

城市建设与地质环境的关系及研究要点*

吴 恒 张信贵 易念平

(广西大学 南宁 530004)

摘 要 城市地质环境是人造环境与地质环境的复合物,从城市建设特征与地质体特征两个方面进行综合研究是十分必要的,城市用地是城市对地质体施加作用的代表物,建立地层组合模型可以有效地刻画第四系工程地质特性,城市建设对城市区域地下水物理化学场的扰动并引起土体结构强度变异是极为重要的。本文还就地质环境问题值得深入研究的要点进行了探讨。

关键词 城市建设 地质环境 相互作用

1 引言

城市是人类密集居住的场所,是人类对地质环境施加重要作用的场所,其形态、用地、发展均与所在的地质环境质量密切相关。在联合国制定的减灾十年计划中,城市自然灾害被列入^①。地质灾害是城市自然灾害中的重要一类。

据估计,到2000年,城市人口达62—70亿,其中50%将生活在城市。1987年,我国城市总数为189个,而在1992年就已达507个;并且我国城镇人口比重已由1980年的19.4%提高到1990年的26.23%(方磊,1992)。城市规模的扩大及城市个数的增长,引发出3个引人注目的问题:城市人口急剧增加;城市占地日趋扩大;因地质环境变异使城市受地质灾害而产生的损失量日趋增大。

从环境工程地质的角度看,城市是一个人造的环境,城市所在的地域是一个自然环境,当这两个环境迭加在一起时,城市建设与地质环境之间将会出现什么问题?其产生的根源是什么?相互关系及研究的要点是什么呢?

2 城市建设与地质环境的相互关系

2.1 地质环境制约城市建设

任何城市都是建造在给定的地质环境中。人们为了生存及求取最大效益,在许多方面

^① 国际减轻自然灾害十年研讨会纪要,1988年4月5日。

* 国家自然科学基金、广西自然科学基金和广西高校跨世纪学科带头人培养对象专项基金联合资助课题。

吴恒,男,1956年12月生,教授,博士,工程地质、岩土工程专业。

1997-09-22 收稿,1997-12-17 改回,沈丽璞编辑。

都是充分利用地质环境进行建设,这包括城市的平面布局、功能区用地、一些城市的主要产业特征等。

以广西壮族自治区南宁市为例,南宁市城市布局及其发展与地质环境密切相关,邕江贯穿东西,将南宁市分成南北两大区域的地貌结构决定了南宁市的宏观布局及沿江分布的城市结构。南宁市地貌结构制约着南宁市城市建设与经济发展。江北区城市建设与经济发展先与江南区,是因为邕江北部低阶地较南部开阔、平坦,且于北部城市有良好的交通运输和贸易条件,所以为低矮建筑提供了良好的用地环境。南宁市工矿布局简况如图1所示。

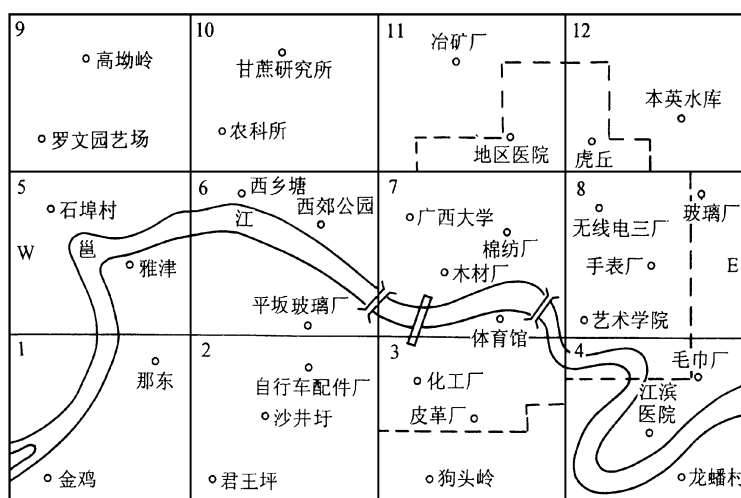


图1 南宁市工矿分布简图

虚线框为建筑物密集区

Fig. 1 A sketch about the layout of factory and mine area in Nanning

2.2 城市建设改造和重塑地质环境

城市建设及日益增加的城市人口,无时不在扰动所在的地质环境。如改变城市的地貌景观,扰动地下水的物理及化学场,重塑城市表部岩土特征,不断对岩土体施加各种荷载等。这些作用的结果使城市所在的地质环境在许多方面已不同于其原有环境,形成一种迭加有城市地质作用的次生地质环境。

