 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i3.5204

Design and Implementation of the Multi-source Fusion Real-time Analysis System Integrated into “Tianqing”

Xiaoyan Ma Yanping Li Naxian Guo Yu Qian Bingyu Zhao Xinhua Huang

Qinghai Meteorological Information Center, Xining, Qinghai, 810012, China

Abstract

The “Tianqing” platform provides unified services of data, computing power and algorithms, achieving efficient management and application of meteorological data and supporting the cloud integration of various meteorological businesses such as weather, climate and detection. Based on the norms and standards for the integration of application systems into “Tianqing”, this paper takes the integration process of the Multi-source Fusion Real-time Analysis System (“Real-time”) as an example to discuss in detail the technical route and implementation methods of its integration into “Tianqing”, covering aspects such as hardware centralization, data centralization, product integration and system monitoring. Through the integration into “Tianqing”, the Real-time system has significantly improved in data collection, processing services and operation and maintenance efficiency, eliminating the “data island” phenomenon and promoting the overall optimization and efficient collaboration of meteorological businesses. This research provides an important reference for the integration of other provincial meteorological business systems into “Tianqing”, contributing to the high-quality development of the meteorological cause.

Keywords

Multi-source Fusion, Tianqing, Tianjing, Application Integration, Cloudification

多源融合实况分析系统融入“天擎”的设计与实现

马晓燕 李延平 郭娜先 钱瑜 赵冰钰 黄欣华

青海省气象信息中心，中国 · 青海 西宁 810012

摘 要

“天擎”平台通过提供数据、算力和算法的统一服务，实现了气象数据的高效管理和应用，支持天气、气候、探测等多类气象业务的云化融入。依据应用系统融入“天擎”的规范和标准，本文以多源融合实况分析系统（“实况”）融入流程为例，详细探讨了其融入“天擎”的技术路线和实现方法，涵盖了硬件集约化、数据集约化、产品融入和系统监控等方面。通过融入“天擎”，实况系统在数据汇集、加工服务和运维效率上得到了显著提升，消除了“数据孤岛”现象，推动了气象业务的整体优化和高效协同。该研究为其他省级气象业务系统融入“天擎”提供了重要参考，助力气象事业的高质量发展。

关键词

多源融合、天擎、天镜、应用融入、云化

1 引言

随着气象数据资源的爆炸式增长，气象业务、服务、科研等都需要大数据能力的支撑。2018-2019 年，在预报司的组织下，国省协同发力，研发了“数算一体”的大数据云平台（以下简称：“天擎”）。“天擎”具备海量数据存储、全业务贯通、数据应用高效的能力，凭借其高度的开放性，能够有力支撑天气、气候、探测、公服、人影等各类气象应用的云化融入，实现数据资源完整齐全、业务流程整体最优、数据服务统一高效、运维保障智能安全、众创研发无忧支撑。

在“天擎”系统上线前，各业务单位为满足自身业务需求，各自为政地搭建硬件环境、基础软件环境和数据库，这种分散建设的模式导致业务系统难以集约化管理，不仅增加了管理难度，还带来了数据来源不统一、监控不集中、资源难共享等一系列弊端。随着气象系统集约化发展步伐的加快，业务系统的融入改造成为当务之急。“天擎”应运而生，成功解决了数据集约、业务集约的问题，彻底消除了“数据孤岛”和“应用烟囱”现象，为气象业务系统和各类数据应用提供了强有力的支撑，推进资源整合、流程再造，发挥数据聚集规模效应，实现业务集约高效。为加快推进青海省气象业务系统的集约化、云化转型，本文选取多源融合实况分析系统（以下简称“实况”）融入“天擎”，详细研究了该系统的融入方案和实现方法，为后续其他业务系统融入“青海 · 天擎”提供借鉴和参考。

【作者简介】马晓燕（1995–），女，藏族，中国青海西宁人，本科，工程师，从事气象数据运维与研发。

2 概述

“天擎”系统是气象部门顺应大数据时代发展趋势，全面推进气象业务系统转型升级、提升全链条效能、优化全流程业务的核心支撑平台。该系统严格遵循气象业务技术体制“强基础、调结构、优管理”的重点改革要求，创新构建了以气象大数据云平台为“云”、气象业务系统为“端”的“云+端”一体化气象业务技术体系。通过提供“数据、算力、算法”三统一的平台化服务，实现了数据管理、加工处理、应用服务的高度集约化，确保了各项业务和系统间的无缝衔接与高效协同，有力推动了气象业务系统与气象大数据云平台的深度融合与创新发展 [1]。

