

中华人民共和国工程建设地方标准

DBJ

DBJ52/T088-2018

备案号:

贵州省建筑桩基设计与施工技术规范

Technical Code For Design and Construction of Pile
Foundation in Guizhou Province

2018-01-10 发布

2018-02-01 实施

贵州省住房和城乡建设厅 发布

中华人民共和国工程建设地方标准

贵州省建筑桩基设计与施工技术规程

Technical Code For Design and Construction of Pile
Foundation in Guizhou Province

DBJ52/T088—2018

主编单位：贵阳建筑勘察设计有限公司

贵州省建筑设计研究院有限责任公司

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有
限公司

批准部门：贵州省住房和城乡建设厅

施行日期：2018年02月01日

2018 贵阳

前 言

本规程根据贵州省住房和城乡建设厅《关于对〈关于编制〈贵州省建筑桩基设计与施工技术规程〉的请示〉的批复》（黔建科复[2014]15号），由贵阳建筑勘察设计有限公司、贵州省建筑设计研究院有限责任公司、中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司主编，并会同有关单位编写完成。

本规程在编制过程中，经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内先进标准，与国内相关标准协调，并在广泛征求意见的基础上，经多次讨论、修改，最后经审查定稿。

本规程共 11 章 9 个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、设计规定、桩基构造、桩基计算、人工挖孔灌注桩、冲击成孔灌注桩、旋挖成孔灌注桩、全套管管内取土（岩）成孔灌注桩、微型钢管混凝土桩、桩基工程质量检查及验收等。

各单位在使用过程中应结合工程实践，加强经验总结和资料积累，以便今后为规程的修订提供依据。本规程执行过程中如有意见或建议请寄送贵阳市观山湖区碧海南路 101 号建勘大厦贵阳建筑勘察设计有限公司技术发展部（邮编：550081）。

本规程由贵州省住房和城乡建设厅归口管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。

本规程主编单位：贵阳建筑勘察设计有限公司

贵州省建筑设计研究院有限责任公司

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有
限公司

本规程参编单位：（排序不分先后）

贵州省工程设计质量监督站

贵阳市工程设计质量监督站

贵阳市建筑设计院有限公司

贵州同盛建筑设计有限公司

贵州建工集团有限公司

昆明捷程桩工有限责任公司

贵州省建筑工程勘察院

贵州省交通规划勘察设计研究院股份
有限公司

贵州正业工程技术投资有限公司

贵州中建建筑科研设计院有限公司

贵州地质工程勘察设计院

贵州地矿基础工程有限公司

贵州有色地质工程勘察公司

中铁二院贵阳勘察设计院有限责
任公司

中天城投集团股份有限公司

贵州开磷建设集团有限公司

贵州开磷设计研究院有限责任公司

本规程编制委员会：

主任委员：毛方益

名誉主任：李光荣

副主任委员：金幸初 袁志英 许家强 陈宗强
郝江南 李卫民

顾问专家：高岱常大美李佑方张先茂
张洪生

本规程主要起草人员：袁志英 郝江南 金幸初 陈宗强
余波 赖庆文 杨力列 李卫民
张建忠 董云 朱志强 李士勇
禹荣安 彭煜 李光耀 沈志平
龙万学 莫安儒 黄质宏

本规程参编人员：（排序不分先后）

毛方益 李光荣 许家强 莫志刚
须六平 郭维祥 陈再谦 漆贵荣
何昶 田硕 谭洁 袁凌云
朱彦 帅海乐 李清平 朱军
刘富华 杨忠 吴德学 宋兵
安光文 成正川 程宇 周永国
张建 周忠德

本规程主要审查人员：郑刚 周同和 王曙光 张可能
郑玉元叶 敬曹卫峰 时南翔
任廷坚

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	5
3 设计规定.....	8
3.1 一般规定.....	8
3.2 桩的选型与布置.....	13
3.3 特殊条件下的桩基.....	16
3.4 耐久性规定.....	20
4 桩基构造.....	22
4.1 基桩构造.....	22
4.2 承台构造.....	26
5 桩基计算.....	29
5.1 桩顶作用效应计算.....	29
5.2 桩基竖向承载力计算.....	30
5.3 单桩竖向极限承载力.....	31
5.4 特殊条件下桩基稳定性验算.....	37
5.5 桩基沉降计算.....	37
5.6 桩基水平承载力与位移计算.....	39
5.7 桩身承载力与裂缝控制计算.....	40

5.8	承台计算.....	42
6	人工挖孔灌注桩.....	45
6.1	一般规定.....	45
6.2	施工准备.....	45
6.3	成孔.....	47
6.4	钢筋笼制作与安装.....	50
6.5	混凝土施工.....	53
6.6	安全.....	57
7	冲击成孔灌注桩.....	61
7.1	一般规定.....	61
7.2	施工准备.....	61
7.3	成孔.....	63
7.4	清孔.....	67
7.5	钢筋笼制作与安装.....	68
7.6	混凝土施工.....	68
7.7	安全.....	69
8	旋挖成孔灌注桩.....	71
8.1	一般规定.....	71
8.2	施工准备.....	71
8.3	成孔.....	71
8.4	清孔.....	73
8.5	钢筋笼制作与安装.....	74
8.6	混凝土施工.....	74

8.7	安全	74
9	全套管管内取土(岩)成孔灌注桩	76
9.1	一般规定	76
9.2	施工准备	76
9.3	成孔	76
9.4	清孔	78
9.5	钢筋笼制作与安装	79
9.6	混凝土施工	79
9.7	安全	80
10	微型钢管混凝土桩	81
10.1	一般规定	81
10.2	施工准备	81
10.3	成孔	81
10.4	清孔	82
10.5	钢管制作与安装	83
10.6	混凝土施工	84
10.7	安全	85
11	桩基工程质量检查及验收	87
11.1	一般规定	87
11.2	施工前检验	87
11.3	施工检验	89
11.4	施工后检验	95
11.5	基桩及承台工程验收资料	97

附录 A	桩型选择参考表.....	100
附录 B	桩基位于临空面附近滑动稳定性计算.....	102
附录 C	岩溶地基稳定性评价.....	104
附录 D	灌注桩成孔施工允许偏差.....	108
附录 E	全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工工艺流程..	109
附录 F	微型钢管混凝土桩施工允许偏差.....	110
附录 G	大直径钻孔扩底灌注桩伞形孔径仪孔径检测方法	111
附录 H	伞形孔径仪标定方法.....	113
附录 J	刚性桩水平承载力与位移计算.....	115
	本规程用词说明.....	118
	引用标准名录.....	119
附:	条文说明.....	121

Contents

1	General Provisions.	1
2	Terms and Symbols.	2
2. 1	Terms.	2
2. 2	Symbols.	5
3	Design Requirement.	8
3. 1	General Regulations.	8
3. 2	Selection and Arrangement of Piles.	13
3. 3	Pile Foundation Under Special Conditions.	16
3. 4	Durability Requirements.	20
4	Pile Foundation Structure.	22
4. 1	Foundation Pile Structure.	22
4. 2	Cap Structure.	26
5	Calculation of Pile Foundation.	29
5. 1	Calculation of Pile-butt Action-effect.	29
5. 2	Calculation of Vertical Bearing Capacity of Pile Foundation.	30
5. 3	Ultimate Vertical Bearing Capacity of Single Pile.	31
5. 4	Stability Checking Calculation of Pile Foundation under Special conditions.	37

5.5	Calculation of Pile Foundation Settlement.	37
5.6	Calculation of Horizontal Bearing Capacity and Displacement of Pile foundation.	39
5.7	Calculation of Pile Bearing Capacity and Crack Control.	40
5.8	Calculation of Cap.	42
6	Artificial Digging Pile.	45
6.1	General Regulations.	45
6.2	Construction Preparation.	45
6.3	Hole-forming.	47
6.4	Reinforcement Cage Production Installation.	50
6.5	Concrete Construction.	53
6.6	Safety.	57
7	Impact hole filling pile.	61
7.1	General Regulations.	61
7.2	Construction Preparation.	61
7.3	Hole-forming.	63
7.4	Hole Cleaning.	67
7.5	Reinforcement Cage Production Installation.	68
7.6	Concrete Construction.	68
7.7	Safety.	69
8	Hole-forming Pouring Pile with Rotary Drilling Bucke.	71
8.1	General Regulations.	71
8.2	Construction Preparation.	71

8.3	Hole-forming.	71
8.4	Hole Cleaning.	73
8.5	Reinforcement Cage Production Installation.	74
8.6	Concrete Construction.	74
8.7	Safety.	74
9	Full-casing Mechanical Soil(rock)-sampling Hole-forming Pouring Pile.	76
9.1	General Regulations.	76
9.2	Construction Preparation.	76
9.3	Hole-forming.	76
9.4	Hole Cleaning.	78
9.5	Reinforcement Cage Production Installation.	79
9.6	Concrete Construction.	79
9.7	Safety.	80
10	Micro Steel Tube Concrete Pile.	81
10.1	General Regulations	81
10.2	Construction Preparation.	81
10.3	Hole-forming.	81
10.4	Hole Cleaning.	82
10.5	Steel Pipe Production Installation.	83
10.6	Concrete Construction.	84
10.7	Safety.	85

11	Quality Inspection and Acceptance of Pile Foundation Engineering.....	87
11.1	General Provisions.....	87
11.2	Pre-construction Check.....	87
11.3	In-construction Check.....	89
11.4	Post-construction Check.....	95
11.5	Pile Cap and Engineering Acceptance Data.....	97
Appendix A	Reference table for pile type selection.....	100
Appendix B	Calculation of Sliding Stability of Pile Foundation Near Free Surface.....	102
Appendix C	Stability evaluation of Karst Foundation.....	104
Appendix D	Allowed Deviation of hole construction of filling pile.....	108
Appendix E	Construction Progress of Benoto Cast-in-place Pile.....	109
Appendix F	Allowed Deviation in Construction of Micro Steel-pipe Concrete Piles.....	110
Appendix G	Detection Method for Umbrella-shaped Apertometer of Large-diameter Under-reamed Bored Piles.....	111
Appendix H	Calibration Method for Umbrella-shaped Apertometer.....	113

Appendix J Calculation of horizontal bearing	
Capacity and Displacement of Rigid Pile.....	115
Explanation of Wording in This Standard.....	118
List of Quoted Standards.....	119
Addition: Explanation of Provisions.....	121

1 总则

1.0.1 为在桩基设计、施工中贯彻执行国家技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，依据有关法律法规，结合贵州省山区复杂多变的特殊地质条件及岩溶地基特点，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑（包括构筑物）低承台或无承台混凝土现场灌注桩桩基础的设计、施工及验收，市政工程桩基也可参照执行。

1.0.3 桩基的设计与施工，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，并应重视地方经验，因地制宜，注重概念设计，合理选择桩型和成桩工艺，优化布桩，节约资源，强化施工质量控制与管理。

1.0.4 在桩基设计、施工及验收时，除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业和地方技术法规、技术标准、规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 桩基 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柱与桩直接连接的单桩基础。

2.1.2 基桩 foundation pile

桩基础中的单桩。

2.1.3 复合基桩 composite foundation pile

单桩及其对应面积的承台下地基土组成的复合承载基桩。

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于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，桩身侧表面所发生的岩土阻力。

2.1.6 极限端阻力 ultimate tip resistance

相应于桩顶作用极限荷载时，桩端所发生的岩土阻力。

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 变刚度调平设计 optimized design of pile foundation stiffness to reduce differential settlement

考虑上部结构形式、荷载和地层分布以及相互作用效应，通过调整桩径、桩长、桩距等改变基桩支承刚度分布，以使建筑物沉降趋于均匀、承台内力降低的设计方法。

2. 1. 9 摩擦桩 friction pile

摩擦桩是指在竖向极限荷载作用下，桩顶荷载全部或主要由桩侧阻力承受的桩。

2. 1. 10 端承桩 end-bearing pile

端承桩是指在竖向极限荷载作用下，桩顶荷载全部或主要由桩端阻力承受，桩侧阻力相对桩端阻力而言较小，或可忽略不计的桩。

2. 1. 11 嵌岩桩 rock-socketed pile

嵌岩桩是指桩身穿过覆盖层，并在桩端有一定长度嵌入较好约束能力岩体中的灌注桩。

2. 1. 12 人工挖孔灌注桩 manual digging pile

采用人工挖掘方法成孔，然后安放钢筋笼，浇注混凝土而成的桩。

2. 1. 13 冲击成孔灌注桩 impact bored pile

用冲击式钻机或卷扬机悬吊冲击钻头上下往复冲击，将土层或岩层破碎成孔，并用捞渣筒掏渣成孔，然后灌注混凝土而成

的桩。

2. 1. 14 旋挖成孔灌注桩 rotary drilling pile

用旋挖钻机的伸缩钻杆传递扭矩并带动回转钻斗、短螺旋钻头或其他作业装置进行干、湿钻进、逐次取土（岩屑）反复循环作业成孔，成孔后清孔，然后再灌注混凝土而成的桩。

2. 1. 15 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩 benoto cast-in-place pile

用全套管钻机将钢外套管下沉形成超前钢外套管护壁，再在钢外套管内取土石，如此往复达到钻进至设计深度，清孔成孔，然后边灌注混凝土边上拔钢外套管而成的桩。

2. 1. 16 微型钢管混凝土桩 mini steel pipe concrete pile

主要指桩径在 90mm~300mm 的钢管桩，包括不插筋微型钢管灌注桩及内插筋微型钢管灌注桩。

2. 1. 17 负摩阻力 negative skin friction, negative shaft resistance

桩周土由于自重固结、湿陷、地面荷载作用等原因而产生大于基桩的沉降所引起的对桩表面的向下摩阻力。

2. 1. 18 下拉荷载 downdrag

作用于单桩中性点以上的负摩阻力之和。

2. 1. 19 后注浆灌注桩 post grouting pile

灌注桩成桩后一定时间，通过预设于桩身内的注浆导管及与之相连的桩端、桩侧注浆阀注入水泥浆，使桩端、桩侧土体（包括沉渣和泥皮）得到加固，从而提高单桩承载力，减小沉降。

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 基桩或复合基桩的水平力；

M_{xk} 、 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 基桩或复合基桩的竖向力；

Q_s^n —— 作用于群桩中某一基桩的下拉荷载；

2. 2. 2 抗力和材料性能

E_s —— 土的压缩模量；

f_t 、 f_c —— 混凝土抗拉、抗压强度设计值；

f_{rk} —— 岩石饱和单轴抗压强度标准值；

m —— 桩侧地基土水平抗力系数的比例系数；

q_{sik} —— 单桩第 i 层土的极限侧阻力标准值；

q_{pk} —— 单桩极限端阻力标准值；

Q_{sk} 、 Q_{srk} 、 Q_{pk} —— 单桩桩侧土的极限侧阻力标准值、桩嵌岩段极

限侧阻力标准值、桩端端阻力标准值；

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_{ha} ——单桩水平承载力特征值；

R_h ——基桩水平承载力特征值；

γ 、 γ_e ——土的重度、有效重度。

2. 2. 3 几何参数

A_p ——桩端面积；

A_{ps} ——桩身截面面积；

A_c ——计算基桩所对应的承台底净面积；

d ——桩身设计直径；

D ——桩端扩底设计直径；

l ——桩身长度；

s_a ——基桩中心距；

u ——桩身周长；

z_n ——桩基沉降计算深度（从桩端平面算起）。

2. 2. 4 计算系数

α_E ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；

η_c ——承台效应系数；

ζ_r ——桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数；

ψ_{si} ——大直径桩侧阻力；

λ ——基桩抗拔系数；

ψ_c ——成桩工艺及工作条件相关系数；

3 设计规定

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、对差异变形的适应性、场地地基和建筑物体型的复杂性以及由于桩基问题可能造成建筑破坏或影响正常使用的程度，应将桩基设计分为表 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) 重要的建筑 (2) 30 层以上或高度超过 100m 的高层建筑 (3) 体型复杂且层数相差超过 10 层的高低层(含纯地下室)连体建筑 (4) 20 层以上框架—核心筒结构及其他对差异沉降有特殊要求的建筑 (5) 场地和地基条件复杂的 7 层以上的一般建筑及坡地、岸边建筑 (6) 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、荷载分布均匀的 7 层及 7 层以下的一般建筑

3.1.3 桩基应根据具体条件分别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征分别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 对于桩侧土不排水抗剪强度小于 10kPa、且长径比大于 50 的桩应进行桩身压屈验算；对于桩身穿越溶洞空腔部分较长且空腔部分长径比大于 22 的桩应进行桩身压屈验算；

