

# The Active Fault Investigation of Kunming Basin

Xiaofang Yu<sup>1</sup>, Manping Xie<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>College of Tourism & Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>Key Laboratory of Plateau Lake Ecology & Global Change, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

<sup>3</sup>Yunnan Provincial Key Laboratory of Geographical Process & Environmental Change on the Plateau, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Email: [yncnyuxiaofang@163.com](mailto:yncnyuxiaofang@163.com), [formelody@126.com](mailto:formelody@126.com)

Received: Jul. 20<sup>th</sup>, 2015; accepted: Aug. 6<sup>th</sup>, 2015; published: Aug. 11<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Active fault research is an important aspect of regional crustal stability studies. It is a great significance for site stability of urban construction, prevention of urban earthquake disaster and seismic intensity fortification of city building. By collecting historical documents and previous research achievements, combining with the field geological survey and linear structure characteristics of satellite image, we make a survey of the main active faults (such as Puduhe-Xishan, Heilongtan-Guandu fault, Baiyi-Hengchong fault, Dachunhe-Yiduoyun fault, Fumin-Chenggong fault) in Kunming basin, and analyze the influence of active fault on city planning and construction.

## Keywords

Active Fault, Kunming Basin, Urban Construction, Site Stability

---

# 昆明盆地活断层风险评价

于小芳<sup>1</sup>, 谢曼平<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明

<sup>2</sup>云南师范大学高原湖泊生态与全球变化重点实验室, 云南 昆明

<sup>3</sup>云南师范大学高原地理过程与环境云南省重点实验室, 云南 昆明

Email: [yncnyuxiaofang@163.com](mailto:yncnyuxiaofang@163.com), [formelody@126.com](mailto:formelody@126.com)

文章引用: 于小芳, 谢曼平. 昆明盆地活断层风险评价[J]. 地球科学前沿, 2015, 5(4): 271-282.

<http://dx.doi.org/10.12677/ag.2015.54027>

收稿日期: 2015年7月20日; 录用日期: 2015年8月6日; 发布日期: 2015年8月11日

## 摘要

活断层研究是区域地壳稳定性研究的重要方面, 对于城市建设场地稳定性、城市地震防灾减灾、城市建筑物地震烈度设防等方面具有重要意义。本文通过对历史文献和前人研究成果的收集、整理, 结合野外地质调查结果和航、卫影像的线性结构特征, 对昆明盆地普渡河-西山断裂、黑龙潭-官渡断裂、白邑-横冲断裂、大春河-一朵云断裂、富民-呈贡断裂五条活断层活动性进行调查, 并分析活断层对昆明市城市规划建设的影响。

## 关键词

活断层, 昆明盆地, 城市建设, 场地稳定性

## 1. 引言

活断层一般是指现今正在活动的断层, 或近期曾活动过、不久将来可能重新活动过的断层[1]。活断层研究是区域地壳稳定性研究的重要方面, 特别是城市活断层研究对于城市建设场地稳定性、城市地震防灾减灾、城市建筑物地震烈度设防等方面具有十分重要的意义。随着社会经济的发展, 由城市地下活断层引起的城市直下型地震对城市可持续发展造成了严重的影响, 城市建设发展必须密切关注这些地下活断层的活动[2]-[4]。昆明盆地地质构造复杂、地震多发, 对断层活动性进行调查研究, 查明活断层的性质、走向、长度、活动性等, 这对于指导昆明市进一步的发展建设具有现实性意义。

## 2. 研究区概况

### 2.1. 自然地理及区域地质概况

研究区地处为滇中高原南北条带状昆明断陷湖积盆地内, 受大断裂的控制, 整体地势由东北向西南微倾斜, 地形呈波状起伏, 海拔 1912~1959 m, 地形自然坡降 0.5%~1%。盆地内北部、东部发育宽广的冲湖积平原, 微向滇池倾斜, 南部、东南部形成湖积台地。

根据《1:5 万地质图及说明书》(昆明幅)——云南省地质矿产局(1990 年)和《1:5 万地质构造图》(昆明市幅)——云南省地质矿产局(1987 年), 以及中国有色金属工业昆明勘察设计研究院的场地岩土工程勘察报告资料, 昆明盆地及其邻区内地层出露有元古界、古生界、中生界及新生界, 新生界第三系和第四系在区域内分布广泛, 主要成因类型有湖沼相、冰水相、河流相、洪积相、残坡积相等。

