

GIS 气象数据的管理与表达方法

何永健¹ 曹芸¹ 黄勇²

摘要

将气象数据分为离散数据、格网数据和要素数据,在此基础上,建立了气象数据库,包括气象资料信息数据库、社会资料信息库、基础地理数据库和气象空间数据库,并详细分析了气象数据的组织结构、表达和处理方法,最后提出了基于 GIS 的气象数据管理与表达的处理方法。

关键词

气象数据; 气象 GIS; 离散数据; 格网数据; 要素数据

中图分类号 TP311

文献标志码 A

0 引言

地理信息系统(GIS)是一种具有采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息功能的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术^[1]。近年来,GIS 在国内外气象领域的应用越来越普及,主要服务于气象资料管理、气象灾害评估^[2]、气象建模分析评价以及辅助决策等方面。

美国国家大气研究中心(NCAR)于 2001 年成立 GIS 研究组织,研究 GIS 在气象中的应用。美国的国家气象服务中心(NWS)将 GIS 应用于气象服务和 Internet 上的气象信息发布。欧洲政府间科学与技术研究协调机构于 2001 年提出 COST-719 计划,专门致力于 GIS 在气候和气象上的应用。同时,美国环境系统研究所(ESRI)正在研究用气象专用数据模型来扩展 ArcGIS。国内的学者也积极地探索 GIS 技术在气象服务领域的应用,研究气象决策服务支持系统,并取得了显著成效。

GIS 与气象应用模型结合越来越紧密,已经应用到农业气候区划、重点经济作物适宜种植区域划分、天气预报等气象业务等领域。气象应用模型的正确运算取决于良好的数据管理模型,其结果的表达也取决于一种多样化的可视化技术。由于气象数据存储格式、存储方式、数据前台显示等的不同,以及气象业务涉及领域广泛,势必为 GIS 在气象中应用带来困难。

气象要素本质上是一种空间数据^[3],完全可以利用 GIS 空间数据管理海量的气象数据,对其进行分析处理,并与数学模型和可视化表达模型相结合,有效地增强气象信息服务系统地理定位、分析、多源数据叠加显示等功能,使气象信息的管理和表达更加直观丰富。地形数据与气象数据的结合,更是 GIS 对气象数据应用的一种飞跃。本文主要研究基于 GIS 的多源气象数据综合管理模型和信息表达的方法。

1 气象数据管理

1.1 气象数据类型分析

气象数据可通过各类观测手段获得,如气象观测站(地面站、探空站、辐射站和自动气象站等)、雷达、卫星等,它还包括相关衍生数据,如预报、预测产品(数值预报数据、气候预测分析数据等)。因此,

收稿日期 2010-05-24

资助项目 江苏省 2008 年度普通高校研究生科研创新计划(CX08B_021Z);中国气象局新技术推广项目(CMATG2009MS07)

作者简介

何永健,男,博士生,讲师,主要研究 GIS 在气象中的应用. yongjian_he@163.com

1 南京信息工程大学 遥感学院,南京 210044

2 安徽省气象科学研究所,合肥 230031

气象数据的种类和格式繁多,数据量巨大. 本文根据观测方式的不同,将气象数据分为3类.

1) 台站观测数据. 包括台站观测数据、辐射站观测数据、探空资料等,存储格式分为仪器的数据存储格式、Micaps 第1类格式^[4]、A文件和AB报等.

2) 栅格数据. 包括雷达数据、卫星影像数据、数值预报产品等,格式有 Micaps 第4类、第13类格式^[4]及国家下发的各种探空资料格式等.

3) 要素数据. 包括锋线、台风路径等,通常以文本格式存放,也包括 Micaps 格式^[4].

1.2 气象数据库设计

气象应用领域涉及到的空间数据,不仅包括基础地理数据,还包括大量的气象观测数据、中间数据、预报结果以及气象卫星遥感影像数据. 数据量非常大,随着应用的深入,数据量还会不断增长.