4 对于混凝土预制桩应按吊装、运输和锤击作用进行桩身承载力验算；对于钢管桩，应进行局部压屈验算；

5 当桩端平面以下存在软弱下卧层时，应进行软弱下卧层承载力验算；

6 对位于坡地、岸边的桩基应进行整体稳定性验算；

7 对于抗浮、抗拔桩基，应进行基桩和群桩的抗拔承载力计算；

8 除另有规定外，桩基应进行抗震承载力验算。

3. 1. 4 下列建筑桩基应进行沉降计算：

1 设计等级为甲级的非端承桩、非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的建筑桩基；

2 设计等级为乙级的体型复杂、荷载分布显著不均匀的非端承桩、非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的建筑桩基，或桩端平面以下存在软弱下卧层的建筑桩基。

3. 1. 5 对受水平荷载较大，或对水平位移有严格限制的建筑桩基，应计算其水平位移。

3. 1. 6 应根据桩基所处的环境类别和相应的裂缝控制等级，验算桩和承台正截面的抗裂和裂缝宽度。

3. 1. 7 桩基设计时，所采用的作用效应组合与相应的抗力应符合下列规定：

1 确定桩数和布桩时，应采用传至承台底面的荷载效应标准组合；相应的抗力应采用基桩或复合基桩承载力特征值。

2 计算荷载作用下的桩基沉降和水平位移时，应采用荷载效应准永久组合；计算水平地震作用、风载作用下的桩基水平位移时，应采用水平地震作用、风载效应标准组合。

3 验算坡地、岸边建筑桩基的整体稳定性时，应采用荷载效应基本组合，但分项系数取 1.0；抗震承载力验算，应采用地震作用效应和荷载效应的标准组合。

4 在计算桩基结构承载力、确定尺寸和配筋时，应采用传至承台顶面的荷载效应基本组合。当进行承台和桩身裂缝控制验算时，应分别采用荷载效应标准组合和荷载效应准永久组合。

5 桩基结构设计安全等级、结构设计使用年限和结构重要性系数 γ_0 应按有关建筑结构规范的规定采用，除临时性建筑外，重要性系数 γ_0 不应小于 1.0。

6 抗震验算时，其承载力调整系数 γ_{RE} 应按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定采用。

3. 1. 8 桩基设计时，同一结构单元内的桩基，不应选择压缩性差异较大的土层作桩基持力层，不宜采用部分端承桩型和部分摩擦桩型。当受条件限制高层建筑高层部分与裙楼部分分别采用

端承桩及摩擦桩时，应采取措施减少沉降差。

3. 1. 9 需要进行沉降计算的桩基，可采用减小差异沉降和承台内力为目标的变刚度调平设计，并结合具体条件按下列规定实施：

1 对于主裙楼连体建筑，当高层主体采用桩基时，裙房（含纯地下室）的地基或桩基刚度宜相对弱化，可采用天然地基、复合地基、疏桩或短桩基础。

2 对于框架—核心筒结构高层建筑桩基，应采取增大桩径、增加桩数、后注浆等措施，强化核心筒区域桩基刚度，弱化核心筒外围桩基刚度。

3 对于大体量筒仓、储罐的摩擦型桩基，宜按内强外弱原则布桩。

4 对上述按变刚度调平设计的桩基，宜进行上部结构—承台—桩—土共同工作分析。

3. 1. 10 进行沉降计算的建筑桩基，在其施工过程及建成后使用期间，应进行系统的沉降观测直至沉降稳定。

3. 1. 11 钻（挖）孔灌注桩应严格控制孔底沉渣厚度。端承桩沉渣厚度不应大于 50mm，摩擦端承桩和端承摩擦桩沉渣厚度不应大于 50mm，摩擦桩沉渣厚度不应大于 150mm。

3. 1. 12 桩基设计应具备以下资料：

1 岩土工程勘察文件：

1) 桩基按两类极限状态进行设计所需用岩土物理力学参数及原位测试参数；

2) 对建筑场地的不良地质作用,如滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、土洞等,有明确判断、结论和防治方案;

3) 地下水位埋藏情况、类型和水位变化幅度及抗浮设计水位,土、水的腐蚀性评价,地下水浮力计算的设计水位;

4) 抗震设防区按设防烈度提供的液化土层资料;

5) 有关地基土冻胀性、膨胀性评价。

2 建筑场地与环境条件的有关资料:

1) 建筑场地现状,包括交通设施、高压架空线、地下管线和地下构筑物的分布;

2) 相邻建筑物安全等级、基础形式及埋置深度;

3) 附近类似工程地质条件场地的桩基工程试桩资料和单桩承载力设计参数;

4) 周围建筑物的防振、防噪声的要求;

5) 泥浆排放、弃土条件;

6) 建筑物所在地区的抗震设防烈度和建筑场地类别。

3 建筑物的有关资料:

1) 建筑物的总平面布置图;

2) 建筑物的结构类型、荷载,建筑物的使用条件和设备对基础竖向及水平位移的要求;

3) 建筑结构的安全等级。

4 施工条件的有关资料:

1) 施工机械设备条件,制桩条件,动力条件,施工工艺对地质条件的适应性;

- 2) 水、电及有关建筑材料的供应条件;
 - 3) 施工机械的进出场及现场运行条件。
- 5 供设计比较用的有关桩型及实施的可行性的资料。

3.2 桩的选型与布置

3.2.1 基桩可按下列规定分类:

1 按承载性状分类:

1) 摩擦型桩:

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, 桩端阻力小到可忽略不计;

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。

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, 桩侧阻力小到可忽略不计;

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。

2 按成桩方法分类:

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

2) 部分挤土桩: 冲孔灌注桩、钻孔挤扩灌注桩、搅拌劲芯桩、预钻孔打入(静压)预制桩、打入(静压)式敞口钢管

桩、敞口预应力混凝土空心桩和 H 型钢桩；

3) 挤土桩：沉管灌注桩、沉管夯（挤）扩灌注桩、打入（静压）预制桩、闭口预应力混凝土空心桩和闭口钢管桩。

3 按桩径（设计直径 d ）大小分类：

1) 小直径桩： $d \leq 300\text{mm}$ ；

2) 中等直径桩： $300\text{mm} < d < 800\text{mm}$ ；

3) 大直径桩： $d \geq 800\text{mm}$ 。

3. 2. 2 桩型与成桩工艺应根据建筑结构类型、荷载性质、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、制桩材料供应条件等，按安全适用、经济合理的原则选择。选择时可按附录 A 进行。

1 对于框架—核心筒等荷载分布很不均匀的桩筏基础，宜选择基桩尺寸和承载力可调性较大的桩型和工艺。

2 挤土沉管灌注桩用于淤泥和淤泥质土层时，应仅限于多层住宅桩基。

3. 2. 3 基桩的布置应符合下列条件：

1 基桩的最小中心距应符合表 3. 2. 3 的规定；

表 3. 2. 3 基桩的最小中心距

土类与成桩工艺		排数不少于3排且桩数不少于9根的摩擦型桩	其他情况
非挤土灌注桩		3.0d	3.0d
部分挤土桩		3.5d	3.0d
挤土桩	非饱和土	4.0d	3.5d
	饱和黏性土	4.5d	4.0d
钻、挖孔扩底桩		2D或D+2.0m(当D>2m)	1.5D或D+1.5m(当D>2m)
沉管夯扩、钻孔挤扩桩	非饱和土	2.2D且4.0d	2.0D且3.5d
	饱和黏性土	2.5D且4.5d	2.2D且4.0d

注：1d—圆桩设计直径或方桩设计边长，D—扩大端设计直径。

2 当纵横向桩距不相等时，其最小中心距应满足“其他情况”一栏的规定。

3 当为端承桩时，非挤土灌注桩的“其他情况”一栏可减小至2.5d。

4 当施工中采取减小挤土效应的可靠措施时，可根据当地经验适当减小。

2 排列基桩时，宜使桩群承载力合力点与竖向永久荷载合力作用点重合，并使基桩受水平力和力矩较大方向有较大抗弯截面模量；

3 对于桩箱基础、剪力墙结构桩筏基础，宜将桩布置于墙下；

4 对于框架—核心筒结构桩筏基础应按荷载分布考虑相互影响，将桩相对集中布置于核心筒和柱下，强化核心筒区域桩基刚度，弱化核心筒外围桩基刚度；

5 应选择较硬土层、岩层作为桩端持力层。桩端全断面进

入持力层的深度，对于黏性土、粉土不宜小于 $2d$ ，砂土不宜小于 $1.5d$ ，碎石类土，不宜小于 $1d$ 。当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度不宜小于 $3d$ ；

6 端承桩桩端全断面嵌入持力层岩石的深度，地基基础设计等级为甲、乙级的建筑物不应小于 500mm ；丙级建筑物，软质岩石时不宜小于 500mm ，完整、较完整硬质岩石时不宜小于 200mm 。

3.3 特殊条件下的桩基

3.3.1 软土地基的桩基设计应符合下列规定：

1 软土中的桩基宜选择中、低压缩性土层作为桩端持力层；

2 桩周围软土因自重固结、场地填土、地面大面积堆载、降低地下水位、大面积挤土沉桩等原因而产生的沉降大于基桩的沉降时，应分析计算桩侧负摩阻力对基桩的影响；

3 采用挤土桩时，应采取消减孔隙水压力和挤土效应的技术措施，减小挤土效应对成桩质量、邻近建筑物、道路、地下管线和基坑边坡等产生的不利影响；

4 先成桩后开挖基坑时，应合理安排基坑挖土顺序和控制分层开挖的深度，防止土体侧移对桩的影响。

3.3.2 岩溶地区的桩基设计应符合下列规定：

1 岩溶地区的桩基，不宜采用预制桩，宜采用人工挖孔桩、旋挖桩、钻（冲）孔桩；

2 宜采用端承桩或嵌岩桩；

3 当桩端位于完整及较完整岩石的溶洞顶板时，且溶洞顶板厚度大于 2 倍溶洞跨度时，应按冲切破坏锥体验算顶板岩体的抗冲切承载力。顶板岩体的抗冲切承载力按下式计算：

$$F_l = \frac{0.24}{\lambda + 0.5} f_l u_m h \quad (3.3.2-1)$$

$$u_m = (d + \lambda h)\pi \quad (3.3.2-2)$$

验算时应符合下式要求：

$$F_l \geq F + G + V_m \gamma \quad (3.3.2-3)$$

式中： F_l ：顶板抗冲切承载力特征值；

F ：相应荷载效应基本组合（分项系数取 1.0 时），上部结构传至基础顶面的竖向力值；

G ：基础自重和基础上的土重；

λ ：冲跨比， $\lambda = \tan \theta$ ，取 $\lambda = 0.3 \sim 0.5$ ；

u_m ：冲切破坏锥体在 $h/2$ 高处的周长；

V_m ：冲切破坏锥体的体积；

d ：圆形基础的底面直径；

h ：基础底面以下洞穴顶板的厚度；

γ ：洞穴顶板岩石的重度；

f_l ：岩体抗拉极限强度标准值。

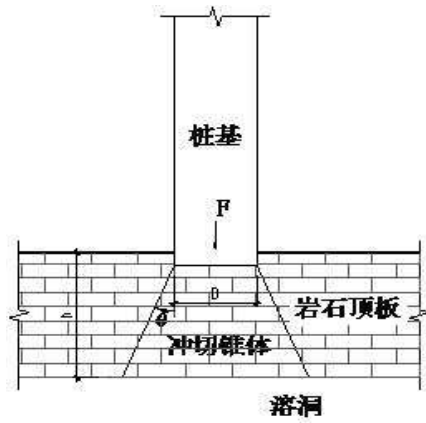


图 3.3.2 溶洞顶板冲切计算简图

3.3.3 坡地、岸边桩基的设计应符合下列规定：

1 对建于坡地、岸边的桩基，不得将桩支承于边坡潜在的滑动体上。桩端进入潜在滑动面以下稳定岩土层内的深度，应能保证桩基的稳定，并应采取措施使桩对边坡稳定性不构成影响；

2 建筑场地内的边坡必须是稳定的边坡；

3 新建坡地、岸边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；

4 不宜采用挤土桩；

5 应验算最不利荷载效应组合下桩基的整体稳定性和基桩水平承载力。

3.3.4 桩基抗震设计应符合下列规定：

1 桩进入液化土层以下稳定土层的长度(不包括桩尖部分)应按计算确定；对于碎石土，砾、粗、中砂，密实粉土，坚硬黏性土尚不应小于 2~3 倍桩身直径，对其它非岩石土尚不宜小于

4~5 倍桩身直径；

2 承台和地下室侧墙周围应采用灰土、级配砂石、压实性较好的素土回填，并分层夯实，也可采用素混凝土回填；

3 当承台周围为可液化土或地基承载力特征值小于 40kPa（或不排水抗剪强度小于 15kPa）的软土，且桩基水平承载力不满足计算要求时，可将承台外每侧 1/2 承台边长范围内的土进行加固；

4 对于存在液化扩展的地段，应验算桩基在土流动的侧向作用力下的稳定性。

3. 3. 5 可能出现负摩阻力的桩基设计应符合下列规定：

1 对于填土建筑场地，宜先填土并保证填土的密实性，软土场地填土前应采取预设塑料排水板等措施，待填土地基沉降基本稳定后方可成桩；

2 对于有地面大面积堆载的建筑物，应采取减小地面沉降对建筑物桩基影响的措施；

3 对于挤土沉桩，应采取消减超孔隙水压力、控制沉桩速率等措施；

4 对于中性点以上的桩身可对表面进行处理，以减少负摩阻力。

3. 3. 6 抗拔桩基的设计应符合下列规定：

1 应根据环境类别及水土对钢筋的腐蚀、钢筋种类对腐蚀的敏感性和荷载作用时间等因素确定抗拔桩的裂缝控制等级；

2 对于严格要求不出现裂缝的一级裂缝控制等级，桩身应

设置预应力筋；对于一般要求不出现裂缝的二级裂缝控制等级，桩身宜设置预应力筋；

3 对于三级裂缝控制等级，应进行桩身裂缝宽度计算；

4 当基桩抗拔承载力要求较高时，可采用桩侧、桩底后注浆、扩底等技术措施。

3.4 耐久性规定

3.4.1 桩基结构的耐久性应根据设计使用年限、国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的环境类别规定以及水、土对钢、混凝土腐蚀性的评价进行设计。

3.4.2 二类和三类环境中，设计使用年限为 50 年的桩基结构混凝土应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 二类和三类环境桩基结构混凝土耐久性的基本要求

环境类别	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m ³)	最低混凝土强度等级	最大氯离子含量 (%)	最大碱含量 (kg/m ³)	
二	a	0.60	250	C25	0.3	3.0
	b	0.55	275	C30	0.2	3.0
三	0.50	300	C30	0.1	3.0	

注：1 氯离子含量系指其与水泥用量的百分率；

2 预应力构件混凝土中最大氯离子含量为 0.06%，最小水泥用量为

300kg/m³；最低混凝土强度等级应按表中规定提高两个等级；

3 当混凝土中加入活性掺合料或能提高耐久性的外加剂时，可适当降低最小水泥用量；

4 当使用非碱活性骨料时，对混凝土中碱含量不作限制；

5 当有可靠工程经验时，表中最低混凝土强度等级可降低一个等级。

3.4.3 桩身裂缝控制等级及最大裂缝宽度应根据环境类别和水、土介质腐蚀性等级按表 3.4.3 规定选用。

表 3.4.3 桩身的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值

环境类别		钢筋混凝土桩		预应力混凝土桩	
		裂缝控制等级	w_{lim} (mm)	裂缝控制等级	w_{lim} (mm)
二	a	三	0.2 (0.3)	二	0
	b	三	0.2	二	0
三		三	0.2	一	0

注：1 水、土为强、中腐蚀性时，抗拔桩裂缝控制等级应提高一级；

2 二 a 类环境中，位于稳定地下水位以下的基桩，其最大裂缝宽度限值可采用括弧中的数值。

3.4.4 四类、五类环境桩基结构耐久性设计可按《港口工程混凝土结构设计规范》JTJ 267 和《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 等执行。

3.4.5 对三、四、五类环境桩基结构，受力钢筋宜采用环氧树脂涂层带肋钢筋。

4 桩基构造

4.1 基桩构造

4.1.1 灌注桩应按下列规定配筋：

1 配筋率：当桩身直径为 300mm~2000mm 时，正截面配筋率可取 0.65%~0.2%（小直径桩取高值），对于一、二级抗震等级柱下基桩可取 0.65%~0.3%；抗拔桩最小配筋率不宜小于 0.4%；对受荷载特别大的桩、大偏心受压桩、抗拔桩和嵌岩端承桩应根据计算确定配筋率，并不应小于上述规定值；

