

灌溉管道工程建设管理技术交流培训会



管道输配水流量测控技术与设备

谢崇宝中国灌溉排水发展中心

浙江平湖，2024年11月21日

管道输配水流量测控技术与设备

- ❑ 灌溉输配水系统
- ❑ 管道类型及新型管材
- ❑ 水表测流技术与设备
- ❑ 超声波测流技术与设备
- ❑ 电磁测流技术与设备
- ❑ 以电折水测流技术与设备
- ❑ 测控一体化水表
- ❑ 适宜农村供水的单户多户水表
- ❑ 管道供水计量高质量发展建议



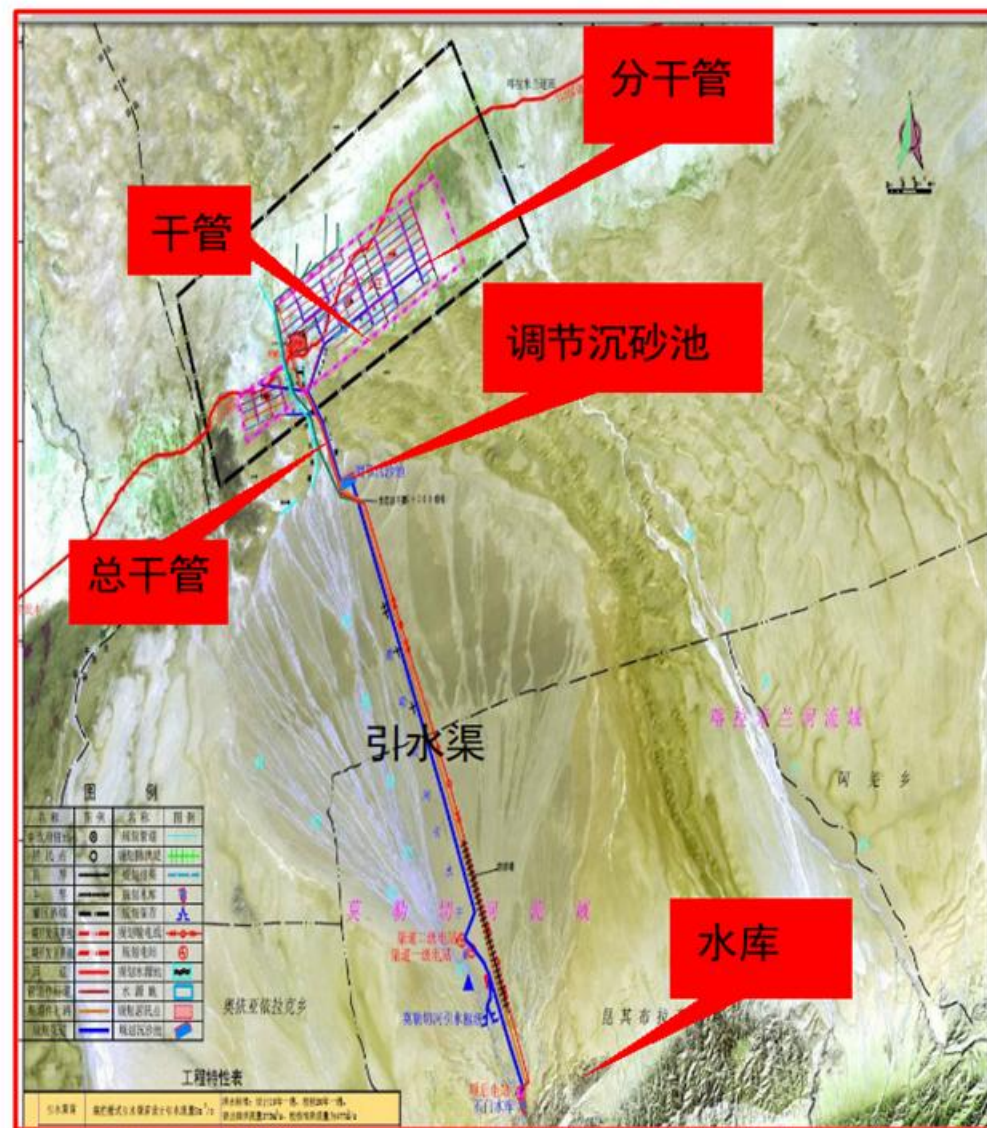
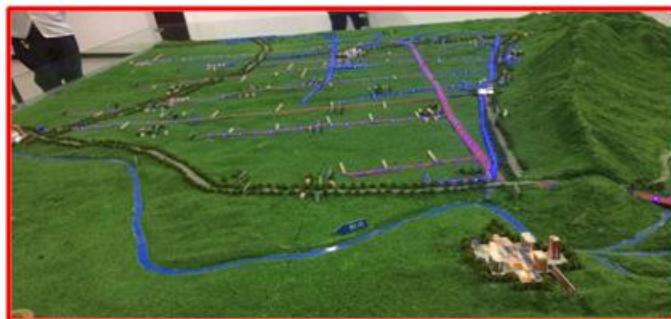
一、灌溉输配水系统



