

# 南京地铁南北线主要工程地质问题认识与评价

程建军, 严三保, 蒋建平, 马 骥

(南京大学 地球科学系, 江苏 南京 210093)

[摘要] 介绍了南京地铁南北线一期工程的工程概况及工程地质条件。地铁建设场址区沿线地形复杂, 地铁要频繁穿过基岩和河漫滩软土及古河床的饱水粉细砂层, 由此引发较多的工程地质问题。结合优势面分析理论讨论了南京地铁建设所遇到的主要工程地质问题: 区域稳定性问题、砂土液化问题、围岩稳定性问题、工程水害与渗透变形问题、地基不均匀沉降问题, 并针对具体问题提出了在地铁施工中的相应解决办法。实践证明, 认清工程建设中所存在的工程地质问题并作出科学评价, 对工程建设的勘察、施工、设计都是至关重要的。

[关键词] 地铁; 工程地质问题; 评价

[中图分类号] P642 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)01-0046-06

[作者简介] 程建军(1979—), 男, 河北深县人, 硕士研究生, 现从事地质工程研究工作。

## 1 概述

南京地铁南北线一期工程(小行—迈皋桥)线路全长 16.99 km, 其中地下线长 10.62 km, 占全线总长的 63%, 一期工程预计在 2005 年建成。全线共设车站 13 座, 其中高架站 5 座。根据南京市总体规划, 同时为了减少工程投资并尽可能减少对城市的影响, 线路通过城市中心区段布置为地下线, 在中心区外围为高架线。根据设计, 珠江路—玄武门两个区间采用浅埋暗挖法施工, 三山街—珠江路、玄武门—南京站等 5 个区间采用盾构法施工, 南京站站—东井亭站采用明暗挖法结合施工, 采用地面或高架的是小行站—安德门、中华门站—三山

街站之间的 3 个区间及东井亭站—迈皋桥站之间(图 1)。

南京市位于长江下游, 三面环山, 一面濒水, 地势起伏较大, 市内丘陵、平原交错。内秦淮河水系和金川河水系贯穿市区, 地下还埋藏一条纵贯南北的古河道, 地铁一期工程自南向北穿越不同地貌单元, 其中有 3 段坐落在低山丘陵地貌单元上, 另有两段坐落在古河道冲积平原上。由于地形起伏大, 工程将频繁穿过基岩和河漫滩软土、古河床的饱水粉细砂层。地形复杂, 兼容多种地貌, 岩性变化大, 岩土成分复杂, 这些客观因素的存在正是南京地铁工程问题难度大和复杂的原因所在, 也正因为这些客观因素的存在导致在该区的地铁建设不可避免的遇到较多的工程地质问题。

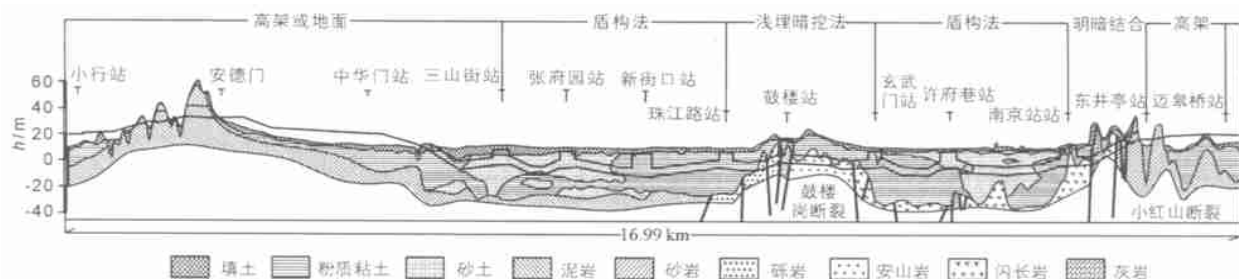


图 1 南京地铁南北线一期工程地质剖面示意图

Fig. 1 Engineering geological section of Nanjing metro

[收稿日期] 2003-05-01

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

2 地铁场区工程地质条件

地铁场区基岩起伏较大, 地铁隧道主要穿越古河道的软弱土层(见图 1)。针对城市浅埋隧道的特点, 根据成因类型、沉积时代划分工程地质层组, 工程地质层组指具有相对均一的工程地质特性的地质单元体; 根据沉积相的结合、工程特性划分亚组, 划分结果如表 1、表 2。

