

ICS 27.140

CCS P 59

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 11412—2023

水电工程生态流量实时监测设备 基本技术条件

Fundamental technical requirements for real-time ecological flow
monitoring equipment of hydropower projects

2023-12-28 发布

2024-06-28 实施

国家能源局 发布

行业标准信息服务平台

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

目次

前 言..... V

引 言..... VI

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总体要求..... 3

5 设备分类与适用场景..... 3

6 声学时差法明渠流量计..... 4

 6.1 工作条件..... 4

 6.2 性能要求..... 4

 6.3 功能要求..... 5

 6.4 工作原理及主要结构..... 5

 6.5 外观要求..... 5

 6.6 外壳防护..... 6

 6.7 类型及适用条件..... 6

 6.8 安装要求..... 6

7 水平式声学多普勒流速剖面仪..... 7

 7.1 工作条件..... 7

 7.2 性能要求..... 7

 7.3 功能要求..... 8

 7.4 工作原理及主要结构..... 8

 7.5 外观要求..... 8

 7.6 外壳防护..... 8

 7.7 类型及适用条件..... 9

 7.8 安装要求..... 9

8 声学多普勒明渠流量计..... 9

 8.1 工作条件..... 9

 8.2 性能要求..... 10

 8.3 功能要求..... 10

 8.4 工作原理及主要结构..... 10

8.5	外观要求	10
8.6	外壳防护	11
8.7	类型及适用条件	11
8.8	安装要求	12
9	雷达波流速仪	12
9.1	工作条件	12
9.2	性能要求	12
9.3	功能要求	13
9.4	工作原理及主要结构	13
9.5	外观要求	13
9.6	外壳防护	13
9.7	类型及适用条件	13
9.8	安装要求	14
10	声学时差法管道流量计	14
10.1	工作条件	14
10.2	性能要求	15
10.3	功能要求	15
10.4	工作原理及主要结构	15
10.5	外观要求	16
10.6	外壳防护	16
10.7	类型及适用条件	16
10.8	安装要求	17
11	声学多普勒管道流量计	17
11.1	工作条件	17
11.2	性能要求	17
11.3	功能要求	18
11.4	工作原理及主要结构	18
11.5	外观要求	18
11.6	外壳防护	18
11.7	类型及适用条件	18
11.8	安装要求	19
12	雷达水位计	20

12.1	工作条件	20
12.2	性能要求	20
12.3	功能要求	20
12.4	工作原理及主要结构	21
12.5	外观要求	21
12.6	外壳防护	21
12.7	类型及适用条件	21
12.8	安装要求	22
13	压力式水位计	22
13.1	工作条件	22
13.2	性能要求	22
13.3	功能要求	23
13.4	工作原理及主要结构	23
13.5	外观要求	23
13.6	外壳防护	23
13.7	类型及适用条件	23
13.8	安装要求	24
14	闸位计	24
14.1	工作条件	24
14.2	性能要求	25
14.3	功能要求	25
14.4	工作原理及主要结构	25
14.5	外观要求	25
14.6	外壳防护	26
14.7	类型及适用条件	26
14.8	安装要求	26
15	检验规则	27
15.1	检验分类	27
15.2	出厂检验	27
15.3	型式检验	27
16	标志和使用说明书	28
16.1	标志	28
16.2	使用说明书	29

17 包装、运输、贮存	29
17.1 包装	30
17.2 运输	30
17.3 贮存	30
参考文献	31
表 1 生态流量监测设备适用场	4
表 2 工作频率与测量距离关系表	5
表 3 声学时差法明渠流量计适用条件	6
表 4 水平式声学多普勒流速剖面仪适用条件	9
表 5 声学多普勒明渠流量计适用条件	11
表 6 雷达波流速仪适用条件	14
表 7 声学时差法管道流量计适用条件	16
表 8 声学多普勒管道流量计适用条件	19
表 9 流量计换能器安装位置与阻力件距离表	19
表 10 雷达水位计技术指标	20
表 11 雷达波水位计适用条件	21
表 12 压力式水位计适用条件	24
表 13 闸位计适用条件	26
表 14 闸位计安装位置	26

行业标准信息平台

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致,下载高清无水印

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。

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专利的责任。

本文件由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院负责日常管理，由能源行业水电规划水库环保标准化技术委员会（NEA/TC16）负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街2号，邮编：100120）。

本文件起草单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司、水电水利规划设计总院、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司、中国长江三峡集团有限公司、中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：石瑞格、喻卫奇、晏忠林、李秋水、张文武、杨霞、邱兴春、张侃侃、刘黄诚、邓思滨、杨宗明、曹园园、袁嫒、沈阳、孔维正。

行业标准信息服务平台

引 言

水电工程生态流量实时监测设备是水电工程生态流量监测的重要基础,为统一水电工程生态流量实时监测设备的技术性能和技术要求,根据《国家能源局综合司关于下达 2019 年能源领域行业标准制(修)订计划及英文版翻译出版计划的通知》(国能综通科技〔2019〕58 号)的要求,经深入调查研究,认真总结流域水电开发生态环境监测和水电工程生态流量监测实践经验,充分反映不同场景生态流量监测条件的差异性,及监测设备的适应性,参考国内国际相关标准,并在广泛征求意见的基础上,制订本文件。

行业标准信息服务平台

水电工程生态流量实时监测设备基本技术条件

1 范围

本文件规定了水电工程生态流量实时监测主要设备性能、功能、类型与适用条件、安装要求，以及相应的试验、检验、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于水电工程生态流量实时监测设备的研制、设计、生产、使用。

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（包括所有的修订单）适用于本文件。

- GB 150.3 压力容器 第3部分：设计
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 788 图书和杂志开本及其幅面尺寸
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 9359 水文仪器基本环境试验条件及方法
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 13264 不合格品率的小批计数抽样检查程序及抽样表
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB 50179 河流流量测验规范
- NB/T 10385 水电工程生态流量实时监测系统技术规范
- JJF 1001 通用计量术语及定义

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生态流量 ecological flow

满足水电工程下游河段保护目标生态需水基本要求的流量及过程。

3.2

生态流量实时监测 real-time ecological flow monitoring

对水电工程生态流量进行自动采集、实时传输、存储和处理的过程。

3.3

点流速 flow velocity at point

测验断面内某一测点所测得的水流速度。

3.4

水面流速 flow velocity on water surface

水流表面的水流速度。

3.5

流速分布 flow velocity distribution

各点流速在测流断面上的呈现情况。

3.6

断面平均流速 mean flow velocity at a cross-section

断面的流量与其过水断面面积的比值。

3.7

流速面积法 flow velocity and cross-section area method

通过实测断面上的流速和过水断面面积来推求流量的方法。

3.8

水位流量关系 stage-discharge relation at cross section

河渠中过流断面的实测流量与其相应水位之间所建立的相关关系。

4 总体要求

- 4.1 生态流量监测设备设计和建造应遵循安全可靠、绿色低碳、技术先进、注重效益的原则，并应采用新技术、新工艺、新材料、新方法。
- 4.2 生态流量监测设备技术要求应符合 NB/T 10385 规定。
- 4.3 生态流量监测设备应满足水电工程不同场景生态流量监测条件。
- 4.4 生态流量监测设备应满足生态流量监测区域的水文气象条件要求。
- 4.5 生态流量监测设备宜采用直流电源供电，电压范围为 6 V~24 V 宽电压，允许偏差-15%~20%。
- 4.6 生态流量监测设备输出、通信接口应与 NB/T 10385 中规定的遥测终端相匹配。
- 4.7 生态流量监测设备绝缘电阻不应小于 10 M Ω 。
- 4.8 生态流量监测设备应开展静电放电、射频电磁场辐射、工频磁场等抗扰度试验，试验结果评定应分别符合 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.8 中的 B 类要求。
- 4.9 生态流量监测设备浪涌（冲击）抗扰度试验等级为 2 级，试验结果评定应符合 GB/T 17626.5 中 B 类要求。
- 4.10 生态流量监测设备机械环境适应性应能承受 GB/T 9359 所规定的振动、冲击、自由跌落等试验要求。
- 4.11 生态流量监测设备平均无故障工作时间 (MTBF) 不应小于 25000 h。
- 4.12 生态流量监测站应有可靠的防雷接地措施，接地电阻不应大于 10 Ω 。

