

北京市地方标准

市政基础设施岩土工程勘察规范

Code of geotechnical investigation for municipal infrastructure projects

DB11/T 1726—2020

主编单位：北京市勘察设计研究院有限公司

批准部门：北京市规划和自然资源委员会

北京市市场监督管理局

实施日期：2020年10月01日

2020 北京

北京市规划和自然资源委员会 关于实施北京市地方标准《市政基础设施 岩土工程勘察规范》的通知

京规自发〔2020〕238号

各有关单位：

为落实国家高质量发展与提高城市精细化管理水平的要求，提升北京市市政基础设施勘察质量与技术水平，保障工程建设的质量安全，北京市规划和自然资源委员会组织制定了北京市地方标准《市政基础设施岩土工程勘察规范》(DB11/T 1726—2020)，并已与北京市市场监督管理局联合发布，现将有关事项通知如下：

《市政基础设施岩土工程勘察规范》(DB11/T 1726—2020)自2020年10月1日起实施，自实施之日起，北京市行政区域内城镇的道路、桥涵、隧道、综合管廊、室外管道、给排水厂站、城市绿地、生活垃圾填埋场和堤岸等市政基础设施工程的岩土工程勘察应按照本规范执行。

本规范由北京市规划和自然资源委员会归口管理并组织实施。

特此通知。

北京市规划和自然资源委员会
2020年7月6日

北京市地方标准公告

2020 年标字第 3 号（总第 261 号）

以下 1 项北京市地方标准经北京市市场监督管理局批准，由北京市市场监督管理局、北京市规划和自然资源委员会共同发布，现予以公布（见附件）。

附件：批准发布的北京市地方标准目录（2020 年标字第 3 号、总第 261 号）

北京市市场监督管理局 北京市规划和自然资源委员会

2020 年 3 月 31 日

附件

批准发布的北京市地方标准目录

(2020 年标字第 3 号、总第 261 号)

序号	标准号	标准名称	被修订标准号	批准日期	实施日期
1.	DB11/T 1726— 2020	市政基础设施岩土工程 勘察规范		2020-3-24	2020-10-1

注：以上地方标准文本可登录北京市市场监督管理局网站 (scjgj.beijing.gov.cn) 查阅。

前 言

根据原北京市规划和国土资源管理委员会关于《北京市“十三五”时期北京市城乡规划标准化工作规划》和原北京市质量技术监督局《关于印发 2018 年北京市地方标准制修订项目计划的通知》(京质监发[2018]20 号)的通知要求,规范编制组在深入调查研究、认真总结现有工程经验及广泛征求有关单位和专家意见的基础上,制订了本规范。

本规范共计由 13 个主干部分的内容和相关的附录组成,主要技术内容有:1、总则;2、术语和符号;3、基本规定;4、岩土分类;5、可行性研究勘察;6、初步勘察;7、详细勘察;8、工法勘察;9、地下水;10、场地、地基的地震效应;11、工程周边环境专项调查;12、岩土参数统计与地基承载力;13、勘察报告。

本标准由北京市规划和自然资源委员会归口管理,北京市城乡规划标准化办公室负责日常管理,北京市勘察设计院有限公司负责具体技术内容的解释(地址:北京市海淀区羊坊店路 15 号北勘院勘 B 楼 301 室,邮政编码:100038;E-mail:gk63986221@163.com)。

本标准执行过程中如有意见和建议,请寄送至北京市城乡规划标准化办公室,以供今后修订时参考(电话:55595000,邮箱:bjbb@ghzrzyw.beijing.gov.cn)。

主 编 单 位:北京市勘察设计院有限公司

参 编 单 位:北京市市政工程设计研究总院有限公司

中航勘察设计院有限公司

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

建设综合勘察研究设计院有限公司

中兵勘察设计院有限公司

北京市水利规划设计研究院

北京市园林古建筑设计研究院有限公司

北京市公联公路联络线有限责任公司

北京城市副中心投资建设集团有限公司

北京城市排水集团有限责任公司

北京市道路与市政管线地下病害工程技术研究中心

主要起草人：周宏磊、侯东利、王笃礼、李立、陈爱新、高文新、吕建强、周载阳、杨建生、李根义、张琦伟、马秉务、刘长青、朱辉云、王瑞永、王军辉、倪伟、吝西锋、杨良权、何萌、李珊

主要审查人：武威、化建新、丁建平、叶超、陈刚、温靖、张建青

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	岩土分类	7
5	可行性研究勘察	13
5.1	一般规定	13
5.2	勘察要求	13
6	初步勘察	15
6.1	一般规定	15
6.2	道路工程	15
6.3	桥涵工程	16
6.4	隧道工程	17
6.5	综合管廊工程	18
6.6	室外管道工程	19
6.7	给排水厂站工程	20
6.8	城市绿地工程	20
6.9	生活垃圾填埋场工程	21
6.10	堤岸工程	23
7	详细勘察	25
7.1	一般规定	25
7.2	道路工程	25
7.3	桥涵工程	27
7.4	隧道工程	29

7.5	综合管廊工程	31
7.6	室外管道工程	32
7.7	给排水厂站工程	33
7.8	城市绿地工程	35
7.9	生活垃圾填埋场工程	37
7.10	堤岸工程	38
8	工法勘察	41
8.1	一般规定	41
8.2	明挖法	41
8.3	暗挖法	42
8.4	顶管法及定向钻法	44
9	地下水	46
9.1	一般规定	46
9.2	水文地质参数测定	46
9.3	地下水评价	48
10	场地、地基的地震效应	50
10.1	一般规定	50
10.2	勘察要求	50
10.3	抗震评价	51
11	工程周边环境专项调查	55
11.1	一般规定	55
11.2	调查要求	55
11.3	成果资料	56
12	岩土参数统计与地基承载力	57
12.1	岩土参数统计分析	57
12.2	地基承载力	58
13	勘察报告	62
附录 A	岩土试验项目	64
附录 B	岩石分类	65
附录 C	碎石土的密实度	66
附录 D	孔隙水压力测定方法和适用条件	68

本规范用词说明·····	69
引用标准名录·····	70
附：条文说明·····	71

CONTENTS

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	4
4	Classification and Types of the Soils and Rocks	7
5	Feasibility Study Investigation	13
5.1	General Requirements	13
5.2	Investigation Requirements	13
6	Preliminary Investigation	15
6.1	General Requirements	15
6.2	Road Engineering	15
6.3	Bridge and Culvert Engineering	16
6.4	Tunnel Engineering	17
6.5	Utility Tunnel Engineering	18
6.6	Outdoor Pipeline Engineering	19
6.7	Water Supply and Drainage Facilities Engineering	20
6.8	Urban Green Space Engineering	20
6.9	Domestic Waste Landfill Engineering	21
6.10	Waterfront Embankment Engineering	23
7	Detailed Investigation	25
7.1	General Requirements	25
7.2	Road Engineering	25
7.3	Bridge and Culvert Engineering	27
7.4	Tunnel Engineering	29

7.5	Utility Tunnel Engineering	31
7.6	Outdoor Pipeline Engineering	32
7.7	Water Supply and Drainage Facilities Engineering	33
7.8	Urban Green Space Engineering	35
7.9	Domestic Waste Landfill Engineering	37
7.10	Waterfront Embankment Engineering	38
8	Geotechnical Investigations for Construction Methods	41
8.1	General Requirements	41
8.2	Cut and Cover Method	41
8.3	Subsurface Excavation Method	42
8.4	Pipe-pushing and Directional Drilling Method	44
9	Groundwater	46
9.1	General Requirements	46
9.2	Mensurement of Hydro-Geological Parameters	46
9.3	Evaluation of Groundwater	48
10	Seismic Effect of the Site and Ground	50
10.1	General Requirements	50
10.2	Investigation Requirements	50
10.3	Seismic Evaluation	51
11	Special Investigation of Engineering Surrounding	55
11.1	General Requirements	55
11.2	Investigation Requirements	55
11.3	Achievement Date	56
12	Geotechnical Parameters Statistics and Foundation Bearing Capacity	57
12.1	Statistical Analysis of Geotechnical Parameters	57
12.2	Foundation Bearing Capacity	58
13	Geotechnical Investigation Report	62
Appendix A	Rock and Soil Tests Required	64
Appendix B	Geotechnical Classification of Rocks	65
Appendix C	Density of Gallets	66
Appendix D	Determining Method and applying condition for Pore water Pressure	68

DB11/T 1726—2020

Explanation of wording in This Code	69
List of Quoted Standards	70
Addition:Explanation of Provisions	71

1 总 则

1.0.1 为落实国家高质量发展与提高城市精细化管理水平的要求，做到安全适用、技术先进、经济合理、保护环境、确保质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于北京市行政区域内城镇的道路、桥涵、隧道、综合管廊、室外管道、给排水厂站、城市绿地、生活垃圾填埋场和堤岸等市政基础设施工程的岩土工程勘察。

1.0.3 市政基础设施工程应按基本建设程序进行岩土工程勘察。勘察工作应广泛搜集、分析、利用已有资料和建设经验，针对市政基础设施工程特点、任务要求、岩土条件和环境条件，精心勘察，提出资料完整、评价正确的勘察报告。

1.0.4 市政基础设施工程勘察，除应满足本规范的规定外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 综合管廊 utility tunnel

建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施。

2.1.2 室外管道 outdoor pipeline

室外敷设的给水、雨水、污水、再生水、天然气、热力、电力、通讯等地下管路设施（不含工业管线）。

2.1.3 给排水厂站 water supply and drainage facilities

给水和排水系统的附属建（构）筑物的统称。

2.1.4 城市绿地 urban green space

在城市行政区域内以自然植被、人工植被和水系、人工湿地为主要存在形态的用地，包括城市建设用地内用于绿化的土地，以及城市建设用地之外的生态保护、游憩休闲和社会文化等绿色空间系统。

2.1.5 园林小品 small garden ornaments

园林中供休息、装饰、景观照明、展示和为园林管理及方便游人之用的小型设施。

2.1.6 绿化种植土壤 soil for landscaping use

用于园林中种植一、二年生花卉、多年生花卉（宿根和球根花卉）、草坪植物、竹类、灌木、乔木等植物的绿化用土壤。

2.1.7 生活垃圾填埋场 domestic waste landfill

以填埋的方式处理生活垃圾，并按卫生填埋设计、建设、运营的场所。

2.1.8 堤岸 waterfront embankment

在城乡规划区，沿河、渠、湖岸边或行洪区、蓄洪区、围垦区边缘修筑的岸坡及护坡结构。

2.1.9 工程周边环境 engineering surroundings

影响市政基础设施工程设计、施工及运营的周边建（构）筑物、既有地下管线、架空线路、地表水体等环境对象的统称。

2.1.10 岩土条件 rock and soil condition

对市政基础设施工程设计、施工及运营具有影响的岩土体的工程特性，包括岩土类型、岩土物理力学性质及其均匀性、围岩或地基和边坡的工程性质、特殊性岩土等。

2.1.11 工法勘察 geotechnical investigations for construction methods

为施工方法和工艺选择、设备选型及施工组织设计提供针对性的工程地质、水文地质资料进行的勘察工作。

2.2 符 号

- c ——黏聚力；
 E_s ——压缩模量；
 e ——孔隙比；
 f_a ——修正后的地基承载力标准值；
 f_{ka} ——地基承载力标准值；
 f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值；
 f_{a0} ——地基承载力特征值；
 f_a ——修正后的地基承载力特征值；
 I_L ——液性指数；
 I_{LE} ——液化指数；
 I_P ——塑性指数；
 N ——标准贯入试验锤击数；
 N' ——标准贯入试验锤击数校正值；
 N_{10} ——轻型圆锥动力触探试验锤击数；
 $N_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探试验锤击数；
 $N'_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探试验锤击数校正值；
 N_{cr} ——液化判别标准贯入试验锤击数临界值；
 N_0 ——液化判别标准贯入试验锤击数基准值；
 q_{ik} ——钻孔桩桩侧土的摩阻力标准值；
 R_a ——单桩轴向受压承载力特征值；
 R_v ——单桩竖向承载力标准值；
 T_{uk} ——单桩竖向抗拔承载力标准值；
 S_r ——土的饱和度；
 v_s ——剪切（横波）波速；
 v_{se} ——等效剪切波速；
 W_u ——土中有机质含量；
 w ——土的天然含水率；
 w_L ——土的液限含水率；
 γ ——土的重力密度（重度）；
 δ ——变异系数；
 ϕ ——内摩擦角。

3 基本规定

3.0.1 市政基础设施工程勘察宜按可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察三个阶段进行。施工阶段可根据需要开展施工勘察工作。

3.0.2 市政基础设施工程勘察应根据工程的重要性、场地复杂程度和岩土条件复杂程度进行勘察等级划分，并应符合下列规定：

1 市政基础设施工程重要性等级划分应符合表 3.0.2-1 的规定。

表 3.0.2-1 市政基础设施工程重要性等级划分

工程类别		工程重要性等级		
		一级	二级	三级
道路工程		快速路和主干路、 $H > 8m$ 的支挡工程	次干路、 $8m \geq H \geq 5m$ 的支挡工程	支路、公交场站和城市广场的道路与地面工程、 $H < 5m$ 的支挡工程
桥涵工程		特大桥、大桥	除一级、三级之外的城市桥涵	小桥、涵洞及人行地下通道
隧道工程		均按一级	—	—
综合管廊工程		容纳主干管线的干线管廊，两舱以上或存在交叉穿越的支线管廊	容纳两舱（含以下）支线管线的管廊	—
室外管道工程	顶管法、定向钻法施工	均按一级	—	—
	明挖法施工	$h > 5m$	$5m \geq h \geq 3m$	$h < 3m$
给排水厂站工程		大型、中型厂站	小型厂站	—
城市绿地工程	堆山工程	$H > 6m$	$6m \geq H \geq 4m$	$H < 4m$
	挖湖工程	$h > 8m$	$8m \geq h \geq 3m$	$h < 3m$
	绿化种植、栈道、园林小品	—	—	均按三级
生活垃圾填埋场工程		日处理量 $\geq 1200t$	日处理量 $200t \sim 1200t$	日处理量 $\leq 200t$
堤岸工程		桩式堤岸和桩基加固的混合式堤岸、一级堤防堤岸	圪工结构或钢筋混凝土结构的天然地基堤岸、二级堤防堤岸	土堤、三级及其以下堤防堤岸

注：1. h ：明挖施工开挖最大深度； H ：支挡结构最大高度、堆山工程堆填最大高度。

2. 挖湖工程包含人工湿地。

2 场地复杂程度等级划分应符合表 3.0.2-2 的规定。

表 3.0.2-2 场地复杂程度等级

等级	场地复杂程度	划分依据
一级	复杂	1 地形地貌复杂 2 抗震危险地段 3 不良地质作用强烈发育 4 地下水对工程的影响大 5 周边环境条件对工程影响大
二级	中等复杂	1 地形地貌较复杂 2 抗震不利地段 3 不良地质作用发育 4 地下水对工程有影响 5 周边环境条件对工程影响较大
三级	简单	1 地形地貌简单 2 抗震有利、一般地段 3 不良地质作用不发育 4 地下水对工程无影响 5 周边环境条件对工程影响较小

注：1. 等级划分只需满足划分依据中任何一个条件即可。

2. 从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

3 岩土条件复杂程度等级划分应符合表 3.0.2-3 的规定。

表 3.0.2-3 岩土条件复杂程度等级

等级	岩土条件复杂程度	划分依据
一级	复杂	1 岩土类型多，很不均匀 2 围岩或地基、边坡的岩土性质变化大 3 存在需进行专门治理的特殊性岩土
二级	中等复杂	1 岩土类型较多，不均匀 2 围岩或地基、边坡的岩土性质变化较大 3 特殊性岩土不需要专门治理
三级	简单	1 岩土类型单一，均匀 2 围岩或地基、边坡的岩土性质变化不大 3 无特殊性岩土

注：1. 等级划分只需满足划分依据中任何一个条件即可。

2. 从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

4 市政基础设施工程勘察等级划分应符合表 3.0.2-4 的规定。

表 3.0.2-4 勘察等级划分

等级	划分依据
甲级	工程重要性等级、场地复杂程度等级、岩土条件复杂程度等级中有一项或多项为一级
乙级	除甲级和丙级以外的勘察项目
丙级	工程重要性等级、场地复杂程度等级、岩土条件复杂程度等级均为三级

注：岩质地基上工程重要性等级为一级的工程，当场地复杂程度等级和岩土条件复杂程度等级均为三级时，勘察等级可划分为乙级。

3.0.3 各类市政基础设施工程的岩土试验项目可参照本规范附录 A 和设计施工条件、工程地质与水文地质条件综合确定。

3.0.4 水和土的腐蚀性评价应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定执行。

3.0.5 当拟建场地存在不良地质作用和特殊性岩土时，应评价其影响，提出治理措施的建议和所需的岩土参数。

3.0.6 市政基础设施工程勘察前，应取得地形图、地下设施图件或资料。

3.0.7 既有市政基础设施的改扩建工程，应根据工程特点和设计要求，在利用原工程资料基础上进行勘察。

3.0.8 勘察钻孔、探井（坑）应按现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的规定进行回填。

3.0.9 当遇下列情况之一时，应进行专项调查或勘察工作：

- 1 工程周边存在重要建（构）筑物或对工程建设有重要影响的地下设施。
- 2 水文地质条件对工程评价或地下水控制有重大影响或需论证工程使用期间水位变化。
- 3 存在滑坡、崩塌、泥石流、采空区、地裂缝、活动断裂、区域地面沉降等不良地质作用，并对工程有较大影响。
- 4 存在对工程有较大影响的高边坡。
- 5 既有市政基础设施的改扩建工程，需评估既有地基基础的工程状态、分析其再利用性能。
- 6 工程场地存在污染土或地下水受到污染。
- 7 生活垃圾填埋场改扩建工程，需对现有堆填体的稳定性及变形特征进行分析。
- 8 受地质条件影响较大的海绵城市设施，需论证地质条件适宜性。

4 岩土分类

4.0.1 岩石应按下列因素分类：

- 1 按成因应分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。
- 2 按岩石的饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk} 根据表 4.0.1-1 应分为坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩和极软岩。现场工作中应按附录 B 表 B.0.1 的规定进行定性划分。

表 4.0.1-1 岩石坚硬程度的划分

坚硬程度	坚硬岩	较硬岩	较软岩	软岩	极软岩
饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk} (MPa)	> 60	$60 \geq f_{rk} > 30$	$30 \geq f_{rk} > 15$	$15 \geq f_{rk} > 5$	≤ 5

注：1. 当无法取得饱和单轴抗压强度数据时，可用点荷载试验强度换算，换算方法应按现行国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218 执行。

2. 当岩体完整程度为极破碎时，可不进行坚硬程度分类。

- 3 按岩石的风化程度分为未风化岩石、微风化岩石、中等风化岩石、强风化岩石和全风化岩石。岩石的风化程度分类见表 4.0.1-2。

表 4.0.1-2 岩石按风化程度分类

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		波速比 K_v	风化系数 K_f
未风化	岩质新鲜，偶见风化痕迹	0.9 ~ 1.0	0.9 ~ 1.0
微风化	结构和构造基本未变，仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色，有少量风化裂隙	0.8 ~ 0.9	0.8 ~ 0.9
中等风化	1 组织结构部分破坏，矿物成分基本未变，沿节理面出现次生矿物，风化裂隙发育 2 岩体被节理、裂隙分割成块状（200mm ~ 500mm），硬质岩锤击声脆，且不易击碎；软质岩锤击易碎 3 用镐难挖掘，用岩芯钻方可钻进	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.8
强风化	1 组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化 2 岩体被节理、裂隙分割成碎石状（20mm ~ 200mm），碎石用手可以折断 3 用镐可以挖掘，用干钻不易钻进	0.4 ~ 0.6	< 0.4
全风化	1 结构已基本破坏，但尚可辨认 2 岩石已风化或成坚硬或密实土状，可用镐挖，干钻可钻进 3 须机械普遍刨松方能铲挖	< 0.4	—

注：1. 波速比 K_v 为风化岩石与新鲜岩石压缩波速之比。

2. 风化系数 K_f 为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比。

3. 花岗岩类岩石，可采用实测标准贯入试验锤击数划分， $N \geq 50$ 为强风化； $50 > N \geq 30$ 为全风化。

4. 半成岩，可不进行风化程度划分。

4 按软化系数分为不软化岩石和软化岩石。当软化系数等于或小于 0.75 时，应定为软化岩石；当软化系数大于 0.75 时，应定为不软化岩石。

4.0.2 岩石质量可按岩石质量指标（RQD）按表 4.0.2 进行分类。

表 4.0.2 岩石质量分类

岩石质量	好	较好	较差	差	极差
RQD (%)	> 90	75 ~ 90	50 ~ 75	25 ~ 50	< 25

注：岩石质量指标（RQD）指用直径 75mm 的金刚石钻头和双层岩芯管在岩石中钻进，连续取芯，回次钻进所取岩芯中，长度大于 10cm 的岩芯段长度之和与该回次进尺的比值。

4.0.3 岩体的完整程度根据完整性指数应按表 4.0.3 进行分类；岩体结构类型应按本规范附录 B 表 B.0.2 进行分类。

表 4.0.3 岩体完整程度分类

完整程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
完整性指数	> 0.75	0.75 ~ 0.55	0.55 ~ 0.35	0.35 ~ 0.15	< 0.15

注：完整性指数为岩体压缩波速度与岩块压缩波速度之比的平方。选定岩体和岩块测定波速时，应注意其代表性。

4.0.4 岩体基本质量等级应根据岩石的坚硬程度和岩体的完整程度按表 4.0.4 进行分类。

表 4.0.4 岩体基本质量等级分类

坚硬程度	完整程度				
	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
坚硬岩	I	II	III	IV	V
较硬岩	II	III	IV	IV	V
较软岩	III	IV	IV	V	V
软岩	IV	IV	V	V	V
极软岩	V	V	V	V	V

4.0.5 岩石的描述应包括地质年代、地质名称、风化程度、颜色、主要矿物、结构、构造和岩石质量指标（RQD）。对沉积岩应描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度；对岩浆岩和变质岩应描述矿物结晶大小和结晶程度。岩体的描述应包括结构面、结构体、岩层产状、岩层厚度和结构类型。描述要求应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

4.0.6 土应按下列因素分类定名：

1 按沉积年代分为：一般沉积土和新近沉积土。

1) 一般沉积土：第四纪全新世（ Q_4 ）早期及其以前形成的土。

- 2) 新近沉积土：第四纪全新世（ Q_4 ）中、晚期形成的土。
- 2 按地质成因分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土、风积土等。
- 3 土中的有机质含量大于等于5%时，应根据表4.0.6-1细分为有机质土、泥炭质土和泥炭。

表 4.0.6-1 土按有机质含量分类

分类名称	有机质含量 W_u	现场鉴别特征
有机质土	$5\% \leq W_u \leq 10\%$	深灰色，有光泽，味臭，除腐殖质外尚含少量未完全分解的动植物体，浸水后水面出现气泡，干燥后体积收缩
泥炭质土	$10\% < W_u \leq 60\%$	深灰或黑色，有腥臭味，能看到未完全分解的植物结构，浸水体胀，易崩解，有植物残渣浮于水中，干缩现象明显
泥炭	$W_u > 60\%$	除有泥炭质土特征外，结构松散，土质很轻，暗无光泽，干缩现象极为明显

4 按颗粒级配或塑性指数应分为碎石土、砂土、粉土和黏性土。

- 1) 粒径大于2mm颗粒的质量超过总质量50%的土，应定名为碎石土，并按表4.0.6-2进一步分类。

表 4.0.6-2 碎石土的分类

土的名称	颗粒形状	粒组含量
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于200mm颗粒的质量超过总质量50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于20mm颗粒的质量超过总质量50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于2mm颗粒的质量超过总质量50%
角砾	棱角形为主	

注：分类时应根据粒组含量由大到小，以最先符合者确定。

- 2) 粒径大于2mm颗粒的质量不超过总质量50%，且粒径大于0.075mm颗粒的质量超过总质量50%的土，应定名为砂土，并按表4.0.6-3进一步分类。

表 4.0.6-3 砂土的分类

土的名称	粒组含量
砾砂	粒径大于2mm颗粒占总质量的25%~50%
粗砂	粒径大于0.5mm颗粒超过总质量的50%
中砂	粒径大于0.25mm颗粒超过总质量的50%
细砂	粒径大于0.075mm颗粒超过总质量的85%
粉砂	粒径大于0.075mm颗粒超过总质量的50%

注：分类时应根据粒组含量由大到小，以最先符合者确定。

3) 粒径大于 0.075mm 颗粒的质量不超过总质量 50%，且塑性指数 I_p 小于或等于 10 的土，应定名为粉土，并按表 4.0.6-4 进一步分类。

表 4.0.6-4 粉土的分类

土的名称	塑性指数 I_p
砂质粉土	$3 < I_p \leq 7$
黏质粉土	$7 < I_p \leq 10$

注：塑性指数由相应于 76g 圆锥体沉入土样中深度为 10mm 时测定的液限计算而得。

4) 塑性指数 I_p 大于 10 的土，应定名为黏性土，并按表 4.0.6-5 进一步分类。

表 4.0.6-5 黏性土分类

土的名称	塑性指数 I_p
粉质黏土	$10 < I_p \leq 14$
重粉质黏土	$14 < I_p \leq 17$
黏土	$I_p > 17$

注：塑性指数由相应于 76g 圆锥体沉入土样中深度为 10mm 时测定的液限计算而得。

4.0.7 特殊性岩土按其特殊性质可分为人工填土、湿陷性土、膨胀土、软土（包括淤泥和淤泥质土）、混合土、污染土、风化岩和残积土。

4.0.8 土的密实度、湿度、状态和压缩性应按下列规定划分：

1 碎石土的密实度应根据重型圆锥动力触探锤击数或剪切波速按表 4.0.8-1 及表 4.0.8-2 综合确定。密实度的定性描述应按本规范附录 C 表 C.0.1 的规定进行鉴别。

表 4.0.8-1 碎石土密实度按 $N'_{63.5}$ 分类

修正后的重型圆锥动力触探锤击数 $N'_{63.5}$	密实度	修正后的重型圆锥动力触探锤击数 $N'_{63.5}$	密实度
$N'_{63.5} \leq 5$	松散	$10 < N'_{63.5} \leq 20$	中密
$5 < N'_{63.5} \leq 10$	稍密	$N'_{63.5} > 20$	密实

注：1. 本表适用于平均粒径等于或小于 50mm，且最大粒径小于 100mm 的碎石土。

2. 表中的 $N'_{63.5}$ 是实测重型圆锥动力触探锤击数按本规范附录 C 中 C.0.2 条的规定进行修正后得到的锤击数。

表 4.0.8-2 碎石土密实度按 v_s 分类

剪切波速 v_s (m/s)	< 250	250~300	300~400	> 400
密实度	松散	稍密	中密	密实

注：表中的 v_s 是利用单孔法、跨孔法等实测的剪切波速值。

2 砂土的密实度应符合表 4.0.8-3 的规定。

表 4.0.8-3 砂土的密实度分类

标准贯入试验锤击数 N	密实度	标准贯入试验锤击数 N	密实度
$N \leq 10$	松散	$15 < N \leq 30$	中密
$10 < N \leq 15$	稍密	$N > 30$	密实

3 粉土密实度和湿度的划分应符合表 4.0.8-4 和表 4.0.8-5 的规定。

表 4.0.8-4 粉土的密实度分类

孔隙比 e	密实度
$e < 0.75$	密实
$0.75 \leq e \leq 0.90$	中密
$e > 0.9$	稍密

表 4.0.8-5 粉土的湿度分类

含水率 w (%)	湿度
$w < 20$	稍湿
$20 \leq w \leq 30$	湿
$w > 30$	很湿

4 黏性土的湿度分类应符合表 4.0.8-6 的规定。

表 4.0.8-6 黏性土的湿度分类

饱和度 s_r	湿度
$s_r \leq 0.5$	稍湿
$0.5 < s_r \leq 0.8$	湿
$s_r > 0.8$	很湿

5 黏性土的状态分类应符合表 4.0.8-7 的规定。

表 4.0.8-7 黏性土的状态分类

液性指数 I_L	状态
$I_L \leq 0$	坚硬
$0 < I_L \leq 0.25$	硬塑
$0.25 < I_L \leq 0.75$	可塑
$0.75 < I_L \leq 1.0$	软塑
$I_L > 1.0$	流塑

注：液性指数由相应于 76g 圆锥体沉入土样中深度为 10mm 时测定的液限计算而得。

6 土的压缩性分类应符合表 4.0.8-8 的规定。

表 4.0.8-8 土的压缩性分类

压缩模量 E_s (MPa)	压缩性
$E_s \leq 4$	高压缩性
$4 < E_s \leq 7.5$	中高压缩性
$7.5 < E_s \leq 11$	中压缩性
$11 < E_s \leq 15$	中低压缩性
$E_s > 15$	低压缩性

注：进行压缩性评价时压缩模量 E_s 取自重压力至自重压力与附加压力之和的压力段计算。

4.0.9 岩土施工工程分级和隧道围岩分级宜按照现行行业标准《公路工程地质勘察规范》JTG C20 的规定划分。

5 可行性研究勘察

5.1 一般规定

5.1.1 可行性研究勘察应针对市政基础设施比选方案开展工程地质勘察工作，研究场地的地质条件。

5.1.2 可行性研究勘察应重点研究对方案有重大影响的不良地质作用和地质灾害、特殊性岩土等工程地质条件。

5.1.3 可行性研究勘察应在搜集整理、分析利用已有地质资料和工程地质调查与测绘基础上进行勘探与取样、工程物探、原位测试、试验等工作。

5.2 勘察要求

5.2.1 可行性研究勘察应搜集、调查下列内容：

1 搜集区域地形地貌、构造、地震、气象、地层、水文、邻近的水源地保护区、水源开采情况及环境保护要求等。

2 场地地层岩性、地下水、特殊性岩土、不良地质作用和地质灾害等。

3 调查场地及周边环境条件。

5.2.2 可行性研究勘察的工程地质调查和测绘比例尺宜为 1:2000~1:5000。

5.2.3 可行性研究勘察的勘探工作应符合下列规定：

1 勘探点间距可根据勘察任务要求、场地或岩土条件复杂程度等级按表 5.2.3 确定。

表 5.2.3 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	300~500
二级	500~1000
三级	1000~2000

