

# 山东省黄河下游流域生态地球化学 调查数据库建设与应用

马莉<sup>1</sup>, 谢颂诗<sup>1</sup>, 蔡青<sup>1</sup>, 刘福魁<sup>1</sup>, 宋晓媚<sup>2</sup>

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地质博物馆, 山东 济南 250013)

**摘要:**介绍了山东省黄河下游流域生态地球化学调查项目中,应用计算机数据库技术和GIS技术,采用中国地调局发展研究中心开发的区域地球化学数据库信息系统(GeoMDIS),建立山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库,实现了对各类样品数据进行收集、存储、更新和统计分析管理,为今后利用这些数据服务于政府宏观决策、国土资源规划、农业结构调整、生态环境改善、监测、治理和评价提供一个有效的信息化平台。

**关键词:**农业生态地球化学;空间数据库;地理信息系统;黄河中下游;山东省

中图分类号:P208

文献标识码:B

## 0 引言

随着市场经济的不断完善以及经济社会发展需求的不断扩大,地质工作不仅要提供资源保障,而且还要关注环境问题;不仅要继续服务于工业建设,而且要更多地服务于农业发展,实现经济社会同资源环境协调发展<sup>[1]</sup>。“山东省黄河下游流域生态地球化学调查”项目是以区域地球化学调查为切入点,进行的生态地质环境专项调查评价工作,而其中的数据库建设是整个项目中最基础性的一项工作。

通过对山东省黄河下游流域生态地球化学调查所获取的大量土壤、湖泊与近岸海域沉积物及水等多种介质样品的分析测试数据以及区域基础地质等信息,按照有关规范、规定要求,建立起区域生态地球化学数据库,利用这些数据能够更好地为政府宏观决策、国土资源规划、农业结构调整、生态环境监测、治理和评价提供有用的信息,实现生态地球化学调查成果的使用、更新和动态分析<sup>[2]</sup>。

## 1 数据库建设流程

山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库建设,通过全面收集整理项目的工作部署图、采样点

位图、组合样点位信息、图幅工作信息、地球化学分析数据、环境背景调查数据、分析质量监控数据以及野外记录卡片等资料,以地球化学理论为指导,对已有资料进行综合的分析和研究;以 MapGIS 和 Access 为基础的信息平台,参照《多目标区域地球化学调查规范》《区域生态地球化学评价技术要求》《生态地球化学评价样品分析技术要求》和《多目标区域地球化学数据库建设技术要求》等国家及行业的标准和规范,完成数据库建设工作。

数据库建库工作的具体流程为:第一步收集整理资料,重点注意资料的完整性;第二步对资料进行预处理,重点注意资料记录的清晰性、正确性;第三步数据录入,采用中国地调局发展研究中心下发的“多目标地球化学录入系统(V2.2)”进行;第四步建立数据库,重点注意入库数据之间的逻辑对应关系;第五步数据、文档汇总整理,提交成果(图1)。

