

住房和城乡建设部备案号: J12720-2014

DB

重庆市工程建设标准

DBJ50-200-2014

建筑桩基础设计与施工验收规范

**Code for design and construction acceptance of
building pile foundations**

2014-07-22 发布

2014-11-01 实施

重庆市城乡建设委员会 发布

重庆市工程建设标准

建筑桩基础设计与施工验收规范

**Code for design and construction acceptance of
building pile foundations**

DBJ50-200-2014

主编单位:重 庆 市 设 计 院

批准部门:重庆市城乡建设委员会

施行日期:2 0 1 4 年 1 1 月 1 日

2014 重 庆

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发〔2014〕66 号

重庆市城乡建设委员会 关于发布《建筑桩基础设计与施工验收规范》 的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、北部新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设管理局,有关单位:

现批准《建筑桩基础设计与施工验收规范》为我市工程建设强制性标准,编号为 DBJ50-200-2014,自 2014 年 11 月 1 日起施行。其中,第 5.2.1、8.4.2 条为强制性条文,通过住房和城乡建设部审查与备案,备案号为 J12720-2014,必须严格执行。

本规范由重庆市城乡建设委员会负责管理和强制性条文的解释,重庆市设计院负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

二〇一四年七月二十二日

关于同意重庆市地方标准《建筑桩基础设计与施工验收规范》备案的函

建标标备〔2014〕134 号

重庆市城乡建设委员会：

你委《关于工程建设地方标准〈建筑桩基础设计与施工验收规范〉申请备案的函》（2014 年 5 月 27 日）收悉。经研究，同意该标准作为“中华人民共和国工程建设地方标准”备案，其备案号为：J12720-2014。其中，同意第 5.2.1、8.4.2 条作为强制性条文。

该项标准的备案号，将刊登在国家工程建设标准化信息网和近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

附件：重庆市地方标准《建筑桩基础设计与施工验收规范》强制性条文

住房和城乡建设部标准定额司

二〇一四年七月四日

前 言

根据重庆市城乡建设委员会渝建[2007]281号文的要求,重庆市设计院会同中冶赛迪工程技术股份有限公司、重庆市建筑科学研究院及其余有关单位共同编制了《建筑桩基础设计与施工验收规范》。

在编制过程中,编制组调查总结了近年来重庆市在桩基工程勘察、设计、施工、检测及质量验收的工程实践经验,参考了国内有关技术标准,吸收了国内外相关科技成果,开展了多项专题研究,并在重庆市范围内广泛征求了有关单位的意见,经反复讨论、修改、充实,最后经审查定稿。

本规范共8章2个附录,内容包括总则、术语、基本规定、桩基构造、桩基计算、桩基础施工、承台及连系梁施工、桩基工程质量检验和验收。

其中以黑体字标注的第5.2.1、8.4.2条为强制性条文,必须严格执行。第5.2.1、8.4.2条内容与行业标准《建筑桩基础技术规范》JGJ94-2008第5.2.1、9.4.2条强制性条文相同。

本规范由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆市设计院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄至重庆市设计院《建筑桩基础设计与施工验收规范》编制组(地址:重庆市渝中区人和街31号,邮政编码:400015, E-mail: 471405208@qq.com)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：重庆市设计院

参 编 单 位：中冶赛迪工程技术股份有限公司

重庆市建筑科学研究院

中机中联工程有限公司

成都基准方中设计有限公司

重庆建工集团股份有限公司

重庆交通大学

重庆路威土木工程设计有限公司

重庆市地科工程勘察设计院

长江科学院重庆岩基研究中心

重庆建工第二建设有限公司

重庆市建设工程质量监督总站

重庆市都安工程勘察技术咨询有限公司

重庆大有建筑设计院

主 要 起 草 人：汤启明 薛尚铃 孔凡林 罗建兵 曾世仁

(以下按姓氏笔画排列) 邓 斌 傅建华 何 平 何永春 杨 越

李成芳 李维树 邹剑波 陈坤喜 吴相超

陈有全 周显毅 赵启林 胡朝晖 龚文璞

梁 波 蒋文明 蒙 瑜 熊启东 熊 陈

审 查 专 家：钱志雄 郑灿营 徐锡权 周晓雪 何建波

张洪明 徐 海

目 次

1	总则	1
2	术语、符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	6
3.1	一般规定	6
3.2	桩基工程勘察要求	9
3.3	桩的选型与布置	9
3.4	特殊条件下的桩基	12
4	桩基构造	15
4.1	基桩构造	15
4.2	承台及连系梁构造	16
4.3	人工挖孔桩护壁构造	19
5	桩基计算	21
5.1	桩顶作用效应计算	21
5.2	桩基竖向承载力计算	22
5.3	单桩竖向极限承载力	23
5.4	特殊条件下的桩基竖向承载力验算	28
5.5	桩基水平承载力计算	31
5.6	桩身承载力与裂缝控制计算	33
5.7	承台及连系梁计算	34
6	桩基础施工	42
6.1	施工准备	42
6.2	一般规定	43

6.3	机械成孔灌注桩	46
6.4	人工挖孔灌注桩	54
7	承台及连系梁施工	57
7.1	基坑开挖和回填	57
7.2	钢筋和混凝土施工	57
8	桩基工程质量检验和验收	59
8.1	一般规定	59
8.2	施工前检验	59
8.3	施工检验	59
8.4	施工后检验	60
8.5	基桩、承台及连系梁工程验收资料	62
附录 A	岩基载荷试验	64
附录 B	基桩承载力自平衡测试法	66
本规范用词说明	69
条文说明	71

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	6
3.1	General Requirements	6
3.2	Requirements for Engineering Investigation	9
3.3	Selection and Arrangement of Pile	9
3.4	Pile Foundation under Special Conditions	12
4	Detailing of Pile Foundation	15
4.1	Detailing of Pile	15
4.2	Detailing of Pile Cap and Connecting Beam	16
4.3	Detailing of Pile Retaining Structure	19
5	Calculation of Pile Foundation	21
5.1	Calculation of Pile Top Action Effects	21
5.2	Calculation of Pile Foundation Vertical Bearing Capacity	22
5.3	Vertical ultimate Bearing Capacity of Pile	23
5.4	Calculation of Pile Vertical Bearing Capacity under Special Conditio	28
5.5	Calculation of Pile Foundation lateral Bearing Capacity	31
5.6	Calculation of Pile Body Bearing Capacity and Pile Crack	33
5.7	Calculation of Pile Cap and Connecting Beam	34

6	Construction of Pile Foundation	42
6.1	Construction Preparation	42
6.2	General Requirements	43
6.3	Cast—in—place Pile by Mechanical Pore	46
6.4	Cast—in—place Pile by Artificial Digging Hole	54
7	Construction of Pile Cap and Connecting Beam	57
7.1	Excavation and Backfilling	57
7.2	Steel Reinforcement and Concrete Construction	57
8	Quality Examination and Acceptance of Pile Foundations	59
8.1	General Requirements	59
8.2	Pre—construction Inspection	59
8.3	Construction Inspection	59
8.4	Post—construction Inspection	60
8.5	Acceptance Materials of Pile Engineering	62
Appendix A	Loading Test on Rock	64
Appendix B	Self—balanced Tsting of Foundation Pile Bearing Capacity	66
	Explanation of Wording in This Code	69
	Explanation of Provisions	71

1 总 则

1.0.1 为在桩基础设计、施工及验收中贯彻执行国家的技术经济政策,合理利用国家资源,做到技术可靠、安全适用、经济合理、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于重庆市建筑工程中混凝土桩基础的设计、施工及验收。

1.0.3 桩基础设计与施工,应综合考虑工程地质与水文地质条件、上部结构类型、使用功能、荷载特征、施工技术条件与环境;注重概念设计、因地制宜,合理选择桩型、成桩工艺,优化布桩,节约资源,应强化施工质量控制与管理。

1.0.4 桩基础的设计、施工及验收,除应符合本规范外,尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 桩基础 pile foundation

由设置于岩土中的桩和与桩顶连接的承台共同组成的基础或由桩与柱或剪力墙直接连接的单桩基础,简称桩基。

2.1.2 基桩 foundation pile

桩基础中的单桩。

2.1.3 嵌岩桩 rock-socketed piles

端部嵌入岩石中风化层、微风化层中的桩。

2.1.4 单桩竖向极限承载力 ultimate vertical bearing capacity of a single pile

单桩在竖向荷载作用下到达破坏状态前或出现不适合继续承载的变形时所对应的最大荷载,它取决于岩土对桩的支承阻力和桩身承载力。

2.1.5 极限侧阻力 ultimate shaft resistance

相应于桩顶作用极限荷载时,桩身侧表面所产生的岩土阻力。

2.1.6 极限端阻力 ultimate tip resistance

相应于桩顶作用极限荷载时,桩端所产生的岩土阻力。

2.1.7 单桩竖向承载力特征值 characteristic value of the vertical bearing capacity of a single pile

单桩竖向极限承载力标准值除以安全系数后的承载力值。

2.1.8 干作业旋挖成孔 dry rotary drilling

不使用稳定液护壁,直接采用旋挖钻具成孔的一种工法。

2.1.9 湿作业旋挖成孔 wet rotary drilling

采用旋挖钻具成孔、稳定液护壁的一种工法。

2.1.10 旋转挤压灌注桩 rotation extrusion reperfusion pile

由螺杆桩机二次挤压土体、连续泵送混凝土成桩形成的圆柱型现浇混凝土桩。

2.1.11 静载试验 static loading test

在桩顶部逐级施加竖向压力、竖向上拔力或水平推力,观测桩顶部随时间产生的沉降、上拔位移或水平位移,以确定相应的单桩竖向抗压承载力、单桩竖向抗拔承载力或单桩水平承载力的试验方法。

2.1.12 声波透射法 crosshole sonic logging

在预埋声测管之间发射并接收声波,通过实测声波在混凝土介质中传播的声时、频率和波幅衰减等声学参数的相对变化,对桩身完整性进行检测的方法。

2.1.13 基桩承载力自平衡测试法 Self-balanced testing of foundation pile bearing capacity

基桩静载检测的一种方法,在成桩过程中,将荷载箱预埋在桩身平衡点处,在地面由高压油泵进行加载,根据检测数据绘制上、下段桩的荷载—位移曲线,从而得到检测桩的极限承载力。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

F_k —— 按荷载效应标准组合计算的作用于承台顶面的竖向力;

G_k —— 桩基承台和承台上土自重标准值;

H_k —— 按荷载效应标准组合计算的作用于承台底面的水平力;

H_{ik} —— 按荷载效应标准组合计算的作用于第 i 基桩的水

平力；

M_{zk} 、 M_{yk} ——按荷载效应标准组合计算的作用于承台底面的外力，绕通过桩群形心的 x 、 y 主轴的力矩；

N_{ik} ——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第 i 基桩的竖向力；

N_k ——荷载效应标准组合时，作用于承台底面或桩基础顶面的作用力；

S ——作用基本组合下的效应设计值；

Q_g^n ——作用于群桩中某一基桩的下拉荷载；

q_{si}^n ——第 i 层土侧负摩阻力标准值。

2.2.2 抗力和材料性能

R_C ——桩身、承台结构抗力设计值；

f_{rk} ——岩石饱和或天然单轴抗压强度标准值；

$N_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探击数；

f_{uk} ——现场载荷板试验所得桩端地基极限承载力标准值；

q_{sik} ——单桩第 i 层土的极限侧阻力标准值；

Q_{sk} 、 Q_{rk} ——土层段单桩总极限侧阻力、嵌岩段总极限阻力标准值；

Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；

R ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值；

R_a ——单桩竖向承载力特征值；

R_h ——单桩水平承载力特征值；

T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值；

T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值；

G_p ——基桩自重。

2.2.3 几何参数

A_p ——嵌岩段桩身横截面面积；

d ——桩身设计直径；

D ——桩端扩大头直径；

l —— 桩身长度；
 s_a —— 基桩中心距；
 n —— 桩基中的桩数；
 u —— 桩身周长；
 h_r —— 桩身嵌岩深度。

2.2.4 计算系数

γ_0 —— 结构重要性系数；
 K —— 安全系数；
 ψ_s —— 大直径桩侧阻力尺寸效应系数；
 β —— 考虑嵌固力影响后的承载力综合系数；
 ζ_r —— 桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数；
 α_0 —— 桩端地基承载力提高系数；
 ζ_s —— 嵌岩桩与岩体的侧阻力系数；
 λ —— 基桩抗拔系数；
 ψ_c —— 成桩工艺系数；
 ζ_{ni} —— 桩周第 i 层土桩侧负摩阻力系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 桩基础应按下列两类极限状态设计

1 承载能力极限状态:桩基达到最大承载能力、整体失稳或发生不适于继续承载的变形;

2 正常使用极限状态:桩基达到建筑物正常使用所规定的变形限值或达到耐久性要求的某项限值。

3.1.2 根据建筑规模、功能特征、环境条件以及由于桩基可能造成建筑破坏或影响正常使用的程度,将桩基设计分为表 3.1.2 所列的三个设计等级。桩基设计时,应根据表 3.1.2 确定设计等级。

表 3.1.2 建筑桩基设计等级

设计等级	建筑类型
甲级	(1)抗震设防分类为甲、乙类的高层建筑 (2)30 层以上或高度超过 100m 的高层建筑 (3)场地和地基条件复杂的七层以上建筑 (4)位于边坡塌滑区范围内的高层建筑 (5)位于洞室上的高层建筑 (6)对地基变形有特殊要求的建筑 (7)对相邻既有工程影响较大的建筑
乙级	除甲级、丙级以外的建筑
丙级	场地和地基条件简单的七层及七层以下的一般建筑

3.1.3 桩基应根据具体条件进行下列承载能力计算和稳定性验算:

1 应根据桩基的使用功能和受力特性进行桩基的竖向承载力计算和水平承载力计算;

2 应对桩身和承台结构承载力进行计算;

3 桩端平面以下存在软弱下卧层时,应进行软弱下卧层承

承载力验算；

4 位于斜坡、边坡上的桩基，应进行整体稳定性验算；

5 位于洞室上的桩基，应进行地基抗冲切承载力验算；

6 穿越洞室且未对洞室进行填充的桩基，应对穿越段桩基进行承载力及稳定性验算；

7 对抗浮、抗拔桩基，应进行基桩和群桩的抗拔承载力计算。

3.1.4 设计等级为甲级或乙级的桩基，受水平荷载较大或对水平位移有严格限制时，应计算其水平位移。

3.1.5 位于中等风化或微风化岩石地基上的桩基，可不进行沉降计算，但位于极软岩岩质地基中的超高层建筑桩基础，宜考虑地基变形的不利影响。

3.1.6 桩基础设计时，所采用的作用效应与相应的抗力应符合下列规定：

1 确定桩基数量和布桩时，应采用传至承台底面或桩顶的荷载效应标准组合；相应的抗力应采用单桩承载力特征值；

2 计算桩基沉降和水平位移时，应采用荷载效应准永久组合，不计入风荷载和地震作用；相应的限值为桩基变形允许值；

3 验算边坡上桩基础整体稳定性时，应采用荷载效应基本组合，但其分项系数均为 1.0；

4 验算桩基结构承载力、确定配筋时，应采用荷载效应基本组合，采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 规定的荷载分项系数和组合值系数，并满足式下式的要求：

$$\gamma_0 S \leq R_c \quad (3.1.6)$$

式中：S——作用基本组合下的效应设计值；

γ_0 ——结构重要性系数，应按本规范第 3.1.8 条的规定采用；

R_c ——桩身、承台结构抗力设计值。

5 验算承台和桩身裂缝宽度时，作用效应应按正常使用极

限状态下作用的标准组合,并考虑长期作用影响。

3.1.7 抗震设防区,桩身和承台承载力、配筋验算时,应采用地震作用效应和荷载效应基本组合,并采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 规定的荷载分项系数、组合值系数。承载力调整系数 γ_{RE} 按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定取值。

3.1.8 桩基础结构安全等级,不应低于上部结构安全等级,设计使用年限应与上部结构设计使用年限一致。桩基础结构的重要性系数 γ_0 ,对安全等级为一级时不应小于 1.1,二级、三级不应小于 1.0,临时性建筑可取 0.9。

3.1.9 桩基结构的耐久性应根据设计使用年限、现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的环境类别规定以及水、土对钢筋和混凝土腐蚀性的评价,按国家现行标准进行设计。

3.1.10 桩基础施工时应根据对场地稳定性和周边环境影响、成桩质量可靠性、施工安全等因素,选择合适的施工方法和施工工艺。边坡上桩基施工不得损坏边坡支护结构。

当发现实际地质情况与勘察、设计不符或者出现异常情况时,应及时会同建设、勘察、设计、监理等单位研究解决措施。

3.1.11 未有效约束水平变形的建筑基坑边坡支护桩不应作为主体结构的基桩。

3.1.12 机械成孔灌注桩可采取后注浆工法处理桩底沉渣和加固桩端岩土体。

3.1.13 斜坡、边坡上桩基及洞室附近桩基,应严格执行“动态设计、信息法施工”。

3.1.14 应根据检测目的选择基桩检测方法。受检基桩应现场随机抽取,并应包括下列范围的桩基:

- 1 地质条件变化区域的桩基;
- 2 不同施工单位施工的桩基;
- 3 重要结构部位的桩基。

3.2 桩基工程勘察要求

3.2.1 桩基工程勘察应查明场地工程地质条件、水文地质条件和不良地质现象。

3.2.2 桩基工程勘察文件应包含下列内容：

1 工程场地工程地质和水文地质条件、岩土类型、成因及工程特性；

2 桩基持力层岩性、厚度、软弱夹层、破碎带和桩端岩体的完整性；

3 评价与桩基相关的岩土工程问题，提出桩型选择及设计和施工建议，评价成桩的可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响；

4 提供桩基工程设计所需的岩土物理力学参数；

5 存在岩溶洞穴或地下洞室时，应探明其规模、分布，顶板岩性、厚度、完整性及稳定性，定量评价桩基工程加载后的稳定性；

6 斜坡、边坡场地上的桩基，应评价桩基工程在最不利工况下沿潜在滑移面的稳定性及支护措施建议；

7 存在滑坡、危岩崩塌、泥石流等不良地质作用时，应评价不良地质体的整体稳定性及对桩基工程的影响，提供治理工程措施建议；

3.2.3 桩基工程勘察的钻孔布置、孔深控制及取样要求应按现行重庆市工程建设标准《工程地质勘察规范》DBJ50-043 要求执行。

3.2.4 水和土的腐蚀性、及地震效应评价应按国家现行相关标准执行。

3.3 桩的选型与布置

3.3.1 桩基可按下列规定分类：

1 按成孔方法分类:

1)人工挖孔灌注桩;

2)机械成孔灌注桩

(1)钻孔灌注桩:干作业法钻孔灌注桩、泥浆护壁法钻孔灌注桩、套管护壁法钻孔灌注桩;

(2)冲击成孔灌注桩;

(3)旋挖成孔灌注桩:干作业旋挖成孔灌注桩、湿作业旋挖成孔灌注桩、全护筒护壁旋挖成孔灌注桩;

(4)旋转挤压成孔灌注桩。

2 按桩径(设计直径 d)大小分类:

1)小直径桩: $d \leq 250\text{mm}$;

2)中等直径桩: $250\text{mm} < d < 800\text{mm}$;

3)大直径桩: $d \geq 800\text{mm}$ 。

3 按桩的使用功能分类:

1)竖向抗压桩;

2)竖向抗拔桩;

3)水平受荷桩;

4)复合受荷桩:承受竖向、水平向荷载均较大的桩。

4 按桩受力机理分类:

1)摩擦型桩:

端承摩擦桩:在承载能力极限状态下,桩顶竖向荷载主要由桩侧阻力承受;

摩擦桩:在承载能力极限状态下,桩顶竖向荷载由桩侧阻力承受,桩端阻力小到忽略不计。

2)端承型桩:

端承桩:在承载能力极限状态下,桩顶竖向荷载由桩端阻力承受,桩侧阻力小到忽略不计;

摩擦端承桩:在承载能力极限状态下,桩顶竖向荷载主要由桩端阻力承受。

3.3.2 桩型与成桩工艺应根据建筑结构类型、荷载性质、桩的使用功能、穿越土层、桩端持力层、地下水位、施工设备、施工环境、施工经验、制桩材料供应等条件选择。

1 人工挖孔灌注桩桩径不宜小于 900mm;当桩长大于 10m 时,桩径不应小于 1000mm;桩长不宜超过 20m;

2 矩形人工挖孔灌注桩的长宽比不宜大于 2;椭圆形人工挖孔灌注桩的直段长宽比不宜大于 2;

3 机械成孔灌注桩长径比不宜大于 50;

4 位于边坡附近的建筑场地,不宜采用湿作业成孔灌注桩,不应采用冲击成孔灌注桩。

3.3.3 桩的布置应符合下列规定:

1 桩基持力层为土层时,桩间最小中心距应满足现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 的有关规定;桩基持力层为岩石时,桩间最小中心距应符合表 3.3.3 的规定,且桩间净距不宜小于 1m;

表 3.3.3 桩间最小中心距(m)

成桩工艺	最小中心距
人工挖孔灌注桩	$2d$ 且 $1.5D(D+1.5)$
机械成孔灌注桩	$2.5d$ 且 $1.5D(D+1.5)$

注:1 d —圆桩设计直径、椭圆桩圆弧段直径、矩形桩短边设计边长,
 D —扩大头直径或短边边长;

2 括号内数值仅用于 $D>2m$ 时。

2 桩宜直接置于柱、墙等竖向构件之下,大直径桩基宜采用一柱一桩,在结构变形缝处,也可两柱合用一桩,但应使上部柱合力作用点与桩中心重合;

3 对于剪力墙下多桩基础,宜将桩布置于墙下及纵横墙相交处。对单排桩的条形承台,当承台侧向无支承且长度过长时,应在适当部位增设垂直于承台的连系梁;

4 群桩可采用三角形、矩形、梅花形等布置方式,其中心宜与上部荷载合力作用点重合,并使群桩在受水平力和力矩较大方

向有较大抗弯截面模量；

5 柱、剪力墙采用椭圆桩基础时，宜使桩中心和柱、剪力墙的形心重合；

6 地下室钢筋混凝土挡墙下桩基础宜在桩顶设置垂直于挡墙的连接梁或板。

3.3.4 桩端进入持力层的深度应根据岩土体强度和变形特性合理确定，且应符合下列规定：

1 对粘性土和砂土地基，不宜小于 $2d$ ；对卵石类土，不宜小于 $1d$ ；

2 对岩石地基，桩嵌入岩石最小深度应符合表 3.3.4 的规定：

表 3.3.4 桩嵌入岩石最小深度(m)

成桩工艺	极软岩、软岩	较硬岩、硬岩
人工挖孔灌注桩	0.5	0.2
机械成孔灌注桩	$1d$ 且不小于 0.5	0.5

注：1 d —圆桩设计直径、椭圆桩圆弧段直径、矩形桩短边设计边长；

2 嵌入岩石深度为桩全断面进入基岩的深度；

3 极软岩、软岩指 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ ；较硬岩、坚硬岩指 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 。

3 嵌入倾斜岩面的桩基础，宜根据倾斜度和岩石的完整性适当加大嵌岩深度，且不小于 0.5m 。

3.4 特殊条件下的桩基

3.4.1 斜坡、边坡上桩基设计原则应符合下列规定：

1 斜坡、边坡上的新建建筑桩基工程应与建筑边坡工程统一规划，同步设计，合理确定施工顺序；

2 不得将桩支承于边坡潜在的滑动体上。桩端应进入潜在滑裂面以下稳定岩土层内，其深度应能保证桩基的稳定，且应采取有效措施避免桩基承担的竖向荷载传至边坡支护结构；

3 建筑桩基与边坡应保持一定的水平距离，且应采取有效

措施保证建筑物抗倾覆、桩基础嵌固和传递水平荷载的要求；建筑场地的边坡必须是稳定的边坡。当有崩塌、滑坡等不良地质现象存在时，应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330的规定进行整治，确保其稳定性；

4 应考虑边坡的变形对地基承载力降低和桩基础变形加大的不利影响，并对建筑物基础地基稳定性进行验算；

5 位于填方边坡桩基、存在外倾软弱结构面的岩石边坡上桩基，应验算最不利荷载效应组合下桩基的整体稳定性和基桩的水平承载力；

6 斜坡上的桩基，桩基之间宜设置连系梁；

7 承担较大水平荷载的斜坡上桩基，确定嵌岩深度时，应验算斜坡处岩体的抗剪承载力。嵌岩段岩体存在外倾结构面时，应验算外倾结构面以上岩体的抗滑稳定性；

8 建筑跨越边坡形成掉层时，应加强边坡上桩基础与掉层结构间的整体性。

3.4.2 洞室附近桩基设计原则应符合下列规定：

1 应对洞室地基进行稳定性验算；

2 对洞室围岩岩体结构面的不利组合，应进行局部稳定性验算，并采取措施避免洞室因局部岩体的失稳而危及洞室地基的整体稳定性；

3 当洞室顶板为完整岩石且顶板厚度较大，桩基础直接放置在其上时，宜采用端承型桩基础，并应验算桩端下顶板岩体的抗冲切承载力；桩端下顶板岩体的抗冲切承载力不能满足时，桩端应置于洞底以下的稳定岩层中；

