

# 前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2009〕88号）的要求，由中国建筑科学研究院会同有关设计、勘察、施工、研究与教学单位，对原国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112-87 修订而成。

本规范在修订过程中，修订组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并广泛征求意见，最后经审查定稿。

本规范共分7章和9个附录。主要技术内容有：总则、术语和符号、基本规定、勘察、设计、施工、维护管理等。

本次修订主要技术内容有：

1. 增加了术语、基本规定、膨胀土自由膨胀率与蒙脱石含量、阳离子交换量的关系（附录A）等。
2. “岩土的工程特性指标”计算表达式。
3. 坡地上基础埋深的计算公式。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国建筑科学研究院负责日常管理和具体技术内容的解释。执行本规范过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》管理组（地址：北京市北三环东路30号；邮编：100013），以供今后修订时参考。

本规范主编单位：中国建筑科学研究院

本规范参编单位：中国建筑技术集团有限公司

中国有色金属工业昆明勘察设计研究院

中国航空规划建设发展有限公司  
中国建筑西南勘察设计研究院有限公司  
广西华蓝岩土工程有限公司  
中国人民解放军总后勤部建筑设计研究院  
云南省设计院  
中航勘察设计研究院有限公司  
中南建筑设计院股份有限公司  
中南勘察设计有限公司  
广西大学  
云南锡业设计院  
中铁二院工程集团有限责任公司建筑工程设计研究院

本规范主要起草人员：陈希泉 黄熙龄 朱玉明 陆忠伟  
刘文连 汤小军 康景文 卢玉南  
孙国卫 林 闽 王笃礼 徐厚军  
张晓玉 欧孝夺 陆家宝 龚宪伟  
陈修礼 何友其 陈冠尧

本规范主要审查人员：袁内镇 张 雁 陈祥福 顾宝和  
宋二祥 汪德果 邓 江 杨俊峰  
杨旭东 殷建春 王惠昌 滕延京

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	勘察	7
4.1	一般规定	7
4.2	工程特性指标	9
4.3	场地与地基评价	9
5	设计	12
5.1	一般规定	12
5.2	地基计算	12
5.3	场址选择与总平面设计	18
5.4	坡地和挡土结构	19
5.5	建筑措施	21
5.6	结构措施	24
5.7	地基基础措施	26
5.8	管道	27
6	施工	29
6.1	一般规定	29
6.2	地基和基础施工	29
6.3	建筑物施工	30
7	维护管理	31
7.1	一般规定	31
7.2	维护和检修	31

7.3 损坏建筑物的治理 .....	32
附录 A 膨胀土自由膨胀率与蒙脱石含量、阳离子 交换量的关系 .....	33
附录 B 建筑物变形观测方法 .....	34
附录 C 现场浸水载荷试验要点 .....	37
附录 D 自由膨胀率试验 .....	40
附录 E 50kPa 压力下的膨胀率试验 .....	42
附录 F 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验 .....	44
附录 G 收缩试验 .....	47
附录 H 中国部分地区的蒸发力及降水量表 .....	50
附录 J 使用要求严格的地面构造 .....	53
本规范用词说明 .....	54
引用标准名录 .....	55

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic Requirement .....	5
4	Geotechnical Investigation .....	7
4.1	General Requirement .....	7
4.2	Engineering Property Index of Rock-soil .....	9
4.3	Site and Subsoils Evaluation .....	9
5	Design .....	12
5.1	General Requirement .....	12
5.2	Subsoil Calculation .....	12
5.3	Site Selection and Site Planning .....	18
5.4	Slope Land and Retaining Structure .....	19
5.5	Architecture Measures .....	21
5.6	Structure Measures .....	24
5.7	Subsoil and Foundation Measures .....	26
5.8	Pipeline .....	27
6	Construction .....	29
6.1	General Requirement .....	29
6.2	Subsoil and Foundation Construction .....	29
6.3	Building Construction .....	30
7	Maintenance Management .....	31
7.1	General Requirement .....	31
7.2	Maintenance and Overhaul .....	31

7.3 Improvement of the Damaged Building .....	32
Appendix A The Relationship Between the Free Swelling Ratio and the Content of Montmorillonite, Cation Exchange Capacity .....	33
Appendix B The Method of Observing the Deformation of a Building .....	34
Appendix C Main Points of the In-site Loading Test under Water Immersed .....	37
Appendix D The Test of Free Swelling Ratio .....	40
Appendix E The Test of Swelling Ratio under 50kPa Pressure .....	42
Appendix F The Test of Swelling Ratio under Different Pressure and the Test of Swelling Force .....	44
Appendix G The Test of Shrinkage .....	47
Appendix H The Table of Evaporative Power and Amount of Precipitation in Some Regions of China .....	50
Appendix J Ground Floor Construction with Strict Request for Utilization .....	53
Explanation of Wording in This Code .....	54
List of Quoted Standards .....	55

# 1 总 则

**1.0.1** 为了在膨胀土地区建筑工程中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、保护环境，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于膨胀土地区建筑工程的勘察、设计、施工和维护管理。

**1.0.3** 膨胀土地区的工程建设，应根据膨胀土的特性和工程要求，综合考虑地形地貌条件、气候特点和土中水分的变化情况等因素，注重地方经验，因地制宜，采取防治措施。

**1.0.4** 膨胀土地区建筑工程勘察、设计、施工和维护管理，除应符合本规范外，尚应符合有关现行国家标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 膨胀土 expansive soil

土中黏粒成分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黏性土。

#### 2.1.2 自由膨胀率 free swelling ratio

人工制备的烘干松散土样在水中膨胀稳定后，其体积增加值与原体积之比的百分率。

#### 2.1.3 膨胀潜势 swelling potentiality

膨胀土在环境条件变化时可能产生胀缩变形或膨胀力的量度。

#### 2.1.4 膨胀率 swelling ratio

固结仪中的环刀土样，在一定压力下浸水膨胀稳定后，其高度增加值与原高度之比的百分率。

#### 2.1.5 膨胀力 swelling force

固结仪中的环刀土样，在体积不变时浸水膨胀产生的最大内应力。

#### 2.1.6 膨胀变形量 value of swelling deformation

在一定压力下膨胀土吸水膨胀稳定后的变形量。

#### 2.1.7 线缩率 linear shrinkage ratio

天然湿度下的环刀土样烘干或风干后，其高度减少值与原高度之比的百分率。

#### 2.1.8 收缩系数 coefficient of shrinkage

环刀土样在直线收缩阶段含水量每减少1%时的竖向线缩率。

#### 2.1.9 收缩变形量 value of shrinkage deformation

膨胀土失水收缩稳定后的变形量。



**2.1.10 胀缩变形量** value of swelling-shrinkage deformation  
膨胀土吸水膨胀与失水收缩稳定后的总变形量。

**2.1.11 胀缩等级** grade of swelling-shrinkage  
膨胀土地基胀缩变形对低层房屋影响程度的地基评价指标。

**2.1.12 大气影响深度** climate influenced layer  
在自然气候影响下，由降水、蒸发和温度等因素引起地基土胀缩变形的有效深度。

**2.1.13 大气影响急剧层深度** climate influenced markedly layer  
大气影响特别显著的深度。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 作用和作用效应

$P_e$  ——土的膨胀力；

$p_k$  ——相应于荷载效应标准组合时，基础底面处的平均压力值；

$p_{kmax}$  ——相应于荷载效应标准组合时，基础底面边缘的最大压力值；

$Q_k$  ——对应于荷载效应标准组合，最不利工况下作用于桩顶的竖向力；

$s_e$  ——地基分级变形量；

$s_e$  ——地基土的膨胀变形量；

$s_{es}$  ——地基土的胀缩变形量；

$s_s$  ——地基土的收缩变形量；

$v_e$  ——在大气影响急剧层内桩侧土的最大胀拔力标准值。

### 2.2.2 材料性能和抗力

$f_a$  ——修正后的地基承载力特征值；

$f_{ak}$  ——地基承载力特征值；

$q_{sa}$  ——桩的侧阻力特征值；

$q_{pa}$  ——桩的端阻力特征值；

$w_1$  ——地表下 1m 处土的天然含水量；

$w_p$  ——土的塑限含水量；  
 $\gamma_m$  ——基础底面以上土的加权平均重度；  
 $\delta_{ef}$  ——土的自由膨胀率；  
 $\delta_{ep}$  ——某级荷载下膨胀土的膨胀率；  
 $\delta_s$  ——土的竖向线缩率；  
 $\lambda_s$  ——土的收缩系数；  
 $\psi_w$  ——土的湿度系数。

### 2.2.3 几何参数

$A_p$  ——桩端截面积；  
 $d$  ——基础埋置深度；  
 $d_a$  ——大气影响深度；  
 $h_i$  ——第  $i$  层土的计算厚度；  
 $h_0$  ——土样的原始高度；  
 $h_w$  ——某级荷载下土样浸水膨胀稳定后的高度；  
 $l$  ——建筑物相邻柱基的中心距离；  
 $l_a$  ——桩端进入大气影响急剧层以下或非膨胀土层中的长度；  
 $l_p$  ——基础外边缘至坡肩的水平距离；  
 $u_p$  ——桩身周长；  
 $v_0$  ——土样原始体积；  
 $v_w$  ——土样在水中膨胀稳定后的体积；  
 $z_i$  ——第  $i$  层土的计算深度；  
 $z_{en}$  ——膨胀变形计算深度；  
 $z_{sn}$  ——收缩变形计算深度；  
 $\beta$  ——设计斜坡的角度。

### 2.2.4 设计参数和计算系数

$\psi_e$  ——膨胀变形量计算经验系数；  
 $\psi_{es}$  ——胀缩变形量计算经验系数；  
 $\psi_s$  ——收缩变形量计算经验系数；  
 $\lambda$  ——桩侧土的抗拔系数。

## 3 基本规定

**3.0.1** 膨胀土应根据土的自由膨胀率、场地的工程地质特征和建筑物破坏形态综合判定。必要时，尚应根据土的矿物成分、阳离子交换量等试验验证。进行矿物分析和化学分析时，应注重测定蒙脱石含量和阳离子交换量，蒙脱石含量和阳离子交换量与土的自由膨胀率的相关性可按本规范表 A 采用。

**3.0.2** 膨胀土地场上的建筑物，可根据其重要性、规模、功能要求和工程地质特征以及土中水分变化可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度，将地基基础分为甲、乙、丙三个设计等级。设计时，应根据具体情况按表 3.0.2 选用。

表 3.0.2 膨胀土地场地地基基础设计等级

设计等级	建筑物和地基类型
甲级	1) 覆盖面积大、重要的工业与民用建筑物； 2) 使用期间用水量较大的湿润车间、长期承受高温的烟囱、炉、窑以及负温的冷库等建筑物； 3) 对地基变形要求严格或对地基往复升降变形敏感的高温、高压、易燃、易爆的建筑物； 4) 位于坡地上的重要建筑物； 5) 胀缩等级为Ⅲ级的膨胀土地基上的低层建筑物； 6) 高度大于 3m 的挡土结构、深度大于 5m 的深基坑工程
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物
丙级	1) 次要的建筑物； 2) 场地平坦、地基条件简单且荷载均匀的胀缩等级为Ⅰ级的膨胀土地基上的建筑物

