

灌区量水工作手册

(第 二 版)

陈炯新 邹广荣 尹维四 郑浩杰



水利电力出版社

出版者的话

灌区量水是合理调度灌溉水资源，充分利用水资源，实施计划用水的一项必要措施，也是按经济规律管理灌区和制订水费政策的必不可少的手段和依据。因此，灌区量水是管理部门和管理工作者的重要职责。

为了适应灌溉事业的发展和灌区管理工作的需要，一九五八年在有关部门的支持下，按照简便实用原则，组织编写出版了《灌溉系统量水工作手册》一书。一九六五年在原书的基础上，进行了必要的修改、增补，出版了《灌区量水工作手册》。现根据广大读者要求和灌区管理工作实际需要，并征得原编者的同意，决定对《灌区量水工作手册》再次进行补充、修订。这次出版的《灌区量水工作手册》，吸收了近年来各地在实际工作中积累的新经验，补充了一部分实用图表，并介绍了一些流量图表的编制和使用方法，以期更加便于各地灌区水量调配人员和测水工作人员使用。

这次补充修订工作由陈炯新、邹广荣、尹维四、郑浩杰四位同志执笔，武汉水利电力学院茆智同志负责审核，安徽省滁县地区行署水利局、江苏省溧阳县沙河水库管理处等有关单位给予了大力支持；本书中有些例题引自宁夏回族自治区水利电力局水利科学研究所一九七四年编印的《灌区量水手册》一书，在此一并致谢。

1983年4月

译 者 的 话

“混凝土”一书系著名学者Sidney Mindess和J. Francis Young二位教授所写。美国Skalny博士来我国讲学时曾将该书誉为近年来混凝土方面出版的最佳书籍之一。本书不仅内容丰富、资料新颖，而且理论结合实际，深入找出。作为大学教科书，作者还结合长期教学经验，非常注重基本概念，故每章结尾都附有习题便于学习时思考，并附有文献目录，便于推陈出新，所以本书不失为土建工程方面的一本优秀教科书和参考书。

有关本书翻译中需说明的几个问题：

1. 本书按1981年Prentice-Hall Inc.出版的版本译出。由方秋清译前言及第1~6章，杜如楼译第7~12章，吴科如译第13~17章及附录，沈曼曼译第18~22章。全书由陈志源校阅。

2. 全书译名尽可能按有关字典、书籍，如“硅酸盐辞典”等按我国通用的术语译出。个别较生疏的术语则翻译时附以英文原文，以供读者参考。

3. 原书及所附图表大多以SI、英制与公制二种或三种单位并用，鉴于我国已采用SI制，故删去某些物理力学量、长度、重量等的英制单位或予以换算制单位。

4. 每章后面的文献目录，为便于读者查阅，仍以英文刊出不予翻译。

5. 所有人名及有关学术团体如ASTM(美国材料试验协会)、ACI(美国混凝土学会)等以及一些国家标准如BS(英国标准)、DIN(德国工业标准)等均不作翻译。

6. 原书作者以二页篇幅对有关人员致谢，翻译时作了删除。限于水平，翻译不当之处在所难免，还望读者不吝赐教。

译 者

于上海同济大学

序 言

在世界各地的土木工程中，波特兰水泥混凝土是最重要的建筑材料，其原因在于混凝土具有很多优点，其中最主要的是经济性和其组分分布的广泛性；用途的多样性和适应性——可用于多种类型的建筑，以及使用期间不需经常维修保养等。材料成功的应用取决于设计中能灵活地运用其性质，并提供均匀的、优质的产品，使用任何材料的情况都是如此。一般来说，对指定务必用地方性材料的具体工程，其所有主要建筑材料都无法与混凝土比拟。因此，设计工程师应充分掌握并对建筑中所有使用的最终材料完全负责。如果混凝土没有按照使用条件进行设计，或制备和养护不当，则将导致其性能低于标准。例如，通常混凝土桥面和路面在浇筑后五至十年就需要彻底大修时，显然表明这种材料的潜力并未充分得到利用。因此，工程师必须精通混凝土材料的性质，熟悉主要工艺过程保证材料质量和耐久性符合要求，乃是至关重要的。

以往，混凝土工艺学基本上作为一门经验科学来讲授。而今天对构成混凝土性质的主要化学及物理原理已了解得比较清楚。本教材目的在于根据这些原理，而不是根据一系列或多或少不相关的事实，将混凝土特性提出统一看法。例如，关于混凝土工作性问题是以前流变学原理的概论为前导，力学性能则以混凝土作为一种复合（或多相）材料的观点来讨论；而且还特别强调了水化的化学基础和硬化水泥浆体的微观结构。

