工程建设标准全文信息系统

UDC

中华人民共和国国家标准 GB

P GB 50324—2001

冻土工程地质勘察规范

Code for engineering geological Investigation of frozen ground

2001—09—28 发布 2001—12—01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中华人民共和国建设部 联合发布

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

中华人民共和国国家标准

冻土工程地质勘察规范

Code for engineering geological Investigation of frozen ground

GB 50324—2001

主编部门:国　家　林　业　局
批准部门:中华人民共和国建设部
施行日期:2001年12月1日

2001　北　　京

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

关于发布国家标准《冻土工程地质勘察规范》的通知

建标[2001]198 号

根据国家计委《一九九二年工程建设标准制订修订计划》(计综合[1992]490 号)的要求,由国家林业局会同有关部门共同编制的《冻土工程地质勘察规范》,经有关部门会审,批准为国家标准,编号为 GB 50324—2001,自 2001 年 12 月 1 日起施行。其中,3.1.2、3.2.1、3.2.2、4.2.1、4.2.2、4.3.2、4.4.2、4.4.4、5.1.3、5.2.1、6.2.1、6.2.3、7.2.2、7.3.3、7.4.1、7.4.2、8.3.3、8.4.3、8.4.6、8.4.9、9.3.3、9.3.6、9.3.7、9.3.8、9.3.9、9.4.3、10.3.3、10.4.2、11.2.3、11.3.3、12.2.3、12.3.1 为强制性条文,必须严格执行。

本规范由国家林业局负责管理,内蒙古大兴安岭林业设计院负责具体解释工作,建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

二〇〇一年九月二十八日

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

前　言

本规范系根据建设部〔1989〕建标字第 42 号文件要求，在国家林业局领导下，内蒙古大兴安岭林业设计院于 1991 年 10 月完成了本规范前期工作调研报告，并同时经专家会议通过论证。然后，按国家计委计综合〔1992〕490 号文件精神，全面展开了本规范的编制工作。

本规范在编制过程中，编制组广泛进行调查研究，认真总结工程建设经验，吸取有关专家意见，参考相关国际标准，并对存在的主要问题开展了多项专题研究工作，为编制本规范创造了条件。

本规范由国家林业局负责管理，并授权主编单位负责具体解释工作。请各单位在执行过程中，如发现需要修改和补充之处，可将意见和建议寄往内蒙古大兴安岭林业设计院(地址：内蒙古自治区牙克石市　邮编　022150)，以供以后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主 编 单 位：内蒙古大兴安岭林业设计院

参 编 单 位：中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
冻土工程国家重点实验室
哈尔滨工业大学
中铁西北科学研究院
黑龙江省寒地建筑科学研究院
铁道第三勘测设计院
水利部东北勘测设计院科研所
中交第一公路勘察设计研究院

主要起草人：鲁国威　徐敦祖　童长江　丁靖康　刘鸿绪
王正秋　徐伯孟　李恩英　喻文学　金应镐
王　岐

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

目　　次

1　总　　则 …… (1)
2　术语、符号 …… (2)
2.1　术　　语 …… (2)
2.2　符　　号 …… (3)
3　冻土分类和冻胀、融沉性分级 …… (5)
3.1　冻土分类和定名 …… (5)
3.2　土的冻胀和多年冻土融沉性分级 …… (6)
4　冻土工程地质勘察基本要求 …… (10)
4.1　一般规定 …… (10)
4.2　冻土工程地质勘察的任务 …… (12)
4.3　冻土工程地质区划原则 …… (13)
4.4　冻土工程地质及其环境评价 …… (14)
4.5　冻土工程地质勘察报告 …… (15)
5　冻土工程地质调查与测绘 …… (17)
5.1　一般规定 …… (17)
5.2　冻土现象调查与测绘 …… (18)
6　冻土工程地质勘探与取样 …… (23)
6.1　一般规定 …… (23)
6.2　钻探 …… (23)
6.3　坑探、槽探 …… (24)
6.4　地球物理勘探 …… (25)
6.5　冻土取样与运送 …… (26)
7　冻土试验与观测 …… (27)
7.1　一般规定 …… (27)

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
7.2 室内试验 …… (27)
7.3 原位测试 …… (31)
7.4 定位观测 …… (32)
8 工业与民用建筑冻土工程地质勘察 …… (33)
8.1 一般规定 …… (33)
8.2 可行性研究勘察 …… (33)
8.3 初步勘察 …… (34)
8.4 详细勘察 …… (37)
9 铁路与公路冻土工程地质勘察 …… (43)
9.1 一般规定 …… (43)
9.2 工程可行性研究(踏勘)阶段勘察 …… (45)
9.3 初测阶段勘察 …… (46)
9.4 定测阶段勘察 …… (49)
10 水利水电冻土工程地质勘察 …… (53)
10.1 一般规定 …… (53)
10.2 规划阶段勘察 …… (53)
10.3 可行性研究和初步设计阶段勘察 …… (55)
10.4 技术设计和施工图设计阶段勘察 …… (57)
11 管道冻土工程地质勘察 …… (59)
11.1 一般规定 …… (59)
11.2 可行性研究(选线)勘察 …… (59)
11.3 初步勘察 …… (60)
11.4 详细勘察 …… (61)
12 架空线路冻土工程地质勘察 …… (63)
12.1 一般规定 …… (63)
12.2 初步勘察 …… (63)
12.3 详细勘察 …… (64)
附录 A 中国冻土类型及分布 …… (65)
附录 B 冻土的描述和定名 …… (67)

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
附录C　冻土构造与野外鉴别 …… (68)
附录D　土的季节融化与冻结深度 …… (69)
附录E　多年冻土上限的确定 …… (71)
附录F　冻土融化压缩试验要点 …… (73)
附录G　冻土力学指标原位试验要点 …… (75)
附录H　冻土地基静载荷试验要点 …… (78)
附录J　冻土钻探方法要点 …… (80)
附录K　冻土物理、力学参数 …… (81)
附录L　冻土地温特征值计算 …… (97)
本规范用词说明 …… (99)
工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

1 总　　则

1.0.1　为了贯彻国家有关技术经济政策，统一冻土工程地质勘察要求，保证冻土工程地质勘察质量，提高经济效益，制定本规范。

1.0.2　本规范适用于季节冻土和多年冻土地区工业与民用建筑、铁路、公路、水利、水电、管道和架空线路工程的冻土工程地质勘察。

1.0.3　冻土工程地质勘察，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

2 术语、符号

2.1 术　　语

2.1.1 冻土　frozen ground(soil rock)

具有负温或零温度并含有冰的土(岩)。

2.1.2 季节冻土　seasonally frozen ground

地壳表层冬季冻结而在夏季又全部融化的土(岩)。

2.1.3 隔年冻土　pereletok

指冬季冻结,而翌年夏季并不融化的那部分冻土。

2.1.4 多年冻土　perennially frozen ground(permafrost)

指持续冻结时间在2年或2年以上的土(岩)。

2.1.5 多年冻土上限　Permafrost table

指多年冻土层的顶面。

2.1.6 季节冻结层　seasonal freezing layar

指每年寒季冻结,暖季融化,其年平均地温>0℃的地壳表层,其下卧层为融土层或不衔接多年冻土层。

2.1.7 季节融化层　seasonal thawed layar

指每年寒季冻结,暖季融化,其年平均地温<0℃的地壳表层,其下卧层为多年冻土层。

2.1.8 相对含冰量　relative ice content

指冰的质量与冻土中全部水的质量之比。

2.1.9 未冻水量　unfrozen-water content

在一定负温条件下,冻土中未冻水质量与干土质量之比。

2.1.10 年平均地温　mean annual ground temperature

地温年变化深度处地地温。

2.1.11 地温年变化深度　depth of zero annual amplitude of

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

ground temperature

地表以下，地温在一年内相对不变的深度，也称年零较差深度。

2.1.12 融化下沉系数 thaw-settlement coefficient

冻土融化过程中，在自重作用下产生的相对融化下沉量。

2.1.13 融化压缩系数 thaw compressibility coefficient

指冻土融化后，在单位荷重下产生的相对压缩变形量。

2.1.14 冻胀率 frost heaving ratio

指单位冻结深度的冻胀量。

2.1.15 冻胀力 frost-heaving forces

指土的冻胀受到约束时产生的力。

2.1.16 冻土盐渍度 salinity of frozen soil

冻土中含易溶盐的质量与土骨架质量之比。

2.1.17 泥炭化程度 degree of peatification

冻土中含植物残渣和泥炭的质量与骨架质量之比。

2.1.18 冻土现象 features related to frozen ground

指土体中水的冻结和融化作用所产生的新形成物和中小型地形。如冰椎、冻胀丘、融冻泥流和热融滑塌等冻土现象。

2.2 符 号

2.2.1 冻土物理特性

ω——冻土总含水量；

ω_u——冻土未冻水含量；

i_c——冻土相对含水量；

ω_0——冻土起始融沉含水量；

ρ_0——冻土起始融沉干密度；

ρ_d——冻土干密度。

2.2.2 冻土热学特性

λ_f、λ_u——冻土、未冻土导热系数；

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

b_f、b_u——冻土、未冻土比热；

α_f、α_u——冻土、未冻土导温系数；

C_f、C_u——冻土、未冻土容积热容量。

2.2.3 冻土力学特性

E——冻土变形模量；

G——剪切变形模量；

τ——切向冻胀力；

H_o——水平冻胀力；

σ_f——法向冻胀力；

f_k——冻土地基承载力；

f_b——桩端冻土承载力；

f_t——冻土抗剪强度；

f_c——冻土与基础间的冻结强度。

2.2.4 土的季节冻结与融化参数

Z_0、Z_d——土的季节冻结深度标准值和设计值；

Z_0^m、Z_d^m——土的季节融化深度标准值和设计值；

Z_n、Z_a——多年冻土的天然上限和人为上限；

η——冻土层的平均冻胀率；

T_{cp}——多年冻土年平均地温；

H_{cp}——地温年变化深度。

2.2.5 其他指数与系数

I_L——土的液性指数；

I_p——土的塑性指数；

$\sum T_m$——土的融化指数；

m_v——冻土融化后体积压缩系数；

δ_o——冻土融化下沉系数；

Ψ_z——冻结深度影响系数；

Ψ_z^m——融化深度影响系数；

Ψ_τ——切向冻胀力影响系数。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

3 冻土分类和冻胀、融沉性分级

3.1 冻土分类和定名

3.1.1 作为寒区工程地基和环境的冻土，根据附录A应按冻结状态持续时间，分为多年冻土、隔年冻土和季节冻土；多年冻土和季节冻土可按下列原则分类：

3.1.1.1 根据形成与存在的自然条件不同，将多年冻土分为高纬度多年冻土和高海拔多年冻土。

3.1.1.2 按季节冻土与下卧土层的关系，将季节冻土分为季节冻结层和季节融化层。

3.1.2 冻土的描述和定名，除应按附录B定名外，尚应符合下列规定：

3.1.2.1 根据土的颗粒级配和液、塑限指标，按国际《土的分类标准》GBJ 145—90确定土类名称。

3.1.2.2 按冻土含冰特征，可定名为少冰冻土、多冰冻土、富冰冻土、饱冰冻土和含土冰层。

3.1.2.3 当冰层厚度大于2.5cm，且其中不含土时，应单另标出定名为纯冰层(ICE)。

3.1.3 根据冻土中的易溶盐含量或泥炭化程度划分为盐渍化冻土和泥炭化冻土时，应符合下列规定：

3.1.3.1 冻土中易溶盐含量超过表3.1.3-1中数值时，称为盐渍化冻土。

盐渍化冻土的盐渍度限界值　　表3.1.3-1

土类	含细粒土砂	粉土	粉质粘土	粘土
盐渍度(%)	0.10	0.15	0.20	0.25

工程建设标准全文信息系统

(1)盐渍化冻土的盐渍度(ξ)可按下式计算：

$$\xi=\frac{m_g}{g_d}\times 100(\%) \qquad (3.1.3\text{-}1)$$

式中 m_g——冻土中含易溶盐的质量(g)；

g_d——土骨架质量(g)。

(2)盐渍化冻土的强度指标，如无试验条件时，可按附录 K 表 K.0.2-9 和 K.0.2-12 取值。

3.1.3.2 冻土中的泥炭化程度超过表 3.1.3-2 中数值时，称为泥炭化冻土。

泥炭化冻土的泥炭化程度限界值 表 **3.1.3-2**

土类	粗颗粒土	粘性土
泥炭化程度(%)	3	5

(1)泥炭化冻土的泥炭化程度(ξ)，可按下式计算：

$$\xi=\frac{m_p}{g_d}\times 100(\%) \qquad (3.1.3\text{-}2)$$

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)。

(2)泥炭化冻土的强度指标，如无试验条件时，可按附录 K 表 K.0.2-10 和 K.0.2-13 取值。

3.1.4 按体积压缩系数(m_v)或总含水量(ω)划分为坚硬冻土、塑性冻土和松散冻土时，应符合下列规定：

3.1.4.1 坚硬冻土：$m_v\leqslant 0.01\text{MPa}^{-1}$。

3.1.4.2 塑性冻土：$m_v>0.01\text{MPa}^{-1}$。

3.1.4.3 松散冻土：$\omega\leqslant 3\%$。

3.2 土的冻胀和多年冻土融沉性分级

3.2.1 季节冻土和季节融化层土的冻胀性，根据土冻胀率 η 的大小．按表 **3.2.1** 划分为：不冻胀、弱冻胀、冻胀、强冻胀和特强冻

胀五级。冻土层的平均冻胀率 η 按下式计算：

$$\eta=\frac{\Delta_z}{Z_d}\times 100(\%) \qquad (3.2.1)$$

式中 Δ_z——地表冻胀量(mm)；

Z_d——设计冻深(mm)，$Z_d=h-\Delta_z$；

h——冻层厚度(mm)。

季节冻土与季节融化层土的冻胀性分级 表 3.2.1

土的名称及代号	冻前天然含水量 ω（%）	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 η（%）	冻胀等级	冻胀类别
碎(卵)石，砾、粗、中砂(粒径<0.074mm、含量<15%)，细砂(粒径<0.074mm，含量<10%)	不考虑	不考虑	$\eta\leqslant 1$	Ⅰ	不冻胀
碎(卵)石，砾、粗、中砂(粒径<0.074mm、含量>15%)，细砂(粒径<0.0741mm、含量>10%)	$\omega\leqslant 12$	>1.0	$\eta\leqslant 1$	Ⅰ	不冻胀
		≤1.0	$1<\eta\leqslant 3.5$	Ⅱ	弱冻胀
	$12<\omega\leqslant 18$	>1.0			
		≤1.0	$3.5<\eta\leqslant 6$	Ⅲ	冻胀
	$\omega>18$	>0.5			
		≤0.5	$6<\eta\leqslant 12$	Ⅳ	强冻胀
粉砂	$\omega\leqslant 14$	>1.0	$\eta\leqslant 1$	Ⅰ	不冻胀
		≤1.0	$1<\eta<3.5$	Ⅱ	弱冻胀
	$14<\omega\leqslant 19$	>1.0			
		≤1.0	$3.5<\eta\leqslant 6$	Ⅲ	冻胀
	$19<\omega\leqslant 23$	>1.0			
		≤1.0	$6<\eta\leqslant 12$	Ⅳ	强冻胀
	$\omega>23$	不考虑	$\eta>12$	Ⅴ	特强冻胀
粉土	$\omega\leqslant 19$	>1.5	$\eta\leqslant 1$	Ⅰ	不冻胀
		≤1.5	$1<\eta\leqslant 3.5$	Ⅱ	弱冻胀
	$19<\omega\leqslant 22$	>1.5			
		≤1.5	$3.5<\eta\leqslant 6$	Ⅲ	冻胀
	$22<\omega\leqslant 26$	>1.5			
		≤1.5	$6<\eta\leqslant 12$	Ⅳ	强冻胀
	$26<\omega\leqslant 30$	>1.5			
		≤1.5	$\eta>12$	Ⅴ	特强冻胀
	$\omega>30$	不考虑			

续表 3.2.1

土的名称及代号	冻前天然含水量 ω（%）	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 η（%）	冻胀等级	冻胀类别
粘性土	$\omega \leqslant \omega_p+2$	>2.0	$\eta \leqslant 1$	Ⅰ	不冻胀
		$\leqslant 2.0$	$1<\eta \leqslant 3.5$	Ⅱ	弱冻胀
	$\omega_p+2<\omega \leqslant \omega_p+5$	>2.0			
		$\leqslant 2.0$	$3.5<\eta \leqslant 6$	Ⅲ	冻胀
	$\omega_p+5<\omega \leqslant \omega_p+9$	>2.0			
		$\leqslant 2.0$	$9<\eta \leqslant 12$	Ⅳ	强冻胀
	$\omega_p+9<\omega \leqslant \omega_p+15$	>2.0			
		$\leqslant 2.0$	$\eta>12$	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盐渍化冻土水在表列；

③塑性指数大于 22 时，冻胀性降低一级；

④<0.005mm 粒径含量>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类别判定。

3.2.2 多年冻土的融化下沉性，根据土的融化下沉系数 δ_0 的大小．按表 3.2.2 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 按下式计算：

$$\delta_0=\frac{h_1-h_2}{h_1}=\frac{e_1-e_2}{1+e_1}\times 100(\%) \qquad (3.2.2)$$

式中 h_1、e_1——分别为冻土试样融化前的高度（mm）和孔隙比；

h_2、e_2——分别为冻土试样融化后的高度（mm）和孔隙比。

工程建设标准全文信息系统

多年冻土的融沉性分级　　表 3.2.2

土的名称	总含水量 ω（%）	平均融沉系数 δ_0	融沉等级	融沉类别
碎(卵)石，砾、粗、中砂(粒径＜0.074mm、含量＜15%)	$\omega<10$	$\delta_0\leqslant1$	Ⅰ	不融沉
	$\omega\geqslant10$	$1<\delta_0\leqslant3$	Ⅱ	弱融沉
碎(卵)石，砾、粗、中砂(粒径＜0.074mm、含量＞15%)	$\omega<12$	$\delta_0\leqslant1$	Ⅰ	不融沉
	$12\leqslant\omega<15$	$1<\delta_0\leqslant3$	Ⅱ	弱融沉
	$15\leqslant\omega<25$	$3<\delta_0\leqslant10$	Ⅲ	融沉
	$\omega\geqslant25$	$10<\delta_0\leqslant25$	Ⅳ	强融沉
粉、细砂	$\omega<14$	$\delta_0\leqslant1$	Ⅰ	不融沉
	$14\leqslant\omega<18$	$1<\delta_0\leqslant3$	Ⅱ	弱融沉
	$18\leqslant\omega<28$	$3<\delta_0\leqslant10$	Ⅲ	融沉
	$\omega>28$	$10<\delta_0\leqslant25$	Ⅳ	强融沉
粉土	$\omega<17$	$\delta_0\leqslant1$	Ⅰ	不融沉
	$17\leqslant\omega<21$	$1<\delta_0\leqslant3$	Ⅱ	弱融沉
	$21\leqslant\omega<32$	$3<\delta_0\leqslant10$	Ⅲ	融沉
	$\omega\geqslant32$	$10<\delta_0\leqslant25$	Ⅳ	强融沉
粘性土	$\omega<\omega_p$	$\delta_0\leqslant1$	Ⅰ	不融沉
	$\omega_p\leqslant\omega<\omega_p+4$	$1<\delta_0\leqslant3$	Ⅱ	弱融沉
	$\omega_p+4\leqslant\omega<\omega+15$	$3<\delta_0\leqslant10$	Ⅲ	融沉
	$\omega_p+15\leqslant\omega<\omega_p+35$	$10<\delta_0\leqslant25$	Ⅳ	强融沉
含土冰层	$\omega\geqslant\omega_p+35$	$\delta_0>25$	Ⅴ	融陷

