

团

体

标

准

T/CSGPC 045-2025

多普勒断面扫描式 排水管道在线监测流量仪

Online flow meter for drainage pipelines
using doppler cross-sectional scanning

2025-02-12 发布

2025-02-12 实施

中国测绘学会 发布

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体

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	1
4 设备要求	2
4.1 外观及功能	2
4.2 安全性能	2
4.3 测量性能	3
4.4 影响量影响	3
4.5 管理软件功能	3
5 试验条件和方法	4
5.1 试验条件	4
5.2 外观及功能检查	4
5.3 安全性能试验	5
5.4 测量性能试验	5
5.5 影响量影响试验	8
5.6 管理软件检查	8
6 检验规则	9
6.1 出厂检验	9
6.2 型式检验	9
7 安装与校准	10
7.1 安装	10
7.2 校准	10
8 维护	11
8.1 日常巡检	11
8.2 维护保养	11
8.3 故障维修	11
8.4 信息记录	11
附录 A (资料性) 流量计安装方式	12
附录 B (资料性) 管道流动剖面	14
参考文献	15

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这些专利的责任。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：北京清环智慧水务科技有限公司、中国测绘学会地下管线专业委员会、清华大学、长江生态环保集团有限公司、武汉大学、北京市计量检测科学研究院、中建环能科技股份有限公司、福州市城建数智科技有限公司、青岛中润设备仪表有限公司、杭州水务数智科技股份有限公司、西宁市国土勘测规划研究院有限公司、东莞市水务集团管网有限公司、中山公用城市排水有限公司、南通市排水管网有限公司、绍兴市水务产业有限公司、深圳市龙岗排水有限公司、沈阳地球物理勘察院有限责任公司、厦门博意达科技股份有限公司。

本文件主要起草人：李磊、刘艳臣、刘保生、程磊、张俊、姚敏、段东滨、肖达成、邢春泉、卓海涵、郑双凌、刘友飞、刘旭辉、王湘明、王伟、梁丽琨、孔彤、杨金军、李志一、刘攀、吴坤明、佟斯翰、汤杰、吴晓、姜晓君、郑传旺、许鹤、林海光、唐兰贵、黄秋惠、黄建平、赵冬泉。

引言

对排水管道开展流量在线监测工作，可为定量评估排水管网旱天雨天运行状态、定量分析排水管网入流渗入情况、科学制定污水管网提质增效方案等工作提供量化依据，是排水管网数字化管理的重要基础性内容。

为了提高流量测量的一致性和准确性，本文件规定了多普勒断面扫描式排水管道在线监测流量计的具体技术要求。多普勒断面扫描式排水管道在线监测流量计的流速测量应使用超声波多普勒原理，采用连续波和脉冲波结合的断面扫描方式，实现传感器前端至水面区域内流速特征的全面扫描与信号处理，获取流速分布数据，建立上述数据与流场的匹配关系，计算监测断面的平均流速，提高流速测量的代表性和可靠性；使用静压式原理测量液位，测量流体的绝对静压与大气压力之间的差值，通过液位压强公式计算液位，提高液位测量的稳定性和精准度；通过液位和平均流速使用面积速度法计算流量，实现液位、平均流速、流量的同步测量。排水管道在线监测流量计适用于城镇污水系统、雨水系统、合流制系统中各类排水管道或渠道的流量在线监测，满足浅流、非满流、满流、管道压力过载、低流速、逆流等各种工况的定量监测要求，满足防水、防腐、防爆的性能要求，具有易安装维护、稳定性强、可靠性高、智能报警等特点。

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体

多普勒断面扫描式排水管道在线监测流量仪

1 范围

本文件规定了多普勒断面扫描式排水管道在线监测流量仪的设备要求、试验条件和方法、检验规则、安装与校准、维护等内容。

本文件适用于基于超声波多普勒断面扫描方式、采用面积速度法的排水管道在线监测流量仪的生产和使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过本文件中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：高温
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.43 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 振动、冲击和类似动力学试验样品的安装
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 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 34049 智能流量仪表

