

王 银, 于贵华, 崔 瑾, 等. 石嘴山市活断层数据库建设综述[J]. 华南地震, 2014, 34(3): 45-51. [WANG Yin, YU Guihua, CUI Jin, et al. Summary of Active Fault Database Construction of Shizuishan City [J]. South china journal of seismology, 2014, 34(3): 45-51.]

## 石嘴山市活断层数据库建设综述

王 银<sup>1, 2</sup>, 于贵华<sup>3</sup>, 崔 瑾<sup>2</sup>, 孟广魁<sup>2</sup>, 柴炽章<sup>2</sup>, 杜 鹏<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 宁夏回族自治区地震局, 银川 750001;

3. 中国地震局地质研究所 中国地震局活动构造与火山重点实验室, 北京 100029)

**摘要:** 石嘴山市活断层数据库是石嘴山市活断层一期探测与断层活动性初步鉴定项目中形成的重要成果之一, 该数据库按照活动构造数据库模版建成。数据库包含 6 个专题数据库和一个专业数据库, 记录了活断层探测与活动性鉴定过程中所获得的全部资料和成果, 包括活断层地球物理勘探、地层样品年龄测试、钻孔联合地质剖面探测、槽探、断层活动性鉴定、地震地质调查以及地质填图等方面的内容; 对石嘴山市活断层数据库建库规范、数据库内容及数据库的建库技术路线、数据符号化制图等方面作了简要介绍, 可供城市活断层数据库建设和管理参考借鉴。

**关键词:** 活断层; 石嘴山市; 数据库; ArcGIS

**中图分类号:** P315.242 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 03-0045-07

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2014.03.008

## Summary of Active Fault Database Construction of Shizuishan City

WANG Yin<sup>1, 2</sup>, YU Guihua<sup>2</sup>, CUI Jin<sup>2</sup>, MENG Guangkui<sup>2</sup>,  
CHAI Chizhang<sup>2</sup>, DU Peng<sup>2</sup>

(1. *China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China*; 2. *Earthquake Administration of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan 750001, China*; 3. *Key Laboratory of Active Tectonics and Volcano, Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China*)

**Abstract:** Shizuishan city active fault database is one of the important achievement in projects of Shizuishan active fault detection and fault activity preliminary identification. The database was built according to the template database of active tectonics. The author tracked and improved the template and further updated the database. Database contains six subject database and a professional database, recording the activity of active fault detection and identification process of all the information and results which includes geophysical survey, sample, drilling, trenching, identification of fault activity, seismic and geological mapping, geological survey

**收稿日期:** 2013-12-05

**基金项目:** 地震行业科研专项-活动断层调查与探测系列标准的相关研究(201308001); 地震行业科研专项(201408023)

**作者简介:** 王 银 (1979-), 女, 工程师, 在读硕士研究生, 主要从事活动构造研究。

**E-mail:** 107639589@qq.com.

and other aspects. This paper briefly introduces the building specification, content and technical roadmap of Shizuishan active fault as well as other aspects of cartographic data symbols. It provides reference for urban active fault database construction and management.

**Keywords:** Active Fault; Shizuishan city; Database; ArcGIS

## 0 引言

城市范围内隐伏活断层的突发错动产生大地震和地表位错,形成巨大灾害,并可能使作为当代政治、经济活动中心的城市毁于一旦。因此,开展活断层探测对城市防震减灾具有重大意义,并可对土地的合理开发利用提供科学依据<sup>[2-3]</sup>。

当前,随着科学技术的迅速发展,科技界已进入电脑写作、数字化制图的时代,在许多领域里开展了数据库建设与应用<sup>[4-7]</sup>。就地震界而言,活动断层探测一系列成果中数据库是其重要成果之一。凡通过验收汇交到国家地震活动断层研究中心的数据库都将实现成果共享。为达到此目的,石嘴山市活动断层数据库按照活动构造数据库模版建设,并严格遵循活动断层探测数据汇交与共享管理办法。

