

注册岩土工程师 必备规范汇编 (修订缩印本)

本社 编

中国建筑工业出版社

注册岩土工程师必备规范汇编

(修订缩印本)

本社编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

注册岩土工程师必备规范汇编: 缩印本/中国建筑工业出版社编. —修订本, —北京: 中国建筑工业出版社, 2008
ISBN 978-7-112-10068-2

I. 注... II. 中... III. 岩土工程-建筑规范-中国-工程技术人员-资格考核-自学参考资料 IV. TU4-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 061606 号

责任编辑: 戚大庆

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 王雪竹

注册岩土工程师必备规范汇编

(修订缩印本)

本社编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 96 插页: 4 字数: 3533 千字

2008 年 6 月第一版 2008 年 6 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 196.00 元

ISBN 978-7-112-10068-2

(16871)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

出版说明

按照有关规定，我国注册岩土工程师考试分两阶段进行。第一阶段是基础考试，在考生大学本科毕业后按相应规定的年限进行，其目的是测试考生是否基本掌握进入岩土工程实践所必须具备的基础及专业理论知识。第二阶段考试是专业考试，在考生通过基础考试，并在岩土工程工作岗位上实践了规定年限的基础上进行，其目的是测试考生是否具备正确执行国家法律与技术规范进行岩土工程的勘察、设计和施工，能够保证工程的安全可靠和经济合理的能力。

按照有关规定，凡参加注册岩土工程师专业考试的考生，可携带规范入场。经注册岩土工程师考试考题设计评分专家组推荐，本汇编收录了“注册土木工程师（岩土）执业资格考试专业考试参考书目”中规定必备的 32 种规范，另有 12 种规范由于种种原因，未能收录，请参见相关规范。

本汇编收录了岩土工程师常用的规范，它不仅为注册岩土工程师考试所必备，而且也是岩土工程师必备的工具书。

中国建筑工业出版社

总 目 录

(附条文说明)

1. 《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)	1—1
2. 《建筑工程地质钻探技术标准》(JGJ 87—92)	2—1
3. 《原状土取样技术标准》(JGJ 89—92)	3—1
4. 《工程岩体分级标准》(GB 50218—94)	4—1
5. 《工程岩体试验方法标准》(GB/T 50266—99)	5—1
6. 《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999)	6—1
7. 《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001) (2006 年版)	7—1
8. 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)	8—1
9. 《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)	9—1
10. 《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)	10—1
11. 《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002)	11—1
12. 《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025—2004)	12—1
13. 《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ 112—87)	13—1
14. 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—99)	14—1
15. 《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89)	15—1
16. 《孔隙水压力测试规程》(CECS55 : 93)	16—1
17. 《建筑变形测量规程》(JGJ/T 8—97)	17—1
18. 《公路工程地质勘察规范》(JTJ 064—98)	18—1
19. 《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240—97)	19—1
20. 《港口工程地基规范》(JTJ 250—98)	20—1
21. 《碾压式土石坝设计规范》(SL 274—2001)	21—1
22. 《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287—99)	22—1
23. 《水工建筑物抗震设计规范》(DL 5073—2000)	23—1
24. 《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330—2002)	24—1
25. 《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2000)	25—1
26. 《岩土工程基本术语标准》(GB/T 50279—98)	26—1
27. 《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)	27—1
28. 《建筑桩基检测技术规范》(JGJ 106—2003)	28—1
29. 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)	29—1
30. 《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ 17—2004)	30—1
31. 《土工合成材料应用技术规范》(GB 50290—98)	31—1
32. 《地下铁道工程施工及验收规范》(GB 50299—1999) (2003 年版)	32—1

中华人民共和国国家标准

岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering

GB 50021—2001

主编部门：中华人民共和国建设部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2002年3月1日

关于发布国家标准 《岩土工程勘察规范》的通知

建标 [2002] 7 号

根据我部《关于印发一九九八年工程建设国家标准制订、修订计划（第二批）的通知》（建标 [1998] 244 号）的要求，由建设部会同有关部门共同修订的《岩土工程勘察规范》，经有关部门会审，批准为国家标准，编号为 GB50021—2001，自 2002 年 3 月 1 日起施行。其中，1.0.3、4.1.11、4.1.17、4.1.18、4.1.20、4.8.5、4.9.1、5.1.1、5.2.1、5.3.1、5.4.1、5.7.2、5.7.8、5.7.10、7.2.2、14.3.3 为强

制性条文，必须严格执行。原《岩土工程勘察规范》GB50021—94 于 2002 年 12 月 31 日废止。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，建设部综合勘察研究设计院负责具体技术内容的解释，建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
2002 年 1 月 10 日

前 言

本规范是根据建设部建标 [1998] 244 号文的要求，对 1994 年发布的国标《岩土工程勘察规范》的修订。在修订过程中，主编单位建设部综合勘察研究设计院会同有关勘察、设计、科研、教学单位组成编制组，在全国范围内广泛征求意见，重点修改的部分编写了专题报告，并与正在实施和正在修订的有关国家标准进行了协调，经多次讨论，反复修改，先后形成了《初稿》、《征求意见稿》、《送审稿》，经审查，报批定稿。

本规范基本上保持了 1994 年发布的《规范》的适用范围、总体框架和主要内容，作了局部调整。现分为 14 章：1. 总则；2. 术语和符号；3. 勘察分级和岩土分类；4. 各类工程的勘察基本要求；5. 不良地质作用和地质灾害；6. 特殊性岩土；7. 地下水；8. 工程地质测绘和调查；9. 勘探和取样；10. 原位测试；11. 室内试验；12. 水和土腐蚀性的评价；13. 现场检验和监测；14. 岩土工程分析评价和成果报告。