大地构造上, 昆明盆地位于准扬子地台以及构造单元内, 横跨川滇台背斜与滇东台褶皱带两个二级构造单元, 且大部分位于滇东台褶皱带二级构造单元内的昆明台褶皱束三级构造单元内。普渡河-西山断裂控制区域西缘, 东缘大致为小江断裂控制, 北东向大新册-一朵云断裂展布于盆地东南缘。

### 2.2. 城市规划建设概况

昆明市城市总体规划确定昆明主城规划区总面积 500 平方公里(含滇池水面 45 平方公里), 划分为北城、东城、西城和南城四个片区, 北城为昆明主城区, 东城即呈贡新区, 南城是晋城-新街新城, 西城则为昆阳-海口新城。昆明盆地活断层密布, 对于昆明城市规划建设产生了极大的影响, 昆明市诸多重要建筑的选址布局, 都必须考虑到活断层引发地震对场地稳定性的影响。

城市轨道交通是城市公共交通的重要组成部分, 昆明地铁规划总长 372.2 千米, 建成后将连接整个昆明市区, 目前 1 号线、2 号线和 6 号线已通车使用, 3 号线在建。由于地铁建设对地质环境的要求比较高, 昆明盆地活断层成为昆明地铁建设的一大难题。

### 3. 研究区活断层研究

#### 3.1. 目标活断层确定

活动断层鉴定的主要依据有: 野外断层活动性调查结果, 以经验性判断为主; 断裂构造岩或断裂破碎带的物质结构的胶结程度; 断裂断错的最新地层的时代; 第四纪地质与地形地貌; 航、卫影像的线性结构特征; 断裂所处的活动构造环境与地震活动性状等[1]。

本文采用野外调查、前历史文献查阅、航卫图像叠加分析等方法, 参考云南省地震局昆明盆地活断层探测结果和中国有色金属工业昆明勘察设计院小新册区调报告, 结合中国地震局全国活断层的最新研究成果, 调查发现昆明盆地主要受到西山断裂束和盘龙江断裂束控制(见图 1)。本文选择西山断裂束的主断层普渡河 - 西山断裂(F1)、盘龙江断裂束的主断层黑龙潭 - 官渡断裂(F2)以及对昆明市呈贡新区建设影响最大的白邑 - 横冲断裂(F3)、大春河 - 一朵云断裂(F4)、富民 - 呈贡断裂(F5)这五条活断层进行调查研究。

#### 3.2. 活断层调查

##### 3.2.1. 普渡河 - 西山断裂(F1)

普渡河 - 西山断裂展布于“康滇菱形活动地块”东缘, 是昆明盆地西缘最重要的控制性断裂。该断裂带北起麻塘断裂, 向南切穿金沙江顺普渡河经三江口、铁索桥至沙坪后偏离普渡河继续南延经款庄、散旦、沙朗、滇池西、刺桐关、玉溪西, 止于峨山小街附近, 全长约 250 千米, 是研究区内最大的一条活动断裂带。

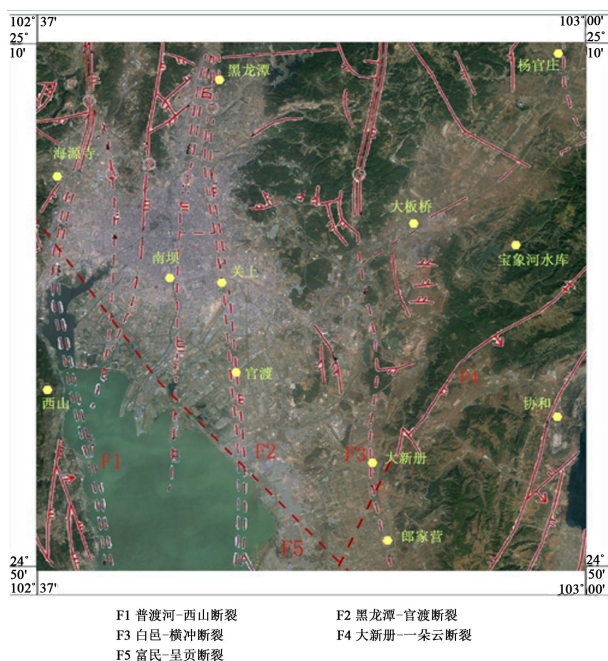


Figure 1. The active fault distribution in Kunming basin

图 1. 昆明盆地活断层展布图

普渡河 - 西山断裂总体走向近南北, 倾向南东, 倾角  $45^{\circ}\sim 80^{\circ}$ , 由一系列大致平行或呈雁行状排列的南北向和北北东向断裂以及派生的次级断裂所组成。该断裂带断面呈疏缓波状, 断裂面垂向上呈阶梯状, 破碎带宽达数百米, 断裂深度达 25 km 以上, 一条经多期压、张转化的构造。该断裂自新生代以来, 水平运动表现为左旋扭动, 垂直运动表现为西盘上升, 东盘下降, 平均水平运动速度为  $0.9\sim 2.0$  mm/a, 垂直位错速率为  $0.35\sim 0.47111$  mm/a [5] [6]。

