

地质钻孔数据采集系统设计

李杰¹, 张立海¹, 陈飞翔², 许福², 耿腾²

(1. 国土资源实物地质资料中心, 河北 三河 065201; 2. 北京林业大学信息学院, 北京 100083)

摘要: 地质钻孔是重要的、基础性成果资料。借助先进的信息技术, 实现全国地质钻孔资料的电子化存储和管理, 对提高钻孔资料的服务利用效率, 减少重复工作和资金浪费, 并为社会经济发展和找矿突破战略行动提供服务具有重要意义。介绍了钻孔数据采集系统的体系结构、采集内容、主要功能及关键技术等, 供决策者及同行参考。

关键词: 地质钻孔; 钻孔数据库; 数据采集

中图分类号: TP274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2015)S1-0463-05

The design of geology drill data acquisition system

LI Jie¹, ZHANG Li-hai¹, CHEN Fei-xiang², XU Fu², GENG Teng²

(1. Cores and Samples Center of Land and Resources, China Geological Survey, Sanhe 065201, China;

2. School of Information Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Geology drills are important and fundamental materials. It is very important to implement the electronic storage and management of geology drills through advanced information technology in many aspects, such as improving the usage and sharing efficiency of geology drills, decreasing duplicated workload and lowering fund waste, providing better services for socioeconomic development and mineral exploration strategy, etc. This research introduces the architecture, acquisition scope, main functionalities and key technologies for the data acquisition system of geology drill.

Key words: geology drill; database of geology drill; data acquisition

钻孔资料是地质勘探中极为重要的一类数据, 是地质资料中主要成果的重要基础性资料。长期以来, 我国大量地质矿产资料记录在纸质表格上, 分散保存在不同的部门、单位和个人手中, 其保存条件和管理水平也有很大差异, 不仅占用大量空间, 而且共享不便, 经常导致所需的成果资料无法及时找到, 或同样的数据要进行多次统计, 造成不必要的人力、物力和财力浪费, 更谈不上进一步统计分析为设计人员和相关领导提供决策支持。

作为“十二五”重要地质钻孔数据库建设的重要工作任务之一, 钻孔数据库建设对提高地质钻孔资料的服务利用效率, 加强地质钻孔资料的汇交, 降低地质工作风险, 减少重复工作和资金浪费, 并为社会经济发展和找矿突破战略行动提供服务具有重要意义。

目前, 国外发达国家应用现代高新技术和先进

的管理模式, 建立了各类地质矿产基础数据库, 并开展了网上元数据和目录发布, 并提出了一站式服务的理念。我国目前这方面的工作相对滞后, 各地质工作类型的钻孔资料, 在著录项目、著录格式、字段定义表述上不尽相同, 制约了地质钻孔资料信息交流和资源共享。本文在这方面做了一些探索性工作, 重点介绍了钻孔数据库采集系统软件的设计。本研究已在我国一些地质保管单位开展了试点应用工作, 为优化地质钻孔资料管理模式, 提高信息化管理与服务水平提供了有益借鉴。

1 系统体系结构设计

图1给出了钻孔属性库软件系统的体系架构设计, 包括数据录入、数据查询、数据汇总、数据导入和导出、数据上报、系统维护、报表打印和系统帮助8个主要部分。

1) 数据录入。将数据录入到钻孔属性表中, 包括五类表格: 保管单位表、项目信息表、钻孔重要信息表、钻孔属性表和钻孔岩芯属性表。支持手工录

入和 Excel 录入两种形式。

2)数据查询。支持基本查询、高级查询、按钻孔类型查询、按钻孔目录树查询四种形式,通过多种手段查找钻孔信息。

3)数据汇总。用于上级主管部门(省厅及国家部委)汇总其管辖地区的钻孔信息,支持按保管单位、按项目、按钻孔三类形式汇总。

4)数据导入、导出。支持从 Excel 中导入数据,便于充分利用已有的电子成果,避免繁琐的手工录入。同时,也支持将数据导出到 Excel,便于数据的交流和共享。

5)数据上报。各保管单位利用此模块向上级主管部门汇交数据,支持完整汇交,也支持增量汇交。

汇交的信息不仅包括钻孔的属性信息,还包括配套的图件信息。

6)系统维护。提供系统数据的备份、恢复及数据追加功能,保证数据的安全性,提供必要时的灾难恢复(如磁盘损坏)机制。

7)报表打印。打印单条记录及汇总记录,支持打印汇总表和资料移交清单等功能。

8)系统帮助。提供 chm 格式的用户手册。

考虑到基层单位部署使用方便,本系统支持 WindowsXP、Vista、Windows7、Windows 8 等主流操作系统,钻孔数据库系统采用 Access(支持 Access 2003 以上版本),支持表单模式、仿 Excel 模式两类属性数据采集形式。