表 1 工程地质层组

Table 1 Engineering geological strata groups						
层组	亚组	亚组名称	岩土基本特征	沉积环境与成因类型	堆积时代	土的状态
I	I	填土	由碎石及土混杂组成	人工填土	近期	
II	II <sub>1</sub>	硬粘土	局部夹薄层粉土, 中等压缩性, 高压液性, 高灵敏度, 低强度, 厚度变化大	淤积成因, 多为长江漫滩, 古河道堆积	Q <sub>4</sub>	可塑-硬塑
	II <sub>2</sub>	软粘土				软塑-流塑
	II <sub>3</sub>	密砂性土	饱和, 局部夹砂粉质粘土			中密-密实
	II <sub>4</sub>	松砂性土	饱和, 厚度变化大, 有液化可能			松砂-稍密
III	III <sub>1</sub>	硬粘土	具中等压缩性	古长江冲积成因, 包括原生及次生的, 多分布在一级阶地及斜坡上	Q <sub>3</sub>	可塑-硬塑
	III <sub>2</sub>	软粘土	局部夹砂, 具高压压缩性			软塑-流塑
	III <sub>3</sub>	密砂性土	局部夹薄层粉质粘土			中密-密实
	III <sub>5</sub>	混合性土	粉质粘土混卵砾石			软塑-硬塑
IV	IV <sub>1</sub>	硬粘土	中低压缩性, 夹铁锰结核	冲、洪积为主的多种成因包括残积	Q <sub>2+3</sub>	可塑-硬塑
	IV <sub>5</sub>	混合性土	粉质粘土混卵砾石; 残积土含少量岩块			

表 2 地质层组分布特征

Table 2 Distribution character of strata groups						
亚组	下卧层	顶板埋深 /m	厚度 /m	分布特征	单体最大延展长度/总延展长度/m	
II <sub>1</sub>	II <sub>4</sub>	2~3	1.5~4	局部零星分布	900	
II <sub>2</sub>	III <sub>1</sub>	3~25	6~16	分布在河漫滩	1 200/3 000	
II <sub>3</sub>	基岩、III <sub>1</sub>	22~28	6~12	古河道底部	500/1 000	
II <sub>4</sub>	II <sub>2</sub> 、II <sub>3</sub>	2~13	10~28	整体分布	2 200/4 000	
III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub> 、III <sub>3</sub> 、III <sub>5</sub>	3~30	~11	稳定分布	2 500/5 000	
III <sub>2</sub>	III <sub>1</sub>	13~20	3~16	两处稳定分布	1 200/2 500	
III <sub>3</sub>	III <sub>2</sub> 、III <sub>1</sub>	24~30	3~6	局部分布	500	
III <sub>5</sub>	基岩		1~2	连续分布于岩土分界面		
IV <sub>1</sub>	IV <sub>5</sub>	2~4	4~16	鼓楼岗	1 600/1 600	
IV <sub>5</sub>	基岩		2~12	鼓楼岗基岩面		

运用优势面分析理论<sup>2~4]</sup>统计出主要层组的优势指标及等级(表 3), 对南京地铁场址区工程地质层组进行分析, 其结果为: 南京地铁隧道最佳持力层为 Q<sub>3</sub> 的硬粘土 III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub> 为其次持力层; II<sub>2</sub> 层软粘性土沉积时代新, 高灵敏度, 低强度易形成动力不稳定和不均匀沉降; II<sub>4</sub> 层饱和和松砂极易产生液化, 故敏感层为 II<sub>2</sub>、II<sub>4</sub>。

表 3 主要层组的优势指标值及等级

Table 3 Preferred value and grade of major strata groups						
层号	承载力	埋深	规模	下卧层性质	抗震动及沉降效果	指标和等级
II <sub>2</sub>	0.2	0.4	0.4	1	0.6	2.6 IV
II <sub>3</sub>	0.6	0.7	0.2	1	0.7	3.2 III
II <sub>4</sub>	0.4	0.7	0.8	0.6	0.3	2.8 IV
III <sub>1</sub>	1.0	0.7	0.7	0.6	0.8	3.8 II
III <sub>2</sub>	0.4	0.7	0.5	1	0.7	3.2 III
III <sub>3</sub>	0.6	1.0	0.1	1	0.7	3.4 III