石嘴山市位于银川盆地内,银川盆地是一个新生代地堑式断陷盆地,盆地内接受了巨厚松散沉积物,相对于松散沉积物厚度较薄地区,隐伏断层的探测难度大得多。虽然石油勘探单位对石嘴山市辖区的断裂构造分布做了些工作,但是其精度不能满足规划与建设的需求,石嘴山市活断层探测取得的成果为石嘴山市城市规划与建设提供了重要依据。探测过程中形成的大量数据,以文档、图像或纸质的方式表达,信息分散,不利于数据应用、管理和共享;为了有效地利用和管理这些数据,建立了石嘴山市活断层数据库。

本文介绍了石嘴山活断层数据库建库规范、数据库的建库技术路线、数据库中数据符号化制图、建库过程中遇到的问题及解决方法、数据库成果汇交。

## 1 活断层数据库建库规范

为了保证活动断层探测数据库顺利汇交并实现数据共享,数据库建设遵循活动断层探测基础数据库建设的规定,基础地理信息遵循国家相关标准。

### 1.1 基础数据规范

基础数据标准按照国家基础地理信息数据库

《全国 1:50 000 DLG 数据》规范执行,在该规范中,对基础数据的各地形要素的精度要求、现势性要求、数据接边要求、元数据的要求等都作了具体的规定,并对数据组织(要素分层、属性定义、分类代码、数据格式、数据成果与组织形式)作了明确的规定。

### 1.2 数据库建设规范

石嘴山市活断层数据数学基础为 WGS1984 坐标系。数据库的数据结构、数据项以及内容依据活动构造数据库模板要求建立,满足地震活动断层探测研究、断层活动性鉴定等工作的需要,并且符合《活动断层探测数据汇交技术规定》<sup>[8]</sup>。

### 1.3 数据编码规则

在本数据库中要素类和数据库表中每一条记录都有对应的编码(ID)。编码对数据库非常重要,在数据库中,不同要素类之间的关联、要素类和数据库表(单独属性表)之间的关联、不同数据库表之间的关联都通过编码(ID)来实现。此外活断层信息管理系统中,信息的查询、显示也离不开编码。数据库建库过程中,编码的编辑由用户首先定义小于八位的代码,然后借助自动编码工具来完成,编码规则如下:

	1 2 3 4 5 6	7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8
ID:	× × × × × ×	× × ×	× × × × × × × ×
	行政区划编码	专题编号	用户自定义编码

(1) 要素、表编码的规则。行政区划编码为探测区域市级行政区划编码;专题编号由用户根据自己的专题定义;用户自定义编码由用户自己定义,为小于八位的代码,若不足八位则用 # 补齐。按照以上规则本数据库中地球物理测线(GeophySvyLine102)第一条记录的 ID 编码则为:640200102#####1,依次类推。

(2) 档案编码的规则。档案表在数据库中是比较特殊的数据库表,所以在此独立列出。档案主要包括探测中所形成的报告、图像、数据。报告编号、图像编号、原始数据编号、档案字段名以及其对应的内容列于表 1。

表 1 数据库中档案的内容以及对应档案表

Table 1 The contents of archive table and the corresponding archive table in the database				
字段含义	字段命名	对应档案表	对应内容	存储格式
报告编号	****_ARID	E_ArchiveReportTable	报告类文件	pdf 格式
图像编号	****_AID	E_ArchiveImageTable	图像文件	jpg 格式
原始数据编号	****_ARWID	E_ArchiveRawDataTable	原始数据文件	原始数据格式

档案编码的命名规则:

	1 2 3 4 5 6	7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3
编码规则:	× × × × × ×	× × ×	× × × × × × × ×	× × ×
	行政区划编码	专题编号	用户自定义编码	文档简码

