

基于编码规则的气象装备全寿命跟踪系统

马蕾¹ 方睿¹ 张琨²

(1 成都信息工程学院网络工程学院, 成都 610225; 2 四川省防雷中心, 成都 610072)

摘要 为了优化气象装备的管理效率和保障能力, 加强气象装备应急储备管理, 提出一种基于 RFID(Radio Frequency Identification)技术、手持设备和 Web 开发相结合的气象装备全寿命跟踪系统平台。该系统根据气象装备在全国范围内的调配和仓储等业务需求, 实现全国气象装备管理一体化和业务统一化, 为装备的管理及有效利用提供了方便; 通过跟踪气象装备的状态信息(包括仓储信息、基本设备信息、业务状态等), 为装备管理提供了更加详细的参考依据。结合气象装备编码规则的研究成果, 为每个气象设备进行唯一标识, 同时也为气象装备寿命的预测提供了实际参考数据。

关键词 寿命跟踪 气象装备 RFID 标签 编码规则

引言

随着我国综合气象观测事业的建设和发展, 我国已经初步建立了地基、空基和天基相结合, 门类齐全, 布局基本合理的综合气象观测系统。截至 2009 年底, 气象部门共建有国家级地面自动气象观测站 2416 个, 新一代天气雷达 146 部、L 波段高空气象探测站 120 个等。气象技术装备是综合气象观测网稳定、可靠运行的物质基础。目前, 中国气象局已经建成了总数达 33000 余套的省级台站区域自动气象观测站观测网, 并计划在未来 3~5 年内将再增建乡镇及以下加密自动气象站 3 万余套和暴雨监测站 6 万余套, 大量观测站的建立将给设备的保障工作带来挑战^[1]。

气象装备涉及地面、高空等不同的探测层次。只在地基观测中, 就包含了地面常规要素、云、能见度、天气现象等观测设备。气象装备的繁多, 导致了装备在计量检定、维护维修以及运行监控等方面的管理混乱。且业务装备缺乏统一的规范和业务标准, 导致各省各台站管理方法和保障程度不一致, 国家无法统筹等问题。气象设备大部分搭建于基层台站或观测站, 需要基层人员负责装备的维修与检定等工作。但是基层人员从事观测工作, 对处理设备

故障能力较低, 气象技术保障体系存在信息反馈和业务响应速度迟缓, 管理技术手段落后等问题。

由于缺乏合理的装备评价体系, 装备的组织和维护常常凭借主观认定, 导致出现保障过剩或者不足的情况。装备的利用率低下, 造成装备的更新成本太高, 业务经费的过度消耗和浪费。针对气象装备保障中出现的以上问题, 需要一种在装备管理上能够形成具有连续性、可衔接的业务体系。将仓储、检定、维修、调配等环节进行集成化管理, 以此实现装备保障的集约化。文献[2]提出了一种针对气象装备编码的新方法和新思路, 基本覆盖了气象装备的各个种类, 实现了装备的分类细化和分属。该编码规则还标识了气象装备的基本信息以及动态信息(标识维修、检定等状态)。

为了适应气象部门装备管理的自动化、信息化、流程化的复杂环境, 解决气象装备在管理过程中责任部分脱节、流程可控性差等实际问题, 提出并设计了气象装备全寿命跟踪系统(Meteorological Equipment Life-Cycle Tracking System, 简称 LCMS)。以新一代天气雷达为例来研究和探索气象装备在整个生命周期中的系统管理方式和信息服务化方法^[3-5]。

1 设计思路和功能

1.1 设计思路

装备的整个生命周期大致经过生产、出入库、在用、故障、维修、检定和报废等过程,某些过程可能在周期中出现多次。结合我国气象行业特点和解决上述提到的问题,提出以下设计思路。

(1)按照气象行业行政职能的划分,装备保障实行国家、省和台站分级负责制,即将仓储机制划分为三级,各级部门负责管辖范围内的装备保障工作。装备调动由事件触发,并对事件的响应和处理进行跟踪管理,包括采购、调配、维修和检定等事件,保证事件处理环节的闭合。