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、高塑性粘土不在表列；
③塑限含水 ω_p。

工程建设标准全文信息系统

4 冻土工程地质勘察基本要求

4.1 一般规定

4.1.1 冻土工程地质勘察应包括冻土工程地质调查与测绘、勘探、冻土取样、室内试验和原位测试、定位观测以及冻土工程地质条件评价及其预报。

4.1.2 冻土工程地质勘察应按下列要求确定工作内容：

4.1.2.1 了解与搜集工程建设项目的规模及建筑的类别、地基基础设计、施工的特殊要求及设计参数。

4.1.2.2 搜集、整理与分析有关勘察报告，航、卫片及室内外试验结果、科学研究文献报告。根据冻土的非均质性及随时间、人为活动的可能变化，有针对性地确定勘察方法和合理的工作量。

4.1.2.3 通过踏勘、调查、搜集资料及测绘，初步了解建筑场地冻土工程地质条件的复杂程度，主要的冻土工程地质问题。

4.1.2.4 应用搜集或勘察的资料，加上工程经验的判断和分析，对勘察的冻土工程地质条件和问题作出评价，对设计、施工、防治处理及环境保护方案提出建议，并对建筑后的冻土工程地质条件变化作出预报。

4.1.3 根据建(构)筑物的重要性，对地基不均匀沉降的允许限度以及地基损坏造成建筑物破坏后果(危及人的生命、造成经济损失和社会影响及修复的可能性等)的严重性，按有关规范进行工程安全等级的划分。

4.1.4 冻土地区建筑场地的复杂程度应按下列条件划分：

4.1.4.1 符合下列条件之一者为复杂场地：

(1)岩土种类多，性质变化大，厚层地下冰发育，对工程影响大，需特殊处理。

工程建设标准全文信息系统

(2)冻土工程类型属含土冰层或饱冰冻土地带,冻土温度≥—1.0℃,且变化大。

(3)冻土现象强烈发育,冻土生态环境遭受严重破坏。

4.1.4.2 符合下列条件之一者为一般场地:

(1)岩土种类较多,性质变化较大,地下冰较发育,对工程有不良影响。

(2)冻土工程类型属富冰冻土地带,冻土温度为—1.0～—2.0℃,且变化较大。

(3)冻土现象一般发育,冻土生态环境遭受破坏。

4.1.4.3 符合下列条件之一者为简单场地:

(1)岩土种类单一,性质变化不大,地下冰不发育,对基础无影响。

(2)冻土工程类型属少冰冻土或多冰冻土地带,冻土温度≤—2.0℃,且变化不大。

(3)冻土现象不发育,无冻土生态环境问题。

4.1.5 冻土工程地质勘察宜分阶段进行,勘察阶段应与设计阶段相适应,一般可分为可行性研究(选址,规划),初步勘察与详细勘察,必要时可进行施工勘察。

4.1.6 勘察点、线、网的布置应符合下列要求:

4.1.6.1 勘探线应垂直地貌单元边界线,地质构造线,地层界线和冻土工程地质分区界线。

4.1.6.2 按勘探线布置勘探点时,应在每个地貌单元和地貌交接部位布置勘探点,同时在微地貌、地层、冻土现象发育及冻土条件变化较大地段予以加密。

4.1.6.3 考虑工作需要获得各种地质地貌景观范围内冻土的分布、冻土构造、含冰量和物理力学及热学性质的资料。

4.1.6.4 地形平坦、冻土条件单一的地区,可按方格布置勘探点。

4.1.7 勘探孔可分为一般孔和控制孔。勘探线和勘探点间距应

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
根据场地和地基条件，以及建筑物的工程类型、安全等级和勘察阶段等决定。

4.1.8 冻土工程地质勘察应按勘察阶段要求进行原位测试，以获得设计所需要的基本参数，其试验方法可按附录 F、G、H 规定执行。当无实测资料时，可按附录 K 确定。

4.1.9 对于场地和地基条件复杂的重要构筑物必须设立定位观测点。观测项目包括多年冻土地温、地基土的冻胀与融沉特性，以及由于人为工程活动、自然条件变化等，可按第 8 至 12 章有关规定进行。

4.2 冻土工程地质勘察的任务

4.2.1 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：

4.2.1.1 查明多年冻土类型（按附录 A）、分布范围及其特征，及其他与地质—地理环境的相互关系。

4.2.1.2 查明季节融化层（当无实测资料时，可按附录 D 和 E 确定）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。

4.2.1.3 查明多年冻土层的物质成分、性质与含冰量、冻土组构类型（可按附录 C 进行鉴别）、地下冰层的厚度及分布特征。

4.2.1.4 查明多年冻土层年平均地温，地温年变化深度，当无实测资料时，可按附录 L 确定。

4.2.1.5 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。

4.2.1.6 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。

4.2.1.7 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。

4.2.1.8 查明多年冻土区的冻土现象类型、特征和发育规律及

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
其对工程建筑的影响与危害。

4.2.1.9 查明多年冻土条件与工程建筑，经济开发区的相互作用与制约关系。

4.2.1.10 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。

4.2.2 季节冻土区冻土工程地质勘察，根据工程要求应进行下列工作：

4.2.2.1 查明季节冻结层的厚度(无实测资料时，可按附录 **D** 确定)与特征，及其与地质—地理环境的相互关系。

4.2.2.2 查明季节冻结层的冻土含冰特征及其在垂直剖面上的分布和随空间的变化。

4.2.2.3 查明季节冻结层的物质成分与含水特征。

4.2.2.4 查明季节冻结层岩土的物理力学及热学性质，土的冻胀特性，给出设计参数。

4.2.2.5 查明地下水补给、径流、排泄条件及与地表水的关系、以及冻结前和冻结期间的变化情况。

4.2.2.6 查明场地冻土现象类型、成因、分布、对场地和地基稳定的影响及其发展趋势。

4.3 冻土工程地质区划原则

4.3.1 冻土工程地质区划应反映冻土工程地质条件，并根据不同建设项目的勘察阶段的相应要求，提出冻土工程地质评价。

4.3.2 冻土工程地质分区应根据场地的复杂程度分为三级，并相应地反映下列内容：

4.3.2.1 第一级分区反映下列内容：

(1)冻土分布区域、范围与厚度。

(2)多年冻土的年平均地温。

(3)地貌单元如分水岭、山坡、河谷等的冻土形成及存在条件。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

(4)冻结沉积物的成因类型。

(5)主要冻土现象等。

4.3.2.2 第二级分区应反映下列内容：

(1)在一级分区的基础上，除反映各冻土类型的地质、地貌、构造的基本条件外，还要阐明冻土的成分、冰包裹体的性质、分布及其所决定的冻土构造和埋藏条件。

(2)根据多年冻土的年平均地温(T_{cp})确定冻土地温带：

T_{cp}＜－2.0℃的为稳定带；

T_{cp}＝－1.0～－2.0℃的为基本稳定带；

T_{cp}＝－0.5～－1.0℃为不稳定带；

T_{cp}＞－0.5℃的为极不稳定带。

(3)多年冻土及融区的分布面积、厚度及其连续性。

(4)季节冻结层及其与下卧多年冻土层的衔接关系。

(5)表明各地带的冻土现象、年平均气温、地下水、雪盖及植被等基本特征。

4.3.2.3 第三级分区应反映下列内容：

(1)在二级分区的基础上，除反映冻土的工程地质条件及自然条件外，主要阐明各建筑地段冻土的含冰程度、物理力学和热学性质。

(2)按冻土工程地质条件及其物理力学参数，划出不同的冻土工程地质分区地段，并作出评价。

4.4 冻土工程地质及其环境评价

4.4.1 冻土工程地质及其环境评价应包括自然条件变化和各种工程活动影响下冻土工程地质条件的变化。

4.4.2 冻土工程地质条件评价应包括下列内容：

4.4.2.1 冻土类型及分布、成分、组构、性质、厚度评价。

4.4.2.2 冻土温度状况的变化，包括地表积雪、植被、水体、沼泽化、大气降水渗透作用、土的含水率、地形等影响引起的变化。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

4.4.2.3 季节冻结与季节融化深度的变化。

4.4.2.4 冻土物理力学和热学性质的变化。

4.4.2.5 冻土现象(过程)的动态变化。

4.4.3 调查工程建筑修建所引起的冻土现象及冻土工程地质条件变化的情况,并提出对冻土工程地质条件影响及其防治措施的建议。

4.4.4 对冻土工程地质环境变化的影响应按下列内容进行评价:

4.4.4.1 人类工程活动作用形式(施工准备工作及施工方式)。

4.4.4.2 自然条件的破坏情况。

4.4.4.3 冻土工程地质条件变化状况。

4.4.4.4 冻土现象类型及其变化特点。

4.4.4.5 工程建筑物在运营期间冻土工程地质条件的变化情况。

4.4.5 根据冻土工程地质条件及其环境的评价和预测,提出地基土的利用原则及其相应的保护和防治措施的建议。

4.5 冻土工程地质勘察报告

4.5.1 冻土工程地质勘察成果报告应在搜集、调查、测绘、勘探、测试资料的基础上进行整理、检查、分析、鉴定,确定无误后方可进行编制。

4.5.23 冻土工程地质勘察成果报告的内容,应根据任务要求、勘察阶段、冻土工程地质条件的复杂程度、工程特点及其安全等级情况,具体确定其详细程度。

4.5.3 冻土工程地质勘察成果报告应包括下列内容:

(1)勘察目的、要求和任务。

(2)拟建工程概述。

(3)勘察方法和勘察工作布置及工作量。

(4)场地地形、地貌、地层、地质构造、冻土特征及其工程地质条件和物理力学性质、水文地质条件、冻土现象的描述和评价。

工程建设标准全文信息系统

(5)地基冻胀性、融沉性、稳定性和适用性的评价。

(6)冻土试验参数的分析与选用。

(7)场地利用、整治及改造方案,建筑设计原则。

(8)工程施工和运营期间可能发生的冻土工程地质问题的预测、监控、预防措施的建议。

4.5.4 冻土工程地质勘察成果报告可附下列图件:

(1)勘探和试验点平面布置图。

(2)冻土工程地质平面图(包括冻土工程地质分区及冻土现象)。

(3)冻土工程地质柱状图(包括冻土工程地质综合柱状图)。

(4)冻土工程地质剖面图(纵、横剖面)。

(5)室内试验图表。

(6)原位测试及地温观测图表。

(7)冻土利用、整治、改造方案的有关图表。

(8)冻土工程计算简图及计算图表。

(9)其它有关资料(包括素描和照片)等。

4.5.5 除冻土工程地质勘察成果报告外,可根据任务要求,提交单项报告。

工程建设标准全文信息系统

5 冻土工程地质调查与测绘

5.1 一般规定

5.1.1 冻土工程地质调查与测绘宜结合勘察阶段进行，并应符合下列要求：

5.1.1.1 在可行性研究勘察阶段，除应收集航空相片和卫星相片的解释结果、区域地质、区域冻土以及地区性建设经验等资料外，必要时尚应进行现场踏勘。

5.1.1.2 在初步勘察阶段，对冻土工程地质条件较复杂的场地应进行冻土工程地质测绘。对地质条件简单的场地，可采用调查代替冻土工程地质测绘。

5.1.1.3 在详细勘察阶段，应在初步勘察工作的基础上，对某些专门性的冻土工程地质问题进行补充。

5.1.2 冻土工程地质调查与测绘的范围以及测绘的比例尺，宜符合下列要求：

5.1.2.1 公路、铁路、架空线路和管道工程的调查与测绘宽度，一般地段不应少于线路中心线两侧各 100m，复杂地段可根据需要预以扩大范围。

5.1.2.2 水利水电工程和工业与民用建筑工程的调查与测绘范围，应包括建筑场地及其附近对工程安全有影响的地段。

5.1.2.3 测绘所用地形图的比例尺，宜结合勘察阶段选用。对冻土工程地质条件较复杂的场地和对工程安全影响较严重的冻土现象，比例尺可适当放大。

5.1.3 冻土工程地质调查与测绘，应包括下列主要内容：

5.1.3.1 查明地貌形态特征、分布情况和成因类型并划分地貌单元；查明地貌与第四纪地质、岩性、构造、地表水以及地下水等与

工程建设标准全文信息系统

冻土现象的关系。

5.1.3.2 冻土的分布、埋藏、成分、结构、地下冰类型及其与各种自然条件的关系。

5.1.3.3 季节冻结与季节融化层土的成分、含水率和含冰量以及最大冻结与融化深度。

5.1.3.4 多年冻土的年平均地温、地表温度较差和冻层下卧岩土的温度变化动态。

5.1.3.5 冻土现象的形成、分布、形态、规模和发育程度。

5.1.3.6 建筑物在施工和使用期间，由于气候与人为因素对建筑场地冻土工程地质条件影响的预测。

5.1.4 冻土工程地质调查与测绘，可提出下列成果资料：

(1)调查与测绘说明书。

(2)冻土工程地质测绘实际材料图。

(3)综合冻土工程地质图或分区图。

(4)综合地质柱状图及冻土工程地质剖面图。

(5)各种素描图和照片等资料。

5.2 冻土现象调查与测绘

5.2.1 多年冻土区对工程建筑有影响的主要冻土现象包括：

冻胀丘、冰椎、地下冰、融冻泥流、热融滑塌、热融湖塘、热融洼地、冻土沼泽等。在进行勘察时，应结合工程类型，有针对性地开展工作。

5.2.2 冻土现象的调查与测绘应结合工程勘察阶段进行。根据其测绘精度要求和地质条件的复杂程度选用目测法、半仪器法和仪器法定位。

5.2.3 根据各勘察阶段的内容和要求，冻土现象的调查与测绘应提出下列资料：

(1)调查与测绘说明书。

(2)工程地质图及剖面图。

工程建设标准全文信息系统

(3)勘探、观测与试验资料等。

5.2.4 冰椎与冻胀丘调查与测绘。

5.2.4.1 勘察中应注意区分季节性和多年性冰椎与冻胀丘。遇下列情况时,应按冰椎与冻胀丘地段进行工作:

(1)泉水出露的斜坡地段。

(2)存在较大范围的土丘或鼓丘痕迹地带。

(3)有冰椎及冻胀丘活动纪录的地点。

5.2.4.2 冰椎与冻胀丘的勘察,应包括下列内容:

(1)查明冰椎与冻胀丘分布区的气温、季节冻结与季节融化深度、多年冻土特征及地温状况。

(2)查明冰椎与冻胀丘的成因、类型、规模、发育状况和变化规律。爆炸性充水鼓丘爆炸威力和影响范围。

(3)查明冰椎与冻胀丘分布区地形、地貌、植被、地层岩性、地质构造及水源补给条件。

(4)查明冰椎与冻胀丘分布区的人类活动状况。

5.2.4.3 调查与测绘范围应包括冰椎与冻胀丘分布区及对其有明显影响的地段。

5.2.4.4 冰椎与冻胀丘勘察宜在其发育期(1～3 月)进行,采取钻探与物探相结合方法。勘探点及剖面布置以能查明该段地质构造、水文地质条件为原则。勘探孔的深度一般应大于季节冻结深度或多年冻土上限以下 1.0～2.0m。

5.2.4.5 根据工程需要采取代表性土样、水样进行有关试验。

5.2.5 当冻土中冰层厚度大于 0.3m 或间隔 2～3cm 冰层累计厚度＞0.3m 时,应按厚层地下冰进行勘察。

5.2.5.1 厚层地下冰勘察,应包括下列内容:

(1)查明分布区的气候、地形、地貌、植被和水文地质条件。

(2)查明地下冰的成因、类型及其发育状况。

(3)查明地下冰的围岩性质及其与冻土特征、地温及厚度的关系。

工程建设标准全文信息系统

(4)查明分布区的水文地质特征。

(5)查明分布区的人类活动状况。

5.2.5.2 勘察范围应包括其分布区及其有影响的围岩地带。勘探宜采用坑探、钻探与物探结合进行,勘探点及剖面布置以能查明地下冰的厚度和分布为原则。勘探孔应进行测温。

5.2.6 多年冻土区遇下列情况时,应按融冻泥流与热融滑塌地段开展工作:

(1)斜坡地表存在有蠕动或滑动痕迹的地带。

(2)斜坡坡度大于 5°的厚层地下冰发育,且地表有破坏的地段。

(3)地表面破坏前缘有泉水、湿地或泥流的地段。

(4)有产生融冻泥流及热融滑塌的纪录。

5.2.6.1 融冻泥流或热融滑塌勘察,应包括下列内容:

(1)查明分布区的地形、地貌特征,土的性质、颗粒成分及其含水率。

(2)查明分布区的季节融化深度、地下冰、多年冻土分布特征。

(3)查明分布区山坡倾斜度(坡度)、地表排泄条件和土的渗透性。

(4)查明分布区土的冻胀性与融滑后的流动性。

(5)查明分布区人为活动对其植被和地面的破坏状况及融冻泥流或热融滑塌的形成原因。

5.2.6.2 勘察范围应包括滑动发育范围及两侧一定宽度,必要时可扩大到滑体堆积区。宜采用钻探、坑探、物探相结合的勘探方法,钻孔深度应超过滑动面以下 1.0～2.0m。

5.2.6.3 按需要采取试样进行颗粒成分、含水率等有关分析。

5.2.7 多年冻土区遇有下列情况时,应按热融湖塘与热融洼地勘察:

(1)湖状积水洼地。

(2)地表破坏的厚层地下冰地段。

工程建设标准全文信息系统

(3)干枯湖形凹地。

5.2.7.1 热融湖塘与热融洼地勘察,应包括下列内容:

(1)查明分布区的气候、地形、地貌、地表覆盖物及地表水与地下水变化情况。

(2)查明分布区的季节融化深度,多年冻土类型、厚度、地温及地下冰的分布规律。

(3)查明分布区的范围,湖内水位及其排泄和聚集条件,与地表水、地下水的联系。

(4)查明分布区的人为活动对地表植被的破坏情况及热融湖塘与热融洼地的成因。

(5)热融湖塘与热融洼地的发展趋势及其对工程的影响和评价。

5.2.7.2 勘察的范围,应包括分布区及其可能扩大的周围地段。以钻探配合物探。钻孔深度应超过地温年变化深度 1～2m,且应进行测温。

5.2.8 多年冻土区,遇有遭受地表水、地下水影响,出现地表潮湿、富水、植被生长较茂密、分布有较大厚度的泥炭层的沟谷、溪流、山前斜坡或山间洼地等情况时,应按冻土沼泽开展勘察。

5.2.8.1 冻土沼泽勘察,应包括下列内容:

(1)查明分布范围的气象、地形地貌特征、植被及水文地质条件。

(2)查明分布区的地层岩性、多年冻土特征、地温及季节融化深度。

(3)查明冻土沼泽的成因类型、基底软弱层或泥炭层厚度及发育状况,地表排水条件等。

(4)分析冻土沼泽基底发生融沉和变形的可能性,提出防治措施的建议。

5.2.8.2 勘察范围,应视不同工程需要确定:线路两侧各 100～200m;站场周围不少于 200m。控制孔深度应超过年平均地温

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
变化深度，一般钻孔应超过多年冻土上限以下1.0～2.0m，并测试地温。