本书主要为大学生编写，但也可供在校未正式修过混凝土学课程的专职工程技术人员参考。本教材以作者对大学生讲授混凝土原理的丰富经验为依据。书中包括了各种新型混凝土材料的最新资料，并特别重视混凝土和混凝土原材料规范的作用以及测定混凝土性质试验方法的应用。

出版者的话

灌区量水是合理调度灌溉水资源，充分利用水资源，实施计划用水的一项必要措施，也是按经济规律管理灌区和制订水费政策的必不可少的手段和依据。因此，灌区量水是管理部门和管理工作者的重要职责。

为了适应灌溉事业的发展和灌区管理工作的需要，一九五八年在有关部门的支持下，按照简便实用原则，组织编写出版了《灌溉系统量水工作手册》一书。一九六五年在原书的基础上，进行了必要的修改、增补，出版了《灌区量水工作手册》。现根据广大读者要求和灌区管理工作实际需要，并征得原编者的同意，决定对《灌区量水工作手册》再次进行补充、修订。这次出版的《灌区量水工作手册》，吸收了近年来各地在实际工作中积累的新经验，补充了一部分实用图表，并介绍了一些流量图表的编制和使用方法，以期更加便于各地灌区水量调配人员和测水工作人员使用。

这次补充修订工作由陈炯新、邹广荣、尹维四、郑浩杰四位同志执笔，武汉水利电力学院茆智同志负责审核，安徽省滁县地区行署水利局、江苏省溧阳县沙河水库管理处等有关单位给予了大力支持；本书中有些例题引自宁夏回族自治区水利电力局水利科学研究所一九七四年编印的《灌区量水手册》一书，在此一并致谢。

1983年4月

目 录

出版者的话

第一章 总则	1
第二章 灌区测水站网的设置	2
一、测水站的分类和作用	2
二、布设测水站网的程序和要求	3
第三章 灌区量水方法的选择	4
第四章 利用水工建筑物量水法	6
一、利用水工建筑物量水的条件	6
二、利用水工建筑物量水的步骤和方法	6
三、利用启闭式闸、涵量水法	12
四、利用拱涵放水口建筑物量水法	149
五、利用迭梁式闸门量水法	153
六、利用跌水口量水法	160
七、利用倒虹吸管量水法	165
八、利用渡槽量水法	170
九、小型水库台阶式卧管量水	172
第五章 抽水机出流的测定与计算	177
一、角尺量水法	177
二、弯头量水计量水法	182
第六章 特设量水设备测流法	184
一、三角形量水堰	184
二、梯形量水堰	193
三、量水喷嘴	202
四、巴歇尔量水槽	211
五、无喉段量水槽	251
第七章 利用流速仪测流法	300
第八章 水面浮标测流法	306

第九章 利用水尺测流法	310
第十章 观测资料的整理与分析	311
第十一章 量水人员的职责及注意事项	318
附录	320
附录一 江苏溧阳沙河水库双式自记水位计	320
附录二 渠系建筑物量水流量曲线绘制方法	324
附录三 梯形量水堰的设计	359
附录四 量水喷嘴的设计	364
附录五 巴歇尔量水槽的设计	367
附录六 时、分、秒换算表	370

