

关工程,按地质类比法提供资料。

4.3.23 小型穿越工程地质钻探工作可在确定的穿越断面上布置勘探点,勘探深度宜为5m。遇粉细砂及软黏土,可适当加深,但不宜大于10m。地质资料可在线路工程勘察报告中简要说明,在线路纵断面图中,扼要填写地层岩性和结论性意见。

4.3.24 等级公路、铁路穿越宜在穿越断面两侧各布置1个勘探点,并采取土试样或进行原位测试工作,勘探孔深度宜为8m~10m。

4.3.25 对地质条件复杂的穿越工程可进行施工勘察,进一步查明岩土条件。

4.3.26 应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等具体情况编写管道穿越岩土工程勘察报告,勘察报告宜包括下列内容:

1 文字部分宜包括下列内容:

- 1)工程概况;
- 2)勘察目的、任务要求和依据的技术标准;
- 3)勘察方法、勘察工作布置和完成情况;
- 4)自然地理、区域地质和水文地质条件;
- 5)穿越断面的地质构成特征;
- 6)岩土的物理力学性质;
- 7)环境水和土的腐蚀性;
- 8)场地地震效应分析评价;
- 9)工程水文参数、边坡稳定性评价及护坡(岸)措施建议;
- 10)河床的稳定性和穿越的适宜性评价;
- 11)施工条件及设计施工中应注意的问题。

2 图表部分宜包括下列内容:

- 1)勘探点平面位置图;
- 2)工程地质剖面图;
- 3)工程地质柱状图;
- 4)其他有关图表。

4.4 管道跨越

4.4.1 管道跨越工程勘察,应查明跨越段的岩土层性质、地质构造、不良地质作用、岸坡稳定性、抗震设防烈度等工程地质条件,对跨越段的工程地质及工程水文条件作出评价,提供设计所需的岩土工程勘察资料。

4.4.2 可行性研究勘察阶段应通过搜集资料、踏勘、调查,概略了解跨越段的工程地质条件,对拟跨越段地基的稳定性和跨越适宜性作出工程地质评价。

4.4.3 可行性研究勘察阶段应进行下列工作:

- 1 搜集跨越段有关区域地质、地形地貌、地震、工程地质及工程水文资料;

- 2 通过踏勘调查,了解跨越断面出露的地层、构造、岩土性质和不良地质作用等工程地质条件。

4.4.4 可行性研究勘察阶段岩土工程勘察报告应阐明跨越段的地质概况,评价可供选择作管墩、塔架地基范围和拟选段的工程地质、工程水文条件及对下一步勘察工作提出建议。

4.4.5 管道跨越工程初步勘察阶段,应初步查明拟跨越段的岩土层性质、地质构造、不良地质作用、岸坡稳定性、抗震设防烈度等工程地质条件,为初步设计提供必需的岩土工程勘察资料。

4.4.6 初步勘察前应取得下列资料:

- 1 附有拟跨越段范围的地形图;
- 2 可能采取的跨越方式及其有关的工程性质。

4.4.7 初步勘察勘探点沿拟定的跨越中线布置,勘探点间距宜为100m~200m,每个方案不应少于2个勘探点。

4.4.8 初步勘察勘探孔深度应符合下列规定:

- 1 陆域部分勘探孔深度宜为15m~20m;
- 2 河流部分勘探孔深度宜为最大冲刷深度以下15m~20m,

无冲刷深度资料时,勘探孔深度宜为 20m~25m;

3 在预定深度内遇到基岩时,勘探孔深度可适当减小。

4.4.9 跨越工程详细勘察应对管墩、锚固墩、塔架基础场地及地基的稳定性进行岩土工程评价,并为基础设计、地基处理与加固提供工程地质资料。

4.4.10 详细勘察前应取得下列资料:

1 附有管墩、锚固墩或塔架基础位置的地形图;

2 各管墩、锚固墩或塔架基础可能采取的结构形式、受力特点;

3 可能采取的基础形式、尺寸、埋置深度、单位荷载以及有特殊要求的基础设计、施工方案等。

4.4.11 详细勘察应进行下列工作:

1 查明跨越地段的地形、地貌及地质构造,对场地的稳定性作出评价;

2 查明管墩、锚固墩或塔架基础范围内地层的岩性、风化破碎程度、软弱夹层情况及其物理力学性质,对地基稳定性作出评价;

3 当抗震设防烈度大于或等于 6 度时,应提供场地土类型、确定建筑场地类别;

4 当跨越地段的抗震设防烈度大于或等于 7 度,存在饱和砂土和饱和粉土(不含黄土)地基时,应进行地震液化判别;

5 查明对管墩、锚固墩或塔架基础场地有影响的不良地质作用的性质、特征和分布情况,并提出处理建议;

6 当地表水或地下水对基础有影响时,应评价其对建筑材料的腐蚀性。

4.4.12 详细勘察工作应在已确定的管墩、锚固墩或塔架基础位置进行。勘探方法可根据场地的地层条件采用钻探、静力触探、动力触探等手段。勘探点的数量可按表 4.4.12 的规定确定。

表 4.4.12 详细勘察勘探点数量(个)

地基复杂程度等级	管墩/塔架基础	锚固墩
一级(复杂)	4	2
二级(中等复杂)	3	1
三级(简单)	2	1

4.4.13 详细勘察勘探孔的深度应按地基土的性质和基础类型确定,并应符合下列规定:

1 对天然地基,勘探深度应为基础底面以下 $2.0b \sim 3.0b$ (b 为基础宽度),且不应小于 5m;

2 对桩基,勘探深度应至桩端以下 3m~5m。当在预定的深度范围内有软弱下卧层时,应穿透软弱土层或加深至预计控制深度;

3 在预定深度内遇见基岩时,应钻穿强风化层至中等风化层内 2m~3m,当强风化层很厚时,最深以 10m 为限。

4.4.14 采取原状土试样或原位测试的竖向间距,应根据地层结构、地基土的性质和工程特点确定。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)。

4.4.15 各类地基应提供岩土主要物理力学指标,并应符合下列规定:

1 天然地基应进行岩土的物理力学性质试验,并提出岩土的主要性能指标;

2 桩基除应提供各岩土层的主要性能指标外,还应提供桩的极限侧阻力、桩的极限端阻力和单桩竖向极限承载力。

4.4.16 应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等具体情况编写跨越岩土工程勘察报告,并宜包括下列内容:

