

曾行吉,宋瑶,罗永明,等.广西气象观测站网信息管理系统设计与实现[J].气象研究与应用,2023,44(3):102-108.

ZENG Xingji, SONG Yao, LUO Yongming, et al. Design and realization of Guangxi meteorological observation station network information management system[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2023, 44(3): 102-108.

广西气象观测站网信息管理系统设计与实现

曾行吉¹, 宋瑶¹, 罗永明², 梅宁光³

(1.广西壮族自治区气象信息中心, 南宁 530022; 2.广西壮族自治区气象科学研究所, 南宁 530022;

3.崇左市气象局, 广西 崇左 532200)

摘要: 基于GIS等技术,设计统一站网信息数据结构,研发广西气象观测站网信息管理系统,实现气象站网信息即席查询、统计分析、管理和异构站网信息同步功能,提供气象观测站网信息标准化、自动化和集约化数据共享与管理服务。该系统应用于大数据云平台站网信息维护,可有效降低出错率,减轻气象站网信息管理工作量。

关键词: 气象观测;站网信息;信息管理

中图分类号: P409

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2023.3.18

天气与气候既是资源也是重要致灾因子,风能和太阳能等服务于人类,同时酸雨、沙尘暴、暴风雨、干旱等气象灾害威胁人类。全球气候变化进一步加剧了人类面临的生态环境危机^[1]。为应对生态环境危机,确保人类经济社会可持续发展,人类开展了包括气象和气候在内的综合观测,构建了海、陆、空、天观测体系^[2]。随着社会经济和技术不断发展,气象观测站点的密度与类型也在快速持续增长。

目前,广西已建成2000多个地面自动气象观测站、8个高空观测站、50个土壤水分观测站、8个全球定位系统气象参数探测(GPSMET)观测站、10部雷达观测站、8个酸雨观测站、微波辐射计和负氧离子观测站等多类型观测站,形成了一个覆盖全区多要素多层次高分辨率的气象观测网。

气象观测站网信息在气象观测站运行过程中持续变化。如:因观测环境破坏等原因导致的气象观测站迁移或停止观测、气象观测站升级或降级、行政区域变化、信息修正等原因导致观测站网信息变化。维护气象观测站网信息是气象业务的基础性工作。气象观测站网信息管理工作,如:站点选址,迁移、审批、报停、设备等,仍采用人工方式^[3-5],致使气象站

网信息共享和交换十分困难,造成气象业务工作中气象站网信息不一致;同时,气象站网信息孤立,人工管理工作效率低下,易出错,难跟踪,不利于业务操作、管理维护和整体效果的发挥^[6]。

气象站网信息是气象业务的基础数据,是气象业务系统、气象业务工作、气象科学研究的基础支撑。目前福建、宁夏等省区结合本省区气象站网信息管理工作需要设计开发气象站网信息管理系统^[3,5,7-12],主要包括站网信息查询、维护、审批、站网可视化等功能。建立本省区气象站网信息管理系统,对多类型气象观测站网基本信息、观测要素、仪器设备、审批信息等集中维护和管理,及时高效提供信息服务和决策支持,具有重要意义^[1,7,13]。

目前,广西气象观测站网信息管理以手工为主,气象站网信息流转过程中,极易出错,导致信息不一致;气象站网信息版本多,标准化程度低,不便于查询、更新和共享,数据质量难以保证。地市气象局和自治区气象局职能处室承担审核职责,但缺乏有效检查手段,发现气象站网信息错误十分困难。

本文依据广西气象观测站网信息管理现状,针对其存在的问题,建立标准统一的省级气象站网信

收稿日期: 2023-05-08

基金项目: 广西气象局重点项目(桂气科2019Z06)、广西自然科学基金项目(2020GXNSFAA238046)

