

B 武汉市死因监测地理信息系统的设计与实现

章诗韵¹, 罗俊¹, 陈晶¹, 肖鹏¹, 庞延辉¹

(1 武汉市疾病预防控制中心 430000)

[摘要] 调查研究了武汉市居民死因监测工作的实际需求, 基于 ArcGIS 等技术设计并实现武汉市死因监测地理信息系统, 从系统的总体架构、关键技术、功能设计、数据库设计等方面阐述系统的设计和实现过程, 指出该系统能提高死因监测的工作水平, 辅助管理者制定相关决策。

[关键词] 武汉市 死因 监测 地理信息系统

Design and implementation of monitoring geographic information system for death causes in Wuhan city ZHANG shi-yun, LUO Jun, CHEN Jing, XIAO Peng, PANG Yan-hui, Wuhan Centers for Disease Prevention & Control, Wuhan 430000, China

[Abstract] This paper has investigated the actual demands of monitoring of death causes in Wuhan, designed and implemented the geographic information system of death cause monitoring in Wuhan based on the technology of ArcGIS, elaborated the construction of the system from the following aspects, overall architecture, key technologies, design of function and database, pointed that this system can improve the work of monitoring of death causes and assist managers in making relevant decisions.

[Keywords] Wuhan city; death causes; monitoring; Geographic Information System

1 引言

居民死亡原因监测指的是长期、连续、系统的收集、整理和汇总一个地区人群死亡原因的相关信息, 分析并研究死亡原因构成的变化和其他可能的影响因素^[1]。死因监测是居民健康情况统计工作的重要内容之一, 是反映一个范围内人群健康状况和卫生保健水平的重要指标之一, 对其数据进行分析 and 研究有助于辅助政府制定公共卫生计划和评价干预措施的效果^[2]。

武汉市的死因监测工作自上世纪 70 年代开始以来, 采用了多项举措提高监测信息的准确性、真实性和可靠性, 具体包括: 扩大监测范围到全市、进一步规范登记报告制度、健全监测网络体系等^[3]。经过近 40 年的运转, 死因监测工作已经积累了大量较为规范的数据, 同时通过统计学方法进行分析 and 研究取得了一些成果, 但仍然缺少地理信息技术方面的手段对现有数据进行直观的展示和进一步的分析与研究。

GIS (Geography Information System) 是一门结合了地理学、地图学和计算机科学的综合学科, 该技术通常用于地理位置相关数据的采集、存储、显示和研究分析, 近年来随着技术发展已经广泛应用于各个领域, 例如胡跃华利用 GIS 可视化展示技术分析手足口病的流行特征^[4], 杜挺结合熵权 TOPSIS 法和 GIS 技术对地级市的经济格局进行空间分析^[5]。本文以 GIS 技术为基础, 结合武汉市居民死因监测工作, 充分利用死因情况数据中的地理位置相关信息, 设计并实现了武汉市死因监测地理信息系统, 为负责相关工作的专

[作者简介] 章诗韵, 助理工程师, 硕士, 发表论文 2 篇。

业技术人员拓宽了工作思路，提供了新的研究视角。

2 需求分析

经需求调研和分析，武汉市死因监测地理信息系统的用户可以分为三类：专业技术人员、主管人员和系统管理员。专业技术人员是死因监测这项业务工作的直接开展者，他的需求主要是统计整理全市的死因情况数据，录入地理信息系统，在系统中根据业务需要，筛选数据和图层，制作不同形式、不同侧重的专题地图，在此基础上进行时空分析；主管人员是专业技术人员的上级，不直接参与死因监测的具体实施工作，他的需求是在宏观上把握全市死因数据的变化特征和趋势，通过结合其它重点统计指标来辅助决定相关工作计划，利用地理信息系统数据可视化的优势向同行或上级介绍工作和分享经验；系统管理员的需求主要是从用户信息、系统资源、系统运维几方面对系统进行管理。

3 系统总体架构设计

充分考虑武汉市死因监测工作的现状及今后的发展趋势，将系统部署在武汉市卫健委的健康云虚拟资源上，方便将来和其他业务系统作数据交换，同时保障了系统资源的安全性和稳定性。系统总体架构分为支撑层、数据层、服务层和应用层共四层，如图 1 所示。

