

# 自动化编制电子地图的通用框架体系设计研究

余汶璟 董良 通讯作者

(湖南工程职业技术学院, 湖南长沙 410151)

**摘要:** 电子地图作为现代地图学发展的一个新地图产品形式!其意义不仅仅在产品本身!而是由此带来的一系列理论、技术与方法的变革。本文以框架数据建库成果为基础,利用 Arc GIS、Super Map 软件构建电子地图,地图呈现城市空间布局及建筑结构,通过总结电子地图编制的作业流程,设计了一种可应用于电子地图自动化编制的通用框架体系,使之更好地为地学研究和我国的国民经济建设服务,为地图学以及地图产品的可持续发展奠定坚实的基础。

**关键词:** 二维电子地图; 三维电子地图; 自动化; 地图编制; 通用框架体系

地理信息技术的发展为军事科技、生产生活都带来了巨大的便利。为了满足出行导航需求,各个系统对电子地图的需求越来越多。基于电子信息技术编制精准化、专业性的电子地图成为软件系统建设的重要工作。在信息技术、导航系统的支持下,电子地图已经不仅仅能够显示地理位置,其功能不断拓展,从传统测绘扩展到实时采集,载体形式从纸张发展到交互式智能终端,功能和应用场景更为多元化,操作使用更为便利,电子地图的发展产生了更多可能性。

## 一、电子地图的概念和特征

关于电子地图的名称曾经有不同的提法,如电脑地图、联机地图、屏幕地图、瞬时地图等,从宏观意义上讨论,电子地图泛指大众所需的一切以信息化形式呈现的地图,从微观意义上讨论,人们将电子地图等同于数字地图。本文讨论的为宏观意义上的电子地图,通过计算机投影技术、终端设备呈现地图,都为电子地图。

电子地图是地图与现代信息技术的结合所发展出的新形式的地图。归纳起来,电子地图有以下几个基本特征:首先,作为一种地图,电子地图具备反映地理信息的基本功能,同时也体现了地图的基本特征:数学法则、制图综合和特定的符号系统;其次,电子地图以数字化地理数据信息为支撑,通过储存在计算机系统内的地理信息数据提供地图导航服务;再次,电子地图的类型多样,可以是矢量地图、栅格地图等类型。总之,电子地图是体现了传统地图功能,同时又以现代地理信息技术为支撑,在传统地图功能上进行拓展,能够提供实时导航、立体地理信息、地理信息场景式呈现等功能的地图形式。电子地图的地理信息更新快,能够跟着地理环境的幻变化实时调整,其功能相较于传统地图更多元化。

## 二、地图自动化编制应用分析

### (一) 地图自动化编制技术现状

Coreldraw、AutoCAD 是地图编制的常用软件系统,具有打印、出版等图形化编制功能,但是这类软件图形与属性关联性较弱,在现代化地理信息技术环境下不能完全满足地图制作功能。ArcGIS、SuperMap 等软件开发工具面向地理信息数据,由于前期数据集成度低、标准不统一的情况,因此使用起来较为烦琐,不少功能受到限制。

### (二) 地理信息数据现状

当前地理信息数据已经发展到能够支撑框架实体数据的程度,具有更优良的图形、属性编辑功能。同时,倾斜摄影、激光扫描和 BIM 技术的发展更推动地理信息技术从二维采集向实景三维模型采集和构建的方向发展,将地理信息数据从二维带入真三维时代,让电子地图得以呈现城市的立体化空间结构。

地理信息数据采集和建构的功能主要有以下三项:其一,能够对测绘数据进行精准分析,科学归类和管理;其二,能够对图

像进行自动识别,对数据进行详细计算;其三,能够实现自动化信息汇总。总之,地理信息数据自动化采集和建构具有人工测绘难以实现的各种优势。

### (三) 地图自动化编制应用需求

地理信息数据的采集、构建技术越来越成熟,这为电子地图的自动化编制创造了良好的条件,也使得电子地图的应用范围、应用场景越来越广阔,进而又推动地理信息数据不断发展。当下,电子地图应当具有自动更新功能,根据地理信息的变化实现软件数据自动更新,并且可以对地理区位、场景进行多维度、多尺度、多风格的可视化展示;同时,电子地图还应当具有交互性、操作简便性、易维护等特性。

## 三、通用框架体系设计

### (一) 设计原则

1. 系统性。电子地图以地图编制层设计为核心,以数据的输入和输出功能为基础,能够支持地理数据信息的采集、转换、发布功能,能够在现有技术标准体系下、在安全的数据环境下提供地图服务。