4 按洞室形态和顶板完整程度，可将顶板岩体视作梁、板、拱、壳等自承重结构进行结构力学分析和验算；

5 对地基承载力、变形及稳定性有不利影响的洞室，应综合分析后采取封填加固、衬砌加固、贯穿式顶撑、锚杆锚固、锚喷支护、结构跨越等措施；

6 洞室旁边桩基础进入稳定地基时,宜采取有效措施避免桩基础承担的竖向荷载传至洞室。

3.4.3 填土地基桩基础设计原则应符合下列规定:

1 需要大面积填土的建筑场地,宜先填土并保证填土的密实性;待填土地基沉降基本稳定后再成桩;

2 新近填土的建筑场地,宜先采用强夯等措施进行地基处理;

3 填土边坡建筑场地,应先治坡后施工桩基础;

4 深厚填土地基上的桩基,应采取有效措施提高其抵抗水平荷载作用的能力;

5 应考虑填土固结未完成时填土层负摩阻力影响,可采取对中性点以上的桩身进行处理等措施。

3.4.4 抗拔桩基设计时应根据桩基所处的环境类别和相应裂缝控制等级,验算桩身的抗裂和裂缝宽度。

4 桩基构造

4.1 基桩构造

4.1.1 基桩配筋应符合下列规定：

1 桩身配筋率可取 $0.65\% \sim 0.20\%$ （小直径桩取高值，大直径桩取低值）；对受荷载特别大的桩、大偏心受压桩、抗拔桩，应根据计算确定配筋率，并不应小于上述规定值。嵌岩端承桩、边坡上桩基、抗拔桩、承受负摩阻力桩、抗震设防区桩基应通长配筋；

2 对于受水平荷载较大的桩，主筋不应小于 $8\phi 12$ ；对于抗压桩和抗拔桩，主筋不应少于 $6\phi 10$ ；纵向主筋应沿桩身周边均匀布置，其净距不应小于 60mm ，不宜大于 300mm ；

3 穿越洞室的基桩、斜坡上的基桩，临空部分桩身应按框架柱配筋；

4 箍筋直径不应小于 6mm ，间距宜为 $200\text{mm} \sim 300\text{mm}$ ；圆桩宜采用螺旋式箍筋；受水平荷载较大的桩基、抗震设防区的桩基及一柱一桩大直径桩基，桩顶以下 1500mm 范围内箍筋间距不应大于 100mm ，直径不应小于 8mm ；中、小直径桩基及考虑主筋作用计算桩身受压承载力的桩基，桩顶以下 $5d$ 范围内箍筋间距不应大于 100 。当钢筋笼长度超过 4m 时，应每隔 2m 设一道直径不小于 12mm 的加劲箍，焊接成环后与纵筋焊牢。椭圆形桩和矩形桩的钢筋笼，沿桩截面长边方向和桩长度方向每隔 400mm 宜增设直径不小于 10mm 的拉筋。

4.1.2 桩身混凝土及混凝土保护层厚度应符合下列规定：

1 桩身混凝土强度等级不应低于 C25；

2 水下混凝土强度等级不应低于 C30；

3 桩主筋的混凝土保护层厚度不应小于 35mm,水下灌注桩的主筋混凝土保护层厚度不应小于 50mm。

4.1.3 人工挖孔扩底灌注桩扩底端尺寸应符合下列规定(图 4.1.3):

1 对极软质岩石地基或土质地基,桩底面宜作成锅底状;对其它岩石地基,桩底面可做成平底;

2 对岩质地基,扩底端直径与桩身直径之比 D/d 不宜大于 2, h_2/b 不应小于 2;对土质地基, D/d 不应大于 2.5, h_2/b 不应小于 4。

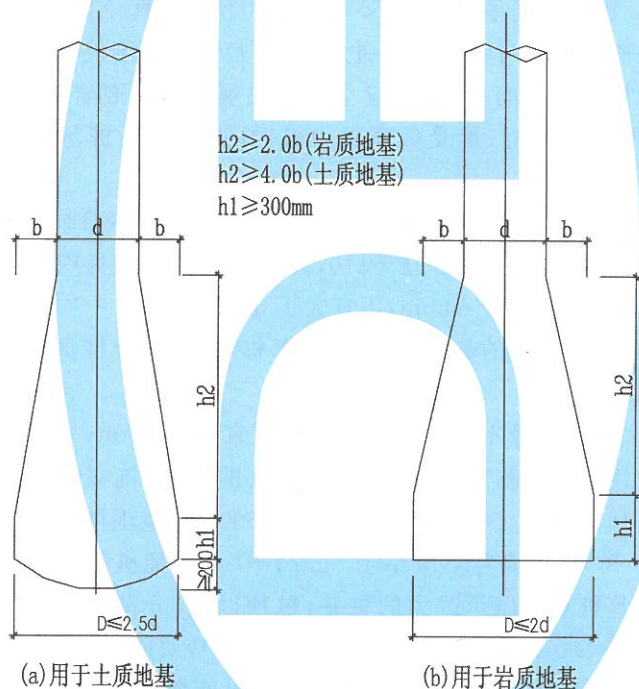


图 4.1.3 人工挖孔扩底灌注桩构造

4.2 承台及连系梁构造

4.2.1 桩基承台的构造,除应满足抗冲切、抗剪切、抗弯承载力、

局部承压和上部结构要求外,尚应符合下列规定:

1 柱下独立桩基承台的最小宽度不应小于 500mm,桩的外边缘至承台边缘的距离不应小于 150mm,且对中、小直径桩,边桩中心至承台边缘的距离不宜小于桩的直径或边长;对于墙下条形承台梁,桩的外边缘至承台梁边缘的距离不应小于 75mm;

2 承台厚度应满足桩、柱主筋锚固长度要求,最小厚度不应小于 300mm。

4.2.2 桩承台及连系梁混凝土强度等级不应低于 C25。承台底面钢筋的混凝土保护层厚度,当有混凝土垫层时,不应小于 50mm,无垫层时不应小于 70mm;此外尚不应小于桩头嵌入承台内的长度。连系梁纵筋的混凝土保护层厚度不应小于 35mm。

4.2.3 承台的钢筋配置应符合下列规定:

1 柱下独立桩基承台纵向受力钢筋应通长配置(图 4.2.3-a),对四桩以上(含四桩)承台宜按双向均匀布置,对三桩的三角形承台应按三向板带均匀布置,且最里面的三根钢筋围成的三角形应在柱截面范围内(图 4.2.3-b)。纵向钢筋锚固长度自边桩内侧(当为圆桩时,应将其直径乘以 0.8 等效为方桩)算起,不应小于 $35d$ (d 为钢筋直径);当不满足时应将纵向钢筋向上弯折,此时水平段的长度不应小于 $25d$,弯折段长度不应小于 $10d$ 。承台纵向受力钢筋的直径不应小于 12mm,间距不应大于 200mm;

2 柱下单桩承台上下纵向受力钢筋及高度范围水平分布钢筋宜形成封闭箍筋;

3 柱下独立两桩承台,应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的深受弯构件配置纵向受拉钢筋、水平及竖向分布钢筋。承台纵向受力钢筋端部的锚固长度及构造应与柱下多桩承台的规定相同;

4 条形承台梁的纵向主筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于最小配筋率的规定(图 4.2.3-c),主筋直径不应小于 12mm,架立筋直径不应小于 10mm,箍筋直径不应

小于 6mm。承台梁端部纵向受力钢筋的锚固长度及构造应与柱下多桩承台的规定相同；

5 筏形承台板在纵横两个方向的下部钢筋配筋率不宜小于 0.15%，上部钢筋应按计算配筋率通长设置。

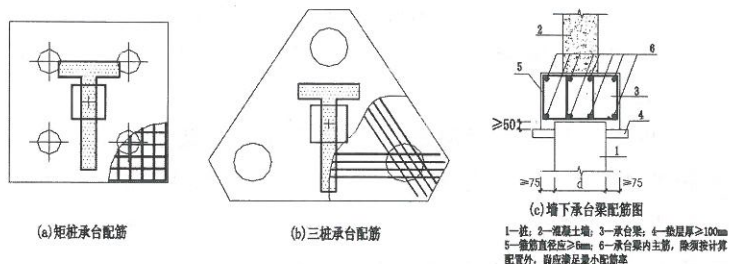


图 4.2.3 承台配筋示意

4.2.4 桩与承台的连接构造应符合下列规定：

1 桩嵌入承台内的长度对中、小直径桩及人工挖孔灌注桩不宜小于 50mm；对其余工艺施工的大直径桩不宜小于 100mm；

2 桩顶纵向主筋应锚入承台内，其锚入长度不宜小于 35 倍纵向主筋直径。对于抗拔桩，桩顶纵向主筋的锚固长度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 确定；

3 对于大直径灌注桩，当采用一柱一桩时可设置承台或将桩与柱直接连接。

4.2.5 柱与承台的连接构造应符合下列规定：

1 对于一柱一桩基础，柱与桩直接连接时，柱纵向主筋锚入桩身内长度不应小于 35 倍纵向钢筋直径；

2 对于多桩承台，柱纵向主筋应锚入承台不应小于 35 倍纵向钢筋直径；当承台高度不满足锚固要求时，竖向锚固长度不应小于 20 倍纵向钢筋直径，并向柱轴线方向呈 90°弯折；

3 当有抗震设防要求时，对于一、二级抗震等级的柱，纵向主筋锚固长度应乘以 1.15 的系数；对于三级抗震等级的柱，纵向主筋锚固长度应乘以 1.05 的系数。

4.2.6 连系梁构造应符合下列规定:

1 连系梁设置于桩基之间、承台之间、桩基与承台之间及桩基与其它形式基础之间;地形高差较大无法设置连系梁时,可在桩基与柱、剪力墙之间设置连系梁;

2 一柱一桩时,宜在桩顶两个主轴方向上设置连系梁。地基岩石露头且完整性较好或当桩与柱的截面直径之比大于 2,可不设连系梁;

3 两桩桩基的承台,宜在其短向设置连系梁;

4 有抗震设防要求的桩基,宜沿两个主轴方向设置连系梁;

5 连系梁顶面宜与承台或桩基顶面位于同一标高。连系梁宽度不宜小于 200mm,其高度可取桩中心距的 $1/10 \sim 1/15$,且不宜小于 400mm;

6 连系梁配筋应按计算确定,梁上下部配筋不宜小于 2 根直径 12mm 钢筋;位于同一轴线上的相邻跨连系梁纵筋宜通长配置;

7 高层建筑剪力墙墙下的连系梁截面宽度不宜小于其上剪力墙厚度的 2 倍,且不宜小于 400mm,连系梁截面高度不宜小于计算跨度的 $1/8$;

8 钢筋混凝土挡土墙下连系梁未与钢筋混凝土板相连接时,连系梁腰筋和拉筋宜满足水平受弯构件纵筋及箍筋构造;

9 建筑跨越边坡形成掉层时,边坡上桩基础与掉层结构间连系梁纵向钢筋宜满足拉弯构件构造。

4.3 人工挖孔桩护壁构造

4.3.1 位于土层中的人工挖孔桩应设置桩护壁,位于强风化岩层中的人工挖孔桩可设置桩护壁。

4.3.2 钢筋混凝土护壁的混凝土强度等级不应低于 C20。当计算桩侧土的极限侧阻力考虑护壁作用时,护壁混凝土强度等级不

应低于桩身混凝土强度等级。

4.3.3 护壁厚度不宜小于 150mm。混凝土保护层厚度不应小于 20mm。

4.3.4 圆形护壁的环向钢筋直径不宜小于 8mm, 竖向钢筋直径不应小于 6mm。矩形护壁和椭圆形护壁钢筋直径不应小于 8mm。

4.3.5 矩形护壁的长宽比不宜大于 2。椭圆形护壁直线段的长宽比不宜大于 2。

4.3.6 护壁钢筋的锚固长度、搭接长度, 应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

4.3.7 圆形护壁可按闭合圆环计算内力和配筋, 矩形护壁、椭圆形护壁可按闭合框架计算内力和配筋, 护壁所承受的水平岩土压力可根据当地的工程经验适当考虑卸荷拱效应。

5 桩基计算

5.1 桩顶作用效应计算

5.1.1 对于一般建筑物和受水平力(包括力矩与水平剪力)较小的高层建筑群桩基础,应按下列公式计算柱、墙、核心筒群桩中基桩的桩顶作用效应:

1 竖向力

轴心竖向力作用下

$$N_k = \frac{F_k + G_k}{n} \quad (5.1.1-1)$$

偏心竖向力作用下

$$N_{ik} = \frac{F_k + G_k}{n} \pm \frac{M_{xk} y_i}{\sum y_j^2} \pm \frac{M_{yk} x_i}{\sum x_j^2} \quad (5.1.1-2)$$

2 水平力

$$H_{ik} = \frac{H_k}{n} \quad (5.1.1-3)$$

式中 F_k ——荷载效应标准组合下,作用于承台顶面的竖向力;
 G_k ——桩基承台和承台上土自重标准值,对稳定的地下水位以下部分应扣除水的浮力;
 N_k ——荷载效应标准组合轴心竖向力作用下,基桩的平均竖向力;
 N_{ik} ——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下,第 i 基桩竖向力;
 M_{xk} 、 M_{yk} ——荷载效应标准组合下,作用于承台底面,绕通过桩群形心的 x 、 y 主轴的力矩;
 X_i 、 X_j 、 Y_i 、 Y_j ——第 i 、 j 基桩至 y 、 x 轴的距离;

H_k ——荷载效应标准组合下,作用于桩基承台底面的水平力;

H_{ik} ——荷载效应标准组合下,作用于第 i 基桩的水平力;

n ——桩基中的桩数。

5.2 桩基竖向承载力计算

5.2.1 桩基竖向承载力计算应符合下列要求:

1 荷载效应标准组合:

轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R \quad (5.2.1-1)$$

偏心竖向力作用下,除满足上式外,尚应符合下式要求:

$$N_{k \max} \leq 1.2R \quad (5.2.1-2)$$

2 地震作用效应和荷载效应标准组合

轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R \quad (5.2.1-3)$$

偏心竖向力作用下,除满足上式外,尚应符合下式要求:

$$N_{Ek \max} \leq 1.5R \quad (5.2.1-4)$$

式中 N_k ——荷载效应标准组合轴心竖向力作用下,基桩或复合基桩的平均竖向力;

$N_{k \max}$ ——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下,桩顶最大竖向力;

N_{Ek} ——地震作用效应和荷载效应标准组合下,基桩或复合基桩的平均竖向力;

$N_{Ek \max}$ ——地震作用效应和荷载效应标准组合下,基桩或复合基桩的最大竖向力。

R ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值。

5.2.2 单桩竖向承载力特征值 R_a 应按下式确定:

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (5.2.2)$$

式中 Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；

K——安全系数，土质地基， $K=2$ ；岩质地基，采用单桩静载试验或按本规范第 5.3.7 条确定桩基竖向极限承载力时， $K=2$ ，采用载荷板试验或按本规范第 5.3.8、5.3.9 条确定桩基竖向极限承载力时， $K=3$ 。

5.2.3 以岩石为持力层的桩基，可不考虑承台效应，桩基竖向承载力特征值应取单桩竖向承载力特征值。

5.3 单桩竖向极限承载力

5.3.1 置于土质地基上的桩基，设计采用的单桩竖向极限承载力标准值应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 规定；

5.3.2 置于岩质地基上的桩基，设计采用的单桩竖向极限承载力标准值应符合下列规定：

1 设计等级为甲级的桩基，桩径小于 800mm 时，应通过单桩静载试验确定。桩径不小于 800mm 时，宜通过单桩静载试验确定，地质条件简单时，可通过现场载荷板试验取得承载力参数后计算确定，有可靠资料和经验时，也可按本规范第 5.3.4 条计算确定；

2 设计等级为乙级的桩基，桩径小于 800mm 时，宜通过单桩静载试验确定。桩径不小于 800mm 时，可通过现场载荷板试验取得承载力参数后计算确定，地质条件简单时，也可按本规范第 5.3.4 条计算确定；

3 设计等级为丙级的桩基，可按本规范第 5.3.4 条计算确定。

5.3.3 单桩竖向极限承载力标准值、桩端极限承载力标准值通过试验确定时，应符合下列规定：

1 单桩竖向静载试验应按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行；

2 对岩质地基,可通过直径为 0.3m 岩基平板载荷试验确定桩端极限承载力标准值;

3 对置于土质地基上的大直径端承型桩,可通过深层平板载荷试验确定桩端极限承载力标准值。

5.3.4 置于完整、较完整基岩的嵌岩桩单桩竖向极限承载力,由桩周土总极限侧阻力和嵌岩段总极限阻力组成,可按下式计算:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{rk} \quad (5.3.4)$$

式中 Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值;

Q_{sk} ——土的总极限侧阻力标准值;

Q_{rk} ——嵌岩段总极限阻力标准值。

5.3.5 置于基岩上的桩基,穿越土层厚度小于 10m 时,可不考虑桩侧土的正摩阻力。

5.3.6 当根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定桩侧土的总极限侧阻力时,可按下式计算:

$$Q_{sk} = u \sum \psi_{si} q_{sik} \ell_i \quad (5.3.6)$$

式中 u ——桩身周长,当人工挖孔桩桩周护壁为振捣密实的混凝土时,桩身周长可按护壁外直径计算;

ψ_{si} ——大直径桩侧阻力尺寸效应系数。对粘性土、粉土取 $(0.8/d)^{1/5}$,对砂土、碎石类土取 $(0.8/d)^{1/3}$ (d 为桩身直径),强风化岩石取 1.0;

q_{sik} ——桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值,按工程地质勘察报告提供的极限摩阻力取用,无当地经验值时,可按表 5.3.6 取值。当有扩大头时,其扩大头斜面及以上 $2d$ 范围不计桩侧土的摩阻力;

ℓ_i ——桩侧第 i 层土厚度。

表 5.3.6 桩的极限侧阻力标准值 q_{sik} (kPa)

土的名称	土的状态		泥浆护壁钻 (冲)孔桩	干作业钻 (挖)孔桩
粘性土	流塑	$I_L > 1$	21~38	21~38
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	38~53	38~53
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	53~68	53~66
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	68~84	66~82
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	84~96	82~94
	坚塑	$I_L \leq 0$	96~102	94~104
红粘土	$0.7 < a_w \leq 1$		12~30	12~30
	$0.5 < a_w \leq 0.7$		30~70	30~70
粉土	稍密	$e > 0.9$	24~42	24~42
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	42~62	42~62
	密实	$e < 0.75$	62~82	62~82
粉细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	22~46	22~46
	中密	$15 < N \leq 30$	46~64	46~64
	密实	$N > 30$	64~86	64~86
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	53~72	53~72
	密实	$N > 30$	72~94	72~94
粗砂	中密	$15 < N \leq 30$	74~95	76~98
	密实	$N > 30$	95~116	98~120
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	50~90	60~100
	中密(密实)	$N_{63.5} > 15$	116~130	112~130
圆砾、角砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	135~150	135~150
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	140~170	150~170
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	140~200	140~220
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160~240	160~260

注:1 对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的杂填土,不计算其侧阻力;

2 a_w 为含水比, $a_w = \omega/\omega_l$, ω 为土的天然含水量, ω_l 为土的液限;

3 N 为标准贯入击数; $N_{63.5}$ 为重型圆锥动力触探击数;

4 强风化软质岩和强风化硬质岩系指其母岩分别为 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 、 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 的岩石。

5.3.7 桩端置于完整、较完整基岩的圆形嵌岩桩嵌岩段总极限阻力标准值根据岩石单轴抗压强度确定时,可按下式计算:

$$Q_{rk} = \zeta_r f_{rk} A_p \quad (5.3.7)$$

式中 ζ_r ——嵌岩段侧阻和端阻综合系数,可按表 5.3.7 采用。
表中数值适用于泥浆护壁成桩,对于干作业成桩(清底干净)和泥浆护壁成桩后注浆,应取表中数值的 1.2 倍;

f_{rk} ——岩石天然单轴抗压强度标准值,当施工期及使用期遭受水浸泡时,应取岩石饱和单轴抗压强度标准值;

A_p ——嵌岩段桩端横截面面积。

表 5.3.7 桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数 ζ_r

嵌岩深径比 h_r/d	0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
极软岩、软岩	0.60	0.80	0.95	1.18	1.35	1.48	1.57	1.63	1.66	1.70
较硬岩、坚硬岩	0.45	0.65	0.81	0.90	1.00	1.04	—	—	—	—

注:1 极软岩、软岩指 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$;较硬岩、坚硬岩指 $f_{rk} > 30\text{MPa}$,介于二者之间可内插取值;

2 d 为嵌岩段桩身直径, h_r 为桩身嵌岩深度,当岩面倾斜时,以坡下方嵌岩深度为准;当 h_r/d 为非表列值时, ζ_r 可内插取值。

5.3.8 干作业成孔且清底干净的嵌岩桩,嵌入完整、较完整岩石段总极限阻力标准值,当根据现场载荷板试验所得的桩端地基极限承载力标准值确定时,可按下列公式计算:

当嵌岩深度小于 0.5 倍桩径或短边长度时

$$Q_{rk} = f_{uk} A_p \quad (5.3.8-1)$$

当嵌岩深度不小于 0.5 倍桩径或短边长度时

$$Q_{rk} = 1.2\beta f_{uk} A_p \quad (5.3.8-2)$$

式中 f_{uk} ——现场载荷板试验所得桩端地基极限承载力标准值;

β ——考虑嵌固力影响后的承载力综合系数,当嵌岩深度小于 1 倍桩径或短边长度时, $\beta=1.0$;当嵌岩深度不小于 1 倍桩径或短边长度时,圆桩、矩形桩、椭圆桩分别按表 5.3.8-1、2、3 采用。

表 5.3.8-1 圆桩承载力综合系数 β

$n=h_r/d$	1	2	3	4	≥ 5
β	1.105	1.210	1.315	1.420	1.525

注: n 为嵌岩深度 h_r 与嵌岩段桩身直径 d 之比, 若 n 不为整数时, β 值可按线性插值法计算。

表 5.3.8-2 矩形桩承载力综合系数 β

β a/b $n=h_r/a$	1	2	3	4	≥ 5
1	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500
0.9	1.095	1.190	1.285	1.380	1.475
0.8	1.090	1.180	1.270	1.360	1.450
0.7	1.085	1.175	1.255	1.340	1.425
0.6	1.080	1.160	1.240	1.320	1.400
0.5	1.075	1.150	1.225	1.300	1.375

注: 1 a 为矩形桩嵌岩段截面短边长度, b 为矩形桩嵌岩段截面长边长度;

2 n 为嵌岩深度 h_r 与 a 之比, 若 n 不为整数时, β 值可按线性插值法计算。

表 5.3.8-3 椭圆桩承载力综合系数 β

β c/d $n=h_r/d$	1	2	3	4	≥ 5
0.2	1.094	1.188	1.282	1.376	1.471
0.4	1.087	1.174	1.261	1.348	1.435
0.6	1.090	1.180	1.246	1.328	1.410
0.8	1.082	1.164	1.235	1.313	1.392
1.0	1.075	1.151	1.226	1.302	1.377
1.2	1.073	1.146	1.219	1.292	1.365
1.4	1.071	1.142	1.214	1.285	1.356
1.6	1.070	1.139	1.209	1.278	1.348

续表 5.3.8-3

β $n = h_r/d$ c/d	1	2	3	4	≥ 5
1.8	1.068	1.137	1.205	1.273	1.341
2.0	1.067	1.134	1.201	1.269	1.336

注:1 c 为椭圆桩嵌岩段截面直段尺寸, c/d 值为表中范围内时, β 值可按线性插值法计算;

2 n 为嵌岩深度 h_r 与椭圆桩圆弧直径 d 之比, 若 n 不为整数时, β 值可按线性插值法计算。

5.3.9 嵌入完整、较完整岩石段人工挖孔矩形桩、椭圆桩, 其嵌岩段总极限阻力标准值根据桩端岩石单轴抗压强度标准值、嵌岩段岩石条件确定时, 可按下列公式计算:

1 桩中心距边坡水平距离大于边坡高度、位于斜坡上桩基嵌岩段桩边距斜坡边最小水平距离不小于 5m:

当嵌岩深度小于 0.5 倍桩径或短边长度时

$$Q_{rk} = \alpha_0 f_{rk} A_p \quad (5.3.9-1)$$

当嵌岩深度不小于 0.5 倍桩径或短边长度时

$$Q_{rk} = 1.2\alpha_0\beta f_{rk} A_p \quad (5.3.9-2)$$

2 嵌岩段岩石条件不满足第 1 款:

当嵌岩深度小于 0.5 倍桩径或短边长度时

$$Q_{rk} = f_{rk} A_p \quad (5.3.9-3)$$

当嵌岩深度不小于 0.5 倍桩径或短边长度时

$$Q_{rk} = 1.2\beta f_{rk} A_p \quad (5.3.9-4)$$

式中 α_0 ——桩端地基承载力提高系数, 当 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 时, $\alpha_0 = 1.2$;

当 $f_{rk} > 15\text{MPa}$ 时, $\alpha_0 = 1.1$;

5.4 特殊条件下的桩基竖向承载力验算

I 负摩阻力计算

5.4.1 位于岩石上的桩基符合下列条件之一时, 在计算基桩承

载力时应计入桩侧负摩阻力：

- 1 桩穿越较厚新近填土、欠固结土、膨胀土层时；
- 2 桩穿越较厚的软弱土层，且附近场地地面可能进行大面积堆载或填土时；
- 3 由于地下水位降低使桩周土中有效应力增大，并产生显著压缩沉降时。

5.4.2 桩周土沉降可能引起桩侧负摩阻力时，应根据工程具体情况考虑负摩阻力对桩基承载力和沉降的影响。当缺乏工程经验及实测资料，没有相似条件下的工程类比经验作参考时，可按下列规定验算基桩承载力：

- 1 摩擦型基桩：

$$N_k \leq R_a \quad (5.4.2-1)$$

- 2 嵌入岩石内的端承型基桩除满足式(5.4.2-1)要求外，尚应满足下式要求：

$$Q_g^n + N_k \leq 1.5R_a \quad (5.4.2-2)$$

式中 Q_g^n ——负摩阻力引起的基桩下拉荷载标准值；

5.4.3 单桩承受的桩侧负摩阻力及其下拉荷载标准值，当无实测资料时可按下列公式计算：

$$Q_g^n = u \sum_{i=1}^n q_{si}^n l_i \quad (5.4.3-1)$$

$$q_{si}^n = \xi_{ni} \sigma'_{i_i} \quad (5.4.3-2)$$

$$\xi_{ni} = k \cdot \operatorname{tg} \varphi' \quad (5.4.3-3)$$

式中 q_{si}^n ——中性点以上的第 i 层土桩侧负摩阻力标准值，当按式(5.4.3-2)计算值大于桩的极限正摩阻力标准值时，取桩的极限正摩阻力标准值进行设计；

l_i ——中性点以上第 i 层土的厚度；

ξ_{ni} ——桩周第 i 层土负摩阻力系数，当缺少相关岩土参数时，可按表 5.4.3 取值；

k ——桩周第 i 层土的侧压力系数；

φ' ——桩周第 i 层土的有效内摩擦角；

σ'_i ——桩周第 i 层土平均竖向有效应力，可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 计算。

表 5.4.3 桩侧负摩阻力系数 ξ_m

土 类	ξ_m
饱和软土	0.15~0.25
粘性土、粉土	0.25~0.40
砂土	0.35~0.50
新近填土	0.20~0.50

注：1 在同一类土中，对于挤土桩，取表中较大值，对于非挤土桩，取表中较小值；

2 干作业成孔时，取表中较大值，湿作业成孔时，取表中较小值；

3 新近碎块石填土，当块石空隙被粘性土充填时，取表中较大值，当无充填时，取表中较小值。

5.4.4 受负摩阻力的桩，中性点应按桩周土层沉降与桩沉降相等的条件计算确定，也可按工程经验确定。

5.4.5 单桩在负摩阻力作用下的桩身强度应按下列公式验算：

$$1.2Q_g^* + \gamma_0 N \leq \psi_c f_c A \quad (5.4.5)$$

式中 N ——相应于荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值；

ψ_c ——基桩成桩工艺系数，干作业非挤土灌注桩 $\psi_c = 0.9$ ，泥浆护壁机械成孔灌注桩 $\psi_c = 0.8$ ，挤土灌注桩 $\psi_c = 0.7 \sim 0.8$ ；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

A ——桩身横截面面积。

II 抗拔桩基承载力验算

5.4.6 承受拔力的嵌岩桩基，应按下列公式验算基桩的抗拔承载力：

$$N_k \leq T_{uk}/2 + G_p \quad (5.4.6)$$

式中 N_k ——按荷载效应标准组合计算的基桩拔力；

T_{uk} ——基桩的抗拔极限承载力标准值；

G_p ——基桩自重，扩底桩为桩土柱体自重标准值。

5.4.7 桩基的抗拔极限承载力的确定应符合下列规定：

1 设计等级为甲级和乙级的建筑桩基，桩基的抗拔极限承载力应通过现场单桩上拔静载荷试验确定。单桩上拔静载荷试验及抗拔极限承载力标准值取值可按现行行业标准《建筑桩基检测技术规范》JGJ106 进行；

2 设计等级为丙级的嵌岩桩基，嵌岩深度不小于 3 倍桩径时，桩基的抗拔极限承载力标准值可按下式计算：

$$T_{uk} = \lambda \zeta_s f_{rk} u h_r \quad (5.4.7)$$

式中 λ ——嵌岩桩抗拔系数，取 0.8；

ζ_s ——嵌岩桩与岩体的侧阻力系数，按表 5.4.7 采用；

u ——嵌岩段桩周长；

h_r ——嵌岩桩的嵌岩深度。

表 5.4.7 桩侧阻力系数 ζ_s

嵌岩深径比 h_r/d	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
极软岩、软岩	0.054	0.051	0.048	0.045	0.042	0.040
较硬岩、坚硬岩	0.045	0.040	—	—	—	—

注：干作业成孔时，表中系数可提高 20%。

5.5 桩基水平承载力计算

5.5.1 单桩水平承载力应符合下列要求：

$$H_{ik} \leq R_h \quad (5.5.1-1)$$

考虑地震效应组合时：

$$H_{ik} \leq 1.25R_h \quad (5.5.1-2)$$

式中 H_{ik} ——荷载效应标准组合下，作用于基桩 i 桩顶的水平力；

R_h ——单桩水平承载力特征值。

5.5.2 当桩顶水平力满足下式时，桩身可不配置抗弯钢筋，但应配置构造钢筋。

$$H_{ik} \leq \beta_1 d^2 \sqrt{1.5d^2 + 0.5d} \left(1 + \frac{0.8N_{ik}}{\gamma_p f_{tk} A} \right) \quad (5.5.2)$$

式中 β_1 ——综合系数,按表 5.5.2 选用;
 d ——桩身直径(m);
 N_{ik} ——荷载效应标准组合下,桩顶扣除竖向活荷载作用的轴向压力标准值;
 γ_p ——塑性系数,圆截面取 2;
 f_{tk} ——桩身混凝土抗拉强度标准值;
 A ——桩身截面面积,按设计直径计算。

表 5.5.2 综合系数 β_1

土层类别(承台或连系梁下 2d+2m 深度范围内)	桩身混凝土强度等级	
	C25	C30
流塑、软塑状粘性土、松散粉细砂、松散填土	41~48	47~55
可塑状粘性土、稍密砂土、稍密~中密填土	48~59	55~68
硬~坚硬粘性土、中密中粗砂、密实老填土	59~73	68~84
中~密实砾砂、碎石类土	73~91	84~105

注:1 当水平力为长期荷载时,表中数值乘以 0.8 以后采用;
2 当与地震荷载组合时,表中数值乘以 1.25 后采用。

5.5.3 单桩水平承载力特征值的确定应符合下列规定:

1 设计等级为甲级的桩基,单桩水平承载力特征值应通过现场水平载荷试验确定;设计等级为乙级的桩基,宜通过单桩现场水平载荷试验确定。试验方法可按现行行业标准《建筑桩基检测技术规范》JGJ106 执行;

2 设计等级为丙级的桩基,可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 的有关规定估算单桩水平承载力。

5.5.4 当作用于桩基上的外力主要为水平力时,应根据使用要求对桩顶变位进行限制,对桩基水平承载力进行验算。桩侧以土层为主时可采用“m”法计算桩内力和变形;桩侧为岩石时可采用“K”法计算。

5.6 桩身承载力与裂缝控制计算

5.6.1 钢筋混凝土轴心受压桩正截面受压承载力应符合下列规定:

1 当桩顶以下 $5d$ 范围的桩身螺旋式(或水平环形)箍筋间距不大于 100mm ,且符合本规范第 4.1.1 条规定时:

$$\gamma_0 N \leq \psi_c f_c A + 0.9 f'_y A'_s \quad (5.6.1-1)$$

2 当桩身配筋不符合上述 1 款规定时:

$$\gamma_0 N \leq \psi_c f_c A \quad (5.6.1-2)$$

式中 N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值;

ψ_c ——基桩成桩工艺系数,按本规范第 5.4.5 条的规定取值;

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;

f'_y ——纵向主筋抗压强度设计值;

A'_s ——纵向主筋截面面积;

A ——桩身横截面面积。

5.6.2 钢筋混凝土轴心抗拔桩的正截面受拉承载力应符合下式规定:

$$\gamma_0 N \leq f_y A_s + f_{py} A_{py} \quad (5.6.2)$$

式中 N ——荷载效应基本组合下桩顶轴向拉力设计值;

f_y, f_{py} ——普通钢筋、预应力钢筋的抗拉强度设计值;

A_s, A_{py} ——普通钢筋、预应力钢筋的截面面积。

5.6.3 对于抗拔桩的裂缝控制计算应符合下列规定:

1 对于严格要求不出现裂缝的一级裂缝控制等级预应力混凝土基桩,在荷载效应标准组合下混凝土不应产生拉应力,应符合下式要求:

$$\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0 \quad (5.6.3-1)$$

2 对于一般要求不出现裂缝的二级裂缝控制等级混凝土基

桩,在荷载效应标准组合下的拉应力不应大于混凝土轴心受拉强度标准值,应符合下式要求:

$$\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk} \quad (5.6.3-2)$$

3 对于允许出现裂缝的三级裂缝控制等级基桩,最大裂缝宽度按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应计算,预应力混凝土基桩的最大裂缝宽度按荷载标准组合并考虑长期作用影响的效应计算,最大裂缝宽度应符合下列规定:

$$\omega_{\max} \leq \omega_{\lim} \quad (5.6.3-3)$$

预应力混凝土基桩,在荷载效应准永久组合下,受拉边缘应力尚应符合下式规定:

$$\sigma_{cq} - \sigma_{pc} \leq f_{tk} \quad (5.6.3-4)$$

式中 σ_{ck} 、 σ_{cq} ——荷载效应标准组合、准永久组合下正截面法向应力;

σ_{pc} ——扣除全部应力损失后,桩身混凝土的预应力;

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值;

ω_{\max} ——按荷载效应标准组合或准永久组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度,可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 计算;

ω_{\lim} ——最大裂缝宽度限值,按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 取用。

5.6.4 水平荷载作用下,桩身受弯、受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 有关规定。

5.6.5 当考虑地震作用验算桩身承载力时,应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定,对作用于桩顶的地震作用效应进行调整。

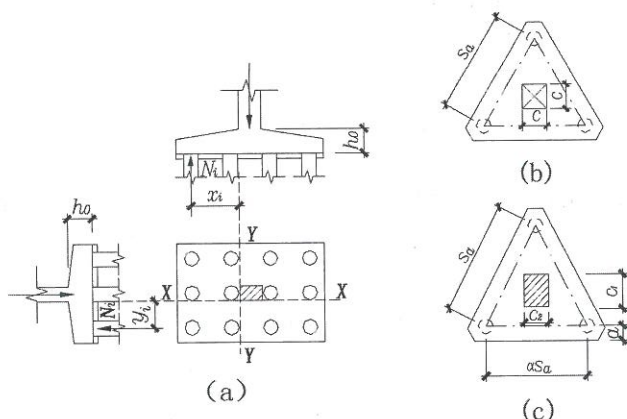
5.7 承台及连系梁计算

5.7.1 柱下桩基承台的弯矩可按以下简化计算方法确定:

1 多桩矩形承台计算截面取在柱边、墙边和承台变阶处(图 5.7.1a):

$$M_x = \sum N_i y_i \quad (5.7.1-1)$$

$$M_y = \sum N_i x_i \quad (5.7.1-2)$$



(a) 矩形多桩承台; (b) 等边三桩承台; (c) 等腰三桩承台

图 5.7.1 承台弯矩计算示意

式中 M_x 、 M_y ——分别为绕 x 轴和绕 y 轴方向计算截面处弯矩设计值;

x_i 、 y_i ——垂直 y 轴和 x 轴方向自桩轴线到相应计算截面的距离;

N_i ——不计承台和其上填土自重,在荷载效应基本组合下的第 i 基桩竖向反力设计值。

2 三桩承台

1) 等边三桩承台(图 5.7.1b):

$$M = \frac{N_{\max}}{3} (s_a - \frac{\sqrt{3}}{4} c) \quad (5.7.1-3)$$

式中 M ——由承台形心至各边边缘正交截面范围内板带的弯矩设计值;

N_{\max} ——不计承台和其上填土自重,在荷载效应基本组合下三桩中最大单桩竖向反力设计值;

s_a ——桩中心距;

c ——方柱边长,圆柱时 $c=0.8d$ (d 为圆柱直径)。

2) 等腰三桩承台(图 5.7.1c):

$$M_1 = \frac{N_{\max}}{3} \left(s_a - \frac{0.75}{\sqrt{4-\alpha^2}} c_1 \right) \quad (5.7.1-4)$$

$$M_2 = \frac{N_{\max}}{3} \left(\alpha s_a - \frac{0.75}{\sqrt{4-\alpha^2}} c_2 \right) \quad (5.7.1-5)$$

式中 M_1 、 M_2 ——分别为承台形心至两腰边缘和底边边缘正交截面范围内板带的弯矩设计值;

s_a ——长向桩中心距;

α ——短向桩中心距与长向桩中心距之比,当 α 小于 0.5 时,应按变截面的二桩承台设计;

c_1 、 c_2 ——分别为垂直于、平行于承台底边的柱截面边长。

5.7.2 柱下桩基础独立承台受冲切承载力的计算,应符合下列规定:

1 柱对承台的冲切,可按下列公式计算(图 5.7.2-1):

$$F_\ell \leqslant 2[\beta_{0x}(b_c + a_{0y}) + \beta_{0y}(h_c + a_{0x})]\beta_{hp}f_t h_0 \quad (5.7.2-1)$$

$$F_\ell = F - \sum N_i \quad (5.7.2-2)$$

$$\beta_{0x} = \frac{0.84}{\lambda_{0x} + 0.2} \quad (5.7.2-3)$$

$$\beta_{0y} = \frac{0.84}{\lambda_{0y} + 0.2} \quad (5.7.2-4)$$

式中 F_ℓ ——不计承台及其上填土自重,在荷载效应基本组合下作用于冲切破坏锥体上的冲切力设计值,冲切破坏锥体应采用自柱边或承台变阶处至相应桩顶边缘连线构成的锥体,锥体与承台底面的夹角不应小于 45° (图 5.7.2-1);

h_0 ——冲切破坏锥体的有效高度；

β_{hp} ——承台受冲切承载力截面高度影响系数，当 $h \leq 800\text{mm}$ 时， β_{hp} 取 1.0， $h \geq 2000\text{mm}$ 时， β_{hp} 取 0.9，其间按线性内插法插值；

β_{ox} 、 β_{oy} ——冲切系数；

λ_{ox} 、 λ_{oy} ——冲跨比， $\lambda_{ox} = a_{ox}/h_0$ ， a_{ox} 、 a_{oy} 为柱边或变阶处至桩边的水平距离；当 a_{ox} (a_{oy}) $< 0.2h_0$ 时，取 a_{ox} (a_{oy}) $= 0.2h_0$ ；当 a_{ox} (a_{oy}) $> 0.2h_0$ 时，取 a_{ox} (a_{oy}) $= h_0$ ；

F ——不计承台及其上土重，在荷载效应基本组合作用下柱底的竖向荷载设计值；

$\sum N_i$ ——不计承台及其上土重，在荷载效应基本组合作用下冲切破坏锥体范围内各桩的净反力设计值之和。

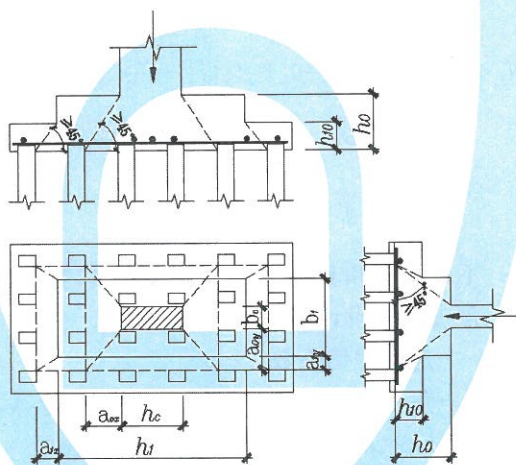


图 5.7.2-1 柱对承台冲切计算示意

2 角桩对承台的冲切，可按下列规定计算：

1) 多桩矩形承台受角桩冲切的承载力应按下列公式计算(图

5.7.2-2):

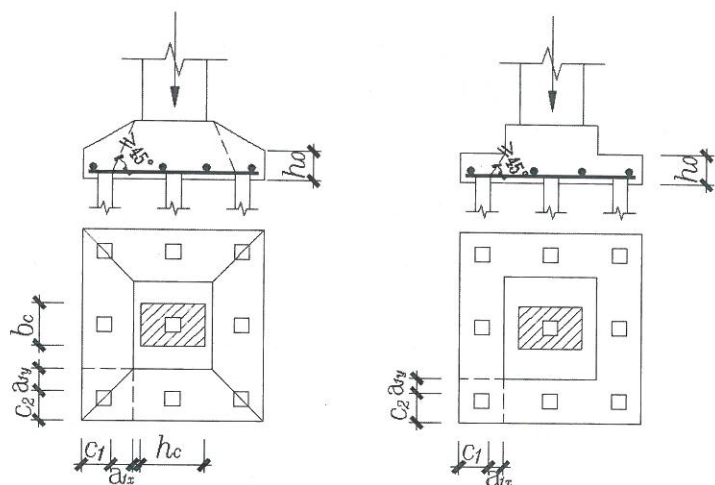


图 5.7.2-2 矩形承台角桩冲切计算示意

$$N_{\ell} \leq [\beta_{1x}(c_2 + \frac{a_{1y}}{2}) + \beta_{1y}(c_1 + \frac{a_{1x}}{2})]\beta_{hp}f_t h_0 \quad (5.7.2-5)$$

$$\beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} \quad (5.7.2-6)$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} \quad (5.7.2-7)$$

式中 N_{ℓ} ——不计承台和其上填土自重,在荷载效应基本组合下角桩反力设计值;

β_{1x}, β_{1y} ——角桩冲切系数;

$\lambda_{1x}, \lambda_{1y}$ ——角桩冲跨比,其值满足 $0.2 \sim 1.0$, $\lambda_{1x} = a_{1x}/h_0$ 、
 $\lambda_{1y} = a_{1y}/h_0$;

c_1, c_2 ——从角桩内边缘至承台外边缘的距离;

a_{1x}, a_{1y} ——从承台底角桩顶内边缘引 45° 冲切线与承台顶面至角桩内边缘的水平距离;当柱(墙)位于该 45° 线以内时,则取柱(墙)边或承台变阶处与桩

内边缘连线为冲切锥体的锥线。

h_0 ——承台外边缘的有效高度。

2) 三桩三角形承台受角桩冲切的承载力可按下列公式计算 (图 5.7.2-3):

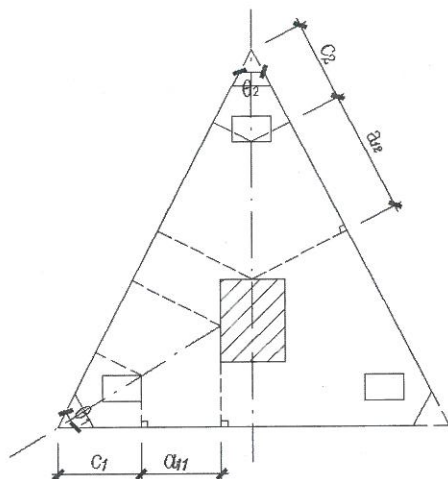


图 5.7.2-3 三角形承台角桩冲切计算示意

$$\text{底部角桩: } N_{\ell} \leq \beta_{11}(2c_1 + a_{11})\beta_{hp} \tan \frac{\theta_1}{2} f_t h_0 \quad (5.7.2-8)$$

$$\beta_{11} = \frac{0.56}{\lambda_{11} + 0.2} \quad (5.7.2-9)$$

$$\text{顶部角桩: } N_{\ell} \leq \beta_{12}(2c_2 + a_{12})\beta_{hp} \tan \frac{\theta_2}{2} f_t h_0 \quad (5.7.2-10)$$

$$\beta_{12} = \frac{0.56}{\lambda_{12} + 0.2} \quad (5.7.2-11)$$

式中 λ_{11} 、 λ_{12} ——角桩冲跨比, $\lambda_{11} = a_{11}/h_0$ 、 $\lambda_{12} = a_{12}/h_0$, 其值均应满足 0.25~1.0 的要求;

a_{11} 、 a_{12} ——从承台底角桩顶内边缘向相邻承台边引起 45° 冲切线与承台顶面相交点至角桩内边缘的水平

距离；当柱（墙）位于该 45° 线以内时，则取柱（墙）边或承台变阶处与桩内边缘连线为冲切锥体的锥线。

对圆柱及圆桩，计算时应将圆形截面换算成正方形截面。

5.7.3 柱下桩基独立承台应分别对柱边和桩边，变阶处和桩边联线形成的斜截面进行受剪计算（图 5.7.3）。当柱边外有多排桩形面多个剪切斜截面时，尚应对每个斜截面进行验算。斜截面受剪承载力可按下列公式计算：

$$V \leq \beta_{hs} \alpha f_t b h_0 \quad (5.7.3-1)$$

$$\alpha = \frac{1.75}{\lambda + 1} \quad (5.7.3-2)$$

$$\beta_{hs} = \left(\frac{800}{h_0} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (5.7.3-2)$$

式中 V ——不计承台及其上填土自重，在荷载效应基本组合下，斜截面的最大剪力设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

b_0 ——承台计算截面处的计算宽度；

h_0 ——计算宽度处的承台有效高度；

β_c ——承台剪切系数；

β_{hs} ——受剪切承载力截面高度影响系数，当 $h_0 < 800\text{mm}$ 时， h_0 取 800mm ；当 $h_0 > 2000\text{mm}$ 时， h_0 取 2000mm ；其间按线性内插法取值；

λ ——计算截面的剪跨比， $\lambda_x = a_x/h_0$ 、 $\lambda_y = a_y/h_0$ ， a_x 、 a_y 为柱边或承台变阶处至 x 、 y 方向计算一排桩的桩边的水平距离，当 $\lambda < 0.3$ 时，取 $\lambda = 0.3$ ；当 $\lambda > 3.0$ 时，取 $\lambda = 3.0$ 。

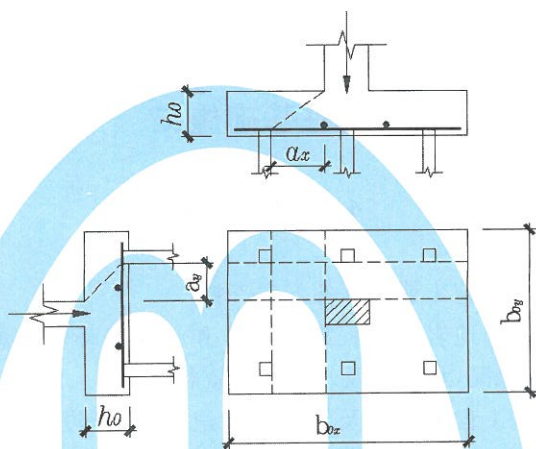


图 5.7.3 承台斜截面受剪计算示意

5.7.4 柱(墙)下条形承台梁可视桩为不动铰支座,按连续梁计算。

5.7.5 对于承台上的砌体墙,尚应验算桩顶部位砌体的局部承压强度。当承台的混凝土强度等级低于柱或桩的混凝土强度等级时,尚应验算柱下或桩上承台的局部受压承载力。

5.7.6 钢筋混凝土挡土墙下连系梁未与钢筋混凝土板相连接时,可视有垂直方向连系梁相连的桩基为不动铰支座,考虑岩土侧压力荷载,按水平受力的连续梁计算连系梁腰筋和拉筋。

5.7.7 剪力墙下桩间连系梁宜按转换梁进行计算。

5.7.8 建筑跨越边坡形成掉层时,边坡上桩基础与掉层结构间连系梁宜按弹性楼盖模型计算梁承担的水平力。

5.7.9 当进行承台和连系梁的抗震验算时,应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定对承台和连系梁顶面的地震作用效应及承台和连系梁的受弯、受冲切、受剪承载力进行抗震调整。

