

中华人民共和国国家标准

膨胀土地区建筑技术规范

GBJ112-87

主管部门：中华人民共和国城乡建设环境保护部
批准部门：中华人民共和国国家标准委员会
施行日期：1988 年 8 月 1 日

关于发布《膨胀土地区建筑技术规范》的通知

计标[1987]2110号

根据原国家建委(78)建发设字第562号文的要求，由城乡建设环境保护部会同有关部门共同编制的《膨胀土地区建筑技术规范》已经有关部门会审。现批准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ112-87为国家标准，自1988年8月1日起施行。

本规范由城乡建设环境保护部管理，其具体解释等工作由城乡建设环境保护部中国建筑科学研究院负责。出版发行由中国计划出版社负责。

国家计划委员会

1987年11月12日

编制说明

主要符号

本规范是根据原国家建委 (78) 建发设字第 562 号文的通知, 由我部中国建筑科学研究院会同全国有关勘察、设计单位共同编制的。

规范编制组在总结膨胀土地区已有工程建设实践经验和科研成果的基础上, 经进一步深入调查研究, 提出了规范征求意见稿, 在全国广泛地征求意见, 并经几次讨论和修改, 最后由我部会同有关部门审查定稿。

本规范共分总则、勘察、设计、施工和维护管理五章, 并附有膨胀土工程特性指标室内试验等六个附录。

本规范属初次编制, 请各单位在执行过程中注意总结经验, 积累资料, 随时将遇到的问题和修改意见寄交中国建筑科学研究院地基基础研究所 (北京安外小黄庄), 以供今后修订时参考。

城乡建设环境保护部

1987 年 10 月 9 日

A_p	桩端面积
a	基础外边缘至坡肩水平距离
b	基础底面宽度
d	基础埋置深度
d_a	大气影响深度
f_k	地基承载力的基本值
$[f_s]$	桩侧与土的摩擦力的设计值
$[f_p]$	桩端单位面积的承载力的设计值
G_0	承台和土的自重
h	设计斜坡高度
h_0	土样的原始高度
h_w	土样浸水膨胀稳定后的高度
l_a	桩锚固在非膨胀土层内长度
P	作用于地基上的压力
P_e	土的膨胀力
Q_1	作用于单桩桩顶的竖向荷载
Q_2	作用于桩基承台顶面上的竖向荷载
s	地基土的胀缩变形量
s_e	地基土的分级变形量
$s_{e'}$	地基土的膨胀变形量
s_s	地基土的收缩变形量
u_p	桩身周长

v_c ——在大气影响急剧层内桩侧土的胀切力

v_0 ——土样原有体积

v_w ——土样在水中膨胀稳定后的体积

w ——土的天然含水量

w_p ——土的塑限含水量

z_n ——计算深度

λ_s ——地基土的收缩系数

δ_{ef} ——土的自由膨胀率

δ_{ep} ——在一定压力作用下土的膨胀率

δ_s ——土的线缩率

ψ ——计算胀缩变形量的经验系数

ψ_c ——计算膨胀变形量的经验系数

ψ_s ——计算收缩变形量的经验系数

ψ_w ——土的湿度系数

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为使膨胀土地区的工程建设做到技术先进、经济合理、保证建筑物的安全和正常使用，特制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于膨胀土地区的工业与民用建筑的勘察、设计、施工和维护管理。

第 1.0.3 条 膨胀土应是土中粘粒成份主要由亲水性矿物组成，同时具有显著的吸水膨胀和失水收缩两种变形特性的粘性土。

第 1.0.4 条 膨胀土地区的工程建设，必须根据膨胀土的特性和工程要求，综合考虑气候特点、地形地貌条件、土中水份的变化情况等因素，因地制宜，采取治理措施。

第 1.0.5 条 膨胀土地区的工程建设，除应遵守本规范外，尚应符合国家现行的有关标准、规范的要求。

第二章 勘察

第一节 一般规定

第 2.1.1 条 工程地质勘察阶段应与设计阶段相适应,可分为选择场址勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段。

对场地面积不大、地质条件简单或有建设经验的地区,可简化勘察阶段,但应达到详细勘察阶段的要求。对地形地质条件复杂或有成群建筑物破坏的地区,必要时还应进行专门性的勘察工作。

第 2.1.2 条 选择场址勘察,应以工程地质调查为主,辅以少量探坑或必要的钻探工作,了解地层分布,采取适量扰动土样,测定自由膨胀率,初步判定场地内有无膨胀土,对拟选场址的稳定性和适宜性作出工程地质评价。

第 2.1.3 条 工程地质调查应包括下列内容:

- 一、初步查明膨胀土的地质时代、成因和胀缩性能;
- 二、划分地貌单元,了解地形形态;
- 三、查明场地内有无浅层滑坡、地裂、冲沟和隐伏岩溶等不良地质现象;

四、调查地表水排泄积聚情况,地下水类型,多年水位和变化幅度;

五、收集当地多年气象资料(包括降水量、蒸发力、干旱持续时间、气温和地温等),了解其变化特点;

六、调查当地建设经验,分析建筑物损坏的原因。

第 2.1.4 条 初步勘察阶段应确定膨胀土的胀缩性,对场地稳定性和工程地质条件作出评价,为确定建筑总平面布置、主要建筑物地基基础方案及对不良地质现象的防治方案提供工程地质资料。其主要工作应包括下列内容:

