

世界气象组织

---

# 技术规则

第三卷

水文学

2006年版



基本文件No. 2

**WMO - No. 49**

世界气象组织秘书处 — 瑞士 日内瓦  
2006

**© 2006 年，世界气象组织**

**ISBN 92-63-55049-2**

**注**

本出版物采用的标示和提供的材料并不代表世界气象组织秘书处对各国、领土、城市或者地区，或其当局的法律地位、或对其边界划分的观点立场。

2006 年版

### 补编备注表

补编			
编号.	日期	插补	
		插补人	日期
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

## 编辑说明

排版中采用下列格式：

标准规范和程序用半粗体宋体字印刷。

推荐规范和程序用普通宋体字印刷（定义用略大号字体）。

注释用小号普通宋体字印刷，注释文字前有“注”的字样。

# 引言

1. 《世界气象组织技术规则》（WMO - No.49），以下常简称为《技术规则》），以下列三卷本刊出：

卷1——《常用气象标准和推荐规范》

卷2——《国际航空气象服务》

卷3——《水文学》

## 《技术规则》的目的

2. 世界气象组织的《技术规则》按照气象公约条款8（d）由气象大会制定。

3. 《技术规则》的制定是为了：

- (a) 促进世界气象组织各会员之间在气象学和水文学方面的合作；
- (b) 最有效地满足气象应用和水文各领域内的特殊需要；
- (c) 在达到上述(a)、(b)两项目标的过程中，确保他们所使用的规范和程序具有足够的一致性和标准化。

## 《技术规则》的类型和注释

4. 《技术规则》包含标准的规范和程序以及推荐的规范和程序两种。

5. 这两类规则的定义如下：

“标准的”规范和程序：

- (a) 这是各会员都必须遵循或执行的规范和程序，因此
- (b) 它具有技术决议中的必要条件的地位，气象公约第9条（b）款对它们适用；
- (c) 须在英语文本中使用术语shall（须）这个术语以示区别，其含意始终如一，并在阿拉伯、中文、法语、西班牙语或俄语文本中用相应适当的术语表述。

“推荐的”规范和程序：

- (a) 须是希望各会员遵守或执行的规范和程序；因此

(b) 须具有向各会员推荐的地位，气象公约条款9条（b）款对它们不适用；

(c) 须在英语文本中使用should（应当）这个术语以示区别（大会决议另行规定的除外），并在法语、西班牙语或俄语文本中用相应适当的术语表述。

6. 按照上述定义，会员须尽自己最大努力来执行“标准的”规范和程序。根据《公约》第9条（b）款以及按照《总则》第127条的规定，会员须以书面形式将其应用《技术规则》的标准规范和程序的意愿正式通知世界气象组织秘书长，除非他们呈递了专门的修改意见。会员还须至少提前三个月告知秘书长，在他们执行“标准规范和程序”中的任何改动以及这些改变的有效日期（正如事先所通知的那样）。

7. 敦促会员们遵守推荐的规范和程序，但是他们无须向秘书长通告有关非观测项目，除非这些项目包含在C.3.1小节中。

8. 正如在编辑案中所指出的，为了明确各种规则的法律地位，在编排格式上把标准的规范和程序与推荐的规范和程序作了区分。

9. 出于解释之目的，《技术规则》包括了某些注释（前面加了“注”的字样）。例如，注释提及有关的WMO指南和反映真实信息的WMO出版物。这些注释不具有《技术规则》的法律地位。（WMO指南叙述了规范，程序和技术规格，提请会员在各自国家内履行《技术规则》和发展气象和水文的服务中遵循或执行上述规范、程序和技术规格。）

## 附录和附件的法律地位

10. 刊载具有《技术规则》地位的规定材料的WMO出版物（《技术规则》1~3卷除外）作为《技术规则》的附加文件。这些文件，通常也称为“手册”，是根据大会的决定而编制的，目的在于促进《技术规则》在具体领域中的应用。原则上，附加文件可包括标准的和推荐的两种规范和程序。

11. 在《技术规则》或《技术规则》附加文件中称为附件和附录的内容具备与其所涉及的《技术规则》相同的地位。

#### **《技术规则》及其附录的更新**

12. 随着气象学与水文学、气象与水文技术和气象应用的发展，《技术规则》也有必要予以更新。大会以前同意的并在《技术规则》选材时所采用的某些原则援引如下。这些原则给各组成机构，尤其是各专业技术委员会，当处理属有关《技术规则》的问题时提供了指导：

- (a) 专业技术委员会不应当推荐某项规则作为“标准”规范，除非此规则得到大多数的强烈支持；
  - (b) 《技术规则》应包含适当的指导，以便于会员执行有疑难问题的条款；
  - (c) 未经与相关的技术委员会协商，不对《技术规则》作重大修订；
  - (d) 凡由会员或组织机构提交的对这些《技术规则》的任何修订提议，都应当在提交大会之前至少3个月向所有会员通报。
13. 对《技术规则》的任何修订提议均由大会批准。

14. 如果某个相关的技术委员会届会提出修订建议，如果新的规则需要在下一次大会前执行，执行理事会可以根据《公约》第14条（c）款代表本组织批准这一修订。由相关的技术委员会提出的对《技术规则》附加文件中附录的修订建议通常由执行理事会批准。

15. 如果由适当的专业技术委员会提出了变更推荐，并且新规章迫切要执行时，世界气象组织的主席可代表执行理事会采取行动，如《总则》第9条（5）款所述。

16. 就在第49号出版物中更新材料的出版而论，第一卷和第三卷的新版通常是在每届大会之后发行（即：四年一次）。第二卷中的材料由世界气象组织和国际民航组织（ICAO）根据两组织签订的工作协议通过密切合作的方式编写。这一方式同样适用于第二卷新版的发行。在两版相继出版期间，若有必要，可采用增补的方式保持《技术规则》的最新状态。

#### **水文学的技术规则**

17. 《WMO技术规则》的第三卷提出了水文学中的推荐规范和程序。第一卷中所述及的某些规则也满足水文学的需要，在这种情况下，相关的内容在本卷中重新列出。

18. 本卷有一个附录，标题为“水文仪器和观测方法”。

# 目 录

页次

定义 .....	ix
----------	----

## D 部 — 水文学

### D.1 水文信息和警报

[D.1.1]	<b>D.1.1章 — 水文观测网站</b> .....	D.1.1 — 1
[D.1.1.] 1	水文观测站的分类.....	D.1.1 — 1
[D.1.1.] 2	水文观测站网.....	D.1.1 — 1
[D.1.1.] 3	水文观测站的位置.....	D.1.1 — 1
[D.1.1.] 4	水文观测站位置的确认.....	D.1.1 — 2
[D.1.1.] 5	水文观测站的有关信息.....	D.1.1 — 2
[D.1.1.] 6	水文观测站的管理.....	D.1.1 — 3
[D.1.1.] 7	水文观测系统.....	D.1.1 — 3
[D.1.1.] 8	国家水文局的功能和职责.....	D.1.1 — 3
[D.1.2]	<b>D.1.2章 — 水文观测</b> .....	D.1.2 — 1
[D.1.2.] 1	观测的组成.....	D.1.2 — 1
[D.1.2.] 2	水文观测站的观测报告方案.....	D.1.2 — 1
[D.1.2.] 3	观测设备和方法.....	D.1.2 — 2
[D.1.2.] 4	水文资料的采集、处理和出版.....	D.1.2 — 3
[D.1.2.] 5	安全程序.....	D.1.2 — 4
<b>附件 — 符号和单位</b> .....		D.1.2 — 5
[D.1.3]	<b>D.1.3章 — 水文预报和预警</b> .....	D.1.3 — 1
[D.1.3.] 1	通则.....	D.1.3 — 1
[D.1.3.] 2	服务的组织.....	D.1.3 — 1
[D.1.3.] 3	预报和预警程序.....	D.1.3 — 1
[D.1.4]	<b>D.1.4章 — 水文资料传送</b> .....	D.1.4 — 1
[D.1.4.] 1	通则.....	D.1.4 — 1
[D.1.4.] 2	资料传送系统和计划.....	D.1.4 — 1
[D.1.4.] 3	资料传送的组织.....	D.1.4 — 1
[D.1.5]	<b>D.1.5章 — 水质监测</b> .....	D.1.5 — 1
[D.1.5.] 1	通则.....	D.1.5 — 1
[D.1.5.] 2	监测程序.....	D.1.5 — 1
[D.1.5.] 3	监测目标.....	D.1.5 — 1
[D.1.5.] 4	站网设计.....	D.1.5 — 1
[D.1.5.] 5	水质质量参数.....	D.1.5 — 1
[D.1.5.] 6	水样采集.....	D.1.5 — 1

[D.1.5.] 7	野外安全性.....	D.1.5 — 2
------------	------------	-----------

## **D.2 气象为水文服务**

[D.2.] 1	通则.....	D.2 — 1
[D.2.] 2	为水文服务的气象观测.....	D.2 — 1
[D.2.] 3	为水文服务的气象预报和预警.....	D.2 — 1
[D.2.] 4	为水文服务的气候资料的出版和分发.....	D.2 — 2

<b>附件 — 气候统计</b> .....	D.2 — 3
------------------------	---------

## **D.3 水文学出版书目和出版物**

[D.3.] 1	水文学文献和摘要.....	D.3 — 1
----------	---------------	---------

<b>附件 — 水文学的国际十进分类法</b> .....	D.3 — 3
-------------------------------	---------

## **附录 — 水文仪器和观测方法**

定义.....	III - 附录 — 1
I — 直开槽中流速仪的校准.....	III - 附录 — 7
II — 水位测量装置.....	III - 附录 — 11
III — 直接深度探测和悬置设备.....	III - 附录 — 17
IV — 旋转式流速仪.....	III - 附录 — 21
V — 确定流量的预校准堰.....	III - 附录 — 23
VI — 水文站的建立和运行.....	III - 附录 — 25
VII — 水位流量关系的确定.....	III - 附录 — 37
VIII — 流量测量的不确定性的估计.....	III - 附录 — 41
IX — 用量水槽测流量.....	III - 附录 — 45
X — 稀释法测流量.....	III - 附录 — 49
XI — 回波测深仪.....	III - 附录 — 51
XII — 行船法测流量.....	III - 附录 — 53
XIII — 水质量监测.....	III - 附录 — 55



## 定 义

**按:** 下列术语用于《技术规则》第三卷时其含义规定如下。其中某些术语已在第一卷或《全球观测系统手册》(WMO-No.544)中定义过,它们作为附录V出现在《WMO 技术规则》中,但为了方便读者,我们认为很值得在本卷中将其定义重列一遍。这些术语均用星号注出。

**警戒水位 (Alarm level)** 处于或逼近被认为是危险的洪水位并且应开始发警报的水位。

**\*拔海高度 (Altitude)** 一个平面、一个点或考虑为一个点的物体与平均海平面的垂直距离。

**含水层 (Aquifer)** 能产出大量可用水的多孔含水地层。

**\*自动站 (Automatic station)** 仪器进行自动观测传送或记录的台站; 如果需要可直接或在编辑站转换成编码形式。

**流域集水区 (Catchment area)** 其地面径流具有公共出口的一个区域。

**\*气候站 (Climatological station)** 获取气候资料的台站。

**水文气候站 (Climatological station for hydrological purposes)** 为了满足水文上的要求而建在流域内专为扩大现有气候站网的气候站。

**\*专门气候站 (Climatological station for specific purposes)** 为观测一个或一些专门要素而建立的气候站。

**流量 (Discharge)** 在一个单位时间内通过某一过水断面的水的体积。

**流域 (Drainage basin)** (参见 *Catchment area*(**流域集水区**))

**排水洪 (Drainage flood)** 由于雨水降落的速度快于(天然的或人工的)排水系统能带走的速度致使雨水堵在落点或落点附近而造成的洪水。

**\*拔海高程 (Elevation)** 在地面上的或贴地的一个点或水平面测得的离平均海平面的垂直距离。

**河口湾 (Estuary)** 河流在其出口附近的那个通常比较宽阔的区域; 在湾区的上游, 水位是来自上游流量的函数, 在下游, 水位则是潮汐和流入湾区的水体的涌潮的函数。

**暴洪 (Flash flood)** 洪峰流量大而持续时间短的洪水, 其中洪水和它所导致的值得注意的事件之间的时间间隔小于

4 至 6 小时。

**洪泛区 (Flooded area)** 当河川径流超过河道输水能力, 或由于河道下游受阻而造成的积水区。

**预报 (预警) 时效 (Forecast (warning) lead time)** 发出预报 (预警) 和预报要素预期出现之间的时间间隔。

**预报更新 (Forecast updating)** 在获得新的信息时对事件的预报的调整。

**预报检验 (Forecast verification)** 通过对预报误差进行统计分析来确定预报的准确度。

**量器基准 (Gauge datum)** 一个量器的零点相对于某基准水位的垂直距离。

**地下水位 (Groundwater level)** 某时某地含水层的潜水面或测压面的拔海高程。

**地下水站 (Groundwater station)** 获取以下一种或一种以上要素的地下水资料的测站: 水位、水温和其它水的物理和化学特性以及引水和/或回灌的速度和体积。

**水文图 (Hydrograph)** 显示水位、流量或速度, 或某些其它特征随时间变化的图。

**水文公告 (Hydrological advisory)** 关于预期有潜在危险的水文现象的通知。

**水文干旱 (Hydrological drought)** 指一段异常干旱的天气, 持续到足以引起水的短缺, 表现为水流和湖泊低于正常水位和/或土壤亏水以及地下水位下降。

**水文预报 (Hydrological forecast)** 报告指定时段指定地区预期的水文状况。

**水文观测 (Hydrological observation)** 直接测量或估计一个或一个以上的水文要素, 例如水位, 流量, 水温等。

**水文观测站 (Hydrological observing station)** 为水文学目的而进行水文观测或气候观测的场所。

**专项水文站 (Hydrological station for specific purposes)** 为调研水文现象而建立的对一种或多种专门的要素进行观测的水文站。

**水文预警 (Hydrological warning)** 关于预期具有危险性的

水文现象的紧急通知。

**测流站 (Hydrometric station)** 获取以下一种或多种要素的有关河流、湖泊或水库中水的资料的测站：水位、流量、泥沙的输送和沉淀，水温 and 水的其它物理特性，覆冰的特征以及水的化学特性。

**冰预报 (Ice forecast)** 报告指定时段指定地区预期的冰现象。

**巨河 (Large river)** 河口平均年流量超过  $2000\text{m}^3/\text{s}$  或流域超过  $500\,000\text{km}^2$  的河流。

**旁侧入流 (Lateral inflow)** 指沿河、湖或水库任何一段流域来自与该流域相邻接的集水区的水的流入。

**长期水文预报 (Long-term hydrological forecast)** 预报发布日起 10 天以上的时段水情要素未来值的预报。

**大河 (Major river)** 河口平均年流量超过  $100\text{m}^3/\text{s}$  或流域超过  $100\,000\text{km}^2$  的河流。

**中期水文预报 (Medium-term hydrological forecast)** 预报发布日起 2 至 10 天之间时段水情要素未来值的预报。

**\*气象预报 (Meteorological forecast (Forecast))** 报告指定时间或时段、指定地区或空域预期的气象状况。

**\*气象观测 (Meteorological observation (Observation))** 估计或测量一个或多个气象要素。

**\*普通气候站 (Ordinary climatological station)** 一天至少观测一次的气候站，包括每日的极端温度读数和降水量。

**\*降水站 (Precipitation station)** 只观测降水的站。

**观测或读数精度 (Precision of observation or of reading)** 可以直接读取或估计的量器上的最小刻度单位。

**\*基本气候站 (Principal climatological station)** 每小时读取一次数据，或除每小时自动记录制表外每日至少观测三次的气候站。

**基本水文站 (Principal hydrometric station)** 多年观测一个或若干个对刻划物理环境而言比较重要的要素的水文站。

**率定曲线 (Rating curve)** 显示水文站水位和流量之间关系的曲线。

**\*基准气候站 (Reference climatological station)** 拟将其资料用于确定气候趋势的气候站。这需要长时段（不短于 30 年）的同类记录，其中人为的因素引起的环境变化应被保持在最小限度。理想的情况是，该段记录应长得足以分辨出气候的长期变化。

**季节水文预报 (Seasonal hydrological forecast)** 一个季节（通常涉及到几个月或更长的一段时间）水情要素未来值的预报。

**二等水文站 (Secondary hydrometric station)** 只为有限的若干年而建立的用以补充基本水文站基本网的水文站。

**短期水文预报 (Short-term hydrological forecast)** 预报发布之日起 2 天之内水情要素未来值的预报。

**测雪路线 (Snow course)** 设计并永久性标出的一条线路，沿此线在适当时间在相隔一定距离的测站采取雪样或测其雪深。

**积雪 (Snow cover)** 累积在地面上的雪。

**雪深 (Snow depth)** 雪层表面和地面之间的垂直距离；该雪层应当平坦伸展于它所覆盖的地面。

**水位 (Stage)** 河流、湖泊或水库的水面相对于量器基准的垂直距离。

**风暴潮 (Storm surge)** 在气象扰动影响下的实际水位跟若无此气象扰动将会出现的水位之间的差。

**河道流量 (Streamflow)** 流过一条明渠的流量

**不确定性 (Uncertainty)** 期待一个量的真值与一个确定的概率之间的差距范围。

**水量平衡 (Water balance)** 存水的估算是基于这样一个原理，即指定流域集水区或水体某一时间间隔内获得的总水量必须等于失去的总水量加上该流域储存净改变之和。

**积雪水当量 (Water equivalent of snow cover)** 融化积雪后得到的水层的垂直厚度。

**供水量预报 (Water supply forecast)** 指定时段指定地区预期可用水体积的报告，包含相关的时间分布和概率。

**日风程 (Wind-daily run)** 用在观测点测得的风速进行 24 小时积分表示的距离。

## **D 部**

### **水 文 学**

#### **D.1 — 水文信息和警报**

**D.1.1 章 — 水文观测网站**

**D.1.2 章 — 水文观测**

**D.1.3 章 — 水文预报和预警**

**D.1.4 章 — 水文资料传送**

**D.1.5 章 — 水质质量控制**

#### **D.2 — 气象为水文服务**

#### **D.3 — 水文学参考书目和出版物**

## D.1 — 水文信息和警报

### 第 D.1.1 章 水文观测网站

[D.1.1.] 1

#### 水文观测站的分类

[D.1.1.] 1.1

水文观测站应可分为以下几类：

- (a) 水文站；
- (b) 地下水站；
- (c) 水文气候和降水站；
- (d) 专项水文站。

注：一个站可能归属于上面一个以上的类。

[D.1.1.] 1.2

水文气候站应可分为：

- (a) 基准气候站；
- (b) 基本气候站；
- (c) 普通气候站；
- (d) 专项气候站。

注

- (a) 列诸站的定义可查阅《全球观测系统手册》(WMO-No. 554) 第一卷，附件，“气候站”一节。
- (b) 一个站可能归属上述一个以上的类别。

[D.1.1.] 1.3

专项水文站应包括其资料是必需的或被用于如下类目的站：

- (a) 确定流域、湖泊、水库或冰川的水量平衡；
- (b) 测量湖泊和水库上的波和流；
- (c) 测量蒸发和蒸散；

(d) 测量土壤水分；

(e) 确定水的物理和化学特性。

注：一个专项水文站可能同时服务于上述一个以上的目的。

[D.1.1.] 2

#### 水文观测站网

注：关于包括站网密度在内的站网设计方面的指导性说明详见《水文规范指南》(WMO-No.168)。

[D.1.1.] 2.1

每个会员应在其领域内建立一个水文观测站网。

注：测流站网的设计可基于基本和二级站的概念。

[D.1.1.] 2.2

水文观测站网的密度应适于、以与其目的相符的精度来评估水文循环要素和任何区域的其它水文特征。

[D.1.1.] 2.3

在设计水文观测站网时，应计及全球或区域研究项目的需要。有鉴于此，所有河口区年平均流量大于 100

m/s<sup>3</sup>或集水区大于 100 000km<sup>2</sup>的河流均在测定范围。

[D.1.1.] 2.4

在设计国际流域水文观测站网时，应计及各相关 WMO 会员的需要。

[D.1.1.] 2.5

雪深和积雪水当量观测应在选定的水文气候站进行。

[D.1.1.] 3

#### 水文观测站的位置

[D.1.1.] 3.1

每个站都应置于这样一个场地,即它允许仪器能按要求取向和工作,并进行满意的仪器和非仪器观测。

[D.1.1.] 3.2

每个水文站和地下水站都应置于这样一个地方和安排之下,即确保它将连续运行至少 10 年,除非它专为一个短期目标而工作。

[D.1.1.] 3.3

水文气候站应按《全球观测系统手册》(WMO-No.544)第 I 卷第III部分的 2.8.5, 2.8.6 和 2.8.7 条中推荐的原则去选址。

**注:** 为方便起见,特将《全球观测系统手册》第一卷第三分的 2.8.5, 2.8.6 和 2.8.7 条在下面给出\*\*。

[D.1.1.] 3.4

每个专项水文站都应置于这样一个地方和安排之下,即它能在要求的时段内正常运行。

[D.1.1.] 4

**水文观测站的辨认**

一个水文观测站应以其名称和地理坐标来辨认,并且如果可能的话以其所处的主要流域、湖泊、水库或含水层的名字来辨认。

**注:** 用于 WMO 国际水文编码中的水文观测站标号系统参见技术规则附录 2 (WMO-No.306《电码手册》第一卷 第 I.1 节)。

[D.1.1.] 5

**与水文观测站有关的信息**

[D.1.1.] 5.1

每个会员均应保持一份关于他领地内最新的水文站和地下水站以及专项水文站的名录。该名录应包含每个站的如下信

---

\* 2.8 气候站

2.8.5 每个气候站应置于这样一个地方和安排之下,即它将确保该站连续运行至少 10 年,并确保取向保持长期不变,除非它专为一个短期目标而工作。

2.8.6 每个基准气候站应置于一个朝向适当且不变的环境之中,以便能在有代表性的环境下进行观测。测站周围的情况随时间的改变不要达到影响观测序列同质性的程度。

2.8.7 跟气候站拔海高程有关的资料应至少在最接近的 5 米高度内给出,除了气压测站,此时其拔海高程应具体给至最接近的米数。

息(如果适用的话):

- (a) 流域名,河、湖、水库或含水层名,站名及其地理坐标;
- (b) 水位观测参考基准的拔海高程和/或测站拔海高程以及测地线的参考系;
- (c) 用于测地下水的水井处的拔海高程;
- (d) 测站类型(测流,测湖,地下水观测,土壤水分,降水,雪,蒸发,泥沙和化学质量);
- (e) 观测要素;
- (f) 仪器,观测程序和观测时间;
- (g) 高于测站的集水区面积(以 km<sup>2</sup> 为单位);
- (h) 关于人工控制和调节流量或水位以及与冰有关的状况的信息;
- (i) 测站史,包含记录开始,关闭或间断,站名更改,仪器装备或观测程序的改变的日期,以及有关或许在观测中排除或许包括在内的抽水、回灌和复原的信息;
- (j) 运行和监督组织或机构的名称;
- (k) 关于流域或地下水域特征的信息,包括拔海高程、地形、地质、水文、植被、都市发展和主要水资源与排水区的发展,如果适用的话。

[D.1.1.] 5.2

有关水文气候站的信息应按《全球观测系统手册》(WMO-No.544)第 I 卷第III部分的 2.8.4 条中所描述的方式保存。

**注:** 为方便起见,特将《全球观测系统手册》第一卷第三部分的 2.8.4 条在下面给出\*\*。

[D.1.1.] 6

---

\*\* 2.8 气候站

2.8.4 每个会员应保持一份有关其领地上的气候站的最新名录,通常称为元数据,对每一测站给出如下信息:

- (a) 名称和地理坐标;
- (b) 测站拔海高程;
- (c) 当地地形的简单描述;
- (d) 测站类别和观测程序细节;
- (e) 仪器的暴露情况,包括温度表、雨量器和风速表高出地面的高度;
- (f) 测站史(记录开始、场地改变、记录中止或中断、站名更改和观测程序重要更改的日期);
- (g) 监督组织或机构的名称;
- (h) 测站大气压资料参照的基准高度。

## 水文观测站的管理

### [D.1.1.] 6.1

每个会员应安排为其水文站和地下水站每 6 个月至少检查一次以确保仪器的正常工作和保持观测的高标准。水文站和地下水站的量器基准应一年至少核准一次。

**注：** 这些检查独立于日常的仪器和测站的检查和维持，后者对日常的有效工作是非常重要的。

### [D.1.1.] 6.2

对水文气候站的检查应按《全球观测系统手册》（WMO-No.544）第一卷第三部分的 3.1.9 条中所描述的方式进行安排。

**注：** 为方便起见，特将《全球观测系统手册》第一卷第三部分的 3.1.9 条在下面给出\*。

### [D.1.1.] 6.3

对专项水文站的检查应安排得符合专门调研的要求。

### [D.1.1.] 7

## 水文观测系统

### [D.1.1.] 7.1

水文观测系统应包括水文观测站网、观测员、观测装置、观测方法、程序和通信联络。它应按指定计划提供水文观测资料。

### [D.1.1.] 7.2

水文观测计划一般应包括所有主要的水文水平衡组成部分，既涉及量又涉及质（包括河床监视和泥沙输送测量）。

### [D.1.1.] 7.3

每个会员应按国家需要建立和运行水文观测系统。

### [D.1.1.] 7.4

必要时应对水文观测系统进行审核和修正。

### [D.1.1.] 8

## 国家水文局的功能和职责

### [D.1.1.] 8.1

### 通则

---

\* 3.1.9 基本气候站应每年至少检查一次；普通气候站和降水站应每 3 年至少检查一次。可能的话，在冬季应偶或进行一些相关检查。

每个会员应确保具有获取、储存和分发给可持续发展和其水资源管理以及减轻水灾所需要的与水有关的资料的国家能力。

**注：** 关于与水有关的资料和信息的获取的指导性说明详见《水文规范指南》（WMO-No.169）第 5 版。

### [D.1.1.] 8.2

### 组织

组织安排应适合会员的政体、社会-经济和地理特点，以确保在与水有关的资料和水文信息的提供者和用户之间进行高效有力的协作和通讯。在有几个政府行政部门和/或层次分别负责提供或使用信息时，应明确它们的职责和关系并通过适当的行政部门和法律办法来协调它们的全部工作。

**注：** 组织获取与水有关的资料和水文信息的方法的例子可参见《水文局的组织和运行案例汇编》（WMO-No.461）和《水文局的法律基础和作用》（WMO/TD-No.602）。

### [D.1.1.] 8.3

### 功能

大体上，国家水文局的常规功能应包括：

- (a) 协调有责任获取和/或使用与水有关的资料和水文信息的行政部门；
- (b) 确定目前的或未来可能的与水有关的资料和水文信息的用户的需求，包括正在搜集与土地使用和气候变化有关的环境和环境影响资料的其它组织的需求；
- (c) 规定上述需求必然包含的资料标准（准确度、精密度、及时性、可存取性，等等）；
- (d) 设计、建立和运行水文网来测量各种所需资料。“专用”网和“基本”网两者都可能需要，它们可以是互补甚或部分重迭的，但应该是完整的；
- (e) 评估现有网的充分性以确保所收集的资料和信息满足用户的需要；
- (f) 建立质量保证程序，包括员工资格、培训和发展、资料收集和分析方法以及程序的文件汇编、检测仪器的获取与标定，以及报告的审核和批准；
- (g) 开发从观测场地的资料外推到预期观测具有代表性的点或区的方法；
- (h) 采集资料，并通过既检查野外装置又检查野外工作来坚持资料采集过程的质量控制；
- (i) 整理非政府组织、国际组织和私营组织提供的与水有关的资料和水文信息，并确保其未来的易用性。

- (j) 传送、处理和存档资料，并确保质量控制和存档资料的安全；
- (k) 使资料便于用户使用，不论何时、何地 and 以何种形式，只要他们需要。这可能包括（例如）：
  - (i) 传播水文预报和预警；
  - (ii) 出版基础资料年鉴，以书面形式、缩微平片或计算机兼容的形式；
  - (iii) 准备关于水资源的报告，对资料进行综合性分析。这可包括诸如水文图集或地理信息系统中的资料库一类的方式；
  - (iv) 供大众、新闻媒体或学校使用的提供信息或有教育意义的材料；
  - (v) 图样信息；
  - (vi) 支持全球资料中心、国际计划和项目；
- (l) 告知潜在的用户他们可利用的信息，并帮助他们充分利用这些信息；
- (m) 适应或开发与下列几方面有关的新方法新技术：
  - (i) 站网设计；
  - (ii) 观测手段和方法；
  - (iii) 资料传送和处理；
  - (iv) 水文预报；
  - (v) 资料分析、解释和表示；
- (n) 研究水文过程和相关过程，以帮助用户解释和理解资料；
- (o) 稳住老资格的员工并为员工提供培训和发展的机会；
- (p) 加强跟获取与水有关信息或其它相关信息的部门的合作，这些信息包括：水量和水质、泥沙、水文地质用水、地形和土地使用，或气象信息；
- (q) 跟外国水业部门一起参与国际计划和项目；
- (r) 为国家关于环境状况的定期报告提供水文信息；
- (s) 为国家发展进行水资源评估研究；
- (t) 参与水资源项目的规划、开发和管理。

## D.1.2 章

### 水文观测

[D.1.2.] 1

#### 观测资料的组成

[D.1.2.] 1.1

在一个水文站，观测资料应由以下某些或全部要素组成：

- (a) 河、湖或水库的水位；
- (b) 流量；
- (c) 泥沙输送和/或沉积；
- (d) 河、湖或水库中水的温度和其它物理特性；
- (e) 河、湖或水库上覆冰的特征和范围；
- (f) 河、湖或水库中水的化学和生物特性。

[D.1.2.] 1.2

在水文气候站，观测资料应由对定量估计水文循环大气阶段所必需的如下一个或多个要素组成：

- (a) 降水
  - (i) 量；
  - (ii) 出现时间；
  - (iii) 形式（例如，雨、雪、雨夹雪，等等）；
  - (iv) 特点（连续性、间歇性、零散阵雨，等等）；
  - (v) 强度；
- (b) 气温（包括极端温度）；
- (c) 空气湿度；
- (d) 风 — 速度和方向（10 分钟风平均）；
  - 日风程；
- (e) 云量和云型；
- (f) 积雪：
  - (i) 雪深；
  - (ii) 密度；
  - (iii) 水当量；
- (g) 蒸发（用蒸发皿测得）；
- (h) 太阳辐射；

- (i) 日照；
- (j) 土壤温度；
- (k) 大气压力；
- (l) 土壤水分。

[D.1.2.] 1.3

在地下水站，观测资料应由以下一个或多个要素组成：

- (a) 水位；
- (b) 水的温度和其它物理特性；
- (c) 化学特性；
- (d) 引水或回灌速率和体积。

[D.1.2.] 1.4

在专项水文站，观测资料应由与该站目标相符的那些要素组成（参见[D.1.1.] 1.3），可能包括在[D.1.2.] 1.1 和[D.1.2.] 1.2 中列出的某些要素。

