

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发 2016 年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》(建标函〔2015〕274 号)的要求,本标准由中国石油天然气管道工程有限公司会同有关单位对原国家标准《油气田及管道岩土工程勘察规范》GB 50568—2010 共同修订而成。

本标准在修订过程中,修编组进行了广泛的调查,开展了专题讨论和试验研究,总结了近年来我国油气田及管道岩土工程勘察的实践经验,与国内相关的标准进行了协调,并借鉴了有关的国际标准,在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是:总则、术语、基本规定、各类工程的勘察、不良地质作用勘察、特殊性岩土段的线路勘察等。

本标准修订的主要技术内容是:1. 站场勘察中增加深井阳极勘察的相关要求;2. 管道线路勘察中调整了土石等级与分类划分的规定;3. 管道跨越增加跨越工程等级的规定;4. 对原规范隧道部分明确为钻爆法隧道,对勘探钻孔工作布置进行调整;5. 对储罐初步勘察勘探线间距进行调整,勘探孔深度按照储罐容积分别规定;6. 对滩海结构物的勘探点布置进行调整;7. 增加管道伴行道路勘察章节;8. 对不良地质作用勘察章节部分条款进行调整;9. 对特殊性岩土段的线路勘察章节部分条款进行调整。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,中国石油天然气管道工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国石油天然气管道工程有限公司(地址:河北省廊坊市和平路 146 号;邮编:065000)。

本标准主编单位:中国石油天然气管道工程有限公司

本标准参编单位:中国石油工程建设有限公司西南分公司

青岛中油岩土工程有限公司

中油辽河工程有限公司

大庆油田工程有限公司

中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司

本标准主要起草人员:郭书太 代云清 刘振谦 董旭

张文伟 亢会明 李束为 王玉洲

张志豪 李贵鹏 姜龙 董忠级

杨风学 陈光联 高剑锋 邵景林

毕丹 沈茂丁 李国辉 史航

本标准主要审查人员:荆少东 武威 徐张建 胡树林

张益欣 王治军 陈情来 王小林

尚小卫 胡德新 梁东辉 许支红

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	各类工程的勘察	(5)
4.1	站场	(5)
4.2	管道线路	(12)
4.3	管道穿越	(20)
4.4	管道跨越	(27)
4.5	钻爆法隧道	(32)
4.6	储罐	(40)
4.7	地下水封洞库	(45)
4.8	滩海结构物	(51)
4.9	管道伴行道路	(59)
5	不良地质作用勘察	(64)
5.1	岩溶	(64)
5.2	滑坡	(66)
5.3	危岩和崩塌	(69)
5.4	泥石流	(70)
5.5	采空区	(72)
5.6	地震效应	(74)
5.7	活动断裂	(75)
6	特殊性岩土段的线路勘察	(76)
6.1	黄土	(76)
6.2	盐渍岩土	(79)

6.3 膨胀岩土	(81)
6.4 多年冻土	(82)
6.5 软土	(86)
6.6 风沙	(87)
附录 A 环境水和土对钢结构的腐蚀性评价	(91)
附录 B 管道沿线饱和砂土与粉土的地震液化判别	(93)
附录 C 隧道围岩分级	(96)
本标准用词说明	(104)
引用标准名录	(105)

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(3)
4	Geotechnical investigation of typical project	(5)
4.1	Station	(5)
4.2	Pipeline route	(12)
4.3	Pipeline under crossing	(20)
4.4	Pipeline over crossing	(27)
4.5	Tunnel by digging	(32)
4.6	Tank	(40)
4.7	Underground water enclosed cavern	(45)
4.8	Structures on beach	(51)
4.9	Pipeline road	(59)
5	Geotechnical investigation of adverse geologic actions	(64)
5.1	Karst	(64)
5.2	Landslide	(66)
5.3	Rock fall	(69)
5.4	Debris flow	(70)
5.5	Goaf area	(72)
5.6	Seismic effect	(74)
5.7	Active fault	(75)
6	Pipeline geotechnical investigation on special soil	(76)
6.1	Loess	(76)

6.2	Salty soil	(79)
6.3	Swelling soil	(81)
6.4	Permafrost	(82)
6.5	Soft clay	(86)
6.6	Sand	(87)
Appendix A	Evaluation of water and soil corrosive steely	(91)
Appendix B	Analysis of earthquake liquefaction for saturated sand near the pipeline	(93)
Appendix C	Classification of rock mass	(96)
	Explanation of wording in this code	(104)
	List of quoted standards	(105)

1 总 则

1.0.1 为了在油气田及管道岩土工程勘察中统一技术要求,做到技术先进、经济合理、安全适用、保护环境、确保质量,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于油气田站场、管道工程、储罐、地下水封洞库、滩海结构物的岩土工程勘察。

1.0.3 岩土工程勘察应按勘察阶段的要求,查明岩土工程条件,提出资料完整、评价正确的勘察报告。

1.0.4 油气田及管道岩土工程勘察除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 岩土工程勘察 geotechnical investigation

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

2.0.2 管道工程 pipeline engineering

通过管道输送石油、天然气及其他介质的工程。包括管道线路工程、站场工程、穿跨越工程、伴行道路工程及辅助设施工程。

2.0.3 管道穿越 pipeline under crossing

管道从人工或天然障碍物下部通过的一种方式。

2.0.4 管道跨越 pipeline over crossing

管道从人工或天然障碍物上部通过的一种方式。

2.0.5 地下水封洞库 underground water enclosed cavern

在稳定地下水位以下的岩体中开挖洞室,并以围岩和岩体中的裂隙水对储存的原油或成品油进行封闭的一种地下空间系统。

2.0.6 地震效应 seismic effect

在一定的地震作用影响下,地面出现的各种震害的动态反应。

2.0.7 不良地质作用 adverse geologic actions

由地球内力或外力产生的对工程或环境可能造成危害的地质作用。

2.0.8 管道伴行道路 pipeline road

修建在油气管道附近,主要服务于油气管道运营并兼顾施工车辆通行的专用道路,简称伴行路。

3 基本规定

3.0.1 油气田及管道岩土工程勘察,宜按可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察、施工勘察开展工作,并应符合下列规定:

- 1 可行性研究勘察应符合可行性研究的要求;
- 2 初步勘察应符合初步设计的要求;
- 3 详细勘察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;
- 5 在工程地质条件简单或有建筑经验的场区,可合并勘察阶段。

3.0.2 岩土工程勘察前,应搜集、分析已有资料及设计委托要求,根据勘察阶段、区域及工程场地岩土工程条件、工程类型,明确勘察重点,制定岩土工程勘察纲要。

3.0.3 管道线路工程的岩土工程勘察等级可按表 3.0.3 确定,站场、穿(跨)越、隧道及储罐等其他工程的岩土工程勘察等级应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行。

表 3.0.3 管道线路工程岩土工程勘察等级

岩土工程勘察等级	确定勘察等级的条件	
	场地复杂程度等级	地基复杂程度等级
甲级	一级	任意
	任意	一级
乙级	二级或三级	二级
丙级	二级或三级	三级

注:场地复杂程度等级、地基复杂程度等级应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行。

3.0.4 土与岩石的分类和鉴定应符合现行国家标准《岩土工程勘

察规范》GB 50021 的规定。

3.0.5 钻探和取样应符合现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的规定。

3.0.6 钻孔、探井等完工后,应根据要求进行回填。

3.0.7 试验项目和试验方法,应根据工程要求和岩土性质的特点确定,具体操作和试验仪器应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 和《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 的规定。

3.0.8 当建(构)筑物采用桩基础时,岩土工程勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

3.0.9 基坑工程勘察应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。地下水较丰富时宜进行抽水试验,并结合长期水位观测资料提出基坑支护、地下水控制方案和抗浮设计水位建议。水文地质条件复杂时应进行专门的水文地质勘察工作。

3.0.10 抗震设防烈度大于或等于 6 度的场地,应进行场地和地基的地震效应评价,确定建筑的场地类别。

4 各类工程的勘察

4.1 站 场

4.1.1 联合站、油气处理厂、注水站、集输站、压气站、泵站、分输站等站场中的建(构)筑物及设施的岩土工程勘察,应在搜集建(构)筑物上部荷载、基础形式、埋置深度和变形要求等方面资料的基础上进行。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、地下水条件及不良地质作用等;

2 提供设计、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 宜对场地整平、地基基础、基坑支护、工程降水、地基处理设计与施工方案提出建议;

4 对建(构)筑物有影响的不良地质作用提出防治建议;

5 对抗震设防烈度大于或等于6度的场地进行场地和地基的地震效应评价;

6 分析评价水和土对建筑材料的腐蚀性。

4.1.2 建(构)筑物岩土工程勘察宜分阶段进行,场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当建筑物总平面图已经确定,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。

4.1.3 可行性研究勘察应对拟选场地的稳定性和适宜性做出评价,并应符合下列规定:

1 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 当拟选场地工程地质条件复杂，已有资料不能满足要求时，应根据具体情况进行工程地质测绘和必要的勘探工作；

4 当有两个或两个以上拟选场地时，应进行方案分析比选。

4.1.4 初步勘察应进行下列主要工作：

1 搜集拟建工程的有关文件、工程地质和岩土工程资料及工程场地范围的地形图；

2 初步查明地形地貌、地质构造、地层结构、岩土工程特性、地下水埋藏条件；

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

4 对抗震设防烈度大于或等于6度的场地，进行场地和地基的地震效应初步评价；

5 调查季节性冻土地区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 当有基坑工程时，初步分析评价与基坑工程相关的基坑开挖与支护、工程降水方案；

8 设计有要求时，对场地整平、道路、边坡及土石方工程方案提出初步建议；

9 对拟建建(构)筑物基础类型、地基处理、岩土改造等提出初步建议。

4.1.5 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，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 地形平坦地区，可按网格布置勘探点；

4 对岩质地基，勘探线、勘探点的布置和勘探孔深度应根据拟建建(构)筑物重要性、地质构造、岩体特性、风化情况等综合确

定;需进行抗浮水位验算的基坑,应满足抗浮桩或抗浮锚杆的设计要求;

5 对土质地基,初步勘察勘探线、勘探点间距可按表 4.1.5-1 确定,局部异常地段予以加密;初步勘察勘探孔深度可按表 4.1.5-2 确定。

表 4.1.5-1 初步勘察勘探线、勘探点间距(m)

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

注:1 表中间距不适用于工程物探;

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

表 4.1.5-2 初步勘察勘探孔深度(m)

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

注:1 勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔等;

2 特殊用途的勘探孔除外。

4.1.6 遇下列情形之一时,应按下列规定增减勘探孔深度:

1 当勘探点的地面标高与预计整平地面临高相差较大时,应按高差调整勘探孔深度;

2 当预定深度内遇基岩时,除控制性钻孔仍应钻入基岩一定深度外,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,且分布均匀的碎石土、密实砂或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予以减小;

4 当预定深度内有软弱土层时,勘探孔深度应予以增加,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 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,数量可占勘探点总数的 $1/4 \sim 1/2$;采取土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性程度确定,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 件(组)。

4.1.8 初步勘察应进行水文地质勘察工作,且应符合下列规定:

1 调查含水层的埋藏条件,地下水的类型、补给排泄条件,各层地下水位及变化幅度;根据水文地质条件复杂程度和工程需要,必要时应设置长期观测井,监测水位变化;

2 有基坑工程时,宜进行抽水试验,确定地层渗透系数、影响半径及涌水量等;

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

4 地下水可能浸湿基础时,应进行地下水腐蚀性评价。

4.1.9 初步勘察的工程物探工作应符合下列规定:

1 当需要查明构造破碎带、基岩面、岩溶及古河床分布时,宜选择高密度电阻率法、电测深法、电剖面法、浅层地震法等测试方法,宜垂直构造线布置勘探线;

2 确定建筑的场地类别时,宜进行剪切波速测试,测试点(孔)数不宜少于 3 个;

3 当需要确定土壤导电性及对钢结构的腐蚀性时,宜进行土壤视电阻率测试。

4.1.10 详细勘察应按单体建(构)筑物或建(构)筑物群提供详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数;应对建(构)筑物地基做出岩土工程评价,并应对基础类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水及不良地质作用的防治等提出建议。

4.1.11 详细勘察应进行下列工作:

1 搜集附有坐标和地形的建(构)筑物的总平面图,场区的地

面整平标高,建(构)筑物的性质、规模、荷载、结构特点、基础形式、埋置深度及地基允许变形等资料;

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

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

4 对需进行沉降计算的建(构)筑物,提供地基变形计算参数,预测其变形特征,必要时进行沉降验算;

5 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物;

6 查明地下水的埋藏条件,提供地下水位及其变化幅度;

7 提供季节性冻土地区场地土的标准冻结深度;

8 判定水和土对建筑材料的腐蚀性;

9 当有压缩机等动力设备时,宜在设备基础处进行孔内波速测试,提供设计所需的地基动力特征参数;设计要求进行块体基础振动测试时,应按照设计要求提供地基刚度系数和阻尼比等动力参数,测试方法应符合现行国家标准《地基动力特性测试规范》GB/T 50269 的规定;

10 安全等级为一级的边坡工程宜进行专门勘察工作。

4.1.12 详细勘察勘探点的布置应根据建(构)筑物特性和岩土工程条件确定;岩质地基应根据地质构造、岩体特性、风化情况等,结合建(构)筑物对地基的要求综合确定;土质地基勘探点间距可按表 4.1.12 确定。勘探点布置应符合下列规定:

1 勘探点宜按建(构)筑物周边和角点布置,对无特殊要求的其他建(构)筑物,可按建(构)筑物单体或建(构)筑物群的范围布置;

2 同一建(构)筑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;

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。

表 4.1.12 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)	15~30
三级(简单)	30~50

4.1.13 详细勘察勘探孔深度应符合下列规定：

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,对单独柱基础不应小于基础底面宽度的 1.5 倍,且不应小于 5m;

2 对需做变形计算的地基,控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度;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,对高压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 当有地下构筑物不能满足抗浮设计要求,需设置抗浮桩或抗浮锚杆时,勘探孔深度应满足抗拔承载力评价的要求;

4 当有大面积地面堆载或软弱下卧层时,应加深控制性勘探孔的深度;

5 当需确定建筑物的场地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,深度应满足确定覆盖层厚度的要求;

6 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的 2 倍;

