



第一集

水文测验国际标准与说明



贵州人民出版社

3001/203

水文测验国际标准与说明

(第一集)

长江流域规划办公室水文局 主编

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 16开本 12.75印张 308千字

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

印数1—9,700

书号: 15115·156 定价: 2.00元

编 者 的 话

国际标准化组织(代号ISO)的宗旨是“在世界范围内促进‘标准’的发展”,“推进国际间的物质交流和互助,并在文化、科学、技术和经济方面发展互助合作”。我国是该组织的成员国。该组织的主要工作是制订国际标准和编拟技术报告。该组织下属的“明渠水流测量技术委员会”(代号TC113)已制订了二十多个有关明渠水流测量的技术《标准》和一批《草案》^①。

1981年,在水电部水文局的组织安排下,我们对已制订和通过的有关水文站的建立、流量测验误差理论方面的国际标准进行了初译,并由水电部水文局主持召开全国性的研究学习会进行了讨论。1982年,水电部水文局又委托我局组织有关人员对该译文作了进一步的校对,并将我国的资料作了一些验证和说明。

为了帮助我国广大水文工程技术人员、院校师生和科研工作者了解,当前世界科学技术先进国家水文测验事业的成就、动态和水平,学习外国的长处,找出我们的差距,进一步提高我国水文测验科学的技术水平,我们特将《国际标准》和《说明》汇编成册,供我国广大水文科技工作者学习参考。

本书请水电部水文局王锦生、李久昌、华东水利学院水文系严义顺及长办水文局杨意诚、陈宏藩、张志达等同志共同会审定稿,谨此致谢。

书中的国际标准,虽有许多可供我们借鉴的经验,但也有不足之处。希望我国广大水文科学技术工作者本着“洋为中用”的原则,结合我国的实际,通过试验研究,继续收集资料、情况和意见,取长补短,为修改和充实我国的水文测验规范作准备。

由于水平所限,书中的遗漏和错误在所难免,请读者批评指正。

长江流域规划办公室水文局

1983年5月

^①《草案》尚未经投票表决。

目 录

国际标准ISO1100/1 明渠水流测量——第一部分： 水文站的设立和工作·····	(1)
国际标准ISO5168 液体流量测量——一次流量实测值的 不确定度估算·····	(28)
国际标准ISO1088 明渠水流测量——流速面积法确定 流量误差所需资料之收集·····	(61)
国际标准ISO/DIS1088 明渠水流测量——流速面积法 确定流量误差所需资料之收集的修订草案·····	(74)
国际标准ISO1100/2 明渠水流测量——第二部分： 水位流量关系的确定·····	(87)

* * * *

关于《国际标准ISO 1100/1 明渠水流测量——第一部分： 水文站的设立和工作》的说明和讨论·····	(120)
关于《国际标准ISO5168 液体流量测量——一次流量 实测值的不确定度估算》的说明和讨论·····	(136)
关于《国际标准ISO1088和ISO/DIS1088 明渠水流测量 ——流速面积法确定流量误差所需资料之收集》的说明和 讨论·····	(160)
关于《国际标准ISO1100/2 明渠水流测量——第二 部分：水位流量关系的确定》的说明和讨论·····	(172)

国 际 标 准

ISO 1100/1

明渠水流测量——第一部分：水文站的设立和工作

第二版 1981年10月

前 言

ISO（国际标准化组织）是各个国家标准化协会（ISO团体成员）的世界性联合机构。开展国际标准的工作是通过ISO技术委员会进行的。对技术委员会所拟订的专题项目感兴趣的团体成员有权参加该技术委员会。与ISO取得联系的政府的和非政府的国际组织也可以参加此工作。

技术委员会所采纳的国际标准草案在被投票赞成作为国际标准之前，由ISO理事会分送各团体成员征求意见。

国际标准ISO1100/1是由ISO/TC113，即明渠水流测量技术委员会制订的，并已于1979年11月分送各团体成员。

它已被下列国家团体成员投票赞成：

加 拿 大	法 国	西 德	印 度
荷 兰	挪 威	菲 律 宾	罗 马 尼 亚
南 非	西 班 牙	瑞 士	英 国
美 国			

下列国家团体成员由于技术原因表示不赞成：

澳大利亚

本第二版取消并代替第一版（即ISO1100-1973）。

1. 应用范围

1.1 本国际标准论述在湖泊、水库、江河或人工渠道上测量水位或流量，或两者兼测的水文站的设立和工作。对于各常用测量方法的叙述列在本国际标准第二条中，它仅在提出了附加的必要条件时才能适用于更广泛的范围。