2. 通用性。框架系统能够支持多维度、多场景、多类型的地理信息服务,可支持从二维到三维的空间表达、从当前到历史数据的多时序表达。系统做好标准体系设计和上下层数据流格式设计,保证数据能够流畅采集和应用。

3. 易用性。框架体系设计应当操作简单,能够支持自动化数据更新、自动制图,具备成熟的制图流程、规则和样式库,地图呈现模式可灵活切换、地理信息数据提取方便,适应不同场景的地图应用需求。

4. 扩展性。框架体系应能够满足未来系统功能拓展的需求,考虑系统的长远发展规划,在核心功能基础上,能够继续拓展功能、调整功能模块、兼容不同数据来源、服务标准。因为电子地图适用于广域网,其还要满足未来客户群发展的需求,能够及时响应访问需求,支持更多的地图用户访问。

### (二) 通用框架体系

1. 数据输入层。电子地图承载的地理信息数据可分为两类:一类是抽象型,一类是具象型。抽象型数据载体大多是简单量形式,信息是人为赋予的,并以属性字段的形式存储在内部,具有体积小、可视化方式灵活等特点。具象数据载体是以栅格、模型和点云为代表的复杂数据形态,其信息往往通过自动化采集方式获取,并直接呈现给用户。具象数据规模巨大且可视化模式相对固定,通常直接作为底图使用。

针对抽象型地理信息数据,采用实体数据建库技术对其进行融合处理,将 DLG 数据、地名地址数据、规划设计数据、资源普查数据、BIM 数据、地质体数据等数据转化成实体数据库,将实体对象的属性信息以点、线、面、体等简单几何形式传递到实体

数据库中。针对具象性地理资讯资料配置元资料，并利用快取技术直接载入。

GIS、GPS、RS 都是地理数据信息采集的重要工具，在卫星定位、云存储、大数据等技术的支持下，高效、精准采集和整合地理信息数据，为电子地图制作提供足够的信息、存储空间以及特色化功能服务，使电子地图更加规范、更多功能，更为可控。GPS 可实现对建筑物的卫星定位，对表层地理数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述。RS 技术可通过电磁波对地理信息进行扫描、摄影、传输和处理，进而对地表各种物体和现象展开远距离探测和识别。地理信息采集进呢过能够实现对面地形地势、空间结构、建筑结构、现有植被、气候条件等数据的综合与分析。电子地图的数据输入层应当能够对接不同的地理信息采集工具，能够支持各类数据的输入。

2. 地图编制层。地图编制层是整个通用框架系统中最核心的部分，前接数据输入层，后承数据表现层和交换输出层。地图编制层主要由地图库和文件两部分组成。地图数据库是对抽象地理信息数据的属性进行扩充，使其具有层次化和符号化所必需的属性。而地图文件则是将数据信息表示与组织起来，提供给地图表示层的各种可视化模块。这两种方式都是分开存储的，用扩展字段来建立关联，数据的变化会通过扩展字段传递到地图文件中，并且地图文件的表示形式可以任意设定，并且对数据库本身没有任何的影响，能够满足地图制作的自动化和多元化的需要。

地图编制层的工作直接关系到电子地图的呈现，地图编制层必须具有接受、处理各类地理信息的能力，能够将地理信息用坐标进行展示，将地球以及其上的活动和环境的时空变化数据进行整理，并将其存储到电脑中，进而生成一个全球化的数字模型。

(1) 地图数据库 (Map database)。地图数据库根据实体数据库自动增加和计算显示层次、显示符号等扩展域。显示层级是根据实体资料的类别码，重要性，区域，长度等资讯来自动计算。显示标志可以分为平面图形和立体图形两大类，并根据类别编码等信息进行自动计算。

(2) 地图文档。地图文件由六个模块构成，分别是文件设定、坐标系统、符号库、显示层级组、元素图层和场景。文件设置模块定义了地图文件的关联数据库，关联符号库，范围，元数据，缩略图，摄像头角度等。坐标系为地图文件定义坐标系。符号库包含了 2D、3D 和多种色彩风格的符号库，通过文件设置来指定当前映射所选择的符号库。显示层级群组指定每一组资料之可视比例或可视高度范围，以及每一层级所包含之元素层及图层次序等。元素层定义了这一层要用到的实体数据，数据过滤的条件，符号匹配规则，注释显示规则。底图和场景定义了所选择的典型地理信息数据，以及它们的显示方式。

