

解惠婷, 曹均锋, 冯伟栋, 等. 六安城区地震工程地质分区研究 [J]. 华南地震, 2020, 40 (4): 56-62. [XIE Huiting, CAO Junfeng, FENG Weidong, et al. A Study on Earthquake Engineering Geological Zoning in Lu'an City [J]. South China journal of seismology, 2020, 40 (4): 56-62]

六安城区地震工程地质分区研究

解惠婷, 曹均锋, 冯伟栋, 彭刘亚

(安徽省地震局, 合肥 230031)

摘要: 通过地形地貌分析、钻孔勘探、地层分析、剪切波速测试等手段, 对六安市地震小区划场地进行了场地类别划分, 结合土层分布特征及地震地质资料, 划分了工程地质分区。具体划分为三个工程地质区, 分别为: 侵蚀剥蚀低丘坡积洪积粘性土、基岩分布区、冲积浅丘状平原粘性土分布区和冲积淠河漫滩、阶地-支流河谷平原软土、粘性土分布区。

关键词: 六安城区; 工程地质分区; 场地类别划分

中图分类号: P642.27 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2020) 04-0056-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2020.04.08

A Study on Earthquake Engineering Geological Zoning in Lu'an City

XIE Huiting, CAO Junfeng, FENG Weidong, PENG Liuya

(Anhui Earthquake Agency, Hefei 230031, China)

Abstract: In this paper, by means of topography and geomorphology analysis, drilling exploration, stratigraphic analysis and shear wave velocity testing, etc., the site classification of the seismic zone in Lu'an City is divided. Combined with the distribution characteristics of soil layers and the seismic geological data, the paper divided the micro-zoning site into three engineering geological areas, which are the erosion shallow hill with the slope and flood clay soil and bedrock area, the shallow hilly and the floodplain with alluvial clay soil area, the valley plain of terrace tributary with soft soil and clay soil area.

Keywords: Lu'an City; Engineering geological zoning; Site classification

0 引言

六安市隶属于安徽省, 历史上曾发生多次中强震, 1970 年以来多次被中国地震局划分为重点监测防御区, 地震风险水平较高^[1]; 同时,

六安城区建设飞速发展, 随着重要建筑设施和生命线工程不断增加, 地震造成的潜在的影响和风险也在相应增加。为了切实提高六安城区的震害防御能力, 保护人民群众生命财产安全, 六安市地震小区划项目势在必行。根据《六安

收稿日期: 2019-10-03

基金项目: 六安市防震减灾专项 (2014HA197)

作者简介: 解惠婷 (1992-), 女, 助理工程师, 硕士, 主要从事工程抗震及地震工程方面研究。

E-mail: xxy19920320@126.com

通信作者: 曹均锋 (1983-), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事工程抗震及地震工程方面研究。

E-mail: caojunfeng2009@126.com

市城市总体规划》(2008-2030)及项目相关要求,六安市地震小区划项目确定了北至沪蓉(陕)高速,南至宁西铁路,东到三元河,西到商景高速,总面积约 120 平方公里的研究范围。

工程地质分区是六安地震小区划项目的重要内容之一,它围绕区划范围,在充分利用现有的资料和现场探勘的基础上,对场地的地震构造、地形地貌、水文地质、地层岩性等进行勘察和分析^[2-4],划分场地类别,综合分析各个影响因素,对工程地质分区开展研究。该研究成果是区划场地地震反应分析和地震地质灾害评价的重要参考依据^[5-6]。

1 六安市地震地质概况

1.1 地震构造及地震活动性

六安城区在大地构造上属于华北断块区的江淮台隆,地质构造复杂^[7-8]。新生代以来表现出以垂直升降运动为主,同时具有水平运动的活动特点,形成多级性的层状地貌景观。断裂

构造比较发育,主要有 7 条断裂,有多条互相交汇,其中北东向落儿岭—土地岭断裂为晚更新世活动断裂,活动性较强。

1970 年以前,近场区共发生 3 次 5~6 级破坏性地震,发震位置主要在晚更新世活走向的断裂交汇部位,最大为 1652 年 3 月霍山东北 M6 级地震,对城区产生 VI~VII 度影响^[9]。1970 年区域地震台网建立以来,共记录到 M≥1.0 级地震 401 次,其中 M2.0~2.9 级地震 82 次, M3.0~3.9 级地震 17 次, M4.0~4.6 级地震 2 次,最大地震是 2014 年 4 月 20 日 M4.3 级地震。地震频次和强度均较高,地震活动增强,发震位置主要在落儿岭—土地岭断裂附近或两组不同走向构造交汇部位(图 1)。

