

T/SSM

团 体 标 准

T/SSM2025—XXXX

农村智慧供水终端技术规范
Technical specification for smart water terminal in rural areas

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX- -XX 实施

山东计量测试学会 发 布

目次

前言 II

引言 III

1、范围 1

2、规范性引用文件 1

3、术语和定义 2

4、分类与结构 3

5、技术要求 4

6、试验检验 10

7、安装施工 11

8、验收 18

9、运行维护 19

附录 A（规范性）竖向静荷载承载性能实验 20

附录 B（规范性）侧向静荷载承载性能实验 22

附录 C（资料性）智慧供水终端规格 24

附录 D（资料性）集成控制箱荷载计算 25

前 言

本文件按照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》的规定起草。

本文件的制定以规范农村智慧供水终端应用为目的，保障农村智慧供水终端产品品质和安装施工的合理性、规范性、可操作性，为提升农村智慧供水终端工程建设管理水平提供依据和支撑。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由山东计量测试学会提出并归口。

本文件起草单位：山东瑞鼎水务科技有限公司、山东省计量科学研究院、山东省计量检测中心、山东省水利科学研究院、德州市产品质量标准计量研究院、德州市农村供水服务保障中心、惠民县利民水务有限公司、庆云县水利技术推广中心、西安水务（集团）规划设计研究院有限公司、莘县水务集团、德州市李家岸灌区运行维护中心。

本文件主要起草人：王层林、薛蕾、徐海龙、翟恒涛、金丽、李佳宁、薛霞、刘念波、李宁、张加旺、苗振生、张鹏，宋士亭，苗吉伟、张博、王景印、李波、姜连庆、李潇、靳书鹏

引言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及第 4 章、第 5 章相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款或条件下，收费许可任何组织或个人在实施国家标准时实施专利。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：山东瑞鼎水务科技有限公司

地址：山东省德州市经济技术开发区袁桥镇东方红东路 6596 号（中元科技创新创业园）E 座南楼 705-2 室

E-mail: ruidingshuiwu@163.com

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

农村智慧供水终端技术规范

1 范围

本文件规定了农村智慧供水终端设备的分类与构造、技术与制造要求、试验检验、安装施工、验收和运行维护。

本文件适用于农村智慧供水终端的研发、生产、测试和应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 饮用冷水水表和热水水表 第一部分 计量要求和技术要求
GB/T 778.5 饮用冷水水表和热水水表 第五部分：安装要求
GB/T 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则
GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法
GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法
GB/T 1451 纤维增强塑料简支梁式冲击韧性试验方法
GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
GB 4806.7 食品安全国家标准 食品接触用塑料材料及制品
GB/T 5258 纤维增强塑料面内压缩性能试验方法
GB/T 7141 塑料 热老化试验方法
GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂
GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定
GB/T 12672 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）模塑和挤出材料
GB/T 21873 橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范
GB/T 13663.1 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第1部分：管材
GB/T 13663.2 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管件
GB/T 15568 通用型片状模塑料(SMC)
GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯
GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱
GB/T 23858 检查井盖
GB/T 27797.8 纤维增强塑料 试验板制备方法 第8部分：SMC 及 BMC 模塑
GB 50009 建筑结构荷载规范
CJ/T 326-2023 饮用水冷水水表安全规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农村智慧供水终端 Smart Rural Water Supply Terminal

由农村智慧供水终端地下集成控制箱、农村智慧供水终端标识桩、农村智慧供水终端地上智慧互动单元盒、双层多路分水器、分体式远传水表或超声波水表组装在一起的设备。

注：简称农村智慧供水终端。

3.2 部件名称

3.2.1

农村智慧供水终端地下集成控制箱 **underground integrated smart control box for rural water supply terminals**

以片状模塑料（SMC）为主要材料加工成型的密封承重箱盖、箱体及配件装配而成的密封式箱体。

注：简称集成控制箱。

3.2.2

集成控制箱下箱体 **lower enclosure of integrated control cabinet**

组成集成控制箱下部分的构件，带有密封承重箱盖座，承接密封承重箱盖，是主设备安装区。

3.2.3

密封承重箱盖 **sealed load-bearing cover**

组成集成控制箱上部分的构件，用于密封承重。

3.2.4

农村智慧供水终端标识桩 **smart rural water supply terminal marker post**

以片状模塑料（SMC）为主要材料加工成型的长方形柱体，用于安装智慧互动单元盒。

注：简称标识桩。

3.2.5

农村智慧供水终端地上智慧互动单元盒 **smart rural water supply terminal above-ground interactive unit box**

以丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）材质为主要材料加工成型的长方形盒子，用于安装分体式远传水表的数字显示器。

注：简称智慧互动单元盒。

3.2.6

双层多路分水器 **double-layer multi-channel liquid distributor**

以聚乙烯（PE 材质）为主要材料加工成型的上下双层的分水器。

3.2.7

分体式远传水表 **split-type remote-read water meter**

在以不锈钢或铜或塑料为材质的机械基表的基础上，增加了电子传感、数据采集和远程通讯功能的高科技计量设备。

3.2.8

超声波水表 **ultrasonic cold potable water meters**

超声智能水表是一种运用超声检测技术进行水流量计量，数码显示屏实时显示计量数据，并通过数据远程通讯传输水表数据的全电子式水表，超声波基础管段可分为铜、不锈钢、塑料。

4 分类与结构

4.1 分类

农村智慧供水终端根据数字显示器分为单户农村智慧供水终端和多户合一农村智慧供水终端，分别见图1和图2。

4.2 结构

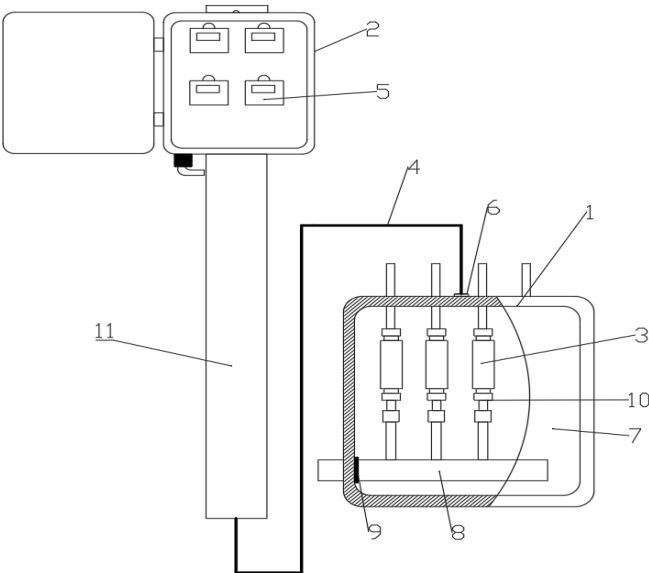
4.2.1 农村智慧供水终端由符合技术要求的集成控制箱、密封承重箱盖、双层多路分水器、水表、数字显示器、标识桩、智慧互动单元盒、金属配件、橡胶密封件等必要构建组成。

4.2.2 集成控制箱、密封承重箱盖、标识桩是整体一次模压成型的。

4.2.3 集成控制箱与密封承重箱盖有金属螺栓件连接并紧固。

4.2.4 智慧互动单元盒是分体注塑成型的。

4.2.5 智慧互动单元盒整体是由金属螺栓件连接并紧固。

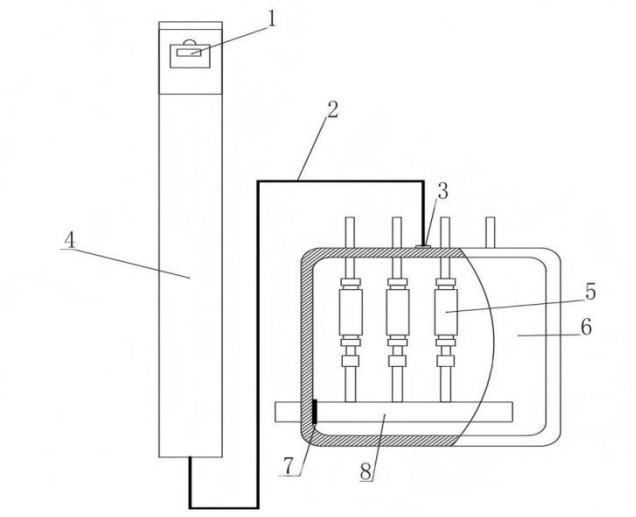


标引序号说明：

- 1——集成控制箱
- 2——智慧互动单元盒
- 3——水表
- 4——485 传输电线
- 5——数字显示器
- 6——防水接头
- 7——密封承重箱盖
- 8——双层多路分水器
- 9——密封圈
- 10——水表连接件

11——标识桩。

图1 单户农村智慧供水终端



标引序号说明：

- 1——多合一数字显示器
- 2——485 传输电线
- 3——防水接头
- 4——标识桩
- 5——水表
- 6——密封承重箱盖
- 7——密封圈
- 8——双层多路分水器

图2 多户合一农村智慧供水终端

5 技术要求

5.1 整体基本要求

- 5.1.1 农村智慧供水终端整体应有良好承重性能。
- 5.1.2 农村智慧供水终端整体应有良好密封性能。
- 5.1.3 农村智慧供水终端整体应满足施工便捷、维护方便、操作便捷要求。

