**DB**

 **云南省工程建设地方标准**

**DBJ 53/T—××—2021**



云南省岩土工程勘察规范

Code for Investigation of Geotechnical Engineering

in Yunnan Province

**（征求意见稿）**

2021**—**×**—**× 发布 2021**—**×**—**×实施

 

云南省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据云南省住房和城乡建设厅安排，按照“云南省勘察设计质量协会关于成立云南省工程建设地方标准《云南省岩土工程勘察规程》编制组的通知”要求，由西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司牵头，会同中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司、云南建投第一勘察设计有限公司等24个单位，经深入调查研究、认真总结实践经验、参考有关国家标准和地方标准，并广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程共有12章5个附录，主要技术内容有：1总则、2术语、3勘察阶段、勘察等级和勘察刚要、4工程勘察基本要求、5不良地质作用和地质灾害、6特殊性岩土、7场地与地基的地震效应、8地下水、9原位测试、10取样及室内试验、11岩土工程分析评价、12岩土工程勘察报告。

本规程由云南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编负责具体技术内容的解释。

为了进一步提高本规程的质量，请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司（地址：昆明经开区广玉路36号，邮编：650217，E-mail：yncikan@163.com），以便今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司

中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司

云南建投第一勘察设计有限公司

参编单位：云南省勘察设计质量协会

云南地质工程勘察设计研究院

云南地质工程第二勘察院

云南省设计院集团勘察分院

国家林业局昆明勘察设计院

中铁二院昆明勘察设计研究院有限责任公司

云南省建筑工程设计院

云南省城乡规划设计研究院

建材昆明地质工程勘察院

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

云南安泰兴滇建筑设计有限公司

建研地基基础工程有限责任公司云南分公司

云南省交通规划设计研究院

昆明军龙岩土工程有限公司

中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司

云南省水利水电勘测设计研究院

云南工程勘察设计有限公司

大理白族自治州建筑设计院

昆明理工大学

云南建工基础有限责任公司

云南地震工程勘察设计院

主要起草人：（另详）

主要审查人员：（另详）

云南省工程建设地方标准《云南省岩土工程勘察规程》编制组

目 录

[1 总则 1](#_Toc5113656)

[2 术语和符号 2](#_Toc5113657)

[2.1 术语 2](#_Toc5113658)

[2.2 符号 3](#_Toc5113659)

[3 勘察阶段、勘察等级和勘察纲要 6](#_Toc5113660)

[3.1 勘察阶段 6](#_Toc5113661)

[3.2 勘察等级 6](#_Toc5113662)

[3.3 勘察纲要 7](#_Toc5113663)

[4 工程勘察基本要求 9](#_Toc5113664)

[4.1 一般规定 9](#_Toc5113665)

[4.2 房屋建筑和构筑物 11](#_Toc5113666)

[4.3 天然地基 12](#_Toc5113667)

[4.4 桩基础 13](#_Toc5113668)

[4.5 地基处理 14](#_Toc5113669)

[4.6 基坑工程 15](#_Toc5113670)

[4.7 边坡工程 16](#_Toc5113671)

[4.8 岸边工程 18](#_Toc5113672)

[4.9 山地工程 20](#_Toc5113673)

[4.10 既有建筑物的增载或加固 21](#_Toc5113674)

[4.11 地下管线 21](#_Toc5113675)

[4.12 废弃物处理工程 23](#_Toc5113676)

[5 不良地质作用和地质灾害 26](#_Toc5113677)

[5.1 一般规定 26](#_Toc5113678)

[5.2 岩溶 26](#_Toc5113679)

[5.3 滑坡 28](#_Toc5113680)

[5.4 崩塌 30](#_Toc5113681)

[5.5 泥石流 31](#_Toc5113682)

[5.6 采空区 32](#_Toc5113683)

[5.7 地裂缝 34](#_Toc5113684)

[5.8 冲刷和坍岸 34](#_Toc5113685)

[6 特殊性岩土 36](#_Toc5113686)

[6.1 一般规定 36](#_Toc5113687)

[6.2 软土 36](#_Toc5113688)

[6.3 填土 37](#_Toc5113689)

[6.4 混合土 38](#_Toc5113690)

[6.5 红黏土 38](#_Toc5113691)

[6.6 膨胀岩土 40](#_Toc5113692)

[6.7 风化岩和残积土 42](#_Toc5113693)

[6.8 软岩及其残积土 43](#_Toc5113694)

[6.9 喷出岩及其残积土 44](#_Toc5113695)

[6.10 污染土 45](#_Toc5113696)

[6.11 流泥 47](#_Toc5113697)

[7 场地与地基的地震效应 48](#_Toc5113698)

[7.1 一般规定 48](#_Toc5113699)

[7.2 液化判别 48](#_Toc5113700)

[7.3 活动断裂 49](#_Toc5113701)

[8 地下水 52](#_Toc5113702)

[8.1 地下水的勘察要求 52](#_Toc5113703)

[8.2 水文地质参数的测定 52](#_Toc5113704)

[8.3 地下水作用的评价 54](#_Toc5113705)

[8.4 抗浮设防水位 54](#_Toc5113706)

[9 原位测试 56](#_Toc5113707)

[9.1 一般规定 56](#_Toc5113708)

[9.2 载荷试验 56](#_Toc5113709)

[9.3 静力触探试验 59](#_Toc5113710)

[9.4 圆锥动力触探试验 60](#_Toc5113711)

[9.5 标准贯入试验 61](#_Toc5113712)

[9.6 现场直接剪切试验 62](#_Toc5113713)

[9.7 波速及地脉动测试 62](#_Toc5113714)

[10 取样及室内试验 65](#_Toc5113715)

[10.1 取样 65](#_Toc5113716)

[10.2 室内试验 66](#_Toc5113717)

[11 岩土工程分析评价 70](#_Toc5113718)

[11.1 一般规定 70](#_Toc5113719)

[11.2 岩土参数的分析和选定 70](#_Toc5113720)

[12 岩土工程勘察报告 72](#_Toc5113721)

[12.1 一般规定 72](#_Toc5113722)

[12.2 成果报告 72](#_Toc5113723)

[附录A 泥石流的分类 73](#_Toc5113724)

[附录B 地裂缝的分类 75](#_Toc5113725)

[附录C 圆锥动力触探锤击数确定土的密实度 76](#_Toc5113726)

[附录D 圆锥动力触探锤击数修正 77](#_Toc5113727)

[附录E 取土器技术标准 78](#_Toc5113728)

[条文说明 79](#_Toc5113729)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc5113656)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc5113657)

[2.1 Terms 2](#_Toc5113658)

[2.2 Symbols 3](#_Toc5113659)

[3 Investigation stage，investigation grade and investigation outline 6](#_Toc5113660)

[3.1 Investigation stage 6](#_Toc5113661)

[3.2 Investigation grade 6](#_Toc5113662)

[3.3 Investigation outline 7](#_Toc5113663)

[4 Basic requirements for engineering investigation 9](#_Toc5113664)

[4.1 General provisions 9](#_Toc5113665)

[4.2 Building and structure 11](#_Toc5113666)

[4.3 Natural foundation 12](#_Toc5113667)

[4.4 Pile foundation 13](#_Toc5113668)

[4.5 Subsoil treatment 14](#_Toc5113669)

[4.6 Foundation pit engineering 15](#_Toc5113670)

[4.7 Side slope engineering 16](#_Toc5113671)

[4.8 Bank side engineering 18](#_Toc5113672)

[4.9 Mountain engineering 20](#_Toc5113673)

[4.10 Load augment or reinforcement of existing buildings 21](#_Toc5113674)

[4.11 Underground pipeline engineering 21](#_Toc5113675)

[4.12 Waste disposal engineering 23](#_Toc5113676)

[5 Adverse geological actions and geological disaster 26](#_Toc5113677)

[5.1 General provisions 26](#_Toc5113678)

[5.2 Karst 26](#_Toc5113679)

[5.3 Landslide 28](#_Toc5113680)

[5.4 Eboulement 30](#_Toc5113681)

[5.5 Debris flow 31](#_Toc5113682)

[5.6 Goaf 32](#_Toc5113683)

[5.7 Ground fissure 34](#_Toc5113684)

[5.8 Scour and bank collapse 34](#_Toc5113685)

[6 Special rock and soil 36](#_Toc5113686)

[6.1 General provisions 36](#_Toc5113687)

[6.2 Soft soil 36](#_Toc5113688)

[6.3 Fill soil 37](#_Toc5113689)

[6.4 Mixed soil 38](#_Toc5113690)

[6.5 Red clay 38](#_Toc5113691)

[6.6 Expansive rock and expansive soil 40](#_Toc5113692)

[6.7 Weathered rock and residual soil 42](#_Toc5113693)

[6.8 Soft rock and residual soil 43](#_Toc5113694)

[6.9 Extrusive rock and residual soil 44](#_Toc5113695)

[6.10 Contaminated soil 45](#_Toc5113696)

[6.11 Flowing mud 47](#_Toc5113697)

[7 Earthquake effect of site and foundation 48](#_Toc5113698)

[7.1 General provisions 48](#_Toc5113699)

[7.2 Liquefaction discrimination 48](#_Toc5113700)

[7.3 Active fault 49](#_Toc5113701)

[8 Underground water 52](#_Toc5113702)

[8.1 Investigation requirements of underground water 52](#_Toc5113703)

[8.2 Mensurement of hydro-geological porameters 52](#_Toc5113704)

[8.3 Assessment of underground water action 54](#_Toc5113705)

[8.4 Anti-floating level of underground water 54](#_Toc5113706)

[9 In-situ tests 56](#_Toc5113707)

[9.1 General provisions 56](#_Toc5113708)

[9.2 Loading (plate) tests 56](#_Toc5113709)

[9.3 Cone static penetration test 59](#_Toc5113710)

[9.4 Cone dynamic penetration test 60](#_Toc5113711)

[9.5 Standard penetration test 61](#_Toc5113712)

[9.6 Field direct shear test 62](#_Toc5113713)

[9.7 Wave velocity and microtremor test 62](#_Toc5113714)

[10 Sampling and laboratory tests 65](#_Toc5113715)

[10.1 Sampling 65](#_Toc5113716)

[10.2 Laboratory tests 66](#_Toc5113717)

[11 Geotechnical engineering analysis and evaluation 70](#_Toc5113718)

[11.1 General provisions 70](#_Toc5113719)

[11.2 Analysis and selection of geotechnical parameters 70](#_Toc5113720)

[12 Geotechnical engineering investigation report 72](#_Toc5113721)

[12.1 General provisions 72](#_Toc5113722)

[12.2 Investigation report 72](#_Toc5113723)

[Appendix A Classification of debris flow 73](#_Toc5113724)

[Appendix B Classification of ground fissure 75](#_Toc5113725)

[Appendix C Determining soil compactness by cone dynamic penetration blows 76](#_Toc5113726)

[Appendix D Correction of blows of cone dynamic penetration 77](#_Toc5113727)

[Appendix E Technical standards for soil sampler 78](#_Toc5113728)

[Explanation of provisions 79](#_Toc5113729)

1总则

1.0.1 为了在云南省岩土工程勘察中贯彻执行国家和云南省有关的技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用，确保工程质量，提高投资效益，根据云南省岩土工程特点，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于云南省除水利工程、铁路、公路和桥隧、核电厂工程以外的工程建设岩土工程勘察。

1.0.3 建设工程在设计和施工之前，必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。

1.0.4 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，提出资料完整、评价正确的勘察报告。

1.0.5 在云南省内进行岩土工程勘察活动，除应符合本规范的规定外，尚应符合有关现行国家标准、行业标准、云南省地方标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 岩土工程勘察 geotechnical investigation

采用工程地质测绘、勘探、测试、分析等手段，对工程选址、设计、施工中的岩土工程条件以及运营中的岩土工程问题进行调查、分析和评价工作，并形成勘察文件的活动。

2.1.2 工程地质测绘 engineering geological mapping

对勘察场地及附近的工程地质条件进行搜集资料、调查访问、现场观察、量测和描述，并将有关工程地质要素以图示、符号表示在地形图上的勘察工作方法。

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

在岩土体原来所处的位置，基本保持岩土体原来的结构、含水率和原位应力状态，直接或间接地测定岩土的工程特性。

2.1.5 岩土工程勘察报告 geotechnical investigation report

在勘察工作原始资料的基础上，通过整理、统计、归纳、分析、综合、评价，提出结论与建议，形成系统的为工程建设服务的技术文件。

2.1.6 现场检测 in-situ inspection

在现场采用一定手段，核查勘察成果或设计、施工措施效果的现场检验和测试工作。

2.1.7 现场监测 in-situ monitoring

在现场对岩土性状、地下水动态、岩土体与结构物的应力和变形等进行的系统监视和观测。

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

用直径为75mm的金刚石钻头和双层岩心管在岩石中钻进，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，是表征岩体的节理、裂隙等发育程度的指标，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 geological actions

由地球内营力、外营力造成的对人类活动、工程建设或环境具有危害性的地质作用。

2.1.11地质灾害 geological disaster

自然或人为因素作用诱发产生的，危及人身、财产、工程或环境安全的地质现象。

2.1.12滑坡 land slide

地质体在重力作用下，沿地质弱面向下向外滑动。

2.1.13 崩塌 rockfall

地质体在重力作用下，从高陡坡突然加速崩落、滚落或跳跃，具有明显的拉断或倾覆。

2.1.14危岩体 dangerous rockmass

被多组不连续结构面切割分离，稳定性差，可能发生倾倒、坠落或滑塌等形式崩塌的地质体。

2.1.15 泥石流 debris flow

山区沟谷或坡面在降雨、融冰、溃决等自然或人为因素作用下发生的一种挟带大量泥砂、石块或巨砾等固体物质的物殊洪流。

2.1.16 冲刷  scour

水流对坡面和河床的[冲蚀](https://baike.so.com/doc/1646063-1739915.html%22%20%5Ct%20%22_blank)淘刷过程.

2.1.17 坍岸 collapse

 受水位变化和风浪作用影响，引起岸坡岩土体稳定性发生变化导致岸坡破坏坍塌的现象。

2.1.18 边坡 slope

地表天然地质和工程地质的作用范围内，具有露天侧向临空面的地质体，包括天然边坡和人工边坡。

2.1.19 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。

2.1.20 地基承载力特征值 characteristic value of subsoil bearing capacity

由载荷试验测定的地基土压力变形曲线线性变形段内规定的变形所对应的压力值，其最大值为比例界限值。

2.1.21 地基处理 ground treatment

用排水、换料、掺合料、化学剂、电热等方法或机械手段提高地基承载力，改善地基土强度、变形性能或渗透性能而采取的工程技术措施。

2.1.22 抗浮设防水位 water level for prevention of up-floating

为满足地下结构抗浮设防安全及抗浮设计技术经济合理的需要，根据场地水文地质条件、地下水长期观测资料和地区经验，预测地下结构在施工期间和使用年限内可能遭遇到的地下最高水位，用于设计按静水压力计算作用于地下结构基底的最大浮力。

2.1.23 基坑 foundation pit

为进行工程基础或地下构筑物的施工，在地面以下开挖的空间。

2.1.24 软土 soft clay

天然孔隙比大于或等于1.0，天然含水量大于液限，具有高压缩性、低强度，高灵敏度、低透水性，且在较大地震力作用下可能出现震陷的细粒土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。

2.1.25 污染土 contaminated soil

由于致污物质的侵入，使土的成分、结构和[性质](http://www.baike.com/sowiki/%E6%80%A7%E8%B4%A8?prd=content_doc_search" \o "性质)发生显著变化的[土](http://www.baike.com/sowiki/%E5%9C%9F?prd=content_doc_search" \o "土)。

2.1.26 流泥 Mud flow

流泥是指天然含水率*w*≥85％、*e*≥2.4的流动性淤泥。

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*—黏聚力；

*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—静力触探侧阻比；

*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—边坡稳定性系数；

*F*st—边坡稳定安全系数；

*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；

*∆F*s—附加湿陷量；

*s* —基础沉降量；

*S*t—灵敏度；

*α*w— 红黏土的含水比；

*ν*p—压缩波波速；

*ν*s—剪切波波速；

*δ*—变异系数；

*∆*s—总湿陷量；

*μ*—泊松比；

*σ*—标准差。

3 勘察阶段、勘察等级和勘察纲要

3.1 勘察阶段

3.1.1 岩土工程勘察宜分阶段进行：

1 可行性研究勘察阶段应符合选择场址方案的要求；

2 初步勘察阶段应符合初步设计的要求；

3 详细勘察阶段应符合施工图设计的要求；

4 场地条件复杂或有特殊要求的工程，宜进行施工勘察。

3.1.2 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，可直接进行详细勘察。

3.2 勘察等级

3.2.1 工程重要性等级根据工程规模和特征、地基基础设计等级、破坏影响后果按表3.2.1确定。

表3.2.1 工程重要性等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程重要性等级 | 工程类别 | 地基基础设计等级 | 破坏后果 |
| 一 | 重要工程 | 甲 | 很严重 |
| 二 | 一般工程 | 乙 | 严重 |
| 三 | 次要工程 | 丙 | 不严重 |

3.2.2 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；

2 对建筑抗震有利、不利和危险地段的划分，应该按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB50011）的规定确定。

3.2.3 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，需作专门地基处理的岩土；

3）项目存在基坑工程，且基坑等级为一级。

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）项目存在基坑工程，且基坑等级为二级。

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。

3.2.4 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 在工程重要性等级、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者；

乙级 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目；

丙级 工程重要性等级、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。

3.3 勘察纲要

3.3.1 岩土工程勘察应根据工程特点、勘察阶段、岩土工程条件、勘察技术要求等编写勘察纲要。

3.3.2 勘察工作量应由勘察单位根据各勘察阶段的技术要求布置。

3.3.3 编制勘察纲要前宜搜集下列资料：

1 勘察任务书、合同书等；

2 区域地质资料及相邻场地勘察资料；

3 附有坐标和地形的建筑物总平面图；

4 建设单位提供的地下管线、地下构筑物及地下障碍物等基础资料；

5 场地岩土工程条件及施工条件。

3.3.4 勘察纲要内容应包括：

1 工程概况、编制依据及已有资料；

2 勘察阶段及勘察等级；

3 区域地质、场地工程地质及水文地质概况；

4 技术方案：

1）勘察目的及勘察任务；

2）主要技术要求、工作原则；

3）勘察手段及工作量，岩土试样的采取与试验要求；

4）预期提交的成果；

5）勘探点平面布置图。

5 组织机构、人员及设备配置；

6 勘察工作进度计划及保障措施；

7 勘察工作的质量保障措施；

8 安全、环保、文明施工保障措施。

3.3.5 勘察作业期间实际情况与预计有较大差异时，应及时调整技术方案。

4 工程勘察基本要求

4.1 一般规定

4.1.1 可行性研究勘察，应对拟建场地的稳定性和适宜性进行初步评价，并应符合下列规定：

1 捜集区域地质、水文地质、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 在充分捜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 拟建场地的工程地质条件复杂，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 有两个或两个以上拟选场地时，应进行比选分析。

4.1.2 初步勘察应对拟建场地的稳定性和适宜性做出评价，并应符合下列规定：

1 捜集拟建工程的有关文件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，并对场地的稳定性进行评价；

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进行初步评价；

5 季节性冻土地区，应调查场地的标准冻结深度；

6 初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

4.1.3 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，勘探点应加密；

3 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、风化情况等确定；对土质地基，应符合本节第4.1.4条～第4.1.6条的规定。

4.1.4 初步勘察勘探线、勘探点间距可按表4.1.4确定，局部异常地段应予加密。

表4.1.4 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） | 40～80 | 30～50 |
| 二级（中等复杂） | 60～120 | 40～80 |
| 三级（简单） | 100～200 | 60～120 |

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，且每个地貌单元或可能布置重要建筑物的部位均应有控制勘探点。

4.1.5 初步勘察勘探孔的深度应满足初步查明地层结构、确定地基基础方案，评价场地稳定性，判定场地类别，进行初步变形计算等所需深度的要求。对于土质天然地基，勘探孔深度可按表4.1.5确定。

表4.1.5 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 | ≥20 | ≥30 |
| 二级 | ≥15 | ≥20 |
| 三级 | ≥10 | ≥15 |

注：1 勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔等；

2 本表不含特殊用途的钻孔。

4.1.6 当遇到下列情形之一时，应适度增减勘探孔深度：

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，除控制性勘探孔应钻入基岩适当深度外，其它勘探孔达到确认的基岩后可终止钻进；

3 在预定深度内有厚度较大，且分布均匀的坚硬土层时，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。

4.1.7 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在平面上应大致均匀分布，但要注意在地质条件变化较大处适当加密，其数量应占勘探孔总数的1/4～1/2；

2 采取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。

4.1.8 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，监测至少一个水文年；

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 当地下水有可能浸湿基础时，应采取水样进行腐蚀性评价。

4.1.9 详细勘察应采用多种手段查明场地工程地质条件，提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需参数，主要应进行下列工作：

1 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；

2 查明勘察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；

3 查明埋藏的河道、沟滨、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

4 查明地下水的埋藏条件，提供地下水位、变化幅度及其它必要的水文地质参数；

5 季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度；

6 判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

7 抗震设防烈度等于或高于6度的场地，应进行地震效应评价。

4.1.10 详细勘察勘探点间距可按表4.1.10确定。

表4.1.10 详细勘察勘探点间距（m）

|  |  |
| --- | --- |
| 地基复杂程度等级 | 勘探点间距 |
| 一级（复杂） | 10～15 |
| 二级（中等复杂） | 12～25 |
| 三级（简单） | 20～30 |

4.1.11 详细勘察勘探手段宜采用钻探和触探相结合，在复杂地质条件、湿陷性土、膨胀岩土、风化岩和残积土地区，宜布置适量探井或探槽。

4.1.12 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，且不小于5m；

2 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；

3 当上述深度内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时，勘探孔深度可适当减小；

4 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；

5 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；

6 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。

4.1.13 详细勘察采取土试样和进行原位测试应满足岩土工程评价要求，并应符合下列要求：

1 采取土试样和进行原位测试的勘探孔数量，应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定，且不少于勘探孔总数的1/2，钻探取土试样孔的数量不应少于勘探孔总数的1/3；

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），采用连续记录的静力触探或动力触探为主要勘察手段时，每个场地不应少于3个孔；

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 土层性质不均匀时，应增加取土试样或原位测试数量。

4.1.14 工程勘察应根据工程特点及设计要求、场地工程地质条件等，在工程地质调查和测绘基础上综合选用钻探、坑槽探、井探、物探、试验、监测等多种方法和手段。

4.1.15 勘探工作结束后，宜及时回填封孔。

4.2 房屋建筑和构筑物

4.2.1 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、边坡工程、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。

4.2.2 详细勘察应符合本规范第4.1.9条的要求，并应进行下列工作：

1 捜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 对建筑地基进行岩土工程评价；

3 对不良地质作用防治、特殊岩土处理与利用、地基基础形式、地基处理、基坑工程支护、地下水控制等提出建议。

4.2.3 详细勘察应评价地下水在施工期间对工程和环境的影响，提出抗浮设防水位。对情况复杂的重要工程，使用期间水位变化对工程的影响应进行专门研究。

4.2.4 详细勘探点的布置，应符合下列规定：

1 勘探点宜按建筑物周边线和角点布置，对无特殊要求的其它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；

4.2.5 详细勘察的单栋高层建筑勘探点布置，应满足对地基均匀性评价的要求，且不少于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一个控制性勘探点。

4.2.6 详细勘察的勘探深度应符合本规范第4.1.13条的规定，尚应符合下列规定：

1 对高层建筑和需作变形验算的地基，控制性勘探孔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倍基础宽度，并深入稳定分布的地层；

2 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浮桩或锚杆设计要求；

3 建筑总平面内的裙房或仅有地下室部分或基底附加压力p0≤0时，控制性勘探孔深度可适当减小，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；

4 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的2倍；

5 当采用桩基时，勘探孔深度应满足本规范第4.4节的要求；当需进行地基处理时，勘探孔的深度应满足本规范第4.5节的要求。

4.2.7 室内土工试验应符合本规范第10章的规定。

4.2.8 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。

4.2.9 地基承载力应结合地区经验按有关标准综合确定。

4.3 天然地基

4.3.1 勘探点宜沿建筑物角点、周边或主要基础柱列线布置。对排列比较密集的建筑群可按网格状布置。

4.3.2 当场地地基土分布较复杂且影响基础设计时，宜适当加密勘探点。

4.3.3 勘探点深度应满足天然地基变形计算深度。

4.3.4 一、二级工程基础持力层和软弱下卧层的剪切试验数据以及地基压缩层范围内各主要土层的压缩试验数据不应少于6个。

4.3.5 一级工程应采用静载荷试验、其它原位测试及土工试验指标，二、三级工程可根据原位测试和土工试验指标，结合地区经验综合确定地基承载力及变形指标。

4.3.6 当场地内存在厚度较大的填土时，应了解填筑的时间。对填筑时间较长的填土，宜选择适当的原位测试手段，查明其均匀性以及强度和变形特性，评价其作为天然地基持力层的可能性。

4.3.7 对地基承载力、均匀性、变形特性进行评价，提出基础形式、埋置深度及持力层建议和使用条件。

4.4 桩基础

4.4.1 桩基岩土工程勘察应包括下列内容：

1 查明场地各层岩土的类型、深度、分布、工程特性和变化规律；

2 当采用基岩作为桩的持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判定有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层；

3 查明水文地质条件，评价地下水对桩基设计和施工的影响，判定水质对建筑材料的腐蚀性；

4 查明不良地质作用，可液化土层和特殊性岩土的分布及其对桩基的危害程度，对深厚填土应分析固结变形对桩基础的不利影响，并提出防治措施的建议；

5 提出桩基础持力层及桩型建议，评价成桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响。

4.4.2 勘探点间距应符合下列规定：

1 对端承桩宜为10m～24m，对摩擦桩宜为20m～30m；

2 复杂地基的一柱一桩工程，宜每柱设置勘探点：

3 下列情况宜加密勘探点：

1）相邻勘探点揭露的持力层层面坡度超过15%时；

2）当地层条件复杂，影响成桩或设计有特殊要求时；

3）地层变化较大、岩土工程性质复杂、不同持力层力学性质差异较大地段；

4）岩溶发育地区、严重风化的花岗岩地区、较大断层破碎带通过地段。

4.4.3 桩基岩土工程勘察宜采用钻探和触探以及其它原位测试相结合的方式进行，对软土、黏性土、粉土和砂土的测试手段宜采用静力触探和标准贯入试验；对碎石土宜采用重型或超重型圆锥动力触探。

4.4.4 勘探孔的深度应符合下列规定：

1 一般性勘探孔的深度应达到预计桩长以下3d～5d（d为桩径），且不得小于3m；对大直径桩，不得小于5m；

2 控制性勘探孔深度应满足下卧层验算要求；对需验算沉降的桩基，应超过地基变形计算深度；

3 钻至预计深度遇软弱层时，应予加深；在预计勘探孔深度内遇稳定坚实岩土时，可适当减小；

4 对嵌岩桩，应钻入预计桩端以下3d～5d，遇溶洞、破碎带时，应穿过并到达稳定岩层；

5 对可能有多种桩长方案时，应根据最长方案确定。

4.4.5 岩土室内试验应满足下列要求：

1 当需估算桩的侧阻力、端阻力和验算下卧层强度时，宜进行三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验；三轴剪切试验的受力条件应模拟工程实际情况；

2 对需估算沉降的桩基工程，应进行压缩试验，试验最大压力应大于上覆自重压力与附加压力之和；

3 当桩端持力层为基岩时，应采取岩样进行饱和单轴抗压强度试验，必要时尚应进行软化试验；对于软岩和极软岩，可进行天然湿度的单轴抗压强度试验。对无法取样的极软岩、破碎和极破碎的岩石，应进行原位测试。

4.4.6 单桩竖向和水平承载力，应根据工程等级、岩土性质和原位测试成果并结合当地经验确定。对地基基础设计等级为甲级的建筑物和缺乏经验地区，应建议做静载荷试验；对承受较大水平荷载的桩，应建议进行桩的水平载荷试验；对承受上拔力的桩，应建议进行抗拔试验。勘察报告应提出估算的有关岩土的基桩侧阻力和端阻力。必要时提出估算的竖向、水平承载力和抗拔承载力。

4.4.7 对需要进行沉降计算的桩基工程，应提供计算所需各层岩土变形参数，并根据任务要求，进行沉降估算。

4.4.8 岩土工程勘察报告应符合本规范第 12 章的要求，尚应包括下列内容：

1 提供可选的桩基类型和桩端持力层；提出桩长、桩径方案的建议；

2 当有软弱下卧层时，应对软弱下卧层的不利影响进行分析；

3 对欠固结土和有大面积堆载的工程，应分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其对桩基承载力的影响，并提供负摩阻力系数和减少负摩阻力措施的建议；

4 分析成桩的可能性，成桩和挤土效应的影响，并提出处理措施的建议；

5 持力层为倾斜地层，基岩面凹凸不平或岩土中有洞穴时，应评价桩的稳定性，并提出处理措施的建议。

4.5 地基处理

4.5.1 地基处理的岩土工程勘察应满足下列要求：

1 提出地基处理方案的建议；

2 针对可能采用的地基处理方案，提供地基处理设计和施工所需的岩土特性参数；

3 预测所选地基处理方法对环境和邻近建筑物的影响；

4 当场地条件复杂且缺乏成功经验时，应在施工现场对拟选方案进行试验或对比试验，检验方案的设计参数和处理效果。

4.5.2 换填垫层法的岩土工程勘察宜包括下列内容：

1 查明待换填的不良土层的分布范围和埋深；

2 测定换填材料的最优含水量、最大干密度；

3 评定垫层以下软弱下卧层的承载力和抗滑稳定性；

4 评定换填材料对地下水的环境影响；

5 对换填施工过程应注意事项提出建议；

6 对换填垫层的质量检验或现场试验提出建议。

4.5.3 预压法的岩土工程勘察宜包括下列内容：

1 查明土的成层条件，水平和垂直方向的分布，排水层和夹砂层的埋深和厚度指标，地下水的补给和排泄条件等；

2 提供待处理软土的先期固结压力、压缩性参数、固结特性参数和抗剪强度指标、软土在预压过程中强度的增长规律；

3 预估预压荷载的分级和大小、加荷速率、预压时间、强度的可能增长和可能的沉降；

4 对重要工程，建议选择代表性试验区进行预压试验；采用室内试验、原位测试、变形和孔压的现场监测等手段，推算软土的固结系数、固结度与时间的关系和最终沉降量，为预压处理的设计施工提供可靠依据；

5 对预压处理效果检测提出建议。

4.5.4 强夯法的岩土工程勘察宜包括下列内容：

1 查明强夯影响深度范围内土层的组成、分布、强度、压缩性、透水性和地下水条件；

2 查明施工场地和周围受影响范围内的地下管线和构筑物的位置、标高；查明有无对振动敏感的设施，是否需在强夯施工期间进行监测；

3 试夯区的勘察宜采用室内试验、原位测试、现场监测等手段，查明强夯有效加固深度，夯击能量、夯击遍数与夯沉量的关系，夯坑周围地面的振动和地面隆起，土中孔隙水压力的增长和消散规律。

4.5.5 桩土复合地基的岩土工程勘察宜包括下列内容：

1 查明暗塘、暗浜、暗沟、洞穴等的分布和埋深；

2 查明土的组成、分布和物理力学性质，软弱土的厚度和埋深、可作为桩基持力层的相对硬层的埋深；

3 预估成桩施工可能性和成桩工艺对周围土体、邻近建筑、工程设施和环境的影响及桩体与水土间的相互作用；

4 评定桩间土承载力，预估单桩承载力和复合地基承载力；

5 评定桩间土、桩身、复合地基、桩端以下变形计算深度范围内土层的压缩性，任务需要时估算复合地基的沉降量；

6 对复合地基检测提出建议。

4.5.6 注浆法的岩土工程勘察宜包括下列内容：

1 查明土的级配、孔隙性或岩石的裂隙宽度和分布规律，岩土渗透性，地下水埋深、流向和流速，岩土的化学成分和有机质含量；岩土的渗透性宜经过现场试验测定；

2 根据岩土性质和工程要求对浆液选择、注浆方法、施工监测、环境保护和注浆效果检测提出建议。

4.6 基坑工程

4.6.1 基坑勘察应查明下列内容：

1 查明工程场地和周边的地层成因类型及结构、在水平和垂直方向的分布变化特征和工程特性，提供支护设计、施工所需的岩土计算参数；

2 查明地表水体的汇流和排泄条件，地下水的类型、埋藏条件、水位、水量、腐蚀性、补排关系，土层的渗透性；

3 查明场区及周边环境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；

4 查明影响范围内地上地下各类已有建筑物及基础形式、市政管网及河道设施、地下交通线路及站场、防空洞等。

4.6.2 勘察的平面范围宜超出开挖边界外开挖深度的2倍～3倍。

4.6.3 勘探点布置及勘探深度应符合下列要求：

1 勘察平面范围应根据开挖深度及场地的岩土工程条件确定，基坑四周开挖边线及转角处位置应布置勘探点，其间距宜为10m～20m，但每一侧边的剖面线的勘探点不应少于3个；

