

ICS 07.060
N 93

中华人民共和国水利行业标准

SL/T 426—2021

替代 SL 426—2008

水量计量设备基本技术条件

Fundamental specifications for water quantity
monitoring equipments

2021-10-26 发布

2022-01-26 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布《水利水电工程启闭机
制造安装及验收规范》等 8 项
水利行业标准的公告

2021 年第 11 号

中华人民共和国水利部批准《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》(SL/T 381—2021) 等 8 项为水利行业标准, 现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程启闭机制造安装及验收规范	SL/T 381—2021	SL 381—2007	2021. 10. 26	2022. 1. 26
2	水量计量设备基本技术条件	SL/T 426—2021	SL 426—2008	2021. 10. 26	2022. 1. 26
3	水利数据库表结构及标识符编制总则	SL/T 478—2021	SL 478—2010	2021. 10. 26	2022. 1. 26
4	水利信息分类与编码总则	SL/T 701—2021	SL 701—2014	2021. 10. 26	2022. 1. 26
5	土壤水分监测仪器检验测试规程	SL/T 810—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26
6	降水量观测仪器 第 4 部分: 称重式雨量计	SL/T 811. 4—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26
7	水利监测数据传输规约 第 1 部分: 总则	SL/T 812. 1—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26
8	规划水资源论证技术导则	SL/T 813—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26

水利部

2021 年 10 月 26 日

http://www.slzjxx.com
水利造价信息网

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 取用水计量监测设备	2
4.1 一般规定	2
4.2 明渠取用水计量监测设备	2
4.2.1 流速面积法监测要素与设备	2
4.2.2 水工建筑物法监测要素与设备	4
4.2.3 堰槽法监测要素与设备	4
4.2.4 比降面积法监测要素与设备	5
4.2.5 末端深度法监测要素与设备	6
4.3 管道取用水计量监测设备	6
4.3.1 电磁流量计	6
4.3.2 超声流量计	6
4.3.3 电子远传水表	6
4.3.4 其他要求	7
4.4 数据采集传输设备（遥测终端机）	7
5 技术要求	7
5.1 通用要求	7
5.1.1 外观	7
5.1.2 气候环境适应性	7
5.1.3 电源	7
5.1.4 接口	8
5.1.5 机械环境适应性要求	8
5.1.6 外壳防护要求	8
5.2 计量性能要求	8
5.2.1 声学流速仪	8
5.2.2 电磁流速仪、电波（雷达）流速仪	8
5.2.3 转子式流速仪、流速流量记录仪	8
5.2.4 水工建筑物、堰槽流量计	9
5.2.5 水位计、闸位计	9
5.2.6 超声流量计	9
5.2.7 电磁流量计	10
5.2.8 电子远传水表	10
5.3 数据采集传输设备（遥测终端机）技术要求	10
5.3.1 基本功能	10
5.3.2 扩展功能	10

5.3.3	数据传输	11
5.3.4	传输规约	11
5.3.5	功耗	11
5.3.6	绝缘电阻	11
5.3.7	抗电强度	11
5.3.8	抗干扰	11
5.3.9	防雷	11
6	试验要求	11
6.1	试验项目	11
6.2	试验方法	12
6.2.1	外观质量	12
6.2.2	气候环境适应性	12
6.2.3	机械环境适应性	12
6.2.4	外壳防护等级	12
6.2.5	电源适应性	12
6.2.6	功耗测试	12
6.2.7	绝缘电阻测试	12
6.2.8	抗电强度测试	12
6.2.9	抗干扰试验	13
6.2.10	防雷试验	13
6.2.11	计量性能	13
6.2.12	数据采集传输设备(遥测终端机)功能与传输规约	14

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，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》的要求，对 SL 426—2008《水资源监控设备基本技术条件》进行修订，标准名称改为《水量计量设备基本技术条件》。

本文件共 6 章，主要技术内容包括：

- 明渠取用水计量监测设备；
- 管道取用水计量监测设备；
- 数据采集传输设备（遥测终端机）。

本次修订的主要技术内容变化如下：

- 按取用水量计量方法分类编写；
- 删除水质部分，仅保留水量部分；
- 补充完善技术指标和试验要求。

本标准所代替标准的历次版本为：

- SL 426—2008

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水资源管理司

本标准解释单位：水利部水资源管理司

本标准主编单位：水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

本标准参编单位：水利部南京水利水文自动化研究所

北京奥特美克科技股份有限公司

深圳市东深电子股份有限公司

江苏南水科技有限公司

本标准出版发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：张玉成 高 军 史占红 蒋 楠 张 卫 吴玉晓 郭 华

本标准技术内容审查人：陈子丹

本标准体例格式审查人：于爱华

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条 2 号；邮政编码：100053；电话：010—63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

水量计量设备基本技术条件

1 范围

本标准规定了水量计量设备的基本技术指标和试验要求。
本标准适用于水资源管理中应用的取用水水量计量监测设备。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 4028—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 17626.4—2018（IEC 61000-4-4：2012，IDT） 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5—2019（IEC 61000-4-5：2014，IDT） 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8—2006（IEC 61000-4-8：2001，IDT） 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 21699 直线明槽中的转子式流速仪检定/校准方法

