

注册岩土工程师 必备规范规程汇编

(缩印本)



中国建筑工业出版社

注册岩土工程师必备 规范规程汇编

(缩印本)

中国建筑工程出版社 编
建设部执业资格注册中心

中国建筑工程出版社

出版说明

按照有关规定,我国注册岩土工程师考试分两阶段进行。第一阶段是基础考试,在考生大学本科毕业后按相应规定的年限进行,其目的是测试考生是否基本掌握进入岩土工程实践所必须具备的基础及专业理论知识。第二阶段考试是专业考试,在考生通过基础考试,并在岩土工程工作岗位上实践了规定年限的基础上进行,其目的是测试考生是否具备正确执行国家法律与技术规范进行岩土工程的勘察、设计和施工,能够保证工程的安全可靠和经济合理的能力。

按照“1999年度注册岩土工程师考试说明”的规定,凡参加注册岩土工程师专业考试的考生,可携带规范入场。经注册岩土工程师考试考题设计与评分专家组推荐,本汇编收录了“1999年度全国注册岩土工程师考试参考书目”中规定必备的18种规范和规程。这样,不仅消除了应考人员搜集上述规范和规程所带来的困扰,而且也解决了携带诸多规范带来的不便,节省应考人员的宝贵时间。

本汇编收录了岩土工程师常用的规范和规程,它不仅为注册岩土工程师考试、考核所必备,而且也是岩土工程师必备的工具书。

全国注册岩土工程师考题设计与评分专家组

中国建筑工业出版社

总 目 录

1. 建筑地基基础设计规范 (GBJ7—89)	1—1
2. 建筑抗震设计规范 (GBJ11—89) (已按 1993 年局部修订内容修订)	2—1
3. 岩土工程勘察规范 (GB 50021—94)	3—1
4. 湿陷性黄土地区建筑规范 (GBJ 25—90)	4—1
5. 膨胀土地区建筑技术规范 (GBJ 112—87)	5—1
6. 土工试验方法标准 (GBJ 123—88)	6—1
7. 构筑物抗震设计规范 (GB 50191—93)	7—1
8. 高层建筑箱形基础设计与施工规程 (JGJ 6—80)	8—1
9. 建筑地基处理技术规范 (JGJ 79—91)	9—1
10. 建筑工程地质钻探技术标准 (JGJ 87—92)	10—1
11. 原状土取样技术标准 (JGJ 89—92)	11—1
12. 基桩低应变动力检测规程 (JGJ/T93—95)	12—1
13. 建筑桩基技术规范 (JGJ 94—94)	13—1
14. 基桩高应变动力检测规程 (JGJ 106—97)	14—1
15. 建筑基坑支护技术规程 (JGJ 120—99)	15—1
16. 公路工程抗震设计规范 (JTJ 004—89)	16—1
17. 基坑土钉支护技术规程 (CECS 96 : 97)	17—1
18. 建筑基坑工程技术规范 (YB 9258—97)	18—1

中华人民共和国国家标准

建筑地基基础设计规范

GBJ 7—89

主编部门：中华人民共和国原城乡建设环境保护部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1 9 9 0 年 1 月 1 日

关于发布国家标准《建筑地基基础设计规范》的通知

(89) 建标字第 144 号

根据原国家建委(81)建发设字第 546 号文的要求,由原城乡建设环境保护部会同有关部门对《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7—74 进行了修订,改名为《建筑地基基础设计规范》,经有关部门会审,现批准《建筑地基基础设计规范》GBJ7—89 为国家标准,自 1990 年 1 月 1 日起施行。

《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7—74 于 1991 年 6 月 30 日废止。

本规范由建设部管理,由中国建筑科学研究院负责解释,由中国建筑工业出版社负责出版发行。

中华人民共和国建设部

1989 年 3 月 27 日

修 订 说 明

本规范是根据原国家建委(81)建发设字第 546 号通知的精神,由我部中国建筑科学研究院会同有关科研、设计、勘察单位和高等院校,对原《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ7—74 进行修订而成。在修订过程中规范修订组开展了专题研究,调查总结了近年来国内的科研成果和工程实践经验,提出修订稿,并以多种方式广泛地征求了全国有关单位的意见,经反复修改,最后由我部会同有关部门审查定稿。

本规范共分八章和十六个附录,对原规范作了较大的补充和修改,主要内容有:

一、根据国家标准《建筑结构设计统一标准》GBJ68—84 的要求,规定了设计原则和计算方法。按照国家标准《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》GBJ83—85 的规定,修改了符号、计量单位和基本术语。

二、对土的分类和描述作了部分修订,规定了砂土的下限,增加粉土一类,修订了红粘土的定义。

三、增加用岩石单轴抗压强度确定岩石地基承载力的方法。取消老粘土和新近沉积粘性土的承载力表,增加粉土承载力表,修订了红粘土承载力表,采用数理统计方法确定土的工程特性指标。

四、修订中国季节性冻土标准冻深线图,补充了不同冻

胀类型地基防冻害措施。

五、验算软弱下卧层采取上、下层土的压缩模量之比确定压力扩散角。

六、补充建筑物的地基变形允许值,修正沉降计算深度的确定方法,调整沉降计算经验系数。

七、修订挡土墙主动土压力的计算方法。

八、补充高杯口基础的设计计算,增加柱下条基和墙下筏基的内容。

九、补充扩底桩,增加桩基嵌岩石时的承载力计算,修订桩基承台抗弯计算。

本规范必须与根据 1984 年国家批准发布的《建筑结构设计统一标准》GBJ68—84 制订、修订的《建筑结构荷载规范》GBJ9—87 等各种建筑结构设计标准规范配套使用,不得与未按 GBJ68—84 制订、修订的国家各种建筑结构设计标准规范混用。

为提高规范质量,请各单位在执行本规范的过程中,注意总结经验,积累资料,随时将有关的意见和建议寄交中国建筑科学研究院地基基础研究所(北京安外小黄庄邮政编码 100013),以便今后修订时参考。

中华人民共和国建设部

1989 年 3 月

目 录

主要符号

第一章 总则	1—4
第二章 基本规定	1—4
第三章 地基土(岩)的分类及工程 特性指标	1—5
第一节 土(岩)的分类	1—5
第二节 工程特性指标	1—6
第四章 基础埋置深度	1—6
第一节 一般规定	1—6
第二节 冻土地基的基础埋深及处理	1—6
第五章 地基计算	1—7
第一节 承载力计算	1—7
第二节 变形计算	1—9
第三节 稳定性计算	1—10
第六章 山区地基	1—10
第一节 一般规定	1—10
第二节 土岩组合地基	1—11
第三节 压实填土地基	1—11
第四节 边坡及挡土墙	1—12
第五节 滑坡防治	1—13
第六节 岩溶与土洞	1—14
第七章 软弱地基	1—14
第一节 一般规定	1—14
第二节 利用与处理	1—14
第三节 建筑措施	1—15
第四节 结构措施	1—15
第五节 大面积地面荷载	1—15
第八章 基础	1—16
第一节 刚性基础	1—16
第二节 护展基础	1—16
第三节 柱下条形基础	1—18

第四节 墙下筏板基础	1—18
第五节 壳体基础	1—18
第六节 桩基础	1—19
第七节 岩石锚杆基础	1—21
附录一 沉降观测要点	1—21
附录二 岩石划分	1—22
附录三 碎石土野外鉴别	1—22
附录四 地基土载荷试验要点	1—22
附录五 土(岩)的承载力标准值	1—22
附录六 标准贯入和轻便触探试 验要点	1—24
附录七 抗剪强度指标 c, φ 标准值	1—24
附录八 岩基载荷试验要点	1—25
附录九 岩石单轴抗压强度试验 要点	1—25
附录十 附加应力系数 α 、平均附加 应力系数 $\bar{\alpha}$	1—25
附录十一 挡土墙主动土压力 系数 K_a	1—28
附录十二 大面积地面荷载作用下 地基附加沉降计算	1—29
附录十三 壳体基础的薄膜理论 内力公式	1—30
附录十四 单桩竖向静载荷试验 要点	1—30
附录十五 预制桩竖向承载力标 准值	1—31
附录十六 规范用词说明	1—31
附加说明	1—31