1 文字部分宜包括下列内容:

1)工程概况;

2)勘察目的、任务要求和依据的技术标准;

3)勘察方法、勘察工作布置和完成情况;

- 4) 自然地理、区域地质和水文地质条件；
- 5) 跨越断面的地质构成特征；
- 6) 岩土的物理力学性质；
- 7) 环境水和土的腐蚀性；
- 8) 场地地震效应分析评价；
- 9) 边坡稳定性评价及护坡措施建议；
- 10) 可能影响工程的不良地质作用描述和对工程危害的评价；
- 11) 施工条件及设计施工中应注意的问题。

2 图表部分宜包括下列内容：

- 1) 勘探点平面位置图；
- 2) 工程地质剖面图；
- 3) 工程地质柱状图；
- 4) 其他有关图表。

4.5 隧 道

4.5.1 管道陆上隧道按其长度可分为三类，并按表 4.5.1 的规定确定。

表 4.5.1 管道陆上隧道长度分类

分类	长隧道	中长隧道	短隧道
长度(m)	$L > 2000$	$2000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

4.5.2 可行性研究勘察阶段应通过搜集资料和现场踏勘，了解拟选隧道场址的地形地貌、区域地质、工程地质和水文地质条件、洞口稳定性及对环境的影响等，对隧道的可行性进行评价，选择合适的隧道位置。

4.5.3 隧道选址应符合下列规定：

1 隧道应选择在地质构造简单、地层单一、岩体完整等工程地质条件较好的地段，在倾斜岩层中隧道轴线宜与地层、主要构造面的走向大角度相交；

2 隧道宜选择在山体稳定、山形较完整、岩层稳定无软弱夹层的地段通过；

3 隧道宜选择地下水影响小、无有害气体、无有用矿体和不含放射性元素的地层通过；

4 隧道应避免断层破碎带，当必须穿过时，隧道应与其垂直或大角度斜交穿过；

5 隧道洞身应避免滑坡和错落体；

6 隧道洞口应选择在山坡稳定、覆盖层薄、无不良地质作用处，宜早进洞、晚出洞；

7 地质构造复杂、岩体破碎、堆积物厚等工程地质条件较差的傍山隧道，宜向山脊线内移；

8 水下隧道宜选择在地下水不发育、透水性差的地层中通过；

9 隧道通过岩溶地区，宜选择难溶岩的地段和地下水不发育的地带，避免穿越岩溶严重发育及地质构造破碎带等地段，宜避开易溶岩与难溶岩的接触带，不能避免时，宜选择在较狭窄，影响范围最小处，以垂直或大角度通过；水下隧道应避免岩溶发育地段；

10 隧道宜避开高地应力区，不能避开时，隧道轴线宜平行最大主应力方向；

11 隧道应避免通过不良地质作用、地下水极为发育的低洼垭口处。

4.5.4 初步勘察阶段应通过工程地质测绘与调查、工程物探、钻探、取样及试验等勘测工作，查明隧道的地形、地貌、地质、地震条件等，查明隧道进出口的工程地质条件，对隧道工程地质条件和水文地质条件提供初步评价，为方案比选和初步设计提供地质依据。

4.5.5 初步勘察阶段工程地质测绘和调查应初步查明下列问题：

1 地形、地貌、地层、岩性、构造特征及岩石的风化程度；

2 不良地质作用及特殊岩土的分布、规模及对隧道的影响；

3 地震历史、地震动参数；

- 4 地应力分布及最大主应力作用方向;
- 5 是否含有放射性元素、有害气体和有用矿体;
- 6 地下水的类型、埋藏、补给和排泄条件;
- 7 地表水体分布及其与地下水体的关系;
- 8 隧道穿越对地面建筑物、地下构筑物等的影响;
- 9 隧道进出口的工程地质条件。

4.5.6 初步勘察阶段勘探和测试应符合下列规定:

1 初步勘察阶段的勘探和测试应以工程物探为主,配合少量钻探及测试工作,对陆上隧道中地质条件简单的短隧道可不进行钻探;

2 根据隧道埋深和下伏岩体特征,应选用工程物探方法,初步查明隐伏断裂、构造破碎带、基岩埋深、划分风化带;

3 勘探点数量和位置应视地质条件复杂程度及工程物探所发现的疑点、异常点以及地形来确定,勘探点宜布设于隧道两侧6m~8m处,岩溶地区和水下隧道勘探点宜布设于隧道两侧15m~20m处,以左右交错布置为宜;陆上隧道初步勘察勘探点间距宜为400m~600m,水下隧道,勘探点间距宜为100m~300m;地质条件复杂的隧道不宜少于3个勘探点;洞口附近覆土较厚时应布置勘探点;

4 陆上隧道一般性勘探孔深度应超过隧道底板不少于3m~5m,控制性勘探孔深度应超过隧道底板不少于5m~10m;水下隧道一般性勘探孔深度应超过隧道底板不少于10m,控制性勘探孔深度应超过隧道底板不少于20m;遇溶洞、暗河或其他不良地质作用时应适当加深;

5 对钻探揭露的每一地层应取样做试验,特殊情况视需要而定,岩质隧道围岩部位取样不少于6组,土质隧道取样间隔2m,变层取样,对膨胀性岩土应加做矿物成分分析及膨胀试验;对隧道有影响的主要含水层应取水样1组~3组进行水质分析试验;

6 钻探过程中遇到地下水、油气、有害气体和矿物时,应做好

观测和记录,探明其位置、厚度,同时取样进行化验分析,作出评价;

7 当地温异常时应测定地温;

8 深埋隧道或地质构造活动强烈的地带有可能存在高地应力时应测试地应力;

9 岩质隧道应进行弹性波或声波测试,以判定岩体完整性;

10 土质隧道应结合钻探进行动力触探、静力触探等原位测试以测试土体的物理力学性质;

11 综合利用工程地质钻孔进行水文地质观测,宜布设专门的水文地质勘探孔和观测孔进行水文地质工作,提供各项水文地质参数;