(2)按照装备生命周期的过程,对部分关键的气象装备建立全生命档案记录,在使用固定码唯一标识备件的基础上,用动态码来离线记录该备件的前状态随时跟踪和了解备件所处的生命周期环节。使用文献[2]的编码规则实现系统编码库。

(3)气象装备种类繁多,部分大型设备难于运输,需要简化对备件信息的定期检查、盘点和出入库等操作,统一规范气象系统中装备的管理流程,提高

装备管理的自动化程度。

(4)系统遵循实用性、可扩展性、可移植性、开放性、标准化、安全性和以数据为中心等原则。

1.2 系统总体层次

系统采用 J2EE 平台的 SSH(Spring+Struts+Hibernate 框架)^[6-8] 架构进行开发。采用构件和面向对象的设计方法和基于物联网技术的跟踪构架。跟踪方式采用静态和动态相结合的方式实现。提出利用传统条码技术对静态仓储的管理体系,添加最新 RFID(Radio Frequency Identification) 标识技术^[9-11] 对气象装备的动态跟踪进行管理。系统中使用的外设设备包括 RFID 手持机、RFID 无源电子标签、二维码条形标签、二维码打印机、二维码扫描枪等。

气象装备全寿命跟踪系统将气象物品编码管理、装备全寿命跟踪、装备寿命预测、装备寿命指标评估等集成为统一化业务平台。通过该平台实现对气象装备从生产到使用、故障、维修、检定、流转等过程的全记录。

系统框图如图 1 所示。

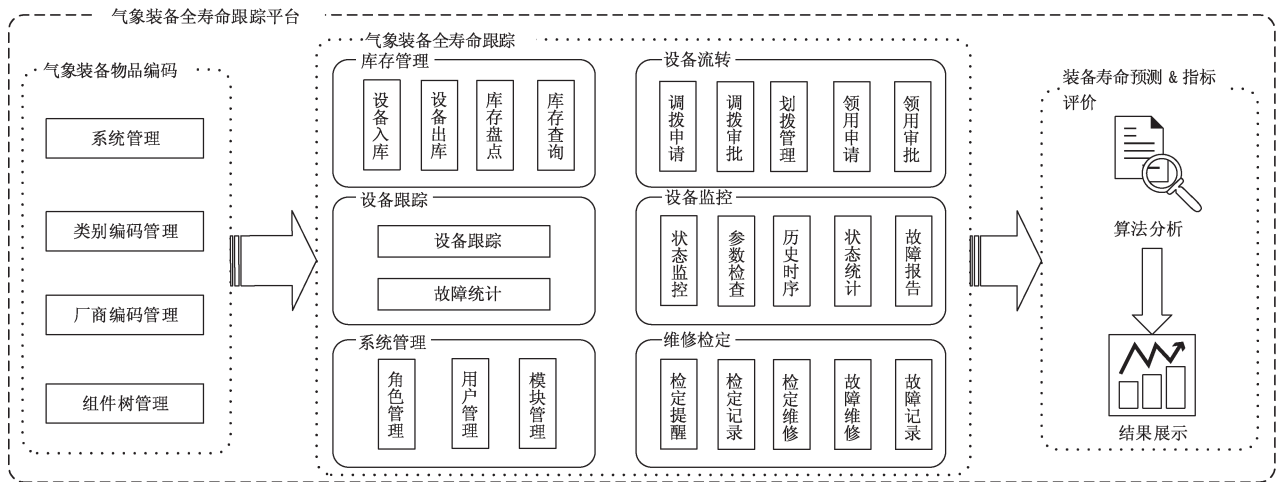


图 1 系统框图

(1)气象装备物品编码系统是管理气象装备编码规则库的平台,根据编码规范的变化来维护和更新编码规则库。采用文献[2]中编码方式和目前整理的气象装备物品目录,建立气象装备编码库。通过气象装备物品编码系统对库中的编码规则进行更新和增添,为气象装备编码的生成提供决策服务和支持。由于物品生产出厂时应具有唯一标识,所以