5.2 各组成部分共性要求

5.2.1 集成控制箱

- 5.2.1.1 应具有良好的承重能力，载荷不得低于100KN。
- 5.2.1.2 应具有良好的密封防水能力，防水级别不低于IP68级别。
- 5.2.1.3 应具有良好的保温抗冻能力，在极寒天气零下20℃时，箱体内部温度不低于2℃。
- 5.2.1.4 应根据应用场景和荷载力条件正确选择集成控制箱。
- 5.2.2 标识桩
 - 5.2.2.1 应满足表面抗老化、防紫外线的要求。
- 5.2.3 智慧互动单元盒
 - 5.2.3.1 应具有良好的密封防尘能力，级别不低于IP54级别。
 - 5.2.3.2 应满足智慧互动单元盒表面抗老化、防紫外线的要求。
- 5.2.4 双层多路分水器
 - 5.2.4.1 连接水表的直管段满足水表的流场敏感度等级要求U10/D5、U5/D3。
 - 5.2.4.2 连接水表的直管段中的配件及接头（含水表接头）不得超过2个。
 - 5.2.4.3 单层单向出水，且水表为并排装配时，单路水管配件及接头不得超过2个。
 - 5.2.4.4 双层单向出水，且水表为上下装配时，连接水表的直管段单路热熔接口不得超过2个，配件及接头不得超过2个。
 - 5.2.4.5 分水器进水管口的方向应满足正反方向进水要求。
 - 5.2.4.6 分水器整体密封承压不得低于1.6MPa。
 - 5.2.4.7 应符合GB/T 778.5的相关规定。
- 5.2.5 分体式远传水表
 - 5.2.5.1 采用磁组采样技术，实现正反向计量。
 - 5.2.5.2 具体参数
 - 5.2.5.2.1 流量参数见表 1。

表1 分体式远传水表参数

口径	Q3	R（Q3/Q1）	Q2/Q1
DN15	2.5 m³/h	≥80	1.6
DN20	4m³/h	≥80	1.6

注：DN15、DN20选用旋翼式基表。

- 5.2.5.2.2 水表的示值误差应符合下述规定：
 - a) 从最小流量（包括 Q1）到分界流量（不包括 Q2）的低区为±5%；
 - b) 从分界流量（包括 Q2）到最大流量（包括 Q4）的高区为±2%；
- 5.2.5.2.3 准确度等级：2级；
- 5.2.5.2.4 压力损失等级：Δp63；
- 5.2.5.2.5 温度等级：T30；
- 5.2.5.2.6 安装环境等级：B级；
- 5.2.5.2.7 电磁环境等级：E1级；
- 5.2.5.2.8 计数器：度盘长期清晰；
- 5.2.5.2.9 水表预留铅封口。
- 5.2.5.2.10 零件材料应满足以下要求：
 - a) 制造水表的材料有足够的强度和耐用度，以满足水表的使用要求；
 - b) 机芯、叶轮等零部件所用聚甲醛树脂（POM）、工程塑料 ABS 等使用知名品牌化学公司产品，严禁使用回用料。轴、轴套等具有足够的强度及硬度；
 - c) 表壳为 304 不锈钢、塑料、铜等材质符合相应的规范要求；
 - d) 接管和螺母为不锈钢材质；
 - e) 外观应有良好的表面处理，无毛刺、划痕、裂纹、锈蚀、霉斑和涂层脱落现象；表壳无凹痕、划伤、裂纹、螺纹损伤等现象；表示功能的文字符号和标志清晰端正，接插件牢固可靠；
 - f) 表玻璃采用符合国家标准钢化玻璃或树脂玻璃。

5.2.5.3 分体式远传水表中的基表部分为：阀控基表，阀门形态为：电动球阀。控制球阀的为电动执行器。

5.2.5.4 电动执行器内部齿轮结构为全金属材质或半金属材质。

5.2.5.5 机械水表整体的防水级别不低于IP68级别，电子执行器做埋胶处理，不得低于2种防水措施（纳米镀膜，环氧树脂）。

5.2.5.6 机械基表与数字显示器之间的485通讯线长度不得低于5m，485通讯线分为2段，有公母式防水接头。

5.2.5.7 数字显示器整体的防水级别不低于IP68级别。

5.2.5.8 数字显示器应满足独立更换电池的要求，在上报频次为1次/日，保证使用6年。

5.2.5.9 数字显示器应满足抗老化、防紫外线的要求。

5.2.5.10 数字显示器应具有应对极寒或恶劣天气的能力，要求数字显示器能在-30℃～60℃的条件下正常工作，且屏幕数字清晰可见。

5.2.5.11 数字显示器采用运营商的4G-CAT1网络实现数据传输，提供属地化日常通讯运维服务，可通过水表平台无缝接入招标人收费管理平台。

5.2.5.12 具备红外线通讯接口，可通过红外通讯接口实现参数读取和修改，可通过红外通讯接口实现升级。

5.2.5.13 具备IC卡唤醒功能，可更改高、低频方案。

5.2.5.14 数字显示器可显示用户水量、表号、阀门状态等相关信息。

5.2.5.15 数字显示器可存贮数据≥6年，当存满存储介质时，新采集的数据自动覆盖最早的数据。

5.2.5.16 数字显示器通过4G-CAT1网络平台将软件版本号、累计流量、日结流量、故障报警、电压状态、无线信号强度等相关数据上报到水务平台。

5.2.5.17其核心原理可分为机械计量和电子远传部分

5.2.5.18 性能指标应符合GB/T 778.1的规定。

5.2.6 超声波水表

5.2.6.1 实现正反向计量

5.2.6.2 具体参数

5.2.6.2.1 流量参数见表2。

表2 超声波水表流量参数

口径	Q3	R (Q3/Q1)	Q2/Q1
DN15	2.5m³/h	≥100	1.6
DN20	4 m³/h	≥100	1.6

5.2.6.2.2 水表的示值误差限符合下述规定：

- a) 从最小流量（包括 Q1）到分界流量（不包括 Q2）的低区为±5%；
- b) 从分界流量（包括 Q2）到最大流量（包括 Q4）的高区为±2%；

5.2.6.2.3 准确度等级：2级；

5.2.6.2.4 压力损失等级：△p63；

5.2.6.2.5 温度等级：T30；

5.2.6.2.6 安装环境等级：B级；

5.2.6.2.7 电磁环境等级：E1级；

5.2.6.2.8 计数器：度盘长期清晰；

5.2.6.2.9 水表预留铅封口。

5.2.6.2.10 零件材料：

- a) 制造水表的材料有足够的强度和耐用度，以满足水表的使用要求；
- b) 导流腔等零部件所用聚甲醛树脂（POM）、工程塑料 ABS 等使用知名品牌化学公司产品，严禁使用回用料。轴、轴套等具有足够的强度及硬度；
- c) 管段：管段为 304 不锈钢、塑料、铜等材质符合相应的规范要求；
- d) 连接件：接管和螺母为不锈钢材质；

- e) 外观：应有良好的表面处理，无毛刺、划痕、裂纹、锈蚀、霉斑和涂层脱落现象；表壳无凹痕、划伤、裂纹、螺纹损伤等现象；表示功能的文字符号和标志清晰端正，接插件牢固可靠；
- 5.2.6.3 超声波水表中的基表部分为：阀控基表，阀门形态为：电动球阀。控制球阀的为电动执行器。
- 5.2.6.4 电动执行器内部齿轮结构为全金属材质或半金属材质。
- 5.2.6.5 超声波水表整体的防水级别不低于IP68级别，电子执行器做埋胶处理，不得低于2种防水措施（纳米镀膜，环氧树脂）。
- 5.2.6.6 超声波基表与数字显示器之间的485通讯线长度不得低于5m，485通讯线分为2段，有公母式防水接头。
- 5.2.6.7 数字显示器整体的防水级别不低于IP68级别。
- 5.2.6.8 数字显示器应满足独立更换电池的要求，在上报频次为1次/日，保证使用6年。
- 5.2.6.9 数字显示器应满足抗老化、防紫外线的要求。
- 5.2.6.10 数字显示器应具有应对极寒或恶劣天气的能力，要求数字显示器能在-30℃-- 60℃的条件下正常工作，且屏幕数字清晰可见。
- 5.2.6.11 数字显示器采用运营商的4G-CAT1网络实现数据传输，提供属地化日常通讯运维服务，可通过水表平台无缝接入招标人收费管理平台。
- 5.2.6.12 具备红外线通讯接口，可通过红外通讯接口实现参数读取和修改，可通过红外通讯接口实现升级。
- 5.2.6.13 具备IC卡唤醒功能，可更改高、低频方案。
- 5.2.6.14 数字显示器可显示用户水量、表号、阀门状态等相关信息。
- 5.2.6.15 数字显示器可存储数据≥6年，当存满存储介质时，新采集的数据自动覆盖最早的数据。
- 5.2.6.16 数字显示器通过4G-CAT1网络平台将软件版本号、累计流量、日结流量、故障报警、电压状态、无线信号强度等相关数据上报到水务平台。
- 5.2.6.17 其核心原理可分为水表计量和电子远传部分。
- 5.2.6.18 性能指标应符合GB/T 778.1的规定。

