

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2019.01.009

引用格式:彭苗枝,秦先燕,何苗.影响黄山市中心城区工程建设的地质因素及工程建设适宜性评价[J].华东地质,2019,40(1):67-73.

影响黄山市中心城区工程建设的地质因素及工程建设适宜性评价

彭苗枝,秦先燕,何苗

(安徽省地质调查院,合肥 230001)

摘要:通过野外地质调查和室内综合分析,研究黄山市中心城区地形地貌、水文、工程地质、水文地质和地质灾害等可能影响工程建设的主要地质因素的发育特征,并运用多因子分级加权指数法进行工程建设适宜性评价。研究区可划分为工程建设适宜区、较适宜区和适宜性差区 3 个等级;黄山市中心城区地质环境总体较好,工程建设适宜区和较适宜区面积广且成片分布,与定性认识基本吻合。以上认识可为黄山市中心城区城市规划布局、建设、发展及工程选址提供基础资料和决策依据。

关键词:工程建设;地质因素;适宜性评价;中心城区;黄山市

中图分类号:P642.2

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2019)01-067-07

随着城市规模的扩大和城市现代化程度的提高,城市建设不断加快,工程建设适宜性评价工作越来越重要^[1-3]。工程建设场地以岩土体为介质,除了城市经济条件、发展历史和现状等因素外,地质条件对工程建设的安全具有决定性作用^[4-6]。对建设场地的地质条件和环境进行分析并合理评价,才能达到科学规划及开发利用的目的,最大限度地控制人类活动对地质环境造成的影响^[7-13]。

黄山市位于安徽省南部,是长三角著名的旅游中心城市之一。该市中心城区水文、工程及环境地质调查工作开展相对较晚,20 世纪 60、70 年代,安徽省地质局区域地质测量队开展了地质普查及矿产初勘阶段的水文地质调查工作;此外,安徽省地质矿产勘查局 332 地质队、铁道部第四工程局、徽州水利局和安徽省水利水电勘测设计院陆续开展了工矿企业,铁路沿线供水调查及水库、坝址、厂基和路基的工程地质勘探工作。20 世纪 80 年代以后,安徽省地质矿产勘查局第二水文地质工程地质队、安徽省地质环境监测总站和安徽省地质矿产勘查

局 332 地质队陆续开展了区域水工环地质调查工作^[14]。为解决以往地质、矿产和水文地质资料难以满足现代城市快速发展需要的问题,2015 年,安徽省地质调查院完成了黄山市城市地质调查工作。本文在该项工作的基础上,通过分析黄山市中心城区影响工程建设的地质条件,确定评价因子,按照多因子分级加权指数法进行工程建设适宜性评价,以为黄山市中心城区城市规划布局、建设、发展及工程选址提供基础资料和决策依据。

1 地质概况

研究区位于 2009 年城市规划的安徽省黄山市中心城区,地理坐标为 118°13'14"~118°24'50" N, 29°40'39"~29°52'46" E,面积为 145 km²,包括屯溪区、徽州区和经济技术开发区^[14]。地貌为河谷冲积平原和剥蚀丘陵(图 1),发育新元古代西村组千枚岩,古生代长兴组页岩,中生代石岭组火山碎屑岩、基性玄武岩,中生代洪琴组、徽州组、齐云山组砂岩、砾岩,新生代第四纪檀家村组黏土、砂砾石层,