1.2 对水位站的要求陈述在第5条中。对流量站的要求，分为两类：

a) 特殊测量

它包括适合于校准一个水文站常用的单次流量测量或有限次数测量的一些方法。

b) 正规测量

它包括适合于在多年中常用的比较频繁的一些测量方法。

2. 参考文献

ISO31/0, 量、单位和符号。

ISO555/1, 明渠水流测量——稀释法测稳定流——第一部分：等速注入法。

ISO555/2, 明渠水流测量——稀释法测稳定流——第二部分：积分（突然注入）法。

ISO748, 明渠水流测量——流速面积法。

ISO772, 明渠水流测量——词汇和符号。

ISO1000, 国际制单位和用于组合单位及某些其它单位的建议。

ISO1070, 明渠水流测量——比降面积法。

ISO1088, 明渠水流测量——流速面积法——确定测量误差所需资料之收集。

ISO1100/2, 明渠水流测量——第二部分：水位流量关系的确定。

ISO1438/1, 用堰和文德里水槽进行明渠水流测量——第一部分：薄壁堰

ISO2425, 感潮河道的流量测量。

ISO2537, 明渠水流测量——旋杯式与旋桨式流速仪。

ISO3454, 明渠水流测量——测深与悬吊设备。

ISO3455, 明渠水流测量——在直线明槽中转子式流速仪的检定。

ISO3716, 明渠水流测量——悬移质采样器的功能要求与特征。

ISO3846, 用堰和水槽进行明渠水流测量——有限顶宽的自由溢流堰（矩形宽顶堰）。

ISO3847, 用堰和水槽进行明渠水流测量——在具有自由溢流的矩形渠道中用末端深度法估量水流。

ISO4359, 水槽用于明渠水流测量^①。

ISO4360, 用堰和水槽进行明渠水流测量——三角形剖面堰。

ISO4363, 明渠水流测量——悬移质泥沙测量方法。

ISO4364, 明渠水流测量——河床质采样器。

^①目前处于草案阶段。

ISO4366, 回声测深仪用于水深测量。

ISO4369, 明渠水流测量——动船法。

ISO4373, 明渠水流测量——水位测量设备。

ISO4375, 明渠水流测量——河流测验的缆道系统。

ISO4377, 明渠水流测量——平坦V型堰^①。

ISO5168, 液体的流量测量——一次流量实测值不确定度的估算。

ISO/TR7178, 明渠水流测量——用流速面积法测流量的总误差的研究。

WMO (世界气象组织) ——NO.168, 水文气象实践指南。

WMO (世界气象组织) ——NO.49, 技术规程。

3. 定 义

本国际标准的定义与符号规定见ISO772。

4. 测 量 单 位

本国际标准采用的测量单位, 按照ISO31和ISO1000均为国际单位制。

5. 水 位 站

5.1 原理

5.1.1 河、湖水位是设立的某一基准面以上的水面高度。江、湖、水库水位直接用于水文预报, 描述洪水危害范围和水工建筑物设计。它与河川流量或者与湖泊、水库蓄水量相关联, 所以水位是计算流量资料或蓄水量变化的基础。经过对一个参证水尺的系统观测, 或者从自记水位仪可以获得水位资料。

5.2 初步勘测

5.2.1 初勘工作要了解拟建站址处的自然、水力特征, 以保证满足在ISO4373中所详细规定的关于水位测量的必备条件。

5.3 站址选择

5.3.1 水位观测站址的选择, 要使其能累积收集观测资料, 容易接近站址便于观测, 如果水位计是非自记式时, 水位观测员要能有效地掌握水情。湖泊、水库的水尺一般设在出流断面附近, 但是要设在因流速增加而引起水面线下降的区域的下游。大水体上的水尺, 还要设在不易受强风影响造成损害或歪曲水位资料的地带。水力条件是在河道上选择站址的重要因素, 尤其是当用水位计算流量资料时更是如此。

5.3.2 水位测站应满足ISO4373有关各节中为设计参证水尺, 自记仪器 and 静水测井而建议的必备条件。

5.4 设计与施工

5.4.1 一个水位站实质上是由一参证水尺或若干水位计所组成。在那里不需要水位的连续记录(见7.1, 7.2), 然而通常为了达到水位连续记录的目的, 除参证水尺之外还设有自记

^①目前处于草案阶段。

水位计（见7.1，7.3）。

5.4.2 参证水尺（见ISO4373）

参证水尺可以是直读式的或非直读式的，测量仪器有固定式和活动式，例如直立水尺和倾斜水尺，测针式水尺，浮筒式水位计和悬锤式水位计等均归类为直读式仪器。这类水位指示器的主要特征是能直接读到一个长度单位，而没有任何中间影响。间接式水位指示装置包括将压力或电的信号变换为与水位成比例的输出信号的测读系统。属于有效的间接装置，最常使用压力传递型，如继动-压力计和继动-杠杆天平。