5.3各组成部分的技术要求

5.3.1 材料

- 5.3.1.1 集成控制箱下箱体、密封承重箱盖、标识桩模压生产的流程性材料应采用片状模塑料（SMC）。
- 5.3.1.2 片状模塑料以不饱和聚酯树脂为胶结材料，性能指标应符合 GB/T 8237 的规定；以短切无碱玻璃纤维为增强材料，性能指标应符合 GB/T 18369 的规定。
- 5.3.1.3 下箱体材料采用的玻璃纤维应全部短切，长度为 30mm~50mm。
- 5.3.1.4 密封承重箱盖材料采用的玻璃纤维宜 40%短切。
- 5.3.1.5 智慧互动单元盒的流程性材料应采用丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）
- 5.3.1.6 （ABS）是一种通过丙烯腈、丁二烯、苯乙烯三元共聚形成的热塑性材料，性能指标应符合 GB/T 12672、GB/T 16422.3、GB/T 7141 的规定。
- 5.3.1.7 双层多路分水器的流程性材料应采用聚乙烯（PE）
- 5.3.1.8 聚乙烯（PE）是由乙烯聚合而成的热塑性碳氢聚合物，性能指标应符合 **GB/T 13663.2、GB/T 13663.1、GB/T 4806.7** 的规定。

5.3.2 外观

- 5.3.2.1 各构件装配后形成农村智慧供水终端，外观应整洁、美观，各构件之间应对接平整、紧密。

5.3.2.2 集成控制箱、标识桩、智慧互动单元盒的内壁和外表面应光滑、规整。表面不应有孔洞、伤痕、裂口、凹陷、杂质。

5.3.2.3 集成控制箱、标识桩单件目测检验应符合下列要求：

- a) 边角部位无缺边少沿，无残缺；
- b) 无断裂、裂纹、擦伤；
- c) 无边角不齐、尾料凸出或纤维裸露；
- d) 没有因空气积聚形成的表面鼓泡；
- e) 无纤维未被树脂浸透的浸渍不良。

5.3.2.4 智慧互动单元盒单件目测检验应符合下列要求：

- a) 无缩痕、气泡、银纹、熔接痕；
- b) 无表面划伤或光泽不均；
- c) 无翘曲变形、飞边、缺料。

5.3.2.5 双层多路分水器单件目测检验应符合下列要求：

- a) 无缩痕、气泡、表面划伤或光泽不均；
- b) 无翘曲变形、飞边、缺料。

5.3.2.6 标识桩应设置字模区域，能够表示清晰、永久的文字和图案，根据用户的需求对产品或工程予以简明标识。

5.4 颜色

5.4.1 集成控制箱、标识桩外表颜色应均匀一致，一般为本白色，亦可根据用户要求选择颜色。

5.4.2 智慧互动单元盒外表颜色为灰色加黑色盖板，亦可根据用户要求选择颜色。

5.5 规格尺寸

5.5.1 常规集成控制箱尺寸见附录 C。

5.5.2 集成控制箱的规格选择应根据给水管道的管径、入户数量决定，遵循适用、经济的原则。

5.5.3 集成控制箱的横向空间应充裕，以满足管道和设备的安装、维护、运行的安全需要。设备与箱壁安装距离应不小于 30 mm。

5.5.4 集成控制箱应具有足够的埋深深度，以满足设备安装需要以及承载、防冻等各项安全需要。

5.5.5 集成控制箱箱体壁厚根据产品结构、生产工艺的需求，宜在 4mm~6mm 之间。密封承重箱盖厚度应以满足结构承载力为必要条件。

5.5.6 构件外形尺寸检验应使用钢尺检验，外形尺寸误差不大于设计尺寸的 0.3%。

5.6 力学性能

5.6.1 集成控制箱结构应满足抵御使用环境下可能施加的全部荷载的要求，符合 GB/T 15568 的相关要求。

5.6.2 集成控制箱制品的拉伸、弯曲、压缩、冲击韧性等力学性能和收缩性能要求见表 3。

表3 集成控制箱用片状模塑料（SMC）的力学性能和理化指标

项目	性能	单位	指标	
			下箱体	密封承重箱盖
力学指标	拉伸断裂拉力	MPa	≥35	≥45
	拉伸弹性模量	MPa	6000	7500
	压缩强度	MPa	≥130	≥140
	压缩弹性模量	MPa	7500	8000
	弯曲强度	MPa	≥125	≥150
	弯曲弹性模量	MPa	7500	9000
	简支梁冲击韧性（无缺口）	kJ/m²	≥40	≥60
理化指标	玻纤含量	%	≥20±2	≥25±2
	密度	g/cm³	1.60--2.00	1.60--2.00
	巴氏硬度	HBa	>40	>40
	吸水率	%	≤0.2	≤0.2
	收缩率	%	<1	<1

5.6.3 集成控制箱竖向承载能力和横向承载能力要求见表 4。

表4 集成控制箱承载能力指标

	允许变形量	容许荷载	破坏荷载
集成控制箱竖向承载能力	≤1/300H	≥80KN	≥100KN
集成控制箱横向承载能力	≤1/100H	≥40KN	≥50KN

注：H 表示集成控制箱的高度

5.6.4 集成控制箱的荷载应按附录 D 的要求进行计算。

5.6.5 不宜在交通干道以及荷载力超过 125 kN 的场合安装使用集成控制箱。若确有必要使用，则应在集成控制箱之上路基进行混凝土预制，混凝土预制厚度不低于 150mm。

5.6.6 密封承重箱盖承载力

密封承重箱盖的承载能力见表 5 的规定。

表5 密封承重箱盖性能指标

类别	A15	A80	B125	检测工具
试验荷载 F/kN	≥15	≥80	≥125	电子压力机

5.6.7 密封承重箱盖荷载等级选择标准应符合如下规定：

- a) 当集成控制箱设置在绿地时，可采用 A80 荷载等级的密封承重箱盖。
- b) 当集成控制箱位于供轻型机动车通行的路面时，宜采用 B125 荷载等级的密封承重箱盖。

