

Water Measurement Manual

量水手册

美国内政部垦务局 著
夏富洲 刘国强 刘孟凯 闫弈博 译
管光华 冯晓波 张绍强 校译
王长德 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

量水手册

美国内政部垦务局 著

夏富洲 刘国强 刘孟凯 闫弈博 译

管光华 冯晓波 张绍强 校译

王长德 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本手册根据美国内政部垦务局 (U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation) 2001 年出版的《Water Measurement Manual》翻译。

本手册全面总结和介绍了美国在灌区量水方面的最新进展与成果, 涉及灌区量水的理论、方法、技术及设备等, 共分 14 章, 主要包括: 概述, 水流及量水基本概念, 测量精度, 量水设备选择, 量水系统检验, 水位和水头测量, 量水堰, 量水槽, 淹没孔口测流, 流速仪, 声学测流, 示踪剂法测流, 明渠专门测量方法, 有压管道测流等, 并附有符号说明、单位换算系数等, 可供读者查阅。文中提供了大量的资料出处, 并对需要深入研究的问题推荐了参考著作, 可为需要进一步了解和深入研究量水理论和技术的读者提供参考。

本手册理论先进, 技术实用, 内容丰富, 数据翔实, 图文并茂, 适合于灌区管理人员、用水户组织以及渠系的设计和研究人员学习参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

量水手册 / 美国内政部垦务局著 ; 夏富洲等译. —
北京 : 中国水利水电出版社, 2011. 12
书名原文: Water Measurement Manual
ISBN 978-7-5084-9383-1

I. ①量… II. ①美… ②夏… III. ①灌区—灌溉水—测量—手册 IV. ①S274.4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第281571号

书 名	量水手册
原 著 者	美国内政部垦务局
译 者	夏富洲 刘国强 刘孟凯 闫弈博
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 14.75 印张 350 千字
版 次	2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	50.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

序



人多、地少、水缺是我国发展面临的突出矛盾，节水是解决我国水资源问题的根本出路。我国农业是用水大户，而农业用水主要是农田灌溉用水。因此，推进节水首先应该推进灌溉节水。

量水是灌区计划用水、节约用水的重要基础，是实施“总量控制，定额管理”及保障灌区各类节水措施切实发挥作用的重要手段。研究和推广量水技术，对加强和改进灌溉管理、指导农民科学用水、客观评价节水灌溉效果和潜力，都具有重要意义。

我国灌区量水理论技术和方法相对落后，先进、实用的量水设施和设备普及率不高。引进、消化、吸收国外先进实用的量水技术和设备，是加强和改进我国灌区量水工作的需要，是适应我国节水灌溉快速发展的需要。

美国内政部落务局编写的《量水手册》，全面总结了灌区量水的技术研究进展及成果，系统介绍了量水理论、实用技术及方法，特别是提供了大量包含定型设计及试验资料的图表，具有广泛的适用性，是有关量水技术的经典书籍。武汉大学水利水电学院将《量水手册》译成中文出版，无疑会为我国灌区推广实用适宜的量水技术和设备提供参考，同时对我国整个量水理论、量水技术的发展和应用起到重要的推动作用。

水利部农村水利司司长
中国水利学会农水专业委员会主任委员
中国国家灌排委员会主席

王爱国

2011年11月

译者序



我国水资源短缺，节约用水十分重要。灌区用水及其他供水的准确度量是用水管理和节约用水的重要手段之一，是提高用水管理水平的基础。引进先进的量水理论和技术，进行准确的用水量测，对灌区信息化建设、灌区水资源合理配置、提高灌区用水管理水平和节约用水，更好地为用户服务，具有重要的意义。

美国的灌溉用水管理处于世界的先进行列，在灌溉用水测量方面，理论、技术先进，历史悠久。美国内政部垦务局 1953 年编写出版了《Water Measurement Manual》（《量水手册》），关于灌溉水测量方面的手册最早可追溯到 1913 年，至今近 100 年。由于持续的社会需求和不断的理论、技术创新，美国内政部垦务局对《量水手册》进行了多次修订。《量水手册》2001 年修订本是美国该领域工作的实用技术指导手册，也是当前这一领域的最新技术的全面总结与介绍。