* 收稿日期:2018-05-04 修订日期:2018-06-22 责任编辑:谭桂丽

基金项目:安徽省公益性地质调查“黄山市城市地质调查(编号:2009-18)”项目资助。

第一作者简介:彭苗枝,1984 年生,女,工程师,主要从事水文地质、工程地质调查及研究工作。

芜湖组砂土及砾石层(图2)。浅层地下水水量总体属于贫乏-极贫乏,地下水腐蚀性微小^[14]。

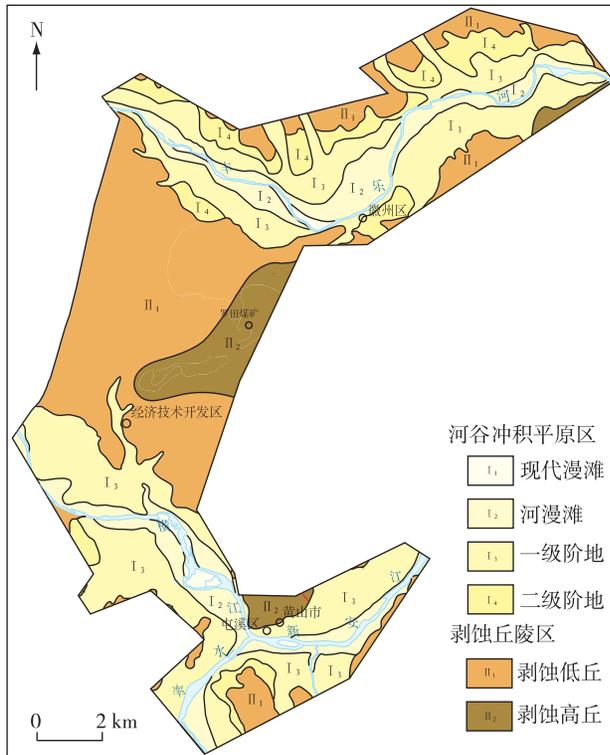


图1 黄山市中心城区地貌图

Fig. 1 Geomorphological map of the urban area of Huangshan

屯溪区和徽州区主要为冲积平原,农田分布较广,城镇和人口相对密集,地表被第四系覆盖,第四系松散层厚度不超过10 m;经济技术开发区为剥蚀丘陵,林地占总面积的50%以上,发育中生代砂岩和砾岩,人口相对稀少。

2 影响工程建设的地质因素

2.1 地形地貌

工程建设与地形形态和地面坡度相关。地形简单完整,地面坡度小,工程建设适宜性越好;地形分割破坏,地面坡度大,工程建设适宜性越差。区内平原区地形简单完整,地形坡度小;丘陵区地形相对复杂,地形坡度较大(图1,图3)。

