

活断层数据库在昆明市防震减灾工作中的应用研究^{*}

刘 娜¹, 张建国¹, 毛 燕¹, 楚 亮², 郭若谨¹

(1. 云南省地震局, 昆明 650224; 2. 徐州市国土资源局, 江苏 徐州 221006)

摘要: 简要介绍了活断层数据库的数据成果, 并对活断层数据库的成果在昆明市城市规划及生命线工程等重要设施的避让距离确定等防震减灾工作中的应用进行了初步探讨。

关键词: 活断层数据库; 昆明市; 防震减灾

中图分类号: P315.69

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2009)增刊-0503-05

0 前言

云南省是一个地震活断层分布广泛的省份, 地震活动频度高、强度大、地震灾害严重。昆明市坐落在昆明盆地之中, 地质构造复杂, 是我国为数不多的高烈度省会城市之一(姜朝松等, 2003)。随着云南省社会经济的高速发展, 城市建设速度加快, 人口高度集中, 地震对城市造成的破坏及损失呈显著上升趋势, 人员伤亡急剧增加。大量震例表明, 造成城市地震灾害的直接原因是城市下面的断层活动。同时, 城市邻近地区活断层发生的地震也可能诱发城区断层的活动, 加重断层线上建筑物的破坏和地面灾害(时振梁等, 2002)。因此, 为了更好的抵御城市地震灾害, 保障城市安全, 2004 年昆明市首批被列为全国 20 个“大城市活断层探测与地震危险性评价”城市, 其主要目的是要加强探明城市地下活动断层的分布及其危害性评估工作。

云南省政府、昆明市政府非常重视防震减灾工作。2009 年, 实施 10 项重大措施进一步建立健全我省地震灾害应急管理体系, 全面提高应对地震灾害的组织指挥能力和综合处置能力, 最大限度减少地震灾害造成的损失, 有效保护人民群众生命财产安全。昆明活断层数据库是地震活动断层探测研究和应用需要的信息管理系统, 用于昆明市活动断层探测、地震危险性与危害性评价成果存储、显示和管理, 为各级政府部门及社会提供咨询服务(中国地震局, 2005)。另外, 如何使

活断层数据库成果更好的服务于昆明市防震减灾工作, 提高城市应对地震灾害的能力, 也是活断层数据库应用研究中的一个重要课题。

1 昆明市活断层研究内容及数据库成果简介

“昆明市活断层探测与地震危险性评价”项目主要包含以下 3 个层次的问题(汪一鹏, 2004): (1) 活动断层的空间精确定位与定年; (2) 活动断层的地震危险性评价; (3) 活动断层的地震危害性评价, 危害性即预测在地震发生的情况下对城市地面的破坏程度。昆明市活断层通过各探测手段实现的目标主要包括: ①昆明市城区主要活断层的位置和活动性鉴别; ②探测昆明市深部孕震构造, 对影响城市地震危险性的活断层进行评价; ③对市区主要活动断层的地震危险性进行评价; ④详细探测城区及规划区地震活动断层的位置; ⑤针对探测成果提出减轻和避让地震活断层危害的防灾对策, 建立昆明市活断层数据库和信息管理系统。

活断层数据库是地震活动断层探测研究和应用所需的信息管理系统, 是活断层信息化建设的核心。活断层数据库的成果(图 1)主要包括基础地理信息数据库、地震地质、地球物理和地球化学等专题数据库、危险性及其危害性评价成果库。基础地理信息数据库主要由 1: 250 000 地形图、1: 50 000 地形图、1: 10 000 地形图、数字高程模型、ETM 遥感数据和航空影像数据等构成,

^{*} 收稿日期: 2009-10-28.