2 每个工程地质单元应布置勘探点，地质条件复杂时，应加密勘探点。

3 勘探孔深度应满足场地稳定性、工程建设适宜性评价等的需要。

5.2.4 可行性研究勘察应重点分析评价下列内容：

- 1 场地稳定性，工程建设适宜性。
- 2 初步划分建设场地抗震地段类别。
- 3 初步分析不良地质作用及特殊性岩土对工程的不利影响。
- 4 存在两个或以上拟选建设场地时，应进行比选分析。
- 5 提出初步勘察工作建议。

6 初步勘察

6.1 一般规定

6.1.1 初步勘察应初步查明拟建场地的岩土条件，提出岩土参数及建议。

6.1.2 初步勘察方法应以钻探为主，坑探、槽探（井探）、工程物探、工程地质调查和测绘为辅；山岭隧道初步勘察方法应以工程地质调查和测绘及物探为主，钻探为辅。

6.1.3 初步勘察工作内容应包括：

- 1 查明不良地质作用的类型、范围、成因及发展趋势，提出防治措施的建议。
- 2 初步查明场地岩土体地质年代、成因、结构及工程性质。
- 3 初步查明地下水的埋藏条件、动态变化，分析地下水的补径排关系。
- 4 初步查明特殊性岩土的工程性质，评价其对工程建设的影响。
- 5 初步判别水和土对主要工程材料的腐蚀性。
- 6 初步评价场地和地基的地震效应。
- 7 对岩土工程问题进行初步分析评价，并提出设计与施工的建议。

6.2 道路工程

6.2.1 勘探点宜沿道路设计中心线或道路两侧交叉布设，勘探点间距宜根据道路类型、场地或岩土条件的复杂程度按表 6.2.1 确定。当遇掩埋的河、湖、沟、坑时，应加密勘探点。

表 6.2.1 勘探点间距（m）

场地或岩土条件 复杂程度等级	道路分类	
	一般路基	高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡结构和明挖法施工的地下道路
一级	100 ~ 150	50 ~ 100
二级	150 ~ 200	100 ~ 150
三级	200 ~ 400	150 ~ 200

注：1. 场地或岩土条件复杂程度等级按就高原则，二者有一项为一级即定为一，依次类推。

2. 公交场站和城市广场的道路与地面可按方格网布置勘探点，勘探点间距宜为 100m ~ 200m。

6.2.2 勘探孔的深度应符合下列规定：

1 一般路基勘探孔深度应达到原地面以下不小于8m，在挖方地段应达到设计路面标高以下不小于6m。当分布有厚层填土、软土等特殊岩土和可液化土层时，勘探孔应适当加深，以满足地基处理或沉降计算的要求。对于位于采空区的道路，勘探孔应揭示到稳定地层。

2 明挖法施工的地下道路勘探孔深度应大于2倍的开挖深度，且应满足地基、基坑稳定性分析、变形计算、抗浮设计及地下水控制的要求。

3 遇基岩时，勘探孔深度可适当减小。

4 高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡工程的勘探孔深度应满足地基、边坡稳定性分析评价和地基处理的要求。

6.2.3 一般路基的勘探孔均应采取岩土样，高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡工程及地下道路采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的2/3。

6.2.4 当需按土的分界稠度划分路基干湿类型和回弹模量时，粉土、黏性土的液限测定应符合现行行业标准《公路土工试验规程》JTG E40的规定。

6.2.5 初步勘察应重点查明、分析评价下列内容：

1 初步查明沿线掩埋的河、湖、沟、坑的分布及各类活动形成的回填土的历史、厚度、物质组成、状态、密实度等情况，评价其对道路工程的不利影响，提出处理初步建议。

2 初步查明沿线岩土类型、物理力学性质、均匀性。

3 初步评价地表水、地下水对路基稳定性的影响。

4 初步评价路基干湿类型。

6.3 桥涵工程

6.3.1 勘探点应根据桥梁墩台位置和地貌单元沿桥梁轴线两侧可能建造墩台的位置布置。单跨跨径大于50m的，每个墩台勘探点不宜少于1个；单个涵洞及人行地下通道应布置勘探点。

6.3.2 勘探孔深度应符合下列规定：

1 当采用天然地基时，勘探孔深度应能控制地基主要受力层，应超过地基变形计算深度且不小于基底以下10m。对覆盖层较薄的岩质地基，勘探孔深度应达到可能的持力层（或埋置深度）以下5m~8m。

2 当采用桩基时，勘探孔应穿透桩端平面以下压缩层深度且进入桩端以下5~8倍桩径，且不小于5m。嵌岩桩的勘探孔应进入预计嵌岩面以下不小于5倍桩径，并穿过溶洞、

破碎带，达到稳定地层。

3 当采用复合地基时，勘探孔深度应满足地基处理承载力及变形计算的要求。

6.3.3 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3。

6.3.4 初步勘察应重点分析评价下列内容：

1 初步分析地基稳定性、地基变形特征，对可能采用的地基方案进行比选分析。

2 拟采用桩基时，分析备选桩端持力层的分布变化规律，提出桩型、施工方法的初步建议，提供桩基设计参数。

3 初步分析评价周边环境与拟建桥涵工程的相互影响，提出防治措施初步建议。

6.4 隧道工程

6.4.1 山岭隧道工程地质调查与测绘应沿隧道轴线及其两侧各不小于 200m 的带状区域进行，比例尺洞身段宜为 1:1000 ~ 1:2000，洞口边坡影响范围宜为 1:500，断面图宜为 1:100 ~ 1:200。

6.4.2 工程物探方法的选择和物探测线的布置应根据隧道的工程地质条件及周边环境条件综合确定。分离式隧道应沿隧道轴线布置不少于 1 条测线；山岭隧道洞口处应布置不少于 3 条横测线。

6.4.3 平原区隧道勘探点应在隧道边线外侧布置，勘探点间距应根据场地或岩土条件复杂程度按表 6.4.3 确定。

表 6.4.3 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	50~80
二级	80~120
三级	120~150

6.4.4 山岭隧道勘探点的数量和位置应根据区域地质资料分析、地质调查与测绘及工程物探结果确定，隧道洞口应布置不少于 1 个勘探点，地质条件复杂时，洞身段应布置勘探点。

6.4.5 勘探孔深度应符合下列规定：

1 围岩为土质的隧道，勘探孔宜进入隧道底板以下不小于 3 倍隧道高度。

2 围岩为岩质的隧道，在结构埋深范围内如遇全风化、强风化岩石地层，勘探孔深度应进入隧道底板以下不小于 2 倍隧道高度，且不小于 10m；如遇中等风化、微风化岩石地层，勘探孔深度应进入隧道底板以下不小于 1 倍隧道高度，且不小于 8m；遇空洞、溶洞时

应穿透，并达到稳定地层。

6.4.6 取样及测试工作应符合下列规定：

- 1 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3。
- 2 山岭隧道钻孔均应采取岩土试样和进行波速测试。
- 3 当水文地质条件复杂时，应进行水文地质试验。

6.4.7 初步勘察应重点查明、评价下列内容：

- 1 初步查明沿线区域地质、构造、地貌、地层和水文地质条件，调查地下有害气体情况。
- 2 初步查明沿线的地表水、地下水条件，评价对隧道施工的影响。
- 3 初步确定沿线岩土施工工程分级及围岩分级。
- 4 提出围岩的物理力学性质参数，初步评价隧道围岩的稳定性。
- 5 初步评价进出洞口、竖（斜）井、横洞等位置的工程地质条件以及岩土体稳定性，提出工程防护措施的建议。
- 6 提出对施工工法的初步分析及建议。

6.5 综合管廊工程

6.5.1 勘探点的布置宜沿管廊外侧交叉布设。勘探点间距应根据场地或岩土条件复杂程度按表 6.5.1 确定。

表 6.5.1 勘探点间距（m）

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	50~80
二级	80~120
三级	120~150

6.5.2 勘探孔深度应不小于 2 倍的开挖深度，且应满足地基、基坑稳定性分析、变形计算、抗浮设计以及地下水控制的要求。当基底分布有填土、软土等特殊岩土和可液化土层时，勘探孔应适当加深。

6.5.3 取样及测试工作应符合下列规定：

- 1 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3。
- 2 当水文地质条件复杂且对管廊设计、施工有不利影响时，应进行水文地质试验。

6.5.4 初步勘察应重点查明、分析评价下列内容：

- 1 初步查明沿线的地表水、地下水条件，评价对管廊施工的影响。
- 2 初步分析沿线重要地下设施与管廊设计、施工的相互影响。
- 3 提出地基土的物理力学性质参数，对地基方案、基坑开挖和地下水控制等提出初步建议。

6.6 室外管道工程

6.6.1 勘探点布置应满足下列要求：

- 1 明挖管道勘探点宜沿管道中线布置；顶管法、定向钻法施工管道的勘探点应沿管道外侧布置。
- 2 勘探点间距应根据场地或岩土条件复杂程度按表 6.6.1 确定。

表 6.6.1 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	埋深小于 3m, 明挖法施工	埋深 3m ~ 5m, 明挖法施工	埋深大于 5m, 明挖法施工	顶管法、定向钻法施工
一级	100 ~ 200	50 ~ 100	40 ~ 75	30 ~ 60
二级	200 ~ 300	100 ~ 200	75 ~ 150	60 ~ 100
三级	300 ~ 500	200 ~ 400	150 ~ 300	100 ~ 150

6.6.2 勘探孔深度应符合下列规定：

- 1 采用明挖法施工时，勘探孔深度应满足开挖、地下水控制及支护设计的要求，且不小于管底设计高程以下 5m；采用顶管法、定向钻法施工时，勘探孔深度应进入管底设计高程以下不小于 10m。
- 2 当基底下存在软土、填土和可液化土层时，勘探孔深度应加深。

6.6.3 取样及测试工作应符合下列规定：

- 1 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3。
- 2 当水文地质条件复杂且对管道设计、施工有不利影响时，应进行水文地质试验。
- 3 对钢、铸铁金属管道，应对管道埋设深度范围内各岩土层进行电阻率测试。

6.6.4 初步勘察应重点查明、分析评价下列内容：

- 1 根据沿线的地貌单元、岩土条件，分析对管道敷设的影响，分区进行各地段的地层均匀性评价。
- 2 初步分析评价土和地下水对管材的腐蚀性。
- 3 提出地基土的物理力学性质参数，对地基方案、基坑开挖和地下水控制等提出初步建议。

6.7 给排水厂站工程

6.7.1 勘探点布置应符合下列规定：

- 1 厂区水处理构筑物勘探点可按方格网布置，间距应为 50m ~ 100m。
- 2 厂区外的泵站、取排水构筑物等应布置勘探点。
- 3 对地下式厂站，可结合基础埋深情况按方格网布置，间距应为 50m ~ 100m，勘察范围宜适当扩大。

6.7.2 勘探孔深度应不小于地基变形受压层深度，且应满足基坑支护、地下水控制及抗浮设计要求。

6.7.3 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3。

6.7.4 初步勘察应重点查明、分析评价下列内容：

- 1 初步查明拟建场区的地下水类型、埋藏条件，初步分析评价地下水对工程建设和运行的影响。
- 2 初步分析评价不同地基基础方案的可行性、基坑设计与施工相关岩土工程问题，提供岩土技术参数和相关技术建议。

6.8 城市绿地工程

6.8.1 勘探点布置应符合下列规定：

- 1 挖湖、堆山工程的勘探点可采用方格网布置，勘探点间距应根据场地或岩土条件复杂程度按表 6.8.1 确定。

表 6.8.1 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	30~50
二级	50~100
三级	100~200

- 2 栈道工程的勘探点应沿栈道中心线布置，勘探点间距宜为 50m ~ 100m，且不少于 1 个勘探点。

- 3 园林小品的勘探点可采用方格网布置，勘探点间距宜为 50m ~ 100m，且不少于 1 个勘探点。

4 每个地貌单元均应布置勘探点，在地貌单元交接部位和地层变化较大的地段，勘探点应予加密。

6.8.2 勘探孔深度应符合下列规定：

1 挖湖、堆山工程的勘探孔深度应根据工程重要性等级按表 6.8.2 确定，同时尚应满足变形及稳定性评价需要。

表 6.8.2 勘探孔深度 (m)

工程重要性等级	勘探孔深度
一级	≥ 15
二级	10 ~ 15
三级	6 ~ 10

2 栈道、园林小品的勘探孔深度应能控制地基主要受力层，需满足地基、边坡稳定性分析评价和地基处理的要求。

3 当基底分布有填土、软土等特殊岩土或可液化土层时，勘探孔应适当加深。

6.8.3 城市绿地绿化种植土壤应取样检测理化指标。土壤取样密度、取样方法、取样深度、取样点的布置及检测项目应符合现行地方标准《园林绿化种植土壤》DB 11/T 864 的规定。当遇地势不平坦、土壤不均匀、荒地、废墟地等时，可增加取样深度和取样个数。当城市绿地种植区域已完成客土覆盖、且覆盖深度不小于 1.2m 时，取样深度应为 60cm。

6.8.4 城市绿地种植区域应对场地的自然渗透能力进行测试，并查明场地内绿化种植土壤土层厚度范围内是否存在大面积的不透水层。可采用试验室测定方法或野外现场测定方法，测点应在场地内均匀布置，间距宜为 80m ~ 120m。

6.8.5 初步勘察应重点查明、分析评价下列内容：

- 1 初步查明场地内是否存在大面积不透水层，并确定其分布范围。
- 2 初步评价场地的自然渗透能力。
- 3 初步分析评价堆山工程的稳定性。
- 4 初步评价挖湖工程的湖岸边坡稳定性、地层渗透性。
- 5 初步评价绿化种植土壤的质量分级。

6.9 生活垃圾填埋场工程

6.9.1 初步勘察应搜集下列资料：

- 1 拟建生活垃圾填埋场 1:1000~1:2000 的地形图。

- 2 生活垃圾填埋场初步设计条件。
- 3 生活垃圾填埋场防渗系统与渗滤液收集导排系统的变形要求。
- 4 场地地震安全性评价、地质灾害危险性评估及环境影响评价等专项评估报告。

6.9.2 改扩建生活垃圾填埋场，尚应搜集下列资料：

- 1 现有生活垃圾填埋场原勘察、设计、施工相关资料，包括填埋场水平与垂直防渗系统、垃圾坝、渗滤液收集导排系统和填埋气收集系统等资料。
- 2 现有生活垃圾填埋场运营相关资料，包括填埋总量、生活垃圾组分、填埋分区、填埋作业方式和堆填体填埋过程等资料。
- 3 填埋场垃圾降解环境和条件，填埋场各系统工作状况，填埋场环境监测和其他监测资料。
- 4 垃圾渗滤液产量、填埋气产量及压力等。

6.9.3 新建和在原有垃圾填埋场外围改扩建的垃圾填埋场工程，初步勘察的工作布置应符合下列规定：

- 1 勘探点间距应根据场地或岩土条件复杂程度按表 6.9.3 确定。

表 6.9.3 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	50 ~ 100
二级	100 ~ 200
三级	200 ~ 300

2 控制性勘探孔深度自地面以下不小于 50m，并应满足稳定性分析的要求。一般性勘探孔深度自地面以下不小于 30m。预定深度内有软弱土层时，勘探孔深度应穿透软弱土层，预定深度内遇基岩地层时，勘探孔深度应进入基岩不少于 5m。

- 3 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3。

4 在改扩建场区的地下水上游、下游各布置不少于 1 个地下水监测井，采取地下水试样，进行水质检测。当涉及多层地下水时，应分层设置监测井。

6.9.4 当在垃圾堆体上进行勘探工作时，应符合下列规定：

- 1 勘探点间距可按 100m ~ 200m 布置，且数量不少于 5 个。

2 勘探孔深度应满足稳定性、变形计算的要求。对于无衬垫系统的填埋场，勘探孔的深度应穿透堆填体；对于有衬垫系统的填埋场，勘探孔的最深处距离衬垫系统顶部不应小于 5m。

3 对于有衬垫系统的填埋场，缺乏前期设计资料时，可通过调查或工程物探手段查明堆填体的厚度。

4 勘探时应采取措施避免填埋气发生爆炸或火灾事故。

6.9.5 初步勘察应重点查明、分析评价下列内容：

1 初步查明场区各岩土层的分布情况、工程性质，初步分析评价地层的渗透性。

2 初步查明地下水的类型、埋深、补径排关系，初步分析地下水和地表水的水力联系。

3 初步分析评价地基的稳定性、沉降特性，提出相关岩土技术参数。

4 根据地下水水质检测结果、场地环境资料，初步评价改扩建场地地下水是否受污染及污染类型。

6.10 堤岸工程

6.10.1 勘探点应平行堤岸线布置，并应符合以下要求：

1 勘探点间距宜为 100m ~ 150m。

2 横断面线间距宜为纵剖面上勘探点间距的 2 ~ 4 倍，横断面的勘探点不宜少于 3 个。

6.10.2 各类河道堤岸勘探孔深度宜进入河床深泓线以下 8m ~ 12m，湖、渠、调蓄池、行洪区、蓄洪区、围垦区等边缘堤岸勘探孔深度宜为堤岸高度的 2 ~ 3 倍，并应满足稳定性、变形、抗冲刷验算及渗透稳定性分析等的要求。

6.10.3 工程需要时，应在场区布置地下水位长期观测孔、水质监测孔，对地下水位、水质动态变化进行监测，监测周期不宜少于 3 个水文年。

6.10.4 初步勘察应重点分析评价下列内容：

1 对堤岸工程地质条件及工程地质问题进行初步评价。

2 初步分析地基土体的渗透特性及渗透稳定性，初步评价地下水的补径排条件及与地表水体的关系。

3 根据河势情况、河道冲淤变化、水流侧向侵蚀和岸坡的形态、防护及失稳情况，对既有堤岸的稳定性进行初步评价，堤岸稳定性分类见表 6.10.4。

表 6.10.4 堤岸稳定性分类

类别	划分条件
稳定堤岸	堤岸岩土体抗冲刷能力强，无堤岸失稳迹象
基本稳定堤岸	堤岸岩土体抗冲刷能力较强，历史上基本未发生堤岸失稳事件
稳定性较差堤岸	堤岸岩土体抗冲刷能力较差，历史上曾发生小规模堤岸失稳事件，危害性不大
稳定性差堤岸	堤岸岩土体抗冲刷能力差，历史上曾发生堤岸失稳事件，具严重危害性

4 对河道开挖弃土进行可用性初步评价。

7 详细勘察

7.1 一般规定

7.1.1 详细勘察应针对工程特点、场地岩土条件及环境条件，进行岩土工程分析与评价，提供岩土参数及有关结论和建议。

7.1.2 勘察方法应以钻探为主，坑探、槽探（井探）、工程物探、工程地质调查和测绘为辅；山岭隧道勘察方法应以工程地质调查和测绘及工程物探为主，钻探为辅。

7.1.3 详细勘察工作应包括下列内容：

1 查明不良地质作用的类型、成因和分布范围，分析发展趋势、预测危害程度，提出防治措施的建议。

2 查明场地地层结构及各岩土层的物理力学性质，分析评价特殊性岩土对工程建设的不利影响。

3 查明埋藏的古河道、人防、沟坑的空间分布，调查场地的周边环境，分析评价其对设计与施工的影响。

4 查明地下水埋藏条件、补径排关系，提供地下水位动态变化规律，分析评价地下水对工程的影响。

5 判定水和土对主要工程材料的腐蚀性。

6 评价场地和地基的地震效应，提供抗震设计参数。

7 评价场地稳定性、工程建设适宜性。

8 分析评价设计与施工中的岩土工程问题，提供岩土工程技术建议和岩土参数。

7.2 道路工程

7.2.1 详细勘察应搜集以下资料：

1 道路起点、终点、重要性等级、里程桩号、设计路面高程、路幅宽度和道路纵（横）断面。

2 设计的支挡结构形式、高度及可能的边坡防护范围。

3 道路沿线地形图、地物和地下设施的分布图。

7.2.2 详细勘察勘探点的布置应符合下列规定：

1 道路勘探点宜沿道路中心线或道路两侧交叉布置。明挖法施工的地下道路和宽度大于 30m 的一般路基，宜在道路两侧双排平行布置勘探点。

2 详细勘察勘探点的间距应根据道路分类、场地或岩土条件的复杂程度按表 7.2.2 确定。

表 7.2.2 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件 复杂程度等级	道路分类	
	一般路基	高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡结构和明挖法施工的 地下道路
一级	50 ~ 75	20 ~ 30
二级	75 ~ 100	30 ~ 50
三级	100 ~ 200	50 ~ 80

注：公交场站和城市广场的道路与地面可按方格网布置勘探点，勘探点间距宜为 50m ~ 100m。

3 每个地貌单元、不同地貌单元交界部位均应布置勘探点，在微地貌和地层变化较大的地段应加密。

4 路堑、陡坡路堤及支挡工程，应在代表性的地段布设工程地质横断面，每条横断面上的勘探点不应少于 2 个，横断面勘探点间距不宜大于 30m。

5 在掩埋的河、湖、沟、坑等地段，勘探点应加密。

7.2.3 勘探孔深度应符合下列规定：

1 一般路基勘探孔深度应达到原地面以下不小于 6m，在挖方地段应达到设计路面标高以下不小于 4m；分布有厚层填土、软土等特殊岩土和可液化土层时，勘探孔应适当加深，以满足地基处理或沉降计算的要求；遇基岩时，勘探孔深度可适当减小。

2 高路堤勘探孔的深度应满足稳定性分析评价要求，控制性勘探孔应满足变形计算的要求。

3 陡坡路堤、路堑、支挡工程的勘探孔深度应满足地基、边坡稳定性分析评价和地基处理的要求。

4 明挖法施工的地下道路勘探孔深度应满足基坑稳定性分析、地基变形计算、地下水控制及抗浮设计的要求。

7.2.4 详细勘察的取样、测试及试验工作应符合下列规定：

1 一般路基的勘探孔均应采取岩土样；高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡工程及地下道路采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2，控制性勘探孔不应少于勘探孔总数的 1/3。

2 采取岩土样的竖向间距应按地基的均匀性和代表性确定。在原地面或路面设计标高以下 1.5m（分布厚层软土地段 3m）深度范围内的取土间距宜为 0.5m，其下宜为 1m~2m。

3 对高路堤、陡坡路堤等填方工程，宜对填筑土料进行击实试验。

7.2.5 详细勘察应重点查明、分析评价下列内容：

1 岩土分布特征、路基干湿类型，提供道路设计、施工的岩土参数。

2 地下水的类型、分布、变化规律和地表水情况，分析评价对路基稳定性的影响。

3 工程地质、水文地质条件变化较大时，应进行分区评价。

4 分析评价高路堤的地基承载力、稳定性，提供地基沉降计算参数，提出地基处理方法的建议。

5 评价挖方路堑段岩土条件、地下水对支护结构的影响，提供边坡稳定性验算、支护结构与施工的岩土参数。

6 对路堑、下沉广场、地下道路等工程，宜进行水文地质试验，分析评价地下水在施工和使用期间的变化及其对工程的影响，提供抗浮设计建议。

7 高路堤及路堑设置支挡结构时，分析评价地基的均匀性、稳定性、承载力，提供地基处理及支挡方式、开挖方式的建议。

8 对桥台后路基过渡段，应分析桥台与路堤的变形差异特征，提出沉降协调控制的地基处理建议。

9 当遇有厚层填土时，应评价地基均匀性、承载力，提供沉降计算参数，提出地基处理方法和检测的建议。

7.3 桥涵工程

7.3.1 详细勘察应搜集以下资料：

1 附有坐标和地形图、地物的拟建桥涵工程设计总平面图、桥型布置和设计纵断面图。

2 桥涵工程的规模、等级、结构形式，拟采用的基础形式、尺寸、预计砌置深度和荷载等设计条件。

3 拟建工程场区的地下管网、涵洞、地下洞室等地下埋藏物分布图。

7.3.2 勘探点的布置应符合下列规定：

1 对单跨跨径超过 50m 的，每个墩台勘探点不应少于 2 个；对其他桥梁，宜逐墩台布置勘探点，场地或岩土条件复杂程度等级为三级时可隔墩台布点。

2 对人行天桥主桥可逐墩台布点，梯道可隔墩台布点，梯脚部位应布置勘探点。

3 涵洞和人行地下通道的勘探点间距宜为 20m ~ 30m。单个涵洞、人行地下通道的勘探点不应少于 2 个，当场地或岩土条件复杂程度为一级时应加密勘探点。

4 相邻勘探点揭示的地层变化较大且影响基础设计和施工方案的选择时，应加密勘探点。

7.3.3 勘探孔深度应符合下列规定：

1 当采用天然地基时，勘探孔深度应能控制地基主要受力层。控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度；一般性勘探孔应达到基底下 0.5 ~ 1.0 倍的基础宽度，且不应小于 5m。对覆盖层较薄的岩质地基，勘探孔深度应达到可能的持力层（或埋置深度）以下 3m ~ 5m。

2 当采用桩基时，控制性勘探孔应穿透桩端平面以下压缩层；一般性勘探孔深度宜达到预计的桩端以下 3 ~ 5 倍桩径且不应小于 3m，对于大直径桩不应小于 5m。嵌岩桩的控制性勘探孔应进入预计嵌岩面以下 3 ~ 5 倍桩径，一般性勘探孔应进入预计嵌岩面以下 1 ~ 3 倍桩径，并穿过溶洞、破碎带，达到稳定地层。

3 当采用复合地基时，勘探孔深度应满足地基处理承载力及变形计算的要求。

7.3.4 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量应不少于勘探孔总数的 1/2；控制性勘探孔数量应不少于勘探孔总数的 1/3；当勘探孔总数少于 3 个时，每个勘探孔均应取样或进行原位测试。

7.3.5 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1 对地基基础方案进行分析评价，提供岩土参数，对设计与施工中的岩土工程问题提出建议。

2 当拟采用桩基时，分析备选桩端持力层及下卧层的分布规律、成桩的可行性，提出桩端持力层、适宜桩型及施工方法的建议。

3 提供计算单桩承载力、桩基变形验算的岩土参数，论证桩的施工条件及其对周边环境的影响。

4 当场地存在液化土层时，应评价液化土层对基础设计的影响，提供相应参数。

5 当桩身周围存在可能产生负摩阻力的土层时，应分析其对基桩承载力的影响。

6 分析评价地下水对工程的影响，对人行地下通道等工程应提供抗浮设计的建议。

7 对在河床中设墩台的桥梁，应提供抗冲刷计算所需的岩土参数。

8 遇厚层填土时，应评价其对拟建桥涵地基基础的影响，提出加固处理建议。

7.4 隧道工程

7.4.1 详细勘察应搜集以下资料：

1 附有坐标和地形图、地物、隧道里程桩号及洞口的平面布置图、设计纵断面图、典型横断面图。

2 拟建工程场区的地下管线、地下洞室等地下埋藏物分布图。

7.4.2 勘探点应在隧道边线外侧交叉布置。小净距隧道可按单条隧道考虑；净距大于2倍洞径时，宜按两条隧道布置勘探点。勘探点的布置应重点考虑以下部位和地段：

1 洞口、竖（斜）井、导坑、横洞及纵剖面最低部位等位置。

2 地层分界线、地质构造复杂地段、岩体破碎带、工程物探异常点，蓄水构造或地下水发育地段。

3 煤系地层、含有害气（矿）体、放射性物质的地层。

4 隧道上方有地表水体、道路、建筑物、桥梁等设施的地段。

7.4.3 勘探点间距应符合下列规定：

1 平原区隧道的勘探点间距应根据场地或岩土条件复杂程度按照表 7.4.3-1 确定。

表 7.4.3-1 勘探点间距（m）

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	15 ~ 30
二级	30 ~ 50
三级	50 ~ 60

2 山岭隧道的勘探点位置应根据区域地质资料分析、工程地质调查与测绘及工程物探成果，按照表 7.4.3-2 确定。

表 7.4.3-2 勘探点间距（m）

岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	50 ~ 150
二级	100 ~ 250
三级	200 ~ 400

7.4.4 勘探孔深度应符合下列规定：

1 围岩为土质的隧道，控制性勘探孔宜进入隧道底板以下不小于 2.5 倍隧道高度，一般性勘探孔宜进入隧道底板以下不小于 1.5 倍隧道高度。

2 围岩为岩质的隧道，在结构埋深范围内如遇全风化、强风化岩石地层，勘探孔深度应进入隧道底板以下 2 倍隧道高度，且不小于 8m；如遇中等风化、微风化岩石地层，勘探孔深度应进入隧道底板以下 1 倍隧道高度，且不小于 5m，遇空洞、溶洞时应穿透，达到稳定地层。

7.4.5 取样及测试工作应符合下列规定：

1 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2；控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。

2 遇基岩时应选取代表性勘探孔进行波速测试和采取隧道开挖影响范围内的岩样，可进行孔内电视和电阻率测试。

3 当水文地质条件复杂时，应进行水文地质试验。

7.4.6 工程物探应在初勘物探成果的基础上进行，物探测线的布置应符合本规范 6.4.2 条的规定。

7.4.7 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1 分析评价不良地质作用、特殊性岩土对隧道的影响，提出处理措施的建议。

2 进行围岩分级，并分析评价围岩的稳定性。

3 分析评价地质构造复杂地段及不利地形对隧道工程的影响。

4 分析评价进出洞口、竖（斜）井及导坑、横洞等辅助通道的工程地质条件及岩土体稳定性。

5 分析评价隧道影响深度范围内地下水对隧道设计和施工可能产生的影响，提出处理的建议。

6 分析产生流土、管涌、突泥、突水、塌方等危害的可能性，提出防治建议。

7 隧道通过有害气体（矿）体、富含放射性物质的地层时，分析其对工程建设的影响。

8 应对隧道产生偏压的可能性进行评估，分析高应力区岩石产生岩爆和软质岩产生围岩大变形的可能性。

9 应评价施工工法的适用性，提出超前地质预报的建议与要求。

10 分析评价沿线建（构）筑物对隧道设计和施工的不利影响，以及隧道施工对环境的不利影响，并提出相关建议。

7.5 综合管廊工程

7.5.1 详细勘察应搜集以下资料：

- 1 附有坐标和地形图、地物的总平面布置图、设计纵断面图、典型横断面图。
- 2 拟建工程场区的地下管网、管道、涵洞、地下洞室等地下埋藏物分布图。

7.5.2 管廊的勘探点布置应符合下列规定：

- 1 当管廊断面尺寸小于 10m 时，勘探点宜在管廊外侧交叉布置，当管廊断面尺寸大于 10m 时，勘探点宜在管廊两侧双排平行布置。
- 2 管廊出入口及纵剖面最低部位、水文地质条件复杂的地段应布置勘探点。
- 3 管廊交叉部位，与地下既有设施、与周边环境交叉风险较高的部位应布置勘探点。

