

现代灌区智能测控技术应用

百度：陆云扬



目录

CONTENTS

1

灌区信息化基本建设要求

2

灌区量测水平台软件系统

3

灌区量测水方法选择

4

灌区水费计收及水权交易系统

5

灌区智能测控系统建设管理要求

2016年针对农田水利工程运行管理费短缺、小型工程管理主体缺位、农业用水方式粗放等问题，国务院办公厅下发的《关于推进农业水价综合改革的意见》中提出了综合采取计量设施配套、制度创新、价格调整、财政补贴等手段，建立合理的农业水价机制，以促进农业节约用水和农田水利工程良性运行。2017年中央1号文件明确指出：全面推进农业水价综合改革，加快建立合理水价形成机制和节水激励机制。配套的计量设施是推进农业水价综合改革的前提条件，没有完善的计量设施，就无法实行用水总量控制、定额管理和计量收费，改革相关机制就无法发挥作用。

现阶段通过“花钱买机制”等方式建立健全农业水价形成机制，同步建立精准补贴和节水奖励机制，总体不增加农民负担，调动各方推进改革的积极性。按照“因地制宜、试点先行原则；先建机制、后建工程原则”在“十三五”期间，确实落实完成每年试点2000万亩，五年新增1亿亩高效节水试点示范的实施方案的建设任务。

量水工作是灌区用水管理的基础，量水资料是灌区用水管理指标（如水量调度及部分灌区推行的“流量包段、责任到所”等）量化考核的主要基础数据，是衡量灌区管理水平的重要依据，其精度如何直接影响考核的准确性和管理水平的提高。

1998-2015年，完成骨干渠道续建配套节水改造长度7.16万公里，完成排水沟1460公里，完成渠首141处，完成建筑物22.32万处，而完成量测水设施只有589处，截止2015年，有59处大型灌区开展了信息化建设试点，91处灌区不同程度开展了有关信息化管理内容建设。国家发展改革委 水利部《关于印发全国大中型灌区续建配套节水改造实施方案（2016-2020）的通知》发改农经

【2017】889号将全国434处大型灌区范围的341处及新疆南疆五地州和兵团四个师的63处中型灌区列入建设范畴。继续对灌区渠道、骨干输水渠道、排水沟、渠系建筑物等配套完善和更新改造，提高工程配套率、完好率，同时为加强量测水设施建设，夯实水价改革基础，提高工程计量率和水资源监督管理能力，确定将341处大型灌区规划建设干支渠两级渠系和渠首量测水设施3.42万处，63处中型灌区规划改造建设干支渠量测水设施742处。

力争到2020年量测水设施满足灌区量水需求，扩大农业用水计量收费范围，划小量水单元，保证供水计量的准确、公正、公平、公开，大力推广“计量到斗口、价格到田头，统一票据，明码标价，建账到户”的“一票收费”制。



量水指通过已建的水工建筑物或增建的过水设施（各种堰和槽），借助水位（闸位）数据，计算过流量，从而获取过水量。

测水指通过仪器（传感器和仪表）等获取水位、流速、断面积，从而计算出过流量和过水量。

“**灌区信息化系统**”的建设是汇集了多种学科的各种技术，也是一个技术高度集成的信息化系统，“灌区量测水自动测报系统”主要由量测水信息的采集、传输、存储、分析处理、信息表示五部分组成。

组成

量测水监测站

信息传递遥测
通信网

接收处理中心站

可由网络与其他系统
进行信息交换

灌区量测水自动监测站是“一种能自动进行观测和发送或记录灌区用水观测数据的仪器。可直接地或在中心站编发灌区量测水信息，可按业务需求编制各类灌区水管理报表。”



- **灌区信息采集**由三部分组成，即灌区测量对象、各类传感器、数据采集终端。
- 根据灌区信息采集的需要，数据采集终端由数据采集子系统、数据预处理子系统和后备电源子系统构成，实现对现场数据的实时采集、处理、存储及保护。**数据采集子系统由模拟量输入模块、数字量输入模块组成，实现现场数据的实时采集。数据预处理子系统是一包含数据采集控制、数据预处理、数据存储保护、数据通讯控制等模块的单片机应用系统，在数据采集终端允许的条件下，对采集到的数据做适当的运算处理，并对其进行可靠保护，为数据通讯做好准备。**



- **灌区信息传输技术**用于灌区数据通信网络的建设。根据灌区信息化及“现代化灌区”对通信网功能的要求，建立通信网时采用有线与无线相结合的方式进行。有线网采用专网与公网相结合的方式建立，无线网采用**GSM（SMS/GPRS）、CDMA、NB-IOT**窄带、超短波、卫星、扩频微波等方式建立。
- 对灌区的各类水（雨）情、工情、灾情及各种实时数据、预报数据，水资源遥感信息、地理数据信息的存取主要采用目前主流的关系型**数据库管理系统**。根据现有灌区的组织体系，各部门除了有共同的数据之外，还有自己的数据，而且大部分的数据都是由各个监测站、测控站、管理站输入或上传，采用集中式数据库管理方式和分布式数据库管理方式。

灌区信息化监测范围

- 《大型灌区信息化建设技术指南》中按照灌区数据更新的频度及时限长短分为灌区的基本信息、实时数据、多媒体数据、超文本数据和灌区空间基础数据等五类灌区信息。
- 为了灌区的管理需要而监测的量测水信息则包括以下三部分：
 - 1) 灌区水资源信息。包括降水量、蒸发量、水位、流量、取水量、用水量、排（退）水量、地下水开采量、水质等监测要素。
 - 2) 灌区工程信息。包括泵站、闸门、水电站等水利工程运行的闸位；闸门、泵站、工程机械启动停止信息；管道内压力等信息。
 - 3) 灌区远程监控信息。对河流断面、水源地、渠道、涵闸和取排（退）水口等重要对象，实施远距离的视频监视信息；采用手工、半自动和自动等手段对重要闸门、水泵实施控制运行后的反馈信息。



灌区量测水监测与控制要素

- 灌区量测水监测的主要要素是流量、水位，以及一些水利工程的运行参数。流量测量可以分为河流、渠道、管道、地下水开采流量测量。不同应用场合的流量监测方法不同。
- 明渠中的流量监测是间接测量，不能直接测得流量，而是要测量水位、水深、断面起点距、流速等多个要素，然后用数学模型计算得到流量。因而流速、水位、水深、起点距成为直接的水资源监测要素。
- 用于满管管道流量测量的管道流量计，直接测得流量数据。
- 用于非满管管道流量测量的管道流量测量设施，也属于间接测量，需要测量水位、流速，然后用数学模型计算得到流量。
- 灌区取用水监测希望得到的是在某一时段内，流过明渠或管道测流断面的水量，即以水的体积计量的总水量（累积水量）。需要测量流量随时间的变化过程，从而得到总水量。

■明渠流量监测方法

明渠流量测验方法和常用水文测验方法相同，分为流速面积法、水力学法、示踪剂法和容积法。

流速面积法可以分为：1）测量点流速的流速面积法；2）测量剖面流速的流速面积法；3）测量表面流速的流速面积法。

水力学法分为：1）堰槽法测流；2）水工建筑物测流；3）比降法测流。

示踪剂法用于较小流量测量，国内基本不使用，但国外仍有一定范围的应用。示踪剂法分为：1）一次投入法；2）恒定流量投入法。

容积法是指在部分潮汛影响河流河段内，用河道槽蓄量的变化推算潮流流量的方法。

■管道流量监测方法

管道流量计分为：

- 1) 流速面积法流量计；
- 2) 体积法流量计。

还有文德利管、堰箱、涡街流量计、孔板等其它形式的流量计。

电磁流量计、声学流量计、流速仪流量计等属于流速面积法测量方法。部分水表属于体积法流量测量方法。文德利管、涡街、孔板流量计也需要测量流速，但并不直接测得流速。

在灌区渠道的大多场合，水流流量和水位具有比较稳定的关系，可以只测量上游水位（水头），或同时测量上、下游水位，然后根据水位（水头）数据，应用已确定的水位～流量关系推算流量。

■ 利用单一水位推流方法

现在大量的渠道采用单水位推流，理论依据是曼宁公式，它是明渠道流量或速度经验公式，常用于物理计算、水利建设等活动中。

$$V = \frac{k}{n} R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

其中， v 是速度； k 是转换常数，国际单位制中值为1；糙率 n 是综合反映管渠壁面粗糙情况对水流影响的一个系数。其值一般由实验数据测得，使用时可查表选用。水力半径 R_h 是流体截面积与湿周长的比值，湿周长指流体与明渠断面接触的周长，不包括与空气接触的周长部分； S 指明渠的坡度。

曼宁公式属于应用范围更加广泛的公式，但如果明渠中的流体为恒定均匀流以及明渠恒定缓变流，我们便可以使用形式更为简单的谢才公式来计算流量。谢才公式表述的是断面平均流速 Q 和水头损失之间的关系。

堰槽法测流和**水工建筑物测流**是典型的应用水位流量关系的测流方法。堰槽法测流时，一般只需测量上游水位，得到堰上水头，即可计算流量。如果呈“淹没”状态，需要同时测量上、下游水位，再推算流量。

水工建筑物主要指闸、涵洞、水电站、泵站等水工建筑，也可以包括堰。这些水工建筑物的过水形状确定，水位流量关系确定，同样可以测得上游水位（水头）或上、下游水位，再根据已确定的水位流量关系推算流量。



目录

CONTENTS

1

灌区信息化基本建设要求

2

灌区量测水平台软件系统

3

灌区量测水方法选择

4

灌区水费计收及水权交易系统

5

灌区智能测控系统建设管理要求

建设原则与方法：

第一，建设灌区统一的量测水软件处理平台系统；

第二，按照水资源的利用对象，对量水点进行分类：农业用水、工业用水、生活用水、发电用水、生态用水；

第三，按照水利工程位置，对量水点进行分类：水源、干支渠、田间、排水；

第四，根据量水点的重要性及资金情况，划分出哪些点建设自动量水点，哪些点采用人工观测；

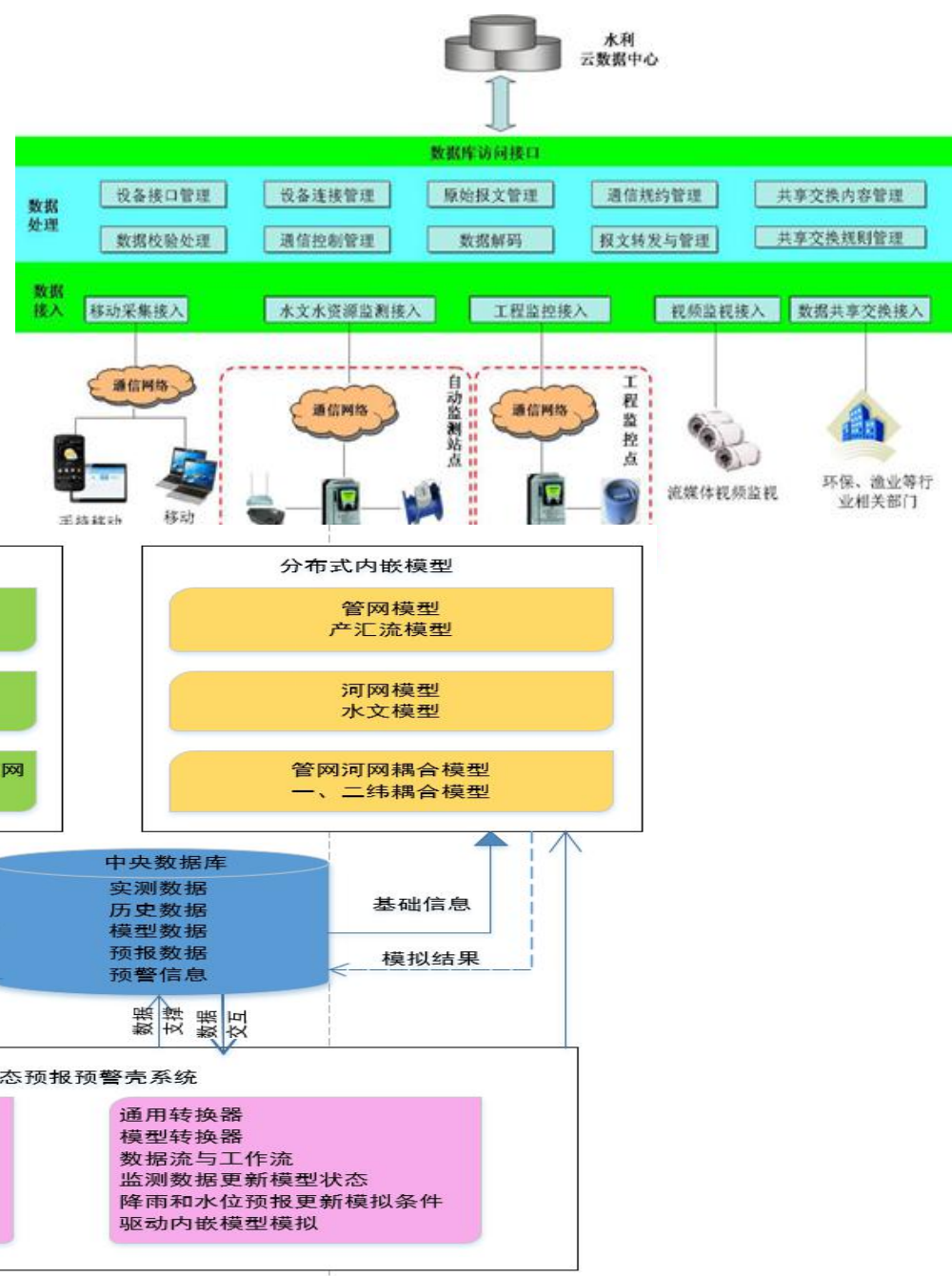
第五，根据量水点的具体水流特性及工程特点，选取适当的量水方法。

灌区量测水平台软件系统是以水情信息采集为基础，结合灌区在量测水管理工作中的实际情况，以《灌溉渠道系统量水规范》为理论依据，将目前灌区实际应用的量测水方式，以计算机方式抽象到系统中，以取代原有灌区人工量水、测水工作，提高灌区量测水工作效率和精度。使得灌区工作人员可以方便快捷、直观有效的对所在灌区范围内的重要渠道、闸门、监测站等水利设施的水量信息进行测量、计量，并对灌区用水单位水量接近达到或超过年度用水指标的用水单位进行预警提示，为灌区水资源的合理利用、总水量的严格控制、灌区配水调度、防汛抗旱等工作提供有力的支持。