作为气象信息共享平台的重要管理系统,气象数据库用来管理海量的、来自于不同业务轨道的、具有不同空间信息和属性信息的气象数据,为气象部门、科研机构、政府部门以及公众等提供数据服务. 因此,构建气象数据库必须综合采用多种先进技术,涵盖信息技术、大气科学和数据融合分析等多个领域^[5]. 气象数据库由基础地理数据库、气象空间数据库、气象资料信息库和社会资料信息库组成,气象数据库总体结构如图1所示.

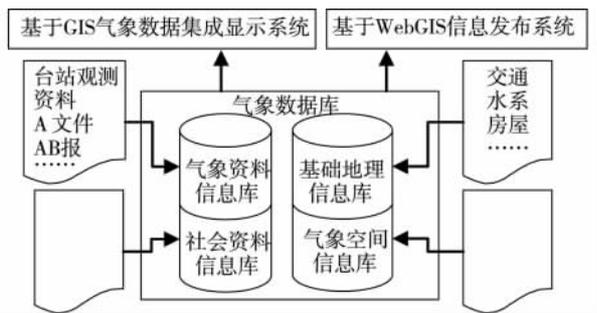


图1 气象数据库总体结构

Fig. 1 Framework of meteorological database

1) 基础地理数据库. 包括行政边界、河流、道路和房屋等矢量数据,采用 GeoDataBase 方式存储. GeoDataBase 是一种采用标准关系数据库技术来表现地理信息的数据模型,支持在标准的数据库管理系统表中存储和管理地理数据.

2) 气象空间数据库. 常规站及加密站观测资料经过空间插值的数据、卫星数据和雷达数据等,转换为 GIS 兼容的栅格数据,如 GRID 格式、IMG 格式及

TIF 格式等,通过空间数据引擎存储于气象空间数据库中,可以采用栅格数据或栅格目录集管理,例如 ArcGIS 的 Raster DataSet 或 Raster Catalog^[6].

3) 气象资料信息库. 台站的原始观测资料、雷达的基数据和台风路径等. 其中,台站观测数据包括实时观测数据集、日数据集、月数据集、季数据集、年数据集等,这些数据采用关系型数据库存储,并利用关系型数据库的存储过程及触发器管理各数据集.

4) 社会资料信息库. 人口、经济等数据,采用关系型数据库存储.

表1给出了栅格数据、站点观测数据和要素数据的组织结构,其中栅格数据采用栅格目录集管理.

表1 栅格数据、站点观测数据和要素数据的存储格式

Table 1 Storage format of raster data, station observation data and element data

数据类型	字段名称	字段类型	字段描述
栅格数据	SName	字符型	栅格数据名
	SDateTime	时间型	时间
	SType	数值型	产品类型
	Memo	字符型	数据描述
站点观测数据	StationID	字符型	站号
	SDateTime	时间型	观测时间
	V001	数值型	观测值1
要素数据	V002...	数值型	观测值2
	SName	字符型	数据名称
	ID	整型	编号
	SDateTime	时间型	时间
	X	数值型	X坐标
	Y	数值型	Y坐标
	V	数值型	观测值
	Mark	字符型	标志
Memo	字符型	数据描述	

1.3 气象数据组织结构

在气象数据库中,采用基于分层的数据组织方法管理空间数据(包括基础地理数据和气象空间数据),即一个图层只管理一种要素,如站点数据可以辐射站点数据层、常规站点数据层和加密站点数据层等. 雷达数据可以分为组合反射率、回波顶高等. 属性数据(主要是气象数据)则按观测时次管理各要素,如常规站点实时观测数据集. 常规站点主要观测温度、气压、湿度、风向(速)等,其表结构如表2所示.

