

ICS 03.120.20

CCS A 16

团 体 标 准

T/WEA 0XX-2026

管道直饮水智慧循环系统 及智能装备技术要求

Technical requirements for intelligent circulation system and intelligent
equipment of pipeline direct drinking water

20XX 年 XX 月 XX 日发布

20XX 年 XX 月 XX 日实施

中国智慧工程研究会 发布

目 录

前 言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 构成与基本参数	3
5 技术要求	4
6 安全与环保	10
7 试验方法	11
8 验收要求	13

前 言

本标准主要依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定制定。

本文件由北京国节科技中心提出。

本文件由中国智慧工程研究会归口。

本标准主要起草单位：XXX、XXX、XXX。

本标准的主要起草人：XXX、XXX。

管道直饮水智慧循环系统及智能装备技术要求

1 范围

本文件规定了管道直饮水智慧循环系统及智能装备的构成与基本参数、技术要求、安全与环保、试验方法及验收要求。

本文件适用于管道直饮水处理、循环输配及智能管控过程中所使用的智慧循环系统及配套智能装备的设计、制造、检验和验收，涵盖集中式、分散式管道直饮水智慧循环系统，不适用于家用小型直饮水设备。

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。凡是注明日期的引用文件，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 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
- GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准
- GB 8978-1996 污水综合排放标准
- GB 18613-2020 电动机能效限定值及能效等级
- GB 18918-2002 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB 28235-2020 紫外线消毒器卫生要求
- GB 3096-2008 声环境质量标准
- GB 50015-2019 建筑给水排水设计标准
- GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范
- GB 50235-2010 工业金属管道工程施工规范
- GB/T 1804-2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 778.1-2018 饮用冷水水表和热水水表 第1部分：计量要求和技术要求
- GB/T 7701.2-2008 煤质颗粒活性炭 净化水用煤质颗粒活性炭
- GB/T 12220-2015 工业阀门 标志
- GB/T 12221-2005 金属阀门 结构长度
- GB/T 12224-2015 钢制阀门 一般要求
- GB/T 12771-2019 流体输送用不锈钢焊接钢管
- GB/T 13663.2-2018 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材
- GB/T 13927-2022 工业阀门 压力试验
- GB/T 14976-2025 输送流体用不锈钢无缝钢管
- GB/T 17219-2025 生活饮用水输配水设备、防护材料及水处理材料卫生安全评价
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 19249-2017 反渗透水处理设备
- GB/T 30306-2024 家用和类似用途饮用水处理滤芯
- GB/T 5750.4-2023 生活饮用水标准检验方法 第4部分：感官性状和物理指标
- GB/T 5750.8-2023 生活饮用水标准检验方法 第8部分：有机物指标
- GB/T 5750.11-2023 生活饮用水标准检验方法 第11部分：消毒剂指标
- GB/T 5750.12-2023 生活饮用水标准检验方法 第12部分：微生物指标

CJ 94-2005 饮用净水水质标准
CJ/T 188-2018 户用计量仪表数据传输技术条件
CJ/T 224-2012 电子远传水表
CJJ/T 110-2017 建筑与小区管道直饮水系统技术规程
HY/T 113-2008 纳滤膜及其元件

3 术语和定义

下列术语和定义适用本文件。

3.1 管道直饮水智慧循环系统

以自来水为原水，经过深度净化处理后，通过闭环循环管网输送至用户端，配套智能监测、控制、计量、预警装备，实现水质实时监控、管网自动循环、故障智能报警、数据远程传输的一体化直饮水供水系统。

3.2 智能装备

用于管道直饮水智慧循环系统中，实现水质净化、运行监测、自动控制、安全防护等功能的智能化设备总称，主要包括智能过滤与处理装备、智能监测与控制装备、智能安全与防护装备。

4 构成与基本参数

4.1 系统构成

管道直饮水智慧循环系统及配套智能装备组成，具体构成如下：

1) 管道直饮水智慧循环系统：

- 循环管网（含管道、管件、阀门）；
- 净化处理模块（含预处理、膜处理、消毒）；
- 循环动力模块（含变频循环泵）。

2) 配套智能装备：

- 智能过滤与处理装备；
- 智能监测与控制装备；
- 智能安全与防护装备。

4.2 基本参数

管道直饮水智慧循环系统及智能装备的基本参数应符合表 1 规定：

表 1 基本参数

类别	技术参数	备注
供水压力	0.10MPa~0.35MPa, 用户端水压波动 $\leq\pm 0.02$ MPa	符合 GB 50015-2019 要求
管网循环周期	管网总容积 $\leq 50\text{m}^3$ 时, 自动循环周期 $\leq 12\text{h}$; 管网总容积 $> 50\text{m}^3$ 时, 自动循环周期 $\leq 8\text{h}$	符合 CJJ/T 110-2017 要求
出水水质	符合 GB 5749-2022、CJ 94-2005 双标准要求	微生物、浊度、余氯等核心指标达标
设备运行噪声	$\leq 55\text{dB(A)}$, 符合 GB 3096-2008 要求	设备机房内 1m 处检测