一、工程地质条件复杂并且已有资料不符合要求时,应进行工程地质测绘,所用的比例尺可采用 $1/1000 \sim 1/500$;

二、查明场地内不良地质现象的成因、分布范围和危害程度,预估地下水季节性变化幅度和对地基土的影响;

三、采取原状土样进行室内基本物理性质试验、收缩试验、膨胀力试验和 50kPa 压力下的膨胀率试验,初步查明场地内膨胀土的物理力学性质。

第 2.1.5 条 详细勘察阶段应详细查明各建筑物的地基土层及其物理力学性质,确定其胀缩等级,为地基基础设计、地基处理、边坡保护和不良地质地段的治理,提供详细的工程地质资料。

第 2.1.6 条 野外勘探及试验工作,除按国家现行岩土工程勘察规范有关规定进行外,尚应符合下列要求:

一、取土勘探点,应根据建筑物类别、地貌单元及地基土胀缩等级分布置,其数量不应少于勘探点总数的 $1/2$,详细勘察阶段,在每株主要建筑物下不得少于 3 个取土勘探点。

二、采取原状土样,应从地表下 1m 处开始,在 1m 至大气影响深度内每米取样 1 件;土层有明显变化处,宜加取土样;大气影响深度以下,取样间距可适当加大。

三、重要的和有特殊要求的建筑场地,必要时应进行现场浸水载荷试验,进一步确定地基土的膨胀性能及其承载力。

第二节 土的工程特性指标

第 2.2.1 条 膨胀土的工程特性指标, 应符合下列规定:

定:

一、自由膨胀率 (δ_{ef})

人工制备的烘干土, 在水中增加的体积与原体积的比,

按下式计算:

$$\delta_{ef} = \frac{v_w - v_0}{v_0} \times 100\% \quad (2.2.1-1)$$

式中 v_w ——土样在水中膨胀稳定后的体积 (ml);

v_0 ——土样原有体积 (ml)。

二、膨胀率 (δ_{ep})

在一定压力下, 浸水膨胀稳定后, 土样增加的高度与原高度之比, 按下式计算:

$$\delta_{ep} = \frac{h_w - h_0}{h_0} \times 100\% \quad (2.2.1-2)$$

式中 h_w ——土样浸水膨胀稳定后的高度 (mm);

h_0 ——土样的原始高度 (mm)。

三、收缩系数 (λ_s)

原状土样在直线收缩阶段, 含水量减少 1% 时的竖向线收缩率, 按下式计算:

$$\lambda_s = \frac{\Delta \delta_s}{\Delta W} \quad (2.2.1-3)$$

式中 $\Delta \delta_s$ ——收缩过程中与两点含水量之差对应的竖向线收缩率之差 (%);

ΔW ——收缩过程中直线变化阶段两点含水量之差 (%)。

四、膨胀力 (P_e)

原状土样在体积不变时, 由于浸水膨胀产生的最大内应力。

上述特性指标的试验, 应按本规范附录一的规定进行。

第三节 场地与地基评价

第 2.3.1 条 进行膨胀土场地的评价, 应查明建筑场地内膨胀土的分布及地形地貌条件, 根据工程地质特征及土的自由膨胀率等指标综合评价。必要时, 尚应进行土的矿物成份鉴定及其他试验。

第 2.3.2 条 具有下列工程地质特征的场地, 且自由膨胀率大于或等于 40% 的土, 应判定为膨胀土:

一、裂隙发育, 常有光滑面和擦痕, 有的裂隙中充填着灰白、灰绿色粘土。在自然条件下呈坚硬或硬塑状态;

二、多出露于二级或二级以上阶地、山前和盆地边缘丘陵地带, 地形平缓, 无明显自然陡坎;

三、常见浅层塑性滑坡、地裂, 新开挖坑 (槽) 壁易发生坍塌等;

四、建筑物裂缝随气候变化而张开和闭合。

第 2.3.3 条 膨胀土的膨胀潜势, 可按表 2.3.3 分为三类:

膨胀土的膨胀潜势分类		表 2.3.3
自由膨胀率 (%)	膨胀潜势	
$40 < \delta_d < 65$	弱	
$65 < \delta_d < 90$	中	
$\delta_d > 90$	强	

第 2.3.4 条 根据地形地貌条件, 建筑场地可分为下列两类:

- 一、平坦场地: 地形坡度小于 5° ; 地形坡度大于 5° 小于 14° , 距坡肩水平距离大于 10m 的坡顶地带。
- 二、坡地场地: 地形坡度大于或等于 5° ; 地形坡度虽然小于 5° , 但同一座建筑物范围内局部地形高差大于 1m。

第 2.3.5 条 膨胀土地基评价, 应根据地基的膨胀、收缩变形对低层砖混房屋的影响程度进行。地基的胀缩等级, 可按表 2.3.5 分为三级。

膨胀土地基的胀缩等级		表 2.3.5
地基分级变形量 S_c (mm)	级 别	
$15 < S_c < 35$	I	
$35 < S_c < 70$	II	
$S_c > 70$	III	

第 2.3.6 条 地基分级变形量应按公式 3.2.2、3.2.3-1 和 3.2.6 计算, 式中膨胀率采用的压力应为 50kPa。

第三章 设 计

第一节 一般规定

第 3.1.1 条 膨胀土地基的设计, 可按建筑场地的地形地貌条件分为下列两种情况:

- 一、位于平坦场地上的建筑物地基, 按变形控制设计;
- 二、位于坡地场地上的建筑物地基, 除按变形控制设计外, 尚应验算地基的稳定性。

第 3.1.2 条 平坦场地上的建筑物地基设计, 应根据建筑结构对地基不均匀变形的适应能力, 采取相应的措施。木结构、钢和钢筋混凝土排架结构, 以及建造在常年地下水位较高的低洼场地上的建筑物, 可按一般地基设计。

第 3.1.3 条 对烟囱、窑、炉等高温构筑物应主要考虑干缩影响, 并根据可能产生的变形危害程度, 采取适当的隔热措施。对冷库等低温建筑物应采取措施, 防止水份向基底土转移引起膨胀。

第 3.1.4 条 凡符合下列情况, 应选择部分有代表性的建筑物, 从施工开始就进行升降观测, 竣工后, 移交使用单位继续观测:

- 一、Ⅲ级膨胀土地基上的建筑物;
- 二、用水量较大的湿润车间;
- 三、坡地场地上的重要建筑物;
- 四、高压、易燃或易爆管道支架或有特殊要求的路面、

轨道等。

其观测方法应按附录五的规定进行。

对高层建筑物的地下室侧墙及高度大于3m的挡土墙，宜进行土压力观测。

第二节 地基计算

第3.2.1条 膨胀土地基变形量 (图3.2.1)，可按下列三种情况分别计算：

一、当离地表1m处地基土的天然含水量等于或接近最小值时，或地面有覆盖且无蒸发可能时，以及建筑物在使用期间，经常有水浸湿的地基，可按膨胀变形量计算；

二、当离地表1m处地基土的天然含水量大于1.2倍塑限含水量时，或直接受高温作用的地基，可按收缩变形量计算；

三、其他情况下可按胀缩变形量计算。

第3.2.2条 地基土的膨胀变形量，应按下式计算：

$$s_e = \psi_e \sum_{i=1}^n \delta_{epi} \cdot h_i \quad (3.2.2)$$

式中 s_e ——地基土的膨胀变形量 (mm)；

ψ_e ——计算膨胀变形量的经验系数，宜根据当地经验确定，若无可依据经验时，三层及三层以下建筑物，可采用0.6；

δ_{epi} ——基础底面下第*i*层土在该层土的平均自重压力与平均附加压力之和作用下的膨胀率，由室内试验确定；

h_i ——第*i*层土的计算厚度 (mm)；

n ——自基础底面至计算深度内所划分的土层数 (图

3.2.1a)，计算深度应根据大气影响深度确定；有浸水可能时，可按浸水影响深度确定。

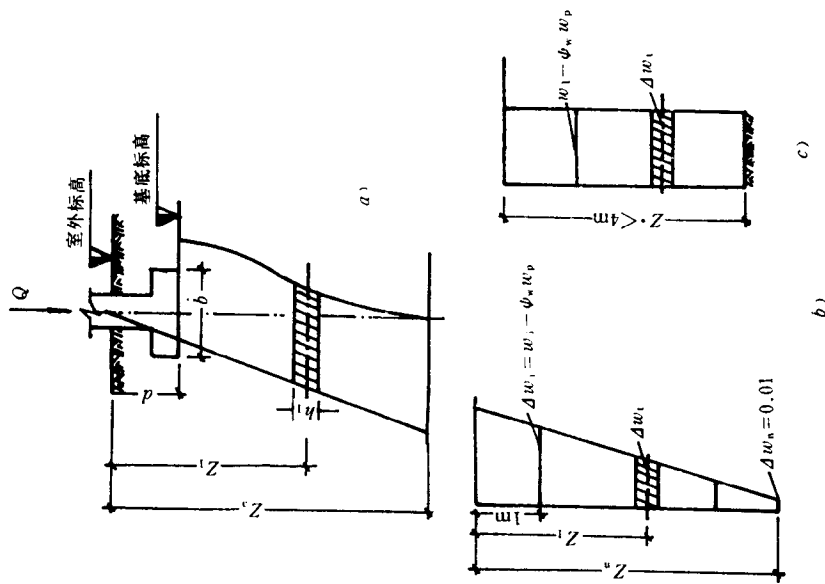


图3.2.1 地基土变形计算示意图

第3.2.3条 地基土的收缩变形量，应按下式计算：

$$s_s = \psi_s \sum_{i=1}^n \lambda_{si} \Delta w_i \cdot h_i \quad (3.2.3-1)$$

式中 s_s ——地基土的收缩变形量 (mm);

ψ_s ——计算收缩变形量的经验系数, 宜根据当地经验确定, 若无可依据经验时, 三层及三层以下建筑物, 可采用 0.8;

λ_{si} ——第 i 层土的收缩系数, 应由室内试验确定;

Δw_i ——地基土收缩过程中, 第 i 层土可能发生的含水量变化的平均值 (以小数表示);

n ——自基础底面至计算深度内所划分的土层数 (图 3.2.1b), 计算深度可取大气影响深度, 当有热源影响时, 应按热源影响深度确定。

在计算深度内, 各土层的含水量变化值, 应按下式计算:

$$\Delta w_i = \Delta w_1 - (\Delta w_1 - 0.01) \frac{z_i - 1}{z_n - 1} \quad (3.2.3 - 2)$$

式中 w_1 、 w_p ——地表下 1m 处土的天然含水量和塑限含水量 (以小数表示);