中国灌溉排水发展中心



- ◆ 渠管输水协同化
- ◆ 管网配水自动化
- ◆ 田间用水灵活化



二、管道类型及新型管材



中国灌溉排水发展中心

主要管道类型

在管道灌溉工程中，管材管件的投资占整个灌溉管网的投资比例最大，一般在70%左右。我国灌溉管材的制造基本形成了系列化、标准化，目前适用的管材比较多，主要包括：(1)混凝土管[素混凝土管、预应力钢筋混凝土管、自应力钢筋混凝土管]；(2)塑料管[PVC、PE、PP]；(3)金属管[钢管、球墨铸铁管]；(4)复合管[钢塑复合管、竹复合管]等。



主要新型管材

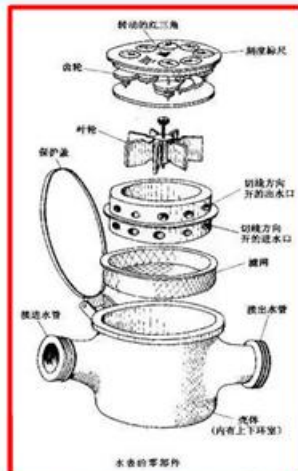
大口径管材按实际应用的先后顺序主要包括球墨铸铁管、PCCP管、PVC管、PE管、钢管、钢筋混凝土管、夹砂玻璃钢管，近些年来市场也涌现出竹缠绕复合管、PVC-O管（蓝管）等新型管材；超过1500mm的管道主要有球墨铸铁管、PCCP管，新型塑料管PVC、PE管；1000mm以内管径的管材各种材质都可以生产。

三、水表测流技术与设备



中国灌溉排水发展中心

- 计量原理：简单直观，是一种基于涡轮转速和水流量之间的线性关系来测量水流量的设备。当水流通过水表时，驱动内部的叶片旋转，旋转运动通过一系列精密的机械结构转化为指针在刻度盘上的移动，从而实现对水流量的计量。这种计量方式历经数百年，至今仍因其可靠性高、维护成本低而广泛应用于水资源管理场景中；
- 水表主要有旋翼式和螺翼式两类；移动式水表可用于田间测流；数据输出包括机械式、模拟量输出式、数字输出式；旋翼式水表适用于小口径管道的单向水流总量的计量，采用齿轮计数，旋转翼每转1圈输出1个脉冲信号；螺翼式水表适合于大口径管路，流通能力大、压力损失小。整体而言，水表精度可达 $\pm 2\%$ ，适用管径小于500mm的应用场景；
- 选择水表安装方式时，需要综合考虑水表的类型、管道的布局以及使用环境等因素。转子叶片水表和立式螺旋式水表必须水平安装，而卧式螺旋式和容积式水表可以根据实际情况选择水平、倾斜或垂直安装。垂直安装时，水流方向应该从上到下；
- 旋翼式水表前后应有不小于0.3m的直管段；螺翼式水表前应有不小于8-10倍公称直径的直管段；最大流量时，水表压力损失不应超过0.1MPa，水平螺翼式水表不应超过0.03MPa。