第一章 总 则

§ 1-1 灌区的量水工作，是合理调度灌溉水资源，正确执行用水计划，加强经济管理的必要措施。因此，设置测水站网进行量水，是一切灌区的重要职责。

§ 1-2 灌区量水工作的基本任务：

(1) 按照用水计划的规定和水量调配组织的意见，调节、控制渠道水量，准确地从水源引水，向输水渠道配水和按定额向田间供水；

(2) 检查灌水质量和灌溉效率，指导改进用水工作；

(3) 掌握水量供需状况，合理修正、调整供水和配水方案；

(4) 观测整理资料，为研究、改进灌区管理工作，并为水利规划设计、施工和科学研究等提供和积累数据。主要的资料项目有：

1) 每一年度、灌溉季度和每次灌溉引水的总水量，田间用水量，排泄及退弃水量；

2) 渠道及其建筑物的输水能力、渠系(道)、田间水和灌溉水有效利用系数；

3) 水工建筑物的流量系数；

4) 测站水位流量关系图表；

5) 水源测站水位、流量、含沙量过程线；

6) 特定地段或田块的灌水定额；

7) 渠道输水量、输水时间、灌水次数、灌水量对灌区地下水动态及其矿化度变化的影响和相互关系；

8) 水库集雨面积的径流系数；

9) 灌溉用水的经济指标。分析水量成本，提供按水量征收水费的依据等等。

第二章 灌区测水站网的设置

一、测水站的分类和作用

§ 2-1 测水站的分类：分为基本测站和辅助测站两类。

基本测站包括：

- (1) 水源测站；
- (2) 引水渠（如总干、干渠）渠首测站；
- (3) 配水渠渠首（如支、斗渠）测站；
- (4) 分水点（如斗、农渠）测站等。

辅助测站包括：

- (1) 平衡测站；
- (2) 专用测站。

§ 2-2 各测站的作用及布设位置：

基本测站：

(1) 水源测站：观测水源水位、流量、含沙量变化情况，分析它们与渠首引入流量之间的关系和降雨与河道径流的关系。凡是在河流上直接取水的灌区，水源测站应该布设在引水口上游约20~100米的平直河段上，河源测站的位置应以不受闸门启闭和拦水建筑物壅水的影响为原则。

山塘和水库，须在库床上游河源上加设测站。

(2) 引水渠渠首测站：观测从水源引入流量及水位，分析引水口水位与引水流量变化关系和引水渠水位~流量关系，指导配水工作。测站布设在引水渠进水口以下约50~100米范围内的水流平稳渠段处。亦可利用进水建筑物量水。

(3) 配水渠渠首测站：观测从上一级渠道配得的水量及渠道的输水损失。测站布设在配水闸以下30~80米范围内的水流平稳渠段处。亦可利用配水闸量水。

(4) 分水点测站：观测从配水渠分得的水量及渠道的输水损失。测站布设在分水渠渠首以下10~30米范围内的水流平稳渠段处。亦可利用进水建筑物量水。

辅助测站：

(1) 平衡测站：观测水源的下泄水量及灌区的退泄和排出水量，为灌区水量平衡的分析计算提供数据。平衡测站应分别布设在渠首引水口下游河段、各级灌溉渠道的末端及排水渠道枢纽上。

(2) 专用测站：为观测、收集专门资料（如渠道的输水损失、糙率系数、流速、流量与冲淤关系等）而设。测站布设位置视实际需要选定。

二、布设测水站网的程序和要求

§ 2-3 布设测水站网，按下列程序进行：

(1) 根据任务和要求，在灌区、渠系平面图上按§ 2-1及§ 2-2的规定办法，全面规划，统一布设；

(2) 实地勘察，按§ 2-3的规定确定测站位置；

(3) 设立标志，施测断面，鉴别建筑物类型，或安设量水设备；

(4) 测水站布设完竣后，应将测站类别、位置、使用测流方法等，编表列册，并分别标示在渠系平面图上，以备查考。

此外，测站的设置应以经济适用为原则，尽量谋求某一测站能兼有他类测站的作用。

第三章 灌区量水方法的选择

§ 3-1 灌区量水，与大江大河的水文测验不尽相同。灌区量水施测流量一般较小，但观测次数频繁，时间要求严格，精度要求亦较高。

§ 3-2 灌区量水的几种常用方法：

- (1) 利用水工建筑物量水；
- (2) 利用特设的量水设备量水；
- (3) 利用仪表或其它特制的装置量水；
- (4) 利用流速仪测水；
- (5) 利用浮标测水等等。

§ 3-3 设置测水站和选择量水方法时，须注意以下原则：

- (1) 设备费用低廉；
- (2) 能利用当地的建筑材料；
- (3) 观测计算方便，便于群众掌握；
- (4) 精确度适合需要。

§ 3-4 利用水工建筑物量水是较为经济、简便的量水方法，在有可能用水工建筑物量水的地方，应先考虑利用。特设量水设备量水的成果比较精确，但设备费用较高，一般在没有水工建筑物或现有水工建筑物不能用以量水时，或是要求的量水精度超过水工建筑物量水能达到的精度时，可采用特设量水设备。流速仪测流，成果精确，但费时较多，设备费用高，施测和计算繁杂，多在无水工建筑物及特设量水设备可资利用的情况下使用；浮标测流，经济简单，但精度低，可在要求量水精度不高的条件下使用。

