

JIANZHU JIEGOU SHE JI ZILIAO JI

建筑结构设计 资料集

2

● 地基基础分册

本书编写组

中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

建筑结构设计 资料集 2

地基基础分册

本书编写组

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计资料集 2, 地基基础分册/本书编写组.
北京: 中国建筑工业出版社, 2006
ISBN 7-112-08126-2

I. 建... II. 本... III. ①建筑结构—结构设计—
资料—汇编②地基—基础(工程)—结构设计—资料—
汇编 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 018022 号

本书是建筑结构设计资料集中的地基基础分册。内容尽可能收集房屋建筑地基基础设计、计算、处理各个方面, 以及国家与地方规范、规程等的规定、数据、经验的资料。全书共 13 章: 岩土工程勘察、岩土工程、特殊岩土、地基承载力、天然地基、浅地基、筏基与箱基、桩基、地基基础抗震设计、地基处理、特殊岩土地基的设计与处理、支挡结构、沉井。有详细规定的条文、有经整理的图表, 也有计算例题; 可供地基基础设计、施工、地基处理等实际工程中直接参考和应用。

本书可供建筑结构设计、施工工程技术人员使用; 也可供地基基础研究人员与大专院校有关专业师生参考。

* * *

责任编辑: 戚大庆 赵梦梅 黎 钟 王 跃

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 关 健 孙 爽

建筑结构设计资料集 2

地基基础分册

本书编写组

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京景煌激光照排有限公司

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 23 字数: 706 千字

2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 66.00 元

ISBN 7-112-08126-2

(14080)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

编者的话

这本资料集是应中国建筑工业出版社的要求编写的。1996年开始编写，原定于1997年底交稿。1998年初我们就已经完成符合当时现行规范的编写工作。后因与地基基础有关的规范正在修编，出版社要求将交稿时间推到新规范颁布后。2002年主要规范已修编完毕并颁布执行。2002年下半年我们又开始进行按新规范的修改工作。

地基基础设计有十分明显的地区特征，我们尽可能收集各地区的资料，但难以做到。在编写过程中，只列入一些主要地区的资料，有一定的代表性。尽管编写工作前后历时6年，工作是断断续续地进行，6年内编写人的情况也有所变化，再加上编者的水平有限，遗漏、问题和错误在所难免，希望在此资料集出版后能得到同行的帮助指正。

我们感到遗憾的是在这本资料集脱稿前还有一些规范（特别是地区规范）没有修订，而我们也不能再等待下去。因此资料集中引用了一些旧规范的资料，其编号和颁布施行的年号可参见本资料集的参考文献，没有一一在文中列出。作为资料它们还是有一定参考价值的。我们衷心希望读者在使用时，能与实际情况和现行规范对照，避免矛盾并造成不必要的错误。

本资料集脱稿后，蒙郭继武教授审阅，对此编写组全体表示衷心感谢。

陈远椿

目 录

1 岩土工程勘察 [1~21]

- 一般性岩土工程
 - 勘察 [1-7] 1
- 取样与测试 [8] 8
- 特殊性岩土工程
 - 勘察 [9-16] 9
- 地下水勘察 [17-18] 17
- 沉降观测 [19] 19
- 基坑回弹观测 [20-21] 20

2 岩土工程 [1~12]

- 岩石的分类 [1] 22
- 土的分类 [2] 23
- 主要物理力学指标的
 - 定义 [3] 24
- 岩土状态及野外鉴别 [4-5] 25
- 岩土物理力学指标的经验
 - 数据 [6-7] 27
- 地下水的成因与腐蚀性
 - 评价 [8] 29
- 地下水的危害作用 [9] 30
- 地质图例 [10-12] 31

3 特殊性岩土 [1~23]

- 湿陷性黄土 [1-3] 34
- 新近堆积黄土 Q_4^2 [4] 37
- 红黏土 [5-6] 38
- 软土 [7-9] 40
- 混合土、污染土 [10] 43
- 填土 [11-12] 44
- 冻土 [13-15] 46
- 膨胀土 [16-18] 49
- 盐渍土 [19-20] 52
- 风化岩和残积土 [21] 54
- 岩溶与土洞 [22-23] 55

4 地基承载力 [1~23]

- 一般规定 [1-2] 57

- 查表法确定地基承载力标准值 [3-8] 59
- 按深宽度修正确定承载力设计值 [9-12] 65
- 按理论公式确定承载力 [13-17] 69
- 加厚、加载工程地土承载力 [18-19] 74
- 特殊性岩土的地基承载力 [20-23] 76

5 天然地基 [1~22]

- 一般规定 [1] 80
- 地基承载力验算 [2-7] 81
- 地基变形计算 [8-18] 87
- 防止地基不均匀沉降的措施 [19] 98
- 地基稳定性计算 [20-22] 99

6 浅基础 [1~23]

- 基础埋置深度 [1-2] 102
- 无筋扩展基础(刚性基础) [3-4] 104
- 钢筋混凝土扩展式独立基础 [5-9] 106
- 钢柱下扩展式独立基础 [10] 111
- 柱下条形基础 [11-20] 112
- 柱下十字交叉条形基础 [21] 122
- 墙下条形基础 [22-23] 123

7 筏基和箱基 [1~26]

- 筏形基础设计的一般规定 [1] 125
- 筏基的适用范围和埋置深度 [2] 126
- 筏基的截面设计 [3-4] 127
- 筏基的构造要求 [5-6] 129
- 筏基的内力计算 [6-15] 130
- 箱基设计的一般

- 规定 [15-16] 139
- 箱基的几何尺寸 [17] 141
- 箱基的内力
 - 计算 [17-21] 141
- 箱基的截面设计
 - 与构造 [21-22] 145
- 箱基墙体洞口的设计及其他
 - 构造 [22-24] 146
- 地基计算设计要点 [24-25] 148
- 桩箱与桩筏 [25-26] 149

8 桩基 [1~55]

- 桩基设计的基本规定 [1-3] 151
- 特殊性岩土桩基设计的基本规定 [3] 153
- 桩的分类 [4-5] 154
- 各类桩的优缺点及其适用范围 [6-7] 156
- 桩型和成桩工艺的选择 [7-9] 157
- 混凝土和钢筋混凝土灌注桩 [10-11] 160
- 预制钢筋混凝土桩 [11-13] 161
- 预应力混凝土管桩 [13-16] 163
- 钢桩 [16-18] 166
- 桩基计算 [18-19] 168
- 单桩竖向承载力 [19-21] 169
- 按《建筑桩基技术规范》确定单桩竖向承载力 [21-25] 171
- 桩基水平承载力与位移验算 [25-31] 175
- 特殊条件下桩基竖向承载力验算 (JGJ94-94 规定) [31-33] 181
- 桩基变形计算 [33-36] 183
- 桩身承载力与抗裂计算 [37-38] 187
- 计算例题 [39-42] 189