5 设备分类与适用场景

- 5.1 生态流量监测场景通常包括生态机组、生态流量管、生态流量洞、生态泄水闸等 4 种泄流设施和下游鱼类重要栖息地、水生生物保护区、重要湿地、重要取水口等环境敏感区。
- 5.2 生态流量监测设备，按监测原理和方法可分为声学时差法明渠流量计、水平式声学多普勒流速剖面仪、声学多普勒明渠流量计、雷达波流速仪、声学时差法管道流量计、声学多普勒管道流量计、雷达水位计、压力式水位计和闸位计等 9 种类型。
- 5.3 生态流量监测设备适用场景见表 1。

表1 生态流量监测设备适用场景

生态流量监测场景	生态流量监测设备								
	声学时差法明渠流量计	水平式声学多普勒流速剖面仪	声学多普勒明渠流量计	雷达波流速仪	声学时差法管道流量计	声学多普勒管道流量计	雷达水位计	压力式水位计	闸位计
生态机组	—	—	—	—	—	—	√	√	—
生态流量管	—	—	—	—	√	√	—	—	—
生态流量洞	√	√	√	√	√	√	√	√	—
生态泄水闸	√	√	√	√	—	—	√	√	√
环境敏感区	√	√	—	√	—	—	√	√	—

注：符号“√”表示监测场景可选择的监测设备，符号“—”表示监测场景不宜选择的监测设备。

6 声学时差法明渠流量计

6.1 工作条件

声学时差法明渠流量计应符合下列环境条件要求：

- 环境温度：水上设备 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；水下设备 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度 $\leq 95\%$ （ $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时）。
- 含沙量范围为 $0\text{ kg/m}^3\sim 10\text{ kg/m}^3$ 。

6.2 性能要求

声学时差法明渠流量计应符合下列技术规定：

- 测速范围为 $0\text{ m/s}\sim 10\text{ m/s}$ 。
- 分辨力 $\leq 1.0\text{ cm/s}$ 。
- 最大允许误差：流速大于 0.5 m/s 时，相对误差不大于 $\pm 3\%$ ；流速小于等于 0.5 m/s 时，绝对误差不大于 $\pm 0.02\text{ m/s}$ 。
- 测量距离应符合表 2 的规定。
- 采样频次根据不同河段和换能器之间距离选择 $0.1\text{ s}\sim 10\text{ s}$ 。

表2 工作频率与测量距离关系表

频率 kHz	10	28	200	500	1000
测量距离 m	≥ 1000	200~1000	20~200	1~30	0.5~15

6.3 功能要求

声学时差法明渠流量计应具有下列功能：

- 自动测量明渠、河道测量断面的水位和某一声束上的平均流速。
- 自动存储和输出水位、流速、流量等数据。
- 测量时间间隔、断面尺寸、换能器安装高度、声路长等参数置入功能。
- 温度~声速补偿功能。
- 自动锁定流量计算参数功能。
- 信号强度、信号质量、传输时间比等安装效果评价指标功能。
- 工作状态自诊断功能，工作状态和故障状态信号宜采用开关量方式输出。

6.4 工作原理及主要结构

6.4.1 工作原理

声学时差法明渠流量计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，采用流速面积法计算明渠流量。

6.4.2 主要结构

声学时差法明渠流量计可分为有线连接和无线连接两种方式。

有线连接方式的声学时差法明渠流量计，主要由流量计主机及显示单元、换能器、防水电缆、专用安装支架和水位计等设备组成。流量计主机主要包括流量计算机、主机测流软件系统、信号发射和处理单元、高速数据采集单元等设备。

无线连接方式的声学时差法明渠流量计，主要由流量计主机及显示单元、换能器、防水电缆、专用安装支架和水位计、流量计辅机及显示单元、高精度卫星授时模组、无线电台等设备组成。流量计辅机主要包括流量计算机、辅机测流软件系统、信号发射和处理单元、高速数据采集单元等设备。

6.5 外观要求

声学时差法明渠流量计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀、无划痕、无变形等现象。

流量计主机上的防护玻璃应有良好的透明度，键盘响应应灵敏准确，各插口标记应明显，接插件应牢固可靠，表示功能的文字符号和标志应清晰。

6.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列规定：

- 水下工作部分，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP68，其中浸水深度为最大工作水深的 1.5 倍，试验持续时间为 12 h。
- 水上工作部分，室内防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54，室外有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55，室外无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。
- 水下工作部分应能承受最大工作水深对应的 1.5 倍静压力。

6.7 类型及适用条件

声学时差法明渠流量计声道通常包括单声道、2 声道、4 声道和 8 声道四种类型，采用的工作频率通常包括 10 kHz、28 kHz、200 kHz、500 kHz 和 1000 kHz，采用的连接方式包括有线、无线。各类型声学时差法明渠流量计和工作频率、连接方式的适用条件见表 3。

表3 声学时差法明渠流量计适用条件

设备类型		适用条件	
		水深 (H) m	声道长度 (L) m
声道	单声道	$H < 3.0$	—
	2声道	$3.0 \leq H < 6.0$	—
	4声道	$6.0 \leq H < 15.0$	—
	8声道	$H \geq 15.0$	—
工作频率 kHz	10	—	$L \geq 1000$
	28	—	$200 \leq L < 1000$
	200	—	$20 \leq L < 200$
	500	—	$1 \leq L < 100$
	1000	—	$0.5 \leq L < 15$
连接方式	有线	河宽小于 150 m、线缆布设便利的断面	
	无线	河宽大于等于 150 m、通航河段、线缆布设困难的断面	

6.8 安装要求

6.8.1 声学时差法明渠流量计应布设在岸坡稳定、河床无明显冲淤变化、无水草生长和气泡影响、水流流速分布均匀、悬浮物较少的顺直渠段（河段），顺直长度应大于最高水位时水面宽度的 3 倍，测流

断面应选择在测量河段中段偏下游处。

6.8.2 声学时差法明渠流量计安装应符合下列规定：

- 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- 换能器声路与明渠轴线夹角可选择 $30^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，宜选择 45° 。
- 多声道换能器高程布置，应覆盖渠道（河道）内最低、常态、最高水位的流量测验，确保对应水位情况下流量测验误差满足要求。
- 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；水下线缆连接处应采取水密措施；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