落儿岭—土地岭断裂为区域性断裂霍山—罗田断裂北段的主要分支,该断裂附近具备发生 6 级左右地震的构造背景,距离六安市区最近仅约 20 km,未来一旦发生强震,将对六安市的地震安全产生较大影响并直接影响到地震危险性分析的结果。

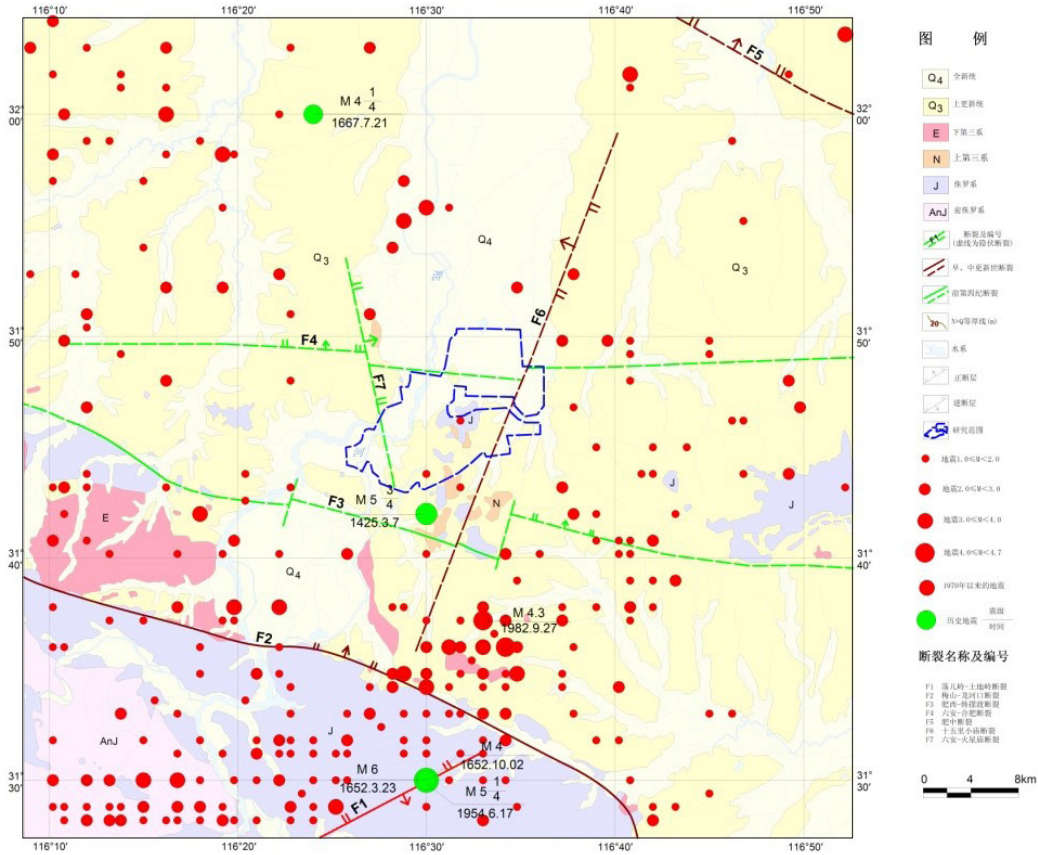


图 1 区划场地附近地震构造图简图

Fig.1 Schematic diagram of seismic structure map near the zoning site

空间位置上,如图1所示,F4(六安—合肥断裂)和F7(六安—火星庙断裂)两条前第四纪断裂和F6(十五里小庙断裂)早中更新世断裂均从区划场地内通过,而晚更新世活动断裂F1(落儿岭—土地岭断裂)位于区划场地的南边,距区划场地最近的距离仅约20 km。

1.2 地形地貌

六安城区位于合肥盆地西部,大别山北麓。地貌单元属江淮波状平原。由于受到垂直升降运动的控制,地势由南向北呈阶梯式跌落,最大高差约30 m。江淮波状平原地貌进一步可细分为冲积平原、浅丘状平原和低丘(图2)。