引自《南京地铁南北线一期工程工程地质勘察总报告》

3 地铁场区主要工程地质问题

3.1 区域稳定性问题

3.1.1 地铁建设工作区地震活动特征

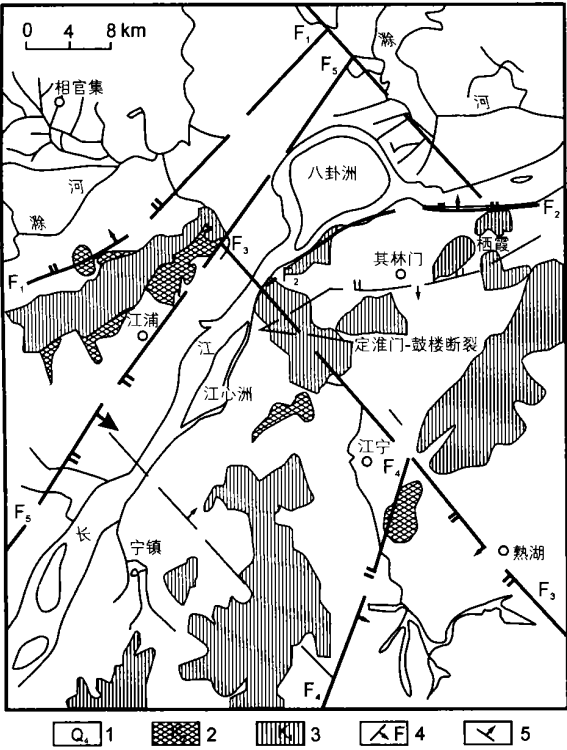
地铁工程建设场址位于华北地震区长江中下游—南黄海地震带内, 工程场区地震危险性的主要影响来自长江中下游—南黄海地震带。场区位于华北地震区中强震活动区, 在今后的数十年内, 地震活动仍保持较高水平, 最高活动水平为 7.0 级左右。工作区地震活动的空间分布是不均匀的, 表现为成团成片分布的丛集特征。

3.1.2 场址区断裂构造分布及特征

在近场区主要有 5 条断裂(图 2), 分别是滁河断裂、江浦-大厂断裂、南京-镇江沿江断裂、方山-小丹阳断裂、南京-湖熟断裂。地铁建设场址区的断裂有以下特征: 小行至珠江段, 下覆基岩岩层较为稳定, 各段基岩面虽有起伏, 但总的趋势是南浅北深, 基岩均未发现明显的断裂和破碎现象。珠江路以北地段构造较为复杂, 结合多方面资料认为, 在场址区有 6 条断裂: 供电局-吉兆营断裂 f<sub>1</sub>、鼓楼联合售票处-尖角营断裂 f<sub>2</sub>、鼓楼公园-双龙巷东口断裂 f<sub>3</sub>、鼓楼-安仁街南口断裂 f<sub>4</sub>、湖北路南口-安仁街南断裂 f<sub>5</sub>、模范马路东口-玄武新村断裂 f<sub>6</sub>。

3.1.3 运用优势面理论对场址区断裂的评价

优势面理论认为优势活动性断裂是活动性断裂中对工程构成主要影响的断裂, 对区域稳定性起



1—第四系;2—赤山组洪层;3—浦口组洪层;4—主要活动性断裂;5—一般活动性断裂 F<sub>1</sub>—滁河断裂 F<sub>2</sub>—沿江断裂;F<sub>3</sub>—南京—湖熟断裂;F<sub>4</sub>—方山—小丹阳断裂 F<sub>5</sub>—江浦—大厂断裂