7 水平式声学多普勒流速剖面仪

水平式声学多普勒流速剖面仪应符合下列环境条件的要求。

- 环境温度：水上设备 $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ ；水下设备 $-2^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度 $\leq 95\%$ (40°C 时)。
- 含沙量范围为 $0 \text{ kg/m}^3 \sim 10 \text{ kg/m}^3$ 。

7.2 性能要求

水平式声学多普勒流速剖面仪应符合下列规定：

- 测量范围：流速 $-10 \text{ m/s} \sim 10 \text{ m/s}$ 。
水位变幅 $0.1 \text{ m} \sim 10 \text{ m}$ 。
温度 $-2^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
倾斜摇摆 $-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。
- 分辨力：流速 0.1 cm/s ，水位 1.0 cm ，温度 0.01°C ，倾斜摇摆 0.01° 。
- 最大允许误差：流速大于 1.0 m/s 时，相对误差不大于 $\pm 0.5\%$ ；流速小于等于 1.0 m/s 时，绝对误差不大于 $\pm 0.005 \text{ m/s}$ 。
水位 $\pm 2 \text{ cm}$ 。
温度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。
倾斜摇摆 $\pm 0.5^{\circ}$ 。
- 单元数为 1 层 ~ 128 层。
- 单元长度：换能器频率为 300 kHz 、 600 kHz 、 1200 kHz 时测量层厚范围分别为 $1.00 \text{ m} \sim 8.00 \text{ m}$ 、 $0.50 \text{ m} \sim 4.00 \text{ m}$ 、 $0.25 \text{ m} \sim 2.00 \text{ m}$ 。

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致，下载高清无水印

- f) 最大测量范围：换能器频率为 300 kHz、600 kHz、1200 kHz 时最大剖面范围分别不应低于 300 m、90 m、20 m。
- g) 盲区：换能器频率为 300 kHz、600 kHz、1200 kHz 时测量盲区不应大于 2.0 m、1.0 m、0.5 m。
- h) 测速时间间隔为 1 s~24 h，可任意设置。

7.3 功能要求

水平式声学多普勒流速剖面仪应具有下列功能：

- a) 自动测量明渠、河道测量断面的水位和某一层水平剖面的流速。
- b) 自动存储和输出水位、流速、流量等数据。
- c) 测量时间间隔、测量时长、断面数据、代表流速等参数置入功能。
- d) 仪器自诊断功能，传感器的诊断结果应满足温度、倾斜摇摆测量的要求，换能器、存储器、处理器、采集测量电路的诊断结果应在环境适应性的条件范围内均显示正常。

7.4 工作原理及主要结构

7.4.1 工作原理

水平式声学多普勒流速剖面仪固定安装在岸边，利用声学多普勒原理测量某水层的剖面流速，并与断面平均流速建立关系，采用流速面积法计算河道、明渠流量。

7.4.2 主要结构

水平式声学多普勒流速剖面仪由传感器、标准安装衬板、电缆和软件组成。

传感器包括两个水平测速传感器和垂直测深、温度、压敏、倾斜传感器各一个。水平测速传感器的标准频率为 1200 kHz、600 kHz 和 300 kHz，垂直测深传感器的标准频率为 600 kHz。

软件包括水平式声学多普勒流速剖面仪数据采集专用软件。

7.5 外观要求

水平式声学多普勒流速剖面仪外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，无划痕、无变形等现象，标识应清晰、完整。

7.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求：

- a) 水下工作部分，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP68，其中浸水深度为最大工作水深的 1.5 倍，试验持续时间为 12 h。
- b) 水上工作部分，室内防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54，室外有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55，室外无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。
- c) 水下工作部分应能承受最大工作水深对应的 1.5 倍静压力。

7.7 类型及适用条件

水平式声学多普勒流速剖面仪通常包括 300 kHz、600 kHz、1200 kHz 三种类型。受换能器发射角的限制，不同测量范围对水深有相应的要求，各类型水平式声学多普勒流速剖面仪的适用条件见表 4。

表4 水平式声学多普勒流速剖面仪适用条件

设备类型		适用条件	
		声程范围 (L) m	最小水深 m
工作频率 kHz	300	2.0 ~300	$\geq 0.0768 \times L$
	600	1.0 ~90	$\geq 0.0524 \times L$
	1200	0.3 ~20	$\geq 0.0524 \times L$
注：水平式声学多普勒流速剖面仪的声程范围是指用于计算代表流速的最远测量距离。			

7.8 安装要求

7.8.1 水平式声学多普勒流速剖面仪应布设在岸坡稳定、河床无明显冲淤变化、无季节性水草生长的顺直渠段（河段），顺直长度应大于最高水位时水面宽度的 3 倍，测流断面应选择在测量河段的中段偏下游处。

7.8.2 水平式声学多普勒流速剖面仪安装应满足下列要求：

- 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- 单台水平式声学多普勒流速剖面仪的安装位置宜选择在最大水深的一半处，并确保测流声束在有效测量范围内不露出水面、河底无遮挡。
- 多台水平式声学多普勒流速剖面仪的安装位置，应覆盖渠道（河道）内最低、常态、最高水位的流量测验。
- 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；水下线缆连接处应采取水密措施；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

8 声学多普勒明渠流量计

8.1 工作条件

声学多普勒明渠流量计应符合下列环境条件的要求：

- 环境温度：水上设备 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，水下设备 $-2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度 $\leq 95\%$ （ $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时）。

- c) 固体悬浮物浓度不应小于 60 mg/L。

8.2 性能要求

声学多普勒明渠流量计应符合下列技术规定：

- a) 测速范围：流速 0.03 m/s~10 m/s。

水位变幅 0.1 m~10 m。

- b) 分辨力：流速 ≤ 1.0 cm/s，水位 1.0 cm。

- c) 最大允许误差：流速大于 1.0 m/s 时，相对误差不大于 $\pm 1\%$ ；流速小于等于 1.0 m/s 时，绝对误差不大于 ± 0.01 m/s。

水位 ± 0.02 m。

- d) 最小适用水深：2 cm (用于只测二维点流速流向)、6 cm 和 12 cm (用于测量距发射换能器 5 cm、10 cm 处三维点流速流向)。

- e) 测量点与发射换能器距离为 5 cm~15 cm。

8.3 功能要求

声学多普勒明渠流量计应具有下列功能：

- a) 自动测量明渠测量断面的水位和某一测点的流速，设备内置点流速换算成面流速的映射算法。

当需要测量多个位置点流速时，应能接入多个换能器。

- b) 自动存储和输出水位、流速、流量等数据。

- c) 测量时间间隔、渠道尺寸、换能器安装高度等参数置入功能。

- d) 自动锁定流量计算参数功能。

8.4 工作原理及主要结构

8.4.1 工作原理

声学多普勒明渠流量计利用声学多普勒原理测量仪器端正前方或侧前方固定空间点的测点流速，并与断面平均流速建立关系，采用流速面积法计算明渠流量。

8.4.2 主要结构

声学多普勒明渠流量计可分为一体式和分体式两种结构。

一体式声学多普勒明渠流量计由一体化流量计和安装部件组成。一体化流量计高度集成了流量计主机、换能器和通信单元。

分体式声学多普勒明渠流量计由流量计主机、换能器、安装部件、专用信号线缆等所组成。

8.5 外观要求

声学多普勒明渠流量计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀、无划痕、无变形等现象。

分体式流量计主机上的防护玻璃应有良好的透明度，键盘响应灵敏准确，各插口标记应明显，接插件应牢固可靠，表示功能的文字符号和标志应清晰。

8.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求：

- 水下工作部分，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP68，其中浸水深度为最大工作水深的 1.5 倍，试验持续时间为 12 h。
- 水上工作部分，室内防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54，室外有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55，室外无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。
- 水下工作部分应能承受最大工作水深对应的 1.5 倍静压力。