灌区量测水平台软件系统



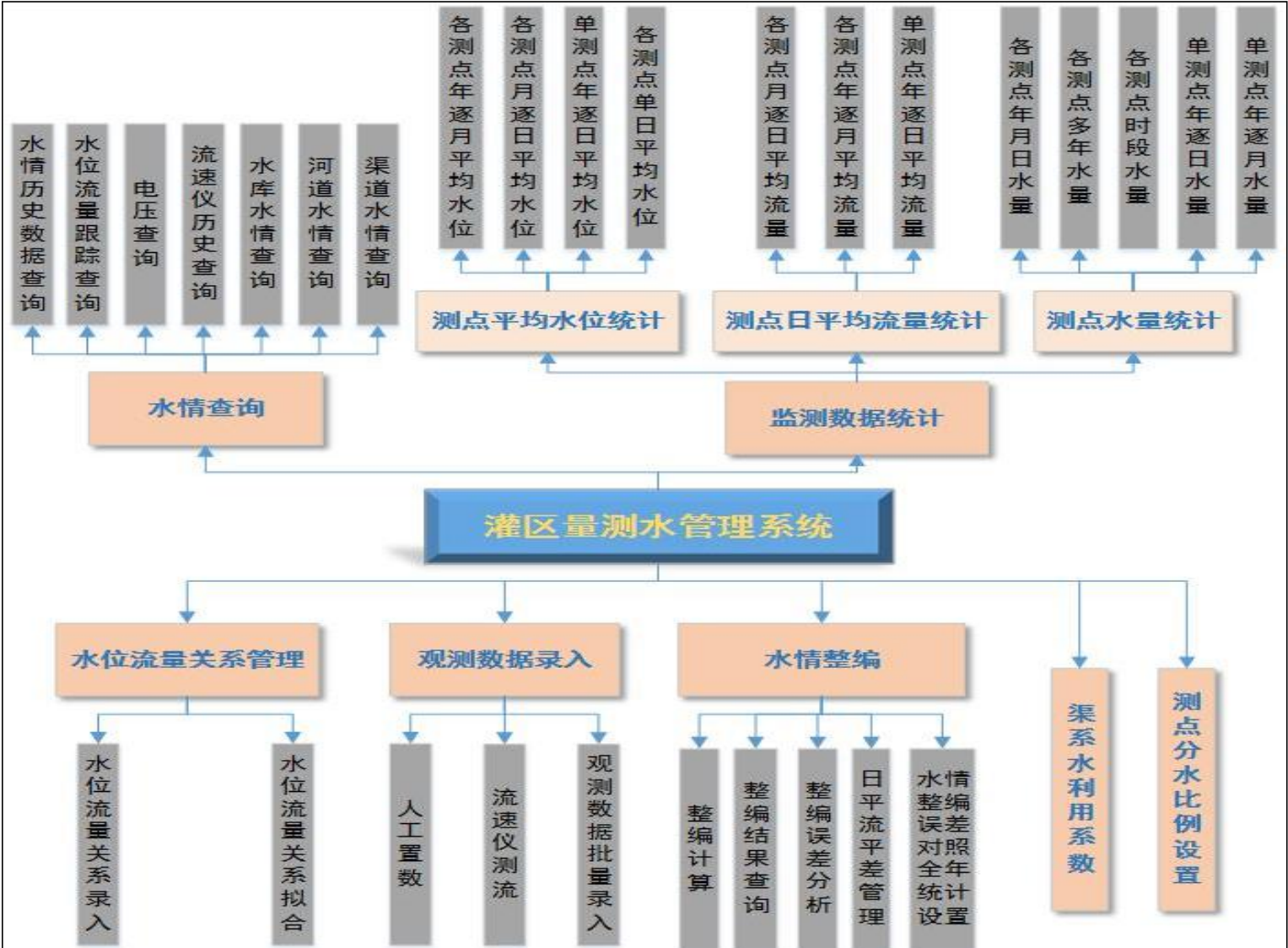
基于云模式的综合信息服务平台





系统将各量测水点的遥测数据或手工输入（可以使用PAD、智能手机、多功能GPS等方式录入）的数据，自动选择适用的量水计算模型。

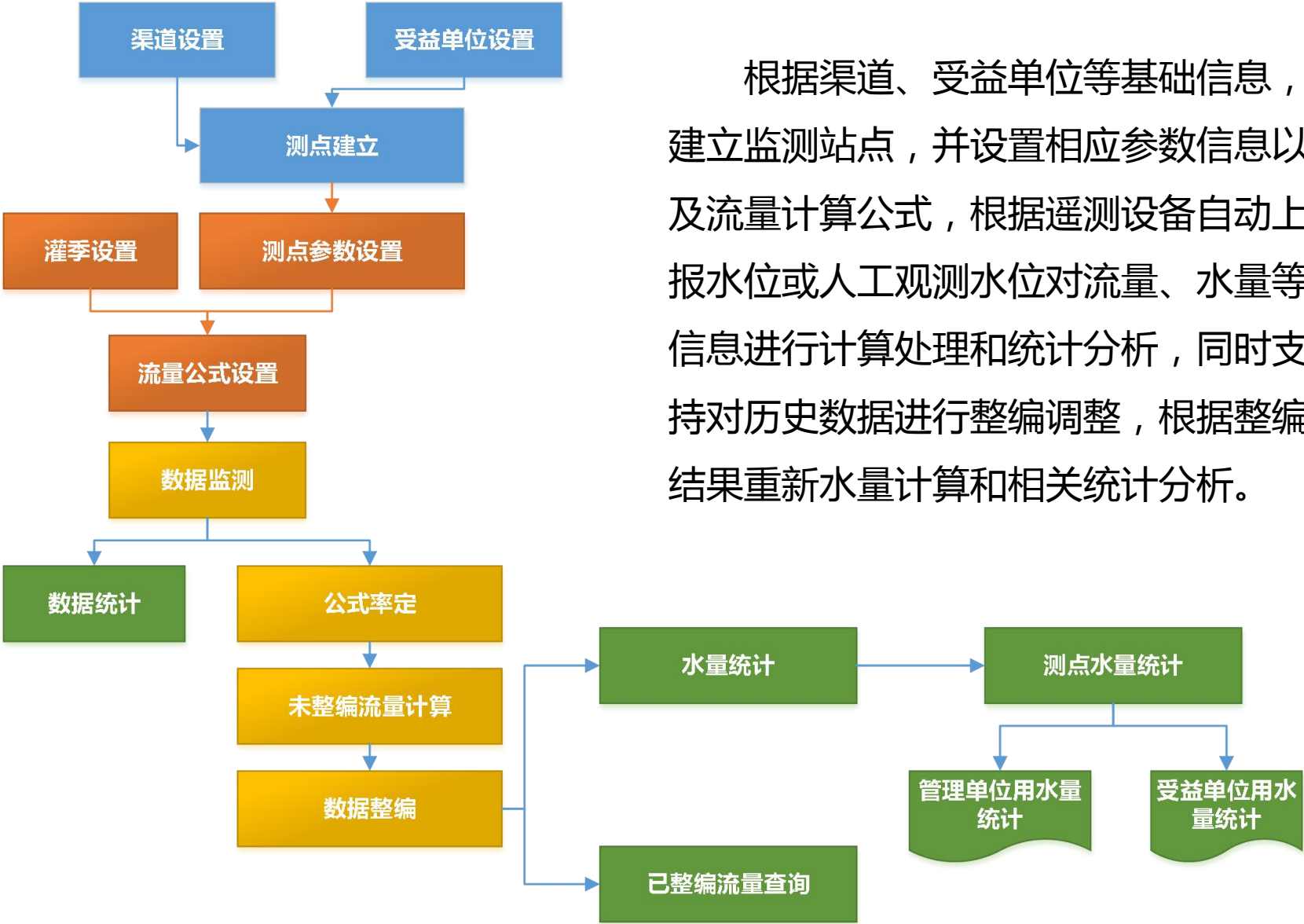
对于暂时不能精确计量的量水点，提供谢才公式，根据工程属性计算水位流量的对应关系。

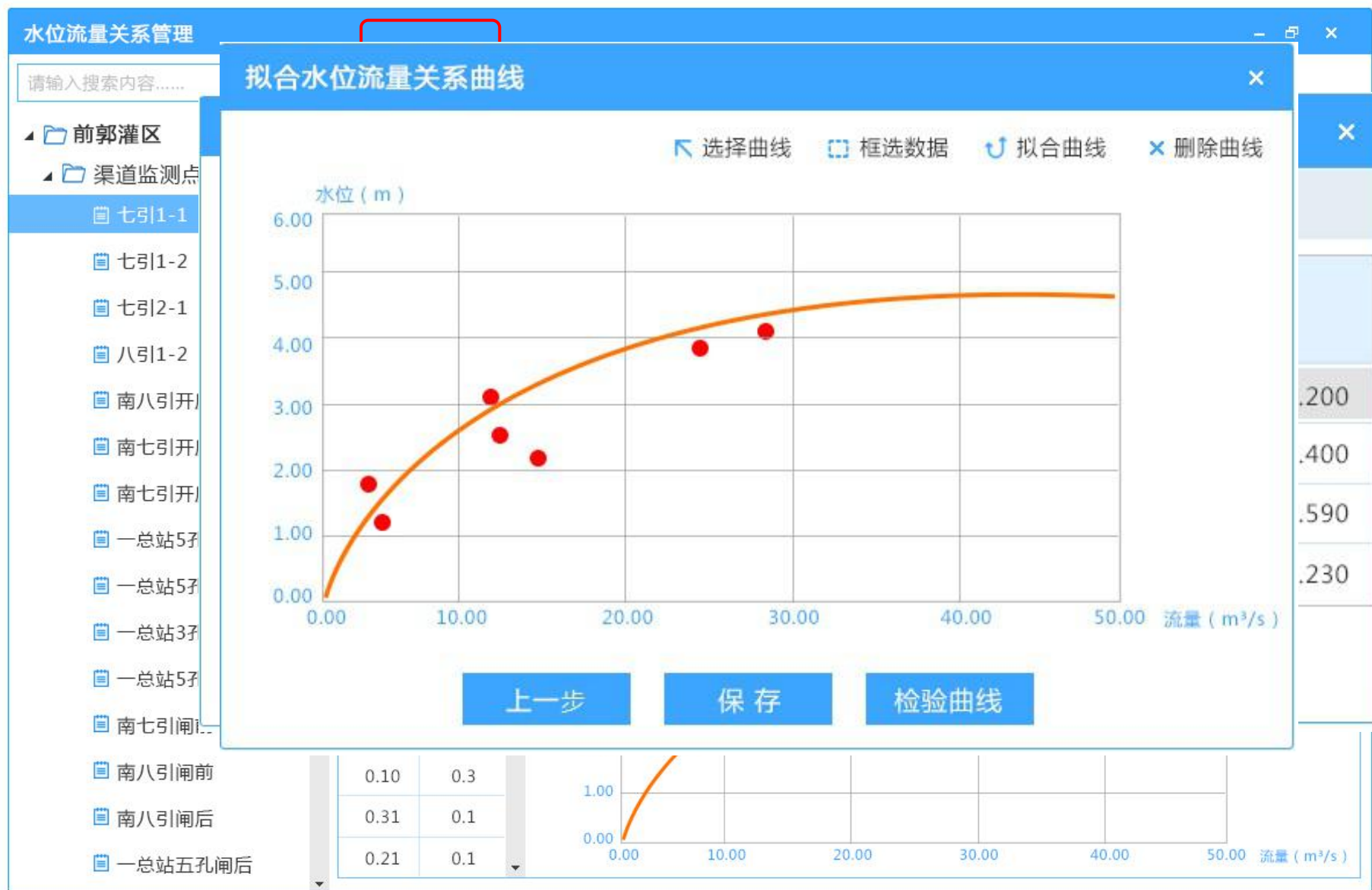


平台软件系统

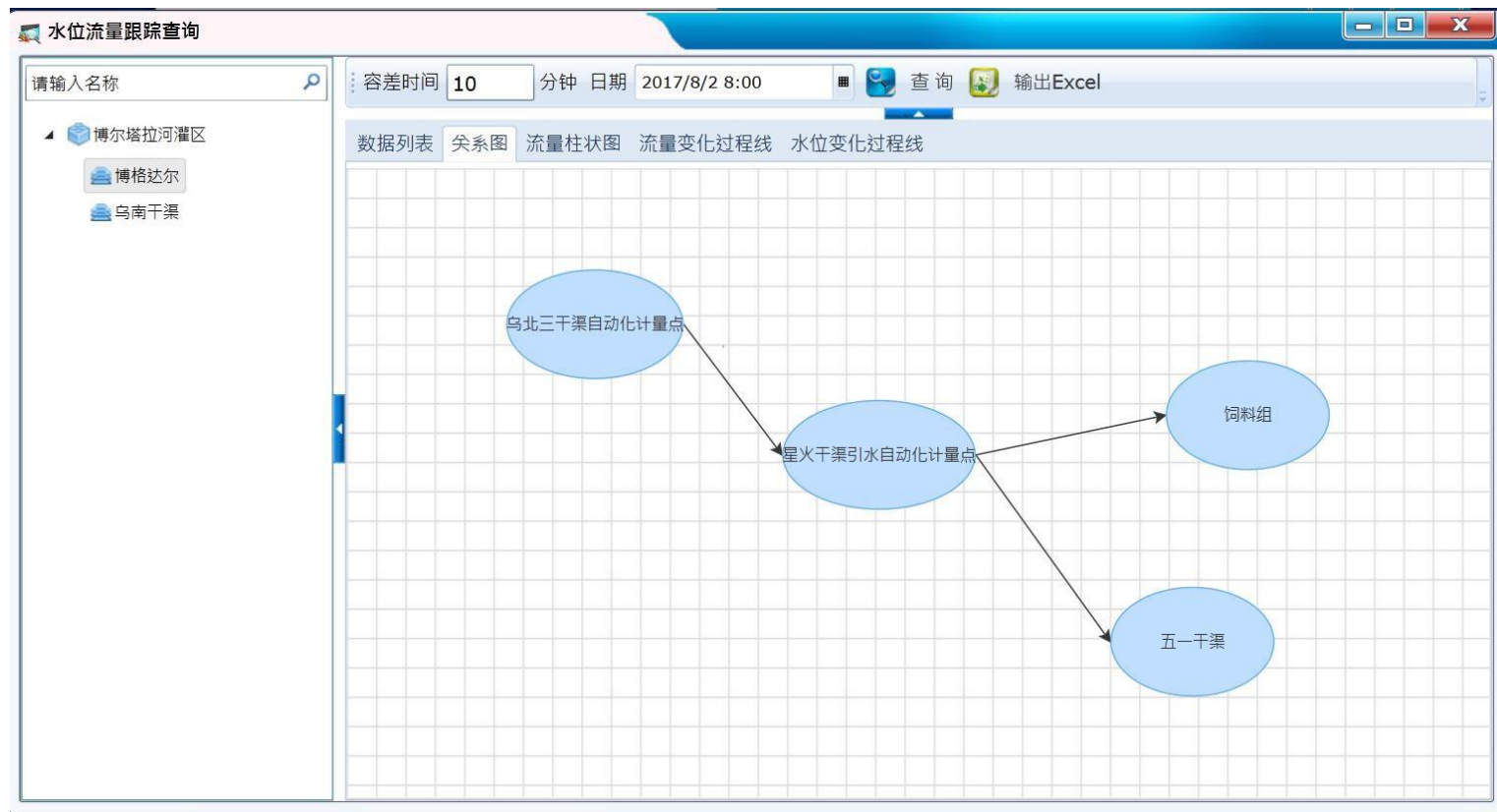
根据渠道、受益单位等基础信息，建立监测站点，并设置相应参数信息以及流量计算公式，根据遥测设备自动上报水位或人工观测水位对流量、水量等信息进行计算处理和统计分析，同时支持对历史数据进行整编调整，根据整编结果重新水量计算和相关统计分析。