### 3.2.2. 黑龙潭 - 官渡断裂(F2)

黑龙潭 - 官渡断裂为近南北走向的正断层, 断裂带北起闸坝水库, 向南经官渡延伸进入滇池, 长度 98 km, 倾向北西, 倾角  $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ , 在石关山以南分两支延伸。东支为主干断裂, 沿黑龙潭、关上南延官渡后进入滇池; 西支经茨坝南延至南坝后进入黑龙潭 - 官渡断裂(F2)滇池。该断裂在盆地中掩覆于地下, 在黑龙潭以北出露地表。

断层沿线发育断层崖、断层谷, 构造破碎带宽约 30 余米, 以断层角砾岩为主, 断裂两盘基岩均为寒武系陡坡寺组( $\epsilon 2d$ )碎屑岩基底, 基岩埋深约 200 m, 为基底断裂, 属盘龙江断裂束的主断裂, 晚近期有过活动。

### 3.2.3. 白邑 - 横冲断裂(F3)

白邑 - 横冲断裂北起白邑, 经前卫屯、果林水库, 向南延至呈贡, 呈近南北向发育, 区域发育长度大于 73 km, 断裂倾向南东, 倾角  $65^{\circ}\sim 85^{\circ}$ , 为压扭性正断层, 东、西两盘主要分布古生界(Pz)寒武系至二叠系( $\epsilon P$ )地层; 断层破碎带宽 16~50 m, 并有断层泥、角砾岩、碎裂岩分布。该断裂属基底断裂, 为普渡河 - 西山断裂带的边缘断裂、昆明盆地内次级控制断裂。

### 3.2.4. 大春河 - 一朵云断裂(F4)

大新册 - 一朵云断裂展布于昆明盆地东南缘的边缘地区, 呈北东走向自小江断裂西支, 向南经一朵云至大新册附近进入昆明盆地, 断裂全长约 70 km, 倾向北西, 倾角  $50^{\circ}\sim 72^{\circ}$ , 在大新册一带显示正断层, 一朵云一带有一定压扭性。

### 3.2.5. 富民 - 呈贡断裂(F5)

富民 - 呈贡断裂北起核桃树以北, 向南经高仓、富民、上冲至冶炼厂附近隐伏于昆明盆地第四系地层之下, 断裂东南段对滇池湖盆形态及晚新生代沉积有明显控制作用。该断层总体呈北西走向, 断层倾向北西, 倾角  $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。

## 4. 活断层综合特征分析

### 4.1. 活断层活动性特征分析

根据云南省地震局昆明盆地活断层监测数据资料分析表明(表 1), 普渡河 - 西山断裂主要活动时间为中更新世, 强烈活动时间在 3 万年之前, 晚更新世中晚期仍有活动, 之后活动不明显, 是目前昆明盆地内活动性最强的断层; 黑龙潭 - 官渡断裂形成于上新世之前, 早更新世断裂活动频度高, 主要强烈活动时间在 2.5 万年之前, 晚更世仍有活动, 全新世基本不活动; 白邑 - 横冲断裂形成于上新世之前, 早、中更新世断裂活动频度较高, 晚更世断裂活动明显减弱, 到现在基本不活动。大春河 - 一朵云断裂主要活动时间为早~晚更新世, 主要强烈活动时间在 2.8 万年之前, 全新世活动较弱; 富民 - 呈贡断裂主要活动时间为早~中更新世, 晚更新世活动较弱, 全新世基本不活动[5]。

