

灌区量水实用手册

张义强 刘惠忠 付国义 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

灌区量水实用手册

张义强 刘惠忠 付国义 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本手册根据灌区渠道量水工作实际需要,收集整理了适用于灌区渠道量水的技术、方法和经验,可供渠道量水工作人员参考使用,也可作为灌区渠道量水工作人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

灌区量水实用手册 / 张义强, 刘惠忠, 付国义编著
— 北京: 中国水利水电出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-5170-4478-9

I. ①灌… II. ①张… ②刘… ③付… 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(2016)第142170号

书 名	灌区量水实用手册
作 者	张义强 刘惠忠 付国义 编著
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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	145mm×210mm 32开本 7.25印张 195千字
版 次	2016年5月第1版 2016年5月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	28.00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

灌区渠道量水工作对灌溉系统节约用水、合理灌溉、科学调配水资源有重要意义，对评价灌溉系统各级渠道的输水损失及田间用水效率十分重要，还可为收取水费提供公平合理的依据，也是实行灌区信息化管理的重要基础。国家对灌溉渠道的量水工作十分重视，水利部门曾多次召开全国性的量水工作会议，多次举办量水学习班，交流量水技术研究与应用的经验，科技部门也将“灌区量水新技术研究”列入攻关内容，2007 年国家还颁布了我国第一部灌溉渠系量水规范。这些对推进我国量水工作的开展和量水技术的创新与提高都起到了非常重要的作用。

内蒙古河套灌区灌溉渠道坡降平缓，渠道中泥沙含量高，流量变幅大，渠道多呈宽浅式，这些特点为量水工作带来不少困难，现有的其他地区应用较好的量水设施或技术在河套灌区多不适用。河套灌区灌溉管理总局对此问题十分重视，组织多方力量进行研究，从上世纪 80 年代起就积极引进国内外先进的量水技术和设备，并建立量水试验

场，自主研发适合河套灌区的设备。这些工作既反映内蒙古河套灌区管理总局的远见，也大大地提高了河套灌区的量水技术水平。

本手册总结了河套灌区长期应用的量水技术、设施及使用经验，介绍了在河套灌区使用并取得成功的量水设备与技术（流速仪测流技术的改进、闸前短管量水分水建筑物、文丘利量水槽、抛物线形量水槽、机翼型量水槽、浑水流量计、自动测流仪、DGN-1 流量计等），以及其他地区应用成功的先进测流技术和设备（声学流量计、建筑物量水技术等），还介绍了 Excel 表格在设计量水建筑物中的应用方法。相信本手册的出版将会对河套灌区的量水工作带来新的提高，也会为我国其他类似灌区的量水工作提供借鉴。

西北农林科技大学水利与建筑工程学院

朱凤书

2015 年 6 月

前言

渠道量水是灌区管理工作的组成部分，是合理利用、调度灌溉水资源，正确执行用水计划，实施计划用水、科学用水的一项必要措施，也是灌区水费计收的重要手段和依据。因此，灌区量水是水利管理部门和水利管理工作者的的重要工作职责。

为了促进灌区量水工作的开展，提高灌区管理人员测流量水技术水平，做到科学量水、公平收费、优质服务，由巴彦淖尔市水利科学研究所、内蒙古河套灌区管理总局供水管理处组织有关技术人员，总结河套灌区多年的量水工作经验，参考国内外其他灌区的量水技术，编写了《灌区量水实用手册》，供灌区量水人员参考使用。

本手册编写过程中，得到了河套灌区管理总局领导和有关处室的全力支持，也得到了西北农林科技大学朱凤书教授的悉心指导，初稿经朱教授两次修改后，又经河套灌区邱进宝、张三红、韩永光、康志坚、李延林、步丰湖、刘永河、杜计才、徐宏伟等领导和专家审核后定稿。在本