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 系统及装备所用材料应符合食品级卫生要求, 与水接触部件无毒、无异味、无有害物质溶出, 耐腐蚀性、耐压性符合 GB/T 17219-2025、GB/T 30306-2024 规定, 严禁使用再生非食品级材料。

5.1.2 电气设备安全符合 GB 4706.1-2005 要求, 电动机能效符合 GB 18613-2020 规定, 外壳防护等级不低于 IP54, 符合 GB/T 4208-2017 要求, 具备完善的接地、防雷、漏电保护功能, 防雷设计符合 GB 50057-2010。

5.1.3 装备外观无明显划痕、变形、锈蚀, 焊接与连接部位平整牢固, 尺寸公差符合 GB/T 1804 要求, 标识清晰完整, 标注设备型号、参数、厂家、执行标准等信息。

5.2 管网系统技术要求

5.2.1 系统管材选用

系统管材选用要求如下:

a) 管材应选用食品级不锈钢管 (牌号: 06Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2, 材质 304/316L) 或食品级聚乙烯 (PE) 管, 严禁使用镀锌钢管、非食品级塑料管;

b) 不锈钢管材应符合 GB/T 12771-2019 或 GB/T 14976-2025 的规定, 壁厚应根据工作压力、管径经计算确定, 且最小壁厚不应小于 1.0mm; 当管径 $\geq \text{DN}50$ 时, 最小壁厚不应小于 1.5mm;

c) PE 管材应符合 GB/T13663.2 的规定, 选用 PE100 级材料, 公称压力不低于 1.0MPa, 壁厚系列不低于 SDR11;

d) 管件应与管材材质一致, 符合相应标准要求;

e) 所有与饮用水接触的管材、管件应提供食品级卫生检测报告, 符合 GB/T 17219-2025 的规定。

5.2.2 管道连接

管道连接要求如下:

a) 不锈钢管连接应采用氩弧焊焊接、卡压式连接或法兰连接, 焊接应符合 GB 50235-2010 的规定, 焊缝应进行酸洗钝化处理;

b) PE 管连接应采用热熔对接焊或电熔连接, 焊接工艺应符合 GB/T 13663.3-2018 的规定;

c) 不同材质管道连接应采用专用过渡接头, 确保连接可靠、密封严密;

d) 所有连接部位应进行压力试验，无渗漏。

5.2.3 管道布置

管道布置要求如下：

- a) 管网应采用闭环循环系统，保证管道内水流持续循环，避免形成死水区；回水管径不宜小于供水管径的 70%，以保障循环流量满足系统运行要求；
- b) 管道敷设应考虑排气、泄水要求，最高点设自动排气阀，最低点设泄水阀；
- c) 埋地管道应埋设在冰冻线以下，且覆土深度不小于 0.7 m；
- d) 管道穿墙、穿楼板应设置套管，套管与管道间填塞柔性防水材料；
- e) 管道支架、吊架设置应合理，间距符合设计要求，不锈钢管与支架间应设食品级橡胶或聚四氟乙烯垫片隔离。

5.2.4 管道冲洗与消毒

管道安装完成后应按以下要求进行冲洗和消毒：

- a) 冲洗流速不应小于 1.5 m/s，直至出水浊度、色度与进水一致；
- b) 消毒应采用含氯消毒剂浸泡，有效氯浓度不低于 50mg/L，泡时间不宜少于 12h 或采用循环消毒方式，确保所有管道内壁与消毒液充分接触；
- c) 消毒后用直饮水冲洗至余氯、微生物指标符合 CJ 94-2005 要求。