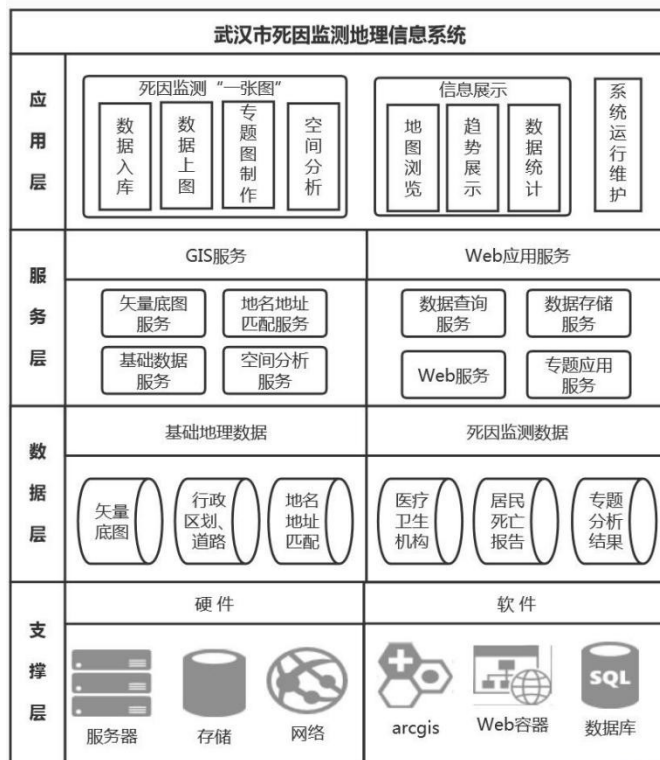


图 1 系统总体架构

支撑层：支撑层的硬件部分由云资源提供，软件部分使用 ArcGIS Server 来构建功能丰富且能够满足多用户要求的企业级 GIS 应用，能够提供广泛的基于 Web 的 GIS 服务，实现数据管理、制图、编辑、空间分析和其它的 GIS 功能^[6]。

数据层：系统使用 Geodatabase 创建和管理系统中的地理数据，使用 Oracle 11g 数据

库管理系统中的业务数据和其他属性数据，通过 ArcSDE 将数据库中的对象（表、视图等）组织成死因情况时空数据库，实现武汉市地区矢量底图、街道社区的行政区划、医疗卫生机构、居民死亡情况等数据的管理。

服务层：服务层是系统的核心，由 GIS 服务和 Web 应用服务两部分组成，其中 Web 应用服务负责处理基本的业务数据，包括居民死亡情况、医疗卫生机构、居民期望寿命等 GIS 服务部分使用 ArcGIS Server 作为地图服务器来发布和管理 REST 服务资源，处理空间数据相关的请求，支撑应用层功能的实现。

应用层：应用层负责整个系统的功能和逻辑处理，使用 ArcGIS API for JavaScript 框架结合 HTML/CSS 等 Web 技术开发，确保系统在 PC、平板、LED 大屏等不同终端都能适应，通过可视化的交互界面为专业技术人员、主管人员和系统管理员提供相应的功能服务，按上述角色可将系统前台划分为三个部分：主要进行业务数据处理、专题图制作和业务分析研究的“一张图”；宏观展示居民死亡情况和统计指标的“信息展示部分”，以及管理系统各个资源和运行维护的“运维部分”。

4 系统实现

4.1 关键技术

(1) 面向服务架构技术

面向服务架构（Service Oriented Architecture, SOA）是一种把用户的业务转换成相互连接的信息模块的设计模式，该模式强调尽可能的重用软硬件资产，同时消除了数据来源和运行环境的差异性，给用户提供一个统一标准的服务，使得开放式的通信标准和数据模型得到了更广泛的应用，用户则通过标准化、流程化和自动化的松耦合组件来获取服务^[7]。

(2) 基于 ArcGIS Server 的服务平台构建

基于服务器的 ArcGIS Server 通过 Web Services 的方式提供 GIS 资源和功能服务，这些资源和服务遵循被广泛采用的 Web 访问和使用标准，ArcGIS Server 是一个分布式系统，由 GIS 服务器、Web 服务器、数据服务器组成，它们分别在管理、启动和关闭进程和提供和管理 GIS 资源起着相对的作用^[8]。ArcGIS Server 提供的 GIS 功能包括：二维三维地图可视化、通用的 GIS 数据管理框架、动态管理地图中的图层、在线的空间数据编辑和分析等等。

(3) 新一代 WebGIS 技术

Web GIS 是指专门以 B/S 形式实现的 GIS，“新一代 Web GIS”是 Esri 在这个基础上提出的一种新的应用模式，在这个模式中，将系统功能和资源进一步整合化、功能化、云端化，使用 PC、平板、大屏的多终端用户可以通过种类丰富的应用接口访问这些资源和功能^[9]，GIS 平台变得更加简单易用、开放和整合，组织机构内多用户同意使用的需求也能得到满足，同时为之后协同工作和共享沟通的拓展方向提供了支撑。

