

基于 ArcGIS 的人工影响天气综合分析平台

黄毅梅¹ 陈 跃² 周毓荃³ 张 蔷⁴ 石爱丽²

(1. 河南省气象局人影中心, 郑州, 450003; 2. 中国气象科学研究院;
3. 国家气象中心; 4. 北京市气象局人影办)

提 要: 人工影响天气业务涉及大、中、小、微尺度各种资料分析, 信息种类繁多, 类型复杂, 需要一个强大的综合分析平台的支持。文章介绍了基于 ArcGIS 的人影综合分析平台(WMicaps)的总体设计目标、软件框架、数据标准化、系统数据库、平台主要功能以及主要采用的技术方法等。该平台是针对人工影响天气作业研究设计的系统, 主要用于人影综合分析处理、决策指挥、效果评估以及高炮、火箭增雨防雹服务等。

关键词: ArcGIS 人工影响天气 综合分析

Development of a Comprehensive Analysis and Process System Based on ArcGIS

Huang Yimei¹ Chen Yue² Zhou Yuquan³ Zhang Qiang⁴ Shi Aili²

(1. The Center of the Weather Modification of Henan Province, Zhengzhou 450003; 2. Chinese Academy of Meteorological sciences; 3. National Meteorological Center; 4. Weather Modification Office, Beijing Meteorological Administration)

Abstract: A comprehensive analysis and process system based on ArcGIS, and its chief target, its software frame, standardized data, database system, basic functions and its key technique, etc. are described. The system is professional especially to weather modification, and it mainly applies to comprehensive analysis and process for weather modification, decision-making of operation schemes, appraisal of operation effectiveness, and services for enhancement precipitation or suppression hail by ways of cannons or rocks, etc. In this system, information collection, analysis, management and comprehensive application of the weather modification are realized. It also can be used in other fields in meteorology.

Key Words: ArcGIS Weather Modification Comprehensive Analysis

资助项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA610A-06)、“十五”河南省重大科技攻关项目“河南省云水资源开发利用技术研究与示范”(0522030400)资助

收稿日期: 2007年7月18日; 修定稿日期: 2007年10月21日

引 言

人工影响天气是一门综合性科学,涉及气象、卫星遥感、地理信息、社会经济等多种信息,这些信息种类繁多,类型复杂。为了把这些资料准确定位进行综合分析处理,特别需要地理信息系统的支持,另外,人工影响天气还需要进行航线设计、效果评估、决策指挥等,这些功能的实现都离不开地理信息,因而建立基于地理信息系统的人工增雨综合分析平台非常必要。目前,气象部门通用的 MICAPS 主要适用于天气分析,其在人工影响天气方面应用功能不足。河南“九五”期间研究开发了人影决策指挥地理信息平台^[1],但该系统并未定义标准数据格式,其兼容性、扩展性能比较差,并且功能也不完善,在实际业务中无法灵活使用。王钊等^[2]开发了“陕西人影决策指挥地理信息平台”,该平台具有在地理信息平台上叠加炮点和飞机作业航线功能,但不能进行各种尺度人影资料的叠加分析。国家科技攻关课题“人工增雨技术研究及示范”经五年研究开发取得了许多成果,这些成果的业务化应用需要一个强大的综合分析平台的支持。鉴于这些原因,研究开发了基于 ArcGis 的“人影综合分析平台”。

1 平台总体设计目标

综合应用数据标准化技术、二维数据处理技术、三维数据处理及可视化表现技术、数据库技术、图形图像处理技术、3S 技术和计算机技术等,以二维格点和站点数据、三维格点数据、风矢量数据、卫星云图、雷达回波、GPS 数据、闪电数据、卫星遥感墒情数据等人影数据为主体,辅之以地表矢量数据和

数字高程模型等地理信息数据,建立多类型人影数据综合分析处理、航线设计、效果检验以及决策服务等多功能的人影综合分析平台。建立人影数据库,实现多源人影信息的存储、综合检索、信息可视化表现以及统计分析等功能。

2 软件框架

平台采用单机运行模式,按数据层、逻辑层和应用层三层体系结构进行设计。其结构框架如图 1。数据层采用先进的 Personal Geodatabase 个人数据库实现数据的高效存储和管理。逻辑层基于 Arc Engine 技术、数据库技术和组件技术,实现空间数据应用的业务逻辑,如空间数据的表现和操作。应用层在逻辑层的基础上具体实现系统的各项功能。

