

梁海河, 孟昭林, 张春晖, 等. 综合气象观测运行监控系统[J]. 气象, 2011, 37(10): 1292-1300.

综合气象观测运行监控系统^{* 1}

梁海河¹ 孟昭林¹ 张春晖² 李 雁¹

1 中国气象局气象探测中心, 北京 100081

2 中国电子科技集团第二十八研究所, 南京 210007

提 要: 为了提高我国气象装备运行保障能力和观测数据质量, 中国气象局气象探测中心从 2006 年起创建了综合气象观测运行监控系统, 并依此逐步建立了监控业务。文中围绕气象装备保障业务关于台站、省级和国家级的三级用户需求, 明确了以探测设备运行状态监视、技术保障信息管理、观测数据质量监视为主线的监控业务设计思想, 并奠定了监控业务系统的技术框架, 提出了“两级布设、三级应用”的分布结构, 基于互联网和 WebGIS 技术, 建立了一套实时气象观测网运行监控和分析系统, 具备实时设备运行状态监控、装备保障信息管理、观测数据质量监视、基础信息管理、运行统计评估等功能。在此基础上, 文中介绍了气象观测运行监控业务概况, 通过监控系统实现了对全网设备运行状况的实时掌握, 开展监控产品分析服务, 定期评估装备运行效能和数据质量状况, 使重要气象装备如天气雷达的可用性大幅提升, 为提高气象装备运行效能发挥了重要作用。

关键词: 综合气象观测, 运行监控, 系统

The Integrated Meteorological Observation Operational and Monitoring System

LIANG Haihe¹ MENG Zhaolin¹ ZHANG Chunhui² LI Yan¹

1 CMA Meteorological Observation Centre, Beijing 100081

2 The 28th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007

Abstract: In order to improve China meteorological observation facility's operation supporting ability and observation data quality, the CMA Meteorological Observation Centre developed an integrated meteorological observation operational and monitoring system and built the operational and monitoring operations. It is described the meteorological observation equipment's operation status monitoring, technique supporting management, observation data quality monitoring and the system's technical framework involving the requirements of the station, province and national users. It also put forward the distribution form of two level layout-three level applications. The meteorological observation operational and monitoring and analysis system contains five function subsystems, there are the real-time facility operation status monitoring, the equipment maintenance information management, the observation data quality monitoring, the basic information management and the operation statistical evaluation. Besides, the general situation of meteorological observation system operational monitoring operations is described, such as the integrated meteorological observation system's real-time operational status, the monitoring product analysis service, regular assessment of the equipment operation efficiency and data quality status, etc. The meteorological observation operational and monitoring system could ensure the steady operation of these main meteorological observation equipments, such as meteorological radar, and it also plays a main role in the drastically improving meteorological facility's operation efficiency.

Key words: integrated meteorological observation, operational monitoring, system

* 中国气象局(2006)小型基建项目和中国气象局(2006)新技术推广项目共同资助
2010 年 12 月 6 日收稿; 2011 年 4 月 18 日收修定稿
第一作者: 梁海河, 主要从事大气探测技术研究. Email: lhhaoc@cma.gov.cn

引 言

世界气象组织认为,气象观测质量保障需要建立贯穿于整个观测系统的管理体系,即除了设备本身的性能外,还应包括设备安装(Installation)、运行管理(Operation)、相互兼容(Compatibility)、选址环境(Sitting and Exposure)、性能监视(Performance Monitoring)、测试标定(Test and Calibration)、维修保障(Maintenance)、元数据(Metadata)收集分析、实时质量控制(Real-Time Quality Control)等各个环节^[1]。美国国家大气海洋局先后发展了设备运行保障和管理的商业化软件系统,如设备运行监控系统(COMPASS)、故障报告分析改进措施系统(FRACAS)等,并于 20 世纪 80 年代起逐步发展建立了气象探测技术装备和监测网络保障业务等多项管理系统,如用于气象技术装备综合后勤管理的“ILS”系统、用于工程维护报告与质量改进分析的“EMRS”系统、用于下一代天气雷达(NEXRAD)运行监控与支持的“HEAT”系统等^[2],气象技术装备现代化信息管理极大地提高了业务质量和管理效率。我国气象监测网络技术保障信息化管理才刚刚起步,与世界先进国家存在较大差距。近几年来,部分省份先后建立了各自的监控系统、技术保障信息管理系统等,取得了很好效果^[2-7]。国际上,对气象探测数据质量控制方法进行了大量研究^[8-11],国内也开展了气象探测数据质量控制方法研究^[12-18]。但是,美国等建立的气象运行监控保障系统,基本是分别针对不同观测系统和不同业务,分别建立分散独立的运行监控保障系统。国内气象部门和各省份建立的运行监控保障系统也存在类似的问题,具有功能单一、适用对象局限等特点。