8.7 类型及适用条件

声学多普勒明渠流量计根据换能器数目可分为单声道、2 声道、4 声道和 8 声道，各型声学多普勒明渠流量计的适用条件见表 5。

表5 声学多普勒明渠流量计适用条件

设备类型			适用条件	
			河宽 (B) m	水深 (H) m
一体式	单声道		$B \leq 20$	$H \leq 1.5$
分体式	2声道	单垂线	$B \leq 20$	$1.5 < H \leq 3.0$
		多垂线	$20 < B \leq 30$	—
	4声道	单垂线	$B \leq 20$	$3.0 < H \leq 5.0$
		多垂线	$30 < B \leq 50$	—
	8声道	单垂线	$B \leq 20$	$H > 5.0$
		多垂线	$B > 50$	—

注1：流量计主机、换能器集成封装在一起的称为一体式。
 注2：流量计主机和换能器独立封装、通过专用信号线缆连接的称为分体式。
 注3：多垂线的每根测速垂线只布设一个测点，各垂线位置按 GB/T 50179 中附录 B 流速仪法的要求分析确定。

8.8 安装要求

8.8.1 声学多普勒明渠流量计应布设在断面稳定、无明显冲淤变化、无水草影响、流速分布均匀的渠段(河段),顺直长度应大于最高水位时水面宽度的3倍,测流断面应选择在测量河段中段偏下游处。

8.8.2 声学多普勒明渠流量计安装应符合下列规定:

- a) 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试,确认设备正常运行。
- b) 应根据现场条件选择合适的安装方式,主要安装方式包括渠道(河道)底部专用水泥平台、立式支架、有轨滑梯等。
- c) 一体式设备应安装在矩形渠道宽度的15%~20%处或梯形渠道的坡脚处。
- d) 单垂线多测点的分体式设备,应安装在矩形渠道宽度的15%~20%处或梯形渠道的坡脚处,测点安装位置应覆盖渠道内最低、常态、最高水位的流量测验。
- e) 多垂线单测点的分体式设备,各测速垂线测点应安装在最低水位以下0.1 m处。
- f) 连接电缆应沿着渠道底部或者渠道内壁由换能器下游方向引出水面。
- g) 线缆走线应规整,进线口处应向下弯曲;水下线缆连接处应采取水密措施;线缆应进行护套保护,具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- h) 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺,应按相应的工艺要求执行。

9 雷达波流速仪

9.1 工作条件

雷达波流速仪应符合下列环境条件的要求:

- a) 环境温度为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度 $\leq 95\%$ ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时)。
- c) 大雨及5级风力以下。

9.2 性能要求

雷达波流速仪应符合下列技术规定:

- a) 测速范围为 $0.3\text{ m/s}\sim 15\text{ m/s}$ 。
- b) 分辨力 $\leq 1.0\text{ cm/s}$ 。
- c) 最大允许误差:波束水平角为 0° ,流速大于 0.5 m/s 时,相对误差不大于 $\pm 3\%$;流速小于等于 0.5 m/s 时,绝对误差不大于 $\pm 0.02\text{ m/s}$ 。
- d) 测速距离:流速大于 0.5 m/s 时,雷达波测速仪与水面的距离不应小于 20 m 。测速距离指电波流速仪与被测水面点的直线距离。
- e) 俯仰角范围及准确度:应自动测定俯仰角,测量范围不应低于 $20^{\circ}\sim 60^{\circ}$,测量角度误差不大于 $\pm 1^{\circ}$ 。

- f) 雷达波束角为 12° 。
- g) 测速历时为 30 s~300 s, 可任意设置。

9.3 功能要求

雷达波流速仪应具有下列功能:

- a) 自动测量固定点水面流速, 按设定的水平角和实时测量的俯仰角自动进行流速解析计算。
- b) 自动输出瞬时流速、时段平均流速、回波强度等数据。
- c) 测速历时、方向模式、水平角等参数置入功能。
- d) 支持测验断面流量计算功能。
- e) 具有水平角度自动补偿功能, 满足在水平角 30° 以内正常工作。

9.4 工作原理及主要结构

9.4.1 工作原理

雷达波流速仪利用无线电波多普勒频移原理测量水流水面流速, 并与断面平均流速建立关系, 采用流速面积法计算河道、明渠流量。

9.4.2 主要结构

雷达波流速仪由雷达天线、雷达信号发射和接收单元、雷达信号处理单元、电源管理单元、外部接口单元等组成。

雷达波流量计由测流控制器、雷达波流速仪、水位传感器等组成, 其中测流控制器内置流量计算模型。

9.5 外观要求

雷达波流速仪外观表面应清洁, 无脱漆、无锈蚀, 无划痕、无变形等现象, 标识应清晰、完整。

9.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求:

- a) 有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55。
- b) 无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。

9.7 类型及适用条件

雷达波流速仪根据安装方式分为固定式和移动式两种类型, 固定式可根据流速测点个数分为单点式、双点式和多点式等形式, 各类型雷达波流速仪的适用条件见表 6。

表6 雷达波流速仪适用条件

设备类型		适用条件	
		水面宽 (B) m	安装方式
固定式	单点式	$B \leq 10$	立杆固定安装
	双点式	$10 < B \leq 20$	左岸、右岸立杆固定安装
	多点式	$B > 20$	专用龙门架、测桥、双缆索或桥梁固定安装
移动式		$50 \leq B < 300$	专用缆道
注：固定多点式和移动式测速垂线位置按 GB/T 50179 中附录 B 流速仪法的要求分析确定。			

9.8 安装要求

9.8.1 雷达波流速仪应布设在断面稳定、无明显冲淤变化、无回流和漩涡、流速分布均匀的渠段（河段），顺直长度应大于最高水位时水面宽度的 3 倍，测流断面应选择在测量河段中段偏下游处。

9.8.2 雷达波测速仪安装应符合下列规定：

- 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- 雷达波流速仪发射天线到水面之间的发射波速范围内应避开障碍物、噪音及其他无线电波的干扰。
- 应根据现场条件选择合适的安装方式，主要包括立杆、龙门架、测桥、双缆索和桥梁等固定安装方式及专用缆道移动安装方式。
- 固定单点式设备应安装在断面中间的正上方；固定双点式设备应安装在距左岸、右岸 1/4 水面宽处的正上方；固定多点式设备应安装测速垂线位置正上方。
- 移动式设备依托专用缆道定位在测速垂线的正上方，定位误差不大于河宽的 0.5%。
- 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

10 声学时差法管道流量计

10.1 工作条件

声学时差法管道流量计应符合下列环境条件的要求：

- 环境温度：水上设备 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，水下设备 $-2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

- b) 相对湿度 $\leq 95\%$ (40℃时)。
- c) 含沙量范围为 $0\text{ kg/m}^3 \sim 10\text{ kg/m}^3$ 。
- d) 钢管、铜管、铝管、水泥、PVC 等均匀质密管道。