7.5.3 应根据场地或岩土条件复杂程度按照表 7.5.3 确定勘探点间距。

表 7.5.3 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	15 ~ 30
二级	30 ~ 50
三级	50 ~ 80

7.5.4 勘探孔深度应符合下列规定：

- 1 勘探孔深度应不小于 2 倍的开挖深度，且应满足抗浮设计要求。
- 2 控制性勘探孔深度应满足基坑稳定性分析、地基变形计算以及地下水控制的要求。
- 3 遇基岩时，勘探孔深度可适当减小。

7.5.5 取样及测试工作应符合下列规定：

- 1 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2；控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。
- 2 当水文地质条件复杂且对拟建管廊设计、施工有重要影响时，应进行水文地质试验。

7.5.6 详细勘察应重点分析评价下列内容：

- 1 分析评价不良地质作用、特殊性岩土对管廊的影响，提出处理或防范措施的建议。

- 2 分析评价地下水对管廊施工可能产生的影响，提出抗浮设防水位的建议。
- 3 提出管廊地基方案及基坑开挖、地下水控制的相关建议。
- 4 根据沿线地下设施及障碍物专项调查报告，分析评价其对管廊设计和施工的不利影响，以及管廊施工对环境的不利影响，并提出处理建议。
- 5 对工程结构、周边环境、岩土体变形及地下水位变化等提出监测建议。

7.6 室外管道工程

7.6.1 详细勘察应搜集以下资料：

- 1 附有坐标和地形图、地物、管道里程桩号或井号的平面布置图、设计纵断面图、典型横断面图。
- 2 拟建管道类型、管材、管底高程、管道断面尺寸及可能采取的施工工法。
- 3 拟建工程场区的地下管网、管道、涵洞、地下洞室等地下埋藏物分布图。

7.6.2 勘探点布置应符合下列规定：

- 1 明挖管道勘探点宜沿管道中线布置；顶管、定向钻法施工管道的勘探点应沿管道外侧交叉布置，并满足设计、施工要求。
- 2 管道走向转角处、工作井（室）宜布置勘探点。
- 3 管道穿越河流时，河床及两岸均应布置勘探点；穿越铁路、公路时，铁路和公路两侧应布置勘探点。
- 4 详细勘察勘探点间距应符合表 7.6.2 的规定。

表 7.6.2 勘探点间距（m）

场地或岩土条件 复杂程度等级	埋深小于 3m， 明挖法施工	埋深 3m ~ 5m， 明挖法施工	埋深大于 5m， 明挖法施工	顶管法、定向 钻法施工
一级	50 ~ 100	40 ~ 75	30 ~ 50	20 ~ 30
二级	100 ~ 150	75 ~ 100	50 ~ 75	30 ~ 50
三级	150 ~ 200	100 ~ 200	75 ~ 150	50 ~ 100

7.6.3 勘探孔深度应符合下列规定：

- 1 明挖管道勘探孔深度应满足开挖、地下水控制、支护设计及施工的要求，且应达到管底设计高程以下不少于 5m。
- 2 对于顶管法、定向钻法施工管道，勘探孔深度应满足地下水控制、工作井支护设计及施工的要求，控制性勘探孔深度不应小于管底以下 2.5 倍管径，且不小于 10m；一般性勘

探孔深度不应小于管底以下 1.5 倍管径，且不小于 5m。

3 当基底下存在软土、厚层填土和可液化土层时，勘探孔深度应加深。

4 遇基岩时，勘探孔深度可适当减小。

7.6.4 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2；控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。

7.6.5 对钢、铸铁金属管道，应对管道埋设深度范围内各岩土层进行电阻率测试。

7.6.6 详细勘察应重点查明、分析评价下列内容：

1 查明拟建场地的不良地质作用、特殊性岩土的分布情况，评价其对管道的影响，并提供相应处理建议。

2 对拟采用明挖法施工的深埋管道及顶管法、定向钻法施工的工作竖井，应提供基坑边坡稳定性计算参数及基坑支护设计参数。

3 分析评价地下水对工程设计、施工的影响，提供地下水控制参数，并评价地下水控制对周边环境的影响。

4 当采用顶管法、定向钻法敷设管道时，应提供相应工法设计、施工的岩土参数。对于稳定性较差地层及可能产生流土、管涌等地层，应提出预加固处理的建议。

5 对邻近水体和穿越河流地段应分析岩土层的渗透性及工作井开挖地下水控制方法，评价地表水渗漏、流土、潜蚀、管涌等对管道工程的影响。

6 管道穿越堤岸时，应分析对堤岸稳定性的影响和堤岸变形对管道的影响，提供相关建议。

7.7 给排水厂站工程

7.7.1 详细勘察应搜集以下资料：

1 附有坐标和地形图、地物、给排水厂站的总平面图。

2 拟建厂站各建（构）筑物的结构类型、荷载、重要设备基础等设计条件，拟采用的基础形式、基础埋深等。

3 拟建工程场区的地下管网、管道、涵洞、地下洞室等地下埋藏物分布图。

7.7.2 勘探点布置应符合下列规定：

1 厂区水处理构筑物拟采用天然地基或地基处理方案时，应根据场地或岩土条件复杂程度按照表 7.7.2 确定勘探点间距。

表 7.7.2 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	10 ~ 15
二级	15 ~ 30
三级	30 ~ 50

2 拟采用桩基方案时,对端承桩勘探点间距宜为 12m ~ 24m,相邻勘探点揭露的持力层层面高差宜控制为 1m ~ 2m;对摩擦桩勘探点间距宜为 20m ~ 35m,当岩土条件复杂、影响成桩或设计有特殊要求时,勘探点应加密。

3 单座泵房勘探点布置应不少于 2 个,取水头部(排放口)应布置勘探点;重大设备基础应单独布置勘探点,且勘探点不宜少于 3 个。

4 对地下式厂站,勘探点可按方格网布置,间距应根据拟采用的地基方案确定并符合本条第 1、2 款的规定。

7.7.3 勘探孔深度应符合下列规定:

1 控制性勘探孔深度应满足地基变形计算及地基处理等要求。桩基一般性勘探孔深度不宜小于桩端下 3 ~ 5 倍桩径,且不小于 3m;天然地基一般性勘探孔深度不应小于基础底面下 5m;复合地基一般性钻孔深度应满足地基处理深度的要求。

2 开槽式泵房勘探孔深度不宜小于开挖深度的 2.5 倍;岸边泵房勘探孔深度宜达岸坡稳定验算深度以下 3m ~ 5m;勘探孔深度尚应同时满足不同基础形式及施工工法对孔深的要求。

3 对地下式厂站或构筑物,尚应满足基坑支护、地下水控制及抗浮设计要求。

4 遇基岩时,勘探孔深度可适当减小。

7.7.4 采取岩土试样及进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2;控制性勘探孔数量应不少于勘探孔总数的 1/3。

7.7.5 详细勘察应重点查明、分析评价下列内容:

1 查明拟建场地的不良地质作用、特殊性岩土的分布情况,评价其对工程的影响,并提供相应处理建议。

2 为地基基础设计、建(构)筑物抗浮、地基处理等提供必要的岩土参数和相应的建议。

3 对地下式厂站和构筑物,应提出基坑稳定性计算所需岩土技术参数和支护结构选型建议。

- 4 分析对工程建设有影响的各含水层中地下水的埋藏条件、水位变化幅度，提供地下水控制的设计参数。
- 5 对可能产生的流土、管涌、坑底突涌等进行分析评价，提出相应处理措施的建议。
- 6 对荷载较小的贮水构筑物，分析评价地下水对工程运营及其在空载状态时的不利影响，提出抗浮设计的相关建议。
- 7 取水头部、排放口应分析评价地基的稳定性、承载力，提出防冲刷措施的建议。

7.8 城市绿地工程

7.8.1 详细勘察应搜集以下资料：

- 1 附有坐标和地形的城市绿地总平面图，场区的地面整平标高，挖湖、堆山高度及材料要求，结构类型，荷载、基础形式、埋置深度及地基允许变形等资料。
- 2 人工湿地、水体对地层渗透性的要求，岸坡防护形式等。
- 3 拟种植范围、种植植物及其对种植土壤的要求。
- 4 拟建工程场区的用地历史和地下设施的分布情况等。

7.8.2 勘探点布置应符合下列规定：

- 1 挖湖、堆山工程勘探点按方格网布置，间距应符合表 7.8.2 的规定，并满足稳定性评价的要求。

表 7.8.2 勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	15 ~ 25
二级	25 ~ 50
三级	50 ~ 100

- 2 栈道工程的勘探点应沿栈道中心线布置，勘探点间距 30m ~ 50m，且不少于 2 个勘探点；在荷载和体型突变部位宜适当布置勘探点。
- 3 园林小品的勘探点可采用方格网布置，勘探点间距 30m ~ 50m，且不少于 1 个勘探点。
- 4 主要地基持力层或有影响的下卧层起伏变化较大时，应补点查清其起伏变化情况。
- 5 勘察过程中遇掩埋的河、湖、沟、坑等异常情况时，应加密勘探点查清其分布情况。

7.8.3 勘探孔深度应符合下列规定：

1 堆山工程控制性勘探孔的深度应满足地基变形计算、边坡稳定性评价的需要，一般性勘探孔深度应能控制地基主要持力层。

2 挖湖工程控制性勘探孔的深度应满足湖岸边坡稳定性评价的需要，且不小于3倍的开挖深度，一般性勘探孔深度应不小于2倍的开挖深度。

3 栈道、园林小品一般性勘探孔应能控制地基主要受力层。在基础底面宽度不大于5m时，勘探孔深度对条形基础不应小于基础底面宽度的3倍，对独立基础不应小于1.5倍，且不应小于4m。

4 当需进行地基处理时，勘探孔深度应满足地基处理设计与施工要求。

5 遇基岩时，勘探孔深度可适当减小。

7.8.4 城市绿地种植区域土壤取样、检测应符合本规范6.8.3条的规定。

7.8.5 城市绿地种植区域场地的自然渗透能力测试应符合本规范6.8.4条的规定。

7.8.6 对于已发生过大规模挖方、填方等人类工程活动的场地，可采取工程物探手段，辅助查明厚层填土的分布。

7.8.7 堆山、挖湖工程控制性勘探孔数量应不少于勘探孔总数的1/3；栈道、园林小品可不设置控制性勘探孔，采取岩土试样及进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的1/2。

7.8.8 对于水体区以及可能涉及地下水的挖方区域，应针对性进行现场水文地质试验，并进行室内渗透试验和水质分析试验。

7.8.9 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1 对堆山工程的地基稳定性进行分析评价，对堆山工程对周边环境的影响提出监测建议。

2 对挖湖工程的湖岸边坡稳定性、地层渗透性进行评价，并提出防渗措施及地下水控制措施建议。

3 对水体驳岸提出防冲刷的相关建议。

4 评价绿化种植区场地的自然渗透能力。

5 评价绿化种植区域土壤质量分级。

6 提供地基处理设计的岩土参数。

7 提供地下水控制、基坑支护方案的相关参数及建议，分析工程与周边环境的相互影响。

7.9 生活垃圾填埋场工程

7.9.1 详细勘察应搜集下列资料：

- 1 生活垃圾填埋场总平面图、堆填高度、坡度。
- 2 拟建工程场区 1:500 ~ 1:1000 的地形图、地下管线图。
- 3 生活垃圾的种类、成分和主要特性以及填埋的卫生要求。
- 4 填埋方式和填埋程序以及防渗衬层和封盖层的结构，渗滤液收集导排系统的布置。
- 5 防渗衬层、封盖层和渗滤液收集导排系统对地基和废弃物的容许变形要求。
- 6 截污坝、污水池、排水井、输液输气管道和其他相关构筑物情况。
- 7 改扩建填埋场工程，尚应搜集本规范第 6.9.2 条所列内容。

7.9.2 新建和垃圾堆体外围改扩建的填埋场工程，详细勘察的勘探工作布置应符合下列规定：

- 1 勘探点宜按方格网布置，应根据场地或岩土条件复杂程度按表 7.9.2 确定勘探点间距。

表 7.9.2 详细勘察勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	勘探点间距
一级	20 ~ 30
二级	30 ~ 50
三级	50 ~ 80

2 控制性勘探孔应能满足稳定性计算、变形计算要求。一般性勘探孔应能控制主要受力层。

3 控制性勘探孔数量不应少于总数的 1/3，采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于总数的 1/2。

4 宜布置不少于 3 个地下水监测点，分层监测场地的地下水水位，采取地下水试样进行水质检测。

7.9.3 改扩建的垃圾填埋场工程，当在堆体上进行勘探工作时，勘探线宜平行于现状堆填体边坡走向，勘探点间距可按 50m ~ 100m，且勘探点数量不少于 5 个，勘探孔深度、工程物探测试手段及安全要求应符合本规范第 6.9.4 条的规定。

7.9.4 堆填体抗剪强度指标可采用现场试验、室内直剪试验、室内三轴试验、工程类比或

反演分析等方法确定。

7.9.5 详细勘察应重点查明、分析评价下列内容：

- 1 活动断裂、地面沉降、地震液化、地面塌陷等不良地质作用对工程的影响，工程场地整体稳定性、工程建设适宜性评价。
- 2 地层结构及其物理力学性质，评价地基承载力、变形特征、地层渗透性。
- 3 地下水埋藏特征、补给排泄条件、腐蚀性及其水文地质参数。
- 4 根据地下水水质检测结果、场地环境资料，评价改扩建场地地下水是否受污染、污染类型。
- 5 深基坑开挖、支护所需参数，边坡支护、地下水控制措施的建议，地下水控制对周边环境的影响。
- 6 对施工期、空载候填期的填埋场衬垫防渗系统、集水井、调节池等结构提出抗浮设计的相关建议。
- 7 场地地基的稳定性、变形、地下水水质监测的建议。

7.10 堤岸工程

7.10.1 详细勘察应搜集以下资料：

- 1 区域地形、地质、地震及气象水文资料。
- 2 堤岸工程的设计标高、结构类型、断面尺寸和采取的基础形式、尺寸、预计埋藏深度、荷载情况及对地基基础的特殊要求等资料。
- 3 地表水体的现状和设计水面标高等资料。

7.10.2 勘探点布置应符合下列规定：

- 1 应沿堤岸轴线或在基础轮廓线以内、平行堤岸轴线布置勘探点，可根据沿线地形地貌、地层变化，沿堤岸轴线每隔 2 ~ 4 倍孔距布置一条垂直于堤岸轴线的横断面勘探线，每条勘探线上不应少于 3 个勘探点。
- 2 在每个地貌单元、不同地貌单元交界部位、地层急剧变化部位、堤岸走向转折点，以及堤岸结构类型变化部位，应布置勘探点。
- 3 对堤岸的改造、加固工程勘察的勘探点，不宜布置在原有堤岸范围内。
- 4 详细勘察的勘探点间距应符合表 7.10.2 的规定。

表 7.10.2 详细勘察勘探点间距 (m)

场地或岩土条件复杂程度等级	工程重要性等级		
	一级	二级	三级
一级	25 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 80
二级	30 ~ 40	40 ~ 80	80 ~ 120
三级	40 ~ 80	80 ~ 120	120 ~ 150

7.10.3 详细勘察勘探孔深度应符合下列规定：

1 各类河道堤岸控制性勘探孔深度应进入河床深泓线以下 8m ~ 12m，一般性勘探孔应进入河床深泓线以下 6m ~ 8m；湖、渠、调蓄池、行洪区、蓄洪区、围垦区等边缘堤岸控制性勘探孔深度应为堤岸高度的 2 ~ 3 倍，一般性勘探孔应为堤岸高度的 1.5 ~ 2 倍。当存在潜在滑动面时，控制性勘探孔应进入潜在滑动面以下 6m ~ 8m，一般性勘探孔深度应进入潜在滑动面以下 3m ~ 5m。

2 桩式堤岸勘探孔深度应达到桩端以下 5m，对桩基加固的混合式堤岸，勘探孔深度应达到桩端以下 1.5 ~ 2 倍基础底面宽度；圬工结构或钢筋混凝土结构天然地基堤岸勘探孔深度应进入拟选持力层 3m ~ 5m；土堤勘探孔深度应达到 1 ~ 2 倍土堤高度。

3 对需进行变形计算的地基，控制性勘探孔应达到地基压缩层的计算深度。

4 遇基岩时，勘探孔深度可适当减小。

7.10.4 控制性勘探孔数量不少于勘探孔总数的 1/2。

7.10.5 采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔的数量、竖向间距及岩土试验项目等的特殊要求应符合《堤防工程地质勘察规范》SL 188 的规定。

7.10.6 应按岩土类别提供下列岩土参数：

1 黏性土、粉土应提供密度、比重、含水率、界限含水率、渗透系数、压缩模量和直接剪切试验指标，并视工程需要，提供易溶盐、有机质、膨胀性、三轴压缩试验指标。

2 砂土应提供密度、比重、含水率、颗粒分析、不均匀系数及曲率系数、渗透系数，并视工程需要，提供休止角试验指标。

3 碎石土应提供密度、含水率、不均匀系数及曲率系数、渗透系数。

4 岩石应提供密度、吸水率、天然和饱和单轴抗压强度指标，对于膨胀岩还应提供膨胀性、湿化性指标，并视工程需要提供剪切试验指标。

7.10.7 当为验算抗滑稳定性提供基底摩擦系数时，宜进行模型试验，当无实测试验资料时，可按 7.10.7 表选用。

表 7.10.7 基底与土（岩）的摩擦系数

材料		摩擦系数	
墙底与抛石基底	墙身为预制混凝土或钢筋混凝土结构	0.60	
	墙身为预制浆砌块石结构	0.65	
抛石地基与地基土	地基为细砂至粗砂	0.45 ~ 0.55	
	地基为粉砂	0.35 ~ 0.45	
	地基为粉土	0.30 ~ 0.40	
	地基为黏性土	0.30 ~ 0.40	
挡土墙与地基岩土体	地基为黏性土	软塑	0.15 ~ 0.20
		可塑	0.20 ~ 0.25
		硬塑	0.25 ~ 0.30
		坚硬	0.35 ~ 0.40
	地基为粉土	0.25 ~ 0.35	
	地基为砂土	0.35 ~ 0.45	
	地基为碎石土	0.40 ~ 0.50	
	地基为软质岩石	0.40 ~ 0.60	
	地基为表面粗糙的硬质岩石	0.60 ~ 0.70	

7.10.8 详细勘察应重点分析评价下列内容：

- 1 分析评价不良地质作用和特殊性岩土对堤岸稳定性的影响，提出防治措施建议。
- 2 分析地表水与地下水水力联系，评价地下水对堤岸稳定性的影响，进行地基渗透变形分析。
- 3 根据堤岸的类别和基础类型，提供基底稳定性验算所需参数，进行地基稳定性分析，提出合理的地基基础方案、地基处理方法和施工方案的建议。
- 4 对已失稳的堤岸及除险加固地段，应根据搜集的资料（堤岸失稳的范围、类型、规模和崩岸速率、发生险情过程）和必要的专项勘察，分析堤岸失稳的原因，提出加固处理建议。
- 5 应对河道开挖弃土进行详查，其作为堤岸填筑料的质量评价指标及可用土量计算应符合《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251 的规定。

8 工法勘察

8.1 一般规定

8.1.1 采用明挖法、暗挖法、顶管法、定向钻法等施工工法修筑市政基础设施时，岩土工程勘察除应满足本规范第6章、第7章的规定外，尚应根据施工工法的特点，满足本章各节的相应要求。

8.1.2 工法勘察前，应取得下列图纸和资料：

- 1 拟建工程设计总平面图。
- 2 拟建管道、隧道、综合管廊和地下道路的设计纵断、断面尺寸，给排水厂站的设计基底高程。
- 3 拟采用及备选的施工工法。
- 4 周边建（构）筑物、既有地下埋设物情况。

8.1.3 工法勘察应根据工法的具体特点、地质条件选取合理的勘察手段和方法，现场测试、室内试验及所提供的岩土参数应与工法特点、施工工艺以及施工现场实际岩土应力状态相适应。

8.1.4 工法勘察应根据拟建工程埋深、断面尺寸、施工工法与岩土特性、地下水条件及工程周边环境等对施工岩土工程问题进行分析，提出岩土工程技术参数与建议。

8.2 明挖法

8.2.1 明挖法勘察应为放坡开挖、支护开挖及盖挖等设计、施工提供所需的工程地质条件、水文地质条件、岩土参数及相关建议。

8.2.2 明挖法勘察应符合下列规定：

- 1 查明场地岩土类型、成因、分布与工程性质，重点查明填土、软弱土的分布。
- 2 查明场地水文地质条件，分析基坑开挖时采用隔水、排水、降水或回灌措施的可行性，为地下水控制提供参数。
- 3 根据粉土、砂土、碎石土及地下水的分布，分析基坑发生流土、突涌的可能性。

8.2.3 明挖法勘察应提供下列岩土参数：

- 1 提供土的密度、黏聚力和内摩擦角，按不同的支护类型，并提供下列岩土参数。

土钉墙支护：土钉锚固体与土体极限粘结强度。

排桩支护：静止侧压力系数、土体与锚固体极限粘结强度、水平抗力系数的比例系数。

地下连续墙支护：静止侧压力系数、水平基床系数、水平抗力系数的比例系数。

盖挖法：静止侧压力系数、水平基床系数、水平抗力系数的比例系数、结构承重立柱桩基设计参数。

2 应根据土的性质、基坑侧壁安全等级、支护形式和工况条件，确定试验方法测试抗剪强度指标。

8.2.4 盖挖法结构承重立柱桩勘察应查明桩身范围地层、桩端的持力层深度、厚度，提供立柱桩承载力及变形计算参数。

8.2.5 勘察报告应重点分析评价以下内容：

- 1 分析基坑开挖深度内侧壁地层、地下水特征及周边环境条件，划分基坑侧壁安全等级。
- 2 基坑支护设计施工的岩土参数及支护形式建议。
- 3 分析地层的渗透性及地下水位动态，评价隔水、排水、降水等地下水控制措施的可行性。
- 4 分析坑底隆起、基坑突涌的可能性，提出防治措施。
- 5 基坑支护及开挖涉及大粒径碎石土、岩石时分析成桩可行性，对支护设计和基坑开挖施工提出建议，并提供岩土施工工程分级。
- 6 分析地质条件可能引起的工程风险，提出控制措施建议。
- 7 提出施工阶段的环境保护和监测工作的建议。

8.3 暗挖法

8.3.1 暗挖法勘察为具体暗挖方法确定、围岩加固、支护及开挖、设备选型等提供工程地质条件、水文地质条件、岩土参数及相关建议。

8.3.2 暗挖法勘察应符合下列规定：

1 围岩为土质的隧道应查明场地岩土类型、成因、分布与工程特性；重点查明隧道通过土层的性状、密实度及自稳性，古河道、古湖泊、饱和砂层、地下水、有害气体的分布，填土的组成、性质及厚度。盾构法应提供砂土、碎石土的颗粒组成、最大粒径及曲率系数和不均匀系数，耐磨矿物成分及含量，土层的黏粒含量。

2 围岩为岩质的隧道应重点查明围岩岩性及强度，岩体节理裂隙、构造破碎带及赋水情况，岩层风化带的厚度，岩溶发育及赋水情况，地温、地应力，围岩的膨胀性、水理性

质、放射性等。全断面隧道掘进机法（TBM）应提供岩石岩矿组成及硬质矿物含量等。

3 查明地下水的水位、类型和赋存状态，提供地下水控制的水文地质参数，分析评价地下水对暗挖施工的影响，并提出防治措施建议。

4 进行隧道围岩分级、岩土施工工程分级。

5 预测施工可能产生突水、涌砂、开挖面坍塌、冒顶、边墙失稳、洞底隆起、岩爆、围岩松动的地段，并提出防治措施建议。

6 对隧道洞口段、施工竖（斜）井、横洞和明、暗挖施工的分界点等重点部位的地质条件进行分析和评价，预测可能发生的岩土工程问题，提出岩土加固范围和方法建议。

7 分析隧道开挖引起的围岩变形特征，并根据工程周边环境变形控制要求，对隧道开挖步序、围岩加固、初期支护以及环境保护提出建议。

8.3.3 暗挖法勘察应按表 8.3.3 提供物理力学指标。

表 8.3.3 暗挖法勘察物理力学指标

类别	指标	类别	指标
物理性质	1 比重、含水率、密度、孔隙比； 2 液限、塑限； 3 颗粒级配及不均匀系数； 4 黏粒含量； 5 渗透系数； 6 围岩的剪切波速、压缩波速； 7 岩石岩矿组成及硬质矿物含量，浸水崩解度，吸水率、膨胀率； 8 大粒径碎石土的含量、岩矿组成； 9 岩石质量指标（RQD）； 10 有害气体成分、含量。	力学性质	1 黏聚力、内摩擦角； 2 压缩模量； 3 泊松比； 4 静止侧压力系数； 5 无侧限抗压强度； 6 基床系数； 7 岩石天然及饱和单轴抗压强度； 8 大粒径碎石土的点荷载强度。

8.3.4 洞内竖向承载桩应查明桩身范围地层、桩端持力层的性质、深度及厚度，提供桩承载力及变形计算参数。

8.3.5 采用导管注浆加固围岩时应提供土的颗粒级配、孔隙率、有机质含量、岩体的节理裂隙发育情况、岩土渗透性、地下水位，需要时应提供地下水流向、流速。

8.3.6 勘察报告应重点分析评价以下内容：

1 根据工程地质条件，对隧道洞口段、施工竖（斜）井、横洞和明、暗挖施工的分界点等关键部位施工可能引起的地质风险进行分析评价，并提出控制措施建议。

2 对地下水控制方法、计算参数和施工控制提出建议。

3 分析周边环境条件，评价隧道施工影响，提出环境保护措施的建议。

4 提出超前探测和环境地质问题监测的建议。

5 浅埋暗挖法和钻爆法施工，采用管棚超前支护围岩施工时，应评价管棚施作的难易程度，指出施工应注意的问题。

6 盾构法施工，应分析岩土特性及地下水条件，提出盾构选型、盾构始发井和接收井及区间联络通道岩土加固方法、施工竖井支护措施等建议。

7 钻爆法施工，分析爆破对岩土体可能产生的影响，并提出建议。

8 全断面隧道掘进机法（TBM）施工，分析岩土特性及地下水条件，提出设备选型的建议。

8.4 顶管法及定向钻法

8.4.1 顶管法及定向钻法勘察应为施工始发井、接收井位置及井底高程、下穿段设计纵断的确定，顶力及回拖力估算等提供工程地质、水文地质条件、岩土参数及建议，评价施工的适宜性。

8.4.2 顶管法及定向钻法勘察应符合下列规定：

1 调查河流、道路、铁路、管线、建（构）筑物等穿越地段的基本情况，包括河流的宽度、水深、淤泥厚度等水文参数；拟穿越道路、铁路、管线、建（构）筑物等的设计、施工资料、使用状况。

2 查明场地岩土类型、成因、工程性质与分布，分析评价人工填土、软土、松散砂土、高塑性黏性土、碎石土层等对顶管法及定向钻法施工的影响。

3 查明地下水条件，分析评价地下水对顶管设计与施工的影响，提出相关建议。

4 提供管道穿越地层的岩土施工工程分级。

5 对稳定性较差及可能产生流土、管涌的地层，提出预加固处理的建议。

6 分析评价工作井、接收井的地质条件，预测可能发生的岩土工程问题，提出岩土加固、基坑支护的建议。

7 调查场地内及附近高空、地表、地下是否存在可能影响定向钻法施工的强电磁场干扰源。

8.4.3 顶管法及定向钻法勘察应提供下列岩土参数：

1 土的密度、黏聚力、内摩擦角。

2 土的孔隙率、颗粒级配、渗透系数。

3 土的压缩模量、承载力。

4 管壁与土的摩阻力。

5 岩石质量指标（RQD）、完整性系数、单轴抗压强度、软化系数等。

8.4.4 勘察报告应重点分析评价以下内容：

- 1 评价地层的施工适宜性。
- 2 邻近水体和穿越河流地段，评价地表水渗漏、流土、管涌等对管道工程的影响，提出防治措施建议。
- 3 管道经过填土、软弱土等地段，评价填土的湿陷性、固结程度和软弱土的力学性质，并提出预加固处理措施建议。
- 4 地质条件及地下埋藏物可能引起的工程风险及控制措施建议。

9 地下水

9.1 一般规定

9.1.1 岩土工程勘察工作中，应根据场地特点和工程要求查明水文地质条件，主要包括下列内容：

- 1 年降水量、蒸发量及其变化等区域气候资料。
- 2 地下水水质、地下水开发利用和地下水水源地等资料。
- 3 地下水的类型和赋存状态、含水层的分布规律，划分水文地质单元。
- 4 地下水的补给、径流和排泄条件，地表水与地下水的水力联系。
- 5 现状地下水位、历史高水位、近3～5年最高水位和水位年变化幅度。
- 6 地下水控制的水文地质参数。
- 7 是否存在污染地下水和地表水的污染源及可能的污染程度。

9.1.2 岩质隧道应查明不同岩性接触带、断层破碎带及富水带的位置与分布范围，预测施工中可能发生集中涌水段、点的位置以及对工程的危害程度。

9.1.3 当进行水文地质现场试验时，每个水文地质单元的试验数量不少于1组，并应满足工程评价的要求。

9.1.4 对工程影响范围内的地下水，应采取水试样进行水质分析。

9.1.5 对于多层含水层分布区，当考虑地下水垂向渗流对工程抗浮设防水位分析或孔隙水压力计算的影响时，可在不同含水层中设置地下水位监测井，分层监测不同层位地下水的水位，或在不同深度处理设孔隙水压力计，量测不同深度孔隙水压力，分析压力水头随深度变化。