2 数据库建库技术路线

2.1 基础地理信息

基础地理信息主要是指用于绘制工作区地震构造图和目标区活动断层分布图的地理底图。按照比例尺的不同分为 1:250 000、1:50 000 两类。1:250 000 和 1:50 000 地形数据由测绘部门制作,采用 1985 国家高程基准,数学基础为 WGS1984 坐标系统。数据内容主要为居民地、交通、水系、地形。

2.2 专题数据库的建立

活断层探测过程中通常设置若干专题。石嘴山市活断层探测共设置了六个专题,各专题的数据库名称和其含义列于表 2。依据《活动断层探测》(DB/T 15-2009)<sup>[9]</sup>规定的活动断层探测工作内容与工作流程规定,活动断层探测数据库建设要与活动断层探测项目同期开展,按照项目探测过程,首先建立专题数据库,专题数据库中的要素集、要素类、数据库表都按照活动构造数据库模版建立,其名称的英文部分保留模版中的命名,名称后三位为专题号,如 B5\_GeophysicalSurvey102 为目标区主要隐伏断层浅层地震探测专题中的要素集,GeophySvyLine102 为浅层地震测线要素类,InternalDataTable102 为数据库中的内部数据表。

数据库建设过程中形成的所有数据以及收集的所有档案数据都分类存储在专设的文件夹下,即 640 200 文件夹,每一个专题对应的数据以及收集的档案数据按照专题分类存储,其存储结构如图 1,石嘴山数据库一共建立了 6 个专题文件夹,每个专题文件夹内部建立子文件夹再进行分类,子文件夹分别为:1-Features Class、2-Attribute Table、3-Archive Table、4-ArchiveFile、5-HugeFile(依据活动断层探测数据汇交与共享管理办法,2012 年)。

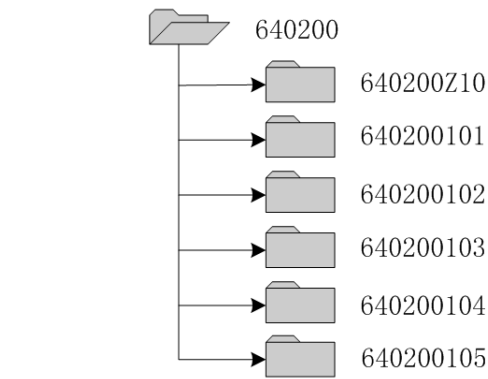


图 1 数据库文件夹  
Fig.1 The database folder

1-Features Class 子文件夹下存储的内容为数据库中要素类对应的表格,如 GeophySvyLine-地球物理测线-线.xls; 2-Attribute Table 子文件夹中存储的内容为数据库中属性表对应的表格,如 B5\_GeophySvyDataTable-地球物理探测数据表-属性表.xls; 3-Archive Table 子文件夹中存储档案表,如 E\_ArchiveRawDataTable-原始档案表-属性表.xls 等; 上述三个子文件夹中的表格从数据库模板中复制得到; 4-ArchiveFile 子文件夹下存储内容为档案数据(图片、文档、图形、原始文件等); 5-HugeFile 子文件夹下存储内容为单个文件数据量大于 300 M 的档案数据,如地震反射数据 \*.sgy 等。

数据库中几何要素的编辑入库通过 ArcMap 软

表 2 专题数据库的列表

Table 2 List of subject database	
专题数据库名称	数据库中文含义
Subject640200101.gdb	工作区地震构造图专题 (1: 250000)
Subject640200102.gdb	目标区主要隐伏断层浅层地震探测专题
Subject640200Z10.gdb	贺兰山东麓断裂带地质填图专题
Subject640200103.gdb	目标区活动断层分布图专题 (1: 50000)
Subject640200104.gdb	目标区主要活动断层综合调查专题
Subject640200105.gdb	隐伏断层带状分布图专题 (1: 10000)

件完成，首先将属性数据填入 EXCEL 表格，然后利用 BatchDataImport 软件来完成属性数据入库，每一个专题文件夹下的子文件夹“4-ArchiveFile”中存储的档案数据也利用 BatchDataImport 软件录入对应的专题数据库。专题数据库建成后使用数据库检测软件进行检测，并同时进行人工检测，以确保数据库中内容与真实情况相符合，根据检测情况修改、补充，建立完善的专题数据库。