基金项目: 国家“十五”重点科学工程《昆明市地震活断层探测与地震危险性评价》项目(25-4)资助。

提供活断层探测中必要的空间信息；地震地质数据库包括地形、地层、钻孔、断层、年代、历史地震等几部分内容；地球物理数据库包括浅层地震探测、深地震探测、多道直流电法探测和地球化学探测数据内容等；危险性评价成果库包括昆明地震危险性评价（地表为主）、区域地震危险性评价数值模拟试验性研究、目标断裂的地震危险性评价以及相关的图形、图像和说明文件；危害性评价成果库包括目标断裂的断层模型、隐伏断层同震地表位移、隐伏断层同震变形场、区域前人人工地震探测、前人深地震探测和深地震剖面的三维显示以及强地面运动预测试验性结果等图形、图像和说明文件。

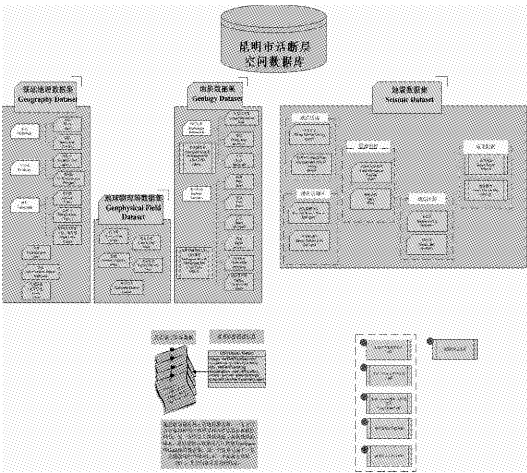


图1 昆明市活断层空间数据库结构图
Fig. 1 Structure diagram about spatial database of active faults in Kunming

综上所述，昆明活断层数据库中存储了多种不同探测手段的数据成果，在数据库建设过程中采取了统一的建库标准和数据规范，采用 ArcGIS 的 GeoDataBase 实现了多源活断层探测数据的有效组织和管理，可以科学有效地管理遥感数据处理、各种地球物理勘探、地震地质调查、钻孔探测、探槽开挖等方法获得活断层探测数据和信息，可供国土规划、重大工程选址、城市建设和防灾对策等使用。

2 昆明市活断层数据库在城市防震减灾工作中的应用

我国历史上有不少大中城市遭遇过强烈地震

的袭击，如北京、天津、唐山、乌鲁木齐、台北、福州、银川等。我国有近三分之二的超过百万人口的城市（包括 22 个省会城市）位于地震基本烈度 VII 度或 VII 度以上的高烈度区（表 1）。

表 1 我国重点城市的地震烈度表（时振梁等，2001）

地震烈度	重点城市
≥ IX	银川、天水、唐山、兰州、西安、西昌、海口、东川、丽江、临汾、临沂、台北、喀什、康定、大理、库车
VIII	北京、昆明、厦门、汕头、大同、包头、白银、安阳、天津、泉州、邯郸
VII	郑州、西宁、乌鲁木齐、太原、沈阳、徐州、石咀山、石河子、青岛、常州、长治、宝鸡、阳江、保山、扬州、漳州、三门峡
VI	石家庄、上海、拉萨、济南、合肥、杭州、贵阳、广州、福州、自贡、珠海、无锡、秦皇岛、马鞍山、洛阳、开封、嘉兴、渡口、东营、大连、蚌埠、丹东、绵阳
≤ V	重庆、呼和浩特、成都、长春、宜昌、湘潭、十堰、宁波、吉林、黄石、桂林、武汉、南宁

根据我国建筑抗震设防类别及烈度规定，活断层的安全距离为 200 ~ 500 m。大量的震例表明，城市区域活断层，尤其是发震断层及场地环境是导致地震灾害的根源。地震灾害具有沿发震断层呈狭窄的带状分布特征，7 级以上地震往往造成地表数米的错动，目前的抗震防护措施还难以抵抗地表错动对地面设施的直接毁坏（徐锡伟等，1996）。活断层地震错动带或地震地表破裂带上的建筑物和生命线工程是无法通过抗震设计的手段来减灾的，“避让”活断层错动带是减灾的首选对策；而错动带以外在采用较高抗震设计标准前提下，可大大降低地震动破坏的影响。因此，探明活断层的准确位置，使重大工程、生命线工程、住宅区等重要建筑设施避开具有发震能力的活断层，可有效地减轻地震灾害损失。

2.1 活断层数据库中成果评价库在城市规划中的应用

城市规划是以地理空间数据作为其设计与管理的基础，城市规划信息系统中动态地存储和管理城市空间信息及各种规划专题信息，为城市规划提供综合性的信息服务，并在此基础上，建立城市规划的空间分析模型，提供决策支持，实现城市规划管理的科学化与智能化。因此，城市规划更重视定量分析，强调有据可依，“昆明市活断

