

郑卫江, 吕终亮, 白新萍, 等. 2015. 区域决策气象服务产品自动化制作关键技术——以自动站小时累加降水量产品为例. 气象, 41(9):1166-1169.

# 区域决策气象服务产品自动化制作关键技术 ——以自动站小时累加降水量产品为例<sup>\*1</sup>

郑卫江 吕终亮 白新萍 王维国 张建忠

国家气象中心, 北京 100081

**提 要:** 文章对气象应急服务业务中区域决策气象服务产品制作技术进行了分析。讨论了自动站小时降水量较小时的格点插值方法, 实现了零值自动站插补的实况降水插值方法, 经检验, 该方法能够有效提高降水量插值准确性和美观度。提出了采用 ArcGIS ModelBuilder 模型构建技术, 及基于 ArcObjects 开发的逐小时降水量累加组件、气象要素插值组件、图形产品制作组件, 结合 ArcGIS 提供的空间分析组件, 建立区域逐小时累加降水数据处理和图形产品制作模型, 完成了决策服务图形产品高效率、自动化执行及高精度图形产品输出。

**关键词:** 零值自动站插补, IDW, ModelBuilder, 决策气象服务产品制作

中图分类号: P456

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2015.09.015

## Key Technique of Automatic Product Generation of Regional Meteorological Decision Service ——A Case of Hourly Accumulated Precipitation

ZHENG Weijiang LÜ Zhongliang BAI Xinping WANG Weiguo ZHANG Jianzhong

National Meteorological Centre, Beijing 100081

**Abstract:** This paper analyzes the key technique of product generation of regional meteorological decision service in meteorological emergency operations. First, interpolation method of small-value automatic station is discussed, and then zero-value automatic weather station interpolation method is proposed. Verification shows that this method can effectively improve the accuracy of precipitation interpolation. Second, model construction technique based on ArcGIS ModelBuilder is proposed. Components of hourly accumulated precipitation, interpolation of meteorological observation data, generation of graphic products are developed by ArcObjects. Combined with spatial analysis components provided by ArcGIS, an hourly accumulated precipitation process and graphic generation model are constructed. Finally, high-efficiency and high-precision graphics are generated automatically.

**Key words:** zero-value automatic station interpolation, IDW (Inverse Distance Weighting), ModelBuilder, product generation of meteorological decision service

\* 中国气象局“山洪地质灾害防治气象保障工程—MESIS 系统维护与改进”项目资助

2014 年 9 月 2 日收稿; 2015 年 4 月 10 日收修定稿

第一作者: 郑卫江, 主要从事 GIS 技术在气象信息系统建设中的应用工作. Email: zhengwj@cma.gov.cn

# 引言

我国是世界上自然灾害最严重的国家之一,灾害种类多,频率高,造成巨大的经济损失和人员伤亡(郑国光,2013),部分自然灾害(如地震、海啸、泥石流等)具有突发性强、灾区范围集中、破坏性大、衍生次生灾害影响严重等特点。突发自然灾害发生时,如何快速分析区域范围内的自动站实况观测数据和预报数据,结合精细化地理信息数据快速定位灾害区域范围,制作图文并茂、信息量丰富的决策服务材料,为政府提供决策气象服务支持,成为各级气象部门的工作重点之一。常规的气象服务产品一般通过桌面系统进行交互式制作,如国家气象中心开发的气象服务信息系统(Meteorological Information System, MESIS)实现了气象数据的交互式分析及图形产品制作能力(吕终亮等,2012),张振涛等(2014)研发的公共气象服务产品制作系统实现了天气事件快速响应及服务产品的快速生成,胡争光等(2014)基于气象 GIS 网络平台实现了海量气象数据的网络高效发布和快速渲染绘制,邹树峰等(2001)开发的山东决策气象服务系统实现了预报产品再加工、气象分析产品再加工能力,黄阁等(2008)开发的辽宁省决策气象服务平台实现了重要天气及重点服务内容提示、服务产品模板管理、产品发布的能力。但是,上述平台或系统在突发性区域自然灾害的气象应急服务业务中存在一定的局限性,主要表现为以下三点:(1)区域气象观测要素尤其是降水实况插值算法不完善,易造成插值结果与实况量值不相匹配,影响插值产品的准确性和美观度;(2)需要通过多个相关联操作完成一次产品制作过程,耗用时间长,在气象应急期间,不能够满足制作效率高、人工干预少、定时产品制作的需求;(3)系统功能扩展性不足,不能完全满足应急状态下功能的快速开发和系统集成需求。