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

流量仪 flow Meter

基于超声波多普勒断面扫描方式和静压式原理分别连续测定排水管道的平均流速和液位，并采用面积速度法计算流量的在线监测设备。

3.2

液位 liquid level

在测量断面上，从排水管道内底部最低点到水面的高度，本文件特指相对液位。

3.3

平均流速 average fluid velocity

体积流量与过流断面面积之比。

3.4

面积速度法 velocity-area method

利用液位和监测断面的形状参数计算过水断面面积，利用过水断面面积与平均流速的乘积计算流量的方法。

3.5

流动剖面 flow profile

速度分布的图解表示法。

[来源:GB/T 17611-1998, 4.4]

4 设备要求

4.1 外观及功能

4.1.1 外观

流量仪外观应整洁,壳体无脱落、碰伤及划痕现象,铭牌应标识齐全、牢固、清晰,并应符合 GB/T 34049 规定的外观要求。

4.1.2 参数设定和调整功能

流量仪的监测数据采集间隔宜为 1 分~15 分,数据传输间隔宜为 1 分~240 分,可根据应用需求动态调整数据采集间隔和传输间隔。

4.1.3 自诊断功能

流量仪应具备自诊断功能,可通过液晶屏或指示灯显示设备是否处于正常状态,自诊断功能应包括下列内容:

- a) 设备电池状态诊断,包括电池电量状态显示、电池低电量保护、剩余使用时长显示、电池更换提醒等;
- b) 通讯功能诊断,包括通讯信号强度显示、通讯连接状态识别、数据上传异常识别等;
- c) 传感器供电诊断,包括供电电压显示、供电电压超限报警等;
- d) 传感器测量数据超量程报警;
- e) 数据存储单元读写功能异常报警。

4.1.4 报警功能

流量仪应具备提示故障信息功能,并输出显示状态。

4.1.5 断电保护功能

流量仪电源中断不应影响仪表性能、组态参数和本地存储的监测数据,并应符合 GB/T 34049 规定的断电保护功能要求。

4.1.6 断点续传功能

流量仪应具备在通讯中断条件下的监测数据本地存储功能,并具备通讯恢复后自动续传历史数据的功能,本地存储容量不应小于 60 天的监测数据量。

4.1.7 通讯和时钟同步功能

流量仪宜采用无线通讯方式,宜采用公共无线网络通讯,在公共无线信号未覆盖区域宜采用短距无线通讯技术进行续传。

流量仪应具有时钟自动同步功能,与监测数据中心之间的时钟误差不应超过 1 秒。

4.1.8 长时间稳定工作

流量仪应满足长时间稳定工作要求,在 90 天的连续运行期内不应由于设备故障影响仪表正常运行和持续在线监测。

4.2 安全性能

4.2.1 外壳防护

流量计的外壳防护应达到 IP68，应符合 GB/T 4208 的要求。

4.2.2 抗盐雾腐蚀

流量计应能满足 48 小时盐雾实验后无锈蚀，应符合 GB/T 2423.17 的要求。

4.2.3 防爆性能

流量计应达到本质安全防爆，应符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.4 的要求。

4.3 测量性能

流量计的测量性能包括流量最大允许误差、流量重复性、液位最大允许误差、液位重复性、流速最大允许误差、流速重复性，其性能指标见表 1。

表 1 流量计测量性能指标

序号	性能指标	技术要求
1	流量最大允许误差	$\pm 3\%$
2	流量重复性	$\pm 1.5\%$
3	液位最大允许误差	$\pm 0.01\text{m}$ (小于 1m 时) $\pm 1\%$ (大于等于 1m 时)
4	液位重复性	$\pm 0.5\%$
5	流速最大允许误差	$\pm 0.03\text{m/s}$ (小于 1m/s 时) $\pm 3\%$ (大于等于 1m/s 时)
6	流速重复性	$\pm 1.5\%$