图 2 南京市近场区地质构造图

Fig. 2 Local geological structure of Nanjing

着控制作用<sup>[2-4]</sup>。评价结果认为南京地铁场区内没有全新世活断层<sup>[3]</sup>,穿越市区的南京—湖熟断裂和定淮门—鼓楼断裂规模较大,在地铁沿线表现为鼓楼岗和小红山两组断裂,延伸至近地表,并存在断裂破碎带,第四纪有一定活动性。该两组断裂为控制场区工程地基稳定性的场区优势断裂,控制着鼓楼岗和小红山(见图 1)地铁隧道的稳定性。地铁沿线,珠江路以南地段构造较为简单,基岩较为单一,基岩面起伏不大,无明显断裂破碎带存在;珠江路以北地段,构造较为复杂,基岩多样,基岩面埋深差异较大,断裂较为发育,共有 3 组断裂,即 NWW、NW 和 NE 向,其中以鼓楼至珠江路段较为复杂, f<sub>1</sub>~f<sub>4</sub> 均为 NWW 向构成一断裂组,其中 f<sub>1</sub>, f<sub>4</sub> 为主断裂, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> 为次一级断裂。NW 向的 f<sub>5</sub> 断裂在鼓楼广场一带与 NWW 向断裂交汇,形成规模较大的破碎带。由于 f<sub>4</sub>, f<sub>5</sub> 分别为定淮门—鼓楼—琵琶湖断裂和南京—湖熟断裂的一部分,存在不同程度的地面破坏潜力,应引起注意。

3.2 砂土液化问题的认识与评价

地铁南北线在城区所穿越的地层为饱和粉土

或粉细砂,在地震作用下极易产生液化<sup>[5]</sup>。南京地铁南北线土层如表 1,其中 I 层厚约 4 m, II 层厚约 17.5 m, III 层厚约 18 m, IV 层主要为土混卵砾石。地铁场址区内地下水埋深一般为 13 m 左右,可见 II 层土在地震作用下有液化的可能。在根据设防烈度、砂层的埋深特征和砂土性质进行初步判别的基础上,结合标贯、静力触探、三轴实验等方法,根据大量工程经验对场址区的土层进行详判。结果表明,玄武门站存在液化土层,液化等级为轻微—中等;玄武门站—许巷站区内,根据液化等级可分 3 个区:里程桩号 K12+124 以南为非液化区,中北部里程桩号 K12+124~K12+353 为轻微液化区;里程桩号 K12+353 区以北场地为中等液化区。许府巷—南京站区间内,据液化等级也可分 3 个区:场区东部为轻微液化区;中部及南端为中等液化区;中南部为严重液化区。图 3 表明新街口—张府园站区间场地为轻微—中等液化区

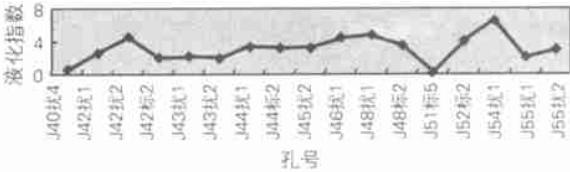


图 3 新街口—张府园区间液化指数统计

Fig. 3 Statistical results of liquefaction index in Xinjiekou-Zhangfuyuan

总体上说,地铁一号线区间内砂土液化危害程度北部比南部严重。地铁是线形工程结构,比起大型桥梁深埋桩基要更加注意。南京地铁南北线一期工程场区内存在液化砂土层,且珠江路以北液化危害程度比珠江路以南严重,主要液化土层为 II<sub>4</sub>(松散—稍密粉砂夹细砂层)和 II<sub>3</sub>(密实—中密粉土层)。为消除液化后对地铁隧道的安全运行可能产生的影响,有必要采取适当的抗液化措施。由于盾构隧道的特殊性,建议通过提高粉砂土的密实性或者对隧道液化层注浆处理的方法,以起到消除隧道底板以下及顶板附近土层液化目的。

3.3 围岩稳定性问题

3.3.1 浅埋引起的围岩稳定性问题

地铁隧道为城市浅埋隧道,对隧道围岩稳定性和不均匀沉降要求高,具有一定的特殊性。南京地铁建设具有埋深浅、地压小且围岩不稳定的特点。珠江路—鼓楼—玄武门区间的浅埋暗挖法施工段上覆岩土层厚度一般为 12~18 m,上覆岩层厚度 0

~8 m; 南京站—东井亭区间明暗结合挖法施工段上覆岩土层厚度一般为12~25 m, 上覆岩层厚度0~25 m。由于上覆层厚度多以土及强风化岩层为主, 构造应力(地应力)可以忽略不计。上覆层厚度变化的比例大, 地压波动大, 地应力小造成岩体强度的降低, 各种结构面活化, 因此有必要在隧道施工中对围岩变形进行监测, 新奥法施工可以根据围岩变形的监测控制围岩的稳定。