GB/T 50095—2014 水文基本术语和符号标准

GB 50179 河流流量测验规范

SL 427 水资源监控管理系统数据传输规约

SL 537 水工建筑物与堰槽测流规范

SL 651 水文监测数据通信规约

3 术语和定义

GB/T 50095—2014 界定的以及下列术语定义适用于本文件。

3.1

流速 flow velocity

水的质点在单位时间内沿流程移动的距离，以米每秒计量。

[来源：GB/T 50095—2014，2.6.14]

3.2

流量 discharge

单位时间内流过明渠或管道某一过水断面的水体体积，以立方米每秒计量。亦称“瞬时流量”。

[来源：GB/T 50095—2014，2.6.15，有修改]

3.3

水量 water quantity

某一时段内，流过明渠或管道测流断面的总的水体体积，以立方米计量。亦称“累计流量”。

3.4

水位 stage

自由水面相对于某一基面的高程。

[来源：GB/T 50095—2014，2.6.13]

3.5

水深 water depth

水体的自由水面到其床面的垂直距离。

[来源：GB/T 50095—2014，4.5.1]

3.6

取用水计量 water metering

利用取水工程或设施从地表、地下或其他水源取用水，并使用计量设备对水位、水深、流速、流量等进行测量转换为水量的过程。

4 取用水计量监测设备

4.1 一般规定

4.1.1 取用水计量监测分为明渠取用水计量监测和管道取用水计量监测，分别适用下列场景：

- a) 明渠取用水计量监测：根据明渠断面、水流等实际情况，可选用流速面积法、水工建筑物法、堰槽法、比降面积法、末端深度法等，取用水计量监测断面选择应满足 GB 50179 的有关规定。当取用水断面能建立稳定可靠的水位流量关系时，可采用水位流量关系推流。标准断面水位流量关系法、点流速测流法在不具备长期率定（比测）条件和能力的站点不应采用。
- b) 管道取用水计量监测：适用于封闭有压管道（满管）的流量测量，流量传感器包括电磁流量计、超声流量计和电子远传水表等，可输出瞬时值和累计值。非满管流量测量可参考明渠取用水计量监测。

4.1.2 采用以电折水方式进行取用水计量监测的，宜定期将电表折算的水量与流量计进行比对校准。

4.1.3 取用水计量监测设备应按计量要求进行周期性检定或校准。

4.2 明渠取用水计量监测设备

4.2.1 流速面积法监测要素与设备

4.2.1.1 流速面积法的监测要素是断面平均流速和过水断面面积。根据测定流速方法的不同，流速面积法分为测量断面上测点流速的流速面积法、测量剖面流速的流速面积法和测量表面流速的流速面积法。

4.2.1.2 流速面积法的测流渠段应顺直，水流和断面稳定、无沙洲、无崩岸、无回流、无死水现象。顺直渠段长应大于渠道最大水流时水面宽度的3倍，测流断面应选择测流渠段的中间偏下游处，与渠道水流方向垂直。

4.2.1.3 测量断面上测点流速的流速面积法主要使用转子式流速仪、声学点流速仪、电磁点流速仪等，适用场景分别满足下列要求：

- a) 转子式流速仪宜应用于取用水计量监测的流量率定与比测，测速过程中水位变化应小于平均水深的10%，垂线水深应满足一点法测速的要求。旋杯式流速仪测速范围为0.015~4.000m/s，旋桨式流速仪测速范围为0.030~15.000m/s。旋杯式流速仪宜应用于深水低流速低含沙量的流速测量。
- b) 声学点流速仪可测平均点流速，用于泥沙含量高的断面流速测量。
- c) 电磁点流速仪测量水体某一点的流速，通过率定点流速与断面平均流速的关系计算断面平均流速，可应用于点流速与断面平均流速关系稳定且不易淤积的断面。

4.2.1.4 测量剖面流速的流速面积法。本方法主要使用声学时差法流速仪、声学多普勒流速剖面仪，适用场景分别满足下列要求：

- a) 声学时差法流速仪利用声波在顺流和逆流传播时差测量断面的一个或几个水层的线平均流速，

并与断面平均流速建立关系，推求断面平均流速。其应用满足下列要求：

- 1) 适用于测验断面稳定、无明显冲淤变化、无水草生长和气泡影响、水层流速分布均匀、含沙量和悬浮物较少的场合。
- 2) 根据断面宽度选择相应的频率，频率选择应按表 1 规定。

表 1 频率与断面宽度关系表

频率/kHz	200	500	1000
河宽测量范围/m	1~200	1~100	0.5~15

- 3) 在不具备线缆布设条件时可采用无线方式，水深较浅或水位变幅较小且水流平稳时可采用单声道布设，水深较大或水位变幅较大时宜布设多条声道，水位流态不稳或断面顺直段不够时宜采用交叉声道布设。

b) 声学多普勒流速剖面仪，按照用途和安装方式可分为固定式和走航式，应用于下列场景：

- 1) 固定式声学多普勒流速剖面仪按照安装及测验方式分为垂向和横向，横向宜安装于水位变幅不大的河道。受换能器发射角的限制，不同的断面宽度对水深有相应的要求，应根据断面宽度和水深条件进行选择，常用声学多普勒流速剖面仪频率与剖面宽度关系见表 2。安装应满足下列要求：

——横向安装对断面的要求如下：

- 河床稳定，无明显冲淤变化，无水草或漂浮物影响；
- 呈矩形、U 形形状，断面水位面积关系稳定；
- 流态稳定，无回流漩涡，流速分布均匀；水层流速分布有规律；
- 水位变幅较小，含沙量小。

