

矿山地质环境监测预警信息系统中数据库的设计与功能分析

任涛,丁鸿弼,蒋凡

(水文地质环境地质调查中心,河北保定 071051)

摘要:典型矿山地质环境监测预警管理信息平台,是典型矿山地质环境监测预警工作信息化的基础,结合了矿山信息,监测仪器信息,监测数据信息等大量信息载体。本文利用成熟的数据库设计工具 PowerDesigner,结合项目本身的工作需要,数据库设计理论和方法,分析并探讨了典型矿山地质环境监测预警管理信息平台数据库设计和应用。

关键词:典型矿山;PowerDesigner;数据库设计

文章编号:1003-8035(2013)02-0097-05

中图分类号:P66

文献标识码:A

0 引言

面对日益恶化的全球环境和地质灾害频发的情况,针对我国矿山的地质环境监测预警工作也面临更加复杂多样的挑战。国土资源部中国地质调查局为了应对矿山地质环境环境问题,展开了各种专业领域的地质灾害环境监测工作。而在监测过程中产生的基础信息资料和监测数据需要通过相应的信息管理系统平台来进行数据的统一管理和分析。在地质环境监测类信息平台的开发过程中,监测关注物本身的特性、监测手段和监测技术、信息平台功能的要求等都是平台数据库设计和建设阶段必须要考虑和重视的。

1 数据库整体设计与功能分析

典型矿山地质环境监测预警管理信息平台数据库建设工作需要考虑到典型矿山的基本特征及地质特性、专业监测仪器本身参数及监测数据的特性、系统需要实现的功能等关键问题,只有在充分分析和研究的基础上才能做好数据库的整体分析与设计工作。

1.1 矿山基本信息与资料分析

地质环境监测工作本身关注点在地质环境要素,诸如典型矿山类型的地质环境监测工作,在分析整理矿山信息和基本资料时,可以对经济条件等基本要素予以取舍。在本项目中,针对项目组关注的典型矿山进行了基本信息和资料的分析整理,结合相关的矿山监测国家标准和矿山监测数据库设计标准确定了矿山基本信息表所关注的信息要素。包括矿山ID、矿山名称、矿山类型、地址、地质灾害类型、地下水类型、

矿山空间地理信息要素(坐标、面积、高程)、开采方式、日期及开采状态等^[1]。

确定数据库设计所关注的信息要素,就可以有针对性的收集信息和资料。项目组对湖南冷水江市和重庆南桐市的两个主要监测示范点的矿山资料进行了收集整理,包括地质图件和基本地质特征等信息资料。这样,平台在展示监测数据的同时,也便于地质专家结合矿山区本身的地质结构特性进行数据成果的综合分析对比。

1.2 监测工作及监测仪器分析

专业的地质环境监测工作考虑到为了保护监测区域的钻孔、便于监测人员长期监测、数据的实时传输等技术问题,常常需要在监测区域进行示范站的建设。因此结合项目的工作,针对监测工作的本身特性,进行了矿区-示范站-监测点三级的数据表设计,三级数据表呈树状结构,所关注的信息也不相同。示范站本身承担了保护监测仪器和实时传输数据仪器等任务,在设计数据库时,应考虑以下基本要素:示范站ID、示范站名称、示范站的空间地理信息要素、示范站建设情况(完工日期、施工方、运行状况等)。

监测仪器数据表的设计以项目组在示范区针对典型矿山进行的重金属动态监测和地形变监测两大

收稿日期:2012-07-18;**修订日期:**2013-01-18

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项经费课题:典型矿山地质环境监测预警管理信息平台建设(200911036-4)

作者简介:任涛(1984—),男,学士,软件工程师,研究方向为水工环地质领域GIS相关软件开发工作。

E-mail:ffsrtao@163.com

类监测手段,8种监测仪器的仪器参数作为数据表分析和建库的基础。每个监测仪器均有字段与示范站进行关联。结合前期对仪器监测人员和开发人员的需求调研,保证监测数据表结构的完整性和可扩展性。