- c) 不应超载使用密封承重箱盖。

5.7 密封性能

5.7.1 集成控制箱应满足整体密封的要求。

5.7.2 集成控制箱的管道孔、连接界面密封性能应满足无渗漏的要求，符合 GB/T 21873 的规定。

5.7.3 密封承重箱盖应自身不透水，与箱体连接界面通过橡胶密封材料的挤压作用实现闭水，阻隔外界水进入集成控制箱内部。

5.7.4 不同的密封部位采用不同形式、规格的密封件，有密封条、密封圈、密封垫等。

5.7.5 箱体、开孔、连接界面应采用橡胶件密封，橡胶密封件原材料宜采用三元乙丙橡胶。

5.8 安全性能

5.8.1 箱体与密封承重箱盖之间宜采用碳钢镀锌件或不锈钢件螺栓进行紧固，螺栓的性能和规格应符合 GB/T 3098.1 的规定。

5.8.2 集成控制箱体法兰、承台等悬挑部位宜设三角支撑加强筋。

5.9 保温性能

5.9.1 集成控制箱应具备在箱体内部加装保温材料的条件。

5.9.2 保温材料宜使用机械强度好、确保能塑形、加工性好的泡沫保温棉。

6 试验检验

6.1 外观和颜色

通过目测进行检验。

6.2 规格尺寸

6.2.1 宜使用钢尺检验集成控制箱、标识桩、智慧互动单元盒的外形尺寸。

6.2.2 集成控制箱、标识桩、智慧互动单元盒各构件规格尺寸可参照 GB/T8806 的规定进行测量。

6.3 力学性能

6.3.1 片状模塑料（SMC）

6.3.1.1 片状模塑料（SMC）的拉伸断裂拉力、拉伸弹性模量应按 GB/T 1447、GB/T 27797.8 和 GB/T 1446 的规定进行试验。

6.3.1.2 片状模塑料（SMC）的压缩强度、压缩弹性模量应按 GB/T 5258、GB/T 27797.8 和 GB/T 1446 的规定进行试验。

6.3.1.3 片状模塑料（SMC）的弯曲强度、弯曲弹性模量应按 GB/T 1449、GB/T 27797.8 和 GB/T 1446 的规定进行试验。

6.3.1.4 片状模塑料（SMC）的简支梁冲击韧性（无缺口）应按 GB/T 1451 的规定进行无缺口冲击试验。

6.3.2 集成控制箱承载力

6.3.2.1 集成控制箱的竖向静荷载应按附录 A 进行试验。

6.3.2.2 集成控制箱的侧向静荷载应按附录 B 进行试验。

6.3.2.3 密封承重箱盖承载力应按 GB/T 23858 的规定进行试验。

6.4 密封性能

6.4.1 参照 CJ/T 326 检验方法，将集成控制箱组装好的箱体注满清水，放置 24h 后观察管道孔和连接界面的密封部位有无渗漏。

6.4.1 参照 CJ/T 326 检验方法，将集成控制箱组装好的箱体倒置后注满清水，放置 24h 后观察管道孔和连接界面的密封部位有无渗漏。

7 安装施工

7.1 基本要求

7.1.1 农村智慧供水终端安装应按施工方案进行施工。

7.1.2 安装前应要对具体位置、集成控制箱规格、设备数量、进出水方向等信息进行确认。

7.1.3 集成控制箱的施工应与管道工程同时进行，沟槽和基坑的高程要符合安装高程的要求。

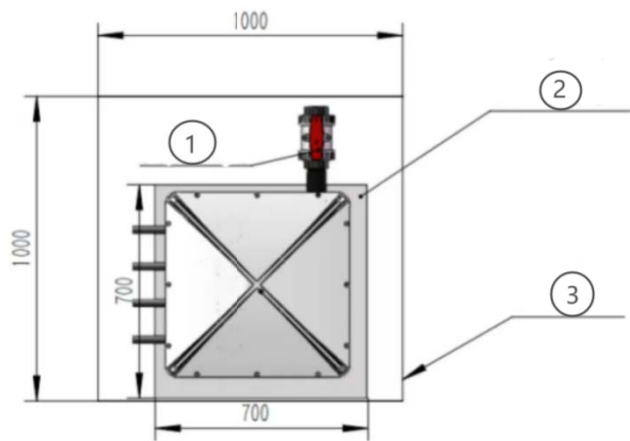
7.2 集成控制箱常规：安装技术要求

7.2.1 设备至于预制面上方，箱体整体全埋于地下，见图 3 和图 4。

7.2.2 箱体基坑开挖宜预留一定厚度的人工清理层，避免超挖和扰动原状地基土。

7.2.3 箱体基坑高程应随挖随测，保证与设备高度相吻合。

7.2.4 安装主管路管理阀门。



标引序号说明：

- 1——主管路管理阀门；
- 2——混凝土预制面；
- 3——基坑。

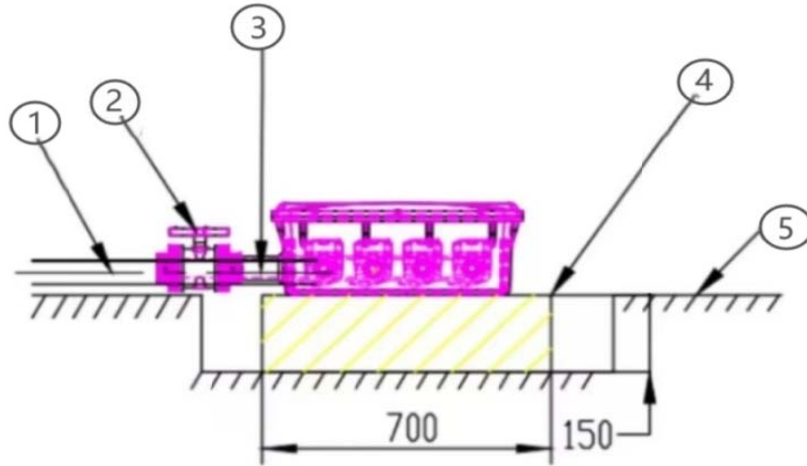
图3 基坑尺寸

7.2.5 基坑要求

7.2.5.1 基坑长宽为：1000mm×1000mm。

7.2.5.2 基坑深度应与供水管网深度保持一致。

7.2.5.3 在基坑底部做混凝土预制面，长宽高尺寸为：700mm×700mm×150mm。



标引序号说明：

- 1——主管路；
- 2——主管路管理阀门；
- 3——箱体分水器；
- 4——混凝土预制面，尺寸：700mm×700mm×150mm；
- 5——地基土。

图4 安装示意图

7.3 集成控制箱非常规：公路下安装技术要求

7.3.1 设备置于混凝土预制面上方，箱体整体全埋于地下见图 3 和图 5。

7.3.2 箱体基坑开挖宜预留一定厚度的人工清理层，避免超挖和扰动原状地基土。

7.3.3 箱体基坑高程应随挖随测，保证与设备高度相吻合。

7.3.4 安装主管路管理阀门。

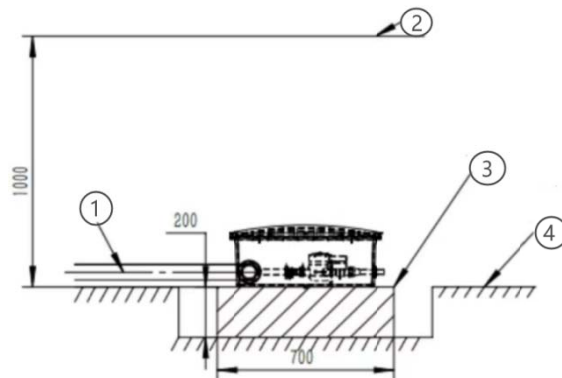


图5 安装示意图

- 标引序号说明：
- 1——主管路
 - 2——路面；
 - 3——混凝土预制面，尺寸：700mm×700mm×150mm；
 - 4——地基土。

7.4 智慧互动单元盒安装技术要求

7.4.1 标识桩安装技术要求（见图6）。

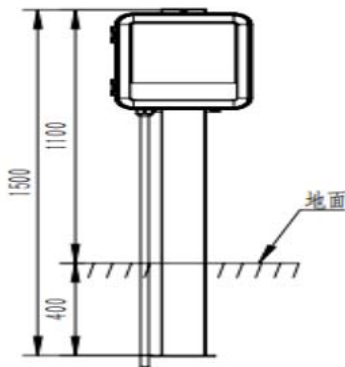


图6 标识桩安装示意图

- 7.4.1.1 设备宜安装在道路旁或绿化带之内，尽量避开交通道路。
 - 7.4.1.2 设备布置应避免与排水管道及其它地理线路交叉干扰。
 - 7.4.1.3 标识桩基坑的开挖，宜预留一定厚度的人工清理层，避免超挖和扰动原状地基土。
 - 7.4.1.4 标识桩基坑高程应随挖随测，保证与标识桩埋深高度相吻合。
 - 7.4.1.5 应人工分层对称回填，采用人工夯土的方式进行加固标识桩四周，回填土夯实密度宜达到工程设计要求。
 - 7.4.1.6 在回填距离地面 20 公分处，进行砂浆浇灌，砂浆面高出地面 10 公分，标识桩四周抹成带棱斜坡。
- 7.4.2 挂墙式安装技术要求（见图7）。

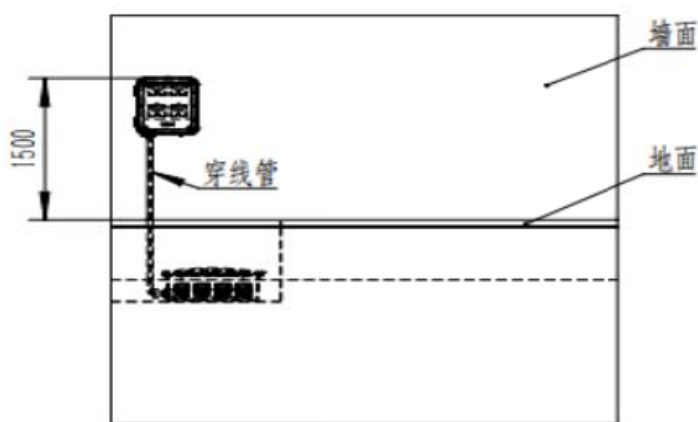


图7 挂墙式安装技术要求

7.4.2.1 安装箱体时，墙面应干净整洁。

7.4.2.2 膨胀螺栓安装紧固，牢靠。

7.4.2.3 箱体距离地面处，应加装穿线管保护传输线。

7.4.2.4 箱体距离地面距离不小于 1.5 米。

7.4.2.5 布置应避免与其他线路交叉干扰。

7.5 排列方式和要求

7.5.1 智慧供水终端中的集成控制箱为集中联户方案，其中单个集成控制箱最多为 8 户，可以做正反向排列。原则上 2 个集成控制箱只做 1 个正方向排列即为 16 户（特殊条件下，根据现场情况可继续叠加）。

以 16 户为例：可分别组成 16 户、15 户、14 户、13 户、12 户、11 户、10 户、9 户、8 户、7 户、6 户、5 户、4 户、3 户、2 户、1 户。其排列方式见图 8～图 13。