——垂向安装分俯视式和仰视式两种。俯视式仪器可安装在浮台上，仰视式仪器可安装在断面底部基座上。垂线数量、布设位置应通过试验优化确定；测速频次可根据水情变化情况、模型推流的需要确定；对断面的要求如下：

- 非通航河道；
- 断面河床稳定，含沙量小，无明显冲淤变化，无水草或漂浮物影响；
- 断面水位面积关系稳定；
- 断面流态稳定，无回流漩涡，断面流速分布均匀。

表 2 常用声学多普勒流速剖面仪频率与剖面宽度关系表

频率/kHz	300	600	1200	2000
盲区/m	2.0	1.0	0.3	0.2
最大剖面宽度/m	190	90	30	22

- 2) 走航式多普勒流速剖面仪应根据断面水深、流速以及含沙量情况选用，根据现场条件配置相应的外接设备，如全球定位系统、罗经和测深仪。

4.2.1.5 测量表面流速的流速面积法。本方法适用于渠道顺直稳定，风浪较小，通过率定可得到表面流速与断面平均流速稳定关系的断面，主要使用电波流速仪，适用要求如下：

- a) 电波流速仪的测速范围宜为 0.3~10m/s，测速分辨率应不低于 0.01m/s。
- b) 在流速大于 0.5m/s 时，波速有效测速距离应不小于 20m，电波流速仪应能自动测定俯仰角，并满足在水平角 30°以内正常工作。

4.2.1.6 断面面积测量包括水深测量和断面起点距测量。对于规则断面面积可通过测量水位借用断面资料建立水位—面积关系计算得到，也可用走航式声学多普勒流速剖面仪或多波束测量仪器测量得

到。水位测量仪器可使用浮子式水位计、压力式水位计、超声波水位计、雷达水位计、激光水位计、电子水尺等。断面应布设水尺作为水位测量仪器的参考基准。

4.2.2 水工建筑物法监测要素与设备

4.2.2.1 水工建筑物法的监测要素包括堰闸、涵洞、泵站、水电站等水工建筑物的水位、水头、闸门开度等水力因素，其边界条件和水力条件应符合 SL 537 的有关规定。

4.2.2.2 水位或水头监测应根据量程选择具有适宜分辨力的水位计，可使用浮子式水位计、电子水尺、磁致伸缩水位计、超声波水位计和雷达水位计。

4.2.2.3 堰闸上游水位计应安装在堰闸进口渐变段的上游水位平稳处，其距离应符合表 3 规定，当堰闸上游水流受到弯道、浅滩等影响可能产生横比降时，则应在两岸同一断面上分别安装水位计。

表 3 上游水位测量断面距堰闸距离

B/m	L/m
≤ 50	$(3 \sim 5) H_{\max}$
$50 \sim 100$	$(5 \sim 8) H_{\max}$
≥ 100	$(8 \sim 12) H_{\max}$

注：B——堰闸总宽；
L——上游水位测量断面与堰闸进口渐变段上游端距离，当堰闸进口无渐变段时，水尺断面距离应从堰口或闸门处算起；
 H_{\max} ——堰顶（闸底）至水面的高度。

4.2.2.4 涵洞水位计应安装在进水口附近水位平稳处，水电站、泵站的上下游水位计应安装在建筑物进水口附近水流平稳、便于监测的地方。

4.2.2.5 闸门开启高度应采用闸位计监测，每孔闸门均应根据闸门类型选择闸位计，宜使用全量编码式闸位计。

4.2.2.6 闸门、泵站、水电站等水工建筑物可通过率定分析或水力学试验，确定流量系数或效率系数，用水力学公式计算流量。

4.2.3 堰槽法监测要素与设备

4.2.3.1 堰槽法监测要素是规定位置的水位，根据流过堰槽的水位与流量的单值关系，将水位换算成流量。堰槽法使用要求如下：

- 堰槽法的测量精度由堰槽的类型、堰槽的加工精度以及水位的测量精度决定。
- 在有充分水头可利用的河槽上建造量水堰槽，其设计应确保在整个变幅内均处于自由流状态。
- 在泥沙含量较高且弗劳德数 Fr 大于 0.6 时，不应使用堰槽法。

4.2.3.2 堰槽法可分为量水堰和量水槽，适用场景分别满足下列要求：

- 堰槽法中常用的量水堰有薄壁堰、宽顶堰、三角形剖面堰、平坦 V 形堰，适用要求如下：
 - 薄壁堰适用于流量小、允许水头损失大的小型渠道工程；在漂浮物较多的明渠上不宜选用薄壁堰。
 - 矩形宽顶堰和量水槽适用于水头损失小、流量变化范围大的渠道工程。
 - 三角形剖面堰和平坦 V 形堰适用于流量变化范围小的大型渠道工程。
 - 取用水量监测应优先选择单一堰型。当单一堰应用条件受到限制时，可采用复合堰、组合堰或并列堰形式。

b) 常用的量水槽可分为长喉道槽、短喉道槽和无喉道槽，其中短喉道槽又可分为巴歇尔槽和孙奈利槽，适用要求如下：

- 1) 长喉道槽适用于含沙量较大的渠道。
- 2) 短喉道槽适用于水流稳定或变化缓慢的明渠计量。巴歇尔槽适合没有足够水头可被利用的平原明渠。
- 3) 无喉道槽结构简单，易于修建，水位流量关系稳定，悬移质泥沙通过性较好，适应于允许一定水头损失的计量断面。设计时在保证取水计量监测精度要求前提下，应降低水头损失。