**3.0.3** 地基基础设计应符合下列规定：

- 1 建筑物的地基计算应满足承载力计算的有关规定；

2 地基基础设计等级为甲级、乙级的建筑物，均应按地基变形设计；

3 建造在坡地或斜坡附近的建筑物以及受水平荷载作用的高层建筑、高耸构筑物和挡土结构、基坑支护等工程，尚应进行稳定性验算。验算时应计及水平膨胀力的作用。

**3.0.4** 地基基础设计时，所采用的作用效应设计值应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定。

**3.0.5** 膨胀土地区建筑物设计使用年限及耐久性设计，应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153的规定。

**3.0.6** 地基基础设计等级为甲级的建筑物，应按本规范附录 B 的要求进行长期的升降和水平位移观测。地下室侧墙和高度大于 3m 的挡土结构，宜对侧墙和挡土结构进行土压力观测。

## 4 勘 察

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 膨胀土地区的岩土工程勘察可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察阶段。对场地面积较小、地质条件简单或有建设经验的地区，可直接进行详细勘察。对地形、地质条件复杂或有大量建筑物破坏的地区，应进行施工勘察等专门性的勘察工作。各阶段勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定外，尚应符合本规范第 4.1.2 条~第 4.1.6 条的规定。

**4.1.2** 可行性研究勘察应对拟建场址的稳定性和适宜性作出初步评价。可行性研究勘察应包括下列内容：

- 1 搜集区域地质资料，包括土的地质时代、成因类型、地形形态、地层和构造。了解原始地貌条件，划分地貌单元；
- 2 采取适量原状土样和扰动土样，分别进行自由膨胀率试验，初步判定场地内有无膨胀土及其膨胀潜势；
- 3 调查场地内不良地质作用的类型、成因和分布范围；
- 4 调查地表水集聚、排泄情况，以及地下水类型、水位及其变化幅度；
- 5 收集当地不少于 10 年的气象资料，包括降水量、蒸发力、干旱和降水持续时间以及气温、地温等，了解其变化特点；
- 6 调查当地建筑经验，对已开裂破坏的建筑物进行研究分析。

**4.1.3** 初步勘察应确定膨胀土的胀缩等级，应对场地的稳定性和地质条件作出评价，并应为确定建筑总平面布置、主要建筑物地基基础方案和预防措施，以及不良地质作用的防治提供资料和建议，同时应包括下列内容：

1 当工程地质条件复杂且已有资料不满足设计要求时，应进行工程地质测绘，所用比例尺宜采用 1/1000~1/5000；

2 查明场地内滑坡、地裂等不良地质作用，并评价其危害程度；

3 预估地下水位季节性变化幅度和对地基土胀缩性、强度等性能的影响；

4 采取原状土样进行室内基本物理力学性质试验、收缩试验、膨胀力试验和 50kPa 压力下的膨胀率试验，判定有无膨脹土及其膨脹潜势，查明场地膨脹土的物理力学性质及地基胀缩等级。

**4.1.4** 详细勘察应查明各建筑物地基土层分布及其物理力学性质和胀缩性能，并应为地基基础设计、防治措施和边坡防护，以及不良地质作用的治理提供详细的工程地质资料和建议，同时应包括下列内容：

1 采取原状土样进行室内 50kPa 压力下的膨胀率试验、收缩试验及其资料的统计分析，确定建筑物地基的胀缩等级；

2 进行室内膨胀力、收缩和不同压力下的膨胀率试验；

3 对于地基基础设计等级为甲级和乙级中有特殊要求的建筑物，应按本规范附录 C 的规定进行现场浸水载荷试验；

4 对地基基础设计和施工方案、不良地质作用的防治措施等提出建议。

**4.1.5** 勘探点的布置、孔深和土样采取，应符合下列要求：

1 勘探点的布置及控制性钻孔深度应根据地形地貌条件和地基基础设计等级确定，钻孔深度不应小于大气影响深度，且控制性勘探孔不应小于 8m，一般性勘探孔不应小于 5m；

2 取原状土样的勘探点应根据地基基础设计等级、地貌单元和地基土胀缩等级布置，其数量不应少于勘探点总数的 1/2；详细勘察阶段，地基基础设计等级为甲级的建筑物，不应少于勘探点总数的 2/3，且不得少于 3 个勘探点；

3 采取原状土样应从地表下 1m 处开始，在地表下 1m 至大

气影响深度内，每 1m 取土样 1 件；土层有明显变化处，宜增加取土数量；大气影响深度以下，取土间距可为 1.5m~2.0m。

**4.1.6** 钻探时，不得向孔内注水。

## 4.2 工程特性指标

**4.2.1** 自由膨胀率试验应按本规范附录 D 的规定进行。膨胀土的自由膨胀率应按下式计算：

$$\delta_{ef} = \frac{\nu_w - \nu_0}{\nu_0} \times 100 \quad (4.2.1)$$

式中： $\delta_{ef}$  ——膨胀土的自由膨胀率（%）；

$\nu_w$  ——土样在水中膨胀稳定后的体积（mL）；

$\nu_0$  ——土样原始体积（mL）。

**4.2.2** 膨胀率试验应按本规范附录 E 和附录 F 的规定执行。某级荷载下膨胀土的膨胀率应按下式计算：

$$\delta_{ep} = \frac{h_w - h_0}{h_0} \times 100 \quad (4.2.2)$$

式中： $\delta_{ep}$  ——某级荷载下膨胀土的膨胀率（%）；

$h_w$  ——某级荷载下土样在水中膨胀稳定后的高度（mm）；

$h_0$  ——土样原始高度（mm）。

**4.2.3** 膨胀力试验应按本规范附录 F 的规定执行。

**4.2.4** 收缩系数试验应按本规范附录 G 的规定执行。膨胀土的收缩系数应按下式计算：

$$\lambda_s = \frac{\Delta\delta_s}{\Delta\tau_w} \quad (4.2.4)$$

式中： $\lambda_s$  ——膨胀土的收缩系数；

$\Delta\delta_s$  ——收缩过程中直线变化阶段与两点含水量之差对应的竖向线缩率之差（%）；

$\Delta\tau_w$  ——收缩过程中直线变化阶段两点含水量之差（%）。

## 4.3 场地与地基评价

**4.3.1** 场地评价应查明膨胀土的分布及地形地貌条件，并应根

据工程地质特征及土的膨胀潜势和地基胀缩等级等指标，对建筑场地进行综合评价，对工程地质及土的膨胀潜势和地基胀缩等级进行分区。

**4.3.2** 建筑场地的分类应符合下列要求：

1 地形坡度小于  $5^\circ$ ，或地形坡度为  $5^\circ \sim 14^\circ$  且距坡肩水平距离大于 10m 的坡顶地带，应为平坦场地；

2 地形坡度大于等于  $5^\circ$ ，或地形坡度小于  $5^\circ$  且同一建筑物范围内局部地形高差大于 1m 的场地，应为坡地场地。

**4.3.3** 场地具有下列工程地质特征及建筑物破坏形态，且土的自由膨胀率大于等于 40% 的黏性土，应判定为膨胀土：

1 土的裂隙发育，常有光滑面和擦痕，有的裂隙中充填有灰白、灰绿等杂色黏土。自然条件下呈坚硬或硬塑状态；

2 多出露于二级或二级以上的阶地、山前和盆地边缘的丘陵地带。地形较平缓，无明显自然陡坎；

3 常见有浅层滑坡、地裂。新开挖坑（槽）壁易发生坍塌等现象；

4 建筑物多呈“倒八字”、“X”或水平裂缝，裂缝随气候变化而张开和闭合。

**4.3.4** 膨胀土的膨胀潜势应按表 4.3.4 分类。

表 4.3.4 膨胀土的膨胀潜势分类

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

**4.3.5** 膨胀土地基应根据地基胀缩变形对低层砌体房屋的影响程度进行评价，地基的胀缩等级可根据地基分级变形量按表 4.3.5 分级。



表 4.3.5 膨胀土地基的胀缩等级

地基分级变形量 $s_c$ (mm)	等 级
$15 \leq s_c < 35$	I
$35 \leq s_c < 70$	II
$s_c \geq 70$	III

4.3.6 地基分级变形量应根据膨胀土地基的变形特征确定，可分别按本规范式 (5.2.8)、式 (5.2.9) 和式 (5.2.14) 进行计算，其中土的膨胀率应按本规范附录 E 试验确定。

4.3.7 地基承载力特征值可由载荷试验或其他原位测试、结合工程实践经验等方法综合确定，并应符合下列要求：

1 荷载较大的重要建筑物宜采用本规范附录 C 现场浸水载荷试验确定；

2 已有大量试验资料和工程经验的地区，可按当地经验确定。

4.3.8 膨胀土的水平膨胀力可根据试验资料或当地经验确定。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 膨胀土地基上建筑物的设计应遵循预防为主、综合治理的原则。设计时，应根据场地的工程地质特征和水文气象条件以及地基基础的设计等级，结合当地经验，注重总平面和竖向布置，采取消除或减小地基胀缩变形量以及适应地基不均匀变形能力的建筑和结构措施；并应在设计文件中明确施工和维护管理要求。

**5.1.2** 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。地基分级变形量小于 15mm 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。

**5.1.3** 地下室外墙的土压力应同时计及水平膨胀力的作用。

**5.1.4** 对烟囱、炉、窑等高温构筑物和冷库等低温建筑物，应根据可能产生的变形危害程度，采取隔热保温措施。

**5.1.5** 在抗震设防地区，建筑和结构防治措施应同时满足抗震构造要求。

### 5.2 地基计算

#### I 基础埋置深度

**5.2.1** 膨胀土地基上建筑物的基础埋置深度，应综合下列条件确定：

- 1 场地类型；
- 2 膨胀土地基胀缩等级；
- 3 大气影响急剧层深度；
- 4 建筑物的结构类型；

- 5 作用在地基上的荷载大小和性质；
- 6 建筑物的用途，有无地下室、设备基础和地下设施，基础形式和构造；
- 7 相邻建筑物的基础埋深；
- 8 地下水位的影响；
- 9 地基稳定性。

**5.2.2 膨胀土地基上建筑物的基础埋置深度不应小于1m。**

**5.2.3** 平坦场地上的多层建筑物，以基础埋深为主要防治措施时，基础最小埋深不应小于大气影响急剧层深度；对于坡地，可按本规范第5.2.4条确定；建筑物对变形有特殊要求时，应通过地基胀缩变形计算确定，必要时，尚应采取其他措施。

**5.2.4** 当坡地坡角为 $5^{\circ}\sim 14^{\circ}$ ，基础外边缘至坡肩的水平距离为5m~10m时，基础埋深(图5.2.4)可按下列式确定：

$$d = 0.45d_a + (10 - l_p)\tan\beta + 0.30 \quad (5.2.4)$$

式中： $d$ ——基础埋置深度(m)；

$d_a$ ——大气影响深度(m)；

$\beta$ ——设计斜坡坡角( $^{\circ}$ )；

$l_p$ ——基础外边缘至坡肩的水平距离(m)。

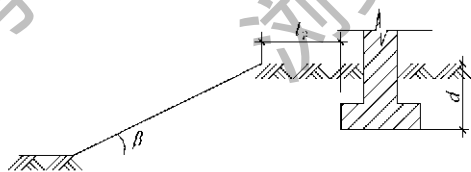


图 5.2.4 坡地上基础埋深计算示意

## II 承载力计算

**5.2.5** 基础底面压力应符合下列规定：

- 1 当轴心荷载作用时，基础底面压力应符合下列式要求：

$$p_k \leq f_a \quad (5.2.5-1)$$

式中： $p_k$ ——相应于荷载效应标准组合时，基础底面处的平均压

力值 (kPa);