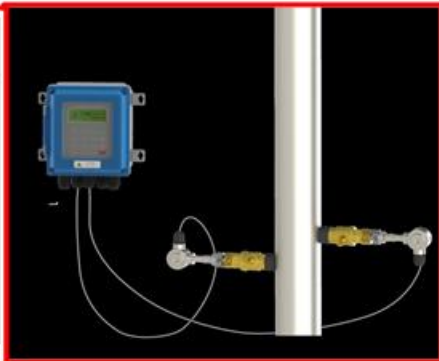
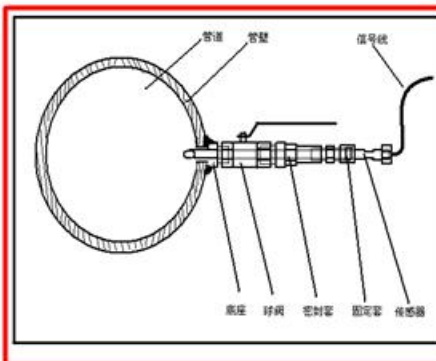


四、超声波测流技术与设备



中国灌溉排水发展中心

- 计量原理：一种基于超声波在流动介质中传播速度等于被测介质的平均流速与声波在静止介质中速度的矢量和的原理开发的流量计，主要由换能器和转换器组成，有多普勒法、速度差法、波束偏移法、噪声法等不同类型。精度可达 $\pm(1-1.5)\%$ ，管径不限。其中，时差法是测量顺逆传播时传播速度不同引起的时差计算被测流体速度；相位差法测量顺逆传播时由于时差引起的相位差计算速度；频差法采用测量顺逆传播时的频率差计算速度；
- 外夹式超声波流量计：安装换能器无需管道断流，安装简单，使用方便，但不能用于衬里或结垢太厚的管道，也不能用于衬里（或锈层）与内管壁剥离（若夹层夹有气体会严重衰减超声信号）或锈蚀严重（改变超声传播路径）的管道；
- 管段式超声波流量计：把换能器和测量管组成一体，测量精度也比其他超声波流量计要高，但要求断开管道安装换能器；
- 插入式超声波流量计：利用专门工具在管道上打孔，把换能器插入管道内，完成安装。由于换能器在管道内，其信号的发射、接收只经过被测介质，而不经管壁和衬里，其测量不受管质和管衬材料限制；
- 主要特点：超声流量计为无流动阻挠测量，无额外压力损失，适用于大型圆形管道和矩形管道，原理上不受管径限制，可在无法实现实流校验的情况下优先考虑选择使用；超声流量计可测量非导电性液体，在无阻挠流量测量方面是对电磁流量计的一种补充。