1.3 平台功能分析

典型矿山地质环境监测预警管理信息平台包括以下功能模块:

(1)GIS功能:用户可以通过WebGIS的常用功能,完成地图浏览、操作,图层管理,基本查询。通过这些功能可以更好地实现对系统平台的信息管理和查询操作。结合数据库设计,在这一部分功能中更重要的是灾害体的坐标信息。

(2)项目概况及基本信息查询:这一部分的功能更新量少,涉及到的数据表包括灾害体基本信息、示范站基本信息表,图件等资料。

(3)使用的技术方法信息和仪器信息浏览:包括静态的技术方法介绍网页,仪器信息部分通过监测仪器信息表实现。

(4)实时监测数据查询:这一部分的功能需要监测数据表的调用,对监测数据的监测仪器、监测示范站、灾害体进行关联查询。通过对监测数据表中的时间字段进行sql语句查询,结合前端flax展示技术进行实时监测数据的查询和展示。

(5)历史监测数据统计:通过组合查询生成历史监测数据曲线,并具备导出excel格式的功能。

(6)信息及数据管理:负责维护各类基本信息表及监测仪器的监测数据表。

(7)系统用户及权限管理:通过对用户表的管理实现系统用户及权限的管理。

2 数据库逻辑设计

典型矿山地质环境监测预警管理信息平台数据库逻辑设计与建模工作采用了PowerDesigner作为工具软件。

2.1 PowerDesigner 功能简介

PowerDesigner作为计算机辅助软件工程中比较常用的建模开发工具,结合了Sybase的数据库设计产品的功能和强大的基于对象模型的UML。具有以下众多优点。

(1)将对象设计、数据库设计和关系数据库无缝集成,在一个集成的工作环境中能够完成面向对象的

分析设计和数据库建模工作。

(2)提供了三级建模功能,即概念数据建模、物理数据建模、面向对象建模,同时还可生成模型报告。

(3)集UML和ER精华与一身,同时更容易学习。

(4)可以快速、方便地开发复杂的分布式应用系统^[2]。

2.2 基于PowerDesigner的平台数据库逻辑设计

经过数据整体分析之后,获取了平台的建库需求,接下来就可以利用PowerDesigner对平台数据库进行建模了。实际工作中,数据库设计从概念结构开始,通过概念模型完成数据库的逻辑结构设计;之后通过PDM完成数据库的物理结构设计;最后OOM利用UML的图形来描述系统结构的模型^[3]。具体操作中需遵循以下方法和步骤,①建立概念数据模型(Conceptual Data Model, CDM), CDM的设计是建模过程的关键阶段,此阶段把矿山属性数据和地理信息抽象成为信息世界中的实体和联系,产生实体联系图。通过DataArchitect对CDM进行完善、固化和提取,为向物理数据模型转化奠定基础。②从概念模型文件生成物理数据模型文件,可以同时指定主键索引名、外键索引名、索引临界值、表前缀与表的参照完整性,通过Generating physical data model模块完成。进一步应对数据完整性和一致性、数据库的可用性、性能 and 安全性进行调整。③检查物理数据模型,包括检查所有PDM中的表、列、参照完整性,根据检查结果改正PDM,直至检查通过,通过Generate Database模块,选择目标数据库,产生数据库生成脚本,或生成ODBC数据库^[4]。

2.3 数据表间的逻辑关系

数据库的设计根据系统主要涉及到的数据结构进行设计,表类型主要有矿山信息表、示范站信息表、监测点信息表、监测数据表、钻孔信息表、文件表和类型表几大类。其中监测数据表又可以根据监测数据类型的不同分为矿山重金属动态监测数据表和矿山地形变数据表两大类。每个大类下根据监测仪器的类型分为不同的监测数据表。

