

气象台站综合业务监控平台研究与设计

张常亮^{1,2}, 谢银海^{1,2}, 何星庭^{1,2}

(1. 四川省气象探测数据中心, 四川 成都 610072;

2. 高原与盆地旱涝灾害四川省重点实验室, 四川 成都 610072)

摘要:为满足基层气象台站观测自动化业务改革后的综合业务监控的迫切需求,文章对四川气象业务监控现状进行了梳理和分析,基于现有的省级气象综合业务监控系统技术架构,研究构建面向基层气象台站的综合业务监控平台技术方案,设计监控平台主要功能、集中告警管理和监控界面,实现气象台站观测设备、资料传输和网络通信链路等状态数据采集、综合监视和自动告警,解决台站各种监控业务相互孤立的问题,实现台站业务统一运行监控,保障地面观测自动化业务稳定高效运行。

关键词:气象台站;综合业务监控;观测设备;资料传输;集中告警

中图分类号:TP39;TN91

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2022)0168-06

Research and Design of Integrated Business Monitoring Platform for Meteorological Stations

ZHANG Chang-liang^{1,2}, XIE Yin-hai^{1,2}, HE Xing-ting^{1,2}

(1. Sichuan Meteorological Observation and Data Center, Chengdu 610072, China;

2. Heavy Rain and Drought-Flood Disasters in Plateau and Basin Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610072, China)

Abstract: In order to meet the urgent needs of integrated business monitoring after the reform of observation automation business of grass-roots meteorological stations, we comb and analyze the current situation of meteorological business monitoring in Sichuan, study and construct the technical scheme of integrated business monitoring platform for grass-roots meteorological stations based on the existing technical architecture of provincial meteorological integrated business monitoring system, and design the main functions of the monitoring platform. The centralized alarm management and monitoring interface realizes the status data acquisition, comprehensive monitoring and automatic alarm of meteorological station observation equipment, data transmission and network communication links, solves the problem of mutual isolation of various monitoring services, realizes the unified operation monitoring of station services, and ensures the stable and efficient operation of ground observation automation services.

Key words: meteorological stations; integrated business monitoring; observation equipment; data transmission; centralized alarm.

0 引言

随着综合气象观测系统的现代化发展和观测自动化改革的深入,综合气象观测系统迅猛发展,呈现出业务种类多、网络多样化、数据要求高等发展状态。对观测设备维护、数据质量控制、资料处理传输、信息网络运行监控等业务的质量和时效要求越来越高^[1]。目前观测设备监控、网络链路监控和气象信息传输监控等多个业务相互独立、各自为阵,造成人力资源和信息基础资源的浪费。全国地面气象观测自动化改革以后,

台站取消人工值守进行自动化观测,这就对综合气象观测系统运行保障提出更高要求,迫切需加强观测数据、设备运行状态、数据传输和通信系统的实时监控,及时向各级保障部门和台站发送告警信息,提高观测业务保障联动能力。

四川气象以台站观测自动化监控需求为出发点,设计开发台站观测自动化综合智能监控功能,优化整合台站观测设备监控与信息网络监控业务,解决目前观测设备和信息网络监控业务分离所带来的低效率和

收稿日期:2021-11-04

基金项目:中国气象局山洪地质灾害防治气象保障工程(2019);高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室基金(SCQXKJQN2020037)

作者简介:张常亮(1983-),男,高级工程师,硕士,从事气象信息系统研发、智能运维和云计算等技术应用开发;通讯作者:谢银海(1989-),男,工程师,硕士,从事气象信息系统应用开发。

资源分散的问题,提高综合气象观测业务各环节故障处置效率,增强业务运行的稳定性和保障能力。

1 气象业务监控现状

气象事业的发展离不开保障业务稳定可靠运行的监控运维系统,目前本省、市、县气象局缺乏智能化的监视工具,基础资源、网络运行情况、资料传输情况等气象业务主要依靠值班人员人工监视,资料传输告警依靠省级值班人员电话通知;市、县反馈信息采用电话联系省级值班人员的方式,自动化程度远远不够。同时省级业务的现有监控系统都是独立开发和运维,监控系统分散且数量庞大,运行维护人力成本高^[2];各监控系统仅监控业务流程中的独立环节,上下游监控信息无法共享,缺乏对业务全流程的总体监控,出现故障时准确定位故障位置困难、分析故障原因不及时,导致