2.3 专业数据库的建立

利用已经建立完善的专题数据库，建立专业数据库，依据国家地震活动断层研究中心研制的活动断层专业数据库模板。石嘴山市活断层探测的所包括的各类专业要素集名称及中文含义详见表 3。专业数据库的建立方法有两种：

2.3.1 在ArcCatalog 软件下实现

表 3 数据库专业要素集列表  
Table 3 List of professional featureset of database

专业数据库名	要素集名称	要素集中文含义
640200.gdb	A1_InvestigationRegion	工作区要素集
	A2_Geography5	1: 5 万基础地理要素集
	A2_Geography25	1: 25 万基础地理要素集
	A3_RemoteSensing	遥感影像要素集
	A4_GeophysicalField	地球物理场要素集
	A5_WorkMapPre	地质背景要素集
	A6_Seismic	地震资料目录要素集
	B1_GeologicalSurveyMapping	地质调查野外要素集
	B3_Drill	钻探要素集
	B4_Sample	采样要素集
	B5_GeophysicalSurvey	地球物理探测要素集
	C1_Geology1	1: 1 万地质构造要素集
	C1_Geology5	1: 5 万地质构造要素集
	C1_Geology25	1: 25 万地质构造要素集
	C2_Cartography	制图辅助要素集
	C2_CartographySub	柱状图与剖面图要素集

在 ArcCatalog 软件下将同类专业的要素类 \ 数据库表中的内容加载(load)到专业数据库中即可得到专业数据库，如专题数据库 Subject640200102.gdb 下的要素类 “GeophySvyLine102” 应该加载到专业数据库 640200.gdb 下的 GeophySvyLine 要素类中，六个专题数据库中的档案表内容都要加载到对应的档案表中，如 E\_ArchiveReportTable101、E\_ArchiveReportTable102、E\_ArchiveReportTable103、E\_ArchiveReportTable104、E\_ArchiveReportTable105、E\_ArchiveReportTableZ10 这六个档案表中的内容必需加载到专业数据库 640200.gdb 下的 E\_ArchiveReportTable 报告档案表中；六个专题数据库中的内部数据表中的内容都需要加载到专业数据库 640200.gdb 下的 “InternalDataTable” 内部数据表中。上文中六个专题数据库中的所有内容都加载到专业数据库 640200.gdb 中，即完成了专业数据库的建立。

2.3.2 利用数据迁移软件实现

数据迁移软件由活动断层探测数据汇交与共享

管理中心提供，此软件能够完成旧版本数据库中的数据自动导入新版本的数据库中。本文中笔者利用此软件，将专题数据库中数据批量加载到专业数据库中，具体操作如下：

首先将前文建立的专题数据库单独备份一份，然后去掉专题数据库中所有要素集、要素类、数据库表后面的专题编号；再打开数据迁移平台软件，点击加载旧数据库按钮打开专题数据库(图 2)，点击选择新数据库按钮打开专业数据库(图 2)，在选项设置中选中“迁移 InternalDataTable 数据”项，然后点击执行迁移，即可以将专题数据库中的数据迁移到专业数据库中。对每一个专题数据库按照上述的方法操作，最终完成专业数据库的建立。

2.4 数据库版本更新

一个完美得可以预见未来任何变化或灵活得可以容纳任何扩展的数据库是不存在的<sup>[7]</sup>，因此基于“中国地震活动断层探测技术系统”项目创建的数据库模版，随着“中国地震重点监视防御区活动

断层地震危险性评价”、“中国地震活断层探索”等项目的开展将会不断完善。建库人员应随时注意跟踪更新的数据库模版,在石嘴山活断层数据库建设的过程中按照数据库模版的最新版本对数