承台设计 [42-51]	192
钢筋混凝土灌注桩施工	
要点 [51-53]	201
钢筋混凝土预制桩施工	
要点 [53-54]	203
钢桩和承台施工要点、桩基	
工程验收 [54-55]	204

9 地基基础抗震设计 [1~15]

一般规定与勘察 [1]	206
场地土与场地类别 [2]	207
液化土 [3-8]	208
震陷 [9]	214
天然地基基础抗震	
设计 [10]	215
桩基抗震设计要点 [11-15]	
.....	216

10 地基处理 [1~30]

基本规定 [1]	221
换填法 [2-5]	222
预压法 [6-10]	226
强夯法和强夯置	
换法 [11-15]	231
振冲法 [16-17]	236
挤密法 [18-21]	238
深层搅拌法 [22]	242
高压喷射注浆法 [23-24]	243
托换法、基础加	
固法 [25]	245
桩式托换法 [26-28]	246

灌浆托换法 (注浆法) [29-30]	
.....	249

11 特殊岩土地基的设计与处理 [1~26]

湿陷性黄土 [1-6]	251
红黏土 [7]	257
软土 [8]	258
填土 [9-11]	259
冻土地基 [12-17]	262
膨胀土地基 [18-20]	268
盐渍土地基 [21]	271
混合土地基 [22]	272
污染土地基 [23]	273
残积土和风化岩	
地基 [24]	274
岩溶与土洞 [25-26]	275

12 挡土结构 [1~67]

挡土墙的类型和适用	
范围 [1]	277
挡土墙的设计原则和设计	
一般规定 [2]	278
挡土墙常用设计	
资料 [3-4]	279
挡土墙的土压力	
计算 [5-10]	281
挡土墙的一般构造	
规定 [11]	287
重力式挡土墙 [12-15]	288
半重力式挡土墙 [16]	292

悬臂式挡土墙 [17-19]	293
扶壁式挡土墙 [20]	296
加筋土挡土墙 [21-24]	297
基坑支护结构的	
设计 [25-27]	301
支护结构类型和适用	
范围 [28]	304
支护结构的荷载及土压力	
计算 [29]	305
放坡开挖及边坡保护与	
加固 [30]	306
边坡稳定性分析 [31]	307
桩式支护结构 [32-46]	308
地下连续墙 [47-52]	323
锚杆 [53-55]	329
内支撑式支护结构	
[56-60]	332
水泥土墙 [61-63]	337
拱墙 [64]	340
土钉墙 [65-67]	341

13 沉井 [1~14]

使用范围和类型 [1]	344
沉井的形状和组成 [2]	345
沉井构造 [3]	346
设计和计算 [4-9]	347
沉井施工 [10-12]	353
实例 [13-14]	356

参考文献	358
------------	-----

1. 岩土工程勘察

一般性岩土工程勘察

岩土工程勘察的总要求

岩土工程勘察是工程建设的基础工作,勘察时必须重视地区经验,广泛搜集资料,详细了解设计意图,按照勘察阶段的要求,为建(构)筑物的设计、施工和生产使用提供建筑场地稳定性、建筑适宜性和地基条件的资料。并应针对工程特点、要求及场地存在的岩土工程问题,提出地基设计方案和针对不良地基防治措施的建议,包括为此目的而进行的工程地质测绘、原位测试、室内试验、长期观测、场地和地基土条件的分析和评价。

岩土工程勘察分级

岩土工程勘察等级,应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综合评价确定。

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

甲级 在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中,有一项或多项为一级;

乙级 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目;

丙级 工程重要性、场地复杂程度等级和地基复杂程度均为三级。

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

工程重要性等级

根据工程的规模和特性,以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果,可分为三个工程重要性等级。

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

注:根据《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001的条文说明,一般可将30层以上的民用建筑定为一、二级,7~30层的可定为二级,6层及6层以下的可定为三级。工业建筑和构筑物可根据其重要性、规模及破坏后造成的后果,由设计和使用单位共同商定,是重要工程还是非重要工程,并据此确定其重要性等级。

场地复杂程度等级

一、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复杂、需专门研究的场地。

二、符合下列条件之一者为二级场地(中等复杂场地)

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

三、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,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的规定确定。

地基复杂程度等级

一、符合下列条件之一者为一级地基(复杂地基):

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

二、符合下列条件之一者为二级地基(中等复杂地基):

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

三、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。

注:从一级开始、向二级、三级推定,以最先满足的为准。

勘察阶段的划分

勘察阶段的划分,宜与设计阶段相适应,一般分为可行性研究勘察、初步设计勘察和详细勘察。

对一些面积不大,建筑物性质和总体位置已确定或单项岩土工程(如基础托换或加固、已有边坡的局部加固等),且已有工程的地质资料比较齐全,或对工程的地质条件较熟悉和有建设经验

的地区,可简化勘察阶段,直接进行一次性勘察,但同时满足两阶段的要求。在地质简单的地区,勘察部分项目可简化但应满足设计要求。

下列情况之一,应进行施工勘察:

1. 重要性等级为一、二级的工程,应进行施工验槽;
2. 基槽开挖后,岩土条件与原勘察资料不符或发现新情况、新问题,需要进一步作设计或施工变更时;
3. 在地基处理或深基开挖中需进行岩土检验或监测;
4. 地基中溶洞或土洞较发育,需查明并进行处理时;
5. 施工过程中出现边坡有失稳的危险,需查原因并进行监测和提出处理建议时;
6. 对于复杂地基,需进一步确认设计依据的资料或变更部分设计时;
7. 施工处理要求进一步提供岩土工程数据(地层剖面、层面起伏、土性变化和稳定性评估等资料)时。

勘察的一般规定

建(构)筑物的岩土工程勘察应在搜集其上部荷载、功能特点、结构类型、基础形式及埋深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、施工所需的岩土技术参数;
3. 确定地基承载力,预测地基沉降及其均匀性;
4. 提出地基基础设计方案和基坑支护与施工方案的建议。

各勘察阶段的基本要求

一、可行性研究勘察阶段

可行性研究勘察阶段应符合场址选择要求,对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价,并应符合下列要求:

1. 搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、当地的工程地质、岩土工程和建筑经验等资料;
2. 在搜集和分析已有资料的基础上,通过踏勘,了解场地的地层、构造、岩石和土的性质、不良地质现象(指滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、

土洞、断层、洪水淹没及水流对岸边的冲蚀等)及地下水等工程地质条件;

3. 对工程地质条件复杂,已有资料不能满足要求,但其他方面条件较好且倾向于选取的场地,应根据具体情况进行工程地质测绘及必要的勘探工作;

