

确定。

4.8.12 应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况编写滩海结构物岩土工程勘察报告,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)岩土的物理力学性质;
- 6)可能影响工程的不良地质作用描述和对工程危害的评价;
- 7)场地地震效应分析评价;
- 8)腐蚀环境与腐蚀性评价;
- 9)工程施工及使用期间可能产生的岩土工程问题预测及措施等方面的结论与建议。

2 图表部分宜包括下列内容:

- 1)标注测线位置、测线测点号、地质取样及勘探点位置等的航迹图或勘探点平面位置图;
- 2)工程地质剖面图;
- 3)工程地质柱状图;
- 4)测试和试验的相关图表;
- 5)其他必要的成果图表。

4.8.13 施工过程中发现岩土条件与勘察资料不符或发现必须查明的异常情况时,应进行施工勘察,勘察工作应针对需要解决的工程地质问题进行布置。

5 不良地质作用勘察

5.1 岩 溶

5.1.1 岩溶地区线路勘察除符合本规范第 4.2 节的规定外,还应满足下列规定:

1 在可行性研究勘察阶段,应通过搜集线路经过地区的地形图、区域地质、水文地质、地貌、水文、气象和遥感图像等资料,分析管道沿线的岩溶、土洞发育的可能性,必要时进行现场踏勘调查岩溶洞穴的发育条件,并就其危害程度和发展趋势作出判断,对线路的稳定性和适宜性作出概略评价;

2 在初步勘察阶段,应结合可行性研究阶段搜集的资料,通过工程地质测绘、工程物探等手段查明岩溶、土洞及地表塌陷的分布范围、发育程度和发育规律,并按场地的稳定性和适宜性进行分区,提出岩土工程初步方案或建议;

3 在详细勘察阶段,应通过工程地质测绘与调查、工程物探、井探和试验等手段查明对线路安全有影响的岩溶洞穴、土洞的形态、位置、规模、埋深及岩溶堆填物的性状和地下水特征,评价每个岩溶洞穴的稳定性,提出管道通过的岩土工程方案和建议;

4 在施工勘察阶段,应针对某一地段或尚待查明的专门事项进行补充勘察和评价。

5.1.2 岩溶地段选线应符合下列规定:

1 线路宜选择在岩溶塌陷不发育或较弱的地段通过,避开岩溶塌陷强和中等的地段;

2 线路宜绕避或以大角度通过岩溶及土洞塌陷密集地带、地下河;

3 宜绕避岩溶地区石灰岩采石区及影响区;

4 宜绕避多元土层结构,地下水埋藏较浅且变化幅度较大或水位线在基岩面附近的地段;

5 宜选择在覆盖土层较厚、地下水埋藏较深的地段通过。

5.1.3 岩溶地区的工程地质测绘与调查应包括下列内容:

1 岩溶洞穴、土洞及地表塌陷的成因、分布、形态、发育规律及趋势;

2 岩面起伏、形态和覆盖层厚度;

3 溶洞的分布层数,分析侵蚀基准面的变化特征;

4 地下水赋存条件、水位变化和运动规律;

5 岩溶发育与地貌、构造、岩性及地下水的关系;

6 调查当地治理岩溶洞穴、土洞及地表塌陷的经验。

5.1.4 岩溶勘察应在工程地质测绘与调查的基础上,采用工程物探手段,结合钻探、井探、钎探等综合勘察方法,并应符合下列规定:

1 选择的工程物探方法应与所探测对象的物性差异相适应;

2 勘探点应在地质测绘及工程物探工作的基础上选择布置;

3 控制性钻孔宜布置在地貌、地质构造、地层变化大且有代表性的部位;

4 应查明地面以下 4m~5m 的隐伏土洞;

5 应查明浅层溶洞和覆盖土层的厚度。

5.1.5 岩溶地区的测试和观测应符合下列规定:

1 评价洞体稳定性时,应采取洞体顶板岩土样及填充物土样进行物理力学性质测试;

2 顶板为易风化或软弱岩石时,应观测其风化程度;

3 当需预测土洞、塌陷发展对管道的影晌时,可进行地下水流速、流向测定和水位、水质的长期观测。

5.1.6 岩溶岩土工程勘察报告除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应包括下列内容:

1 岩溶发育的地质背景和形成条件;

- 2 溶洞、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 岩溶地区管道通过方案建议。

5.2 滑 坡

5.2.1 滑坡地区线路勘察应查明产生滑坡的条件及其规模、类型、范围，并提出绕避或防治的建议。滑坡勘察应符合下列规定：

1 在可行性研究勘察阶段，应搜集线路经过地区的区域地质、工程地质、水文地质、地震、水文、气象和遥感图像等资料，通过资料分析和遥感图像分析线路可能遇到的大中型滑坡；必要时进行现场踏勘，分析滑坡的危害，并提出管道绕避或通过的建议；

2 在初步勘察阶段，应结合可行性研究阶段搜集的资料对线路安全有影响的滑坡进行勘察，通过工程地质测绘与调查查明滑坡的范围、规模、地质背景、性质及对管道的危害程度，分析滑坡产生的原因，并判断其稳定程度，预测其发展趋势，提出管道通过的建议方案；

3 在详细勘察阶段，应通过工程地质测绘与调查、工程物探、钻探、井探和试验等手段查明滑动面（带）位置、滑动面（带）的物质组成和上覆地层及治理方案涉及深度内稳定地层的岩土物理力学性质，为管道通过及滑坡治理设计提供参数。

5.2.2 滑坡地段的选线应符合下列规定：

1 应绕避地质条件复杂的大中型滑坡及滑坡群，避开地形零乱、坡脚有地下水出露的山坡；

2 当滑坡规模小及地下水不发育，整治的技术条件可行，经济合理时，可选择在有利于滑坡稳定的部位通过；

3 线路通过稳定的滑坡时，宜避开易导致滑坡复活的部位；

4 在地貌、地质条件上具有滑坡产生条件或因管道建设可能产生滑坡的地段，应认真研究线路平面及断面的位置，维护边坡稳定。

5.2.3 滑坡勘察应进行工程地质测绘与调查,调查范围应包括滑坡及邻近地段,其比例尺根据滑坡规模及勘察阶段可选择 1:200~1:2000,用于整治设计时,比例尺应选用 1:200~1:500。滑坡区工程地质测绘与调查的内容应满足下列规定:

1 应搜集水文、气象、遥感图像、地质构造图及地方志、地震史料中有关滑坡灾情记录等资料;

2 应圈定滑坡周界,调查微地貌形态及其演变过程;

3 应调查滑坡断壁、台地、鼓丘与洼地、裂隙、滑坡舌等要素;

4 应调查地层岩性;

5 应调查地表水、地下水的情况、泉水出露地点及流量、湿地分布及变迁情况;

6 应调查滑坡范围内建(构)筑物、树木等的变形、位移及破坏的时间和过程;

7 对滑坡的重点部位宜摄影或摄像;

8 应调查当地整治滑坡的经验。

5.2.4 针对滑坡特征,宜选择适宜的工程物探方法辅助查明滑动面位置,为勘探点布置提供依据。

5.2.5 勘探工作应符合下列规定:

1 勘探线和勘探点的布置应根据滑坡体的岩土构成、性质、成因,滑坡面的位置,滑坡带的物质组成及厚度,滑动方向及地下水和整治工程需要等情况综合确定;除主滑方向应布置勘探线外,在其两侧滑坡体外也应布置一定数量的勘探线;勘探点间距不宜大于 40m。在滑坡体转折处及拟采取工程措施的地段也应布置勘探点;

2 勘探深度应超过最下一层滑动面进入稳定地层,并满足拟采取工程措施的要求,控制性勘探孔应深入稳定地层一定深度,应布设一定数量的探槽或探井;

3 在滑坡体、滑动面(带)和稳定地层中应采取原状岩土试样及地下水样进行试验;

4 应查明地下水的层数、各层地下水的位置、含水层的厚度、地下水的流向及性质。

5.2.6 滑坡勘察的试验应符合下列规定：

1 宜采用室内、现场滑面重合剪试验；滑带土宜做重塑土或原状土多次重复剪试验，测试多次剪和残余剪抗剪强度；

2 剪切试验方法宜与滑动受力条件相似；

3 宜采用反分析方法检验滑动面的抗剪强度指标。

5.2.7 根据滑坡类型与性质，应对滑坡进行稳定性验算及滑坡推力计算，综合评价其稳定性。

5.2.8 滑坡岩土工程勘察报告除应符合本规范第4.2节的规定外，尚应包括下列内容：

1 滑坡的地质背景和形成条件；

2 滑坡的形态要素、性质和演化；

3 岩土工程特性指标；

4 提供滑坡的平面图、剖面图；

5 滑坡稳定性分析；

6 管道通过方案建议；

7 滑坡防治和监测的建议。

5.3 危岩和崩塌

5.3.1 危岩和崩塌的勘察宜在线路工程的可行性研究阶段和初步勘察阶段进行，应查明产生崩塌的条件及其规模、类型、范围，并对绕避或防治方案提出建议。

5.3.2 危岩和崩塌地段的选线应符合下列规定：

1 线路宜绕避山高坡陡、岩层受节理裂隙切割严重、危岩密集分布的地段；

2 线路宜选择危岩和崩塌轻微，经工程处理后能够确保管道建设及运行期安全的地段。

5.3.3 危岩和崩塌的勘察应以工程地质测绘与调查为主，并应查

明以下内容:

- 1 地形、地貌及崩塌类型、规模、范围,崩塌体的大小和崩落方向;
- 2 岩体基本质量等级、岩性特征和风化程度;
- 3 地质构造、岩体结构类型和结构面产状、组合关系、闭合程度、力学属性、延展及贯穿情况;
- 4 气象、水文、地震和地下水的活动;
- 5 崩塌前的迹象和崩塌原因;
- 6 当地防治崩塌的经验。

5.3.4 当管道从危岩和崩塌体上方通过时,应评价危岩和崩塌体的稳定性,预测其发展趋势及对管道的危害;当从危岩和崩塌体下方通过时,应提出管道的适宜埋深,并预测危岩失稳、崩塌体大量崩塌后管道经过场地的稳定性,提出预防措施。

5.3.5 危岩和崩塌岩土工程勘察报告除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应阐明危岩和崩塌区的范围、类型,管道通过的适宜性,并提出防治建议方案。

5.4 泥 石 流

5.4.1 泥石流勘察宜在线路工程的可行性研究阶段或初步勘察阶段进行,应查明泥石流的形成条件和泥石流的类型、规模、发育阶段、活动规律,对管道通过泥石流沟、堆积扇的适宜性进行评价,并提出绕避或防治的措施和建议。

5.4.2 泥石流地段的选线应符合下列规定:

- 1 应绕避 I₁ 类和 II₁ 类泥石流沟谷的形成区和流通区,可采用穿越方式通过堆积区;
- 2 宜绕避 I₂ 类和 II₂ 类泥石流沟谷的形成区和流通区,可采用穿越方式通过堆积区;
- 3 可采取措施通过 I₃ 类和 II₃ 类泥石流沟谷,宜采用穿越方式通过堆积区。

5.4.3 泥石流的勘察应以工程地质测绘与调查为主,并应符合下列规定:

1 宜采用遥感图像地质解释与野外地质调查相结合的方法进行工程地质测绘与调查;

2 应搜集地形图、区域地质、地震、气象、水文,特别是泥石流暴发期间的资料;

3 应调查地形地貌特征,包括沟谷的发育程度、切割情况、坡度、弯曲、粗糙程度,划分泥石流的形成区、流通区和堆积区,圈绘整个沟谷汇水面积;

4 应调查形成区的水源类型、水量、汇水条件、山坡坡度、岩土性质,断裂、滑坡、崩塌、岩堆等不良地质作用的发育程度及可能成为泥石流固体物质来源的分布范围、储量;

5 应调查流通区的沟床纵横坡度、跌水、急弯等特征,沟床谷坡坡度及稳定程度、沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹;

6 应调查堆积区的堆积扇的分布范围、表面形态、纵坡、植被、沟道变迁和冲淤情况;查明堆积物的性质、层次、厚度、一般粒径和最大粒径;判定堆积区的形成历史、堆积速度,估算横向扩展最大宽度和一次最大堆积量;

7 应调查泥石流沟谷的历史,历次泥石流的发生时间、频数、规模、形成过程、暴发前的降雨(融雪)情况和暴发后产生的灾情;