## 2 数据库建设

### 2.1 采样分布属性信息入库

按照中国地质调查局下发的《覆盖区多目标地球化学调查暂行规定》中的要求,建立山东省黄河下游流域生态地球化学调查土壤采样点数据库。数据

\* 收稿日期:2013-01-08;修订日期:2013-03-04;编辑:曹丽丽

作者简介:马莉(1978—),女,山东济南人,工程师,主要从事地质勘查信息化工作;E-mail:mary\_ml7812@sina.com。

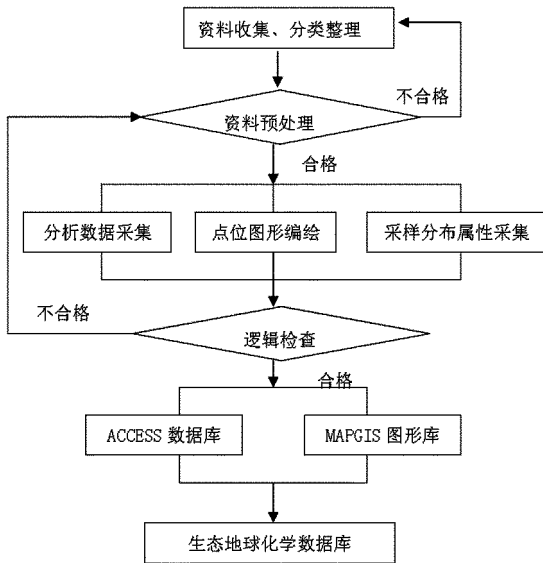


图 1 山东省黄河下游流域生态化学调查数据库工作流程图

标识	省份	盐渍	海拔高程	剖面图
分析样号	1	成因	04	样号
GPS ID号	B001A	土地利用	12	农作物描述
图幅号	J50E023014	采样单位	001	标记位置
样品号	001A1	行政区划	009	点南10m路上
横坐标	20522588	经度	1171508	采样时间
纵坐标	4021621	纬度	361928	采样人
组分	012	层位	A	记录人
名称	3	位置	1	审核人
颜色	4	土壤类型	35	深度地下水
采样深度	20	地质时代	04	深度描述
原始样号		物质来源	04	
污染	0	植被特征	03	
快	0	地下水	01	重复样

图 2 多目标地球化学调查土壤采样点记录卡

按《多目标区域地球化学调查规范》规定，野外采样时需按一定比例取重复样，用于控制采样质量和分析质量。对于土壤样品而言，由于样品数量巨大，在同一个采样图幅中往往会出现超过 2 组以上的重复样，为能顺利地从中多样品中提取出重复样进行质量检查，建库时对《多目标区域地球化学数据库建设技术要求》中“原始样号”数据项的填写做了进一步细化，明确规定按“B077A(11)、B077A(12)、B077A(21)和 B077A(22)”的形式填写，定义了重复样编码含义，所示的样品号后括号内的编码所代表的含义，如：编码 11 表示第一次采样第一次分析，12 表示第一次采样第二次分析，21 表示第二次采样第一次分析，22 表示第二次采样第二次分析。同时规定对于无对应重复样的采样记录，其“原始样号”数据项一栏空着不填。这样就可以保证在需要时，可以快速从多样品采样记录中挑出重复样，并能正确地按组区分重复样。

### 2.2 野外采样记录卡录入内容质量检查

用于录入建库的野外采样记录需经过三级质量检查，录入时以图幅为单位，每录完一个图幅，都要进行检查，以确保入库采样数据的正确性。检查除人工核对入库采样信息与野外采样记录卡的一致性外，还可以利用软件进行机检。即从 Access 数据库中转出带有纵、横坐标数值、采样点号和图幅号等的 TXT 文件，利用 MapGIS 中的“投影转换模块”，将录入的采样点转换生成带属性的点文件；再利用 MapGIS 中的“根据属性赋注释”功能，在每个采样点旁边标注样品号与采样点所属图幅号；然后利用 MapGIS 中的“自动生成标准图框”功能，生成所录入图幅的标准框；最后将图幅标准框与前一步生成的点文件套合在一起，形成采样点位图，与采样野外

库设计为 Access 格式，用于录入采样记录卡中的内容，并在数据库中开发用于各项内容的查询、分类、提取、增补等功能。

山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库“多目标地球化学调查土壤采样点记录卡”，作为采样点数据录入的主界面，并按要求建立 34 个数据项。另外，在数据库中建立“土壤采样记录表、行政区划表、土壤类型表、堆积类型表、重复样表”等 4 个关系属性连接表，并将各表中的内容与主界面中对应数据项相链接（图 2）。由于在同一个采样图幅中，相邻采样点的多数属性数据项的内容基本相同。为了节省数据录入时间，程序作了特殊设计。只要点击“新建记录”按钮，“图幅号、行政区、取样层位、取样深度、颜色、位置、环境类型、堆积类型、物质来源、植被、污染、地下水水位、盐渍情况、水土流失”等 14 个数据项，可自动继承上条记录中的内容，录入人员在此基础上，根据实际采样情况修改个别内容不同的数据项，这样大大提高了录入效率。

