

远程自行走无人测流缆车在南疆水文站的应用与分析

梁建辉

喀什水文勘测局 新疆 喀什 844000

摘要: 本文主要介绍了水文测流缆车的发展史,重点对远程自行走无人缆车的标准化方案、功能、主要组成部分及材料、设备的配置进行了分析,结合新疆南疆河流特性,对自行走无人缆车实用性的说明,并以目前在使用的第一、二、三代缆车作比较,为南疆地区水文测站今后实现有人看守、无人值守的目标提供了基础依据和供选方案,最后提出其存在问题和今后改进目标。

关键词: 无人缆车; 安全实用; 发展

1 人工缆车

人工缆车在长江、黄河等中下游地区河道较窄流域上使用较多,多用于载人往返河道两岸;1949年建国以后,毛泽东等国家领导人非常重视水利工作,将水文工作一并纳入发展日程;50年代中期,新疆喀什水文启动水文测站设立工作,徒步迁入深山老林,选取最合适、最有利测验工作的河道断面,通过人工肩扛、毛驴托运等方式,建立起新中国第一批水文站,其中,人工缆车在南疆尤其是喀什地区山区水文测站发挥极其重要的作用。

人工缆车结构形式为钢制双索吊箱,在河道两岸修建钢支架及地锚,将钢丝绳悬挂于钢支架并穿过地锚固定后,把缆车吊装于钢丝绳,缆车上安装人工绞罐用于起落铅鱼,人员通过钢制台阶进入缆车,一人通过双手拉拽钢丝绳运行缆车,到达垂线后使用手套或抹布刹车,一人操作绞罐进行流量测验,通过铅鱼到达河底缆车轻微上浮的感觉确定水深,流速仪信号通过有线电铃盒和秒表进行记录,每个测点测验结束后,由两人共同拉拽钢丝绳回到岸边,常有夹伤或夹断手指事故发生。下图为卡拉贝利水文站仍在沿用的人工缆车。



因南疆各流域地理环境的特殊性,区域内部分山区水文站和重点支流水文站地处偏远,水文测验条件有限,多数站点无380V动力电、无缆道操作房。因此,以吊箱缆车的流量测验为主要方式,人工吊箱缆车升降操

作频繁,耗费人力物力,测量结果也不精确。人工缆车从50年代一直延用到现在,其主要优点为简单、方便、快捷,尤其是突发洪水时抢测洪峰,缺点是费力,安全系数低,若不能及时躲避导致铅鱼挂上漂浮物,将会造成车毁人亡的重大事故。目前,在克孜河卡拉贝利水文站仍保留有人工缆车,用于和缆道系统、非接触式微波测速仪等进行对比观测分析。

2 电动缆车

电动缆车是由人工缆车改造而来,在原有缆车上加装电机、驱动滑轮、遥控按钮、太阳能板等,依靠电机驱动滑轮前进,原有绞罐更换为电动轮,驱动轴承控制铅鱼上下,达到测流速、水深的目的。

该遥控电动缆车使用铅酸电池作为电源,驱动吊箱缆车水平行驶及铅鱼上升下降,使用缆车遥控装置,可以遥控吊箱缆车运行,降低了人工劳动程度。

不足主要表现在以下几方面:

2.1 水文要素获得手段落后,测验仍依靠传统测验手段,如利用音响器测速,秒表测定信号、历时;测量数据需要人工记录,测验历时长。

2.2 无法加载更先进测验仪器,只可作为传统吊箱缆车测验使用,对吊箱缆车的平台扩展具有局限性。

2.3 存在安全隐患。遥控电动吊箱缆车仍需要有人上缆车操作,若遇极端恶劣天气,威胁测验人员人身安全。

优点: 解放劳动力,通过遥控即可前进后退和控制铅鱼上下,减轻了缆车前往左右岸时坡度所带来的行进困难;

缺点: 铅鱼起吊时速度较慢,如上游有大型树干等漂浮物及时发现被挂载,将会出现伤亡事故,故在流量测验时需一人监视上游情况,确保安全。

电动缆车总体上带动水文测验前进了一步,但仍需继续改进。下图为库鲁克栏杆水文站目前正在使用的电

动缆车。经对使用后分析,该缆车基本满足流量测验需求,但因断面狭窄,流量超过 $600\text{m}^3/\text{s}$ 以上时,缆车底部距离水面只剩余 1m 左右,安全起见,超警戒流量后采用比降面积法等其它方式进行测验。



3 远程自行走无人缆车

3.1 自行走缆车系统研发及步骤

(1) 需求

前期深入调研市场,结合实际测验需求,请教技术专家建议,充分了解无人测流缆车的功能设计、制造工艺、使用工况、技术要求等,细化项目需求,使产品研发能实际应用于水文测验中。