$f_a$  ——修正后的地基承载力特征值 (kPa)。

2 当偏心荷载作用时, 基础底面压力除应符合式 (5.2.5-1) 要求外, 尚应符合下式要求:

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a \quad (5.2.5-2)$$

式中:  $p_{kmax}$  ——相应于荷载效应标准组合时, 基础底面边缘的最大压力值 (kPa)。

5.2.6 修正后的地基承载力特征值应按下式计算:

$$f_a = f_{ak} + \gamma_m(d - 1.0) \quad (5.2.6)$$

式中:  $f_{ak}$  ——地基承载力特征值 (kPa), 按本规范第 4.3.7 条的规定确定;

$\gamma_m$  ——基础底面以上土的加权平均重度, 地下水位以下取浮重度。

### III 变形计算

5.2.7 膨胀土地基变形量, 可按下列变形特征分别计算:

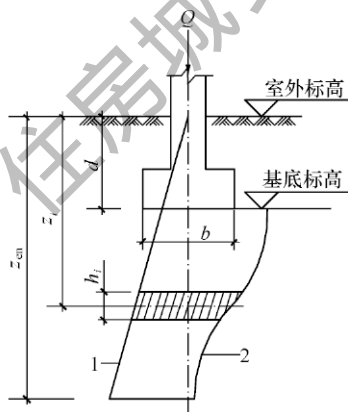


图 5.2.8 地基土的膨胀变形计算示意

1—自重压力曲线;

2—附加压力曲线

1 场地天然地表下 1m 处土的含水量等于或接近最小值或地面有覆盖且无蒸发可能, 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;

2 场地天然地表下 1m 处土的含水量大于 1.2 倍塑限含水量或直接受高温作用的地基, 可按收缩变形量计算;

3 其他情况下可按胀缩变形量计算。

5.2.8 地基土的膨胀变形量应按下式计算:

$$s_e = \psi_e \sum_{i=1}^n \delta_{epi} \cdot h_i \quad (5.2.8)$$

式中： $s_e$ ——地基土的膨胀变形量（mm）；

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

$\delta_{epi}$ ——基础底面下第  $i$  层土在平均自重压力与对应于荷载效应准永久组合时的平均附加压力之和作用下的膨胀率（用小数计），由室内试验确定；

$h_i$ ——第  $i$  层土的计算厚度（mm）；

$n$ ——基础底面至计算深度内所划分的土层数，膨胀变形计算深度  $z_{en}$ （图 5.2.8），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；

### 5.2.9 地基土的收缩变形量应按下式计算：

$$s_s = \psi_s \sum_{i=1}^n \lambda_{si} \cdot \Delta w_i \cdot h_i \quad (5.2.9)$$

式中： $s_s$ ——地基土的收缩变形量（mm）；

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

$\lambda_{si}$ ——基础底面下第  $i$  层土的收缩系数，由室内试验确定；

$\Delta w_i$ ——地基土收缩过程中，第  $i$  层土可能发生的含水量变化平均值（以小数表示），按本规范式（5.2.10-1）计算；

$n$ ——基础底面至计算深度内所划分的土层数，收缩变形计算深度  $z_{sn}$ （图 5.2.9），应根据大气影响深度确定；当有热源影响时，可按热源影响深度确定；在计算深度内有稳定地下水位时，可计算至水位以上 3m。

### 5.2.10 收缩变形计算深度内各土层的含水量变化值（图

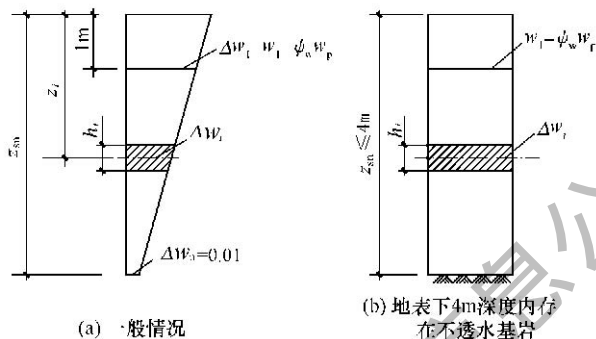


图 5.2.9 地基土收缩变形计算含水量变化示意

5.2.9), 应按下列公式计算。地表下 4m 深度内存在不透水基岩时, 可假定含水量变化值为常数 [图 5.2.9 (b)]:

$$\Delta w_i = \Delta w_1 - (\Delta w_1 - 0.01) \frac{z_i - 1}{z_{sn} - 1} \quad (5.2.10-1)$$

$$\Delta w_1 = w_1 - \psi_w w_p \quad (5.2.10-2)$$

式中:  $\Delta w_i$  ——第  $i$  层土的含水量变化值 (以小数表示);

$\Delta w_1$  ——地表下 1m 处土的含水量变化值 (以小数表示);

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

$\psi_w$  ——土的湿度系数, 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之比。

**5.2.11** 土的湿度系数应根据当地 10 年以上土的含水量变化确定, 无资料时, 可根据当地有关气象资料按下式计算:

$$\psi_w = 1.152 - 0.726\alpha - 0.00107c \quad (5.2.11)$$

式中:  $\alpha$  ——当地 9 月至次年 2 月的月份蒸发力之和与全年蒸发力之比值 (月平均气温小于  $0^\circ\text{C}$  的月份不统计在内)。我国部分地区蒸发力及降水量的参考值可按本规范附录 H 取值;

$c$  ——全年中干燥度大于 1.0 且月平均气温大于  $0^\circ\text{C}$  月份的蒸发力与降水量差值之总和 (mm), 干燥度为蒸

发力与降水量之比值。

**5.2.12** 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；无资料时，可按表 5.2.12 采用。

表 5.2.12 大气影响深度 (m)

土的湿度系数 $\psi_w$	大气影响深度 $d_a$
0.6	5.0
0.7	4.0
0.8	3.5
0.9	3.0

**5.2.13** 大气影响急剧层深度，可按本规范表 5.2.12 中的大气影响深度值乘以 0.45 采用。

**5.2.14** 地基土的胀缩变形量应按下式计算：

$$s_{es} = \psi_{es} \sum_{i=1}^n (\delta_{epi} + \lambda_{si} \cdot \Delta w_i) h_i \quad (5.2.14)$$

式中： $s_{es}$ ——地基土的胀缩变形量 (mm)；

$\psi_{es}$ ——计算胀缩变形量的经验系数，宜根据当地经验确定，无可依据经验时，三层及三层以下可取 0.7。

**5.2.15** 膨胀土地基变形量取值，应符合下列规定：

- 1 膨胀变形量应取基础的最大膨胀上升量；
- 2 收缩变形量应取基础的最大收缩下沉量；
- 3 胀缩变形量应取基础的最大胀缩变形量；
- 4 变形差应取相邻两基础的变形量之差；
- 5 局部倾斜应取砌体承重结构沿纵墙 6m~10m 内基础两点的变形量之差与其距离的比值。

**5.2.16** 膨胀土地上建筑物的地基变形计算值，不应大于地基变形允许值。地基变形允许值应符合表 5.2.16 的规定。表 5.2.16 中未包括的建筑物，其地基变形允许值应根据上部结构对地基变形的适应能力及功能要求确定。

表 5.2.16 膨胀土地基上建筑物地基变形允许值

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

注：*l*为相邻柱基的中心距离（m）。

#### IV 稳定性计算

5.2.17 位于坡地场地上的建筑物地基稳定性，应按下列规定进行验算：

- 1 土质较均匀时，可按圆弧滑动法验算；
- 2 土层较薄，土层与岩层间存在软弱层时，应取软弱层面为滑动面进行验算；
- 3 层状构造的膨胀土，层面与坡面斜交，且交角小于 45° 时，应验算层面的稳定性。

5.2.18 地基稳定性安全系数可取 1.2。验算时，应计算建筑物和堆料的荷载、水平膨胀力，并应根据试验数据或当地经验计及削坡卸荷应力释放、土体吸水膨胀后强度衰减的影响。

### 5.3 场址选择与总平面设计

5.3.1 场址选择宜符合下列要求：

- 1 宜选择地形条件比较简单，且土质比较均匀、胀缩性较弱的地段；
- 2 宜具有排水畅通或易于进行排水处理的地形条件；



3 宜避开地裂、冲沟发育和可能发生浅层滑坡等地段；  
4 坡度宜小于  $14^{\circ}$  并有可能采用分级低挡土结构治理的地段；

5 宜避开地下溶沟、溶槽发育、地下水变化剧烈的地段。

**5.3.2** 总平面设计应符合下列要求：

1 同一建筑物地基土的分级变形量之差，不宜大于 35mm；

2 竖向设计宜保持自然地形和植被，并宜避免大挖大填；

3 挖方和填方地基上的建筑物，应防止挖填部分地基的不均匀性和土中水分变化所造成的危害；

4 应避免场地内排水系统管道渗水对建筑物升降变形的影响；

5 地基基础设计等级为甲级的建筑物，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；

6 建筑物周围应有良好的排水条件，距建筑物外墙基础外缘 5m 范围内不得积水。

**5.3.3** 场地内的排洪沟、截水沟和雨水明沟，其沟底应采取防渗处理。排洪沟、截水沟的沟边土坡应设支挡。

**5.3.4** 地下给、排水管道接口部位应采取防渗漏措施，管道距建筑物外墙基础外缘的净距不应小于 3m。

**5.3.5** 场地内应进行环境绿化，并应根据气候条件、膨胀土地基胀缩等级，结合当地经验采取下列措施：

1 建筑物周围散水以外的空地，宜多种植草皮和绿篱；

2 距建筑物外墙基础外缘 4m 以外的空地，宜选用低矮、耐修剪和蒸腾量小的树木；

3 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、滇杨等速生树种时，应设置隔离沟，沟与建筑物距离不应小于 5m。

## 5.4 坡地和挡土结构

**5.4.1** 建筑场地条件符合本规范第 4.3.2 条第 2 款规定时，建

筑物应按坡地场地进行设计，并应符合下列规定：

1 应按本规范第 5.2.17 条和第 5.2.18 条的规定验算坡体的稳定性；

2 应采取防止坡体水平位移和坡体内土的水分变化对建筑物影响的措施；

3 对不稳定或潜在不稳定的斜坡，应先进行滑坡治理。

**5.4.2 防治滑坡应综合工程地质、水文地质和工程施工影响等因素，分析可能产生滑坡的主要因素，并结合当地建设经验，采取下列措施：**

1 应根据计算的滑体推力和滑动面或软弱结合面的位置，设置一级或多级抗滑支挡，或采取其他措施；

2 挡土结构基础埋深应由稳定性验算确定，并应埋置在滑动面以下，且不应小于 1.5m；

3 应设置场地截水、排水及防渗系统，对坡体裂缝应进行封闭处理；

4 应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。

**5.4.3 挡土墙设计应符合下列构造要求（图 5.4.3）：**

1 墙背碎石或砂卵石滤水层的宽度不应小于 500mm。滤水

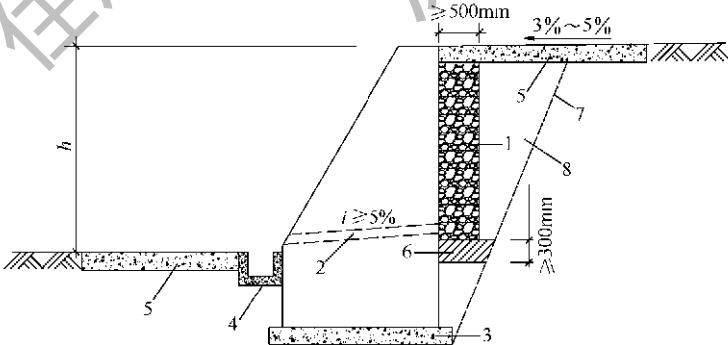


图 5.4.3 挡土墙构造示意

1—滤水层；2—泄水孔；3—垫层；4—防渗排水沟；  
5—封闭地面；6—隔水层；7—开挖面；8—非膨胀土

层以外宜选用非膨胀性土回填，并应分层压实；

2 墙顶和墙脚地面应设封闭面层，宽度不宜小于 2m；

3 挡土墙每隔 6m~10m 和转角部位应设变形缝；

4 挡土墙墙身应设泄水孔，间距不应大于 3m，坡度不应小于 5%，墙背泄水孔口下方应设置隔水层，厚度不应小于 300mm。

**5.4.4** 高度不大于 3m 的挡土墙，主动土压力宜采用楔体试算法确定。当构造符合本规范第 5.4.3 条规定时，土压力的计算可不计水平膨胀力的作用。破裂面上的抗剪强度指标应采用饱和快剪强度指标。当土体中有明显通过墙址的裂隙面或层面时，尚应以该面作为破裂面验算其稳定性。

