。

5.6.4 比例尺决定了地图上所展示信息的详细程度与范围广度。在 GIS 地图的绘制中，比例尺的选择直接关系到能否准确、高效地获取所需信息。对于大型城市的供水管网而言，其规模庞大、结构复杂，涉及众多泵站、阀门、管网节点以及用户端，如果采用较大的比例尺进行地图绘制，不仅会导致地图过于烦琐、难以阅读，还可能因为信息过载而掩盖了管网运行的整体规律与潜在问题，因此，对于大型城市供水管网，宜采用较小的比例尺（如 1:10000 或更小）进行绘制。小型区域或重点监测区域（如老旧小区、工业园区等）的管网规模较小，但往往面临着更为复杂的管网布局与更高的漏损风险，如果仍然采用较小的比例尺进行地图绘制，则可能因信息过于简略而遗漏重要的细节信息，因此，宜采用较大的比例尺（如 1:500 或 1:1000）进行绘制。虽然上述比例尺选择原则为 GIS 地图绘制提供了基本框架，但在实际应用中仍需灵活应变、因地制宜。

5.6.5 图层划分的目的，就是让每一类数据都能在属于自己的图层上清晰展现。通过 GIS 的图层管理功能，可以将管网数据细分为主干管、支管、用户接入管等不同层级；将漏损信息按照时间、类型（如突发性漏损、持续性漏损）、严重程度等维度进行分类；同时，还可以加入阀门、消火栓、水质监测点

等基础设施图层，以及地形地貌、行政区划等背景信息图层。这样的划分，使得每一层数据既独立又相互关联，构建起一个完整、清晰、可交互的供水管网信息。

5.6.6 当每个图层被赋予了独特的颜色时，整个系统直观区分，一目了然。不同功能的管道或边界线通过不同的线型加以区分，例如，实线可能代表永久性管道，而虚线则可能用于表示临时性连接或维修区域。不同的填充样式可以用来区分不同的水质区域、压力等级或是漏损风险等级，例如，通过渐变填充可以直观地展示水质从优到劣的变化趋势；而图案填充则可能用于标识那些历史漏损频发的高风险区域。

5.6.7 用户可能需要根据不同的分析需求，聚焦于管网的不同方面。例如，在进行漏损区域定位时，可能需要重点关注压力监测点和流量监测点的数据；而在进行管网维护规划时，则更关心管道的材质、使用年限及历史维修记录等信息。图层控制功能允许用户根据当前任务或分析目标，灵活选择并展示相关图层，从而有效过滤掉无关信息，使关键数据一目了然。这一功能不仅提高了信息处理的效率，还降低了误判和遗漏的风险。

5.6.8 根据行业标准，GIS 地图中的管道应采用颜色与线型双重编码策略。例如，金属管道可以用深灰色或蓝色实线表示；而塑料管道则可选择鲜艳的绿色或橙色虚线。阀门，作为控制水流的关键部件，可采用简洁的“T”形或“+”形图标，颜色上应与管道形成对比，如使用红色或黄色，以突出其重要性；水表，作为计量用水量的工具，则可以用一个小型表盘图标表示，表盘上的指针或数字直观展示了水量信息。漏损点应采用醒目的符号标记，如红色三角形或带有“X”标记的圆圈，标记还需附带漏损程度（如轻微、中度、严重）和发现时间等详细信息。

5.6.9 地图的交互性使得用户能够根据自己的需求，灵活调整地图的显示范围和视角，从而更直观地理解供水管网的布局、分区的划分以及潜在的漏损区域。地图的缩放功能允许用户，在放大状态下，可以仔细观察管网的具体走向、阀门位置以及可能的漏损点；而在缩小状态下，则能全局把握分区的布局，了解各区域之间的关联与影响。地图的平移功能允许用户在不改变地图缩放比例的情况下，自由移动地图的显示区域。通过旋转地图，可以从不同的角度观察供水管网的布局和走向，有助于更深入地理解管网的空间结构。

5.6.10 用户可以通过输入关键词（如管道编号、阀门名称等），或者利用空间位置（如点击地图上的某个点、选择某个区域等）来查询管网数据，提高了信息检索的效率和便捷性。当用户查询到某个管网区域或某个具体管点时，GIS 能够立即在地图上高亮显示该区域或管点，并通过颜色、图标等视觉元素来反映其状态（如正常、漏损、维修中等），图形化的展示方式，使得用户可以一目了然地了解管网的整体状况，及时发现并定位潜在的漏损问题。当用户点击某个高亮显示的区域或管点时，系统能够弹出包含该区域或管点所有相关信息的窗口，如管道材质、使用年限、历史漏损记录、维修记录等。

6 供水管网水力模型的建立

6.1 一般规定

6.1.1 供水管网信息化系统主要包括 GIS、SCADA、营业收费、客服热线和管网模型等系统，其中，GIS、SCADA、营业收费等系统是建立管网模型系统的基础。供水单位根据信息化基础条件和应用需求，遵循先易后难的原则循序渐进建设管网模型。

6.1.2 本条给出了供水管网水力模型构建的步骤：数据收集与质量评估、数据批量处理与输入、拓扑结构复核与数据核定、水量（流量）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 管网模型参数测定包括典型用户用水模式、水泵特性曲线、监测点高程、余氯衰减系数、管道摩阻系数、干管关键阀门开启度对应的局部阻力系数等。如现有参数精度满足要求，可不进行测定。测定水泵特性曲线时，不同应用要求的测定参数不同，对于管网调度优化应用的水力建模，应测定各水泵的轴功率曲线，推算水泵的效率曲线。管道摩阻系数受管道敷设年代、管材、管径、防腐涂层类型、管道水流流速等多种因素的影响，一般来说，管道内壁越光滑，摩阻系数 C 值越大，反之则越小。

6.1.4 模型校核是模型应用的基础，应采用多种工况的实测数据（节点压力、管段流量）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（节点流量、管道摩阻系数），使校核点压力、流量等实测值与模拟值的误差维持在一个可接受范围内的过程。

6.2 模型构建

6.2.1 管网拓扑结构及属性数据一般来源于管网 GIS。构建模型时，宜利用模型软件中的各有关工具，核实、补充和完善管网拓扑结构及属性数据。

6.2.2~6.2.4 给出了初始水量分配（初始节点流量分配）的方法。

6.2.5 给出了管道初始摩阻系数的确定方法。

6.2.6 给出了泵站中水泵特性曲线的测定方法。

6.2.7 节点高程一般来源于管网 GIS 系统，或可依据城市高程系统进行插值计算生成节点高程数据，或通过数字高程模型自动生成节点高程数据。

6.2.8 对连续时段进行仿真模拟的管网动态模型，常用于供水管网运行状态估计、优化调度等，根据状态估计、优化调度的要求，模型的时间步长一般在 5min~15min 范围；对于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，延迟时间一般在 5min 以内，因此实时模型的时间步长不应大于 5min。

6.3 模型校核

6.3.2 《城镇供水管网模型构建与应用技术规程》T/CUWA 20059 的规定：

- a) 供水量 100 万 m³/d 以上规模的管网宜取 100 个以上的节点进行压力校核；
- b) 供水量 50 万 m³/d~100 万 m³/d 规模的管网宜取 50 个以上的节点进行压力校核；
- c) 供水量 50 万 m³/d 以下规模的管网宜取 30 个以上的节点进行压力校核。

6.3.7 《室外给水设计标准》GB50013-2018 第 7.1.10 条规定：配水管网应按最高日最高时供水量及设计水压进行水力计算，并按下列 3 种设计工况校核：

- a) 消防时的流量和水压要求；
- b) 最大转输时的流量和水压要求；
- c) 最不利管段发生故障时的事故用水量和水压要求。

7 计量区域的建立

7.1 计量区域的分级与划分

7.1.1~7.1.4 分区级别应根据供水单位的管理层级及范围确定。分区级别越多，管网管理越精细，但成本也越高。一般情况下，计量区域宜分为三级：一级（最高一级）、二级（中间级）、三级（最低一级）。

一级（最高一级）分区宜为各供水营业或管网分公司管理区域，主要从管理的角度出发，以原有的城市供水自然经营区域、行政区域、管网结构为基础，结合地形、地貌等地理条件，在水厂出口（入网点）、营业管理区之间设立计量点，加装计量设备核算各区域水量，将整个供水区域分成若干个区域计量区。

二级（中间级）分区宜为营业管理区内或区域加压泵站供水范围分区，且可根据需要进一步细分。三级（最低一级）分区宜为独立计量区（即 DMA）。一级（最高一级）和二级（中间级）分区为区域计量区，注重管理上的分区；三级（最低一级）分区侧重于实际漏损的控制。

7.1.5 影响供水管网计量区域划分的因素包括行政区划、自然条件、管网运行特征、供水管理需求等，应予综合考虑并遵循下列原则：

- a) 关闭边界阀门，会对计量区域内的管网水力条件、管网水质产生一定的负面影响；因此计量区域之间的连接管段宜以安装流量计量设备为主、以关闭阀门为辅；
- b) 利用供水管网内的天然屏障和城市建设中形成的人为界限作为分区的主要边界，可以减少流量计安装数量并方便施工；
- c) 减少管网改造，可保证供水管网的完整性和自然边界；
- d) 关闭边界阀门，对计量区域内的管网水力条件、管网水质都有一定的负面影响，减少关闭阀门

的数量，既可降低这些影响，又能减少投资；

e) 二级（中间级）分区各区域内涉及的供水面积、供水管网长度、服务用户数等相对平均时，便于分区后的供水管理和服

f) 进水口数量少，既便于分区管理，又可减少投资费用；

g) 将管网中由增压泵站供水的区域划分为独立的计量区域，可避免增压区域和非增压区域的相互交叉，便于管理和计量。

h) 在各计量区域之间的连接管段上，可通过安装计量设备、或设置阀门并关闭、或拆除连接管等方式形成封闭区域。

7.2 分区计量管理实施路线

7.2.1~7.2.4 供水单位一般按照分区计量管理的基本原则，在供水管网现状调查与评估的基础上，结合供水管理机制，选择技术可行、经济合理的分区计量管理实施路线。自上而下和自下而上的分区路线各有优势，互为补充。供水单位可根据供水格局、供水管网特征、运行状态、漏损控制现状、管理机制等实际情况合理选择，也可以根据具体情况采用两者相结合的路线。通常，基础资料较完善的管网、拓扑关系简单的管网、以输配水干线漏损为主的管网、新建供水采用自上而下的分区路线，逐级细化；而基础资料不完善的管网、拓扑关系复杂的管网、以配水支线漏损为主的管网、老旧管网选择自下而上的实施路线，方便实施，利于更快实现漏损控制。

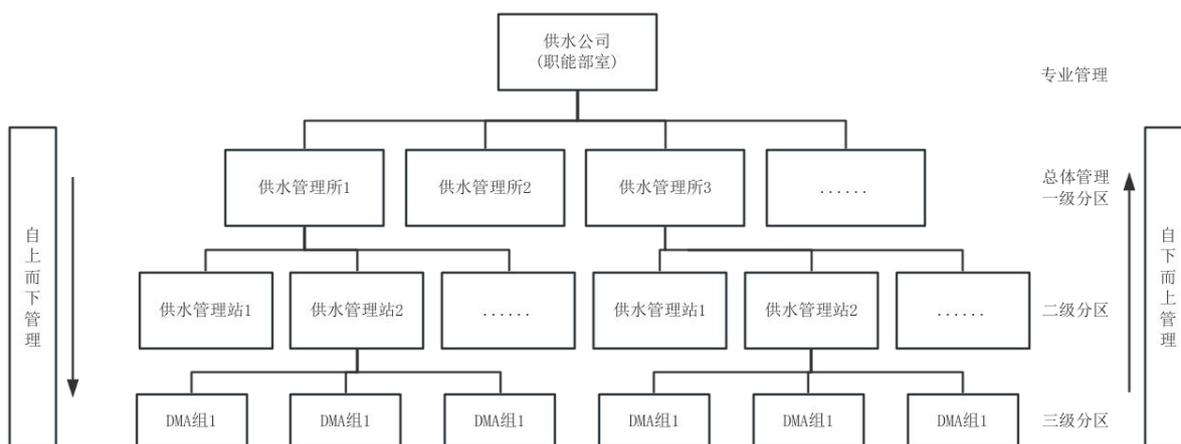


图 1

7.3 分区计量管理的流程

7.3.1~7.3.4 分区计量管理应由城镇供水主管部门和供水单位共同完成。城镇供水主管部门是落实管网漏损控制目标的责任主体，应加强对漏损控制的指导和监管，积极推行管网分区计量管理，强化部门

协作，建立激励机制，鼓励多渠道融资，强化监督考核。

应根据辖区内漏损控制目标和水质保障现状，确定分区计量管理目标，协调相关部门，为分区计量相关工作实施提供保障，同时符合《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92、《生活饮用水卫生标准》GB 5749、《城镇给水排水技术规范》GB 50788 等规定，对辖区内供水管网漏损、水质、水压等进行监督和考核。

供水单位作为具体实施责任主体，应建立精准、高效、安全的管网控漏长效管理机制，将管网分区计量与收费管理相结合，实行供水管网分级分区管理，科学分析漏损构成和空间分布，合理采取检漏控漏措施，有效降低管网漏损。应在供水管网现状调查评估的基础上，根据供水管网漏损管控要求，依据相关规范和标准因地制宜编制分区计量管理实施方案，组织分区计量管理项目实施和验收。

供水单位在分区计量管理实施过程中，应当按照有关规定将相关运维数据上报城镇供水主管部门，并定期进行成效评估，建立分区计量长效管理机制。

7.4 计量区域规划设计

7.4.1 每个地区依据自己的经济实力和技术力量，都有自己相应的管网经济漏损水平的标准，每个计量区域也可能因为区域内的管道新旧、管材等情况的不同而使漏损控制的目标不同。漏损控制目标越高，需要付出的检测设备和人力费用等就越高，可能会超出降漏带来的水费收益，这些都将决定未来的漏损控制方法的类型、计量区域的数量和大小以及供水企业的人事政策等等。因此，供水单位应依据自身的经济实力和技术力量，结合供水管网漏损现状制定漏损控制目标，以此作为计量区域规划设计的依据。

7.4.2 明确了分区规划设计的内容：供水分区级别确定、边界划分、计量与其他监测设备数量及安装地点、电力供应解决方式、环境安全与水质保障方案、分区计量管理平台设计以及运维管理体系构建以及相关管理措施等。

7.4.3 供水管网信息化系统主要包括 GIS、SCADA、营业收费、客服热线和管网模型等系统，其中，GIS 是其他信息系统的基础。水力模型可以指导计量区域的划分、验证边界关阀方案、提供压力管理建议。因此，宜以供水管网 GIS 为基础，利用管网水力模型技术，结合旧城改造、老旧小区改造、棚户区改造、二次供水设施改造等，因地制宜科学制定供水管网分区计量的规划。

7.4.7 分区规划后的管网，会关闭各区域间的边界阀门，会对计量区域的管网水力条件、管网水质产生影响，因此应利用管网水力模型对分区规划后的管网进行压力、流量、流速、水龄进行模拟，以确保计量区域建立后管网中压力、流速和水质满足要求。

7.5 既有管网计量区域的建立

7.5.1 供水管网现状调查与评估是确定分区计量管理实施路线、制定实施方案的工作基础，主要包括

供水格局、管网特征、运行状态、漏损现状等评估内容。a) 供水格局主要包括：水厂位置、供水方式、供水范围、供水规模、二次供水、地形地势等。 b) 管网特征主要包括：管网拓扑结构、管网材质、铺设年代、管径和空间分布以及管网地理信息系统（GIS）等。 c) 管网运行状态主要包括：流速、流向、水压和用户用水量空间分布等。 d) 漏损现状主要包括：管网漏损率、管道漏点监测、漏损控制技术应用现状和相应管理措施等。

7.5.2

1 利用现有的实践经验和管网的实际情况，研究该区域，以确定有潜在问题的区域作为重点需要解决的区域，比如：低压区、大型用户和敏感用户（如铁路车站、医院等等）。这两者都有可能因为流量计的安装或阀门的关闭和供水方向的改变而导致不利影响的出现。

远离主干管的大型用户应从计量区域设立中排除，使其直接从供水管网供水。

敏感用户（如医院）通常应该是由环状供水以保证供应可靠性，并应在边界阀门处采用开关灵活的阀门，以保证在主要进水不足时能及时供水。

2 划分时对于初步审查发现的问题，如果规划计量区域内部管线不完整，或者关闭现有阀门不能使计量区域内管线独立于市政管网以外，则不能实现计量区域的功能，需通过安装新管段或新阀门来解决。此时应及时与城镇供水行业主管部门及供水企业沟通，讨论是否需要重新设计，并对现有规划中可能出现的问题进行预警。

后续工作中诸多不确定因素的存在，都有可能使计量区域的变动甚至重新划分，从而使新阀门和新管段失效，浪费人力物力。为了避免这种情况发生，在计量区域分区规划阶段就应尽可能避免安装新阀门和新管段；若不能避免，则应尽量设口径较小的阀门和管段，在满足计量区域管线内部连贯和外部独立的基础上，减少经济投入。若要对“主干系统”（通常包括大直径，主管）进行重新设计，应尽可能通过主干从最短路径供给到计量区域进水口。但是，由于成本高昂和对基础设施的影响，设计阶段应尽可能利用既有管网结构。若确实考虑要更换主干管，设计应充分利用现有基础设施，尽量减少新的挖掘，或考虑替代管道路线，以最大限度地降低成本和中断供水服务。

3 确定临时计量区域的边界：根据 GIS 获得的管网、道路、河流等数据信息，综合考虑地区、经济水平等要素，尽量将原有的水力边界作为计量区域边界，初步划分各计量区域，创建 GIS 图层，清楚表达临时计量区域的范围和边界，并标示出因确立边界而新设的阀门位置。

4 临时进水口管线：进水管线应选择水力条件最好的管线作为计量区域的进水口（通常情况下该条件的管线管径较大），尽量让用水大户位于计量区域管网末端。

7.5.3 临时计量区域的基础信息包含计量区域边界阀门和流量计的数量、位置，以及相应区域内用户数、月均用水量和管线长度，并从 GIS 上得到临时计量区域包含的街道和小区名称。

7.5.4 给水管网随着城市发展，可能因道路、电信等施工而改变了原设计给水管的位置，应安排现场考察，审查重要的管道路线，确认施工能力。该现场考察应从水厂或增压泵站开始，并按照规划的管道路线沿线审查，同时应调查考虑的任何替代路线。额外可能需要的信息包括：调查阀门/水表井等设施，以确认现有管道的真实位置、与图纸对准情况以及相应条件评估，确认设计中保留管道的剩余资产寿命，调查的主要目标是确认管道路线，以避免在真正安装布置时因实际不符而终止工作。

由于管网错综复杂，存在很多跨越临时计量区域边界的管道。在总体规划下，这些管道留在原地，但因此，有必要调查跨越计量区域边界的管道以确定边界阀的安装位置。

同时对需要新建管道、安装设备的位置现场确认，确认位置合适，符合施工条件，现场应适合安装仪表柜。现场调查的照片记录应纳入计量区域报告与各方进行讨论。

城市给水干管的调查可参考如下方法：

- a) 根据参与过干管施工的员工对管道的了解，核实干管图；
- b) 核实阀门之间的管道（记录容易引起误解的交叉结点处的阀门）；
- c) 使用管道探测仪来核查管道走向。

7.5.5 管网模型模拟是一种相当有效的工具，通过管网模型，可以发现足够流速的可以安装流量计的干管，流量过小、流速不足而不能安装流量计的干管，以及信息不够准确、流速变化过大的干管而不能在计量区域规划初期就决定是否安装流量计。管网模型可以模拟阀门关闭对周围区域的流量和水压的影响，也可以模拟最大用水量和用水量季节性变化的情况，消除临时低流量、低流速可以通过临时关闭阀门来解决。

模型可以客观地分析由于计量区域生成而产生的对管网系统水压的影响。这种分析可用于前述关闭阀门时的流量水平对水压的影响，也可以分析将来某个时间（如夏季，各季节性的用水量）甚至未来水量变化引起的水力变化分析，就可以预见当前计量区域可能不能觉察到的问题。此外，因为水表等仪表安装引起的水头损失也可以通过管网模型分析检测，在压力较高时，这种局部损失会不明显，但是在低压区，这种仪表性的水头损失则不能忽视。

因此对于模型模拟出可能出现供水问题的地方，有必要进行重新规划相关计量区域的区域边界，或相应部分的配水系统重新规划以克服相关问题。

7.5.6 最终的计量区域应该大小适宜，有合理的管线长度及其用户数量；能保证计量区域内管网的完整性和独立性，完整性是指计量区域内管网贯通，通过进水口能保证区域内所有用户的用水；独立性是指通过关闭边界阀门，使计量区域管网独立于外界管网，只有进水口与外界管网联系；边界阀门在较小的计量区域干管上以减少末端的影响，用水大户在临近边界的地方或末端以避免水流停滞时间过长而产生的水质问题；计量区域进水口数量和位置适宜，保证整个区域的供水压力。

7.5.7 在选择流量计安装位置时，应立足于大局，统筹计量区域与主干管，配水干管以及相邻的计量区域之间的关系来确定流量计的安装位置。

7.6 新建管网计量区域的建立

7.6.1 新建管网资料完善、拓扑关系明晰，适合采用自上而下的实施路线，逐级细化分区管理。

7.6.2~7.6.3 新建管网计量区域的建立流程与既有管网方法基本一致，新建管网将规划管网视为已存在对象，按流程进行划分与审查，区别是在需要设置边界阀的地方直接取消该管段的设计，减少不必要的投入。

7.7 监测设备布置

7.7.1 计量区域进、出水管上流量监测设备读数之差就是该区域的水量消耗(用水量和漏损数量之和)，这是水量平衡分析的基础。

7.7.2 计量区域内的二次加压与调蓄设施进、出口安装流量监测设备，既是本区域水量平衡分析的需要，也是各二次加压与调蓄设施评价与分析的基础。

7.7.3 通过 DMA 进口、DMA 内关键位置的压力监测设备，既可实时了解供水管网的压力状况，也可为压力调控提供依据。

7.7.4 依据《湖南省城镇二次供水设施技术标准》(DBJ 43/T353)，二次供水设施应加装水质监测设备，水质监测指标包括浊度、余氯、pH 值、温度。

7.8 封闭性测试

7.8.1 在进行漏损分析之前，必须对各计量区域进行封闭测试，以保证数据的可靠性。因为计量区域建立的基础就是独立每一个区域，封闭测试正是保证这一点，否则实际区域并未闭合，所得到的数据误差将非常大，整个计量区域的系统也失去了意义。必须强调验证计量区域边界封闭性非常重要，因为此后的漏点定位取决于漏水量估算的准确性。