9.1.6 工程可能对地下水区域渗流场或水质有较大影响时，应进行地下水现状流场分析，包括地下水水位分布规律、地下水流向和流速等。

9.2 水文地质参数测定

9.2.1 水文地质参数测试方法应符合表9.2.1的规定。

表 9.2.1 水文地质参数测定方法

参数	测定方法
水位	钻孔、探井或测压管观测
渗透系数	抽水试验、注水试验、渗水试验和室内渗透试验
给水度、释水系数	非稳定流抽水试验
单位吸水率	压水试验

9.2.2 地下水位的量测应符合下列规定：

- 1 遇地下水时应量测水位。
- 2 当场地存在对工程有影响的多层地下水时，应分层量测水位。

9.2.3 初见水位和稳定水位，可在勘探孔、探井或测压管内直接量测，量测精度不应低于 $\pm 2\text{cm}$ 。稳定水位的间隔时间应根据地层的渗透性确定，砂土和碎石土不宜少于 0.5h，粉土和黏性土不宜少于 8h。对于位于地表水体附近的工程，地表水与地下水应同时量测水位。

9.2.4 测定地下水流向可用几何法，量测点不应少于呈三角形分布的 3 个测孔（井）。地下水流速的测定可采用指示剂法或充电法。

9.2.5 土中孔隙水压力的测定应符合下列规定：

- 1 测试点位置应根据地质条件和分析需要选定。
- 2 测定方法应按本规范的附录 D 确定。
- 3 测试数据应及时分析整理，出现异常时应分析原因，必要时调整测定方案。

9.2.6 抽水试验的布置应符合下列规定：

- 1 试验井（孔）布置应考虑不同水文地质单元。
- 2 需人工降低地下水位施工的工程以及评价降水对环境产生影响的区段应布置试验井。
- 3 抽水试验的水位观测井宜垂直或平行地下水流向。

9.2.7 抽水试验应符合下列规定：

- 1 抽水试验方法可按表 9.2.7 确定。

表 9.2.7 抽水试验方法和应用范围

试验方法	应用范围
钻孔或探井简易抽水	粗略估算含水层的渗透系数
抽水井不带观测井抽水	初步测定含水层的渗透系数
抽水井带观测井抽水	较准确测定渗透系数、给水度（潜水）和释水系数（承压水）等水文地质参数

2 抽水试验宜3次降深，最大降深宜接近工程设计所需的地下水位降深，其余两次降深分别为最大降深的1/3和2/3左右。

3 抽水试验水位量测应采用同一方法与仪器，读数精度对抽水井（孔）为厘米，对水位观测井为毫米。

4 抽水试验中应及时绘制涌水量、降深和时间的关系曲线，当涌水量与时间关系曲线和动水位与时间的关系曲线，在一定的范围内波动，而没有持续上升和下降时，可以认为已经稳定，稳定延续时间碎石土、砾砂和粗砂含水层为8h，中砂、细砂和粉砂含水层为16h；基岩含水层（带）为24h。

5 抽水试验应同时观测水位和水量，抽水结束后应量测恢复水位。

9.2.8 渗水试验可在试坑或钻孔中进行，黏性土宜采用试坑双环法；对砂土和粉土可采用单环法；对于试验深度较大时可采用钻孔法。

9.2.9 压水试验应根据工程要求，结合工程地质测绘和钻探资料，确定试验孔位，按岩层的渗透特性划分试验段。按需要确定试验的起始压力、最大压力和压力级数。应及时绘制压力与压入水量的关系曲线，计算透水率，确定 $p \sim Q$ 曲线的类型。

9.2.10 对于粉土或黏性土等渗透系数较小的地层，可采取原状样进行室内渗透试验。

9.2.11 水文地质参数计算应按现行北京市地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB 11/1115执行。

9.3 地下水评价

9.3.1 地下水的力学作用评价应包括下列内容：

1 考虑地下水对工程的上浮作用时，应进行浮力计算。对于第四系松散地层，当存在渗流时，浮力宜通过渗流计算确定；对于结构面不发育的岩体，浮力可根据经验或实测数据确定。

2 验算边坡稳定时，应考虑地下水对边坡稳定的不利影响。验算支挡结构稳定性时，应评价静水压力和渗透力对支挡结构的作用。

3 在地下水位下降的影响范围内，应考虑地面沉降及其对工程的影响，宜提出预防措施建议。

4 对于明挖工程、暗挖工程和堤岸工程，应评价地下水产生的流土、管涌和突涌的可能性。

5 在地下水位以下进行明挖或暗挖工程施工时，应根据土的渗透性、地下水补给条件，分析评价地下水控制措施对工程本身和邻近工程的影响。

6 应分析评价施工期间地下水位骤然上升而引发结构上浮的可能，并提出相应的防范措施建议。

9.3.2 隧道工程应预测施工阶段可能发生的涌水量，并提出工程措施建议。

9.3.3 地下水的物理、化学作用的评价应包括下列内容：

1 对地下水位以下的工程结构，应评价地下水对结构材料的腐蚀性，评价方法按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行。

2 对软质岩、强风化岩、全风化岩、残积土、湿陷性土和膨胀岩土等特殊岩土，应评价地下水的聚集和散失对岩土体产生的软化、崩解、湿陷、胀缩和潜蚀等作用的危害。

9.3.4 应根据地下水作用评价结果，建议适宜的地下水控制方法。

9.3.5 针对下列情况，应充分利用岩土工程勘察成果，补充一定的现场或室内试验工作，进行专项的水文地质评价工作，并提供专项评价报告。

1 当场地水文地质条件复杂、抗浮设防水位对工程安全或造价有重要影响时，预测抗浮设防水位。

2 当线状地下工程可能对区域地下水流场产生影响时，评价线状地下工程对地下水渗流阻隔作用及其次生环境影响。

3 当城市绿地工程中存在较大面积大气降水入渗或人工湿地地表水渗漏时，评价其对地下水渗流场和水质的影响。

4 对于生活垃圾填埋场，当地面污染源与地下水存在水力联系时，评价垃圾填埋场对地下水水质影响。

5 在周边环境敏感区进行地下水控制设计时，评价地下水控制措施对周边环境影响。

10 场地、地基的地震效应

10.1 一般规定

10.1.1 应根据现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 和相关抗震设计规范，结合工程场地具体情况，提出勘察场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组。

10.1.2 岩土工程勘察应根据工程抗震设防类别，进行相应的场地和地基的地震效应分析和评价。

10.2 勘察要求

10.2.1 应根据地质年代、粉土的黏粒含量、上覆非液化土层厚度和地下水位等基础数据，判别饱和砂土和粉土在地震中的液化影响。

10.2.2 土层剪切波速的测试，应符合下列规定：

1 在场地初步勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于 2 个。对于线性工程的同一地质单元，每 1000m 不宜少于 1 个。

2 在场地详细勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于 3 个；对于线性工程的同一地质单元，每 500m 不宜少于 1 个；单项工程不应少于 1 个；跨越不同地质单元或测试数据变化较大时，可适量增加。

3 对抗震设防类别为丁类的市政基础设施工程，当无实测剪切波速时，可根据岩土名称和性状，按表 10.2.2 估算各岩土层的剪切波速。

表 10.2.2 岩土类型划分和剪切波速范围

岩土类型	岩土名称和性状	地层剪切波速范围 (m/s)
岩石	坚硬、较硬且完整的岩石	$v_s > 800$
坚硬土或软质岩石	破碎和较破碎的岩石或软和较软的岩石，密实的碎石土	$800 \geq v_s > 500$
中硬土	中密、稍密的碎石土，密实、中密的砾砂、粗砂、中砂， f_{ka} 、 $f_{a0} > 150\text{kPa}$ 的黏性土和粉土，坚硬黄土	$500 \geq v_s > 250$
中软土	稍密的砾砂、粗砂、中砂，除松散外的细砂、粉砂， f_{ka} 、 $f_{a0} \leq 150\text{kPa}$ 的黏性土和粉土， f_{ka} 、 $f_{a0} > 130\text{kPa}$ 的填土	$250 \geq v_s > 150$
软弱土	淤泥和淤泥质土，松散的砂，新近沉积的黏性土和粉土， f_{ka} 、 $f_{a0} \leq 130\text{kPa}$ 的填土	$v_s \leq 150$

注： f_{ka} 为地基承载力标准值， f_{a0} 为地基承载力特征值； v_s 为岩土剪切波速。

10.2.3 场地覆盖层厚度的确定，应符合下列规定：

- 1 一般情况下，应按地面至剪切波速大于 500m/s 且其下卧各岩土层的剪切波速均不小于 500m/s 的土层顶面的距离确定。
- 2 当地面 5m 以下存在剪切波速大于其上部各土层剪切波速 2.5 倍的土层，且该层及其下卧各层岩土层的剪切波速均不小于 400m/s 时，可按地面至该土层顶面的距离确定。
- 3 剪切波速大于 500m/s 的孤石、透镜体，应视同周围土层。
- 4 土层中的火山岩硬夹层，应视为刚体，其厚度应从覆盖土层中扣除。

10.3 抗震评价

10.3.1 建设场地应按表 10.3.1 划分对建设项目抗震有利、一般、不利和危险的地段。

表 10.3.1 有利、一般、不利和危险地段的划分

地段类别	地质、地形、地貌
有利地段	稳定基岩，坚硬土，开阔、平坦、密实、均匀的中硬土等
一般地段	不属于有利、不利和危险的地段
不利地段	软弱土，液化土，条状突出的山嘴，高耸孤立的山丘，陡坡，陡坎，河岸和边坡的边缘，平面分布上成因、岩性、状态明显不均匀的土层（含故河道、疏松的断层破碎带、暗埋的塘浜沟谷和半填半挖地基），地表存在的结构性裂缝等
危险地段	地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂等及发震断裂带上可能发生地表位错的部位

10.3.2 土层的等效剪切波速，应按下列公式计算：

$$v_{se} = d_0 / t \quad (10.3.2-1)$$

$$t = \sum_{i=1}^n (d_i / v_{si}) \quad (10.3.2-2)$$

式中：

- v_{se} ——土层等效剪切波速（m/s）；
- d_0 ——计算深度（m），取覆盖层厚度和 20m 二者的较小值；
- t ——剪切波在地面至计算深度之间的传播时间；
- d_i ——计算深度范围内第 i 土层的厚度（m）；
- v_{si} ——计算深度范围内第 i 土层的剪切波速（m/s）；
- n ——计算深度范围内土层的分层数。

10.3.3 场地类别应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度按表 10.3.3 划分。

表 10.3.3 各类建设场地的覆盖层厚度 (m)

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		
$250 \geq v_{se} > 150$		< 3	3 ~ 50	> 50	
$v_{se} \leq 150$		< 3	3 ~ 15	15 ~ 80	> 80

注：表中 v_s 为岩石的剪切波速。

10.3.4 场地内存在发震断裂时，应对断裂的工程影响进行评价。对符合下列规定之一的情况，可忽略发震断裂错动对地面建设工程的影响：

- 1 抗震设防烈度小于 8 度。
- 2 非全新世活动断裂。
- 3 抗震设防烈度为 8 度和 9 度时，隐伏断裂的土层覆盖厚度分别大于 60m 和 90m。

10.3.5 饱和的砂土或粉土，当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或可不考虑液化影响：

- 1 地质年代为第四纪晚更新世 (Q_3) 及其以前，抗震设防烈度为 7、8 度时，可判为不液化。
- 2 粉土的黏粒（粒径小于 0.005mm 的颗粒）含量百分率，抗震设防烈度为 7 度、8 度和 9 度分别不小于 10、13 和 16 时，可判为不液化土。
- 3 浅埋天然地基的市政基础设施工程，当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之一时，可不考虑液化影响：

$$d_u > d_0 + d_b - 2 \quad (10.3.5-1)$$

$$d_w > d_0 + d_b - 3 \quad (10.3.5-2)$$

$$d_u + d_w > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5 \quad (10.3.5-3)$$

式中：

d_w ——地下水位深度 (m)，宜按设计基准期内年平均最高水位采用，也可按近期年内最高水位采用；

d_u ——上覆盖非液化土层厚度 (m)，计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除；

d_b ——基础埋置深度 (m)，不超过 2m 时应采用 2m；

d_0 ——液化土特征深度 (m)，可按表 10.3.5 采用。

表 10.3.5 液化土特征深度 (m)

饱和土类别	抗震设防烈度		
	7 度	8 度	9 度
粉土	6	7	8
砂土	7	8	9

10.3.6 当初步判别认为需进一步进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别法判别地面下 20m 范围内土的液化；对可不进行天然地基及基础的抗震承载力验算的各类市政基础设施工程，可只判别地面下 15m 范围内土的液化。当饱和土标准贯入锤击数（未经杆长修正）小于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。当有成熟经验时，尚可采用其他判别方法。

地面下 20m 深度范围内，液化判别标准贯入锤击数临界值可按下式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3/\rho_c} \quad (10.3.6)$$

式中：

N_{cr} ——液化判别标准贯入试验锤击数临界值；

N_0 ——液化判别标准贯入试验锤击数基准值，应按表 10.3.6 采用；

d_s ——饱和土标准贯入点深度 (m)；

ρ_c ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3。

β ——调整系数，设计地震第一组取 0.80，第二组取 0.95，第三组取 1.05。

表 10.3.6 液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0

设计基本地震加速度	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g	0.40g
液化判别标准贯入锤击数基准值	7	10	12	16	19

10.3.7 对存在液化土层的地基，应探明各液化土层的深度和厚度，按式 10.3.7 计算每个钻孔的液化指数，并按表 10.3.7 综合划分地基的液化等级，需要时应分区评价。

$$I_{IE} = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{N_i}{N_{cri}}) d_i W_i \quad (10.3.7)$$

式中：

I_{IE} ——液化指数；

n ——在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；

N_i 、 N_{cri} ——分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值，当实测值大于临界值时应取临界值；当只需要判别 15m 深度范围以内的液化时，15m 以下的实测值

可按临界值采用；

d_i —— i 点所代表的土层厚度（m），可采用与该标准贯入试验点相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半，但上界不高于地下水位深度，下界不深于液化深度；

w_i —— i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值（ m^{-1} ）。当该层中点深度不大于5m时应采用10，等于20m时应采用0，5m～20m时应按线性内插法取值。

表 10.3.7 液化等级

液化等级	轻微	中等	严重
液化指数	$0 < I_{IE} \leq 6$	$6 < I_{IE} \leq 18$	$I_{IE} > 18$

10.3.8 桩基以及其他基础进行抗震验算过程中需要对液化土的桩周摩阻力、桩水平抗力、黏聚力和内摩擦角进行折减时，应按表 10.3.8 进行折减。其中液化抵抗系数 c_e 值应按式 10.3.8 计算确定。

式中：

$$c_e = \frac{N_i}{N_{cr}} \quad (10.3.8)$$

N_i ——实际标准贯入锤击数；

N_{cr} ——液化判别标准贯入锤击数临界值。

表 10.3.8 土层液化影响折减系数

c_e	深度 d_i (m)	折减系数
$c_e \leq 0.6$	$d_i \leq 10$	0
	$10 < d_i \leq 20$	1/3
$0.6 < c_e \leq 0.8$	$d_i \leq 10$	1/3
	$10 < d_i \leq 20$	2/3
$0.8 < c_e \leq 1.0$	$d_i \leq 10$	2/3
	$10 < d_i \leq 20$	1

11 工程周边环境专项调查

11.1 一般规定

11.1.1 工程周边环境专项调查范围应依据设计要求、施工工法、工程地质及水文地质条件、施工影响范围等确定。

11.1.2 工程周边环境专项调查应采用实地调查、资料调阅和现场勘查与探测、测绘等方法。

11.1.3 当工程周边环境发生改变时，应对调查成果进行复核或重新调查。

11.1.4 应根据工程周边环境与工程的相互关系及重要程度，提出风险控制措施建议。

11.2 调查要求

11.2.1 工程周边环境调查内容宜包括环境类别、权属单位、使用单位、管理单位、使用性质、建设年代、设计使用年限、变形要求、影像资料等。

11.2.2 建（构）筑物应调查建（构）筑物的平面图、基础形式、埋深、基底压力，桩基、地基加固和基坑工程设计、施工、检测参数，上部结构形式以及建（构）筑物的沉降等资料。

11.2.3 地下构筑物及人防工程应调查工程平面布置、结构形式、顶板和底板标高以及施工方法、使用情况等。

11.2.4 既有城市轨道交通线路（铁路）调查应包括下列内容：

- 1 地下结构的平面图、立面图、剖面图，基础类型、埋深、施工方法。
- 2 高架线路的桩位、桩长、桩径、荷载等。
- 3 地面线路结构形式、涵洞与支挡结构形式及基础形式和埋深。

11.2.5 道路及高速公路调查应包括下列内容：

1 路基调查应包括道路等级、路面材料、路面宽度、路堤高度；支挡结构形式及地基与基础形式。

2 桥涵调查应包括桥涵类型、结构形式、基础形式、跨度，桩基或地基加固设计施工检测参数等。

11.2.6 文物调查应包括其位置、名称、文物等级、结构形式、基础形式、埋置深度等。

11.2.7 水工构筑物调查应包括基础形式、结构形式、衬砌情况、使用现状等。

11.2.8 空中高压线调查应包括其走廊宽度、高压线塔基础形式、埋置深度等，电压、电缆与工程的交汇点坐标、悬高等。

11.2.9 地表水体应重点调查水位、水深，河流的流量、流速、水质及河床宽度，湖泊、水库、池塘的蓄水量、补给来源等。

11.2.10 地下管线应重点调查管线的类型、平面位置、埋深（或高程）、铺设方式、材质、管节长度、接口形式、介质类型、工作压力、节门位置等。

11.3 成果资料

11.3.1 调查成果资料的整理应符合下列规定：

1 调查报告内容包括文字报告、调查对象成果表、调查对象平面位置图、调查对象的影像资料等。

2 文字报告包括以下内容：工程概述、调查依据、调查范围、调查内容、调查对象、调查方法、工作量完成情况及调查成果汇总，初步分析工程施工对周边环境的影响，进行环境风险等级划分，提出有关的措施和建议，说明调查工作还存在的问题。

3 调查对象成果表包括：编号、名称、产权单位、使用单位、使用性质、修建年代、层数、基础形式、基础埋深等。

4 调查对象应在平面位置图上进行标识和编号。

11.3.2 管线调查成果资料整理尚应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的要求。

12 岩土参数统计与地基承载力

12.1 岩土参数统计分析

12.1.1 岩土参数应根据工程特点和地质条件选用，并按下列内容评价其可靠性和适用性：

- 1 取样方法和其他因素对试验结果的影响。
- 2 采用的试验方法和取值标准。
- 3 不同测试方法所得结果的分析比较。
- 4 测试结果的离散程度。
- 5 测试方法与计算模型的配套性。

12.1.2 岩土测试指标的统计应满足下列要求：

- 1 测试指标应区分不同工程地质单元，剔除明显不合理的数据后，分层统计，每一主要土层试样指标数量不少于 6 个。
- 2 每层岩土的测试指标均应统计其平均值、最大值、最小值和样本数。

12.1.3 主要岩土层的关键性测试指标应按 12.1.4 计算变异系数，变异系数应满足表 12.1.3 的规定。当变异系数超过表 12.1.3 的规定时，应分析原因，重新统计。

表 12.1.3 变异系数

指标	变异系数 δ
压缩模量 E_s	0.35
孔隙比 e	0.10
内摩擦角 ϕ	0.25
黏聚力 c	0.30
轻型圆锥动力触探锤击数 N_{10}	0.35
标准贯入试验锤击数 N	0.30

注：1. 人工填土可不计算变异系数。

2. 本表所列土的黏聚力和内摩擦角的变异系数，系针对直剪试验室内成果的要求。

12.1.4 岩土参数的变异系数按式 12.1.4 计算：

$$\delta = \frac{\sigma_f}{f_m} \quad (12.1.4)$$

式中：

δ ——岩土参数的变异系数；

σ_f ——岩土参数的标准差；

f_m ——岩土参数的平均值。

12.2 地基承载力

12.2.1 本节适用于道路、桥涵、挡墙、隧道工程的承载力特征值 f_{a0} 的确定。

12.2.2 在北京平原地区或其他有工程经验的地区，岩土分布基本均匀时，道路、桥涵、挡墙、隧道工程的地基承载力特征值 f_{a0} 可根据室内试验、原位测试查表确定。对于缺乏建设经验的地区，应以载荷试验结果为主，并结合其他试验、测试方法综合确定地基承载力特征值 f_{a0} 。

12.2.3 采用查表方法时，道路、桥涵、挡墙、隧道工程的地基承载力特征值 f_{a0} 可根据岩土类别，按表 12.2.3-1~ 表 12.2.3-6 确定。

表 12.2.3-1 一般第四纪黏性土、粉土地基承载力特征值 f_{a0} (kPa)

压缩模量 E_s (MPa)	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
轻型圆锥动力触探锤击数 N_{10}	10	17	22	29	39	50	60	70	80	90	100
承载力特征值 f_{a0}	130	170	210	230	245	260	285	300	320	340	360

表 12.2.3-2 新近沉积黏性土及粉土地基承载力特征值 f_{a0} (kPa)

压缩模量 E_s (MPa)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
轻型圆锥动力触探锤击数 N_{10}	6	8	10	12	14	16	18	20	23	25
承载力特征值 f_{a0}	60	90	110	120	130	145	160	175	190	200

表 12.2.3-3 一般第四纪粉砂、细砂地基承载力特征值 f_{a0} (kPa)

标准贯入试验锤击数校正正值 N'	15	20	25	30	35	40
承载力特征值 f_{a0}	200	230	280	320	350	380

注： N' 为按照本规范 12.2.4 条考虑有效覆盖压力后的校正正值。

表 12.2.3-4 新近沉积粉砂、细砂地基承载力特征值 f_{a0} (kPa)

标准贯入试验锤击数校正正值 N'	4	6	9	11	14
轻型圆锥动力触探锤击数 N_{10}	22	32	48	59	75
承载力特征值 f_{a0}	95	120	150	165	180

注： N' 为按照本规范 12.2.4 条考虑有效覆盖压力后的校正正值。

表 12.2.3-5 卵石、圆砾地基承载力特征值 f_{a0} (kPa)

剪切波速 v_s (m/s)		250~300	300~400	400~500
密实度		稍密	中密	密实
承载力特征值 f_{a0}	卵石	300~350	350~500	500~650
	圆砾	250~300	300~350	350~500

注：本表适用于一般第四纪及新近沉积的卵石和圆砾。

表 12.2.3-6 岩石地基承载力特征值 f_{a0} (kPa)

f_{a0}	节理发育程度	节理不发育	节理发育	节理很发育
	坚硬程度			
	坚硬岩、较硬岩	>3000	2000~3000	1500~2000
	较软岩	1500~3000	1000~1500	800~1000
	软岩	1000~1200	800~1000	500~800
	极软岩	400~500	300~400	200~300

12.2.4 当有效覆盖压力 σ'_v 大于 25kPa 时，标准贯入试验锤击数校正正值 N' 宜按下式计算：

$$N' = C_N \cdot N \quad (12.2.4-1)$$

$$C_N = \frac{1}{[\eta_N(\sigma'_v - 25)/1000 + 1]^2} \quad (12.2.4-2)$$

式中：

N ——实测标准贯入试验锤击数；

C_N ——有效覆盖压力校正系数；

σ'_v ——标准贯入深度处有效覆盖压力 (kPa)；

η_N ——与密实度有关的系数，按表 12.2.4 取值。

表 12.2.4 与密实度有关的系数 η_N

N	30	15	5
η_N	0.45	0.80	3.80

注：可根据标准贯入试验锤击数进行插值。

12.2.5 经修正后的地基承载力特征值 f_a 可按式 12.2.5 计算。当基础位于水中不透水地层上时， f_a 按平均常水位至一般冲刷线的水深每米再增大 10kPa。

$$f_a = f_{a0} + k_1 \gamma_1 (b-2) + k_2 \gamma_2 (h-3) \quad (12.2.5)$$

式中：

f_a ——修正后的地基承载力特征值 (kPa)；

b ——基础底面的最小边宽 (m)；当 $b < 2m$ 时，取 $b = 2m$ ；当 $b > 10m$ 时，取 $b = 10m$ ；

h ——基底埋置深度 (m)，自天然地面算起，有水流冲刷时自一般冲刷线起算；当 $h < 3m$ 时，取 $h = 3m$ ，当 $h/b > 4$ 时，取 $h = 4b$ ；

k_1 、 k_2 ——基底宽度、深度修正系数，根据基底持力层土的类别按照表 12.2.5 确定；

γ_1 ——基底持力层土的天然重度 (kN/m³)；若持力层在水位以下且为透水者，应取浮重度；

γ_2 ——基底以上土层的加权平均重度 (kN/m³)，换算时若持力层在水位以下，且不透水时，不论基底以上土的透水性如何，一律取饱和重度；当透水时，水中部分土层则应取浮重度。

表 12.2.5 地基土承载力宽度、深度修正系数 k_1 、 k_2

土类 系数	黏性土		粉土 新近沉积黏性土	砂土								碎石土				
	一般黏性土			—	粉砂		细砂		中砂		砾砂、粗砂		碎石、圆砾、角砾		卵石	
	$I_L \geq 0.5$	$I_L < 0.5$		—	中密	密实	中密	密实	中密	密实	中密	密实	中密	密实	中密	密实
k_1	0	0	0	0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0
k_2	1.5	2.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.0	5.5	5.0	6.0	5.0	6.0	6.0	10.0

12.2.6 除道路、桥涵、挡墙、隧道工程之外的其他市政基础设施工程的岩石地基承载力标准值 f_{ka} ，可参照表 12.2.3-6 中数值确定。

12.2.7 道路、桥涵、挡墙、隧道工程的单桩轴向受压承载力特征值 R_a 的确定应按照现行

行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 的相关规定执行。其中桩侧各土层的摩阻力标准值 q_{ik} 宜采用单桩摩阻力试验确定，当无试验条件时可按表 12.2.7 选用。

表 12.2.7 钻孔桩桩侧土的摩阻力标准值 q_{ik} (kPa)

土的名称	土的状态		钻孔桩桩侧土的摩阻力标准值 q_{ik}
人工填土	完成自重固结		10~14
黏性土	流塑	$I_L > 1$	15~30
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1.00$	30~45
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$ $0.25 < I_L \leq 0.50$	45~60 60~70
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	70~80
	坚硬	$I_L \leq 0$	80~95
粉土	稍密	$e > 0.90$	25~35
	中密	$0.75 < e \leq 0.90$	35~55
	密实	$e \leq 0.75$	55~75
粉砂、细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	20~35
	中密	$15 < N \leq 30$	35~55
	密实	$N > 30$	55~75
中砂	稍密	$10 < N \leq 15$	35~45
	中密	$15 < N \leq 30$	45~65
	密实	$N > 30$	65~85
粗砂	稍密	$10 < N \leq 15$	50~65
	中密	$15 < N \leq 30$	65~85
	密实	$N > 30$	85~105
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	45~80
	中密、密实	$N_{63.5} > 15$	105~120
圆砾、角砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	120~140
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	130~160
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	70~90
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	110~130
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	140~200
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160~240

注：对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的杂填土，不计算其侧阻力。

13 勘察报告

13.0.1 勘察报告应在工程地质调查与测绘、勘探、室内试验和原位测试、搜集已有资料的基础上，根据不同勘察阶段、任务要求、工程特点和地质条件等进行编制。

13.0.2 勘察报告的章节、名称和内容应根据工程的特点、要求和场地的工程地质条件确定，报告数据应真实、内容完整、重点突出、建议合理。

13.0.3 勘察报告应包括文字部分、表格、图件，重要的支持性资料可作为附件。

13.0.4 勘察报告的文字部分宜包括下列内容：

1 勘察任务依据、工程概况与特点、勘察要求与目的、勘察范围、勘察方法与执行标准、勘察进程、完成工作量等。

2 场地的地形、地貌、水文、气象、区域地质概况。

3 场地地下管线概况、工程周边环境等。

4 岩土成因、特征描述、地层划分、岩土物理力学指标、岩土强度参数、变形参数、地基承载力等。

5 地下水类型、赋存、补给、径流、排泄条件，地下水位及变化，地层的透水及隔水性等。

6 水和土对建筑材料的腐蚀性评价。

7 抗浮设防水位分析与建议。

8 不良地质作用、地质灾害、特殊性岩土的描述和对工程危害程度评价。

9 抗震设防烈度、设计基本地震加速度、设计地震分组、场地类别、液化判别结果、抗震地段类别划分。

10 场地稳定性和工程建设适宜性评价。

11 对地基基础、基坑支护等进行岩土工程分析与评价，提供岩土参数和工程措施建议。

12 对施工及运营过程中可能出现的岩土工程问题、工程风险进行分析预测，提出预防、监控及治理措施建议。

13 场地工程周边环境条件分析和工程相互影响的评价，环境保护的工程措施建议。

14 与工法勘察相关的分析与评价内容尚应符合第 8 章的规定。

13.0.5 表格宜包括下列内容：

- 1 勘探点主要数据一览表。
- 2 各项原位测试及室内试验汇总统计表。
- 3 其他的相关计算分析表格。

13.0.6 图件及附件宜包括下列内容：

- 1 勘探点平面布置图，工程地质纵、横断（剖）面图。
- 2 钻孔柱状图，岩芯照片。
- 3 室内试验成果图。
- 4 各项原位测试成果图。
- 5 关键地层的埋深、厚度等值线图。
- 6 其他相关图件及附件。

附录 A 岩土试验项目

A.0.1 岩石试验包括物理、力学性质试验，如密度、吸水性试验、软化或崩解试验、抗压、抗剪、抗拉试验等，具体项目应根据不同市政基础设施工程的要求确定。

A.0.2 土的试验项目可参照表 A.0.2 执行。

表 A.0.2 土的试验项目

试验项目 市政基础设施 工程类型	物理性质试验									力学性质试验				
	密度	含水率	土粒比重	界限含水率	颗粒分析	渗透试验	有机质含量	击实试验	易溶盐试验	固结试验	直接剪切试验	三轴压缩试验	无侧限抗压强度试验	静止侧压力系数试验
道路工程	√	√	√	√	√	○	○	○	○	√	√	○	○	○
桥涵工程	√	√	√	√	√	○	○	○	○	√	√	○	○	○
隧道工程	√	√	√	√	√	○	○	○	○	√	√	○	○	○
综合管廊工程	√	√	√	√	√	○	○	○	√	√	√	○	○	√
室外管道工程	√	√	√	√	√	○	○	○	√	√	√	○	○	○
给排水厂站工程	√	√	√	√	√	○	○	○	○	√	√	○	○	○
城市绿地工程	√	√	√	√	√	√	○	○	○	√	√	○	○	○
堤岸工程	√	√	√	√	√	√	○	○	○	√	√	○	○	○
生活垃圾填埋场工程	√	√	√	√	√	○	○	○	○	√	√	○	○	○