城市建设对地质环境诸多因素影响最大的是地下水及微地貌形态。由于城市建设,常年累月的挖填作用,使城市原有的地貌形态发生变化。以广西梧州市为例,梧州市区内多洼地,80年代末,从1:5000地形图上统计,41 km²的范围内有洼地301个。而历史上梧州市区洼地更多,这可以由梧州市区填土的年代及分布得以证实。

梧州市填土主要分布在一级阶地的低洼地、河漫滩的边缘和低山丘陵的冲沟中。现在市区的石鼓路、中山路、大学路、文栏路都是由原来的冲沟填筑而成;现在的河堤公园和西堤路的一部分和中山路的北端,早期曾是河漫滩及池塘。

2.3 城市建设、地质环境、地质灾害之间的关系

城市建设不断扰动地质环境,地质环境也在不停的“运转”。在“扰动”与“运转”不协调时,就有使岩土体及地下水发生变异的能量积累,当积累到一定量并释放出来时,就形成地质灾害。三者关系如图 2 所示。在城市区所在地质环境,既有因地质环境自身“运转”而引发的内在潜能释放造成的地质灾害,也有因城市建设活动造成地质环境失衡而形成地质灾害,这种划分如图 3 所示。

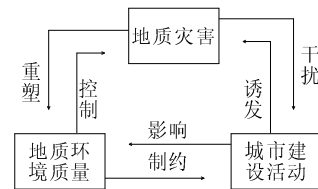


图2 地质环境、城市建设及地质灾害的关系
Fig. 2 Relationship between geological environment, diaster and city construction

在城市建设中,若对地质环境质量认识不足,则极易造成工程建设的损失。以南宁市区某建筑场地的地基加固为例。

南宁市一栋 13 层大厦的建筑场地,其土层从上至下依次为:杂填土(0.6—3.9m);黄色可塑的粉质粘土(2.6—8.0m);深灰色软至可塑粉土(3.0—8.0m);深灰色松散的粉细砂(1.0—5.0m);深灰色中密的砾砂及圆砾(9.7—13.0m);下部为第三纪泥岩。地下水为贮存杂填土的上层滞水和砂砾层中潜水。

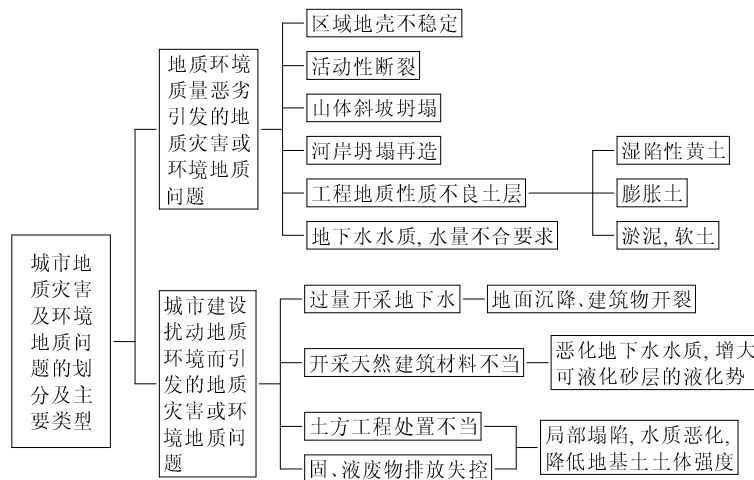


图 3 原生地质环境、次生地质环境网络图
Fig. 3 Network's chart of primary and secondary geological environment

地基处理方法系采用高压旋喷法对地表以下 8m 的粘性土层进行加固。然而,施工完毕后发现旋喷体基本不固结,呈软塑状,有析水现象;加固后地基承载力仅达设计要求的 20%,成为一起不成功的地基处理例证。

针对南宁市特有的由于牛軛湖相沉积的深灰色的软至可塑粉土,当采用旋喷法加固时。相应的工艺、浆材的配比等,应当与此层土的物质组分、结构性状等相吻合。

3 城市用地是城市地质作用的一种主要表现形式

城市建设的一个显著标志是使不同的地域有不同的社会功能,形成不同的功能区,而

城市规划问题在很大程度上取决于各城市功能区用地的规划。城市用地取决于城市所在地域的地质条件。如重工业区要求地基有多个持力层,有大量废弃物排放的工厂不能靠近城市水源地等(吴恒,1995)。

城市用地受制因素是众多的,其与地质环境质量相关也与城市功能相关;其规划与包括地貌形态、地层岩性、地下水特征、不良地质现象等地质因素在内的众多的因素相关,也会因为对土地的使用而形成局部的不同于原有的地质环境或产生一系列的地质环境的问题。因此,对城市用地问题的研究必然涉及地质环境质量及城市建设的许多方面,应当用系统的观点及工程地质力学的观点来研究。图4给出城市土地利用的工程地质分析模型框图。