(1) 冲积平原:主要分布于淠河及支流两侧的河漫滩及河流阶地,高差一般小于10m,微向

河床和下游倾斜,主要由亚粘土、亚砂土、砂砾石层组成。

(2) 波状平原:主要分布于淠河及支流沿岸地区及江淮分水岭两侧,相对高差20~30 m,岗冲相间,波状起伏,有少量低丘分布于其中,地表主要由粘土、亚粘土组成,基岩主要由较软—坚硬的上太古代、元古代变质岩、中生代花岗岩,侏罗—白垩系较坚硬的砂岩、砾岩和火山碎屑岩等组成。

(3) 低丘:场地中南部有较大范围分布,相对高差30~50 m,主要为侏罗—第三系砂砾岩、砂岩等。

地形地貌的自然分区是工程地质分区的重要参考因素之一。

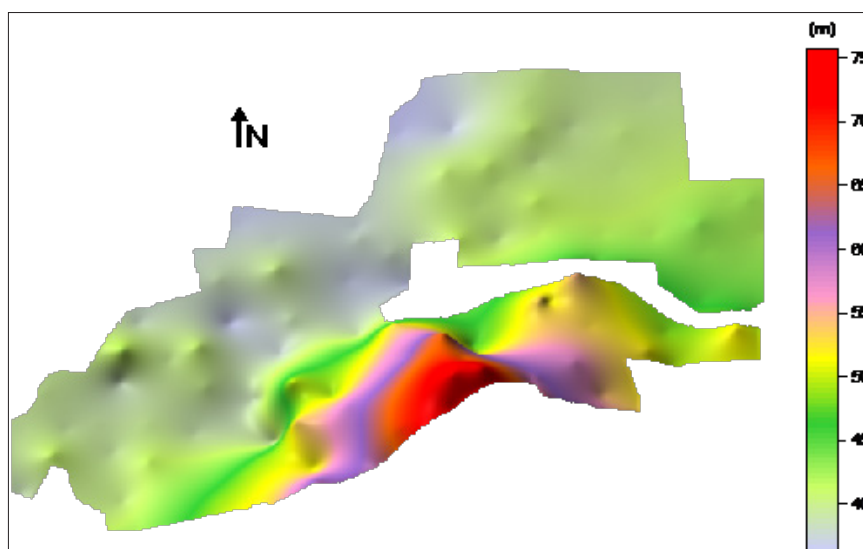


图2 场地地形地貌立体简图

Fig.2 The stereogram of site topography

1.3 水文地质

地下水的赋存情况不仅决定场地的工程特性,也是决定场地使用的重要条件^[10]。其形成和分布受岩性、构造、地貌等多种因素的影响。小区划场地内地下水类型主要有松散岩类孔隙水和碎屑岩类孔隙水两种基本类型^[11]。

松散岩类孔隙水主要分布在淠河等河流沿岸两侧,含水层岩性主要是第四系全新统的分选性较好的砂砾层、中粗砂、粉细砂及亚砂土、亚粘土,厚度多为5~20 m。含水层透水性较好,容易接受大气降水的补给,单井出水量100~1000 m³/d。波状平原水量贫乏,单井出水量30 m³/d;河谷冲积平原水质较好,HCO₃-Na-

Ca型,矿化度小于1 g/L。

碎屑岩类孔隙水主要分布于第四系之下,局部少量露头,含水岩组主要由第三系、侏罗系的砾岩、砂岩、泥岩组成,富水程度贫乏,构造破碎带富水稍强,单井涌水量10~100 m³/d水质HCO₃-Na-Ca型,矿化度小于1 g/L。

2 场地工程地质条件

2.1 地层概况

根据现场钻孔勘探,揭示的地层主要特征如下:

(1) 全新世地层

- ①杂填土：灰黄～灰黑杂色，湿，主要由砂砾、卵石及粉质粘土组成，含有植物根系，结构松散。该层广泛分布于低丘平原地貌单元内，最大层厚达到 1.9 m。
- ②粉质粘土：灰黄～灰色，夹有灰白色斑块，含铁锰质薄膜及斑块，可塑～可塑偏软状态。该层有部分钻孔有揭露，该区最大层厚可达 2.0 m 左右。在河道两岸土层中部分钻孔揭露灰黄、褐黄色，夹薄层粉土和细砂，湿，可塑状态。
- ③圆砾（角砾）：灰黄～褐黄色，以砾石、卵石为主，次为中粗砂。砂、砾、卵石成份主要为长石、石英，岩屑等。该层在该区有部分钻孔有揭露，最大层厚 18.64 m。
- ④卵石（碎石）：灰黄～灰白色，由碎石、卵石、中粗砂、粉土及少量粘性土组成。该层在该区有部分钻孔有揭露，最大层厚 17.0 m。
- ⑤粘土：灰黄～褐黄色，含铁锰质结核，核径 1~3 mm，硬塑～坚硬状态。3~4 m 含铁锰质结核较多。该层在河流沿岸有分布，最大层厚 8.1 m。
- ⑥中粗砂：灰黄色，以粗粒为主，中、细粒次之，成分主要为石英、长石，少量云母，饱和，稍密～中密。该层在该区的部分钻孔中有揭示，最大层厚 11.4 m。
- ⑦粉土：灰黄、黄褐色，以粉土为主，粉质粘土为次，夹薄层细砂，很湿，稍密。该层在该区的部分钻孔有分布，最大层厚 3.5 m。

(2) 上更新世地层

- ①粉质粘土：灰黄～褐黄色，夹灰白色条纹，湿，含有铁锰质薄膜及斑点，可塑～硬塑状态。该层在部分钻孔有分布，最大层厚 8.7 m。
- ②粘土；灰黄～褐黄色，含铁锰质结核，

核径 1~3 mm，硬塑～坚硬状态。该层在部分钻孔有分布，最大层厚 13.7 m。

(3) 基岩：主要为砂砾岩、砂岩、泥质砂岩。

总体来说，场地地层分布南北区域性存在一定差异，特别是沉积厚度局部差异大，靠近丘陵及其附近地区较薄，在淠河沿岸及支流河谷附近较厚，其中场地北部第四系沉积厚度最大，最高达 32 m。

2.2 场地类别划分

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中场地类别划分标准，建筑物的场地类别应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度划分（表 1）。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中土层等效剪切波速的计算公式，对场地 120 个钻孔的土层等效剪切波速进行计算和统计，其大小在 150~352 m/s 之间。场地剪切波速 ≥ 500 m/s 的层位处于基岩强风化层中或全风化层的底部。

图 3 为区划场地覆盖层等厚线图。从图中可知，区划场地南部以及西南部地貌主要为浅丘状平原以及低丘，覆盖层厚度相对较薄，普遍低于 20 m；北部及淠河沿岸的地貌主要为漫滩、阶地及冲积平原，覆盖层厚度相对较厚，多数超过 20m。依据表 1 中场地类别划分依据，结合各控制性钻孔土层等效剪切波速和覆盖层厚度结果，对各个钻孔的场地类别进行判定。根据钻孔的场地类别划分结果，并参考地形、地貌、水文地质、1:20 万地质图及等高线资料，进行了场地类别分区。本场地以 II 类场地为主，但 II 类场地的覆盖层厚度也有所不同，南部地区和西南部地区覆盖层较薄，多低于 20 m，本次以覆盖层厚度 20 m 为界，又将 II 类场地划分为厚覆盖层区和薄覆盖层区。具体分区见图 4。

表 1 场地类别划分依据
Table 1 The basis of site classification

岩石的剪切波 速或土的等效剪切波速（m/s）	场地类别				
	I 0	I 1	II	III	IV
$V_s > 800$	0				
$800 \geq V_s > 500$		0			
$500 \geq V_{se} > 250$		<5	≥ 5		
$250 \geq V_{se} > 150$	<5	3~50	>50		
$V_{se} \leq 150$		<3	3~15	15~80	>80

