



Vegapuls61 雷达水位计 在长江数字航道水位测量中的应用

冯能操, 陈卫, 罗维新

(长江水利委员会水文局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 分析了在航运码头安装雷达水位计的优点, 介绍了 vegapuls61 雷达水位计工作原理及性能指标, 结合长江航道航运码头地形特点和 vegapuls61 雷达水位计的应用特点, 阐述 vegapuls61 雷达水位计在长江航道航运码头水位测量中的应用条件、范围、测量精度以及遇到的技术难题、解决方案和成功经验。

关键词: 数字航道; vegapuls61 雷达水位计; 解决方案

中图分类号: U 61

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2014)11-0051-04

Application of Vegapuls61 radar water level sensor in measurement of water level in the Yangtze digital waterway

FENG Neng-cao, CHEN Wei, LUO Wei-xin

(Bureau of Hydrology, Yangtze Source Commission, Wuhan 430010, China)

Abstract: This paper analyzes the advantages of using radar sensor to measure the water level at the shipping dock, introduces the principle and performance index of vegapuls61 water level sensor. Combining with the topographic features and application characteristics of Vegapuls61 radar water level sensor in the Yangtze River navigation dock, this paper expounds the application condition, scope and measurement accuracy of the gauge, together with problems encountered, countermeasures and successful experience in the Yangtze River stage measurement by the Vegapuls61 radar water level sensor.

Keywords: digital waterway; vegapuls61 radar water level sensor; solution

Vegapuls 61 型雷达水位计是最近几年从德国引进的一种水位测量设备。该水位计技术成熟、测量精度较高、安装方便, 在长江数字航道水位监测系统中成功用于监测航运码头的水位, 取得了较好的测量效果。

1 航运码头安装雷达水位计的优点

航运码头受泥沙淤积和行船影响, 泊位水下地形复杂、变化很大。码头水位变化直接影响船舶的停靠, 所以必须实时掌握码头的水位信息, 才能科学指挥船舶停靠。目前水位测量传感器主

要有气泡水位计、浮子水位计、雷达水位计等多种类型, 因测量原理不同, 对安装环境的要求也不同。因为气泡水位计使用时需要在测量地点的河水中敷设感压气管, 且不允许气管口淤积, 但是码头一般船只较多, 水下敷设气管不但影响船只安全航行, 而且船舶卸货时洒落的颗粒物可能导致河床淤积, 气管口堵塞, 影响正常工作。浮子水位计安装需要建设水位测井, 投资较大, 且测井影响船只停靠。雷达水位计不需要建设任何水工设施, 投资小, 只需要在码头作业平台临水边, 支一个横臂即可完成安装, 维护简单方便。

收稿日期: 2014-09-09

作者简介: 冯能操 (1980—), 男, 工程师, 从事长江流域水情自动测报系统工程建设工作。

2 雷达水位计的工作原理

如图1所示,雷达水位计的天线间断性地发射电磁波脉冲,遇到物体后反射回来的电磁波脉冲被雷达水位计的天线接收,脉冲从发射到接收的时间差 t 与天线到物体之间的距离 L 成比例,可以如公式:

$$L = ct/2 \quad (1)$$

式中: c 表示电磁波的传输速度,一般为定值; t 由传感器计算求出。

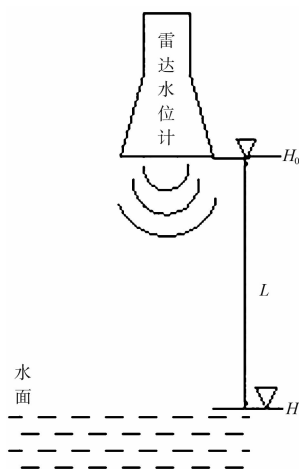


图1 雷达水位计测量原理

设传感器的天线高程为 H_0 ,那么反射面的高度 $H = H_0 - L = H_0 - ct/2$ 。如果雷达传感器的天线对着码头水面发射脉冲波, H 值就是需要测量的水位值^[1]。

3 Vegapuls61 雷达水位计性能

图2是Vegapuls61雷达水位计的实物图片。图中左侧是安装固定用的金属框,右侧是水位计的核心部分,其中右下部分是水位计的天线,用于发射雷达波,右上部分是数据处理单元,用于处理测量数据。

Vegapuls61雷达水位计工作原理与通用雷达水位计的工作原理类似,该类型传感器每个脉冲时间一般持续1 ns,其信号输出接口为二线制4-20 mA类型。传感器内部数据处理单元将计算出的距离值 L 成比例的转换成一个电流信号,对外输出。



图2 Vegapuls61 雷达水位计

传感器主要功能指标^[2]为:

- 1) 工作电压范围宽,可以在9~30 VDC范围内正常工作;
- 2) 功耗低,最大工作电流仅20 mA;
- 3) 最大量程35 m,且量程可以根据需要设置,在液位变化幅度不大的情况下通过减小量程提高测量精度,最高测量精度可达毫米级;
- 4) 工作范围-40~80℃;
- 5) 可以根据被测介质的不同,灵活选择测量模式,降低测量误差。

另外,厂家提供以下调试工具降低系统建设成本,提高安装调试效率。

1) 状态显示与参数设置模块,可借助该模块进行状态设置和故障诊断。

2) 专用USB接口适配器,实现传感器和笔记本电脑互连,借助专门的PACTware软件完成对传感器的调试。

3) 丰富的数据存贮区,传感器每3 min存贮一条数据记录,最多可存贮6万条数据,且掉电也不会丢失。另外传感器有专门的事件存贮器,如修改参数、状态消息、错误消息等都可存入事件存贮器,并记录事件发生的具体时间,最多可以记录500条。

4 Vegapuls61 雷达水位计实际应用

4.1 安装位置的选择

航运码头都有作业平台,一般是通过混凝土基础支撑在靠近堤防的水面上,为了便于船

只停靠, 邻近作业平台的航道一般很深, 即使在枯水季节河水也会淹没至此, 这为雷达水位计的安装创造了优良的条件, 图 3 为雷达水位计安装布置示意。在作业平台的外边角 (图中作业平台左下角位置) 安装雷达水位计的供电设备和数据传输设备, 可以避免作业机械和运输车辆对水位监测设备的影响, 同时也保证了作业的安全。架设雷达水位计的横臂, 保持和水流方向平行, 船只一般不会航行至此区域, 这样既保证了船只和雷达水位计的安全, 也保证了水位计的测量精度。

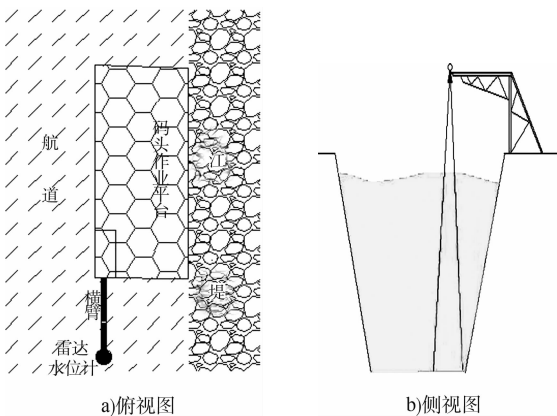


图 3 雷达水位计安装布置

4.2 安装基本要求

1) 横臂应达一定刚度。

雷达水位计有一定的质量, 当安装在横臂的末端时, 在重力的作用下横臂不应该有明显的压弯变形现象。另外, 在雨雪或大风条件下, 雷达水位计不会上下左右明显晃动。长江数字航道雷达水位计实际安装经验表明, 横臂采用直径为 60 mm 左右的钢管最佳, 横臂偏长应该适当增加其直径。

2) 横臂长度以 4 m 左右为宜。

在航运码头作业平台安装横臂, 建议长度以 4 m 左右为宜。因为横臂越长, 雷达水位计受外力影响时晃动幅度就越大。雷达波的波束呈发散的圆锥体 (图 3b), 如果横臂过太短会导致雷达波束尚未到达水面就遇到作业平台下方的水泥基础发生反射, 导致测量结果失真。

3) 雷达水位计的波束主轴应与水平面垂直。

当雷达水位计的波束主轴与水平面垂直时, 从水面反射回来的电磁波强度大, 测量的结果就准确。为了保证雷达水位计的波束主轴与水平面垂直, 安装横臂时, 应尽量保持水平。

4) 被测点水面应尽量平静。

水面平静时, 从铅锤方向发射出的雷达波经过水面反射回来的雷达波强度大, 测量结果准确, 否则将导致漫反射, 回波强度减弱, 导致测量结果起伏不定, 甚至测量出错。

5 水位测量数据传输处理流程

水位测量数据传输处理流程如图 4 所示。数据采集终端通过 AV 转换器 (电流电压转换器) 和 AD 转换器 (模数转换器), 即可将雷达水位计输出的电流信号转换成数字信号供 CPU (微处理器) 换算成距离值 L , 便可求出水位值 H 。最终数据采集终端将水位值通过 GPRS 网络传输到长江航道测量中心的数据处理平台, 为航运调度决策提供依据。