(4) 数据可视化技术

数据可视化是关于数据视觉表现形式的研究，是数据科学的重要组成部分，是一个能够深入了解业务数据，有助于从宏观角度分析问题的方法^[10]。数据可视化使数据变得更加清晰、易于理解，从而更有意义，本系统根据不同的业务特点和需求设计了有针对性的数据展示模板，通过折线图、柱状图、热力图、聚合图等形式来展示统计指标数据和死因个案数据分布^[11]。

4.2 功能设计

专业技术人员根据不同的业务需要制作对应的专题图，进一步研究和分析；主管人员

从宏观上把握全市死因数据的变化特征和趋势，辅助制定相关决策；系统管理员开展基础数据维护、资源维护、系统维护等工作，各类用户需求的主要功能见下图2。

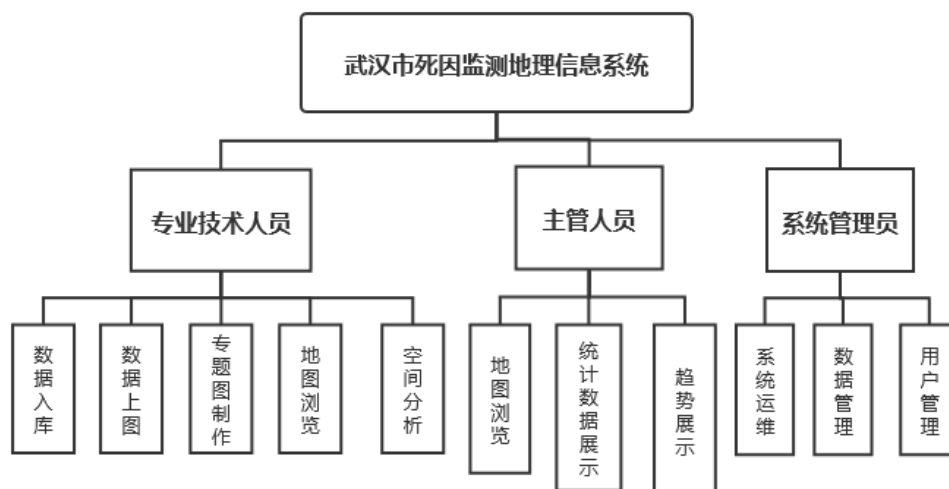


图2 系统总体功能

数据入库 死因监测数据来源于武汉市死因网络直报系统，专业技术人员将数据标准化后照模板导入数据库中。

数据上图 将居民死亡情况的个案数据脱敏处理后，其属性包括户籍地址、街道编码、报告单位、死亡原因、死亡时间、工作单位等相关信息，每条个案信息按照户籍地址的地理位置进行上图，保留重要信息以便于制图时筛选。

专题图制作 按不同时间段、不同人群、不同原因等类别过滤数据；编辑数据显示形式如颜色、范围、影像图或地形图；根据需求叠加其他相关图层，如城市道路、医疗机构、水系图等；保存制作好的专题图以便修改、浏览和研究。

地图浏览 地图的放大、缩小、平移、点位搜索，不同图层的叠加、透明度调节等。

空间分析 常用的可视化空间分析技术，包括热力图分析、聚合图分析等，实现各个方法参数的可自定义，以便业务人员使用。

统计数据展示 展示统计指标数据，例如武汉市人均期望寿命、年度死因顺位、重点疾病发病率等。

趋势展示 根据武汉市居民死亡情况数据中的时间属性，动态展示人群个案在地图上的变化趋势。

其他功能 其他系统管理员使用的功能，包括基础地理相关数据的管理，例如武汉市区划图、社区边界、水洗、轨道交通等；用户信息的管理，例如账号密码、工作单位、部门等；系统运维管理，例如系统监控、日志查看、运行统计等。

4.3 数据库设计

本系统的数据库包括区级行政区划（国家/武汉市）空间信息表、街道级行政区划空间信息表、医疗卫生机构空间信息表、死因业务数据表、老年病统计信息表、街道编码对照表、ICD10（国际疾病分类）标准编码表等，设计时引用的规范性文件有 GB 32100-2015.法人和其他组织统一社会信用代码编码规则、GB/T 2260 中华人民共和国行政区划代码、GB/T 10114-2003.县级以上行政区划代码编制规则、GB/T 14396-2016.疾病分类与代码。