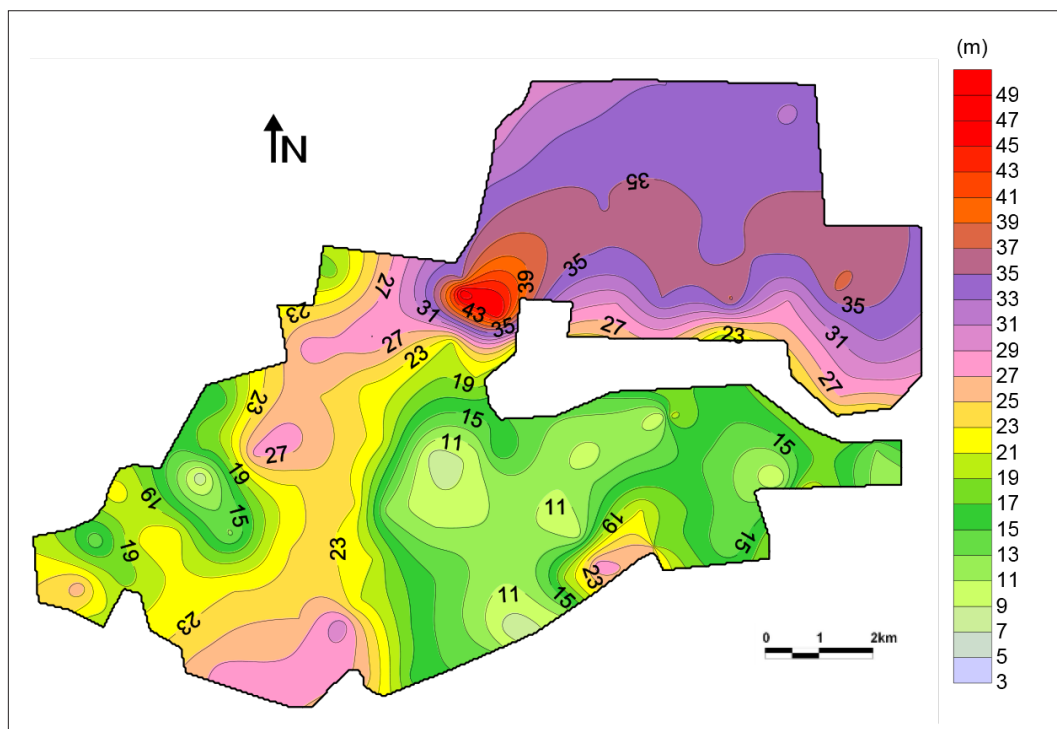


图3 区划场地覆盖层等厚线图

Fig.3 Overlay contour map in the zoning site

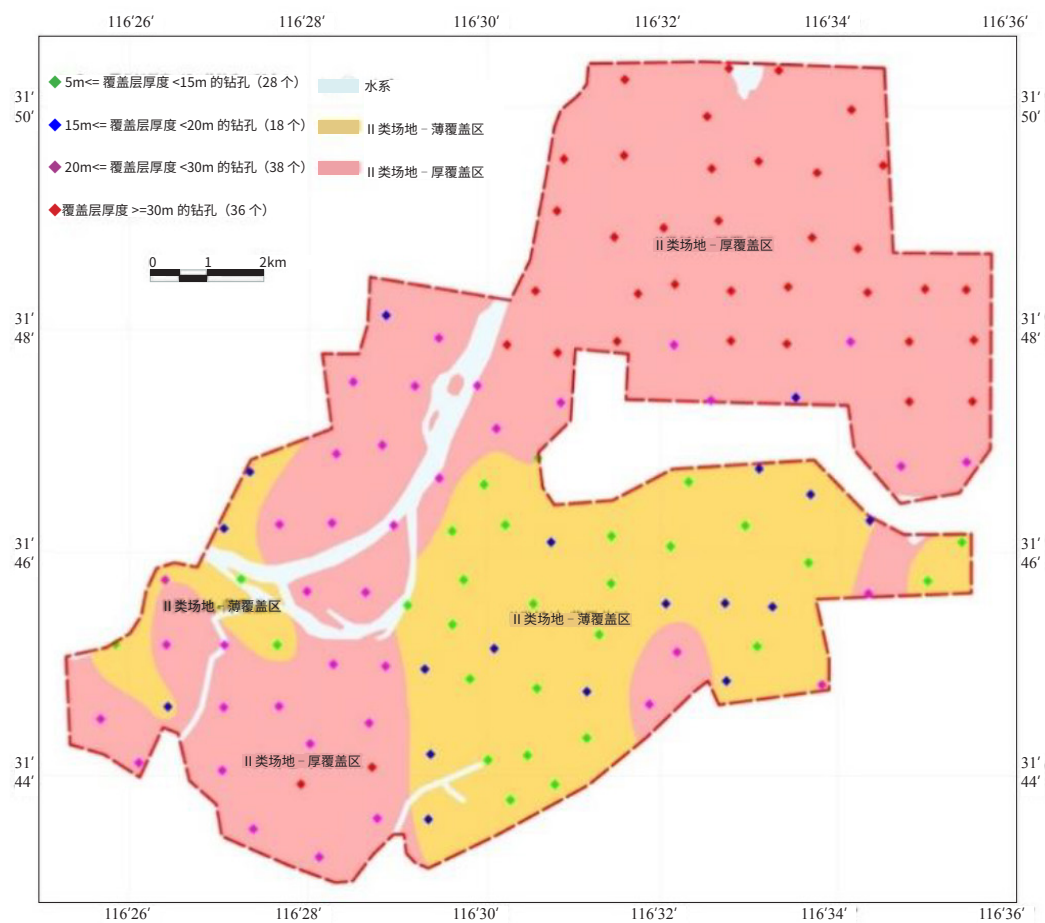


图4 场地类别划分图

Fig.4 Classification map of the site

表 2 工程地质分区特征简表

Table 2 Summary of characteristics of engineering geological zoning

编号	分区工程地质	地貌类型	地下水		等效波速	场地土类别	覆盖层厚度 (m)	场地类别
			类型	单井出水量 (m³/d)				
R	侵蚀剥蚀低丘坡积洪积粘性土、基岩分布区	低丘	碎屑岩类孔隙水	10~100	200~300	II	≤10	II类场地薄覆盖区
A	冲积浅丘状平原粘性土分布区	波状平原	松散岩类孔隙水	30	200~300	II	10~20	II类场地薄覆盖区
B	冲积潞河漫滩、阶地~支流河谷平原软土、粘性土分布区	冲积平原、河漫滩	松散岩类孔隙水	100~1000	200~300	II	≥20	II类场地厚覆盖区

4 结论

该工作综合现场勘查、资料搜集、室内分析等手段，产出了六安区划场地工程地质分区图、场地类别划分图等一系列成果资料及图件，简述如下：

(1) 参考地形地貌特征、结合土层性质，土层分布等，将区划场地分为三个工程地质区，分别为：剥蚀侵蚀低丘坡积洪积粘性土、基岩分布区、冲积浅丘状平原粘性土分布区和冲积潞河漫滩、阶地—支流河谷平原软土、粘性土分布区。