第一作者简介: 曾行吉,男,高级工程师,主要从事气象数据质量控制和气象信息技术研究。E-mail: xingjizeng@126.com

息数据库,规范站网信息管理流程,研发广西气象观测站网信息管理系统,提升广西气象站网信息管理能力。

1 广西气象观测站网信息管理系统概述

广西气象观测站网信息管理系统部署在省级中心机房,集中管理各类气象观测站网信息,通过WEB网站面向全区省(自治区)-市-县三级气象部门提供站网信息查询、维护和管理服务,实现气象站网信息统一、标准、可视化管理。台站人员利用系统进行站网信息查询、填报和变动分析。站网信息管理人员利用系统进行站网管理、查询和变动分析。省级气象站网信息业务操作员利用系统进行站网信息上传、发布和同步。系统具有部署简单、扩展性强、灵活度高,使用方便特点,在保障气象大数据云平台,多类型站网信息一站式检索等业务场景中发挥重要作用,解决气象大数据云平台等业务系统获取站网信息缺少乡镇、村屯、站点周边信息的问题。

2 广西气象观测站网信息管理系统架构

2.1 业务架构

广西气象观测站网信息管理现行业务流程:站点信息改变时,如新建站、迁站等,管辖台站提交书面材料,经地市气象局核准后,最后由省级气象局管理职能处审核发布(Excel表格)气象站网信息,应用单位和业务系统自行更新气象站网信息。

依据广西气象观测站网信息管理现行业务流程,广西气象观测站网信息管理系统优化区-市-县三级部门审核管理业务流程:管辖气象台站在系统填报气象站网信息->地市局线上核准->职能管理处线上审核->审核通过的气象站网信息写入库->信息中心同步气象站网信息->各部门和业务系统通过气象数据统一访问接口(MUSIC)或加入气象站点信息自动同步实现气象站网信息更新。为了最大限度地支撑现行广西气象观测站网信息管理流程,系统具备气象站网信息导入导出功能,支持广西气象站网信息数据文件导入和发布。系统业务架构如图1所示。

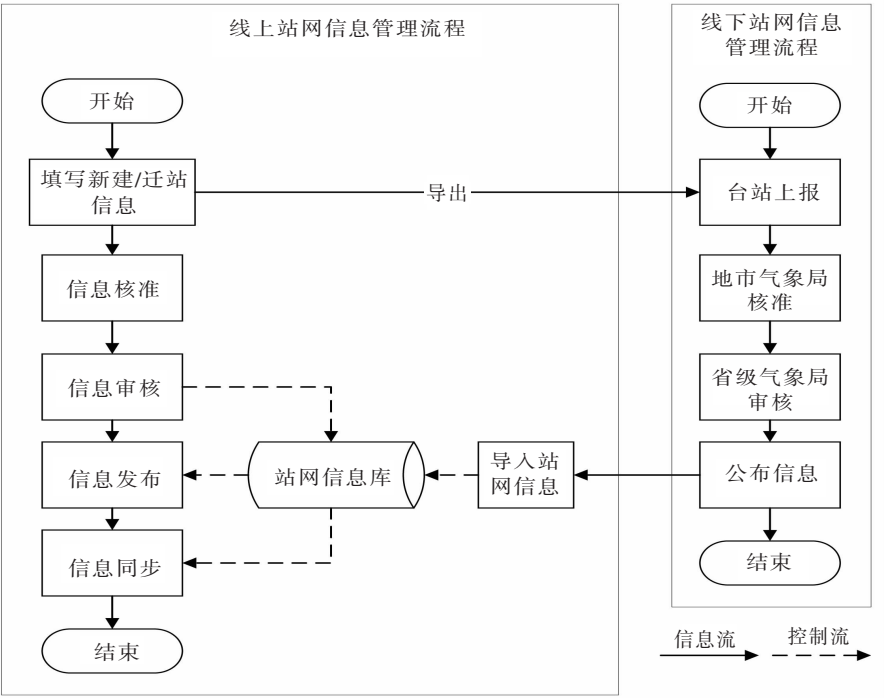


图1 系统业务架构图

2.2 系统架构

系统以服务管理、开放共享、规范统一为原则,引入面向应用的设计理念,采用分层架构。系统分数据层、服务层、应用层和接入层,其中数据层为气

象站网信息数据库和广西气象站网信息数据文件;服务层提供气象站网信息管理与服务的业务支持,包括查询、编辑、统计、变更等服务;应用层提供WEB网站和REST API接口服务;WEB网站提供人