8 应调查采矿、修路、城镇建设等切坡弃渣、砍伐森林、耕垦陡坡和过度放牧等人类活动情况;

9 应调查当地防治泥石流的经验。

5.4.4 管道采用穿越方式通过泥石流堆积区时,应预测堆积扇横向扩展最大宽度,确定适宜管道埋设的稳定层位。

5.4.5 管道通过泥石流形成区、流通区,采用跨越方式时,跨越基础应设置于泥石流沟以外;采用穿越方式时,应确定适宜管道埋设的稳定层位,判断谷坡稳定性,提出相应的岩土工程防治措施。

5.4.6 泥石流岩土工程勘察报告除应符合本规范第4.2节的规

定外,尚应包括下列内容:

- 1 泥石流的地质背景和形成条件;
- 2 形成区、流通区、堆积区的分布特征,绘制专门工程地质图;
- 3 划分泥石流类型,评价其对管道工程建设的适宜性;
- 4 泥石流防治和监测的建议。

5.5 采 空 区

5.5.1 采空区的勘察宜在线路工程的可行性研究阶段或初步勘察阶段进行,应查明老采空区上覆岩层的稳定性,预测现采空区的地表移动、变形特征和规律性,判定管道通过的适宜性。

5.5.2 采空区地段的选线应符合下列规定:

- 1 应绕避至大面积采空区的影响范围外一定距离;
- 2 宜绕避密集分布的小窑采空区及时间久远难以查明的古窑分布地带,必须通过时应采用工程措施;
- 3 通过规划矿区时,应了解矿区的具体规划,分析对线路的影响及应采取的措施。

5.5.3 采空区的勘察宜以工程地质测绘与调查为主,搜集地质图、矿床分布图、采空区分布及开采规划等资料,宜搜集、调查以下内容:

- 1 了解采空区的地层构成、岩层产状、地质构造的发育特点和采空区的水文地质条件;
- 2 矿层的分布、层数、厚度、深度、埋藏特征;
- 3 矿层开采的范围、深度、高度、开采时间、方法和顶板管理以及采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等;
- 4 未来的采矿规划;
- 5 地表变形的特征和分布,包括地表塌陷、台阶、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、工作面推进方向等关系;

6 采矿抽水、排水对采空区的影响。

5.5.4 当工程地质测绘与调查搜集的资料能说明采空区位置、范围、大小及变形的基本特征及变形的发展趋势和稳定条件时,可不再进行勘探工作;否则应进行必要的工程物探工作,查明采空区的范围、埋藏深度、采空区的空间大小、采空区上部第四系沉积物和岩层厚度及断裂的位置等,同时通过钻探等查明地层结构,采取岩土试样进行试验,以评价采空区稳定性,预测地表移动、变形特征和规律性,提出绕避或通过的建议,同时根据矿区经验提出处理措施。

5.5.5 采空区岩土工程勘察报告除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应包括下列内容:

- 1 采空区的地质背景和形成条件;
- 2 采空区地表及建筑物变形的范围、分布规律;
- 3 评价采空区稳定性及对管道工程建设的适宜性;
- 4 提出工程措施和环境保护意见。

5.6 场地和地基的地震效应

5.6.1 在抗震设防烈度大于或等于 6 度地区的线路勘察,应进行场地和地基的地震效应评价,并应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。

5.6.2 在抗震设防烈度大于或等于 6 度地区进行勘察时,应通过工程地质调查工作评价场地地基可能发生的震害,并提出相应的绕避或采取工程措施的建议。

5.6.3 抗震设防烈度大于或等于 7 度,经初步判定场地分布有可液化土层时,应进一步判别。液化判别应符合本规范附录 B 的规定,并评价对管道的危害,尚应包括下列内容:

- 1 倾斜场地或液化层倾向水面或临空面时,应评价地震作用下液化引起地层滑移的可能性;

2 当场地及其附近存在历史地震液化遗迹时,应分析液化重复发生的可能性。

5.6.4 抗震设防烈度大于或等于7度的厚层软土分布区,宜判别软土震陷的可能性,并评价对管道的危害。

5.6.5 场地或场地附近有滑坡、崩塌、泥石流、采空区等不良地质作用及高陡边坡时,应进行专门勘察,分析评价其在地震作用时的稳定性。

5.7 活动断裂

5.7.1 对线路通过或伴行的活动断裂勘察宜在地震安全性评价报告的基础上进行,对其中影响管道安全的活动断裂进行勘察,应评价活动断裂对管道安全可能产生的影响,提出处理方案。

5.7.2 活动断裂的勘察应根据地震安全性评价报告,通过工程地质测绘与调查的方法,查明活动断裂经过地区的地形地貌、地质、地震特征。

5.7.3 对伴行活动断裂的线路,管道应敷设在断裂带500m以外,预测断裂活动时发生地震可能造成的滑坡、崩塌、液化、震陷等可能对管道造成的影响。

5.7.4 对通过活动断裂的线路,应选择在活动断裂位移和断裂带宽度最小的地段通过,并提出抗震措施建议。

6 特殊性岩土段的线路勘察

6.1 黄 土

6.1.1 湿陷性黄土地区线路勘察应查明黄土的物理力学性质和水理性质,确定场地的湿陷类型和地基湿陷等级。

6.1.2 黄土地貌类型划分应符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 黄土地貌类型

地貌类型		亚类	地形形态基本特征
堆积	黄土高原	黄土塬	黄土高原受现代沟谷切割后,保存下来的大型平坦地面,周边为沟谷环绕
		黄土梁	顶面平坦,两侧为深切冲沟,中部为长条状的黄土低丘。长数百米、数千米到上千米,宽数十米到上百米
		黄土峁	孤立的黄土丘陵,顶面平坦或微有起伏,呈圆穹状,大多数是由黄土梁进一步切割而成
	黄土平原		分布于新构造运动下降区,是由黄土堆积形成的低平原,局部发育沟谷,无梁、峁
侵蚀堆积	河谷阶地	沿河谷及大型沟谷两岸分布(或断续分布),表层全部由冲积-洪积黄土等沉积物堆积的阶地	
	大型河谷	形成及发展与一般侵蚀河谷相似,但其形成和发展有时还伴随有风积黄土堆积	
	冲沟	因黄土土质疏松,常伴有重力崩塌、潜蚀作用,因此发展快,其特征是沟深、壁陡、向源侵蚀作用显著	