业务监控运维效率低。

中国气象局在 2018 年启动了全国统一的气象综合业务实时监控系统—“天镜”省级通用版的开发实施和部署工作,四川作为首批 11 个试点省份之一,率先完成了天镜省级通用版的平台部署和业务运行,实现了监控系统的国省统一布局,为天镜四川本地化功能设计开发和应用打下了坚实的基础。初步建成省级气象综合业务实时监控系统基础平台(如图 1 所示),搭建了省级集中的监视告警运维平台及其基础技术平台,实现资源池、网络监视,实现了关键气象数据流程监视,建立了基于分布式存储和处理技术的、高效可扩展的监视信息汇聚、处理、存储、服务流程,开展 CMACast、MICPAS4 等国省统一建设的业务系统接入工作,提升了气象综合业务集中监视运维能力。

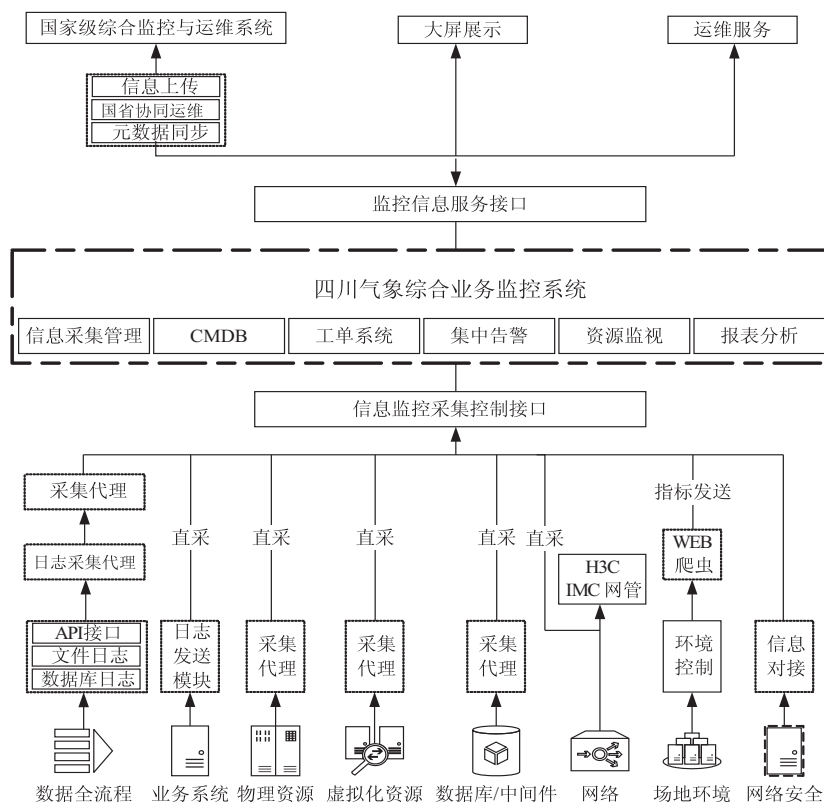


图 1 四川气象综合业务监控系统技术框架

2 气象台站综合业务监控平台设计

基于省级综合业务实时监控系统技术架构,充分研究气象台站地面观测自动化业务所亟需的综合监控需求,设计气象台站综合业务监控平台。通过对国家站观测设备、资料传输和信息网络设备及通信链路的状态数据自动采集和综合监视,自动发送告警信息,实现业务运行关键环节自动巡检和状态自动判别,提前预警系统故障,减少故障判断处置时间,助力全省观测自动化。

2.1 平台架构

气象台站综合业务监控平台架构包括数据支撑层、数据存储层、技术支撑层、应用层和展示层五个部分,系统组成如图 2 所示^[3]。

数据支撑层实现平台所需监控数据的采集和处理,包括服务器、数据库、网络设备等基础软硬件资源,对接核心业务平台如状态数据对接 CTS、省级综合业务监控系统、台站 ISOS 观测系统。监控数据源主要包括台站观测设备状态数据、网络设备运行状态数据、通信线路运行状态数据、地面观测资料传输监控数据、