ψ_w ——土的湿度系数;

z_i ——第 i 层土的深度 (m);

z_n ——计算深度, 可取大气影响深度 (m)。

注: ①在地表下 4m 土层深度内, 存在不透水基岩时, 可假定含水量变化值为常数 (图 3.2.1c)。

②在计算深度内有稳定地下水位时, 可计算至水位以上 3m。

第 3.2.4 条 膨胀土湿度系数, 应根据当地 10 年以上的土的含水量变化及有关气象资料统计求出; 无此资料时, 可按下式计算:

$$\psi_w = 1.152 - 0.726a - 0.00107c \quad (3.2.4)$$

式中 ψ_w ——膨胀土湿度系数, 在自然气候影响下, 地表下 1m 处土层含水量可能达到的最小值与其塑限值之比;

a ——当地 9 月至次年 2 月的蒸发力之和与全年蒸发力之比值。我国部分地区蒸发力及降水量值, 可按本规范附录二采用;

c ——全年中干燥度大于 1.00 的月份的蒸发力与降水量差值之总和 (mm)。

注: 干燥度为蒸发力与降水量之比值。

第 3.2.5 条 大气影响深度, 应由各气候区土的深层变形观测或含水量观测及地温观测资料确定; 无此资料时, 可按表 3.2.5 采用。

大气影响深度 (m)		表 3.2.5
土的湿度系数 ψ_w	大气影响深度 d_a	
0.6	5.0	
0.7	4.0	
0.8	3.5	
0.9	3.0	

注: ①大气影响深度是自然气候作用下, 由降水、蒸发、地温等因素引起土的升降变形的有效深度。

②大气影响急剧层深度系指大气影响特别显著的深度。

大气影响急剧层深度, 可按表 3.2.5 中的大气影响深度值乘以 0.45 采用。

第 3.2.6 条 地基土的胀缩变形量, 应按下式计算:

$$s = \psi \sum_{i=1}^n (\delta_{opi} + \lambda_{si} \cdot \Delta w_i) h_i \quad (3.2.6)$$

式中 ψ ——计算膨胀变形量的经验系数, 可取 0.7。
第 3.2.7 条 地基土的承载力, 可按下列规定确定:
 一、对荷载较大的建筑物用现场浸水载荷试验方法确定, 载荷试验方法可按本规范附录三的规定进行;
 二、采用饱和三轴不排水快剪试验确定土的抗剪强度时, 可按国家现行建筑地基基础设计规范中有关规定计算承载力;
 三、已有大量试验资料地区, 可制订承载力表, 供一般工程采用。无资料地区, 可按本规范附录三的表列数据采用。

第 3.2.8 条 基础底面压力的确定, 应符合下式要求:
 在轴心荷载作用下: $P < f$ (3.2.8-1)
 在偏心荷载作用下: $P_{max} < 1.2f$ (3.2.8-2)
 式中 P ——基础底面处的平均压力设计值 (kPa);
 f ——地基承载力设计值 (kPa);
 P_{max} ——基础底面边缘的最大压力 (kPa)。

第 3.2.9 条 地基土的计算变形量, 应符合下式要求:
 $s_j < [s_j]$ (3.2.9)
 式中 s_j ——天然地基或人工地基及采用其他处理措施后的地基变形量计算值 (mm);
 $[s_j]$ ——建筑物的地基容许变形值 (mm), 可按表 3.2.9 采用。

第 3.2.10 条 膨胀土地基变形量取值, 应符合下列规定:
 一、膨胀变形量, 应取基础某点的最大膨胀上升量;

二、收缩变形量, 应取基础某点的最大收缩下沉量;
 三、胀缩变形量, 应取基础某点的最大膨胀上升量与最大收缩下沉量之和;
 四、变形差, 应取相邻两基础的变形量之差;
 五、局部倾斜, 应取砖混承重结构沿纵墙 6~10m 内基础两点的变形量之差与其距离的比值。
第 3.2.11 条 位于坡地场地上的建筑物的地基稳定性, 应按下列规定进行验算:
 一、土质均匀且无节理面时按圆弧滑动法验算;
 二、土层较薄, 土层与岩层间存在软弱层时, 取软弱层面为滑动面进行验算;
 三、层状构造的膨胀土, 如层面与坡面斜交, 且交角小于 45° 时, 验算层面的稳定性。

验算稳定性时, 必须考虑建筑物和堆料的荷载, 抗剪强度应为土体沿滑动面的抗剪强度, 稳定安全系数可取 1.2。

表 3.2.9 建筑物的地基容许变形值

结构类型	相对变形		变形量 (mm)
	种类	数值	
砖混结构	局部倾斜	0.001	15
	局部倾斜	0.0015	30
	变形差	0.001/	30
	变形差	0.0005/	20
房屋长度三到四开间及四角有构造柱或配筋砖混承重结构工业与民用建筑相邻柱基	变形差	0.001/	30
(1) 框架结构无填充墙时	变形差	0.0005/	20
(2) 框架结构有填充墙时	变形差	0.003/	40
(3) 当基础不均匀升降时不产生附加应力的结构	变形差	0.003/	40

注: l 为相邻柱基的中心距离 (m)。

第三节 总平面设计

第3.3.1条 场址选择应符合下列要求:

- 一、具有排水畅通或易于进行排水处理的地形条件;
- 二、避开地裂、冲沟发育和可能发生浅层滑坡等地段;
- 三、坡度小于 14° 并有可能采用分级低挡土墙治理的地段;
- 四、地形条件比较简单, 土质比较均匀、胀缩性较弱的地段;
- 五、尽量避开地下溶沟、溶槽发育、地下水变化剧烈的地段。