续表 6.1.2

地貌类型	亚类	地形形态基本特征
潜蚀	黄土蝶形洼地	流水聚集,使黄土层内发生湿陷或潜蚀,因其地面前下沉后的一种直径数米至数十米的凹地,它是陷穴和冲沟发育的初期标志
	黄土陷穴	地表水沿黄土孔隙、裂隙下渗潜蚀形成的黄土洞穴。若成串分布则称串珠状陷穴
	黄土井	黄土陷穴向下发展,形成深度大于宽度若干倍的洞穴
	黄土桥	两个黄土陷穴之间被水流串通,在陷穴崩塌之后残存的土体呈桥状洞穴
	黄土柱	黄土沿垂直节理崩塌后残存的土柱
重力	崩塌堆积体	由于黄土冲沟深切,岸坡高陡,土体迅速向下崩落,在坡脚形成的地貌形态
	黄土滑坡	黄土斜坡地段,土体在重力和地下水作用下,产生山坡变形的地貌形态

6.1.3 黄土地层的划分应符合表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 黄土地层的划分

时 代		地层的划分	说 明
全新世(Q_4)黄土	新黄土	黄土状土	一般具湿陷性
晚更新世(Q_3)黄土		马兰黄土	
中更新世(Q_2)黄土	老黄土	离石黄土	上部部分土层具湿陷性
早更新世(Q_1)黄土		午城黄土	不具湿陷性

注:全新世(Q_4)黄土包括湿陷性(Q_{41})黄土和新近堆积(Q_{42})黄土。

6.1.4 在黄土场地进行线路勘察,除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应包括下列内容:

- 1 查明黄土的分布范围、成因、时代、土质特征;
- 2 查明黄土蝶形洼地、陷穴、冲沟等黄土特殊地貌的分布、形态、产生的原因、环境条件及发展趋势;

3 查明滑坡、崩塌、泥流、地裂缝等不良地质作用的分布、性质、范围、规模、下伏地层及特征,并分析其产生的原因及发展趋势;

4 根据地形条件,调查降水的汇集、排泄以及水力侵蚀情况;

5 划分黄土地层并进行湿陷性评价;

6 调查地下水位变化和地表水及灌溉情况。

6.1.5 在黄土场地进行勘探取样和试验,除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应符合下列规定:

1 按地貌单元和控制性地段结合土工构筑物布置控制性勘探点,其勘探深度和取样应满足湿陷性评价的要求;

2 原状土样宜在探井中采取,钻孔取样采取应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 的有关规定;采取的土样除测定一般物理力学性质外,还应做土的湿化试验和湿陷性试验,对需要回填夯实地段,应做标准击实试验;

3 钻孔及开挖的探井应及时按规定回填。

6.1.6 湿陷性黄土的湿陷程度,可根据湿陷系数 δ_s 值的大小分为下列三种:

1 当 $0.015 \leq \delta_s \leq 0.03$ 时,湿陷性轻微;

2 当 $0.03 < \delta_s \leq 0.07$ 时,湿陷性中等;

3 当 $\delta_s > 0.07$ 时,湿陷性强烈。

6.1.7 湿陷性黄土地基的湿陷等级,应根据自重湿陷量的计算值和湿陷量的计算值等因素,并按表 6.1.7 的规定进行判定。

表 6.1.7 湿陷性黄土地基的湿陷等级

湿陷性类型		非自重湿陷性场地	自重湿陷性场地	
自重湿陷量计算值 $\Delta z_s(\text{mm})$		$\Delta z_s \leq 70$	$70 < \Delta z_s \leq 350$	$\Delta z_s > 350$
湿陷量的 计算值 $\Delta s(\text{mm})$	$\Delta s \leq 300$	I (轻微)	II (中等)	—
	$300 < \Delta s \leq 700$	II (中等)	II (中等)或 III (严重)	III (严重)
	$\Delta s > 700$	II (中等)	III (严重)	IV (很严重)

注:表中 * 栏当湿陷量的计算值 $\Delta s > 600\text{mm}$ 、自重湿陷量的计算值 $\Delta z_s > 300\text{mm}$ 时,可判为 III 级,其他情况可判为 II 级。

6.1.8 管道通过以下黄土地段宜进行抗侵蚀处理:

- 1 由梁(峁)到谷和由谷到梁(峁)坡度大于 15% 的斜坡地段;
- 2 易发生降水汇集的地段;
- 3 宽度小于 15m 的黄土窄梁地段;
- 4 陡坎、陡崖地段。

6.1.9 管道通过黄土地段的抗侵蚀处理应根据岩土特征、地形特点、处理目的和当地实际条件等因素综合确定处理方法,宜采取土工构筑物和植被措施综合治理的方法:

1 管沟底部防潜蚀处理,地表采用梯田、水平沟、鱼鳞坑和植被措施以加强雨水就地入渗,地下采用灰土、固化土、水泥土或防水毯等土工合成材料构成的阻水埂阻水,避免降水汇集发生潜蚀;

2 对陡坡地段,根据边坡的坡度、长度及其稳定性,必要时采用加筋土挡墙或其他稳定边坡的岩土工程措施,并因地制宜对降水采取截、排、引、消、渗、堵等综合措施;

3 对沿线土工构筑物,除应考虑湿陷的影响外,还应根据地形及汇水条件等采取相应的防水力侵蚀措施;

4 管沟分层夯实回填,压实系数 λ_c 应大于 0.9,夯实回填后应略高于原始地表。

6.2 盐渍岩土

6.2.1 岩土中易溶盐含量大于 0.3%,具有溶陷、盐胀、腐蚀等工程特性时,应判定为盐渍岩土。

6.2.2 盐渍岩按主要含盐矿物成分可分为石膏盐渍岩、芒硝盐渍岩等。盐渍土根据含盐化学成分和含盐量应按表 6.2.2-1 和 6.2.2-2 的规定进行划分。

表 6.2.2-1 盐渍土按含盐化学成分分类

盐渍土名称	$\frac{c(\text{Cl}^-)}{2c(\text{SO}_4^{2-})}$	$\frac{2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})}$
氯盐渍土	>2	—
亚氯盐渍土	$2 \sim 1$	—
亚硫酸盐渍土	$1 \sim 0.3$	—
硫酸盐渍土	<0.3	—
碱性盐渍土	—	>0.3