7 当需进行地基处理或采用桩基础时,勘探孔的深度应满足地基处理设计、桩基设计与施工的要求;

8 当预计深度内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时,勘探孔深度可予以调整。

4.1.14 详细勘察取土试样和进行原位测试应满足岩土工程评价

要求,并应符合下列规定:

1 取土试样和原位测试勘探孔数量,应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定,其数量不应少于勘探孔总数的 1/2,取土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不扰动土试样或原位测试数据不应少于 6 件(组);

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

4 当土层性质不均匀时,应增加取土数量或原位测试工作量。

4.1.15 站场深井阳极勘察的钻孔深度应达到深井阳极埋置深度,电阻率测试深度应满足设计要求。

4.1.16 站场岩土工程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)场地自然地理条件;
- 5)区域地质、水文地质条件;
- 6)场地岩土工程条件;
- 7)地下水埋藏情况、类型、水位及其变化;
- 8)水和土对建筑材料的腐蚀性;
- 9)场地地震效应分析评价;
- 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)场地稳定性、均匀性和适宜性的评价;
- 12)地基处理、边坡工程及地基基础方案等的建议;
- 13)结论与建议。

2 图表部分宜包括下列内容:

- 1) 勘探点平面位置图；
 - 2) 工程地质柱状图；
 - 3) 工程地质剖面图；
 - 4) 原位测试成果图表；
 - 5) 室内试验成果图表；
 - 6) 其他有关图表。
- 3 专项报告宜包括下列内容：
- 1) 土工试验；
 - 2) 工程物探；
 - 3) 原位测试；
 - 4) 水文地质。

4.2 管道线路

4.2.1 管道线路岩土工程勘察的主要内容应符合下列规定：

1 查明管道沿线的地貌类型、地层结构、地下水埋藏条件、特殊性岩土和不良地质作用等；

2 按本标准附录 A 的规定评价环境水和土对钢结构的腐蚀性；

3 确定管道线路沿线岩土的土石等级与分类；

4 测试管道沿线岩土的视电阻率；

5 对管道有影响的不良地质作用和特殊性岩土的防治方案提出建议；

6 确定沿线抗震设防烈度，对抗震设防烈度大于或等于 7 度的饱和砂土或粉土地段，应按本标准附录 B 的规定进行场地的地震液化判别。

4.2.2 岩土的室内试验项目应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定，并应符合下列规定：

1 在抗震设防烈度大于或等于 7 度的地区，应对管道沿线 7.0m 深度内的粉土取样分析粒径小于 0.005mm 的黏粒含量；

- 2 对勘探深度内的岩石试样应进行天然单轴抗压强度试验；
 - 3 对勘探深度内的碎石土、砂土应进行自然休止角试验。
- 4.2.3 当管道沿线地下水在丰水期的水位埋深小于管道埋设深度时,宜采取地下水试样,经过地表水体时宜采取地表水试样,判定水对钢结构和建筑材料的腐蚀性。
- 4.2.4 可行性研究勘察应通过搜集资料和重点地段踏勘调查,了解管道线路各路由方案的区域地质、工程地质、水文地质的一般特征和主要工程地质问题。
- 4.2.5 线路走向应根据岩土工程条件,结合工程情况选择地形和地质条件较好、安全经济的方案。
- 4.2.6 可行性研究勘察应进行下列准备工作:
- 1 搜集线路通过地区的区域地质、工程地质、水文地质、地震、水文、气象和遥感图像等资料；
 - 2 室内分析研究和地质判释；
 - 3 编写踏勘选线工作纲要。
- 4.2.7 可行性研究勘察应符合下列规定:
- 1 了解区域地形地貌、地质构造、地层岩性、水文地质等概况,利用天然和人工露头进行地质描述,应调查了解沿线岩土类型、厚度及其对钢结构和建筑材料的腐蚀性,概略提供线路各路由方案通过地区的岩土工程条件；
 - 2 对控制线路方案的越岭地段,应踏勘调查地质构造、地层岩性、水文地质和不良地质作用,推荐线路越岭方案；
 - 3 对控制线路方案的河流,应了解其地层、岩性、构造、河床与岸坡的稳定程度及水文特征等概况,提出穿跨越方案比选的建议；
 - 4 对线路各路由方案经过的特殊性岩土与不良地质作用地段,应了解其性质,调查和分析其发展趋势及其对管道的危害程度；
 - 5 了解管道沿线有关大型水库的分布情况、近期及远景规

划、水位、回水淹没和坍岸的范围、有无诱发地震的可能及其对线路方案的影响；

6 了解沿线矿产及地下文物分布概况；

7 了解沿线抗震设防烈度和地震动参数。

4.2.8 可行性研究勘察的岩土工程勘察报告应简要说明线路各路由方案的地形地貌、工程地质、水文地质条件和区域性不良地质作用、特殊性岩土的分布及其对线路的影响，并提出推荐方案和对下一步勘察工作的建议。

4.2.9 初步勘察应通过搜集资料、工程地质调查，对拟选线路的岩土工程条件做出初步评价，提供初步设计所需的岩土工程勘察资料。

4.2.10 初步勘察应对可行性研究勘察中所搜集的资料进行分析，并补充搜集线路通过地区的区域地质、工程地质、水文地质、抗震设防烈度及活动断裂等资料。

4.2.11 工程地质调查工作宜在线路两侧各 100m 带状范围内进行，对工程有较大影响的不良地质发育地段应扩大调查的范围。工程地质调查应包括下列内容：

1 沿线地貌单元；

2 管道埋设深度内及下伏地层的成因、岩性特征和厚度；

3 岩层产状和风化破碎程度，对线路有影响的断裂走向、宽度以及新构造运动的特点；

4 沿线岩溶、滑坡、危岩、崩塌、泥石流、采空区和活动断裂等不良地质作用的发育范围、性质及其发展趋势；

5 沿线湿陷性黄土、盐渍岩土、膨胀岩土、多年冻土、软土和风沙等特殊性岩土的分布范围、性质；

6 沿线井、泉的分布，地下水位埋深及土的冻结深度等资料；

7 河流的岸坡稳定性、河床及两岸的地层岩性和洪水淹没范围。

4.2.12 初步勘察应以利用天然露头和人工露头进行地质调查和

描述为主,对重要的地质现象宜在现场绘制素描图或拍摄照片。在地质条件复杂、露头条件差的地段可采用简易的勘探手段,了解其地层、岩性、构造等情况。

4.2.13 初步勘察应测试管道沿线岩土的电阻率,测试点宜按地貌单元布置。

4.2.14 初步勘察岩土工程勘察报告文字部分应包括下列主要内容:

- 1 工程概况;
- 2 自然地理条件;
- 3 沿线区域地质、水文地质和岩土工程条件;
- 4 不良地质作用发育情况,判断其影响程度,并推荐最优线路方案;
- 5 特殊性岩土的分布及其工程特性;
- 6 沿线岩土电阻率测试成果;
- 7 下一步勘察中应解决的问题。

4.2.15 初步勘察阶段应绘制包括线路走向、勘探点位置及工程地质条件的综合工程地质图。

4.2.16 详细勘察应在已确定的线路路由上进行,详细查明沿线的工程地质、水文地质条件,提供施工图设计所需的岩土工程勘察资料。

4.2.17 详细勘察前应取得下列资料:

- 1 附有线路走向的地形图或线路中线桩位数据;
- 2 管道直径、压力、敷设方式及可能埋设深度等;
- 3 可行性研究勘察或初步勘察报告等前期勘察资料;
- 4 沿线的区域地质、工程地质和水文地质等资料。

4.2.18 详细勘察的工程地质测绘和调查应符合下列规定:

- 1 岩石出露或地貌、地质条件较复杂的场地应进行工程地质测绘,地质条件简单的场地可进行工程地质调查。
- 2 工程地质测绘条带宽度宜为线路两侧各 100m。

3 工程地质测绘所用地形图的比例尺根据地形复杂程度可
选用 1 : 500~1 : 2000;地质界线的测绘精度在图上的误差不应
超过 3mm。

4 工程地质测绘观测线应垂直地质界线和不良地质体布置;
观测点的间距图上距离应控制在 20mm~30mm 范围内。

5 工程地质测绘和调查宜包括下列内容:

- 1)查明地形、地貌的形态特征及其与地层、构造、不良地质
作用的关系,划分沿线地貌单元;
- 2)各类岩土的年代、成因、性质、厚度和分布;
- 3)调查地下水的埋藏条件,并调查砂土及粉土的地震液化
情况;
- 4)调查影响管道建设和运营安全的不良地质作用的性质、
范围及其发生、发展和分布规律,特殊性岩土的类型、性
质、分布范围及其危害性等;
- 5)调查沿线的地质构造,对线路通过的断裂应调查其走向、
产状、断距、破碎带的宽度及充填胶结情况,并重点调查
活动断裂;
- 6)调查人工洞穴、地下采空、挖填方、抽排水和水库修筑等
对管道的影响。

4.2.19 详细勘察的勘探工作应符合下列规定:

1 详细勘察的勘探点间距应根据岩土工程勘察等级按
表 4.2.19 确定;

表 4.2.19 详细勘察勘探点间距(m)

岩土工程勘察等级	间 距
甲级	200~300
乙级	300~500
丙级	500~1000

注:对靠近线路的人工和天然露头应进行记录,描述或取样测试的地质点可视为
勘探点。

2 详细勘察勘探孔深度应达到管沟底面以下 1m;当预计深度内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时,勘探孔深度可予以减少;当无法取得管底埋深资料时,勘探孔深度平原地区宜为 3m,地形起伏较大的山区宜为 4m;

3 勘探工作量的布置应兼顾小型穿越勘察要求;

4 对管道有较大影响的不良地质作用地段应做专项勘察;

5 沿线岩土视电阻率测试的间距宜同勘探点间距,测试深度不应小于管道埋设深度;

6 土壤对钢结构的腐蚀性可根据土壤视电阻率值确定;设计有要求时可测试土壤的电流密度、平均腐蚀速率和氧化还原电位,辅助判定土壤对钢结构的腐蚀性;腐蚀性分级应按本标准附录 A 的规定确定。

4.2.20 管道线路勘察应根据岩土性质和开挖施工的难易程度划分沿线岩土的土石等级与分类,岩土的土石等级与分类应按表 4.2.20 确定。

表 4.2.20 土石等级与分类

土石等级	分类	岩土名称及特征	岩石天然单轴抗压强度 $R(\text{MPa})$	开挖方法
I	一类土	稍密的粉土,松散-稍密的砂土,腐殖土,流塑、软塑的黏性土,淤泥质土,淤泥,泥炭质土,泥炭,未经压密的素填土	—	用铁锹开挖
II	二类土	中密-密实的粉土或砂土,可塑-硬塑的黏性土, Q_3 、 Q_4 新黄土,松散-稍密的圆砾、角砾、卵石、碎石,压实的素填土,含有草根的密实腐殖土,含有直径在 30mm 以内根类的腐殖土或泥炭	—	用锹开挖并少数用镐开挖

续表 4.2.20

土石等级	分类	岩土名称及特征	岩石天然单轴抗压强度 R (MPa)	开挖方法
Ⅲ	三类土	坚硬的黏性土, Q_1 、 Q_2 老黄土, 含块石或漂石 30%~50% 的土, 中密-密实的圆砾、角砾、卵石、碎石, 含有直径大于 30mm 根类的腐殖土或泥炭, 压实的杂填土	—	用尖锹并同时用镐开挖
Ⅳ	四类土	块石土, 漂石土, 含有重量达 50kg 以内的巨砾占总体积的 10% 以内的冰碛黏土, 各种风化或土状的岩石	—	用尖铲并同时用镐和撬棍开挖
Ⅴ	松石	含有重量在 50kg 以内的巨砾占总体积的 10% 以上的冰碛土, 砂藻岩和软白垩岩, 弱胶结的砾岩, 裂隙发育的片岩, 石膏, 粒径 400mm~800mm 的碎石土, 泥板岩, 多年冻土, 强风化岩石	$R \leq 20$	部分用手凿工具, 部分采用爆破法开挖
Ⅵ	次坚石	凝灰岩和浮石, 裂隙发育的石灰岩, 中硬的片岩, 中硬的泥灰岩	$20 < R \leq 40$	用风镐和爆破开挖
Ⅶ		钙质胶结的砾岩, 裂隙发育的泥质砂岩, 坚硬的泥质板岩, 坚硬的泥灰岩	$40 < R \leq 60$	用爆破方法开挖
Ⅷ		花岗岩, 泥灰质石灰岩, 泥质砂岩, 砂质云母片岩, 硬石膏	$60 < R \leq 80$	用爆破方法开挖

续表 4.2.20

土石等级	分类	岩土名称及特征	岩石天然单轴抗压强度 R (MPa)	开挖方法
IX	普坚石	花岗岩,片麻岩和正长岩,滑石化的蛇纹岩,致密的石灰岩,硅质胶结的砾岩和砂岩,砂质石灰质片岩,菱镁矿	$80 < R \leq 100$	用爆破方法开挖
X		白云岩,硬质的石灰岩,大理岩,石灰质胶结的致密砾岩,坚硬的砂质片岩	$100 < R \leq 120$	用爆破方法开挖
XI	特坚石	粗粒花岗岩,坚硬的白云岩,蛇纹岩,石灰质胶结的含有火山岩的卵石的砾岩,硅质胶结的坚硬砂岩,粗粒正长岩	$120 < R \leq 140$	用爆破方法开挖
XII		安山岩及玄武岩,片麻岩,非常坚硬的石灰岩,母岩为火山岩的硅质胶结砾岩,粗面岩	$140 < R \leq 160$	用爆破方法开挖
XIII		中粒花岗岩,坚硬的片麻岩,辉绿岩,玢岩,坚硬的粗面岩,中粒正长岩	$160 < R \leq 180$	用爆破方法开挖
XIV		坚硬的细粒花岗岩,花岗片麻岩,闪长岩,高硬度石灰岩,坚硬的玢岩	$180 < R \leq 200$	用爆破方法开挖
XV		安山岩,玄武岩,坚硬的角砾岩,坚硬的辉绿岩和闪长岩,坚硬的辉长岩和石英岩	$200 < R \leq 250$	用爆破方法开挖
XVI		拉长玄武岩和橄榄玄武岩,极硬的辉长岩,辉绿岩,石英岩和玢岩	$R > 250$	用爆破方法开挖

