

基于GIS的钻孔资料信息化入库工作研究

史国萍¹, 马瑜宏^{2,3*}, 朱恒华^{2,3}, 刘春华^{2,3}, 郭晶^{2,3}, 张贵丽^{2,3}, 张华平^{2,3}, 吴红霞^{2,3}

(1.山东省国土测绘院, 山东 济南 250102; 2.山东省地质调查院, 山东 济南 250014; 3.山东省土地质量地球化学与污染防治工程技术研究中心, 山东 济南 250014)

摘要:钻孔资料是地质工作中形成的重要数据资源, 囊括了地层、岩性、构造、矿化蚀变特征、元素化学分析和地下水动态等地质信息, 是开展地质找矿、矿产资源评价、地质科学研究、环境保护、城市建设等工作所需要的重要地质资料。为了高效利用原始钻孔资料, 本文结合近年来城市地质调查信息化和地下三维可视化建设的工作实践, 研究了可操作性强、规范实用的钻孔入库数据表结构, 实现了多元、多源、异构钻孔数据的规范化处理, 提升了钻孔资料的利用效率和信息化服务水平, 更好地发挥了基础地质资料的有力支撑作用, 也为其他省市的钻孔资料信息化工作提供了参考。

关键词: 钻孔; 数据库; 标准化; GIS; 数据服务

中图分类号: P208 **文献标识码:** A **doi:** 10.12128/j.issn.1672-6979.2023.08.010

引文格式: 史国萍, 马瑜宏, 朱恒华, 等. 基于GIS的钻孔资料信息化入库工作研究[J]. 山东国土资源, 2023, 39(8): 63-66. SHI Guoping, MA Yuhong, ZHU Henghua, et al. Study on Information Storage of Borehole Data Based on GIS[J]. Shandong Land and Resources, 2023, 39(8): 63-66.

0 引言

地质钻孔资料是地质工作形成的最重要基础地质资料之一, 是国家的宝贵财富^[1-6]。随着钻孔资料在城市化建设、三维地质建模与可视化应用、深部找矿、防治地质灾害等信息社会化服务领域的深入应用, 钻孔数据库的建设要求也在不断更新。

2001年, 中国地质调查局发布了《固体矿产钻孔数据库工作指南》^[7], 该指南详细规定了建立固体矿产钻孔数据库的数据采集原则、工作流程、编录表格、数据内容、数据文件格式等内容。2013年, 原国土资源部发布了《关于印发〈全国重要地质钻孔数据库建设工作技术要求(试行)〉的函》(国土资储函[2013]37号)^[8], 对重要地质钻孔数据采集的范围、内容、格式、工作流程、质量控制等方面进行了规定。2015年, 中国地质调查局发布了《城市地质调查数据库结构规范》(DD2015-04)^[9], 其中对基础地质

钻孔、工程地质钻孔、水文地质钻孔和地热钻孔的属性表结构进行了规定与说明。本文在以上标准的指导下, 结合钻孔数据多源异构的特点, 设计了既满足项目实际需求、又能极大提高钻孔数据使用效率的钻孔数据库结构, 有效提升了本地区钻孔数据的价值和信息化服务水平。

1 数据库结构

数据库设计的目的是规范地质编录数据^[10-15], 最大限度地发挥钻孔数据的使用价值, 满足科研、生产和管理的需要。钻孔数据库的设计参照地质生产过程中所获取的钻孔资料信息和地质资料信息化需求进行。钻孔数据内容主要包括钻孔基本信息、地质岩性信息和试验数据等, 数据表有钻孔综合信息表、钻孔弯曲信息表、钻孔地层描述表、钻孔标准化分层表等12张表, 各表之间通过钻孔统一编号这个共有关键字段建立关联, 数据项内容依据钻孔原始

收稿日期: 2022-07-14; 修订日期: 2023-04-05; 编辑: 王敏

基金项目: 山东省地勘项目: 透视山东—地质信息集成与综合利用(鲁勘字[2020]13号)

作者简介: 史国萍(1976—), 女, 山东人, 高级工程师, 主要从事地质调查工作; E-mail: 651349561@qq.com

* 通讯作者: 马瑜宏(1981—), 女, 湖北宜昌人, 高级工程师, 主要从事地质信息、城市地质等工作; E-mail: wendy11400219@163.com