编码系统是项目中的初始化关键,是装备进入管理化流程的第一步,为装备后面的跟踪、预测和评估等提供唯一技术标识和简略的物品“身份证”。

(2)气象装备全寿命跟踪系统是记录和管理装备从入库到使用,直至报废的整个生命周期所经过环节的信息平台。系统中的设备保障信息作为预测和评估系统所用的数据分析来源。工作人员使用便

携式读写设备来读取装备状态。在该模块中发起维修、检定或设备流转等事件,相应部门对收到的事件给予响应和处理,严格控制并记录装备在各个环节的状态。此部分综合实现对装备的及时监控和跟踪。

(3)装备寿命预测系统(使用新一代天气雷达为例)是通过故障库中记录的雷达故障历史数据进行特征分析,使用支持向量回归分析方法提取雷达故障特征参数^[12],利用 SVR(Support Vector Regression,支持向量回归)算法预测雷达使用寿命,为装备的评估和调配提供了依据。

(4)装备寿命指标评价系统是通过分析设备管理历史数据,并利用模糊层次法、改进层次分析法得出对设备的整体评分,以此来判断设备的生命周期状态。通过对在用设备的评估,为维修人员及时更换设备提供依据。

1.3 LCMS 核心模块

(1)编码。编码功能负责编码规则的制定和生产厂商对设备的编码。编码规则制定由国家气象装备保障部门进行制定和发布。本系统中规则根据业务需求改进文献[2]中的分类方法,按设备的业务类型分类,分为观测设备、备件、辅助设备和耗材。设备品目码借鉴物品中心编码,采用模拟 EAN-13 物品编码,作为 13 位设备品目码。生产厂商从物品编码中心获取编码规则库。对于新品目的气象设备,必须根据编码规则对其进行编码后才可以出厂进入使用环节。编码的过程是在分类组件树的相应层次上添加需要的类别,系统后台根据编码规则库生成相应类别码。用户可以查看成套设备的组件树,即展示组成该设备的各层使用到的备件。

(2)装备仓储管理。按照目前气象装备行业业务配置,只有国家和省级拥有装备仓库,但考虑到台站也需要少量备件或耗材的储备,将系统仓储管理设为 3 级。该模块主要负责设备出入库、设备盘点、库存查询等功能。根据其出入库类型,系统生成相应类型的出入库单,如调拨出库、采购入库等。手持设备端通过手持客户端读取 Webservice 中提供的接口,确认和执行出入库动作,并对库中设备状态和设备 RFID 标签存储的动态信息进行修改。库存盘点由仓库管理员在 Web 端发起请求,由手持设备客户端帮助仓储人员逐一扫描库中设备二维码来完成盘点执行过程。

(3)设备跟踪。对管辖区域的所有设备的跟踪统计和查询单个设备的业务状态,以及故障跟踪统计。基于装备仓储建立的设备出入库详情记录表,使用设备的出入库操作记录作为跟踪统计的依据。通过 web 端和手持机的数据同步,用户可以扫描设备 RFID 标签来知晓该设备正处于的业务流程状态,并对其需要执行的流程进行判断,实现查询单个设备业务状态。

(4)故障监控。针对探测网中转发的设备参数文件和报警文件^[13],进行解析入库,来实现根据故障字典将故障码映射为故障信号量,为用户提供界面提示。用户查看故障后,对故障进行初步判断,将故障进行分系统(如天气雷达中的天线馈线系统、伺服系统、发射系统和接收系统等)上报^[14],填写故障报告并上报给维修人员。通过将故障与维修业务衔接起来,更能保证设备寿命中业务流程的进行,并将故障和维修记录入库备档,为预测评估提供数据支持。为了给台站人员提供更多的监控信息,便于业务中的使用及其状况判断,系统将设备运行中重要的参数予以解析,并以图形化方式展示,直观地反映在某时间段设备的运转情况。系统提供故障统计功能,故障统计包括查询台站故障设备以及设备故障维修次数和同种设备在全国范围内的故障次数。

