

青海区域 1km/5km 分辨率多源融合实况统计产品研制

张烜宇, 王晶, 赵冰钰, 黄欣华, 晁琼
青海省气象信息中心, 青海 西宁 810000
DOI: 10.61369/SSSD.2026010031

摘 要 : 本文深入剖析了青海区域 1km/5km 分辨率多源融合实况统计产品研制的必要性, 详细阐述了青海区域 1km/5km 分辨率多源融合实况统计产品的研制思路, 即充分利用青海区域 1km/5km 分辨率所选要素多源融合逐小时实况产品, 进行统计算法研发并在此基础上进行统计产品的研制, 所研制出的产品具备广泛的应用前景, 可在预报预警、气候服务等诸多业务及场景中发挥重要作用。

关 键 词 : 青海省; 多源融合实况统计产品; 算法研发

Development of 1km/5km Resolution Multi-source Fusion Nowcasting Statistical Products in Qinghai Region

Zhang Xuanyu, Wang Jing, Zhao Bingyu, Huang Xinhua, Chao Qiong
Qinghai Meteorological Information Center, Xining, Qinghai 810001

Abstract : This article deeply analyzes the necessity of developing 1km/5km resolution multi-source fusion real-time statistical products in the Qinghai region, and elaborates in detail on the research and development ideas of 1km/5km resolution multi-source fusion real-time statistical products in the Qinghai region. That is, to fully utilize the hourly real-time products of selected elements with 1km/5km resolution in the Qinghai region for multi-source fusion, conduct statistical algorithm research and development, and on this basis, develop statistical products. The developed products have broad application prospects and can play an important role in many business scenarios such as forecasting and early warning, and climate services.

Keywords : Qinghai Province; multi-source integrated real-time statistical products; algorithm research and development

引言

在当今气象事业蓬勃发展的大背景下, 青海省积极响应国家气象事业发展的号召, 着力推进实况业务建设。按照国省两级实况业务统一布局的战略要求, 青海省依托“数算一体”气象大数据云平台(青海“天擎”), 围绕关键技术攻关展开了一系列卓有成效的工作。在中国气象局各类实况产品成功落地的基础上, 青海省不断扩充实况产品种类, 持续优化完善青海省实况产品分析应用平台。通过完成多源融合实况分析系统检验评估、雷达 QPE、降水融合分析、温压湿风融合分析等重要功能部署, 并结合不同来源数据的优势, 融合省内特色观测数据和产品, 使得空间覆盖更加完整, 有效弥补了常规观测业务的不足。目前, 实况分析产品已在预报预警、天气会商、天气过程复盘等多个业务及科研场景中得到广泛应用, 为青海省气象事业的发展提供有力支撑^[1]。

然而, 青海省的实况业务仍存在一些亟待解决的问题。一方面, 产品要素种类不够丰富, 难以满足日益多样化的业务需求^[2]; 另一方面, 核心业务支撑作用不够明显, 在关键业务环节的精准度和时效性方面还有待提升。此外, 市县级应用不够广泛, 本地化研究特色不突出等问题也制约着实况业务的进一步发展。与全面提升实况业务对监测精密、预报精准、服务精细的支撑能力目标相比, 仍存在一定差距。

随着多源融合实况产品的推广运用, 用户对多种类实况数据统计产品的需求日益迫切。不同业务场景对气象数据的需求各不相同, 因此, 研发青海区域 1km/5km 分辨率气温、降水、风、相对湿度等要素多源融合逐小时实况产品统计算法, 研制相应的逐日逐月统计产品, 对于持续推进分工明确、流程畅通、快速准确、支撑有力的实况业务体系建设具有十分必要的意义^[3]。

青海区域 1km/5km 分辨率多源融合实况统计算法研发及统计产品研制具有多方面的重要价值。它可以弥补所选取的气象要素部分统计项目的空白, 新增所选要素月尺度统计项目, 为气象业务提供更全面的数据支持^[4]。同时, 实现基于气象大数据云平台的算法运行调度及统计产品存储共享, 提高数据的利用效率和共享程度。此外, 基于青海省实况产品分析应用平台的统计产品多样化展示, 能够满足不同用户的需求, 进一步丰富实况产品体系, 提升业务支撑能力, 针对性地为省级及省内各分区提供实况产品本地化、精细化服务^[5]。

一、青海省 1km/5km 分辨率多源融合实况订正产品说明

（一）青海省 1km/5km 分辨率多源融合实况订正产品介绍

青海省 1km/5km 分辨率多源融合实况订正产品是一项综合性的气象数据产品。它充分利用了国家气象信息中心下发的实况产品，同时结合青海省国家站、区域自动站站点观测数据，经过融合评估、偏差订正等一系列严谨的处理流程后形成。这种综合利用多源数据的方式，充分发挥了不同数据源的优势，提高了数据的准确性和可靠性。