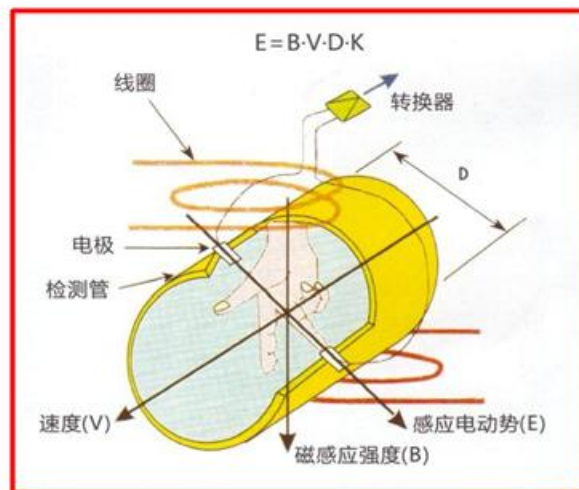


五、电磁测流技术与设备



中国灌溉排水发展中心

- 计量原理：电磁流量计是20世纪50-60年代随着电子技术的发展而迅速发展起来的新型流量测量仪表。电磁流量计是根据法拉第电磁感应原理，在与测量管轴线和磁力线相垂直的管壁上安装了一对检测电极，当导电液体沿测量管轴线运动时，导电液体切割磁力线产生感应电势，此感应电势由两个检测电极检出，数值大小与流速成正比例，以此来测量导电流体流量的一种仪器。
- 电磁流量计应安装在管路的最低点或者管路的垂直段且应在水流满管的情况下才能精准计量，同时对前后直管段要求应满足前5D后3D；计量精度可达 $\pm 0.5\%$ ，适用管径小于2000mm；
- 管道式电磁流量计：一体化电磁流量计作为输水管道的一部分。为了改善涡流与流场畸变的影响，流量计安装的前后直管段长度有一定要求，否则会影响测量精度；
- 插入式电磁流量计：直管段，入口应 $\geq 10 \times DN$ ；出口应 $\geq 5 \times DN$ ；接地点，应不受外界寄生电势的干扰，传感器应有良好的接地，接地电阻小于10（若金属管道接地良好时，无须专设接地装置）；安装位置，在管道上开孔直径50，把连接焊管焊接在管道的开孔上，无水流安装时可选择不加装球阀的流量计；当要求不断流装卸或不允许介质溢出的场合，须选择带球阀结构的插入式电磁流量计。



六、以电折水测流技术与设备



中国灌溉排水发展中心

- 计量原理：“以电折水”是通过研究耗电量与取水量之间的关系，来分析水电折算系数，进而通过计算耗电量与水电折算系数的乘积来推求取水量的方法。“以电折水”计量就是以泵站提水所耗用的电量乘以该泵站电水转换效率，计算出该泵站灌溉区所用的水量。对于不同的泵站，由于实际扬程、水泵型号、电机型号及其泵机匹配程度等因素的影响，电水转换效率是不尽相同的；
- 电水转换效率一般用水电转换系数 T 表达，对样本泵站进行水电转换系数施测时，选择一个标准时间段，记录这一标准时间段的用电量 E 及其实测的出水量 Q ，利用公式 $T=Q/E$ 即可计算出该泵站的水电转换系数；依据实测不同类型的样本泵站的水电转换系数，在满足样本代表性的前提下，结合扬程变化、泵站运行年限、水体含沙量等多种影响因素，推算率定出其他泵站水电转换系数；也可根据需要，复测率定泵站的水电转换系数，以进一步控制或消除系统误差；
- 主要特点：与管道流量计相比，其优点不仅具有投资少、无运行维护费、操作简单易行、适应性广泛、用户认同等特点，而且解决了低扬程泵站由于稳流泵管无法达到15倍管径长度的限制问题。