7.8.2 封闭性测试一般采用零压测试、水平衡分析测试两种方式：

a) 零压测试：关闭所有阀门，停止计量区域供水，检查区域内压力是否为零。所有区域边界都应该检查是否紧闭，如果发现阀门有问题，立即更换，重新进行零压测试。

b) 称水平衡分析测试：即在边界阀门关闭后，在一定时间内记录各进水管流量并作水量平衡分析，判断区域是否封闭。

7.8.3 零压测试准备：

a) 在 GIS 中标记好全部的边界阀门，现有压力表，消防栓及自然边界；

- b) 打开所有边界阀门的阀盖，确保没有车辆停放在阀门井及仪表井上方；
- c) 检查边界阀门是否失效；
- d) 计量区域关键位置应有压力表记录压力：计量区域边界阀的两侧及进水口仪表附近。
- e) 测试时间宜为凌晨 1 点~5 点，并通知特殊用户（如医院等）。

零压测试步骤：

- a) 记录区域内的原始压力；
- b) 关闭边界阀门，闭合区域；
- c) 选择消火栓放水计量区域管线内的存水，观察计量区域内压力数值，若水压持续下降且不再升高，则表明边界密闭性良好，如果水压下降后又升高，则可能存在未知连接；
- d) 重新打开进水口，保持计量区域边界阀门处于关闭状态，测试计量区域运行后内部压力是否达到服务标准。运行一段时间后，若没有接到用户对水压水量不足的反应，则认为计量区域运行后能满足水压水量要求。如果不能保证分区后计量区域内的压力，需要立即打开边界阀门，分析压力不足的原因，重新选择进水口甚至修改计量区域规划直至试压成功。

7.8.4 水平衡分析测试时，保证流量监测设备应正常，且统一数据采集时间，以保证流量数据的可靠、可用，并在计算分析计量误差的基础上，通过总分表差验证区域封闭性。总分表差数据为负值，可作为判断区域是否封闭的依据。

8 监测设备选型与安装

8.1 一般规定

8.1.1 监测设备应选择高精度、长期稳定且可靠的测量设备。利用最新技术来降低测量误差，安装时宜进行现场误差校准/监测；不同的应用场景对测量精度有不同的要求，应首先选用高精度、长期稳定的流量监测设备。在管网中大口径流速比较稳定，长期流量变化不是非常高的情况通常选择优于 0.5 级的计量设备，但是在大型社区、医院等末端用户口径大且用水量变化大只能采用量程比高的计量设备。如果需要提高测量精度，可以选择更可靠的电磁水表，可以保证在 5%Q3 流量以下为水表精度，5%Q3 流量以上可保证流量计的测量精度。

8.1.2 监测设备应采取防雷措施，安装防雷保护器或电流浪涌保护器。由于在 DMA 分区计量中所安装的流量计测量点位分布较广，有些非常偏僻或者野外较为雷电高发区，供电的计量设备很容易受到雷击而损坏。

8.1.3 监测设备的通信方式选择应根据实际情况进行合理选择。有线通信：以太网，适合需要高带宽和稳定性的场合，如数据中心等；RS-485/RS-232，适用于短距离设备间的通信，如传感器和控制器。

无线通信：LoRa，适合长距离、低功耗的监测应用；NB-IoT，适用于需要广覆盖和低功耗的应用，如智能水表、电表等。蜂窝网络：4G/5G，适合需要移动性和高速数据传输的应用，如远程监测等。

8.1.4 设备的防水性能应优先选择 IP68，符合《外壳防护等级》GB/T 4208-2017 的规定。

8.1.5 在选择监测设备的安装位置时，确实需要考虑到定期校准和清洁传感器的便利性。易于接近：选择一个便于工作人员接近的位置，确保在进行校准和清洁时不会受到障碍物的干扰；高度适中：将设备安装在适合操作的高度，避免过高或过低，减少工作人员的负担；避免恶劣环境：尽量避免将设备安装在极端温度、湿度或污染物浓度高的地方，这有助于延长设备的使用寿命并减少维护频率；良好的通风：确保设备周围有良好的空气流通，以避免传感器因积尘或潮湿而影响性能；标识明显：在设备旁边设置明显的标识，提醒工作人员定期进行校准和清洁；便于监控：如果可能，可以选择一个位置，便于实时监控设备的运行状态，及时发现问题。

8.1.6 监测设备的涉水部分应符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定，并具备卫生主管部门发放的卫生许可批件。

涉水产品卫生许可证是由国家卫生行政主管部门用于审查从事涉水行业的产品卫生要求而颁发的。法律依据《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》（2004 年 6 月 29 日国务院令 第 412 号，2009 年 1 月 29 日予以修改）附件第 205 项：涉及饮用水卫生安全的产品卫生许可，实施机关：国家卫生行政主管部门、省级人民政府卫生行政主管部门。《国务院关于取消和下放 50 项行政审批项目等事项的决定》（国发〔2013〕27 号）附件 2 第 3 项：除利用新材料、新工艺和新化学物质生产的涉及饮用水卫生安全产品的审批。处理决定：下放省级卫生和计划生育部门。《生活饮用水卫生监督管理办法》第二十一条第二款：利用新材料、新工艺和新化学物质生产的涉及饮用水卫生安全产品应当取得国务院卫生计生主管部门颁发的卫生许可批准文件；除利用新材料、新工艺和新化学物质外生产的其他涉及饮用水卫生安全产品应当取得省级人民政府卫生计生主管部门颁发的卫生许可批准文件。

8.1.7 监测设备的产品质量检验（委托检验）、型式检验应由具有国家质量监督机构及相关认证机构认可的第三方独立检验机构承担。

监测设备的产品质量直接关系到供水的运行效率和安全性。因此，对监测设备进行严格的质量检验和型式检验，是确保其能够稳定、可靠地工作的必要步骤。由具有国家质量监督机构及相关认证机构认可的第三方独立检验机构承担这一任务。第三方独立检测又称公证检验是指产品生产单位和使用单位两个相互联系的主体之外的某个客体，则能够最大程度上保证检验结果的客观性和公正性。国内外知名的认证机构有中国质量认证中心（CQC）、国家电子计算机质量检验检测中心、各地计量检测院等。目前国内主要的认证资质有 CMA 和 CNAS。

a) 质量检验报告和型式检验报告的区别见表 1。

表 1 质量检验报告和型式检验报告对比表

项目	类型	
	质量检验报告	型式检验报告
检验目的	通常是对生产过程中的产品进行质量监控，确保产品达到企业或行业的特定标准，主要侧重于企业内部的质量控制和改进。	用于认证目的，确保产品符合全部适用标准的要求，常用于产品定型鉴定和市场准入前的合格评定，强调的是产品整体性能和标准的符合性。
检验范围	可以依据具体需要选择检查特定的质量指标。	涵盖产品标准中要求的全部技术指标，进行全面检验。
取样来源	样品可能来源于生产线，也可能由企业自行安排抽样。	由质量监督部门或检验机构在生产单位的最终产品中随机抽取封样。
检验机构	可以由企业自己的质检部门执行，或者委托第三方检测机构。	必须在经认可的独立检验机构进行，通常涉及质量技术监督部门。
报告权威性	作为内部质量控制的一部分，其权威性一般限于企业内部。	具有更高的权威性，常作为产品认证和市场准入的重要依据。
结果意义	结果主要反映被检产品的特定质量指标。	结果对产品批次负责，是全面评价产品合格与否的依据。
报告封面	委托第三方检测机构检验的，报告封面检验类别显示“委托检验”字样。	报告封面检验类别显示“型式检验”字样。

b) 检验报告主要体现的检验资质有 CMA 资质和 CNAS 资质两种。

1) CMA 资质：CMA (China Inspection Body and Laboratory Mandatory Approval)，称作检验检测机构资质认定标志，又称中国计量认证；是根据中华人民共和国计量法的规定，由省级以上人民政府计量行政部门对检测机构的检测能力及可靠性进行的一种全面的认证及评价，只有具有此标志，才能成为合法的检验检测机构，才能按证书上所批准列明的项目，从事检测检验活动。在检测检验证书或报告上使用 CMA 标识，如图 1 所示。



图 2 CMA 资质认定证书标志

2) CNAS 资质：CNAS (China National Accreditation Service for Conformity Assessment)，是中国合格评定国家认可委员会的英文缩写；CNAS 是根据《中华人民共和国认证认可条例》《认可机构监督管理办法》的规定，依法经国家市场监督管理总局确定，从事认证机构、实验室、检验机构、审定与核查机构等合格评定机构认可评价活动的权威机构，负责合格评定机构国家认可体系运行。在检测检验证书或报告上使用 CNAS 标识，如图 2 所示。



图 3 CNAS 实验室认可标识式样

3) CMA 资质和 CNAS 资质的区别见表 2。

表 2 CMA 资质和 CNAS 资质对比表

项目	类型	
	CMA 资质	CNAS 资质
性质	是政府强制性的行政许可	属于机构的自愿行为，非强制性要求。
法律依据	依据《中华人民共和国计量法》第二十二和《检验检测机构通用要求》RB/T 214 等相关法律法规。	主要依据《检测和校准实验室能力的通用要求》GB/T 27025（等同于《ISO/IEC 17025:2017 实验室管理体系检测和校准实验室能力的一般要求》）和其他国际标准。
适用范围	在中国境内有效，面向社会出具公证性检测报告。	国际互认，其认可结果被全球多个国家和地区认可。
评审依据	根据《检验检测机构资质认定管理办法》《检验检测机构通用要求》RB/T 214 及特殊行业领域的补充要求进行评审。	依据 ISO/IEC、IAF、ILAC 和 APAC 等国际组织发布的标准实施认可活动。
管理评审机构	由国家市场监督管理总局和省级市场监督管理部门负责统一管理和资质认定工作。	由中国合格评定国家认可委员会进行评审和管理。
适用范围及特点	通过认定的范围内，可提供公证数据，国内通用，主要用于产品质量评价、成果及司法鉴定等，具有法律效力。	已与多个国家和地区的认证认可机构签订了互认协议，适用于国际市场，提高检测报告的国际信誉度。

8.2 流量监测设备选型

8.2.7 量程、精度应与管道实际流量、流速相匹配。应结合现场用水情况选择合适的计量设备，特别是在高峰和低谷用水流量相差比较大、消防用水一般流量较大等特殊情况；不同的应用场景对测量精度有不同的要求，应首先选用高精度、长期稳定的流量监测设备；在管网中大口径流速比较稳定，长期流量变化不是非常高的情况通常选择优于 0.5 级的流量计，但是在大型社区、医院等末端用户口径大且用水量变化大，只能采用量程比高的计量设备，比如水表；如果需要提高测量精度，又需要量程比高，可以选择可靠的电磁水表，可以保证在 5%Q3 流量以下为水表精度 1 级，5%Q3 流量以上可保证流量计的精度 0.5 级。

8.2.8 选型应结合现场实际工况环境进行。选择合适的具有远传或通讯功能的智能流量计类型。在新管道铺设阶段安装流量计宜结合现场管道口径工况条件选择考虑管段式流量计。在选择流量计时，还应综合考虑准确度等级要求、长期稳定性、长期保持的线性、安装便捷性、电源要求、现场环境、价格等因素以满足实际测量需求。

8.2.9 根据不同的应用场景流量监测设备精度要求不同。流量监测设备类型的不同，具有不同的测量

性能，有着不同的测量精度。比如电磁流量计的测量精度又分为： $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.25\%$ 、 $\pm 0.3\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 1.5\%$ ；超声流量计的测量精度为： $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 1.5\%$ 、 $\pm 2.0\%$ ；水表的精度等级为 1 级、2 级。但是选型时我们尽量选择适合测量流速和在该流速下满足精度的流量计，比如流量计精度等级应优先选择不低于 0.5 级，满足该精度的最低流速应不高于 0.3m/s，量程比优于 20:1；水表优先选择 1 级，量程比优于 R160，Q3 对应流速应不高于 7m/s。需要现场测量仪表有着高的量程比以及满足精度时对应适当的流速。

8.2.10 水表、流量计传感器、监测设备防护等级应不低于 IP67，流量计变送器防护等级应不低于 IP67；流量设备的安装点绝大部分在室外，有的露天安装，有的井下安装，并且长期浸泡在不同深度的水中，因此对仪表的防护尤为重要。对于水表无论是一体式还是分体式都应满足 IP68 的性能，对于现场仪表井较深的情况宜采用达到 IP68 的测试水深应至少 5m 以上。

8.2.11 应具备双向计量功能，双向测量精度保证在检定规程要求范围内。对于环形供水、蓄水池可能回流等场景，应选双向测量且双向测量精度一致的流量计。

8.2.12 应具有自诊断功能。该功能对于及时发现仪表异常具有很重要的作用。比如电池电量、线圈电流、绝缘、电缆异常、流量异常、仪表电路异常等，可以起到及时发现及时处理，及时止损。另一方面可以根据表内历史记录和相关参数功能对仪表进行周期性在线体检，也可以发现仪表运行过程中是否发生过短暂的异常，可对仪表进行针对性的检查、检修。

8.2.13 电池供电时，电池至少在 20℃ 下保证供电不低于 7 年，与远传通讯时至少保证不低于 6 年；设备应根据实际需求选择低功耗设计，往往现场选择电池供电，对电池需要高性能外，对计量设备本身的功耗应需要低功耗，保证现场测量的续航能力。

8.2.14 水头损失应不大于 0.01MPa；国家标准规定安装水表及附属设施时对管网产生的水头损失不超过 0.063Mpa，为了降低由于安装水表在管网中带来的能源损耗，选择水表时应满足设备安装完毕后对管网造成的水头损失 $\leq 0.01\text{Mpa}$ 。

8.2.15 恶劣环境应采用特殊材质或加强防护，应充分考虑恶劣环境的类型：比如雷区、高寒、腐蚀性强的水环境、仪表井水深超过 5m、高低温差较大而造成冷凝损坏电路现象等。

8.2.16 流量监测设备的重复性应满足国家检定规程的要求，流量计通常采用贝塞尔公式计算的标准偏差方式计算每点重复性，选择所有测量点中最大值判定为最终重复性，但是电磁流量计和超声流量计重复性相对于各自的测量误差绝对值的比值不同，超声流量计要求更高；水表采用极差法计算每个点的重复性。

8.2.17 所选流量监测设备应满足线性要求；该性能指在流量测量范围内流量计输出信号与流量之间的关系应呈线性，良好的线性度意味着流量计在测量过程中能够提供准确且一致的读数，对流量测量的准

确性至关重要。

8.2.19 所有流量监测设备必须具有数据安全保护功能，以防止计量特性参数和计量数据被修改；应具有数据保存功能，参数修改记录功能，保障数据的安全性，防止水表在使用过程中影响计量特性的参数和计量结果的参数被修改，或水表故障、被损毁时能够追溯计量数据或结果。

8.2.20 电子水表选型应满足下列要求：

a) 量程比，通常在 Q3 相同情况下 $R=160$ 以上就可以满足众多场合的流量测量，Q3 对应流速应不高于 7m/s，输水管网中流量通常比较低，因此 Q3 选择适当即可；

b) 供电方式有很多种，应优先考虑 3.6V 电池供电，可以节省供电铺设电缆及管理成本，同时安全可靠，避免雷击风险，电池应可更换并明确电池寿命周期且具有电池管理系统；

c) 传感器结构应进出口对称，保证正反向测量精度。电磁水表测量电极材料应采用哈氏合金等因电化学效应零点能够快速稳定的材料，应保证零点稳定；

d) 信号输出，对于水表类首先应具有脉冲输出，便于通过脉冲检定/校准且能够很好的保证测量精度和重复性。同时也可以接入远传采集累计。其次具有 Modbus 485/232 通讯功能，可以通过远传采集更多水表的管理信息；

e) 应具有数据保存功能：1) 数据备份：定期将水表的数据备份到云端或本地存储设备，确保在设备故障或数据丢失时能够恢复；2) 加密存储：对存储的数据进行加密处理，防止未授权访问和数据篡改，保障用户隐私和数据安全；3) 数据冗余：采用冗余存储技术，将数据保存在多个位置，以提高数据的安全性和可靠性；4) 访问控制：设定严格的访问权限，确保只有授权人员才能查看和修改数据，防止内部和外部的安全威胁；5) 数据完整性校验：定期进行数据完整性检查，使用校验和或哈希算法来确保数据未被篡改；6) 故障恢复机制：设计故障恢复机制，以便在发生系统故障时能够尽快恢复数据和服务；7) 用户通知系统：当检测到数据异常或潜在的安全威胁时，及时通知用户和管理人员，以便采取相应措施；8) 定期审计：定期对数据存储和访问进行审计，确保遵循安全政策和最佳实践。

f) 水表变送器应具有互换性，无需更改任何参数，即换即用，如果水表故障或损坏需要更换表头则可以直接将原表头参数复制即可正常计量，无需拆下水表进行重新校准/检定，可以节省更多的人力、财力等；

g) 连接法兰符合《板式平焊钢制管法兰》GB/T 9119 的规定；

h) 电子水表具备多路脉冲输出功能，使它可以同时输出多路脉冲信号。1) 多种计量需求：可以同时满足多个用户或设备的需求，例如，住宅、商铺或工业用户；2) 数据采集与监测：通过多路脉冲输出，水表可以将水流量信息传输到多个监测系统，便于进行集中管理和数据分析；3) 远程控制和管理：在智能水务系统中，多路脉冲输出可以与远程监控平台连接，实时上传多路数据，提升水资源管理

的效率；4) 多参数监测：除了水流量，某些电子水表还能够输出水温、压力等其他参数的脉冲信号，方便综合监测；5) 便于扩展和集成：多路脉冲输出功能使得水表能够与其他智能设备或系统进行更好的集成；

i) 电子水表具备在线检测功能的特点：1) 实时数据监测：电子水表可以实时监测水流量、用水量和水压等数据，并通过无线网络将数据传输到云端或管理平台；2) 远程抄表：通过在线检测功能，用户无需人工抄表，管理部门可以远程获取用户用水数据，减少人力成本和错误率；3) 故障报警：电子水表可以实时检测到异常情况，如漏水、干涸等，并及时向用户或管理中心发送报警信息，便于快速处理问题；4) 数据分析与统计：通过收集的用水数据，系统可以进行分析和统计，帮助用户更好地管理用水；5) 智能计费：在线检测功能使得计费更加精准，用户可以根据实时数据了解自己的用水情况，避免因人工抄表带来的误差；6) 用户界面友好：许多电子水表配备了手机应用程序或网页界面，用户可以方便地查看用水数据、历史记录和趋势分析；7) 节水提醒：通过分析用水数据，电子水表可以向用户提供节水建议和提醒，促进可持续用水；

j) 结构型式，由于电子水表的测量信号非常微弱，小流量时信号容易被噪声“淹没”，宜采用一体式结构。如果因为环境问题需要将变送器与传感器分开，电缆最好不超过 30m；

k) 电磁水表励磁方式应为直流矩形波（方波）励磁，抗工频干扰，保证零点稳定；

l) 超声水表采用双声道结构的设计是为了提高测量的准确性和可靠性。双声道结构通常指的是水表内部配备两个独立的超声波传感器，这两个传感器可以同时发射和接收超声波信号。这种设计的一些优点：1) 提高测量精度：通过比较两个声道的传播时间，可以更精确地计算水流量，减少测量误差；2) 抗干扰能力强：双声道设计可以有效抵抗外部噪声和干扰，确保测量结果的稳定性；3) 适应性强：能适应不同流速和水质的变化，提供更可靠的测量结果；4) 数据冗余：两个声道可以相互验证，增加了系统的可靠性，即使一个通道出现故障，另一个通道仍然可以正常工作；5) 实时监测：双声道结构可以实现实时监测和数据分析，帮助用户及时掌握用水情况。

8.2.21 1) 水表规格的基本要求，水表规格的选用应满足以下基本要求：测量准确性，水表应能准确测量用水量，误差应在允许范围内，应优先选择准确性较高的水表；可靠性，水表应具有良好的稳定性和可靠性，能正常长时间工作而不损坏或失效；耐用性，水表应具备较高的耐用性，能承受一定的水压和磨损；经济性，根据实际情况选择性价比较高的水表；适用性，根据用水场所和用途选择适用的水表，如住宅用水、商业用水、工业用水等；安装和维护便捷性，选择安装和维护操作简单、便捷的水表，易于维护，降低人工成本等；2) 在选用水表规格时，需要考虑以下因素：测量范围，根据用水量的大小选择合适的测量范围，避免超量程使用或浪费；测量精度：根据用水点的重要性选择测量准确度，优先选择高精度等级；工作压力，根据用水系统的工作压力选择水表的耐压能力，避免因压力过高而损坏水

表。水质要求：根据用水的水质要求选择耐腐蚀能力强的水表，避免因水质问题导致水表失准或损坏；环境条件，根据使用环境的温度、湿度等条件选择适应能力强的水表，确保测量性能；安装方式，根据实际情况选择合适的安装方式，如立式安装、卧式安装等。

8.2.22 电磁流量计选择需要考虑很多指标和要求，比如测量介质的类型，流量范围，测量精度，环境条件，供电方式、输出信号类型，智能化要求，安装条件，维护和成本，质量、技术、服务。

a) 测量介质类型：应明确测量的液体性质，原水、自来水、直饮水等导电介质。包括介质的温度、压力、浑浊程度、黏度等因素，这些因素将直接影响到电磁流量计的内衬和电极的确定；

b) 流量范围：流量大小与测量精度相关，低流量误差较大，只有达到一定流速以上才能得到高精度，需要考虑流量的上限和下限，甚至要考虑到是否对管道进行缩径改造以确保电磁流量计在实际工况下能够稳定、准确地测量流体的流量；

c) 精度要求：该要求与流量大小息息相关，应根据实际应用需求确定测量的精确度要求，通常在DMA计量中宜优先选择0.5级电磁流量计，重复性0.16%；

d) 环境条件：环境条件需要考虑防腐，防水，防尘，防冷凝，仪表的防雷、防干扰等，包括温度、湿度、所处环境是否存在沼气、腐蚀性介质等因素；

e) 供电方式：电磁流量计一般不是低功耗设计，供电电压AC115V~AC230V、DC12V~DC24V、太阳能以及混合供电；在这种供电方式下应安装防雷设施；

f) 输出信号类型：根据用户的要求确定输出信号类型，电磁流量计常见的输出信号有模拟信号（4—20mA、0—5V等）、数字信号Modbus RS485、HART等。需根据接收端设备的接口和信号要求来选择合适的输出信号类型；

g) 智能化要求：应具有智能诊断功能，及时判断流量计状态，诊断空管、励磁、绝缘、芯片、电缆、超限等情况；

h) 维护和成本：一般电磁流量计的维护量比较少，需要考虑传感器的使用寿命、可靠性、易维护性等因素；

i) 质量、技术、服务：选择具有品牌影响力、信誉高、品质优的电磁流量计制造商或经销商，确保质量过硬，降低维护成本，确保在使用过程中能够得到及时有效的技术支持和售后服务。

8.2.23 超声流量计具有非侵入式、无压力损失、高精度等优点，因此在工业领域广泛应用。选择适合的超声流量计对于确保流量测量的准确性和可靠性至关重要。在选择超声流量计之前，首先需要了解测量环境的特点。需要考虑的因素：

a) 流体介质：超声流量计适用于各种液体的流量测量。但不同的介质对超声的传播速度和衰减有不同的影响。因此，在选择超声流量计时，需要考虑流体介质的特性。比如测量原水、自来水、直饮水