综合气象观测运行监控系统是一个综合性业务系统,体现在综合面向全国不同地域的观测设备,综合面向多种气象观测网和多种装备型号,具备设备运行状态监控、装备保障信息管理、观测数据质量监视等多种综合性功能,系统利用探测运行状态分析与展现技术、探测网运行评估分析技术、数据质量分析技术、互联网技术、WebGIS 技术、可靠性工程方法等多种综合技术,开展全国综合气象观测系统运行质量监测分析和装备保障业务,以提高观测网运行可靠性和运维水平。

中国气象局气象探测中心从 2006 年初进行了综合气象观测运行监控系统的设计和开发,于汛期开展了全国多普勒天气雷达网的运行监控试验,取

得了很好的效果^[6]。2007 年实现了自动气象站、探空系统和天气雷达网运行监控,完成了观测数据质量监控和装备技术保障信息化管理系统的研发,并在中国气象局探测中心,以及内蒙古、江西、湖北三个省(区)试点进行安装部署和运行。基于实时气象观测网监控和分析系统,中国气象局气象探测中心创建了气象观测系统运行监控和分析业务,实现了掌握全国气象观测网设备运行状况,提供了观测网业务运行评估,开展了监控产品的分析服务,发挥了重要作用,特别在 2008 年重大气象保障活动中,为气象观测网络准确、高效、持续稳定运行提供极其重要的支撑。

1 主要设计思想

综合气象观测运行监控系统是集探测设备运行状态监控、技术保障信息管理、观测数据质量监控功能为一体的业务监控和分析平台。基于该平台,通过对全网运行业务效能分析、气象监测数据分析,形成完善的气象观测监控和分析业务,提高气象观测业务质量和监测服务能力。系统主要有装备运行状态监控、数据质量监控、技术保障信息管理三个方面的内容(如图 1)。

(1) 装备运行状态监控是以气象装备为监控对象,实时动态收集装备运行状态信息,通过对观测装备运行状态、技术性能参数、故障报警的整理分析,形成探测装备分类别、分站点、分时次的装备运行状态和故障报警数据库,对探测装备的可用性、可靠性、缺测率和数据有效性等进行统计分析,实现对全网技术装备的综合效能和发展态势进行评估,形成设备运行、故障维修、备件采购、技术支持,设备更新、业务评估等闭环业务过程,为探测技术装备保障和管理决策服务提供支持。

(2) 数据质量监控是通过对观测数据的连续性、时间一致性、空间一致性、气候极值的可靠性检查,实时给出观测数据质量检查等级,综合显示气象观测数据和产品,实时或定期形成数据质量分析评估报告,为装备保障人员及时有效地发现装备运行故障,指导装备保障人员开展故障检查和维修保障提供依据,为气候资料评价分析提供元数据,提高数据评价分析的可靠性。

(3) 技术装备保障信息管理是通过装备维修、计量检定、物资供应、装备许可证信息自动化管理,实现对气象仪器、仪表实时计量监管,对气象技术装备保障业务相关的规定、规范、标准、规程、软件等网

络在线查询和检索。通过对全网气象技术装备供应和需求状况动态监控,发布气象仪器、仪表的供货和库存信息;通过对气象仪器许可证信息化管理,实现装备及各类部件的全寿命监控。技术装备保障信息管理提高了各级技术装备保障业务技术手段和保障信息化管理水平,确保综合观测系统运行的连续、稳定和高质量运行。

监控保障业务。省级系统收集省内各探测设备运行状态数据、探测产品数据、台站业务信息,为省级用户提供运行监控产品及运行保障管理服务功能,对上级(国家级)实时上报业务监控信息。国家级系统和省级系统进行实时和定时数据交换,实时数据包括设备状态、观测数据、系统报警、故障报告、通知与响应等数据,定时数据包括各类运行统计报表、备件库存报表,基础信息变化的日报、周报、月报等材料。系统业务结构示意图见图 2。