系统流程





根据渠道输配水流向，建立渠道供水概化图，并支持查询相同时间点内各输配水关键节水的水位和流量数据，为灌区的量水测水以及用水工作提供简便的工具。



监测数据统计

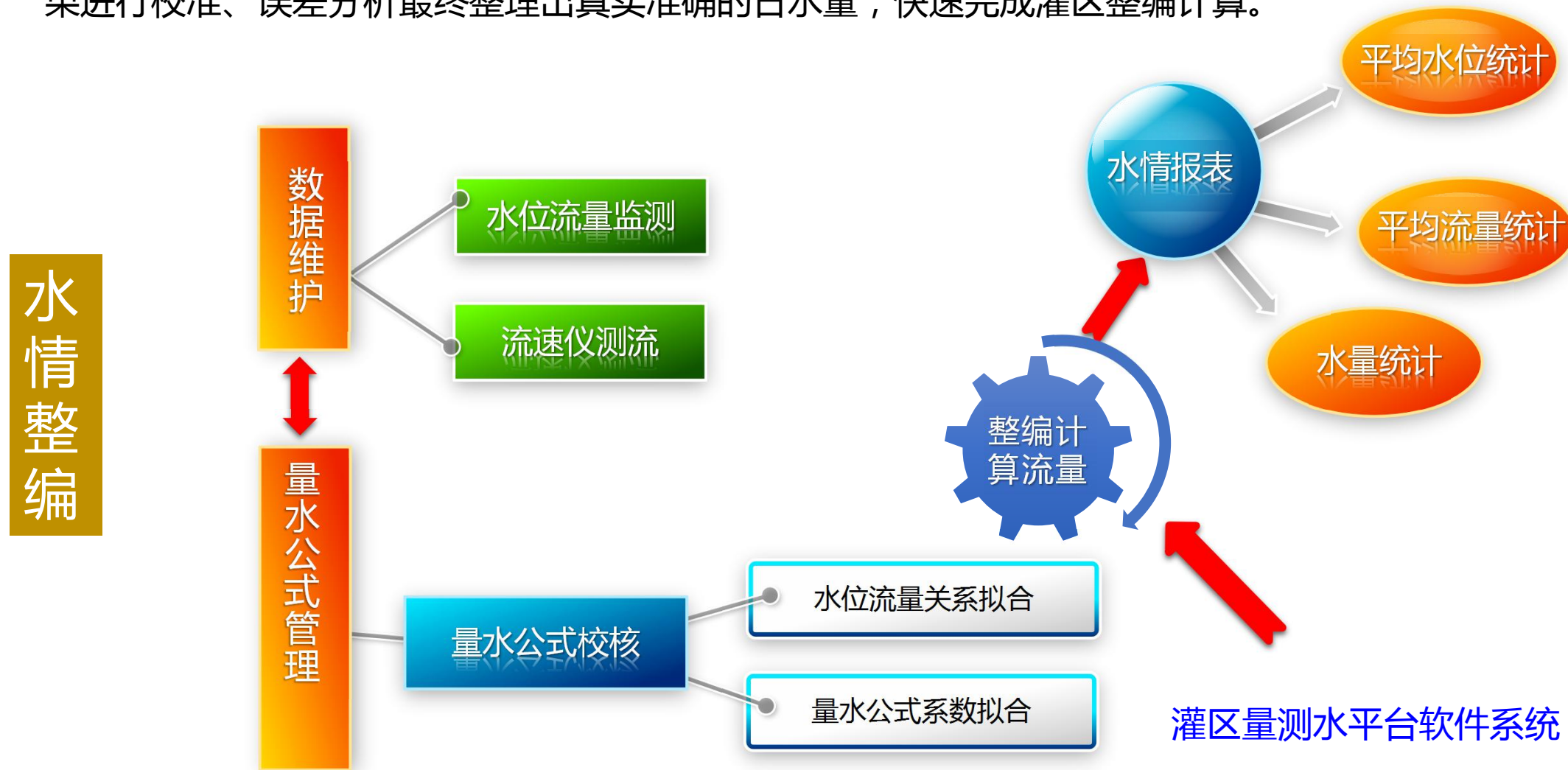
监测数据统计主要包括：**测点平均水位统计**、**测点日平均流量统计**和**测点水量统计**。可按照时、日、月、旬、年等时间段生成平均水位、平均流量和水量的各种水情统计报表。

测点平均
水位统计

测点平均
流量统计

测点水量
统计

包括“整编计算”、“整编结果查询”、“整编误差分析”、“日平流平差管理”共四个模块，其主要借用曲线拟合来实现各测点日平流的统计，并对统计结果进行校准、误差分析最终整理出真实准确的日水量，快速完成灌区整编计算。





水情整编

整编计算

按测点分类分组

按管理单位分组

二干渠配水自动化计
新干渠自动化计量点
二干渠引水自动化计
哈拉吐鲁克干渠自动
三干渠86团支渠自动
三干渠乌镇支渠自动
三干渠北支干渠自动
三干渠达镇支渠自动
三干渠春结支渠自动

整编条件 初整

选择曲线

计算

删除

序号	☒	操作	开始时间	结束时间	水位流量关系	应用水位范围		操作时间	操作员
						上限 (m)	下限 (m)		
1	☒	详细	2017-07-01 10:10:00	2017-08-01 10:10:00	三干渠拟合	2.00	0.01	2017-08-01 10:10:44	管理员

各站供水量旬对比

年份 2017 月份 七月 旬 上旬 对比年份 2016

统计 输出Excel 打印预览

灌区水量统计

年份 2017 月份 六月 旬 上旬

统计 输出Excel 打印预览

灌区引进水量旬报表

灌区配出水量旬报表

灌区用水情况旬报表

序号	供水渠道	引水时间						渠首引进水量									
		起			止			应引水		实引水		超 (+) 亏 (-)		河水		山水	
		月	日	时	月	日	时	流量 (m³/s)	水量 (m³)	流量 (m³/s)	水量 (m³)	流量 (m³/s)	水量 (m³)	流量 (m³/s)	水量 (m³)	流量 (m³/s)	水量 (m³)
1	七一干渠	6	1	8	6	11	8	13.889	1200000.00	2.681	231640.00	-11.208	-968360.00	2.681	231640.00	0.000	0.00
2	阿里旺拜兴渠							0.231	20000.00	0.182	15720.00	-0.050	-4280.00	0.182	15720.00	0.000	0.00
3	沙拉布河干渠	6	2	13	6	4	6	3.472	300000.00	0.463	40000.00	-3.009	-260000.00	0.463	40000.00	0.000	0.00
4	夏吾台支渠	6	8	10	6	8	14	1.736	150000.00	0.020	1730.00	-1.716	-148270.00	0.020	1730.00	0.000	0.00
5	新新布河渠	6	10	9	6	11	8	4.630	400000.00	0.155	13430.00	-4.474	-386570.00	0.000	0.00	0.155	13430.00
6	吾尔汗支渠	6	1	8	6	11	8	9.259	800000.00	3.218	278040.00	-6.041	-521960.00	0.000	0.00	3.218	278040.00



渠系水利用系数测算

通过计算机模拟人工进行渠系水利用系数测算的过程，根据系统中预设的灌区渠系关系（干、支、斗、农），并依据各级渠道段首与段尾自动检测点的遥测数据自动计算渠系水利用系数。



目录

CONTENTS

1

灌区信息化基本建设要求

2

灌区量测水平台软件系统

3

灌区量测水方法选择

4

灌区水费计收及水权交易系统

5

灌区智能测控系统建设管理要求



灌区量测水方法选择

2008年3月1号，要求灌区量测水按照国标 GB/T 21303-2007《灌溉渠道系统量水规范》实施。规范中量水方法分类包括以下5大类：

1.流速仪量水，2.标准断面量水，3.渠系建筑物量水，4.堰槽量水，5.计测仪表量水。

灌区量测水方法的精度排序：1.有压管道测流；2.流速仪量水、堰槽量水；3.标准断面、明渠流量计；4.建筑物量水；5.浮漂、表面流速、谢才公式计算。



根据用水管理的一般规律，将量水点划分为以下六类：

第一类：工业、生活、发电、生态；

第二类：渠首、枢纽、干渠交接断面量水点；

第三类：支渠口量水点；

第四类：斗口量水点；

第五类：田间量水点；

第六类：排水口量水点。

第一类：工业、生活、发电、生态供水，最好选用有压管道测流方式：

所用设备：电磁流量计、管道超声波流量计（插入式、外夹式）、冷水表。

测量精度

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ■ 电磁流量计：可达 $\pm 0.5\%$ ； | ◆ 电磁流量计：适用管径小于2000mm； |
| ■ 超声波流量计：可达 $\pm (1-1.5)\%$ ； | ◆ 超声波流量计：管径不限； |
| ■ 冷水表：可达 $\pm 2\%$ 。 | ◆ 冷水表：适用管径小于500 mm。 |

造价

- 电磁流量计造价高，一般用于中小型管道和测量精度要求高的场合；
- 超声波流量计价格中等，且管径对价格影响不大，适用于大中型管道；
- 冷水表价格低廉，适用于小型管道的流量测量。



电磁流量计



管段式超声波流量计

第二类：渠首、枢纽、干渠交接断面量水点一般选用的量水方法为标准断面量水法、声学多普勒量水法、流速仪自动（半自动）缆道测流法、建筑物量水法；

第三类：支渠口量水点一般选用特设量水设施（堰槽）、建筑物、标准断面等量水方法；

第四类：斗口量水点一般选用特设量水设施（堰槽）量水；

第五类：田间量水点一般选用特设量水设施（堰槽）量水或浮漂法；

第六类：排水口量水点一般选用谢才公式、建筑物、标准断面量水。

明渠堰槽流量计

明渠堰槽流量计由符合技术要求的堰体（或槽体）和水位计构成。

在明渠中安装堰槽流量计，利用水位计测定规定位置的水位，根据流过堰槽的流量与水位呈单值关系，依据相应的流量公式或经验关系式（函数关系式公式1），将测出的水位值换算成流过堰槽的流量。结构示意图见图1。

$$Q = f(h) \quad (1)$$

式中 Q 为流量， m^3/s ； h 为上游实测水位， m 。

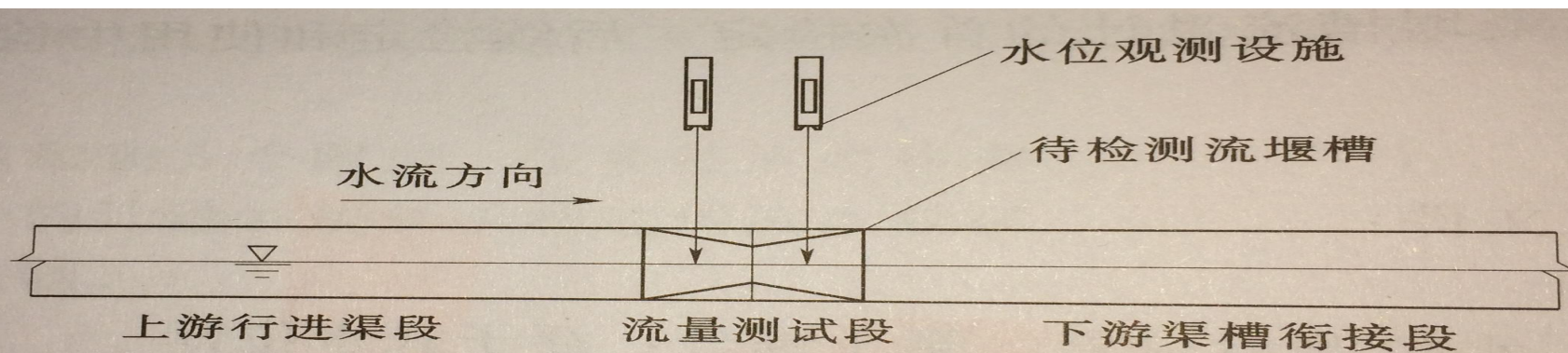


图 1 明渠堰槽流量计的结构示意图

堰槽法测流时**必须构建测流堰槽**，水工建筑物测流都利用河流、渠道中的**已有水工建筑物**。

在具有跌水的水流中，可以使用末端深度法测量流量，测量跌水处的水头和断面，可以用水力学公式推算流量。

比降面积法测流也应用水位流量关系测流，需要测得符合此方法要求的较长河段的上、下游水位，计算比降，再根据水位推算断面面积，用水力学公式推算流量。

堰槽法测流常用于可以安装堰槽，流量不大，需要较准确的流量测量场合，**尤其适用于需要自动监测的场合**。**水工建筑物测流**只能用于已有水工建筑物的场合，**设计建造水工建筑物时，一般都会考虑到用水位（水头）流量关系测量流量的要求**。建造后安装相应水位仪器就可以进行流量测量。