**5.4.5** 高度大于 3m 的挡土结构土压力计算时，应根据试验数据或当地经验确定土体膨胀后抗剪强度衰减的影响，并应计算水平膨胀力的作用。

**5.4.6** 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：

1 布置在坡顶的建筑物，按本规范第 5.4.3 条设置挡土墙且基础外边缘距挡土墙距离大于 5m；

2 布置在挖方地段的建筑物，基础外边缘至坡脚支挡结构的净距大于 3m。

## 5.5 建筑措施

**5.5.1** 在满足使用功能的前提下，建筑物的体型应力求简单，并应符合下列要求：

1 建筑物选址宜位于膨胀土层厚度均匀，地形坡度小的地段；

2 建筑物宜避让胀缩性相差较大的土层，应避开地裂带，不宜建在地下水水位升降变化大的地段。当无法避免时，应采取设置沉降缝或提高建筑结构整体抗变形能力等措施。

**5.5.2** 建筑物的下列部位，宜设置沉降缝：

1 挖方与填方交界处或地基土显著不均匀处；

- 2 建筑物平面转折部位、高度或荷重有显著差异部位；
  - 3 建筑结构或基础类型不同部位。
- 5.5.3 屋面排水宜采用外排水，水落管不得设在沉降缝处，且其下端距散水面不应大于 300mm。建筑物场地应设置有组织的排水系统。
- 5.5.4 建筑物四周应设散水，其构造宜符合下列规定（图 5.5.4）：

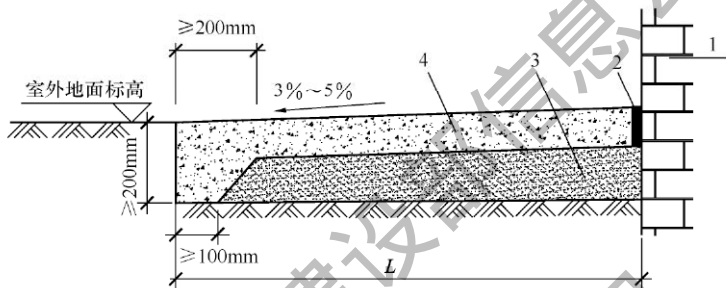


图 5.5.4 散水构造示意

1—外墙；2—交接缝；3—垫层；4—面层

- 1 散水面层宜采用 C15 混凝土或沥青混凝土，散水垫层宜采用 2 : 8 灰土或三合土，面层和垫层厚度应按表 5.5.4 选用；
- 2 散水面层的伸缩缝间距不应大于 3m；
- 3 散水最小宽度应按表 5.5.4 选用。散水外缘距基槽不应小于 300mm，坡度应为 3%~5%；
- 4 散水与外墙的交接缝和散水之间的伸缩缝，应填嵌柔性防水材料。

表 5.5.4 散水构造尺寸

地基胀缩等级	散水最小宽度 L (m)	面层厚度 (mm)	垫层厚度 (mm)
I	1.2	≥100	≥100
II	1.5	≥100	≥150
III	2.0	≥120	≥200

5.5.5 平坦场地胀缩等级为Ⅰ级、Ⅱ级的膨胀土地基，当采用宽散水作为主要防治措施时，其构造应符合下列规定（图 5.5.5）：

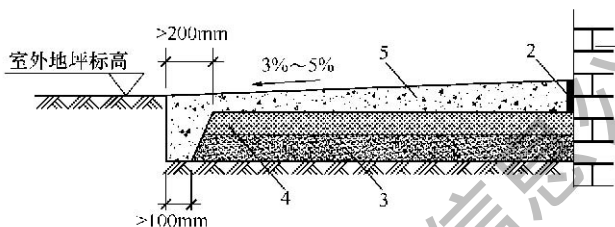


图 5.5.5 宽散水构造示意

1—外墙；2—交接缝；3—垫层；4—隔热保温层；5—面层

1 面层可采用强度等级 C15 的素混凝土或沥青混凝土，厚度不应小于 100mm；

2 隔热保温层可采用 1 : 3 石灰焦渣，厚度宜为 100mm~200mm；

3 垫层可采用 2 : 8 灰土或三合土，厚度宜为 100mm~200mm；

4 胀缩等级为Ⅰ级的膨胀土地基散水宽度不应小于 2m，胀缩等级为Ⅱ级的膨胀土地基散水宽度不应小于 3m，坡度宜为 3%~5%。

5.5.6 建筑物的室内地面设计应符合下列要求：

1 对使用要求严格的地面，可根据地基土的胀缩等级按本规范附录 J 要求，采取相应的设计措施。胀缩等级为Ⅲ级的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。经常用水房间的地面应设防水层，并应保持排水通畅；

2 大面积地面应设置分格变形缝。地面、墙体、地沟、地坑和设备基础之间宜用变形缝隔开。变形缝内应填嵌柔性防水材料；

3 对使用要求没有严格限制的工业与民用建筑地面，可按普通地面进行设计。

**5.5.7** 建筑物周围的广场、场区道路和人行便道设计，应符合下列要求：

1 建筑物周围的广场、场区道路和人行便道的标高应低于散水外缘；

2 广场应设置有组织的截水、排水系统，地面做法可按本规范第 5.5.6 条第 2 款的规定进行设计；

3 场区道路宜采用 2 : 8 灰土上铺砌大块石及砂卵石垫层、沥青混凝土或沥青表面处置面层。路肩宽度不应小于 0.8m；

4 人行便道宜采用预制块铺设，并宜与房屋散水相连接。

## 5.6 结构措施

**5.6.1** 建筑物结构设计应符合下列规定：

1 应选择适宜的结构体系和基础形式；

2 应加强基础和上部结构的整体强度和刚度。

**5.6.2** 砌体结构设计应符合下列规定：

1 承重墙体应采用实心墙，墙厚不应小于 240mm，砌体强度等级不应低于 MU10，砌筑砂浆强度等级不应低于 M5，不应采用空斗墙、砖拱、无砂大孔混凝土和无筋中型砌块；

2 建筑平面拐角部位不应设置门窗洞口，墙体尽端至门窗洞口边的有效宽度不宜小于 1m；

3 楼梯间不宜设在建筑物的端部。

**5.6.3** 砌体结构的圈梁设置应符合下列要求：

1 砌体结构除应在基础顶部和屋盖处各设置一道钢筋混凝土圈梁外，对于Ⅰ级、Ⅱ级膨胀土地基上的多层房屋，其他楼层可隔层设置圈梁；对于Ⅲ级膨胀土地基上的多层房屋，应每层设置圈梁；

2 单层工业厂房的围护墙体除应在基础顶部和屋盖处各设置一道钢筋混凝土圈梁外，对于Ⅰ级、Ⅱ级膨胀土地基，应沿墙高每隔 4m 增设一道圈梁；对于Ⅲ级膨胀土地基，应沿墙高每隔 3m 增设一道圈梁；

3 圈梁应在同一平面内闭合；

4 基础顶面和屋盖处的圈梁高度不应小于 240mm，其他位置的圈梁不应小于 180mm。圈梁的纵向配筋不应小于 4 $\phi$ 12，箍筋不应小于  $\phi$ 6@200。基础圈梁混凝土强度等级不应低于 C25，其他位置圈梁混凝土强度等级不应低于 C20。

**5.6.4** 砌体结构应设置构造柱，并应符合下列要求：

1 构造柱应设置在房屋的外墙拐角、楼（电）梯间、内、外墙交接处、开间大于 4.2m 的房间纵、横墙交接处或隔开间横墙与内纵墙交接处；

2 构造柱的截面不应小于 240mm $\times$ 240mm，纵向钢筋不应小于 4 $\phi$ 12，箍筋不应小于  $\phi$ 6@200，混凝土强度等级不应低于 C20；

3 构造柱与圈梁连接处，构造柱的纵筋应上下贯通穿过圈梁，或锚入圈梁不小于 35 $d$ ；

4 构造柱可不单独设置基础，但纵筋应伸入基础圈梁或基础梁内不小于 35 $d$ 。

**5.6.5** 门窗洞口或其他洞口宽度大于等于 600mm 时，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 60mm 厚的钢筋混凝土带，并应与构造柱拉接。

**5.6.6** 预制钢筋混凝土梁支承在墙体上的长度不应小于 240mm；预制钢筋混凝土板支承在墙体上的长度不应小于 100mm、支承在梁上的长度不应小于 80mm。预制钢筋混凝土梁、板与支承部位应可靠拉接。

**5.6.7** 框、排架结构的围护墙体与柱应采取可靠拉接，且宜砌置在基础梁上，基础梁下宜预留 100mm 空隙，并应做防水处理。

**5.6.8** 吊车梁应采用简支梁，吊车梁与吊车轨道之间应采用便于调整的连接方式。吊车顶面与屋架下弦的净空不宜小于 200mm。

## 5.7 地基基础措施

**5.7.1** 膨胀土地基处理可采用换土、土性改良、砂石或灰土垫层等方法。

**5.7.2** 膨胀土地基换土可采用非膨胀性土、灰土或改良土，换土厚度应通过变形计算确定。膨胀土土性改良可采用掺和水泥、石灰等材料，掺和比和施工工艺应通过试验确定。

**5.7.3** 平坦场地上胀缩等级为Ⅰ级、Ⅱ级的膨胀土地基宜采用砂、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，并应做好防、隔水处理。

**5.7.4** 对较均匀且胀缩等级为Ⅰ级的膨胀土地基，可采用条形基础，基础埋深较大或基底压力较小时，宜采用墩基础；对胀缩等级为Ⅲ级或设计等级为甲级的膨胀土地基，宜采用桩基础。

**5.7.5** 桩基础设计时，基桩和承台的构造和设计计算，除应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的规定外，尚应符合本规范第5.7.6条～第5.7.9条的规定。

**5.7.6** 桩顶标高低于大气影响急剧层深度的高、重建筑物，可按一般桩基础进行设计。

**5.7.7** 桩顶标高位于大气影响急剧层深度内的三层及三层以下的轻型建筑物，桩基础设计应符合下列要求：

1 按承载力计算时，单桩承载力特征值可根据当地经验确定。无资料时，应通过现场载荷试验确定；

2 按变形计算时，桩基础升降位移应符合本规范第5.2.16条的要求。桩端进入大气影响急剧层深度以下或非膨胀土层中的长度应符合下列规定：

1) 按膨胀变形计算时，应符合下式要求：

$$l_a \geq \frac{v_c - Q_k}{u_p \cdot \lambda \cdot q_{sa}} \quad (5.7.7-1)$$

2) 按收缩变形计算时，应符合下式要求：



$$l_a \geq \frac{Q_k - A_p \cdot q_{pa}}{u_p \cdot q_{sa}} \quad (5.7.7-2)$$

- 3) 按胀缩变形计算时, 计算长度应取式 (5.7.7-1) 和式 (5.7.7-2) 中的较大值, 且不得小于 4 倍桩径及 1 倍扩大端的直径, 最小长度应大于 1.5m。