作为美国量水实用技术的指导手册，其内容全面，从基本理论到仪器设备、实用测量技术一应俱全，数据翔实，图文并茂，提供了大量的试验数据和工程实例图片，并制作了大量可供实际应用的图表，极大地方便了量水技术的应用。我国灌区量水使用的巴歇尔量水槽等量水设备及量水理论和技术大多是参考本手册的前两版，2001 年版增加了很多新内容、新技术和新的发展趋势，对我国灌区管理技术人员了解和掌握灌溉量水的最新技术和进展有重要意义。由于手册的实用性，很多新的技术和方法可直接用于我国灌区的灌溉量水。

为了学习和引进美国先进的量水理论和技术，加快提高我国灌区用水管理水平，更好地服务于大众用户，武汉大学水利水电学院灌区量水课题组组织翻译了《量水手册》。参加本手册编辑工作的还有刘富奎、王梦雅、杨彬、陈栋梁、李垚。本手册由管光华、冯晓波、张绍强校译，王长德主审。由于翻译水平有限，译文中存在不妥之处，恳请读者批评指正。

译者

2011 年 9 月 16 日于武汉

前 言

很多公共和私人水资源组织都致力于管理和保护现有的水供应。这些管理工作涉及完善技术和对新增、现有水需求情况的经济决策；同时，要通过保护和修复可能受到影响的水生态系统来保护环境。改进运行管理和保护水资源的关键就是要可靠和精确地量水。本手册中的“量水”指的是测量流量（每单位时间流过的水的体积）。测量技术的重要进步以及对本手册的持续需求，促成了这次的修订。

Water Measurement Manual 第一版（1953）是根据美国内政部垦务局的 *Manual for Measurement of Irrigation Water*（1946）编制的，该版本发行了11000册。为满足对手册的持续需求和更新需要，1967年编写出版了第二版。从1967年到1984年，第二版5次重印、两次修订重印出版。由于对水的保护压力和不断增长的用户的竞争，对第二版的需求持续不断，因此，在第二版的基础上补充和更新为第三版。

随着个人电脑应用的发展，越来越强调使用适合顾客的长喉槽测量结构成为量水技术应用的新趋势，这种结构能够被设计用来测量流量并且制作简单，现在的量水新设备已很少采用短喉道形状的，因此，本手册中有关这方面的内容已经大为减少，并且被并入到量水槽这一章中。该章对新的量水设备优先推荐的是长喉槽，而非巴歇尔槽。

第三版中所保留的巴歇尔槽的主要内容涉及现有水槽的维护和运行需要，包括水槽尺寸、自由出流测量、淹没出流测量和水头损失。本版中有关巴歇尔槽尺寸的选择、堰顶高程设置的部分已被删除或简化。现时的巴歇尔槽应符合国家规程，可以参考本手册先前版本中的例子来选择尺寸和设置堰顶高程。

第三版中增加了一些新的章节，这使得本手册在技术上更加通用，并且对相关的政府组织有更多的用处。这些新增的章节有：

- （1）水流及量水基本概念。
- （2）量水设备选择。
- （3）测量精度。
- （4）量水系统检验。

(5) 声学测流。

(6) 示踪剂法测流。

在第三版的修订中，Russ Dodge 是主要作者和编辑。美国内政部垦务局特别赞赏美国农业研究中心的 John Replogle 和 Albert Clemmens，他们编写了一些章节的主要部分或设备选型、长喉槽、驼峰堰和其他设备等独立章节，并审阅了整个手册的修订内容。