[D.1.2.] 2

#### 水文观测站的观测和报告程序

注：除本节的规定之外，关于观测程序方面的指导性说明详见《水文规范指南》（WMO-No.168）。

[D.1.2.] 2.1

在无法自动登记的地方，为水文目的的要素观测应按对该要素和目的而言是恰当的一定间隔进行。

[D.1.2.] 2.2

在一个流域内部一般应遵守观测时间的一致性。

[D.1.2.] 2.3

对于正在发洪水的河流或控制失常的地方，应频繁进行特殊的观测，观测间隔要短到足以画定水文图。

[D.1.2.] 2.4

河、湖和水库水位的报告时间间隔应规定得使之符合拟定的业务用途。

[D.1.2.] 2.5



当河流水位突然上升并具有危险性时,应不顾通常的观测时间而尽快地进行观测和报告,以符合拟定的业务用途。

#### [D.1.2.] 2.6

水文气候站的观测和报告程序应按《全球观测系统手册》(WMO-No.544)第一卷第三部分的 2.8.12, 2.8.13 和 2.8.14 条中所描述的去执行。

注:为方便起见,《全球观测系统手册》第一卷第三部分的 2.8.12, 2.8.13 和 2.8.14 条在下面给出\*。

#### [D.1.2.] 2.7

国际用途的水文信息应是公开的文本或按双边或多边协议使用恰当的编码形式。

注:适用于国际电码交换的规定(《技术规则》,第一卷(1998年版), [A.2.3.]1.1.1)在下面给出\*\*。

#### [D.1.2.] 3

### 观测设备和方法

注:(a) 除本节的规定之外,关于观测设备和方法方面的指导性说明详见《水文规范指南》(WMO-No.168)。

#### [D.1.2.] 3.1

每个成员国应为其测站装备经正确标定的仪器,并应为这些测站遵照适当的观测和测量方法作好安排来确保各种水文要素获得足够精确的测量和观测,以满足水文的需要。

##### [D.1.2.] 3.1.1

设备、器械和用于检定流速仪的程序的规范详见附录 1, 第 1 节 — “直开槽中流速仪的检定”。

##### [D.1.2.] 3.1.2

测量水位的装置应符合附件, 第II节 — “水位测量装置”中给出的规定。

#### \* 2.8 气候观测

2.8.12 每个会员应将任何气候站的那种观测按协调世界时(UTC)或地方平均时安排在终年不变的固定小时进行。

2.8.13 当一个气候站要进行两次或更多次观测时,应安排在能反映气候要素重要日变化的时间进行观测。

2.8.14 当气候观测时间网络改变时,应在老观测时间和新观测时间对有代表性的测站组成的骨架站网在一段覆盖该地区主要气候时期的时间内进行同步观测。

#### \*\* [A.2.3.]1.1.1

用于国际交换的编码信息须采用《编码手册》(WMO-No.306)第一卷附件II中指定的恰当国际电码形式。

注:仅限于在一个会员和另一个会员之间交换的编码信息可按双边协议采用其它的形式。

2006 年版

#### [D.1.2.] 3.1.3

测量水深和悬挂流速仪与沉降物取样器的设备应符合附录, 第III节 — “探测和悬置设备”和第XI节 — “回波测深仪”中给出的规定。

#### [D.1.2.] 3.1.4

旋转元流速仪的业务要求、构造、定标和维护应遵照附件, 第IV节 — “旋转式流速仪”中的规定。

#### [D.1.2.] 3.1.5

采用堰测量流量的功能要求应遵照附件, 第V节 — “确定流量的预校准堰”中的规定。

#### [D.1.2.] 3.1.6

采用引水槽测量流量的功能要求应遵照附件, 第IX节 — “用量水槽测流量”中的规定。

#### [D.1.2.] 3.1.7

采用稀释法测量明渠流量的条件和要求应遵照附件, 第X节 — “稀释法测流量”中的规定。

#### [D.1.2.] 3.1.8

采用行船法测流量的设备和功能要求应遵照附件, 第XII节 — “行船法测流量”中的规定。

#### [D.1.2.] 3.2

每个会员应有使用沉淀实验室的机会,该实验室具有两大功能:

- (a) 确定从河流中采集到的样品的悬浮沉降物的浓度;
- (b) 确定悬浮沉降物、河床物质和水库沉降物的颗粒尺寸分布。

#### [D.1.2.] 3.3

测量一个新场地的流量的方法应根据由该场地不同位置和深度水速观测所确定的河流特征来进行选择。

#### [D.1.2.] 3.3.1

测量流量的水文站的建立和运行应符合附件, 第VI节 — “水文站的建立和运行”中的规定。

#### [D.1.2.] 3.4

测流站流量测量的次数应适于确定该站所有时间的率定曲线。

#### [D.1.2.] 3.4.1

确定一个站水位-流量关系(率定曲线)的方法应遵照附件, 第VII节 — “水位流量关系的确定”中的规定。

## [D.1.2.] 3.5

在河流、港湾、湖泊、水库和地下水位观测结果中的不确定性应不超过：

- (a) 一般，10mm，置信度为 95%；
- (b) 困难条件下，20 mm，置信度为 95%。

## [D.1.2.] 3.6

河流流量的测量精度应与流动和当地条件相称。流量测量的百分率不确定性应不超过：

- (a) 一般，5%，置信度为 95%；
- (b) 困难条件下，10%，置信度为 95%。

## [D.1.2.] 3.7

估算流量测量不确定性的方法应遵照附件，第VIII节 — “流量测量不确定性的估计”中的规定。

## [D.1.2.] 3.8

河流、湖泊、水库和地下水中的温度观测的不确定性应不超过：

- (a) 一般，0.1℃，置信度为 95%；
- (b) 困难条件下，0.5℃，置信度为 95%。

## [D.1.2.] 3.9

水文气候站上进行的观测应符合一般与此种观测相关的精度要求。

**注：**关于气候站观测仪器和方法的指导性意见详见《气象仪器和观测方法指南》(WMO-No.8)。

## [D.1.2.] 3.10

积雪深度和水当量应在永久性标定的区域或每年均进行测雪的雪道上测量。这种区域或雪道应位于这样的地方以便提供一个流域广大范围内积雪的水当量的可靠指标。

## [D.1.2.] 3.11

悬浮沉降物样品应采得使其浓度能真正代表整个河流断面的平均悬浮沉降物浓度。

## [D.1.2.] 4

**水文资料的采集、处理和发表**

**注：**关于水文资料采集、处理和发表的指导性意见详见《水文规范指南》(WMO-No.168)。

## [D.1.2.] 4.1

每个会员应采集并保存其水文记录。

## [D.1.2.] 4.2

每个会员应就采用自动资料处理设备对其水文资料加以反演和分析作出必要的安排。

## [D.1.2.] 4.3

每个会员应在其档案中保存一份其领土上取得的水文资料的最新清单。

## [D.1.2.] 4.4

用于处理水文资料以便国际交换的时间单位应从下列几种中选取：

- (a) 公历年；
- (b) 公历月；
- (c) 按时区从午夜到午夜的平均太阳日，如果资料允许的话；
- (d) 若系国际流域或同类区域的流域，则按相互间的协议采用其它时段。

## [D.1.2.] 4.5

从一批选出的水文站和地下水站计算以下所有或大部分资料的总和或平均时应相对于每一个月或年来进行：

- (a) 河流、湖泊、水库水位或地下水水位；
- (b) 流量；
- (c) 沉降物输送；
- (d) 水温；
- (e) 水的化学特性。

## [D.1.2.] 4.6

对于所选的水文站应处理每年的如下特征量：

- (a) 水位和流量的最大瞬时和最小日平均值；
- (b) 平均日水位和/或平均日流量的统计频数；
- (c) 平均周悬浮沉降物流量；
- (d) 河流化学成分浓度的测量值。

## [D.1.2.] 4.7

对于选定的地下水站应处理每年的如下特征量：

- (a) 水位的最大和最小值；
- (b) 平均日水位的统计频数；
- (c) 水中化学成分浓度的测量值。

## [D.1.2.] 4.8

会员应计算其领土内至少有 10 年连续记录的选定的水文观测站某些要素的长期年和月平均。

## [D.1.2.] 4.9

每个会员应确保适当形式的水文资料年鉴的出版。

注：月报告加上一个年度概要可以构成一个年度报告。

## [D.1.2.] 4.9.1

当一个测站同属两个或更多个类（参见[D.1.1.]1.1中的注）时，从这种测站选出的资料应按每个适当的类出版。

## [D.1.2.] 4.9.2

包含在年出版物中的信息应由下列内容组成：

- (a) 对每一个水文站和地下水站列出一张表，给出（如果有的话）：
- (i) 河、湖、水库或含水层的名称、站名和地理坐标；
  - (ii) 观测参考基准的海拔(以米为单位)；
  - (iii) 高于测站的流域面积（以 km<sup>2</sup> 为单位）；
  - (iv) 测站类别和观测程序细节，包括观测时间；
  - (v) 仪器；
  - (vi) 记录；
  - (vii) 主要上游引水和人工控制的信息；
- (b) 若干表格，包含水文资料及其统计特征（如果有的话）。

## [D.1.2.] 4.9.3

凡出版长期平均资料时，应指出它们平均的时段。

## [D.1.2.] 4.9.4

如果出版物的主要语言不是英语、法语、俄语或西班牙语，

所有表格的标题均应采用这些规定的语言之一，或采用国际认可的符号或字母（关键性图表可能足以说明问题）。

注：虽然阿拉伯语和汉语也是 WMO 的规定语言，但大会尚未批准它们在 WMO 工作中全面使用。

## [D.1.2.] 4.10

除非 WMO 惯例另有所指，会员应在科学出版物和其它科学文件中使用“国际单位制”（SI 单位），正如“国际标准化组织（ISO）”所规定的那样。

注：关于这种单位的使用的指导性说明可参见《国际气象表格》（WMO-No.188）和《ISO 标准手册 2》（1979）中的“测量单位”。

## [D.1.2.] 4.10.1

水文上使用的建议符号和单位应与“附件”中给出的一致。

## [D.1.2.] 5

**安全程序**

## [D.1.2.] 5.1

每个会员须确保在其所有活动中对完善的安全程序予以详细说明、形成文件并付诸实施。

## [D.1.2.] 5.2

须制定国家安全程序手册，突出适合该国环境的独特的预防措施和惯常做法。这些程序亦必须满足该国包括法律、卫生和安全编码在内的所有要求。

注：除本节的规定之外，各国可参考《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，该指南包含了详细的有关安全程序方面的指导性意见。

## 附 件

(参见[D.1.2.] 4.10.1)

### 符号和单位

注：表中的国际符号已在适当处使用过并在最后一列中用 ISO 注明（符号的修饰符参见表 1.4）。

表 1.1  
建议符号和单位

项	要素	符号	单位	注
1	重力加速度	$g$	$\text{m/s}^{-2}$	ISO
2	反照率	$r$	表成十进小数	
3	面积（横截） （流域）	$A$	$\text{m}^2$ $\text{km}^2$	ISO ISO 亦用 ha
4	化学质量		mg/l	(对稀薄溶液) 亦用 ppm
5	谢才系数 $\left[ \nu / (R_h S)^{\frac{1}{2}} \right]$	$C$	$\text{m}^{\frac{1}{2}} / \text{s}$	ISO
6	输水因数	$K$	$\text{m}^3/\text{s}$	ISO
7	度日	$D$	度日	
8	密度	$\rho$	$\text{kg m}^{-3}$	ISO
9	深度、直径 厚度	$D$	m cm	ISO
10	流量 （河川径流） （井） （单位面积- $Q/A$ ，或部分）	$Q$ $Q_{we}$ $q$	$\text{m}^3/\text{s}$ l/s $\text{m}^3/\text{s km}^2$ l/s $\text{km}^2$	ISO ISO
11	降落	$S$	m cm	
12	动力粘性系数	$\eta$	Pas	
13	蒸发	$E$	mm	
14	蒸散	$E_T$	mm	
15	弗劳德数	$F_r$	无量纲数	ISO
16	高程水头	$Z$	m	ISO

项	要素	符号	单位	注
17	压力水头	$h_p$	m	
18	静水头 $=z+h_p$	$H$	cm m	ISO
19	总水头 $=z+h_p+h_v$	$H$	m	ISO
20	流速水头 $=v^2/2g$	$h_v$	cm m	
21	导水系数 (渗透率)	$K$	cm/s	亦用 m/d
22	水力扩散 $=TC_s^{-1}$	$D$	cm <sup>2</sup> /s	
23	水力半径 $=A/P_w$	$R_h$	M	ISO
24	冰厚	$d_g$	cm	
25	入渗	$F$	mm	
26	入渗率	$I_f$	mm/h	
27	内渗透率	$K$	10 <sup>-8</sup> cm <sup>2</sup>	
28	运动粘滞系数	$\nu$	m <sup>2</sup> /s	ISO
29	长度	$L$	cm m km	ISO
30	满宁系数 $=R_h^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}/\nu$	$N$	s / m <sup><math>-\frac{1}{3}</math></sup>	ISO
31	质量	$M$	kg g	ISO
32	孔隙率	$n$	%	需要时亦可用 $\alpha$
33	降水	$P$	mm	
34	降水强度	$I_P$	Mm/h	
35	压力	$p$	Pa	亦用 mb 或 mbar 亦见“压力水头”
36	辐射* (单位面积辐射能量)	$R$	J/m	
37	辐射强度* (单位面积通量)	$I_R$	J/m <sup>2</sup> s	
38	影响半径	$r_I$	m	
39	退水系数	$C_r$	表为十进小数	
40	相对湿度 (水分)	$U$	%	
41	雷诺数	$Re$	无量纲数	ISO
42	径流	$R$	mm	

\*一般术语：详细术语与符号请参看《气象仪器和观测方法指南》(WMO-No.8)

项	要素	符号	单位	注
43	含沙率	$c_s$	$\text{kg/m}^3$	亦用 ppm
44	输沙量	$Q_s$	t /d	
45	切变应力	$\tau$	Pa	ISO
46	坡降（水力，流域）	$S$	无量纲数	ISO
47	积雪	$A_n$	%	
48	雪深	$d_n$	Cm	
49	融雪水	$M$	Mm	一般指每日融雪水
50	土壤水分	$U_s$	% 体积	亦用 % 质量
51	土壤缺水量	$U_s'$	Mm	
52	比容= $Q_{we}/m$	$C_s$	$\text{m/s}^2$	
53	比电容	$k$	$\mu\text{S/cm}$	在 $\theta = 25^\circ\text{C}$ 时
54	产水率	$Y_s$	表为十进小数	
55	库容	$S$	$\text{m}^3$	
56	库容系数（地下水储量系数）	$C_s$	表为十进小数	
57	日照率	$n/N$	表为十进小数	实际 ( $n$ ) /可能 ( $N$ ) 小时
58	表面张力	$\sigma$	N/m	ISO
59	温度	$\theta$	$^\circ\text{C}$	ISO 亦用 t
60	可溶性固体总量	$m_d$	mg/l	（对于稀溶液） 亦用 ppm
61	输水率	$T$	$\text{m}^2/\text{d}$	
62	水汽压	$e$	Pa	亦用 mb 或 mbar
63	速度（水）	$v$	m/s	ISO
64	体积	$V$	$\text{m}^3$	ISO
65	雪的水当量	$w_n$	mm	
66	韦伯数	$We$	无量纲数	
67	湿周	$P_w$	m	
68	宽度（截面，流域）	$b$	$\frac{\text{m}}{\text{km}}$	ISO
69	风速	$u$	m/s	亦用 km/h, kn (或 kt)

表 1.2  
其它符号

项	要素	符号	注
1	浓度	$c$	ISO
2	系数（一般）	$C$	ISO
3	差	$\Delta$	ISO, 值用同一单位表示
4	内流	$I$	
5	滞后时间	$\Delta t$	各种单位
6	负载	$L$	
7	数目	$m$	ISO
8	外流	$O$	
9	回灌	$f$	（参见表 1.1 “入渗”）
10	总数	$N$	

表 1.3  
表 1.1 中使用的单位

项	单位	符号	注
1	厘米	cm	ISO
2	日	d	ISO
3	摄氏度	°C	ISO
4	克	g	ISO
5	公顷	ha	
6	小时	h	ISO
7	焦耳	J	ISO
8	千克	kg	ISO
9	千米	km	ISO
10	节	kn, kt	
11	升	l	ISO
12	米	m	ISO
13	微西门子	$\mu S$	
14	毫巴	mb, mbar	ISO
15	毫克	mg	ISO
16	毫米	mm	ISO
17	分	min	ISO
18	牛顿	N	
19	百万分率	ppm	ISO
20	帕	Pa	
21	百分率	%	ISO
22	秒	s	ISO
23	公吨	t	ISO
24	年	a	

表 1.4  
用作表 1.1 中符号的下标的修饰符

项	修饰符（下标）	符号	注
1	实际的（或测得的）	—	符号之下的一横道
2	空气	a	
3	基底	b	
4	河道	ch	
5	计算的	c	
6	临界的	cr	
7	水力的	h	
8	冰	g	
9	初始的	o	
10	强度（率）	i	
11	限制的（或影响的）	l	读“零”
12	极大值	max	
13	平均值	—	
14	极小值	min	
15	观测值	ob	
16	地面	ov	
17	压力	p	
18	退水	r	
19	泥沙，土壤，表面，比率的	s	
20	雪	n	ISO—符号之上的一横道
21	次表层的	ss	
22	随时间的（或在指定时间）	t	
23	示踪物	tr	
24	水汽	e	
25	速度	v	
26	水，浸水	w	
27	井（管井）	we	



## D.1.3 章

### 水文预报和预警

[D.1.3.] 1

#### 通则

每个会员应保证发布水文预报和预警以保护人们避免危险性的水文环境并满足水管理业务的需要。

注：关于水文预报原理和规范方面的指导性说明详见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，E 部分。

[D.1.3.] 2

#### 部门的组织

水文预报部门应以这样一种方式组织，即能保证所有它的处室和中心之间以及本预报部门和负责提供气象资料和预报的部门之间能实现高效的协调和通讯，包括数据采集和水文资料的交换。当它们是分离的组织时，“水文局”和“气象局”之间的责任和权限的划分应清楚地界定。

注：关于水文预报部门的详细信息可参看《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，第 41.4 节。

[D.1.3.] 3

#### 预报和预警程序

[D.1.3.] 3.1

##### 发布的预报、预警和公告的种类

[D.1.3.] 3.1.1

水文预报应按预报时段分成以下几类（参见定义）：

- (a) 短期水文预报（2 天以内）；
- (b) 中期水文预报（2 至 10 天）；
- (c) 长期水文预报（10 天以上）；
- (d) 季节期水文预报（几个月）。

[D.1.3.] 3.1.2

发布的预报应包括如下一些基本水文要素：

- (a) 指定时间的水位（河/湖水水位）；还有速度和流量（若有航行、供水和/或其它需要时）；

- (b) 在汛期，水位上升高于警戒水位的时间、洪峰水位（速度和/或流量）及其出现时间；

- (c) 河、湖和水库上的冰情；

- (d) 各时段（丰水期和枯水期，月，季，年）径流的总量和时间分布，以及有关的概率（若有的话）；

- (e) 异常低的水位或流量（干旱形势）；

- (f) 在河口区、海岸区、大湖和大水库上的风暴潮和浪高；

- (g) 选定的水质参数。

注：参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，第 41.2 节。

[D.1.3.] 3.1.3

常规发布的水文信息如下：

- (a) 关于实际水情的信息，包括河、河口区、海岸区、湖和水库的水位、流量和水质参数；冰情；地下水位；土壤水分；降水；积雪的水当量（视情况而定）；
- (b) 评估易于导致高水位高径流的水文状况；
- (c) 评估可能预示未来干旱形势的水文状况。

[D.1.3.] 3.2

##### 资料要求

站网应设计成计及水文预报的特殊需要。每个会员应为及时收集和分发资料作出安排，这些资料是准备[D.1.3.] 3.1 中指出的预报和公告所必需的。

[D.1.3.] 3.2.1

##### 资料的收集和传送

水文资料测量精度和频度应与《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，第 6 章中所列的一致。

注：

- (a) 亦可参见《技术规则》D.1.1, D.1.2 和 D.1.4 章。
- (b) 水文预报有特殊的网络和资料收集要求。有关资料收集和传送方面的指导性说明详见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版 C 部

分以及《HOMS 参考手册》E 节和 F 节。

(WMO-No.646) 以及《HOMS 参考手册》J 节和 K 节。

#### [D.1.3.] 3.2.2

##### **气象资料**

用于水文预报的气象资料所需的测量精度和频度应与 [D.2.] 2.3 中指出的一致。

#### [D.1.3.] 3.2.2.1

##### **降水资料与定量降水预报 (QPF)**

应向水文预报员有规律地提供 QPF, 它们在洪水期间应频繁更新。制作 QPF 的预报员应拥有所有目前的降水观测资料, 包括主要为水文目的而作的观测。

#### [D.1.3.] 3.2.2.2

##### **降水以外的气象观测和预报资料**

水文预报员应得到标准时间的下述几种气象信息, 资料和预报:

- (a) 温度, 包括:
  - (i) 目前的资料;
  - (ii) 突然的和大的变化的预报;
  - (iii) 异常高或低温度的预报;
- (b) 风, 包括:
  - (i) 目前的资料;
  - (ii) 异常大风的预报;
  - (iii) 风向突变的预报 (如果在水文上很重要的话);
- (c) 跟蒸散计算有关的气象资料:
  - (i) 太阳辐射或百分数日照;
  - (ii) 露点温度或相对湿度;
  - (iii) 观测到的蒸发皿蒸发。

#### [D.1.3.] 3.3

##### **方法的选择**

选择方法时, 水文预报部门应考虑到预报的需要、可用资源, 以及其它诸如通过过去 20 年来用过的方法的调研和相互比较所取得的经验等。

注: 关于水文模式的有关性能和资源要求方面的信息可参看《水文规范指南》(WMO-No.168) 第五版 3.3.2, 第 34、39.1、39.2、39.3 章和第 43 章, 《业务水文预报概念模式的相互比对》(WMO-No.429) 和《融化雪水径流模式的相互比对》

#### [D.1.3.] 3.4

##### **行政考虑**

#### [D.1.3.] 3.4.1

##### **QPF 在水文预报中的使用**

#### [D.1.3.] 3.4.1.1

水文预报应基于这样一个原则, 即组合观测的和预报的雨量的提供最及时最精确的预报。

#### [D.1.3.] 3.4.1.2

在水文预报中使用 QPF 的决定应是一个依据跟预报事件有关的如下水文信息而作出的业务决定:

- (a) QPF 在总量、位置和时间分布方面的概然误差;
- (b) 这种误差如何通过水文预报方法传播并影响水文预报的精度;
- (c) 预报的用户如何受不同的预报时效和不同的预报精度水平的影响。

#### [D.1.3.] 3.4.2

##### **预报调整**

水文预报更新应采用这样的方式来进行, 即要充分利用预报员的知识和判断。可能的话, 应采用自动调整技术来促进预报调整过程。

注: 关于预报调整技术的信息可参见《水文规范指南》(WMO-No.168) 第五版 43.10 节和《HOMS 参考手册》J 节。

#### [D.1.3.] 3.4.3

##### **水文预报中的不确定性**

水文预报部门应建立有关水文预报及其概然误差表示方式的管理规范。该部门亦应从事各种必要的教育活动来确保预报用户不但理解预报, 而且也理解其概然误差。

#### [D.1.3.] 3.5

##### **暴洪与风暴潮**

在暴洪与风暴潮带来问题的地方, 水文预报部门应集中提供必要的自动化技术和管理程序来实现:

- (a) 野外观测资料向预报台的快速传送;
- (b) 预报的快速计算;
- (c) 预报向最终用户的快速发送。

该部门应毫不拖延地提供广泛的暴洪或风暴潮的前兆以制作精确的、位置很具体的预报。

#### [D.1.3.] 3.6

##### **排水淹灌**

在出现排水淹灌和旁侧入流的地方，应弄清有可能引起问题的雨强。当这种雨强正在出现或即将达到时应发出警报。水文预报部门应确保所有有关人员，包括用户，都理解排水淹灌跟河流和风暴潮引起的淹灌之间的差别。

#### [D.1.3.] 3.7

##### **垮坝**

水文预报部门应对其所辖地区的坝进行全面考察。对那些其故障会导致广泛的财产损坏和/或生命损失的坝，应根据各种假设的故障，包括可能最坏的情形，事先计算下游的最高洪水水位线和警戒水位。这些应当可以直接应用于故障的发展过程中。

**注：**关于大坝故障导致的洪水过程线演算方面的技术信息可参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版 44.3.3 节和《HOMS 参考手册》J 节和 K 节。

#### [D.1.3.] 3.8

##### **河口区和海岸带**

在跟河口区或海岸相邻的陆区易遭淹灌之害的地方，或河口区的极端水位和/或流量影响航行活动的地方，应发布河口区水位和/或流量的预报。

**注：**关于河口区预报技术方面的信息可参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版 43.8 节和 44.4 节。一个面临河口区问题而没有能力对其运用动力演算的部门可通过运用涉及上游流量、外海大浪和河口区水位的经验图形关系得到合适的结果。

#### [D.1.3.] 3.9

##### **枯水流量预报**

#### [D.1.3.] 3.9.1

##### **供水预报**

有必要时应制作河流的长期预报（通常是月或季预报）以使供水系统能高效运行。通常这种预报需要考虑未来的天气，因此一般它们是以概率术语给出的。

**注：**

(a) 关于用于制作供水预报的方法的信息可参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，44.5。

(b) 利用对连续水流模式的随机输入或基于历史资料的模式输出概率

分析进行供水预报的方法，在《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，43.11 和 44.5 中有所论及。

#### [D.1.3.] 3.9.2

##### **干旱预报**

水文预报部门应对可能预示水文干旱早期开始的形势时刻保持警觉，并定期发布其对该形势的评估报告。

**注：**参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，35.4 和 35.5。

#### [D.1.3.] 3.10

##### **寒冷地区的现象**

#### [D.1.3.] 3.10.1

##### **雪**

**注：**参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，第 45 章（融雪预报）和 42.6.2 节（遥感）。

(a) 在降水可以雪或雨下落的地区，报告的程序应确保降水性质以及降水量均报告给预报员；

(b) 在流域中的可以抵达的部分，雪的监测必须经常进行以维持对积雪形势的连续的定量评估。

#### [D.1.3.] 3.10.2

##### **冰情预报**

**注：**参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，第 46 章。

水文预报部门应确定哪些河段有结冰和形成冰酱的倾向。在寒冷天气，应对这种地区进行定时察看。亦应对吃水线上冰酱预期的后果进行评估。

#### [D.1.3.] 3.11

##### **预报传播**

水文预报部门不但应关心预报和预警的制作，也应关心它们向最终用户的传播和它们易懂的表示形式。应制定出通知公众和各种重要团体的特别紧急计划。

**注：**关于传播方法和有待考虑的事情的一个讨论可参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，41.5

#### [D.1.3.] 3.12

##### **预报评价/检验**

水文预报部门应经常监视其输出信息的质量。这种监视应将重点放在发给可能用户的预报值上，因此评价应基于它们的精度和及时性，以及预报和预警发出后的反应。

**注：**关于业务预报检验的信息可参见《水文规范指南》（WMO-No.168）第五版，41.3 和 41.3.1。

[D.1.3.] 3.13

**用户教育**

水文预报和预警（特别是洪水预报）的价值取决于接受者的理解和响应程度。为了确保对洪水预报，特别是暴洪的正确

响应，应设立一个公众的继续教育课程，内容涉及洪水预报的判读和有待采取的适当行动。

[D.1.3.] 3.14

**国际流域**

有关国际流域水文预报和预警的交换应依据双边或多边协议加以组织（参见[D.1.2.] 2.7）。

## D.1.4 章

### 水文资料传送

[D.1.4.] 1

#### 通则

[D.1.4.] 1.1

每个会员应确保满足国际需要所必须的水文观测资料的传送。

[D.1.4.] 1.2

用于水文资料、预报和预警国际交换的传送设施应在双边或多边协议的基础上加以安排（参见[D.1.2.]2.7 的“注”）。

[D.1.4.] 1.2.1

水文资料国际交换应采用“世界天气监视网（WWW）全球电信系统（GTS）”，如果经济实用的话。

**注：**对于非实时水文资料的传送可能别的系统更合适。

[D.1.4.] 2

#### 资料传送系统和规划

[D.1.4.] 2.1

资料传送系统应包括电信设施，它们传送、转发和收集来自水文观测系统的资料并将经处理的资料分发给用户。

[D.1.4.] 2.2

水文资料传送规划应包括关于传感器互联、电信装备、资料格式化、操作人员和操作程序的条款。

[D.1.4.] 2.2.1

水文资料传送规划按要求应经审核和修订。

[D.1.4.] 3

#### 资料传送的组织

[D.1.4.] 3.1

每个会员应确保国家水文资料传送设施既符合国家需要又符合按双边或多边协议达成的要求。

[D.1.4.] 3.2

每个会员应确保技术特点和操作方法跟区域电信网络和相关规划协调一致。

[D.1.4.] 3.3

每个会员应确保收集本国领土上的水文和有关气象观测资料，并且需要的话，根据双边或多边协议确保接收一个或多个其它成员国的这类资料。

[D.1.4.] 3.4

每个会员应确保资料和处理后的最终信息分发到它的用户，并且需要的话，根据双边或多边协议分发到其它会员。

[D.1.4.] 3.5

每个会员应根据：

- (a) 国家需要，在其水文局和国家气象中心（NMC）之间建立电信链路；
- (b) 国际交换的需要，为使用 GTS 而通过 NMC 建立电信链路。

## D.1.5 章

### 水质监测

[D.1.5.] 1

#### 通则

每个会员应根据国家需要制定一个水质监测计划。

**注：**关于建立水质监测计划方面的指导性说明详见本《规则》的附录 1，第 13 节，以及《水质监测手册》（WMO-No.680）。

[D.1.5.] 2

#### 监测计划

水质监测计划应由若干相互关联的成分组成：

- (a) 水质法规和政策；
- (b) 计划的目标；
- (c) 计划的设计；
- (d) 野外活动；
- (e) 实验室活动；
- (f) 资料管理；
- (g) 资料分析；
- (h) 质量保证程序；
- (i) 判读文件和报告的生成；
- (j) 信息利用和决策。

[D.1.5.] 3

#### 监测目标

水质监测计划的目标应采用该计划拟分送的“产品”的术语来规定，并应直接与目前的法规、政策和优先权等方面规定的责任以及现有基础和资源挂钩。

[D.1.5.] 4

#### 站网设计

**注：**水质监测亦可通过下述方法来实现，即运行一个战略定位的长期站网（基本网），必要时辅以中级站（二级网）一段时间的检验，包括监测偶然发生的水体污染。

站网须根据计划的监测目标来设计，并须跟现有的水文站网相配套。

[D.1.5.] 5

#### 水质参数

[D.1.5.] 5.1

河、湖/水库和地下水被监测的水质参数应根据先前的试点研究来进行选择。基本参数已列于本附录第 13 节的表中。

[D.1.5.] 5.2

应采取特殊的预防措施来保持为实验室分析而储存和运送期间样品的完整。

**注：**包括导电率、pH、溶解氧、温度、颜色、含沙量和透明度在内的某些参数的质量在储存期间可能会改变，因而应“实地”或在野外取样后尽快测量。

[D.1.5.] 6

#### 水样的采集

[D.1.5.] 6.1

采什么类型的地面水样应取决于：

- (a) 计划的目标，包括感兴趣的参数和所要求的精度和准确性；
- (b) 所研究的系统的特点，包括流态、支流、地下水渗滤、水体的均质性、气候状况、人为影响和存在水生生物等。

