

# 水文测站远程状态监控与智能化运行维护系统设计 设计与实现

许兴武<sup>1</sup>, 金惠英<sup>2</sup>, 胡 阳<sup>1</sup>, 高 屹<sup>2</sup>, 马玮骏<sup>2</sup>, 潘云鹏<sup>1</sup>

(1. 南京市三汊河河口闸管理处, 江苏 南京 210036;

2. 南京金水尚阳信息技术有限公司, 江苏 南京 210014)

**摘要:** 水文测站, 是最重要的水文基础工作单元, 是水文测验和搜集相关情报预报信息的主要基地。针对水文测站管理手段有限, 主要依靠有限的人力进行管理, 缺乏自动化、智能化的水文水资源站网管理方法和手段的现状, 设计并开发了测站远程状态监控与运维系统, 实现了测站设备实时工况数据的采集、汇集、展示, 并对运行和维护情况进行管理和分析。

**关键词:** 水文测站; 运行维护; 智能化

**中图分类号:** TP311.52      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2017) 11-0063-05

## Design and implement on remote monitoring and intelligent operation and maintenance system of hydrological station

XU Xingwu<sup>1</sup>, JIN Huiying<sup>2</sup>, HU Yang<sup>1</sup>, GAO Qi<sup>2</sup>, MA Weijun<sup>2</sup>, PAN Yunpeng<sup>1</sup>

(1. Nanjing Sancha River Estuary Gate Administration, Nanjing 210036, Jiangsu;

2. Nanjing Jinshui Shangyang Information Technology Co., Ltd, Nanjing 210000, Jiangsu)

**Abstract:** Hydrological station is the most important unit of hydrological basic work, and the main base for hydrological tests and information collection. According to the status of limited management methods on hydrological station and the lack of automatic and intelligent management methods and means of hydrological water resources station network, remote monitoring and intelligent operation and maintenance system of hydrological station was designed and developed, which realized the real-time condition data collection, influx and display of the station equipment. And the operation and maintenance were managed and analyzed.

**Key words:** hydrological station; operation and maintenance; intelligent

## 0 引言

水文测站是最重要的水文基础工作单元, 肩负着水文测报和水文服务等基本工作, 是搜集相关水文情报信息的主要基地<sup>[1-2]</sup>。如何实时监控测

站运行状态, 及时发现故障并高效、合理地安排人员进行维护, 以保障水文测站的安全、可靠运行, 是测站管理部门面临的重要课题。随着测站数目的增多, 人员的相应增加和装备的大量投入, 测站的管理工作更加繁重<sup>[3]</sup>。面对繁重的测站管理

收稿日期: 2017-07-17

作者简介: 许兴武 (1974-), 男, 本科, 高工, 主要从事水利信息化及水利工程管理方向的研究工作。

工作,传统的管理模式弊端逐渐显露出来,测站管理的信息化、网络化、智能化成为测站提高管理效率的关键步骤之一<sup>[4-5]</sup>。

本文针对目前水文测站管理缺乏自动化、智能化管理方法和手段的现状,设计并开发了测站远程状态监控与运维系统,实现了测站设备实时工况数据的采集、汇集、展示,并基于 workflow 技术实现了测站运行维护过程的自动化。

### 1 系统设计思路和目标

水文测站远程状态监控与智能化运维系统着眼于水文测站运行维护工作的自动化、智能化实现。本系统主要完成 2 个方面的功能:(1)测站实时工况数据汇集。该功能通过集成在测站 RTU (远程终端单元)中的监测程序收集测站电源、电压及传感器等测站工况信息,并通过网络上传至数据库,实现测站运行状态信息的实时监测、收集。(2)测站运行维护管理模块,该模块根据测站运行状态信息,对测站故障进行预警和定位,并根据故障情况自动生成工单,并进行人员和设备的自动化调配。

### 2 系统结构

系统分为数据汇集层、数据层、应用层和表示层<sup>[6]</sup>。系统整体结构如图 1 所示。

#### 2.1 数据汇集层

数据汇集层通过集成在测站 RTU (远程终端单元)中的监测程序收集测站电源、电压及传感器工况等信息,并通过网络上传至数据库,实现测站运行状态信息的实时收集。

#### 2.2 数据层

数据层作为系统的数据核心,为系统应用提供基础数据支持<sup>[7]</sup>。数据库系统采用分层设计模式,具备良好的一致性、完整性、可扩展性和易用性,在兼顾现有应用的同时,提供了升级扩展的接口。