注：1. 表中符号√为应做项目；○为根据需要选做项目；

2. 本表不包括特殊性岩土；

3. 工程需要时，可进行土的动力性质试验；

4. 土粒比重，可直接测定也可根据经验确定；

5. 对城市隧道工程，应根据具体施工方法（矿山法、盾构法等）及设计要求，进行相应的试验项目，如岩土的热物理性质试验、基床系数试验等。

6. 对城市绿地工程中的绿化种植土壤，应进行土壤 pH 值、全盐量、重度、通气孔隙度、有机质、水解性氮、有效磷、速效钾、石砾含量等理化指标检测。

附录 B 岩石分类

B.0.1 岩石坚硬程度可按表 B.0.1 的规定进行定性划分。

表 B.0.1 岩石坚硬程度的定性划分

名称		定性鉴定	代表性岩石
硬质岩	坚硬岩	锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎；基本无吸水反应	未风化~微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、硅质砾岩、石英砂岩、硅质灰岩等
	较硬岩	锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎；有轻微吸水反应	1 微风化的坚硬岩； 2 未风化~微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白云岩、钙质砂岩等
软质岩	较软岩	锤击声不清脆，无回弹，较易击碎；指甲可刻出印痕	1 中等风化~强风化的坚硬岩和较硬岩； 2 未风化~微风化的凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩、泥灰岩等
	软岩	锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎；浸水后手可掰开	1 强风化的坚硬岩和较硬岩； 2 中等风化~强风化的较软岩； 3 未风化~微风化的页岩、泥质砂岩、泥岩等
极软岩		锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手可捏碎；浸水后可捏成团	1 全风化的各种岩石； 2 各种半成岩

B.0.2 岩体根据结构类型可按表 B.0.2 的规定进行分类。

表 B.0.2 岩体按结构类型分类

岩体结构类型	岩体地质类型	结构面发育情况	岩土工程特征
整体状结构	均质、巨块状岩浆岩、变质岩，巨厚层沉积岩、正变质岩	以原生构造节理为主，多呈闭合型裂隙，结构面间距大于1.5m，一般1~2组	整体性强度高，在变形特征上可视为均质弹性各向同性体
块状结构	厚层状沉积岩、正变质岩、块状岩浆岩、变质岩	具少量贯穿性节理裂隙，裂隙结构面间距0.7~1.5m，一般2~3组	整体强度高，变形特征接近弹性各向同性体
层状结构	多韵律的薄层及中厚层状沉积岩、副变质岩	有层理、片理、节理，但以风化裂隙为主，常有层间错动	岩体接近均一的各向异性体，其变形及强度特征受层面和岩层组合控制，可视为各向异性弹塑性体
碎裂状结构	构造影响严重的破碎岩层	断层、断层破碎带、节理、片理、层理、裂隙，结构面距0.25~0.5m，一般3组以上	整体强度很低、呈弹塑性介质
散体状结构	构造影响剧烈或风化的断层破碎带、接触带	构造及风化裂隙密集，结构面组合错综复杂并多填充黏性土	完整性基本破坏，岩体属性接近松散体介质

附录 C 碎石土的密实度

C.0.1 碎石土的密实度可按表 C.0.1 进行鉴别。

表 C.0.1 碎石土密实度野外鉴别

密实度	骨架颗粒的质量和排列	可挖性	可钻性
密实	骨架颗粒的质量大于总质量的70%，呈交错排列，连续接触，孔隙为中、粗、砾砂等填充	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动，井壁较稳定	钻进极困难，钻杆、吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定
中密	骨架颗粒的质量等于总质量的60%~70%，呈交错排列，大部分接触，孔隙为砂土或密实坚硬的黏性土、粉土填充	锹镐可挖掘，井壁有掉块现象，从井壁取出大颗粒后能保持颗粒凹面形状	钻进较困难，钻杆、吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象
松散	骨架颗粒的质量小于总质量的60%，排列较乱大部分不接触，孔隙为中密的砂土或可塑的黏性土填充	锹可以挖掘，井壁易坍塌，从井壁取出大颗粒后，立即塌落	钻进较容易，钻杆稍有跳动，孔壁易坍塌

注：碎石土的密实度，应按表列各项特征综合确定。

C.0.2 当采用重型圆锥动力触探确定碎石土密实度时，实测锤击数 $N_{63.5}$ 应按下式修正：

$$N'_{63.5} = \alpha_1 \times N_{63.5}$$

式中：

$N'_{63.5}$ —— 修正后的重型圆锥动力触探试验锤击数；

α_1 —— 修正系数，按表 C.0.2 取值；

$N_{63.5}$ —— 实测重型圆锥动力触探试验锤击数。

表 C.0.2 重型圆锥动力触探锤击数修正系数

$N_{63.5}$ L (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	≥ 50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84
6	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79	0.78	0.75
8	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.73	0.71	0.67
10	0.88	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67	0.64	0.61
12	0.85	0.79	0.75	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.55
14	0.82	0.76	0.71	0.66	0.62	0.58	0.56	0.53	0.50
16	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45
18	0.77	0.70	0.63	0.57	0.53	0.49	0.46	0.43	0.40
20	0.75	0.67	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.39	0.36

注：表中 L 为杆长。

附录 D 孔隙水压力测定方法和适用条件

D.0.1 孔隙水压力测定方法和适用条件可参考表 D.0.1。

表 D.0.1 孔隙水压力测定方法和适用条件

仪器类型		适用条件	测定方法
测压计式	立管式测压计	渗透系数大于 10^{-4} cm/s 的均匀孔隙含水层	将带有过滤器的测压管打入土层，直接在管内测量
	水压计测压计	渗透系数低的土层，量测由挖方引起的压力变化	用装在孔壁的小型测压计探头，地下水压力通过塑料管传导至水银压力计测定
	电测式测压计（电阻应变式、振弦应变式）	各种土层	孔压通过透水石传导至膜片，引起挠度变化，诱发电阻片（或钢弦）变化，用接收仪测定
	气动测压计	各种土层	利用两根排气管使压力为常数，传来的孔压在透水元件中的水压阀产生压差测定
孔压静力触探仪		各种土层	在探头上装有多孔透水过滤器、压力传感器，在贯入过程中测定

注：电测式测压计一般用于砂土和粉土，在黏性土层中，采用小的膜片，避免负的孔压。

本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他标准执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定（要求）”。

引用标准名录

- 1 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 2 《工程岩体分级标准》 GB/T 50218
- 3 《中国地震动参数区划图》 GB 18306
- 4 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》 JGJ/T 87
- 5 《公路工程地质勘察规范》 JTG C20
- 6 《公路土工试验规程》 JTG E40
- 7 《公路桥涵地基与基础设计规范》 JTG 3363
- 8 《城市地下管线探测技术规程》 CJJ 61
- 9 《堤防工程地质勘察规程》 SL 188
- 10 《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》 SL 251
- 11 《城市建设工程地下水控制技术规范》 DB 11/1115
- 12 《园林绿化种植土壤》 DB 11/T 864

北京市地方标准

市政基础设施岩土工程勘察规范

DB11/T 1726—2020

条文说明

2020 北京

目 次

1	总则	75
2	术语和符号	77
2.1	术语	77
3	基本规定	78
4	岩土分类	83
5	可行性研究勘察	87
5.1	一般规定	87
5.2	勘察要求	87
6	初步勘察	88
6.1	一般规定	88
6.2	道路工程	88
6.3	桥涵工程	91
6.4	隧道工程	91
6.5	综合管廊工程	92
6.6	室外管道工程	92
6.7	给排水厂站工程	93
6.8	城市绿地工程	93
6.9	生活垃圾填埋场工程	93
6.10	堤岸工程	94
7	详细勘察	95
7.1	一般规定	95
7.2	道路工程	95
7.3	桥涵工程	97
7.4	隧道工程	97
7.5	综合管廊工程	98
7.6	室外管道工程	98

7.7	给排水厂站工程	98
7.8	城市绿地工程	100
7.9	生活垃圾填埋场工程	100
7.10	堤岸工程	100
8	工法勘察	103
8.1	一般规定	103
8.2	明挖法	103
8.3	暗挖法	104
8.4	顶管法及定向钻法	106
9	地下水	108
9.1	一般规定	108
9.2	水文地质参数测定	108
9.3	地下水评价	111
10	场地、地基的地震效应	113
10.1	一般规定	113
10.2	勘察要求	113
10.3	抗震评价	113
11	工程周边环境专项调查	115
11.1	一般规定	115
11.2	调查要求	115
11.3	成果资料	115
12	岩土参数统计与地基承载力	116
12.1	岩土参数统计分析	116
12.2	地基承载力	116
13	勘察报告	126

1 总 则

1.0.1 本条明确了制定本规范的目的和指导思想，即在勘察过程中，针对北京市的实际情况，结合地区经验，落实国家高质量发展与提高城市精细化管理水平，统一技术标准，促进勘察的技术进步。

1.0.2 市政基础设施是城市高效运行和健康发展的物质基础。现代城市市政基础设施主要包括交通、排水、防洪、燃气、热力、环卫等系统的公共基础设施。根据北京城市发展、市政基础设施工程的建设类型，本条规定了本规范适用的市政基础设施工程类型。其中变电站、发电厂等有现行的《变电站岩土工程勘测技术规程》DLT 5170、《火力发电厂岩土工程勘察规范》GB/T51031等相关勘察规范，调压站、供热厂、加油站的勘察要求与房屋建筑无较大差异，可遵照《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501执行。因此，本规范中的市政基础设施不包括变电站、发电厂、调压站、供热厂、加油站。

1 除常规的城镇道路、桥梁、隧道、室外管道、给排水厂站和堤岸等市政基础设施工程类型外，在北京市新一轮城乡规划建设过程中，综合管廊、城市绿地等大体量、类型新的市政基础设施工程越来越多，随之带来一系列复杂的地基基础、工程地质、水文地质与岩土工程问题。但目前针对综合管廊、城市绿地暂无勘察规范，因此，本规范纳入了综合管廊和城市绿地。

2 根据北京市环卫设施的规划，未来重点将在源头上控制垃圾量，把垃圾减量放在优先位置，加快建设阿苏卫、鲁家山等生活垃圾处理园区；建设丰台、首钢等餐厨垃圾处理厂；建成大兴、房山等建筑垃圾处理厂。实现生活垃圾、餐厨垃圾及建筑垃圾等原生垃圾零填埋。针对大部分建筑垃圾及部分生活垃圾，主要通过综合垃圾处理厂处理再循环利用，而难以实现再利用的部分生活垃圾，则通过处理后进行卫生填埋。垃圾处理厂的建（构）筑物的勘察与一般房建无差异，而生活垃圾填埋场设计关注的工程地质与水文地质条件、面临的岩土工程问题有其特殊性。因此，将生活垃圾填埋场纳入到本规范中。

3 虽然本规范涵盖道路、桥涵、隧道、综合管廊、室外管道、给排水厂站、城市绿地、生活垃圾填埋场和堤岸9大类市政工程类型，但是具体各类中本身涵盖的工程类型范围广泛，本规范难以将所有工程类型都包含，因此，特对本规范上述9大类工程的适用范围说明如下：

1) 道路工程：适用于道路、公交场站和城市广场的道路及地面等工程。

- 2) 桥涵工程：适用于桥梁、涵洞及人行地下通道等工程。
- 3) 隧道工程：适用于非明挖工法施工的各类隧道工程，如道路、热力、电力、通信、燃气、给水、排水、输水等以隧道形式敷设或非明挖工法施工的综合管廊。
- 4) 综合管廊：适用于明挖法施工的综合管廊。
- 5) 室外管道工程：适用于明挖法、顶管法、定向钻法施工的给水、排水、再生水、热力、燃气、电力、通讯等地下管道工程。
- 6) 给排水厂站工程：适用于给排水工程厂区水处理构筑物、泵房以及取水头部（排放口）等主要构筑物。
- 7) 城市绿地工程：适用于城市绿地工程中的挖湖、堆山、栈道、园林小品等工程及场地。
- 8) 生活垃圾填埋场工程：适用于新建、改扩建的生活垃圾填埋场的场地与地基。
- 9) 堤岸工程：适用于河、湖、渠，调蓄池、行洪区、蓄洪区、围垦区等边缘修筑的堤岸工程。

1.0.3 “先勘察、后设计、再施工”是工程建设必须遵守的程序，是国家一再强调的十分重要的基本政策，市政基础设施工程勘察必须严格遵照执行。

1.0.4 有关标准、规范主要是指：《岩土工程勘察规范》GB 50021、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《工程岩体分级标准》GB 50218、《土的工程分类标准》GB/T 50145、《土工试验方法标准》GB/T 50213、《市政工程勘察规范》CJJ 56、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《公路工程地质勘察规范》JTG C20、《公路土工试验规程》JTG E40、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363、《堤防工程地质勘察规程》SL 188、《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501、《城市建设工程地下水控制技术规范》DB11/1115、《园林绿化种植土壤》DB11/T 864 等。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.4 依据《城市绿地分类标准》CJJ/T 85-2017 中的规定和分类，城市绿地的概念包含了公园绿地、防护绿地、广场用地、附属绿地、区域绿地五大类，涵盖了城市建设用地内和城市建设用地外的各种绿地，其中包括人工湿地、道路与交通设施用地等各类附属绿地。

2.1.5 园林小品是园林中体量小巧、造型新颖，用来点缀园林空间和增添园林景致的小型设施，是园林环境中不可缺少的组成要素。园林小品一般包括园林雕塑、假山石景、园林壁画、雕刻、摩崖石刻、花架、汀步、踏步、园椅、园凳、栏杆、园灯、花窗、隔断、园林果皮箱、景墙、饮水池、宣传牌等小品性设施。

3 基本规定

3.0.1 一般情况下，市政基础设施工程勘察按照可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察依次进行。对于中小型市政基础设施工程，当场地岩土条件简单或周边有较丰富的资料时，可直接进行详细勘察。对周边环境有影响的重大项目，如地下道路、隧道工程等，地质条件的好坏对工程的投资影响很大，应开展可行性研究勘察。

3.0.2 本条对市政基础设施工程勘察等级做了比较原则的规定。

1 各类市政工程有其自身的项目特点，其重要性等级划分方法也不相同。

1) 根据道路在路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务功能，道路可按表 1 分为四类：

表 1 道路分类表

道路分类	道路功能
快速路	为城市中大流量、长距离、快速交通服务。
主干路	连接城市各主要分区的干路，以交通功能为主。
次干路	与主干路结合组成道路网，起集散交通作用，兼有服务功能。
支路	为次干路与街坊路的连接线，解决局部地区交通，以服务功能为主。

注：表中道路分类系引自《城市道路设计规范》CJJ 37。

道路工程重要性等级的划分，综合考虑了道路的分类、由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果两方面因素，其中道路的分类系指道路功能分类。一般而言，快速路与主干路一旦出现工程质量问题，对城镇交通影响大，故重要性等级确定为一级，次干路与支路对城镇交通影响相对小，重要性等级分别为二级和三级。公交场站与城市广场因功能相对单一，定为三级。

针对支挡工程，按其结构高度做重要性等级划分。

2) 桥梁分类，可根据单孔跨径或多孔跨径总长，按表 2 的规定确定。

表2 城市桥梁分类

桥梁分类	单孔跨径 L_0 (m)	多孔跨径总长 L (m)
特大桥	$L_0 > 150$	$L > 1000$
大桥	$150 \geq L_0 \geq 40$	$1000 \geq L \geq 100$
中桥	$40 > L_0 \geq 20$	$100 > L \geq 30$
小桥	$20 > L_0 \geq 5$	$30 > L \geq 8$

注：1. 单孔跨径系指标准跨径。

2. 梁式桥、板式桥的多孔跨径总长为多孔标准跨径的总长；拱式桥为两岸桥台内起拱线间的距离；其他形式桥梁为桥面的行车道长度。

3. 标准跨径：梁式桥、板式桥以两桥墩中线之间桥中心线长度或桥墩中线与桥台台背前缘线之间桥中心线长度为准；拱式桥以净跨径为准。

3) 主干线综合管廊一般设置于机动车道或道路中央下方，主要连接原站（如自来水厂、发电厂、热力厂等）与支线综合管廊。其一般不直接服务于沿线地区。主干线综合管廊的断面通常为圆形或多格箱型。支线综合管廊主要用于将各种从干线综合管廊分配、输送至各直接用户。其一般设置在道路的两旁，容纳直接服务于沿线地区的各种管线。支线综合管廊的截面以矩形较为常见，一般为单舱或双舱箱形结构。

4) 室外管道按施工工法、管线埋深进行工程重要性等级划分。根据住建部印发的《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）、住建部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知（建办质〔2018〕31号），对开挖深度超过3m（含3m）的基坑（槽）的基坑、土方开挖属于危险性较大的分部分项工程。开挖深度超过5m（含5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。因此，针对明挖法施工的管道工程，规定开挖深度大于5m的为一级，3m~5m范围内的为二级，小于3m的为三级。

5) 给排水工程厂站工程的工程重要性等级，按照《工程设计资质标准》将建筑项目设计规模划分为大、中、小三类。可根据厂区水处理构筑物、泵站规模按表3确定。

表3 给排水厂站工程规模

建设项目		工程规模		
		大型	中型	小型
给水工程	净水厂	≥ 10	10 ~ 5	< 5
	泵站	≥ 20	20 ~ 5	< 5
排水工程	处理厂	≥ 8	8 ~ 4	< 4
	泵站	≥ 10	10 ~ 5	< 5

注：单位为万立方米/日。

6) 本规范中城市绿地工程的勘察对象主要为堆山、挖湖（含人工湿地）、绿化种植、栈道、园林小品。堆山工程的重要性等级主要依据工程经验，按照土方堆填高度进行重要性等级划分。挖湖工程主要面临的是基坑稳定性问题，因此，根据开挖深度进行重要性等级划分。

7) 生活垃圾填埋场工程重要性等级依据生活垃圾日处理量进行划分。

8) 堤岸根据筑堤材料、结构类型划分为三类：

I类：桩式堤岸，系指以桩作为堤岸或桩基作为堤岸基础的堤岸。II类：圬工结构或钢筋混凝土结构的天然地基堤岸，这类堤岸以重力式、半重力式为主；III类：土堤，包括堤岸采用浆砌石或干砌块石勾缝的护坡堤岸。上述三类堤岸具有各自的特点，对地基基础强度、稳定性的要求也有差异，是目前我国城市堤岸的常用类型。在此基础上，本规范将I类堤岸的工程重要性等级定为一类，II类堤岸重要性等级定为二类，III类堤岸重要性等级定为三类。

此外，依据《堤防工程设计规范》GB 50286-2013，堤防工程的级别根据保护对象的防洪标准，按表4确定。

表4 堤防工程的级别

防洪标准 [重现期(年)]	≥ 100	< 100 且 ≥ 50	< 50 且 ≥ 30	< 30 且 ≥ 20	< 20 且 ≥ 10
堤防工程的级别	一级	二级	三级	四级	五级

因此，本规范规定一级堤防工程的重要性等级为一类，二级堤防工程的重要性等级为二类，三级及其以下堤防工程的重要性等级为三类。

2 场地复杂程度主要指工程地质条件的复杂程度，包括地形地貌、地震效应、不良地质作用、地下水以及周边环境条件等。

“不良地质作用强烈发育”，是指泥石流沟谷、崩塌、滑坡、土洞、塌陷、岸边冲刷、地下水强烈潜蚀等极不稳定的场地，这些不良地质作用直接威胁着工程安全；“不良地质作用发育”是指虽有上述不良地质作用，但并不十分强烈，对工程安全的影响不严重。

“地下水对工程的影响大”是指有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂、需专门研究的场地；“地下水对工程的有影响”是指基础位于地下水位以下的场地。

此处为了突出城市的特点，增加了周边环境条件。环境因素对工程的影响是很大的，首先是拟建场区内的土地使用情况、农田、水利设施、地上地下建构筑物、地下管线设施，另外场区内是否有公园、保护林、文化遗址、纪念建筑等需要保护的重要地物，在做具体环境条件影响分析时，可重点考虑以上因素。

3 本规范提出对岩土条件复杂程度进行等级划分主要是考虑到：市政基础设施工程类别众多，需要解决的岩土工程问题也不尽相同，既涉及地基承载力、地基变形，也涉及围岩稳定、边坡工程、地下水控制等，因此需要针对具体的市政基础设施工程特点，综合划分岩土条件复杂程度等级。等级划分考虑的因素包括岩土的种类、均匀性，围岩或地基、边坡的工程性质以及特殊性岩土等。围岩的工程性质根据围岩分级划分，边坡的工程性质根据边坡安全等级划分，地基条件根据承载力和均匀性等进行划分。

4 划分市政工程勘察等级，目的是突出重点、有的放矢。一般情况下，勘察等级可在勘察工作开始前，通过搜集已有资料确定。但随着勘察工作的开展，对自然认识的深入，勘察等级也可能发生改变。对于岩质地基，场地地质条件的复杂程度是控制因素。建造在岩质地基上的工程，如果场地和岩土条件比较简单，勘察工作的难度是不大的。故即使是工程重要性等级为一级，场地和岩土条件复杂程度均为三级时，岩土工程勘察等级也可定为乙级。

3.0.6 市政工程处于复杂的城市环境中，工程建设环境中，分布有很多地下埋设物和上空架设管线，这些地下、地上设施一旦损毁，对生产、生活将产生严重的后果。因此进行现场勘察工作时，应充分搜集已有地形图、地下设施等资料，考虑到地形图、地下设施等资料的时效性，勘察期间，应进行现场核查，防止对地下管线、地下工程和上部设施的破坏，必要时，应进行专项调查。

3.0.7 既有市政工程的改扩建，应搜集拟建场区的地质资料并进行分析研究，为减少不必要的重复工作，应充分利用已有工程资料。

3.0.8 针对生活垃圾填埋场、污染土地地的钻孔应采用无污染、低渗透性材料及时回填封孔。避免产生地下水、土壤污染等后续环境影响或风险。

3.0.9 本条所列的情况超出了常规岩土工程勘察分析评价的内容，需在岩土工程勘察的基础上，进行专项工作或专题研究，并提供专项或专题报告。

8 海绵城市设施主要包含透水铺装、下沉式绿地、生物滞留、渗透塘、渗井、雨水湿地、植草沟和人工土壤渗滤等。

4 岩土分类

4.0.1 关于软化岩石的规定与《岩土工程勘察规范》GB 50021 相同，软化岩石浸水后，其承载力会显著降低，应引起重视。以软化系数 0.75 为界限，是借鉴国内外有关规范数十年工程经验规定的。

4.0.6 本条列出了天然土分类定名的根据。

1 新近沉积土与一般第四纪沉积土的主要区别在于新近沉积土形成的时间短，且在一定的地质、地貌条件下形成，土的工程性质差。

根据《工业和民用建筑工程地质勘察规范》管理组研究报告十四，认为在北京城区多数埋藏在河、湖、沟、坑、塘的新近沉积黏性土距今为一、二千年，时代属全新世晚期。土层中常含有砖块、煤渣、有机质、蚌壳、螺壳和朽木等人类活动的遗物。另外，北京第二热电厂的淤泥，用 C14 测定年龄为 3595 ± 100 年；北京南苑油毡厂的淤泥，用 C14 测定年龄为 4245 ± 90 年，均属全新统，也划为新近沉积土。因此将新近沉积土的形成时期定为全新世中、晚期，年龄为 2000 ~ 7000 年。

但是，为了不致将一般第四纪沉积土误判为新近沉积土，在划分时，除了从其地质年代、沉积环境和地貌形态演变等方面来研究外，更重要的是从其物理力学性质，尤其是从力学性质方面作详细的工作。

北京地区的土，原《北京市平原地区建筑地基基础设计规定》(1986 年修订稿)，按成因年代分为两种类型，即新近沉积层和一般第四纪沉积层（俗称“老土”）。本规范考虑到北京地区第四纪全新世以前的土较少，故未划分出老沉积土。对老沉积土本规范其他各章节中均无相应规定，当遇到此类老沉积土时应进行专门的工作。

新近沉积土（包括流水沉积、沼泽沉积和风积），多分布于最新河流附近（包括洪水泛滥地带），如西北郊的小清河河漫滩部分，南郊凉水河以西等地区。在永定河洪积扇顶部地区（石景山至八宝山一带）的地表土层也属于这一类型。此外，在许多已填塞的河、湖、沟、坑、塘范围内也常有新近沉积土。新近沼泽沉积主要分布在永定河洪冲积扇的地下水溢出带，如西北郊的圆明园、昆明湖一带和西郊莲花池附近等地。新近风积土则出现在大兴附近一带。新近沉积土的产状和构造特征，虽与一般第四纪沉积土相类似，但因其沉积年代很新，其成岩作用差，其压缩性较之相同密度的一般第四纪沉积土要高得多，结构性也差，湿度一般较高，具软土特征。在永定河洪冲积扇顶部和地势较高的地区，土层长期

处于干燥状态，因而具有大孔结构，并具湿陷性。新近沉积土中常含有人类文化活动产物（如砖瓦片、木炭渣、陶瓷片等物）和较多未分解的有机质与新鲜的螺壳、蚌壳等。其颜色一般较深（呈褐、栗、暗黄或灰色）。

一般第四纪沉积土的分布可分为两大部分，一部分分布在永定河洪冲积扇地下水溢出带以东的广大地区，包括复外、阜外台地、海淀台地以及凉水河东北清河、北运河、东坝河、通惠河以及肖太后河等河道范围的广大地区。另一部分分布在永定河洪冲积扇顶部地区。属于前一部分的土一般具有较好的结构性和较低的压缩性，颜色多为黄色、褐黄色（东郊及北郊部分地区在黄色土层下有灰色土层），岩性在上部多以中等偏轻的粉质黏土为主，间有砂质粉土和粉细砂层；其下为由粉、细、中、粗砂至卵石及粉质黏土的交互循环沉积层；后一部分的土除薄层新近沉积覆盖层外，其下均为含粗砾砂的卵石层，厚度大于10m，呈整平面分布，地下水位很深。

4 粉土在国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《岩土工程勘察规范》GB 50021 中，没有进一步划分。本规范是以塑性指数 7 为界，划分为黏质粉土和砂质粉土，其理由如下：

1) 在划分粉质黏土和黏质粉土的问题上，一直存在两种意见，有人认为应以塑性指数 I_p 等于 10 为界线，同时也有人认为应以塑性指数 I_p 等于 7 为界线。两方面都有资料数据和试验结果为依据。国标《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中以塑性指数 I_p 等于 10 为界，并将塑性指数 I_p 小于或等于 10 的土作为一个不属于黏性土的大类划分出来，称为粉土。但塑性指数 I_p 等于 7 的确也还是一个界线，这可以从液限 (w_L) 与塑限 (w_p)、液限 (w_L) 与塑性指数 (I_p)、塑限 (w_p) 与塑性指数 (I_p) 关系图（长春地质学院学报《工程地质专辑》中《我国粘性土分类的研究》李克骥等，1988）看出。因此，用塑性指数 I_p 等于 7 作为粉土类土的亚类划分界线是完全可以的。

2) 据统计塑性指数 I_p 小于 7 的土，黏粒含量（粒径小于 0.005mm）一般小于 10%。塑性指数 I_p 小于 7 的土液化势较高。

3) 北京市多年来用塑性指数 I_p 小于或等于 7 作为界线，划分出砂质粉土，效果较好，积累了大量的野外鉴别和评价的经验及资料，用起来方便得手。

4) 用塑性指数简单易行，可避免繁琐的颗粒分析工作，实际上，对于这种土当其处于地下水位以下时，为评价其地震反应，往往要作标准贯入试验并取土样作颗粒分析。

5) 一般在室内试验塑性指数 I_p 小于 3 的土的塑性指数已作不出来，故将塑性指数 I_p 等于 3 作为粉土与砂类土的界线。

本规范将粉质黏土按塑性指数进一步划分为重粉质黏土和粉质黏土，主要考虑到其工

程性质有较明显的差别。

4.0.7 本条规定了北京市主要分布的特殊性岩土。

1 人工填土：人工填土是由人类活动堆填而成，除压实填土外，一般均匀性差、强度低、压缩性高，常具湿陷性，据其组成成分又可分为素填土、杂填土。素填土：由一种或数种岩土材料组成，常含有少量砖瓦片及其他人为产物。工程定名时前面冠以主要成分。杂填土：含有大量建筑垃圾、工业废料或生活垃圾等杂物的填土。以建筑垃圾为主要成分时称为房渣土，以生活垃圾为主要成分时称为生活垃圾土。北京地区的人工填土主要分布在原城区和近郊区人口密集的地方，以及远郊区县城所在地，在原城区内厚度较大一般 4m ~ 6m，最厚达 8m 以上，近郊区厚度较小，一般 2m ~ 3m，分布极不规律，土质很不均匀，压缩性较高，不饱和的人工填土有时具有湿陷性。90 年代后，随着城市建设的发展，在近郊区由人为采石、采砂形成大规模开挖砂坑，后被人工回填，形成了最后的达 20m~30m 的人工填土层，这部分填土层成分复杂，堆积年份短，有的为垃圾回填，物理力学性质极差，具有很强的湿陷性，进行工程建设应给予高度重视；进行相应处理措施后，才能做为建筑地基。素填土可按所组成的岩性定名，如以粉质黏土组成则称粉质黏土填土。压实填土是指经过碾压、夯实等工程处理措施后，其压缩性、强度得到改善，能满足工程建设承载力及变形要求的人工填土。包括素填土压实填土及以房渣土、废旧混凝土等建筑垃圾为主的杂填土进行分类筛选、机械破碎、掺和其他土料后，经碾压、夯实后用于工程建设的再生填料。

2 湿陷性土：室内压缩试验在 200kPa 压力下附加湿陷量与土样原高度之比等于或大于 0.015 的土，或野外浸水载荷试验在 200kPa 压力下附加湿陷量与承压板宽度之比等于或大于 0.023 的土。北京地区的湿陷性土除了有山区和近山区的黄土以外，还有欠压密的新近沉积不饱和土以及部分人工填土。北京地区山区和近山区分布的黄土的识别与评价应按《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 执行。