5.3 阀门技术要求

5.3.1 通用要求

阀门选用通用要求如下：

- a) 与饮用水接触的阀门材质应为食品级不锈钢（304/316L）或食品级工程塑料，符合 GB/T 17219-2025 的规定；
- b) 阀门公称压力不应小于系统设计工作压力的 1.5 倍，且不应小于 1.0MPa；
- c) 阀门结构长度应符合 GB/T 12221 的规定，法兰连接尺寸应符合相应标准；
- d) 阀门标志应符合 GB/T 12220 的规定，标明公称压力、公称通径、材质、流向等；
- e) 阀门出厂前应进行压力试验，符合 GB/T 13927-2022 的规定。

5.3.2 阀门类型及功能要求

阀门类型及功能要求应符合表 2 的规定：

表 2：阀门类型及功能要求

阀门类型	主要功能	关键参数要求	依据标准
电动调节阀	管网压力、流量调节	接收 4mA~20mA 信号，调节精度 $\leq\pm 2\%$ ；具备手动/自动切换、阀位反馈；防护等级 $\geq\text{IP65}$	GB/T 12224-2015
电动开关阀	分区控制、应急切断	全开全关时间 $\leq 30\text{s}$ ，密封性能 GB/T 13927-2022 A 级；具备到位反馈	
减压阀	压力调节	出口压力调节范围 0.10MPa~0.35MPa，稳压精度 $\leq\pm 0.02\text{MPa}$ ，动静压差 $\leq 0.05\text{MPa}$	
安全阀	超压保护	设定压力为最大工作压力的 1.1 倍，开启压力偏差 $\leq\pm 5\%$ ，回座压力 \geq 开启压力的 90%	

阀门类型	主要功能	关键参数要求	依据标准
止回阀	防止倒流	密封性能良好，反向泄漏量符合 GB/T 13927-2022；宜采用缓闭式	
自动排气阀	自动排气	排气孔径与管径适配，具备防污功能	—
智能阀门 (可选)	状态监测、远程控制	集成监测功能，记录动作次数、运行时间，与智能控制器联动	—

5.3.3 阀门安装要求

阀门安装要求如下：

- a) 安装前应核对型号、规格、压力等级、流向标识；
- b) 安装位置应便于操作、检修，阀杆垂直向上或向上倾斜；
- c) 法兰连接时，法兰面应平行、对中，螺栓拧紧力矩均匀；
- d) 焊接连接时，应采取保护措施防止阀体过热损坏密封件；
- e) 电动阀、智能阀接线应符合电气规范，接地可靠。

5.4 智能装备技术要求

5.4.1 智能过滤与处理装备

智能过滤与处理装备技术要求应符合表 3 规定

表 3 智能过滤与处理装备技术要求

装备名称	核心指标要求	功能要求	依据标准
多介质过滤装置	过滤精度 $\geq 5 \mu\text{m}$ ，进出口压差 $\leq 0.1\text{MPa}$ ，反冲洗自动可控	去除原水中泥沙、铁锈、悬浮物等大颗粒杂质，自动反冲洗，无需人工频繁操作	GB/T 30306-2024
活性炭过滤装置	碘吸附值 $\geq 800\text{mg/g}$	去除水中余氯、异味、有机物，滤芯寿命实时监测，到期预警更换	GB/T 7701.2-2008
反渗透 (RO) 膜装置	脱盐率 $\geq 97\%$ ，产水率 $\geq 75\%$ ，过滤精度 $0.0001 \mu\text{m}$ ，进出口压差 $\geq 0.2\text{MPa}$ 时强制更换提示	深度去除重金属、细菌、病毒、无机盐，自动启停、低压保护、浓水回收	GB/T 19249-2017
纳滤 (NF) 膜装置	脱盐率 $50\% \sim 80\%$ ，产水率 $\geq 80\%$ ，过滤精度 $\geq 0.001 \mu\text{m}$	选择性去除有害物质，保留部分有益矿物质，适配对水质矿物质有要求的场景，自动清洗保护	HY/T 113-2008
紫外线消毒模块	紫外线强度 $\geq 30 \mu\text{W/cm}^2$ ，杀菌率 $\geq 99.9\%$ ，灯管寿命 $\geq 9000\text{h}$	实时消毒，无化学残留，灯管故障自动报警	GB 28235-2020
臭氧消毒	臭氧投加量 $0.3 \sim 0.5\text{mg/L}$ ，尾气处	辅助消毒，控制溴酸盐、甲醛等副产	GB