(2) 系统配件采购加工

包括箱体材料、供电电源、减动机、电动机、限位保护装置、视频监控、数传电台等组件的采购与加工。

(3) 软件升级

在原有软件基础上开发雷达波测速传感器测流数据的录入功能,实现数据自动处理与流量成果生成。

(4) 系统调试,比测试验

系统开发完成后,安排人员到水文站与传统测流缆车进行比测分析,根据比测试验结果,调整并改进系统运行过程中出现的问题。

(5) 系统短期试运行

检验系统总体运行稳定性和可靠性。

(6) 成果提交

根据系统在水文站的短期试运行情况,整理好资料/编写报告、提交报告、申请验收、系统持续优化等后续工作。

3.2 自行走无人缆车标准建设方案

(1) 铅鱼实测/借用断面测验

工作人员在室内通过远程计算机遥控吊箱缆车、铅鱼自动升降进行水深、流速自动测量,测量结果实现实时无线传输。

(2) 雷达表面流速实测/借用断面测验

在该系统操作界面,手动预设好测量程序,即可借

用测量断面,实现雷达流速仪自动运行,根据测流任务自动进行表面非接触测验。实测断面需采用铅鱼同步加深,需在工作人员监视下完成。

3.3 自行走无人缆车功能

(1) 缆车箱体

缆车箱体是构成缆车的框架,作为载体仪器设备安装的综合平台。采用不锈钢焊接、表面覆盖太阳能板、预留雷达测流仪接口,预留雷达水位计数据接口,电源充电接口,预留雷达流速仪安装支架,摄像头支架等。

缆车箱体采用上下二层设计,四角滑轮悬吊,不锈钢框架结构,采用防滑铝合金地板隔开,该铝合金地板既是隔离板,又是箱体的地板。

按缆车箱有体效载重 300kg 计算,承重结构用厚壁方管。缆车材料市场一般有304不锈钢和铝合金两种。不锈钢箱体的优点如下:

- 1) 良好耐蚀性、耐热,低温强度和机械特性;
- 2) 冲压、弯曲等热加工性好,且无热处理的硬化现象;
- 3) 在大气中耐腐蚀;具有良好加工性能和可焊性特点。

分析结果:箱体材料采用304不锈钢,只有底部为铝合金板

(2) 电源

电源是缆车实现升降的动力源,采用2块 100AH 蓄电池组成 24V 电源系统,使用太阳能充电及电源充电双电源,对整个系统进行直流供电。充电系统为太阳能充电和 220V 交流适配器充电双系统。供电电源采用2块 12V 、 100AH 胶体蓄电池作为电源,电量为 2.4KWH 。保证满电使用 $>4\text{h}$ 。

(3) 驱动部分

1) 直流调速

采用直流调速控制系统的。由直流电源、直流调速器、控制驱动机、直流电机等构成的直流调速装置适用于移动场合,并直接由蓄电池作为能源。具备如下特性:①大的电流调制幅度;②较好的动作反馈功能;③加、减均匀;④低速工作的力矩较大;⑤大功率的转矩很大。

2) 减速机

减速机在原动机与目标机械或工作机构之间有匹配速度和调节传动转矩功能,减速机是种比较精密的机器,其目的主要是为了减少转速,根据传动级数不同分成单级和多级,而减速机又按齿轮形式分成圆柱齿轮减速机、圆锥齿轮减速机和锥体-圆柱齿轮减速机;根据传动布置型式,又分成展开式、分流式和同进轴式减速机。

减速机,是种由密封于刚性壳内的直齿轮传动、斜齿轮传动、伞齿轮传动、蜗杆传动等所构成的独立部分,常用于原动机和工作机械之间的减速传动装置。在原动机与工作机械或运行部分之间起匹配速度和输送转矩功能,在现代机械工程中的使用已极普遍。

(4) 电动机

1) 效率高

永磁直流电机一般为并列机构,其转子的永磁特性决定了该电机不需要直接对同步发电机的定子励磁,同时在定子上也没有产生铜耗和铁耗,在额定负载下的效率也较同容量异步电动机高出约百分之五-百分之十二。同时,由于钕铁硼材料本身的弱磁性、高内部电流,和转子铁芯采用的硅钢片叠片构造,既减少了内部涡流损耗,也减少了钕铁硼材料的高温退磁。

2) 高效率区范围宽

在额定负载下,永磁直流电机系统效率的超过百分之八十区间,占全部电动机有效转速范围的百分之七十以上。

3) 功率因数高

永磁直流电机转子内无需励磁,功率因数接近于一。

4) 起动扭矩大、起动电压小、过载扭矩大

永磁直流电机的机械特点和调速特点都与它励直流电机特点相似,故其起动扭矩大,起动电压小,调速范围较广,但没有象同步电机所需启动绕组。此外,永磁直流电机的最大过载扭矩达到了其额定扭矩四倍。因此永磁直流电机更适于在长时间低速行驶运行、频繁启停的场合,这也是变频调速器拖动Y系列电机所无法做到的。