表 2 站点观测数据表结构

Table 2 Table structure of station observation data

字段名称	字段类型	字段描述
StationID	字符型	站号
SDataTime	时间型	观测时间
Tmax	数值型	最大温度
Tmin	数值型	最小温度
Pave	数值型	平均气压
⋮	⋮	⋮

2 气象信息的表达

2.1 气象数据的表达方式

基于 GIS 气象数据的表达方式有以下几种.

1) 色斑图. 主要包括: 站点数据经插值生成的栅格数据, 例如降水、温度、距平等; 雷达数据, 如回波顶高、液态水含量等; 卫星云图; 数值预报产品, 如 MM5 等; 探空资料等数据.

2) 矢量图. 包括站点位置等.

3) 标注. 主要是站点观测气象要素以标签的形式显示, 包括多方位标注.

4) 鼠标提示 (tips). 包括站点观测数据、统计数据以及天气预报等, 随着鼠标的移动实时显示.

5) 画要素. 包括台风数据、冷锋等实时更新的数据, 利用 GIS 动态跟踪层实现.

6) 符号化. 包括风向、天气情况 (雨、雾等) 及栅格分阶显示等.

7) 空间分析. 利用 GIS 空间查询、运算实现气象数据推算, 如泰森多变性、等值线等.

2.2 各类气象信息表达

2.2.1 站点数据处理方案

台站气象要素经过质量检测和规范化处理存入气象资料信息库中, 数据处理流程如图 2 所示.

台站数据主要表现形式有 3 种.

1) 利用站点观测气象要素, 如最高气温、1 h 降水或某时段内气象要素统计值等, 空间内插生成栅格图像^[7], 生成的栅格图像在 GIS 可按照固定分阶值显示. 图 3a 为降水经插值生成的栅格图, 并按照固定分阶值显示. 等值线是在色斑图的基础上, 依据色斑图的分阶值自动生成的^[8], 并且按照规范要求, 将其标注在线末端.

2) 将站点观测气象要素, 如某段时间内统计值, 标注在气象台站上, 或以鼠标提示形式显示数据 (图 3b).

3) 将站点观测气象要素, 利用气象符号显示, 如图 3b 中的风向、风速及天气情况的符号化. 通常, 台站的数据表达往往采用标注、提示和符号化等综合表达.

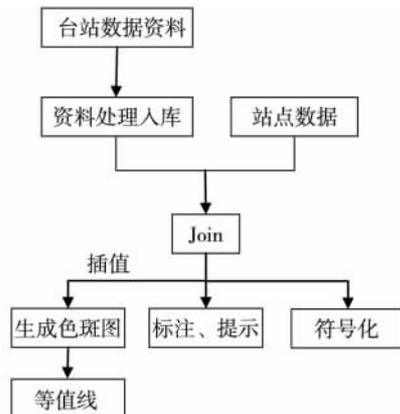
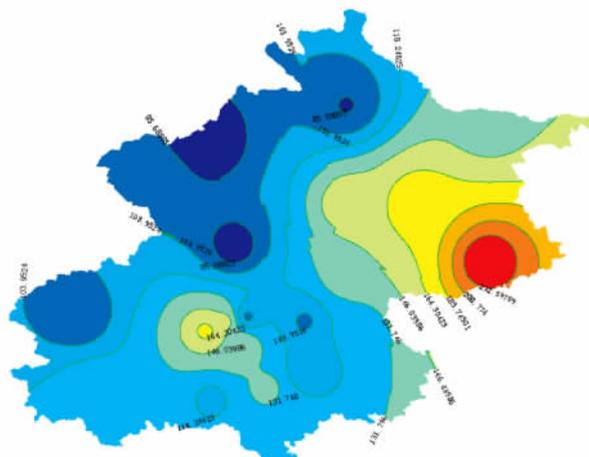
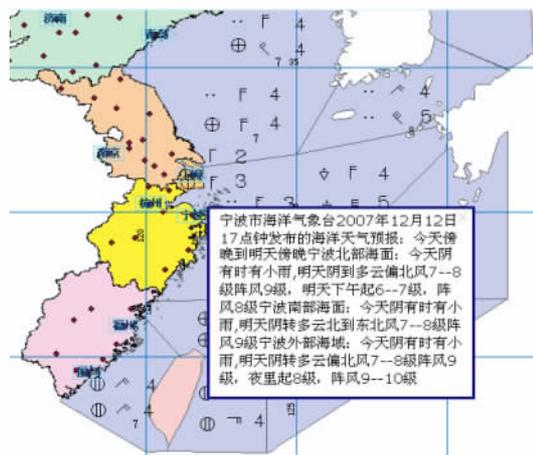