5.2.8.3 根据工程需要，采取土样进行有关试验。

工程建设标准全文信息系统

6 冻土工程地质勘探与取样

6.1 一般规定

6.1.1 为查明场地冻土工程地质条件，采取冻土试样或进行原位测试时，应按勘察任务要求和冻土特性，选用钻探、坑探、槽探和地球物理勘探等方法。

6.1.2 冻土工程地质勘探工作，应充分结合工程特点、交通条件、机具设备和勘探对自然环境的影响等因素，选择在适宜的气候条件下进行。

6.1.3 勘探点的布置应在冻土工程地质调查与测绘、遥感判释和地球物理勘探等项工作的基础上研究确定。

6.1.4 勘探工作量的确定，可根据勘察阶段，按本规范有关章节规定执行。

6.2 钻 探

6.2.1 根据冻土层类别选择钻探方法时，应符合下列要求：

6.2.1.1 当冻土为第四系松散地层时，宜采取低速干钻方法。回次钻探时间不宜过长，一般以进尺 **0.20～0.50m** 为宜。

6.2.1.2 对于高含冰量的冻结粘性土层，应采取快速干钻方法。回次进尺不宜大于 **0.80m**。

6.2.1.3 对于冻结的碎块石和基岩，在钻探时，可采用低温冲洗液钻进方法。

6.2.2 冻土钻探的成孔口径，应符合下列规定：

6.2.2.1 冻土钻探的开孔直径不应小于 130mm；终孔直径不应小于 91mm（一般 110mm 为宜）。

6.2.2.2 对于取不出完整冻结土样的岩土，可按常规钻探的有

关规定执行。

6.2.3 根据冻土工程地质环境变化特点，冻土钻探工作应符合下列要求：

6.2.3.1 为了保持冻土层中钻孔孔壁稳定，应设置护孔管及套管封水或其他止水措施，防止地表水和地下水流入孔内。

6.2.3.2 为取得土的最大冻结与融化深度资料，应在地表开始融化或冻结之前的适宜季节进行钻探。

6.2.3.3 在钻探和测温期间，应减少对场地地表植被的破坏。已破坏的要在任务完成后，恢复植被的天然状态。

6.2.3.4 对需要保留的观测孔和测温孔，应按勘察阶段要求处理，否则应及时回填。

6.2.4 钻探记录和编录应符合下列要求：

6.2.4.1 野外钻探记录必须及时，认真的按钻进回次逐段填写清楚。

6.2.4.2 对冻土的描述和定名可按本规范附录 B 进行。

6.2.4.3 钻探成果可用钻孔柱状图表示。冻结岩、土芯样可拍彩照并按要求纳入勘察成果资料。

6.3 坑探、槽探

6.3.1 当使用钻探方法不能准确的查明冻土工程地质情况时，冻土的浅部土层勘探，可用下列方法进行：

6.3.1.1 冻土浅部土层的勘探，可采用坑探、槽探和小螺旋钻等方法。在无人烟的冻土地区进行坑、槽探时，亦可采用爆破法。但是，勘探工作完成后必须按原来状况回填，以恢复地表自然状态。

6.3.1.2 对于泥炭沼泽或粘性土中的厚层地下冰地段，可采用钎探和小螺旋钻进行勘探，取得季节融化深度资料。

6.3.1.3 各地貌单元分界线处的季节融化深度和地层变化情况，可采用坑、槽探方法完成。

6.3.2 探坑和探槽的深度、长度和断面尺寸，应按勘探要求确定。

工程建设标准全文信息系统

但是，探坑、探槽的开挖必须根据深度和冻土融化情况，采取加固措施以保证安全。

6.3.3 对坑探、槽探除应作好岩性描述记录外，坑探应提交展开图，槽探应提交槽壁纵断面图等图件。

6.4 地球物理勘探

6.4.1 在冻土工程地质勘察中，下列任务宜选用地球物理勘探方法：

6.4.1.1 配合冻土工程地质测绘，初步了解冻土分布特征和各种冻土现象，为经济合理确定钻探方案提供依据。

6.4.1.2 作为勘探工程的辅助手段，物探应紧密地配合钻探工作，以缩短勘探周期，提高勘探工作质量。

6.4.2 冻土地区地球物理勘探应包括下列内容：

6.4.2.1 冻土的类型及其分布特征。

6.4.2.2 季节融化层深度及多年冻土的下限。

6.4.2.3 厚层地下冰的类型及分布特征。

6.4.2.4 多年冻土地区地下水类型及其赋存条件与变化规律。

6.4.2.5 多年冻土的波速、动弹性模量。

6.4.3 冻土地区地球物理勘探方法应根据冻土的物理特性和场地条件，通过试验研究进行选择或采用综合物探方法。

6.4.4 场地条件对物探工作的适宜性，可按下列因素判定：

6.4.4.1 冻土体的埋藏条件及其与周围介质的物理性质的差异(如电阻率上的明显差异等)。

6.4.4.2 地表起伏程度，地表层土冻融的不均匀性及影响物探工作的地面障碍物。

6.4.4.3 场地附近有无对冻土物探工作造成的干扰因素(如高压线、地下金属管道等)。

6.4.5 物探时应取得场地的冻土物探参数，当资料缺乏时还应实测其物探参数。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

6.4.6 进行物探成果判释时，应考虑不同地质因素引起的物理现象异常的多解性。区分有用信息和干扰信号，进行综合判释，必要时利用钻探资料进行验证。

6.5 冻土取样与运送

6.5.1 根据冻土试验目的和要求，冻土取样可按表 6.5.1 分为三级。

冻土试样等级划分　　表 **6.5.1**

级别	冻融及扰动程度	试验内容
Ⅰ	保持天然冻结状态	土类定名、冻土物理、力学性质试验
Ⅱ	保持天然含水率并允许融化	土类定名、含水量、土颗粒密度
Ⅲ	不受冻融影响并已扰动	土类定名、土颗粒密度

6.5.2 冻土取样方法和要求，可按下列规定进行：

6.5.2.1 测定冻土基本物理指标用土样，应由地表以下 0.5m 开始逐层采取。当土层＜1.0m 时，必须取一个样，土层＞1.0m 时，必须每米取样一个，含冰量变化大时应加取。

6.5.2.2 测定冻土热学及力学指标时，冻土取样应按工程需要采取或与 6.5.2.1 款采取的土样合用。

6.5.2.3 为保证试样质量，不得从爆破的碎土块中取样，应从探坑或探槽壁上按 6.5.2.1 款要求进行。

6.5.3 根据土样等级，运送土样时，应符合下列要求：

6.5.3.1 对于保持冻结状态的土样，宜就近进行试验。如无现场试验条件时，应尽量缩短时间，在保持土样冻结状态条件下运送。

6.5.3.2 保持天然含水率并允许融化的土样，应在取样后立即进行妥善密封、编号和称重并在运输过程中避免振动。对于融化后易振动液化和水分离析的土样，宜在现场进行试验。

6.5.3.3 不受冻结和融化影响的扰动土样，其运送和试验要求，应按国标《岩土工程勘察规范》GB 50021—94 有关规定执行。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

7 冻土试验与观测

7.1 一般规定

7.1.1 冻土试验应包括室内试验和原位现场测试。冻土观测则应包括建筑物施工和运营期间地基基础和上部建筑可能变化的监测。

7.1.2 冻土试验和观测的目的为确定建筑物地基的冻土物理、热学和力学性质及其变化，为建筑场地的选择、建(构)筑物的布局、地基基础计算和工程措施的选择、周围地质环境恢复与保护措施的提出以及建筑物施工及运营期间可能变化的预报，提供定量依据。

7.1.3 土在冻结状态下各种性能的测试方法、仪器设备和操作步骤应遵循现行国家有关规范规定，如其规定与本规范条文有不同之处，按本规范执行。土在融化状态下各种性能的测试方法、仪器设备和操作步骤应遵循《土工试验方法标准》GB/T 50123—1999 有关规定。

7.1.4 无统一试验标准的特种试验项目，在提出试验数据时，应同时说明试验方法、仪器和测试步骤。

7.2 室内试验

7.2.1 冻土室内试验应包括下列内容：

7.2.1.1 冻土物理性质试验：

(1)粒度成分。

(2)总含水率。

(3)液限、塑限。

(4)比重。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

(5)天然密度。

(6)含冰量或未冻水含量。

(7)盐渍度。

(8)有机质含量。

7.2.1.2 冻土热学性质试验：

(1)土的骨架比热。

(2)土在冻结和融化状态下的导热系数。

7.2.1.3 冻土中水化学性质试验：

土壤水和地下水的化学成分。

7.2.1.4 冻土力学性质试验：

(1)冻胀力。

(2)土的冻结强度。

(3)抗剪强度。

(4)抗压强度。

(5)冻胀性。

(6)冻土的融化下沉系数和融化后体积压缩系数。

7.2.2 冻土试验的项目，根据各工种在不同勘察阶段的实际需要可按表 **7.2.2** 选定。

冻土室内分析测试项目选择表　　表 **7.2.2**

测试项目	设计前期勘察		设计阶段勘察		施工图阶段勘察	
	土　类					
	粗粒土	细粒土	粗粒土	细粒土	粗粒土	细粒土
1. 粒度成分	+	+	+	+	+	+
2. 总含水量	+	+	+	+	+	+
3. 液、塑限	−	+	−	+	−	+
4. 矿物颗粒比重	+	+	+	+	+	+
5. 天然密度	+	+	+	+	+	+
6. 未冻水含量	−	−	C	C	+	+

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

续表 7.2.2

测试项目	设计前期勘察		设计阶段勘察		施工图阶段勘察	
	土　类					
	粗粒土	细粒土	粗粒土	细粒土	粗粒土	细粒土
7. 盐渍度	—	+	—	+	+	+
8. 有机质含量	+	+	+	+	+	+
9. 矿物颗粒比热	C	C	C	C	+	+
10. 导热系数	C	C	C	C	+	+
11. 起始冻结温度	+	+	+	+	+	+
12. 冻胀性	—	—	+	+	+	+
13. 渗透系数	—	—	+	+	+	+
14. 地下水化学成分	—	—	+	—	+	—
15. 切向冻胀力	C	C	C	C	+,C	+,C
16. 水平冻胀力	C	C	C	C	+,C	+,C
17. 抗压强度	C	C	C	C	+,C	+,C
18. 抗剪强度	C	C	C	C	+,C	+,C
19. 融化系数，融化后体积压缩系数	C	C	C	C	+,C	+,C

注：+——测定；———不测定；C——查表确定。

7.2.3　冻土室内单轴压缩试验应满足下列要求：

7.2.3.1　施加的应变速率：采用 0.1%/分和 1.0%/分(0.0017%/秒和 0.017%/秒)恒应变速率。如果只用一种试验速率，应采用 1.0%/分(0.017%/秒)。

7.2.3.2　蠕变试验的加荷，可按表 7.2.3 给出的四种恒载荷进行，连续试验直到出现破坏，或到试样应变达 20%；在低应力情况下进行蠕变试验，要直到应变速率接近于零。

工程建设标准全文信息系统

蠕变试验的恒载荷量　　表 7.2.3

试验号	1	2	3	4
应力水平	0.7q	0.5q	0.3q	0.1q

注：q为以1%/分的恒应变速率(按试样初始高度计)进行单轴压缩试验确定的压缩强度。

7.2.3.3　试验温度：非盐渍化冻土试样的试验温度为－2℃、－5℃和－10℃。－2℃不适用于盐渍化冻土，应采用－5℃或更低的温度。土的试验温度低于－2℃时，温度的变化要小于±0.2℃；土的试验温度等于或高于－2℃时，温度变化小于±0.1℃。

7.2.3.4　试样的形状和大小：试样为正圆柱体，高径比≥2，试样的最小直径至少应力试样中最大颗粒尺寸的10倍。

7.2.3.5　试样的端部条件：冻土无侧限压缩试验要用润滑载板，并在试验方法中对载板润滑方法及尺寸予以说明。用附设在试样上的应变仪测量轴向应变，以消除载板形变影响。蠕变试验也应采用这种载板。

7.2.3.6　试验系统的刚度：试验系统刚度与试样刚度比≥5，可直接在试样上测变形量。

7.2.3.7　试验结束后，提交试验报告时应说明下列各点：

(1)土的描述：

1)土的分类：①未冻土的符号和描述；②冻土的符号和描述。

2)颗粒成分。

3)液、塑限。

4)土的物理性质：①冻土的含冰量；②非冻土的含水率；③土的干密度；④土颗粒的比重；⑤饱和度；⑥盐渍度。

(2)试样制备：

1)原状冻土样：①试样的尺寸(直径和长度)；②天然密度。

2)重塑土样：①压实的方法；②饱水方法(真空法、重力法或其他)；③饱水时所用的水(蒸馏水或其他)；④冻结条件(单向或多向

工程建设标准全文信息系统
冻结、冻结过程有无水分补给、冻结方法)。

(3)试验条件:

1)试验温度;①平均试验温度;②温度波动;③温度过程。

2)试样的端部条件:①端帽的类型(润滑或不润滑、端帽的材料和尺寸);②试样端部修整平直情况。

3)加载条件:①加载设备(刚度、加载设备和端帽的柔量校正);②外加恒应变速率(应力、应变曲线、最大应力及其对应的应变、最大应力时的应变速率);③蠕变试验(所用的应力水平、蠕变曲线、达到最大应力水平的时间周期)。

7.2.4 在不宜进行实测的情况下,土的热学、强度和变形特性可根据土的物理特性按本规范附录K取值。

7.3 原位测试

7.3.1 原位测试是在原位或基本原位状态和原位应力条件下,对冻土地基与基础共同作用特性的测试。它应与室内试验、模型试验配合使用。

7.3.2 下列情况应进行原位测试:

7.3.2.1 当原位测试比较简单,而室内试验条件与工程实际相差较大时。

7.3.2.2 当基础的受力状态比较复杂,计算不准确而又无成熟经验,或整体基础的原位真型试验比较简单。

7.3.2.3 重要工程必须进行必要的原位试验。

7.3.3 原位测试应包括下列内容:

7.3.3.1 地温与地温场、地下水位、多年冻土上限深度、季节冻结深度、季节冻土层的分层冻胀以及冻融过程等。

7.3.3.2 载荷试验、桩基静载试验、波速试验、融化压缩试验以及冻胀力试验等。

7.3.4 进行原位测验时应注意尽量与工程实际的环境条件、受力过程、温度状态和施工情况一致。在多年冻土地基中试验应随时

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
监测地基温度场，在季节冻土地基中应注意水分场的一致性。

7.3.5 原位模型试验结果可直接用于实际工程的设计中，但对小尺寸、短时间的试验结果应考虑边界条件的不同、尺寸与时间效应因素以及冻土流变特性等的修正。

7.3.6 关于原位测试要点，见附录F、G、H。

7.4 定位观测

7.4.1 冻土区的建筑场地、重要工程以及建筑面积较大的高温车间等，从勘察工作开始就应设置定位观测站。

7.4.2 定位观测站应包括下列观测内容和要求：

7.4.2.1 气温、冻土地温（要有一定数量的孔深达到地温年变化深度）、冻土上限、季节冻结深度、地下水位、融化下沉以及冻胀量等。

7.4.2.2 建筑物建成后需验证的设计方案和施工措施。

7.4.2.3 已建建筑物下的冻土地基及建筑场区内在人为活动影响下冻土条件变化情况。

7.4.2.4 建筑物地基周围及其整个建筑场区地温场的变化特点与稳定状态。

7.4.2.5 所采用各种防止冻胀，消除融沉措施的适用性及效果。

7.4.3 定位观测报告应分别存入勘察、设计与建设单位的档案中。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

8 工业与民用建筑冻土工程地质勘察

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于冻土地区工业与民用建(构)筑物的冻土工程地质勘察。

8.1.2 勘察阶段的划分,应与设计阶段相适应,宜分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段。可行性研究勘察应符合确定场地方案的要求;初步勘察应符合初步设计或扩大初步设计的要求;详细勘察应符合施工图设计要求。

当冻土工程地质条件复杂或有特殊施工要求的重要工程,尚应进行施工勘察;对冻土工程地质条件较简单的场区,在已有较充分的冻土资料或建筑经验的条件下,可简化勘察阶段。

8.1.3 冻土工程地质勘察应包括下列主要工作:

8.1.3.1 收集和研究场地及邻近地段勘察资料和建筑经验。

8.1.3.2 查明场地和地基的稳定性、冻土的分布规律、冻土构造特征、冻土现象及发育程度和地下水埋藏条件等。

8.1.3.3 提供满足设计、施工所需的物理、热学与力学等冻土技术参数。

8.1.3.4 提出冻土地基设计原则和基础设计方案的建议,预测建筑物施工和运营后对环境的影响。

8.2 可行性研究勘察

8.2.1 可行性研究勘察,除应对拟选场址的稳定性和适宜性进行技术经济论证外,尚应进行下列工作:

8.2.1.1 准备工作:搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产和附近地区的工程地质资料以及当地的建筑经验。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

8.2.1.2 通过踏勘，了解场地地貌、构造、冻土特征、岩土性质、冻土现象及地下水情况。

8.2.1.3 对冻土工程地质条件较复杂的场地，当已有资料和踏勘不能满足要求时，应进行工程地质测绘及必要的勘探和测试工作。

8.2.2 选择场址时宜避开下列地段：

(1)冻土现象发育及其对场地有直接危害或潜在威胁的地段。

(2)地基土为融沉或强融沉的不稳定地段。

8.2.3 选择场址勘察阶段报告的内容，应重点阐明场地稳定性和适宜性问题，根据搜集的资料和必要的勘察工作，对各场地地形地貌、地质构造、冻土现象、地层和地下水条件等基本概况进行综合评价，提出设计方案比选意见和建议。

8.2.4 选择场址勘察应提出以下图件：

(1)不同方案勘探点平面布置图。

(2)不同方案场地冻土区划图，比例尺 1∶5000～1∶10000。

(3)冻土工程地质剖面图。

(4)地质柱状图或综合地质柱状图。

(5)原位测试及室内试验图表。

8.3 初 步 勘 察

8.3.1 初步勘察应对场地内建筑地段的稳定性作出评价，并为确定建筑总平面布置、冻土地基的利用原则、基础方案及冻土现象的防治措施进行论证。以及建筑场地地质环境保护与恢复措施提出建议。

8.3.2 初步勘察前应搜集下列资料：

(1)选址阶段的勘察资料。

(2)建筑区范围内地形资料。

(3)建筑区工程的性质及规模等。

8.3.3 初步勘察阶段，应进行下列工作：

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

8.3.3.1 初步查明冻土的分布规律，以及冻土现象的类型、成因和对场地稳定性的影响程度，并提出在建筑物使用期间冻土工程地质条件可能发生的变化。

8.3.3.2 查明地下水埋藏条件及其对工程建筑的影响。

8.3.3.3 对抗震设防烈度等于或大于 7 度的建筑场地，应判明场地的地震效应。

8.3.3.4 查明构造地质、环境地质对建筑场地的影响。

8.3.4 初步勘察阶段，勘探线、点、网的布置应符合下列要求：

8.3.4.1 勘探线应垂直地貌单元边界线、地质构造线及地层界线。

8.3.4.2 勘探点的布置应考虑每个地貌单元类型的地貌交接部位，在微地貌或冻土现象发育地段应适当增加勘探点的数量。

8.3.4.3 在同一地貌单元，地形平坦、冻土工程性质较均一、分布面积较大的场地，勘探点可按方格网布置。

8.3.4.4 勘探线、勘探点间距可根据建筑场地的复杂程度按表 8.3.4 确定。

勘探线、点间距(m)　　表 **8.3.4**

间　距 建筑场地类别	线距	点距
一级(复杂场地)	50～75	20～40
二级(一般场地)	75～150	40～60
三级(简单场地)	150～200	60～100

8.3.5 初步勘察勘探孔分一般孔和控制孔两种，其深度可根据建筑场地的复杂程度按表 8.3.5 确定。

工程建设标准全文信息系统

勘探孔深度(m)　　表 8.3.5

勘探孔类别 / 建筑场地类别	一般性勘探孔	控制性勘探孔
一级(复杂场地)	>15	>30
二级(一般场地)	10～15	15～30
三级(简单场地)	8～10	10～15

注:①勘探孔包括钻孔、原位测试孔及探井等;

②控制性勘探孔一般占勘探孔总数的 1/5～1/3,每个地貌单元或每个主要建筑地段必须有控制性勘探孔。

8.3.6　当遇下列情况之一时,应适当增减勘探孔深度:

8.3.6.1　在预定深度内遇基岩,除控制性勘探孔应钻入基岩适当深度外,其他勘探孔到基岩即可。

8.3.6.2　在预定深度内为少冰冻土,除控制性钻孔钻入预定深度外,其他钻孔可适当减少钻入深度。

8.3.6.3　在预定深度内遇到饱冰冻土、含土冰层或纯冰层时,可适当加深或予以钻穿。

8.3.7　初步勘探取土试样和原位测试工作应符合下列要求:

初步勘察取土样和进行原位测试的勘探孔,在平面上应均匀分布,数量一般占勘探孔总数的 1/4～1/2;取土样和原位测试的竖向间距,应按地层的特点和冻土的均匀程度确定。各土层一般均需取样和取得测试数据;在不同地貌单元应设置地温观测孔,观测孔的深度应大于地温年变化深度。

8.3.8　初步勘察时应进行下列水文地质工作:

8.3.8.1　初步查明冻土区地下水类型;冻结层上水、冻结层间水和冻结层下水的贮存形式、埋藏条件、相互关系及其对工程建筑

工程建设标准全文信息系统
的影响。

8.3.8.2 当地下水有可能浸没或浸湿基础时，应取水样进行对建筑材料的浸蚀性分析，一般地区取样地点不宜少于两处。

8.3.9 初步勘察报告应包括下列内容：

8.3.9.1 工程性质、任务要求及勘察工作情况。

8.3.9.2 场地位置、地形地貌、地层、地质条件、冻土分布规律、地下水埋藏条件等。

8.3.9.3 场地的稳定性、冻土现象、地震基本烈度及建筑的适宜性评价。

8.3.9.4 冻土物理、热学与力学参数的分析与选用。

8.3.9.5 对冻土地基的利用原则、基础形式的确定和冻土现象的防治等方面进行论证。

8.3.10 初步勘察报告应提出以下图件：

(1)勘探点平面布置图。

(2)冻土工程地质图或冻土工程地质分区图。

(3)冻土工程地质剖面图，地质柱状图或综合地质柱状图。

(4)原位测试及室内试验以及冻土工程计算的有关报告和图表。

(5)冻土地基基础方案以及冻土现象防治的建议等有关图表。

8.4 详 细 勘 察

8.4.1 详细勘察应按不同建筑物或建筑群提出详细的冻土工程地质资料和设计所需的冻土技术参数；为基础设计、地基处理及冻土现象的防治方案提出结论与建议。

8.4.2 详细勘察前应取得下列资料：

(1)取得附有坐标及地形的建筑物总平面布置图。

(2)各建筑物的整平标高、上部结构特点、性质、规模、地下设施情况等。

(3)可能采取的基础形式、尺寸、埋置深度、单位荷载或总荷

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
载，以及有特殊要求的地基基础设计、施工方案。

8.4.3 详细勘察应进行下列工作：

8.4.3.1 查明冻土现象的成因、类型、分布范围、发展趋势及危害程度，并提出整治所需冻土技术参数和整治方案的建议。

8.4.3.2 查明建筑物地基范围内的冻土类别、构造、厚度、温度、工程性质，并计算和评价地基的承载力与稳定性。

8.4.3.3 查明地下水类型、埋藏条件、变化幅度和地层的渗透性，并评价对地基基础冻胀与融沉的影响。

8.4.3.4 判定地下水对建筑材料和金属的浸蚀性。

8.4.3.5 在塑性冻土分布地段，对一级或重要建筑物，提供地基变形计算参数。预测建筑物的沉降、差异沉降或整体倾斜。

8.4.3.6 利用塑性冻土作为重要建筑物地基时，应作下列静载试验：

(1)对于桩基应作桩的静载试验。

(2)对其他类型基础宜作静载试验或其他原位测试。

8.4.3.7 在确定融土的变形特征时，允许根据地基土的物理力学指标用计算方法确定土层的变形。

8.4.3.8 工程施工和运营期间应进行地质环境变化的监侧和预报工作。

8.4.4 详细勘察勘探点的布置应按建筑场地复杂程度和建筑物等级确定，并应符合下列要求：

8.4.4.1 对一级、二级建筑物宜按主要柱列线或建筑物的周边线布置；对三级建筑物可按建筑群的范围布置勘探点。

8.4.4.2 对重大设备基础应单独布置勘探点；对重大的动力机器基础，勘探点不宜少于3个。

8.4.4.3 对高耸构筑物(如烟囱、水塔等)，勘探点的数量应根据高度、荷载大小，冻土条件等综合考虑，一般不少于2个。

8.4.5 详细勘察的勘探点间距可按表8.4.5确定。

工程建设标准全文信息系统

勘探点间距(m)　　表 8.4.5

建筑物安全等级 / 建筑场地类别	一级	二级	三级
复杂场地	10～15	15～20	20～30
一般场地	15～20	20～30	30～50
简单场地	20～35	30～45	40～60

8.4.6　详细勘察勘探孔深度应根据下列不同情况确定：

8.4.6.1　坚硬冻土作为地基时，一般孔深度应等于地温年变化深度，控制孔深度应大于地温年变化深度 2～5m，控制测温孔深度应大于地温年变化深度 5m。

8.4.6.2　塑性冻土作为地基时，钻孔深度应大于融化盘深度 3～4m。对需要进行变形验算的地基控制性勘探孔的深度应大于地基压缩层计算深度 1～2m，并考虑相邻基础的影响。在一般情况下，勘探孔深度可按表 8.4.6-1 确定。

详细勘察勘探孔深度(m)　　表 8.4.6-1

条形基础		单独基础	
基础荷重(kN/m)	勘探点深度(m)	基础荷重(kN/m)	勘探点深度(m)
100	6～8	500	6～8
200	8～10	1000	7～10
500	11～15	5000	9～14
1000	15～20	10000	12～16
2000	20～24	20000	14～20
—	—	50000	18～26

注：①勘探孔深由基础底面算起；

②当压缩层范围内有地下水时，勘探点深度取大值，无地下水时取小值；

③表内所列数值应根据地基土类别或遇有基岩时勘探点深度应适当调整。

8.4.6.3　在塑性冻土区的一、二级建筑物，如采用箱形基础和筏式基础时，控制性勘探孔应大于地基压缩层的计算深度，一般性

勘探孔应能控制主要受力层，勘探孔深度可按下式计算：

$$Z = d + m_t b \qquad (8.4.6)$$

式中 Z——勘探孔深度(m)；

d——箱形基础或筏式基础埋置深度(m)；

m_t——与土的压缩性有关的经验系数，根据地基土的类别按表 8.4.6-2 取值；

b——箱形基础或筏式基础宽度(m)，对圆形基础或环形基础按最大直径考虑。

经验系数 m_t 值　　表 8.4.6-2

土的类别 / 勘探孔类别	碎石土	砂土	粉土	粘性土
控制孔	0.5～0.7	0.7～0.9	0.9～1.2	1.0～1.5
一般孔	0.3～0.4	0.4～0.5	0.5～0.7	0.6～0.9

注：表中 m_t 值对同一土类中时代老的、密实的或地下水位深者取小值；反之取大值。

8.4.6.4 当钻孔达到预定深度遇有厚层地下冰或饱冰冻土时，应加深勘探孔深度。

8.4.7 详细勘察取样和测试工作应符合下列要求：

8.4.7.1 取土样和进行原位测试的孔(井)数量，应按冻土工程地质条件和设计要求确定。一般不宜少于勘探孔总数的 1/2～2/3，且每幢重要建筑物不得少于 2～3 个。

8.4.7.2 取土样和原位测试点的竖向间距，对每个场地或每幢重要建筑物在地基主要受力层内宜为 1～2m，受力层以下取样间距可放宽。每 1 个主要土层取原状土数量不得少于 6 件。

8.4.7.3 地温观测孔：每个场地或每幢重要建筑物不得少于 2 个观测孔，一般建筑物不少于 1 个观测孔，地温观测孔深度应大于地温年变化深度 5m。对有融化盘的观测孔应大于融化盘深度 3～5m。

8.4.7.4 地温观测点竖向间距，在季节融化层内不大于 0.5m，多年冻土层内以 1～2m 为宜。

工程建设标准全文信息系统

8.4.7.5 当遇有粗颗粒冻土的钻孔，取原状土有困难时，为测定地基土密度和含水率(含冰量)，可采用坑探代替钻孔(详见本规范第6章有关规定)。

8.4.8 当建筑方案确定采用桩基方案后，桩基冻土工程地质勘察除应符合8.4.3条要求外，尚应满足下列要求：

8.4.8.1 当采用基岩作为桩基持力层时，应查明基岩的构造、岩性、坡度及风化程度。

8.4.8.2 评价沉桩的可能性、桩的施工条件及其对周围环境的影响。

8.4.9 桩基勘察工作量布置应符合下列要求：

8.4.9.1 勘探点的布置应按建筑物的柱列线布置，对群桩基础应布置在建筑物中心、角点和周边的位置上，勘探点间距不大于**30m**。当持力层层面坡度大于**10%**或冻土工程性质变化较大时，宜加密勘探点。当冻土工程条件复杂时，对大口径桩或墩也应适当加密勘探点。

8.4.9.2 控制性勘探孔应占勘探点数的**1/3～1/2**。

8.4.10 桩基勘察勘探点的深度应符合下列要求：

8.4.10.1 控制性勘探孔深度应超过桩尖平面以下3～4m，一般性勘探孔应超过桩长1～2m。

8.4.10.2 对塑性冻土、控制性勘探孔深度应超过融化盘底面3～5m，一般性勘探孔可相当于融化盘的深度。

8.4.11 冻土地区桩基勘察除应做冻土物理、热学与力学指标试验外，还应进行以下试验。

8.4.11.1 季节冻土地区，对于冻胀性土地基或缺乏桩基建筑经验的地方，应进行冻胀稳定性试验。

8.4.11.2 多年冻土地区，对工程安全等级为一级或缺少桩基建筑经验的地方，应进行静荷载试验。每个场地试桩数量不宜少于3根。对承受较大水平荷载的桩或墩，应进行水平荷载试验。对承受上拔力的桩或墩，应进行抗拔试验。

工程建设标准全文信息系统

8.4.11.3 对有建筑经验的地区，二、三级建筑物可利用原位测试和室内试验资料结合理论计算方法，确定单桩承载力。

8.4.12 当遇有下列情况时应配合设计、施工单位进行施工勘察：

8.4.12.1 对安全等级为一级、二级建筑物，应进行施工验槽。

8.4.12.2 当基槽开挖后发现冻土工程地质条件与原勘察资料不符时，应进行施工勘察。

8.4.12.3 在地基处理或深基础施工中，需进行冻土工程检验与监测工作。

8.4.12.4 地基范围内厚层地下冰发育或施工中出现边坡失稳迹象时，应进一步查明和研究处理。

8.4.13 详细勘察报告应包括下列内容：

8.4.13.1 勘察目的、任务要求、勘察方法、任务完成情况及有关说明。

8.4.13.2 场地地形地貌、地质构造、冻土类型及其分布规律。

8.4.13.3 冻土物理、热学与力学指标。

8.4.13.4 冻土地下水类型、动态特征及其影响。

8.4.13.5 冻土现象防治措施的建议。

8.4.13.6 桩基应确定桩的类型和桩尖持力层，根据原位测试和室内试验确定桩周各土层的冻结强度和桩端持力层的承载力，提出桩长、桩径和入土深度的建议并分析沉桩的可能。

8.4.13.7 工程施工和运营期间地质环境变化防治措施的建议。

8.4.14 详细勘察报告应提出以下图件：

(1)勘探点平面布置图。

(2)冻土工程地质剖面图、地质柱状图。

(3)原位测试、定位观测、室内试验成果图表。

(4)建议地基基础、边坡支档等整治改造方案的有关图表。

(5)冻土工程计算的有关图表。

8.4.15 对三级冻土工程勘察或简单场地，勘察报告内容可适当简化，以图表为主，辅以必要的文字说明。

工程建设标准全文信息系统

9 铁路与公路冻土工程地质勘察

9.1 一 般 规 定

9.1.1 本章适用于冻土地区高速公路、一级公路、新建铁路、改建既有线和增建第二线的冻土工程地质勘察。对于其他等级公路的冻土工程地质勘察工作量可按本章要求，并根据实际需要予以减少。

9.1.2 冻土工程地质勘察必须深入调查研究、查明建设地区的冻土工程地质条件，为选择线路方案、设计各类建筑物、制定施工方法、提出地质环境保护和恢复措施提供可靠依据。

9.1.3 调查与测绘宽度应以能满足线路方案选择、工程设计和病害处理为原则，一般测绘宽度为路基中线两侧各 100～200m。对于冻土条件复杂的路段，应根据冻土现象的发生、发展和影响范围以及冻土工程地质条件分析评价的需要予以扩大。

9.1.4 地质点的布置，目的必须明确，密度应结合工作阶段、成图比例、露头情况、地质及冻土条件复杂程度等确定。选点应具有代表性，数量以能控制重要地质界线和冻土区域特征，并能说明冻土工程地质条件为原则。

9.1.5 施工阶段冻土工程地质勘察是对前期勘察工作的检验和补充，应针对现场实际情况进行，以便及时改进施工方法和处理措施，确保工程施工符合实际冻土工程地质条件。

9.1.6 运营铁路和公路的冻土工程地质勘察是为监测和预报沿线地质病害发生、发展提出防治措施，以及为设计整治工程提供冻土工程地质资料。

9.1.7 新建铁路、一级公路的冻土工程地质勘察应划分为工程可行性研究(踏勘)阶段、初测阶段和定测阶段。二、三级公路可按照

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
工程可行性研究和定测两个阶段进行冻土工程地质勘察。

9.1.8 铁路和公路冻土工程地质勘察的基本要求按第 4 章进行。勘察工作内容根据各勘察阶段的任务确定。

9.1.9 铁路和公路房屋工程的冻土工程地质勘察应按第 8 章执行。

9.1.10 铁路和公路工程的冻土工程地质勘探与取样应符合第 6 章的有关规定。冻土试验和观测应符合第 7 章的有关规定。

9.1.11 在多年冻土分布地区选线时，应按以下原则进行：

9.1.11.1 线路应避免挖方，并应减少零断面及高度小于 1.0m 的低填方。

9.1.11.2 线路通过山岳、丘陵的融冻坡积层时，宜选择在缓坡上部；线路走向沿大河河谷时，宜选择在高阶地上；在多年冻土不稳定地段线路宜按最短距离通过，以及宜避免顺着大河融区附近的多年冻土不稳定地段定线。

9.1.11.3 选线时，应考虑建筑群、大桥、长隧道、大型立体交叉对多年冻土地基的特殊要求。

9.1.11.4 线路通过冻土现象分布地段时，应予绕避，如必须通过时，可按下列原则确定线路走向和位置：

(1)线路宜从厚层地下冰分布区的较窄和较薄的地方通过。

(2)线路宜从热融滑塌体外缘下方以路堤通过。

(3)线路宜用路堤穿过热融湖塘和冻土沼泽。

(4)一般不宜在地下水及冰椎、冻胀丘发育地段设计挖方。

9.1.11.5 铁路车站站址和公路的管理和服务设施场址应选择在基岩和粗颗粒土等对建筑有利的地段。宜避免把站址选在富冰、饱冰冻土和含土冰层分布地段。在冻土现象发育地段和多年冻土不稳定地带不宜修建该类建筑物。

9.1.11.6 桥址选择时，除应避开冰椎发育地段外，尚应避免使同一座桥的墩台分别设在融土和多年冻土两种不同的地基上。

9.1.11.7 在地下水发育地段不宜设隧道。应避免将洞口放在

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
冻土现象发育的地段。

9.1.12 选线时，冻土现象的调查与测绘应按第5章有关规定进行。

9.1.13 铁路和公路旧线改造的冻土工程地质勘察阶段划分、任务和要求与新建铁路、公路的冻土工程地质勘察相同。铁路增建第二线和改建公路绕行线地段的冻土工程地质勘察按新线办理。既有线改造和铁路增建并肩平行第二线的冻土工程地质勘察，应查明工程修建后冻土工程地质条件及环境的变化，特别是多年冻土上限的变化及其引起的冻土工程地质问题；已有建筑物多年冻土地基利用原则和采用措施的正确性；沿线冻土现象的类型、危害程度及病害防治效果。

9.1.14 多年冻土区筑路材料的勘察除应查明料场的多年冻土条件，评价料场开采及废方堆放对多年冻土环境的影响，提出相应的环境保护措施外，尚应查明沿线粘性土料场和工程用水的分布和储量。

9.2 工程可行性研究(踏勘)阶段勘察

9.2.1 踏勘阶段冻土工程地质勘察应符合下列要求：

9.2.1.1 当地质条件复杂、资料不全，不能满足线路方案比选和编制可行性研究报告时进行。

9.2.1.2 应了解各个线路方案的区域冻土地质条件和影响线路方案的主要冻土工程地质问题，为编制可行性研究报告提供地质资料。

9.2.1.3 应广泛搜集和研究线路通过地区已有的区域地质、区域冻土、卫片、航片、地震、工程与水文地质、气象和水文等资料，并在此基础上拟定勘察重点和应解决的问题。

9.2.1.4 除应了解线路通过地区的工程地质条件外，重点应放在控制线路方案的越岭地段、长大隧道、大河桥渡和大型互通式立体交叉地段。以便提出越岭方案、桥位(渡口)和交叉位置的比选

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
意见。

9.2.2 踏勘阶段冻土工程地质勘察报告应提出以下图件：

(1)冻土工程地质总说明书。

(2)全线冻土工程地质图，比例尺1:50000～1:200000。

(3)推荐方案及主要比较方案的线路平面图，比例尺1:10000～1:50000。

(4)控制线路方案的越岭地段、大河桥渡、大型互通式立体交叉地段的冻土工程地质平面图和冻土工程地质剖面图，比例尺1:5000～1:10000。

(5)勘探、试验及冻土工程地质照片等资料。

9.3 初测阶段勘察

9.3.1 初测阶段冻土工程地质勘察是在工程可行性研究(踏勘)阶段勘察工作的基础上，进一步做好地质选线工作，为优选线路方案和编制初步设计文件提供依据。

9.3.2 初测阶段冻土工程地质勘察应查明沿线冻土区域条件，区域地质、水文地质条件，对线路通过地区的冻土工程地质条件作出评价；初步查明对线路起控制作用的冻土现象的性质、特征和范围；根据冻土工程地质条件，优选线路方案。

9.3.3 初测阶段冻土工程地质调查与测绘的基本内容除应符合现行国家有关规范和本规范第5章规定外，尚应重点调查以下内容：

9.3.3.1 初步查明沿线富冰、饱冰冻土和含土冰层的分布、成因和厚度。

9.3.3.2 初步查明控制线路方案的重大路基工点、大桥、隧道、铁路区段站及以上大站、公路管理、养护及服务设施场地、互通式立体交叉等的冻土工程地质条件。

9.3.3.3 根据沿线地震基本烈度区划资料，结合沿线岩性、构造、地貌、水文地质和多年冻土条件，确定7度及7度以上的烈度

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
分界线。

9.3.3.4 提供多年冻土地基的物理、力学和热学参数。

9.3.3.5 在沿线重大工程地段和大的地貌单元可建立长期地温观测点。观测孔和地温观测应符合下列规定：

(1)观测孔深度不应小于地温年变化深度。

(2)地温观测应在成孔后立即进行。

(3)观测周期应根据勘察大纲的有关技术要求而定。

9.3.4 初测阶段冻土工程地质调查与测绘应采用下列方法：

(1)充分利用卫片、航片资料。通过判释，确定调查重点，实际核对修改、补充判释内容。

(2)通过沿线各地质点的调查，初步查明沿线区域地质和冻土工程地质条件。

(3)地质图的填绘应在野外实地进行，对线路方案和工程有影响的地质界线、地质点，应采用仪器测绘。

9.3.5 初测勘探工程除应符合本规范及现行国家有关标准(规范)的规定外，尚应满足下列要求：

9.3.5.1 应根据冻土条件选用地震探、电探、地质雷达等物探手段，并配合钻探进行综合勘探，以缩短勘探周期，提高勘探质量。

9.3.5.2 勘探点的数量、深度应根据工程类别及冻土工程地质条件的复杂程度而定。勘探的重点应是控制方案的冻土现象分布地段和重大工程地段。

9.3.5.3 一般路段每公里应设勘探点 2 个，其位置应选在地形特征点处。当冻土工程地质条件复杂，地层差异较大时，宜沿路基中线和横断面布设物探剖面，以查明多年冻土在剖面上的分布特点。