2 配筋长度：

1) 端承型桩和位于坡地、岸边的基桩应沿桩身等截面或变截面通长配筋；

2) 摩擦型桩配筋长度不应小于 2/3 桩长且应穿过可液化土层和软弱土层，进入稳定土层的深度不应小于本规范第 3.3.4 条规定的深度；当受水平荷载时，配筋长度尚不宜小于 $4.0/\alpha$ （ α 为桩身变形系数）；桩施工在基坑开挖前完成时，其钢筋长度不宜小于基坑深度的 1.5 倍；

3) 抗拔桩或因地震作用受拔力的桩、受负摩阻力的桩及因先成桩后开挖基坑而随地基土回弹的桩，应等截面或变截面通长配筋；

4) 穿越淤泥或淤泥质土部分的桩身宜按框架柱配筋，穿越洞室的临空部分桩身、斜坡上基桩的外露部分桩身应按框架

柱配筋；

5) 钢筋笼的钢筋接头宜采用焊接或机械连接,同一连接区段的接头数量不得超过 50%;接头不宜设置在淤泥或淤泥质土、岩溶、洞穴内。

3 对于受水平荷载的桩,主筋不应小于 $8\Phi 12$;对于抗压桩和抗拔桩,主筋不应少于 $6\Phi 10$;纵向主筋一般应沿桩身周边均匀布置,其净距不应小于 60mm,不宜大于 300mm;桩身配筋也可根据计算结果和施工工艺要求沿桩身不均匀配筋;灌注桩主筋直径不应小于 12mm,腐蚀环境中主筋直径不宜小于 16mm;

4 箍筋应采用螺旋式,直径不应小于 6mm,间距宜为 200mm~300mm;中、小直径桩基箍筋受水平荷载较大桩基、承受水平地震作用的桩基以及考虑主筋作用计算桩身受压承载力时,桩顶以下 $5d$ 范围内的箍筋应加密,直径不应小于 8mm,间距不应大于 100mm,当钢筋笼长度超过 4m 时,应每隔 2m 设一道直径不小于 12mm 的焊接加劲箍筋,箍筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定;

5 大直径灌注桩应采用螺旋式或焊接环状箍筋,箍筋直径不应小于 8mm,当桩身直径 $d > 1200\text{mm}$ 时,不宜小于 10mm;6 度地区无承台桩桩顶以下 3.5m 或有承台桩承台以下 3m 范围内加密区直径不应小于 10mm,间距不应大于 100mm,7 度地区箍筋加密区尚应加长 0.5m;钢筋笼长度超过 4m 且桩身直径 800mm~2000mm 时,焊接加劲箍筋直径宜取 14mm~18mm,当 $d > 1200\text{mm}$ 时,尚宜每隔 4m 设一道直径不小于 12mm 的井字加强

撑。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;

6 桩身穿越淤泥或淤泥质土、位于岩溶、洞穴、潜在滑移面时,箍筋应适当加密。

4. 1. 2 桩身混凝土及混凝土保护层厚度应符合下列要求:

1 桩身混凝土强度等级不得小于 C25;

2 灌注桩主筋的混凝土保护层厚度不应小于 35mm,水下灌注桩主筋的混凝土保护层厚度不得小于 50mm;

3 四类、五类环境中桩身混凝土保护层厚度应符合国家现行标准《港口工程混凝土结构设计规范》JTJ267、《工业建筑防腐设计规范》GB 50046 的相关规定。

4. 1. 3 扩底灌注桩扩底端尺寸应符合下列规定(图 4.1.3):

1 对于持力层承载力较高、上覆土层较差的抗压桩和桩端以上有一定厚度较好土层的抗拔桩,可采用扩底;扩底端直径与桩身直径之比 D/d ,应根据承载力要求及扩底端侧面和桩端持力层土性特征以及扩底施工方法确定;土质地基上挖孔桩的 D/d 不应大于 2.5,当扩大头直径 D 大于 2 倍桩身直径时,应验算扩大部分的受弯、受剪承载力,并对桩底配置双向钢筋网;岩质地基上扩底桩的 D/d 不宜大于 2;

2 扩底端侧面的斜率应根据实际成孔及土体自立条件确定, a/h_c 可取 1/4~1/2,砂土可取 1/4,粉土、黏性土、卵石层可取 1/3、风化岩可取 1/3~1/2;

3 在软岩或土质地基上的扩底桩,桩端底面宜呈锅底形,

矢高 h_b 在土层上可取(0.15~0.20) D (图4.1.3-a),在软岩上可取200mm;在硬质岩石上的桩底可作成平底(图4.1.3-b);扩底桩桩底嵌入持力岩层时侧面应设计成竖直段。

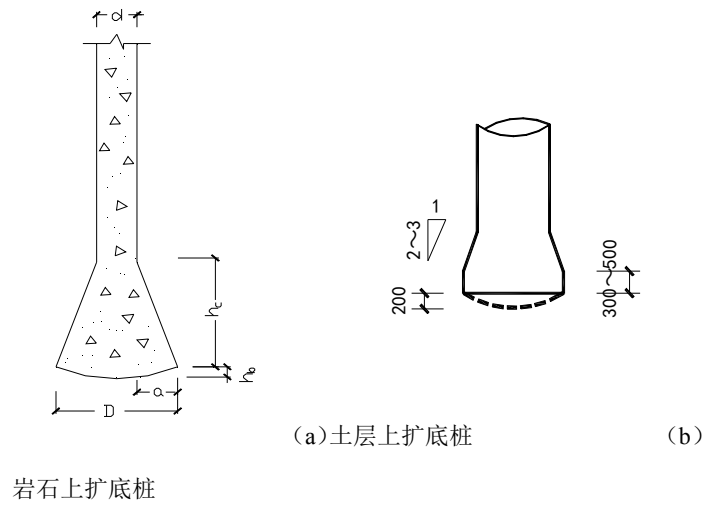


图 4.1.3 扩底桩构造

4.1.4 人工挖孔桩护壁的混凝土强度等级不应小于 C20, 当计算桩侧土的侧阻力考虑护壁作用时, 护壁的混凝土等级不应低于桩身混凝土强度等级; 矩形护壁的长宽比和椭圆形护壁直线段的长宽比不宜大于 2。

4.1.5 人工挖孔桩的孔深不宜超过 25m。当桩长 $l \leq 8\text{m}$ 时, 桩身直径 d (不含护壁)不应小于 900mm; 当 $8\text{m} < l \leq 16\text{m}$ 时, d 不应小于 1000mm; 当 $16\text{m} < l \leq 20\text{m}$ 时, d 不应小于 1200mm, 当 $l > 20\text{m}$ 时, 桩径宜适当加大; 桩身直径不宜大于 2500mm。

4.2 承台构造

4.2.1 桩基承台的构造，应满足抗冲切、抗剪切、抗弯承载力和上部结构要求，尚应符合下列规定：

1 独立柱下桩基承台的最小宽度不应小于 500mm，边桩中心至承台边缘的距离不应小于桩的直径或边长，且桩的外边缘至承台边缘的距离不应小于 150mm。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。承台的最小厚度不应小于 400mm，且应满足桩、柱主筋的锚固长度要求；

2 大直径桩承台的最小厚度不应小于 600mm，且应大于连系梁的高度 50mm，边桩外边缘中心至承台边缘的距离不应小于 200mm；一柱一桩设置单桩承台时厚度不宜小于 1000mm，上下宜各配不少于 $\Phi 12@150$ 的双向分布筋，承台上下纵向受力钢筋及高度范围内的水平分布筋宜形成封闭箍筋；

3 高层建筑平板式和梁板式筏形承台的最小厚度不应小于 450mm，多层建筑墙下布桩的剪力墙结构筏形承台的最小厚度不应小于 300mm；

4 高层建筑箱形承台的构造应符合《高层建筑筏形与箱形基础技术规范》JGJ 6 的规定。

4.2.2 承台混凝土材料及其强度等级应符合结构混凝土耐久性的要求和抗渗要求。

4.2.3 承台的钢筋配置应按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行；抗拔桩承台侧面应配置满足抗拔承载力的受力钢筋，当桩的

抗拔力较大时，宜在承台与底板交接处采取加腋等加强措施。

4.2.4 桩与承台的连接构造应按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

4.2.5 桩基础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且与剪力墙连接处应予以加强；

2 一柱一桩时，应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 时，可不设连系梁；

3 两桩桩基的承台，应在其短向设置连系梁；

4 有抗震设防要求的柱下桩基承台，宜沿两个主轴方向设置连系梁；

5 连系梁顶面宜与承台顶面位于同一标高。连系梁宽度不宜小于 250mm，其高度可取承台中心距的 1/10~1/15，且不宜小于 400mm；

6 连系梁配筋应按拉弯构件计算确定，梁上下部配筋不宜小于 2Φ12 钢筋；位于同一轴线上的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 倍和 400mm，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，连

系梁截面宽度不宜小于其上剪力墙厚度的 2 倍；

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；

10 无地下室建筑桩基础间连系梁刚度应适当加强处理。

4. 2. 6 承台和地下室外墙与基坑侧壁间隙应灌注素混凝土或搅拌流动性水泥土，或采用级配砂石、压实性较好的素土分层夯实，其压实系数不宜小于 0.94。

5 桩基计算

5.1 桩顶作用效应计算

5.1.1 一般建筑物的群桩基础，基桩桩顶的作用效应按下列公式计算：

1 轴心竖向力作用下：

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

2 偏心竖向力作用下：

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

3 水平力作用下：

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

式中 F_k ——荷载效应标准组合下，作用于桩基承台顶面的竖向力（kN）；

G_k ——桩基承台及承台上土自重标准值（kN）；

n ——桩数；

Q_k ——荷载效应标准组合时，轴心竖向力作用下基桩的平均竖向力（kN）；

M_{xk} 、 M_{yk} ——荷载效应标准组合时，作用于承台底面通过桩群形心的 x、y 轴的力矩（kN·m）；

x_i 、 x_j 、 y_i 、 y_j ——第 i 、 j 基桩至桩群形心的 y 、 x 轴线的距离 (m)；

Q_{ik} ——荷载效应标准组合时，偏心竖向力作用下第 i 基桩的竖向力 (kN)；

H_k ——荷载效应标准组合时，作用于承台底面的水平力 (kN)；

H_{ik} ——荷载效应标准组合时，作用于基桩的水平力 (kN)。

5. 1. 2 对于主要承受竖向荷载的桩基，建筑场地位于建筑抗震的有利地段，且按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定可不进行桩基抗震承载力验算的建筑物，桩顶作用效应计算可不考虑地震作用。

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

$$Q_k \leq R_a \quad (5. 2. 1-1)$$

偏心竖向力作用下，除满足上式外，尚应满足下列要求：

$$Q_{k\max} \leq 1.2R_a \quad (5. 2. 1-2)$$

2 地震作用效应和荷载效应标准组合：

轴心竖向力作用下

$$Q_{Ek} \leq 1.25R_a \quad (5. 2. 1-3)$$

偏心竖向力作用下,除满足上式外,尚应满足下式的要求:

$$Q_{Ek\max} \leq 1.5R_a \quad (5.2.1-4)$$

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

Q_{Ek} —— 地震作用效应和荷载效应标准组合下,作用于基桩的平均竖向力 (kN);

$Q_{Ek\max}$ —— 地震作用效应和荷载效应标准组合下,作用于基桩的最大竖向力 (kN);

R_a —— 基桩竖向承载力特征值 (kN);

5.2.2 单桩竖向承载力特征值应按下列公式确定:

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

式中 Q_{uk} —— 单桩竖向极限承载力标准值 (kN);

K —— 安全系数,取 $K \geq 2$ 。

5.2.3 对于端承型桩基、桩数少于4根的摩擦型柱下独立桩基、或由于地层土性、使用条件等因素不宜考虑承台效应时,基桩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 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,应通过单桩静载试验确定;
- 2 设计等级为乙级的桩基,当地质条件简单时,可参照地质条件

相同的试桩资料,结合静力触探等原位测试和经验参数综合确定;
其余均应通过单桩静载试验确定;

3 设计等级为丙级的桩基,可根据原位测试和经验参数确定;

4 置于完整、较完整岩体上的大直径人工挖孔嵌岩桩,如有可靠资料及经验时,也可通过计算确定其单桩承载力。

5.3.2 单桩竖向极限承载力标准值、极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值应按下列规定确定:

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 对于嵌岩桩,可通过直径为 0.3m 岩基平板载荷试验确定极限端阻力标准值,也可通过直径为 0.3m 嵌岩短墩载荷试验确定极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值;

3 对于不具备静载试桩条件并置于完整、较完整岩体上的大直径嵌岩桩,其单桩承载力特征值可根据岩石单轴抗压强度标准值或持力层原位压板试验结果,及桩身混凝土强度等综合确定。

5.3.3 设计采用的嵌岩桩单桩竖向极限承载力应符合下列规定:

1 桩端置于完整、较完整基岩上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。当根据岩石单轴抗压强度确定单桩竖向极限承载力标准值时,可按下列公式计算:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{rk} \quad (5.3.3-1)$$

$$Q_{sk} = u \sum q_{sik} l_i \quad (5.3.3-2)$$

$$Q_{rk} = \zeta_r f_{rk} A_p \quad (5.3.3-3)$$

式中 Q_{sk} 、 Q_{rk} ——分别为土的总极限侧阻力标准值、嵌岩段总极限阻力标准值 (kN)；

u ——桩身周长 (m)；

q_{sik} ——桩周第 i 层土的极限侧阻力 (kPa)，无当地经验时，可根据成桩工艺按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 取值。

l_i ——第 i 层土的厚度 (m)；

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值 (kPa)，黏土岩取天然湿度单轴抗压强度标准值；

A_p ——桩端面积 (m²)；

ζ_r ——桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数，与嵌岩深径比 h_r/d 、岩石软硬程度和成桩工艺有关，可按表 5.3.3-1 采用；表中数值适用于泥浆护壁成桩且孔底沉渣厚度小于 50mm，对于干作业成桩（清底干净）和泥浆护壁成桩后注浆，当持力层范围无洞室存在、桩端持力层范围无软弱下卧层、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 时，可取表列数值的 1.15 倍。

2 桩端置于较破碎基岩上的嵌岩桩单桩竖向极限承载力

可按 5.3.3-1、5.3.3-2、5.3.3-3 公式估算，并应通过单桩静载荷试验确定。

表 5.3.3-1 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
极软岩、 软岩	完整	0.60	0.8	0.95	1.18	1.35	1.48	1.57	1.63
	较完整			0.92	1.08	1.20	1.31	1.40	1.45
	较破碎较软岩	—	0.45	0.55	0.60	0.65	0.71	—	—
较硬岩、 坚硬岩	完整	0.45	0.65	0.81	0.90	1.00	1.04	—	—
	较完整			0.72	0.79	0.87	0.92	—	—
	较破碎较软岩	—	0.32	0.40	0.44	0.48	0.52	—	—

注：1 介于软岩~较硬岩之间可内插取值；

2 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；

3 人工挖孔矩形桩、椭圆桩可近似取等面积圆桩的直径计算嵌岩深径比；

4 表中置于较破碎岩体上的嵌岩桩当嵌岩深度小于 1 倍桩径或 1m 时按（摩擦）端承桩设计。

5 较破碎岩 ζ_r 可视岩石坚硬程度的不同和完整性指数的不同在表中较完整岩 ζ_r （对应完整性指数 0.55）和较破碎岩值 ζ_r （对应完整性指数 0.35）之间插值所得。

3 桩端置于完整、较完整多层基岩的嵌岩桩单桩竖向极限承载力，由桩周土层段极限侧阻力、桩嵌岩段侧阻力、桩端阻力组成。当根据岩石单轴抗压强度确定单桩竖向极限承载力标准值时，可按下列公式计算：

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{srk} + Q_{pk} \quad (5.3.3-4)$$

$$Q_{sk} = u_s \sum q_{sik} l_i \quad (5.3.3-5)$$

$$Q_{srk} = u_r \sum q_{srk} l_r \quad (5.3.3-6)$$

$$Q_{pk} = q_{pk} A_p \quad (5.3.3-7)$$

式中 Q_{sk} 、 Q_{srk} 、 Q_{pk} ——分别为桩侧土的极限侧阻力标准值、桩嵌岩段极限侧阻力标准值、桩端端阻力标准值 (kN)；极限侧阻力标准值，无当地经验时，可根据成桩工艺按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 取值。

u_s 、 u_r ——分别为桩身在土层和岩层中的周长 (m)；

l_r ——桩身嵌岩深度 (m)，当岩面倾斜时，取岩面低点处的嵌岩深度；当 $l_r \leq 0.5\text{m}$ 不计嵌岩段的侧阻力；

q_{pk} ——桩端岩石承载力标准值，由桩底岩基载荷试验确定；当缺少试验资料，且桩底沉渣满足要求时，可根据桩端岩石饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk} 按下式确定。

$$q_{pk} = C_1 f_{rk} \quad (5.3.3-8)$$

桩底岩基载荷试验可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 附录 H 进行；

C_1 ——岩石端阻系数，可参照表 5.3.3-2 选用；

q_{srk} ——桩侧第 i 层岩石的极限侧阻力标准值 (kPa)，由基岩内岩石侧阻力试验确定，当缺少试验资料时，可根据桩侧岩层的岩石饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk} 按下式确定：

$$q_{srk} = C_2 f_{rk} \quad (5.3.3-9)$$

4 桩端置于较破碎多层基岩的嵌岩桩单桩竖向极限承载力可按 5.3.3-4、5.3.3-5、5.3.3-6、5.3.3-7 公式估算，并应通

过单桩静载荷试验确定。

表 5.3.3-2 岩石端阻力标准值与侧阻力标准值系数

岩石类别		完整程度	C_1	C_2
中风化	软岩	较破碎~完整	0.4~0.8	0.06~0.10
	较硬岩、硬岩		0.5~0.9	0.07~0.11
微风化	软岩		0.5~0.9	0.07~0.11
	较硬岩、硬岩		0.7~1.0	0.08~0.12