七、测控一体化水表



中国灌溉排水发展中心

- 根据指令调整阀门的启闭，包括测量部分和控制部分，可称为阀控水表。

06

超声远传水表（阀控）



一体式

分体式



安装方式



八、适宜农村供水的单户多户水表



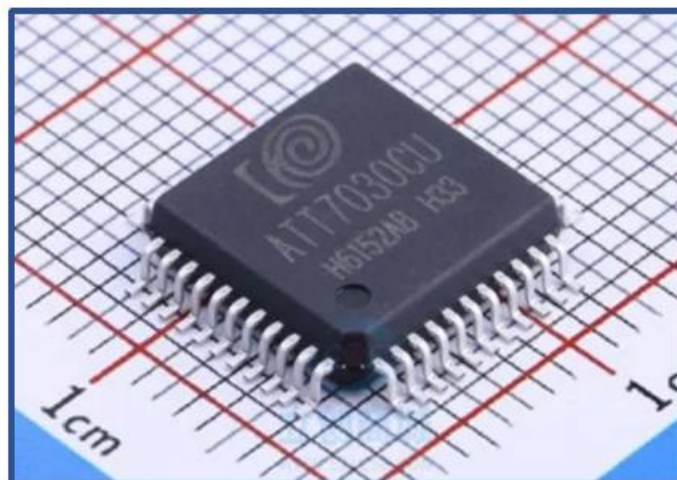
中国灌溉排水发展中心



“一头多芯” 分体式超声防冻防漫物联网预付费水表

1) 突破核心技术，创制管道量水计量芯片和智能传感器

- ❑ 立足核心技术元件自立，围绕新材料、新结构，新工艺、新方法，集中攻克关键核心技术，整体拓展和提升管道水量监测设备性能及适用范围：
- 研发高精度TDC测量芯片：以实现管道水量计量设备整体压力损失小、功耗低、量程比宽、测量精度高为目标，通过结构优化和电路设计及算法提升，研制新一代高精度TDC计量芯片，打破技术垄断，大幅提高时间测量精度；
- 研发高性能超声波换能器：以提升基于MEMS超声器件的机电耦合系数、灵敏度、工作频率、带宽和传感特性等性能参数为目标，突破频率带宽小、集成度低、探测范围窄等技术难题，显著提高换能器机电耦合系数与高品质因数，实现体积小、功耗低、普适性强的换能器量化生产；
- 优化产品结构设计：探索解决流量计量前后直管段问题、冬天冻胀问题、夏天水泡问题、传感器杂质附着问题。

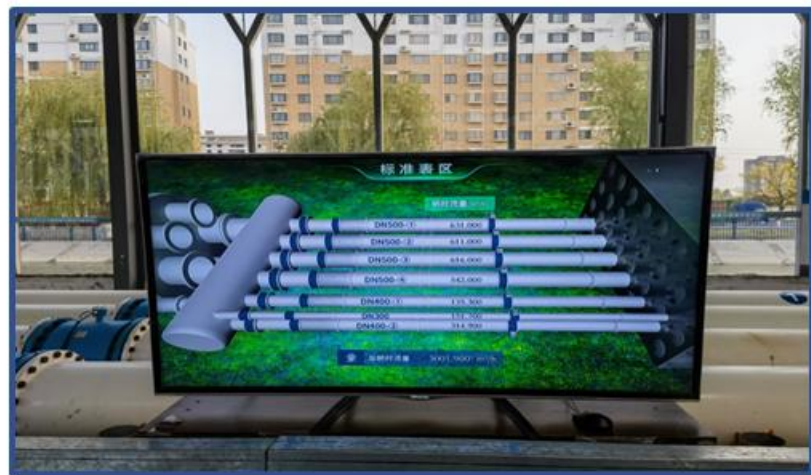


九、管道供水计量高质量发展建议



中国灌溉排水发展中心

2) 强化量值溯源，切实开展管道计量产品性能检定与校准



3) 着力高效应用，科学确立管道计量方式

- 考虑现地环境：地理环境、气候环境、电磁环境、流速条件、水质条件等；
- 考虑应用要求：精度控制、工作时间、总量控制、定额管理、监测频率、设备性能等；
- 考虑安装条件：进口端直管段长度10倍管径；出口端直管段长度为5倍管径。保持水流平稳！
- 考虑运行场景：仪器仪表长期野外安装，如何防水浸泡？防冬季冻裂？设备本身解决？管道系统解决？

◆ 以电折水：电量计量要准确、折算系数要科学、动态调整要及时！

◆ 以电折水：能否同步5%的水电双控，实时分析折算系数，为其他类似计量提供折算系数？





谢谢各位专家，敬请批评指正！

邮箱：xchb@263.net