2.2 软件架构设计

基于面向对象的设计方法,将系统分为数据处理和客户服务两个对象。面向数据处理系统在后台采用多任务方式运行,主要负责数据采集、数据解析、数据分析、产品生成、产品入库等数据处理功能。面向客户服务系统采用模块化设计,主要承担对外服务的门户功能,通过 WebGIS 等各类展现技术,将监控产品提供给用户,同时接收用户的请求并通过 Web 响应,提供客户服务功能,涵盖运行监控、装备维修、供应保障管理、技术支持管理、计量检定管理、装备许可证管理、数据质量检查显示、业务效能指标显示等多种服务。

软件体系采用 C/S 与 B/S 相结合的方式。C/S 架构用于实现后台的面向数据处理的应用体系,B/S 架构用于实现面向用户的服务体系。面向数据处理系统采用 VC++ 与 ORACLE 技术构建 C/S 模式,来实现数据的采集、解析、处理、评估入库。面向客户服务系统采用 J2EE 技术,结合 WEBGIS 技术、ORACLE 技术等构建多层的 B/S 模式,实现运行监控、产品发布、业务监控等功能。J2EE 系统是具有较强伸缩性、开放性、安全性的技术架构。

软件体系架构采用多层 B/S 服务器模型,如图 3 所示,分为四个层面。

用户服务层(User Service):用户服务层为整个技术保障业务平台的门户,提供可视界面,用户通过可视界面分析信息和数据。用户服务层向业务服务层发出服务请求。用户服务层主要包括:设备运行状态显示查询服务、气象数据检查查询服务、综合保障信息显示查询服务、网上技术支持服务、网上数据下载服务、网上保障业务管理服务。

业务服务层(Business Service):业务服务层提供的服务实现正式的进程和商业逻辑规则,商业服务层响应用户服务层请求,是用户服务层与数据服务层的

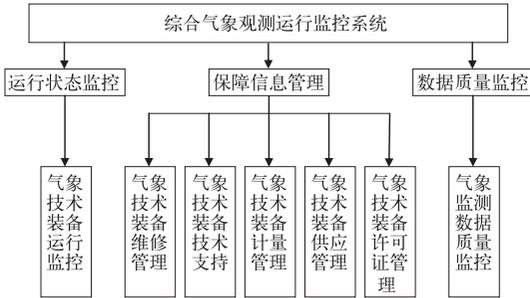


图 1 总体功能结构图

Fig. 1 The overall function structure diagram

2 系统结构设计

2.1 系统业务结构设计

由于探测网空间分布特征和用户的广泛性,本文提出了“两级布设、三级应用”的分布式结构方式技术路线,其含义是指在省级和国家级部署两级系统,基于面向台站级、省级、国家级的三级用户并向其提供应用服务。其中,台站级应用功能由省级服务中心系统提供。

根据这一设计思想,形成了国家级和省级两级模式的监控业务结构,国家级业务分工侧重于高层决策人员提供全网运行综合态势、技术装备运行质量和效益分析,为有关探测技术与技术保障业务的发展和变革提供决策依据。省级业务分工侧重于业务管理和应用服务,向业务管理人员提供全网运行情况、备件存储/需求/消耗情况、设备维修检定情况、备件采购计划、为业务管理监督提供管理依据;向技术保障人员提供实时监控探测业务的运行状况,以便开展设备保障、维修、检定、备件供应、技术支持等业务活动,为气象观测数据用户提供观测元数据和气象数据质量分析信息。

国家级系统和省级系统的数据流程是国家级系统接收来自省级系统的探测网运行状态数据、探测产品数据、业务数据,进行综合分析及评价,及时为国家级用户提供各探测网运行产品,并指导下属的