- 注：1 对地下水位以下和采用泥浆护壁的钻、冲孔桩表中数值乘以 0.85；
- 2 桩端入岩小于 0.5m 时，取 $C_2=0$ ；
- 3 风化程度越弱，抗压强度越高，完整程度越好，嵌入深度越大，取表中较大值，反取较小值；
- 4 软化系数小于等于 0.6 的软质岩，施工无可靠措施缩短桩端基岩暴露时间时，表中数值乘以 0.8；
- 5 桩端有扩大头时，扩大头斜面部分取 $C_2=0$ 。
- 6 岩石的端阻系数及侧阻系数的取值，应根据岩石的完整程度由较破碎至完整之间从小到大取相应的数值。

5.3.4 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有效应力增大，并产生显著压缩沉降时。

5.4 特殊条件下桩基稳定性验算

5.4.1 当桩端附近有临空面时，应验算向临空面倾覆和滑移稳定性，其稳定系数不应小于 1.35，计算参见附录 B。

5.4.2 对位于岩溶地基（溶洞、溶蚀裂隙等）上或近旁的桩基，应根据岩溶发育程度、地基基础设计等级、岩体的完整性和坚硬程度、地下水情况以及桩的荷载大小等，因地制宜采取措施，确保上部荷载传递至稳定岩体或处理后稳定的岩体上。岩溶地基稳定性评价参见附录 C。

5.5 桩基沉降计算

5.5.1 建筑桩基沉降变形计算值不应大于表 5.5.1 规定的桩基沉降变形允许值。

表 5.5.1 建筑桩基沉降变形允许值

变形特征	允许值
砌体承重结构基础的局部倾斜	0.002

各类建筑相邻柱（墙）基的沉降差		
(1) 框架、框架-剪力墙、框架-核心筒结构		$0.002L_0$
(2) 砌体墙填充的边排柱		$0.0007L_0$
(3) 当基础不均匀沉降时不产生附加应力的结构		$0.005L_0$
单层排架结构（柱距为 6m）桩基的沉降量（mm）		120
桥式吊车轨面的倾斜（按不调整轨道考虑）		
纵向		0.004
横向		0.003
多层和高层建筑的整体倾斜	$H_g \leq 24$	0.004
	$24 < H_g \leq 60$	0.003
	$60 < H_g \leq 100$	0.0025
	$H_g > 100$	0.002
高耸结构桩基的整体倾斜	$H_g \leq 20$	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	$H_g \leq 100$	350
	$100 < H_g \leq 200$	250
	$200 < H_g \leq 250$	150
体型简单的剪力墙结构 高层建筑桩基最大沉降量（mm）		200

注： L_0 为相邻柱（墙）两测点间距离， H_g 为自室外地面算起的建筑物高度。

5.5.2 计算桩基沉降变形时，桩基变形特征指标应按下列规定选用：

1 由于土层厚度与性质不均匀、荷载差异、体型复杂、相互影响等因素引起的地基沉降变形，对于砌体承重结构应由局部倾斜控制；

2 对于多层或高层建筑和高耸结构应由整体倾斜值控制；

3 当其结构为框架、框架—剪力墙、框架—核心筒结构时，尚应控制柱（墙）之间的差异沉降。

5.5.3 对于本规范表 5.5.1 中未包括的建筑桩基沉降变形允许值，应根据上部结构对桩基沉降变形的适应能力和使用要求确定。

5.5.4 桩基沉降量应按行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定计算。

5.6 桩基水平承载力与位移计算

5.6.1 受水平荷载的一般建筑物和水平荷载较小的高大建筑物单桩基础和群桩中基桩应满足下式要求：

$$H_{ik} \leq R_h \quad (5.6.1)$$

式中 H_{ik} ——在荷载效应标准组合下，作用于基桩 i 桩顶处的水平力（kN）；

R_h ——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值（kN），对于单桩基础，可取单桩的水平承载力特征值 R_{ha} 。

5.6.2 单桩的水平承载力特征值的确定应符合行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

5.6.3 群桩基础（不含水平力垂直于单排桩基纵向轴线和力矩较大的情况）的基桩水平承载力特征值应考虑由承台、桩群、土相互作用产生的群桩效应。

5.6.4 计算水平荷载较大和水平地震作用、风载作用的带地下

室的高大建筑物桩基的水平位移时，可考虑地下室侧墙、承台、桩群、土共同作用。

5. 6. 5 计算单桩承受水平力和力矩作用时，可按 m 法计算桩的变位及内力；当桩身水平变形系数 $\alpha < 4/l$ 时，可按附录 J 估算刚性桩水平承载力与位移，并应通过单桩水平载荷试验确定。

5. 7 桩身承载力与裂缝控制计算

5. 7. 1 轴心受压混凝土灌注桩的桩身承载力计算应符合以下规定：

$$Q \leq \psi_c A_p f_c \quad (5. 7. 1)$$

式中 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值（kPa），按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 取值；

Q ——相应于作用的基本组合时的单桩竖向力设计值（kN）；

A_p ——桩身横截面积（ m^2 ）；

ψ_c ——工作条件系数，非预应力预制桩取 0.75，预应力桩取 0.55~0.75，灌注桩取 0.6~0.8（水下灌注桩、长桩或混凝土强度等级高于 C35 时用低值）。

5. 7. 2 桩顶以下 5 倍桩身直径范围内配置间距不大于 100mm 螺旋式箍筋，且钢筋耐久性得到保证的轴心受压混凝土灌注桩，可按下列式计算桩身承载力。

$$Q \leq \psi_c A_p f_c + 0.9 f_y' A_s' \quad (5.7.2)$$

式中 f_y' ——纵向主筋抗压强度设计值 (kPa)；

A_s' ——纵向主筋截面面积 (m²)。

5.7.3 计算低承台偏心受压混凝土桩受压承载力时，可不考虑偏心距的增大影响。

5.7.4 下列情况应考虑桩身压屈影响：

1 桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于 10kPa 的软弱土层；

2 桩身穿越岩溶孔洞、或洞隙充填物为软弱土层。

5.7.5 对于应考虑桩身压屈影响的基桩，应将轴向力对截面重心的初始偏心距 e_i 乘以偏心距增大系数 η ，偏心距增大系数 η 的具体计算方法可按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 执行。

5.7.6 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：

$$Q \leq f_y A_s + f_{py} A_{py} \quad (5.7.6)$$

式中： f_y 、 f_{py} ——普通钢筋、预应力钢筋的抗拉强度设计值 (kPa)；

A_s 、 A_{py} ——普通钢筋、预应力钢筋的截面面积 (m²)。

5.7.7 对于钢筋混凝土抗拔桩的裂缝控制计算应符合国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.7.8 当考虑地震作用验算桩身抗拔承载力时，应根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定对作用于桩顶的地震作

用效应进行调整。

5.7.9 对于承受水平荷载和地震作用的桩，应按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定验算桩身受弯承载力和受剪承载力。

5.8 承台计算

5.8.1 桩基承台应进行正截面受弯承载力计算。受弯承载力和配筋应符合国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.8.2 桩基承台厚度应满足柱（墙）对承台的冲切和基桩对承台的冲切承载力要求。

5.8.3 轴心竖向力作用下桩基承台受柱（墙）的冲切，冲切破坏锥体应采用自柱（墙）边或承台变阶处至相应桩顶边缘连线所构成的锥体，锥体斜面与承台底面之夹角不应小于 45° 。

5.8.4 箱形承台和筏形承台的弯矩可按下列规定计算：

1 箱形承台和筏形承台的弯矩宜考虑地基土层性质、基桩分布、承台和上部结构类型和刚度，按地基—桩—承台—上部结构共同作用原理分析计算；

2 对于箱形承台，当桩端持力层为基岩、密实的碎石类土、砂土且深厚均匀时；或当上部结构为剪力墙；或当上部结构为框架—核心筒结构且按变刚度调平原则布桩时，箱形承台底板可仅按局部弯矩作用进行计算；

3 对于筏形承台，当桩端持力层深厚坚硬、上部结构刚度

较好，且柱荷载及柱间距的变化不超过 20%时；或当上部结构为框架—核心筒结构且按变刚度调平原则布桩时，可仅按局部弯矩作用进行计算。

5.8.5 柱下条形承台梁的弯矩可按下列规定计算：

1 可按弹性地基梁（地基计算模型应根据地基土层特性选取）进行分析计算；

2 当桩端持力层深厚坚硬且桩柱轴线不重合时，可视桩为不动铰支座，按连续梁计算。

5.8.6 砌体墙下条形承台梁，可按倒置弹性地基梁计算弯矩和剪力。

5.8.7 柱（墙）下桩基承台，应分别对柱（墙）边、变阶处和桩边连线形成的贯通承台的斜截面的受剪承载力进行验算。当承台悬挑边有多排基桩形成多个斜截面时，应对每个斜截面的受剪承载力进行验算。

5.8.8 梁板式筏形承台的梁的受剪承载力可按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 计算。

5.8.9 对于柱下桩基，当承台混凝土强度等级低于柱或桩的混凝土强度等级时，应验算柱下或桩上承台的局部受压承载力。

5.8.10 当进行承台的抗震验算时，应根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定对承台顶面的地震作用效应和承台的受弯、受冲切、受剪承载力进行抗震调整。

6 人工挖孔灌注桩

6.1 一般规定

6.1.1 人工挖孔灌注桩可用于地下水位以上或地下水易于降排的填土、粘性土、粉土、砂土、碎石土等土质地基及各类岩石地基。

6.1.2 人工挖孔桩工程应按《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870 编制专项施工方案。开挖深度超过 16m 的人工挖孔桩工程，应由施工单位组织召开危险性较大的分部分项工程专项方案专家论证会。

6.1.3 人工挖孔桩的孔深不宜超过 25m。

6.2 施工准备

6.2.1 人工挖孔灌注桩施工前应具备下列资料：

- 1 建筑场地岩土工程勘察报告；
- 2 桩基工程施工图及图纸会审纪要；
- 3 建筑场地和邻近区域内的地下管线、架空线、地下构筑物及邻近建筑物的调查资料；
- 4 人工挖孔桩专项施工方案；
- 5 主要施工机械设备及配套设备的技术性能资料；
- 6 水泥、砂、石、钢筋等原材料及制品的质检报告；
- 7 有关荷载、施工工艺的试验参考资料。

6.2.2 施工前应根据桩基工程项目规模、工期和技术要求等

进行人员配备，建立健全桩基工程项目管理机构，明确主要管理人员职责；施工人员应具有相应的职业技术能力，上岗前应进行职业安全、技术能力和操作技能培训，培训合格后方可上岗。

6.2.3 施工前应做好下列工作：

1 施工前应熟悉场地岩土工程勘察资料、桩基工程施工图，踏勘施工现场；组织设计交底和图纸会审，会审纪要和施工图等作为施工依据并列入工程档案；

2 专项施工方案编制人员或项目技术负责人应当向现场管理人员和作业人员进行安全技术交底。

6.2.4 桩基施工用的供水、供电、道路、排水、临时房屋等设施，必须在开工前准备就绪，施工场地应进行平整处理，保证施工机械正常作业。

6.2.5 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管，施工中应不定期的复核。根据施工图，现场采用全站仪确定桩位，经反复校核无误后，报业主及监理代表验收。

6.2.6 用于施工质量检验仪表、器具的性能指标，应符合相关标准的规定。

6.2.7 施工原材料、商品混凝土的型号、规格、品种、等级等质量和技术性能应符合相关标准的规定和设计要求。

6.2.8 施工前应根据设计图纸、地质条件、场地条件、工期要求等因素，对施工设备和机具进行选型和配套。

6.2.9 施工前应对临近建筑物、构筑物、架空线等根据需要采

取防护措施，预先标明桩位处的地下障碍物。

6.2.10 施工前应对出土出渣路线进行测定，规划行车路线时，应使道路与孔位置保持一定距离，不得影响孔壁稳定。

6.3 成孔

6.3.1 人工挖孔桩成孔检测应符合下列规定：

1 成孔的控制深度应符合下列规定：

1) 摩擦型桩：摩擦桩应以设计桩长控制成孔深度，端承摩擦桩必须保证设计桩长及桩端进入持力层深度；

2) 端承型桩：必须保证桩端进入设计持力层的深度；

3) 嵌岩型桩：桩端必须按设计要求深度嵌入中等风化、微风化基岩中。

2 桩端嵌岩段严禁设置护壁。

3 孔底的渣土应清理干净，有地下水时应检测地下水水位上升的速度。

4 桩孔达到设计持力层后，应及时会同建设单位、勘察单位、设计单位、监理单位等鉴定。

6.3.2 人工挖孔应遵守下列规定：

1 在地下水位之下挖孔，必须先降水；

2 人工挖孔灌注桩的孔径（不包括护壁厚度）不得小于0.9m，且不宜大于2.5m，当孔桩深度超过8.0m时孔径不得小于1.0m；当桩间净距小于2倍桩径且小于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；

3 人工挖孔灌注桩混凝土护壁的厚度不应小于 100mm，护壁应配置直径不小于 8mm 的构造钢筋，竖向筋应上下搭接或拉接；

4 成孔过程中形成的护壁厚度应不计入桩的设计桩径尺寸内。

6.3.3 在正式施工前，宜进行试成孔。

6.3.4 开始挖孔前，桩位应定位准确，在桩外设置定位基准桩，安放护壁模板必须用桩心点校正模板位置，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 150mm~200mm，壁厚比下面井壁厚度增加 100mm~150mm。

6.3.5 混凝土护壁应遵守下列规定：

1 护壁的厚度、配筋、拉结钢筋、混凝土强度等级应符合设计要求；

2 上下节护壁的搭接长度不得小于 50mm；

3 每节混凝土护壁均应在当日连续施工完成；

4 护壁混凝土应振捣密实，应根据土层渗水情况使用早强剂或速凝剂；

5 同一水平面上的井圈任意直径的极差不得大于 50mm；

6 护壁模板的拆除应在灌注混凝土 24h 之后或强混凝土度达 2.5MP 后；

- 7 发现护壁有蜂窝、漏水现象时，应及时补强。
- 6.3.6** 遇有局部或厚度不大于 1.5m 的流动性土体和可能出现涌水涌砂时，护壁施工宜按下列方法处理：
- 1 每节护壁的高度可减少到 300mm~500mm，并随挖、随验、随支模、随浇注混凝土；
 - 2 采用钢护筒或有效的降水措施。
- 6.3.7** 当孔桩直径过大、地质条件复杂、变化较大时，其支护形式必须单独设计。
- 6.3.8** 挖孔时如有水渗入孔内，应及时加强孔壁支护，防止孔壁因水浸流而造成塌孔，渗水应及时排除，当遇有流塑状土、流砂、涌水使孔壁坍塌时，应立即停止挖孔，待采取有效措施处理后，才能继续下挖。
- 6.3.9** 孔内进行岩石爆破作业时，应注意下列事项：
- 1 应采用浅眼爆破法，严格控制用药量，桩内爆破应采用电引爆。孔内爆破后，应先进行通风排烟，待烟尘排放完后，方可下孔继续作业。硬质岩距离设计深度 200mm~500mm，软质岩距离设计深度 500mm~700mm 时，必须采取确保岩体完整性的方法挖至设计深度；
 - 2 当孔底岩层为倾斜产状时，应凿成水平或台阶状；
 - 3 当设计规定为嵌岩桩时，为保证嵌岩段岩体的完整性，宜采用密孔爆破法、光面爆破法。
- 6.3.10** 挖孔达到设计持力层后，应及时组织有关单位鉴定持力层是否符合设计要求。如地质情况复杂，需进一步探明桩端持