10.2 性能要求

声学时差法管道流量计应符合下列技术规定：

- a) 测速范围为 $0\text{ m/s} \sim 10\text{ m/s}$ 。
- b) 测速分辨力 $\leq 1.0\text{ cm/s}$ 。
- c) 最大允许误差：流速大于 0.5 m/s 时，相对误差不大于 $\pm 1\%$ ；流速小于等于 0.5 m/s 时，绝对误差不大于 $\pm 0.005\text{ m/s}$ 。
- d) 重复性优于 $\pm 0.2\%$ 。
- e) 测量管径不小于 15 m 。
- f) 采样频次可根据不同管径和换能器之间距离选择 $0.5\text{ s} \sim 10\text{ s}$ 。

10.3 功能要求

声学时差法管道流量计应具有下列功能：

- a) 自动测量管道内某一声束上的平均流速。当需要测量多声束的平均流速时，应能接入多对换能器。当非满管时自动测量管道液位。
- b) 自动显示、存储和输出液位、流速、流量、信号状态等数据。
- c) 测量时间间隔、管道尺寸、换能器安装高度、声路长等参数置入功能。
- d) 工作状态自诊断功能，工作状态和故障状态信号具有接点通断输出。
- e) 仪表调零、零点校正功能。
- f) 信号强度、信号质量、传输时间比等安装效果评价指标功能。
- g) 插入式换能器应具备不放空管道更换换能器的功能。

10.4 工作原理及主要结构

10.4.1 工作原理

声学时差法管道流量计利用声波在顺流和逆流传播时差测量管道的一个或几个声道的平均流速，并与管道平均流速建立关系，采用流速面积法计算管道流量。

10.4.2 主要结构

声学时差法管道流量计由流量计主机、换能器、换能器支撑件、射频电缆、电缆密封装置等设备组成，用于非满管测量时还应包括液位计。

声学时差法管道流量计采用管段式安装时还应包括流量计表体,采用内贴式安装方式时宜包括备份换能器。

10.5 外观要求

声学时差法管道流量计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀、无划痕、无变形等现象。

流量计主机上的防护玻璃应有良好的透明度,键盘响应应灵敏准确,各插口标记应明显,接插件应牢固可靠,表示功能的文字符号和标志应清晰。

10.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求:

- 水下工作部分,防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP68,其中浸水深度为最大工作水深的 1.5 倍,试验持续时间为 12 h。
- 水上工作部分,室内防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54,室外有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55,室外无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。
- 水下工作部分应能承受最大工作水深对应的 1.5 倍静压力。

10.7 类型及适用条件

声学时差法管道流量计通常包括单声道、2 声道、4 声道和 8 声道四种类型,采用的工作频率包括 500 kHz 和 1000 kHz,换能器安装方式包括外夹式、插入式、内贴式、管段式等形式。各类型声学时差法管道流量计和工作频率、安装方式的适用条件见表 7。

表7 声学时差法管道流量计适用条件

设备类型		适用条件		
		管径 (D) mm	声道长度 (L) m	管道
声道	单声道	$D < 1000$	—	—
	2声道	$1000 \leq D < 2000$	—	—
	4声道	$2000 \leq D < 4000$	—	—
	8声道	$D \geq 4000$	—	—
工作频率 kHz	500	—	$L > 10$	—
	1000	—	$L \leq 10$	—
安装方式	外夹式	$50 \leq D < 6000$	—	明管,金属及塑料管材 管壁内无内衬和锈蚀
	插入式	$D > 100$	—	明管
	内贴式	$D > 1200$	—	暗管
	管段式	$D < 2000$	—	明管,免维护

10.8 安装要求

10.8.1 声学时差法管道流量计应布设在材质均匀质密、管内表面平滑、圆度好的水平直管段，安装位置上游大于 10 倍直管径、下游大于 5 倍直管径以内无任何阀门、弯头、变径等阻力件。

10.8.2 声学时差法管道流量计安装应符合下列规定：

- a) 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- b) 应根据选择的设备类型和现场条件确定具体安装方法。
- c) 流量计测量管轴线应与管道轴线方向一致，流量计测量管轴线与水平线的夹角不应超过 3° 。
- d) 流量计主机与换能器宜采用射频电缆同轴连接，射频电缆不宜转接。
- e) 插入式流量计、内贴式流量计开孔及开孔补强应按照 GB/T 150.3 中相关规定进行。
- f) 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；水下线缆连接处应采取水密措施；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- g) 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

11 声学多普勒管道流量计

11.1 工作条件

声学多普勒管道流量计应符合下列环境条件的要求：

- a) 环境温度：水上设备 $-10\text{ }^\circ\text{C}\sim 55\text{ }^\circ\text{C}$ ，水下设备 $-2\text{ }^\circ\text{C}\sim 35\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- b) 相对湿度：水上部分装置允许相对湿度 $\leq 95\%$ （ $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时）。
- c) 固体悬浮物浓度不应小于 60 mg/L 。
- d) 钢管、铜管、铝管、水泥、PVC 等均匀质密管道。

11.2 性能要求

声学多普勒管道流量计应符合下列技术规定：

- a) 测速范围为 $0.03\text{ m/s}\sim 10\text{ m/s}$ 。
- b) 分辨力 $\leq 1.0\text{ cm/s}$ 。
- c) 最大允许误差：流速大于 1.0 m/s 时，相对误差不大于 $\pm 1\%$ ；流速小于等于 1.0 m/s 时，绝对误差不大于 $\pm 0.01\text{ m/s}$ 。
- d) 测量点与发射换能器距离为 $5\text{ cm}\sim 15\text{ cm}$ 。
- e) 采样频次可根据不同管径和换能器之间距离选择 $0.5\text{ s}\sim 10\text{ s}$ 。

11.3 功能要求

声学多普勒管道流量计应具有下列功能：

- a) 自动测量管道内某一位置点流速或多位置点流速。当非满管时自动测量管道液位。
- b) 自动存储和输出液位、流速、流量等数据。
- c) 测量时间间隔、管道尺寸、换能器安装高度等参数置入功能。
- d) 自动锁定流量计算参数功能。
- e) 外插式换能器应具备不放空管道更换换能器的功能。

11.4 工作原理及主要结构

11.4.1 工作原理

声学多普勒管道流量计利用声学多普勒原理测量断面上的测点流速，并与管道平均流速建立关系，采用流速面积法计算管道流量。

11.4.2 主要结构

声学多普勒管道流量计可分为一体式和分体式两种结构。

一体式声学多普勒管道流量计由流量计和安装部件组成。流量计高度集成了流量计主机、换能器、液位计和通信单元。

分体式声学多普勒管道流量计由流量计主机、换能器、换能器安装部件、射频电缆等设备组成，用于非满管测量时还应包括液位计。

11.5 外观要求

声学多普勒管道流量计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀、无划痕、无变形等现象。

分体式流量计主机上的防护玻璃应有良好的透明度，键盘响应灵敏准确，各插口标记应明显，接插件应牢固可靠，表示功能的文字符号和标志应清晰。

11.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求：

- a) 水下工作部分，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP68，其中浸水深度为最大工作水深的 1.5 倍，试验持续时间为 12 h。
- b) 水上工作部分，室内防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54，室外有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55，室外无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。
- c) 水下工作部分应能承受最大工作水深对应的 1.5 倍静压力。