(2) 该区划场地的场地类别为 II 类，根据覆盖层厚度又分为 II 类场地薄覆盖区和 II 类场地厚覆盖区。

该项工作成果为下一步场地地震动参数确定及地震地质灾害评价提供了基础资料和参考依据。

参考文献：

[1] 张杰，姚大全，刘东旺，等. 安徽及邻区中长期地震危险区的预测研究 [J]. 地震地磁观测与研究, 2006, 27(3): 29-39.

[2] 方鸿琪，杨闽中. 工程场地的特征与工程地质分区 [J]. 工程地质学报, 2002, 10(3): 244-247.

[3] 彭建兵，马润勇，邵铁全. 构造地质与工程地质的基本关系 [J]. 地学前缘, 2004, 11(4): 535-549.

[4] 田勤虎，李晋，李晓妮，等. 渭南市地震小区划地震工程地质分区 [J]. 华南地震, 2014, (1): 43-47.

[5] 胡聿贤主编. 地震安全性评价技术教程 [M]. 北京：地震出版社, 1999.

[6] 刘景奎，范文，邓龙胜，等. 西咸新区地震小区划 [J]. 世界地震工程, 2016, (02): 183-189.

[7] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志 [M]. 北京：地质出版社, 1987.

[8] 徐树桐，江来利，刘贻灿，等. 大别山区（安徽部分）的构造格局和演化过程 [J]. 地质学报, 1992(1): 1-14.

[9] 顾功叙主编. 中国地震目录 [M]. 北京：地震出版社, 1984.

[10] 周游. 水文地质条件工程地质分区在工程中的应用 [J]. 铁道勘察, 2010, 36(6): 61-65.

[11] 常士骠主编. 工程地质手册 [M]. 北京：中国建筑工业出版社, 1992.