自 2021 年 12 月 15 日 08 时（北京时）起，“天擎”正式投入业务化运行，国家级直属单位和各省（区、市）气象局全面开展已建、在建业务应用系统的“云化”改造与融入气象大数据云平台，积极推进新建业务应用系统基于气象大数据云平台“云原生”建设，严格杜绝自建独立数据库系统，着力构建“云+端”气象业务技术体制，实现业务系统间无缝衔接、高效协同 [2]。按照“滚动升级、持续优化”的建设思路，深度集成新一代信息技术，不断完善平台功能，提升对业务应用的支撑能力。作为气象业务的核心基础平台，“天擎”为各级气象部门开展业务应用提供了坚实的技术支撑，为推进气象事业高质量发展提供了强有力的信息技术保障。

3 技术路线

3.1 实况现状

多源融合实况分析系统是一种集成多种数据源（如地面观测站、雷达、卫星等）并进行融合分析的系统。它通过协同质控和先进的融合技术，生成高时空分辨率的气象要素实况产品，如降水、温度、湿度、风场等。该系统具备全流程检验评估功能，确保数据的准确性和可靠性，广泛应用于天气监测、灾害预警、科研支撑等领域。实况融入“天擎”之前，运行的服务由 2 台独立物理服务器支撑。由于数据量大且处理复杂，存在数据入库时效性问题，系统运维困难，数据安全方面难以得到保障 [3]。例如，在高并发写入场景中，服务器负载快速上升，写入和查询都会受到影响，导致数据时效性下降。此外，数据入库期间，服务器水位高企，业务查询的性能会受到较大影响，甚至可能出现查询失败的情况。

3.2 融入技术架构

根据《气象系统集约化管理办法》，气象信息系统的设计、建设、运行和管理应遵循“统筹规划、统一标准、集约高效、充分共享、安全优先”的原则。业务系统的融入包括硬件集约化、数据集约化、流程集约化、平台集约化和监控集约化等 5 方面，即系统后台融入“天擎”、数据产品存入“天擎”、业务产品算法纳入加工流水线、应用服务端融入“天擎”、系统监控信息进入天镜，提升业务运行和管理效率。

按照融入标准，业务系统融入天擎后，将展现出完整的“云+端”业务模态，所有涉及与用户交互的功能都由“端”实现，包括后端管理（如数据管理、任务管理、系统监视等）和前端应用（如数据产品可视化展示等）[4]。“端”接收用户交互指令后发出请求，后续动作均由“云”完成（如任务调度、产品生成、数据存储等），并返回结果给“端”。“云”与“端”之间通过管理接口关联。实况融入“天擎”的总体技术架构，如图 1 所示。

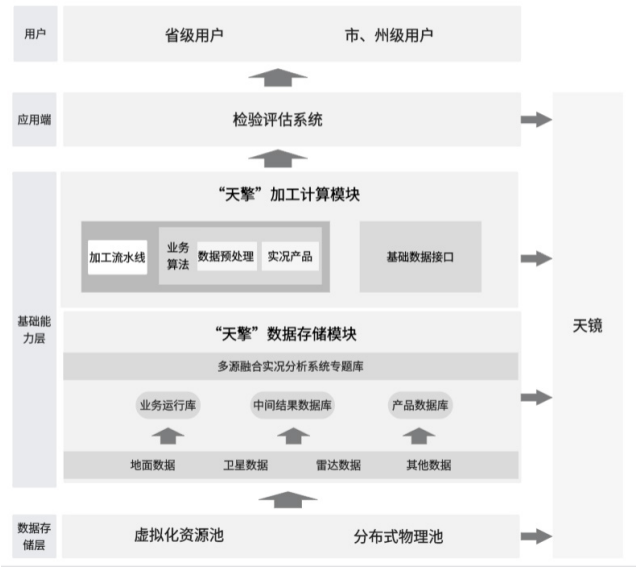


图 1 实况融入“天擎”技术架构

4 融入设计及实现

4.1 系统后台融入

根据业务系统融入“天擎”的技术要求，实况系统的硬件设备应统一纳入信息中心的基础设施云平台进行集约化管理。当前，实况系统仅配备了 2 台物理服务器，需将其扩充至“天擎”的资源池中。具体操作如下：首先，在“天擎”平台上为两台服务器创建相应的虚拟资源实例，并合理分配所需的计算、存储和网络资源，以确保其能够满足实况系统的运行需求；其次，将实况系统功能模块拆分为多个独立的容器，并将软件和服务迁移至独立容器中，最后，将这些独立容器纳入“天擎”的加工流水线中进行统一管理和调度，从而实现实况在“天擎”平台上的高效运行和集约化管理 [5]。

4.1.1 融入账户注册

用户通过“气政通”实名认证登录，可在“天擎账户资源管理”模块中提交账户申请，业务融入通常申请业务账户类型，该账户可用于申请适配的数据资源和算力资源、进行公共元数据注册、数据存储算法设计、数据接口发布等操作，从而实现数据产品的全流程融入。