**注：**

- (a) 已定义了三种水样：随机或离散的；积深式的；和综合的。
- (b) 一般取样指导原则可参见附录，第 13 节，13-3.2 段。

[D.1.5.] 6.2

地下水样应取自机井或自流井。在露天井或水样需取自指定深度的地方，应使用小口径的随机采样器。

[D.1.5.] 6.3

在采集供放射性测量的样品时，应采取预防措施来避免在容器壁或悬浮物质上的吸收。

**注：**可采用的容器材料包括聚丙烯、聚乙烯或特氟隆。

[D.1.5.] 6.4

用以生物分析的采样需要专门的采样器和程序，应按附录，第 13 节，第 13-4.3 段中给出的建议进行。

[D.1.5.] 6.5

大气沉积物测量的采样准则可参见附录，第 13 节，第 13-4.4 段。

[D.1.5.] 6.6

泥沙测量的采样准则可参见《泥沙输送测量业务方法手册》（WMO-No.948）。

[D.1.5.] 6.7

对于位于一条河或溪流的非均质河段的采样场地，样品应在河道的截面按一定数目的水平点和深度采取。

[D.1.5.] 6.8

采样频次应根据资料的可变性、测量的集中程度和发觉的变化来决定。

[D.1.5.] 7

**野外安全性**

野外人员应培训成能识别潜在的形势并采取必要的措施将危险减至最小限度。

**注：**除了物理危险之外，样水还可能包含化学和/或生物物质，它们可能是有害的，应避免跟皮肤接触。在处理污水和工业废水时必需采取特别的预防措施。

## D.2 — 气象为水文服务

[D.2.] 1

### 通则

每个会员应确保满足水文要求所必需的气象信息的分发是可靠的、有规律的、并且适合明白而确定的要求的。

[D.2.] 2

### 为水文服务的气象观测

[D.2.] 2.1

每个会员应分发那些分析流域对气象条件变化的响应时需要的测站气象的观测资料。

[D.2.] 2.2

为水文目的的这种测站气象观测资料按要求应涉及一个或若干个在[D.1.2.]1.2 中列出的气象要素。

[D.2.] 2.3

为水文目的的气象要素的观测精度和为水文预报目的的报告间隔应是：

[D.2.] 3

### 为水文服务的气象预报和预警

[D.2.] 3.1

会员应确保为水文服务提供的气象预报和预警能满足水文预报员的日常需要。

[D.2.] 3.2

为水文而制作的预报预警方案应包括：

(a) [D.2.] 2.3 节所列的气象信息种类。预报应定时而且详细，尽最大可能指明局地的和区域的变化程度。

要素	精度	为水文预报目的的报告间隔
(a) 降水—量和形式*	±2mm, 若小于 40mm ±5%, 若大于 40mm	6 小时**
(b) 雪深	雪深 ±2cm, 若小于 20cm ±10%, 若大于 20cm	日
(c) 积雪水当量	±2mm, 若小于 20cm ±10%, 若大于 20cm	日
(d) 气温	±0.1℃	6 小时
(e) 湿球温度	±0.1℃	
(f) 净辐射	±0.4MJ/m <sup>2</sup> d, 若小于 8 MJ/m <sup>2</sup> ±5%, 若大于 8 MJ/m <sup>2</sup> d	日
(g) 蒸发皿蒸发日	±0.5mm	日
(h) 地面温度 — 雪	±1℃	日
(i) 温度廓线 — 雪	±1℃	日
(j) 风： 风速 风向	±10% } ±10° }	6 小时
(k) 日照时数日	±0.1 小时	日
(l) 相对湿度	±1%	6 小时

\* 在某些地方有必要区分降水形式（液态或固态）。

\*\* 在暴洪流域，报告间隔通常要求 2 小时或更短；在另一些地方每日报告一次即足够。



- (b) 如下预报：
- (i) 72 小时以内各时段的定量降水预报 (QPF)；
  - (ii) 五天以内气温、湿度、露点、风和天空状况；
  - (iii) 24 小时或更长时间的风速风向；
- (c) 危险天气形势的预警，特别是下列几种情形：
- (i) 大雨（量和强度）；
  - (ii) 温度突然并持续改变到冰点以上或以下；
  - (iii) 强风。

[D.2.] 4

**为水文服务的气候资料的出版和分发**

[D.2.] 4.1

每个会员除了出版气候资料之外，还应每年出版其为水文服务的气候资料。

[D.2.] 4.2

为水文服务的气候资料的出版应遵照本《技术规则》中 [B.1.] 4.1.1, [B.1.] 5.2.2, [B.1.] 5.2.3 和 [B.1.] 5.2.4 诸段关于气候资料出版的规定，不过这种资料应按主要流域进行分

组。

注：为方便起见，我们将[B.1.] 4.1.1, [B.1.] 5.2.2, [B.1.] 5.2.3 和[B.1.] 5.2.4 在下面的附件中给出。

[D.2.] 4.3

为水文服务而出版或分发的气候资料应包含下述要素在《技术规则》[B.1.] 4.1.1, [B.1.] 4.2.1, 和[B.1.] 4.2.2 中指出的时间内的频次、总和或平均（视何者合用而定）：

- (a) 气温；
- (b) 相对湿度；
- (c) 风速和风向；
- (d) 降水（量和强度）；
- (e) 太阳辐射；
- (f) 积雪；
- (g) 蒸发皿蒸发；
- (h) 湿球温度；
- (i) 日照时数。

注：为方便起见，我们将[B.1.] 4.1.1, [B.1.] 4.2.1, 和[B.1.] 4.2.2 在下面的附件中给出。

# 附件

(参见[D.2.] 4.2 和 4.3)

## 气候统计

本材料转录自第一卷, 第[B.1.] 章

[B.1] 4.1

### 时间单位

[B.1] 4.1.1

用于处理气候资料的时间单位应从下面几个当中进行选择:

- (a) 公历年;
- (b) 公历月;
- (c) 平均太阳日, 即午夜至午夜, 若气候资料允许可根据测站的区时或平均太阳时算得。

[B.1] 4.2

### 气候频次、总和与平均

[B.1] 4.2.1

一个气象要素在一日中的固定时间的观测资料或日极端值的频次、总和或平均(视何者合用而定)应用国际时间名称对单个时间单位或循环时间单位序列(例如 10 个相继的一月, 等等)进行计算。

[B.1] 4.2.2

所有或大部分选自气候站的以下资料的频次、总和或平均(视何者合用而定)应对每个月进行计算:

- (a) 固定时间在适合该站的参考层(参见[B.1]5.2.2.2 (b))上的大气压;
- (b) 固定时间的气温;
- (c) 日气温极值;
- (d) 固定时间的相对湿度;
- (e) 固定时间的水汽压;
- (f) 固定时间或固定时段的风速;
- (g) 固定时间的风向;
- (h) 固定时间的云量;

(i) 固定时段的降水量;

(j) 固定时段的晴天日照时数。

[B.1] 5.2.2

包括在年度气候报告中的一般信息应由以下几部分组成:

[B.1] 5.2.2.1

一个说明, 指出:

- (a) 所用时间标准;
- (b) 所用仪器类型;
- (c) 订正方法;
- (d) 计算常规平均的方法;
- (e) 读到极端温度的时间。

[B.1] 5.2.2.2

每站一表, 指出:

- (a) 名称和地理坐标;
- (b) 测站气压参考层的高度;
- (c) 温度表球部、风速表头部和雨量器边缘高出地面的高度。

注: 气候概要的样表可参见《气候规范指南》(WMO-No.100)。

[B.1] 5.2.3

如果出版物的主要语言不是英语、法语、俄语或西班牙语, 表的所有标题应采用这些规定语言中的一种, 或采用国际认可的符号或字母。

注: 虽然阿拉伯语和汉语是 WMO 的正式语言, 但大会尚未批准它们在 WMO 的工作中全面使用。

[B.1] 5.2.4

每个会员应至少出版下列辐射资料或使之为一个国家和地

区所利用:

- (a) 对于主要辐射站, 每小时总太阳辐射和天空辐射之和  
[参见《技术规则》, 第一卷, [B.1.] 5.2.4(a)];
- (b) 对于一般辐射站, 每日总太阳辐射之和 [参见《技术规则》, 第一卷, [B.1.] 5.2.4(b) ]。

## D.3 — 水文学参考书目和出版物

[D.3.] 1

### 水文学文献和摘要

[D.3.] 1.1

#### 水文学文献和摘要的一般形式

[D.3.] 1.1.1

载有水文学研究结果并能在国际上发行的正式出版物应至少用下面几种正式语言之一写成的摘要：英语、法语、俄语和西班牙语。

**注：**虽然阿拉伯语和汉语是 WMO 的正式语言，但大会尚未批准它们在工作全面使用。

[D.3.] 1.1.2

斯拉夫字母音译的“国际标准化组织（ISO）”系统可在所有国际用途的水文学文献和出版物中使用。

[D.3.] 1.1.3

用来制作水文学文献微缩胶卷拷贝的胶卷，不论是否有孔，应有 16、35 或 70mm 三种宽度。

[D.3.] 1.2

### 水文学文献和摘要的分类

拟在国际上分发的正式的水文学文献、摘要和参考书目应遵照《国际十进分类法》（UDC）556 节进行分类并拥有一个相关编号（详见附件）。

[D.3.] 1.3

### 水文学文献目录的准备

[D.3.] 1.3.1

为会员所准备并且打算在国际上分发的目录卡片应包含卡片所附属的水文学文献、小册子和期刊的相关 UDC 编号。

[D.3.] 1.3.2

会员为书、小册子和期刊准备的目录卡片应包含以下信息：UDC 索引，作者姓名，题目和它的译本（如果有的话），编辑姓名，印刷数；卷号或出版年份或抽印本年份（若是一套期刊的话），分卷号或期号，出版地，出版者和出版日期，一部著作的卷数，版式，书或论文的页数，图表和整版插图，著作所属文集或丛书，有作者摘要的一个说明（如果有的话），以及关于题目的进一步阐明。

## 附 件

(参见[D.3.] 1.2)

### 水文学的国际十进分类法

注：“国际十进分类法（UDC）”通过“国际文献资料联合会”（FID）受到国际资助，经该会允许特将普通水文学（UDC556）、以及适用于水文学的主要类别和二级标题转录于此。UDC 的结构和其中所使用的记号的说明请参见《国际十进分类法》，媒体英语版，FID No.571, 1985。下表将在新版UDC 出版后及时更新。

#### 适用于水文学的主要类别和二级标题

0	总论
3	社会科学
31	社会学，人口学，统计学
32	政治学
33	经济学
34	法律
35	公共管理
37	教育
5	数学和自然科学
51	数学
519.2	概率论与数理统计
52	天文学，天体物理学，空间研究，大地测量学
520	仪器和技术
527	航行学
528	大地测量学，测量学，摄影测量学，遥感，制图学
53	物理学
531	力学
532	流体力学，水力学
533	气体力学
536	热，热力学
539	物质的物理本质（核物理学）
54	化学
546	无机化学
547	有机化学
548	结晶学
55	地质学，气象学，水文学
550	并行科学，地球物理学
.3	地球物理学
.34	地震学
.37	地电学
.38	地磁学
551	普通地质学，气象学，气候学，地层学
.2	内地球动力学
.3	外地球动力学
.32	冰川学
.33	冰川地质学
.34	霜对岩石和土壤的影响
.4	地形学
.46	物理海洋学
.5	气象学**
.7	历史地质学，地层学
.8	古文字学

\* UDC 551.5 完整的方案转录于《WMO技术规则》第一卷，附件C。

- 552 岩石学, 岩相学
- 553 实用地质学, 矿物沉淀物
- 556 水圈, 水 (一般概论), 普通水文学
  - .1 水文循环、特性和条件, 全球水量平衡
  - .3 地下水文学, 地理水文学, 水文地质学
  - .5 地表水水文学, 陆地水文学
- 56 古生物学
- 57 生物学
- 58 植物学
- 59 动物学
- 6 应用科学, 医学, 工艺学
  - 61 医学
  - 62 工程学
    - 621 机械和电子工程学
      - .22 水力, 水力能的利用
      - .3 电子工程学
      - .39 远程通讯
    - 623 陆军和海军工程
    - 624 土木工程
    - 625 铁路公路工程
    - 626 水力工程
    - 627 河与港口工程
    - 628 公共卫生工程
    - 629 运输工程
  - 63 农业与相关科学技术
    - 630 森林
    - 633 庄稼及其产品
    - 634 普通园艺学
    - 635 庭园植物, 园艺学
    - 636 畜牧业
    - 639 猎物与捕鱼管理
  - 65 管理, 经营, 组织
  - 68 专项贸易及其它
    - 681.2 仪器制作, 仪器制造学
    - .3 资料处理设备
    - .5 自动控制工程
  - 69 建筑术
- 7 艺术, 运动
  - 71 自然规划, 自然景观及其它
  - 72 建筑学
  - 77 摄影
  - 79 娱乐, 游戏, 运动
- 8 语言和文化
- 9 地理学, 传记文学, 历史学
  - 91 地理学
  - 929 传记文学
  - 93/99 历史学

### 556 节——水圈, 水 (概论)

- 556 水圈, 水 (概论), 普通水文学
  - 有关地表水和地下水的综合性著作
    - 532 流体力学, 水力学
      - 551.4 地貌学方面
      - 551.46 海洋学方面
      - 621.6 流体贮存和分配 (工程学)
      - 626/627 水力结构工程, 航道等等
      - 628.1/.3 水供给, 排放和废水处理
  - 556.01 理论, 研究和调查的原则
    - .011 理论原理

- .012 研究, 方法学, 要求等等
- .013 理论调查: 模式的使用, 等等, 参看 556.072 模式
- .014 试验性(实验室和野外)调研
- 556.02 实际工作: 组织, 程序, 计划等等
  - 组织任务: 061...
  - 附带的组织管理方法: 65...
- .023 实验室和实验室工作
- .024 普通台站和野外工作
- .025 服务和网络, 包括网络设计
- .028 典型和实验性流域
- 556.04 观测, 资料和记录
  - .042 观测方法
  - .043 资料处理: 收集, 处理和传递
  - .044 资料, 观测资料(关于特定水文现象的)
  - .045 记录
  - .047 水文分析
  - .048 水文计算, 系数等等
- 556.06 水文预报和预测报告
  - “32” 季节预报
  - (1/9) 区域预报
- 556.07 水文工作所需的设备、装置和仪器
  - .072 模式, 类比等等。细分为 53.072
  - .078 研究水文现象的专用仪器和设备, 例如 556.132.8.078 蒸发皿
- 556.08 测量: 原理和仪器。细分为 53.08, 例如
  - .082 测量原理和测量仪原理
  - .084 仪器: 设计、构造和组成
  - .085 指示器、标度等等
  - .088 测量误差、订正和估算
- 556.1 水文循环、特性和条件, 全球水量平衡
- 556.11 水的特性
  - .113 水的物理性质
    - .2 进一步细节: 53...
    - .3 浑浊度
    - .4 颜色
  - .114 水的化学性质
    - 进一步细节: 54..., 例如
      - : 541.132 电解电离和 pH 值(H-离子的浓度)
      - : 543.242 氧化还原分析, 氧化还原电位
      - : 543.319 硷性
    - .2 溶解气体
    - .3 水的硬度
    - .4 味道和气味
      - .42 水的味道
      - .44 水的气味
    - .5 盐度
    - .6 元素和无机含量(水的)
      - 细分为: 546, 例如
        - .6.027 同位素含量(通常)
        - .611\*3 氡(3H)含量
        - .679 放射性元素(通常)
      - 参见 556.388; 556.535.8; 556.555.8
    - .7 有机化学元素
      - 细分为 547...(或:547)
  - .115 水的生物与微生物特性
    - 进一步细节: 57/59, 例如
      - : 579.8 细菌, 微生物
      - : 582 植物, 植物群
      - : 592/599 动物, 动物群
- 556.12 降水: 雨水, 雪, 等等(作为水文循环的元素)
  - 551.57 水汽、降水和水汽凝结体(气象学)
  - “32” 季节变化
  - “45” 年变化
  - (1/9) 地理、地区分布

- .04 观测、资料 and 记录, 例如雪和冰川融化率
- .121 降水总量和持续时间
  - .2 平均
  - .3 最大量
  - .4 最小量
  - .6 强度
  - .7 持续时间
  - .8 持续时间和强度之间的关系
- .123 雨水, 细分为 556.121 并用“32”和“45”表示季节和年变化
- .124 雪和冰, 积雪场, 冰川
  - 551.32/.34
  - .1 总量与持续时间, 细分为 556.121
  - .2 积雪: 分布和水当量
  - .3 雪的融化: 融化率, 关系等等
  - .4 冰川的融化
- 556.13 蒸发、蒸腾和蒸腾 (水文循环中的), 参见 551.571/.574
- .131 总蒸发, 蒸发蒸腾
  - .1 计算和确定: 方法和设备
  - .11 水量平衡方法
    - .112 蒸发测量学和蒸发计
    - .114 土壤蒸发测定和土壤蒸发器
    - .116 土壤湿度和地下水位变化
  - .12 能量平衡方法
  - .13 水汽通量, 湍流扩散
  - .14 湿度平流
  - .18 经验公式计算方法
  - .2 蒸发总量
  - .3 地表凝结
  - .5 蒸发控制→556.18
- .132 蒸发
  - .2 水体蒸发
  - .28 池塘蒸发
  - .4 雪和冰的蒸发, 以前的号码为: 556.134
  - .6 陆地蒸发 (土壤, 田地, 森林), 以前的号码为: 556.133
  - .8 蒸发皿蒸发
- 556.14 渗透 (作为水文循环的要素)
  - .142 土壤湿度 →631.432 (农业)
  - .143 地下水储量→556.32 (垂直分布)
- 556.15 储水量 (作为水文循环的要素)
  - .152 地面滞留量
  - .153 渠 (和存储库) 储水量
    - .5 存储库储水量
  - .155 湖和水库储水量→627.81 “坝”
  - .157 河谷储水量
- 556.16 径流量
  - “32” 季节的
  - “45” 年度的
  - .01 径流理论
  - .044 深度, 径流深度
  - .045 河道流量记录
  - .047 水文过程线, 单位水文过程线
  - .048 计算和系数
  - .06 预报, 预测报告
  - .161 降雨量和径流量的关系, 径流因数
  - .162 分布 (和频率), 利用“32”, “45” 和 (1/9)
  - .164 地表径流, 地表漫流
  - .165 正常径流及其计算
  - .166 最大径流, 洪水及洪水径流量
    - 627.51
    - “321” 春季 (雪化后)
    - “324” 冬季
  - .2 雨洪
  - .4 暴洪
  - .167 最小径流量, 基流, 枯季径流



- .2 基流
- .6 干涸, 干旱
- .168 地下径流 → 556.332.2 含水层
- 556.18 水资源管理, 应用水文学, 水文条件的人为控制
  - 分为: 626/627, :628..., :631.6, 等等
- .182 地面和地下水资源的联合利用
- 556.3 地下水水文学, 地理水文学, 水文地质学
  - 550.8 地质探测法, 勘探
  - 551.44 洞穴学, 地下水, 等等
  - .01 地下水理论, 调查和研究的原则
  - .02 实际工作组织: 计划, 实验室, 台站, 服务和网络
  - .04 观测, 资料和记录
  - .06 预报, 预测报告
  - .07 设备, 仪器, 模式, 等等
  - .08 测量: 原理和仪器
  - 556.31 地下水特性, 细分为 556.11, 例如
    - .313 物理特性: 温度, 颜色, 浑浊度等等
    - .314 化学和物理化学特性: 硬度, 味道和气味, 盐度, 化学成分
    - .315 生物和微生物特性: 细菌, 植物, 动物
  - 556.32 地下水: 垂直分布
    - .322 通气层, 悬着水, 渗流水
      - .2 土壤水
      - .4 薄膜水和重力水
      - .6 毛管水
    - .324 饱和层, 地下水 (狭义的)
  - 556.33 含水层, 含水岩层
    - .332 非承压 (潜水) 含水层
      - .2 蓄水容量: 流入和流出
      - .4 岩层渗透性
        - .04 观测和测试, 资料, 记录, 分析
        - .042 抽水试验
        - .048 库容系数, 单位产水量
        - .41 不透水、不含水, 不透水层
        - .42 不透水、含水, 隔水层
        - .43 缓慢透水含水层
        - .44 易透水含水层
        - .46 喀斯特地层 → 551.435.8 喀斯特地貌学
        - .5 地下水位, 潜水面
        - .52 涨落 (或地下水位)
          - “32” 季节涨落
          - :551.466.7 潮汐
          - 550.348 地震扰动, 震动, 地震
          - :551.54 大气压作用
          - 556.53 河与溪流 (作为涨落因子)
      - .6 补给
      - .62 自然补给及其来源
        - 556.12 降水, 降雨, 等等
        - 556.168 地下径流
        - 556.55 湖和水库
      - .625 岩浆水
      - .629 自然补给的其它水源
      - .63 人工补给及其方法 → 628.112.2/.3
        - .632 坑和竖井
        - .633 分洪
        - .634 补给井
        - .636 诱导回灌
        - .639 人工补给的其它方法
      - .7 海水入侵 → 556.388 污染
      - .72 淡水-海水界面
      - .78 阻止 (海水入侵) 方法
    - .334 承压 (自流) 含水层
      - 如适用可细分为 556.332, 增加:

- .3 可压缩性
- .5 测压管液面
- .336 残留含水层, 如适用可细分为 556.332
- 556.34 地下水径流, 井水力学
  - 532.5 流体力学, 流体运动
  - 628.112 井 (水供给)
- .042 观察井
- .342 流量, 速度, 梯度
- .2 达西定律
  - 532.546 多孔介质中的流动
- .343 入井流, 降落
- .2 辐向流
- .22 定常流
- .24 非定常流
- .3 局部穿透井
- .4 井干涉
- .5 井损失
- 556.36 泉, 参见 556.182 → 628.112.1 集水区
- .362 洼地泉
- .363 接触泉
- .364 自流泉
- .366 断裂泉
- .367 间歇泉
- .368 火山泉
  - 553.7 矿泉
- 556.38 地下水流域, 地下水管理
  - 参见 556.182 地下水和地面水的联合利用
  - 实际工作组织: 计划, 网络等等
- .02 安全产水量
- .382 过量抽取
- .383 污染 (地下水的), 保护方法
  - 556.332.7 海水入侵
  - 504.43 地下水环境
- .2 回灌区和水源的保护
- .4 井和泉的保护
- 556.5 地表水水文学, 陆地水文学
  - 551.435 地表水的地貌学
- .01 理论, 调查和研究的原则
- .02 实用工作组织: 台站, 网络等等
- .028 典型和实验性流域
- .04 观测, 资料, 记录
- .06 预报, 预测报告
- .07 设备, 仪器, 模式
- .072 模式, 细分为 53.072
- .08 测量: 原理和仪器, 细分为 53.08
- 556.51 流域面积或集水面积, 河流流域, 分水界 (美洲)
  - 551.435.164 地貌学: 流域
- .028 典型和实验性流域
- .512 流域水量平衡
- .513 流域面积
- .514 流域形状
- .515 流域坡度
- .516 河网密度
- 556.52 河系, 河流学 (总体描述)
  - .522 分类, 河流等级
  - .523 大河
  - .524 支流
- 556.53 河, 溪和渠
  - .531 水的特性 (河中), 细分为 556.11, 例如
    - .3 物理特性: 温度, 浑浊度, 颜色
    - .4 化学特性: 包括硬度, 味道和气味
    - .5 生物和微生物特性
  - .532 水量平衡 (常年河流的)
    - :556.16 径流量

- .535 河流情势
  - .2 水位
  - .3 流量
  - .4 热状况
  - .5 冰状况→551.326.83 河流上的冰
  - .6 泥沙输送 → 532.548 流体动力学
  - .8 污染(河流)→ 504.453 河流环境, 河, 溪
- .536 水力学, 河和溪的流体动力学
  - 河水力学 → 532.5 流体动力学
  - .2 流, 河流
  - .3 波
  - .5 风的影响, 参见 551.556.8(气象学)
- .537 河道与岸的形成(仅限于水文学方面)
  - 551.435.1 河流地貌学
  - 627.4 河道整治
- .538 间歇或季节性河流
  - .1/.7 如适用可细分为 556.531/.537
- 556.54 河口, 河口湾, 三角洲, 如适用可细分为 556.53
  - 551.435.126 三角洲地貌学
  - 551.468.6 河口湾, 淡水与海水的交换
- .541 河口和河口湾的水的特性, 细分为 556.11
- .542 水量平衡(河口和河口湾)
- .545 河口湾的状况、污染, 淡水与海水之间交换、混合、导致半咸水的问题
  - 504.454 河海环境, 河口
  - 河口湾
- .546 河口湾水力学和流体动力学
- 556.55 湖泊、水库和水池, 湖泊水文学
  - 551.435.38 湖盆地貌学
  - 211) 极地
  - 212) 温带
  - 213) 热带和亚热带
- .551 湖泊、水库和水池的水的特性, 细分为 556.11
- .552 湖泊水量平衡
- .555 湖泊状况
  - .2 水位
  - .3 流入和流出
  - .4 热状况, 热层结
  - .41 变温层
  - .42 斜温层, 温跃层
  - .43 均温层
  - .5 冰状况→551.526.85 湖上冰
  - .6 沉积和淤积(湖中)
  - .7 化学分层
  - .8 湖的污染
    - 504.455 淡水环境, 湖、水库和水池
- .556 水力学, 湖水动力学
  - 532.5 流体动力学
  - .2 流
  - .3 波
  - .4 假潮
  - .5 风的影响, 气象潮
  - 参见 551.556.8(气象学)
- .557 湖岸及其改变
  - 551.435.3 湖泊地貌学
  - 627.8 坝
- 556.56 沼泽和湿地
  - :626.86 沼泽排水
  - 551.435.1 沼泽地貌学
- .561 沼泽水特性, 细分为 556.11
- .562 沼泽水量平衡
- .565 沼泽状况, 污染等等 → 淡水环境, 沼泽
- .566 水力学, 沼泽流体动力学
  - 532.5 流体动力学

# 附 录

## 水文仪器和观测方法

页次

定义.....	III - 附录 — 1
I — 直开槽中流速仪的校准.....	III - 附录 — 5
II — 水位测量装置.....	III - 附录 — 9
III — 直接深度探测和悬置设备.....	III - 附录 —15
IV — 旋转式流速仪.....	III - 附录 —19
V — 确定流量的预校准堰.....	III - 附录 —21
VI — 水文站的建立和运行.....	III - 附录 —23
VII — 水位流量关系的确定.....	III - 附录 —35
VIII — 流量测量的不确定性的估计.....	III - 附录 —39
IX — 用量水槽测流量.....	III - 附录 —45
X — 稀释法测流量.....	III - 附录 —49
XI — 回波测深仪.....	III - 附录 —51
XII — 动船法测流量.....	III - 附录 —53
XIII — 水质量监测.....	III - 附录 —55

## 定 义

**注：**下面这些术语，当用于《技术规则》第三卷——水文学的附件中时，有如下给定的含义。那些在《技术规则》开头已有定义的术语这里不再重复。

**酸度 (Acidity)** 水媒质与羟基离子反应的定量能力。

**吸附 (Adsorption)** 固体或液体对固体、液体或气体的分子、原子或离子的表面保持力。

**测绳倾斜订正 (Air line correction)** 用测绳测量时因水流使测绳向下游偏转而对水面以上部分绳所作的深度订正。

**算术平均 (Arithmetic mean)** 数值/变量的总和除以它们的次数/出现的次数

**分水墩 (Baffle)** 放置在河流中的墙或石块，用以耗散能量或引起流速分布的改善。

**河床剖面 (Bed profile (of a stream))** 垂直面上河床的形状；其可能沿纵向或是沿横向。

**水准点 (Bench mark)** 一种永久性的自然或人工的记号，位于与采用基准面有关的已知高度处。

**空样 (Blank)** 不含感兴趣的分析成分的蒸馏水或去离子水样品。

**底部沉积物 (Bottom sediment)** 构成流动或静止水体底部的沉积物。

**宽顶堰 (Broad-crested weir)** 一个具有足够幅度的堰（幅度指水流方向的堰顶尺寸），这样临界流即发生在堰的顶部。

**校准 (率定) (Calibration (rating))** 通过实验来确定被测的量与用以测量的仪器、装置或程序指示器读数之间的关系。

**校准 (率定) 池 (Calibration (rating) tank)** 一个装有静止液体（水）的池子，流速仪以恒速在其中移动以对其进行校准。

**波速 (Celerity)** 波的扩散速度

**置信区间 (Confidence interval)** 以指定概率包含真值的区间，它是一个样本的统计学函数。

**置信度 (Confidence level)** 置信区间包含真值的概率。

**合流点 (Confluence)** 两条或两条以上的河流连接或汇合的地方。

**等速率注入法 (Constant-rate injection method)** 一种测量流

速的方法，在某一横截面将一种已知浓度的示踪剂以已知的常速度注入，在其下游另一示踪剂已完全混合的截面处测量其稀释物。

**收缩堰 (Contracted weir)** 一个其顶部没有延伸至整个河道宽度的堰。

**控制 (Control)** 用以确定河道某点水位流量关系的天然或人工河的物理特性。

**堰或槽的控制断面 (Control section of a weir or flume)** 导致临界流的断面。

**宇宙射线产生的核素 (Cosmic-ray-produced nuclides)** 由来自空间跟某些大气和天体元素相互作用而产生的连续电子和原子核“雨”构成的短期生存的放射性同位素，诸如氚、铍-7 和碳-14 等。

**堰顶 (Crest)** 用以界定堰的顶部的线或区域。

**临界水深 (Critical depth)** 临界流条件下开渠中水流的深度。

**临界流 (Critical flow)** 弗劳德数为 1 的流速。在这种条件下，小扰动的波速等于平均流速。

**临界速度 (Critical velocity)** (1) 河中处于临界流时的流速；(2) 水流自亚临界变化到超临界（或反之）时速度。

**横断面 (Cross-section)** 与主要（平均）水流方向相垂直的河流截面。

**流速仪 (Current meter)** 用以测量某点水流速度的仪器。

**旋杯式流速仪 (Current meter, cup type)** 是一种其转子由一个装有绕竖直轴旋转的杯子的轮子组成的流速仪。

**旋桨式流速仪 (Current meter, propeller type)** 一种流速仪，其转子是一绕着与水流平行的轴旋转的叶轮。

**死水 (Dead water)** 缓慢流动或不循环的水。

**密度流 (Density current)** 一种液体相对于另一种液体的重力流现象；或在液体介质中由于密度不同引起的相对流动现象。

**探测极限 (Detection limit)** 用专门的分析方法，在指定的准确度和精度下能检测到其存在的物质的最小含量。

**稀释法 (Dilution method)** 通过测定添加在水流中示踪剂稀

释物浓度来测量流量的方法。

**复式浮标 (Double float)** 一个具有轻度负浮力的物体，它在一个已知深度随水流而运动，而它的位置由一个悬浮于上的水面小浮标来确定。

**拖曳 (Drag)** 流动的流体例如水施加在置于其中或与之相邻的物体上的力，在流动方向上的投影。

**潜堰 (Drowned (submerged) weir)** 上游水位受下游水位影响的堰。

**复制样品 (Duplicate samples)** 将一个样品分成两个或多个等份。

**回声测深仪 (Echo sounder)** 利用来自河底的声信号的反射来确定水深的仪器。

**误差 (Error)** 测量值与真实值之差。

**注：**该词语也用于测量值与真实值的最佳估计值之差（而不是真实值本身）。最佳估计值可能是几个或多个测量值的平均。

**落差 (Fall)** 在给定时间同一河流中两点之间的水位的差异。

**过滤 (Filtration)** 液体通过过滤媒介滤去悬浮物或胶状物的过程。

**浮标 (Float)** 任何天然或人工的物体，为水托起且部分或全部浸入水中，其垂直运动指示水位的变化，或其水平运动指示水面流速或不同水深处的流速。

**浮标水尺 (Float gauge)** 主要由浮标组成的水尺，浮于水面并随其上下浮动，其运动被传送到记录仪或指示器。

**洪泛区 (Flood plain)** 河谷底部毗连的平坦地区和田地，只在河川径流超过河道输水能力时被水淹没。

**量水槽 (Flume)** 具有特定形状和尺寸用来测流的人工河道。

**弗劳德数 (Froude number)** 表示惯性力与重力之比的无量纲数：

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{g \cdot d}}$$

$v$  = 流速

$g$  = 重力加速度

$d$  = 流体平均深度

**地球化学 (Geochemistry)** 研究地壳化学组成及化学变化的科学。

**随机取样 (Grab sample)** 在选定的地点、深度和时间所取的样品。

**堰顶水头 (Head over (on) the weir)** 在上游某点测得的高出

堰顶最低点的水的海拔。（测点取决于所用堰的种类）

**堰高 (Height of weir)** 自上游河床至堰顶最低点的高度。

**除草剂 (Herbicide)** 一种用于杀死特定植物的化学药剂。

**同质的 (Homogeneous)** 组成成分相同的。

**滞后 (在水位-流量关系中) (Hysteresis (in stage-charge relation))** 由于坡度不同引起的测站水位-流量关系的变化性，此时对同一高度，水位处于上升和处于下降时的流量是不同的。

**注入断面 (Injection cross-section)** 示踪剂被注入水流中以测定流量的河流断面。

**现场测量 (In situ measurement)** 直接在水体本身进行的测量。

**积深测量 (脉冲或大量注入) 法 (Integration (pulse or gulp injection) method)** 一种测量流量的方法，即将已知量的示踪物在短时间内注入某一断面，并在其下游完全混合已发生的另一断面处测量其稀释物；应经过足够长的时间让所有的示踪物都通过此断面，以便能确定在取样过程中的浓度/时间关系。