12 岩土试验项目宜按照表 4.5.6 的规定执行。

表 4.5.6 岩土试验项目表

试验项目	岩土类别				
	硬质岩石	软质岩石	碎石类土	砂性土	黏性土
天然密度	+	+	+	+	+
天然含水量	—	—	+	+	+
重度	+	+	+	+	+
孔隙比	—	—	(+)	(+)	(+)
饱和度	—	—	(+)	(+)	(+)
塑性指数	—	—	—	—	+
液性指数	—	—	—	—	+
相对密度	—	—	—	+	—
渗透系数	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
自然休止角	—	—	+	+	—
颗粒分析	—	—	+	+	(+)
吸水率	(+)	+	—	—	—
耐冻性	(+)	(+)	—	—	—

续表 4.5.6

试验项目		岩土类别				
		硬质岩石	软质岩石	碎石类土	砂性土	黏性土
软化性		+	+	—	—	—
固结试验		—	—	—	—	+
弹性模量		+	+	—	—	—
泊松比		+	+	—	—	—
抗压强度	干燥	+	+	—	—	—
	饱和	+	+	—	—	—
剪切试验		+	+	—	—	+
载荷试验		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
野外剪切试验		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
抗拉强度	天然	+	+	—	—	—
	饱和	+	+	—	—	—

注:1 “+”为应做项目,“(+)”按需要确定;

2 岩溶地区及水下隧道应做渗透系数试验,最低气温低于 -10°C 时应做耐冻性试验;

3 对特殊性岩土还应做其他有关的特性试验。

4.5.7 初步勘察阶段围岩的分级应按本规范附录 C 采用定性划分或工程类比法确定。

4.5.8 详细勘察阶段应在初步设计所选定的隧道位置上通过工程地质测绘、工程物探、钻探及取样试验、水文地质测试、地应力测试等勘测工作,对隧道所在区域的地形、地貌、工程地质特征及水文地质条件作出详细评价,根据控制隧道围岩稳定的各项因素,分段确定隧道围岩级别,为隧道施工布置、各段洞身掘进方法及程序、支护及衬砌类型或整治工程提供岩土工程参数。

4.5.9 详细勘察阶段应完成以下内容:

1 应查明隧道通过地段的地形、地貌、地层、岩性及构造。岩质隧道应着重查明岩层层理、片理、节理等软弱结构面的产状及组

合形式,断层、褶皱的性质、产状、破碎带宽度及破碎程度;

2 隧道是否通过岩溶地层、膨胀性岩土、有害气体、高应力区及可能对隧道造成的偏压等,应预测岩溶、岩土膨胀、高应力、偏压等对隧道结构的影响,并对有害气体作出评价;

3 不良地质、特殊地质对隧道的影响,特别是对洞口位置边坡、仰坡的影响,提出工程措施和建议;

4 隧道附近井、泉的分布,含水层的位置和厚度,分析隧道地区的水文地质条件,判明地下水的类型、水质及补给来源;水文地质条件复杂的隧道,应进行压水试验或抽水试验,分析预测隧道开挖后洞体分段涌水量;并充分估计隧道开挖引起地表塌陷及地表水漏失的问题,提出相应的工程措施建议;

5 在隧道洞口需要接长明洞的地段,应查明明洞基底的工程地质条件;

6 查明地层变化、裂隙变化及水文地质条件变化;

7 综合分析岩性、构造、地下水等资料,以及工程地质测绘、勘探、测试结果,分段确定隧道围岩级别;

8 应对弃渣场位置进行勘察。

4.5.10 详细勘察阶段勘探和测试应符合下列规定:

1 应选择适宜的工程物探方法补充查明地质条件;

2 除陆上隧道中地质条件简单、岩性单一、无构造影响的短隧道可不布置钻孔外,对隧道洞身和洞口均宜布置钻孔;地质条件复杂的中长隧道钻孔数量不宜少于3个,地质条件复杂的长隧道应适当加密钻孔;

3 隧道洞身勘探孔宜布置于低洼处及工程物探查明的破碎带、岩溶等不良地质作用及其他不明异常地段;勘探孔宜布置于隧道两侧6m~8m处,对岩溶地区和水下隧道勘探孔应布置于隧道两侧15m~20m处,宜按左右交错布置;陆上隧道及水下隧道位于陆上段勘探点间距宜为200m~400m;水下隧道位于水下段勘探点的间距宜为50m~200m;洞口勘探孔宜布置在洞口以上

30m~50m 范围的山体,并能揭露到洞顶以上 20m~30m 地层;

4 勘探孔深度应超过隧道底板不少于 6m~8m,水下隧道勘探孔深度应超过隧道底板不少于 10m,遇溶洞、暗河或其他不良地质作用时应适当加深;

5 隧道底板以上 10m~20m 至勘探深度内每一地层应取样;对膨胀性岩土应加做矿物成分分析及膨胀试验;有地下水时应采取地下水水样;当存在有害气体时应测试有害气体成分、含量;当地温异常时应进行地温测定;

6 采用声波法测定岩体和岩石试件的弹性纵波波速、弹性横波波速;

7 土质隧道宜将钻探和原位测试相结合,测试隧道底板以上 10m~20m 至勘探深度内土体的物理力学性质;

8 应利用工程地质勘探孔进行水文地质观测,宜布设专门的水文地质勘探孔和观测孔进行水文地质工作,提供各项水文地质参数;

9 岩土试验项目宜按表 4.5.6 的规定执行。

4.5.11 详细勘察阶段隧道围岩的分级应按本规范附录 C 采用定量分析法分段确定。

4.5.12 工程地质条件和水文地质条件复杂时宜进行施工勘察。当山势陡峻、交通不便、山体相对高差较大、钻探施工困难及勘察费用高时可直接进行施工勘察。施工勘察根据需要宜采用开挖工作面地质调查、超前勘探或工程物探等方法进行。

4.5.13 应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等具体情况编写隧道岩土工程勘察报告,并宜包括下列内容:

1 文字部分宜包括下列内容:

1)工程概况;

2)勘察目的、任务要求和依据的技术标准;

3)勘察方法、勘察工作布置和完成情况;

4)自然地理、区域地质和水文地质条件;