2 在基坑开挖边线外2倍开挖深度范围内宜布置适量勘探点，复杂的特殊性岩土场地和斜坡场地，应根据需要进一步扩大基坑勘察范围，适当加密勘探点。当开挖边线外无法布置勘探点时，宜通过调查取得相应资料并结合场地内及周边地块勘察资料进行综合分析；

3 勘探孔深度宜不小于基坑开挖深度的2.5倍，此深度范围内遇到坚硬黏性土、粗粒混合土、碎石土及岩层时，可根据岩土类别和支护设计条件减小深度。基坑壁或底面以下存在软弱土层、承压含水层或软弱结构面岩层时，勘探孔深度应穿过软弱土层、承压水含水层或软弱结构面；

4 对岩质基坑，可采用实测工程地质剖面或探井、探槽代替钻探工作。

4.6.4 岩土的抗剪强度试验，应满足《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120）的规定。

4.6.5 场地水文地质条件复杂、基坑开挖过程中需要对地下水进行控制，且已有资料不能满足要求时，应进行专门的水文地质勘察。

4.6.6 基坑开挖可能产生流砂、流土、管涌等渗透性破坏时，应有针对性进行勘察，分析评价其产生的可能性及对工程的影响。当基坑开挖过程中有渗流时，地下水的渗流作用宜通过渗流计算确定。

4.6.7 在特殊性岩土分布区进行基坑工程勘察时，可根据本规范第6章的规定进行勘察。

4.6.8 应根据开挖深度、岩土和地下水条件以及环境要求，对基坑边坡的处理方式提出建议。

4.6.9 基坑工程勘察应针对以下内容进行分析，提供有关计算参数和建议：

1 边坡的局部稳定性、整体稳定性和坑底抗隆起稳定性；

2 坑底和侧壁的渗透稳定性；

3 挡土结构和边坡可能发生的变形；

4 降水效果和降水对环境的影响；

5 开挖和降水对邻近建筑物和地下设施的影响。

4.6.10 岩土勘察报告中与基坑工程有关的部分应包括下列内容：

1 与基坑开挖有关的场地条件、土质条件和工程条件；

2 对处理方式、计算参数和支护结构选型的建议；

3 对地下水控制方法、计算参数和施工控制的建议；

4 对施工方法和施工中可能遇到问题的防治措施的建议；

5 对施工阶段的环境保护和监测工作的建议。

4.7 边坡工程

4.7.1 边坡工程勘察应查明下列内容：

1 地形地貌、气象水文、植被、不良地质作用、周边环境条件及地表水对边坡的影响；

2 岩土类型、成因、分布、工程特性、物理力学性质和软弱结构面及参数；

3 岩体主要结构面的类型、产状、延展情况、闭合程度、充填状况、充水状况、力学属性和组合关系，主要结构面与坡面的组合关系；

4 地下水的类型、赋存条件、水位、补给和动态变化，岩土的透水性和地下水的出露情况；

5 难以采取原状试样的土层、软岩和对边坡稳定性起控制作用的软弱结构面，宜进行现场剪切试验。

4.7.2 大型边坡勘察宜分阶段进行，各阶段应符合下列要求：

1 初步勘察应搜集地质资料，进行工程地质测绘和少量的勘探和室内试验，初步评价边坡的稳定性；

2 详细勘察应对可能失稳的边坡及相邻地段进行工程地质测绘、勘探、试验、观测和分析计算，做出稳定性评价，对人工边坡提出最优开挖坡角；对可能失稳的边坡提出防护处理措施的建议；

3 施工勘察应配合施工开挖进行地质编录，核对、补充前阶段的勘察资料，必要时，进行施工安全预报，提出修改设计的建议。

4.7.3 边坡工程应进行工程地质和水文地质测绘，范围应包括可能对边坡稳定有影响的地段。

4.7.4 勘探线应垂直边坡走向布置，勘探点间距应根据地质条件确定；当遇有软弱夹层或不利结构面时，应适当加密；勘探孔深度应满足治理工程设计要求；勘探手段可采用钻探、探洞、探槽、探井和物探。

4.7.5 主要岩土层和软弱层应采取试样。每层土试样不应少于6件；岩层按风化程度或强度分层采取试样，每层不应少于9件，软弱层宜连续取样。

4.7.6 三轴剪切试验的最高围压和直剪试验的最大法向压力的选择，应与试样在坡体中的实际受力情况相近。抗剪强度指标，应根据实测结果，并结合当地经验和反分析方法综合确定。对永久性边坡，尚应考虑强度可能随时间降低的效应。

4.7.7 边坡稳定性评价：

1 采取定性评价与定量计算相结合，对边坡稳定性进行综合评价。

2 除校核工况外，边坡稳定性状态可根据边坡稳定性系数按表4.7.7-1确定。

表4.7.7-1 边坡稳定性状态

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 边坡稳定性系数*F*s | *F*s＜1.00 | 1.00≤*F*s＜1.05 | 1.05≤*F*s＜*F*st | *F*s≥*F*st |
| 稳定性状态 | 不稳定 | 欠稳定 | 基本稳定 | 稳定 |

注：*F*st—边坡稳定安全系数。

3 边坡稳定性安全系数*F*st应按表4.7.7-2确定。

表4.7.7-2 边坡稳定安全系数*F*st

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 边坡 稳定安全系数 安全等级边坡类型 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 永久边坡 | 一般工况 | 1.35 | 1.30 | 1.25 |
| 地震工况 | 1.15 | 1.10 | 1.05 |
| 临时边坡 | 1.25 | 1.20 | 1.15 |

注：1 对地质条件很复杂或破坏后果极严重的边坡工程，其稳定安全系数应适当提高；

2 地震工况时，安全系数仅适用于塌滑区内无重要建筑物的边坡；

3 边坡安全等级按《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）确定。

4.7.8 大型边坡应进行监测，监测内容根据具体情况可包括边坡变形、地下水动态等，必要时应进行边坡应力监测。

4.7.9 边坡岩土工程勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 边坡的工程地质条件和岩土工程计算参数；

2 分析评价边坡稳定性，评价边坡对影响范围内建筑物的影响；

3 提出边坡整治措施和监测方案建议。

4.8 岸边工程

4.8.1 本节适用于江河、湖泊、水库堤岸及滨岸码头工程、护岸建筑物、取水构筑物等的岩土工程勘察。

4.8.2 岸边工程勘察应着重查明下列内容：

1 地貌特征和地貌单元交界处的复杂地层；

2 高灵敏软土、层状构造土、混合土等特殊土和基本质量等级为Ⅴ级岩体的分布和工程特性；

3 岸边滑坡、崩塌、冲刷、淤积、潜蚀、沙丘等不良地质作用。

4.8.3 可行性研究勘察工作应符合下列规定：

1 宜以工程地质调查和测绘为主，可根据实际工程情况和地质条件复杂程度布置一定数量的勘探工作；

2 工程地质调查和测绘范围应包括岸边工程及其可能影响范围，应外延至第一斜坡带、次级分水岭或场地外200m～500m的地带；

3 工程地质测绘比例尺宜选用1∶10000～1∶5000，局部地质条件复杂地段可选用 1∶2000～1∶1000；

4 调查地层分布、构造特点、地貌特征、岸坡形态、冲刷淤积、水位升降、岸滩变迁、淹没范围等情况和发展趋势等内容；

5 应对岸坡的稳定性和场址的适宜性做出初步评价，提出最优场址方案建议。

4.8.4 初步设计阶段勘察工作应符合下列规定：

1 初步查明地层岩性及结构、地质构造、岩土体工程特性、岸坡水文地质条件、不良地质作用、场地和地基的地震效应等；

2 勘察工作应采取工程地质调查与测绘、钻探、坑探、井槽探、物探及多种原位测试方法；

3 工程地质测绘比例尺宜选用1:5000～1:2000，局部地质条件复杂地段可选用1:1000～1:500；

4 勘探线宜垂直岸坡走向或沿建筑物长轴方向布置；勘探线和勘探点的间距应根据工程要求及建筑物类型、地貌特征、岩土分布、不良地质现象等确定；岸坡稳定条件较为复杂的地段宜适当加密；勘探线、点间距临坡建筑物区为30m～80m，护岸、堤岸区为50m～120m；

5 勘探深度应根据工程类型、工程等级、场地工程地质及岸坡稳定条件等确定；一般性勘探点深度应进入主要持力层一定深度并满足边坡稳定评价要求，宜为20m～50m；控制性勘探点深度应穿过软土地层及潜在滑移面并满足地基变形、斜坡稳定计算要求，宜为40m～80m；

6 宜在场址及岸坡影响范围内布设地下水位长期观测孔以满足边坡稳定、水文地质条件评价要求，观测时间不应少于一个水文年；

7 对选定场址的稳定性做出评价，并对总平面布置、结构和基础形式、施工方法和不良地质作用及地质灾害的防治提出建议。

4.8.5 详细勘察阶段的工作应符合下列规定：

1 查明场地工程地质和水文地质条件，提供岩土物理力学参数；

2 勘察工作应以钻探、坑槽探、井探和原位测试为主，结合工程地质测绘、物探、室内试验等方法和手段；

3 工程地质测绘比例尺宜选用1∶1000～1∶500；

4 勘探线宜垂直岸坡走向或沿建筑物长轴方向布置；勘探线、点间距临坡建（构）筑物区宜为15m～30m，护岸、堤岸区宜为30m～80m；

5 勘探点深度应满足基础及岸坡稳定性治理设计要求；

6 对地基基础设计、施工及不良地质作用的防治提出建议，并应论证岸坡失稳、地下水变化对工程的影响；对水文地质条件复杂、重要的临水工程需论证水位变化的影响和提出合理的抗浮设计水位，必要时进行专门研究。

4.8.6 施工勘察阶段的工作应符合下列规定：

1 遇到下列情况之一时，应进行施工勘察：

1）地质条件复杂，需进一步查明岸坡稳定治理、地基处治部位的地质情况时；

2）在施工过程中发现地质情况异常，与前期地质勘察成果不符时；

 3）施工中遇到障碍物及其他岩土工程地质问题需查明时。

2 根据需要开展专门性工程地质问题的补充论证，提供相应的勘察资料，并作出分析、评价和建议。

4.8.7 岸坡工程勘察试验工作应符合下列规定：

1 在水域钻探船筏等浮式平台上利用钻孔进行原位测试时，应保持浮式平台的稳定，反力系统应符合原位测试的要求；

2 测定土的抗剪强度选用剪切试验方法时，应考虑下列因素：

1）非饱和土在施工期间和竣工以后受水浸泡成为饱和土的可能性；

2）土的固结状态在施工和竣工后的变化；

3）挖方卸荷或填方增荷对土性的影响。

3 应进行下列原位测试项目和室内试验项目：

1）宜进行现场抽水或注水试验测定土层的渗透系数；

2）当影响范围内有承压水分布时，应观测承压水头；

3）宜根据不同工况条件提出土层的三轴压缩试验不固结不排水（UU）、固结不排水（CU）强度

 指标；

4）对于堤岸工程，在详细勘察阶段应对填筑材料提出压实性指标。

4.8.8 岸边工程斜坡稳定性评价应符合以下规定：

1 应按设计低水位和校核低水位对建筑物使用期间的岸坡和地基稳定性进行评价；对施工过程中可能出现的较大水头差、水位骤然下降、较大的临时超载，较陡的挖方边坡等不利情况的稳定性进行评价；

2 均质岸坡稳定性计算宜采用圆弧型滑动面法；当有软弱夹层、中缓倾坡外结构面时，宜按折线型滑动面计算；岸坡结构特征较为复杂时，应分析滑动面边界条件，采用复合型滑动面、楔形体组合滑动面进行计算。

4.8.9 提出岸边工程监测建议。

4.9 山地工程

4.9.1 本节主要适用于地形起伏较大、地形坡度大于15°的山区斜坡场地。

4.9.2 勘察范围应包括工程建设场地及对建设工程有影响的周边区域。

4.9.3 勘察工作应包括下列内容：

1 查明场地的地形地貌、地质构造、岩性等工程地质特性；

2 查明场地周边有无采空区、滑坡、泥石流、崩塌、洪水淹没、冲刷、活动性冲沟等不良地质作用；

3 大面积填土沟谷应查明填土的成分、厚度、堆填时间、密实度和稳定性等工程性质；

4 收集当地历年气象及水文资料，查明场地地表水的汇水面积和流向，查明地下水的埋藏与迳流条件，评价地表水和地下水对工程的影响以及环境水对建筑材料的腐蚀性；

5 对场地周围邻近建筑物进行调查；

6 分析挖方、填方及弃土等对山坡及沟谷稳定性的影响；

7 对地基基础设计和不良地质作用防治提出建议。

4.9.4 山地工程勘察应在工程地质测绘的基础上进行勘探、岩土试验、原位测试等工作，勘探宜用钻探、井探、槽探等方法，必要时可进行物探工作。

4.9.5 可行性研究阶段勘察以收集资料和工程地质测绘为主，当场地及周围资料不足或地层变化大时，宜进行不小于1∶1000测绘工作，必要时辅以适量勘探工作，初步评价场地稳定性，并给出适宜性结论。

4.9.6 初步勘察的勘探点布设应符合下列要求：

1 勘探线应垂直于地貌单元、地质构造和地层界线布置；针对场地稳定性评价布设的勘探线不应少于3条，线间距不宜大于50m，且应垂直地形等高线；

2 每个地貌单元、基岩起伏变化较大部位及断层破碎带通过地段，均应布设勘探点；

3 地貌单元交接部位和地层变化较大的地段，勘探点数应加密；

4 初步勘探点的间距按地基复杂程度宜取30m～80m；

5 初步勘探点的深度应根据拟建建筑物性质和荷载特点来确定，应进入可供选择的持力层深度不小于5m，并满足场地稳定性评价的要求。

4.9.7 详细勘察的勘探点布设应符合下列要求：

1 建筑物勘探点宜沿建筑物周边或主要基础柱列线布置，勘察点位置应布置在建筑物周边或角点处；对排列比较密集的建筑群可按网格布置；

2 建筑工程边坡的勘探线应垂直于边坡走向布设，勘探线间距不宜大于30m，并尽量利用建筑物勘探点；

3 勘探点间距按地基复杂程度宜取10m～25m。当遇到下列情况时宜取小值，必要时加密控制：

1）地层变化或持力层起伏较大；

2）场地内存在暗塘或软弱岩土层；

3）断裂破碎带。

4 以基础底面起算的勘探深度，条形基础不应小于基础底面宽度的3 倍，独立柱基不应小于基础底面宽度的1.5倍，且不应小于5m；对岩质地基进入稳定岩层不宜小于5m；边坡地段勘探点深度应满足稳定性评价及治理工程设计的要求；

5 勘察场地内每一主要岩土层原状岩土样或原位测试不应小于6件（组），潜在滑动带宜连续取样。对不易采取原状土样的碎石土，风化层或节理、裂隙发育的岩石地基，应进行原位测试；

6 岩石地基出露条件好、构造简单、岩体稳定时，设计等级为丙级的建筑可采用实测地质剖面；设计等级为甲、乙级的建筑可适当减少勘探工作量。

4.9.8 山地工程勘察成果报告除应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 评价山区地基的稳定性、均匀性，当地基岩土压缩性差异较大时，应评价地基变形的影响；

2 土岩组合地基应分析不均匀变形对建筑的影响，外倾土岩结合面应分析其对地基稳定性的影响；

3 评价地表水、地下水对建筑场地和地基的影响；

4 分析评价挖方、填方、堆载或卸载等对建筑场地稳定性的影响，并提出预防措施的建议；

5 评价滑坡、崩塌、泥石流、岩溶等不良地质作用对工程建设的影响，并提出防治措施的建议；

6 根据场地整平设计进行地震效应评价。

4.10 既有建筑物的增载或加固

4.10.1 勘察前应收集以下资料：

1 既有建筑物地基基础及上部结构鉴定资料、已有勘察和变形观测资料；

2 建筑物的荷载、结构图纸，基础类型、埋深、平面位置；

3 场地及其所在地区的地下水开采历史，水位降深、降速，地面沉降、形变，地裂缝的发生发展等资料。

4.10.2 无法收集或资料不完整，应进行重新勘察或补充勘察。

4.10.3 勘察应符合下列要求：

1 勘探点应紧靠基础外侧布置，每栋单独建筑物的勘探点不宜少于4个；当具备作业条件时，应在建筑物内部布置勘探点；

2 勘探方法可采用钻探、探井、原位测试；取土和旁压试验的间距，在基底以下一倍基础宽度的深度范围内宜为0.5m，超过该深度时可为1m；必要时，应专门布置探井查明基础类型、尺寸、材料和地基处理等情况；

3 压缩试验成果中应有*e*-*p*、*e*-lg*p*曲线，并提供先期固结压力、压缩指数、回弹指数和与增荷后土中垂直有效压力相应的固结系数，以及三轴不固结不排水剪切试验成果；当拟增层数较多或增载量较大时，应做载荷试验，提供主要受力层的比例界限荷载、极限荷载、变形模量等；

4 应着重对地基土承载力和增载后的地基稳定性进行分析评价，预测可能的附加沉降和差异沉降，提出设计方案、施工措施和变形监测的建议；

5 评价地下水抽降对建筑物的影响时，应分析抽降引起地基土的固结作用和地面下沉、倾斜、挠曲或破裂对既有建筑物的影响，并预测其发展趋势。

4.11 地下管线

4.11.1 本节适用于长输油、气管道线路及其大型穿、跨越工程的岩土工程勘察。

4.11.2 地下管线勘察可分为选线勘察、初步勘察、和详细勘察三个阶段。对岩土工程条件简单或有工作经验的地区，可合并勘察阶段。

4.11.3 选线勘察应搜集资料，进行工程地质和水文地质测绘，并应符合下列要求：

1 调查沿线地形地貌、地质构造、地层特性、水文地质条件等；

2 调查拟选线路经过地区的特殊性岩土和不良地质作用，评价其对修建管线的影响；

3 调查控制线路方案河流的河床和岸坡的稳定程度，提出穿、跨方案比选的建议；

4 调查沿线水库的分布情况，近期和远期规划，水库水位、回水浸没和坍岸的范围及其对线路方案的影响；

5 调查沿线矿产、文物及保护区的分布概况；

6 对拟选线路及穿、跨越地段的稳定性和适宜性做出评价。

4.11.4 穿越和跨越河流的位置应选择河段顺直，河床与岸坡稳定，水流平缓，河床断面大致对称，河床岩土构成比较单一，两岸有足够施工场地等有利河段。宜避开下列河段：

1 河道异常弯曲，主流不固定，经常改道；

2 河床为粉细砂组成，冲淤变幅大；

3 岸坡岩土松软，不良地质作用发育，对工程有直接影响或潜在威胁；

4 断层河谷或发震断裂。

4.11.5 初步勘察应包括下列内容：

1 划分沿线的地貌单元；

2 初步查明管道埋设深度内岩土的成因、类型、厚度和工程特性；

3 调查对管道有影响的断裂的性质和分布；

4 调查沿线各种不良地质作用的分布、性质、发展趋势及其对管道的影响；

5 调查沿线井、泉的分布和地下水位情况；

6 调查沿线矿藏分布及开采和采空情况；

7 初步查明拟穿、跨越河流的洪水淹没范围，评价岸坡稳定性。

4.11.6 初步勘察应以搜集资料和调查为主。管道通过河流、冲沟等地段宜进行物探。地质条件复杂的大中型河流，应进行钻探。每个穿、跨越方案宜布置1～3个勘探点。

4.11.7 详细勘察应查明沿线的岩土工程条件和水、土对管道材料的腐蚀性，提出工程设计所需要的岩土特性参数。穿、跨越地段应查明地层结构、土的颗粒组成和特性；查明河床冲刷和稳定程度；评价岸坡稳定性，提出护坡建议；

4.11.8 详细勘察勘探点的布置，应满足下列要求：

1管道线路工程勘探点、地质点间距宜为100m～200m，并根据地形、地质条件复杂程度适当增减；勘探点深度宜为管底深度以下1m～3m；

2 对管道穿越工程，勘探点应布置在穿越管道中线上，偏离中线不应大于3m，勘探点间距宜为10m～50m，且不少于3个；采用沟埋敷设方式穿越时，勘探孔深度宜钻至河床最大冲刷深度以下3m～5m；采用顶管或定向方式穿越时，勘探孔深度应根据设计要求确定。

4.11.9 抗震设防烈度等于或大于6度地区的管道工程，勘察工作应满足本规范第7章的要求。

4.11.10 岩土工程勘察报告应包括下列内容：

1 选线勘察阶段，应简要说明线路各方案的岩土工程条件，提出各方案的比选推荐建议；

2 初步设计阶段，应论述各方案的岩土工程条件，并推荐最优线路方案；对穿、跨越工程尚应评价河床及岸坡的稳定性，提出穿、跨越方案的建议；

3 详细勘察阶段，应分段评价岩土工程条件，提出岩土工程设计参数和设计、施工方案建议；对穿越工程尚应论述河床和岸坡的稳定性，提出护岸措施建议。

4.12 废弃物处理工程

（Ⅰ） 一般规定

4.12.1 本节适用于工业废渣堆场、垃圾填埋场等固体废弃物处理工程的岩土工程勘察。

4.12.2废弃物处理工程的岩土工程勘察，应着重查明下列内容：

1 地形地貌特征和气象水文条件；

2 地质构造、岩土分布和不良地质作用；

3 岩土的物理力学性质；

4 水文地质条件、岩土和废弃物的渗透性；

5 场地、地基和边坡的稳定性；

6 污染物的运移，对水源和岩土的污染，对环境的影响；

7 筑坝材料和防渗、覆盖用黏土的调查；

8 全新活动断裂、场地地基和堆积体的调查。

4.12.3废弃物处理工程勘察的范围，应包括堆填场（库区）、初期坝、相关的管线，隧洞等构筑物和建筑物，以及工程和周边环境存在相互影响的区域，并应进行建筑材料的勘察。

4.12.4 废弃物处理工程勘察应配合工程建设分阶段进行。可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察，并应符合有关标准的规定。

1 可行性研究勘察应主要采用踏勘调查，必要时辅以少量勘探工作，对场地稳定性作出初步评价，对拟选场地适宜性作出评价；

2 初步勘察应以工程地质测绘为主，辅以勘探、原位测试、室内试验，对废弃物的环境影响进行初步评价，对拟建工程的总平面布置、场地的稳定性进行评价，并提出建议；

3 详细勘察应采用工程地质测绘、勘探、原位测试和室内试验等手段进行，获取工程设计所需的参数，提出设计施工和监测工作建议，并对不稳定地段和环境影响进行评价，提出治理建议。

4.12.5 废弃物处理工程勘察前，应搜集下列技术资料：

1 废弃物的成分、粒度、物理和化学性质，废弃物的日处理量、输送和排放方式；

2 堆场或填埋场的总容量、有效容量、最高洪水位和使用年限；

3 山谷型堆填场的汇流面积、降水量、径流量、多年一遇洪峰流量；

4 初期坝的坝长和坝顶标高，加高坝的最终坝顶标高；

5 活动断裂和抗震设防烈度；

6 邻近的水源地保护带、水源开发情况和环境保护要求。

4.12.6 废弃物处理工程的工程地质测绘应包括场地的全部范围及其有关地段，其比例尺，初步勘察宜为1∶2000～1∶5000，详细勘察的复杂地段不应小于1∶1000，应着重调查下列内容：

1 地貌形态、地形条件、工业和居民区的分布；

2 洪水、滑坡、泥石流、岩溶、塌陷、断裂等与场地稳定性有关的不良地质作用；

3 有价值的自然景观、文物和矿产分布，矿产的开采和采空情况；

4 与渗漏有关的水文地质问题；

5 生态环境。

4.12.7 废弃物处理工程应按本规范第8章的要求，进行专门的水文地质勘察。

4.12.8 在可溶岩分布区，应着重查明岩溶发育条件，溶洞、土洞、塌陷的分布，岩溶水的通道和流向，岩溶造成地下水和渗出液的渗漏，岩溶对工程稳定性的影响。

4.12.9 初期坝的筑坝材料及防渗和覆盖用黏土材料的勘察，应包括材料的产地、储量、性能指标、开采和运输条件。可行性研究勘察时应确定产地，初步勘察时应基本完成。

（Ⅱ） 工业废渣堆场

4.12.10 工业废渣堆场包括废石场、尾矿库、磷石膏堆场、赤泥堆场、冶炼渣场、化工厂废渣等，勘探工作应符合下列规定：

1 勘探线宜平行于堆填场、坝、隧洞、管线等构筑物的轴线布置，勘探点间距应根据地质条件复杂程度确定；

2 对初期坝，勘探孔的深度应能满足分析稳定、变形和渗漏的要求；

3 与稳定、渗漏有关的关键性地段，应专门布置勘探工作；

4 隧洞勘察应符合《岩土工程勘察规范》（GB50021）第4.2节的规定。

4.12.11 废渣材料加高坝的勘察，应采用勘探、原位测试和室内试验的方法进行，并应着重查明下列内容：

1 已有堆积体的成分、颗粒组成、密实程度、堆积规律；

2 堆积材料的工程特性和化学性质；

3 堆积体内浸润线位置及其变化规律；

4 已运行坝体的稳定性，继续堆积至设计高度的稳定性和适宜性；

5 废渣堆积坝在地震作用下的稳定性和废渣材料的地震液化可能性；

6 加高坝运行可能产生的环境影响。

4.12.12 废渣材料加高坝的勘察，可按堆积规模垂直坝轴线布设不少于3条勘探线，勘探点间距在堆场内可适当增大；勘探孔深度应进入自然地面以下不少于5.0m，且应能查明可能存在的软弱层，满足稳定性评价的需要。

4.12.13 工业废渣堆场的岩土工程评价应包括下列内容：

1 滑坡、泥石流、岩溶、断裂等不良地质作用及洪水对工程的影响；

2 坝址、坝肩和库岸的稳定性，地震对稳定性的影响；

3 坝址和库区的渗漏及建库对环境的影响。

4.12.14 对建筑材料的质量、储量、开采和运输条件进行技术经济分析。

4.12.15 工业废渣堆场的勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应满足下列要求：

1 按本节第4.12.13条的内容进行岩土工程分析评价，并提出防治措施的建议；

2 废渣加高坝的勘察，应分析评价现状和达到设计高度时的稳定性，提出堆积方式和采取措施的建议；

3 提出边坡稳定性、地下水位、库区渗漏等方面监测工作的建议。

（Ⅲ）垃圾填埋场

4.12.16 勘察前搜集资料时，应遵守本节第4.12. 5条的规定，尚应包括下列内容：

1 垃圾的种类、成分和主要特性以及填埋的卫生要求；

2 填埋工艺和填埋程序以及防渗衬里和封盖层的结构，渗滤液集排、导流、处理系统的布置，填埋场封场设计；

3 防渗衬层、封盖层和渗滤液集排系统对地基和废弃物的容许变形要求；

4 截污坝、集液池、调节池、排水井、截洪沟、导流渠、导流坝、输液输气管道和其他相关构筑物情况；

5 生产管理、生活服务、设备维修、消防、交通配套设施情况。

4.12.17 勘探测试应符合本节第4.12.11条的规定，尚应符合下列要求：

1 需进行变形分析的地段，其勘探深度应满足变形分析的要求；

2 岩土和似土废弃物的测试，可按本规范第9章和第10章的规定执行；非土废弃物的测试，应根据其种类和特性采用合适的方法，并可根据变形监测资料，用反分析方法获取设计参数；

3 测定垃圾渗滤液的化学成分，必要时进行专门试验，研究污染物的运移规律；

4 开展现场试验，测定地层渗透性等水文地质特征参数。

4.12.18 岩土工程评价应符合本节第4.12.13条的规定，尚宜包括下列内容：

1 工程场地的整体稳定性以及废弃物堆积体的变形和稳定性；

2 地基和废弃物变形导致防渗衬层、封盖层及其他设施失效的可能性；

3 坝基、坝肩、库区和其他有关部位的渗漏；

4 截洪、排水设施场地稳定性及其失效的可能性和危害性；

5 填埋库区水位变化及其影响；

6 污染物的运移及其对水源、农业、岩土和生态环境的影响。

4.12.19 岩土工程勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 按本节第4.12.18条的要求进行岩土工程分析评价；

2 提出保证稳定、减少变形、防止渗漏和保护环境措施的建议；

3 提出筑坝材料、防渗和覆盖用粘土等材料的产地及相关事项的建议；

4 提出地表水、地下水处置措施的建议；

5 提出有关稳定、变形、水位、渗漏、水土和渗滤液化学性质监测工作的建议。

5 不良地质作用和地质灾害

5.1 一般规定

5.1.1 本章所指不良地质作用和地质灾害包括岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地裂缝、冲刷和坍塌。

5.1.2 勘察场地内及附近存在对工程安全有影响的不良地质作用和地质灾害时，应对其进行专项勘察，满足场地稳定性和适宜性评价要求。

5.1.3 勘察阶段宜分为可行性研究、初步勘察、详细勘察，必要时进行施工勘察，宜在初步设计阶段完成地质灾害的勘察。

5.1.4 勘察应采取收集资料、调查访问、工程地质测绘、钻探、物探、槽探、井探、硐探等多种方法，查明不良地质作用和地质灾害的形成条件、规模、类型、范围、危害对象、危害程度，预测其发展趋势，分析、评价其对工程建设的影响，提出防治方案建议。

5.1.5 勘察应采用原位测试、室内试验获取岩土物理力学参数，综合统计分析结合地区经验提出物理力学指标建议值；条件复杂时应结合反演分析确定相关指标。

5.1.6 钻探应采取干作业、无泵反循环或双层岩芯管钻探等方法，严格控制回次进尺，其中，滑坡勘察钻孔至预估滑动面以上5.0m时，必须干钻，每回次进尺不得大于0.5m，及时检查岩芯，确定滑动面位置。

5.1.7 勘探工作完成后，除需保留的钻孔、探井（坑、槽），均应及时密实回填。

5.2 岩溶

5.2.1 勘察宜采用工程地质测绘和调查、物探、钻探等多种手段结合的方法进行，并应符合下列要求：

1 可行性研究勘察应查明岩溶洞隙、土洞的发育条件，并对其危害程度和发展趋势作出判断，对场地的稳定性和工程建设的适宜性作出初步评价；

2 初步勘察应查明岩溶洞隙及其伴生土洞、塌陷的分布、发育程度和发育规律，并按场地稳定性和适宜性进行分区；

3 详细勘察应查明拟建工程范围及有影响地段的各种岩溶洞隙和土洞的位置、形态、规模、埋深，岩溶堆填物性状和地下水特征，对地基基础的设计和岩溶的治理提出建议；

4 施工勘察应针对某一地段或尚待查明的专门问题进行勘察，采用大直径嵌岩桩时，尚应进行专门的桩基勘察。

5.2.2 岩溶场地的工程地质测绘和调查，应符合国家现行有关标准、规范的规定，尚应重点调查下列内容：

1 岩溶洞隙的分布、形态和发育规律；

2 岩面起伏、形态和覆盖层厚度；

3 地下水赋存条件、水位变化和运动规律；

4 岩溶发育与地貌、地质构造、地层岩性、地下水的关系；

5 土洞和塌陷的分布、形态及发育规律；

6 土洞和塌陷的成因及其发展趋势；

7 当地治理岩溶、土洞和塌陷的经验。

5.2.3 可行性研究勘察宜采用工程地质测绘和综合物探为主，初步勘察应采用工程地质测绘、物探及钻探为主的综合勘察手段，勘探点间距应满足各类工程勘察的基本要求，岩溶发育地段应予加密；测绘和物探发现的异常地段，应选择有代表性的部位布置验证性钻孔；控制性勘探点深度应穿过表层岩溶发育带。

5.2.4 详细勘察的勘探工作应符合下列规定：

1 勘探线应沿建筑物轴线布置，勘探点间距不应大于本规范第4章的规定，条件复杂时，每个独立基础均应布置勘探点；

2 勘探点深度应符合本规范第4章的规定，基础底面以下土层厚度大于独立基础宽度的3倍或条形基础宽度的6倍，且不具备形成土洞或其它地面变形条件时，应有部分或全部勘探孔钻入基岩；