4.2.3.3 堰槽应安装在顺直、光滑、均匀的明渠内，渠底应水平，行进渠槽长度应大于渠宽的5倍，渠槽中心线应与行进渠槽中心线重合，渠槽横断面应与水流方向垂直，明渠流量宜为堰槽的最大过水流量的 $1/5\sim 2/3$ ，确保精度。

4.2.3.4 使用量水槽进行取水计量监测时，行进渠槽的顺直段长度应保证产生正常的流速分布，水流应呈缓流状态，弗劳德数 Fr 宜不大于0.5，并满足下列条件：

- a) 行进渠槽水头测量断面以上的顺直长度不小于最大水面宽的5倍。当上游入口以上是弯道或有支流汇入时，渠槽的顺直段延长。
- b) 行进渠槽上游进口收缩段，对称于渠槽中心线建成弧形翼墙，翼墙的曲率半径不宜小于2倍最大水头，翼墙下游的切点与水头测量断面的距离不宜小于最大水头。
- c) 渠道下游的扩散段，除另有具体要求外，可采用扩散比不小于1:3（垂直于流量与平行于流量的长度比）的渐变扩散形式，在保证自由出流的条件下，下游扩散段可在允许范围内截短。

4.2.3.5 按照量水堰槽结构尺寸要求，水位标尺应直接标注于渠道或量水堰槽的侧壁上。水位标尺刻度应清晰，最小刻度0.001m，水位标尺长度在0.5m以下时，累计误差应不超过0.5mm；当水位标尺长度在0.5m及以上时，累计误差应不超过长度的1%。

4.2.3.6 堰槽上使用的水位计可以选用电子水尺、浮子式水位计、压力式水位计、超声波水位计、雷达式水位计和激光水位计等，并满足下列要求：

- a) 电子水尺测量范围宜为0~2m，磁致伸缩水位计的盲区应不大于0.10m。
- b) 浮子式水位计的浮子直径宜不大于250mm，测量范围宜为0~5m，适应水位最大变化率不应低于0.40m/min，分辨率和允许误差应根据流量精度要求进行选择。
- c) 压力式水位计宜为投入式压力式水位计，宜选用陶瓷电容式压力水位计，测量范围宜为0~10m。
- d) 超声波水位计测量范围宜为0~5m，盲区应不大于0.30m。
- e) 雷达水位计、激光水位计测量范围宜为0~10m，盲区应不大于0.50m。

4.2.4 比降面积法监测要素与设备

4.2.4.1 比降面积法利用明渠测验实测的水位和断面资料，用水力学公式计算瞬时流量。其监测要素是比降断面的实时水位和断面面积。

4.2.4.2 用比降面积法进行取水计量监测的渠段应顺直，无明显收缩或扩散，糙率稳定，糙率实测资料大于10年，近岸边水流通畅，无明显的回流区和阻水建筑物。渠段内断面稳定，无冲淤变化，无支流进入，无退水、引水设施，无汉流、斜流现象。

4.2.4.3 比降断面水位差应不小于水位观测误差的10倍。

4.2.4.4 用比降面积法进行取水计量监测应布设上、中、下3个比降断面。中断面位于上下比降断面的中间，中断面应与比测校核断面重合。比降断面测量应符合GB 50179的有关规定。

4.2.4.5 比降断面应按规定分别设立水尺，且分别安装水位计。水位计可以使用浮子式水位计、压力式水位计、磁致伸缩式水位计、超声波水位计和雷达水位计，并应满足下列要求：

- a) 水尺应直接标注于渠道断面侧壁，水尺刻度应清晰，最小刻度 0.01m，水尺长度在 0.5m 以下时，累计误差应不超过 0.5mm；水尺长度在 0.5m 及以上时，累计误差应不超过长度的 1%。
- b) 水位计测量范围宜为 0~10m，分辨率应不大于 0.01m，允许误差应为±0.01m。
- c) 水位测量应保证同步进行，时间偏差不应大于 30s。

4.2.5 末端深度法监测要素与设备

4.2.5.1 末端深度法适用于渠底水平或平缓倾斜，渠底末端有坎跌，能形成自由射流的断面。其监测要素是末端水深和临界断面面积。

4.2.5.2 水深测量位置应选在跌坎边缘的正中间，水深测量误差应不大于 5mm，可用投入式压力水位计、磁致伸缩式水位计、超声波水位计。

4.2.5.3 取用水计量监测时应满足下列条件：

- a) 跌坎上游的渠道为顺直、均匀的断面，其规则长度大于最大流量时末端水深的 20 倍。
- b) 渠底水平，纵坡比小于 1/2000。
- c) 渠道水流呈缓流状态，断面流速分布均匀。
- d) 边墙和渠底平整光滑完整，并保持无沉淀物。
- e) 渠道末端垂直于渠槽中心线截断，水流能够自由跌落。
- f) 溢流水舌充分通气。