本次修订的主要内容有：1. 适用范围增加了“核电厂”的勘察；2. 增加了“术语和符号”章；3. 增加了岩石坚硬程度分类、完整程度分类和岩体基本质量分级；4. 修订了“房屋建筑和构筑物”以及“桩基础”勘察的要求；5. 修订了“地下洞室”、“岸边工程”、“基坑工程”和“地基处理”勘察的规定；6. 将“尾矿坝和贮灰坝”节改为“废弃物处理工程”的勘察；7. 将“场地稳定性”章名改为“不良地质作用和地质灾害”；8. 将“强震区的场地和地基”、“地震液化”合为一节，取名“场地与地基的地震效应”；9. 对特殊性土中的“湿陷性土”和“红粘土”作了修订；10. 加强了对“地下水”勘察的要求；11. 增加了“深层载荷试验”和“扁铲侧胀试验”等。同时压缩了篇幅，突出勘察工作必须遵守的技术规则，以利作为工程质量检查的执法依据。

本规范将来可能进行局部修订，有关局部修订的信息和条文内容将刊登在《工程建设标准化》杂志上。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

为了提高规范质量，请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料。随时将有关意见反馈给建设部综合勘察研究设计院（北京东直门内大街 177 号，邮编 100007），以供今后修订时参考。

参加本次修订的单位和人员名单如下：

主编单位：建设部综合勘察研究设计院

参编单位：北京市勘察设计院

上海市岩土工程勘察设计院

中南勘察设计院

国家电力公司电力规划设计总院

机械工业部勘察研究院

中国兵器工业勘察设计院

同济大学

主要起草人：顾宝和、高大钊（以下以姓氏笔画为序）**朱小林**、李受祉、李耀刚、项勃、张在明、张苏民、周红、莫群欢、戴联筠

参与审阅的专家委员会成员有：林在贯（以下以姓氏笔画为序）

王 铠、王顺富、王惠昌、卞昭庆、李荣强、邓安福、苏贻冰、张旷成、周亮臣、周炳源、周锡元、林颂恩、钟 亮、高 岱、翁鹿年、黄志仑、傅世法、樊颂华、魏章和

建设部
2001 年 10 月

目次

1 总则	1—5	6.10 污染土	1—34
2 术语和符号	1—5	7 地下水	1—34
2.1 术语	1—5	7.1 地下水的勘察要求	1—34
2.2 符号	1—5	7.2 水文地质参数的测定	1—35
3 勘察分级和岩土分类	1—6	7.3 地下水作用的评价	1—35
3.1 岩土工程勘察分级	1—6	8 工程地质测绘和调查	1—36
3.2 岩石的分类和鉴定	1—7	9 勘探和取样	1—37
3.3 土的分类和鉴定	1—8	9.1 一般规定	1—37
4 各类工程的勘察基本要求	1—9	9.2 钻探	1—37
4.1 房屋建筑和构筑物	1—9	9.3 井探、槽探和洞探	1—37
4.2 地下洞室	1—11	9.4 岩土试样的采取	1—37
4.3 岸边工程	1—13	9.5 地球物理勘探	1—38
4.4 管道和架空线路工程	1—13	10 原位测试	1—38
4.5 废弃物处理工程	1—15	10.1 一般规定	1—38
4.6 核电厂	1—16	10.2 载荷试验	1—38
4.7 边坡工程	1—18	10.3 静力触探试验	1—39
4.8 基坑工程	1—19	10.4 圆锥动力触探试验	1—40
4.9 桩基础	1—20	10.5 标准贯入试验	1—41
4.10 地基处理	1—20	10.6 十字板剪切试验	1—41
4.11 既有建筑物的增载和保护	1—21	10.7 旁压试验	1—41
5 不良地质作用和地质灾害	1—22	10.8 扁铲侧胀试验	1—42
5.1 岩溶	1—22	10.9 现场直接剪切试验	1—42
5.2 滑坡	1—24	10.10 波速测试	1—43
5.3 危岩和崩塌	1—24	10.11 岩体原位应力测试	1—43
5.4 泥石流	1—25	10.12 激振法测试	1—43
5.5 采空区	1—25	11 室内试验	1—44
5.6 地面沉降	1—26	11.1 一般规定	1—44
5.7 场地和地基的地震效应	1—27	11.2 土的物理性质试验	1—44
5.8 活动断裂	1—27	11.3 土的压缩—固结试验	1—44
6 特殊性岩土	1—28	11.4 土的抗剪强度试验	1—45
6.1 湿陷性土	1—28	11.5 土的动力性质试验	1—45
6.2 红粘土	1—29	11.6 岩石试验	1—45
6.3 软土	1—29	12 水和土腐蚀性的评价	1—45
6.4 混合土	1—30	12.1 取样和测试	1—45
6.5 填土	1—30	12.2 腐蚀性评价	1—46
6.6 多年冻土	1—31	13 现场检验和监测	1—47
6.7 膨胀岩土	1—32	13.1 一般规定	1—47
6.8 盐渍岩土	1—33	13.2 地基基础的检验和监测	1—47
6.9 风化岩和残积土	1—34	13.3 不良地质作用和地质灾害的	