4.4 影响量影响

4.4.1 工作环境

环境温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

4.4.2 电磁环境影响

流量计应开展静电放电抗扰度 2 级和射频电磁场辐射抗扰度 3 级试验，应符合 GB/T 17626.2 和 GB/T 17626.3 的要求。

4.4.3 机械振动

流量计应开展机械振动 1 级试验，应符合 GB/T 34049 中 5.4.3 的要求。

4.5 管理软件功能

4.5.1 总体要求

流量计应配置集中统一的在线监测管理软件，支持多个流量计设备的使用和管理，实现监测数据的传输和处理，实现仪表参数和嵌入式程序的远程更新。

管理软件应具备权限管理功能和数据共享接口，支持查看或者共享授权范围内的设备信息和监测数据。

管理软件应完整记录流量计的安装、校准、巡检和维护信息，应实现设备管理、数据查看、日志

查询、统计分析、数据对比、预警报警等功能，应具备移动端使用功能。

4.5.2 设备管理

管理软件应记录与显示流量计的安装参数，包括安装点位位置、设备编号、井深、井底高程、管道形状和尺寸、淤泥厚度、传感器安装位置等。

管理软件应具备流量计远程配置功能，包括数据采集频率、通讯上传频率、服务器地址和端口、报警阈值等参数的配置。

管理软件应完整记录流量计的传输日志、通讯原始记录、现场通讯质量、电池电压等信息。

管理软件应支持现场校准工作中点流速采集记录、绘制流动剖面、参数计算校准等功能，支持历史校准记录的查询。

4.5.3 数据管理与分析

管理软件应显示液位、平均流速、流量，按小时、天或月的累计流量，流速分布数据，测量信号质量，流动剖面等信息。

管理软件应具备监测数据质量控制功能，应包括异常数据识别、异常值比例超限通知、数据质量评估，宜包括异常数据的排查和修正等。

管理软件宜具备入流入渗分析功能，支持雨天旱天的自动识别及降雨场次的自动划分，根据排水管网拓扑关系自动计算单一管道及片区管网的旱天、雨天入流入渗量。

管理软件宜具备排水管道运行工况诊断功能，根据一段时间内的流量、液位、流速等监测数据判断管道的运行工况，包括标准设计工况、高液位运行工况、过载工况、逆流工况、流量控制工况等。

管理软件宜具备排水事件报警功能，根据流量、液位、流速等监测数据及时判断高负荷运行、溢流、倒流、淤积等排水事件，并及时发布报警信息。

5 试验条件和方法

5.1 试验条件

5.1.1 试验条件应符合下列规定：

- a) 环境温度：(20.0±5.0)℃；
- b) 介质温度：(20.0±5.0)℃；
- c) 相对湿度：≤93%；
- d) 大气压力：86~106kPa。

5.1.2 其他环境条件应符合下列规定：

- a) 外界磁场应小到对流量计的影响可忽略不计；
- b) 机械振动和噪声应小到对流量计的影响可忽略不计；
- c) 试验时要避开或消除所有与流量计工作频率接近的其他干扰。

5.2 外观及功能检查

5.2.1 外观

检查流量计的外观。

5.2.2 参数设定和调整功能

检查流量采集频率、通讯频率等参数的设定和调整功能。

5.2.3 自诊断功能

按照 4.1.3 的诊断内容对流量计的自诊断功能进行检查。

5.2.4 报警功能

输入或改变相应的参数或信号，记录流量计的报警值及报警或提示的方式。

5.2.5 断电保护功能

流量计正常工作 20 分钟后，切断供电电源 10 分钟，然后重新接通电源，检查仪表的信息和状态。

5.2.6 断点续传功能

流量计正常工作 20 分钟后，切断通讯功能 60 分钟，然后重新恢复通讯功能，检查仪表的数据上传状态。

5.2.7 通讯和时钟同步功能

检查流量计与服务器通讯是否正常；检查流量计的时钟是否与外部时钟同步。

5.2.8 长时间稳定工作

流量计 90 天的连续运行无故障。

5.3 安全性能试验

5.3.1 外壳防护试验

应按照 GB/T 4208 中有关规定进行试验，结果应符合 4.2.1 的要求。

5.3.2 抗盐雾腐蚀试验

应按照 GB/T 2423.17 中有关规定进行试验，结果应符合 4.2.2 的要求。

5.3.3 防爆性能试验

应按照 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.4 中有关规定进行试验，结果应符合 4.2.3 的要求。