4. 当有两个或两个以上可供选择的场地时,应进行技术经济比选分析。

确定建筑场地时,宜避开下列地区或地段:

1. 不良地质现象发育且对场地稳定性有直接危害或潜在威胁的;
2. 地基土性质严重不良的;
3. 对建筑物抗震有严重危害的;
4. 洪水或地下水对建筑场地有严重不良影响的;
5. 地下有可开采的有价值矿藏,且开采对场地稳定性有影响的,或存在对场地稳定性有影响的地下采空区。

二、初步勘察阶段

初步勘察是在可行性勘察的基础上,根据已掌握的资料和实际需要进行工程地质测绘或调查以及勘探测试工作,为确定建筑总平面布置,主要建、(构)筑物地基基础方案和不良地质现象的防治方案提供工程地质资料,并对场地内拟建建筑地段的稳定性做出评价,并进行下列主要工作:

1. 搜集可行性研究阶段岩土工程勘察报告,取得建筑区范围的地形图及有关工程地质和岩土工程资料;
2. 初步查明地质和地层构造、岩土工程特性、地下水埋藏条件;
3. 查明场地不良地质现象的成因、分布、对场地稳定性的影响及其发展趋势,并对场地稳定性做出评价;
4. 对抗震设防烈度大于或等于6度的场地,应判定场地和地基的地震效应;
5. 季节性冻土地区,应调查场地土的标准冻结深度;
6. 初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性;
7. 高层建筑初步勘察时,应对可能采取的地基基础类型、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析和评价。

三、详细勘察阶段

详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细

的岩土工程资料和设计、施工所需的技术参数；对地基应作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治提出建议。主要应进行下列工作：

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

2. 查明不良地质作用的成因、类型、分布范围、发展趋势及危害程度，并提出评价与整治所需岩土技术参数和整治方案建议；

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

4. 对需要进行沉降计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的变形特征；

5. 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

6. 查明地下水的埋藏条件，提供地下水位及其变化幅度；

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

7. 在季节性冻土地区，提供场地上的标准冻结深度；

8. 判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

9. 对抗震设防烈度等于或大于6度的场地，应进行场地和地基地震效应的岩土工程勘察，并根据国家批准的地震动参数区划和有关的规范，提出勘察场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计特征周期分区。具体的勘察要求见本资料集第9章《地基础抗震设计》的有关部分；

10. 当建筑物采用桩基时，应根据本资料集第8章《桩基》的有关要求进行详细勘察工作；

11. 高层建筑深基坑工程的勘察，应判明基坑的稳定性及其对相邻工程的影响，提出支护方案及计算所需岩土工程参数，必要时进行水文地质测试。

国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001 有关勘探线、勘探点间距和勘探孔深度的规定

一、初步勘察阶段勘探线、勘探点间距和勘探孔的深度应符合下列要求：

1. 勘探线应垂直地貌单元、地质构造和地层界线布置；

2. 每个地貌单元均匀布置勘探点，在地貌单元交接部位和地层变化较大地段，勘探点应予加密；

3. 在地形平坦地区，可按网格布置勘探点；

4. 对岩质地基，勘探线和勘探点的布置，勘探孔的深度，应根据地质构造、岩体特性、风化情况，按地方标准或当地经验确定；对土质地基，应符合本节第5~7款的规定；

5. 初步勘察勘探线、勘探点间距按表1-1确定，其中控制性勘探孔宜占勘探点总数的1/5~1/3，且每个地貌单元均应有控制性勘探点，局部异常地区应加密；

初步勘察阶段勘探线、勘探点间距 表 1-1

地基复杂程度等级	线 距(m)	点 距(m)
一 级 (复杂)	50~100	30~50
二 级 (中等复杂)	75~150	40~100
三 级 (简单)	150~300	75~200

注：表中间距不适用于地球物理勘探。

6. 初步勘察勘探孔深度可按表1-2确定。

初步勘察勘探孔深度 (m) 表 1-2

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

注：1. 勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔。

2. 进行波速测试、旁压试验、长期观测等特殊用途的钻孔除外。

7. 下列情形之一，应适当增减勘探孔深度：

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

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

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

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

5) 对重型工业建筑应根据结构特点和荷载条件适当增加勘探孔深度。

二、详细勘察阶段勘探点的布置，应符合下列规定：

1. 勘探点宜按建筑物周边线和角点布置，对无特殊要求的其他建筑物可按建筑物（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；重大动力机器基础和高耸构筑物，勘探点不宜少于3个；

4. 勘探手段宜采用钻探与触探相配合，在复杂地质条件和特殊性岩土地区，宜布置适当探井；

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

三、详细勘察勘探孔深度应自基础底面算起，并应符合下列规定：

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

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

3. 对仅有地下室的建筑或高层建筑的裙房（或当基底压力 $p_0 \leq 0$ 时）的控制性勘探孔的深度可适当减小，但应深入稳定分布地层，且根据荷载和土质条件不宜少于基底下0.5~1.0倍基础宽度；当不能满足抗拔承载力要求，需设置抗浮桩或锚杆时，勘探孔深度应满足抗浮承载力评价的要求；

4. 当有大面积地面堆载或软弱下卧层时，应适当加深控制性勘探孔的深度；

5. 当需要进行地基稳定性验算时，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；

7. 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的2倍；

8. 当需进行地基处理时，勘探孔深度应满足地基处理设计与施工要求；当采用桩基时，勘探孔深度应满足本页采用桩基时详勘对勘探孔深度的要求；

9. 在上述规定深度内当遇基岩或厚层碎石土

等稳定地层时，勘探孔应根据情况进行调整。

桩基的岩土工程勘察根据岩土工程勘察规范(GB 50021—2001)的规定

一、采用桩基时，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，并提出防治措施的建议；

5. 评价成桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响。

二、勘探点间距应符合下列规定：

1. 对端承桩宜为12~24m，相邻勘探孔揭露的持力层层面高差宜控制为1~2m；

2. 对摩擦桩宜为20~35m；当地层条件复杂，影响成桩或设计有特殊要求时，勘探点应适当加密；

3. 复杂地基的一柱一桩工程，宜每柱设置勘探点；

4. 岩质地基应遵守地方标准或当地经验确定间距。

三、勘探孔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3~5d（d为桩径），且不得小于3m；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. 预计深度内遇软弱层时，应予加深；预计勘探深度内遇稳定坚实岩土时，可适当减小；

4. 对嵌岩桩，应钻入预计嵌岩面以下3~5d，并穿过溶洞、破碎带，到达稳定地层；

5. 对可能有多种桩长方案，应按最长桩定深度。

筏基、箱基对勘察的附加要求

采用筏基、箱基的天然地基，除应符合一般

土质地基的勘察要求外,尚应通过下列勘察工作,阐明其作为筏基或箱基地基的适宜性,并提供设计所需的资料:

一、查明建筑场地内及其邻近地段有无影响工程稳定性的不良地质现象以及有无古河道和人工地下设施等存在;

二、查明建筑场地的地层结构、均匀性以及各岩土层的工程性质;

三、查明地下水类型、埋藏情况、季节性变化幅度和对建筑材料的腐蚀性;

四、在抗震设防区划分对建筑有利、不利和危险的地段,判明场地土类型和建筑场地类别,查明有无液化土层;

五、基坑开挖边坡稳定性分析,必要时提出支护方案;

六、勘探点的布置应考虑建筑物的体型、荷载分布和地层的复杂程度,应满足评价建筑物纵横两个方向地层土质均匀性的要求,并应符合下列规定:

1. 勘探点间距宜为15~35m;当地层变化特别复杂时,宜适当加密;
2. 单幢高层建筑的勘探点不应少于5个,其中控制性勘探点不应少于2个;
3. 勘探点宜沿建筑物周边布置,并宜在角点和中心点布置勘探点;在层数或荷载变化较大的位置宜适当增加勘探点;
4. 当采用承载力很大的大直径桩或地质条件比较复杂时,宜在每个桩位布置一个勘探点。

七、勘探点深度应符合下列规定:

1. 控制性勘探点的深度应大于地基压缩层深度,并可按下式估算:

$$d_c = d + \alpha_c b$$

式中 d_c ——控制性勘探点深度;

d ——基础埋置深度;

b ——基础底面宽度;

α_c ——与土层有关的经验系数,按表1取值。

2. 一般性勘探点的深度应以控制主要受力层的变化为原则,并可按下式估算:

$$d_g = d + \alpha_g b$$

式中 d_g ——一般性勘探点的深度;

α_g ——与土层有关的经验系数,按表1-3取值。

经验系数 α_c 、 α_g 表 1-3

土类	砂土、碎石土	黏性土、粉土	软土
α_c	0.6~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0
α_g	0.3~0.5	0.5~0.8	0.8~1.0

注:1. 取值应考虑土的密度、地下水位等条件,当为密实土,且地下水埋藏较深时取小值,反之取大值;

2. 在软土地区,取值时应考虑基础宽度,当 $b > 60\text{m}$ 时取小值; $b \leq 20\text{m}$ 时取大值; b 超过100m,勘探点深度可酌减。

3. 抗震设防地区,勘探孔的深度应符合《建筑抗震设计规范》的要求,详见本资料集第9章《地基基础抗震设计》;

4. 对不考虑群桩效应,端承型大直径桩的控制性勘探点深应达到预计桩尖以下3~5m;当桩端(包括扩底端)直径大于1.5m时,控制性勘探点深度应大于或等于5倍桩身直径。当遇软土层时,则应加深至穿透软土层。一般性勘探点应到桩端以下1~2m;

5. 摩擦型桩基需计算地基变形时,可将群桩视为一假想实体基础,并自桩端开始计算压缩层深度来决定控制性钻孔的深度;当利用本条第1款公式估算控制性勘探点的深度时,基础埋深 d 应按桩尖的埋深取值;在计算深度范围遇有坚硬岩层或密实的碎石土层时,钻孔深度可酌减。

一些地方标准有关天然地基勘探点布置和深度的要求

- 一、《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》的规定勘探点间距宜按建筑场地的复杂程度确定:
- | | |
|--------|---------|
| 简单场地 | 30~50m; |
| 中等复杂场地 | 15~30m; |
| 复杂场地 | 10~15m。 |

控制性勘探点的数量,宜占勘探点总数的1/3~1/2,每幢重要建筑物、高重心的独立构筑物(烟囱、水塔等)不应少于2个;对小区中密集的高层建筑群,其控制性勘探点的数量可适当减少,但每幢建筑应保证至少有1个;单幢高层建筑的勘探点不应少于4个,其中至少应有2个控制性勘探点。控制性勘探点的间距不宜大于50m。在地层变化复杂和埋藏有古河道地区,应适当加密。

同一建筑范围内的主要地基持力层或有影响的下卧层起伏变化较大时,应补点查清其起伏变

化情况使相邻勘探点的层顶高差不大于1m或补点至间距10m。

二、上海市标准《地基基础设计规范》的规定

对于初步勘察，勘探点间距宜为100~300m，当拟建场地面积较小时，勘探点间距可酌情缩小；控制性勘探点的数量以能了解场地的地层变化为原则。

对于详细勘察，勘探点间距宜为30~50m。单项工程当采用条形基础或独立基础时，勘探点数量不应少于3个；当采用筏形基础或箱形基础时，勘探点数量不应少于5个；高耸构筑物的勘探点数量不应少于3个。

三、《天津市建筑地基基础设计规范》的规定

详细勘察阶段，一级建筑物勘探点间距应根据地层变化的复杂程度及建筑物的具体要求确定，但一般不得超过30m，每幢建筑物的原状取土钻孔数量不得少于4个；对二级建筑物的勘探点间距一般不应超过40m，其原状取土钻孔数不得少于3个；对三级建筑物，应以《天津市工程地质图系》为基础，对场地进行浅层核实，勘探点间距可根据实际需要确定。

对大面积建筑群进行勘察时，勘探点可按方格网布置，其间距一般为60m；地质条件简单并有一定经验时，点距可适当加大；局部存在不良地质现象时，可根据实际情况定距，但建筑群中的一、二级建筑尚应遵守上述规定。

四、浙江省标准《建筑软弱地基基础设计规范》的规定

初步勘察勘探点应沿场区外缘成网状布置，点距一般为50~150m，其中技术孔占1/5，控制孔不应少于3个。

详细勘察勘探点间距一般为20~40m。高耸构筑物的勘探孔数量不应少于3个；筏基、箱基的勘探孔数量不应少于5个，技术性钻孔可占1/3。当基础持力层面起伏变化较大地段，以及局部有人工填土、暗塘、墓穴等不良地质现象存在时，应进行浅层勘探，且孔距应适当缩小至10~15m。

五、福建省标准《建筑地基基础勘察设计规范》的规定

初步勘察应布置若干勘探线，并沿地质、地貌单元垂直或方格网布置，地层和地貌变化较大

处应适当加密。数量根据场区情况和工程类型及要求确定。

详细勘察阶段，一类勘察工程和一次性勘察工程，一般以钻探为主，山区则应辅以井探或槽探，勘探孔间距一般为10~30m，加密的可取3~10m（一次性勘察）或5~15m（方格网布孔）。其他勘察类别以及建筑群的勘察，可根据具体情况酌减，以查明地层结构为原则。