3 数据标准化定义

根据人影业务的需要,制定了十三类标准数据格式,其中兼容了 MICAPS 主要的数据格式,包括地面全要素填图数据(第一类)、通用填图和离散点等值线(三类)、格点数据(第四类)、格点矢量数据(第十一类)、图像数据(第十三类)和调色板数据(第十五类)。系统参照 MICAPS 数据格式新定义了五种标准格式,分别为三维格点数据、三维流场数据、画线和填色数据、地面标注与属性查询数据和 GPS 数据,其中三维格点数据用于云微物理参量的三维图形显示分析;三维流场数据用于风矢量的显示分析;画线和填色数据用于划分作业分区和效果检验等;地面标注与属性查询用于地面增雨作业指挥和外部数据与系统数据库进行信息交换;GPS 数据用

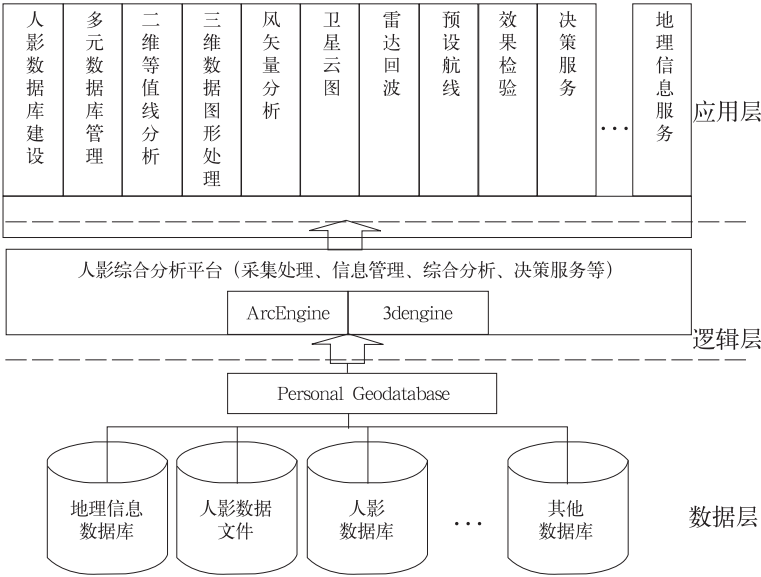


图 1 软件框架

于预设航线和效果检验等。平台还支持雷达数据(目前仅支持北京敏视达雷达和安徽四创雷达的基数据)和闪电数据(国防科大的闪电定位仪存储的数据格式)。另外,平台还支持 ArcGis 本身所支持的其它数据类型(如 Shape 文件类型、个人数据库 MDB、Coverage 文件类型等)。

4 系统数据库

人影综合分析平台对各类数据信息的管理采用 ArcGis 的 GeoDatabase 空间数据库,它是一个全新的空间数据模型,是建立在数据库之上的统一的、智能化的空间数据库。人影决策信息既包括各种常规和专业人影资料文件,同时又包括作业点、作业航线、区域判据指标等信息,这些信息具有空间的多尺度性,使用 GeoDatabase 可以对这些信息进行图层化管理,便于多源人影信息的综合分析。采用 GeoDatabase,使数据文件和数据库技术有机结合,为多源人影信息的综合分

析提供了更加广阔的应用前景。

5 平台主要功能

(1) 综合叠加分析,能以点、线、面和体的形式实现不同类型人影资料和地理信息的精确叠加显示分析,特别是能实现卫星、雷达等图像数据的叠加分析。

(2) 预设飞机增雨作业航线和实时指挥,可以把雷达 PPI、卫星云图、闪电定位、实测墒情等资料同时叠加分析,设计飞机增雨作业航线,也可以直接从 GPS 系统获取实时数据来显示飞机飞行轨迹,用于指挥飞机进行增雨作业。

(3) 统计分析、面积计算和长度测量功能,可以根据作业高度的风向风速等计算影响区域的面积,能根据统计评估和地表植被情况评估增雨作业的经济效益,可以进行雨量的直观对比检验。

(4) 三维图形分析功能,对模拟的水凝物分布、云水分布、雨水分布、过冷水分布等

进行三维图形分析,并能叠加三维风场,直观分析云体内部微物理量与风场的配置关系。

(5) 通过把作业点与各种资料的综合叠加分析,可以直观的实现对高炮、火箭实时作业指挥。

(6) 对数据文件和人影数据库信息表按类型进行分图层管理,方便用户对各类信息的综合应用。

(7) 对人影信息进行入库、存储、综合查询、统计分析等。

另外还具有地理信息系统一般性功能,如按用户需要指定行政区域、地名、作业区划、显示定位背景地图、区域数据等;使用鼠标和工具按钮实现数据的无级放大、缩小、地图漫游等。

6 主要技术方法

(1) 三维图形处理。三维格点数据通过进行数值分档、无缝插值和调色板等技术方法处理,进行建模,运用 Arc Engine 3Dspatial 控件(该控件是一个能为三维可视化、三维分析以及表面生成提供高级工具的扩展模块),实现了三维图形显示。