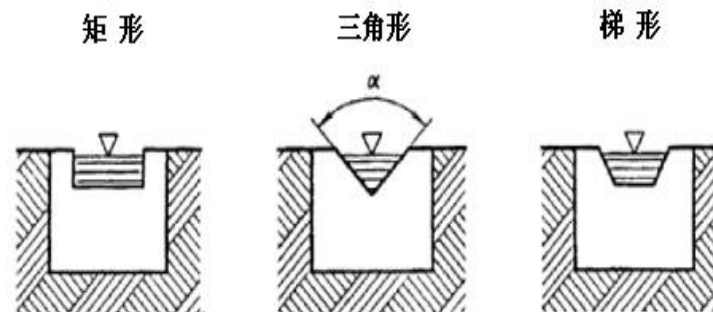
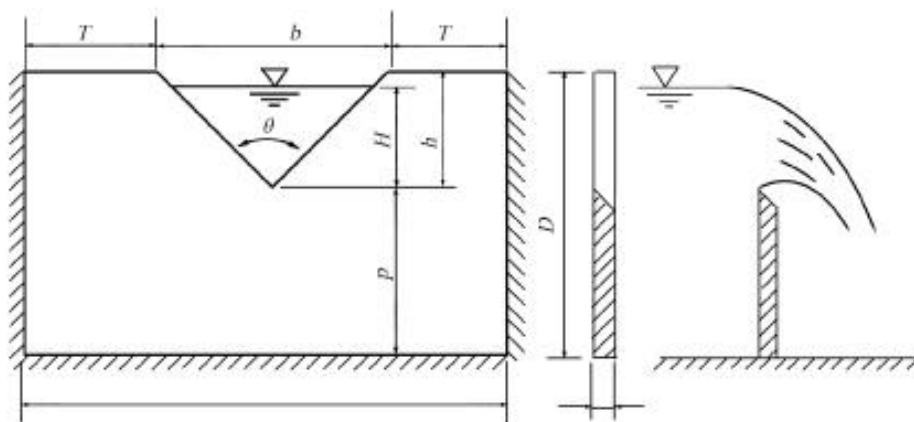
堰槽法测流

测流堰槽一般是由行近渠槽、量水建筑物和下游段三部分组成，通过量水建筑物主体段过水断面的科学收缩，使得上、下游形成一定的落差水头，即可用公式、表格或关系曲线，得到较为稳定的水位与流量关系。

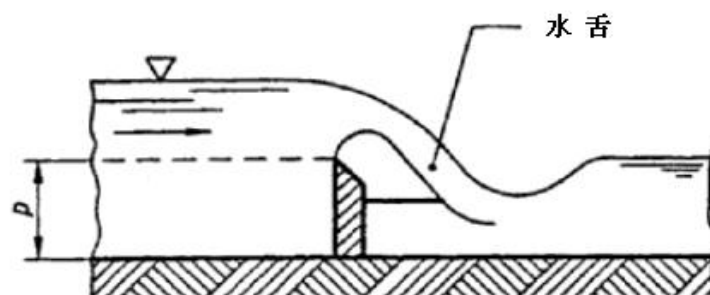
- 量水堰
- 测流槽

量水堰常用的主要形式有：矩形薄壁堰、三角形薄壁堰、矩形宽顶堰、V形宽顶圆堰、圆缘宽顶堰、梯形宽顶堰等。堰槽法测流有多种方式，其构造和测流方法已有有关规范作了明确规定，它们的应用场合和流量测量性能也不相同。按过水缺口形状不同，薄壁堰分为三角形薄壁堰、梯形薄壁堰、矩形薄壁堰，三角形薄壁堰适用于小流量测量。

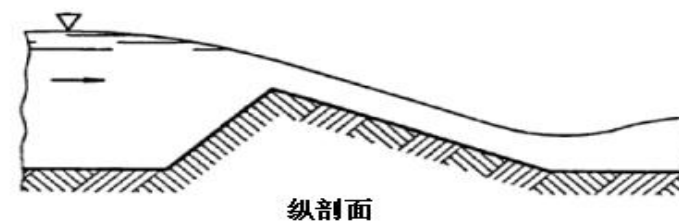
量水堰



薄壁缺口堰

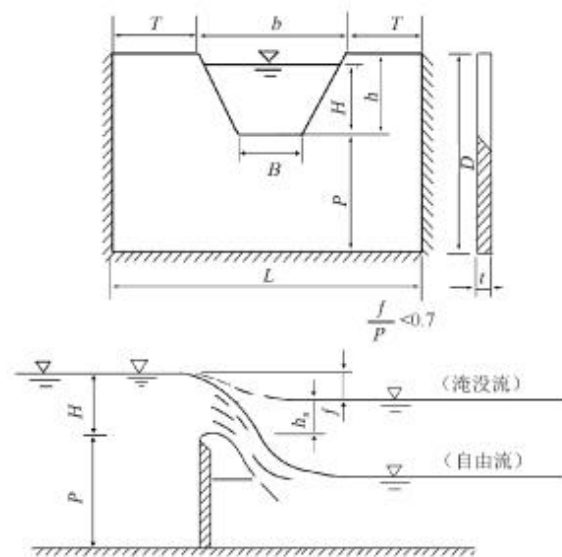


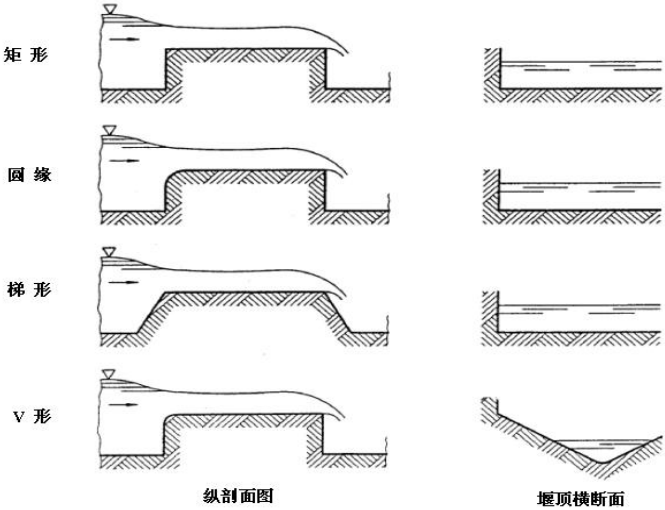
薄壁堰



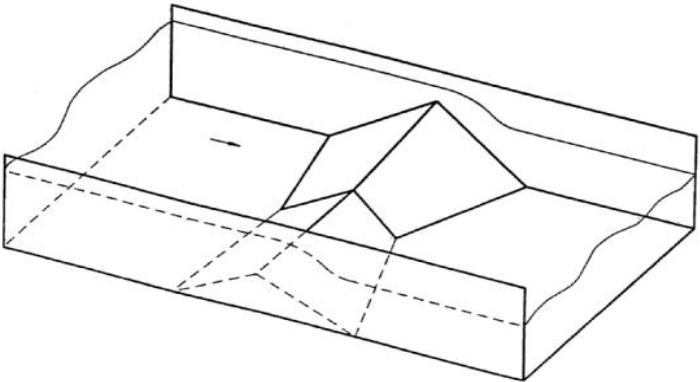
三角形剖面堰

堰上水位测量采用堰项高程测量及堰上水位人工测量来测得。堰项高程测量有：1) 水面平衡方法。2) 水准测量方法。3) 直接测量方法。堰上水位人工测量方法采用：1) 水尺测量。2) 水位测针测量。

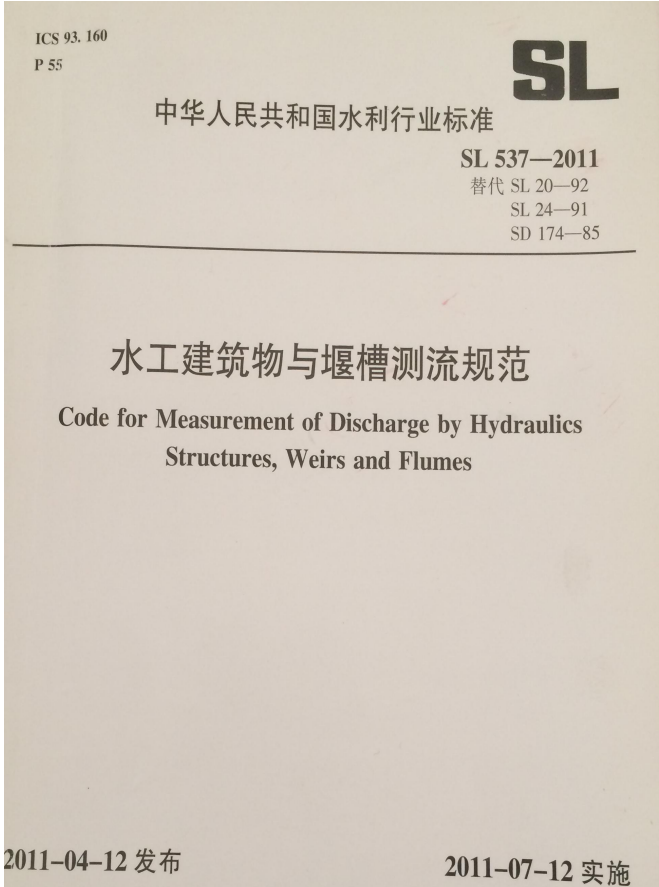




宽顶堰



平坦V形堰



测流槽

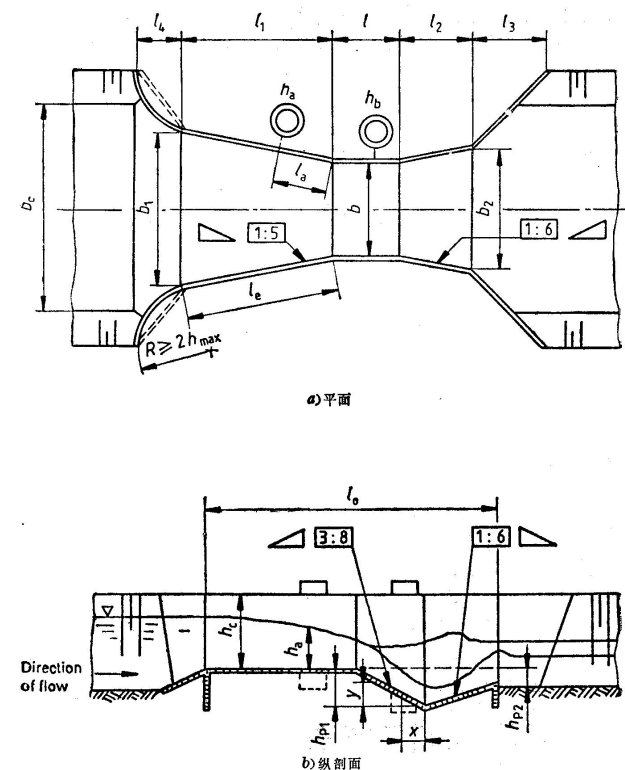
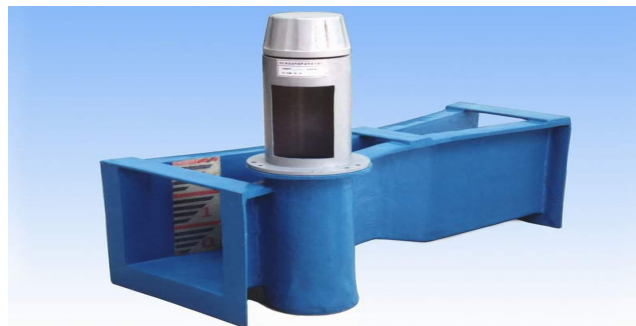
测流槽根据渠道形式，通用的有用于梯形或矩形渠道的巴歇尔测流槽、无喉道测流槽、孙奈利测流槽、U型渠道抛物线形喉口式测流槽、P-B测流槽、长喉道测流槽、直壁式测流槽等。

测流范围

- 1) 长喉道测流槽测流范围为 $0.07\text{m}^3/\text{s} \sim 40.0\text{m}^3/\text{s}$ 。
- 2) 短喉道槽测流范围：
 - a. 中等尺寸的巴歇尔槽，喉道宽一般在 0.15m 至 2.5m 之间，测流范围 $0.0015\text{m}^3/\text{s} \sim 4.0\text{m}^3/\text{s}$ ；
 - b. 大型巴歇尔槽的喉道宽大约在 3m 至 15m 之间，测流范围 $0.75\text{m}^3/\text{s} \sim 93.0\text{m}^3/\text{s}$ ；
 - c. 孙奈利槽出流断面的宽度在 0.3m 到 1.0m 之间，测流范围为 $0.03\text{m}^3/\text{s} \sim 2.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

巴歇尔槽（Parshall Flume）测流

典型的测流槽是巴歇尔槽，另外一些类型，如孙奈利槽、长喉道槽等，也较实用，但都不如巴歇尔槽适用于灌区水量计量。在自由流状态，只要测得一处水头 h ，也就是从槽底开始的水位计算流量。巴歇尔槽的测流范围为 $0.002\text{m}^3/\text{s} \sim 3\text{m}^3/\text{s}$ ，或更大一些。此测流槽多数用于排污渠道、中小型供水渠道及地下水出流流量测量。其流量测量精度可以达到 $\pm 5\%$ 的要求。



灌区量测水方法选择



堰槽测流的水位（水头）测量要求

（1）水头测量应在各类标准堰所规定的断面位置上进行。上下游水头观测，宜设置在堰槽的同一岸。

（2）水头测量应尽可能采用自记设备，采用浮子式自记水位计时除执行国家标准GB/T50138-2010的有关规定外，还应符合下列要求：

1）连通管的进水口应与行近河槽正交平接，管口下边缘与槽底齐平。连通管宜水平埋设，接头处要严防渗漏，管的内壁应光滑平整，并做防护处理；

2）连通管的进水口，一般应设适合的多孔管帽，以减弱水流扰动和防止泥沙输入，但又要避免由此产生水流滞后现象；

3）静水井口缘应超出最大设计水头0.3m，井底应低于进水管下边缘0.3m；

4）井口大小应与观测仪器和清淤要求相适应。浮筒和平衡锤与井壁的距离不应小于75mm，二者也应保持适当的间隔。



(3) 应在堰附近的适当位置设立基本水准点，用来测定水头零点的高程。水准点高程应从国家统一的水准基面接测，不具备条件时可采用假定基面。

(4) 水头零点高程必须精确测定。控制断面为三角形的顶点高程、水平堰顶高程要采用不同方法在不同部位进行多次测量，再取其平均值确定。为避免表面张力和水面起伏度的影响，任何堰均不得用静止水面间接推求水头零点高程。

(5) 自记设备应随时保持正常运行。更换自记纸或读取存储数据时，应同时与校核水尺进行校测，记录水位与水尺水位的校核水位差不应大于10mm。因测井内外水体密度差引起的水位差超过10mm时，应进行滞后改正。上下游水头观测的自记钟应严格对准，不应有计时差。