3 预定深度内有溶洞存在，且可能影响地基稳定时，应钻入洞底基岩面下不小于2m，必要时应圈定洞体范围；

4 对一柱一桩的基础，宜逐桩布置勘探点；

5 土洞和塌陷发育地段，可采用原位测试和物探手段，详细查明其分布；

6 需查明断层、岩组分界、洞隙和土洞形态、塌陷等情况时，应布置适当的探井或探槽；

7 物探应根据物性条件采用有效方法，对异常点采用钻探验证，发现或可能存在危害工程的溶洞时，应加密勘探点。

5.2.5 施工勘察应根据岩溶地基设计和施工要求布置：

1 在土洞、塌陷地段，可在已开挖的基槽内布置触探或钎探；

2 对重要或荷载较大的工程，可在槽底采用小口径钻探进行检测；

3 对大直径嵌岩桩，勘探点应逐桩布置，勘探深度在洞隙底面以下应不小于桩径的3倍并不小于5m，相邻桩底基岩面起伏较大时应适当加深。

5.2.6 岩溶发育地区的下列部位宜查明土洞和土洞群的位置：

1 土层较薄、土中裂隙及其下岩体洞隙发育部位；

2 岩面张开裂隙发育，石芽或外露的岩体与土体交接部位；

3 两组构造裂隙交汇处和宽大裂隙带；

4 隐伏溶沟、溶槽、漏斗等，其上有软弱土分布的负岩面地段；

5 地下水强烈活动于岩土交界面的地段和大幅度人工降水地段；

6 低洼地段和临近地表水体。

5.2.7 勘察的测试和观测包括下列内容：

1 追索隐伏洞隙的联系，可采用连通试验；

2 评价洞隙稳定性，可采取洞体顶板岩样和充填物进行物理力学性质试验，必要时可进行现场顶板岩体的载荷试验；

3 查明土的性状与土洞形成的关系，可进行湿化、胀缩、可溶性和剪切试验；

4 查明地下水动力条件、潜蚀作用，地表水与地下水联系，预测土洞和塌陷的发生、发展时，可进行流速、流向测定和水位、水质的长期观测。

5.2.8 场地存在下列情况之一时，可判定为未经处理不宜作为地基的不利地段：

1 浅层洞体或溶洞群，洞径大，且不稳定的地段；

2 埋藏的漏斗、槽谷等，并覆盖有软弱土体的地段；

3 土洞或塌陷成群发育的地段；

4 岩溶水排泄不畅、可能暂时淹没的地段。

5.2.9 地基属于下列条件之一时，对二级、三级工程可不考虑岩溶稳定性的不利影响：

1 基础底面以下土层厚度大于独立基础宽度的3倍或条形基础宽度的6倍，不具备形成土洞或其它地面变形的条件；

2 不符合本条第1款的条件，但符合下列条件之一时：

1）洞隙或岩溶漏斗被密实的沉积物填满并无被水冲蚀的可能；

2）溶洞围岩为基本质量等级为Ⅰ级或Ⅱ级岩体，顶板岩石厚度大于或等于洞跨；

3）溶洞较小，基础底面大于洞的平面尺寸，并有足够的支承长度；

4）宽度或直径小于1.0m的竖向洞隙、落水洞临近地段。

5.2.10 不符合本规范第5.2.9条的条件时，应进行溶洞地基稳定性分析，并应符合下列规定：

1 顶板不稳定，但洞内充填密实堆积物且无流水活动，可判定堆积物受力，按不均匀地基进行评价；

2 能取得计算参数时，可将溶洞顶板视为结构自承重体系进行力学分析；

3 有工程经验的地区，可按类比法进行稳定性评价；

4 基础附近有洞隙和临空面时，应验算向临空面倾覆或沿裂隙面滑移的可能；

5 对不稳定的岩溶洞隙可建议采用地基处理或桩基础。

5.2.11 岩溶勘察报告除应符合本规范第12章的规定外，尚应包括下列内容：

1 岩溶发育的地质背景和形成条件；

2 洞隙、土洞、塌陷的形态、平面位置和顶底标高；

3 岩溶稳定性分析；

4 岩溶治理和监测的建议。

5.3 滑坡

5.3.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的滑坡或有滑坡可能时，应进行专门的滑坡勘察。

5.3.2 勘察前应搜集的资料：

1 地形图、区域地质、水文地质、气象水文、地震、人类活动、遥感影像、航片等资料；

2 拟建及已有相邻建筑物的性质、规模、荷载、结构、基础形式、埋置深度等资料；

3 滑坡情况、造成的损失及已采取的治理措施；

4 当地滑坡勘察、防治经验。

5.3.3 勘察应进行下列工作：

1 查明滑坡区域地形地貌、植被、地质构造、工程地质及水文地质条件、周边环境条件；

2 查明滑坡范围、规模、类型、性质、成因及其危害；

3 查明滑坡变形特征、滑坡要素，提供相关岩土参数；

4 分析评价滑坡现状稳定性，预测发展趋势，提出防治措施建议；

5 滑坡区应进行现状地形图及剖面实测，比例尺不宜小于1∶500；

6 必要时应对滑坡变形进行监测。

5.3.4 工程地质测绘和调查应满足现行国家标准、规范的规定，尚应包括下列内容：

1 工程地质测绘和调查范围应包括滑坡区及其影响区域；

2 滑坡的形态要素和演化过程，圈定滑坡周界；

3 地表水、地下水、泉和湿地的分布；

4 树木的异态、工程设施、地面的变形等；

5 对重点部位进行摄影或录像；

6 测绘比例尺宜选用1∶200～1∶1000。

5.3.5 应在滑坡工程地质测绘和调查的基础上，根据滑坡区的工程地质、水文地质条件、人类生产生活情况和滑坡形态布置勘察工作，应符合下列规定：

1 滑体内应沿主滑方向至少布置一条勘探线，滑体外两侧也应布置一定数量的勘探线。每条勘探线的勘探点数量不应少于3个，在滑坡转折处和预计采取工程措施的地段应布置勘探点；

2 勘探线和勘探点间距可按表5.3.5-1确定。

表5.3.5-1 详细勘察勘探线和勘探点间距

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地质条件复杂程度 | 勘探线 | 主辅勘探线间距（m） | 主勘探线勘探点间距（m） | 辅勘探线勘探点间距（m） |
| 简单 | 纵向 | 30~120 | 30~60 | 60~120 |
| 横向 | 30~120 | 60~120 | 60~120 |
| 复杂 | 纵向 | 20~80 | 20~40 | 40~80 |
| 横向 | 20~80 | 20~40 | 40~80 |

注：初步勘察的勘探线、点间距可适当放宽；滑坡较复杂时应适当增加勘探工作量。

3 滑坡勘察的地质复杂程度根据地形地貌、地层岩性、地质构造、岩（土）体地质结构或水文地质因素，采用就高不就低的原则，按表5.3.5-2确定。

表5.3.5-2 地质条件复杂程度分类

|  |  |
| --- | --- |
| 地质条件复杂程度 | 特征 |
| 地形地貌 | 地层岩性 | 地质构造 | 岩（土）体地质结构 | 水文地质 |
| 简单 | 地形起伏小；冲沟不发育；地貌类型单一 | 岩性变化不大，地质界线清楚；第四系阶地结构清楚 | 单斜地层；岩层平缓；节理不发育 | 围岩露头良好，岩体结构单一完整；风化卸荷裂隙不发育，风化层厚度薄 | 水文地质结构单一；地下水补给、迳流、排泄条件清楚 |
| 复杂 | 地形起伏大；冲沟发育；地貌类型多变 | 岩性变化大，地质界线不清楚；覆盖层厚，地质露头出露差 | 褶皱强烈；断层规模大；岩溶强烈；节理发育 | 卸荷裂隙发育，风化层厚度大，岩体结构复杂；堆积层厚度大 | 水文地质结构变化大；地下水补给、迳流、排泄条件复杂 |

4 勘探孔的深度应穿过最下一层滑面进入稳定地层不少于5m，且应满足治理工程的需要。

5 钻探工作难以确定滑面、滑动带位置时，可综合工程物探、波速测试、连续动探、连续保湿取样、反演分析等方法判定。

5.3.6 滑坡勘察的试验、测试工作应满足以下规定：

1 取样位置重点布置在滑坡体、滑动带及可能设置支挡工程的部位，取样统计数量各层滑体土层不应少于6件，滑带土或软弱夹层不宜少于9件，滑床岩土层不应少于6件；

2 应在钻孔、探槽、探井揭露的滑带土、软弱夹层中采取Ⅰ级、Ⅱ级试样；

3 采用室内、野外滑面重合剪，滑带宜进行重塑土或原状土多次剪试验，并求出多次剪和残余剪的抗剪强度；

4 滑带土的抗剪强度指标应结合测试成果、定性判断、反演分析、工程经验类比综合确定。同一滑坡体不同地段滑带土强度指标差异较大时，应分段提供；

5 有地下水作用时应测定地下水的水位，必要时还应测定渗透性、流向、流量、流速、水压。

5.3.7 滑坡稳定性计算应满足以下规定：

1 稳定性分析宜采用定性和定量综合分析方法，定量分析宜采用极限平衡法和数值分析方法，计算模型应根据滑动模式合理选取；

2 物理力学指标应根据原位测试、土工试验、反演分析和当地经验综合确定；大型滑坡宜分段选取抗剪强度指标；

3 有地下水时应按可能出现的最高水位计入浮托力和水压力，当有地震、冲刷、人类活动等影响因素时，应计及这些因素的影响；

4 当有局部滑动可能时，应计算局部稳定。

5.3.8 滑坡稳定性评价应结合定性分析、稳定性计算结果进行综合分析，并应预测滑坡的发展趋势和危害程度。

5.3.9 勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 滑坡的地质背景和形成条件，滑坡体的形态要素、规模、类型、结构、变形特征及其演化；

2 滑坡体岩土层、滑带岩土、滑床岩土层的物理力学指标；

3 滑坡分析及稳定性评价；

4 滑坡防治、监测建议；

5 滑坡综合工程地质图、稳定性计算剖面图、计算成果表。

5.4 崩塌

5.4.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的崩塌时，应进行专门勘察。

5.4.2 勘察前应搜集的资料：

1 地形图、区域地质、水文地质、气象水文、地震、人类活动、遥感影像、航片等资料；

2 危岩体和崩塌堆积体情况、造成的损失及已采取的治理措施；

3 当地崩塌防治经验。

5.4.3 勘察应进行下列工作：

1 查明崩塌区域地形地貌、植被、地质构造、工程地质及水文地质条件、周边环境条件；

2 查明危岩体和崩塌堆积体范围、规模、类型、性质、成因及其危害；

3 查明危岩体岩性、几何特征、节理、裂隙、结构面发育特征、空间组合关系；

4 查明危岩体失稳、运动特征，提供相关岩土参数；

5 分析评价危岩体和崩塌堆积体现状稳定性，预测其发展趋势，提出防治措施建议；

6 对拟工程治理范围崩塌危岩区、崩塌堆积体应进行现状地形图及剖面实测，比例尺不宜小于1∶500。危岩块体比例尺不宜小于1∶200。

5.4.4 崩塌勘察以调查测绘为主，应包括下列内容：

1 坡度、坡型、坡面介质、植被特征；

2 危岩的周界、空间分布，裂缝的位置、性质、形状、宽度、深度、延伸长度、充填和变化情况；

3 岩层层序、岩性组合、地层和结构面产状、节理裂隙密度、岩体结构、软弱结构面、软弱夹层特征，层间错动、岩石强度、风化破碎程度、含水情况等；

4 褶皱、断层、节理、劈理等的性质、产状、组合情况、发育程度；

5 落石的范围、数量、岩块直径、崩落方向、运动轨迹、影响范围；

6 调查气象、降雨、地表径流、地下水活动、岩体风化、人类活动、地震等对崩塌的影响，了解当地防治崩塌的经验；

7 测绘比例尺宜选用1∶200～1∶500；

8 根据崩塌的特征、规模和治理工程需要，可布置适当的勘探工作。

5.4.5 崩塌分析评价内容、方法：

1 应重点阐明其分布范围、类型、发生和发展的内外原因，评价稳定程度、发展趋势及潜在危害；

2 稳定性评价应在定性评价的基础上，进行定量分析。评价应包括危岩体、坡面危石、崩塌堆积体的稳定性；

3 应进行落石运动计算，提供相关设计参数；

5.4.6 勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 崩塌的地质背景和形成条件，危岩体和崩塌堆积体范围、规模、类型、性质、成因、危害及其演化；

2 危岩体失稳、运动特征；

3 危岩体、坡面危石、崩塌堆积体稳定性评价，治理设计所需参数；

4 崩塌防治、监测建议；

5 综合工程地质图、典型危岩块体立面图、剖面图和运动轨迹分析图。

5.5 泥石流

5.5.1 拟建工程场地或其附近具备发生泥石流的条件并对工程安全有影响时，应进行专门的泥石流勘察。

5.5.2 泥石流勘察应重点查明以下内容：

1 地形地貌、水文、气象、植被与土壤；

2 地层岩性特征、地质构造、新构造运动与地震、水土流失、不良地质体与松散固体物质、水文地质概况；

3 生产、生活、弃土弃碴等人类活动情况；

4 泥石流特征、危害和既有防治工程情况；

5 泥石流的成因、类型、规模、活动特征、危害对象、危害程度及发展趋势；

6 泥石流的分区及其特征；

7 泥石流沟流域固体物源特征和分布，沟床冲、淤特征；

8 历次泥石流流体性质、物质组成和堆积厚度，泥石流的流量、过程总量、冲起高度、爬高；

9 拟建防治工程区的工程地质和水文地质条件。

5.5.3 泥石流可按附录A进行分类。

5.5.4 泥石流勘察手段应以地质测绘与调查为主，有条件时宜进行遥感资料解译；治理工程区宜采用钻探、槽探、井探、物探等勘探手段。

5.5.5 泥石流调查应采用点、线、面相结合的方法，调查范围应不小于全泥石流流域及影响范围。

5.5.6 泥石流水文测绘应包括冰雪融化和暴雨强度、一次最大降雨量，平均及最大流量，地下水活动等内容。

5.5.7 泥石流流体试验应包括浆体重度测定、粒度分析、黏度测定；堆积物试验应包括固体颗粒比重、土体重度、颗粒级配、天然含水量、界限含水量、天然孔隙比、压缩系数、渗透系数、抗剪强度等参数。

5.5.8 泥石流动力学参数计算应包括流速、流量、冲击力、弯道超高与爬高。

5.5.9 治理工程区勘探：

1 勘探线宜沿治理工程轴线布设；

2 勘探点间距应能控制地层分布情况，一般10m～30m；

3 勘探深度应满足工程设计需要。

5.5.10 治理工程区应采取岩样、土样和水样，获取岩土体的物理力学性质及水土腐蚀性参数；坝高超过10m的实体拦挡工程宜进行抽水或注水试验，获取相关水文地质参数。

5.5.11 泥石流分析评价应包括下列内容：

1 分析泥石流形成条件、成因，评价活动性和危害性，预测发展趋势；

2 计算泥石流峰值流量、流速、一次过程总量、运动距离、整体冲击力、大块冲击力、冲起高度和弯道超高等；

3 确定类型、发育阶段、发生频率，松散堆积物的稳定性和储量；

5.5.12 勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 泥石流汇水区特征、固体物源特征，沟床特征；流体特征，发生的次数、灾害史及危害；

2 泥石流的诱发因素、形成机制；泥石流类型；

3 泥石流特征值的计算；

4 治理工程设计参数，治理和监测建议。

5 附图应包括泥石流区全流域地形地质图、土壤侵蚀强度图、危险性分区图；沟床断面图、治理区工程地质剖面图。

5.6 采空区

5.6.1 拟建工程场地或其附近存在采空区并对工程安全有影响时，应进行专门勘察。勘察范围包括采空区及影响范围。

5.6.2 采空区的勘察，应查明下列内容：

1 范围、埋藏深度、空间大小、上覆岩土层厚度、岩性、构造等；

2 地表变形和塌陷的分布规律、稳定状况、发展趋势及其它不良地质作用；

3 地表陷坑、台阶、变形裂缝的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系；

4 矿层开采的范围、深度、厚度、时间、方法和顶板管理，采空区的塌落、充填、密实程度、空隙、涌水、积水等；

5 地表移动盆地范围、特征，划分中间区、内边缘区和外边缘区，确定地表移动和变形的相关特征值；

6 采空区及其附近的抽水、排水情况、降落漏斗特征和对采空区稳定的影响；

7 搜集当地建筑物变形防治措施的经验；

8 必要时可进行爆破震动试验。

5.6.3 采空区勘察宜以搜集资料、调查访问、工程地质测绘为主，当工程地质调查不能查明采空区的特征时，应进行物探和钻探，必要时可进行定位测量。

5.6.4 采空区勘察应重点收集已有地质及勘探资料、开采设计、采矿工程、闭坑、采空区变形破坏、充填和积水情况等相关资料。

5.6.5 地表移动盆地区的工程地质测绘比例尺宜为1∶1000～1∶10000，典型地段采用1∶200～1∶1000，应查明地表变形范围、变形规律；地表塌陷坑、塌陷台阶，塌陷裂缝的位置、形状、规模、深度、延伸方向、组合关系、发展趋势等；地表塌陷、移动变形引起的山体斜坡变形、崩塌等不良地质作用分布的位置、规模；移动盆地区既有建筑物的变形情况和加固处理经验教训等。

5.6.6 采空区的分析评价，应包括以下内容：

1 场地工程地质和水文地质条件；

2 采空区基本特征、变形特点和变形发展阶段；

3 相关地表移动和变形特征；

4 采空区不同地段的稳定性、变形规律及其对地表附着物的危害程度；

5 采空区地表塌陷、变形引起的山体斜坡变形、崩塌等不良地质作用危害；

6 场地和地基稳定性、适宜性评价；

7 防治对策分析。

5.6.7 采空区宜根据开采情况，地表移动盆地特征和变形大小，划分为不宜建筑的场地和相对稳定的场地，并宜符合下列规定：

1 下列地段不宜作为建筑场地：

1) 在开采过程中可能出现非连续变形的地段；

2）地表移动活跃的地段；

3）特厚矿层和倾角大于55°的厚矿层露头地段；

4）由于地表移动和变形引起边坡失稳和山崖崩塌的地段；

5）地表倾斜大于10mm/m，地表曲率大于0.6mm/m2或地表水平变形大于6mm/m的地段。

2 下列地段作为建筑场地时，应评价其适宜性：

1) 采空区采深采厚比小于30的地段；

2）采深小，上覆岩层极坚硬，并采用非正规开采方法的地段；

3）地表倾斜为3mm/m～10mm/m，地表曲率为0.2mm/m2～0.6mm/m2或地表水平变形为2mm/m～

 6mm/m的地段。

5.6.8 采深小、地表变形剧烈且为非连续变形的小窑采空区，应通过搜集资料，调查、物探和钻探等工作，查明采空区和巷道的位置、大小、埋藏深度、开采时间、开采方式、回填塌落和充水等情况；并查明地表裂缝、陷坑的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区的关系。

5.6.9 小窑采空区的建筑物应避开地表裂缝和陷坑地段。对次要建筑且采空区采深采厚比大于30，地表已经稳定时可不进行稳定性评价；当采深采厚比小于30时，可根据建筑物的基底压力、采空区的埋深、范围和上覆岩层的性质等评价地基的稳定性，并根据矿区经验提出处理措施的建议。

5.6.10 勘察报告应符合本规范第12章的规定，尚应包括下列内容：

1 采空区基本特征、变形特点和发展趋势；

2 地表移动盆地和变形特征；

3 采空区稳定性评价、诱发不良地质作用及危害性评价；

4 场地和地基稳定性、适宜性评价；

5 治理工程设计参数，防治和监测建议。

6 附图应包括采矿工程平面布置图、移动盆地剖面图、采空区分布图、危险性分区图或分段图。

5.7 地裂缝

5.7.1 拟建工程场地或其附近存在地裂缝，并对工程安全有影响时，应进行专门勘察。勘察范围包括地裂缝及影响范围。

5.7.2 地裂缝可按附录B进行分类。

5.7.3 地裂缝勘察应查明以下内容：

1 场地地形地貌、地层岩性、地层结构、构造断裂等地质环境条件；

2 地裂缝分布范围与几何特征、地裂缝类型、活动特征和变化活动速率、发展趋势；

3 地裂缝发生区的地貌及微地貌单元、地层岩性、岩土体结构与工程地质、水文地质特征和地裂缝与区域新构造活动的关系，地裂缝与同地区地面沉降、地面塌陷或崩塌、滑坡的关系，地裂缝与气象水文的关系，地裂缝与人为活动的关系等，地裂缝形成的主要原因；

4 地裂缝危害调查和防治现状及效果调查。

5.7.4 地裂缝勘察宜以搜集资料、调查访问、工程地质测绘为主，当工程地质调查不能查明地裂缝特征时，应进行物探、钻探、井探、槽探。

5.7.5 地裂缝调查与工程地质测绘比例尺宜采用1∶5000～1∶10000，典型地段采用1∶500～1∶2000； 调查方法宜采用访问法、线路穿越法、追踪法和综合法。

5.7.6 地裂缝分析评价包括以下内容：

1 场地工程地质和水文地质条件；

2 地裂缝成因、基本特征、变形规律和变形发展趋势、危害程度；

3 场地和地基稳定性、适宜性评价；

4 防治措施分析。

5.8 冲刷和坍岸

5.8.1 拟建工程场地或其附近有冲刷和坍岸作用，并对工程安全有影响时，应进行专门勘察。勘察范围包括冲刷和坍岸作用影响区。

5.8.2 冲刷和坍岸勘察应查明以下内容

1 调查河道形态和走势、水文特征，岸坡微地貌形态、水下地形特征，河道冲淤变化情况，护岸工程现状，坍岸范围、规模和速率，既有治理工程及效果；

2 查明岸坡的地层岩性、结构、分布特征，抗冲性能，岩土层的物理力学性质；

3 查明岸坡透水层、相对隔水层的分布情况、渗透特性，地下水类型、补排条件、地下水位及变化规律、地下水与地表水的化学特性及其对混凝土的腐蚀性。

5.8.3 冲刷和坍岸勘察宜以搜集资料、调查访问、工程地质测绘、钻探、井探为主。

5.8.4 冲刷和坍岸调查与工程地质测绘比例尺宜采用1∶500～1∶2000。

5.8.5 勘探线宜垂直岸向布置，勘探线间距宜为20m～50m，勘探点间距宜为15m～30m；勘探点深度应满足治理工程设计需要，河岸临水钻孔宜深入河床深泓线以下5m～10m。

5.8.6 冲刷和坍岸分析评价应包括下列内容：

1 冲刷和坍岸成因、危害及发展趋势分析。

2 岸坡在不同水位和水动力条件下的稳定性分析。

3 防治措施分析。

6 特殊性岩土

6.1 一般规定

6.1.1 本章特殊性岩土包括软土、填土、混合土、红黏土、膨胀岩土、风化岩和残积土、软岩及其残积土、喷出岩及其残积土、污染土、流泥。

6.1.2 应加强工程地质测绘和调查，查明特殊性岩土平面分布范围。

6.2 软土

6.2.1 天然孔隙比大于或等于1.0，且天然含水量大于液限的细粒土应判定为软土。根据表6.2.1划分为淤泥、淤泥质土、泥炭质土、泥炭。

表6.2.1 软土的分类标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 | 划分标准 | 备注 |
| 淤泥 | *e*≥1.5，*I*L＞1 | *e*—天然孔隙比*I*L—液性指数*W*u—有机质含量 |
| 淤泥质土 | 1.5＞*e*≥1.0，*I*L＞1 |
| 泥炭质土 | 60%≥*W*u＞10% |
| 泥炭 | *W*u＞60% |

6.2.2 软土勘察除应符合常规要求外，尚应查明下列内容：

1 成因类型、埋藏条件、分布规律、层理特征、水平向和垂直向的均匀性、渗透性；

2 地表硬壳层的分布与厚度、下伏硬土层或基岩的埋藏条件、分布特征和起伏；

3 固结历史、应力水平和结构破坏对强度和变形的影响；

4 微地貌特征和暗埋的塘、浜、沟、坑、穴的分布、埋深及其填土的情况；

5 开挖、回填、支护、工程降水、打桩、沉井等对软土应力状态、强度和压缩性的影响；

6 当地工程经验。

6.2.3 软土勘察宜采用钻探与静力触探相结合的手段。

6.2.4 勘探点布置应根据土的成因类型和地质条件复杂程度确定。

6.2.5 软土基坑勘察应满足本规范第4.6节的规定，尚应符合下列要求：

1 勘察范围宜达到基坑边线以外2倍～3倍基坑深度；

2 勘探点宜沿基坑周边布置，边线以外不具备勘探条件的，宜以调查或收集资料为主；

3 勘探点间距宜为15m～30m，基坑周边遇暗埋的塘、浜、沟、坑、穴，填土厚度变化或基岩面起伏很大时，宜加密勘探点；

4 勘探深度应满足支护结构稳定性验算的要求，并不宜小于基坑深度的2.5倍，此深度内遇到坚硬土层时，可减少深度，控制性勘探点深度应穿透主要含水层进入隔水层；

5 基坑深度内遇微风化基岩时，一般性勘探点应钻入微风化基岩1m～3m，控制性勘探点应超过基坑深度1m～3m；

6 控制性勘探点宜为勘探点总数的1/3，且基坑每一侧边不宜少于2个。

6.2.6 原位测试宜采用静力触探试验、旁压试验、十字板剪切试验、扁铲侧胀试验和静载荷试验。

6.2.7 取样、室内试验及参数确定要求：

 1 软土试样应采用薄壁取土器采取不扰动试样；

 2 抗剪强度指标室内宜采用三轴试验或直剪快剪试验。压缩系数、先期固结压力、压缩指数、回弹指数、固结系数，可分别采用常规固结试验、高压固结试验等方法确定；

3 软土的力学参数宜采用室内试验、原位测试，结合当地经验确定；有条件时，可根据静载试验、原型监测反分析确定。

6.2.8 软土的岩土工程评价应包括以下内容：

1 判定地基产生失稳和不均匀变形的可能性；工程位于池塘、河岸、边坡附近时，应验算其稳定性；

2 地基承载力应根据室内试验、原位测试和当地经验，结合下列因素综合确定：

1）成层条件、应力历史、结构性、灵敏度等力学特性和排水条件；

2）上部结构的类型、刚度、荷载性质和分布，对不均匀沉降的敏感性；

3）基础类型、尺寸、埋深和刚度等；

4）施工方法、加荷速率对软土性质的影响；

5）已有建筑经验的地区，可以用工程地质类比法确定；

3 建筑物相邻高低层荷载相差较大时，应分析其变形差异和相互影响；地面有大面积堆载时，应分析对相邻建筑物的不利影响；

4 地基沉降计算可采用分层总和法或土的应力历史法，并应根据当地经验进行修正，必要时，应考虑软土的次固结效应；

5 提出基础形式和持力层的建议；上为硬层、下为软层的双层地基应进行下卧层验算。

6.3 填土

6.3.1 填土根据物质组成和堆填方式，可分为素填土、杂填土、冲填土、压实填土。

6.3.2 勘察应包括下列内容：

1 搜集填土前原始地形图等相关资料，调查访问地形和地物的变迁，有无暗浜、暗塘、渗井、废土坑、旧基础及墓穴、空洞等的存在；

2 填土的来源、堆积年限和堆积方式；

3 填土的分布范围、厚度、物质成分、颗粒级配、均匀性、密实性、压缩性和湿陷性等；

4 场地土或水对建筑材料的腐蚀性；地下水迳流、排泄条件，与相邻地表水体的水力联系等。

6.3.3 勘察方法应根据填土性质确定。由粉土、黏性土组成的素填土，可采用钻探取样、轻型钻具与原位测试相结合的方法；含较多粗粒成分的素填土和杂填土，宜采用动力触探、钻探、结合少量探井相结合的方法。

6.3.4 应加密勘探点确定暗埋塘、浜、沟、坑的范围，深度应穿透填土层，且应满足地基评价和地基处理要求。

6.3.5 填土的工程特性指标宜采用下列测试方法确定：

1 填土的均匀性和密实度宜采用触探法为主，并辅以室内试验；

2 填土的压缩性、湿陷性宜采用室内固结试验或现场载荷试验；

3 杂填土的密实度宜采用大容积法；

4 对压实填土，在压实前应测定填料的最优含水量和最大干密度，压实后应测定 其干密度，计算压实系数。

6.3.6 岩土工程评价应符合下列要求：

1 阐明填土的成分、分布和堆积年代，判定地基的均匀性、压缩性和密实度；必要时应按厚度、强度和变形特性分层或分区评价；

2 对于堆积年限较长的素填土、冲填土、以及由建筑垃圾组成的杂填土，当较均匀和较密实时，可作为天然地基；由有机质含量较多的生活垃圾或者有害的工业废料组成的杂填土，不宜作为天然地基；

3 填土地基的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，建在坡上或坡顶以及基础侧旁开挖的建筑物，应评价其稳定性；

4 填土底面的天然坡度大于20%时，应验算其稳定性；

5 处于冲沟中的填土场地，应评价地表水、地下水对场地稳定性的影响。

6.3.7 填土厚度大于20m的高填土地基或者高填方边坡，应进行专门的研究。

6.4 混合土

6.4.1 由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土应定名为混合土。碎石土中粒径小于0.075mm的细粒土质量超过总质量的25%时，定名为粗粒混合土；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，定名为细粒混合土。

6.4.2混合土的勘察应查明下列内容：

1 地形地貌特征，混合土的成因类型、空间分布；

2 物质组成、均匀性及其在水平方向和垂直方向上的变化规律；

3 物理力学性质指标；

4 当地利用混合土作为建筑地基和地基处理的经验。

6.4.3勘探点的间距和勘探孔的深度应满足本规范第4章的要求，勘探点的间距应适当加密。

6.4.4 混合土测试、试验宜采用下列方法：

 1 天然密度宜采用充砂法或充水法测定；

 2 密实度和均匀性宜采用重型动力触探试验；

 3 颗粒级配分析宜采用室内试验结合现场试验进行；

 4 地基承载力和压缩性指标宜采用现场载荷试验；抗剪强度指标宜采用现场剪切试验。

6.4.5 混合土分析评价应包括下列内容：

1 分析混合土与下卧岩土接触面的性质、层面的倾角、倾向，评价混合土地基的稳定性；

2 混合土地基的均匀性；

3 岩土工程特性；

4 边坡稳定性及坡率值建议。

6.5 红黏土

6.5.1 红黏土分为原生红黏土和次生红黏土，颜色为棕红或褐黄，覆盖于碳酸盐岩系之上，液限大于或等于50%的高塑性黏土，应判定为原生红黏土；原生红黏土经搬运、沉积后仍保留其基本特征，且液限大于45%的黏土，可判定为次生红黏土。

6.5.2 岩土工程勘察应着重查明下列内容：

 1 不同地貌单元红黏土的成因、状态、结构、分布、厚度、物质组成、胀缩性、地基的均匀性等特征；

2 下伏基岩岩性、岩面起伏、岩溶发育特征及其与红黏土土性、厚度变化的关系；

3 地表裂缝分布、发育特征及其成因，土体中裂隙的密度、深度、延展方向及其发育规律；

4 地表水和地下水的分布、动态及其与红黏土状态垂向分带的关系，地下水的补给、排泄条件、土洞发育情况；

5 现有建筑物开裂原因分析，搜集当地勘察、设计、施工经验等。

6.5.3 红黏土地区岩土工程勘察手段和要求：

 1 岩土工程勘察宜采用工程地质测绘、钻探、标准贯入试验、动力触探试验、物探、室内试验等手段。对于石芽、溶沟（槽）或土洞发育的场地，宜布置一定数量小麻花钻、轻便动力触探、钎探（孔）点；对于裂隙较发育的场地，宜布置一定数量的探井。

 2 初步勘查阶段，勘探点间距宜取30m～50m；详细勘察阶段，勘探点间距对于均匀地基宜取12m～24m；对不均匀地基宜取6m～12m。对厚度和状态变化大的地段，勘探点间距还可加密。各阶段勘探孔的深度按本规范第4章的有关规定执行。

 3 对不均匀地基，勘探孔深度应达到基岩。溶沟、溶槽、石芽发育、基岩顶面起伏剧烈的不均匀地基、土洞发育或采用基岩面端承桩时，宜进行施工勘察，其勘探点间距和勘探孔深度根据需要确定。

