

桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统研制

陈亚东¹, 张清¹, 丁兵²

(1. 江苏航运职业技术学院, 江苏 南通 226000; 2. 南通龙琳水利科技有限公司, 江苏 南通 226000)

摘要: 现有监测技术具有较大的使用局限和较小的适用范围, 致使目前还不能实现对桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形进行远程、动态的实时测绘。因此, 本文研制了桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统及测绘方法。

关键词: 桥梁; 水下基础; 冲淤地形

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 07—0049—03

随着我国经济社会的快速发展, 跨水域桥梁等涉水工程大量兴建。针对涉水工程的健康监测与安全评价在工程技术领域受到人们越来越多的重视, 桥梁等涉水工程的病害诊断和防灾减灾也成为应运而生的新研究领域^[1,2]。桥梁由于特殊的服役环境极易受到水下基础冲刷, 水下基础冲刷导致的桥梁移位变形乃至坍塌水毁均具有突然性, 会造成人民生命财产的重大损失^[3,4,5]。为了保证桥梁的正常运营和过往船舶的通航安全, 开发桥梁水下基础冲刷险情监测预警系统是当前全世界范围内的普遍做法。但是, 模型验证和原型应用均表明, 已有的桥梁水下基础冲刷地形测绘装备均有使用局限和适用范围, 还不能实现动态冲刷地形的实时监测和局部冲刷险情的适时预警^[6,7,8]。基于上述考虑, 本文研制了桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统, 此方法不仅实现了桥梁水下基础周围地形的无线远程监控和动态地形数据的实时获取, 也不再需要施测现场的人为操作, 大幅减小了冲刷监测的中间环节, 削减了监测成本, 缩短了监测时间, 提高了监测的精度, 具有重要的现实意义和较大的工程应用价值。

1 智能系统及测绘方法

1.1 智能系统研制

为解决现有桥梁水下基础附近冲淤地形测绘装备和测绘作业方法的弊端, 研制设计出了一种能够自动获取桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据的智能系统, 并开发了适用于上述智能系统的测绘方法, 该系统的整体布置如图1所示。