6 桩基础施工

6.1 施工准备

6.1.1 桩基础施工前应具备下列资料：

1 建筑场地岩土工程勘察报告和必要的环境资料，特别是岩石的结构状况，承压水及水头大小资料；

2 桩基工程施工图及图纸会审纪要，包括设计要求及须达到的标准、检验手段；

3 建筑场地和邻近区域内的地下管线、地下构筑物、房屋、精密仪器车间等的调查资料；

4 主要施工机械及其配套设备的技术性能资料；

5 施工组织设计或施工方案；

6 水泥、砂、石、钢筋、外加剂等原材料及其制品的质检报告；

7 有关的试验参考资料。

6.1.2 成孔机械的选择应根据设计采用的桩型、桩径、桩长、桩端进入持力层的深度、工程地质条件、泥浆排放及处理条件综合确定。

6.1.3 施工前应清除地上和地下障碍物并平整场地，探明和清除桩位处的地下障碍物，按平面图布置图的要求做好施工现场的施工道路、供水供电、施工设施布置、材料堆放等有关布设。

6.1.4 施工组织设计应有针对性，结合工程特点制定相应的质量和安全措施。

6.1.5 桩基施工用的供水、供电、道路、排水、临时房屋等临时设施，必须在开工前准备就绪，保证施工机械正常作业。

6.1.6 基桩轴线的控制点和水准点应设在不受施工影响的地

方。开工前,经复核后应妥善保护,施工中应经常复测。

6.1.7 用于施工质量检验的仪表、器具的性能指标,应符合国家现行标准的规定。

6.2 一般规定

6.2.1 不同桩型的适用条件应符合下列规定:

1 泥浆护壁钻孔灌注桩宜用于地下水位以下的黏性土、粉土、砂土、填土、碎石土及风化岩层等建筑场地;

2 旋挖成孔灌注桩宜用于填土、粘土、粉土、砂土、碎石土、强风化基岩等建筑场地;

3 冲孔灌注桩除宜用于上述地质情况外,还能穿透旧基础、建筑垃圾填土或大孤石等障碍物。在岩溶发育地区应慎重使用;

4 旋转挤压灌注桩适用于粉土、非饱和性粘土、各类砂层,粒径小于 50cm、含石量不超过 80% 的卵石层、强风化岩层等各种土层;

5 人工挖孔灌注桩宜用于地下水位以上的黏性土、粉土、填土、中等密实以上的砂土、岩层;

6 在地下水位较高、地下水丰富,采取措施后仍无法避免边抽水边作业;有承压水的砂土层、滞水层;厚度超过 3m 的流塑状淤泥、淤泥质土层;溶岩地区;有涌水的地质断裂带;工作面 3m 以下土层中有腐植质有机物;煤层等可能存在有毒气体的土层,不宜选用人工挖孔灌注桩。

6.2.2 机械成孔灌注桩在施工前,应进行试成孔。成孔设备就位后,必须平整、稳固,确保在成孔过程中不发生倾斜和偏移。

6.2.3 控制成孔的深度时,必须保证桩端进入持力层深度满足设计要求。

6.2.4 灌注桩成孔施工的允许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 灌注桩成孔施工允许偏差

成 孔 方 法		桩径 偏差 (mm)	垂直度 允许偏 差(%)	桩位允许偏差(mm)	
				1~3 根桩、条形桩 基沿垂直轴线方 向和群桩基础中 的边桩	条形桩基沿轴线 方向和群桩基础 的中间桩
钻、挖、冲、挤 压孔桩	$d \leq 1000\text{mm}$	≤ -50	1	$d/6$ 且不大于 100	$d/4$ 且不大于 150
	$d > 1000\text{mm}$	-50		$100 + 0.01H$	$150 + 0.01H$
人工挖孔桩	现浇混凝土护壁	± 50	0.5	50	150
	钢套管护壁	± 20	1	100	200

注:1 桩径允许偏差的负值是指个别断面;

2 H 为施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离;d 为设计桩径。

6.2.5 钢筋笼制作、安装的质量应符合下列规定:

1 钢筋笼的材质、尺寸应符合设计要求,制作允许偏差应符合表 6.2.5 的规定;

表 6.2.5 钢筋笼制作允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
主筋间距	± 10
箍筋间距	± 20
钢筋笼直径	± 10
钢筋笼长度	± 100

2 分段制作的钢筋笼,其接头宜采用焊接或机械式接头(钢筋直径大于 22mm),并应遵守现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定;

3 加劲箍宜设主筋外侧,当因施工工艺有特殊要求时也可置于内侧;

4 导管接头处外径应比钢筋笼的内径小 100mm 以上;

5 搬运和吊装钢筋笼时,应防止变形,安放应对准孔位,避免碰撞孔壁和自由落下,就位后应立即固定;

6 钢筋笼安装前、后均应检测孔底沉渣厚度,超限时,应先清渣,满足规范要求后,再施作下道工序。

6.2.6 钢筋笼吊装完毕后,应安置导管或气泵管二次清孔,并进行孔位、孔径、垂直度、孔深、沉渣厚度等检验。对有声波透射检测要求的桩,应在钢筋笼内侧安装声测管,声测管的埋设深度应至桩底,保证检测范围覆盖全桩长。声测管应定位牢固并保证垂直。为避免因声测管变形、破裂、不垂直导致不满足检测条件,声测管宜选用 50~60mm 内径的钢质管和直头螺纹连接方式。

6.2.7 粗骨料可选用卵石或碎石,其粒径不得大于钢筋间最小净距的 $1/3$ 。

6.2.8 检查成孔质量合格后应立即灌注混凝土。直径大于 1m 或单桩混凝土量超过 25m^3 的桩,每根桩桩身混凝土应留有 1 组试件;直径不大于 1m 的桩或单桩混凝土量不超过 25m^3 的桩,每个灌注台班不得少于 1 组;每组试件应留 3 件。

6.2.9 灌注桩施工现场所有设备、设施、安全装置、工具配件以及个人劳保用品必须经常检查,确保完好和使用安全。

6.2.10 挖(钻)至设计嵌岩深度时,应会同有关人员基底岩石的性状、完整性和强度予以复核和验收。

6.2.11 斜坡、边坡上桩基施工应符合下列规定:

- 1 边坡稳定性不足时,应先进行边坡治理,再施工桩基;
- 2 斜坡上桩基施工前应修建运出开挖土和运进材料的施工便道;
- 3 应根据地勘资料初算各个桩端间的高差,绘制平面图后再开挖桩孔;
- 4 斜坡上桩基进入持力层的深度应从桩周最低处起算;
- 5 应先施工低处桩基后施工高处桩基,达到设计嵌岩深度并保证相邻桩端满足设计的刚性角要求后,再浇注低处桩芯混凝土

土；

- 6 弃土应分散处理，不得将其堆置在坡顶及坡面上；
- 7 应严格控制施工用水，必要时采取干成孔工艺；
- 8 应加强施工期间边坡的变形观测。

6.2.12 洞室附近桩基施工应符合下列规定：

- 1 应评估桩基施工期间所采用的工艺对洞室稳定性的影响；
- 2 洞室上部的桩基宜优先采用人工挖孔等干成孔工艺；
- 3 桩基施工时要尽量减少对洞室岩体的扰动和破坏，严格控制施工用水，并制定有针对性的排水措施。

6.3 机械成孔灌注桩

I 泥浆的制备和处理

6.3.1 除能自行造浆的黏性土层外，均应制备泥浆。泥浆制备应选用高塑性黏土或膨润土。泥浆应根据施工机械、工艺及穿越土层情况进行配合比设计。钻孔期间应对泥浆的比重和粘滞度指标进行检查和控制。

6.3.2 泥浆护壁应符合下列规定：

- 1 施工期间护筒内的泥浆面应高出地下水位 1.0m 以上，在受水位涨落影响时，泥浆面应高出最高水位 1.5m 以上；
- 2 在清孔过程中，应不断置换泥浆，直至浇注水下混凝土；
- 3 浇注混凝土前，孔底 500mm 以内的泥浆比重应小于 1.25；含砂率不得大于 8%；黏度不得大于 28s；
- 4 在容易产生泥浆渗漏的土层中应采取维持孔壁稳定的措施；
- 5 施工过程中经常对孔内泥浆取样检测，做好记录；对不符合要求的泥浆及时进行调配浓泥浆进行置换，直到符合要求为止；

6 孔底淤积部分在钢筋笼放入前必须清除。

6.3.3 废弃的浆、渣应进行处理,不得污染环境。

II 钻孔灌注桩施工

6.3.4 对孔深较大的桩,宜采用反循环工艺成孔或清孔,也可根据土层情况采用正循环钻进,反循环清孔。

6.3.5 泥浆护壁成孔时,宜采用孔口护筒,护筒设置应符合下列规定:

1 护筒埋设应准确、稳定,护筒中心与桩位中心的偏差不得大于 50mm;

2 护筒可用 4mm~8mm 厚钢板制作,其内径应大于钻头直径 100mm,上部宜开设 1~2 个溢浆孔;

3 护筒的埋设深度:在黏性土中不宜小于 1.0m;砂土中不宜小于 1.5m;护筒下端外侧应采用黏土填实;其高度尚应满足孔内泥浆面高度的要求;

4 受水位涨落影响或水下施工的钻孔灌注桩,护筒应加高加深,必要时打入不透水层。

6.3.6 当在软土层中钻进时,应根据泥浆补给情况控制钻进速度;在硬层或岩层中的钻进速度应以钻机不发生跳动为准。

6.3.7 钻机设置的导向装置应符合下列规定:

1 潜水钻的钻头上应有不小于 3 倍直径长度的导向装置;

2 利用钻杆加压的正循环回转钻机,在钻具中应加设扶正器。

6.3.8 在钻进过程中发生斜孔、塌孔和护筒周围冒浆、失稳等现象时,应停钻,待采取相应措施后再进行钻进。

6.3.9 钻孔达到设计深度,灌注混凝土之前,孔底沉渣厚度指标应符合下列规定:

1 对端承型桩,不应大于 50mm;

2 对摩擦型桩,不应大于 100mm;

3 对抗拔、抗水平力桩,不应大于 200mm。

III 冲击成孔灌注桩施工

6.3.10 在钻头锥顶和提升钢丝绳之间应设置保证钻头自动转向的装置。

6.3.11 冲孔桩孔口护筒,其内径应大于钻头直径 200mm,护筒应按本规范第 6.3.5 条设置。

6.3.12 冲击成孔质量控制应符合下列规定:

1 开孔时,应低锤密击,用冲击钻成孔时,宜采用小冲程开孔,使初成孔坚实、竖直和圆顺,起导向作用,并防止孔口及岩面坍塌,当进尺深度超过冲击椎体后,方可按正常状态冲击。当表土为淤泥、细砂等软弱土层时,可加黏土块夹小片石反复冲击造壁,孔内泥浆面应保持稳定;

2 在各种不同的土层、岩层中成孔时,可按表 6.3.12 的操作要点进行;

3 进入基岩后,应采用大冲程、低频率冲击,当发现成孔偏移时,应回填片石至偏孔上方 300mm~500mm 处,然后重新冲孔;

4 当遇到孤石时,可采用高低冲程交替冲击,将大孤石击碎或挤入孔壁;

5 应采取有效的技术措施防止扰动孔壁、塌孔、扩孔、卡钻和掉钻及泥浆流失等事故;

6 每钻进 4m~5m 应验孔一次,在更换钻头前或容易缩孔处,均应验孔;

7 钻进时如仅采用泥浆护壁时,对泥浆的性能指标应随时检查调整;

8 进入基岩后,非桩端持力层每钻进 300mm~500mm 和桩端持力层每钻进 100mm~300mm 时,应清孔取样一次,并应做记录。

9 在城市或周边有建筑物场地施工时,应进行噪音、振动及建筑物沉降监测。

表 6.3.12 冲击成孔操作要点

项 目	操 作 要 点
在护筒刃脚以下 2m 范围内	小冲程 1m 左右,泥浆比重 1.2~1.5,软弱土层投入黏土块夹小片石
黏性土层	中、小冲程 1m~2m,泵入清水或稀泥浆,经常清除钻头上的泥块
粉砂或中粗砂层	中冲程 2m~3m,泥浆比重 1.2~1.5,投入黏土块,勤冲、勤掏渣
砂卵石层	中、高冲程 3m~4m,泥浆比重(密度)1.3 左右,勤掏渣
软弱土层或塌孔回填重钻	小冲程反复冲击,加黏土块夹小片石,泥浆比重 1.3~1.5

注:1 土层不好时提高泥浆比重或加黏土块;

2 防黏钻可投入碎砖石。

6.3.13 排渣可采用泥浆循环或抽渣筒等方法,当采用抽渣筒排渣时,应及时补给泥浆。

6.3.14 冲孔中遇到斜孔、弯孔、梅花孔、塌孔及护筒周围冒浆、失稳等情况时,应停止施工,采取措施后方可继续施工。

6.3.15 大直径桩孔可分级成孔,第一级成孔直径应为设计桩径的 0.6~0.8 倍。

6.3.16 清孔时应符合下列规定:

- 1 不易塌孔的桩孔,可采用空气吸泥清孔;
- 2 稳定性差的孔壁应采用泥浆循环或抽渣筒排渣,清孔后灌注混凝土之前的泥浆指标应按本规范第 6.3.2 条执行;
- 3 清孔时,孔内泥浆面应符合本规范第 6.3.2 条的规定;
- 4 灌注混凝土前,孔底沉渣允许厚度应符合本规范第 6.3.9 条的规定。

IV 旋挖成孔灌注桩

6.3.17 应根据岩土工程勘察报告中的地层情况、水文地质条件确定合适的护壁方式,选用合适型号的旋挖钻机及配套设备,并根据设备的完好状况进行必要的检查、维修和保养。

6.3.18 施工前应事先规划好行车路线,便道与钻孔位置应保持一定的距离;钻机的安置应考虑钻孔施工中孔口出土清运的方便。

6.3.19 正式施工应按试成孔确定的参数进行,设专职记录员记录成孔过程的各项参数,记录应及时、准确、完整、真实。

6.3.20 旋挖成孔工艺选择应符合下列规定:

1 地下水位以上的素填土、粘性土、粉土、砂土、碎石土及风化岩层等无需护壁措施的相对较好地质条件的场地,可采用干作业旋挖成孔;

2 地下水位以下的粘性土、粉土、砂土、填土、碎石土及风化岩层,可采用湿作业旋挖成孔;

3 砂卵石地质、喀斯特溶岩地质、地下水位较高、有承压水的砂层,可采用全护筒护壁旋挖成孔;

4 对粘结性好的岩土层,可采用干式钻进工艺;

5 对于松散易坍塌地层,或有地下水分布,孔壁不稳定,可采用静态泥浆护壁钻进工艺;

6 对于松散填土建筑场地,应选用全护筒护壁作业方法施工,或采用强夯、灌浆等措施对场地土进行固结后再施工。

6.3.21 作业地面应坚实平整,作业过程中地面不得下陷。当地表土层承载力较低,不能满足旋挖钻机安全可靠地进行施工及混凝土罐车进出场地时,应在桩基施工前对场地进行硬化处理。作业场地除满足旋挖钻机作业外,还应给钻机排碴、清碴机械、运输车辆等留有作业、停靠、转车场地。

6.3.22 旋挖成孔灌注桩每根桩均应安设孔口护筒,护筒可采用钢制护筒或混凝土护筒。

6.3.23 护筒顶端高出地面不宜小于0.3m;钻孔内有承压水时,护筒顶端应高出稳定后的承压水位1.5m。

6.3.24 护筒的埋置深度应根据地质和地下水位等情况确定,一般宜为2m~4m,新近填土较深地段应适当加长。

6.3.25 湿作业时,应配备成孔和清孔用泥浆及泥浆池,在容易产生泥浆渗漏的土层中可采取提高泥浆相对密度、掺入增黏剂提高泥浆黏度等维持孔壁稳定的措施。

6.3.26 泥浆稳定液性能指标应符合表 6.3.26 的规定。

表 6.3.26 常用稳定液性能表

地层	稳定液性能指标			
	泥浆比重 (g/cm ³)	漏斗粘度 (s)	失水量 (ml/30min)	含砂率 (%)
粉质粘土、粘土	1.05~1.10	18~25	<25	<6
杂填土、淤泥质土、砂层	1.15~1.25	25~35	<25	<6
卵砾石层	1.15~1.20	25~30	<25	<6
漏失地层	1.10~1.20	>35	<25	<6

6.3.27 现场应设稳定液池,稳定液池的容积不宜小于成孔体积的 1.5—2 倍。

6.3.28 施工时稳定液液面控制应符合下列规定:

1 孔口采用护筒时,液面不宜低于孔口 1.0m,并且高于地下水位 1.5m 以上;

2 液面应保持恒定。

6.3.29 在漏失地层施工时,应采取堵漏技术措施,并按本规范第 6.3.28 条控制稳定液液面高度,维持孔壁稳定。

6.3.30 旋挖钻机在地下水位以下砂土层作业时,应降低钻进和升降速度,并及时注入稳定液,保持稳定液液面高度。

6.3.31 遇易缩径地层时,应加大钻头的外切削刃,在缩径部位采用上下反复空钻扫孔,并适当增加稳定液比重。

6.3.32 当采用全护筒护壁时,全护筒可选用 Q235 钢板、Q345 低合金钢板等板材加工而成,厚度不小于 10mm;护筒可分段连接而成,单节全护筒长 1.5m~3m。

6.3.33 下全护筒时,应随时检测全护筒水平位置和两个互相垂直方向的竖直线,如发现偏移,应将全护筒拔出,调整后重新压入

钻进。全护筒进入稳定地层不宜小于 2m。

6.3.34 浇筑桩身混凝土必须随浇筑随拔出全护筒,提升时必须使全护筒下口底面至少处于已浇筑混凝土面 2 米以下;拔出护筒过程中,并应随时监测护筒内混凝土面下降数值,做好记录,并根据监测数据采取有效措施保证成桩质量。

6.3.35 钻进过程中应随时检查钻头保径装置、钻头直径、钻头磨损情况,不能保证成孔质量时应及时更换。随时清理孔口积土,遇地下水、塌孔、缩孔等异常情况时,应及时处理。

6.3.36 旋挖钻机成孔应采用跳挖方式,钻斗倒出的土距桩孔口的最小距离应大于 6m,并应及时清除外运。钻孔过程中,应及时对垂直度、深度进行检查、校核。深度的校核每个孔接近孔底 2.0 米时,每旋挖一次提出钻头后,都要测量孔深、校核钻机的孔深计量系统。

6.3.37 成孔达到设计标高后,对孔深、垂直度进行检查,不合格时采取措施处理。孔底虚土厚度超过设计要求或者有踢孔现象时,应用钻机重新进行清孔,直到满足本规范第 6.3.9 条的要求。经质量检查合格的桩孔,及时灌注混凝土。

6.3.38 钻孔至设计深度并经过检验合格后,吊放桩体钢筋笼。对于桩长较短的孔桩,采用吊车一次性将钢筋笼吊起、并下放到孔内。对于桩长较长、桩体钢筋笼全长超过吊车的起吊高度时,采取在孔口焊接接长钢筋笼。钢筋笼吊放完毕后,在井口安放固定导管的井架。井架的安放应水平、稳固,且使井架中心居于钻孔中心。每几节导管可预先在井口附近的施工场地内拼接好。

6.3.39 灌注混凝土前,对于孔口应采取保护覆盖并作出明显的警示标志。

V 旋转挤压灌注桩

6.3.40 旋转挤压灌注桩成桩设备及工艺的选择,应根据桩型、钻孔深度、土层情况、设计要求、基础类型综合确定。成桩设备的技术指标应符合下列规定:

- 1 具有同步控制系统；
- 2 具有能挤压成孔成桩的动力，包括大扭矩、大加压荷载、瞬间加载能力等。

6.3.41 旋转挤压灌注桩施工前应进行试钻桩，确定下列技术参数：

- 1 钻杆外径和芯管直径；
- 2 成孔深度能力和成孔直径；
- 3 成孔终孔的控制电流；
- 4 相邻孔之间的影响；
- 5 每根桩的混凝土用量；
- 6 系统施工参数。

6.3.42 旋转挤压灌注桩成桩过程应符合下列规定：

- 1 下钻过程中桩机自控系统严格控制钻杆下降速度和旋转速度，使二者匹配，较软土层中可使钻杆每旋转一周刚好下降一个螺距；较硬场地中可使钻杆旋转二周以上，螺杆钻杆下降一个螺距，钻至旋转挤压灌注桩直线段设计深度，在土体中形成螺丝状或圆柱状桩孔；

- 2 钻头钻到设计标高后，钻杆原地正向旋转挤压土体后成圆柱状土体，利用成桩设备的张合器对土体二次挤压；

- 3 泵送混凝土并提升钻杆，提钻过程中自控系统应严格控制钻杆提升速度，保证钻头出料阀门在提钻过程中始终位于混凝土面以下。

6.3.43 钢筋笼制作、安装应符合下列规定：

- 1 钢筋笼制作及允许偏差应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 中第 6.2.5 条执行；

- 2 钢筋笼采用后置式安装，钢筋笼安装要一次到位，避免因此而造成二次浇灌；

- 3 钢筋笼安装使用桩机副卷扬吊装，人工和平板振动器互相配合；

4 为保证钢筋笼安装时位于桩中心,钢筋笼的上部和下部按水平部分分别设置四个支撑耳朵或增加混凝土垫块;

5 钢筋笼安装到指定位置后,用9#铁丝捆绑在桩孔上放置的短架管上,保证钢筋笼不再下沉,捆绑时要控制好钢筋笼的位置。

6.3.44 成桩后,应及时清除钻杆及泵管内残留的混凝土。长时间停置时,应将钻杆、泵管及混凝土泵清洗干净。单项工程完工后,应将施工现场所有设备彻底清洗干净。

6.3.45 旋转挤压灌注桩的充盈系数宜为1.05~1.2,桩顶超灌长度不得少于500mm。

6.4 人工挖孔灌注桩

6.4.1 井下挖孔作业的工人应是身体健康的男性青年,年龄不宜超过45岁。

6.4.2 当桩净距小于2.5m时,应采用间隔开挖。相邻排桩跳挖的最小施工净距不得小于4.5m。

6.4.3 挖孔桩岩石部分当用水钻成孔时,上下两层棱角处的最小直径不得小于桩径。

6.4.4 桩内积水影响人工挖孔桩成孔时,可选用潜水泵抽水,边抽水边开挖,成孔后及时浇筑相应段的混凝土护壁,然后继续下一段的施工。排水要远离施工场地,防止水倒流入孔,已挖基孔四周应设阻水坝,防止雨水灌入基孔。

6.4.5 人工挖孔桩施工的安全措施应符合下列规定:

1 孔内必须设置应急软爬梯供人员上下;使用的电葫芦、吊笼等应安全可靠,并配有自动卡紧保险装置,不得使用麻绳和尼龙绳吊挂和钢筋点焊制作的钢筋爬梯上下。电葫芦宜用按钮式开关,使用前必须检验其安全起吊能力;

2 挖孔桩施工前,必须对地层中的有毒气体作充分的调查。

每日开工前必须用动物或专业设备检测井下的有毒、有害气体,并应有足够的安全防范措施。当桩孔开挖深度超过 5m 时,应有专门向井下送风的设备,送风量应根据孔的容积及孔内工作人员数量确定,风量不宜少于 25L/s;鼓风机宜采用电动的,如采用柴油作动力,宜对送入孔内的空气予以过滤;

3 孔口四周必须设置护栏,护栏高度宜为 0.8m;

4 挖出的土石方应及时运离孔口,不得堆放在孔口周边 1m 范围内,机动车辆的通行不得对井壁的安全造成影响;

5 施工现场的一切电源、电路的安装和拆除应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46 的规定。孔内必须使用低压照明;潜水泵的绝缘性能应完好,电缆不应漏电,应经常检查是否被割破。

6.4.6 开孔前,桩位应准确定位放样,在桩位外设置定位基准桩,安装护壁模板必须用桩中心点校正模板位置,并应由专人负责。

6.4.7 第一节井圈护壁应符合下列规定:

1 井圈中心线与设计轴线的偏差不得大于 20mm;

2 井圈顶面应比场地高出 100mm~150mm,壁厚应比下面井壁厚度增加 100mm~150mm。

6.4.8 修筑井圈护壁应符合下列规定:

1 护壁的厚度、拉接钢筋、配筋、混凝土强度等级均应符合设计要求;

2 上下节护壁的搭接长度不得小于 50mm;

3 每节护壁均应在当日连续施工完毕,不应放到第二天;

4 护壁混凝土必须保证振捣密实,应根据土层渗水情况使用速凝剂;回填土层部分浇注混凝土护壁时宜避免采用振动器,可用插棒或敲击模板的方式使混凝土达到密实;

5 护壁模板的拆除应在灌注混凝土 24h 之后;

6 发现护壁有蜂窝、漏水现象时,应及时处理;

7 同一水平面上的井圈任意直径的极差不得大于 50mm。

6.4.9 当遇到极差土层或遇有局部或厚度不大于 1.5m 的流动性淤泥和可能出现涌土涌砂来不及支模浇注护圈混凝土时,护壁施工可按下列方法处理:

1 将每节护壁的高度减小到 300mm~500mm,随挖、随验、随灌注护壁混凝土。当孔壁塌落、有泥砂流入而不能形成桩孔时,可用纺织袋土逐渐堆堵,形成桩孔的外壁;

2 流砂情况较严重时,可采用钢护筒或增加止水帷幕等措施;

3 遇到淤泥质土层等软弱土层时,可用木方、木板模板等支挡,减小开挖深度,并及时浇注混凝土护壁。支挡木方要沿周边打入底部不少于 0.2m 深,上部嵌入上段已浇好的混凝土护壁后面。

6.4.10 挖至设计标高终孔后,应清除护壁上的泥土和孔底残渣、积水,并应进行隐蔽工程验收。验收合格后,应及时浇注混凝土封底和灌注桩身混凝土。

6.4.11 灌注桩身混凝土时,混凝土必须通过溜槽;当落距超过 3m 时,应采用串筒,串筒末端距孔底高度不宜大于 2m;也可采用导管泵送;不得将混凝土直接倾倒入桩孔中,混凝土宜采用插入式振捣器分层振实。

6.4.12 在浇注混凝土前,必须排除坑底积水。当渗水量过大时,应采取场地截水、降水或水下灌注混凝土等技术措施。严禁在桩孔中边抽水边灌注,同时不得灌注相邻桩身混凝土。

7 承台及连系梁施工

7.1 基坑开挖和回填

- 7.1.1 桩基承台施工顺序宜先深后浅。
- 7.1.2 当承台埋置较深时,应对邻近建筑物及市政设施采取必要的保护措施,在施工期间应进行监测。
- 7.1.3 承台基坑开挖遇地下水位较高需降水时,可根据周围环境情况采用内降水或外降水措施;
- 7.1.4 挖出的土方不得堆置在基坑附近。
- 7.1.5 挖土时必须确保基坑内的桩体不受损坏。
- 7.1.6 应将承台及连系梁底虚土、杂物等垃圾清除干净。
- 7.1.7 承台混凝土浇筑后,承台四周或连系梁两侧应按设计要求对称回填土并夯实。

7.2 钢筋和混凝土施工

- 7.2.1 浇筑的垫层应采用细石混凝土,其厚度应不小于 100mm。
- 7.2.2 当连系梁的外模采用砖胎模时,胎膜应用 M5 水泥砂浆砌筑。在砖胎模与混凝土接触面采用 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光砖胎模内侧抹灰。
- 7.2.3 桩与承台相连时,应将桩顶浮浆部分及疏松混凝土去除。当桩顶低于设计标高时,应采用与桩相同强度等级混凝土接高,在达到桩强度的 50% 以上,再将埋入承台内的桩顶部分剔毛、冲净;当桩顶高于设计标高时,应预先剔凿,使桩顶及其主筋伸入承台深度符合设计要求。
- 7.2.4 桩与连系梁相连时,桩身混凝土应先浇筑至连系梁底。

去除桩顶浮浆部分。桩身连系梁高度部分宜与连系梁一起整体浇筑混凝土。

7.2.5 桩伸入承台的钢筋、承台及连系梁上的柱、剪力墙插筋，其位置、搭接锚固长度等均应有定位加固措施。

7.2.6 连系梁和承台宜同时浇注。

7.2.7 混凝土浇注时宜避开雨天。对回填土范围的承台、连系梁采用浇水养护时，其前期应避免养护水引起底部土体下沉。

7.2.8 对大体积混凝土施工，应采取有效措施防止温度应力引起裂缝。

8 桩基工程质量检验和验收

8.1 一般规定

8.1.1 桩基工程应进行桩位、桩长、桩径、混凝土强度、桩身质量和单桩承载力的检验。

8.1.2 桩基工程的检验按时间顺序可分为三个阶段:施工前检验、施工检验和施工后检验。

8.1.3 对砂、石子、水泥、钢材等桩体原材料质量的检验项目和方法,应符合国家现行标准的规定。

8.2 施工前检验

8.2.1 施工前应对桩位进行检验,其放样允许偏差对于群桩不应大于 20mm,对于单桩不应大于 10mm。

8.2.2 混凝土现场拌制时,应对原材料质量与计量、混凝土配合比、坍落度、混凝土强度等级等进行检查。

8.2.3 钢筋笼制作时,应对钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝外观和质量、主筋和箍筋的制作偏差等进行检查,钢筋笼制作允许偏差应符合本规范表 6.2.5 的规定。

8.3 施工检验

8.3.1 灌注混凝土前,应按照本规范第 6 章有关施工质量要求,对已成孔的中心位置、孔深、孔径、垂直度、孔底沉渣厚度进行检验。

8.3.2 应对钢筋笼安放的实际位置等进行检查,并填写相应质

量检测、检查记录。

8.3.3 采用岩石单轴抗压强度确定嵌岩段总极限阻力时,人工挖孔桩宜直接在桩端持力层进行取样,机械成孔桩可利用勘察阶段取出的岩样进行测试,取样位置应符合现行重庆市工程建设标准《工程地质勘察规范》DBJ50-043 的要求。

单体建筑物每一结构单元同一岩性的桩孔取样数量可根据建筑桩基的设计等级、桩径大小按表 8.3.3 确定。

表 8.3.3 单体建筑物每一结构单元桩孔岩样取样数量表

建筑桩基 设计等级	桩径 d(mm)	
	≥800	<800
甲级	不少于桩孔总数的 10%, 且不少于 10 根	不少于桩孔总数的 5%, 且不少于 6 根
乙、丙级	不少于桩孔总数的 5%, 且不少于 6 根	不少于桩孔总数的 3%, 且不少于 4 根

注:1 每桩应不少于 9 个标准试件($\phi 50 \times 100$ mm 的圆柱体)进行天然或饱和条件下的岩石单轴抗压强度试验;

2 桩孔总数少于表中规定时,应全数检验。

8.3.4 大直径嵌岩桩应进行桩端持力层检验。一柱一桩的大直径嵌岩桩,应视岩性检验孔底下 3 倍桩径或 5m 深度范围内有无土洞、溶洞、破碎带或软弱夹层等不良地质条件。

8.3.5 人工挖孔桩桩端持力层检验时,可先用地质雷达法逐孔普查,再用钻探法进行验证。对发现异常的桩孔应全部进行验证;未发现异常的桩孔,随机抽取其总数的 20%进行验证。

8.4 施工后检验

8.4.1 施工完后的工程桩应按本规范表 6.2.4 的规定检查成桩桩位偏差。

8.4.2 工程桩应进行承载力和桩身质量检验。

8.4.3 施工完成后的工程桩应采用低应变法及声波透射法或钻孔抽芯法进行桩身质量检验。抽检数量应符合下列规定:

1 柱下三桩或三桩以下的承台,每个承台抽检桩数不得少于 1 根;

2 满足下列条件之一的桩基工程,抽检桩数不应少于总桩数的 30%,且不得少于 20 根;下列条件之外的桩基工程时,抽检桩数不应少于总桩数的 20%,且不得少于 10 根;

1)设计等级为甲级的桩基;

2)场地地质条件复杂、成桩质量可靠性较低的桩基;

3)采用新桩型或新工艺;

3 对端承型大直径桩,应在上述两款规定的抽检桩数范围内,选用声波透射法或钻芯法对部分受检桩进行桩身完整性检测,抽检数量不应少于总桩数的 10%;

4 椭圆桩、矩形桩宜采用声波透射法或钻孔抽芯法进行检测;

5 旋挖桩桩身宜全部采用声波透射法或钻孔抽芯法进行检测。

8.4.4 当桩基工程有下列情况之一时,应采用单桩竖向抗压承载力静载试验进行检测:

1 工程施工前已进行单桩静载试验,但施工过程变更了工艺参数或施工质量出现异常;

2 本规范第 5.3.2 条规定应进行单桩静载试验,施工前未实施的工程;

3 场地地质条件复杂、成桩质量可靠性较低的桩基;

4 采用新桩型或新工艺。

抽检数量不应少于总桩数的 1%,且不得少于 3 根;当总桩数在 50 根以内时,不应少于 2 根。

8.4.5 采用现场静载荷试验方法检测单桩竖向抗压承载力时,检测荷载值应为单桩承载力特征值的 2 倍。

8.4.6 对大直径嵌岩桩的竖向承载力检验,当受设备或现场条件限制无法采用传统静载试验测定单桩竖向抗压承载力时,可按本规范附录 B 的相关要求,采用基桩承载力自平衡测试法进行检

测,也可根据终孔时桩端持力层检验情况结合桩身质量检验报告核验。

8.4.7 对专用抗拔桩和对水平承载力有特殊要求的桩基工程,应进行单桩抗拔静载试验和水平静载试验检测。抽检数量不应少于总桩数的 1%,且不得少于 3 根。

8.4.8 桩身完整性及承载力检验,除符合本节规定外,尚应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定。

8.4.9 当对检测结果有异议时,应进行验证检测,验证检测应符合下列规定:

- 1 对低应变法检测结果有异议时,可根据实际情况采用钻芯法、高应变法或开挖等适宜的方法验证检测;
- 2 对声波透射法检测结果有异议时,可采用钻芯法验证检测;
- 3 对钻芯法检测结果有异议时,可采用在同一基桩增加钻孔验证检测。

8.4.10 当检测结果不满足要求时,应进行扩大抽检。扩大抽检应采用原检测方法或准确度更高的检测方法,并应符合下列规定:

1 低应变法或声波透射法桩身完整性抽检结果中,当Ⅲ、Ⅳ类桩之和大于抽检桩数的 20%时,应在未检桩中扩大抽检,抽检桩数与首次检测数量相同。若扩大抽检桩数中,Ⅲ、Ⅳ类桩之和仍大于抽检桩数的 20%时,该批桩应全数检测。抽检不合格桩应提出处理方案;

2 钻芯法或单桩承载力抽检结果中存在不满足要求的桩时,应在未检桩中扩大抽检,抽检桩数为不合格桩数的 2 倍。若扩大抽检桩数中仍存在不满足要求的桩,应由参建各方共同研究提出进一步抽检的数量或处理方案。

8.5 基桩、承台及连系梁工程验收资料

8.5.1 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时,基桩的验收应

待基桩施工完毕后进行；当桩顶设计标高低于施工场地标高时，应待开挖到设计标高后进行验收。

8.5.2 基桩验收应包括下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告、桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等；
- 2 经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单；
- 3 桩位测量放线图，包括工程桩位线复核签证单；
- 4 原材料的质量合格证明文件和复验报告；
- 5 施工记录及隐蔽工程验收记录；
- 6 桩身完整性检验报告；
- 7 单桩承载力检验报告；
- 8 其他必须提供的文件和记录。

8.5.3 承台及连系梁工程验收时应包括下列资料：

- 1 承台及连系梁钢筋、混凝土的施工记录；
- 2 桩头与承台的锚筋、边桩离承台边缘距离、承台及连系梁钢筋保护层质量检查记录；
- 3 桩头与承台防水构造施工记录及质量检查记录；
- 4 承台及连系梁混凝土工程质量检查记录。

8.5.4 承台及连系梁工程验收除符合本节规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

附录 A 岩基载荷试验

A.0.1 本方法适用于确定完整、较完整、较破碎岩基作为桩基础持力层时的承载力。

A.0.2 试点制备及边界条件应符合下列规定：

- 1 试点受力方向应与工程岩体实际受力方向一致；
- 2 试点边缘距洞壁或桩壁边缘距离应大于承压板直径的 1.5 倍，试点间距应大于承压板直径的 3 倍；
- 3 试点以下 3 倍承压板直径范围内岩性应一致，且应为桩端持力层；
- 4 试点表面受扰动的岩体应清除干净；
- 5 承压面应人工凿制平整，起伏差应小于承压板直径的 1%，承压面以外 1.5 倍承压板直径范围内岩体表面应大致平整，且应无松动岩体。

A.0.3 采用圆形刚性承压板，直径为 300mm。当岩石埋藏深度较大时，可在桩端开挖平洞，利用横钢梁或者三角钢架作用于桩周提供反力。

A.0.4 承压板应满足刚度要求，厚度不宜小于 40mm。

A.0.5 测量系统的初始稳定读数观测：加压前，每隔 10min 读数一次，连续三次读数不变可开始试验。

A.0.6 加载方式：单循环加载，荷载逐级递增直到破坏，然后分级卸载。

A.0.7 荷载分级：第一级加载值为预估设计荷载的 $1/5$ ，以后每级为 $1/10$ 。

A.0.8 沉降量测读：加载后立即读数，以后每 10min 读数一次。

A.0.9 稳定标准：测表相邻 2 次读数之差与同级载荷下第一次读数和前一级载荷下最后一次读数差之比小于 5%。

A.0.10 终止加载条件:当出现下述现象之一时,即可终止加载:

1 沉降量读数不断变化,在 24 小时内,沉降速率有增大的趋势;

2 压力加不上或勉强加上而不能保持稳定;

3 未出现前 2 种情况下之一时,承压板周围岩面发生明显隆起或径向裂缝持续发展;

4 当设备加载能力不足又未能使岩体达到破坏,但荷载已经达到设计要求的 3 倍。

A.0.11 卸载观测:每级卸载为加载时的两倍,如为奇数,第一级可为三倍。每级卸载后,隔 10min 测读一次,测读三次后可卸下一级荷载。全部卸载后,当测读到半小时回弹量小于 0.01mm 时,即为稳定。

A.0.12 岩石地基桩端承载力的确定应符合下列规定:

1 对应于 $p \sim s$ 曲线上起始直线段的终点为比例界限。符合终止加载条件的前一级荷载为极限荷载。将极限荷载除以 3 的安全系数,所得值与对应于比例界限的荷载相比较,取小值;

2 每个场地载荷试验的数量不应少于 3 个点,取最小值作为岩石地基桩端承载力特征值;

3 当岩石地基桩端承载力特征值不满足设计要求时,宜增加试点数量;当 3 个点中单个承载力特征值与 3 个点平均值之差超过 30% 时,应增加试点数量。

4 岩石地基桩端承载力不进行深宽修正。

附录 B 基桩承载力自平衡测试法

(I) 适用范围

B.0.1 本方法适用于岩石、粘性土、粉土和砂土层中的钻(冲)孔灌注桩、人工挖孔桩、沉管灌注桩等,特别适用于传统静载荷试验相当困难的大直径嵌岩桩、机械钻(冲)孔灌注桩、水上试桩、坡地试桩、基坑试桩、狭窄场地试桩等情况。

B.0.2 当需测定桩的分层侧阻力和桩端阻力或桩身的位移量时,可埋设测量桩身应力、应变、桩底反力的传感器或位移杆。

B.0.3 为设计提供依据的试验桩,应加至破坏。

(II) 设备仪器及其安装

B.0.4 试验加载采用专用的荷载箱,必须经法定检测单位标定。荷载箱平放于试桩中心;荷载箱极限加载能力应大于预估极限承载力的 1.2 倍。

B.0.5 试验采用连于荷载箱的压力表测定油压,根据荷载箱率定曲线换算荷载。试桩位移一般采用百分表或电子位移计分别测量向上位移和向下位移。固定和支撑百分表的夹具和基准梁在构造上应确保不受气温、振动及其他外界因素的影响以防止发生竖向变位。

B.0.6 试桩和基准桩之间的中心距离应不小于 3 倍试桩直径且不小于 2.0m。

B.0.7 荷载箱应与钢筋笼相焊接,随钢筋笼一起置于桩孔内。护管侧壁应与钢筋笼牢固连接,护管底部应与荷载箱顶盖焊接,焊缝应满足强度要求,并确保管内不渗漏水泥浆。

B.0.8 荷载箱摆设位置应根据地质条件进行估算。当端阻力小于侧阻力时,荷载箱放在桩身平衡点处,使上、下段桩的承载力相等以维持加载。当端阻力大于侧阻力时,可根据桩长径比、地质

情况采取以下措施：

- 1 桩顶提供一定量的配重；
- 2 改用大吨位、小直径的荷载箱，加载至侧阻力充分发挥，再根据实际尺寸换算后确定端阻力值。

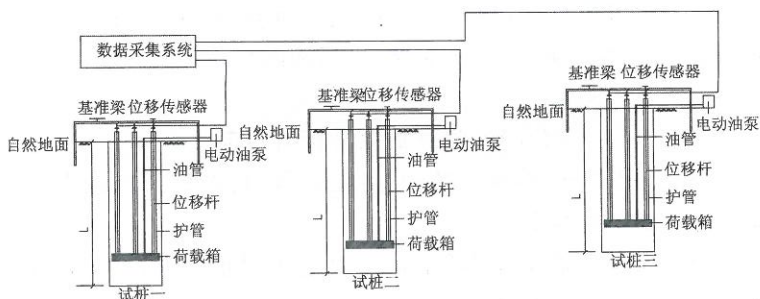


图 B.0.8 荷载试验装置图

(Ⅲ) 现场检测

B.0.9 试验加载方式：采用慢速维持荷载法，逐级加载。每级荷载达到相对稳定后方可施加下级荷载，直到试桩破坏，然后分级卸载到零。根据工程实际情况，也可以采用多循环加、卸载法。对于工程桩检验性试验，也可采用快速维持荷载法，即每隔一小时施加一级荷载。

B.0.10 加载分级：每级加载为预估极限承载力的 $1/10 \sim 1/15$ ，第一级可按 2 倍分级荷载加载。

B.0.11 位移观测：每级加载后在第 1 小时内分别于 5、10、15、30、45、60 分钟测读一次。每次读数值记入试验记录表。

B.0.12 位移相对稳定标准：每小时位移量不超过 0.1mm，并连续出现两次时（由 1.5 小时内连续三次观测值计算），认为已达到稳定标准，可施加下一级荷载。

B.0.13 终止加载条件：当出现下列情况之一时，即可终止加载：

- 1 已达到极限荷载值；
- 2 某级荷载作用下，桩的位移量为前一级荷载作用下位移

量的 5 倍；

3 某级荷载作用下，桩的位移量为前一级荷载作用下位移量的 2 倍，且 24 小时内尚未达到相对稳定标准。

B.0.14 卸载及卸载位移观测：每级卸载值为每级加载值的 2 倍。每级卸载后 15 分钟测读一次残余沉降，读两次后，隔 30 分钟再读一次，即可卸下一级荷载，全部卸载后，隔 3~4 小时读一次。

(IV) 检测数据分析与判定

B.0.15 单桩竖向承载力的确定：上、下段桩的极限承载力可以按下列方法综合确定：

1 根据位移荷载的变化特征确定极限承载力，对于陡变型 $Q \sim s$ 曲线，取 $Q \sim s$ 曲线发生陡变的起始点；

2 对缓变形 $Q \sim s$ 曲线，按位移值确定极限值，极限侧阻值取对应向上位移 $s_{\uparrow} = 40 \sim 60 \text{mm}$ 对应的荷载；极限端阻取 $s_{\downarrow} = 40 \sim 60 \text{mm}$ 对应的荷载，对于大直径桩，可取 $s_{\downarrow} = (0.03 \sim 0.06)D$ (D 为桩端直径，直径较大时取低值，直径相对较小时取高值) 对应的荷载。

3 当按上述两款判定桩的承载力未达到极限时，桩的极限承载力应取最大试验荷载值。

B.0.16 分别求得上、下段桩的极限承载力 $Q_{u\uparrow}$ 、 $Q_{u\downarrow}$ ，然后考虑桩自重影响，得出单桩竖向抗压极限承载力为：

$$Q_U = \frac{Q_{U\uparrow} - W}{\gamma} + Q_{u\downarrow} \quad (\text{B.0.16})$$

式中， W ——荷载箱上部桩自重；

γ ——系数，对于粘性土、粉土 $\gamma = 0.8$ ；对于砂土 $\gamma = 0.7$ ；对于岩石 $\gamma = 1$ 。

本规范用词说明

1 为了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,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这么做的,采用“可”。

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”。

重庆市工程建设标准

建筑桩基础设计与施工验收规范

DBJ50-200-2014

条文说明

2014 重 庆

目 次

1	总则	75
3	基本规定	76
3.1	一般规定	76
3.2	桩基工程勘察要求	78
3.3	桩的选型与布置	79
3.4	特殊条件下的桩基	80
4	桩基构造	83
4.1	基桩构造	83
4.2	承台及连系梁构造	84
4.3	人工挖孔桩护壁构造	84
5	桩基计算	88
5.1	桩顶作用效应计算	88
5.2	桩基竖向承载力计算	88
5.3	单桩竖向极限承载力	89
5.4	特殊条件下的桩基竖向承载力验算	95
5.5	桩基水平承载力计算	97
6	桩基础施工	98
6.1	施工准备	98
6.2	一般规定	98
6.3	机械成孔灌注桩	98
6.4	人工挖孔灌注桩	101
8	桩基工程质量检验和验收	102
8.3	施工检验	102
8.4	施工后检验	103

1 总 则

1.0.1 本规范通过总结重庆市桩基础设计和实践经验并吸取国内外研究成果而制定的。

1.0.2 重庆地区岩石分布广、埋藏浅,是建筑工程主要的基础持力层。因此,本规范主要针对嵌岩桩基础的设计、施工、检测及验收等。对以土层为持力层的桩基础设计,可结合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 参照本规范使用。重庆市的公路、桥涵、码头、机场、管道、地下建筑和架空线路的桩基础设计、施工及验收可参照本规范执行。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.2 建筑桩基设计等级是按照桩基设计的复杂性和技术难度确定的,划分时考虑了建筑物的性质、规模、高度和体型;对地基变形的要求;场地和地基条件的复杂程度;以及由于桩基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度等因素。

结合重庆地区地形、地质特点,抗震设防分类为甲、乙类的高层建筑抗震设防要求高且荷载较大,应按桩基设计等级甲级设计;对于场地和地基条件复杂的七层以上建筑,如场地地基为半填半挖、岩溶地区、深回填土、桩端下受力范围存在软弱下卧层等,桩基受力较为复杂,桩基设计等级按甲级设计;位于边坡滑塌区内的高层建筑、位于洞室上的高层建筑自身无特殊性,但由于场地条件、环境条件的特殊性,应按桩基设计等级甲级设计;对地基变形有特殊要求的建筑,主要包括有精密仪器设备或精密生产工艺的建筑,须严格控制桩基沉降变形;对相邻既有工程影响较大的建筑物包括在原有建筑物旁和在地铁、地下隧道、重要地下管道上或旁边新建的建筑物,当新建建筑物对原有工程影响较大时,为保证原有工程的安全和正常使用,增加了桩基设计的复杂性和难度。

3.1.4 水平位移包括长期水平荷载、水平地震作用以及风荷载等引起的水平位移。设计等级为甲级、乙级的桩基础,有的建筑重要性较高且荷载较大,有的地质条件复杂,必要时计算水平位移有利于保证建筑物和相邻工程的安全。

3.1.5 根据重庆地区多年工程经验,完整岩石地基中桩基础沉降基本为桩身混凝土压缩变形,地基产生沉降几乎可以忽略不计。位于极软岩岩质地基(岩石天然单轴强度小于 5Mpa)中的超高层建筑,上部结构荷载大,地基弹性模量小,宜考虑地基变形的

不利影响。可采取桩间设置地梁加强桩基础整体性、合理设计桩截面和嵌岩深度等措施。

3.1.6 桩基设计所采用的作用效应组合和抗力是根据计算或验算的内容相适应的原则确定。

1 确定桩数和布桩时,应采用正常使用极限状态,相应的作用效应为荷载效应标准组合;抗力是采用单桩极限承载力除以综合安全系数确定的特征值;

2 计算荷载作用下基桩沉降和水平位移时,考虑土体固结变形时效特点,一般情况下仅考虑荷载的长期组合,不考虑偶然荷载的作用;

3 整体稳定性属于承载能力极限状态,采用的作用效应为荷载效应基本组合。验算坡地、岸边建筑桩基整体稳定性采用综合安全系数,故采用荷载效应基本组合时 $\gamma_G, \gamma_Q = 1$;

4 计算承台结构和桩身结构时,应与上部混凝土结构一致,承台顶面作用效应应采用基本组合,其抗力应采用包含抗力分项系数的设计值;

5 进行承台和桩身的裂缝控制验算时,应与上部混凝土结构一致,采用荷载效应标准组合和荷载效应准永久组合。

3.1.8 桩基结构作为结构体系的一部分,其安全等级、结构使用年限,与上部结构一致是合理的。考虑到桩基结构的修复难度更大,故结构重要性系数 γ 。除临时性建筑外,不应小于 1.0。

3.1.10 桩基工程属于隐蔽工程,且岩土地质条件变异性大,因此桩基质量控制难度较大。本条要求在桩基础施工时应考虑实际地质状况对施工质量的影响,并做好信息反馈。

3.1.11 未采用预应力锚索等有效控制基坑水平变形的支护桩,在承担上部结构荷载前桩基可能已发生一定的水平位移,此水平位移在上部结构加载时对桩基产生不利弯矩,影响桩基结构的安全,因此,本条强调一般不应采用支护桩兼做上部结构桩基础。

3.1.12 桩基后注浆工法在国内已得到很好的应用,可有效解决机械成孔灌注桩桩底沉渣难以清除的质量通病,加固桩端岩土体,提高桩端地基承载力。重庆地区使用此工法时可按现行行业

标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 相关规定执行。

3.1.13 岩石地层多受地质构造控制,设计参数的变异性不易掌握,计算理论与预测结果不一定完全符合实际,故应对浅埋洞穴围岩、支护结构及地面建筑设点实施监测,且应通过监测信息,及时反馈、修正,实施信息化动态设计。这就是当前国内外行之有效的“动态设计,信息法施工”原则。强调“动态设计、信息法施工”,有利于通过桩基施工进一步弄清斜坡、边坡、洞室地基地质状况,确保地基稳定性。

3.1.14 桩基础检测是认定桩基质量的重要环节。一般情况下,对每根桩均进行检测有一定难度。首先应选择地质条件复杂、施工工艺或方法不同、对结构安全影响大等部位桩基进行检测。

3.2 桩基工程勘察要求

3.2.1 本条为桩基工程勘察中最基本要求,比较具体但不全面,在实际工作中,应根据场地的实际工程地质条件,结合重庆市工程建设标准 DBJ50-043《工程地质勘察规范》要求全面评价。

3.2.2 针对重庆市的填土地基、岩溶地基、洞室地基、边坡地基及不良地质地基等特殊地基提出了评价的要求,对其它类型地基的评价,国家和重庆市地方标准有相应规定,应继续执行。

3.2.3 勘察钻孔数量、孔深及取样要求,现行的重庆市工程建设标准 DBJ50-043《工程地质勘察规范》有明确的勘察要求,因此不在本规范提出规定。

3.2.4 水、土的腐蚀性评价标准现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021 有明确的规定,且有各类指标判定标准,因此本规范要求按国标执行。对于桩基的地震效应评价,重庆市目前没有地方标准,勘察中地震效应评价均在按国标 GB50011《建筑抗震设计规范》执行,故本规范要求按现行国家标准进行评价。

3.3 桩的选型与布置

3.3.1 桩的分类方法较多,除了本文的分类方法外,还可按桩基材料、水平受荷条件、竖向受荷条件等分类。

1 人工挖孔桩在重庆地区普遍使用且有成功经验。重庆地区虽然持力层多为岩石,但岩性变化大,场地边坡众多,采用人工挖孔桩,可进行彻底清孔,有利于岩石承载力的发挥,也可进一步查实地质现状,质量稳定性好。对一些持力层埋藏深、地下水较丰富、存在有毒气体等场地,选择机械成孔灌注桩更合适;

2 桩径大小影响桩基承载力性状。对以岩石为持力层的桩基础而言,大直径桩桩身质量可靠性高,承载力更易保证,加之建筑高度越来越高,荷载越来越大,采用大直径桩更能满足受力需要;

3 以岩石为持力层的桩基均为嵌岩桩。当嵌岩深度小时,桩端承担主要竖向荷载,属于端承桩和摩擦端承桩;当嵌岩深度逐渐加大时,逐步变成端承摩擦桩;嵌岩深度过大时,可视为摩擦桩。

3.3.2 人工挖孔桩尺寸的要求主要是考虑施工的难易和安全。深度较大时,施工安全隐患加大,同时结合重庆市城乡建设委员会的相关管理规定,控制人工挖孔桩桩长不宜超过 20m。在工程中若要采用此工艺,事先应制定切实可行的安全施工方案,并进行专门论证。

矩形、椭圆形人工挖孔桩是重庆地区常用的基础形式之一。岩石埋藏较浅时,高层剪力墙结构采用此类基础形式具有较好的经济性。

限制机械钻孔桩的长径比主要是为了控制桩身稳定性和桩身混凝土质量的可靠性。

水对边坡稳定性影响较大,因此,本条规定湿作业成孔桩不宜用于边坡顶附近。边坡附近采用挤土类冲击成孔桩,会削弱边坡的现状稳定性,甚至造成安全隐患,限制冲击成孔桩是必要的。

3.3.3 桩基的布置是桩基概念设计的主要内涵,是合理设计、优化设计的主要环节。

1 岩石上的桩基最小桩距规定一方面是为避免桩基施工过程中对相邻桩基持力层的干扰;另一方面考虑到岩石地基承载力未充分得到发挥,桩底的应力叠加不会影响桩基受力,对最小桩距进行了适当放松。对人工挖孔嵌岩桩采取跳槽施工等减小扰动土体措施时,桩间最小净距可适当减小;

2 一柱一桩,传力直接,当单桩承载力能满足要求时,宜优先考虑;

3 考虑力系的最优平衡状态,群桩承载力合力点宜与竖向永久荷载合力作用点重合,以减小荷载偏心的负面效应。当桩基受水平力时,应使基桩受水平力和力矩较大方向有较大的抗弯截面模量,以增强桩基的水平承载力,减小桩基的倾斜变形;

4 地下室钢筋混凝土挡墙下桩基要承担土压力传来的水平力,设置垂直方向的连系梁或板可有效约束桩顶水平变形。

3.3.4 关于嵌岩桩的嵌岩深度原则上应按计算确定,计算中综合反映荷载、上覆土层、基岩性质、桩径、桩长诸因素。本条对最小嵌岩深度进行规定,其目的是为了保证桩基持力层的可靠性,当岩石 $15\text{MPa} \leq f_{rk} < 30\text{MPa}$ 时,可根据地形条件、荷载条件等按软岩或较硬岩之间最小值控制最小嵌岩深度。对于嵌入倾斜面的桩基础,靠近斜面方向岩石厚度大小和完整性决定嵌岩桩承载力的发挥,因此根据倾斜度及岩石完整程度适当加大嵌岩深度,有利于确保桩基的稳定性和承载力的发挥。

3.4 特殊条件下的桩基

3.4.1 本条对斜坡、边坡上桩基设计应注意的事项进行了明确。

1 斜坡、边坡建筑桩基的设计,关键是确保其整体稳定性,一旦失稳既影响自身建筑物的安全,也会波及相邻建筑的安全。边坡稳定性差时,应首先治理边坡,同时边坡施工不得削弱边坡的稳定性;

2 边坡滑塌区范围的桩基础必须将桩支承于稳定岩土层以下足够深度,同时岩石区潜在滑动面以上部分桩基应采用油毡隔离等措施避免上部结构荷载传至潜在滑动面以上岩体,降低地基的稳定性;

3 建筑桩基外缘与坡顶的水平距离过近,风荷载、地震作用对上部结构产生的水平力可能会传至边坡支护结构,一方面降低边坡的安全;另外坡顶建筑物桩基础与边坡支护结构的相互作用,受边坡高度、边坡岩土性状、边坡支护结构约束情况等影响,受力机理很复杂,国内外虽有一定工程经验,但如何转换为指导设计普遍性原则尚处于研究之中,因此,工程中尽量控制建筑桩基与边坡的距离是必要的;

4 对采用非预应力锚杆、重力式挡墙等被动支挡方式进行支护的边坡,应考虑边坡变形对桩基础的不利影响,可通过加大桩身直径和桩身配筋、设置刚度较大的连系梁加强桩间整体性等进行加强;

5 外倾岩石软弱结构面对边坡稳定性影响极大。当边坡未进行有效支护时,应按边坡稳定最不利工况产生的水平推力验算桩基础的稳定性和承载力。

6 斜坡上的桩基础间设置连系梁有利于加强基础的整体性。边坡上桩基础与掉层结构间整体性可以通过设置延伸到边坡上桩基础的楼板进行加强。

3.4.2 山区地基中,常有洞穴存在,其中有天然洞穴和人工洞室两大类。天然洞穴常见的有岩溶洞穴和土洞。洞穴顶部覆盖层,是洞穴地基设计时的薄弱部位,顶板一旦失稳,对其上部的建筑物危害性极大。洞穴顶部覆盖层厚度较大时,宜采用尽量少嵌岩的桩基础;洞穴顶部覆盖层厚度不足时,若洞穴要保留,桩基础则应布置在洞穴两侧,影响洞穴安全深度范围应采取桩基隔离等措施,避免桩基传力到洞穴,若洞穴废弃,可采用桩基穿越,穿越洞穴端桩身宜按上部结构柱构造。对穿越岩石段桩基础,若桩身竖向荷载传至洞穴区影响洞穴安全时,应对相应桩身采取隔离措施。

根据重庆市主城区经验,洞穴地基变形当加卸载完成后,还会延后相当时间。一般认为从施工开始至建筑物正常使用后两年内为变形期。当然,由于岩性和环境等条件不同,洞穴地基变形期会有长有短。

考虑岩溶地区的基岩表面起伏大,溶沟、溶槽、溶洞往往较发育,无风化岩层覆盖等特点,设计应把握两方面要点:一是桩选型和工艺宜采用钻、冲孔灌注桩,以利于嵌岩;二是应控制嵌岩最小深度,以确保倾斜基岩上桩的稳定。

3.4.3 新近填土地基属于重庆地区常见的建筑场地之一。高回填场地因回填土质量差,成桩困难,在机械成孔时,易发生塌孔、缩颈等质量事故,同时因土体固结沉降未完成,对桩侧产生较大的桩侧负摩阻力。因此,对需要高回填土的地基,宜先进行填土设计,保证填土的密实度,为后期桩基础施工创造条件;对先期回填的填土地基,桩基施工前宜进行强夯夯实。

深厚回填土地基上的桩基,可采取设置桩帽、桩间设置纵横连系梁、加固桩间填土、加强刚性地坪等措施提高桩基抵抗水平荷载的能力。对无地下室的高层建筑,桩基础间连系梁截面高度宜适当加大,以更多发挥桩周填土对桩基础的约束作用,提高地基嵌固的可靠性。

4 桩基构造

4.1 基桩构造

4.1.1 本条对灌注桩的配筋率、配筋长度和箍筋进行了规定。

正截面配筋率为 $0.20\% \sim 0.65\%$, 大桩径取低值, 小桩径取高值, 桩身完全嵌入完整中风化岩石时, 构造配筋率可取低值; 受荷载特别大的桩、大偏心受压桩、抗拔桩的纵向钢筋需要通过计算确定。对于受水平荷载桩, 其极限承载力受配筋率影响大, 主筋不应小于 $8\phi 12$, 以保证受拉区主筋不小于 $3\phi 12$ 。对于抗压桩和抗拔桩, 为保证桩身钢筋笼的成型刚度以及桩身承载力的可靠性, 主筋不应小于 $6\phi 10$ 。关于箍筋的配置, 主要考虑三方面因素: 一是箍筋的受剪作用, 对于地震设防地区, 基桩桩顶要承受较大剪力和弯矩, 在风载等水平力作用下也同样如此, 而大直径桩抵抗水平力能力相对较强, 重庆为 6 度地震设防区, 地震作用相对较小, 故对大直径桩仅桩顶 1500 范围箍筋应适当加密, 中、小直径桩 5d 范围箍筋应适当加强, 一般间距为 100mm, 箍筋直径不小于 8mm; 二是箍筋在轴压荷载下对混凝土起到约束加强作用, 可大幅提高桩身受压承载力, 而桩顶部分荷载最大, 故桩顶部位箍筋应适当加密; 三是为控制钢筋笼的刚度, 根据桩身直径不同, 箍筋直径一般为 $\phi 6\text{mm} \sim \phi 12\text{mm}$, 加劲箍为 $\phi 12\text{mm} \sim \phi 18\text{mm}$ 。

穿越洞室基桩临空部分桩身缺少周边岩土约束, 斜坡上外露基桩单独承担上部结构传来的水平荷载和竖向荷载, 受力均较不利, 按框架柱进行配筋加强是必要的, 此加强段宜根据岩土性状、上部结构同特点等沿桩身上下延伸一定长度。

4.1.2 规定桩基最低混凝土强度等级, 主要基于混凝土耐久性原因。

4.1.3 重庆地区大部分人工挖孔桩持力层为岩石地基, 大量的工程实践证明, 加大扩底面积比加深嵌岩深度对承载力的提高更

合理、更经济。本条未对机械钻孔桩扩孔做出规定,主要是重庆岩石地基机械扩孔困难。

4.2 承台及连系梁构造

4.2.3 单桩承台截面相对较小,做成三向环箍是为了箍住混凝土,使承台内的混凝土处于三向约束的状态,以提高桩、柱(墙)纵筋锚固的可靠性。当承台与地下室底板相连时,则垂直方向可形成 U 型箍。

4.2.6 岩石露头、强度高且完整性较好时,设置连系梁可能反而会削弱地基的约束作用,此时根据上部结构高度、是否有地下室等因素,决定是否设置连系梁。

桩基截面惯性矩大于上部柱截面惯性矩 6~8 倍时,桩顶可视为上部柱的嵌固点,这是不少重庆老一代结构工程师的习惯做法,本条提出的桩与柱截面直径之比大于 2 时,可不设连系梁也是基于此时桩基可以视为上部柱嵌固点。对矩形桩、椭圆形桩、矩形柱等,可采用等效刚度方式换算成等效直径进行判断。桩长特别是土层段长度、填土质量对桩基的约束作用影响较大,工程中可根据以上因素并结合上部建筑情况、地基嵌固条件等选择加强、放松或是不设桩间连系梁。

用于抬上部剪力墙的连系梁,宜按转换梁进行构造处理。建筑跨越边坡形成掉层时,连系梁与设置的楼板成为掉层与边坡上桩基础间传递水平力的关键构件,楼层平面内会产生水平拉应力,此时连系梁按拉弯构件进行设计才能满足受力需要。

4.3 人工挖孔桩护壁构造

4.3.2 桩护壁的主要作用是防止塌方以保证人工挖孔桩施工的安全进行,护壁一般采用钢筋混凝土结构,依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定,其强度等级不应低于 C20。

4.3.5 对矩形桩、椭圆形桩护壁的长宽比进行限制,主要是长宽比较大时,护壁的空间受力特性降低,安全性相应降低。矩形桩护壁、椭圆形桩护壁可结合周边填土性状,在长边或直线段增设内支撑,提高护壁的挡土能力。

4.3.7 护壁的计算在现行规范中还没有较为明确、统一的方法,一些设计单位根据自身经验在护壁土压力计算、内力及配筋计算等,主要采用借鉴相关规范、规程的方法。如土压力计算地面以下5m范围内,按主动土压力计算;5m以下各点土压力取5m处的主动土压力值。此处借鉴现行行业标准《给排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》CECS137、上海市《地基基础设计规范》DGJ08-11等规范,给出圆形、矩形、椭圆形护壁的计算方法,供设计人员参考。

1 作用在桩井护壁上的侧向土压力宜采用主动土压力,主动土压力标准值可按下列公式计算:

$$F_{ep,k} = k_a \gamma_s z$$

$$k_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi_D}{2} \right) = \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) - \frac{2c}{\gamma_s z}$$

式中 $F_{ep,k}$ ——主动土压力标准值(kN/m^2);

k_a ——主动土压力系数;

ϕ ——砂性土的内摩擦角;对粘性土可采用下式将粘聚力 $c(\text{kPa})$ 和内摩擦角 $\phi(^{\circ})$ 折算成等效内摩擦角 $\phi_D(^{\circ})$:

γ_s ——土的重度(kN/m^3);

z ——自地面至计算截面处的深度(m)。

2 圆形桩井护壁可按不同高度截取闭合圆环计算,并假定在互成 90° 的两点处土的内摩擦角中的差值为 $5^\circ \sim 10^\circ$,即桩井护壁的一个方向 $(0, \pi)$ 为 $\phi + (2.5^\circ \sim 5^\circ)$,另一个方向 $(\pi/2, 3\pi/2)$ 为 $\phi - (2.5^\circ \sim 5^\circ)$ 。内力可按下列公式计算:

$$\omega' = \frac{p_B}{p_A} - 1$$

$$N_A = p_A \gamma (1 + 0.785 \omega')$$

$$N_B = p_A \gamma (1 + 0.5 \omega')$$

$$M_A = -0.1488 p_A \gamma^2 \omega'$$

$$M_B = -0.1366 p_A \gamma^2 \omega'$$

式中 N_A —— A 截面上的轴力 (kN/m);

M_A —— A 截面上的弯矩 ($kN \cdot m/m$), 以桩井护壁外侧受拉取负值;

N_B —— B 面上的轴力 (kN/m);

M_B —— B 面上的弯矩 ($kN \cdot m/m$);

p_A, p_B —— 桩井护壁外侧 A、B 点的水平向土压力 F_{ep} (kN/m^2);

γ —— 桩井护壁的中心半径 (m)。

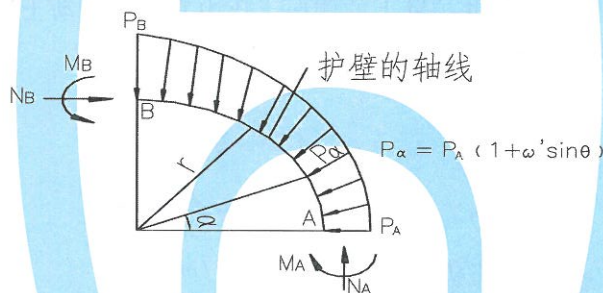


图 1 圆形桩井护壁计算

3 矩形桩井护壁可按不同高度截取闭合框架按下列公式计算:

$$k = \frac{l_2}{l_1}$$

$$M_A = -\frac{ql_1^2}{12} \times \frac{1+K^3}{1+K}$$

$$M_B = \frac{ql_1^2}{24} \times \frac{1+3K-2K^3}{1+K}$$

$$M_C = \frac{ql_1^2}{24} \times \frac{K^3+3K^2-2}{1+K}$$

$$N_B = \frac{1}{2} ql_2$$

$$N_c = \frac{1}{2}ql_1$$

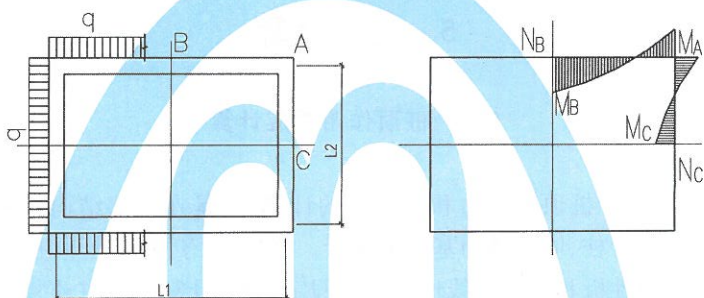


图2 矩形桩并护壁计算

4 椭圆形桩并护壁可按不同高度截取闭合环形按平面结构计算。计算时假定桩并护壁在同一水平环上土压力均匀分布,各截面的内力可按表1计算

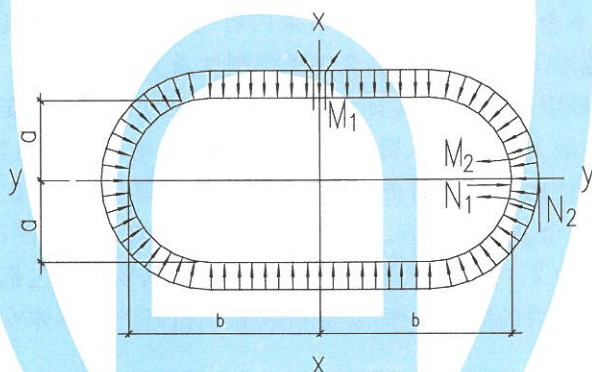


图3 椭圆形桩并护壁计算

表1 椭圆形桩并护壁内力系数表

a/b	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	乘数
M ₁	0	0.072	0.166	0.293	0.484	0.759	1.247	2.235	qa ²
M ₂	0	-0.045	-0.115	-0.227	-0.405	-0.741	-1.378	-2.821	qa ²

注:弯矩 M 值,“+”值表示里皮受拉;“-”值表示外皮受拉。

5 桩基计算

5.1 桩顶作用效应计算

5.1.1 关于桩顶竖向力和水平力的计算,应是在上部结构分析将荷载凝聚于柱、墙底部的基础上进行。这样,对于柱下独立桩基,按承台为刚性板和反力呈线性分布的假定,得到计算各基桩或复合基桩的桩顶竖向力和水平力公式(5.1.1-1)~(5.1.1-3)。

5.2 桩基竖向承载力计算

5.2.1 本条为强制性条文。本条内容与行业标准《建筑桩基础技术规范》JGJ94-2008 第 5.2.1 条强制性条文相同。

5.2.2 极限承载力除以安全系数得到承载力特征值,安全系数的取值一般为 2~3。从资料的可靠性来说,场地比较均匀,对数据的代表性比较充分的资料,安全系数取低值,对数据比较离散的资料,安全系数取高值。对于土质地基,考虑土的延性,一般取安全系数为 2。按本规范第 5.3.8 条计算桩基承载力包括桩侧阻力和桩端阻力的综合发挥,安全系数取 2 相当于按整体安全系数考虑。

对于按载荷板确定桩基承载力时,考虑岩石的脆性性质,以及载荷板尺寸较小的原因,故取安全系数为 3。按本规范第 5.3.9 条计算桩基承载力时,桩基承载力的发挥以桩端阻力为主,而实际嵌岩桩基在工作压力作用下,桩侧摩阻力发挥的程度远远超过 50%,而桩端阻力发挥的程度低于 50%,也就是说,桩端阻力的安全系数大于 2,而桩侧摩阻力的安全系数小于 2,同时考虑到岩石地基脆性大,破坏前变形小的特点,安全系数取 3。

5.3 单桩竖向极限承载力

5.3.1 重庆地区土质地基(包括卵石等非岩石地基)作为基础持力层,特别是高层建筑基础持力层的工程较少,各区县做持力层的土质地基也不尽相同,积累资料少且无深入研究,目前均按国家规范进行设计。工程中若有以粘土、卵石层等土质地基作为桩基础持力层时,按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 计算桩基础承载力。

5.3.2 本条明确了岩质地基上不同桩基设计等级对于单桩竖向极限承载力标准值确定方法的要求。

设计等级为甲级的桩基,桩径小于 800mm 时,多采用机械成孔,无法采用现场载荷板等试验且桩基承载力相对较小,有条件进行现场单桩静载试验确定单桩极限承载力;桩径不小于 800mm 时,桩基承载力较大,现场条件难以通过现场单桩静载试验确定单桩极限承载力。重庆地区多年来做了不少岩基平板载荷试验,通过试验确定桩端极限承载力标准值相对比按重庆市地方标准《工程地质勘察规范》DBJ50-043 通过岩石单轴抗压强度得到的地基极限承载力标准值要大不少。故本规范对大直径甲级设计桩基提倡通过采用岩基平板载荷试验确定桩端极限承载力标准值。近年来,对大直径嵌岩桩,重庆及国内其他地区采用桩承载力自平衡检测法检测桩基承载力也积累了一定经验。工程条件合适时,可采用该方法确定桩侧及桩端极限承载力。

重庆岩土工程经验表明,重庆地区岩石地基承载力较高,工程中并未充分发挥岩石地基的承载力,因此对地质条件简单的乙级桩基、丙级桩基,直接通过计算确定桩基础极限承载力是安全可行的。

5.3.3 本条明确了现场确定单桩竖向极限承载力标准值及桩端极限承载力标准值的方法。

5.3.7 现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 与现行重庆地方标准《建筑地基基础设计规范》DBJ50-047 相比,桩基传力机理存在较大区别。随着嵌岩深度的增加,前者桩基础表现为摩擦端承型或端承摩擦型桩基受力性状,嵌岩桩承载力也比按端承型桩计算的桩基承载力有较大幅度提高。因此,本条文完全引用现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 的圆型嵌岩桩承载力计算公式,便于设计人员使用。最大区别在于承载力计算时,明确了岩石在不受水长期浸泡条件下,粘土岩和非粘土岩均采用天然单轴强度,这也与修编的重庆地基基础规范、重庆地质勘察规范是一致的。

干作业成孔且清底干净的桩基,除人工挖孔桩外,也包括有条件清底干净的干作业旋挖桩。

5.3.8 采用岩石单轴抗压强度标准值确定桩基承载力比采用原位载荷试验经济简单、容易操作,但岩石单轴抗压强度代表岩石材料的特性,与实际工程岩体的受力特性有较大区别;另外,重庆地区粘土类软岩、极软岩的单轴抗压强度有的只有 10MPa 左右,有的小于 5MPa,桩基开挖后,软岩的流变性、胀缩性、触变性等会造成现场取样岩石单轴强度更低,造成基础尺寸过大,甚至影响基础选型的可行性,因此,常采用与实际工程条件更为接近的原位载荷试验提高或校核桩端地基承载力。