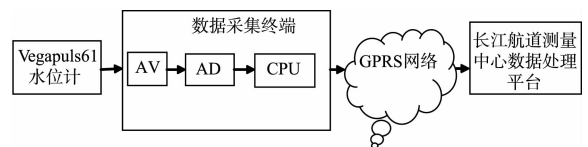


图 4 水位测量数据传输处理流程

6 应用中遇到问题及解决方案

实际情况下, 航运码头水位变化过程是一个连续变化的曲线, 见图 5 a)。在 vegapuls61 雷达水位计使用过程中, 主要出现了 2 类测量数据失真现象: 一是航道实际水位发生了变化, 但是测量水位数据始终保持不变, 见图 5 b); 另外一种是在水面波动的时候, 测量值呈现阶跃跳变现象, 见图 5 c)。

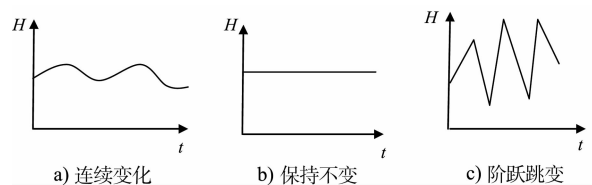


图 5 水位变化过程线

针对测量数据失真的问题,笔者采用以下措施解决了问题。

6.1 测量水位数据始终保持不变的问题

根据传感器的特性,测量数据保持不变一般有如下几种情况:

1) 雷达天线与水面的距离超出了预先设定的最小测量距离(盲区)和最大测量距离(最大量程)所规定的测量范围;

2) 水位变化的剧烈程度超出了预先设定的线性曲线所规定的范围(单位时间内允许水位变化的范围);

3) 其他回波强度超过了来自液面反射波的程度。比如雷达天线表面被杂物覆盖、被测水面一层高耸的泡沫覆盖、因空间狭小雷达波束尚未到达水面即从侧面反射回来等。

vegapuls 61 雷达水位计是一款智能传感器,设计者认为被测液位在时域上是连续变化的,液位单位时间内允许变化范围需要用户根据实际情况确定,如果测量结果超过此范围,传感器将认为测量值错误,继续输出上次测量值,当然单位时间内允许变化范围也不能设置过大,否则测量结果将会出现图 5c) 的情况。本项目中最终通过重新修改单位时间内允许水位变化的范围,将单位时间内允许水位变化的范围适当放宽,因此当传感器的最新测量值与上次测量值相差较大时,传感器也会认为本次测量结果正确,而不至于舍弃本次测量结果,继续输出上次的测量结果。也可以不放宽单位时间内允许水位变化的范围,直接采用程控的方式给传感器断电后重新上电,这样传感器会认为是一个新的测量环境,数据输出前和上次的测量结果进行比较,这种方法也可解决输出的测量值保持不变与实际情况不符的问题。

6.2 水位持续阶跃跳变的问题

长江航道水位是一个连续平滑的变化过程,受行船、水的流动性以及刮风等因素影响,水面波浪对测量结果影响明显。而雷达水位计的测量

结果是个瞬时值或很短一个时间区间内的平均值,当测量正赶上水波波峰时,测量水位偏高,当测量正赶上水波波谷时,测量水位偏低,水波幅度很大时,测量的水位值将严重失真,失去可信度,不能作为决策依据。水位监测系统开发人员采取了软件滤波的方式进行解决。即在一个采样周期内,一般为 1 min,每 12 s 采集一组水位数据,共采样 5 组水位数据,去掉最大值和最小值,计算剩下的 3 组数据的平均值作为最终测量值输出,实践表明,采用这种简单的软件滤波的方式,很好地解决了测量误差偏大的问题,测量结果和真实值基本吻合。

7 结语

1) 工程实践证明,在航运码头安装 vegapuls61 雷达水位计监测水位,建设成本低,后期维护方便,系统建设不妨碍码头安全生产,此监测方案应作为航运码头水位监测系统设计的优选方案。

2) vegapuls61 雷达水位计在航运码头恶劣工作环境下能够胜任水位测量的精度要求,其测量原理决定了该类型水位计必须安装稳固,雷达波束主轴应与水平面垂直,这些都是测量结果不失真的前提。

3) 码头水位受刮风和行船影响,波浪虽然很大,导致单次测量结果不能客观反映码头水位,但是可以通过合理配置工作参数、多次采集取平均值等后台处理的方法,确保测量结果逼近真值,满足航运码头作业调度对水位数据的精度要求,在航运码头安装 vegapuls61 雷达水位计监测水位,运行效果表明技术是可行的。

参考文献:

- [1] 杨英科,李宏,许宝民.雷达测量与应用[M].北京:国防工业出版社,2011.
- [2] Germany 2012-36499 Vegapuls61 Operating Instructions[S].

(本文编辑 郭雪珍)