据库作了更新,其更新方法是利用数据库数据迁移软件完成(图 2),将旧版本数据库中的数据批量加载到新版本的数据库中,即可完成数据库版本更新。



图 2 数据迁移示意图

Fig.2 Schematic diagram of data migration

3 数据库中数据符号化制图

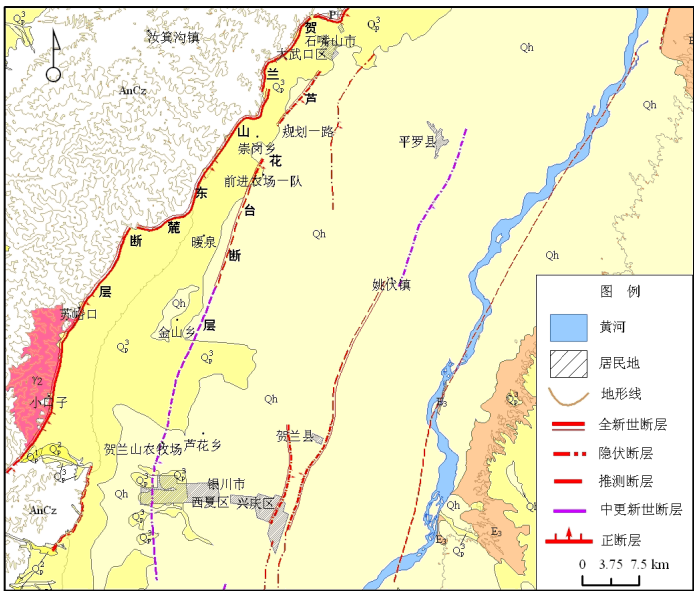
数据符号化制图是将数据库成果呈现给用户的一个重要环节,是直观展示活动断层探测项目数据库成果的手段<sup>[9]</sup>,为用户从数据库中获取信息提供方便。本数据库中数据符号化使用的制图模版由活动断层探测数据汇交与共享管理中心提供,数据符号化制图的主要操作是<sup>[9]</sup>:

- (1) 修改制图模板数据源,连接专业数据库。
- (2) 设定制图范围。一种方法是利用 ArcMap

限定地图显示范围(data flame→clip toshape),另一种方法是调节数据视图窗口(data flame)的大小。

(3) 检查各要素的图层属性并进行初步的地图整饰。连接数据库后,主要工作在于检查各要素图层的属性和做地图整饰。

按照上述三个步骤对石嘴山市活断层数据库数据进行符号化制图,编制完成了十一个专题图。本项目中所有专题图的制图文档存储在 640200 文件夹下,如图 3 为石嘴山市活断层探测中 1: 25 万工作区地震构造略图。



Qh : 全新统; Qp3: 晚更新统; Qp2: 中更新统; AnCz: 前新生界

图 3 1: 25 万工作区地震构造略图

Fig.3 The seismotectonic sketch of 1: 250 000 workspace

## 4 建库过程中遇到的问题及解决方法

### 4.1 数据格式转换

《活动断层探测数据汇交技术规定》及国家地震活动断层研究中心提供的数据库模板均为 ArcGIS 格式,建库过程中收集到的一些原始数据属于 MapInfo 格式的数据,这些数据无法直接录入 ArcGIS 格式的数据库中,需要将 MapInfo 格式的数据转换为 shape 格式的数据才可以录入数据库中。数据转换时需要注意,一定要将需要转换的原始数据放在一个为全英文目录的文件夹下(图 4),否则,无法成功转换数据格式<sup>[10]</sup>。