5.4 测量性能试验

5.4.1 试验装置

5.4.1.1 试验装置应具有有效的检定或校准证书。装置的不确定度应不超过被测设备基本误差的 1/3。

5.4.1.2 流量计流量试验装置由水流量标准装置和排水管道组成，见图 1。

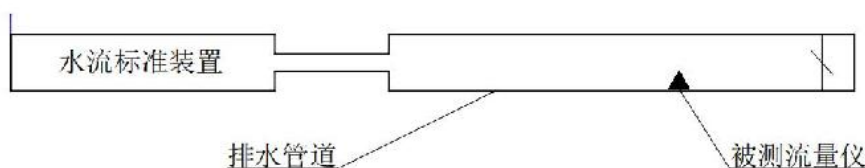


图 1 流量试验装置示意图

5.4.1.3 流量计的液位试验设备为液位标准装置，应使用标准长度器具或者标准压力台作为标准装置。

5.4.1.4 流量标准装置的排水管道管径应不小于 200mm，其末端应具备出水液位调节阀。

5.4.1.5 被测流量计传感器的固定位置应符合下列规定：

- a) 上游侧大于 10 倍管径；
- b) 下游侧大于 5 倍管径。

5.4.2 流量误差

5.4.2.1 从小到大调整水流量标准装置使排水管道的充满度依次达到 0.2~0.4、0.4~0.6、0.6~0.8。在满管状态后，排水管道的流速依次达到 0.1m/s~0.5m/s 和 0.5m/s 以上，每个区间至少确定 1 个流量检测点，共确定至少 5 个流量检测点。

5.4.2.2 在每个流量检测点记录标准器和被测流量计的流量示值，依次至少记录 6 次。

5.4.2.3 单次检测的流量相对误差应按公式（1）计算：

$$EQ_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

EQ_{ij} ——第*i*流量检测点第*j*次检测时被测流量计的流量相对误差，%；

Q_{ij} ——第*i*流量检测点第*j*次检测时被测流量计的流量值，L/s；

$(Q_s)_{ij}$ ——第*i*流量检测点第*j*次检测时标准器的流量值，L/s。

5.4.2.4 流量计各流量检测点的流量相对误差应按公式（2）计算：

$$EQ_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n EQ_{ij} \quad (2)$$

式中：

EQ_i ——第*i*流量检测点的流量相对误差，%；

n ——第*i*流量检测点检测次数；

EQ_{ij} ——第*i*流量检测点第*j*次检测时的流量相对误差，%。

5.4.2.5 流量计误差应符合 4.3 的要求，应按公式（3）计算：

$$EQ = \pm |EQ_{i\max}| \quad (3)$$

式中：

$|EQ_{i\max}|$ ——各流量检测点流量相对误差中的最大值；

EQ ——流量计的流量相对误差，%。

5.4.3 流量重复性

5.4.3.1 每个流量检测点重复检测 n 次，该流量检测点的重复性应按公式（4）计算：

$$(EQ_r)_i = \left[\frac{1}{(n-1)} * \sum_{j=1}^n (EQ_{ij} - EQ_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

式中：

$(EQ_r)_i$ ——第*i*流量检测点的流量重复性。

5.4.3.2 流量计的流量重复性应符合 4.3 的要求，应按公式（5）计算：

$$EQ_r = [(EQ_r)_i]_{\max} \quad (5)$$

式中：

EQ_r ——流量计的流量重复性。

5.4.4 液位误差

5.4.4.1 将带液位检测功能的传感器安装在液位标准装置上进行液位功能检测。在最大液位的范围内均匀选取至少 5 个液位检测点。

5.4.4.2 在每个液位检测点记录标准器和被测流量计的液位示值，依次至少记录 6 次。

5.4.4.3 单次检测的液位相对误差应按公式（6）计算：

$$EL_{ij} = \frac{L_{ij} - (L_s)_{ij}}{(L_s)_{ij}} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

EL_{ij} ——第*i*液位检测点第*j*次检测时被测流量仪的液位相对误差, %;

L_{ij} ——第*i*液位检测点第*j*次检测时被测流量仪的液位值, m;

$(L_s)_{ij}$ ——第*i*液位检测点第*j*次检测时标准器的液位值, m。

5.4.4.4 流量仪各液位检测点的液位相对误差应按公式(7)计算:

$$EL_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n EL_{ij} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