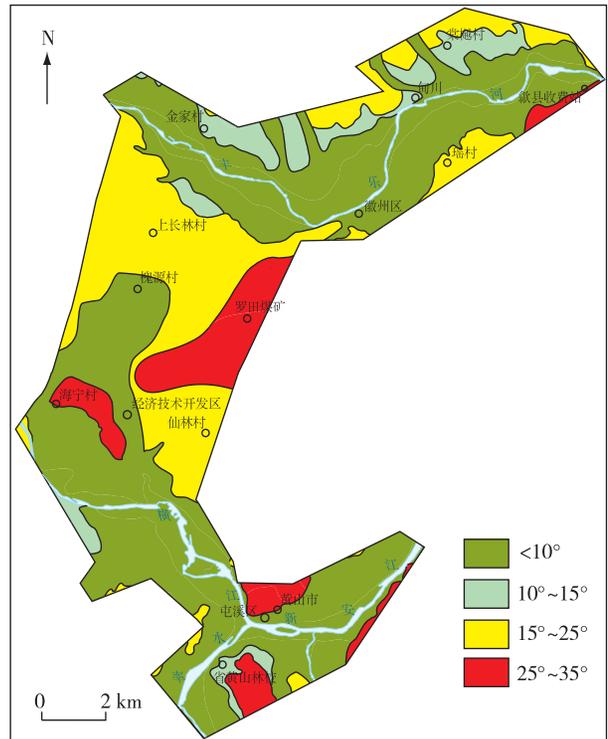


图3 黄山市中心坡度分级图

Fig. 3 Slope classification map of the urban area in Huangshan

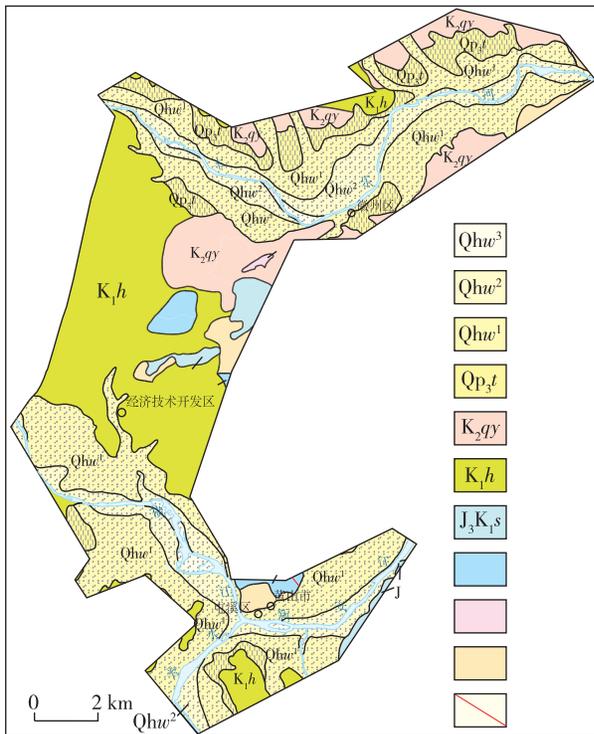


图2 黄山市中心城区地质略图

Fig. 2 Sketch map of the urban area of Huangshan

新安江、丰乐河和横江两侧冲积平原区、经济技术开发区西北部地形平坦开阔、简单完整,地面坡度<10°,是开展工程建设的有利地形地貌;屯溪区黄山林校、徽州区金家村、甸川和棠樾村,地形波状起伏,地貌多为二级阶地,地形坡度为10°~15°,较适宜于开展工程建设;经济技术开发区、徽州区瑶村、棠樾村北部、屯溪区零星分布的低丘,相对高

差为 20~50 m,地形坡度为 10°~25°,工程建设适宜性一般,需经人工改造才可开展工程建设;屯溪区北部、经济技术开发区海宁村和罗田煤矿一带、徽州区歙县收费站西南部剥蚀高丘,相对高差为 100~110 m,地形坡度多 >25°,是制约工程建设的地形地貌,因地形坡度过大,工程建设难度和成本将增加。

2.2 水文条件

影响工程建设的水文条件主要是水系水域和洪水淹没程度。水系水域防洪、泄洪等级越高,工程建设适宜性越差;水系水域地面标高大于其设防标高的地区适宜开展工程建设,水系水域地面标高小于其设防标高,且水系水域设防标高与地面标高之差越大,工程建设适宜性越差。

影响研究区工程建设的水系主要为新安江、横江和丰乐河及其支流(表 1),新安江、丰乐河两侧河漫滩,地面高程低,汛期易发生洪涝灾害,影响工程建设的开展。

表 1 研究区主要河流警戒水位统计^[14]

Table 1 Statistics of warning water levels for main rivers in the study area^[14]

河流	设防防洪标高/m	历史最高洪水位/m
新安江	124.27	127.85
丰乐河	127.94	—
横江	130.70	—

2.3 工程地质

工程地质对工程建设的影响主要体现在岩土类型、地基承载力和桩基持力层埋深 3 方面,岩土岩性均一无不良土层、地基承载力越高、桩基持力层埋深越浅,越有利于工程建设。将黄山市中心城区分为冲积平原区和剥蚀丘陵区(图 4)。

剥蚀丘陵区为岩体分布区,岩性为千枚岩、页岩、火山岩、砂岩和砾岩,地基承载力特征值约为 600~1 200 kpa,表层强风化岩体地基承载力特征值约为 260~350 kpa,桩基持力层埋深 <5 m^[14],适宜工程建设。