注：表中 $c(\text{Cl}^-)$ 为氯离子在 100g 土中所含毫摩尔数，其他离子同。

表 6.2.2-2 盐渍土按含盐量分类

盐渍土名称	平均含盐量(%)		
	氯及亚氯盐	硫酸及亚硫酸盐	碱性盐
弱盐渍土	$0.3 \sim 1.0$	—	—
中盐渍土	$1 \sim 5$	$0.3 \sim 2.0$	$0.3 \sim 1.0$
强盐渍土	$5 \sim 8$	$2 \sim 5$	$1 \sim 2$
超盐渍土	>8	>5	>2

6.2.3 盐渍岩土地区的线路勘察，除应符合本规范第 4.2 节的规定外，尚应包括下列内容：

- 1 查明盐渍岩土的成因、分布和特点；
- 2 含盐化学成分、含盐量及在岩土中的分布特点；
- 3 溶蚀洞穴发育程度和分布；
- 4 查明地下水类型、埋藏条件、水质、水位及季节性变化；
- 5 气象资料和水文资料；
- 6 当地工程经验和既有建(构)筑物损坏情况；
- 7 植被发育程度；
- 8 必要时查明盐渍岩土的盐胀性和溶陷性。

6.2.4 盐渍岩土地段线路勘探和取样，除应符合本规范第 4.2 节

的规定外,尚应符合下列规定:

1 线路穿越盐渍岩土地段时,每个地貌单元地段勘探点不应少于3个;对每段盐渍土地段取样勘探点的数量不应少于1个,勘探孔深度宜为3m~5m;

2 需判定盐胀或溶陷时对细颗粒岩土宜采取不扰动试样,取样间距宜为0.5m~1.0m;

3 在勘探深度内遇地下水或地表水时,应采取水样进行水质分析,每个地貌单元地段不应少于2件。

6.2.5 盐渍岩土地段线路岩土测试与试验,除应符合本规范第4.2节的规定外,尚应符合下列规定:

1 盐渍土含盐量的测定宜在干旱季节进行,当测定含盐量时,宜在0~3.0m深度范围内取样;在0~1.5m深度范围内,取样间距宜为0.25m;1.5m以下,取样间距宜为0.50m,按厚度加权平均计算含盐量;

2 室内试验除进行盐渍土的一般物理力学性质试验外,必要时应对具溶陷性和盐胀性的盐渍土进行溶陷性和盐胀性试验;

3 当工程需要时,应测定不同盐渍土及不同土质的毛细水强烈上升高度。

6.2.6 盐渍岩土地段的线路施工宜采取下列措施:

1 应防止大气降水、洪水、工业及生活用水淹没金属管道线路地基及附近场地;

2 管道开挖后,应及时进行施工,防止施工用水渗入管沟;

3 对钢质管道应加强防腐蚀措施。

6.3 膨胀岩土

6.3.1 含有大量亲水矿物,湿度变化时有较大体积变化,变形受约束时产生较大内应力的岩土应判定为膨胀岩土。

6.3.2 膨胀土的膨胀潜势分类应符合表6.3.2的规定。

表 6.3.2 膨胀土的膨胀潜势分类

自由膨胀率 δ_{ef} (%)	膨胀潜势
$40 \leq \delta_{ef} < 65$	弱
$65 \leq \delta_{ef} < 90$	中
$\delta_{ef} \geq 90$	强

6.3.3 膨胀岩土地区的线路勘察,除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应包括下列内容:

- 1 查明膨胀岩土岩性、成因、分布和特点;
- 2 查明有无浅层滑坡、地裂、冲沟以及微地貌形态、坡度和植被情况;
- 3 查明地下水类型、埋藏条件、水质、水位及其季节变化;
- 4 搜集气象和水文资料,查明大气影响深度;
- 5 查明膨胀岩土的自膨胀率,必要时查明其膨胀力和胀缩变形量。

6.3.4 膨胀岩土地段的线路勘探和取样,除应符合本规范第 4.2 节的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 对每段膨胀岩土地段,勘探点不应少于 3 个;
- 2 按地貌单元和控制性地段布置控制性勘探点,勘探深度为 5m,每间隔 0.5m~1.0m 取样 1 件,应进行自由膨胀率、含水量试验。必要时进行膨胀力、膨胀率、收缩系数、饱和吸水率等试验。

6.3.5 坡度大于 14° 的边坡应进行稳定性评价,并应考虑坡体内含水量变化的影响。

6.3.6 管沟开挖后应及时回填,避免水流浸入及湿度变化导致沟壁坍塌。

6.4 多年冻土

6.4.1 含有固态水,且冻结状态持续 2 年或 2 年以上的土,应判定为多年冻土。

6.4.2 根据平面分布特征,多年冻土可分为连续多年冻土和岛状

多年冻土；根据剖面分布特征，多年冻土可分为衔接多年冻土和不衔接多年冻土；根据含冰量，可分为少冰冻土、多冰冻土、富冰冻土、饱冰冻土、含土冰层。

6.4.3 多年冻土可根据土的融沉系数按表 6.4.3 划分为不融沉、弱融沉、融沉、强融沉和融陷五级。土的平均融沉系数 δ_0 应按下式计算：

$$\delta_0 = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \times 100(\%) \quad (6.4.3)$$