资料记录信息而定。

1.1 存储格式

钻孔数据库采用通用的 MS Access 格式数据库存储。

1.2 钻孔综合信息表

钻孔综合信息表(表 1)用来记录钻孔的基础信息,主要参数包括钻孔编号、钻孔类型、钻孔位置、孔口标高、钻孔深度等信息。

表 1 钻孔综合信息表

序号	数据项名称	数据类型与长度	约束条件	备注/单位
1	ID	Int		
2	成果资料档号	Char(50)	M	
3	钻孔编号	Char(50)	M	
4	钻孔名称	Char(50)	O	
5	钻孔统一编号	Char(19)	M	主键,不可重复
6	钻孔类型	Char(50)	M	
7	矿区名称	Char(100)	O	
8	项目名称	Char(100)	M	
9	钻孔位置	Char(100)	M	
10	地市	Char(10)	M	
11	区县	Char(10)	M	
12	坐标系	Char(20)	M	
13	孔口坐标 x	Float(6,3)	O	m
14	孔口坐标 y	Float(6,3)	O	m
15	孔口经度	Float(6,3)	O	°/'/'
16	孔口纬度	Float(6,3)	O	°/'/'
17	孔口经度(2000 坐标系)	Float(6,3)	M	°/'/'
18	孔口纬度(2000 坐标系)	Float(6,3)	M	°/'/'
19	地面高程	Float(6,3)	M	m
20	孔口高程	Float(6,3)	M	m
21	终孔深度 Z	Float(6,3)	M	m
22	终孔日期	Date	M	年/月/日
23	施工单位	Char(50)	M	
24	钻孔倾角	Float(6,3)	M	°
25	录入日期	Date	M	年/月/日
26	录入人	Char(20)	M	姓名
27	检查人	Char(20)	M	姓名
28	备注	Char(255)	O	

孔口坐标 x、孔口坐标 y、孔口经度和孔口纬度数据项参照钻孔柱状图上的钻孔坐标信息填写,如果钻孔孔口坐标 x、孔口坐标 y 数据项填写为空值,那么孔口经度和孔口纬度数据项不能为空,反之亦然。孔口经度(2000 坐标系)、孔口纬度(2000 坐标系)数据项填写钻孔原始坐标投影转换至 CGCS2000 坐标系下的坐标值。

1.3 钻孔弯曲信息表

钻孔弯曲信息表(表 2)用来描述钻孔的弯曲度

信息,表示的是钻孔的空间展布特征,主要参数包括钻孔编号、孔深、天顶角和方位角等。其中天顶角表示钻孔方向与垂直方向的夹角;方位角表示钻孔水平投影方向与正北方向的夹角,正北向为 0°,正南向为 180°,沿顺时针递增,至 360°为止。

表 2 钻孔弯曲信息表

序号	数据项名称	数据类型与长度	约束条件	备注/单位
1	ID	Int		
2	钻孔编号	Char(50)	M	
3	钻孔名称	Char(50)	O	
4	钻孔统一编号	Char(19)	M	主键,不可重复
5	勘探线号	Char(50)	O	
6	测量次序	Int(4)	O	
7	测量孔深	Float(6,3)	M	m
8	天顶角	Float(6,3)	M	°
9	方位角	Float(6,3)	M	°
10	录入日期	Date	M	年/月/日
11	录入人	Char(20)	M	姓名
12	检查人	Char(20)	M	姓名

1.4 钻孔地层描述表

钻孔地层描述表(表 3)用于记录钻孔分层信息的地质描述内容,包括地层厚度、地质代号、岩土名称、岩土颜色、地层描述、风化程度等分层地质信息,钻孔资料录入人员按钻孔柱状图上的记录逐一填写。

表 3 钻孔地层描述表

序号	数据项名称	数据类型与长度	约束条件	备注/单位
1	ID	Int		
2	钻孔编号	Char(50)	M	
3	钻孔统一编号	Char(19)	M	主键,可重复
4	地质代号	Char(50)	M	
5	层底标高	Float(6,3)	M	m
6	层底深度	Float(6,3)	M	m
7	地层厚度	Float(6,3)	M	m
8	岩土名称	Char(50)	M	
9	岩土颜色	Char(30)	M	
10	地层描述	Char(255)	M	
11	风化程度	Char(20)	O	
12	录入日期	Date	M	年/月/日
13	录入人	Char(20)	M	姓名
14	检查人	Char(20)	M	姓名
15	备注	Char(255)	O	

1.5 钻孔标准化分层表

钻孔标准化分层表(表 4)用于记录钻孔分层信息标准化后的内容,钻孔分层信息标准化处理人员依据《山东省城市地质调查技术要求(试行)》附录 C、附录 D 制定的山东省三维地质模型分层标准与