野外采样记录卡中所填写的描述项，是按《多目标区域地球化学调查规范》制定的。建库时，根据《多目标区域地球化学数据库建设技术要求》所定义的各项数据项类型，参照野外记录卡中的各描述项，建立起各类野外采样数据库的 Access 数据库结构。在建立数据库结构阶段，即对其中一些项目设定数据录入规则，避免录入一些常识性错误数据。另外，

实际材料图进行对照检查(图 3)。

图幅代号	GFS_ID号	样号	横坐标	纵坐标	样品组份	名称	颜色	取样深度/m
J50E023014	B001A	001A1	20522588	4021621	012	3	4	20
J50E023014	B001B	001B1	20523245	4021575	012	3	4	20
J50E023014	B001C	001C1	20522733	4020493	012	3	4	20
J50E023014	B001D	001D1	20523444	4020369	111	2	4	20
J50E023014	B002A	002A1	20524634	4021516	013	3	4	20
J50E023014	B002B	002B1	20525483	4021434	012	3	4	20
J50E023014	B002C	002C1	20524362	4020685	013	3	4	20
J50E023014	B002D	002D1	20525361	4020346	013	3	4	20
J50E023014	B004A	004A1	20526737	4021272	121	3	4	20
J50E023014	B004B	004B1	20527222	4021382	211	3	4	20
J50E023014	B004C	004C1	20526474	4020350	121	3	4	20
J50E023014	B004D	004D1	20527450	4020539	013	3	4	20
J50E023014	B005A	005A1	20528461	4021362	013	3	4	20
J50E023014	B005B	005B1	20529579	4021581	121	3	4	20
J50E023014	B005C	005C1	20528445	4020521	112	2	4	20
J50E023014	B005D	005D1	20529821	4020544	121	3	4	20
J50E023014	B006A	006A1	20530477	4021591	013	3	4	20
J50E023014	B006B	006B1	20531500	4021507	013	3	4	20

图 3 由 Access 导出带坐标值的文本文件示意图

为确保质量检查取得应有的效果,要求录入采样数据人员对录入过程中所查出的问题要及时进行记录,对问题原因的分析、处理方法、结果及处理依据也要记录下来,上述记录既可采用纸介质的形式,也可采用电子文档的方式,录入人员最后要在每一天的检查记录上署名。同时按山东省地质调查院质量检查规定,对采样录入数据进行互检和抽检,检查结果也要形成记录;为便于保存查阅,所有级别的检查记录最后都要形成电子文档格式。

### 2.3 样品测试分析结果信息入库

山东省黄河下游流域生态地球化学调查样品的分析数据,入库前必需满足 3 个条件:①必须通过样品分析质量评审;②必须通过项目组人员和测试分析人员联合按照相应的规范技术要求消除了系统误差;③必须通过调平消除了分析批次之间的误差。

山东省黄河下游流域生态地球化学调查野外采集样品时,按照统一规定对样品进行编号记录,野外采样记录中的编号称为采样编号。样品入库后,按规定进行处理后,送实验室的样品要另外进行编号,用于送实验室进行分析所编的样号称为分析送样编号。

在山东省黄河下游流域生态地球化学调查野外采集的样品中,有些种类的样品,其采样编号与分析送样编号一致,这样就可以直接在采样记录与分析结果记录之间建立起对应关系;而有些种类的样品,出于保密或为使分析送样编号更加简短以降低出错几率等原因,其采样编号与分析送样编号并不一致,对于这种情况,为了建立起采样记录与分析结果记录之间的对应关系,就要如图 4 所示,在 Access 数据库中建立一个额外的“采样编号和分析送样编号

对照表”,通过此对照表,以“采样编号”和“分析送样编号”为外部关键字段,建立采样记录和分析结果记录之间的对应关系。根据采样记录和分析结果记录之间的对应关系检查采样数与送样数之间的一致性,对查出的漏送和未分析的样品按规定进行处理。