- 5) 岩土物理力学性质及分布情况;
 - 6) 场地稳定性与适宜性评价;
 - 7) 洞口稳定性分析评价;
 - 8) 地下水、岩土对建(构)筑物的腐蚀性评价;
 - 9) 岩土参数的分析与选用, 抗震设防烈度、地震动峰值加速度、地震动反应谱特征周期、隧道工程地质条件评价、隧道围岩特征及围岩级别、围岩稳定性评价及衬砌方案的建议;
 - 10) 地下水分布情况及对施工可能产生的影响; 隧道涌水量评价并预测各段围岩可能出现的最大涌水量;
 - 11) 地下有害气体的分布及工程防护措施;
 - 12) 提出施工及运营期间应采取的防护措施。
- 2 图表部分宜包括下列内容:
- 1) 勘探点平面位置图;
 - 2) 工程地质剖面图;
 - 3) 工程地质柱状图;
 - 4) 工程地质图;
 - 5) 隧道洞身工程地质横断面图;
 - 6) 隧道洞口工程地质横断面图;
 - 7) 明洞边墙墙址工程地质纵断面图;
 - 8) 各项岩土、水试样试验资料汇总表;
 - 9) 各类分析、统计、试验资料及图表说明;
 - 10) 工程物探的解释资料、图表及说明。

4.6 储 罐

4.6.1 储罐岩土工程勘察应在搜集其上部荷载、基础形式、埋置深度和变形要求等方面资料的基础上进行, 宜分阶段进行, 场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当总平面图已经确定, 且场地或邻近场地已有岩土工程经验或资料时, 可根据实际情况,

直接进行详细勘察。

4.6.2 可行性研究勘察应对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价,并应符合下列规定:

1 应搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、水文、气象以及当地的工程地质、岩土工程和建筑经验等资料;

2 在充分搜集和分析已有资料的基础上,宜通过踏勘了解场地的地形地貌、地质构造、地层与岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件;

3 当拟建场地工程地质条件复杂,已有资料不能满足要求时,应根据具体情况进行工程地质测绘和必要的勘探工作。对单独的库区,应进行必要的勘探工作;

4 当有两个或两个以上拟选场地时,应进行方案比选分析。

4.6.3 初步勘察应对罐区的稳定性作出评价,并进行下列主要工作:

1 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;

2 查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势,并对场地的稳定性作出评价;

3 对抗震设防烈度大于或等于 6 度的场地,应对场地和地基的地震效应作出初步评价;

4 季节性冻土地区,应调查场地土的标准冻结深度;

5 初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

4.6.4 初步勘察的勘探工作应符合下列规定:

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地段,勘探点应予以加密;

3 在地形平坦地区,可按方格网布置勘探点;

4 岩质地基,勘探线和勘探点的布置以及勘探深度应根据地质构造、岩体特性、风化情况等,按地方标准和当地经验确定;土质

地基,应按本规范第 4.6.5 条~第 4.6.7 条的规定执行。

4.6.5 初步勘察勘探线、勘探点的间距可按表 4.6.5 的规定确定,局部异常地段应予以加密。

表 4.6.5 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)	100~150	50~100
二级(中等复杂)	100~200	75~150
三级(简单)	150~300	100~200

注:1 表中间距不适用于工程物探;

2 控制性勘探点宜占勘探点总数的 $1/5 \sim 1/3$,每个地貌单元均应有控制性勘探点且每个场地不应少于 3 个。

4.6.6 初步勘察勘探孔的深度根据储罐底板直径,宜按表 4.6.6 的规定确定。

表 4.6.6 储罐勘探孔深度

储罐直径 $D(m)$	勘探孔深度(m)	
	软土地基	一般黏性土、粉土及砂土
$D < 20$	$1.2D \sim 1.5D$	$1.0D \sim 1.1D$
$20 \leq D < 30$	$1.2D \sim 1.4D$	$0.8D \sim 0.9D$
$30 \leq D < 46$	$1.0D \sim 1.2D$	$0.7D \sim 0.8D$
$46 \leq D < 60$	$1.0D \sim 1.1D$	$0.6D \sim 0.7D$
$60 \leq D < 80$	$0.9D \sim 1.0D$	$0.5D \sim 0.6D$
$80 \leq D < 100$	$0.8D \sim 0.9D$	$0.5D \sim 0.6D$
$D \geq 100$	$0.8D \sim 0.9D$	$0.5D \sim 0.6D$

注:1 勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔等;

2 控制性钻孔采用上限,一般性钻孔采用下限;

3 D 为罐底圈内直径(m)。

4.6.7 当遇到下列情况之一时,可适当增减勘探孔深度:

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

2 在预定深度内遇基岩时,除控制性孔仍应钻入中等风化层不少于 3m 外,其他勘探孔达到确认的中等风化层后即可终止钻进;

3 在预定深度内有厚度较大,且分布均匀的碎石土、密实砂、老沉积土等坚实土层时,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。

4.6.8 初步勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列规定:

1 采取土试样和进行原位测试的勘探点应结合地貌单元、地层构造和土的工程性质布置,其数量宜占勘探点总数的 $1/3 \sim 1/2$;

2 采取原状土试样的数量和孔内原位测试的竖向间距,应按地层特点和土的均匀程度确定;每层土应采取原状土试样和进行原位测试,其数量不应少于 6 件(组)。

4.6.9 储罐岩土工程详细勘察应查明每个储罐地基压缩层计算深度内的岩土分布及其物理力学性质,影响地基稳定的不良地质作用,地下水成因、类型、补给排泄条件和腐蚀性。

4.6.10 详细勘察前应取得下列资料:

1 附有储罐平面位置的地形图,图中注明罐中心坐标;

2 储罐容积、高度、结构特征,设计地面整平标高,基础形式、尺寸、埋置深度、单位荷载以及其他技术要求等。

4.6.11 详细勘察勘探点的最少数量和布置方式应符合表 4.6.11 的规定。

表 4.6.11 勘探点的最少数量和布置方式

储罐直径 $D(m)$	勘探点数量(个)	勘探点布置方式
$D < 20$	1~3	可布置在罐中心或沿周边布置
$20 \leq D < 30$	3~5	储罐中心 1 个,其余沿储罐周边均布
$30 \leq D < 46$	5~7	
$46 \leq D < 60$	7~9	

续表 4.6.11

储罐直径 $D(\text{m})$	勘探点数量(个)	勘探点布置方式
$60 \leq D < 80$	9~13	储罐中心 1 个,其余按同心圆均布
$80 \leq D < 100$	13~17	
$D \geq 100$	≥ 23	