11.7 类型及适用条件

声学多普勒管道流量计通常包括单声道、2 声道、4 声道和 8 声道四种类型，换能器安装方式包括

外夹式、插入式、内贴式、管段式等形式。各类型声学多普勒管道流量计和安装方式的适用条件见表 8。

表8 声学多普勒管道流量计适用条件

设备类型		适用条件	
		管径 (D) mm	管道
声道	单声道	$D < 1000$	—
	2声道	$1000 \leq D < 2000$	—
	4声道	$2000 \leq D < 4000$	—
	8声道	$D \geq 4000$	—
安装方式	外夹式	$50 \leq D < 6000$	明管 金属及塑料管材 管壁内无内衬和锈蚀
	插入式	$D > 100$	明管
	内贴式	$D > 1200$	暗管
	管段式	$50 < D < 2000$	明管, 免维护

11.8 安装要求

11.8.1 声学多普勒管道流量计换能器应安装在材质均匀质密、管内表面平滑、圆度好的直管段上, 上游、下游所需直管段长度应符合表 9 规定。

表9 流量计换能器安装位置与阻力件距离表

阻力件	直管段长度	
	上游侧	下游侧
90° 弯头	$> 5 D$	$> 2.5 D$
T 形弯头	$> 26 D$	$> 5 D$
渐扩管	$> 16 D$	$> 2.5 D$
渐缩管	$> 5 D$	$> 2.5 D$
阀门	$> 15 D$	$> 5 D$
泵	$> 25 D$	
注: 表中符号 D 表示管道内径。		

11.8.2 声学多普勒管道流量计安装应符合下列规定：

- a) 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- b) 应根据选择的设备类型和现场条件确定具体安装方法。
- c) 流量计测量管轴线应与管道轴线方向一致，流量计测量管轴线与水平线的夹角不应超过 3° 。
- d) 流量计主机与换能器宜采用射频电缆同轴连接，射频电缆不宜转接。
- e) 插入式流量计、内贴式流量计开孔及开孔补强应按照 GB/T 150.3 中相关规定进行。
- f) 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；水下线缆连接处应采取水密措施；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- g) 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

12 雷达水位计

12.1 工作条件

雷达水位计应符合下列环境条件的要求：

- a) 环境温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度 $\leq 95\%$ (40°C 时)。

12.2 性能要求

雷达水位计应符合下列技术规定：

- a) 量程：3 m、10 m、30 m、70m。
- b) 分辨力、最大允许误差、盲区、波束角、稳定时间等雷达水位计技术指标应符合表 10 的规定。
- c) 回差小于各量程最大允许误差。
- d) 重复性小于各量程最大允许误差的 0.5 倍。

表10 雷达水位计技术指标

序号	量程 m	分辨力 mm	最大允许误差 mm	盲区 cm	波束角 $^{\circ}$	稳定时间 s
1	3	≤ 0.5	± 3	≤ 15	≤ 8	≤ 3
2	10	≤ 1.0	± 10	≤ 30	≤ 14	≤ 10
3	30	≤ 1.0	± 20	≤ 50	≤ 14	≤ 30
4	70	≤ 10	$\pm 0.1\% \text{ F.S.}$	$\leq 1\% \text{ F.S.}$	≤ 8	≤ 70
注：表中符号 F.S. 表示满量程。						

12.3 功能要求

雷达水位计应具有下列功能：

- a) 自动测量水体水位。
- b) 自动显示和输出水位数据。
- c) 水位计安装高程、测量间隔等参数置入功能。
- d) 时变增益功能。
- e) 姿态测试功能。

12.4 工作原理及主要结构

12.4.1 工作原理

雷达水位计利用电磁波测距原理进行水位测量，采用水位流量关系计算河道、明渠流量，或采用机组出力曲线计算机组流量。

12.4.2 主要结构

雷达水位计由雷达天线、雷达信号发射和接收单元、雷达信号采集处理单元、电源管理单元、外部接口单元等组成。

12.5 外观要求

雷达水位计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，无划痕、无变形等现象，标识应清晰、完整。

12.6 外壳防护

设备外壳防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP67。

12.7 类型及适用条件

雷达波水位计根据工作原理可分为脉冲式雷达水位计和调频连续波式雷达水位计两种类型，根据量程又分为 3 m、10 m、30 m、70 m 等形式，根据雷达波天线外形结构可分为喇叭式和平板式，各类型雷达波水位计的适用条件见表 11。

表11 雷达波水位计适用条件

设备类型		适用条件	
		安装位置离测量最低水位的距离 m	安装方式
量程 m	3	≤ 3	河岸立杆固定安装
	10	≤ 10	河岸立杆固定安装
	30	≤ 30	河岸塔架、桥梁固定安装
	70	≤ 70	桥梁固定安装
注1：采用雷达水位计监测水位时，对于空间狭小或水位变幅超过 30 m 无桥梁安装时，宜采用调频连续波式。			
注2：湿润地区宜采用平板式雷达波天线。			

12.8 安装要求

12.8.1 雷达水位计布置应满足下列要求:

- a) 用于河道、明渠水位监测时, 应布设在河段顺直、河床稳定、水流集中并避开涡流、回流、漫滩等影响的测量断面。
- b) 用于堰闸上游水位监测时, 应布设在堰闸进口渐变段的上游水流平稳处。
- c) 用于涵洞水位监测时, 应布设在进水口附近水流平稳处。
- d) 用于水电站、泵站的上游水位监测时, 应布设在建筑物进水口附近水流平稳处。

12.8.2 雷达水位计安装应符合下列规定:

- a) 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试, 确认设备正常运行。
- b) 应根据选择的设备类型和现场条件确定具体安装方法。
- c) 雷达水位计的探测平面应处于水平状态。
- d) 雷达水位计安装悬臂长度应根据波束角与测量高度确定, 最高水位不应进入仪器测量盲区。
- e) 雷达波水位计天线边缘到水面之间的发射微波波束所辐射的区域内不应有障碍物。
- f) 线缆走线应规整, 进线口处应向下弯曲; 线缆应进行护套保护, 具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- g) 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺, 应按相应的工艺要求执行。

13 压力式水位计

13.1 工作条件

压力式水位计应符合下列环境条件的要求:

- a) 环境温度: 水上设备 $-10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$, 水下设备 $-2^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度 $\leq 95\%$ (40°C 时)。

13.2 性能要求

压力式水位计应符合下列技术规定:

- a) 量程: 5 m、10 m、20 m、40 m、80 m、100 m。
- b) 分辨力 $\leq 1.0\text{ cm}$ 。
- c) 最大允许误差: 量程小于等于 10 m 时, 绝对误差不大于 $\pm 0.02\text{ m}$; 量程大于 10 m 时, 相对误差不大于量程的 $\pm 0.2\%$ 。
- d) 重复性不应大于最大允许误差绝对值的 0.5 倍。
- e) 时间漂移和温度漂移不应大于最大允许误差。
- f) 具有自记功能的水位计, 计时误差不应大于 $\pm 2\text{ s/d}$, 数据记录周期可设置为 60s 或其整 60 倍, 数据存储容量不应小于 400 d。