手册编撰修改过程中，也得到巴市水利科学研究所张云、水务集团公司王鹏的倾力相助，在此一并致谢。

由于水平有限，经验不足，疏漏之处，恳请有关专家、技术人员批评指正。

作者

2015 年 5 月

目录

序

前言

第一章 量水测站的设置	1
一、量水测站的分类和作用	1
二、布置量水网站的程序及要求	2
第二章 量水方法的选择	4
一、量水方法的选择	4
二、渠系量水设施的选择因素	4
三、量水设施选型的基本要求	5
第三章 流速仪量水	6
一、流速仪的种类、性能和测流原理	6
二、流速仪测流的基本方法	9
三、流速仪测流的工作内容	10
四、流速仪的使用与保养	18
第四章 多普勒流量计	21
一、多普勒流量计测流原理	21
二、多普勒流量计的类型	22
三、走航式多普勒流量计	23

四、定点式多普勒流量计	26
五、应用实例	29
第五章 超声波流量计	37
一、工作原理	37
二、仪器组成	40
三、应用方式	41
四、仪器安装	42
五、应用实例	44
第六章 渠道断面量水	49
一、基本要求	49
二、水位-流量关系的确定方法	49
三、水位-流量关系曲线的校正与修正	50
四、明渠均匀流计算公式	51
第七章 渠道水面浮标量水	54
一、断面的布设和测量	54
二、流速测量	55
三、计算流量的简易方法	56
四、应用实例	57
第八章 利用渠道的闸涵建筑物量水	59
一、闸涵量水的原理与系统组成	59
二、利用闸涵量水应具备的条件	60
三、利用闸涵量水的步骤和方法	61
四、流态判别	62
五、流量计算公式	67
六、流量系数的现场率定	70
七、流量系数的经验公式	74
八、闸前短管量水分水闸	78
第九章 量水堰槽	85
一、量水堰槽的构成及测流原理	85

二、量水堰槽的设计与安装	88
三、三角形薄壁堰	90
四、梯形薄壁堰	98
五、巴歇尔量水槽	105
六、无喉道量水槽	112
七、抛物线形量水槽	146
八、直壁式量水槽	152
九、文丘利量水槽	154
十、机翼形量水槽	172
第十章 量水仪表	176
一、LBX-7 浑水流量计	176
二、自动测流仪	178
三、DGN-1 型流量计	180
四、闸涵监控设备	182
五、流速显示测算仪	183
第十一章 测流资料的整理与分析	190
一、测流资料整理分析的目的和内容	190
二、测站水量计算	191
三、渠道灌溉水利用率分析	192
四、测站水位-流量关系	195
五、量水误差的来源及表示方法	195
六、量水误差的不确定度	196
七、量水设备检测	200
八、算例	203
第十二章 利用 Excel 设计量水建筑物方法	206
一、迭代计算	206
二、设计抛物线形量水槽	208
三、设计文丘利量水槽	214
参考文献	219

第一章

量水测站的设置

一、量水测站的分类和作用

量水测站分基本测站和辅助测站两类。

1. 基本测站

(1) 灌溉水源测站：用于计算灌溉渠系的引水量，观察进入渠系段的流量、水位变化情况，分析与渠首引入流量之间的关系，指导水量调度工作。

在河流上直接取水的灌区，水源测站应布设在引水口上游约 20~100m 的平直河段上，以保证能观察到满足测量精度的水位-流量关系，水源站位置应不受闸门启闭和建筑物壅水的影响。

从水库取水的灌区，须在库床上游河流上加设测点。

(2) 引水渠首（如总干渠、干渠、分干渠）测站：用以观察从灌溉水源引入渠系的流量与水位变化情况，指导灌区水量调配工作。量水测站布设在引水口下游 50~100m 的渠道顺直、水流平稳、无杂草淤积的渠段处。也可利用完整无损、具有量水条件的进水建筑物量水。