新安江、丰乐河及其支流两侧冲积平原区被第四系覆盖,表层土体为黏土、砂土和砾石层,地基承载力特征值一般为 80~270 kPa,第四系厚度一般为 6 m,最厚处为新安江下游,厚约 9.7 m。底部为齐云山组、徽州组砂岩和砾岩,桩基持力层埋深一

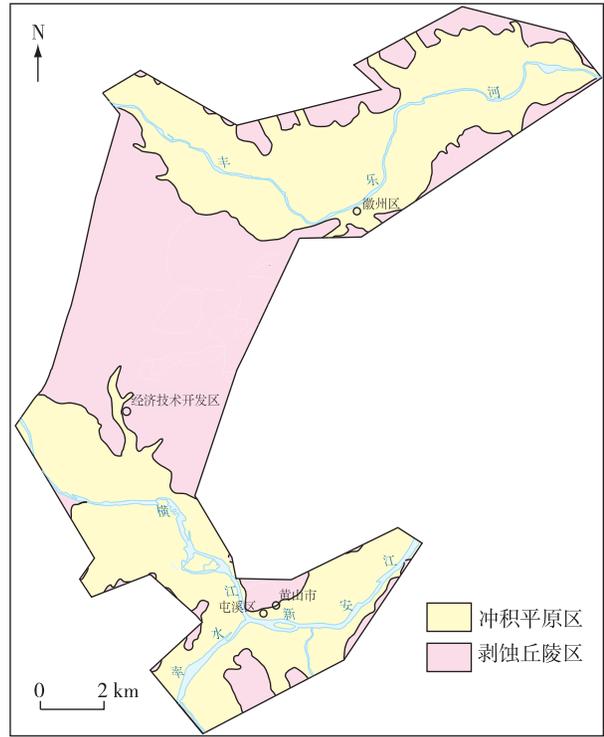


图 4 工程地质分区图

Fig. 4 Map showing the engineering geological division

一般为 6 m。虽新安江、丰乐河两侧河漫滩分布的粉质黏土和砂土地基承载力低,地基承载力特征值一般为 80~110 kPa^[14],制约工程建设的开展,但该土层厚度小,在工程建设中一般为开挖土层,不影响工程建设。综上,新安江、丰乐河及其支流两侧的冲积平原区适宜或较适宜于工程建设。

2.4 水文地质

地下水埋深、水量和腐蚀性影响工程建设的开展,地下水埋藏浅、水量大,工程建设成本和难度加大;地下水对建筑材料腐蚀性强,可改变建筑物内部结构,进而影响建筑物的稳定。

区内地下水划分为松散岩类孔隙水、红层孔隙裂隙水和基岩裂隙水。地下水一般均为无色、无味、透明,水温为 16~19 °C,硬度适中,溶解性固体 <0.6 g/l,属淡水^[14]。除新安江、丰乐河及其支流两侧河漫滩、一级阶地单井涌水量为 10~100 m³/d 外,浅层地下水单井涌水量一般 <10 m³/d^[14],地下水水量总体为贫乏-极贫乏。新安江、丰乐河及其支流两侧河漫滩、一级阶地地下水埋深一般为 1~3 m,徽州区歙县收费站西北部丰乐河两侧地下水位埋深 <1 m,经济技术开发区海宁村、罗田煤矿一

带、徽州区歙县收费站南侧地下水埋深一般 $>6\text{ m}$ ，其他地区地下水埋深一般为 $3\sim 6\text{ m}$ (图5)，地下水腐蚀性微小，适宜或较适宜于工程建设。