### 4.2. 活断层地表地质地貌特征分析

活动构造的研究与地形地貌、水文地质等密切相关, 由于活动时间短, 活动频繁, 活断层的构造地

貌格局清晰, 往往构成两种截然不同的地貌单元的分界线, 一侧为堆积区另一侧为隆起区, 分界上出现断层崖、三角面、断层陡坎等。活断层地貌特征还表现为较笔直的线状谷底等线性延伸的断层地貌[1]。在水文地质方面, 活断层的特征表现为沿断裂带泉水呈线状分布, 许多活断层沿线常有温泉出露。这些地表地质地貌特征从航空影相中能够较为直观的得到, 因此, 对活断层进行研究的一个重要方面是对航卫图片进行解译。

本文对昆明盆地普渡河西山断裂(F1)、黑龙潭 - 官渡断裂(F2)、白邑 - 横冲断裂(F3)、大春河 - 一朵云断裂(F4)、富民 - 呈贡断裂(F5)的卫星影像图进行追索, 确定断层的延伸方向。通过对航卫图像进行解译, 结合云南省地震局昆明盆地活断层探测资料和实地调查的结果, 得出各条断层的典型地表地质地貌特征:

1) 西山 - 普渡河断裂经沙朗, 沿昆明盆地西缘展布, 隐没于滇池水面之下, 后又重新出现在盆地南缘的晋宁。西山 - 普渡河断裂控制了昆明盆地西缘的地质构造, 形成了笔直陡峻的西山悬崖这个典型的断层崖地貌(见图 2, 图 3)。

2) 黑龙潭 - 官渡断裂经黑龙潭进入昆明盆地, 呈南北走向分布隐伏于昆明盆地第四系和第三系地层之下, 并于盆地东南缘没入滇池之中。在盆地北部山麓地带, F2 断层沿线发育有断层崖、断层谷、错段水系等具有明显断层特征的地貌。该活动断层最直观的水文地质特征是在昆明盆地东南缘官渡区与呈贡区各地的线状温泉出露点(见图 4)。

**Table 1.** The characteristics of active fault in Kunming basin

**表 1.** 昆明盆地活断层特征表

断层名称	代号	长度/Km	产状			性质	活动时期
			走向	倾向	倾角		
普渡河 - 西山断裂	F1	250	0°	SE	50°~80°	正断层	中更新世
黑龙潭 - 官渡断裂	F2	98	0°	NW	45°~80°	正断层	早更新世
白邑 - 横冲断裂	F3	73	0°	SE	60°~85°	正断层	早更新世~中更新世
大春河 - 一朵云断裂	F4	70	17°~40°	NW	50°~72°	正断层	早更新世~晚更新世
富民 - 呈贡断裂	F5	50	310°~330°	NW	50°~70°	正断层	中更新世~晚更新世



**Figure 2.** F1 fault and Xishan fault scarp

**图 2.** F1 断层与西山断层崖示意图



3) 白邑 - 横冲断裂呈南北走向控制昆明盆地东南缘, 该断层隐伏于第四系和第三系地层以下, 沿断裂泉水呈带分布, 水系显示左旋扭动特征。断裂在大新册以南地区具有直线状的山麓线这一断层地貌标志(见图 5)。

4) 大春河 - 一朵云断裂隐伏于昆明盆地东南缘的丘陵山地之下, 沿断层大春河等水系表现为左旋扭动, 明显断层地貌发育有北东向延伸的线状沟谷及小盆地等(见图 6)。

5) 富民 - 呈贡断裂北西段发育断层崖和线性槽谷, 沿断层走向岩溶漏斗和溶蚀洼地呈排出现。断裂南段控制着滇池湖岸形态, 滇池直线状的湖岸就是受到断层的控制表现出来的形态(见图 7)。



Figure 3. The picture of investigation at Xishan fault scarp  
图 3. 西山断层崖实地调查

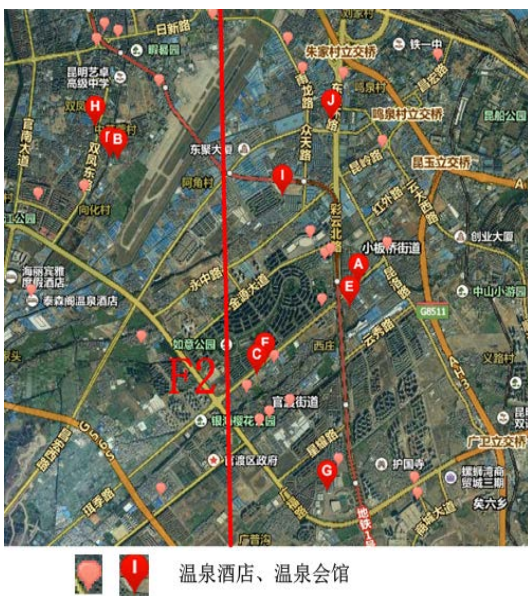


Figure 4. F2 fault and linear spring dew point distribution  
图 4. F2 断层与线状温泉出露点分布示意图