层探测与地震危险性评价”项目在设计 and 实施过程中，根据不同探测手段、工作要求及设计内容共分了 17 个专题项目，以满足城市地震危险性评价与地震危害性评价的需要。活断层数据库的建设采用 ComGIS 控件技术，能够与信息系统和办公自动化有机结合，提供数据共享的接口，满足与城市规划信息系统之间的数据交换与评价成果共享。

如图 2 所示，城市地震危险性与地震危害性评价成果与城市规划信息系统专家知识库相结合，能够完成针对城市防灾减灾领域的决策分析和评价功能：①场地抗震安全性评价，区域土地利用工程综合防灾效益分析；②在某一灾害输入的条件下，进行城市易损性分析、综合功能失效判别和辅助决策预案的快速制定；③评估给定分析区域的抗震防灾能力；④城市新建区域的抗震防灾辅助决策分析。例如，在城市总体规划指导下，根据规划控制数据库中的数据和相关知识库中的知识进行定性推理，得出各地块的用地面积、土地使用性质、建筑容积率、总建筑面积、道路红线、建筑红线、建筑间距、交通组织、市政设施系统的控制性设想等基本的城市规划方案。同时，在完成城市基本规划方案的同时，利用活断层数据库中对区域的地震危险性评价数值模拟结果、断层模型、隐伏断层同震地表位移、隐伏断层同震变形场、区域前人人工地震探测、前人深地震探测和深地震剖面的三维显示以及强地面运动预

测试验性等成果，确定该区域未来可能发生的地震规模、是否存在需要避让的隐伏活动断裂、区域能否设置重要的生命线工程及重要设施、是否需要提高该区域建筑物的抗震设防标准、是否需要采取减轻震害损失的各种技术手段等，为城市规划管理信息系统提供有益的补充，以降低未来可能发生的地震对该地区人民生命财产安全带来的灾害损失。

2.2 昆明城市规划中安全避让距离的确定

一般而言，真正对建筑物影响较大的是与发震断裂直接相关的直通地表的较窄的地裂，其外围与发震断裂间接相关的各种应力造成的地裂一般对正规建筑影响不大，次生或分支断裂可以通过采取一定的工程措施来避免结构产生破坏。当建筑场地范围内分布有发震断裂时，应对断裂的工程影响进行评价，符合下列规定之一者，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响：①抗震设防烈度小于Ⅷ度；②非全新世活动断裂；③抗震设防烈度为Ⅷ度和Ⅸ度时，前第四纪基岩隐伏断裂的土层覆盖厚度分别大于 60 m 和 90 m。当不能满足上述条件时，应避开主断裂带，其避让距离不宜小于表 2 中的规定。按昆明 2020 年主城区建设发展规划的范围，在 $(30 \times 37) \text{ km}^2$ 的范围内至少存在 10 条第四纪主要的活动断裂（姜朝松等，2003）。通过详细勘探研究，昆明市活断层探测项目对其中的 4 条地震活断层进行详细勘探和鉴定，取得了较好的效果。

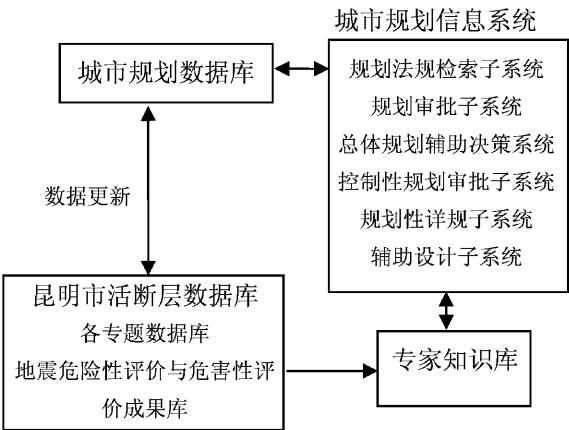


图 2 昆明活断层数据库成果评价库与城市规划信息系统的关系

Fig. 2 The relationship between active faults' results-evaluation database and urban planning information system

表 2 发震断裂的最小避让距离				
Tab. 2 Minimum avoidance distance of seismogenic faults				
烈度	抗震设防类别			
	甲	乙	丙	丁
Ⅷ	需要专门研究	300 m	200 m	-
Ⅸ	需要专门研究	500 m	300 m	-