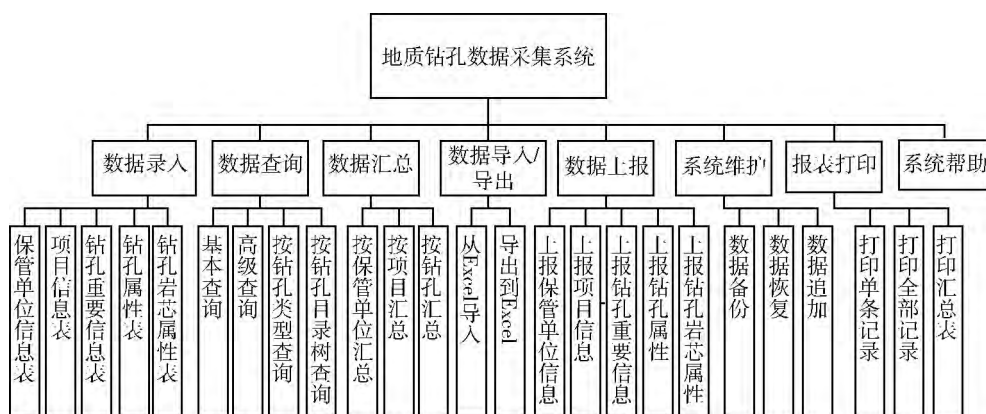


图1 系统体系架构

2 采集范围及采集原则

地质钻孔信息数据采集范围是:地勘单位归档保管的除油气、放射性以外的区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质(大型以上项目)、环境地质、灾害地质勘查等形成的地质钻孔数据信息。通过对全国地质钻孔资料的调研分析,形成了钻孔资料分层次建设数据库的思路。根据地质钻孔数据属性特征,将数据文件分为两大类:①基本信息表。包括:保管单位信息表、项目信息表、钻孔重要信息表;②钻孔基础属性信息表,包括钻孔属性表和钻孔岩芯属性表。

基本信息表中的三张数据表关系如下:全国与各省(市、区)为1:n关系,各省与钻孔资料保管单位为1:n关系,保管单位信息表与项目信息表为1:n关系,项目信息表与钻孔信息表为1:n关系。行政区划代码、组织机构代码、项目名称、原始资料档号、钻孔编号为数据文件的主关键字。

钻孔基础属性信息表包括:固体矿产、水文地质、工程地质、煤田地质钻孔基础属性信息表四类。

1)固体矿产钻孔基础信息属性数据表包括:钻

孔基本信息表,钻孔回次数据表,钻孔孔深校正及弯曲测量数据表,钻孔结构数据表,钻孔分层数据表,钻孔地质综合数据表,钻孔岩石花纹对照数据表,钻孔标本采样数据表,钻孔劈心样数据表,钻孔基本化学分析数据表,钻孔物相分析数据表,钻孔体重测定数据表,钻孔组合分析数据表,钻孔岩石样品全分析数据表,钻孔样品分析结果数据表,钻孔测井曲线层数据表和钻孔测井曲线点数据表。

2)水文地质钻孔基础属性数据表包括:钻孔(井)基本信息表,钻孔(井)地层岩性数据表,钻孔(井)结构数据表,钻孔(井)抽水试验数据表,钻孔(井)水质分析数据表和钻孔(井)电测井数据表。

3)工程地质钻孔基础信息属性数据表包括:钻孔信息记录表,钻孔标准贯入、动力触探实验记录表,钻孔岩石物理力学试验表,室内土工试验记录表,土物理力学性质指标分层统计表,钻孔抽水试验数据表,钻孔水质分析成果表,钻孔工程地质信息记录表,钻孔工程地质信息记录表,钻孔波速测试记录表和钻孔测井曲线记录表。

4) 煤田地质钻孔基础信息属性数据表包括: 钻孔地质记录表, 钻孔信息记录表, 钻孔煤层记录表, 钻孔煤质分析信息表, 钻孔煤样试验记录表, 钻孔孔深校正及弯曲测量数据表, 钻孔测井曲线层数据表和钻孔测井曲线点数据表。

考虑到我国地质钻孔属性库目前还未形成统一的规范标准, 因此在项目实施过程中不可避免地要经常对钻孔属性表的种类、字段等进行频繁的修改, 并及时发放给基层单位进行试点应用。为避免上述修改带来复杂的软件修改和维护开销, 项目组精心设计了属性采集引擎, 能灵活地适应属性表的动态变化, 这也是本文的重要研究动机。