## 5. 活断层与城市建设危险性分析

昆明盆地地质构造复杂, 活断层密集展布, 地震频繁多发, 昆明市坐落其中, 是全国地震烈度最高的省会城市之一[6] [7]。活断层活动引发地震, 城市隐伏活断层的存在意味着城市直下型地震对城市的威胁将长期存在, 城市发展建设需要格外关注场地稳定性与活断层之间的关系, 以保障城市的安全性。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, 可大大降低地震破坏的影响[8]。我国建筑抗震设防类别及烈度规定, 工程建筑与活断层的安全距离为 200~500 m。

本文主要通过对航卫图片的解译, 并将航卫图片与昆明盆地地质图叠加分析, 得到断层延伸展布与城市规划建设之间的关系, 对城市建设现状进行评价, 对昆明市未来规划发展给出建议。



Figure 5. F3 fault and linear foothills line

图 5. F3 断层与线状山麓线示意图



Figure 6. F4 fault and valleys with linear characteristics

图 6. F4 断层与线状沟谷示意图



Figure 7. F5 fault and lake of linear shore  
图 7. F5 断层与直线湖岸形态示意图

### 5.1. 活断层对居住小区的影响

在控制昆明市的四条活断层中, 以 F1 和 F2 断层对昆明市区的影响最为重大, 这两条断层呈南北走向贯穿了整个昆明市区, 控制着整个昆明盆地的地质构造环境, 影响着整个昆明盆地的工程建设。

从居住小区选址角度来分析, 通过把昆明盆地活断层分布图与昆明航卫图片进行叠加(见图 8), 结果显示 F1 断层控制了盆地西缘, 在昆明盆地内部主要隐没于滇池之中, 该断层在昆明市西山区主要经过了普吉村、海源村、团山村、昭宗村等地方, 没有大型建筑群, 房屋多为中、低层建筑, 高层建筑的选址尽量避开了活断层。由于 F1 断是昆明盆地内规模最大、活动性最强的断层, 因此在该断层上几乎找不到房地产开发的居住小区, 一般建设的都是一些工厂厂房、存储仓库以及交易市场等。昆明市西山区的居住小区都选址于 F1 断层的东侧, 这一条带状区域恰处于 F1 断层与其分支断层之间的安全岛区域内。

从居住小区房产价格角度来分析, F2 断层上是昆明市经济活动较强、人口稠密、建筑密集林立的地区, 在该断层上修建有多个大型住宅房产开发项目。根据调查, 昆明普通住宅平均房价约为 7000 元/m<sup>2</sup>, 而在 F2 断层上的住宅小区售价往往都要低于这一平均售价, 甚至低至 2000~3000 元/m<sup>2</sup>。考虑到交通、区位等因素对房价的影响, 以彩云间花园和江东花园好世界为例, 这两处房产均位于北京路东侧, 靠近地铁 2 号线, 但其平均单价分别为 6800 元/m<sup>2</sup>和 6500 元/m<sup>2</sup>, 也并未突破 7000 元/m<sup>2</sup>。调查结果表明隐伏活断层的存在降低了建筑的安全性, 断层活动会导致地面形变、房屋破裂甚至倒塌, 选址于活断层上的房地产开发项目无法保障房屋的质量与使用寿命, 因而价格更低于其它房产。

### 5.2. 活断层对轨道交通设计方案的影响

昆明地铁 1 号线的建设选取了最佳方案(见图 9), 遵循尽量避开昆明盆地的活断层, 若无法避开则与断层大角度相交的原则。地铁 1 号线在呈贡新区彩云路段尽量避开了 F2 断层, 在距离断层约 300 米处与活断层平行修建, 并在晓东村转变地铁延伸方向, 使地铁几近直交的跨过 F2 断层, 保持了地铁建设的稳定性。从活断层叠与轨道交通叠加图分析, F5 断层与 F2 在官渡区矣六村附近相交, 该区域地质构造环境极为复杂, 地铁 1 号线施工无法在地下完成, 因此从饵季路站至斗南站这一段地铁走从地下升到了地面。