式中:  $l_a$  —— 桩端进入大气影响急剧层以下或非膨胀土层中的长度 (m);

$v_e$  —— 在大气影响急剧层内桩侧土的最大胀拔力标准值, 应由当地经验或试验确定 (kN);

$Q_k$  —— 对应于荷载效应标准组合, 最不利工况下作用于桩顶的竖向力, 包括承台和承台上土的自重 (kN);

$u_p$  —— 桩身周长 (m);

$\lambda$  —— 桩侧土的抗拔系数, 应由试验或当地经验确定; 当无此资料时, 可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定取值;

$A_p$  —— 桩端截面积 ( $m^2$ );

$q_{pa}$  —— 桩的端阻力特征值 (kPa);

$q_{sa}$  —— 桩的侧阻力特征值 (kPa)。

**5.7.8** 当桩身承受胀拔力时, 应进行桩身抗拉强度和裂缝宽度控制验算, 并采取通长配筋, 最小配筋率应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

**5.7.9** 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, 且不应小于 100mm。承台梁两侧应采取防止空隙堵塞的措施。

## 5.8 管道

**5.8.1** 给水管和排水管宜敷设在防渗管沟中, 并应设置便于检修的检查井等设施; 管道接口应严密不漏水, 并宜采用柔性接头。

**5.8.2** 地下管道及其附属构筑物的基础, 宜设置防渗垫层。

**5.8.3** 检漏井应设置在管沟末端和管沟沿线分段检查处，井内应设置集水坑。

**5.8.4** 地下管道或管沟穿过建筑物的基础或墙时，应设预留孔洞。洞与管沟或管道间的上下净空不宜小于 100mm。洞边与管沟外壁应脱开，其缝隙应采用不透水的柔性材料封堵。

**5.8.5** 对高压、易燃、易爆管道及其支架基础的设计，应采取防止地基土不均匀胀缩变形可能造成危害的地基处理措施。

## 6 施 工

### 6.1 一 般 规 定

**6.1.1** 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，针对膨胀土的特性编制施工组织设计。

**6.1.2** 地基基础施工前应完成场地平整、挡土墙、护坡、截洪沟、排水沟、管沟等工程，并应保持场地排水通畅、边坡稳定。

**6.1.3** 施工用水应妥善管理，并应防止管网漏水。临时水池、洗料场、淋灰池、截洪沟及搅拌站等设施距建筑物外墙的距离，不应小于 10m。临时生活设施距建筑物外墙的距离，不应小于 15m，并应做好排（隔）水设施。

**6.1.4** 堆放材料和设备的施工现场，应采取保持场地排水畅通的措施。排水流向应背离基坑（槽）。需大量浇水的材料，堆放在距基坑（槽）边缘的距离不应小于 10m。

**6.1.5** 回填土应分层回填夯实，不得采用灌（注）水作业。

### 6.2 地 基 和 基 础 施 工

**6.2.1** 开挖基坑（槽）发现地裂、局部上层滞水或土层地质情况等与勘察文件不符合时，应及时会同勘察、设计等单位协商处理措施。

**6.2.2** 地基基础施工宜采取分段作业，施工过程中基坑（槽）不得暴晒或泡水。地基基础工程宜避开雨天施工；雨期施工时，应采取防水措施。

**6.2.3** 基坑（槽）开挖时，应及时采取封闭措施。上方开挖应在基底设计标高以上预留 150mm~300mm 土层，并应待下一工序开始前继续挖除，验槽后，应及时浇筑混凝土垫层或采取其他封闭措施。

**6.2.4** 坡地土方施工时，挖方作业应由坡上方自上而下开挖；填方作业应自下而上分层压实。坡面形成后，应及时封闭。

开挖土方时应保护坡脚。坡顶弃土至开挖线的距离应通过稳定性计算确定，且不应小于5m。

**6.2.5** 灌注桩施工时，成孔过程中严禁向孔内注水。孔底虚土经清理后，应及时灌注混凝土成桩。

**6.2.6** 基础施工出地面后，基坑（槽）应及时分层回填，填料宜选用非膨胀土或经改良后的膨胀土，回填压实系数不应小于0.94。

### 6.3 建筑物施工

**6.3.1** 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，并应避免直接支撑在膨胀土上。浇筑和养护混凝土过程中应注意养护水的管理，并应防止水流（渗）入地基内。

**6.3.2** 散水应在室内地面做好后立即施工。施工前应先夯实基土，基土为回填土时，应检查回填土质量，不符合要求时，应重新处理。伸缩缝内的防水材料应充填密实，并应略高于散水，或做成脊背形状。

**6.3.3** 管道及其附属建筑物的施工，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。室内管沟敷设时，应做好管沟底的防渗漏及倾向室外的坡度。管道敷设完成后，应及时回填、加盖或封面。

**6.3.4** 水池、水沟等水工构筑物应符合防漏、防渗要求，混凝土浇筑时不宜留施工缝，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。

**6.3.5** 屋面施工完毕，应及时安装天沟、落水管，并应与排水系统及时连通。散水的伸缩缝应避开水落管。

**6.3.6** 水池、水塔等溢水装置应与排水管沟连通。

## 7 维护管理

### 7.1 一般规定

7.1.1 膨胀土场地内的建筑物、管道、地面排水、环境绿化、边坡、挡土墙等使用期间，应按设计要求进行维护管理。

7.1.2 管理部门应对既有建筑物及其附属设施制定维护管理制度，并应对维护管理工作进行监督检查。

7.1.3 使用单位应妥善保管勘察、设计和施工中的相关技术资料，并应实施维护管理工作，建立维护管理档案。

### 7.2 维护和检修

7.2.1 给水、排水和供热管道系统遇有漏水或其他故障时，应及时进行检修和处理。

7.2.2 排水沟、雨水明沟、防水地面、散水等应定期检查，发现开裂、渗漏、堵塞等现象时，应及时修复。

7.2.3 除按本规范第 3.0.6 条的规定进行升降观测的建筑物外，其他建筑物也应定期观察使用状况。当发现墙柱裂缝、地面隆起开裂、吊车轨道变形、烟囱倾斜、窑体下沉等异常现象时，应做好记录，并应及时采取处理措施。

7.2.4 坡脚地带不得任意挖土，坡肩地带不应大面积堆载，建筑物周围不得任意开挖和堆土。不能避免时，应采取必要的保护措施。

7.2.5 坡体位移情况应定期观察，当出现裂缝时，应及时采取治理措施。

7.2.6 场区内的绿化，应按设计要求的品种和距离种植，并应定期修剪。绿化地带浇水应控制水量。

### 7.3 损坏建筑物的治理

**7.3.1** 建筑物及其附属设施，出现危及安全或影响使用功能的开裂等损坏情况时，应及时会同勘察、设计部门调查分析、查明损坏原因。

**7.3.2** 建筑物的损坏等级应按现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的有关规定鉴定；应根据损坏程度确定治理方案，并应及时付诸实施。

## 附录 A 膨胀土自由膨胀率与蒙脱石含量、阳离子交换量的关系

表 A 膨胀土的自由膨胀率与蒙脱石含量、阳离子交换量的关系

自由膨胀率 $\delta_{ef}$ (%)	蒙脱石含量 (%)	阳离子交换量 CEC ( $\text{NH}_4^+$ ) (mmol/kg 土)	膨胀潜势
$40 \leq \delta_{ef} < 65$	7~14	170~260	弱
$65 \leq \delta_{ef} < 90$	14~22	260~340	中
$\delta_{ef} \geq 90$	>22	>340	强

- 注：1 表中蒙脱石含量为干土全重含量的百分数，采用次甲基蓝吸附法测定；  
2 对不含碳酸盐的土样，采用醋酸铵法测定其阳离子交换量；对含碳酸盐的土样，采用氯化铵—醋酸铵法测定其阳离子交换量。

## 附录 B 建筑物变形观测方法

**B.0.1** 变形观测可包括建筑物的升降、水平位移、基础转动、墙体倾斜和裂缝变化等项目。

**B.0.2** 变形观测方法、所用仪器和精度，应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定。

**B.0.3** 水准基点设置应符合下列要求：

1 水准基点的埋设应以不受膨胀土胀缩变形影响为原则，宜埋设在邻近的基岩露头或非膨胀土层内。基点应按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 规定的二等水准要求布置。邻近没有非膨胀土土层时，可在多年的深水井壁上或在常年潮湿、保水条件良好的地段设置深埋式水准基点。深埋式水准基点应加设套管，并应加强保湿措施；

2 深埋式水准基点（图 B.0.3）不宜少于 3 个。每次变形

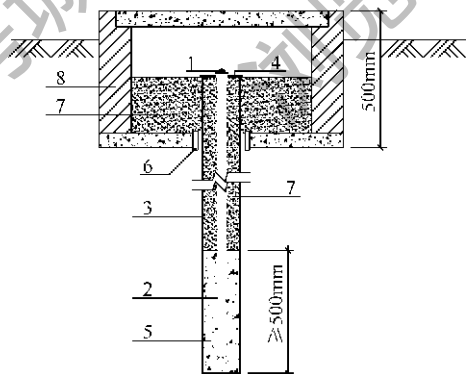


图 B.0.3 深埋式水准基点示意

1—焊接在钢管上的水准标芯；2— $\phi 30\text{mm}\sim 50\text{mm}$  钢管；

3— $\phi 60\text{mm}\sim 110\text{mm}$  套管；4—导向环；5—底部现浇混凝土；

6—油毡二层；7—木屑；8—保护井



观测时，应进行水准基点校核。水准基点离建筑物较远时，可在建筑物附近设置观测水准基点，其深度不得小于该地区的大气影响深度。

**B.0.4** 观测点设置应符合下列要求：

1 观测点的布置应全面反映建筑物的变形情况，在砌体承重的房屋转角处、纵横墙交接处以及横墙中部，应设置观测点；在房屋转角附近宜加密至每隔 2m 设 1 个观测点；承重内隔墙中部应设置内墙观测点，室内地面中心及四周应设置地面观测点。框架结构的房屋沿柱基或纵横轴线应设置观测点。烟囱、水塔、油罐等构筑物的观测点应沿周边对称设置。每栋建筑物可选择最敏感的（1~2）个剖面设置观测点；

2 建筑物墙体和地面裂缝观测应选择重点剖面设置观测点（图 B.0.4）。每条裂缝应在不同位置上设置两组以上的观测标志；

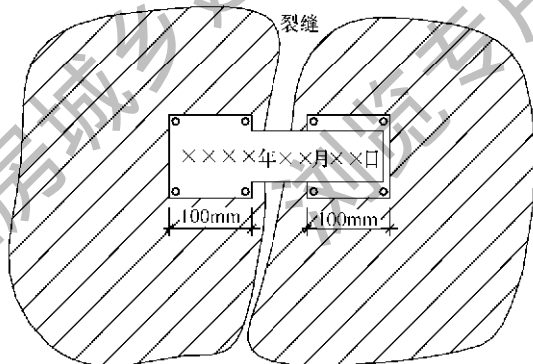


图 B.0.4 裂缝观测片

3 观测点的埋设可按建筑物的特点采用不同的类型，观测点的埋设应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定。