第3.3.2条 总平面设计应符合下列要求:

- 一、同一建筑物地基土的分级变形量之差, 不宜大于 35mm;
- 二、竖向设计宜保持自然地形, 避免大挖大填;
- 三、挖方和填方地基上的砖混结构房屋, 应考虑挖填部分土中水份变化所造成的危害;
- 四、应考虑场地内排水系统的管道渗水或排水不畅对建筑物升降变形的影响;
- 五、对变形有严格要求的建筑物, 应布置在膨胀土埋藏较深、胀缩等级较低或地形较平坦的地段。

第3.3.3条 场地内的排洪沟、截水沟和雨水明沟, 其沟底均应采取防水处理, 以防渗漏。排洪沟、截水沟的沟边土坡, 应设支挡, 防止坍塌。

第3.3.4条 地下排水管道接口部位应采取措施防止渗漏, 管道距建筑物外墙基础外缘的净距不得小于 3m。

第3.3.5条 建筑场地平整后的坡度, 在建筑物周围

2.5m 的范围内, 不宜小于 2%。

第3.3.6条 场地内的绿化, 应根据气候条件、膨胀土等级, 结合当地经验采取下列相应的措施:

- 一、在建筑物周围散水以外的空地, 宜多种植草皮和绿篱;
- 二、在距离建筑物 4m 以内可选用低矮、耐修剪和蒸腾量小的果树、花树或松、柏等针叶树;
- 三、在湿度系数小于 0.75 或孔隙比大于 0.9 的膨胀土地区, 种植桉树、木麻黄、滇黄、滇黄等速生树种, 应设置灰土隔离沟, 沟与建筑物距离不应小于 5m。

第四节 坡 地

第3.4.1条 建筑场地符合本规范第 2.3.4 条二款的规范时, 建筑物应按坡地建筑进行设计。

第3.4.2条 坡地建筑设计应遵守下列规定:

- 一、根据工程地质、水文地质条件和坡地上的荷载, 按本规范第 3.2.11 条的要求验算坡体的稳定性;
- 二、考虑坡体的水平移动和坡体内土的含水量变化对建筑物的影响;
- 三、对不稳定斜坡或根据坡体结构可能产生滑动的斜坡, 必须采取可靠的防治滑坡措施。

第3.4.3条 防治滑坡应根据工程地质、水文地质和施工影响等, 分析可能产生滑坡的主要因素, 结合当地建设经验, 采取下列措施:

- 一、设置支挡, 根据计算的滑体推力和滑动面或软弱结构面的位置, 设置一级或多级抗滑挡土墙、挡土桩或采取其他措施。挡土墙基础应埋置在滑动面或软弱结构面以下。

- 二、排水措施，必须设置排水沟防止地面水浸入坡体。必要时，尚应采取防渗措施。对裂缝必须进行灌浆处理。
- 三、设置护坡，可根据当地经验在坡面干砌或浆砌片石，设置支撑盲沟，种植草皮等。

第3.4.4条 挡土墙（图3.4.4）的设计，应符合下列规定：

- 一、墙背碎石或砂卵石滤水层的厚度，不应小于300mm；
- 二、基坑坑底应用混凝土封闭，墙顶面宜做成平台并铺设混凝土防水层；
- 三、挡土墙应设变形缝和泄水孔，变形缝间距6~10m；
- 四、墙背填土宜选用非膨胀性土及透水性较强的填料，并应分层夯实；
- 五、挡土墙高度不宜大于3m。

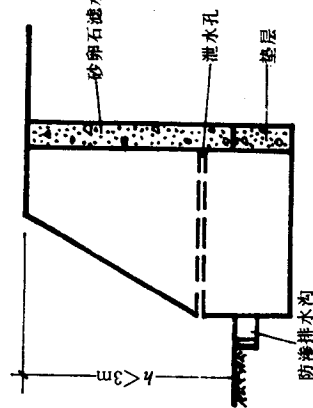


图 3.4.4 挡土墙示意图

第3.4.5条 对于高度小于3m的挡土墙，其排水条件

及填筑材料符合本规范第3.4.4条的要求时，其主动土压力可采用楔体试算法确定。计算时不考虑土的水平膨胀力，破裂面上的抗剪强度指标应采用饱和快剪强度。当土体中有明显通过墙址的裂隙面或层理面时，尚应以该面为破裂面验算土压力。

第3.4.6条 坡地上建筑物的地基设计，符合下列条件时，可按平坦场地上建筑物的地基进行设计：

- 一、按本规范第3.4.4条设置挡土墙，且建筑物基础外边缘距挡土墙距离大于5.0m；
- 二、布置在挖方地段的建筑物外墙至坡脚支护结构的净距离大于3m。

第五节 基础埋深

第3.5.1条 确定基础埋深，应综合考虑下列条件：

- 一、场地类型；
- 二、膨胀土地基胀缩等级；
- 三、大气影响急剧层深度；
- 四、建筑物的结构类型；
- 五、作用在地基上的荷载大小和性质；
- 六、建筑物的用途，有无地下室、设备基础和地下设施，基础的形式和构造；
- 七、相邻建筑物的基础埋深。