由于 Leland Hardy 和 Thomas Spofford 提供了相关的材料，并为审阅书稿所作出的贡献，美国内政部垦务局非常感谢美国自然资源保护中心（原国土保持中心）。除了上述美国内政部垦务局之外的编审人员，垦务局自身的一些专家对新章节的编撰同样也作出了很大的贡献：Warren Frizell 修订了第 6 章“水位和水头测量”，并对该手册进行了审稿；Tracy Vermeyen 编写了第 11 章“声学测流”；Brent Mefford 编写了第 4 章“量水设备选择”的大部分内容；Dave Rogers 编写了弧形闸门测流和 RADGAT 程序的使用一节；Tony Wahl 编制了附录 A 的表格（译者注：译者将原著附录 A 的表格分别编入第 7、8、9 章）；Cliff Pugh 协调了汇编、审阅和出版方面的工作；Jerry Fitzwater 汇编和修改了很多的附图和插图；Tom Hovland 是主要的技术编辑，负责出版编辑和组织工作；Teri Manross 负责桌面出版系统和原稿的编辑；Jim Higgs 制作了手册的在线版本，可访问 www.usbr.gov/pmts/hydraulics lab/pubs/wmm。

本手册中提到了某些商品的名称，所提到的这些商品，并不代表美国内政部垦务局、农业研究中心或者自然资源保护中心对这些产品的认可和推荐。

著者

目 录

序

译者序

前言

第 1 章 概述	1
1.1 需求	1
1.2 改进量水的效益	1
1.3 目标	2
1.4 本手册的使用	2
第 2 章 水流及量水基本概念	3
2.1 引言	3
2.2 水流的分类	3
2.3 量水的基本原理	3
2.4 流量—面积—速度关系式	5
2.5 水流总量	5
2.6 其他类型的测速型量水设备	5
2.7 流速水头概念	6
2.8 孔口出流关系式	6
2.9 薄壁堰关系式	6
2.10 能量平衡方程	7
2.11 平均水深和水力半径	9
2.12 弗劳德数与临界流方程	10
2.13 矩形宽顶堰流量公式	11
2.14 测流管的能量原理	12
2.15 公式中的参数	13
2.16 均匀流方程及摩擦水头损失	14
2.17 行近流条件	15
第 3 章 测量精度	17
3.1 引言	17
3.2 精度的相关概念	17
3.3 性能术语	20

3.4	比照标准	20
3.5	率定方法和精度计算的实例	21
第4章	量水设备选择	28
4.1	总体要求	28
4.2	量水设备的类型	28
4.3	设备选择的影响因素	28
4.4	设备选择指南	33
第5章	量水系统检验	37
5.1	背景和目标	37
5.2	标准设备和非标准设备	37
5.3	行近流	38
5.4	湍流	38
5.5	水面波动	39
5.6	行近流速水头	40
5.7	不良流态	42
5.8	出口水流条件	42
5.9	设备的老化与磨损	43
5.10	不良的制作与安装	43
5.11	测量精度降低的原因	45
第6章	水位和水头测量	48
6.1	引言	48
6.2	测量基准面	48
6.3	测量方法	48
6.4	非自记式水位计	48
6.5	自计式水位计	49
6.6	水位记录仪的安装	52
6.7	水位观测井的影响因素	52
6.8	设置基准面	55
6.9	水位记录仪的操作、保养和维护	55
第7章	量水堰	57
7.1	历史背景	57
7.2	堰的定义	57
7.3	堰的命名和分类	57
7.4	不同类型的薄壁堰	59
7.5	薄壁堰的基本要求	60
7.6	部分收缩与充分收缩的矩形堰	61
7.7	V形堰	63
7.8	传统的标准灌溉堰	64