### 3.3.2 破碎结构引起的围岩稳定性问题

南京站—东井亭区间围岩以破碎结构为主, 破碎松动为主要变形形式。所以当围岩应力超过了围岩的屈服强度, 就会因沿多组已有断裂结构面发生剪切错动而松弛, 并围绕洞体形成一定的碎裂松动带或松动圈。松动带并不稳定, 加之该区段存在地下水及岩溶, 极易导致顶拱的坍塌和边墙的稳定。由于松动带的厚度会随时间的推移而逐渐增大, 因此为了防止这类围岩变形、破坏的过度发展, 必须及时采用加固措施。

### 3.3.3 相邻洞室引起的围岩稳定性问题

在鼓楼附近, 由于已存在地下隧道, 同时由于断层的存在, 使隧道围岩的受力趋于复杂。相邻洞室的存在通常使围岩的应力集中程度增高, 对洞室围岩稳定不利。

## 3.4 工程水害和渗透变形问题

### 3.4.1 工程水害问题

地铁工程的施工对防水提出了较高的要求。隧道在南京站附近穿越玄武湖底<sup>[6]</sup>, 施工时不仅要注意隔水层的保护和隧道变形的控制, 同时不能简单采用排降水的方法, 这样会使水流畅通, 形成水力梯度, 引起地面沉降、突涌灾害, 不能达到降水的目的。

在古河床区段, 区间的施工方法主要是盾构法, 车站的施工方法主要为明挖顺作法(张府园站、玄武门站、许府巷站)和盖挖逆作法(三山街站、新街口站), 所以防水的重点是车站。对采用连续墙隔水的区间, 连续墙的深度应大于含水层, 然后再降水施工; 对于古河床中心地带, 含水层较厚, 不宜使用连续墙隔水, 也不宜使用降水法, 应尽快封闭围岩。对于以浅层孔隙潜水含水层组(三山街—新街口、玄武门—许府巷)和弱承压孔隙水含水层组(新街口—珠江路、玄武门—南京站区段)为优势含水层区段, 浅层孔隙潜水含水层组一般位于隧道的上方, 弱承压孔隙水含水层组位于隧道的下方, 局

部与隧道切割。施工应在尽量减少对地下水扰动的同时, 对含水层切割的地段快速通过。对于以基岩裂隙水为优势含水层组的区段(主要分布于鼓楼岗和小红山), 应重点防治断层水和岩溶水。根据岩溶的特点及现场的实际情况, 采用灌注浆加固、合理疏导等综合治理措施。该段的主要施工方法为盖挖逆作法, 应该以防水为主, 对于断裂破碎带、基岩面处、岩溶发育区采用防水措施。

### 3.4.2 渗透变形问题

在含水层中开挖隧道, 易导致地下水连续性的破坏, 如不采取降排水或隔水措施, 地下水将不断流入隧道, 在动水压下就可能引起管涌、流土和边坡失稳现象发生。南京地铁一期工程沿线地下站几个区间渗透变形评价如下:

(1)三山街站—新街口, 本段内为软土地基。地板埋深23 m左右, 坐落在粉质粘土或粉质粘土夹砂层上, 隧道埋深范围内土层主要是粉砂和粉土层, 在基坑深度范围内存在7 m左右的粉砂层, 是古河道的主要富水层, 地下水埋深1.6~2.65 m。由于埋深在22~34 m左右的粉质粘土和粉质夹砂层的渗透性差, 渗透系数小, 可利用其作为相对隔水层。

(2)新街口—珠江路, 本段内含水层的补给来源主要来自大气降水以及地下管道的渗漏, 地下水稳定水位在地下0.8~2.35 m, 隧道底板埋深20 m左右, 底板处于渗透性差的粉质粘土上。本段内地层以透水性差的粉质粘土为主, 深层含水层有含砂粉质粘土、粉质粘土混砾石、粗砂、卵砾石等, 透水性好, 含水量大, 埋深在24~31.3 m以下, 可以利用中部粉质粘土透水性差的特点, 把该层用做相对隔水层, 因此, 深部含水层对隧道影响不大。