6.5.4 红黏土的室内试验应满足本规范第10章的有关规定，对裂隙发育的红黏土应进行三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验，必要时，可进行收缩试验和复浸水试验；评价红黏土边坡稳定性时，宜进行天然状态和浸水状态的剪切试验以及重复剪切试验。

6.5.5 红黏土的岩土工程分析评价主要包括以下内容：

1 红黏土的状态除按液性指数判定外，尚应按表6.5.5-1判定；

**表6.5.5-1 红黏土的状态分类**

|  |  |
| --- | --- |
| 状态 | 含水比*αw* |
| 坚硬 | *αw*≤0.55 |
| 硬塑 | 0.55＜*αw*≤0.70 |
| 可塑 | 0.70＜*αw*≤0.85 |
| 软塑 | 0.85＜*αw*≤1.00 |
| 流塑 | *αw*＞1.00 |

注：含水比*αw*=*w*/*w*L，根据统计结果，含水比*αw*与液性指数*I*L的关系如下：*α*w=0.45*I*L+0.55。

2 红黏土的结构特征可根据其裂隙发育特征按表6.5.5-2分类；

表6.5.5-2 红黏土结构特征

|  |  |
| --- | --- |
| 土体结构 | 裂隙发育特征 |
| 致密状 | 偶见裂隙（＜1条/m） |
| 巨块状 | 较多裂隙（1～2条/m） |
| 碎块状 | 富裂隙（＞5条/m） |

3 红黏土的复浸水特性可按表6.5.5-3分类；

**表6.5.5-3 红黏土复浸水特性**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | *I*r与*I*/r关系 | 复浸水特性 |
| Ⅰ | *I*r≥*I*/r | 收缩后复浸水膨胀，能恢复到原位 |
| Ⅱ | *I*r＜*I*/r | 收缩后复浸水膨胀，不能恢复到原位 |

注：*I*r ＝*w*L/*w*p，*I*/r＝1.4＋0.0066*w*L。

4 红黏土地基的均匀性可按表6.5.5-4分类；

**表6.5.5-4 红黏土的地基均匀性分类**

|  |  |
| --- | --- |
| 地基均匀性 | 地基压缩层范围内岩土组成 |
| 均匀地基 | 全部由红黏土组成 |
| 不均匀地基 | 由红黏土和岩石组成 |

5 红黏土地基承载力应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的有关规定确定。当基础浅埋、外侧地面倾斜、有临空面或承受较大水平荷载时，应结合以下因素综合考虑确定红黏土的承载力：

1）土体结构和裂隙对承载力的影响；

2）开挖面长时间暴露，裂隙发展和复浸水对土质的影响。

 6 对地裂缝、红黏土胀缩性的影响，基础选型、埋深，以及基坑、基础施工进行分析评价，提出措施建议。

6.5.6 红黏土地区地基基础分析与建议应符合下列要求：

1 建筑物不应跨越地裂缝密集带或深长地裂缝发育地段，否则，必须采取有效措施；

2 轻型建筑物的基础埋深应大于大气影响急剧层深度：炉窑及高温设备的基础应考虑地基土不均匀收缩变形；开挖明渠应考虑土体干湿循环的影响；在石芽出露的地段，应考虑地表水下渗引起的地面变形；

3 存在软弱下卧层时应进行下卧层承载力的验算；不能满足承载力和变形要求时，应建议进行地基处理或采用桩基础。

6.6 膨胀岩土

6.6.1 膨胀岩土是指含有大量亲水性矿物，并且湿度变化时有相应的体积变化，变形受约束时会产生较大内应力的岩土。本节适用于云南省膨胀土地区建筑工程的勘察工作，膨胀土的初判、终判、膨胀潜势及膨胀土分类，应符合现行《云南省膨胀土地区建筑技术规程》（DBJ 53/T-83）的规定。

6.6.2 膨胀土勘察应着重查明下列内容：

1 场区自然地形坡度和微地形、地貌形态，划分地貌单元；

2 膨胀土层的类型、地质时代、成因类型、分布规律及工程特性，确定膨胀潜势及地基胀缩等级；

3 场区滑坡、地裂、岩溶等不良地质作用的发育情况、分布位置及规模；

4 地表水集聚、排泄情况；地下水的类型、埋深、地下水位季节性变化幅度；

5 当地建筑经验和建筑使用状况。

6.6.3 膨胀土地区岩土工程勘察手段和要求：

1 宜采用工程地质测绘和调查、工程钻探、原位测试、室内试验等手段进行勘察。

2 初步勘察阶段，勘探点间距宜取30m～50m，在基岩埋深小于当地大气影响深度且层面起伏较大的地段、滑坡地段应适当加密勘探点；详细勘察阶段，宜沿建筑角点、周边线及高低层交接处布置，间距不应大于20m；

3 勘探点深度自场地整平标高起算，初步勘察阶段，勘探深度应大于大气影响深度，且不应小于5m，在预定深度内遇中风化基岩时可终止勘探；详细勘察阶段，勘探深度应超过大气影响深度，并满足场地地震效应评价、建筑物基础埋深和沉降变形计算的要求；

4 详勘阶段采取原状土试样的勘探点不应少于总数的1/2；对地基基础设计等级为甲级的建筑物，取土勘探点数量应适当增加，且单幢建筑不得少于3个；对同一地貌单元内的密集建筑群，当膨胀土分布较均匀时，取土孔数量可适当减少；

5 采取原状土试样应从场地整平地面标高以下1m开始，在大气影响深度范围内，每米取样1件，土层有明显变化处，宜加取土试样；大气影响深度以下，取样间距可为1.5m～2.0m。

6.6.4 室内土工试验项目除基本物理力学性质试验外，还应包括自由膨胀率试验、50kPa压力下的膨胀率试验、收缩系数试验和膨胀力试验。需作胀缩变形计算的建筑，需要时还应进行不同压力下的膨胀率试验，最大试验压力应大于土的有效自重压力与附加压力之和，并应提供*δeP*-*p*曲线图。

6.6.5 膨胀土地区岩土工程分析评价应包括下列主要内容：

1 膨胀土湿度系数及大气影响深度、大气影响急剧层深度应根据《膨胀土地区建筑技术规范》（GB50112）有关规定测定，当无资料时，可按表6.6.5-1选用；

表6.6.5-1 云南主要膨胀土分布区湿度系数和大气影响深度

| 地区 | 湿度系数*ψW* | 大气影响深度da(m) | 大气影响急剧层深度ds(m) | 地区 | 湿度系数*ψW* | 大气影响深度da(m) | 大气影响急剧层深度ds(m) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 昆明 | 0.74 | 4.8 | 2.2 | 马关 | 0.70 | 4.0 | 1.8 |
| 蒙自 | 0.60 | 5.0 | 2.4 | 曲靖 | 0.82 | 3.8 | 1.7 |
| 个旧 | 0.62 | 5.3 | 2.4 | 沾益 | 0.80 | 3.5 | 1.6 |
| 鸡街 | 0.61 | 5.0 | 2.4 | 陆良 | 0.80 | 3.5 | 1.6 |
| 开远 | 0.61 | 5.0 | 2.4 | 临沧 | 0.70 | 4.0 | 1.8 |
| 建水 | 0.70 | 4.0 | 1.8 | 保山 | 0.65 | 4.5 | 2.1 |
| 弥勒 | 0.65 | 4.5 | 2.1 | 宾川 | 0.65 | 4.5 | 2.1 |
| 文山 | 0.70 | 4.0 | 1.8 | 楚雄 | 0.70 | 4.0 | 1.8 |
| 砚山 | 0.70 | 4.0 | 1.8 | 华宁 | 0.80 | 3.5 | 1.6 |
| 富宁 | 0.80 | 3.5 | 1.6 | 元江 | 0.65 | 4.5 | 2.1 |
| 广南 | 0.80 | 3.5 | 1.6 | 昭通 | 0.81 | 3.6 | 1.7 |
| 丘北 | 0.80 | 3.5 | 1.6 |  |  |  |  |

2 膨胀土地基的胀缩等级可根据膨胀土湿度系数和地基分级变形量（*Sc*）按表6.6.5-2确定；

表6.6.5-2 云南膨胀土地基的胀缩等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  胀缩等级地基分级变形量 　 *Sc*（mm）湿度系数 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 0.85＜*ψW*≤0.90 | 15≤*Sc*＜80 | 80≤*Sc*＜130 | *Sc*≥130 |
| 0.75＜*ψW*≤0.85 | 15≤*Sc*＜60 | 60≤*Sc*＜110 | *Sc*≥110 |
| 0.65＜*ψW*≤0.75 | 15≤*Sc*＜40 | 40≤*Sc*＜90 | *Sc*≥90 |
| *ψW*≤0.65 | 15≤*Sc*＜35 | 35≤*Sc*＜70 | *Sc*≥70 |

注：当地基分级变形量*Sc* ＜15mm时，可按一般地基设计。

3 具有下列条件之一者为不利场地：

1）地形坡度大于等于5°的坡地或同一建筑物范围内局部地形高差大于1m的场地；距冲沟、坡肩10m以内的坡顶地段；

2）严重地裂通过地段、古滑坡地段、浅埋岩溶地段和不稳定边坡地段；

3）膨胀土层分布厚度不均匀或同一建筑跨越两个地基胀缩等级的地段；

4）基岩埋深小于当地大气影响深度且岩面倾斜，顶板上有上层滞水或软塑状态土层分布的地段；

5）常年地下水位变化较大的地段和判定桉树及银桦树对建筑物有影响的地段；

4 凡不属第3款条件的场地均为一般场地；

5 膨胀土地基承载力特征值的确定，应符合下列要求：

1）荷载较大的重要建筑物，采用膨胀土作为天然地基持力层时，地基承载力特征值宜采用现场浸水载荷试验确定；

2）荷载较小的一般建筑物，可根据膨胀土类型、标准贯入试验、旁压试验结果，并结合当地经验确定；

6对膨胀土胀缩性的影响，基础选型、埋深，以及基坑、基础施工进行分析评价，提出措施建议。

6.6.6 伊利石含量大于20%的黏土岩、页岩、泥质砂岩可判别为膨胀岩。

6.6.7 膨胀岩特性指标可参照表6.6.7，分为典型的膨胀性软岩和一般的膨胀性软岩。

表6.6.7 膨胀岩特性指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标分类 | 蒙脱石含量（%） | 单轴抗压强度（MPa） | 软化系数 | 膨胀压力（MPa） | 体膨胀量（%） | 自由膨胀率（%） | 围岩强度化 | 小于2*μm*的含量（%） |
| 典型的膨胀性软岩 | ≥50 | ≤5 | ≤0.5 | ≥0.15 | ≥3 | ≥30 | ≤1 | ＞30 |
| 一般的膨胀性软岩 | ≥10 | ＞5，≤30 | ＜0.6 | ≥0.10 | ≥2 | ≥25 | ≤2 | ＞15 |

6.7 风化岩和残积土

6.7.1 岩石在风化营力作用下，其结构、成分和性质已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过搬运时，应定名为残积土。

6.7.2 风化岩和残积土勘察应着重查明下列内容：

1 地形地貌、地质构造，地层结构、地层岩性、岩体结构面发育情况；

2 岩石的风化程度、风化带空间分布；

3 岩土的均匀性和岩石中岩脉、球状风化体，破碎带和软弱夹层的发育情况；

4 岩土的软化性、膨胀性、崩解性特征；

5 地下水的类型、埋深、水位、补给排泄条件，富水性与透水性特征；

6 地基均匀性。

6.7.3 风化岩和残积土勘察应符合下列要求：

1 应采用工程地质测绘、钻探、探井、原位测试等综合勘察方法，宜有一定数量的探井；

2 在地貌单元的边界、地层接触线、基岩露头、地下水出露点、不良地质地段应布置工程地质测绘点；

3 钻探、探井等勘探点的间距应取本规范第4章规定的小值，且在不同地质单元、起伏变化大的基岩面与风化残积面应布置勘探点；

4 钻孔深度依据建筑物的基础形式确定，孔深不应小于基础底面以下5m，且应满足场地稳定性评价要求；

5 风化带的划分宜采用钻孔波速测试和探井等勘察手段。

6.7.4 风化岩和残积土勘察原位测试、取样、试验应符合下列要求：

 1 宜采用动力触探、标准贯入试验、波速测试、载荷试验等相结合的方法进行；

 2 地基承载力和变形模量宜采用载荷试验确定；也可根据标准贯入试验等原位测试资料结合已有成熟经验确定；

 3 风化岩的抗剪强度指标确定宜以现场原位剪切试验为主，室内试验试样宜采用双重管、三重管取土器或探井中采取，每一风化层不应少于3组；

 4 呈土状的风化岩和残积土可按土工试验要求进行，必要时应进行软化性、膨胀性、崩解性或湿化试验；

 5 对花岗岩残积土，应测定其中细粒土的天然含水量、塑限、液限，必要时，还应做压缩系数、渗透系数试验。

6.7.5 风化岩和残积土的岩土工程应重点评价下列内容：

1 风化岩和残积土的工程特性；

2 分析评价软化性、膨胀性、崩解性对地基基础的影响，并提出相应的建议；

3 地基均匀性及场地稳定性评价，提出相应的防治建议。

6.8 软岩及其残积土

6.8.1 饱和单轴抗压强度不大于15MPa的岩石应定为软岩，饱和单轴抗压强度不大于5MPa的岩石应定为极软岩。由其风化后残留在原地的碎屑堆积物形成的土应定为软岩残积土。

6.8.2 软岩及其残积土勘察应着重查明下列内容：

1 地形地貌、地质构造，地层结构、地层岩性、岩体结构面发育情况；

2 岩石的风化程度、风化带空间分布；

3 岩土的均匀性、软硬互层、破碎带和软弱夹层的发育情况；

4 岩土的软化性、膨胀性、崩解性、溶蚀性特征；

5 地下水的类型、埋深、水位、补给排泄条件，渗透性特征；

6 地基均匀性。

6.8.3 软岩及其残积土勘察应符合下列要求：

1 应采用工程地质测绘、钻探、探井、原位测试等综合勘察方法；

2 在地貌单元的边界、地层接触线、基岩露头、地下水出露点、不良地质地段应布置工程地质测绘点；

3 钻探、探井等勘探点的间距应符合本规范第4章规定；

4 钻孔深度依据建筑物的基础形式确定，孔深不应小于基础底面以下5m，且应满足场地稳定性评价要求。

6.8.4 软岩及其残积土勘察原位测试、取样、试验应符合以下要求：

 1 宜采用动力触探、标准贯入试验、波速测试、载荷试验等相结合的方法进行；

 2 地基承载力和变形模量宜采用载荷试验确定；也可根据标准贯入试验等原位测试资料结合已有成熟经验确定；

 3 软岩的抗剪强度指标确定宜以现场原位剪切试验为主，室内试验试样宜采用双重管、三重管取土器或探井中采取，每一风化层不应少于3组；

 4 呈土状的软岩和残积土可按土工试验要求进行，必要时应进行软化性、膨胀性、崩解性、易溶盐或湿化试验。

6.8.5 软岩及其残积土的岩土工程应着重评价下列内容：

1 软岩和残积土的工程特性；

2 分析评价软化性、膨胀性、崩解性、溶蚀性对地基基础的影响，并提出相应的建议；

3 分析评价软硬互层对场地的影响，对地基均匀性、场地及边坡稳定性进行评价，提出相应的防治建议。

6.9 喷出岩及其残积土

6.9.1 由岩浆喷出或者溢流到地表，[冷凝](http://baike.baidu.com/view/876410.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)形成的岩石应定为喷出岩，由其风化后残留在原地的碎屑堆积物形成的土应定为喷出岩残积土。

6.9.2 勘察宜针对滇西等特定区域性分布的喷出岩及其残积土在工程特性方面的特殊性进行专门研究。

6.9.3 喷出岩及其残积土勘察应着重查明如下内容：

1 地形地貌特征及地质构造发育情况；

2 岩土体的分布特征；

3 岩层的形成时代、成分、与其特性相关的地质背景；

4 不良地质作用及场地稳定性；

5 场地水文地质条件；

6 查明残积土的物理力学性质及其在含水量变化或水的作用下物理力学性质的变化特征；

7 查明岩体的结构构造、风化程度、结构面发育特征、物理力学性质、水理性质。

6.9.4 勘察应符合下列要求：

1 宜采用工程地质测绘、钻探、探井或探槽、工程物探、原位测试、原位试验及室内试验等多种方法进行；

2 滇西喷出岩及其残积土勘察，宜根据其物理力学特性在地域上的特殊性方面，采取有针对性的勘察手段；

3 勘探点间距除应符合本规范第4章规定外，尚应满足查明区域性分布的特定岩土体工程特性的需要；

4 钻孔深度依据建筑物的基础型式确定，孔深不应小于基础底面以下5m，且应满足场地稳定性评价要求；

5 对于区域特性较强且类似勘察经验较少的喷出岩及其残积土，宜进行施工勘察。

6.9.5 当室内试验难以准确获得所需物理力学指标时，应加强原位测试与试验。喷出岩及其残积土的原位试验、样品采取与室内试验应根据查明岩土体物理力学特性的需要进行布置，并应符合下列要求：

1 残积土中应进行标准贯入试验，当土层为混合土或碎石土时，尚应进行动力触探试验；

2 当选用残积土作持力层时，为获得残积土地基承载力及变形特征，宜进行天然及浸水状态下的原位载荷试验；

3 当室内试验无法准确获得残积土的抗剪强度指标时，宜进行天然及浸水状态下的现场剪切试验；

4 风化软岩或碎裂岩中，宜进行重型动力触探试验；

5 对于风化程度较深的岩体，当无法取样进行室内试验时，应进行现场载荷试验；

6 对与地基基础工程关系密切的大孔隙岩体应进行原位载荷试验；

7 对风化岩边坡工程，应进行现场剪切试验。当结构面对场地或建筑边坡稳定性起控制作用时，现场剪切试验应能满足获得天然和饱和状态下结构面强度的需要；

8 当残积土具有胀缩性时，宜参照膨胀土勘察要求采取土样进行室内试验；

9 喷出岩及其残积土的室内剪切试验及岩石的抗压强度试验，宜分别进行天然和浸水饱和状态下的试验；

10 当基坑工程需要时，应进行抽水试验。当基坑工程范围内存在大孔隙喷出岩时，应进行分层抽水试验；

11 必要时，宜针对岩土软化性、崩解性、触变性及灵敏度方面进行相关试验。

6.9.6 喷出岩及其残积土岩土工程评价内容及方法应满足下列要求：

1 评价场地稳定性进；

2 对工程地质、水文地质条件进行分析评价，并对建筑地基均匀性进行评价；

3 当残积土具有胀缩性时，宜参照相关规范对其胀缩特性进行分析评价；

4 当存在建筑边坡或建筑基坑时，应对边坡和基坑工程进行分析评价；

5 结合原位测试、室内试验及区域性经验，经综合分析，提出岩土物理力学指标建议值；

6 对地基基础工程、基坑或边坡工程以及不良地质作用处理提出建议。

6.10 污染土

6.10.1 由于致污物质的侵入，使土的成分、结构和性质发生了显著变异的土，应判定为污染土。污染土的定名可在原分类名称前冠以“污染”二字。

6.10.2 本节适用于工业污染土、尾矿污染土和垃圾填埋场渗滤液污染土的勘察，不适用于核污染土的勘察。污染土对环境影响的评价应根据任务要求进行。

6.10.3 污染土场地和地基包括已受污染的已建与拟建场地和地基、可能受污染的已建与拟建场地和地基四类。污染土场地和地基的勘察应查明下列内容：

1 污染土平面范围、深度及污染程度；

2 污染土的物理力学性质和化学成分等；

3 污染源、污染物及其化学成分、污染途径、污染史等；

4 污染土和水对金属和混凝土的腐蚀性；

5 地下水的分布、运动规律及其与污染作用的关系。

6.10.4 污染土勘察宜分初步勘察和详细勘察两个阶段，条件简单时，可直接进行详细勘察。污染土的勘察方法应符合下列要求：

1 应采用工程地质与水文地质测绘、钻探、探井、原位测试、室内试验等综合勘察方法；

2 污染土的勘探点和采取试样间距应按污染程度确定，近污染源处宜密，远污染源处宜疏；深度应穿透污染土，宜全孔连续采取试样，取土间距不宜大于1m；

3 当有地下水时，应在勘探孔的不同深度采取水试样，在取样过程中应采取隔水措施，防止上层水对下层水的污染；

4 当缺乏地区建筑经验时，污染土的承载力特征值宜采用载荷试验和其它原位测试方法确定；

5 钻探施工严禁送水钻进，地下水位以下宜采取跟管钻进。

6.10.5 室内试验应包括下列内容：

1 污染土和水的化学成分；

2 污染土物理力学性质、胀缩性、易溶盐、湿陷性，污染物化学成分和含量，必要时做土的显微结构鉴定。

3 水和土的腐蚀性分析。

4 不同污染程度污染土与非污染土的对比试验。

5 必要时应进行专项的研究性试验。

6.10.6 对污染土的勘探测试，当污染物对人体健康有害或对机具仪器有腐蚀性时，应采取必要的防护措施。

6.10.7 污染土的岩土工程勘察报告应重点分析评价下列内容：

1 划分污染程度，并进行分区、分带；

2 污染土的变化特征和发展趋势；

3 污染土物理力学性质，污染对土的工程特性影响程度；

4 污染土、水对建筑材料的腐蚀性和对环境的影响；

5 提出防治污染和污染土处理建议。

6.10.8 污染对土的工程特性影响程度可按表6.10.8划分。根据工程具体情况，可采用强度、变形、渗透等工程特性指标进行综合评价。

表6.10.8 污染对土的工程特性影响程度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 影响程度 | 轻微 | 中等 | 大 |
| 工程特性指标变化率（%） | ＜10 | 10～30 | ＞30 |

6.10.9 污染土和水对环境影响的评价应结合工程具体要求进行，无明确要求时可按现行国际标准《土壤环境质量标准》（GB15618）、《地下水质量标准》（GB/T14848）和《地表水环境质量标准》（GB3838）进行评价，提出治理和修复措施建议。

6.11 流泥

6.11.1 天然含水率*w*≥85％、孔隙比*e*≥2.4的流动性淤泥应定为流泥。

6.11.2流泥场地勘察应重点查明下列内容：

1 成因类型、厚度、分布规律；

2 地表硬壳层的分布与厚度、下伏硬土层或基岩的埋深与起伏；

3 地貌形态和暗藏的塘、浜、沟、坑、穴的分布、埋深、回填土及溢出气体；

5 流泥对开挖、回填、支护、工程降水、打桩、沉井等的影响，以及周边工程扰动对流泥的影响。

6.11.3 勘察宜采用钻探与原位测试相结合的手段。勘探点布置应按复杂场地确定，间距宜为10m～15m。当土层变化较大或有暗埋的塘、浜、河、沟、坑、穴时应予加密。

6.11.4 取样应采用薄壁取土器压入采取；原位测试宜采用静力触探试验、十字板剪切试验和螺旋板载荷试验。

6.11.5 室内试验应进行常规试验确定物理性质指标，有条件时，宜进行流泥土的先期固结压力、压缩指数、固结系数等，抗剪强度指标宜采用三轴试验、无侧限抗剪强度试验确定。

6.11.6 流泥岩土工程评价应重点评价下列内容：

1 场地和地基稳定性；

2 根据室内试验、原位测试和当地经验综合确定地基承载力和变形指标：

3 震陷、固结沉降、灵敏度特性；

4 场地及周边工程建设的影响；

5 提出流泥的处置建议。

7 场地与地基的地震效应

7.1 一般规定

7.1.1 抗震设防烈度6度及以上地区的岩土工程勘察，应对场地与地基的地震效应进行评价。根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306）和《建筑抗震设计规范》（GB 50011）提出有关地震影响设计参数。

7.1.2 查明距建设场地10km范围内是否存在发震断裂，并明确与场地间的距离；场地内存在发震断裂时，应按《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的要求评价断裂对工程的影响。

7.1.3 应根据工程需要和地震活动情况、工程地质和地震地质的有关资料，综合评价场地的抗震性能，并按《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定划分对建筑抗震有利、一般、不利和危险地段。对不利地段，应提出避开要求；当无法避开时应建议采取有效的措施。当场地位于抗震危险地段时，应根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的要求提出专门研究的建议。

7.1.4 地基为软弱黏性土、液化土、新近填土或严重不均匀土时，应根据地震时地基不均匀沉降和其它不利影响，提出采取相应措施的建议。

7.1.5 山区建筑场地勘察，应有边坡地震稳定性评价和防治方案的建议，勘察资料应满足边坡工程设计的需要。

7.1.6 当场地或场地附近存在滑坡、崩塌、泥石流、塌陷、采空区等地质灾害或不良地质作用时，应进行专门勘察，分析评价地震作用时场地和地基的稳定性。

7.1.7建筑的场地类别，应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度按《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定划分。

7.1.8 对需要采用时程分析法补充计算的建筑，应根据设计要求提供土层剖面、场地覆盖层厚度和有关的动力参数。任务需要时，可进行地震安全性评估或抗震设防区划。

7.1.9 抗震设防烈度等于或大于7度的厚层软土分布区，宜判别软土震陷的可能性和估算震陷量。

7.2 液化判别

7.2.1 场地处于抗震设防烈度等于或大于7度区时，应进行饱和砂土和饱和粉土的液化判别。抗震设防烈度为6度时，可不进行液化判别，但对沉陷敏感的乙类建筑，可按7度进行液化判别。甲类建筑应进行专门的液化勘察。

7.2.2 场地地震液化判别应先进行初步类别，当初步判别认为有液化可能时，应作进一步判别。液化的判别宜采用多种方法，综合判定液化可能性和液化等级。

7.2.3 液化初步判别除按现行国家有关抗震规范执行外，尚宜综合分析评价下列内容：

1 分析场地地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件；

2 当场地及其附近存在历史地震液化遗迹时，宜分析液化重复发生的可能性；

7.2.4 地震液化的进一步判别应在地面以下15m的深度范围内进行；对于桩基和基础埋深大于5m的天然地基，判别深度应加深至20m。为判别液化而布置的勘探点不应少于3个，勘探孔深度应大于液化判别深度。

7.2.5 地震液化的进一步判别，除应按《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定执行外，尚可采用其他成熟方法进行综合判别。

7.2.6 当采用标准贯入试验法进行液化判别时，应按每个孔的实测击数进行。需作判定的土层中，标准贯入试验点的竖向间距宜取1.0m~1.5m，每层土的试验点数不宜少于6个。

7.2.7 地震液化判别时，地下水位应取历史最高水位和工程建成后可能遇到的最高水位中的大值。

7.2.8 凡判别为可液化的场地，应按《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定确定其液化指数和液化等级。勘察报告除应阐明可液化的土层、各孔的液化指数外，尚应根据各孔的液化指数综合确定场地的液化等级。

7.2.9 倾斜场地或液化层倾向水面或临空面时，应评价液化引起土层滑移的可能性。

7.3 活动断裂

7.3.1  第四纪晚更新世（Q3，距今约15万年）以来有过活动，未来仍可能活动的断裂应定为活动断裂。抗震设防烈度大于或等于7度的重大工程场地应进行活动断裂勘察。

**7.3.2**  活动断裂的地震工程分类应符合下列规定：

1 在全新世（Q4，距今约1万年）内有过地震活动、地表或近地表有过活动迹象、近期正在活动，或将来100年内预测可能继续活动的断裂，应定为全新世活动断裂；

2 一万年以前活动过，一万年以来没有发生过活动的断裂可定为非全新世活动断裂；

3 全新世活动断裂中，近期（近500年来）发生过地震震级M≥5级的断裂，或在今后100年内预测可能发生地震震级M≥5级的断裂应定为发震断裂。

**7.3.3** 勘察范围应包括建筑场地所在区域及其邻近敏感区内的断裂。当敏感区外的近场区范围内存在发震断裂时，应当予以查明。

**7.3.4** 重大工程的断裂勘察应包括下列地段：

1 全新世活动深大断裂带：

1）两组或两组以上全新世活动断裂的交汇或汇而不交的部位；

2）全新世活动断裂的拐弯或突出部位；

3）全新世活动断裂端点及断面上不平滑处；

4）发生过破坏性地震的地段。

2 新断陷盆地：

1）断陷盆地较深、较陡一侧的全新世活动断裂带，尤其是断距最大的地段；

2）断陷盆地内部的次一级盆地之间或横向断裂所控制的隆起两侧；

3）断陷盆地内多组全新世活动断裂的交汇部位；

4）断陷盆地的端部，尤其是多角形盆地的锐角区；

5）复合断陷盆地中的次级凹陷处等。

**7.3.5** 勘察应重点查明如下内容：

1 断裂的分布及其基本特征；

2 断裂的活动特征及其最新活动时代；

3 场地的覆盖层厚度；

4 地震活动可能产生的次生灾害源。

**7.3.6** 勘察宜采用如下手段：

1 收集资料，主要包括：区内历史地震与震害记载、地震地质报告或卫星影像及航空图片、区域构造体系图或地质图、主要构造带及强震震中分布图、地震区带分布图、地应力及地形变资料等；

2 采用工程地质测绘与调查并结合遥感等影像资料解译，重点调查如下内容：

1）与断裂有关的地形地貌特征，包括：山区、高原不断上升剥蚀或有长距离的平滑分界线；非岩性影响的陡坡、峭壁、深切的直线形河谷，一系列滑坡、崩塌和山前叠置的洪积扇；定向断续线形分布的残丘、洼地、沼泽、湖泊、跌水、泉流等；水系定向展布或同向扭曲错动等；

2）与断裂活动有关的地质迹象，包括：近期断裂活动留下的第四系地层位移错动、地下水活动 异常和地表植被的不同特征；断层带中的破碎和胶结特征等。必要时，对深色物质宜采用放射性碳14(C14)法、非深色物质宜采用热释光法、电子自旋共振法或铀系法，测定已错断层位和未错断层位的地质年龄，并确定断裂活动的最新时限；

3）与断裂活动有关的地震迹象，包括：地震断层、地裂缝、崩塌、滑坡、地震湖、河流改道和

 砂土液化等；

3 当场地内或拟建建筑避让距离范围内存在隐伏断裂时，应采取适当的工程物探等手段、必要时辅以钻探进行验证来查明断裂的分布及场地覆盖层厚度。

**7.3.7** 活动断裂的分析评价应符合下列要求：

1 划分断裂活动时代，明确其是否是全新世活动断裂及发震断裂，并按表7.2.7对断裂进行活动性分级：

表7.2.7  全新世活动断裂分级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指标断裂分级 | 活动性 | 平均活动速率υ(mm/a) | 历史地震震级M |
| Ⅰ | 强烈全新世活动断裂 | 中晚更新世以来有活动，全新世活动强烈 | υ＞1 | M≥7 |
| Ⅱ | 中等全新世活动断裂 | 中晚更新世以来有活动，全新世活动较强烈 | 1＞υ＞0.1 | 7＞M≥6 |
| Ⅲ | 微弱全新世活动断裂 | 全新世有微弱活动 | υ＜0.1 | M＜6 |

2 评价全新世活动断裂、发震断裂的地震效应，应包括以下内容：

1）对场地稳定性的影响。主要应包括断裂对岩土体结构及其强度的破坏、断层壁形成的高陡临空面所产生的不利影响、断裂活动对斜坡场地稳定性的不利影响等；

2）对建筑物的影响。当断裂两侧只有微量匀错或蠕动且无有感地震时，可按静力作用下地基产生的微小相对位移评价，否则应按现行《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的有关规定进行评价。当断裂的覆盖层厚度不能满足有关要求时，应分析断裂错动对地面建筑物的危险程度；

3）断裂活动的伴生或次生灾害。除软土震陷、地基土液化外，尚应分析评价崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝致灾的可能性及其危害。

**7.3.8** 断裂的处理建议应符合下列要求：

1 当场地内存在发震断裂时，对符合下列规定之一的，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响：

1）抗震设防烈度小于8度；

2）抗震设防烈度为8度和9度时，隐伏断裂的土层覆盖层厚度分别大于60m和90m；

2 对于不符合上一款规定的，应避开主断裂带，其避让距离不宜小于表7.3.8的规定。在避让距离范围内确有需要建造分散的、低于三层的丙、丁类建筑时，应提高一度采取抗震措施，并提高基础和上部结构的整体抗震性能，且不得跨越断裂线。

**表7.3.8 发震断裂的最小避让距离（m）**

|  |  |
| --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 建筑抗震设防类别 |
| 甲 | 乙 | 丙 | 丁 |
| 8 | 专门研究 | 200 | 100 | —— |
| 9 | 专门研究 | 400 | 200 | —— |