A ——基础底面面积;
 a ——压缩系数;
 b ——基础底面宽度;
 c ——粘聚力;
 d ——基础埋置深度,桩身直径;
 d_{fr} ——基底允许残留冻土层厚度;
 d_s ——土粒相对密度(比重);
 E_a ——主动土压力;
 E_s ——土的压缩模量;
 e ——孔隙比;
 F ——基础顶面竖向力;
 f ——地基承载力设计值;
 f_0 ——地基承载力基本值;
 f_k ——地基承载力标准值;
 f_r ——岩石饱和单轴抗压强度;
 G ——恒载;
 H_0 ——基础高度;
 H_f ——自基础底面算起的建筑物高度;
 H_g ——自地面算起的建筑物高度;
 I_L ——液性指数;
 I_p ——塑性指数;
 l ——房屋长度或沉降缝分隔的单元长度;
 l ——基础底面长度;
 M ——作用于基础底面的力矩;
 p ——基础底面处平均压力;
 p_0 ——基础底面处平均附加压力;
 Q ——竖向荷载、桩基中单桩所受竖向力设计值;
 q_p ——桩端土的承载力标准值;
 q_s ——桩周土的摩擦力标准值;
 R ——单桩竖向承载力设计值;
 s ——沉降量;
 u ——周边长度;
 w ——土的含水量;
 w_L ——液限;
 w_p ——塑限;
 z_0 ——标准冻深;
 z_n ——地基沉降计算深度;
 α ——附加应力系数;
 β ——边坡对水平面的坡角;
 γ ——土的重力密度,简称土的重度;
 δ ——土对挡土墙背的摩擦角;
 θ ——地基的压力扩散角;
 μ ——土对挡土墙基底的摩擦系数;
 φ ——内摩擦角;
 η_b ——基础宽度的承载力修正系数;
 η_d ——基础埋深的承载力修正系数;
 ψ_c ——沉降计算经验系数;
 ψ_t ——采暖对冻深的影响系数。

第1.0.1条 为了在地基基础设计中贯彻执行国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,特制定本规范。

第1.0.2条 地基基础设计,必须坚持因地制宜、就地取材的原则;根据地质勘察资料,综合考虑结构类型、材料情况与施工条件等因素,精心设计。

第1.0.3条 本规范适用于工业与民用建筑(包括构筑物)的地基基础设计。对于湿陷性黄土、多年冻土、膨胀土、地下采空区以及在地震和机械振动荷载作用下的地基基础设计,尚应符合现行有关标准、规范的规定。

第1.0.4条 本规范系根据国家标准《建筑结构设计统一标准》GBJ68—84的基本原则,并按国家标准《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》GBJ83—85的规定制定的。

第1.0.5条 采用本规范设计时,荷载取值应符合国家标准《建筑结构荷载规范》GBJ9—87的规定;基础的计算应符合国家标准《混凝土结构设计规范》GBJ10—89和《砌体结构设计规范》GBJ3—88的规定。当基础处于侵蚀性环境或受温度影响时,尚应符合专门规范的规定,采取相应的防护措施。

第二章 基 本 规 定

第2.0.1条 根据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)的严重性,将建筑物分为三个安全等级,设计时应根据具体情况,按表2.0.1选用。

建筑物安全等级 表2.0.1

安全等级	破坏后果	建 筑 类 型
一级	很严重	重要的工业与民用建筑物;20层以上的高层建筑;体型复杂的14层以上高层建筑;对地基变形有特殊要求的建筑物;单桩承受的荷载在4000kN以上的建筑物
二级	严重	一般的工业与民用建筑
三级	不严重	次要的建筑物

第2.0.2条 根据建筑物安全等级及长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度,地基设计应符合下列规定:

一、一级建筑物及表2.0.2所列范围以外的二级建筑物,均应按地基变形计算,计算时应同时满足本规范第5.2.1条及5.1.1条的规定;

二、表2.0.2所列范围内的二级建筑物如有下列情况之一时,仍应作变形验算:

1. 地基承载力标准值小于130kPa,且体型复杂的建筑;
2. 在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大,引起地基产生过大的不均匀沉降时;
3. 软弱地基上的相邻建筑如距离过近,可能发生倾斜时;
4. 地基内有厚度较大或厚薄不均的填土,其自重固结未完成时。

其他情况下的二级建筑物和三级建筑物,在符合本规范第五章第一节的规定时,可不作变形验算;

三、对经常受水平荷载作用的高层建筑和高耸结构,以及建造在斜坡上的建筑物和构筑物,尚应验算其稳定性。

可不作地基变形计算的二级建筑物范围 表2.0.2

地基土主要受力层情况	地基承载力标准值 f_k (kPa)	$60 \leq f_k < 80$	$80 \leq f_k < 100$	$100 \leq f_k < 130$	$130 \leq f_k < 160$	$160 \leq f_k < 200$	$200 \leq f_k < 300$
	各土层坡度(%)	≤ 5	≤ 5	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
建筑物类型	砌体承重结构、框架结构(层数)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 6	≤ 6	≤ 7
	单层、多层	吊车额定起重重量(t)	5~10	10~15	15~20	20~30	30~50
	跨度(m)	厂房跨度(m)	≤ 12	≤ 18	≤ 24	≤ 30	≤ 30
	跨度(m)	吊车额定起重重量(t)	3~5	5~10	10~15	15~20	20~30
	跨度(m)	厂房跨度(m)	≤ 12	≤ 18	≤ 24	≤ 30	≤ 30
	烟囱	高度(m)	≤ 30	≤ 40	≤ 50	≤ 75	≤ 100
水塔	高度(m)	≤ 15	≤ 20	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
	容积(m^3)	≤ 50	50~100	100~200	200~300	300~500	500~1000

注:①地基主要受力层系指条形基础底面下深度为 $3b$ (b 为基础底面宽度),独立基础下为 $1.5b$,且厚度均不小于 $5m$ 的范围(二层以下一般的民用建筑除外);

②地基主要受力层中如有承载力标准值小于 $130kPa$ 的土层时,表中砌体承重结构的设计,应符合本规范第七章的有关要求;

③表中砌体承重结构和框架结构均指民用建筑,对于工业建筑可按厂房高度、荷载情况折合成与其相当的民用建筑层数;

④表中吊车额定起重重量、烟囱高度和水塔容积的数值系指最大值。

第2.0.3条 按地基承载力确定基础底面积及埋深时,传至基础底面上的荷载应按基本组合、土体自重分项系数为1.0,按实际的重力密度计算。

计算地基变形时,传至基础底面上的荷载应按长期效应组合,不应计入风荷载和地震作用。

计算挡土墙的土压力、地基稳定及滑坡推力时,荷载应按基本组合,但其分项系数均为1.0。

第2.0.4条 对一级建筑物应在施工期间及使用期间进行沉降观测,并应以实测资料作为建筑物地基基础工程质量检查的依据之一。沉降观测的方法及要求,可按本规范附录一执行。

第三章 地基土(岩)的分类及工程特性指标

第一节 土(岩)的分类

第3.1.1条 作为建筑地基的土(岩),可分为岩石、碎石土、砂土、粉土、粘性土和人工填土等。

第3.1.2条 岩石应为颗粒间牢固联结,呈整体或具有节理裂隙的岩体。岩石根据其坚固性可分为硬质和软质;根据其风化程度可分为微风化、中等风化和强风化。岩石的划分,可按本规范附录二执行。

第3.1.3条 碎石土应为粒径大于 $2mm$ 的颗粒含量超过全重50%的土。碎石土可按表3.1.3分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾;其密实度可按本规范附录三确定。

碎石土的分类 表3.1.3

土的名称	颗粒形状	粒组含量
漂石、块石	圆形及亚圆形为主 棱角形为主	粒径大于 $200mm$ 的颗粒超过全重50%

续表

土的名称	颗粒形状	粒组含量
卵石、碎石	圆形及亚圆形为主 棱角形为主	粒径大于 $20mm$ 的颗粒超过全重50%
圆砾、角砾	圆形及亚圆形为主 棱角形为主	粒径大于 $2mm$ 的颗粒超过全重50%