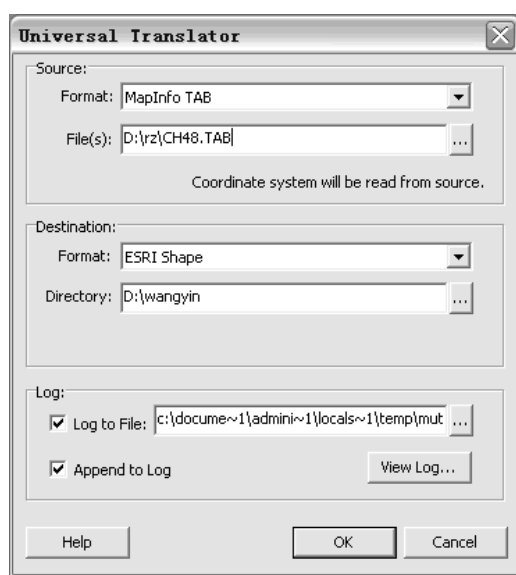


图 4 MapInfo 数据转换成 ArcGIS 数据格式

Fig.4 Conversion of MapInfo data format into ArcGIS data format

### 4.2 坐标系转换

数据库标准模板要求的坐标系统是 WGS84 坐标系,而实际上很多数据都是西安 80 或北京 54 坐标系,这就需要进行坐标系统之间的转换。坐标之间的转化不能直接在 ArcGIS 软件下完成,因为不同坐标系之间的转换需要转换参数。这些参数在测绘部门属于涉密数据,因此坐标转换由测绘部门完成。

### 4.3 1:10 000 基础地理数据

城市活断层探测成果中需要绘制 1:10 000 活断层带状分布图,该图绘制需要 1:10 000 基础地理数据,但是石嘴山地区是经济欠发达地区,没有现实性较好的 1:10 000 基础地理数据。为了解决这一难题,本项目使用 0.61 米分辨率的快鸟

影像来替代基础地理数据中的地物,地名数据利用 1:50 000 基础地理数据中的地名,并将城市中的地名按照城区图更新。

## 5 数据库成果汇交

建库人员完成数据库建设后,将数据库送往活动断层探测数据汇交与共享管理中心进行数据质量检测,若检测出不合格的内容,需对存在的问题进行修改,直到可以按照要求汇交为止。依照活动断层探测数据汇交与共享管理办法,在一个项目完成时,为保障数据文档的完整性,在提交 ArcGIS 格式的数据库同时,还需要提交建设 ArcGIS 格式数据库时使用的 Excel 格式数据以及所有原始材料,以石嘴山市活断层数据库为例,主要内容如图 5 所示,包括一个城市活动断层探测文件夹(640200),文件夹中包含图 5 中列出的 6 个专题文件夹和一个专业数据库(640200.gdb),还包含前文中建立的十一个专题图制图文档。每个专题文件夹中必须包含对应的 ArcGIS 格式的专题数据库,并包含五个子文件夹(1-Features Class、2-Attribute Table、3-Archive Table、4-ArchiveFile、5-HugeFile)及其内容。

提交成果注意事项如下:

(1) 专题数据库和专业数据库必须是按照新数据库模版更新后的数据库。

(2) 由于数据库在建设过程中经过多次反复修改,为了保证提交成果为最终成果,需确保子文件夹 1-Features Class、2-Attribute Table、3-Archive Table 下的表格内容和数据库中的内容一致。

(3) 数据库中的档案记录与 4-ArchiveFile 和 5-HugeFile 文件夹中的档案内容保持一致。

(4) 专题图制图文档中的所有数据均来源于 640200.gdb 专业数据库,不能使用专业数据库以外的数据,以免影响数据共享。

## 6 结语

依据活动构造数据库模板建成了石嘴山市活断层数据库,并跟踪了模版的改进对数据库作了更新。数据库包含 6 个专题数据库和一个专业数据库,记录了活断层探测与活动性鉴定过程中所获得的全部资料和成果,包括活断层地球物理勘探、地层样品年龄测试、钻孔联合地质剖面探测、槽探、断层活动性鉴定、地震地质调查以及地质填图等方面的内容,是一个能够反映活断层几何学、运动学及动力学特征,记载活断层定位、定年和