注：在地震区的高层建筑物基础埋深，应经地基稳定性验算后确定。

第3.5.2条 膨胀土地基上建筑物的基础埋置深度，不应小于1m。

第3.5.3条 平坦场地上的砖混结构房屋，以基础埋深

为主要防治措施时,基础埋深应取大气影响急剧层深度,或通过变形计算确定。必要时,可根据建筑、结构类型和使用要求,选取适当的其他处理措施。

第 3.5.4 条 以宽散水为主要防治措施,散水宽度在 I 级膨胀土地基上为 2m,在 II 级膨胀土地基上为 3m 时,建筑物基础埋深可为 1m。

第 3.5.5 条 当坡地坡角小于 14° ,基础外边缘至坡肩的水平距离大于或等于 5.0m 时,基础埋深 (图 3.5.5) 可按下列式确定:

$$d = 0.45da + h(1 - 0.2\cot\beta) - 0.2a + 0.20 \quad (3.5.5)$$

式中 d ——基础埋置深度 (m);

h ——设计斜坡高度 (m);

β ——设计斜坡的坡角 ($^\circ$);

a ——基础外边缘至坡肩的水平距离 (m)。

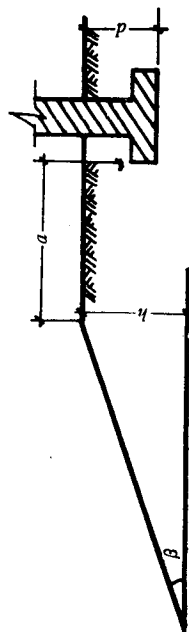


图 3.5.5 坡地上基础埋深计算示意图

第六节 地基处理

第 3.6.1 条 膨胀土地基处理可采用换土、砂石垫层、土性改良等方法。确定处理方法应根据土的胀缩等级、地方材料及施工工艺等,进行综合技术经济比较。

第 3.6.2 条 换土可采用非膨胀性土或灰土。换土厚度

可通过变形计算研究确定。

第 3.6.3 条 平坦场地上 I、II 级膨胀土的地基处理,宜采用砂、碎石垫层。垫层厚度不应小于 300mm。垫层宽度应大于基底宽度,两侧宜采用与垫层相同的材料回填,并做好防水处理。

第 3.6.4 条 膨胀土地区建筑物的桩基设计,应符合下列要求:

一、桩尖锚固在非膨胀土层或伸入大气影响急剧层以下的土层中,其伸入长度应满足下列条件:

1. 按膨胀变形计算时

$$l_a \geq \frac{v_e - Q_1}{u_p} [f_p] \quad (3.6.4-1)$$

2. 按收缩变形计算时

$$l_a \geq \frac{Q_1 - A_p \cdot [f_p]}{u_p [f_s]} \quad (3.6.4-2)$$

3. 按胀缩变形计算时,计算长度应取公式 3.6.4-1 和 3.6.4-2 两式中的大值。

式中 l_a ——桩锚固在非膨胀土层内长度 (m);

v_e ——在大气影响急剧层内桩侧土的胀切力。由现场

浸水桩基试验确定,试桩数不少于 3 根,取其最大值 (kN);

$[f_s]$ ——桩侧与土的容许摩擦力 (kPa);

$[f_p]$ ——桩端单位面积的容许承载力 (kPa);

u_p ——桩身周长 (m);

A_p ——桩端面积 (m^2)。

4. 作用在桩顶上的垂直荷载可按下列式计算:

$$Q_1 = Q_2 + G_0 \quad (3.6.4-3)$$

式中 Q_1 ——作用于单桩桩顶的竖向荷载 (kN) ;

Q_2 ——作用于桩基承台顶面上的竖向荷载 (kN) ;

G_0 ——承台和土的自重 (kN)。

二、当桩身承受胀切力时, 应验算桩身抗拉强度, 并采取通长配筋, 最小配筋率应按受拉构件配置。

三、桩承台梁下应留有空隙, 其值应大于土层浸水后的最大膨胀量, 且不小于 100mm。承台梁两侧应采取措施, 防止空隙堵塞。

四、进行桩的胀切力浸水试验, 浸水深度与试桩长度应取大气影响急剧层的深度, 桩端脱空 100mm。

第七节 建筑与结构

第 3.7.1 条 建筑体型应力求简单, 符合下列情况应设置沉降缝:

- 一、挖方与填方交界处或地基土显著不均匀处;
- 二、建筑物平面转折部位或高度 (或荷重) 有显著差异部位;
- 三、建筑结构 (或基础) 类型不同部位。

第 3.7.2 条 屋面排水宜采用外排水, 水落管下端距散水面不应大于 300mm, 并不得设在沉降缝处。排水量较大时, 应采用雨水明沟或管道排水。

第 3.7.3 条 散水设计应符合下列规定:

- 一、散水面层采用混凝土或沥青混凝土, 其厚度为 80~100mm;
- 二、散水垫层采用灰土或三合土, 其厚度为 100~200mm;
- 三、散水伸缩缝间距可为 3m, 并与水落管错开;

四、散水宽度不小于 1.2m, 其外缘应超出基槽 300mm, 坡度可为 3~5%;

五、散水与外墙的交接缝和散水伸缩缝, 均应填以柔性防水材料。

散水应在室内地面做好后立即施工。

第 3.7.4 条 宽度大于 2m 的宽散水 (图 3.7.4), 其做法应符合下列规定:

- 一、面层可采用 C15 强度等级的混凝土, 厚 80~100mm;
- 二、隔热保温层, 可采用 1:3 石灰焦渣, 厚 100~200mm;
- 三、垫层, 可采用 2:8 灰土或三合土, 厚 100~200mm。