注:分类时应根据粒组含量由大到小以最先符合者确定。

第3.1.4条 砂土应为粒径大于 $2mm$ 的颗粒含量不超过全重50%、粒径大于 $0.075mm$ 的颗粒超过全重50%的土。砂土可按表3.1.4分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。

砂土的分类 表3.1.4

土的名称	粒组含量
砾砂	粒径大于 $2mm$ 的颗粒占全重25~50%
粗砂	粒径大于 $0.5mm$ 的颗粒超过全重50%
中砂	粒径大于 $0.25mm$ 的颗粒超过全重50%
细砂	粒径大于 $0.075mm$ 的颗粒超过全重85%
粉砂	粒径大于 $0.075mm$ 的颗粒超过全重50%

注:分类时应根据粒组含量由大到小以最先符合者确定。

第3.1.5条 砂土的密实度,可按表3.1.5分为松散、稍密、中密、密实。

砂土的密实度 表3.1.5

标准贯入试验 锤击数 N	密 实 度
$N \leq 10$	松 散
$10 < N \leq 15$	稍 密
$15 < N \leq 30$	中 密
$N > 30$	密 实

第3.1.6条 粘性土应为塑性指数 I_p 大于10的土,可按表3.1.6分为粘土、粉质粘土。

粘性土的分类 表3.1.6

塑性指数 I_p	土的名称
$I_p > 17$	粘 土
$10 < I_p \leq 17$	粉质粘土

注:塑性指数由相应于76g圆锥体沉入土中深度为 $10mm$ 时测定的液限计算而得。

第3.1.7条 粘性土的状态,可按表3.1.7分为坚硬、硬塑、可塑、软塑、流塑。

粘性土的状态 表3.1.7

液性指数 I_L	状 态
$I_L \leq 0$	坚 硬
$0 < I_L \leq 0.25$	硬 塑
$0.25 < I_L \leq 0.75$	可 塑
$0.75 < I_L \leq 1$	软 塑
$I_L > 1$	流 塑

第3.1.8条 淤泥应为在静水或缓慢的流水环境中沉积,并经生物化学作用形成,其天然含水量大于液限、天然孔隙比大于或等于1.5的粘性土。当天然孔隙比小于1.5但大于或等于1.0的土应为淤泥质土。

第3.1.9条 红粘土应为碳酸盐岩系的岩石经红土化作用形成的高塑性粘土。其液限一般大于50。经再搬运后仍保留红粘土基本特征,液限大于45的土应为次生红粘土。

第3.1.10条 粉土应为塑性指数小于或等于10的土。

其性质介于砂土与粘性土之间。

第3.1.11条 人工填土根据其组成和成因,可分为素填土、杂填土、冲填土。

素填土应由碎石土、砂土、粉土、粘性土等组成的填土。杂填土应为含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土。冲填土应由水力冲填泥沙形成的填土。

第二节 工程特性指标

第3.2.1条 以载荷试验确定地基承载力标准值时,承压板面积宜为 $0.25\sim 0.50\text{m}^2$,载荷试验应符合本规范附录四的规定。

第3.2.2条 以室内试验、标准贯入、轻便触探或野外鉴别等方法确定地基土(岩)承载力标准值时,其方法和步骤应符合本规范附录五的规定,参加统计的数据不宜小于六个。标准贯入和轻便触探试验,应符合本规范附录六的要求。

第3.2.3条 以静力触探、旁压仪及其他原位测定试验确定地基承载力标准值或其他土性指标时,应与载荷试验或相应土性指标的直接试验结果进行对比后确定。

第3.2.4条 土的抗剪强度指标,可选用原状土室内剪切试验、现场剪切试验、十字板剪切试验等方法确定,并应符合下列要求:

一、对于一级建筑物当采用室内剪切试验时,取土钻孔不得少于六个。当土层均匀时每钻孔同一层土沿深度试验不得低于三组;当为多层且土层较薄时,试验不得少于一组,并应采用不固结不排水三轴压缩试验,对于其他等级建筑物如为可塑状粘性土与饱和度不大于0.5的粉土时,可采用直接剪切试验;

二、如采用固结剪切试验,则应考虑在建筑物荷载及预压荷载作用下地基可能固结的程度。

抗剪强度指标的标准值,可按本规范附录七确定。

第3.2.5条 岩石地基承载力设计值,可按本规范附录八用岩基载荷试验方法确定。对微风化及中等风化的岩石地基承载力设计值,也可根据室内饱和单轴抗压强度按下式计算:

$$f = \psi \cdot f_{rk} \quad (3.2.5)$$

式中 f ——岩石地基承载力设计值(kPa);

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值(kPa),可按本规范附录九确定;

ψ ——折减系数。微风化岩宜为0.20~0.33;中等风化岩宜为0.17~0.25。取值时,对于硬质岩石着重考虑岩体中结构面间距、产状及其组合,软质岩石着重考虑其水稳性。

注:① 上述折减系数未考虑施工因素及建筑物使用后风化作用的继续;

② 对于粘土质岩,在确保施工期及使用期不致置水浸泡时,也可采用天然湿度的试样,不进行饱和处理。

第3.2.6条 土的压缩性指标,应由原状土的压缩试验确定,并应符合下列规定:

一、压缩系数和压缩模量,应按下列公式计算:

$$a = 1000 \times \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1} \quad (3.2.6-1)$$

$$E_s = \frac{1 + e_0}{a} \quad (3.2.6-2)$$

式中 a ——压缩系数(MPa^{-1});

E_s ——压缩模量(MPa);

p_1, p_2 ——固结压力(kPa);

e_1, e_2 ——对应于 p_1, p_2 时的孔隙比;

e_0 ——土的天然孔隙比。

二、地基压缩性可按 p_1 为100kPa, p_2 为200kPa时相对应的压缩系数 a_{1-2} 划分为低、中、高压缩性,并按以下规定进行评价:

1. 当 $a_{1-2} < 0.1$ 时,为低压缩性;
2. 当 $0.1 \leq a_{1-2} < 0.5$ 时,为中压缩性;
3. 当 $a_{1-2} \geq 0.5$ 时,为高压缩性。

第3.2.7条 工程地质勘察报告,应按地基土(岩)的类别提供分层的土工试验总表,对于一、二级建筑物,尚应根据需要提供相应的强度试验、压缩试验以及原位试验等曲线,以及其他专门要求的测试结果。

第四章 基础埋置深度

第一节 一般规定

第4.1.1条 基础的埋置深度,应按下列条件确定:

一、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;

二、作用在地基上的荷载大小和性质;

三、工程地质和水文地质条件;

四、相邻建筑物的基础埋深;

五、地基土冻胀和融陷的影响。

第4.1.2条 在满足地基稳定和变形要求前提下,基础应尽量浅埋,当上层地基的承载力大于下层土时,宜利用上层土作持力层。除岩石地基外,基础埋深不宜小于0.5m。

第4.1.3条 位于土质地基上的高层建筑,其基础埋深应满足稳定要求。位于岩石地基上的高层建筑,其基础埋深应满足抗滑要求。

第4.1.4条 基础宜埋置在地下水位以上,当必须埋在地下水位以下时,应采取地基土在施工时不受扰动的措施。

当基础埋置在易风化的软质岩层上,施工时应在基坑挖好后立即铺筑垫层。

第4.1.5条 当存在相邻建筑物时,新建建筑物的基础埋深不宜大于原有建筑基础。当埋深大于原有建筑基础时,两基础间应保持一定净距,其数值应根据荷载大小和土质情况而定,一般取相邻两基础底面高差的1~2倍。如上述要求不能满足时,应采取分段施工、设临时加固支撑、打板桩、地下连续墙等施工措施,或加固原有建筑物地基。