业务告警数据、台站配置数据等^[4]。

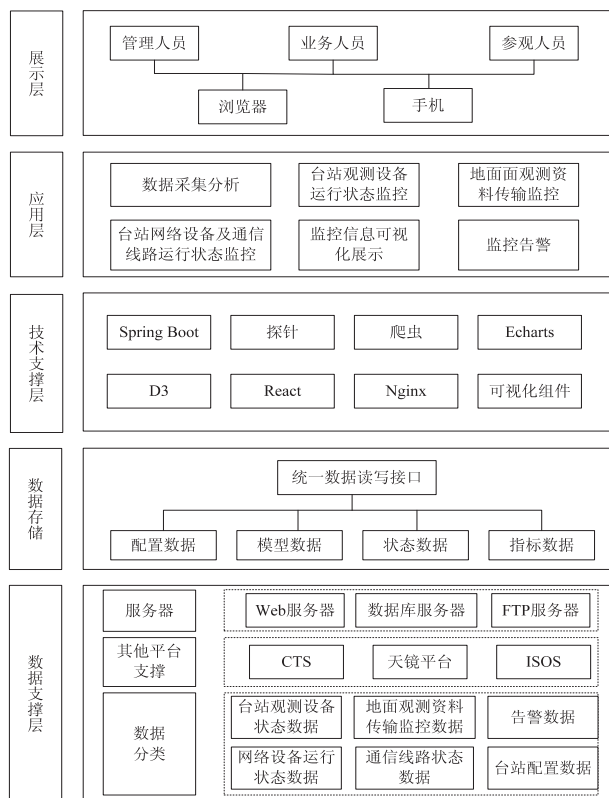


图2 气象台站综合业务监控平台架构

数据存储层通过省级综合业务监控系统数据接口进行数据读写,数据存储包括状态数据(如观测设备运行状态、网络设备运行状态等)、数据指标数据(如台站服务器性能指标等)、采集任务配置数据(如定时任务时间、频次数据)、台站配置数据等^[5]。

技术支撑层包括数据采集(探针、爬虫)、对接和web服务(Spring Boot等)、展示(Echarts、D3、React、Nginx、三维可视化组件)等方面所涉及到的技术支撑。

应用层包括数据采集分析、台站观测设备运行状态监控、台站网络设备及通信线路运行状态监控、地面观测资料传输监控、监控信息可视化展示、监控告警等,通过API接口与现有省级综合业务监控系统对接^[6]。

展示层主要包括监控信息的可视化,实现各分系统监控功能展示及可视化视图展示,告警信息推送给各级业务保障和管理人员。

2.2 主要功能

气象台站综合业务监控平台主要功能包括数据采集分析、台站观测设备运行状态、台站网络设备及通信线路运行状态监控、地面观测资料传输监控、监控信息可视化展示、监控告警等六个部分,系统功能结构如图3所示。

数据采集分析功能负责监控数据源的采集对接和分析处理,以及采集任务的配置、管理、统计分析以及

台站基本信息配置与同步等。数据采集方式主要有使用省级监控平台API接口获取网络设备及链路运行状态、地面观测资料传输数据,对接国内通信系统CTS2.0获取国家站XML文件,通过部署代理Agent采集台站服务器等基础资源的性能指标等。

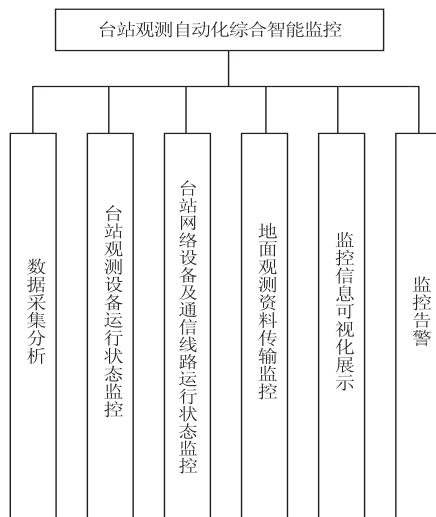


图3 功能模块结构

台站观测设备运行状态监控功能,通过对接CTS2.0国家站状态消息流,进行解析处理生成DI信息,存入ElasticSearch数据库,提取关键监控指标(总体状态、电源状态、主(分)采状态、传感器状态、维护信息)。监控平台采用GIS页面显示和表格显示的方式对全省国家级自动站的运行状态进行直观展示,地图GIS页面显示整体实时状态信息,表格显示状态时序图。台站观测设备状态正常、异常、缺测、不可用、维护5种类型。其中“正常”表示所有指标均正常,“异常”代表存在指标异常,关键指标存在为轻微和一般告警的阈值设定超限,“缺测”表示无状态文件,“不可用”为设备关键指标存在为严重告警的阈值设定超限,“维护”表示当设备处于维修单或停机单的时间段内。地面自动站运行状态主要包括13类内容:基本信息、状态值、设备自检状态、传感器工作状态、电源类状态、工作温度类状态、加热部件工作状态、通风部件工作状态、通信类工作状态、窗口污染类工作状态、设备工作状态、设备状态信息和设备维护信息^[7]。