**断面最低点 (Invert)** 河道断面最低的部分。

**凯默勒取样器 (Kemmerer sampler)** 由信号操作的采集水中悬浮泥沙的垂直点取样器。

**巨形植物 (Macrophytes)** 大型植物。

**量水 (窄颈, 滞水) 槽 (Measuring (throated, standing-water) flume)** 侧向束水/或底部束水的量水槽，槽内水流自亚临界改变成超临界，流量由断面面积和窄颈内临界深度处的流速确定。

**测量河段 (Measuring reach)** 开放河道中被选用为测流量的河段。

**混合长 (Mixing length)** 示踪物得到良好混合所走的最短距离。

**模流 (自由流) (Modular (free) flow)** 不受测量仪下游水位影响的水流。

**动船法 (Moving-boat method)** 一种用船测量流量的方法，船沿着测量断面横穿河道，同时连续地测量流速、深度和所走的距离。

**复式采样器 (Multiple sampler)** 一种可以在每一个场地同时采集几个同体积或不同体积的悬浮泥沙样品的仪器。

**水舌 (Nappe)** 流过横贯河流直立于其中的墙、坝或堰顶的一片水，其有上下两个水面。

**(正态分布 (高斯分布) (Normal distribution (Gaussian distribution))** 一种数学上定义的、对称的、钟形的、连续的

分布；传统上假定代表随机误差。

**槽口 (Notch)** 引起侧向束水的具有任何确定形状的薄板堰。

**水生附着生物 (Periphyton)** 附着或缠在河底根系植物上的水生组织群。

**杀虫剂 (Pesticide)** 一种杀死昆虫的化学试剂。

**毕托管 (Pitot tube)** 一端开口的一种试管，保持与液流垂直。液体的速度可通过冲击压力和静水压之间的差异而确定。

**浮游生物 (Plankton)** 相对较小的生物，大多是只有在显微镜下才看得见的。它们或是具有较小的运动力或是在水中借波动或流动而漂移。

**抽吸式采样器 (Pumping sampler)** 一种采样器，通过一根导管或软管抽取水砂混合物，其入口置于期望的采样点上。

**放射性 (Radioactivity)** 某些元素具有的，由于原子核分裂自发放射出  $\alpha$ -、 $\beta$ -、 $\gamma$ -射线，或中子的特性。

**随机误差 (Random error)** 总误差的一部分，在相同条件下测量一给定量时，其数量和符号的变化具有不可预估性。

**变幅 (Range)** 一组数据中最小和最大值之差。

**河段 (Reach)** 开放河流中两指定断面之间的河长。

**矩形槽口薄板堰 (Rectangular-notch thin-plate weir)** 在垂直于水流方向的面内有一矩形槽口的薄板堰。

**平行样品 (空间的) (Replicate samples (spatial))** 同时在水体给定断面处采集的两个或两个以上的样品。用以测量横断面上水质量参数的变化。

**平行样品 (时间的) (Replicate samples (temporal))** 在同一地点在一段指定时段内按指定时间间隔相继采集的两个或两个以上的样品。用以确定由于时间变化引起的各种水质量参数的不确定性。

**圆鼻平项堰 (Round-nosed horizontal-crest weir)** 其上游带有圆形墙角的堰。

**采样断面 (Sampling cross-section)** 示踪剂的稀释物被采集、观察和直接测量的河流断面。

**采样铁架 (Sampling iron)** 用来托住不同尺寸采样瓶的铁架。

**采样垂直线 (Sampling vertical)** 从水面至底部的垂直线，沿着这条线一个或多个样品被采集来确定水体的各种特性。

**顺序组合样品 (Sequential composite sample)** 这种样品要么是通过连续的、稳定的抽水而得到，要么是由

按有规律的时间间隔取得的同体积的水混合而成。它指示出组合时段内的平均水质量状况。

**变动控制 (Shifting control)** 存在由于河中物理变化而导致

的水位流量关系变化的控制。

**施派克取样器 (Shipek sampler)** 一种采集相对未受干扰的河底表面泥沙样品的仪器(也叫迷你施派克(Mini-Shipek))。

**侧向束水 (Side contraction)**

(a) 由于侧面向内水流速度分量而引起的薄板堰下游水舌宽度的减小。

(b) 在驻波量水槽中明渠宽度的局部减小。

**测深 (Sounding)** 用一根绳、杆或是其它方法测量水深。

**测深绳 (Sounding line)** 在其较低端系有一重物的链子或缆绳，用来确定水深。

**测深杆 (Sounding rod)** 用来测量水深的带有刻度的硬杆。

**测深锤 (Sounding weight)** 测量河流水深或流速时系在测深绳或流速仪悬置物上的具有流线型的重物。

**添加剂 (Spike)** 按已知量添加到样品中的已知化学物质。

**分摊样品 (Split sample)** 将一单份样品分成两份或多份以致每份都能代表原来样品。

**寄生误差 (Spurious error)** 由于(例如)人为错误或仪器故障肯定有误差的已知值。

**稳定河槽 (Stable channel)** 在一充分长的时段内，在控制河段其河床和边界保持明显稳定，且在水位涨落时几乎不存在冲刷和沉积物的河槽。

**均方差 (Standard deviation (sy))** 与算术平均的偏差的平方之和除以  $n-1$  后的正平方根。其表达式为：

$$s_y = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

式中  $\bar{y}$  是变量  $y$   $n$  次独立测量的算术平均。

**估计的标准误差 (Se) (Standard error of estimate (Se))** 观测资料对于线性回归关系的变化或分散的一个度量。它在数值计算上类似于均方差，但用回归关系取代算术平均，同时用  $(n-m)$  取代  $(n-1)$ ：

$$S_e = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (d_i)^2}{n-m} \right]^{1/2}$$

式中  $d_i$  是观测值相对于计算回归值的偏差， $m$  是回归方程中的常数数目， $(n-m)$  代表方程推导中的自由度。

**驻波 (Standing wave)** 水面在固定波节之间垂直振荡的波。

**自记水位测井 (Still well)** 一个与河流相连的井，这样即

可测量相对静止的水的水位。

**亚临界流** (*Subcritical flow*) 弗劳德数小于 1 的流动, 其表面小扰动将向上下游传播。

**下沉** (*Subsidence*) 由于液体或固体下垫物质被抽去, 或是水溶解了可溶性物质导致相当大面积的陆面高度下降。

**水下浮标** (*Sub-surface float*) 在水面下具有极大拖曳力的浮标, 用来测量水下流速。

**超临界流** (*Supercritical flow*) 弗劳德数大于 1 的流动, 表面小扰动将向下游传播。

**水面浮标** (*Surface float*) 在水面附近具有极大拖曳力的浮标, 用来测量水面流速。

**悬缆** (*Suspension cable*) 一种用于悬挂流速仪的金属线, 可能包含一电绝缘的芯线。

**系统误差** (*Systematic error*) 误差的一部分, 其或者:

(a) 在给定量的一系列测量中保持常数; 或者

(b) 随着条件变化有规律地变动。

**特氟隆** (*Teflon*) 聚四氟乙烯, 一种人造的塑料原料, 除了熔化的强碱金属外, 对大多数化学制品或试剂而言是惰性的。用以制作实验室或野外设备。

**薄板堰** (*Thin-plate weir*) 由竖直薄板构成的堰, 有一个很薄的堰顶, 其形状使得水舌一跃而过堰顶。

**窄颈** (*Throat*) 量水槽内的最小横断面。其形状可以是任意的, 例如矩形、梯形、U 形或其它。

**潮汐** (*Tide*) 主要由于月球和太阳的重力吸引力而引起的海或大湖中水的周期性的涨落。

**容限** (*Tolerance*) 一个量指定值所允许的变化。

**示踪剂** (*Tracer*) 一种物质或材料, 通常是离子、化合物或放射性核, 引入于流系来跟踪该系统的某些成份的运动; 能被观察到的示踪剂必须具有与被其跟踪的行为不能被观察到的成份具有完全相同的行为方式。

**传感器** (*Transducer*) 一种能对某现象作出响应并产生某种信号的装置。这种信号是该现象的一种或多种特性的函数。

**三角形 (V-形) 槽口薄板堰** (*Triangular-notch (V-notch) thin-plate weir*) 两个边缘向竖直方向对称倾斜在与流向垂直的

平面内形成一三角形槽口的薄板堰。

**三角断面 (岩爆) 堰** (*Triangular-profile (Crump) weir*) 在与流向垂直的方向有一三角形断面的宽顶堰。

注: 不应与三角薄板堰相混淆。

**真值** (*True value*) 在一个量被观测 (或是测定的对象) 的时刻存在的条件下假定表征了这个量的特征的一个值。这是个理想值, 仅当所有导致误差的原因都被估计到才能得知。

**不确定性** (*Uncertainty*) 一个量的真值与某个特定的概率的差距范围。

**潜流** (*Undercurrent*) (参见 **密度流** (*Density current*))

**不稳定河槽** (*Unstable channel*) (参见 **稳定河槽** (*Stable channel*))

**范多采样器** (*Van Dorn sample*) 一种信号操纵的用以采集指定深度悬浮泥沙样品的点采样器。量筒的长轴可以水平或垂直降下。

**测速杆, 浮杆** (*Velocity rod; rod float*) 一根其底部较重的几乎保持一个垂直位置运动的浮杆; 其浸入水中的部分可调节。

**粘性** (*Viscosity*) 在速度梯度出现时抵制剪切力的流体特性。常用一系数来表示它。

**测流杆** (*Wading rod*) 一根轻便的、手握式的带有刻度的硬杆, 用于适合涉水的浅河中进行水深测量和流速仪定位。

注: 可用于从船或浅河冰盖上测量。

**水质判据** (*Water quality criteria*) 指科学信息, 例如浓度-影响资料, 用以推荐水质目标。

**水质目标** (*Water quality objective*) 描述水体的浓度或叙述性的陈述; 当符合目标时, 将保护水有计划的使用。

**加权平均数** (*Weighted mean*) 作为观测总和来计算的一系列测量结果的算术平均, 其中每一个测量结果乘上相应的正规化权重 (权重总和为 1)。

**堰** (*Weir*) 一种溢流坝, 可用于控制上游水位或测量流量或两者兼用。

**湿绳订正** (*Wet line correction*) 当水流使测深绳向下游偏移时, 对其水下部分测量结果进行的深度订正。



# I — 直开槽中流速仪的校准

(参见[D.1.2.] 3.1.1)

## I-1 适用范围和领域

注：本附录这一节的这些材料是基于 ISO 3455，标题为“明渠中液流测量——直开槽中旋转式流速仪的校准”（1976）。

本节为遵从《技术规则》[D.1.2.] 3.1 的要求和满足《技术规则》[D.1.2.] 3.6 中指出的对河流量测量精度的要求明确指出了流速仪校准的程序。亦指明了所用槽和设备的类型以及呈报结果的方法。

注：关于流速仪校准方面的指导性说明详见《水文规范指南》（WMO-No.168）和《测流手册》（WMO-No.519）。

## I-2 校准程序的原则

应在断面均匀的直槽中以若干均匀的速度拖引流速仪通过干净的静水。测量拖引车的速度和流速仪转子的转速。这两组值应通过方程联系起来（应指明方程的适用范围）。

## I-3 校准站的设计标准

### I-3.1 校准槽的尺寸

注：槽的尺寸、流速仪在槽断面的数目和相对位置都可能影响测试结果。

#### I-3.1.1 长度

- (a) 校准槽的总长度设定应考虑包含：加速段、稳定段、测量段和制动段。
- (b) 加速段和制动段的长度应与拖引车的设计和流速仪在槽中被拖引的最大速度相匹配，制动段的长度应符合安全的规定。
- (c) 测量段长度应该保证校准误差在任何速度下均不应超过理想的偏差，校准误差由时间测量经过的距离和转子的转速的不确定性组成。

例：如果拖船所走距离和计算回转数两者的时间的测量误差是 0.01 秒，当置信度为 95%时使时间测量误差限定在 0.1%内，则在最大速度时测试时间应至少为 10 秒；如果最大速度是 6 米/秒，那么该槽

测量段应为 60 米长，因此槽的总长度约为 100 米，其中 20 米为加速和稳定段，20 米为制动段。

注：关于若干槽的详细描述可参见《测流手册》（WMO-No.519）。

### I-3.2 率定车

I-3.2.1 为确保流速仪能以常速在水中移动和其速度能被精确测量，流速仪应被悬置于在轨道或车道上行驶的拖引车上。

I-3.2.2 轨道应精确与槽的径向轴线成一直线，轨道面应与槽中水面平行。

I-3.2.3 拖引车的轮子应是规则的以消除其不规则的运动和将颤动传向流速仪，这会干扰到率定。

注：通常使用两种类型的拖引车，分别为：

- (a) 拖车：由与移动的拖引车分离的一个恒速马达驱动的缆绳沿轨道拖动，被拖的车可以构造轻巧因而具有高速和快速制动的必然的优点，但拖曳绳的弹性可能引起拖引车运动的不规则性。
- (b) 自动推进车：由置于内部的马达驱动其沿轨道运动。自动推进车在结构上比较笨重，因为它同时带有驱动马达。这使得它具有较大的惯性，并有助于减缓其运动的不规则性。

### I-3.3 测量设备

注：流速仪的校准需同时测量以下三个量：

- (a) 拖引车所走的距离；
- (b) 流速仪发送脉冲的次数；
- (c) 时间。

拖曳速度可由同时测得的距离和时间计算出来，转子的旋转率由同时测得的脉冲数和时间得到。

#### I-3.3.1 距离

距离测量的不确定性在置信度为 95%时不应超过 0.1%。

注：两种最常用的方法是：

- (a) 沿校准槽长度按一定间距设立标志物来激发安装在拖引车上的机械或光学脉冲发送机；
- (b) 使用装有机械或光电脉冲发送机的测轮，它由拖引车沿车道拖动。

**I-3.3.2 时间**

在置信度为 95%时，时间测量应精确至 0.1%内。

注：两种最常用的测时方法为：

- (a) 时钟，每一或几秒钟发出一次触点式脉冲，这些时间脉冲通常随流速仪旋转元的脉冲和所走过的距离一同记录在一张图或磁条上。跟来自流速仪的整数脉冲相应的时间通常通过时间脉冲的内插来确定。
- (b) 电子钟，能测量到秒的小数位，可用来测定所化时间并显示设定的距离间隔数及相应的脉冲数。

**I-3.3.3 流速仪脉冲**

- (a) 旋转率的测量误差在置信度为 95%时不应超过 0.1%。来自流速仪的脉冲数应予以记数或记录下来；
- (b) 在确定给定时间内的旋转数时，测量应在流速仪脉冲完全相同的两点间进行；
- (c) 记录时，记录媒介的速度应适当调整以便流速仪脉冲记录之间的间隔能与拖引车的速度记录和所需的测量精度相匹配。

**I-3.4 辅助设备**

为提高流速仪校准站的效率，应当提供几种辅助设备：

- (a) 过滤、投剂和浮渣去除设备以保持水洁净；
- (b) 减小槽的端壁对水中扰动反射的静水装置；
- (c) 缆索悬挂仪在启动时对准与否的检测方法；
- (d) 指示槽中水温的温度计。

注：槽中水温测量是为了确定槽中密度流的存在和计算被率定的流速仪所需的润滑剂的粘性。

**I-4 校准程序**

**I-4.1 校准说明**

校准说明应包括以下内容：

- (a) 校准速度的限定；
- (b) 悬挂和加重物的方法的细节；

- (c) 对带有注油系统的流速仪，所用油的规格；
- (d) 关于所需校准文件的信息（方程、校准图或表及表示结果所用的单位）；
- (e) 一些特殊要求，例如“常规”校准或“修理后”。

**I-4.2 流速仪的悬挂**

I-4.2.1 在流速仪浸入水中前，应检查其清洁、润滑和机械及电子功能。

I-4.2.2 流速仪的悬挂通常应与在野外测量时相同。

I-4.2.3 流速仪应置于水面下一定深度处，以便能忽略水面影响。

注：

- (a) 对旋桨式流速仪深度（水面至旋转轴线）两倍于旋转元直径一般即够；
- (b) 对旋杯式流速仪应浸没入水深至少 0.3 米或为其转子高度 1.5 倍处，择其大者。

I-4.2.4 同时校准几个流速仪时，应确保相互间无干扰。

I-4.2.5 悬杆式流速仪应严格使其连在杆上，确保其与所走方向成对准。

I-4.2.6 缆索悬挂仪应使其在每次启动前与所走方向对准。

I-4.2.7 如仪器能在垂直和/或水平面旋转，应检查其是否平衡，需要的话，在校准检测开始前将其调整到水平和正交于断面。

**I-4.3 校准的实施**

**I-4.3.1 最小反应速度**

最小反应速度应通过从零逐步增加拖引车的速度直至旋转元以一恒定的角速度旋转来确定。

**I-4.3.2 校准点的数目**

测量应根据足够数目的拖引速度下的从最小反应速度来进行，以使流速仪的校准能精确确定。

注：一般在范围低值区以较接近的速度间隔进行测试是很有必要的，因为以百分数表示的最大误差通常出现在这个范围内。

**I-4.3.3 静水时间**

在每次测试之前应保持槽中水的相对静止，等待期应能保持

在使余速相对于下次测试速度可以忽略。

注：静水所需时间取决于槽的尺寸、阻尼装置的类型、前次测试速度、流速仪和悬挂装置浸水部分的大小和形状。

I-5       **结果表示**

I-5.1       **校准图形**

校准点应置于以速度  $v$  为纵坐标、转子旋转速率  $n$  为横坐标的绘图系统中。

I-5.2       **校准方程**

校准形状应暗示校准曲线与之大致吻合的直线方程, 指定每个  $n$  值, 则与其相适应的间隔有如下表达式:

(a)         $v = a + b n$

式中  $v$  为速度, 单位为米/秒;

$n$  为每秒钟转子的转数;

$a$  和  $b$  对每个方程而言是确定的常数;

或

(b)         $v = a + b \frac{N}{t}$

如果与总转数  $N$  相应的时间  $t$  可以很方便地得到的话。

I-5.3       **校准表**

$v$  和  $n$  之间的关系应以表格的形式给出。

注： 可以每 0.01 rev s<sup>-1</sup> 或一个指定时间间隔内的整转数或相应于指定

的转数给出速度。

I-5.4       **校准文件**

除I-5.1, I-5.2 和I-5.3 所提及的因素外, 校准表应包括以下信息:

- (a) 率定站的名称和地址;
- (b) 校准日期;
- (c) 校准号;
- (d) 流速仪的型号和类型;
- (e) 流速仪及每个马达的编号;
- (f) 所用悬挂和加重物的细节;
- (g) 流速仪在槽断面的位置;
- (h) 最小反应速度的说明;
- (i) 校准限制;
- (j) 任何评论, 诸如“常规”率定或对流速仪所做的任何改动 (如装备份零件) 的说明等;
- (k) 校准时的水温;
- (l) 轴承油的粘性;
- (m) 有关率定方程的精确度的说明, 其中应包括对基本校准技术的精确度的评估;
- (n) 校准站负责员工的签名。

## II — 水位测量装置

(参见[D.1.2.] 3.1.2)

### II-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节中的材料是基于 ISO 4373 (1995), 标题是“明渠中液流的测量——水位测量装置”。
- (b) 关于水位测量装置的指导性说明详见《水文规范指南》第一卷 (WMO-No.168) 和《测流手册》(WMO No.519)。

本节具体指出以下装置的功能要求:

- (a) 带有用于浮标操作自记水位计的进水管的自记水位测井;
- (b) 水位探测装置;
- (c) 水位记录装置;

以符合《技术规则》[D.1.2.] 3.1 的要求和满足《技术规则》[D.1.2.] 3.5.所指明的水位和地下水位测量精度的要求。

### II-2 自记水位测井和进水口

#### II-2.1 自记水位测井

注: 自记水位测井的功能是:

- (a) 放置仪器和保护漂浮系统;
- (b) 在井内提供河中水位的精确表示;
- (c) 阻尼水面振荡。

II-2.1.1 测井可放置在河岸或河流中, 但不应放置在水流条件会引起分流和淤塞的河道中。

II-2.1.2 测井不应跟引水渠中的流型相干, 若其与控制装置相连, 即应置于控制装置构成的池中, 但应位于该控制装置水面下降区的上游。

II-2.1.3 测井置于岸上时应根基牢固, 置于河流中时应锚定牢固以使其自始至终能保持稳定。

II-2.1.4 测井和所有与井和进水管相连的结构应不漏水, 以使只能通过进水口进出水。

II-2.1.5 测井应竖直和有足够高度和深度以使浮标能自

由到达所有可能的水位位置。

II-2.1.6 测井的大小应能使置于其中的所有设备均能自由操作。浮标与井壁之间的间隙应至少为 75mm, 在使用两个或以上浮标的井中, 浮标之间的间隙至少为 150mm。在挟沙河中测井应足够大以便能进入其中进行清洁。

II-2.1.7 当测井置于河岸上时, 自记水位测井井底应不漏水, 以阻止水渗透进或漏出至井外。

II-2.1.8 在带有防水底的井中, 井底至少在最低进水口底下 300mm, 以便贮存沉淀物和避免在低水位时浮标搁浅。

II-2.1.9 在寒冷气候条件下应使用井盖、毛地板、加热器或在水面放油以避免结冰。使用油时, 油面将比河流水位高些需要进行订正。

#### II-2.2 进水口

注: 自记水位测井的进水口的功能是:

- (a) 允许水进入或流出测井, 以确保井中水与在所有水流条件下河流中的水位保持大致相同的高度;
- (b) 限制自记水位测井中的滞后和振荡效应。

当测井紧挨河岸时, 可采用管道作为进水口将井与河相连, 或井直接位于河中时, 可在井本身打一系列的孔或缝。置于有较高淤泥的河中的测井可有一漏斗型的底作为其入口并用作自洁工具。在不同的高度处安

装两个或以上个入口, 以确保如其中一个入口堵塞时系统能正常运行。

II-2.2.1 入口应足够大以允许井中水位随着河中水位升降而没有明显滞后。

II-2.2.2 入口应足够小以便阻尼由波动或大浪引起的振荡。

注: 这些要求相互矛盾应当合理平衡, 作为通用性指导入口横截面积的总和应不少于井横截面积的 1%。

II-2.2.3 对置于岸上的自记水位测井而言, 最低入口的断面最低点应至少在预估的最低水位之下 150mm 和距井底至

少 300mm 处。在寒冷气候区这种入口应在霜冻线以下。

II-2.2.4 入口管道应等坡度铺设并置于适当的不会下沉的地基上。

II-2.2.5 入口应在河中定位成能探测到真正的水位。当河中测量点的速度大到足以使动力压力可探测到,入口应安装一静压装置。

II-2.2.6 进水管若超过 20 米长,应在其中间放置一个带有内阀门的检查井作为截沙坑并提供清洁通道。

II-2.2.7 清洗入口的方法有两种,一种是采用冲刷系统,在此系统中水头几米以下的水可以通过入口泵入自记水位测井入口端;另一种是用杆进行手动清洁。

II-2.2.8 若通过河中入口端的速度比较大时,应通过在河中入口端连接一个末端包住的多孔静水管并使之在下游水平伸展来减缓水位的下降。

II-3 水位探测装置

II-3.1 测站基面

注:测站基面可以是一个公认的基面,例如平均海平面,或是选定的任意基准面,以使水尺读数为相对较低但为正数,便于使用。

II-3.1.1 如采用任意基准面,则应参考精确测量的高于海平面的已知高度的水准点。

II-3.1.2 测量零点应通过测站水准点与国家基面相关联。

II-3.1.3 测站水准基点应设在抗干扰能力最大的地方,其应当安全地固定在水泥砖块或是类似的座托上,它们延伸至地下一个没有诸如冰冻或山体滑坡干扰的深度。

II-4 垂直和倾斜水尺

注:这样的水尺包含刻在或附在适当表面上的标尺。

II-4.1 功能需求

这种水尺应满足以下功能要求:

- (a) 应精确且刻度清楚;
- (b) 应当耐用且易于维修;
- (c) 安装使用简单。

II-4.2 材料

水尺所用材料应耐用且不易膨胀。

II-4.3 刻度

II-4.3.1 刻度应清楚且刻痕具有持久性。数字清楚不可能引起任何混淆。

II-4.3.2 水尺板应制造成合适的长度,标尺表面的宽度不小于 50mm。

II-4.3.3 细分刻度应具有 $\pm 0.5\text{mm}$ 的精度,长度的累积误差不应超过 0.1%或 0.5mm 中较大的一个。

II-4.4 安装和使用

II-4.4.1 通则

- (a) 水尺应最好放在河岸附近以便能直接读取水位;
- (b) 在不致影响该点的水流状况下,水尺应尽可能地放置在离测量段近的地方;
- (c) 应能容易和方便地接近水尺以便观测员能尽可能地用眼水平地读数。

II-4.4.2 直立水尺

水尺板或垫板应安全地固定在墙面或具有与流动方向平行的竖直面的桩上。

II-4.4.3 阶梯水尺

在水位范围超过单个直立水尺的测量范围的地方,附加的部分可安装在跟水流方向正交的断面线上。

- (a) 阶梯水尺的安装间隔必须确保能测量所有水位;
- (b) 阶梯水尺系列的刻度应充分搭接。

II-4.4.4 倾斜水尺

倾斜水尺应紧随河岸的轮廓进行安装,并根据测站水准点通过精确测高进行现场校准。

II-5 水位测针

水位测针包含一枚针和确定其相对于基准面精确的垂直位置的工具。测针的两种类型分别是:

- (a) 针形水尺,其触点从上面伸至自由面;
  - (b) 钩形水尺,钩状,其探针浸入水中从下面伸向自由面。
- 垂直位置可由分度标尺、带有若干游标的皮尺或数字显示器来确定。

II-5.1 功能要求

- (a) 水位测针的安装应保证从预估的最低水位以下到最高

水位之上所有的水位都能测量到；

- (b) 在测针接触液面的地方要有较好的照明；
- (c) 测针应以大约  $60^\circ$  的夹角成锥形接近一点，并绕此点环行半径大约为 0.25mm 的一个圆。

## II-5.2 材料

水位测针及其附录均应由耐腐蚀的材料制成。

## II-5.3 刻度

钩形或针形水尺的刻度应为毫米，刻度应清晰而准确。

## II-5.4 安装和使用

- (a) 如条件允许测针应安装在河流边缘开放的水面上。如果由于湍流、风或难于接近而不能满足上述条件，那么应安装静水舱或静水井；
- (b) 测针所在位置应尽可能地靠近测量段；
- (c) 当在不同高度装有多个基准板或托架时，或是使用阶梯水尺的地方，所有这些都应位于河中与水流方向正交的一个断面上。如不能满足，所有测针必须交错落在断面两边一米以内的点上；
- (d) 基准板和托架必须安装在延伸至霜冻线以下的安全的基座上；
- (e) 用来参考确定自由面水位的基准板的高度，应非常仔细地设立。从测站水准点至每个基准板的偏移极限不应超过  $\pm 0.1\text{mm}$ 。

## II-6 浮标水尺

**注：**浮标水尺常用于自记水位测井中测量水位。典型的浮标水尺由一个在测井中操作的浮标、分度钢卷尺、平衡锤、滑轮和指针组成。

### II-6.1 功能要求

- (a) 浮标水尺的安装应保证从预估最低水位至最高水位的所有水位都能测到；
- (b) 浮标应由耐用的防腐抗污的材料制成，应密封且在真正的垂直方向上活动；
- (c) 浮标应适当漂浮，系带或金属线应没有弯曲或打结；
- (d) 应提供一种用实际水位迅速检验浮标水尺读数的方法。

### II-6.2 刻度

浮标水尺的刻度应为毫米，刻痕应清晰而准确。

## II-7 悬锤式水尺

**注：**典型的悬锤式水尺由一个缠有单层缆绳的转筒、系在绳末端的青铜锤、刻度盘和计数器组成，所有这些都置于一个保护罩内。在其它户外水尺难以维修的地方悬锤式水尺往往用作户外参考水尺。悬锤式水尺通常安装在有桥或其它水上面的建筑物的地方。

### II-7.1 功能要求

悬锤式水尺应对所有预估水位都能测量到。

### II-7.2 材料

悬锤式水尺应全由耐用的防腐的材料制成。

### II-7.3 刻度

悬锤式水尺的刻度应为毫米。

### II-7.4 安装和使用

- (a) 悬锤式水尺不应安装在水面被湍流、风或汇流干扰的地方；
- (b) 应经常对悬锤式水尺的高度进行校准以确保水位观测的可靠性。

## II-8 压力表

**注：**压力表常被用在安装静水井太昂贵的地方。一种广泛用于测水位的方法是测量相对于某基准面的水柱的高度，这可间接由以下方法测得：先测水面下某固定点的水压，然后利用液体静力学原理即液体压力与其深度成比例就可算得水深。最为成功和最为广泛采用的传送压力的方法是排气法。

### II-8.1 排气（起泡器）法

- (a) 应提供适当的气体或压缩空气。供压应具有超出所测范围的释放压力。
- (b) 应提供减压阀以便设定一个安全地超出最大范围的压力，同时应安装流量控制阀和某种流量显示器以适当调节供给该系统的气流。即使是在预期的最大改变率下，压力设定应能阻止水进入试管。
- (c) 应将穿过试管时气体阻力所引起的不正确的读数减至最小。
- (d) 管子的安装应连续顺坡到通气口。

### II-8.2 水密度补偿

由于传感器欲测的水密度将会随温度、化学及泥沙含量的不同而变化，因此应提供补偿这些变化的自动或是人工的方法。

### II-8.3 气体重量的变化

如气体法用于传送压力，那么就应对气体密度随温度和压力的变化提供补偿。

### II-8.4 范围

仪器范围应足以测量预估的水位范围。

### II-8.5 反应

仪器的反应应快到足以跟上任何预期的水位变化率。

## II-9 记录装置

### II-9.1 机械记录器

#### II-9.1.1 驱动力矩

注：在记录装置中，输入杆的角运动由机械联动装置转化成模拟记录仪指针的运动，或转化成数字记录仪的编码机构。如磨擦大，即定位记录元所需的驱动扭力矩大，那么跟随水位变化就存在明显的时间延迟。