六、一些地区标准对勘察阶段勘探深度的规定略有不同，都是根据各地特点制定的，详见表1-4，深度自基底算起。

一些地区标准对勘察阶段勘探深度的规定 表 1-4

地区	一般性勘探孔	控制性勘探孔
北京	以能控制地基主要受力层为原则，并结合基础类型、埋深、荷载、有无地下室及地层情况，钻至基础底面下适当深度即可	应超过地基压缩层的计算深度，计算时，对中、低压缩性岩土层取附加压力等于自重压力20%的深度，对高压缩性土取自重压力10%的深度
	除一级建筑物外，具有箱形基础或筏板基础的高层建筑，也可按国家标准《岩土工程勘察规范》所列公式计算，但其中的经验系数值，碎石土、密实砂土取1；粉土、黏性土取1.5	
上海	初勘阶段按国家标准《岩土工程勘察规范》并结合工程具体情况执行详细阶段宜取地基压缩层计算厚度以下1~2m，压缩层计算厚度见表1-5	
天津	一般按地基沉降计算深度确定，当设计上有特殊要求时，原状取土钻孔深度应适当加深（特殊要求指当考虑土质特性、基础类型等条件时）	
浙江	初勘时，软弱土层较厚地段，一般性勘探孔为20~30m，控制性孔为30~50m；软弱土层较厚地段，勘探孔应穿过软土层5~10m或至风化岩层 详细勘察要求达到地基受力层计算深度以下2m	
福建	初勘以揭示地层构造并超过受力层计算深度3~5m为原则 详细勘察时，柱基取(3~4)b，条形基础取(5~6)b，筏基取(1.2~1.5)b。 b为基础宽度，软土地区按地区不同、地质复杂程度等具体情况确定	

天然地基压缩层计算厚度（上海市标准） 表 1-5

b (m)	l/b	基础底面附加压力 p_0 (kPa)					
		30	50	70	90	110	130
1	1	2.3	2.8	3.2	3.6	3.8	4.0
	3	3.3	4.0	4.6	5.0	5.5	5.8
	5	3.8	4.7	5.3	5.9	6.3	6.8
	≥10	4.3	5.4	6.3	7.0	7.7	8.2
3	1	5.1	6.0	6.9	7.5	8.1	8.7
	3	6.3	8.4	9.6	10.8	11.4	12.0
	5	7.4	9.6	10.8	12.0	13.2	14.1
	≥10	7.8	10.5	12.0	13.5	15.0	16.2
5	1	7.0	8.5	10.0	10.5	11.5	12.0
	3	9.3	11.5	13.5	15.0	16.0	17.0
	5	9.9	13.0	14.5	16.5	18.0	19.5

续表

b (m)	l/b	基础底面附加压力 p_0 (kPa)					
		30	50	70	90	110	130
5	≥ 10	10.2	13.5	16.0	18.0	20.0	21.5
10	1	10.7	14.0	15.0	17.0	18.0	19.0
	3	13.7	18.0	20.0	23.0	25.0	26.0
	5	14.3	19.0	22.0	25.0	27.0	29.0
	≥ 10	14.4	19.5	23.0	26.0	29.0	31.0
20	1	16.0	20.0	24.0	28.0	30.0	31.0
	3	19.0	26.0	30.0	34.0	38.0	40.0
	5	19.6	28.0	32.0	36.0	40.0	44.0
	≥ 10	19.7	28.5	33.0	38.0	42.0	46.0

采用桩基时，一些地区标准对勘探孔布置的要求

一、《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》的规定

桩基方案的勘探点间距，宜按 20m 布置，当预制打入桩和钻孔灌注桩相邻桩尖持力层顶板标高相差大于 1m 时，应补点至间距 10m。勘探孔深度应满足下列要求：

1. 控制性勘探孔的深度应超过地基压缩层的计算深度，对中、低压缩性岩土层取附加压力等于自重压力 20% 的深度；对高压压缩性岩土层取附加压力等于自重压力 10% 的深度；

2. 一般性勘探孔的深度以能控制地基主要受力层为原则，并结合基础类型、埋深、荷载、建筑物有无地下室及地层情况，钻至基础底面以下适当深度即可；

3. 端承桩的控制性勘探孔深度应达到桩尖持力层以下不少于 3m，一般性勘探孔的深度应达到桩尖持力层以下不少于 1m。群桩、控制性勘探孔的深度应超过地基压缩层的计算深度，计算时端承桩从桩尖算起；

4. 摩擦桩从桩尖向上 1/3 处视为假想的实体基础，其勘探深度可参照天然地基的规定确定；

5. 大直径灌注桩（直径不小于 0.80m）的控制性钻探孔的深度应达到持力层以下不少于 3 倍桩端直径，并不少于 5m；上述深度范围内遇有软土层，应钻透至硬土层不少于 1m。一般性勘探孔的深度应达到桩端持力层以下不少于 2m。

二、上海市标准《地基基础设计规范》的规定

初步勘察时，对勘探点的布置没有专门规定，深度要求按国家标准《岩土工程勘察规范》规定结合工程性质与需要执行。

详勘时，勘探点间距宜为 20~35m，当相邻勘探点所揭露的桩端持力层层面高差大于 2m 或土层性质变化较大时，宜适当加密，但孔距不宜小于 10m。单项桩基工程的勘探点数量应视工程

规模大小而定，不宜少于 4 个。

勘探点深度宜取地基压缩层计算厚度下 1~2m。桩基压缩层计算厚度可查表 1-6。

桩基压缩层计算厚度 h_0 (m) 表 1-6

b	l/b	p_0 h_p	150		300		450		600				
			20	40	60	20	40	60	20	40	60		
15	1	14	11	7	21	17	14	25	20	17	28	23	20
	3	20	14	9	29	23	19	35	29	25	40	34	30
	5	20	14	10	31	26	21	38	32	27	44	38	33
30	1	25	18	11	34	29	25	40	35	31	45	41	37
	3	30	22	15	45	38	32	54	47	42	63	56	51
	5	30	27	25	47	40	33	58	51	44	69	61	55
45	1	32	23	14	45	40	35	54	48	43	62	56	50
	3	38	28	18	58	49	42	70	62	55	82	74	67
	5	38	28	18	60	51	43	74	66	58	88	80	72
60	1	37	27	17	55	48	41	65	58	51	75	68	61

注：1. h_p 为桩端离地面深度 (m)； p_0 为桩基承台底面附加压力 (kPa)；
 b 、 l 为基础宽度与长度 (m)； h_z 为从桩端平面起算的压缩层计算厚度 (m)， $h_z = h_0 + (1 \sim 2)$ 。