式中： h_1 ——冻土试样融化前的高度(mm)；

h_2 ——冻土试样融化后的高度(mm)。

表 6.4.3 多年冻土的融沉性分级

土的名称	总含水量 $\omega(\%)$	平均融沉 系数 δ_0	融沉 等级	融沉 类别	冻土类型
碎(卵)石土, 砾、粗、中砂(粒径小于 0.074mm 的颗粒含量不大于 15%)	$\omega < 10$	$\delta_0 \leq 1$	I	不融沉	少冰冻土
	$\omega \geq 10$	$1 < \delta_0 \leq 3$	II	弱融沉	多冰冻土
碎(卵)石土, 砾、粗、中砂(粒径小于 0.074mm 的颗粒含量大于 15%)	$\omega < 12$	$\delta_0 \leq 1$	I	不融沉	少冰冻土
	$12 \leq \omega < 15$	$1 < \delta_0 \leq 3$	II	弱融沉	多冰冻土
	$15 \leq \omega < 25$	$3 < \delta_0 \leq 10$	III	融沉	富冰冻土
	$\omega \geq 25$	$10 < \delta_0 \leq 25$	IV	强融沉	饱冰冻土
粉砂、细砂	$\omega < 14$	$\delta_0 \leq 1$	I	不融沉	少冰冻土
	$14 \leq \omega < 18$	$1 < \delta_0 \leq 3$	II	弱融沉	多冰冻土
	$18 \leq \omega < 28$	$3 < \delta_0 \leq 10$	III	融沉	富冰冻土
	$\omega \geq 28$	$10 < \delta_0 \leq 25$	IV	强融沉	饱冰冻土
粉土	$\omega < 17$	$\delta_0 \leq 1$	I	不融沉	少冰冻土
	$17 \leq \omega < 21$	$1 < \delta_0 \leq 3$	II	弱融沉	多冰冻土
	$21 \leq \omega < 32$	$3 < \delta_0 \leq 10$	III	融沉	富冰冻土
	$\omega \geq 32$	$10 < \delta_0 \leq 25$	IV	强融沉	饱冰冻土

续表 6.4.3

土的名称	总含水量 $\omega(\%)$	平均融沉 系数 δ_0	融沉 等级	融沉 类别	冻土类型
黏性土	$\omega < \omega_p$	$\delta_0 \leq 1$	I	不融沉	少冰冻土
	$\omega_p \leq \omega < \omega_p + 4$	$1 < \delta_0 \leq 3$	II	弱融沉	多冰冻土
	$\omega_p + 4 \leq \omega < \omega_p + 15$	$3 < \delta_0 \leq 10$	III	融沉	富冰冻土
	$\omega_p + 15 \leq \omega < \omega_p + 35$	$10 < \delta_0 \leq 25$	IV	强融沉	饱冰冻土
含土冰层	$\omega \geq \omega_p + 35$	$\delta_0 > 25$	V	融陷	含土冰层

注:1 总含水量 ω , 包括冰和未冻水;

2 盐渍化冻土、冻结泥炭化土、腐殖土、高塑性黏土不在表列;

3 塑限含水量 ω_p 。

6.4.4 季节融化层土的冻胀性可根据土的冻胀率按表 6.4.4 划分为不冻胀、弱冻胀、冻胀、强冻胀和特强冻胀等五级。土的平均冻胀率 η 应按下式计算:

$$\eta = \frac{\Delta Z}{Z_d} \times 100(\%) \quad (6.4.4-1)$$

$$Z_d = h - \Delta Z \quad (6.4.4-2)$$

式中: ΔZ ——地表冻胀量(mm);

Z_d ——设计冻深(mm);

h ——冻层厚度(mm)。

表 6.4.4 季节融化层土的冻胀性分级

土的名称	冻前天然含水量 $\omega(\%)$	冻结期间地下水位距冻结面的最小距离 $h_w(\text{m})$	平均冻胀率 $\eta(\%)$	冻胀等级	冻胀类别
碎(卵)石、砾砂、粗砂、中砂(粒径小于 0.074mm 颗粒含量不大于 15%)、细砂(粒径小于 0.074mm 颗粒含量不大于 10%)	不考虑	不考虑	$\eta \leq 1$	I	不冻胀

续表 6.4.4

土的名称	冻前天然含水量 $\omega(\%)$	冻结期间地下水位距结冻面的最小距离 $h_w(m)$	平均冻胀率 $\eta(\%)$	冻胀等级	冻胀类别
碎(卵)石、砾砂、粗砂、中砂(粒径小于 0.074mm 颗粒含量大于 15%)、细砂(粒径小于 0.074mm 颗粒含量大于 10%)	$\omega \leq 12$	>1.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 1.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$12 < \omega \leq 18$	>1.0			
		≤ 1.0	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻胀
	$\omega > 18$	>0.5			
		≤ 0.5	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
粉砂	$\omega \leq 14$	>1.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 1.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$14 < \omega \leq 19$	>1.0			
		≤ 1.0	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻胀
	$19 < \omega \leq 23$	>1.0			
		≤ 1.0	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
	$\omega > 23$	不考虑	$\eta > 12$	V	特强冻胀
粉土	$\omega \leq 19$	>1.5	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 1.5	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$19 < \omega \leq 22$	>1.5			
		≤ 1.5	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻胀
	$22 < \omega \leq 26$	>1.5			
		≤ 1.5	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
	$26 < \omega \leq 30$	>1.5			
		≤ 1.5	$\eta > 12$	V	特强冻胀
	$\omega > 30$	不考虑			

续表 6.4.4

土的名称	冻前天然含水量 $\omega(\%)$	冻结期间地下水位距冻结面的最小距离 $h_w(m)$	平均冻胀率 $\eta(\%)$	冻胀等级	冻胀类别
黏性土	$\omega \leq \omega_p + 2$	> 2.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 2.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$\omega_p + 2 < \omega \leq \omega_p + 5$	> 2.0			
		≤ 2.0	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻胀
	$\omega_p + 5 < \omega \leq \omega_p + 9$	> 2.0			
		≤ 2.0	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
	$\omega_p + 9 < \omega \leq \omega_p + 15$	> 2.0			
		≤ 2.0	$\eta > 12$	V	特强冻胀
	$\omega > \omega_p + 15$	不考虑			

注:1 ω_p ——塑限含水量(%);

ω ——冻前天然含水量在冻层内的平均值;

2 盐渍化冻土不在表列;

3 塑性指数大于 22 时,冻胀性降低一级;

4 粒径小于 0.005mm 的颗粒含量大于 60%时,为不冻胀土;

5 碎石类土当填充物大于全部质量的 40%时,其冻胀性按填充物土的分类判定。

6.4.5 多年冻土地区的线路勘察,除应满足本规范第 4.2 节的要求外,尚应包括下列内容:

1 多年冻土的分布范围及上限深度,必要时还应查明下限深度;

2 多年冻土的类型、厚度、总含水量、构造特征、物理力学和热学性质;

3 多年冻土层上水、层间水和层下水的赋存形式、相互关系及其对工程的影响;

