

雷达水位计在河套平原自流灌区中的应用

李占强 王一如 李飞 曹立奇

(内蒙古河套灌区水利发展中心, 内蒙古 巴彦淖尔 015000)

【摘要】雷达水位计在河套平原自流灌区中的应用主要是为了实现对灌区水情的在线实时监测和数据采集,减轻了工作人员的劳动强度,加强了渠道输配水能力,提高了渠道安全的保障,加强了管理单位的监管能力,提升了灌区的整体管理水平。

【关键词】河套灌区; 平原自流灌区; 雷达水位计

一、河套灌区的概况

河套灌区引黄灌溉已有两千多年历史,从秦汉开始兴建,直至民国时期逐步形成了十大干渠。中华人民共和国成立后,河套灌区掀起了引水工程建设、排水工程畅通、世行项目配套、节水工程改造等四次大规模水利建设阶段,实现了从无坝引水到有坝引水、从有灌无排到灌排配套、从粗放灌溉到节水型社会建设三大历史跨越。目前,河套灌区拥有七级灌排渠(沟)道形成比较完善的七级灌排配套体系,河套灌区以三盛公枢纽从黄河自流引水,由总干渠、13条干渠及各级渠道输配供水至田间地头及湖泊海子,总排干沟、12条干沟及各级排沟排水,后通过红圪卜扬水站进入乌梁素海排水承泄区,最后经过总排干出口段退入黄河,形成完整配套的一首制灌排体系。

水位计在河套平原自流灌区中的应用主要是为了实现对灌区水情的在线实时监测和数据采集。河套灌区是全国3个特大型灌区之一,也是亚洲最大的一首制自流引水灌区。由于灌区水中泥沙多、自然坡降缓、水位变幅大,因此对水位的精确监测显得尤为重要。近年来,河套灌区推进了信息化建设,通过雷达水位计等设备,实现了总干渠、干渠、分干渠水位、闸位、视频监控以及渠道流量的在线采集。

二、水位计的选型

水位计种类主要有以下四种:1浮子式水位计、2、超声波水位计、3压力式水位计、4雷达水位计,根据灌区所处位置及水流特点、水质情况进行选用一款适合灌区的水位计,现对以下几种情况进行简要说明。

(一)浮子式水位计

浮子式水位计是一种广泛应用于测量液体水位的重要设备,它利用浮力原理,通过测量浮子的位移来推算液体的水位,浮子式水位计的工作原理基于阿基米德原理。当浮子浸入液体中时,浮子受到向上的浮力,这个浮力与浮子的重力相等。当液体的水位发

生变化时,浮子的位置也会相应改变。因此,通过测量浮子的位移,我们可以推算出液体的水位。

浮子式水位计具有结构简单、测量准确、稳定性好等优点,但也存在受流体和温度影响、安装要求高和维护需求高等缺点。在使用过程中,应根据实际需求选择合适的浮子式水位计,并定期进行维护和检查,以确保其正常运行和测量结果的准确性。

河套灌区地处北方,春季分凌补水时容易被浮冰破坏浮子水位计的保护建筑物;河套灌区属于引黄灌区,水中含沙量较大容易在浮筒内形成淤积影响测量值,故浮子式水位计在河套灌区不具有广泛使用的特性。

(二)超声波水位计

超声波水位计的原理是利用超声波在空气中的传播速度和在水中的传播速度的差异来测量水位。当超声波从空气传入水中时,其传播速度会发生变化,这个变化与水面的高度有关。通过测量这个变化,就可以计算出水位的高度。具体来说,超声波水位计通常由一个发射器和一个接收器组成。发射器发出超声波,接收器接收反射回来的超声波。当超声波遇到水面时,会被反射回来,被接收器接收。通过测量发射器和接收器之间的时间差,就可以计算出水面的高度。

超声波水位计具有以下特点:

1. 非接触测量:超声波水位计可以在不接触水体的前提下测量水位,这使得它特别适用于测量腐蚀性、高温或有毒等恶劣环境下的水位。2. 精确度高:超声波的传播速度在水中是恒定的,因此超声波水位计的测量精度较高,误差通常在正负1mm以内。3. 响应速度快:超声波的传播速度非常快,因此超声波水位计的响应速度也非常快,可以实时监测水位的变化。4. 易于安装和维护:超声波水位计通常采用一体化设计,安装和维护都比较方便。

由于超声波在空气中传输会受到温差的影响,随温度升高超声波的速度增大;随温度降低超声波

的速度减小而河套灌区地处北方高寒地区，温差大，必然会影响超声波水位计的测量值，经过实地测量，它在误差范围超出水文要求，故在河套灌区不具有广泛使用的特性。

（三）压力式水位计

压力式水位计是一种广泛使用的设备。它的工作原理压力式水位计基于流体静力学原理。它通过测量水位变化时水柱产生的压力来推算水位。通常，压力式水位计包括一个密封的浮子室，其中包含一定量的空气或气体。浮子室连接一根压力管，管子的另一端连接到一个压力传感器。当水位上升时，水柱对浮子室产生压力，使浮子室中的气体压缩。这种压缩通过压力管传递到压力传感器，进而转换成可读的压力值。