本文从快速分析制作区域决策气象服务产品的应急业务需求出发,以区域小时累加降水决策服务产品制作为例,提出了改进的反距离权重法(Inverse Distance Weighting, IDW),实现零值自动站插补;以 ArcGIS 软件为基础制作平台,利用 ModelBuilder 构建区域自动站观测资料整合与分析、气象服务产品制作模型,实现指定地理区划范围内的逐小时累计降水实况色斑图产品的制作,基于气象服务产品后台制作

系统(Manufacture System for Meteorological Service Product, MSPGS)完成产品制作的后台批量、自动化运行。最后,以“8.3 云南鲁甸地震”决策气象服务作为应用个例对技术进行了业务检验。

## 1 零值自动站插补的实况降水插值方法

### 1.1 方法

张红杰等(2009)研发了 MCressman 算法,该算法优化了全国范围内的降水插值准确性,邬伦等(2010)研究认为 IDW 算法适用于降水量较小的时段和区域。为了解决本文引言部分指出的局限性(1),本文采用 IDW 算法对小时累加降水量值较小的情况进行讨论。由于降水具有间断性和空间不连续性的特点,而且小时降水量零值较多,为了提高降水数据检索效率,降低存储空间占用,通用的存储方式仅记录有降水站点信息。通过累加转换的气象站点可能少于区域内的所有气象站点,其差值可认为是该时间段内无降水站点。

本文在 IDW 算法基础上,研发了改进的实况降水插值技术,本文称为零值自动站插补算法。该算法的基本思路为:建立区域范围内所有气象站点(包括国家站、区域自动站)的空间位置信息(站号、经度、纬度)配置表,根据台站号,该表与逐小时累加降水非零值台站进行属性关联匹配,未匹配台站视为该时间段内无降水台站,并将该部分台站降水量赋值为 0,从而实现了区域内所有台站均参与区域内的插值。算法的基本流程如图 1 所示。

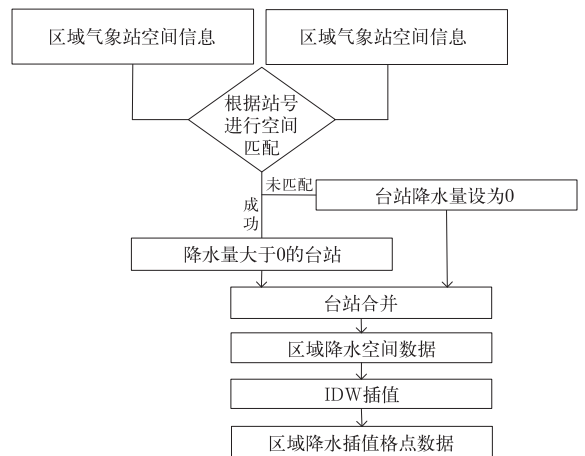


图 1 零值自动站插补算法流程

Fig. 1 Process of zero-value automatic station interpolation method

### 1.2 方法检验

本文选取云南鲁甸地区自动站 3 h 累计降水 (2014 年 8 月 3 日 06—09 时) 为例对插值算法进行了检验, 自动站空间位置关系如图 2 所示, 其中  $S_1 \sim S_4$  为非零值降水自动站,  $S_5$  为检验站 (量值 0.414), 并认为其量值为中心格点的理想值,  $AS_1 \sim AS_3$  为插补后的零值自动站, 根据 IDW 公式:  $Z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i / d_i^2}{\sum_{i=1}^n 1 / d_i^2}$  计算可得, 未补站与补站后的中心格点值分别为 1.113 与 0.442, 与  $S_5$  量值的差值分别为 0.699 和 0.028。检验表明, 插补零值自动站可以有效提高小时累加雨量的插值准确性。