国内外大量的研究表明嵌岩桩桩端阻力和桩侧阻力发挥不同步,且桩端阻力的发挥晚于桩侧阻力。对于采用原位试验得到的高于岩石单轴抗压强度的桩端极限承载力,是否可以直接用于桩基承载力计算,现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 尚未给出明确的处理方法。本条文采用现行重庆地方标准《建筑地基基础设计规范》DBJ50-047 的通过桩侧假想扩散角模拟桩侧岩石阻力的扩底端承桩计算公式,直接引用原位载荷板试验成果,受力模式吻合性更好,重庆地区积累的丰富工程经验也验证了该方法的可靠性。

圆桩、矩形桩、椭圆桩承载力综合系数 β 均按图4所示的扩底端承桩推导而来。其中,假想扩散角 $\theta=1.5^\circ$ 。

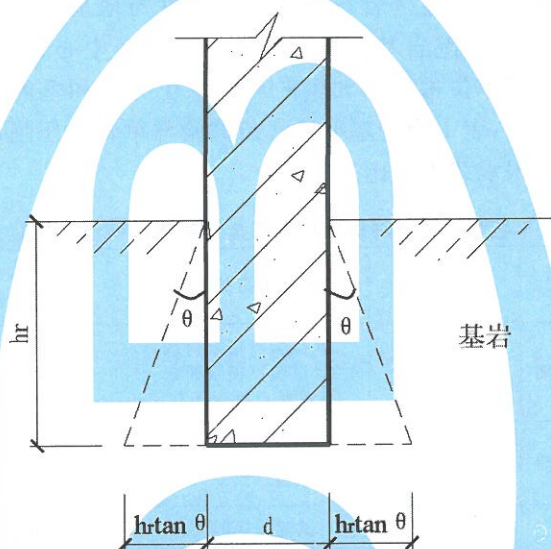


图 4

5.3.9 现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 未明确人工挖孔矩形桩、椭圆桩嵌岩桩计算方法,而这两类桩型又是重庆地区较为常用的桩基,因此结合多年积累的工程经验,本条文给出了人工挖孔矩形桩、椭圆桩嵌岩桩根据桩端岩石单轴抗压强度确定单桩竖向极限承载力的方法。

大量工程经验可知,重庆地区嵌岩桩基础工程,尚未发生因岩石地基承载力不足引发的质量安全。通过格里菲斯理论解可以得到完整岩石地基上,地基的极限承载力为单轴抗压强度的3倍。国内外学者的一些研究成果也证明岩石地基的原位极限承载力比岩石单轴强度有较大幅度提高。现行重庆地方标准《工程地质勘察规范》DBJ50-043 根据岩石的破碎程度等采用岩石单轴强度乘以地基条件系数(0.85~1.6)作为岩石地基极限承载力,

但实际工程中的地基条件系数大多不大于 1, 未实现提高原位承载力的目的。

为了研究重庆地区岩石单轴抗压强度与地基极限承载力之间关系, 长江科学院岩基研究所重庆岩基研究中心、重庆市建筑科学研究院等单位进行了大量的现场原位力学和室内岩块强度特性试验研究, 表 1 为岩基平板载荷试验与单轴抗压强度试验提供的地基极限承载力对比。

表 1 岩基平板载荷试验与单轴抗压强度试验提供的地基承载力对比表

序号	基础形式	持力层岩性	平板载荷试验(MPa)	极限值/ 单轴强度
1	桩基础	中风化页岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 7.5 2# 试验点极限荷载 ≥ 7.5 3# 试验点极限荷载 $= 6.75$	≥ 1.63 ≥ 1.6 1.44
2	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 7.68 2# 试验点极限荷载 ≥ 7.68	1.1 1.1
3	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 3.54 2# 试验点极限荷载 ≥ 3.96 3# 试验点极限荷载 ≥ 3.93 4# 试验点极限荷载 ≥ 3.21 5# 试验点极限荷载 ≥ 3.18 6# 试验点极限荷载 ≥ 3.24	≥ 1.59 ≥ 1.5 ≥ 1.5 ≥ 1.5 ≥ 1.5 ≥ 1.5
4	桩基础	中风化砂岩	1# 试验点极限荷载 $= 16.6$ 2# 试验点极限荷载 $= 14.7$ 3# 试验点极限荷载 $= 16.6$ 4# 试验点极限荷载 $= 12.9$ 5# 试验点极限荷载 $= 14.7$ 6# 试验点极限荷载 $= 16.6$	3.13 2.94 2.18 2.93 2.77 1.77
5	桩基础	中风化砂岩	1# 试验点极限荷载 $= 15.7$ 2# 试验点极限荷载 $= 17.1$	1.31 1.43
6	桩基础	砂质泥岩	1# 试验点极限荷载 $= 27.6$ 2# 试验点极限荷载 $= 27.0$ 3# 试验点极限荷载 $= 24.5$ 4# 试验点极限荷载 $= 25.5$ 5# 试验点极限荷载 $= 33.0$ 6# 试验点极限荷载 $= 33.0$	1.58 1.54 1.4 1.46 1.89 1.89

续表 1

序号	基础形式	持力层岩性	平板载荷试验(MPa)	极限值/ 单轴强度
7	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 17.0 2# 试验点极限荷载 ≥ 19.0 3# 试验点极限荷载 ≥ 19.0 4# 试验点极限荷载 ≥ 19.0 5# 试验点极限荷载 ≥ 17.0 6# 试验点极限荷载 ≥ 17.0	≥ 1.67 ≥ 1.81 ≥ 1.64 ≥ 1.85 ≥ 1.53 ≥ 1.59
8	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 19.2 2# 试验点极限荷载 ≥ 19.5 3# 试验点极限荷载 ≥ 18.0 4# 试验点极限荷载 ≥ 19.5 5# 试验点极限荷载 ≥ 18.0 6# 试验点极限荷载 ≥ 12.6	≥ 2.56 ≥ 2.6 ≥ 2.4 ≥ 2.6 ≥ 2.4 ≥ 1.68
9	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 10.1 2# 试验点极限荷载 ≥ 9.0 3# 试验点极限荷载 ≥ 9.0 4# 试验点极限荷载 ≥ 15.0 5# 试验点极限荷载 ≥ 15.0 6# 试验点极限荷载 ≥ 15.0	≥ 2.19 ≥ 1.95 ≥ 1.95 ≥ 3.25 ≥ 3.25 ≥ 3.25
10	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 21 2# 试验点极限荷载 ≥ 18 3# 试验点极限荷载 ≥ 18 4# 试验点极限荷载 ≥ 23	≥ 1.52 ≥ 1.3 ≥ 1.3 ≥ 1.67
11	桩基础	中风化泥岩	5# 试验点极限荷载 ≥ 21 6# 试验点极限荷载 ≥ 21 7# 试验点极限荷载 ≥ 21 8# 试验点极限荷载 ≥ 20 9# 试验点极限荷载 ≥ 25	≥ 1.35 ≥ 1.35 ≥ 1.35 ≥ 1.28 ≥ 1.6
12	桩基础	中等风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 18.03 2# 试验点极限荷载 12.02 3# 试验点极限荷载 ≥ 18.03	$\geq 1.9(2.29)$ 1.74(1.53) $\geq 1.9(2.29)$
13	桩基础	中风化泥岩 中风化泥岩 砂质泥岩	1# 试验点极限荷载 10.5 2# 试验点极限荷载 10.5 3# 试验点极限荷载 13.49 4# 试验点极限荷载 17.99	1.2(1.4) 1.2(1.4) 1.53(1.8) 2.04(2.4)

续表 1

序号	基础形式	持力层岩性	平板载荷试验(MPa)	极限值/ 单轴强度
14	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 30 2# 试验点极限荷载 22 3# 试验点极限荷载 ≥ 22 4# 试验点极限荷载 22 5# 试验点极限荷载 7.6 6# 试验点极限荷载 ≥ 7.6	$\geq 1.6(4.8)$ 1.98(3.5) $\geq 1.98(3.5)$ 1.98(3.5) 1.01(裂隙发育) $\geq 1.01(裂隙发育)$
15	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 6.41 2# 试验点极限荷载 2.57 3# 试验点极限荷载 4.81 4# 试验点极限荷载 9.65	2.79(1.8) 1.22(裂隙发育) 2 2.92
16	桩基础	砂质泥岩	1# 试验点极限荷载 21.76 2# 试验点极限荷载 21.76 3# 试验点极限荷载 13.32	1.98 1.98 1.21
17	桩基础	中风化泥岩	1# 试验点极限荷载 ≥ 30.7 2# 试验点极限荷载 ≥ 29.4 3# 试验点极限荷载 21.7 4# 试验点极限荷载 13.3 5# 试验点极限荷载 17.8	$\geq 1.62(2.56)$ $\geq 1.56(2.45)$ 1.28(1.81) 1.28(裂隙发育) 1.25
18	桩基础	自流井泥岩	1# 试验点极限荷载 6.7 2# 试验点极限荷载 6.2 3# 试验点极限荷载 6.2 4# 试验点极限荷载 6.4 5# 试验点极限荷载 6.0	3.35 3.1 3.1 3.2 3
19	桩基础	砂质泥岩 砂岩	1# 试验点极限荷载 19.99 2# 试验点极限荷载 22.21 3# 试验点极限荷载 22.21 4# 试验点极限荷载 ≥ 22.21	1.41 1.56 1.56 未坏

由于岩石完整性、软硬程度和试验目的性不同,表中数据反映的地基极限承载力与单轴强度比值较为离散。但总的规律是原位地基极限承载力高于单轴强度,软质岩提高幅度高于硬质岩。这些成果为桩端地基承载力提高系数数值的确定提供了依据。

重庆交通大学采用 ansys 有限元软件等方法对嵌岩圆桩、椭圆桩、矩形桩的力学特性进行了数值分析,得出了现今重庆地区

岩石单轴强度较原位岩体强度试验值小 1.5~2 倍以上、岩石假想扩散角 $\theta=1.5^\circ$ 偏安全等成果,为本规范提供理论依据。

当桩基位于边坡上且距边坡较近、存在软弱下卧层、洞室等情况时,岩石地基承载力难以充分发挥,不提高地基极限承载力是合理的。

5.4 特殊条件下的桩基竖向承载力验算

5.4.1 重庆地处山区,深挖高填工程较多,特别是新近回填土区域采用桩基础时,应该考虑可能产生的桩基负摩阻力的不利影响。本条文将产生负摩阻力的条件归纳为三类情况列出。

5.4.2 考虑负摩阻力作用的基桩承载力验算时,负摩阻力取值为理论最大值,基桩实际受力时,由于基桩变形、土体固结沉降量、固结速度等原因,负摩阻力难以全部发挥。日本港口桩基设计资料介绍桩基负摩阻力一般发挥计算值的 $1/2\sim 1/3$,验算公式为:

$$Q_g^n + N_k \leq 1.5R_a$$

$$R_a = \frac{Q_{uk}}{3}$$

行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-94 也认为端承桩桩侧负摩阻力不能全部发挥,条文说明中明确通过降低安全系数的方式来反映负摩阻力发挥,验算公式为;

$$Q_g^n + N_k \leq 1.26R_a$$

现行重庆地方标准《重庆地基基础设计规范》DBJ50-047 参考美国、日本等国家相关规范给出的考虑负摩阻力时的基桩验算公式为:

$$Q_g^n + \gamma_0 N_k \leq 2R_a$$

工程中按重庆规范公式使用多年,积累了成功的经验。本规范主要基于以上资料并考虑到嵌岩桩桩基承载力尚未充分发挥的基础上得出的,相比重庆地基基础规范公式,桩基承载力已提

高,相应的安全系数进行相应调整。

5.4.3 由于桩的负摩阻力与桩的受力特性、桩侧土的固结沉降、时间等因素密切相关,且随时间在不断变化,较准确确定负摩阻力大小和中性点位置比较困难,对桩的负摩阻力,除了按公式计算外,更应强调概念与工程经验。

本条所给出的摩擦型桩基中性点以上侧阻力为零来验算负摩阻力对桩基承载力的影响,是基于土层为持力层。对特殊条件下嵌入岩石的端承摩擦桩基,负摩阻力可在按端承型桩基计算基础上进行适当折减,折减系数可按工程经验确定。

负摩阻力取决于桩侧土压力和桩土间摩阻系数,桩侧土压力可采用静止土压力。表 5.4.3 中桩侧负摩阻力系数宜根据桩基使用时,桩周填土完成自重固结的程度取值,固结程度高时取小值。

5.4.4 中性点深度应按桩周土层沉降与桩沉降相等的条件确定,对于基岩,中性点的深度可取 0.9~1.0 倍桩嵌入基岩面以上的桩长度。

对于深厚回填土地基,当工程中顶部进行强夯,消除了回填土的部分固结沉降时,允许对桩的负摩阻力产生的下拉荷载进行折减,折减系数可按工程经验确定。

5.4.7 本条对基桩的抗拔极限承载力的确定进行了规定。目前国内抗拔桩极限承载力试验及研究成果相对有限,因此对设计等级为甲、乙级建筑桩基应通过单桩现场上拔试验确定单桩抗拔极限承载力是必要的。

对于设计等级为丙级建筑桩基可通过计算确定单桩抗拔极限承载力。借鉴相关行业规范,考虑嵌岩段长度过短可能影响抗拔承载力的发挥,并结合工程中常用的抗拔桩嵌岩深度均较长,规定嵌岩桩采用抗压极限承载力计算模式乘以抗拔系数 λ 的经验性公式来确定时,桩嵌岩长度不应小于 3 倍桩径。嵌岩段的侧阻力系数取值与现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 一致。

工程中如果嵌岩段侧阻力无法提供足够的抗拔承载力,可采取嵌岩端扩大头来处理。

5.5 桩基水平承载力计算

5.5.2 本条给出公式出自现行广东省标准《建筑地基基础设计规范》DBJ15-31,是以桩身最大弯矩截面上的拉应力不超过混凝土抗拉强度为条件导出,综合系数 β 为 $(m/E)^{1/5}$ 的函数,偏于安全方面的考虑。当桩身直径大于 1m 时,可把根号内 $(1.5d^2 + 0.5d)$ 改为 $(d^2 + d)$ 。

规范组采用弹性地基梁方法验证了该公式计算结果,证明采用公式计算结果作为桩身不考虑水平荷载作用进行配筋的控制条件是安全的。

6 桩基础施工

6.1 施工准备

6.1.2 重庆地区的地质复杂,特别是新进高回填土和地下水位较高地区需根据土质情况综合考虑选择适用的成孔机械。

6.2 一般规定

6.2.1 在较复杂的岩溶地段施工时经常会发生偏孔、掉钻、卡钻及泥浆流失等情况,所以应在施工前制定出相应的处理方案。

人工挖孔桩适用于土质较好,地下水位较低的粘土、亚粘土及含少量砂卵石的粘土层等地质条件。可用于多、高层建筑及市政设施作桩基,起支承、抗滑、挡土之用。在地质、施工条件较差场地,特别是遇有承压水、流动性淤泥层、流砂层及地下水位较高时,难以保证施工人员的安全工作条件,易引发安全 and 质量事故,不得选用此种工艺。

6.2.6 钢筋笼吊放过程中易将护壁的土碰落入桩内,所以强调应进行二次清孔。

6.2.11、6.2.12 对斜坡、边坡和洞室附近施工桩基做了原则规定。

6.3 机械成孔灌注桩

6.3.2 清孔后要求测定的泥浆指标有三项,即比重、含砂率和粘度。它们是影响混凝土灌注质量的主要指标。

6.3.9 灌注混凝土之前孔底沉渣厚度指标规定端承型桩 \leq

50mm,摩擦型桩 $\leq 100\text{mm}$,首先这是多年灌注桩的施工经验;其二,近年对于桩底不同沉渣厚度的试桩结果表明,沉渣厚度大小不仅影响端阻力的发挥,而且也影响侧阻力的发挥。

6.3.11~6.3.16 冲孔是用冲击钻机把带钻刃的重钻头(又称冲锤)提高,靠自由下落的冲击力来切削岩层,排出碎渣成孔。钻头可用锻制或用铸钢制造,钻刃用 T18 号钢制造,与钻头焊接。钻头形式有十字钻头及三翼钻头等。锤重 $500\text{kg}\sim 3\,000\text{kg}$ 。冲孔施工时,首先准备好护壁料,若表层为软土,则在护筒内加片石、砂砾和粘土(比例为 $3:1:1$);表层若为砂砾卵石,则在护筒内加小石子和粘土(比例为 $1:1$)。冲孔时,开始低锤密击,落距为 $0.4\text{m}\sim 0.6\text{m}$,直至开孔深度达护筒底以下 $3\text{m}\sim 4\text{m}$ 时,将落距提高至 $1.5\text{m}\sim 2\text{m}$ 。掏渣采用抽筒,用以掏取孔内岩屑和石渣,也可进入稀软土、流砂、松散土层排土和修平孔壁。掏渣每台班一次,每次约 4 桶 \sim 5 桶。用冲击钻冲孔,冲程为 $0.5\text{m}\sim 1.0\text{m}$,冲击次数 40 次 \sim 50 次/min,孔深可达 30m。采用这种冲击钻冲孔可适用于风化岩及各种软土层成孔。但由于冲击锤自由下落时导向不严格,扩孔率大,实际成孔直径比设计桩径要增大 $10\%\sim 20\%$ 。若扩孔率增大,应查明原因后再成孔。

6.3.19、6.3.20 在同一场地内,地质情况较复杂、差异性较大时,应根据不同地质情况进行试成孔。试成孔应验证施工方案所选择的旋挖钻机和成孔方法的可行性,明确成孔过程中的主要参数以及当遇到地下水丰富、塌孔、缩孔等异常情况时的处理方法,同时复核地质勘察报告与现场地质实际是否吻合。试成孔及现场施工时应确定和记录的参数包括地质情况,旋挖钻机的钻头、钻杆选用,加压方式,转速,提钻速度以及孔壁稳定性情况,孔底沉渣厚度,稳定液的制备和使用,护筒的设置,成孔时遇到的异常情况。

6.3.21~6.3.24 护筒埋设工作是旋挖钻机施工的开端,护筒平面位置与垂直度应准确,护筒周围和护筒底脚应紧密,不透水。

埋设护筒时应通过定位的控制桩放样,用十字线在护筒底部和顶部标出圆心位置,护筒中心与钻机中心位置应重合。护筒垂直度可用水平尺和垂球检查。护筒周围应对称、均匀回填黏土或水泥砂浆,要分层夯实,达到固定护筒位置的目的。如果护筒底部不是黏性土,应挖深或换土,在孔底回填夯实 300mm~500mm 厚度的黏土后,再安放护筒,以免护筒底口渗漏塌方,夯填时要防止护筒倾斜。

6.3.25~6.3.27 稳定液是旋挖成孔的关键,尤其是不稳定地层(淤泥质土、砂层、卵砾石层、强风化岩、漏失地层),因此必须合理的选择稳定液材料:粘土(或膨润土)、水、处理剂。粘土应选择细度 100 目以上、造浆率不小于 $5\text{m}^3/\text{t}$ 、含砂量小于 4% 的膨润土、高岭土等,主要是考虑粘土的固相含量、稳定液性能和经济性。

6.3.28~6.3.31 旋挖钻机停、待时,稳定液液面不应低于孔口,以保持孔壁稳定。是依据地质钻探和石油钻井的压力平衡原理,旋挖钻孔后,地层失去压力平衡,造成孔壁失稳,产生塌孔、缩径等,稳定液就是暂时保持地层压力平衡,故稳定液液面应高于孔口是最低要求,不稳定地层液面要适当提高才能做到压力平衡。

施工时稳定液液面控制:是根据施工经验和原理分析得出的。基本分两种情况,稳定地层和不稳定地层。

稳定地层(粉质粘土、粘土、碎石类土、强风化岩、软质岩)不采用护筒。稳定液液面不低于孔口 1.0m,是根据地层条件、经验、旋挖钻斗的高度制定的,稳定地层的自稳高度一般大于 1.0m。采用护筒时,稳定液液面可以到护筒的埋设深度,但必须满足高于地下水位 1.5m 以上,这是经验数值。当地下水位高于稳定液液面时,地层中的水就要进入孔内,失去压力平衡,造成孔壁坍塌和缩径,报废钻孔。

不稳定地层(淤泥质土、砂层、卵砾石层、强风化岩、漏失地层)孔壁容易失稳,必须维护压力平衡,所以孔口必须采用埋设深度大于 1.80m 的护筒。稳定液液面不低于孔口 1.0m,并且高于

地下水位 1.5m 以上,这是经验数值。充分考虑不稳定地层的特点,为维持压力平衡,应采用增重剂处理稳定液,提高稳定液的密度,这是现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 的规定。

6.3.37 桩底沉渣应满足现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 的规定。

6.3.42~6.3.44 旋转挤压灌注桩适用于杂填土、粘土、粉土、黄土、各类砂层,粒径小 30cm(含石量 $\leq 50\%$)的砾石层等各种土层,桩径在 300mm~700mm 的混凝土灌注桩。该桩由二部分组成,桩的上部分为直线形的等直径圆柱体,桩的下端部分为扩大头锥体,扩大头锥体的直径为圆柱体直径的 1.0~2.0 倍之间。成桩方法:其原理是首先采用成桩设备钻机钻杆在桩长范围挤压土体形成直杆螺母状土体;钻杆原地旋转挤压螺母土体后成圆柱状土体,利用成桩设备的张合器形成扩大头土体;利用泵压砼,通过钻杆芯底泵压出砼;保持钻杆旋转和同时提升钻杆,并使扩大头张合器回位,同时全程泵压砼成旋转挤压灌注桩。钢筋笼采用后置式安装,钢筋笼安装要一次到位,避免因此而造成二次浇灌。

6.4 人工挖孔灌注桩

6.4.10 人工挖孔桩在地下水疏干状态不佳时,对桩端及时采用低水灰比混凝土封底是保证桩基础承载力的关键之一。

8 桩基工程质量检验和验收

8.3 施工检验

8.3.3 采用岩石单轴抗压强度确定嵌岩段总极限阻力是重庆地区的普遍做法,而岩样抽检数量的代表性无疑对桩的承载力具有非常大的影响。本条根据建筑桩基设计等级、桩径大小对桩孔岩样的抽检数量、取样部位进行了规定。

本条适用于岩性单一的建筑场地,当存在两种及以上岩层时,取样数量应根据场地地质条件增大抽样比例。

抽样部位宜由建设或监理单位会同勘察、设计、施工及检测单位共同确定,一般情况下宜在整个场地内随机抽取,地质条件较差的部位、设计认为需要抽检的桩孔,应布置抽样点。

8.3.4 对于大直径嵌岩桩,对每个桩孔的桩端持力层进行检验,且应对桩端以下 3d 或 5m 深度范围的地质条件进行检测,主要是考虑到勘察阶段的钻孔数量有限,不可能覆盖每个桩孔部位的地质情况,而大直径嵌岩桩往往为单柱单桩情况,桩的承载力一般都比较高,任一根桩破坏都会带来严重的后果。

近年来,我市的多个建筑场地,采用雷达探测技术对挖孔桩桩端以下一定深度范围内的地质条件进行了检验,经钻探法验证,效果良好,本次规范编制,及时纳入这一先进技术,以便推广应用。考虑到雷达探测技术毕竟应用时间较短,积累的经验还不是特别充分,且该技术的检测结果受环境、人员、设备、地质条件等多种因素的影响,为慎重起见,条文规定对雷达检测结果应抽取一定比例再采用钻探法进行验证检测。

8.4 施工后检验

8.4.2 影响桩基承载力和桩身质量的因素存在于桩基施工的全过程,桩基础施工中出现局部地质条件变化、工程桩施工参数变化、材料变化等,均可能影响桩基质量,因此,施工过程后的检验是必要的。本条为强制性条文。本条内容与行业标准《建筑桩基础技术规范》JGJ94-2008 第 9.4.2 条强制性条文相同。

8.4.3 本条规定旋挖桩应采用声波透射法或钻孔抽芯法进行检测,主要是考虑到,低应变法受桩周桩端岩土特性、激振能量、周围环境、人员及设备的影响较大,检测结果的可靠性相对较低;而旋挖桩在我市的应用时间较短,施工质量控制方面的经验还不足,我市的多个工地已出现因施工质量不合格而出现质量问题,但令人担忧的是低应变法检测结果是合格的。基于此,条文规定对旋挖桩应采用检测结果可靠性较高的声波透射法或钻孔抽芯法,以确保工程质量。

8.4.6 对于大直径嵌岩桩,由于试桩荷载大或场地条件限制,有时很难、甚至无法进行单桩竖向抗压承载力静载检测,因此,对不具备条件进行静载试验的大直径嵌岩桩,本规范提出终孔后混凝土灌注前采用钻芯法来测定桩端持力层情况,结合成桩后桩身质量检测结果对其承载力进行核定的方法。重庆地区多年来的工程实践经验表明,该方法是可行的。