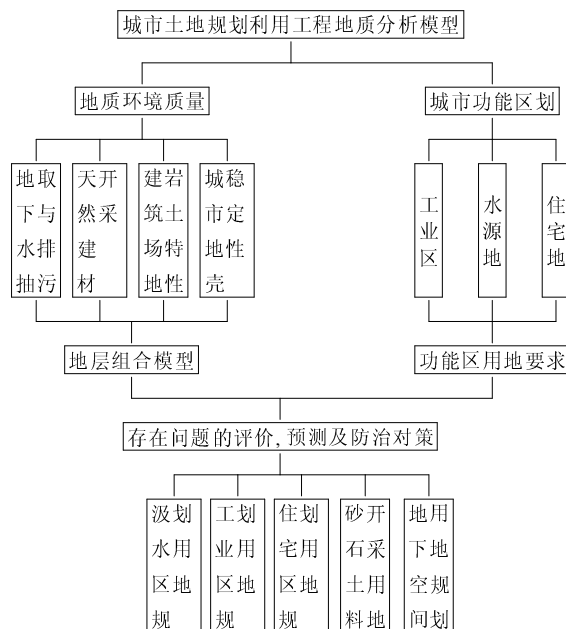


图4 城市土地利用的工程地质分析模型框图

Fig. 4 Model frame chart of engineering geological analyse of city's land-plan and land-use

4 建立地层组合模型及其应用

由于绝大多数的城市是座落在第四纪地层之上,而第四纪地层通常都有一个显著的特点,即具有近水平的成层性。这种特性对于用工程地质力学的观点描述其结构特征、附加应力场范围内的土层力学性状,在二维平面上描述土体三维结构往往是有障碍的。

4.1 定义与含义

地层组合模型定义:以土体中不同介质的界面为结构面,将基岩面上的土体据各介质的工程地质性状进行归并组合,由此而构成的土体结构模型。

地层组合模型的物理含义:图5为城市区一种常见的土体结构模型,其基岩面上的各

土层,按各介质层的主要组分划分为4层,如图5所示。

该结构模型至少可揭示所代表地域土体的两个性状:

(1)描述成因及形成环境。该模型揭示出,该地域系河流冲积成因,并迭加有人类的活动,是先期自然流水环境与后期人工活动环境的复合环境产物。

(2)刻划土体工程地质性状。该地域存在至少两个显著的工程地质特征:①存在力学性状软弱层,该层是地基工程中的不利因素;②砂砾石层中存在较为丰富的地下水,因此粘性土层的中下部,具有较高的液化潜势。

4.2 应用例证

建立地层组合模型可对城市各区段土体的工程地质性状进行分类,对场地中的工程活动进行提示。

图6是城市区域常见的一种土体结构,在砂砾层的上部有厚度较大的粘性土层。显示出该地域既可以提供较丰富的土料供城市建设,又具有丰富地下水资源。其对工程活动如开采土料的提示是:必须高度重视地下含水层的隔污防护层厚度及场地液化势等问题。

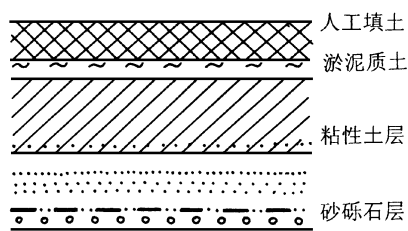


图5 地层组合模型

Fig. 5 Layer constituent model

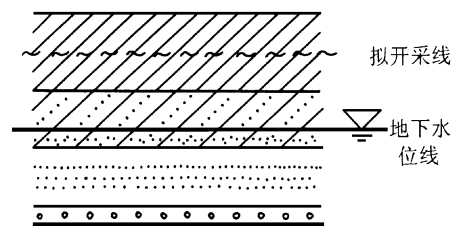


图6 常见的城区地层结构

Fig. 6 Common layer structure with in the limited in city

在城市建设的工程活动中,开采天然建筑材料、开采地下水及开拓城市建筑空间,均与所建立的地层组合模型有关,后者构成各类城建活动的物质基础。图7给出地层组合模型与这些城建活动的关系及显示出的地层组合模型构造的物质基础。