9.3.5.4 在多年冻土不稳定的边缘地段应有查明多年冻土下限的钻孔。在多年冻土稳定地段，应结合工程需要，布置查明多年冻土下限的钻孔。

9.3.6 路基工程地质调查与测绘除应查明一般冻土工程与水文

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
地质条件外，尚应调查以下内容：

9.3.6.1 沿线多年冻土上限的分布，季节融化层的成分及冻胀性，地面植被的覆盖程度。

9.3.6.2 路基基底以下 **1.0～3.0** 倍上限深度范围内多年冻土的特征。

9.3.6.3 沿线冻土现象的分布及对路基工程的影响。

9.3.6.4 从保护冻土地质环境出发，确定取土、弃土位置。

9.3.7 桥位区冻土工程地质调查与测绘除应符合现行国家有关标准(规范)规定外，尚应查明以下几点内容：

9.3.7.1 桥位区多年冻土的分布及物理力学特征。

9.3.7.2 桥位区融区的分布及特点。

9.3.7.3 桥位区冻土现象类型、分布及危害程度。

9.3.8 隧道冻土工程地质调查与测绘，除应符合现行国家有关标准(规范)规定外，尚应按以下几点要求进行：

9.3.8.1 查明隧道通过地段多年冻土的分布及特征以及地下水的类型、补给、径流、排泄条件及动态特征。

9.3.8.2 隧道口处冻土现象的类型及危害程度。

9.3.8.3 长大公路隧道宜进行地温、地下水和简易气象等项目的观测，铁路隧道可视需要确定。

9.3.8.4 勘探孔深度应达到隧道路肩设计高程以下 **2～3m**，如冻土条件复杂时可适当加深。

9.3.9 站场及房屋建筑冻土工程地质勘察的内容和要求除按第 **8** 章的有关规定执行外，应注意查明活动层的厚度、成分及冻胀性，地下冰以及高含冰冻土的特征及分布范围、冻土现象的类型、分布及危害程度。

9.3.10 初测阶段冻土工程地质勘察报告应提出以下图件：

(1)全线冻土工程地质总说明书。

(2)全线冻土工程地质图 1:10000～1:100000。

(3)重点地段详细冻土工程地质平、剖面图 1：2000～

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
1:5000,可与线路平面图合并。

(4)沿线冻土工程地质分段说明书,可根据导线里程和纸上定线里程,按地形、地貌或不同冻土工程地质条件分段编写。

(5)勘探试验资料。

(6)重点地段冻土工程地质实际材料图 1:2000～1:5000。

(7)其他原始资料。

9.3.11 初测工点资料编制应符合下列规定:

9.3.11.1 需要编制单独工点资料,提供初步设计的:

(1)控制线路方案的重大路基工点、特大桥、高架桥、隧道、铁路区段站及其以上大站、公路大型管理、养护及服务设施。

(2)冻土工程地质条件复杂的大型挡土墙及其他人工构筑物。

(3)冻土现象分布地段和多年冻土区挖方路段的路基工点。

9.3.11.2 工点资料应包括下列图件:

(1)冻土工程地质说明书。

(2)冻土工程地质图 1:500～1:2000。

(3)冻土工程地质纵横剖面图:横 1:500～1:5000,纵 1:50～1:500。

(4)勘探试验资料。

(5)地温观测资料。

(6)其他材料。

9.4 定测阶段勘察

9.4.1 定测阶段勘察应在初测资料的基础上,查明采用方案的冻土工程和水文地质条件,确定线路位置,并为各类工程建筑物的施工图设计提供冻土工程地质资料。

9.4.2 定测阶段冻土工程地质勘察应包括下列内容:

9.4.2.1 按第 4 章和第 9 章第 9.3.3 条要求,实地调查,分段进行详细描述、复核、修改、补充详细冻土工程地质图。

9.4.2.2 对有比较价值的局部线路方案,提出评定方案的冻土

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
工程地质资料及方案选择意见。

9.4.2.3 受冻土工程地质条件控制的地段，应根据地质纵、横断面及其他定线原则综合确定线路位置。

9.4.2.4 对冻土现象分布地段，应按第5章的要求进行详细调查与勘探，阐明其成因、分布、范围、规模、发生发展规律及对路基和其他建筑物稳定的影响，提出相应的工程措施意见。

9.4.2.5 应根据初步设计所采用的取土方案进行路基取土调查，查明沿线集中取土点和线外大型取土场的多年冻土特征，岩、土的物理力学性质、可供取土的数量。

9.4.2.6 路基、桥梁、隧道、站场应按第9章第9.3.6条至9.3.9条的要求进行详细的调查、勘察和试验，查明各类建筑物施工设计所需阐明的冻土工程地质条件、水文地质条件，提供施工设计所需的岩、土物理力学参数。

9.4.2.7 挡土墙的冻土工程地质勘察，除符合国家现行有关标准(规范)规定外，还应查明：

(1)多年冻土的上限埋深、季节融化层土的冻胀性、厚层地下冰的分布等。

(2)季节冻土的最大冻深、土的冻胀性和地下水发育情况等。

9.4.2.8 小桥涵的冻土工程地质勘察，除应符合国家现行有关标准(规范)规定外，尚应查明：

(1)桥位范围内的多年冻土分布特征。融区成因和水文地质条件。

(2)桥位范围内冻土现象类型、分布及危害程度。

(3)根据冻土工程地质条件，提出小桥涵的基础型式、埋深和施工方法等建议。

9.4.2.9 高等级公路和铺筑高级路面的其他等级公路路基工程的勘察，除查明黑色路面对路基下多年冻土的热影响外，还应注意厚层地下冰地段活动层的厚度、成分、物理力学性质等因素。

9.4.2.10 在调查与测绘的基础上，提出冻土工程地质条件变

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
化的预报，其主要内容包括：

(1)土的季节融化和季节冻结深度的变化。

(2)在工程影响下以及清除雪盖和植被后，多年冻土的融化深度。

(3)建筑物施工和运营中产生的冻土工程地质作用。

9.4.3 定测阶段冻土工程地质勘探工作应符合下列要求：

9.4.3.1 勘探点的数量应满足各类工程施工图设计时对冻土工程地质资料的需要。勘探点的距离应根据冻土工程地质条件的复杂程度和冻土现象的性质以及建筑物类型确定。桥梁工程原则上每墩应有一个钻孔。隧道洞口必须有钻孔，中间钻孔布置视地质条件复杂程度而定。对于一般路基工程，每公里应不少于 **4～6** 个勘探孔(点)。挖方段钻孔间距以满足编制详细冻土工程地质图的需要为原则。

9.4.3.2 勘探深度应视勘探目的和工点的具体情况而定。但应满足以下要求：

(1)路基、桥涵、隧道、站场工点的勘探深度应符合第 **9** 章第 **9.3.6** 条至 **9.3.9** 条的规定。

(2)对于铺筑高级路面的公路路基，其勘探深度应至基底下 **2.5～3.0** 倍上限深度。

(3)房屋和其他建筑物场地的勘探深度应符合第 **8** 章有关规定。

9.4.4 岩、土物理力学数据的测试工作应能满足各类建筑物施工图设计的需要。冻土试验项目除应符合第 7 章有关规定外，当多年冻土按保持冻结状态的原则用作地基时，应确定年平均地温、压缩层设计深度范围内的地温分布、冻土的抗剪强度和抗压强度以及季节融化层土的冻胀性；当多年冻土按允许逐渐融化状态的原则用作地基时，应确定不同深度(不浅于建筑物下融化带范围内)冻土、融土的融化下沉系数和压缩系数、融土的抗剪强度和抗压强度以及季节融化层土的冻胀性。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

9.4.5 定测阶段冻土工程地质勘察完成后，各类建筑物、冻土现象分布工点，除应按第 9.3.11 条规定编制单独工点资料外，尚应提出下列图件：

(1)冻土工程地质总说明书。

(2)冻土工程地质分段说明。

(3)冻土工程地质图 1∶2000～1∶10000。

(4)冻土工程地质纵断面图，横 1∶10000，竖 1∶200～1∶1000，可与线路详细纵断面图合并。

(5)勘探测试资料及其他有关原始资料。

(6)冻土工程地质实际材料图。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

10 水利水电冻土工程地质勘察

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于冻土地区一、二级和主体工程地段冻土条件复杂的三等水利水电工程。其他水利水电工程可根据实际情况确定勘察工作。

10.1.2 水利枢纽工程的附属工业和民用建筑、对外交通、管道、线路工程等的冻土工程地质勘察应按本规范的有关章节执行。

10.2 规划阶段勘察

10.2.1 规划阶段的冻土工程地质勘察应在规划任务确定的河段和范围内进行。

10.2.2 冻土工程地质勘察基本任务应对规划开发区域内的冻土条件作出总体评价，进行冻土分区，初步评价各梯级工程，特别是第一期工程的冻土条件以及建筑物施工和运行对冻土工程地质条件和周围环境产生的相互影响。

10.2.3 规划阶段的冻土工程地质勘察工作分为，准备工作和实际勘察工作两部分：

10.2.3.1 准备工作：应包括资料的搜集和整理，工作地区的初步踏勘，编写勘察工作大纲。

10.2.3.2 实际勘察工作：应包括对规划河段的河谷和相邻地带，以及各梯级工程与库区冻土条件的勘察与评价。

10.2.4 资料搜集应包括下列内容：

10.2.4.1 河谷的地形和地貌。

10.2.4.2 研究区的气象资料。

10.2.4.3 河段规划的初步方案。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

10.2.4.4 研究区的冻土研究资料。

10.2.4.5 区域开发程度和自然与人类活动的资料。

10.2.4.6 工程地质和水文地质的基本资料。

10.2.4.7 其他资料，如卫片、航片等。

10.2.5 通过对上述资料的整理分析和踏勘工作，应编写规划河段内的冻土条件的报告或说明书，作为研究流域规划方案、编制冻土工程地质勘察任务和工作大纲的依据。

10.2.6 冻土工程地质勘察大纲应根据河流规划的总体要求和技术任务书，结合冻土勘察要求进行编制。工作大纲应包括河段一般冻土调查和水利枢纽冻土勘察两部分。

10.2.7 河段冻土工程地质调查宜采用控制地段法进行，并应符合下列原则：

10.2.7.1 所选的控制地段在气候、地质结构、地形地貌、河谷形态等方面应是典型的，应能说明规划水利枢纽的冻土条件，并对一定区域的冻土条件具有代表性。

10.2.7.2 控制地段应根据资料整理分析和踏勘后对全河段冻土条件得出的初步分区进行选择。控制地段应与规划水利枢纽相结合。控制地段的数量应根据河段冻土研究的详细程度、河流大小、规划水利枢纽的多少、冻土条件的变化程度和地质地貌条件等确定，一般宜选 3～5 个。

10.2.7.3 控制地段的范围不宜小于 5～10km，制图的比例尺不宜小于 1∶500000。

10.2.7.4 河谷冻土的一般性调查采用踏勘，并选择适宜的勘探方法如浅井和小型钻探等。

10.2.8 水利枢纽的冻土工程地质勘察应查明多年冻土的分布、季节融化深度、冻土的含水率和融化压缩性质以及各种冻土现象。对季节冻土主要查明季节冻结深度、土的冻胀性和地下水变化。

10.2.9 水利枢纽的冻土工程地质勘察方法采用钻探、坑槽探、物

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
探和原位测试等方法。钻孔宜布置在坝体轴线上，钻孔数量为1～2个。钻孔的深度应超过地温年变化深度以及按工程需要打穿多年冻土层。

10.2.10 引水渠道的冻土工程地质勘察应在每个渠线方案0.5～1.0km宽度范围内进行。

10.2.11 对规划水利枢纽拟定的建筑材料场地应进行季节冻结与季节融化深度和多年冻土厚度调查。

10.2.12 根据控制地段、水利枢纽区和河谷冻土勘察结果编制出规划河流(段)的冻土分区图和冻土地质勘察报告。冻土分区图比例尺的大小应根据规划要求确定，一般采用1∶1000000，大型河流可采用1∶2500000。

10.3 可行性研究和初步设计阶段勘察

10.3.1 本阶段冻土工程地质勘察的主要任务应包括对水利枢纽建筑物布置地段的冻土条件进行调查与测绘，对库区和附属建筑的冻土和冻土现象进行调查研究，并作出水利枢纽区的冻土条件及其变化对周围环境影响的评价。

10.3.2 水利枢纽建筑物的冻土工程地质测绘范围应包括布置建筑物的所有比较地段；测绘比例尺选择应根据拟建工程的重要性、规模和类型、冻土条件的复杂程度确定。冻土条件复杂地区采用1∶5000，中等复杂地区可采用1∶10000，较单一的地区可采用1∶25000。当比较地段相距超过2km以上时，可分段进行冻土工程地质测绘，其中间地段进行较小比例尺的测绘。

10.3.3 水利枢纽建筑物冻土工程地质勘察应包括下列内容：

10.3.3.1 冻土及融土的平面分布规律。

10.3.3.2 冻土层的厚度及其垂直结构。

10.3.3.3 土的季节冻结与季节融化深度。

10.3.3.4 冻土的温度状态和类型。

10.3.3.5 冻土构造特征。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

10.3.3.6 冻土现象。

10.3.3.7 季节冻土和季节融化层土的冻胀性级别，冻结前及冻结期间地下水位变化。

10.3.3.8 冻土的物理、力学和热学性质。

10.3.3.9 料场的开采条件。

10.3.4 冻土工程地质勘察必须注意建筑物地基和接头部位，对这些部位冻土的处理和融化后的强度及其渗透性的变化作出评价；对冻土条件复杂地段作专门研究。

10.3.5 水利枢纽建筑物区内除应利用规划阶段的钻孔继续进行地温测量外，尚应根据冻土分布的复杂程度确定是否增加钻孔，或补充一部分浅孔和坑槽探。在冻土条件复杂地区增加的钻孔应有1～2个穿过多年冻土层下限。

10.3.6 冻土工程地质勘察应查明建筑物上下游岸坡可能出现冻融和其他外力作用而产生滑坡和融陷的地段。

10.3.7 水库区的冻土工程地质勘察主要应查明因冻土融化可能出现大型滑坡和不稳定岸坡的地段。

10.3.8 水库区冻土工程地质测绘的比例尺可与工程地质测绘的比例尺要求一致。

10.3.9 引水渠线冻土工程地质勘察应查明冻土的分布和可能出现滑坡和融陷的地段，并按冻胀和融沉性进行分段。

10.3.10 对于滑坡和渗透破坏性大，冻土工程地质条件复杂和后果严重的地段应作专门研究。

10.3.11 料场的冻土温度、季节融化与冻结深度和总含水率可利用调查或钻孔测试资料确定，并提出料场开采对冻土环境影响的评价。

10.3.12 冻土工程地质勘察报告应包括说明书和附图两部分：

10.3.12.1 说明书应说明工作过程；主体建筑物和附属建筑物、库区冻土的分布、厚度、温度；季节冻结和季节融化深度，冻土的物理力学和热学指标，冻土条件对工程建筑的影响，水库对冻土

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
环境影响的评价以及对设计的建议等。

10.3.12.2 附图主要应包括：

(1)坝及其他建筑物区冻土工程地质图和剖面图。

(2)冻土综合柱状图。

(3)冻土试验及地温观测图表。

(4)对外交通线路的冻土工程地质图和典型断面的冻土剖面图。

(5)冻土现象的分布图。

10.3.12.3 附图的比例尺宜与相应的冻土工程地质图比例尺相同，冻土条件简单的可互相合并。

10.4 技术设计和施工图设计阶段勘察

10.4.1 技术设计和施工图设计阶段的冻土工程地质勘察任务对规划、可行性研究和初步设计阶段勘察所得的资料作进一步查证。根据发现的新情况，为解决某些专门技术问题而进行局部更详细的勘察。

10.4.2 在主体建筑物区内，在需要作进一步查证和专门研究的地段应布置少量钻孔和坑槽探，并取样作专门的补充试验。

10.4.3 冻土工程地质勘探钻孔和坑槽探的数量、间距、深度应根据勘察任务和冻土条件的复杂程度确定。

10.4.4 应着重对地基和接头地段的冻土条件，冻土融化压缩性质和渗透性质作更详细的查证。

10.4.5 对建筑区内和库区可能的滑坡和塌岸地段应继续进行观测和必要的补充勘察，并对设计的防护工程措施作出评价。

10.4.6 对土质坝特别是土心斜墙的填筑过程中因冻涨、冻缩可能产生的裂缝、沉陷及其他现象，应提出保护和处理措施的建议。

10.4.7 在施工结束后应保留全部或部分测温孔并移交给有关管理部门，为冻土地基的长期观测创造条件。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

10.4.8 在施工过程中应对主要工程施工地段进行冻土稳定状况的检查。

10.4.9 施工结束后，作为冻土工程地质施工勘察报告的一部分应编写施工中的冻土监测报告。同时还应提出对某些问题所作的专题研究报告。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

11 管道冻土工程地质勘察

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于冻土地区输油、水、气管道线路及其穿、跨越工程的冻土工程地质勘察，其他管道工程亦可按本规定执行。

11.1.2 管道工程的冻土工程地质勘察可分为：可行性研究(选线)勘察、初步勘察及详细勘察三个阶段。

在冻土工程地质条件复杂地段，必要时应进行施工勘察。在条件简单或有建筑经验的地区，可适当简化勘察阶段。

11.1.3 勘察工作应沿构筑物轴线进行地质调查、勘探和室内外试验等。

11.1.4 泵站等构筑物地基勘察应按第 8 章有关规定执行。

11.2 可行性研究(选线)勘察

11.2.1 通过搜集资料、调查与测绘，对线路方案的冻土工程地质条件，以及拟选穿、跨越河段的稳定性和适宜性作出评价。

11.2.2 选线时，应从冻土工程地质条件出发，选择地形、地质条件较好、地基处理容易和安全经济的线路方案。

11.2.3 选线勘察应进行下列工作：

11.2.3.1 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。

11.2.3.2 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。

11.2.3.3 勘察工作要求应按第 4 章第 2 节执行，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

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
的变化。

11.2.3.4 对穿、跨越大中河流地段，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稳定性的影响。

11.2.3.5 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。

11.2.4 选线阶段勘察报告应说明线路各方案冻土工程地质条件及其对线路的影响，并提出各线路方案的比选及推荐意见。

11.3 初 步 勘 察

11.3.1 初步勘察应对拟选线路两侧各 100m 范围内的冻土工程地质条件作出评价，并提出最优线路方案和合理的穿、跨越方式的建议。

11.3.2 初步勘察应在选线勘察资料分析的基础上，补充收集线路通过有影响地段的冻土工程地质及水文地质等资料。

11.3.3 初步勘察应包括下列内容：

11.3.3.1 沿线地貌单元的划分。

11.3.3.2 管道埋没深度内及下卧层的冻土工程地质特征。

11.3.3.3 沿线井、泉的分布及地下水等情况。

11.3.3.4 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。

11.3.3.5 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。

11.3.4 线路穿、跨河流及冲沟等应按第 11.4.3 条规定进行冻土工程地质勘察。

11.3.5 初步勘察报告应包括下列内容：

(1)评价沿线冻土工程地质条件和跨越主要河沟地段的岸坡稳定性，并选择最优线路路径方案。

(2)提出下一步勘察中应解决的问题。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

(3)图件比例尺：

冻土工程地质分区图　1:50000～1:200000。

冻土工程地质纵断面图　1:50000～1:100000。

11.4　详 细 勘 察

11.4.1　详细勘察应在初步勘察资料的基础上，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，以及地下水及河水对金属的腐蚀性，并提出施工图设计所需要的冻土工程设计参数和建议。

11.4.2　详细勘察的勘探点间距、孔深应以控制沿线地层和冻土分布为原则，地形及冻土工程地质条件复杂地段应予加密。穿越工程的勘探点应布置在穿越管道的中线上，移位偏差不超过 3m。