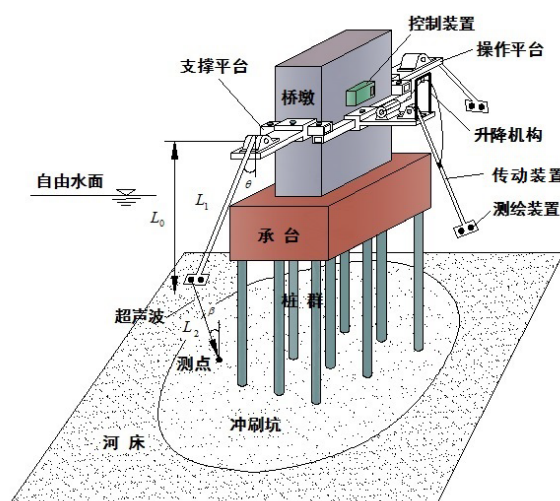


图1 桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统整体布置图

支撑平台主要对整个系统起到重力支撑作用, 由四根矩形空心型钢、螺栓和螺母构成, 如图2所示。

操作平台能够为传动装置安装、测绘装置空间位置调整、系统构建、检修维护等工作提供操作空间, 由外挑式水平钢板、接头钢板、紧固螺栓等部件构成, 如图3所示。

传动装置包括铝合金圆管、丝扣管件、同心轴承、长直钢轴、步进电机、联轴器、横向转轴等构件, 如图4所示。

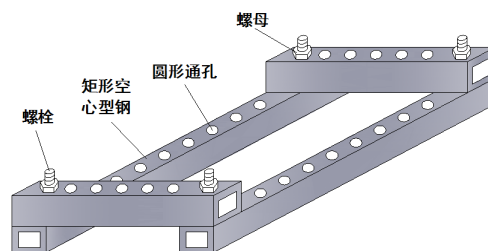


图2 支撑平台结构图

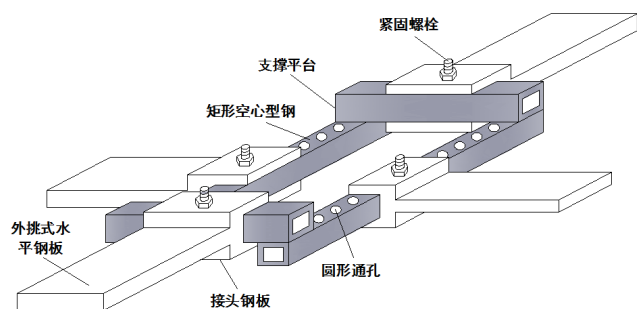


图3 操作平台结构图

测绘装置包括三通圆管、同心轴承、内置圆管、封堵盖板、同心涡轮、超声换能器、条带状孔洞等部分，如图4所示。

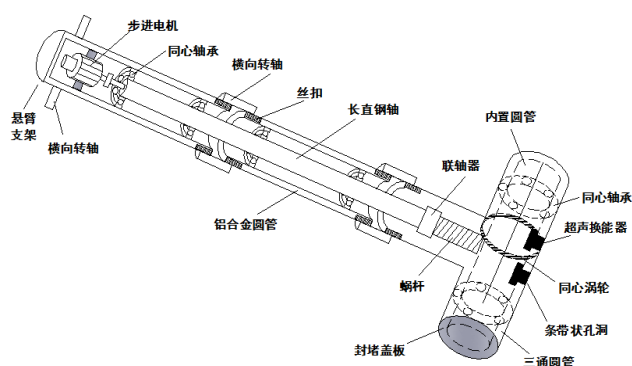


图4 瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统传动装置结构图

升降机构由伺服电机、转轮、吊架、吊环、吊索、套环、固定铰支座等构件组成，如图5所示。

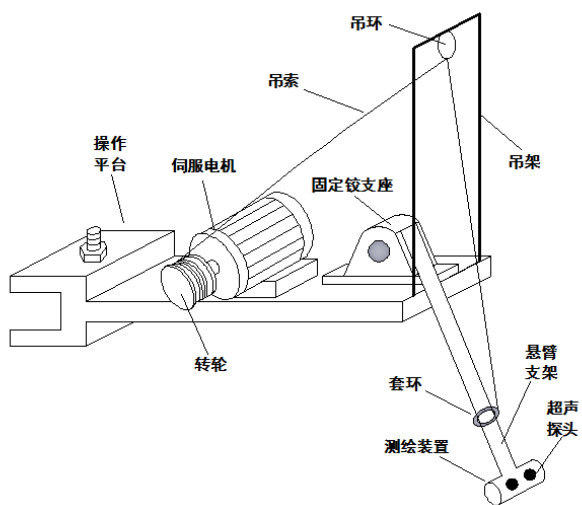


图5 升降机构结构图

桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统研制的原理是：远程终端计算机发出指令，令步进电机按设定步进角旋转，步进电机带动长直钢轴转动，长直钢轴通过蜗杆和同心涡轮传动，带动内置圆管转动，

固定于内置圆管侧壁上的超声换能器对三维水下地形进行扫描，然后将超声换能器采集到的三维地形数据无线传输至远程终端计算机，再利用软件平台绘制出桥梁水下基础周围冲淤发展过程中任一瞬时的三维地形。

控制装置主要包括电缆、电机自动控制模块、串口模块、GPRS 模块、终端计算机、数据采集存储模块、数据线和软件平台，电缆一端与步进电机相连，另一端与电机自动控制模块相连，电机自动控制模块通过串口模块和 GPRS 模块相连，数据线一端与单波束微型超声换能器相连，另一端与数据采集存储模块相连，水下地形数据的采集及存储模块也通过串口模块与 GPRS 模块连接，然后 GPRS 模块再通过无线网络与终端计算机通讯，基于上述连接，终端计算机能够发出指令，令步进电机按照预先设定好的步进角度旋转并带动丝杆转动，丝杆上的丝杆套按一定速度带动单波束微型超声换能器移动，进而实现对三维水下地形的扫描，然后将超声换能器采集到的三维地形数据无线传输至终端计算机，软件平台可绘制出三维地形图。

1.2 测绘实施方式

为了进一步阐述桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统的构成要素、结构特点及应用效果，结合图1至图5对智能系统测绘瞬时水下地形的具体实施方式进行论述。

桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形实时测绘开始之前，将支撑平台的四根矩形空心型钢通过螺栓、螺母组合形成环状钢结构，并固定于桥梁桥墩位于自由水面以上的边壁上，操作平台通过紧固螺栓固定在支撑平台外侧；调节升降机构的伺服电机，带动转轮正传或反转，使得吊索伸长或缩短，调节悬臂支架末端的测绘装置于适当位置；测量横向转轴水平轴线至河槽原始河床面的距离 L_0 ，确定横向转轴水平轴线至超声换能器声透镜表面的长度 L_1 ，确定悬臂支架轴线与铅直方向的夹角 θ ，调节步进电机带动内置圆管转动，使得超声换能器的测点尽可能靠近水下基础，该测点作为整个水下地形绘制的初始位置，标定此时超声换能器所发射的超声波与铅直方向的夹角 β ，初始位置处的测点至超声换能器声透镜表面的距离为 L_2 ，各参数指标如图1中所示；依据超声换能器的工作频率和工程实际的测绘精度需求设定步进电机的转动角速度 ω ，则超声换能器在任一时刻 T 所测得的冲淤地形数据 H_s 为 $H_s = L_1 \cos \theta + L_2 \cos(\beta - \omega \cdot T) - L_0$ 。