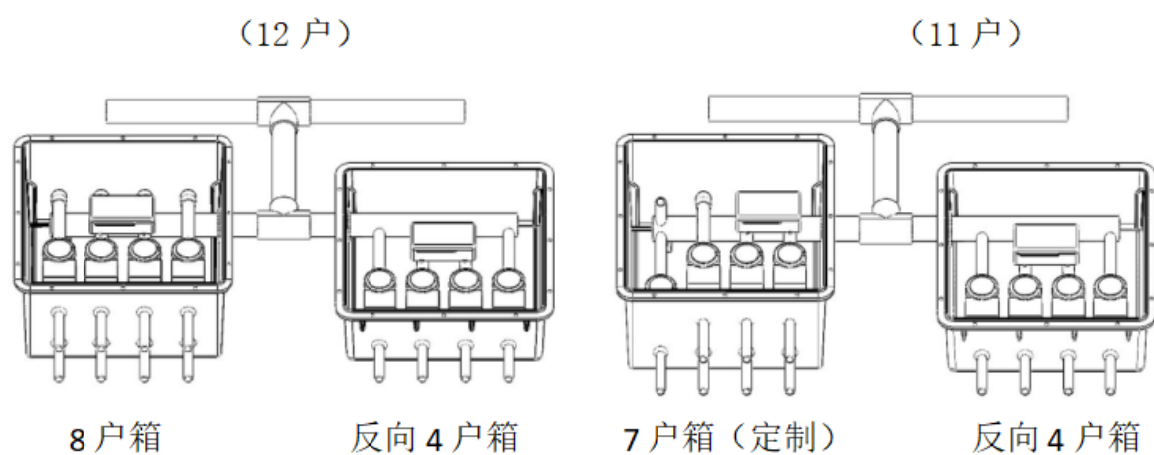


图8 排列方式

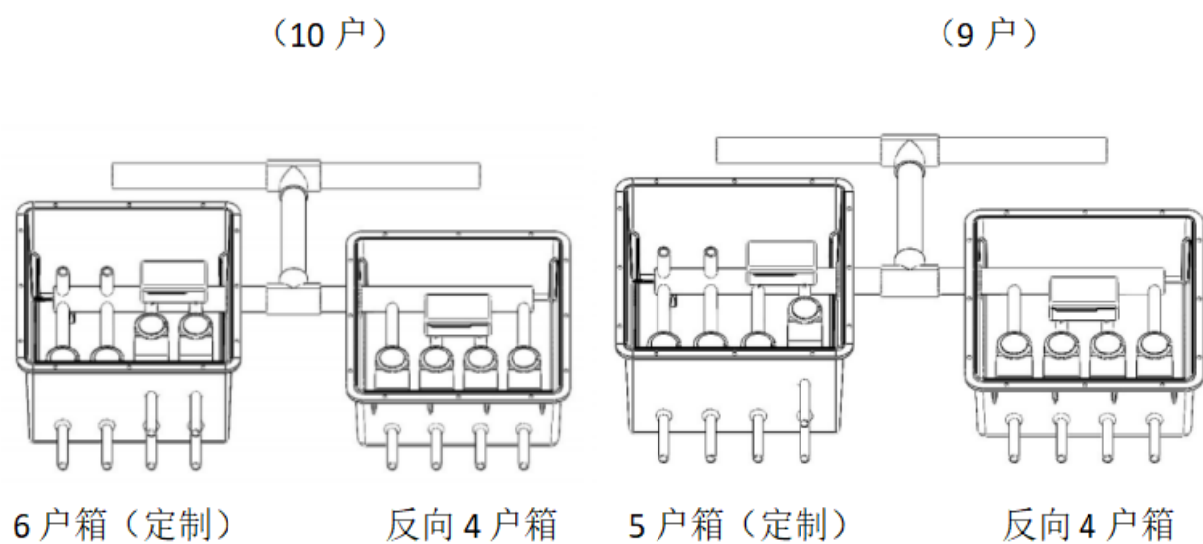


图9 排列方式

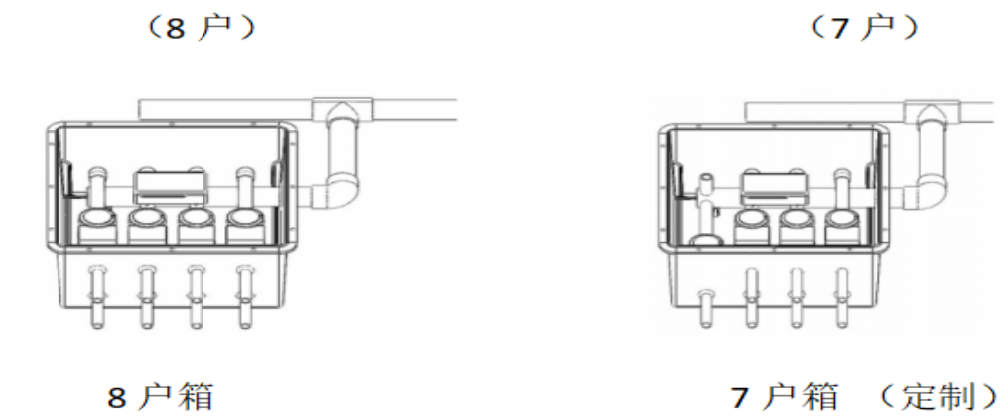


图10 排列方式

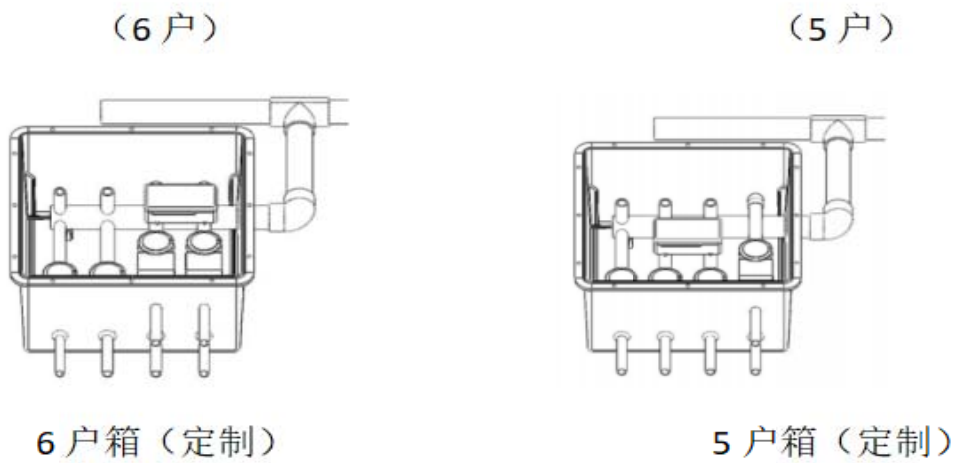


图11 排列方式

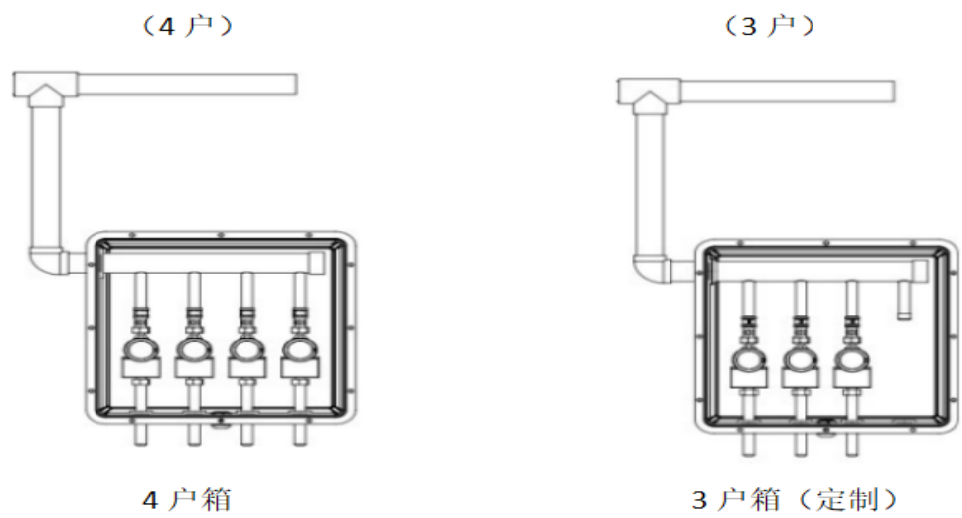


图12 排列方式

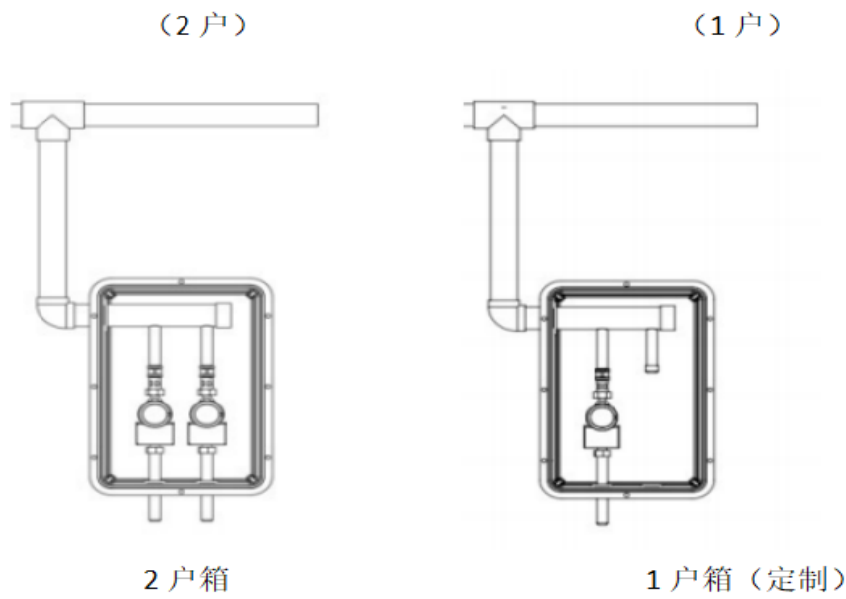


图13 排列方式

7.5.2 组装排列要求

- 7.5.2.1 8 户以下的集成控制箱在出厂时按照默认的规格和方向出货。
- 7.5.2.2 定制箱体是配合常规箱体进行多户连接时用到的箱体，此箱体是需要进行提前预装。
- 7.5.2.3 在定制货物时，需沟通好客户，对水表户数统计，进行预组装。