3 当断裂破碎带发育时，宜按不均匀地基处理。

8 地下水

8.1 地下水的勘察要求

8.1.1 地下水应查明以下内容：

1 地下水的类型和赋存状态；

2 主要含水层分布规律；

3 补迳排条件；

4 勘察时地下水位，调查了解历史最高、最低地下水位及近3年～5年水位变化趋势，并分析评价主要影响因素；

5 是否存在对地下水和地表水的污染源及其可能的污染程度。

8.1.2 缺乏常年地下水位监测资料的地区，在高层建筑或重大工程初步勘察时，宜设置长期观测孔，对有关层位的地下水进行长期观测。

8.1.3 对高层建筑或重大工程，当水文地质条件对地基评价、基础抗浮和工程降水有重大影响时，宜进行专门的水文地质勘察。

8.1.4 专门的水文地质勘察应符合下列要求：

1 查明含水层和隔水层的埋藏条件、地下水类型、流向、水位及变化幅度，当场地有多层对工程有影响的地下水时，应分层量测地下水位，并查明互相之间的水力联系；

2 查明场地地质条件对地下水赋存和渗流状态的影响，必要时应设置观测孔，或在不同深度处埋设孔隙水压力计，量测压力水头随深度的变化；

3 通过现场试验，测定地层渗透系数等水文地质参数。

8.1.5 水试样的采取和试验应符合下列规定：

1 水试样应能代表天然条件下的水质情况；

2 水试样的采取每个场地不应少于2件；

3 水试样应及时试验，清洁水放置时间不宜超过72小时，稍受污染的水不宜超过48小时，受污染的水不宜超过12小时；

4 水对混凝土结构腐蚀性试验项目包括pH值、Ca2+、Mg2+、Cl-、SO42-、HCO3-、CO32-、侵蚀性CO2、游离CO2、NH4+、OH-、总矿化度。

8.2 水文地质参数的测定

8.2.1 水文地质参数的测定方法可按表8.2.1选用。

表8.2.1 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、导水系数 | 抽水试验、注水试验、压水试验、室内渗透试验 |
| 给水度、释水系数 | 单孔抽水试验、非稳定流抽水试验、地下水位长期观测、室内试验 |
| 越流系数、越流因数 | 多孔抽水试验（稳定流或非稳定流） |
| 单位吸水率 | 注水试验、压水试验 |
| 毛细水上升高度 | 试坑观测、室内试验 |

8.2.2 地下水位的量测应符合下列规定：

1 勘察时应量测初见水位和稳定水位；

2 对工程有影响的多层含水层的水位应分层量测；

3 处于山地斜坡区的工程场地，应在勘察期间增加水位观测次数，并根据地形地貌、地下水补迳排条件、单元侵蚀基准面等因素判定地下水位；

8.2.3 稳定水位量测间隔时间根据地层的渗透性确定：

1 砂土和碎石土不得少于0.5小时；

2 粉土不得少于8小时；

3 黏性土不得少于24小时；

4 勘察结束后宜统一量测稳定水位，精度不得低于±2cm。

8.2.4 地下水流向测定：

1 可采用几何法，量测点不应少于3个呈三角形分布的测孔或测井；

2 测点间距按岩土的的渗透性、水力梯度和地形坡度确定，宜为50m～100m；

3 应同时量测各测孔或测井内水位，确定地下水流向。

8.2.5 地下水流速的测定可采用指示剂法或充电法。

8.2.6 抽水试验应符合下列规定：

1 方法可按表8.2.6选用；

表8.2.6 抽水试验方法

|  |  |
| --- | --- |
| 试验方法 | 适用范围 |
| 钻孔或探井简易抽水 | 粗略估算弱含水层的渗透系数 |
| 不带观测孔抽水 | 初步测定含水层的渗透系数 |
| 带观测孔抽水 | 较准确测定含水层的各种参数 |

2 抽水试验宜3次降深，最大降深应接近工程设计所需的地下水位降深的标高；

3 水位量测应采用同一方法和仪器，抽水孔水位读数精确至0.1cm，观测孔水为读数精确至0.1mm；

4 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范围内波动，没有持续上升和下降时，可认为已经稳定；

5 抽水结束后应量测恢复水位。

8.2.7 渗水试验和注水试验可在试坑或钻孔中进行，砂土和粉土可采用试坑单环法，黏性土可采用试坑双环法，试验深度较大时可采用钻孔法。

8.2.8 压水试验应根据工程需要，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，及时绘制压力与压入水量的关系曲线，计算试验段的透水率，确定*p*-*Q*曲线的类型。

8.2.9 孔隙水压力测定方法可按表8.2.9确定。

表8.2.9 孔隙水压力测定方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测定方法 | 仪器类型 | 适用条件 |
| 将带有过滤器测压管打入土层，直接在管内量测 | 测压计式 | 立管式测压计 | 渗透系数大于10-4cm/s的均匀孔隙含水层 |
| 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 | 水压式测压计 | 渗透系数低的土层，量测由潮汐涨落、挖方引起的压力变化 |
| 孔压通过透水石传导至膜片，引起挠度变化，诱发电阻片或钢铉变化，用接收仪测定 | 电测式测压计（电阻应变式、钢铉应变式） | 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 | 气动测压计 | 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 | 孔压静力触探仪 | 各种土层 |

8.3 地下水作用的评价

8.3.1 岩土工程勘察应评价地下水的作用和影响，并提出防治措施和建议。

8.3.2 地下水力学作用的评价应包括下列内容：

1 对基础、地下结构物和挡土墙，应考虑在最不利组合情况下，地下水对结构物的上浮作用。有渗流时，地下水的水头和作用宜通过渗流计算进行分析评价；

2 应分析评价地下水对挖填方边坡工程的不利影响；

3 在地下水位下降的影响范围内，应分析引起地面沉降及其对工程的影响；当地下水位回升时，应分析可能引起的回弹和附加的浮托力；

4 当墙背填土为粉砂、粉土或黏性土，验算支挡结构物的稳定时，应根据不同排水条件评价地下水压力对支挡结构物的作用；

5 因水头压差而产生自下向上的渗流时，应评价产生潜蚀、流土、管涌的可能性；

6 在地下水位下开挖基坑或地下工程时，应分析评价降水或截水措施的可行性及其对基坑稳定和周边环境的影响；

7 工程降水的可行性及其影响。

8.3.3 地下水的物理、化学作用的评价应包括下列内容：

1 地下水位以下的工程结构，应评价地下水对混凝土、金属材料的腐蚀性，评价方法按《岩土工程勘察规范》（GB50021）执行；

2 对软质岩石、强风化岩石、残积土、湿陷性土、膨胀岩土和盐渍岩土，应评价地下水的聚集和散失所产生的软化、崩解、湿陷、胀缩和潜蚀等作用；

3 在冻土地区，应评价地下水对土的冻胀和融陷的影响。

8.4 抗浮设防水位

8.4.1 抗浮设防水位的确定宜符合下列规定：

1 宜取地下室施工期间及全寿命使用周期内可能遇到的最高水位。

1）应根据场地所在地貌单元、地层结构、地下水类型、各层地下水水位及其变化幅度和地下水补给、迳流、排泄条件等因素，并考虑可预计的后期周边工程活动的影响后综合确定；

2）有地下水长期水位观测资料时，应根据实测最高水位，并考虑地下室使用期间周边环境可能发生的变化，按当地经验修正后确定；

2 施工期间的抗浮设防水位可按勘察时实测的场地最高水位，根据季节变化导致地下水位可能升降的因素，以及结构自重和上覆土重尚未施加时，浮力对地下结构的不利影响等因素综合确定；

3 场地具多种类型地下水，若相对隔水层处于饱和状态、各层地下水有水力联系时，宜按各层水的混合最高水位确定；

4 地下结构临近江、湖、河、海等地表水体，且与本场地地下水有水力联系时，可按地表水体百年一遇高水位及其波浪雍高，结合地下排水管网等情况，并根据当地经验综合确定；

5 城市中的低洼地区，应根据特大暴雨期间可能形成街道被淹的情况确定；地下水位较高、地基土处于饱和状态的地区，抗浮设防水位可取室外地坪高程。

8.4.2 建设场地处于斜坡地带且高差较大或者地下水赋存条件复杂、变化幅度大、地下室使用期间区域性补给、迳流和排泄条件可能有较大改变或工程需要时，应进行专门论证，提供抗浮设防水位的专项咨询报告。

8.4.3 地下室抗浮评价应包括下列基本内容：

1 分析提出合理的抗浮设防水位；

2 根据抗浮设防水位，结合地下室埋深、结构自重等情况，提出合理的抗浮措施建议；

3 采取桩、锚等抗浮措施的工程，应提供桩、锚极限侧阻力和岩土层抗拔系数等设计计算参数的建议值。

9 原位测试

9.1 一般规定

9.1.1 岩土工程勘察应根据地层岩性布置适宜的原位测试工作。

9.1.2 原位测试方法应根据工程性质、岩土条件、设计要求、地区经验和测试方法的适用性等因素综合选用。取样困难或室内试验难以获取需要的岩土参数时，应加强原位测试工作。

9.1.3 根据原位测试成果，利用地区性经验估算岩土工程特征参数和对岩土工程问题进行评价时，应与室内试验和工程反演计算参数作对比，检验其可靠性。

9.1.4 原位测试的仪器设备应定期检校、标定，操作流程应执行现行相关标准、测试规程。

9.1.5 波速和地脉动测试设备和仪器应符合《地基动力特性测试规范》（GB/T50269）要求。

9.1.6 分析整理原位测试成果资料时，应考虑仪器设备、试验条件、试验方法等对试验结果的影响，结合地层条件，剔除异常数据。

9.2 载荷试验

9.2.1 载荷试验可用于测定承压板下应力主要影响范围内岩土的承载力和变形模量，分为浅层平板载荷试验、深层平板载荷试验和螺旋板载荷试验。适用范围分别为：

1 浅层平板载荷试验适用于浅层地基；

2 深层平板载荷试验适用于埋深大于或等于5m的深层地基岩土和大直径桩的桩端岩土；

3 螺旋板载荷试验适用于深层地基土或地下水位以下的地基土。

9.2.2 载荷试验点布置应具有代表性，每个场地同一持力层不宜少于3个试验点，当岩土体不均匀时，试验点数量宜适当增加。浅层平板载荷试验应布置在基础底面标高处。

9.2.3载荷试验的技术要求应符合下列规定：

1 平板载荷试验宜采用刚性圆形承压板，可根据岩土的软硬程度或岩体裂隙密度选择合适的尺寸；

1）土的浅层平板载荷试验的承压板面积不宜小于0.25m2，对软土和粒径较大的土不应小于0.5m2，土的深层平板载荷试验的承压板面积宜选用0.5m2；

2）岩石载荷试验承压板的面积不宜小于0.07m2；

3）螺旋板载荷试验应采用标准螺旋形承压板，其规格可根据土层情况选用；

 2 浅层平板载荷试验的试坑宽度或直径不应小于承压板宽度或直径的3倍，基准梁应设置在试坑之外；深层平板载荷试验的试井直径应等于或稍大于承压板直径，并应有相应的安全防护措施；试井直径大于承压板直径时，试井直径不宜过大，且紧靠承压板周围土的高度不应小于承压板的直径；

3 试坑或试井底的岩土应避免扰动，尽可能保持其原状结构和天然湿度，并在承压板下铺设不超过20mm的砂垫层找平；螺旋板载荷试验螺旋板头应保持竖直下旋，每旋转一周板头应下旋一个螺距，板头旋至试验深度后，应静止不少于5min后方可进行试验；

4 载荷试验加荷方式应采用分级维持荷载沉降相对稳定法（常规慢速法）；有经验的地区也可采用分级加荷沉降非稳定法（快速法）。加荷等级宜取10级~12级，并不应少于8级，浅层平板载荷试验最大加载量不应小于设计要求的2倍。深层平板载荷试验加荷等级宜取10级~15级。荷载量测精度为最大荷载的±1%；

5 采用千斤顶加荷的，其最大使用荷载不宜超过其额定量程的80%，压力表的最大使用压力不宜少于其额定量程的70%，压力表精度等级不应低于1.5级；荷载台或反力装置应牢固，其强度或抗拔力不应小于试验最大荷载的1.5倍～2.0倍，反力地锚距试坑边的最小距离，砂土宜不小于地锚叶片直径的4倍，黏性土和粉土不小于3倍，软土不宜小于2倍；量测沉降的固定点到压板边缘的距离应为承压底板边长或直径的1.0倍～1.5倍；

6 承压板的沉降量测可采用百分表或电测位移传感器，精确至0.01mm，慢速法分级加荷要求如下：

1）试验对象为土体时，每级加载后，按间隔5min、5min、10min、10min、15min、15min，以后

 间隔30min测读一次沉降量，连续两小时内每小时的沉降量小于0.1mm时，则可认为沉降已达

 相对稳定标准，可施加下一级荷载；

2）试验对象为岩体时，每级加荷后，间隔1min、2min、2min、5min，以后间隔10min测读一次

 沉降，连续三次读数差小于等于0.01mm时，则可认为沉降已达相对稳定标准，可施加下一级

 荷载。

9.2.4 载荷试验成果分析，应绘制荷载（*p*）与沉降（*s*）曲线，必要时可绘制各级载荷沉降（*s*）与时间（*t*）或时间对数（lg*t*）曲线。根据曲线取比例界限压力和极限压力，确定地基承载力特征值，并应符合下列规定：

1 终止加载条件

1）沉降*s*急剧增大，*p*-*s* 曲线上有可判定极限荷载的陡降段且沉降量超过0.04d（d为载荷板直径）可终止加载；

2）本级荷载沉降量大于前一级沉降量的5倍可终止加载；

3）某一级荷载下，24h内沉降速率不能达到稳定可终止加载；

2 土质地基承载力特征值确定方法

1）满足第一款终止加载条件之一时，其对应的前一级荷载定为极限荷载；

2）*p*-*s* 曲线上有明显的比例界限时，取该比例界限所对应的荷载值；极限荷载小于对应比例界限荷载值的2倍时，取极限荷载值的1/2；

3）不能按上述二项要求确定时，承压板面积为0.25m2～0.50m2，可取*s*/*b*=0.01～0.015所对应的荷载值，但其值不应大于最大加载量的1/2。

3 岩石地基承载力特征值确定方法

1）对应于 *p*-*s* 曲线上起始直线段的终点为比例界限，将极限荷载除以3的安全系数，所得值与对应于比例界限的荷载相比较，取小值；

2）每个场地载荷试验的数量不应少于3个，取小值作为岩石地基承载力特征值；

3）岩石地基承载力不进行深宽修正。

9.2.5 同一土层参加统计的试验点数不应少于3点，试验实测值的极差不超过平均值的30%时，取平均值作为该土层的地基承载力特征值*f*ak。

9.2.6 土的变形模量应根据*p-s*曲线的初始直线段，按均质各向同性半无限弹性介质的弹性理论计算。

1 浅层平板载荷试验的变形模量*E*0可按下式计算：

 （9.2.6-1）

2 深层平板载荷试验和螺旋板载荷试验的变形模量*E*0可按下式计算：

** （9.2.6-2）

式中：*E*0—变形模量（MPa）；

*I*0—刚性承压板的形状系数，圆形承压板取0.785，方形承压板取0.886；

*μ*—土的泊松比，碎石土取0.27，砂土取0.30，粉土取0.35，粉质黏土取0.38，黏土取0.42；

*d*—承压板直径或边长（m）；

*p* — *p*-*s*曲线线性段的压力（kPa）；

*s*—与*p*对应的沉降（mm）；

*ω*—与试验深度和土类有关的系数，可按表9.2.6选用。

表9.2.6 深层平板载荷试验计算系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土类 | 碎石土 | 砂土 | 粉土 | 粉质黏土 | 黏土 |
| 0.30 | 0.477 | 0.489 | 0.491 | 0.515 | 0.524 |
| 0.25 | 0.469 | 0.480 | 0.482 | 0.506 | 0.514 |
| 0.20 | 0.460 | 0.471 | 0.474 | 0.497 | 0.505 |
| 0.15 | 0.444 | 0.454 | 0.457 | 0.479 | 0.487 |
| 0.10 | 0.435 | 0.446 | 0.448 | 0.470 | 0.478 |
| 0.05 | 0.427 | 0.437 | 0.439 | 0.461 | 0.468 |
| 0.01 | 0.418 | 0.429 | 0.431 | 0.452 | 0.459 |

注：*d*/*z*为承压板直径和承压板底面深度之比。

9.2.7 地基土基床系数的确定，应符合下列要求：

1 根据标准承压板边长30cm载荷试验*p*-*s*曲线，按下式计算基准基床系数(kN/m3)：

 （9.2.7-1）

式中：*p*—实测～关系曲线比例界限（kPa），如～关系曲线无明显直线段，可取极限压力之半；

*s*—与*p*对应的沉降（mm）。

2 根据实际基础尺寸和*Kv*值，修正后的地基基床系数(kN/m3)按下列公式计算：

黏性土  （9.2.7-2）

砂土  （9.2.7-3）

式中：—基础底面宽度（m）。

3 根据实际基础尺寸和*Kvl*值，修正后的地基基床系数(kN/m3)按下列公式计算：

黏性土  （9.2.7-4）

砂 土  （9.2.7-5）

式中：—基础底面的长度（m）。

9.3 静力触探试验

9.3.1 静力触探试验适用于软土、一般黏性土、粉土、砂土和含少量碎石的土层。静力触探可根据工程需要采用单桥探头、双桥探头或带孔隙水压力量测的单、双桥探头，测定比贯入阻力（*ps*）、锥尖阻力（*qc*）、侧壁摩阻力（*fs*）和贯入时的孔隙水压力（*u*）。

9.3.2 静力触探试验的技术要求应符合下列规定：

1 探头圆锥锥底截面积应采用10cm2或15cm2，单桥探头侧壁高度应分别采用57mm或70mm，双桥探头侧壁面积应采用150 cm2～300cm2，锥尖锥角应为60°；

2 探头测力传感器应连同仪器、电缆进行定期标定，室内探头标定测力传感器的非线性误差、重复性误差、滞后误差、温度漂移、归零误差均应小于1%*F*S，现场试验归零误差应小于3%，绝缘电阻不小于500MΩ；

3 探头应匀速垂直压入土中，贯入速率为1.2m/min；

4 深度记录的误差应为触探深度的±1%；

5 当贯入深度超过25m，或穿过厚层软土再贯入硬土层时，应采取有效措施防止孔斜或断杆，也可配置测斜探头量测触探孔的偏斜角，校正土层界线的深度；

6 孔压探头在贯入前，应在室内保证探头应变腔为已排除气泡的液体所饱和，并在现场采取措施保持探头的饱和状态，直至探头进入地下水位以下的土层为止；在孔压静探试验过程中不得上提探头；

7 在预定深度进行孔压消散试验时，应量测停止贯入后不同时间的孔压值，其计时间隔由密而疏合理控制；试验过程不得松动探杆。

9.3.3 静力触探试验成果分析应包括下列内容：

1 绘制各种贯入曲线：单桥和双桥探头应绘制*p*s*-z*曲线、*q*c*-z*曲线、*f*s*-z*曲线、*R*f*-z*曲线；孔压探头尚应绘制*ui-z*曲线、*q*t*-z*曲线、*f*t*-z*曲线、*B*q*-z*曲线和孔压消散曲线：*u*t*-lgt*曲线；

其中  *R*f—摩阻比；

*ui*—孔压探头贯入土中量测的孔隙水压力（即初始孔压）；

*q*t—真锥头阻力（经孔压修正）；

*f*t—真侧壁摩阻力（经孔压修正）；

*B*q—静探孔压系数，*B*q= *ui* - *u0*/ *q*t - *σ*vo；

*u*0—试验深度处静水压力（kPa）；

 *σ*vo—试验深度处总上覆压力（kPa）；

*u*t—孔压消散过程时刻t的孔隙水压力。

2 根据贯入曲线的线型特征，结合相邻钻孔资料和地区经验，划分土层和判定土类，计算各土层静力触探有关试验数据的平均值，或对数据进行统计分析，提供静力触探数据的空间变化规律。

9.3.4 根据静力触探资料，利用地区经验，可进行力学分层，估算土的塑性状态或密实度、强度、压缩性、地基承载力、单桩承载力、沉桩阻力及进行液化判别等。根据孔压消散曲线可估算土的固结系数和渗透系数。

9.4 圆锥动力触探试验

9.4.1 圆锥动力触探试验的类型可分为轻型、重型、超重型三种，其规格和适用土类应符合表9.4.1的规定。

表9.4.1　 圆锥动力触探类型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 轻型 | 重型 | 超重型 |
| 落锤 | 锤的质量（kg） | 10 | 63.5 | 120 |
| 落距（cm） | 50 | 76 | 100 |
| 探头 | 直径（mm） | 40 | 74 | 74 |
| 锥角（°） | 60 | 60 | 60 |
| 探杆直径（mm） | 25 | 42 | 50~60 |
| 指标 | 贯入30cm的读数*N*10 | 贯入10cm的读数*N*63.5 | 贯入10cm的读数*N*120 |
| 主要适用岩土 | 浅部的填土、砂土、粉土、黏性土 | 砂土、中密以下的碎石土、极软岩 | 密实和很密的碎石土、软岩、极软岩 |

9.4.2 圆锥动力触探试验技术要求应符合下列规定：

1 采用自动落锤装置；

2 钻杆最大偏斜度不应超过2%，锤击贯入应连续进行；同时防止锤击偏心、探杆倾斜和侧向晃动，保持探杆垂直度；锤击速率每分钟宜为15击～20击；

3 每贯入1m，宜将探杆转动一圈半；贯入深度超过10m，每贯入20cm宜转动探杆一次；

4 轻型动力触探，当*N*10＞100击或贯入15cm锤击数超过50击时，可停止试验；重型动力触探试验，当连续三次*N*63.5＞50击时，可停止试验或改用超重型动力触探。

9.4.3 圆锥动力触探试验操作应符合下列要求：

1 试验前应检查主要设备是否符合要求，探头允许磨损度：直径不大于2mm，端头高度不大于5mm；探杆非直线偏差不大于6‰杆长；

2 贯入前，触探架应安装平稳，保持触探杆垂直，所用连接部件紧固；

3 分段进行动力触探试验时，应有一定的预打深度；预打深度应能消除非正常贯入因素的影响，确保试验在未受扰动的土层进行；

4 轻型动力触探试验深度不宜超过4m；重型和超重型动力触探试验深度根据土层分布情况确定；

5 锤击数较大而贯入深度未达到10cm时，可记录实际锤击数和贯入深度，按标准贯入方法换算相当于10cm的击数；

6 圆锥动力触探应记录试验位置、孔深、岩性、击数、触探杆长度、地下水位。

9.4.4 圆锥动力触探试验成果分析应包括下列内容：

1 单孔连续圆锥动力触探试验应绘制锤击数与贯入深度关系曲线，触探曲线可绘制成直方图；

2 计算单孔分层贯入平均值时，应剔出临界深度以内的数值、超前和滞后影响范围内的异常值；

3 根据各孔分层的贯入指标平均值，用厚度加权平均法计算场地分层贯入指标平均值和变异系数。

9.4.5 根据圆锥动力触探试验指标和地区经验，可进行力学分层，评定土的均匀性和土的物理性质（状态、密实度）、土的强度、变形参数、地基承载力、单桩承载力，查明土洞、滑动面、软硬土层界面，检测地基处理效果等。应用实验成果时是否修正或如何修正，应根据建立统计关系时的具体情况确定，对轻型对动力触探试验可不进行杆长修正。

9.4.6 用圆锥动力触探试验确定土的密实度可参考附录C，杆长修正系数可参考附录D。

9.5 标准贯入试验

9.5.1　标准贯入试验适用于砂土、粉土、一般黏性土，也可用于以黏性土、砂土为主的素填土、残积土和部分风化岩。

9.5.2　标准贯入试验的设备应符合表9.5.2的规定

9.5.2　标准贯入试验设备规格

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 落锤 | 锤的质量（kg） | 63.5 |
| 落距（cm） | 76 |
| 贯入器 | 对开管 | 长度（mm） | ＞500 |
| 外径（mm） | 51 |
| 内径（mm） | 35 |
| 管靴 | 长度（mm） | 50～76 |
| 刃口角度（°） | 18～20 |
| 刃口单刃厚度（mm） | 1.6 |
| 钻杆 | 直径（mm） | 42 |
| 相对弯曲 | ＜1/1000 |

9.5.3 标准贯入试验的技术要求应符合下列规定：

1　标准贯入试验孔采用回转钻进，并保持孔内水位略高于地下水位。当孔壁不稳定时，可用泥浆护壁，钻至试验标高以上15cm处，清除孔底残土后再进行试验；

2　采用自动脱钩的自由落锤法进行锤击，并减小导向杆与锤间的摩阻力，避免锤击时的偏心和侧向晃动，保持贯入器、探杆、导向杆连接后的垂直度，锤击速率应小于30击/min；

3　贯入器打入土中15cm后，开始记录每打入10cm的锤击数，累计打入30cm的锤击数为标准贯入试验锤击数Ｎ，当锤击数已达50击，而贯入深度未达30cm时，可终止试验，记录50击的实际贯入深度，按下式换算成相当于30cm的标准贯入试验锤击数Ｎ。

 （9.5.3）

式中：∆S—50击时的贯入度（cm）。

9.5.4　标准贯入试验成果*Ｎ*可直接标在工程地质剖面图上，也可绘制单孔标准贯入击数*Ｎ*与深度关系曲线或直方图。统计分层标贯击数平均值时，应剔除异常值。

9.5.5　在液化判别土层中，试验竖向间距宜为1.0m～1.5m。

9.5.6 标准贯入试验锤击数*Ｎ*值，可对砂土、粉土、黏性土的物理状态，土的强度、变形参数、地基参数、地基承载力、单桩承载力，砂土和粉土的液化，成桩的可能性等作出评价。应用*Ｎ*值时是否修正和如何修正，应根据建立统计关系时的具体情况确定。

9.6 现场直接剪切试验

9.6.1 现场直剪试验可用于岩土体本身、岩土体沿软弱结构面和岩土体与其他材料接触面的剪切试验。

9.6.2 现场直剪试验可在试洞、试坑、探槽或大口径钻孔内进行。当剪切面水平或近于水平时，可采用平推法或斜推法；当剪切面较陡时，可采用楔形体法。同一组试体的岩性应基本相同，受力状态应与岩土体在工程中的实际受力状态相近。

9.6.3 现场直剪试验每组岩体不宜少于5个。剪切面积不得小于0.25m2，试体最小边长不宜小于0.5m，高度不宜小于最小边长的0.5倍。试体之间的距离应大于最小边长的1.5倍。

每组土体试验不宜小于3个，剪切面积不宜小于0.3m2，高度不宜小于0.2m或为最大粒径的4倍～8倍，剪切面开缝应为最小粒径的1/3~1/4。

9.6.4 现场直剪试验的技术要求应符合下列规定：

 1 开挖试坑时应避免对试体的扰动和含水量的显著变化；对岩体试体宜辅助切割工具进行加工；在地下水位以下试验时，应避免水压力和渗流对试验的影响；

2 施加的法向荷载和剪切荷载应位于剪切面、剪切缝的中心；或使法向荷载与剪切荷载的合力通过剪切面的中心，并保持法向荷载不变；

3 最大法向荷载应结合试体承载能力和受测试岩土体的实际应力水平，尽可能大于设计荷载，综合确定，并按等量分级；荷载精度应为试验最大荷载的±2%；

4 每一试体的法向荷载可分为4级～5级施加，当法向变形达到相对稳定时，才能施加剪切荷载；

5 每级剪切荷载按预估最大荷载的8%～10%分级等量施加，或按法向荷载的5%～10%分级等量施加；岩体按每5min～10min，土体按每30s施加一级剪切荷载；

6 当剪切变形急剧增加或剪切变形达到试体尺寸的1/10时，可终止试验；

7 根据剪切位移大于10mm时的试验成果确定残余抗剪强度，工程需要可在剪切破坏后，沿剪切面继续进行摩擦试验。

9.6.5 现场直剪试验成果分析应包括下列内容：

1 绘制剪切应力与剪切位移曲线、剪应力与垂直位移曲线，确定比例强度、屈服强度、峰值强度、剪胀点和剪胀强度；

2 绘制法向应力与比例强度、屈服强度、峰值强度、残余强度的曲线，确定相应的强度参数。

9.7 波速及地脉动测试

（Ⅰ） 波速测试

9.7.1 波速测试适用于测定各类岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速，宜根据勘察任务要求，采用单孔法、跨孔法或面波法。

9.7.2 单孔法波速测试应符合下列规定：

1 测试孔应垂直，倾斜度允许偏差应为±2°；

2 测试孔不应出现塌孔或缩径现象；使用套管时，套管壁应与周围土体紧密接触；

3 可采用地面激振或孔内激振，地面振源点距孔口的距离宜为1m。

4 应结合土层布置测点，测点的垂直间距宜取1m～3m。层位变化处加密，并宜自下而上逐点测试。

9.7.3 跨孔法波速测试应符合下列规定：

1 测试场地宜平坦，宜设置一个振源孔和多个接收孔，排列方式应为直线型；

2 测试孔宜等距布置，在土层中宜取2m～5m，在岩层中宜取8m～15m；测点垂直间距宜为1m～2m；

3 钻孔应垂直，不应出现塌孔或缩径，使用套管时，套管壁应与周围土体紧密接触；

4 测试时，振源与接收孔内的检波器应设置在同一标高面上。

9.7.4 面波波速测试应符合下列规定：

1 稳态振源宜采用机械式或电磁式激振设备；

2 在振源同一侧应放置两台间距为Δ*l*的竖向检波器，接收由振源产生的面波信号；

3 改变激振频率，测试不同深度处土层的面波波速；

4 电磁式激振设备可采用单一正弦波信号或合成正弦波信号。

9.7.5 波速测试成果分析包括下列内容：

1 在波形记录上识别压缩波和剪切波的初至时间；

2 计算由振源到达测点的距离；

3 根据波的传播时间和距离确定波速；

4 计算岩土小应变的动弹性模量、动剪切模量和动泊松比。

（Ⅱ） 地脉动测试

9.7.6 适用于各类建筑物地基的动力特性测试。

9.7.7 测试应符合下列要求：

1 建筑场地的地脉动测点不应少于2个，也可根据工程需要，增加测点数量；

2 记录脉动信号时，在距离观测点100m范围内，应无人为振动干扰；

3 测点宜选在天然地基上及波速测试孔附近，检波器应沿东西、南北、竖向三个方向布置；

4 地下脉动测试时，测点深度应根据工程需要进行布置；

5 脉动信号记录时，应根据所需频率范围设置低通滤波频率和采样频率，采样频率宜取50Hz～100Hz，每次记录时间不应少于15min，记录次数不得少于3次。

9.7.8 数据处理宜作富氏谱或功率谱分析。每个样本数据不宜少于1024个点；采样频率宜取50Hz～100Hz，并应进行加窗函数处理；频域平均次数不宜少于32次。测试成果应包括测点的水平、垂直方向的卓越频率和卓越周期。

9.7.9 卓越频率的确定应符合下列规定：

1 卓越频率应采用频谱图中最大峰值所对应的频率；

2 当频谱图中出现多峰且各峰的峰值相差不大时，可在谱分析的同时，进行相关或互谱分析，并经综合分析后确定场地卓越频率；

3 场地卓越周期应按下式计算：

 （9.7.9）

式中：*Tp*—场地卓越周期（s）；

*fp*—卓越频率（Hz）。

9.7.10 脉动幅值的确定应符合下列规定：

1 脉动幅值应取实测脉动信号的最大幅值；

2 确定脉动信号的幅值时，应排除人为干扰信号的影响。

9.7.11 地脉动测试成果宜包括下列内容：

1 测试资料的数据处理方法及分析结果；

2 脉动时程曲线；

3 功率谱图；

4 测试成果表。

10 取样及室内试验

10.1 取样

10.1.1 土试样质量应根据试验项目按表10.1.1分为四个等级。

表10.1.1 土试样质量等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级 别 | 扰 动 程 度 | 试 验 内 容 |
| Ⅰ | 不扰动 | 土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验 |
| Ⅱ | 轻微扰动 | 土类定名、含水量、密度 |
| Ⅲ | 显著扰动 | 土类定名、含水量 |
| Ⅳ | 完全扰动 | 土类定名 |

注：1 不扰动是指原位应力状态虽已改变，但土的结构、密度和含水量变化很小，能满足室内试验各项要求；

 2 Ⅰ、Ⅱ级土试样应使用专用取土器从钻孔中采取，或在探井、探槽、竖井和平洞中刻取块状土样；

3 除地基基础设计等级为甲级的工程外，在工程技术要求允许的情况下可采用Ⅱ级土试样进行强度和固结试

 验，但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定，判别用于试验的适宜性，并结合地区经验使用实验成果。