数据库系统分为 2 个层次,第 1 个层次的数据主要来源于数据汇集系统,数据库设计主要考虑如何将测站数据汇集平台汇集的各类测站数据实时、准确地存储相关问题,测站工况数据库位于该层次。测站工况数据库分为缓冲数据库、实时数据库和历史信息库,其中实时数据库存储测站传感器采集并上报的最新原始数据,该库主要用于上层应用的实时数据刷新和展示,提高数据访问效率。实时信息库存储测站传感器采集并上报的近 7 天的原始数据,该库使用按时间滚动存储的策略。历史信息库存储测站传感器采集并上报的所有原始数据,该库长期存储测站上报的数据。

第 2 个层次主要围绕满足测站运行维护系统所需信息而进行设计,主要包括故障信息库、工单信息库、人员信息库、设备信息库、测站巡检维

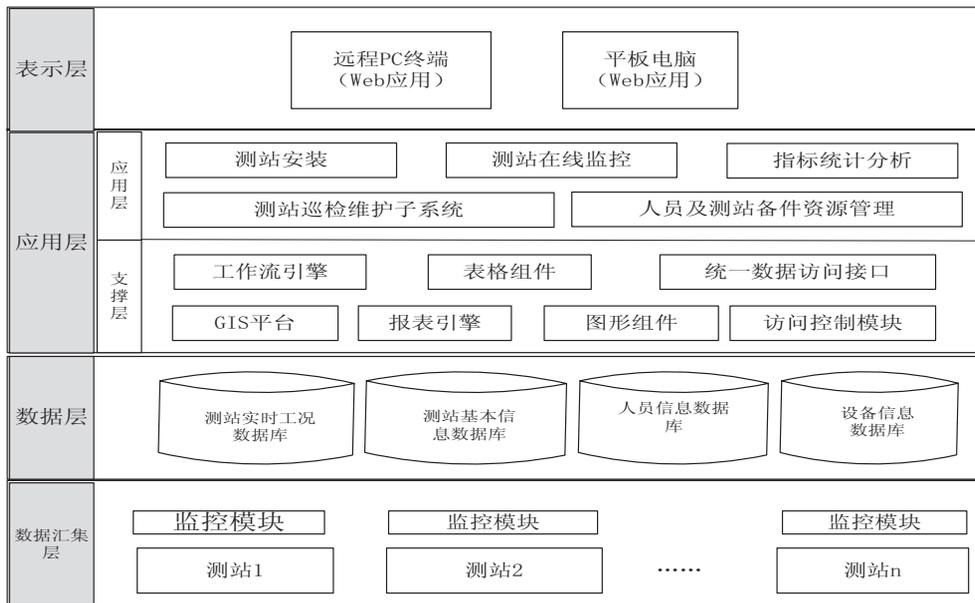


图 1 水文测站远程状态监控与智能化运行维护系统结构

护信息库、采购信息库、备件库存信息库、工作设备信息库等。其中故障信息库存储测站的故障信息, 该信息主要根据测站工况监测数据按规则判断测站是否发生故障, 若发生故障则将故障信息写入故障信息库。工单信息库存储各类工单信息, 包括测站安装调试工单、测站巡检工单、采购工单、派车工单等等, 工单信息库主要用于记录运维过程中所有工作量信息。人员信息库存储汇集与运维云端中包含的各类人员信息, 包括人员基本信息、工资绩效信息等。GIS<sup>[8]</sup> 信息库存储地图相关信息, 包括人员的定位信息、最优路径信息、历史路径信息等。统计信息库存储各类指标统计信息, 包括测站安装调试情况统计、测站运行情况统计、测站故障情况统计、巡检维护情况统计、运维人员工作情况统计等。测站巡检维护信息库存储测站巡检维护计划以及的巡检维护过程详细信息, 用于详细记录测站巡检维护中各个环节的执行情况, 以测站巡检维护记录表的形式提供。采购信息库存储系统的采购计划、采购记录和采购执行情况, 以及采购过程中遇到的各类问题。备件库存信息库存储系统中包含的各类备件信息。工作设备信息库存储系统中包含的各类工作设备、