装备名称	核心指标要求	功能要求	依据标准
模块	理达标	物含量，尾气无害化处理	18918-2002

5.4.2 智能监测与控制装备

5.4.2.1 智能传感器

智能传感器的技术要求应符合表 4 的规定

表 4 智能传感器的技术要求

传感器类型	监测范围	精度	工作参数	智能功能	安装要求/材质
智能压力传感器	0MPa~1.0MPa	$\pm 0.01\text{MPa}$ ($\leq \pm 1\%\text{FS}$)	工作温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，工作电压 24V，响应时间 $\leq 500\text{ms}$ ，防护等级 $\geq \text{IP65}$	实时采集压力数据，每 10s 传输一次；压力异常（超出 0.10MPa~0.35MPa）时报警并联动调控	安装于供水干管、回水干管、最不利点，密封严密
智能流量传感器	$0\text{m}^3/\text{h} \sim 10\text{m}^3/\text{h}$	$\pm 2\%$ ($\leq \pm 2\%\text{FS}$)	工作温度 $5^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，工作压力 0MPa~1.6MPa，防护等级 $\geq \text{IP65}$ ，支持双向监测	实时采集流量数据，每 10s 传输一次；流量低于设计值 90%或高于 120%时报警并联动调节	与水接触部件采用 304 不锈钢，符合 GB/T 17219-2025
智能水质传感器	TDS、浊度、余氯、水温、pH 值等	TDS $\pm 5\text{mg/L}$ 浊度 $\pm 0.1\text{NTU}$ 余氯 $\pm 0.01\text{mg/L}$ 水温 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pH ± 0.1	工作温度 $5^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ ，工作压力 0.1MPa~1.0MPa，防护等级 $\geq \text{IP65}$ ，响应时间 $\leq 1\text{s}$ ，数据更新 $\leq 10\text{s}/\text{次}$	实时采集水质数据，异常时报警并联动消毒、过滤；具备自清洁功能	—

5.4.2.2 智能水表

5.4.2.2.1 通用技术要求

智能水表的通用技术要求应符合表 5 的规定

表 5 智能水表通用技术要求

项目	技术要求
计量精度	1 级精度，符合 GB/T 778.1-2018；误差： $Q3 \sim Q2 \leq \pm 1\%$ ， $Q2 \sim Q1 \leq \pm 3\%$

项目	技术要求
材质要求	与水接触部件采用食品级 304/316L 不锈钢或食品级工程塑料，符合 GB/T 17219-2025， 使用寿命≥6 年
工作参数	工作压力 0.1MPa~1.6MPa，工作温度 5℃~45℃，压力损失≤0.03MPa (在常用流量 Q3 下)
防护等级	户用智能水表≥IP65，管网智能水表≥IP68，符合 GB/T 4208-2017
电源要求	3.6V 锂电池，电池使用寿命≥6 年，具备低电量预警功能
数据功能	累计用水量、瞬时流量实时采集，数据更新≤10s/次，存储时间≥180 天
联动功能	与智能控制器、智慧管理平台联动，支持远程抄表、远程校表
自检功能	具备上电自检、计量故障自检、电池低电量自检、通信故障自检功能
电磁兼容	电子模块应符合 GB/T 17626.2-2018 要求

5.4.2.2.2 户用智能水表

户用智能水表除符合表 5 的要求外，还应符合以下要求：

- a) 公称口径宜选用 DN15、DN20，常用流量 Q3 分别为 1.6m³/h (DN15)、2.5m³/h (DN20)；
- b) 应配备液晶显示屏，可显示累计用水量、瞬时流量、电池电量、故障代码等信息；
- c) 支持 IC 卡计费模式，具备预付费、剩余水量预警及欠费自动关阀功能；同时兼容远程传输介质，可实现远程抄表、远程阀控及远程参数配置等多元化计费与管控功能；
- d) 应采用水平安装方式，安装方向与水流方向一致；
- e) 应具备空转监测、倒转监测、滴漏监测功能，其中空转监测为水表检测到流量输出但后端无实际用水时自动触发报警；倒转监测为反向流量超过 0.1m³/h 时自动触发报警；滴漏监测为连续 1 小时内累计流量小于 0.01m³ 且持续不间断时自动触发报警；设备发现上述异常情况时应立即向智能控制器发送报警信号。

5.4.2.2.3 管网智能水表

管网智能水表除符合表 5 的要求外，还应符合以下要求：

- a) 公称口径宜选用 DN25、DN32、DN40、DN50，常用流量 Q3 应根据管网设计流量在 4.0m³/h~10.0m³/h 范围内选取；
- b) 除具备基本流量计量功能外，还应具备管网流量波动监测功能，并可集成压力辅助监测功能，为管网水力平衡调节提供数据支撑；
- c) 优先采用 RS485 有线传输方式，确保传输距离≥1000m；户外安装型号可采用 4G/5G 无线传输方式，数据传输成功率不应低于 99.8%，并符合 CJ/T 188-2018 的规定；
- d) 工作温度范围应扩展至-20℃~60℃，以适应户外严寒、酷暑环境；外壳应采用加强型防腐材质，可抵御户外风沙、雨雪侵蚀，防护等级应符合 GB/T 4208-2017 的要求，使用