逻辑桥梁。业务服务层主要包括:运行监控系统、技术保障系统、数据检查显示系统等业务处理服务。

通用功能组件服务层(Common Component Service):该层提供的服务为上述两层服务的技术

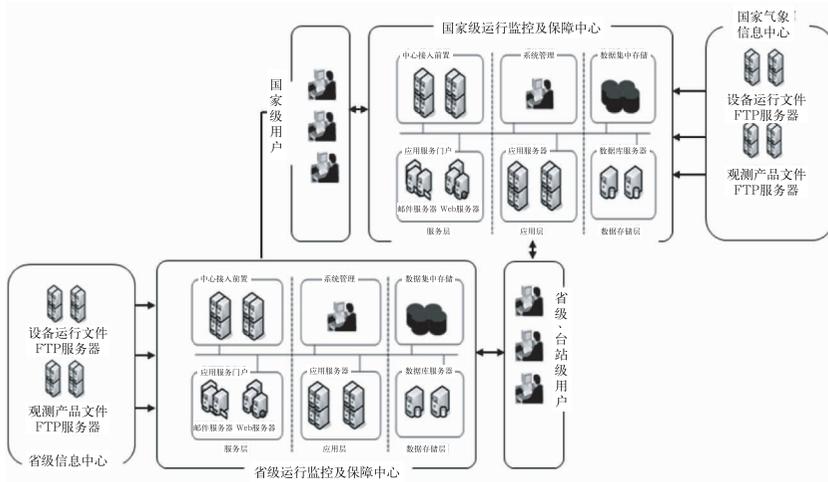


图 2 系统总体结构示意图

Fig. 2 The integrated system structure diagram



图 3 系统软件技术架构

Fig. 3 The framework of system software technique structure

支撑,是一些通用的功能组件服务。具体包括:用户认证服务、系统用户管理、基础数据管理、GIS 基础服务、文件传输服务等。

数据服务层(Data Service):数据服务层实现所有的典型数据处理活动,包括数据的获取、修改、更

新以及数据库相关服务。具体包括:基础对象数据库、设备运行数据库、监控产品库、气象产品数据库、统计分析数据库、业务管理数据库、文件资料数据库、系统运行数据库。

2.3 监控数据结构和来源

监控数据结构组成主要包括:基础对象类数据、运行监控类数据、气象探测类基数据、业务管理类数据、监控产品类数据、探测产品类数据、技术保障类数据。

基础对象类数据:指地面观测站网、高空探测站网、天气雷达站网等技术装备对象的基础信息资料;
运行监控类数据:指探测装备实时或历史的运行状态信息和运行参数信息资料,一般由探测系统运行过程定期产生,通过气象专用通信链路自动传输到监控中心,用于运行状态分析;
气象探测类数据:指探测装备探测的气象数据,通过气象专用通信链路获取,用于数据质量分析和气象产品生成,自动站探测数据由于缺乏运行状态数据,通过数据质量分析监控其运行情况;
业务管理类数据:指非实时性的业务管理数据,如:日报、周报、月报、维修日志、值班记录等,数据由台站维护人员通过运行监控网页人工填报;
监控产品类数据:指根据应用需求,对实时及历史的运行监控数据进行加工产生的统计类或分析类产品信息,如缺报率、故障率、待机时间等;
探测产品类数据:指气象要素加工的气象产品信息,如雷达产品、自动站观测要素产品等;
技术保障类数据:指计量、检定、维修、许可、备件等管理信息,数据由台站维护人员通过运行监控网页人工填报。

2.4 基于 WebGIS 的地理信息应用

气象探测装备如天气雷达、自动站、探空系统,具有很明显的空间特性,用户在监控设备运行状态的同时,需要直观了解探测设备空间位置及当地的天气过程。基于地理信息系统的台站布局、设备运行能够直观反应各个设备及探测网络的分布和探测网络规划状况。因此,地理信息系统对本系统来说是关键技术之一。

WebGIS 是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物。利用 Internet 技术在 Web 上发布地理信息系统,就能从任意一个地点浏览 WebGIS 站点中的地理信息,并进行各种信息检索和处理,为监控信息的开放和共享提供了切实可行的技术,以满足国家、省和台站三级用户的不同需求。

3 功能设计

运行监控系统是一个新型的业务系统,其技术

难点是面向业务需求,提出并设计出适合业务实际的系统功能,并基于某种功能的设计,从而能建立起相关的业务内容。该系统是一个涉及探测设备种类、区域、时间三大要素,涵盖运行监控、技术保障、数据质量监控等功能,集采集、处理、统计、查询、展现等功能为一体的庞大、复杂的业务系统。因此,把信息、操作与功能选择有机地结合起来,提供一个布局合理、操作便捷、内容丰富的工作平台是本系统设计的关键技术难点。