监测	1—47	附录 B 圆锥动力触探锤击数修正	1—52
13.4 地下水的监测	1—48	附录 C 泥石流的工程分类	1—52
14 岩土工程分析评价和成果		附录 D 膨胀土初判方法	1—52
报告	1—48	附录 E 水文地质参数测定方法	1—52
14.1 一般规定	1—48	附录 F 取土器技术标准	1—53
14.2 岩土参数的分析和选定	1—48	附录 G 场地环境类型	1—53
14.3 成果报告的基本要求	1—49	附录 H 规范用词说明	1—54
附录 A 岩土分类和鉴定	1—50	条文说明	1—55

1 总 则

1.0.1 为了在岩土工程勘察中贯彻执行国家有关的技术经济政策,做到技术先进,经济合理,确保工程质量,提高投资效益,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于除水利工程、铁路、公路和桥隧工程以外的工程建设岩土工程勘察。

1.0.3 各项工程建设在设计和施工之前,必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。岩土工程勘察应按工程建设各勘察阶段的要求,正确反映工程地质条件,查明不良地质作用和地质灾害,精心勘察、精心分析,提出资料完整、评价正确的勘察报告。

1.0.4 岩土工程勘察,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 岩土工程勘察 geotechnical investigation

根据建设工程的要求,查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件,编制勘察文件的活动。

2.1.2 工程地质测绘 engineering geological mapping

采用搜集资料、调查访问、地质测量、遥感解译等方法,查明场地的工程地质要素,并绘制相应的工程地质图件。

2.1.3 岩土工程勘探 geotechnical exploration

岩土工程勘察的一种手段,包括钻探、井探、槽探、坑探、洞探以及物探、触探等。

2.1.4 原位测试 in-situ tests

在岩土体所处的位置,基本保持岩土原来的结构、湿度和应力状态,对岩土体进行的测试。

2.1.5 岩土工程勘察报告 geotechnical investigation report

在原始资料的基础上进行整理、统计、归纳、分析、评价,提出工程建议,形成系统的为工程建设服务的勘察技术文件。

2.1.6 现场检验 in-situ inspection

在现场采用一定手段,对勘察成果或设计、施工措施的效果进行核查。

2.1.7 现场监测 in-situ monitoring

在现场对岩土性状和地下水的变化,岩土体和结构物的应力、位移进行系统监视和观测。

2.1.8 岩石质量指标(RQD) rock quality designation

用直径为75mm的金刚石钻头 and 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,以百分数表示。

2.1.9 土试样质量等级 quality classification of soil samples

按土试样受扰动程度不同划分的等级。

2.1.10 不良地质作用 adverse geologic actions

由地球内力或外力产生的对工程可能造成危害的地质作用。

2.1.11 地质灾害 geological disaster

由不良地质作用引发的,危及人身、财产、工程或环境安全的事件。

2.1.12 地面沉降 ground subsidence, land subsidence

大面积区域性的地面下沉,一般由地下水过量抽取产生区域性降落漏斗引起。大面积地下采空和黄土自重湿陷也可引起地面沉降。

2.1.13 岩土参数标准值 standard value of a geotechnical parameter

岩土参数的基本代表值,通常取概率分布的0.05分位数。

2.2 符 号

2.2.1 岩土物理性质和颗粒组成

e ——孔隙比;

I_L ——液性指数;

I_P ——塑性指数;

n ——孔隙度,孔隙率;

S_r ——饱和度;

w ——含水量,含水率;

w_L ——液限;

w_p ——塑限;

W_u ——有机质含量;

γ ——重力密度(重度);

ρ ——质量密度(密度);

ρ_d ——干密度。

2.2.2 岩土变形参数

a ——压缩系数;

C_c ——压缩指数;

C_e ——再压缩指数;

C_s ——回弹指数;

c_h ——水平向固结系数;

c_v ——垂直向固结系数;

E_0 ——变形模量;

E_D ——侧胀模量;

E_m ——旁压模量;

E_s ——压缩模量;

G ——剪切模量;

p_c ——先期固结压力。

2.2.3 岩土强度参数

c ——粘聚力；
 p_0 ——载荷试验比例界限压力，旁压试验初始压力；
 p_f ——旁压试验临塑压力；
 p_L ——旁压试验极限压力；
 p_u ——载荷试验极限压力；
 q_u ——无侧限抗压强度；
 τ ——抗剪强度；
 φ ——内摩擦角。

2.2.4 触探及标准贯入试验指标

R_f ——静力触探摩阻比；
 f_s ——静力触探侧阻力；
 N ——标准贯入试验锤击数；
 N_{10} ——轻型圆锥动力触探锤击数；
 $N_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探锤击数；
 N_{120} ——超重型圆锥动力触探锤击数；
 p_s ——静力触探比贯入阻力；
 q_c ——静力触探锥头阻力。

2.2.5 水文地质参数

B ——越流系数；
 k ——渗透系数；
 Q ——流量，涌水量；
 R ——影响半径；
 S ——释水系数；
 T ——导水系数；
 u ——孔隙水压力。

2.2.6 其他符号

F_s ——边坡稳定系数；
 I_D ——侧胀土性指数；
 K_D ——侧胀水平应力指数；
 p_e ——膨胀力；
 U_D ——侧胀孔压指数；
 ΔF_s ——附加湿陷量；
 s ——基础沉降量，载荷试验沉降量；
 S_t ——灵敏度；
 α_w ——红粘土的含水比；
 v_p ——压缩波波速；
 v_s ——剪切波波速；
 δ ——变异系数；
 Δ_s ——总湿陷量；
 μ ——泊松比；
 σ ——标准差。