7.5.2.4 上述方案中提供的排列方式为大多数的应用场景，其他排列方式遵照实际现场需求。

7.6 基础处理

7.6.1 集成控制箱应以原状土为地基，当原状土地基松软或被扰动时，应进行地基处理，修正后的地基承载力特征值应不小于 100KPa。

7.6.2 在基坑底部做 700mm×700mm×150mm 的混凝土预制台，用于集成控制箱的放置。

7.6.3 施工发生基坑被水浸泡时，应将水排除，清除被浸泡的土层，换填新土夯实。

7.7 农村智慧供水终端安装

7.7.1 安装前应对农村智慧供水终端配件的数量、规格进行检查。

7.7.2 农村智慧供水终端的装配应按产品设计与安装说明进行，不得错装、漏装、松装。

7.7.3 集中联户集成控制箱宜采取带有单路延长段的专用分水器，主供水管道与分水器接口布置在箱体之外。

7.8 基坑回填

7.8.1 集成控制箱安装完成并通过验收后应及时进行基坑回填。

7.8.2 基坑回填应选用松软、无硬块、水分含量合适的土。

7.8.3 应人工分层对称回填，不得使用挖掘机和推土机等机械回填，全过程注意不得使箱体产生位移和倾斜，回填土夯实密实度宜达到工程设计要求。

8 验收

8.1 一般规定

8.1.1 农村智慧供水终端工程质量控制应符合下列规定：

- a) 农村智慧供水终端生产应严格遵循本规范，按要求进行抽样检验和型式试验，有检验报告和质量合格证；
- b) 各配件均应按照产品生产质量标准选购；
- c) 农村智慧供水终端所有检验项目应按照本文件及本文件附录的规定进行；
- d) 所有农村智慧供水终端应对材料检查、施工检验、工程验收、隐蔽验收、测量复核等进行确认并做记录。

8.1.2 农村智慧供水终端工程施工质量验收应在施工单位自检合格的基础上，按照给水管道单位工程中的一个单元工程进行验收，与其它工程同步进行，见表 6。

表 6 农村智慧供水终端工程质量验收划分

单元工程	分项工程	验收批次
农村智慧供水终端	基坑开挖	每批次不多于 300 座
	基础处理	
	集成控制箱与管道连接	
	水表与数字显示器连接	
	基坑回填	

	标识桩周边处理	
--	---------	--

8.2 验收条件

- 8.2.1 农村智慧供水终端工程验收应具备如下条件：
- a) 完成建设工程设计和合同约定的各项内容；
 - b) 有完整的技术档案和施工管理资料；
 - c) 有主要构成配件的进场试验报告；
 - d) 有勘察、设计、施工、工程监理等单位分别签署的质量合格文件；
 - e) 有施工单位签署的工程保修书。

8.3 质量要求

- 8.3.1 农村智慧供水终端各分项工程质量验收合格应满足下列条件：
- a) 分项工程所含的验收批次的质量均应验收合格；
 - b) 分项工程所含的验收批次的质量验收记录应完整、正确；
 - c) 有关质量保证资料和检验资料应齐全、正确。
- 8.3.2 农村智慧供水终端各验收批次的施工质量验收合格应满足下列条件：
- a) 主控项目的质量经抽样检验应合格；
 - b) 一般项目的质量经抽样检验应合格，其中采用量测检验方式进行计数实测的允许偏差项目合格率应达到 90%及以上，且不合格点的偏差值应不超过允许偏差值的 1.5 倍；
 - c) 主要工程材料的进场验收应合格；
 - d) 相关施工检测、试验检验应合格；
 - e) 主要工程材料的产品质量保证资料以及相关检验资料应齐全、正确，并应具有完整的施工操作依据、施工记录、施工检验记录、试验检测报告、质量验收记录。

8.4 验收结果处置

- 8.4.1 农村智慧供水终端工程经验收合格的，方可交付使用。
- 8.4.2 对质量不符合要求的农村智慧供水终端的相关组成部分，应返修处理，经返修处理后的产品应重新组织验收。

9 运行维护

- 9.1 应在标识桩上设立警示标志，提醒供水管网严禁开挖，或联系相关工作人员。
- 9.2 应经常检查智慧互动单元盒的密封条，防尘帽，发现损伤、老化应及时更换。

附录 A

(规范性)

竖向静荷载承载性能实验

A.1 测试仪器：数字万能压力试验机；

A.2 其它试验装置：橡胶垫片、刚性垫块

A.3 测试对象：集成控制箱

A.4 测试项目：竖向静荷载承载性能

A.5 试验要求

A.5.1 采用上加载型式数字万能压力试验机，最大实验力 $\geq 150\text{kN}$ ，准确度等级 0.5 级。

A.5.2 压力试验机工作平台台面尺寸应大于集成控制箱底最大外缘尺寸，且平整；开口高度满足比箱体加装实验垫块后最大高度 $> 200\text{mm}$ 。

A.5.3 橡胶垫片在刚性垫块与箱盖之间，其平面尺寸应与刚性垫块相同，厚度为 $6\text{mm}\sim 10\text{mm}$ ，且有一定的弹性。

A.5.4 刚性垫块为圆形钢板，其直径不小于箱体口直径。

A.5.5 试验结果应符合 6.5.3 的要求。

A.6 试验程序

A.6.1 每批试验抽检 3 套。

A.6.2 按图 A.1 将试件竖向安置在试验装置上，调整刚性垫块的位置，使其中心与密封承重箱盖的几何中心重合。

A.6.3 变形荷载检查

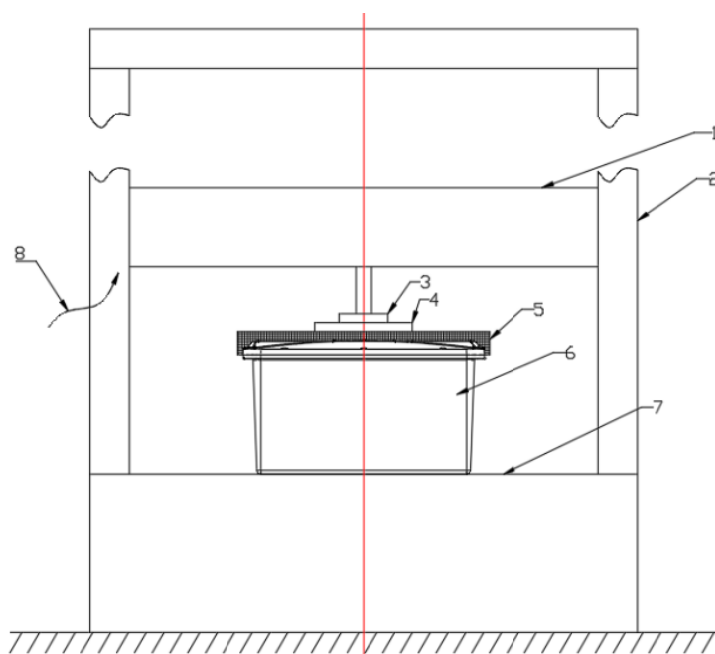
以 $1\text{kN/s}\sim 3\text{kN/s}$ 的速度加载，加至 $2/3$ 试验荷载，然后卸载。此过程重复进行 5 次第一次加载前与第五次加载后的变形之差为残留变形，其值应符合要求。

A.6.4 容许荷载检查

以上述相同的速度加载至 6.5.3 规定的容许荷载，5min 后卸载，密封承重箱盖、集成控制箱体不得出现裂纹。

A.6.5 破坏荷载检查

以上述相同的速度加载至 6.5.3 规定的破坏荷载，密封承重箱盖、集成控制箱体或出现裂纹和较大变形，保持 5min 加载时间部件不断裂、不整体塌陷。



图A.1 竖向荷载试验装置

标引序号说明：

- 1——横梁滑块；
- 2——刚性框架；
- 3——试验压块；
- 4——箱体压板；
- 5——硬橡胶。
- 6——箱体；
- 7——支撑平台；
- 8——数据线。

附录 B

(规范性)

侧向静荷载承载性能实验

B.1 测试仪器：数字万能压力试验机；

B.2 其它试验装置：橡胶垫片、刚性垫块、夹具

B.3 测试对象：集成控制箱

B.4 测试项目：横向静荷载承载性能

B.5 试验要求

B.5.1 采用上加载型式数字万能压力试验机，最大实验力 ≥ 150 kN，准确度等级 0.5 级。

B.5.2 压力试验机工作平台台面尺寸必须大于集成控制箱实验底面最大外缘尺寸，且平整；开口高度满足箱体加装实验垫块后最大高度 > 200 mm。

B.5.3 橡胶垫片在刚性垫块与夹具平面之间，其平面尺寸应与刚性垫块相同，厚度为 6~10mm，且有一定的弹性。

B.5.4 刚性垫块为圆形钢板，其直径与夹具平面匹配。

B.5.5 试验结果应符合“6.5.3 集成控制箱侧向承载能力表现的主要性能指标”的要求。

B.6 试验程序

B.6.1 每批试验抽检 3 套。

B.6.2 按图 B.1 将试件侧向安置在试验装置上，调整刚性垫块的位置，使其中心与夹具的几何中心重合。

B.6.3 变形荷载检查

以 1 kN/s~3 kN/s 的速度加载，加至 2/3 试验荷载，然后卸载。此过程重复进行 5 次，第一次加载前与第五次加载后的变形之差为残留变形，其值应符合要求。