注:1 地质条件复杂时,宜加密勘探点,查明其变化;

2 湿陷性土、膨胀岩土、盐渍岩土、风化岩和残积土地区,宜布置适量探井;

3 表中储罐直径大者,勘探点数量取大值,反之取小值。

4.6.12 储罐勘探孔深度应符合下列规定:

1 对中、低压缩性土可取附加应力等于上覆土层有效自重压力 20% 的深度;对高压压缩性土层可取附加应力等于上覆土层有效自重压力 10% 的深度;

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

3 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,其深度应满足覆盖层厚度的要求;

4 当需进行地基处理时,勘探孔的深度应满足地基处理设计与施工要求;当采用桩基时,勘探孔深度应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定;

5 当设计需要时宜布置波速测试、电阻率测试、地微振测试、声波测试等工程物探测试工作。

4.6.13 勘察、试验工作除应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定执行外,尚应符合下列规定:

1 当储罐区抗震设防烈度大于或等于 6 度时,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行场地与地基的地震效应评价,确定场地类别;

2 每个罐位的主要土层均应采取原状土样进行固结试验,试验的最大压力宜大于预估的土自重压力与附加应力之和,但不应小于 400kPa;

3 宜进行渗透性试验,提供土层的渗透系数。

4.6.14 在抗震设防烈度大于或等于 7 度的场区对可液化土层,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定计算其液化指数和确定液化等级。

4.6.15 凡判别为可液化的地基,应根据地基液化等级按下列规定提出抗液化措施和建议:

1 在液化等级为严重的场地,应避开或全部消除液化,在进行技术经济对比后确定其抗震措施;液化等级为中等或轻微的场地,可不考虑避开措施;

2 储罐地基的抗液化措施,可采取桩基、地基处理等相应的措施。

4.6.16 应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等具体情况编写储罐岩土工程勘察报告,并应包括下列内容:

1 文字部分宜包括下列内容:

- 1)工程概况;
- 2)勘察目的、任务要求和依据的技术标准;
- 3)勘察方法、勘察工作布置和完成情况;
- 4)自然地理、区域地质和水文地质条件;
- 5)地层、岩土物理力学性质、地下水、不良地质作用等的岩土工程条件描述与评价;
- 6)环境水和土的腐蚀性;
- 7)场地地震效应、稳定性、均匀性和适宜性的评价;
- 8)岩土参数的分析与选用;
- 9)地基基础及岩土工程治理方案建议;
- 10)工程施工和使用期间可能发生的岩土工程问题的预测及监控、预防措施和建议。

2 图表部分宜包括下列内容:

- 1)勘探点平面位置图;
- 2)工程地质剖面图;

- 3) 工程地质柱状图;
- 4) 原位测试成果表;
- 5) 岩土利用、整治、改造方案的有关图表;
- 6) 岩土工程计算简图及计算成果图表;
- 7) 其他有关图表。

4.7 地下水封洞库

4.7.1 根据水封洞库工程特点和与设计阶段相适应等要求,岩土工程勘察宜划为预可研阶段勘察、可研阶段勘察、初步设计阶段勘察、施工图设计及施工阶段勘察四个阶段。

4.7.2 水封洞库应选择在化学成分稳定,以结晶岩体为主的岩浆岩或变质岩等块状岩体区。洞库围岩岩质应坚硬,岩体的完整性和稳定性好,具有弱透水性,有稳定的地下水位。

4.7.3 确定库址时,应符合下列规定:

1 应避免抗震设防烈度大于或等于 9 度地区,地应力集中的构造部位和发震断裂;

2 应避免不良地质作用发育且对库址稳定性有直接危害或潜在威胁的地段;

3 宜避开矿藏分布地段;

4 宜避开含有害气体与放射性元素的岩体分布地段;

5 应避免重要的深层地下水供水水源地。

4.7.4 地下水封洞库围岩工程地质分类,应按国家现行标准《地下水封洞库岩土工程勘察规范》SY/T 0610 的有关规定执行。

4.7.5 预可研阶段勘察工作应根据工程地质、水文地质条件选择符合水封洞库要求的库址,为编制预可行性研究报告提供依据。

4.7.6 预可研阶段勘察应通过搜集资料、测绘,调查了解各方案的主要岩土工程问题。根据库址的地层、构造及需查明的问题,当地层露头不好时,可进行适量的工程物探、钻探工作,每个库址勘探点的数量宜为 1 个~3 个,钻探深度应达到预估洞库底板以下

15m。对区域稳定性和山体稳定性作出评价,确定各库址方案的库址类别。

4.7.7 可研阶段勘察工作宜在预可行性研究阶段选定的库址场地上进行,初步查明库址的工程地质和水文地质条件,为最终确定库址和库区布置进行地质论证和提供可行性研究所需的勘察成果。勘察的工作范围宜为库址范围,当发现异常需进行必要的追踪时,可超出此范围。

4.7.8 可研阶段勘察应包括下列内容:

1 初步查明库址的地形地貌条件、物理地质现象和区域地质构造条件;

2 初步查明库址区的岩性、构造,岩土物理力学性质及不良地质作用的成因、分布范围、发展趋势和对工程的影响程度;重点查明松散、软弱层的分布;

3 初步查明岩层的产状,主要断层、破碎带和节理裂隙密集带的位置、产状、规模及其组合关系;

4 初步查明库址区的地下(地表)水位、水压、渗透系数、水温和水化学成分及对混凝土的侵蚀性等。初步查明涌水量丰富的含水层、汇水构造、强透水带以及与地表溪沟连通的断层、破碎带和节理裂隙密集带,预测洞室掘进时突然涌水的可能性,估算最大涌水量;

5 应按国家现行标准《地下水封洞库岩土工程勘察规范》SY/T 0610 进行围岩工程地质预分类,确定适宜建库的可用岩体的范围;

6 应按围岩工程地质预分类结果提出适宜建库岩体范围和有关地下工程部署的建议,包括洞轴线方位、洞跨、洞间距、竖井和巷道口位置等;

7 初步确定设计地下水位标高,并综合岩体工程地质条件和储存介质压力要求,提出合理洞库埋深建议;

8 初步查明场区地应力状态分布规律,并结合岩体和工程条件初步评价洞顶、边墙和洞室交叉部位岩体的稳定性,提出处理建议;