EL_i ——第*i*液位检测点的液位相对误差, %;

n ——第*i*液位检测点检测次数;

EL_{ij} ——第*i*液位检测点第*j*次检测时的液位相对误差, %。

5.4.4.5 流量仪的液位相对误差应符合 4.3 的要求, 应按公式(8)计算:

$$EL = \pm |EL_i|_{\max} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$|EL_i|_{\max}$ ——各液位检测点液位相对误差中的最大值;

EL ——流量仪的液位相对误差, %。

5.4.5 液位重复性

5.4.5.1 流量仪的液位检测点重复检测 n 次, 该点的重复性应按公式(9)计算:

$$(EL_r)_i = \left[\frac{1}{(n-1)} * \sum_{j=1}^n (EL_{ij} - EL_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$(EL_r)_i$ ——第*i*液位检测点的液位重复性。

5.4.5.2 流量仪的液位重复性应符合 4.3 的要求, 应按公式(10)计算:

$$EL_r = [(EL_r)_i]_{\max} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

EL_r ——流量仪的液位重复性。

5.4.6 流速误差

5.4.6.1 流速检测点的标准流速值是水流量标准装置测量的流量值与液位装置测量值计算的过水横截面面积之比。

5.4.6.2 流速检测时排水管道的液位高度不应低于 0.1m。

5.4.6.3 流速检测点应不少于低、中、高 3 个点, 低流速检测点应在 0.05m/s~0.3m/s 范围内选取, 中流速检测点应在 0.3m/s~0.8m/s 范围内选取, 高流速检测点应在 0.8m/s~5.0m/s 范围内选取。

5.4.6.4 在每个流速检测点记录标准流速值和被测流量仪的流速示值, 依次至少记录 6 次。

5.4.6.5 单次检测的流速相对误差应按公式(11)计算:

$$EV_{ij} = \frac{V_{ij} - (V_s)_{ij}}{(V_s)_{ij}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中:

EV_{ij} ——第*i*流速检测点第*j*次检测时被测流量仪的流速相对误差, %;

V_{ij} ——第*i*流速检测点第*j*次检测时被测流量仪的流速值, m/s;

$(V_s)_{ij}$ ——第*i*流速检测点第*j*次检测时标准流速值, m/s。

5.4.6.6 流量仪各流速检测点的流速相对误差应按公式(12)计算:

$$EV_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n EV_{ij} \quad (12)$$

式中:

EV_i —— 第*i*流速检测点的流速相对误差, %;

n —— 第*i*流速检测点检测次数;

EV_{ij} ——第*i*流速检测点第*j*次检测时的流速相对误差, %。

5.4.6.7 流量仪的流速相对误差应符合 4.3 的要求, 应按公式(13)计算:

$$EV = \pm |EV_i|_{\max} \quad (13)$$

式中:

$|EV_i|_{\max}$ ——各流速检测点流速相对误差中的最大值;

EL——流量仪的流速相对误差, %。

5.4.7 流速重复性

5.4.7.1 流量仪的流速检测点重复检测 n 次, 该点的重复性应按公式(14)计算:

$$(EV_r)_i = \left[\frac{1}{(n-1)} * \sum_{j=1}^n (EV_{ij} - EV_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

式中:

$(EV_r)_i$ ——第*i*检测点的流速重复性。

5.4.7.2 流量仪的流速重复性应符合 4.3 的要求, 应按公式(15)计算:

$$EV_r = [(EV_r)_i]_{\max} \quad (15)$$

式中:

EV_r ——流量仪的流速重复性。

5.5 影响量影响试验

5.5.1 工作环境试验

按 GB/T 2423.1 中有关规定进行低温试验和 GB/T 2423.2 中有关规定进行高温试验, 结果应符合 4.4.1 的要求。

5.5.2 电磁环境影响试验

按 GB/T 17626.2 中有关规定进行静电放电抗扰度等级试验, 按 GB/T 17626.3 有关规定进行射频电磁场辐射抗扰度等级试验, 结果应符合 4.4.2 的要求。