图 2 台站数据处理流程

Fig. 2 Processing flow of station data



a. 色斑图及等值线



b. 气象要素要素符号化、标注及鼠标提示

图 3 站点数据可视化表现形式

Fig. 3 Visualization of station observation data

2.2.2 格网数据处理方案

格网数据主要包括雷达数据、卫星云图和数值预报产品等。虽然这些数据格式各不相同,但都具有规则的格网,每个格网点的值代表了观测值。由于每个格网具有规定的格距、行列数及起始点坐标,因此,可以将其规范为标准格网数据格式,再转换为GIS兼容的栅格数据格式。格网数据处理流程如图4所示。图5为Micaps格式转为GIS数据格式的雷达数据。标准格网数据格式如下:

```
ncols 480 (列个数)
nrows 450 (行个数)
xllcorner 378923 (左下角 X 坐标)
yllcorner 4072345 (左下角 Y 坐标)
cellsize 30 (网格间距)
nodata_value -32768 (非法数据的表达方式)
43 2 45 7 3 56 2 5 23 65 34 6 32 54 57 34 2 2 54 6...
```

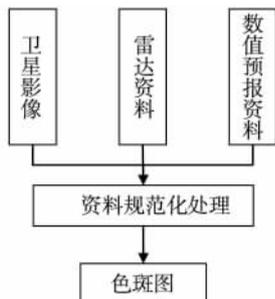


图4 格网数据处理流程

Fig. 4 Processing flow of grid data

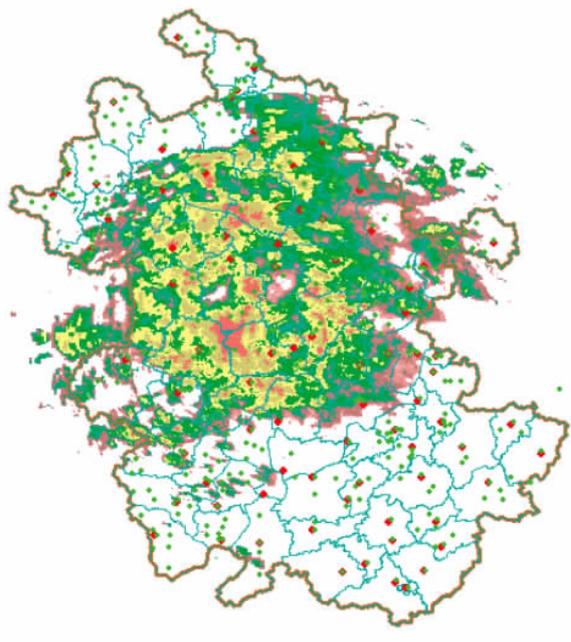


图5 雷达数据

Fig. 5 Radar map

2.2.3 要素数据处理方案

要素数据的处理主要利用GIS的动态跟踪层来实现。动态跟踪层可实现动态位置跟踪显示,实时动态显示跟踪目标,它没有具体的物理地址。因此,在实时处理和表达台风路径、冷锋线、暖锋线等要素数据时具有很大的优势。如台风的路径,其数据格式多为Micaps第7类格式,数据主要包括台风的运动轨迹和预报轨迹。按照表1中要素数据存放格式,将台风路径数据规范化处理,存入数据库中,GIS应用程序按照固定结构读取数据。图6为在动态跟踪层画台风的路径^[9-11]。