第二节 冻土地基的基础埋深及处理

第4.2.1条 地基土的冻胀性类别,应按表4.2.1分为不冻胀、弱冻胀、冻胀和强冻胀。

地基土的冻胀性分类

表4.2.1

土的名称	天然含水量 $w(\%)$	冻结期间地下水位低于 冻深的最小距离(m)	冻胀性类别
岩石、碎石土、 砾砂、粗砂、 中砂、细砂	不考虑	不考虑	不冻胀

续表

土的名称	天然含水量 $w(\%)$	冻结期间地下水位低于 冻深的最小距离(m)	冻胀性类别
粉砂	$w < 14$	> 1.5	不冻胀
	$14 \leq w < 19$	≤ 1.5	弱冻胀
		≤ 1.5	冻胀
	$w \geq 19$	≤ 1.5	强冻胀
粉土	$w \leq 19$	> 2.0	不冻胀
	$19 < w \leq 22$	≤ 2.0	弱冻胀
		≤ 2.0	冻胀
	$22 < w \leq 26$	≤ 2.0	冻胀
		≤ 2.0	强冻胀
	$w > 26$	不考虑	强冻胀
粘性土	$w \leq w_p + 2$	> 2.0	不冻胀
	$w_p + 2 < w \leq w_p + 5$	≤ 2.0	弱冻胀
		≤ 2.0	冻胀
	$w_p + 5 < w \leq w_p + 9$	≤ 2.0	冻胀
		≤ 2.0	强冻胀
	$w > w_p + 9$	不考虑	强冻胀

注:①表中碎石土仅指充填物为砂土或硬塑、坚硬状态的粘性土,如充填物为粉土或其他状态的粘性土时,其冻胀性应按粉土或粘性土确定;

②表中细砂仅指粒径大于0.075mm的颗粒超过全重90%的细砂,其他细砂的冻胀性应按粉砂确定;

③ w_p 为土的塑限。

第4.2.2条 基础的最小埋深和基底下允许残留冻土层厚度,应符合下列规定:

一、对于埋置在不冻胀土中的基础,其埋深可不考虑冻深的影响;对于埋置在弱冻胀、冻胀和强冻胀土中的基础,其最小埋深可按下式计算:

$$d_{\min} = z_0 \cdot \phi_t - d_{fr} \quad (4.2.2-1)$$

式中 $d_{\min}$ ——基础最小埋深;

z_0 ——标准冻深,系采用在地表无积雪和草皮等覆盖条件下多年实测最大冻深的平均值。在无实测资料时,除山区外,可按图4.2.2采用;

ϕ_t ——采暖对冻深的影响系数,可按本规范第4.2.3条规定采用;

d_{fr} ——基底下允许残留冻土层的厚度。

二、基底下允许残留冻土层的厚度,应根据土的冻胀性类别按下式计算:

$$\text{对弱冻胀土 } d_{fr} = 0.17z_0\phi_t + 0.26 \quad (4.2.2-2)$$

$$\text{冻胀土 } d_{fr} = 0.15z_0\phi_t \quad (4.2.2-3)$$

$$\text{强冻胀土 } d_{fr} = 0 \quad (4.2.2-4)$$

当冻深范围内地基由不同冻胀性土层组成时,基础最小埋深可按下层土确定,但不宜浅于下层土的顶面。

注:当有充分依据时,允许残留冻土层厚度也可根据当地经验确定。

第4.2.3条 当室内地面直接建在有冻胀性土层上时,采暖对冻深的影响系数可按表4.2.3确定,对在采暖期间室内月平均温度小于10℃的建筑物可取1.00,不采暖的建筑物可取1.10。

采暖对冻深的影响系数 ϕ

表4.2.3

室内外地面高差(mm)	外墙中段	外墙角段
≤ 300	0.70	0.85
≥ 750	1.00	1.00

注:①外墙角段系指从外墙阳角顶点起两边各4m范围以内的外墙,其余部分为中段;

②采暖建筑物中的不采暖房间(门斗、过道和楼梯间等),其外墙基础处的采暖对冻深的影响系数值,取与外墙角段的相同。

第4.2.4条 在有冻胀性土的地区,宜采用下列防冻害措施:

一、应尽量选择地势高、地下水位低、地表排水良好和土冻胀性小的建筑场地。对低洼场地,宜在沿建筑物四周向外一倍冻深距离范围内,使室外地坪至少高出自然地面300~500mm;

二、为了防止施工和使用期间的雨水、地表水、生产废水和生活污水浸入地基,应做好排水设施。在山区必须做好截水沟或在建筑物下设置暗沟,以排走地表水和潜水流,避免因基础堵水而造成冻害;

三、在冻深和土冻胀性均较大的地基上,宜采用独立基础、桩基础、自锚式基础(冻层下有扩大板或扩底短桩)。当采用条基时,宜设置非冻胀性垫层,其底面深度应满足基础最小埋深的要求;

四、对标准冻深大于2m、基底以上为强冻胀土的采暖建筑及标准冻深大于1.5m、基底以上为冻胀土和强冻胀土的非采暖建筑,为防止冻切力对基础侧面的作用,可在基础侧面回填粗砂、中砂、炉渣等非冻胀性散粒材料或采取其它有效措施;

五、在冻胀和强冻胀性地基上,宜设置钢筋混凝土圈梁和基础联系梁,并控制建筑物的长高比,增强房屋的整体刚度;

六、当基础联系梁下有冻胀性土时,应在梁下填以炉渣等松散材料,根据土的冻胀性大小可预留50~150mm空隙,以防止因土冻胀将基础联系梁拱裂;

七、外门斗、室外台阶和散水坡等宜与主体结构断开。散水坡分段不宜过长,坡度不宜过小,其下宜填以非冻胀性材料;

八、按采暖设计的建筑物,如冻前不能交付正常使用,或使用中因故冬季不能采暖时,应对地基采取相应的过冬保温措施;对非采暖建筑的跨年度工程,入冬前基坑应及时回填。

第五章 地基计算

第一节 承载力计算

第5.1.1条 基础底面压力的确定,应符合下式要求:

当轴心荷载作用时

$$p \leq f \quad (5.1.1-1)$$

式中 p ——基础底面处的平均压力设计值;

f ——地基承载力设计值。

当偏心荷载作用时,除符合式(5.1.1-1)要求外,尚应符合下式要求:

$$p_{\max} \leq 1.2f \quad (5.1.1-2)$$

式中 $p_{\max}$ ——基础底面边缘的最大压力设计值。

第5.1.2条 确定地基承载力时,应结合当地经验按下列规定综合考虑:

一、对一级建筑物采用载荷试验、理论公式计算及其他原位试验等方法综合确定;

二、对表2.0.2所列的二级建筑物,可按本规范第3.2.2条或其他原位试验确定,其余的二级建筑物,尚应结合式(5.1.4)计算确定;

注:当由本规范第3.2.2条确定的数值与当地经验有明显差异时,仍应由载荷试验、理论公式计算等综合确定。

三、对三级建筑物可根据邻近建筑物的经验确定。

第5.1.3条 地基承载力设计值,应符合下列规定:

一、当基础宽度大于3m或埋置深度大于0.5m时,除岩石地基外,其地基承载力设计值应按下式计算:

$$f = f_k + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_0 (d - 0.5) \quad (5.1.3)$$

式中 f ——地基承载力设计值;

f_k ——地基承载力标准值,按本规范第3.2.1条至3.2.3条确定;

η_b, η_d ——基础宽度和埋深的地基承载力修正系数,按基础底面土类查表5.1.3;

γ ——土的重度,为基底以下土的天然质量密度 ρ 与重力加速度 g 的乘积,地下水位以下取有效重度;

b ——基础底面宽度(m),当基宽小于3m按3m考虑,大于6m按6m考虑;

γ_0 ——基础底面以上土的加权平均重度,地下水位以下取有效重度;

d ——基础埋置深度(m),一般自室外地面标高算起。在填方整平地区,可自填土地面标高算起,但填土在上部结构施工后完成时,应从天然地面标高算起。对于地下室,如采用箱形基础或筏基时,基础埋置深度自室外地面标高算起,在其他情况下,应从室内地面标高算起。

当计算所得设计值 $f < 1.1f_k$ 时,可取 $f = 1.1f_k$;