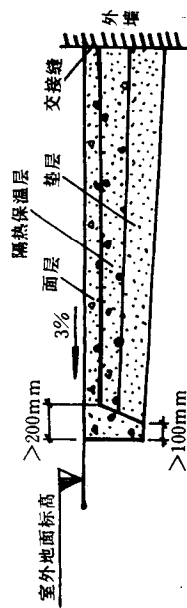


图 3.7.4 宽散水构造示意图

第 3.7.5 条 膨胀土地区建筑物的室内地面设计, 应根据使用要求分别对待。对使用要求严格的地面 (如特别重要的民用建筑地面、有特殊生产工艺要求及有精密仪表、设备的车间地面等), 可根据地基土的胀缩性按本规范附录四的

要求采取相应的设计措施。

Ⅲ级膨胀土地基和使用要求特别严格的地面，可采取地面配筋或地面架空等措施。

第 3.7.6 条 对使用要求不严格的工业与民用建筑地面，可按一般方法进行设计，也可采用预制混凝土块或其他材料的预制块铺砌，但块体间应填嵌柔性材料。

第 3.7.7 条 大面积地面应做分格变形缝，分格尺寸可为 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 。地面、墙体、地沟、地坑和设备基础之间宜采用变形缝隔开。变形缝均应填嵌柔性防水材料。

第 3.7.8 条 膨胀土地区建筑，应根据地基土胀缩等级采取下列结构措施：

一、较均匀的弱膨胀土地基，可采用条基。基础埋深较大或条基基底压力较小时，宜采用墩基；

二、承重砌体结构可采用拉结较好的实心砖墙，不得采用空斗墙、砌块墙或无砂混凝土砌体；不宜采用砖拱结构、无砂大孔混凝土和无筋中型砌块等对变形敏感的结构；Ⅱ级、Ⅲ级膨胀土地区，砂浆强度等级不宜低于 M2.5；

三、房屋顶层和基础顶部宜设置圈梁（地基梁、承台梁可代替基础圈梁），多层房屋的其他各层可隔层设置，必要时，也可层层设置；

四、Ⅲ级膨胀土地基如不满足本规范第 3.5.3 条要求，尚可适当设置构造柱；

五、外廊式房屋应采用悬挑结构。

第 3.7.9 条 砖混结构房屋圈梁的设置，应符合下列要求：

一、圈梁应设置在外墙、内纵墙以及对整体刚度起重要作用的内横墙上，并在同一平面内闭合；

二、圈梁的高度不小于 120mm，纵向钢筋可采用 4 根直径 12mm，混凝土强度等级可为 C15；

三、采用钢筋砖圈梁时，砂浆不应低于 M5 强度等级，其高度不应小于 400mm，水平通长钢筋不应少于 4 根直径 8mm，分上、下两层布置，水平间距可为 120mm。

第 3.7.10 条 砖混结构房屋的门窗或其他洞口，其宽度在Ⅱ、Ⅲ级膨胀土地基上分别大于 1.2m、1m 者，均应采用钢筋混凝土过梁，不得采用砖拱过梁，在底层窗台处宜设置通长水平钢筋。

第 3.7.11 条 膨胀土地基上的建筑物，预制钢筋混凝土梁支承在砖墙或砖柱上的长度，不得小于 240mm；预制钢筋混凝土板支承在砖墙上的长度，不得小于 100mm。

第 3.7.12 条 钢和钢筋混凝土排架结构，山墙和内隔墙应采用与柱基相同的基础形式。围护墙宜采用填充墙或外包墙，并砌置在基础梁上。基础梁下宜预留 100mm 空隙，并做防水处理。有吊车时，吊车顶面与屋架下弦的净空不应小于 200mm。吊车梁应设计成简支梁，吊车梁与吊车轨道之间，应采用便于调整的连接方式。

第八节 管道

第 3.8.1 条 给水进口管和排水出口管，宜敷设在钢筋混凝土套管或管沟中。

第 3.8.2 条 地下管道及其附属构筑物（如管沟、检查井、检漏井等）的地基，宜设置厚 150mm 灰土垫层，管道宜敷设在砂垫层上。

第 3.8.3 条 检漏井应设置在管沟末端和管沟沿线分段检查处，并应防止地面水流入，井内应设置深度不小于

300mm 的集水坑, 并使积水能及时发现和排除。

第 3.8.4 条 地下管道或管沟穿过建筑物的基础或墙时, 应设有预留孔洞。洞与管沟或管道间的上下净空, 均不应小于 100mm。管道与洞孔间的缝隙, 应采用不透水的柔性材料填塞。

第 3.8.5 条 对高压、易燃、易爆管道及其支架基础的设计, 应考虑地基土不均匀膨胀变形所造成的危害, 并根据使用要求, 采取适当措施。

第四章 施 工

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 膨胀土地区的建筑施工, 应根据设计要求、场地条件和施工季节, 认真做好施工组织设计, 严格执行施工技术及施工工艺规定。

第 4.1.2 条 基础施工前应完成场区土方、挡土墙、护坡、防洪沟及排水沟等工程, 使排水畅通, 边坡稳定。

第 4.1.3 条 施工用水应妥善管理, 防止管网漏水。临时水池、洗料场、淋灰池、防洪沟及搅拌站等至建筑物外墙的距离, 不应小于 10m。临时性生活设施至建筑物外墙的距离, 应大于 15m, 并应做好排水设施, 防止施工用水流入基坑 (槽)。