(5)预测评估。根据装备全寿命跟踪模块的故障和维修记录,采用基于支持向量回归方法 SVR 的气象雷达特征参数选择 FSSSVR(Feature Subset Selection SVR)算法^[12]去掉冗余和无效的特征参数。在寿命跟踪系统中故障上报时,建立参数与故障间的对应关系,通过 SVR 算法预测下次故障的时间。根据模糊层次分析法和专家经验数据得出评估体系中建立各部件的权重,故障发生一次扣 1 分,将评分进行加权运算得出该设备的评分和所处的生命周期阶段(磨合期、稳定期、衰退期、终结期)。

2 系统实现

2.1 系统业务流程

(1)国家级用户。由于气象装备是由多个厂家生产,且同一种设备也可能由多个厂家制造,为保障国家气象装备保障中心对于编码规则的控制力,保证全国气象设备编码的统一管理,所有设备编码须由编码规则生成。国家级气象装备保障部门制定编码规则,并及时发布更新编码规则库供厂商下载。

批复或查看省级的设备调拨申请,以及全国范围台站的维修检定或故障情况等。

(2)装备生产厂商用户。在厂商部分,使用独立客户端导入编码规则库,完成设备唯一识别码的生成。设备出厂时,给予设备组装清单,标识零备件与成套设备的归属关系。

(3)各级保障业务用户。批复或查看下级的设备调拨申请,以及全国范围台站的维修检定和故障情况等。对于用户本单位的装备的检定和维修情况进行表单式记录并提交。以及查看所管辖范围内设备的运行情况,对于出现故障的设备提交故障报告的记录。

(4)评估用户。通过设备保障人员对于设备的流转登记,高层管理人员在装备调度上可以发挥灵

活性,有效组织全国各装备中心之间的调配等流程。使用长期的对在用设备的故障维修、检定等流程的记录,建立台站设备的全寿命档案,使用者可以从横向(设备出现的故障种类统计)和纵向(某种故障在全国范围设备的发生次数),来综合分析某一特定的故障和某一种设备的业务指标。

(5)仓储管理用户。通过手持设备和 RFID 标签来快速读取解析气象设备“身份证”(编码)的信息和动态记录当前状态,对于设备涉及流转等操作时进行执行确认,并按照设备所走流程,更新 RFID 标签中的动态信息。工作人员仅通过手持端就可以获取设备的各项信息,实现系统中“跟踪”的意义。