3.1 功能引擎和界面设计

基于组件技术的实现方法是把有着一定共性的、具有内在联系的功能模块分组划分,按照相关联的共性特点搭建统一的处理框架模型,通过定义清晰的接口,实现功能的扩展和组合。基于这种设计技术,系统的用户界面设计为三个功能区域:系统引擎区、功能操作区和信息展现区。系统引擎区是顶级功能菜单区,通过引擎功能设计实现了功能的分层、分类和快速定位,为用户提供了良好的操作界面。信息展现区为各类内容的显示区域,以电子地图、数据表格、统计图形、图形图像、文本等方式,供用户进行查询和分析。功能操作区是监控和保障业务的具体功能(如图 4)。



图 4 系统主界面

Fig. 4 System main interface

3.2 监控功能设计

监控功能包括设备监控和数据监控,两者均包括两个维度,即设备类型、地区范围。因此,通过将设备类型树和区域树作为主搜索引擎,方便用户快速定位某一地区或全部特定类型的设备图层,显示运行状态信息和数据内容。目前设备类型包括天气雷达、自动站、探空雷达;地区类型分三级,即国家级、省级(31个省、自治区、直辖市)、地市级(如图 3)。

(1) 设备状态监控。设备状态监控是根据探测

设备(如天气雷达)输出参数、规定指标,通过处理判断,给出设备运行状态,如系统正常、需要维护、故障报警等,并以多种方式显示。设备监控由设备状态处理分析、运行参数检查、实时状态监控显示、历史时序监控显示、单站综合显示等模块组成。运行参数检查模块对雷达各主要部件运行参数进行检查,绘制一定时段内参数的曲线变化,并对超标参数给出提示信息。实时状态监控显示模块通过将设备状态标识图标与地理信息地图叠加显示,直观反映设备分布及运行状态。历史时序监控显示模块对最小时间粒度的运行状态评价结果按时间序列显示,通过历史时序图的方式直观反映每一时次或时段全网设备运行状态。单站综合显示是将探测数据产品图、运行性能参数、报警信息等合成显示,有利于对设备状况和产品质量进行综合分析(图 5)。由于运行性能参数正常时,并不能保证观测数据产品正确,将两者综合分析非常必要。

行控制。控制方法有气候极值范围、内部一致性、时间一致性检查。针对不同探测数据,系统中采用不同数据质量控制方法,给出实时数据质量控制结果,并分为数据质量“正常”、“可疑”、“异常”和“错误”的评估结果。另外,针对所有设备探测数据,系统中的数据质量监控还包括数据报文监控和观测数据产品显示等模块,其中,数据报文监控主要是对本系统所关注的文件格式有效性、内容有效性进行监控分析,从中发现观测系统编报和传输过程中的问题;观测数据产品显示模块,包括高精度雷达拼图及动态显示、自动站各种要素图表显示、探空压湿温曲线和气球飞行轨迹等,通过各种观测数据产品的显示,直观反映异常数据,从而对出现异常数据的设备进行跟踪监控(图 6)。对于极端气象观测数据,用户根据设定的阈值,给出重要天气、危险天气的提醒报警功能。