§ 3-5 在断面稳定均直、没有回流影响的渠段内，设置水位尺，利用测绘好的水位流量关系图表测水，经济简便。但这种

方法对于含沙量大、经常有落淤现象的渠道则不宜采用。

为保持测流段渠道断面的稳定，也可以对这段渠道加以衬砌，安设经过测量换算制成的流量尺，直接观读流量。

第四章 利用水工建筑物量水法

一、利用水工建筑物量水的条件

§ 4-1 用作量水的水工建筑物，须符合下列条件：

(1) 建筑物本身完整无损，无变形，不漏水，无淤积及阻塞现象；

(2) 调节设备（即启闭闸门等）不漏水，无歪斜、扭曲、损坏现象，闸门边缘与闸槽能紧密吻合；

(3) 符合于水力计算要求，水头损失不少于 5 厘米，水流呈潜流状态时，其潜没度（下游水深与上游水深之比）不大于 0.95；

(4) 建筑物高度或上面填土封闭高度，须高出最高水位，不允许由上面漫水。

二、利用水工建筑物量水的步骤和方法

§ 4-2 利用水工建筑物量水，一般按下列程序进行：

(1) 登记水工建筑物并测绘简明图。

每一个灌区水工建筑物，都须编号登记，注明进、出口型式、底部高程和各部尺寸，并绘制简明的平面图和纵剖面示意图，以便随时查对。

(2) 安设水尺，观测水位。

水位观测是灌区量水工作的一项基本工作。不管什么水工建筑物，当放水时，必须及时观测水位，方能算出所通过的流量。观测水位就必须事先安设好水尺。其水尺安设的位置如下：

1) 上游水尺——设在上游距离建筑物约等于 3 倍闸前最大

水深处；如水流从侧面流入建筑物，则设立在上游距离建筑物约等于 $1.5\sim 2$ 倍闸前最大水深处。

2) 下游水尺——设在水流出口处以下，距离建筑物约等于单孔口宽的 $1.5\sim 2$ 倍处（见图4-1）。

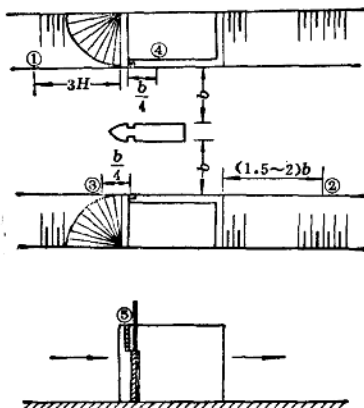


图 4-1 水尺安设位置示意图

①—上游水尺；②—下游水尺；③—闸前水尺；④—闸后水尺；⑤—启闸高度水尺

3) 闸前水尺——可直接绘设在闸前侧墙上，水尺距离闸门约等于 $1/4$ 单孔闸宽；入闸水流如不是对称地流入，闸前两侧均须安设水尺，观测时取其平均值。

4) 闸后水尺——可直接绘设在闸后侧墙上，水尺距离闸门约等于 $1/4$ 单孔闸宽（但不得超过40厘米）。

以上四种水尺的零点高程均须与槛高（或叫闸底）在同一水平面上。

5) 启闸高度水尺——可直接绘设在闸槽边缘的边墩上，水尺的零点与闸孔完全关闭时的闸门顶部相平，若闸底部有门槽，则水尺的零点应再提高，提高的高度等于门槽的深度。

水尺刻度，应力求精细清晰。如水尺不是绘设在闸墙上而是

设在打入地下的靠桩上，要求桩基牢固，保持稳定。

6) 如水尺(上、下游水尺)设在倾斜岸坡上，可把垂直刻度转为斜坡上刻度，按斜坡刻度长等于垂直刻度长乘以 $1/\sin \alpha$ (其中 α 是倾斜的角度) 进行换算，这样倾斜面上所表示的尺度，即为垂直的尺度了。

7) 对于上、下游和闸前闸后水尺，也可用连通管的方法将水引入岸边，做成观测井，在井内立尺，观测水位或水深。

如有条件，可以在观测井上安装自记水位计，精确地记出水位变化的过程，这样算出的水量，比较精确。自记水位计，我国一些水文、气象仪器厂均已生产出。如果灌区用量较多，也可因陋就简，自行试制，则比较经济。江苏省溧阳县沙河水库就地取材，自己动手制作的双式自记水位计，使用情况良好，其制作、试验、鉴定和安装使用的方法可供参考(详见附录一)。

(3) 观测水流形态

通过涵、闸建筑物的水流形态，一般分为：闸门全开自由流、闸门全开潜流、有闸控制自由流、有闸控制潜流及有压潜流五种。各种水流形态，可用图4-2、图4-3分别表示。

1) 闸门全开自由流：闸门升起，其开启高度 h_w 与闸前上游水深之比大于 $0.65 \left(\frac{h_w}{H} > 0.65 \right)$ ，即闸门下缘高于水面；闸后下游水深 h_H 与 H 之比小于 $0.7 \left(\frac{h_H}{H} < 0.7 \right)$ ；在闸后有跌坎的情况下，下游水位低于闸槛(观测上、下游水尺)，在水力学中属于堰流的自由流。