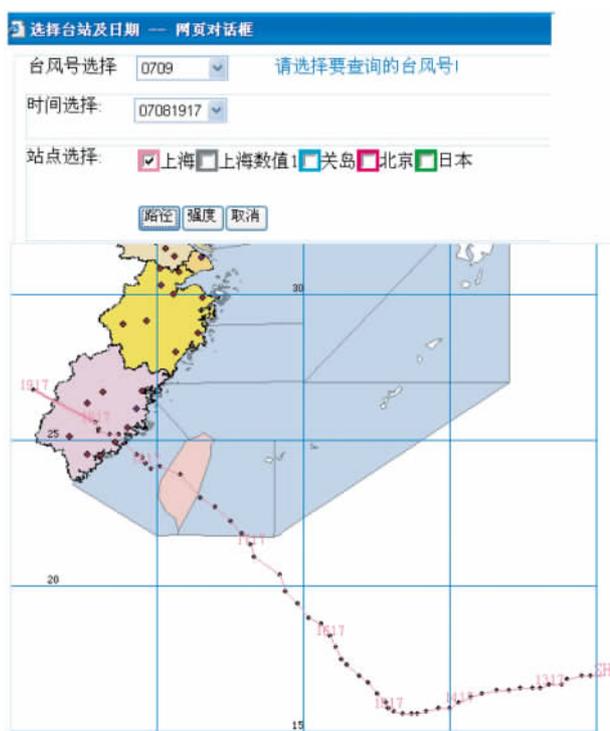


图6 台风路径

Fig. 6 Typhoon track

2.2.4 GIS空间分析功能

空间分析功能基于地理对象的位置和形态特征的空间数据分析技术,其目的在于提取和传输空间信息。GIS空间分析功能包括矢量数据的空间分析、矢栅数据的空间分析和栅格数据的空间分析。例如求取某值域的边界、面雨量计算、气候区划等。图7中求取面雨量给出3种方法:算术平均法、泰森多变形法及网格法。其中算术平均法、泰森多变形法运用矢量数据的空间分析实现;网格法是按台站数据处理方案,将降水插值成栅格数据,再利用栅格数据的空间分析,得到面雨量。



图7 面雨量计算

Fig. 7 Calculation of area precipitation

3 结论

本文通过分析 GIS 关键技术和气象数据种类、存储方式及表达方法,依据空间数据库管理方案,建立了气象数据库,给出了基于 GIS 的气象信息处理方案.通过该处理方案,建立了基于 GIS(WebGIS)气象软件的应用与开发,成果已经应用在气象部门.建库方案和数据处理方法基本能够满足气象部门的需求.但是,对于时态数据,比如雷达数据,由于其数据量大,数据时效短(6 min 一次),尤其是产品的动画播放,仍需进一步处理.

随着气象与 GIS 的结合越来越紧密, GIS 在气象领域的应用越来越普及, GIS 对气象资料的管理、查询、制作专题图和统计分析中已经起到不可替代的作用.今后,将气象模型(如灾害评估、大气环境影响评价模型等)与 GIS 的结合,将是气象 GIS 发展重要路线之一.

参考文献

References

[1] 陈述彭.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,1999:3
CHEN Shupeng. Introduction to geographic information systems[M]. Beijing: Science Press ,1999:3

[2] 田红,陆维松,吴必文.基于 GIS 的气象灾害监测与评估集成系统[J].气象科学,2002,22(4):482-489
TIAN Hong ,LU Weisong ,WU Biwen. Integrated system

for meteorological disaster monitoring and loss evaluation based on GIS[J]. Scientia Meteorologica Sinica, 2002, 22(4):482-489

[3] 吴焕萍,罗兵,王维国,等. GIS 技术在决策气象服务系统建设中的应用[J].应用气象学报,2008,19(3):380-384
WU Huanping ,LUO Bing ,WANG Weiguo ,et al. Application of geographic information system to decision-making meteorological service system [J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2008, 19(3):380-384