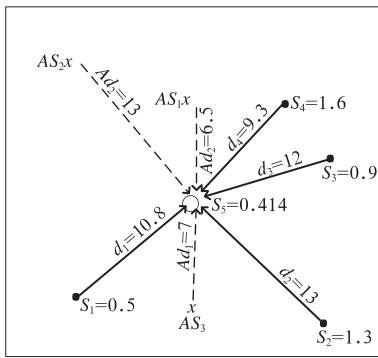


图 2 自动站空间位置关系示意

Fig.2 Spatial distribution of automatic weather stations

## 2 基于 ArcGIS ModelBuilder 模型构建技术

为了解决本文引言部分指出的局限性(2)、(3), 本文提出基于 ArcGIS ModelBuilder 建立模型化的功能快速扩展框架。

ArcGIS ModelBuilder 是美国环境系统研究所公司 (Environmental Systems Research Institute, ESRI) 研发的数据建模工具, 内嵌于 ArcToolBox 中, 为设计和实现各种数据处理提供可视化的建模环境。模型由组件 (数据处理及分析算法) 和数据组成, 以流程图的形式表示, 组件可设置输入输出条件完成相应的地学处理。同时, ModelBuilder 可以将分析工具和数据通过流程化结合在一起, 支持重新运行和共享。ArcToolBox 提供了包括数据管理、数据转换、空间分析等 7 大类基本的地学处理工具。同时 ModelBuilder 支持二次开发, 基于 ArcObjects 二次开发语言能够结合气象业务需求开发相应的组件, 组件通过注册就可以使用 (Pei et al, 2011)。本文主要研发了逐小时降水量累加组件、站点插值组件和图形产品输出组件。以逐小时累加降水图形产品制作模型为例, 模型构建如图 3 所示。

(1) 逐小时降水量累加组件: 采用国家气象中

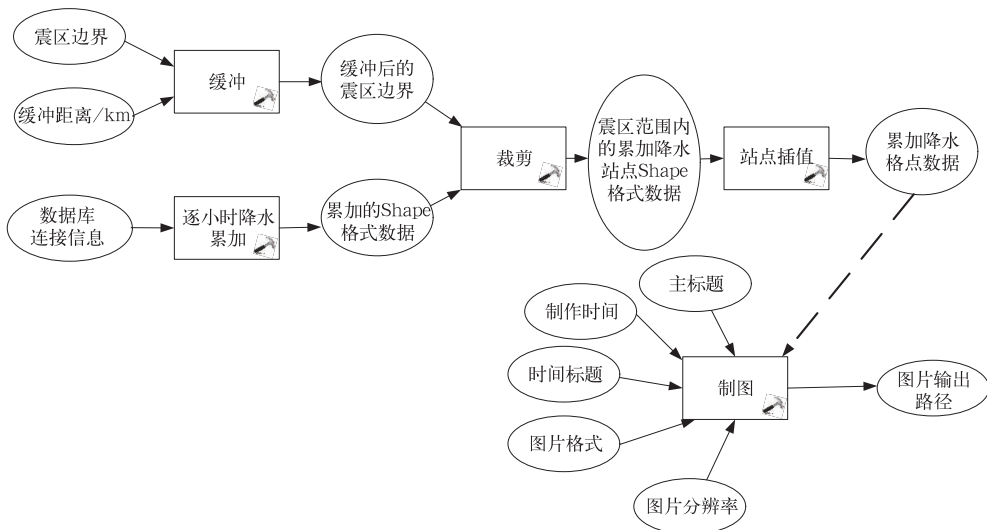


图 3 逐小时累加降水图形产品制作模型

Fig.3 Graphic product model of hourly accumulated precipitation

心基础数据库中的小时观测数据, 实现任意时间段自动站和国家站逐小时降水累加, 并基于 WGS

1984 空间坐标系转换为点类型的空间数据。

(2) 缓冲区分析组件: 缓冲区分析 (Buffer

Analysis)是邻近度分析的一种,缓冲区是为了识别某一地理实体或空间物体对其周围地物的影响度而在其周围建立具有一定宽度的带状区域(孙新轩等,2014)。降水存在空间不连续性,为了能够提升插值效率和突出区域范围内降水强度分布,需要将区域边界做一定距离的缓冲,在缓冲范围内的气象站点均参与插值,以保证边界范围内的降水插值的准确性。