5.5.3 抗振性能试验

按 GB/T 2423.43 中有关规定进行试验, 结果应符合 4.4.3 的要求。

5.6 管理软件检查

5.6.1 按 4.5.1 的内容对流量仪管理软件的总体功能进行检查。

5.6.2 按 4.5.2 的内容对流量仪管理软件的设备管理功能进行检查。

5.6.3 按 4.5.3 的内容对流量仪管理软件的数据管理与分析功能进行检查。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 总则

流量计必须经生产单位的检验部门逐台按规定的试验项目进行检验，检验合格后，由检验部门出具检验报告和产品合格证书后方可出厂。

6.1.2 出厂检验项目

流量计的出厂检验项目见表 2。

表 2 出厂检验、型式检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验
1	外观及功能检查	外观	√
2		参数设定和调整功能	√
3		自诊断功能	√
4		报警功能	√
5		断电保护功能	√
6		断点续传功能	√
7		通讯和时钟同步功能	√
8		长时间稳定工作	√
9	安全性能试验	外壳防护试验	√
10		抗盐雾腐蚀试验	
11		防爆性能试验	√
12	测量性能试验	流量误差	√
13		流量重复性	√
14		液位误差	√
15		液位重复性	√
16		流速误差	√
17		流速重复性	√
18	影响量影响试验	工作环境试验	√
19		电磁环境影响试验	√
20		抗振性能试验	√
21	管理软件检查	总体要求	√
22		设备管理	√
23		数据管理与分析	√

6.2 型式检验

6.2.1 流量计型式检验应按表 2 规定的试验项目进行。

6.2.2 型式检验应在下列情况下进行型式抽样检验：

a) 产品转厂生产时；

d) 正式生产后，当结构、工艺、材料有重大改变，影响产品性能指标时；

- e) 正常生产时定期或者积累一定产量后, 应周期性进行检验;
- f) 停产半年以上, 再恢复生产时;
- g) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- h) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

6.2.3 型式检验应采用抽样方式, 抽样及判定应符合下列规定:

- a) 从已经出厂检验合格的批产品中抽取不少于 3 台做型式检验;
- b) 如有一台不合格, 则对该批再抽取 3 台复查;
- c) 如复查发现至少有一台不合格, 则视该批为不合格。

7 安装与校准

7.1 安装

7.1.1 流量仪宜安装于管径 100mm~2000mm、流速 $-5\text{m/s} \sim 5\text{m/s}$ 、输送雨水和污水的重力流排水管道或渠道的流量测量。

7.1.2 流量仪安装点应符合下列条件:

- a) 应选择平直过流水段, 液位高度应不小于 0.02m 的管道;
- b) 宜选择两通井的上游管道;
- c) 安装时排水管道充满度不宜大于 0.8;
- d) 不宜安装在有大量沉积物或漂浮物的位置;
- e) 不宜安装在有振动、易受机械损伤、强电磁干扰、特殊施工段(顶管、盾构)的位置; 不应安装在交汇井、管道变径和转弯处。

7.1.3 流量仪安装前应现场确认安装条件, 对不满足安装条件的监测点位应基于管道上下游拓扑关系选择替代点位。

7.1.4 流量仪安装过程中不应被敲击、振动。安装应牢固、平正。安装支架应受力均匀, 不应承受非正常的外力, 不应影响所在排水设施的安全正常运行。

7.1.5 流量仪可通过膨胀螺栓固定在井壁上, 传感器安装见附录 A。

7.1.6 流量仪安装后, 应及时获取被监测管道的形状尺寸信息和淤泥层厚度, 配置流量仪相应参数, 现场采集照片并编制安装报告。

7.1.7 流量仪安装后, 应确保通讯正常, 满足监测数据传输要求。

7.2 校准

7.2.1 流量仪安装完成后应进行现场校准, 现场校准工作包括液位校准和流速校准。

7.2.2 校准设备采用液位及点流速测量校准设备, 校准设备应具有有效检定或者校准证书, 且不确定度应不大于被测流量仪基本误差的 $1/3$ 。

7.2.3 现场校准期间, 监测点的液位值应大于 0.1m, 液位波动应小于 0.05m, 流速值应大于 0.1m/s , 瞬时流速波动应小于 0.1m/s 。

7.2.4 校准设备安装应符合下列条件:

- a) 校准设备传感器应探入管道内, 在流量仪传感器安装的截面上;
- b) 校准设备传感器应稳定固定, 且在水平和垂直方向平缓稳定移动和停留固定;
- c) 水平和垂直方向固定杆上应有水平度和垂直度显示, 且固定角度误差不超过 2° 。

7.2.5 液位校准操作应符合下列规定:

- a) 液位校准设备应探入管道底部最低点, 测量记录当前液位;
- b) 液位校准测量值应不少于 3 次, 并取平均值;
- c) 根据液位校准测量值对流量仪液位参数进行校准。

7.2.6 流速校准操作应符合下列规定:

- a) 流速校准应采用点流速测量方式, 根据被测管道宽度确定横向校验分段数, 横向校验分

段数不应少于 3 个, 横向分段间隔宽度不应大于 0.3m;

b) 依次选取横向校验分段, 将液位及点流速测量校准设备的传感器固定在所选定的横向分段所在位置的管道底部最低点;

c) 将传感器从管道底部直至水面依次测量不同深度的点速度, 应至少记录 3 个不同位置的点流速值;

d) 依次完成所有横向校验分段的测量, 保存多个点流速测量数据;

e) 使用多个点流速测量数据绘制管道流动剖面, 匹配流场关系计算平均流速;

f) 根据平均流速和管道流动剖面对流量仪流速参数进行校准。

7.2.7 流量仪完成液位和流速参数校准后, 应计算流量仪的当前流量示值与现场校准设备测量流量数值的相对误差, 相对误差应不超过现场校准设备测量流量数值的 10%。

7.2.8 现场校准后应形成校准报告, 应包括现场基本情况、使用设备情况、全部测量数据及校准结果等内容, 并说明是否符合校准要求。

7.2.9 管道流动剖面绘制见附录 B。

7.2.10 应定期对流量仪进行现场校准, 校准间隔宜小于 1 年。

8 维护

8.1 日常巡检

8.1.1 流量仪安装完成后, 应制定定期巡检计划, 巡检时间间隔宜小于 1 个月。

8.1.2 巡检工作应包括检查仪表外观完整性、接头密闭性、安装牢固性、传感器污渍附着程度等。

8.2 维护保养

8.2.1 流量仪运行过程中应开展监测数据质量控制工作。发现数据异常且影响管理工作时, 应适时进行现场运行维护和保养工作。

8.2.2 流量仪维护保养间隔宜小于 3 个月, 可根据监测数据质量情况及应用需求, 动态调整现场维护保养时间间隔。

8.2.3 维护保养工作包括仪表传感器清洗、通讯天线清洗、电池电量检查、损坏零部件更换、电池更换等内容。

8.2.4 在流量仪的监测点附近进行管道清淤、修复等作业时, 应对流量仪和其传感器的进行保护或拆卸。作业完成后应根据流量仪的安装要求进行复位安装和校准。

8.3 故障维修

8.3.1 流量仪进行现场维护保养后, 如果仍存在故障报警, 应进行故障维修工作。

8.3.2 故障维修工作包括传感器故障维修、供电故障维修、通讯故障维修、主控电路故障维修等内容。

8.3.3 如现场维修后流量仪仍有故障, 应进行返厂维修或者设备更换。

8.4 信息记录

8.4.1 应对日常巡检、维护保养、故障维修等工作的信息进行记录。

8.4.2 应定期统计和评价日常巡检、维护保养、故障维修等工作成效, 并对巡检计划和维护保养计划进行调整。

附录 A (资料性) 流量仪安装方式

A.1 流量传感器的安装固定方式根据现场情况,可分为杆装方式、贴装方式和环装方式。

A.2 杆装方式见图 A.1,适用于水流平缓、垃圾异物少的排水管道环境,同时需要根据淤泥和垃圾缠绕情况定期维护清理,维护时间间隔短,但无需下井即可进行探头清淤维护工作。