5) 电动机功率密度高

永磁直流电机和异步电机比较时,当体积与最大工作速度相等时,较异步电动机的输出功率增加了百分之三十。

6) 适应性强

永磁直流电机和异步电机比较时,当体积与最大工作速度相等时,较异步电动机的输出功率增加了百分之三十。

7) 控制性能稳定

永磁直流电机也是一种自控的调压装置,当负载突变后不会引起振动和失步。

8) 结构简单,易于维护保养

无人测流缆车主要使用永磁直流电机,由于永磁直流电机有传统直流电机的特点、构造简便容易维修。

(5) 控制部分(控制箱)

采用以PLC为核心控制单元,实现缆车运行控制、水

文要素采集、限位开关控制、电压读取、远程上电、逻辑计算。支持雷达测流仪接口,雷达水位计接口,可扩展RTK、测深仪、激光测距仪等。

(6) 数据信息采集

通过水下信号器采集水面信号,流速信号,河底信号。通过编码器采集起点距,水深信息。通过接近开关,行程开关采集限位信息。通过485通讯协议采集雷达流速仪信息。

(7) 数据通讯设备

通过433MHZ、232无线数传电台及RJ45网络虚拟串口实现计算机到PLC之间通讯。通过无线网桥传输视频图像。

(8) 视频监控

通过标准网络协议摄像机实时回传现场图像,实现远程测流。

(9) 雷达流速仪

雷达流速仪是装在箱体上,本仪器利用解析多普勒频移和相对速度之间的相互作用,计算流体的速度;可连续获取流量信息,是流量信息监控的一个全新方法,特别是复杂流态情形下,可以取代人工操作,真正做到七x二十四小时在线监控。

3.4 工作流程

低、中水位情况下,利用计算机操作控制箱实现测量操作:通过手动、半自动、全自动三种操作模式,控制铅鱼的运行、测深、测速。

高水位情况下,水文测流缆车预设好测量程序后,可利用雷达流速仪进行流速测验,铅鱼同步测深。

远程自行走无人缆车既解决了测站职工测验时安全问题,又解放了生产力,不受季节天气影响,又可随时进行流量测验,为抢测洪峰、提高测验质量和精度提供了完善方案。

盖孜河克勒克水文站目前已在使用的远程全自动缆车,通过近一年运行,资料合格率达到98%以上,测验精度与人工缆车对比,误差在1%—2%间,符合测验规范要求。下图为克勒克水文站目前正在使用的远程全自动缆车。

4 推广应用及前景

通过新疆流域各水文测站的实测资料来看,在新疆流域内,80%以上的监测断面都在使用吊箱进行流量测验。

目前无人测流缆车已在新疆喀什5个水文站使用,主要用于中低水测验,该系统应用方便,缩短了测流时长,降低了职工劳动强度。

远程自行走无人缆车在逐步优化基础上,可代替缆道测流系统,无需建设缆道房、塔架,无需安装控制台

和绞车,投资方面相比较,只有缆道系统的30%,完全符合目前南疆水文测站的适用需求,安装方便,快捷高效,可以在小流域水文站点推广使用。

5 存在的问题与建议

5.1 存在问题

(1) 在实现测流工作人员不上缆车操作的情况下,如何解决泥沙自动取样的问题。

(2) 系统驱动模块在低温下的使用条件、电源在低温条件下的供电损耗等受环境影响情况还需要在实际工作中检验。

(3) 使用雷达流速仪进行非接触测流时,如何解决断面变化问题。

(4) 系统如何自动测量水位问题。

5.2 建议

(1) 后续考虑增加RTK,配合激光测距仪、测深仪可自动测量大断面,并录入系统软件,以便及时更新测量断面。

(2) 考虑使用新型免维护流速仪(多普勒流速仪,电磁流速仪)长期安装在铅鱼上,低水测验时,实现无人远程控制系统进行测流。

(3) 考虑增加摄像头数量。

(4) 增加雷达水位计采集实时水位。

结语

无人测流缆车在综合国内缆车性能的基础上,结合相关水文测验标准和不同地区实际使用情况,采用新技术、新工艺和兼顾新仪器、新设备运行特点,优化缆车框架结构、绕线结构、驱动系统、控制系统、网络传输系统、安全保护措施及功能扩展等。从而达到全自动无人测流的目的,并带动水文行业测验手段发展与进步。

参考文献

[1]中华人民共和国水利部.GB50179-93河流流量测验规范[M].中国计划出版社.

[2]高磊.全自动缆道测流系统在宁夏青铜峡渠首灌域干渠水文测验中的应用[J].陕西水利,2018(6):101-103.

[3]陈学林,王伟民,王学良.黑河莺落峡站全自动水文缆道调试中出现故障及排除方法[J].水利规划与设计,2018(6):85-90.

[4]李海强,杨达刚.人民渠二处水文缆道自动测流系统建设概述[J].四川水利,2019,21(s1):198-199.