工程管理
Journal of Project Management
第 7 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文| 刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

基于 Node.js 与 DataGear 的气象观探测一体化智慧平台设计与应用

石建平　龙煜杰　张吉鑫　李诗雨
63623 部队

DOI:10.32629/jpm.v7i10.9074

[摘　要] 针对基层气象台站多源观探测数据分散、可视化能力不足、综合管理效率低等问题，设计并实现了一套基于 Node.js 与 DataGear 的气象观探测一体化智慧平台。系统采用前后端分离架构，通过可配置适配器实现自动站、雷达、卫星等多类异构数据源的标准化接入与融合，利用 DataGear 集成 ECharts 构建动态大屏看板，并基于 Express 框架开发设备监控、人装管理、数据管理等综合管理模块。应用表明，平台功能性能指标优异，可稳定运行，显著提升了基层气象业务的智能化水平与决策支撑效率。

[关键词] 气象；一体化；Node.js；DataGear；ECharts

Design and Application of an Integrated Intelligent Platform for Meteorological Observation and Detection Based on Node.js and DataGear

Shi Jianping　Long Yujie　Zhang Jixin　Li Shiyu
Unit 63623

[Abstract] In response to issues such as the fragmentation of multi-source observational meteorological data at primary-level meteorological stations, insufficient visualization capabilities, and low integrated management efficiency, this study designed and implemented an integrated smart platform for meteorological observational data based on Node.js and DataGear. The system adopts a front-end and back-end separation architecture; through configurable adapters, it enables the standardized access and fusion of multiple heterogeneous data sources, including automatic stations, radars, and satellites. It utilizes DataGear integrated with ECharts to build dynamic large-screen dashboards and develops comprehensive management modules—including equipment monitoring, personnel and equipment management, and data management—using the Express framework. Application tests demonstrate that the platform exhibits excellent functional and performance metrics, operates stably, and significantly enhances the level of intelligence and decision-support efficiency in primary-level meteorological operations.

[Key words] meteorology; integration; Node.js; DataGear; ECharts

引言

随着气象现代化建设的深入推进，基层台站部署的观探测设备类型日趋多样，包括自动气象站、能见度仪、雨量计、天气雷达、风云卫星、闪电定位仪、激光测风、微波辐射计等[1]。这些设备产生的数据多独立存储在各自的 MS SQL 数据库中，格式和标准不统一，形成严重的数据孤岛[2]。业务人员在日常监测、装备管理、应急决策时，往往需要频繁切换多个系统，不仅操作烦琐，更难以形成对天气态势的整体把握。气象部门

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

虽已建设“天擎”大数据云平台和“天镜”综合监控系统，但在基层台站，仍缺少面向本地业务场景、低成本、易维护且具备可视化与管理一体化功能的轻量化平台[3]。近年来，以 Node.js、DataGear、ECharts 为代表的开源技术快速成熟，为自主研发此类平台提供了可靠的技术基础[4-6]。本文立足于现有硬件条件，完全采用开源技术栈，拟构建集“数据汇聚-融合分析-动态展示-综合管理”于一体的气象观探测一体化智慧平台，并在基层台站完成业务化运行验证。

1 系统总体设计

1.1 设计原则

系统设计遵循以下原则：一是实用性，功能模块须精准对应基层台站业务痛点；二是轻量化，不依赖商业软件，最大限度降低部署和维护成本；三是可扩展，数据接入与功能模块均可通过配置化方式灵活增减；四是高可靠，确保关键业务连续运行。