3 勘察分级和岩土分类

3.1 岩土工程勘察分级

3.1.1 根据工程的规模和特征，以及由于岩土工程

问题造成工程破坏或影响正常使用的后果，可分为三个工程重要性等级：

- 1 一级工程：重要工程，后果很严重；
- 2 二级工程：一般工程，后果严重；
- 3 三级工程：次要工程，后果不严重。

3.1.2 根据场地的复杂程度，可按下列规定分为三个场地等级：

1 符合下列条件之一者为一级场地（复杂场地）：

- 1) 对建筑抗震危险的地段；
- 2) 不良地质作用强烈发育；
- 3) 地质环境已经或可能受到强烈破坏；
- 4) 地形地貌复杂；
- 5) 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。

2 符合下列条件之一者为二级场地（中等复杂场地）：

- 1) 对建筑抗震不利的地段；
- 2) 不良地质作用一般发育；
- 3) 地质环境已经或可能受到一般破坏；
- 4) 地形地貌较复杂；
- 5) 基础位于地下水位以下的场地。

3 符合下列条件者为三级场地（简单场地）：

- 1) 抗震设防烈度等于或小于 6 度，或对建筑抗震有利的地段；
- 2) 不良地质作用不发育；
- 3) 地质环境基本未受破坏；
- 4) 地形地貌简单；
- 5) 地下水对工程无影响。

注：1 从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准；第 3.1.3 条亦按本方法确定地基等级；
2 对建筑抗震有利、不利和危险地段的划分，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011)的规定确定。

3.1.3 根据地基的复杂程度，可按下列规定分为三个地基等级：

1 符合下列条件之一者为一级地基（复杂地基）：

- 1) 岩土种类多，很不均匀，性质变化大，需特殊处理；
- 2) 严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土，以及其他情况复杂，需作专门处理的岩土。

2 符合下列条件之一者为二级地基（中等复杂地基）：

- 1) 岩土种类较多，不均匀，性质变化较大；
- 2) 除本条第 1 款规定以外的特殊性岩土。

3 符合下列条件者为三级地基（简单地基）：

- 1) 岩土种类单一，均匀，性质变化不大；

2) 无特殊性岩土。

3.1.4 根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级，可按下列条件划分岩土工程勘察等级。

甲级 在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中，有一项或多项为一级；

乙级 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目；

丙级 工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级。

注：建筑在岩质地基上的一级工程，当场地复杂程度等级和地基复杂程度等级均为三级时，岩土工程勘察等级可定为乙级。

3.2 岩石的分类和鉴定

3.2.1 在进行岩土工程勘察时，应鉴定岩石的地质名称和风化程度，并进行岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级的划分。

3.2.2 岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级的划分，应分别按表 3.2.2-1～表 3.2.2-3 执行。

表 3.2.2-1 岩石坚硬程度分类

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 (MPa)	$f_r > 60$	$60 \geq f_r > 30$	$30 \geq f_r > 15$	$15 \geq f_r > 5$	$f_r \leq 5$

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，换算方法按现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB50218) 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。

表 3.2.2-2 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	$0.75 \sim 0.55$	$0.55 \sim 0.35$	$0.35 \sim 0.15$	< 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。

表 3.2.2-3 岩体基本质量等级分类

完整程度 坚硬程度	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

续表

完整程度 坚硬程度	完 整	较完整	较破碎	破 碎	极破碎
较软岩	III	IV	IV	V	V
软 岩	IV	IV	V	V	V
极软岩	V	V	V	V	V

3.2.3 当缺乏有关试验数据时，可按本规范附录 A 表 A.0.1 和表 A.0.2 划分岩石的坚硬程度和完整程度。岩石风化程度的划分可按本规范附录 A 表 A.0.3 执行。

3.2.4 当软化系数等于或小于 0.75 时，应定为软化岩石；当岩石具有特殊成分、特殊结构或特殊性质时，应定为特殊性岩石，如易溶性岩石、膨胀性岩石、崩解性岩石、盐渍化岩石等。

3.2.5 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。对沉积岩应着重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着重描述矿物结晶大小和结晶程度。

根据岩石质量指标 RQD，可分为好的 (RQD > 90)、较好的 (RQD = 75~90)、较差的 (RQD = 50~75)、差的 (RQD = 25~50) 和极差的 (RQD < 25)。

3.2.6 岩体的描述应包括结构面、结构体、岩层厚度和结构类型，并宜符合下列规定：

1 结构面的描述包括类型、性质、产状、组合形式、发育程度、延展情况、闭合程度、粗糙程度、充填情况和充填物性质以及充水性等；

2 结构体的描述包括类型、形状、大小和结构体在围岩中的受力情况等；

3 岩层厚度分类应按表 3.2.6 执行。

表 3.2.6 岩层厚度分类

层厚分类	单层厚度 h (m)	层厚分类	单层厚度 h (m)
巨厚层	$h > 1.0$	中厚层	$0.5 \geq h > 0.1$
厚 层	$1.0 \geq h > 0.5$	薄 层	$h \leq 0.1$

3.2.7 对地下洞室和边坡工程，尚应确定岩体的结构类型。岩体结构类型的划分应按本规范附录 A 表 A.0.4 执行。

3.2.8 对岩体基本质量等级为 IV 级和 V 级的岩体，鉴定和描述除按本规范第 3.2.5 条～第 3.2.7 条执行外，尚应符合下列规定：

1 对软岩和极软岩，应注意是否具有可软化性、膨胀性、崩解性等特殊性质；

2 对极破碎岩体，应说明破碎的原因，如断层、全风化等；

3 开挖后是否有进一步风化的特性。

3.3 土的分类和鉴定

3.3.1 晚更新世 Q_3 及其以前沉积的土，应定为老沉积土；第四纪全新世中近期沉积的土，应定为新近沉积土。根据地质成因，可划分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土和风积土等。土根据有机质含量分类，应按本规范附录 A 表 A.0.5 执行。