5.4.2.1 直立式与倾斜式水尺

这种水尺是由划在或贴在适宜的表面的尺标所构成。

5.4.2.1.1 性能要求

水尺应符合下列性能要求：

- a) 它们必须标志准确，清晰。
- b) 它们必须经久耐用，易于养护。
- c) 它们必须在安装和使用上都很简便。

5.4.2.1.2 建造材料

建造水尺的材料要经久耐用，特别在干湿交替的条件下也要能耐磨损；标志不易褪色；当受温度或潮湿影响时材料的膨胀系数要小。

5.4.2.1.3 刻度

a) 直立式水尺的刻度必须清晰而牢固地刻划在光滑的表面上或水尺板上，数字须清楚，并且把数字下边缘放在靠近有关的刻度处。

b) 倾斜水尺的刻度，可以如同a)中所述那样直接刻划在光滑的表面上或水尺板上，也可以刻划在为特定斜面而设计制造的金属板水尺上。除了使设计制造好的金属板水尺放在特定的斜面上之外，还必须在现场按精密水准法，从测站的水准点校测倾斜水尺。

c) 水尺板的长度必须适宜，刻度面宽不应小于50mm。

d) 水尺的刻度必须是毫米的倍数。最小的刻度取决于精度的要求，但一般地是10 mm。

e) 细分划的刻度，要准确到 $\pm 0.5\text{mm}$ ，并且累积误差不得超过该段长度的0.1%，或者0.5mm。无论大于那一个都不行。

5.4.2.1.4 安装与使用

5.4.2.1.4.1 总则

水尺最好设置在靠近河岸处，以利于直接观读水位。如果由于极大的涡流和风的影响而不能实现，或者难于靠近河岸，可以在适宜的永久性的静水湾或静水井中观测水位。这样，波动被减弱了，同时河湾或静水井中的水面随着河道水位涨落而升降。为要保证达到这些预期目的，必须适当地设计静水井的进水口和选定地址。

水尺位置必须尽可能设在靠近测流断面，且不致影响该处的水流条件的地方。不可将水尺设在有涡流扰乱或会遭受漂浮物破坏的地方。通常不宜在桥墩或码头处设立水尺。无论水尺设在何处，都必须能迅速、方便地接近它，以便观测员可以尽可能靠近水尺平视读数。建议在需要的地方修建多级台阶，以利通行。木水尺板或金属水尺板必须牢牢地固定在支座上，但要便于拆卸养护或调整。木水尺板的周边必须加以保护。

5.4.2.1.4.2 直立式水尺

利用垂直墙壁或平行于水流方向的近乎垂直的表面作为直立式水尺的支衬。为了能在一个真正的垂直面上观读刻度，木水尺板或支衬板必须放在表面。木水尺板和支衬板必须牢固地安装于墙上。水尺可以固定在打入河床或河岸的坚固的桩上，为了免于沉陷、歪斜或冲走，也可以固定在混凝土中。这两种情况的定位都应深入到易受扰动的冻土层以下。为了避免因流速影响而妨碍准确地读数，可以把水尺桩的上、下游面作成流线型，或者将水尺设置在不与激流接触的河湾处。在水位变幅超过单支水尺的量度范围的地方，则在与水流方向垂直的横断面线上可以增设辅助断面。一系列梯级水尺的刻度，彼此要有足够的重叠部分。这些梯级水尺必须设置在能够测到所有河流水位的区间。

5.4.2.1.4.3 倾斜式水尺

倾斜水尺的安装方式必须尽量根据河岸等高线的轮廓选定。河岸的外形可能在一种坡度上设置一支水尺，可是常常需要分好几个段上建造水尺，而每段水尺的倾斜度各不相同。全面的安装要求已在5.4.2.1节中规定。

5.4.2.2 测针式水位计

5.4.2.2.1 总则

测针水位计由针尖和若干测定针尖距基面高程的设备所组成。它主要用于检验和校准另外的水尺和自记水位计。测针式水位计有两种形式：

- a) 针形水位计的尖端自上方移向自由水面。
- b) 钩形水位计的形状为钩形，它的钩尖沉浸在水中，自水下移向自由水面。

测定垂直高度可以用标有刻度的尺子、带有游标装置的钢尺或者记数器。刻度尺可以滑动，其所标刻度自顶端向下。测针式水位计的使用方法为：将水位计的针尖调到靠近水面并注意观察尖端正好接触自由水面时，然后调到针尖明显地刺破水膜。用电气科学的方法易于将尖端准确地调整到水面上。

测针水位计的优点是测量精度高；缺点是量度范围小，通常约1m。然而只要在不同高程设立一系列基准板，这个缺点就可以克服。

5.4.2.2.2 性能要求

- a) 测针式水位计的安装要能测到预计的最低水位以下和最高水位以上的全部水位。
- b) 在尖端碰及自由液面处必须有良好的亮光。
- c) 钩和针必须用坚硬金属制作，使其在搬运中和在野外条件下使用不会受损变形。测针尖端为约60°角的圆锥体，并且圆形半径约为0.25mm。