3 膨胀土：含有大量的亲水黏土矿物成分，在环境湿度变化的条件下产生较大胀缩变形，变形受约束时产生较大应力的土。土的自由膨胀率大于等于 40% 的黏性土可定义为膨胀土，北京地区膨胀土分布范围小，厚度不大，山区碳质页岩风化的土可能具膨胀性。另外，在城西北的北京农业大学、南郊的打火机厂、东郊的百子湾地带以及通州南农业印刷厂、首都机场等也有所发现，厚度不大，分布接近地表，其塑性指数 I_p 一般大于 14。

4 软土：土的天然孔隙比大 ($e \geq 1$)，天然含水率高 ($w > w_L$)、压缩性高 ($E_s < 4\text{MPa}$)、强度低 ($c_u < 30\text{kPa}$)。当天然孔隙比大于或等于 1.5 时称为淤泥，天然孔隙比小于 1.5 而大于或等于 1.0 时称为淤泥质土。

5 混合土：由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土。当碎石土中粒径小于0.075mm的细粒土质量超过总质量的25%时，应定名为粗粒混合土；当粉土或黏性土中粒径大于2mm的粗粒土质量超过总质量的25%时，应定名为细粒混合土。混合土具有颗粒级配不连续，中间粒径含量极少，级配曲线中间段极为平缓等特征。在实际工作中常遇到这种土，如将其作筛分，据其颗粒组成可定名为碎石土或砂土，再将其细粒部分作可塑性试验，根据其塑性指数又可定名为粉土或黏性土。如某土样，粒径大于20mm的颗粒质量占65%，颗粒形状为圆形及亚圆形，粒径小于0.075mm的颗粒质量占35%，则可定名为卵石混黏性土，根据塑性指数可细化定名为卵石混粉土、卵石混粉质黏土或卵石混黏土。相反，若土样粒径小于0.075mm的颗粒质量占65%，粒径大于20mm的颗粒质量占35%，则可定名为黏性土混卵石，根据塑性指数可细化定名为粉土混卵石、粉质黏土混卵石或黏土混卵石。混合土的性质，常处于粗粒土和细粒土之间，如按粗粒土评价，则可能过高的估计了其工程性质，偏于不安全；若按细粒土评价，往往过于保守。此外，这类土粗细混杂，常常需要专门的勘探方法和室内外试验。这类土的成因主要为坡积、洪积和冰碛，也有残积土。北京地区该类土主要分布在山区和近山区地带。

6 污染土：致污物质的含量超过国家或地方相关技术标准，或由于致污物质侵入改变了物理力学性状的土。污染土的定名，可在原分类名称前冠以“污染”两字。北京地区随着城市建设的发展，原有的一些污染企业的搬迁，如印染、造纸、制革、冶炼、铸造等行业企业已逐步搬出城区，原场地内地基土可能遭受污染成为污染土，在进行二次开发时应进行污染土的调查与勘察。地基土受污染、腐蚀后，往往会变色、变软，状态由硬塑或可塑变为软塑，甚至变为流塑，污染土的颜色与一般土不同，呈黑色、黑褐色、灰色、棕红色和杏红色等，有铁锈斑点。污染土的土层变成具有蜂窝状结构，颗粒分散，表面粗糙。污染土区的地下水水质呈黑色或其他不正常颜色，有特殊气味。

7 风化岩和残积土：岩石在风化营力作用下，其结构、成分和性质已经产生不同程度的变异，应定名为风化岩。已完全风化成土而未经搬运的应定名为残积土。北京地区山区及部分平原区浅部均涉及到风化岩和残积土，尤其是平原区西部第四系下覆古近纪、新近纪砾岩对工程建设的影响较大，工程建设中应引起重视。

4.0.8 针对北京市碎石土粒径差异较大的特点，单纯根据修正后的重型圆锥动力触探击数确定碎石土密实度适宜性稍差。根据北京市大量测试结果，结合我国西南地区卵石土密实度的工程经验和研究成果，本条规定了剪切波速值与密实度之间的对应关系，针对碎石土密实度，可根据重型圆锥动力触探击数及土层剪切波速值综合确定卵石密实度。

5 可行性研究勘察

5.1 一般规定

5.1.1 可行性研究勘察是大型地下道路、深埋隧道、综合管廊等市政基础设施建设工程的重要环节，在规划可研阶段，受地质条件、环境因素及施工难度等各种因素影响，一般会有多个工程方案供比选。因此，可行性研究勘察应针对多个比选方案进行。

5.1.2 制约工程工期、投资的地质因素主要为不良地质作用、特殊性岩土等，因此，不良地质作用和特殊性岩土是可行性研究阶段勘察工作的重点。

5.1.3 本条明确了可行性研究勘察的主要手段，市政工程一般位于城市市区内或近郊，可供参考的资料较多，一般情况下可以搜集资料和工程地质测绘为主，在搜集资料的过程中，应注意搜集最新的区域资料，特别是气象、水文、遥感解译、地面沉降等资料。如在北京的地面沉降区规划建设线性工程，需要利用最新的地形图、搜集区域地面沉降值、沉降速率等。如资料欠缺或搜集资料不满足需求时，可进行工程物探、钻探与取样、原位测试及室内试验。

5.2 勘察要求

5.2.4 本条所列内容是可行性研究勘察重点分析评价包含的内容，具体工程可根据工程特点和具体地质条件进行其他有针对性的分析评价。

6 初步勘察

6.1 一般规定

6.1.2 市政基础设施工程应根据工程类型，地质条件有针对性的选择勘察方法。

6.1.3 本条所列内容是初步勘察应包含的基本内容，具体市政基础设施工程可根据工程特点和具体地质条件进行其他有针对性的分析评价。

6.2 道路工程

6.2.1 道路工程勘察勘探点间距确定综合考虑下列因素：(1) 道路工程在不同勘察阶段的勘探点间距差异大，因此本规范对初步勘察、详细勘察阶段均采用表格形式规定了勘探点间距；(2) 勘探点间距需综合考虑场地及岩土条件的复杂程度；(3) 考虑实际工程中勘探点间距与一般路基、地下道路、高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡结构关联度相对大，与道路功能分类虽有关联，但关联度相对要小，因此本条按一般路基、地下道路、高路堤、陡坡路堤、路堑及支挡结构分别确定勘探点间距。地下道路、高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡结构涉及的岩土工程问题相对一般路基复杂，因此勘探点间距相对一般路基小；(4) 考虑道路涉及的岩土类型多，复杂程度差异大，用一个表格难以覆盖全部情况。故规定如存在掩埋的河、湖、沟、坑时，可视工程情况与设计要求加密勘探点，初步查明道路沿线掩埋的河、湖、沟、坑的分布，以便设计方案的比选。

6.2.2 考虑初步勘察阶段，道路纵断、路基类型与路基处理方法等未确定，勘探孔深度仅作原则性要求，主要强调勘探孔深度应留有余地，以满足道路工程不同设计方案比选的需要。所以初勘阶段钻孔宜比详勘阶段深度略大。一般路基当遇厚层回填土坑、软土等特殊岩土和液化土层，需要做路基处理时，勘探孔应适当加深，以满足地基处理或沉降计算的要求。

6.2.4 根据现行的《城市道路路基设计规范》CJJ-194，当需采用土的分界稠度值 (w_c ，液限与天然含水率之差和塑性指数之比) 确定路基土干湿状态时，计算分界稠度值 (w_c) 所依据的液限是基于《公路土工试验规程》JTG E40 确定的，其规定的试验方法为 76g 锥入土深度 17mm 对应含水率的液限 (入土深度 2mm 的含水率为塑限) 或 100g 锥入土深度 20mm 对应的液限 (曲线法确定塑限)，与本规范 4.0.6 条中“表 4.0.6-4 粉土的分类”、“表 4.0.6-5

黏性土分类”中的 76g 锥入土深度 10mm 对应的含水率确定的液限（入土深度 2mm 的含水率确定的塑限）不同。

因此需采用土的分界稠度划分路基干湿类型时，粉土、黏性土的液限应按《公路土工试验规程》JTG E40 进行试验。当有经验时，可通过经验公式进行 100g 锥入土深度 20mm 或 76g 锥入土深度 17mm 与 76g 锥入土深度 10mm 不同液限值的换算。

北京市勘察设计院有限公司开展了《公路土工试验规程液限转换公式对北京地区土的适用性分析》的专项研究，课题针对北京地区不同类别的 447 组土样进行了三种液限试验研究，三种液限的线性关系如图 1~3 所示。

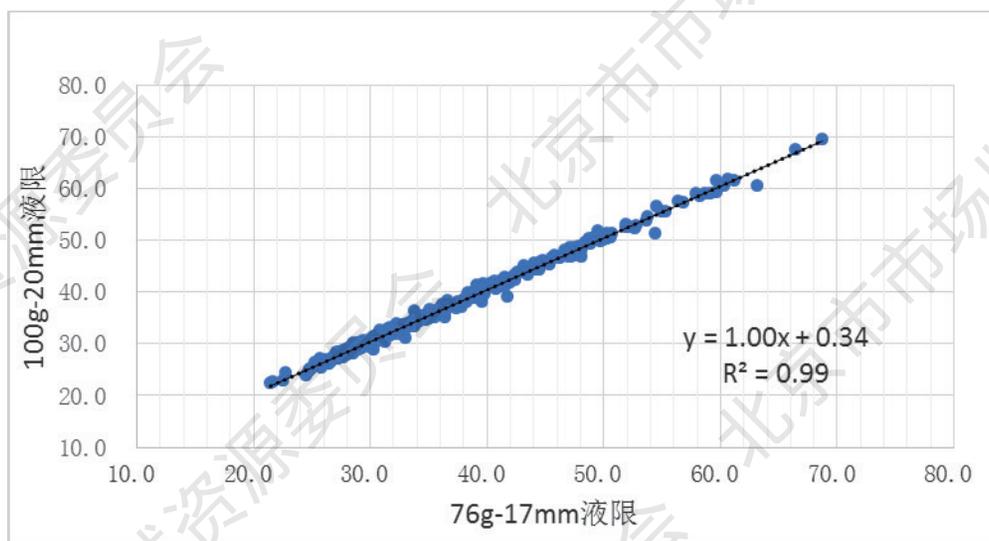


图 1 100g-20mm 液限与 76g-17mm 液限的总体线性关系

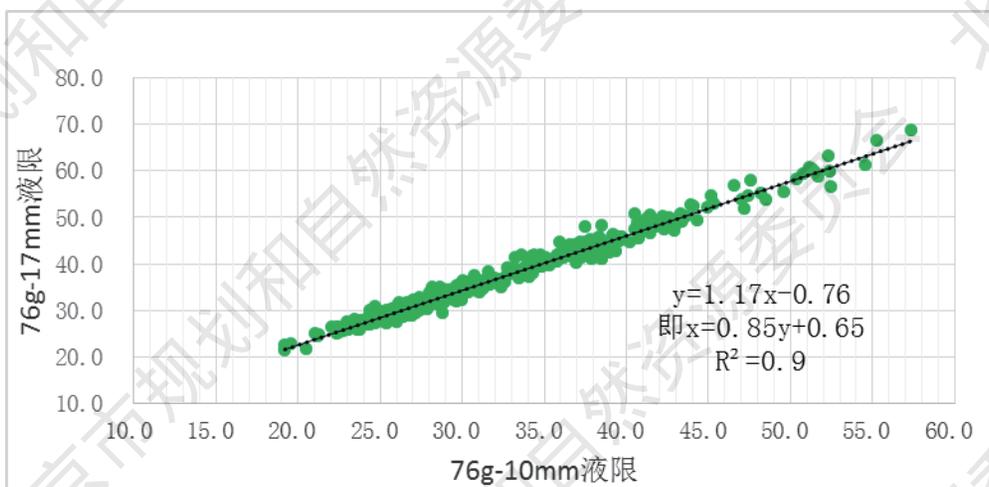


图 2 76g-17mm 液限与 76g-10mm 液限的总体线性关系

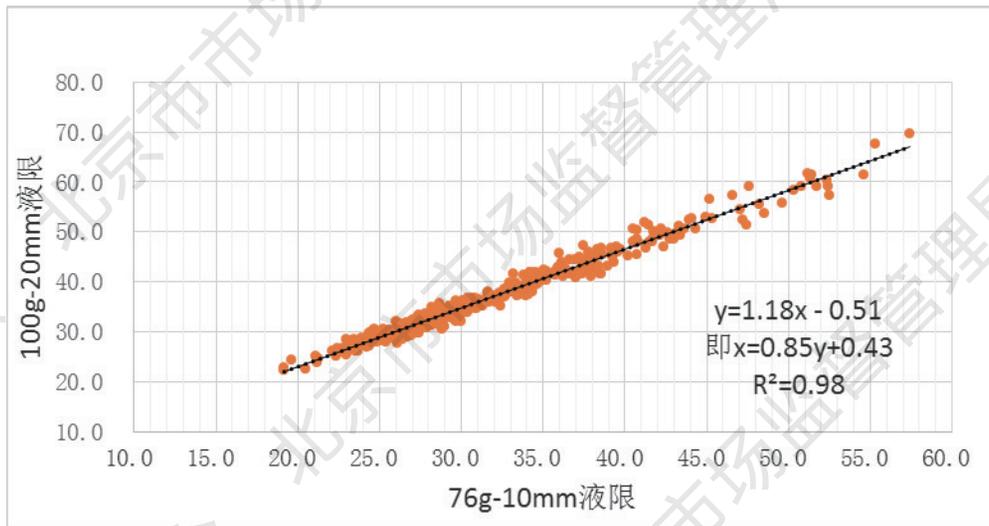


图3 100g-20mm 液限与 76g-10mm 液限的总体线性关系

研究结果表明：

1 无论是黏性土还是粉土，100g 锥入土深度 20mm 的液限可以认为等于 76g 锥入土深度 17mm 的液限，两者之间可以互相取代，与前人研究成果一致。

2 得出了两种液限更准确的线性关系： $x=0.85y+0.43$ ，即 $y=(x-0.43)/0.85$ （ x 为 76g-10mm 液限， y 为 100g-20mm 液限）。

6.2.5 因在 6.1.3 条中已对初步勘察的基本要求作了规定，本条列出道路勘察应重点查明及评价的内容。

1 掩埋的河、湖、沟、坑及人工回填土对路基稳定性、道路投资预算影响很大，因此，需重点查明，评价其对道路工程的影响，并提供地基处理的相关建议。

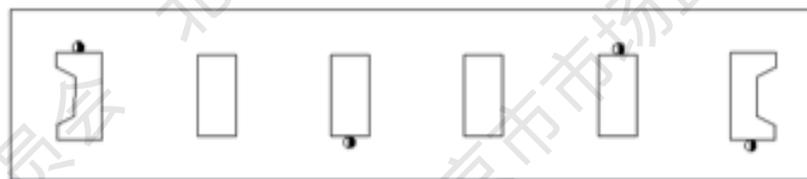
2 路基是道路的重要组成部分，是路面的基础。路基的强度与稳定性与沿线工程地质条件密切相关。路基设计通常综合考虑路基的整体稳定性、边坡稳定性、水稳定性。路基的整体稳定性，与道路沿线的地质构造、不良地质作用有关；路基边坡的稳定与岩土的性质、边坡高度与坡度等有关；岩石路堑边坡的稳定性，与岩层产状、结构特征、地质构造的软弱面等有关；软土路基，当路堤填土高度超过软土容许的临界高度时，如果不采取地基处理措施，路基易发生侧向滑动或较大的沉降。因此要准确评价沿线的岩土类型和工程性质。

3 路基的水稳定性指构成路基的土、石材料在水、温度等自然条件变化过程中的强度稳定性。地表水和地下水也是路基状态的主要影响因素，因此要评价地表水与地下水对路基稳定性的影响。

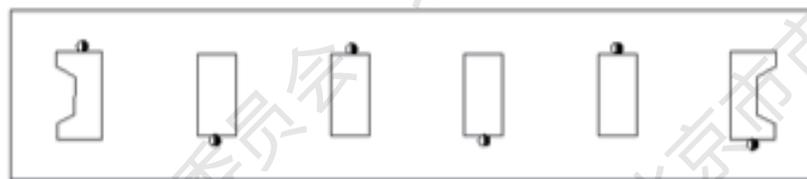
4 路基干湿类型是影响道路强度和稳定性的一个重要因素，需重点分析评价。

6.3 桥涵工程

6.3.1 初勘阶段的主要目的，是初步查明拟建场地的工程地质及水文地质条件，所以本条规定一般情况下，可以隔墩台布置勘探点。但对于单跨跨径较大的特大桥，因集中荷载较高，而且本身跨径较大，再隔墩布置会造成勘探点间距过大，因此要求每个墩台都要布置勘探点。



(a) 隔墩台布置



(b) 按墩台布置

图 4 桥梁初勘勘探点布置示意图

6.4 隧道工程

6.4.1 一般在拟定的隧道轴线及其两侧各不小于 200m 的带状区域，进行工程地质调查和测绘工作，能满足设计和施工的需要。当有特殊要求时，可根据需要增加工程地质调查和测绘工作区域的范围。工程地质调查和测绘工作的精度、内容，地质观测点的布置、密度和定位要求，国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 有具体规定，应遵照执行。

6.4.2 对于山岭隧道的工程物探采用哪种方法、怎样布线、测点间距等根据隧道区工程地质条件和被测体的规模等情况综合选定。一般提倡采用多种工程物探进行综合勘探，以便相互印证，确定勘察成果的准确性、可靠性。

6.4.3 北京平原区工程建设影响深度内主要分布土层，围岩以土质为主，围岩结构相对松散，根据以往工程经验，采用非明挖工法施工的隧道工程，当钻孔位于隧址且封填质量不佳时，可能对隧道施工或工程周边环境产生不良影响。因此，要求勘探点布置在隧道边线外侧，建议勘探点宜布置在隧道边线外侧 3m~5m。

6.4.4 山岭隧道围岩以基岩为主，将钻孔布置在地层界线、断层线、储水构造以及可能产

生岩爆、围岩大变形、突泥突水和围岩分段等具有代表性的部位，有利于合理确定各级隧道围岩的分布段落，分析评价地下水的涌水量，对岩爆、塌方等不良地质进行分析评价，综合判定隧道的围岩级别，探明隧址工程地质条件。如果重要的地质界线或地质体没有得到应有的控制，就会导致确定隧道围岩分段的地质界线依据不充分、不良地质体的分布和性质未能探明等问题，影响隧道勘察的质量。但由于受植被茂密、覆盖层发育、露头不良等条件影响，隧址的地层、地质构造等重要地质信息隐伏于植被或覆盖层之下，将钻孔布置在地层分界线、断层线、不良地质体的发育部位等有一定困难。另外，受地形、植被覆盖等场地条件影响，钻机就位困难，全面开展钻探工作难度很大。因此，初步勘察的钻孔应少而精，需根据区域地质资料分析、地质调查和测绘成果，结合隧道勘察要求，开展综合工程物探，结合物探资料解释及工程物探异常布置勘探钻孔，重点对工程物探发现的构造破碎带或其他不良地质段布置钻孔。由于洞口是山岭隧道设计、施工的关键部位，故要求在洞口需有勘探孔控制，查明洞口岩土层的分布、变化、性质、稳定性以及岩石破碎程度和完整性。

6.4.5 初步勘察阶段的设计方案仍有不确定性，勘探孔深度应能兼顾各种方案，适当的深度可以防止发生方案调整时出现钻孔深度不足的情况，避免后期补充钻探造成工作量的浪费。

6.4.6 山岭隧道受场地条件限制，初步勘察实际实施的钻孔不多，需要每个钻孔采取岩土试样和进行波速测试。

6.5 综合管廊工程

6.5.1 初勘阶段，沿拟建管廊外侧交叉布设勘探点可以做到在同等勘探工作量前提下，全面控制管廊纵、横两个方向的地层变化。在场地或岩土条件不变的情况下，勘探点间距要根据拟建管廊的宽度和埋深条件适当调整，埋深大的情况下，勘探点间距宜取小值。

6.6 室外管道工程

6.6.1 顶管法、定向钻法施工管道在其管道上方布置钻孔当封填质量不佳时，可能对施工或工程周边环境产生不良影响，勘探点应布置在管道外侧。

6.6.2 勘探孔深度的确定与基槽开挖深度、地下水控制、基坑设计方案密切相关，本条给出了勘探孔深度确定要求，顶管法、定向钻法施工受各种因素制约，埋置深度往往需要调整，勘探孔深度要求适当加深。

6.7 给排水厂站工程

6.7.2 在初勘阶段往往最终设计方案尚未确定，因此勘探孔深度应考虑拟建建（构）筑物性质及场地工程地质条件、可能采用的基础形式、施工工法等综合确定，以满足设计方案比选的要求为原则。对地下式厂站和水池类等地下式构筑物，除了考虑基坑支护需要，还要考虑地下水控制、抗浮设计等要求。

6.8 城市绿地工程

6.8.1 目前国内对挖湖、堆山工程勘探点的布置尚未有明确的规范规定，本条文对挖湖、堆山工程勘探点的布置参考了北京市奥林匹克森林公园主山及 2019 北京世界园艺博览会天田山的勘察经验。

6.8.3 绿化种植土壤的理化指标直接影响园林植物的成活率及长势，为提高城市绿地工程施工时植物栽植的成活率，保证后期植物的正常生长，在城市绿地工程中的植物栽植区域进行土壤取样检测是非常必要的，取样时应保证取样点的布置相对均匀，以保障其取样检测结果具备普遍性、适用性。

6.8.4 不同的土壤类型有不同的渗透系数，直接影响场地雨水的自然渗透，因此对场地的自然渗透能力进行初步勘察对于为建设海绵园区提供计算依据是非常必要的，勘察时应查明 3m 深度范围内的土壤结构，对每层土壤的渗透能力进行评价，可现场采取原状土进行室内试验，或在现场进行试坑浸水试验，查明园区是否存在大面积的不透水层。

6.9 生活垃圾填埋场工程

6.9.1 为了保证勘察的精度，初步勘察阶段搜集的地形图比例尺应不小于 1:2000，考虑到北京地区已形成多个地面沉降漏斗区，各地面沉降漏斗区沉降速率也不尽相同，因此，应确保使用最新的地形图，充分考虑地面沉降对工程建设的不利影响。

6.9.3 本条规定了新建、改扩建填埋场勘探点间距及勘探孔深度，具体的勘探孔深度应根据设计的填埋场高度、估算的荷载、工程地质及水文地质条件综合确定。钻探宜采取多级套管、分层灌浆回填等隔离措施，避免可能发生的渗滤液渗漏造成地下水污染扩散或不同含水层的交叉污染。钻孔终孔后应采用无污染、低渗透性材料及时回填封孔。避免产生地下水、土壤污染等后续环境影响或风险。

6.9.4 本条是需要已在已有垃圾堆体上进行勘探工作的要求。

2 填埋场底无衬垫系统时，勘探孔深度可以穿透堆填体，但应采用低渗透性材料对勘探孔进行有效的回填，防止渗沥液沿勘探孔下渗造成地下水和土体等环境污染。

3 可利用高密度电法、探地雷达、高精度磁测法、瑞雷面波法等工程物探测试手段，探测垃圾填埋体的分布范围、厚度等，各探测方法的适用性应结合现场试验确定，并采用钻探方法加以验证。

4 由于部分垃圾在有机物生化降解过程中会形成易燃易爆填埋气体，因此钻探设备配备应带有防火罩，钻探现场严禁动用明火，防止勘探过程发生爆炸或火灾事故。

6.10 堤岸工程

6.10.1 本条规定了初步勘察勘探点布置的基本要求。

1 本阶段的勘探布置原则需根据设计方案、勘察等级确定总体方案，应沿设计轴线布置，勘探剖面上的勘探点间距宜根据堤岸工程地质条件、堤岸类型合理布置。

2 横剖面上勘探点的布置应根据实际情况适当增减，有堤防功能的堤岸工程，堤内横剖面长度一般应大于600m；对有滑坡的地段，进行堤岸工程勘察时需一并考虑，同时为滑坡综合治理提供工程地质勘察资料。

6.10.4 本条规定了初步勘察应重点分析评价内容。

1 堤岸工程地质条件及评价应包括堤岸地质结构的划分、岩土体物理力学性质、渗透性、堤岸稳定性等，并提出地基基础方案、地基处理建议。

3 应综合考虑水流条件、堤岸地质结构、水文地质条件等，对堤岸的稳定性进行全面的评价，确定出稳定性差或稳定性较差的分布范围。堤岸的稳定性除与堤岸的物质组成有关外，还受水流情况的影响较大，所以应了解河势的情况，分析水流对堤岸的影响。对于河道冲刷深度问题，可参考河道洪水评价技术成果资料；当堤岸由细粒土组成时，应根据堤岸土体物理力学性质和水文地质条件分析堤岸在退水期的稳定性；当堤岸存在不利稳定的结构面时，应分析堤岸土体沿结构面滑移的可能性；而当堤岸受河水冲刷时，可根据堤岸岩土体抗冲刷能力对其分类评价。

4 河道疏挖、扩挖均会产生一定量弃土，为保持土方平衡，利用弃土作堤岸填筑料，需要初步计算主要土层的土量、初步分析土料质量指标；利用弃土作为堤岸绿化种植土，需要初步分析土料的酸碱性、排水性、疏松度、营养度等指标，具体可参考城市绿地工程一节。

7 详细勘察

7.1 一般规定

7.1.1 在详细勘察阶段，拟建工程的平面位置、基础埋深、荷载条件及拟采用的施工工法基本确定，结合勘察揭示的场地岩土条件，进行岩土工程分析与评价，具体内容可参见本规范第13章及《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》相关内容，提供施工图设计岩土参数，给出结论和建议。结合地区工程经验，分析工程实施可能遇到的工程施工风险，以指导设计和施工。

7.1.3 本条所列内容是详细勘察应包含的基本内容和任务，具体勘察内容可根据不同市政工程特点和具体地质条件进行针对性分析评价。

5 对于直埋的管道，应对管道材料进行腐蚀性评价。当管道布置于管廊、隧道内时，如热力隧道、电力隧道，则应判别地下水、土对管廊结构、隧道结构材料的腐蚀性。

7.2 道路工程

7.2.2 本条规定了详细勘察勘探点的布置要求。

1 道路是线状工程，故大多数情况下勘探点沿道路中线布置；当道路宽度较大时，为控制道路横断面方向岩土条件的变化，采用在道路两侧双排平行布置勘探点。当路基岩土条件复杂时，布置一定数量的横剖面是为了详细查明道路横断面方向岩土的变化情况。

5 掩埋的河、湖、沟、坑往往含有垃圾土、疏松的杂填土、未经沉实的近期回填土以及软土，对路基处理方案、工程造价有较大影响，应通过加密勘探点查清河、湖、沟、坑的范围。

7.2.3 本条规定了详细勘察勘探孔的深度要求。

1 道路在行车荷载作用下，路面以下将产生显著的应力状态，其范围称为工作区。行车荷载越大，则工作区深度越大。关于工作区深度，一般载重汽车约为1.5m，重型汽车一般达3m左右，个别重型自卸汽车行车荷载大，工作区深度近4m，故本规范规定一般路基勘探孔深度宜达原地面以下不小于6m，对挖方地段考虑通常路基条件相对较好，勘探孔宜达路面设计标高以下4m。

道路工程通常对填土、软弱土需要采取地基加固措施，对可液化土层根据液化严重程

度确定是否需要采取地基处理，软土路基一般需要验算地基变形，本条综合考虑上述因素，规定涉及填土、软土和可液化土层时，勘探孔应适当加深。

勘探预计深度内遇基岩时，勘探深度可适当减小。但对于碳酸盐岩地区、采空区塌陷分布区的道路，勘探孔需揭示到稳定地层。

2 对高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡工程、地下道路，为满足变形计算分析的要求，应有一定比例的控制性勘探点；对一般路基，可不再单独布置控制性勘探点。

7.2.5 本条规定了详勘应重点查明、分析评价的内容。

1 当需采用土的分界稠度值（ w_c ，液限与天然含水率之差和塑性指数之比）确定路基土干湿状态时，计算分界稠度值（ w_c ）所依据的液限是基于《公路土工试验规程》JTG E40规定的试验方法为76g锥入土深度17mm对应含水率的液限（入土深度2mm的含水率为塑限）或100g锥入土深度20mm对应的液限（曲线法确定塑限）确定的，因此需采用土的分界稠度划分路基干湿类型时，粉土、黏性土的液限应按《公路土工试验规程》JTG E40进行试验。当有经验时，可通过经验公式进行100g锥入土深度20mm或76g锥入土深度17mm与76g锥入土深度10mm不同液限值的换算，具体可参考本规范6.2.4条文说明。

2 详勘报告应阐述道路沿线与工程相关的地下水类型、补给来源、排泄条件、含水层的特性、埋藏深度及与地表水体的关系；滨河道路或穿越河流、沟谷的道路，宜分析浸泡冲刷作用对路堤稳定性的影响，并提出防治措施建议。

3 道路工程属于线状工程，当沿线岩土性质变化大、涉及不同的工程地质单元时，笼统进行工程地质条件评价针对性不强。应根据工程需要，进行工程地质条件的合理分区与评价，包括分区提供岩土的物理力学参数、建议不同的地基处理措施等。

4 当工程需要时宜预测路基的沉降性状，主要考虑穿越软土地区（如现状鱼塘等）的高路堤，为了严格控制工后沉降量，需要预测沉降与时间的关系等。当土层渗透系数很小时，高路堤路基固结时间会很长，通常需要采用增加排水通道等方法加速地基排水固结，以减小路基工后沉降量。

6 在地下水位相对较高的区域，对地下道路或路堑段，需要了解道路在施工期与运营期的地下水位。抗浮设防水位是判断是否需要采取抗浮措施的重要依据，当地下水浮力大于上覆荷重时，需要提出抗浮措施建议。

8 桥台后路基过渡段，因桥台采用桩基或基础置于密实的土层，沉降量相对小；桥台后路基过渡段路基填土厚度较大，沉降量相对大；由于路台及桥台后路基过渡段的差异沉降过大，导致汽车行驶时发生跳车现象。因此勘察时需要根据桥台后路基过渡段填土的高度、路基性质、差异变形控制要求（变形协调原则）等提出采取地基处理的建议。

9 厚层填土（一般厚度 $\geq 3\text{m}$ ）特别是局部分布的厚层填土，对路基的稳定性、路基变形特别是工后沉降控制等影响很大，如果处理不当，易引起路面沉陷、路面翻浆、路基边坡的塌方等病害。因此本条对厚层填土的勘察重点进行了原则性要求。