[4] 中国华云技术开发公司. MICAPS V2.0 系统管理员手册[M].北京:2002:74-84
China National Huayun Technology Development Corporation. Managers manual for MICAPS V2.0[M]. Beijing: 2002:74-84

[5] 郑良仁.气象空间数据共享库分析设计与实现[D].兰州:兰州大学大气科学学院,2007
ZHENG Liangren. Analysis design and implementation of the meteorological space sharing database [D]. Lanzhou: College of Atmospheric Sciences , Lanzhou University, 2007

[6] 刘仁义,刘南. ArcGIS 开发宝典—从入门到精通[M].北京:科学出版社,2006:281-307
LIU Renyi ,LIU Nan. ArcGIS development—from entry into proficient [M]. Beijing: Science Press, 2006:281-307

[7] 马轩龙,李春娥,陈全功.基于 GIS 的气象要素空间插值方法研究[J].草业科学,2008,25(11):13-19
MA Xuanlong ,LI Chune ,CHEN Quanguo. Study on the method of GIS based spatial interpolation of climate factors in China [J]. Pratacultural Science, 2008, 25(11):13-19

[8] 刘旭林,赵文芳.气象观测数据等值线自动绘制系统[J].气象,2009,35(4):102-107
LIU Xulin ,ZHAO Wenfang. Automated contour system for meteorological observation data [J]. Meteorological Monthly, 2009, 35(4):102-107

[9] 刘丽,刘清,宋国强,等.基于 GIS 组件的农业气象信息服务系统[J].中国农业气象,2006,27(4):305-309
LIU Li ,LIU Qing ,SONG Guoqiang ,et al. Agro-meteorological information service systems based on ComGIS [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2006, 27(4):305-309

[10] 唐卫,吴焕萍,罗兵,等.基于 GIS 的气象服务产品后台制作系统[J].计算机工程,2009,35(17):232-234
TANG Wei ,WU Huanping ,LUO Bing ,et al. Background manufacture system for meteorological service product based on Geographic Information System [J]. Computer Engineering, 2009, 35(17):232-234

[11] 毛卫星,王秀荣,刘海波.全国气象业务服务信息系统中图形产品的研制开发[J].新疆气象,2005,8(5):1-3
MAO Weixing ,WANG Xiurong ,LIU Haibo. Development of graphs product exported from the national weather operational information service system [J]. Bimonthly of Xinjiang Meteorology, 2005, 8(5):1-3

Management and expression of meteorological data based on GIS

HE Yongjian¹ CAO Yun¹ HUANG Yong²

1 School of Remote Sensing ,Nanjing University of Information Science & Technology ,Nanjing 210044

2 Anhui Institute of Meteorological Sciences ,Hefei 230031

Abstract Due to its different acquisition methods ,meteorological data has characteristics of various kinds ,formats and numerous data amount. Besides observation data ,radar data ,satellite image ,meteorological data includes derivative \souts products ,such as numerical forecast ,radar rainfall estimation ,typhoon track prediction ,etc. With its rapid development ,GIS has played an important role in meteorological field ,and the combination of GIS and meteorological application model is becoming more and more close. However ,the diversification of the meteorological data's storage format ,storage method and data display ,as well as the widely involved field of meteorological service industry ,cause difficulty in the widespread use of GIS in meteorological domain. In this study ,meteorological data were divided into discrete data ,grid data and element data. On this basis ,a meteorological database ,includes meteorological information ,social information ,fundamental geographic data and meteorological spatial information ,were put forward ,and the general structure ,display and processing of meteorological data were described in detail. Finally ,a GIS-based treatment scheme of data management and expression was proposed ,which has been used in meteorological departments now and can meet meteorological service requirement.

Key words meteorological data; meteorology based on GIS; discrete data; grid data; element data