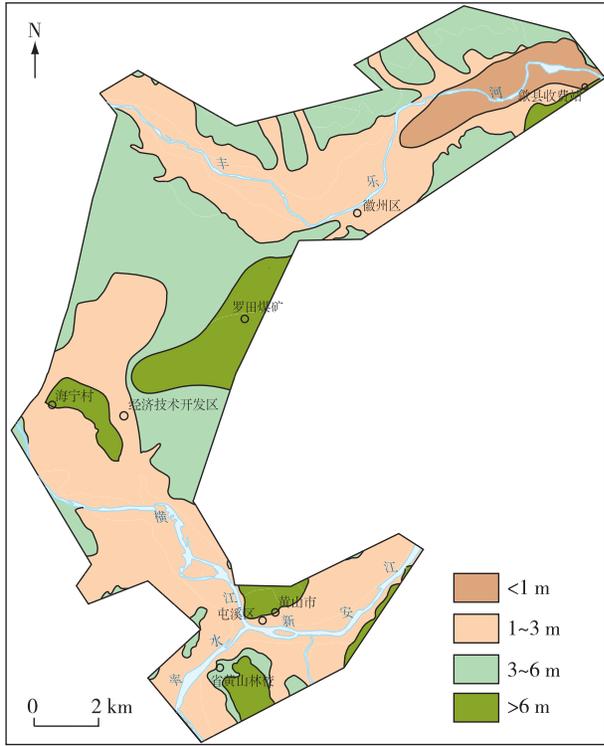


图5 地下水位埋深分布图

Fig. 5 Map showing distribution of water tables

2.5 地质灾害

新安江、丰乐河及其支流两侧冲积平原区尚未发现地质灾害点，属于地质灾害低易发区，适宜于工程建设。经济技术开发区罗田煤矿南侧、歙县收费站南侧主要为高丘，地形起伏，相对高差 $>100\text{ m}$ ，岩层产状陡，具有发生崩滑流的地质地形条件，属于地质灾害高易发区(图6)。

3 工程建设适宜性分区及评价

采用多因子分级加权指数法，将GIS格网(GRID)作为基本评价单元。在黄山市中心城区建立710个 $500\text{ m}\times 500\text{ m}$ 的单元格(图7)，由于工作区范围不规则，边界不足 $500\text{ m}\times 500\text{ m}$ 的格网算1个单元格，具体评价步骤如下。