2. 中间值可以内插。

三、浙江省标准《建筑软弱地基基础设计规范》的规定

初步勘察没有特殊要求。详细勘察应为合理选择桩型、桩基持力层，估算单桩承载力标准值和判断沉桩可能性等提供依据。

勘探孔间距一般为 20~30m。当相邻所揭露的桩基持力层面高差大于 2m，或土层性质变化较大时，应适当加密勘探孔；当桩基持力层为基岩，且岩面起伏坡角大于 30° 时，应每柱一孔。单项桩基工程的勘探孔数量不应少于 4 个。

当桩基持力层为土层时，勘探孔深度一般为桩基受力层计算深度以下 1~2m；当桩基持力层为基岩时，宜进入中等风化基岩 2~3m、微风化基岩 1~2m，石灰岩地段还应适当加深。

四、天津市《天津市建筑地基基础设计规范》的规定

天津市标准对地基勘察没有区分天然地基与桩基，但规定采用桩基时，勘探孔深度由设计和桩尖持力层深度确定；进行桩基变形验算时，可按桩尖下沉的计算深度确定。

五、福建省标准《建筑地基基础勘察设计规范》的规定

详勘时，桩基的勘察必须重点查明持力层的构成、土层分布及厚度和顶板起伏等情况。如存在软弱下卧层，应打穿该层进入下部较好的土层，并应查明桩基沉降计算深度范围内地层的构成与

分布。持力层以上桩身穿越的地层,必要时尚应提供沉桩或成桩施工、桩基负摩阻力预测等方面的资料。

每幢建筑物的勘探孔不宜少于5个,孔距一般为10~25m;下伏为厚层软土时,孔距应适当加密。如持力层的土层层面坡度大于10%或相邻勘察孔的持力层厚度相差较大,孔距亦应适当加密。对于基岩面或风化层面起伏大及岩土混杂地带,除应加密勘探点间距外,尚应提供基岩或风化岩层面变化或等高线图,必要时宜配合利用简易勘探机具对每一个桩位进行勘探。

对于残积层或风化岩层,应鉴定其密实度或风化程度,必要时应根据采用桩型的要求,进行岩层风化情况的探查。采用人工挖孔桩时,必须查明地下水位、水量和有无出现涌砂、流泥、坍塌和有毒气体的可能,并提出相应的建议或措施。

桩基勘探孔深度按表1-7确定。

详细勘察时桩基勘探孔深度 表1-7

桩基的持力层与下卧层情况		一般性勘探孔	控制性勘探孔
持力层厚度大于10m		打入持力层3~5m	打入持力层8~10m
持力层厚度 小于5m	无软弱下卧层	打入持力层3~4m	打穿持力层
	有软弱下卧层	打入下卧层1~2m	揭露下卧层厚度变化

注:1.如持力层的土层层面坡度大于10%或相邻勘探孔的持力层厚度相差较大,孔深应当加深。

2.对于一级建筑物,当基岩埋藏较浅,或采用一柱一桩时,钻入基岩的深度不应少于3m;如遇软弱夹层或破碎带,应予钻穿。

取样与测试

初勘阶段取样与测试的要求

国家标准《岩土工程勘察规范》规定,初步勘察阶段需布置一定数量的测试工作。取土试样和进行原位测试的勘探孔(井)宜在平面上均匀分布,其数量可占勘探孔总数的1/4~1/2。

取土样或原位测试的数量和竖向间距,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,其数量不得少于6个。

一些地区标准没有对初勘阶段的取样与测试提出具体要求,《冶金工业建设岩土工程勘察技术规范》的要求较为详细。具体内容如下。

1. 取土试样和原位测试的勘探点应在平面上均匀分布,其数量不少于勘探点总数的1/2,且一个场地不少于3个,一个地貌单元不少于1个,其竖向间距,应视地层厚度、分布和土的均匀确定。

2. 用来进行物理力学性质试验的土试样,应在每一土层中选取,对主要的土层应不少于6件。对不能取原状土试样的,可选取扰动土试样,测定其天然含水量和可塑性。

3. 用静力触探或标准贯入试验测定黏性土、粉土及砂类土的地基性质时,每一试验土层的静力触探不少于3~5个测试孔,标准贯入试验不少于6个测试值。在进行测试的同时,应有一定数量的土工试验资料与之配合,以综合分析和评价砂、土的工程性能。

4. 对于淤泥、淤泥质土及流塑的黏土和粉土,宜多采用触探,选取土试样的,宜用薄壁取土器,以静力连续压入法进行。

5. 地震基本烈度大于或等于7度的场地,对于饱和砂土和粉土,应进行标准贯入试验,并从贯入器内选取代表性试样测定黏粒(粒径小于0.005mm)的含量,以判定地基土的地震液化和确定液化等级。宜选择少量代表性钻孔测定各土层的波速,以判定场地和场地土类别。

详勘阶段取土样和测试的要求

国家标准《岩土工程勘察规范》规定,取土试样和进行原位测试的孔(井)数量,应按地基土的均匀性和设计要求确定,并宜取勘探孔总数的1/2~2/3,对设计等级为甲级的建筑物每幢不得少于3个。其竖向间距,在地基主要受力层宜为1~2m;对每个场地或每幢安全等级为一级的建筑物,每一主要土层状土试样不应少于6件;同一土层的孔内原位测试数据不应少于6组。

在地基主要持力层内,对厚度大于50cm的夹层或透镜体应采取土试样或进行孔内原位测试。

当土质不均或结构松散难以采取土试样时,可采取原位测试或增加取土数量。

《冶金工业建设岩土工程勘察技术规范》对取土试样和原位测试孔的数量及其竖向间距的规定,与国家标准基本相同,但每层土的土样数和原位测试数量,较国家标准的规定更为严格和具体。该规范规定,每层土的土样数,不应少于10件;原位测试数量,标准贯入不少于6个,静力触探3~5个,波速孔3~5个,十字板不少于3个。除初勘阶段的规定外,该规范还规定,下列情况下,详勘阶段应采用载荷试验测定地基承载力标准值、变形模量或土在浸水作用下的力学性质。

1. 甲级建筑物和进行地基变形验算的丙级建筑物基础的持力层(基础底面下3~5m深度范围内);

2. 用一般试验方法尚难确定其力学性质的特殊地基土(如松散的砂土及碎石土、某些残积土、人工填土及软弱土层等)。

每一试验土层的试验数量一般不少于3处。试验结果的级差不得超过平均值的30%,分项系

数取 1.0, 未满足此条件应补做试验。压板面积一般采取 2500cm² 或 5000cm², 对坚实的黏性土可采 1000cm²。

《高层建筑岩土工程勘察规程》对取土试样和原位测试的要求

采用天然地基时, 取土样和原位测试点数量不应少于全部勘探点总数的 2/3; 当需要计算倾斜时, 四个角均应有取土孔; 每幢建筑下各主要土层取作物理力学指标试验的土试样和原位测试数量应满足表 1-8 要求。采用桩基时, 应符合表 1-9 要求。