昆明市规划建设中为了城市发展和居民生活需求, 地铁 2 号线在南坝到北辰一段不可避免的与 F2 断



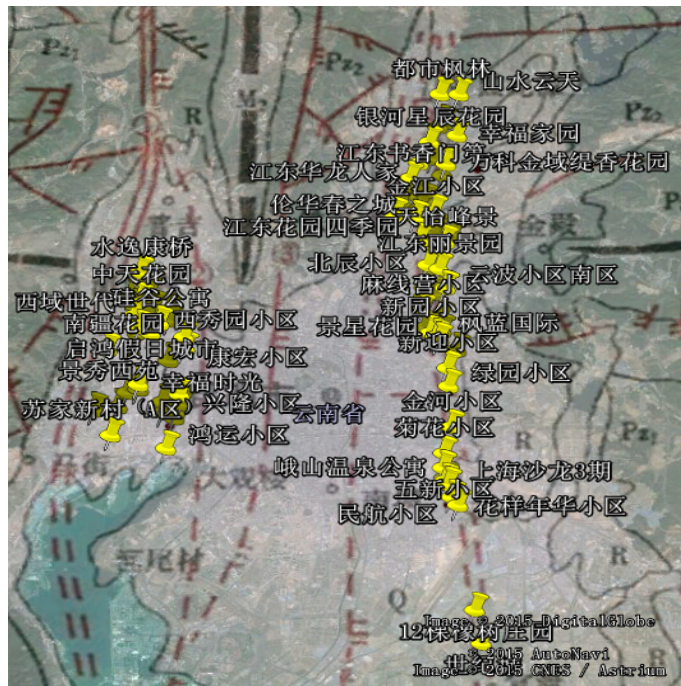


Figure 8. The active fault of Kunming and the distribution of residential area

图 8. 昆明市活断层与居住小区分布图

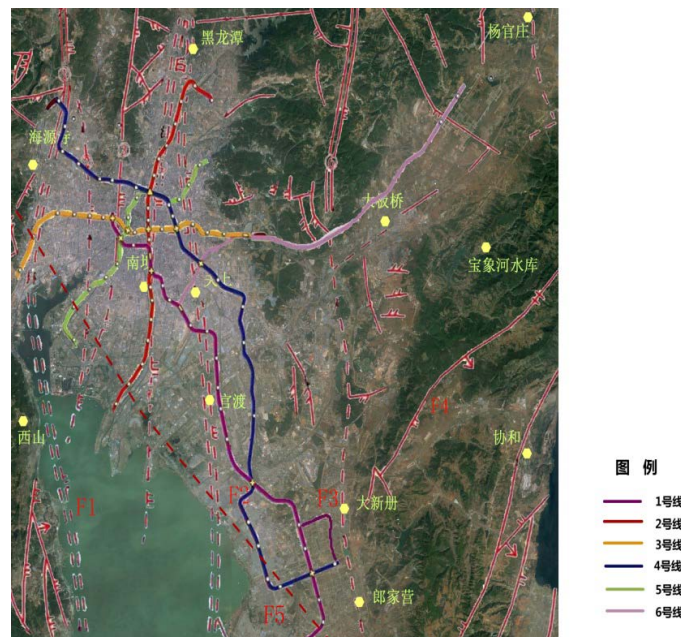


Figure 9. The distribution of active fault of Kunming and the planning of subway

图 9. 昆明市活断层分布与轨道交通规划设计图

层的分支断裂重叠在一起, 由于分支断层活动性弱, 地质环境相对稳定, 不会对地铁施工与运营安全造成危害, 但在地铁建设过程中, 需要加强地铁轨道的抗震能力, 对地铁沿线的基岩进行加固。地铁 3 号线、4 号线和 5 号线都与 F1、F2 断层呈大角度相交, 3 号线为正东正西走向与昆明盆地东南走向的活断

层呈直角正交。6号线在高坡附近与F3断层相遇,以近乎正交的方式跨过该断层。

昆明地铁在规划建设时充分考虑了昆明盆地地质构造环境,在结合活断层、地层岩性、居民需求、城市发展等因素的情况下,综合考量并做出了最优的设计方案。

### 5.3. 活断层对建筑物选址的影响

活断层对建筑物的影响表现为两个方面,一方面是由于活断层的地面错动直接损害跨越该断层修建的建筑物,另一方面是伴有地震发生的活断层,强烈的地震对较大范围内建筑物的损害[1]。城市主要建筑群与建筑单体的选址要尽量避开活断层,在活断层附近的建筑物要提高抗震能力。