系统总体架构示意图和系统业务流程图如图 2、图 3 所示。

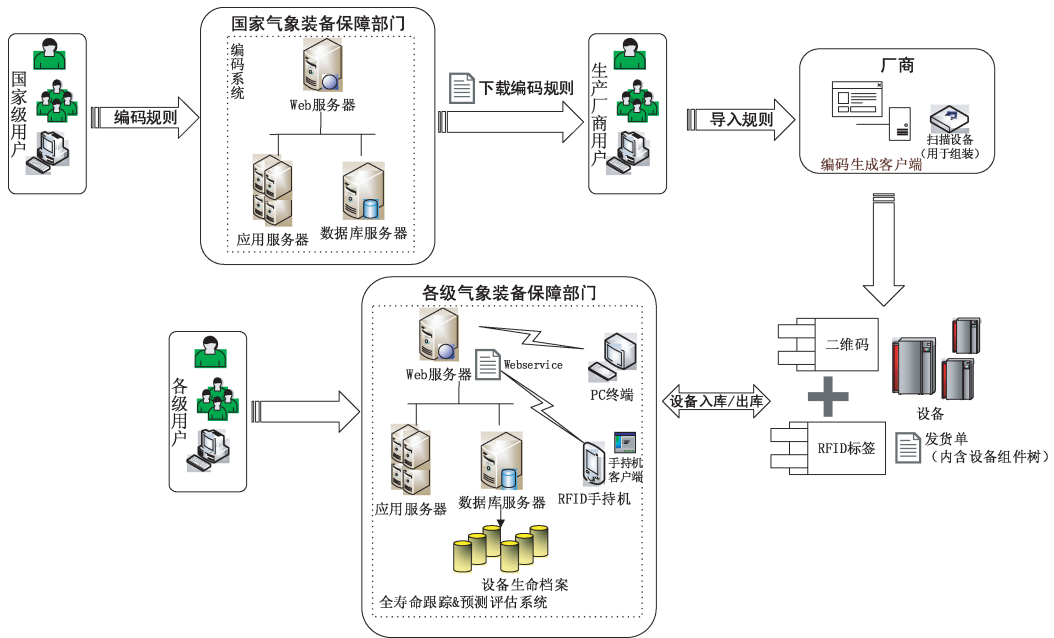


图 2 系统总体架构示意图

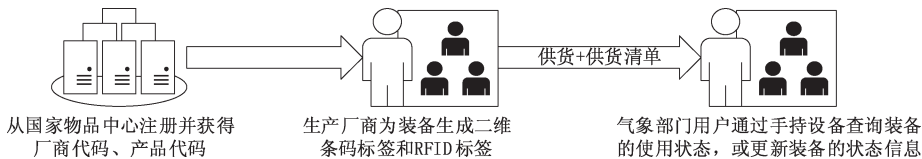


图 3 系统业务流程图

2.2 实现架构

软件平台采用 C/S 和 B/S 相结合开发,C/S 架构用于实现生产厂商使用编码规则库生成设备固定码和成套设备的组装等;B/S 架构用于实现装备跟

踪、预测和评估,提供用户服务。使用模块化设计,将开发任务按照系统功能模块划分,降低小组开发的耦合性,提高系统开发效率;采用 J2EE 技术和 Oracle 数据库技术,结合 Webservice 技术实现应用

程序的集成,将手持设备的跟踪应用集成到 Web 系统中,实现包括仓储管理、设备监控、设备流转、维修检定、设备跟踪等服务功能。

采用面向对象的 MVC 架构设计方法,SSH 整合框架减少了程序代码冗余,提高系统的扩展性和灵活性,降低了层间耦合度,清晰划分了系统的应用层次^[6]。系统软件架构如图 4。

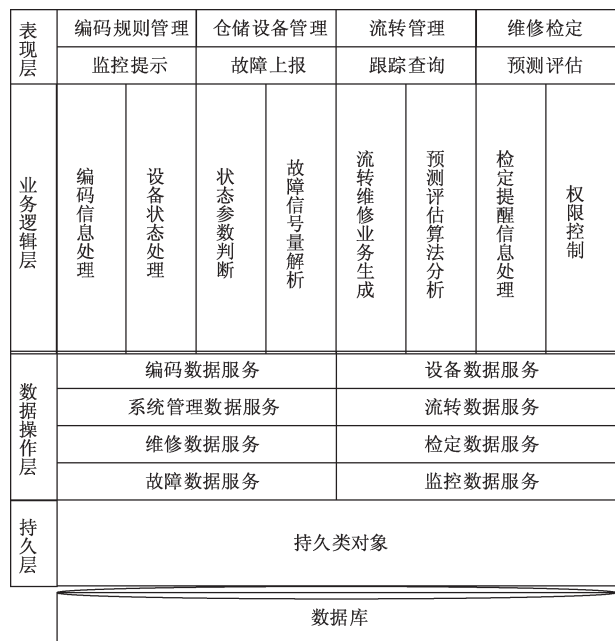


图 4 系统软件架构图

3 结语

该系统是对整个气象装备规范化后的业务系统的探索,为装备保障管理提供各种信息。通过全面了解全国各级所有备件库存储备及在用状况、故障、超检及检定日期等重要数据,实现对装备保障供应全方位分析评估,为国家级、省级管理决策部门以及厂家进行合理高效的备件调度提供参考,并随时掌握重要器件的使用时间、预计更换时间等,还可以实现就近调用、寿命跟踪、库存预警等功能,提高保障