7.9	标准收缩矩形堰	64
7.10	标准无侧收缩矩形堰	69
7.11	标准充分收缩 90°V 形堰	71
7.12	Cipolletti 堰	73
7.13	特殊形式的堰	76
7.14	行近流速修正	85
7.15	淹没堰	86
7.16	堰的选择	86
7.17	薄壁堰的制作和安装	87
7.18	堰的维护	88
第 8 章	量水槽	89
8.1	概述	89
8.2	量水槽的分类	89
8.3	其他特殊形式的量水槽	90
8.4	淹没出流	92
8.5	与量水槽位置、选型和布置有关的场地特征	92
8.6	量水槽的制作	94
8.7	水头测量	94
8.8	长喉槽	97
8.9	长喉槽定型设计和选型表	100
8.10	巴歇尔槽	110
第 9 章	淹没孔口测流	130
9.1	测流孔口的定义和分类	130
9.2	淹没孔口测流的优点和缺点	130
9.3	充分收缩的淹没测流孔口	131
9.4	充分收缩淹没矩形测流孔口的精度	131
9.5	淹没矩形测流孔口的过流量	132
9.6	充分收缩淹没矩形测流孔口的尺寸	133
9.7	标准充分收缩淹没测流孔口的建造和设置	134
9.8	非充分收缩淹没测流孔口的流量校正	134
9.9	无侧收缩淹没矩形测流孔口的要求	137
9.10	过大的行近流速	137
9.11	定水头测流孔口 (CHO) 分水口	137
9.12	孔口闸门结构	144
9.13	利用弧形闸门测流	145
9.14	测流阀门	147
第 10 章	流速仪	149
10.1	引言	149

10.2	流速仪的分类	149
10.3	流速测量站的应用	150
10.4	流速测量站的位置	150
10.5	流速仪的类型	151
10.6	流速测量站及操作仪器	153
10.7	旋桨式流速仪的类型	154
10.8	测流杆	158
10.9	旋桨式流速仪的维护	160
10.10	一般步骤和预防措施	160
10.11	测量方法	160
10.12	确定平均流速的方法	161
10.13	计算流量	162
10.14	简单平均法	163
10.15	中间截面法	163
10.16	辛普森抛物线法	163
10.17	渠道流量曲线	166
10.18	水尺读数	166
10.19	流量计算结果	166
10.20	水位—流量关系表	167
10.21	日流量和月流量	167
10.22	流速仪测量管流	167
第 11 章	声学测流	168
11.1	超声波流量计	168
11.2	理论	169
11.3	可用技术	170
11.4	系统误差	170
11.5	安装注意事项	171
11.6	流量计选择指南	172
11.7	明渠超声波流量计	172
11.8	多普勒超声波流量计	174
11.9	断面相关超声波流量计	175
第 12 章	示踪剂法测流	176
12.1	概述	176
12.2	示踪剂的类型	176
12.3	基本方法	177
12.4	示踪剂法的流量公式	177
12.5	误差的一般来源	178
12.6	示踪剂—速度—面积法	178

12.7 示踪剂—稀释法	181
第13章 明渠专门测量方法	183
13.1 引言	183
13.2 明渠流旋桨流速仪	183
13.3 旋杯式流速仪	183
13.4 利用跌水测流	184
13.5 闸及阀门的率定	184
13.6 斜坡—面积方法	184
13.7 毕托管	185
13.8 入库流量和出库流量的计算	185
13.9 堰上测量杆	185
13.10 浮子法测流	186
第14章 有压管道测流	187
14.1 引言	187
14.2 管道流量计的基本概念	187
14.3 水头差式流量计	187
14.4 旋桨式流速仪	192
14.5 旁通管流量计	194
14.6 电磁流量计	194
14.7 旋杯式流速仪	195
14.8 可变面积流量计	195
14.9 涡流流量计	196
14.10 毕托管测量流速	196
14.11 速度面积方法	198
14.12 加利福尼亚管方法	198
14.13 抛物轨线法	200
14.14 小型管或虹吸管	206
14.15 压力—时间法	208
14.16 水轮机、水泵和闸阀的率定	209
14.17 声学流量计	209
附录	210
符号说明	210
单位换算系数	212
水力学公、英制单位转换系数	216
参考文献	218

第 1 章 概 述

1.1 需求

如何共享和管理有限供水的公众概念正在发生变化。能源、灌溉、市政、工业、娱乐、园林以及渔业和野生动物之间的用水竞争日益激烈。在美国，基于耗水量、可见损失、人口密度以及对生态系统和濒危物种的影响要对用水进行严格的审查。供水区需要寻求最可用的技术来扩展其所享有水的份额的使用。无一例外，最佳的管理措施和方法依赖于水资源的保护，而保护的关键是良好的量水操作技术。