(6) 在检查自记记录或人工观测水头的同时，必须注意测记水流流态，有无横比降、回流、漩涡、河槽冲淤及泥沙和漂浮物等情况。

测流堰槽的选用

国内国际标准都列出了各种测流堰槽的应用场合和流量测量范围。

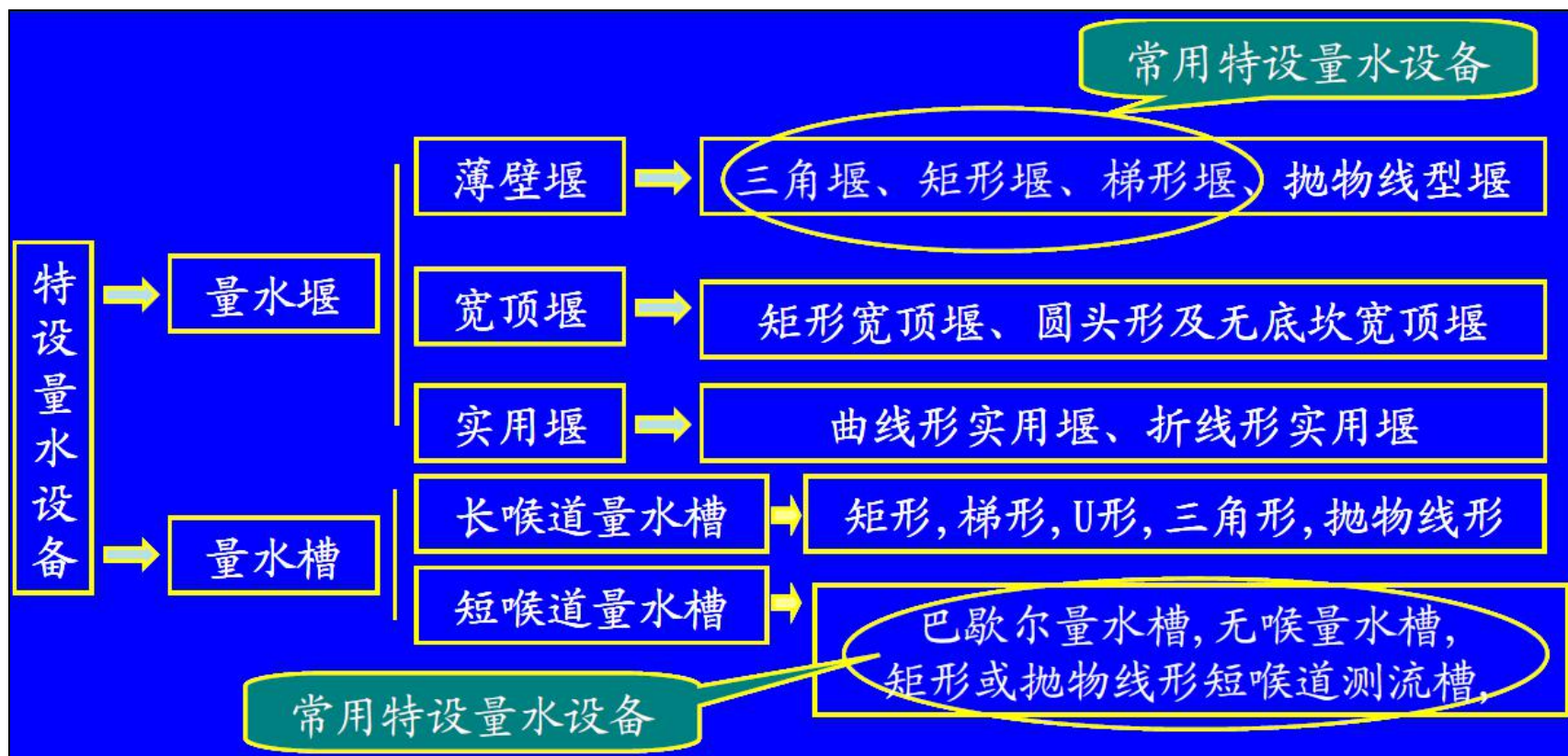
(1) 薄壁堰是基于溢流水舌下充分发展的收缩水流，用于精度要求高的情况，特别适合在实验室工作和人工河道上的测流作业。矩形和V形薄壁堰最适合临时性的装置上。三角形薄壁堰特别适用于高、低水流量比例较大和对低流量精度要求较高的情况。

(2) 宽顶堰最好用于对堰顶藻类和上游淤积能定期清除维护的矩形河槽上。圆缘宽顶堰最适合用于中小型测流设备上，矩形宽顶堰适用于实验室和野外条件，V形宽顶堰特别适合于流量变幅较大落差很小的河道水流测量。

(3) 三角形剖面堰特别适用于希望水头损失最小而精度要求较高的天然河道的水流测量。

(4) 流线型三角形剖面堰、平坦V形堰、复合型测流建筑物、梯形剖面堰、末端深度法、测流槽（矩形测流槽、梯形测流槽、U形喉道测流槽、巴歇尔和孙奈利测流槽）等等。巴歇尔和孙奈利测流槽设计要能够在自由流和淹没流条件下运行，可用于水流稳定或缓慢变化的明渠和灌渠上。

堰槽法测流常用于可以安装堰槽，流量不大，需要较准确的流量测量场合，尤其适用于需要自动监测的场合。





示例：三角堰量水



示例：梯形堰量水

水工建筑物测流

明渠水流上的堰、闸门、涵洞可用于水工建筑测流，水电站和泵站也可用作水工建筑物测流。堰、闸门、涵洞的形状稳定，水流遵循一定水力学原理流经过水断面和水道。水工建筑物上下水位有一定落差，在一些场合形成自由流，水位流量关系比较稳定，测得上游水位（水头）可以根据水位—流量关系推算流量。在一些场合可能是“淹没流”状态，如果“淹没”程度在一定范围内，测量水工建筑物上、下游水位（水头）差，也可以从“淹没流”状态时的水位（水头）差—流量关系推算流量。只是淹没流时，推算流量比较复杂，流量测量准确度也要差一些。通过水电站水轮机的水流，将其能量转换成发电机的输出功率，根据坝上、下水头差、发电机输出功率、水力发电机效率系数，可以推算出发电机的过水流量。测流时测得发电水头（上、下游水位）、发电功率，按照发电效率系数由已率定的发电机单机流量计算公式计算发电机单机流量。单机流量相加，得到多台发电机工作流量。

灌区量测水方法选择



水工建筑物法测流原理和适用范围：

水工建筑物测流方法：用水力学公式计算流量的一种测流方法；

适用范围：堰闸、涵洞、水电站、泵站测流。

优

点

缺

点

- 简便易行、经济实惠
- 可减少水头损失
- 能取得完整的连续资料
- 只要边界条件不变，水工建筑物的水位流量关系是固定不变的，而且是单一关系
- 水工建筑物的流量系数需通过人工测量来确定，测量精度不太高
- 现有的水工建筑物有的经多年运行老化、破损严重，不能符合利用建筑物量水的条件



水工建筑物法应用要点

1、水位测量断面选择要点

堰闸水位测量断面选择应符合下列要求：

2、比测断面

3、部分不满足条件的断面需要整治

B	L
< 50	3~5 H _{max}
50~100	5~8 H _{max}
> 100	8~12 H _{max}



示例：渡槽量水



示例：跌水量水



示例：巴歇尔槽

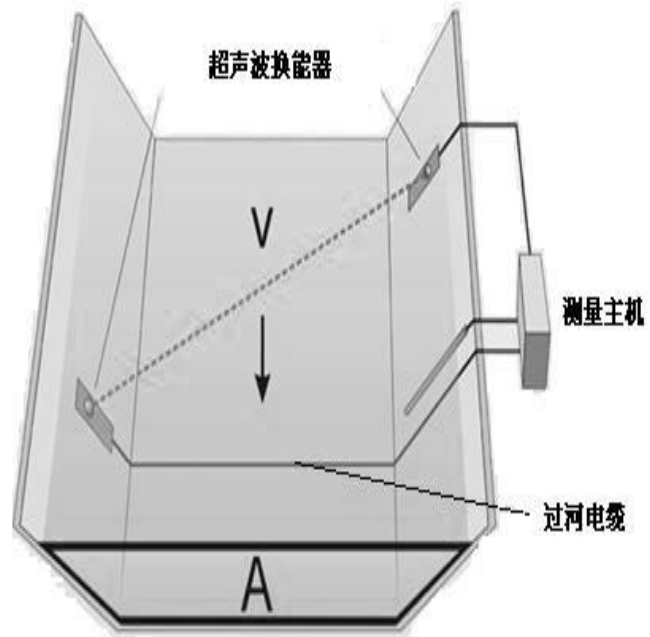


示例：无喉道槽

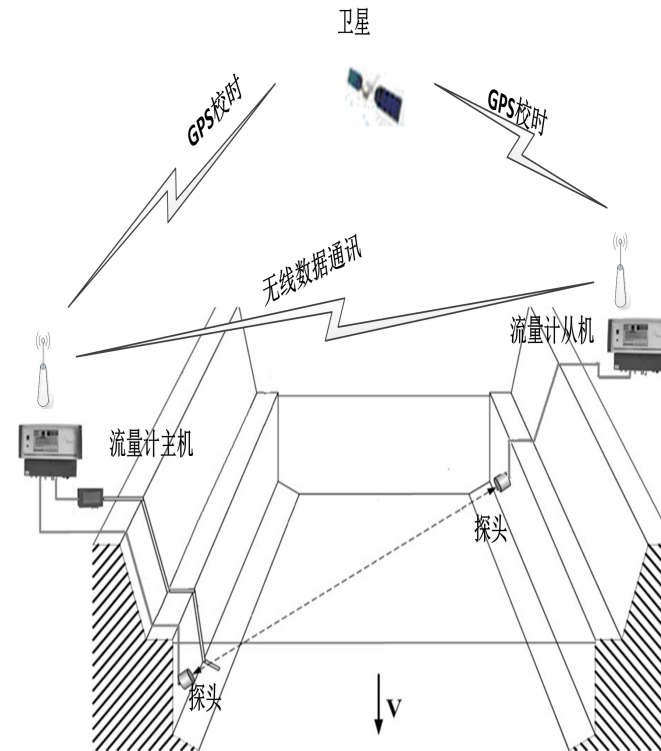
灌区量测水方法选择



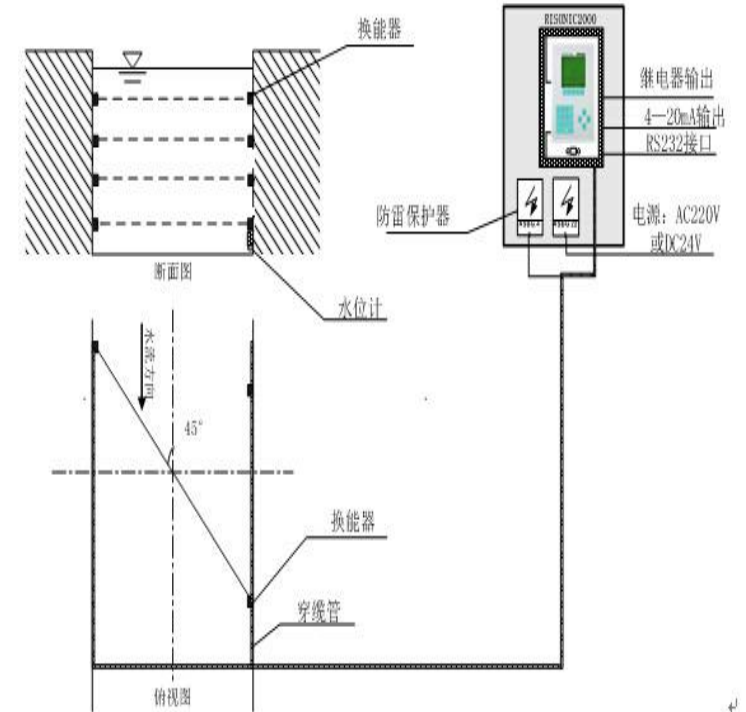
声学测流法-超声波时差法



有线声学时差法



无线声学时差法



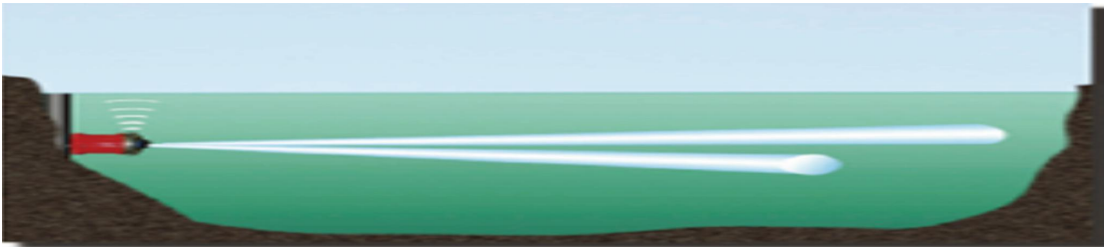
多声道声学时差法

声学测流法---超声波时差法—适用范围

频率	28kHz	200kHz	500kHz	1MHz
测量范围	200-2000m	1-200m	1-100m	0.5-15m
流速量程	$\pm 10\text{m/s}$	$\pm 10\text{m/s}$	$\pm 10\text{m/s}$	$\pm 10\text{m/s}$
流速误差	在测量的声路上应 $\leq \pm 0.1\%$	在测量的声路上应 $\leq \pm 0.1\%$	在测量的声路上应 $\leq \pm 0.1\%$	在测量的声路上应 $\leq \pm 0.1\%$
流量误差	通常偏差应 $\leq \pm 3\%$ 现场校准后 $\leq \pm 1\%$	通常偏差应 $\leq \pm 3\%$ 现场校准后 $\leq \pm 1\%$	通常偏差应 $\leq \pm 3\%$ 现场校准后 $\leq \pm 1\%$	通常偏差应 $\leq \pm 3\%$ 现场校准后 $\leq \pm 1\%$
分辨率	1mm/s	1mm/s	1mm/s	1mm/s



声学测流法：
多普勒流速仪水平安装法

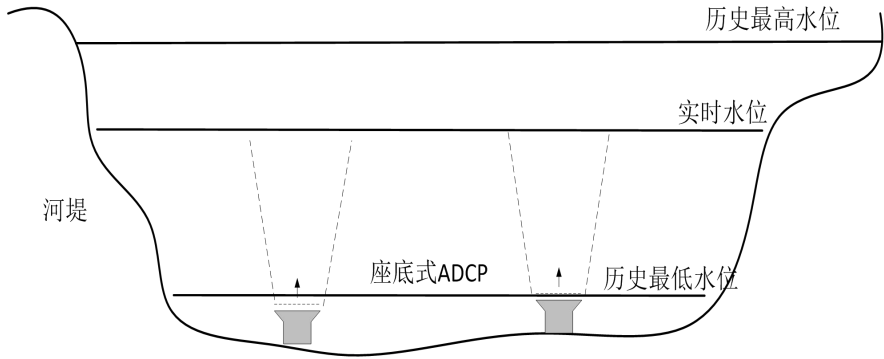


适用范围

频率	1200 kHz	600 kHz	300 kHz
盲区（米）	0	1.0	2.0
最大剖面宽度（米）	30	90	190
流速测量精度	≤ +/-0.5% ±0.2 cm/s	≤ +/-0.5% ±0.2 cm/s	≤ +/-0.5% ±0.2 cm/s
水位测量误差	≤ +/-0.5%±0.5cm	≤ +/-0.5%±0.5cm	≤ +/-0.5%±0.5cm