9 初步建立地下水动态观测网。

4.7.9 可研阶段勘察工程地质测绘应符合下列规定：

1 绘制库址的工程地质图；

2 对地质条件复杂的地段应进行专门性工程地质测绘，比例尺可选用 $1:1000 \sim 1:2000$ ；

3 根据地质条件和需要，局部地段可进行 $1:500$ 的工程地质测绘。

4.7.10 可研阶段勘察工程物探的测线布置应符合下列规定：

1 工程物探测线间距宜为 $100\text{m} \sim 300\text{m}$ ；

2 在地形条件允许时，主要测线宜通过已有钻孔。

4.7.11 可研阶段勘察钻探工作应在工程地质测绘和工程物探工作的基础上进行，其主要任务是初步查明建库岩体的性状及存在问题。钻探工作的布置应符合下列规定：

1 宜利用预可研阶段勘察所完成的钻孔；

2 每个钻孔均应有明确的钻探目的，并作出钻孔设计，宜有针对性地压水、注水、抽水等试验；

3 各类钻孔的布置宜考虑综合利用；

4 应结合场地地质条件的复杂程度和关键地质问题，有针对性地布置勘探点，勘探点间距宜为 $200\text{m} \sim 300\text{m}$ 。勘探深度应达到洞底设计标高以下 15m ；

5 钻探工作进行中，应视已完成钻孔所揭露的地质问题，对原钻孔布置方案进行优化。

4.7.12 可研阶段勘察报告宜包含下列主要内容：

1 库址围岩分段预分类及可用岩体的范围；

2 库址可行性分析评价；

3 库址方案、地下工程部署的初步建议；

4 设计地下水位；

5 洞库涌水量与洞库埋深分析和估算；

6 洞室稳定性初步分析评价等。

4.7.13 初步设计阶段勘察工作应在选定的库址场地上进行,基本查明库址的工程地质和水文地质条件,提供初步设计阶段所需的勘察成果。

4.7.14 初步设计阶段勘察应包括下列内容:

1 基本查明库址的地形地貌条件和物理地质现象,巷道进出口边坡的稳定条件;

2 基本查明库址区的岩性、构造,岩土物理力学性质及不良地质作用的成因、分布范围、发展趋势和对工程的影响程度;重点查明松散、软弱层的分布。必要时调查岩层中有害气体或放射性元素的赋存情况;

3 基本查明岩层的产状,主要断层、破碎带和节理裂隙密集带的位置、产状、规模及其组合关系;

4 基本查明库址地段的地下水位、水压、渗透系数、水温和水化学成分及对混凝土的侵蚀性和对储存介质质量的影响等。特别是要查明涌水量丰富的含水层、汇水构造、强透水带以及与地表溪沟连通的断层、破碎带和节理裂隙密集带,预测洞室掘进时突然涌水的可能性,估算最大涌水量;

5 进行围岩工程地质分类并建立适当的地质模型;

6 按围岩工程地质分类结果提出适宜建库岩体范围,对地下工程部署提出优化建议;

7 确定设计地下水位标高,并综合岩体工程地质条件和储存介质压力要求,提出合理洞库埋深建议;

8 评价洞顶、边墙和洞室交叉部位岩体的稳定性,提出处理建议;

9 建立地下水动态观测网。

4.7.15 初步设计阶段勘察钻探工作的布置应符合下列规定:

1 每个钻孔均应有明确的钻探目的,并作出钻孔设计;

2 各类钻孔的布置宜考虑综合利用,勘探点宜在竖井处及洞室外侧交叉布置,同时应结合场地地质条件的复杂程度和关键地

质问题,有针对性地布置勘探点,勘探点间距宜为 150m~250m。勘探深度应达到洞底或竖井设计标高以下 3m~5m;

3 钻探工作进行中,应视已完成钻孔所揭露的地质问题,随时调整原钻孔布置方案。洞室进出口处可布置勘探平硐;

4 在钻进过程中应记录水文地质信息,并根据需要进行压水、注水、抽水等试验。

4.7.16 地下水封洞库工程为了查明竖井及洞室的岩体结构、节理性质及岩体特性,可进行必要的钻孔内测试工作,其主要内容宜包括:

- 1 钻孔弹性波测试;
- 2 声波测井或地震测井;
- 3 超声成像测井或孔内数字成像;
- 4 钻孔地震 CT 或钻孔电磁波 CT 测试;
- 5 孔内地温测试;
- 6 钻孔地应力测试。

4.7.17 地下水封洞库工程勘察应对水封条件进行评价,当库区外围有人为因素而使库区地下水位剧烈改变的地表水体或导水性强的含水带存在时,应针对其水力联系进行水文地质试验并依试验结果对其联系的程度及对水封条件的影响给予评价。

4.7.18 初步设计阶段勘察报告应包含以下内容:

- 1 库址围岩分段分类及范围;
- 2 地下工程部署优化建议;
- 3 设计地下水位;
- 4 洞库涌水量与洞库埋深分析和估算;
- 5 洞室稳定性分析评价;
- 6 巷道口稳定性及洞室轴线布置方案;
- 7 存在问题及对下一步勘察工作的建议。

4.7.19 施工图设计及施工阶段勘察应在完成初步设计阶段勘察的基础上,结合初步设计资料,获取施工图设计所需要的地质信息,补充论证专门性工程地质问题,并提出优化设计方案的建议。

4.7.20 施工图设计及施工阶段勘察工作宜包括以下主要内容:

1 配合设计、施工及时解决对施工安全、工程质量有影响的水文地质、工程地质问题;

2 随巷道、竖井、洞库的开挖,进行围岩地质编录,校核并确定围岩分类;

3 编制巷道、竖井、洞库的地质展示图和洞库顶、底板基岩地质图以及洞库围岩富水程度图等图件;

4 配合围岩分类或为测定爆破松动圈、检查喷锚质量和注浆效果等进行岩体声波测试;

5 为了确定围岩应力状态,判别或预报顶板压力,洞室稳定性分析和衬砌支护设计计算,应进行岩体表面应力和位移测量;

6 应进行超前地质预报,对水封洞库的重要地下工程部位或新揭露的地质现象,补充必要的钻探工作量;