13.3 功能要求

压力式水位计应具有下列功能：

- a) 自动测量水体水位。
- b) 自动存储、输出水位数据。
- c) 宜具有修正水体密度功能。

13.4 工作原理及主要结构

13.4.1 工作原理

压力式水位计根据感压方式分为投入式和气泡式两种类型。压力式水位计利用压力传感器测量水体静水压力变化进行水位测量，采用水位流量关系计算河道、明渠流量，或采用机组出力曲线计算机组流量。

13.4.2 主要结构

压力式水位计由压力传感器、数据处理单元、数据输出单元等组成，投入式水位计还包括防水电缆及通气管，气泡式水位计还包括气源和引压单元。

13.5 外观要求

压力式水位计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，无划痕、无变形等现象，标识应清晰、完整。

13.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求：

- a) 水下工作部分，防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP68，其中浸水深度为最大工作水深的 1.5 倍，试验持续时间为 12 h。
- b) 水上工作部分，室内防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP54，室外有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55，室外无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。
- c) 水下工作部分应能承受最大工作水深对应的 1.5 倍静压力。

13.7 类型及适用条件

压力式水位计的量程包括 5 m、10 m、20 m、40 m、80 m、100 m 等，气泡式水位计又可分为恒流式和非恒流式，各类型压力式水位计的适用条件见表 12。

表 12 压力式水位计适用条件

设备类型		适用条件
投入式		气路长度不大于 80 m
气泡式	恒流式	气路长度不超过 200 m
	非恒流式	气路长度不超过 200 m，水位变幅不大于 20 m
注 1：水位监测断面岸坡较缓或存在漫滩时，宜选择压力式水位计。		
注 2：根据水位变幅选择适宜量程的压力式水位计。		

13.8 安装要求

13.8.1 压力式水位计布置应满足下列要求：

- 用于河道、明渠水位监测时，应布设在河段顺直、河床稳定、水流集中并避开涡流、回流、漫滩等影响的测量断面。
- 用于堰闸上游水位监测时，应布设在堰闸进口渐变段的上游水流平稳处。
- 用于涵洞水位监测时，应布设在进水口附近水流平稳处。
- 用于水电站、泵站的上游水位监测时，应布设在建筑物进水口附近水流平稳处。

13.8.2 压力式水位计安装应符合下列规定：

- 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- 压力式水位计的压力传感器或出气管口应稳定安装在最低水位以下不小于 30 cm 处，并应采取防止泥沙淤积、水体流动对测量精确度的影响。
- 投入式压力水位计的通气电缆敷设不应扭曲、变形和损伤，通气管口保证在最高水位以上，并应有防水、防冻、防异物灰尘和堵塞的措施。
- 气泡式水位计气管敷设应有保护套管，并应向下倾斜敷设固定，宜避免水平与上下起伏。
- 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；水下线缆连接处应采取水密措施；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

14 闸位计

14.1 工作条件

闸位计应符合下列环境条件的要求：

- 环境温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度 $\leq 95\%$ (40°C 时)。

14.2 性能要求

闸位计应符合下列技术规定：

- a) 量程：1 m、2 m、5 m、10 m、20 m、40 m。
- b) 分辨力 ≤ 1.0 cm。
- c) 最大允许误差：量程小于等于 10 m 时，绝对误差不大于 ± 0.01 m；量程大于 10 m 时，相对误差不大于量程的 0.1%。
- d) 适应最大变率为 30 cm/s。
- e) 回差小于闸位计最大允许误差。
- f) 重复性不超过最大允许误差的 0.5 倍。
- g) 闸位计与测控装置采用专用电缆连接时，传输距离应大于 100 m。
- h) 增量编码式闸位计，在外部失电情况下，内置电池应能支持测量数据的存储和计算。

14.3 功能要求

闸位计应具有下列功能：

- a) 自动测量闸门开度，对于弧形或人字形闸门应具有自动换算处理功能。
- b) 现场显示或远传测量参数。
- c) 多个闸门的闸位测量时，每台闸位计应具有设址和选通响应功能。
- d) 闸门启闭极限位置报警和接点通断输出功能。

14.4 工作原理及主要结构

14.4.1 工作原理

闸位计利用旋转编码器测量物体位移进行闸门开度测量，采用泄流曲线计算泄水闸流量。

闸门运动通过耦合器带动编码器旋转，输出与闸位相对应的编码信号。可用于平板闸、弧形闸、人形闸的开度测量、显示及数据传输。

14.4.2 主要结构

闸位计由旋转编码器、机械传动耦合器或自动收缆装置、显示器、控制器、传输电缆、RS485 通信接口等组成。

14.5 外观要求

闸位计外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，无划痕、无变形等现象，标识应清晰、完整。

14.6 外壳防护

设备外壳防护应符合下列要求:

- a) 有外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP55。
- b) 无外机箱的防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。

14.7 类型及适用条件

闸位计根据传动连接方式分为轴连接和钢丝绳连接两种类型, 包括 1 m、2 m、5 m、10 m、20 m、40 m 等量程, 各类型闸位计的编码器可采用机电、电子、光电式, 信号输出方式可采用增量编码式、全量编码式、电模拟量式、RS485 串行通讯等, 各类型闸位计的适用条件见表 13。

表13 闸位计适用条件

设备类型		适用条件
轴连接	齿轮耦合式	卷扬式启闭机、螺杆启闭机
	链条耦合式	卷扬式启闭机、螺杆启闭机
	弹性联轴器式	卷扬式启闭机
	偏心联轴器式	卷扬式启闭机
钢丝绳	恒力自收缆式	卷扬式启闭机、螺杆启闭机、液压启闭机
注 1: 国内水电水利工程闸门启闭机设施主要分为卷扬式启闭机、螺杆式启闭机、液压式启闭机三大类, 可用于平板门、弧形门、人字门等各类闸门的起吊。		
注 2: 根据闸门最大开度选择适宜量程的闸位计。		

14.8 安装要求

14.8.1 闸位计应根据启闭机类型和现场条件选择合适的安装方式, 安装位置见表 14。

表14 闸位计安装位置

启闭机类型	安装位置
卷扬式启闭机	编码器采用轴传动连接方式时, 宜安装在启闭机小齿轮轴上, 安装条件不允许时可安装在大滚筒轴上; 编码器采用钢丝绳连接时, 应集成到自收绳恒力机构内, 自收绳恒力机构应安装在闸门正上方卷扬启闭机钢梁上
螺杆式启闭机	编码器采用齿轮联轴器连接时, 编码器出轴应通过齿轮直接与螺杆启闭机的螺纹连接, 安装在螺杆启闭机上部平台或专用安装平台上; 编码器采用钢丝绳连接时, 应集成到自收绳恒力机构内, 自收绳恒力机构应安装在专用安装平台上, 钢丝绳的出绳应系在螺杆顶部的固定横臂上, 钢丝绳与螺杆应保持平行
液压启闭机	编码器应集成到自收绳恒力机构内, 自收绳恒力机构直立或侧立安装在适当的位置, 钢丝绳的出绳应经过导向轮系在液压杆与闸门连接的位置或闸门上, 钢丝绳与液压杆应保持平行
注: 显示器、控制器通常与启闭机现地控制柜集成安装。	