**B.0.5** 对新建建筑物，应自施工开始即进行升降观测，并应在施工过程的不同荷载阶段进行定期观测。竣工后，应每月进行一

次。观测工作宜连续进行 5 年以上。在掌握房屋季节性变形特点的基础上，应选择收缩下降的最低点和膨胀上升的最高点，以及变形交替的季节，每年观测 4 次。在久旱和连续降雨后应增加观测次数。

必要时，应同期进行裂缝、基础转动、墙体倾斜及基础水平位移等项目的观测。

**B.0.6** 资料整理，应包括下列内容：

1 校核观测数据，计算每个观测点的高程、逐次变化值和累计变化值；

2 绘制观测点的时间—变形曲线；

3 绘制建筑物的变形展开曲线；

4 选择典型剖面，绘制基础升降、裂缝张闭、基础转动和基础水平位移等项目的关系曲线；

5 计算建筑物的平均变形幅度、相对挠曲以及易损部分的局部倾斜；

6 编写观测报告。

## 附录 C 现场浸水载荷试验要点

**C.0.1** 现场浸水载荷试验可用于以确定膨胀土地基的承载力和浸水时的膨胀变形量。

**C.0.2** 现场浸水载荷试验（图 C.0.2）的方法与步骤，应符合下列规定：

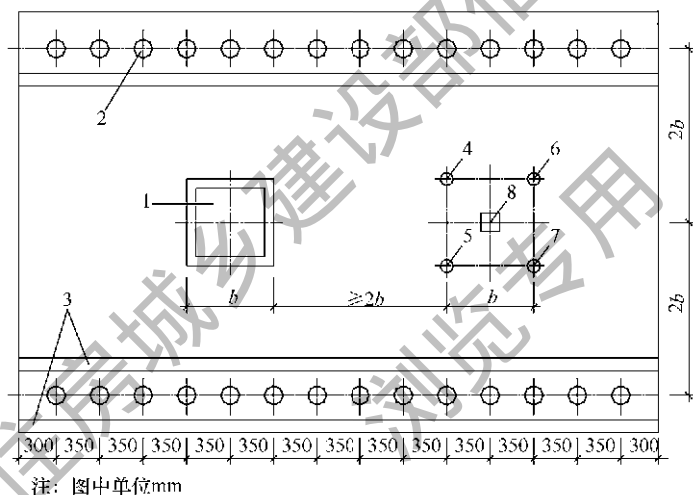


图 C.0.2 现场浸水载荷试验试坑及设备布置示意

1—方形压板；2— $\phi 127$ 砂井；3—砖砌砂槽；4— $1b$ 深测标；5— $2b$ 深测标；  
6— $3b$ 深测标；7—大气影响深度测标；8—深度为零的测标

- 1 试验场地应选在有代表性的地段；
- 2 试验坑深度不应小于 1.0m，承压板面积不应小于  $0.5\text{m}^2$ ，采用方形承压板时，其宽度  $b$  不应小于 707mm；
- 3 承压板外宜设置一组深度为零、 $1b$ 、 $2b$ 、 $3b$  和等于当地大气影响深度的分层测标，或采用一孔多层测标方法，以观测

各层土的膨胀变形量；

4 可采用砂井和砂槽双面浸水。砂槽和砂井内应填满中、粗砂，砂井的深度不应小于当地的大气影响深度，且不应小于  $4b$ ；

5 应采用重物分级加荷和高精度水准仪观测变形量；

6 应分级加荷至设计荷载。当土的天然含水量大于或等于塑限含水量时，每级荷载可按  $25\text{kPa}$  增加；当土的天然含水量小于塑限含水量时，每级荷载可按  $50\text{kPa}$  增加；每级荷载施加后，应按  $0.5\text{h}$ 、 $1\text{h}$  各观测沉降一次，以后可每隔  $1\text{h}$  或更长一些时间观测一次，直至沉降达到相对稳定后再加下一级荷载；

7 连续  $2\text{h}$  的沉降量不大于  $0.1\text{mm/h}$  时可认为沉降稳定；

8 当施加最后一级荷载（总荷载达到设计荷载）沉降达到稳定标准后，应在砂槽和砂井内浸水，浸水水面不应高于承压板底面；浸水期间应每  $3\text{d}$  观测一次膨胀变形；膨胀变形相对稳定的标准为连续两个观测周期内，其变形量不应大于  $0.1\text{mm}/3\text{d}$ 。浸水时间不应少于两周；

9 浸水膨胀变形达到相对稳定后，应停止浸水并按本规范第 C.0.2 条第 6、7 款要求继续加荷直至达到极限荷载；

10 试验前和试验后应分层取原状土样在室内进行物理力学试验和膨胀试验。

**C.0.3** 现场浸水荷载试验资料整理及计算，应符合下列规定：

1 应绘制各级荷载下的变形和压力曲线（图 C.0.3）以及分层测标变形与时间关系曲线，确定土的承载力和可能的膨

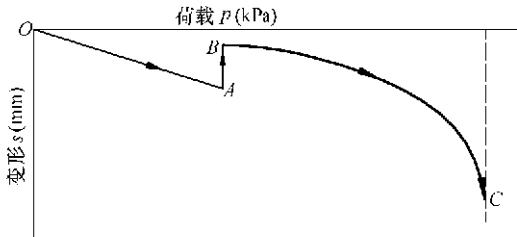


图 C.0.3 现场浸水荷载试验  $p-s$  关系曲线示意

OA—分级加载至设计荷载；AB—浸水膨胀稳定；BC—分级加载至极限荷载

胀量；

2 同一土层的试验点数不应少于 3 点，当实测值的极差不大于其平均值的 30% 时，可取平均值为其承载力极限值，应取极限荷载的 1/2 作为地基土承载力的特征值；

3 必要时可用试验指标按承载力公式计算其承载力，并应与现场载荷试验所确定的承载力值进行对比。在特殊情况下，可按地基设计要求的变形值在  $p-s$  曲线上选取所对应的荷载作为地基土承载力的特征值。

住房和城乡建设部信息中心  
浏览专用

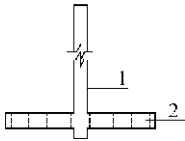
## 附录 D 自由膨胀率试验

**D.0.1** 自由膨胀率试验可用于判定黏性土在无结构力影响下的膨胀潜势。

**D.0.2** 试验仪器设备应符合下列规定：

1 玻璃量筒容积应为 50mL，最小分度值应为 1mL。容积和刻度应经过校准；

2 量土杯容积应为 10mL，内径应为 20mm；



3 无颈漏斗上口直径应为 50mm~60mm，下口直径应为 4mm~5mm；

4 搅拌器应由直杆和带孔圆盘构成，圆盘直径应小于量筒直径 2mm，盘上孔径宜为 2mm (图 D.0.2)；

5 天平最大称量应为 200g，最小分度值应为 0.01g；

6 应选取的其他试验仪器设备包括平口刮刀、漏斗支架、取土匙和孔径 0.5mm 的筛等。

图 D.0.2 搅拌器示意

1—直杆；2—圆盘

**D.0.3** 试验方法与步骤应符合下列规定：

1 应用四分对角法取代表性风干土 100g，应碾细并全部过 0.5mm 筛，石子、姜石、结核等应去除；

2 应将过筛的试样拌匀，并应在 105℃~110℃ 下烘至恒重，同时应在干燥器内冷却至室温；

3 应将无颈漏斗放在支架上，漏斗下口应对准量土杯中心并保持 10mm 距离 (图 D.0.3)；

4 应用取土匙取适量试样倒入漏斗中，倒土时匙应与漏斗壁接触，且应靠近漏斗底部，应边倒边用细铁丝轻轻搅动，并应

避免漏斗堵塞。当试样装满量土杯并开始溢出时，应停止向漏斗倒土，应移开漏斗刮去杯口多余的土。应将量土杯中试样倒入匙中，再次将量土杯（图 D.0.3）置于漏斗下方，应将匙中土按上述方法倒入漏斗，使其全部落入量土杯中，刮去多余土后称量量土杯中试样质量。本步骤应进行两次重复测定，两次测定的差值不得大于 0.1g；

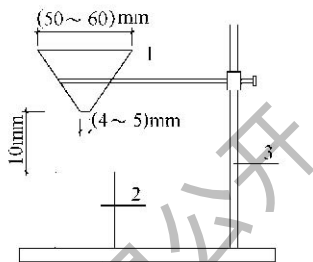


图 D.0.3 漏斗与量土杯示意

- 1—无颈漏斗；2—量土杯；  
3—支架

5 应在量筒内注入 30mL 纯水，并加入 5mL 浓度为 5% 的分析纯氯化钠溶液。应将量土杯中试样倒入量筒内，用搅拌器搅拌悬液，上近液面，下至筒底，上下搅拌各 10 次，用纯水清洗搅拌器及量筒壁，使悬液达 50mL；

6 待悬液澄清后，应每隔 2h 测读一次土面高度（估读 0.1mL）。直至两次读数差值不大于 0.2mL，可认为膨胀稳定，土面倾斜时，读数可取其中值；

7 应按本规范式（4.2.1）计算自由膨胀率。

## 附录 E 50kPa 压力下的膨胀率试验

**E.0.1** 50kPa 压力下的膨胀率试验可用于 50kPa 压力和有限条件下原状土或扰动土样的膨胀率测定。

**E.0.2** 膨胀率试验仪器设备应符合下列规定：

- 1 压缩仪试验前应校准在 50kPa 压力下的仪器压缩量；
- 2 试样面积应为  $3000\text{mm}^2$  或  $5000\text{mm}^2$ ，高应为 20mm；
- 3 百分表最大量程应为 5mm~10mm，最小分度值应为 0.01mm；
- 4 环刀面积应为  $3000\text{mm}^2$  或  $5000\text{mm}^2$ ，高应为 25mm；
- 5 天平最大称量应为 200g，最小分度值应为 0.01g；
- 6 推土器直径应略小于环刀内径，高度应为 5mm。

**E.0.3** 膨胀率试验方法与步骤应符合下列规定：

1 应用内壁涂有薄层润滑油带护环的环刀切取代表性试样，用推土器将试样推出 5mm，削去多余的土，称其重量准确至 0.01g，测定试前含水量；

2 应按压缩试验要求，将试样装入容器内，放入透水石和薄型滤纸，加压盖板，调整杠杆使之水平。加 1kPa~2kPa 压力（保持该压力至试验结束，不计算在加荷压力之内），并加 50kPa 的瞬时压力，使加荷支架、压板、土样、透水石等紧密接触，调整百分表，记下初读数；

3 应加 50kPa 压力，每隔 1h 记录一次百分表读数。当两次读数差值不超过 0.01mm 时，即为下沉稳定；

4 应向容器内自下而上注入纯水，使水面超过试样顶面约 5mm，并应保持该水位至试验结束；

5 浸水后，应每隔 2h 测记一次百分表读数，当连续两次读数不超过 0.01mm 时，可以为膨胀稳定，随即卸荷至零，膨胀稳定后，记录读数；



6 试验结束，应吸去容器中的水，取出试样称其重量，准确至 0.01g。应将试样烘至恒重，在干燥器内冷却至室温，称量并计算试样的试后含水量、密度和孔隙比。

**E.0.4** 试验资料整理和校核应符合下列规定：

1 50kPa 压力下的膨胀率应按下式计算：

$$\delta_{e50} = \frac{z_{50} + z_{e50} - z_0}{h_0} \times 100 \quad (\text{E.0.4})$$