5.4.2.2.3 材料

钩形或针形水位计及其附属部件必须全部用经久耐蚀的材料制作。

5.4.2.2.4 刻度

钩形和针形水位计的刻度单位为毫米，刻度标志应清楚准确。游标或测微计要能使读数精确到0.1mm，然而这样的读数精度只有在试验室测量时才有必要。

5.4.2.2.5 安装与使用

a) 钩形和针形水位计，当条件允许时可以设置在河边开敞的水面上。如果由于紊流、风的影响或难于接近而不可实行时，则应设置适当的永久性的静水湾或静水井。

b) 钩形和针形水位计的位置应尽可能地靠近测流断面，并要便于观测员测读。

c) 水位计不应设在水面受紊流扰乱、风的影响或支流汇入的地方，一般也不宜设置在桥墩和码头附近。

d) 在有多于一个基准板或台座分布于不同高程的地方，最好将所有基准或台座都设置在与河道水流方向垂直的一个断面线上。如果达不到上述要求，则必须将各基准点交错设立，全部基准点都应在断面线两侧 1 m 以内。

e) 基准板和台座都必须设置在坚固的基础上，板和座的基础要深入到冻土线以下。

f) 基准板的标高，关系到自由水面高程的决定，在确定此标高时需要特别谨慎。它的高程至少每年必须从测站水准点（见 5.5.4 节）校测一次。从测站水准点到每个基准板的高程闭塞差不得超过 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

5.4.2.3 浮筒水位计

5.4.2.3.1 总则

浮筒式水位计主要用作室内水位测量的参证水尺。典型的浮筒水位计由静水井里一个浮筒、一个标有刻度的钢卷尺，一个平衡锤、一个滑轮和一个指示器构成。浮筒滑轮的圆周上开有槽子容纳卷尺，而滑轮则安装在一个支撑上。卷尺紧扣在浮筒的上面，可在滑轮上自由滑动运转。这些设备都装在位于井上的水位计的棚架里。卷尺被系于自由末端的平衡锤或弹簧绷紧。用这种装置，把水位涨落通过浮筒感应，再由指示器把卷尺的位置确定下来。

5.4.2.3.2 性能要求

a) 浮筒水尺的设置，应能测到预计的最低水位以下和最高水位以上的全部水位。

b) 浮筒和平衡锤的尺寸及用于遥测的机械仪表元件的质量必须严格保证和仔细挑选，以便有足够的读数精度和保证可靠的运转。

c) 浮筒必须用经久耐蚀和抗污渍的材料制成，浮筒要求密封并能沿着铅垂方向运行，它的比重不应发生显著变化。

d) 浮筒应严格保持其漂浮性，卷尺和钢丝必须勿使缠绕或打结。

5.4.2.3.3 刻度

浮筒水尺的刻度必须精确到毫米，标志应清楚、准确。

5.4.2.4 悬锤式水位计

5.4.2.4.1 总则

典型悬锤式水位计由一个单层钢丝绕着的鼓，一个系于钢丝末端的平衡锤及一个刻度盘和一个计数器所组成，它们都藏置于一个铝铸的盒中。圆盘有刻度，固定地连结在计数器与鼓轴上。钢丝用一螺纹绞缆轮引至鼓上的位置。卷线筒装一掣爪和棘轮以控制平衡锤在任何所需的高度。水尺的装置是为了当平衡锤底部处于水面时，水位高度可用计数器和刻度盘两者的联合读数来表达。

5.4.2.4.2 性能要求

a) 一个悬锤式水位计装置应允许测到预计的从最低水位以下到最高水位以上的全部水位。

b) 卷尺和金属线必须不易受扭结。

c) 平衡锤必须用耐用的抗蚀材料制成。

d)必须为本装置提供一水平校测杆以校核刻度盘和计数器的标准基面。

5.4.2.4.3 安装和使用

a)当其它野外水尺难于设置时,悬锤式水位计可用作野外参证水尺。它安装在桥面或其它水面以上的建筑物上。

b)水尺位置不应设在水面受紊流扰动的影响或支流汇入的地方。桥墩附近和码头附近通常也不宜设置。

c)悬锤式水位计校测杆的高程必须经常观测,以保证准确基面高程的可靠性。

5.4.2.5 洪峰水位计

洪峰水位计用于取得洪水期最高水位到达时的水位记录(当其它方法不能使用时)。洪峰流量可从在某顺直河段相差若干距离所设置的两水尺水位算出,只要两水尺的观测时间差值略而不计。这些水尺不受第5.6条的精度要求所限。这些水尺限于不同目的而设置。它们基本上可以是一根大约50mm内径的管子沿中心向下穿过一测杆而成。管子钻有孔,允许涨水进入,钻孔设置于防止管水位泄降或由于静水位影响流速水头的地点。管顶必须封闭以防止雨水进入,但应有一气孔允许水在管内上升而无明显的滞时。管底部的软木塞炭粉浮于洪水表面,当水退落时,留于中心测杆上。中心测杆交替地涂有能经常受洪水影响的油漆。