寿命不应低于 8 年；

e) 应采用法兰连接方式，安装于管网分支节点或干管关键点位，连接牢固、密封严密；安装位置应便于检修、校准，并远离振动源；应配备防雨、防尘保护罩，进一步提升户外防护性能。

5.4.2.3 智能控制器

智能控制器应符合以下要求：

a) 控制器硬件配置应根据系统规模进行差异化设计：集中式系统宜采用工业级 CPU，运算速度不低于 1GHz，内存不小于 2GB，存储容量不小于 16GB，并具备至少 8 路模拟量输入、8 路开关量输出；分散式系统可根据实际需求合理调整配置，但其性能应满足系统基本控制、数据采集及通信传输要求，确保控制稳定可靠；

b) 接收所有传感器信号，实现循环泵变频调节、滤芯寿命智能预警、消毒参数自动调节、异常情况自动停机；支持多设备联动控制；

c) 对监测数据异常的响应时间 $\leq 5s$ ，对设备的指令执行延迟 $\leq 10s$ ；

d) 配备 ≥ 7 英寸触控大屏，可直观显示设备运行状态、监测数据、滤芯寿命、故障信息等。

5.4.2.4 智能变频控制器

智能变频控制器应符合以下要求：

a) 适配变频循环泵功率 0.75kW~15kW，输入电压 380V $\pm 10\%$ ，频率 50Hz；

b) 根据管网压力、流量数据智能调节循环泵转速，综合能耗较传统系统降低不低于 20%；

c) 具备过流、过压、过载、过热、缺相保护功能；

d) 输出频率范围 0Hz~50Hz，调速精度 $\pm 1\%$ ，运行噪音 $\leq 55dB(A)$ ，连续运行无故障时间 $\geq 8000h$ 。

5.4.2.5 智能数据传输与存储设备

智能数据传输与存储设备应符合以下要求：

a) 支持 4G/5G/Wi-Fi 等无线传输方式及有线传输，数据传输成功率 $\geq 99.5\%$ ，传输延迟 $\leq 1s$ ；

b) 监测数据、运行日志、故障信息存储时间 ≥ 180 天，可导出、可追溯；

c) 安全功能：具备数据加密功能，采用 AES 加密算法；具备断点续传功能；

c) 工作温度 $-10^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ ，工作电压 24V，防护等级 $\geq IP54$ ，连续运行无故障时间 $\geq 10000h$ 。

5.4.3 智能安全与防护装备

5.4.3.1 智能泄漏监测装置

智能泄漏监测装置应符合以下要求：

a) 具备管网、设备接口、智能水表连接部位等关键点位的泄漏在线监测功能，泄漏监测灵敏度宜 $\leq 0.1L/h$ ，可快速识别微量泄漏，实现泄漏隐患的实时预警与闭环处置，保障系统运行安全。

b) 具备泄漏自动识别、定位功能，定位误差 $\leq 1m$ ，发现泄漏后立即报警并联动循环泵

停机、阀门关闭，防止泄漏扩大，同时可追溯泄漏时间、时长及点位。

c) 工作温度 $5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 、工作电压 24V、防护等级 $\geq \text{IP65}$ 、响应时间 $\leq 3\text{s}$ 、连续无故障运行 $\geq 8000\text{h}$ ，适配室内外各类安装环境。

d) 安装于管网接头、设备接口、智能水表连接部位等易泄漏点位，安装牢固贴合，不影响系统运行及设备检修。

5.4.3.2 智能过载保护设备

智能过载保护设备应符合以下要求：

a) 适配循环泵、消毒设备、智能水表电子模块等核心设备，具备过流、过压、过载、过热保护功能，符合 GB 4706.1-2005、GB 18613-2020 标准要求，可防止设备因电气故障损坏。

b) 实时监测设备运行电流、电压、温度参数，参数超过安全阈值时，自动切断电源并报警，同步记录故障信息；具备故障自复位功能，故障排除后可手动确认恢复或手动复位启动。

c) 输入电压 $220\text{V}/380\text{V}\pm 10\%$ ，频率 50Hz，过载保护阈值可按设备功率灵活调节，响应时间 $\leq 1\text{s}$ ，防护等级 $\geq \text{IP54}$ ，耐温范围 $-10^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，适配各类运行环境。