14.8.2 闸位计安装应符合下列规定：

- a) 应按设备使用手册或产品说明书要求进行安装、测试，确认设备正常运行。
- b) 闸位计与闸门启闭机之间的连接方式不应采用刚性连接。
- c) 机械传动耦合器应选择适宜的变速比，编码器转速不应大于最大变率。
- d) 联轴器允许的负载不应超过极限负载。
- e) 钢丝绳经导向轮后全程不应与其他部件有摩擦或刮蹭现象。
- f) 闸位计的电源和输出应独立布线，并宜避免在配线盘附近安装。
- g) 线缆走线应规整，进线口处应向下弯曲；线缆应进行护套保护，具有防水防潮、防电磁干扰、防机械损伤、防动物啃咬、防偷盗等功能。
- h) 现场处理的焊接、机械固定等安装工艺，应按相应的工艺要求执行。

15 检验规则

15.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

15.2 出厂检验

出厂检验应符合下列要求：

- a) 出厂检验应由生产单位的质量检验部门进行，出厂产品应逐个检验，产品检验合格并签发合格证后，方允许出厂、销售。
- b) 出厂检验的项目一般宜有外观、安全性检查及主要技术性能指标、基本功能、产品成套性检查等。
- c) 出厂检验中凡出现不合格者，应进行返工，直至检验合格。

15.3 型式检验

15.3.1 检验项目

型式检验是产品的全性能检验，检验的项目应涵盖产品标准技术要求内容的各个条款。

15.3.2 检验要求

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品提交技术（定型）鉴定或产品科技成果（项目）鉴定前。
- b) 新产品试生产、产品停产后复产、产品转产或转场。
- c) 产品结构、材料、工艺有重大改变。
- d) 正常生产时，定期或积累一定产量后。

- e) 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时。
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。
- g) 根据合同规定双方有约定时。

15.3.3 抽样规则

型式检验抽样规则应符合下列技术规定：

- a) 型式检验应从出厂检验合格品中抽样进行。当产品批量不多于 10 台时，产品抽样至少 3 台；当产品批量多于 10 台时，产品抽样可按 GB/T 13264 规定采用一次抽样方案。
- b) 对于特殊产品，当数量小于 3 台时，应按实际数量进行全检。

15.3.4 判定原则

型式检验判定原则应符合下列技术规定：

- a) 各产品标准应按其技术条款的全部内容，制定型式检验的具体项目、要求和方法，并规定相应的判定规则。
- b) 型式检验中有 2 台以上（包括 2 台）的产品同一检验项不合格时，则判该批产品不合格；有 1 台产品的某检验项不合格时，应加倍抽取产品进行该检验项的复检，若仍不合格，则判该批产品不合格；若产品数量上不能满足加倍抽样的要求，也判为不合格。若合格，则除去第一批抽样的不合格品之外，其余判为合格。

16 标志和使用说明书

16.1 标志

16.1.1 产品标志

产品标志应位于产品的显著位置。标志应至少包括下列内容：

- a) 产品型号及名称。
- b) 制造单位或商标。
- c) 制造日期或编(批)号。

16.1.2 包装标志

16.1.2.1 外包装标志应至少包括下列内容：

- a) 产品型号、名称及数量。
- b) 箱体尺寸：长×宽×高，mm 或 cm。
- c) 净重及毛重：kg。
- d) 装箱日期。
- e) 到站（港）及收货单位。
- f) 发站（港）及发货单位。

16.1.2.2 内包装标志应至少包括下列内容：

- a) 产品型号及名称。
- b) 制造单位或商标。

16.1.2.3 包装储运图示标志

产品包装储运图示和收发货标志，应按照 GB/T 191 和 GB/T 6388 的有关规定正确选用。

16.1.2.4 产品执行标准标志

产品包装上应注明产品执行标准。

16.1.3 文字标志

产品标志中所使用的文字应为规范汉字，符号、计量单位应符合 JJF 1001 的规定。

16.2 使用说明书

16.2.1 产品使用说明书至少应包括下列内容：

- a) 概述：产品特点、主要用途及适用范围等。
- b) 工作原理与结构。
- c) 主要技术指标。
- d) 安装调试方法。
- e) 使用或操作流程。
- f) 保养、维护、故障分析与排除方法。
- g) 产品执行标准。

16.2.2 根据产品的各自特点，产品使用说明书中可增加有关安全、环境保护、操作实例、必要的图表等相关内容。

16.2.3 产品使用说明书的其他内容，应符合 GB/T 9969 的规定。

16.2.4 产品使用说明书的编写和印制应符合下列规定：

- a) 产品使用说明书中使用的汉字应为规范汉字。
- b) 产品使用说明书中所使用的公式量纲、参数符号及代号、计量单位等，应符合 JJF 1001 的规定。
- c) 产品使用说明书应明示产品名称、型号及规格、制造厂名、售后服务事项、联系方式等相关内容。
- d) 产品使用说明书的开本幅面，应符合 GB/T 788 的规定。

17 包装、运输、贮存

17.1 包装

17.1.1 包装箱应牢固可靠，符合美观和经济的要求，做到结构合理、紧凑、防护可靠，在正常储运、装卸条件下，应保证产品不致因包装不善而引起产品损坏、散失等。

17.1.2 包装箱应有措施保证产品在运输或携带使用途中不发生窜动、碰撞、摩擦。

17.1.3 包装箱防震、防潮、防尘等防护措施，应符合 GB/T 13384 的规定。

17.1.4 随机文件应齐全，应有下列内容：

- a) 装箱单。
- b) 产品出厂合格证。
- c) 产品使用说明书。
- d) 产品出厂检验文件。

17.1.5 随机文件应装入包装袋中，并放置在包装箱内，若产品分装数箱，随机文件应放在主件箱内。

17.1.6 产品在包装状态下应进行震动试验、自由跌落试验。

17.2 运输

包装好的产品应能适应各种运输方式。

17.3 贮存

17.3.1 产品应明确下列贮存要求：

- a) 贮存场所：室内、露天、遮篷等。
- b) 贮存条件：温度、湿度、通风、有害条件的影响等。
- c) 贮存方式：单放、码放等。
- d) 贮存期限：规定的贮存期限，贮存期内定期维护的要求，以及贮存期内的抽检要求。

17.3.2 产品贮存场所附近应无酸性、碱性及其他腐蚀性物质存在，其贮存方式和期限应符合各自产品标准的规定，贮存的气候环境条件应符合下列规定：

- a) 温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度 $\leq 90\%$ 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 9359-2016 水文仪器基本环境试验条件及方法
 - [2] GB/T 11826.2-2012 流速流量仪器 第2部分：声学流速仪
 - [3] GB/T 11828.2-2022 水位测量仪器 第2部分：压力式水位计
 - [4] GB/T 15966-2017 水文仪器基本参数及通用技术条件
 - [5] NB/T 10231-2019 水电站多声道超声波流量计基本技术条件
 - [6] CJ/T 122-2000 超声多普勒流量计
 - [7] JJG 1030-2007 超声流量计
 - [8] T/CHES 31-2019 电波（雷达）流速仪
 - [9] T/CHES 45-2020 雷达水位计
 - [10] T/CHES 61-2021 声学多普勒流量测验规范
 - [11] ISO 6416-2017 Hydrometry- Measurement of discharge by the ultrasonic transittime (time of flight) method (超声波时差法流量测量方法)
-

行业标准信息平台