7 实测洞库涌水量,预测洞库投产后的地下水位恢复动态,为评价水封条件提供依据;

8 进行地下水动态观测和资料整理分析工作。

4.7.21 施工图设计及施工阶段勘察中,当发现规模较大的隐伏构造或由于地下工程部署不合理而严重影响围岩稳定时,应提出工程处理或调整的建议。

4.7.22 施工图设计及施工阶段勘察报告应包含以下内容:

1 总结库区水文地质、工程地质条件与规律,并对施工前岩土工程勘察成果作出复核;

2 分析施工中出现的岩体失稳原因、处理措施与效果,同时对各类围岩的支护措施、施工方案和施工注意事项等提出建议;

3 结合工程地质条件,对地下工程部署提出工程处理或调整的建议并作出评价;

4 对洞库投产后的地下水动态或岩体稳定性监测工作等提出建议;

5 计算洞库、巷道涌水量,为施工排水设计提供依据,为洞库

投产后的排水设计提供预测值；

6 进行岩体质量评价和岩体工程地质分类，并应进行围岩稳定性评价；

7 提出针对不同性质、不同类型的含水裂隙的注浆封堵措施的建议。

4.8 滩海结构物

4.8.1 滩海结构物勘察阶段宜划分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察，必要时应进行施工勘察。在满足相应设计阶段的各项勘察要求时，可合并勘察阶段。对场地较小、平面位置已经确定的单项结构物及改扩建工程，当场地或附近已有环境资料及岩土工程资料时，可直接进行详细勘察。

4.8.2 可行性研究勘察宜包括以下内容：

1 搜集区域地质、水文气象、水深地形、地貌、岩土性质与分布，已有的工程地质、岩土工程和建设经验等资料；

2 调查和分析对稳定性有影响的地质构造、地震、不良地质作用；

3 搜集和调查场址或路由区的海洋开发活动及其规划情况；

4 搜集和调查障碍物或废弃物的种类和分布情况；

5 对砂石人工岛、海堤及进海路工程，了解天然建筑材料分布情况；

6 当已有资料不能满足要求时，应根据工程具体情况进行必要的勘探、试验及相关的观测工作。

4.8.3 初步勘察阶段在充分搜集和利用已有资料的基础上，应通过工程地质调查、工程物探、钻探、取样及试验等勘察手段，初步查明拟建工程地段的工程地质及其他相关的自然环境条件，对拟建工程地段的稳定性作出评价。

4.8.4 初步勘察阶段工作宜包括以下内容：

1 补充搜集或调查水深地形、水文气象条件，已有的工程地

质和岩土工程资料;

2 初步查明地貌形态、成因类型、水动力条件对冲淤变化及岸滩变迁的影响;

3 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;

4 初步查明障碍物与废弃物的种类、分布及影响;

5 查明冲刷沟、滑坡、沙丘、潮流脊、古河道、古湖泊、浅层气、浅断层的成因、分布、规模、发展趋势,对场地的稳定性进行评价;

6 抗震设防烈度大于或等于 6 度的场地,应进行地震效应的初步分析评价;

7 初步判定水、土对建筑材料的腐蚀性;

8 对砂石人工岛、海堤及进海路工程,必要时应进行天然建筑材料的勘察;

9 对不良地质作用的防治、可能采取的地基基础类型进行初步分析评价。

4.8.5 初步勘察的勘探和测试工作应符合下列规定:

1 工程地质条件复杂且已有资料较少地段根据工程特点与要求,应采用有效的工程物探方法,初步查明水深地形、地貌、障碍物与废弃物、地层剖面特征和不良地质作用等;

2 每个地貌单元和不良地质作用分布区,以及可能布置重要结构物的地段,均应布置控制性勘探点,地貌单元交接部位和地层变化较大的地段,勘探点应予以加密;

3 对场地勘察,勘探线宜垂直海岸线、地貌单元、地质构造和地层界线布置;在地形平坦地区,可按网格布置勘探点;

4 线状工程调查工作应沿线路带状范围进行,勘探点的布置应根据地质条件复杂程度或在工程物探资料解释后确定。管道线路工程线路两侧控制范围宜各为 250m,勘探点间距宜为 1km~5km,对管道非埋设区可减少或不布置勘探点。

5 海堤和进海路勘探点沿轴线间距宜为 500m~1000m,垂

直轴线的横剖面间距宜为轴线勘探点间距的 2 倍~4 倍,每个地貌单元至少应有 1 条横剖面,勘探点数量宜为 3 个~6 个,勘探点间距宜为 20m~100m,控制范围宜为轴线两侧 100m~200m;

6 对岩质地基,场地勘察的勘探线和勘探点的布置、勘探孔深度,应根据地质构造、岩体特性和风化情况等综合确定;

7 对土质地基,场地勘察的勘探线和勘探点间距可按表 4.1.4-1 的规定确定,为查明不良地质作用而布置的勘探线、勘探点,应单独布置;

8 勘探孔深度应根据工程类型、工程地质条件及其研究程度确定,可按表 4.8.5 的规定确定。

表 4.8.5 初步勘察勘探孔深度(m)

工程区域	工程类型		一般性勘探孔	控制性勘探孔
极浅海	码头	10 ⁴ t 级	30~40	≥50
		3×10 ³ t 级~5×10 ³ t 级	20~30	≥40
		10 ³ t 级以下	15~20	≥30
	人工岛		30~40	≥50
	固定式平台		20~40	≥50
	海堤及进海路		10~15	≥15
	管道		4~5	≥8
潮间带	人工岛		20~30	≥40
	固定式平台		20~30	≥40
	海堤及进海路		8~10	≥15
	管道		3~4	≥8
	栈桥		20~30	≥40
潮上带	人工岛		15~20	≥25
	固定式平台		20~30	≥35
	海堤及进海路		6~10	≥15
	管道		3~4	≥8

注:勘探孔包括钻孔和原位测试孔等,特殊用途的勘探孔除外。

4.8.6 遇下列情形之一时,应适当增减勘探孔深度:

1 地形起伏的高差相差较大地段,应按其差值适当调整勘探孔深度;

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

3 在预定深度内有厚度较大,且分布均匀的坚实土层时,除控制性勘探孔应达到规定的深度外,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,荷载较大工程的部分控制性勘探孔应穿透软弱土层或达到预计控制深度。