(3) 裁剪组件:根据缓冲后的区域边界,对经转换的降水空间数据进行裁剪,仅保留缓冲区范围内的气象站点。

(4) 站点插值组件:采用本文提出的零值自动站插补的实况降水插值方法,实现区域内降水数据插值。

(5) 输出图片组件:该组件主要完成各种图形整饰信息,如制图图例、标题文字、注释性文字、经纬网、边框等附加信息的自动添加以及制图页面大小调整,支持分析结果以 GIF、JPG、BMP、EMF 等图片格式输出。

### 3 应用案例

本文以“8.3 云南鲁甸地震”决策气象服务为例,采用以上关键技术,实现了震区牛栏江流域自动站逐小时累加降水产品制作模型,该模型支持任意时间段的降水累加数据分析及图形产品制作。将该模型集成到国家气象中心已研发成功的气象服务产品后台制作系统(Manufacture System for Meteorological Service Product, MSPGS)(唐卫等,2009)中进行自动化运行和图形输出。模型运行后图形效果如图 4 所示。

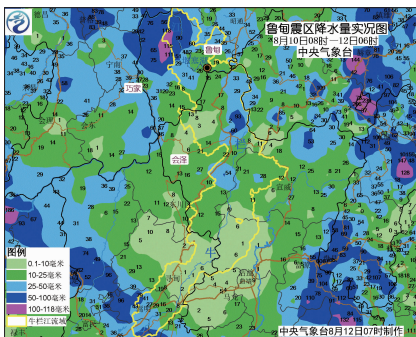


图 4 2014 年 8 月 10 日 08 时至 12 日 06 时 鲁甸震区降雨量实况图

Fig. 4 Precipitation observation in Ludian area from 08:00 BT to 06:00 BT 12 August 2014

### 4 结论与讨论

(1) 本文提出的零值自动站插补的实况降水插值方法经检验,能有效提升降水实况插值的准确性和美观度;同时,该方法与其他的通用插值算法相结合,如样条曲线法、克里金法等,也能提升降水实况插值的整体效果。

(2) 本文提出的通过开发气象专用组件,并利用 ModelBuilder 可视化建模工具实现相关功能组件组合的技术,能够完成气象信息处理分析和产品制作,并实现快速扩展平台功能,适应气象应急业务的临时功能需求。云南鲁甸震区气象服务业务检验证明,该技术是可靠的,既减轻了预报员和决策气象服务人员的主观分析时间,又极大地提高了产品制作效率、精确度和美观度,能够实时为各级政府部门提供震区决策气象服务产品。

(3) 零值自动站插补降水插值算法仍可进一步优化,如区域降水极值周边站点降水量值的梯度性降低,造成该极值站点附近的插值格点值被弱化。若能提前对站点量值进行提前分级,并制定站点周边量值控制方法,确保分级断点值的格点能够与气象站点量值相等,则会进一步提升插值准确性。

### 参考文献

胡争光,郑卫江,高嵩,等.2014.气象 GIS 网络平台关键技术研究与应用.应用气象学报,25(3):365-374.  
黄阁,韩秀君,盛永,等.2008.辽宁省决策气象服务平台的实现与应用.气象与环境学报,24(6):53-57.  
吕终亮,罗兵,吴焕萍,等.2012. MESIS 信息检索及可视化产品制作平台实现.应用气象学报,23(5):631-637.  
孙新轩,吕蓬,李磊.2014.利用最小二乘法监测缓冲区海岸线变化研究.信息工程大学学报,15(1):12-16.  
唐卫,吴焕萍,罗兵,等.2009.基于 GIS 的气象服务产品后台制作系统.计算机工程,35(17):232-234.  
邹伦,吴小娟,肖晨超,等.2010.五种常用降水量插值方法误差时空分布特征研究——以深圳市为例.地理与地理信息科学,26(3):19-24.  
张红杰,马清云,吴焕萍,等.2009.气象降水分布图制作中的插值算法研究.气象,35(11):131-136.  
张振涛,张正文,陈宇,等.2014.基于天气事件的公共气象服务产品制作系统.应用气象学报,25(2):249-256.  
郑国光.2013.气象灾害如何防.求是,5:47-48.  
邹树峰,吴炜,薛德强,等.2001.“山东决策气象服务系统”研究.山东气象,21(86):24-25.  
Pei Liang, Wan Shuhai, Jiang Binggong, et al. 2011. Simulation of the surface hydrology of Dalinghe Watershed automatically based on SRTM DEM. Meteor Envir Res,2(10):8-11,19.