台站网络设备及通信线路运行状态监控从省级综合业务监控系统读取网络设备及通信线路运行状态数据,使用GIS和表格形式进行展示,并对异常信息进行告警。台站网络设备及通信线路运行状态监控是对全省国家级自动站的台站网络设备运行情况与通信线路运行状态进行直观的展示,展示方式包括GIS页面显示。GIS展示内容包括台站网络设备运行状态、性能数据,台站到省局的通信线路运行状态,使用双线路进行流向标识,当通信线路故障时,及时告警并推送,页

面闪烁提示。

地面观测资料传输监控通过对接省级综合业务监控系统读取观测资料传输监控数据,使用 GIS 和表格形式进行展示。按分钟监控 BUFR 格式的观测资料、XML 格式状态资料以及省级平台传输情况,出现数据缺报或延迟,通知台站级或省级的相关人员。资料发送状态有及时、逾限、超时、缺发四种,即绿色为及时、黄色为逾限、橘色为超时,红色为缺发^[8]。根据传输监控告警策略配置的传输及时率阈值,观测资料或状态文件未在指定时间阈值完成数据传输时,在监视界面予以告警显示。

监控信息可视化将业务系统运行状态、服务器的资源情况和网络通讯情况等各类信息进行关联,除了对气象业务数据流转的横向关联性进行实时监控,也能对承担数据流转的业务系统、业务软件到服务器等硬件资源进行纵向的关联性监视。监控信息可视化展示包括地面观测设备状态监控、单站观测自动化,使用

大屏形式进行展示。

监控告警实现对各类系统资源产生的告警事件集中汇聚接入,按照预定义的事件规则,经过过滤、分类、分级、转换等处理环节,形成有效的预警或故障告警信息,通过图形化方式进行展示^[9]。对台站监控故障信息实时告警显示和发送,通过企业微信方式向不同用户进行告警,如省级网络、数据服务异常,向省级值班员发送告警,如台站网络、设备等出现故障,及时向台站级业务人员告警。

2.3 集中告警管理设计

通过集中告警管理功能模块,实现对各类系统资源产生的告警事件集中汇聚接入,按照预定义的事件规则,经过过滤、分类、分级、转换等处理环节,形成有效的预警或故障告警信息,通过图形化方式进行展示^[9-11]。集中告警功能包括告警接收部件、告警分析部件、告警交互部件、告警展示等,如图 4 所示。

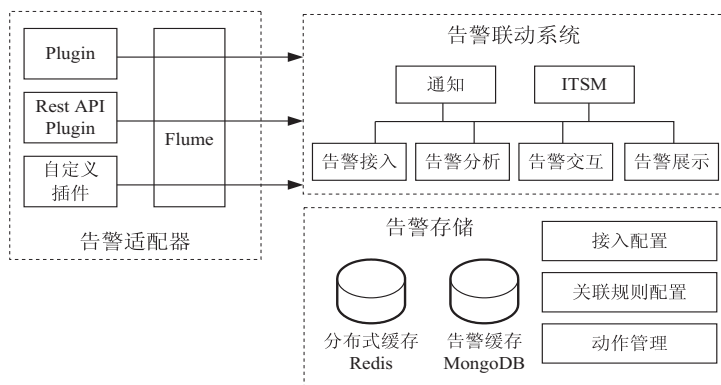


图 4 集中告警管理设计图

告警接入模块采用统一的 Rest API 接入告警,支持通过行业标准协议如 SNMPtrap 接入告警,非标准协议告警需要使用对应的适配器。告警接入分为预处理和队列化两个处理步骤,预处理主要完成告警数据的清洗过程,过滤掉重复的、不符合规范的告警,队列化主要将告警数据放入 Flume 通道中,以供后面的告警关联分析引擎消费。

告警分析依赖关联引擎的计算能力,可以最大限度减少无效告警噪音,专注于可操作性的故障;提供了相似告警合并、基于拓扑关系、标签以及状态频繁抖动(Flapping)的告警收敛模式,允许通过定义过滤器、关系、时间窗将相关的告警合并为一条告警,降低 MT-TR。