表 3 所列数据是对昆明市内 4 条断层（部分）进行断层地表强变形带的预测研究结果，其研究目的是给出该断层未来在一定范围内可能遭遇到的最大变形量，从而为城市规划跨断层设防提供一个可以参考的依据。昆明市处于抗震设防烈度Ⅷ度区，第四纪活动断裂横贯市区，其中多条断裂直接涉及昆明城市发展规划中的高新技术区、经济开发区和已有重要建筑密集区，如果按以上建筑抗震设计规范给出的最小避让距离，市区避

表 3 昆明市部分活动断裂基本特征及地表变形结果分析

Tab. 3 Basic characteristics of active faults and surface deformation analysis results in Kunming urban district

序号	断层名称	长度/km	产状			性质	预测地表变形结果		
			走向	倾向	倾角/(°)		长度/km	宽度/m	分布面积/km ²
1	普渡河—西山(北)	37	NNE	SEE	50~80	正走滑	18	42	0.7
2	普吉—韩家村	15	SN	—	—	正走滑	5	24	0.12
3	黑龙潭—官渡	30	NNE	NWW	60~70	正走滑	6	31	0.186
4	白邑—横冲	25	NNE	SEE	60~75	正走滑	27	38	1.03

让占用的土地面积按丙类计算为 85.8 km²，乙类计算则达 137.2 km²，这给昆明市紧张的建筑用地带来极大的压力。因此，利用昆明市活断层数据库中的数据，进行相关预测研究，得到昆明市区主要活动断层地表破裂带与强烈变形带为12.5 km²，与规范相比，累积避让面积减小，可作为一般建筑设计时的参考，以提高城市土地的利用率。

3 结语

总之，城市的隐伏活断层对城市存在巨大破坏的威胁，目前，世界上许多国家纷纷加大投资力度，对其进行多途径、多学科的探测与研究，以期能最大限度减少地震灾害造成的损失，有效保护人民群众生命财产安全。随着昆明市社会经济的快速发展，昆明城市化建设速度也在不断加快，原有的城市面积不断扩大，新的城市中心不断的涌现。城市建设与发展离不开合理的规划，合理的规划离不开对城市地震地质环境细致全面的了解。通过探明现在和未来城市地下潜在的隐伏活断层，建立昆明活断层数据库，在城市新建

和扩建的总体规划中避开这些潜在的危險源，更合理、更安全地使用每一寸土地，使活断层数据库成果更好的服务于昆明市防震减灾工作，提高城市应对地震灾害的能力，为城市规划发展提供参考数据，为各级政府部门及社会提供咨询服务。

参考文献：

曹雷. 2006. 基于 Geodatabase 数据模型的黑河地区地貌数据组织方法研究[D]. 长春:东北师范大学.

姜朝松,周瑞琦,胡耀雄. 2003. 昆明盆地的地质构造特征[J]. 地震研究,26(1):67-74.

时振梁,曹学锋,闫秀杰. 2002. 中国城市地震研究概述[J]. 中国地震,18(4):365-370.

时振梁,阎秀杰. 2001. 我国城市的地震问题[J]. 国际地震动态,(12):1-5.

汪一鹏. 2004. 关于“城市活断层探测与地震危险性评价工作大纲(试行)”的几点认识[J]. 地震地质,26(4):559-565.

徐锡伟,于贵华,马文涛. 2002. 活断层地震地表破裂“避让带”宽度确定的依据与方法[J]. 地震地质,24(4):470-481.

中国地震局. 2005. 中国地震活动断层探测技术系统技术规程[S]. 北京:地震出版社.

GB50011—2001,建筑抗震设计规范[S].

GB17742-1999,中国地震烈度表[S].

Application of Information Database of Active Faults in Kunming’s Earthquake Preparedness and Disaster Reduction Work

LIU NA¹, ZHANG Jian-guo¹, MAO YAN¹, CHU LIANG², GUO Ruo-jin¹
(1. Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)
(2. Xuzhou Municipal Land and Resources Bureau, Xuzhou 221006, Jiangsu, China)

Abstract

This paper briefly introduces the data types of database on active faults, and gives a preliminary study on achievements of this database. for example, in Kunming’s city planning, in determination of earthquake influence fields, and in confirming the distance of some important facilities such as lifeline.

Key words: information database of active faults, Kunming, precaution against earthquake and disaster reduction work, application