10. 1.2 取样工具和方法可按表10.1. 2选取。

表10.1.2 不同等级土试样的取样工具和方法

| 土试样等级 | 取样工具和方法 | 适用土类 |
| --- | --- | --- |
| 黏性土 | 粉土 | 砂土 | 砾砂、碎石土、软岩 |
| 流塑 | 软塑 | 可塑 | 硬塑 | 坚硬 | 粉砂 | 细砂 | 中砂 | 粗砂 |
| Ⅰ | 薄壁取土器 | 固定活塞 | ++ | ++ | + | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 水压固定活塞 | ++ | ++ | + | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 自由活塞 | — | + | ++ | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 敞 口 | + | + | + | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 回转取土器 | 单动三重管 | — | + | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | — | — | — |
| 双动三重管 | — | — | — | + | ++ | — | — | — | ++ | ++ | + |
| 探槽（井）中刻取块状土样 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Ⅱ | 薄壁取土器 | 水压固定活塞 | ++ | ++ | + | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 自由活塞 | + | ++ | ++ | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 敞 口 | ++ | ++ | ++ | — | — | + | + | — | — | — | — |
| 回转取土器 | 单动三重管 | — | + | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | — | — | — |
| 双动三重管 | — | — | — | + | ++ | — | — | — | ++ | ++ | ++ |
| 厚壁敞口取土器 | + | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | + | — |
| Ⅲ | 厚壁敞口取土器 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | — |
| 标准贯入器 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | — |
| 螺纹钻头 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | — | — | — | — | — |
| 岩芯钻头 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | + |
| Ⅳ | 标准贯入器 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | — |
| 螺纹钻头 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | — | — | — | — | — |
| 岩芯钻头 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |

注：1 ++，适用；+，部分适用：—不适用；

2 采取砂土试样应有防止试样失落的补充措施；

3 有经验时，可用束节式取土器代替薄壁取土器。

10.1.3 取土器的技术参数应按本规范附录E执行。

10.1.4 在钻孔中采取Ⅰ、Ⅱ级砂样时，可采用原状取砂器，并按相应的现行标准执行。

10.1.5 Ⅰ、Ⅱ级土试样应使用专用取土器从钻孔中采取，或在探井、探槽、竖井和平洞中刻取，应满足下列要求：

1 在软土、砂土中宜采用泥浆护壁；如使用套管，应保持管内水位等于或稍高于地下水位，取样位置应低于套管底三倍孔径的距离；

2 采用冲洗、冲击、振动等方式钻进时，应在预计取样位置1m以上改用回转钻进；

3 下放取土器前应仔细清孔，清除扰动土，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度（活塞取土器除外）；

4 采取土试样宜用快速静力连续压入法；

5 具体操作方法应按现行标准《[建筑工程地质勘探与取样技术规程](http://www.so.com/link?m=ag%2Fn7j8WhepzIDeD2o309PYXlctb3DZjWRmMKrLYsknUAvma9M5r2oe9SU8HOteMzvUSsDsOB9YB6%2B3CRPiYx1eeQlMMPix%2BDoQvXIt4dfBAULtpXP94vLxXaJbskiTiZE5OiVOF%2F1Nhph1O8tnr5BZvYef%2BJJTDKURKreHO78DGF0pTyyE%2FKeuCKyoM%2BMyF24LtIH4LPaIQ%3D" \t "_blank)》（JGJ/T 87）执行。

10.1.6 Ⅰ、Ⅱ级土试样应使用专用取土器从钻孔中采取，或在探井、探槽、竖井和平洞中刻取块状土样。

10.1.7 岩石试样可利用钻探岩芯制作或在探井、探槽、竖井和平洞中刻取。采取的毛样尺寸应满足试块加工的要求。在特殊情况下，试样形状、尺寸和方向由岩体力学试验设计确定。

10.1.8Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级土样应妥善密封，防止湿度变化，严防暴晒或冰冻。在运输过程中应避免震动，取样到试验的间隔时间不宜超过3周。对易于振动液化和水分离析的土试样宜就近进行试验。

10.2 室内试验

10.2.1 室内试验项目、试验方法和试验仪器应符合现行国家标准《土工试验方法标准》（GB/T50123）、《工程岩体试验方法标准》（GB/T50266）及行业标准有关规定。

10.2.2 试验项目和试验方法应根据工程要求、岩土性质特点确定，试验项目可按表10.2.2选用。

表10.2.2 室内试验项目

| 试验项目 | 测试指标 | 工程用途 |
| --- | --- | --- |
| 物理性质 | 密度试验 | 天然密度*ρ* | 计算干密度、孔隙比等其他物理性指标；计算土的自重压力；计算地基稳定性和地基土的承载力；计算斜坡的稳定性；计算土压力 |
| 含水率试验 | 含水率*w* | 计算孔隙比等其他物理力学性质指标；评价土的力学性能指标；评价土的冻胀性 |
| 比重试验 | 土粒比重*G*s | 计算孔隙比等其他物理性质指标 |
| 界限含水率 | 液限*w*L、塑限*w*p | 划分黏性土的亚类；划分黏性土的状态；评价土的承载力；估算土的力学性质 |
| 相对密度试验 | 相对密度*D*r、最大孔隙比*e*max、最小孔隙比*e*min | 评价砂土密度；估计砂土体积的变化；评价砂土液化的可能性 |
| 颗粒分析 | 各颗粒组的百分含量、计算有效粒径、平均粒径、不均匀系数*C*u、曲率系数*C*c | 砂土的分类和级配情况、判别砂土及粉土液化、评价砂土密实度、估计土的渗透性 |
| 压缩性质 | 标准固结试验 | 压缩系数*a*、压缩模量*E*s、压缩指数*C*c、回弹指数*C*s、先期固结压力*p*c、固结系数*C*v、次固结系数*C*a、体积压缩系数*m*v | 计算地基变形、考虑应力历史的固结沉降计算、计算沉降变形时间、固结度、判断土体应力状态、评价土的承载力、考虑基坑开挖卸荷引起的回弹量、基坑工程考虑卸荷加荷影响、评价地下水抽降影响 |
| 固结试验（中、低压） | 压缩系数*a*、压缩模量*E*s、固结系数*C*v、次固结系数*C*a | 计算地基最终沉降变形量、判断土体应力状态 |
| 直接剪切 | 快剪试验 | 快剪强度指标*c*q、*φ*q | 适用于加载速率快，排水条件差情况下，地基稳定性、承载力计算；边坡稳定性计算；支挡结构水平土压力计算 |
| 固结快剪试验 | 固结快剪强度指标*c*cq、*φ*cq | 适用于具有一定固结作用条件下，地基稳定性、承载力计算；边坡稳定性计算；支挡结构水平土压力计算 |
| 饱和快剪试验 | 饱和快剪强度指标*c*q、*φ*q | 适用于饱和状态下地基稳定性、承载力计算；边坡稳定性计算；支挡结构水平土压力计算 |
| 慢剪试验 | 慢剪强度指标*c*s、*φ*s | 适用于加载速率慢，排水条件好，施工期长条件下的地基稳定性、承载力计算；边坡稳定性计算；支挡结构水平土压力计算 |
| 反复剪切试验 | 残余强度指标*c*r′、*φ*r′ | 滑坡工程稳定性计算 |
| 三轴剪切 | 不固结不排水剪试验UU | *c*uu、*φ*uu | 基坑、边坡稳定性计算、支挡结构水平土压力计算 |
| 固结不排水剪试验CU | *c*cu、*φ*cu；*c*′、*φ*′ | 适用于具有一定固结作用条件下，地基稳定性、承载力计算；边坡稳定性计算；支挡结构水平土压力计算 |
| 固结排水剪试验CD | *c*d、*φ*d | 用于双曲线模型（*E*-*μ*模型）或沈珠江模型进行基坑、边坡稳定性计算、支挡结构水平土压力计算 |
| 动力性质试验 | 动三轴、共振柱 | 动弹性模量、动剪切模量、泊松比、动阻尼、波速、动强度*c*、*φ*值、液化孔压、震陷量 | 绘制动模量与动应变关系曲线、阻尼比与动应变关系曲线；绘制不同固结压力下的动剪应力与振次关系曲线；绘制不同固结压力下的液化应力与振次关系曲线 |
| 灵敏度 | 无侧限抗压强度试验 | 原状土和重塑土的无侧限抗压强度*q*u、*q*u′，灵敏度*S*t | 评价土的触变性，估算饱和软土的抗剪强度 |
| 胀缩性 | 自由膨胀率试验 | 自由膨胀率*δ*ef | 判断土的膨胀潜势 |
| 有荷（50kPa）膨胀率试验 | 有荷膨胀率*δ*ep | 评价地基的胀缩等级 |
| 膨胀力试验 | 膨胀力*P*e | 评价土体在无荷状态下的膨胀力 |
| 收缩试验 | 竖向收缩系数*λ*n | 评价地基的胀缩等级 |
| 渗透性 | 渗透性试验 | 标准温度下渗透系数*k*20 | 计算基坑的涌水量、设计排水构筑物、人工降低水位计算等 |
| k0固结试验 | 静止侧压力系数k0 | 计算土的静止侧压力，估算土的泊松比 |
| 击实试验 | 最大干密度*ρ*dmax，最优含水率*w*opt | 控制填土质量及夯实效果 |
| 承载比试验 | 最大干密度*ρ*dmax，最优含水率*w*opt，*CBR*值 | 用于评价柔性道面、路面下压实地基土强度类型、表征地基材料抵抗局部荷载压入变形的强度 |
| 回弹模量试验 | 回弹模量*E*e | 用于路面、机场跑道道面设计 |
| 有机质含量 | 有机质含量 | 有机土分类 |
| 腐蚀性 | 土腐蚀性分析 | 土中HCO3-、CO32-、OH-、Cl-、Ca2+、Mg2+、SO42-、NH4+离子含量（mg/kg）、易溶盐、中溶盐含量 | 评价土对钢筋、混凝土结构的腐蚀性 |
| 水质简分析 | 水中HCO3-、CO32-、OH-、Cl-、Ca2+、Mg2+、SO42-、NH4+、K+、Na+离子含量（mg/L）、侵蚀性CO2、游离CO2含量、PH值、总矿化度 | 评价水对钢筋、混凝土结构的腐蚀性 |
| 岩石试验 | 岩石物理性质 | 天然密度、饱和密度、吸水率、干密度 | 评价岩石物理特性 |
| 单轴抗压强度试验（天然、饱和） | 单轴抗压强度*R*、饱和单轴抗压强度*R*b、软化系数*K*f | 岩石坚硬程度分类、岩石承载力计算 |
| 点荷载强度试验 | 岩石点荷载强度*I*s | 岩石坚硬程度分类、岩石承载力计算 |
| 剪切试验 | 岩石剪切强度*c*、*φ* | 岩质边坡稳定性计算 |

10.2.3 对特种试验项目，应制定专门的试验方案。

10.2.4 制备试样前，应对岩土的重要性状做肉眼鉴定和简要描述。

10.2.5 岩石点荷载强度试验应符合下列规定：

1 对较为破碎的风化带岩石，难于取样进行单轴抗压或抗拉强度试验时，可取岩块进行点荷载强度试验间接测定岩石的强度；

2 点荷载试验试件尺寸应符合表10.2.5-1要求：

表10.2.5-1 点荷载试件尺寸表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验类别 | 试件尺寸 | 试件数量（个/组） |
| 径向试验 | 直径3.0cm～10.0cm、长径比1.0～1.4 | 岩芯5～10 |
| 轴向试验 | 直径及加荷轴向长度3.0cm～10.0cm；轴向加荷点长度与直径比0.3～1.0，宜为0.75～1.0 | 岩芯5～10 |
| 方块体与不规整块体试验 | 最短边长、加荷点间距均取1.5cm～10.0cm；（加荷点间距）/（最短边平均宽度）取0.3～1.0，宜选0.75～1.0 | 方块、不规则块15～20 |

3 测定点荷载强度各向异性指数的试件的加工要求见表10.2.5-2。

表10.2.5-2 试件加工要求

|  |  |
| --- | --- |
| 试件类别 | 加工要求 |
| 岩芯试件 | 轴向试件加工1组；径向试件加工1组 |
| 岩块试件 | 垂直软弱面施加荷载试件加工1组；平行软弱面施加荷载试件加工1组。 |

4 试件含水状态可根据需要选择天然含水状态、烘干状态、饱和状态或其他含水状态。

5 岩石点荷载强度试验成果：

1）标准点荷载强度指数*I*s（50）；

2）岩石点荷载强度各向异性指数*I*a（50）。

10.2.6 室内土工试验提供的参数应符合下列要求：

1 评价土的压缩性应按要求提供对应压力段的压缩系数和压缩模量；

2 对需进行变形验算的建筑地基，当采用压缩模量进行沉降计算时，固结试验施加的最大压力宜大于土的有效自重压力与附加压力之和，并根据需要提供综合*e*-*p*曲线。当考虑土的应力历史进行沉降计算时，应按照*e*-lg*p*曲线确定先期固结压力并计算压缩指数和回弹指数；需计算地基土的回弹变形时应提供土的回弹模量；

3 对于高压缩性土，必要时提供固结系数和次固结系数；

4 边坡及滑坡工程应根据其性质及破坏模式提供抗剪强度指标：

1）基岩面和滑坡滑带土应提供直剪快剪和残余剪指标，宜采用反分析法验证；

2）新近素填土边坡应提供快剪指标；

3）挖方区边坡土层应提供固结快剪指标；

4）水下岩土层应提供饱和抗剪强度指标；

5 必要时人工填土应提供土的密实度，压实填土应测定填料最优含水量、最大干密度；

6 碎石土、砂土及混合土应进行颗粒分析试验并提供各颗粒组分的百分含量、不均匀系数Cu、曲率系数Cc；

7 当选用基岩为持力层时，应通过载荷试验、单轴抗压强度试验或点载荷试验确定岩石强度；对软岩或极软岩，可通过天然湿度的抗压强度试验确定。

10.2.7 岩土工程评价时所选用的参数值，宜与相应的原位测试成果或原型观测反分析结果比较，经修正后确定。

11 岩土工程分析评价

11.1 一般规定

11.1.1 岩土工程分析评价应在工程地质测绘、勘探、测试和搜集已有资料的基础上，结合工程项目特点和要求进行。

11.1.2 岩土工程分析评价应符合下列要求：

1 充分了解工程结构的类型、特点、荷载情况和变形控制要求，考虑当地和类似工程经验；

2 考虑岩土材料的非均质特性、各向异性和随时间的变化，合理确定岩土参数；

3 对于理论依据不足、实践经验不多的岩土工程问题，可通过现场模型试验或足尺试验取得实测数据进行分析评价；

4 对于复杂的边坡、滑坡工程，可结合其现状特征及监测数据进行反分析；

5 必要时可建议通过施工监测，调整设计和施工方案。

11.1.3 岩土工程分析评价应在定性分析的基础上进行定量分析。岩土体的变形和强度应定量评价；场地的适宜性和稳定性，可仅做定性分析，必要时应对场地稳定性进行定量评价。

11.1.4 岩土工程计算应符合下列要求：

1 按承载力极限状态计算，可用于评价岩土地基承载力和边坡、挡墙、地基稳定性等问题，可根据有关设计规范规定，用分项系数或总安全系数方法计算，有经验时也可用隐含安全系数的抗力容许值进行计算；

2 按正常使用极限状态要求进行验算控制，可用于评价岩土体的变形、动力反应、透水性和涌水量等。

11.1.5 岩土工程的分析评价，应根据岩土工程勘察等级进行：

1 丙级岩土工程勘察，可根据邻近工程经验，结合触探和钻探取样试验资料进行；

2 乙级岩土工程勘察，应在详细勘探、测试的基础上，结合邻近工程经验进行，并提供岩土的强度和变形指标；

3 甲级岩土工程勘察，除按乙级要求进行外，尚宜提供载荷试验资料，必要时应对其中的复杂问题进行专门研究，并结合监测对评价结论进行检验。

11.1.6 天然地基、桩基工程、地基处理、基坑工程、边坡工程、特殊岩土、不良地质作用等岩土工程分析评价按本规范相关章节执行。

11.2 岩土参数的分析和选定

11.2.1 岩土参数应根据工程特点和地质条件选用，应考虑下列因素：

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。

11.2.2 岩土参数统计应符合下列要求：

1 岩土的物理力学指标，应按场地的工程地质单元和层位分别统计；

2 应按下列公式计算平均值、标准差和变异系数：

 （11.2.2-1）

 （11.2.2-2）

 （11.2.2-3）

式中：*φ*m—岩土参数的平均值；

*σ*f—岩土参数的标准差；

*δ*—岩土参数的变异系数。

3 分析数据的分布情况并说明数据的取舍标准。

11.2.3 主要参数宜绘制沿深度变化的图件，并按变化特点划分为相关型和非相关型。需要时应分析参数在水平方向上的变异规律。

相关型参数宜结合岩土参数与深度的经验关系，按下列公式计算剩余标准差和变异系数。

 （11.2.3-1）

 （11.2.3-2）

式中：*σ*r—剩余标准差；

 *r*—相关系数，对非相关型，*r*＝0。

11.2.4 岩土参数的标准值*φ*k可按下列方法确定：

 （11.2.4-1）

 （11.2.4-2）

式中：*γ*s——统计修正系数。

注：式中正负号按不利组合考虑，如抗剪强度指标的修正系数应取负值。

统计修正系数*γ*s也可按岩土工程的类型和重要性、参数的变异性和统计数据的个数，根据经验选用。

11.2.5 在岩土工程勘察报告中，应按下列不同情况提供岩土参数值：

1 岩土参数的平均值、标准差、变异系数、数据分布范围和样本数；

2 评价岩土性状的指标、正常使用极限状态计算需要的岩土参数指标宜选用平均值；承载能力极限状态计算需要的岩土参数指标应选用标准值；地基承载力指标应选用特征值；

3 按要求需要提供的其它参数指标。

12 岩土工程勘察报告

12.1 一般规定

12.1.1 岩土工程勘察报告应在整理、检查、分析原始资料的基础上进行编制。

12.1.2 报告依据的原始资料、影像资料等，应真实准确。

12.1.3 岩土工程勘察报告应资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用和适宜长期保存，并应因地制宜，重点突出，有明确的工程针对性。

12.1.4 岩土工程勘察报告中的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点，均应符合国家有关标准。

12.2 成果报告

12.2.1 岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点、工程和水文地质条件等具体情况编写，并应包括下列内容：

 1 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；

2 拟建工程概况；

3 勘察方法和勘察工作布置；

4 场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性；

5 各项岩土性质指标，岩土的强度参数、变形参数、地基承载力的建议值；

6 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化；

7 土和水对建筑材料的腐蚀性；

8 场地地震效应；

9 可能影响工程稳定的不良地质作用的描述和对工程危害程度的评价；

10 场地稳定性和适宜性的评价；

11 对地基基础、岩土利用、整治和改造方案的分析论证和建议；对工程施工和使用期间可能发生的岩土工程问题的预测分析和监控、预防措施建议。

12.2.2 成果报告应附下列图表、附件：

1 勘探点平面布置图；

2 工程地质剖面图；

3 必要的工程地质柱状图；

4 原位测试成果图表；

5 室内试验成果图表；

6 必要时提供相关照片、视频资料；

7 必要的专项或分项报告、计算资料。

附录A 泥石流的分类

A.0.1 泥石流的工程分类应按表A.0.1执行。

表A.0.1 泥石流的工程分类和特征

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 亚类 | 严重程度 | 流域面积(km²) | 固体物质一次冲出量(104m³) | 流量(m²/s) | 堆积区面积(km²) | 泥石流特征 | 流域特征 |
| 高频率泥石流Ⅰ | Ⅰ1 | 严重 | ＞5 | ＞5 | ＞100 | ＞1 | 基本上每年均有泥石流发生。固体物质主要来源于沟谷的滑坡、崩塌。暴发雨强小于2mm/10min～4mm/10min。除岩性因素外，滑坡、崩塌严重的沟谷多发生黏性泥石流，规模大，反之多发生稀性泥石流，规模小 | 多位于强烈抬升区，岩层破碎，风化强烈，山体稳定性差。泥石流堆积新鲜，无植被或仅有稀疏草丛。黏性泥石流沟中下游沟床坡度大于4% |
| Ⅰ2 | 中等 | 1～5 | 1～5 | 30～100 | ＜1 |
| Ⅰ3 | 轻微 | ＜1 | ＜1 | ＜30 | — |
| 低频率泥石流Ⅱ | Ⅱ1 | 严重 | ＞5 | ＞5 | ＞100 | ＞1 | 暴发周期一般在10 年以上。固体物质主要来源于沟床，泥石流发生时 “揭床”现象明显。暴雨时坡面产生的浅层滑坡往往是激发泥石流形成的重要因素。暴发雨强，一般大于4mm/10min。规模一般较大，性质有黏有稀 | 山体稳定性相对较好，无大型活动性滑坡、崩塌。沟床和扇形地上巨砾遍布。植被较好，沟床内灌木丛密布，扇形地多已辟为农田。黏性泥石流沟中下游沟床坡度小于4% |
| Ⅱ2 | 中等 | 1～5 | 1～5 | 30～100 | ＜1 |
| Ⅱ3 | 轻微 | ＜1 | ＜1 | ＜30 | — |

注：泥石流的工程分类宜采用野外特征与定量指标相结合的原则，定量指标满足其中一项即可。

A.0.2 泥石流单因素分类：

1 泥石流一次性暴发规模可按表A.0.2-1分类。

表A.0.2-1 泥石流暴发规模分类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类指标 | 特大型 | 大型 | 中型 | 小型 |
| 泥石流一次堆积总量 (104 m3) | ＞100 | 100～10 | 10～1 | ＜1 |
| 泥石流洪峰量 (m³/s) | ＞200 | 200～100 | 100～50 | ＜50 |

2 根据泥石流灾害一次造成的死亡人数或直接经济损失可按表A.0.2-2划分。

表A.0.2-2 泥石流灾害危害性等级划分

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 危害性灾度等级 | 特大型 | 大型 | 中型 | 小型 |
| 死亡人数 （人） | ＞30 | 30～10 | 10～3 | ＜3 |
| 直接经济损失 （万元） | ＞1000 | 1000～500 | 500～100 | ＜100 |

注：灾度的两项指标不在一个级次时，按从高原则确定灾度等级。

3 对潜在可能发生的泥石流，根据受威胁人数或可能造成的直接经济损失，可按表A.0.2-3划分危害性等级。

表A.0.2-3 潜在泥石流灾害危害性等级划分

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 危害性灾度等级 | 特大型 | 大型 | 中型 | 小型 |
| 直接威胁人数 （人） | ＞1000 | 1000～500 | 500～100 | ＜100 |
| 直接经济损失 （万元） | ＞10000 | 10000～5000 | 5000～1000 | ＜1000 |

注：灾度的两项指标不在一个级次时，按从高原则确定灾度等级。

A.0.3 泥石流发育阶段划分标准按表A.0.3执行。

表A.0.3 泥石流发育阶段划分标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 发育阶段 | 发展期 | 旺盛期 | 衰退期 | 停歇期 |
| 形态特征 | 山坡以凸型为主，形成区分散，并见逐步扩大，流通区较短，扇面新鲜，淤积较快 | 山坡从凸型坡转为凹形坡，沟槽堆积和堵塞现象严重，形成区扩大，流通区向上延伸，扇面新鲜，漫流现象严重 | 山坡以凹型为主，形成区减少，流通区向上延伸，沟槽逐渐下切，扇面陈旧，生长植物，植被较好 | 全沟下切，沟槽稳定，形成区基本消失，逐渐变为普通洪流，植被良好 |
| 山坡块体运动 | 发展明显，多见新生沟谷，有少量滑坡、崩塌等 | 严重发台，供给物主要来自崩塌、滑坡、错落等，片蚀、侧蚀也很发育 | 明显衰退，坍塌渐趋稳定，以沟槽搬运及侧蚀供给为主 | 山坡块体运动基本消失 |
| 塌方面积率(%) | 1～10 | ≥10 | 10～1 | ＜1 |
| 单位面积固体物质储量 （104m3） | 1～10 | ≥10 | 10～1 | ＜1 |
| 允淤性质与趋势 | 以淤为主，淤积速度增快 | 以淤为主，淤积值大 | 有冲有淤，淤积速度减小 | 冲刷下切 |
| 危害程度 | 较大 | 最大 | 较大 | 小 |

附录B 地裂缝的分类

B.0.1 地裂缝可按表B.0.1进行成因分类。

表B.0.1 地裂缝成因分类

|  |  |
| --- | --- |
| 内营力地裂缝 | 外营力地裂缝 |
| 地震地裂缝 | 膨胀岩土地裂缝、崩塌地裂缝、滑塌地裂缝 |
| 火山地裂缝、 泥火山地裂缝 | 塌陷地裂缝、陷落地裂缝、湿陷地裂缝 |
| 构造蠕变地裂缝 | 渗蚀地裂缝、干旱地裂缝、融冻地裂缝、盐丘地裂缝 |

B.0.2 地裂缝可按表B.0.2进行规模分类。

表B.0.2 地裂缝规模分类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地裂缝规模 | 巨型 | 大型 | 中型 | 小型 |
| 地裂缝长度（km） | ＞1 | ＞1 | ＞1或≤1 | ＞1或≤1 |
| 地面影响宽度（m） | ＞20 | 20～10 | 10～3或10～20 | 3或＜10 |

B.0.3 地裂缝可按表B.0.3进行活动性分类。

表B.0.3 地裂缝活动性分类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地裂缝活动性 | 强 烈 | 较强烈 | 中 等 | 微 弱 |
| 垂直活动速率（mm/a） | ＞30 | 30～20 | 20～5 | ＜5 |

B.0.4 地裂缝可按表B.0.4进行灾害危害等级分类。

表B.0.4 地裂缝灾害危害等级分类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地裂缝灾害危害等级 | 重要 | 较重要 | 一般 | 轻微 |
| 受威胁人数（人） | ≥1000 | 100～1000 | 10～100 | ＜10 |
| 潜在经济损失（万元） | ≥10000 | 5000～10000 | 500～5000 | ＜500 |

B.0.5 地裂缝可按下列要求进行场地分类：

1 符合以下条件的地裂缝场地为一类场地：

1）场地内的地裂缝是活动的，在地表已形成破裂；

2）地表破裂具有清晰的垂直位移，地面呈台阶状；

3）地表破裂有较长的延伸距离；

2 场地内的地裂缝现今没有活动，或活动产生的地表破裂已被人类工程活动掩埋的地裂缝场地为二类场地；

3 不符合一类场地、二类场地条件的地裂缝场地都属于三类场地。

附录C 圆锥动力触探锤击数确定土的密实度

C.0.1 根据重型圆锥动力触探试验指标和地区经验，可按表C.0.1确定锤击数与土的密实度关系。

表C.0.1 重型圆锥动力触探试验击数与土的密实度关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的分类 | *N*63.5 | 土的密实度 |
| 中砂、粗砂 | *N*63.5≤4 | 松散 |
| 4＜*N*63.5≤6 | 稍密 |
| 6＜*N*63.5≤9 | 中密 |
| 9＜*N*63.5≤12 | 密实 |
| *N*63.5＞12 | 很密 |
| 砾砂 | *N*63.5≤5 | 松散 |
| 5＜*N*63.5≤8 | 稍密 |
| 8＜*N*63.5≤10 | 中密 |
| *N*63.5＞10 | 密实 |
| 碎石土 | *N*63.5≤5 | 松散 |
| 5＜*N*63.5≤10 | 稍密 |
| 10＜*N*63.5≤20 | 中密 |
| *N*63.5＞20 | 密实 |

注：表中碎石土适用于平均粒径小于等于50mm且最大粒径不超过100mm的卵石、碎石、圆砾、角砾，不在范围内的碎石土，可按其他方法鉴别其密实度。

附录D 圆锥动力触探锤击数修正

D.0.1 采用重型圆锥动力触探确定土的密实度时，可按表D.0.1进行修正系数取值。

表D.0.1 重型圆锥动力触探试验锤击数杆长修正系数*α*1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *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，数据可线性内插取值。

D.0.2 采用超重型圆锥动力触探确定土的密实度时，可按表D.0.2进行修正系数取值。

表D.0. 2 超重型圆锥动力触探试验锤击杆长修正系数*α*2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *N*120*L*（m） | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | 0.96 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.89 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 3 | 0.94 | 0.88 | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.83 | 0.82 | 0.82 | 0.81 | 0.81 |
| 5 | 0.92 | 0.82 | 0.79 | 0.78 | 0.77 | 0.77 | 0.76 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | 0.72 |
| 7 | 0.90 | 0.78 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | 0.71 | 0.70 | 0.68 | 0.68 | 0.67 | 0.66 |
| 9 | 0.88 | 0.75 | 0.72 | 0.70 | 0.69 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.62 |
| 11 | 0.87 | 0.73 | 0.69 | 0.67 | 0.66 | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.61 | 0.60 | 0.59 | 0.58 |
| 13 | 0.86 | 0.71 | 0.67 | 0.65 | 0.64 | 0.63 | 0.61 | 0.60 | 0.58 | 0.57 | 0.56 | 0.55 |
| 15 | 0.86 | 0.69 | 0.65 | 0.63 | 0.62 | 0.61 | 0.59 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.53 |
| 17 | 0.85 | 0.68 | 0.63 | 0.61 | 0.60 | 0.60 | 0.57 | 0.56 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | 0.50 |
| 19 | 0.84 | 0.66 | 0.62 | 0.60 | 0.58 | 0.58 | 0.56 | 0.54 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.48 |

注：表中*L*为杆长，数据可线性内插取值。

附录E 取土器技术标准

E.0.1 取土器技术参数应符合表E.0.1的规定

表E.0.1 取土器技术参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 取土器参数 | 厚壁取土器 | 薄壁取土器 |
| 敞口自由活塞 | 水压固定活塞 | 固定活塞 |
| 面积比 | 13~20 | ≤10 | 10~13 |
| 内间隙比 | 0.5~1.5 | 0 | 0.5~1.0 |
| 外间隙比 | 0~2.0 | 0 |
| 刃口角度 | <10 | 5~10 |
| 长度 | 400，550 | 对砂土：（5~10）对黏性土：（10~15） |
| 外径 | 75~89，108 | 75，100 |
| 衬管 | 整圆或半合管，塑料、酚醛层压纸、或镀锌铁皮制成 | 无衬管，束节式取土器衬管同左 |

注：1 取样管及衬管内壁必须光滑园整；

 2 在特殊情况下取土器直径可增大至150mm～250mm；

 3 表中符号：

 De—取土器刃口内径；

 Ds—取样管内径，加衬管时为衬管内径；

 Dt—取样管外径；

 Dw—取土器管靴外径，对薄壁管Dw＝Dt。

云南省岩土工程勘察规范

（征求意见稿）

条文说明

目 录

[1 总则 82](#_Toc5113066)

[2 术语和符号 83](#_Toc5113067)

[2.1 术语 83](#_Toc5113068)

[2.2 符号 83](#_Toc5113069)

[3 勘察阶段、勘察等级和勘察纲要 84](#_Toc5113070)

[3.1 勘察阶段 84](#_Toc5113071)

[3.2 勘察等级 84](#_Toc5113072)

[3.3 勘察纲要 84](#_Toc5113073)

[4 工程勘察基本要求 86](#_Toc5113074)

[4.1 一般规定 86](#_Toc5113075)

[4.4 桩基础 86](#_Toc5113076)

[4.6 基坑工程 86](#_Toc5113077)

[4.7 边坡工程 86](#_Toc5113078)

[4.8 岸边工程 86](#_Toc5113079)

[4.9 山地工程 87](#_Toc5113080)

[4.10 既有建筑物的增载或加固 87](#_Toc5113081)

[4.12 废弃物处理工程 87](#_Toc5113082)

[5 不良地质作用和地质灾害 89](#_Toc5113083)

[5.3 滑坡 89](#_Toc5113084)

[5.6 采空区 89](#_Toc5113085)

[6 特殊性岩土 92](#_Toc5113086)

[6.5 红黏土 92](#_Toc5113087)

[6.6 膨胀岩土 93](#_Toc5113088)

[6.8 软岩及其残积土 93](#_Toc5113089)

[7 场地与地基的地震效应 94](#_Toc5113090)

[7.1 一般规定 94](#_Toc5113091)

[7.2 液化判别 95](#_Toc5113092)

[7.3 活动断裂 95](#_Toc5113093)

[8 地下水 97](#_Toc5113094)

[8.1 地下水的勘察要求 97](#_Toc5113095)

[8.2 水文地质参数的测定 97](#_Toc5113096)