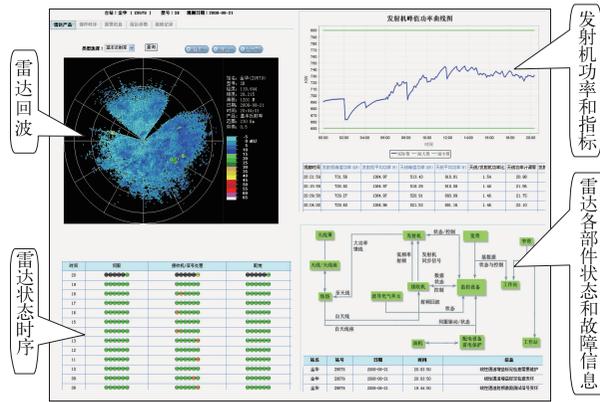


图 5 雷达单站综合显示图

Fig. 5 The comprehensive display graph at radar site

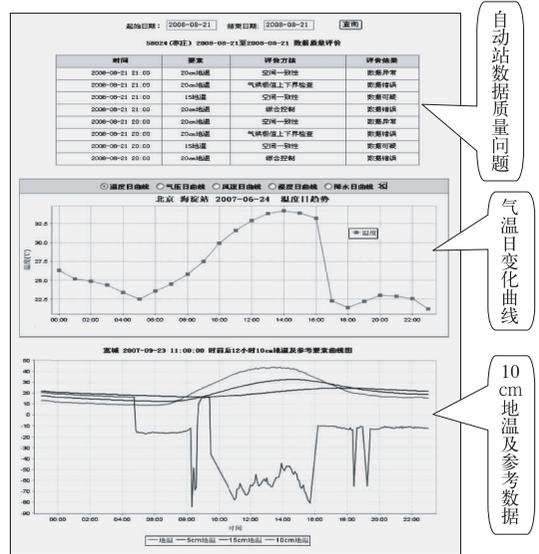


图 6 自动气象站观测数据显示

Fig. 6 The observation data display at AWS stations

(2) 数据质量监控。目前系统中监控的设备有新一代天气雷达、国家级自动气象站和探空系统,针对这三类设备,系统中均进行了不同程度的观测数据质量状况控制。其中,新一代天气雷达的质量控制是基于雷达基数据,控制的方法有:体扫数据完整性检查、虚假测试回波检查、电磁干扰回波检查、噪声检查、地物杂波检查;国家级自动气象站实现了对整点观测数据的时间一致性检查、空间一致性检查、内部一致性检查、持续性检查、气候极值判断、综合检查;探空系统目前分为 L 波段探空系统和 59-701 型探空系统,两者的观测数据存在一定的差异。因此,针对 L 波段探空系统,系统中对其秒数据进行了检查,针对 59-701 型探空系统,对其测风数据进

3.3 装备保障功能设计

装备保障功能设计是以技术装备为核心对象,以装备或备件的唯一身份编码为设计主线,展开系统功能和模型设计,从装备采购入库、调拨、检定、维修,到报废为止视为装备的生命周期,通过装备生命周期管理档案,实现对装备的全寿命信息化管理和监控,为提高装备保障业务水平提供业务支持平台。保障功能包括装备保障管理和事务管理。

(1) 装备保障管理

我国气象装备保障实行国家、省和台站分级负责制,装备保障管理功能采用事件触发与响应追踪机制,不同部门根据职责和规范首先启动某一事件(如故障维修、装备调拨等),其相关单位和技术保障人员对该事件做出响应处理,直到这一事件关闭形成完整的闭环管理过程。装备保障管理包括维修、计量、供应、许可证等信息管理模块。维修管理是装备故障在不同级别保障部门的故障申报、维修响应、远程维修技术支持和专家诊断的信息监控管理,并与运行监控平台的装备自动报警功能联动,实现自动报告和及时响应(图 7)。计量管理是建立计量仪器、仪表的检定状况管理数据库,对计量标准器有效期,检测仪器装置的标定有效期和常规观测仪器、自动化探测仪器的检定有效期进行全程监控,具有超检预警和报警、信息查询、统计和发布的功能。供应链管理实现网上订货计划报送、采购,供应、存储、调拨,根据业务运行和器材消耗状况,制定器材采购计划,在网络上提交采购审批报告、通过相应的审批程序、进行器材采购、发布器材库存状况。对全国气象技术装备许可证的认证程序实行网上管理,实现申报、考核、审批发布、查询等各个环节的信息化管理,规范认证管理流程。建立气象技术装备保障业务相

形成统计报表,如器材消耗、备件库存信息,方便各级业务部门编制运行评估报告,上报或下发有关职能部门。

(2) 事务管理

事务管理由业务报告、值班日志、监控公报等业务功能模块组成。业务报告包括同级业务情况报告、下级情况上报、上级通知发送、各类信息汇总、监控公报发布等功能。业务人员通过该功能模块将监控过程中发现的问题及时发送给本级相关技术保障人员或部门,如探测中心监控值班室可将天气雷达有关状况,及时发送给雷达室。省级监控人员可向国家级系统发送上报重大事件,如停机检查、日常维护、重要天气等报告。日志值班为值班人员提供值班记录、电话(来电/去电)记录、技术支持服务记录功能,交接班记录。监控公报是探测中心发布的周、月、季、年的全网运行分析报告。

(3) 探测网运行评估功能设计

为了以客观、定量指标评价天气雷达全网等运行情况,基于可靠性工程理论,根据探测系统运行时间剖面分析(图 8),设计可用性、可靠性和缺报率三个指标用以评价探测网总体运行情况。



图 7 装备故障维修管理程序界面

Fig. 7 The equipment maintenance and management program interface

关的技术法规、管理规定、规章制度、行业规范、技术规程、业务运行软件数据库和信息查询平台。

系统具有对各类装备管理信息的编辑、修改、录入、维护和修正功能,包括台站基本信息、探测装备信息(探测装备型号、数量、观测项目、传感器的信息更新等)、通信线路相关参数(如通信方式、IP 节点地址、传输速率等)、台站运行、维护人员信息等。