B.6.4 容许荷载检查

以上述相同的速度加载至 6.5.3 规定的容许荷载，5min 后卸载，密封承重箱盖、箱体不得出现裂纹。

B.6.5 破坏荷载检查

以上述相同的速度加载至 6.5.3 规定的破坏荷载，密封承重箱盖、箱体或出现裂纹和较大变形，保持 5min 加载时间部件不断裂、不整体塌陷。

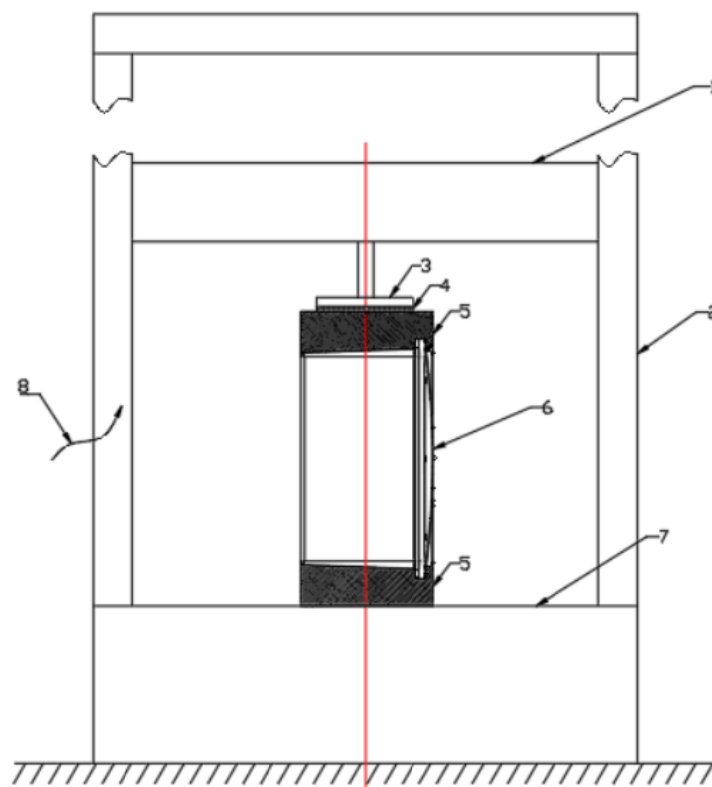


图 B.1 侧向荷载试验装置

标引序号说明：

- 1——横梁滑块；
- 2——刚性框架；
- 3——试验压块；
- 4——硬橡胶；
- 5——箱体压板；
- 6——箱体；
- 7——支撑平台；
- 8——数据线。

附 录 C

(资料性)

智慧供水终端规格

C.1 智慧供水终端分为单户直通和集中联户安装的方式。

单户型从上游管道分水后单独直接入户；集中联户型使用分水器将一支水路分为多支，每支在农村智慧供水终端的地下集成控制箱内分别计量和控制。农村智慧供水终端的地上智慧互动单元盒用于显示用户信息、传输 4G-CAT1 方式的信号传输。用户根据管道规格和分水型式选择农村智慧供水终端。

常规的农村智慧供水终端规格见表 C.1

表 C.1 集成控制箱

箱体形式	水表配置	水表规格	表位数（块）	箱体规格(mm)	出水方向	水表间距
集成控制箱 矩形	智能远传水表	DN15/20	1	610*410*234	单向	120
			2			
	智能远传水表	DN15/20	3	610*610*240	单向	120
			4			
	智能远传水表	DN15/20	5	610*610*337	上下单向	120
			6			
			7			
			8			

表 C.2 智慧互动单元盒

箱体形式/标示桩	配置	规格	位数（块）	箱体规格（mm）	显示方向
智慧互动单元盒矩形	数字显示器	/	1	458*371*125	单面
			2		
			3		
			4		
标识桩矩形	多合一数字显示器	/	1	1500*150*150	双面
			2		

附录 D

(资料性)

集成控制箱荷载计算

D.1 荷载分类与效应组合

D.1.1 集成控制箱上的直接作用（荷载）应根据 GB50009 及相关标准确定。

D.1.2 集成控制箱的荷载分为两类：

- a) 永久荷载：包括结构自重、土的侧向压力和竖向压力、箱体下曳力；
- b) 可变荷载：包括车辆荷载、地面堆积荷载、地下水作用力。

D.1.3 永久荷载应采用标准值作为代表值。可变荷载应根据设计要求采用标准值、组合值、准永久值作为代表值。

可变作用组合值，应为可变作用标准值乘以作用组合系数；可变作用准永久值，应为可变作用标准值乘以作用的准永久值系数。

D.1.4 承载能力极限状态应采用荷载效应的基本组合进行计算。即：永久作用、可变作用取标准值乘以分项系数，当有两个以上可变作用时，除地下水作用以外，其余可变作用应再乘以 0.9 的组合值系数。

D.1.5 基本组合的荷载分项系数，应按下列规定采用：

- a) 永久荷载的分项系数：

当作用效应对结构不利时，自重分项系数取 1.2，土的侧向压力和竖向压力、箱壁下曳力分项系数 1.27；

当作用效应对结构有利时，分项系数均取 1.0。

- b) 可变荷载的分项系数：

一般情况下地下水作用力分项系数取 1.27，车辆荷载、地面堆积荷载分项系数取 1.40。

D.2 荷载作用

D.2.1 集成控制箱的径向土、水压力标准值应按公式（D.1）、公式（D.2）计算：

- a) 地下水位以上作用于箱体水平土压力标准值应按下列公式计算：

$$P_{r1}=k\rho s\cdot H1 \quad (D.1)$$

$$P_{r2}=k\rho s\cdot H2 \quad (D.2)$$

式中：

P_{r1} —— 作用于箱体顶部回填土水平土压力标准值（kPa）；

P_{r2} —— 作用于箱体底部（无地下水时）或地下水位标高处（有地下水时）回填土水平土压力标准值（kPa）；

$H1$ —— 地面至密封承重箱盖座基础底部的高度（m）；密封承重箱盖座高度一般取 35 mm，密封承重箱盖座基础深度应按设计确定；

H_2 —— 地面至箱体底部或地下水位标高处的高度（m）；

ρ_s —— 地下水位以上回填土的重力密度，一般取 18 kN/m³；

k —— 主动土压力系数， $k = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$ ；

φ ——回填土内摩擦角，按表 D.1 选用。

表 D.1 不同种类回填土内摩擦角

回填土种类	内摩擦角(°)
软土	5~10
湿陷性黄土	10~15
粘性土、粉土	15~25
砂土	25~35
碎石类土	35~40

b) 地下水位以下作用于箱体水平土、水压力标准值应按公式（D.3）计算：

$$Pr_3 = \rho_w \cdot H_{r2} + k(\rho_s - \rho_w)H_{r2} \tag{D.3}$$

式中：

Pr_3 —— 作用于箱体底部水和土的水平压力标准值（kPa）；

ρ_w —— 水的重力密度，一般取 10kN/m³；

H_{r2} —— 地下水位之下回填土与箱体接触的高度（m）；

k —— 主动土压力系数。

D.2.2 回填土与箱体之间的平均剪应力标准值应按公式（D.4）、公式（D.5）计算：

$$T_a = \mu(P_{r1}/2 + P_{r2}/2) \tag{D.4}$$

$$T_b = \mu(P_{r2}/2 + P_{r3}/2) \tag{D.5}$$

式中：

T_a —— 无水土层中作用于箱体外壁的平均剪应力标准值（kPa）；

T_b —— 地下水位之下箱体部位与回填土之间平均剪应力标准值（kPa）；

μ ——回填土与箱体外壁之间摩擦系数，按表 D.2 选用。

表 D.2 回填土与箱体外壁之间摩擦系数

回填土		μ
软土	无地下水	0.15
	有地下水	0.07
湿陷性黄土	—	0.02
粘性土、粉土	无地下水	0.25
	有地下水	0.15
砂土	无地下水	0.30
	有地下水	0.10

注：箱体周围回填中、粗砂后摩擦系数按表中砂土一栏取值。

D.2.3 集成控制箱的回填土下曳力标准值应按公式 (D.6) 计算：

$$\Sigma P_d = P_{d1} + P_{d2} = T_a \cdot \pi \cdot d_e \cdot H_{r1} + T_b \cdot \pi \cdot d_e \cdot H_{r2} \quad (D.6)$$

式中：

ΣP_d ——作用于箱体的总下曳力标准值 (kN)；

P_{d1} ——地下水位之上回填土作用于箱体的下曳力标准值 (kN)；

P_{d2} ——地下水位之下回填土作用于箱体的下曳力标准值 (kN)；

H_{r1} ——地下水位之上回填土与箱体接触的高度 (m)；

H_{r2} ——地下水位之下回填土与箱体接触的高度 (m)；

d_e ——箱体外径 (m)。

D.2.4 集成控制箱浮力标准值可按公式 (D.7) 计算：

$$P_{wa} = (\pi/4 \cdot d_e^2 H_{r2} + V) \rho_w \quad (D.7)$$

式中：

P_{wa} ——作用于集成控制箱上的浮力标准值 (kN)；

ρ_w ——水的重力密度 (kN/m³)；

V ——箱体底座体积 (m³)。

D.2.5 冻土胀拔力应按公式 (D.8) 计算：

$$P_b = \pi d_e \cdot H_{r3} \cdot \alpha \cdot \sigma_q \quad (D.8)$$

式中：

P_b ——冻土胀拔力标准值 (kN)；

H_{r3} ——冻土层中回填土与箱体接触高度 (m)；

α ——冻深系数，按表 D.3 选用；

σ_q ——冻土切向应力 (kPa)，按表 D.4 选用。

表 D.3 冻深系数 α

冻深 $h_d(m)$	≤ 2.0	$2.0 \leq h_d \leq 3.0$	$h_d > 3.0$
α	1.0	0.9	0.8

表 D.4 冻土切向应力 σ_q (kPa)