行政区划空间信息表 武汉市的行政区划按国家标准划分共有 13 个辖区，但实际在市一级的统计口径上会另外计算东湖风景区和东湖高新技术开发区，这两个区在国家标准中是统计在洪山区里的，故本系统设计 3 张行政区划空间信息表，分别为区级（国家级）、区级（市级）、街道级（市级）。三张表的结构相同，字段包括：唯一标识符、行政区划代码、行政区划名称、行政驻地经度/纬度、行政区划级别、面积、备注、空间信息。行政区划代码的类型为 12 位变长字符串，前 6 位按 GB 2260 执行，第 7 至 12 位的乡镇和行政村各 3 位按 GB/T 10114-2003 执行，第 13 至 18 位备用。

医疗卫生机构空间信息表 本表包含的字段有机构编号、机构名称、组织机构代码、机构类别、机构等级、经纬度、街道编码、地址、空间信息。

死因业务数据表 本表包含的字段有卡片编号、基本个人信息（姓名、性别、文化程度等）、死亡日期、户籍地址、直接导致死亡疾病（原因）A、B 引起 A 的疾病或情况、C 引起 B 的疾病或情况、诊断单位、生前主要疾病最高诊断依据等等。

老年病统计信息表 本表包含的字段有区划编码、区划名称、体检人数、体检率，老年常见慢性病（高血压、糖尿病、脂肪肝、高血脂、痛风）的患病率、知晓率和控制率、肥胖率、现在吸烟率、现在饮酒率、体育锻炼率等等。

街道编码对照表 死因个案数据来源于武汉市死因网络直报系统，该系统的行政区划编码与国家级或市级的编码均不一致，故设计街道编码对照表，该表字段包括：（死因）区级编码、（死因）区级名称、（死因）乡镇编码、（死因）乡镇名称、（武汉市）乡镇名称、（武汉市）乡镇编码、（国家）区级名称、（国家）区级编码。

ICD10 标准编码表 本表引用国际疾病分类（international Classification of diseases ,ICD）的部分内容，字段包括病种编码、病种名称、病种简称、病种分类。

其它数据库表 主要是系统运维相关的表，如用户信息、用户角色、系统日志等等。

5 结语

本系统对武汉市死因监测的历史业务数据进行了标准化处理，按照统一的规范建设了相关数据库，结合行政区划、医疗机构、水域等多方地理信息数据，以 ArcGIS、WebGIS 等技术作支撑，实现了武汉市居民死亡情况个案数据的空间化展示，以实际业务需求为依据实现了如热力图显示、数据筛选、图层控制等多种展示、统计、分析的功能，为专业技术人员对多维数据进行分析和研究提供了新的手段，同时实现了展示宏观重点指标和数据动态趋势的信息展示部分，为主管人员制定相关工作计划提供了依据和参考。

参考文献

- 1 俞浩,武鸣,林萍,杨婕,韩仁强,罗鹏飞,周金意. 2012 年江苏省居民死因顺位及主要疾病潜在寿命损失分析[J]. 江苏预防医学,2015,26(3):26-29.
- 2 胡永祥,潘敬菊,霍军荣,张岚,张庆军,杨树旺. 2013-2014 年湖北省钟祥市居民死因监测分析[J]. 疾病监测,2016,31(1):68-72.
- 3 杨念念,严亚琼,孙惠玲,李卫平,朱朝阳,张志峰,李芳,龚洁. 武汉市居民死亡漏报调查及死因监测质量评价[J]. 中国慢性病预防与控制,2011,19(6):613-616.
- 4 胡跃华,肖革新,郭莹,于石成,马家奇. 2008-2011 年中国大陆手足口病流行特征分析[J]. 中华疾病控制杂志,2014,18(8):693-697,747.

- 5 杜挺,谢贤健,梁海艳,黄安,韩全芳. 基于熵权 TOPSIS 和 GIS 的重庆市县域经济综合评价及空间分析[J]. 经济地理,2014,34(6):40-47.
- 6 杨泽运,杨金玲,李秀海,曹先革,霍春玲,梁欣. 基于 ArcGIS Server 的网络地图服务系统设计与实现[J]. 测绘工程,2015,24(10):41-44.
- 7 周益飞,蔡利军. 基于 SOA 的统一身份认证系统设计[J]. 软件导刊,2017,16(11):65-67.
- 8 王新建. 基于 Arcgis Server 的测绘地理信息系统设计与实现[J]. 软件,2016,37(9):122-125.
- 9 刘茜茜,孙亚琴,吕翔,彭明艳,雷洋,杨慧. 基于 WebGIS 的气象信息服务系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计,2014,35(1):322-326.
- 10 杨佟,张利辉,马嘉蓉,杨东虎,于新朋,许宝洁,游婷婷. 基于 GIS 的京津冀统计年鉴可视化表达[J]. 天津城建大学学报,2019,25(5):366-370.
- 11 左尧,王少华,蔡文文,钟阳,莫洪源. 基于 D3 的空间数据可视化设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2016,39(12):80-82.