(a) 驱动力矩应大到足以能克服由于机械联动而引起的阻力。

(b) 阻力应尽可能地低，应不超过 7mN.m。

#### II-9.1.2 滞后现象（丧失运动）

滞后应保持至最小，不应超过 3mm。

注：如果输入杆在同一方向转动直至指针跟上而后转动方向改变，那么总的滞后是导致指针跟上转动方向改变所需运动的总和。

#### II-9.1.3 定时装置

(a) 旋转图板的时针机构应具有高质量、结实、可靠且其外壳应能抗灰尘、耐腐蚀和阻止昆虫进入；

(b) 时间测量或时钟机构至少 30 天的时段的平均误差应不超过  $\pm 30\text{s/d}$ ；

(c) 为满足上述（b）所述的精度要求应对机械装置进行调整。

#### II-9.1.4 纸（图或带）

在整个预估的温度和湿度范围内所用的纸在比较接近的容限内应保持稳定。

#### II-9.1.5 记录笔

如使用钢笔，则笔和墨水应当满足：所产生的轨迹没有污斑而易于读取；如用铅笔，其应具有适当硬度以产生可读性轨迹。

#### II-9.1.6 误差

使用记录装置时其误差来源有如下几点：

(a) 驱动装置的摩擦力；

(b) 驱动装置的滞后效应；

(c) 测线漂移，这是在水位迅速改变时由于浮标的漂浮深度改变所引起的，此时浮标测线的重心亦随之改变；

(d) 纸的膨胀和收缩；

(e) 不确定性：如水位介于两个数之间（对数字记录仪而言）。

对数字记录仪，如水位介于两个数之间，则为避免不确定性应在纸带在穿孔前让记录仪逼近最接近的数字。

#### II-9.1.7 环境要求

记录仪应在主要的环境温度和相对湿度范围内能令人满意地运行。

#### II-9.1.8 材料

记录仪所有部件的材料在野外使用时应能耐腐蚀。

#### II-9.1.9 外壳

记录仪应装在一个防漏、防尘、不受天气影响的盒中，这个盒应带有一个窗户以便不需打开盒子就能检查记录。

#### II-9.1.10 输入杆的调整

应提供输入杆水平调整的方法。

#### II-9.1.11 操作手册

应提供通用的操作手册，其中含有关于正确操作和维护记录仪方面必要的描述和图表。

## II-9.2 液压记录仪

### II-9.2.1 压力范围

(a) 记录仪的压力范围应包含所期望的整个水压范围，应留有裕度以在任何极端条件下避免损坏压力传感部件；

- (b) 机械部件和压力传感部件应具有高质量，在材料和工艺上都应使滞后效应降至最小；
- (c) 应附有调整记录仪高度的方法。

#### II-9.2.2 定时机构

同上 II-9.1.3。

#### II-9.2.3 纸(图或带)

同上 II-9.1.4。

#### II-9.2.4 记录笔

同上 II-9.1.5。

#### II-9.2.5 环境要求

记录仪应当在环境温度、相对湿度和大气压力主要范围内正常运行。

#### II-9.2.6 材料

同上 II-9.1.8。

#### II-9.2.7 外壳

同上 II-9.1.9。

#### II-9.2.8 操作手册

同上 II-9.1.11。

#### II-9.3 电子记录仪

##### II-9.3.1 精度

电子记录仪的记录误差应不超过其实际大小读数的 0.5%。

##### II-9.3.2 可读性

操作机构(指针)的总的运动应适于分辨最小的增量，图纸的宽度应至少等于指针的运动。

##### II-9.3.3 稳定性

用于记录水位的记录仪对 30 天的时段正负 2 的可读性分度以内应当是稳定的。

注：记录仪的稳定性是其在给定的容限内对同一输入信号保持相同读数的能力。

##### II-9.3.4 定时机构

同上 II-9.1.3。

##### II-9.3.5 纸

应使用最好质量和印有精确刻度的纸张。

##### II-9.3.6 记录笔

同上 II-9.1.5。

##### II-9.3.7 环境要求

同上 II-9.1.7。

##### II-9.3.8 材料

记录仪应以这样的材料制造和包装，即在野外长时间使用的条件下仍具有满意的功能。

##### II-9.3.9 外壳

同上 II-9.1.9。

##### II-9.3.10 操作手册

同上 II-9.1.11。



# III — 直接深度探测和悬浮装置

(参见[D.1.2.] 3.1.3)

## III-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节中的材料是基于 ISO 3454 (1983), 标题为“明渠中的液流测量——探测和悬浮装置”;
- (b) 关于探测和悬浮装置的指导性说明详见《水文规范指南》(WMO-No.168) 和《测流手册》(WMO-No.519)。

本节具体指出在明渠中液流测量所用装置的功能要求, 分两个方面:

- (a) 测量水深;
- (b) 悬置测量装置(流速仪或泥沙采样机), 以遵从《技术规则》[D.1.2.]3.1 的要求, 同时满足《技术规则》[D.1.2.]3.6 中所指出的关于流量测量精度的要求。

## III-2 探测装置

注: 探测的目的是为得到从水面至河床的深度, 为此, 或用一测深杆或用一根测深绳, 取决于流速和水深。

### III-2.1 测深杆

注: 测深杆结构坚固, 可用手握和手工操作或是提供一支撑用机械操作。

III-2.1.1 手握式测深杆可用于测量在流速不超过 2m/s 时的 3 米以内的水深。

注: 支撑式机械操作的测深杆一般适用于水深不超过 6 米、流速不超过 2m/s 的情形。

III-2.1.2 对小的深度和速度(分别为 1 米和 1m/s 以下者)应使用涉水测深杆。

III-2.1.3 测量过程中, 应使杆保持垂直。

### III-2.2 测深绳

III-2.2.1 测深绳应用于流速和水深不宜使用测深杆的地方。

III-2.2.2 为保持测深绳垂直应在其上附上适当的重锤。

### III-2.3 测深锤

测深锤应是流线型的以对水流产生最小的阻力。

注: 适于一定水深和流速的测深锤的质量可由下列公式进行估计:

$$m = 5\bar{v}d$$

式中

$m$  为测深锤的质量, 单位 kg;

$\bar{v}$  为平均水流速度, 单位 m/s;

$d$  为水深, 单位为 m。

## III-3 悬浮装置

### III-3.1 悬浮装置

这一装置应:

- (a) 悬浮式测量或采样装置应放置在某选定的深度和位置处, 以避免各种水深和流速下都可能存在的过度的扰动;
- (b) 观测期间在稳定条件下应保持测量或采样装置在所选定的深度和位置处。

### III-3.2 杆式悬浮装置

注: 杆式悬浮装置具有这样的优点, 即测量或取样部件能被放置在垂直方向上无任何明显偏斜的测量点上。

#### III-3.2.1 手工操作的杆式悬浮装置

涉水测深杆应用于较浅的适合涉水的河流, 可用于水深不超过 3 米流速不超过 2m/s 的河水中。

#### III-3.2.2 机械操作的杆式悬浮装置

注: 尽管这种装置可以保证测量或取样部件准确定位于所要求的深度和位置, 然而其较重需要仔细安装和有技巧的操作。

机械操作的杆式悬浮装置可用于人工操作的手握杆已不再适用的地方,但通常不应用在水深超过 6 米,流速超过 2m/s 的地方。

### III-3.3 缆索悬浮装置

III-3.3.1 缆索悬浮装置应用在水深和流速不宜使用杆式悬浮装置的地方。

注: 通常采用两种缆索悬浮装置:

- (a) 手绳式悬浮装置,可用于重锤不超过 15kg 的情形;
- (b) 卷式悬挂装置,支撑在桥、缆车、船或冰盖上,如果测重锤超过 15kg 应使用这种装置。

III-3.3.2 如水流使测深绳向下游偏移,以至绳与垂直向的夹角超过 4 度,则其所指示的深度有不可接受的误差,对指示深度应进行以下两种订正:

- (a) “气绳”订正,即悬挂点与水面之间测绳的订正;
- (b) “湿绳”订正,即测绳水下部分的订正。

注: 订正表在《测流手册》(WMO-No.519) 第一卷 —— 野外作业, 141 至 143 页中给出。

## III-4 具体要求

### III-4.1 用于测深和悬挂的杆

#### III-4.1.1 手握式测深和悬挂杆

这种装置应满足如下要求:

- (a) 质量应尽可能小;
- (b) 应是直的且具有抵抗由于流水引起的力的足够的强度而不会引起明显的偏斜或震动——可以是分段式的允许被拆卸;
- (c) 应使用耐腐蚀的材料制成;
- (d) 应不致因其自身的阻挡而引起水面明显的上鼓;
- (e) 两刻度之间的间距应可观测到 10mm 以内,应清楚标出 0.1m, 0.5m 和 1m 的刻度增量;
- (f) 应装上底盘以免穿入河床中;
- (g) 应为装置安上可移动的底座并提供传送电子信号的方法。

#### III-4.1.2 机械操作的测深和悬浮杆

除III-4.1.1 (a) 至 (g) 中的要求外,机械操作的杆式装置(参见上面III-3.2)还应包括以下一些基本组成部分:

- (a) 锁定装置如“爪掣棘轮”,用以使测深和悬浮杆保持在理想的位置;
- (b) 便于抬高和降低测深或悬浮杆的机械设备;
- (c) 将其紧固于测量平台或建筑物上的方法;
- (d) 确保稳定的足够补偿。

### III-4.2 缆索式测深和悬浮装置

#### III-4.2.1 测深和悬浮缆索

用于测深和悬浮的缆索设备应:

- (a) 耐腐蚀,事先成形和倒置防止旋转;
- (b) 装有合适的附录用以悬挂测量装置和测深锤;
- (c) 包含适于传送仪器信号的隔离导体;
- (d) 制造成在正常使用时不会被持续地弯曲或扭转,这将会影响其使用和长度;
- (e) 有足够的强度用以安全地支撑流速仪和测深锤,其在负载下的延展性不超过 0.5%。

注: 不小于最大测深锤重量五倍的最大负载提供了合适的安全余地,用以承受负载的拖曳效应和传动负载,当缆索被用作手持绳时,手握部分的缆索应具有合适的材料和尺寸(例如直径 10mm, 装有 P.V.C 管或橡胶套)以避免对操作员造成不适或导致受伤。湿索部分直径应尽可能小(与 (a) 至 (e) 中所述一致)以便将拖曳效应减至最小。

#### III-4.2.2 卷轴

用以分配和测量悬浮缆索的卷轴应满足以下要求:

- (a) 转轴、滑轮和缆索导引器的半径应不小于由制造商建议的最小缆索弯曲半径;
- (b) 用以测量松出去缆索总量的装置。当缆索能单层缠绕于转轴上时,缆索可由该转轴来驱动,否则将直接用缆索驱动;
- (c) 确保缆索均匀缠绕在转轴上的装置;缆索末端须牢固地系在转轴上;
- (d) 应有一锁定装置以在任何期望的位置固定转轴;
- (e) 在记录装置和悬挂仪器间应有电子连接;

- (f) 卷轴的设计应便于手工操作，可为转轴提供动力驱动装置用以升降测量设备和附属重物；连接到支撑装置上的方法应简单而安全，支撑装置可以是缆车、桥缘、冰架、吊车、船航标等等。

### III-4.2.3 支撑和安装卷轴的设备

支撑和安装设备应在桥、缆车、船或冰上使用或附装在这些物体上：

- (a) 应具有用以支撑卷轴及测量或取样设备和任何附属重物的足够的强度；
- (b) 应使测量或取样装置能在垂直面上升降且同支撑物之间有足够的间隙；
- (c) 应带有量角器以测量缆索的垂直偏移；
- (d) 应有足够的平衡补偿以确保在任何时候都维持稳定；

- (e) 可附连上有力的驱动装置；

- (f) 应是可移动的，目的是便于运输，为此它应可拆卸。

### III-4.2.4 测深锤

测深锤应由高密度的材料制成以使其体积尽可能小，应是流线型的以尽可能减小拖曳，且应带有稳定板以提供定向稳定性。重锤相对于测量仪器的位置应安排得使重锤对仪器操作特性的影响减到最小。连接重锤和悬挂缆索的锚点应尽可能小或包含在重锤体内。不主张将两个或多个重锤连接到探测或悬挂缆索上。

注：此外，重锤可：

- (a) 安装一个探测河底并与河底进行信号通讯的装置；
- (b) 有其它水文测量装置直接附于其上；
- (c) 是具有保护水文测量装置突出支座的组合体的一部分。

## IV — 旋转式流取速仪

(参见[D.1.2.] 3.1.4)

### IV-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节中的材料是基于 ISO 2537 (1988), 标题是“明渠中的液流测量——旋转式流速仪”。
- (b) 关于流速仪的指导性说明详见《水文规范指南》(WMO-No.168) 和《测流手册》(WMO 出版物 No.519)。

本节遵从《技术规则》[D.1.2.]3.1.4 的要求具体指明了旋转式流速仪的操作要求、构造、校准和保养。

### IV-2 操作要求

注: 普通构造的流速仪是倾向于在水平或几乎水平的位置上操作的。设计成在其它位置上操作的流速仪本节不拟讨论。

IV-2.1 装置应以下述方式保持跟水流对准, 即使得旋转元按拟议中的要求响应水流的运动。如果流速仪之内含有一个装有支轴的悬挂物, 它应允许在垂直平面内自由运动以确保跟液流对直。

IV-2.2 流速仪应对水水力产生最小的阻力。

IV-2.3 流速仪的旋转元应设计成这样, 即当被流体驱动时它按某个角速度旋转, 该角速度跟流速在制造商或率定实验室指明的校准速度范围内有一个已知的关系。

IV-2.4 流速仪应快速响应相应的速度变化; 制造商应指明预期的响应速度。

IV-2.5 除非另有所指, 流速仪应适于用在浑水或盐水中。

### IV-3 构造上的特征

IV-3.1 叶轮应采用不易变形或弯曲的材料制成。

IV-3.2 支撑轴的阻力扭矩应尽可能小并在使用期间保持稳定。支撑轴应按制造商说明的那样加润滑剂。应制订规定以保持支撑轴免遭泥水污染, 除非要求使用水-润滑支撑轴。

IV-3.3 转子的旋转应通过机械接触或者磁、光学或其它装置对流速仪的有效范围之内的所有速度给出清楚而明确的信号。如果采用电联接, 它们应当是防水的。

IV-3.4 制造商应规定流速仪能在其中使用的水的最大导电率。

IV-3.5 测低速流时, 应可以按下述方式选择计数装置发送的信号频率, 即使得正常测量持续时间内必然包含的误差减到最小。

IV-3.6 测高速流时, 如果信号频率不再正确计数或指示信号, 那就应该提供一种能探测这种高速度下所有输入信号的装置。

IV-3.7 备用部件应是完全可互换的以确保有一致的功能特征, 同时相对于校准值的发散度应小于 2%。

IV-3.8 流速仪应整个都由防腐材料构成, 或由能有效防止在自然水中发生的腐蚀的材料构成。流速仪应具有非常坚固的结构以确保在通常遇到的条件下进行校准。

### IV-4 校准

IV-4.1 所有校准应符合本附录第 I 节中确定的要求。

IV-4.2 流速仪经校准(无论是单个或成组校准)后, 应给每一只流速仪附上一份如同本附录, 第 1 节, I-5.4 说明的那种校准文件。

IV-4.3 分组率定应放在对一组同一产品流速仪的校准的基础上。校准的样品数目应该合适, 而且如果可能的话应同时包含新流速仪和保养很好的用过的流速仪。

IV-4.4 如果采用分组率定, 流速仪的校准应定期检查以确保它们在期望的容限之内继续能用。

IV-4.5 个别校准的流速仪应按常规每年一次的间隔或使用 300 小时后(视哪一个间隔更短而定)进行再校准。

IV-4.6 除了上述规定外, 工作性能有怀疑时流速仪应随时进行校准。

IV-4.7 关于校准的可靠度, 率定实验室应指明在 0.15、0.25 和  $0.50 \text{ m s}^{-1}$  及以上速度时 95% 置信度的耐受极限。

IV-4.8 作为校准曲线符合程度的一个检验, 制造商或率定实验室应指明资料对于校准上下限以及至少两个中间点的标准误差。标准误差应表成平均速度等级的百分数并应是关于 95% 置信度的。

#### IV-5 保养

**注：**一般在正常操作条件下，用户应遵照建议的每次测量流量前后的检查程序加以保养，正如在制造商的操作和服务手册中说明的那样。

IV-5.1 流速仪在每次流量测量前后都应检查轴承的磨损和损坏情况、轴的校正、接触点的正确运转以及軛架或杯轮（如果是旋杯式流速仪）或叶轮（如果是旋桨式流速仪）的变形。

IV-5.2 为了进行检查，应有可能在野外拆卸和重新组装流速仪组件，此时没有专门的工厂设施，并且由没经专家培训的人员来做。因此进行这项工作所需要的工具应作为标准附录`供给。

IV-5.3 在使用前，流速仪应通过信号测试来检验其是否正常工作。通过慢慢转动转子，应将旋转数跟接收到的脉冲数进行比较。对于带有发动机的流速仪，应检验输出信号随转子速度变化的情况。

IV-5.4 流速仪流量测量之前和之后的状况应由旋转试

验来确定。

**注：**旋转试验操作如下：将流速仪置于正常工作位置，保护转子免受气流影响；用手旋转该转子；当它接近其中止点时，仔细观察它的运动，看中止是突然还是逐渐发生的。如果中止是突然的，应查出原因并在流速仪使用前予以纠正。

IV-5.5 制造商应指明旋转的持续时间，任何一种特定的流速仪均希望有关于持续时间的信息。

IV-5.6 应对旋转持续时间进行计时并记下来，且应跟该流速仪指明的最小持续时间加以比较。

IV-5.7 每次流量测量之后，或更经常地对于长时间的测量，所有轴承表面应该被彻底地清洗并且（如果适用的话）敷以润滑剂。所使用的润滑油应如制造商建议的具有相同的规格。

IV-5.8 应为流速仪、备用零件和保养工具提供运送和储存期间合适的保护箱。

IV-5.9 应为每一个仪器提供一本综合的操作和服务手册。它应给出全面的指示，并在必要时予以详细阐明。

# V — 确定流量的预校准堰

(参见[D.1.2.] 3.1.5)

## V-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节中的材料是基于 ISO 1438-1 (1998), 标题是“薄片堰”、ISO 3846 (1989), 标题是“有限顶宽自由溢流堰 (矩形宽顶堰)、ISO 4360 (1984), 标题是“三角断面堰、ISO 4374 (1990), 标题是“圆鼻平顶堰”及 ISO 4377 (2002), 标题是“平-V 堰”;
- (b) 相关的流量方程细节可参见上述诸“标准”。关于确定流量的进一步说明可参见《水文规范指南》(WMO-No.168) 和《测流手册》(WMO-No.519)。

本节遵从《技术规则》[D.1.2.] 3.1.5 的要求具体说明使用下述几种堰测量流量时的功能要求:

- (a) 薄片堰;
- (b) 矩形宽顶堰;
- (c) 三角断面堰;
- (d) 圆鼻平顶堰;

## V-2 场地的选择

V-2.1 堰应位于河道的直河段之内, 应避免局部的阻塞、粗糙度变化或河床的不平坦。

V-2.2 对于建议的场地应按VI节VI-4.15 所说明的进行初步的勘测。

V-2.3 选择的场地应在可能的范围内满足VI节VI-3.2 (一般) 和VI-4.16 (特殊) 指出的要求。

## V-3 安装条件

完全的测量安装应由引水渠、测量装置和下游渠组成。

### V-3.1 引水渠

V-3.1.1 引水渠中的水流应是平直而没有扰动的, 并且在

断面上应有尽可能均匀的速度分布。大的岩石和漂砾应从引水渠的河床中清除掉。在装置上游 30 倍最大水头的距离之内不应出现驻波。

V-3.1.2 断面应比较均匀, 而引水渠在一个等于至少五倍于最大水流处的水面宽度的长度内应是直的。

V-3.1.3 如果引水渠的入口处通过一个河曲、通过管道或比较小的断面流入引水渠, 或者成一个角度, 那么这个直引水渠应长得足以达到一个均匀的速度分布。

V-3.1.4 如果在没有悬浮的碎屑或物质的人工渠中使用缓冲板, 那么在测量点 10 倍于待测的最大水头之内不应有缓冲板存在。

## V-3.2 测量装置

V-3.2.1 堰装置应是坚固而不透水的, 能经受住洪流环境并应跟水流方向成直角。

V-3.2.2 对于薄片堰, 在它构建的壁上应没有凸出物, 并且它的上游面不应突出超过堰面。在下游一侧, 该装置应不影响水舌暴露在空气中。

V-3.2.3 装置打基础的地面应是不容流体渗透的, 或是通过灌浆、打桩或其它方法密封住的。

## V-3.3 装置的下游

对于为自由流而设计的堰, 在装置下游河道中的任何碎屑聚积物 (它可能使水位升到足以浸没该装置) 都应清掉。

## V-4 水头的测量

堰上游的水头应用本附录第II节描述的适当的水位装置进行测量。

## V-5 保养

V-5.1 引水渠应保持干净, 至少在 3.1.2 中指出的距离

内没有淤泥和植物。物。

V-5.2 浮尺井和引水渠的入口应保持干净，没有沉积 V-5.3 堰装置应保持干净而不粘附碎屑。

## VI — 水文站的建立和运行

(参见[D.1.2.] 3.3.1)

### VI-1 适用范围和领域

注:

(a) 本附录这一节的材料是基于 ISO 1100-1 (1996), 标题是“明渠中的液流测量, 第 I 部分: 测站的建立和运行”和 ISO 748 (1997), 标题是“明渠中的液流测量——速度面积法”。

(b) 关于水文站的建立和运行的详细说明可参见《水文规范指南》(WMO-No.168) 和《测流手册》(WMO-No.519)。

本节遵从《技术规则》[D.1.2.] 3.3 的要求并为了满足《技术规则》[D.1.2.] 3.5 和[D.1.2.] 3.6 中指出的关于测量准确性的要求, 具体指出了测量水位或流量, 或同时测量两者的水文站的建立和运行要求。

### VI-2 水位测站

#### VI-2.1 初步勘测

应对建议场地的物理和水力学特征进行初步勘测以确保其满足如同第 II 节-“水位测量装置”所指出的有关水位测量所必需满足的要求。

#### VI-2.2 场地的选择

VI-2.2.1 选作水位观测的场地应考虑采集记录的目的、场地的容易接近和能找到观测员(如果测量不是自记的)。

VI-2.2.2 大水体的量器应置于强风风浪区(它可能带来使人误解的资料)较小的地方。

VI-2.2.3 水力学环境在河道场地选择方面的重要性应给予肯定, 特别是在那些水位是用来估算流量记录的地方。

#### VI-2.3 设计和构造

水位测站基本上应由一个参考量器或一些量器构成。在需要连续记录水位时, 除了参考量器之外还应安装一个水位记录器。

注: 各种水位测量装置的规格、它们的安装和使用可参见本附件 II 节。

### VI-3 流量测站; 单独测量

注: 下面这些方法最适合于流量的单个测量、有限次数的测量或不经常的测量, 但只是对那些不需要连续的水位记录的地方。

#### VI-3.1 速度-面积法和方法的原理

测量一个明渠中的水流的速度和断面面积并据此得到流量。

#### VI-3.2 场地的选择

VI-3.2.1 在调研一个场地是否合适时应对宽度、深度和速度进行大致的测量。这些测量结果应用作一个指导准则以确保纵向与横向的河床廓线和速度分布两者对流量测量目的而言均是可以接受的。

VI-3.2.2 在所选择的场地, 应可以测量整个流量范围和可能遇到或需要测量的各种流动。

VI-3.2.3 所选的场地应尽可能满足以下的要求:

(a) 测量场地处的河道应该是直的并且具有均匀的断面和坡面。如果限定直河道的长度, 则测量断面上游的直线长度应为下游的两倍;

(b) 在所选河段的水深应足以对流速仪或浮标(视使用哪种而定)提供有效的浸没;

(c) 测量场地应保持干净, 并且没有为树和其它障碍物所堵塞。

VI-3.2.4 除了在 VI-3.2.3 中所指出的要求之外, 在选择测量场地时还应考虑以下几点:

(a) 可接近程度;

(b) 河段的河床在测量时段内不会改变;

(c) 所有流量应包含在规定的河道或具有基本上稳定而明



确规定的边界的河道之内；

- (d) 场地应远离任何河曲或者自然或人工的障碍物；
- (e) 应避免选择杂草丛生的场地，如果可能的话；
- (f) 应避免选择会出现涡流、逆流或死水区的场地；
- (g) 应避免选择在斜测流断面具有收缩（更多是扩散）水流的场地；
- (h) 河段应这样取向，即水流方向尽可能与盛行风方向接近垂直；
- (i) 应避免选择容易遇到变化不定的回水的场地，如果完全可能的话；
- (j) 洪泛区（如果不能避免的话）应是宽度最小、尽可能平稳、没有明显的水道且无灌木和树木；
- (k) 在桥梁附近的测量场地最好选在桥的上游。然而，若有可能出现冰、短棍木柴或垃圾堆积物时，测量场地应选在桥的下游；
- (l) 在容易结冰的河流，应附加下列条件：
  - (i) 该河冻结的大部分时间内冰应结得足够厚足以承受人和装备的重量。因此须采用可靠的方法来确定冰形成之后（特别是正在融化时）的强度；
  - (ii) 测量场地应处于无冰水面河段的上游以最大限度地减小雪冰或潜冰的出现；
  - (iii) 所选的测量场地应不会出现多层的冰。冰层可能出现在经常有多个水位起伏或冻到河底的地方。

**注：**在上述要求不能满足但其它方面都很好的测量场地，可另用一个场地来进行冬季测量，只要这两个场地之间的局部流入可以忽略不计。在某些情况下，用多个场地进行冬季测量可能是有必要的。这些交替使用的冬季测量场地应在无冰季节加以鉴定以评估其对上述状况的合适性。

- (m) 如果在场地选定后河道状况出现不能接受的变化，即应另选场地。

VI-3.2.5 选定场地的地形测绘包括场地规划以及河道、河床和测量段水流的特征等细节。

VI-3.3 设计和构造

VI-3.3.1 场地选定后应给其提供断面划分和确定水位的

方法。

VI-3.3.2 每个断面的位置应该用清晰可见和容易辨认的永久性标识在河岸定好，同时确定测站的水准点。

**注：**在容易碰上比较大的积雪的测站，断面线标识可参考诸如锥形石堆这样的物体。

VI-3.3.3 应安装一个标准水尺来检验测量时可能出现的水位变化。

VI-3.3.4 水位测量标尺的资料应通过精密水准测量使之跟标准资料一致。

VI-3.3.5 在两岸的水位可能存在差异的地方应在对岸安装一个辅助标尺。

**注：**在河流非常宽时这一条特别重要。

VI-3.3.6 阻碍测量断面或测量河段有清楚视野的树木应修剪或移走。

VI-3.3.7 如果可能的话应建一条通向场地的合适的通道，以提供在任何河流水位和任何天气条件下的安全走廊。

VI-3.3.8 场地上所有关键点均应在地面上通过将标志物沉至水面以下锁定的深度而永久性地标出。

VI-3.3.9 标准水尺

标准水尺应符合本附录第II节中阐明的规格。

VI-3.3.10 测站水准点

应按本附录第II节中阐明的规范确定测站水准点。

VI-3.3.11 自记水位测井

自记水位测井应符合本附录第II节中阐明的规格。

VI-3.3.12 自记水位计

自记水位计应符合本附录第II节中阐明的规格。

VI-3.3.13 测深和悬浮装置

流速仪的悬浮装置应符合本附录第II节中阐明的规格。

VI-3.4 规定的测勘

VI-3.4.1 测站建好后，应进行规定的测勘。

VI-3.4.2 对于流量测站,应绘出测量断面的标准廓线,指出断面标识的位置。必要时应经常检查并修正廓线。在仪器室应随时保存一份标准廓线(最近修订版)。

VI-3.4.3 对于浮标水尺测站,应准备一份计划,指出选定的浮标的航行路线和浮标的释放点。在仪器室应随时保存一份这种计划。

VI-3.4.4 规定的测勘(需要按不短于一年的间隔重复进行)应包括海拔的准确确定和所有测站装置的相对位置,以及场地的任何其它要点或重要特征。

### VI-3.5 断面面积的测量

#### VI-3.5.1 宽度测量

VI-3.5.1.1 河道的宽度和单个测流断面分段的宽度应从或至某个固定的参考点来进行测量,参考点应跟断面处在同一垂直平面中。

VI-3.5.1.2 河道宽度允许的地方,或当水面被冰所覆盖时,宽度应采用直接的方法进行测量,例如用钢尺或适当标定的金属线,注意进行必要的订正。垂线的间隔,即测流断面分段的宽度应按类似的方法进行测量。

注:可能有的必要的订正是:

- (a) 宽度订正;
- (b) 拉力订正;
- (c) 坡度订正;
- (d) 温度订正。

VI-3.5.1.3 若河道太宽不能用上面的方法来进行测量,距离即应通过光学的或电子的测距仪,或通过一个普通的勘测方法来确定。

注:普通的勘测方法是:

- (a) 角度法;
- (b) 长度法;
- (c) 支点法。

VI-3.5.1.4 宽度测量中的不确定性应不超过真值的 0.5%。

VI-3.5.1.5 用于浮标测流速的相邻断面之间的距离应按类似于上面描述的方法并以类似的精度来确定。

#### VI-3.5.2 深度的测量

VI-3.5.2.1 深度测量的间距应近得足以准确地界定剖面廓线。一般说来,在河床廓线比较规则时时间距应不大于总宽度的 1/15,而在河床廓线不规则时则不大于 1/20。

注:对于河床廓线规则的小河道,间隔数目可以减少。

VI-3.5.2.2 深度应使用测深杆或测深绳或其它如本附件III节中所明确指出的合适装置进行测量。

注:在河道足够深的地方,可使用回声测深仪。如果速度较高,最好使用回声测深仪或其它不需要较大订正的装置。

VI-3.5.2.3 当使用测深杆或测深绳时,至少在每点应读取两个读数而采用其平均值作估计值,除非这两个值的差大于 5%,此时应再次读取两个读数。

VI-3.5.2.4 在使用回声测深仪时,每个点总是对若干个读数取平均,同时应经常对仪器进行校准。

VI-3.5.2.5 当深度是由参考水面而测得的水深确定时,应频繁读取标准水尺上的水位读数以确保所有测量均可订正到相同的水平。

VI-3.5.2.6 在测量流量期间当河床廓线的变化相当可观时,深度测量应这样来进行,即对每一点在开始时读取一个深度读数,然后在沿每一测速垂线的流速测量结束后再读取一个深度,则这两个测量结果的平均值即被取作有效深度。

注:由于以下的情形,测得的深度多半会出现不准确:

- (a) 测深杆或测深绳偏离垂直方向,特别在深水中。测深绳可能由于河流施加于绳本身和测深锤的力而偏离垂直方向。偏离(漂移)量可通过使用一根细电线(直径 2.5-mm 或更小)和流线型重锤而使之减至最小。应对指示的深度加以订正以补偿漂移;
- (b) 河床为测深锤或杆透入。这个困境可以通过安一个底盘来得到缓解;
- (c) 出现卵石或大石头。这种影响可通过多次测深来减小;
- (d) 当使用回声测深仪时,出现软沉积物可能会引起双回声。上面的回声一般会给出有效深度,但需要作进一步的调研。这个麻烦可通过使用一个工作频率为 200kHz 或更高的回声测深仪来排除。

VI-3.5.2.7 在有冰层存在时,应计算出有效深度,即冰层以下的水深。

注:总深度在用冰凿子、链锯或冰钻打开的洞中测得,然后用一个 L-

形标尺或类似的装置测出从水面到冰层底的距离。有效距离即由这两个值相减算得。

VI-3.5.2.8 廓线不确定性在整个深度范围内应不超过 $\pm 0.2\%$ 或 0.1m (视哪个较大而定)。

## VI-3.6 流速的测量

### VI-3.6.1 用流速仪测量

#### VI-3.6.1.1

(a) 流速仪应该用测流杆 (对于浅河道) 或将其悬挂在缆绳或是桥、小车或小船的杆子上面 (对于较深的河道) 沿每一条测速垂线固定在理想的位置上。

(b) 当使用小船时, 流速仪应这样来固定, 即它不致受到小船引起的水流的干扰。

(c) 流速仪沿测速垂线置于选定测点之后, 应允许在读数开始前调到与水流相适应。

**注:** 用来测河流的流速仪可以是旋转式流速仪、超声 (音响) 流速仪、电磁流速仪、摆式流速仪、毕托管或其它合适的测量仪。

VI-3.6.1.2 最少应使用 20 条测速垂线, 且任何一个测流断面分段中的流量不应超过总流量的 10%。

#### VI-3.6.1.3

(a) 在每一个选点上流速仪应持续被观测最少 30 秒。

(b) 如果速度有比较大的周期性波动, 观测时间应当增加。

VI-3.6.1.4 流速仪的水平轴不能置于小于转子离水面的高度的一倍半的距离上, 也不能置于小于转子离河底的高度的三倍的距离上。而且, 流速仪的任何部分都不能冒出水面。

VI-3.6.1.5 流速仪从一个测流垂线移到另一个测流垂线时应从水中取出来检查。

VI-3.6.1.6 如在覆冰条件下进行流速测量, 流速仪受气温影响的时间应尽可能地短以免在运动部分结冰。若已经结冰则流速仪应在开始计数前浸泡几分钟。

VI-3.6.1.7 在斜向水流不可避免的地方, 应测出水流方向跟断面垂线之间的夹角并对所测的速度加以订正。

**注:** 设相对于垂线的测得的角是  $\nu$ , 则 $\nu$ 订正= $\nu$ 测量 $\cos \nu$ 。

VI-3.6.1.8 水在每一测速垂线上的平均速度应用标准方法之一来确定。

**注:** 标准方法指:

(a) 速度分布法;