4.2.21 详细勘察的勘察成果应包括下列内容：

1 在线路纵断面图上分段扼要填写地貌单元、地层岩性、地下水埋深、岩土视电阻率值、土石等级与分类等资料。

2 岩土工程勘察报告文字部分应包括下列内容：

- 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) 自然地理条件；
- 5) 沿线区域地质和水文地质条件；
- 6) 沿线地形地貌特征；
- 7) 沿线岩土工程条件；
- 8) 沿线小型穿越岩土工程条件；
- 9) 沿线水和土的腐蚀性；
- 10) 沿线地震效应分析评价；
- 11) 可能影响工程的不良地质作用描述和对工程危害的评价；
- 12) 可能影响工程的特殊性岩土的性质和对工程危害的评价；
- 13) 管道施工中可能引发的岩土工程问题及防治建议；
- 14) 水、土和岩石室内试验成果图表；
- 15) 土壤视电阻率等原位测试成果表；
- 16) 勘探点成果表。

4.3 管道穿越

4.3.1 管道穿越的岩土工程勘察，应查明山体、水域、冲沟及两侧穿越段范围内的岩土工程条件，对拟选穿越段的工程地质、水文地质及水域、冲沟工程水文条件做出评价，提供设计所需的岩土工程勘察资料。

4.3.2 管道水域和冲沟穿越的工程等级应按表 4.3.2-1 和

表 4.3.2-2 确定。

表 4.3.2-1 水域穿越工程等级

工程等级	水域特征	
	多年平均水位水面宽度 L (m)	相应水深度 H (m)
大型	$L \geq 200$	不计水深
	$100 \leq L < 200$	$H \geq 5$
中型	$100 \leq L < 200$	$H < 5$
	$40 \leq L < 100$	不计水深
小型	$L < 40$	不计水深

注:1 季节性河流或无资料河流,水面宽度可按不含滩地的主河槽宽度选取;

2 游荡性河流,水面宽度应按深泓摆动范围选取,若无资料,宜按两岸大堤间宽度选取。

表 4.3.2-2 冲沟穿越工程等级

工程等级	冲沟特征	
	冲沟深度(m)	冲沟边坡($^{\circ}$)
大型	> 40	> 25
中型	$10 \sim 40$	> 25

注:冲沟边坡小于列表坡角者,工程等级降低一级。

4.3.3 可行性研究勘察应通过搜集资料、踏勘、调查,概略了解穿越山体、水域和冲沟的工程地质条件,对拟选穿越段的稳定性和适宜性做出工程地质评价。

4.3.4 可行性研究勘察应进行下列工作:

1 搜集穿越段有关区域地质、地形地貌、地震、工程地质、水文地质及工程水文资料,河谷发育或平原河道变迁史;

2 通过踏勘调查了解穿越山体、河床、漫滩、冲沟及两侧出露的地层、地质构造、岩土性质和不良地质作用、特殊性岩土等工程地质条件;

3 对于河流大型穿越工程可布置勘探孔,查明河床下部地层

情况。

4.3.5 确定拟选穿越河段时,宜避开下列河段:

- 1 河道弯曲、经常改道的河段;
- 2 河床冲淤变幅大的河段;
- 3 岸坡区岩土松软、不良地质作用发育且对穿越工程稳定性有直接危害或潜在威胁的河段;
- 4 靠近活动断裂的河段。

4.3.6 可行性研究勘察的岩土工程勘察报告应阐明穿越段山体、水域和冲沟地质概况,确定可作为大中型穿越断面的范围,评价拟选段的工程地质、水文地质和工程水文条件,对下一步勘察工作提出建议。

4.3.7 初步勘察应初步查明拟定穿越段山体、水域和冲沟的工程地质条件和水文地质条件,选择最优的穿越断面,推荐合理的穿越方式,为初步设计提供所需的岩土工程勘察资料。

4.3.8 初步勘察前应取得下列资料:

- 1 附有拟定穿越山体、水域和冲沟范围的地形图;
- 2 可能采取的穿越方式及有关工程特性。

4.3.9 初步勘察应以搜集资料、地质调查为主,对水域、冲沟大中型穿越和山体穿越应布置工程物探或钻探工作。

4.3.10 初步勘察宜搜集下列有关资料:

- 1 拟定穿越山体、水域和冲沟有关的区域地质资料;
- 2 补充有关工程水文资料,包括最高洪水位、最大流量、最大流速、冲刷深度及附近河道、堤防、水利设施等其他工程有关资料。

4.3.11 工程地质调查应包括下列内容:

- 1 调查穿越山体、水域和冲沟的地貌成因、形态、特征及其发展趋势;
- 2 调查穿越山体、水域和冲沟及两岸地层的岩性、成因类型、分布规律、岸坡稳定情况及不良地质作用和特殊性岩土的成因类型、分布范围、形成条件及其对管道穿越工程的影响。

4.3.12 在拟定穿越段内,当地层有较明显的物性差异而地形起伏变化不大时,宜进行工程物探工作。工程物探测线宜采取垂直于河道或沿拟定的穿越中线布置。对工程物探的实测资料,应结合地质资料进行综合分析提出地质解释成果。

4.3.13 在初步勘察时,对水域大中型穿越工程应进行钻探工作,勘探点的布置原则和勘探孔深度应符合下列规定:

1 勘探点宜布置在拟定穿越中线位置的上游 15m~30m 处,穿越段勘探点间距宜为 100m~200m,每一个方案不应少于 3 个勘探点,控制性勘探点数量不宜少于勘探点总数的 1/3~1/5;对已经确定为挖沟法穿越方式的勘探点可沿穿越中线布置;

2 勘探孔的深度应根据设计要求确定,当无设计要求时,控制性勘探孔深度自河底算起应为 20m~30m,一般性勘探孔深度宜为 10m~20m;

3 对抗震设防烈度大于或等于 6 度的地区,勘探孔深度应满足场地和地基地震效应评价的要求。

4.3.14 山体水平定向钻穿越初步勘察时,钻探及测试的勘探点间距不宜大于 1000m,对地质条件复杂的山体不宜少于 3 个勘探孔,勘探孔深度应为设计穿越深度以下 5m~10m。

4.3.15 冲沟大中型穿越初步勘察时,勘探孔不宜少于 3 个,勘探孔的深度应根据设计要求确定,无设计要求时勘探孔深度宜为 20m~30m。

4.3.16 详细勘察应在已确定的穿越断面上进行,应满足施工图设计需要,并应符合下列规定:

1 查明穿越断面的地层结构、松散地层的颗粒组成及其工程地质和水文地质特性;

2 对设置的竖井部位进行工程地质分析评价;

3 对场地和地基的地震效进行评价;

4 对河床、冲沟的稳定性进行分析评价;

5 对岸坡的稳定性进行评价,并应对护坡措施提出建议;

6 解决初步勘察时遗留的问题。

4.3.17 详细勘察前应取得下列资料：

- 1 附有穿越位置的地形图；
- 2 穿越方式和预计的埋设深度。

4.3.18 详细勘察的勘探点布置应符合下列规定：

1 对挖沟法穿越方式，勘探点应布置在确定的穿越管道中线上，偏离中线不宜大于 3m；

2 对水平定向钻法、顶管隧道法、盾构隧道法穿越方式，应在平行穿越中线两侧 15m~30m 处各布置一条勘探线，两条勘探线上的勘探点应交错布置；

3 勘探点投影到管道中线上的间距宜为 30m~100m，对地基复杂程度等级为一级（复杂）的应取小值，三级（简单）的应取大值；勘探点不宜少于 3 个，且主河槽内至少有 1 个勘探点；

4 当采用水平定向钻法穿越山体时，应结合山体形态、岩性特点布置勘探点，勘探点间距不宜大于 600m；

5 当穿越方案设置竖井时，勘探点可根据竖井尺寸并结合地质条件确定；对于断面和深度较小的竖井，勘探点不应少于 1 个，布置于拟建竖井中心；对于采用大型顶管隧道法及盾构隧道法穿越方案的竖井应布置勘探点 3 个~4 个，勘探点沿圆形竖井的周边轮廓线或矩形竖井的角点布置；

6 当需要查明穿越地段地下管道、电缆、地下构筑物、古城遗址、水下沉船、水下护岸设施等异常埋置物时，宜采用适宜的工程物探方法。

4.3.19 详细勘察的勘探孔深度应符合下列规定：

1 对挖沟法穿越方式，宜钻至河床最大冲刷深度以下 3m~5m；无冲刷深度资料时应视河床地质条件而定，对粉细砂、粉土及黏性土河床，勘探深度宜为 10m~15m；对中砂、粗砂、砾砂河床，勘探深度宜为 8m~12m；对卵（砾）石河床，勘探深度宜为 6m~10m；对基岩河床，应钻穿强风化层，当强风化层很厚时，钻入深度

不宜大于 10m；以上勘探深度均应自河床底面算起；

2 对顶管法隧道或盾构法隧道穿越方式，勘探孔深度应根据设计要求确定；

3 对水平定向钻法穿越方式，勘探孔深度应为设计穿越深度以下 5m~10m；

4 对设置的弃渣场应根据设计要求进行勘察；

5 岸坡区地面高差较大，且岸坡为第四系松散堆积物组成时，位于高处的勘探孔深度应达到与其相邻的低处勘探孔的地面标高以下一定深度；

6 对抗震设防烈度大于或等于 6 度的地区，勘探孔深度应满足场地和地基地震效应评价的要求。

4.3.20 详细勘察采取岩土试样和进行原位测试的勘探点数量，宜占勘探点总数的 1/2~2/3。

4.3.21 采取试样或进行原位测试的竖向间距应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定，每一主要土层的试样或原位测试数据不应少于 6 件(组)。应至少采取穿越水域和两岸地下水试样各 1 组。

4.3.22 对顶管法隧道、盾构法隧道穿越方式应进行水文地质勘察，水文地质勘察应包括下列内容：

1 调查地下水历史上的最高水位和最低水位；

2 进行水文地质试验，查明主要穿越岩土层的渗透系数；

3 查明地下水对钢结构、建筑材料的腐蚀性；

4 当有承压水分布时，测定承压水的压力，并评定对工程的影响。

4.3.23 试样的试验项目应根据穿越方式和岩土性质确定，并应符合下列规定：

1 挖沟法试验项目应包括下列内容：

1) 黏性土：液限、塑限；

2) 粉土：颗粒分析、液限、塑限、渗透系数；

3) 碎石土、砂土: 颗粒分析、自然休止角、渗透系数;

4) 岩石: 单轴抗压强度。

2 顶管法隧道和盾构法隧道试验项目应包括下列内容:

1) 黏性土: 液限、塑限、比重、天然含水量、天然密度、压缩性指标、抗剪强度;

2) 粉土: 颗粒分析、液限、塑限、比重、天然含水量、天然密度、压缩性指标、抗剪强度、渗透系数;

3) 碎石土、砂土: 颗粒分析、渗透系数;

4) 岩石: 单轴抗压强度。

3 水平定向钻法试验项目应包括下列内容:

1) 黏性土: 液限、塑限、比重、天然含水量、天然密度;

2) 粉土: 颗粒分析、液限、塑限、比重、天然含水量、天然密度;

3) 碎石土、砂土: 颗粒分析;

4) 岩石: 单轴抗压强度。

4 水、土化学分析试验项目应包括下列内容:

1) 水分析: pH 值、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、侵蚀性 CO_2 、游离 CO_2 、 NH_4^+ 、 OH^- 、总矿化度;

2) 土化学分析: pH 值、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 及易溶盐总量。

4.3.24 小型穿越可合并勘察阶段或直接进行详细勘察。可采用简易的勘探手段,或参照相关工程按地质类比法提供资料。

4.3.25 小型穿越勘探工作应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予以加深,但不宜大于 10m。勘察成果资料可在线路岩土工程勘察报告中独立成章,在线路纵断面图中扼要填写地层岩性和结论性意见。

4.3.26 等级公路、铁路穿越宜在穿越路基两侧各布置 1 个勘探点,并采取岩、土和水试样或进行原位测试工作,勘探孔深度宜为 8m~10m。

4.3.27 管道穿越岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、

地质条件、工程特点等具体情况编写,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及岩土物理力学性质;
- 6) 竖井位置的地质条件及岩土物理力学性质;
- 7) 场区水文地质条件;
- 8) 水和土的腐蚀性评价;
- 9) 场地和地基地震效应评价;
- 10) 工程水文参数、水域形态、河槽摆动特征及发展趋势,边坡稳定性评价及护岸措施;
- 11) 河床、沟床的稳定性和穿越的适宜性评价;
- 12) 弃渣场的工程地质条件;
- 13) 水平定向钻穿越出、入土点的工程地质条件;
- 14) 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) 工程物探解释成果图;
- 5) 岩芯及工程照片;
- 6) 各种原位测试成果图表;
- 7) 水、土和岩石室内试验成果图表;
- 8) 其他有关图表。

4.4 管道跨越

4.4.1 管道跨越岩土工程勘察,应查明跨越段的岩土性质、地质

构造、不良地质作用、岸坡稳定性等岩土工程条件，并应对跨越段的工程地质、水文地质及工程水文条件做出评价，提供设计所需的岩土工程勘察资料。

4.4.2 管道跨越工程等级应按表 4.4.2 划分。

表 4.4.2 管道跨越工程等级

工程等级	总跨长度 L_1 (m)	主跨长度 L_2 (m)
大型	$L_1 \geq 300$	$L_2 \geq 150$
中型	$100 \leq L_1 < 300$	$50 \leq L_2 < 150$
小型	$L_1 < 100$	$L_2 < 50$

4.4.3 可行性研究勘察应通过搜集资料、踏勘和调查，概略了解跨越段的工程地质条件，对拟选跨越段地基的稳定性和跨越适宜性做出工程地质评价。

4.4.4 可行性研究勘察应进行下列工作：

1 搜集跨越段有关区域地质、地形地貌、地震、工程地质、水文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。