该订正后的本地实况产品包含多种类型。其中，有青海省区域内空间分辨率为 1 公里的逐 1 小时气温、降水产品，能够精细地反映局部地区的气温和降水变化情况；还有青海省区域内空间分辨率为 5 公里的逐 1 小时气温、湿度、能见度、风和降水产品，为更广泛区域的气象监测提供了详细的数据支持。产品滞后时效小于 20 分钟。其订正效果明显，质量优于订正前融合产品，现已通过青海省气象大数据云平台（天擎·青海）供省市县三级应用，为各级气象部门和相关用户提供了便捷的数据获取渠道。

（二）青海省 1km/5km 分辨率多源融合实况订正产品内容

青海省 1km/5km 分辨率多源融合实况订正产品包括青海省区域内空间分辨率为 $0.01^{\circ} \times 0.01^{\circ}$ 逐 1 小时气温、降水产品，以及青海省区域内空间分辨率为 $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ 逐 1 小时温度、湿度、能见度、风、降水共计七个订正后的实况产品。产品滞后时效小于 20 分钟，每时次更新，确保了数据的时效性和准确性。

产品的空间覆盖范围为 $89.30^{\circ} \text{ E} - 102.95^{\circ} \text{ E}$ 、 $31.40^{\circ} \text{ N} - 39.40^{\circ} \text{ N}$ 。 $0.01^{\circ} \times 0.01^{\circ}$ 分辨率共计 805×1370 个格点， $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ 分辨率共计 161×274 个格点，能够提供精细的空间数据分布。产品格式采用 NC 网格数据格式。

二、青海区域 1km/5km 分辨率多源融合实况统计产品研制技术思路

（一）统计项目选取

为了满足不同业务场景的需求，对 5 个要素的统计项目进行选取：

对于气温要素，统计项目涵盖了多个时间尺度。包括过去 12 小时最高、最低气温，过去 24 小时最高、最低气温，能够反映短时间内的气温变化极值；24 小时变温可以了解气温的升降趋势；日平均气温则提供了每日气温的平均水平。在月尺度上，有月最高、最低气温，48、72、96 小时变温以及月平均气温，为长期的气温分析和预测提供数据支持。

降水要素方面，统计了过去 3 小时、6 小时、12 小时、24 小时、48 小时、72 小时累计降水，这些不同时间段的累计降水数据对于了解降水的强度和持续情况具有重要意义。同时，月累计降水统计项目有助于分析长期的降水趋势和分布。

风要素的统计项目包括过去 6 小时、12 小时、24 小时极大风速，能够捕捉到短时间内可能出现的极端大风情况；日平均风速

反映了每日风力的平均水平。在月尺度上，月极大风速和月平均风速为分析长期风力变化提供了依据。

相对湿度要素的统计项目有日平均相对湿度，日最大、最小相对湿度，可以了解每日相对湿度的变化范围和平均水平。月平均相对湿度和月最大、最小相对湿度则有助于分析长期的湿度变化趋势。

能见度要素的统计项目包括日平均能见度和月平均能见度，为评估空气质量和交通气象条件提供了重要参考。

（二）统计算法研发

统计算法研发是研制统计产品的关键环节。首先，利用青海区域 1km/5km 分辨率所选要素多源融合逐小时实况产品，对实况产品进行预处理。预处理过程包括数据清洗、格式转换等操作，以确保数据的准确性和一致性。同时，对青海各分区进行格点选取，以便后续开展分区所选要素实况统计产品展示，满足不同区域的气象服务需求。选取各要素统计项目后，相关统计学计算方法采用如下^[6]：

（1）极值统计：任意时段内某要素的极值从该时段内要素数据中选取。

（2）累计值统计： $y = \sum_{i=1}^n x_i$

（3）平均值统计： $y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

上述式中，表示该时段第 i 个单位时间的要素数据，为该时段要素数据单位时间顺序号，取值为 1、2、…、 n ，为该时段要素单位时间总数。

（三）统计产品研制

基于上述统计算法，研制 2022 - 2024 近 3 年青海区域（可分区）1km/5km 分辨率所选要素多源融合实况产品逐日逐月统计产品。这些统计产品将按照不同的要素、时间和区域进行分类整理，形成系统的数据体系。例如，对于气温要素，将分别生成每日和每月的最高、最低气温，变温等统计产品；对于降水要素，将生成不同时间段的累计降水统计产品。通过这种方式，为用户提供全面、详细的气象数据支持。

（四）统计算法部署

通过部署，可以利用气象大数据云平台强大的计算能力和存储资源，实现算法的高效运行和统计产品的稳定存储。同时，利用基础数据服务接口，实现统计产品的查询、下载功能，方便用户获取所需的数据。用户可以通过简单的操作，快速查询到特定区域、特定时间段的统计产品，并将其下载到本地进行进一步的分析和应用^[7]。此外，在省级实况业务平台进行可视化展示，将统计产品以直观的图表、地图等形式呈现给用户，提高数据的利用效率和决策的科学性。