5.4.3.3 智能防雷装置

智能防雷装置应符合以下要求：

a) 防雷等级 \geq 二级，符合 GB 50057-2010 要求，可有效抵御直击雷、感应雷，保护智能装备、智能水表电子模块及数据传输设备免受雷击损坏。

b) 具备防雷状态实时监测功能，可反馈防雷装置运行状态，故障（如防雷模块损坏）时自动报警至智能控制器；同时具备浪涌保护功能，可吸收雷击浪涌电流、保护设备电气回路，响应时间 $\leq 10\text{ns}$ 。

c) 安装于系统总电源输入端、数据传输接口、智能水表电子模块接口等关键点位，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，安装牢固、接线规范，连接可靠且不影响设备正常运行及检修

5.4.3.4 智能应急停机装置

智能应急停机装置应符合以下要求：

a) 系统出现重大故障时，可手动或自动触发应急停机，快速切断总电源、关闭循环泵、消毒设备等核心设备，防止事故扩大，保障人员及设备安全。

b) 与智能控制器联动，接收水质严重异常、泄漏量 $\geq 0.1\text{L/h}$ 等信号时自动停机；配备手动应急按钮，按下后立即停机并发送应急信号至智能控制器。

c) 应急停机响应时间 $\leq 2\text{s}$ ，停机后需手动复位重启；具备停机记录功能，可追溯停机时间及原因，便于事故排查；应急按钮防护等级 $\geq \text{IP65}$ ，防误操作。

6 安全与环保

6.1 安全要求

6.1.1 系统出水水质应符合 CJ 94-2005 的要求，且不得低于 GB 5749-2022 的强制性要求。智能水质传感器、智能水表实时监测水质、流量异常，超标或异常时立即报警并联动设备停机，禁止不合格水供给；与水接触部件（含智能水表）应为食品级材质，定期检测，确保无有毒有害物质溶出。

6.1.2 智能装备电气系统符合 GB 4706.1-2005 要求，接地可靠，杜绝漏电、触电隐患；电气设备及智能水表电子模块具备防短路、防过载、防漏电功能，户外安装设备防护等级 \geq IP65，防止雨水、灰尘引发电气故障。

6.1.3 循环泵、消毒设备、智能水表等核心设备应具备过载、过热、过压保护功能，运行无异常噪声、振动；系统管道、阀门及智能水表连接部位应密封严密、无渗漏，防止高压水喷射伤人；臭氧消毒模块应配备泄漏报警及尾气处理装置，尾气处理可采用活性炭吸附或热分解方式，处理后臭氧浓度应符合 GB 18918-2002 要求，防范臭氧泄漏危害。

6.1.4 智能装备操作界面设清晰安全警示标识，操作流程简洁，避免误操作；应急停机、报警装置可正常工作，操作人员应经过专业培训，熟悉操作及应急流程；智能水表电子模块、电池更换应由专业人员操作，防止触电、设备损坏。

6.2 环保要求

6.2.1 RO 反渗透、纳滤膜产生的废水需收集后优先循环利用（如绿化灌溉、清洁用水），无法循环的应符合 GB 8978-1996 要求后排放，确保浓水回收率达标，避免水资源浪费。

6.2.2 循环泵、臭氧发生器等设备运行噪音 \leq 55dB(A)，符合 GB 3096-2008 要求，避免噪声污染；设备安装可配备减振装置，降低振动噪声。

6.2.3 更换的滤芯、膜元件、智能水表电池、废旧设备等应分类收集；滤芯、膜元件按当地一般固体废物规定处置，电池作为危险废物交由资质单位回收，禁止随意丢弃，防范环境污染。

6.2.4 智能装备具备节能功能，变频循环泵综合能耗较工频运行方式降低不低于 20%，电机能效符合 GB 18613-2020 要求；智能水表电子模块采用低功耗设计，系统循环模式可智能调节，杜绝无效能耗。

7 试验方法

7.1 测试总则

7.1.1 管道直饮水智慧循环系统及智能装备性能测试，应符合本文件及相关国家、行业标准，测试内容涵盖系统整体性能、智能装备性能、智能水表专项性能，测试方法规范、数据真实可追溯。