3 关键技术方案设计

3.1 界面渲染引擎选择

本文设计的属性数据采集引擎, 可以根据元数据动态生成属性数据的录入界面, 能快速适应属性表的种类、字段等的调整, 从而有效简化软件修改工作。采用上述动态生成策略的优势在于: ①数据表种类和字段发生变化, 界面无需重新设计; ②能自动生成功能逻辑代码, 并支持数据的有效性和合法性校验; ③系统扩展性高、通用性好, 维护成本相对较低, 开发周期较短。

动态生成界面, 首先要选择合适的界面渲染引擎。本研究采用 Html+CSS 绘制界面, 采用 VC++ 实现功能代码。采用 Html+CSS 的好处是界面容易调整, 容易自动生成。传统上, 一般通过浏览器控件(如 IE WebBrowser)来渲染界面。但不同版本的浏览器控件, 其渲染机制往往有差异, 在不同计算机上可能得到不同的运行结果, 兼容性存在问题, 且浏览器控件本身较为笨重, 体积较大。

本研究采用了不同的设计思路, 利用 Htmlayout 作为 Html+CSS 的渲染引擎。Htmlayout 是一个轻量级的浏览器引擎, 大小仅 900k, 以动态链接库形式提供 API 接口, 便于集成到各种主流开发环境中。Htmlayout 可以高效的解析和渲染 HTML 网页, 几乎支持所有的 HTML 元素和 CSS3 标准, 且界面与逻辑分离, 通过其特殊扩展的 behaviorcss 属性可以方便的交互或者扩展、自定义控件。采用 Htmlayout 的优点是, Html 页面在不同的操作系统上渲染完全一致, 兼容性好, 并具备良好的 VC++ 集成能力, 便于后端功能代码的开发。同时, 该渲染引擎运行速度快, 占用内存低, 性能也很高效。

3.2 属性采集引擎设计思路

能动态适应属性表的种类调整和属性表中的字

段调整, 且不用修改界面代码和功能逻辑代码是本研究设计的属性采集引擎的最大特点。该引擎包括四个主要处理步骤。

1) 通过元数据表统一描述属性表种类和表格中的字段。为此, 系统设计了 SysTableInfo 表, 该表定义了每张属性表的表名, 每张表的各个字段名以及这些字段名对应的中文名, 字段是否为空, 字段的数据类型, 字段在界面上采用的控件类型, 字段的长度, 显示控件的长度, 字段的校验正则表达式等(图 2)。

2) 根据元数据表中的字段定义, 映射成合适的 Html 控件。以图 3 中的“(固体)钻孔孔深校正及弯曲度测量数据表”为例, 其中, 校测孔深、误差率、天顶角等是数值型, 记录日期、检查日期是日期时间类型, 可以将上述字段类型分别映射成 Html 中的文本框、下拉框。为了提高系统性能, 系统会检查是否已生成了相应的界面代码。如果已生成了, 则直接使用该界面代码。否则, 则从图 2 中读取该数据表的定义, 生成界面代码。这样, 在保证系统灵活性的同时, 有效提升了系统的性能。

SysTableInfo	
字段名称	数据类型
ID	自动编号
TableName	短文本
DEName	短文本
DisplayName	短文本
ColumnType	数字
ControlType	短文本
UnitName	短文本
ColumnStyle	数字
RegularExp	短文本
ControlWidth	数字
ControlLength	数字
DefaultItem	短文本
RowNumber	数字
MaxLength	数字

图 2 SysTableInfo 元数据表

06GuTiZuanKongKongShenJiaoZhengJiWanQuDuCeLi...		
字段名称	数据类型	说明(可选)
GTKCKKS,JZ,JWQDCLSJ id	数字	主键, 自增列
ZKID	短文本	所属钻孔编号
SURORDER	短文本	测量次序
RCD_DEPTH	短文本	记录孔深(米)
REV_DEPTH	数字	校测孔深(米)
SURERR	短文本	误差(米)
ERR_RATIO	数字	误差率(百分比)
MEASURE_DEPTH	数字	测量孔深(米)
ZENITH	数字	天顶角(度)
AZIMUTH	数字	方位角(度)
METHOD	短文本	测量方法
RECORDOR	短文本	记录者
RCD_DATE	日期/时间	记录日期
CHECKER	短文本	检查者
CHECK_DATE	日期/时间	检查日期

图 3 (固体)钻孔孔深校正及弯曲度测量数据表定义

3) 调用 Htmlayout 解析和渲染界面代码。处理流程是, 由 Htmlayout 加载步骤(2)生成的 Html

代码,解析其中的 Html 标签代码和 CSS 定义,从而绘制出最终的用户界面。

需要指出的是,采集引擎必须能对数据字段进行合法性和有效性检查。为此,本研究利用正则表达式,给 Htmlayout 增加了相应的过滤器机制。比如,整数和浮点数的字段,其过滤器的定义如下:整数: `filter="0~9" novalue="[整数]" style="color:#4B0082"`;浮点数: `filter="-0~9." novalue="[数值]" style="color:#8B2323"`。