声学测流法：多普勒流速仪底座安装法

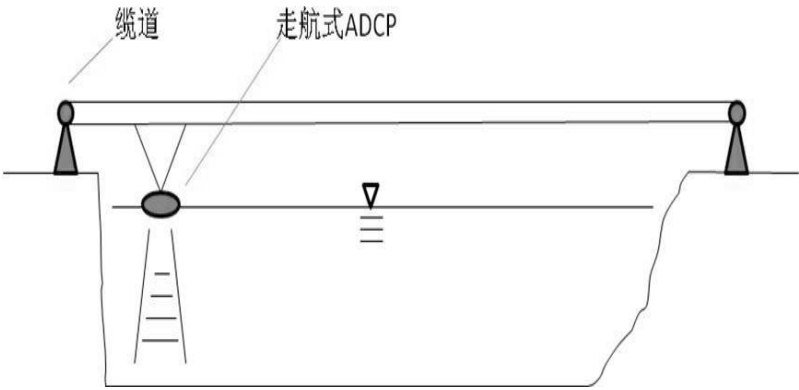


适用范围

频率	1MHz	2000kHz
测量范围	50m	25m
流速量程	± 15m/s	± 5m/s
精度	≤ +/-0.25%±2mm/s	≤ +/-0.5%±0.2cm/s
分辨率	1mm/s	1mm/s
盲区	0.25m	0.2m
波束开角/声束宽度	1.4°	1.5°



声学测流法---走航式声学多普勒流速剖面仪法



适用范围

系统频率(khz)	1200	600	300	150
最小盲区(m)	0.5	0.5	1	2
最大工作水深(m)	20	60	160	300
最大流速	根据测流模式设定,最大为20m/s			

声学测流应用要点

声学时差法

- ◆ 测流断面河床稳定，无明显冲淤变化，无水草影响；
- ◆ 断面水位面积关系稳定；
- ◆ 测流断面流态稳定，无回流漩涡，流速分布均匀，层流速分布有规律；
- ◆ 含沙量小

水平式：

声学多普勒流速仪法

- 测流断面河床稳定，无明显冲淤变化，无水草影响；
- 测流断面呈矩形、U形形状，断面水位面积关系稳定；
- 测流断面流态稳定，无回流漩涡，流速分布均匀，层流速分布有规律；
- 测流断面水位变幅较小；
- 含沙量小

底座式：

- 非通航河道、淤积较小；
- 测流断面河床稳定，无明显冲淤变化，无水草影响；
- 测流断面呈形状不规则，但断面水位面积关系稳定；
- 测流断面流态稳定，无回流漩涡，断面流速分布均匀；
- 测流断面水位变幅较大；
- 含沙量小。

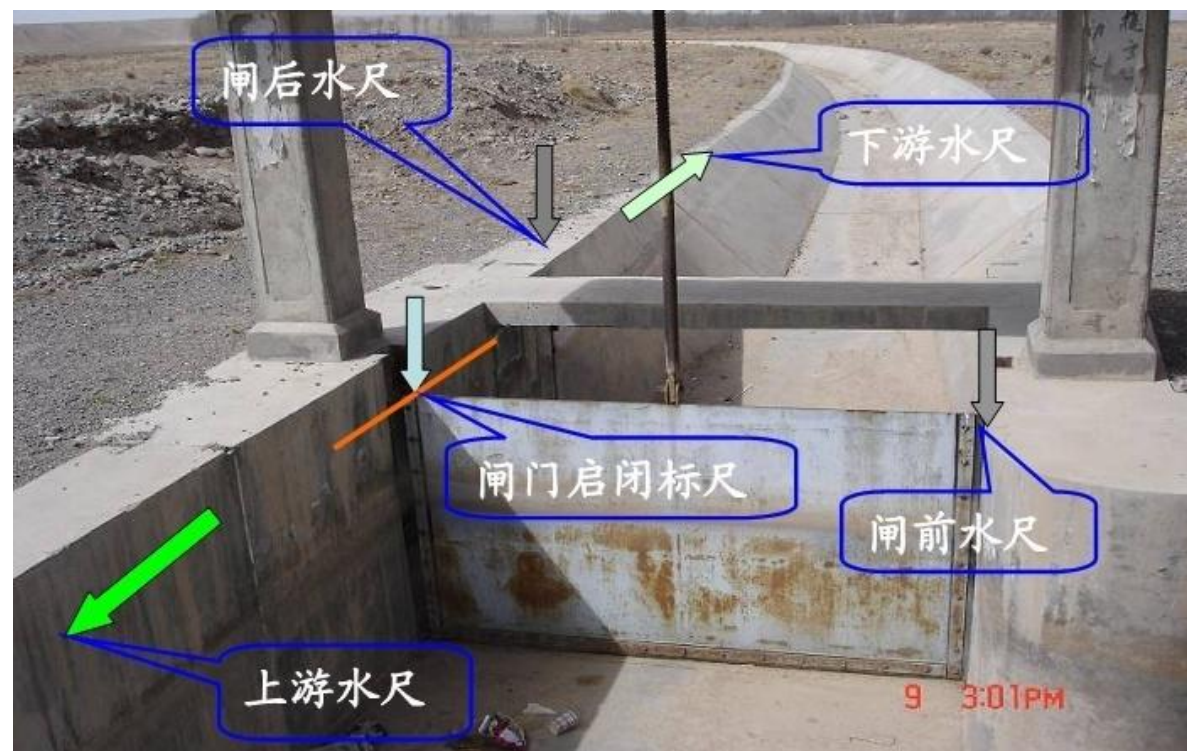
流速仪自动（半自动）缆道测流法。



水工建筑 物量水

水工建筑物测流只能用于已有水工建筑物的场合，设计建造水工建筑物时，一般都会考虑到用水位（水头）流量关系测量流量的要求。建造后安装相应水位仪器就可以进行流量测量。

水工建筑量水中采用最多的是水闸量水，在人工测量时，水闸量水的成本与其他量水方法比较差不多。若是用自动化遥测流量计算，成本还是比较高的。



示例：水闸量水

应用水位流量关系测量流量，主要的是测量水位。水位是指水体的自由水面高出基面以上的高程。其单位为米。河流或者其它水体的自由水面离某一基面零点以上的高程称为水位。水位的单位是米，一般要求记至小数2位，即0.01m。以水位为纵轴，时间为横轴，可绘出水位随时间的变化曲线，称为水位过程线。水尺是直接观读江河、湖泊、水库、灌渠水位的标尺，目前仍在广泛使用。

- 常用的水位测量仪器有水位测针、浮子式水位计、压力式水位计、雷达水位计、超声波水位计、激光水位计、电子水尺、磁致伸缩液位计，也可以通过人工观读水尺测量水位。
- 它们都可用带固态存贮器的遥测数传终端（RTU）采集、记录水位数据，并通过与无线或有线信道相连，构成水位自动监测站。

■ 水位测针

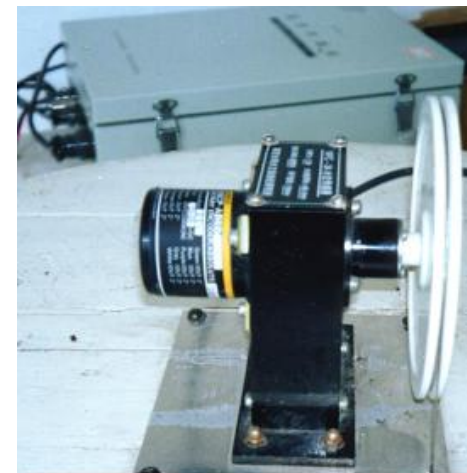
水位测针应用接触式水位测量原理测量水位，仪器使用一测针针尖跟踪接触水面，当触点刚好接触水面时，在所附的标尺上即读出水位。该触点可以是一根直针式针尖、也可能是钩式针尖。跟踪水位的方法一般是人工操作，也可以是自动跟踪。

水位测针主要应用于室内实验室，可以用于室外水位测量准确的要求高、量程小的场合。可以用于堰槽流量计的水位高精度测量。水位测针具有安装基座。需要安装在水平安装平台上，可以读到分辨力0.2mm或0.1mm的水位值。



■ 浮子式水位计

浮子式水位计用浮子感应水位，浮子漂浮在水位井内，随水位升降而升降。浮子上的悬索绕过水位轮悬挂一平衡锤，由平衡锤自动控制悬索的位移和张紧。悬索在水位升降时带动水位轮旋转，从而将水位的升降转换为水位轮的旋转，使得直线位移量准确地转换为相应的数字量。浮子式水位计可以用于能建水位井的所有水位观测点，并必须安装在水位井内。 《水位测量仪器第1部分: 浮子式水位计》GB/T 11828.1-2002。

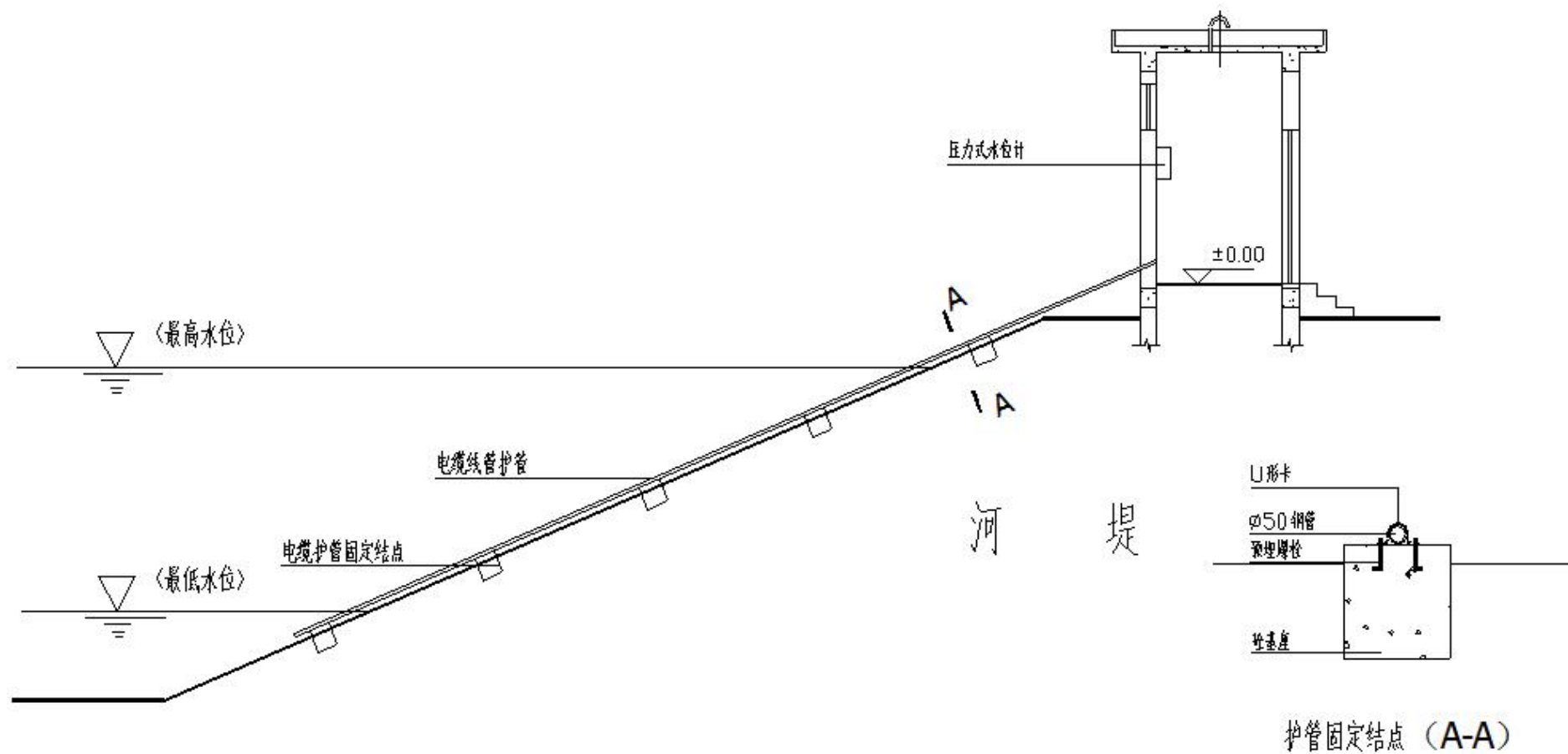


■ 压力式水位计

通过测量水下某一固定点处的静水压强，再根据水体容重，得到该固定点水深，由此固定点高程从而得到当时的水位。压力传感器有投入式压力水位计（压阻型、振弦型、陶瓷电容压力传感器）及气泡式压力水位计两大类。投入式压力水位计的压力传感器直接在水下测量点测量水压力，气泡式压力水位计的压力传感器安装在岸上仪器中，水下测量点的水压力用气管导引上来，在岸上仪器中测量。压力式适合于含沙量大、不宜建测井或观测建筑物的环境，应注意泥沙影响精度，压阻式有时飘、温飘并需要定时率定。《水位测量仪器第2部分：压力式水位计》GB/T 11828.2-2005。



压力式水位计安装示意图



■ 非接触式水位计

非接触式水位计主要有雷达水位计、超声波水位计、声波水位计、激光水位计四种，超声波式容易受外界因素的干扰，因此，必要时需加装补偿和校正装置。

《超声波水位计》SL/T 184-1997及《水位计通用技术条件》SL/T 243-1999。

雷达水位计



超声波水位计

当超声波在空气中传播遇到水面后被反射，仪器测得声波往返于传感器到水面之间的时间，根据已知的声波传播速度，经计算得到传感器到水面的距离，再用传感器安装高程减去这个距离即得到水位。水面漂浮物会影响测验精度，同时超声波水位计有温飘，需定时率定。



■ 电子水尺

在电子水尺尺体上等距离设置的导电触点，一定水位淹到某一触点位置，相应的电路扫描到接触水的最高触点位置，就可判读出水位。电子水尺的主要形式是触点式、电容式、电感式电子水尺，水位计产品标准将磁致伸缩线性位移（液位）传感器也归为电子水尺。

电子水尺可分段安装，每根水尺的水位准确度能保证小于其分辨力。使用多根水尺时，每根水尺都有各自的零点高程，不会产生任何累计误差。但电子水尺会有水位感应和波浪造成的误差。