7.3 桥涵工程

7.3.2 本条规定了详细勘察勘探点的布置原则。

1 对单跨跨径超过 50m 的特大桥的主桥，本规范仅规定每个墩台勘探孔数量的下限值（不应少于 2 个）。当岩土条件复杂时，需要根据现场工程地质环境特征的具体情况合理确定（图 5）。

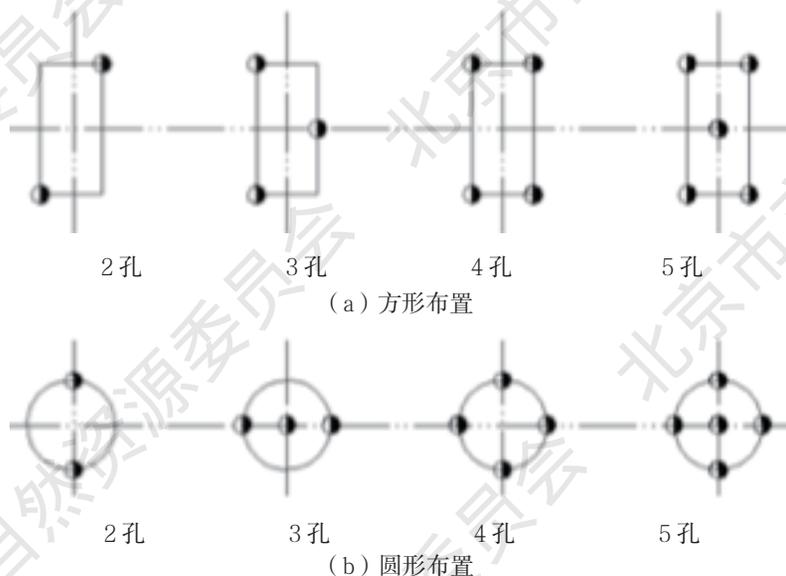


图 5 每个墩台多个勘探点布置示意图

7.4 隧道工程

7.4.5 本条规定了取样及测试工作要求。

2 对于山岭隧道，考虑到隧道开挖的影响范围，宜采取岩样的深度段为洞底以上 3 倍洞径范围。

7.4.6 详勘工程物探工作应充分利用初勘的成果，做必要的补充测试。

7.4.7 本条规定了详细勘察应重点查明、分析评价的内容。

8 围岩产生岩爆和大变形是高应力区隧道在施工过程中经常遇到的地质现象，其强度和表现形式与岩体内地应力的的大小、围岩的岩性、地下水等诸多因素有关，目前尚无公认的判据，有待在实践中总结。一般认为，深埋和高应力区的隧道，遇坚硬、完整、干燥、致密、性脆的岩层，易产生岩爆；遇软质岩层，易产生围岩大变形，影响隧道的

施工进度和安全。因此，深埋隧道和高应力区隧道勘察应进行地应力测试，结合围岩情况预测施工地质灾害，对硬质岩隧道的岩爆和软质岩隧道的大变形问题加以研究。

7.5 综合管廊工程

7.5.2 单舱管廊受结构强度限制，一般单舱管廊宽度约 3m~4m，极少超过 5m。因此，对于两舱及以下管廊断面尺寸一般小于 10m，沿拟建管廊两侧交叉布设勘探点可以满足勘察评价工作要求。断面尺寸大于 10m 情况下，应在管廊两侧平行各布置一条勘探线。

7.5.4 综合管廊埋深较大，荷载较小，因此勘探孔深度除应考虑地基方案选择、基坑稳定性分析需要之外，还应满足不利条件下的抗浮设计要求。

7.5.6 明挖施工的综合管廊勘察内容与一般基坑工程具有相同之处，但由于综合管廊大多位于城市主干道，除开发区、卫星城等新建区域外，在现状道路范围内规划的综合管廊基坑一般开挖深度大，周边环境复杂，对变形的要求比一般建筑基坑严格。本条规定了综合管廊勘察的重点内容。

3 综合管廊作为场地较大的线性工程，其基坑开挖过程的地下水控制方案对环境影响较大。如采用止水帷幕或连续墙等支护形式，可能会永久性改变地下水流场；如果采用降低地下水位的方式，又要考虑降水引起的地面沉降、周边构筑物变形等危害。因此，勘察工作应对地下水控制方案进行充分分析论证。

4 拟建管廊沿线的构筑物 and 地下设施的存在，不但影响地下水控制方案的实施，还会对管廊的基坑支护设计选型产生影响，如影响锚索的实施和围护结构的布置等。因此对城市建成区范围内的管廊勘察要对拟建管廊与周边环境的相互影响进行分析。

7.6 室外管道工程

7.6.1 为了使勘察工作的布置和评价具有明确的针对性，搜集和了解设计条件和相关资料，是十分重要的工作。

7.7 给排水厂站工程

7.7.2 本条规定了勘探点布置的基本要求。

1 勘探点宜沿水处理构筑物基础范围周边布置，主要的转角处宜有勘探点控制。面积较大的基础，尚应按相应的勘探点间距在基础范围内布置勘探点。当相邻勘探点揭露的地层变化较大并影响到基坑设计或施工方案选择时，应适当加密勘探点。

3 取水头部（排放口）有可能布在岸边或者伸入河中，勘探点布置应根据其工程规

模、特点以及采用的基础形式综合确定。

4 对地下式厂站，勘探点的布置除应满足建构筑物地基方案分析的需要外，还应结合基坑开挖深度在厂站外围布设勘探点，以满足基坑支护设计需要。实际工作中，在建筑平面以外布置勘探点可能会遇到困难，所以在基坑周边主要以调查研究和搜集已有勘察资料为主，大部分基坑支护方案只能根据基坑内钻孔的地质剖面代替基坑外的地层分布情况。当场地土层分布较均匀时，这种处理是可以的，但土层分布起伏大或某些软弱土层仅局部存在时，会使基坑支护设计的岩土依据与实际情况偏离。因此，有条件的场地应按本条要求在厂站外围适当增设勘探点。

7.7.3 本条规定了勘探孔深度的基本要求。

1 厂区水处理构筑物的建筑规模越来越大，开挖深度也越来越深。另外，此类构筑物由于建筑面积大，需要考虑不均匀沉降的影响。

2 根据工程经验，围护桩墙的插入深度通常为基坑开挖深度的1倍左右，因而确定勘探孔的深度为2.5倍的基坑开挖深度一般可以满足设计的要求。但一些大型泵房基坑开挖深度达到30m甚至更深，如按2.5倍基坑开挖深度确定勘探孔深度将达到75m~100m，显然勘探孔深度偏深。因此对于这些超深的基坑工程，在基坑开挖影响深度范围内遇到密实的砂（粉）土或硬土层时，可根据支护的设计要求减小勘探孔深度。有许多泵房工程上部可能会与主体建筑共建或基础可能采用桩基等形式，因此勘探孔深度的确定要同时满足不同基础类型及施工工法对孔深的要求。

3 在地下水位较高地区，对于地下式厂站或水处理构筑物建设过程中，需对地下水进行有效控制，建成后可能承受往复荷载（排空、满水），因此勘探深度应考虑地下水控制及抗浮设计要求。

7.7.5 本条规定了详细勘察应重点查明和评价的内容。

5 根据统计，很多事故都是由地下水引发。因此勘察报告应提供有关潜水、承压水的埋藏条件、水位变化幅值以及土层的渗透性能等的详细资料，并根据勘探、测试资料，对地下水引发流土、管涌、坑底突涌等危害的可能性进行分析评价。由于地下水一般随季节有一定的变化，工程勘察阶段短期观测资料未必能够测得该区域承压水高水头值并获得其变化规律，因此不能简单将勘察阶段测得的承压水位作为判别深大基坑开挖是否发生水土突涌的依据，工程勘察阶段所进行的一些简单室内外渗透试验，也很难模拟实际的施工工况。因此对一些大型重要工程当水文地质条件复杂且对设计及施工有重大影响时，应提出进行专门的水文地质勘察的建议，以满足施工降水设计的要求。

7.8 城市绿地工程

7.8.4~7.8.5 应充分利用初勘已有资料，必要时加密取样、试验数量。

7.8.9 城市绿地工程详细勘察时，建设内容及其位置已明确，其勘察重点是为进行工程设计提供依据，故评价内容重点为土的土壤成分、物理指标、力学性能。

7.9 生活垃圾填埋场工程

7.9.1 详细勘察的搜集应更全面，改扩建工程应重点搜集现状垃圾填埋场的设计条件、运行状况。

7.9.2 本条是勘探工作的布置要求。

4 拟建场地勘探深度范围内赋存多层地下水时，应针对每层地下水建立单独的地下水监测孔，由每层地下水的监测孔组成一个监测点。

7.9.4 在实际工程中，堆填体抗剪强度指标的确定方法很多，现场直剪试验、SPT、CPT等现场试验方法均可建立与垃圾堆体抗剪强度指标的相关性，且取得的抗剪强度指标相对可靠，但现场试验费用高、周期长、难度较大，也可选取代表性的垃圾试样进行室内试验。《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176之6.2.2条给出了垃圾抗剪强度指标参考值，如表5所示。其中：①无经验时取表中的低值；②当加筋含量较多时，内摩擦角取低值，黏聚力取高值；③当土粒含量较多时，内摩擦角取高值，黏聚力取低值；④浅层垃圾抗剪强度参数与压实程度有关，压实程度不良时取小值，压实程度良好时取大值。

表5 垃圾抗剪强度指标参考值

垃圾类型	内摩擦角(°)	黏聚力(kPa)
浅层垃圾(埋深小于10m)	12~25	15~30
深层垃圾(埋深大于10m)	25~33	0~10

注：根据已有研究资料，深层垃圾随着填埋期增加，垃圾内摩擦角增大，黏聚力降低。

7.10 堤岸工程

7.10.2 本条规定了详细勘察勘探点的布置原则。

1 由于堤岸是线形结构物，同时考虑到垂直堤岸走向的横剖面工程地质资料是验算堤岸稳定性不可缺少的重要依据，从地质角度看，垂直堤岸走向的沿岸地带，由于岸线的历史变迁，地质情况、地层土质又复杂多变，因此本规范规定除平行堤岸轴线布置勘

探点外，还应布置具有代表性的横剖面勘探线。

3 对原堤岸的改造或加固工程的勘察，应该根据不同类别改造与加固工程的设计要求、场地条件和需要，确定勘察工作的内容和方法。根据实践经验，在原有堤岸临湖、临河地带，常有可能存在工业废渣填土及大块抛石等。要查清其空间分布情况，进行勘探是极其困难的，但不查明情况，就会给堤岸设计与施工带来较大的影响。对这类填土和大块抛石，目前尚没有较有效、适宜的勘探方法，只能采用大开挖方法清除后才能继续钻进。特别当地下水位较高时，挖掘工作就很难进行。如果孤意蛮干，则将会损耗大量机具和器材，也难以得到满意的效果。一般在这种情况下，应首先进行调查，了解填土的来源、性质、分布范围及厚度，然后根据调查了解的情况，会同设计、施工有关人员共同商讨处理方案，对这类填土尚应注意调查了解其渗透性。

对堤岸的改造、加固工程勘察的勘探点不宜布置在原有堤岸范围内的原因是：

1) 需要改造、加固的堤岸，一般情况下，原有堤岸仍作为改建后堤岸的组成部分继续使用。在原有堤岸范围内勘探，不仅有损原有堤岸结构，还可能由于勘探严重扰动原有堤岸基底下的地基土，从而造成工程隐患。尤其是在分布有疏松地层的地段进行勘探，若勘察方法选择不当，就有可能导致钻孔内大量塌孔、涌砂等现象，使地基土遭受严重扰动或形成空洞，钻孔回填工作若不符合要求，均有可能对堤岸造成局部隐患。在防汛期间，尤应避免在老堤岸上或堤岸附近进行勘探，必要时，应取得防汛主管部门同意，采取适当措施后，方能进行勘探。

2) 原有堤岸基底下的地基土已受长期荷载压密，与原有堤外未经压密的地基土性质必然有所差别，另外，沿岸地带的土层土质又往往复杂多变，当原堤侧向需要加固、加高时，在原堤范围内进行勘探所取得的资料作为设计的依据，就难以保证其可靠性。同时，根据压密后地基土的性质，提供计算参数进行地基强度和稳定性验算，其安全度也会降低。

4 勘探点间距应根据场地工程地质条件的复杂程度和各类堤岸结构对地基土的要求与适应性的不同分别确定。一般来讲，Ⅲ类土堤对地基土的不均匀沉降适应性较强，其他两类堤岸对地基土的要求较高。规范中表 7.10.2 勘探孔间距是根据堤岸勘察实践中一般选用的勘探钻孔间距，并参考了其他规范的有关规定提出的。勘察时，可根据现场实际情况和地区经验，在表中规定的勘探孔间距范围内灵活选用；垂直堤岸代表性横剖面勘探孔间距，以能控制土层土质变化，满足滑动验算要求为原则。每条横剖面勘探线，一般可布置 2 ~ 3 个勘探孔。当采用锚定板桩岸壁时，则应在锚定板处布置适量的浅孔，以了解锚定板处的土质情况，合理确定锚定板的位置等。

7.10.3 本条规定了详细勘察勘探孔深度的基本要求。

1 对堤岸勘察勘探孔深度的要求是根据各类堤岸的特点、堤岸勘察的实践经验，参考了相关规范的有关要求，并考虑了不同地基计算类别的需要确定的。

对于加固、扩建、改建、新建堤岸工程，涉及涉水的涵洞、涵闸、提升泵站等构筑物的勘探孔深度宜根据覆盖层厚度、岩土层性质及建基面高程确定，可参照《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487 有关规定执行。

7.10.8 本条规定了详细勘察应重点分析、评价的内容。

2 堤基的渗透变形评价、堤岸地基稳定性分析时，应考虑下列因素：

- 1) 应选用设计洪水位。
- 2) 出现较大水头差和水位骤降的可能性。
- 3) 施工时的临时超载。
- 4) 较陡的挖方边坡。
- 5) 堤岸（岩）土体的抗冲刷能力，波浪作用。
- 6) 不良地质作用的影响等。

堤基的渗透变形判别可参照现行行业标准《堤防工程地质勘察规程》SL 188 的有关规定执行。

5 应对河道疏挖、扩挖产生的弃土进行详细勘察，计算主要土层的开挖土量，利用弃土作为堤岸的填筑料时，可参照《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251 有关规定对土料质量指标进行评价；利用弃土作为堤岸生态景观工程的种植土时，可参照《园林绿化种植土壤》DB11/T 864 有关规定对土料的物理性能及理化指标的检测进行评价，亦可参考本规范城市绿地工程相关规定。

8 工法勘察

8.1 一般规定

8.1.1 市政基础设施工程勘察不仅要为工程结构设计服务，还需要满足施工方案和施工组织设计的需要。市政基础设施施工的工法较多、工艺复杂、不同的工法工艺对地质条件的适应性不同，需要的岩土参数不同，对地下水的敏感性不同，需要解决的工程地质问题也不相同，因此，需要针对不同的施工工法提出具体的勘察要求。通过调研，北京市市政基础设施施工涉及的工法主要包括明挖法、暗挖法，非开挖工法中的顶管法及定向钻法。

8.1.2 当周边建（构）筑物情况复杂且对拟建工程影响较大时，应开展专项的建（构）筑物调查工作。

8.2 明挖法

8.2.1 明挖法施工主要针对的市政工程类型包括室外管道工程、综合管廊工程、地下道路工程及给排水厂站。

盖挖法包括盖挖顺筑法和盖挖逆筑法，盖挖顺筑法是在地面修筑维持地面交通的临时路面及其支撑后自上而下开挖土方至坑底设计标高再自下而上修筑结构；盖挖逆筑法是开挖地面修筑结构顶板及其竖向支撑结构后在顶板的下面自上而下分层开挖土方分层修筑结构。

8.2.3 直接剪切试验可采用固结快剪方法；静三轴压缩试验可根据工况情况分别采用不固结不排水剪、固结不排水剪或固结排水剪等。采用三轴试验方法测定时，如排水条件不好或施工速度较快，宜采用在土的有效应力下预固结的不固结不排水剪（UU）；如排水条件较好或施工速度较慢，宜采用固结不排水剪（CU）。

8.2.4 确定立柱桩的桩基持力层很重要，因此勘察需查明桩身范围地层、桩端持力层的土质、性质，提供地层的侧阻力标准值、端阻力标准值及压缩模量，应按现行地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 的相关规定进行单桩承载力估算，并进行沉降、差异沉降验算。

8.2.5 本条规定了明挖法勘察报告应重点分析评价的内容。

1 应根据基坑的开挖深度，邻近建（构）筑物及管线与坑边的相对距离比和工程地

质、水文地质条件，按北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489的规定，划分基坑侧壁的安全等级。

6 按照住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）、住建部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知（建办质〔2018〕31号）的要求，勘察单位应在勘察文件中说明地质条件可能造成的工程风险。明挖法一般涉及的危险性较大分部分项工程为“基坑支护降水工程和土方开挖”，工程风险一般包括：1）边坡失稳、坍塌；2）坑底隆起；3）边坡或坑底涌水、流土、突涌；4）基坑周边地下建（构）筑物、管线以及地面、地下管线变形过大等。勘察成果中除指出可能涉及的工程风险外，还应提出相应的控制措施建议。

8.3 暗挖法

8.3.1 暗挖法为不挖开地面，全部在地下进行开挖和修筑衬砌结构的施工方法。

暗挖法施工针对的主要市政工程类型为隧道、室外管道及综合管廊工程，包括浅埋暗挖法、盾构法、钻爆法和全断面隧道掘进机法（TBM）。

浅埋暗挖法为在距离地表较近的地下进行各种类型地下洞室暗挖的施工方法。

盾构法为利用钢制壳体内配有开挖和拼装衬砌管片等的盾构设备，在钢壳体的保护下进行开挖、推进、衬砌和注浆等作业，修筑隧道的暗挖施工方法。

钻爆法为在隧道岩面上钻眼，装填炸药爆破，用全断面开挖或分步开挖等将隧道开挖成形的施工方法。

全断面隧道掘进机法（TBM）为利用回转刀具开挖，同时破碎洞内围岩及掘进，形成整个隧道断面的一种机械施工方法。

8.3.2 以下岩土条件对暗挖施工影响较大，应作为勘察的重点内容：

- 1) 灵敏度高的软土层：由于土层流动造成开挖面失稳；
- 2) 透水性强的松散砂土层：涌水并引起开挖面失稳和地面下沉；
- 3) 高塑性的黏性土地层：因黏着造成盾构设备或管路堵塞，使开挖难以进行；
- 4) 含有承压水的砂土、粉土层：突发性的涌水和流土，随着地层空洞的扩大引起地面大范围的突然塌陷；
- 5) 含漂石或卵石的地层：机械开挖（盾构或全断面隧道掘进机法）难以排除，或因被切削头带动而扰动地层，造成超挖和地面下沉；
- 6) 上软下硬复合地层：因软弱层排土过多引起地层下沉，并造成盾构在线路方向上的偏离。

当盾构机或全断面隧道掘进机（TBM）穿越含有漂石或卵石地层时，粒径大小、含量及强度对机械设备的选型、设计，以及设备配置等有直接影响。当常规勘察钻孔无法查明上述地层情况时，应采用大口径勘探孔（一般采用人工挖孔，当需查明地下水位以下地层情况时，可考虑机械成孔），结合周边施工经验进行综合评价。

8.3.3 采用盾构法、TBM法在第四纪碎石土，古近纪或新近纪砾岩中开挖时，应提供砾石中的石英、长石等硬质矿物含量。

根据已有经验，影响机械掘进刀具选择的矿物含量指标可以将等效石英含量作为定量参考。

等效石英含量主要依据 Rosival 矿物研磨硬度，石英的转换系数设定为 1，其他矿物的转换系数等于该矿物 Rosival 硬度与石英 Rosival 硬度的比值。等效石英含量的计算方法为：把岩石中所有矿物的百分含量乘以其转换系数，然后相加就是该岩石的等效石英含量。

对人体带来不良影响的各种有毒气体，以及能形成爆炸、火灾等可燃性气体，统称为有害气体。除洞内作业生成的以外，从地层中涌出的有害气体主要包括缺氧空气、硫化氢、二氧化碳、二氧化氮、有机溶液的蒸汽及甲烷等天然气。

其中垃圾及沼池回填地、含有大量有机质的湖沼相沉积地层中的甲烷属可燃性气体，它的比重仅约为空气的一半，极易沿着地层的裂隙、孔隙上升到地表附近，是隧道施工中遭遇频度最高的一种有害气体。

化工厂、农药厂搬迁后遗留的厂区内，地层和地下水也极可能受渗漏影响而受到污染，富集有害物质，暗挖施工开挖后因不易通风，挥发出来的有害气体已危及作业人员安全，造成安全事故。

有必要在勘察阶段查明有害气体成分、含量，如勘察阶段难以查明，应指出是否有分布的可能性，并在施工阶段具备条件后进行施工勘察。

8.3.4 勘察需查明洞内竖向承载桩桩身范围地层、桩端持力层的土质、性质，提供地层的侧阻力标准值、端阻力标准值及压缩模量，应按现行地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 的相关规定进行单桩承载力估算，并进行沉降、差异沉降验算。

8.3.5 导管注浆法是将水泥浆、硅酸钠（水玻璃）等液体注入地层使之固化，用以加固围岩，提高其止水性能的一种施工方法。为此需根据围岩的渗透系数、孔隙率、地下水埋深、流向和流速等，选定与注浆目的相适应的注浆材料和施工方法，决定注浆范围、注浆压力和注浆量。

8.3.6 本条规定了暗挖法勘察报告应重点分析评价的内容。

1 按照住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第

37号)、住建部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知(建办质〔2018〕31号)的要求,勘察单位应在勘察文件中说明地质条件可能造成的工程风险。暗挖法施工属于危险性较大的分部分项工程范围,工程风险一般包括:1)隧道开挖(包括联络通道施工)发生涌水、流土、突泥、冒顶和坍塌;2)隧道开挖遭遇障碍物(如桩基础、地下管道、人防设施、土层中的孤石等);3)开挖不当引发地面及周边管线、建(构)筑物发生过大变形,影响使用、甚至引发事故;4)隧道开挖遭遇地下浅层气体(如有毒有害、易燃易爆气体等);5)钻爆法施工爆破震速过大,扰动围岩、甚至损坏已完成的支护结构。勘察成果中除指出可能涉及的工程风险外,还应提出相应的控制措施建议。

8.4 顶管法及定向钻法

8.4.1 顶管法及定向钻法均为针对管道工程地面不明挖的非开挖施工工法。顶管法是利用顶进设备将预制的箱形或圆管形构造物逐渐顶入土体的方法。

8.4.2 可能对定向钻法施工造成干扰的强电磁干扰源主要有周边电网、无线电发射设备、地磁场异常、地下金属管道、含大量钢筋的地下基础工程等。

8.4.3 在进行管道的总顶力或回拖力计算时,管道外壁与土的摩阻力是关键参数,其与管材、地层岩性及减阻措施有关。按《给水排水工程顶管技术规程》CECS 246:2008,采用触变泥浆减阻时,管壁与土的摩阻力可参见下表6,采用其他减阻措施时,应通过现场试验确定。

表6 触变泥浆减阻管壁与土的摩阻力(kN/m²)

土的种类	黏性土	粉土	粉砂、细砂	中砂、粗砂
混凝土管	3.0 ~ 5.0	5.0 ~ 8.0	8.0 ~ 11.0	11.0 ~ 16.0
钢管	3.0 ~ 4.0	4.0 ~ 7.0	7.0 ~ 10.0	10.0 ~ 13.0
玻璃纤维增强塑料夹砂管	2.4 ~ 3.2	3.2 ~ 5.5	5.5 ~ 8.0	8.0 ~ 10.0

8.4.4 本条规定了顶管法及定向钻法勘察报告应重点分析评价的内容。

4 按照住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(住房和城乡建设部令第37号)、住建部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知(建办质〔2018〕31号)的要求,勘察单位应在勘察文件中说明地质条件可能造成的工程风险。顶管法施工属于危险性较大的分部分项工程范围,工程风险一般包括:1)沿管线地质土层变化频繁,遇到不良地层时未能及时处理,造成地表有过大的下沉而引起塌

陷，同时危及地下管线及周边建（构）筑物；2）地层中赋存有毒有害气体，未有效通风时危害施工人员的健康和生命；3）未采取地下水控制措施，管道顶进时出现透水。勘察成果中除指出可能涉及的工程风险外，还应提出相应的控制措施建议。

9 地下水

9.1 一般规定

9.1.1 本条是市政基础设施工程勘察针对地下水的基本要求。

9.1.2 本条主要是凸显围岩为岩质隧道的地下水分布规律的复杂性，强调现场工作的重点。

9.1.3 水文地质参数是地下水控制精细化设计的重要依据，由于北京市工程地质及水文地质条件的复杂性，水文地质参数变化较大，因此，不宜盲目参照相关经验取值，有时候需要布置一定数量的现场水文地质试验，以满足实际工程需要，本条是对现场水文地质试验工作量的一般要求。

9.1.4 本条是针对地下水水样采取与试验的一般规定，当水质分析主要用于判断地下水对工程结构材料的腐蚀性，取样和试验方法应符合《岩土工程勘察规范》GB 50021、《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 等的相关规定；当水质主要用于评价场地地下水环境质量背景值时，取样和试验方法应符合《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164、《地下水质量标准》GB/T 14848 等相关规定。

9.1.5 北京普遍分布多层地下水，显然不同层位的地下水之间水力联系和渗流形态往往各不相同，造成人们难以准确分析场地孔隙水压力分布。由于孔隙水压力影响抗浮设防水位分析、建筑沉降分析和地基承载力分析等工作分析中重要因素，为此，需要进行地下水分层监测，必要时，需要采用孔隙水压力计进行不同深度的压力水头监测，查明各层地下水之间水力联系和工程影响深度范围内场地孔隙水压力分布，以满足工程分析的需要。

9.1.6 本条主要是为工程（如绿地工程、线状地下结构、人工湿地和生活垃圾填埋场等）对地下水环境影响评价提供依据的，而在地下水环境影响评价中，地下水渗流场是重要的背景条件。

9.2 水文地质参数测定

9.2.1 本条主要列出常用的水文地质参数及其可用的试验方法。一般说来，对于孔隙水含水层，主要水文地质参数是渗透系数，对于基岩含水层（带），主要水文地质参数是吸水率。在进行试验方法，在满足岩土工程设计要求前提下，可根据试验的难度、成本及工期

等因素灵活选择。

9.2.2 本条为强制性条文，必须严格执行。地下水位是地下水问题分析与评价的重要基础性数据，因此地下水位数据的准确性无疑是十分重要的。北京地区地下水以多层分布为主要特征，因此必须采用分层量测。而当受目前钻探工艺影响，普通的钻孔中分层量测会有一些实际困难，这时需要设立地下水位监测井，在监测井中量测每层地下水位。

9.2.4 对地下水流向流速的测定：

1 用几何法测定地下水流向的钻孔（监测井）布置，除应在同一水文地质单元外，尚需考虑形成接近正多边形。当由3个孔（井）水位来测定地下水流向时，一般情况下为近似正三角形，其中最小的夹角不宜小于 40° ，孔（井）距一般宜为50m～100m，或根据试验区的地层渗透性及地下水的水力梯度大致范围值确定。

2 用指示剂法测定地下水流速，试验孔与观测井的距离由含水层条件确定，一般细砂为2m～5m，含砾粗砂层为5m～15m，裂隙岩层为10m～15m，岩溶地区可大于50m。指示剂可采用各种盐类、着色颜料等，其用量取决于地层的透水性和地下水运移距离。

3 用充电法测定地下水的流速适用于地下水位埋深不大于5m的潜水。

9.2.5 孔隙水压力对土体的变形和稳定性有很大影响。在工程降水时和堤防工程施工时，为了控制地面沉降和坡体变形，对有关土层进行孔隙水压力的监测有利于地面沉降和堤防坡体变形等原因的分析。对孔隙水压力的测定说明以下几点：

1 所列孔隙水压力测定方法及适用条件主要参考英国规范及北京市实际情况制定，各种测试方法的优缺点简要说明如下：

1) 立管式测压计安装简单，并可测定土的渗透性，但过滤器易堵塞，影响精度，反应较慢。

2) 水压式测压计反应快，可同时测定渗透性，宜用于浅埋，有时也用于在钻孔中量测较大的孔隙水压力；但因装置埋设在土层，施工时易受损坏。

3) 电测式测压计（电阻应变式、振弦应变式）性能稳定、灵敏度高，不受电线长短影响，但安装技术要求高，安装后不能检验，透水探头不能排气，电阻应变片不能保持长期稳定性。

4) 气动测压计价格低廉，安装方便，反应快，但透水探头不能排气，不能测渗透性。

5) 孔压静力触探仪操作简便，可在现场直接得到超孔隙水压力曲线，同时可测出土层的锥尖阻力和侧壁阻力。

2 目前测定孔隙水压力多使用振弦式孔隙水压力计，即电测式测压计和数字式钢弦频

率接收仪。

3 孔隙水压力测试点的布置,应考虑地层性质、工程要求、基础型式等,包括量测地基土在荷载不断增加过程中,新建建筑物对邻近建筑物的影响、深基础施工和地基处理引起孔隙水压力的变化;对圆形基础一般以圆心为基点按径向布孔,其水平及垂直方向的孔距多采用5m~10m。

4 测压计的埋设与安装直接影响测试成果的正确性;埋设前必须经过标定。安装时将测压计探头放置到预定深度,其上覆盖厚30cm的砂,均匀充填,并投入膨润土球,经压实注入泥浆密封。泥浆的配合比为4(膨润土):8~12(水):1(水泥),地表部分应有保护罩,以防水灌入。

5 孔隙水压力测定成果应提供孔隙水压力与时间变化的曲线图(同一深度),孔隙水压力与深度关系曲线图。

9.2.6~9.2.7 由于抽水试验是相对成熟、实用和可靠的水文地质试验,因此本规范重点介绍该类试验。9.2.6条是对抽水试验布置的一般原则,既要考虑到工程的需要(如重要的工程部位规划设计条件、施工工法),还应考虑水文地质条件(如水文地质单元、地下水流向和含水层分布等)。9.2.7条是对抽水试验方案的原则性规定,具体说明下列几点:

1 抽水试验是求算砂卵石含水层的水文地质参数较有效的方法,表9.2.7所列的方法应用范围,可结合工程特点、对水文地质参数以及参数精度的要求进行选择。

2 水位降深应根据工程性质、试验目的和要求确定。对于要求比较高的工程,应进行3次不同水位降深,为了更好地反映抽水量和降深之间的关系 $Q \sim s$ 曲线,前两次降深应分别接近最大降深的 $1/3$ 和 $2/3$;一般工程可进行1~2次水位降深;对于厚度比较小、渗透系数较小(如粉砂、细砂等),试验中容易被疏干的含水层,可进行1次水位降深。无论进行几次水位降深的抽水试验,其最大的水位降深应接近工程降水设计的降深,以便得到较符合实际的数据。

3 抽水井和观测井的水位量测采用同一方法和器具,可以减小其间的相对误差。对观测井的水位量测读数至毫米,是因其不受抽水泵和抽水时的水面波动的影响,其水位相对抽水井来说更加接近含水层实际水位,因此其水位观测数据直接影响水文地质参数计算精度的关键数据,由于观测井中水位降深相对较小(尤其是距离抽水井较远的观测井),为减小误差,因此对观测井的水位观测精度要求比抽水井要高。

4 抽水试验中及时绘制涌水量、降深和时间的关系曲线对动态控制抽水试验的进程十分重要,通过这些曲线规律的定性分析,可以及时判断抽水试验是否达到稳定或满足要求,并决定是否延长或终止试验以及调整试验方案等,避免试验结束撤场后发现数

据不足的情况。

5 试验成果分析可参照现行《供水水文地质勘察规范》GB 50027 和现行北京地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB 11/1115 进行。

9.2.8 本条所列渗水试验的几种方法是国内外测定饱和松散土的渗透性能的常用方法。试坑法和试坑单环法只能近似测定土的渗透系数。而试坑双环法因排除侧向渗透的影响，测试精度较高。渗坑试验时坑内的水层厚度常用 10cm。

9.3 地下水评价

9.3.4 行业标准《建筑基坑支护规范》JGJ 120 和北京市地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB 11/1115 提出的地下水控制概念是社会发展和技术进步的结果（参见表 7）。规范提出的地下水控制更多的是指为避免施工降水而产生的环境问题。施工降水的环境问题，主要是指降水过程中由于流土、管涌、坑底失稳、坑壁坍塌及由于地下水位降低使地层有效应力增加，地层压缩而导致的基坑周边地面沉降，造成基坑周围一定范围内地下管线和建筑物不同程度的破坏，在人员和经济上造成不可估量的损失。随着工程建设规模的不断扩大，基坑开挖深度不断加深，采用抽取地下水降低地下水位保障工程施工的顺利已经严重浪费地下水资源。调查表明，近些年来，北京市由于施工降水浪费的地下水资源量已经达到每年 1 亿 m^3 以上。本规范不仅考虑施工降水可能造成的环境问题，而且考虑地下水控制与地下水资源和地下水环境的关系。

表 7 地下水控制方法及适用条件

控制方法	适用条件	土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
集水明排		填土、黏性土、粉土、砂土	< 3.0	< 2.0
降水	轻型井点	粉质黏土、粉土、细砂、中砂	0.1 ~ 20.0	单级 < 6 多级 < 12
	喷射井点	粉土、砂土	0.1 ~ 20.0	< 20
	管井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土、岩石	> 1	不限
	真空管井	粉质黏土、粉土、细砂、中砂	0.1 ~ 20.0	不限
	辐射井	砂土、碎石土和黏性土	> 0.1	< 30
帷幕隔水		各类岩土	不限	—
回灌		粉土、砂土、碎石土	0.1 ~ 20.0	—
冻结		填土、粉土、砂土、碎石土	不限	—

9.3.5 本条主要列出市政基础设施工程建设和运营过程中 5 种重要而常规的岩土勘察工作中无法解决的地下水问题，需要进行专项的水文地质评价，提交专项的评价成果，是对常规岩土工程勘察中地下水勘察工作的延伸。

1 抗浮设防水位是当前岩土工程和结构行业中一个重要的技术经济指标，同样也是一个十分复杂的问题，涉及到气象水文条件、区域地质及水文地质条件、城市水资源利用方式等等，现行规范很难给出明确的分析方法。当抗浮设防水位对工程安全和造价有重要影响，需要结合上述条件，在系统科学分析基础上，给出技术经济的抗浮设防水位。同时，线状工程跨越不同水文地质单元或者沿线水文地质条件差异较大时，应分区、分段提供抗浮设防水位。

2 对于类似隧道、地下深埋管道和综合管廊等线状工程，当其走向与地下水流向呈近似 90° 相交时，会产生阻隔效应（damming effect），从而会诱发一系列的次生环境与工程问题，这在日本、澳大利亚和英国等发达国家较为常见，并已经引起了高度重视，在我国北京地区，北京市勘察设计院有限公司对当时在建北京地铁 8 号线二期北段进行了阻隔作用评价，评价结果也得到了后续工程检验。由于阻隔作用是一个十分复杂问题，很大程度上取决于线状地下结构规划设计条件、区域地质及水文地质条件、周边既有的生态环境条件等等，因此需要结合这些具体条件进行专项咨询评价。

10 场地、地基的地震效应

10.1 一般规定

10.1.2 场地和地基的地震效应分析和评价主要包括饱和砂土与粉土的地震液化判别与评价、场地类别、抗震地段类别划分、抗震措施等。

10.2 勘察要求

10.2.2 本条对剪切波速测试的数量作了原则性的规定，如拟建场地周边有可利用的钻孔测试资料时，可充分利用已有资料，适当减小现场剪切波速测试工作量。土层剪切波速测试孔深度应不小于覆盖层厚度和 20m 二者的较小值，一般情况下可只测量剪切波速，工程设计有特殊需要时，测试钻孔深度及测试项目尚应满足设计要求。

10.3 抗震评价

10.3.1 建设场地抗震地段类别根据地质、地形、地貌的影响综合确定，对线状市政基础设施工程，当不同区段地形、地貌、岩土条件等有明显不同时，宜分段确定抗震地段类别。当场地存在大填大挖情况，引起地形、地貌发生明显变化时，应对工程使用条件下场地的抗震地段类别提出建议，提醒设计单位进行复核。

10.3.5 用于液化判别的黏粒含量宜采用六偏磷酸钠作分散剂测定，采用其他方法时应按有关规定换算。

10.3.6 市政基础设施工程建（构）筑物种类多样，根据现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定，当上部结构不进行抗震验算和地基主要受力层范围内不存在软弱黏性土的下列建筑物只要判别地面下 15m 范围内土的液化：

- 1) 一般的单层厂房和单层空旷房屋。
- 2) 砌体房屋。
- 3) 不超过 8 层且高度在 24m 以下的一般民用框架和框架—抗震墙房屋。
- 4) 基础荷载与 3) 项相当的多层框架厂房和多层混凝土抗震墙房屋。

对不满足以上条件、桩基和基础埋置深度大于 5m 的天然地基，应判别地面下 20m 深度范围内土的液化。

如判定为液化场地且需要采取地基处理措施时，所有钻孔深度均需大于液化深度。为划分液化等级，判别液化钻孔应采取标贯粉土扰动样，测定实际标贯深度处粉土的黏粒含量，对砂土地层，不论实测黏粒含量为多少，均应按 3% 计算。

10.3.7 各钻孔判别结果不一致时，宜分区评价。当各孔液化指数差异较大，平面分布无规律时，可根据可液化土层分布、各孔液化指数综合确定液化等级。

11 工程周边环境专项调查

11.1 一般规定

11.1.1 市政基础设施工程周边存在重要建（构）筑物或对工程建设有重要影响的地下设施时，建设单位应委托勘察单位进行工程周边环境专项调查工作。不同项目类型、不同设计阶段对环境调查的范围和深度要求不同，因此，各阶段开展的环境调查工作应满足各个阶段的设计要求。

11.2 调查要求

11.2.3~11.2.4 地下掩埋的障碍物或先期建设的各类地下设施，对新工程的规划、地下结构及基础等建设有很大的制约，且工程建设也可能会对既有设施造成危害，查明地下掩埋的障碍物或先期建设的各类地下设施对工程设计、施工是非常重要的。

11.3 成果资料

11.3.1~11.3.2 成果资料的核心内容是查明工程建设影响范围内的各类既有设施的位置、现状，依据它们与拟建工程的空间相互关系、场地工程地质和水文地质条件，预测工程施工可能对周边环境的不利影响，提出风险预防、控制和监测措施。

12 岩土参数统计与地基承载力

12.1 岩土参数统计分析

12.1.1 本条提出了岩土参数统计分析的基本原则。

12.1.2 本条规定了岩土测试指标的数量要求，以及岩土测试指标应统计的项目内容，同时应根据不同市政基础设施工程的特点及要求，提供针对性的设计施工参数。

12.1.3 本条列出几个主要指标的统计变异系数要求，如统计过程中上述指标的变异系数超出表中所列要求值时，应在分析原因后重新进行统计，直至满足要求。

12.2 地基承载力

12.2.1 除道路、桥涵、挡墙、隧道之外的其他市政基础设施工程的地基承载力标准值 f_{ka} 、深宽修正后的地基承载力标准值 f_a 的计算均应按照现行地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501的相关规定执行。

12.2.2 现行《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363中针对道路、桥涵、挡墙、隧道工程的地基承载力是采用地基承载力特征值 f_{a0} ，已被行业内广泛运用，因此，本规范规定道路、桥涵、挡墙、隧道工程的地基承载力仍采用地基承载力特征值 f_{a0} 。

12.2.3 由于行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363（以下简称“《桥涵规范》”）为针对全国范围的，其中的地基承载力特征值 f_{a0} 范围较大，同时为了和现行地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501（以下简称“《北京规范》”）在地基承载力查表习惯上保持一致，对两本规范中的承载力进行了对比，在此基础上，提出针对北京地区道路、桥涵、挡墙、隧道工程的地基承载力特征值 f_{a0} 表。

本次对比的原则是：不同岩性提供的地基承载力特征值经《桥涵规范》公式修正后，与按照对应岩性的地基承载力标准值经《北京规范》公式修正后基本一致，在此基础上，提出针对道路、桥涵、挡墙、隧道工程的地基承载力特征值表。

本次对比假定了某一工况条件：基础宽度10m，基础埋深5m，地下水位5m，在此基础上，针对不同的岩性进行地基承载力的深宽修正，详见表8。其中：

按《桥涵规范》修正时采用的修正公式为：

$$f_a = f_{a0} + k_1 \gamma_1 (b-2) + k_2 \gamma_2 (h-3) \quad (\text{对应《桥涵规范》的 4.3.4})$$

按《北京规范》修正时采用的修正公式为：

$$f_a = f_{ka} + \eta_b \gamma (b-3) + \eta_d \gamma_0 (d-1.5) \quad (\text{对应《北京规范》的 7.3.7})$$

表 8 《桥涵规范》与《北京规范》天然地基承载力对比表

岩性	《北京规范》对应的地基承载力标准值 f_{ka} (kPa)	按《桥涵规范》修正后的地基承载力特征值 f_a (kPa)	按《北京规范》修正后的地基承载力标准值 f_a (kPa)
第四纪黏性土 ($I_L \geq 0.5$)	120~350	180~410	240~470
第四纪黏性土 ($I_L < 0.5$)	120~350	220~450	240~470
第四纪粉土	120~350	180~410	298~528
新近黏性土	50~190	90~230	120~260
第四纪稍密粉砂、细砂	180	300	436
第四纪中密粉砂、细砂	230~330	470~570	486~586
第四纪密实粉砂、细砂	380~420	700~740	636~676
新近粉砂、细砂	90~180	170~300	204~294
稍密的圆砾	200~300	420~520	605~705
中密的圆砾	300~400	740~840	705~805
密实的圆砾	400~600	960~1160	805~1005
稍密的卵石	300~400	540~640	705~805
中密的卵石	400~600	880~1080	805~1005
密实的卵石	600~800	1320~1520	1005~1205

由于市政工程类型较多，其变形控制主要在倾斜与沉降差方面，基于按照变形控制确定承载力思想，在前述对比原则的基础上，将不同岩性的地基承载力特征值进行了适当调整，调整数值大致如表 9 所示。

表 9 地基承载力特征值适当调整表

岩性	在《北京规范》基础上调整幅度	岩性	在《北京规范》基础上调整幅度
第四纪黏性土 ($I_L \geq 0.5$)	约 10% (对应 E_s 约 4-10MPa)	新近粉砂、细砂	约 5%
第四纪黏性土 ($I_L < 0.5$)	约 5% (对应 E_s 约 10-24MPa)	稍密的圆砾	约 20%
第四纪粉土	与黏性土一同考虑	中密的圆砾	约 -5%
新近黏性土	约 10%	密实的圆砾	约 -15%
第四纪稍密粉砂、细砂	约 20%	稍密的卵石	约 10%
第四纪中密粉砂、细砂	约 0%	中密的卵石	约 -8%
第四纪密实粉砂、细砂	约 -10%	密实的卵石	约 -22%

调整后的地基承载力标准值与地基承载力特征值对应关系如下表 10~ 表 14 所示。

表 10 一般第四纪黏性土、粉土承载力对比

压缩模量 E_s (MPa)	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
承载力 (kPa)	120 (130)	160 (170)	190 (210)	210 (230)	230 (245)	250 (260)	270 (285)	290 (300)	310 (320)	330 (340)	350 (360)

表 11 新近沉积黏性土及粉土承载力对比

压缩模量 E_s (MPa)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
承载力 (kPa)	50 (60)	80 (90)	100 (110)	110 (120)	120 (130)	130 (145)	150 (160)	160 (175)	180 (190)	190 (200)

表 12 一般第四纪粉砂、细砂承载力对比

标准贯入试验锤击数 校正值 N'	15	20	25	30	35	40
承载力 (kPa)	180 (200)	230 (230)	280 (280)	330 (320)	380 (350)	420 (380)

表 13 新近沉积粉砂、细砂承载力对比

标准贯入试验锤击数 校正值 N'	4	6	9	11	14
承载力 (kPa)	90 (95)	110 (120)	140 (150)	160 (165)	180 (180)

表 14 卵石、圆砾承载力对比

剪切波速 v_s (m/s)		250~300	300~400	400~500
密实度		稍密	中密	密实
承载力 (kPa)	卵石	300~400 (300~350)	400~600 (350~500)	600~800 (500~650)
	圆砾	200~300 (250~300)	300~400 (300~350)	400~600 (350~500)

注：表 10~表 14 中承载力分别为《北京规范》和《桥涵规范》对应的地基承载力，其中括号中数值为《桥涵规范》对应的地基承载力。

对上述表中的承载力，分别按照《北京规范》和《桥涵规范》进行地基承载力修正后的值统计如下图所示（假定工况：基础宽度 10m，基础埋深 5m，地下水位埋深 5m，分别针对第四纪黏性土和粉土、新近沉积黏性土和粉土、第四纪粉砂和细砂、新近沉积粉砂和细砂、卵石和圆砾进行承载力的修正），可见二者修正后的地基承载力基本相当。

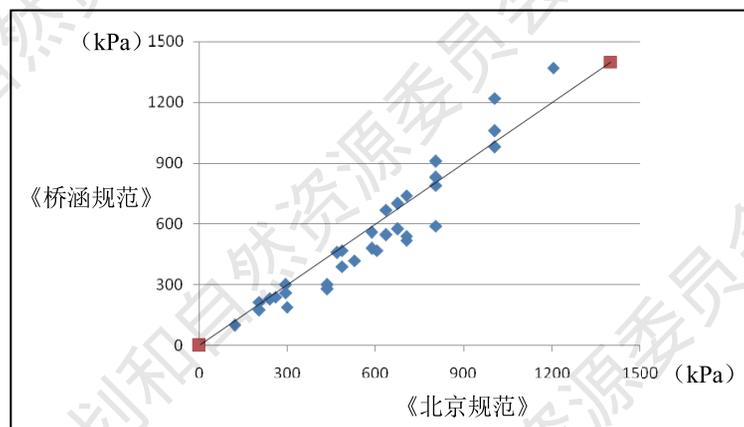


图 6 《北京规范》和《桥涵规范》地基承载力修正值散点图

针对岩石：岩石不涉及地基承载力修正，因此针对岩石的地基承载力沿用了《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 中的表 4.3.3-1。

12.2.5 在 12.2.3 条列出了针对北京地区道路、桥涵、挡墙、隧道工程地基承载力特征值的基础上，其承载力特征值的修正仍沿用《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 中 4.3.4 条内容。

12.2.6 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 中未列出针对岩石的地基承载力标准值，建议针对除道路、桥涵、挡墙、隧道工程之外的其他市政基础设施工程的岩石地基承载力标准值 f_{ka} 可参考表 12.2.3-6 选用。

12.2.7 本条列出针对道路、桥涵、挡墙、隧道工程采用桩基方案时的承载力计算要求，即应按《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 计算。

通过对现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 中单桩轴向受压承载力特征值和《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中单桩竖向承载力标准值的对比，按照《桥涵规范》计算出的桩端阻力发挥值较按照《桩基规范》计算出的桩端阻力发挥值要大（假定某一工况）。同时按照《桩基规范》提供的侧阻力分别按照两种规范计算单桩承载力，则按照《桥涵规范》的计算值要比按照《桩基规范》大。其中，按《桥涵规范》计算时采用的公式为：

$$[R_a] = \frac{1}{2} u \sum_{i=1}^n q_{ik} l_i + A_p q_r \quad (\text{对应《桥涵规范》的 6.3.3-1})$$

$$q_r = m_0 [f_{a0} + k_2 \gamma_2 (h - 3)] \quad (\text{对应《桥涵规范》的 6.3.3-2})$$

按《桩基规范》计算时采用的公式为：

$$Q_{uk} = u_p \cdot \sum_{i=1}^n q_{si} \cdot l_i + q_p A_p \quad (\text{对应《桩基规范》的 6.3.5})$$

$$Q_{uk} = u_p \sum \psi_{si} q_{si} l_i + \psi_p q_p A_p \quad (\text{对应《桩基规范》的 6.3.6})$$

另外还进行了桩侧全部为单一岩性时的结果对比，规律基本一致。综上计算分析，在《桩基规范》的基础上，桩侧阻力适当降低 5kPa~10kPa 时，《桩基规范》和《桥涵规范》二者的桩基承载力计算值基本相当。在此基础上列出了北京地区市政基础设施工程中道路、桥涵、挡墙、隧道工程桩基计算时的桩侧土摩阻力标准值，表中数值与《桥涵规范》中数值略有差异。如表 15 所示。相关案例计算结果可见表 16、表 17。另外根据《桩基规范》增加了风化岩的侧阻力标准值。

其他市政基础设施工程的单桩竖向承载力标准值 R_v 、单桩竖向抗拔承载力标准值 T_{uk} 的确定均应按照现行地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 或行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定执行。

表 15 桩侧土的侧阻力标准值 (kPa)

土的名称	土的状态		侧阻力标准值 q_{sik} (q_{ik}) (kPa)	
人工填土	完成自重固结		20~28 (10~14)	
黏性土	流塑 软塑	$I_L > 1$ $0.75 < I_L \leq 1.00$	21~38 (15~30) 38~53 (30~45)	
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$ $0.25 < I_L \leq 0.50$	53~68 (45~60) 68~84 (60~70)	
	硬塑 坚硬	$0 < I_L \leq 0.25$ $I_L \leq 0$	84~96 (70~80) 96~102 (80~95)	
粉土	稍密 中密 密实	$e > 0.90$ $0.75 < e \leq 0.90$ $e \leq 0.75$	24~42 (25~35) 42~62 (35~55) 62~82 (55~75)	
	粉砂、细砂	稍密 中密 密实	$10 < N \leq 15$ $15 < N \leq 30$ $N > 30$	22~46 (20~35) 46~64 (35~55) 64~86 (55~75)
		中砂	稍密 中密 密实	$10 < N \leq 15$ $15 < N \leq 30$ $N > 30$
粗砂			稍密 中密 密实	$10 < N \leq 15$ $15 < N \leq 30$ $N > 30$
	砾砂		稍密 中密、密实	$5 < N_{63.5} \leq 15$ $N_{63.5} > 15$
		圆砾、角砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	140~170 (130~160)	
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	80~100 (70~90)	
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	120~140 (110~130)	
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	140~200 (140~200)	
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160~240 (160~240)	

注：表中侧阻力标准值分别为《桩基规范》和《桥涵规范》对应的极限侧阻力标准值 q_{sik} 与桩侧土摩阻力标准值 q_{ik} ，其中括号中数值为《桥涵规范》对应的桩侧土摩阻力标准值 q_{ik} 。

表 16 《桥涵规范》、《桩基规范》单桩承载力计算汇总（调整前）

桩端岩性	《桥涵规范》(单桩承载力特征值 R_a)									《桩基规范》(单桩承载力标准值 Q_{uk})					
	m_0	λ	f_{a0}	k_2	γ_2	$h-3$	q_r	端阻力	侧阻力	单桩承载力	q_{pk}	A_p	端阻力	侧阻力	单桩承载力
			(kPa)		(kN/m ³)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
粉砂	0.7	0.85	320	2.5	10	37	741	582	3682	4264	1150	0.79	419	3522	3941
	0.85	0.85	320	2.5	10	37	900	706	3682	4389	1150	0.79	419	3522	3941
	1	0.85	320	2.5	10	37	1058	831	3682	4513	1150	0.79	419	3522	3941
细砂	0.7	0.85	350	4	10	37	1089	855	3682	4537	1650	0.79	601	3522	4123
	0.85	0.85	350	4	10	37	1322	1038	3682	4720	1650	0.79	601	3522	4123
	1	0.85	350	4	10	37	1556	1221	3682	4904	1650	0.79	601	3522	4123
中砂	0.7	0.85	380	5.5	10	37	1437	1128	3726	4854	2000	0.79	729	3564	4292
	0.85	0.85	380	5.5	10	37	1745	1370	3726	5096	2000	0.79	729	3564	4292
	1	0.85	380	5.5	10	37	2053	1611	3726	5338	2000	0.79	729	3564	4292
粗砂	0.7	0.85	350	6	10	37	1529	1200	3792	4993	2600	0.79	947	3627	4574
	0.85	0.85	350	6	10	37	1857	1458	3792	5250	2600	0.79	947	3627	4574
	1	0.85	350	6	10	37	2185	1715	3792	5507	2600	0.79	947	3627	4574
砾砂	0.7	0.85	380	6	10	37	1547	1214	3880	5095	2800	0.79	1020	3711	4731
	0.85	0.85	380	6	10	37	1879	1475	3880	5355	2800	0.79	1020	3711	4731
	1	0.85	380	6	10	37	2210	1735	3880	5615	2800	0.79	1020	3711	4731
黏性土	0.7	0.72	220	1.5	10	37	391	307	3616	3923	775	0.79	288	3459	3746
	0.85	0.72	220	1.5	10	37	474	372	3616	3989	775	0.79	288	3459	3746
	1	0.72	220	1.5	10	37	558	438	3616	4055	775	0.79	288	3459	3746
	0.7	0.72	250	2.5	10	37	592	465	3660	4125	1200	0.79	445	3501	3946
	0.85	0.72	250	2.5	10	37	719	564	3660	4225	1200	0.79	445	3501	3946
	1	0.72	250	2.5	10	37	846	664	3660	4325	1200	0.79	445	3501	3946
粉土	0.7	0.72	300	1.5	10	37	431	338	3660	3999	1100	0.79	408	3501	3909
	0.85	0.72	300	1.5	10	37	523	411	3660	4071	1100	0.79	408	3501	3909
	1	0.72	300	1.5	10	37	616	483	3660	4144	1100	0.79	408	3501	3909

(续表)

桩端岩性	《桥涵规范》(单桩承载力特征值 R_a)										《桩基规范》(单桩承载力标准值 Q_{uk})				
	m_0	λ	f_{a0}	k_2	γ_2	$h-3$	q_r	端阻力	侧阻力	单桩承载力	q_{pk}	A_p	端阻力	侧阻力	单桩承载力
			(kPa)		(kN/m ³)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
圆砾	0.7	0.85	450	6	10	37	1589	1247	3880	5127	2900	0.79	1057	3711	4768
	0.85	0.85	450	6	10	37	1929	1514	3880	5395	2900	0.79	1057	3711	4768
	1	0.85	450	6	10	37	2270	1782	3880	5662	2900	0.79	1057	3711	4768
卵石	0.7	0.85	600	10	10	37	2559	2008	4056	6065	3500	0.79	1275	3879	5154
	0.85	0.85	600	10	10	37	3107	2439	4056	6495	3500	0.79	1275	3879	5154
	1	0.85	600	10	10	37	3655	2869	4056	6925	3500	0.79	1275	3879	5154

从表 16 可以看出,假定的某一工况下(桩长 40m,桩径 1m,假定桩侧地层为黏性土、粉土、砂土互层,分别按照不同岩性的桩端持力土层进行单桩承载力估算),采用《桩基规范》的侧阻力值,按照《桥涵规范》公式计算的单桩承载力特征值 R_a (3 种不同清底系数时的平均值),比按照《桩基规范》公式计算的单桩承载力标准值 Q_{uk} 大,整体大约 5% ~ 15% 左右。

表 17 《桥涵规范》、《桩基规范》单桩承载力计算汇总(调整后)

桩端岩性	《桥涵规范》(单桩承载力特征值 R_a)										《桩基规范》(单桩承载力标准值 Q_{uk})				
	m_0	λ	f_{a0}	k_2	γ_2	$h-3$	q_r	端阻力	侧阻力	单桩承载力	q_{pk}	A_p	端阻力	侧阻力	单桩承载力
			(kPa)		(kN/m ³)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
粉砂	0.7	0.85	320	2.5	10	37	741	582	3054	3636	1150	0.79	419	3522	3941
	0.85	0.85	320	2.5	10	37	900	706	3054	3761	1150	0.79	419	3522	3941
	1	0.85	320	2.5	10	37	1058	831	3054	3885	1150	0.79	419	3522	3941
细砂	0.7	0.85	350	4	10	37	1089	855	3054	3909	1650	0.79	601	3522	4123
	0.85	0.85	350	4	10	37	1322	1038	3054	4092	1650	0.79	601	3522	4123
	1	0.85	350	4	10	37	1556	1221	3054	4276	1650	0.79	601	3522	4123
中砂	0.7	0.85	380	5.5	10	37	1437	1128	3098	4226	2000	0.79	729	3564	4292
	0.85	0.85	380	5.5	10	37	1745	1370	3098	4468	2000	0.79	729	3564	4292
	1	0.85	380	5.5	10	37	2053	1611	3098	4710	2000	0.79	729	3564	4292

桩端岩性	《桥涵规范》(单桩承载力特征值 R_a)									《桩基规范》(单桩承载力标准值 Q_{uk})					
	m_0	λ	f_{a0}	k_2	γ_2	$h-3$	q_r	端阻力	侧阻力	单桩承载力	q_{pk}	A_p	端阻力	侧阻力	单桩承载力
			(kPa)		(kN/m ³)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
粗砂	0.7	0.85	350	6	10	37	1529	1200	3164	4365	2600	0.79	947	3627	4574
	0.85	0.85	350	6	10	37	1857	1458	3164	4622	2600	0.79	947	3627	4574
	1	0.85	350	6	10	37	2185	1715	3164	4879	2600	0.79	947	3627	4574
砾砂	0.7	0.85	380	6	10	37	1547	1214	3252	4467	2800	0.79	1020	3711	4731
	0.85	0.85	380	6	10	37	1879	1475	3252	4727	2800	0.79	1020	3711	4731
	1	0.85	380	6	10	37	2210	1735	3252	4987	2800	0.79	1020	3711	4731
黏性土	0.7	0.72	220	1.5	10	37	391	307	2988	3295	775	0.79	288	3459	3746
	0.85	0.72	220	1.5	10	37	474	372	2988	3361	775	0.79	288	3459	3746
	1	0.72	220	1.5	10	37	558	438	2988	3427	775	0.79	288	3459	3746
	0.7	0.72	250	2.5	10	37	592	465	3032	3497	1200	0.79	445	3501	3946
	0.85	0.72	250	2.5	10	37	719	564	3032	3597	1200	0.79	445	3501	3946
	1	0.72	250	2.5	10	37	846	664	3032	3697	1200	0.79	445	3501	3946
粉土	0.7	0.72	300	1.5	10	37	431	338	3032	3371	1100	0.79	408	3501	3909
	0.85	0.72	300	1.5	10	37	523	411	3032	3443	1100	0.79	408	3501	3909
	1	0.72	300	1.5	10	37	616	483	3032	3516	1100	0.79	408	3501	3909
圆砾	0.7	0.85	450	6	10	37	1589	1247	3252	4499	2900	0.79	1057	3711	4768
	0.85	0.85	450	6	10	37	1929	1514	3252	4767	2900	0.79	1057	3711	4768
	1	0.85	450	6	10	37	2270	1782	3252	5034	2900	0.79	1057	3711	4768
卵石	0.7	0.85	600	10	10	37	2559	2008	3428	5437	3500	0.79	1275	3879	5154
	0.85	0.85	600	10	10	37	3107	2439	3428	5867	3500	0.79	1275	3879	5154
	1	0.85	600	10	10	37	3655	2869	3428	6297	3500	0.79	1275	3879	5154

从表 17 可以看出,假定的某一工况下(同前,即桩长 40m,桩径 1m,假定桩侧地层为黏性土、粉土、砂土互层,分别按照不同岩性的桩端持力土层进行单桩承载力估算),采用调整后的侧阻力值,按照《桥涵规范》公式计算的单桩承载力特征值 R_a (3 种不同清底系数时的平均值),与按照《桩基规范》公式计算的单桩承载力标准值 Q_{uk}) 基本相当,个

别稍有差异。

其他市政基础设施工程桩基承载力应按照《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501 计算，当然也可参照《建筑桩基技术规范》JGJ 94 进行计算。

13 勘察报告

13.0.1 不同勘察阶段的勘察报告编制内容，应满足相应设计阶段对成果资料的要求，各阶段勘察资料应具有延续性。

13.0.4 勘察报告的内容组成是根据完整的报告要求列出的，不同地区地质条件往往差别较大，不同项目类型的设计需求也不同，则勘察报告的内容组成不可能相同，应选择适合于实际勘察的内容组成编写报告。