

智能巡检系统代替传统巡检在水利工程 管理中的探索与实践 ——以通吕运河水利枢纽工程为例

沈雪梅, 葛雯静, 缪恩琪, 范楠

(南通市节制闸管理所, 江苏 南通 226000)

摘要:以通吕运河水利枢纽工程为例分析了传统水利工程巡检存在的缺点,针对存在的缺点进行优化升级,采用时下热门的 RFID 和智能移动终端相结合的技术,设计出智能巡检系统。用智能巡检系统代替传统巡检,八条巡检线路,定时定点开展工程巡检,有力保障了枢纽工程安全高效平稳的运行,提升了水利工程管理单位的精细化、现代化管理水平,值得推广运用。

关键词:传统巡检; 智能巡检; RFID; 工程检查; 精细化

中图分类号:TP274.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2020)10-0030-05

Exploration and practice of intelligent patrol system replacing traditional patrol in water conservancy project management ——taking Tonglv Canal Water Control Project as an example

SHEN Xuemei, GE Wenjing, MIAO Enqi, FAN Nan

(Control Sluice Administration Office of Nantong City, Nantong 226000, China)

Abstract: Taking Tonglv Canal Water Control Project as an example, the shortcomings of the traditional water control project patrol were analyzed, optimized and upgraded. The intelligent patrol system was designed by using the popular RFID and intelligent mobile terminal technology. With intelligent patrol system instead of traditional inspection, eight inspection lines were used to carry out project inspection at regular and fixed points, which could effectively guarantee the safe, efficient and stable operation of the hub project and the refinement and modern management level of water conservancy project management units was improved. Therefore, it's worth popularizing and applying.

Key words: traditional patrol; intelligent patrol; RFID; engineering inspection; refinement

随着科技和经济的高速发展,水利发展越来越朝着现代化、信息化、科学化迈步。全方位推进智慧水利建设,大幅提升水利信息化、智能化水平是水利工程今后发展的重点方向^[1]。通吕运河水利枢纽工程是由一座设计流量 100 m³/s 的单向引水泵站和一座 10 孔 10 m 宽的水闸共同结合而成的水

工建筑物。作为大型水利枢纽,工程日常巡检和维修保养存在范围广、面积大、设备多、任务重等要求^[2],成为水利工程管理的重点和难点问题。

传统工程巡检模式为运行人员根据巡查路线要求,定时定点开展巡视检查,并将巡视检查记录在相应的纸质台帐上,发现问题以后需要运行人员

收稿日期:2020-08-12

作者简介:沈雪梅(1972—),女,高级工程师,主要从事大型水闸、泵站的建设、运行、管理工作。E-mail:917713570@qq.com

及时上报给技术管理人员,技术管理人员再将问题汇总给管理单位,管理单位根据问题的轻重缓急组织开展维修养护。传统巡检模式依赖运行人员本身,如果运行人员漏巡、对现场存在的问题判断有误或者出现其他风险漏洞时,会极大降低巡检效率,严重时甚至会危害枢纽工程安全运行。

因此,通吕运河水利枢纽工程建设时,管理单位积极探索实践自动化、信息化建设,着手用智能巡检系统代替传统巡检,运用到泵站与大型水闸的工程检查中,并且结合工程运行实际,通过不断探索与实践,形成一套既简便易行,又蕴含规范化、标准化理念的智能巡检系统。

1 智能巡检系统基本构架

1.1 系统构架及原理

通吕运河水利枢纽工程智能巡检系统是通吕运河水利枢纽工程综合信息化系统的一个子系统,主要采用无线射频识别(RFID)技术,搭配基于 Wi-Fi 通讯的巡检仪(智能移动手持终端)共同组成。巡检系统主要由巡检仪、设备电子标签(RFID 标签)及智能巡检后台运行管理系统三大方面组成。系统构架如图 1 所示。

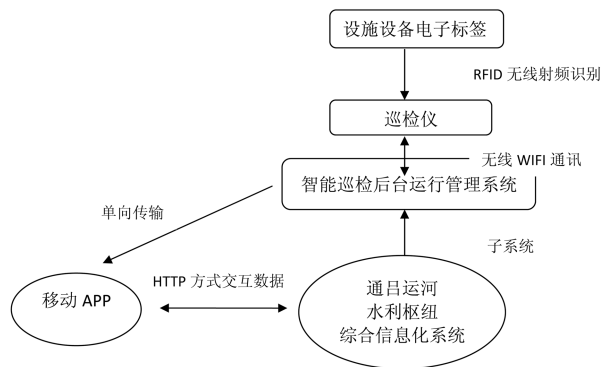


图 1 系统构架示意

巡检人员手持智能巡检终端打开巡检软件选择任务按照设定的巡检线路图依次对泵站或水闸的各类设施设备进行检查,当走到巡检点时,RFID 蓝牙读卡器靠近巡检点对应的 RFID 标签,通过射频技术读取标签数据,随后通过蓝牙信号把识别数据传送至巡检终端,实现巡检点的快速定位。巡检人员在巡检终端上进行操作,首先确认现场设备是否与设定巡检点一致,然后实时上传巡检设备工况,如发现设备出现异常,可以立即上传文字图片视频等资料,待巡检完毕后数据上传到智能巡检后台运行管理系统。