电子编码水尺不受水质、含沙量以及水的流态影响，应该适用于大量程水位测量和复杂水流处。

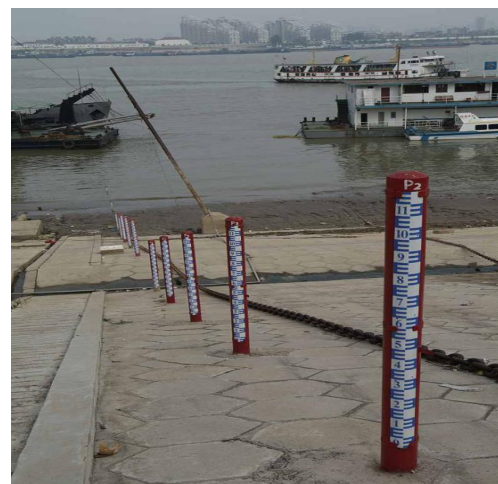
■ 磁致伸缩液位计

磁致伸缩线性位移(液位)传感器由测杆、电子仓和套在测杆上的非接触的磁环（环状浮球）组成。环状浮球沿着测杆随水面升降，由电子仓内电子电路产生一起始脉冲，此起始脉冲在波导丝中传输时，同时产生了一沿波导丝方向前进的旋转磁场，当这个磁场与磁环状浮球中的永久磁场相遇时，产生磁致伸缩效应，使波导丝发生扭动，这一扭动被安装在电子仓内的拾能机构所感知并转换成相应的电流脉冲，通过电子电路计算出两个脉冲之间的时间差，即可精确测出被测的环状浮球位移和液位。



■ 人工观读水尺

水尺是水位直接观测设备中最基本的一种。水位测针、悬锤式水位计、洪峰水尺也被列入水位直接观测设备。用水尺观读水位是最基本的水位观测方法，也被认为是最准确的水位观测方法，任何水位测量仪器都以水尺人工观测的水位作为基准。水尺分为直立式水尺、斜坡式水尺、矮桩式水尺三类。水尺要设置在岸边容易到达的地方，以便以最可能近的距离读取水位；水尺必须尽量安装在受风浪影响较小的地点。



灌区水量计量水位计选择

灌区水量计量在不同场合测量水位，应考虑按需要选择不同水位测量设施：

（1）堰槽法测流时，水位变幅小，但需要测得较高分辨力、准确度的水位值，主要选择水位测针、超声水位计、磁致伸缩液位计、电子水尺、浮子式编码水位计测量水位。

（2）应用闸、涵洞、电站、泵站等水工建筑物测流时，需要在河道、水库、蓄水池中测量水位，常主要采用浮子式水位计、电子水尺和不需测井的各类水位计。

（3）渠道中水位测量条件较好，各种水位测量设施都可以应用，目前主要使用的是浮子式水位计、超声波水位计和雷达水位计。

（4）地下水水位测量主要应用悬锤式水位计、浮子式水位计、投入式压力水位计。



测流方案比选

测流方法	适用范围	设备造价	土建造价	率定	精度	运行维护	备注	供电要求
水工建筑物 闸、涵	现场条件	低	低	要	一般	方便	优先	
水电（泵）站特 性曲线推流	现场条件	低	低	要	一般	方便	优先	
水电（泵）站管 道测流	现场条件	低	低	要	高	方便	优先	
薄壁堰	小型渠道	低	低		高	方便	渠宽小于2米	
宽顶堰	中小型河（渠）道	较高	中		高	方便	渠宽小于10米	
测流槽	中小型河（渠）道	较高	中		高	方便	渠宽小于10米	
超声波时差法	大型河（渠）道	最高	高	要	高	较难		
多普勒水平式	大型河（渠）道	高	略高	要	较高	较难		
多普勒座底式	大型河（渠）道	略高	略高	要	较高	困难		

测流方案比选

测流方案选型综合建议：

1)在有水工建筑物的站点，经调查与分析具备测流条件其优选考虑采用建筑物法测流，对现有的建筑物测量断面条件不能满足要求的站点，需要整治改造的站点，应考虑工程整治费用；

2)水电站、泵站取水管道条件满足测流仪器安装要求及施工方便的站点优先考虑采用管道测流；

3)对河（渠）道宽度大于100米的断面应采用超声波时差法流速仪测流，对河（渠）道宽度为10~100米的断面应优先选用进口时差法超声波流速仪测流，在经费受到限制时，可选用多普勒流速仪测流（注：国产适用于河（渠）道宽度为10~100米测流的超声波时差法流量计已有产品，但设备的可靠性、稳定性需进一步考证）以及流速仪缆道测流；

4)对宽度5~10米的河（渠）道，目前国产的明渠超声波时差法流量计性能稳定、可靠，造价低廉，可供选用；标准断面法也可以选用。

测流方案比选

5)对1- 5米的河（渠）道，如现场土建施工条件方便，投资小的站点应优先选用堰槽法测流。在实施灌区续建配套与节水改造的灌区，应在渠系建设过程中同步考虑测流堰槽的建设；

6)管道测流优先考虑采用电磁流量计；在不具备截管施工条件时，可采用插入式超声波流量计；在管道直管段长度不能满足要求、又不具备安装电磁流量计条件的站点，应采用超声波多声道时差法流量计；一般情况下不建议采用外敷式超声波流量计，不允许采用点流速式流量计；

7)标准断面水位流量关系法、水位+点流速测流法在不具备长期率定（比测）条件和能力的站点不建议采用。

目录

CONTENTS

1

灌区信息化基本建设要求

2

灌区量测水平台软件系统

3

灌区量测水方法选择

4

灌区水费计收及水权交易系统

5

灌区智能测控系统建设管理要求



水费计收及水权交易管理系统是在理解灌区水费计收管理业务特点，结合农业水价水权综合改革方案中的具体要求，对灌区**水费结算**、**水权交易**和**统计分析**等整个业务流程进行信息化管理。可以实现对灌区各级用水单位和用水户的初始水权量、实用水量、水权交易记录、应缴水费、实际交费等情况数据进行维护和管理。并且可根据灌区水量与水费的不同计算方式，实现对水量与水费计算的动态配置，

灌区水费计收及水权交易管理系统的水权交易管理功能，以灌区用水单位和用水户初始水权数据为基础，以灌区用水总量控制和水利用率最大化为目标，实现灌区管理范围内用水户与用水户之间、用水户与用水单位之间、用水单位与用水单位之间的水权在线交易、交易水量统计，以及交易费用查询汇总等功能。

灌区水费计收及水权交易管理系统根据平台不同，可分为**Web系统**、**移动终端**和**查询触摸屏**三部分功能。



Web系统

Web系统主要包括：基本信息管理、水量情况登记、水权交易管理、水费计算与收缴、水费结算和统计分析六部分功能。



移动终端应用主要体现在电子计时证App、交费查询微信平台、移动收费PDA三方面，用于取代灌区原有纸质用水计时证和收费记录台账等。在即满足灌区原有用水计时证和收费台账功能基础上，实现了数据实时同步上传及指纹识别功能，极大提高灌区在用水管理方面的工作效率；用水户通过关注灌区的微信服务号，可以自行查询应缴水费、交费明细和余欠情况等信息。

移动终端应用

电子计时证App

交费查询微信平台

移动收费PDA

1) 电子计时证App：取代灌区原有的纸质用水计时证，实现数字化的供水情况登记，实现了数据实时同步上传及指纹识别功能，极大提高灌区在用水管理方面的工作效率。

2) 交费查询微信平台：该平台为灌区水费收缴情况的对外开放媒介，灌区用水户可以通过该微信平台随时随地查询各自应缴水费情况、实缴水费情况和余欠情况。

3) 移动收费PDA：灌区收费人员利用该设备实现在水费收取时，水费数据的实时查询、交费记录实时回传和打印收费凭据的功能。

查询触摸屏

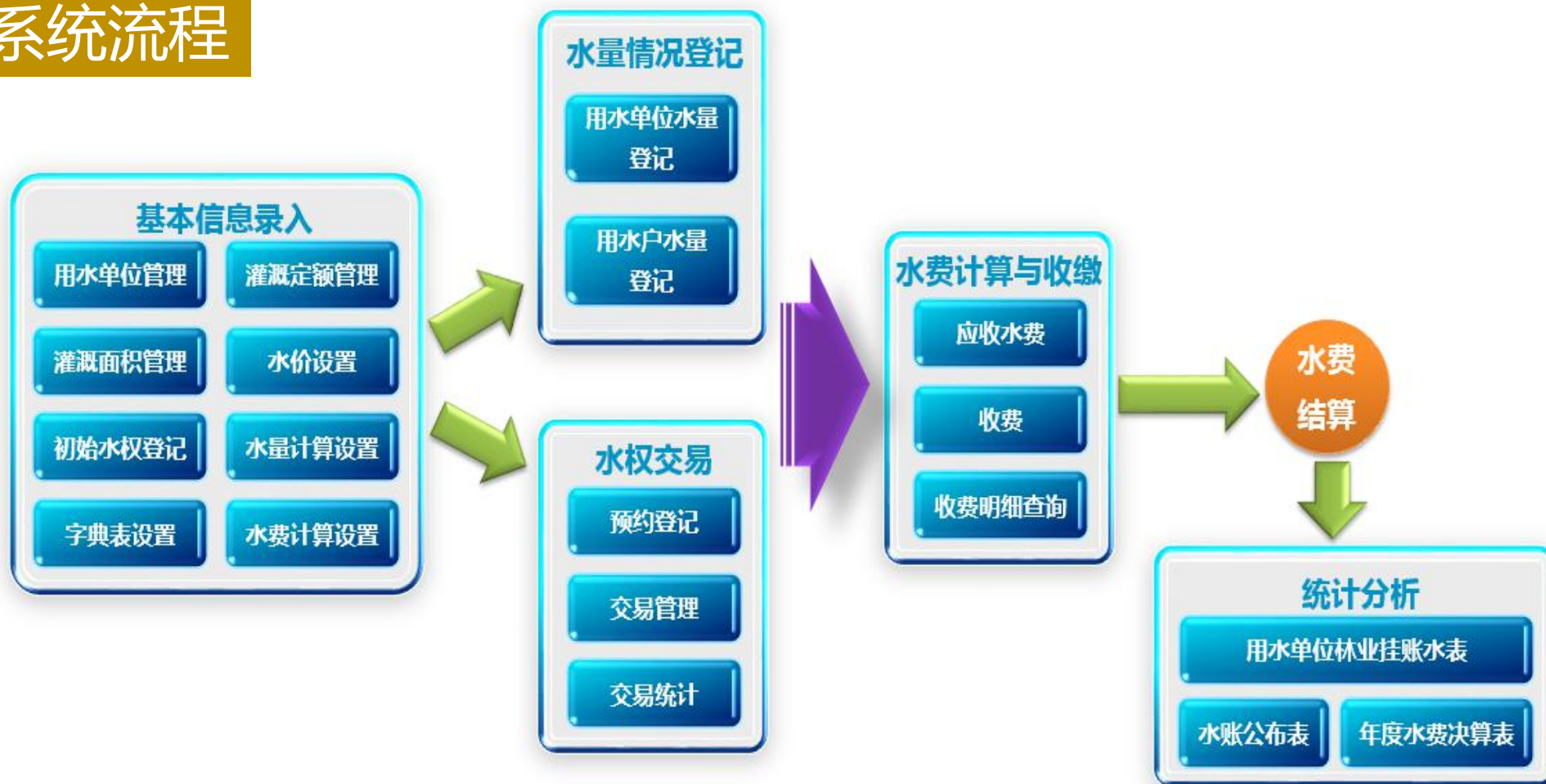
查询触摸屏主要是在灌区各水费收缴大厅中，安装触摸屏设备并发布水费触摸屏查询系统，灌区用水户可以通过触摸屏功能自主查询个人水量使用情况、应交水费情况、交费明细情况及余欠情况等数据，促进灌区水量、水费等数据的公开和透明。

水费余欠情况查询

应缴水费情况查询

交费明细情况查询

系统流程





功能说明
用水户登记

用水户水量情况登记：主要用于计算用水户收费水量，根据灌区实际的用水户水量计算模式，系统中预设了**五**种计算方式，分别为“**按时间登记**”、“**按水量登记**”、“**按面积登记**”、“**按流量计算（不分摊水损）**”和“**按流量计算（分摊水损）**”。根据不同的计算方式计算用水单位下所有用水户的收费水量。

交费账户水量情况登记									
请输入名称		年份	2013	供水类型	农业供水	查询			
二六工镇	阿什里乡	2013	2013.04.01 08:30	2013.04.10 09:00	12990	4071492.2	农业供水	2013-12-C	
榆树沟镇	阿什里乡	2013	2013.05.11 08:30	2013.05.20 09:00	12990	4589521.5	农业供水	2013-12-C	
三工镇	阿什里乡	2013	2013.05.01 08:30	2013.05.10 09:00	12990	5285778.2	农业供水	2013-12-C	
大西渠镇	阿什里乡	2013	2013.06.01 08:30	2013.06.10 09:00	12990	4058965.3	农业供水	2013-12-C	
佃坝乡	阿什里乡	2013	2013.05.21 08:30	2013.05.31 09:00	14430	3582546.5	农业供水	2013-12-C	
滨湖乡	阿什里乡	2013	2013.04.21 08:30	2013.04.30 09:00	12990	5764989.3	农业供水	2013-12-C	
新区	阿什里乡	2013	2013.04.11 08:30	2013.04.20 09:00	12990	5267219.0	农业供水	2013-12-C	
兵团等单位	一六工镇	2013	2013.06.21 08:00	2013.06.30 08:00	12960	1125868.2	农业供水	2013-12-C	
军民农场									
共青团农场									
下巴湖农场									
105团									
69240部队									
富强农场									
701									
华兴农场									
86135									
零星用水单位									
十四绿化办(林业局)									
王海金									
张学良									
程金贵									

计算方式	按时间登记	用水户姓名	查询 删除 计算 输出Excel 导入Excel Excel导入模板下载			
☐	用水单位名称	用水户姓名	年份	供水时间(分钟)	收费水量(立方米)	供水类型
☒	阿什里乡	阿什里乡交费账	2013	10.00	1357164.08	农业供水
☐	阿什里乡	阿什里乡缴交费	2013	20.00	2714328.17	农业供水

五种计算方式具体描述如下：

按时间登记：是指某用水单位下所有用水户的水量等于某用水户本轮的供水时间占所有用水户总供水时间的比例乘以所属用水单位本轮的实供水量，即用水户的水量为按供水时间比例分摊用水单位水量；