长江江苏段港口锚地现状及发展建议

陈志勇¹, 东培华², 王宗传¹

(1. 江苏省交通运输厅港航事业发展中心, 江苏 南京 210002; 2. 华设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210014)

摘要: 锚地作为港口重要的公用基础设施之一, 为往来船舶提供候潮、停泊、检验检疫与过驳等服务, 对沿江港口和航运的发展具有重要的支撑作用。本文通过对江苏沿江港口锚地的建设现状和运行管理情况进行分析, 总结了江苏省沿江锚地在大吨级锚位数量、锚地利用率和管理协调等方面的需求, 并对锚地未来发展提出相应的建议。

关键词: 长江江苏段; 锚地现状; 锚地管理

中图分类号: X55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0051—03

锚地是港口发展的重要保障性措施, 其使用和管理状态对船舶安全营运和港区发展具有重要影响^[1]。长江江苏段位于长江干线航道下游, 是长江干线航运最繁忙、港口发展最快、船舶运输密度最大的区段。江苏沿江港

口锚地不仅为本港船舶锚泊服务, 还需要满足大量过境船舶的锚泊需求。

1 江苏沿江锚地发展现状

桥梁水下基础附近瞬时冲淤地形实时测绘开始之后, 即为河流某一洪水事件开始之时, 终端计算机发出指令, 让步进电机带动内置圆管正传, 超声换能器从起始位置处的测点向远离水下基础的各位置处扫描, 并将采集到的瞬时冲淤地形数据无线传输给终端计算机, 当超声换能器到达远端极限处, 该处与桥梁水下基础侧面之间的水平距离为 1.5 倍水下基础宽度, 即完成一次地形扫描; 让步进电机带动内置圆管反传, 内置圆管带动超声换能器向靠近水下基础方向运动, 并将采集到的瞬时冲淤地形数据无线传输给终端计算机, 当到达近端极限处 (初始位置处的测点), 完成又一次扫描; 不断重复上述步骤, 直至洪水事件结束, 瞬时冲淤地形数据自动获取智能系统完成桥梁水下基础周围动态冲淤全过程地形图的绘制。

2 结论

(1) 研制的桥梁水下基础周围地形远程实时监测系统结构构造简单, 吊装运输方便, 工程应用成本较低, 能够实现对水下基础周围地形的实时获取。

(2) 提出的桥梁水下基础周围地形监测方法, 操作使用简便, 能够直接进行远程操控, 不再需要现场人工操作, 避免了监测工作中很多复杂的中间环节, 使得地形监测效率大幅提高, 也能够通过实时获取的监测数据, 及时准确判断洪水过程中水下基础周围的冲刷险情, 为制定合理的排险措施提供科学依据。

参考文献:

- [1] Wang Chen, Yu Xiong, Liang Fayun. A review of bridge scour: mechanism, estimation, monitoring and countermeasures[J]. Natural Hazards, 2017, 87(3): 1881–1906.
 - [2] Azhari Faezeh, Loh Kenneth J. Laboratory validation of buried piezoelectric scour sensing rods[J]. Structural Control & Health Monitoring, 2017, 4(9): 121–134.
 - [3] 房世龙. 局部冲刷坑形成影响桥墩附近流场特性的试验研究[J]. 水运工程, 2009(11): 154–163.
 - [4] 李伟鹏, 周陈婴, 邓建华. 深海条件下海燕大桥墩柱防冲刷技术与分析研究[J]. 公路工程, 2017, 42(1): 60–65.
 - [5] 李靛亮. 桥梁桩基础施工对航道演变影响分析[J]. 水运工程, 2020, (4): 162–168.
 - [6] 房世龙, 施小飞, 倪飞. 桥墩局部冲刷远程实时监测技术研究进展[J]. 公路工程, 2015, 40(6): 88–95.
 - [7] Amirmojahedi Mohsen, Akib Shatirah, Bassar Hossein. Methods for monitoring scour from large-diameter heat probe tests[J]. Structural Health Monitoring—An International Journal, 2016, 15(1): 94–107.
 - [8] Kong Xuan, Ho Siu Chun Michael, Song Gangbing. Scour Monitoring System Using Fiber Bragg Grating Sensors and Water-Swellable Polymers[J]. Journal of Bridge Engineering, 2017, 22(7): 523–536.
- 基金项目:** 南通市科技计划项目 (基于水沙过程动态分析的桥梁基础冲刷病害机理及诊断技术研究 MS12020066)