11.4.3　勘探点的间距及孔深应按表 11.4.3 规定进行。

管道勘探点间距及孔深　　表 **11.4.3**

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 地面式 地下式	按冻土类型确定，每种类型不少于 3～5 个孔	1.5 倍的天然上限深度，管道埋置深度以下 1～2m	300～500m 500m 100～300m	柱桩端下 1～2m，1.5 倍天然上限深度。管道埋深以下 2～3m
穿越工程	每个方案不少于 3～5 个孔	管道最大埋置深度以下 2～3m	30～100m，但不得少于 3 个孔	管道埋置深度以下 2～3m

如遇冻土条件复杂地段，应加密勘探孔间距和加深勘探孔深度。

11.4.4　取样及试验工作应按第 6、7 章的规定进行。对于大中型穿、跨越工程，每隔 0.5～1.0m 取样 1 个或取得 1 个原位测试数据，原位测试的数量不应少于勘探点总数的 1/2～2/3。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

11.4.5 详细勘察报告图件及比例尺为：

(1)综合冻土工程地质图　1:1000～1:5000。

(2)冻土地质柱状图　1:100～1:200。

(3)冻土工程地质纵剖面图　1:1000～1:5000。

(4)其他有关图表。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

12 架空线路冻土工程地质勘察

12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于冻土地区大型架空线路工程，包括220kV及其以上的高压架空送电线路、架空索道等的冻土工程地质勘察。

12.1.2 架空线路工程的冻土工程地质勘察可分为初步勘察(初勘选线)与详细勘察(终勘定位)两个阶段。

12.1.3 架空线路工程的基础形式应结合沿线冻土工程地质条件、建筑物的施工情况、上部结构形式及冻土地基的设计原则等因素综合考虑确定。

12.2 初步勘察

12.2.1 初步勘察的主要任务是对线路塔基的冻土工程地质条件作出评价，确定安全可靠、经济合理与技术先进的路径方案。

12.2.2 初步勘察宜搜集和利用卫片和航片资料选线。对特殊设计的大跨越地段，应进行调查与测绘工作，当上述工作不能满足要求时，应做适量的勘察工作。

12.2.3 初步勘察应包括下列内容：

12.2.3.1 调查地形、地貌、年平均地温、多年冻土厚度、工程地质与水文地质情况，季节冻结与季节融化深度和冻土现象等，并进行综合评价。

12.2.3.2 对特殊设计的跨越大型沟谷、河流等地段，应查明两岸冻土地基在自然条件下的稳定性，并提出最优跨越方案。

12.2.4 选择架空线路路径及其大跨越地段时，应综合考虑气象、地形、地貌、冻土分布状况、施工与交通条件、河流岸坡地带的地基稳定性等因素。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

12.2.5 初步勘察报告应论述各方案冻土工程地质条件的稳定性，给出平面图，并推荐最优线路路径方案。

12.3 详 细 勘 察

12.3.1 详细勘察主要任务是在初步勘察的基础上进行线路定位勘察，对架空线路工程中的转角塔、耐张塔、终端塔及大跨越塔等重要塔基及冻土工程地质条件复杂地段，应逐基勘探(包括原位测试、定位观测)；对直线塔和冻土工程地质条件简单的地段可隔基布置一个勘探点。确定合理的地基利用原则，基础型式及工程防冻害的有效措施等。其内容应包括以下几点：

12.3.1.1 一般地区应查明塔基及其附近地下冰埋藏条件、水文地质和地表水情况，并进行冻土的物理力学特性指标试验。

12.3.1.2 对丘陵和山区应查明多年冻土分布、地下冰埋藏条件及冻土现象等。

12.3.1.3 查明多年冻土地基的年平均地温与基础底面的最高土温。

12.3.2 详细勘察的勘探孔深度宜根据杆塔的受力性质和冻土工程地质情况确定，一般为基础埋深下 0.5～2.0 倍基础底面宽度，对桩基础应超过桩端 2.0m。

12.3.3 架空线路工程的基础型式，应结合沿线冻土工程地质条件、设计原则、施工条件、工程类别与上部结构形式综合考虑确定。

12.3.4 详细勘察报告应按线路方向论述各个塔位的冻土工程地质条件，提出冻土地基的利用原则，测试报告、计算成果、线路平面图、钻孔柱状图、推荐的基础方案和施工时所采取的必要措施等。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

附录 A　中国冻土类型及分布

A.0.1　根据冻土冻结状态持续时间的长短，我国冻土可分为多年冻土、隔年冻土和季节冻土三种类型(表 A.0.1)。

按冻结状态持续时间分类　　表 **A.0.1**

类　　型	持续时间(T)	地面温度(℃)特征	冻融特征
多年冻土	$T\geqslant 2$ 年	年平均地面温度≤0	季节融化
隔年冻土	2 年＞T＞1 年	最低月平均地面温度≤0	季节冻结
季节冻土	$T<1$ 年	最低月平均地面温度≤0	季节冻结

A.0.2　我国多年冻土按形成和存在的自然条件不同，可分为高纬度多年冻土和高海拔多年冻土两种类型。它主要分布在大小兴安岭、青藏高原和东西部高山地区(表 A.0.2)。

多年冻土的类型和分布　　表 **A.0.2**

类型		分布地区	面积 $\times 10^3 km^2$	年平均气温(℃)	年平均地温(℃)	连续程度(%)
高纬度冻土	大片多年冻土	东北	380～390	＜−5.0	−1.0～−2.0 有时达−4.2	65～75
	岛状融区多年冻土			−3.5～−5.0	−0.5～−1.5	50～60
	岛状多年冻土			＞−3.0	0～−1.0	5～30
高海拔冻土	高山	阿尔泰山	11	−5.4～−9.4 (2700～2800m)	0～−5.0 (2200m 以上)	—
		天山	63	＜−2.0 (2700～2800m)	—	—
		祁连山	95	＜−2.0	—	20～80
		横断山	7～8	−3.2～−4.9 (4600～4900m)	—	—

工程建设标准全文信息系统

续表 A.0.2

类型			分布地区	面积 $\times 10^3 km^2$	年平均气温（℃）	年平均地温（℃）	连续程度（%）
高海拔冻土	高山		喜马拉雅山	85	＜−2.5～−3.0（4900～5000m 以上）	—	—
			黄岗梁山	—	＜−2.9（1500m 以上）	—	—
			长白山	7	＜−3.0～−4.0（3100～3200m 以上）	—	—
			太白山	—	−2.0～−4.0（3100～3200m 以上）	—	—
	高原	大片多年冻土	青藏高原	1500	＜−2.5～−6.5 或更低	−1.0～−3.5	70～80
		岛状多年冻土			−0.8～−2.5	0～−1.5	＜40～60

A.0.3 我国季节冻土主要分布在长江流域以北、东北多年冻土南界以南和高海拔多年冻土下界以下的广大地区，面积约 514 万平方公里。在多年冻土地区可根据活动层与下卧土层的类别及其衔接关系，分为季节冻结层和季节融化层两种类型(表 A.0.3)。

季节活动层的类型和分布　　表 A.0.3

类　型	年平均地温（℃）	最大厚度（m）	下卧土层	分布地区
季节冻结层	＞0	2～3(或更厚)	融土层或不衔接的多年冻土层	多年冻土区的融区地带
季节融化层	＜0	2～3(或更厚)	衔接的多年冻土层	多年冻土区的大片多年冻土地带

工程建设标准全文信息系统

附录 B　冻土的描述和定名

冻土的描述和定名　　表 B.0.1

土类	含冰特征		冻土定名
Ⅰ 未冻土	处于非冻结状态的岩、土	按“GBJ 145—90”进行定名	—
Ⅱ 冻土	一、肉眼看不见分凝冰的冻土(N)	①胶结性差，易碎的冻土(N_f)	少冰冻土 (S)
		②无过剩冰的冻土(N_{bn})	
		③胶结性良好的冻土(N_b)	
		④有过剩冰的冻土(N_{bc})	
	二、肉眼可见分凝冰，但冰层厚度小于 2.5cm 的冻土(V)	①单个冰晶体或冰包裹体的冻土(V_x)	
		②在颗粒周围有冰膜的冻土(V_c)	多冰冻土 (D)
		③不规则走向的冰条带冻土(V_r)	富冰冻土 (F)
		④层状或明显定向的冰条带冻土(V_s)	饱冰冻土 (B)
Ⅲ 厚层冰	冰厚度大于 2.5cm 的含土冰层或纯冰层(LCE)	①含土冰层(ICE+土类符号)	含土冰层 (H)
		②纯冰层(ICE)	ICE+ 土类符号

工程建设标准全文信息系统

附录 C　冻土构造与野外鉴别

冻土构造与野外鉴别　　表

构造类别	冰的产状	岩性与地貌条件	冻结特征	融化特征
(一)整体构造	晶粒状	①岩性多为细颗粒土，但砂砾石土冻结亦可产生此种构造。 ②一般分布在长草或幼树的阶地和缓坡地带以及其他地带。 ③土壤湿度：稍湿 $\omega<\omega_p$	①粗颗粒土冻结，结构较紧密，孔隙中有冰晶，可用放大镜观察到。 ②细颗粒土冻结，呈整体状。 ③冻结强度一般(中等)，可用锤子击碎	①融化后原土结构不 ②无渗水现象。 ③融化后，不产生融沉
(二)层状构造	(1)微层状(冰厚一般可达1～5mm)	①岩性以粉砂土或粘性土为主。 ②多分布在冲一洪积扇及阶地其他地带，地被物较茂密。 ③土壤湿度：潮湿 $\omega_p\leqslant\omega<\omega_p+7$	①粗颗粒土冻结，孔隙被较多冰晶充填，偶尔可见薄冰层。 ②细颗粒土冻结，呈微层状构造，可见薄冰层或薄透镜体冰。 ③冻结强度很高，不易击碎	①融化后原土体积缩明显。 ②有少量水分渗出。 ③融化后，产生弱融沉
	(2)层状(冰厚一般可达5～10mm)	①岩性以粉砂土为主。 ②一般分布在阶地或塔头沼泽地带。 ③有一定的水源补给条件。 ④土壤湿度：很湿 $\omega_p+7\leqslant\omega<\omega_p+15$	①粗颗粒土如砾石被冰分离，可见到较多冰透镜体。 ②细颗粒土冻结，可见到层状冰。 ③冻结强度高，极难击碎	①融化后土体积缩小 ②有较多水分渗出。 ③融化后产生融沉现
(三)网状构造	(1)网状(冰厚一般可达10～25mm)	①岩性以细颗粒土为主。 ②一般分布在塔头沼泽与低洼地带。 ③土壤湿度：饱和 $\omega_p+15\leqslant\omega<\omega_p+35$	①粗颗粒土冻结，有大量冰层或冰透体存在。 ②细颗粒土冻结，冻土互层。 ③冻结强度偏低，易击碎	①融化后土体积明显界限分明，并可成流 ②融化后产生融沉现
	(2)厚层网状(冰层一般可达25mm)以上	①岩性以细颗粒土为主。 ②分布在低洼积水地带，植被以塔头、苔藓、灌丛为主。 ③土壤温度：超饱和($\omega>\omega_p+35$)	①以中厚层状构造为主。 ②冰体积大于土体积。 ③冻结强度很低，极易击碎	①融化后水土分离现显，并成流动体。 ②融化后产生融陷现

附录 D　土的季节融化与冻结深度

D.0.1　土的季节融化深度。

标准融深 Z_0^m 为衔接多年冻土地基的融化层属非融沉性粘性土，地表平坦，裸露的空旷场地中，多年(不少于 10 年)实测最大融深的平均值(自融前地面算起)。

标准融深 Z_0^m，应以当地实测资料为准，在无实测资料时可按下式计算。

对高海拔多年冻土区(青藏高原)

$$Z_0^m = 0.195\sqrt{\sum T_m} + 0.882(\mathrm{m}) \qquad (D.0.1\text{-}1)$$

对高纬度多年冻土区(东北地区)

$$Z_0^m = 0.134\sqrt{\sum T_m} + 0.882(\mathrm{m}) \qquad (D.0.1\text{-}2)$$

式中　$\sum T_m$——融化指数的标准值(度·月)，应以当地实测资料为准。对无实测资料的山区可按下式计算：

$$\sum T_{m1} = (7532.8 - 90.96L - 93.57H)/30 \qquad (D.0.1\text{-}3)$$

$$\sum T_{m2} = (10722.7 - 141.25L - 114.00H)/30 \qquad (D.0.1\text{-}4)$$

$$\sum T_{m3} = (9757.7 - 71.81L - 140.48H)/30 \qquad (D.0.1\text{-}5)$$

$\sum T_{m1}$ 适用于东北地区；$\sum T_{m2}$ 适用于青海境内；$\sum T_{m3}$ 适用于西藏地区。

式中　L——纬度(度)；

H——海拔(100m)。

设计融深 Z_d^m 按下式计算。

$$Z_d^m = Z_0^m \cdot \Psi_s^m \cdot \Psi_w^m \cdot \Psi_c^m \cdot \Psi_{to}^m \qquad (D.0.1\text{-}6)$$

式中　Ψ_s^m、Ψ_w^m、Ψ_c^m、Ψ_{to}^m——各融深影响系数，可按表 D.0.1 取值。

融深影响系数　　表 D.0.1

项目	1				2					3			4
	Ψ_s^m				Ψ_w^m					Ψ_{to}^m			Ψ_c^m
	土质(岩性)影响				湿度(融沉性)影响					地形影响			
内容	粘性土	细砂粉、砂粉土	中、粗砂砾	碎石土	不融沉	弱融沉	融沉	强融沉	融陷	平坦	阴坡	阳坡	地表草炭覆盖
Ψ	1.00	1.20	1.30	1.40	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	1.00	0.90	1.10	0.70

D.0.2　土的季节冻结深度。

标准冻深 Z_0 为地下水埋深与冻结锋面之间的距离大于2.0m，非冻胀粘性土、地表平坦、裸露、城市之外的空旷场地中，多年(不少于10年)实测最大冻深的平均值(自冻前地面算起)。

设计冻深 Z_d 可按下式计算：

$$Z_d = Z_0 \cdot \Psi_{zs} \cdot \Psi_{zw} \cdot \Psi_{zc} \cdot \Psi_{zto} \qquad (D.0.2\text{-}1)$$

式中　Ψ_{zs}、Ψ_{zw}、Ψ_{zc}、Ψ_{zto}——各冻深影响系数，按表D.0.2查取。

冻深影响系数　　表 D.0.2

项目	1				2					3			4		
	Ψ_{zs}				Ψ_{zw}					Ψ_{zc}			Ψ_{zto}		
	土质(岩性)影响				湿度(冻胀性)影响					地形影响			地形影响		
内容	粘性土	细砂、粉砂、粉土	中、粗砂砾	大块碎石土	不冻胀	弱冻胀	冻胀	强冻胀	特强冻胀	村镇旷野	城市近郊	城市市区	平坦	阳坡	阴坡
Ψ	1.00	1.20	1.30	1.40	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	1.00	0.95	0.90	1.00	0.90	1.10

注：①土的湿度(冻胀性)影响一项，见季节冻土与季节融化层土冻胀性分级表3.2.1；

②周围环境影响一项，按下述取用：

城市市区人口：20～50万人，只考虑城市市区的影响；50～100万人，要考虑5～10km的近郊范围；>100万人，尚应考虑10～20km的近郊范围。

附录 E　多年冻土上限的确定

E.0.1　根据当地气象台站多年观测资料，编制如图 E.0.1 所示融化进程图。

如当地无气象台则可用图 E.0.1 估算。

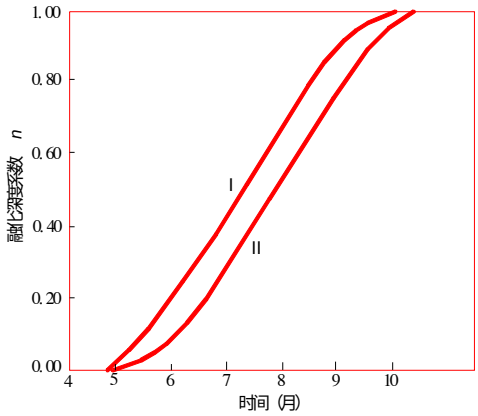

图 E.0.1　融化进程图

图中Ⅰ线的应用条件为地表植被不大发育（包括无植被或植被稀疏）、浅层土中含有少量草炭。Ⅱ线应用条件为地表沼泽化、植被繁茂，浅层土中草炭含量及厚度大。

E.0.2　野外勘探时，可用触探法（用钢钎插入土中，根据融土硬度小、冻土硬度大的原理判别当时的融化深度）、描述法（根据融土颜色深、无冰晶和冻土颜色浅、含冰晶等特点判别当时融化深度）或测温法（每隔一定间距用温度计测温后，绘制地温随深度变化曲

工程建设标准全文信息系统

线，线上通过零温轴的深度即为当时的融化深度）确定当时的融化深度。

E.0.3 根据勘探地点的地表特征和浅层土的岩性，在融化进程图上选线，并根据勘探时所得的融化深度确定当时的融化深度系数。

E.0.4 按下式计算多年冻土上限深度：

$$Z=\frac{\Delta Z}{n} \tag{E.0.4}$$

式中 Z——多年冻土上限深度（cm）；

ΔZ——勘探时所得的融化深度（cm）；

n——查图 E.0.1 所得勘探时所对应的融化深度系数，以小数计。

工程建设标准全文信息系统

附录 F　冻土融化压缩试验要点

F.0.1　本试验的目的是测定冻土的融化下沉系数(融沉系数) δ_0 和冻土融化后体积压缩系数 m_v。

融化下沉——冻土融化过程中在自重作用下产生的沉降为融化下沉,其相对融沉量即为融化下沉系数 δ_0。

融化压缩——冻土融透后,在外荷载作用下所产生的压缩变形为融化压缩,其单位荷重下的相对变形量即为融化后体积压缩系数 m_v。

F.0.2　本试验的室内试验适用于各种冻结粘性土和粒径小于 2mm 的冻结砂类土,原位测定适用于各种类型的冻土。

F.0.3　室内试验用融化压缩仪,类似于土壤的固结试验,原位试验类似于地基的静荷载试验。试验过程中要保证冻土试样或地基土持力层的均匀缓慢融化。

F.0.4　传压板上安放加热的循环装置及消散孔隙水的透水装置。

F.0.5　室内试验:在试样上施加 1kPa 压力,接通循环热水,冻土融沉开始,启动秒表计时,分别记录 1、2、5、10、30、60min 的变形量,以后每隔 2h 记录一次,直至达到要求深度,当变形量在 2h 内小于 0.05mm 时(细颗粒土)或 0.2mm(粗粒土)时为止。

融沉稳定后,停止热水循环,开始进行压缩试验,方法同一般的固结试验。

F.0.6　原位试验:仅在设备自重下,地基融化开始前读取初数,试样融沉开始时可按 5、15、30min,以后每 30min 进行观测和记录一次,直至变形在 2h 内小于 0.05mm 时为止。

融沉稳定后,停止加热循环,开始进行加压试验,方法同一般

工程建设标准全文信息系统
的静荷载试验。

F.0.7 按下式计算融化下沉系数 δ_0：

$$\delta_0=\frac{\Delta H_i}{H_i}\times 100 \qquad \text{(F.0.7-1)}$$

式中 ΔH_i——冻土试样融化下沉量(cm)；

H_i——冻土试样的高度(cm)。

按下式计算融化后体积压缩系数：

$$m_v=\frac{S_{i+1}-S_i}{P_{i+1}-P_i} \qquad \text{(F.0.7-2)}$$

式中 m_v——融化后体积压缩系数(MPa^{-1})；

P_i——第 i 级的压力值(MPa)；

S_i——在 P_i 级压力下的单位沉降量(mm)。

F.0.8 同一土层参加统计的试验点不应少于三点，各系数试验值之极差不得超过平均值的 30%，取平均值为该系数 δ_0 或 m_v 之值。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

附录G　冻土力学指标原位试验要点

G.0.1　冻胀量试验。

G.0.1.1　土体在冻结过程中的冻胀变形量，即为冻胀量。

G.0.1.2　用精密水准仪测量其分层冻胀量，当要求的精度不太高时也可用分层冻胀仪。

G.0.1.3　分层冻胀仪法（叠合式与单独式）：

中间用一深埋的，锚固于土中的直杆作为基准杆（土层冻胀时保持不动），在其周围埋设规定深度上的冻胀量测杆，杆身外露于地面上，测杆的上抬量与中间基准杆对比，即可很方便地求出不同深度上的冻胀量大小，这种分层冻胀仪可用木质，亦可用金属制作。

埋设时要保证基准杆不动，各测杆可自由独立的向上移动，其优点为埋设简单，观测方便。其缺点是精度较低，而且夏季各测杆在自重作用下不能还原，需要每年重新埋设。

G.0.1.4　精密水准仪测量法：

将倒T型测杆分别埋设于不同深度的各点上，用精密水准仪测量各点高度的变化，即可求得任何时刻，任何深度上的冻胀量。

G.0.1.5　冻结深度观测：将冻深器埋入地下，采取措施保证冻深器外套管在地基土冻胀时稳定不动，胶管中注入当地地下水，所测冻深即为冻结深度，冻结深度加上冻胀量即为该地的冻层厚度。

G.0.1.6　冻胀量与冻结深度同时观测，算出某冻深范围内的冻胀量及分层冻胀量和冻胀率。

G.0.2　冻结强度试验。

G.0.2.1　原位现场冻结强度试验，即是在多年冻土地基中做

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
“摩擦桩”的承载力试验(压入法如同受压承载力,拔出法如同抗拔承载力)。

G.0.2.2 试验中应注意下述几点:

(1)试验时必须选在平均(沿垂直方向)地温最高季节,否则应进行温度修正。

(2)试验过程中必须采取措施,保持地温的稳定。

(3)试验开始之前,桩周地基土中的温度场应达到基本回冻的状态。

(4)如试验长期冻结强度,应考虑冻土的流变特性,并按冻土的稳定标准进行。

其稳定标准和试验注意事项,与冻土地基中单桩竖向静载荷试验要点相同,即当连续 24h 的变形量不超过 0.5mm 时,为已稳定,可施加下一级荷载,如果连续 240h 达不到稳定标准即为破坏。

G.0.3 切向冻胀力试验。

G.0.3.1 切向冻胀力试验,一般锚桩、横梁法比较简单而多用,两根或四根锚桩的抗拔力与上抬变形和横梁的强度与刚度,必须用预估最大切向冻胀力来设计。

G.0.3.2 标准测力计应经过率定,并考虑温度变化较大时的影响。

G.0.3.3 锚桩之间,锚桩与试验基础之间的距离,以不影响周边冻土在冻胀时对试验基础的作用为原则,即不小于切向冻胀力的最小影响范围。

G.0.3.4 在安设装置与测力计、垫块等时,必须紧密接触,避免空隙,以防受力后有空行程,使切向冻胀力产生松弛。

G.0.3.5 整个冬季,试验基础范围应及时消除积雪和其他覆盖物。

G.0.3.6 在试验场范围内埋设冻深器,应随时了解冻深发展情况,试验基础定期进行水准测量,以监视锚固设备刚度不够使基

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统
础上抬。

G.0.3.7 一般当冻深达到最大值时方可终止试验观测。

G.0.3.8 当进行切向冻胀力的科研工作时，应根据试验目的进行试验设计。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

附录 H　冻土地基静载荷试验要点

H.0.1　试验前冻土层应保持原状结构和天然湿度。在承压板底部应铺以厚度为 20mm 的粗、中砂找平层。整个试验期间应保持冻土层的天然温度状态。

H.0.2　承压面积应不小于 0.25m^2。

H.0.3　加荷等级应少于 8 级，初级为预估极限荷载的 15%～30%，以后每级递增 10%。

H.0.4　每级加载后，最初 4h 每小时测读承压板沉降量一次，以后每 4h 测读一次，当 4h 沉降速率小于前 4h 沉降速率时或累计 24h 沉降量小于 0.5mm(砂土)、1.0mm(粘性土)时，认为地基处于第一蠕变阶段(蠕变速率减少阶段)，即可加下一级荷载。

H.0.5　测读沉降同时，应测定承压板 1～1.5b(b——承压板宽度)范围内冻土温度。

H.0.6　加荷后沉降连续 10d 大于或等于 0.5mm(砂土)、1.0mm(粘性土)，或连续二次每昼夜沉降速率大于前一昼夜沉降速率，或总沉降量 $s>0.06b$，认为地基达到冻土的稳定流与渐进流(蠕变速率增加阶段)的界线，其前级荷载为极限荷载。

H.0.7　冻土地基承载力基本值的确定。

H.0.7.1　当 $Q\sim S$ 曲线上有明确的比例极限时，取该比例极限所对应的荷载。

H.0.7.2　当极限荷载能确定，取极限荷载的一半；如同时取得比例极限和 1/2 极限荷载数值时，取低值。

H.0.7.3　不能按上述两点确定时，如承载板面积为 0.25m^2，对砂土可取 $S/b=0.015$ 所对应的荷载；对粘性土可取 $S/b=0.02$ 所对应的荷载。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

H.0.8 同一土层参加统计的试验点不应少于三点，基本值极差不得超过平均值的30%，取此平均值作为地基承载力标准值。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

附录J　冻土钻探方法要点

J.0.1　钻探前应确认和核对钻孔位置、深度，按钻探目的、要求，搜集有关冻土工程地质资料，并进行钻探机具设备等准备工作。

J.0.2　钻探设备的选择，在满足工程技术要求的情况下，根据施钻地区不同的交通条件确定运输工具，对交通困难地区，应尽量轻装。

J.0.3　冻土钻探的岩心管接头应带弹子（或适宜的代用品）。在钻进过程中提钻前需瞬时加压。当提钻发现岩心脱落时，可改用直径小一级的岩心管钻进取心。但此法只能在岩心直径仍可满足试验要求时采用。

J.0.4　岩心管中取心，通常使用锤击钻头、热水加温岩心管、空蹲岩心管及缓慢泵压退心等方法。对取出的岩心要注意摆放顺序、深度位置及尺寸。

J.0.5　护孔管或套管应固定在地表以稳定地面标高和防止套管脱落于孔内。起拔冻土孔内的套管，一般采用振动拔管和用热水加温套管以及在四周钻小口径钻孔辅以振动拔管。

J.0.6　季节冻土地区的工业民用建筑的钻探，应按第6章冻土工程地质钻探与取样的有关条文规定进行。

J.0.7　在冻土地区钻探，因故不能连续工作时（如风、雨、雪天、休息日等）应将钻具及时提出，以防止钻具冻在孔内。

J.0.8　必须按规定和技术要求分层取样送验。

工程建设标准全文信息系统

附录 K　冻土物理、力学参数

K.0.1　冻土、未冻土热物理指标的计算值。

K.0.1.1　根据土类、天然含水率及干密度测定数值，冻土和未冻土的容积热容量、导热系数和导温系数可分别按表 K.0.1-1～表 K.0.1-4 取值。大含水(冰)量土的导热系数在无实测资料时可按表 K.0.1-5 取值。表列数值允许直线内插。

K.0.1.2　相变热是指单位体积土中由于水的相态改变所放出和吸收的热量〔单位：kJ/(m³·℃)〕可按下式计算：

$$Q=\theta\times\rho_d(\omega-\omega_u) \qquad (K.0.1\text{-}1)$$

式中　Q——相变热；

θ——水的结晶或冰的融化潜热，一般热工计算中，取 334.56kJ/kg；

ρ_d——土的干密度；

ω——土的天然含水率(总含水量)；

ω_u——冻土中的未冻水含量。此指标是温度的函数，建议通过试验确定，无试验条件时，可用下式方法估算：

粘性土　$$\omega_u=\omega_p\,k(T) \qquad (K.0.1\text{-}2)$$

砂土　$$\omega_u=\omega[1-i(T)] \qquad (K.0.1\text{-}3)$$

式中　ω_p——塑限含水量，以小数计；

k——温度修正系数，以小数计，查表 K.0.1-6；

i——含冰量(冰质量与总水质量之比)，以小数计，查表 K.0.1-6；

T——温度。

草炭粉质粘土计算热参数取值表　　表 K.0.1-1

ρ_d (kg/m³)	ω (%)	kJ/(m³·℃)		W/(m·℃)		m²/h	
		C_u	C_f	λ_u	λ_f	$a_u \cdot 10^3$	$a_f \cdot 10^3$
400	30	903.3	710.9	0.13	0.13	0.50	0.62
	50	1237.9	878.2	0.19	0.22	0.52	0.92
	70	1572.4	1045.5	0.23	0.37	0.54	1.26
	90	1907.0	1212.8	0.29	0.53	0.56	1.59
	110	2241.6	1380.1	0.35	0.72	0.57	1.87
	130	2576.1	1547.3	0.41	0.88	0.57	2.06
500	30	1129.1	890.8	0.17	0.17	0.54	0.69
	50	1547.3	1099.9	0.24	0.31	0.56	1.30
	70	1965.5	1309.0	0.32	0.51	0.59	1.40
	90	2383.7	1518.1	0.41	0.74	0.61	1.76
	110	2801.9	1727.2	0.49	1.00	0.62	2.08
	130	3220.1	1936.3	0.56	1.24	0.63	2.31
600	30	1355.0	1066.4	0.22	0.22	0.57	0.76
	50	1856.6	1317.3	0.31	0.42	0.61	1.15
	70	2368.6	1568.3	0.42	0.68	0.64	1.56
	90	2860.5	1819.2	0.53	0.99	0.67	1.96
	110	3362.3	2070.1	0.63	1.32	0.68	2.29
	130	3864.2	2321.0	0.75	1.61	0.68	2.51
700	30	1580.8	1246.2	0.27	0.30	0.61	0.87
	50	2166.3	1539.0	0.39	0.56	0.66	1.30
	70	2375.4	1831.7	0.53	0.88	0.70	1.74
	90	3337.2	2124.5	0.66	1.26	0.71	2.14
	110	3922.7	2417.2	0.79	1.67	0.73	2.50
	130	4508.2	2709.9	0.92	2.01	0.73	2.77
800	30	1806.6	1421.9	0.32	0.37	0.65	0.94
	50	2475.7	1756.4	0.48	0.68	0.70	1.41
	70	3144.9	2091.0	0.64	1.09	0.73	1.67
	90	3814.0	2425.6	0.80	1.55	0.76	2.32
	110	4483.1	2760.1	0.96	2.05	0.77	2.68
	130	5152.2	3094.7	1.10	2.47	0.78	2.88
900	30	1171.0	1342.4	0.38	0.40	0.68	1.03
	50	2785.2	1978.1	0.57	0.73	0.73	1.53
	70	3538.0	2354.5	0.75	1.14	0.77	2.03
	90	4290.7	2370.8	0.95	1.63	0.80	2.49
	110	5043.5	3107.2	1.14	2.12	0.82	2.86
	130	5796.3	3483.6	1.32	2.52	0.82	3.02

备注：表中符号：ρ_d——干密度；ω——含水率；λ——导热系数；a——导温系数；C——容积热容量；脚标 u 为未冻土；f 为冻土，下同。

工程建设标准全文信息系统

粉土、粉质粘土计算热参数取值表　　表 K.0.1-2

ρ_d (kg/m³)	ω (%)	kJ/(m³·℃)		W/(m·℃)		m²/h	
		C_u	C_f	λ_u	λ_f	$a_u \cdot 10^3$	$a_f \cdot 10^3$
1200	5	1254.6	1179.3	0.26	0.26	0.73	0.46
	10	1505.5	1405.2	0.43	0.41	1.02	1.04
	15	1756.4	1530.6	0.58	0.58	1.19	1.37
	20	2007.4	1656.1	0.67	0.79	1.21	1.71
	25	2258.3	1718.5	0.72	1.04	1.14	2.10
	30	2509.2	1907.0	0.79	1.23	1.13	2.40
	35	2760.1	2032.5	0.86	1.45	1.12	2.57
1300	5	1359.2	1279.7	0.30	0.29	0.80	0.80
	10	1631.0	1522.2	0.50	0.48	1.11	1.12
	15	1902.8	1660.3	0.71	0.71	1.33	1.47
	20	2174.6	1794.1	0.79	0.92	1.31	1.85
	25	2446.5	1932.1	0.84	1.21	1.23	2.25
	30	2718.3	2065.9	0.90	1.46	1.19	2.55
	35	2990.1	2203.9	0.97	1.67	1.18	2.74
1400	5	1463.7	1375.9	0.36	0.35	0.87	0.90
	10	1756.4	1639.3	0.59	0.57	1.22	1.22
	15	2049.8	1785.7	0.84	0.79	1.46	1.58
	20	2341.9	1932.1	0.94	1.06	1.44	1.96
	25	2634.7	2196.7	0.97	1.39	1.33	2.41
	30	2927.4	2224.8	1.06	1.68	1.32	2.73
	35	3220.1	2371.2	1.18	1.93	1.32	2.92
1500	5	1568.3	1476.2	0.41	0.41	0.93	0.98
	10	1881.9	1756.4	0.67	0.65	1.28	1.32
	15	2191.4	1907.0	0.96	0.91	1.58	1.71
	20	2509.2	2070.1	1.09	1.22	1.57	2.12
	25	2822.9	2229.0	1.13	1.58	1.44	2.55
	30	3136.5	2383.7	1.24	1.89	1.43	2.85
	35	3450.2	2542.7	1.36	2.12	1.42	3.01
1600	5	1672.8	1572.4	0.46	0.46	1.01	1.05
	10	2425.6	1873.5	0.78	0.74	1.40	1.42
	15	2541.9	2040.8	1.11	1.02	1.72	1.81
	20	2676.5	2208.1	1.24	1.38	1.67	2.25
	25	3011.0	2375.4	1.28	1.80	1.52	2.73
	30	3345.6	2542.7	1.42	2.12	1.52	3.01
	35	3680.2	2709.9	1.54	2.40	1.51	3.20

工程建设标准全文信息系统

碎石粉质粘土计算热参数取值表　　表 K.0.1-3

ρ_d	ω	kJ/(m³·℃)		W/(m·℃)		m²/h	
(kg/m³)	(%)	C_u	C_f	λ_u	λ_f	$a_u \cdot 10^3$	$a_f \cdot 10^3$
1200	3	1154.2	1053.9	0.23	0.22	0.72	0.77
	7	1355.0	1154.2	0.34	0.37	0.91	1.15
	10	1505.5	1229.5	0.43	0.52	1.03	1.52
	13	1656.1	1304.8	0.53	0.71	1.16	1.96
	15	1756.4	1355.0	0.59	0.85	1.21	2.26
	17	1856.8	1405.2	0.60	0.94	1.26	2.42
1400	3	1346.6	1229.5	0.34	0.32	0.89	0.97
	7	1568.3	1346.6	0.50	0.53	1.15	1.44
	10	1756.4	1434.1	0.65	0.74	1.33	1.86
	13	1932.1	1522.2	0.79	0.97	1.48	2.30
	15	2049.2	1580.8	0.88	1.14	1.55	2.59
	17	2166.3	1639.3	0.92	1.24	1.53	2.73
1600	3	1539.0	1405.2	0.46	0.45	1.07	1.17
	7	1806.6	1539.0	0.68	0.74	1.38	1.73
	10	2007.4	1639.3	0.89	1.00	1.61	2.20
	13	2208.1	1739.7	1.10	1.29	1.80	2.66
	15	2341.9	1806.6	1.28	1.45	1.87	2.90
	17	2475.7	1873.5	1.42	1.57	1.96	3.02
1800	3	1731.3	1580.8	0.60	0.60	1.25	2.38
	7	2032.5	1731.3	0.92	0.97	1.62	2.43
	10	2258.3	1844.3	1.17	1.31	1.87	2.56
	13	2295.9	1957.2	1.45	1.65	2.10	3.03
	15	2634.7	2032.5	1.60	1.82	2.19	2.23
	17	2785.2	2107.7	1.71	1.93	2.21	3.28

砾砂计算热参数取值表　　表 K.0.1-4

ρ_d	ω	kJ/(m³·℃)		W/(m·℃)		m²/h	
(kg/m³)	(%)	C_u	C_f	λ_u	λ_f	$a_u \cdot 10^2$	$a_f \cdot 10^3$
1400	2	1229.5	1083.1	0.42	0.49	1.23	1.62
	6	1463.7	1200.2	0.96	1.14	2.36	3.42
	10	1697.9	1317.3	1.17	1.43	2.40	3.41
	14	1932.1	1434.4	1.29	1.67	2.40	4.20
	18	2166.3	1555.5	1.39	1.86	2.27	4.31
1500	2	1317.3	1162.6	0.50	0.59	1.36	1.84
	6	1568.3	1288.1	1.09	1.32	2.51	3.70
	10	1819.2	1413.5	1.30	1.60	2.58	4.08
	14	2070.1	1539.0	1.44	1.87	2.51	4.38
	18	2321.0	1664.4	1.52	2.08	2.37	4.50
1600	2	1405.2	1237.9	0.61	0.73	1.56	2.13
	6	1672.8	1371.7	1.28	1.60	1.74	4.21
	10	1940.4	1505.5	1.48	1.86	2.75	4.44
	14	2208.1	1639.3	1.64	2.15	2.67	4.72
	18	4173.2	1773.2	1.69	2.35	2.47	4.79
1700	2	1493.0	1317.3	0.77	0.94	1.85	2.52
	6	1777.4	1459.5	1.47	1.91	2.99	4.73
	10	2061.7	1601.7	1.68	2.20	2.94	4.96
	14	2346.1	1743.9	1.84	2.48	2.84	5.13
	18	2630.5	1886.1	1.95	2.69	2.66	5.14
1800	2	1580.8	1392.6	0.95	1.19	2.17	3.09
	6	1818.9	1543.2	1.71	2.27	3.27	5.31
	10	2183.0	1693.7	1.91	2.61	3.17	5.56
	14	2484.1	1844.3	2.09	2.85	3.02	5.58
	18	2785.2	1994.8	2.18	3.05	2.85	5.51

大含水(冰)量土的导热系数　　表 K.0.1-5

红色粉质粘土				黄色粉土			
青海风火山				兰州			
ρ_d (kg/m³)	ω (%)	W/(m·℃)		ρ_d (kg/m³)	ω (%)	W/(m·℃)	
		λ_u	λ_f			λ_u	λ_f
380	202.4	0.73	2.15	400	200.0	—	2.13
680	109.2	0.94	2.06	700	100.0	—	2.08
900	78.2	1.03	1.97	1000	55.8	—	2.05
1000	60.0	1.08	1.95	1200	40.0	1.94	2.02
1100	50.0	1.08	1.95	1400	35.0	1.86	1.91
1200	44.9	1.09	1.88	1400	30.0	1.72	1.81
1200	34.3	1.09	1.67	—	—	—	—

草炭粉土				草根(皮)				草炭粉质粘土			
西藏两道河				西藏两道河				东北满归			
ρ_d (kg/m³)	ω (%)	W/(m·℃)		ρ_d (kg/m³)	ω (%)	W/(m·℃)		ρ_d (kg/m³)	ω (%)	W/(m·℃)	
		λ_u	λ_f			λ_u	λ_f			λ_u	λ_f
100	960.0	—	1.86	100	840	—	1.62	100	884.0	—	1.68
200	428.8	—	2.16	200	400	0.68	1.86	200	423.2	—	1.91
300	300.0	—	2.25	200	300	0.57	1.32	300	260.3	0.51	1.90
300	284.4	—	1.98	200	250	0.46	0.86	350	213.5	0.45	1.46
400	180.8	—	2.03	200	200	0.39	0.65	300	200.0	0.43	1.30
500	143.3	—	2.06	200	150	0.27	0.46	350	119.3	0.31	0.57
700	138.1	—	2.13	200	100	0.23	0.26	400	175.2	0.55	1.58
—	—	—	—	300	250	0.65	1.65	400	100.0	0.36	0.80
—	—	—	—	300	180	0.45	1.07	—	—	—	—
—	—	—	—	300	150	0.41	0.93	—	—	—	—
—	—	—	—	300	130	0.36	0.68				
—	—	—	—	300	110	0.36	0.57				