智能巡检后台运行管理系统作为通吕运河水

利枢纽综合信息化系统一个子系统,其数据库不单独设置,与综合信息化系统共用。移动 APP 与综合信息化系统通过 HTTP 方式交换数据,智能巡检后台运行管理系统单向传输数据给移动 APP。当巡检终端上传的巡检数据上传到智能巡检后台运行管理系统,水闸和泵站技术管理人员将在综合信息化系统及移动 APP 平台实时看到设备存在的问题,以便第一时间上报处理。当设备维修或保养完成后,可以在信息化系统中点击处理,将异常问题进行处理,修改问题的状态,以此实现设施设备养护维修的闭环管理,高效、有序的保障泵站和水闸安全运行。同时在综合信息化系统上可以设置巡检线路、巡检任务,将任务下达至巡检终端。基本流程见图 2。

1.2 设备选择

(1) 巡检仪

普通 RFID 超高频巡检仪存在设备笨重、操作不便、使用寿命短、造价较高等缺陷,所以采用轻便的巡检手持终端(PAD 或手机)配备 RFID 超高频蓝牙读卡器代替 RFID 巡检仪,便于巡检人员操作。

巡检手持终端采用 PAD 或手机,采用 Wi-Fi 通讯技术,运用 Android 操作系统,操作简便,易于上手操作。

RFID 超高频蓝牙读取器内置收发天线,能够识别 1m 以内 RFID 标签,具有按键触发和交互应答两种工作模式,具有轻便操作简单、感应灵敏等优点。

(2) 设备标签

对比普通条形码标签,巡检点选用设备电子标签(RFID 标签)。RFID 标签是一种非接触式的自动识别技术,它通过无线电波对特定目标进行识别,并可以对相关数据进行读写^[3]。作为普通条形码的无线版本,RFID 具有防磁、防水、耐高温、使用寿命长、读取距离大、标签上数据可以加密、存储数据容量更大、存储信息更改自如等优点。同时它可以识别单个的非常具体的物体,而不像条形码那样只能识别一类物体;可以同时多个物体进行识读,而条形码只能一个一个地读;存储的信息量很大;采用无线电射频,可以透过外部材料读取数据,而条形码必须靠激光或红外在材料介质的表面读取信息^[4]。

2 巡检系统功能及设计

2.1 巡检点划分

通吕运河水利枢纽工程分通吕闸和通吕泵站,



图2 通吕运河水利枢纽工程巡检系统基本原理

因通吕闸、通吕泵站分设两个专业班组,根据运行人员及巡检位置内容的不同,将巡检点分成2类:一是对水闸的各类设施设备的巡检;二是对泵站的各类设施设备的巡检。其中水闸巡检点位包括水闸线地控制柜、水闸卷扬启闭机、分控室、公路桥、上下游翼墙、上下游工作便桥、闸门9个点位。泵站巡检点位包括轴瓦冷却器、中控室、LCU室、电容补偿室、电缆层、柴油发电机室、高压室、低压室、泵站卷扬启闭机、液压油站、循环水系统、主机层竖井、主水泵等二十个点位。

2.2 巡检线路划分

根据巡检任务需要和实际情况,从巡检点中挑出需要检查的点位划分线路。将通吕运河水利枢纽工程巡检线路分为3类、共8条线路,首先根据巡检人员不同将巡检线路分为水闸、泵站、技术科巡检3类,分别由闸门运行组人员、由泵站运行人员、管理所技术科开展。随后在3类中,根据巡检内容不同再次划分具体线路。具体如图3所示。

2.2.1 水闸巡检

水闸巡检分为水闸运行巡检和水闸日常巡检两条线路。水闸运行巡检是指当闸门开启或关闭之后进行巡检,重点检查闸门是否顺利开启或关闭、上下游水面有无船只或漂浮物等内容;水闸日常巡检是指每日定时对水闸开展一次巡检,重点检查水闸运行状态是否正常、水体是否受到污染、管理范围内有无危害工程安全的活动、有无影响水闸安全运行的障碍物等内容。