5.4.2.6 压力水位计

压力水位计常用于设置静水井非常昂贵的场地。它们也用于沙质河床的河流,因为进水路能随着河流改道而延伸。如果使用排气法,气流能保持小孔道不为沙子堵塞。

5.4.2.6.1 总则

一个广泛使用的测量水位的方法是测量与某一基面有关联的水柱高度。这可用水面下某一固定点的水压传感器来间接完成。这是利用液体压力与水深成正比的流体静力学原理。

5.4.2.6.2 性能要求

仪器必须充分适应任何预期的水位变化范围,并随着任何预期的水位变率而作出非常迅速的反映。

从水柱到传感器的压力传导方法可以是直接法或间接法。当传感器位于水柱之下某一点,此点的压力又将测量时,水压可以直接传递至传感器。但如果传感器位于水柱以上,直接法常不能令人满意,因为气体进入水中,在流线上能产生气塞,同时,如果水的腐蚀性很强,不能期望使水与传感器直接接触。

5.4.2.6.3 排气气泡法

最成功的和广泛使用的传递压力方法是排气法。这一方法可以不顾与水柱有关联的压力装置高程,同时因为水不与压力传感器直接接触,所以可适用于腐蚀性很强的水中。

在排气法中,少量无腐蚀性的气体或压缩空气允许放入管中,管的一端沉入水中,并固定于某一已测量的水柱高程以下。例如,干燥的氮气是常用的。位于另一端的传感器,检测取代管中液体的气体的压力,这种压力与出口处以上的液体水头成正比。

当用排气法时,有某些装置和工作要求必须遵守。其主要部分如下:

a)必须保证气体或压缩空气的充分供应。当水位上升时,需要气体连续流入管中以阻止液体的进入。气体供应的特定速率将引起本系统压力上升速率和水头上升速率一样。如果以较慢的速率供应,液体将进入管中;相反,一个较快的速率将从管的底部孔口提供连续的气

流。气体常由一个圆柱罐或一个空气压缩器供应。在这两种情况下，这种供应都必须有一个超过测量幅度的供水压力。

b) 必须提供一个减压阀，以便能安全地在超过最大幅度时调正压力。需要一个流量控制阀和某种直观的流量指示器，以便能适当地调正对本系统提供的气体流量。必须设置一种压力，甚至在预期的最快的速率变化情况下也能阻止水进入管中。

c) 由于气体通过管道时摩擦影响所致的不正确读数必须减至最小值，所以长管路或直径很小的管道中摩擦加剧的问题常用下法解决：将两根管子插入极靠近小孔的一个接头，一根管子用作气体供应线，另一根管子用作压力检测线。在这种安排下，在压力检测线中的气体流速保持最小值，因此摩擦力减少到最小值。

d) 管路必须装置成一连续下降的比降到达小孔。

5.4.2.6.4 压力气泡系统

在无合用的气体供应的地方，压力气泡系统可用于传递压力至传感器。这种装置，常称为弹性压力气泡，常用有一端开口短的空心圆柱体铸件构成。开口端用软物封口，即非常柔韧的隔膜，圆柱体用管接法联接到传感器。整个单元形成一个以初始压力等于大气压力的闭合气体系统。圆柱体放入水中并固定在被测水柱以下的一个高程的位置上。软隔膜允许水压力压缩圆柱内的气体，直到系统内的压力与水柱以上高度成比例为止。这种装置的主要缺点是过量的气体将因隔膜伸展的结果而从系统中逸出。当这种情况出现时，系统内的压力将不再等于压力水头。这一缺点在大气压力下，用开和关的办法在系统中周期性地补充气体并校核其标准加以克服。用此装置保持5.6节所规定的精度是很困难的。

5.4.2.6.5 继动流体压力计和继动杆式平衡器

继动压力计和继动杆式平衡器是把压力传递到和水柱高度成比例的旋转轴位置上的压力传感器。转动轴用于驱动一记录器和一水位指示器。象它的名字含意一样，继动压力计本质上是一个具有继动系统在压力计内探测与跟踪液面差的流体压力计。继动式平衡器是一杆式天平，压力平衡器于杆的一端而另一端具有砝码。这里继动系统定出砝码的位置以便使杆处于平衡和测定的位置。

5.4.2.6.6 水的密度的补偿

因为在传感器中的水的密度将随温度而变，也随化合物和泥沙含量而变，故必须对这些变化提供自动的或人工方法的补偿。

5.4.2.6.7 气体重量的改变

如果一种气体用于传递压力，为改变气体的密度，必须作好补偿的准备工作，因为所有气体体积都随温度和压力而改变。

5.4.2.6.8 各种压力传感器

有许多种在多种原理上工作的合用的商品压力传感器。它们大多数有与传感压力成正比的输出功率。它们偶而用于测试水位。可根据特殊用途而适当选择。

它们的适用性常限于一定的范围，因为在5.6节中所提出的精度要求是很难超过的。

5.4.3 静水井

5.4.3.1 静水井的性能要求

5.4.3.1.1 总则

静水井的性能是:

- a) 容纳仪器和保护浮体系统;
- b) 在井内提供河道水位的确切情况;
- c) 阻抑水面的波动。

5.4.3.1.2 特殊情况

a) 井的平面可以为圆形、椭圆形、方形或长方形, 可以用任何适用的材料建造。

b) 井可位于河岸, 或当附属于桥墩、桥台时直接建于河中, 但在水流条件导致分流和滞流的地方不能直接建于河中。当建于岸边时, 井应用一进水管与河道连结。当直接建于河道中时, 进水装置应采取在井身打洞或开槽的类型。

c) 井应不受引水渠流态的干扰。如果井的设置与控制工程有关联, 它应当位于控制工程影响地区以外的上游足够远的地方。

d) 井设置在岸边时, 应牢固地建立, 当树立在河中时, 应牢固地锚定, 以便在任何时候都保持稳定。

e) 井和井的所有结构的接头及进水管都应不透水, 以便水仅能从进水管进出。

f) 井应是垂直的, 其倾斜度应在允许限度以内。应有足够的高度和深度, 以允许浮子在全部水位范围内自由地浮动。

g) 井的大小应允许安装在井内的所有设备不受限制地工作。墙与浮子之间的净空至少要75mm。当井内用两个或多个浮子时, 净空至少要150mm。在多沙河流, 井应足够大, 以便于进入和清洗。

h) 当设置在河流岸边时, 静水井应有密封的底以阻止渗水进出井室。

i) 在有密封底的井内, 井底至少应在最底进水管底板以下300mm。为蓄沙提供地方和在低流量时避免浮体搁浅的危险。

5.4.3.2 进水口的性能要求

5.4.3.2.1 总则

进水口对静水井的性能是:

- a) 允许水进出静水井, 以使井内水位在所有水流条件下保持象河流中一样的高程。
- b) 在井内允许几种控制型式以限制滞后与波动影响。

5.4.3.2.2 特殊情况

a) 当井建在背岸中时, 进水口可以采取一管或多管的型式以连结井和河流。当井直接建于河中时, 可采取在井身多打洞或开槽的形式。在含沙量经常高的河流中, 井建在河中时可用一漏斗型的底作为进水口, 也可作为自净工具。

b) 进水口的尺寸应大得足以允许井内水位紧跟河中水位升降而无明显的滞后。

c) 进水口的尺寸应小得足以阻抑波动或激流引起的振动。

d) 可以设置两管或多管, 一管位于另一管的正上方, 以保证当下一管被堵塞的时候系统能工作。

e) 对于设于岸中的管井, 最低进水管至少应低于预期最低水位以下150mm, 而进入管至少在井底以上300mm。

f) 进水管应在一合适的、不沉陷的基础上铺成一固定的坡度。

g)进水管在河中应能传感真实水位。当河流某测点流速十分大时,动水压力的大小很明显,这时进水管应装上一个静压力传感装置(墙式压力计,面与水流平行的盘式压力计,静压管等)。

h)要求那些长于20m的进水管必须提供一个中间的进入孔,装配一内挡板作为泥沙截留器并为清洗提供通道。

i)必须提供清洗进水管的方法。或在水头压力下的水能够冲到静水井的进水管末端时用冲洗系统,或用水泵抽水冲洗进水管,或用可折迭的排水竿人工清洗。

j)在进水管靠河一端的流速很高时,井内水位可出现下降现象。这可在进水管靠河一端用一系有盖的、多孔的静力管以减低流速。

5.4.3.3 结冰条件下的保护:

结冰条件下采取预防措施,见条款9。

5.4.4 水位计(见ISO4373)

5.4.4.1 机械水位计

依靠旋转输入轴用于记录的方式,机械水位计可分为模拟式或数字式两类。模拟水位计按时间作出参数值的过程线图,而数字水位计则在预定的时间间隔上将参数值的代码在纸带上穿成孔洞。模拟水位计又可进而分为连续水位计和时间周期(日、周、月等)间隔水位计两种型式。

5.4.4.2 压力式水位计

压力式水位计设计简单而且结构较朴实。但它们对误差很敏感,因此不常用于记录水位。

它们常由一个压力传感元件,一个用一杠杆装置连结至压力元件的记录针及由钟驱动的一卷记录纸所组成。

5.4.4.3 电子水位计

电子水位计由一盒子、一运行装置、一记录针及一记录纸运送装置所组成。运行装置的功能是相应于某一讯号移动指针至记录纸上某一位置。虽然适用的电子水位计种类很多,但基本上只有直接联动运行装置和继动运行装置两类。直接联动装置的低转矩和相对有限的输出运动仅能把一个轻的、在有限范围上面的摩擦很小的指针驱动很小的位置。而强动的继动运行装置则有充足的动力和很大的运动能量。