系统提供按全国、省或台站对各类数据进行统计汇总,日、周、月、季、年发布有关装备和运行信息,



图 8 监控系统运行时间剖面图

Fig. 8 The running time section of monitoring system

以 T 表示探测系统应工作时间, T_1 表示完全正常工作时间。 T_2 表示系统虽有报警,但仍可运行不影响观测。 T_3 表示系统虽然开机运行,但系统存在故障报警。 T_4 表示系统处于故障维修状态。相关运行效能评估指标计算方法如下:

$$\text{可靠性 } R = T_1 / T \tag{1}$$

$$\text{可用性 } A = (T_1 + T_2) / T \tag{2}$$

$$\text{缺测率 } F = (T_3 + T_4) / T \tag{3}$$

3.4 其他功能设计

主要包括台站环境监测、台站基础信息、系统管理等功能。台站环境监测包括观测场环境实时视频监控、定期环境照片监控。台站基础信息主要提供

系统基础信息管理维护功能,如地面观测站基础信息、雷达站基础信息、探空站基础信息、许可证基础信息管理。系统管理主要提供用户、用户权限、系统参数等管理维护。

4 应用效果

在监控系统的支持下,气象探测中心从 2006 年始逐步建立了监控和分析业务,能够实时掌握全国气象观测网运行状态,掌握了装备保障工作的主动性。通过对各种装备运行情况进行评估,大幅提高了观测网的运行质量,为建立高效、科学管理体系提供了有力技术支撑。

(1) 自建立监控系统以后,开展天气雷达使用效能评价业务,促使雷达站和管理部门采取措施,雷达运行效率大幅提高。统计结果表明,2006 年 6—8 月雷达的可靠性、可用性和缺测率分别为 87.21%, 89.49%和 9.35%;而 2007 年同期各项指标分别为 94.23%,95.68%和 1.64%。

(2) 基于监控平台保障理念由被动向主动转变,在重大天气过程中,根据分级响应机制主动进行

设备性能检查,并根据设备和备件的监控分析结果,积极做好物资和人员调配,做好重大和关键时期的装备保障工作。

图 9a 是 2006 年“珍珠”台风登陆前阳江雷达的发射机功率图,可见发射功率偏低近 130 kW,且起伏不稳定。通过监控发现这一现象后,及时通知维修人员对雷达进行了调试,恢复了正常运行,保障了观测质量。图 9b 是监控到的某雷达的发射功率曲线,功率极不稳定,经核查为速调管已经老化,探测中心为台站进行了及时更换维修。

(3) 探测数据质量监控初显成效。通过自动站数据格式错误监控,使自动站数据格式错误数量从 2007 年汛期每天数百条记录减小到 2008 年很少发生。通过时间一致性、空间一致性和极值检查等数据质量监控,自动站的数据错误或可疑的数量也大幅下降,运行质量明显提高。对探空系统,也开展了数据质量检查,从中发现探空系统的故障,如 2007 年 10 月监控发现昆明探空数据出现了明显异常,经检查是雷达天线出现了松动,修复后数据恢复正常。另外,通过对探空放球高度的统计分析,为实时数据分析和业务质量管理带来了方便。

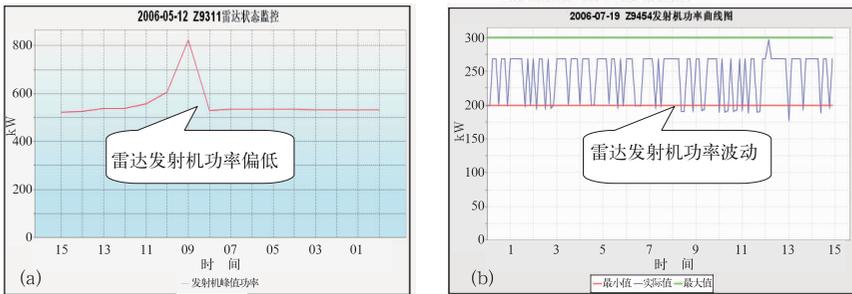


图 9 天气雷达发射机峰值功率异常实例

Fig. 9 Examples for the abnormal peak power of weather radar transmitter

(4) 为重大事件气象服务提供支撑,特别是在 2008 和 2009 年南方冰雪灾害、四川大地震、奥运气象服务等重大事件的气象探测系统运行保障活动中,监控系统作为气象探测中心业务运行系统实时监控气象探测网运行情况,为探测系统保障和稳定运行提供了极其重要的支撑作用。