[8.3 地下水作用的评价 97](#_Toc5113097)

[8.4 抗浮设防水位 97](#_Toc5113098)

[9 原位测试 99](#_Toc5113099)

[9.1 一般规定 99](#_Toc5113100)

[9.2 载荷试验 99](#_Toc5113101)

[9.3 静力触探试验 99](#_Toc5113102)

[9.4 圆锥动力触探试验 100](#_Toc5113103)

[9.5 标准贯入试验 101](#_Toc5113104)

[9.6 现场直接剪切试验 101](#_Toc5113105)

[9.7 波速及地脉动测试 102](#_Toc5113106)

[10 取样及室内试验 105](#_Toc5113107)

[10.1 取样 105](#_Toc5113108)

[10.2 室内试验 106](#_Toc5113109)

[11 岩土工程分析评价 108](#_Toc5113110)

[11.1 一般规定 108](#_Toc5113111)

[11.2 岩土参数的分析和选定 108](#_Toc5113112)

[12 岩土工程勘察报告 109](#_Toc5113113)

[12.1 一般规定 109](#_Toc5113114)

[12.2 成果报告 109](#_Toc5113115)

1总则

1.0.1本规范是依据国家标准《岩土工程勘察规范》（GB50021），根据云南省区域地质、工程地质及水文地质的特点，总结近几十年来云南省岩土工程勘察领域所取得的科研成果和地方工程经验所编制的地方规范。

1.0.3 工程建设必须遵守“先勘察、后设计、再施工”的基本建设程序。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 本条对“岩土工程勘察”的释义如下：

1 岩土工程勘察是为了满足工程建设的要求，有明确的工程针对性，不同于一般的地质勘察；

2“查明、分析、评价”需要一定的技术手段，即工程地质测绘和调查、勘探和取样、原位测试、室内试验、检验和监测、分析计算、数据处理等，不同的工程要求和地质条件，采用不同的技术方法；

3“地质、环境特征和岩土工程条件”是勘察工作的对象，主要指岩土的分布和工程特征，地下水的赋存及其变化，不良地质作用和地质灾害等；

4 勘察工作的任务是查明拟建场地的岩土工程条件和岩土工程问题，提供数据，分析评价和提出处理建议，以保证工程安全，提高投资效益，促进社会和经济的可持续发展；

5 岩土工程勘察是岩土工程中的一个重要组成部分，岩土工程包括勘察、设计、施工、检验、监测和监理等，既有一定的分工，又密切联系，不宜机械分割。

2.1.3 触探包括静力触探和动力触探，用以探测地层，测定土的参数，既是一种勘探手段，又是一种测试手段。物探也有两种功能，当用于探测地层、构造、洞穴等时是勘探手段，当用于测波速等时是测试手段。钻探、井探等直接揭露地层，是直接的勘探手段；而触探通过力学分层判定地层，物探通过各种物理方法探测，有一定的推测因素，都是间接的勘探手段。

2.1.5 岩土工程勘察报告一般由文字和图表两部分组成。表示地层分布和岩土数据，可用图表；分析论证，提出建议，可用文字。文字与图表互相配合，相辅相成，效果较好。

2.1.11 灾害是危及人类人身、财产、工程或环境安全的事件。地质灾害是由不良地质作用引发的这类事件，可能造成重大人员伤亡、重大经济损失和环境改变，因而是岩土工程勘察的重要内容。

2.2 符号

2.2.1 岩土的重力密度（重度）*γ*和质量密度（密度）*ρ*是两个概念。前者是单位体积岩土所产生的重力，是一种力；后者是单位体积内所含的质量。

2.2.3 土的抗剪强度指标，有总应力法和有效应力法，总应力法符号为*c*、*φ*，有效应力法符号为*c*′、*φ*′。对于总应力法，由于不同的固结条件和排水条件，试验成果各不相同。故勘察报告应对试验方法作必要的说明。

3 勘察阶段、勘察等级和勘察纲要

3.1 勘察阶段

3.1.1 本规范规定勘察工作宜分阶段进行，这是根据我国工程建设的实际情况和数十年勘察工作的经验规定的。勘察是一种探索性很强的工作，总有一个从不知到知，从知之不多到知之较多的过程，对自然的认识总是由粗而细，由浅而深，不可能一步到位。况且，各设计阶段对勘察成果也有不同的要求，因此，分阶段勘察的原则需坚持。但是，也应注意到，各行业设计阶划分不完全一致，工程的规模和要求各不相同，场地和地基复杂程度差别很大，要求每个工程都分阶段勘察，是不实际也是不必要的。勘察单位需根据任务要求进行相应阶段的勘察工作。

3.1.2 场地小或岩土工程条件简单的场地，或在城市和工业区，一般已经积累了大量工程勘察资料，建筑物平面布置已经确定时，可以直接进行详勘。但对于地质条件复杂的重要工程仍宜分阶段进行。

3.2 勘察等级

3.2.1 《建设结构可靠度设计统一标准》（GB50068），将建筑物结构分为三个安全等级，《建筑地基基础设计规范》（GB50007）将地基基础设计分为三个等级，都是从设计角度考虑的。对于勘察，主要考虑工程规模大小和特点，以及由于岩土工程问题造成破坏或影响正常使用的后果。由于涉及各行各业，涉及房屋建筑、地下洞室、线路、电厂及其他工业建筑、废弃物处理工程等，很难做出具体划分标准，故本条做了比较原则的规定。以住宅和一般公用建筑为例，30层以上的可定为一级，7~30层的可定为二级，6层及6层以下的可定为三级。

3.2.2 “不良地质作用强烈发育”是指泥石流沟谷、崩塌、滑坡、岩溶、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；“不良地质作用一般发育”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。

“地质环境”是指人为因素和自然因素引起的地下采空、地面沉降、地裂缝、化学污染、水位变化等。所谓“受到强烈破坏”是指对工程的安全已构成直接威胁，如浅层采空、地面沉降盆地的边缘地带、横跨地裂缝、因蓄水而沼泽化等；“受到一般破坏”是指已有或将有上述现象，但不强烈，对工程安全的影响不严重。

3.2.3 多年冻土情况特殊，勘察经验不多，应列为一级地基。“严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土”是指Ⅲ级及以上的自重湿陷性土、Ⅲ级膨胀性土等。其他需作专门处理的，以及变化复杂，同一场地上存在多种强烈程度不同的特殊性岩土时，也应列为一级地基。

3.2.4 划分岩土工程勘察等级，目的是突出重点，区别对待。岩土工程勘察等级是在工程重要性等级，场地等级和地基等级的基础上综合划分。一般情况下， 勘察等级应在勘察工作开始前，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，如果场地和地基条件比较简单，勘察工作的难度是不大的。故即使是一级工程，场地和地基为三级时，岩土工程勘察等级也可定为乙级。

3.3 勘察纲要

3.3.1 勘察纲要是指导整个勘察外业、试验及内业资料整理的纲领性文件，严格执行勘察纲要是保证勘察工作质量的基本要求，所有勘察项目开展工作前须编制合理可行、切合实际的勘察纲要，并经严格审批后方可实施。

云南省地形地貌、地质构造、工程地质条件、水文地质条件复杂多变，随着社会经济的发展，山地工程越来越多，存在现状地质灾害和工程建设引发地质灾害的问题。因此，应结合工程实际先开展踏勘和资料搜集，再针对性地编制勘察纲要。要重视山地工程相关的环境条件，宜在勘察纲要的技术方案中明确应查明的特殊复杂环境地质问题，或者附上适当的图件、照片等资料。

4 工程勘察基本要求

4.1 一般规定

4.1.1 比选分析时，对不良地质作用强烈发育、地基土的岩土性质和水文地质条件严重不良、对建筑抗震危险、有洪水威胁及受矿产资源开采影响严重的不利地段，需进行重点研究。

4.1.6 厚度较大、分布均匀的坚硬土层是指碎石土、密实砂土、老沉积土等。

4.1.15 勘探工作结束后，宜回填黏土材料封孔；当要求严格封隔多层含水层时，宜采用细骨料混凝土全孔回填封孔。

4.4 桩基础

4.4.1 本条第5款，桩的施工对周围环境的影响，包括取土、挤土、振动、降水、排污、噪音等对周围既有建筑物、道路、地下管线设施、精密仪器设备、人居环境等带来的危害。

4.4.4 本条第4款，在基岩地区需注意将孤石误判为基岩问题，岩溶地层需加强岩溶和溶蚀裂隙的判定，查明岩溶及溶蚀裂隙的形态特征、埋深和充填情况，钻孔孔深需穿过溶洞、溶蚀裂隙破碎带进入完整基岩不少于5m，确保桩端下为满足规定厚度的完整基岩。

4.6 基坑工程

4.6.2 当存在基坑和边坡组合时，需结合边坡工程确定勘察范围。

4.7 边坡工程

4.7.3 水是影响边坡稳定的重要因素，在进行测绘时，需要调查地表水及地下水对边坡的不利影响。

4.7.4 对岩质边坡，勘察的一个重要工作是查明结构面。有时，常规钻探难以解决问题，需辅用一定数量的探洞，探井，探槽和斜孔。

4.7.6 正确确定岩土和结构面的抗剪强度指标，是边坡稳定分析和边坡设计成败的关键。本条强调以下几点：

1 岩土强度室内试验的应力条件应尽量与自然条件下岩土体的受力条件一致；

2 实测是重要的，但更要强调结合当地经验，并宜根据现场坡角采用反分析验证；

3 岩土性质有时强度可能随时间而降低，对于永久性边坡应予注意。

4.7.7 本条规定在进行边坡稳定性分析时，首先要核实边坡的工况，判定边坡的安全等级。边坡的稳定状态可以用边坡稳定系数进行判定，边坡稳定安全系数与边坡的安全等级、工况以及边坡的使用时限相关联。

4.7.8 大型边坡工程一般需要进行地下水动态和边坡变形的监测，目的在于为边坡设计提供参数，检验已有工程整治措施（如支挡、疏干等）的效果和进行边坡稳定的预报。

4.8 岸边工程

4.8.2 不良地质作用对岸边工程稳定性有重要影响，本条第3款强调了这方面的工作内容。

4.8.3 本条规定了岸边工程地质调查和测绘的范围。云南省岸边工程大多位于高山峡谷地区，主要涉及到斜坡稳定问题，第一斜坡带、次级分水岭以内的地层岩性、构造、不良地质作用、地下水等均对斜坡稳定性有影响，根据工程经验，调查和测绘范围应适当外延。工程地质测绘比例尺是在满足《岩土工程勘察规范》（GB50021）第8章的要求的基础上，考虑到云南省地质条件的复杂性并结合工程经验确定的。

4.8.4 临坡建（构）筑物的边坡、基础一般比护岸、堤岸工程要求高，本规范参考《市政工程勘察规范》（CJJ 56）和《港口岩土工程勘察规范》（JTS 133），根据工程实际经验，对勘探线、点间距做出了规定。地下水位的升降对斜坡稳定性有较大影响，设置地下水位长期观测孔，查明地下水的动态变化特征是有必要的。

4.8.7 在满足《岩土工程勘察规范》（GB50021）要求的基础上，本规范参考《市政工程勘察规范》（CJJ 56）和《港口岩土工程勘察规范》（JTS 133），结合实践经验，对勘探点数量、取样和试验工作做出了规定。

4.9 山地工程

4.9.3 本条规定了勘察工作的内容，在勘察中场地稳定性是勘察中的主要问题，应重点查明控制稳定性的各种因素，如软弱结构面、特殊性岩土、地质灾害和不良地质作用。有基坑工程和永久性边坡组合的工程，需确定不同的安全等级，就最高的安全等级进行评价分析。

4.9.4 对以岩基为主，地层较简单的场地，勘察手段可适当简化。

4.9.6、4.9.7 地基复杂程度简单时钻孔间距可取大值，地基复杂程复杂时应取小值。

4.10 既有建筑物的增载或加固

4.10.3 本条规定了各类增载或加固工程的岩土工程勘察工作重点及主要内容，使勘察工作具有针对性，岩土工程分析和评价建议符合实际情况。

4.12 废弃物处理工程

（Ⅱ） 工业废渣堆场

4.12.10 对勘探测试工作量和技术要求，本节未作具体规定，需根据工程实际情况和有关行业标准的要求确定，以满足查明地质条件和分析评价要求为准。

（Ⅲ）垃圾填埋场

4.12.16 本条垃圾填埋物是指生活垃圾，包括居民生活垃圾、商业垃圾、集市贸易市场垃圾、街道清扫垃圾、公共场所垃圾，机关、学校、厂矿等单位的生活垃圾；不包含有毒工业制品及其残物、有毒药物、易燃易爆危险品、生物危险品和医疗垃圾、有腐蚀性或有放射性的物质、严重污染环境的有毒有害物。

截污坝、集液池、调节池、渗滤液、防渗衬里等专业术语含义参阅《城市生活垃圾卫生填技术规范》（CJJ17）。

4.12.17 废弃物的堆积方式和工程性质不同于天然土，按其性质可分为似土废弃物和非土废弃物。似土废弃物如尾矿、赤泥、灰渣等，类似于砂土、粉土、黏性土，其颗粒组成、物理性质、强度、变形、渗透和动力性质，可用土工试验方法测试。非土废弃物如生活垃圾，取样测试都较困难，应针对具体情况，专门考虑。有些力学参数也可通过现场检测或反分析确定。

岩土渗透性特征、地下水埋藏条件对垃圾填埋场工程建设和安全运营至关重要，除查明地下水类型、赋存状态、补给、迳流、排泄条件、地下水位等常规内容外，还需重点查明工程区地层的渗透性特征。原位测试渗透系数的方法有抽水试验、注水试验和压水试验，试验方法和适用条件参阅《岩土工程勘察规范》（GB50021）及《水利水电工程钻孔压水试验规程》（SL31）的相关内容。

4.12.18 力学稳定和化学污染是废弃物处理工程评价两大主要问题，本条对评价内容作了具体规定。

过大变形会影响工程的安全和正常使用。土石坝的差异沉降可引起坝身裂缝；废弃物和地基土的过量变形，可造成封盖和底部密封系统开裂、失效。

填埋场必须防止对地下水的污染，自然防渗黏土类填埋场的渗透系数不应大于1.0×10-7cm/s，达不到此要求时，采用人工防渗处理，如土工复合材料防渗等。

填埋场洪水的有效截排和库区地下水有效疏导，对保证场地稳定至关重要，防洪标准应符合国家标准《防洪标准》（GB50201）和《城市防洪设计规范》（CJJ50）的相关要求。

4.12.19 填埋场需修建地下水本底监测井、污染扩散监测井，在填埋前后进行水、土本底监测及作业期监测，填埋后应在不稳定期限前后进行跟踪监测。截污坝、填埋体需进行变形监测，监测项目及监测方法执行《生活垃圾填埋场环境监测技术规范》（CJ/T3037），环境污染控制指标执行《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889）。

5 不良地质作用和地质灾害

5.3 滑坡

5.3.3 第6款 对于正在活动的滑坡，当滑面较难确定，或者滑面层数较多，不能确定主导滑面时，可在勘察钻孔内布置测斜设备，根据一定时间的深孔测斜结果判断滑面位置及主导滑面位置。

5.3.4 滑坡工程地质测绘和调查的范围包括滑坡后缘一定范围的稳定斜坡、汇水洼地及自然平台，滑坡前缘至剪出口以下的稳定地段，滑坡的两侧尚需达到滑坡区以外一定距离或邻近沟谷等微地貌分界地段，涉水滑坡尚需达到河（库）对岸。

5.3.6 为进一步确定滑面位置，可在同一取样孔中采取不同深度的土样测定含水量、饱和度，绘制含水量随深度的变化曲线，采取连续保湿土样宜每米取1件，在预测的滑面附近可加密至每0.30m~0.50m取1件。

对于尚未复活的老滑坡，应选取比残余强度稍高的参数；对于新滑坡和复活的老滑坡，可选滑带土的残余强度。

5.3.7 大型滑坡各段滑带土的物质组成、含水状态和受力模式不同，抗剪强度指标需分段取值，一般情况下主滑段滑带土的强度最低，抗滑段视老滑面或新滑面有区别，牵引段为滑体土主动土压力破裂或岩土节理面破坏，均大于主滑段滑带土指标，因此取整条滑面滑带土的抗剪强度平均值是不合理的，应引起重视。

5.6 采空区

5.6.1 采空区一般是指由人为采掘在地下形成的“空洞”，具有隐伏性强、空间分布特征规律性差、采空区顶板冒落、塌陷难以预测等特点。塌陷为采空区变形在地面的主要表现形式，其平面范围一般大于采空区范围。

5.6.3 当采空区的资料收集不全，而又必须查明时，应该进行必要的勘探，手段可选择物探和钻探。物探方法的选择应结合地形与采空区埋深及探测分布范围而定，常用高密度电法、地质雷达等。钻探主要是验证物探成果，并采样进行相关岩土试验；必要时可采用定位观测方法，查明地表变化特征、变形规律和发展趋势。在观测地表变形值的同时，应同步观测地表裂隙、塌陷坑、台阶的发展情况。定位观测的观测间距、观测周期可参照《公路工程地质勘察规范》JTJ064相关内容：

1）观测线宜网状布设，其长度应超过地表移动盆地范围。

2）观测点应等间距布置，其间距可按表5.6.3-1确定。

表5.6.3-1定位观测点间距

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 开采深度H（m） | 观测点间距L（m） | 开采深度H（m） | 观测点间距L（m） |
| ＜50 | 5 | 200~300 | 20 |
| 50~100 | 10 | 300~400 | 25 |
| 100~200 | 15 | ＞400 | 30 |

3）观测周期可根据地表变形速度按5.6.3计算或根据开采深度按表5.6.3-2确定。

$t=\frac{\sqrt{2}Kn}{S}$$\frac{\sqrt{2}Kn}{S}$ （5.6.3）

式中：*t*—观测周期（月）；

*n*—水准测量平均误差（mm）；

*S*—地表变形的月下沉量（mm）；

K—系数（一般为2~3）。

表5.6.3-2定位观测周期表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 开采深度H（m） | 观测周期*t*（日） | 开采深度H（m） | 观测周期*t*（月） |
| ＜50 | 10 | 250~400 | 2 |
| 50~100 | 15 | 400~600 | 3 |
| 150~250 | 30 | ＞600 | 4 |

5.6.6 由地下开采引起的地表移动有下沉和水平移动，由于地表各点的移动量不相等，由此产生三种变形：倾斜、曲率和水平变形。这两种移动和三种变形将引起其上建（构）筑物基础和建（构）筑本身产生移动和变形。地表呈平缓而均匀的下沉和水平移动，建筑物不会变形，没有破坏的危险，但过大的不均匀下沉和水平移动，就会造成建筑物严重破坏。

地表倾斜将引起建筑物附加压力的重分配。建筑的均匀荷重将会变成非均匀荷重，导致建筑结构内应力发生变化而引起破坏。

地表曲率对建筑物也有较大的影响。在负曲率（地表下凹）作用下，使建筑物中央部份悬空。如果建筑物长度过大，则在其作用下，则在其重力作用下从底部断裂，使建筑物破坏。在正曲率（地表上凸）作用下，建筑物两端将会悬空，也能使建筑物开裂破坏。

地表水平变形也会造成建筑物的开裂破坏。

《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》附录四列出了地表移动与变形的三种计算方法：典型曲线法、负指数函数法和概率积分法。岩土工程师可根据需要选用。

5.6.7 根据地表移动特征、地表移动所处阶段和地表移动、变形值的大小等进行采空区场地的建筑适宜性评价。下列场地不宜作为建筑场地：

1 在开采过程中可能出非连续变形的地段，当采深采厚比大于25~30，无地质构造破坏和采用正规采矿方法的条件下，地表一般出现连续变形；连续变形的分布是有规律的，其基本指标可用数学方法或图解法表示；在采深采厚比小于25~30，或虽大于25~30，但地表覆盖层很薄，且采用高落式等非正规开采方法或上覆岩层有地质构造破坏时，易出现非连续变形，地表将出现大的裂缝或陷坑；非连续变形是没有规律的、突变的，其基本指标目前尚无严密的数学公式表示；非连续变形对地面建筑的危害要比连续变形大得多；

2 处于地表移动活跃阶段的地段，在开采影响下的地表移动是一个连续的时间过程，对于地表每一个点的移动速度是有规律的，亦即地表移动的总时间中，可划分为起始阶段、活跃阶段和衰退阶段；其中对地表建筑物危害最大的是地表移动的活跃阶段，是一个危险变形期；

3 地表倾斜大于10mm/m或地表曲率大于0.6m/m2或地表水平变形大于6mm/m的地段，这些地段对砖石结构建筑物破坏等级已达Ⅳ级，建筑物将严重破坏甚至倒塌；对工业构筑物，此值也超过容许变形值，有的已超过极限变形值，因此本条作了相应规定。

如果采取严格的抗变形结构措施，则即使是处于主要影响范围内，可能出现非连续变形的地段或水平变形值较大的地段（ε=10mm/m ~17mm/m），也是可以建筑的。

5.6.8 小窑一般是手工开挖，采空范围较窄，开采深度较浅，一般多在50m深度范围内，但最深也有达200m~300m，平面延伸达100m~200m，以巷道采掘为主，向两边开挖支巷道，一般呈网格状分布或无规律，单层或2~3层重叠交错，巷道的高宽一般为2m~3m，大多不支撑或临时支撑，任其自由垮落。

其地表变形特征是：

1 由于采空范围较窄，一般地表不会产生移动盆地，大多产生较大的裂缝和塌陷坑；

2 地表裂缝的展布常与开采工作面的掘进方向平行；随开采工作面的推进，裂缝也不断向前发展，形成互相平行的裂缝。裂缝一般上宽下窄，两边无显著高差出现。

5.6.9 小窑采空区稳定性评价，首先是根据调查和测绘圈定地表裂缝、塌陷范围，如地表尚未出现裂缝或裂缝尚未达到稳定阶段，可参照同类型的小窑开采区的裂缝角用类比法确定。其次是确定安全距离。地表裂缝或塌陷区属不稳定地段，建筑物应予避让，并留设一定的安全距离。安全距离的大小可根据建筑物等级、性质确定，一般应大于5m~15m。当建筑物位于采空区影响范围之内时，应进行顶板稳定性分析，但目前顶板稳定性的力学计算尚不成熟，因此，本规范未推荐计算公式。主要靠搜集当地矿区资料和当地建筑经验，确定其是否需要处理和采取何种处理措施。

6 特殊性岩土

6.5 红黏土

6.5.1 本节所指的红黏土是红土的一个亚类，即母岩为碳酸盐岩系，经湿热条件下的红土化作用形成的特殊土类。本条明确了红黏土包括原生红黏土与次生红河黏土。以下各条规定均适用于这两类土。按照本条的定义，原生红黏土比较易于判定，次生红黏土则可能具备某种程度的过渡性质。勘察中应通过第四纪地质、地貌的研究，根据红黏土特征保留的程度确定是否判定为次生红黏土。

6.5.2 本条着重指出红黏土作为特殊性土有别于其他土类的主要特征是：上硬下软、表面收缩、裂隙发育。地基是否均匀也是红黏土分布区的重要问题。本节以后各条的规定均针对这些特征做出。勘察中应详细划分土的状态。为反映红黏土裂隙发育的特征，应根据野外观测的裂隙密度对土体结构进行分类。红黏土的网状裂隙分布，与地貌有一定联系，如坡度、朝向等，且由浅而深递减之势。红黏土中的裂隙会影响土的整体强度，降低其承载力，是土体稳定的不利因素。

红黏土天然状态膨胀率仅为0.1%～2.0%，其涨缩性主要表现为收缩，线缩率一般为2.5%～8%，最大达14%。但在缩后复浸水，不同的红黏土有明显的不同表现，根据统计分析提出了经验方程*I*r′≈1.4+0.0066*w*L，以此对红黏土复浸水特性划分。划属Ⅰ类者，复浸水后随含水量增大而解体，涨缩循环呈现涨势，缩后土样高度大于原始高度，胀量逐次积累以崩解告终；风干复浸水土的分散性、塑性恢复、表现为凝聚与胶溶的可逆性。划属Ⅱ类者，复浸水的含水量增量微，外形完好，涨缩循环呈现缩势，缩量逐次积累，缩后土样高度小于原始高度；风干复浸水，干缩后形成的团粒不完全分解，土的分散性、塑性及*I*r值降低，表现出胶体的不可逆性。这两类红黏土表现出不同的水稳性和工程性能。

红黏土地区地基的均匀性差别很大。如地基压缩层范围内均为红黏土，则为均匀地基；否则上覆红黏土较薄，红黏土与岩石组成的土岩组合地基，是很严重的不均匀地基。

6.5.3 红黏土地区当石牙、溶沟（槽）发育，基岩顶面起伏剧烈时，岩土工程勘察，除常规的勘测手段外，宜布置一定数量小麻花钻、轻便动力触探、钎探（孔），以查明基岩的起伏情况，判定地基的均匀性；对于裂隙发育的场地，宜布置一定数量的探井，以查明裂隙的发育程度。

由于红黏土具有垂直方向状态变化大，水平方向厚度变化大的特点，故勘探工作应采用较密的点距，特别是土岩组合的不均匀地基，勘探深度应达到基岩面。

有土洞发育的场地，详细勘察阶段不一定能查明所有情况，为确保安全，在施工阶段补充进行施工勘察是必要的，也是现实可行的。基岩面高低不平，基岩面倾斜或有临空面时，嵌岩桩容易失稳，进行施工勘察是必要的。

6.5.4 裂隙发育是红黏土的重要特征，故红黏土的抗剪强度应采用三轴试验。红黏土有收缩特性，收缩再浸水（复浸水）有不同的性质，故必要时可做收缩试验和复浸水试验。

6.5.6 红黏土中发育的地裂缝规模不等，长可达数百米，深度可延伸至地表以下数米，建筑物一般要避开地裂缝密集带或深长地裂缝发育地段。

红黏土失水易产生收缩变形，在大气影响急剧层深度范围内的红黏土，受高温烘烤的红黏土，容易失水，轻型建筑物的基础埋深应大于大气影响急剧层深度；炉窑及高温设备的基础应考虑地基土不均匀收缩变形的影响。

在石芽出露地段，地表水沿基岩面下渗，会带走一部分土颗粒；下渗所产生的渗透压力也会使土层产生一定的变形，在石芽出露地段应考虑地表水下渗引起的地面变形。

红黏土场地，基岩顶面经常分布有软弱土层，应对软弱下卧层进行承载力验算，必要时还需进行变形验算。

6.6 膨胀岩土

6.6.1 对大部分岩石而言，由于岩石结构内力克服了其膨胀力，膨胀岩的胀缩性表现不出来；而对于软岩和极软岩，吸水软化后，降低了岩石的结构内力，在膨胀力的作用下，易膨胀崩解，当失水后，收缩已不能恢复原生结构，其胀缩表现出来的特性和膨胀土是有很大区别的。

目前，膨胀岩的胀缩特性对工程影响不像膨胀土影响面大，业界对膨胀岩的认识和研究深度还不够，资料也较少，膨胀性的判定标准也不统一，例如，中国科学院地质研究所将钠蒙脱石含量5％～6％，钙蒙脱石含量11％～14％作为判定标准。铁道部第一勘测设计院以蒙脱石含量8％、或伊利石含量20％作为标准。此外，也有将黏粒含量作为判定指标的，例如铁道部第一勘测设计院以粒径小于0.002mm含量占25％或粒径小于0.005mm含量占30％作为判定标准。还有将干燥饱和吸水率25％作为膨胀岩和非膨胀岩的划分界线。对膨胀岩的研究，尚待以后生产中积累经验，所以本节规定了主要适用于云南地区的膨胀土。

6.8 软岩及其残积土

6.8.1 软岩具有强度低、变形大、透水性弱、亲水性强、遇水易软化或膨胀、失水易崩解或收缩的特点。主要有第三系地层及侏罗系、白垩系的泥质岩层。

7 场地与地基的地震效应

7.1 一般规定

7.1.2 《建筑抗震设计规范》（GB 50011）规定，对处于发震断裂两侧10km以内的结构，地震动参数应计入近场影响，5km以内乘以增大系数1.5，5km以外宜乘以不小于1.25的增大系数。

7.1.3 1970年通海地震和2008年汶川大地震的宏观调查表明，非岩质地形对烈度的敏感性比岩质地形更强，如通海和东川的许多岩石地基上很陡的山坡，震害也未见有明显的加重。因此，对于岩石地基上的陡坡、陡坎等，可不列为不利地段。但对于岩石地基上高达数十米的条状突出山脊和高耸孤立的山丘，由于鞭鞘效应明显，振动有所加大，烈度仍有增高的趋势，此类情况应列为不利地段并提出避开或采取有效措施的建议。对危险地段，不宜建造甲、乙、丙类建筑。

7.1.4 压实度较差的新近填土和严重不均匀土体，在地震作用下，会加剧其变形或不均匀变形表现。

7.1.5 边坡的地震稳定性评价，应分析地震作用下边坡产生崩塌、滑坡的可能性，评价地震工况下边坡的稳定性。一般情况下，是以计入地震力来考虑地震影响的，但对于地震作用下岩土体以及结构面的强度变化带来的影响如何考虑，需结合专门研究资料、地区经验等综合分析确定。

7.1.6 地震造成地质环境破坏或恶化，加剧地质灾害，甚至形成远程地质灾害危害。因此，勘察时，需特别注意地震作用下场地上方距场地有一定距离的、伴生或次生的崩塌、滑坡、泥石流地质灾害对场地稳定性的影响。

7.1.8 据《建筑抗震设计规范》（GB 50011）规定，特别不规则的建筑、甲类建筑和下表所列高度范围的高层建筑，应采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算。

表7.1.8-1 采用时程分析的房屋高度范围

|  |  |
| --- | --- |
| 烈度、场地类别 | 房屋高度范围(m) |
| 8度Ⅰ、Ⅱ类场地和7度 | ＞100 |
| 8度Ⅲ、Ⅳ类场地 | ＞80 |
| 9度 | ＞60 |

加速度时程的最大值可按下表采用。

表7.1.8-2 时程分析所用地震加速度时程的最大值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地震影响 | 6度 | 7度 | 8度 | 9度 |
| 多遇地震 | 18 | 35(55) | 70(110) | 140 |
| 罕遇地震 | 125 | 220(310) | 400(510) | 620 |

注：括号内数值分别用于设计基本地震加速度0.15g和0.3g的地区。

7.1.9 据《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ 83）规定，当临界等效剪切波速大于表7.1.9-1所列数值时，可不考虑震陷影响。

表7.1.9-1 临界等效剪切波速

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 7度 | 8度 | 9度 |
| 临界等效剪切波速υse(m/s) | 90 | 140 | 200 |

当临界等效剪切波速小于或等于表7.1.9-1所列数值时，甲类建筑物和对沉降有严格要求的乙类建筑物应进行专门的震陷分析计算。对沉降无特殊要求的乙类建筑物和对沉降敏感的丙类建筑物，可按下表的建筑物震陷估算值或根据地区经验确定。

表7.1.9-2 建筑物震陷估算值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设防烈度震陷估算值(mm)地基条件 | 7度(0.1g~0.15g) | 8度(0.2g) | 9度(0.4g) |
| 地基主要受力层深度内软土厚度＞3m地基土等效剪切波速值＜90m/s | 90？ | 140？ | 200？ |

7.2 液化判别

7.2.2 初步判别及进一步判别方法采用《建筑抗震设计规范》（GB 50011）规定的方法。

7.2.5 采用其他方法进行液化判别时，其液化指数计算方法应有可靠依据。

7.2.7 工程建设时，可能改变地形地貌，从而引起水文地质条件改变，地下水位确定要考虑这方面的因素。

7.2.9 发生地震液化时，会产生土体强度急剧降低等现象，因此，倾斜场地的土层液化往往带来大面积土体滑动，造成严重后果。

7.3 活动断裂

7.3.1 重大工程一般是指对社会有重大价值或者有重大影响的工程，其中包括使用功能不能中断或需要尽快恢复的生命线工程，如医疗、广播、通讯、交通、供水、供电、供气等工程。重大工程的具体确定，应按照国务院、省级人民政府和各行业部门的有关规定执行。

大型工业建设场地或者《建筑抗震设计规范》（GB50011）规定的甲类、乙类及部分重要的丙类建筑，应属于重大工程。考虑到断裂勘察主要研究的问题是断裂的活动性和地震，发震断裂主要在地震作用下才会对场地稳定性产生影响，因此，本条规定在抗震设防烈度大于或等于7度的的地区应进行断裂勘察。