2.2.2 泵站巡检

泵站巡检分为开停机巡检、运行巡检和日常巡检三条线路。开停机巡检是指主机泵开启或关闭

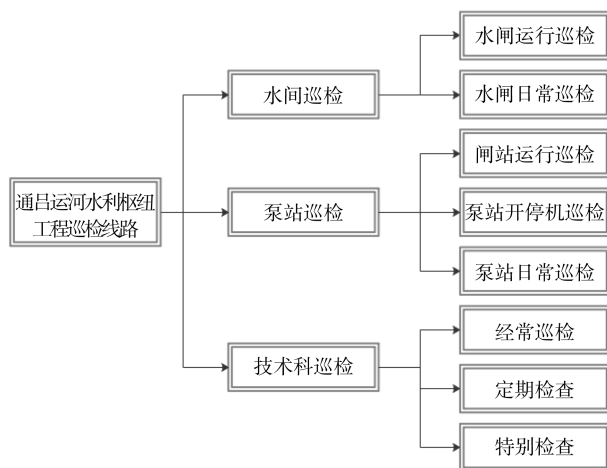


图3 通吕运河水利枢纽工程巡检线路划分示意

后进行巡检,重点检查机组、水泵、闸门、水系统等是否顺利开启或关闭。运行巡检是指主机泵开机过程中每隔2 h巡检一次,重点检查机组、水泵、水系统是否运行正常。日常巡检是指每日对泵站开展下巡检,重点检查泵站整体运行状态是否正常、上下游水面有无垃圾等漂浮物、管理区内有无危害工程安全的活动。

2.2.3 技术科巡检

技术科的巡检则是依据水闸和泵站管理实施细则的要求开展经常检查、定期检查和特别检查的要求,分别制定了经常检查巡检、定期检查巡检和特别检查巡检路线,将巡检系统与工程检查相融合。

2.3 巡检任务下达方式的选择与改进

2.3.1 初始设计方案及存在弊端

刚开始设计时,巡检任务下达方式为:需在系统中提前设定巡检任务(巡检时间、巡检线路、巡检人员),任务内容全部固定,巡检人员登录巡检仪上

的 APP 后会看到当前需要执行的巡检线路,然后按照任务要求执行巡检。但是在实际操作中,发现如下几点问题:

一是按照巡检逻辑设定,巡检任务必须提前一天下达,缺乏灵活性。例如泵站关闭时间需要参考当时的水位,不可提前预测,有时需要临时执行当天的停机巡检任务时,因为没有提前一天预设,系统就不会下达任务;

二是下达任务有时间段限制,只能下达一段时间内的任务,需要巡检人员自己每隔一段时间就要新建下一阶段的任务,如果遗忘,会造成任务无法及时下达,给管理带来不便。

2.3.2 改进设计方案及优点

针对以上存在的问题,对巡检任务下达方式从逻辑层面进行了改进,将原来的提前设定任务模式改为“即选即检”模式。即选即检模式,是指系统管理员将所有巡检任务(只含巡检路线)全部下达,到了规定的时间后,如水闸开闸后,巡检人员登录巡检仪上的 APP,选择自己需要巡检的那条任务——开关闸巡检,点击“开始巡检”按钮,巡检任务就开始。

提前设定任务模式只适用于巡检时间、人员、线路相对固定的场合,而即选即检模式有效避免了因水闸、泵站控制运行时间、人员的不确定造成巡检任务下达不及时的问题,化繁为简,不但使系统操作变得简单,而且提升了巡检效率。

2.4 智能巡检后台运行管理系统设计

智能巡检后台运行管理系统隶属于通吕运河水利枢纽综合信息化平台,也是基于 B/S 架构,可以直接在 WEB 浏览器登录,具有维护和升级方式简单的优点。

该系统下设 2 个子菜单:巡检任务、巡检设置。

(1)巡检任务。包括巡检线路、巡检任务、巡检报表以及异常处理四个子项,每个子项均可按照巡检线路的分类进行查询。巡检线路中可以查询到每一条线路对应的巡检点(巡检点旁边设有悬浮窗,选中巡检点可查看对应的巡检内容),方便管理人员查看巡检内容是否完善。