四级编码对钻孔地层描述逐层编码。

表 4 钻孔标准化分层表

序号	数据项名称	数据类型与长度	约束条件	备注/单位
1	ID	Int		
2	钻孔编号	Char(50)	M	
3	钻孔统一编号	Char(19)	M	主键,可重复
4	地质代号	Char(50)	M	
5	顶板埋深	Float(6,3)	M	m
6	底板埋深	Float(6,3)	M	m
7	地层厚度	Float(6,3)	M	m
8	地层编码	Char(20)	M	4 级,如 1-2-3-5
9	岩土名称	Char(50)	M	
10	岩土颜色	Char(30)	M	
11	地层描述	Char(255)	M	
12	风化程度	Char(20)	O	
13	标准化日期	Date	M	年/月/日
14	标准化人	Char(20)	M	姓名
15	检查人	Char(20)	M	姓名
16	备注	Char(255)	O	

除以上 4 张钻孔基本信息表以外,根据收集钻孔柱状图的描述信息,钻孔数据库还设计了金属矿产地质勘查孔地质测试分析结果表、非金属矿产地质勘查孔地质测试分析结果表、水文地质勘查孔含水层段信息表、水文地质勘查孔水质测试信息表、抽水试验结果信息表、工程地质勘查孔信息与数据表等 6 张钻孔试验信息表和水文地质勘查孔井管结构、水文地质勘查孔填砾止水结构等 2 张水文地质勘查孔的结构表。

2 钻孔数据库建设

2.1 建库标准

钻孔数据录入工作应信息化、规范化,满足地质大数据应用对钻孔数据的需求^[16-18],为此,本次工作编制了《钻孔资料信息化入库规范》,该规范规定了钻孔资料的录入内容、钻孔数据的存放格式、数据表字段类型及长度、填写要求、人员配置、工作流程等方面的内容。同时,也规定了钻孔录入数据的质量要求,以此规范钻孔资料录入的全过程,保障地质钻孔数据录入工作在统一规范的框架内正常有序开展,确保该项工作的顺利完成。

2.2 建库流程

钻孔数据录入工作的流程如图 1 所示。

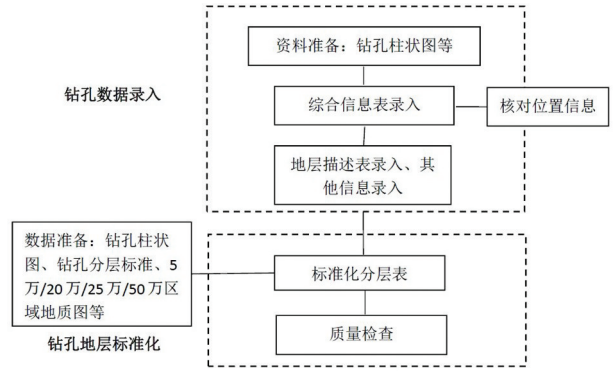


图 1 工作流程图

3 质量控制

数据质量即数据的可靠性。钻孔数据录入人员较多,涉及资料量多且时间跨度大。在录入过程中,由于钻孔数据录入人员操作失误或专业知识欠缺、原始数据质量限制、资料重复利用等多方面的因素,会导致各种数据质量问题。因此,在钻孔数据入库过程中,应遵循以下原则:

(1)在建立钻孔数据库时,必须仔细核对原始数据源的准确性与完整性^[19-20],确保准确无误后,再将钻孔的原始数据依次数字化。

(2)数据质量是衡量数据成果的重要指标。为保证数据的正确性和有效性,确保数据录入质量,应严格执行数据录入标准,数据录入过程中录入人员要根据录入情况填写工作日志。

(3)录入人员应及时进行自检、互检,对自检和互检结果建立相应检查记录。数据录入小组长进行抽检工作,通过与原始地质资料进行比对,对录入工作的整体质量进行控制,并建立相应检查记录。自检、互检和抽检时如发现问题,应按要求及时修改。

(4)在数据采集的每一个环节都要进行数据质量检查。检查方式可采用人工检查和软件检查相结合。

4 结语

(1)在钻孔数据库建设初期就应充分考虑质量检查及相关辅助软件的开发工作。海量的数据检查单独依靠人工比对去完成是不现实的,应尽量降低人工检查的工作量,充分挖掘各数据项之间的内部逻辑规律,通过开发计算机程序自动厘清数据项间的逻辑关系,高效提升数据库的建设质量。

(2) 各行业间钻孔数据的共享程度低、重复利用率不高,应组织建立地质钻孔资料统一汇交与共享服务机制,最大限度地提高地质钻孔的使用效率和应用价值,避免资源浪费。

(3) 数据更新给数据库带来源源不断的生命力,应建立地质钻孔资料长效更新机制,推进钻孔数据库建设工作常态化,深化地质钻孔与信息化技术的深度融合,为地质大数据挖掘分析和综合利用奠定基础,更好地发挥基础地质资料的有力支撑作用。