7.3.2 地震记录应作为判断断裂是否为全新世活动断裂或发震断裂的重要依据。至于全新世活动断裂是否可能会在今后100年内发生震级M≥5级的地震，应以专业机构的预测结果作为依据。将一部分近期有强烈活动的全新世活动断裂定义为发震断裂，这样划分可以将地壳上存在的绝大多数断裂归入对工程建设场地稳定性影响较小的非全新世活动断裂，有利于土地利用。

7.3.3 为便于界定，本规范将建筑场地外2km以内的范围划为敏感区，此范围大于避让距离所要求的范围。之所以将敏感区纳入勘察范围，主要是为研究敏感区内断裂对场地岩土工程特性的影响，并考虑发震断裂可能产生的远程地质灾害影响问题。

 本规范将建筑场地外10km以内的范围划为近场区。《建筑抗震设计规范》（GB 50011）中，有“对处于发震断裂两侧10km以内的结构，地震动参数应计入近场影响，5km以内宜乘以增大系数1.5，5km以外宜乘以不小于1.25的增大系数”的规定，因此，当距建筑场地10km范围内存在发震断裂时，应当对其予以查明。

7.3.6 在工程中，勘察与评价活动断裂一般可以通过搜集、查阅文献资料，进行工程地质测绘和调查来达到目的，但为查明隐伏断裂的分布及场地覆盖层厚度，应布置必要的勘探和测试工作。

7.3.7 全新世活动断裂的规模、活动性质、地震强度、运动速率差别很大，十分复杂。更重要的是其对工程稳定性的评价和影响也不相同，不能一概而论。因此，将全新世活动断裂分为强烈全新世活动断裂、中等全新世活动断裂和微弱全新世活动断裂。

**7.3.8**  重大工程场地或大型工业场地在可行性研究中，对可能影响工程稳定性的全新世活动断裂，应采取避让的处理措施。《建筑抗震设计规范》（GB 50011）以及《火力发电厂岩土工程勘测技术规程》（DL/T5074）等对处理措施作出了规定，本规范对断裂的处理措施主要参照《建筑抗震设计规范》（GB 50011）提出。

8 地下水

8.1 地下水的勘察要求

8.1.1～8.1.4 地下水的赋存状态是随时间变化的，应注意年降水量、蒸发量及地表水与地下水的补迳排关系对地下水位的影响；初步勘察阶段应加强对有关宏观资料的搜集工作，重视对地下水的勘察，必要时开展地下水的长期观测。

8.1.5 取样应符合下列要求：

1 水样应在混凝土结构所在的深度采取，当地下水位低于混凝土结构埋深时需采取土样进行腐蚀性试验，混凝土结构部分处于地下水位以上、部分处于地下水位以下时，应分别取土试样和水试样作腐蚀性试验；

2 实际工作中需考虑地下水位的季节变化，当地下水位上升可能浸没混凝土结构时，仍应取水样进行水的腐蚀性试验；

3 简分析水样取1000ml，分析侵蚀性二氧化碳的水样取500ml，并加大理石粉2～3g，全分析水样取3000ml；取水容器要洗净，取样前应用取水样的水对水样瓶反复冲洗至少三次。水样采取后要立即封好瓶口，贴好水样标签，及时送试验室。

8.2 水文地质参数的测定

8.2.1～8.2.3 关于地下水位着重说明下列几点：

1 稳定水位是指钻探时的水位经过一定时间恢复到稳定状态后的水位。地下水位恢复到稳定状态的时间长短，主要的影响因素为含水层渗透性，为了取得较为可靠的地下水位值，规定在工程结束后统一量测稳定水位；

2 处于山区斜坡区的工程场地，因受地下水补迳排条件及各含水层渗透性影响，各钻孔中地下水位起伏较大，应在勘察期间增加水位观测次数，并根据地形地貌、地下水补迳排条件、单元侵蚀基准面等因素正确判定地下水位；

3 上层滞水水位变化较大，常无稳定水位，当勘察期间无上层滞水时应调查了解季节变化情况。

8.3 地下水作用的评价

8.3.2 关于地下水力学作用的评价，作如下说明：

1 大气降水和生产生活废水补给会在挖方边坡浅部松散层、厚大填方体中形成上层滞水，在验算挖填边坡稳定性时，应考虑上层滞水对边坡稳定的不利影响；

2 对于地下水位以下开挖基坑需采取降低地下水位的措施时，需要考虑的问题主要有：能否疏干基坑内的地下水；在造成水头差条件下，基坑侧壁和底部土体是否稳定；由于地下水的降低，是否会对邻近建筑、道路和地下设施造成不利影响；

3 地下室基坑处于地下水位以上，若基坑壁、底岩土层渗透性差，大气降水和生产生活废水补给会在地下室外侧带状松散填方体中形成上层滞水，应考虑上层滞水对地下室的上浮作用。

8.4 抗浮设防水位

8.4.1 场地挖填整平会改变场地地形地貌及地下水补给、排泄条件，应考虑场地最终整平方案改变地下水补给、排泄条件对抗浮设防水位的影响；若场地处于经常发生水浸的地段，抗浮设防水位可取室外地坪标高；若承压水和潜水有水力联系时，应分别实测其稳定水位，取其中的高水位作为抗浮设防水位；地下室基坑处于地下水位以上，若基坑壁、底岩土层渗透性差，大气降水和生产生活废水补给会在地下室外侧带状松散填方体中形成上层滞水，应根据填方体上层滞水补给、排泄条件综合确定抗浮设防水位。

8.4.2 对位于斜坡地段的地下室或其他可能产生明显水头差的场地上的地下室，若地下室基坑的范围较大，采用同一个抗浮设防水位显然不合理，宜结合场地地形地貌、地下水补给、排泄条件及地下水水力坡度等因素分区段确定抗浮设防水位。

9 原位测试

9.1 一般规定

9.1.1 岩土工程勘察中，原位测试是十分重要的手段，可更直观反映地层特性。布置原位测试点应结合其它勘察手段综合确定。

9.1.6 各种原位测试所得的试验数据，造成误差的因素是较为复杂的，主要有测试仪器、试验条件、试验方法、操作技能、土层的不均匀性等，分析整理时应剔除异常数据。静力触探和圆锥动力触探在软硬地层的界面上，有超前或滞后效应，应予注意。

9.2 载荷试验

9.2.3 载荷试验的技术要求：

1 一般土层载荷试验的承压板，方形承压板边长为0.505m~0.707m，圆形承压板直径φ0.564m~0.798m，但如果为不均匀土层，则承压板的面积不宜小于0.50m2；

2 承压板的形状以圆形为宜；

3 试坑底部的试验面应平整，避免发生扰动，并应确保承压板与试验土层之间有很好的接触；

4 一般要求荷载施加在半无限空间的表面，试坑底部的宽度均要求等于或大于承压板宽度的3倍；为了挖掘地基承载力的潜力，可模拟实际基础的埋深进行载荷试验。

9.2.4 螺旋板载荷试验的*p~s*曲线或*s~t*曲线与试验土层性质之间的理论关系和平板载荷试验有所不同，主要表现在（1）螺旋板载荷试验*p~s*曲线上的*P0*压力之前没有或有极小的沉降；（2）螺旋板载荷试验*p~s*曲线上的直线段可用弹性理论来分析荷载与沉降的关系。

载荷试验的成果分析，除可以确定地基土的承载力和变形模量外，也可利用快速载荷试验所得到的极限荷载反算地基土的不排水抗剪强度。

快速载荷试验过程一般为2个小时，即在试验过程中每隔15min加载一次，整个试验过程加荷8次，快速载荷试验主要适用于沉降速率快、容易稳定的地层，如碎石类土、砂类土及混合土等。可按下式估算地基土的不排水抗剪强度：



式中—地基土的不排水抗剪强度（kPa）；

—快速载荷试验法得到的极限荷载（kPa）；

—承压板周边外的超载或土的自重应力（kPa）；

—计算系数。对于圆形或方形承压板，当周边无超载时，；当承压板埋深大于或等于四倍板的直径或宽度时，。

9.2.6 浅层平板载荷试验成果计算土的变形模量的计算公式的假设条件是荷载施加在弹性半无限空间的表面。深层平板载荷试验荷载作用在半无限体内部，不宜采用弹性理论公式，其计算变形模量的公式是在明德林解的基础上推算出来的，适用于地基内部垂直均布荷载下变形模量的计算。

9.3 静力触探试验

9.3.2 对静力触探试验的技术要求中的主要问题作如下说明：

1 探头的几何形状及尺寸会影响测试数据的精度，故试验前应进行检查，并定期进行率定；

2 贯入速率要求匀速，贯入速率（1.2±0.3）m/min是国际通用的标准；

3 探头传感器除室内率定误差（重复性误差、非线性误差、归零误差、温度漂移等）不应超过±1.0%FS外，特别提出在现场当探头返回地面时应记录归零误差，现场的归零误差不应超过3%，这是试验数据质量好坏的重要标志；探头的绝缘度不应小于500MΩ的条件是3个工程大气压下保持2h；

4 贯入读数间隔一般采用0.1m，不超过0.2m，深度记录误差不超过±1%；当贯入深度超过30m或穿过软土层贯入硬土层后，应有测斜数据；当偏斜度明显，应校正土层分层界线。

9.3.3 对静力触探成果分析作以下说明：

1 绘制各种触探曲线应选用适当的比例尺。

例如：深度比例尺：一个单位长度相当于1m；

*qc*（或*ps*）：一个单位长度相当于2MPa；

*fs*：一个单位长度相当于0.2MPa；

*u*（或△*u*）：一个单位长度相当于0.05MPa：

*Rf*=（*fs*/*qc*×100%）：一个单位长度相当于1；

2 利用静力触探贯入曲线划分土层时，可根据*qc*（或*ps*），*Rf*贯入曲线的线型特征、*u*或△*u*或[△*u*/( *qc*-*p0*')]等，参照临近钻孔的分层资料划分土层。利用孔压触探资料，可以提高土层划分的能力和精度，分辨薄夹层的存在。

9.3.4 利用静探资料可估算土的强度参数、浅基或桩基的承载力、砂土及粉土的液化。只要经验关系经过检验已证实是可靠的，利用静探资料可以提供有关设计参数；利用静探资料估算变形参数时，由于贯入阻力与变形参数间不存在直接的机理关系，可能可靠性差些。

9.4 圆锥动力触探试验

9.4.1 圆锥动力触探试验（DPT）(dynamic penetration test)是用一定质量的重锤，以一定高度的自由落距，将标准规格的圆锥形探头贯入土中，根据打入土中一定距离的锤击数，判定土的力学性质，具有勘探和测试双重功能。

本规范列入了三种圆锥动力触探（轻型、重型、超重型）。轻型动力触探的优点是轻便，对于施工验槽，填土勘察、查明局部软弱土层、洞穴等分布，均有实用价值。重型动力触探是应用最广泛的一种，其规格标准与国际通用标准一致。超重型动力触探的能量指数（落锤能量与探头截面积之比）与国外的并不一致，但相近，适用于碎石土。

9.4.2 本条考虑了对试验成果有影响的一些因素。

1 锤击能量是最重要的因素。规定落锤方式采用控制落距的自动落锤，使锤击能量比较恒定，注意保持杆件垂直，探杆的偏斜度不超过2%。锤击时防止偏心及探杆晃动；

2 触探杆与土间的侧摩阻力是另一重要因素。实验过程中，可采用下列措施减少侧摩阻力的影响：

1）使探杆直径小于探头直径。在砂土中探头直径与探杆直径比应大于1.3。而在黏土中可小些；

2）贯入一定深度后旋转钻杆（每1m转动一圈或半圈），以减少侧摩阻力；贯入深度超过10m，每贯入0.2m，转动一次；

3）探头的摩阻力与土类、土性、杆的外形、刚度、垂直度、触探深度等均有关系，很难用一固定的修正系数处理，应采取切合实际的措施。减少侧摩阻力，对贯入深度加以限制；

3 锤击速度也影响实验成果，一般采用每分钟15～30击；在砂土、碎石土中，锤击速度影响不大，则可采用每分钟60击；

4 贯入过程应不间断地连续击入，在黏性土中击入的间歇会使侧摩阻力增大；

5 地下水对击数与土的力学性质的关系没有影响，但对击数与土的物理性质（砂土孔隙比）的关系有影响，故应记录地下水位埋深。

9.4.4 对动力触探成果分析作如下说明：

1 根据触探击数、曲线形态。结合钻探资料可进行力学分层，分层时注意超前滞后现象，不同土层的超前滞后量是不同的。

 上为硬土层下为软土层，超前约为0.5m～0.7m，滞后约为0.20m；上为软土层下为硬土层，超前约为0.1m～0.2m，滞后约为0.3m～0.5m。

2 在整理触探资料时，应剔出异常值，在计算土层的触探指标平均值时，超前滞后范围内的值不反映真实土性；临界深度内锤击数偏小不反映真实土性，故不应参加统计。动力触探本来是连续贯入的，但也有配合钻探，间断贯入的做法，间断贯入时临界深度以内的锤击数同样不反应真实土性，不应参加统计。

3 整理多孔触探资料时，应结合钻探资料进行分析，对均匀土层，可用厚度加权平均法统计场地分层平均触探击数。

9.5 标准贯入试验

9.5.6 《岩土工程勘察规范》（GB50021）规定，采用标贯试验判定砂土密实度时N值不做修正，《建筑抗震设计规范》（GB50011）规定评定砂土液化时N值不做修正。除此外其它国家规范和地方规范大多未明确标贯试验在什么条件下需进行修正后使用。故在实际应用N值时，应按具体岩土工程问题，参照有关规范考虑是否作杆长修正或其他修正，因此勘察报告应提供未经修正的标准贯入试验原始值。

9.6 现场直接剪切试验

9.6.1 现场直剪试验，应根据现场工程地质条件、工程荷载特点、可能发生的剪切破坏模式、剪切面的位置和方向、剪切面的应力等条件，确定试验对象，选择相应的试验方法。

可分为岩土体试体在法向应力作用下沿剪切面剪切破坏的抗剪断试验，岩土体剪断后沿剪切面继续剪切的抗剪试验（摩擦试验），法向应力为零时岩体剪切的抗切试验。

9.6.3 岩体试样尺寸不小于0.5m×0.5m，一般采用0.7m×0.7m的方形体，与国际标准一致。土体试样尺寸则与土中的最大粒径有关，试样可采用圆柱体或方柱体，试样高度不小于最小边长的0.5倍。

9.6.4 对现场直剪试验的主要技术要求作如下说明：

1 保持岩土样的原状结构不受扰动是非常重要的，故在制样过程中，应避免岩土样或软弱结构面破坏和含水量的显著变化；对软弱岩土体，应在试样周边增加护套，护套底边应在剪切面以上；

2 在地下水位以下的地层中试验时，应先降低水位，安装试验装置并恢复水位后，再进行试验；

3 法向荷载和剪切荷载应尽可能通过剪切面中心，实验过程中注意保持法向荷载不变；对于高含水量的塑性软弱层，应控制法向荷载施加速度，以免软弱层挤出。

9.6.5 绘制剪应力与剪切位移关系曲线和剪应力与垂直位移关系曲线，依据曲线特征，确定强度参数。

1 根据长江科学院的经验，对于脆性破坏岩体，可以采取比例强度确定抗剪强度参数；对于塑性破坏岩体，可以利用屈服强度确定抗剪强度参数。

2 验算岩土体滑动稳定性，可以采取残余强度确定的抗剪强度参数。因为在滑动面上破坏的发展是累进的，发生峰值强度破坏后，破坏部分的强度降为残余强度。

9.7 波速及地脉动测试

（Ⅰ） 波速测试

9.7.1 波速测试目的，是根据弹性波在岩土体内的传播速度，间接测定岩土体在小应变条件下(10-4～10-6)动弹性模量。

9.7.2 单孔法波速测试

1 测试孔应垂直，当垂直偏差大于2°时，对波速值计算有影响显现；

2 在实际工作中经常遇到的问题是地表条件不好和钻孔易塌孔、缩径。在城区工作时、现场经常有管道、坑道等地下构筑物，地表还有大量碎石、砖瓦、房渣土等不均匀地层，都不利于激发较纯的剪切波。因此，在工作前应了解现场情况，使测试孔离开地下构筑物，并用挖坑放置木板的方法避开地下管道及地表不均匀层，减少它们的影响。当钻孔必须下套管时，必须使套管壁与孔壁紧密接触，减少介质对波速传播影响。

3 一般情况下，根据现场条件确定震源与离测试孔的距离L。虽然击板法能产生较纯的剪切波，但也会有少量压缩波产生，当木板离孔太近时，往往在浅处收到的剪切波由于和前面的压缩波挨得太近，而不能很好地定出其初至时间，另一方面，当第一层土下有高速层时，则按斯奈尔定律，当入射角为临界角时，会在界面上产生折射波，如L值过大，则往往会先收到折射波的初至，从而在求波速值时出错。因此，在确定L值时应注意工程地质条件，以1m较为适宜，当地面振源点距孔口的距离大于1m时应作斜距校正。

4 测试点的间隔根据地层界面情况而定。通常做法是地下水位以上平均1m～2m一个测试点，地下水位以下测试间隔可适当加大，但不要大于3m，层位变化处应加密测试。

9.7.3 跨孔法测试

最初是用两个试验孔，一个振源孔，一个接收孔。这种方法的缺点是：不能消除因触发器的延迟所引起的计时误差，当套管周围填料与土层性质不一致时，会导致传播时间有误差；当用标准贯入器作振源时，因为是在地面敲击钻杆，在计算波速时还应考虑地震波在钻杆内传播的时间。

目前，主张用3个～4个试验孔，排成一直线。当用3个试验孔时，以端点一个孔作为振源孔，其余2个孔为接收孔。在地层不均匀及进行复测时，还可以用另一端的孔作为振源孔进行测试。

孔间距离的确定受地质情况及仪器精度的限制。我们所需测的是直达波到达接收点的初至时间，但当所要观测的地层上下有高速层时，就可能产生折射波。在离振源距离大于临界距离时，折射波会比直达波先到达接收点，这时所接收到的就是折射波的初至，按这个时间计算出的波速将比实际地层波速值高。因此，孔间距离不应大于临界距离（见图9.7.3-1），计算临界距离的公式为：

 （9.7.3-1）

$i=arcsin⁡(v1/v2) $ （9.7.3-2）



图9.7.3 直达波与折射波传播图径

式中：*X*c—临界距离(m)；

*H*—沿测试孔方向震源至高速层的距离(m)；

*i*—临界角(°)；

*υ1*—低速层波速(m/s)；

*υ2*—高速层波速(m/s)；

*φ*—地层界面倾角(°)，以顺时针方向为正。

9.7.4 面波波速测试

面波测试时，可根据探测深度的要求来改善击振条件：勘探深度较浅时，振源应激发高频地震波；勘探深度较深时，振源应发低频地震波。振源的修正宜根据探测深度要求和场地环境确定：探测深度0m～15m，宜选择大击振；0m～30m选择自由落体击振；0m～50m以上选择炸药振源，或加大落锤的重量或提高落锤的高度以加大探测深度。

瑞利波在地表面的传播具有下列特性：

1）试验基础作竖向激振产生P波、S波、R波，其中R波占全部能量的2/3；

2）瑞利波在土中传播速度与剪切波速度相接近，其差值与泊松比有关；

3）瑞利波的衰减是相对震源距离r，以的比例衰减，较S波衰减慢，故可利用地表面进行测试，不需钻孔；

4）瑞利波的传播范围相当于一个波长LR探度领域，其所反应的地基弹性性质，可考虑为LR/2深度范围内平均值。

9.7.5 波速成果的应用

1 岩土小应变的动弹性模量、动剪切模量和动泊松比可按下式计算：

$G\_{d}=ρv\_{S}^{2}$ （9.7.5-1）

$E\_{d}=\frac{ρv\_{S}^{2}(3v\_{P}^{2}-4v\_{S}^{2})}{v\_{P}^{2}-v\_{S}^{2}}$ （9.7.5-2）

$μ\_{d}=\frac{v\_{P}^{2}-2v\_{S}^{2}}{2(v\_{P}^{2}-v\_{S}^{2})}$ （9.7.5-3）

式中：*Gd*—土的动剪切模量；

*Ed*—土的动弹性模量；

*ρ*—土的质量密度；

*vS—*剪切波波速*；*

*vP—*压缩波波速*；*

*μd*—土的动泊松比。

（Ⅱ） 地脉动测试

9.7.6 本规范适用于周期在0.1～1.0s、振幅小于3*μ*m的短周期地脉动测试，为工程抗震和隔振设计提供场地的卓越周期和脉动幅值。

9.7.7 测试应符合下列要求

1 每个建筑场地的地脉动测点不少于2个是最低要求，当同一建筑场地有不同的地质单元，其地层结构不同，地脉动的频谱特征也有差异，此时应适当增加测点数量；

2 建筑场地钻孔波速测试和地脉动测试，虽然目的和方法有别，但它们都与地层覆盖层厚度及地层性质有关，其地层的剪切波速与场地卓越周期必然有内在联系，地脉动观测点宜布置于波速孔附近。测点三个传感器的布置是考虑到有些场地的地层、构造具有方向性。因此要求按水平东西、水平南北、竖直三个方向布设传感器；

3 不同建筑物的基础埋深和形式不同，应根据实际工程需要布设地下地脉动测点的深度；在城市地脉动观测时，交通运输等人为干扰不断，地面振动干扰大，但它随深度衰减很快，一般也需在一定深度的钻孔内测试；

4 采样频率宜取50Hz～100Hz，考虑了脉动时域波形和图谱的频率分辨率。

9.7.8 为了减少频谱分析中的频率混叠现象，事先应对数据进行窗函数处理，对脉动信号一般加滑动指数窗、哈明窗、汉宁窗较为合适。脉动信号的性质可随机通过样本函数集合的平均值来描述，即脉动信号的卓越周期频率应是多次频域平均的结果。从数理统计考虑，经32次频域平均已基本能满足要求。

9.7.9脉动信号频谱图一般为一个突出谱峰形状，卓越周期只有一个；如地层为多层结构时，谱图有多阶谱峰形状，通常不超过3个，卓越周期可按峰值大小分别提出；对频谱图中无明显峰值的宽频带，可按电学中的半功率点确定其范围。

9.7.10 本条所指的脉动幅值，可以是位移、速度、加速度幅值，可以根据测试仪器和工程需要确定。

10 取样及室内试验

10.1 取样

10.1.2 正文表10.1.2中所列各种取土器大多是国内外常见的取土器。按壁厚可分为薄壁和厚壁两种，按进入土层的方式可分为贯入和回转两类。

薄壁取土器壁厚仅1.25mm～2.00mm，取样扰动小，质量高，但因壁薄，不能在硬和密实的土层中使用。按其结构形式有以下几种：

1 敞口式，国外称为谢尔贝管，是最简单的一种薄壁取土器，取样操作方便，但易逃土；

2 固定活塞式，在敞口薄壁取土器内增加一个活塞以及一套与之相连接的活塞杆，活塞杆可通过取土器的头部并经由钻孔的中空延伸至地面；下放取土器时，活塞处于取样管刃口端部，活塞杆与钻杆同步放下，到达取样位置后，固定活塞杆与活塞，通过钻杆压入取样管取样；活塞的作用在于下放取土器时排开孔底浮土，上提时可隔绝土样顶端的水压、气压、防止逃土，同时又不会像上提活阀那样产生过度的负压引起土样扰动；取样过程中，固定活塞还可以限制土样进入取样管后顶端的膨胀上凸趋势；因此，固定活塞取土器取样质量高，成功效率也高；但需要两套杆件，操作比较费事；固定活塞取土器是目前国际公认的高质量取土器，其代表性型号有Hvorslev型、NGI型等；

3 水压固定活塞式，是针对固定活塞式的缺点而制造的改进型，国外以其发明者命名为奥斯特伯格取土器，其特点是去掉活塞杆，将活塞连接在钻杆底端，取样管则与另一套在活塞缸内可活动的活塞联结，取样时通过钻杆施加水压，驱动活塞缸内的可动活塞，将取样管压入土中，其取样效果与固定活塞式相同，操作较为方便，但结构仍较复杂；

4 自由活塞式，与固定活塞式不同之处在于活塞杆不延伸至地面，而只穿过接头，并用弹簧锥卡予以控制；取样时依靠土样将活塞顶起，操作较为方便，但土样上顶活塞时易受扰动，取样质量不及以上两种。

回转型取土器有两种：

1 单动三重（二重）管取土器，类似于岩芯钻探中的双层岩芯管，取样时外管旋转，内管不动；故称单动，如在内管内再加衬管，则成为三重管；其代表性型号为丹尼森（Denison）取土器。丹尼森取土器的改进型称为皮切尔（Pitcher）取土器，其特点是内管刃口的超前值可通过一个竖向弹簧按土层软硬程度自动调节，单动三重管取土器可用于中等以至较硬的土层；

2 双动三重（二重）管取土器，与单动不同之处在于取样内管也旋转，因此可切削进入坚硬的地层，一般适用于坚硬黏性土，密实砂砾以至软岩。

厚壁敞口取土器，系指我国目前大多数单位使用的内装镀锌铁皮衬管的对分式取土器。这种取土器与国际上惯用的取土器相比，性能相差甚远，最理想的情况下，也只能取得Ⅱ级土样，不能视为高质量的取土器。

目前，厚壁敞口取土器中，大多使用镀锌铁皮衬管，其弊病甚多，对土样质量影响较大，应逐步予以淘汰，代之于塑料或酚醛层压纸管。目前仍允许使用镀锌铁皮衬管，但要特别注意保持其形状圆整，重复使用前应注意整形，消除内外壁粘附的蜡、土或锈斑。

考虑到我国目前的实际情况，薄壁取土器尚需逐步普及，故允许以束节式取土器代替薄壁取土器。但只要有条件，仍以用标准薄壁取土器为宜。

10.1.5 有关贯入取土器的方法，本条规定宜用快速静力连续压入法，即只要能压入的要优先采用压入法，特别对软土必须采用压入法。压入应连续而不间断，如采用钻机给进机构施压，则应配备有足够压入行程和压入速度的钻机。

10.2 室内试验

10.2.1 为保证室内试验质量，试验仪器应符合国家标准《土工仪器的基本参数及通用技术条件》（GB/T15406）规定，并定期进行检校。

10.2.4 对岩土的重要性状做肉眼鉴定和简要描述，即通常说的开样记录，当发现样品均匀性、包含物、数量、质量、封装情况等异常可能影响试验和试验结果以及其代表性时，应如实记录，以便勘察技术人员在分析使用试验资料时做出符合实际的评判。

10.2.5 岩石点荷载强度试验

1 无法取得进行单轴抗压强度试验要求的理想岩样时，可取样进行点荷载强度试验，间接确定岩石强度，如岩石抗拉强度、抗压强度、软化系数、岩石的强度各向异性特征等；可采用钻孔岩心，或从岩石露头、勘探坑槽、平洞、巷道中采取的岩块进行点荷载试验。点荷载试验不适于测定极软岩、砾岩的强度；

2 试件烘干和饱和方法应符合《工程岩体试验方法标准》（GB/T 5026）的规定；

3 标准点荷载强度指数Is（50）、岩石点荷载强度各向异性指数Ia（50）是点荷载强度试验得到的两个指标，其整理计算过程应按照《工程岩体试验方法标准》（GB/T 5026）进行，可参考《岩土工程试验监测手册》应用岩石点荷载试验成果。

10.2.6 室内土工试验：

1 压缩系数、压缩模量值随着压力段的不同而变化，评价地基土压缩性、计算地基沉降应采用对应压力段的压缩系数和压缩模量；

2 采用压缩模量按一维固结理论进行沉降计算时，固结试验施加的最大压力应大于土的有效自重压力与附加压力之和，绘制*e*-*p*曲线，压缩模量应取有效自重压力至有效自重压力与附加压力之和压力段对应的值。当考虑土的应力历史进行沉降计算时，固结试验应绘制*e*-1g *p*曲线，试验压力应使*e*-1g *p*曲线下段出现直线段，在预计的Pc值之后进行卸载回弹再继续加荷，直至完成最后的一级压力，按卡氏作图法确定先期固结压力，计算压缩指数和回弹指数，并按不同的固结状态（正常固结、欠固结、超固结）进行沉降计算；需要计算地基卸荷回弹变形时，固结试验要考虑基坑开挖深度，要对土的有效自重压力进行分段取整，获得回弹曲线和回弹再压缩曲线，利用回弹曲线、回弹再压缩曲线的割线斜率分别求出回弹模量、回弹再压缩模量；

3 需进行沉降历时关系分析（沉降速率及固结度的计算）时，应选取部分土试样在土的有效自重压力与附加压力之和的压力下，作详细的固结历时记录，计算固结系数。对厚层高压缩性软土上的工程，任务需要时应取一定数量的土试样测定次固结系数，用以计算次固结沉降及其历时关系；

4 测定滑坡带等已经存在剪切破裂面的抗剪强度时，应进行残余抗剪强度试验。首先考虑采用含有滑面的重合剪，取样和重合剪难于做到时，可用取自滑面或滑带附近的原状土样或控制含水量和密度的重塑土样进行多次剪。在确定计算参数时，宜与现场观测反分析的成果比较后确定；

7 需划分岩石坚硬程度，了解基岩软化特性，选用基岩为持力层时，可通过载荷试验、取岩样进行干燥和饱和抗压强度试验，取岩样（破碎岩体）进行点荷载试验，确定岩石或岩石地基强度。对软岩、极软岩、遇水软化或崩解的岩石，试验可进行天然湿度的单轴抗压和点载荷试验。

11 岩土工程分析评价

11.1 一般规定

11.1.2 我省地质环境复杂多样，特殊岩土类型多、分布广，岩土特性差异大，本条强调在进行岩土工程分析评价时应充分考虑当地和类似工程经验。

11.2 岩土参数的分析和选定

11.2.2 国标主要强调了样本数据的相关性对统计结果的影响，但统计时什么样的数据需剔除或保留未作明确。有标准提出当样本极差超过30%时应进行分析，但如何处理未作规定。本条参照福建省地方标准（DBJ13）对子样的剔除标准供参考。

子样的取舍（除饱和单轴抗压强度、载荷试验承载力值外）应根据公式11.2.2进行。

 （11.2.2）

式中：——可能舍弃的数据；

——平均值；

——标准差。

当计算式*T*0大于表11.2.2的*T*值时，*X*0须舍弃，过程可以重复，直至数据再没有可剔除的数据为止。

表11.2.2 舍弃值的临界值*T*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 样品数 | 置信水平 | 样品数 | 置信水平 |
| 95% | 99% | 95% | 99% |
| 3 | 1.15 | 1.15 | 12 | 2.29 | 2.55 |
| 4 | 1.46 | 1.49 | 13 | 2.33 | 2.61 |
| 5 | 1.67 | 1.75 | 14 | 2.37 | 2.66 |
| 6 | 1.82 | 1.94 | 15 | 2.41 | 2.71 |
| 7 | 1.94 | 2.10 | 20 | 2.56 | 2.88 |
| 8 | 2.03 | 2.22 | 25 | 2.66 | 3.01 |
| 9 | 2.11 | 2.32 | 30 | 2.75 |  |
| 10 | 2.18 | 2.41 | 40 | 2.87 |  |
| 11 | 2.23 | 2.48 | 60 | 3.03 |  |

注：当采用三倍标准差方法时，*T*0=3。

11.2.3 在用变异系数评价各项参数的变异性时，其数值大小受标准差的影响较大，各种指标的变异系数范围值各不相同，不能按变异系数绝对值的大小来作为判别指标是否合格的标准。

11.2.4 按统计学区间统计理论用岩土参数的平均值乘以修正系数后得到岩土参数的标准值，现行《岩土工程勘察规范》（GB50021）和《建筑地基基础设计规范》（GB50007）均推荐使用。

12 岩土工程勘察报告

12.1 一般规定

12.1.1 本条主要强调对岩土工程分析所依据的一切原始资料，均应进行整理、检查、分析、鉴定，认定无误后方可利用。如果对原始资料不进行认真的检查、整理、分析、鉴定，原始资料不能如实反映实际情况，就可能导致分析评价的失误。

12.1.2 原始资料是岩土工程分析评价和编写成果报告的基础，原始资料的真实、准确、完整，是保证成果报告质量的基本条件。

12.2 成果报告

12.2.1 鉴于岩土工程的规模大小各不相同，目的要求、工程特点、岩土特征、自然条件等差别很大，要制定一个统一的，适用于每个工程的报告内容和章节名称是不切实际的，本条只规定了岩土工程勘察报告的基本内容。

12.2.2 本条所列成果报告应附的图表、附件，为一般情况下保证勘察报告资料完整所需的图表、附件，实际工作中，可根据工程具体情况增加必要的图表、附件。