告警交互监控告警与运维流程、配置管理工具的联动,能够按照预设的规则触发工单或查看故障源资源信息,实现工单自动派发或故障分析。

告警展示通知告警信息及告警反馈信息流水式展示,在告警台主页面实现对严重告警信息及反馈信息

流水式查看,以时间规律查看严重告警生成情况,并通过查看某个时间的告警事件,告警信息能够自动关联故障源的配置信息,掌握故障资源的相关管理信息,提升故障处理效率。

2.4 监控界面设计

气象台站综合业务监控页面设计基于省级气象综合业务实时监控技术架构,主要采用 SOA(面向服务的体系结构)、J2EE 架构和 Spring Boot 构件进行分层次、组件化的应用软件构建,按照高性能、大容量原则进行技术设计,提供平滑可伸缩的系统架构,支持高并发量用户访问,具备良好的扩展性。采用 Java、Python 编程语言,前端运维门户网站及管理界面采用 AJAX+HTML+CSS3、React 框架技术进行开发,后端的数据采集、数据存储管理等功能采用探针、Python 脚本、爬虫、Spring JPA 等技术进行开发,以满足系统的数据来源多样性要求。

监控界面设计包括站点状态 GIS 地图显示、资料传输统计、集中告警展示、网络监控、资料监控等模块。

地图模块实时展示气象台站状态信息, GIS 显示台站实时整体状态信息和电源状态、主分采状态、传感器等主要指标状态;传输统计模块显示台站数据收集情况;网络监控模块实现对信息网络设备和链路通断的状态监控;资料监控模块显示最近 5 分钟资料到报率柱状图;集中告警模块实现台站状态告警信息滚动展示^[8]。图 5 和图 6 分别为气象台站综合业务监控界面和集中告警管理界面。

3 业务性能设计

监控数据收集采用批处理模式,考虑多机/多进程/多线程并行处理、优先级队列调度、结合业务的作

业调度等来满足信息收发时效性的要求。使用业务流程动态配置、基于 XML 配置文件的动态加载机制、基于注册、发布和版本管理的组件管理模式,实现收发数据类型可扩展、业务可扩展、功能组件可扩展。数据加工处理采用并行计算和作业调度等多种方法,进行数据处理任务的任务间并发处理和任务内的并行处理。采用算法组件热插拔技术以及基于脚本的流程配置技术来满足加工处理功能的可扩展性要求。采用基于 XML 的组件注册及动态加载技术,实现气象资料处理算法的变更和扩展,通过修改脚本实现对不同类型数据处理流程及策略、算法参数的配置及扩展。