参考文献:

- [1] 王斌,韩健,岳鹏,等.大数据环境下全国地质钻孔信息服务系统建设框架[J].中国矿业,2018,27(5):38-43.
- [2] 王斌,陈杰,张立海,等.关于地质钻孔基本信息数据库服务利用的思考[J].中国矿业,2013,22(10):134-136.
- [3] 吕国军,李红梅,康江,等.河北省地质钻孔资料分析[J].地震地磁观测与研究,2017,38(2):125-131.
- [4] 刘向东,张立海,赵立鸿,等.地质钻孔基本信息数据库建设及今后工作建议[J].国土资源科技管理,2012,29(2):100-106.
- [5] 马德蕪.河南省地质钻孔基本信息清查成果分析[J].中国矿业,2015,24(9):149-152.
- [6] 王斌.中国地质钻孔数据库建设及其在地质矿产勘查中的应用[D].北京:中国地质大学(北京),2018:1-5.
- [7] 固体矿产钻孔数据库工作指南[S].中国地质调查局,2001.
- [8] 全国重要地质钻孔数据库建设工作技术要求(试行)[S].中国

地质调查局,2013.

- [9] DD2015-04 城市地质调查数据库结构规范[S].中国地质调查局,2015.
- [10] 胡斌,牛永斌,李明章,等.基于 GIS 的勘探钻孔信息管理自动化研究[J].河南理工大学学报(自然科学版),2007,26(1):21-26.
- [11] 马瑜宏,刘春华,郭晶,等.三维地质模型数据库建设的质量控制:以透视山东项目为例[J].山东国土资源,2021,37(12):73-78.
- [12] 蔡青.土地质量地球化学评价数据库建库方法探讨:以章丘市刁镇和辛寨镇为例[J].山东国土资源,2020,36(2):67-71.
- [13] 马莉,王敏.山东省矿产资源潜力评价成矿地质背景属性数据库的建设方法探讨[J].山东国土资源,2020,36(8):72-77.
- [14] 赵林林,刘荣梅,邓勇.区域地质数据库建设进展[J].地质论评,2017,63(S1):389-390.
- [15] 苏国辉,魏合龙,戴勤奋,等.海洋地质数据库建设现状及经验[J].海洋地质前沿,2012,28(12):10-16.
- [16] 刘向东,张立海,赵立鸿,等.钻孔基本信息数据库建设与信息化管理应用开发[J].地质学刊,2012,36(4):360-365.
- [17] 史秋晶,胡伍生,刘丹萍.工程地质钻孔信息模型及数据库研究[J].岩土力学,2007,28(4):758-762.
- [18] 姜丽萍,彭雪峰,邱光辉,等.山东省地质钻孔数据库成果统计分析与应用性研究[J].山东国土资源,2019,35(2):44-48.
- [19] 唐正辉,李世明,潘荣建.钻孔数据标准化关键问题研究[J].中国勘察设计,2021(11):99-101.
- [20] 张天纯,杨宏伟.基于 WEBGIS 技术建立太湖网络综合数据库系统[J].湖泊科学,2002,14(4):381-383.

Study on Information Storage of Borehole Data Based on GIS

SHI Guoping¹, MA Yuhong^{2,3}, ZHU Henghua^{2,3}, LIU Chunhua^{2,3}, GUO Jing^{2,3}, ZHANG Guili^{2,3}, ZHANG Huaping^{2,3}, WU Hongxia^{2,3}

(1. Shandong Institute of Land Surveying and Mapping, Shandong Jīnan 250102, China; 2. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jīnan 250014, China; 3. Shandong Research Center of Land Quality Geochemistry and Pollution Prevention Engineering Technology, Shandong Jīnan, 250014)

Abstract: Drilling data is an important data resource formed in geological work, including geological information such as strata, lithology, structure, mineralization and alteration characteristics, elemental chemical analysis, and groundwater dynamics. It is an important geological data required for geological prospecting, mineral resource evaluation, geological scientific research, environmental protection, urban construction, and other work. In order to make efficient use of the original drilling data, combining with the work practice of urban Geological survey informatization and underground 3D visualization construction in recent years, the highly operable, standardized and practical data table structure of borehole warehousing has been studied, the standardized processing of multiple, multi-source and heterogeneous drilling data have been realized, and the utilization efficiency and informatization service level of drilling data has been improved. It will give better play to the powerful supporting role of basic geological data, and provide some references for the informationization of drilling data in other provinces and cities.

Key words: Drilling; database; standardization; GIS; data service