编码说明:省市县均为国标,矿山编号为3位,示范站编号2位,监测点编号2位,仪器及钻孔类型两位,编号两位。

数据字段主要缩写说明:KS代表矿山,KC代表开采,SFZ代表示范站,JCD代表监测点,JC代表

监测。

矿山信息表是系统的主体表,以矿山 ID 作为矿山信息表的主键,代码的编码方式采用统一设定的标准进行编码:矿山所在的地区编码 + 矿山编码构成。其他字段均为矿山的基本信息。

示范站信息表是监测工作开展的基础。因此每一个示范站的信息都是系统必须录入的。由于示范站是以矿山为基础进行监测示范的,因此存在一对一的对应关系,示范站的编码方式也采用统一设定的标准进行编码:地区编码 + 矿山编码 + 示范站编码。其他字段为示范站的基本信息。

监测点有以示范站为基础的监测点,即监测仪器均安装在监测示范站上的,也有独立运行在矿山上的监测点,因此监测点的 ID 编码设计需要考虑示范站的对应与否的关系。编码方式如下:地区编码 + 矿山编码 + 示范站编码(如果不对应示范站即为 0) + 监测点编码。其他字段为监测点的基本信息。

监测数据表是以监测仪器为主体进行设计的。由于监测仪器和监测点存在一对多的对应关系,所以监测数据表的 ID 编码设计如下:地区编码 + 矿山编码 + 示范站编码(如果不对应示范站即为 0) + 监测点编码 + 仪器类型 + 仪器编码。其他字段为监测仪器的监测数据值。

钻孔信息表和监测数据表一样与监测点是一对多的关系,所以在编码的设计上采用如下编码方式:地区编码 + 矿山编码 + 示范站编码(如果不对应示范站即为 0) + 监测点编码 + 钻孔类型 + 钻孔编码。其他字段为钻孔的基本信息。

3 数据库搭建及应用

典型矿山地质环境监测预警管理信息平台数据库采用 SQL Server2005。SQL Server 2005 是一种关系型数据库,针对于平台的开发工作,SQL Server 2005 具有易用性、可管理性、支持 .net 框架等特性,因此在数据库的选择上最终使用了 SQL Server 2005 作为数据库管理工具。^[5]

经过数据和建库资料的分析整理,通过数据库建模工具 PowerDesigner 的数据库建模流程将平台数据库各表搭建完毕,并建立各表之间的对应关系。之后就可以利用 PowerDesigner 自带的导出功能完成数据库的搭建。

系统平台的数据库表结构图如表 1:

表 1 数据库结构图
Table 1 Database structure

名称		代码
矿山信息表		infoKS
示范站信息表		infoSFZ
监测点信息表		infoJCD
监测数据表	重金属动态监测数据	dataSW
	动态监测数据表	dataZJS
	固定式钻孔倾斜仪深部位移监测数据表(EL)	dataEL
	TDR 数据表	dataTDR
	拉杆位移计监测数据表	dataLG
	降雨量数据表	dataRainfall
	GPS 数据表	dataGPS
	FBG 监测数据表	dataFBG
	地形变监测数据	
	监测数据表	
钻孔信息表		infoHole
文件表		file
类型表		Type

以其中的矿山信息表为例,根据数据库设计阶段的分析,在数据表设计过程中应充分考虑各种影响因素。设计数据库字段时参考了“矿产资源开发多目标遥感调查与监测技术标准”,由于系统的关注研究对象不同,所以在设计时采用了标准中通用的诸如矿种类型、经济类型、矿山地址等信息作为属性字段,同时加入了灾害体类型,地下水类型等项目组监测所需要关注的字段,最终矿山信息表的结构如表 2:

表 2 矿山信息表
Table 2 Mine information table

名称	代码	值类型	可否为空
矿山 ID	KSID	nvarchar(9)	Not null 主键
矿山名称	KSName	nvarchar(50)	Not null
矿种类型	KZType	nvarchar(20)	null
经济类型	JJType	nvarchar(20)	null
矿山地址	Addr	nvarchar(50)	null
灾害体类型	ZHTType	nvarchar(50)	null
地下水类型	DXSType	nvarchar(50)	null
X 坐标	KSX	nvarchar(50)	null
Y 坐标	KSY	nvarchar(50)	null
东经	Longitude	nvarchar(50)	null
北纬	Latitude	nvarchar(50)	null
面积	Area	nvarchar(50)	null
高程	Height	nvarchar(50)	null
开采方式	KCFS	nvarchar(20)	null
开采日期	KCDate	datetime	null
开采状态	KCZT	nvarchar(20)	null
备注	Remark	nvarchar(200)	null