活动性等方面各类原始探测记录及综合分析结果信息的数据库,该数据库不仅可供石嘴山市城市建设参考使用、还可供重大工程选址、城市防震减灾等相关领域使用。

本文介绍的石嘴山活断层数据库建库遵循的建库规范、技术路线、数据符号化制图以及建库过程中遇到的问题的解决方法等内容,可供城市活断层数据库建设和管理参考借鉴。

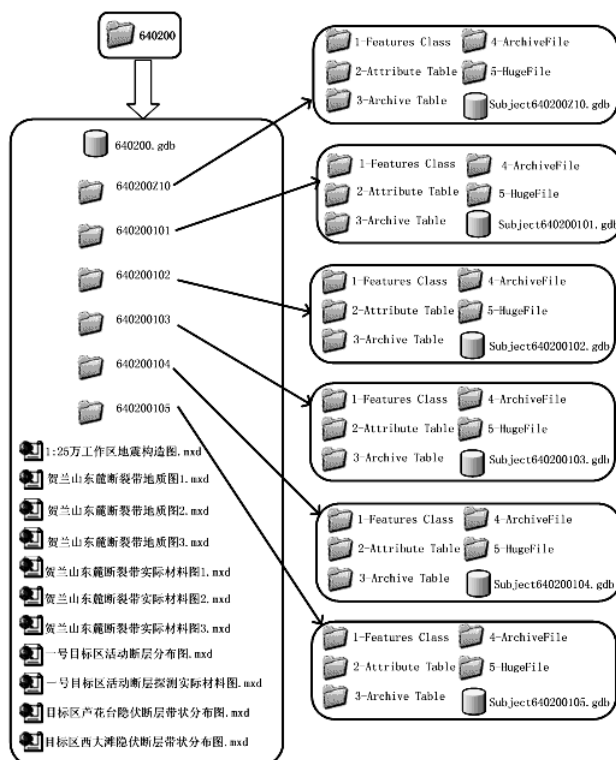


图5 石嘴山市活断层数据库提交成果

Fig.5 Submit results of active fault database of Shizuishan city

**致谢:** 石嘴山市活断层数据库建设过程中,在成果批量入库、数据迁移等方面得到北京师范大学杜克平老师的悉心指导与帮助,在成果制图过程中与中国地震局地质研究所吴熙彦进行过有益的沟通,在此一并表示感谢。

### 参考文献:

- [1] 于贵华, 杜克平, 徐锡伟, 等. 活动构造数据库建设相关问题的研究[J]. 地震地质, 2012, 34 (4): 713-725.
- [2] 邓起东. 城市活断层探测和地震危险性评价问题[J]. 地震地质, 2002, 24 (4): 601-605.
- [3] 袁道阳, 王兰民同, 何文贵, 等. 兰州市地震活断层探测新进展[J]. 地震地质, 2008, 30 (1): 236-249.
- [4] 于贵华, 徐锡伟, 孙怡, 等. 城市活断层探测信息系统的设计与实现: 以福州市活断层信息管理系统为例[J]. 地震地质, 2006, 28 (4): 656-662.
- [5] 柔洁, 刘云华, 傅长海. 乌鲁木齐市活断层数据库在城市建设中的作用[J]. 内陆地震, 2008, 22 (3): 193-202.
- [6] 刘娜, 张建国, 毛燕, 等. 活断层数据库在昆明市防震减灾工作中的应用研究[J]. 地震研究, 2009, 32 (B12): 503-506.
- [7] 戴勤奋, 蓝先洪, 魏合龙, 等. 海洋区域地质图数据库建设标准编制技术方案[J]. 海洋地质前沿, 2012, 28 (9): 61-65.
- [8] 中国地震局. DB/T 15-2009 活动断层探测[S]. 北京: 地震出版社, 2009.
- [9] 吴熙彦, 徐锡伟, 安艳芬, 等. 城市活动断层探测成果图件集的编制规范研究[J]. 地震地质, 2011, 33 (4): 978-989.
- [10] 李西, 张建国, 谢英情, 等. 昆明城市活断层信息管理系统及数据库建设综述[J]. 地震研究, 2008, 31 (增刊): 612-618.