(1)确定一级因子和二级因子(表2)。选取地形地貌、水文、工程地质、水文地质和地质灾害作为评价因子，按表2量化标准对评价因子分级。

(2)确定二级因子的具体计算分值 X_j ，按二级

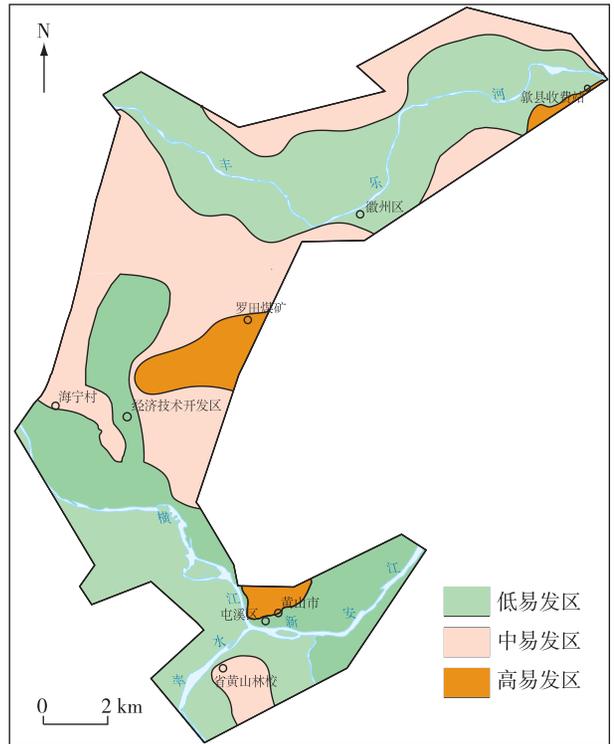


图6 地质灾害易发分区图

Fig. 6 Map showing division of geological disaster-prone regions

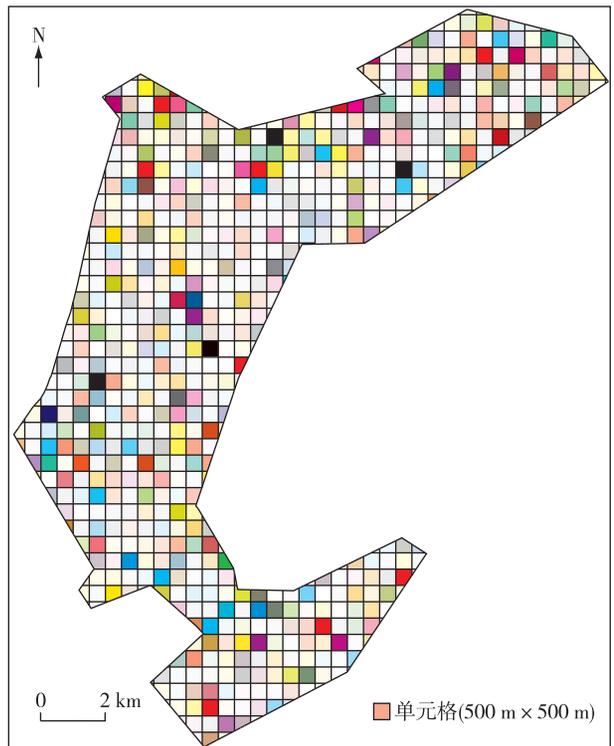


图7 评价单元格划分

Fig. 7 Evaluation cell division

因子对工程建设地适宜性的影响程度赋分,影响程度越大, X_j 分值越小(表 2)。

表 2 工程建设适宜性评价因子分级量化

Table 2 Classification and quantification of suitability evaluation factors for engineering construction

一级指标	二级指标	量化标准			
		$1 \leq x_j < 3$	$3 \leq x_j < 6$	$6 \leq x_j < 8$	$8 \leq x_j \leq 10$
地形地貌	地形形态	地形分割严重,复杂	地形分割较严重,复杂	地形变化大,较完整	地形简单,完整
	地面坡度	$\geq 50\%$	$< 50\%, \geq 25\%$	$< 25\%, > 10\%$	$\leq 10\%$
水文	水系水域	跨区域防洪标准行洪、泄洪的水系水域	区域防洪标准蓄滞洪的水系水域;城乡防洪标准行洪、泄洪的水系水域	城乡标准蓄滞洪的水系水域	防洪保护区
	洪水淹没程度	设防标高- $x_j \geq 1$ m	$0.5 \text{ m} \leq \text{设防标高-}x_j < 1 \text{ m}$	设防标高- $x_j < 0.5 \text{ m}$	设防标高 $\leq x_j$
	岩土特征	种类多,分布不均匀,膨胀、盐渍、污染的特殊岩土,情况复杂,需作专门处理		种类单一,分布较不均匀,膨胀、盐渍、污染的特殊岩土	种类单一,分布均匀
工程地质	地基承载力	$< 80 \text{ kPa}$	$80 \sim 150 \text{ kPa}$	$150 \sim 200 \text{ kPa}$	$\geq 200 \text{ kPa}$
	桩基持力层埋深	$d > 50 \text{ m}$	$30 \text{ m} < d \leq 50 \text{ m}$	$5 \text{ m} < d \leq 30 \text{ m}$	$d < 5 \text{ m}$
水文地质	地下水埋深	$< 1.0 \text{ m}$	$1 \sim 3 \text{ m}$	$3 \sim 6 \text{ m}$	$> 6 \text{ m}$
	地下水腐蚀性	强	中等	弱	微
地质灾害	崩塌滑坡	不稳定	稳定性差	基本稳定	稳定