等；

b) 温度和压力：流体介质的温度对超声流量计的性能也有一定影响。一般来说，超声流量计工作的介质温度范围可在 $-200^{\circ}\text{C}\sim+200^{\circ}\text{C}$ 之间，测量环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 。通常超声流量计对介质温度比较敏感，因为不同温度声波传播的速度不同，因此宜选择无需温度补偿的超声流量计；

c) 管道尺寸和材质：超声流量计通常需要直接安装在管道上。因此，管道尺寸和材质也是选择超声流量计时需要考虑的因素。不同尺寸和材质的管道对声波的传播速度和衰减会有不同的影响。因此超声流量计应适合自来水输送管道球墨铸铁、碳钢、PE、UPV 等材质；

d) 测量精度：测量精度是选择超声流量计的重要指标。不同型号、品牌、安装方式的超声流量计具有不同的测量精度。在选择超声流量计时，需要根据测量要求确定所需的测量精度。通常单声道可以满足 1.0 级的要求，双声道即可满足 0.5 级的测量精度；

e) 流量范围：超声流量计的量程比一般在 20:1，检定规程中规定分界流量为 $q_t=0.3\text{m/s}$ ，通常超声流量计流速 $0.02\text{m/s}\sim 9\text{m/s}$ ；

f) 输出信号：超声流量计的输出信号有多种形式，例如模拟输出信号和数字输出信号。在选择超声流量计时，需要根据测量要求确定所需的输出信号。输出信号：4—20mA，脉冲/频率输出用于通信和检定/校准；Modbus RS485 用于和无线采集设备通信；

g) 技术指标：除了通常考虑的常规指标以外，应再考虑技术的先进性，比如最新的数字信号处理技术（DSP）提高测量精度和可靠性，WIDEBEAM®时差法传感器技术，Performance PLUSTM 算法，更高的刷新频率，SensorFlash 存储技术，存储流量计特定的系统文件，管道流态双向补偿，提高测量稳定性等；

h) 性价比：根据预算和需求，比较每种类型的价格。但是价格不是唯一的决定因素，对于选择合适的超声流量计在确保测量的准确性和可靠性的前提下价格是重要因素之一。在选择超声流量计时，需要了解测量环境的特点和测量要求、口径大小，进行产品比较和选择。综合考虑测量环境的特点、测量要求和产品的技术参数和价格，可以选择性价比最高的超声流量计。

8.3 压力监测设备选型

8.3.2 压力监测设备需要与数据采集系统（DCS）或监控系统实现稳定、可靠的通信。而两线制连接方式，作为一种简洁高效的信号传输方式，正逐渐成为压力监测设备选型的首选。与传统的四线制或更多线制连接方式相比，两线制连接仅需两根导线即可实现设备的供电与信号传输。这不仅极大地简化了布线工作，降低了施工难度和成本，还减少了因线路复杂而可能引发的故障点。

8.3.3 压力监测设备在采集到压力数据后，需要通过内部的传感器和电路将其转换为电信号进行传输。

然而，原始的电信号往往比较微弱，容易受到外界干扰和噪声的影响。因此，对信号进行放大处理，使其达到一定的幅度（如 0V~2V），可以显著提高信号的灵敏度和抗干扰能力。

8.3.4 压力监测设备选型应满足下列要求：

a) 量程范围的选择直接关系到监测数据的准确性和设备的耐用性。在实际应用中，待测点的压力波动范围必须完全处于压力监测设备的量程范围内。若量程过小，设备可能因长期承受超压而损坏；若量程过大，则可能导致监测数据不够精确，无法捕捉到微小的压力变化；

b) 明确要求压力监测设备的精度应不低于 0.5 级。在规定的测量范围内，设备的测量误差应控制在 ±0.5% 以内；

c) 压力监测设备的数据传输是实现远程监控和数据分析的关键。Modbus RTU/RS-485 作为一种成熟可靠的通信协议和接口标准，凭借其高稳定性、长距离传输能力和广泛的兼容性，成为压力监测设备通信方式的首选。可以将多个压力监测设备通过同一根电缆连接至数据采集终端，实现数据的集中管理和远程监控；

d) 交流供电方式适用于具有稳定电源供应的场合，具有成本低、维护简单的优点；直流供电方式则适用于需要远离电源供应的场合，如偏远地区的计量区域；电池供电方式虽然灵活便捷，但需要考虑电池的续航能力和更换成本；太阳能供电方式则是一种绿色可持续的供电方式，尤其适用于光照充足的地区。混合供电方式则是将多种供电方式相结合，以应对复杂多变的供电环境；

e) 报警功能是压力监测设备不可或缺的重要组成部分，能够在供水系统出现异常时及时发出警报。报警功能通常与监测设备和通信设备相结合，实现实时监测和报警。当压力监测设备检测到异常压力变化时，会立即触发报警机制。

8.3.5 智能室外消火栓（取水栓）作为压力监测设备时应符合现行国家标准，同时应满足：

a) 通信协议应符合政府相关政策要求和供水单位要求，应采用统一通信协议，并能顺利接入相应的智慧监控平台；

b) 必须设置独立的电池舱，可单独更换电池。智能室外消火栓在正常使用状态下应保证使用 2 年以上，当电池到达时限或电量过低时应将电池欠压状态报警至智慧监控平台；

c) 应具有无线软件升级、远程或现场开启遮挡装置以及参数配置修改等功能；

d) 相关监测数据在终端应能保留至少 30 天，应具备现场安全访问手段，可供现场设备连接调试及数据查看；

e) 应采用低功耗广域网进行数据通讯，宜采用 NB-IOT、LoRa、LoRaWAN 多种传输方式；

f) 定时对数据进行采集，并向智慧监控平台进行数据传输。数据采集时间间隔和数据传输时间间隔应根据需求设置；

g) 带水压监测功能时, 压力传感器具有防水锤功能, 测量范围为 0.0~3.0MPa, 监测精度不低于 (0.5%F.S.);

h) 适应工作环境: 温度-20℃~70℃, 湿度<93%RH;

i) 智能室外消火栓采用法兰连接, 公称压力应为 1.6MPa 以上;

j) 与监控平台应符合开放性 & 兼容性原则, 数据采集系统应具备与控制平台系统兼容的能力。

8.4 水质监测设备选型

8.4.2 水质在线监测设备选型应遵守的技术标准和基本参数, 水质在线监测设备采集水质数据应对出水的浊度、余氯、pH 值、温度等水质参数进行实时监测。

8.5 监测设备安装

8.5.1 流量监测设备安装

8.5.1.2 流量监测设备安装应满足下列基本要求:

a) 满管要求: 流量监测设备应安装在满管状态下, 以确保流量监测设备的准确性和可靠性。满管状态可以有效避免气泡或空洞的影响, 从而提高监测数据的真实有效性。竖直管道: 在竖直管道中, 水流应由下而上流动, 这样可以充分利用水的重力, 避免因水流方向不当造成的测量误差。同时, 这种设计有助于气体的排出, 避免气体积聚对水流造成阻碍;

b) 在供水管网中, 流量监测设备的安装位置选择凹形低点是一个很好的策略, 主要原因包括: 1) 压力集中: 凹形低点通常是水流的汇聚处, 水压相对较高, 有助于更准确地监测系统的压力变化; 2) 泄漏检测: 在低点, 水流可能会因泄漏而积聚, 这样可以更早地发现潜在的泄漏问题, 进行及时维修; 3) 降低气泡影响: 在管网中, 气泡通常会集中在高点, 选择低点安装可以减少气泡对压力测量的影响, 提高监测数据的准确性; 4) 系统稳定性: 在低点安装压力监测设备还可以降低因水锤等现象导致的压力波动, 提高系统的稳定性;

c) 供水管道流量监测设备的前端安装排气阀是一个重要的设计考虑, 主要原因包括: 1) 防止气体积聚: 在供水管道中, 会有气体积聚。排气阀可以有效地排出这些气体, 防止对压力监测设备的影响; 2) 提高测量精度: 气体的存在可能导致压力传感器读数不准确。通过排气阀的设置, 可以保持管道内的流体为液体状态, 提高流量监测设备的精度; 3) 维护设备安全: 如果管道内的气体积聚到一定程度, 可能会导致压力过高, 从而对流量监测设备造成损害。排气阀的安装可以有效地降低这种风险; 4) 便于维护: 在进行流量监测设备维护或检修时, 排气阀可以帮助释放管道内的压力, 确保维修过程的安全。因此, 合理设置排气阀是确保供水管道压力监测设备正常运行的重要措施;

d) 在供水管道流量监测设备的安装中, 确保入口段和出口段符合 U5D3 的直管段要求是非常重要的。这意味着在设备的前后应有足够的直管段, 以保证流量监测设备监测的准确性和稳定性。1) 直管段长度: 根据 U5D3 标准, 入口段和出口段的直管段应该有足够的长度, 通常建议至少为 5 倍管道直径的长度, 以减少流动扰动对流量监测设备的影响; 2) 缩径角度: 当需要缩径时, 缩径的夹角应控制在不大于 8° 。过大的缩径角度可能导致流体流动的不稳定, 增加测量误差。

e) 在供水管道流量监测设备的正常使用中, 前后阀门处于全开状态是非常重要的。1) 保持流态稳定: 全开状态可以确保水流在管道内以稳定的流态 (通常是层流或湍流) 流动, 避免由于阀门部分关闭而引起的流态变化, 这可能导致流量测量不准确; 2) 减少压损: 阀门在全开状态下, 流体的压损最小, 有助于维持管道内的流速和压力, 从而保证测量的准确性和设备的正常运行; 3) 提高监测精度: 全开阀门可确保传感器所测得的流量与实际流量一致, 避免因阀门调节导致的测量误差; 4) 防止回流和气蚀: 阀门全开可以减少管道内的回流和气蚀现象, 保护设备和延长其使用寿命。因此, 在进行流量监测时, 确保前后阀门处于全开状态是关键的操作要求。同时, 定期检查阀门的状态和功能, 以确保其能够正常工作也是非常重要的。

f) 在阴极保护的供水管道上安装流量监测设备时, 需要采取一些特殊的措施以确保设备的正常运行和管道的防腐保护。1) 绝缘套和垫圈: 在法兰螺栓上安装绝缘套和垫圈, 可以有效避免电流通过法兰连接而导致的阴极保护失效。这是因为法兰连接处的金属部分可能会形成电流回路, 影响阴极保护系统的效果; 2) 选择合适的材料: 确保所使用的绝缘材料和垫圈能够承受管道内的工作条件, 包括温度、压力和化学腐蚀等; 3) 接地措施: 确保流量监测设备的接地措施符合相关标准, 以避免因静电或其他电流干扰造成的设备损坏或测量误差;

g) 在流量计拆除或更换时, 确实应优先拆除旧的垫片, 以避免旧垫片破裂或损坏, 导致潜在的泄漏或其他问题。1) 安全措施: 确保在拆除流量计之前, 关闭相关的阀门, 排放系统中的压力和介质, 以保证安全; 2) 记录位置: 在拆卸之前, 可以拍照记录流量计及其连接管道的布局, 以便于重新安装; 3) 拆除流量计: 使用适当的工具小心拆卸流量计, 避免对管道和连接件造成损伤; 4) 检查旧垫片: 一旦拆除流量计, 仔细检查旧垫片的状况。如果发现垫片有破裂、老化或变形等现象, 应立即更换; 5) 清洁接触面: 在安装新垫片之前, 确保流量计和管道的接触面清洁无杂物, 以确保密封效果; 6) 安装新垫片: 选择合适规格的新垫片, 按照制造商的建议安装, 确保其正确放置并均匀受力; 7) 重新安装流量计: 将流量计重新安装到位, 确保连接紧固, 但不要过度拧紧, 以免损坏垫片或流量计; 8) 检查泄漏: 重新启动系统后, 检查流量计及其周边是否有泄漏现象, 确保一切正常;

h) 在安装供水管道流量监测设备时, 外接电源的电流和电压应与设备的要求匹配, 以确保设备正常运行并防止损坏。1) 确认设备规格: 查阅流量监测设备的技术手册, 确认其所需的电流和电压规格。

通常情况下，设备会有标明输入电压范围和最大电流负载；2) 选择合适的电源：根据设备的规格选择合适的外接电源，确保其输出电压和电流在设备允许的范围内；3) 过载保护：选择带有过载保护的电源，以防止因电流过大而损坏设备；4) 接线规范：确保电源接线符合电气安全标准，避免接触不良或短路现象；5) 环境适应性：考虑到安装环境的湿度、温度等因素，选择适合的电源外壳和绝缘材料，确保长期稳定运行；6) 定期检查：定期对电源和连接线进行检查，确保没有老化、磨损或其他故障；

i) 在安装供水管道流量监测设备时，若管道材料为非金属，需要设置接地装置，以确保设备的安全和正常运行。接地桩的深度不低于1米是为了保证接地的有效性，降低接地电阻，确保在发生漏电或其他电气故障时，能够有效地将电流引入大地。1) 接地桩材料：接地桩应选用耐腐蚀性好的材料，如镀锌钢或铜，以增强其使用寿命和接地效果；2) 接地电阻检测：安装后需要进行接地电阻测试，确保其符合相关标准要求，通常要求接地电阻值不超过 4Ω ；3) 接地线连接：接地线应使用合适规格的铜线，确保连接牢固且接触良好，以避免因接触不良导致的接地失效；4) 防腐处理：在潮湿或腐蚀性环境中，接地装置应进行必要的防腐处理，延长使用寿命；5) 符合规范：所有接地和电气安装应符合当地的电气安全规范和标准。通过合理的接地设计和施工，可以有效提高供水管道流量监测设备的安全性和可靠性；

j) 在安装供水管道流量监测设备时，确实需要注意避免强磁场和强振动的影响。1) 选择安装位置：避免靠近大型电机、发电机、变压器等电气设备。远离重型机械和振动源，如压缩机、泵和其他工业设备；2) 防震措施：在设备下方安装防震垫或隔振器，以减少来自地面的振动传递。确保设备安装在稳固、不易引起振动的基础上；3) 电磁干扰防护：在设备周围设置金属屏蔽，减少外部磁场对设备的干扰。使用屏蔽电缆连接设备，避免电磁干扰信号的传输；4) 环境监测：定期监测安装位置的环境条件，包括振动和磁场强度，确保它们在设备的工作范围内。通过以上措施，可以有效地减少强磁场和强振动对流量监测设备的影响，确保其准确、稳定地运行；

k) 在供水管道的安装和维护中，确保流量监测设备的准确性和稳定性至关重要。1) 软性连接件：使用软性连接件（如橡胶接头或特种塑料接头）可以有效缓解因管道膨胀、收缩或振动所带来的应力，从而保护流量监测设备不受损坏。确保软性连接件的材质和规格符合供水管道的工作压力和温度要求；2) 固定支架：在管道变径或使用马鞍形连接时，应用固定支架来稳固安装位置，防止因水流压力或外部力作用而造成的位移。固定支架应安装在适当的位置，以均匀分布管道的重量和应力，避免局部受力过大；3) 安装注意事项：在安装软性连接件和固定支架时，确保它们的安装角度和位置符合设计要求，以保证流量监测设备的正常工作。定期检查软性连接件和固定支架的状态，及时更换老化或损坏的部件，以维持系统的稳定性和可靠性。通过以上措施，可以有效提高供水管道流量监测设备的使用效率和安全性；

1) 流量监测设备的安装位置需要考虑操作空间，以确保设备的正常维护和检修。根据行业标准，管道两侧留出不小于 600mm 的操作空间是一个合理的要求。这种设计可以方便技术人员进行设备的安装、调试、维护和故障排除，确保流量监测设备的长期稳定运行；

m) 供水管道流量监测设备专用电缆的屏蔽层应有效接地，这是为了保证设备的正常运行和信号的稳定性。有效接地可以降低电磁干扰，减少噪声对信号传输的影响，确保数据的准确性和可靠性。在安装时，应遵循相关的电气规范和标准，确保屏蔽层与地线良好连接，以提供最佳的防护。

8.5.1.3 电磁流量计、电磁水表安装应满足下列要求：

a) 电磁流量计在与不同材质的管道连接时，需要注意电势平衡的问题。这是因为电磁流量计的工作原理是基于法拉第电磁感应定律，其通过测量流体运动产生的电动势来计算流量。如果电势不平衡，可能会导致测量误差或干扰。为了确保电势平衡，可以采取的措施：1) 接地：确保电磁流量计及其连接的管道系统都良好接地，以减少静电和电磁干扰的影响；2) 选择合适的材料：在连接电磁流量计和管道时，尽量选择电导率相近的材料，避免因不同材料之间的电位差引起的电流回路；3) 使用绝缘衬里：对于金属管道，可以考虑使用绝缘衬里来隔离电磁流量计的电极，减少不同材料之间的直接接触；4) 监测和校准：在安装后定期监测设备的电势和流量数据，并进行必要的校准，以确保测量的准确性；5) 考虑流体的导电性：流体本身的导电性也会影响电势平衡，特别是在测量低电导率流体时，应特别注意。通过以上措施，可以有效减少因电势不平衡造成的测量误差，确保电磁流量计的正常使用；

b) 在进行流量计的吊运时，需要遵循一些安全和操作规范，以确保设备的安全和完整。1) 使用吊装环：始终使用专为吊装设计的吊装环，不要直接将绳索系在流量计本体或传感器的脖颈位置，这样可能会造成设备损坏；2) 检查吊装设备：在吊运前，检查吊装环、吊带及其他辅助设备，确保它们处于良好状态，能够承受所需的重量；3) 均匀受力：确保吊装时受力均匀，避免因偏载而导致设备倾斜或损坏；4) 避免剧烈晃动：在吊运过程中，尽量避免剧烈的晃动和冲击，确保流量计平稳移动；5) 遵循操作手册：根据流量计的操作手册或制造商的建议，遵循特定的吊装和运输指南；6) 培训操作人员：确保所有参与吊运的人员都经过适当的培训，了解设备的吊装要求和安全注意事项。通过遵循这些规范，可以有效减少在吊运过程中对流量计造成的损害，确保设备的安全和正常使用；

c) 在安装电磁流量计的接地环和法兰密封垫圈时，确保它们与流量计同心是非常重要的，这样可以保证流量计的测量精度和长期稳定性。1) 检查对中性：在安装前，使用直尺或量具检查接地环和法兰密封垫圈的同心度。可以通过测量环的外径与流量计法兰的内径之间的间隙来判断；2) 使用定位装置：如果条件允许，可以使用定位装置或专用工具来帮助确保接地环和密封垫圈的同心安装；3) 均匀施加压力：在安装法兰时，均匀地施加压力，以避免因偏心造成的密封不良或接地不良；4) 定期检查：在使用过程中，定期检查接地环和法兰密封垫圈的状态，以确保它们仍然保持同心，并且没有松动或磨

损的情况；5) 遵循制造商指导：遵循电磁流量计制造商提供的安装指导和规范，以确保最佳的安装效果。通过以上措施，可以有效提高电磁流量计的测量性能和可靠性。

8.5.1.4 超声流量计、超声水表安装应满足：1) **安装方式：**超声流量计分为插入式和外夹式。插入式超声流量计是直接将换能器长期固定安装到管道内壁，与水直接接触，声波信号质量非常好，测量数据能够长期稳定可靠。而外夹式受到影响的因素比较多，比如管道材质、管道表面平整度、耦合剂、管道内部结垢等等，在运行过程中维护量较大，长期测量的稳定性和可靠性不如插入式超声流量计；

2) **安装与维护：**对于超声流量计的安装由于传感器定位要求比较高，通常由厂家完成。插入式虽然安装上比外夹式复杂一些，但是一劳永逸，后期的维护量很少，测量精度、长期稳定性、可靠性也要高很多。在安装过程中应要求采用专用定位工具对传感器安装点测量，保证每个声道信号质量，保证测量的性能。其次，变送器应具有互换性，无需更改任何参数，即换即用，无需重新在线校准、检定、监测或者拆检。

a) 在安装超声流量计时，确保传感器和变送器的电位相同是非常重要的，这样可以避免因电位差而导致的测量误差或设备损坏。1) **直接接地：**确保传感器和变送器直接接地，而不是通过其他设备或接地点接地，以减少接地电位差；2) **使用共用接地：**如果可能，尽量使用共用的接地系统，这样可以确保所有设备处于相同的电位；3) **避免接地回路：**在接地设计时，要避免形成接地回路，以减少电流干扰对测量的影响；4) **检查接地电阻：**定期检查接地系统的电阻，确保其在允许的范围内；5) **遵循制造商的指导：**安装和接地时，请遵循超声流量计制造商的具体指导和建议，以确保最佳性能。通过以上措施，可以有效提高超声流量计的测量精度和稳定性；

b) 在安装超声流量计时，确保每个声道的换能器在一条线上非常关键，这样可以保证测量的准确性和稳定性。1) **对齐换能器：**在安装时，确保每个声道的换能器严格对齐，避免出现倾斜或偏差。可以使用激光扫平仪或者其他测量工具来辅助对齐；2) **管道条件：**选择安装位置时，要确保管道是直的，且没有明显的弯头、阀门或其他干扰因素，这样可以减少流体流动的不均匀性对测量结果的影响；3) **距离要求：**遵循制造商提供的安装指南，确保换能器之间的距离符合要求，通常建议在管道的直管段内安装，距离前后干扰物体有足够的距离；4) **温度和压力：**了解安装环境的温度和压力条件，确保换能器能够在这些条件下正常工作；5) **定期检查：**安装完成后，定期检查换能器的状态和位置，确保其持续在理想的位置上工作。通过遵循这些原则，可以确保超声流量计的测量精度和可靠性。

8.5.2 压力监测设备安装

8.5.2.2 压力监测设备安装应满足下列要求：

a) 供水管道压力监测设备采用不停水安装，可以在不影响供水的情况下进行安装和维护。这种不

停水安装在城市供水具有重要意义，可以有效减少停水造成的经济损失和社会影响；

b) 在安装供水管道流量监测设备时，确实需要注意避免强磁场和强振动的影响。1) 选择安装位置：避免靠近大型电机、发电机、变压器等电气设备。远离重型机械和振动源，如压缩机、泵和其他工业设备；2) 防震措施：在设备下方安装防震垫或隔振器，以减少来自地面的振动传递。确保设备安装在稳固、不易引起振动的基础上；3) 电磁干扰防护：在设备周围设置金属屏蔽，减少外部磁场对设备的干扰。使用屏蔽电缆连接设备，避免电磁干扰信号的传输；4) 环境监测：定期监测安装位置的环境条件，包括振动和磁场强度，确保它们在设备的工作范围内。通过以上措施，可以有效地减少强磁场和强振动对流量监测设备的影响，确保其准确、稳定地运行；

c) 在选择压力监测设备的取压点时，应优先选择直线流动的管段。这是因为在直线管段中，流体的流动相对平稳，能够更准确地反映管道内的压力情况。1) 避免拐弯和分叉：管道的拐弯和分叉会导致流体流动方向的改变，可能形成涡流或局部压力损失，从而影响压力测量的准确性；2) 避免死角：死角区域流体流动缓慢或不流动，可能导致压力读数不准确，因此应选择远离死角的取压点；3) 确保足够的直管段：在取压点前后应有足够长度的直管段，通常建议至少有 5 到 10 倍的管径长度，以确保流动的平稳性；4) 定期检查与校准：虽然选择了合适的取压点，但设备的准确性也依赖于定期的检查与校准，以确保持续准确的压力监测。通过遵循这些原则，可以提高压力监测的准确性和可靠性；

d) 在供水管道压力监测设备的安装过程中，确保取压点与流动方向垂直是非常重要的。这能确保测量的准确性和可靠性。同时，取压管内端面与监测设备连接处的内壁应当保持平齐，以避免因凸出物或毛刺造成的压力测量误差或流体阻力增大；

e) 在供水管道压力监测设备安装完毕后，采集测压点的高程是确保数据准确性和后续分析的重要步骤。1) 准备工作：确保所需的测量工具（如水准仪、全站仪等）已准备好，且设备经过校准。确定测压点的位置，确保其标识清晰；2) 测量高程：使用水准仪或全站仪对测压点进行高程测量。选择基准点（如已知高程的点）进行相对高程测量，确保测量精度。记录测压点的高程值，通常需要测量几次以确保数据的一致性；3) 数据记录：将测得的高程数据详细记录在测量表格中，包括测量时间、天气情况、测量人员等信息。如果可能，拍照记录测压点的环境和设备安装情况，以备后续查阅；4) 数据分析：将高程数据与压力监测数据结合，进行必要的分析和计算，确保在不同高程下的压力数据能够准确反映供水管道的实际情况；5) 维护和校验：定期检查和校验测压点的高程，确保设备和环境没有变化影响测量结果。根据需要进行设备的维护和更新，确保测量数据的长期可靠性。通过以上步骤，可以确保供水管道压力监测设备的高程采集准确，为后续的监测和管理提供基础数据支持。

8.5.2.3 智能消火栓的安装要求通常包括几个方面：

a) 选址要求：消火栓应设置在便于接近和使用的位置，避免被障碍物遮挡。应按照消防安全规划，

合理布置，确保覆盖消防区域；

b) 安装高度：消火栓的安装高度应符合国家或地方的相关标准，通常为离地面 0.4 米到 1.2 米之间，确保操作人员能够方便使用；

c) 管道连接：消火栓应与消防给水管道连接牢固，确保在火灾情况下有足够的水压和水流量。连接管道的直径应符合设计要求，避免出现泄漏或水流不畅的情况；

d) 电源要求：如果是智能消火栓，需确保有稳定的电源供应，以支持其智能功能和系统的正常运行；

e) 防护措施：在户外安装时，应考虑到防水、防尘的要求，可以采用防护罩等措施。防冻措施在寒冷地区尤其重要，以防止水管结冰；

f) 标识和指示：消火栓应有明显的标识，便于消防人员快速找到。安装位置应配备指示牌，标明消火栓的使用方法和注意事项；

g) 定期维护：安装后应定期检查和维修，确保设备的正常运行。智能消火栓可能需要定期软件升级和功能测试；

h) 符合标准：所有安装和材料应符合国家和地方的消防安全标准和相关法规。在进行安装前，建议参考具体的消防设计规范和地方性法规，并咨询专业人士进行详细规划和实施。

8.5.3 水质监测设备安装

8.5.3.1 水质监测设备安装应满足：

a) 管路的清洗：由于管路中残留的污垢以及因此而滋生的藻类会对水体造成污染，应对管路进行定时定量的清洗；

b) 电力的保障：电力的稳定直接关系到仪表分析的准确性和连续性，因此首先应尽可能选择稳定的外部电源以供接入。在外部电源进入自动监测系统前，应对电流再次整流，以便应对突发性电流不稳情况的发生。应配备后备电源以供停电时在线监测系统的正常运行；

c) 应安装防雷设备，当遭遇雷击时电流首先击穿防雷器以达到保护仪表及系统设备的目的；

d) 调节温湿度：应选择适合的 k 温度和湿度设备，这部分功能主要由空调和除湿设备来实现；

e) 在二次供水设施加装流量计量设备的同时，应加装水质监测设备；

f) 对于采取关闭阀门形成分区边界的区域，应加密设置水质、水压监测点、管网冲洗点和排气阀等，保障管网水质和水压安全等要求。

8.5.3.1 供水管道水质监测设备的安装位置需要考虑水流条件，以确保监测数据的准确性和可靠性。

a) 避免死水区：死水区是指水流缓慢或几乎没有流动的区域，这样的区域容易导致水质变化不明

显，监测结果不具代表性。因此，尽量选择水流畅通的位置进行安装；

b) 避免湍流区域：湍流区域的水流速度变化大，容易导致监测设备测得的数据波动性较大，影响监测的稳定性和准确性。应选择流动平稳的区域；

c) 考虑管道直段：在管道的直段安装监测设备通常能获得更稳定的水流，避免因管道弯头或阀门引起的流动干扰；

d) 适当的距离：监测设备应距离泵、阀门、交叉管道等水力结构一定的距离，以减少对流动状态的影响；

e) 高度及位置：安装高度应考虑到水流的自然流向，避免因重力影响导致的水流不均；

f) 定期维护和校准：即使在理想的安装位置，设备也可能因沉积物、腐蚀等因素影响性能，因此需要定期进行维护和校准。通过综合考虑以上因素，可以提高水质监测设备的有效性，确保获得准确、可靠的水质数据。

8.6 通信设备

8.6.2 供水管道监测设备的集中器、RTU 采用 4G/5G 传输是一个重要的设计选择。

a) 数据传输速率：4G 和 5G 网络提供高数据传输速率，能够实时传输大量监测数据，包括流量、压力、温度等。这对于及时监测管道状态、发现泄漏和异常情况非常重要；

b) 覆盖范围：4G 网络的覆盖范围较广，适合大多数城市和乡镇的供水管道监测。而 5G 网络虽然覆盖范围较小，但在城市密集区域可以提供更低的延迟和更高的带宽；

c) 设备兼容性：确保 RTU 设备能够兼容 4G 和 5G 网络，并具备必要的硬件和软件支持，以便于未来的升级和维护；

d) 网络稳定性：选择可靠的网络运营商，确保在供水管道监测中具备良好的网络稳定性和信号强度，避免因网络中断导致数据丢失；

e) 能耗管理：在设计时要考虑到设备的能耗，确保 RTU 在 4G/5G 传输下能够有效管理电源，延长设备的使用寿命；

f) 安全性：在数据传输过程中，采用加密技术保证数据的安全性，防止数据被篡改或泄漏；

g) 成本效益：评估使用 4G/5G 传输的成本，包括设备采购、网络费用等，确保在预算范围内获得最佳的监测效果。

8.6.3 供水管网监测设备的通信系统应支持双向通信，以便能够实时监控和控制管网的状态。双向通信的优势在于可以实现：

a) 实时数据传输：监测设备可以将管网的压力、流量、水质等数据实时传输到中央控制系统，保

证数据的及时性和准确性；

b) 远程控制：通过双向通信，操作人员可以远程开关阀门，调整水流量和压力，从而实现对供水管网的灵活管理；

c) 故障报警：当监测到异常情况时，设备可以立即向管理系统发送报警信息，便于快速响应和处理问题；

d) 状态反馈：系统可以实时反馈阀门的开关状态，确保操作人员能够及时了解当前管网的运行情况；

e) 数据记录与分析：通过双向通信，设备可以将历史数据上传至云端或本地服务器，便于后续的数据分析和决策支持。双向通信在供水管网监测设备中是非常关键的，可以有效提升供水系统的管理效率和安全性。

9 数据采集、传输与预处理

9.1 一般规定

9.1.1 数据采集频率和周期的选择，需基于应用场景的深入分析与定制，此外，季节性因素也不容忽视。数据采集频率的增加，所需传输的数据量也随之增加，这不仅对通信网络提出了更高要求，也增加了数据存储与处理的负担。因此，在设定数据采集频率和周期时，必须充分考虑成本效益的平衡。

9.1.2 在选择数据传输方式时，需要综合考虑计量区域的地理特点、数据传输量、成本预算、安全需求等因素。标准化的数据传输协议能够确保不同厂商、不同设备之间的数据互通性。选择适合的数据传输协议，不仅可以提高数据传输的效率，还能降低因协议不兼容而导致的系统故障风险。一方面，数据在传输过程中可能面临被窃取、篡改的风险，必须采取加密、认证等安全措施来保护数据的传输过程。另一方面，数据在传输过程中还可能因网络故障、设备故障等原因导致丢失或损坏，可以采用数据校验、重传等机制来检测和恢复丢失或损坏的数据。同时，建立完善的数据备份和恢复机制也是保障数据安全性和完整性的重要手段。

9.1.3 在分区计量系统中，海量的数据被持续不断地采集，这些数据包括但不限于各区域的进出水流量、压力、水质参数等。然而，原始数据往往伴随着异常值、缺失值等问题，难以直接利用。数据预处理，正是对这些原始数据进行清洗、整理和分析的过程，为后续的数据分析和决策提供支持。

9.1.4 建立统一的数据传输技术标准，涵盖通信协议的标准化、数据格式的规范化以及数据传输的安全保障等多个方面。通过制定这些标准，可以确保不同设备之间能够无缝对接，实现数据的快速、准确传输。同时，这也为后续的数据预处理工作奠定了基础。建立统一的数据预处理技术标准和规范，明确数据预处理的具体流程、算法选择、参数设置等关键要素，确保不同设备产生的数据能够经过统一的预

处理流程，转化为具有一致性和可比性的标准数据格式。这不仅提高了数据处理的效率和质量，还为实现不同设备之间的互操作性提供了有力保障。

9.2 数据采集

9.2.1 数据的时效性与准确性是评估漏损状况、制定修复策略的基础。如果各个监测点的数据采集时间不一致，那么即便是同一时间段的漏损情况，也会因为数据“错位”而变得难以分析。因此，要求监测设备必须具备时钟同步功能，确保所有监测点在同一时间基准下记录数据，为后续的数据分析提供准确的时间轴。

9.2.2 在实际运行过程中，监测设备可能会因长期使用、环境变化等因素导致精度下降，在线校准功能允许在不影响设备正常运行的情况下，对设备进行定期或不定期的校准操作，不仅可以及时发现并纠正设备误差，还能根据实际需要动态调整校准参数，确保设备始终保持在最佳工作状态。此外，供水管网中的水流温度会随季节、天气等因素发生变化，而温度变化对监测设备的测量精度具有显著影响，自动温度补偿功能通过内置的温度传感器实时监测水流温度，并根据温度变化自动调整测量参数，从而消除温度变化对测量精度的影响。

9.2.4 监测设备如流量计、压力传感器等，不断收集着管网运行的关键信息。这些数据不仅反映了各区域的用水情况，更是发现漏损、优化调度、预防事故的重要依据。监测设备需要采用高质量、高稳定性的硬件，具备抗震、防潮、防尘等特性，以适应复杂的户外安装环境。同时，设备内部应配备冗余存储机制，如采用双硬盘阵列、SD卡备份等，以确保在单一存储单元故障时，数据仍能得以保留。

9.2.5 在市电供电条件下，能源成本相对较低，且稳定的电力供应确保了监测设备的长期稳定运行。高频次的数据采集能够实现对管网状态的实时监控，及时发现并定位潜在的漏损点。因此，适当提高数据采集频率，在保证精准度的同时，兼顾了系统运行的效率与稳定性。另外，高频采集也可能带来数据处理与存储的压力。

9.2.6 降低数据采集频率有助于延长电池使用寿命，减少更换电池的频率与成本。采集频率降低，并不意味着数据质量的下降，通过优化数据采集算法与数据处理流程，仍然可以实现对管网状态的准确监测与分析。电池供电条件下数据采集频率的设定也需要根据具体情况进行调整。例如，在漏损高发区域或重要供水时段，可以适当提高采集频率以加强监控；而在漏损风险较低或供水需求稳定的区域，则可以进一步降低采集频率以节约能源。

9.3 数据传输

9.3.2 HTTPS 是 HTTP 协议的安全版本，通过在传输层对数据进行加密，有效防止了数据在传输过程中的泄露和篡改。MQTT 是一种轻量级的、基于发布/订阅模式的消息传输协议，特别适用于物联网环境中

设备间的小数据量、低功耗通信，可以有效降低数据传输的延迟和功耗。采用 HTTPS 和 MQTT 等标准、通用的数据传输协议，促进了不同设备和系统间的兼容与协同。

9.3.3 分区计量的核心在于数据的实时采集与分析，从各个监测点收集的水量数据，需迅速、准确地传输至数据中心，以便能够及时发现异常、定位漏损点并采取措施。数据传输的延迟，不仅会延长漏损的发现时间，增加水资源损失，还可能因数据滞后导致决策失误，影响整个供水系统的稳定运行。因此，在选择通信方式和制定数据传输策略时，确保数据的时效性成为一个不容忽视的问题。在选择通信方式时，应综合考虑计量区域特点、数据量需求、成本预算及未来扩展性等因素，力求在速度与稳定性之间找到最佳平衡点。数据传输策略包括数据压缩技术的应用、传输协议的优化、数据缓存与同步机制的设计等。

9.3.4 数据的传输过程可能面临黑客攻击、恶意软件侵入、数据传输中的监听与拦截等威胁，都可能导致敏感数据的泄露或篡改，进而影响到供水系统的正常运行和漏损控制的准确性。数据加密是指采用先进的加密算法对传输的数据进行加密，可以确保数据在传输过程中即使被截获，也无法被未经授权的用户解读。身份验证是数据传输双方建立基于数字证书或密钥交换的验证机制，确保只有经过认证的合法用户才能参与数据交换，不仅能够有效防止恶意用户伪造数据或干扰通信，还能在数据出现问题时，快速追踪到责任方，确保数据的真实性和可追溯性。

9.3.6 大量的实时数据需要被采集、传输和处理，通信链路可能因各种原因（如网络故障、设备故障、恶劣天气等）暂时中断。如果数据传输不具备断点续传功能，那么这些宝贵的数据可能会在中断期间丢失，导致监控系统的误报、漏报。断点续传功能允许数据传输在通信中断时自动暂停，并在通信恢复后自动继续传输未完成的数据，不仅确保了数据的连续性，还提高了数据传输的可靠性。

9.3.7 高频次的数据传输能够确保及时获取管网运行状态，对异常情况做出迅速响应。然而，高频次的数据传输也带来了数据传输量和处理量的增加。因此，将传输频率设定在 15 分钟至 3 小时之间，既保证了数据的实时性，又避免了因数据过于密集而导致的处理压力。同时，6 小时的数据上传时间间隔上限，确保了即使在数据传输过程中出现短暂中断，也能在合理的时间内获取到完整的数据集。

9.3.8 在电池供电的环境中，能源是有限的，通过降低数据传输频率，可以减少电池的能耗，从而延长其使用寿命，降低维护成本。6 小时至 8 小时的传输频率，对于大多数城镇供水管网的日常监测来说，已经足够捕捉到管网运行的主要特征。而 24 小时的数据上传时间间隔上限，则确保了即使在电池电量不足或传输条件恶劣的情况下，也能在合理的时间内获取到最新的数据。

9.4 数据预处理

9.4.1 数据预处理不仅是连接监测点与分析系统，更是确保整个系统精准运行的关键。通过数据清洗、

数据转换和数据校验这三大步骤，确保了数据的纯净度、格式适配与准确性，为后续的漏损识别、定位与修复提供了支持。

a) 数据清洗利用算法和规则，识别并剔除那些不符合逻辑、超出合理范围或重复出现的数据；

b) 数据转换是将这些原始数据转换成一种或多种适合分析处理的格式。这通常包括数据类型的转换（如将字符串转换为数字）、数据单位的统一（如将不同压力单位转换为同一标准单位），以及数据结构的调整（如将扁平化的数据转换为层次化的数据结构）；

c) 数据校验一是确保数据在传输和存储过程中没有发生错误或丢失；二是确保数据在转换过程中没有引入新的错误或偏差。可以是简单的数据比对（如将当前数据与历史数据进行比对，检查是否有异常变化），也可以是复杂的算法验证（如利用机器学习算法对数据进行质量评估）。

9.4.2 数据的价值并不在于其数量，而在于能否迅速、准确地解读它们。面对海量数据，如果处理不及时，即便再有价值的信息也会因时效性的丧失而变得毫无意义。可以借助云计算、大数据处理技术等先进手段，构建分布式数据处理平台，实现数据的并行处理与快速响应。同时，通过机器学习和人工智能算法，不断优化数据分析模型，提高预测的准确性和效率。

9.4.3 关键数据点通常指的是直接影响漏损评估和控制决策的数据。这些数据包括但不限于流量计的读数、压力传感器的数据、水质监测结果等，其准确性直接关系到漏损定位、水量平衡分析以及后续维修措施的有效性。多次验证与复核的实施方法有采用冗余采集系统、人工复核与校验、引入第三方审核和建立数据质量控制体系等。

9.4.4 可扩展性就是在设计之初就预留了足够的灵活性和接口，以便在未来能够轻松接入新的监测设备或引入新的分析方法。通过定义统一的数据接口协议、开发灵活的数据转换模块，系统能够自动识别和适配新设备产生的数据，确保数据的连续性和一致性。另外，随着业务需求的变化和数据分析技术的发展，原有的分析方法可能无法满足新的需求，因此，引入新的分析方法成为提升系统效能的关键。

9.4.5 数据的收集、处理与存储过程中，一旦泄露或被篡改，不仅可能导致供水系统的瘫痪，还可能威胁到个人隐私和国家安全。收集到的水量、水压、水质等数据，以及用户的用水行为信息，均属于敏感数据，必须采取严格的数据加密、访问控制等措施，确保数据在传输和存储过程中的保密性。数据的完整性直接关系到漏损诊断的准确性，必须采取有效措施，确保数据的完整性。数据的可用性直接关系到漏损控制的效率和效果，必须采取有效措施，提升数据的可用性。

9.4.6 建立完善的备份机制，需要从多个维度出发，如定期备份与实时备份相结合、异地备份与云备份、数据加密与访问控制等，确保数据的全面、及时、可靠备份。备份只是数据安全的第一步，在数据丢失或损坏后迅速恢复，才是检验备份机制有效性的关键。如制定详细的恢复计划、定期演练与测试、建立应急响应团队等。

9.4.7 压力数据是反映管网运行状态，不仅能够直接体现水流的动力学特征，还能间接反映管网中的漏损、堵塞等异常情况。然而，实际采集到的压力数据往往伴随着各种随机波动，这些波动可能源于传感器误差、数据传输干扰、环境因素变化等多种因素。如果不加以处理，这些随机波动将严重干扰分析结果，导致误判或漏判。在处理压力数据之前，需要对数据的特性有理解，包括数据的来源、采集频率、波动范围、异常值分布等多个方面。在处理压力数据时，不同的算法适用于不同的数据特性和分析需求，包括滤波算法、平滑算法、插值算法、机器学习算法等，因此需要根据具体情况进行选择。

9.4.8 流量数据是反映管网运行状态最直接、最客观的。数据的连续性，即指这些数据在时间序列上应当无间断地记录，记录着管网流量的每一个变化。数据的一致性，则是数据的逻辑维度要求，要求流量数据在逻辑上必须合理，符合供水管网运行的物理规律，否则就可能隐藏着漏水或其他异常情况。数据的连续性和一致性是相互依存、相互促进的。连续性为一致性提供了时间上的连续记录，能够观察到数据变化的完整过程；而一致性则是对连续性数据的逻辑校验，确保了数据的准确性和合理性。

9.4.9 在分区计量系统中，每个分区都配备有流量计，实时记录供水流量。趋势分析是通过分析流量数据随时间的变化趋势，以识别管网运行中的规律性和异常现象。与趋势分析相比，异常检测更注重识别流量数据中的突变点或异常值，这些往往预示着管网中的潜在问题。

9.4.10 压力变化趋势能够直观反映管网的供水能力。在正常情况下，管网压力应保持稳定，波动范围在预设的安全阈值内。若压力出现异常波动，如突然升高或降低，可能意味着管网中存在某种故障或异常。另外，压力变化趋势还能揭示管网的老化程度和潜在风险，随着管网使用年限的增加，管道内壁会逐渐腐蚀、结垢，导致管道内径缩小、水流阻力增大，这种变化会反映在压力数据上，表现为压力下降速度加快或波动幅度增大。虽然压力变化趋势分析能够提供管网运行状态，但仅凭压力数据往往难以准确判断管网的具体问题，因此，流量数据的补充作用显得尤为重要。

9.4.11 不同水质指标在物理性质、化学性质和生物性质上存在差异，这决定了它们在管网中的传输规律和对漏损的敏感度各不相同。例如，浊度主要反映水中的悬浮物含量，与管网内壁的沉积和冲刷现象密切相关；而余氯则作为消毒剂残留，其含量变化可间接反映管网中的生物活性。另外，从管理角度来看，不同水质指标对管网安全、水质达标和用户健康的影响程度不同，因此管理上的优先级和关注点也不同。例如，对于直接关乎人体健康的重金属指标，需要实施更为严格的监测和控制措施。因此，水质数据通过对不同指标进行分类，可以更有针对性地制定监测计划、分析方法和应对措施，从而提高数据处理的效率和准确性。

10 管理平台建设

10.1 一般规定

10.1.1 数据安全已成为国家安全的核心要素之一。供水系统作为城市基础设施的关键组成部分，其管理平台的稳定性、安全性和可控性直接关系到城市运行的安全和稳定。采用国产技术和架构，意味着在数据传输、存储、处理等环节上，能够更好地保障数据的安全性和隐私性，避免因技术依赖导致的潜在安全风险。

10.1.5 通过在每个计量区域的关键节点安装高精度监测设备，可以实时采集并传输流量、压力、水质等数据至管理平台。借助远程控制技术，可以在管理平台上对计量区域内的阀门、泵站等设备进行远程操控。这种即时响应的能力，不仅提高了供水管理的灵活性，更在紧急情况下（如管道爆裂、水质污染等）能够迅速采取应对措施。实时监测与远程控制功能的结合，使得城镇供水管网的管理更加智能化、精细化。

10.1.6 漏损量化分析的实现，依赖于先进的算法和数据分析技术。管理平台通过收集并分析各 DMA 区域的流量、压力等数据，可以构建出管网运行的数学模型。借助这一模型，模拟不同工况下管网的运行状态，从而准确计算出漏损量。此外，通过对比历史数据和实时监测数据，发现漏损趋势和规律。

10.1.7 管理平台通过收集并分析历史用水数据，可以构建出用水需求预测模型。这一模型能够准确预测出未来一段时间内各计量区域的用水需求变化趋势。借助这一预测结果，可以提前调整供水策略，如增加泵站出力、优化管网布局等，以确保在用水高峰期能够保障用户的正常用水需求。此外，管理平台通过实时监测各计量区域的供水压力数据，及时发现供水压力不足的情况。一旦发现压力异常，可以采取相应措施进行干预，如启动应急供水预案、调整供水调度等，以确保供水压力的稳定和用户的正常用水。

10.1.8 传统的管理方式往往依赖于人工巡检和经验判断，不仅效率低下，而且难以准确捕捉管网运行中的细微变化。而数据驱动的管理决策则通过集成物联网、大数据、云计算等先进技术，实现了对供水管网运行数据的全面采集、实时分析和智能预警，为管理决策提供了前所未有的精准度和时效性。

10.1.9 管理平台应采用多层次的安全防护体系，包括物理安全、网络安全、系统安全和应用安全等。例如，物理安全方面，要确保服务器机房、数据存储设备等关键设施的物理环境安全，防止非法侵入和破坏；网络安全方面，应部署防火墙、入侵检测系统（IDS）、入侵防御系统（IPS）等，有效拦截和防御来自外部的网络攻击；系统安全方面，要加强操作系统的安全配置，定期更新补丁，防止系统漏洞被利用；应用安全方面，要对平台上的应用程序进行严格的代码审查和安全测试，确保不存在安全漏洞。在突发事件发生时，管理平台应能够迅速启动应急响应流程，调动相关资源，进行快速处置。例如，对于网络攻击和数据泄露等安全事件，应立即切断攻击源，隔离受影响的系统，防止事件扩散；对于系统故障等突发事件，应迅速定位故障原因，采取必要的恢复措施，确保供水系统的稳定运行。同时，要建立完善的故障恢复机制，包括数据备份与恢复、系统重构等，以最大限度地减少突发事件对供水系统的影响。

10.2 系统构架

10.2.1 模块化设计作为系统架构的核心原则，将复杂的系统拆分成多个独立但相互关联的模块，每个模块负责特定的功能或任务。这种设计方式不仅提高了系统的可扩展性和可维护性，还使得系统能够根据实际需求进行灵活调整。通过在供水网络的各个关键节点安装传感器、智能仪表等设备，物联网技术实现了对供水状态的实时监测和远程控制。大数据技术不仅是对数据的简单收集和处理，更重要的是通过数据挖掘、机器学习等高级分析手段，揭示供水网络中隐藏的规律和模式。云计算技术的引入为大数据的处理与存储提供了强大的支持。云计算通过虚拟化技术，将计算资源、存储资源和网络资源按需分配给用户，实现了计算能力的弹性扩展和高效利用。

10.2.2 管理平台建设需要构建包括数据采集层、数据传输层、数据处理层、应用服务层和用户交互层在内的五层系统架构。这五层架构之间通过标准化的接口进行数据交互和协同工作，综合考虑技术、管理、安全等多个方面的因素，不断进行优化和改进。同时，还需要加强与其他系统的集成和联动，实现更加全面、智能的分区计量管理。

10.2.3 数据采集层的功能实现依赖于两大类关键技术：传感器技术和计量设备。传感器实时监控着管网的状态；而计量设备精确记录流量、压力、水质等关键参数。这些数据的实时性与准确性，直接关系到后续数据分析的可靠性与漏损控制的精确度。

10.2.4 数据采集层应主要包含以下方面：

a) 数据采集层是信息的源头，需要支持多种数据源，包括但不限于流量计、压力表、水质监测仪等现场监测设备。一个完善的数据采集层还应能够整合用户用水数据、气象数据等外部数据源。用户用水数据反映了实际用水需求的变化，有助于发现异常用水行为；气象数据则对供水系统的运行状态有着直接或间接的影响，如温度、湿度、降雨量等因素都可能影响管道的渗漏情况。多源数据的融合，构建了一个全方位、多层次的监控网络；

b) 数据采集层必须实现实时数据采集，依赖于先进的通信技术和协议。无论是有线通信还是无线通信，都需要具备高速、稳定、可靠的特点。同时，管理平台还需具备强大的数据处理能力，能够在短时间内处理大量涌入的数据，实现数据的实时更新和展示；

c) 数据采集层还需要具备对采集到的数据进行校验和修正的能力。数据校验是指通过一定的算法或规则，对采集到的数据进行初步的检查和判断，以识别出异常或错误的的数据，一旦发现异常数据，管理平台应立即发出警报，并启动相应的处理机制。而数据修正则是在校验的基础上，对异常数据进行调整或替换，以恢复其真实值，需要依赖于先进的数据处理算法和丰富的经验知识。数据校验与修正并不是一次性的工作，而是需要持续进行的过程。随着系统的运行和数据的积累，不断会有新的异常数据出现，需要不断地进行校验和修正，只有这样，才能确保数据采集层持续提供准确、可靠的数据支持。

10.2.5 数据传输是实现分区计量高效、安全应用的关键。通过有线和无线传输方式的有机结合，以及加密技术、认证与授权机制、冗余备份与故障恢复等措施的实施，可以确保数据的实时、准确传输。同时，通过优化传输协议、数据压缩与去重、智能调度与负载均衡等策略的应用，可以进一步提高数据传输的效率。

10.2.6 数据传输层应包含但不限于以下内容：

a) 采用了 HTTPS、MQTT 等标准化的传输协议。HTTPS，通过 SSL/TLS 协议对数据进行加密，保证了数据在传输过程中的安全性。而 MQTT，其轻量级、易于部署的特点，适用于供水管网这种需要实时、可靠传输大量数据的场景。两者的结合，既保障了数据的安全性，又提高了传输的效率；

b) 数据传输层的接口设计的开放性与可扩展性，无论是供水单位的内部管理系统，还是智慧城市的大数据平台，只要遵循相同的接口规范，就能实现数据的无缝对接；

c) 无论是用户用水量的实时数据，还是管网压力、流量的监测信息，在传输过程中都被加密处理，即使数据在传输过程中被不法分子截获，也无法轻易解密，从而有效防止了数据的非法获取或篡改；

d) 建立严格的权限管理机制，只有经过身份验证和授权的用户，才能进入数据的“禁区”。每一个用户、每一个角色都被赋予了明确的权限，不仅保护了数据的隐私性，还避免了因误操作或恶意攻击而导致的数据泄露风险；

e) 数据的实时性和准确性至关重要。采用高效的压缩算法和编码技术，减少了数据的传输量，提高了传输速度。同时，增加传输带宽，确保了数据在高峰期的稳定传输。此外，设置数据缓存机制，当网络拥堵或设备故障时，缓存的数据可以暂时代替实时数据，保证了系统的连续性和稳定性；

f) 在通过建立完善的故障恢复机制，在传输过程中出现故障时，能够迅速诊断问题所在，并启动备用方案或重启传输过程，确保数据的连续性和完整性不受影响。

10.2.7 数据处理层是数据处理的核心，不仅要接收来自各个分区区域的大量数据，还要对这些数据进行清洗、整合，以确保数据的准确性和完整性。同时，它还要提供高效的数据存储和查询服务，为决策提供数据支持。可以说，数据处理层是管理平台能否发挥实效的关键所在。

10.2.8 数据处理层应主要包含以下方面：

a) 数据处理层实时接收来自供水管网的各项数据，数据包括但不限于流量、压力、温度等关键参数，直接反映了管网的运行状态。通过安装在高精度流量计、压力计和水质检测仪等设备上的物联网技术，这些实时数据得以被迅速采集并传输至管理平台；

b) 原始数据往往包含异常值、重复值等“杂质”，数据处理层中的数据清洗环节显得尤为重要。首先，通过设定合理的阈值和规则，识别并剔除那些明显不符合常理的异常值。例如，当流量数据出现骤增或骤减，且这种变化无法用正常用水行为解释时，这些数据便被视为异常值。其次，对于重复值，

则通过比对时间戳、数据内容等信息，确保每条数据都是唯一的。数据清洗不仅是对数据的“净化”，更是对数据价值的提升，经过清洗的数据，更加真实、可靠；

c) 数据存储的选择，需兼顾性能与成本。一方面，随着数据量的不断增加，存储系统的扩展性和容量需求日益凸显；另一方面，数据的读写速度、安全性等也是不可忽视的因素。因此，采用分布式数据库、云存储等先进技术，成为数据存储环节的主流选择。数据存储不仅是对数据的保存，更是对数据价值的挖掘。通过合理的存储策略，可以实现对数据的快速访问和高效利用；

d) 通过设计合理的查询接口，可以根据需求，选择相应的查询条件和数据范围，快速获取所需的数据信息。同时，查询机制也需要具备高效、稳定的特点，确保在大量数据查询时仍能保持良好的性能。数据查询的便捷性，不仅提高了工作效率，也促进了数据价值的最大化利用。通过快速获取和分析数据，可以更加准确地掌握供水管网的运行状态，及时发现并解决问题；

e) 数据挖掘与分析，是数据处理层中的核心环节。通过对大量数据的分析和挖掘，可以发现那些隐藏在数据背后的“秘密”。例如，通过分析流量数据的波动情况，可以识别出潜在的漏损区域；通过对比不同时间段的数据变化，可以揭示出漏损的规律和趋势。数据分析的结果，不仅提供了科学的决策依据，也提供了改进和优化供水管网的思路和方法。通过数据挖掘与分析，可以实现对供水管网的精细化管理，提高供水效率和服务质量；

f) 数据可视化的形式多种多样，包括图表、曲线图、地图等。通过选择合适的可视化形式，可以将复杂的数据信息转化为直观的视觉效果。例如，通过地图展示不同区域的漏损情况，可以直观地看出哪些区域的漏损问题较为严重；通过曲线图展示流量数据的变化趋势，可以清晰地看出流量数据的波动情况和潜在问题。数据可视化不仅提高了数据的可读性和可理解性，也促进了数据价值的最大化利用。通过直观的数据展示，可以更加准确地掌握供水管网的运行状态和问题所在。

10.2.9 传统的单体架构，虽然简单易用，但在面对大规模数据处理和复杂业务逻辑时，往往显得力不从心。因此，微服务架构和分布式架构被引入到管理平台的建设中。微服务架构是将应用程序构建为一组小型、自治服务的方法，每个服务都运行在其独立的进程中，服务之间通过轻量级通信机制（通常是HTTP API）进行通信。而分布式架构则是指将应用程序的不同部分部署在不同的物理或逻辑节点上，以实现资源的最大化利用和服务的灵活扩展。微服务架构和分布式架构并不是孤立存在的，而是相互融合、共同作用的。通过微服务架构实现服务的模块化和松耦合，通过分布式架构实现资源的分布式存储和并行处理，两者共同构建了一个高效、灵活、可扩展的管理平台。

10.2.10 应用服务层应包含但不限于以下内容：

a) 分区计量功能能够直观展示各区域的用水量数据，包括但不限于日用水量、月用水量、年用水量等，并支持历史数据的查询与对比分析。还具备数据预警机制，当某个区域的用水量超过预设阈值时，

系统自动触发预警；

b) 具备强大的数据分析与处理能力，能够通过对不同区域用水数据的对比分析，智能识别出异常用水行为。异常用水情况可能包括但不限于：用水量突然激增、用水量持续偏低但夜间用水量异常高（可能暗示非法取水或内部泄漏）、用水量周期性波动异常（如季节性变化不明显）等。还能提供详细的异常用水分析报告，包括异常发生的时间、地点、可能的原因及建议的处理措施等；

c) 多用户并发访问功能意味着系统能够同时支持多个用户在线操作，而不影响系统的性能与响应速度。同时，系统还应提供友好的用户界面与交互设计，降低用户的学习成本，提高工作效率。权限管理功能则是保障数据安全与合规性的关键。系统应根据用户的角色与职责，为其分配相应的访问权限与操作权限。例如，管理人员可以访问所有计量区域的数据并进行操作，而普通员工则只能访问其负责计量区域的数据。此外，系统还应记录用户的操作日志，以便在发生问题时进行追溯与调查。

10.2.11 响应式设计，是指系统或网页能够根据不同设备的屏幕尺寸、分辨率和显示方向，自动调整布局和内容。交互式设计，是指系统或网页能够与用户进行实时互动，根据用户的操作和行为，动态调整页面内容和布局。这两种设计不仅能够提升用户在不同设备上的阅读体验和操作效率，还能为用户提供个性化的定制服务。

10.2.12 展示层应包含但不限于以下内容：

a) 全面展示各级计量区域内的管网基础信息，包括但不限于管道的材质、管径、长度、铺设年代、阀门位置以及用户分布等。通过直观的地图展示或列表形式，用户可以迅速定位到特定区域，了解该区域管网的详细信息。应提供对基础信息的深度解读功能，如通过颜色编码或图标标注，直观展示管网的健康状况和潜在风险；

b) 实时展示各级计量区域内的管网动态信息，包括但不限于实时流量、压力、水质等关键参数。动态信息的展示不仅有助于及时发现异常情况，还能为管网优化提供数据支持。例如，当某区域流量异常增大时，管理者可以迅速判断是否存在漏水现象，并采取相应措施。同样，当压力不足或水质下降时，管理者也能及时调整供水策略，确保供水安全。应采用动态图表和仪表盘等形式，将复杂的数据以直观易懂的方式呈现出来；

c) 展示各级计量区域内的供水售水对比、水平衡、产销差（率）以及漏损（率）等分析结果，不仅反映了管网的漏损情况，还揭示了供水系统的整体效率。通过对比供水量和售水量，可以直观地看到有多少水被用户消耗，多少水在传输过程中损失。水平衡分析则有助于判断管网是否存在漏水现象，以及漏水的严重程度。产销差率和漏损率则是衡量供水系统效率的重要指标，它们的变化趋势反映了管理措施的成效。通过趋势图、柱状图等可视化手段，看到各项指标的变化趋势和分布情况。同时，提供数据导出和报告生成功能；

d) 报警信息是及时发现和处理管网故障的重要手段，包括但不限于漏水报警、压力异常报警、水质报警等。报警信息的展示应突出其紧迫性和重要性。通过闪烁的图标、醒目的颜色以及声音提示等方式。同时，提供详细的报警信息描述。支持报警信息的分类和筛选功能，优先处理重要和紧急的报警；

e) 通过可视化手段，如地图、图表、仪表盘等，展示层可以将复杂的数据以直观易懂的方式呈现出来。地图是展示管网布局和动态信息的重要工具。图表和仪表盘则是展示分析结果和报警信息的重要手段。仪表盘则可以将关键参数以直观易懂的方式呈现出来，如通过指针、数字或颜色变化等方式反映实时状态；

f) 自定义数据展示方式包括选择展示的数据类型、设置展示的时间范围、调整图表样式等。通过这些设置，可以根据关注点定制适合自己的展示界面。设置报警阈值则是根据需求和管网的实际情况，设定合理的报警条件。当管网参数超过设定的阈值时，将自动触发报警信息，提醒及时采取措施。通过设置不同的报警阈值，根据管网的重要性和敏感性制定不同的报警策略，以确保管网的安全运行。

10.3 数据分析与应用

10.3.1 建立严格的数据质量标准，并具备自动检测数据质量问题的能力，是管理平台不可或缺的功能。数据质量标准的制定应涵盖数据的完整性、准确性、时效性和一致性等多个维度。完整性要求所有关键数据必须完整无缺，避免信息遗漏导致的分析偏差；准确性则强调数据必须真实反映实际情况，避免虚假数据对决策的误导；时效性要求数据能够及时更新，确保分析结果的时效性；一致性则要求不同来源、不同时间点的数据在逻辑上保持一致，避免数据冲突。应内置数据质量检测模块，通过预设的规则和算法，自动对数据进行校验和清洗。例如，对于异常值，系统应能自动识别并标记，供进一步核实和处理。此外，还应具备数据追溯能力，能够追踪数据的来源和修改历史，确保数据的可追溯性和可验证性。

10.3.2 在数据分析方法的选择上，应充分考虑分区计量的特点。例如，针对供水管网的漏损问题，可以采用时间序列分析、聚类分析、关联规则挖掘等多种方法。时间序列分析能够揭示数据随时间变化的规律和趋势，有助于预测未来的漏损情况；聚类分析则可以将相似的计量区域或用户归为一类，便于制定针对性的管理策略；关联规则挖掘则能够发现不同数据之间的潜在联系，为漏损原因的排查提供线索。还应支持多种数据分析工具和技术，如数据挖掘、机器学习、人工智能等，这些技术能够从海量数据中提取有价值的信息。同时，还应具备算法优化和模型更新的能力，以适应不断变化的数据和业务需求。

10.3.3 数据分析报告是管理平台与决策者之间的桥梁。管理平台应能自动生成详细的数据分析报告，并以图表、图像等形式直观展示分析结果。图表和图像具有直观、易懂的特点，传递关键信息。例如，通过折线图展示不同时间段内的漏损量变化趋势，通过柱状图对比不同区域的漏损情况，通过散点图揭示漏损量与某些关键因素之间的关系等。除了直观展示外，数据分析报告还应具备深度解读的能力。同

时，报告还应具备可定制性，允许根据需要调整报告的内容和格式。

10.3.4 数据分析的最终目的是为业务决策提供支持。一方面，系统应能够实时将分析结果进行推送制定人员，提醒关注潜在的问题和机会；另一方面，业务人员也应能够将自己的经验和需求进行反馈，以优化分析模型和算法。例如，通过数据分析发现某个计量区域的漏损率持续偏高，系统可以自动触发报警机制，提醒管理人员进行现场核查和维修；又如，通过对比不同计量区域的漏损情况，系统可以推荐更加有效的漏损控制策略，如加强管道维护、优化供水压力等。

10.3.5 应采用以下技术，分析供水管网漏损的原因和规律：

a) 对各计量区域的平均漏损率、日漏损量等关键指标进行统计计算，不仅能够直观反映各分区的漏损状况，还能通过横向对比，迅速识别出高漏损计量区域。通过对历史数据的挖掘，可以发现漏损量在不同时间段的变化规律，比如夜间用水量减少时，漏损量是否会有所增加；

b) 时间序列数据是通过收集和分析各计量区域在不同时间点的漏损量数据，揭示漏损量的季节性、周期性变化。例如，冬季由于气温骤降，管网容易受到冻裂影响，导致漏损量显著增加；而夏季则可能因暴雨冲刷、土壤松动等原因，增加管网破损的风险。通过时间序列分析，可以提前预测这些季节性、周期性变化对漏损量的影响。基于历史数据的训练，可以构建预测模型，对未来的漏损量进行预估；

c) 漏损量的变化与管网材质、使用年限、水压变化等多种因素密切相关。1) 不同材质的管网在抗腐蚀、抗磨损等方面存在差异，因此其使用寿命和漏损率也会有所不同；2) 随着管网使用年限的增加，其老化程度逐渐加剧，漏损风险也随之增加，关联分析不同使用年限的管网在漏损率上的差异，为制定管网维护计划提供依据；3) 过高的水压会加速管网的磨损和老化，对水压进行实时监测和分析，及时发现并调整水压异常，以降低漏损风险；

d) 面对海量的供水管网数据，传统的数据分析方法往往力不从心。1) 利用聚类分析对各计量区域的漏损数据进行分类，识别出高漏损计量区域和低漏损计量区域；2) 利用决策树算法对漏损数据进行分类和预测，识别出导致漏损的关键因素；3) 利用神经网络算法对漏损数据进行训练和学习，构建出高精度的预测模型，主动识别出异常模式和数据波动，及时发现潜在的漏损风险。

10.4 基本功能

10.4.1 管理平台建设，是一个集信息化、智能化于一体的系统工程。各功能模块相互协作，共同构建起一个高效、安全、可持续的分区计量管理体系。

10.4.2 GIS 地图展示模块应满足以下功能要求：

a) 本标准“5 GIS 建设”涵盖了从数据采集、处理、存储到展示的全方位要求，旨在构建一个高效、准确、易用的地理信息平台；

b) 管网图层清晰展示了供水管网的布局与走向，用户图层则标记了每一个用水点的位置与属性。而报警图层，实时监控着管网的状态，一旦发现异常便立即发出警报。这种图层叠加的展示方式，不仅提高了信息的可视化程度，还能够迅速掌握管网的整体运行状况；

c) GIS 不仅能够进行距离测量、区域划分等基本操作，还能够基于大数据和算法模型进行更深层次的空间分析。例如，通过距离测量功能，管理人员可以准确计算出管网中任意两点之间的距离，为维修抢修工作提供精确的地理定位；而区域划分功能，则能够根据不同的管理需求，将供水管网划分为若干个独立的计量区域，实现分区计量与精准管理；

d) 允许根据实际需求，对地图的显示样式进行个性化设置。无论是地图的颜色、线条粗细、符号形状，还是标注信息的字体、大小、颜色等，都可以根据实际需求进行调整。

10.4.3 分区管理模块应满足以下功能要求：

a) 具备强大的技术兼容性，能够识别并接入各类监测设备，确保数据的全面性和准确性。这不仅要求模块在设计之初就考虑到未来可能接入的新设备类型，还需要具备灵活的接口协议和数据处理能力，以适应不同设备的数据传输格式和频率。还要具备高度的灵活性，在实际应用中，监测设备的部署位置、数量以及监测参数都可能随着管网运行状况的变化而调整，应能够方便地添加、删除或修改监测设备信息，确保数据的实时性和准确性；

b) 自动划分 DMA 依赖于先进的算法和模型，能够综合考虑管网的拓扑结构、水流特性、用户分布等因素，实现 DMA 的最优化划分。但在某些特殊情况下，手动划分 DMA 仍然是必要的。例如，在管网改造或扩建过程中，可能需要临时调整 DMA 的边界范围；或者在某些特定区域，由于用户分布、地形地貌等因素的限制，自动划分 DMA 可能无法得到理想的结果。此时，分区管理模块应提供手动划分 DMA 的功能，允许管理人员根据实际情况进行灵活调整；

c) 记录并管理每个 DMA 的详细信息，包括名称、边界范围、用户数量、总分表差、最小夜间流量、监测设备位置等。这些信息是评估 DMA 运行状况、制定漏损控制策略和优化调度方案的重要依据。1) 名称与边界范围：DMA 的名称和边界范围是区分不同 DMA 的基本标识。分区管理模块应能够清晰地展示每个 DMA 的名称和边界范围，方便识别和区分；2) 用户数量与总分表差：用户数量反映了 DMA 内用水需求的规模，而总分表差则是评估 DMA 漏损状况的重要指标。分区管理模块应能够实时记录并更新每个 DMA 的用户数量和总分表差数据；3) 最小夜间流量：最小夜间流量是判断 DMA 是否存在漏损的重要参考。在夜间用水低谷时段，管网中的水流量应降至最低水平。如果某个 DMA 的最小夜间流量异常偏高，则可能意味着该 DMA 内存在漏损问题。分区管理模块应能够自动监测并记录每个 DMA 的最小夜间流量数据，提供及时的预警信息；4) 监测设备位置：监测设备的位置信息对于快速定位和处理漏损问题至关重要。分区管理模块应能够准确记录并展示每个 DMA 内监测设备的位置信息，在接到漏损预警后迅速赶

到现场进行处理。

10.4.4 流量监测与分析模块应满足以下功能要求：

a) 历史数据记录了管网在不同时间段、不同工况下的流量变化。通过对这些数据的深入挖掘和分析，可以掌握管网流量的基本规律和特征。而实时数据则是管网当前运行状态的直接反映，它能够及时发现管网中的异常情况。流量监测与分析将历史数据与实时数据相结合，通过对比和分析，可以更加准确地判断管网流量的变化趋势。通过先进的算法和模型，识别出异常流量的特征，这些特征可能包括流量的突然增加或减少、流量的波动范围异常等。一旦识别出异常流量，系统可以立即启动相应的处理程序，如发出警报、启动漏损检测设备，以便及时采取措施进行处理；

b) 由于夜间用水量较少，管网中的流量主要受到漏损等因素的影响。因此，最小夜间流量可以作为判断 DMA 是否存在漏损的重要依据。通过监测和分析最小夜间流量数据，可以发现管网中的漏损情况。例如，当最小夜间流量持续偏高时，可能意味着管网中存在漏损点。估算漏损水量的方法通常包括比较法、模型法等。其中，比较法是通过将实际监测到的最小夜间流量与理论上的最小夜间流量进行比较，从而估算出漏损水量。而模型法则是通过建立管网流量模型，利用模型来模拟和预测管网中的流量变化，进而估算出漏损水量。估算出的漏损水量需要与实际检测结果进行验证和校准。这可以通过现场漏损检测、水表校验等手段来实现。通过不断的验证和校准，可以提高漏损水量估算的准确性和可靠性。

10.4.5 压力监测与管理模块应满足以下功能要求：

a) 1) 历史数据是通过对过去一段时间内的水压数据进行深度挖掘，发现 DMA 区域内的压力变化规律，识别出高峰时段和低谷时段，以及不同季节、天气条件下的压力波动。例如，一个 DMA 区域在夏季高温时，由于用水量激增，水压往往会明显下降。而到了冬季，用水量减少，水压则相对稳定。通过对比历史数据，可以评估出 DMA 在不同条件下的压力承受能力；2) 通过安装在 DMA 区域内的水压传感器，实时获取各个节点的水压信息。实时数据的价值在于其即时性和动态性。当 DMA 内某处出现水压异常时，系统能够迅速响应，发出警报，并前往现场排查；

b) 通过建立数学模型，模拟出不同水压下的漏损率和能耗情况，从而找出最优的水压设定值。理论降压空间的计算并非一蹴而就，需要不断的数据验证和优化，需要结合历史数据和实时数据，进行多次迭代和修正，以确保模型的准确性和实用性。例如，降低水压可能会对部分高楼层用户造成供水困难；而过度降压又可能导致管网内的水流速度减慢，增加沉积物积累的风险。因此，先设定一个相对保守的降压目标，然后逐步观察 DMA 的运行状况和用户反馈。如果一切正常，再逐步降低水压，直至达到最优的降压效果。

10.4.6 水平衡分析模块应满足以下功能要求：

a) 数据采集必须覆盖所有计量区域，无论是主供水干线、支线还是末端用户，每一个节点都应当

纳入监控范围。通过监测设备实时采集水量数据，并即时传输至管理平台。数据的准确性是水平衡分析的生命线。为了确保采集到的数据准确无误，管理平台应内置数据校验机制。这包括对数据完整性、逻辑一致性和异常值的检测；

b) 水量值的计算首先要区分不同类型的水量，包括进水总量、出水总量、漏损水量、用户用水量等。还应运用数学模型进行辅助分析，可以包括水力学模型、统计模型、机器学习模型等。通过模型计算，可以预测管网中的水流分布、压力变化以及潜在的漏损风险。此外，模型还可以根据历史数据学习并优化参数，提高预测的准确性。最后，将计算结果以直观易懂的方式呈现出来，通常包括生成各种报表和图表，如水量平衡表、漏损率曲线、用水效率分布图等。

10.4.7 实时监测与报警模块应满足以下功能要求：

a) 单位管长最小夜间流量通过长期的数据收集和分析，可以得出一个相对稳定的经验值，当实时监测到的流量数据低于这个经验值时，可能意味着该区域存在漏损问题，因为正常的夜间用水需求通常不会导致流量如此显著地下降。户均最小夜间流量通过历史数据的分析和总结，可以得出一个合理的经验值，当某个 DMA 分区内的户均夜间流量远低于此值时，也表明可能存在漏损。流量报警阈值的设定并非一成不变，随着城镇的发展、人口的变化以及用水习惯的调整，经验值也需要不断地进行更新和优化；

b) 供水压力的大小直接影响到居民用水的便捷性和舒适度。当供水压力过低时，不仅会影响用户的正常用水需求，还可能导致管网内部产生负压，从而加剧漏损问题。当实时监测到的供水压力低于供水最小服务压力范围时，系统应立即发出报警信号；

c) 短信报警、邮件报警、APP 推送报警方式各有千秋，可以根据实际情况进行选择 and 组合使用。例如，在紧急情况下，可以优先使用短信报警；在需要详细记录和分析报警情况时，可以选择邮件报警；而在日常管理工作中，则可以更多地依赖 APP 推送报警来提高工作效率。

10.4.8 产销差分析模块应满足以下功能要求：

a) 通过集成数据采集和处理技术，能够实时收集各计量区域的用水量数据，并基于这些数据精确计算出漏损率和产销差率。随后，会自动生成详细的分析报告，报告内容不仅包括各项关键指标的数据，还应包含数据的趋势分析、异常值检测以及可能的漏损原因初判；

b) 产销差分析模块不仅要能够计算各项关键指标，还要支持多种分析维度。1) 在时间维度上，应能够按照日、周、月、年等不同的时间周期进行数据汇总和分析，了解产销差在不同时间段的变化规律；2) 在区域维度上，划分为多个计量区域，并分别计算各区域的漏损率和产销差率。这样不仅可以发现不同区域之间的漏损差异，还可以为管理者提供区域化的漏损控制建议。例如，对于漏损率较高的区域，可以优先安排管网改造或加大巡查力度；3) 在用户类型维度上，能够区分居民用户、商业用户和工业用户等不同用户类型，并分别计算其产销差率，了解不同类型用户的用水特点和漏损情况，从而

制定更加精细化的供水管理和漏损控制策略；

c) 要支持多种漏损分析模型，以适应不同场景的漏损诊断需求。1) 压力波动分析模型通过分析供水系统中压力的变化情况，来判断是否存在漏水现象。当管道发生破损或非法用水时，供水系统的压力往往会发生变化；2) 流量平衡分析模型通过分析供水系统中各节点的流量数据，来判断是否存在流量异常现象。当某个区域的用水量突然增加或减少时，往往意味着该区域存在漏水或非法用水行为。除了这两种常用的漏损分析模型外，产销差分析模块还可以根据实际需求集成其他先进的漏损诊断技术，如声学检测、红外热成像等；

d) 管网水力模型的应用是优化供水压力、减少漏损的重要手段。管网水力模型能够综合考虑管道材质、管径、流速、压力等多种因素，对供水系统的运行状态进行模拟。通过调整供水压力和流量等参数，找到最优的供水方案，使得各计量区域的供水压力保持在合理范围内。

10.4.9 远程控制与管理模块应满足以下功能要求：

a) 支持广泛的监测设备接入，应具备高度的兼容性和灵活性，能够接纳不同品牌、不同型号的监测设备，实现数据的无缝集成。其次，不同的监测设备可能采用不同的控制指令和数据传输格式，远程管理模块需能够解析这些协议，实现对设备的精准操控，包括远程开关机、参数调整、数据采集频率设置等；

b) 权限管理不仅关乎谁能看什么数据、谁能操作什么设备，更在于如何合理划分角色、分配权限，以最小化潜在的安全风险。能够根据岗位职责和工作需要，为不同用户设定不同的访问和操作权限。例如，管理员可以拥有对全系统的访问和控制权限，而一线运维人员则可能仅被授权查看特定区域的监测数据和操作特定设备。此外，还应支持权限的动态调整和历史记录查询，以便在人员变动或工作职责发生变化时，能够迅速调整权限配置，并追溯权限使用的历史记录，为可能的安全事件调查提供线索；

c) 设备状态监测应能够自动识别并分类设备发出的各种信号，如流量波动、压力异常、水质变化等，运用机器学习算法对这些数据进行模式识别。故障诊断能够根据监测到的异常数据，自动匹配最可能的故障原因和解决方案。设备状态监测与故障诊断的实现，离不开对监测设备数据的准确性和完整性的高度依赖。

10.4.10 数据报表与统计分析模块应满足以下功能要求：

a) 应设计有直观易用的查询界面，支持按时间范围、DMA 区域、水量类型等多维度进行筛选和检索。例如，管理人员可以通过输入特定时间段和 DMA 区域名称，快速获取该区域内的用水量、漏损量等关键数据。查询功能的完善性将直接影响到对分区计量系统的整体把控能力；

b) 产销差报表应能够清晰地展示每个 DMA 区域的产销差率、产销差量以及历史变化趋势。漏损分析报表则应包含漏损率、漏损量、漏损类型（如明漏、暗漏）等详细信息，同时结合地理信息系统（GIS）

展示漏损点的分布情况，为现场排查和修复提供直观指导。通过图表、趋势线等视觉元素，将数据背后的故事以直观、易懂的方式呈现出来；

c) 趋势分析能够展示各项数据指标随时间的变化趋势，如用水量、漏损率等。通过趋势图，管理人员可以直观地看到数据的变化规律，预测未来的发展趋势。对比分析则侧重于不同 DMA 区域、不同时间段或不同用水类型之间的数据比较，可以发现不同区域或不同时间段的用水差异和漏损特点；

d) 自定义报表功能允许根据需要添加或删除数据列、调整数据顺序、设置数据格式等，以满足不同层级、不同部门的数据需求。而自定义数据分析模板则能够保存常用的分析方法和参数设置。这种灵活定制的特性，不仅提高了工作效率，还促进了数据分析的标准化和规范化。

10.4.11 工单管理模块应满足以下功能要求：

a) 能够根据 DMA 分区内的水量异常数据，自动触发报修流程，生成包含漏损初步判断信息的工单。通过预设的派发规则，工单能够迅速被分发给最合适的维修人员或团队，从而大幅缩短了从发现漏损到开始修复的时间间隔；

b) 合格的工单，不仅要包含漏损的基本信息，如发生时间、地点等，更要详细描述漏损的严重程度、可能的原因以及初步的处理建议。这些信息对于维修人员来说，是制定修复方案、准备维修材料的重要依据；而对于管理层来说，则是评估漏损修复进度、优化资源配置的关键参考；

c) 传统的跟踪方式往往依赖于电话沟通、邮件确认等人工手段，这种方式不仅效率低下，而且容易出现信息遗漏或误传的情况。状态跟踪允许维修人员实时更新工单状态，如“已接收”“正在处理”“已完成”等，并可以附加必要的备注信息，这些状态更新信息会自动同步到管理平台，供管理层和其他相关人员查阅，管理层可以实时掌握漏损修复工作的进展情况，及时发现并解决可能出现的问题；

d) 维修进度查询功能则通过移动应用、网页端等多种渠道，提供了实时、准确的维修进度信息。只需输入工单号或相关信息，即可轻松查询到漏损修复的最新进展。

10.4.12 用户管理与权限控制模块应满足以下功能要求：

a) 具备用户账号的创建、修改和删除功能，不仅仅是为了满足日常运维的需要，更是为了应对人员流动、职责调整等动态变化，确保系统的用户信息始终准确、有效；

b) 不同用户根据其角色和职责，需要访问不同的数据和信息。不仅能确保用户只能访问其权限范围内的资源，还能有效防止未经授权的访问和操作，从而保护系统的安全性和数据的完整性；

c) 在多个时间段内同时处理大量数据，支持多个用户同时访问系统。可采用负载均衡技术，将用户的访问请求均匀分配到多个服务器上，避免单点过载，提升整体响应速度；能够识别并维护每个用户的会话状态，确保其在并发访问时能够正确获取和更新数据；应实时监控其性能指标，如响应时间、吞吐量等，及时发现并解决潜在的性能瓶颈；

d) 日志记录不仅能够记录用户的操作行为，还能在发生安全事件时提供宝贵的证据。记录所有用户的登录、注销、操作等行为，包括时间、IP 地址、操作类型等详细信息。应将日志信息按照不同的类型进行分类存储，如登录日志、操作日志、异常日志等。

10.5 兼容性（融合）要求

10.5.1 硬件兼容性要求应包含以下几个方面：

a) 应能支持多种品牌和型号的服务器，包括高性能的企业级服务器、节能高效的云服务器以及针对特定应用场景的定制化服务器。支持不同品牌、不同操作系统的计算机，如 Windows、Linux 等，以及工业控制计算机。支持不同品牌、不同通信协议（如 Modbus、NB-IoT、LoRa 等）的仪表接入；

b) 应具备强大的新设备接入能力，能够自动识别并配置新接入的设备，无需复杂的设置或编程，即可实现数据的无缝传输与处理。应能够支持新旧设备之间的数据迁移和无缝对接，确保在替换过程中不会丢失任何重要数据，同时保持系统的稳定运行。

10.5.2 软件兼容性要求应包含以下几个方面：

a) 管理平台不仅是数据的收集、分析，更是各个供水管理系统之间的桥梁与纽带，要求与 GIS、供水调度综合管理系统、营业收费系统、抄表管理系统等核心供水管理系统实现数据交换和协同工作；

b) 为了实现与其他系统的无缝对接，管理平台必须提供标准的数据接口和通信协议。标准数据接口意味着不同系统之间可以采用统一的数据格式和传输规则进行信息交流，降低了系统集成的难度与成本。而通信协议的标准化，则确保了数据在传输过程中的准确性与可靠性，避免了因协议不兼容而导致的数据丢失或错误；

c) 管理平台必须具备读取、解析和转换多种格式数据文件的能力，要求平台能够支持包括 CSV、Excel、XML、JSON 等在内的多种数据格式，并且能够根据不同数据源的特点进行智能识别与处理。只有这样，才能确保从各种来源获取的数据都能被准确、完整地整合到管理平台的数据库中，还需要具备对海量数据进行高效存储、快速检索与智能分析的能力；

d) 模块化设计不仅提高了管理平台的可扩展性与可维护性，更赋予了其强大的灵活性与适应性。对于小型供水企业来说，可能只需要基本的数据收集、分析与报警功能；而对于大型供水企业而言，则可能需要更加复杂、精细的漏损监测与预警系统。模块化设计使得管理平台能够根据不同需求进行定制化开发，真正实现了“量体裁衣”。同时，模块化设计也为管理平台的持续升级与优化提供了便利，可以根据需要随时添加新功能或替换旧模块，而无需对整个系统进行大规模的重构与调整。

10.5.3 数据兼容性要求应包含以下几个方面：

a) 数据来源于多个方面：实时监测数据记录了管网运行状态的即时反馈，历史数据则提供了长期

趋势分析的依据，而统计数据则是对这些数据进行汇总、分析后得出的宏观结论。这些数据不仅来源多样，其格式与精度也各不相同。实时监测数据可能以高频次、高精度的形式存在，而历史数据则可能包含不同时间段、不同粒度的数据记录。管理平台需要灵活的数据接口，能够接收并解析各种类型的数据文件，包括但不限于 CSV、Excel、数据库导出文件等。同时，管理平台还需具备数据格式转换的能力，将不同格式的数据统一转换为内部处理所需的格式，以便于后续的数据处理与分析；

b) 在实际应用中，由于传感器故障、数据传输错误、人为录入错误等原因，异常数据往往难以避免。这些异常数据会影响数据分析的准确性。管理平台需要智能化的数据清洗机制，能够自动识别并纠正异常数据，包括但不限于：通过设定合理的阈值，筛选出超出正常范围的数据；利用时间序列分析等方法，识别并修正由于传感器故障导致的异常波动；以及通过与其他数据源的比对，发现并纠正数据录入错误等。管理平台还需具备数据整合的能力，能够将清洗后的数据按照特定的逻辑或规则进行合并、汇总，形成统一的数据视图；

c) 数据的价值在于其背后的信息与规律，数据分析功能是实现精准管理、优化资源配置的关键。管理平台需要灵活的数据分析工具，能够支持多种数据分析方法，包括但不限于统计分析、趋势分析、相关性分析等。这些分析工具应能够从海量数据中提取出有价值的信息和规律，如管网漏损的时空分布特征、不同区域用水量的变化趋势等。其次，管理平台还需具备数据可视化的能力，通过图表、地图等直观的方式展示数据分析结果。此外，数据分析功能还应支持自定义报表的生成。可以根据需求，选择特定的数据字段、时间段和图表类型，生成个性化的报表。

10.5.4 操作兼容性要求应包含以下几个方面：

a) 深入了解目标用户群体的需求与习惯，确保界面布局合理，色彩搭配舒适，图标与按钮设计直观易懂。例如，通过采用扁平化设计风格，减少视觉干扰，提高信息可读性；通过合理划分功能区域，确保能够快速定位所需功能；通过提供实时数据可视化展示，如水量分布图、漏损率趋势图等，快速掌握管网运行状态，做出科学决策。此外，界面设计还应注重人性化细节，如提供夜间模式切换，保护用户视力；设置快捷键与常用操作入口，提高操作效率；通过用户反馈机制持续优化界面设计，确保平台能够持续满足用户需求变化；

b) 对于习惯于传统 PC 办公的用户，鼠标与键盘的精准操作无疑是不可或缺的。平台应确保所有功能均可通过鼠标与键盘流畅操作，提供丰富的快捷键组合，提高操作效率。同时，针对触摸屏设备（如平板电脑、智能手机等），平台应优化触控交互体验，如通过手势识别、滑动操作等，使用户能够轻松完成各类操作。平台还应具备跨平台兼容性，确保在不同操作系统（如 Windows、macOS、iOS、Android 等）与设备上均能稳定运行，为用户提供一致的操作体验；

c) 操作指南应涵盖从系统安装、配置、使用到维护的全过程，通过图文并茂的方式，详细讲解每

个步骤的操作方法与注意事项。同时，针对常见的操作问题与故障，管理平台应提供专门的帮助文档或FAQ（常见问题解答）列表，帮助用户快速定位问题并找到解决方案。通过定期更新操作指南与帮助文档，确保内容始终与系统版本保持一致，为用户提供最新、最准确的信息支持；

d) 管理平台应采用基于角色的访问控制（RBAC）模型，根据用户的职责与需求，为其分配不同的角色与权限。通过细粒度的权限控制，确保用户只能访问和操作其权限范围内的数据与功能，有效防止数据泄露与误操作。其次，管理平台应实施严格的身份验证与访问控制机制，如采用多因素认证（MFA）技术，结合密码、生物特征等多种验证方式，提高账户安全性。同时，通过定期审计与监控用户行为，及时发现并处理潜在的安全风险。此外，管理平台还应加强数据加密与备份策略，确保敏感数据在传输与存储过程中的安全性，通过定期备份与灾难恢复演练，确保在发生意外时能够迅速恢复系统正常运行。

10.6 安全性与稳定性

10.6.1 数据加密技术的应用，应贯穿于分区计量管理平台的每一个环节。在数据采集端，通过加密传感器或加密通信协议，确保原始数据在传输过程中的安全性。在数据传输过程中，可以采用SSL/TLS等安全协议，对数据进行加密传输，防止数据在传输途中被截获或篡改。在数据存储环节，可以利用哈希算法、对称加密算法或非对称加密算法，对数据进行加密存储，确保即使数据库被非法访问，数据也无法被轻易解读。此外，对于敏感操作，如数据修改、删除等，还应实施严格的权限控制和日志记录，确保每一步操作都可追溯、可审计。

10.6.2 基于角色的访问控制（RBAC）是一种先进的权限管理模型，其核心思想是将用户与权限通过角色这一中间层进行关联，实现权限的细粒度管理和灵活分配。在分区计量管理系统中，RBAC的应用意味着不同岗位、职责的人员将被赋予不同的角色，每个角色拥有完成其工作任务所需的最小权限集。这种设计不仅简化了权限管理流程，降低了管理复杂度，更重要的是，它有效防止了权限滥用和敏感信息泄露的风险。

10.6.3 身份验证功能，就是通过一系列技术手段，确保只有经过授权的用户才能访问系统资源，防止未经授权的访问和潜在的安全威胁，包括但不限于用户名与密码验证、生物特征识别（如指纹、面部识别）、动态验证码等多种方式。

10.6.4 要求管理平台必须具备完善的日志记录功能，能够实时捕捉并记录用户的每一次登录、操作、修改配置等行为，形成完整的操作历史记录。实现透明化管理，确保所有操作都有章可循。要求管理平台在设计之初就需考虑日志系统的独立性与安全性，防止日志被篡改或删除。

10.6.5 通过定期的全面检查，发现并修复系统中的安全隐患，确保管理平台的持续稳定运行，包括但不限于系统配置审查、漏洞扫描、权限管理检查、日志审计等。通过这些检查，可以发现系统中是否存在

在未授权访问、权限滥用、配置错误等潜在风险，并及时采取措施进行修复。例如，检查是否所有用户都经过严格的身份验证和权限分配，是否所有操作都符合既定的安全规范等。

10.6.6 防火墙作为网络安全的门户，能够根据预设的安全策略，对进出网络的数据包进行过滤和监控，阻止未经授权的访问和恶意攻击。而入侵检测系统则能够实时监测网络流量，分析并识别异常行为，及时发现并报告潜在的安全威胁。两者的结合，能够有效提升系统的防御能力，降低遭受攻击的风险。随着网络攻击手段的不断演进，安全设备也需要不断更新和升级，以适应新的安全挑战。

10.6.7 定期对系统进行漏洞扫描和风险评估，是确保平台安全性的基础措施。1) 漏洞扫描是一种自动化的技术手段，通过模拟黑客攻击的方式，检测系统中可能存在的安全漏洞，如未打补丁的软件、弱密码策略、开放的不必要端口等。这些漏洞一旦被恶意利用，可能导致数据泄露、系统瘫痪等严重后果。因此，定期（如每季度或每半年）进行全面的漏洞扫描，是及时发现并修复安全隐患的有效途径；2) 风险评估则是对系统面临的威胁、脆弱性、影响程度等进行综合分析，以确定安全控制的优先级。通过风险评估，可以更加科学地分配资源，确保关键业务和数据的安全。

10.6.8 一个稳定可靠的系统架构，要求系统在设计之初就充分考虑到各种可能的故障场景，通过冗余设计、容错机制等手段，确保在单点故障发生时，系统仍能持续提供服务。1) 冗余设计是指在关键硬件和软件层面实现备份，如数据库服务器的主备切换、网络链路的双路备份等。这样，即使某一组件发生故障，也能迅速切换到备用组件，保证系统的不间断运行；2) 容错机制则是指在系统设计中融入错误检测和恢复能力，如通过日志分析及时发现异常行为，通过自动重启、数据恢复等手段恢复系统正常运行。此外，系统还应具备自我修复能力，即在检测到故障后，能够自动触发修复流程，减少人工干预，提高恢复效率。

10.6.9 随着数据量和计算需求急剧增加，传统的集中式架构已难以满足高效、稳定的服务需求。因此，采用分布式架构和负载均衡技术，成为提升系统性能和可靠性的必然选择。1) 分布式架构将系统拆分为多个独立但相互协作的服务单元，每个单元负责处理特定的业务逻辑或数据存储。通过物理上的分散布局，降低了单点故障的风险。即使某个服务单元出现问题，也不会影响整个系统的运行；2) 负载均衡技术则是根据各服务单元的当前负载情况，动态地将请求分配到最合适的单元上，从而确保系统的整体性能和响应时间。不仅可以提高资源的利用率，还能有效避免某些单元因过载而崩溃的风险。