(3)珠江路—玄武门, 本段地质条件比较复杂, 基岩埋深浅, 隧道底板处于基岩上, 地下水类型主要有松散的孔隙潜水和基岩风化裂隙水。该段与基岩最为接近的残积土在隧道埋深范围内, 对隧道影响较大, 残积土的局部地段富水性和透水性好, 值得注意。

(4)玄武门—南京车站, 本段地下水含水层主要以粉细砂为主, 水位0.9~1.5 m, 隧道底板位于粉质粘土层上, 粉质粘土层为微—弱透水层, 可视作为非含水层。

总之, 由于隧道主要在土层中进行, 而区内地下水埋深较浅, 在开挖中必须防止高水头差作用下

的渗透变形。构筑适当厚度和深度的地下防渗墙可起到防渗作用。

### 3.4.3 地铁隧道建成后的工程积水问题

地铁隧道的建设,使原地下水过水断面大面积阻断,原有地下水均衡和水循环被改变。隧道建成后,整个隧道就像一座大型地下潜坝<sup>[7]</sup>,改变和打乱了原有地下水径流的方向,致使在一定范围内产生积水。地下水位的升高,将造成浅表部粘土层的软化,威胁到地表浅基础建筑物的安全。防止积水方法之一,即在易产生积水隧道地段底部埋设钢筋混凝土水管,疏导地下积水。

## 3.5 地基不均匀沉降问题

### 3.5.1 岩土类型变化引起的不均匀沉降问题

南京地铁南北线地基存在明显的不均一性,施工沿线岩土类型的频繁变化,在东井亭—南京站站区间及鼓楼站附近出现了基岩与土层的交替现象。由于不同岩土类型物理力学参数的差异,使其上基础的沉降量不一致,最终导致地基的差异沉降。

### 3.5.2 软弱土体及松砂性土引起的沉降问题

软弱土体在地铁南北线工程区普遍存在。隧道底板要穿过软弱土体的地段主要存在新街口—珠江路区间及珠江路附近,穿越的软弱土体为褐黄—灰黄色粉质粘土,软塑—流塑,含水量大,具有高压缩性(压缩系数达  $0.56 \text{ MPa}^{-1}$ )、高灵敏度,粘聚力  $4 \sim 8 \text{ kPa}$ ,内摩擦角约  $6.5^\circ$ 。这种软弱土体会对地基的稳定性产生重大影响,表现为易局部破坏,导致隧道底板差异沉降,甚至整个底板地基遭受破坏。

### 3.5.3 不良地质体引起的沉降问题

地铁隧道底板岩性变化大,要穿越较多不良地质体。这种影响地基不均匀沉降的因素主要有,倾角大的土岩界面、软土、溶洞、断层的存在等<sup>[7]</sup>。在南京站—东井亭站区间及许府巷站发现溶洞存在,其中小红山段处对地铁隧道影响较大,许府巷的溶洞因标高在隧道底板以上,影响相对较小。地铁南北线地基中存在较多处断层(见图 1),在地铁施工中,由于人工扰动,断层有复活的可能性,即上下盘的重新活动导致隧道底板的差异沉降。高倾角土岩界面的存在,地铁隧道穿越 8 处倾角较大的土岩界面,这种岩土界面的存在也会影响地基的稳定性,特别是有几处软土与基岩接触更应引起特别注意,如南京站—东井亭站区间中靠近南京站站的

一处土岩界面,珠江路站—鼓楼站区间中珠江路站的一处土岩界面。

### 3.5.4 防治对策及措施

针对上述不良因素及可能导致的差异沉降和错动,在地铁建设中可采取如下措施<sup>[8]</sup>:

(1)对断层破碎带、溶洞区段等不良地段,应采用特殊的施工方法,如浅埋暗挖法、超前注浆、管棚法。

(2)在不良地段特别是岩性变化大处,如软土和基岩的接触面可考虑设计沉降缝。

(3)对每层软土层,因为软土性质软弱,易破坏失稳,导致隧道底板的差异沉降。用盾构法施工,要注意加强防水处理和对局部液化土层区和流塑性特软段作预加固处理。

## 4 结语

(1)南京地铁南北线工程场区工程地质、水文地质条件比较复杂,岩土体类型变化。三山街站,位于古河道深槽,富水优势层的存在使得防水、降水难度大,由此而产生的工程地质问题具有代表性,应引起重视。