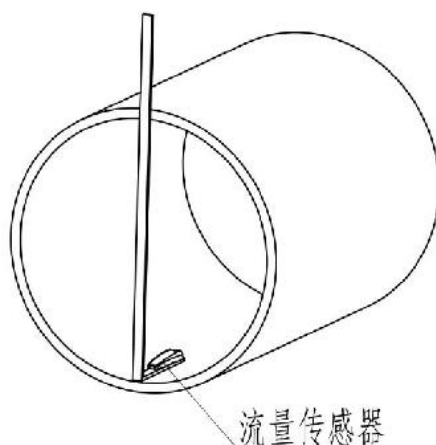


图 A.1 流量仪杆装方式

A.3 贴装方式见图 A.2,适用于排口或易进入监测点,传感器紧贴管壁安装,线缆缠绕垃圾少,维护时间间隔长,需要定期进行探头清淤维护工作。

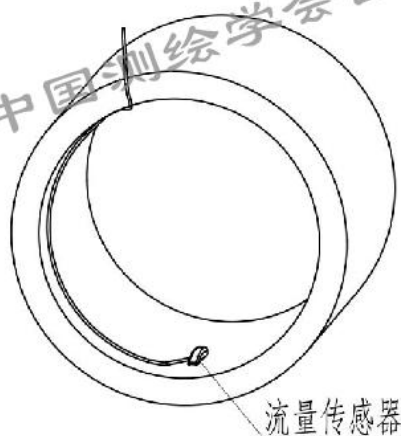


图 A.2 流量仪贴装方式

A.4 环装方式见图 A.3,适用于测量数据质量要求高、维护时间间隔要求长的排水管道环境,用金属环安装固定传感器,需要人工下井操作,安装后挂污几率小、维护时间间隔长,需要定期下井进行探头清淤维护工作。

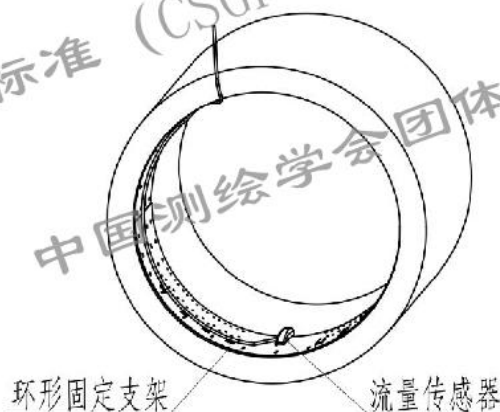


图 A.3 流量仪环装方式

A.5 流量传感器的安装位置宜为管道中心底部点，距离管道边缘距离宜不小于 0.2m，可根据淤积情况适当抬高传感器垂直位置，安装方向应与水流方向平行，宜正对来水方向。

附录 B

(资料性)

管道流动剖面

B.1 以 1 米管径排水管道为例，可横向分 5 段，见图 B.1。从横向校验点 a 开始到 e，依次完成每个横向校验点的不同深度的点速度测量与记录。

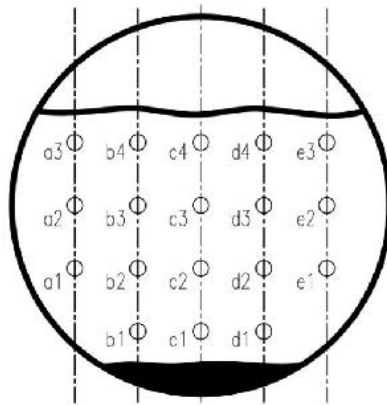


图 B.1 横向分 5 段点流速测量示意图

B.2 根据实测数据，绘制排水管道的流动剖面，见图 B.2。

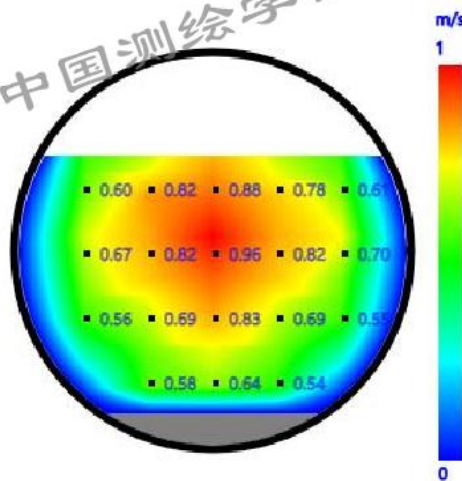


图 B.2 排水管道的流动剖面

参 考 文 献

- [1] GB/T 17611-1998 封闭管道中流体流量的测量 术语和符号