4 多年冻土的融沉性分级和季节融化层土的冻胀性分级;

5 冻胀丘、冰锥、冰丘、厚层地下冰、热融滑塌、热融湖塘、融冻泥流、冻土沼泽等不良冻土现象的形态特征、形成条件、分布范围、发生发展规律及其对工程的影响和危害程度;

6 工程需要时,可建立地温观测点,进行地温观测,查明多年冻土层的年平均地温。

6.4.6 多年冻土地段的线路勘探和取样,除应满足本规范第 4.2 节的要求外,尚应符合下列规定:

1 在高温不稳定多年冻土地段,富冰、饱冰、含土冰层地段,岛状多年冻土地段,不良冻土现象发育地段,融区与多年冻土过渡段等,应加密布置勘探点;

2 初步勘察阶段勘探点间距可按地貌单元布置。每个地貌单元为 3 个~5 个勘探点,勘探点深度至少为多年冻土上限深度的 1.5 倍,且不小于管底下 2m,当地基为饱冰冻土或含土冰层时,应穿透该层;

3 详细勘察阶段勘探点间距为 100m~500m,勘探点深度至少为 2 倍天然上限深度且不小于管道埋深以下 2m~3m;

4 应按地貌单元布置控制性勘探点,控制性勘探点深度宜为 8m~12m;当需满足多年冻土地温监测的要求时,一般应超过地温年变化深度,宜为 15m~20m。

6.4.7 多年冻土地段线路勘察钻探、取样应符合下列规定:

1 多年冻土地区钻探,开孔直径不应小于 130mm,终孔直径不应小于 91mm(宜为 110mm)。当冻土为第四系松散地层时,宜采取低速干钻方法,回次进尺宜为 0.2m~0.5m;冻土为高含冰量的冻结黏性土层时,应采取快速干钻方法,回次进尺不宜大于 0.8m;对冻结的碎块石和基岩,钻探时可采用低温冲洗液;

2 冻土取样应在地表下 0.5m 开始逐层采取,当土层小于 1m 时应取 1 个试样,当土层大于 1m 时,应每隔 1m 取样 1 件,地层或含水量有明显变化时还应加密。测定冻土总含水量的土样,

宜采用刻槽法采取。试样在采取、搬运、贮存、试验过程中应避免融化。

6.4.8 多年冻土试验项目除常规要求外,尚应根据需要,进行总含水量、体积含冰量、未冻水含量、冻结起始温度、导热系数、冻胀量、融化压缩等项目的试验;对盐渍化多年冻土和泥炭化多年冻土,尚应分别测定易溶盐含量和有机质含量。

6.4.9 应对冻胀丘、冰锥、冰丘、厚层地下冰、热融滑塌、热融湖塘、融冻泥流、冻土沼泽等不良冻土现象进行调查与工程地质测绘,根据不良冻土现象的发生及分布规律有针对性的开展工作。

1 冻胀丘、冰锥、冰丘调查与勘探工作宜在发育期(1月~3月)进行;

2 调查与勘探范围应在管道中线两侧各200m范围内,必要时可扩大调查与勘探范围;

3 当工程需要时可采取钻探与工程物探相结合的方法进行勘察;

4 多年冻土上限深度的勘察时间宜在9月份、10月份。

6.4.10 在多年冻土地区建设管道,宜采取下列措施:

1 管道不宜直接埋设在季节性融化冻土层内;

2 在融沉区,应采取措施避免融沉和上浮的不良影响;

3 在冻胀区,为防止冻切力的作用,可在管道周围回填粗砂、中砂、炉渣等非冻胀性散粒材料或采取其他有效措施;

4 施工期间,应避免水流浸入管沟。

6.5 软 土

6.5.1 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,包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。

6.5.2 软土地段线路勘察除应满足本规范第4.2节的要求外,还应查明下列内容:

1 成因类型、成层条件、分布规律、层理特征、水平与垂直向

的均匀性;

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 软土的结构性、灵敏度、压缩性等物理力学性质和排水条件。

6.5.3 软土线路勘探和取样,除应满足本规范第 4.2 节的要求外,尚应符合下列规定:

1 当土层变化复杂时,应加密勘探点,同一地段软土勘探点不应少于 3 个;

2 按地貌单元和控制性地段布置控制性勘探点,勘探深度应穿过软土下 1.0m,如软土层很厚,不应小于 5m;

3 钻探取样应与原位测试相结合,取样应采用薄壁取土器;原位测试宜采用静力触探,十字板剪切试验、扁铲侧胀试验和螺旋板载荷试验;

4 在 1m~5m 深度内每 1m 采取原状土样进行物理力学性质试验。每一段软土地段取 2 件地下水样,分析水对金属管道及混凝土的腐蚀性。

6.5.4 软土地段的处理可采用下列方法:

1 对暗埋的塘、浜、沟、坑穴等软土厚度不大的地段,可采用支护、短桩等方法;

2 对大面积厚层软土地段,可采取抗浮措施。

6.6 风 沙

6.6.1 在风力作用下,地表松散沙粒的吹蚀、搬运、堆积的过程及其形成的地表形态应判定为风沙作用。气候干旱、降雨稀少、植被疏矮、土质贫瘠的风沙区域应称为荒漠,石质、砾质荒漠称为戈壁,沙质荒漠称为沙漠。

6.6.2 根据场地的地貌、植被、地下水和稳定性,应按表 6.6.2 的规定确定风沙场地类别。

表 6.6.2 风沙场地类别

类别		场地特征			
		地貌	植被	地下水	稳定性
戈壁		地形较平坦	植被疏矮		由于颗粒较大,风蚀强度较弱,较稳定
沙地	流动沙丘	新月形沙丘,新月形沙丘链,格状、穹状沙丘,复合型沙丘链	表面无植被覆盖或仅在丘坡脚有少许,盖度<15%	—	风沙活动强烈,流动性大
	半固定沙丘	梁窝状沙丘、抛物线沙丘、沙垄	沙丘表面植被呈斑块状分布,盖度15%~40%	—	在植物生长好的部位,略有黏性土或盐渍土结皮,有局部风沙活动,流动性较小
	固定沙丘	蜂窝状沙丘,树枝状沙垄,沙堆	有密集的植被覆盖,盖度>40%	—	表面大部分有薄层黏性土或盐渍土结皮,抗风蚀强度较高,比较稳定
	平沙地	地形平坦	有密集的植被覆盖,盖度>40%	—	风蚀强度较弱,稳定
风沙滩地	干滩	地形平坦	有密集的植被	埋深>2m	表面大部分有黏性土壳层,风蚀程度较弱,稳定
	湿滩	地形平坦	植被茂盛,盖度>40%	埋深≤2m	表面大部分有黏性土壳层,湿润、抗风蚀能力较强,稳定
	盐碱滩	地形平坦	植被低矮	—	土中易溶盐含量>0.5%,表面有壳层,稳定
风沙河谷	阶地	地形平坦	植被茂盛	—	稳定
	河谷落沙坡	分布在河谷两侧,绿洲边缘,地形陡峭	斜坡处植被少,坡脚处较茂盛	—	沙流动较快,风蚀强度大,稳定性差