(2) 等值线分析方法。使用泰森多边形空间插值方法实现格点和站点资料的等值线分析。泰森多边形插值法是根据最近邻居点的价值将空间分割成不同的多边形区域,每一区域的价值量与临近点的价值相同,这种方法的优点是价值区域的划分简单明确,内插速度快,平滑效果好。

(3) 采用 Geodatabase 数据模型的栅格数据集,实现雷达、卫星等图像数据的可视化表现。栅格数据集的数据量、分辨率不受限制。采用 Geodatabase 可以建立大范围、无缝相嵌的栅格数据集,并提供了有效的自动

分块机制,同时为了更快的显示数据,自动建立影像多级金字塔,从最详细的数据中逐级重采样,抽取形成分辨率低的数据,以提高栅格数据的浏览和显示速度。

(4) 运用透明技术实现图像数据的相互叠加显示。通过对外面图层图像数据进行半透明处理,可以达到同时显示内、外部图层图像数据的目的。

(5) 坐标投影变换技术。人影数据和地理信息的物理存储采用国家标准的 1954 大地坐标系(1954 经纬度),实际数据显示采用兰勃特投影,这样系统使用动态投影技术以满足坐标投影变换的需要。

7 部分功能应用举例

综合叠加显示分析及计算功能。图 2 把卫星云图、雷达、飞机增雨作业轨迹叠加在一起进行综合显示分析(见彩页)。图中红色轨迹为 2005 年 6 月 26 日 9 时北京一次飞机人工增雨作业的航线,飞机探测到作业高度风向 150° ,风速为 6m/s ,假设催化剂扩散时间为 60min ,这些参数输入平台后,系统将粗略估算并画出作业影响区域(图 2 中网状区域),并给出影响区面积为 23887.93km^2 。

8 小 结

人影综合分析平台是针对人工影响天气设计的专业系统,具有丰富的人影数据处理和图形图像表达能力,能以点、线、面和体的形式全面叠加显示分析十三类标准数据。该平台能用于人工影响天气业务的各个阶段,主要用于各种信息的综合处理分析。平台具有数据库管理能力,能够利用它建立人影数据库,实现人影作业多源信息入库、存储、查

询、统计、分析以及综合检索和可视化表现。

目前,该平台已经在北京和河南人影业务中使用,在使用过程中主要存在数据格式处理比较复杂等问题,该平台虽然定义了多类标准数据格式,但由于人影探测工具型号较多,不同型号探测资料数据格式互不相同,因此在使用过程中需要进行数据转换。另外,该平台虽然具有各种资料的综合叠加显示分析功能,但资料融合处理和自动综合分析功能较弱。

参考文献

- [1] 陈怀亮,邹春辉,周毓荃.人影决策指挥地理信息平台的建立和应用[J].南京气象学院学报,2002,25(2):265-270.
- [2] 王钊,邓凤东,刘贵华.陕西人影决策指挥地理信息平台简介[J].陕西气象,2004,5:19-20.
- [3] 黄毅梅,姚展予.人工增雨可播区域自动选择方法研究[C].第十四届云降水物理和人工影响天气会议.贵阳,2005:11.
- [4] 赵瑞金,杨洪平,郭亚田.新一代天气雷达产品在 MI-CAPS 中的显示与调用.2005,31(2):31-34.

黄毅梅等：基于ArcGIS的人工影响天气综合分析平台

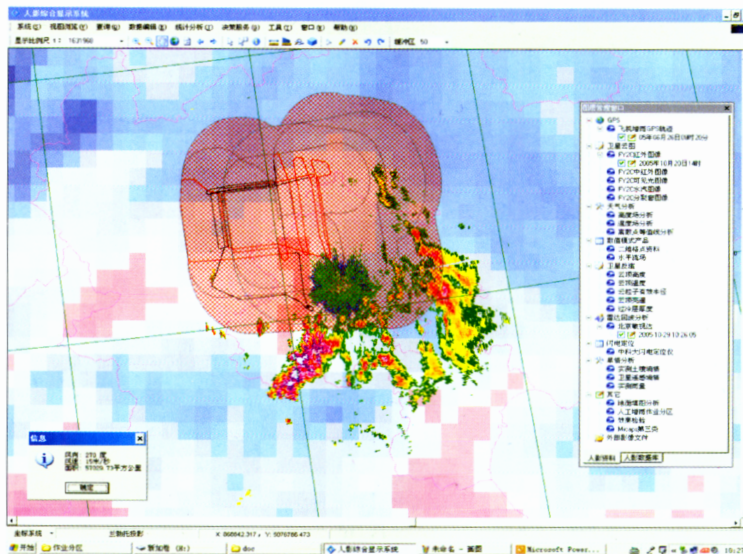


图2 综合叠加显示分析及计算