力层情况时，应由勘察、设计单位提出具体处理措施。

6. 3. 11 桩孔达到设计要求后，应清除护壁上的泥土和孔底残渣、积水，并及时办理隐蔽工程验收手续，必要时进行孔底岩石取样保存。对软质岩层应在验收合格后应立即采取封底措施，组织后续工序施工。

6. 3. 12 灌注桩成孔施工的允许偏差应满足本规程附录 D 的要求。

6. 4 钢筋笼制作与安装

6. 4. 1 钢筋笼的材质、尺寸应符合设计要求，强度应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢筋混凝土用钢材》GB1499.2 相关规定。钢筋进场应具备钢材出厂质量证明书，并及时取样送检出具试验报告。

6. 4. 2 钢筋笼的制作质量应符合下列要求：

- 1 制作允许偏差应符合表 6. 4. 2 的规定；

表 6. 4. 2 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 箍筋应采用螺旋式，其制作、安装应符合下列要求：

1) 螺旋箍筋直径不应小于 6mm，间距宜为 200mm~300mm；受水平荷载较大的桩基、承受水平地震作用的桩基以及考虑主筋作用计算桩身受压承载力时，桩顶以下 5d 范围内的箍筋应加密，间距不应大于 100mm；当桩身位于液化土层范围内时箍筋应加密；当考虑箍筋受力作用时，箍筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；

2) 螺旋箍筋开始与结束位置应有水平段，长度不小于一圈半（图 6.4.2a）；

3) 螺旋箍筋端部弯钩角度应不小于 135°，弯钩平直长度应不小于 10d，弯钩应钩住纵筋（图 6.4.2b）；

4) 螺旋箍筋搭接长度应 $\geq L_a$ 或 L_{aE} ，且 $\geq 300\text{mm}$ ，并钩住纵筋（图 6.4.2c）。

3 当钢筋笼长度超过 4m 时，应每隔 2m 设一道直径不小于 12mm 的焊接加强筋（或加劲箍），加劲箍宜设在主筋外侧，当因施工工艺有特殊要求时也可置于内侧；

4 钢筋笼长度超过 10m，需分段拼接，拼接处采用焊接或机械连接并应遵守《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《混凝土结构工程施工质量验收规范》

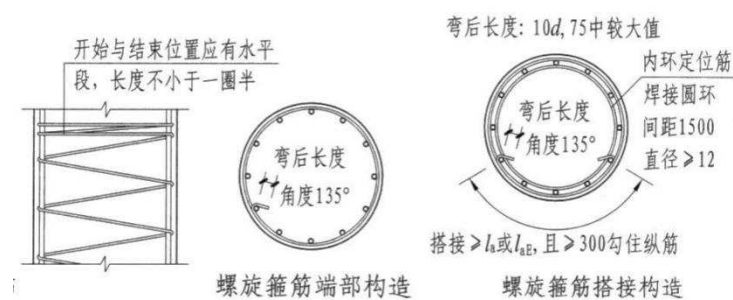
GB 50204 及《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定；

5 主筋间净距必须大于混凝土粗骨料粒径的 3 倍以上；

6 主筋一般不设弯钩，根据设计或施工工艺要求需设弯钩时，钩不得向内圆伸露；

7 当采用“导管法”施工时，导管接头处外径应比钢筋笼的内径小 100mm 以上。

图 6.4.2 螺旋箍筋构造



(a) (b) (c)

6.4.3 钢筋笼安装的质量应符合下列要求：

1 钢筋笼应验收合格后方可安装；

2 钢筋笼在下置前必须设置保护层垫块，沿竖向每 0.5m~0.6m 一组，每组 4~8 块，呈十字形或沿圆周长均匀分布；

3 搬运和吊装钢筋笼时，应采用起重机分段安装成形，各段吊装时要缓慢，避免与其它物体发生碰撞而产生不可恢复的弯曲变形。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。下笼中若遇障碍不得强行下放，查明原因，酌情处理后继续下放；

4 钢筋笼安装深度和位置应符合设计及规范要求，待全部钢筋笼下入孔内，经验收合格后，将其吊筋与孔口板进行固定，以使钢筋笼定位准确，避免钢筋笼下沉和灌注混凝土时上浮。

6.5 混凝土施工

6.5.1 混凝土施工应符合下列规定：

1 应进行孔位、孔径、垂直度、孔深等检验；

2 钢筋笼吊装完毕后，灌注混凝土前应再次检查孔底，若沉渣厚度超标应二次清孔；

3 检验工作完成验收合格后，应立即浇筑混凝土，间隔时间不应超过 2h，以防泥浆沉淀和塌孔；

4 水下混凝土浇筑应采用导管法在水中进行灌注；

5 混凝土应从孔底至孔口灌注，严禁在孔口向孔内抛掷混凝土；

6 灌注混凝土时，自桩端至桩顶必须采用同一种强度等级的混凝土，除设计有明确规定外，在桩身混凝土中不得掺入毛石。

7 混凝土试块应现场留置，留置数量应符合《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的要求。

6.5.2 混凝土原材料应符合以下要求：

1 混凝土砂石质量要求应满足《普通混凝土用砂、石质量

及检验方法标准》JGJ 52 中相关规定；

2 水下灌注混凝土的含砂率宜为 40%~50%，并宜选用中粗砂；粗骨料可选用卵石或碎石；

3 粗骨料的粒径应小于 40mm，并不得大于钢筋间最小净距的 1/3。

6. 5. 3 当孔底渗入的地下水水位上升的速度大于 6mm/min 时，应采用水下灌注混凝土灌注工艺施工。水下灌注混凝土灌注用导管的构造和使用应符合下列规定：

1 导管壁厚不宜小于 3mm，直径宜为 200mm~250mm，导管接头处外径应至少比钢筋笼内径小 100mm 以上，导管应居中下放，两节导管连接应安装密封橡胶圈；直径制作偏差不应超过 2mm，导管的节长度可视工艺要求确定，底管长度不宜小于 4m，接头宜采用双螺纹方扣快速接头；

2 导管使用前应试拼装、试压，试水压力可取 0.6MPa~1.0MPa；

3 每次灌注后应对导管内外进行清洗。

6. 5. 4 当孔底或孔壁渗入的地下水的上升速度小于或等于 6mm/min 时，可采用常规灌注混凝土的方法，其技术要求除符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定外，还应符合以下规定：

1 混凝土坍落度：自拌混凝土，当孔内无钢筋笼时，宜小于 65mm，当孔内设置钢筋笼时，宜为 70mm~90mm，泵送混凝土宜为 140mm。

2 开始浇注时，孔底积水深度不宜超过 50mm，混凝土灌注应连续并应尽可能加快，使混凝土对孔壁的压力尽快大于渗水压力以防止水渗入孔内；

3 混凝土应尽可能一次连续灌注完成，若施工缝不可避免时，按一般施工缝的规定处理外，并一律设置上下层锚固钢筋，锚固钢筋的截面应根据施工缝的位置确定。无资料时，可按桩截面的 0.2%配筋，施工缝处若有钢筋骨架，且骨架钢筋面积超过桩截面的 0.2%时，则可不设锚固钢筋。

6. 5. 5 混凝土浇注至桩顶以后，应立即将表面已离析的混合物和水泥泥浆等清除干净，并及时将上部结构需插入桩内的锚固钢筋按设计位置放入混凝土桩身中。

6. 5. 6 浇注桩身混凝土时，混凝土必须通过溜槽，当高度超过 3m 时，应采用串筒，串筒末端离孔底高度不宜大于 2m；也可采用导管泵送；混凝土宜采用插入式振捣器振实。

6. 5. 7 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有效措施。严禁在桩孔中边抽水边开挖，同时不得灌注相邻桩。

6. 5. 8 水下灌注混凝土应符合下列规定：

1 水下灌注的混凝土必须具备良好的和易性，配合比应通过试验确定；塌落度宜为 180mm~220mm；胶凝材料用量不应少于 360kg/m³；

2 水下灌注混凝土宜掺外加剂。

6. 5. 9 使用的隔水栓应有良好的隔水性能，并应保证顺利排

出；隔水栓宜采用球胆或与桩身混凝土强度等级相同的细石混凝土制作。

6. 5. 10 灌注水下混凝土的质量应满足下列要求：

1 开始灌注混凝土时，导管底部至孔底的距离宜为300mm~500mm；

2 应有足够的混凝土储备量，导管一次埋入混凝土灌注面以下不应少于0.8m；

3 导管埋入混凝土深度宜为2m~6m。严禁将导管提出混凝土灌注面，并应控制提拔导管速度，应有专人测量导管埋深及管内混凝土灌注面的高差，填写水下混凝土灌注记录；

4 灌注水下混凝土必须连续施工，每根桩的灌注时间应按初盘混凝土的初凝时间控制，对灌注过程中的故障应记录备案；

5 应控制最后一次灌注量，超过高度宜为0.8m~1.0m，凿除泛浆后必须保证暴露的桩顶混凝土强度达到设计等级；

6 混凝土的实际灌注量不应低于理论值；

7 灌注完成后，将各项施工记录表汇总，并检查其内容是否齐全、准确，最后放入竣工资料存档备查。

6. 5. 11 灌注中发生故障时处理注意事项：

1 首批混凝土灌注后导管进水时，应将已灌注的混凝土拌合物吸出，再改正操作方法，重新进行灌注；

2 灌注开始不久发生导管堵塞时，可用长杆冲捣或用振动器振动导管；

3 灌注开始不久发生故障、用前述方法处理无效时，应及

时地将导管拔出，将已灌注的混凝土吸出，将钢筋骨架抽出，然后重新清孔、吊装钢筋骨架和灌注混凝土。

6. 5. 12 混凝土浇筑后的保湿养护应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

6. 6 安 全

6. 6. 1 安全技术交底

孔桩施工前，施工单位项目负责人应当对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员作出详细的书面安全技术交底，每人一份交底书，并由双方签字确认。项目专职安全员应参加技术交底。

6. 6. 2 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，超高限位器、吊钩防脱钩装置等应能正常工作；电葫芦宜用按钮式开关，使用前必须检验其安全起吊能力；卷扬机钢丝绳应排列整齐，在滚筒上缠绕圈数不少于 3 圈；暂停施工的孔口，应加设盖板全部封闭。

6. 6. 3 施工人员进场前必须进行安全用电、防火、防毒、防缺氧及孔内安全等施工安全常识教育。未经安全常识教育的人员不得进场施工。

6. 6. 4 作业人员上下桩孔安全措施：

1 孔内必须设置直径不小于 14mm 的钢筋爬梯，或应急软爬梯供作业人员上下；孔深大于 20m 时应按每 15m 在护壁内埋设或打入

- 可靠的卸荷挂钩拉住钢筋爬梯；
- 2 每次开工前必须检测孔内有毒、有害气体，并采取相应安全防范措施；可以采用小动物活体检测或仪器检测的方法；
 - 3 作业人员进入孔内须带安全帽、穿水鞋，挂好配有自动卡紧保险装置的防坠器。
 - 4 作业人员不得使用麻绳和尼龙绳挂或脚踏井壁凸缘上下。
- 6.6.5 开挖过程中安全措施：**
- 1 孔内应设置防护顶棚且随孔深下降，顶棚盖板应坚固，覆盖面积不小于孔截面面积的 1/2，顶棚高度距孔底不小于 2m，确保吊装过程中孔底作业人员的安全；
 - 2 孔内有人作业时，孔上应配备专人监护。孔上人员必须随时检查吊钩的防脱钩装置是否完好，发现隐患及时修复，防止吊笼（吊桶）与吊钩分离坠落伤人；
 - 3 孔内钎探、水磨钻钻进时，作业人员应戴好防尘面具，并适时更换过滤粉尘内罩；
 - 4 每次开挖前必须将孔内积水抽干。中途抽水时，孔内人员必须返回地面，移动水泵时，应切断电源；
 - 5 当桩孔开挖深度超过 8m 时，需采用专门设施向孔内送风，风量不宜少于 25L/s。
- 6.6.6 孔口四周必须设置护栏，护栏高度宜为 0.8m。
 - 6.6.7 严禁在孔内进行任何施焊作业。
 - 6.6.8 孔内用电应遵守《施工现场临时用电安全技术规范》

JGJ 46 的规定,应采用三相五线制,实行三级供电二级漏电保护,并应符合下列要求:

- 1 孔内照明必须采用电压不超过 12 伏的低压电源;
- 2 电源管理要有专业电工负责,所有电器设备的金属外壳必须接专用保护线(PE 线)、接零和使用漏电保护装置,各孔用电必须分闸,严禁一闸多用;
- 3 当一个桩孔同时设有电葫芦、吊笼、水磨钻机时,必须为每台机电设备安装一个开关箱,开关箱内漏电保护器额定漏电流应不大于 30mA,额定漏电动作时间不能大于 0.10s;
- 4 湿作业条件下,额定漏电应不大于 15mA,额定漏电动作时间不能大于 0.10s;
5 孔口上电缆必须架空 2m 以上,严禁拖地和埋压土中,孔内电线、电缆必须有防磨损、防潮、防断裂等保护措施。
6. 6. 9 暂停施工的孔口,孔口井圈作法应符合本规程 6.3.4 规定,同时应加设临时全封闭盖板,或封闭四周护栏,并挂“禁止进入”警示牌。
6. 6. 10 在溶洞上部作业时,必须采用有效措施,防止突然塌顶陷落。
6. 6. 11 挖出的土石方应及时运离孔口,不得堆放在孔口四周 1m 范围内,机动车辆的通行不得对井壁的安全造成影响,防止压塌孔壁。
6. 6. 12 斜坡地带上下桩基同时施工时,上方桩的施工平台、走道及栏杆应全部密封;下方桩孔上、走道上应搭设牢固的双层

安全防护棚（棚顶盖板应坚固，可成斜面，靠山坡面应密封），覆盖范围应超出人员活动范围每边 800mm。

7 冲击成孔灌注桩

7.1 一般规定

7.1.1 冲击成孔桩工艺可用于填土、粘性土、粉土、砂土、碎石土等土质地基及各类岩石地基。

7.2 施工准备

7.2.1 冲击成孔灌注桩施工前应具备下列资料：

- 1 建筑场地岩土工程勘察报告；
- 2 桩基工程施工图及图纸会审纪要；
- 3 建筑场地和邻近区域内的地下管线，地下构筑物及邻近建筑物的调查资料；
- 4 冲击成孔灌注桩施工方案；
- 5 主要施工机械设备及配套设备的技术性能资料；
- 6 水泥、砂、石、钢筋等原材料及制品的质检报告；
- 7 有关荷载、施工工艺的试验参考资料。

7.2.2 施工前应根据桩基工程项目规模、工期和技术要求等进行人员配备，建立健全桩基工程项目管理机构，明确主要管理人员职责；施工人员应具有相应的职业技术能力，上岗前应进行职业安全、技术能力和操作技能培训，培训合格后方可上岗。

7.2.3 施工前应熟悉场地岩土工程勘察资料，桩基工程施工图，踏勘施工现场；组织设计交底和图纸会审，会审纪要和施工

图等作为施工依据列入工程档案。

7.2.4 桩基施工用的供水、供电、道路、排水、临时房屋等设施，必须在开工前准备就绪，施工场地应进行平整处理，保证施工机械正常作业。

7.2.5 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管，施工中应不定期的复核。根据施工图，现场采用全站仪确定桩位，经反复校核无误后，报业主及监理代表验收。

7.2.6 用于施工质量检验仪表、器具的性能指标，应符合相关标准的规定。

7.2.7 施工原材料、商品混凝土的型号、规格、品种、等级等质量和技术性能应符合相关标准的规定和设计要求。

7.2.8 施工前应根据设计图纸、地质条件、场地条件、工期要求等因素，对施工设备和机具进行选型和配套。

7.2.9 施工现场平面布置应遵照施工组织设计进行，钻孔场地的平面尺寸应根据桩位施工图、旋挖钻机底座平面尺寸、旋挖钻机旋转移位要求及其它机具设施的布置要求等情况合理确定。

7.2.10 施工前应对临近建筑物、构筑物、架空线等根据需要采取防护措施，预先标明桩位处的地下障碍物。

7.2.11 施工前应对出土出渣路线进行测定，规划行车路线时，应使道路与孔位置保持一定距离，不得影响孔壁稳定。

7.3 成孔

7.3.1 一般规定：

1 成孔工艺：桩孔定位→桩机就位→护筒埋设→冲击成孔→阶段清孔→一次清孔与二次清孔；

2 施工前，应进行试成孔；

3 成孔的孔径和深度应符合设计要求；

4 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；

5 冲击成孔桩施工的允许偏差应满足附录 D 的要求；

6 冲击成孔过程中，应采用隔孔法进行施工，防止冲击过程中对邻桩造成影响。

7.3.2 冲击成孔灌注桩作业地面应坚实平整，作业过程中地面不得下陷；地面不能满足钻机接地比压要求时，应采取铺设路基板、硬化地面等措施满足要求。

7.3.3 冲击成孔桩宜采用孔口护筒，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的 200mm，上部宜开设 1~2 个溢浆孔；