(2)珠江路—鼓楼区间、鼓楼—玄武门区间,岩土体类型变化大,软硬不均,部分地段有软土分布,围岩稳定性及施工方法选择以及地基稳定性和地基不均匀沉降问题尚需论证。

(3)鼓楼站,岩性变化,尤其是构造破碎带的存在,施工中应注意岩体稳定性和工程水害问题,许府巷和小红山隧道有岩溶发育,特别是小红山隧道局部的溶洞发育,应引起重视。

(4)许府巷—南京站区间穿越古河道深槽,对饱和且具有液化危险性的厚砂层需加固处理。对隧道稳定性有影响的液化区,建议在施工时可以通过盾构隧道底板的压浆进行处理。

(5)地铁施工大部分在土层中进行,由于区内地下水埋深较浅,因此在隧道和基坑开挖过程中必须防止高水头差作用下的渗透变形问题。

南京地铁南北线一期工程建设的成功经验将为二期工程及后续工程奠定成熟的理论和工程实践基础。

本文为集体成果的结晶,参加项目及数据整理的还有许宝田、俞缙、张迪和苏天明,在此一并感谢!

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 南京大学地球科学系, 江苏地质工程勘察院, 南京市测绘勘察研究院. 工程地质勘察报告[ R ]. 南京: 南京大学地球科学系, 2002.

[ 2 ] 庄乾城, 罗国煜, 李晓昭. 南京地铁稳定性优势面理论分析[ J ]. 高校地质学报, 2002, 8(4): 453 ~ 459.

[ 3 ] 罗国煜, 陈新民, 李晓昭, 等. 城市环境岩土工程[ M ]. 南京: 南京大学出版社, 2000.

[ 4 ] 罗国煜, 刘松玉. 区域稳定性优势面分析理论与方法[ J ]. 岩土工程学报, 1992, 14(6): 10 ~ 18.

[ 5 ] 余才高. 南京地铁南北线隧道地基的地震液化问题[ J ]. 城市轨道交通研究, 2001, 3(3): 38 ~ 42.

[ 6 ] 李晓昭, 罗国煜, 汪青葆. 玄武湖水下交通隧道环境地质条件分析及工程方案评价[ J ]. 工程地质学报, 1999, 7(2): 118 ~ 124.

[ 7 ] 徐则民, 张俸元, 刘汉超, 等. 成都地铁环境工程地质评价[ J ]. 中国地质灾害与防治学报, 2002, 13(2): 63 ~ 69.

[ 8 ] 蒋建平, 章扬松, 罗国煜, 等. 南京地铁地基下稳定性因素分析及对策[ J ]. 地下空间, 2002, 22(1): 42 ~ 44.

Assessment on the main engineering geological problems  
in the south-north line of Nanjing metro

CHENG Jian-jun, YAN San-bao, JIANG Jian-ping, MA Ji  
(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** The paper presents the general situation as well as the engineering conditions of the first-period project of the North-South line of Nanjing metro. The topography is complicated along the metro construction line. It has to cross bedrocks flood basin, the saturated silt and fine sand in ancient riverbeds. And engineering geological problems will be caused: regional stability, sand liquefaction, the stability of surrounding rockmass or soilmass, water inflow and seepage deformation, ground differential subsidences. Using preferred plane theory, these problems are discussed and the countemeasures are given. It has been proved by practices that it is vitally important for the reconnaissance and constructional plan to recognize the engineering geological problems clear and make scientific evaluations.

**Key words:** metro; engineering geological problems; evaluation

(英文审定: 苏生瑞)

(上接第 45 页)

Contents and methods of the tunnel engineering geology evaluation

CHEN Xin-jian, SUN Lin, LI Xin-xing, SUN Qiao-yin  
(School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Referring to an tunnel, the basic geological environment and the engineering geology condition are expatiated for the tunnel. Aiming at the bad geology phenomenon that tunnelling may meet with and the engineering measures that can be adopted, the contents and methods of the tunnel engineering geology are appreciated from the viewpoints of natural precipitation, stability of surrounding rock, pressure, comparing and deciding of the best tunnel.

**Key words:** tunnel engineering; engineering geology condition; engineering geology evaluation; surrounding rock pressure; tunnel stability

(英文审定: 苏生瑞)