二、当不满足按(5.1.3)式计算的条件时,可按 $f = 1.1f_k$ 直接确定地基承载力设计值。

承载力修正系数

表5.1.3

土的类别		η_b	η_d
淤泥和淤泥质土	$f_k < 50 \text{ kPa}$	0	1.0
	$f_k \geq 50 \text{ kPa}$	0	1.1
人工填土 e 或 f_k 大于等于 0.85 的粘性土 e > 0.85 或 $S_r > 0.5$ 的粉土		0	1.1
红 粘 土	含水比 $w_w > 0.8$	0	1.2
	含水比 $w_w \leq 0.8$	0.15	1.4
		0.3	1.6
e 及 f_k 均小于 0.85 的粘性土 e < 0.85 及 $S_r \leq 0.5$ 的粉土		0.5	2.2
粉砂、细砂 (不包括很湿与饱和时的稍密状态)		2.0	3.0
中砂、粗砂、砾砂和碎石土		3.0	4.4

注:①强风化的岩石,可参照所风化成的相应土类取值;

② S_r 为土的饱和度, $S_r \leq 0.5$, 稍湿; $0.5 < S_r \leq 0.8$, 很湿; $S_r > 0.8$, 饱和。

第5.1.4条 当偏心距 e 小于或等于0.033倍基础底面宽度时,根据土的抗剪强度指标确定地基承载力可按下式计算:

$$f_s = M_b \gamma_b + M_d \gamma_d + M_c c_k \quad (5.1.4)$$

式中 f_s ——由土的抗剪强度指标确定的地基承载力设计值;

$I = 8$

M_b, M_d, M_c ——承载力系数,按表5.1.4确定;

b ——基础底面宽度,大于6m时按6m考虑,对于砂土小于3m时按3m考虑;

c_k ——基底下—倍基宽深度内土的粘聚力标准值。

承载力系数 M_b, M_d, M_c

表5.1.4

土的内摩擦角标准值 $\varphi_k(^{\circ})$	M_b	M_d	M_c
0	0	1.00	3.14
2	0.03	1.12	3.32
4	0.06	1.25	3.51
6	0.10	1.39	3.71
8	0.14	1.55	3.93
10	0.18	1.73	4.17
12	0.23	1.94	4.42
14	0.29	2.17	4.69
16	0.36	2.43	5.00
18	0.43	2.72	5.31
20	0.51	3.06	5.66
22	0.61	3.44	6.04
24	0.80	3.87	6.45
26	1.10	4.37	6.90
28	1.40	4.93	7.40
30	1.90	5.59	7.95
32	2.60	6.35	8.55
34	3.40	7.21	9.22
36	4.20	8.25	9.97
38	5.00	9.44	10.80
40	5.80	10.84	11.73

第5.1.5条 基础底面的压力,可按下列公式确定:

一、当轴心荷载作用时

$$p = \frac{F + G}{A} \quad (5.1.5-1)$$

式中 F ——上部结构传至基础顶面的竖向力设计值;

G ——基础自重设计值和基础上的土重标准值;

A ——基础底面面积。

二、当偏心荷载作用时

$$p_{\max} = \frac{F + G}{A} + \frac{M}{W} \quad (5.1.5-2)$$

$$p_{\min} = \frac{F + G}{A} - \frac{M}{W} \quad (5.1.5-3)$$

式中 M ——作用于基础底面的力矩设计值;

W ——基础底面的抵抗矩;

$p_{\min}$ ——基础底面边缘的最小压力设计值;

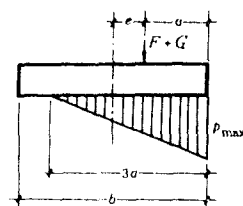


图5.1.5 偏心荷载($e > \frac{b}{6}$)下基底压力计算示意

b ——力矩作用方向基础底面边长

当偏心距 $e > b/6$ 时(图 5.1.5), $p_{\max}$ 应按下式计算:

$$p_{\max} = \frac{2(F + G)}{3la} \quad (5.1.5-4)$$

式中 l ——垂直于力矩作用方向的基础底面边长;

a ——合力作用点至基础底面最大压力边缘的距离。

第5.1.6条 当地基受力层范围内有软弱下卧层时,应按下列式验算:

$$p_z + p_{cz} \leq f_z \quad (5.1.6)$$

式中 p_z ——软弱下卧层顶面处的附加压力设计值;

p_{cz} ——软弱下卧层顶面处土的自重压力标准值;

f_z ——软弱下卧层顶面处经深度修正后地基承载力设计值。

第5.1.7条 当上层土与下卧软弱土层的压缩模量比值大于或等于3时,对条形基础和矩形基础,式(5.1.6)中的 p_z 可按下列公式简化计算:

条形基础

$$p_z = \frac{b(p - p_c)}{b + 2\pi g\theta} \quad (5.1.7-1)$$

矩形基础

$$p_z = \frac{lb(p - p_c)}{(b + 2\pi g\theta)(l + 2\pi g\theta)} \quad (5.1.7-2)$$

式中 b ——矩形基础和条形基础底边的宽度;

l ——矩形基础底边的长度;

p_c ——基础底面处土的自重压力标准值;

z ——基础底面至软弱下卧层顶面的距离;

θ ——地基压力扩散角与垂直线的夹角,可按表5.1.7采用。

地基压力扩散角 θ

表5.1.7

E_{s1}/E_{s2}	z/b	
	0.25	0.50
3	6°	23°
5	10°	25°
10	20°	30°

注:① E_{s1} 为上层土压缩模量; E_{s2} 为下层土压缩模量;

② $z < 0.25b$ 时一般取 $\theta = 0^\circ$, 必要时,宜由试验确定; $z > 0.50b$ 时 θ 值不变。

第5.1.8条 对于沉降已经稳定的建筑或经过预压的地基,可适当提高地基承载力。

第二节 变形计算

第5.2.1条 建筑物的地基变形计算值,不应大于地基变形允许值。

第5.2.2条 地基变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜、局部倾斜。

第5.2.3条 在计算地基变形时,应符合下列规定:

一、由于建筑地基不均匀、荷载差异很大、体型复杂等因素引起的地基变形,对于砌体承重结构应由局部倾斜控制;对于框架结构和单层排架结构应由相邻柱基的沉降差控制;对于多层或高层建筑和高耸结构应由倾斜值控制;

二、在必要情况下,需要分别预估建筑物在施工期间和使用期间的地基变形值,以便预留建筑物有关部分之间的净空,考虑连接方法和施工顺序。此时,一般建筑物在施工期间完成的沉降量,对于砂土可认为其最终沉降量已基本完成,对于低压缩粘性土可认为已完成最终沉降量的50~80%,对于中压

缩粘性土可认为已完成20~50%,对于高压缩粘性土可认为已完成5~20%。

第5.2.4条 建筑物的地基变形允许值,可按表5.2.4规定采用。对表中未包括的其他建筑物的地基变形允许值,可根据上部结构对地基变形的适应能力和使用上的要求确定。

建筑物的地基变形允许值

表5.2.4

变 形 特 征	地基土类别	
	中、低压缩性土	高压缩性土
砌体承重结构基础的局部倾斜	0.002	0.003
工业与民用建筑相邻柱基的沉降差		
(1) 框架结构	0.002 l	0.003 l
(2) 砖石墙填充的边排柱	0.0007 l	0.001 l
(3) 当基础不均匀沉降时不产生附加应力的结构	0.005 l	0.005 l
单层排架结构(柱距为6m)柱基的沉降量(mm)	(120)	200
桥式吊车轨道的倾斜(按不调整轨道考虑)		
纵 向	0.004	
横 向	0.003	
多层和高层建筑基础的倾斜	$H_g \leq 24$	0.004
	$24 < H_g \leq 60$	0.003
	$60 < H_g \leq 100$	0.002
	$H_g > 100$	0.0015
高耸结构基础的倾斜	$H_g \leq 20$	0.008
	$20 < H_g \leq 50$	0.006
	$50 < H_g \leq 100$	0.005
	$100 < H_g \leq 150$	0.004
	$150 < H_g \leq 200$	0.003
	$200 < H_g \leq 250$	0.002
高耸结构基础的沉降量(mm)	$H_g \leq 100$	(200)
	$100 < H_g \leq 200$	400
	$200 < H_g \leq 250$	300
		200