(b) 折算点法;

(i) 两点法 (在水面以下深度的 0.2 和 0.8 处测量);

(ii) 一点法 (在水面以下深度的 0.6 处测量);

(c) 积深法;

(d) 其它方法:

(i) 六点法 (在水面以下深度的 0.2、0.4、0.6、0.8 处以及水中尽可能接近河面和河底处进行测量);

(ii) 五点法 (在水面以下深度的 0.2、0.6、0.8 处以及水中尽可能接近河面和河底处进行测量);

(iii) 三点法 (在水面以下深度的 0.2、0.6 和 0.8 处进行测量);

(iv) 交替一点法 (在水面以下深度的 0.5 处进行测量);

(v) 水面一点法 (在水中紧贴水面的一点进行测量)。

### VI-3.6.2 用浮标测量

**注:** 浮标只能用在因下述原因而不可能用流速仪的地方: 流速仪过大或水太深、出现悬浮物质或者速度太小流速仪测不出来。

#### VI-3.6.2.1 断面的选择

(a) 沿河段应选定三个断面: 河段的开头、中间和末尾;

(b) 断面之间应离得足够远, 这样浮标从一个断面移到下一个断面的时间可以测得比较准确。

**注:** 建议浮标移动的最短期间为 20 秒。

#### VI-3.6.2.2 测量程序

(a) 浮标应在上游断面以上足够远的地方释放, 以便在抵达本断面之前达到一个恒定的速度;

(b) 记下浮标通过这三个断面的每一个时的时间;

(c) 这个程序应在离河岸不同的距离处用浮标重复多次;

(d) 河道的宽度应被划分为若干等宽或具有大约等流量的

测流断面分段；

- (e) 测流断面分段的数目应不小于三，但可能的话最少应有五个分段。

注：所用浮标种类有水面浮标、复式浮标、水下浮标和测速杆（浮标）。

- (f) 水面浮标应用在其运动不致受风影响的地方；
- (g) 水下浮标的长度应约等于水深，但浮标绝不能与河底接触；
- (h) 测速杆应至少为河深的 0.95 但不能与河底接触。

### VI-3.6.2.3 流速估计

- (a) 浮标速度应用两个段面之间的距离除以浮标走过这段距离的时间来确定。
- (b) 应取得若干个浮标速度值并以一个恰当的系数去乘这些值的平均以获得平均流速。
- (c) 应利用从某个场地处于跟浮标测量期间的水位尽可能接近的水位的流速仪测量结果推导出来的系数将浮标速度转换成平均速度。

注：特给出下列系数作为一般性指导：

- (a) 对水面浮标取 0.84 至 0.90，其中较大的值用于光滑河底；
- (b) 对处于 0.6 倍深度处的复式浮标取 1.0 而 0.5 倍深度处者取 0.95；
- (c) 对水下浮标和测速杆取 0.8 至 1.0。

### VI-3.7 稀释测量法

注：方法的原理

将示踪液灌入河流，并且在下游较远处湍流已在整个断面将示踪液均匀混合的某个点上采集样水。灌入溶液和采样测站的水之间的浓度改变是流量的一个度量。示踪液可以逐渐地灌入（等速率法）或突然地注入（大剂量、脉动式灌入或积深法），它们可以是化学制品、放射性物质或荧光染料。

### VI-3.8 初步勘测

应进行初步勘测来确定场地的水力学特征和混合特征。

### VI-3.9 场地的选择

VI-3.9.1 在所选的场地应能对流量的整个范围和可能遇

到或需要测量的各种水流进行测量。

VI-3.9.2 在测量河段应没有水的得和失。

VI-3.9.3 河段长度应长得足以使在该河段的开头处灌入的溶液会在整个采样断面被均匀地稀释。

注：最好灌入和采样断面之间的距离尽可能地短。

VI-3.9.4 应选择尽可能窄而湍的河段，没有死水区，有众多的横向流。草木长满的地带以及河流分叉的地带都是应该避免的。

注：为了确定测量河段的合适性和长度，可在可能的投放溶液断面上的某点将浓缩的染色荧光素溶液很快灌入。对溶液的扩散情况进行研究将显示是否有任何死水区以及灌注和采样断面之间的最小距离应该是多长。

### VI-3.10 设计和建造

VI-3.10.1 测站应由测量河段和标准水尺组成。

VI-3.10.2 测站水准点应遵照本附件 II 节中给出的技术要求设立。

VI-3.10.3 标准水尺应符合本附件 II 节中给出的规格。

VI-3.10.4 自记水位测井的设计和建造应符合本附件 II 节中给出的技术要求。

### VI-3.11 坡降面积法

注：方法的原理

在一个尽可能直而均匀的选定河段内测定水面坡度和河道断面的平均面积。设定粗糙度系数，即可利用一个联系流速、粗糙度、平均水力半径和坡度的流量公式来算出平均流速。于是流量即为平均流速和河流断面面积之积。

### VI-3.12 初步勘测

应进行初步的勘测以确保所建议场地的物理和水力学特征对于流量测量这一目的而言是可以接受的。

### VI-3.13 场地的选择

VI-3.13.1 水道应非常直且断面非常均匀，没有障碍物和植物，没有冲蚀和淤积愈来愈严重的倾向，且没有来自支流、下游建筑物（坝、桥）或潮汐的回水效应。

VI-3.13.2 河段的长度应使得水位差不小于水位差的不确定性的 10 倍。

VI-3.13.3 水流应可包含在确定的边界内。

VI-3.13.4 地形勘测应包括一幅场地平面图、河道自控制断面下游某点至该河段上游界线的一个纵向剖面，加上河道、河床和水流特征的细节等。

#### VI-3.14 设计和建造

VI-3.14.1 测站应由一个自然的或人工的测量断面和两个标准水尺组成。

VI-3.14.2 断面的位置应在岸上作出标记，断面应每隔一段时间且应在洪水过后进行勘测。

VI-3.14.3 应建一条到场地的合适的通道，如果可能最好提供对于所有水位和所有天气而言均系安全的过道。

VI-3.14.4 场地上所有关键点均应在地面上通过将标志物沉至水面以下锁定的深度而永久性标出。

#### VI-3.15 限定性测量

VI-3.15.1 测站建成后应进行限定性测量。

VI-3.15.2 应对量器作精确的水准测量，这些水准跟日常资料有关。

VI-3.15.3 量器之间的距离应准确测定。

### VI-4 测流量站；定期测量

**注：**下面的方法最适合于经常对一个比较长的时段进行比较频繁的测量，以及需要连续的流量记录的地方。

#### VI-4.1 水位-流量站

**注：**方法的原理

在一个对下游的水位具有满意的控制的稳定河道中，水位和流量之间可能有一个唯一的关系。在这种河道中，建立水位和流量之间的关系式而此后仅从水位的观测结果即可推得流量，这是非常方便的。测站可利用流速仪、移动船和浮标按速度-面积法来校准，或按稀释测流法校准。

#### VI-4.2 初步测量

VI-4.2.1 应进行一次初步测量以确保建议的场地的物理和水力学特性符合选作为测站校准而进行流量测量的方法  
2006 年版

的要求。

VI-4.2.2 建议的场地应处于稳定的河段之中，没有高涨的水跃、水草生长和不利的冰情。

#### VI-4.3 场地的选择

VI-4.3.1 在所选场地应能对流量的整个范围和可能遇到或需要测量的各种水流进行测量。

VI-4.3.2 场地应在这个意义上是敏感的，即流量（甚至是最小的流量）的显著改变会伴有水位的显著改变。测站应对测量目标足够敏感。

VI-4.3.3 应避免选择水草丛生的场地，如果可能的话。

VI-4.3.4 水流中应没有涡旋、死水或其它异常情况。

VI-4.3.5 应避免选择充斥不利冰情的场地，如果可能的话。

VI-4.3.6 到场地的通道在大部分情况下是可用的。

VI-4.3.7 对场地地形的详细勘测应按上面 VI-3.1、VI-3.7 和 VI-3.11 中的说明进行，具体视选用的测量方法而定。

#### VI-4.4 设计和建造

VI-4.4.1 测站应由一个或多个自然的或人工的测量断面和标准水尺组成。

**注：**一般安装一个自记水位计来生成连续的水位记录。比较理想的情况是在两岸均设置量器，特别是在存在两岸之间水位差异的若干迹象的时候。

VI-4.4.2 每个断面的位置应在河岸用清晰可见且容易辨认的永久性标志物标出，同时应确立测站的水准点。

VI-4.4.3 如果控制器调节测量断面上泄放量很小的水位，则它应置于河段的下游端且任何测量断面均应离它足够远以避免在其附近可能出现的任何水流扭曲。

VI-4.4.4 在合适的测量场地所必需的主要条件（如所规定的那样）不满足的地方，如果可能应按如下的办法去改善条件：

(a) 构筑防洪堤将水流限制在指定的分洪道内；

(b) 将河岸修成一直线，具有坚固的坡面，并且从河床上移走任何大石块或漂砾以消除局地涡旋；

(c) 警戒测量断面上下游每个方向至少四分之一河道齐水宽的距离内不坚固的河岸。在用浮标测量时则应警戒整个测量河段；

(d) 采用一个人工控制器来改进水位-流量关系（敏感性）或在测量断面为仪器的有效使用创造条件。

**注：**人工控制器是一个建在河道内的简单装置。它可以是一个低坝或束水工程，很少被设计成在整个水位范围内均能作为一个控制器起作用。在比较大的冲积河流中它是不切实际的。

VI-4.4.5 标准水尺和自记水位计应置于尽可能接近测量断面的地方，如果使用浮标来测量流速，那么标准水尺和自记水位计应置于接近测量河断中点的地方。

VI-4.4.6 如果可能，应构筑一条通向场地的合适的通道，以提供对任何水位和任何天气下均安全的过道。

VI-4.4.7 场地上所有关键点均应在地面通过将标志物沉至水面以下锁定的深度而永久性地标出。

VI-4.4.8 标准水尺应符合本附录第II节中给出的规格。

VI-4.4.9 自记水位测井应符合本附件II节中给出的技术要求。

VI-4.4.10 自记水位计应符合本附录第II节中给出的规格。

#### VI-4.5 规定测量

(a) 规定测量（按要求每隔不长于一年的时间重复进行）应包括准确确定海拔和所有测站装置的相对位置以及场地的其它关键点或重要特征。在受到滞后现象影响的测站，如果上升（降落）率对所有事件均非常相似，则上升和降落应用流量测量结果分开来校准。

(b) 河床廓线应在洪水后进行检查。

#### VI-4.6 测站的运行

VI-4.6.1 在只装有一个标准水尺或若干标准水尺而没有装自记水位计的测站，应要求当地的观测员每隔一段指定的时间提供所有在他或她照管下的水尺的读数。

**注：**最好每隔固定时间读一次数。读数之间的间隔应由该场地水位通常变化的速率来确定，但在水位比通常变化快时应安排增加读数的次数。重要的是水尺观测员应记下每次水尺观测的准确时间。

VI-4.6.2 当测站装有自记仪时，观测者应定时去察看以查

清自记仪是否正常运行。

VI-4.6.3 凡当地观测员报告了任何可能影响其准确性的事情的每一个测站均应进行检查。

VI-4.6.4 应按制造商的说明书或如同优势运行环境下的经验所指出的那样去给所有的自记仪和自记钟清洗和上润滑油。

VI-4.6.5 在规定测量中测定的所有关键点的海拔应参考测站水准点至少每年检查一次，或任何一次洪水过后在设备可能为岩屑或冰损坏时进行检查。同时应检查任何竖直标尺的竖直性。

#### VI-4.7 坡降-水位-流量或落差-流量

**注：**方法的原理

在下游有一个变动的水位控制器的坚固河道内，当不存在唯一的水位和流量之间的关系时，可能在水面坡降、水位和流量之间有一个关系。在这种河道内，比较合宜的做法是同时测量水面坡降和据以推断流量的水位。测站可用速度-面积法或稀释测流法来校准。

#### VI-4.8 初步测量

参见上面VI-4.2。

#### VI-4.9 场地的选择

VI-4.9.1 在所选的场地应可以测量整个流量范围和可能遇到或需要测量的各种水流。

VI-4.9.2 在使用双生量器的任何测站，场地应该非常敏感，即流量（甚至是最小的流量）的显著改变应伴有量器显示的水位的显著改变和/或两个量器之间的显著落差。测站应对测量的目标足够敏感。

VI-4.9.3 应避免选择水草丛生的场地，如果可能的话。

VI-4.9.4 水流中应没有涡旋、死水或其它异常情况。

VI-4.9.5 应避免选择充斥不利冰情的场地，如果可能的话。

VI-4.9.6 到场地的通道在大部分情况下是可用的。

#### VI-4.10 勘测

参见上面VI-4.3.7。

## VI-4.11 设计和建造

VI-4.11.1 测站应由一个或多个人工的测量断面和两个水位量器（其中一个为标准水尺）组成。

**注：**可安装自记水位计来生成连续的水位和落差记录。比较理想的情况是在两岸均设置量器，特别是存在两岸之间水位差异的若干迹象的时候。

VI-4.11.2 每个断面的位置应在河岸用清晰可见且容易辨认的永久性标志物标出，同时应确立测站的水准点。

VI-4.11.3 河段应有足够的长度，使得任何观测误差相对于两个量器之间的水位落差而言可以忽略。

VI-4.11.4 如果控制器调节测量断面上泄放量很小的水位，则它应置于河段的下游端且任何测量断面均应离它足够远以避免在其附近可能出现的任何水流扭曲。

VI-4.11.5 标准水尺和自记水位计应置于离测量断面尽可能近的地方，如果用浮标测流速，标准水尺和自记水位计应置于测量河段中点附近。

VI-4.11.6 在合适的测量场地所必需的主要条件（如所规定的那样）不满足的地方，如果可能应按VI-4.4.4中所描述的那样去改善条件。

VI-4.11.7 在尚无通向场地的合适通道的地方，如有可能应建一条对所有水位和任何天气均安全的过道。

VI-4.11.8 场地上所有关键点均应在地面通过将标志物沉至水面以下锁定的深度而永久性地标出。

VI-4.11.9 标准水尺应符合本附录第II节中给出的规格。

VI-4.11.10 自记水位测井应符合本附录第II节中给出的技术要求。

VI-4.11.11 自记水位计应符合本附录第II节中给出的规格。

## VI-4.12 规定测量

VI-4.12.1 规定测量（按要求每隔不长于一年的时间重复进行）应包括准确确定海拔和所有测站装置的相对位置以及场地的其它关键点或重要特征。

VI-4.12.2 洪水过后应对河床廓线进行检查。

## VI-4.13 测站的运行

参见上面VI-4.6。

## VI-4.14 槽口、堰和量水槽

**注：**方法的原理

通常在实验室内确定水头和流量之间的一个关系式，并将此关系式应用于野外装置。因此在测站只需要测量水头，将这个值插入适当的公式就得到流量的值。《测流手册》（WMO-No.519）中详细列出了调节每一种测量装置的特定公式和适用条件。只要有可能即应在野外用流量测量结果对公式加以检验。

## VI-4.15 初步测量

应对建议场地的物理和水力学特征进行初步的测量，以检查它是否符合（或可能被建造或改建成符合）用该装置进行流量测量所必需的技术要求。

## VI-4.16 场地的选择

VI-4.16.1 在选择场地时应特别注意以下几点：

- (a) 具有规则断面的河道的长度是否合适（参见VI-4.16.3的“注”）；
- (b) 目前的分布是否均匀；
- (c) 避免比较陡的河道（弗劳德数应不超过0.5左右）；
- (d) 由于测量装置而产生的任何上游水位增加的影响；
- (e) 下游可能引起淹没的各种状况（包括诸如潮汐、跟其它河流汇流、水闸门、磨坊水坝和其它象季节性草生那样的控制要素等的影响）；
- (f) 装置打基础的地面的不透水性和打桩、灌浆或其它控制渗漏的方法的必要性；
- (g) 构造防洪堤将最大流量限制在河道内的必要性；
- (h) 堤岸的稳固性及整修和/或护岸的必要性；
- (i) 引水渠断面的规则性。

VI-4.16.2 装置应设计成在特别的运行环境下不致被浸没。

VI-4.16.3 引水渠中的水流应具有对称的速度分布。

**注：**这一点最易通过提供一个具有规则断面的长直引水渠而得到确保。引水渠的长度五倍于最大径流处的水面宽度通常即已足够，只要径流不是以高速流经急转弯的河曲或带拐角的闸门。

#### VI-4.17 设计和建造

VI-4.17.1 测站应由引水渠、测量装置（包括与之关联的上游水尺）、下游槽和标准水尺组成。

注：一般安装一个自记水位计来生成连续的水头记录。

VI-4.17.2 控制装置应坚固而不透水，并能承受洪流环境，不致因翼侧延伸或下游侵蚀而遭损坏。轴应跟上游河道水流的方向成一直线。

VI-4.17.3 量水槽窄颈和直接的引水渠的表面应是平整的。

VI-4.17.4 拟议中起限制作用的垂直岸墙应相对于河道的中心线对称排列。

VI-4.17.5 为了获得可以接受的流量不确定性，应采用相关国际“标准”<sup>\*</sup>中给出的建造容限。

VI-4.17.6 标准水尺应符合附录第 II 节中给出的规格。

VI-4.17.7 水头测量装置的零点首先应参照顶或窄颈的底坡高度精确设定，此后应对此设定进行定期检查。

VI-4.17.8 测站水准点应遵照本附录第 II 节中给出的技术要求设立。

VI-4.17.9 自记水位测井的设计和建造应符合本附录第 II 节中给出的技术要求。

VI-4.17.10 自记水位计应符合本附录第 II 节中给出的规格。

#### VI-5 超声（回声）测站

注：方法的原理

超声（回声）法的原理是通过从位于河两岸斜坡上的传感器穿过水同时在两个方向发射脉冲来测量河道某深度的水流速度。传感器可设计成能发射和接收脉冲。它们不是直接相互对置在两岸，而是交错安置使得脉冲路径和水流方向的夹角在 30°和 60°之间。脉冲在上游方向穿过河流所走的时间和下游方向所走的时间之差跟传感器深度水的平均速度直接有关。于是可以将这个速度联系于整个断面水流的平均速度，如果想要的话，该系统还可以通过在电处理器中引入一个面积因子而直接给出流量输出。

##### VI-5.1 初步的测量

应进行初步的测量以确保建议场地的物理和水力学特征符

合该方法应用的技术要求。

#### VI-5.2 场地的选择

VI-5.2.1 在所选的场地应可以测量流量的整个范围和各种可能遇到或要求测量的水流。

VI-5.2.2 选择场地时应考虑下述因素：

- (a) 电源应是现成可使用的；
- (b) 应有比较好的通向场地的过道，最好两岸均有；
- (c) 如有可能应避免河道的突然弯曲，但只要条件（d）满足则这种弯曲也可能是可以接受的；
- (d) 在上游和下游传感器安装处之间的区域内断面上的速度分布是相仿的；
- (e) 河床最好应是稳固的；
- (f) 断面应没有水草生长，因为水草会削弱回声信号；
- (g) 下表给出三个不同频率下河流所要求的大致最小深度。这是只考虑折射作用的结果，显示出所要求的水深随路径长度增加而增加。该表是基于信号探测中的“第一零交叉”法制成的。

路径长度 (m)	频率, kHz		
	100	200	500
	必需的最小深度 (m)		
50	0.8	0.6	0.4
100	1.2	0.8	0.5
200	1.7	1.2	0.8
300	2.1	1.5	0.9
400	2.4	1.7	1.1
500	2.9	1.9	1.2
600	3.0	2.0	1.3

(h) 回声信号的折射可以为低至每 30mm 深 0.01℃ 数量级的温度梯度所引起，并且信号可以只是由于这个原因而丢失，因此在建议的场地应进行水温测量，特别是出现极端温度期间；

(i) 回声信号的削弱亦可由因卷入的气泡而生成的传播压

<sup>\*</sup> ISO 1438, 3846, 3847, 4359, 4360, 4362, 4377 和《WMO测流手册》(WMO-No.519)。



力波的反射和散射所引起。因此应避免选择大坝、堰或瀑布直接下游处作为场地。

- (j) 浮粒可能对信号的削弱有重要影响；这种削弱由悬浮在河流中的泥沙物质的反射和散射所引起。一般应避免重要时段内浓度超过 1000mg/l 的断面。应充分关注所用的工作频率、泥沙大小、分布、水温和回声路径的长度。

### VI-5.3 设计和建造

#### VI-5.3.1 测站应由下列几部分组成：

- (a) (i) 一对或多对传感器安装在两岸并永久性地固定位置；或
- (ii) 一对或多对传感器安装在两岸并有在垂直方向或斜坡上的移动设施；
- (b) 电子操纵台，包含电子数据处理器和数据记录器；
- (c) 与电子数据处理器接合的自记水位计，如果需要水位或流量或两者的输出的话；
- (d) 铠装电缆，从一般安装在河床的传感器和自记水位计（该系统的一部分）发送信号；
- (e) 标准水尺；

VI-5.3.2 对河床和河岸应进行详细的高度测量，其中河岸的测量范围在建议的上游传感器安装处的上游伸展一个河宽，同时在下游传感器安装处以下伸展一个河宽。如有必要，应对河床和河岸的状况加以改善。

VI-5.3.3 传感器座架的位置决定后，为解决连接电子处理器的总的布线问题应仔细测量座架之间的角度。

注：超声站的输出可按下述任何一种模式记录下来：

- (a) 路径速度（或一个数值上跟路径速度成正比的指标）；
- (b) 路径速度和水位；
- (c) 流量和水位；
- (d) 速度和流量；
- (e) 速度和流量和水位。

如果水位未包括在模式之中，应另用自记水位计将其记录下来供之后的场外处理。

当按流量模式运行时，应为电子处理器提供一个手工设备以在河床高度改变时作任何必要的调整。

VI-5.3.4 标准水尺应符合本附件第 II 中给出的规格。

VI-5.3.5 测站水准点应遵照本附件第 II 节中给出的技术要求设立。

VI-5.3.6 如果使用的话，自记水位测井的设计和建造应符合本附件第 II 节中给出的技术要求。

VI-5.3.7 自记水位计应符合本附件第 II 节中给出的规格。

### VI-6 记录的汇编

VI-6.1 所有野外数据应进行严谨及时的检查，目的是数据中不包含任何可能出现的反常。

VI-6.2 在安装自计仪的地方，仪器图或带上的水位读数应按对于适当界定水文过程线可能是必要的间隔读取。应将每一个水位转换成流量，同时进行所有必要的订正。

VI-6.3 应避免根据率定曲线对流量进行外推，如果可能的话。按外推求得的流量应跟内插求得的区分开来。（关于外推法的细节可参见《测流手册》（WMO-No.519），第 II 卷——“流量的计算”，16 至 26 页。）

注：一个记录可以被认为是标准记录，只要估计量的和不超过该年总径流的 5%。

VI-6.4 记录的注释应指出水流遭受水草生长、冰或洪水垃圾的干扰的所有日子。

### VI-7 结冰环境下流量的测量

#### VI-7.1 设计和建造

#### VI-7.2 自记水位测井

自记水位测井和进水口应建造成这样，即在冻结温度持续期间该系统仍能运行。

#### VI-7.3 气动自记仪

VI-7.3.1 压缩气体排入系统的管孔应置于比一般会在测站生成的冰盖的底部高度还要低的高度。

VI-7.3.2 管孔的位置应远离会生成冰礁的地方（诸如急滩上面），以避免它的堵塞。

VI-7.3.3 在管孔可能结冰的地方，供气压力应减小到一个比跟仪器最大限度相当的压力还要小的值。

VI-7.3.4 联到管孔的线路应埋在河岸 一个足够深的地方以防止洪泛期间因冰的冲蚀力而造成损坏。

VI-7.3.5 在有必要的地方，如果需要连续运行则仪器应被加热到制造商所指出的最低工作温度。

注：

(a) 在某些仪器中使用的水银在约-40℃时固化；

(b) 电池电源可作防水处理并放入河中在极低温度期间具有满意的工作性能。

#### VI-7.4 槽口、堰和量水槽

VI-7.4.1 在必要而可行时，槽口、堰和量水槽应在冰冻期间予以加热以确保水头-流量关系在冬季仍然适用。

VI-7.4.2 在冰冻期间或之后应检查装置的海拔以确保该装置未因土壤的冻结而隆起。

## VII — 水位-流量关系的确定

(参见 [D.1.2.] 3.4.1)

### VII-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节材料是基于 ISO 1100-2 (1998 和 2000), 标题是“开放水道中液流的测量, 第二部分: 水位-流量关系的确定”。
- (b) 关于水位-流量关系的确定和涉及的不确定性的确定的详细说明可参见《WMO 测流手册》(WMO-No.519)。

本节将详细说明测站稳定和不稳定水道(包括易结冰的水道)确定水位-流量关系的方法, 以及在导得和使用这个关系中涉及的不确定性的分析。规格是遵照《技术规则》[D.1.2.] 3.1 的要求并按《技术规则》[D.1.2.] 3.6 中指出的准确性要求来设计的。

### VII-2 测站的校准

#### VII-2.1 通则

一个已经建立的水位-流量关系应对其进行不断的审核以确保其仍然是正确的, 而一经证明它为已出现的任何变化明显地改变了就应重新确定关系。

注: 由于河流行过不断地处于变程中, 其特征随时可能改变, 这会影响到校准。这种改变可能由于缓慢的冲刷或合生过程而逐渐发生, 或作为河道更改的结果突然出现。此外, 短暂的改变亦可由水草的生长和腐烂, 覆冰的形成和解冻或垃圾的沉积所引起。

#### VII-2.2 稳定河道的水位-流量关系

注:

- (a) 水位-流量关系的最简单表示是点绘在坐标纸上的图表, 其中流量按横坐标而相应的水位按纵坐标点绘。由于流量的大小往往可在几个数量级内变动, 有时在单或双对数标度纸上来点绘关系曲线是比较方便的。用来点绘的水位应是流量测量期间的加权平均水位。
- (b) 流量测量平均水位的计算可参见《测流手册》(WMO-No.519), 第 I 卷——野外工作, 147 至于 150 页。

VII-2.2.1 应通过资料点列用眼力绘出一条光滑曲线以发现可能有错的点。

VII-2.2.2 率定曲线应由适当分布于整个水位范围的足够数目的观测资料来确定。

VII-2.2.3 率定曲线可用于研究滞后现象。只要有可能, 观测本来应是在定常阶段进行的, 但如果不是这样, 那些在上升或下落阶段测得的数据应用辨别符号指出。

VII-2.2.4 应导出一个适合率定曲线的方程, 否则该曲线可能被处理成一个纯图形记录。

注: 如果测量仪器的零点相当于零流量, 那么整个水位范围的测站的水位-流量关系往往可表成一个形如  $Q = Ch^\beta$  的方程(式中  $Q$  是流量,  $h$  是测量仪器的高度,  $C$  和  $\beta$  是系数), 或者更经常地表成两个或更多个类似的方程, 每一个联系于水位范围的一部分。如果测量仪器的零点与零流量不相当, 就必须对  $h$  加以订正, 结果方程变成

$$Q = C(h+a)^\beta$$

量  $a$  可根据与零流量有关的控制断面上的水位来确定。或者将  $Q$  (无论用普通的或对数的标度) 对  $h+a$  (用对数标度) 点绘时通过试错法确定一个常数  $a$ 。可以认为能使资料点给出最佳直线排列的  $a$  是  $a$  的最佳取值。

### VII-2.3 不稳定河道的水位-流量关系

#### VII-2.3.1 通则

对没有明显的变向或几乎没有变向的那些时段应绘出光滑的率定曲线。

注: 在不稳定的河道中, 河道的几何和摩擦特性——从而控制特性——随时间而变, 河道中任一指定点的水位-流量关系也随时间而变。这种控制变化在洪水期和洪水期后, 有冰情的情况, 以及水草生长和腐烂期间特别明显。在这种情况下, 所有测得的流量均要相对其相应的水位进行点绘, 并且每一个点均按日期次序标明。

#### VII-2.3.2 变向控制

注: 术语“变向控制”指的是由于决定测站控制的物理特征的变化水位-流量关系不是一成不变而是随时间逐渐或突然改变的那种情况。如果流量测量指出水位-流量关系已经改变, 不再维持原先的方向, 我们可采用变向控制订正(加上或从量器高度减去)使得有效量器高度相应于测得的流量和率定曲线。

#### VII-2.3.3 冰情引起的变向控制

## VII-2.3.3.1 流量测量和冰厚

- (a) 流量测量应在覆冰形成前后进行以确定流量的初始减小量,按适当的间隔确定覆冰下的退水,并在解冻前后确定何时无冰水面的水位-流量再度适用。
- (b) 每次进行流量测量时均应测定冰厚。

## VII-2.3.3.2 日流量计算

应采用标准方法计算日平均流量。

注:最普通的标准方法是:

- (a) 使用有效量器高度和无冻水面水位-流量关系;
- (b) 在测得的流量值之间直接内插;
- (c) 使用退水方程,特别是具有相当大湖泊蓄水量的较大的河流;
- (d) 使用冬季率定曲线,特别是如果冬季冰情大同小异。

## VII-2.3.4 涉及水面坡降(落差)的估计

注:对于受可变回水影响和易于在水力坡降非常和缓时由于流量改变而出现滞后现象的测量场地,流量的估计需要利用两个位于河段内部的参考水尺之间的落差作为附加参数。将水位-流量观测跟每次观测时标出的落差值一起点绘可以揭示出是否此关系在所有阶段或仅仅当落差小于特定值时受可变坡降的影响。

VII-2.3.4.1 如果流量在所有阶段均受落差影响,则在估计水位-流量关系时应采用等落差法。

VII-2.3.4.2 如果流量仅在落差小于特定值时才受落差的影响,则在估计水位-流量关系时应采用正常落差法。

注:用坡降作参数的估计水位-落差关系的方法可参见《WMO 测流手册》(WMO- No.519)第二卷——“流量的计算”第2条和ISO 1100-2,附件C。

## VII-2.4 率定曲线的外推

VII-2.4.1 率定曲线最好不要用在它所据以确定的观测范围之外。

VII-2.4.2 当必须进行外推时,其结果应用一个以上的方法来核对。

## VII-2.5 率定表

率定表可根据率定曲线或曲线方程制定,用以显示与依次递升并按跟合理的内插度匹配的间隔给出的水位相应的流量。

## VII-3 检验水位-流量曲线的方法

应对率定曲线进行偏性和拟合优度检验。

注:检验方法可参见《测流手册》(WMO-No.519)第II卷——“流量的计算”第2条和ISO 1100-2,附件A。

## VII-4 在水位-流量关系和平均流量中的不确定性

## VII-4.1 水位-流量关系的统计分析

VII-4.1.1 水位-流量关系应比任何单个测量记录准确。

VII-4.1.2 水位-流量关系中的不确定性应表示成 $E_{mr}$ 。这是一个置信水平为95%的置信区间,系在每一水位按水位-流量关系算得的流量的百分数。

VII-4.1.3 如果水位-流量关系包含一个或多个断裂点, $E_{mr}$ 应对每一区域进行计算。

VII-4.1.4 在对 $E_{mr}$ 作出统计上可接受的估计之前每一区域至少应有20个观测资料可供使用。

注:估计水位-流量关系 $Q=C(h+a)^{\beta}$ 的不确定性的程序如下:\*

(a) 估计的标准误差的对数关系按下式进行计算:

$$S_e(\ln Q) = \pm \left[ \frac{N-1}{N-2} \left[ S^2(\ln Q) - \beta^2 S^2(\ln(h+a)) \right] \right]^{1/2}$$

上式中

$S_e(\ln Q)$  是 $\ln Q$ 估计的标准误差(真正意义上的);

$N$  是流量测量次数;

$S_{(X)}$  是 $X$ 的标准差;

$\beta$  是水位-流量关系指数;