图 4 建立采样记录与分析记录对应查询示意图

对于重复样的分析数据,建库时将重复样的分析数据单独挑出来,形成一个 Access 重复分析样数据表,以用来按技术规范检验样品分析质量。同时在样品分析数据表中保留重复分析样中第一次采样第一次分析的数据结果,用于制作相似图检验分析数据质量。

在采样点位属性信息和样品测试分析结果信息入库后,不管采用的是 Excel 格式还是 Access 格式,最终都要导入到中国地调局发展研究中心开发的“多目标地球化学录入系统(V2.2)”中。通过这一步导入过程,可以进一步检验建库内容的标准化程度。

### 2.4 图形绘制

山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查图件的制作,严格执行《地球化学勘查图图式、图例及用色标准(DZ/T0075-1993)》、《多目标区域地球化学调查规范》中“地球化学图编制”等规定。为确保成图时能符合规范要求,达到统一、美观的效果。项目组将规范中的一些通用性内容(表 1)集中打印,发放给每一个制图人员参照执行。

此外,项目组还使用统一的成图软件、系统库,组成每幅图的各图层文件的名称和其所表达的内容;这样基本保证了图件表达的一致性。在此基础上,项目组内部可以互相引用已做好图件中的相关内容,既减少了工作量,提高了效率,又有利于保证

图件内容的一致性和准确性。

表 1 采样点位图中采样点的图式规定

点位图类别	点的子图表示			样点号表示	
	子图	规格	颜色	规格	颜色
表层土壤地球化学采样点	圆圈	D 2mm	黑色	1×1.5mm	黑色
深层土壤地球化学采样点	双圆圈	D 2mm	黑色	1×1.5mm	黑色
滩涂(含潮间带)表层地球化学采样点	三角形	L 2mm	绿色	1×2mm	绿色
滩涂(含潮间带)深层地球化学采样点	双三角形	L 2mm	绿色	1×2mm	绿色
湖底表层沉积物、近岸海域表层沉积物采样点	圆圈	D 2mm	深蓝	1×1.5mm	深蓝
湖底深层沉积物、近岸海域深层沉积物采样点	双圆圈	D 2mm	深蓝	1×1.5mm	深蓝
地表水地球化学采样点	圆圈	D 2mm	蔚蓝色	1×1.5mm	蔚蓝色
浅层地下水地球化学采样点	双圆圈	D 2mm	蔚蓝色	1×1.5mm	蔚蓝色

采样点位图的制作流程规定如下:先由 Access 采样点位数据转出 TXT 属性文本;再由 TXT 属性文本生成 MapGIS 中带属性的点位图;最后将生成的点位与标准图框套合在一起,配以地理内容形成完整的图件。在由 TXT 属性文本通过系统转换生成 MapGIS 文件过程中,自动生成的属性结构是固定的,有些字段长度不足以接收全部的属性内容,需在 MapGIS“投影变换”——“设置分隔符”处,根据每一项描述的长度重新设定字段长度。

照此工作方法,按有关规范要求编制了调查区土壤、浅层地下水、近岸海域沉积物等系列元素和指标地球化学图,土壤持久性有机污染物残留量分布图等一大批基础性图件,全面客观地反映出了不同介质的元素和指标地球化学的区域分布特征与变化规律,为开展山东省黄河下游流域生态地球化学评价和总体综合研究提供了基础资料。

## 2.5 数据库管理与维护

山东省黄河下游流域生态地球化学数据库的类型有矢量空间数据、栅格、文档、照片、录像等,按其研究程度分成基础区域背景调查数据和专题数据两类,依其研究内容又可进一步细分为若干子库,即地理信息数据子库、地球化学数据子库、地质数据子库、农产品安全数据子库、非点源污染数据子库、文档数据子库等农业地质环境信息数据中的栅格数据包括数字高程模型(DEM)、遥感影像组成,它们具