第 4.1.4 条 堆放材料和设备的现场, 应采取措施保持场地排水通畅。排水流向应背离基坑 (槽)。需大量浇水的材料, 应堆放在距基坑 (槽) 边缘 10m 以外。

第二节 地基和基础施工

第 4.2.1 条 开挖基坑 (槽) 发现地裂、局部上层滞水或土层有较大变化时, 应及时处理后, 方能继续施工。

第 4.2.2 条 基础施工宜采用分段快速作业法, 施工过程中不得使基坑 (槽) 曝晒或泡水; 雨季施工应采取防水措施。

第 4.2.3 条 基坑 (槽) 开挖时, 应及时采取措施, 如坑壁支护、喷浆、锚固等方法, 防止坑 (槽) 壁坍塌。基坑 (槽) 挖土接近基底设计标高时, 宜在其上部预留 150~300mm 土层, 待下一工序开始前继续挖除。验槽后, 应及时浇混凝土垫层或采取封闭坑底措施。封闭方法可选用喷 (抹) 1:3 水泥砂浆或土工塑料膜覆盖。

第 4.2.4 条 风化膨胀岩地区采用爆破技术开挖基坑时, 应根据地质特点和设计要求, 正确计算炸药用量和选择炮孔深度, 进行非同步引爆, 并应预留 300mm 厚度的岩层, 然后开挖至设计标高。

第 4.2.5 条 在坡地土方施工时, 挖方作业应由坡上方向上而下开挖; 填方作业应由下至上分层夯 (压) 填。坡面完成后, 应立即封闭。

开挖土方时应保护坡脚。弃土至开挖线的距离应根据开挖深度确定, 不应小于 5m。

第 4.2.6 条 施工灌注桩时, 在成孔过程中不得向孔内注水。孔底虚土经处理后, 方可向孔内浇灌混凝土。

第 4.2.7 条 基础施工出地面后, 基坑 (槽) 应及时分层回填完毕, 填料可选用非膨胀土、弱膨胀土及掺有石灰或其他材料的膨胀土, 每层虚铺厚度 300mm。选用弱膨胀土作填料时, 其含水量宜为 1.1~1.2 倍的塑限含水量。回填夯实的土的干密度不应小于 1550kN/m^3 。

第三节 建 (构) 筑物的施工

第 4.3.1 条 底层现浇钢筋混凝土楼板 (梁), 宜采用架空或桁架支模的方法, 避免直接支撑在膨胀土上。

第 4.3.2 条 散水施工前应先夯实基土, 如基土为回填

土应检查回填土质量, 不符合要求时, 需重新处理。伸缩缝内的防水材料应填密实, 并略高于散水, 或做成脊背形。

第 4.3.3 条 管道及其附属构筑物的施工, 宜采用分段快速作业法。

管道和电缆沟穿过建筑物基础时, 应做好接头。管道敷设完成后, 应及时回填、加盖或封面。

第 4.3.4 条 水池等水工构筑物的水下结构部分应严格遵守设计要求, 必要时, 可选用防水混凝土, 浇灌时不应留施工缝, 必须留缝时应加止水带, 也可在池壁及底板增设柔性防水层。

第五章 维护管理

第 5.0.1 条 使用单位应对膨胀土场区内的建筑、管道、地面排水、环境绿化、边坡、挡土墙等认真进行维护管理。

第 5.0.2 条 给排水和热力管网系统，应经常保持畅通，遇有漏水或故障应及时检修。

第 5.0.3 条 经常检查排水沟、雨水明沟、防水地面、散水等的使用状况，如发现开裂、渗漏、堵塞等现象，应及时修补。

第 5.0.4 条 除按本规范第 3.1.4 条的规定进行升降观测的建筑物外，其他建筑物在使用过程中也应定期观察使用状况，发现有异常情况，如墙柱裂缝、地面隆起开裂、吊车轨道变形、烟囱倾斜、窑体下沉等，应作好记录，及时处理。

第 5.0.5 条 严禁破坏坡脚和墙基。严禁在坡肩大面积堆料。应经常观察有无出现水平位移的情况。如坡体表面出现通长水平裂缝时，应及时采取措施预防坡体滑动。

第 5.0.6 条 建筑物周围的树木应定期修剪，管理好草坪等绿化设施。

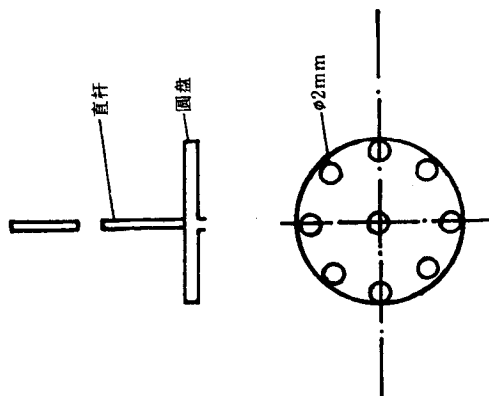
附录一 膨胀土工程特性指标室内试验

一、自由膨胀率试验

本试验用于判定粘性土在无结构力影响下的膨胀潜势，为判别膨胀土提供指标。

1. 仪器设备

- (1) 玻璃量筒，容积为 50ml，最小刻度为 1ml。容积和刻度必须经过校正。
- (2) 量土杯，容积 10ml，内径 20mm。



附图 1.1 搅拌器示意图

- (3) 无颈漏斗，上口直径 50~60mm，下口直径 4~