(3) 确定一级因子和二级因子权重,采用专家打分法,确定的一级因子和二级因子权重值见表 3。

表 3 评价指标体系及权重表

Table 3 System and weight of evaluation factors

一级因子	二级因子	一级因子权重	二级因子权重
地形	地形形态	0.25	4.0
	地面坡度		6.0
水文	水系水域	0.05	4.0
	洪水淹没程度		6.0
	岩土特征		3.0
工程地质	地基承载力	0.40	4.5
	桩基持力层埋深		2.5
水文地质	地下水埋深	0.20	5.5
	地下水腐蚀性		4.5
地质灾害	崩塌滑坡	0.10	10.0

(4) 按公式

$$I_s = \sum_{i=1}^n w'_i \left(\sum_{j=1}^m w''_{ij} \cdot X_j \right)$$

计算评价单元的适宜性指数 I_s , 根据适宜性评价标准判定评价单元的工程建设适宜性分级^[15]。式中: n 为参评一级因子总数; m 为隶属于第 i 项一级因子的参评二级因子总数; w'_i 为第 i 项一级因子权重; w''_{ij} 为隶属于第 i 项一级因子下的第 j 项二级因子权重; X_j 为第 j 项二级因子的定量分值。

(5) 评定单元建设适宜性等级。根据《CJJ57—2012 城乡规划工程地质勘察规范》^[15], 评定单元建设适宜性等级类别, 定量计算的判定标准见表 4, 获得黄山市中心城区工程建设适宜性分区图(图 8)。

表 4 工程建设适宜性判定标准

Table 4 Evaluation criteria for suitability of engineering construction

适宜性指数	适宜性分级
$I_s \geq 70$	适宜
$45 \leq I_s < 70$	较适宜
$20 \leq I_s < 45$	适宜性差
$I_s < 20$	不适宜

黄山市中心城区工程建设适宜性可分为适宜区、较适宜区和适宜差区。适宜区、较适宜区主要分布于新安江、横江、率水、丰乐河及其支流两侧冲积平原及经济技术开发区。这些地区地形平坦开阔, 地质灾害不易发; 第四系厚度一般 6 m, 下部红层是良好的建筑地基和桩基持力层, 工程地质条件较好; 地下水属贫乏-极贫乏级, 地下水埋深一般为 1~4 m, 地下水腐蚀性微小, 适宜开展工程建设。适宜性差区分布于屯溪区北部、黄山林校东南部、经济技术开发区海宁村和罗田煤矿一带、徽州区歙县收费站西南侧, 相对高差为 80~100 m, 地形坡度多 $> 30^\circ$, 工程建设难度和成本较高。这些地区多为