4.3 管道取用水计量监测设备

4.3.1 电磁流量计

4.3.1.1 电磁流量计根据法拉第电磁感应定律来测量管内导电介质体积流量，可分为插入式电磁流量计和管段式电磁流量计。

4.3.1.2 电磁流量计的电极与内衬的材料根据测量介质来确定。

4.3.1.3 电磁流量计适用管径不宜大于 DN2000mm。

4.3.2 超声流量计

4.3.2.1 超声流量计根据检测流体流动对超声束（或超声脉冲）的作用来测量流量，其分类如下：

- a) 按工作原理可分为时差式和多普勒式。
- b) 按换能器安装方式可分为管段式、插入式、外夹式和内贴式。
- c) 根据换能器的数目不同可分为单声道、双声道和多声道。

4.3.2.2 超声流量计的选型应根据管材、管径、壁厚、直管段长度、被测介质中杂质与气泡含量以及被测介质的温度等因素来确定，并满足下列规定：

- a) 时差式超声流量计适用于洁净水体流量测量。
- b) 多普勒式超声流量计适用于具有一定的杂质含量的水体流量测量。
- c) 外夹式超声流量计仅适用于金属与塑料管材，且管壁应无内衬和锈蚀，不适于长期监测和室外小管径监测。
- d) 插入式超声流量计不受管道材质、内衬的限制，适用管径范围较宽。
- e) 对测流精度要求高的大管径流量测量，宜使用多声道流量测量方式。

4.3.3 电子远传水表

4.3.3.1 电子远传水表宜具有流量信号采集和数据处理、存储、远程传输等功能，且输出数字信号，

其分类如下：

- a) 按照指示装置分为机械式和电子式。
- b) 按机电转换方式分为实时式和直读式。
- c) 按采用的基表形式分为干式和湿式。

4.3.3.2 电子远传水表选型时应考虑被测介质温度、工作压力、计量范围及水质情况等因素。适用管径不宜大于 DN500mm。当管道公称通径不大于 DN50mm 时，宜采用旋翼式水表；当公称通径大于 DN50mm 时，宜采用螺翼式水表。

4.3.4 其他要求

4.3.4.1 管道流量计安装位置应满足前直管段长度不小于公称通径的 10 倍，后直管段长度不小于公称通径的 5 倍。当上游直管段长度不满足上述条件时，可安装流动调整器。使用电磁流量计、多声道超声波流量计、部分缩颈整流流量计时，直管段长度要求可为前直管段长度大于等于公称通径的 5 倍，后直管段长度大于等于公称通径的 3 倍。

4.3.4.2 在泵站（水电站）进出口管道条件均满足安装条件的场合，流量计安装位置应优先选择在进口段。

4.3.4.3 在管道埋地的场合，可采取开挖设置仪器安装井的方式，安装井大小应满足施工安装与维护校准的空间要求，安装井应具备排水防淹措施。

4.3.4.4 在不允许对管道进行切割、焊接法兰的场合，可选择插入式安装方式，不宜使用外敷式。

4.3.4.5 在大型非金属材料的管道（涵洞）场合，可选用内贴式超声流量计，在管道（涵洞）内壁安装超声换能器，流量计主机在管道（涵洞）外。不具有停水检修条件的，内壁安装的超声换能器应有备份设计。

4.4 数据采集传输设备（遥测终端机）

数据采集传输设备应根据测站特点和周边通信条件、前期其他水利信息化系统建设状况，以及数据传输量的大小进行合理选择，特殊地区应用的终端机应符合相应通信安全保护要求。数据采集传输设备应具有自动实时采集、存储各类水位、流速、流量等监测传感器的监测数据，配有数据传输单元实现信息传输，并具有本地数显功能。

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 外观

仪器外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，无划痕、变形等现象，标识应清晰、完整。

5.1.2 气候环境适应性

取水计量监测设备满足以下工作环境要求：

- a) 水下设备要求。温度：0~35℃。
- b) 水上设备要求如下：
 - 1) 温度：可在-10~50℃、-25~55℃、-10~55℃三类中选择。
 - 2) 相对湿度：可在不大于 85%、不大于 95%、不大于 98%三类中选择。

5.1.3 电源

取水计量监测设备宜采用直流电源供电，允许电压波动±15%。

5.1.4 接口

5.1.4.1 取用水计量监测设备宜具备以下接口：

- 增量计数（脉冲）型输入接口。
- 模拟量接口：4~20mA 或 0~5V。
- 频率量：正弦波或方波。
- 并行接口。
- 串行接口：RS485 \ SDI-12。
- 开关量接口。

5.1.4.2 管道流量计应具有 RS485 数字接口，数据传输宜采用 MODBUS 通讯协议。

5.1.5 机械环境适应性要求

在正常包装状态下，取用水计量监测设备应能承受运输过程中可能产生的振动、意外冲击、碰撞、跌落等。

5.1.6 外壳防护要求

在水下工作的部分，其外壳防护等级应不低于 GB 4028 规定的 IP68 要求。在水上工作的部分，安装在室内的，其外壳防护等级应不低于 IP55 要求；安装在室外的，其外壳防护等级应不低于 IP67 要求。

5.2 计量性能要求

5.2.1 声学流速仪

声学流速仪的流速测量误差宜满足表 4 的规定。

表 4 声学流速仪的流速测量误差

声学流速仪类型	最大允许误差
声学多普勒点流速仪	±1%
时差法 声学流速仪	±3%（流速大于 0.5m/s）
	0.015m/s（流速不大于 0.5m/s）
声学多普勒流速剖面仪	测量值×1%±0.005m/s（工作频率不小于 300kHz）