当某区域需要增加水量时，就要提出计划来扩展水的使用。通过对现有供水的保护和公平地分配可以获得低成本的水，而不是去寻找和开发新的水源。改善量水措施所挽回的每立方米的水比从新水源得到的同等数量的水所产生的收益要更高。由于不良运行和设备老化通常会导致向用户提供过量的水，或者由于损耗而损失水量。因此，更好的量水方法能够扩大水的使用。除了关注供水区或供水点外，关注测量、管理及维护也能够扩大农民的用水，并有助于防止过度灌水造成的减产和其他农作物的损失。

1.2 改进量水的效益

除了合理的水费，升级量水程序和系统也能够带来很多的效益。尽管有些效益是无形的，但在系统设计或计划量水升级时应加以考虑。良好的水管理需要有精确的量水。量水带来的效益如下。

(1) 准确的核算和良好的记录有助于农田用水和非农田用水之间竞争使用时公平分配水量。

(2) 好的量水操作技术有利于在用水区或农田范围内精确和公平地配水，很少出现问题，且更容易操作。

(3) 精确的量水提供给农田灌溉决策者所需要的实现灌溉水的最佳使用而环境的负面影响最小的信息。

(4) 安装渠道测流结构减少了耗时的测流工作。如果没有这些结构，在改变输水量后，以及由于杂草生长引起的边界阻力的变化或者岸坡崩塌、泥沙淤积引起的断面形状变化进行季节性的修正时，需要频繁地测流。

(5) 设定精确和方便的量水方法将改进无衬砌渠道渗漏损失的评估。因此，将更好地确定河渠改善的成本和效益。

(6) 永久的量水设备也可以成为将来设备改进升级的基础，如远程流量监测设备和渠道运行自动化系统。

(7) 好的量水和管理方法将防止过量的径流和深层渗漏现象的发生，过量的径流和深

层渗漏可能破坏农作物，造成地下水化学和农药污染，导致农场的排水中含有污染物。

(8) 个体用水结算结合价格政策，对用水过量的用户给予惩罚。

1.3 目标

本手册（修订版）有3个主要的用途：第一，在选择、管理、检查以及维护量水设备方面，给用户和用水区提供指导；第二，阐述测量灌溉水量的标准方法和常用的设备；第三，使灌溉系统操作人员了解一些已经存在但不常用的测量方法，以及新的或专门的技术。

1.4 本手册的使用

本手册各章节的顺序，可能无法满足所有读者的喜好或者需要。有些读者不愿从头至尾地阅读整本手册，每个读者都有自己的需要，并能从目录中找到他们需要的主题和章节。此外，本手册并未包含所有先进的量水技术或理论，也不能代替规范或标准，如国际标准化组织（ISO）分别在1975年、1983年、1991年，以及美国机械工程师协会（ASME）在1992年颁布的标准。这些标准或者其他标准可能是管理决策所必需的。当需要先进的应用方法时，读者可以参考本手册末尾所列的参考文献（译者注：译本将原著各章末的参考文献统一整理列于手册末尾）。Bos（1989）的著作包含了所有的量水设备、Bos等人（1991）有关水槽的论著、Clemmens等人（1993）提供的有关长喉槽和宽顶堰的计算机设计及率定极好的讨论和软件等，这些都是很好的工作参考资料。1980年，美国政府针对明渠流和封闭渠流编制了一本包含了有关大多数设备和技术的资料及参考文献的手册。该出版物也包含了关于发展固定控制和移动控制、人工和自然相结合的测量站的资料。美国机械工程师协会（1971）和国际标准化组织（ISO）（1991）提供了很多有关文丘里流量计和管道孔口测流的资料，并且对各种阀及连接这些仪器上游的弯道提出了进口长度的要求。美国农业研究中心（ARS）的 *Field Manual*（Brakensiek et al., 1979）给出了有关H-槽、三角形低峰堰、测流，以及农业水文学上使用的其他设备和方法的资料。