各主要土层取土样和原位测试的数量 (天然地基) 表 1-8

数量 类别	层位	持力层内	持力层底至主要 受力层底	主要受力层以下
	不扰动土样(件、组)	12~18	8~12	6~10
原位测试(次)	8~12	6~10	4~7	

- 注: 1. 表中原位测试仅指: 十字板剪切试验、横压试验或标准贯入试验。
 2. 对剪力试验, 不扰动土样数量的单位为组。
 3. 表中数量对一级高层建筑取大值, 二级高层建筑取小值。

各主要土层取土试样和原位测试的数量 (桩基) 表 1-9

数量 类别	层位	摩擦段	桩端持力层段
	不扰动土试样(件、组)		7~12
原位测试(次)		6~10	4~7

注: 同表 1-8。

土试样的质量等级

土试样质量可根据试验目的按表 1-10 划分为四个等级。

土试样质量等级划分 表 1-10

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、含水量变化很小, 能满足室内试验各项要求。
 2. 如确无条件采取 I 级试样, 在工程技术要求允许的情况下可以 II 级土试样代用, 但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定, 判定用于试验的适宜性, 并结合地区经验使用试验成果。

特殊性岩土工程勘察

湿陷性黄土的工程地质勘察

湿陷性黄土的工程地质勘察应查明下列内容。并应根据国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》

的规定, 对黄土的湿陷系数、湿陷起始压力、建筑场地的湿陷类型、自重湿陷量、受力浸湿饱和和至下沉稳定为止的总湿陷量以及湿陷等级作出评价。同时, 应结合建筑物的要求和特点, 对场地、地基的处理措施以及基础的设计方案提出建议。

1. 黄土地层的时代、成因。
2. 湿陷性黄土层的厚度。
3. 湿陷系数和湿陷起始压力随深度的变化。
4. 湿陷类型和湿陷等级的平面分布。
5. 地下水位升降的可能性和其他工程地质条件。

勘察阶段亦分为场址选择或可行性研究、初步勘察和详细勘察三个阶段。各阶段的勘察成果应符合相应设计阶段的要求。对场地面积不大、地质条件简单或有建筑经验的地区, 可简化勘察阶段, 但应符合初步勘察和详细勘察两个阶段的要求。对工程地质条件复杂或对基底压力大于 300kPa 的建筑物, 尚宜进行施工勘察或专门勘察。

场地工程地质条件的复杂程度, 可按下列规定划分:

1. 简单场地: 地形平缓, 地貌、地层构造简单, 湿陷类型单一, 湿陷等级变化不大。
2. 中等复杂场地: 地形起伏较大, 地貌、地层较复杂, 不良地质现象局部发育, 湿陷类型和等级变化较复杂。
3. 复杂场地: 地形起伏很大, 地貌、地层复杂, 不良地质现象广泛发育、湿陷类型、湿陷等级分布复杂, 地下水位变化显著。

一、场址选择或可行性研究阶段

1. 了解黄土层的地质时代、成因、厚度和湿陷类型, 调查有无影响场地稳定性的不良地质现象。
2. 搜集和分析有关工程地质、水文地质与地区建筑经验等资料。
3. 当调查和搜集的资料不能满足要求时, 应进行必要的工程地质测绘和勘探、试验工作。

本阶段的勘察成果, 应对场地的稳定性和适宜性作出评价, 并宜对可能采取的地基基础类型进行初步分析。

二、初步勘察阶段

1. 查明场地内不良地质现象的成因、分布范围和危害程度; 初步查明场地内湿陷性黄土的物理力学性质、湿陷类型和等级及其分布, 预估地下水位季节性的变化幅度及其升降的可能性。

2. 当按室内试验资料和地区建筑经验不能明确判定湿陷类型时, 应进行现场浸水试验, 按实测的自重湿陷量判定。

3. 勘探线应按地貌单元的纵、横轴线方向布置。在平缓地段可按网格布置。勘探点的间距, 可按表 1-11 确定。

初步勘察勘探点的间距 表 1-11

场地类别	简单场地	中等复杂场地	复杂场地
勘探点的间距(m)	120~200	80~120	50~80

4. 取土勘探点, 应按地貌单元和控制性的地段布置其数量不得少于全部勘探点的 1/2。

5. 勘探点的深度, 应根据湿陷性黄土层的厚度和预估的压缩层深度确定, 宜为 10~20m, 并应有一定数量的控制性取土勘探点穿透湿陷性黄土层。

本阶段的勘察成果, 应为不良地质现象的防治设计提供参数; 为各类建筑的合理布置提供依据; 对地基基础方案提出建议。当工程地质条件复杂, 已有资料不符合要求时, 应绘制 1/1000~1/5000 工程地质图。

三、详细勘察阶段

1. 详细查明各类建筑的地基土层及其物理力学性质指标, 确定湿陷类型、湿陷等级及其平面与深度的界限。

2. 当需要进一步确定湿陷起始压力或地基承载力时应进行载荷试验。

3. 针对地基基础设计方案, 进行有关的专门试验和现场测试。

4. 应根据总平面、建筑物的类别和工程地质条件的复杂程度布置勘探点, 其间距应符合表 1-12 规定。

详细勘察勘探点的间距 表 1-12

场地类别	简单场地	中等复杂场地	复杂场地
勘探点的间距(m)	30~100	20~80	10~50

5. 按《湿陷性黄土地区建筑规范》分类的、单独的甲、乙类建筑的场地内, 勘探点不宜少于 4 个。取土勘探点的数量不得少于全部勘探点的 2/3。若勘探点的间距较大或其数量不多时, 全部勘探点可作为取土勘探点。取土勘探点中, 应有一定数量的探井。在 III、IV 级自重湿陷性黄土场地, 探井数量不得少于取土勘探点的 1/3。在探井中取土样, 竖向间距为 1m; 在钻孔中取样, 应符合钻孔内取原状土样的操作要求。

6. 勘探点的深度, 除应大于地基压缩层的深

度外, 对非自重湿陷性黄土场地还应大于基础底面下 10m; 对自重湿陷性黄土场地, 应根据地区和湿陷性黄土层的厚度确定: 当基础底面下的湿陷性黄土层厚度大于 10m 时, 对陇西地区和陇东陕北地区, 不应小于基础底面下 15m; 对其他地区不应小于基础底面下 10m。对甲、乙类建筑尚应有一定数量的取土勘探点穿透湿陷性黄土层。

本阶段的勘察成果, 应为地基基础的设计提供土的物理力学性质指标和施工及监测的建议。当场地下水水位有可能上升并影响建筑物的安全时, 应提供饱和状态下土的强度和变形参数。