3.3.2 粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为碎石土，并按表 3.3.2 进一步分类。

表 3.3.2 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50%
角砾	棱角形为主	

注：定名时，应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

3.3.3 粒径大于 2mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%，粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为砂土，并按表 3.3.3 进一步分类。

表 3.3.3 砂土分类

土的名称	颗粒级配
砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量 25%~50%
粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量 50%
中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量 50%
细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 85%
粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50%

注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

3.3.4 粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%，且塑性指数等于或小于 10 的土，应定名为粉土。

3.3.5 塑性指数大于 10 的土应定名为粘性土。

粘性土应根据塑性指数分为粉质粘土和粘土。塑性指数大于 10，且小于或等于 17 的土，应定名为粉质粘土；塑性指数大于 17 的土应定名为粘土。

注：塑性指数应由相应于 76g 圆锥仪沉入土中深度为 10mm 时测定的液限计算而得。

3.3.6 除按颗粒级配或塑性指数定名外，土的综合定名应符合下列规定：

1 对特殊成因和年代的土类应结合其成因和年

代特征定名；

2 对特殊性土，应结合颗粒级配或塑性指数定名；

3 对混合土，应冠以主要含有的土类定名；

4 对同一土层中相间呈韵律沉积，当薄层与厚层的厚度比大于 1/3 时，宜定为“互层”；厚度比为 1/10~1/3 时，宜定为“夹层”；厚度比小于 1/10 的土层，且多次出现时，宜定为“夹薄层”；

5 当土层厚度大于 0.5m 时，宜单独分层。

3.3.7 土的鉴定应在现场描述的基础上，结合室内试验的开土记录和试验结果综合确定。土的描述应符合下列规定：

1 碎石土应描述颗粒级配、颗粒形状、颗粒排列、母岩成分、风化程度、充填物的性质和充填程度、密实度等；

2 砂土应描述颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、粘粒含量、湿度、密实度等；

3 粉土应描述颜色、包含物、湿度、密实度、摇震反应、光泽反应、干强度、韧性等；

4 粘性土应描述颜色、状态、包含物、光泽反应、摇震反应、干强度、韧性、土层结构等；

5 特殊性土除应描述上述相应土类规定的内容外，尚应描述其特殊成分和特殊性质；如对淤泥尚需描述嗅味，对填土尚需描述物质成分、堆积年代、密实度和厚度的均匀程度等；

6 对具有互层、夹层、夹薄层特征的土，尚应描述各层的厚度和层理特征。

3.3.8 碎石土的密实度可根据圆锥动力触探锤击数按表 3.3.8-1 或表 3.3.8-2 确定，表中的 $N_{63.5}$ 和 N_{120} 应按本规范附录 B 修正。定性描述可按本规范附录 A 表 A.0.6 的规定执行。

表 3.3.8-1 碎石土密实度按 $N_{63.5}$ 分类

重型动力触探锤击数 $N_{63.5}$	密实度	重型动力触探锤击数 $N_{63.5}$	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：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。对于平均粒径大于 50mm，或最大粒径大于 100mm 的碎石土，可用超重型动力触探或用野外观察鉴别。

表 3.3.8-2 碎石土密实度按 N_{120} 分类

超重型动力触探锤击数 N_{120}	密实度	超重型动力触探锤击数 N_{120}	密实度
$N_{120} \leq 3$	松散	$11 < N_{120} \leq 14$	密实
$3 < N_{120} \leq 6$	稍密	$N_{120} > 14$	很密
$6 < N_{120} \leq 11$	中密		

3.3.9 砂土的密实度应根据标准贯入试验锤击数实测值 N 划分为密实、中密、稍密和松散，并应符合表 3.3.9 的规定。当用静力触探探头阻力划分砂土密实度时，可根据当地经验确定。

表 3.3.9 砂土密实度分类

标准贯入锤击数 N	密实度	标准贯入锤击数 N	密实度
$N \leq 10$ $10 < N \leq 15$	松 散 稍 密	$15 < N \leq 30$ $N > 30$	中 密 密 实

3.3.10 粉土的密实度应根据孔隙比 e 划分为密实、中密和稍密；其湿度应根据含水量 w (%) 划分为稍湿、湿、很湿。密实度和湿度的划分应分别符合表 3.3.10-1 和表 3.3.10-2 的规定。

表 3.3.10-1 粉土密实度分类

孔隙比 e	密 实 度
$e < 0.75$ $0.75 \leq e \leq 0.90$ $e > 0.9$	密 实 中 密 稍 密

注：当有经验时，也可用原位测试或其他方法划分粉土的密实度。

表 3.3.10-2 粉土湿度分类

含 水 量 w	湿 度
$w < 20$ $20 \leq w \leq 30$ $w > 30$	稍 湿 湿 很 湿

3.3.11 粘性土的状态应根据液性指数 I_L 划分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑，并应符合表 3.3.11 的规定。

表 3.3.11 粘性土状态分类

液性指数	状 态	液性指数	状 态
$I_L \leq 0$ $0 < I_L \leq 0.25$ $0.25 < I_L \leq 0.75$	坚 硬 硬 塑 可 塑	$0.75 < I_L \leq 1$ $I_L > 1$	软 塑 流 塑

4 各类工程的勘察基本要求

4.1 房屋建筑和构筑物

4.1.1 房屋建筑和构筑物（以下简称建筑物）的岩土工程勘察，应在搜集建筑物上部荷载、功能特点、结构类型、基础形式、埋置深度和变形限制等方面资料的基础上进行。其主要工作内容应符合下列规定：