注:①有括号者仅适用于中压缩性土;

② l 为相邻柱基的中心距离(mm), H_g 为自室外地面起算的建筑物高度(m);

③ 倾斜指基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离的比值;

④ 局部倾斜指砌体承重结构沿纵向6~10m内基础两点的沉降差与其距离的比值。

第5.2.5条 计算地基变形时,地基内的应力分布,可采用各向同性均质的直线变形体理论。其最终沉降量可按下列式计算:

$$s = \psi_s s' = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{p_0}{E_{si}} (\bar{\alpha}_i - \bar{\alpha}_{i-1} - z_i - \bar{\alpha}_{i-1}) \quad (5.2.5)$$

式中 s ——地基最终沉降量(mm);

s' ——按分层总和法计算出的地基沉降量;

ψ_s ——沉降计算经验系数,根据地区沉降观测资料及经验确定,也可采用表5.2.5数值;

n ——地基沉降计算深度范围内所划分的土层数(图5.2.5);

p_0 ——对应于荷载标准值时的基础底面处的附加压力(kPa);

E_{si} ——基础底面下第 i 层土的压缩模量,按实际应力范围取值(MPa);

z_i, z_{i-1} ——基础底面至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面的距离(m);

$\bar{\alpha}_i, \bar{\alpha}_{i-1}$ ——基础底面计算点至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面范围内平均附加应力系数,可按本规范附录十采用。

沉降计算经验系数 ψ_s

表5.2.5

$\bar{E}_s$ (MPa)	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
基底附加压力					
$p_0 \geq f_k$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$p_0 \leq 0.75f_k$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

注: $\bar{E}_s$ 为沉降计算深度范围内压缩模量的当量值, 应按下式计算:

$$\bar{E}_s = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{E_{si}}}$$

式中 A_i ——第 i 层土附加应力系数沿土层厚度的积分值。

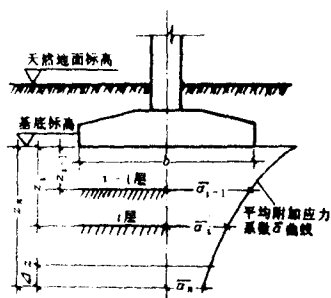


图 5.2.5 基础沉降计算的分层示意

第5.2.6条 地基沉降计算深度 z_n (图5.2.5), 应符合下式要求:

$$\Delta s'_n \leq 0.025 \sum_{i=1}^n \Delta s'_i \quad (5.2.6)$$

式中 $\Delta s'_i$ ——在计算深度范围内, 第 i 层土的计算沉降值;
 $\Delta s'_n$ ——在由计算深度向上取厚度为 Δz 的土层计算沉降值, Δz 见图 5.2.5 并按表 5.2.6 确定。

表5.2.6

b (m)	≤ 2	$2 < b \leq 4$	$4 < b \leq 8$	$8 < b \leq 15$	$15 < b \leq 30$	> 30
Δz (m)	0.3	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5

第5.2.7条 当无相邻荷载影响, 基础宽度在1~50m 范围内时, 基础中点的地基沉降计算深度也可按下列简化公式计算:

$$z_n = b(2.5 - 0.4\ln b) \quad (5.2.7)$$

式中 b ——基础宽度(m)。

在计算深度范围内存在基岩时, z_n 可取至基岩表面。

第5.2.8条 计算地基沉降时, 应考虑相邻荷载的影响, 其值可按应力叠加原理, 采用角点法计算。

第5.2.9条 当高层建筑基础形状不规则时, 可采用分块集中力法计算基础下的压力分布, 并按刚性基础的变形协调原则调整。分块大小应由计算精度确定。

第三节 稳定性计算

第5.3.1条 地基稳定性可用圆弧滑动面法进行验算。稳定安全系数为最危险的滑动面上诸力对滑动中心所产生的抗滑力矩与滑动力矩的比值, 其值应符合下式要求:

$$K = \frac{M_R}{M_S} \geq 1.2 \quad (5.3.1)$$

式中 M_R ——抗滑力矩;

M_S ——滑动力矩。

当滑动面为平面时, 稳定安全系数应提高为1.3。

第5.3.2条 位于稳定土坡坡顶上的建筑, 当垂直于坡顶边缘线的基础底面边长小于或等于3m 时, 其基础底面外边缘线至坡顶的水平距离(图5.3.2)应符合下式要求, 但不得小于2.5m:

条形基础

$$a \geq 3.5b - \frac{d}{\lg \beta} \quad (5.3.2-1)$$

矩形基础

$$a \geq 2.5b - \frac{d}{\lg \beta} \quad (5.3.2-2)$$

式中 a ——基础底面外边缘线至坡顶的水平距离;
 b ——垂直于坡顶边缘线的基础底面边长;
 d ——基础埋置深度;
 β ——边坡坡角。

当基础底面外边缘线至坡顶的水平距离不满足式(5.3.2-1)、(5.3.2-2)的要求时, 可根据基底平均压力按公式(5.3.1)确定基础距坡顶边缘的距离和基础埋深。

当边坡坡角大于45°、坡高大于8m 时, 尚应按式(5.3.1)进行坡体稳定性验算。

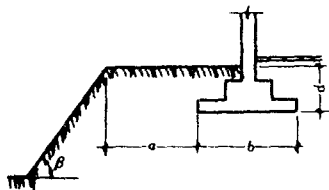


图5.3.2 基础底面外边缘线至坡顶的水平距离示意

第六章 山区地基

第一节 一般规定

第6.1.1条 山区(包括丘陵地带)地基的设计, 应考虑下列因素:

- 一、建设场区内, 在自然条件下, 有无滑坡现象, 有无断层破碎带;
- 二、施工过程中, 因挖方、填方、堆载和卸载等对山坡稳定

性的影响;

三、建筑地基的不均匀性;

四、岩溶、土洞的发育程度;

五、出现崩塌、泥石流等不良地质现象的可能性;

六、地面水、地下水对建筑地基和建设场区的影响。

第6.1.2条 在山区建设时应应对场区作出必要的工程地质和水文地质评价。对建筑物有潜在威胁或直接危害的大滑坡、泥石流、崩塌以及岩溶、土洞强烈发育地段,不宜选作建设场地。当因特殊需要必须使用这类场地时,应采取可靠的整治措施。

第6.1.3条 山区建设工程的总体规划,应根据使用要求、地形地质条件合理布置。主体建筑宜设置在较好的地基上,使地基条件与上部结构的要求相适应。

第6.1.4条 山区建设中,应充分利用和保护天然排水系统和山地植被。当必须改变排水系统时,应在易于导流或拦截的部位将水引出场外。在受山洪影响的地段,应采取相应的排洪措施。

第二节 土岩组合地基

第6.2.1条 建筑地基(或被沉降缝分隔区段的建筑地基)的主要受力层范围内,如遇下列情况之一者,属于土岩组合地基:

一、下卧基岩表面坡度较大的地基;

二、石芽密布并有出露的地基;

三、大块孤石或个别石芽出露的地基。

第6.2.2条 对于下卧基岩表面坡度大于10%的地基,可按下列规定进行设计:

一、当结构类型的地质条件符合表6.2.2要求时,可不作变形验算;

二、凡不符合表6.2.2要求的地基,应作变形验算。当变形值超过表5.2.4规定时,宜选用调整基础的宽度、埋深或采用褥垫等方法进行处理。对于局部软弱土层,可按本规范第七章第二节有关规定执行。

下卧基岩表面允许坡度值 表6.2.2

上覆土层的承载力标准值 f_k (kPa)	四层和四层以下的 砌体承重结构,三层和三层 以下的框架结构	具有15t和15t以下吊车 的一般单层排架结构	
		带墙的边柱和山墙	无墙的中柱
≥ 150	$\leq 15\%$	$\leq 15\%$	$\leq 30\%$
≥ 200	$\leq 25\%$	$\leq 30\%$	$\leq 50\%$
≥ 300	$\leq 40\%$	$\leq 50\%$	$\leq 70\%$