借助上述机制,就可以对界面中录入的数据进行检查,确保采集到的属性数据的合法性和有效性。

4)数据获取及消息处理。当用户输入文字,或者点击按钮等控件时,会触发相应的事件,调用 Htmlayout 的 behavior 来响应用户。借助该机制,可以获取步骤(3)中录入的数据,并将其保存到 Access 数据库。考虑到钻孔属性数据量很大,为减小录入开销,加快输入速度,系统设计实现了快速录入功能,如“保存”、“重置”、“拷贝上一条记录”、“保存并继续填写”、“退出”等功能。其中,点击“保存”按钮,将保存当前录入的内容;“重置”按钮,将当前的表单内容置空;“拷贝上一条记录”按钮,将上一条输入的数据,拷贝填充至当前录入界面;“保存并继续填写”按钮,保存当前输入信息,将录入界面初始化为下一条填报信息,同时自动填写部分已知信息。比如,在同一个钻孔下连续输入多条钻孔属性信息时,单击“保存并继续填写”,会存储当前信息,将录入界面初始化为下条信息,并自动填入上条钻孔属性信息所属的钻孔。

3.3 类 Excel 的便捷性录入措施

考虑到用户很熟悉 Excel 的数据录入形式,且有些保管单位的钻孔属性数据已经存储在了 Excel 电子表格中,本文设计的属性采集引擎除了支持通过上述自动生成的表单采集数据外,还设计了一套类 Excel 的属性数据采集机制,其典型功能特征如下所示。

1)界面录入:可创建类 Excel 表格录入界面,用户可手工将各项信息逐项输入。

除手工输入外,也支持从 Excel 中拷贝一行或多行数据(需保证 Excel 中的字段顺序与采集引擎中的字段顺序一致),也支持从属性引擎界面中直接拷贝粘贴。这样,可以使属性录入更加高效,避免同一属性值反复手动录入的繁琐。

Excel 录入模式也设计了友好的信息提示功

能,避免误操作带来的返工。

2)信息提示:在数据录入的过程中,当录入的钻孔属性数据不符合要求时,系统给出了详细的提示信息,录入各种数据项时,有详细的选项列表供用户选择参考;比如,录入时间项数据、角度、深度时,系统自动提示相应信息,保证了录入数据的正确性。系统还能够显示当前正在编辑的总记录条数、当前记录号、当前地质钻孔资料信息,给用户录入和修改数据提供了方便,提高了数据录入质量和录入速度。

3)数据检查和数据校验:在 Excel 模式下,同样具有完善的数据检查和数据校验机制。在用户录入钻孔属性数据时,系统在规范著录格式要求的基础上,对录入的重要数据项提供了校验机制,对不符合著录要求的数据给出错误提示,避免了用户填写错误。比如,地质勘查单位的组织机构代码、项目名称、资料档号、钻孔编号等数据项采集时不能为空,钻孔类别与工作程度的正确对应及其它常用数据的取值及范围校验等。

4 小 结

针对钻孔属性库系统设计中的典型场景,如数据表多、字段多、需要经常调整等,笔者经过认真的调研和反复的比较,摸索出采用动态生成策略的方法来解决此类问题。经试点应用,该策略高效地完成了属性数据的采集任务,降低了软件的维护开销。实际上,本文的方法具有较高的通用性,不仅适用于地质钻孔属性数据的采集,在其它类似的场景中,比如油气、林地、化工、海洋等其他行业也可以灵活运用。

参考文献

- [1] 冯敏,郭建文.地质钻孔信息化管理系统框架设计与关键技术研究[J].冰川冻土,2005(2):304-309.
- [2] 武俊红,汪云甲,谢义林.矿山地理信息系统中的钻孔信息管理[J].矿业工程,2007,5(1):60-63.
- [3] 王斌,梁银平,韩健,等.地质钻孔基本信息数据库建设及今后工作建议[J].中国矿业,2014,23(S2):370-373.
- [4] 王斌,张立海,刘向东,等.基于 VB 钻孔基本信息数据采集系统的研究与应用[J].科技创新导报 2012(6):30-31.
- [5] 刘向东,张立海,赵立鸿,高立.地质钻孔基本信息数据库建设及其意义[J].国土资源科技管理,2012(2):100-106.
- [6] 袁春.县级土地利用总体规划数据库建设方法研究——以山西省蒲县为例[D].北京:中国地质大学(北京),2013.
- [7] 李宏泽,郭为国.矿井地质钻孔数据库管理系统的建立与应用[J].江苏煤炭,1998(3):19-20.