在控制昆明盆地的这五条活断层中,F1断层由于其活动性强,在其上并未出现高大建筑群或者重要建筑单体,说明昆明市城市规划建设过程考虑到了F1断层可能带来的地震灾害。F2断层南北纵贯昆明盆地,且在该断层经过的地方都是昆明市最为繁华的地段,建造了许多高大建筑群,原因在于相比较F1,F2断层的活动性要弱得多。城市发展不可避免的会与活断层的存在相互矛盾,综合考量活断层活动性,也可以在断层上进行适当开发建设。但在断层上的建筑,特别是重要建筑单体以及高大建筑群,需要提高其抗震设防级别。

经实地调查与航卫图片调查结合分析(见图10),发现在彩云路段地铁1号线到F2断层之间的狭长地带,世纪城以南的大部分地区都未得到开发建设,该区域低矮建筑群多为当地民居或机电交易市场等。综合断层延伸展布信息分析,F2断层和F5断层在官渡区矣六村附近相交,使得彩云路西侧的狭长地带地质构造不稳定,该区域受到F2、F5断层的影响场地稳定性差,不适宜进行大型建筑群和重要工程的建设。新螺蛳湾与世纪城建设选址也是考虑到F2、F5断层,其选址距这两条断层较远,处于场地稳定较好的安全区。

F3、F4断层控制昆明盆地东南缘(见图11),这两条断层对呈贡新区城市规划建设有很大的影响,呈贡新区许多重要建筑物的选址以及主干道的延伸方向都需要考虑到这两条断层的延伸与展布。昆明火车

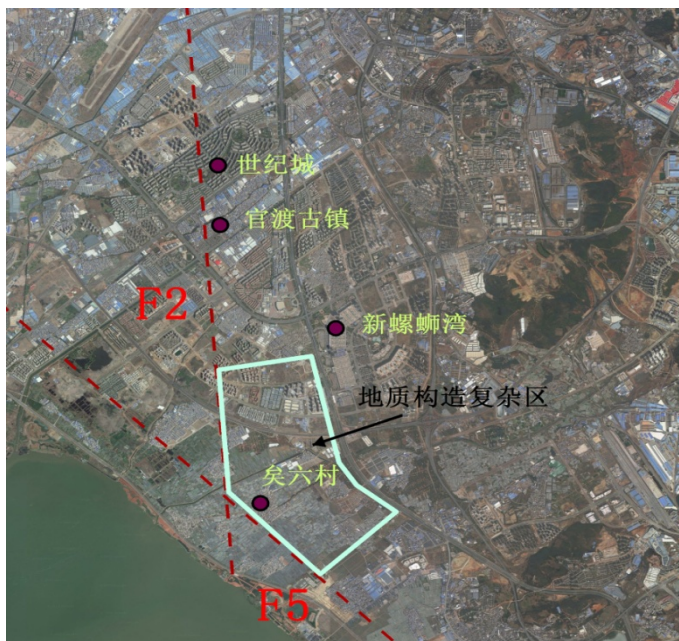


Figure 10. The distribution of F2 and F5 and the status of building at Caiyun road

图 10. F2、F5 断层与彩云路建筑现状图



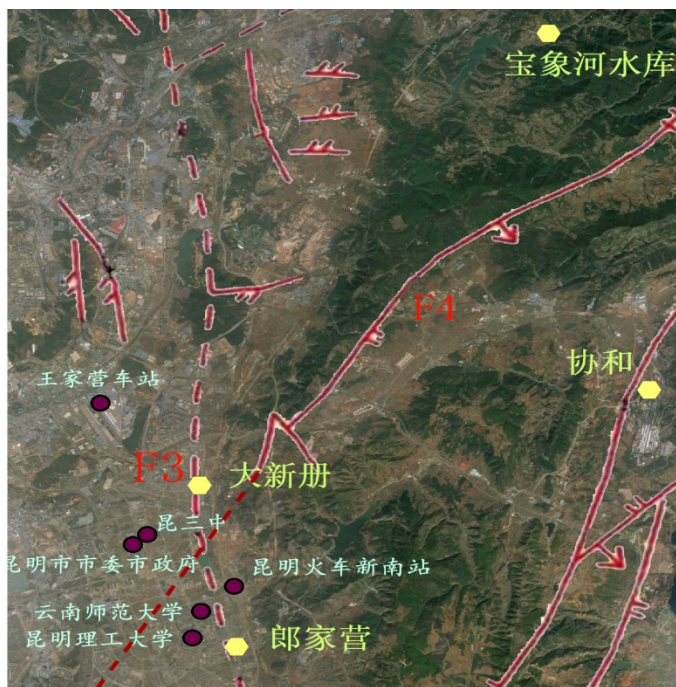


Figure 11. The distribution of F3 and F4 fault and the location of building at Chenggong