2) 闸门全开潜流：闸门升起，闸门下缘高于水面 $\left(\frac{h_w}{H} > 0.65 \right)$ ，闸后下游水深 h_H 与闸前上游水深 H 之比大于 $0.7 \left(\frac{h_H}{H} > 0.7 \right)$ ；在闸后有跌坎的情况下，下游水位高于闸槛(观测上、下游水尺)，在水力学中属于堰流的潜流。

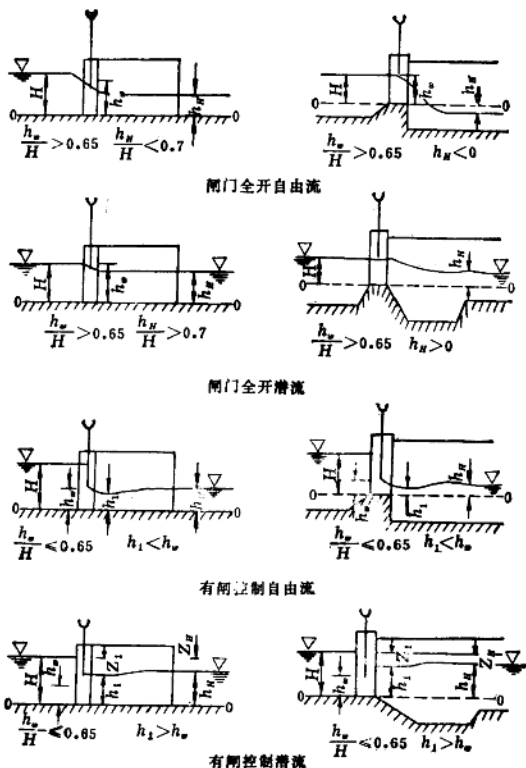


图 4-2 矩形明渠放水口水流形态识别示意图

3) 有闸控制自由流: 启闸高度 h_w 与闸前水深 H 之比小于或等于 0.65 ($\frac{h_w}{H} \leq 0.65$), 即水流触及闸门下缘流过, 闸后水深 h_1 小于启闸高度 h_w , 而闸门底边未被下游水面淹没 (观测启闸高度水尺, 闸前、闸后水尺, 如为涵管放水口建筑物, 最好在闸后设置观测井, 以资识别, 如无观测井, 则读下游水尺), 在水力学

中属于孔口出流的 $\frac{h_w}{H} \leq 0.65$ 自由流。在闸后有跌坎的情况下，

当满足 $\frac{h_w}{H} \leq 0.65$, $h_1 < h_w$ 时，同样适用。

4) 有闸控制潜流：闸后水深 h_1 大于启闸高度 h_w ，即闸门下缘被上、下游水面淹没（观测启闸高度水尺，闸前、闸后水尺；如为涵管放水口建筑物，则读下游水尺），在水力学中属于孔口出流的潜流。在闸后有消力池的情况，亦如此。

5) 有压潜流：水流充满涵管，出口处完全淹没于水中，这种流态仅在暗涵中发生（观测闸前水尺，下游水尺，启闭高度水尺）。

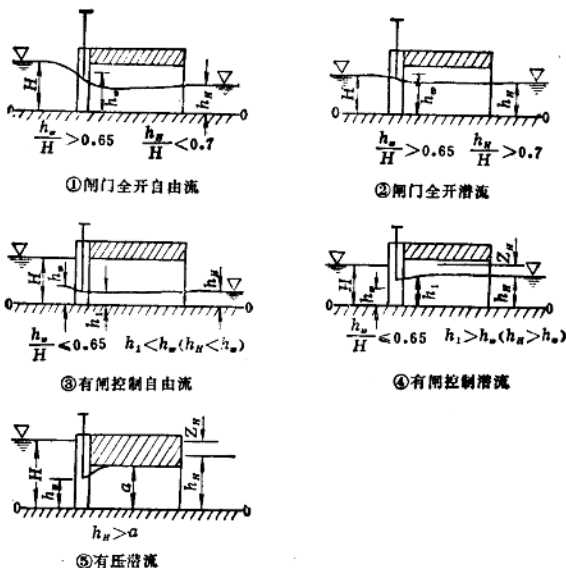


图 4-3 矩形暗涵、圆涵放水口水流形态识别示意图