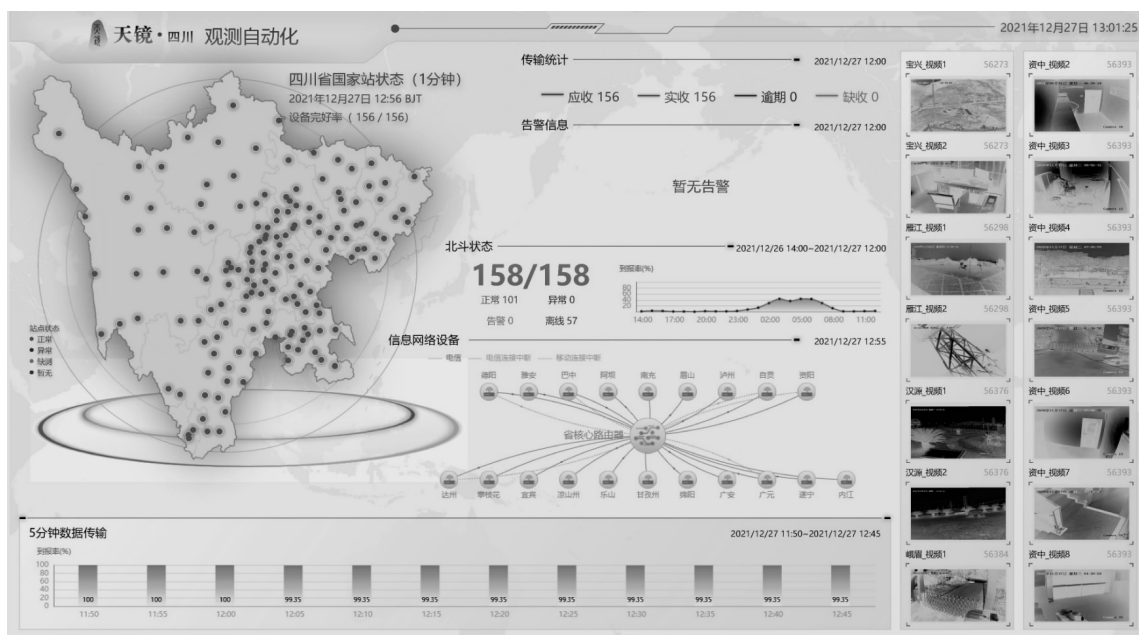


图 5 气象台站综合业务监控界面



图 6 集中告警管理界面

平台运用大数据处理和存储技术,确保系统运行性能,采集监视信息的最大响应时间为 30 秒;实时监视信息显示的最大响应时间应 ≤ 3 秒;用户登录最大响应时间应 ≤ 2 秒,用户检索最大响应时间应 ≤ 5 秒,用户业务统计与分析结果响应时间应 ≤ 20 秒;配置管理库的查询响应时间 ≤ 1 秒。并发用户访问量应 ≥ 300 用户。平台告警管理支持的告警接入和事件处理能力 $\geq 5\,000$ 条/秒;配置管理库支持配置项规模 ≥ 20 万个。

平台具备良好的扩展性,当系统数据量和访问量增大,配置不能满足性能要求时,支持通过平台水平扩展等方法增加系统的业务处理能力。计算机软件 and 硬件系统 7 * 24 小时不间断可靠运行,具有发生故障后快速恢复的能力。安全性方面支持身份认证和授权,保证身份认证和授权的有效性,支持用户名/密码方式的认证,可以查看重置密码历史。支持数据安全性,能够保证接收和发送的数据完全一致,并保证不同系统之间数据交换的及时性和准确性,能够合理利用数据库权限控制机制以及数据冗余方式保证应用数据的安全性

4 结束语

通过研究设计气象台站综合业务监控平台,集中对国家站观测设备状态、资料传输和信息网络设备及通信链路进行实时监控和可视化展示,及时发现业务运行中存在的缺发、设备故障、线路中断等问题,提高业务监控的效率。该平台将观测设备监控,气象信息传输与通信传输线路、信息网络设备运行监控以及故障告警处置流程等有机结合,有力提高综合观测业务运维保障支撑能力。

该平台首次实现四川基层气象台站的综合业务监

控、助力观测自动化,研究成果应用于四川 156 个国家站观测设备运行状态、性能参数和告警信息等实时监控和可视化展示,集中监视台站观测、采集、传输和网络等业务关键环节,通过微信、钉钉等移动运维方式,面向省、市、县三级业务运维和管理人员发送告警信息,有效提升系统主动预警和提前处置能力,保障观测自动化业务稳定运行。

参考文献:

- [1] 张娜,李方臻,高学芹等.地面气象观测资料质量控制处理探讨[J].安徽农业科学,2015,43(11):190-191.
- [2] 孙超,肖文名,陈永涛,等.气象综合业务实时监控系统的的设计[J].气象科技进展,2018,8(1):153-157.
- [3] 吉喆.基于 Elasticsearch 的实时大数据统计分析平台的研究与设计[D].广州:华南理工大学,2018.
- [4] 龙亚星,黄勤,冯慧,等.自动气象站网监控指标体系设计及应用[J].陕西气象,2018(3):40-43.
- [5] 唐晓晖,吴晓斌,覃俊斌.广西电视台播出应急决策系统的设计及实现[J].现代电视技术,2015(3):110-113.
- [6] 李峰,秦世广,张乐坚,等.中国新一代综合气象观测运行监控业务及系统设计[C]//创新驱动发展提高气象灾害防御能力——S1 第五届气象综合探测技术研讨会.南京:中国气象学会,2013:147-151.
- [7] 周青,贾树泽,张乐坚,等.基于新型自动站运行状态的数据质量判识[J].气象科技,2017,45(6):980-987.
- [8] 杨维发,蔡明,程昌玉.省级地面气象观测自动化运行监控平台设计与应用[J].信息通信,2020(2):153-155.
- [9] 许柳竣熙,丁洪伟,施伟凡.广播电视台台控系统传输环网故障监测研究[J].数字通信世界,2018(10):20-21.
- [10] 熊安元,赵芳,王颖,等.全国综合气象信息共享系统的设计与实现[J].应用气象学报,2015,26(4):500-512.
- [11] 高 强.青海石油油品销售信息管理系统设计与实现[D].成都:电子科技大学,2014.