5 结 语

综合气象观测运行监控系统经过近几年的设计

开发和应用,创建了一项新的综合气象观测运行监控业务,系统能力在逐步完善提高,特别是围绕多种观测设备以质量为核心的综合监控,受到了国内外同行专家和用户的好评。但综合气象观测运行监控系统与一般工具软件不同,承载着众多业务流程、科学方法、业务内容,因此其设计和开发难度非常大。现有功能还有许多需要完善之处,特别是数据质量检查的算法还有待深入研究和开发,而且监控平台只是数据质量保障体系中的一个环节,运行监控保障的业务体系以及与其他气象业务的衔接还有很多

工作需要完善。另外,我国探测装备缺乏监控信息不足以满足监控业务的需要,如雷达速调管的工作参数还不能实时输出、自动站和探空系统的监控信息极度缺乏等,需要逐步加强装备制造在技术保障功能设计方面的新理念。

参考文献

- [1] WMO. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO No. 8, sixth edition[M]. Geneva, 1996.
- [2] 林献民, 许永禄, 胡东明, 等. 美国多普勒天气雷达网的运作及其保障[J]. 广东气象, 2003, 1: 47-51.
- [3] 梁海河, 张沛源, 牛昉, 等. 全国天气雷达数据处理系统[J]. 应用气象学报, 2002, 13(6): 749-754.
- [4] 王红艳, 刘黎平, 王改利, 等. 多普勒天气雷达三维数字组网系统开发及应用[J]. 应用气象学报, 2009, 20(2): 214-224.
- [5] 中国气象局大气探测技术中心. 新一代天气雷达全网监控实施方案[R]. 2006: 1-15.
- [6] 中国气象局大气探测技术中心. 气象探测全网运行监控系统功能规格书. 2007: 10-25.
- [7] Liang H H, Zhang C H, Meng Z L. Real-time observation monitoring and analysis network[C]. //WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation. St. Petersburg:WMO, 2008:1-11.
- [8] Atkins M A. Quality control, selection and processing of observations in the Meteorological Office's operational forecast system[M]. //ECMWF Workshop proceedings: The Use and Quality Control of Meteorological Observations. 1984.
- [9] Andresen L, Björnsson H, Fredriksson U, et al. Manual Quality Control of Meteorological Observations Recommendations for a common Nordic HQC System[R]. Climate Report, Norwegian Meteorological Institute, 2004, (10).
- [10] Vejen F, Jacobsson C, Fredriksson U, et al. Quality Control of Meteorological Observations Automatic Methods Used in the Nordic Countries[R]. Climate Report, Norwegian Meteorological Institute, 2002, (8).
- [11] WMO. CBS/OPAG-IO/ET AWS-3/Doc. 4(1), Guidelines on Quality Control Procedures for Data from Automatic Weather Stations[R]. 2004, 25.
- [12] 王海军, 杨志彪, 杨代才, 等. 自动气象站实时资料自动质量控制方法及其应用[J]. 气象, 2007, 33(10): 102-106.
- [13] 孟昭林, 王红艳. 提高新一代多普勒天气雷达产品数据质量的途径与方法[J]. 气象科技, 2006, 31(1): 85-89.
- [14] 毛紫阳, 段崇雯, 成礼智, 等. 模糊特征在天气雷达反射率基数据质量控制中的应用[J]. 模糊系统与数学, 2006, 20(6): 136-142.
- [15] 任芝花, 赵平, 张强, 等. 适用于全国自动站小时降水资料的质量控制方法[J]. 气象, 2010, 36(7): 123-132.
- [16] 窦以文, 屈玉贵, 陶士伟, 等. 北京自动气象站实时数据质量控制应用[J]. 气象, 2008, 34(8): 77-81.
- [17] 王新华, 罗四维, 刘小宁, 等. 国家级地面自动站 A 文件质量控制方法及软件开发[J]. 气象, 2006, 32(3): 56-63.
- [18] 何志军, 封秀燕, 何利德, 等. 气象观测资料的四方空间一致性检[J]. 气象, 2010, 36(5): 108-122.