第 2 章 水流及量水基本概念

2.1 引言

每年在科罗拉多州丹佛市举行的美国垦务局水管理专题讨论会的经验已经表明有必要阐述水流和量水的基本概念。专题讨论会也表明有必要通过一步步的发展用简单的术语来提出这些概念的 (Schuster, 1970)。鉴于近期量水技术的发展和本版增加了新的章节, 本章将以前版本的附属内容扩展成为完整的一章, 因此, 引进大量的公式用以阐述新内容的逐步发展。存在数学或技术写作困难的读者应该阅览有关量水概念与术语的文献, 有经验的供水管理员或其他用户可以将本章作为一个有关量水水力学原理的回顾。

最后, 如果操作人员希望更深入地了解关于水力学和流体力学的更高等的资料, 可参考如下资料: Streeter 于 1951 年编写的包含管流量测的章节, Bean 于 1971 年充分描述了流体测量理论并提供了确定管道流量计系数的详细资料, King 和 Brater 于 1963 年对一般临界水深和最常见的水流断面形状的具体关系进行了彻底讨论, Bos 于 1989 年的专著涉及了明渠量水设备的整个领域。

2.2 水流的分类

水流可以分为明渠水流和管流两种, 明渠水流的特征是具有与大气直接接触的、不受约束的自由水面, 渠道中的水流及当水流没有充满有通气设施的管道都是典型的明渠水流。输水渠道自由水面的存在避免了像充满水流的管道一样从一端到另一端时压力的传递, 所以, 明渠中只有作用于水体的重力使水流流动。因此, 自由出流条件下的恒定均匀流, 随着向下游的流动水位会不断地下降。

在水力学中, 管道是指所有的输送有压水流的封闭管。管道可以是方形、矩形或其他形状, 但最常见的是圆形管道。如果水流在管道中流动, 但水流没有充满管道, 这种水流不属于管流, 而是明渠水流。

当管道两端存在压力差或者水头差时产生水体流动。流量大小主要与 3 个因素有关: ①进、出口压力差或水头差的大小; ②由管道长度、管道糙率、弯曲、约束、断面形式和尺寸的变化以及水体流动特性等所决定的对水流的摩擦力或阻力; ③管道横断面积。

2.3 量水的基本原理

大部分量水设备采用间接测量的方法。水流测量设备一般被分为测量流速和测量压力或水头两种。在获得水头或流速的测量数据之后, 再利用图形、表格或公式计算得到流量。

有些量水设备通过测量水头 h 或是压强 p 来确定流量 Q , 这些设备包括量水堰、量水

槽、测流孔口、文丘里流量计以及平板堰顶水头测量计。

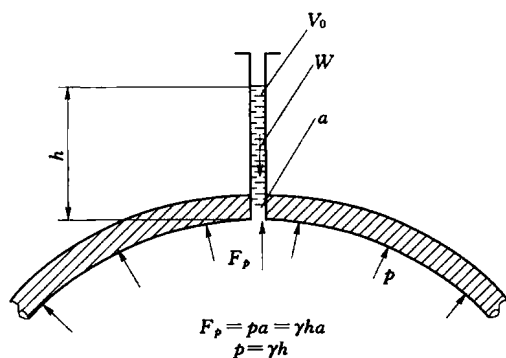


图 2.1 压强定义

V_0 —管内水的体积 (ha); W —由水压力所支撑的管内水重 (γha); a —孔口面积

与水压力值相等, 两者都除以开口面积 a , 可得到用水头 h 表示的管壁上的压强为

$$p = \gamma h \quad (2.1)$$

或

$$h = \frac{p}{\gamma} \quad (2.2)$$

因此, 水头 h 等于压强 p 除以水的容重 γ , 其中 $\gamma = 9.81 \text{ kN/m}^3$ 。压强常用 Pa , 即 N/m^2 表示, 并可乘以 0.102 转化为毫米水柱高。如, 压强 $10 \text{ Pa} = 10 \text{ N/m}^2$, 即 $1.02 \text{ mmH}_2\text{O}$ 高。