式中： $\delta_{e50}$  —— 在 50kPa 压力下的膨胀率（%）；

$z_{50}$  —— 压力为 50kPa 时试样膨胀稳定后百分表的读数（mm）；

$z_{e50}$  —— 压力为 50kPa 时仪器的变形值（mm）；

$z_0$  —— 压力为零时百分表的初读数（mm）；

$h_0$  —— 试样加荷前的原始高度（mm）。

2 试后孔隙比应按本规范式（F.0.4-2）计算，计算值与实测值之差不应大于 0.01。

## 附录 F 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验

**F.0.1** 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验可用于测定有侧限条件下原状土或扰动土样的膨胀率与压力之间的关系，以及土样在体积不变时由于膨胀产生的最大内应力。

**F.0.2** 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验仪器设备应符合下列规定：

1 压缩仪试验前应校准仪器在不同压力下的压缩量和卸荷回弹量；

2 试样面积应为  $3000\text{mm}^2$  或  $5000\text{mm}^2$ ，高应为 20mm；

3 百分表最大量程应为 5mm~10mm，最小分度值应为 0.01mm；

4 环刀面积应为  $3000\text{mm}^2$  或  $5000\text{mm}^2$ ，高应为 25mm；

5 天平最大称量应为 200g，最小分度值应为 0.01g；

6 推土器直径应略小于环刀内径，高度应为 5mm。

**F.0.3** 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验方法与步骤，应符合下列规定：

1 应用内壁涂有薄层润滑油带有护环的环刀切取代表性试样，由推土器将试样推出 5mm，削去多余的土，称其重量准确至 0.01g，测定试前含水量；

2 应按压缩试验要求，将试样装入容器内，放入干透水石和薄型滤纸。调整杠杆使之水平，加 1kPa~2kPa 的压力（保持该压力至试验结束，不计算在加荷压力之内）并加 50kPa 瞬时压力，使加荷支架、压板、试样和透水石等紧密接触。调整百分表，并记录初读数；

3 应对试样分级连续在 1min~2min 内施加所要求的压力。所要求的压力可根据工程的要求确定，但应略大于试样的膨胀

力。压力分级，当要求的压力大于或等于 150kPa 时，可按 50kPa 分级；当压力小于 150kPa 时，可按 25kPa 分级；压缩稳定的标准应为连续两次读数差值不超过 0.01mm；

4 应向容器内自下而上注入纯水，使水面超过试样上端面积约 5mm，并应保持至试验终止。待试样浸水膨胀稳定后，应按加荷等级分级卸荷至零；

5 试验过程中每退一级荷重，应相隔 2h 测记一次百分表读数。当连续两次读数的差值不超过 0.01mm 时，可认为在该级压力下膨胀达到稳定，但每级荷重下膨胀试验时间不应少于 12h；

6 试验结束，应吸去容器中的水，取出试样称量，准确至 0.01g。应将试样烘至恒重，在干燥器内冷却至室温，称量并计算试样的试后含水量、密度和孔隙比。

**F.0.4** 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验资料的整理和校核，应符合下列规定：

1 各级压力下的膨胀率应按下式计算：

$$\delta_{\text{epi}} = \frac{z_p + z_{\text{ep}} - z_0}{h_0} \times 100 \quad (\text{F.0.4-1})$$

式中： $\delta_{\text{epi}}$ ——某级荷载下膨胀土的膨胀率（%）；

$z_p$ ——在一定压力作用下试样浸水膨胀稳定后百分表的读数（mm）；

$z_{\text{ep}}$ ——在一定压力作用下，压缩仪卸荷回弹的校准值（mm）；

$z_0$ ——试样压力为零时百分表的初读数（mm）；

$h_0$ ——试样加荷前的原始高度（mm）。

2 试样的试后孔隙比应按下式计算：

$$e = \frac{\Delta h_0}{h_0} (1 + e_0) + e_0 \quad (\text{F.0.4-2})$$

$$\Delta h_0 = z_{p0} + z_{c0} - z_0 \quad (\text{F.0.4-3})$$

式中： $e$ ——试样的试后孔隙比；

$\Delta h_0$ ——卸荷至零时试样浸水膨胀稳定后的变形量（mm）；

$z_{p0}$ ——试样卸荷至零时浸水膨胀稳定后百分表读数（mm）；

$z_{c0}$ ——为压缩仪卸荷至零时的回弹校准值（mm）（图 F.0.4-1）；

$e_0$  —— 试样的初始孔隙比。

3 计算的试后孔隙比与实测值之差不应大于 0.01。

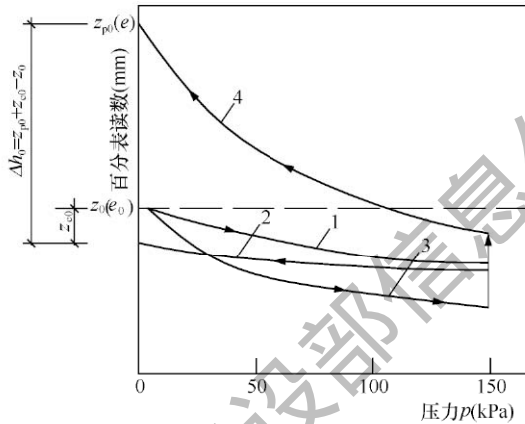


图 F.0.4-1  $\Delta h_0$  计算示意

1—仪器压缩校准曲线；2—仪器回弹校准曲线；  
3—土样加荷压缩曲线；4—土样浸水卸荷膨胀曲线

4 应以各级压力下的膨胀率为纵坐标，压力为横坐标，绘制膨胀率与压力的关系曲线，该曲线与横坐标的交点为试样的膨胀力（图 F.0.4-2）。

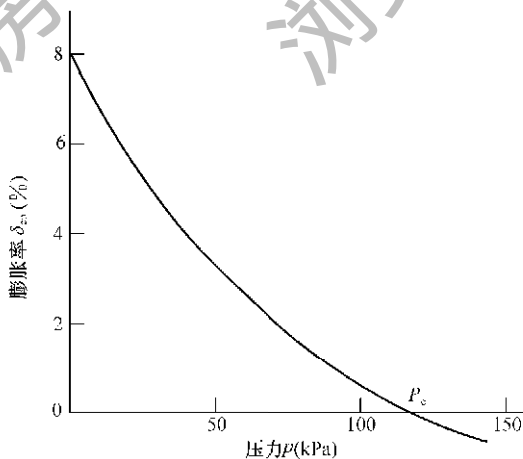


图 F.0.4-2 膨胀率-压力曲线示意

## 附录 G 收缩试验

**G.0.1** 收缩试验可用于测定黏性土样的线收缩率、收缩系数等指标。

**G.0.2** 收缩试验的仪器设备应符合下列规定：

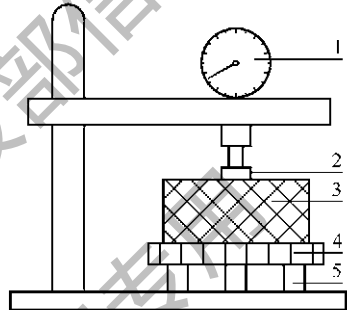
1 收缩试验装置（图 G.0.2）的测板直径应为 10mm，多孔垫板直径应为 70mm，板上小孔面积应占整个面积的 50%以上；

2 环刀面积应为  $3000\text{mm}^2$ ，高应为 20mm；

3 推土器直径应为 60mm，推进量应为 21mm；

4 天平最大称量应为 200g，图 G.0.2 收缩试验装置示意图最小分度值应为 0.01g；

5 百分表最大量程应为  $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ ，最小分度值应为 0.01mm。



1—百分表；2—测板；3—土样；

4—多孔垫板；5—垫块

**G.0.3** 收缩试验的方法与步骤应符合下列规定：

1 应用内壁涂有薄层润滑油的环刀切取试样，用推土器从环刀内推出试样（若试样较松散应采用风干脱环法），立即把试样放入收缩装置，使测板位于试样上表面中心处（图 G.0.2）；称取试样重量，准确至 0.01g；调整百分表，记下初读数。在室温下自然风干，室温超过  $30^{\circ}\text{C}$  时，宜在恒温（ $20^{\circ}\text{C}$ ）条件下进行；

2 试验初期，应根据试样的初始含水量及收缩速度，每隔 1h~4h 测记一次读数，先读百分表读数，后称试样的重量；称量后，应将百分表调回至称重前的读数处。因故停止试验时，应采取措施保湿；

3 两日后，应根据试样收缩速度，每隔 6h~24h 测读一次，直至百分表读数小于 0.01mm；

4 试验结束，应取下试样，称量，在 105℃~110℃ 下烘至恒重，称干土重量。

**G.0.4 收缩试验资料整理及计算应符合下列规定：**

1 试样含水量应按下式计算：

$$w_i = \left( \frac{m_i}{m_d} - 1 \right) \times 100 \quad (\text{G.0.4-1})$$

式中： $w_i$  ——与  $m_i$  对应的试样含水量（%）；

$m_i$  ——某次称得的试样重量（g）；

$m_d$  ——试样烘干后的重量（g）。

2 竖向线缩率应按下式计算：

$$\delta_{s_i} = \frac{z_i - z_0}{h_0} \times 100 \quad (\text{G.0.4-2})$$

式中： $\delta_{s_i}$  ——与  $z_i$  对应的竖向线缩率（%）；

$z_i$  ——某次百分表读数（mm）；

$z_0$  ——百分表初始读数（mm）；

$h_0$  ——试样原始高度（mm）。

3 应以含水量为横坐标、竖向线缩率为纵坐标，绘制收缩曲线图（图 G.0.4）；应根据收缩曲线确定下列各指标值：

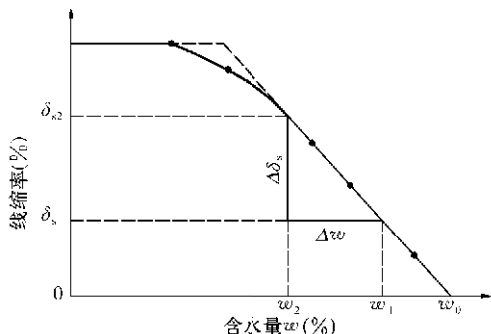


图 G.0.4 收缩曲线示意

- 1) 竖向线缩率，按式 (G. 0. 4-2) 计算；
- 2) 收缩系数，按本规范式 (4. 2. 4) 计算。

其中： $\Delta w = w_1 - w_2$ ， $\Delta \delta_s = \delta_{s2} - \delta_{s1}$ 。

**4** 收缩曲线的直线收缩段不应少于三个试验点数据，不符合要求时，应在试验资料中注明该试验曲线无明显直线段。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 附录 H 中国部分地区的蒸发力及降水量表

表 H 中国部分地区的蒸发力及降水量 (mm)