应用基础设施, 主要完成数据的统一访问、公共服务和对上层专业应用的支持, 由统一数据库访问接口、访问控制、公共服务组件库和各类服务引擎组成。

在应用支撑平台之上, 可以构建直接面向用户的各种业务应用子系统, 主要包括测站安装、测站在线监控子系统、测站巡检维护子系统、人员及测站备件资源管理子系统和指标统计分析等子系统。

### 2.4 表示层

表示层提供了用户使用系统功能的接口。系统基于 Web 技术, 开发网页版的用户界面。用户只要安装 Web 客户端就可以使用和操作系统, 不需要安装额外的客户端软件。

## 3 系统功能设计

水文测站远程状态监控与智能化运维系统分为本系统的功能主要包含测站安装、在线监督、巡检维护、数据查询、物资管理、人员管理、统计查询、系统设置、日志管理等 9 个方面。系统功能结构如图 2 所示。

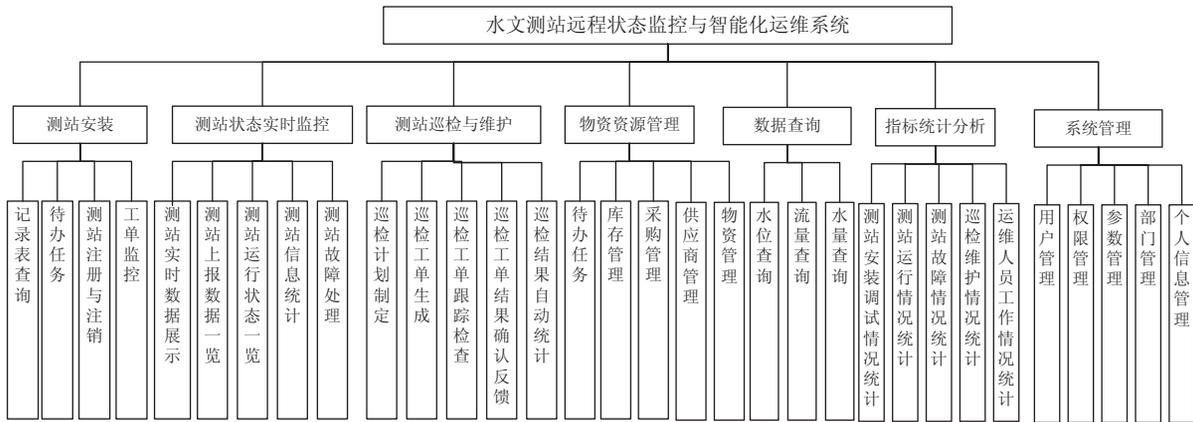


图 2 系统功能结构图

车辆信息。多媒体信息库存储与水文水资源相关的文档、图片、视音、影像等多媒体的检索信息数据, 各多媒体数据体采用计算机文件形式存储。

### 2.3 应用层

应用服务器层是整个应用的核心, 集中了系统几乎所有的业务逻辑。测站运行维护系统应用层分为应用支撑平台和运维应用分系统 2 个层次。

应用支撑平台为构建上层业务应用系统提供

### 3.1 测站安装

测站安装方便用户对站点进行管理并完成新测站的安装流程, 主要包括待办任务、测站注册与注销、工单监控、记录表查询 4 个功能。待办任务显示安装计划、过期单处理、及工单完成情况审核情况。测站注册与注销完成测站注册、注销、修改等功能, 新测站注册后, 即可进入安装计划生成环节。工单监控以表格形式展示用户关注的测站的所有相应的工单, 通过此功能可查看派发的