红黏土的工程地质勘察

一、红黏土的测绘与调查应查明下列内容:

1. 不同地貌单元的红黏土和次生红黏土的分布、厚度、物质组成、土性、土体结构等特征及其差异。

2. 下伏基岩的岩性、岩溶发育特征与红黏土土性、厚度变化的关系。

3. 地裂分布、发育特征及其成因, 土体结构特征; 并统计土中裂隙的密度、深度、延展方向及规律, 分析其对人工边坡的影响。

4. 地表水体及地下水的分布、动态及其对红黏土湿度状态垂向分带、土质软化的影响。

5. 现有建筑物开裂原因分析, 地基基础勘察、设计及施工经验等。

二、红黏土的勘察基本要求

1. 初步勘察阶段, 勘探点间距宜取 30~50m; 勘探孔深度宜大于 15m 或达到基岩面。

2. 详细勘察阶段应按地基的均匀性类别分别确定勘探点间距和勘探孔深度。对于均匀性地基, 勘探点间距宜取 12~24m, 其深度可按表 1-13 确定。

I 类均匀性地基红黏土的勘探深度 表 1-13

单独基础		条形基础	
荷载(kN)	勘探孔深度(m)	荷载(kN)	勘探孔深度(m)
3000	6.5(10.5)	250	5.0(8.0)
2000	5.0(8.5)	200	3.5(4.0)
1000	3.5(6.0)	150	1.5
500	1.0	100	1.0

注: 勘探孔深度从基础底面算起, 括号内数值是指地基沉降计算深度内存在软塑土时的勘探深度。

对不均匀性地基, 勘探孔间距宜取 6~12m, 沿基础轴线布置; 勘探孔深度宜按国家标准《岩土工程勘察规范》对一般性岩土详细阶段勘探孔深度的规定执行(详见《一般性岩土工程勘察》章页 [3])。

3. 不均匀地基、有土洞发育地段或采用岩面

端承桩时,宜进行施工勘察,勘探点间距与深度根据需要进行确定。

4. II类地基应进行基坑检验。对一级建筑物应进行建筑物变形观测。对边坡工程,应进行土体的湿度状态的季节变化和裂隙观测。

三、红黏土岩土工程评价的要求

在红黏土岩土工程勘察中,应要求对下列内容进行评价。

1. 地裂现象 地裂是赋存于红黏土中的一种现象,对建筑物危害极大,其规模可长达数百米,深可延至地表下数米,在工程地质测绘及当地建筑史调查中,应引起足够注意。设计中应使建筑物绕开地裂密集带或深长地裂地段。

2. 地下水埋藏、运动条件与土体裂隙特征的关系。

3. 地表水、上层滞水、岩溶水间的联通性和地下水分布的不均匀性、季节性,及其对建筑物的影响。

4. 地基不均匀性对建筑物的影响 当相邻基础的荷载和尺寸相近时,凡符合下列条件之一者,可不考虑地基不均匀性对建筑物的影响:

- 1) I类均匀性地基,相邻基础底面下的土层厚度超过表1中勘探孔的深度;
- 2) II类均匀性地基,相邻基础底面下的土呈坚硬、硬塑状态时,其厚度应符合表1-14的规定。

不同基础底面下红黏土厚度界限值 表1-14

单独基础		条形基础	
荷载(kN)	厚度 h(m)	荷载(kN/m)	厚度 h(m)
3000	$h > 3.5$ 或 $h < 0.8$	250	$h > 2.0$ 或 $h < 0.9$
2000	$h > 2.5$ 或 $h < 0.9$	200	$h > 1.5$ 或 $h < 1.0$
1000	$h > 1.3$ 或 $h < 1.0$	150	$h > 1.0$ 或 $h < 1.2$
500	$h > 0.6$ 或 $h < 1.1$	100	$h > 0.5$ 或 $h < 2.0$

5. 对I类红黏土的人工边坡稳定性评价 应考虑开挖面土体干缩导致裂隙发展及复浸水使土质产生变化的不利影响。必要时进行重复慢剪等试验。

6. 承载力等地基计算指标 红黏土地基的计算指标可按不同建筑等级及场地,采用常规的地基计算指标确定方法确定。对一级建筑物,测试及计算指标的提出应符合国家标准《建筑地基基础设计规范》的规定;对二级建筑物,可根据当地经验采用静力触探、旁压、经验关系等方法提供;对三级建筑物,允许根据现场鉴别,辅以简易测试的经验值提出。

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,承载力的确定应考虑土体结构及裂隙的影响。此外,裂隙发育的红黏土尚应进行三轴剪切及无侧限抗压试验。

四、红黏土地基的处理与基础设计的建议

1. 当采用天然地基时,基础宜浅埋,轻型建筑物的基础埋深应大于当地大气影响剧烈层的深度。

2. 不均匀地基宜作处理,对外露的石芽可用褥垫,并应考虑地表水下渗冲蚀形成的地面变形;对土层厚度、状态不均匀的地段可置换,亦可采用改变基础宽度,调整相邻基础基底压力,增减基础埋深。

3. 基坑开挖时宜采取保温保湿措施。对二、三级建筑物可适当加大其角端基础埋深或在基坑铺设保温材料,并设室外排水和加宽散水坡,防止基坑和边坡失水干缩。

4. 基岩面起伏大、岩质坚硬的地基,可采用大直径嵌岩桩或墩基。

5. 当采用红黏土筑路、筑坝或作为压实填土地基时,土料应先减水,其最优含水量、干密度应符合工程要求,并通过压实确定。当气候条件难以控制含水量时(红黏土地区气候大多湿润,土料难以减水),干密度 ρ_d 可按下列式计算:

$$\rho_d = 1 / (0.37 + \bar{w})$$

式中 \bar{w} ——平均含水量(%)。

软土的工程地质勘察

软土的工程地质勘察应查明其成因类型、成层条件、分布规律(含暗埋的塘、浜、沟、坑、穴的分布)、水平与垂直向的均匀性、地表硬壳层的分布与厚度、地下硬土层或基岩的埋深与起伏,并作出岩土的工程评价。

勘察一般分为初步勘察和详细勘察两个阶段,必要时进行施工勘察。大型厂矿、重点工程应和设计阶段相适应,分为可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察四个阶段。对建筑性质和总平面位置已定的工程,也可仅进行详细勘察,即一次性勘察。

一、可行性研究勘察阶段,应对拟选场址的稳定性和适宜性及技术经济效益作出工程地质评价。并查明建筑场地的不利因素。

1. 有无古河道、暗塘、暗浜和沟谷,地基土严重不均匀;

2. 有无斜坡或起伏大的浅埋基岩;有无滑坡