	弱冻胀	冻胀	强冻胀	特别冻胀
粘性土, 粉土	19~38	38~50	50~72	72~96
砂土, 砂砾土	<6.0	13~20	26~52	60~128

D.2.6 作用在集成控制箱上的车辆荷载和堆积荷载:

- a) 车辆荷载等级按城市道路实际行车情况确定, 当车轮位于承压板范围以内时, 应考虑承压板对轮压的扩散作用;
- b) 轮压在回填土中的扩散角可按 35° 考虑;
- c) 车辆荷载的动力系数可按表 D.5 采用;
- d) 地面堆积荷载标准值可按 10kN/m^2 计算;
- e) 车辆荷载与堆积荷载不应同时考虑, 应选用荷载效应较大者。

表 D.5 动力系数

覆土厚度 (m)	≤ 0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	≥ 0.70
动力系数	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

D.3 强度与承载力计算

D.3.1 集成控制箱体在外压荷载作用下强度计算应按公式(D.9)、公式(D.10)、公式 (D.11) 计算:

$$\gamma_0 \sigma_{CD} \leq f_{CD} \quad (\text{D.9})$$

$$\gamma_0 \sigma_{TD} \leq f_{TD} \quad (\text{D.10})$$

$$\gamma_0 \sigma_{AD} \leq f_{AD} \quad (\text{D.11})$$

式中:

σ_{CD} ——集成控制箱箱体环向压应力设计值 (MPa);

σ_{TD} ——集成控制箱箱体弯曲拉应力设计值 (MPa);

σ_{AD} ——集成控制箱箱体轴向压应力设计值 (MPa);

γ_0 ——集成控制箱重要性系数;

f_{CD} ——集成控制箱箱体环向抗压强度设计值（MPa），可按表D.6 采用；

f_{TD} ——集成控制箱箱体弯曲强度设计值（MPa），可按表 D.6 采用；

f_{AD} ——集成控制箱箱体轴向抗压强度设计值（MPa），可按表 D.6 采用。

表 D.6 材料的强度设计值（MPa）

名称	f_{CD}	f_{TD}	f_{AD}
树脂砼	57.14	14.28	57.14

D.3.2 集成控制箱箱体环向压应力可按公式（D.12）、公式（D.13）、公式（D.14）、公式（D.15）计算：

$$\sigma_C = NC / A_n + ME / W \quad (D.12)$$

$$\sigma_{CD} = NCD / A_n + MED / W \quad (D.13)$$

$$NC = PRRM, \quad NCD = PCDRM \quad (D.14)$$

$$ME = 0.01RMNC, \quad MCD = 0.01RMNCD \quad (D.15)$$

式中：

σ_C ——集成控制箱箱体环向压应力标准值（MPa）；

σ_{CD} ——集成控制箱箱体环向压应力设计值（MPa）；

A_n ——纵向截面的净面积，对中空壁管应扣除孔洞的面积（mm²）；

W ——纵向截面绕纵向轴的最小抗弯模量（mm³）；

NC 、 NCD ——径向压力在截面内产生的环向压力标准值、设计值（N/mm）；

ME 、 MED ——回填土不均匀导致的附加弯矩标准值、设计值（Nmm/mm）；

RM ——纵向截面绕纵向轴的最小抗弯模量（mm³）；

PR 、 PCD ——径向压力标准值、设计值（kPa）。

D.3.3 集成控制箱箱体轴向压应力可按公式（D.16）、公式（D.17）计算：

$$\sigma_A = (\Sigma P_d + PL + PW) / S \quad (D.16)$$

$$\sigma_{AD} = (\Sigma P_{dD} + PLD + PWD) / S \quad (D.17)$$

式中：

σ_A 、 σ_{AD} ——集成控制箱箱体轴向压应力标准值、设计值（MPa）；

ΣP_d 、 ΣP_{dD} ——回填土下曳力标准值、设计值；

P_L 、 P_{LD} ——可变作用标准值、设计值；

P_W 、 P_{WD} ——结构自重和土的竖向压力标准值、设计值；

S ——箱体水平截面净面积，须扣除孔洞面积。

D.3.4 集成控制箱底板在组合作用下的拉应力可按公式（D.18）、公式（D.19）计算：

$$\sigma_T = M_T / W \quad (D.18)$$

$$\sigma_{TD} = M_{TD} / W \quad (D.19)$$

式中：

σ_T 、 σ_{TD} ——集成控制箱弯曲拉应力设计值标准值、设计值（MPa）；

W ——纵向截面绕纵向轴的最小抗弯模量（ mm^3 ）；

M_T 、 M_{TD} ——组合作用下集成控制箱底板弯矩标准值、设计值（ Nmm/mm ）。

D.3.5 集成控制箱应计算在标准组合作用下的地基承载力，按公式（D.20）计算：

$$p_k = (\sum P_d + P_L + P_W) / S \leq f_a \quad (D.20)$$

式中：

p_k ——标准组合作用时，基础底面处的平均压力值（kPa）；

f_a ——修正后的地基承载力特征值（kPa）。

D.4 抗浮验算

D.4.1 当集成控制箱常年埋设于地下水位线以下的时候，应进行抗浮计算。

D.4.2 集成控制箱抗浮力 P_{kw} 应由下列部分组成：

- a) 回填土作用于箱体壁的总下曳力，可根据公式（D.20）计算；
- b) 作用于集成控制箱底座与箱体承口扩径部分的垂直土压力，可按公式（D.21）计算：

$$P_s = \pi / 4 (D^2 - d_e^2) H_r \cdot \rho_s \quad (D.21)$$

式中：

P_s ——作用于集成控制箱底座承口部分的垂直土压力标准值（kN）；

D ——集成控制箱底座连接箱体的承口外径（m）；

d_e ——箱体外径（m）；

ρ_s ——土的重力密度（ kN/m^3 ）；

H_r ——回填土与箱体接触的高度（m）。

c) 箱体自重应按公式 (D.22) 计算:

$$W_g = L \cdot W_L / 100 \quad (D.22)$$

式中:

W_g ——箱体自重标准值 (kN);

W_L ——单位长度箱体的重量 (kg/m);

L ——箱体长度 (m);

D.4.3 集成控制箱的抗浮稳定应满足公式 (D.23) 要求。

$$P_{kw} / P_{wa} \geq 1.1 \quad (D.23)$$

D.4.4 当抗浮不满足式 (D.23) 时, 应在集成控制箱箱体与集成控制箱底部下端四周浇捣混凝土, 其混凝土投影面积可按公式 (D.24) 计算:

$$F \geq (1.1 P_{wa} - P_d - P_s - W_g) / H_r \cdot \rho_s \quad (D.24)$$

式中:

F ——抗浮混凝土投影面积 (m²);

P_{wa} ——作用集成控制箱上的浮力标准值 (kN);

P_d ——作用于集成控制箱上回填土的下曳力标准值 (kN);

P_s ——作用于集成控制箱体底座承口部分的垂直土压力标准值 (kN);

W_g ——箱体自重标准值 (kN);

H_r ——回填土与箱体接触高度 (m);

ρ_s ——回填土重力密度 (kN/m³);

P_{kw} ——集成控制箱抗浮力标准值。

D.5 抗拔验算

D.5.1 当集成控制箱埋设于季节性冰冻线深度大于等于 1.0m 的地区, 应进行抗拔计算。

D.5.2 集成控制箱抗拔力标准值可按公式 (D.25) 计算:

$$P_{kb} = T_c \cdot \pi \cdot d_e \cdot H_r / 4 \quad (D.25)$$

式中:

Pkb ——集成控制箱抗拔力标准值（kN）；

T_c ——冻土线以下回填土与箱体之间平均剪应力标准值（kPa）；

d_e ——集成控制箱箱体外径（m）；

$Hr4$ ——冻土线之下箱体与回填土接触的高度（m）。

$$T_c = \mu(P_{r4}/2 + P_{r5}/2) \tag{D.26}$$

式中：

μ ——集成控制箱箱体与回填土之间摩擦系数，按本规程表 4 选用；

P_{r4} ——冰冻线界面处作用于箱体的水平土压力标准值（kPa）；

P_{r5} ——冰冻线界面之下作用于箱体底部水平土压力标准值（kPa）。

$$P_{r4} = k \cdot (\rho_d \cdot Hr4 + \sigma_f) \tag{D.27}$$

$$P_{r5} = k \cdot (\rho_d \cdot Hr + \sigma_f) \tag{D.28}$$

式中：

k ——冰冻线之下回填土主动土压力系数，按本规程第 D.3.1 条计算；

ρ_d ——冻土的重力密度，一般取 18kN/m³；

σ_f ——冻胀法向应力（kPa），可按表 D.7 选用；

表 D.7 冻胀法向应力 σ_f （kPa）

	弱冻胀	冻胀	强冻胀	特别冻胀
粘性土，粉土	10~16	16~38	38~66	66~90
砂土，砂砾土	6~10	10~24	24~40	40~55