5.2.2 电磁流速仪、电波（雷达）流速仪

流速测量最大允许误差为±3%。

5.2.3 转子式流速仪、流速流量记录仪

5.2.3.1 转子式流速仪应经过检定水槽的检定。

5.2.3.2 转子式流速仪的直线方程部分，以各速度级各测点相对误差绝对值的平均值（平均相对误差）表示，应符合表 5 的规定。

表 5 转子式流速仪速度级分段及其平均相对误差

速度级/(m/s)	<0.5	0.5~1.5	1.5~3.5	>3.5
平均相对误差/%	≤1.55	≤1.20	≤0.90	≤0.65

5.2.3.3 对于使用低速曲线的流速仪，低速曲线部分各测点流速的相对误差绝对值均不大于5%；当流速小于0.03m/s时，各测点流速的绝对误差应为 $\pm 0.002\text{m/s}$ 。

5.2.3.4 流速流量记录仪应每半年校核一次，每次校核时间为10min，误差应不大于1s，计数误差应不大于 ± 1 。

5.2.4 水工建筑物、堰槽流量计

5.2.4.1 水工建筑物各部分尺寸、堰槽尺寸及闸门形状等应根据水流、泥沙具体特性选择检定周期，宜2年自行检测1次；高含沙水体应缩短检定周期，宜1年自行检测1次。

5.2.4.2 水工建筑物与堰槽测流误差应满足GB 50179的规定。按实验室首次检定，明渠堰槽流量计准确度等级及流量示值误差限宜不大于表6的规定。

表6 明渠堰槽流量计准确度等级及流量示值误差限

堰槽类型			准确度等级	流量示值误差限/%	
量水堰	薄壁堰	三角形缺口薄壁堰		2	2
		矩形薄壁堰	矩形缺口薄壁堰	4	4
			等宽薄壁堰	4	4
		梯形薄壁堰		4	4
	宽顶堰	矩形宽顶堰		5	5
		圆缘宽顶堰		5	5
		三角形剖面堰		5	5
平坦V形堰		5	5		
量水槽	长喉道槽			4	4
	短喉道槽	巴歇尔槽	非淹没流	4	4
			淹没流	5	5
			孙奈利槽	4	4
	无喉道槽	矩形无喉道槽		5	5
		抛物线形喉道槽		5	5

5.2.5 水位计、闸位计

10m测量范围内（包括10m）时，水位计、闸位计准确度分3个等级，每个等级的最大允许误差应满足表7的规定；大于10m测量范围时，最大允许误差应为 $\pm 0.2\%$ 。

表7 水位计、闸位计的准确度等级和最大允许误差

准确度等级	1	2	3
分辨力/cm	0.1	0.1, 0.5	0.5, 1.0
最大允许误差/cm	± 0.3	± 1.0	± 2.0

5.2.6 超声流量计

超声流量计应经过计量检定或校准。时差法超声流量计的准确度等级和最大允许误差参见表8；多普勒法超声流量计的准确度等级和最大允许误差应满足表9的规定。

表 8 时差法超声流量计的准确度等级和最大允许误差

准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.5
最大允许误差/%	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5

表 9 多普勒法超声流量计的准确度等级和最大允许误差

准确度等级	1.5	2.0	2.5
最大允许误差/%	±1.5	±2.0	±2.5

5.2.7 电磁流量计

电磁流量计应经过计量检定或校准。电磁流量计的准确度等级和最大允许误差应满足表 10 的规定。

表 10 电磁流量计的准确度等级和最大允许误差

准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.5
最大允许误差/%	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5

5.2.8 电子远传水表

电子远传水表的允许误差应为±2%，流量测量范围低端的最大允许误差应为±5%。公称口径小于 500mm 时，最大允许工作压力应不小于 1.0MPa。

5.3 数据采集传输设备（遥测终端机）技术要求

5.3.1 基本功能

数据采集传输设备（遥测终端机）具有下列基本功能：

- a) 数据采集：采集计量数据、采集状态信息。
- b) 数据显示：现地显示设置参数、采集的数据，以及经过处理后生成的各种信息，至少但不限于自本表安装以来的总取用水量、本月的累计取用水量、昨日的取用水量等。
- c) 参数设置：支持现地和远程设置，宜支持软件远程升级。
- d) 查询：支持现地和远程查询。
- e) 存储：宜能保存不少于 12 个月的数据。
- f) 时钟校准：应具有定时时钟校准功能。
- g) 自诊断：本身供电电压不足。
- h) 可支持多种通信方式（任选），可具有多信道自动切换功能。
- i) 宜具有平安报、定时自报等工作模式。
- j) 可 24h 实时保持在线，掉线时，在通信信道许可的情况下，在设置时间内应恢复上线。
- k) 宜支持恢复通信后历史数据上传功能。
- l) 应具有本地数显功能。

5.3.2 扩展功能

数据采集传输设备（遥测终端机）可具备以下扩展功能：

- a) 可自动控制水泵的电源或回路，可自动控制阀门的开闭。
- b) 可远程控制水泵的电源或回路，可远程控制阀门的开闭。
- c) 可 IC 卡充值或无线网络远程充值剩余水量。