3 护筒埋置深度：粘性土中不宜小于 1.0m；砂土中不宜小于 1.5m。护筒下端外侧应采用粘土填实；其高度尚应满足孔内泥浆面高度的要求；

7.3.4 泥浆的制备、使用和处理应符合下列规定：

1 除能自行造浆的黏土层外，均应制备泥浆。泥浆制备应选用高塑性粘土或膨润土。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。无工程经验时，亦可按表 7.3.4 制备泥浆。

表 7.3.4 各类土层中泥浆密度选用表

序号	内 容	泥浆相对密度	备 注
1	在护筒中及筒刃以下 2m 以内	1.2~1.5	土层不好时宜提高泥浆度，必要时加入小片石和粘土块
2	粘土、粉质粘土	清水	粉质粘土宜采用稀泥浆
3	砂土	1.2~1.5	粉砂泥浆相对密度可取小值，粗砂取大值
4	砂卵砾石	1.3	
5	风化岩	1.2~1.4	
6	软弱土层或塌孔回填重成孔	1.3~1.5	反复冲击，加粘土块及片石

注：溶洞充填物对应以上表格进行选取。

2 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；

3 在清孔过程中，应不断置换泥浆，直至灌注水下混凝土；

4 灌注混凝土前，孔底 500mm 以内的泥浆相对密度应小于 1.25；含砂率不得大于 8%；粘度不得大于 28s；

5 在容易产生泥浆渗漏的土层或岩溶地层中应采取维持孔壁稳定或防漏浆的措施。

7.3.5 冲击成孔质量控制应符合下列规定：

1 开孔时应低锤密击，当表土为淤泥、细砂等软弱土层时，

可加粘土块夹小片石反复冲击造壁，孔内泥浆面应保持稳定。在开孔阶段冲孔进度不宜太快，一般控制台班进尺在 1 米以内，相应地提锤高度要小，冲击次数要多，具体可参考表 7.3.5-1；

表 7.3.5-1 不同土层开通阶段提锤高度和冲击次数建议表

土层	提锤高度 (cm)	冲击次数 (次/分)	泥浆浓度
粘性土层	40~60	20~25	1.05~1.2
砂砾层	40~60	20~25	1.2~1.4

2 在不同土层、岩层中成孔时，可按照表 7.3.5-2 的操作要点进行；

3 当遇孤石时，可预爆或采用高低冲程交替冲击，将大孤石击碎或挤入孔壁；

4 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；

5 每钻进 4m~5m 应验孔一次，在更换钻探前或容易缩孔处，均应验孔；

6 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，并进行记录。

表 7.3.5-2 冲击成孔操作要点

序号	内容	操作要点
----	----	------

1	在护筒中及护筒刃以下2m以内	小冲程 1m 左右, 软弱土层投入黏土块夹小片石
2	粘土、粉质粘土	中小冲程 1m~2m, 经常清除钻头上的泥块
3	砂土	中冲程 2m~3m, 投入粘土快, 勤冲、勤掏渣
4	砂卵砾石	中、高冲程 3m~4m, 勤掏渣
5	强风化岩体	如岩层表面不平或倾斜, 应抛入 30cm~50cm 块石使之略平, 然后低锤快击使其成一紧密平台, 再进行正常冲击, 同时加大冲击能量, 勤掏渣
6	中、微风化岩体	宜用高冲程, 一般为 3m~5m, 最高不得超过 6m; 岩面倾斜度较大或高低不平处, 最易偏孔, 应回填坚硬的片石, 低锤快打, 造成一个平台后, 方可采用较高冲程
7	岩溶发育区	1. 遇溶洞(槽、隙)时, 减少冲击行程, 慢慢穿过, 若出现漏浆及坍孔时, 抛填粘土及小片石, 挤入其孔壁(或槽裂缝)加固充填 2. 若出现溶洞高度大或是溶洞带且埋深较浅时, 采用振打长钢护筒, 边冲边振沉钢护筒, 同时在穿越过程不断抛填片石、粘土, 及时补给泥浆 3. 若出现溶洞高度大或是溶洞带且埋深较深时, 采取抛填掺快凝剂的水泥及片石堵塞 4. 若穿越溶洞(槽)底出现偏孔时, 一般采取抛填片石处理, 当其倾斜角度过大, 宜采取先钻孔水下爆破后再抛填 50cm~100cm 片石纠孔 5. 穿过溶洞(槽、隙)后进入完整岩体后, 恢复正常冲程, 并及时采取岩芯样结合地质资料检查, 经鉴定合格方可进行一次清孔
8	软弱土层或塌孔回填重成孔	小冲程反复冲击, 加粘土块及片石
9	抽渣或停钻后再钻	由低冲程逐渐加高到正常冲程

7. 3. 6 采用多台钻机同时施工时, 相邻钻机不宜过近, 以免相互干扰。在混凝土刚灌注完毕的邻桩旁成孔时, 应有足够的安

全距离，或间隔时间不小于 36 小时。

7. 3. 7 应对施工过程进行记录，并作为验收资料统一归档。

7. 4 清 孔

7. 4. 1 钻孔达到设计深度，灌注混凝土前，应进行清孔，并对孔口予以保护，做好记录。

7. 4. 2 清孔分为干作业清孔和湿作业清孔。

1 干作业清孔，应该在安放钢筋笼和导管前清孔；

2 湿作业清孔应该分二次进行。第一次清孔应在成孔完毕后进行。第二次应在安放钢筋笼和导管安装完毕后进行。

7. 4. 3 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。

7. 4. 4 清孔宜按下列规定进行：

1 不易塌孔的桩孔宜采用气举反循环法清孔；

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满足本规程第 7. 3. 4 条的规定；

3 清孔时，孔内泥浆面应符合本规程第 7. 3. 4 条的规定。

7. 4. 5 清孔结束时测定孔底沉渣。孔底沉渣的检查可采用沉渣仪、测锤或测杆。测锤重量不小于 1kg，外形应符合图 7. 4. 5 的要求。

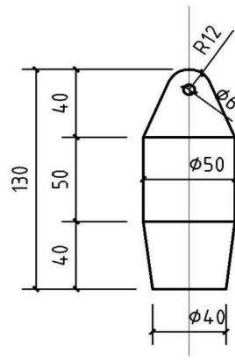


图 7.4.5 测锤外形及尺寸

7.4.6 孔底沉渣厚度指标应符合下列规定：

- 1 对端承型桩、摩擦端承桩和端承摩擦桩、摩擦桩，应符合本规程第 3.1.11 条的规定；
- 2 对于抗拔、抗水平力桩，不应大于 200mm。

7.5 钢筋笼制作与安装

- 7.5.1 钢筋笼制作与安装应符合本规程第 6.4 节的规定。
- 7.5.2 当遇到溶洞时，根据溶洞高度及相对标高，采用防止灌注桩桩径变细的外包裹钢筋笼。

7.6 混凝土施工

- 7.6.1 混凝土施工应符合本规程第 6.5 节的规定。
- 7.6.2 泥浆护壁的灌注桩，检验合格后，浇注混凝土的间隔

时间不应超过 2h，以防泥浆沉淀和塌孔。

7.7 安全

7.7.1 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。特种作业人员需持证上岗。

7.7.2 冲击成孔机械操作时应安放平稳，防止冲孔时突然倾倒或冲锤突然下落，造成人员伤亡和设备损坏。

7.7.3 冲击锤（钻）操作时，距落锤 6m 范围内不得有人员走动或进行其他作业，非工作人员不准进入施工区域内。

7.7.4 废弃的浆、渣应进行处理及清理，不得污染环境。

7.7.5 冲（钻）孔灌注桩在已成孔尚未灌注混凝土前，应用盖板封严，以免掉土或发生人身安全事故。

7.7.6 所有成孔设备，电路要架空设置，不得使用不防水的电线或绝缘层有损伤的电线。电闸箱和电动机要有接地装置，加盖防雨罩；电路接头要安全可靠，开关要有保险装置。

7.7.7 恶劣气候时冲（钻）孔机应停止作业，休息或作业结束时，应切断操作箱上的总开关，并将离电源最近的配电盘上的开关切断。

7.7.8 混凝土灌注时，装、拆导管人员必须戴安全帽，并注意防止扳手、螺丝等掉入桩孔内；拆卸导管时，其上空不得进行其

他作业，导管提升后继续浇注混凝土前，必须检查其是否垫稳或挂牢。

7. 7. 9 本节未规定的, 按本规程第 6.6 节的要求执行。

8 旋挖成孔灌注桩

8.1 一般规定

8.1.1 旋挖成孔灌注桩适用于黏土、粉土、淤泥、砂土、碎石土、强风化岩等地基，采取措施还可用于中、微风化硬岩层。

8.2 施工准备

8.2.1 旋挖成孔灌注桩施工准备应符合本规程第7.2节的相关规定。

8.3 成孔

8.3.1 一般规定：

- 1 成孔工艺：桩孔定位→桩机就位→安放孔口护筒→旋挖成孔→阶段清孔→一次清孔与二次清孔；
- 2 施工前，应进行试成孔；
- 3 成孔的孔径和深度应符合设计要求；
- 4 旋挖成孔灌注桩施工的允许偏差应满足附录D的要求；
- 5 旋挖成孔过程中，应采用隔孔法进行施工，防止旋挖过程中对邻桩造成影响。

8.3.2 旋挖成孔灌注桩作业地面应坚实平整，作业过程中地面不得下陷，工作坡度不得大于 3.5%；地面不能满足旋挖钻机接地比压要求时，应采取铺设路基板、硬化地面等措施满足要求。

8.3.3 旋挖成孔灌注桩成孔分为干作业成孔和湿作业成孔。

1 干作业成孔时，应在易塌孔口设置护筒或护壁，埋设深度应根据地质情况确定，一般为 2m~4m，并且高出地面 0.3m。钻进过程应控制下钻及提钻的升降速度。成孔至设计标高后，应清除孔底残渣；

2 湿作业成孔前时，应依据施工地层、造浆原材料、水质等条件合理选配稳定液。作业前应制备足够的稳定液，施工时稳定液液面不宜低于孔口 1.0m，并且高于地下水位 1.5m 以上。液面应保持恒定，严禁在施工过程中出现孔内液面过低的情况。

8.3.4 旋挖成孔灌注桩护筒应满足下列要求：

1 护筒宜选用厚度不小于 10mm 的钢板制作，护筒内径宜大于钻头直径 200mm~300mm，钢护筒的直径误差应小于 10mm。护筒下端宜设置刃脚；

2 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；

3 护筒埋设时，应确定钢护筒的中心位置。护筒的中心与桩位中心偏差不得大于 50mm，护筒倾斜度不得大于 0.5%。护筒就位后，应在四周对称、均匀地回填粘土，并分层夯实，夯填时应防止护筒偏斜移位。

8.3.5 旋挖钻机就位后应对钻机进行调平对正，施工中应随

时通过平衡仪检查钻机水平；开孔时对深度仪进行归零，并应在施工中随时校核深度仪。

8.3.6 成孔时钻杆应保持竖直稳固，位置准确，钻进速度应根据地层变化情况及时调整；钻进过程中，应随时清理孔口积土，遇到地下水、塌孔、缩孔等异常情况时，应及时处理。

8.3.7 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跑空钻的办法进行扫孔，并适当增加稳定液比重。

8.3.8 遇岩层表面不平或溶洞(槽、隙)时，可按本规程第7.2.5条的方法进行处理。

8.3.9 采用多台钻机同时施工时，相邻钻机不宜过近，以免相互干扰。在混凝土刚灌注完毕的邻桩旁成孔时，应有足够的安全距离，或间隔时间不小于36小时。钻斗倒出的渣土距桩孔口的最小距离应大于6m，并应及时清除外运。

8.3.10 应对施工过程进行记录，并作为验收资料统一归档。

8.4 清 孔

8.4.1 清孔前应使用与旋挖钻机成孔直径相同的平底钻头进行扫孔。清孔按本规程第7.4节的规定执行。

8.5 钢筋笼制作与安装

8.5.1 钢筋笼制作与安装应符合本规程第 6.4 节和第 7.5.2 条的规定。

8.6 混凝土施工

8.6.1 混凝土施工应符合本规程第 6.5 节和第 7.6.2 条的规定。

8.7 安全

8.7.1 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。特种作业人员需持证上岗。

8.7.2 遇特殊天气时，施工现场应停止作业，并把旋挖钻机的重心面调至迎风的方向，锁固制动器的锁定装置。

8.7.3 旋挖钻机或其配合作业的相关机具在工作时，必须有专人指挥，任何人员不得在工作回转半径范围内停留或通过。

8.7.4 成孔后或因故停钻时，应将钻头下降并接触地面，将各部件予以制动，操纵杆放到空档位置后，拉闸切断电源，锁好开关锁。

- 8.7.5** 各桩位周围 1.5 m 和承台的沟槽边应有防滑措施和明显标志。夜间操作时，应注意工作面周边的环境是否有稳固、牢靠的防护。
- 8.7.6** 作业人员在导管对接时必须戴防割手套，且手套大小应合适，并应严格注意安装时手的位置，防止手被导管夹伤。严禁用手清理螺旋叶片上的泥土，防止割伤。
- 8.7.7** 施工现场应设置排水系统，排水系统严禁与稳定液循环系统串联，严禁向排水系统排放稳定液，排水沟的废水应经沉淀过滤达到标准后方可排入市政排水管网。
- 8.7.8** 稳定液沟池的容积应满足施工所需的稳定液循环量的需要，以保证稳定液正常循环并防止外溢。
- 8.7.9** 施工机械的废油废水，必须采用隔油池等有效措施加以处理，不得超标排放。
- 8.7.10** 本节未规定的，按本规程第 6.6 节的要求执行。

9 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩

9.1 一般规定

9.1.1 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩是集护壁、取土成孔、吊放钢筋笼、灌注混凝土等作业工序于一体的灌注桩施工工艺，全套管钻机可分为摇动（搓管）式和全回转两种机型。

9.1.2 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工不仅可用于一般地层，还可用于流塑土层、含水丰富的砂层、砂砾石、砾岩、砂卵石、高填方（含有砖渣、石渣、混凝土块、抛石）、溶洞等岩溶强发育的复杂地层。

9.2 施工准备

9.2.1 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工准备应符合本规程第7.2节的相关规定。

9.3 成孔

9.3.1 一般规定：

1 成孔工艺：全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工工艺流程见附录 E。

- 2 施工前应进行试成孔。
 - 3 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩成孔直径和深度应达到设计要求。钢外套管的刀头管直径应根据设计桩径和工程地质条件选定，且不小于设计桩径。每根桩施工前应检查刀头管直径。
 - 4 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工的允许偏差应满足附录 D 的要求。
 - 5 成孔过程中，应采用隔孔法进行施工，防止对邻桩造成影响。
- 9.3.2 施工前作业地面应压实平整，保证作业过程中地面不得下陷，工作坡度不得大于 3.5%；地面不能满足全套管钻机接地比压要求时，应采取铺设路基板、硬化地面等措施满足要求。
- 9.3.3 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工应不间断地一次完成，不得无故停钻。成孔完毕后的工序应连续施工，成孔完毕至灌注混凝土的间隔时间不宜超过 24 小时。
- 9.3.4 成孔时全套管钻机定位应准确、水平、稳固，套管中心与设计桩中心偏差严禁大于 20mm。
- 9.3.5 全套管钻机开孔施工下压钢套管时，严格按规范或设计要求控制垂直度。成孔过程中钢外套管的垂直度应随钻随测，垂直度超出允许范围，应采取措施进行纠偏。
- 9.3.6 在中密或密实的土层中钻孔，宜随钻进随下钢外套管；在松散的土层中钻孔，应先下钢外套管并深于取土面 1.0m~1.5m，然后钻进；在地下水位较高的粉、细砂土层中钻孔，应随时向钢外套管中补水，保持钢外套管内水位不低于地下水位。

9.3.7 在钢外套管内挖掘土层时，遇到坚硬土和岩石时，严禁用锤式抓斗冲击，应用冲锤（锥）或凿岩机具将硬层有效破碎，再继续掘进。

9.3.8 在成孔过程中遇到溶岩地区需凿岩成孔的采取下列方法钻进：

1 穿过较小溶洞（ $\leq 3.0\text{m}$ ），溶洞内填充物为流塑状粘土或其它充填物或为空洞时，采用抛填料的方法通过钢外套管挤实后成孔。

2 穿过中型溶洞（高度 $3\text{m}\sim 5\text{m}$ ），钻头钻透溶洞顶板后，向孔内抛填片石、石渣、粘土，钢外套管钻进进行成孔，穿过溶洞后钢外套管停止跟进，用凿岩机继续成孔至设计深度。