5 城市区域地下水的水岩作用与土体结构的长期强度

5.1 水土作用分析

在城市区域的地质环境的各种组分中,地下水是一个易变量,而当其发生变异时又会带动其它的因素发生变化(Hawkins, 1994)。另一方面,城市建设破坏了原有的“三水”循环状态,地下水的水文地球化学场发生了变化,从而破坏了已有的地下水与土颗粒之间有关吸附溶蚀平衡,这种结果在客观上就可能导致土体结构长期发生强度变异,而后者是工程地质学家在研究城市地质环境稳定性问题时应当回答的重要内容。

水土作用分析过程如图8所示。

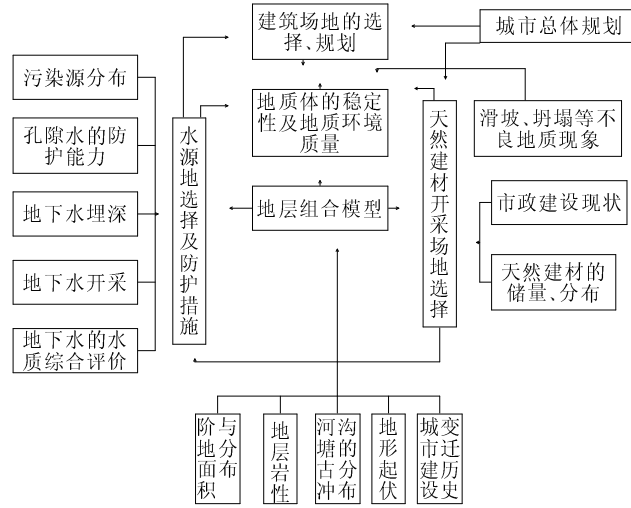


图7 地层组合模型与城市建设的关系
Fig. 7 Relationship of layer constituent model and city construction

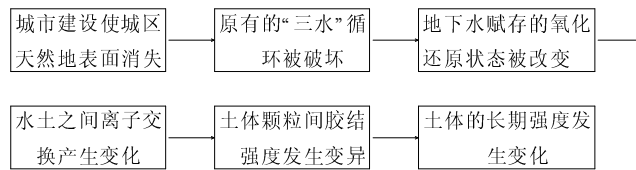


图8 地下水变异与土体相互作用分析图
Fig. 8 Interact analyse chart of groundwater variation and soil mass

5.2 实例分析

许多城市出现地下水硬度增加。北京市 40 年代地下水硬度低, 仅 11.5 德国度, 而 1978 年硬度已超过 25 德国度(袁志梅, 1991)。

广西南宁市处于新生代沉积盆地之中, 在巨厚的新第三纪泥岩及泥质粉砂岩基上普遍覆盖有厚约数十米的第四纪河流冲积层。在二级阶地的砂砾层中, 普遍分布有潜水含水层。在对 3 种区段的地下水硬度 10 年的变化特征分析发现, 城区中地下水硬度普遍随城市建设活动有较大幅度地变化, 在总体上呈升高趋势的背景下, 硬度值波动区间大, 区段的变化较大; 对于郊区, 硬度增加的幅度较小, 波动的方差值仅是城区的十分之一。

表 1 给出 3 个区段的地下水硬度 10 年观测数据的 5 个特征值^①; 图 9 给出观测值的变化曲线。

图 9 可推断地下水硬度变化与城市建设相关, 而硬度变化必引起土颗粒矿物组分及连接程度的变化。

^① 广西环境水文总站, 1981—1990, 广西地下水年鉴。

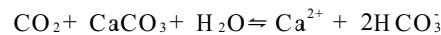
表 1 南宁市不同类型区地下水硬度的统计表

Table 1 Statistical table of groundwater hardness in different district Nanning

水样采取的区段	最小值	最大值	平均值	极 差	均方差	监测时间/a
未开采地下水城区	2.91	10.62	5.602	7.71	6.666	9
开采地下水的城区	1.54	8.10	4.149	6.56	5.202	10
未开采地下水郊区	0.60	2.61	1.512	2.01	0.551	9

注: 资料来自广西地下水动态年鉴, 监测时间为 1981—1990 年。

城市化作用的加大, 使 CO_2 分压增高, 导致地下水中 CO_2 含量增加, 地下水中的络合效应及水土间的离子吸附交换能力加大, 促使土体中的方解石、白云石等组分及钙质胶结物溶解。