安装工作单的状态,如是否已完成,是否已过期,是否有问题等。记录单查询可查看站点的安装调试记录表信息。

### 3.2 测站状态实时监控

测站状态实时监控显示测站各类实时运行状态信息,该模块分为测站实时数据展示、测站上报数据一览、测站运行状态一览、测站信息统计、测站故障处理等功能。

测站实时数据展示基于GIS技术以地图的形式展示所有测站运行状态的实时数据,测站状态包含3种:正常,绿色表示;告警,红色表示;故障,黄色表示。鼠标移动至某个测站,能够展示该测站的图片、最新数据、数据时间等信息;鼠标单击某个测站,能够展示该测站的数据图形(水位过程线、流量过程线、水量棒图等)、当前工作状态等信息,并且可以查询测站的历史报文、历史数据、历史工作状态、维修情况等。测站上报数据一览,展示测站上报数据的详情,可以单击某个测站查看该测站的历史上报数据和报文。测站运行状态一览,展示告警和故障测站的当前状态(各个配件)、故障持续时间、当前处理状态等信息。测站统计信息,展示测站的相关统计信息,包括一般状态信息、数据上报情况统计、测站故障率统计、故障原因统计、故障易发区域统计、故障易发时间统计等统计报表信息;测站故障处理,当测站发生故障时,分为3种情况,一是无需派人处理,测站仍然正常工作,只需要进行告警,提示值班员关注该问题,比如交流电断了,但是测站仍然可以通过太阳能板持续工作,有可能是测站区域停电造成;二是无需派人处理,系统能够自动处理,如测站短时间缺数,但工作状态正常,系统提示值班员是否进行招测处理,是则进行招测,招测成功则给予值班员提示,招测失败则提示值班员是否进行人工补数,值班员可以忽略;第三种情况则是测站出现故障,且系统无法自动处理,必须派人进行巡检,则系统提示值班员制定巡检计划,准备进入巡检维护流程。

### 3.3 测站巡检与维护子系统

测站巡检维护源于测站出现故障需要进行人工巡检或者定期巡检计划触发,该模块基于 workflow 技术,完成测站巡检的整个流程处理。具体功能包括:

(1) 巡检计划制定: 巡检计划制定主要指定

需要巡检的测站,填写巡检测站计划表。

(2) 生成巡检工单: 测站一旦进入巡检计划或出现故障,若安排人员进行处理,需生成巡检工单。巡检工单主要包括以下几方面内容:

1) 巡检人员选择: 系统自动查询目前空闲的安装调试人员,纳入备选人员资源列表;除了人员空闲条件之外,系统自动根据相应规则进行人员选定,选定规则为:①距离巡检点最近规则;②有多个空闲人员,尽量安排总体工作量不饱满的人;③如果多个巡检点距离较近,可排一人完成巡检工作;④如果安装点和巡检点距离较近,且有测站安装任务,安装任务还未开始,可以安排同一个人巡检和安装。

2) 维护方案自动预生成: 由于测站巡检维护可能涉及对测站的维修工作,因此系统将根据测站的故障情况进行维护方案的预生成,其中包含测站故障的描述、所需要更换的备件、巡检维护工作中需要带的相关工具、巡检维护工作的注意事项、技术支持人员电话等信息。

3) 备件自动领取安排: 巡检维护方案确定后,库存系统自动查询巡检维护所需的备件情况,若备件充足,则生成备件领取单;若可用备件数量到达警戒数目,提示值班员是否进行备件补充。需要补充的话,则自动生成备件采购需求,提交给采购员,走备件采购流程。

4) 路径规划: 根据巡检维护人员的实时位置、巡检点的位置,自动规划最优路径和交通工具;如果路程较远,需要派车,且有车可派,则自动生成派车单;

(3) 巡检维护工单跟踪检查: 该功能主要显示巡检计划对应的各个巡检维护工单的完成情况;系统能够提示按期完成的工单、正在执行的工单、巡检维护人员发现有而无法继续的工单、过了巡检预计完成时间还未完成巡检的工单,以及站点故障无法修复的巡检维护单,值班员可以根据工单完成情况选择终止工单、及时协调解决问题或者宽限一定时间的处理方式。

(4) 巡检工单结果确认反馈: 对于已完成的工单,系统将提示值班员检查工单中的记录信息,对于没有按要求填写记录的工单,值班员可以直接发回安装调试维护人员修改工单后重新提交;对于正常完成的工单,值班员可以直接确认工单完成(考虑打分机制)。

(5) 自动统计巡检结果: 对于结束的工单(正常完成、预期完成、未完成终止), 系统自动进行统计, 统计指标包括工单的总体完成率、按期完成率、未完成率等, 同时也对各个安装调试维护人员工单的完成情况进行统计, 包括完成总数、总体完成率、按期完成率、未完成率、平均完成时间、最短完成时间、最长完成时间等等, 作为人员绩效考核的参考因素。图 3 为巡检维护子系统的工作流程。