注:本表适用于建筑地基处于稳定状态,基岩坡面为单向倾斜,且基岩表面距基础底面的土层厚度大于0.3m时。

第6.2.3条 对于石芽密布并有出露的地基,如石芽间距小于2m,其间为硬塑或坚硬状态的红粘土,当房屋为六层和六层以下的砌体承重结构、三层和三层以下的框架结构或具有15t和15t以下吊车的单层排架结构,其基底压力小于200kPa时,可不作地基处理。

如不能满足上述要求时,可利用经检验稳定性可靠的石芽作支墩式基础,也可在石芽出露部位作褥垫。当石芽间有较厚的软弱土层时,可用碎石、土夹石等进行置换。

第6.2.4条 对于大块孤石或个别石芽出露的地基,如土层的承载力标准值大于150kPa,当房屋为单层排架结构或一、二层砌体承重结构时,宜在基础与岩石接触的部位采用褥垫进行处理。对于多层砌体承重结构,应根据土质情况,结合

本规范第6.2.6条、第6.2.7条综合处理。

第6.2.5条 褥垫可采用炉渣、中砂、粗砂、土夹石或粘性土等材料,其厚度宜取300~500mm,夯填度应根据试验确定。当无资料时,可参照下列数值进行设计:

中砂、粗砂 0.87 ± 0.05 ;

土夹石(其中碎石含量为20~30%) 0.70 ± 0.05 。

当采用粘性土时,应采取防水措施;采用松散材料时,应防止被水泥浆渗入胶结。

注:夯填度为褥垫夯实后的厚度与虚铺厚度的比值。

第6.2.6条 当建筑物对地基变形要求较高或地质条件比较复杂不宜按本规范第6.2.2~6.2.4条有关规定进行地基处理时,可适当调整建筑平面位置,也可采用桩基或梁、拱跨越等处理措施。

第6.2.7条 在地基压缩性相差较大的部位,宜结合建筑平面形状,荷载条件设置沉降缝。沉降缝宽度宜取30~50mm,在特殊情况下可适当加宽。

第三节 压实填土地基

第6.3.1条 经分层压实的填土称为压实填土。利用压实填土做地基的工程,在平整场地以前,必须根据结构类型、填料性能、现场条件提出压实填土地基的质量要求。未经检验查明的以及不符合质量要求的压实填土,不得作为建筑地基。

第6.3.2条 压实填土地基的密实度、含水量和边坡坡度,应符合表6.3.2-1和表6.3.2-2的规定。其承载力应根据试验确定,当无试验数据时,可按表6.3.2-2选用。

压实填土地基质量控制值 表6.3.2-1

结构类型	填土部位	压实系数 λ_c	控制含水量(%)
砌体承重结构和框架结构	在地基主要受力层范围内	> 0.96	$w_{op} \pm 2$
	在地基主要受力层范围以下	$0.93 \sim 0.96$	
排架结构	在地基主要受力层范围内	$0.94 \sim 0.97$	
	在地基主要受力层范围以下	$0.91 \sim 0.93$	

注:压实系数 λ_c 为土的控制干密度 ρ_d 与最大干密度 ρ_{dmax} 的比值, w_{op} 为最优含水量,以百分数表示。

压实填土地基承载力和边坡坡度允许值 表6.3.2-2

填土类别	压实系数 λ_c	承载力标准值 f_k (kPa)	边坡坡度允许值(高宽比)	
			坡高在8m以内	坡高8~15m
碎石、卵石	$0.94 \sim 0.97$	200~300	1:1.50~1:1.25	1:1.75~1:1.50
砂夹石(其中碎石、卵石占全重30~50%)		200~250	1:1.50~1:1.25	1:1.75~1:1.50
土夹石(其中碎石、卵石占全重30~50%)		150~200	1:1.50~1:1.25	1:2.00~1:1.50
粉质粘土、粘土($8 < I_p < 14$)		130~180	1:1.75~1:1.50	1:2.25~1:1.75

第6.3.3条 压实填土的最大干密度宜采用击实试验确定。当无试验资料时,可按下式计算:

$$\rho_{dmax} = \frac{\rho_w d_s}{1 + 0.01 w_{op} d_s} \quad (6.3.3)$$

式中 ρ_{dmax} ——压实填土的最大干密度；
 η ——经验系数，粘土取0.95，粉质粘土取0.96，粉土取0.97；
 ρ_w ——水的密度；
 d_s ——土粒相对密度(比重)；
 w_{op} ——最优含水量(%)，可按当地经验或取 $w_p + 2$ ，粉土取14~18%。

当压实填土为碎石或卵石时，其最大干密度可取2.0~2.2t/m³。

第6.3.4条 利用压实填土作地基时，不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀性土以及有机物含量大于8%的土作填料；当填料内含有碎石土时，其粒径不宜大于200mm。若填料的主要成分为易风化的碎石土时，应加强地面排水和表面覆盖等措施。

第6.3.5条 位于斜坡上或软弱土层上的压实填土，必须验算其稳定性。当天然地面坡度大于20%时，应采取有效措施，防止填土沿坡面滑动。

第6.3.6条 当压实填土地基的密实度、含水量、边坡坡度及承载力符合本规范第6.3.2条要求时，地基计算可按本规范第五章有关规定执行。当地基主要受力层范围内遇有土岩组台地基时，应按本章第二节有关规定执行。

第6.3.7条 压实填土地基应采取地面排水措施。当填土堵塞原地表水流或地下潜水时，应根据地形和汇水量，做好排水工程。位于填土区上下水道，应采取防渗、防漏措施。

第6.3.8条 压实填土地基的质量检验，必须随施工进度分层进行。根据工程需要每100~500m²内应有一个检验点，检验其干密度和含水量。开挖基坑以后，尚应进行施工验槽，发现问题及时处理。

第四节 边坡及挡土墙

第6.4.1条 在山坡整体稳定情况下，边坡的开挖应符合下列规定：

一、边坡的坡度允许值，应根据当地经验，参照同类土(岩)体的稳定坡度值确定。当地质条件良好，土(岩)质比较均匀时，可按表6.4.1-1、表6.4.1-2确定。

遇到下列情况之一时，边坡的坡度允许值应另行设计：

1. 边坡的高度大于表6.4.1-1、表6.4.1-2的规定；
2. 地下水比较发育或具有软弱结构面的倾斜地层；
3. 岩层层面或主要节理面的倾斜方面与边坡的开挖面的倾斜方向一致，且两者走向的夹角小于45°。

岩石边坡坡度允许值 表6.4.1-1

岩石类别	风化程度	坡度允许值(高宽比)	
		坡高在8m以内	坡高8~15m
块状岩石	微风化	1:0.10~1:0.20	1:0.20~1:0.35
	中等风化	1:0.20~1:0.35	1:0.35~1:0.50
	强风化	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75
软质岩石	微风化	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75
	中等风化	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00
	强风化	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25

土质边坡坡度允许值 表6.4.1-2

土的类别	密实度或状态	坡度允许值(高宽比)	
		坡高在5m以内	坡高5~10m
碎石土	密实	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75
	中密	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00
	稍密	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25
粉土	$S_r \leq 0.5$	1:1.00~1:1.25	1:1.25~1:1.50
粘性土	坚硬	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25
	硬塑	1:1.00~1:1.25	1:1.25~1:1.50

注：①表中碎石土的充填物为坚硬或硬塑状态的粘性土；

②对于砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡度允许值均按自然休止角确定。

二、对于土质边坡或易于软化的岩质边坡，在开挖时应采取相应的排水和坡脚、坡面保护措施，并不得在影响边坡稳定的范围内积水；

三、开挖土石方时，宜从上到下，依次进行，挖、填土宜求平衡，尽量分散处理弃土，如必须在坡顶或山腰大量弃土时，应进行坡体稳定性验算。

第6.4.2条 设置挡土墙时，应结合当地经验和现场技术条件选用重力式挡土墙、钢筋混凝土挡土墙、锚杆挡土墙、锚定板挡土墙或其他轻型挡土结构。

第6.4.3条 在计算挡土墙土压力时，对向外移动或转动的挡土墙，可按主动土压力计算，对承受荷载向土体方向移动或转动的挡土墙可按被动土压力计算；对不能采用有效排水措施的挡土墙，应考虑水压力的影响，进行坡体稳定性验算。