林地,人口相对稀少,适宜于建设城市野外探险及森林公园等休闲场所。如建设选址需要,可采取梯级开发、放坡和边坡治理等措施进行工程建设。

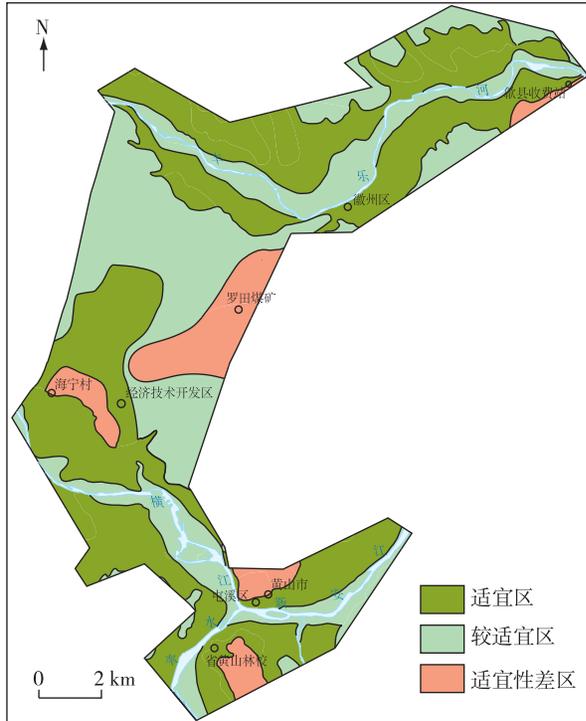


图8 工程建设适宜性分区

Fig. 8 Suitability division of engineering construction

4 结论

(1)影响黄山市中心城区工程建设的地质因素主要为地形地貌、水文、工程地质、水文地质和地质灾害。

(2)黄山市中心城区划分为工程建设适宜区、较适宜区和适宜性差区,该区地质环境条件总体较好,工程建设适宜区、较适宜区面积广且成片分布,与定性认识基本吻合。

(3)黄山市城市用地现状与本次评价结果基本一致。屯溪区城区、徽州区城区和经济技术开发区均位于工程建设适宜区或较适宜区。

(4)工程建设适宜性差区不适宜于大面积开展工程建设,如建设选址需要,建议采取梯级开发、放

坡、边坡治理等措施进行工程建设,但要防范崩塌、滑坡等地质灾害。

参考文献

- [1] 程惠红.曹妃甸滨海新区工程建设适宜性评价[D].北京:中国地质大学(北京),2009.
- [2] 唐辉明.地质环境与城市发展研究综述[J].工程地质学报,2006,14(6):728-733.
- [3] 薛禹群,张云.长江三角洲南部地面沉降与地裂缝[J].华东地质,2016,37(1):1-9.
- [4] 张堃.基于GIS的山地城镇工程建设场地适宜性评价系统设计与开发研究[D].重庆:重庆大学,2016.
- [5] 俞跃平,唐柏安.绍兴中心城区工程地质特征及场地工程建设适宜性评价[J].水文地质工程地质,2011,38(2):84-88.
- [6] 杨晓龙.田市镇及周边地区工程地质环境质量评价与工程建设适宜性分析[D].西安:长安大学,2016.
- [7] 陈柳柳,李振团,张位华.贵安新区省直管区规划勘察工程建设适宜性评价[J].黑龙江交通科技,2015(6):155-158.
- [8] 杨洲.渭南市地震小区划工程地质分区研究[D].西安:长安大学,2011.
- [9] 潘朝,吴立,左清军,等.基于模糊数学的武汉市地下空间开发地质适宜性评价[J].安全与环境工程,2013,20(2):19-23.
- [10] 刘前进,董毓,封林波.九江地区长江沿岸工程地质特征与岸坡稳定性探讨[J].华东地质,2017,38(2):147-154.
- [11] 陈绪钰,王东辉,田凯.宜宾市规划中心城区工程建设地质环境适宜性综合评价[J].安全与环境工程,2016,23(4):1-7.
- [12] 南晓娜.GIS支持下的山地城市建设用地适宜性评价研究[D].西安:西北大学,2009.
- [13] 张丽君.国际城市地质工作的主要态势[J].国土资源情报,2001(6):1-13.
- [14] 李运怀,管后春,彭苗枝,等.黄山市城市地质调查[R].合肥:安徽省地质调查院,2015.
- [15] 北京市勘察设计研究院有限公司.CJJ57—2012 城乡规划工程地质勘察规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.

Geological factors-based suitability evaluation for engineering construction in the urban area of Huangshan

PENG Miao-zhi, QIN Xian-yan, HE Miao

(Institute of Geological Survey of Anhui Province, Hefei 230001, China)

Abstract: Through field geological survey and comprehensive analysis, this paper investigated major geological factors which may influence urban engineering construction and their development characteristics. These factors include topography and geomorphology, hydrology, engineering geology, hydrogeology and geological hazard. Suitability for engineering construction was evaluated using multifactorial weighted index method. The study area can be divided into three suitable areas: well suitable, generally suitable and poorly suitable. The urban area in the city of Huangshan has favorable geo-environmental conditions, with the first two areas jointly distributed widely, and this is basically consistent with qualitative analysis results. The understanding above can provide basic information and decision-making basis for urban planning, construction, development and project location of the urban area of Huangshan.

Key words: engineering construction; geological factors; suitability evaluation; urban centre; City of Huangshan