4.1.2 融入资源申请

实况系统在融入“天擎”前，需明确所用操作系统、CPU、内存等硬件信息，以及数据结构和存储空间需求。根据系统融入要求，认真填写应用融入方案或集约化评估报告，而后根据实际需要申请存储资源、加工算力资源、众创算力资源、云数据库资源和消息服务资源，为后续数据存储和加工流水线设计提供充足空间与良好部署环境。

4.2 数据产品融入

系统生产的数据将由“天擎”进行统一存储和管理，在进行数据及产品融入时，需提供详细数据清单及数据量测算，包括存量和增量的测算。同时，需明确数据使用范围，提出相应的数据存储管理技术需求。

通过“天擎”平台的数据接口，获取多源观测数据，包括地面自动气象观测站、雷达、卫星等观测资料，以及数值模式资料等。这些数据经过质量控制和预处理后，形成标准化的数据格式。从算法中产生的中间数据，可存储至中间结果云存储中，产生的结果数据和产品，需要遵循“天擎”数据存储规范，注册为省级特色资料，按规范要求设计确定表结构，存入云数据库，并通过 MUSIC 接口发布共享，以实现业务数据规范化，自用数据个性化的管理。

4.3 算法运行融入

实况的算法融入需要进行相应的改造，主要是对数据的收集处理、推送分发，以及产品的生成存储等按照融入规范要求修改程序。通过加工流水线，将实况功能模块进行容器化封装，形成独立的算法服务 [6]。这些算法服务可以根据设定的调度策略，包括配置算法调度信息、告警信息等，自动从数据接口获取数据，进行处理计算，并将结果输出至指定的数据库或文件中，用户可通过日志查看算法运行状态。

4.4 应用服务融入

基于“天擎”平台的 WEB 框架，开发检验评估应用的前端界面，实现对检验评估结果的可视化展示和查询功能。通过这一界面，用户能够以可视化的方式查看检验评估结果，包括但不限于数据的准确性、时效性以及不同数据源之间的融合效果等关键指标。同时，为了满足不同用户的需求，前端界面还提供灵活的查询功能，用户可以根据时间范围、数据类型等多个维度进行数据检索。在技术实现上，前端应用通过 API 与后端的算法服务进行数据交互，确保了数据传输的高效性和安全性。

4.5 业务监控融入

综合业务实时监控系统（简称：“天镜”）是全业务、全流程监控运维平台。作为全流程综合监控的环节之一，“天擎”的监控集成在“天镜”中。“天擎”不单独建立监控系统，完全由“天镜”完成平台监视、运维和控制 [7]。

实况通过算法中的 DI、EI 信息，将主要指标如服务器的 CPU、内存、存储、网络等信息发送至 “天镜”，从而实现对这些基础信息的监控 [8]。随着业务的不断升级和变化，用户对数据时效性的监控需求日益迫切。为满足这一需求，有必要对实况系统的监控进行本地化开发，定制专门的监视展示页面，以便更好地满足用户的实际需求。

5 结语

本文深入研究了“天擎”系统及其融入要求，设计了实况系统融入“天擎”的总体技术路线，通过后端融入“天擎”，数据产品存入“天擎”，算法纳入加工流水线、应用服务按“天擎”流程改造、业务监控接入“天镜”等五个方面，全面实现了实况系统的应用融入。融入“天擎”后，实况系统在数据汇集、加工服务等方面更加规范，系统运维效率显著提升，数据信息完整有效。不仅加快了青海省省级气象部门的关键技术研发与业务转化应用能力，还有效提升了青海省省、市、州各级的实况应用能力。业务系统的融入实现了“云 + 端”业务流程的最优化，确保各平台数据一致，算法共建共享，消除了孤岛效应，同时规范了气象业务信息的技术架构。通过实况融入“天擎”的技术应用研究，为后期省级其他业务系统全面融入“天擎”奠定了坚实基础。

参考文献

[1] 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.

[2] 刘国强,熊伟,汪华.基于“天擎”的气象核心业务支撑系统优化集约[J].河北农机,2021(9):151-152.

[3] 谭海波,汪华,金石声,等.气象区域站数据全流程监控系统的设计和实现[J].中低纬山地气象,2021,45(6):111-115.

[4] 冯勇,李微,朱辉,等.云计算环境下山东省气象大数据云平台的设计与实现[J].信息技术与信息化，2021（5）：147—150.

[5] 陈国茜,校瑞香,祝存兄,等.青海省生态气象业务系统建设[J].气象科技进展,2023,13(04):101-106.

[6] 黄志,黄珩,梁维亮,等.基于“天擎”DPL的业务融入设计与应用初探[J].气象研究与应用, 2022(001):043.

[7] 杨远恒,李进讷,廖婷婷,等.气象业务系统融入“天擎”“天镜”技术要点分析[J].中低纬山地气象,2022,46(06):85-88.

[8] 赵芳,何文春,张小缨,等.全国综合气象信息共享平台建设[J].气象科技展,2018,8(1):171-180.