项目组在野外安装了多种类型的监测仪器,分别对矿区的重金属值和地形变等要素信息进行整体监控。其中,以在重庆市南桐矿区的固定式钻孔倾斜仪

间地理信息,以便于 WebGIS 平台前端展示的监测点的定位和显示。

(2)因为针对矿山的地质环境问题监测,在矿山数据库的设计中应充分考虑地质环境监测人员关注的地理要素,不重要的如矿山经济及生产等信息可以不在数据库中体现。

(3)监测数据的设计应满足各种监测仪器的监测数据类型,统一相同类型数据的格式,通过多种手段实现数据检查,保证数据正确性和安全性。由于监测数据的复杂多样和矿山地理情况的复杂性,需要保证数据录入的正确性和完整性。

数据库的设计研究工作面对平台主体,由于矿山环境的复杂性,地质环境监测手段的专业性和平台开发技术的多样性,在数据库设计过程中,应充分考虑各种影响因素。随着信息科学的快速发展,矿山地质环境监测信息化建设的技术要求也随之提高。做好矿山地质环境监测数据库的分析和设计研究工作,才能为矿山地质环境监测预警信息化工作做好铺垫。

参考文献:

- [1] 刘馨蕊,赵鸿迪,马洪滨,等. 金属矿山地理信息管理系统数据库建设[J]. 金属矿山,2010(2): 70-75.
LIU Xinrui, ZHAO Hongdi, MA Hongbin, et al. Database construction of metal mine graphic information system [J]. Non-ferrous Metal, 2010,(2):70-75.
- [2] 白尚旺. PowerDesigner 软件分析设计技术[M]. 北京:电子工业出版社,2002:2.
BAI Shangwang. PowerDesigner software analysis and design technology [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry,2002:2.
- [3] 苑德春,马忠俊,张远大,等. PowerDesigner 在航空军事运输动态监控系统设计中的应用[J]. 军事交通学院学报,2009(1): 17-21.
YUAN Dechun, MA Zhongjun, ZHANG Yuanda, et al. Research on the application of PowerDesigner in air military transportation dynamic system design[J]. Journal of Academy of Military Transportation, 2009 (1): 17-21.
- [4] 冯永玖,童小华,刘妙龙. 基于 PowerDesigner 的公路工程地理信息平台数据库建模[J]. 工程勘察,2008(7): 44-48.
FENG Yongjiu, TONG Xiaohua, LIU Miaolong. Highway engineering GIS system platform database modeling based on PowerDesigner [J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2008(7):44-48.
- [5] 赵炯,鲁丹军,潘舒眉,等. 地铁隧道变形监测系统数据库设计与开发[J]. 机电一体化,2011(11): 84-88.
ZHAO Jong, LU Danjun, PAN Shumei, et al. Design and development of database for the deformation monitoring system of metro tunnels [J]. Electromechanical Integration,2011(11):84-88.

Database construction of typical mine geological environment monitoring and early Warning information management platform

REN Tao, DING Hong-bi, JIANG Fan

(Center for Hydrogeology and Environmental Geology, Baoding 071051, China)

Abstract: Typical mine geological environment monitoring and early warning information management platform, which combined with the mine information, monitoring instrument information, monitoring data information and a lot of information carrier, is the foundation of the typical mine geological environment monitoring and early warning information work. By using the mature database design tools PowerDesigner, combined with the project itself need, the database design theory and method, this paper analyzes and discusses the typical mine geological environment monitoring and early warning information management platform database design and use.

Key words: typical mine; PowerDesigner; database design