7.1.2 测试环境应满足设备正常运行条件：温度 5-45℃、湿度 40%—80%、电压 220V/380V \pm 10%、频率 50Hz；测试仪器设备应校准合格且精度达标，测试人员应具备专业资质、熟悉测试流程及标准。

7.1.3 测试完成后，需出具详细测试报告，明确测试结果、合格情况，并对不合格项提出整改要求。

7.2 系统整体性能测试

7.2.1 启动系统，测试循环时间、循环流量，验证自动循环 \leq 12h、定时循环 \leq 4h，循环流量 \geq 设计值 90%，管网水力平衡达标；测试智能水表与流量传感器的循环流量数据一致性，误差 \leq \pm 2%。

7.2.2 系统连续运行 72h，按 GB/T 5750.4-2023、GB/T 5750.8-2023、GB/T 5750.11-2023、GB/T 5750.12-2023 规定的方法测定出水 TDS 值、浊度、余氯等指标，验证符合 CJ 94-2005、GB 5749-2022 要求；测试智能水质传感器与实验室检测数据一致性，误差 \leq \pm 5%。

7.2.3 系统连续运行 48h，监测管网供水压力，验证供水压力稳定在 0.15~0.30MPa，压力波动幅度 \leq \pm 0.02MPa；其中最不利点水嘴静态压力不应低于 0.05MPa，动态压力不应低于

0.10MPa；系统压力调节响应时间应 $\leq 5s$ 。

7.2.4 模拟水质、压力、流量异常以及智能水表通信中断、电池低电量等故障场景，测试智能装备、智能水表与智能控制器联动效果，验证报警、设备调控、应急停机功能正常，响应时间 $\leq 5s$ 。

7.2.5 系统连续运行 24h，测试循环泵、消毒设备、智能水表等核心设备能耗，验证变频循环泵节能效果及综合能耗符合设计标准。

7.3 智能装备性能测试

7.3.1 智能过滤与处理装备测试

7.3.1.1 测试智能多介质、活性炭过滤器的过滤精度及处理效果，验证过滤后出水浊度、余氯、耗氧量达标；测试智能反洗功能，验证反洗触发条件及效果正常。

7.3.1.2 测试 RO 反渗透、纳滤膜装置的产水率、脱盐率及出水水质，验证符合设计要求；测试膜污染监测、寿命预警功能，确保能准确监测膜状态并发出预警。

7.3.1.3 测试 UV 紫外线消毒模块的紫外线强度及杀菌率（ $\geq 99.9\%$ ）；测试臭氧消毒模块的臭氧浓度、杀菌率，验证消毒副产物（溴酸盐）含量达标；测试消毒装备智能联动功能，验证与循环系统同步启停。

7.3.2 智能监测与控制装备测试

7.3.2.1 传感器测试：测试智能压力、流量、水质传感器的监测精度及响应时间，验证达标；测试数据传输稳定性，连续运行 24h，数据传输成功率 $\geq 99.5\%$ 。

7.3.2.2 智能控制器测试：测试控制器信号接收、指令执行功能，确保能准确接收传感器、智能水表信号并发出正确控制指令；测试交互及数据存储功能，验证操作便捷、数据存储完整。

7.3.2.3 数据传输与存储设备测试：测试数据传输稳定性及延迟，验证无线/有线传输成功率、延迟达标；测试数据存储时间（ ≥ 180 天）及导出功能，确保数据可正常导出。

7.3.2.4 智能水表专项测试：

a) 按 GB/T 778.1-2018、CJ/T 224-2012 标准要求，对智能水表在 Q1、Q2、Q3 不同流量下的计量误差进行测试，确保其符合 1 级精度要求，同时检测户用、管网智能水表的计量一致性，控制误差在 $\pm 2\%$ 以内。

b) 对智能水表的流量采集、数据存储及传输功能进行检测，确保数据更新频率 $\leq 10s$ /次、数据存储时间 ≥ 180 天、传输成功率 $\geq 99.5\%$ ，同时验证历史数据可正常导出、可追溯，保障数据传输与存储的准确性。

c) 检测智能水表与智能控制器的联动效果，确保流量异常、设备故障时能及时发送报警信号，并联动相关设备，同时验证水表自检功能及低电量预警功能的准确性和及时性，保障设备联动可靠性。

d) 将智能水表置于 $-20-60^{\circ}C$ 、IP65/IP68 防护环境下连续运行 48h，检测其计量精度、数据传输功能是否正常，确保外壳及电子模块无损坏、无渗漏，满足不同环境下的使用需求。

e) 模拟智能水表正常运行环境，检测其电池使用寿命 ≥ 6 年，同时验证机械部件、电子模块的耐用性，设计寿命期内平均无故障时间(MTBF) $\geq 8000h$ 、无计量偏差，保障长期稳定运行。