运行装置是电子水位计的核心,它在质量和设计中引用的技术决定着整个水位计的特性。

5.4.4.4 不管所用水位计的型式如何,都应满足ISO4373中所列举的要求。

5.5 水尺基面

5.5.1 水尺基面应是公认的基面,如平均海平面,或为了便于使用较低的水位读数而选择的任意基面。通常要求水尺读数不为负值。因此为工作目的而选择的基面必须控制在断流水位高程以下。在受到剧烈冲蚀的地址应当细心选择十分低的基面。

5.5.2 假如使用任意基面,必须用精密水准测量与已知水准高程的水准点相关连,以便当水尺和参考标点都被毁坏时,任意基面能恢复。必须设置永久性的基面,以作为水位记录的唯一基面而为测站长期使用。

5.5.3 水尺零点

水尺零点必须通过一测站水准点与国家基面相关联。水尺零点与测站水准点之间的关系至少每年必须校测一次。水尺零点与其它水尺也必须经常校测。水尺零点必须尽可能保持相同。从测站水准点转测至水尺的不确定度不应超过 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

5.5.4 测站水准点

测站水准点应设立在最大可能地防止扰乱的位置,它必须安全地固定在混凝土块上,或固定在伸至冰冻地面以下某一不受扰乱的高度的类似底座上。应当用精密水准测量与国家测量基面相连接。为了水尺零点与测站水准点之间的精密水准测量易于进行,测站水准点必须设于用往返水准测量进行转移水准测量的地方,或设置在水准有对等的前视和后视的地方。在不可能使水准点与国家测量基面连接的地方,应当在不同的地方,明显地建立几个(最好三处)测站水准点。

5.6 精度

对于水位观测,在某些设备中 $\pm 10\text{mm}$ 的不确定度可能符合要求;在另一些设备中,可能需要 $\pm 3\text{mm}$ 或再好一点的不确定度;但决不能有不不确定度大于 $\pm 10\text{mm}$ 或量程的 $\pm 0.1\%$,无论大于哪一个都不行。

6. 测站的流量测量: 单次测量

下列测量方法最适合于单次测量、少数次的或不常见的流量测量。

6.1 流速面积法

6.1.1 测量方法的原理

测量方法的原理是在明渠水流中测量流速和横断面面积,它们的乘积为流量。下列的推荐方法限于用流速仪和浮标测量流速的情况。

6.1.2 初步勘测

初步勘测必须保证拟建站址的自然特性和水力特性符合ISO748的要求。在不同水流条件下,几种这样的勘测是需要的以保证站址不受高水流时的竖波、水生植物条件和有害的结冰条件等的影响。

6.1.3 站址的选择

6.1.3.1 所选站址必须能够测到可能遇到的或需要测量的整个变动范围和所有流态。

6.1.3.2 下面现象应特别注意:

- a) 杂草生长茂盛的地点应尽可能避免;
- b) 应无旋涡、死水或其它水流反常情况;
- c) 结冰情况严重的地点应尽可能避免。
- d) 在大多数情况下,进入现场的交通应当是畅通的。

6.1.4 常设水文站的勘测

6.1.4.1 初步勘测之后,当选择一个常设站址的合适的测流断面时必须作出地形测量。场地的平面图应当包括:在某固定水位的水面宽度,河道自然边岸,任何明确间断的河岸坡度线及任何人工防洪堤的堤脚和堤顶。

6.1.4.2 河段的详细测量应经过泄洪道扩大到最高预期洪水位以上一个明显的洪水高

程。水准和水深测量的间距应稠密到足以反映河道等高线的任何突然变化。

6.1.4.3 河段的河床应小心地检测有无暗礁和巨石，尤其是在测流断面附近。

6.1.4.4 在用流速仪测量流速的地方，应当在拟定的测流断面上和靠近断面的上下游作试探性的流速测量。当有可能，必须用ISO748中所描述的流速分布图的方法以决定使用精筒测点方法的可行性。