- d) 剩余水量、水位、压力、温度等数据超限（包括欠费）时可就地或远程告警。
- e) 外接仪表设备信号中断、故障（传感器线路断、水泵停止、220V 断电、通信模块故障、SIM 卡损坏、信号太差、移动线路故障等）等可就地或远程告警。
- f) 可对传感器工作状态和常见故障数据进行采集和传输。
- g) 现场数据和状态非预期变化时可就地或远程告警。
- h) 可扩展现场图像拍摄及传输功能，远程控制实时抓拍，或按规定时间点抓拍。

5.3.3 数据传输

可使用移动公网（数字移动通信）、北斗卫星、有线等通信方式，根据监测站点实际情况和通信组网方案选用，通信困难地区应具有通信备份信道。

5.3.4 传输规约

数据传输规约宜符合 SL 427 或 SL 651 的规定，有通信安全保护要求的特殊地区应追加执行补充通信规约测试。

5.3.5 功耗

静态值守功耗： $\leq 25\text{mW}$ ；工作功耗： $\leq 120\text{mW}$ 。

注：不含通信模块及有源传感器，且自带彩色 LCD 屏等（如果有的话）关闭。

5.3.6 绝缘电阻

若使用交流供电，则交流电源端子（电源引线）与外壳（裸露金属部件）之间的绝缘电阻应不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

5.3.7 抗电强度

若使用交流供电，则交流电源端子（电源引线）与外壳（裸露金属部件）之间应能承受 1500V 、 50Hz 的交流电压，历时 1min ，应无飞弧和击穿现象。

5.3.8 抗干扰

工频磁场的抗扰度应满足 GB/T 17626.8—2006 表 1 中的 2 级规定。必要时，电快速瞬变脉冲群抗扰度应满足 GB/T 17626.4—2018 表 1 中的 3 级规定。

5.3.9 防雷

应能承受 GB/T 17626.5—2019 表 1 中的 2 级规定的浪涌（冲击）抗扰度试验。

6 试验要求

6.1 试验项目

6.1.1 取用水计量监测设备应进行下列试验项目的检测：

- a) 外观质量。
- b) 计量性能。
- c) 气候环境适应性。
- d) 机械环境适应性。
- e) 外壳防护等级。

6.1.2 根据产品特性，还可包括但不限于下列试验项目的检测：

- a) 电源适应性。
- b) 功耗。
- c) 绝缘电阻。
- d) 抗电强度。
- e) 抗干扰。
- f) 防雷。

6.2 试验方法

6.2.1 外观质量

以目测或手检的方法进行检查。

6.2.2 气候环境适应性

受检设备应处于通电状态，放置于恒温恒湿试验箱内。在规定的低温、高温、高湿工作环境中，恒温时间应分别不少于 4h。试验期间和试验后，应进行目测检查和功能测试，受检设备应工作正常，表面应无锈蚀、裂纹及涂覆层剥落等现象。

6.2.3 机械环境适应性

6.2.3.1 自由跌落

受检设备在包装状态下，跌落高度应设置为 250mm（样品重量 $\leq 20\text{kg}$ 时）或 500mm（样品重量 $> 20\text{kg}$ 时）。应自由跌落在平滑、坚硬的钢质面上，共应进行 3 面跌落试验。试验后，包装箱应无开裂、变形，受检设备应工作正常。

6.2.3.2 机械振动

受检设备在包装状态下，应固定在振动试验台上，振动频率应设置为 $10\text{Hz}\sim 150\text{Hz}\sim 10\text{Hz}$ ，扫频速度为 1 倍频程/min，加速度为 $2g$ ，进行一个周期单轴振动试验。试验后，包装箱应无开裂、变形，受检设备应无松动、元器件脱落等损伤现象，并应工作正常。

6.2.4 外壳防护等级

应按 GB 4028—2017 第 13 章、第 14 章规定的试验方法进行试验。

6.2.5 电源适应性

受检设备在工作状态下，将其额定工作电压拉偏至最大允许偏差值，受检设备应工作正常。

6.2.6 功耗测试

在规定电压条件下，使受检设备处于静态值守状态，测量其静态值守电流值，计算功耗。然后，使受检设备处于工作状态（通信模块可断电），测量其工作电流值，计算功耗。

6.2.7 绝缘电阻测试

在受检设备交流电源端子（电源引线）与外壳之间测量绝缘电阻，测量结果应满足要求。

6.2.8 抗电强度测试

在规定的端子和外壳之间施加与主电源频率相同的试验电压。试验电压应从零逐步上升至规定

值，上升过程中不应出现电压明显的瞬变，并在规定的电压值上保持 1min。试验期间，受检取用水量监测设备应不发生击穿和飞弧等现象。最后将试验电压平稳地降至零并切断设备电源。试验期间受检设备处于工作状态，试验后，受检设备应工作正常。

6.2.9 抗干扰试验

按照 GB/T 17626.8—2006 第 8 章规定的试验程序进行试验。试验期间受检设备处于工作状态，试验后，受检设备应工作正常。当有电快速瞬变脉冲群抗扰度试验需求时，按照 GB/T 17626.4—2018 第 8 章规定的试验程序进行试验。