当上述反应式正向反应加剧时, Ca^{2+} 的不断析出, 造成土骨架疏松, 连结程度减弱, 使土体强度降低, 形成地面沉降, 从而形成地质灾害。

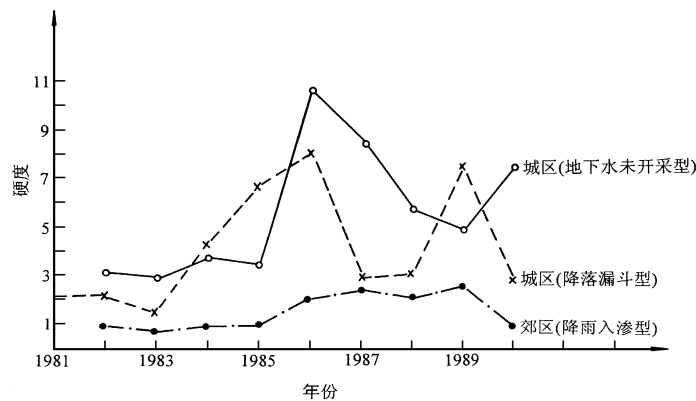


图 9 地下水硬度观测曲线

Fig. 9 Observational curve of groundwater hardness

6 结论及进一步研究的问题

由对城市建设及地质环境相互关系研究之后, 可得出如下几点结论:

- (1) 城市建设与地质环境、地质灾害这三者互为依存并相互作用。
- (2) 城市用地是城市建设依赖地质环境, 又是改变和扰动地质环境的一种城市地质作用的代表。
- (3) 建立地层组合模型是将工程地质力学的观点扩展到土体工程特性研究的具体体现, 是分析城市工程地质问题的基础。
- (4) 注意地下水化学组分对土体结构强度的研究是进一步深化研究城市化产生的地质问题的核心。

进一步值得研究的要点:

(1) 对于城市人口密度不断增大, 而城市占地又必须予以限制的背景下, 城市所在区域的地质体, 在城市建设施加的附加作用力的承受能力方面是否存在极限值。

(2) 城市尤其是都市, 将造就了一种不同于原生的并有相当范围的气候环境, 那么, 在地质体方面, 其特性是否会有相应的变化。

(3) 对于内动力地质作用较强烈的地区, 或城市所在区域的内动力地质作用发生增强时, 应当采取那些主动措施调整次生地质环境, 如对表部岩土进行改良, 对地下水的物理场与化学场进行调整, 可否有效地保证城市的运营安全。

参 考 文 献

- 方 磊. 1992. 中国环境与发展. 北京: 科学出版社. 5.
- 吴 恒. 1995. 城市用地的影响因素分析及其评价系统. 地理研究, 14(4), 69—77.
- 袁志梅. 1991. 论北京市地下水开采和环境变化. 见: 中国水文地质工程地质勘察院编. 北京: 地震出版社. 119—127.
- Hawkins A B 1994. construction on recent alluvial: The importance of a correct interpretation of Quaternary geology, *Engineering geology*, 37(1): 67—77.

STUDY'S KEY AND RELATION OF CITY CONSTRUCTION AND GEOLOGICAL ENVIRONMENT

Wu Heng Zhang Xingui Yi Nianpin
(GuangXi University, Nanning 530004)

Abstract

City becomes larger and larger than it used to be in scale, which brings a lots of problem, such as growth of population, expendation of the landuse's area, and change of geological environment for city construction.

Relationship of city construction, geological environment and disaster is interdependent and interactive one another. Development of city is restricated by geological environment. For expample, the layout of a urban district and landuse of functional district of city are influenced by geomorphic terture, hydrological conidition etc. When geological environment work continuously to rely on itself law, city construction disturbs it continuously. As development of "work" and "disturb" can't be well coordinated, accomulative energy released abruptly and geological disaster happens.

Land-use is a major form of city's geological affection. It does not only rely on geological environment, but also change and disturb geological environment. it is a symbol substance which city exerts its action on geological body. So it is necessary to study many problems to be involved with city environmental quality and city construction by viewpoint of systematical engineering and engineering geological

mechanics.

To establish layer constituent model can classify engineering geological nature of soilmass in different city district. It can describe engineering geological property of Quaternary sediments. It also study engineering property of soilmass by view point of engineering geological mechanics, and instruct effectively engineering under construction field.

Development and enlargement of city damages original "three-Water Cycle". It changes underground water's hydrological geochemical field, and damages former balance between adsorption and corrosion which leads to the change of longterm's strength of soilmass. In a sense example, the change of undergroundwater hardness in ten years in Nanning city indicates that city construction makes a notable impact on geological environmental quality.

On the basis of a plenty of reasearch about method and relationship of city construction, geological environment and disaster, the author point out and discuss the study's key problems and the way forward to study, among which are: Does geological body in city district exist the maxium safe carrying capacity? Will the climatic environment which city construction forms change property of geological body? And how to take initiative in adopting measure to adjust secondary geological environment to protect city safety?

Key Words City, Geological environment, Action