$(h+a)$  是水位;

(b) 不确定性 $E_{mr}$ 按下式求得:

$$E_{mr} = \pm t S_e(\ln Q) \left[ 1/N + \frac{[\ln(h+a) - \overline{\ln(h+a)}]^2}{\sum [\ln(h+a) - \overline{\ln(h+a)}]^2} \right]^{1/2}$$

式中:

$t$  应取作95%置信水平的“学生” $t$ ;

$E_{mr}$  表示成流量的百分数。

(c) 由下式算得水位的 uncertainty:

$$E_{(h+a)} = \pm \frac{100}{(h+a)} \left( E_g'^2 + E_z'^2 \right)^{1/2}$$

式中:

\* 水位-流量关系中的不确定性算例可参见《测流手册》(WMO-No.519)第二,第一章,28至33页。

- $E_{(h+a)}$  是水位（或头）的不确定性；  
 $(h+a)$  是水位（或头）（以米为单位）；  
 $E_g^2$  是水位（或头，以米为单位）记录值中的随机不确定性（穿孔带记录器的建议值 $\pm 3\text{mm}$ ；图纸记录器的建议值 $\pm 5\text{mm}$ ）；  
 $E_z^2$  是量器零点（以米为单位）的随机不确定性（建议值 $\pm 3\text{mm}$ ）。

#### VII-4.2 平均流量中的不确定性

VII-4.2.1 日平均流量应通过对 24 小时时段的流量观测资料取平均来进行计算。

注：估计日平均流量不确定性的程序如下：

(a) 对于一个速度-面积站：

$$E_{dm} = \pm \frac{\sum (E_{mr}^2 + \beta^2 E_{h+a}^2)^{1/2} Q_h}{\sum Q_h}$$

式中：

- $E_{dm}$  是日平均流量的不确定性；  
 $E_{mr}$  是水位-流量关系的不确定性；  
 $E_{h+a}$  是水位测量的不确定性；  
 $Q_h$  是用以计算日流量的流量值；  
 $B$  是水位-流量关系指数。  
 (b) 对于一个测量装置：

$$E_{dm} = \pm \frac{\sum (E_c^2 + \beta^2 E_{h+a}^2)^{1/2} Q_h}{\sum Q_h}$$

式中 $E_c$ 是流量系数的不确定性。

VII-4.2.2 对于月平均流量：

$$E_{mm} = \pm \frac{\sum E_{dm} Q_{dm}}{\sum Q_{dm}}$$

式中：

$E_{mm}$  是月平均流量的不确定性；

$Q_{dm}$  是日平均流量。

VII-4.2.3 对于年流量：

$$E_a = \pm \frac{\sum E_{mm} Q_{mm}}{\sum Q_{mm}}$$

式中：

$E_a$  是年流量的不确定性；

$Q_{mm}$  是月平均流量。

## VIII — 流量测量不确定性的估计

(参见 [D.1.2.] 3.7.1)

### VIII-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节的材料是基于 ISO 5168 (2005), 标题是“流体流动的测量—流量测量不确定性的估计”。
- (b) 关于流量测量不确定性的估计的详细说明可参见《测流手册》(WMO-No.519) 第一卷和第二卷。

本节描述对于一个已知流量测量, 为了作出流量真值所落区间的统计估计所应进行的计算, 以补充《技术规则》[D.1.2.] 3.6 的内容。

### VIII-2 一般原则

注: 进行没有误差的测量在物理上是不可能的。但给测量结果指定一个叫做置信区间的真值可期待以给定概率(叫置信水平)落于其内的区间则通常是可能的。置信水平和置信区间有这样一个紧密

的关系, 即水平愈高, 间隔愈宽。本节采用 95% 的置信水平。

### VIII-3 误差的性质

#### VIII-3.1 误差的分类

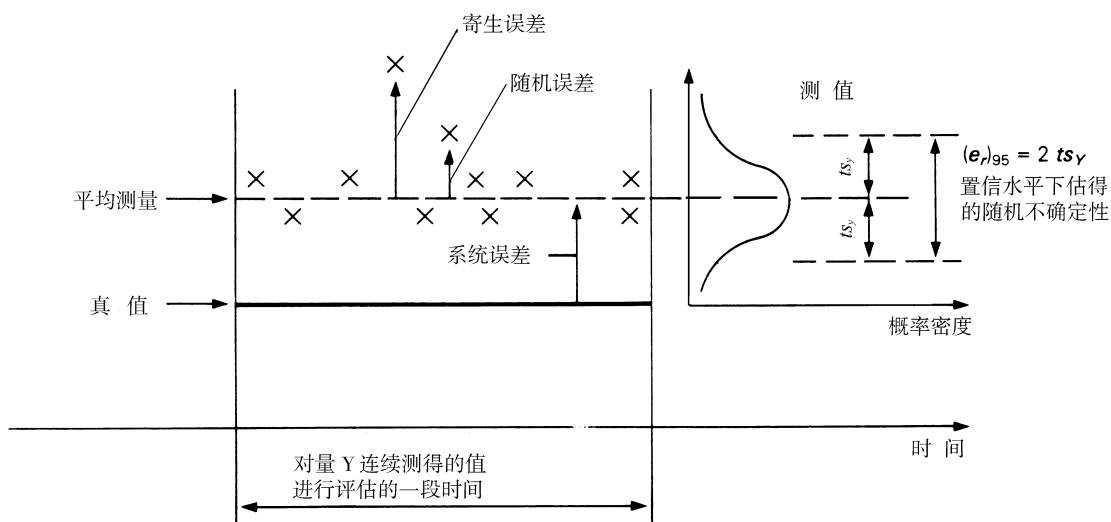
误差应分成以下三类(参见下图):

- (a) 寄生误差;
- (b) 随机误差;
- (c) 系统误差。

#### VIII-3.1.1 寄生误差

寄生误差应通过放弃观测结果来消除。

注: 为了识别寄生误差, 可用一个统计“外人”检验(诸如《ISO 5168》附件 A 中描述的那种检验)作为拒绝判据。



## VIII-3.1.2 随机误差

跟 95%置信水平的随机误差有关的不确定性应这样计算：

(a)  $1.960\sigma Y$ ，测量数目大时；

(b)  $t\sigma Y$ ，测量数目小时；

$\sigma Y$ 是实际标准偏离，以变量 $Y$ 测量值的标准偏离 $S_Y$ 来估计； $t$ 是“学生” $t$ 分布的一个值。

注：

(a) 随机误差是由大量的、小的、独立的影响引起的。在相同条件下重复测量某一个量时，资料点按随机律偏离平均值，即它们的分布可以假定是正态的。对于小样本资料点，应用“学生” $t$ -分布来代替正态分布。 $t$ -分布表格可在大部分关于统计学的手册中找到。

(b) 一次测量的结果中的随机误差可通过对该变量进行重复测量和使用算术平均值使之减小，因为  $n$  次独立测量的标准偏离要比单个测量的标准偏离小  $\sqrt{n}$  倍。

## VIII-3.1.3 系统误差

## VIII-3.1.3.1 将系统误差中的不确定性减至最小

跟系统误差有关的不确定性应通过如下的方法之一减至最小：

(a) 通过改变测量设备或条件；

(b) 通过主观判断。

注：系统误差是这样一种误差，它不可能通过增加测量次数来减小，如果测量设备和条件不变的话。

## VIII-3.1.3.2 系统误差的订正

如果系统误差有一个唯一的已知的值，这个值应被加到观测结果中（或从中减去），从而由此原因引起的测量不确定性应取为零。

## VIII-3.2 不确定性的数值

注：用于计算流量中总不确定性的各组分不确定性的建议值可参见《测流手册》（WMO-No.519）第 I 卷—野外工作，5.8 和 7.9 节。

## VIII-4 误差的组合

如果量 $Q$ 是若干被测量 $x$ ， $y$ ， $z$ 的函数，则分别由 $x$ ， $y$ ， $z$ 的误差 $e_x$ ， $e_y$ ， $e_z$ 引起的误差 $e_Q$ 应由下列方程来估算：

$$(e_Q)^2 = \left(\frac{\partial Q}{\partial x} e_x\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial y} e_y\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial z} e_z\right)^2 + \frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\partial Q}{\partial y} e_x \cdot e_y + \frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\partial Q}{\partial z} e_x \cdot e_z + \dots$$

然而， $\frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\partial Q}{\partial y} e_x \cdot e_y$  等项是其协方差项，它们的和跟平方项比较时可以忽略，因为它们包含的量很可能是正负均等的。因此，误差 $e_Q$ 可用以下的简化方程来近似表出：

$$(e_Q)^2 = \left(\frac{\partial Q}{\partial x} e_x\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial y} e_y\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial z} e_z\right)^2$$

例子\*：速度-面积法中的不确定性

所考虑的过水断面被垂直线分成 $m$ 个测流分段。跟第 $i$ 个垂直线相联系的测流分段的宽度，深度和平均速度分别用 $b_i$ ， $d_i$ 和表示 $\bar{v}_i$ 。于是算得的流量为

$$Q = F_m \sum_{i=1}^m (b_i d_i \bar{v}_i)$$

上式中因子 $F_m$ 在垂直线数 $m$ 增加时逼近 1。在实际计算时，假定 $m$ 充分大足以使 $F_m \approx 1$ 。

随机不确定性

引入记号 $E_{Fm} = (e_{Fm})/F_m$ 表示因有限数垂直线而引起的相对不确定性，表示 $b_i$ 的相对随机不确定性 $(E_{b_i})_r = (e_{b_i})/b_i$ ，等等，那么流量测量中的总的相对随机不确定性可表示为：

$$(E_Q)_r^2 \approx (E_{Fm})^2 + \frac{1}{m} [(E_b)_r^2 + (E_d)_r^2 + (E_{\bar{v}})_r^2]$$

在推导时，用到了下面的简化假设：分段流量 $b_i d_i \bar{v}_i$ 是近乎相等的以及对所有的 $i$ 而言不确定性 $(E_{b_i})_r$ ， $(E_{d_i})_r$ 和 $(E_{\bar{v}_i})_r$ 也都是近乎相等的，且分别具有值 $(E_b)_r$ ， $(E_d)_r$ 和 $(E_{\bar{v}})_r$ 。 $(E_{\bar{v}})_r$ 可以进一步分解为

$$(E_{\bar{v}})_r^2 = (E_p)_r^2 + (E_c)_r^2 + (E_e)_r^2$$

式中：

$(E_p)_r$  是由于在垂直线上有限数点引起的百分率不确定性；

$(E_c)_r$  是流速仪率定的百分率不确定性；

$(E_e)_r$  是由于水流的脉动而引起的百分率不确定性。

系统性不确定性

计算总的百分率系统性不确定性的方程是

$$(E_Q)_s^2 = (E_b)_s^2 + (E_d)_s^2 + (E_c)_s^2$$

式中：

$(E_b)_s$  是仪器测量宽度的百分率系统性不确定性；

\* 数值例子可参见《ISO 5168》第二节 21 和 22 页。

$(E_d)_s$  是仪器测量深度的百分率系统性不确定性；

$(E_c)_s$  是流速仪率定池的百分率系统性不确定性。

于是一次流量中的总不确定性（随机和系统性不确定性一起）是：

$$E_Q = [(E_Q)_r^2 + (E_Q)_s^2]^{1/2}$$

## VIII-5 流量测量的报告

流量测量应以下面的形式之一进行报告：

(a) 用绝对术语表示的不确定性

(i)	流量	$Q$	=.....
	随机不确定性	$(e_r)_{95}$	=.....
	系统性不确定性	$e_s$	=.....

(ii) 流量  $Q$  =.....

(总) 不确定性  $\sqrt{(e_r)_{95}^2 + e_s^2}$  =.....

随机不确定性  $(e_r)_{95}$  =.....

(b) 用百分率术语表示的不确定性

(i) 流量  $Q$  =.....

随机不确定性  $(E_r)_{95}$  =.....%

系统性不确定性  $E_s$  =.....%

(ii) 流量  $Q$  =.....

(总) 不确定性  $\sqrt{(E_r)_{95}^2 + E_s^2}$  =.....%

随机不确定性  $(E_r)_{95}$  =.....%



# IX — 使用量水槽测流量

(参见[D.1.2.] 3.1.6)

## IX-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节的材料是基于 ISO 4359 (1999), 标题是“开放水道中液流的测量——矩形槽, 梯形槽和 U-型槽”。
- (b) 关于流量的确定方面的说明可参见《水文规范指南》(WMO-No.168), 《测流手册》(WMO-No.519) 和《量水堰和量水槽在测流中的使用》(WMO-No.280)。

本节遵照《技术规则》[D.1.2.]3.1 和 3.6 中的要求明确规定了使用下列槽进行流量测量时的功能要求:

- (a) 矩形-窄颈槽;
- (b) 梯形-窄颈槽;

U-窄颈槽, 即圆底槽很少用来测量流量, 因此本节不拟描述。

## IX-2 量水槽类型的选择

IX-2.1 量水槽的类型应根据这样一些因子来进行选择: 待测的流量的范围, 要求的准确性, 有效水头, 以及水流是否带有泥沙。

IX-2.2 矩形-窄颈槽(必要时可在河床带一个泵)应用来测量流动变化比较小的河道中的流量。

IX-2.3 梯形-窄颈槽应该用在以同一精度测量范围比较宽的流量而不致浸没的地方。

## IX-3 场地的选择

场地的选择应符合本附录, 第 VI 节, VI-3.2(一般)和 VI-4.16(特殊)中规定的技术要求。

## IX-4 安装条件

IX-4.1 完整的测量安装应由引水渠、量水槽结构和下游渠组成。

IX-4.2 引水渠的长度应至少是最大流量处水面宽度的五倍。

IX-4.3 如果至量水槽窄颈管的衬砌引槽的宽度小于渠

宽, 应提供计划中的束水设施。

IX-4.4 引水渠的水流条件应符合本附录, 第 V 节, V-3.1 中规定的技术要求。

## IX-5 量水槽结构

IX-5.1 量水槽应坚固、不透水且能承受洪流环境而不致为侧向或下游的冲蚀所损坏。

IX-5.2 窄颈管的中心线应跟引水渠的中心线成一直线。

IX-5.3 在量水槽引槽中应存在亚临界流。

IX-5.4 量水槽的尺寸和高度应使得它不致被浸没且下游水位不会影响流量。

IX-5.5 量水槽的表面应该是光滑的混凝土、镀锌钢或其它不可蚀材料。

IX-5.6 如果量水槽下游的河岸是可腐蚀的, 则河床应予以衬砌以避免过量的冲刷从而避免河床物质的堆积, 因为这种堆积可使水位抬升得足够高以致将该槽浸没。

## IX-6 保养

量水槽应按本附录, 第 V 节, V-5 规定的方式进行保养。

## IX-7 闸首的测量

IX-7.1 量水槽上游的闸首应使用本附录, 第 II 节——“水位测量装置”中规定的适当水位测量装置进行测量。

IX-7.2 闸首测量断面应位于进口过渡区前缘上游 3-4 倍最大水头处。

## IX-8 矩形-窄颈槽

注: 有三种矩形-窄颈槽:

- (a) 只带有侧束水设施者;
- (b) 只带有底束水设施(泵)者;
- (c) 同时带有侧束水和底束水设施者。

采用何种槽取决于下游各种流速下的环境、最大流速、容许的水头损失

和闸头宽对窄颈宽之比的限度、以及水道是否携带泥沙。

IX-8.1 以下应用限定应予以遵从：

- (a) 闸头的下限应不小于 0.05m 或窄颈长度的 5% 两者中较大的一个；
- (b) 窄颈和引水渠面积比的上限应不超过 0.07；
- (c) 窄颈宽度应不小于 0.10m；
- (d) 闸头和窄颈的宽度比应不超过 3；
- (e) 闸头应不超过 2m；
- (f) 闸头跟窄颈长度之比应不超过 0.50；对于最大的闸头该比可允许升至 0.67，结果会增加 2% 的不确定性；
- (g) 为了确保模（自由）流环境，量水槽的尺寸无论如何应使水流上游总水头至少为下游总水头的 1.25 倍。

IX-8.2 水位-流量关系的计算

IX-8.2.1 特定量水槽的水位-流量关系应通过考虑一系列水位（水头）值并按下述流量方程计算相应的流量而得到：

$$Q = (2/3)^{3/2} (g)^{1/2} C_v C_d b h^{3/2}$$

式中：

$C_v$  是计及行近流速对窄颈上游所测得的水头的效应的一个系数；

$C_d$  是计及边界对所测得的  $b$  和  $h$  值的影响的一个系数；包括水头损失效应（流量系数）；

$b$  是量水槽窄颈的宽度；

$h$  是量水槽标尺测得的水头。

系数  $C_v$  和  $C_d$  取自《测流手册》（WMO-No.519）给出的现成的图表。

IX-8.2.2 方程应经常针对用其它方法（例如流速仪）取得的几个直接测量结果进行检验。如果方程给出的流量值跟相应的流量测量值有所偏离，方程的系数即应作出调整。能接受的偏离可按本附录，第 VIII 节，VIII-3——“误差的性质”所示进行估算。

## IX-9 梯形-窄颈槽

注：梯形-窄颈槽可以设计成应付多种不同的水情，而最佳窄颈几何（即底宽和侧坡）将取决于待测水流的范围和它安装其内的水道或河道的特征。

IX-9.1 以下应用限定应予以遵从：

- (a) 水头的下限应不小于 0.05m 或窄颈长度的 5% 两者中较大的一个；
- (b) 引水渠和窄颈的面积比应使得在引水渠中的弗劳德数  $F_r$  在任何流量时不超过 0.5；在某些情况下（例如当粗颗粒的泥沙会沉降在引水渠时）， $F_r$  应允许升至 0.6，结果对于  $5 < F_r < 6$  的情况会增加 2% 的不确定性；
- (c) 窄颈的底宽应不小于 0.10 m；
- (d) 底应不超过 2m；
- (e) 在任何高度上，窄颈壁之间的宽度应不小于同高度上引水渠壁之间的宽度；
- (f) 闸头与窄颈长度之比应不超过 0.50；对于最大闸头该比可允许升至 0.67，结果会增加 2% 的不确定性；
- (g) 为了确保在各种窄颈扩展部分的模（自由）流环境，量水槽的尺寸应使得上游对下游总水头之比最小应为：

- (i) 1.10，在每侧为 1/20 时；
- (ii) 1.20，在每侧为 1/10 时；
- (iii) 1.25，在每侧为 1/6 时；
- (iv) 1.35，在每侧为 1/3 时。

## IX-9.2 水位-流量关系的计算

注：梯形量水槽的流量方程可表为：

$$Q = (2/3)^{3/2} (g)^{1/2} C_v C_s C_d b h^{3/2}$$

式中

$C_v$  是计及行近流速对窄颈上游所测得的水头的效应的一个系数；

$C_s$  是考虑非矩形流断面修正的一个系数；

$C_d$  是计及边界对所测得的  $b$  和  $h$  值的影响的一个系数，包括水头损失效应（流量系数）；

$b$  是河床处量水槽窄颈的宽度；

$h$  是量水槽标尺测得的水头。

这个方程的直接应用不是十分方便，因为标尺的水头跟总水头是不一样的。因此建议采用连续逼近法对一次计算中流量的范围进行理论调整。

## IX-10 测量的不确定性

总的测量不确定性应按本附录，第 VIII 节“流量测量不确定性的估计”进行估计。下面这些因素应考虑进去：

(a) 量水槽面构筑和最后一道工序的标准；

(b) 流量系数公式的不确定性；

(c) 行近流速系数的不确定性；

(d) 安装要求的正确实施；

(e) 量水槽几何测量的不确定性；

(f) 所测得的水头的不确定性。

## X — 稀释法测流量

(参见[D.1.2.] 3.1.7)

### X-1 适用范围和领域

注:

(a) 本附录这一节给出的材料是基于 ISO 9555-1 (1994), 标题是“明流渠液流测量 — 定常流动测量示踪物稀释法 — 第一部分: 通则”、ISO 9555-2 (1992), 标题是“明流渠液流测量 — 定常流动测量的示踪物稀释法 — 第二部分: 放射性示踪物”、ISO 9555-3 (1992), 标题是“明流渠液流测量 — 定常流动测量的示踪物稀释法 — 第三部分: 化学示踪物”, 以及 ISO 9555-4 (1992), 标题是“明流渠液流测量 — 定常流动测量的示踪物稀释法 — 第四部分: 荧光示踪物”。

(b) 关于稀释法的详细说明可参见《水文规范指南》(WMO-No.168)。

本节遵从《技术规则》[D.1.2.] 3.1 和 3.6 中提出的要求具体指出了使用稀释法测量明流渠流量的条件和要求。

### X-2 方法的原理

注:

(a) 示踪液灌注到河道而水样是在下游某个点采集的, 那儿示踪物已在整个断面均匀混合。示踪物的稀释化是流量的一个度量。

(b) 本方法特别适合于其它方法不适用的紊动水流中的流量测量。

在河流的取样断面, 示踪物与水的混合物必须是极其彻底和均匀的。

### X-3 灌注示踪物的特征

注: 示踪物可以是一种化学制品或荧光染料或放射性同位素, 可以逐渐灌注(等速率法)或突然灌注(倾注、脉冲或积深法)。

X-3.1 示踪物应满足如下要求, 它应:

- (a) 在常温的水中迅速溶解;
- (b) 不跟水、溶液和悬浮体中包含的物质、构成河槽或取样系统或用于样品分析的容器的材料反应;
- (c) 只存在于本底水位的河水中, 该水位是已知的, 比较低的且最好随时间变化是比较稳定的;
- (d) 不为泥沙、植物或微生物, 河床物质或所用的容器和取样系统所保存;
- (e) 在诸如阳光和测量段 pH 值变化之类的环境影响下保

持稳定;

(f) 在所使用的温度下对人类和水生生命没有任何有害的作用;

(g) 在与理想的精度和便于灌注的示踪物数量相一致的浓度下可以精确测量;

(h) 价格低。

X-3.2 放射性示踪物的处理及使用必须遵守规定或相关国家颁布的安全法。

注: 关于这个问题的详细说明可参见“安全丛书 No.20”:《IAEA 安全处理水文使用的放射性同位素指南》。

### X-4 测流河段

X-4.1 测流河段应尽可能窄且湍, 无死水区, 并有大量横向流。应该避免水生生物繁茂和充满分叉河流的河段。

X-4.2 测流河段的长度应尽可能短, 但亦要长得能确保在取样断面的示踪物能均匀稀释。

注:

(a) 第一次检验测流河段的合适性和长度可通过在可能的灌注断面灌注如同荧光素那样的强染料浓缩溶液来进行。染料扩散的一个可视研究会显示是否存在死水区 and 灌注和取样断面之间的最小距离应为多少。

(b) 混合长度是流量的函数, 它对于中等流量可能是合适的, 但在流量较小或较大时未必合适。

X-4.3 在测流河段内应没有河水得失。

注:

(a) 在有水入流(支流或涌泉)测流河段时亦可进行测量, 只要在测流断面处混合充分。于是测得的流量即包括入流量。

(b) 若测流河段内存在流失亦可进行测量, 只要流失前混合是充分的。于是测得的流量是渗漏上游而非采样断面处的流量。

### X-5 采样

注: 在测流断面对示踪物进行采样和监测可通过在实验室分析离散样品或在实地通过探查来进行: 对化学示踪物采用导电率或离子探测电极, 对染料示踪物采用荧光计, 而对放射性示踪物则采用闪

光探测器。

**X-5.1 等速率灌注法**

X-5.1.1 示踪物溶液应在一个分开的槽中用待测河流中的水来进行准备，并应尽可能地均匀。

X-5.1.2 这一溶液应跟随所测流速一致的速率进行灌注。

X-5.1.3 灌注率的测量应以跟所要求的流量测量总精度一致的精度进行。

X-5.1.4 灌注的持续时间应使得测量断面处能在充分长的时间（一般 10 至 15 分钟）内建立起定常浓度情势。

**注：**需要的持续时间一般直接随河段长度和死水区的范围而变化，并跟河水的平均速度成反比。

X-5.1.5 确定示踪物浓度的样品应：

(a) 采自灌注点的上游；

(b) 含有所灌注的示踪物溶液；

(c) 在灌注前取自测量断面，当浓度达到定常值时就进行连续记录或离散采样。

**X-5.2 积深法**

X-5.2.1 适量的浓缩示踪物溶液应该用河水在灌注管中稀释，并应确知溶液的体积。

X-5.2.2 灌注应通过在测流河段水头处将容器内溶质倾注于河道来进行；容器应很快用河水冲洗而使洗下来的污垢很快转入河中。

X-5.2.3 样品应

(a) 在灌注前采自灌注断面的上游；

(b) 含灌注溶液；

(c) 在示踪物通过前、通过时和通过后采自测量断面，无论通过连续监测或离散采样两者均可。

# XI — 回波测深仪测水深

(参见 [D.1.2.] 3.1.3)

## XI-1 适用范围和领域

注：本附录这一节的材料是基于 ISO 4366 (1979)，标题是“回波测深仪测水深”。

本节遵照《技术规则》[D.1.2.] 3.1 的要求提供关于回波测深仪的操作原理，选择判据，性能和使用。

## XI-2 原理

注：回波测深仪通过测量声脉冲发射和来自河床回波的接收之间的时间差来指示水深。水深由下列方程确定

$$d = \frac{tc}{2}$$

式中

$d$  是传感器到河床的距离；

$t$  是声能传播的时间；

$c$  是水中声速。

非记录回波测声仪是通过安在水深标尺上的小闪光灯来指示水深的；模拟回波测深仪可在图上给出连续的河床描记线，而数字回波测深仪则在显示屏上再现瞬时水深。

## XI-3 选择判据

XI-3.1 应选择工作频率为 200kHz 或更高的回波测深仪，因为它能较好地地区别河床的突变，并且它的光束能被松散的河床物质反射而不是穿透它。

XI-3.2 回波测深仪传感器的束宽应比较窄（小于  $10^\circ$ ）以便清晰地探测到河床的突变和陡坡，同时亦省电。

XI-3.3 在选择回波测深仪时，用户亦应考虑到以下几点：

- (a) 待测的深度和范围；
- (b) 河床预期的性质；
- (c) 悬浮物质或其它影响水中声速的物质的预期性质和范

围，如果可能的话；

- (d) 深度确定的理想精度；
- (e) 回波测深仪将会响应的最小深度和可以读取或记录的最小间隔；
- (f) 与下述因素有关的深度确定的预期精度：
  - (i) 设备按详尽而适当阐明的指南进行安装；
  - (ii) 操作程序；
  - (iii) 惯常的保养程序；
  - (iv) 对设备环境控制的特殊要求。

XI-3.4 除了本附录，第 III 节 — 测深和悬挂设备”指出的一般特征之外，回波测深仪应具有以下的其它特征：

- (a) 水情和水深改变时用来调整信号的敏感性控制；
- (b) 水中声速改变时进行订正的控制；
- (c) 数字回波测深仪清楚而明白的显示，这种仪器应装上一个罩子，这样即使在强太阳光照射下亦能读取数字；
- (d) 对于模拟回波测深仪（亦可参见本附录，第 XII 节，XII-4.1）：
  - (i) 自记装置带有足够宽的图纸，这样就可以达到理想的清晰度；
  - (ii) 具有两个或更多个可供选择的绘图速度，如此图迹亦即可按最合用的速度绘制出来；
  - (iii) 自记仪器上信号传播的“零点”或初始点的指示符；
  - (iv) 目标开关，如此操作员即可在记录图上添加参考目标。

## XI-4 校准

XI-4.1 回波测深仪应在站点上进行校准以确保测量的准确性。

XI-4.2 若对深度测量精度要求较高，测深仪应每天至少校准一次，而在水的密度或伸缩性疑有变化时应更频繁地校准。

注：标准的校准方法是调整该回波测深仪使之能正确地读取一个已知的深度。这通常是这样来完成的，即在传感器下一个已知水深处

将一个金属板悬在链条或缆绳上，确保该板的平面跟传感器正面平行。

XI-5      **预防措施**

当悬浮泥沙浓度较高时，使用回波测速仪应特别小心，因为我们不能肯定所接收到的返回信号来自河床。下面这种情形亦应特别小心，即夹带的空气量比较高的地方，诸如急流、溢洪道或水电厂的下游。

## XII — 用行船法测流量

(参见 [D.1.2.] 3.1.8)

### XII-1 适用范围和领域

注:

- (a) 本附录这一节的材料是基于 ISO 4369 (1979), 标题是“明流渠中液流的测量——行船法”;
- (b) 关于用行船法测流量的实施和计算的详细解释和说明可参见《水文规范指南》(WMO-No.168) 和《测流手册》(WMO-No.519)。

### XII-2 通则

注:

- (a) 行船法本质上是一个确定流量的速度-面积法。沿事先选定的与水流正交的路径横越河流, 并在横越期间采集要如下资料:
  - (i) 回波测流仪记录断面几何 (参见本附录, 第XI节);
  - (ii) 持续工作的流速仪测量流速和船速的合成速度;
  - (iii) 每隔一段时间观测一次随时将自身调整到跟流经它的水的运动方向平行的流速仪与事先选定的路径之间的夹角;
  - (iv) 代替 (iii), 每隔一段时间测量一次船至岸上一固定点的距离和相应的时间;
- (b) 如有可能, 自动同步记录所有需要的参数的读数;
- (c) 有两种计算流速的方法。方法1用到 (ii) 和 (iii) 的资料, 而方法2使用 (ii) 和 (iv) 中的资料。实际上两种方法往往是结合起来使用的。

### XII-3 测量

XII-3.1 为了补偿流向的微小偏差或船径与断面之间的偏差, 应在两个方向进行同等数目的测量。

XII-3.2 本方法一般只用于宽阔的河流, 即 300 米以上宽并且至少 2 米深的河流。

XII-3.3 如果没有自动同步记录到所有需要参数的读数, 则每次作业时应在断面上读取 30 至 40 个点的读数, 视河的宽度而定, 但绝不能少于 25 个读数。

XII-3.4 船的最小速度应跟水流速度同一个量级。

XII-3.5 水流不应有潜流存在, 在潮汐流中就可能有这样的情况。

### XII-4 设备

注: 行船法需要下面这些专门仪器:

- (a) 条形图 (模拟) 回波测深仪;
- (b) 改装的旋桨式流速仪;
- (c) 带有计数和显示组件的脉冲率指示器;
- (d) 瞄准器和角度指示器;
- (e) 声学或电子测距仪;
- (f) 装有舷外发动机的船。

XII-4.1 回波测深仪应是轻便的, 高质量的, 并至少应有 0.10m 的分辨率, 精确到整个作业范围的 1%。它应符合本附件第XI节中给出的规格。

XII-4.2 流速仪应配备一个旋桨部件。它应适合于安在瞄准器前缘或悬挂在船上方的缆绳上。

注: 当采用方法 2 时, 断面和流速仪轴之间的角度是不需要的, 因此流速仪可以悬挂在船上方的缆绳上。悬挂装置应符合本附录第III节给出的规格。

XII-4.3 流速仪的旋转应显示在计数器上或将其转换到速度显示器上。计数装置应能预调脉冲数目。当正在考虑中的数目达到时应发出一个听到的信号, 同时应自动标记在回波测深仪的条形图上。在重复这个过程之前计数器应自动地重新设置。

XII-4.4 带有角度指示装置的瞄准器组件应安在船头。瞄准器方向和船的航行路线 (即断面线) 之间的角度应在刻度盘上显示出来, 刻度盘应在其标志点两侧自 0°至 90°按度标定。带有流速仪的瞄准器应安装成使得它们能在水面之下伸至 0.9 至 1.2m, 具体视河深而定。

XII-4.5 自每一个观测点到河岸固定点的 (垂直) 距离应使用一个光学或电子量程指示器测定。量程指示器应有一个中继通讯线跟回波测深仪相连, 这样每个观测点即可在条形