巡检任务可以查询到已完成的巡检任务,包括巡检任务的名称、开始时间、结束时间、巡检人等内容。

巡检报表是根据前端巡检仪反馈回来的巡检数据自动生成相应的检查表,并提供预览、下载、打印功能。

异常处理是将巡检发现的故障及问题汇总,以便管理人员查看,当问题解决后及时在系统中更新

状态。

(2)巡检设置。主要包括巡检点、巡检线路设置。由系统管理员根据巡检需要对巡检点和线路进行修改和完善。

2.5 移动 APP 设计

移动 APP 端接受来自智能巡检后台运行管理系统的数 据,为管理单位人员提供巡检任务查看服务,方便管理人员及时了解巡检发现的问题。

3 传统巡检与智能巡检系统的优劣比较

通吕运河枢纽工程智能巡检系统经过一段时间的运行,通过不断的改进和完善,系统已趋于成熟稳定。分析传统巡检和智能巡检运行模式的特征,比选如表 1 所示。

表 1 传统巡检与智能巡检系统的特征比选

序号	传统巡检	智能巡检系统
1	漏巡、少巡、不及时到岗	管理人员可以通过综合信息平台随时检查运行人员是否按时巡检
2	巡检线路不固定,可由运行人员自行选择	八条巡检线路固定,巡检人员必须按照规定的线路巡检,否则无法继续下去
3	台账填报不及时	巡检结束后,自动生成巡检报表
4	运行人员无法准备描述发现的问题	现场传回图片和视频文件,技术管理人员可以直观的看到检查发现的问题
5	巡检分工不明确,任务分配不明晰	巡检任务的划分使运行人员和技术管理人员有针对性的根据自身的岗位职责开展工程检查工作,使水闸和泵站管理工作更加有序

通过特征比选可知,智能巡检系统,能够摆脱传统巡检过于依赖运行人员的情况,侧面对运行人员形成考核与监督,弥补了因运行人员整体素质层次不齐而导致的各类问题的发生,同时,让技术管理人员也加入巡检,使得工程检查更加细致和严谨,逐步朝着程序化、规范化、标准化迈进。

4 结 语

在通吕运河水利枢纽工程中,用智能巡检系统

代替传统巡检模式,采用热门的 RFID 技术助力水利工程巡视检查,使工程管理工作从繁琐复杂变得简单有序,巡检信息的实时传输,能够及时发现并排除安全隐患,提升检查效率,为水利工程的安全运行和发挥效益提供了保障,系统简单便捷,可充分在水利工程管理中推广使用,使水管单位精细化、现代化水平进一步提升。

参考文献:

[1] 张建云,刘九夫,金君良. 关于智慧水利的认识与思

考[J]. 水利水运工程学报, 2019(6):1-7.

[2] 张博. 河流工程运行管理巡检系统设计与实现[D]. 长春:吉林大学, 2016.

[3] 施亮. 浅谈 RFID 应用[J]. 计算机光盘软件与应用, 2012(22):113-113.

[4] CHRISTIANE HILSMANN. 条形码与 RFID 的较量 RFID 和二维条形码两种技术在中各有优势 [J]. 流程工业, 2010(6):58-59.

(上接第 20 页)

[3] 曹亚群. 基于 GPU 的并行优化算法研究[J]. 科技资讯, 2019, 17(21):7-8.

[4] 郭海燕,陈军,徐沅鑫,等. 径流汇流模拟的河道高程修正方法研究[J]. 干旱气象, 2019, 37(4):676-

682.

[5] 宋扬,周维博,马亚鑫,等. 降水、河流径流量与开采对西安地区潜水流场影响分析[J]. 水文地质工程地质, 2016, 43(6):7-13.

(上接第 29 页)

算值并没有超过实测值的 2 倍和 1/2 间的范围,且变化趋势也较为统一。模型率定结果表明,模型参数选取合理,所建立的模型能够模拟东区河道内的水流运动情况及水质变化,为改善东区水动力条件及水环境改善提供了技术支撑。

4 结 论

本文通过对扬州市通南地区河网水动力及水环境经行数值模拟,建立了通南地区水动力-水环境河网数学模型,通过实测水文资料对模型进行了率定,并经水文站实测值与计算值验证对比情况可知,本模型无论在水位、流量及水质计算上都与实测值贴合程度都较好,计算结果有较好的精确度。因此,该模型能够用于分析在不同水资源调度情况下扬州内部河网水动力条件的情况和水质情况。且根据实测数据分析,邵伯湖供水去扬州通南地区河网水流从邵仙河引入后,绝大部分都从小涵河及

顾圩河流出,其河网中部及南部地区水流流速都较慢,而且由于河流断面都较为狭窄,所以在该闸门控制现状下,如遇到大规模降雨会有洪涝灾害的可能。

参考文献:

[1] 李鑫. 扬州市水资源供需现状分析[J]. 水利发展研究, 2014, 14(9):69-71.

[2] 韩进能. 河流一维水质模型在水环境容量计算方面的应用[J]. 环境科学与技术, 1995(4):43-45.

[3] 杨国录. 四点时空偏心 Preissmann 格式的应用问题[J]. 泥沙研究, 1991(4):88-98.

[4] 褚君达. 河网对流输移问题的求解及应用[J]. 水利学报, 1994(10):14-23.

[5] 徐小明. 大型河网水力水质数值模拟方法[D]. 南京:河海大学, 2001.