3. 地图表现层。地图表达层根据实际应用的需要，通过模块化的组合来承载更多的信息。如在大数据分析应用中，采用暗色版二维、三维矢量地图叠加标注图，以衬托大数据的可视化效果，实现实时分析；在园区、工厂、建筑管理等领域，采用实景三维场景、BIM 数据叠加三维注记图等方法，精确管理监控信息及流程。

地图表现层按照适用的比例尺精度对地形地貌、空间布局、建筑物结构进行整体呈现，针对同一地理空间，可通过多维度呈现，支持用户了解当地地理空间信息。在对精确测量工程项目进行数据制图的时候，可以基于精确测量占比规定，应用智能测绘工程技术实现多次测绘工程，对同一工程项目地貌得到多样化的地图。

4. 交换输出层。交换数据层以服务形式发布合并后的地图数据，或以其他地图格式输出。为了方便开发和应用，发布时间宜按模块化地图文件单独发布，所有数据均需进行 LOD (Multi-

DetailLayer) 缓存。

该层次将地理信息测绘工具中采集的数据信息上传和储存，按照电子地图的需求产生数字图像、空间数据，建立精确测量区域的数据实体模型。

5. 标准规范和知识库体系。电子地图自动编制的各个层次，都必须以标准规范为基础，建立相应的知识库，以保证编制工作的科学性、高效性和合理性。该框架体系应结合国家标准、地方标准和行业标准，建立可扩充的地图库、元数据及服务方案等。

标准化成图和处理使得电子地图的制作、使用效率、精度都得到提高，能够满足国内建筑工程测量工作的要求。

6. 数据安全保障体系。地图编制所使用的基础数据通常是机密数据，在数据传输、交换、输出等全过程中，都需要一个安全保障系统来支持数据的安全性和文档的著作权。如确需向公众公布，也应由专门部门负责技术保密处理。

### (三) 关键技术

1. 在域扩展阶段，重点研究显示层次、显示符号两个字段的自动计算与填充，特别是兴趣点的稀疏分层，根据制图经验总结出的规则，利用机器学习方法，实现基于兴趣点名称、位置的自动分层、分类等功能。

2. 符号化插图阶段，构建符号库转换机制及智能 AI 配图方法，实现同一张地图文件中不同风格的一键转换。在符号库中，宜选择一些限制不大的图形或图形符号。

3. 在缓存发布阶段，采用分布式计算方式与混合存储格式 4 相结合的方式，提高了 LOD 缓存的制作效率与显示效果。

### 四、结束语

电子地图正日益成为一种技术成熟和应用有效的地图产品形式，在电子地图中，多媒体电子地图、网络电子地图、三维动态电子地图、交通导航电子地图、旅游电子地图形式层出不穷。电子地图对现代技术，如计算机、遥感、网络，多媒体和虚拟现实等技术具有高度依赖性，未来电子地图还将进一步发展，获得更广泛的应用场景。本文针对地理信息数据和技术的发展情况设计电子地图自动编制的通用框架体系，分析了当前的技术条件，并提出了一种基于 GIS 框架的通用制图解决方案：依托成熟的数据建库技术，建立相对独立的数据库与地图文件的松散耦合方式，实现同一种数据的多样性表达及数据的自动更新，实现地理信息数据的分析与制图两用。

### 参考文献：

- [1] 孙哲, 王嵩, 赵佳. 高精度轨道电子地图生成系统设计与应用 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2023, 20 (11): 14-19.
- [2] 宋雅丽. 基于电子地图的杂草图像处理与识别方法分析 [J]. 佳木斯大学学报 (自然科学版), 2023, 41 (06): 66-69.
- [3] 吴宇参, 陈中宇. 高精地图相关术语标准化探讨 [J]. 中国标准化, 2023 (20): 37-41.
- [4] 马嘉, 何庆. 推动中国高精地图发展的中坚力量 [J]. 中国商界, 2023 (10): 66.
- [5] 赵晖, 郑思源. 加强运营商电子地图集约化建设 [J]. 中国电信业, 2023 (10): 41-44.
- [6] 杨晓玉, 王彦君, 王冬梅等. 城市电子地图数据采集及建库研究 [J]. 长春师范大学学报, 2023, 42 (08): 134-138.

基金项目：《基于 ArcPy 的自动化制图技术在规划制图中的应用研究》余汶璟，湖南工程职业技术学院，湖南省自然资源厅科研课题 2022G16。