(3) 配水渠首（如支渠、斗渠）测站：用以计算和分配灌溉

网络的水量，观察上一级渠道的水量及渠道输水损失量。测站布设在配水闸以下 30~80m 范围内的水流平稳渠段处。也可利用配水闸量水。

(4) 分水点（如斗渠、农渠）测站：用以量测计算用户需水量，观察上一级配水渠配得的水量及渠道间的输水损失。测站布设在分水渠渠首以下 10~30m 以内水流平稳渠段处。也可选择符合量水条件的进水建筑物量水。

2. 辅助测站

(1) 平衡测站：应设在渠首引水口下游渠段具有退水功能的灌溉渠道末端、退水渠首及排水渠道枢纽处，观察灌区引入水量及退水量。也可利用现有测站及渠系建筑物进行量水。

(2) 专用测站：为观察、收集必需的测流资料（如渠道输水损失和糙率系数、流速、流量与冲淤平衡关系等）而设。应尽可能利用现有测站及建筑物量水。如现有条件不能满足要求时，可增设专用测站。

二、布置量水网站的程序及要求

1. 布置量水网站的程序

(1) 在布设灌区渠道量水测站时，应根据灌区渠系测水站网的作用、量水任务与要求，在灌区渠系平面图上进行全面规划，统一布设。

(2) 实地考察，确定测站位置。

(3) 设立标志，施测断面，鉴别建筑类型，或安置特设量水设备。

(4) 测站布设完毕后，应将测站类别、位置、使用测流方法等编制列册，并分别标示在灌区渠系平面布置图上，以备查用。

2. 布置量水网站的渠段应满足的基本要求

(1) 渠床（底和岸）都应相对稳定。

(2) 测试渠段应位于壅水影响范围以外，附近没有影响水流的建筑物、杂草等。

(3) 量水测站的渠段应顺直，具有规则的横断面，保证水流处于均匀流状态。渠道上的测段长度不应小于渠道平均水深时渠道宽度的 5 倍。

(4) 在满足测水要求的前提下，测站的布设应以经济适用为原则，尽量减少测站数目，最好是一站多用，以节省人力物力。

第二章

量水方法的选择

一、量水方法的选择

(1) 利用水工建筑物量水。这是一种经济简便的方法，凡有条件的地方应尽量利用。

(2) 利用水尺量水。即在断面稳定均直、没有壅水影响的渠段内设置水尺，利用率定好的水位流量图表量水。该法经济简便，但不适用于含沙量大、经常有落淤现象的渠道。

(3) 利用特设的量水设备量水。该法成果精确，适用于小流量渠道量水，但建设成本较高。一般用于末级渠道，以及没有可供利用的渠系建筑物或者利用渠系建筑物达不到量水精度要求时。

(4) 利用流速仪量水。该法成果精确，但施测和计算复杂。

(5) 利用浮标量水。该法经济简便，但精度低。

(6) 利用水表量水。管道或水泵供水时，可采用水表量水。

二、渠系量水设施的选择因素

(1) 根据灌区基本情况和量水精度要求，选择确定相应的量

水方法。

- (2) 根据渠道水力边界条件,对量水设施作出具体选型。
- (3) 对所选的类型进行经济比较,再进行量水设施的设计。

三、量水设施选型的基本要求

(1) 水头损失。利用特设量水设施量水时,一般都会造成一定的水头损失,使上游的水位壅高,因此,努力减少量水水头损失是平原灌区(地面平坦、渠道坡降缓)选定量水设施时应首先考虑的因素,水头损失一般不宜大于 5~15cm。

(2) 测流范围。测流范围尽可能要大,即最大流量与最小流量之比应尽可能大,量水设施的过水能力应与渠道过水能力相适应。

(3) 抗干扰(杂物或泥沙)能力强。在明渠水流中,会含有大量的杂物(杂草、树枝、漂浮物)及泥沙等,应对各种不同情况,采取不同的量水设施。

(4) 量水设施应具有较高的灵敏度。

(5) 量水精度。《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303—2007)中要求量水精度随机误差控制在 95% 范围内。