压力式水位计是一种可靠、稳定且易于安装和维护的水位测量设备。然而，其精度受到一些因素的影响，并且存在一定的适用范围限制。在选择和使用压力式水位计时，考虑到河套平原灌区属引黄自流灌区水中含沙量高，压力式水位计很容易淤堵，灌区不易推广使用。

（四）雷达波水位计

雷达水位计的工作原理基于微波信号的发射和接收。当雷达水位计发射微波信号后，信号会在水面与空气的交界处发生折射和反射，然后由接收器接收回波信号并进行处理，通过计算信号的时间差来确定水位高度。

雷达水位计作为一种高精度、远距离、非接触式水位监测设备，具有多项独特优点。首先，其工作原理基于微波雷达技术，能够实现远距离、高精度的水位监测，适用于复杂环境下的测量需求。其次，雷达水位计不受天气、温度、湿度等外部因素的影响，稳定性强，适用范围广。此外，雷达水位计无需直接接触水面，无需维护，使用寿命长，节省人力物力成本。

总的来说，雷达水位计凭借其高精度、远距离、稳定性强等优势，雷达水位计是一种高精度的非接触式水位测量仪器，其突出的优点是实现非接触测量，安装方便，利用电磁波探测距离，不受温度、湿度、气压、雨雪和风沙等环境因素的影响，可直接测量自然河道水位，实现水位数据的远程传输及自动化处理。此外，雷达水位计具有水位跟踪速度快、非接触测量以及受风、沙、温度和漂浮物的影响小的特性，很适合在河套灌区中使用。

三、河套灌区的管理模式

河套灌区水量调度管理为四级管理四级调度，分

别为中心、分中心、供排水所、供排水段，分级管理，逐级负责的管理制度，水位计的广泛应用，通过综合查询 APP 系统查看相应数据，对渠道输水安全运行及水量调度工作提供实时数据，达到高效运行的目的。

河套灌区是一首制平原自流灌区，东西长 250 公里，南北宽 60 公里，坡降为 1/7000，水位差俗称水头，是非常宝贵的灌溉调度资源，实时水位的数据是调度重要指标，自动化水位计的应用在灌区水量调度方面起到了非常重要的作用，减轻了基层人员观测水位的劳动强度，减少了供排水所和基层人员频繁的实时水位上报情况，加强分中心对各供排水所按计划引水的管理，实现中心对整个灌域灌溉进度、水量调配都有一个指导性作用。

四、雷达水位计在河套灌区各级管理中的应用

（一）雷达水位计在供排水段中的应用

供排水段属灌区一线基层单位，供排水段以渠道布设，周围有节制闸群，有分水功能和节流抬高水位的作用，为解决高渠和高地的灌溉，在灌溉运行过程中，闸上保持一定水位，为闸上渠道行水保证水位，该水位变幅由上游来水，上游开口，下游用水等因素决定，该水位变幅大，变化快，因此该水位非常重要。

在供排水段水位计布设中要求闸上、闸下、闸群附近的大型直口渠下游都在安装水位计，在值班室中安装水情采集显示单元，具有实时数据显示功能、报警功能、历史数据查询功能、数据曲线图表显示等功能，该系统我们称之为水情采集系统，根据运行情况设置报警水位值，当水位达到设定值时，就触发报警系统，提醒值班人员及时处理。现地数据 10 秒刷新一次，5 分钟向中心数据库回传一次，通过 WEB 查询系统和手机 APP 终端可以查看当地 5 分钟一组数据。

雷达水位计提供实时数据，为一线职工减轻了非常大的工作强度，按水文要求，每 2 小时就需要向上级部门报告一次水位，信息化项目的实施解决了此项工作，节制闸上游直口渠夜晚不浇地私自关口的情况比较多，导致闸上水位夜晚变幅相当大，很容易出现险情，信息化水情系统的报警功能让渠道输水更加安全可靠。

（二）雷达水位计在供排水所中的应用

河套灌区供排水所以渠名命名，根据渠道长度和节制闸数量布设几个供排水段，雷达水位计在供排水所中的应用主要是数据的应用，按照水文规范，供排水所值班人员需要每 2 小时向供排水段向闸上闸下水位，每要一次水位大致需要 20 分钟左右，然后要回数据进行分析，预判，调水，关放口的决定，没有连续的水位，不能做出科学有效的指令，水情采

集系统应用,可以把口部及每个节制闸的水位的历史数据进行分析,可以预判上游来水情况,及时调整用水安排,可以合理进行水量调动,及时精准地对水进行安排,大大提高的渠道水利用率。