6.1.4.5 当要用浮标作流速测量时，试投浮标应沿河宽紧密地分布。

6.1.5 设计与施工

6.1.5.1 各横断面位置必须用清楚显眼和容易辨认的不变标志标明于河岸。测站水准点应按5.5.4节的规定设立。

6.1.5.2 测站的设计必须以6.1.4节所描述的勘测情况所揭露的特征作为基础。

6.1.5.3 设立水尺是为了校测在测量期间可能发生的水位变化。水尺必须尽可能位于靠近测验河段的地方。在浮标测速情况下，水尺必须位于靠近测量河段的中点。

6.1.5.4 对于一个适宜的观测站址，按照规定，必要的主要要求不能兑现时，可按如下说明改进条件：

a)从主河道溢出的水量损失，常可用修建洪水堤岸以限制水流于指定的泄洪道中的办法来避免。

b)在河岸和河床中次要的不规则性所引起的局部旋涡，可以用以下办法消除：整理河岸使成有规则的河岸线和稳定的坡度，并从河床中搬掉大石块和岩石。

c)不稳固的河岸必须尽量保护，这种保护应向测流断面上下游伸延，其距离最少等于河道两岸宽度的四分之一。在浮标测流情况下整个测流河段都必须保护。

6.1.5.5 在正常测流断面处水深不够ISO748的要求时，或在低水时期流速特别小的地方，流量通常可在同一河段的其它断面处测量。在这些条件下这种断面要适宜一些，但在较大水流时不能符合要求。

6.1.5.6 妨碍测流断面或测流河段视野的树木必须修整或移去。测流断面的视野范围应当充分向上游伸延，使可能损坏仪器的漂浮物在足够的时间内能看得见，以便设备从河中搬移。

6.1.5.7 在交通不便的地方，只要可能，应修筑一条去场地的合适通路，以便为全体工作人员和运送一切仪表和设备的所有车辆，在全天候下，在一切洪水水位期，提供一条安全的通路。

6.1.5.8 站址的所有关键地点应当作出固定的标志，埋入地面以下一深度，保证不受移动。断面标记应设在断面线上，以便校测断面时使水平测量或水深测量易于重复进行。

6.1.5.9 参证水尺

参证水尺应遵照5.4.2节和ISO4373。

6.1.5.10 测站水准点

测站水准点应按5.5.4.1节建立。

6.1.5.11 静水井

静水井的建立应遵照5.4.3节和ISO4373。

6.1.5.12 自计水位计

自计水位计应遵照5.4.4节和ISO4373。

6.1.5.13 缆道与悬吊

缆道与流速仪悬吊方法应遵照ISO4375和ISO3454。

6.1.6 确定性的勘测

6.1.6.1 水位站建立以后，应作一次确定性勘测。

6.1.6.2 对于流速仪测站，应绘出测流断面的标准剖面图，并标明断面标志的位置。在这标准图上，所选择的测量垂线位置应当载出（见ISO748）。断面的河床水深测量应经常校测，如果需要，剖面图应修订。标准剖面（最近的修订）抄件任何时候都应保留在仪器室内。

6.1.6.3 对于浮标测量站，应准备一标准平面图，其上应标明所选浮标航行路线和浮标投放点的位置。平面图的抄件任何时候都应保留在仪器室内。

6.1.6.4 确定性的勘测（根据需要每年至少重复一次）应包括：各高程的精确确定和所有测站设施的相对位置，场地的任何其它关键点或突出地形。它要求各种高程都通过测站水准点与国家测量水准基面连接起来。

6.1.6.5 断面标志间的距离应仔细地确定。

6.1.6.6 在河道宽度允许的地方或河面被冰覆盖的地方，宽度必须用钢尺或用有适当标尺的金属线或其它直接方法进行测量，应细心地实施并作必要地改正（见ISO748）。

6.1.6.7 在不可能直接测量河宽的地方，测量宽度可用视距测量法，电子距离测量仪或任何其它适宜的测量方法。

6.1.6.8 在宽度测量中所计算的不确定度不能超过真值的0.5%。

6.1.6.9 用浮标测量流速的逐个断面间的距离可用相似于以上所述的方法确定，精度也应相似。

6.1.6.10 河道河床剖面图在水流处于低水时期的时候（见ISO748和ISO3454）应很好地沿着每个断面的泓线仔细地定出。

6.1.6.11 用测杆或测绳锤测深时，每测点至少读两次读数，并用平均值。在两次数值相差大于5%（以低值为参考）或10mm（取大值为准）的情况时应取第三次读数。

6.1.6.12 在用回声测深仪校测的地方，应当定期地、经常地在含盐度和水温相同条件下进行。河床剖面图必须用两次导线测量的均值来确定。单点的深度可取自仪器的单个读数（见ISO4366）。

6.1.6.13 当深度参照水面用水深测量来确定时，必须经常观读参证水尺水位读数，以保证全部测量可以改正到同一平面。

6.1.6.14 测深不准确的发生几乎都由于下列情况：

a) 测深杆或测绳锤偏离垂直线。尤其是在深水中，由于水流冲力作用于测绳或测锤上，测绳可能偏离垂直线。偏离（漂流）的程度可用一细的金属线（2.5mm直径或更小）和一流线型测锤使其减小至最低值。

深度的改正可按照ISO748的规定给予这种偏离（漂流）以补偿。

b) 由于测锤或测杆插入河床的麻烦，可安装一基板来减轻。

c) 有巨石或岩石存在时，可采用如上所述的增加测探次数的办法加以减少其影响。