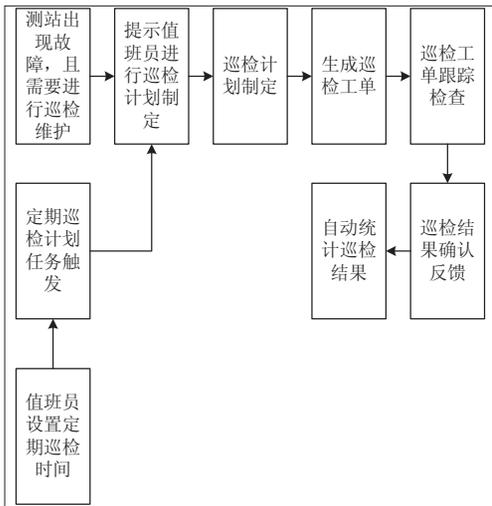


图 3 测站巡检维护子系统工作流程

### 3.4 物资管理子系统

物资管理子系统主要完成备件物资的增删改查。

### 3.5 数据查询子系统

数据查询主要以图表形式展示各站点的实时、历史上报的数据, 主要包括水位查询、流量查询、水量查询等功能。

### 3.6 指标分析子系统

指标统计分析子系统主要对各类数据进行统计汇总, 便于用户掌握系统运行整体情况。子系统功能包含测站数据上报统计、测站运行状态统计、测站基本情况统计、安装调试工单执行情况统计、巡检维护工单执行情况统计、采购计划执行情况统计、库存情况统计

### 3.7 系统管理

配置管理提供了用户管理、权限管理、参数配置、部门管理、个人信息功能, 为用户使用和管理系统提供了便捷。

## 4 系统实现

系统采用 Java 编程框架, 业务的流转主要基于 workflow 技术来实现。图 4、图 5、图 6、图 7 为系统实现界面。



图 4 系统登录界面

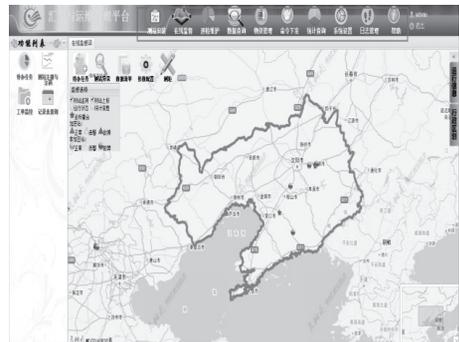


图 5 系统在线监控界面



图 6 系统巡检维护界面



图 7 巡检计划制定界面

(下转第 72 页)

（上接第 67 页）

## 5 小结

水文测站远程状态监控与运维系统, 实现了测站设备实时工况数据的采集、汇集、展示, 并基于 workflow 技术实现了测站运行维护过程的自动化, 提高了测站管理的智能化水平, 提高了测站管理的效率。

### 参考文献:

- [1] 宋有毅. 刍议水文测站工作中管理方法与技术革新[J]. 黑龙江水利科技, 2013, 41(9): 238-240.
- [2] 武佳, 王志斌, 陈小玲. 河北省水文测站信息管理系统简介[J]. 河北水利, 2008(11): 20-20.
- [3] 余锡斌. 以测站管理新模式促进水文测报工作高效运行[J]. 广西水利水电, 2013(4): 45-47.
- [4] 单福悦, 凡嵩, 李智远, 刘玉泉, 田国祥. 基于 ASP.NET 的测站信息化管理系统[J]. 计算机与网络, 2015, 41(6): 51-54.
- [5] 陈新国, 操文建, 邹红梅. 基于 Google Map 的水文测站信息管理系统研究[J]. 人民长江, 2009, 40(4): 63-64.
- [6] 周爱霞, 高连峰, 冯径. 基于 ArcGIS Server 的水情信息系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2013(36) 5: 29-34.
- [7] 程文静. 管理信息系统中数据库设计的实现原理与方法[J]. 电脑知识与技术, 2011, 7(5): 994-995.
- [8] 陈江, 杨惠梅, 新敏. GIS 技术在苏州市水利数据库建设中的应用[J]. 中国水利, 2016(9): 49-50.

(责任编辑: 华智睿)