(三) 雷达水位计在分中心的应用

河套灌区下设 7 个分中心,每个分中心都有专职水量调度人员,分管调度着各自分中心的供排水所,通过查看水情采集系统,减少了对供排水所、段的上报数据的依赖,避免了数据报错、数据上报不及时等问题的出现,对管辖范围内的渠道灌溉进度进一步掌握,将中心分配的总指标水量进行合理分配,提前做好调度预案,实现优化调度,合理配水的方针政策。

(四) 雷达水位计在发展中心中的应用

河套灌区水利发展中心供水处承担着整个灌区的水量分配、水资源调配、对总干渠各节制闸和各干渠口部及部分分干渠口部有直接调度的权限,随着总干渠水位计沿线 5 公里处的加密布设,加大的对总干渠水情的实时监测的能力,通过每一处水位数据及时判断水量调度,更加科学合理、高效运行的管理办法。

河套平原自流灌区是一个没有水库的灌区,调剂能力相当差,只能通过各级渠道的节制闸进行调剂,它又是一个一首制灌区,渠系长、坡降小、水头是相当宝贵的资源,灌溉体系又繁杂,每一栋建筑物的水位相当重要,频繁的动闸使得水位不断发生变化,随之水位的变化后要及时上报,从而工作量特别大,雷达水位的使用,大大减轻的工作人员的劳动强度,加强了渠道输配水能力,提高渠道安全行水能力,加强了管理单位的监管能力,使灌区由数字灌区向智慧灌区发展打下了良好的基础。

五、雷达水位计日常运维管理

雷达水位计是水情采集系统中的关键部件,其稳定性和准确性对于提高工作效率至关重要。因此,日常维护工作显得尤为重要。首先,虽然雷达水位计的故障率极低,主要由电子元件和天线构成,但还是需要定期检查电源电压和输出电流是否正常。其次,雷达液位计表头的使用温度不能高于 65℃,除此之外,还需定期检查和清理喇叭口或天线上可能出现的结晶问题。

另外,还需要定期清理雷达液位计的积尘,以及检查天线是否黏附脏物,以保证其正常工作并准确测量液位。同时,还应查看各部件连接处的密封情况是否良好。如果必要,可能还需要进行电缆连接的检查、校准和调整。通过这些细致的日常维护工作,可以极大保证雷达水位计的正常运行和测量结果的准确性,从而提升工作效率并保障生产安全。

1. 水情自动采集系统是灌区信息化的基础,可实时显示水位和闸位数据,具有水位超限报警,支持远程水位校准和重要通知广播等功能。

2. 该系统目前正在建设完善过程中,可辅助水调人员开展部分工作,不可代替人工值班,值班人员仍按照本单位原有的值班制度和灌溉运行安全保障制度,完成水量调度和防洪管理等工作。

3. 灌区系统调度人员通过对应权限登录网页使用水情自动采集系统,查看业务范围内的渠道水情实时数据和运行状况。

4. 水情自动采集系统界面功能查看,按以下规程进行操作。(1)调度人员按照屏幕提示进行操作,查看实时水位、闸位、历史水情数据以及水位超限报警等功能。(2)系统显示画面设有屏幕保护程序,点击屏幕即可激活显示界面。有通知信息时,会在页面滚动显示,无需进行任何操作。(3)系统出现显示器无法启动的情况,可使用柜体复位按钮重启系统,如多次重启无法解决问题,联系上级主管部门处理。

5. 灌区基层管理段是水情信息汇集、传输的前沿,确保系统正常高效运行的关键节点,切实做好系统设备的维护管理工作。(1)确保水情信息采集系统及闸位采集设备 24 小时不间断供电。当水情采集系统断电时,应立即启用备用电源。当闸机房需要切断动力电时,必须保留闸位采集设备安装柜内 220V 供电。(2)水情信息采集设备损坏或出现故障时,要及时报上级有关部门维修恢复运行。(3)外部电源长时间断电,蓄电池中电量耗尽,导致显示器无法启动。供电恢复后,按下复位按钮即可进入操作界面。

参考文献:

- [1] 郭瞳瞳,赵舒迪,魏彩云.浮子式水位计浅谈[C].//2013 年全国大坝安全监测技术与应用学术交流会议论文集.2016:63-67.
- [2] 周杰.浅谈超声波水位计在水闸工程中的应用[J].治淮,2022(3):36-38.
- [3] 江显群,林俊,李伊明.PS-Light 气泡压力式水位计应用综述[C].//第十二届全国水利量测技术综合学术讨论会论文集.2008:38-42.
- [4] 许笠,王延乐,华小军.雷达水位计在水情监测系统中的应用研究[J].人民长江,2014,45(2):74-77.
- [5] 柴建东,张瑞军,姜杰.河套灌区智慧水利信息化系统解决方案的构建与应用[C].//第十二届海峡两岸科普论坛论文集.2019:50-52.