工程建设标准全文信息系统

不同温度下的修正系数和含冰量数值表　　表 K.0.1-6

土　名	塑性指数	i，k	温度(T)℃					
			−10	−0.5	−1.0	−2.0	−3.0	−5.0
砂土	—	i	0.78	0.85	0.92	0.93	0.95	0.98
粉土	$I_p \leqslant 10$	k	0.50	0.30	0.20	0.15	0.15	0.10
粉质粘土	$10 < I_p \leqslant 13$	k	0.65	0.50	0.40	0.35	0.30	0.25
	$13 < I_p \leqslant 17$	k	0.80	0.70	0.60	0.50	0.45	0.40
粘土	$17 < I_p$	k	0.90	0.80	0.70	0.60	0.55	0.50
泥炭粉质粘土	$15 < I_p \leqslant 17$	k	0.40	0.35	0.30	0.25	0.25	0.20

注：表中粉质粘土 $I_p > 13$ 及粘土 $I_p > 17$ 两档数据仅供参考。

K.0.2　冻土强度指标的设计值。

K.0.2.1　冻土地基承载力设计值 f_d 的确定。

冻土地基承载能力，可根据本规范规定的建筑物安全等级要求进行试验确定。不能进行原位试验确定时，可按冻结地基土的土质、物理力学指标查表 K.0.2-7 确定。

冻土承载力设计值 f_d　　表 K.0.2-7

地温(℃) / 土名	−0.5	−1.0	−1.5	−2.0	−2.5	−3.0
碎砾石类土	800	1000	1200	1400	1600	1800
砾砂、粗砂	650	800	950	1100	1250	1400
中砂、细砂、粉砂	500	650	800	950	1100	1250
粘土、粉质粘土、粉土	400	500	600	700	800	900
含土冰层	100	150	200	250	300	350

注：①冻土“极限承载力”按表数值乘 2；

②表中数值适用于本规范“多年冻土的融沉性分级表 3.2.2”中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类土；

③冻土含水率属于分级表 3.2.2 中Ⅳ类时，粘性土取值乘以 0.3～0.6(含水率接近Ⅲ类土取 0.3，接近Ⅴ类土取 0.6，中间取中值)。块卵石土、碎砾石土和砂土取值乘以 0.6～0.4(含水率接近Ⅲ类土取 0.6，接近Ⅴ类土取 0.4，中间取中值)；

④含土冰层指包裹冰含量为 0.4～0.6；

⑤当含水率小于等于未冻水量，按不冻土取值；

⑥表中温度是使用期间基础底面下的最高地温；

⑦本表不适于盐渍化冻土，冻结泥炭化土。

工程建设标准全文信息系统

K.0.2.2 在无试验资料的情况下，桩端冻土承载力的设计值按表 K.0.2-8 确定；对于盐渍化冻土按表 K.0.2-9 确定，对于冻结泥炭化土按表 K.0.2-10 确定。

桩端冻土承载力的设计值　　表 **K.0.2-8**

土名		桩沉入深度(m)	不同温度(℃)时的承载设计值(kPa)							
			−0.3	−0.5	−1.0	−1.5	−2.0	−2.5	−3.0	−3.5
土含冰量＜0.2	碎石土	任意深度	2500	3000	3500	4000	4300	4500	4800	5300
	粗砂、中砂、细砂、粉砂	任意深度	1500	1800	2100	2400	2500	2700	2800	3100
		3～5	850	1300	1400	1500	1700	1900	1900	2000
		10	1000	1550	1650	1750	2000	2100	2200	2300
		15及15以上	1100	1700	1800	1900	2200	2300	2400	2500
	粉土	3～5	750	850	1100	1200	1300	1400	1500	1700
		10	850	950	1250	1350	1450	1600	1700	1900
		15及15以上	950	1050	1400	1500	1600	1800	1900	2100
	粉质粘土及粘土	3～5	650	750	850	950	1100	1200	1300	1400
		10	800	850	950	1100	1250	1350	1450	1600
		15及15以上	900	950	1100	1250	1400	1500	1600	1800
土含冰量0.2～0.4	上述各类土	3～5	400	500	600	750	850	950	1000	1100
		10	450	550	700	800	900	1000	1050	1150
		15及15以上	550	600	750	850	950	1050	1100	1300

工程建设标准全文信息系统

端桩盐渍化冻土承载力的设计值　　表 K.0.2-9

土的盐渍度(%)	不同温度(℃)时的承载力设计值(kPa)											
	−1			−2			−3			−4		
	桩沉入深度(m)											
	3～5	10	≥15	3～5	10	≥15	3～5	10	≥15	3～5	10	≥15
细砂和中砂												
0.10	500	600	850	650	850	950	800	950	1050	900	1150	1250
0.20	150	250	350	250	350	450	350	450	600	500	600	750
0.30	—	—	—	150	200	300	250	350	450	350	450	550
0.50	—	—	—	—	—	—	150	200	300	250	300	400
粉砂												
0.15	550	650	750	800	950	1050	1050	1200	1350	1350	1550	1700
0.30	300	350	450	550	650	800	750	900	1050	1000	1150	1300
0.50	—	—	—	300	350	450	500	550	650	650	750	900
1.00	—	—	—	—	—	—	200	250	350	350	450	550
粉质粘土												
0.20	450	500	650	700	800	950	900	1050	1200	1150	1300	1400
0.50	150	250	350	450	450	550	550	650	750	750	850	1000
0.75	—	—	—	200	250	350	350	450	550	500	600	750
1.00	—	—	—	150	200	300	300	350	450	400	500	650

注：①表列的设计值是按包裹冰计算的含冰量＜0.2 盐渍化冻土规定的；

②柱式基础底面的设计值允许按本表桩沉入深度 3～5m 之值采用。

工程建设标准全文信息系统

含植物残渣和泥炭混合物(冻结泥炭化土)

承载力的设计值　　表 K.0.2-10

土的泥炭化程度 ξ	不同温度(℃)时的承载力设计值(kPa)					
	−1	−2	−3	−4	−6	−8
砂						
$0.03<\xi\leqslant0.10$	250	550	900	1200	1500	1700
$0.10<\xi\leqslant0.25$	190	430	800	860	1000	1150
$0.25<\xi\leqslant0.60$	130	310	460	650	750	850
粉土、粘性						
$0.05<\xi\leqslant0.10$	200	480	700	1000	1160	1330
$0.10<\xi\leqslant0.25$	150	350	540	700	820	940
$0.25<\xi\leqslant0.60$	100	280	430	570	670	760
$\xi>0.60$	60	200	320	450	520	590

K.0.2.3　冻土和基础间的冻结强度设计值。

冻土和基础间的冻结强度应在现场进行原位测定,或在专门试验设备条件下进行试验测定。若无试验资料时,可依据冻结地基土的土质,力学指标按表 K.0.2-11 确定。地基土的分类按本规范“多年冻土的融沉性分级表 3.2.2”确定。对于盐渍化冻土与基础间的冻结强度按表 K.0.2-12 确定;冻结泥炭化土按表 K.0.2-13 确定。表 K.0.2-11、K.0.2-12、K.0.2-13 适用于混凝土或钢筋混凝土基础。不同材料的基础与冻土间的冻结强度,可按表值进行修正,其修正系数列于表 K.0.2-14。

工程建设标准全文信息系统

冻土和基础间的冻结强度设计值(kPa)　　表 K.0.2-11

类　别	不同温度(℃)时的承载力设计值(kPa)						
	−0.2	−0.5	−1.0	−1.5	−2.0	−2.5	−3.0
粉土、粘性土							
Ⅲ	35	50	85	115	145	170	200
Ⅱ	30	40	60	80	100	120	140
Ⅰ、Ⅳ	25	30	40	60	70	85	100
Ⅴ	15	20	30	40	50	55	65
砂土							
Ⅲ	40	60	100	130	165	200	230
Ⅱ	30	50	80	100	130	155	200
Ⅰ、Ⅳ	25	35	50	70	85	100	115
Ⅴ	10	20	30	35	40	50	60
砾石土(＜0.074mm)粒径含量(≤10%)							
Ⅲ	40	55	80	100	130	155	180
Ⅱ	30	40	60	80	100	120	135
Ⅰ、Ⅳ	25	35	50	60	70	85	95
Ⅴ	15	20	30	40	45	55	65
砾石土(＜0.074mm)粒径含量(＞10%)							
Ⅲ	35	55	85	115	150	170	200
Ⅱ	30	40	70	90	115	110	160
Ⅰ、Ⅳ	25	35	50	70	85	95	115
Ⅴ	15	20	30	35	45	55	60

注:① Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类含水率的判别可按本规范表 3.2.2 确定;
②插入桩侧面冻结强度按Ⅳ类土取值。

工程建设标准全文信息系统

盐渍化冻土与基础间的冻结强度设计值　　表 K.0.2-12

土的盐渍度（%）	不同温度(℃)时的承载力设计值(kPa)			
	—1	—2	—3	—4
细砂和中砂				
0.10	70	110	150	190
0.20	50	80	110	140
0.30	40	70	90	120
0.50	—	50	80	100
粉土				
0.15	80	120	160	210
0.30	60	90	130	170
0.50	30	60	100	130
1.00	—	—	50	80
粉质粘土				
0.20	60	100	130	180
0.50	30	50	90	120
0.75	—	—	80	110
1.00	—	—	70	100

含植物残渣和泥炭混合物的冻结泥炭化土与基础间的冻结强度设计值　　表 K.0.2-13

土的泥炭化程度 ξ	不同温度(℃)时的承载力设计值(kPa)					
	—1	—2	—3	—4	—6	—8
砂土						
$0.03<\xi\leqslant0.10$	90	130	160	210	250	280
$0.10<\xi\leqslant0.25$	50	90	120	160	185	210
$0.25<\xi\leqslant0.60$	35	70	95	130	150	170
粉土、粘性土						
$0.05<\xi\leqslant0.10$	60	100	130	180	210	240
$0.10<\xi\leqslant0.25$	35	60	90	120	140	160
$0.25<\xi\leqslant0.60$	25	50	80	105	125	140
$\xi>0.60$	20	40	75	95	110	125

不同材质基础表面状态修正系数　　表 K.0.2-14

基础材质及表面状况	木质	金属（表面未处理）	金属或混凝土表面涂工业凡士林或渣油	金属或混凝土增大表面粗糙度	预制混凝土
修正系数	0.90	0.66	0.40	1.20	1.00

K.0.2.4　冻胀力作用下基础稳定性验算的冻胀力设计值应由试验确定，在无条件时可按表 K.0.2-15-1 及表 K.0.2-15-2 选用。

切向冻胀力设计值 τ_d（kPa）　　表 K.0.2-15-1

冻胀类别	弱冻胀	冻胀	强冻胀	特强冻胀
单位切向冻胀力	$30\leqslant\tau_d\leqslant60$	$60<\tau_d\leqslant80$	$80<\tau_d\leqslant120$	$20<\tau_d\leqslant150$

水平冻胀力设计值 H_d（kPa）　　表 K.0.2-15-2

冻胀等级	不冻胀	弱冻胀	冻胀	强冻胀	特强冻胀
冻胀率 η%	$\eta\leqslant1$	$1<\eta\leqslant3.5$	$3.5<\eta\leqslant6$	$6<\eta\leqslant12$	$\eta>12$
水平冻胀力 H_d	$H_d<15$	$15\leqslant H_d<70$	$70\leqslant H_d<120$	$120\leqslant H_d<200$	$H_d\geqslant200$

K.0.3　冻土融化和压缩指标的设计值。

K.0.3.1　冻土地基融化时沉降计算中的融化下沉系数和压缩系数指标，应以试验确定。对均质的冻结细粒土可以在试验室条件下，用专门的试验装置确定。

K.0.3.2　如没有试验资料，冻土融化下沉系数 δ_0 可依据冻结地基土的土质、物理力学性质，按以下公式计算。

(1)按含水率(ω)确定：

对于按本规范“多年冻土的融沉性分类”表 3.2.2 中地基土含水率判别的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类土：

$$\delta_0=\alpha_1(\omega-\omega_0)(\%)\qquad(K.0.3\text{-}4)$$

式中 α_1——系数，按表 K.0.3-16 确定；

ω_0——起始融沉含水率，可按表 K.0.3-16 确定。

对于粘性土，可按其塑限含水量 ω_p，依下式进行计算：

$$\omega_0 = 5 + 0.8\omega_p (\%) \qquad (K.0.3\text{-}5)$$

α_1、ω_0 值　　表 K.0.3-16

土质	砾石、碎石土①	砂类土	粉土、粉质粘土	粘土
α_1	0.5	0.6	0.7	0.8
ω_0(%)	11.0	14.0	18.0	23.0

注：①对于粉粘粒(<0.074mm 的粒径)含量<15%者 α_1 取 0.4；

②粘性土 ω_0 的按式 K.0.3-15 计算值与 K.0.3-16 所列值不同时，取小值。

对于 V 类土，其融化下沉系数 δ_o 按下式计算：

$$\delta_o = 3\sqrt{\omega - \omega_c} + \delta'_o \qquad (K.0.3\text{-}6)$$

式中 $\omega_c = \omega_p + 35$ 对于粗颗粒土可用 ω_c 代替 ω_p，无试验资料时，可按表 K.0.3-17 取值；

δ'_o——对应于 $\omega = \omega_c$ 时的 δ_o 值可按公式(K.0.3-4)计算，无试验资料时，可按表 K.0.3-17 取值。

ω_c、δ'_o 值　　表 K.0.3-17

土质	砾石、碎石土①	砂类土	粉土、粉质粘土	粘土
ω_c(%)	46	49	52	58
δ'_o(%)	18	20	25	20

注：①对于粉粘粒(<0.074mm 的粒径)含量<15%者，ω_c 取 44%，δ'_o 可取 14%。

(2)按冻土干密度 ρ_d 确定。对于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类土：

$$\delta_o = \alpha_2(\rho_{d0} - \rho_d)/\rho_d \qquad (K.0.3\text{-}7)$$

式中 α_2——系数，按表 K.0.3-18 确定；

ρ_{d0}——起始融沉干密度，大致相当于或略大于最佳干密度。无试验资料时，可按表 K.0.3-18 取值。

α_2、ρ_{d0}值　　表 K.0.3-18

土质	砾石、碎石土①	砂类土	粉土、粉质粘土	粘土
α_2	25	30	40	30
ρ_{d0}(t/m^3)	1.96	1.80	1.70	1.65

注：①对于粉粘粒(<0.074mm 的粒径)含量<15%者，α_2 取 20，ρ_{d0}取 2.0。

对于Ⅴ类土。

$$\delta_o = 60(\rho_{dc} - \rho_p) + \delta_o' \qquad (K.0.3\text{-}8)$$

式中　ρ_{dc}——对应于 $\omega = \omega_c$ 之冻土干密度，无试验资料时，按表 K.0.3-19 取值。

ρ_{dc}值　　表 K.0.3-19

土质	砾石、碎石土①	砂类土	粉土、粉质粘土	粘土
ρ_{dc}(t/m^3)	1.16	1.10	1.05	1.00

注：①对于粉粘粒(<0.074mm 的粒径)含量<15%者，ρ_{dc}取 1.2(t/m^3)。

K.0.3.3　要求现场测定冻土含水率(ω)及干密度 ρ_{dc}，分别计算融化下沉系数 δ_o 值，取大值作为设计值。

K.0.3.4　冻土融化后的体积压缩系数 m_v 可按表 K.0.3-20 确定。

各类冻土融化后体积压缩系数 m_v(MPa^{-1})值　表 K.0.3-20

m_v(MPa^{-1}) 土质及压力(kPa) / 冻土 ρ_d(t/m^3)	砾石、碎石土 P_0=10～210	砂类土 P_0=10～210	粘性土 P_0=10～210	草　皮 P_0=10～210
2.10	0.00	—	—	—
2.00	0.10	—	—	—
1.90	0.20	0.00	0.00	—
1.80	0.30	0.12	0.15	—
1.70	0.30	0.24	0.30	—

工程建设标准全文信息系统

续表 K.0.3-20

m_v(MPa^{-1}) 土质及压力(kPa) 冻土 ρ_d(t/m^3)	砾石、碎石土 P_0=10～210	砂类土 P_0=10～210	粘性土 P_0=10～210	草　皮 P_0=10～210
1.60	0.40	0.36	0.45	—
1.50	0.40	0.48	0.75	—
1.40	0.40	0.48	0.75	—
1.30	—	0.48	0.75	0.40
1.20	—	0.48	0.75	0.45
1.10	—	—	0.75	0.60
1.00	—	—	—	0.75
0.90	—	—	—	0.90
0.80	—	—	—	1.05
0.70	—	—	—	1.20
0.60	—	—	—	1.30
0.50	—	—	—	1.50
0.40				1.65

工程建设标准全文信息系统

附录 L　冻土地温特征值计算

L.0.1　冻土地温特征值是指年平均地温、地温年变化深度、活动层底面以下的年平均地温、年最高地温和年最低地温等。

L.0.2　根据现场钻孔一次测温资料，按下式计算活动层下不同深度处的年平均、年最高和年最低地温：

$$H = H_1 - h_u(f) \tag{L.0.2-1}$$

$$\Delta T_z = (T_{20} - T_{15}) \times (20 - H_1)/5 \tag{L.0.2-2}$$

$$T_z = T_{20} - \Delta T_z \tag{L.0.2-3}$$

$$A_z = A_u(f) \times \exp(-H \times \sqrt{\pi/\alpha t}) \tag{L.0.2-4}$$

$$T_{zmax} = T_z + A_z \tag{L.0.2-5}$$

$$T_{zmin} = T_z + A_z \tag{L.0.2-6}$$

$$H_2 = \sqrt{\alpha t/\pi} \ln(A_u(f)/0.1) \tag{L.0.2-7}$$

$$H_3 = H_2 + h_u(f) \tag{L.0.2-8}$$

$$T_{cp} = T_{20} - \Delta T_{H_3} \tag{L.0.2-9}$$

式中　H_1——从地表算起的实测深度(m)；

$h_u(f)$——最大季节融化(冻结)深度(m)；

H——从季节活动层底面起算的深度(m)；

H_2——从季节活动层底面起算的地温年变化深度(m)；

H_3——从地面算起的地温年变化深度(m)；

ΔT_z——考虑地热梯度的地温修正值(℃)；

T_z、T_{zmax}、T_{zmin}——季节活动层以下某深度处的年平均、年最高、年最低温度(℃)；

T_{15}、T_{20}——分别为 15m 和 20m 处的实测地温(℃)；

工程建设标准全文信息系统

A_z——季节活动层以下某深度处的地温年振幅(℃)；

$A_u(f)$——活动层底面的地温年振幅(℃)；数值等于该处年平均地温绝对值；

$T_u(f)$——最大季节(融化)冻结深度处的年平均温度(℃)；

T_{cp}——(地温年变化深度处的)年平均地温(℃)；

α——土层的平均导温系数(m^2/h)；

t——年周期，8760h；

ΔT_{H_3}——H_3 处的地温修正值(℃)，可用 H_3 代替式 L.0.2-2 中的 H_1 求得。

L.0.3 计算说明。

L.0.3.1 (L.0.2-1)式中，最大季节融化(冻结)深度 $h_u(f)$根据实际勘探资料确定。为保证计算精度，现场钻孔测温间距在 5m 深度内以 0.5m 为好，5m 深度以下为 1m。

L.0.3.2 (L.0.2-2)式中需用地温年变化深度以下任意两点的测温资料投入运算，初算时采用 15m 和 20m 两点的地温投入运算，若以后求得的地温年变化深度大于 15m，则须重新复算。

L.0.3.3 α 值根据勘探时所得的土层定名、含水率和干密度资料，查附录 K 表 K.0.1-1 至表 K.0.1-6，并进行加权平均求得。

工程建设标准全文信息系统

工程建设标准全文信息系统

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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”或“可”；

反面词采用“不宜”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

工程建设标准全文信息系统