图纸上自动或用手打上一线记号。

XII-4.6 船和舷外发动机应匹配。船应该是走得很稳而且可灵活操纵的，同时它应适合当地的河流状况。

XII-5      **测量场地**

XII-5.1 测量场地的选择判据应符合本附件第 VI 节，VI-3.2 给出的规格（如果适用）。

XII-5.2 选作测船横越河流的路径应尽可能接近于垂直水流方向。这条路径应用一对清晰可见的与路径成一直线的量程标识标在两岸。

**注：** 在每一侧岸上两个标识的间距取决于横越路径的长度。每 300m 路径长度需要大约 30 米的间隔。

XII-5.3 标志横越起止点的锚泊浮子应置于河中沿所选路径离每岸 12 至 15 米处。

XII-6      **船员**

用行船法测流量时在全体船员中应有两至三名有经验的船员，具体视自动记录装置的水平而定。一般他们包括一名驾驶员，一名角度或距离观测员和一名记录员。记录员应是测量的负责人。

XII-7      **流量的计算**

XII-7.1 流量应按《测流手册》（WMO-No.519）中的具体说明进行计算。

XII-7.2 用于调整计算流量的平均断面系数应根据通过测量断面取得的几条有代表性的垂直速度曲线算出。

## XIII — 水质监测

(参见 [D.1.5.] 1)

### XIII-1 监测目标

XIII-1.1 水质监测计划应清楚地规定计划的目标。

XIII-1.2 目标应基于现有的法规和/或政策导向；基于国家、地区和组织的优先项目；以及基于对可用资源（人力、财力和原料）的合理评估。

XIII-1.3 目标应尽可能是导向产品，即应有可确认的输出，诸如解释性报告、水质标准或污染控制措施等。

XIII-1.4 目标应具体指明时间限制。它们可以是长期的。长期目标通常对至少 10 年的一个长时段通过建立一个定期采集样品的网络来实现，采集的时间间隔可以是月、双月或季。短期目标通常通过实施专门的强化研究来实现，强化研究的特征是在短时段内频繁取样。

XIII-1.5 可能的长期目标有：

- (a) 增加对目前水质量状况的知识和理解水生环境；
- (b) 确定水量和水质的可用性，即水资源的量-质清单；
- (c) 提供关于过去、现在和未来重大自然和人类活动对水生环境的影响的信息，包括诸如筑坝、河道改道、河道拓宽、大面积灌溉计划和蓄水层泛滥，以及农业、工业和都市的发展等。
- (d) 监测污染系统，诸如工业复合体、都市区、矿物水和海水等，来保证安全供水；
- (e) 评估污染控制措施的有效性；
- (f) 探测水质量趋势以提供一个早期预警系统。

XIII-1.6 可能的短期目标有：

- (a) 问题区的确认；
- (b) 污染源及其负担的确认；
- (c) 确定是否遵从规定和标准；
- (d) 辖区内水质量的监测；
- (e) 过程和路径研究。

### XIII-2 网站设计

XIII-2.1 网站设计应基于监测目标。它由以下几部分组成：

- (a) 采样场地部分；
- (b) 就地、在野外和在实验室中待测的物理、化学和生物参数部分；
- (c) 媒质（即水、泥沙、生物系）和采来分析的样品种类（如随机的、积深的和综合的）部分；
- (d) 确定采样频度；
- (e) 确定样品采集、保存、运送、分析和资料标目的系列方法；
- (f) 确定野外、实验室和资料储存与检索活动的质量保证规则；
- (g) 确定分析要求和方法的选择；
- (h) 确定解释产品（如报告、事实报导、模型）的要求和选择。

#### XIII-2.2 采样场地的选择

XIII-2.2.1 采样场地的选择应遵从为监测计划制定的目标。

注：

- (a) 如果监测计划的目的是监测饮用水供应的质量，那么应集中在水处理工厂入口附近采样。如果目的是确定空中污染物的长期输送效应（LRTAP），那么场地应位于远离人类活动的地区。如果目标是强调或监督遵从某些规定或法规，即应按法规中具体指定的规则去办。
- (b) 关于监测空中污染物长期输送采样场地的选择问题可参见下面 XIII-4.4 节。

XIII-2.2.2 在建设水质采样场地中应考虑的有关因素是：

- (a) 场地的易接近性与安全；
- (b) 在场地上其它测量的可能性，例如河水流量或降水的

量和质（特别在研究 LRTAP 效应时）；

- (c) 来自其它单位的合作度，如果这个合作对本计划很重要，例如会提供不然就得不到的样品或测量结果，或者会节省总开支；
- (d) 取样费用，以及样品运送到实验室的费用和时间；
- (e) 先前水质资源利用的可能性；
- (f) 土地使用；
- (g) 跟被研究的水体有关的输入端（点和非点源）的位置。

### XIII-2.3 水质参数的选择

XIII-2.3.1 水质参数可按其性质分成以下几类：

- (a) 物理特性，如温度、颜色、浑浊度、导电率；
- (b) 无机化学成分，如：
  - 气体—O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>；
  - 主要离子—Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>；
  - 营养素—N 和 P 化合物；
  - 痕量金属—如Cd<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>；
  - 一般测量，如碱度，pH，溶解质总量；
- (c) 有机物质，如：
  - 杀虫剂，除草剂；
  - 聚芳烃（PAHs）；
  - 多氯化联二苯（PCBs）；
  - 酚，氯化酚；
  - 挥发性有机化合物（VOCs）；
- (d) 生物成分，如：
  - 微生物—大肠菌；
  - 浮游生物，叶绿素，生物量；
  - 鱼。

XIII-2.3.2 应被监测的基本的水质参数列在下面的表中。在一个监测计划中待测的水质参数应根据下述几点来确定：

- (a) 计划的目标；
- (b) 样品采集和分析的费用；

- (c) 可以利用的资源（例如钱、人员、野外设施和仪器，实验室设备）；
- (d) 样品采集、保存、质量保证和分析的可利用的方法；
- (e) 目前关于所研究的水体的水质方面的知识，诸如它们的化学成分或变量之间的任何关系等；
- (f) 所研究的区域的化学和地质性质；
- (g) 土地使用；
- (h) 该区域内化学制品的生产和使用；
- (i) 输入到该水体的物质的物理、化学和生物性质。

### XIII-2.4 媒质的选择

XIII-2.4.1 计划的目标是决定采集何种物质（如水、悬浮泥沙、底部沉积物或生物系）进行物理、化学和生物学分析的主要因素。

注：如果计划的目标是监测饮用水供应的质量，那么应取水柱作为样本。如果目标是找出在指定水生系中有什么化学物质存在，那么所有媒质，即水、悬浮和底部泥沙以及生物系均应进行采样，因为某些物质只可能在某些媒质中检测到。

XIII-2.4.2 在决定采样媒质时应考虑的其它因素是：

- (a) 可以利用的采样方法和设备；
- (b) 可以利用的与计划目标一致的特殊媒质的分析方法；

### XIII-2.5 采样频度的确定

XIII-2.5.1 采样频度取决于

- (a) 网络的目的（如拟探测的变化的类型和大小）；
- (b) 所测变量的量程；
- (c) 感兴趣的参数的时间变异性；
- (d) 样品采集、保存、运送至实验室、样品分析、资料储存和检索、质量保证和资料解释等方面可利用的资源。

注：如果网络的目的是确定一个参数在某置信度下具有标准偏差 S 和误差 E 的（年、月、周、...）平均值，那么统计上的考虑要求（年、月、周、...）的样本数为：

$$m \geq \frac{t_2 \cdot S^2}{E}$$

式中 $t_2$ 是“学生”t常数（亦可参见《水质监测手册》（WMO-No.680），第2.4节）。

XIII-2.5.2 确定水质量参数的时间变异性可通过：

- (a) 利用现有的水质质量资料；或
- (b) 实施一个初步的（预备性的）采样计划。

注：

- (a) 为确保网络设计对研究目标的有效性和效能，建议以预备性计划的方式或在网络的最初运行期间对设计进行检验和评估。
- (b) 关于河或湖的时空均匀性假设应通过在某些有代表性的位置进行断面和垂直取样加以检验。
- (c) 标准偏离和误差的估计可在预备性项目中取得，它们能改进项目的设计。
- (d) 为完成项目目标的其它资料要求可在预备项目中确定。

### XIII-3 地表水样的采集

#### XIII-3.1 样品种类

XIII-3.1.1 随机或各别的样品：在选择地点、深度和时间采得的样品。

XIII-3.1.2 积深随机样品：在选择的时间和地点，对水柱指

定部分或整个深度采集的样品。

XIII-3.1.3 综合样品：它们是在一个容器中通过混合等体积或加权体积的若干各别的样品而取得的样品，因而分析其中一个等分即可知道感兴趣的成分；或者是通过一条河流进行连续采样而获得的样品。综合样品提供了采样期间平均质量的一个估计。有两个主要综合样品种类。

- (a) 序列的或时间的综合，通过
- 连续恒定地泵送样品，或
  - 混合在有规律的时间间隔采集到的等体积水来完成。
- (b) 流量的比例综合，通过
- 按与流量成正比的速率连续泵送，
  - 混合在反比于水流体积的时间间隔采集到的等体积水，或
  - 混合在有规律的时间间隔期间采集到的与流量成正比的大量水而取得。

基本参数\*

	河	湖和水库	地下水
温度	X	X	X
pH	X	X	X
电导率	X	X	X
溶解氧	X	X	X
硝酸盐	X	X	X
亚硝酸盐	-	-	X
氨	X	X	X
钙	X	X	X
镁	X	X	X
钠	X	X	X
钾	X	X	X
氯化物	X	X	X
硫酸盐	X	X	X
碱度	X	X	X
BOD	X	X	-
总悬浮固体物	X	X	-
叶绿素 a	-	X	-
透明度	-	X	-
正磷酸盐	X	X	-
总磷光物质（未滤过的）	X	X	-

\* 此表根据《GEMS/WATER 全球环境监测系统（GEMS）业务指南》（UNEP, WHO, UNESCO, WMO），1978。

### XIII-3.1.4 拟采集的地表水样品的种类取决于：

- (a) 研究目标，包括感兴趣的参数和所要求的准确性和精度；
- (b) 拟研究的系统的特征，包括水情、支流、地下水注入、水体的均质性、气候状况、人类活动的影响和水生生命的存在；
- (c) 可利用的资源（即人员、设备和原料）。

### XIII-3.1.5 采集随机样品是合适的，如果希望：

- (a) 描述特定时间特定地点水质量的特征；
- (b) 提供关于浓度大约范围的信息；
- (c) 容许采集体积不定的样品；
- (d) 处理不是连续流动的河流；或
- (e) 探测比较短的时间间隔的水质量变化。

#### 注：

- (a) 对于位于河流的均匀河段的采样场地，在一个垂直面上采集积深样品是可以满足需要的。对于小河段，在水流形心进行随机采样通常就能满足需要。
- (b) 对于位于河流非均匀河段的采样场地，必须在若干点和深度上对河道断面进行采样。采样数目和种类取决于宽度、深度、流量、悬浮泥沙量以及存在的水生生命。一般说来，在断面上所采样的点越多，综合样品就越具有代表性。虽然有时三至五个垂直面就已足够，我们还是建议十个，而对于窄而浅的河流垂直面数较少则是必然的。垂直面的位置可由下列方法来确定：

- EWI（等宽增量）法——垂直面横贯河流按等间距隔开；或
- EDI（等流量增量）法——断面被划分为等流量的片断。此法需要详细了解河道流量在断面上的分布。

### XIII-3.2 一般的采样准则

XIII-3.2.1 样品采集器应按所用的方法进行准备，不同采样场地和一年中不同的时间要求采用不同的方法，如：

- (a) 浅水和深水；
- (b) 自船、飞机、或河岸和码头采样；
- (c) 特殊情形，诸如漫灌、积雪或覆冰等。

XIII-3.2.2 大的非均匀颗粒如树叶和碎屑不应包含在样品中。

XIII-3.2.3 河中的样品应面向上游采取。

注：这样可使采集者看清是否有任何碎屑向下游漂来。亦要避免来自采样场地的油、漆屑或其它脏物的污染。

XIII-3.2.4 应采集足量的水、泥沙或生物群以便进行多方面的分析和质量控制检验，如果需要的话。如果不是另有指定，所需要的量是分析所有感兴趣的参数所需要的量的总和。

XIII-3.2.5 关于采样环境的准确记录应很好保持，包括可能的干扰源、大气状况和该地点任何异常观测的描述。

### XIII-3.3 野外采样装置

XIII-3.3.1 随机水样应使用认可的采样器取得。

注：符合要求的采样器是：

- (a) 有一个合适的底的采样铁器；
- (b) 范多（Van Dorn）瓶；
- (c) 开默勒（Kemmerer）瓶；
- (d) 泵型采样器；
- (e) 多重采样器。

只在水面之下打开的用溶剂净化过的瓶子亦可使用。

XIII-3.3.2 积深样品应通过下述步骤采得：

- (a) 当让一个瓶子在垂直方向等速运动时以等速向该瓶注水，使得在垂直运动结束时该瓶子刚好注满；或
- (b) 将一个灵活的底部加重的塑料管降至所要求的深度，将上端封住，然后把它提起来将其内容物倒到一个样品容器中。

XIII-3.3.3 综合样品应通过下列步骤取得：

- (a) 混合若干随机样品；或
- (b) 在一段时间内用泵抽取水。

XIII-3.3.4 应使用自动采样器来采集指定时间、指定时间间隔或按指定流率流入采样瓶的随机或综合样品。

### XIII-3.4 野外旅行的准备

在野外旅行动身前应作好充分的准备。这包括：

- (a) 关于采样程序的具体说明；
- (b) 根据采样日程表准备旅行计划；
- (c) 制定关于设备和材料的表格；
- (d) 确保所有样品瓶均已遵照标准程序清洗干净；

(e) 确保化学试剂和标准已为实验室所提供;

(f) 制定核对的完整清单。

注:

(a) 所需容器的数量和大小由拟分析的参数数目、实验室规定的样品体积、以及为保证质量而需要重复和三重分析的次数来确定。

(b) 所用容器的种类取决于待测参数。聚乙烯容器是最经济的容器。玻璃、特氟隆或特殊容器用于非常敏感的参数,诸如溶解氧或强还原间隙水等。

(c) 一份准备很好的核对清单确保没有任何东西被遗忘。它应包括这样一些项目,诸如仪器的核对和校准;样品容器的供应;过滤器;冰箱;保藏试剂的供应;野外分析和标准化;地图;测站种类;容器标签和测站报告表格;指南;工具;备用零件;安全装置;急救药箱。

### XIII-3.5 野外测量参数

XIII-3.5.1 变化很快的参数应在野外进行测量。这类参数包括温度、颜色、透明度、浑浊度、pH 值、溶解氧和导电率,而对地下水而言还有氧化还原电势。

XIII-3.5.2 由于野外测量涉及电表、滴定和光学比较,因此应训练野外人员保养好这类装置并能按《水质监测手册》(WMO-No.680)中指明的那样准确而可重复地使用它们。

XIII-3.5.3 仔细净化跟每一种分析相关的容器和装置,在采集和处理样品时避免为灰尘、脏物、烟、烟雾、手指和油脂所污对于取得可靠的分析结果绝对必要的。

XIII-3.5.4 任何时候都不应有零值作为结果记录下来;如果所取得的值低于该方法的探测极限,它应记录为“小于(说明该方法的探测极限)”。

### XIII-3.6 野外资料的记录

XIII-3.6.1 准确的记录可用以推断每个样品的采取位置和采样时间盛行的任何特殊状况。

XIII-3.6.2 采样站一经建成,即应对其位置予以适当的描述。

注:除了记录它的地理坐标(经纬度,格网参考,通用横向墨卡托,等等)之外,它应用一张这一地区的大比例尺地图、该场所的详细草图和所测得的到附近陆地标志和永久性参考点的距离予以定位。

XIII-3.6.3 应规定测站的编号或编码以便参考样品标签上的测站位置。

XIII-3.6.4 应制作一张野外表格,内容包括位置、日期、时间、所作的测量和关于任何情况的注解,这种情况可能在解释下述资料时会出现分歧,诸如天气、死鱼、藻类生长、解冻和水流资料等。野外表格亦应显示采用哪种分析方法、仪器的野外检定,包括牌子和型号、采用的采样装置和程序以及质量控制的细节等。

## XIII-4 水质量样品的采集和储存

### XIII-4.1 样品种类

XIII-4.1.1 本节考虑的样品种类有:

(a) 地表水样品,用于物理-化学分析(采样方法参见XIII-3节);

(b) 生物分析样品;

(c) 用作化学分析的大气沉降物样品;

(d) 悬浮泥沙或底沙样品;

(e) 地下水样品。

### XIII-4.2 野外过滤和保存

XIII-4.2.1 为了区别溶解在水中的成分的浓度和存在于或吸附在悬浮颗粒物质上的成分的浓度,混浊度大于三(NTU)的样品应在野外进行过滤。应特别注意野外过滤时避免样品受到污染。

XIII-4.2.2 选择恰当的容器对保持样品的完整是非常重要的。值得考虑的是以下几点:

(a) 容器物质被样品溶滤,例如从塑料中滤出有化合物,从玻璃中滤出钠或其它离子;

(b) 样品物质吸着到容器壁,例如痕量金属,特别是辐射核素为玻璃所吸着,以及有机物质为塑料所吸着等;

(c) 样品跟容器的直接反应,例如氟化物和玻璃;

(d) 金属和橡胶的抑菌效应。

XIII-4.2.3 对若干参数而言,样品应通过象酸化那样的化学加成、冷藏、金属离子的多价螯合、某些有机体的染色以及在某些情况下进行冻结来保存以便运送到实验室。

### XIII-4.3 生物样品

XIII-4.3.1 生物样品应采集在一个无菌的、能经受压热器作用的无毒瓶中。

XIII-4.3.2 不能直接分析的样品应储存在暗处用融冰使微

生物的繁殖和锐减降至最低限度。

XIII-4.3.3 巨生物群需要专门的采样装置，取决于生物种类和它们是在水中还是在泥沙中：

- (a) 鱼——主动方式采用围网、拖网、电鱼法、化学制品和鱼钓鱼线，被动方式采用鱼网和栅栏；
- (b) 大型无脊椎动物——用鱼网、多片采样器和匣式采样器；
- (c) 浮游生物——用地面水采样器或特别设计的装置，诸如朱丹（Juday）栅网或计量尼龙网等；
- (d) 水生附着生物——用系留的漂浮的载片；
- (e) 大型植物——用耙、耙网、杆上的砍刀、抓斗或在某些情况下使用自足式水下呼吸装置；
- (f) 水底生物——参见XIII-4.5。

#### XIII-4.4 大气沉降物样品

XIII-4.4.1 为监测空中污染物长期输送而采样的场地选择应考虑由短期天气形势和长期气候控制的输送方向和距离。对于大面积监测，场地应选在乡村僻远地区，应在产生盛行风的方向 50km 而其它方向 30km 之内无持续的污染源。

XIII-4.4.2 局地的场地选择判据应包括：

- (a) 场地 1000m 之内无诸如行驶的车辆一类的移动污染源；
- (b) 场地 1000m 之内没有在地面储存农产品、燃料或其它不合适的原料；
- (c) 安装在平坦的未经使用过的土地上，最好有草覆盖，在附近没有诸如耕过的田地、未铺砌的路或者自然的或人为的湍流和涡流源等可为风激起的污染源；
- (d) 5m 以内没有高于采样器的树或建筑物这样的物体；
- (e) 在采样器上空伸展的物体的高度的 2.5 倍距离之内没有这种物体。特别注意用于自动采集器电源的高架电线；
- (f) 如果用发电机作为电源，排气装置的位置应在采集器下风尽可能远处；
- (g) 采集器入口至少应高出土被 1m 以最小限度地采集到粗粒物质和溅起的泥浆。

XIII-4.4.3 应被采样的大气沉降物的种类是雨、雪和干沉降物。干沉降物应在象暴雨和雪暴这样的潮湿和冻结降水事件之间进行采集。

XIII-4.4.4 应采用自动的双斗采样器。

注：

- (a) 这种采样器在一个斗内采集干沉降物而另一个斗被盖上，它有一个传感器探测降落事件并在降落期间将盖子从第二个斗切换到第一个斗上。
- (b) 最小降雨量 $r$ （以mm为单位）可以分析成一个具有采集地面面积 $a$ （以 $m^2$ 为单位）的已知采集器系统的一次事件，它可按下式计算出来：

$$r = \frac{d}{a \cdot c \cdot i}$$

式中：

- $d$  是用于分析的仪器的探测极限，以毫克克（ng）为单位；
- $c$  是雨、冰或雪量的期望浓度，以 ng/l 表示；
- $i$  是注入因子，即总样品中注入仪器用以分析的分数的。例如，浓缩后样品的总体积是 100ml，20ml 被注入（比如）气体色谱仪，那么  $i = 20/100$ 。如果抽取 100ml 样品通过原子吸收对样品进行分析，那么  $i = 1$ 。

#### XIII-4.5 泥沙的采样

注：

- (a) 关于泥沙采样的详细说明可参见《泥沙输送测量业务方法手册》（WMO-No.686）。
- (b) 泥沙可分成以下几类：
  - (i) 悬浮物——保持在河床之上水柱中的物质；
  - (ii) 床载或曳载物——几乎总跟河床保持接触但随流而动的物质；
  - (iii) 沉积物——水能减小时能停留下来的物质，在湖底它们的特征是颗粒细小，而河底则大小不一。
- (c) 在悬浮泥沙浓度比较大的地方，随机或积深水样采集器可能比较合适。然而，为了取得 5g 的样品，可能有必要处理成千上万升的水，必须用泵水系统，最好用连续离心机以避免繁重的过滤过程。

底部沉积物很容易用如施派克（Shipek）采样器或倍格-埃克曼（Birge-Ekman）挖掘机那样的挖掘机来采样，虽然重力或活塞式采样器可用在需要受扰较小的样品的地方。如果间隙水是缺氧的，那么不论要做什么研究均应将其保存在惰性空气中。

#### XIII-4.6 地下水

XIII-4.6.1 除了XIII-3.6 节中所要求的测站信息外，所用测

井应通过提供下述信息给予进一步描述：

- (a) 开发的蓄水层；
- (b) 井深、尺寸、套管的类型，以及套管内孔眼的位置和类型；
- (c) 测勘记录，包括陆面海拔；
- (d) 井的图示和照片，显示接近它的通道和测量点；
- (e) 井的当地名称和其拥有者的名字；
- (f) 井的使用。

XIII-4.6.2 井的水位应使用低端用木工笔涂蓝以便显示水位的负重钢卷尺，或利用其导电性探测水位的卷尺进行测量；或者使用将起泡所需要的气压转换成有待从管的总长度中减去的浸没深度的起泡气管进行测量。采用浮标、电子装置和压力表的记录装置可用来监测水位的变化。

XIII-4.6.3 样品应从泵井或密封的自流井中采取。在开井和需要从指定深度采样的地方，应使用随机采样器（对比较狭窄的井套管应采用小外径的采样器）。

XIII-4.6.4 地下水位之上的土壤水样应通过将近底部带有多孔层的管子推进土壤，或通过提供真空管道的接地装置中嵌入多孔的瓷杯来采取。

#### XIII-4.7 放射性测量样品

XIII-4.7.1 应采取预防措施来避免在容器壁或悬浮物质上的吸附作用。

注：可采用的容器材料包括聚丙烯、聚乙烯或特氟隆。

XIII-4.7.2 为了在溶液中保存金属并使其吸附作用减至最小限度，应加入盐酸或硝酸（2 ml/l 样品）。

#### XIII-4.8 样品的运送

在将样品运送至实验室分析时，每个样品均应贴上标签，写上关于测站、日期、时间、待分析和参数、保存方法（如果有的话）以及采集者的身分的全部信息，还可以描述性地指明任何影响对资料的解释的特殊环境。

注：视关于证据的规则而定，任何可能在法律诉讼程序中构成部分证据的样品都可能需要保持一条可以查核的保管链，涉及从采集者到分析者的所有保管过该样品的人。

### XIII-5 质量保证

#### XIII-5.1 一般原则

注：

- (a) 质量保证由质量控制、为控制产品而设计的整个指导和程序系统以及质量评估组成，是一个确保质量控制有效执行的整个职能系统。
- (b) 分析方法可分成以下几类：
  - (i) 基本法，适合于为标准参考材料建立分析资料；精确、耗时且需要高度技巧；
  - (ii) 普通法，适合于日常使用处理大量样品，要求比较高的精度和准确性。
- (c) 普通法的准确性可使用具有已知浓度的样品（诸如标准参考材料）和通过添加已知量的“示踪同位素”到被分析的样品中来进行分析。

XIII-5.1.1 质量保证计划须包括关于野外和实验室规则的文件。

注：

- (a) 分析结果的质量是由其精度和准确性来定义的，精度是多次重复的测量生成的资料之间相接近程度的一种度量，而准确性指资料跟“真值”的一致程度。
- (b) 精度度量由随机误差导致的方法的变异性，它一般表示成一系列重复分析的标准偏差或相对标准偏差。
- (c) 准确性通常表示成%误差的形式，即所取得的平均值和真值之差被真值除后再乘 100。
- (d) 一种方法的准确性可通过分析标准参考材料或通过添加已知量“示踪同位素”来确定，分析它们并确定%回复率。这就度量了该方法重新找出加入样品中的已知量物质的能力。

XIII-5.1.2 对于实验室中的每一种方法和每一种仪器，应确定下列几个值：

- (a) 仪器探测限度——一个仪器可以探测的分析物的最低浓度，它在统计上不同于仪器背景噪音；
- (b) 方法探测限度——一种方法能可靠地探测到的最低浓度，它在统计上不同于从纯净物（例如蒸馏水）采用同样方法取得的值；
- (c) 实际探测限度——一种方法在一个实际样品基质中可能探测到的最低浓度，它在统计上不同于对同一样品基质采用该方法的纯净物；
- (d) 定量限度——一个具有足够数目的标准差的值，通常高于纯净物的平均值，它不仅指出所探测的分析物的存在，而且对被确定的浓度亦是一个有用的值。



注:

- (a) 采样器纯净物——倒入或允许通过采样器并在整个野外和分析过程（包括野外保存和输送到实验室）余下的时间内注满的由超纯的蒸馏水组成的样品。
- (b) 瓶装纯净物——由放在随机选择的样品容器内并在整个分析过程中注满以确保整个洗瓶过程没有任何污染物进入的超纯净水或溶剂制成的样品。
- (c) 野外纯净物——如同瓶装纯净物那样制成，但还加入一些在分析之前为保存样品所需要的化学制品。这种样品用来测出任何因化学保存样品而带来的污染物。
- (d) 过滤纯净物——由流经野外过滤装置的超纯净水制成的样品。这类样品用来测出野外过滤期间出现的污染物。
- (e) 复制样品（分开）——副样品，将一份样品分成两份或更多部分而得。
- (f) 平行测定样品（暂存）——在同一位置按指定时间间隔（通常比较短）采取的样品。
- (g) 添加样品（标准添加）——将按感兴趣的参数的若干不同水平加入的样品分成若干分以探测该分析方法系统性误差或偏离的引入。

### XIII-5.2 质量评估报告

XIII-5.2.1 每一个实验室管理层，从实验室分析员到处长均要提供质量评估报告。

XIII-5.2.2 实验室分析员应报告：

- (a) 纯净物和标准资料的变异性；
- (b) 分组测试的精度和准确性；
- (c) 其结果偏离真值大于指定量（例如两个标准差）的质量控制分析的数目和类型；
- (d) 其它跟质量控制有关的信息，诸如标准溶液的变化、发现不符合标准的试剂、打扫屋宇使用的方法、具有不正确或不适当信息的样品以及仪器校准频度等等。

XIII-5.2.3 实验室管理员应报告与其管理层次相应的内容：

- (a) 用户/顾客抱怨的频次；
- (b) 员工参加的培训时间；
- (c) 对照历史值的分析检查和核对；
- (d) 本实验室参加的跨实验室质量控制研究；
- (e) 引入或修正过的新分析程序；

(f) 分组结果的总精度和准确性；

(g) 其它跟质量控制有关的其它信息，诸如仪器故障的影响范围，资料检验频度。

### XIII-5.3 资料记录

XIII-5.3.1 任何情况均不应将零值记录为一个分析结果。

注：如果取得的值低于方法的检测限度，则应记录成这样（例如）“小于[说明方法探测限度]”。

XIII-5.3.2 低于实际探测限度或定量的值应这么识别：对于（例如）后一种情况一般用括号将该资料括起来。

XIII-5.3.3 定量资料应同时注明精度和准确度（如果有的话），以及预期的可信度，诸如置信区间。

注：置信区间是一个统计上导出的估计，即真值以一个给定的百分率出现在围绕所确定的样品平均值固定的上下限之间。

### XIII-6 野外安全性

#### XIII-6.1 培训

XIII-6.1.1 野外人员应接受必要的培训，使之对他们自身可能遇上的危险非常清楚，能分辨潜在的危险形势，并采取措施使危险因素减至最低限度。

XIII-6.1.2 培训应包括水上安全、野外急救、荒漠生存和修理交通工具的基本方法。

XIII-6.1.3 野外办公室应保持一张目前的相关安全航道（可以从政府或私人单位得到）一览表，同时保持一份其员工所取航道的记录。

XIII-6.1.4 应定期组织复习进修课程。

#### XIII-6.2 惯常做法

XIII-6.2.1 所有雇员均应知道并坚持他们政府颁布的安全程序。

XIII-6.2.2 应向野外工作的员工提供关于待研究的水体的特征和该地区天气预报的能够获得的信息。

XIII-6.2.3 如果出现被认为对职员的安全或健康有危险或极有可能损坏设备的异常天气或水情，采样就不应该进行。

XIII-6.2.4 野外社交活动应不致与正确安排的采样日程和野外办公室预先安排的旅行计划相冲突。

#### XIII-6.3 采样时的安全预防措施

XIII-6.3.1 每种采样场地需要有其自己的一套安全预防措施。野外人员应考虑：

- (a) 高速公路桥——需要警示灯、信号、荧光衣着、挂在设备悬挂绳上的旗子、存在电力线；
- (b) 铁路桥——知道火车时刻表，有能很快移动的设备；
- (c) 涉水——了解不安全的河岸、滑动的岩石、快速流动的水、有探测深度的现成的测杆、漂浮装置（例如救生衣）、系在牢固的锚定设备上的安全绳索、知道流沙习性、有衣服可换以避免湿衣服引起体温过低；
- (d) 船——要遵从当地小船规定、避开繁忙的航道、至少有两人在船上、有辅助电力应付紧急情况、额外的燃料和备份零件、不超载、漂浮装置、避免日晒或湿衣服引起体温过低的衣服、避开漂浮的或水下的岩屑。

XIII-6.3.2 野外员工应培训成能分辨潜在的危险形势和采取必要的措施来使危险因素减至最低限度。除了物理方面的场地危险之外，要采样的水还可能包含化学的和/或生物学的物质，它们可能是有害的，应避免跟皮肤接触。在处理下水道工程和工业污水时应采取特别的预防措施。

#### XIII-6.4 处理化学制品和操作设备

XIII-6.4.1 酸和碱应小心储存和处理，决不可用嘴吸移液管。处理酸和碱时应始终戴上安全眼镜。溢出物应立即用大量的水冲洗掉和中和掉；对于这种清洁工作手套和工作裙应包括在内。

XIII-6.4.2 应避免吸入蒸气或跟皮肤、眼睛和衣服直接接触。已跟酸或碱接触过的皮肤应立即用大量水洗干净，接着用肥皂洗或用中性化溶液轻轻拭抹。

XIII-6.4.3 在眼睛中的化学品必须立即用水冲洗，如果必要的话冲洗时让眼皮保持睁开。所有眼伤应尽快接受专业人员的处理。

XIII-6.4.4 应避免使用氯化汞（溶蚀净化）除非绝对必要。如果要使用它，操作员应受过专门的危险因素培训，并且应将所有汞的残余物收回。

XIII-6.4.5 工作程序应设计成在水中或近水边使用电装置工作的触电死亡的危险减至最小限度。电气装置绝不应直接用电线连到动力线上而没有插头或开关来快速简便地切断。

XIII-6.4.6 自足式水下呼吸装置（便携式水下呼吸装置）或其它潜水装置在确保可靠使用之前应随时检查。