(6) 上游行进渠道。一般要求量水设施上游行进渠道的顺直长度大于渠道最大流量时水面宽度的 3~5 倍。

(7) 下游渠道。下游渠道应使通过量水设施的水流得到充分扩散,尽可能使过流处呈自由出流形态,这样测流计算简捷,并能保证测流精度。有的量水建筑物可以在淹没流条件下工作,但它也有一定淹没范围,淹没度不得超过 0.95,否则量水精度就无法保证。

(8) 量水设施与渠道断面的关系。过流堰板、槽、槛和其他型式的过水断面要与水流方向正交,过水断面中心线应与水流轴线相吻合,渠道岸墙、槽底垂直等必须符合 GB/T 21303—2007 “第七章 堰槽量水”有关规定。

第三章

流速仪量水

流速仪测流精度较高，是目前江河渠道测流量水普遍采用的一种方法。但测流及计算过程较费时、繁琐。在没有水工建筑物和特设量水设备时，通常利用流速仪测流量水。利用流速仪还可校正其他量水建筑物的流量系数，做为此测手段和工具。

一、流速仪的种类、性能和测流原理

1. 流速仪的种类

国产流速仪一般为机械转子式，可分为纵轴和横轴两大类共九种，分别适用于河、湖、库、渠的测流。纵轴流速仪以 LS68-2 型旋杯式为代表，横轴流速仪以 LS25-1 型旋浆式为代表，如图 3-1、图 3-2 所示，适用范围见表 3-1。

2. 流速仪的性能

(1) 坚固情况：旋杯式流速仪的部件细弱，易受外力损伤，泥沙容易浸入内部；旋浆式流速仪的部件坚固，有一定的抗外力损伤能力，泥沙不易浸入。

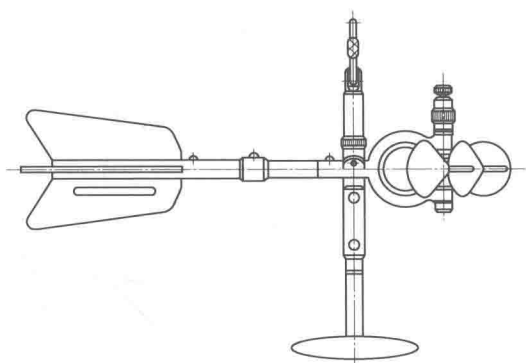


图 3-1 LS68-2 型旋杯式流速仪外形图

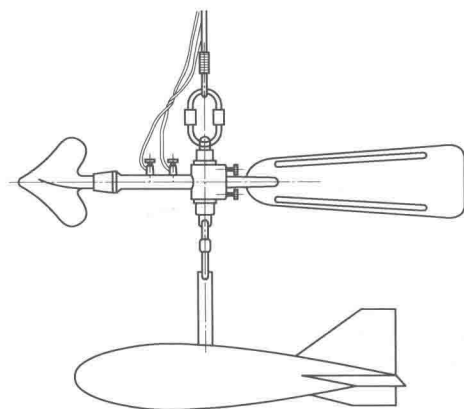


图 3-2 LS25-1 型旋浆式流速仪外形图

表 3-1 部分国产流速仪的施测范围和主要用途

类型	型号	测速范围 /(m/s)	测深范围 /m	主 要 用 途
旋 浆 式	LS25-1	0.06~5.0	0.2~2.4	适用于江河、湖泊、水库、渠道测速
	LS10	0.10~4.0	>0.10	体积小, 适用于江河、渠道及野外水利查勘
	LS12	0.05~7.0	>0.10	体积小, 适用于江河、水电站、闸坝及渠道测速
	LS20	0.03~5.0	0.2~4.0	适用于江河、湖泊、渠道测速, 配有直读流速装置