4.4.5 确定管道跨越位置应符合下列规定：

1 避开地面或地下已有重要设施的地段；

2 宜选择在河(沟)床较窄、两岸有山嘴或高地、侧向冲刷及侵蚀较小并有良好稳定地层的地段；

3 当河流有弯道时，宜选择在弯道的上游平直河段；

4 宜选在闸坝上游或其他水工构筑物影响区之外；

5 宜避开冲沟沟头发育地段、活动断裂带、滑坡、泥石流、岩溶以及其他不良地质作用发育的地段；

6 宜避开河道经常疏浚加深、岸蚀严重或冲淤变化强烈的地段。

4.4.6 可行性研究勘察岩土工程勘察报告应阐明跨越段的地质

概况,评价可供选择作桥墩、锚固墩的范围和拟选段的工程地质、水文地质和工程水文条件,以及对下一步勘察工作提出建议。

4.4.7 管道跨越工程初步勘察应初步查明拟跨越段的岩土性质、地下水条件、地质构造、不良地质作用、岸坡稳定性等工程地质条件,为初步设计提供所需的岩土工程勘察资料。

4.4.8 初步勘察前应搜集下列资料:

- 1 附有拟跨越段范围的地形图;
- 2 可能采取的跨越方式及有关工程特性;
- 3 上下游有无水工设施或规划,其储水能力、最高水位、坝顶标高及对拟建工程的影响;
- 4 最高洪水位、流速、流量、枯水期水位标高及冲刷深度;
- 5 跨越河流的冰凌资料。

4.4.9 初步勘察勘探点宜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。

4.4.10 初步勘察勘探孔深度应符合下列规定:

- 1 陆域勘探孔深度宜为15m~20m;
- 2 水域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,勘探孔深度可予以减小。

4.4.11 跨越工程详细勘察应对桥墩、锚固墩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岩土工程勘察资料。

4.4.12 详细勘察前应取得下列资料:

- 1 附有桥墩、锚固墩位置的地形图;
- 2 各桥墩、锚固墩可能采取的结构形式、受力特点;
- 3 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。

4.4.13 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

做出评价；

2 查明桥墩、锚固墩范围内地层的岩性、风化破碎程度、软弱夹层情况及其物理力学性质,对地基稳定性做出评价；

3 当抗震设防烈度大于或等于 6 度时,应确定建筑的场地类别；

4 当跨越地段的抗震设防烈度大于或等于 7 度,存在饱和砂土或粉土地基时应进行地震液化判别；

5 查明对桥墩、锚固墩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,应查明其特性并评价其对建筑材料的腐蚀性；

7 当水域中有桥墩时应确定一般冲刷深度和局部冲刷深度。

4.4.14 详细勘察工作应在已确定的桥墩、锚固墩位置进行,勘探点的数量可按表 4.4.14 确定。

表 4.4.14 详细勘察勘探点数量(个)

地基复杂程度等级	桥墩勘探点数量	锚固墩勘探点数量
一级(复杂)	4	2
二级(中等复杂)	3	1
三级(简单)	2	1

4.4.15 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 当在预定深度内遇见基岩时,应钻穿强风化层进入中等风

化层内 2m~3m,当强风化层很厚时,钻入深度不宜大于 10m。

4.4.16 采取不扰动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不扰动土试样或原位测试数据不应少于 6 件(组)。两岸地下水及河水应采取代表性水试样进行水质分析。

4.4.17 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,并应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和极限端阻力建议值。

4.4.18 小型跨越工程可合并勘察阶段或直接进行详细勘察。

4.4.19 管道跨越岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等具体情况编写,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)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)河(沟)床的稳定性和跨越的适宜性评价;
- 12)地基基础、桩基设计参数及跨越工程锚固方案建议;
- 13)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) 各种原位测试成果图表；
- 5) 水、土和岩石室内试验成果图表；
- 6) 其他有关图表。

4.5 钻爆法隧道

4.5.1 钻爆法隧道岩土工程勘察应查明岩土性质、地质构造、地下水特征、不良地质作用，确定隧道围岩级别，估算涌水量，评价隧道稳定性，提供设计所需的岩土工程勘察资料。

4.5.2 钻爆法隧道工程按其长度可分为三类，并按表 4.5.2 确定。

表 4.5.2 钻爆法隧道按长度 L 分类(m)

隧道类型	长隧道	中长隧道	短隧道
山岭隧道	$L > 2000$	$2000 \geq L > 500$	$L \leq 500$
水域穿越隧道	$L > 1000$	$1000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

4.5.3 可行性研究勘察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，对隧道穿越的可行性进行评价，选择合适的隧道位置。

4.5.4 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 隧道宜选择在地下水影响小、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相交穿过；

5 隧道洞身应避免滑坡和错落体；

6 隧道洞口应避免滑坡、崩塌、岩堆、危岩、泥石流等不良地质作用发育地段,以及排水困难的沟谷低洼地段,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 水域穿越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,宜选择在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；水域穿越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；

12 隧道顺褶曲构造轴线布置时,宜绕避褶曲轴部破碎带,选择地质条件较好的一侧翼部通过。

4.5.5 初步勘察应通过工程地质测绘和调查、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进行初步评价,为方案比选和初步设计提供岩土工程勘察资料。

4.5.6 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性岩土分布、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。

4.5.7 初步勘察勘探和测试应符合下列规定：

1 初步勘察时宜以工程物探为主，配合少量钻探、挖探及测试工作，对山岭隧道中地质条件简单的短隧道可不进行钻探，通过工程地质测绘和调查初步查明隧道工程地质条件；

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，岩溶地区和水域穿越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；洞口附近覆土较厚时应布置勘探点；地质条件复杂的山岭中长隧道钻孔数量不宜少于3个，长隧道应增加钻孔；水域穿越隧道勘探点间距宜为100m~300m；

4 山岭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；水域穿越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予以加深；

5 对钻探揭露的每一地层应取样做试验，岩质隧道围岩部位取样不应少于6组，土质隧道取样间隔应为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；

6 钻探过程中遇到油气、有害气体和放射性矿物时,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,做出评价；

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,宜测试地应力；

9 岩质隧道应测试岩体和岩块的弹性纵波波速,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,水文地质条件复杂时宜布设专门的水文地质勘探孔和观测孔进行水文地质试验,提供相关水文地质参数；

12 岩土试验项目宜按照表 4.5.7 执行。

表 4.5.7 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	-	-	+	+	(+)

续表 4.5.7

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
吸水率		(+)	+	—	—	—
耐冻性		(+)	(+)	—	—	—
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 岩溶地区及水域穿越隧道应做渗透系数试验；

3 对特殊性岩土还应做其他有关的特性试验。

4.5.8 初步勘察围岩的分级应按照本标准附录 C 的规定，采用定性划分或工程类比法确定。

4.5.9 详细勘察应在初步勘察的基础上，通过补充工程地质测绘、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做出详细评价，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勘察资料。

4.5.10 详细勘察应完成下列内容：

1 应查明隧道通过地段的地形、地貌、地层、岩性及构造；岩质隧道应重点查明岩层层理、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 应查明隧道是否通过岩溶地层、膨胀性岩土、有害气体、高地应力区及可能对隧道造成的偏压等，应预测岩溶、岩土膨胀、高地应力、偏压等对隧道结构的影响，并对有害气体做出评价；

3 应查明不良地质作用、特殊性岩土对隧道的影响，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 应查明隧道附近井、泉的分布，含水层的位置和厚度，分析隧道周围的水文地质条件，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（注）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、地下水以及工程地质测绘、勘探、测试成果，分段确定隧道围岩级别；

8 对弃渣场进行勘察；

9 对水域隧道设置的竖井进行勘察。

4.5.11 详细勘察勘探和测试应符合下列规定：

1 选择适宜的工程物探方法补充查明地质条件；

2 除山岭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、洞口和水域隧道的竖井均宜布置钻孔；

3 隧道勘探孔宜布置于地层分界线、断层、物探异常点、储水构造或地下水发育地段、高地应力区围岩可能发生岩爆或大变形的地段、膨胀性岩土、岩盐、煤系地层、含放射性物质等特殊岩土分布地段、岩溶、采空区等不良地质作用及其他不明异常地段、覆盖层发育或地质条件复杂的隧道进出口；水域隧道水域段勘探点的间距

宜为 50m~200m;当水域隧道设置竖井时,应布置勘探点 3 个~4 个,勘探点沿圆形竖井的周边轮廓线或矩形竖井的角点布置;

4 山岭隧道勘探孔宜布设于隧道两侧 6m~8m 处,对岩溶地区和水域穿越隧道勘探孔宜布设于隧道两侧 15m~20m 处,宜按左右交错布置;

5 勘探孔深度应超过隧道底板不少于 6m~8m,水域穿越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予以加深;

6 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;钻探中有地下水时应对初见水位、稳定水位、含水层位置及厚度进行观测和记录,并采取地下水样进行水质分析;当钻探中存在有害气体、放射性矿床时应采集试样测试有害气体及放射性物质的成分、含量;当地温异常时应进行地温测定;

7 采用声波法测定岩体和岩石试件的弹性纵波波速;

8 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;

9 利用工程地质钻探孔进行水文地质观测,水文地质条件复杂或有特殊要求时宜布设专门的水文地质勘探孔和观测孔进行水文地质试验,提供相关水文地质参数;

10 岩土试验项目应符合本标准表 4.5.7 的规定。

4.5.12 详细勘察隧道围岩的分级应按本标准附录 C 的规定,采用定量分析法分段确定。

4.5.13 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。施工勘察根据需要可采用开挖工作面地质调查、超前勘探或工程物探等。

4.5.14 钻爆法隧道岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等具体情况编写,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) 竖井位置的地质条件及岩土物理力学性质；
- 9) 地下水、岩土对建筑材料腐蚀性评价；
- 10) 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、隧道和弃渣场工程地质条件评价、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；
- 11) 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；
- 12) 地下有害气体、放射性矿床的分布及工程防护措施；
- 13) 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做出评价,并应符合下列规定:

1 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、水文地质、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;

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,并对场地的稳定性做出评价;

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做出初步评价;

4 调查季节性冻土地区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 对于岩质地基，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、风化情况等综合确定；对于土质地基，应按本标准第 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 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)	50~100	30~50
二级(中等复杂)	75~150	40~100
三级(简单)	150~200	75~150

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,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容积宜按表 4.6.6 确定。

表 4.6.6 储罐勘探孔深度

储罐容积 (m ³)	勘探孔深度(m)	
	一般黏性土、粉土及砂土	软土地基
<5000	(0.9~1.0)D	(1.2~1.5)D
10000	(0.8~0.9)D	(1.2~1.4)D
20000	(0.7~0.8)D	(1.0~1.2)D
30000	(0.7~0.8)D	(1.0~1.2)D
50000	(0.6~0.7)D	(1.0~1.1)D
100000	(0.5~0.6)D	(0.9~1.0)D
150000	(0.5~0.6)D	(0.8~0.9)D

注:1 勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔等；

2 罐中心的钻孔深度采用大值,一般性钻孔取小值；

3 D为罐底圈内直径(m)。

4.6.7 当遇到下列情况之一时,应按下列规定增减勘探孔深度:

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不少于 3m 外,其他勘探孔达到确认的中等风化后即可终止钻进;

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予以减小;

4 当预定深度内有软弱土层时勘探孔深度应予以增加。

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、地层结构和土的工程性质布置,其数量可占勘探点总数的 1/3~1/2;

2 采取不扰动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;每层土应采取不扰动土试样或进行原位测试,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条件,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;

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 详细勘察勘探点的数量和布置方式应符合表 4.6.11 的规定。

表 4.6.11 勘探点数量和布置方式

储罐容积(m ³)	勘探点数量(个)	勘探点布置方式
≤5000	1~3	可布置在储罐中心或沿周边布置
10000	3~5	储罐中心 1 个,其余沿储罐周边均布

续表 4.6.11

储罐容积(m ³)	勘探点数量(个)	勘探点布置方式
20000	4~7	储罐中心 1 个,其余沿储罐周边均布
30000	5~9	储罐中心 1 个,其余沿储罐周边均布
50000	9~17	储罐中心 1 个,另外 3 个~5 个沿储罐直径 1/2 处的圆周均布,其余沿储罐周边均布
100000	10~23	储罐中心 1 个,另外 3 个~7 个沿储罐直径 1/2 处的圆周均布,其余沿储罐周边均布
150000	13~28	储罐中心 1 个,另外 4 个~8 个沿储罐直径 1/2 处的圆周均布,其余沿储罐周边均布

注:1 同一罐区范围内的主要受力层或有影响的下卧层起伏较大时,宜加密勘探点;

2 在复杂地质条件、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 表中地基复杂程度等级高者,勘探点数量取大值,反之取小值。

4.6.12 储罐勘探深度应符合下列规定:

1 对于中、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;对于高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满足沉降验算及充水预压沉降量验算要求;

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,其深度应满足确定覆盖层厚度的要求;

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,应进行场地和地基的地震效应评价;

2 每个罐位的主要土层均应采取不扰动土样进行固结试验,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,且不应小于 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 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的建议:

1 在液化等级为严重的场地,应采取避开或全部消除液化措施;在液化等级为中等或轻微的场地,可不考虑避开措施;

2 储罐地基消除液化可采取桩基、压实地基、夯实地基、复合地基等地基处理方法。

4.6.16 储罐岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、地质条件、工程特点等编写,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)地层结构、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)水和土对建筑材料的腐蚀性;

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整治方案建议;

10)工程施工和使用期间可能发生的岩土工程问题的预测、监控及预防措施的建议。

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)原位测试成果图表；
- 5)水、土和岩石室内试验成果图表；
- 6)岩土利用、整治、改造方案的有关图表；
- 7)岩土工程计算简图及计算成果图表；
- 8)其他有关图表。

4.7 地下水封洞库

4.7.1 地下水封洞库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。

4.7.2 水封洞库应选择在地质构造简单、洞库围岩强度高、岩体完整和稳定、具有弱透水性及稳定地下水位区域。

4.7.3 确定库址时，应符合下列规定：

1 避开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活动断裂；

2 避开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 宜避开含过量有害气体和放射性元素的岩体分布区域；

4 避开重要的深层地下水供水水源地。

4.7.4 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岩土工程勘察资料。

4.7.5 预可研阶段勘察应通过搜集资料、工程地质测绘和调查了解地质条件。可进行工程物探、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。应对区域稳定性和山体稳定性做出评价,确定库址类别。

4.7.6 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岩土工程勘察资料。勘察的工作范围宜为库址范围,当发现异常需进行追踪时,可超出此范围。

4.7.7 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,判定地下水对钢质管道及建筑材料的腐蚀性等;

5 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;

6 进行围岩工程地质预分级,确定适宜建库岩体范围,对洞室轴线方位、洞跨、洞间距、竖井和巷道口等有关地下工程部署提出建议;

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。

4.7.8 可研阶段勘察工程地质测绘和调查应符合下列规定：

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 1：1000~1：2000；

3 根据地质条件和需要，局部地段可进行比例尺为 1：500 的工程地质测绘。

4.7.9 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 100m~300m；

2 在地形条件允许时，主要测线宜通过库址区勘探孔。

4.7.10 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，并做出钻孔设计，宜有针对性地进行孔内地应力测试等试验；

3 各类钻孔的布置宜综合利用；

4 结合场地地质条件的复杂程度和关键地质问题，有针对性布置勘探点，勘探点间距宜为 200m~400m；勘探深度应达到洞底设计标高以下 15m。

4.7.11 可研阶段勘察报告宜包含下列主要内容：

1 库址围岩分段预分级和可用岩体的范围；

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 设计地下水位标高；

5 洞库涌水量估算；

6 洞室稳定性初步分析评价。

4.7.12 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岩土工程勘察资料。

4.7.13 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及巷道进出口边坡的稳定性；

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；

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，调查岩层中有害气体或放射性元素的赋存情况；

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建筑材料的腐蚀性和对储存介质质量的影响等；

5 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；

6 进行围岩工程地质分级并建立地质模型；

7 按围岩工程地质分级结果确定适宜建库岩体范围，对地下工程部署提出优化建议；

8 确定设计地下水位标高，结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；

9 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；

10 建立地下水动态观测网。

4.7.14 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，并做出钻孔设计；

2 各类钻孔的布置宜综合利用，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井底设计标高以下 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

时调整其他钻孔布置方案,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。

4.7.15 初步设计阶段勘察应进行钻孔内测试工作,孔内测试宜包括下列项目:

- 1 声波测井;
- 2 孔内成像;
- 3 孔内地温测试;
- 4 钻孔地应力测试。

4.7.16 初步设计阶段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,并依据试验结果对其联系的程度及对水封条件的影响给予评价。

4.7.17 初步设计阶段勘察报告应包含下列内容:

- 1 库址围岩分段分级及范围;
- 2 地下工程部署优化建议;
- 3 地下水设计水位、动态分析、涌水量预测;
- 4 洞室稳定性分析评价;
- 5 巷道口稳定性及洞室轴线布置方案;
- 6 存在问题及对下一步勘察工作的建议。

4.7.18 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。

4.7.19 施工图设计及施工阶段勘察工作宜包括下列主要内容:

- 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、洞室的开挖,进行围岩地质编录,校核并修正围岩分级;

3 编制巷道、竖井、洞室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 配合围岩分级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 进行岩体表面应力和位移测量，确定围岩应力状态，判别或预报顶板压力，进行洞室稳定性分析和衬砌支护设计计算；

6 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；

7 实测洞库涌水量，预测洞库投产后地下水位恢复动态，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。

4.7.20 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。

4.7.21 施工图设计及施工阶段勘察报告应包含下列内容：

1 总结分析库区水文地质、工程地质条件，并对施工前岩土工程勘察成果进行复核；

2 分析施工中出现的岩体失稳原因、处理措施与效果，同时对各级围岩的支护措施、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做出评价；

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级，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 码头、栈桥、平台、人工岛、海堤及进海路、管道等滩海结构物的勘察应综合采用工程地质调查与测绘、工程物探、钻探、取样试验与原位测试等多种勘察手段。勘察方法和布置应与工程需求、勘察阶段和工程地质条件相适应。

4.8.2 可行性研究勘察宜包括下列主要内容：

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 对于人工岛、海堤及进海路工程,调查其所需的天然建筑材料的种类、质量、储量、适用性以及开采和运输条件；

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、测试、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、原位测试及试验等勘察手段,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做出评价。

4.8.4 初步勘察工作宜包括下列内容：

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、活动断裂的分布、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 初步判定水和土对钢结构和建筑材料的腐蚀性;

8 对于人工岛、海堤及进海路工程,需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建议。

4.8.5 初步勘察的勘探和测试工作应符合下列规定:

1 对于工程地质条件复杂且资料较少地段,根据工程特点与要求,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 对于场地勘察,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物探资料解释后确定;

5 对于岩质地基,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;

6 对于土质地基,场地勘察的勘探线和勘探点间距可按表 4.8.5-1 确定,为查明不良地质作用而布置的勘探线、勘探点,应予以加密或单独布置;

表 4.8.5-1 初步勘察勘探点、线布置

工程类型	勘探线距(m)或条数	勘探点间距(m)或点数	勘探线布置方法
码头	75~200	50~100	垂直岸线或基础长轴

续表 4.8.5-1

工程类型	勘探线距(m)或条数	勘探点间距(m)或点数	勘探线布置方法
人工岛	75~200	50~100	垂直岸线或网格布置
固定式平台	—	不少于 1 个	—
栈桥	1 条	75~200	沿基础轴线
海堤及进海路	横剖面间距取轴线勘探点间距的 2 倍~4 倍, 每个地貌单元不少于 1 个横剖面	轴线上间距 500~1000, 横剖面上间距 20~100	沿轴线布置一条勘探线, 垂直于轴线布置横剖面
管道	1 条	2000~5000	沿中线

7 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 4.8.5-2 确定。

表 4.8.5-2 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,应按下列规定增减勘探孔深度:

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一定深度外,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予以减小;

4 当预定深度内有软弱土层时,勘探孔深度应予以增加,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,其数量不宜少于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、岩土工程勘察资料,对工程施工图设计和不良地质的防治等提出建议。

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,基础形式和埋置深度等资料;

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 对需要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和电缆工程情况;

6 查明地下水的埋藏条件,提供地下水位及其变化幅度;

7 判定水和土对钢结构和建筑材料的腐蚀性;

8 对抗震设防烈度大于或等于6度的场地,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 对于采用桩基础或进行地基处理时,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,应根据特定工程的特点与要求,采用工程物探方法探测;

2 管道线路的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,对于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予以加密;

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;对于岩质地基,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综合确定;对于土质地基,勘探点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)	
高桩式	2条~3条	1条~2条	3级 (简单)	15~20	20~30	30~50	沿桩基长轴
	30~45	45~60	60~75	10~15	15~30	30~40	垂直岸线 或基础长轴
码头	—	—	—	每墩不少于3个		每墩不少于1个	—
	—	—	—	15~20	20~30	30~50	沿栈桥中线
栈桥	1条	—	—	每墩不少于3个		每墩不少于1个	—
	—	—	—	30~50	50~70	70~100	垂直岸线 或网格布置
人工岛	30~50	50~70	70~100	≤30	30~50	50~100	—
	2条~3条	2条	2条	横剖面间距取轴线勘探点间距的2倍~4倍， 间距20m~100m，每个地貌单元不少于1个横剖面		300~500	沿轴线，横剖面 垂直轴线
固定式平台	2条~3条	2条	2条	100~200	200~300	300~500	沿轴线，横剖面 垂直轴线
海堤及进海路	—	—	—	300~500	500~1000	1000~2000	沿中线
管道	—	1条	—	不少于2个			—
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	1.5b~2.0b	1.0b~1.5b	0.5b~1.0b
		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		1.5b~2.0b	1.0b~1.5b	0.5b~1.0b
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 勘探孔深度指至基础底面或桩端以下的深度；

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，勘探孔深度应根据验算要求予以调整；

4 对于埋设管道为从海底面算起的深度，当管道穿越港池、航道时，勘探孔深度应从最深疏浚底面算起。

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，宜为勘探孔总数的 1/2~2/3；

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不扰动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确定。

4.8.12 滩海结构物岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况编写，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、滩海水文和气象条件；
- 5) 岩土类型、成因、分布、工程特性及其物理力学性质；
- 6) 地下水的埋藏情况、类型、水位及其变化；
- 7) 可能影响工程的不良地质作用和对工程危害的评价；
- 8) 场地地震效应分析评价；
- 9) 腐蚀环境与腐蚀性评价；
- 10) 场地稳定性和适宜性评价；
- 11) 地基处理、边坡工程、土石方工程及地基基础方案等的建议；
- 12) 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) 工程物探解释图；
- 5) 测试和试验的相关图表；
- 6) 可根据需要附综合工程地质图、综合工程柱状图、地下水等水位线图、基岩面等高线图、线路纵断面图，素描、照

片,综合分析图表,岩土利用、整治和改造方案的有关图表,岩土工程计算简图及计算成果图表等。

4.9 管道伴行道路

4.9.1 管道伴行道路岩土工程勘察应按工程地质调查与测绘、勘探、取样和测试、地质资料综合分析等程序开展工作。

4.9.2 可行性研究勘察应采用资料分析、遥感工程地质解译、现场踏勘调查等方法,对伴行路的工程地质条件进行分析评价。

4.9.3 可行性研究勘察阶段应进行下列工作:

- 1 搜集区域地质、地震、气象、水文、采矿、灾害治理等资料;
- 2 了解伴行路路线的地形地貌、地质构造、地层岩性、水文、抗震设防烈度以及不良地质作用和特殊性岩土的类型、分布及发育规律;

- 3 了解沿线环境敏感点分布情况及其与伴行路的关系;

- 4 进行伴行路各路线比选,提出推荐方案。

4.9.4 初步勘察应通过搜集资料、工程地质调查、简易勘探,基本查明伴行路沿线及各类构筑物场地的岩土工程条件,提供初步设计所需的岩土工程勘察资料。

4.9.5 初步勘察应对可行性研究勘察中所搜集的资料进行分析,并补充搜集路线通过地区的下列资料:

- 1 沿线的气象、水文、区域地质、工程地质、水文地质、抗震设防烈度等资料;

- 2 区域地质灾害资料,包括该区域已经识别和标识的地质灾害类型、分布、规模及治理经验;

- 3 沿线区域特殊性岩土资料,包括类型、分布、厚度及地基处理经验;

- 4 沿线筑路材料的类别、产地、质量、数量和开采运输条件。

4.9.6 初步勘察阶段应初步查明下列内容:

- 1 地形地貌、地层岩性和特征、地质构造、水文与水文地质

条件；

2 不良地质作用和特殊性岩土成因、类型、性质和分布范围；

3 斜坡或挖方路段的地质结构，控制边坡稳定的外倾结构面，工程项目实施诱发或加剧不良地质作用的可能性；

4 水和土对建筑材料的腐蚀性。

4.9.7 伴行路路线初步勘察应以工程地质调查为主，利用天然露头和人工露头了解沿线地层岩性、构造等情况。在地质条件复杂、露头条件差的地段，必要时可使用简易的勘探方法。

4.9.8 伴行路桥梁初步勘察宜布置 1 个～3 个勘探点，并应符合下列规定：

1 勘探点应布置在桥梁的轴线上；

2 勘探孔的深度应根据设计要求确定，无设计要求时勘探孔深度自河底算起应为 10m～20m；

3 对抗震设防烈度大于或等于 6 度的地区，勘探孔深度应满足场地和地基地震效应分析评价的要求。

4.9.9 详细勘察应充分利用初步勘察取得的各项岩土工程勘察资料，采用调绘、勘探、取样和测试等勘察方法，查明伴行路沿线的工程地质、水文地质条件，提供施工图设计所需的岩土工程勘察资料。

4.9.10 详细勘察前应取得附有伴行路走向的带状地形图、伴行路中线、桥涵桩位、路面标高、桥涵基础形式和埋深等资料。

4.9.11 详细勘察阶段应进行下列工作：

1 详细查明沿线地形地貌、地层结构、岩性特征、地质构造特征、水文地质条件；

2 详细查明不良地质作用，特殊性岩土的范围、厚度和特性；

3 确定桥梁与涵洞场地地基的地层物理力学性质参数，填方、挖方路段工程地质条件；

4 当桥梁场地抗震设防烈度大于或等于 6 度时，应提供建筑

的场地类别；抗震设防烈度大于或等于 7 度时，应进行饱和砂土与粉土液化判定；

- 5 评价伴行路边坡、桥梁岸坡的稳定性；
- 6 评价水和土对建筑材料的腐蚀性。

4.9.12 详细勘察工程地质调查和测绘应符合下列规定：

1 根据工程地质条件复杂程度进行工程地质调查或工程地质测绘；

2 工程地质测绘的比例尺应与伴行路施工图设计带状地形图比例尺一致；当地质现象表示到图上的宽度小于 2mm 时，应采用扩大比例尺来表示，并标注其实际数据；

- 3 工程地质测绘的范围宜为伴行路中线两侧各 100m。

4.9.13 详细勘察的工程地质调查和测绘应包括下列内容：

- 1 地形地貌的成因、类型、分布、规模和形态特征；
- 2 地层的成因、年代、层序、岩性、厚度，岩石的产状、风化程度；
- 3 地质构造的类型、产状、规模；
- 4 地表水系、井、泉的分布位置和动态特征；
- 5 特殊性岩土的类型、分布范围、厚度及工程地质特性；
- 6 不良地质作用与灾害地质的类型、分布范围、规模、形成条件、发生和发展的规律。

4.9.14 详细勘察的勘探工作应符合下列规定：

1 详细勘察的勘探点应布置在伴行路中线上；

2 勘探点间距宜为 500m~1000m，每个地貌单元均应布置勘探点，复杂地段可予以加密；

- 3 勘探孔深度平原区宜为 3m，山区和丘陵区宜为 3m~4m。

4.9.15 伴行路桥梁详细勘察，每一个桥墩宜布置 1 个~2 个勘探点，勘探点布置在圆形桥墩中心或周边、矩形桥墩中心或两端，勘探孔深度应符合下列规定：

- 1 对于天然地基，勘探深度应为基础底面以下 2.0b~3.0b

(b 为基础宽度),且不应小于 5m;

2 对于桩基,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,应钻穿强风化层进入中等风化层内 2m~3m,当强风化层很厚时,钻入深度不宜大于 10m。

4.9.16 伴行路的涵洞详细勘察的勘探点应布置在伴行路中线上,勘探点不宜少于 1 个。勘探深度宜为 5m,遇粉细砂及软黏土可予以加深,但不宜大于 10m。

4.9.17 详细勘察阶段伴行路路线的代表性部位,以及桥梁、涵洞等部位应采取岩土和水试样、进行原位测试,并应符合下列规定:

1 在勘探点控制深度内,宜每隔 1m~2m 采取一件土试样或进行一次原位测试;

2 粉土、黏性土、软土等应采取不扰动土试样,碎石土、砂土应采取扰动土试样;

3 基岩应根据风化等级在岩芯中采取代表性岩石试样。

4.9.18 采取的岩土试样应进行常规物理力学试验,对黏性土、粉土、碎石土和砂土试样尚应进行击实试验。

4.9.19 伴行路岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、地质条件等具体情况编写,并宜包括下列内容:

1 文字部分宜包括下列内容:

1) 勘察工作概况;

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) 自然地理条件、地形地貌特征;

5) 沿线区域地质和水文地质条件;

6) 沿线岩土工程条件;

7) 桥梁及涵洞地基岩土分层、物理力学性质指标、地基承载力;

- 8)水和土对建筑材料的腐蚀性评价；
 - 9)场地地震效应、边坡稳定性、不良地质作用与灾害地质、特殊性岩土；
 - 10)结论与建议。
- 2 图表部分宜包括下列内容：
- 1)工程地质图；
 - 2)工程地质柱状图或者探槽展示图；
 - 3)工程地质剖面图；
 - 4)原位测试等其他成果图表。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

5 不良地质作用勘察

5.1 岩 溶

5.1.1 油气管道通过岩溶发育地区应进行岩溶勘察,查明岩溶的形成条件、类型、规模,查明塌陷和土洞的发育情况,对管道通过岩溶区的适宜性进行评价,并提出绕避或防治的措施和建议。

5.1.2 岩溶地区线路勘察除符合本标准第4.2节的规定外,还应符合下列规定:

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洞隙、土洞发育的可能性,必要时进行现场调查岩溶洞隙的发育条件,并就其危害程度和发展趋势做出判断,对线路的稳定性和适宜性做出概略评价;

2 在初步勘察阶段,应结合可行性研究阶段搜集的资料,通过工程地质测绘和调查、工程物探等手段查明岩溶洞隙及其伴生土洞、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,提出防治初步方案或建议;

3 在详细勘察阶段,应通过工程地质测绘和调查、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隙和土洞的形态、位置、规模、埋深及岩溶堆填物的性状和地下水特征,评价每个岩溶洞隙的稳定性,提出管道通过的岩土工程方案和建议;

4 在施工阶段,对新发现的岩溶应进行施工勘察。

5.1.3 岩溶发育地区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洞隙、土洞和塌陷密集地

带、地下河；

3 宜绕避岩溶地区采石区及影响范围；

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；

6 线路应避免沿断裂带、可溶岩与非可溶岩的接触带、有利于岩溶发育的褶皱轴部通过，避开断裂的交汇处、岩溶水富集区及岩溶水排泄区；

7 河谷地区线路宜选择在岩溶发育较弱的一岸，并应高于岩溶水排泄带。

5.1.4 岩溶地区的工程地质测绘和调查应包括下列内容：

1 岩溶洞隙、土洞及塌陷的成因、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 岩溶洞隙的分布层数，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隙、土洞及塌陷的经验。

5.1.5 岩溶勘察应在工程地质测绘和调查的基础上，以工程物探手段为主，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，工程物探测线宜沿管道中线布置，必要时可在管道中线两侧平行布置勘探线或沿异常点布置横向勘探线；

2 勘探点应在工程地质测绘及工程物探工作的基础上布置；

3 勘探点的布置宜沿管道中线或根据治理工程需要布置；

4 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；

5 查明地面以下 4m~5m 的隐伏土洞；

- 6 查明浅层溶洞和覆盖土层的厚度；
 - 7 勘探深度应满足顶板稳定性评价的需要。
- 5.1.6 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。
- 5.1.7 岩溶岩土工程勘察报告除应符合本标准第 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 洞隙、土洞、塌陷的形态、平面位置和顶底标高；
 - 3 岩溶稳定性和危害分析；
 - 4 岩溶地区管道通过方案建议。

5.2 滑 坡

5.2.1 油气管道通过滑坡地段，或因管道工程施工引发的滑坡，应按滑坡进行岩土工程勘察。

5.2.2 滑坡勘察宜分阶段进行，勘察工作应符合下列规定：

- 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，通过资料和遥感图像分析线路可能遇到的大中型滑坡；可进行现场踏勘，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，应在前期工作的基础上通过工程地质测绘和调查，初步查明滑坡的范围、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，判断其稳定程度，预测其发展趋势，提出管道通过和防治方案的建议，对无法绕避的滑坡宜开展勘探工作；

- 3 在详细勘察阶段，应通过工程地质测绘和调查、工程物探、

钻探、井探和试验等手段查明滑坡性质、特征参数及周边工程地质和水文地质条件。

5.2.3 滑坡发育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，避开地形破碎、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，应优化线路平面及断面位置。

5.2.4 滑坡勘察宜采用工程地质测绘和调查、工程物探、槽探、井探、钻探和测试等综合勘察方法。

5.2.5 滑坡工程地质测绘和调查的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 1：500～1：2000；用于整治设计时，比例尺宜选用 1：200～1：500。滑坡区工程地质测绘和调查应包括下列内容：

1 搜集既有滑坡的调查和观测资料，水文、气象、遥感图像、地质构造图及地方志、地方史料中有关滑坡灾情的记录等资料；

2 圈定滑坡周界，调查微地貌形态及其演变过程；

3 调查滑坡断壁、台地、鼓丘与洼地、裂隙、滑坡舌等要素；

4 调查滑坡地层岩性、厚度，滑动带的位置、个数、形态特征；

5 调查测区地质构造和岩土条件；

6 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；

7 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；

8 调查滑坡的历史和当地整治滑坡的经验；

9 对滑坡的重点部位宜摄影或摄像。

5.2.6 滑坡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宜布置一定数量的勘探线;勘探点间距不宜大于40m,每条勘探线上不宜少于3个勘探点,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;

3 在滑坡体、滑动面(带)和稳定地层中应采取不扰动岩土试样进行试验;

4 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。

5.2.7 滑坡勘察的岩土试验应符合下列规定:

1 采用室内、现场滑面重合剪试验,滑带土宜做重塑土或不扰动土多次重复剪试验,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。

5.2.8 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,滑坡稳定性评价应符合下列规定:

1 应根据地形、微地貌特征、水文地质特征、坡体加载情况、变形迹象、影响因素等进行定性分析;

2 稳定性验算应选择有代表性的断面,除整体稳定性外,尚应验算局部滑动的可能性;

3 滑坡稳定性评价应按自重、暴雨、地震三种工况分别进行;

4 滑动带的计算指标宜根据测试成果、反分析计算成果及地区经验综合确定;

5 滑坡稳定性系数计算可按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定执行。

5.2.9 滑坡岩土工程勘察报告除应符合本标准第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 滑坡平面图、剖面图;
- 5 滑坡稳定性分析;
- 6 滑坡危害性分析;
- 7 管道通过方案建议;
- 8 滑坡防治和监测建议。

5.3 危岩和崩塌

5.3.1 油气管道通过对工程安全有影响的危岩、崩塌发育地段,应进行危岩和崩塌岩土工程勘察。

5.3.2 危岩和崩塌的勘察宜分阶段进行,各阶段勘察工作应符合下列规定:

1 可行性研究勘察阶段,应进行现场踏勘和工程地质调查,分析崩塌的危害,并提出管道绕避或通过的建议;

2 初步勘察阶段,应对难以避让的危岩和崩塌及周边环境工程地质条件进行初步勘察,分析评价崩塌的稳定性、危害性;

3 详细勘察阶段,应详细查明危岩和崩塌体、防治工程场区的环境工程地质条件。

5.3.3 危岩和崩塌发育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 线路及其附属设施应避开崩塌落石直接冲击区和稳定性不足的崩塌堆积体;

3 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。

5.3.4 危岩和崩塌的勘察应查明下列内容:

1 崩塌发育的场区地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、地震动参数及当地气象、水文条件；

2 危岩和崩塌的成因、类型、规模、分布范围、崩塌体的大小和崩落方向；

3 危岩体的基本质量等级、岩性特征和风化程度及物理力学性质；

4 岩土体结构类型，裂缝和结构面的产状、组合与交切关系、闭合程度、力学属性、延展及贯穿情况；

5 危岩体与崩塌堆积体的稳定性；

6 防治工程所在场区的工程地质条件、水文地质条件；

7 当地防治崩塌的经验；

8 危岩和崩塌与油气管道工程的关系及其危害性。

5.3.5 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。

5.3.6 危岩和崩塌岩土工程勘察报告除应符合本标准第 4.2 节的规定外，尚应包括下列内容：

1 危岩和崩塌的地质背景和形成条件；

2 崩塌的形态要素、性质和演化；

3 岩土工程特性指标；

4 危岩和崩塌平面图、剖面图；

5 危岩和崩塌稳定性分析；

6 危岩和崩塌危害性分析；

7 管道通过方案建议；

8 危岩和崩塌防治和监测的建议。

5.4 泥 石 流

5.4.1 油气管道通过泥石流发育地段，应对经过的坡地和沟谷进

行泥石流岩土工程勘察,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 泥石流宜按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021进行工程分类,泥石流发育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;

4 不宜顺泥石流沟谷敷设。

5.4.3 泥石流的勘察应以工程地质测绘和调查为主,配合适量钻探、坑探及工程物探等勘探方法。

5.4.4 泥石流的工程地质测绘和调查应符合下列规定:

1 宜采用遥感图像地质解译与野外地质调查相结合的方法进行工程地质测绘和调查;

2 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 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 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 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 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 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 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 调查当地防治泥石流的经验。

5.4.5 泥石流勘察应根据工程地质测绘和调查结果，结合线路方案和防治工程方案有针对性地进行勘探，并应符合下列规定：

1 当管道采用穿越方式时，勘探线宜沿防治工程轴线布置；当管道采用跨越方式时，应按跨越基础位置和防治工程轴线布置勘探线和勘探点；

2 勘探点间距应根据地质条件复杂程度确定，每条勘探线上的勘探点不宜少于3个，地质条件复杂时应加密勘探点，勘探孔深度应进入稳定地层不少于3m。

5.4.6 当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。

5.4.7 管道通过泥石流形成区、流通区，采用跨越方式时，应提出跨越基础位置的建议；采用穿越方式时，应提出适宜管道埋设的稳定层位，评价谷坡稳定性，提出相应的岩土工程防治措施。

5.4.8 泥石流岩土工程勘察报告除应符合本标准第4.2节的规定外，尚应包括下列内容：

- 1 泥石流形成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，评价其对管道工程的影响；
- 4 泥石流防治和监测的建议。

5.5 采 空 区

5.5.1 油气管道通过采空区时，应对采空区进行岩土工程勘察，

评价采空区上覆岩土层的稳定性,预测其发展趋势、采空区的地表移动、变形特征及采空区塌陷对管道工程的危害,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 宜绕避至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,必须通过时应选择灾害风险较小的区域通过,并采取工程措施;

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和调查为主,并应搜集和调查下列内容:

1 搜集地质图、矿床分布图、采空区分布及开采规划等资料;

2 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;

3 矿层的类型、分布、层数、厚度、深度、埋藏特征;

4 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;

5 地表变形的特征和分布,包括地表塌陷、台阶和裂缝的位置、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 当工程地质测绘和调查搜集的资料能确定采空区位置、范围、大小、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。否则宜采用工程物探查明采空区的范围、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,评价采空区稳定性,预测地表移动、变形特征和规律性。

5.5.5 采空区物探工作应符合下列规定:

1 物探方法应结合地形、地质条件、采空区埋深及分布情况确定,宜选择两种以上的物探方法进行综合工程物探;

2 物探工作开展前,应在现场已知的采空区上方进行物探方法有效性现场试验,确定物探方法的适宜性、物探方法组合和工作方式;

3 物探测线宜沿管道中线或采空区倾向、走向布设,对于开采资料匮乏或无规划的小型采空区,物探测线宜按网格状布置。

5.5.6 采空区钻探应符合下列规定:

1 钻孔宜布置在工程物探异常区域,并满足变形观测、综合测井及物探工作的需要;

2 查明工作区地层岩性、结构特征,绘制综合柱状图;

3 查明地下水的埋深,地下水发育时宜进行抽水试验、水化学试验;

4 查明采空区的控制范围、赋存状态、采空区顶底板高程;

5 查明采空区引起的冒落带、裂隙带和沉降带的控制埋深,确定其具体高度和发育状况。

5.5.7 采空区岩土工程勘察报告除应符合本标准第 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的影响;

4 提出采空区防治和监测的建议。

5.6 地震效应

5.6.1 在抗震设防烈度大于或等于 6 度地区的油气管道线路勘察,应进行地震效应评价,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可能发生的次生地质灾害,并提出相应的绕避或采取工程措施的建议。

5.6.3 当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。液化判别应符合本标准附录 B 的规定,评价对管道的危害,并应符合下列规定:

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土体滑移的可能性;

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,并评价对管道工程的危害。

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

5.7 活动断裂

5.7.1 对油气管道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,应对其中影响管道安全的活动断裂进行勘察,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,通过工程地质测绘和调查的方法,查明活动断裂经过地区的地形地貌、地质和地震特征。

5.7.3 对伴行活动断裂的管道,应预测断裂活动时发生地震造成的滑坡、崩塌、液化、震陷等对管道工程造成的影响。

5.7.4 对通过活动断裂的管道,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 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,确定湿陷性黄土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

成因	地貌类型		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
		黄土崃	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、崃
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
	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
潜蚀	黄土蝶形洼地		流水聚集,使黄土层内发生湿陷或潜蚀,因其地下面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

续表 6.1.2

成因	地貌类型	地形形态基本特征
潜蚀	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 ₁)黄土	新黄土	黄土状土	一般具湿陷性
晚更新世(Q ₂)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(Q₁)黄土包括湿陷性(Q₁₁)黄土和新近堆积(Q₁₂)黄土。

6.1.4 黄土地区的线路勘察,除应符合本标准第 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 查明黄土岷峴形态特征,高陡边坡的长度、宽度、坡度;
- 4 查明滑坡、崩塌、泥石流、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；

- 5 根据地形条件，调查降水的汇集、排泄以及水力侵蚀情况；
- 6 划分黄土地层并进行湿陷性评价；
- 7 调查地下水位变化、地表水及灌溉情况。

6.1.5 黄土地区线路勘察钻探取样和试验，除应符合本标准第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水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 不扰动土样宜在探井中采取；
- 3 采取的土样除测定一般物理力学性质外，还应做土的湿陷性试验，对需要回填夯实地段，应做击实试验；
- 4 钻孔及开挖的探井应及时按规定回填。

6.1.6 管道沿需要防护的高陡边坡、岷岷敷设时，勘察应符合下列规定：

- 1 勘探线宜垂直地形等高线布置，每条勘探线不宜少于3个勘探点；勘探线、勘探点的间距宜为30m~50m；
- 2 勘探孔深度应符合表6.1.6的规定；

表 6.1.6 勘探深度 (m)

湿陷类型	非自重湿陷性黄土场地	自重湿陷性黄土场地	
		陇西、陇东-陕北-晋西地区	其他地区
勘探孔深度 (自基础底面算起)	>10	>15	>10

3 当存在潜在滑动面时，勘探孔深度应进入最下层潜在滑动面以下2m~5m；

4 取土和原位测试勘探点的数量，宜占全部勘探点的1/2以上；

5 拟设置水工保持构筑物的位置应布置勘探点，勘探点中应

布置一定数量的探井。

6.1.7 管道通过下列黄土地区宜进行抗侵蚀处理：

- 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 的受侵蚀黄土窄梁；
- 4 线路经过或接近沟头地段；
- 5 靠近河流岸坡的地段；
- 6 坡度大于 60° 的受侵蚀陡坎、陡崖。

6.1.8 管道通过黄土地区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，利用水工构筑物 and 植被综合治理，宜采取下列措施：

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 对沿线水工构筑物，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，压实系数应大于 0.85，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或等于 0.3% 且小于 20%，并具有溶陷或盐胀等工程特性时，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。盐渍土应根据化学成分和含盐量按表 6.2.2-1 和表 6.2.2-2 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	$\frac{c(\text{Cl}^-)}{2c(\text{SO}_4^{2-})}$	$\frac{c(\text{CO}_3^{2-})+c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})}$
氯盐渍土	>2.0	—
亚氯盐渍土	>1.0, ≤2.0	—
亚硫酸盐渍土	>0.3, ≤1.0	—
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 岩土中所含毫摩尔数,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, <1.0	—	—
中盐渍土	≥1.0, <5.0	≥0.3, <2.0	≥0.3, <1.0
强盐渍土	≥5.0, <8.0	≥2.0, <5.0	≥1.0, <2.0
超盐渍土	≥8.0	≥5.0	≥2.0

6.2.3 盐渍岩土地区的线路勘察,除应符合本标准第 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 溶蚀洞隙发育程度和分布;
- 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 地区工程经验和既有建(构)筑物损坏情况;
- 7 盐渍岩土的溶陷性和盐胀性;
- 8 植被发育程度。

6.2.4 盐渍岩土地区线路勘察钻探和取样,除应符合本标准第

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区时,每个地貌单元勘探点不应少于 3 个;对每段盐渍土取样勘探点数量不应少于 1 个,勘探孔深度宜为 3m~5m;

2 判定溶陷或盐胀时,对细颗粒岩土宜采用不扰动试样,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,每个地貌单元不应少于 2 组。

6.2.5 盐渍岩土地区线路勘察测试与试验,除应符合本标准第 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 0.5m,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,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 在盐渍岩土地区建设管道宜采取下列措施:

1 采取措施防止大气降水、洪水、工业及生活用水淹没管道线路地基及附近场地;

2 管沟开挖后应及时进行施工,防止施工用水渗入管沟;

3 对钢质管道应采取防腐蚀措施。

6.3 膨胀岩土

6.3.1 含有大量亲水矿物,具有显著的吸水膨胀和失水收缩两种变形特性,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,除应符合本标准第 4.2 节的规定外,尚应包括下列内容:

- 1 搜集气象和水文资料,查明大气影响深度;
- 2 查明膨胀岩土的性质、时代、成因和分布;
- 3 查明滑坡、地裂、冲沟以及地貌形态、坡度和植被情况;
- 4 查明地表水聚集、排泄情况,以及地下水类型、水位和季节变化幅度;
- 5 查明膨胀土的自由膨胀率,需要时查明其膨胀力和胀缩变形量。

6.3.4 膨胀岩土地区线路勘察钻探和取样,除应符合本标准第 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 控制性勘探点应按地貌单元和控制性地段布置,勘探深度应为 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;
- 3 可根据需要进行膨胀力、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 冻结状态持续时间 2 年或 2 年以上,具有负温或零温度并

含有冰的土(岩),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 根据多年冻土的融沉系数 δ_0 的大小可划分为不融沉、弱融沉、融沉、强融沉和融陷五级。冻土层的平均融沉系数 δ_0 应按下式计算:

$$\delta_0 = \frac{h_1 - h_2}{h_1} = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \times 100(\%) \quad (6.4.3)$$

式中: h_1 、 e_1 ——冻土试样融化前的高度和孔隙比;

h_2 、 e_2 ——冻土试样融化后的高度和孔隙比。

6.4.4 季节冻土和季节融化层土的冻胀性,根据土的冻胀率 η 的大小可划分为不冻胀、弱冻胀、冻胀、强冻胀和特强冻胀五级。冻土层平均冻胀率 η 应按下式计算:

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

式中: ΔZ ——地表冻胀量(mm);

Z_d ——设计冻深(mm), $Z_d = h + \Delta Z$;

h ——冻结层厚度(mm)。

6.4.5 冻土地区管道建设地基复杂程度可按下列规定分级:

1 符合下列条件之一应为一级地基(复杂地基):

- 1) 岩土种类多,性质变化大,冻土层上水、层间水发育;
- 2) 厚层地下冰发育;
- 3) 冻土工程类型属含土冰层或饱冰冻土;
- 4) 岛状多年冻土地段;
- 5) 冻土温度高于 -1.0°C 。

2 符合下列条件之一应为二级地基(中等复杂地基):

- 1) 岩土种类多,性质变化较大,冻土层上水、层间水较发育;
- 2) 地下冰较发育;

3)冻土工程类型属富冰冻土或多冰冻土；

4)冻土温度为 $-1.0^{\circ}\text{C}\sim-2.0^{\circ}\text{C}$ 。

3 符合下列条件之一应为三级地基(简单地基)：

1)岩土种类单一，性质变化不大；

2)地下冰不发育；

3)冻土工程类型属少冰冻土；

4)冻土温度低于 -2.0°C 。

6.4.6 多年冻土地区的线路勘察，除应符合本标准第4.2节的规定外，尚应包括下列内容：

1 查明多年冻土类型、分布范围和特征及其与地质地理环境的相互关系；

2 查明季节融化深度与多年冻土层厚度及其空间分布特征；

3 查明多年冻土层的物质成分、含冰率及冻土工程类型、冻土构造类型、地下冰层的厚度及分布特征；

4 查明多年冻土层的年平均地温、地温年变化深度；

5 查明多年冻土层物理力学及热学性质、冻土融化下沉特性；

6 查明多年冻土区内融区的成因、分布特征及其与冻土条件、自然因素和人为工程活动的关系；

7 查明地表水与地下水的贮运条件及其与多年冻土层的相互关系和作用；

8 查明冻土现象类型、特征和发育规律及其对工程的影响与危害；

9 对冻土工程地质条件做出评价，预测管道工程建设及运营期间冻土与工程和环境条件的变化及相互影响，提出合理措施和建议。

6.4.7 多年冻土地区线路勘察勘探点布置应符合下列规定：

1 初步勘察阶段勘探点间距应按地基复杂程度和地貌单元确定，且每一地貌单元不应少于一个勘探点，并应符合下列规定：

- 1) 对于地基复杂程度为一级(复杂地基)的冻土地基,勘探点间距宜为 300m~500m,勘探孔深度不宜小于 8.0m;
- 2) 对于地基复杂程度为二级(中等复杂地基)的冻土地基,勘探点间距宜为 500m~1000m,勘探孔深度不宜小于 8.0m 和 2 倍多年冻土区天然上限深度;
- 3) 对于地基复杂程度为三级(简单地基)的冻土地基,勘探点可按地貌单元布置,勘探孔深度为冻土区天然上限深度以下 1m~3m。

2 详细勘察阶段勘探点间距应按地基复杂程度确定,并应符合下列规定:

- 1) 对于地基复杂程度为一级(复杂地基)的冻土地基,勘探点间距宜为 200m~300m,勘探孔深度宜为 8m~15m;
- 2) 对于地基复杂程度为二级(中等复杂地基)的冻土地基,勘探点间距宜为 300m~400m,勘探孔深度宜为 8m~10m;
- 3) 对于地基复杂程度为三级(简单地基)的冻土地基,勘探点间距宜为 400m~500m,勘探孔深度不宜小于 8.0m 和 2 倍多年冻土区天然上限深度。

3 在预计勘探深度内遇基岩,钻孔深度宜进入强风化岩层 2m~3m。

6.4.8 多年冻土地区线路勘察钻探和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,终孔直径不宜小于 110mm;当冻土为第四系松散地层时,宜采取低速钻进方法,回次进尺宜为 0.2m~0.5m;冻土为高含冰量黏性土层时,可采取快速钻进方法,回次进尺不宜大于 0.8m;对于冻结的碎块石和基岩,钻探时宜采用低温冲洗液;

2 冻土取样应在地表下 0.5m 开始逐层采取,取样间距应根据工程规模、工程特点及冻土工程性质确定,一般取样间距不宜大于 1.0m;试样在采取、搬运、贮存、试验过程中应避免融化。

6.4.9 多年冻土试验项目除常规要求外,尚应根据工程需要进行

总含水率、未冻含水率、冻结温度、导热系数、冻胀率、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。

6.4.10 对管道工程有影响的冰椎、冻胀丘、厚层地下冰、融冻泥流、热融滑塌、热融湖塘、热融洼地、冻土沼泽、冻土湿地等冻土现象应进行工程地质测绘和调查，根据冻土现象的发生及分布规律有针对性地开展工作，并应符合下列规定：

1 冰椎、冻胀丘调查与勘探工作宜在发育期（1月～4月）进行；

2 调查与测绘范围应在管道中线两侧各100m范围内，必要时可扩大调查与测绘范围；

3 当工程需要时可采取钻探与物探相结合的方法，查明冻土现象发育地段的地质结构、岩性成分、水文地质条件，钻孔深度应大于季节冻结深度或多年冻土上限以下2.0m；

4 多年冻土天然上限深度的勘察时间宜在9月、10月份。

6.4.11 管道工程在施工期间发现新的工程地质问题时，应进行施工勘察。

6.4.12 在多年冻土地区建设管道，应采取下列措施：

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 软土地区的线路勘察，除应符合本标准第4.2节的规定外，尚应包括下列内容：

1 软土成因类型、成层条件、分布规律、层理特征、水平与垂直方向的均匀性；

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 软土地区线路勘察钻探和取样，除应符合本标准第 4.2 节的规定外，尚应符合下列规定：

1 同一软土区段勘探点不应少于 3 个，当土层变化复杂时应加密勘探点；

2 控制性勘探点应按地貌单元和控制性地段布置，勘探深度宜为 5m；

3 钻探取样宜与原位测试相结合，取样应采用薄壁取土器；

4 原位测试宜采用静力触探、十字板剪切、扁铲侧胀或螺旋板载荷试验等；

5 宜每隔 1m 采取不扰动土样进行物理力学性质试验，每段软土应采取 2 组地下水试样进行水质分析。

6.5.4 在软土地区建设管道，可按规定采取下列措施：

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、砾质荒漠应称为戈壁，沙质荒漠应称为沙漠。

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 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 $15\% \sim 40\%$	—	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,风蚀强度较弱,稳定
	湿滩	地形平坦	植被茂盛,盖度 $>40\%$	埋深 $\leq 2m$	表面大部分有黏性土壳层,湿润、抗风蚀能力较强,稳定

续表 6.6.2

类 别		场 地 特 征			
		地貌	植被	地下水	稳定性
风沙 滩地	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	—	沙流动性较快，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 风沙地区的线路勘察，除应符合本标准第 4.2 节的规定外，尚应包括下列内容：

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人文资料；

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 风沙地区线路勘察钻探和取样，除应符合本标准第 4.2 节的规定外，尚应符合下列规定：

1 每个地貌单元勘探点不应少于 2 个，勘探深度不应小于 3m；

2 勘探可采用钻探和原位测试相结合方法，原位测试宜采用轻型动力触探试验或标准贯入试验；

3 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,每区段应采取 2 组地下水试样进行水质分析。

6.6.5 根据风沙地区沿线地貌单元、地表形态及发展趋势,按下列规定提出措施建议:

1 在符合线路总走向的前提下,应避免或减少穿越高大沙丘;穿越沙丘地段,管道应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 的规定。

表 A.0.1-1 水对钢结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值和($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$)含量(mg/L)
弱	$\text{pH}3 \sim 11, (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}) < 500$
中	$\text{pH}3 \sim 11, (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}) \geq 500$
强	$\text{pH} < 3, (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})$ 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 土对钢结构的腐蚀性评价

指 标	等 级			
	微	弱	中	强
土壤视电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)	> 100	$50 \sim 100$	$20 \sim 50$	< 20
极化电流密度(mA/cm^2)	< 0.02	$0.02 \sim 0.05$	$0.05 \sim 0.20$	> 0.20
质量腐蚀速率[$\text{g}/(\text{dm}^2 \cdot \text{a})$]	< 1	$1 \sim 2$	$2 \sim 3$	> 3
氧化还原电位(mV)	> 400	$200 \sim 400$	$100 \sim 200$	< 100

A.0.2 当本标准表 A.0.1-1 和表 A.0.1-2 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,无中等腐蚀或强腐蚀时,应综合评价为弱腐蚀;

3 各项腐蚀介质的腐蚀评等级中,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。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 B 管道沿线饱和砂土与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,应采用六偏磷酸钠作分散剂测定;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_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,也可按近期内年最高水位采用;

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_0 ——液化土特征深度(m)可按表 B.1.1 采用;

d_b ——管道埋置深度(m),不超过2m时应采用2m。

表 B.1.1 液化土特征深度(m)

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

B.2 标准贯入试验判别

B.2.1 当初步判别认为需进一步进行液化判别时,应采用标准贯入试验判别地面下 7m 深度范围内土的液化;当饱和土标准贯入实测锤击数小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值时,应判为液化土。当有成熟经验时,也可采用其他判别方法。在地面下 7m 深度范围内,液化判别标准贯入锤击数临界值可按下式计算:

$$N_{cr} = N_0 [0.9 + 0.1(d_w - d_s)] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad (\text{B.2.1})$$

式中: N_{cr} ——液化判别标准贯入锤击数临界值;

N_0 ——按表 B.2.1 选用的液化判别标准贯入锤击数基准值;

d_s ——饱和土标准贯入试验点深度(m);

d_w ——地下水位深度(m);

ρ_c ——黏粒含量百分率,当小于 3 或为砂土时,均应采用 3。

表 B.2.1 标准贯入锤击数基准值

设计地震分组	7 度	8 度	9 度
第一组	6(8)	10(13)	16
第二、三组	8(10)	12(15)	18

注:括弧内数值用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

B.2.2 凡经判定为可液化的土层,应确定各液化土层的深度和厚度,并按下列公式计算液化指数:

$$I_{IE} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{N_i}{N_{cri}}\right) d_i W_i \quad (\text{B.2.2-1})$$

$$W_i = 10 \quad (\text{当 } d_{si} \leq 5 \text{ 时}) \quad (\text{B.2.2-2})$$

$$W_i = 15 - Z_{oi} \quad (\text{当 } 5 < d_{si} \leq 7 \text{ 时}) \quad (\text{B.2.2-3})$$

式中: I_{IE} ——液化指数;

n ——7m 深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；
 N_i, N_{cri} ——分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值，当实测值大于临界值时应取临界值的数值；

d_i —— i 点所代表的土层厚度(m)，可采用与该标准贯入试验点的相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半；但上界不小于地下水位深度，下界不大于液化深度；中间的非液化土层应扣除；

W_i —— i 土层考虑单位土层厚度的层位影响权函数(单位 m^{-1})，按式(B. 2. 2-2)或式(B. 2. 2-3)计算；

d_{si} ——第 i 个标准贯入点的深度(m)；

Z_{oi} —— d_i 的中点深度(m)。

B. 2. 3 存在液化土层的场地，应根据其液化指数按表 B. 2. 3 综合划分其液化等级。

表 B. 2. 3 液化等级

液化指数	$0 < I_{IE} \leq 3.5$	$3.5 < I_{IE} \leq 10$	$I_{IE} > 10$
液化等级	轻微	中等	严重

附录 C 隧道围岩分级

C.1 围岩基本分级

C.1.1 分级因素及其确定方法应符合下列规定：

1 围岩基本分级应由岩石坚硬程度和岩体完整程度两个因素确定；

2 岩石坚硬程度和岩体完整程度，应采用定性划分和定量指标两种方法综合确定。

C.1.2 岩石坚硬程度可按表 C.1.2 确定。

表 C.1.2 岩石坚硬程度的划分

岩石类别		饱和单轴抗压强度 R_c (MPa)	定性鉴定	代表性岩石
硬 质 岩	坚硬岩	$R_c > 60$	锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎； 浸水后，大多无吸水反应	未风化～微风化的花岗岩、正长岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、硅质板灰岩、石英岩、硅质胶结的砾岩、石英砂岩、硅质石灰岩等
	较坚硬岩	$30 < R_c \leq 60$	锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎； 浸水后，有轻微吸水反应	1 中等（弱）风化的坚硬岩； 2 未风化～微风化的熔结凝灰岩、大理岩、板岩、白云岩、石灰岩、钙质砂岩、粗晶大理岩等

续表 C.1.2

岩石类别		饱和单轴抗压强度 R_c (MPa)	定性鉴定	代表性岩石
软质岩	较软岩	$15 < R_c \leq 30$	锤击声不清脆, 无回弹, 较易击碎; 浸水后, 指甲可刻出印痕	1 强风化的坚硬岩; 2 中等(弱)风化的较坚硬岩; 3 未风化~微风化的凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩、泥灰岩、泥质砂岩、粉砂岩、砂质页岩等
	软岩	$5 < R_c \leq 15$	锤击声哑, 无回弹, 有凹痕, 易击碎; 浸水后, 手可掰开	1 强风化的坚硬岩; 2 中等(弱)风化~强风化的较坚硬岩; 3 中等(弱)风化的较软岩; 4 未风化的泥岩、泥质页岩、绿泥石片岩、绢云母片岩等
	极软岩	$R_c \leq 5$	锤击声哑, 无回弹, 有较深凹痕, 手可捏碎; 浸水后, 可捏成团	1 全风化的各种岩石; 2 强风化的软岩; 3 各种半成岩

C.1.3 岩体完整程度的划分可按表 C.1.3 确定。

表 C.1.3 岩体完整程度的划分

完整程度	结构面发育程度		主要结构面的结合程度	主要结构面类型	结构类型	岩体完整性指数 K_v	岩体体积节理数 J_v (条/ m^3)
	组数	平均间距(m)					
完整	1~2	>1.0	结合好或结合一般	节理、裂隙、层面	整体状或巨厚层状结构	$K_v > 0.75$	$J_v < 3$

续表 C.1.3

完整程度	结构面发育程度		主要结构面的结合程度	主要结构面类型	结构类型	岩体完整性指数 K_v	岩体体积节理数 J_v (条/m ³)
	组数	平均间距(m)					
较完整	1~2	>1.0	结合差	节理、裂隙、层面	块状或厚层状结构	$0.75 \geq K_v > 0.55$	$3 \leq J_v < 10$
	2~3	1.0~0.4	结合好或结合一般		块状结构		
较破碎	2~3	1.0~0.4	结合差	节理、裂隙、劈理、层面、小断层	裂隙块状或中厚层状结构	$0.55 \geq K_v > 0.35$	$10 \leq J_v < 20$
	≥ 3	0.4~0.2	结合好		镶嵌碎裂结构		
			结合一般		薄层状结构		
破碎	≥ 3	0.4~0.2	结合差	各种类型结构面	裂隙块状结构	$0.35 \geq K_v > 0.15$	$20 \leq J_v < 35$
		≤ 0.2	结合一般或结合差		碎裂结构		
极破碎	无序		结合很差	—	散体状结构	$K_v \leq 0.15$	$J_v \geq 35$

注:岩体完整性指数 K_v 为岩体弹性纵波波速与岩块弹性纵波波速之比的平方,选定岩体和岩块测定波速时,应注意其代表性。

C.1.4 围岩基本质量指标 BQ 值,应根据分级因素的定量指标 R_c 的兆帕数值和 K_v 按下式计算:

$$BQ = 100 + 3R_c + 250K_v \quad (C.1.4)$$

使用公式(C.1.4)计算时,应符合下列规定:

1 当 $R_c > 90K_v + 30$ 时,应以 $R_c = 90K_v + 30$ 和 K_v 代入计算 BQ 值;

2 当 $K_v > 0.04R_c + 0.4$ 时,应以 $K_v = 0.04R_c + 0.4$ 和 R_c 代

入计算 BQ 值。

C.1.5 围岩基本分级应根据岩石坚硬程度和岩体完整程度及围岩基本质量指标 BQ ，并按表 C.1.5 确定。

表 C.1.5 围岩基本分级

级别	岩体特征	围岩基本质量指标 BQ
I	坚硬岩,岩体完整	>550
II	坚硬岩,岩体较完整; 较坚硬岩,岩体完整	$550\sim451$
III	坚硬岩,岩体较破碎; 较坚硬岩,岩体较完整; 较软岩,岩体完整	$450\sim351$
IV	坚硬岩,岩体破碎; 较坚硬岩,岩体较破碎或破碎; 较软岩,岩体较完整或较破碎; 软岩,岩体完整或较完整	$350\sim251$
	土体:具压密或成岩作用的黏性土、粉土及砂类土,一般钙质、铁质胶结的粗角(圆)砾土、碎(卵)石土、大块石土、黄土(Q_1 、 Q_2)	
V	较软岩,岩体破碎; 软岩,岩体较破碎或破碎; 全部极软岩及全部极破碎岩(包括受构造影响严重的破碎带)	≤ 250
	土体:一般第四系坚硬、硬塑黏性土,稍密及以上、稍湿、潮湿的碎(卵)石土、角(圆)砾土、粉土及黄土(Q_3 、 Q_4)	

续表 C.1.5

级别	岩体特征	围岩基本质量指标 BQ
VI	受构造影响很严重呈碎石、角砾及粉末、泥土状的断层带,富水破碎的绿泥石或炭质千枚岩	
	土体:软塑状黏性土、饱和的粉土、砂类土等,风积沙,严重湿陷性黄土	

C.2 隧道围岩分级修正

C.2.1 隧道围岩级别的修正应符合下列规定:

1 围岩级别应在围岩基本分级的基础上,结合隧道工程的特点,考虑地下水出水状态、初始地应力状态、主要结构面产状状态等因素进行修正;

2 围岩级别修正宜采用定性修正与定量修正相结合的方法,综合分析确定围岩级别。

C.2.2 围岩级别定性修正应符合下列规定:

1 地下水状态的分级宜按表 C.2.2-1 确定。

表 C.2.2-1 地下水状态的分级

地下水出水状态	渗水量[L/(min·10m)]
潮湿或点滴状出水	≤25
淋雨状或线流状出水	25~125
涌流状出水	>125

2 地下水出水状态对围岩级别的修正,宜按表 C.2.2-2 确定。

表 C.2.2-2 地下水出水状态对围岩级别的修正

围岩级别	I	II	III	IV	V
地下水出水状态					
潮湿或点滴状出水	I	II	III	IV	V

续表 C. 2. 2-2

围岩级别 地下水出水状态	I	II	III	IV	V
淋雨状或线流状出水	I	II	III 或 IV ^注	V	VI
涌流状出水	II	III	IV	V	VI

注:围岩岩体为较完整的硬岩时定为Ⅲ级,其他情况定为Ⅳ级。

3 围岩初始地应力状态,当无实测资料时,可根据隧道工程埋深、地貌、地形、地质、构造运动史、主要构造线与开挖过程中出现的岩爆、岩芯饼化等特殊地质现象按表 C. 2. 2-3 评估工程岩体所对应的强度应力比范围值。

表 C. 2. 2-3 工程岩体强度应力比评估

初始地应力状态	高初始地应力条件下的主要现象	评估基准(R_c/σ_{\max})
极高地应力	1 硬质岩:岩心常有饼化现象;开挖过程中时有岩爆发生,有岩块弹出,洞壁岩体发生剥离,新生裂缝多,围岩易失稳;基坑有剥离现象,成洞性差; 2 软质岩:开挖过程中洞壁岩体有剥离,位移极为显著,甚至发生大位移,持续时间长,不易成洞;基坑发生显著隆起或剥离,不易成形	<4
高地应力	1 硬质岩:岩心时有饼化现象;开挖过程中偶有岩爆发生,洞壁岩体有剥离和掉块现象,新生裂缝较多;基坑时有剥离现象,成形性一般尚好; 2 软质岩:开挖过程中洞壁岩体位移显著,持续时间长,围岩易失稳;基坑有隆起现象,成形性较差	$4\sim7$
一般地应力	1 硬质岩:开挖过程中不会出现岩爆,新生裂隙较少,成洞性一般较好; 2 软质岩:岩芯无或少有饼化现象,开挖过程中洞壁岩体有一定的位移,成洞性一般较好	>7

注: R_c 为岩石饱和单轴抗压强度(MPa); σ_{\max} 为垂直洞轴线方向的最大初始应力值(MPa)。

4 初始地应力对围岩级别的修正宜按表 C. 2. 2-4 确定。

表 C. 2. 2-4 初始地应力对围岩级别的修正

围岩级别	I	II	III	IV	V
初始地应力状态	I	II	III	IV	V
极高地应力	I	II	III或IV ^①	V	VI
高地应力	I	II	III	IV或V ^②	VI

注：①围岩岩体为较破碎的坚硬岩、较完整的较坚硬岩时，定为Ⅲ级；围岩岩体为完整的较软岩、较完整的软硬岩互层时，定为Ⅳ级；

②围岩岩体为破碎的坚硬岩、较破碎及破碎的较坚硬岩时，定为Ⅳ级；其他情况定为Ⅴ级。

5 主要结构面产状状态对围岩级别的修正，应考虑主要结构面产状与洞轴线的组合关系，并结合结构面工程特性、富水情况等因素综合分析确定。

C. 2. 3 围岩级别定量修正应符合下列规定：

1 围岩级别定量修正应对围岩基本质量指标 BQ 进行修正，并以修正后获得的围岩基本质量指标值 $[BQ]$ 依据本标准表 C. 1. 5 确定围岩级别；

2 围岩基本质量指标修正值 $[BQ]$ 可按下式计算。其修正系数 K_1 、 K_2 、 K_3 值可分别按表 C. 2. 3-1 ~ 表 C. 2. 3-3 确定。

$$[BQ] = BQ - 100(K_1 + K_2 + K_3) \quad (C. 2. 3)$$

式中： $[BQ]$ ——围岩基本质量指标修正值；

BQ ——围岩基本质量指标值；

K_1 ——地下水影响修正系数；

K_2 ——主要软弱结构面产状影响修正系数；

K_3 ——初始地应力状态影响修正系数。

表 C.2.3-1 地下水影响修正系数 K_1

围岩基本 质量指标 BQ					
	>550	550~451	450~351	350~251	≤250
地下水出水状态					
潮湿或点滴状出水	0	0	0~0.1	0.2~0.3	0.4~0.6
淋雨状或线流状出水	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.4~0.6	0.7~0.9
涌流状出水	0.1~0.2	0.2~0.3	0.4~0.6	0.7~0.9	1.0

表 C.2.3-2 主要结构面产状影响修正系数 K_2

结构面产状及其与洞 轴线的组合关系	结构面走向与洞轴线 夹角<30°,结构面倾 角 30°~75°	结构面走向与洞轴线 夹角>60°,结构面 倾角>75°	其他组合
	K_2	0.4~0.6	

表 C.2.3-3 初始地应力状态影响修正系数 K_3

岩体基本 质量指标 BQ					
	>550	550~451	450~351	350~251	≤250
初始地应力状态					
极高地应力	1.0	1.0	1.0~1.5	1.0~1.5	1.0
高地应力	0.5	0.5	0.5	0.5~1.0	0.5~1.0

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
《岩土工程勘察规范》GB 50021
《土工试验方法标准》GB/T 50123
《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266
《地基动力特性测试规范》GB/T 50269
《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87
《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120