第6.4.4条 主动土压力可根据平面滑裂面假定，按下式计算：

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma h^2 K_a \quad (6.4.4)$$

式中 E_a ——主动土压力；

γ ——填土重度；

h ——挡土墙的高度；

K_a ——主动土压力系数，可按本规范附录十一确定。

粘性土和粉土的主动土压力，也可采用楔体试算法图解求得。

第6.4.5条 当挡土墙后有较陡的稳定岩石坡面时，应按有限范围填土计算土压力。取稳定岩石坡面为破裂面，并按稳定坡面与填土间的摩擦系数计算主动土压力。

第6.4.6条 挡土墙应设置泄水孔，其间距宜取2~3m，外斜5%，孔眼尺寸不宜小于 $\phi 100\text{mm}$ 。墙后要做好滤水层和必要的排水盲沟，在墙顶地面宜铺设防水层。当墙后有山坡时，还应在坡下设置截水沟。

墙后填土宜选择透水性较强的填料。当采用粘性土作为填料时，宜掺入适量的块石，在季节性冻土地区，墙后填土应选用非冻胀性填料(如炉渣、碎石、粗砂等)。

挡土墙应每隔10~20m设置伸缩缝。当地基有变化时宜加设沉降缝。在拐角处应适当采取加强的构造措施。

第6.4.7条 挡土墙的稳定性，应符合下列要求：

抗滑安全系数：

$$K_s = \frac{(G_a + E_{ax})H}{E_a - G_i} \geq 1.3 \quad (6.4.7-1)$$

抗倾覆安全系数：

$$K_1 = \frac{Gx_0 + E_{nz}x_f}{E_{nx}z_f} \geq 1.5 \quad (6.4.7-2)$$

$$G_n = G \cos \alpha_0; G_t = G \sin \alpha_0;$$

$$E_{nt} = E_n \sin(\alpha - \alpha_0 - \delta);$$

$$E_{nn} = E_n \cos(\alpha - \alpha_0 - \delta);$$

$$E_{nx} = E_n \sin(\alpha - \delta);$$

$$E_{nz} = E_n \cos(\alpha - \delta);$$

$$x_f = b - z \operatorname{ctg} \alpha;$$

$$z_f = z - b \operatorname{tg} \alpha_0.$$

式中 G ——挡土墙每延米自重;

x_0 ——挡土墙重心离墙趾的水平距离;

α_0 ——挡土墙的基底倾角;

α ——挡土墙的墙背倾角;

δ ——土对挡土墙墙背的摩擦角;

b ——基底的水平投影宽度;

z ——土压力作用点离墙踵的高度;

μ ——土对挡土墙基底的摩擦系数。

挡土墙的基底压力,应按本规范第5.1.1条和第5.1.5条有关规定确定。

当基底下有软弱夹层时,应验算下卧层的承载力,并按公式(5.3.1)进行地基稳定性验算。

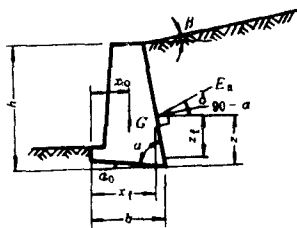


图 6.4.7 挡土墙稳定验算示意

第6.4.8条 土对挡土墙墙背的摩擦角,可按表6.4.8-1选用:

土对挡土墙墙背的摩擦角 表6.4.8-1

挡土墙情况	摩擦角 δ
墙背平滑、排水不良	$(0 \sim 0.33)\varphi$
墙背粗糙、排水良好	$(0.33 \sim 0.5)\varphi$
墙背很粗糙、排水良好	$(0.5 \sim 0.67)\varphi$
墙背与填土间不可能滑动	$(0.67 \sim 1.0)\varphi$

注: φ 为墙背填土的内摩擦角。

土对挡土墙基底的摩擦系数,宜由试验确定,也可按表6.4.8-2选用。

土对挡土墙基底的摩擦系数 表6.4.8-2

土的类别	摩擦系数 μ
粘性土	可塑 0.25~0.30
	硬塑 0.30~0.35
	坚硬 0.35~0.45
粉土	$S_r \leq 0.5$ 0.30~0.40
中砂、粗砂、砾砂	0.40~0.50
碎石土	0.40~0.60
软质岩石	0.40~0.60
表面粗糙的硬质岩石	0.65~0.75

注:①对易风化的软质岩石和塑性指数 I_p 大于22的粘性土,基底摩擦系数应通过试验确定;

②对碎石土,可根据其密实度、填充物状况、风化程度等确定。

第五节 滑坡防治

第6.5.1条 在建设场区内,由于施工或其他因素的影响有可能形成滑坡的地段,必须采取可靠的预防措施,防止产生滑坡。对具有发展趋势并威胁建筑物安全使用的滑坡,应及早整治,防止滑坡继续发展。

第6.5.2条 必须根据工程地质、水文地质条件以及施工影响等因素,认真分析滑坡可能发生或发展的主要原因,可采取下列防治滑坡的处理措施:

一、排水:应设置排水沟以防止地面水浸入滑坡地段,必要时尚应采取防渗措施。在地下水影响较大的情况下,应根据地质条件,做好地下排水工程;

二、支挡:根据滑坡推力的大小、方向及作用点,可选用重力式抗滑挡墙、阻滑桩及其他抗滑结构。抗滑挡墙的基底及阻滑桩的桩端应埋置于滑动面以下的稳定土(岩)层中。必要时,应验算墙顶以上的土(岩)体从墙顶滑出的可能性;

三、卸载:在保证卸载区上方及两侧岩土稳定的情况下,可在滑体主动区卸载,但不得在滑体被动区卸载;

四、反压:在滑体的阻滑区段增加竖向荷载以提高滑体的阻滑安全系数。

第6.5.3条 滑坡推力应按下列规定进行计算:

一、当滑体具有多层滑动面(带)时,应取推力最大的滑动面(带)确定滑坡推力;

二、选择平行于滑动方向的几个具有代表性的断面(一般不得少于2个,其中应有一个是滑动主轴断面)进行计算。根据不同断面的推力设计相应的抗滑结构;

三、当滑动面为折线形时,滑坡推力可按下式计算(图6.5.3)。

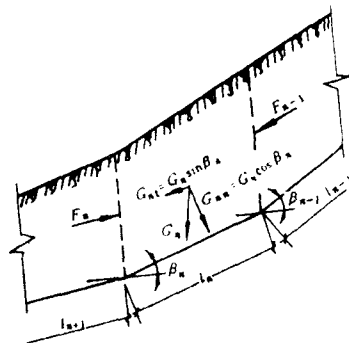


图6.5.3 滑坡推力计算示意

$$F_n = F_{n-1}\psi + K_1 G_{n1} - G_{n1} \operatorname{tg} \varphi_n - c_n l_n \quad (6.5.3-1)$$

$$\psi = \cos(\beta_{n-1} - \beta_n) - \sin(\beta_{n-1} - \beta_n) \operatorname{tg} \varphi_n \quad (6.5.3-2)$$

式中 F_n, F_{n-1} ——第 n 块、第 $n-1$ 块滑体的剩余下滑力;

ψ ——传递系数;

K_1 ——滑坡推力安全系数;

G_{n1}, G_{nn} ——第 n 块滑体自重沿滑动面、垂直滑动面的分力;

φ_n ——第 n 块滑体沿滑动面土的内摩擦角标准值;

c_n ——第 n 块滑体沿滑动面土的粘聚力标准值;

l_n ——第 n 块滑体沿滑动面的长度;

四、滑坡推力作用点,可取在滑体厚度的二分之一处;

五、滑坡推力安全系数,应根据滑坡现状及其对工程的影响等因素确定,对一级建筑物取1.25,二级建筑物取1.15,三