3 钻孔穿过高度大于 5m 的溶洞的处理方法。此类溶洞位置较深，溶洞较大，根据实际情况采用双层全钢护筒跟进施工或充填低标号混凝土后借助凿岩机具复钻的方法成孔。

4 成孔遇到串珠溶洞，采取上述方法综合操作至设计要求桩底标高。

9.3.9 成孔至设计深度后，应对孔深等进行检测，符合要求后，方可进行下一道工序施工。

9.3.10 采用多台钻机同时施工时，安全距离不小于 6m ，且桩机应背向施工，严禁面对面施工。

9.3.11 应对施工过程进行记录，并作为验收资料统一归档。

9.4 清孔

9.4.1 钻至设计深度后，应停机静置 15min~20min，待钻渣充分沉落孔底后，轻放抓斗，缓慢抓取沉渣。并对孔口予以保护，做好记录。

9.4.2 清孔分为干作业清孔和湿作业清孔。

1 干作业清孔，应在安放钢筋笼和导管前清孔，用刮渣斗清孔；

2 湿作业清孔：

1) 用刮渣斗掏完底后，立即将沉渣筒放到孔底，搁置 15min~30min，待浮渣充分沉淀后，再将沉渣筒提上来；

2) 采取气举反循环方式清除沉渣。

9.4.3 清孔结束时测定孔底沉渣。孔底沉渣厚度应满足本规程第 7.4.6 条的规定。

9.4.4 清孔后，孔内应保持水头稳定，并应在 30 分钟内灌注混凝土。超过 30 分钟的，灌注混凝土前应重新测定孔底沉渣厚度。不符合规定的，应重新清孔至符合要求。

9.5 钢筋笼制作与安装

9.5.1 钢筋笼制作与安装应符合本规程第 6.4 节和第 7.5.2 条的规定。

9.6 混凝土施工

9.6.1 混凝土的施工除执行本规程第 6.5 节的要求外，尚应符合下列规定：

1 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩混凝土施工均采用导管水下灌注方法施工，混凝土采用自密实混凝土。

2 一边灌注混凝土一边拔钢外套管，应始终确保混凝土高出钢外套管底端不小于 2m。逐节拔出并拆除钢外套管，将钢外套管全部取尽。

3 在最后一节钢外套管拔出时，混凝土导管应留在孔内，测量孔内混凝土面标高，根据需要进行混凝土补灌，当混凝土灌注达到规定标高时，经测定符合要求后方可停止灌注，取出导管。

9.7 安 全

9.7.1 安全应符合本规程第 6.6 节和第 8.7 节的规定。

10 微型钢管混凝土桩

10.1 一般规定

10.1.1 微型钢管混凝土桩可广泛应用于建筑物的基础桩、基坑边坡支护、边坡治理等方面。

10.1.2 微型钢管混凝土桩可用于填土、粘性土、粉土、砂土、碎石土等土质地基及各类岩石地基。

10.2 施工准备

10.2.1 微型钢管混凝土桩施工准备应符合本规程第 7.2 节的相关规定。

10.3 成孔

10.3.1 一般规定：

1 设备进场前要确保现场具备施工及交通条件，清理妨碍施工的空中和地下障碍物；

2 机械设备就位后，必须平整、稳固，确保在成孔过程中不发生倾斜和偏移；

3 桩位布点与验收：孔位误差应控制在 50mm 以内；

4 成孔的孔径和深度应符合设计要求；

5 施工作业人员必须持证上岗，施工前，必须充分了解地质资料、施工图纸和设计说明以及有关资料。

10.3.2 施工工艺

微型钢管桩的施工工艺流程为：钻机安装→钻机移动就位→跟管钻至设计深度→安装钢筋→灌注高强度砂浆（混凝土）→浇筑贯梁及承台。

10.3.3 技术措施

- 1 为保证桩的垂直度，在钻孔前必须用水平尺前后、左右调整好钻机的水平度；
- 2 为减少钻孔对原状土层的扰动，穿越土层段钻孔应尽可能的采用干法作业；
- 3 土层钻孔完成后应检测钻孔垂直度，并用钻头进行垂直度修正；
- 4 为避免掉钻落物，开钻前应清理孔口周边的零星物体，并经常检查钻具。

10.3.4 质量控制

成孔质量应符合附录 F 的规定。

10.4 清 孔

10.4.1 微型钢管混凝土桩在钻孔施工过程中，桩内土层及基岩已大部分被钻具取出或风力带出，清孔主要是清理孔内的残渣。

10.4.2 清孔完成后，桩底沉渣厚度不超过 50mm。

10.5 钢管制作与安装

10.5.1 一般规定:

- 1 制作钢管桩的材料(含其它半成品)进场后,应按规格、品种、牌号堆放,抽样检验,检验结果与合格证相符者方可使用;
- 2 现场制作的钢管桩应有平整的场地及挡风防雨措施;
- 3 钢管应进行防腐处理;
- 4 钢管底部 1m 应有出浆孔。

10.5.2 钢管的运输与堆放应符合下列规定:

- 1 堆放场地应平整、坚实、排水通畅;
- 2 桩的两端应有适当的保护措施;
- 3 搬运时应防止桩体撞击而造成桩端、桩体损坏或弯曲;
- 4 钢管桩应按规格、材质分别堆放,一般堆放高度控制在 2m 以内;钢管桩两侧应采用木楔塞住,支点设置应合理。

10.5.3 钢管桩制作的允许偏差应符合表 10.5.3 的规定:

表 10.5.3 钢管桩制作的允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
外径或端面尺寸	桩端部	$\pm 0.5\%$ 外径或边长
	桩身	$\pm 0.1\%$ 外径或边长
长度		>0
矢高		$\leq 1/1000$ 桩长
端部平整度		≤ 2
端部平面与桩中心线的倾斜值		≤ 2

10.5.4 钢管采用机械丝扣连接应符合下列要求:

- 1 丝扣长度不应小于 5cm,车丝深度应为钢管壁厚的 1/2;
- 2 丝扣连接时,上下两节钢管应连接紧密,对口不应有

间隙。

10. 5. 5 钢管隔离架应沿钢管外壁轴线方向每隔 2m~4m 设置一个，对土层取小值，岩层可取大值。

10. 5. 6 成孔深度达到设计要求，清孔合格后进行钢管安装。钢管安装按下列规定进行：

- 1 根据孔深确定钢管各段组合长度；
- 2 钢管应沉管至孔底；
- 3 吊装钢管时，不应超过设备起吊高度，可分节吊装在孔口连接组合；
- 4 钢管桩在井口应进行固定，然后安装孔内钢筋。

10. 6 混凝土施工

10. 6. 1 微型钢管混凝土桩一般采用钢管内灌注混凝土方式，混凝土灌注应按以下要求执行：

- 1 由孔底自下而上灌注。当桩较短时，可由孔口直接进行灌注；
- 2 微型钢管桩孔径较小，应采用流动性较好的水泥砂浆或细石混凝土，并注意控制碎石粒径不宜过大；
- 3 采用孔底加压灌浆或孔口自流式灌浆时，应灌至混凝土由管口外流为止；
- 4 混凝土灌注需持续进行，不可中断以形成间断面。

10. 6. 2 混凝土的养护执行本规程第 6. 5. 12 条的规定。

10. 7 安 全

10. 7. 1 施工前应对机械设备进行安全检查，检查内容如下：

1 检修机械转动部分是否灵活可靠，机具裸露部分（轴、风扇、减速器、皮带传动部分、直线滑动机构等），应装设安全保护罩；

2 检查变速箱、回转器、减速箱、液压油箱等，它们的油质，油量是否合格适量；

3 检查并紧固所有起固定作用的螺钉，包括基础固定螺栓等；

4 各部位检查妥当后，以人力转动机器，检查机件的作用，是否灵活可靠，若发现阻力过大或异常响声时，必须仔细查找原因，排除后再行启动；

5 在开机试运行中，注意检查仪表动作是否灵活可靠，油管接头是否密封完好；

6 检查起重机吊钢管桩的钢丝绳是否有磨损现象，若有打毛、断裂，应马上更换新的，切不可用有安全隐患的钢丝绳进行作业。

10. 7. 2 施工前应查明场地是否有桩坑、井、孔洞和沟槽，若有应铺设与地面平齐的固定盖板或设围栏、警告标志牌，危险处夜间应设警示红灯。

10. 7. 3 电源线必须架空拉设，要与高压线保持足够的安全距离，不得在高低压电线下冲桩和吊放钢筋等施工作业。用电方式要采用一机一闸一漏一箱一锁三级配电方式，机架上电箱电器完好，电动机接地不少于两面处，接保护零线牢固可靠，触电保护器

动作灵敏。电气设备要经常检查，机械检修要拉闸断电挂警告牌；电气作业要有监护人，安装漏电保护器，接地线及二次接地必须牢固可靠，接地电阻应小于 10Ω 。

10.7.4 机械设备作业时应设置隔离警戒线，并有专人看管。

10.7.5 现场氧气、乙炔气瓶、电焊机、消防器材及安全防护设施不得随意搬动。

10.7.6 钢管堆放应设置木楔挡块防止滚落和倒坍，吊装、搬运应从上部逐根进行。

10.7.7 在公路旁施工要特别加强交通安全管理，合理设危险源公示标牌，在公路两旁作业要设立反光设施，左右两旁都要摆放足够的安全警示和禁止标志“前面施工，车辆慢行”、“前面施工，请绕道行驶”、“当心车辆”、“小心车辆”等安全警示标志，有必要时必须加设防护栏。公路旁施工夜晚要设反光设施和警示灯，作业人员要穿反光衣，戴反光帽等安全防护用品。需要跨过公路的电缆必须架空架设，架空高度必须大于 6m。

10.7.8 本节未规定的，按本规程第 6.6 节和第 8.7 节的规定执行。

11 桩基工程质量检查及验收

11.1 一般规定

11.1.1 桩基工程应进行桩位、桩长、桩径、桩身质量、持力

层性能和单桩承载力的检验。

11. 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。

11. 1. 3 对砂、石、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有关标准的规定。

11. 2 施工前检验

11. 2. 1 施工前应具备下列资料：

- 1 建筑场地岩土工程详细勘察报告；
- 2 桩基工程施工图设计文件及图纸会审纪要；
- 3 建筑场地和邻近区域地面建筑物及地下管线、地下构筑物等调查资料；
- 4 主要施工机械及其配套设备的技术性能资料；
- 5 桩基工程的施工组织设计或专项施工方案；
- 6 水泥、砂、石、钢筋等原材料的质量检验报告；
- 7 设计荷载、施工工艺的试验资料。

11. 2. 2 应调查周边环境，桩基施工的供水、供电、通信、道路、排水、泥浆排放等设施应准备就绪，施工场地应进行平整，施工机械应能正常作业。

11. 2. 3 施工前应对场地标高进行检验，场地标高低于桩顶标高超过 2m 且场地后期需要填土的，可结合地形情况分段、分阶进行场地平整后，再进行桩基放线定位。场地标高高于桩顶或与

桩顶标高相近的可以直接进行桩基放线定位。

11.2.4 依据桩基轴线控制网，场地测量基准控制点和水准点，施工前应严格对桩位进行检验，检验内容包括桩基平面位置、设计桩顶标高与孔口标高的高差值。施工中应经常复测。

11.2.5 桩基在大批量施工前，宜先进行成桩试验施工：

1 对于地质条件复杂的机械成孔桩，要对桩的施工工艺可靠性进行检验，包括塌孔情况、泥浆质量、沉渣厚度、嵌岩深度、入岩岩石性能、桩孔垂直度偏差等。

2 针对设计后注浆工艺的灌注桩，应对注浆管规格、注浆设备及压力表进行检验。

11.2.6 灌注桩施工前应检验混凝土拌制原材料质量与称量设备、混凝土重量配合比、坍落度、混凝土强度等级等，复核确定施工配合比。

11.2.7 微型钢管混凝土桩施工前应进行下列检验：

1 钢管应按选定的标准图或设计图制作，现场应对其外观质量和截面尺寸进行检验；

2 应对接桩用焊条、灌注用压力表等材料和设备进行检验。

3 应对丝扣接头可靠性进行检验。

4 应对桩身出浆孔规格、位置进行检验，对注浆材料质量、水灰比（或砂浆配合比）、强度进行检验。

5 钢管防腐处理检查。

11.3 施工检验

11.3.1 桩端持力层的承载力特性、持力层的厚度及桩端进入持力层的深度由勘察工程师、监理工程师、设计和施工技术人员共同确认。

1 人工成孔时，可采用钻探、钎探或孔底观测确认。对岩溶发育或岩体破碎程度较高的端承桩，宜结合钻孔全景录像等物探方法评价持力层岩溶发育特征及岩体质量；

2 机械成孔时对岩石地基可利用勘察资料和现场出渣情况判定桩端持力层情况。对岩溶地基，当勘察孔不足以判定桩底持力层情况时，应采用超前钻孔取芯法或超前钻孔取芯法结合钻孔全景录像或地质雷达、管波探测及声纳探测检测评价桩端持力层情况。

11.3.2 超前钻孔取芯法

1 采用该方法判定或鉴别端承桩桩端持力层岩溶发育情况及岩体完整性时，钻探深度应进入桩底以下 3 倍桩径且不小于 5m；

2 钻孔数量按《贵州建筑岩土工程技术规范》DB 22/46 岩溶地基勘察的要求确定且不少于 1 孔；

当钻孔为 1 个时，宜在距桩中心 10cm~15cm 的位置布孔；当钻孔为 2 个或 2 个以上时，宜在桩的边缘均匀布置；

3 当需在桩底持力层中取样进行试验判断持力层是否满足设计要求时，应在持力层主要受力深度内采取岩芯样。如持力层有 2 种以上岩性，应分层取样；

4 超前钻孔取芯法检测报告应包括以下内容：

1) 委托单位名称，工程名称、地点，建设、勘察、设计、监理、施工单位，建筑物层数，基础、结构形式，荷载，设计要求，检测目的，检测依据，检测数量，检测日期；

2) 地基条件描述；

3) 受检桩的桩型、尺寸、桩号、桩位、桩顶标高、相关施工记录；

4) 钻芯设备情况；

5) 检测桩数、钻孔数量，岩芯进尺、岩石试件组数；

6) 钻孔柱状图；

7) 芯样单轴抗压强度试验结果（需要时）；

8) 芯样彩色照片；

9) 异常情况说明；

10) 检测结论。

11.3.3 成孔质量检验应包括：孔深、孔径、垂直度、扩大端尺寸、孔底沉渣厚度等。灌注桩成孔质量检验可参照贵州省地方标准《灌注桩成孔质量检测技术规程》DBJ 52/T068 执行。

11.3.4 灌注桩质量检验标准应符合表 11.3.4 的要求。

表 11.3.4 灌注桩质量检验要求

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	桩位	$\leq d/4$ 且不大于 100mm	开挖后量桩中心
2	孔深	+300mm 0	测钻具长度或用重锤测量
3	混凝土强	设计要求	试件报告或钻芯取样送检

	度		
4	沉渣厚度	本规程第 7.4.6 条的规定	钢尺量或接触式仪器组合法
5	桩径	±50mm	钢尺量或接触式仪器组合法
6	垂直度	1.0%	钢尺量或接触式仪器组合法
7	钢筋笼安装深度	±100mm	用钢尺量
8	混凝土充盈系数	>1.0	检查桩的实际灌注量
9	桩顶标高	+30mm -50mm	用水准仪量

11.3.5 人工挖孔成孔质量检验应符合以下规定：

1 逐孔检验桩端持力层岩土性质、进入持力层深度、嵌岩深度、入岩岩石性能、扩大端孔径、桩身孔径和垂直度，孔底虚土应清理干净；

2 实测桩底 10min~15min 水位上升速度：

1) 桩底水位上升速度 $\leq 6\text{mm}/\text{min}$ 时可按常规混凝土灌注工艺施工。开始浇筑时，桩底积水深度不宜超过 50mm；

2) 桩底水位上升速度 $> 6\text{mm}/\text{min}$ 时应按水下混凝土灌注工艺施工。

11.3.6 机械成孔成孔质量检验应符合以下规定：

1 成孔时，按《灌注桩成孔质量检测技术规程》

DBJ 52/T068 用接触式仪器组合法逐孔检桩端持力层岩土性质、进入持力层深度、孔径、垂直度和孔底沉渣厚度；

2 伞形孔径仪检验应符合本规程附录 G 的规定。伞形孔径仪的标定方法应符合本规程附录 H 的规定；

3 当沉渣厚度超过规定时，应进行再次清渣，或进行后注浆加固处理；

4 机械成孔的孔底沉渣厚度可采用沉渣测定仪检测，并应符合下列规定：

1) 沉渣厚度检测宜在清孔完毕后、灌注混凝土前进行；

2) 检测至少应进行 3 次，取 3 次检测数据的平均值为最终检测结果。

11.3.7 沉渣测定仪应符合下列规定：

1 检测仪器、设备应是有计量器具生产许可证的厂家生产的合格产品，并应在标定有效期内使用；

2 检测仪器、设备应具有良好的稳定性及绝缘性，且应具备检测工作所必需的防尘、防潮、防振等功能，并应能在 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 温度范围内正常工作；