10.6.10 高质量的硬件不仅能够保证数据传输的高效与准确，还能在面对恶劣环境或高负载运行时保持稳定性，减少故障率，延长使用寿命。

10.6.11 硬件设备在长期运行中也会积累灰尘、产生磨损，软件系统则会面临安全漏洞、性能下降等问题。定期的维护可以清理硬件尘埃，检查并更换老化部件，而软件升级则能修复已知漏洞，提升系统性能，甚至引入新功能。因此，建立定期维护升级机制，将预防性维护纳入日常管理，是保障分区计量

系统长期稳定运行的有效策略。

10.6.12 模块化设计将数据采集、数据分析、漏损预警、调度控制等功能划分为独立的模块，每个模块内部高度集成，而模块之间则通过标准接口进行通信，减少相互依赖。一方面提高了系统的可扩展性和可维护性，当需要添加新功能或优化现有功能时，只需对特定模块进行修改，而不影响其他模块，大大降低了系统升级的风险和成本。另一方面，模块化设计也有助于故障隔离。一旦某个模块出现问题，可以快速定位并修复，而不会导致整个系统瘫痪，提高了系统的整体稳定性和可靠性。

10.6.13 冗余设计在关键硬件和软件层面，如服务器、存储设备、网络链路等，都设置备份或冗余配置，以应对单点故障。当主设备或链路出现故障时，备份设备或链路立即接管工作，确保系统不中断运行。而备份策略则是对数据的双重保护，定期备份关键数据至安全可靠的存储介质，如磁带库、云存储等，并在必要时进行恢复演练，确保在数据丢失或损坏时，能够迅速恢复，减少损失。冗余设计与备份策略的结合，为分区计量管理系统提供了强大的容错能力和灾难恢复能力，确保系统长期稳定运行。

11 调试与验收

11.1 调试

11.1.1 分区计量的成功实施离不开前期的准备，只有通过细致的准备工作，才能确保调试过程的顺利进行，主要准备工作内容如下：

a) 审视计量区域的划分是否合理，不仅是一个地理上的划分，更需考虑水力学特性、用户分布、管网结构等多方面因素，确保每个计量区域都能准确反映其内部的用水状况；在选型时，必须严格遵循规划设计方案，确保设备符合相关验收标准和规范；在安装过程中，更需注意细节，如安装位置的选择、设备的防护措施等，任何疏忽都可能导致数据失真或设备损坏；

b) 数据库连接是管理平台运行的基础，决定了数据能否被有效存储和检索；用户权限设置则关系到数据的安全性和管理的便捷性；

c) 通信故障可能导致数据丢失或延迟，在调试前，必须确保所有通信链路畅通无阻，数据传输稳定可靠；

d) 数据清洗是指通过一系列技术手段，提高数据质量的过程。数据整理则是将数据按照一定的逻辑和格式进行组织。在调试前，必须对存储的数据进行彻底的清洗和整理，确保数据质量符合分析要求；

e) 调试方案应明确调试的目标、步骤、方法以及预期结果。通过逐步实施调试方案，可以系统地检查并优化分区计量系统的各个环节。同时，应急预案应针对可能发生的各种突发情况，制定具体的应对措施和处置流程，确保调试过程的安全顺利进行。

11.1.2 管网系统的调试应包括以下内容：

a) 必须确保每一个边界阀门都能灵活开启与关闭,这不仅是为了在需要时能够迅速隔离故障区域,更是为了在日常维护中能够轻松进行区域间的调配与调整。同时,阀门的密封性同样不容忽视。一旦阀门出现泄漏,不仅会造成水资源的浪费,还可能影响计量分区的准确性,进而干扰整个漏损控制系统的运行。因此,需通过多次启闭操作,严格检验阀门的灵活性与密封性,确保计量分区的安全稳定;

b) 必须确保计量区域的边界清晰、无遗漏,且所有进出该区域的管道都经过精确测量与记录。只有这样,才能确保计量数据的准确性,为后续漏损分析与控制提供有力支持。此外,计量区域的封闭性还意味着,在调试过程中,需要密切关注区域内管道的连接情况,确保无未经计量的水流通过,从而保障计量区域的完整性与有效性;

c) 必须确保所有监测设备的设定参数准确无误,包括但不限于流量计的量程选择、压力传感器的灵敏度设置以及数据采集频率的设定等。只有这些参数设置得当,才能确保监测数据的真实性与可靠性,为后续的分析与控制提供有力保障;

d) 由于传输过程中的各种干扰因素,远传数据有时可能与设备机械数据存在偏差。因此,在调试过程中,必须对远传数据与设备机械数据进行严格比对,确保两者的一致性。这不仅是数据融合的基础,更是确保整个计量分区正常运行的关键。一旦发现数据偏差,需立即查明原因,并进行相应调整,以确保数据的准确性与完整性;

e) 必须确保所有设备都能正常供电,且具备相应的备用电源方案,包括但不限于定期检查电源线路、测试备用电源切换功能以及设置电源监控报警系统等。只有这样,才能确保计量区域在突发情况下仍能保持稳定运行;

f) 监测设备与通讯设备往往涉及大量电子元件与线路,为了确保这些设备在雷电等恶劣天气条件下仍能正常运行,必须做好接地环(桩)的连接工作,并进行严格的接地电阻测试。接地环(桩)的连接,可以有效将设备上的静电荷导入大地,防止因电荷积累而导致的设备损坏或人员触电事故。而接地电阻的测试,则是为了验证接地环(桩)的导电性能是否达标,从而确保整个接地系统的有效性。在调试过程中,必须严格按照相关标准进行测试与调整,确保接地系统的安全可靠;

g) 通常会选择消防栓进行放水测试,以模拟实际用水场景并检验流量监测设备的运行情况。这一测试不仅可以验证监测设备的准确性与稳定性,还能及时发现并解决潜在问题。例如,通过对比放水前后的流量数据变化,判断监测设备是否存在误报或漏报现象;通过观察监测设备在放水过程中的响应速度与处理能力,评估其在实际应用中的性能表现。

11.1.3 数据采集与传输的调试应包括以下内容:

a) 调试的首要任务,便是确保监测设备、通信设备与数据中心之间的通信链路畅通无阻。这要求不仅要检查设备本身的运行状态,还需验证其通信模块的配置参数,确保它们能够准确无误地发送数据;

b) 物理连接状态的稳定性直接决定了数据传输的可靠性。需沿线检查，确保每一条线路都完好无损，没有因施工不当或自然因素导致的破损。同时，数据传输速率和错误率也是衡量有线通信质量的重要指标。速率过低可能导致数据实时性不足，而错误率过高则可能引发数据失真。因此，调试过程中，不仅要测试线路的最高传输速率，还需在一段时间内持续监测错误率，确保它们都在可接受的范围内；

c) 需要使用专业的测试工具，对无线通信模块的信号强度进行全方位测量，确保其在整个计量区域内都能保持稳定的信号覆盖。此外，无线通信还容易受到环境因素的干扰，如建筑物遮挡、电磁干扰等。因此，还需模拟各种可能的干扰场景，评估无线通信模块的抗干扰能力，确保其在实际运行中能够稳定传输数据；

d) 带宽利用率过高可能导致网络拥堵，影响数据传输速度；丢包率过高则可能导致数据丢失，影响数据分析的完整性；而延迟过高则可能使数据失去实时性，影响管理决策的及时性。需要使用网络性能测试工具，对这些关键指标进行持续监测和记录。一旦发现异常，应立即排查原因，采取措施进行优化，确保网络性能始终保持在最佳状态；

e) 数据传输过程中的中断、延迟等问题，可能由多种因素引起，如设备故障、通信链路不稳定、网络拥堵等。一旦发现问题，应立即启动应急预案，采取临时措施保障数据传输的连续性。同时，还需深入分析问题的根源，制定长期解决方案，防止类似问题再次发生；

f) 服务器的处理能力需满足分区计量系统对数据处理的需求，确保数据能够及时、准确地被处理和分析。其次，存储容量需足够大，以容纳长期积累的历史数据，为数据分析提供丰富的数据源。最后，安全防护措施需严密有效，防止数据泄露、非法访问等安全事件的发生。还需对服务器进行压力测试，模拟极端情况下的数据处理需求，评估其性能和稳定性。同时，还需定期更新安全防护策略，以应对不断变化的网络安全威胁。

11.1.4 管理平台的调试应包括以下内容：

a) 关注各计量区域监测设备、通信设备的数据传输情况。必须确保每个监测点都能与管理平台建立稳定、可靠的通信链路，数据在传输过程中的完整性、准确性以及时效性均需经过严格验证；

b) 在复杂的城镇供水管网系统中，不同设备可能采用不同的通信协议和数据格式。管理平台作为数据汇总与分析的中心，必须具备强大的协议转换和数据解析能力，确保来自不同设备的数据能够无缝对接，形成统一、标准的数据流。同时，数据传输的稳定性也不容忽视，任何一次数据丢失或延迟都可能影响整个系统的准确性和可靠性；

c) 在数据日益成为重要资产的今天，数据备份与恢复机制的调试显得尤为重要。因此，必须建立一套完善的数据备份策略，包括定期备份、异地备份、增量备份等多种方式，确保在任何情况下都能迅速恢复数据，保障系统的持续运行；

d) 根据规划设计要求验证各功能模块，不仅是对理论设计的验证，更是对实际运行效果的检验。每个功能模块都应按照预定的目标和要求进行测试，确保其能够实现预期的功能，如实时监测、数据分析、报警处理等；

e) 各个功能模块相互依存、相互影响，共同构成一个完整的监测与管理体系统。必须确保各个模块之间能够无缝协作，数据能够顺畅流转，指令能够准确执行；

f) 通过模拟各种可能的异常情况，如数据异常波动、设备故障等，检验管理平台的报警功能是否灵敏、准确。这不仅能够提前发现潜在的问题和风险，还能够为后续的应急处理提供宝贵的经验和参考；

g) 响应时间的快慢直接影响用户的操作体验；数据处理能力的强弱决定了系统能否在短时间内处理大量数据并给出准确的分析结果；服务器资源占用率的高低则关系到系统的稳定性和可扩展性。因此，必须对这些性能指标进行持续监测，并根据实际情况进行优化调整，以确保管理平台始终保持在最佳状态；

h) 数据安全已成为不可忽视的重要问题。管理平台作为分区计量系统的核心组成部分，其安全性直接关系到整个系统的稳定性和可靠性。因此，必须对管理平台的安全性能进行全面测试，确保数据传输过程中的加密措施有效、访问控制机制严格、防 DDoS 攻击能力强大。

11.1.5 调试结束后，应对调试结果进行评估，包括以下内容：

a) 评估各计量区域的边界和范围对应关系是否合理。这一评估的核心在于判断计量区域的划分是否能够准确反映供水管网的实际情况，以及这些计量区域是否能够满足漏损控制的具体要求。合理的边界和范围能够确保数据的准确性和可靠性，为后续的漏损分析和控制提供坚实的基础。在实际操作中，需要考虑多种因素，如管网的结构、地形地貌、用户分布等。通过对比实际运行数据和理论预测值，可以发现潜在的边界划分问题，如区域过大导致数据精度下降，或区域过小使得漏损控制成本过高。这些问题都需要在评估阶段及时发现并予以解决，以确保分区计量系统的有效性；

b) 监测设备其选型、安装位置、采样频率以及数据传输的稳定性与实时性，直接关系到数据的准确性和系统的可靠性。在调试结束后，需要对这些设备的性能进行全面审视，通过对比调试前后的数据质量，评估它们是否能够满足分区计量的要求。选型方面，需要考虑设备的精度、稳定性、耐用性等因素。安装位置的选择则需要综合考虑管网布局、水流特性、环境因素等。采样频率的设定需要权衡数据精度和系统开销，确保在两者之间找到最佳的平衡点。数据传输的稳定性和实时性则是确保数据质量的关键，任何数据传输的中断或延迟都可能对漏损控制产生不利影响；

c) 需要检查系统是否具备完善的安全防护机制，如防火墙、加密技术等，以防止网络攻击对数据传输造成破坏。同时，还需要评估系统在设备故障情况下的冗余性和恢复能力，确保在设备出现故障时能够迅速切换到备用设备，保证数据传输的连续性；

d) 评估系统是否能够将来自不同源头、不同格式的数据进行有效整合，并具备强大的数据处理能力，需要关注系统的数据接口设计、数据存储策略、数据处理算法等方面。数据接口的设计需要确保系统能够兼容各种数据源和数据格式，实现数据的无缝接入。数据存储策略则需要考虑数据的冗余性、安全性以及访问效率。数据处理算法则需要根据分区计量系统的实际需求进行定制和优化，以提高数据处理的准确性和效率；

e) 需要对管理平台的算法和模型进行详细的评估，通过模拟测试或实际运行数据来验证其性能。准确性方面，需要评估算法和模型是否能够准确反映供水管网的实际情况，以及它们对于漏损的预测和控制能力。实用性方面，则需要考虑算法和模型的计算效率、易用性以及可维护性。一个优秀的算法和模型应该能够在保证准确性的同时，尽可能地降低计算成本和提高用户友好性；

f) 需要对可视化界面的设计进行详细的评估，确保它能够直观地展示系统的运行状态和漏损情况，并提供易于理解和操作的功能界面。具体来说，需要关注界面的布局设计、色彩搭配、图标选择等方面，以确保它们能够符合用户的视觉习惯和认知规律。同时，还需要评估界面的交互设计，如按钮的点击反馈、菜单的导航逻辑等，以确保用户能够流畅地与系统进行交互；

g) 高并发访问和大数据量处理是常见的场景。因此，评估管理平台在这些场景下的稳定性、响应速度以及服务器资源利用效率显得尤为重要。通过模拟测试或实际运行数据来验证系统的性能表现。稳定性方面，需要评估系统在高并发访问和大数据量处理时是否会出现崩溃或卡顿现象。响应速度方面，则需要关注系统对于用户请求的响应时间和处理效率。服务器资源利用效率方面，则需要评估系统在处理任务时是否能够合理地利用服务器资源，避免资源的浪费和瓶颈的出现。

11.2 验收

11.2.1 系统建设完整性验收，应包括以下内容：

a) 相对封闭性要求每个计量区域在物理上或逻辑上形成一个独立的系统，减少外部因素的干扰，便于精准定位漏损点。这要求我们在划分时充分考虑地形、道路、建筑等因素，确保区域的边界清晰，不易发生水流跨区流动。管理规模适中则意味着每个计量区域的大小应便于日常管理和维护。过大的区域可能导致监测数据不准确，难以及时发现漏损；而过小的区域则可能增加管理成本，降低效率。因此，找到这一平衡点至关重要。在验收过程中，应通过现场勘查、数据分析等手段，验证每个计量区域的划分是否满足上述要求，确保每个计量区域都能独立、有效地进行流量和压力监测；

b) 全面覆盖意味着每个计量区域内的关键节点都应安装监测设备，包括但不限于进出水口、主要分支管道、用户集中区等。这有助于全面了解计量区域内的水流状况，及时发现异常。精准定位则要求监测设备的安装位置应能够准确反映计量区域内的水流变化。例如，在易发生漏损的管道段、转弯处等

位置增设监测设备，可以更有效地捕捉漏损信号。验收时，应通过比对设计图纸与现场实际情况，逐一检查每个监测设备的安装位置和数量，确保其能够全面覆盖计量区域，实现精准定位；

c) 启闭灵活性要求阀门在需要时能够迅速、准确地开启或关闭，以应对紧急情况或进行计量区域隔离。在验收时对每个阀门进行实际操作测试，验证其启闭是否顺畅，无卡顿现象。密封性则是保证计量区域独立性的关键。验收时，应通过压力测试等手段，检查每个阀门的密封性能，确保其无渗漏现象。防止水流跨区流动，提高监测数据的准确性。同时，还需检查控制系统的稳定性，确保在紧急情况下能够迅速响应，对边界阀门进行远程控制；

d) 稳定性要求数据采集系统能够持续、稳定地运行，不受外界因素干扰。在验收时对系统进行长时间运行测试，观察其是否出现数据丢失、传输延迟等现象。准确性则要求数据采集系统能够实时、准确地收集并传输流量、压力等监测数据。在验收时通过比对实际数据与理论值，验证系统的测量精度是否满足设计要求。同时，还需检查数据采集系统的通信协议、数据格式等是否满足业务需求，确保数据能够顺利接入管理平台，为后续的数据分析和决策提供有力支持；

e) 满足规划与设计的要求意味着管理平台应能够全面展示分区计量系统的运行状态，包括各计量区域的流量、压力、漏损率等关键指标。同时，管理平台还应具备数据查询、报表生成、异常报警等功能，以满足日常管理和决策需求。满足业务部门使用则要求管理平台的设计应贴近用户实际需求，界面友好、操作简便。验收时，应邀请业务部门人员参与测试，收集他们的反馈意见，确保平台能够真正服务于业务决策。此外，还需关注管理平台的可扩展性和安全性。随着计量区域的不断发展和完善，管理平台应具备灵活的配置和扩展能力，以适应未来可能的新需求。同时，平台还应采取有效的安全措施，保护数据安全，防止信息泄露。

11.2.2 系统功能实现验收，应包括以下内容：

a) 检查系统是否能够准确记录并计算每个计量区域的进水量和出水量，包括但不限于各进水口和出水口的流量传感器是否安装正确、数据传输是否稳定可靠、数据处理算法是否科学有效。系统还应能够按关联关系计算计量区域供水量，生成相应的计量报告。这要求系统具备强大的数据处理和分析能力，能够自动整合各流量传感器的数据，通过算法模型计算出每个计量区域的实时供水量和累计供水量。计量报告则应清晰明了，便于直观了解各计量区域的供水状况；

b) 通过实时监测各计量区域的进水量和出水量，系统能够及时发现异常流量变化，从而判断是否存在漏损情况。需重点测试系统的漏损监测功能，验证其是否能够及时发现爆管和违章用水等漏损事件。应模拟不同类型的漏损事件，如爆管、违章用水等，观察系统是否能够迅速响应并发出警报。同时，还需检查系统是否能够准确记录漏损事件的时间、地点、漏损量等关键信息；

c) 需评估系统对每月总供水量、售水量及产销差的统计分析能力。这要求系统能够自动整合各类

数据，生成水量平衡表，展示各 DMA 区域的供水、售水和漏损情况。同时，系统还应具备准确分析判断区域漏损原因的能力。通过对历史数据的分析，系统能够识别出常见的漏损类型和原因。例如，系统可以通过分析各计量区域的漏损率和压力变化，判断是否存在因压力过大而导致的爆管风险；或者通过分析各计量区域的售水量和用水量，判断是否存在违章用水行为；

d) 通过设置合理的报警阈值，系统能够在流量、压力等参数出现异常时及时发出警报，提醒采取相应措施。在验收过程中，需验证系统的报警功能是否有效、准确。应模拟不同类型的异常情况，如流量突增、压力骤降等，观察系统是否能够及时发出警报。同时，还需检查系统是否能够根据异常情况自动调整报警阈值，以提高报警的准确性和可靠性。

11.2.3 系统性能与稳定性验收，应包括以下内容：

a) 通过一系列人为设定的“压力测试”，即系统试运行，来检验其在高负载情况下的稳定性和可靠性，显得尤为重要。人为室外消火栓放水测试，模拟了管网中突然增加的用水量，考验系统在高负载条件下的处理能力。通过监测系统是否能在第一时间发出报警，以及上传的数据是否出现异常或中断，评估系统的稳定性和可靠性。同时，通信干扰测试则模拟了可能的外部通信故障，验证系统在网络不稳定或中断时的数据备份和恢复能力；

b) 为了验证系统的测量准确性，需要将计量分区的测量值与现场实测（实抄）数据进行对比。这不仅仅是一次简单的数字核对，更是对系统算法、传感器精度以及数据处理能力的全面考验。通过对比，发现系统可能存在的误差，进而进行校准和优化。同时，对系统的漏损报警功能进行实际测试也是必不可少的。通过设置不同的报警阈值，模拟不同程度的漏损情况，检查系统是否能准确识别并报警。这一步骤不仅验证了系统的漏损监测能力，还为后续合理设置报警阈值提供了依据；

c) 密切关注数据采集、传输及处理过程中是否存在数据残缺、异常或长期丢失的情况。数据残缺可能意味着传感器故障或数据传输链路不稳定；数据异常则可能是系统算法错误或外部干扰所致；而长期丢失的数据则可能直接导致无法及时了解管网运行状态及漏损情况。一套完善的数据监控和报警机制，一旦检测到数据异常或丢失，系统应立即发出报警，并启动数据恢复程序。同时，需要定期对系统进行维护和校准，以确保其长期处于最佳工作状态。

11.2.4 文档资料验收，应包括以下内容：

a) 在分区计量系统的建设过程中，从设计到施工，每一个环节都至关重要，而记录这些环节的相关文档资料，则是系统后续运行、维护和升级不可或缺的基础。1) 设计文件包含了系统的整体架构、分区划分原则、流量计选型及安装位置、数据采集与传输方案等关键信息。应首先检查设计文件是否完整，是否涵盖了所有必要的设计要素。同时，设计文件的准确性同样重要，任何设计上的疏漏或错误都可能对系统的实际运行效果产生严重影响。因此，应仔细审查设计文件，确保其与实际建设情况相符，

无明显的设计缺陷；2）施工图纸详细记录了各组成部分的安装位置、尺寸、连接方式等信息。在验收阶段，施工图纸的详细性和可读性成为衡量施工质量的重要标准。详细的施工图纸快速了解系统的实际布局，从而更有效地进行现场检查。而可读性强的图纸，则能减少误解和错误，提高验收效率；3）施工记录是系统建设过程中的实时反馈，它记录了施工过程中遇到的各种问题、解决方案以及最终的施工结果。这些记录对于后续的系统维护、故障排查和性能评估具有极高的参考价值。因此，应特别关注施工记录的完整性和真实性。完整的施工记录应涵盖从施工准备到竣工验收的全过程，而真实的记录则能确保系统历史的可追溯性；

b) 用户操作手册则是连接技术与用户的桥梁。一本详尽、易懂的操作手册，不仅能够指导用户正确操作和维护系统，还能提高系统的使用效率和用户满意度。1) 用户操作手册应涵盖分区计量系统的所有基本操作和日常维护任务，包括但不限于流量计的校准、数据采集与分析、故障排查与应急处理等。手册中的每一个步骤都应详细描述，确保用户能够按照指示准确完成。此外，手册还应包含必要的系统参数和性能指标，以使用户了解系统的运行状态并进行性能评估；2) 在编写用户操作手册时，应尽量使用简洁明了的语言，避免专业术语的滥用。对于必须使用的专业术语，应提供清晰的解释或定义，以帮助用户更好地理解。同时，手册中的图表、插图和示例也应与文字内容相辅相成，共同构成易于理解的视觉和文本信息；3) 用户操作手册的核心价值在于其指导性。因此，手册中的每一个操作步骤都应明确、具体，并附有相应的注意事项。这些注意事项可以帮助用户避免常见的操作错误，提高系统的稳定性和安全性。