6.2.10 防雷试验

按照 GB/T 17626.5—2019 第 8 章规定的试验程序进行试验。试验期间受检设备处于工作状态，试验后，受检设备应工作正常。

6.2.11 计量性能

6.2.11.1 流速仪

试验满足下列要求：

- a) 转子式流速仪应采用固定方式安装在测杆上，测杆在支承套、座上的固定应牢固可靠。信号导线应紧贴测杆，使扰动水流程度为最小。入水时应缓慢进行，避免扰动水体。
- b) 电磁流速仪、电波（雷达）流速仪、声学流速仪（声学多普勒流速剖面仪除外）应固定安装在检定车上，根据现场环境调整安装高度和安装角度，确保被检流速仪正常工作。
- c) 在被检流速仪的流速测量范围内，检定车按速度程序级从低速到高速逐级递增，完成每测点采样后，随即增速，往返行车；待车速进入匀速状态时，同时测量并记录流速测量值。
- d) 转子式流速仪检定测点选取及测点数目应满足 GB/T 21699 的要求。电磁流速仪、电波（雷达）流速仪、声学流速仪（声学多普勒流速剖面仪除外）测点应至少选取全量程内均匀分布的 10 个点。

6.2.11.2 堰槽流量计

试验满足下列要求：

- a) 测量堰槽结构尺寸、角度、底部高程等，每个尺寸应至少测量 3 次。
- b) 应根据被检堰槽水位变化范围选取 3 个水位高度值，即堰槽在最大流量 20%、50% 及 100% 时的水位值，计算其与标准水位计水位值的差值，取最大值。
- c) 在被检堰槽流量计的最大流量的 10%~100% 范围内（包括 10%、100%），均匀选取 10 个流量检定点。根据测得的水位值及各类堰槽的结构参数，按堰槽所用的水位流量关系换算出 10 个流量点的流量理论计算值。每个流量点重复测量 3 次取平均值，与标准流量示值比较，计算 10 个流量检定点的相对误差，取最大值。

6.2.11.3 管道流量计

试验满足下列要求：

- a) 在流量测量范围内，启动水流量标准试验装置，应待管道水流运行至流态稳定后，同时记录水流量标准装置和被检流量计的示值，通过连续测量，分析计算测量误差，确定准确度等级。流量测点及测量次数等应按照相应的流量计计量检定规程或校准规范执行。
- b) 将水压增大到水表最大允许工作压力的 1.6 倍，并保持 1min，检查水表是否出现机械损坏、外部泄漏或指示装置进水。试验期间，应逐渐增大和降低压力，避免压力波动。

6.2.11.4 水位计/闸位计

试验满足下列要求：

- a) 在水位变幅测量范围内，以 20~40cm/min 的水位变率，使水位（闸位）升降 2 个全程。
- b) 每米应选择 1~2 个测点。

6.2.12 数据采集传输设备（遥测终端机）功能与传输规约

6.2.12.1 基本功能的试验满足下列要求：

- a) 数据采集、显示：启动或调节模拟信号发生器或传感器，检查遥测终端机显示数值与传感器或模拟信号发生器是否一致。
- b) 数据采集、传输：根据选定的通信方式，模拟进行数据定时自报测试、召测应答测试，记录每次测试发送的数据、发送时间、发送的数据总量，接收到的数据、接收到的时间、接收到的数据总量，检查发送的数据和收到的数据的一致性和完整性。
- c) 定时自报：通过执行标准传输规约的中心站软件设置上报周期，使遥测终端机定时向中心站发送数据，检查 24h 内定时自报次数或自报的间隔时间，检查上报数据与遥测终端机显示数据是否一致。
- d) 召测应答：执行标准传输规约的中心站随机发出查询指令，遥测终端机应及时响应查询，实时采集数据并发送至中心站。检查中心站召测次数及响应时间，以及接收的数据和格式是否正确。
- e) 数据存储及存储容量：按规定设置时间间隔采集流量（或流速）、水位等参数，存储记录采集到的数据，不断电连续运行 24 h，在执行标准传输规约的中心站提取所记录的数据，应能完整显示 24 h 各参数的采集数据。检查存储容量，应满足要求。
- f) 掉电数据保护：在遥测终端机工作过程中，突然中断终端机的工作电源，待重新上电后，检查遥测终端机存储的历史数据及设定的参数是否丢失。

6.2.12.2 扩展功能的试验满足下列要求：

- a) 控制功能：应用仿真测试装置进行试验，设置闸门开度（或阀门开度等）预设值，发布闸门（或阀门）开和关指令，同时模拟闸门（阀门）的开和关过程。在开或关过程中，当运行到预设值时，应自动停止。
- b) 数据超限加报：设置被测参数，使其超出预定值，检查遥测终端机是否自动调整自报时间间隔，加密数据的测报频次。
- c) 报警功能：将流量（或流速）、水位等传感器数据线断开，检查遥测终端机是否有流量（或流速）、水位等传感器异常报警。将遥测终端机供电方式换成蓄电池供电，检查遥测终端机是否显示电池供电。将电压调至最低限，检查遥测终端机是否有电池欠压报警。

6.2.12.3 数据传输规约的试验满足下列要求。

- a) 将遥测终端机与通信设备、执行 SL 427 或 SL 651 等数据传输规约的中心站连接，根据系统功能需求，对相关的 SL 427 或 SL 651 等标准规定的应用层功能码进行检测，记录并校对所有原始报文、响应报文，检查其符合性。
- b) 中心站主动下发指令，检查中心站原始报文、遥测终端机响应报文内容及格式是否符合规约的规定，同时遥测终端机是否正确执行了该指令。
- c) 遥测终端机主动上报数据，检查遥测终端机原始报文、中心站响应报文内容及格式是否符合规约的规定，同时应判定中心站对该报文的解析是否正确。