有多分辨率、多格式的特点,农业地质环境信息数据库利支持文件和关系型数据库系统的混合管理栅格数据的管理方式,关系数据库中采用 ARCSDE 的栅格、矢量一体化管理的模式进行管理,实现海量数据的管理以及多用户存取的控制,对于本地数据则采用文件系统管理。

为了安全有效的对数据库进行管理和维护,系统数据库采用 SQLServer2000 数据库。分空间数据库、属性数据、元数据库进行管理和维护。系统设有合法数据库用户,可以对数据结构定义,对数据调运、运算和数据访问工作<sup>[3]</sup>。通过设置网络防火墙控制非管理用户的访问,保证数据安全性和保密性<sup>[4]</sup>。

## 3 数据库应用

山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库建设通过对山东省黄河下游流域表层土壤、深层土壤、浅层地下水和近岸浅海底积物等介质的多元素地球化学调查,获取了数以百万计的高精度多元素地球化学分析测试数据,它是山东省黄河下游流域生态地球化学调查项目的重要数据源,经系统的统计分析和研究,建立了以土壤、浅层地下水为主体的系列地球化学特征参数和地球化学基准值、背景值,形成了 1:25 万山东省黄河下游流域生态地球化学系列图件,为实现山东省黄河下游流域生态地球化学调查成果的多领域全方位服务奠定了坚实的基础。

此外,山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库建设对山东省黄河下游流域生态地球化学环境进行总体综合评价,进行城市生态地球化学环境区划及预警、预报,研究生态效应及治理方案,进行农业生态地球化学区划,研究优质高效农业及其发展战略有重要意义<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

伴随山东省黄河下游流域生态地球化学调查工作开展,山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库建设对各类样品的采集信息和化验分析数据进行整理入库,建成了 Access 格式的包含各类样品采样信息、分析测试数据的山东省黄河下游流域生态地球化学调查数据库;提交了 MapGIS 格式的含地

理内容的各类样品采样点位布置图、组合样点位分布图,同时制定了一整套适合的工作技术方法,包括综合技术合成、信息系统及成果表达方式等,这些技术方法在其他生态地球化学调查项目中也得到了广泛应用。

### 参考文献:

[1] 代杰瑞,崔元俊,庞绪贵,等.山东省东部地区农业生态地球化

学调查与评价[J].山东国土资源,2011,27(5):1-7.

[2] 蔡子华,段学军,李向远,等.浙江省农业地质环境信息系统建设初探[J].资源调查与环境,2005,26(2):120-127.

[3] 赵文吉,宫辉力,李小娟,等.基于 WebGIS 技术的吉林省国土资源信息系统[J].地理信息世界,2003,1(6):44-46.

[4] 马莉,蔡青,刘福魁,等.地质调查信息网格 GIS 平台山东结点建设探讨[J].山东国土资源,2012,28(6):31-33.

[5] 代杰瑞,庞绪贵,宫玉新,等.山东威海生态农业地球化学调查评价[J].地质通报,2008,29(9):1391-1398.

## Construction and Application of Ecological Geochemistry Investigation Database in the Lower Reaches of the Yellow River in Shandong Province

MA Li<sup>1</sup>, XIE Songshi<sup>1</sup>, CAI Qing<sup>1</sup>, LIU Fukui<sup>1</sup>, SONG Xiaomei<sup>2</sup>

(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geological Museum, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** In ecological geochemical survey of the lower reaches of the Yellow River in Shandong province, by using computer databases and GIS technology, and regional geochemical database information system developed by the Development Research Center of China Geological Survey Bureau (GeoMDIS), ecological earth and chemical survey database of the lower reaches of the Yellow River in Shandong province has been established, collection, storage, update and statistical analysis and management of various types of sample data have been realized. It will provide an effective information platform for services in the government's macro decision-making and planning of land and resources, agricultural re-construction, ecological environment improvement, monitoring, governance and evaluation by using these data in the future.

**Key words:** Agricultural and ecological geochemistry; spatial database; geographic information system; the middle and lower reaches of the Yellow river; Shandong province