4.8.7 初步勘察采取土试样和进行原位测试的勘探点应结合地貌单元、地层结构和土的工程性质布置,数量宜为勘探点总数的 $1/4 \sim 1/2$;采取土试样的数量和孔内原位测试的竖向间距应按地层特点和土的均匀程度确定,每层土均应采取土试样或进行原位测试,其数量不宜小于 6 件(组);土试样除常规试验项目外,特殊试验项目应根据工程需要确定。为分析表层沉积物平面和垂向分布特征及性质时,应设置站位进行底质采样分析。

4.8.8 详细勘察应在充分搜集已有资料和开展相关调查分析工作的基础上,通过勘探、取样试验及原位测试等手段,提供施工图设计所需要的环境资料、岩土工程资料和岩土参数,对工程详细设计和不良地质作用的防治等提出建议。

4.8.9 详细勘察工作宜包括下列内容:

1 搜集或调查水文气象条件资料、附有坐标和水深地形的结构物平面布置图或走向图,以及工程类型、规模、荷载、特点、基础形式、埋置深度等资料;

2 查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度,提出整治措施和建议;

3 查明结构物影响范围内地层结构、分布及物理力学性质、工程特性,分析评价地基的均匀性、稳定性,提供并推荐设计所需的各项岩土参数;

4 对需进行变形计算的结构物,提供地基变形计算参数,并预测其变形特征;

5 查明孤石、沉船、锚等对工程有不利影响的障碍物、废弃物及已建海底管道电缆工程情况;

6 对砂石人工岛、海堤及进海路工程,必要时应进行天然建筑材料的勘察;

7 查明地下水的埋藏条件,判定水对建筑材料的腐蚀性;

8 对抗震设防烈度大于等于 6 度的场地,应进行地震效应分析评价;

9 预测工程施工及使用期间可能产生的工程问题,并提出防治方案建议;

10 对采用桩基础或进行地基处理时,应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定执行。

4.8.10 详细勘察的勘探、测试工作应符合下列规定:

1 对需详细查明的障碍物、废弃物及不良地质作用,根据特定工程的特点与要求,采用适宜的工程物探方法予以探测;

2 管道线路工程勘察工作应沿线路带状范围进行,两侧范围宜各为 250m,中线两侧可采用工程物探测试,对管道非埋设区可减少或不布置勘探点。海堤和进海路垂直轴线应布置横剖面,控制范围宜为轴线两侧 100m~200m。地质条件复杂段横剖面及轴线勘探点应适当加密;

3 勘探点的布置和勘探孔深度,应根据结构物规模、特点、岩土工程条件及需查明的问题综合确定;对岩质地基,应根据地质构造、岩体特性、风化情况等,结合结构物对地基的要求,按当地经验确定;对土质地基,勘探点、线布置和勘探深度可按表 4.8.10-1 和表 4.8.10-2 的规定确定。

表 4.8.10-1 详细勘察勘探点、线布置

工程类型		勘探线间距(m)或条数			勘探点间距(m)或点数			勘探线 布置 方法
		一级 (复杂)	二级 (中等复杂)	三级 (简单)	一级 (复杂)	二级 (中等复杂)	三级 (简单)	
码头	高桩式	2 条~3 条		1 条~2 条	15~20	20~30	30~50	沿桩基 长轴
	斜坡、 重力式	15~20	20~40	40~75	10~15	15~30	30~40	垂直岸 线或基 础长轴
	墩式	—	—	—	墩基尺寸较大 至少 3 个		墩基尺寸 较小至 少 1 个	—
栈 桥	桩基	1 条			15~20	20~30	30~50	沿栈桥 中线
	墩基	—	—	—	墩基尺寸较大 至少 3 个		墩基尺寸 较小至 少 1 个	—
人工岛		10~15	15~30	30~50	10~15	15~30	30~50	垂直岸 线或网 格布置
固定式平台		3 条	2 条	2 条	≤20	20~30	30~40	
海堤及 进海路		横剖面间距取轴线勘探点间 距的 2 倍~4 倍, 勘探点 3 个~6 个, 间距 20m~100m			100~200	200~300	300~500	沿轴线, 横剖面 垂直轴 线
管道		1 条			200~300	300~500	500~1000	沿中线
单独结构物		—			不少于 2 个			—

注: 1 表中对应等级为地基复杂程度等级;

2 勘探点布置应能满足设计计算影响范围;

3 同一结构物范围内的主要受力层或有影响的下卧层起伏较大时, 勘探点应予以加密。

表 4.8.10-2 勘探深度(m)

地基 基础 类别	结构物类型		地基土类别		
			软土	一般黏性土、 粉土	老堆积土、 中密—密实砂土
天然 地基	码头 及人 工岛	重力式	1.5 <i>b</i> ~2.0 <i>b</i>	1.0 <i>b</i> ~1.5 <i>b</i>	0.5 <i>b</i> ~1.0 <i>b</i>
		斜坡式	坡顶及坡身 20~ 30、坡底≥10	坡顶及坡身 15~ 20、坡底≥5	坡顶及坡身 10~15、坡底≥5
	海堤及进海路		≥10	8~10	5~8
	单独结构物		1.5 <i>b</i> ~2.0 <i>b</i>	1.0 <i>b</i> ~1.5 <i>b</i>	0.5 <i>b</i> ~1.0 <i>b</i>
桩基	人工岛、平台、 码头及栈桥		≥10	8~10	5~8
管道			8~10	5~8	3~5

注:1 勘探深度指基础底面或桩端的深度,对埋设管道为从海底面算起的深度;

2 b 为基础底面宽度;

3 基础底面宽度较大,或需进行稳定性、变形等验算时,勘探点深度应根据验算要求予以调整。

4.8.11 详细勘察取土试样、试验和进行原位测试应符合下列规定:

1 取土试样和进行原位测试勘探点数量,应根据地层结构、地基土的均匀性和特定工程设计要求确定,宜为勘探点总数的 $1/2 \sim 2/3$;

2 取样或原位测试的竖向间距应根据地层结构、均匀性和设计要求确定。每个场地的每一主要土层的原状土试样或原位测试数据不应少于 6 件(组);

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

4 当土层性质不均匀时,应增加取土数量或原位测试工作量;

5 室内试验和原位测试项目,应根据工程需要和岩土性质