- 1 查明场地和地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特性、土的应力历史和地下水条件以及不良地质作用等；
- 2 提供满足设计、施工所需的岩土参数，确定

- 地基承载力，预测地基变形性状；
- 3 提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议；
 - 4 提出对建筑物有影响的不良地质作用的防治方案建议；

5 对于抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地，进行场地与地基的地震效应评价。

4.1.2 建筑物的岩土工程勘察宜分阶段进行，可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求；初步勘察应符合初步设计的要求；详细勘察应符合施工图设计的要求；场地条件复杂或有特殊要求的工程，宜进行施工勘察。

场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当建筑物平面布置已经确定，且场地或其附近已有岩土工程资料时，可根据实际情况，直接进行详细勘察。

4.1.3 可行性研究勘察，应对拟建场地的稳定性和适宜性做出评价，并应符合下列要求：

- 1 搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、当地的工程地质、岩土工程和建筑经验等资料；
- 2 在充分搜集和分析已有资料的基础上，通过踏勘了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件；
- 3 当拟建场地工程地质条件复杂，已有资料不能满足要求时，应根据具体情况进行工程地质测绘和必要的勘探工作；

4 当有两个或两个以上拟选场地时，应进行比选分析。

4.1.4 初步勘察应对场地内拟建建筑地段的稳定性做出评价，并进行下列主要工作：

- 1 搜集拟建工程的有关文件、工程地质和岩土工程资料以及工程场地范围的地形图；
- 2 初步查明地质构造、地层结构、岩土工程特性、地下水埋藏条件；
- 3 查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势，并对场地的稳定性做出评价；

4 对抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地，应对场地和地基的地震效应做出初步评价；

5 季节性冻土地区，应调查场地土的标准冻结深度；

- 6 初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性；
- 7 高层建筑初步勘察时，应对可能采取的地基基础类型、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析评价。

4.1.5 初步勘察的勘探工作应符合下列要求：

- 1 勘探线应垂直地貌单元、地质构造和地层界线布置；
- 2 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；

3 在地形平坦地区,可按网格布置勘探点;

4 对岩质地基,勘探线和勘探点的布置,勘探孔的深度,应根据地质构造、岩体特性、风化情况等,按地方标准或当地经验确定;对土质地基,应符合本节第 4.1.6 条~第 4.1.10 条的规定。

4.1.6 初步勘察勘探线、勘探点间距可按表 4.1.6 确定,局部异常地段应予加密。

表 4.1.6 初步勘察勘探线、勘探点间距 (m)

地基复杂程度等级	勘探线间距	勘探点间距
一级(复杂)	50~100	30~50
二级(中等复杂)	75~150	40~100
三级(简单)	150~300	75~200

注:1 表中间距不适用于地球物理勘探;

2 控制性勘探点宜占勘探点总数的 1/5~1/3,且每个地貌单元均应有控制性勘探点。

4.1.7 初步勘察勘探孔的深度可按表 4.1.7 确定。

表 4.1.7 初步勘察勘探孔深度 (m)

工程重要性等级	一般性勘探孔	控制性勘探孔
一级(重要工程)	≥15	≥30
二级(一般工程)	10~15	15~30
三级(次要工程)	6~10	10~20

注:1 勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔;

2 特殊用途的钻孔除外。

4.1.8 当遇下列情形之一时,应适当增减勘探孔深度:

1 当勘探孔的地面标高与预计整平地面标高相差较大时,应按其差值调整勘探孔深度;

2 在预定深度内遇基岩时,除控制性勘探孔仍应钻入基岩适当深度外,其他勘探孔达到确认的基岩后即可终止钻进;

3 在预定深度内有厚度较大,且分布均匀的坚实土层(如碎石土、密实砂、老沉积土等)时,除控制性勘探孔应达到规定深度外,一般性勘探孔的深度可适当减小;

4 当预定深度内有软弱土层时,勘探孔深度应适当增加,部分控制性勘探孔应穿透软弱土层或达到预计控制深度;

5 对重型工业建筑应根据结构特点和荷载条件适当增加勘探孔深度。

4.1.9 初步勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求:

1 采取土试样和进行原位测试的勘探点应结合地貌单元、地层结构和土的工程性质布置,其数量可占勘探点总数的 1/4~1/2;

2 采取土试样的数量和孔内原位测试的竖向间距,应按地层特点和土的均匀程度确定;每层土均应采取土试样或进行原位测试,其数量不宜少于 6 个。

4.1.10 初步勘察应进行下列水文地质工作:

1 调查含水层的埋藏条件,地下水类型、补给排泄条件,各层地下水位,调查其变化幅度,必要时应设置长期观测孔,监测水位变化;

2 当需绘制地下水等水位线图时,应根据地下水的埋藏条件和层位,统一量测地下水位;

3 当地下水可能浸湿基础时,应采取水试样进行腐蚀性评价。

4.1.11 详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数;对建筑地基做出岩土工程评价,并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。主要应进行下列工作:

1 搜集附有坐标和地形的建筑总平面图,场区的地面整平标高,建筑物的性质、规模、荷载、结构特点,基础形式、埋置深度,地基允许变形等资料;

2 查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度,提出整治方案的建议;

3 查明建筑范围内岩土层的类型、深度、分布、工程特性,分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力;

4 对需进行沉降计算的建筑物,提供地基变形计算参数,预测建筑物的变形特征;

5 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物;

6 查明地下水的埋藏条件,提供地下水位及其变化幅度;