8.4.9 “验证检测”是指检测报告已正式发出,委托方或者第三方对检测结果有争议而进行的检测,其目的是确认检测结果的可靠性。因此,应在有异议点附近采用原检测方法或准确度更高的检测方法进行。对检测结果产生争议的工程案例时有发生,主要原因在于:(1)检测方法不适合特定的工程;(2)检测所采用的仪器设备精度不能满足要求;(3)检测人员未严格按照规范规程的相关要求进行检测。

8.4.10 当所抽检的受检桩检测结果不满足设计要求时,如何对未检桩开展进一步抽检工作是比较复杂的技术问题,目前国家及行业现行标准均未给出一个统一的、明确的抽检方案。为了便于实际操作,规范编制组在参考了国家、行业标准及部分省市相关地方标准的基础上,根据重庆地区的经验,提出了一些扩大检测的相关原则规定,对不同检测方法的扩大抽检比例提出了具体规定。不合格桩的处理方案宜根据设计要求、地质条件、施工质量变异性等因素综合确定。

重庆市工程建设标准目录

序号	标准号	名称	施行日期
1	DB50/T5003-1997	重庆地区住宅电气设计标准	1998-1-1
2	DB50/T5007-1999	钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯板工程施工及验收规程	1999-7-1
3	DB50/T5008-1999	脱硫石膏空心条板隔墙施工及验收规程	1999-7-1
4	DB50/T5016-2000	脱硫石膏空心砌块隔墙施工及验收规程	2000-11-1
5	DB50/T5017-2000	混凝土用机制砂质量标准及检验方法	2001-2-1
6	DB50/5019-2001	重庆市住宅建筑结构设计规范	2001-12-1
7	DB50/5021-2002	塔式起重机安装与拆卸技术规程	2002-6-1
8	DB50/T5025-2002	混凝土小型空心砌块砌体工程施工及验收评定规程	2003-1-1
9	DB50/5027-2004	钢筋剥肋滚轧直螺纹连接技术规程	2004-2-2
10	DB50/5028-2004	特细砂混凝土应用技术规程	2004-2-2
11	DB50/5029-2004	地质灾害防治工程设计规范	2004-2-11
12	DB50/5030-2004	机制砂、混合砂混凝土应用技术规程	2004-2-10
13	DB50/5031-2004	重庆市坡地高层民用建筑设计防火规范	2004-3-5
14	DBJ/T50-032-2004	混凝土无机锚固材料植筋施工及验收规程	2004-5-1
15	DBJ50-034-2004	白蚂蚁防治施工技术规程	2004-10-1
16	DBJ/T50-035-2004	重庆市住宅小区智能化系统工程设计规范	2004-12-1
17	DBJ50/T-036-2014	建筑智能化系统工程设计文件编制深度规范	2014-7-1
18	DBJ50-037-2004	烧结页岩多孔砖和空心砖砌体结构技术规程	2004-12-1
19	DBJ50-038-2005	预拌混凝土生产与施工质量控制规程	2005-5-1
20	DBJ/T50-039-2007	绿色生态住宅小区建设技术规程	2008-5-1
21	DBJ/T50-040-2007	重庆市住宅性能评定技术标准	2008-5-1
22	DBJ50-041-2005	轻型住宅钢结构技术规程	2005-7-1

序号	标准号	名称	施行日期
23	DBJ50-042-2005	塔式起重机报废规程	2006-1-1
24	DBJ50-043-2005	工程地质勘察规范	2005-9-1
25	DBJ/T50-044-2005	园林栽植土壤质量标准	2005-10-1
26	DBJ50/T-046-2013	外墙涂料涂饰工程施工及验收规程	2013-9-1
27	DBJ50-047-2006	建筑地基基础设计规范	2006-3-1
28	DBJ50-048-2006	LS系列多腔节能铝合金门窗设计、施工及验收规程	2006-5-1
29	DBJ50-049-2006	重庆市混凝土结构加固施工及验收规程	2006-7-1
30	DBJ50-050-2006	居住建筑节能检测标准	2006-10-1
31	DBJ50-051-2006	小城镇消防规划规范	2007-1-1
32	DBJ50-052-2013	公共建筑节能(绿色建筑)设计标准	2013-11-1
33	DBJ/T50-053-2006	住宅室内装饰装修工程验收规程	2006-10-1
34	DBJ50-054-2013	大型商业建筑设计防火规范	2013-5-1
35	DBJ50-055-2006	蒸压加气混凝土砌块应用技术规程	2007-1-1
36	DBJ50-056-2011	重庆市住宅建筑群电信用户驻地网建设规范	2011-8-1
37	DBJ50-057-2006	回弹法检测砼抗压强度技术规程	2007-3-1
38	DBJ50-058-2006	钢筋混凝土短肢剪力墙、异形柱结构技术规程	2007-3-1
39	DBJ50-060-2006	建筑防雷施工质量控制与验收规程	2007-3-1
40	DBJ/T50-061-2007	预拌砂浆生产与应用技术规程	2007-6-1
41	DBJ/T50-062-2007	干混砂浆生产与应用技术规程	2007-6-1
42	DBJ50-063-2007	建筑外墙饰面涂饰翻新技术规程	2007-10-1
43	DBJ50-064-2007	城市道路交通规划及路线设计规范	2007-10-1
44	DBJ50-065-2007	民用建筑门窗安装及验收规程	2007-10-1
45	DBJ/T50-066-2009	绿色建筑评价标准	2010-2-1

序号	标准号	名称	施行日期
46	DBJ/T50-067-2007	种植屋面技术规程	2007-10-1
47	DBJ50-068-2007	清水住宅工程质量验收标准	2008-2-1
48	DBJ50-069-2007	居住建筑节能工程施工质量验收规程	2008-1-1
49	DBJ50-070-2007	公共建筑节能工程施工质量验收规程	2008-1-1
50	DBJ50-071-2010	居住建筑节能 65% 设计标准	2010-6-1
51	DBJ50-072-2007	建筑施工升降机安装与拆卸技术规程	2008-2-1
52	DBJ50-073-2008	市政工程清水混凝土施工技术规程	2008-4-1
53	DBJ/T50-074-2008	住宅工程质量通病控制技术规程	2008-6-1
54	DBJ/T50-075-2008	挤型聚苯乙烯石膏复合板外墙内保温应用技术规程	2008-7-10
55	DBJ/T50-076-2008	建筑反射隔热涂料外墙保温系统技术规程	2008-7-10
56	DBJ/T50-077-2008	建筑施工现场管理标准	2009-3-1
57	DBJ50-078-2008	城市道路工程施工质量验收规范	2008-9-1
58	DBJ50-079-2008	小型套住宅设计规范	2008-9-1
59	DBJ/T50-080-2008	成品住宅装修工程技术规程	2008-10-1
60	DBJ50-081-2008	公共建筑采暖、通风与空调系统节能运行管理标准	2008-11-1
61	DBJ/T50-082-2008	住宅小区智能化系统工程技术规范	2008-12-1
62	DBJ/T50-083-2008	民用建筑太阳能热水系统一体化应用技术规程	2009-1-1
63	DBJ/T50-084-2008	河床渗滤取水与水源热泵系统联合应用技术规程	2009-2-1
64	DBJ50-085-2008	住宅信箱建设规范	2009-2-1
65	DBJ50-086-2008	城市桥梁工程施工质量验收规范	2009-2-1
66	DBJ/T50-087-2008	建筑主体施工 FJ 型专用防护架应用技术规程	2009-2-1
67	DBJ/T50-088-2009	建筑玻璃隔热膜工程技术规程	2009-3-1
68	DBJ/T50-089-2009	节能彩钢门窗应用技术规程	2009-5-1

序号	标准号	名称	施行日期
69	DBJ/T50-090-2009	重庆市社区公共服务设施配置标准	2009-5-1
70	DBJ/T50-091-2009	造价软件数据交换标准	2009-6-1
71	DBJ/T50-092-2009	跨座式单轨交通防雷技术规范	2009-6-1
72	DBJ/T50-093-2009	特细砂砌筑砂浆配合比设计规程	2009-6-1
73	DBJ/T50-094-2009	住宅小区智能化系统工程验收规范	2009-6-1
74	DBJ/T50-095-2009	多孔混凝土河道护坡及坡面绿化施工技术规范	2009-7-1
75	DBJ/T50-096-2009	居住建筑围护结构节能应用技术规程	2009-7-1
76	DBJ50-097-2009	餐饮娱乐住宿趸船防火规范	2009-7-1
77	DBJ/T50-098-2009	城市绿化养护质量标准	2009-9-1
78	DBJ/T50-099-2010	预拌机制砂混凝土技术规程	2010-3-1
79	DBJ/T50-100-2010	建筑边坡工程施工质量验收规范	2010-3-1
80	DBJ/T50-101-2010	装配式超载自动报警型钢卸料平台技术规程	2010-6-1
81	DBJ50-102-2010	居住建筑节能 50%设计标准	2010-6-1
82	DBJ50-103-2010	无机保温砂浆建筑保温系统应用技术规程	2010-9-1
83	DBJ50-104-2010	建筑施工升降机报废规程	2010-9-1
84	DBJ/T50-105-2010	城市地下管线综合管廊建设技术规程	2010-9-1
85	DBJ/T50-106-2010	重庆市三峡库区跨江桥梁船撞设计指南	2010-10-1
86	DBJ50-107-2010	城市隧道工程施工质量验收规范	2010-11-1
87	DBJ50-108-2010	城镇给水排水构筑物及管道工程施工质量验收规范	2010-11-1
88	DBJ50/T-109-2010	燃气用衬塑(PE)铝合金管道工程技术规程	2011-1-1
89	DBJ50/T-110-2010	停水自闭阀应用技术规程	2011-1-1
90	DBJ50-111-2010	重庆市保障性住房装修设计标准	2011-2-1
91	DBJ50-112-2010	跨越式施工支架技术规程	2011-2-1

序号	标准号	名称	施行日期
92	DBJ50-113-2010	成品住宅装修工程技术规程	2011-2-1
93	DBJ50-114-2010	成品住宅装修工程质量验收规范	2011-2-1
94	DBJ50-115-2010	地表水水源热泵系统设计标准	2011-3-1
95	DBJ50-116-2010	地表水水源热泵系统施工质量验收标准	2011-3-1
96	DBJ50-117-2010	地表水水源热泵系统适应性评估标准	2011-3-1
97	DBJ50-118-2010	地表水水源热泵系统运行管理技术规程	2011-3-1
98	DBJ50/T-119-2010	改性无机粉建筑装饰片材工程技术规程	2011-3-1
99	DBJ50/T-120-2011	成品住宅装修设计技术导则	2011-2-1
100	DBJ50/T-121-2011	成品住宅装修工程施工技术导则	2011-2-1
101	DBJ50/T-122-2011	成品住宅装修工程监理技术导则	2011-2-1
102	DBJ50-123-2010	建筑护栏技术规程	2011-5-1
103	DBJ50-124-2011	重庆市建筑智能化系统工程施工规范	2011-7-1
104	DBJ50-125-2011	建筑地基基础工程施工质量验收规范	2011-8-1
105	DBJ50-126-2011	市政工程边坡及挡护结构施工质量验收规范	2011-9-1
106	DBJ50-127-2011	非承重节能型烧结页岩空心砌块墙体工程技术规程	2011-9-1
107	DBJ50-128-2011	城镇道路附属设施工程施工质量验收规范	2011-10-1
108	DBJ50-129-2011	工程建设档案编制验收标准	2011-11-1
109	DBJ50/T-130-2011	建筑立面装饰设计技术导则	2011-11-1
110	DBJ50/T-131-2011	城镇人行道设计指南	2011-12-1
111	DBJ50/T-132-2011	仿幕墙涂料涂饰系统应用技术规程	2012-1-1
112	DBJ50/T-133-2011	公共租赁住房设计标准	2012-1-1
113	DBJ50-134-2012	重庆市市政基础设施工程预应力施工质量验收规范	2012-3-1
114	DBJ50/T-135-2012	绿色建筑设计规范	2012-3-1

序号	标准号	名称	施行日期
115	DBJ50/T-136-2012	建筑地基基础检测技术规范	2012-3-1
116	DBJ50/T-137-2012	建筑边坡工程检测技术规范	2012-3-1
117	DBJ50/T-138-2012	建筑隔声门窗工程技术规程	2012-4-1
118	DBJ50/T-139-2012	低碳建筑评价标准	2012-5-1
119	DBJ50-140-2012	塔式起重机安装与拆卸技术规范	2012-6-1
120	DBJ50/T-141-2012	岩棉板薄抹灰外墙外保温系统应用技术规程	2012-6-1
121	DBJ50/T-142-2012	轻型斜拉式脚手架应用技术规程	2012-7-1
122	DBJ50/T-143-2012	无机复合烧结页岩空心砖应用技术规程	2012-7-1
123	DBJ50/T-144-2012	复合酚醛泡沫板薄抹灰外墙外保温系统应用技术规程	2012-9-1
124	DBJ50/T-145-2012	城镇道路路基设计规划	2012-11-1
125	DBJ50/T-146-2012	注塑型塑料检查井应用技术规程	2012-11-1
126	DBJ50/T-147-2012	重庆市住宅电气设计标准	2012-11-1
127	DBJ50/T-148-2012	夹砂玻璃钢(GRP)塑料(PE)复合顶管技术规程	2012-11-1
128	DBJ50/T-149-2012	挤压成型预应力混凝土空心板生产技术操作规程	2012-11-1
129	DBJ50/T-150-2012	混凝土用机制砂质量及检验方法标准	2012-11-1
130	DBJ50/T-151-2012	全轻混凝土建筑地面保温工程技术规程	2012-11-1
131	DBJ50/T-152-2012	硅酸铝棉板建筑外保温系统应用技术规程	2013-1-1
132	DBJ50/T-153-2012	公共建筑能耗监测系统技术规程	2013-1-1
133	DBJ50/T-154-2012	行人道透水混凝土应用技术规程	2013-3-1
134	DBJ50/T-155-2012	建筑工人安全操作规程	2013-3-1
135	DBJ50-156-2012	旋挖成孔灌注桩工程技术规程	2013-3-1
136	DBJ50-157-2013	重庆市房屋建筑与市政基础设施工程现场施工从业人员配备标准	2013-3-1
137	DBJ50/T-158-2013	复合硬泡聚氨酯板建筑外保温系统应用技术规程	2013-4-1

序号	标准号	名称	施行日期
138	DBJ50/T-159-2013	难燃型挤塑聚苯板建筑外保温系统应用技术规程	2013-4-1
139	DBJ50/T-160-2013	难燃型膨胀聚苯板建筑外保温系统应用技术规程	2013-4-1
140	DBJ50/T-161-2013	二氧化硅微粉真空隔热保温板建筑保温系统应用技术规程	2013-4-1
141	DBJ50/T-162-2013	岩棉保温装饰复合板外墙外保温系统应用技术规程	2013-4-1
142	DBJ50/T-163-2013	公共建筑节能改造应用技术规程	2013-4-1
143	DBJ50-164-2013	民用建筑电线电缆防火设计规范	2013-6-1
144	DBJ50/T-165-2013	建筑外立面遮阳设施应用技术规程	2013-6-1
145	DBJ50/T-166-2013	绿色施工管理规程	2013-6-1
146	DBJ50/T-167-2013	建筑外立面空调室外机位技术规程	2013-11-1
147	DBJ50-168-2013	房屋建筑与市政基础设施工程施工模板支撑体系安全技术规范	2014-1-1
148	DBJ50/T-169-2013	混合砂混凝土应用技术规程	2014-1-1
149	DBJ50-170-2013	建筑边坡工程安全性鉴定规范	2014-2-1
150	DBJ50/T-171-2013	重庆市房屋建筑与市政基础设施工程施工现场施工专业人员职业标准	2014-1-1
151	DBJ50/T-172-2013	铝及铝合金管熔化焊对接接头 X 射线检测工艺技术要求	2014-3-1
152	DBJ50/T-173-2013	塑料片材空铺法屋面防水应用技术规程	2014-3-1
153	DBJ50-174-2014	市政工程地质勘察规范	2014-5-1
154	DBJ50/T-175-2014	建筑智能化系统设计规范	2014-5-1
155	DBJ50/T-176-2014	综合医院通风设计规范	2014-5-1
156	DBJ50/T-177-2014	重庆市房屋建筑与市政基础设施工程施工现场施工技术人员职业技能标准(I)	2014-5-1
157	DBJ50/T-178-2014	重庆市城镇道路平面交叉口设计规范	2014-5-1
158	DBJ50/T-179-2014	石灰石粉在水泥混凝土中应用技术规程	2014-5-1
159	DBJ50/T-180-2014	预拌混凝土绿色生产管理规程	2014-5-1
160	DBJ50/T-181-2014	绿色照明技术规程	2014-6-1

序号	标准号	名称	施行日期
161	DBJ50/T-182-2014	重庆市砖砌体结构房屋装配式构造柱技术规程	2014-6-1
162	DBJ50/T-183-2014	可再生能源建筑应用项目系统能效检测标准	2014-7-1
163	DBJ50-184-2014	建筑施工插槽式钢管模板支撑架安全技术规范	2014-7-1
164	DBJ50/T-185-2014	改性发泡水泥保温板建筑保温系统应用技术规程	2014-7-1
165	DBJ50/T-186-2014	装配式住宅建筑设备技术规程	2014-8-1
166	DBJ50/T-187-2014	重庆市住宅用水一户一表设计、施工及验收技术规范	2014-8-1
167	DBJ50/T-188-2014	建筑外墙外保温系统用柔性饰面块材应用技术规程	2014-8-1
168	DBJ50/T-189-2014	地下工程地质环境保护技术规范	2014-9-1
169	DBJ50/T-190-2014	装配式混凝土住宅构件生产与验收技术规程	2014-8-1
170	DBJ50/T-191-2014	装配式住宅构件生产和安装信息化技术导则	2014-8-1
171	DBJ50/T-192-2014	装配式混凝土住宅结构施工及质量验收规程	2014-8-1
172	DBJ50-193-2014	装配式混凝土住宅建筑结构设计规程	2014-8-1
173	DBJ50/T-194-2014	设施栽培园林植物病虫害防治技术规范	2014-10-1
174	DBJ50/T-195-2014	高强混凝土抗压强度检测技术规程	2014-10-1
175	DBJ50/T-196-2014	重庆市城乡建设领域基础数据标准	2014-10-1
176	DBJ50/T-197-2014	重庆市城乡建设领域信息安全规范	2014-10-1
177	DBJ50/T-198-2014	建筑外墙外保温系统用饰面砂浆应用技术规程	2014-10-1
178	DBJ50-199-2014	地理管地源热泵系统技术规程	2014-11-1
179	DBJ50-200-2014	建筑桩基础设计与施工验收规范	2014-11-1
180	DBJ50-201-2014	焊接箍筋应用技术规程	2014-12-1
181	其它资料	重庆市工程建设标准体系表	
182	其它资料	重庆市民用建筑节能初步设计施工图设计深度规定	
183	其它资料	重庆市民用建筑节能设计施工图审查要点	

序号	标准号	名称	施行日期
184	其它资料	重庆市水泥砼、砂浆应用技术及参考配合比	
185	其它资料	干混砂浆生产与应用技术研讨会资料汇编	
186	其它资料	建筑节能工作文件汇编	
187	其它资料	重庆市建设领域新技术、建筑节能技术认定名录	
188	其它资料	重庆市建设科技教育文件资料选编(上、下册)——节能减排专辑	
189	其它资料	地质灾害防治工程设计规范培训汇编资料	
190	其它资料	重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术通告(一~四号)内容释义	
191	其它资料	重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术通告(第五号)内容释义	
192	其它资料	重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术通告(第六号)内容释义	

注:标准图集的修订及废止情况见建委文件。

重庆市工程建设标准图集目录

序号	标准图集号	名称	施行日期
1	DJBT-012 04J005	民用建筑结构钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯板构造图集	2004-8-1
2	DJBT-013 04J006	外墙保温隔热建筑构造图集(一)ZL-胶粉聚苯乙烯颗粒外墙外保温体系	2004-10-1
3	DJBT-014 04J007	ZPS住宅厨房卫生间垂直排气系统	2005-9-1
4	DJBT-016 06J009	CPS住宅厨房卫生间垂直排气系统	2006-9-1
5	DJBT-017 06J010	LS系列多腔节能铝合金门窗图集	2006-7-24
6	DJBT-018 06J011	建筑变形缝构造图集	2006-12-1
7	DJBT-024 06J017	屋面保温隔热建筑构造图集(一)聚苯板保温隔热	2007-1-1
8	DJBT-025 06J018	屋面保温隔热建筑构造图集(二)聚氨酯硬泡体保温隔热	2007-1-1
9	DJBT-026 06J019	FHP-VC复合硅酸盐材料保温隔热建筑构造图集	2007-1-1
10	楼地面保温隔热建筑构造图集(合订本)		2007-1-1
	DJBT-019 06J012	聚苯颗粒浆料保温隔热(一)	
	DJBT-020 06J013	复合硅酸盐板保温隔热(二)	
	DJBT-021 06J014	聚氨酯硬泡体保温隔热(三)	
	DJBT-022 06J015	挤塑聚苯板保温隔热(四)	
	DJBT-023 06J016	发泡聚苯板保温隔热(五)	
11	DJBT-027 07J01	防火型住宅厨房卫生间烟气集中排放系统	2007-8-1
12	DJBT-030 07J04	外墙外保温隔热建筑构造图集(二)膨胀聚苯板	2007-10-1
13	DJBT-031 07J05	外墙外保温隔热建筑构造图集(三)聚氨酯	2007-10-1
14	DJBT-034 08J02	彩色压型钢板外墙保温隔热建筑构造	2008-5-1
15	DJBT-035 08J03	彩色压型钢板屋面保温隔热建筑构造	2008-5-1
16	DJBT-036 08J04	纤维增强轻质混凝土屋面保温构造	2008-7-1
17	DBJT-038 08J06	住宅信报箱图集	2008-11-10

序号	标准图集号	名称	施行日期
18	DJBT-039 08J07	蒸压加气混凝土砌块自保温墙体建筑构造图集	2008-11-10
19	DJBT-040 08J08	JN 节能型烧结页岩空心砌块自保温墙体建筑构造图集	2008-11-10
20	DJBT-041 08J09	城镇化粪池建筑构造	2009-1-1
21	DJBT-042 08J10	JZ-C 无机保温砂浆外墙及楼面保温建筑构造	2009-1-1
22	DJBT-043 09J01	GY 建筑反射隔热涂料外墙保温系统建筑构造	2009-1-20
23	DJBT-044 09J02	挤塑聚苯乙烯石膏复合板外墙内保温系统建筑构造	2009-5-1
24	DJBT-045 09J03	KH 泡沫混凝土楼地面、屋面保温隔热建筑构造	2009-5-20
25	DJBT-046 09J04	建筑卫生间 TTC 型同层排水系统	2009-7-1
26	DJBT-047 09J05	《挤塑聚苯板倒置式屋面保温建筑构造》	2009-11-15
27	DJBT-048 10J01	城市桥梁防撞护栏(一)(钢筋混凝土墙式护栏、组合式护栏)	2010-2-1
28	DJBT-049 10J02	城市桥梁防撞护栏(二)(钢筋混凝土桥梁金属梁柱式护栏)	2010-2-1
29	DJBT-050 10J03	城市桥梁防撞护栏(三)(钢桥金属梁柱式护栏)	2010-2-1
30	DJBT-051 10J04	节能彩钢门窗	2010-4-1
31	DJBT-054 10J07	建筑通风器(自然通风器)	2010-6-1
32	DJBT-055 10J08	建筑通风器(户式机械通风系统)	2010-6-1
33	DJBT-056 10J09	地表水水源热泵系统	2011-2-1
34	DJBT-057 10J10	复合硅酸盐保温板外墙内保温系统建筑构造	2011-1-1
35	DJBT-059 10J12	无机保温砂浆墙体、楼地面保温建筑构造	2011-1-1
36	DJBT-060 11J01	卫生设备同层排水系统安装	2011-4-1
37	DJBT-065 12J03	HSP 住宅厨房卫生间排烟气道系统图集	2012-12-1
38	DJBT-067 12J05	住宅厨房卫生间防火型变压式排气道图集	2012-12-1
39	DJBT-077 13J10	无机复合烧结页岩空心砖自保温墙体建筑构造图集	2013-2-5

注:标准图集的修订及废止情况见建委文件。

CHONGQINGSHI GONGCHENG JIANSHE BIAOZHUN

重庆市建设技术发展中心

地 址：重庆市渝中区牛角沱上清寺路 69 号

电 话：(023)63601374 63861277

邮 编：400015

网 址：www.cqct.org



版权所有 翻印必究