注:根据沙丘本身高度划分为:大型沙丘 $h>7\text{m}$;中型沙丘 $3\text{m}\sim 7\text{m}$;小型沙丘 $1\text{m}\sim 3\text{m}$;平缓沙丘 $h<1\text{m}$ 。

6.6.3 风沙地段线路勘察除应满足本规范第 4.2 节的要求外,还应查明下列内容:

1 搜集气温、地温、降雨量、蒸发量、风向、风速、起沙风日数、沙暴日数等气象数据和水文资料;

2 确定风沙场地类别,查明风沙土及下伏土层的性质、分布范围、成因类型、成层条件及水平与垂直方向上的均匀性;

3 调查沿线植被发育情况:植被种类、生长态势、分布特征、盖度及防风固沙效果;

4 调查风蚀速率。

6.6.4 风沙地段线路勘探和取样,除应满足本规范第 4.2 节的要求外,尚应符合下列规定:

1 各类地貌单元勘探点不应少于 2 个,勘察深度不应小于 3m;

2 勘探可采用钻探和原位测试相结合方法,原位测试宜采用轻便触探试验及标准贯入试验;

3 取样试验,应从地表起每 1m 取扰动沙样 1 件,进行颗粒分析、自然休止角和含盐量试验;

4 若地下水埋深小于 3m,每区段应取水样 2 件,分析其对金属管道和混凝土的腐蚀性。

6.6.5 根据风沙地段沿线场地类别和发展趋势,宜采取如下措施:

1 在符合线路总走向的前提下,应尽量避免或减少穿越高大沙丘;穿越沙丘地段,管道应尽可能地埋设于同一水平面上,不宜因沙丘起伏而有大的变化;

2 管道施工应与防沙固沙工程同步进行,工程措施与生物措施相结合。

附录 A 环境水和土对钢结构的腐蚀性评价

A.0.1 水对钢结构的腐蚀性评价应符合表 A.0.1-1 的规定；土对钢结构的腐蚀性评价应符合表 A.0.1-2、表 A.0.1-3 的规定。

表 A.0.1-1 水对钢结构腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值和 $(\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})$ 含量 (mg/L)
弱	pH 为 3~11, $(\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}) < 500$
中	pH 为 3~11, $(\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}) \geq 500$
强	pH < 3, $(\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})$ 任何浓度

注：1 表中系指氧能自由溶入的水及地下水；

2 本表亦适用于钢管道；

3 如水的沉淀物中有褐色絮状沉淀(铁)、悬浮物中有褐色生物膜、绿色丛块或有硫化氢臭，应做铁细菌、硫酸盐还原细菌的检验，查明有无细菌腐蚀。

表 A.0.1-2 一般地区土壤腐蚀性分级标准

等 级	强	中	弱	微
土壤视电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)	<20	20~50	50~100	>100

表 A.0.1-3 土壤腐蚀性分级标准

指 标	等 级			
	微	弱	中	强
电流密度(mA/cm^2)	<0.02	0.02~0.05	0.05~0.20	>0.20
平均腐蚀速率 $[\text{g}/(\text{dm}^2 \cdot \text{a})]$	<1	1~2	2~3	>3
氧化还原电位(mV)	>400	200~400	100~200	<100

A.0.2 当表 A.0.1-1 和表 A.0.1-2、表 A.0.1-3 中各项腐蚀介质评价的腐蚀等级不同时，应按下列规定综合评价腐蚀等级：

1 各项腐蚀介质的腐蚀评价等级中，只出现有微腐蚀，无弱腐蚀、中等腐蚀或无强腐蚀时，应综合评价为微腐蚀；

2 各项腐蚀介质的腐蚀评价等级中,只出现有微腐蚀、弱腐蚀,无中等腐蚀或无强腐蚀时,应综合评价为弱腐蚀;

3 各项腐蚀介质的腐蚀评价等级中,无强腐蚀,腐蚀等级最高为中等腐蚀时,应综合评价为中等腐蚀;

4 各项腐蚀介质的腐蚀评价等级中,有 1 个或 2 个为强腐蚀,应综合评价为强腐蚀;

5 各项腐蚀介质的腐蚀评价等级中,有 3 个或 3 个以上为强腐蚀时,应综合评价为严重腐蚀。

附录 B 管道沿线饱和砂土和饱和粉土的 地震液化判别

B.1 初步判别

B.1.1 饱和的砂土或粉土,当符合下列条件之一时,可初步判别为不液化或不考虑液化影响:

1 地质年代为第四纪晚更新世(Q_3)及其以前时,7度、8度时可判为不液化土;

2 粉土的黏粒(粒径小于0.005mm的颗粒)含量百分率,7度、8度和9度区分别不小于10、13和16时,可判为不液化土;

注:用于液化判别的黏粒含量,应采用六偏磷酸钠做分散剂测定;采用其他方法时,应按有关规定换算。

3 当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之一时,可不考虑液化影响:

$$d_u > d_0 + d_b - 2 \quad (\text{B.1.1-1})$$

$$d_w > d_0 + d_b - 3 \quad (\text{B.1.1-2})$$

$$d_u + d_w > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5 \quad (\text{B.1.1-3})$$

式中: d_u ——上覆非液化土层厚度(m),计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除;

d_b ——管道埋置深度(m),不超过2m时应采用2m;

d_0 ——液化土特征深度(m),可按表B.1.1采用;

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

表 B.1.1 液化土特征深度(m)

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