三、青海区域 1km/5km 分辨率多源融合实况统计产品研制技术路线

基于青海区域 1km/5km 分辨率气温、降水、风、相对湿度及 5km 分辨率能见度多源融合逐小时实况产品，开展统计算法研发工作。基于气象大数据云平台实现算法的运行调度及统计产品

的存储共享。通过合理的运行调度机制，可以根据用户的需求和数据的优先级，合理安排算法的运行顺序，提高计算资源的利用效率。基于省级实况业务平台进行统计产品分区域、多样化的展示^[8]。省级实况业务平台具有直观、便捷的特点，能够将统计产品以多种形式展示给用户。例如，通过地图展示不同区域的气温、降水等要素的分布情况，使用户能够一目了然地了解全省的气象状况；通过图表展示统计数据的变化趋势，帮助用户分析气象数据的发展规律。此外，还可以根据用户的需求，提供个性化的展示方式，满足不同用户的多样化需求。

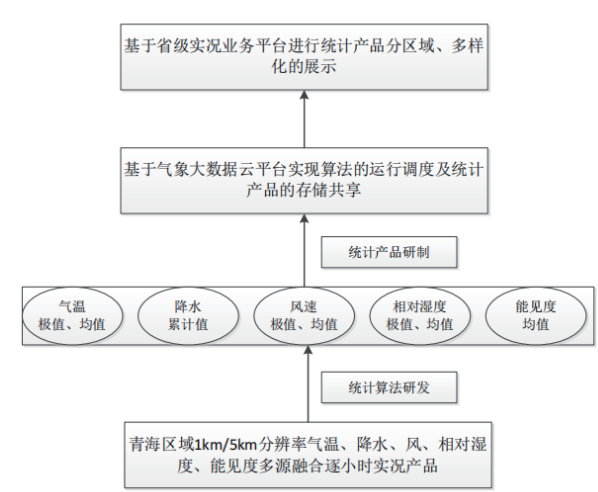


图1 产品研制技术路线

四、结语

青海区域1km/5km分辨率多源融合实况统计产品已在多个领域得到了良好应用。在农业气象服务方面，该产品为农业生产提供了准确的气象信息^[9]，帮助农民合理安排农事活动，提高农业生产效率。例如，根据降水统计产品，农民可以提前做好灌溉或排水准备；根据气温统计产品，可以选择合适的农作物种植时间和品种。在环湖赛重大活动保障中，该产品能够及时提供天气变化信息，为活动的组织者和参与者提供决策依据，确保活动的顺利进行。在防灾减灾决策服务方面，通过对极端天气事件的统计和分析，能够提前预警，为政府和相关部门制定防灾减灾措施提供科学支持，减少灾害损失。在气候专题分析中，该产品提供了丰富的长期气象数据，有助于研究人员深入了解气候变化的规律和趋势，为气候预测和应对气候变化提供依据^[10]。未来，我们将进一步围绕面向社会公众的灾害性天气监测预警、智能网格预报以及智慧气象服务等业务，研发更高时空分辨率、更高质量、更高时效的实况分析统计产品，提高数据处理能力，加强与相关部门的合作与交流，推动气象事业的持续发展。

参考文献

- [1] 师春香, 潘畅, 谷军霞, 等. 多源气象数据融合格点实况产品研制进展. 气象学报, 2019, 77(4): 774-783.
- [2] 周自江, 曹丽娟, 廖捷, 等. 水文气象信息概述: 观测, 融合与再分析. 气象, 2022, 48(3): 272-283.
- [3] 张璐, 潘畅, 谷军霞, 等. 国际主流多源融合降水实况产品的研究进展与展望. 气象科技进展, 2022, 12(6): 16-27.
- [4] 凌霄, 白玉, 叶润泽, 等. 气象大数据云平台 Docker 容器的多源融合实况分析系统[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(08): 164-166.
- [5] 杨和平, 张强, 罗兵, 等. 气象综合指挥平台建设与应用. 应用气象学报, 2023, 34(1): 117-128.
- [6] 田祥. 统计学中标准化方法在数据分析中的运用[J]. 大众标准化, 2025(18): 127-129.
- [7] 鲁奕岑, 徐宁, 王丽吉, 等. 浙江多源融合实况分析产品质量评估及应用[J]. 科技通报, 2021, 37(09): 23-28.
- [8] 艾艳, 李建山, 许乐心, 等. 多源气象数据融合格点实况产品研究与应用[J]. 气象与环境科学, 2025, 48(04): 105-111.
- [9] 曹丽娟, 陈丽凡, 廖志宏, 等. 全球及中国海洋气象数据产品研发进展[J]. 气象科技进展, 2024, 14(03): 10-19+45.
- [10] 庞紫豪, 谷军霞, 张志强, 等. 多源融合实况分析产品2022年度研发改进及应用进展[J]. 气象科技进展, 2024, 14(05): 37-46.