按水量登记：是指某用水单位下所有用水户的水量等于某用水户本轮的实供水量占所有用水户总实供水量的比例乘以所属用水单位本轮的实供水量，即用水户的水量为按个人水量占所有用水户总水量的比例分摊用水单位水量；

按面积登记：是指根据用水户的实际灌溉面积占本用水单位总灌溉面积的比例分摊本用水单位本轮的实供水量；

按流量计算（不分摊水损）：是指用水户水量等于该用水户的用水时长乘以供水计量点测流的供水流量；

按流量计算（分摊水损）：是指用水户水量等于该用水户的用水时长乘以供水计量点测流的供水流量，并且当所有用水户水量之和小于供水计量点测得的本用水单位总水量时，即产生水损时，需要把水损按照每个用水户本轮的实供水量占有所有人的总水量的比例分摊给每个用水户，并计入到实供水量中，作为水费计收的依据。

系统支持灌区根据各自不同需求，设置多个水价，并且针对存在超定额累计加价的灌区，还可以对每个水价设置不同超定额区间，以及各区间不同的超定额水价，以满足灌区在实际的水费收缴过程中，根据不同水源、不同土地性质、不同用水单位存在不同收费标准的情况。

灌区可根据各自实际的水费计算方式配置不同水费计算公式，系统默认提供“水量 $\times$ 单方水价（按方计费）”和“灌溉面积 $\times$ 单亩水价（按亩计费）”两种基本公式，用户可以在基本公式基础上，根据各自需求分别按用水单位或按具体用水户增加相关的水费计算参数，如增加参数“基本田亩费”，然后将公式设置为：基本田亩费+水量 $\times$ 单方水价，这样在系统就会自动按照预设好的公式计算用水单位或用水户的应缴水费信息。



功能说明
水价水费计算方式配置

水价管理

按方收费 按亩收费

查询 新增 编辑 删除 输出Excel 超定额水价区间设置

序号		水价名称	水源	土地性质
1	☒	兵团五一库水	五一库水	责任田
2	☐	小营盘水管所	河水	责任田
3	☐	兵团七一库	七一库水	责任田
4	☐	鄂库山水兵团(贵)	山水	责任田
5	☐	兵团八一库	八一库水	责任田
6	☐	地方五一库	五一库水	责任田
7	☐	地方七一库	七一库水	责任田
8	☐	鄂库库水兵团(贵)	鄂库水	责任田
9	☐	地方定额水(林地)	河水	林地
10	☐	地方五一库(林地)	五一库水	林地
11	☐	地方七一库(林地)	七一库水	林地
12	☐	鄂库库水兵团(林)	鄂库水	林地

序号	超定额范围	水价 (元/m³)
1	大于0.00%小于等于50.00%	0.18400
2	大于50.00%小于等于100.00%	0.18400
3	大于100.00%	0.18400

水费计算设置

用水单位结算 用水户结算

设置类型 水费计算公式 查询 新增 编辑 删除

三屯河流域管理处

- 榆树沟镇
- 三工镇
- 佃坝镇
- 二六工镇
- 滨湖镇
- 大西渠镇

序号		用水单位	计算公式	操作时间	操作员
1	☐	牧业村一组	水量×单方水价(WF01)	2017-07-04 16:48:55	榆树沟管理员
2	☐	牧业村二组	水量×单方水价(WF01)	2017-07-04 16:48:55	榆树沟管理员
3	☐	前进村一组	水量×单方水价(WF01)	2017-07-04 16:48:55	榆树沟管理员
4	☐	前进村二组	水量×单方水价(WF01)	2017-07-04 16:48:55	榆树沟管理员
5	☐	前进村五组	水量×单方水价(WF01)	2017-07-04 16:48:55	榆树沟管理员

公式编辑

计算参数：

水量×单方水价 (WF01)
面积×单亩水价 (WF02)
水费加价 (B001)
水费减价 (B002)
基本田亩费 (B003)

计算公式：

WF01+ B003

清空
确定
取消

用水计时登记APP

农户用水计时登记APP服务于农民或用水协会的配水员，利用移动终端设备和互联网技术，农户可以方便的记录自己用水的开始时间、结束时间，使用电子签名、照片或指纹确认。

农户确认的用水信息通过移动互联网络上传至中心；当网络不通时，可以将数据保存至智能终端本地，网络连通后，自动同步至服务器端，同时支持数据导出成EXCEL文档，可导入至PC端软件中。



移动收费PDA

移动收费APP服务于**基层水管站**
收费员使用PDA手持机，使农户随时
交费，并打印收费小票，通过小票可
以明确得知应交水费、余欠或预交金
额等农户非常关注的信息。



交费查询微信平台

为了便于农户、灌区管理人员了解灌区水情、水费计收等情况，借助**灌区的官方微信公众平台**，实现了水情、水费、灌溉等情况的信息推送，农户也可以足不出户随时随地查询**应交水费与交费情况**，扩展了**水量、水价、水费“三公开”**，大大提高水费收取的透明度。

应交水费



触摸屏可以提供给直接向农户收取水费的基层水管单位，农户可以通过触摸屏实时查询自己的缴费信息。

查询
触摸
屏



目录

CONTENTS

1

灌区信息化基本建设要求

2

灌区量测水平台软件系统

3

灌区量测水方法选择

4

灌区水费计收及水权交易系统

5

灌区智能测控系统建设管理要求

- 灌区量测水自动测报系统实施阶段设计应满足国家及行业有关规范、标准和规程要求，同时系统建设应满足以下几点要求：
- 1、系统安全可靠、技术先进、功能齐全、配置经济合理、维护方便、具有良好的稳定性和可扩充性。
- 2、遥测站点能够自动、实时灌区灌域内的水位（流速、流量）、雨量、闸位及土壤墒情等数据，并通过GPRS或超短波等通信信道直接将灌区量测水信息传送到中心站及各个分中心站。
- 3、遥测站都向中心站报告本站运行状态信息，遥测站发出的每一条信息，都自带站点本身的地址码和信息采集时刻标识及电源状态，表明该信息的来源和采集时刻。
- 4、考虑到设备的互换性和可扩展性，要求灌区量测水自动测报系统的遥测终端应具有多种通讯功能，包括：超短波通讯、GPRS/GSM短信通讯、NB-IOT窄带通讯、卫星通讯。多种通信方式可混合组网。针对本系统多年来的运行情况加上这次组网电测的结果及系统的稳定可靠和时性准确性来看。



- 5、遥测站各种设备结构简单、性能可靠及低功耗，并有防潮湿、防盗、放火、无雨衰、防雷电、抗干扰、抗暴风等措施，所有遥测站都能够在无人值守的条件下长期连续正常工作。
- 6、系统应当在20分钟之内收齐灌区灌域内所有遥测站的数据信息，并作出调配水预报结果。
- 7、中心站计算机网络结构设计的原则是：安全、可靠、实用、先进、开放性、可扩充性和高度的统一性等特点，其结构宜采用C/S（Client/Server）结构组成的局域网。工作方式为客户机/服务器的工作方式。
- 8、网络功能支持远程访问服务、支持分布式关系数据库结构、支持客户机/服务器的计算机网络体系结构，支持超大型的数据库，具有并行事务执行、数据牵引和装载、通讯完整性检查功能。同时，系统可以自动的检测和解决死锁，支持横向和纵向的数据复制，可以在多种开放式数据库之间复制数据，能够文件传输、打印及共享。
- 9、支持Internet/Intranet。中心站计算机操作系统软件采用美国微软公司的Windows 最新成熟版本中文标准版，数据库软件采用SQL Server 或Oracle 最新成熟版本中文标准版。

灌区量测水自动测报系统通信组网方式

灌区量测水自动测报系统常采用**GSM**组网、超短波组网、有线组网、卫星组网或上述方式混合组网等多种方式。由于大量水文地势平缓，公网已经基本覆盖，应充分利用公用信道，采用**GSM（GPRS/SMS）、CDMA或PSTN、NB-IOT窄带通讯**信道，因为超短波通信有着造价低、易维护等优点，目前仍可选用。在无公用信道可资利用，超短波通信等难以连通时，则可选用卫星通信。对于重要具备防洪任务的水文可考虑采用混合组网方案以增加其系统可靠性。

随着光纤的普及，对于“瘦长”型灌区，可以考虑采用光纤接入的方式进行数据通信，这样可大大地节约各信息采集点的通信成本。

灌区量测水信息采集传输方案

灌区量测水自动测报系统总的框架是以省或流域级水情中心为中心，在地市级设立水情分中心，以遥测雨量站、水位流量站、水库站为信息源，以水文实时调度服务为目的的水调自动化系统。根据系统的不同功能可分为通信子系统、水情自动遥测子系统、堤坝安全监测子系统、闸门监视监控子系统、计算机网络子系统、实时用水决策子系统、防汛服务子系统和运行支持子系统等。

灌区量测水信息采集子系统由安装在各个遥测站点（多个水位监测断面）上的水位、闸位及流量传感器(具有A/D转换功能)及相应的自动采集设备组成，用于实时采集及存储水位、闸位和流量等信息。



灌区量测水信息采集方式

灌区量测水信息包括水位、流速、流量、闸位、降水量、土壤墒情、蒸发量及水质等，灌区量测水采集的主要信息是水位、闸位、流量、降雨量等数据。

由于传统的水位-流量观测方法无法满足自动测报系统的需要，对于特定灌区应用现场必须进行人工干预更新，方能实现灌区量测水信息的自动采集、长期自动存贮的信息化建设要求。



①水位采集方式

水位观测设备优先采用水位测井和浮子式水位计。无水位测井的可因地制宜地采用压力式、超声波、雷达或激光等水位计。当水位升降**1cm**时，自动向接收方发送数据，为防止波浪影响，采用**5分钟**一次定时采集。

②流量采集方式

流量数据采集可通过自动流量监测站或通过人工置数方式传输。

③雨量采集方式

雨量采集采用翻斗式雨量观测设备，精度为**0.5mm**，当雨量达到**1mm**时，自动向接收方发送数据。采集降雨强度可达**4mm**，误差 $\leq \pm 3\%$ 。

④墒情及气象信息采集方式

土壤墒情采用可采集测点处不同深度土壤含水率的观测设备，田间气象信息采集主要应用田间无人气象自动监测站来完成。

灌区量测水自动测报系统工作体制

当前，灌区量测水自动测报系统应能够根据功能要求和管理维护力量，以及电源、交通、可资应用的通信信道及信道质量等条件，按照经济合理、便于维护的要求，选用自报式、应答式或混合式工作体制。

- ①自报式在遥测站设备控制下采用随机自报和定时自报相结合。
- ②查询/应答式由分中心自动定时巡测或随机召测遥测站，遥测站响应分中心的查询（召测），实时采集水文数据并发送给分中心。
- ③混合式由自报式和查询一应答式两种工作制式的遥测站组成的系统为混合式系统。

灌区量测水信息采集与传输的体制应尽量选为自报式体制，并能够支持分中心召测及远程下载功能，系统可通过软件设置支持上述几种数据传输体制，无需修改硬件，能够自动或根据分中心指令，在水位陡涨或达到警戒水位情况下，主动增加传送数据频度，其查询/应答功能主要用于远程管理和远程历史数据下载。

遥测站的传感器选择及遥测站主要功能

- 系统选用的传感器，必须是经过鉴定符合技术标准、计量标准的正规产品，其适用条件、精度、分辨率、技术性能必须符合有关的水文测验国家标准、行业标准的要求。

- 灌区量测水遥测站应具备以下主要功能：
 - （1）定时采集闸位、水位等信息，并现地存储水位、流量6个月以上；
 - （2）定时或定量报送所采集水文信息或经换算后的流量等信息；
 - （3）现场数据显示、参数设置；
 - （4）数据合理性判别、故障自我诊断维护。

影响系统可靠运行的主要因素

灌区量测水自动测报系统的可靠性最终体现在系统信息的“畅通率”；计算机及其网络的可靠性最终体现在“平均无故障工作时间”和“平均修复时间”。影响系统可靠的主要因素：

(1)系统设备的有效度：在以往的灌区量测水自动测报系统的实践中,设备出现故障（失效）主要是由于系统设计不周、仪器设备选型错误、设备元器件质量问题、设备的制造工艺不严格、电源不稳定、被雷击、操作及维修不周等原因造成。

(2)系统软件和应用软件的可靠性：软件设计功能不全、稳定性差、可维护性差。

(3)系统工作方式：系统工作机制不合理，数据收发和转发流程不合理。

(4)信道的可靠性：在高斯噪声干扰为主的信道中,误码率与信噪比有直接关系。当接收机输出信噪比大于等于20db的情况下,可以保证FSK输出的信道误码率仅为 10^{-4} ，加上纠错功能,误码率可进一步低于 10^{-4} 。超短波信道的固有特点，信号有衰落，受干扰影响较大，可靠性低于卫星（微波）信道。但卫星信道由于有中心控制站和卫星的存在，对于用户来说，可维护性差。

(5)网络系统的可靠性：这里的“网络系统”包括遥测通信网络和计算机网络两部分。由于网络系统面广、量大、系统组成复杂，系统故障有局部性的和全局性的。中心、分中心通信干线及计算机的硬件和软件系统及其网络的故障都带有全局性。

计算机网络还有数据的可靠性和安全性的问题。在网络系统中由于电源扰动、某些物理设备的失效或人为错误等因素,很可能造成系统的混乱或崩溃,主要表现在网络管理的机制上,如数据备份、数据库的一致性、数据安全管理及系统崩溃后的处理与恢复。如何使系统在发生故障后自动切换备份设备,保证测量数据的连续与完整,这是系统设计不可不考虑的大问题。

(6)环境条件：包括地点选择不合理，机房、电源、防雷等条件不满足要求。

(7)人为操作、维护和管理:没有管理规章制度，缺乏技术管理人员，野蛮操作。

量水设施的运行管理及维护

信息化系统建成后，如何有效地使用和运行是信息化建设作用能否充分发挥的重要衡量标准。有效使用和持续运行靠的是积极的管理和维护措施。运行、管理及维护包括设备设施的管护、问题的发现和解决、人员培训、制度职责的制定和履行。同时要大力推广应用，积极筹备费用，保证需求变更和IT发展情况下系统的更新、和升级，保持生命力。

量水设施所获取的信息是灌区管理的基本依据，也是信息化建设成果能否发挥作用的重要保证。因此，量水设施的有效运行、管理和维护必须建立、配置和制定一系列机构、责任人、规章制度、技术方法、资金费用，以及人才培养措施等。

期待与您的合作!

谢谢!



水利部南京水利水文自动化研
究所

TEL : 13905159488 025-52898304
Web: <http://www.nsy.com.cn>
E-mail : 1964286364@qq.com