时效。本系统很好的实现了库存的高效盘点、设备的快速定位、设备的有效利用、设备状态快速查询、设备状态实地更改与确认、设备故障的统计和设备寿命的评估预测等功能。由于系统正处于业务化测试状态,系统还存在很多需要优化和改进的地方,要实现将系统完全无缝的适应业务需求,处理好业务操作的衔接,还需要气象装备业务进一步的规范管理和系统设计的进一步的完善。

参考文献

- [1] 李雁,李峰,赵志强,等.中国区域自动气象站运行监控系统建设[J].气象科技,2013,41(2):231-235,277.
- [2] 卢欢欢,李飞,雷茂生,等.气象装备编码规则的研究[J].价值工程,2012,31(20):290-292.
- [3] 向晋良,王洪恺.气象装备信息管理系统的设计及应用[J].气象与环境科学,2007,30(增刊):195-196.
- [4] 魏延涛,王祖汉,徐远远,等.河南省气象技术装备监控管理系统[J].气象与环境科学,2011,34(1):79-83.
- [5] 于洪.省级气象装备资产管理现状与改进建议[J].陕西气象,2011,(6):23-24.
- [6] 李雷孝,谢芳,刘晓军,等.SSH 整合框架的研究与应用[J].内蒙古工业大学学报:自然科学版,2012,31(2):40-44.
- [7] 王美琴.基于 J2EE 的轻量级 SSH 架构整合研究[J].电脑知识与技术,2009,5(21):5718-5720.
- [8] 翟高粤.SSH 框架扩展与集成的研究[J].煤炭技术,2011,30(8):194-195.
- [9] 蒋皓石,张成,林嘉宇,等.无线射频识别技术及其应用和发展趋势[J].电子技术应用,2005,31(5):1-4.
- [10] 余雷.基于 RFID 电子标签的物联网物流管理系统[J].微机信息,2006,22(2):233-235,232.
- [11] Yahia Zare Mehrjerdi. RFID and its benefits: a multiple case analysis [J]. Assembly Automation,2011,31(3):251-262.
- [12] 方睿,李享梅,涂爱琴,等.基于支持向量回归的现代气象雷达寿命预测[J].电讯技术,2012,(10):1686-1690.
- [13] 纪奎秀,郑伟,蒋小平,等.成都区域气象技术装备信息智能化管理系统[J].气象科技,2009,37(4):462-465.
- [14] 石城,梁海河,孟昭林,等.新一代天气雷达故障处理和故障标准平台的研发与应用[J].气象科技,2012,40(2):160-164.

(下转第 433 页)

Meteorological Equipment Life-Cycle Tracking System Based on Coding Rules

Ma Lei¹ Fang Rui¹ Zhang Kun²

(1 College of Network Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225;

2 Sichuan Lighting Protection Center, Chengdu 610072)

Abstract: In order to optimize the management of meteorological equipment and the safeguard ability and strengthen the emergency stockpile management of meteorological equipment, a meteorological equipment life-cycle tracking system platform is presented, in combination with RFID (Radio Frequency Identification) technology, hand-held devices, and Web development. This system combines the needs of meteorological equipment allocation and warehousing in China, to achieve the integration and harmonization of operational management of the national meteorological equipment and facilitate the inter-regional efficient use of meteorological equipment. By tracking meteorological equipment status information (including storage information, basic device information, service status, etc.), it can provide detailed references to the equipment management personnel. Combined with the research results of meteorological equipment encoding rules, a unique identification is given for each set of meteorological equipment, which provides practical reference data for life cycle prediction of meteorological equipment.

Key words: life-cycle tracking, meteorological equipment, RFID tag, encoding rule