图 11. F3、F4 断层与呈贡新区主要建筑选址图

新南站选址于昆明市呈贡新区白龙潭村的，重要原因之一就是就是 F3 断层活动周期较长，目前以及未来较长时间内，F3 断层都处于几乎不活动的时期，断层对建筑的危害性在一定时期内可以忽略。而 F4 断层在大新册附近进入昆明盆地往南延伸，隐伏于第四纪四层之下。综合 F3、F4 断层的延伸与活动性分析得出，白龙潭村避开了 F4 断层，虽处于 F3 断层之上，但其的场地稳定性相对较好，符合火车新南站的选址要求。从航卫图上可以看出，昆明市委市政府的选址也受到 F3、F4 断层的影响。昆明市委市政府所在地位于 F2、F5 断层东侧，大新册南边，巧妙的避开了 F2、F3 和 F4 三条断层，处在三条断层之间的安全岛上。呈贡大学城的选址也是基于相同的考虑。在 F3、F4 断层相交的大新册及其附近地区，目前由于呈贡新区仍处于建设期，且大新册的地理位置处于呈贡新区边缘，大新册及其附近区域仍未有大规模的建筑群。在以后的发展建设中，大型建筑物施工建设需要对 F3、F4 断层的展布进行详细勘探，避开活断层所在区。

## 6. 结论

本文介绍了活断层的研究方法，并详细阐述了活断层调查的结果，全面分析了活断层的存在对于城市规划建设的影响，最终得出具体结论如下：

- 1) 昆明盆地主要受到西山断裂束与盘龙江断裂束控制，其中最主要的活断层有普渡河 - 西山断裂 (F1)、黑龙潭 - 官渡断裂 (F2)、白邑 - 横冲断裂 (F3)、大春河 - 一朵云断裂 (F4)、富民 - 呈贡 (F5) 等。
- 2) 昆明盆地五条活断层的活动性各不相同，其中活动性最强的断层是普渡河 - 西山断裂 (F1)，其它四条活断层的活动性相对较弱，其中白邑 - 横冲断裂处于暂时基本不活动时期。
- 3) 活断层在地面会表现出多样的地表地质地貌特征，昆明盆地活断层最典型的断层地表地质地貌特征有西山断层崖、彩云路的线性温泉出露点、滇池东岸的直线湖岸形态等。
- 4) 昆明盆地隐伏活断层的存在对于昆明城市建设有直接影响，城市规划必须考虑到活断层的展布，重要建筑物选址必须避开活断层，线状交通需要避开活断层或与活断层呈大角度相交以保持场地稳定性。

## 致 谢

本文昆明盆地地质图借用中国有色金属工业昆明勘察设计研究院区调报告图, 活断层数据来自中国地震局最新全国活动断裂研究资料、云南省地震局昆明盆地活断层监测数据以及中国有色金属工业昆明勘察设计研究院小新册区调报告, 在此表示感谢。

## 参考文献 (References)

- [1] 李智毅, 杨欲云, 主编 (1994) 工程地质学. 中国地质大学出版社, 武汉.
- [2] 景彦君, 张以晨, 周志广 (2009) 国内外对活断层的研究综述. *吉林地质*, **2**, 1-3.
- [3] 邓起东 (2002) 城市活动断裂探测和地震危险性评价问题. *地震地质*, **4**, 601-605.
- [4] 张晓梅, 王小平 (2001) 城市地震灾害及防御对策浅析. *高原地震*, **4**, 57-60.
- [5] 张建国, 杨润梅, 赵晋民, 等 (2011) 昆明活断层探测. 云南科学技术出版社, 昆明.
- [6] 姜朝松, 周瑞琦, 胡耀雄 (2003) 昆明盆地的地质构造特征. *地震研究*, **1**, 7-74.
- [7] 荆振杰, 杜义, 谢富仁 (2008) 昆明周边地区活动断层滑动与现代构造应力场. *地震学报*, **3**, 230-239.
- [8] 刘娜, 张建国, 毛燕, 楚亮, 郭若谨 (2009) 活断层数据库在昆明市防震减灾工作中的应用研究. *地震研究*, 增刊, 503-506.