7.3.3 智能安全与防护装备测试

7.3.3.1 模拟管道、智能水表连接部位泄漏场景，测试泄漏监测灵敏度及定位精度，验证其快速识别泄漏、精准定位及联动设备停机的能力。

7.3.3.2 模拟设备过流、过压、过载场景，测试保护设备的响应时间及保护效果，验证其能否及时切断电源、发送报警信号。

7.3.3.3 按 GB 50057-2010 标准要求，测试防雷装置的防雷性能及浪涌吸收能力，验证其对设备的防雷保护效果，避免雷击损坏。

7.3.3.4 手动、自动触发应急停机，测试响应时间及停机效果，验证其能否快速切断系统电源、关闭核心设备，且应急信号传输准确

7.4 测试合格判定

7.4.1 所有测试项目应符合本文件及相关国家、行业标准，无不合格项即判定为合格；个别轻微不合格项，经整改并重新测试合格后判定为合格；出现重大不合格项则判定为不合格，需全面整改后重新测试，直至所有项目合格。

7.4.2 测试合格后，应出具加盖测试单位公章的详细测试报告，明确测试项目、方法、环境、数据及合格情况，说明测试中发现的问题及整改情况，作为设备验收、投入使用的重要依据；测试报告应至少保存 3 年，便于后续追溯核查。

7.4.3 不合格项整改完成后，应重新组织测试，可仅针对不合格项目开展，但需同步验证整改对相关关联项目的影响，确保无新的不合格项，且不影响系统整体性能及安全。

8 验收要求

8.1 验收总则

8.1.1 管道直饮水智慧循环系统及智能装备安装调试完成后，应进行验收工作，验收应遵循本文件、相关国家及行业标准，结合设计方案、测试报告开展，确保系统及装备符合设计要求、性能达标、安全可靠，验收合格后方可正式投入使用。

8.1.2 验收工作应由建设单位、施工单位、设备供应商、测试单位共同参与，成立验收小组，明确验收分工、验收流程及验收标准，确保验收工作公平、公正、规范。

8.2 验收资料

验收前，施工单位及设备供应商应提交完整的验收资料，验收小组对资料进行核查，资料齐全、规范后方可开展现场验收，验收资料包括但不限于：

- a) 系统及智能装备设计方案、施工图纸、技术交底记录；
- b) 设备出厂合格证、说明书、检测报告；
- c) 施工记录；
- d) 性能测试报告；
- e) 材质检测报告；
- f) 智慧管理平台软件测试报告及用户操作手册；
- g) 安全防护装置调试记录、应急演练记录；
- h) 操作人员培训记录、设备维护保养手册。

8.3 现场验收内容

现场验收重点核查系统及智能装备的安装质量、运行性能、安全防护、联动功能等，结合测试报告开展实地验证，具体内容如下：

a) 管道布置、连接符合规范及设计要求，密封无渗漏；智能装备、智能水表安装牢固、位置合理，便于检修维护；电气接线规范，接地可靠，防护到位。

b) 启动系统，验证循环流量、管网压力、出水水质等核心参数达标；智能装备、智能

水表运行正常，无异常噪音、振动及渗漏。

c) 安全防护装置（泄漏监测、过载保护、防雷等）运行正常，报警、应急停机功能可靠，电气安全符合相关标准。

d) 模拟各类异常场景，验证系统与智能装备、智能水表的联动效果，确保报警、调控及应急处置功能正常。

e) 现场抽检水表的计量精度、数据传输、显示功能，抽检比例不应低于水表总数的 5%，且抽检数量不少于 3 只；抽检结果应与型式检验报告数据一致，同时核查水表安装规范、防护性能达标，符合设计及相关标准要求。

8.4 验收合格判定

8.4.1 验收资料核查合格且现场验收所有项目符合本文件及相关标准、无不合格项的，判定为验收合格；出具验收合格报告，经各方签字确认后，系统方可正式投入使用。

8.4.2 验收中若发现资料不全或现场验收有不合格项，应明确整改要求及期限，施工单位、设备供应商完成整改后，重新提交资料并申请二次验收，直至验收合格。

8.4.3 验收不合格的严禁投入使用。整改后仍不合格的，应按合同约定退回设备或要求更换，并重新组织验收。