站名	月份												
	项别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
汉中	蒸发力	14.2	20.6	43.6	60.3	94.1	114.8	121.5	118.1	57.4	39.0	17.6	11.9
	降水量	7.5	10.7	32.2	68.1	86.6	110.2	158.0	141.7	146.9	80.3	38.0	9.3
安康	蒸发力	18.5	27.0	51.0	67.3	98.3	122.8	132.6	131.9	67.2	43.9	20.6	16.3
	降水量	4.4	11.1	33.2	80.8	88.5	78.6	120.7	118.7	133.7	70.2	32.8	7.0
通州	蒸发力	15.6	21.5	51.0	87.3	136.9	144.0	130.5	111.2	74.4	44.6	20.1	12.3
	降水量	2.7	7.7	9.2	22.7	35.6	70.6	197.1	243.5	64.0	21.0	7.8	1.6
唐山	蒸发力	14.3	20.3	49.8	83.0	138.8	140.8	126.2	112.4	75.5	45.5	20.4	19.1
	降水量	2.1	6.2	6.5	27.2	24.3	64.4	224.8	196.5	46.2	22.5	6.9	4.0
泰安	蒸发力	16.8	24.9	56.8	85.6	132.5	148.1	133.8	123.6	78.5	54.6	23.8	14.2
	降水量	5.5	8.7	16.5	36.8	42.4	87.4	228.8	163.2	70.7	32.2	26.4	8.1
兖州	蒸发力	16.0	24.9	58.2	87.7	137.9	158.5	140.3	129.5	81.0	56.6	24.8	14.7
	降水量	8.2	11.2	20.4	42.1	40.0	90.4	237.1	156.7	60.8	30.0	27.0	11.3
临沂	蒸发力	17.2	24.3	53.1	78.9	123.7	137.2	123.3	123.7	77.5	56.2	25.6	15.5
	降水量	11.5	15.1	24.4	52.1	48.2	111.1	284.8	183.1	160.4	33.7	32.3	13.3
文登	蒸发力	13.2	20.2	47.7	71.5	120.4	121.1	110.4	112.3	73.4	48.0	21.4	12.0
	降水量	15.7	12.5	22.4	44.3	43.3	82.4	234.1	194.3	107.9	36.0	35.3	16.3
南京	蒸发力	19.5	24.9	50.1	70.5	103.5	120.6	140.0	139.1	80.7	59.0	27.3	17.8
	降水量	31.8	53.0	78.7	98.7	97.3	139.9	182.0	121.0	100.9	44.3	53.2	21.2
蚌埠	蒸发力	19.0	25.9	52.0	74.4	114.3	136.9	137.2	136.0	79.1	57.8	28.2	18.5
	降水量	26.6	32.6	60.8	62.5	74.3	106.8	205.8	153.7	87.0	38.2	40.3	22.0
合肥	蒸发力	19.0	25.6	51.3	71.7	111.5	131.9	150.0	146.3	80.8	59.2	27.9	18.5
	降水量	33.6	50.2	75.4	106.1	105.9	96.3	181.5	114.1	80.0	43.2	52.5	31.5



续表 H

站名	月份 项别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		巢湖	蒸发力 降水量	22.8 27.4	27.6 45.5	54.2 73.7	72.6 111.1	111.3 110.2	134.8 89.0	159.7 158.1	149.9 98.9	84.2 76.6	64.7 40.1
许昌	蒸发力 降水量	20.3 13.0	26.8 15.0	33.0 19.8	75.7 53.0	122.3 53.8	153.0 70.4	140.7 185.7	125.2 156.4	76.8 72.2	54.6 39.9	27.5 37.9	19.0 10.7
南阳	蒸发力 降水量	19.2 14.2	29.9 16.1	53.3 36.2	74.4 69.9	113.8 66.0	144.8 84.0	137.6 196.8	132.6 163.1	78.8 93.8	55.6 47.3	26.5 31.5	18.6 10.2
郟阳	蒸发力 降水量	17.5 14.5	23.3 20.3	46.5 43.7	65.7 84.1	105.3 74.8	131.0 74.7	135.7 145.2	127.0 134.6	69.4 109.7	49.0 61.7	23.3 38.9	16.2 12.3
钟祥	蒸发力 降水量	23.4 26.4	29.1 30.3	52.2 55.9	70.5 99.4	108.6 119.5	131.2 136.5	151.3 184.6	146.2 114.0	89.9 73.7	62.5 53.1	31.9 47.2	21.7 22.8
江陵荆州	蒸发力 降水量	20.1 30.0	24.8 40.7	45.6 77.1	61.7 132.7	96.5 160.2	120.2 165.9	146.8 177.6	136.9 124.6	82.3 70.0	54.4 74.0	27.0 53.5	18.8 31.2
全州	蒸发力 降水量	29.1 55.0	27.9 89.0	47.1 131.9	59.4 250.1	90.6 231.0	105.8 198.9	151.5 110.6	137.7 130.8	98.6 48.3	68.5 69.9	35.7 86.0	27.5 58.6
桂林	蒸发力 降水量	32.5 55.6	31.2 76.1	47.7 134.0	61.6 279.7	91.5 318.4	106.7 315.8	138.4 224.2	133.5 166.9	106.9 65.2	78.5 97.3	42.9 83.2	33.5 56.6
百色	蒸发力 降水量	31.6 19.9	36.9 17.3	67.6 31.1	90.5 66.1	123.1 168.7	117.9 195.7	134.1 170.3	128.8 189.3	96.8 109.4	68.3 81.3	40.0 39.6	26.4 17.7
田东	蒸发力 降水量	37.1 17.4	41.2 22.3	70.1 37.2	68.0 66.0	125.5 159.4	122.0 213.5	138.5 153.7	132.8 211.2	101.1 134.5	73.9 67.3	42.7 37.2	35.5 22.4
贵港	蒸发力 降水量	41.8 33.3	36.7 48.4	52.7 63.2	67.6 144.0	110.6 183.6	109.2 302.5	135.0 221.4	133.1 244.9	111.4 101.4	91.2 66.6	52.1 38.0	42.1 27.4
南宁	蒸发力 降水量	25.1 40.2	33.4 41.8	51.2 63.0	71.3 84.1	116.0 183.3	115.7 241.8	136.3 179.9	130.5 203.6	101.9 110.1	81.7 67.0	46.1 43.3	35.3 25.1
上思	蒸发力 降水量	45.0 23.4	34.7 26.0	54.9 23.1	74.3 62.4	123.0 126.7	108.5 144.3	127.2 201.0	119.0 235.6	91.4 141.7	73.4 74.1	42.5 40.4	34.6 18.0

续表 H

站名	月份 项别	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
来宾	蒸发力	36.0	34.2	51.3	76.4	107.5	112.6	140.9	135.7	107.0	79.9	43.4	34.2
	降水量	28.8	52.7	67.2	116.9	182.8	296.1	195.9	209.0	68.5	78.3	57.3	36.3
韶关 (曲江)	蒸发力	32.2	31.8	51.4	65.0	103.4	111.4	155.6	141.2	109.9	79.5	44.4	32.2
	降水量	52.4	83.2	149.7	226.2	239.9	264.1	127.6	138.4	90.8	57.3	49.3	43.5
广州	蒸发力	40.1	35.9	53.1	66.2	105.4	109.2	137.5	131.1	99.5	88.4	54.5	41.8
	降水量	39.3	62.5	91.3	158.2	266.7	299.2	220.0	225.5	204.0	52.2	42.0	19.7
湛江	蒸发力	43.0	37.1	55.9	26.9	123.8	122.3	144.9	132.0	105.1	87.8	58.9	46.2
	降水量	25.2	38.7	63.5	40.6	163.3	209.2	163.5	251.2	254.4	90.9	44.7	19.5
绵阳	蒸发力	16.8	21.4	43.8	61.2	92.8	97.0	109.4	104.0	56.7	38.2	21.9	15.2
	降水量	6.1	10.9	20.2	54.5	83.5	162.0	244.0	224.6	143.5	43.9	19.7	6.1
成都	蒸发力	17.5	21.4	43.6	59.7	91.0	94.3	107.7	102.1	56.0	37.5	21.7	15.7
	降水量	5.1	11.3	21.8	51.3	88.3	119.8	229.4	365.5	113.7	48.0	16.5	6.4
昭通	蒸发力	23.4	31.4	66.1	83.0	97.7	81.9	101.9	92.8	61.7	40.1	27.2	21.2
	降水量	5.6	6.6	12.6	26.6	74.3	144.1	162.0	124.4	101.2	62.2	15.2	7.0
昆明	蒸发力	35.6	47.2	85.1	103.4	122.6	91.9	90.2	90.3	67.6	53.0	36.9	30.1
	降水量	10.0	9.9	13.6	19.7	78.5	182.0	216.5	195.1	123.0	94.9	33.6	16.0
开远	蒸发力	44.4	56.9	99.6	116.7	140.2	105.4	107.5	100.8	81.6	66.5	44.2	39.2
	降水量	14.2	14.2	25.9	40.9	75.7	131.8	166.6	135.1	83.2	55.2	33.2	20.0
元江	蒸发力	54.2	69.4	114.3	123.3	148.7	118.8	121.2	116.9	95.3	76.4	52.2	44.8
	降水量	12.5	11.1	17.2	41.9	80.3	142.6	132.1	133.3	72.4	74.1	37.1	26.9
文山	蒸发力	36.1	45.8	84.3	104.4	120.8	94.5	99.3	93.6	70.5	59.5	40.4	34.3
	降水量	13.7	12.4	24.5	61.6	103.9	154.0	194.6	175.0	103.6	64.9	31.1	23.0
蒙自	蒸发力	40.4	58.4	100.8	117.6	134.5	102.3	102.6	97.7	78.7	66.0	47.8	41.3
	降水量	12.9	16.4	26.2	45.9	90.1	131.8	150.8	150.5	81.1	52.8	27.7	19.8
贵阳	蒸发力	21.0	25.0	51.8	70.3	90.9	92.7	116.9	110.1	74.4	46.7	28.1	21.1
	降水量	19.7	21.8	33.2	108.3	191.8	213.2	178.9	142.0	82.6	89.2	55.9	25.7

注：表中“站名”为气象站所在地。

## 附录 J 使用要求严格的地面构造

表 J 混凝土地面构造要求

设计要求	$\delta_{ep0}$ (%)	$2 \leq \delta_{ep0} < 4$	$\delta_{ep0} \geq 4$
	混凝土垫层厚度 (mm)		100
换土层总厚度 $h$ (mm)		300	$300 + (\delta_{ep0} - 4) \times 100$
变形缓冲层材料最小粒径 (mm)		$\geq 150$	$\geq 200$

注：1 表中  $\delta_{ep0}$  取膨胀试验卸荷到零时的膨胀率；

2 变形缓冲层材料可采用立砌漂石、块石，要求小头朝下；

3 换土层总厚度  $h$  为室外地面标高至变形缓冲层底标高的距离。

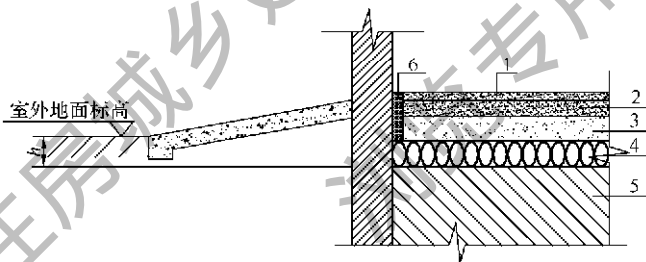


图 J 混凝土地面构造示意

1—面层；2—混凝土垫层；3—非膨胀土填充层；

4—变形缓冲层；5—膨胀土地基；6—变形缝

## 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，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

## 引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 3 《工程测量规范》GB 50026
- 4 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 5 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292
- 6 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 7 《建筑桩基技术规范》JGJ 94

住房和城乡建设部信息公开  
住房城乡 浏览专用