机交互界面，同以还基于气象数据统一访问接口 (MUSIC)提供接口服务;接入层负责与业务系统同步气象站网信息，实现与气象大数据云平台数据环境对接。在系统设计与实现中,遵守气象大数据云平台、气象数据统一访问规范,支持气象站网信息管理工作要求。系统架构如图 2 所示。

2.3 数据架构

数据结构设计是广西气象观测站网信息管理系统的关键,直接关系到系统的灵活性和扩展性。气象站网信息数据库核心表为站网基础信息表和扩展站网信息表,还有站网变动信息表等。气象站网信息管理数据库核心表及其关系如图 3 所示。

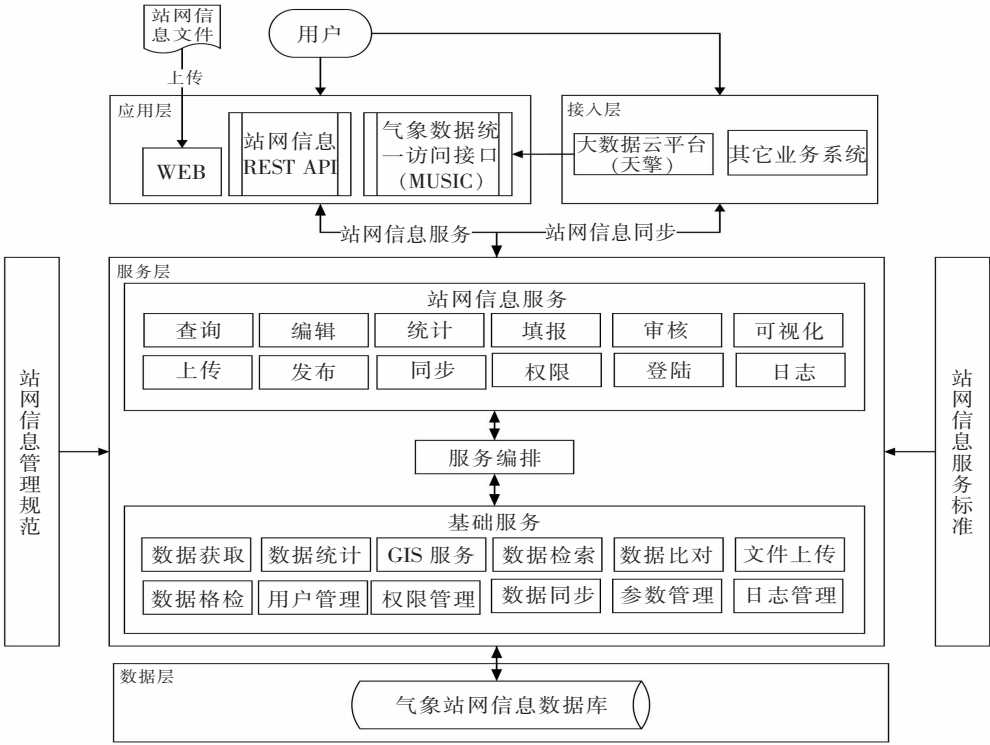


图 2 系统架构图

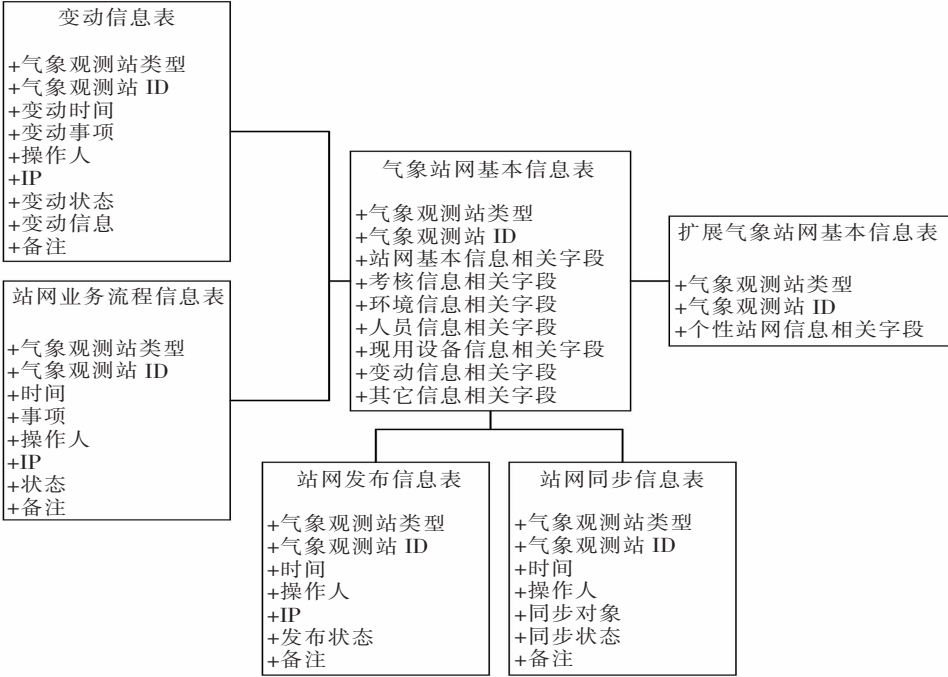


图 3 核心数据库表结构和关系图

气象站网信息管理数据库的核心数据是各类气象站网信息, 包括存储地面自动气象站、高空观测站、土壤水分观测站、GPSMET 观测站、雷达观测站、酸雨观测站、雷电探测站等气象观测站点的站网信息。各类气象观测站的站网信息包括: 基本信息、空

间信息、时间信息、要素信息、管理信息、考核信息、环境信息、人员信息、现用设备信息、台站变动信息、其它信息、扩展信息等 12 个方面的内容。具体的数据内容见表 1 和表 2。另外数据库还存储气象站网信息同步控制信息、审核信息等数据。

表 1 气象站网信息内容

序号	类型	内容
1	基本信息	站号、站名、站点类型、台站级别、守班情况
2	空间信息	经度、纬度、观测场拔海高度、基座高度、感应器高度、方位角、仰角、省、市、县、乡镇(街道)、村屯、地址
3	时间信息	建站时间、终止时间、现址启用时间、上次迁离时间、冻结时间、解冻时间
4	要素信息	观测方式、观测频次、观测要素、起始时间、终止时间
5	管理信息	来源、类型、状态、共享方式、所属机构、办公电话、业务运行时间
6	考核信息	是否是考核站, 考核类型、考核起始时间、考核终止时间、考核规则
7	环境信息	地理环境、地面覆盖作物、安装环境及照片、障碍物名称、方位、仰角、宽度角、距离、开始时间
8	人员信息	站长或维护人员、电话号码
9	现用设备信息	仪器名称、设备型号、观测要素、生产厂家、出厂时间、安装时间、启用时间、终止时间、测量/观测方法、仪器规格、仪器型号和序列号、使用许可、仪器性能指标、最近标定时间、备注
10	变动信息	台站名称、区站号、台站级别、所属机构、台站位置、障碍物、观测要素、观测仪器、观测时制、观测时间、守班情况、其他变动事项、备注、纪要
11	其它信息	关联库IP、用户名、密码、关联库名、关联信息表名、关联

表 2 扩展站网信息表

序号	类型	内容
1	自动土壤水分观测站 关联信息	站号、地段类型、是否农气站、是否测墒点、容重、田间持水量、凋萎系数、一次二次标定方程、是否建设有自动气象站
2	GNSS/MET观测站 关联信息	站号、四位代码、天线墩高度、GNSS设备厂家、接收机型号、天线型号、是否配有气象仪、气象仪厂家、是否建在地面气象观测站上

3 广西气象观测站网信息管理系统功能

站网信息管理系统包括 5 个功能模块和站点信息管理接口。如图 4 所示。

通过站网信息查询功能模块提供在线获取站网信息服务, 支持 90 多个站网数据条件任意组合即席查询, 提供辖区的区域气象观测的站网信息快捷查询, 查询结果以表格呈现。

通过气象站网信息变更情况功能模块提供多角度分析站网信息变化情况: 气象站网信息变更明细

功能可查询各个气象站网信息项变更的时间、内容、操作类型等信息; 站网信息变更统计功能提供按区域、时间、站点、观测要素的变更统计, 统计新增、修改、删除三个统计项, 统计结果为柱状图+统计表。

通过气象站网信息管理功能模块支撑线上气象站网信息管理流程, 包括气象站点信息填报、审核、退回、发布、冻结和解冻、上传等功能, 气象站网信息填报采用表单式, 每个数据项分开, 每数据项进行格式与内容检查, 减少出错; 气象站网信息审核时提供辅助功能, 主要包括将变动前后信息同时展示方便

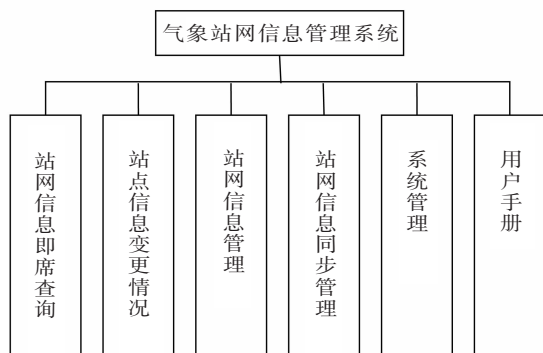


图4 站网信息管理网站功能结构图

比对,气象站点位置在地图标注展示,并自动计算位置变化前后距离;气象站网信息上传包括数据格式检查、存档、入库等。

通过气象站网信息同步功能模块提供与第三方系统实时同步站网信息服务,支持 MySQL、MSSQL、Oracle、虚谷、GBase 等气象部门常用数据库,支持站网信息数据表异构,不限定站网信息表字段、类型等;支持大数据云平台站网信息文件等文本型站网信息表。

系统管理功能模块实现用户和日志管理。

提供站网信息增删查改 REST 接口。并将站网信息同步到大数据云平台后,通过气象数据统一访问接口(MUSIC)提供按区域查询等接口服务。

4 广西气象观测站网信息管理系统设计关键技术

4.1 统一站网数据结构

站网信息既有共有的站网信息内容,如站点编号、名称、地址等,也有独特的站网信息内容。为此,系统设计了统一的“基础(公共)+扩展(个性)”站网信息数据结构。如图5所示。各观测站的站网的基础(公共)信息共用一个数据表,字段相同;每类扩展(个性)信息独立一个表存储,字段可各不相同。基

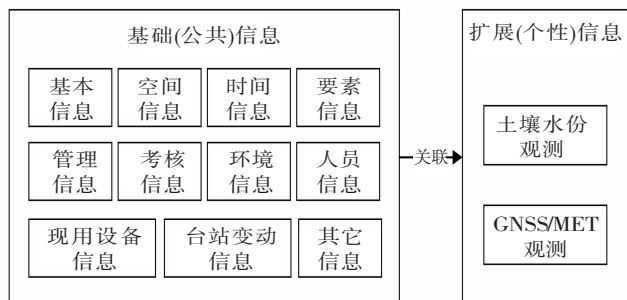


图5 统一站网数据结构

础(公共)信息与扩展(个性)信息通过关联主键连接。基础(公共)信息和扩展(个性)信息一起形成完整的站网信息。“基础(公共)+扩展(个性)”站网信息数据结构支持各类气象观测站网信息存储,满足复杂多变的气象站网信息标准统一存储需要,实现基础信息封闭,个性信息开放,兼顾稳定性和扩展性,做到统一和灵活一体。

4.2 站网信息同步

气象站网信息同步是异构气象站网信息处理,最核心的是异构气象站网信息数据结构间的映射,包括数据类型、结构和内容的转换。异构站网信息分为关系数据库型、NOSQL 数据库型、文件数据型。数据映射处理时,对于关系数据库和部分 NOSQL 数据库型映射,采用 SQL 实现,其它的采用独立代码实现,如大数据云平台的站网信息文件由 LUA 类支持数据映射处理。站网数据映射存储于数据映射元数据,包括 IP、数据库名、表名、用户名、密码、目录、文件名等,说明同步目的地的站网数据结构信息。将站网数据库作为标准统一的数据源,通过站网信息同步调度,实现实时站网信息同步。具体同步流程如图6所示。

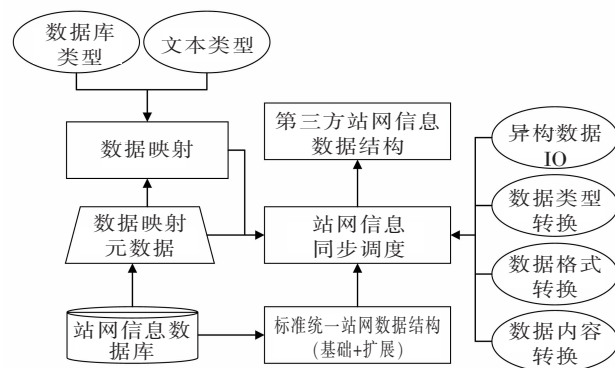


图6 站网信息同步处理流程图

4.3 基于 GIS 的站网信息可视化

系统的表格和图表采用 Vue+ECharts 实现,考虑站网信息的数据项多,以宽表呈现给用户,不利于浏览,故将站网信息中最常用的站号、站名、站址、经度、纬度、市、县、镇信息表作为大纲显示,点击其中的一个站信息,展开显示详细的站网信息。

站网的位置位置采用 OpenLayers 展示。在地图上标注站点位置、迁站前后位置,计算迁站前后距离,站网信息用户与管理员直观查看站点所在位置、站点周边环境,很方便地发现与审核站网信息经度和纬度正确性。

5 广西气象观测站网信息管理系统应用

广西气象观测站网信息管理系统已应用于广西壮族自治区气象信息中心大数据云平台站网信息维护业务。将广西气象站网信息数据文件导入到系统中,应用站网信息同步功能,成功支持大数据云平台缓冲库、服务库、索引库、分析库和数据处理系统(DPC)5 台服务器的站网信息维护业务。大数据云平台站网信息维护时间由原来 2 个多小时减少到 10 min 左右,显著减少了大数据云平台站网信息维护时间,还减少出错率。站网信息同步到大数据云平台后,通过气象数据统一访问接口(MUSIC)可即时获取最新的站网信息。基于气象数据统一访问接口(MUSIC)使用站网信息的大量气象业务系统都可及时获取到最新站网信息,有效解决气象业务系统中站网信息及时更新问题。

6 结论与讨论

针对人工管理气象观测站网信息困难、易出错问题,研究优化广西气象观测站网信息管理业务流程,开发广西气象观测站网信息管理系统。该系统采用分层系统架构,基于 GIS 等技术构建,提供统一、标准气象站网信息数据共享和管理服务。系统业务应用表明,该系统设计的“基础(公共)+扩展(个性)”站网信息数据结构满足各类站网信息统一存储需要,提供的功能满足气象站网管理与应用需要,构建站点信息填报、审核及发布和更新业务流程,显著减轻气象站网信息管理工作量,实现气象站网信息标准化、自动化和集约化管理,从而促进气象观测站网优化和整体功能有效发挥。系统运行稳定,功能完整,操作简便,具有良好的扩展性和实用价值。但通过系统同步站网信息的业务系统少,系统业务应用程度还是不够,仍需加强应用推广;同时中国气象局气象探测中心的综合气象观测业务运行信息化平台(天元)已形成气象站网信息管理能力,系统下一步

需要对接综合气象观测业务运行信息化平台(天元)。

参考文献:

- [1] 吴东丽.中国气象局生态气象观测站网建设思考[J].气象科技进展,2022,12(5):111-114,133.
- [2] 廖小罕,师春香,王兵.从无人机遥感、数据融合、生态价值谈自然资源要素综合观测体系构建[J].中国地质调查,2021,8(2):4-7.
- [3] 吕雪琴,雷卫延,陈冰怀.省级区域自动气象站站网综合管理系统的设计与实现[J].气象水文海洋仪器,2013,30(4):69-72.
- [4] 杨涛,王磊,张常亮,等.气象装备保障信息管理系统的设计与实现[J].成都信息工程学院学报,2014,29(6):635-643.
- [5] 黄宇宸,阮惠华.广东省气象站点信息管理系统设计与建设[J].电脑知识与技术,2022,18(3):58-61.
- [6] 张新华.珠江重点水文站信息管理系统开发及应用[J].人民珠江,2012,33(S2):54-56.
- [7] 赵晶东,许冬梅.吉林省水文站网管理系统研发[J].农业与技术,2013(12):71-72.
- [8] 吴东丽,梁海河,曹婷婷,等.中国自动土壤水分观测网运行监控系统建设[J].气象科技,2014,42(2):278-282.
- [9] 李新庆,陈海波,樊宽.宁夏气象观测站网信息管理系统的设计与实现[J].智能计算机与应用,2016,6(4):12-15.
- [10] 叶栋水,刘桐恺,王鑫.福建省气象站网信息管理系统的设计与实现[J].电脑与电信,2021(增刊1):27-29.
- [11] 吴颖,范保松,王君.河南省气象观测站网管理系统的设计与实现[J].科技资讯,2019,17(35):20-26.
- [12] 薛笋笋,高英育,肖建辉,等.基于 B/S 架构的宁夏综合气象观测站网管理系统设计与实现[J].气象水文海洋仪器,2021,38(4):92-94.
- [13] 史彩霞,黎颖智,张许斌.基于 CIMISS 的广西气象服务信息综合业务系统的设计与实现[J].气象研究与应用,2016,37(4):82-85.

Design and realization of Guangxi meteorological observation station network information management system

ZENG Xingji¹, SONG Yao¹, LUO Yongming², MEI Ningguang³

(1. Guangxi Meteorological Information Center, Nanning 530022, China;

2. Guangxi Institute of Meteorological Sciences, Nanning 530022, China;

3. Chongzuo Meteorological Bureau, Guangxi Chongzuo 530022, China)

Abstract: With regard to the deficiencies existing in the information management of meteorological observation station network in Guangxi, a uniform station network information data structure is designed based on the GIS and other technologies, and the Guangxi meteorological observation station network information management system is developed to realize station network information instant query, statistical analysis of changes, management and heterogeneous station network information synchronization function, providing standardized, automated and intensive management and service of meteorological observation station network information. It is also applied to the maintenance of station network information on the big data cloud platform.

Key words: meteorological observation; station network information; information management