11.2.5 验收报告作为分区计量项目从规划、建设到实际运行的重要过渡环节，其编制质量直接关系到后续运维管理的效果。编制一份合格的分区计量漏损控制技术验收报告，需要包含但不限于项目概况、系统配置与功能测试、漏损检测与治理、节能降耗效果评估、问题与改进建议、附件与附录等内容。

12 漏损控制与治理

12.1 漏损诊断与评估

12.1.1 鉴于诊断与评估的专业性、系统性，对评估机构经验相当高，为保证诊断与评估结论客观性、本条文规定诊断评估应由专业的第三方机构实施和完成，并承诺通过诊断评估至少降低 3%漏损率指标，制定解决方案和策略符合供水单位实际现状。

12.1.2 为有的放矢、对症下药制定漏损控制策略，本条文规定应通过水量平衡分析，量化各类水量构成，追溯和分析漏损产生的原因，从管理和技术两层面制定漏损控制策略，并通过健全和完善漏控体系，绩效与激励机制，根据资金预算和项目统筹安排，高效经济分阶段实施，确保漏损率达标。

12.1.3 为确保诊断与评估结论的一致性，诊断与评估至少采用两种以上的评估方法，且相互验证、校

正，确保评估的模型的精准度。定量分析是为了量化各项漏损构成成分的权重占比，定性分析为了验证定量分析结论的可信度。因此，本条文规定应验证定量分析与定性分析结论的一致性。

12.1.4 由于诊断评估项目的复杂性，为了保障诊断与评估诊断与评估项目的工作量，评估结论偏差达到预期的目标，供水单位需根据诊断评估项目要求提供一定评估条件。因此，本条文规定应满足最基本的条件和要求。

12.1.5 诊断评估的结论的可靠性取决于诊断评估的数据精度。供水单位为基础设施越健全，提供的原始数据越准确，拓扑关系越清晰，远传流量监测设备占比越高，诊断评估的结论越准确。实际上，供水单位的资料、原始资料的缺失十分严重，难免会影响评估的精度。可见，一次诊断评估并不能完全查清所有的问题。因此，本条文规定应全过程贯穿到漏损控制所有环节。

12.1.6 漏控治理体系的实操性、可行性取决于诊断评估模型、算法的精度。因此，本条文规定应根据漏损诊断与评估的结论，构建漏控治理的体系。

12.2 管网漏失控制

12.2.1 积极主动检漏

12.2.1.1 积极主动是相对于被动检漏模式而定义的，积极主动是利用计量区域流量监测设备实时、采集最小夜间流量并建立了最小流量分析机制，建立了主动驱使检漏人员检漏的一种模式。可见，分区计量管理从漏损治理理念颠覆了传统检漏从模式，构建了一种以数据分析驱动的主动检漏模式。另外，主动检漏应满足《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159 的规定。

12.2.1.2 制度与流程体系建设是分区计量管理和维护的基础，又是支撑分区计量系统平台运行的支撑条件。因此，本条文规定在分区计量建成后，应根据系统应用维护、漏损控制的需要制定配套的规章制度以及计量区域漏损治理的验收标准。

12.2.1.3 检漏经济性是基于检漏支出的人工、设备、探测、修复成本与暗漏修复后所产生的经济效益的比值，比值越小说明越经济。或以最小的成本投入获取最大的经济效益原则，确定经济检漏周期。传统检漏周期忽视了经济性原则，而是通过入冬、开春季节性人为设定的周期。分区计量建成后，可通过实时采集治理后最小夜间流量的增长速度评估经济检漏周期。经济检漏周期既是为了高效控制管网漏失，又是为了以最小的检漏成本获取最大的经济效益。小的漏点不仅人工探测、定位、修复的成本高、而且修复后节水量和收益率低，成本效益不正规。反之，探测成本小、收益率高。为此，本条文规定应以最小夜间流量增长速度、检漏经济性，合理确定检漏周期。

12.2.1.4 检漏台账建立既是为了建立漏点数据库、又是为了满足泄漏原因、暗漏水量统计需求。因此，本条文规定应建立和健全统计台账和报表。

12.2.1.5 应根据计量区域最小夜间流量评估漏失水量，构建相对科学的漏失水量评估模型，保障漏失量与漏损率计算指标的一致。为了保障漏失量与漏损率计算指标的一致性，本条文规定评估计量区域的管网漏失量须先梳理计量区域的进出口、大用户、泵站、DMA 流量监测设备对应关系，同时满足流量监测设备远传占比至少保障 70%以上，通过构建管网漏失和计量误差评估模型进行评估计量区域的管网漏失。再根据评估的管网漏失量和时间因子计算每月管网漏失量。

12.2.1.6 管网漏失的严重程度某种意义上取决于管道的施工质量。施工质量越好，管网发生泄漏的概率低，反之，发生泄漏概率高。关键问题是施工建设完毕后，只要验收交付给运维部门，就不再承担相应的责任。因此，本条文规定应建立配套的追溯机制，追溯管材与施工安装质量，从源头控制管网漏失产生的概率。

12.2.2 提高维修质量与速度

12.2.2.1 管网抢维修的质量与速度应符合《城镇供水管网抢修技术规程》CJJ/T 226 的规定和供水单位对外服务承诺。

12.2.2.2 供水单位应根据不同的漏点类型、材质和工况环境，制定统一、规范的维修工艺。既为满足快速止水修复的要求，又为抢修质量的验收提供依据和标准。

12.2.2.3 供水单位应从采购渠道筛选、现场对生产工艺、使用的原料考察、资质审查、招标入围、材料验收、物理破坏试验、跟踪使用维修的故障频次，对使用管材和配件进行标记、GPS 定位，建立管材与管件的质量管控数据库，并利用数据库建立材料和管件应用测评与考核机制，全过程跟踪、评估抢维修材料的质量。根据质量测评结果决定启动清退机制，并相关品牌和厂家拉入黑名单，作为后期资格审查、入围的条件，构建一整套的抢维修材料质量闭环管理体系，确保管网抢维修材料的可控、可管、可用，可追溯。

12.2.2.4 为减少和避免所使用的管材、管件质量缺陷而导致的水质安全风险，管网爆管、泄漏频繁反弹等一系列的突发性的事件，给供水单位造成的不可预测的经济赔偿损失。因此，应建立对管材、管件生产厂家的追溯索赔机制，是为了确保发生质量问题时减少供水单位损失。

12.2.2.5 抢维修质量管控关键点是通过建立在保质期限内，同一漏点的维修数据库，统计分析维修频次、维修周期、维修的原因，按维修工艺、材料质量分类统计、分类测评与考核，从而实现对抢维修质量的管控。为此，应对每一个暗漏采集 GPS 坐标信息，并建立漏点维修数据库，并通过分析统计的维修频次和原因，制定抢维修整改措施，确保抢维修质量得到有效管控。

12.2.2.6 从客观上来讲，受到政府主管部门办事效率，审批流程、人际关系以及严管街道不允许开挖、重大赛事活动、气候和天气的影响（在报建破路期间）上级检查等因素的影响，导致破路手续审批延缓。

为提高破路手续审批效率，供水单位应与政府的市政、交警等职能部门建立应急处理与供水保障机制，根据抢维修事件的危害性大小，构建绿色通道，特事特办，简化审批手续、提升抢维修速度。

12.2.2.7 从主观上讲，抢维修速度受到报建人员个人工作态度、绩效与激励机制等因素，造成破路审批手续延迟，搁置，实际情况的确也是如此，对于管道暗漏维修，长的一年，短则几个月未及时修复的情况比比皆是。可见，抢维修速度直接影响管网漏失的严重程度。为了消除主观因素对抢维修速度的影响，减少和缩短抢维修事件，减少泄漏周期，供水单位应结合实际情况，制定配套的绩效考核管理办法，加强对报建和抢维修岗位抢修及时率、抢修质量合格率、材料配件质量合格率等关键指标的考核，以提升对破路手续办事效率和抢维修及时率。

12.2.2.8 抢修站点的距离远近，直接影响着抢维修人员及时进场、及时处理、及时止水。止水的时间决定了泄漏时间的长短。对产销差率有一定的影响。因此，应根据城市规模的大小、供水面积覆盖的区域，选合适的计量区域设置抢维修站点，缩短进场时间，提高抢维修速度。设置抢维修站点与直接拆分抢维修职能到计量区域是两码事。供水单位可根据人员、车辆、设备、抢维修人员岗位编制和计量区域的报修件数以及经济条件综合考虑设定抢维修站点。

12.2.3 管网更新改造

12.2.3.1 为保障管网更新改造经济性和实用性，有效降低管网漏失。因此，本条文决定应管材特性、管龄和单位管长漏失次数建立构建单位管长泄漏频次评估模型（单位： $n/km/y$ ），依据评估模型结论，经济地推进管网更改造。

12.2.3.2 老旧管网耐腐蚀性、耐压强度小、施工工艺差，甚至不满足饮用水安全标准要求，其对管网漏失、水质影响严重，早已被列入淘汰名单。为减少老旧管网对管网漏失和水质的影响，供水单位应结合城市规划、管网改造资金落实情况，逐步淘汰建立水泥管、灰口铸铁管等非常规管材，减少管网漏失。

12.2.4 压力调控

12.2.4.1 管网压力因供水模式、地形落差、管网布局变化起伏等原因导致压力分布不均，给压力调控造成了一定的局限性。因此，本条文规定应结合其工况环境和条件，选择单一的压力调控模式，还是组合式压力调控模式，局部调压，还是整体调压。

12.2.4.2 压力调控应满足《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207 的规定。

12.2.4.3 应用场景不同，压力调控方式应该不同。城中村、单条管线、乡镇供水区域适合采用时间压力控制，增压站适合采用恒压控制，智能压力控制适合漏量小、背景漏失高的区域。因此，本条文规定应根据应根据不同场景选择恒压控制、时间控制和智能压力控制等方式。

12.2.4.4 压力调控受到地形、管网布局等外界因素的影响，仅靠最不利点压力调控供水压力，根本无

法保障整体管网压力均衡。因此，本条文规定对地形落差大区域应采用分段局部调压和整体压力调控相结合的方式。先通过减压阀调控地形落差大，压力高的区域，然后当整个区域管网压力回升后，再根据最不利点压力进行整体调控压力，以达到区域压力的均衡，减少管网漏失和爆管。

12.2.4.6 减压阀是通过调节阀门开启度来调控供水管网压力，其质量好坏决定减压阀是否能正常开启。一旦发生故障，减压阀不能及时正常开启，会直接影响该区的正常供水。为了避免减压阀故障造成局部停水或水压偏低导致的用户投诉。供水单位在利用减压阀压力调控时，应同时增设旁通阀。当减压阀发生故障或异常时，随时可开启旁通阀保障正常供水。

12.2.4.7 压力调控不仅会引起水流方向、流速突变以及水质异常，还会造成水压低，甚至减压阀故障等问题，为了减少水质、水压投诉，杜绝发生减压阀造成的供水事故发生。供水单位压力调控时应制定压力调控应急处理预案，一旦发生类似突发事件，及时启动应急处理预案（如：开启旁通阀、组织人员和应急送水车辆送水），以保障正常供水。

12.2.4.10 任何压力调控方案和措施都难免百密一疏，都难免会造成用户对水压、水质的投诉。这是由供水管网，工况环境、地形条件和用水的随机性等因素所限制。可见，压力调控一步到位很不显示，引发用户对供水服务压力的不满概率极高。以前，压力调控只考虑最不利点点，随着用户使用热水器数量增多，压力调控造成热水器损坏的概率和风险极高。因此，压力调控过程中应根据实际情况、压力调控区间、调控时间节点采取逐步调压，实时收集用户对供水服务压力的反馈，并根据用户反馈的情况，决定是否继续压力调控或重新优化压力调控方案。

12.2.4.11 供水压力与管网漏失成线性正比的关系，压力调节的幅度越大，管网漏失和背景漏失下降幅度的越明显，反之，管网漏失和背景漏失下降值越不明显。可见，压力调节幅度直接决定管网漏失下降多少。为了科学、合理评估压力调控对管网漏失的成效，本条文规定应结合压力调控前后的压力、最小夜间流量评估分析减少管网漏失量和背景漏失量。

12.3 计量损失控制

12.3.1 应符合《城镇供水水量计量仪表的配备和管理通则》CJ/T 454 的规定。

12.3.1 为保障流量监测设备选型的合理性，提高计量的准确性，本条文规定应选型时应符合《城镇供水水量计量仪表的配备和管理通则》CJ/T 454 的规定。

12.3.2 流量监测设备口径不同，更换周期也不同。通常按口径大小更换周期为2年、4年和6年。此更换周期只能从年限给予规定，但却未考虑峰谷流量对流量监测设备的计量误差和寿命的影响。可见，供水单位应根据流量监测设备计量性能变化建立动态的流量监测设备更换、维护机制，实施跟踪计量误差变化，以减少计量损失，才是最合理、科学的。

12.3.3 为减少流量监测设备不规范安装、施工造成的计量损失，本条文规定流量监测设备的应严格按照直管段、缩颈尖角、满管、水平安装的要求规范安装，才能减少计量损失。另外，就是加强计量表具的验收、及时整改，以保障流量监测设备的精准度

12.3.4 量程比 R 值高低决定小流量的计量性能，量程比越大，小流量计量性能越好，计量损失越小，因此，应选择量程比 R 值高。计量等级高低决定了计量精准度，计量等级越高，计量精准度越高，且购置成本越高。但从计量精准角度考虑，选择计量等级高的流量监测设备是正确的。

12.3.5 为减少流量监测设备尺寸与选型对计量损失影响。因此，本条文规定应结合其特性参数和峰谷流量用水特性的选型。

12.3.6 当外界因素发生变化时，流量监测设备的参数、接地电阻及零点漂移时常会发生，一旦发生类似问题，计量误差随之发生变化。因此，应定期检查和维修，减少计量损失。

12.3.7 对报废的流量监测设备进行拆卸分析，检查报废故障的原因，并结合年限、类型评估分析计量误差，优化计量表具选型。报废水表抽样校验应根据不同的口径、类型，每类抽样不少于 10 支，抽样的样本量越多，越具有代表性，越能为流量监测设备选型提供选型依据。

12.3.8 由于，大口径流量监测设备尺寸于选型不合理，存在着“大马拉小车、小马拉大车”的现象。据不完全统计，流量监测设备选型合理的比例不超于 30%，剩余 70%“流量监测设备选型存在着大马拉小车、小马拉大车”问题，可见，大口径流量监测设备计量损失对产销差率影响不容小觑。为减少大口径流量监测设备计量损失对产销差率的影响，应对大口径流量监测设备进行在线校核、比对分析计量误差，及时通过校核、更换流量监测设备减少计量损失。

12.4 其他损失控制

12.4.1 抄表质量管理

12.4.1.1 抄表抄表质量高低关键是制度不健全、不完善，不是以基于抄表现状制定和完善的，使得抄表制度与管理办法和实际现状脱节。因此，本条文规定供水单位应根据抄表过程中存在的问题和漏洞，建立配套的抄表管理制度和管理办法，给抄表员定规矩、立章程，规范抄表员的行为，减少人工抄表质量差导致的水量损失

12.4.1.2 为保障抄表质量，本条文规定应成立计量区域内部、稽查以及中层干部抽查的三级复查机制。计量区域负责内部抄表质量检查复核，稽查负责对计量区域的的复查；中层干部负责对稽查大队检查的结果进行抽查，形成抄表三级质量复核机制。

12.4.1.3 抄表质量的复核分为跟复和随机复核两种，跟复是跟随抄表员现场检查 and 复核其抄表质量。抄表过程中为了保障现场核查的质量，提高现场核查效率，本文规定应利用大数据分析方法和模型对注

册用户水量进行分析，及时发现异常问题并有目的的核查。

12.4.1.4 一户一表改造项目推进因受到资金等各种因素的影响，一户一表改造项目推进严重滞后，截止目前仍有大量室内表未改造，严重影响人工抄表质量。因此，本文规定应通过加快一户一表改造推进室内表改造，提升抄见率和抄表质量。

12.4.1.5 “堆、淹、埋、压、占”现象影响着抄表员的抄见率，抄见率保障不了，抄表质量更难保障。另外，长期不清理会导致流量监测设备丢失。因此，本条文规定应建立“堆、淹、埋、压、占”流量监测设备的清查机制。

12.4.1.6 为保障流量监测设备和通信传输的完整性，准确性，本条文通过对建立远传、非远传异常数据的分析，跟踪、复核机制，保障远传、非远传流量数据准确性，保障远传与实抄数据的一致性。

12.4.1.7 为减少人工抄表造成的水量损失，保障产销差率准确性和可靠性，本条文规定供水单位应根据实际抄表的情况，制定相应的绩效考核管理办法，强化对抄见率、抄表准确性、抄足率、水费回收率等关键指标的考核，确保抄表质量。

12.4.3 零水量用户消减

12.4.3.1 零水量用户产生原因和途径很复杂，既有人为原因，又有客观原因。因此，本条文规定应对入住率、流量监测故障、估抄、系统默认等原因产生的用户，零水量用户分类统计和管理。然后，根据产生原因制定对应的消减措施和策略，减少零水量用户对产销差率的影响。

12.4.3.2 零水量用户产生原因最终是要靠现场复核验证，排查，才能实现零水量消减。因此。本条文规定供水单位应根据零水量用户比例、严重程度建立零水量复查机制，编制零水量消减计划，分批分层次消减零水量，减少其对产销差率的影响。。

12.4.3.3 由于，零水量用户占总户数的比例相当高，通常都在 20%以上，全部普查工作量太大且周期很长，为减少零水量用户复核工作量。本条文规定应利用大数据对零水量用户筛查和分析，预测零水量用户的原因，再编制消减计划，组织 0 水量现场复核，以提高零水量用户复核的准确性。

12.4.3.4 系统默认水量不足默认水量系统不显示，但水量实实在在的产生了，且对产销差率有一定的影响。尽管，可不收费，但水量必须统计。因此，本条文规定应修改流量监测设备系统默认水量阈值，及时统计未统计的水量，核算到产销差率中，保证产销差数据的准确性。

12.4.3.5 零水量只是流量监测设备的一种状态，至于状态是否属于真实的情况，仍需要进一步的验证，而非简单现场抄录读数。因此，本条文规定应现场拆卸放水查验零水量具体是流量监测设备故障所致，还是聚气所致，还是真正无人居住所致。

12.4.4 违章用水查处

12.4.4.1 市政消火栓取水行为属于常见的一种违章用水。由于，消火栓数量庞大，分布在城市的各个角落，全部采用智能消火栓投资过大。因此，本条文规定应通过设定固定取水点，限制用水单位在非固定取水点乱取水，再通过对市政消火栓的巡视巡查规范取水行为，减少对产销率的影响。

12.4.4.2 违章用水行为属于持续的行为，扰乱正常的供水秩序，应该作为常态化的工作开展。因此，本条文规定供水单位应成立稽查部门，建立常态化的巡查机制，且给予一定的激励机制和奖励措施，确保巡查机制能发挥作用。

12.4.4.3 违章用水行为的随机性，突发性决定了违章用水行为的不规律性，利用大数据对计量区域内的用户性质、规模与水量不匹配性、与用水规律的违背性进行分析，及时发现违章用水线索。

12.4.4.4 根据产生违章用水的动机，对重点用户开展专项普查。本条文规定供水单位应定期对特行、非居民等水价高用户开展专项普查，通过现场停水试验，水质对比等手段核实违章行为。

12.4.4.5 违章用水行为的随机性、偶然性决定了违章用水发现、查处的难度。为获取更多违章用水线索，畅通违章用水举报通道。供水单位建立违章用水举报奖励机制，发动全社会的群众、检漏、巡检人员监督、举报，获取更多的违章用水线索。

12.5 建立漏控长效机制

12.5.1 所谓漏控长效机制，其实一种漏控体系，而不是简单的一种机制。组织结构优化与调整是体系建设的重要组成部分，是解决统筹规划和顶层设计的有效途径。尽管，漏损控制工作开展了几十年，但从未从根源上分析和研究为什么漏损控制效率低下，工作推进不下去。根源就在于统筹规划和顶层设计不到位，职责分工不明确，相互扯皮内耗严重。可见，供水单位应根据漏损控制的需要成立漏损控制领导小组和漏控办公室，明确各部门的职责与分工，保障漏控工作能正常的推进。

12.5.2 漏损控制属于系统工程。既有技术问题，又有管理问题，两者互相促进，又相互制约。上再多的装备、平台，思想、观念、机制、激励和技能不问题不解决，再强大的系统只能是摆设。当前已经在分区计量平台和项目相当多，但真正用好、用起来的风毛麟角。一是分区计量平台不满足业务需求，二是平台建成后未建立配套机制和流程，三是人员对系统平台操作应用技能跟不上，四是既是平台发现流量异常、数据异常，无人愿意主动去解决。从某种意义上讲，各种平台和系统属于反人性的，并不是基层人员所喜欢和需要的。既要通过建设系统平台实时监测跟踪各种流量压力和数据，又要解决员工思想上顾虑、情绪，甚至不想干、不愿干、不会干的问题。再有，就是缺少统筹规划、顶层设计，未从根源上找到漏损的原因，资金投入少或投资方向不同，而盲目跟风，盲目生搬硬套、照搬照抄别人制度体系，导致产销差率久控不下。由此可见，供水单位应根据通过系统诊断与评估、查清漏损原因、理清职责、分工明确、并根据员工素质和技能，设备装备程度，并建立配套的约束和激励机制，系统的推进漏损控

制即通过建立诊断与评估体系、组织结构体系、制度流程体系、运营（技术）体系、指标评价体系和绩效激励体系等体系，构建完善的漏控治理体系。

12.5.3 因计量区域管网老化程度，基础设施、管理水平不同，产销差率也不相同。在计量区域设定指标时应充分考虑治理的难度和指标下降的幅度。应根据各计量区域的指标差异性、治理的难度、漏损产生的原因、基础设施和人员装备情况制定不同的任务和指标。所谓的不同任务和指标是根据各区漏损产生的原因制定不同的漏损控制策略，以实现真正意义上的分区管理、分区控制与管理。既然任务和指标不同，对公司整体产销差率影响程度不同，贡献率不同，就应根据给各区下达的产销差率指标给予相应的考核与激励。为保障考核与激励机制能够公平合理性，在对漏损指标考核激励的同时充分考虑各计量区域的产销差率对总产销率的贡献率。

12.5.4 产销差控制人才缺乏是制约产销差长久、持续推动的一大障碍。产销差控制人才不是单一工种、技能人才，而是具有战略思路和高度，统管全局的人才。另外，就是让人才培养机制、培养方式与时代脱节，只注重培训的形式，却未注重培训的成效。加上新老人员交替、人才断层、缺少引进和留住人才的机制、人才培育的土壤，使得高素质的产销差人才少之又少，可见，人才的短板才是制约产销差长久、持续推进的最大阻力。供水单位应根据漏控工作的长远发展规划，建立漏控人才培养和培育机制，构建人才储备库，尤其大数据漏控人才，才能持续发力，持续推进漏控工作。