7 在季节性冻土地区,提供场地土的标准冻结深度;

8 判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

4.1.12 对抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地,勘察工作应按本规范第 5.7 节执行;当建筑物采用桩基础时,应按本规范第 4.9 节执行;当需进行基坑开挖、支护和降水设计时,应按本规范第 4.8 节执行。

4.1.13 工程需要时,详细勘察应论证地基土和地下水在建筑施工和使用期间可能产生的变化及其对工程和环境的影响,提出防治方案、防水设计水位和抗浮设计水位的建议。

4.1.14 详细勘察勘探点布置和勘探孔深度,应根据建筑物特性和岩土工程条件确定。对岩质地基,应根据地质构造、岩体特性、风化情况等,结合建筑物对地基的要求,按地方标准或当地经验确定;对土质地基,应符合本节第 4.1.15 条~第 4.1.19 条的规定。

4.1.15 详细勘察勘探点的间距可按表 4.1.15 确定。

表 4.1.15 详细勘察勘探点的间距 (m)

地基复杂程度等级	勘探点间距	地基复杂程度等级	勘探点间距
一级 (复杂)	10~15	三级 (简单)	30~50
二级 (中等复杂)	15~30		

4.1.16 详细勘察的勘探点布置,应符合下列规定:

1 勘探点宜按建筑物周边线和角点布置,对无特殊要求的其他建筑物可按建筑物或建筑群的范围布置;

2 同一建筑范围内的主要受力层或有影响的下卧层起伏较大时,应加密勘探点,查明其变化;

3 重大设备基础应单独布置勘探点;重大的动力机器基础和高耸构筑物,勘探点不宜少于 3 个;

4 勘探手段宜采用钻探与触探相配合,在复杂地质条件、湿陷性土、膨胀岩土、风化岩和残积土地地区,宜布置适量探井。

4.1.17 详细勘察的单栋高层建筑勘探点的布置,应满足对地基均匀性评价的要求,且不应少于 4 个;对密集的高层建筑群,勘探点可适当减少,但每栋建筑物至少应有 1 个控制性勘探点。

4.1.18 详细勘察的勘探深度自基础底面算起,应符合下列规定:

1 勘探孔深度应能控制地基主要受力层,当基础底面宽度不大于 5m 时,勘探孔的深度对条形基础不应小于基础底面宽度的 3 倍,对单独柱基不应小于 1.5 倍,且不应小于 5m;

2 对高层建筑和需作变形计算的地基,控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度;高层建筑的一般性勘探孔应达到基底下 0.5~1.0 倍的基础宽度,并深入稳定分布的地层;

3 对仅有地下室的建筑或高层建筑的裙房,当不能满足抗浮设计要求,需设置抗浮桩或锚杆时,勘探孔深度应满足抗拔承载力评价的要求;

4 当有大面积地面堆载或软弱下卧层时,应适当加深控制性勘探孔的深度;

5 在上述规定深度内当遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时,勘探孔深度应根据情况进行调整。

4.1.19 详细勘察的勘探孔深度,除应符合 4.1.18 条的要求外,尚应符合下列规定:

1 地基变形计算深度,对中、低压缩性土可取附加压力等于上覆土层有效自重压力 20% 的深度;对于高压缩性土层可取附加压力等于上覆土层有效自重压力 10% 的深度;

2 建筑总平面内的裙房或仅有地下室部分(或当基底附加压力 $p_0 \leq 0$ 时)的控制性勘探孔的深度可适当减小,但应深入稳定分布地层,且根据荷载和土质条件不宜少于基底下 0.5~1.0 倍基础宽度;

3 当需进行地基整体稳定性验算时,控制性勘探孔深度应根据具体条件满足验算要求;

4 当需确定场地抗震类别而邻近无可靠的覆盖层厚度资料时,应布置波速测试孔,其深度应满足确定覆盖层厚度的要求;

5 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的 2 倍;

6 当需进行地基处理时,勘探孔的深度应满足地基处理设计与施工要求;当采用桩基时,勘探孔的深度应满足本规范第 4.9 节的要求。

4.1.20 详细勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求:

1 采取土试样和进行原位测试的勘探点数量,应根据地层结构、地基土的均匀性和设计要求确定,对地基基础设计等级为甲级的建筑物每栋不应少于 3 个;

2 每个场地每一主要土层的原状土试样或原位测试数据不应少于 6 件(组);

3 在地基主要受力层内,对厚度大于 0.5m 的夹层或透镜体,应采取土试样或进行原位测试;

4 当土层性质不均匀时,应增加取土数量或原位测试工作量。

4.1.21 基坑或基槽开挖后,岩土条件与勘察资料不符或发现必须查明的异常情况时,应进行施工勘察;在工程施工或使用期间,当地基土、边坡体、地下水等发生未曾估计到的变化时,应进行监测,并对工程和环境的影响进行分析评价。

4.1.22 室内土工试验应符合本规范第 11 章的规定,为基坑工程设计进行的土的抗剪强度试验,应满足本规范第 4.8.4 条的规定。

4.1.23 地基变形计算应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB50007)或其他有关标准的规定执行。

4.1.24 地基承载力应结合地区经验按有关标准综合确定。有不良地质作用的场地,建在坡上或坡顶的建筑物,以及基础侧旁开挖的建筑物,应评价其稳定性。

4.2 地下洞室

4.2.1 本节适用于人工开挖的无压地下洞室的岩土工程勘察。

4.2.2 地下洞室围岩的质量分级应与洞室设计采用的标准一致,无特殊要求时可根据现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB50218)执行,地下铁道围岩类别应按现行国家标准《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB50307)执行。