在应用水头原理后, 流量 Q 可用公式计算, 如对于长度为 L 的矩形薄壁堰

$$Q = CLh^{3/2} \quad (2.3)$$

参数 C 考虑了简化假定和推导公式时其他因素的影响。对于非标准的安装, 这一参数将会有很大的变化, 但对于标准化的安装, 它的变化很小或在特定的流量范围内是常数。

过流横断面面积 A , 没有直接在公式中出现, 但是, 通过对公式的变换可以引出面积

$$Q = CLhh^{1/2} \quad (2.4)$$

其中

$$A = Lh \quad (2.5)$$

在这种形式中, C 包含了隐藏的 $(2g)^{1/2}$, 它乘以 $(h)^{1/2}$ 即为理论流速。这一流速并不需要直接测量, 因为堰流公式通过测量水头来计算流速。因此, 堰被归类为测量水头的量水设备。

有一些设备可用来测量流速 v , 它们是: 用浮子及秒表测流速; 旋桨式流速仪; 旋杯式流速仪。

这些设备一般并不测量全过流断面的平均流速 V 。因此, 测点流速 v 和断面平均流速 V 的关系及平均流速对应的过流断面面积 A 都必须已知。然后, 流量就能够计算出来, 即 $Q = AV$ 。

流量的单位是用单位体积除以单位时间。因此, 流量可用测量时间 t 内通过流体的体积 V_0 来准确计算

$$Q = \frac{V_0}{t} \quad (2.6)$$

量水设备可用很标准的容器以及秒表来率定。通常，容器中水的重量是用于换算单位体积水的重量。每立方米水的重量称作单位重量或容重 γ ，在标准大气压下水的容重为 9.81kN/m^3 。

2.4 流量—面积—速度关系式

流量 Q 是指单位时间通过过水断面水的体积，常用单位为 m^3/s 。以已知流速通过等断面管道水流的流程 d_v (m) 等于流速 V (m/s) 与时间 t (s) 的乘积

$$d_v = Vt \quad (2.7)$$

通过这段流程上游断面至下游断面的水量 V_0 (m^3) 等于流程 d_v 乘以过流面积 A (m^2)，即

$$V_0 = d_v A = AVt \quad (2.8)$$

为得到流量 Q ，式 (2.8) 左、右边同时除以时间 t ，得

$$Q = AV \quad (2.9)$$

矩形断面渠道中的水流常用单宽流量 q [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$] 表示，它是用流量除以横断面的宽度 L_b 得到，即

$$q = \frac{Q}{L_b} = \frac{VA}{L_b} = VD \quad (2.10)$$

过水面积 A 等于 L_b 与 D 的乘积，其中 D 为水深。连续性概念是式 (2.9) 的一个重要推广。基于水体不可压缩，并且在整个水流系统内没有损失，则过流面积改变时，流速也相应地改变，其结果是流量 Q 的数值保持不变

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \cdots = A_n V_n \quad (2.11)$$

式 (2.11) 中的数字下标表示流程中各个不同的过水断面。连续性原理在分析管型量水设备（如文丘里管）时十分有用。

2.5 水流总量

水是以适宜的时间周期所使用的总体积来进行计量和收费的，也许以 1 个月来计算。许多流量计能够连续地计算和记录总用水量，因而所用水量可以从两次不同月份的水量读数差得出。为了协助灌溉运行及管理，大部分量水设备可提供即时的流量读数。即时流量值用于调节水流以及预测调节之后的用水量。

2.6 其他类型的测速型量水设备

上文中所未提及的量水设备还有示踪剂（如盐及染料）浓度稀释法、超声波或电磁流量计、毕托管流量计、转子流量计以及其他的一些并不常用的量水设备。在溶液浓度法中，流量是通过计算稀释一定量的浓缩化学或染料溶液所需的水量来确定的，化学分析及色彩比较的方法用来确定混合试样的稀释程度。超声波测速仪通过比较顺流向和逆流方向的声波速度来确定平均流速，从而确定流量。多普勒超声波流量计中声波是被水流中悬浮物