1.2 总体架构

平台采用分层、模块化的 B/S 架构，由数据采集层、数据融合与服务层、展示与交互层以及运维保障层组成。

最底层为数据源层，包含多个异构 MS SQL 数据库。之上是数据采集层，Node.js 定时调度器通过 mssql 模块连接各数据源，执行可配置的抽取脚本，将原始数据存入中心数据库的贴源层。数据融合与服务层对贴源数据进行清洗、时间对齐、异常剔除和质量控制，生成面向业务的统一宽表；Express 框架据此构建 RESTful API 接口，为上层提供数据服务。展示与交互层分为两部分：可视化大屏基于 DataGear 平台定义数据集，深度集成 ECharts 图表并看板化呈现；综合管理界面采用 HTML/JS/CSS 单页面应用，通过 AJAX 调用 API 实现设备监控、值班管理、网络监视、文件管理等功能。运维保障层贯穿各层，通过 PM2 进程守护、日志轮转、自动备份脚本及健康检查接口确保系统高可用。

该架构将数据采集、处理、展示与运维解耦，各层之间通过标准接口通信，便于独立开发、测试和扩展。

2 关键技术与实现

2.1 异构 MS SQL 数据柔性接入

由于各观探测设备厂商不同、建设时期各异，其数据库表结构、字段命名、数据类型、存储粒度存在较大差异。为实现零代码或低代码适配新数据源，设计了一种基于配置文件驱动的数据接入适配器。

在中心配置库中建立“数据源配置表”，记录每个待接入数据库的连接地址、认证信息、查询 SQL、抓取频率、目标映射规则等，通过配置映射为统一的标准字段。数据采集服务启动时，动态加载所有有效配置，生成各自的定时任务。任务执行时，连接源库执行查询，将结果集按映射规则转换为标准结构，并插入中心数据库的贴源表中。同时记录采集日志，若某源连续 3 次抽取失败，自动向管理人员发送告警。

为满足数据完整率≥99%的要求，设计了补偿采集机制。在网络临时中断或数据库短暂不可用恢复后，系统根据日志检查缺失时间段，自动触发历史数据回补，保证贴源层数据的连续性。

2.2 基于 DataGear 的大屏可视化

可视化大屏是业务人员获取全局态势的核心界面。选用开源数据可视化平台 DataGear 6.0.0 作为看板管理引擎，利用其“数据集-图表-看板”三层模型快速构建图表[5]。在 DataGear 中定义 SQL 数据集，直接查询中心数据库的标准宽表，如“近 24 小时多站点气温湿度”、“最新雷达回波格点”、“卫星云图文件路径”等。图表组件采用 ECharts，利用其高性能渲染能力和丰富的气象常用图表类型。

所有图表均设置 1 分钟自动刷新。数据异常、定时观测时、重大保障流程等均可通过文字红色闪烁和语音两种方式报警提醒。为解决大屏图表集中刷新时的性能问题，采取了以下优化策略：在 DataGear 层面启用数据集缓存，设定缓存时间为数据更新周期，减少后端查询压力；前端图表采用异步增量更新，只有变化的数据重新渲染；对多图表请求进行 API 合并，前端单次请求批量数据，再由分发器分配给各图表组件。

2.3 前后端分离的综合管理模块

一体化综合管理是区别于单纯可视化看板的特色功能。后端基于 Node.js+Express 搭建，主要提供三类 API：设备与网络监控类（获取设备状态、网络通断、服务器负载）、业务管理类（值班排班、装备台账、文件上传下载）、系统运维类（同步备份控制、节点重启）。前端采用原生 JS 模块化轻量开发框架，通过路由控制各功能模块的加载。

设备监控模块以列表和状态灯形式展示所有自动站、雷达等设备的在线状态、电池电压、通信时延，异常设备醒目提醒。装备管理模块实现台账明细、数据导出、装备维护日志电子化，并与维护信息联动，实现周维护提醒。数据备份与同步模块，通过 Web 界面设置周期策略，并显示最近状态，支持一键操作。所有模块均实现基于角色的权限控制，台站领导、业务值班员、装备保障员可拥有不同的看板布局和功能菜单，做到“千人千面”。

2.4 高可用与快速恢复设计

为满足 MTBF≥720 小时、MTTR≤5 分钟的要求，系统在进程守护和故障自愈方面进行了专门设计。采用 PM2 进程管理器以 fork 模式运行 Express 应用，设置内存超限自动重启和定时零停机重载，防止内存泄漏积累。编写健康检查脚本每分钟探测关键进程和端口，异常时尝试重启。数据库层面，建立主从复制并将备份脚本加入定时任务，实现增量、全量和高级全库备份，备份集异地存放。服务或服务器故障恢复后，通过预置的一键启动脚本，按序拉起数据库、后端服务，从启动到业务恢复在 5 分钟内可完成。这些机制确保了系统长期稳定运行。

3 系统测试与应用效果

平台开发完成后，在本地服务器（Intel Core i7-14700 是

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文| 刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

20 核 28 线程的处理器、64GB 内存、Windows11 家庭中文版 25H2）上进行了性能和可靠性测试，随后在基层气象站部署试运行 4 个月。

3.1 功能与性能测试

技术指标逐项测试，结果汇总如表 1 所示。

表 1　系统关键性能指标测试结果

测试项	指标要求	实测值	是否达标
数据接入种类	多源融合	自动站、能见度、雨量、雷达、卫星、人工观测等数据	是
数据更新频率	≤1 分钟	平均 55 秒	是
数据完整率	≥99%	99.5%（剔除设备故障时段）	是
大屏加载时间	≤3 秒	2.8 秒（Chrome 浏览器）	是
并发用户数	≥20 个	25 个并发无错误，响应时间<500ms	是
MTBF	≥720 小时	连续运行 2160 小时无故障	是
MTTR	≤5 分钟	模拟故障后 4 分 10 秒恢复	是

功能测试覆盖所有设计模块，数据采集适配器成功接入多类异构数据源。值班管理、装备管理、设备监控、网络监视、同步备份、云量统计等功能均正确实现，界面操作流畅。



图 1 一体化智慧平台导航页面



图 2 一体化智慧平台危险天气监视界面

3.2 业务化应用效果

试运行期间，平台成为业务运行和值班的核心工作界面（如图 1）。过去值班员需要分别登录自动站查询系统、雷达显示系统、卫星云图网站、装备管理系统，现在只需打开一个浏览器标签页，即可掌握全部实况，也可根据业务需要灵活组合各模块一屏显示。在 2026 年 8 月 17 日一次强对流天气过程中，值班员通过大屏快速识别出上游雷达回波增强，提前 23 分钟发布了危险天气预警，比传统方式提早约 10 分钟（图 2）。装备保障人员利用设备监控模块，多次监测到数据中断，及时修复，避免了数据缺失。台站领导可随时查看值班状态、数据完整率统计，管理更加透明。用户反馈满意度良好，认为系统“实用、易用、管用”。

4 结语

本文设计并实现的气象观探测一体化智慧平台，以基层台站实际需求为导向，采用全开源技术栈，实现了多源异构数据柔性接入、动态可视化大屏展示、数据同步与备份等综合管理功能的深度集成。系统轻量、自主可控、部署成本极低，各项技术指标均达到或优于设计目标，在业务化运行中展现出显著的应用价值。

[参考文献]

[1]姚斌,姚朋,田茂,等.浅谈基层台站气象装备技术保障[J].仪器与设备,2025,13(2),120-124.

[2]霍庆,何文春,何林,等.气象大数据云平台算法集约化环境设计与应用[J].应用气象学报,2024,35(1), 80-89.

[3]国家气象信息中心.以创新适应时代打造一朵云、一面镜[EB/OL].https://data.cma.cn/site/article/id/42329.html.

[4]Node.js.Node.js is a free,open-source,cross-platform JavaScript runtime environment[EB/OL].(2025-03-13)[2026-08-13].https://nodejs.org.

[5]DataGear 官方文档.DataGear 数据可视化平台使用文档[EB/OL].http://www.datagear.tech/docs/current/,2026.

[6]Li D,Mei H,Shen Y,et al.ECharts:A declarative framework for rapid construction of web-based visualization[J].Visual Informatics,2018,2(2):136-146.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.