4.2.3 可行性研究勘察应通过搜集区域地质资料,现场踏勘和调查,了解拟选方案的地形地貌、地层岩性、地质构造、工程地质、水文地质和环境条件,做

出可行性评价,选择合适的洞址和洞口。

4.2.4 初步勘察应采用工程地质测绘、勘探和测试等方法,初步查明选定方案的地质条件和环境条件,初步确定岩体质量等级(围岩类别),对洞址和洞口的稳定性做出评价,为初步设计提供依据。

4.2.5 初步勘察时,工程地质测绘和调查应初步查明下列问题:

- 1 地貌形态和成因类型;
- 2 地层岩性、产状、厚度、风化程度;
- 3 断裂和主要裂隙的性质、产状、充填、胶结、贯通及组合关系;
- 4 不良地质作用的类型、规模和分布;
- 5 地震地质背景;
- 6 地应力的最大主应力作用方向;
- 7 地下水类型、埋藏条件、补给、排泄和动态变化;
- 8 地表水体的分布及其与地下水的关系,淤积物的特征;
- 9 洞室穿越地面建筑物、地下构筑物、管道等既有工程时的相互影响。

4.2.6 初步勘察时,勘探与测试应符合下列要求:

- 1 采用浅层地震剖面法或其他有效方法圈定隐伏断裂、构造破碎带,查明基岩埋深、划分风化带;
- 2 勘探点宜沿洞室外侧交叉布置,勘探点间距宜为100~200m,采取试样和原位测试勘探孔不宜少于勘探孔总数的2/3;控制性勘探孔深度,对岩体基本质量等级为Ⅰ级和Ⅱ级的岩体宜钻入洞底设计标高下1~3m;对Ⅲ级岩体宜钻入3~5m,对Ⅳ级、Ⅴ级的岩体和土层,勘探孔深度应根据实际情况确定;
- 3 每一主要岩层和土层均应采取试样,当有地下水时应采取水试样;当洞区存在有害气体或地温异常时,应进行有害气体成分、含量或地温测定;对高地应力地区,应进行地应力量测;
- 4 必要时,可进行钻孔弹性波或声波测试,钻孔地震CT或钻孔电磁波CT测试;

5 室内岩石试验和土工试验项目,应按本规范第11章的规定执行。

4.2.7 详细勘察应采用钻探、钻孔物探和测试为主的勘察方法,必要时可结合施工导洞布置洞探,详细查明洞址、洞口、洞室穿越线路的工程地质和水文地质条件,分段划分岩体质量等级(围岩类别),评价洞体和围岩的稳定性,为设计支护结构和确定施工方案提供资料。

4.2.8 详细勘察应进行下列工作:

- 1 查明地层岩性及其分布,划分岩组和风化程度,进行岩石物理力学性质试验;
- 2 查明断裂构造和破碎带的位置、规模、产状和力学属性,划分岩体结构类型;
- 3 查明不良地质作用的类型、性质、分布,并

提出防治措施的建议;

4 查明主要含水层的分布、厚度、埋深,地下水的类型、水位、补给排泄条件,预测开挖期间出水状态、涌水量和水质的腐蚀性;

5 城市地下洞室需降水施工时,应分段提出工程降水方案和有关参数;

6 查明洞室所在位置及邻近地段的地面建筑和地下构筑物、管线状况,预测洞室开挖可能产生的影响,提出防护措施。

4.2.9 详细勘察可采用浅层地震勘探和孔间地震CT或孔间电磁波CT测试等方法,详细查明基岩埋深、岩石风化程度,隐伏体(如溶洞、破碎带等)的位置,在钻孔中进行弹性波波速测试,为确定岩体质量等级(围岩类别),评价岩体完整性,计算动力参数提供资料。

4.2.10 详细勘察时,勘探点宜在洞室中线外侧6~8m交叉布置,山区地下洞室按地质构造布置,且勘探点间距不应大于50m;城市地下洞室的勘探点间距,岩土变化复杂的场地宜小于25m,中等复杂的宜为25~40m,简单的宜为40~80m。

采集试样和原位测试勘探孔数量不应少于勘探孔总数的1/2。

4.2.11 详细勘察时,第四系中的控制性勘探孔深度应根据工程地质、水文地质条件、洞室埋深、防护设计等需要确定;一般性勘探孔可钻至基底设计标高下6~10m。控制性勘探孔深度,可按本节第4.2.6条第2款的规定执行。

4.2.12 详细勘察的室内试验和原位测试,除应满足初步勘察的要求外,对城市地下洞室尚应根据设计要求进行下列试验:

1 采用承压板边长为30cm的载荷试验测求地基基床系数;

2 采用面热源法或热线比较法进行热物理指标试验,计算热物理参数:导温系数、导热系数和比热容;

3 当需提供动力参数时,可用压缩波波速 v_p 和剪切波波速 v_s 计算求得,必要时,可采用室内动力性质试验,提供动力参数。

4.2.13 施工勘察应配合导洞或毛洞开挖进行,当发现与勘察资料有较大出入时,应提出修改设计和施工方案的建议。

4.2.14 地下洞室围岩的稳定性评价可采用工程地质分析与理论计算相结合的方法,可采用数值法或弹性有限元图谱法计算。

4.2.15 当洞室可能产生偏压、膨胀压力、岩爆和其他特殊情况时,应进行专门研究。

4.2.16 详细勘察阶段地下洞室岩土工程勘察报告,除按本规范第14章的要求执行外,尚应包括下列内容: