

考虑到承压水对隧道稳定的不利影响。

4.5.12 由于隧道穿越地层的地质条件是复杂多样的,对于工程地质、水文地质条件复杂的隧道在目前的勘察手段下,通过详勘工作往往还很难达到完全查明所有工程地质问题的目的。特别是长大隧道、复杂地质地段的隧道等,往往在勘察阶段只能查明一部分或大部分问题,只能作定性的或某些方面的定量评价,因而在施工过程中应进行相应的施工勘察工作。以便补充和修正勘察阶段不足的地质资料或与施工中地质情况不符的地方,据此可修改或变更设计,改变施工方法及施工管理等。

油气管道陆上隧道施工期间,对于长隧道或地质条件复杂的隧道,特别是勘察条件比较困难的隧道,建议以施工勘察为主。由于山势陡峻,交通不便,钻探设备搬运需要修筑盘山便道,砍伐植被,同时需要架设多级泵站供钻探用水,钻探外业周期长,勘察费用高,部分勘察工作推迟至隧道开挖施工阶段,近年来在宜万铁路、沪蓉西高速公路、西气东输二线管道等隧道勘察实际工作中采用该方法,有效地降低了勘察成本,缩短了工期。施工勘察中一般应以地质人员的现场调查为主,采用地质分析法进行超前地质预报,注意监视工程地质和水文地质的变化情况,特别是软弱夹层、断层破碎带等软弱结构面的出现和变化,涌水量的变化;注意坍塌预兆现象,详细记录和分析有关坍塌变形等的地质条件及其对继续掘进的影响。当地质条件复杂时,在必要的情况下可布置超前勘探,结合地质雷达扫描、TSP 系统探测、红外线探水等超前工程物探工作,预报工程地质条件。在隧道超前钻探中为了保证安全,同时能够提高效率,可采用长距离超前钻探与短距离超前钻探相结合进行地质预报。

4.6 储 罐

4.6.1 储罐按其容积通常分为中小型储罐和大型储罐。大型储罐系指容积为 $10000\text{m}^3 \sim 150000\text{m}^3$ 钢质浮顶罐、拱顶罐和球罐,

而以钢质浮顶罐居多。这种储罐的特点是:基底载荷较大,对不均匀沉降较为敏感。一般规定储罐周边沉降差每 10m 不超过 25mm,属于 I 类建筑物,因此,其岩土工程勘察宜分阶段进行。对于场地工程地质条件简单且场地或邻近场地已有岩土工程经验或资料时,特别是对于改扩建项目的场地,也可根据具体情况适当合并勘察阶段或直接进行详细勘察。

4.6.2 可行性研究阶段勘察主要是对拟建储罐场地的稳定性和适宜性作出分析评价,特别是当具有 2 个或 2 个以上拟选场区时,应进行方案比选,推荐首选罐址方案。

4.6.3、4.6.4 在初步勘察阶段,储罐平面布置尚未确定,因此,该阶段勘探点的布置一般是按方格网布置。在实际工程中,还应结合工程特点,根据场区岩土工程条件增加相应工作。

4.6.5、4.6.6 勘探线(点)的间距根据“地基复杂程度等级”确定;对于勘探孔的深度,根据以往经验、结合部分实测资料和理论计算,软土勘探深度基本按 $0.8D \sim 1.5D$ 确定,一般黏性土、粉土及砂土的勘探深度为 $0.5D \sim 1.1D$,碎石土的勘探深度应结合其密实度参照砂土勘探深度适当减小。

4.6.7 对初步勘察阶段的勘探深度可根据具体情况进行调整,特别是对于岩质地基,控制性钻孔应钻入岩体比较完整的中等风化层内不少于 3m。在花岗岩等地区,由于可能存在大的孤石,进入中等风化层的深度可适当增加。

4.6.11 本条提出详细勘察阶段勘探工作的最少工作量以及勘探点的布置形式。勘探点的布置原则:一般在储罐中心布置勘探点 1 个,其余勘探点宜以储罐中心为圆点,以同心圆方式均匀布置,便于进行储罐的地基变形计算。勘探点的数量根据以往工程经验,参照英国壳牌《SITE INVESTIGATIONS》(DEP 34.11.00.10—Gen 1999.12)和现行行业标准《石油化工钢储罐地基与基础设计规范》SH/T 3068—2007 综合确定。

壳牌规范对储罐详细勘察的勘察孔布置数量和形式如表 1。

表 1 储罐详细勘察的勘察孔布置数量和形式
(Recommended number of exploratory holes for tanks)

Tank diameter(m)	Number of exploratory holes	Location of exploratory holes
< 10	1	Centre
10—24	5	Centre, plus 4 evenly round perimeter
25—49	9	Centre, plus 8 evenly round perimeter
50—59	13	Centre, plus 12 evenly round perimeter
60—90	17	Centre, plus 4 evenly round circle of half diameter, plus 12 evenly round perimeter
>90	23	Centre, plus 6 evenly round circle of half diameter, plus 16 evenly round perimeter

现行行业标准《石油化工钢储罐地基与基础设计规范》SH/T 3068—2007 对详细勘察勘探点的布置如表 2。

表 2 每台储罐地基勘探点数量

场地类别	储罐公称容积(m ³)					
	≤5000	10000	20000~30000	50000	100000	150000
简单场地	3	3~5	4~5	5~9	10~13	13~16
中等复杂场地	3~4	5~7	5~9	9~13	13~21	16~25
复杂场地	4~5	6~9	9~12	13~18	21~25	25~30

4.6.12 大型储罐地基勘探深度的规定,主要考虑以下几方面的要求:

1 等于或略深于地基变形计算的深度,满足变形计算的要求;

2 满足地基承载力和软弱下卧层验算的需要;

3 满足对某些不良地质作用追索的要求。

以上各点中起控制作用的是满足变形计算要求。

确定地基变形计算深度有“应力比法”和“沉降比法”,勘察工

作由于缺乏荷载和模量等数据,用沉降比法确定孔深有一定的难度,故本规范采用应力比法。

4.6.13 对固结试验最大压力的规定,主要是对大型储罐规定的,大型储罐的基底附加压力一般在 270kPa 左右,故对室内固结试验最大压力作出此规定,并提供固结系数。关于渗透系数和固结系数的要求,是基于对于软土地基和储罐充水过程中,确定地基土的固结变形和充水速率而提出的。

4.6.16 对于储罐的沉降计算,勘察期间一般获得上部荷载等相关数据有限,因此分析计算有很大局限性,如有特殊要求提供沉降计算成果,除可根据分层总和法和有效应力法进行计算外,还可以采用有限元等方法进行多方法计算分析。因此岩土工程勘察报告要求中没有特别单列沉降计算,但鼓励有条件时增加这方面的内容。

4.7 地下水封洞库

4.7.1 地下水封洞库属于地下工程的范畴,其勘察阶段的划分与一般地面工程有所区别。其在选址勘察阶段一般要分两步,首先要进行预可行性研究阶段的勘察,而后进行可行性研究阶段的勘察,从而初步确定场址。同时,在水封洞库的施工过程中要进行大量的施工勘察工作。现行国家标准《地下水封石洞油库设计规范》GB 50455—2008 对勘察同样划分为四个阶段,同本规范一致,只是命名不同,其预可行性研究阶段对应选址勘察,可行性研究阶段对应初步勘察,基础设计(初步设计)阶段对应详细勘察,详细(施工图)设计与施工阶段对应施工勘察。本规范按水封洞库的建设程序和参照国外实际工程经验,确定其岩土工程勘察阶段以设计阶段划分命名,即为预可研阶段勘察、可研阶段勘察、初步设计阶段勘察和施工图设计及施工阶段勘察四个阶段。

4.7.2 关于库区围岩岩体的选择,主要是选择岩质坚硬,完整性和稳定性好的岩体;该岩体宜具有弱透水性且具有相对稳定的地下水位。地下水封洞库原则上是不进行和仅局部进行支护的,而

且应有良好的水封条件,上述选择原则主要是基于水封洞库工程的上述特点和国外建库经验而提出的。根据北欧、日本、韩国等水封洞库建设技术发达国家的工程经验,也是这样要求的,即应选择以岩浆岩或变质岩等以结晶岩体为主的块状岩体区,代表性岩石类型有:闪长岩、花岗岩等侵入岩;片麻岩等变质岩;凝灰岩、安山岩等火成岩。对于灰岩、白云岩、砂岩等沉积岩,由于建库经验不足,应慎用。

4.7.6 预可研阶段勘察以收集资料、现场踏勘和工程地质测绘为主。当地层(岩层)露头不好,可布置适量的钻探工作,为了使本阶段的勘察工作能够满足设计需要,并考虑其经济合理性,规定每个库址勘探点的数量宜为1个~3个,库址类别的划分可以按表3的规定划分。

表3 水封洞库库址条件分类

库址类别	地形地貌条件	工程地质条件	水文地质条件	围岩开挖后稳定状态
优等库址	山形完整、低矮宽厚,库址位于海滨、湖畔	岩性单一、岩质坚硬、岩体完整、无软弱夹层;构造简单,结构面1组~2组,以层面、构造节理为主,多呈闭合型,平均间距大于1.0m,无危险结构面,呈整体状或巨厚层状结构;风化层薄且分布较均匀,新鲜岩体以I类围岩为主	含毛细裂隙水为主;易于确定设计地下水位;补给充分,水质对混凝土无侵蚀性,并对储存介质质量相对稳定性无影响	围岩稳定,无坍塌,可能产生岩爆。暴露时间长了会出现局部小坍塌。被结构面切割后的拱顶,不加支护可能出现局部失稳
中等库址	山体低矮宽厚,但受地表水切割而使山形不够完整;库址主要位于海滨、湖畔,次为河旁、内陆盆地边缘	岩性较单一、岩质坚硬、岩体较完整;构造较简单,有少量贯穿性节理裂隙,结构面平均间距0.4m~1.0m,一般为2组~3组,有少量分离体,呈块状结构;岩体风化不够均匀,新鲜岩体以II类围岩为主	虽含毛细裂隙水为主,但小断层含重力水带分布也较多;一般易于确定设计地下水位;补给较充分,水质对混凝土无侵蚀性,并对储存介质质量相对稳定性无影响	

续表 3

库址类别	地形地貌条件	工程地质条件	水文地质条件	围岩开挖后稳定状态
劣等库址	山体瘦小或狭长陡峻、受地表水切割较严重而使山形较破碎,库址亦临河旁或湖畔、海滨	岩性较复杂,岩体完整性较差、软岩或软弱夹层较多;构造较复杂,小断层与节理均发育,一般大于3组,间距小于0.4m,呈块状和碎裂状结构;岩体风化很不均匀,沿软岩与破碎带风化较深并偶有囊状风化体,新鲜岩体以Ⅲ类~Ⅳ类围岩为主	含重力水为主;设计地下水位虽易于确定,但补给较困难,水质对混凝土一般无侵蚀性,并对储存介质质量相对稳定性无影响	拱顶无支护时可产生较大的坍塌;侧壁有时失去稳定

4.7.7、4.7.8 本阶段应初步查明库区范围内的工程与水文地质条件,特别是岩层的产状、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。为了防止大量涌水造成施工及运营成本的过大,提出了应在初步查明岩体结构和水文条件的同时,估算水封洞库的最大涌水量。考虑到地下水资料具有长期积累的特点,应利用库区已有勘探孔、民用井、地面水体初步建立水文观测网,开始定期水位、水质监测工作。

4.7.11 钻孔的布置应具有针对性,因为每个钻孔均需要花费相当的资金。本条要求应对钻孔进行设计,包括孔深、孔径、垂直还是斜孔、拟在孔内进行何种测试与试验、钻孔的后期利用、回填等综合考虑以提高钻探工作的效率。

4.7.15 本条要求对每个钻孔进行设计,主要是要明确钻孔的目的、孔径、深度、斜度、孔内测试项目及要求、完钻后的利用及保护等内容;这里提出了各类勘探点布置的间距和原则,所谓在洞室外侧交叉布置,并不是要求每个洞室两侧一定要有钻孔,根据本条勘探点间距,结合实际岩土工程与水文地质条件布置钻孔,该间距是包括前期所有可用钻孔在内的原则性间距;对于洞室进出口可采用平硐,如有可能最好是针对施工巷道先行进行施工导洞,这样既

可取得各项实际资料,又可节省费用。

4.7.16 本条所列举的孔内测试工作,主要是结合国外地下水封洞库勘察中所经常采用的方法。鉴于国内勘察设计主要依据国外经验,考虑国内测试方法与手段的可操作性,建议采取这些测试手段丰富勘察内容,提供相关岩土参数。

4.7.17 对于水封洞库来说,勘察过程中地下水的研究是一项非常重要的工作,应在勘察工作一开始就进行相应的工作。不仅要查清库区范围内的地下水条件,还要分析研究周围地下水和地表水的利用情况,分析预测其将对水封洞库的水封条件的影响,根据分析结果,必要时可采取有效措施,如设置竖向水力帷幕等。

4.7.19~4.7.21 地下岩体的地质条件复杂多变,想通过钻探、工程物探准确确定围岩类别及其稳定性是较困难的。国外工程实践也证明了这一点。一般情况下,施工图设计和施工阶段的勘察工作最能体现出地下工程动态施工动态设计的理念。

4.8 滩海结构物

4.8.1 滩海结构物主要包括滩海地区建设的码头、栈桥、平台、人工岛、海堤及进海路、管道等。要求滩海工程岩土工程勘察工作宜分阶段进行,以便满足相应工程设计阶段的设计要求。根据工程实际,部分工程可合并勘察阶段或直接进行一次性详细勘察。

对于移动式平台和其他移动设施的勘察工作可进行一次性勘察,应根据设计要求和环境特点重点调查工程区域的自然环境条件,包括水深、水文气象条件、地震、海生物、工程地质条件等环境资料,其研究内容和深度应满足工程详细设计的要求。

4.8.2 可行性研究勘察是一项具有战略意义的工作,主要是评价场址或路由区的稳定性和适宜性,通过可行性研究勘察能够在较大范围内作出方案比较、择优建设,这项工作做好了,后期工作将较为顺利。对于滩海结构物工程,这个阶段勘察工作的重要性更为突出,主要工作是搜集已有资料、踏勘与调查。

水文气象条件包括水深、潮位、流速、流向、波高、周期、波向、海冰、冰温、水温,以及风速、风向、气温、雪覆盖、结冰等条件,往往是海上结构物各设计阶段必须考虑的重要因素,是计算环境荷载的重要依据,对结构物安全影响巨大,各勘察阶段工作中均应予以重视;台风、风暴潮等灾害性天气也应注意调查与说明。

海洋开发活动及其规划主要有:渔业、矿产资源开发、交通运输、通信、电力、农业、市政、军事及其他开发活动和规划,勘察工作中应注意与设计人员共同搜集和调查。

推荐场址或路由时根据具体情况,应尽量避免不良地质作用分布区及障碍物或废弃物,尽量避免与开发活动及规划相交叉。

布置的观测工作是指在已搜集资料不能满足要求,且工程设计需要进行的观测项目,主要指气象、波浪、潮汐、海流、水温、海冰等海洋水文气象条件要素,观测项目往往属周期相对较长的专项工作。

4.8.3~4.8.7 初步勘察是为初步设计服务的,主要是对路由区或场地内各拟建建筑地段的稳定性作出评价。水文气象条件、不良地质作用、水动力条件造成的冲淤变化等与场地稳定性相关的问题应在初勘阶段基本解决,不宜留给详勘阶段,以便为最优路由方案的推荐,以及单体工程的平面布置、主要结构物地基基础方案及不良地质作用的防治提供资料和依据,并为详勘阶段的进一步深入打下基础。

滩海地区有些地段地质条件较为复杂且已有资料较少时,或范围大、延伸长的工程,采用有效的工程物探手段往往能起到事半功倍的作用,并且对勘探点的布置又有重要指导意义。实际工作中,应根据具体情况加以选择。

岩质地基特征和土质地基不一样,与岩体特征、地质构造、风化规律有关,且不同成因、不同地段的岩质地基有很大差别,所以,这里根据滩海地区岩土分布的特点,主要针对土质地基的勘探工作提出了要求;对于岩质地基的勘探工作仅做了原则性的规定,实

际工作中应按当地经验确定;对于土质地基,勘探点的疏密主要决定于地基的复杂程度,所以对于场地勘察勘探点的布置与第4.1节相同,按“地基复杂程度等级”予以分档。

勘探孔的深度主要取决于结构物的类型与特点、基础形式与尺寸、荷载大小等因素,但初勘时往往又缺少这些数据,规定中按不同地段的不同结构物类型予以分档,工作中勘察人员可根据具体情况选择确定。

勘探工作中,根据地质条件的变化和工程要求适当增减勘探孔深度,不仅适用于初步勘察的勘探工作,也适用于其他勘察阶段的勘探工作。

4.8.8~4.8.11 详细勘察阶段,建(构)筑物总平面或线状结构物路由已经确定,是对工程详细设计提供详细的岩土工程勘察资料和设计施工所需的岩土参数,并应进行相应的岩土工程评价与建议。

在详勘阶段勘察工作进行前,搜集与工程有关的技术基础资料、了解设计要求十分重要,这样能够使岩土工程勘察工作布置、岩土工程评价建议更具有针对性和合理性,并更好地解决施工中的实际问题。

不良地质作用与海底冲淤变化对滩海地区工程建设安全影响很大,在查明的基础上,应提出整治措施及建议。

地基基础设计的主要原则是变形控制,所以规定勘察中应分析评价地基的均匀性,对需进行地基变形计算的建(构)筑物,应提供地基变形计算参数和预测地基变形特征。

滩海地区所处腐蚀环境与陆地不尽相同,腐蚀环境参数的调查与测定项目一般包括水化学、沉积物化学、电阻率及硫酸盐还原菌,以及污损生物等,应根据工程所处腐蚀环境特点、拟采用的建筑材料及设计要求加以选取;参数测试与调查应按现行国家标准《海洋调查规范》GB/T 12763的相关规定执行。

滩海地区建设的项目在施工和使用过程中,将对环境条件造

成局部改变,包括施工中地基土、地下水的变化,运营中波、流运移的变化而产生的冲刷等,所以对这些变化与影响的预测并提出相关建议,对保证顺利施工和后期运营安全具有重要意义。

对于勘探点布置,规范中考虑按不同地基复杂程度等级和不同结构物的类型特点进行布置,并满足设计计算影响范围的要求。勘探孔深度,规范中按不同地基基础形式予以分档,并应满足地基稳定性和变形计算要求。由于滩海结构物工程建设经验和资料积累还相对较少,实际工作中,勘察人员可根据具体情况选择与确定,并注意积累经验。

由于土性指标存在变异性,必须通过对不少于一定数量的数据进行统计分析才能确定其代表值,所以规定了对原状土试样和原位测试数据最少数量的要求。

5 不良地质作用勘察

5.1 岩 溶

5.1.2 对管道安全有影响的岩溶及其伴生土洞、地表塌陷,在勘察时应通过搜集的资料和踏勘、测绘结果,充分考虑管道为线形构筑物,定线时应尽量将线位选择于分水岭等有利的地段,对于串珠状发育的岩溶、地表塌陷等管道应与其大角度相交通过。

这些规定依据 2007 年进行的“西气东输二线管道工程关键技术研究”课题子课题“岩溶塌陷区管道设计与防治技术研究”的研究成果,管道工程场地岩溶塌陷强度划分可按表 4。

表 4 管道工程场地岩溶塌陷强度划分

塌陷灾害、埋藏类型、人类活动(抽排水)	塌陷强度划分
已有塌陷记录,人类活动影响强烈	强
历史无塌陷记录,局部工程施工影响有塌陷发生	中
无塌陷记录,人类活动影响弱,或埋藏型岩溶区	弱

5.2 滑 坡

5.2.1 对管道安全有影响的滑坡应进行专门勘察,对于新建管道,大中型滑坡在定线时应尽量避开;根据近年管道运营过程中的实际管理模式,对于原有管道,由于公路扩建、排水条件改变等人为因素的影响而导致坡体失稳的滑坡勘察设计治理工程一般为抢险工程,常常不分阶段进行勘察,但通常在治理设计前也进行方案比选,比较改线和治理滑坡的技术经济性。

5.2.2 本条对滑坡地段的选定线原则进行了说明,虽然定线中应依照这些原则选线,但考虑到滑坡的动态特性应着重考虑工程的适宜性与经济性,实际操作过程中还是应以避让为主,避免横切、

高陡边坡、不宜大段平行斜坡。

目前随着管道口径的增大,作业带宽度随之增大,管道施工对边坡的影响很大,根据近年来在山区进行大口径管道施工的经验,由于管道施工而引起的滑坡很多,因此在勘察中应对工程施工可能引起的滑坡给予足够重视,选线时应加大工程地质测绘范围。

5.2.3 管道工程滑坡勘察时工程地质测绘与调查是常用的方法,通过测绘与调查工作,初步判定滑坡规模及活动性,即可以指导管道定线工作,以绕避大中型滑坡,同时对指导勘察设计治理也非常重要。

5.2.4 通过测绘与调查工作,初步判定滑动面位置、滑坡性质、地下水分布、滑动带及滑床物质组成,有针对地选择适用的工程物探方法。当滑动面(带)上、下岩土体电性差异较大时,可采用直流电测深法探测滑动面(带)大体位置;当滑动面(带)上、下岩土体弹性波速差异较大时,可采用地震勘探法探测滑动面(带)的位置。

5.2.5 通过测绘与调查及工程物探结果,结合整治方案布置勘探点线,同时应根据勘探进展及时调整修正,以查明滑动面及其物理力学性质,选择更有效的滑坡治理方案,并为治理方案提供岩土工程勘察资料。

5.2.6 一般进行室内、野外滑面重合剪的难度大,多采用多次重复剪切试验测试残余抗剪强度,要求剪切试验方法应分析滑动受力条件选择快剪或饱和快剪形式。实际工程中发现部分单位滑坡勘察报告及试验结果,有的未采用残余抗剪强度值进行稳定性计算,有的试验结果残余抗剪强度的 c 值明显偏高,重复剪切行程不够,不满足多次重复剪试验要求,这些将影响滑坡的勘察结果。

5.2.7 滑坡的稳定验算应根据测绘、钻(坑)探及试验结果,结合滑坡现状选取计算方法和参数。

5.2.8 管道工程的滑坡勘察应结合管道工程特点有针对性地提出滑坡治理建议,经验证明,应用挡管不挡土的勘察设计治理理念,在保证管道安全的前提下,尽可能地节省投资,对管道建设是

十分经济有效的。

5.3 危岩和崩塌

危岩和崩塌的勘察一般在线路工程的可行性研究勘察和初步勘察阶段进行,以工程地质测绘与调查为主,应查明产生崩塌的条件及其规模、类型、范围,并提出绕避或防治的建议。除考虑危岩和崩塌体对管道的直接影响外,还应考虑管道当从危岩和崩塌体下方通过时,当危岩失稳、崩塌体大量崩塌后影响管道经过场地的稳定性,对管道造成的危害。

5.4 泥 石 流

泥石流的勘察一般在线路工程的可行性研究勘察阶段和初勘阶段进行,泥石流的勘察以工程地质测绘与调查为主,应查明泥石流的形成条件和泥石流流的类型、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,并提出绕避或通过及防治的措施和建议。根据管道通过泥石流不同区段采取不同的通过方式,在堆积区堆积扇并不完全只有堆积,也有侵蚀存在,因此勘察时应预测横向扩展最大宽度,确定适宜管道埋设的稳定层位;在形成区、流通区最好采用跨越方式通过,跨越基础应设置于泥石流沟以外;当需采用穿越方式时,应确定适宜管道埋设的稳定层位,并采取岩土工程和植保措施防止谷坡失稳。泥石流的工程分类应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定进行,泥石流的防治应结合当地小流域治理的经验,因地制宜地采取工程措施和植物措施。

5.5 采 空 区

采空区的勘察宜在线路工程的可行性和初步勘察阶段进行,主要通过工程地质测绘与调查搜集资料,必要时辅以工程物探和钻探工作,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。

5.6 场地和地基的地震效应

本节规定适用于抗震设防烈度大于或等于 6 度地区的管道勘察的特殊要求。抗震设防烈度大于或等于 6 度地区应进行场地和地基的地震效应评价。对抗震设防烈度大于或等于 7 度地区,应根据地下水位和地层特点,初步判断是否存在地震液化的可能。对 7m 深度内存在饱和砂土、粉土地区,应布置适量的勘探孔并采取一定数量的土试样,钻探和试验应满足液化判定的需要。

管道工程场地对抗震有利、不利地段的划分应结合管道工程的特点来确定,将无全新世活动断裂、边坡稳定条件较好、场地属于坚硬场地或密实均匀的中硬场地等地段划分为对抗震有利地段;地质构造比较复杂,有全新世以来活动性断裂,场地属于软弱场地土、条状突出的山脊、高耸孤立的丘、非岩质(其中包括胶结不良的第三纪沉积)的陡坡、采空区、河岸和边坡的边缘、软硬不均的场地(如古河道、断层破碎带、暗埋的塘浜沟谷及半挖半填地基)等地段划分为对抗震不利地段;地质构造复杂,有全新世活动性断裂及地震时可能发生断裂、滑坡、崩塌、地陷、地裂等地段划分为对抗震危险地段,其他地段可划分为抗震一般地段。

对于严重液化区的管道可采取换填非液化土并夯实、抗浮桩及衬铺压土等措施;对埋设于液化区较长的管道,可分段采取抗液化措施;对通过沉陷区的管道,有条件时可采用地面或地上(跨越)敷设;对确需在难以绕避的滑坡区内敷设管道时,控制滑坡可采取减载、支挡、锚固及排水措施。

5.7 活动断裂

活动断裂的勘察工作应在地震部门的断裂评价报告的基础上进行。一般情况下,只有在抗震设防烈度 8 度及 8 度以上地区的断裂活动才有可能产生地表错动,可能会影响管道安全,这时需要

评价活动断裂对管道建设可能产生的影响,进行地震效应分析,并提出处理方案。

1 活动断裂有以下地形地貌特征:

1)山区或高原不断上升剥蚀或长距离的平滑分界线;

2)非岩性影响的陡坡、峭壁,深切的直线形河谷,一系列滑坡、崩塌和山前叠置的洪积扇;

3)定向断续线形分布的残丘、洼地、沼泽、芦苇地、盐碱地、湖泊、跌水、泉、温泉等;

4)水系定向展布或同向扭曲错动等;地质特征:近期断裂活动留下的第四系错动,地下水和植被特征;

5)断层带的破碎和胶结特征等;

6)深色矿物宜采用放射性碳¹⁴C法,非深色矿物宜采用热释光法或铀系法,测定已错断层位和未错断层位的地质年龄,并确定断裂活动的最新时限;

7)与地震有关的断层、地裂缝、崩塌、滑坡、地震湖、河流改道和砂土液化等。

2 对通过活动断裂的线路,可提出如下抗震措施建议:

1)应选择在活动断裂位移和断裂带宽度较小的地段通过;

2)当预测位移很大时则宜将管道敷设于地上并覆土保护或架空;

3)管道与断层错动方向的交角宜为 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$,不得大于 90° ,以水平平滑为主的活动断层,在断裂带及其两侧400m内应增大管沟宽度,管沟宽度宜大于沿管道法线方向的断层水平位移,并应采用疏松砂土浅埋成斜角相交;

4)管沟经过活动断裂时,管沟的回填土宜采用疏松或中等密实、无黏性的土料;

5)经过岩石地段的的活动断裂时,应适当加大管沟的底宽。

6 特殊性岩土段的线路勘察

6.1 黄 土

6.1.1 湿陷性黄土在我国是分布最广泛、最常见的一种湿陷性土。在我国干旱、半干旱地区,特别是山前洪、坡积扇(裙)中常遇到湿陷性碎石土、湿陷性砂土等,这种土在一定压力下浸水也常呈现出强烈的湿陷性,应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定采用现场载荷试验确定其湿陷性。

湿陷性土在现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 中定义为“在 200kPa 压力下浸水载荷试验的附加湿陷量与承压板宽度之比等于或大于 0.023 的土”,在现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 中是以 $\delta_s \geq 0.015$ 作为划界标准,这两个标准实际上是一致的。这是因为载荷试验主要受压层的范围,一般为承压板宽度的 1.5 倍,0.5m² 的方形承压板边长为 70.7cm,则其受压层的范围为 106cm,而 0.25m² 的方形承压板边长为 50cm,其受压层的范围为 75cm。若采用 $s/b = 0.023$ 的标准,则 0.50m² 的承压板其湿陷量 s 值应为 1.63cm,0.25m² 的承压板其湿陷量 s 值应为 1.15cm。套用 δ_s 值的概念,即用湿陷量与受压土层厚度的比值即 1.63/106 和 1.15/75 其值均为 0.015。所以本规范所确定的湿陷量标准为湿陷量 s 与宽度 b 的比值 ≥ 0.023 。实际上与湿陷性黄土用 $\delta_s \geq 0.015$ 是同一个判别标准。

6.1.4 本条规定的勘察内容是在第 4.2 节的基础上,针对黄土的特点所作的特殊要求。强调了易产生不良影响的黄土特殊地貌和不良地质条件。由于湿陷性土与水的特殊敏感性,重点要求对环境水的调查和研究。湿陷性是湿陷性黄土的典型特征,也应进行评价。

6.1.5 由于第4.2节规定的勘察深度一般限定在地表下3m~4m,如果黄土层厚度超过勘探深度,则可能不满足湿陷性评价的深度要求。因此应加密或布置控制性勘探点。控制性勘探点数量和深度应满足所控制地段黄土的湿陷性评价的要求。为保证取土质量,应优先选择在探井中采取。探井要及时回填是环境保护和安全的需要。

6.1.8、6.1.9 这两条规定取材于1994年进行的“陕甘宁—北京输气管道工程黄土地区管道建设的黄土研究”课题以及2002年进行的“西气东输管道工程靖边—临汾段湿陷性黄土塬水工保护应用技术研究”课题的研究成果。这些地基处理方法的针对性和可操作性较强,并且已在陕—京输气管道工程施工及西气东输管道工程施工中成功应用。陕—京输气管道工程经过1996年7、8月间连降大雨的考验表明:凡是在施工中严格按照规定进行的管沟和冲沟的地基处理,均未出现问题;而在施工中未严格按照规定进行地基处理的管沟,出现了线路被冲毁、管子裸露等事故。西气东输管道工程靖边—临汾段湿陷性黄土段应用了这些措施,从管道建成后多年运行的情况来看,处理效果良好。

在陕—京输气管道工程和西气东输管道工程中主要采用了水工保护构筑物和水土保持措施有机结合的系统化工程理念,在地表采用梯田、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。

6.2 盐渍岩土

6.2.1 盐渍岩土的定义以及盐渍土的分类与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021一致。盐渍土具有溶陷、盐胀、腐蚀等工程特性,主要因素是土中易溶盐的含量。土中易溶盐主要有氯化盐类、硫酸盐类和碳酸盐类三种。具体表现为:

1 盐渍土中的可溶盐经浸水溶滤、流失,致使土体结构松散,

在土的饱和自重压力或一定压力下出现溶陷；盐渍土溶陷性的大小与易溶盐的性质、含量、赋存条件以及浸水时间的长短等因素有关。

2 岩渍土的盐胀性，主要是土中硫酸钠(Na_2SO_4)在温度或湿度变化时结晶而发生体积膨胀。 Na_2SO_4 在 32.4°C 以上时为无水产品，体积较小；当温度下降至 32.4°C 时，吸收10个水分子的结晶水，成为芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)晶体，使体积增大，如此不断的循环反复作用，使土体变松。

3 硫酸盐盐渍土、氯盐渍土均对建材具有腐蚀性，其腐蚀程度除与盐类的成分和含量有关外，还与建筑环境有关。

盐渍岩土中易溶盐含量0.3%的界限值与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021一致，但俄罗斯及中亚地区一般依据俄罗斯国家标准《土的分类》GOST 25100—95，其根据不同岩土性质和含盐量按表5划分出不同盐化等级。

表5 盐化等级划分

岩土性质 盐化等级	土壤含盐量(%)					
	粉质黏土	粉土	砂土	碎石土		
				$\geq 40\%$ 砂土充填	$\geq 30\%$ 粉质 黏土充填	$\geq 30\%$ 粉土充填
无盐化	<10	<5	<3	<3	<10	<5
弱盐化	10~15	5~8	3~7	—	—	—
中盐化	15~20	8~12	7~10	—	—	—
强盐化	20~25	12~15	10~15	—	—	—
过度盐化	>25	>15	>15	—	—	—

6.2.2 本条是根据盐渍岩土地区的具体条件拟定的。

1 硬石膏(CaSO_4)经水化后形成石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，在水化过程中体积膨胀，可导致建筑物的破坏。另外，在石膏-硬石膏分布地区，几乎都发育岩溶化现象。

2 芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)的物态变化导致其体积的膨胀与收缩。芒硝的溶解度,当温度低于 32.4°C 时(超此温度即变成液态),随着温度的降低而降低。因此,温度变化,芒硝将发生严重的体积变化。

6.2.4 为了保证取土试样质量符合 I 级要求,人工在探井中取样是一种很好的方法。线路工程,勘探孔深度不大,而盐渍土地多分布在干旱地区,因此对内陆地区干旱盐渍土取样勘探点中应布置一定数量的探井。对于内陆湖泊、滨海地区盐渍土,不宜采用探井方法。

6.2.5 本条规定了盐渍岩土地段线路岩土测试与试验,其中对室内溶陷试验和毛细水强烈上升高度可依照下列方法进行。

1 室内溶陷试验方法可按黄土湿陷性试验方法进行,试验报告应提供自重压力下的溶陷系数和 200kPa 压力下的溶陷系数,按下列步骤进行试验:

1) 确定需要施加的各级压力,压力等级宜为 50kPa 、 100kPa 、 150kPa 、 200kPa ;

2) 施加第一级压力后,每隔 1h 测定一次变形读数,直至试样变形稳定为止;

3) 试样在第一级压力变形稳定后,施加第二级压力,如此类推。试样在规定浸水压力下变形稳定后,向容器内自上而下注入纯水,水面宜高出试样顶面,每隔 1h 测记一次变形读数,直至试验变形稳定为止;

4) 继续用水渗透,每隔 2h 测记一次读数, 24h 后每天测记 1 次~ 3 次,直至变形稳定为止。

2 工程需要时,需测定有害毛细水的上升高度,其测试判定方法为:

1) 黏性土塑限含水量法是地表至地下水位,每隔 15cm ~ 20cm 取样作天然含水量(ω)与塑限含水量(ω_p)测定,其 ω 与 ω_p 随深度变化曲线相交处与地下水位的高度差,即为有害毛细水上升

高度；

2)砂类土的最大分子含水量(ω_m)对粗、中砂用高柱法测定；粉、细砂可用吸水介质法测定，测定时宜用取样处的地下水。为了初估砂类土的有害毛细水上升高度，一般可近似地采用其最大分子含水量(粗砂为1%、中砂为2%、细砂为3%、粉砂为4%)与天然含水量曲线相交处至地下水位之差值。

6.2.6 调查表明，有相当一部分工程是在施工过程中就已浸水溶陷，所以本条提出了在线路施工中防止各种来源的水淹没浸湿线路地基及附近场地，各道施工工序应衔接好，管沟开挖后应及时下管回填。

6.3 膨胀岩土

6.3.1 膨胀岩土包括膨胀岩和膨胀土。由于膨胀岩的资料较少，尚待以后积累经验。目前可参照膨胀土的判定方法，膨胀土一般具有如下特征：

- 1 多分布在二级或二级以上阶地、山前丘陵和盆地边缘；
- 2 地形平缓，无明显自然陡坎；
- 3 裂缝发育，方向不规则，常有光滑面和擦痕，裂缝中常充填灰白、灰绿色黏土；
- 4 干时坚硬，遇水软化，自然条件下呈坚硬或硬塑状态；
- 5 常见浅层滑坡、地裂，新开挖的坑壁易发生坍塌；
- 6 自由膨胀率大于40%。

6.3.2 本条与现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112相一致。南非土木研究所 Van Der Menve DH, 1964 年提出，经 Willams, AAB, Donaldson, 1980 修正的按塑性指数、小于0.002mm的黏粒含量及活性指数膨胀潜势判别图法，由于理论上合理、指标容易获得，已为多数研究者所公认，在国外广泛使用，有条件可以在工程中参照使用。

6.3.3 本条根据膨胀土地区的具体条件拟定。即从岩性条件、地

形条件、水文地质条件、水文和气象条件等诸方面判定膨胀土及膨胀潜势,进行膨胀岩土评价,并为治理膨胀岩土提供资料。

6.3.4 控制性勘探点数量、勘探孔深度和取土间距是根据膨胀土的特殊情况制定的。我国平坦场地的大气影响深度一般不超过5m,故规定控制性勘探孔深度为5m。

6.3.5 膨胀岩土往往在坡度很小时就发生滑动,故坡地场地应特别重视稳定性分析。

6.3.6 含水量变化对膨胀岩土的物理力学性质影响非常大,因此考虑含水量变化的影响十分重要。

6.4 多年冻土

6.4.1 我国多年冻土主要分布在青藏高原、帕米尔及西部高山(包括祁连山、阿尔泰山、天山等),东北的大小兴安岭和其他高山顶部也有零星分布。冻土的主要特点是含有冰,并保持冻结状态2年或2年以上。

多年冻土中如含易溶盐或有机质,对其热学性质和理学性质都会产生明显影响,前者称盐渍化多年冻土,后者称为泥炭化多年冻土,勘察时应予注意。

冻土中易溶盐含量超过表6中数值时,称为盐渍化冻土。

表6 盐渍化冻土的盐渍度界限值

土类	砂土	粉土	粉质黏土	黏土
盐渍度(%)	0.10	0.15	0.20	0.25

盐渍化冻土的盐渍度(ζ)可按式计算:

$$\zeta = \frac{m_g}{g_d} \times 100(\%) \quad (1)$$

式中: m_g ——冻土中含易溶盐的质量(g);

g_d ——土骨架质量(g)。

冻土中的泥炭化程度超过表7中数值时,称为泥炭化冻土。

表 7 泥炭化冻土的泥炭化程度界限值

土 类	粗颗粒土	黏性土
泥炭化程度(%)	0.10	0.25

泥炭化冻土的泥炭化程度(ξ)可按下式计算:

$$\xi = \frac{m_p}{g_d} \times 100(\%) \quad (2)$$

式中: m_p ——冻土中含植物残渣和泥炭的质量(g);

g_d ——土骨架质量(g)。

6.4.2 多年冻土平面分布为大片多年冻土、岛状融区多年冻土和岛状多年冻土;多年冻土按垂直构造分为衔接的多年冻土和不衔接的多年冻土。

1 大片多年冻土:在较大的地区内呈片状分布;

2 岛状融区多年冻土:在冻土层中有岛状的不冻层分布;

3 岛状多年冻土:呈岛状分布在不冻土区域内;

4 衔接多年冻土:冻土层中没有不冻结的活动层,多年冻土层上限与受季节性影响的季节冻土层下限相衔接;

5 不衔接多年冻土:多年冻土层上限与季节冻土层下限不衔接,中间有一层不冻结层。

6.4.3 一般情况下,多年冻土类型与融沉类别有表 8 的对应关系:

表 8 冻土类型与融沉类别对应关系

冻土类型	少冰冻土	多冰冻土	富冰冻土	饱冰冻土	含土冰层
融沉类别	不融沉	弱融沉	融沉	强融沉	融陷

土的平均融沉系数 δ_0 也可按下式计算:

$$\delta_0 = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \times 100(\%) \quad (3)$$

式中: e_1 ——冻土试样融化前的孔隙比(mm);

e_2 ——冻土试样融化后的孔隙比(mm)。

工业与民用建筑、公路和输油管道工程对冻土地基融沉性适应程度是不相同的。一般对 I 级弱融沉、II 级融沉的多年冻土,建

(构)筑物结构设计时,无须考虑多年冻土地基融沉影响。因为一般建(构)筑物的主要承重结构在设计和使用过程中都容许有一定的变形量,以适应地基的融沉性。但是当Ⅲ级融沉、Ⅳ级强融沉、Ⅴ级融陷的多年冻土,融沉量超过建(构)筑物的容许变形量时,对建筑物而言则必须采取相应的设计原则、适当的基础型式。对于输油管道应综合考虑地形地貌、输油温度、冻土融沉类别等,采取保护冻土的冻结状态和破坏冻土冻结状态的设计方法,注意环境保护和管沟内排水。

6.4.5 多年冻土区的冻土工程地质勘察工作内容除了常规要求外,又规定了6条勘察内容。因为多年冻土及其分布特征决定建筑物设计原则、基础埋置深度、地基土的工程性质和冻土的稳定性;工程建筑的施工和运营都可能改变冻土工程地质条件与冻土环境,甚至可导致与原冻土工程地质条件相差巨大的变化。因此冻土工程地质勘察要求与内容远比常规岩土工程勘察复杂,冻土现象直接涉及建筑物和管道的安全和稳定性。

1 为查明多年冻土上限埋置深度的调查与勘探,宜在8~10月份进行。现行国家标准《冻土工程地质勘察规范》GB 50324规定,对于多年冻土区冻土工程地质勘察,根据工程要求应进行下列工作:

1)查明多年冻土类型、分布范围及其特征,及其他与地质-地理环境的相互关系;

2)查明季节融化层与多年冻土层厚度,以及在剖面上彼此之间的相互关系及随空间的变化;

3)查明多年冻土层的物质成分、性质与含冰量、冻土组构类型、地下冰层的厚度及其分布特征;

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、力学和热物理性质,冻土融化下沉特性,给出设计参数及其随温度的变化关系;

6)查明多年冻土区内融区的形成、存在原因、分布特征,及其

与冻土条件和自然因素及人为工程活动的关系；

7)查明多年冻土区地表水及地下水的储运条件，及其与多年冻土层的相互关系和作用；

8)查明多年冻土区的冻土现象类型、特征和发育规律及其对工程建筑的影响和危害；

9)查明多年冻土条件与工程建筑，经济开发区的相互关系与制约关系；

10)对冻土工程地质条件作出评价，预报工程建筑运营期间冻土工程地质(水文地质)条件的变化，并依此提出合理的治理建议与措施。

2 对于输油、气管道可行性研究勘察，现行国家标准《冻土工程地质勘察规范》GB 50324 规定应进行下列工作：

1)调查沿线的地形、地貌、地质构造、地层岩性、冻土类型和特征、水文地质等，并提供线路比选方案的冻土工程地质条件；

2)对越岭地段，应调查其地质构造、岩性、冻土特征、水文地质和冻土现象等情况，并推荐线路越岭方案；

3)了解冻土工程地质条件，分析其发展趋势，对管道的危害程度以及管道修建后的变化；

4)对穿、跨越大中型河流地段，应了解河流的冻结特征、冰汛以及有关冻土、冰的力学参数和其对构筑物的影响；

5)线路穿过的湖泊地段，应调查水位波动淹没范围、冻结和湖底融蚀变化，以及地下水埋藏深度等，并对线路影响方案作出评价。

3 对于输油、气管道初步勘察，现行国家标准《冻土工程地质勘察规范》GB 50324 规定应进行下列工作：

1)沿线地貌单元的划分；

2)管道埋设深度内及下卧层的冻土工程地质特征；

3)沿线井、泉的分布及地下水等情况；

4)拟穿、跨越河流岸坡的稳定性，河床及两岸冻土工程地质条

件,并确定冻融土的分界线;

5)管道(特别是散热性的管道)修建后,确定管温的影响半径及对冻土地基的影响情况和结果。

4 详细勘察应在初步勘察的基础上,详细查明沿线的冻土工程地质、水文地质条件、厚层地下冰的分布和冻土现象,提出施工图设计所需的冻土工程设计参数和建议。

6.4.6 详细勘察勘探点间距和孔深应依据现行国家标准《冻土工程地质勘察规范》GB 50324 的规定,按表 9 规定进行。

表 9 管道勘探点间距及孔深

项目 敷设型式	初步勘察		详细勘察	
	间距	孔深	间距	孔深
地上式	按冻土类型 确定,每种类型 不少于 3 个 ~5 个孔	1.5 倍的天然 上限深度, 管道埋置深度 以下 1m~2m	300m~500m	柱桩端下 1m ~2m,1.5 倍的 天然上限深度, 管道埋置深度 以下 2m~3m
地面式			500m	
地下式			100m~300m	
穿越工程	每个方案不 少于 3 个~5 个孔	管道最大埋 置深度以下 2m~3m	30m~ 100m,但不 得少于 3 个 孔	管道埋置深 度以下 2m~3m

为减少钻进中摩擦生热,保持岩性核心土温不变,钻速要低,孔径要大,一般开孔孔径不宜小于 130mm,终孔直径不宜小于 108mm;回次钻进时间不宜超过 5min,进尺不宜超过 0.3m,遇含冰量大的泥炭或黏性土可进尺 0.5m。

钻进中使用的冲洗液可加入适量食盐,以降低冰点。

进行热物理和冻土力学试验的冻土试样,取出后应立即冷藏,尽快试验。

多年冻土的室内试验项目和现场观测项目应根据工程要求和现场具体情况,与设计单位协商后确定;室内试验方法可按照现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定执行。

6.5 软 土

6.5.1 在软土分布地区,从地表向下,包括了一系列不同岩性的土层(如淤泥、淤泥质黏土、粉土等),地表常有硬壳层,地下有若干硬土层,是良好的可供选择的持力层。大部分软土灵敏性高,结构扰动后强度有很大降低。典型软土的分类与鉴别可按表 10 的规定执行,该表与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 基本一致。

表 10 典型软土的鉴别

软土名称	现场鉴别特征	有机质含量 $W_u(\%)$	含水量 W	孔隙比 e	说明
淤泥质土	深灰色,有光泽,味臭,除腐殖质外尚含少量未完全分解的动植物体,浸水后水面出现气泡,干燥后体积收缩	$5 \leq W_u \leq 10$	$W > W_L$	$1.0 \leq e < 1.5$	如现场能鉴别或有地区经验时,可不作有机质含量测定
淤泥				$e \geq 1.5$	
泥炭质土	深灰或黑色,有腥臭味,能看到未完全分解的植物结构,浸水体胀,宜崩解,有植物残渣浮于水中,干缩现象明显	$10 < W_u \leq 25$ (弱泥炭质土)	—	—	泥炭质土是否细分,需根据地区特点和需要确定
		$25 < W_u \leq 40$ (中泥炭质土)			
		$40 < W_u \leq 60$ (强泥炭质土)			
泥炭	除有泥炭质土特征外,结构松散,土质很轻,暗无光泽,干缩现象极为明显	$W_u > 60$	—	—	—

注:有机质含量 W_u 按灼失量试验确定。

6.5.2 对软土地区的勘察应特别注意查明下列问题:

- 1 土层均匀性,具体指厚度、土性等在水向和垂直向的变化;
- 2 硬土层的埋藏条件;

3 软土层微地貌形态与不同性质的软土层分布有内在联系,查明微地貌、旧堤、堆土场以及暗埋的塘、浜、沟、穴等,有助于查明软土层的分布;

4 地区的工程实践是最为重要的建筑经验,是软土评价、设计和施工安全可靠的保证。

6.5.3 对勘探点的间距,由于软土性质和分布的复杂性,提出了除应满足本规范第4.2节要求外,还应满足统一地段软土的勘探点不应少于3个的要求。

勘探手段应钻探取样与原位测试相结合,在软土地区用原位测试取代相当数量的钻孔,不仅减少钻探取样和土工试验的工作量,缩短勘察周期,而且可以提高勘察质量。

一般情况下,勘探深度除满足一般线路勘察要求外,应穿软土下1m(或5m),如有可能采用桩基时,应根据工程设计要求确定勘探深度。

6.5.4 软土地基处理的方法很多,针对管道工程的特点,可以采用支护、悬浮式短桩、配重等方法。

6.6 风 沙

6.6.2 场地类别的划分是根据沙漠地带环境条件,结合管道工程的特点所作的具体化。

6.6.3 沙丘移动是相当复杂的,影响的因素主要有风、沙丘自身高度(体积)、沙的含水量和植被等。

沙丘的移动方式由风向及其变化规律支配,可分为前进式、前进往复式和往复式三类。

沙丘的移动速度取决于风速,也受沙丘本身高度的控制,大型者移动慢,小型者移动快。表11可为此提供参考。

表 11 不同高度沙丘的移动速度(甘肃民勤)

沙丘高度(m)	4.5	5.5	6.0	8.0	9.0	13.0
移动速度(m/a)	10.0	8.7	7.5	6.2	5.0	4.0

沙的含水量对沙丘移动的影响主要表现在:沙湿润时,其黏滞性和团聚作用强,启动风速度高。含水量高时,宜于植被生长,除根系固沙作用外,植被增加了地表的粗糙度,削弱了近地表的风速,减少了沙的吹扬搬运量。

6.6.5 沙漠地区管道建设的岩土工程问题主要是由沙漠环境的脆弱性和敏感性引起的。流动沙地、活动沙丘的地貌状况处于变动状态,管线应尽量铺设于流动沙层以下。裸管于地表,强烈的地风沙腐蚀作用将会严重损伤管线;地表形态的迅速变迁,也会引起管线应力的变化,在工作条件下,这种变化是危险的。同时,管线施工和伴行道路的建设,大面积扰动沙漠表壳、破坏植被,必然降低其涵水抗蚀性,加剧风蚀作用,引起固化沙的活化或导致沙漠化的产生和蔓延,破坏和恶化生态环境。因此管线施工必须与防沙固土工程同步进行,工程措施与生物措施相结合,可采取下列措施:

- 1 绕丘开沟整地、穴状整地、带状整地、鱼鳞坑整地;
- 2 在管线两侧设置沙障(立式、卧式、网格式)、阻沙栅栏;
- 3 以栽植草灌为主,乔木逐渐发展的办法为辅,营建防风固沙林、护坡林、护路林;
- 4 缩短施工周期,采用边开挖、边铺管、边回填、边治理、边种植的流水作业施工;
- 5 尽量缩小施工作业带的宽度,固定施工便道、料场,合理堆放弃土,充分利用天然洼地铺放沙土,种植林草,保护植被。

282401

中华人民共和国国家标准
油气田及管道岩土工程勘察规范

GB 50568-2010

☆

中国石油天然气集团公司 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 4.75 印张 120 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—6000 册

☆

统一书号:1580177·465

定价:29.00 元