3 检测精度应满足评价要求。

11.3.8 成桩质量检验项目应包括：钢筋笼制作与吊放、混凝土灌注、混凝土强度、桩位、桩身完整性、单桩承载力等。

1 钢筋笼制作前应对钢筋与焊条规格、品种、质量、主筋和箍筋的制作偏差等进行检查，钢筋笼制作偏差应符合表 11.3.8 的规定；

表 11.3.8 灌注桩钢筋笼质量检验要求

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查方法	备注
主控项目	1	主筋间距	$\pm 10\text{mm}$	用钢尺量	1、主筋、加劲筋电焊搭接时，单面焊缝长度大
	2	箍筋弯钩角度	$\pm 5^{\circ}$	用钢尺或钢板尺	

				量	于 $10d$ ，双面大于 $5d$ ，焊缝应饱满。 2、箍筋弯钩角度不小于 135° 。 3、螺旋箍筋搭接长度：桩底与桩顶的开始与结束位置应有水平段长度不小于一圈半。其它位置搭接 $\geq 1.2aE$ ，且 $\geq 300\text{mm}$ 钩住纵筋。
	3	螺旋箍筋搭接长度	$\pm 50\text{mm}$	用钢尺量	
	4	钢筋笼整体长度	$\pm 100\text{mm}$	用钢尺量	
一般项目	1	钢筋材质检验	设计要求	抽样送检	
	2	箍筋间距	$\pm 20\text{mm}$	用钢尺量	
	3	钢筋笼直径	$\pm 10\text{mm}$	用钢尺量	

2 钢筋笼制作除应符合设计要求及表 11.3.8 的规定外，还应符合下列规定：

- 1) 钢筋保护层允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ；
 - 2) 对埋设桩身的声测管、注浆管、应力应变元器件等埋件位置及安装质量进行检查；
 - 3) 钢筋笼就位后，顶面和底面标高允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。
- 3 应对钢筋笼安装进行检查，并应填写相应质量检测、检查记录；
- 4 拌制混凝土时，应对原材料称量、混凝土重量配合比、坍落度等进行检查；
 - 5 成桩后应对桩位偏差、混凝土强度、桩顶标高等进行检验；
 - 6 水下混凝土灌注应检验：
 - 1) 现场自拌混凝土的砂、石原材料质量，混凝土重量配合比，混凝土材料称量设备工况，混凝土坍落度；
 - 2) 混凝土准备量满足一次性埋住导管 2m 长的灌注施

工需要量，确保灌注混凝土的连续性；

3) 导管密封性，料斗的容量。导管及料斗的安（吊）装安全性、稳定性。

7 施工过程中应记录桩身混凝土的实际用量，并预留混凝土试块。每灌注 50m³ 混凝土必须有 1 组试件，每根桩必须有 1 组试件；

8 采用后注浆工艺的灌注桩应对注浆压力及注浆量进行检验。

11. 3. 9 微型钢管混凝土桩施工过程中应进行下列检验：

- 1 成孔深度、垂直度、孔底沉渣、钢管接头质量；
- 2 采用高压灌浆时应检验灌浆压力和灌浆量。

11. 4 施工后检验

11. 4. 1 工程桩应进行承载力和桩身质量检验。

11. 4. 2 有下列情况之一的桩基工程，应采用静荷载试验对工程桩单桩竖向承载力进行检测，检测数量应根据桩基设计等级、施工前取得试验数据的可靠性因素，按行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 确定：

- 1 施工前未按本规程第 5. 3. 1 条规定进行单桩静载试验的工程；
- 2 工程施工前已进行单桩静载试验，但施工过程中变更了工艺参数且对桩基承载力不利或施工质量出现异常时；

3 地质条件复杂、桩的施工质量可靠性低或检测过程中发现桩基质量普遍有一定缺陷时；

4 采用新桩型或新工艺。

11. 4. 3 有下列情况之一的桩基工程，可不用静载荷试验检测单桩竖向承载力，而通过采用钻芯检测法对工程桩单桩竖向承载力进行核验：

1 除本规范第 11. 4. 2 条规定条件外的桩基；

2 较破碎、较完整、完整岩石地基上的大直径桩基。

11. 4. 4 桩身质量除对留置的混凝土同条件养护试件进行强度检验外，尚应进行现场检测。现场检测方法和检测数量应符合以下规定：

1 人工挖孔桩、干作业成孔桩的桩身尺寸、桩端持力层质量、桩底沉渣清理等验收合格，灌注时桩底无水或桩底水位上升速度 $\leq 6\text{mm}/\text{min}$ ，且有施工、监理工程师全程旁站监督、签字确认灌注质量的桩基，桩深 $\leq 5\text{m}$ 可以免检；

2 不超过 12m 的桩，可采用低应变动力检测桩身完整性，检验数量应为 100%。对检测存在桩身质量缺陷，或对桩端持力层质量、沉渣厚度有疑问的桩，要求核验单桩竖向承载力时，应采用钻芯法进行检测，必要时进行孔内摄像检测，检测数量由设计、施工、地勘、监理工程师共同确定；

3 超过 12m 的桩应按照超过该长度桩总数的 10%，采用预埋管超声波法或钻芯法检测桩身完整性、混凝土强度；

4 采用水下混凝土灌注的桩基，或位于岩溶发育强烈、

淤泥、流砂，施工难度大的桩基：应采用钻芯法或声波透射法检测桩身质量，检测数量不应少于上述灌注桩总数的 30%，且不应少于 10 根，少于 10 根时应全部检测。

11. 4. 5 需要验证与扩大检测的桩基，按《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2014 第 3.4.4~3.4.8 条规定检测验证。

11. 4. 6 单桩承载力检测应符合下列规定：

1 当采用单桩静载试验检测承载力时，检验数量不应少于同条件下总桩数的 1%，且不应少于 3 根；当总桩数少于 50 根时，检测数量不应少于 2 根；

2 在桩身混凝土强度达到设计要求的条件下，后注浆桩承载力检测应在注浆 20d 后进行，浆液中掺入早强剂时可于注浆 15d 后进行。

11. 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。

11. 4. 8 单桩竖向静载试验、单桩竖向抗拔承载力和单桩水平承载力的静载试验应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的规定。

11. 4. 9 桩基质量合格判定应符合下列规定：

1 桩身所用的原材料合格；每桩留有桩身混凝土试件，其抗压强度符合设计要求；

2 桩身直径、扩大端尺寸、桩身入土深度、桩端进入持力层深度、嵌岩深度符合设计要求；

3 桩的平面位置和成孔质量应符合国家标准《建筑地基基础工程

施工质量验收规范》GB 50202 的规定；

4 桩身完整性经检验合格；

5 单桩承载力特征值符合设计要求。

11.5 基桩及承台工程验收资料

11.5.1 桩及承台工程的验收应符合国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的规定。

11.5.2 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。当桩顶标高高于场地标高且后期需要填土的，应待填土达到设计标高后进行验收。

11.5.3 基桩验收应包括下列资料：

1 岩土工程勘察报告、桩基竣工图、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签证单；

3 桩位测量放线图，包括工程桩位线复核签证单；

4 原材料的质量合格和质量检验报告；

5 半成品钢管桩、钢管等产品的合格证；

6 施工记录及隐蔽工程验收文件；

7 成孔质量检验报告；

8 成桩质量检验报告；

- 9 单桩承载力检验报告或岩基载荷检验报告；
 - 10 基坑挖至设计标高的桩基竣工平面图及桩顶标高图；
 - 11 其他必须提供的文件和记录。
- 11.5.4 后注浆桩基验收，除应符合本规程第 11.5.3 条的要求外，尚应包括下列资料：
- 1 水泥材质检验报告；
 - 2 压力表检定证书；
 - 3 设计工艺参数；
 - 4 试注浆记录；
 - 5 后注浆作业记录；
 - 6 特殊情况处理记录等资料。
- 11.5.5 承台工程验收应符合国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定，尚应包括下列资料：
- 1 承台钢筋、混凝土的施工与检查记录；
 - 2 桩头与承台的锚筋、边桩离承台边缘距离、承台钢筋保护层厚度记录；
 - 3 承台厚度、长度和宽度的量测记录及外观检验记录等。

附录 A 桩型选择参考表

桩型	常用的桩截面边长或桩径 (mm)	桩长 / m	穿越土层							桩端持力层				对环境影响			
			粘性土及填土	淤泥	粉土	沙土	碎石土	有硬夹层	有砂夹层	有砾石夹层	硬粘性土	密实砂	碎石土	岩石	振动和噪声	排浆	挤土效应
人工挖孔扩底灌注桩	900 ~ 3000	≤ 25	○	×	△	×	×	○	△	△	○	×	×	○	无	无	无

旋挖灌注桩	800 ~ 2000	≤ 6 0	○	○	○	△	×	○	○	×	○	○	△	○	无	有	无
钢管护壁机械成孔灌注桩	800 ~ 2000	≤ 5 0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	无	无	无
冲击成孔灌注桩	600 ~ 1600	≤ 5 0	○	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	有	有	无
振动沉管灌注桩	420 ~ 480	≤ 2 5	○	△	○	△	×	×	△	×	○	○	○	×	有	无	有

注：○表中表示比较合适；△表示有可能采用；×表示不宜采用。

续表

桩型	常用的桩截面边长或桩径 (mm)	桩长 / m	穿越土层							桩端持力层			对环境影响				
			粘性土及填土	淤泥	粉土	沙土	碎石土	有硬夹层	有砂夹层	有砾石夹层	硬粘性土	密实砂	碎石土	岩石	振动和噪声	排浆	挤土效应
锤击沉管灌注桩	420 ~ 480	≤ 2 5	○	△	○	△	×	△	△	△	○	○	○	×	有	无	有

大直径锤击沉管灌注桩	600 ~ 700	≤ 2 5	○	○	△	△	×	○	○	△	○	○	○	×	有	无	有
内击沉管灌注桩	400 ~ 600	≤ 2 5	○	○	○	△	△	△	○	△	○	○	△	×	有	无	有
微型钢管混凝土桩	110 ~ 300	≤ 3 0	○	○	○	△	△	○	○	△	×	×	×	○	有	无	无

注：○表中表示比较合适；△表示有可能采用；×表示不宜采用。

附录 B 桩基位于临空面附近滑移 稳定性计算

B. 0. 1 桩基位于临空面附近时（图 B. 0. 1），其抗滑动稳定性应符合下式要求：

$$\frac{\tan \phi}{\tan \alpha} + \frac{Clb}{G \sin \alpha} \geq 1.35 \quad (\text{B. 0. 1})$$

ϕ ——外倾滑动结构面的内摩擦角（°）；

C ——外倾滑动结构面的粘聚力（kPa）；

α ——外倾滑动结构面倾角（°）

L ——滑动岩体的滑动面长 (m)

H ——滑动岩体高 (m)

b ——滑动面平均宽度 (m)

式中: G ——滑动岩体自重 (包括基础自重) W 与基础顶面集中荷载 P 的合力 (kN·m/m)

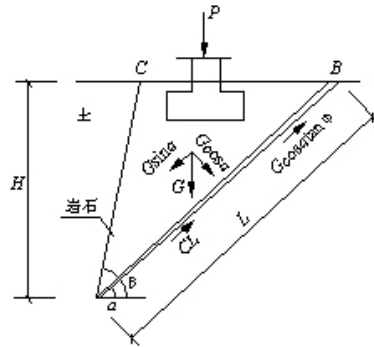


图 B. 0. 1 桩基临空时岩体的滑移方式

B. 0. 2 当滑动面位于地下水位以下时, 应考虑地下水的影响。

附录 C 岩溶地基稳定性评价

C. 0. 1 对于一般工程，根据已查明的地质条件，结合基底荷载情况，对影响溶洞稳定性的各种因素进行分析比较，可按表 C. 0. 1 进行地基稳定性评价（经验比拟法）。

表 C. 0. 1 岩溶地基稳定性评价

评价因素	对稳定有利	对稳定不利
地质构造	无断裂、褶曲，裂隙不发育或胶结良好	有断裂、褶曲，裂隙发育，有两组以上张开裂隙切割岩体，呈干砌状
岩层产状	走向与洞轴线正交或斜交，倾角平缓	走向与洞轴线平行，倾角陡
岩性和层厚	厚层块状，纯质灰岩，强度高	薄层石灰岩、泥灰岩、白云质灰岩，有互层，岩体强度低
洞体形态及埋藏条件	埋藏深，覆盖层厚，洞体小（与基础尺寸比较），溶洞呈竖井状或裂隙状，单体分布	埋藏浅，在基底附近，洞径大，呈扁平状，复体相连
顶板情况	顶板厚度与洞跨比值大，平板状，或呈拱状，有钙质胶结	顶板厚度与洞跨比值小，有切割的悬挂岩块，未胶结

充填情况	为密实沉积物填满,且无被水冲蚀的可能性	未充填,半充填或水流冲蚀充填物
地下水	无地下水	有水流或间歇性水流
地震设防烈度	地震设防烈度小于7度	地震设防烈度等于或大于7度
建筑物荷重及重要性	建筑物荷重小,为一般建筑物	建筑物荷重大,为重要建筑物

C. 0. 2 岩溶地基稳定性的定量评价:可按下列公式对溶洞顶板的稳定性进行验算。

1 当顶板为中厚层、薄层,裂隙发育,易风化的岩层,顶板有可能坍塌、但能自行填满洞体时,无需考虑其对地基的影响。此时所需塌落高度(H)可按下列式计算:

$$H = \frac{H_0}{K-1} \quad (\text{C. 0. 2-1})$$

式中: H_0 ——塌落前洞体最大高度(m)

K ——岩石松散(涨余)系数,石灰岩 K 取 1.2,黏土 K 取 1.05。

2 当顶板岩层较完整、完整,强度较高,层厚较大,并已知顶板厚度和裂隙切割情况时,可按抗弯、抗剪验算顶板稳定性,且应符合下列规定:

1) 当顶板跨中有裂缝,顶板两端支座处岩石坚固完整时,可按悬臂梁计算:

$$M = \frac{1}{2} pl^2 \quad (\text{C. 0. 2-2})$$

2) 当裂隙位于支座处,而顶板较完整时,可按简支梁计算:

$$M = \frac{1}{8} pl^2 \quad (\text{C. 0. 2-3})$$

3) 当支座和顶板岩层均较完整时, 可按两端固定梁计算:

$$M = \frac{1}{12} pl^2 \quad (\text{C. 0. 2-4})$$

4) 计算弯矩和剪力应符合下列公式的要求:

$$\frac{6M}{bH^2} \leq \sigma \quad (\text{C. 0. 2-5})$$

$$H \geq \sqrt{\frac{6M}{b\sigma}} \quad (\text{C. 0. 2-6})$$

$$\frac{4f_s}{H^2} \leq S \quad (\text{C. 0. 2-7})$$

$$H \geq \sqrt{\frac{4f_s}{S}} \quad (\text{C. 0. 2-8})$$

式中: M —— 弯矩 ($\text{kN} \cdot \text{m}$);

p —— 顶板所受总压力 (kN), 为顶板的岩体自重、顶板上覆的土体重和附加荷载之和;

l —— 溶洞跨度 (m);

σ —— 岩体计算抗弯强度 (石灰岩一般为允许抗压强度的 1/8) (kPa);

f_s —— 支座处的剪力 (kN);

S —— 岩体计算抗剪强度 (石灰岩一般为允许抗压强度的 1/12) (kPa);

b —— 梁板的宽度 (m) ;

H —— 顶板岩层厚度 (m) 。

C. 0. 3 按极限平衡条件计算顶板受剪切承载力时, 应符合下

列公式的要求:

$$T \geq P \quad (\text{C. 0. 3-1})$$

$$T = HSL \quad (\text{C. 0. 3-2})$$

$$H = \frac{T}{SL} \quad (\text{C. 0. 3-3})$$

式中: P —— 溶洞顶板所受总荷载 (kN) ;

T —— 溶洞顶板的总抗剪力 (kN) ;

L —— 溶洞平面的周长 (m) ;

其余符号意义同前。

附录 D 灌注桩成孔施工允许偏差

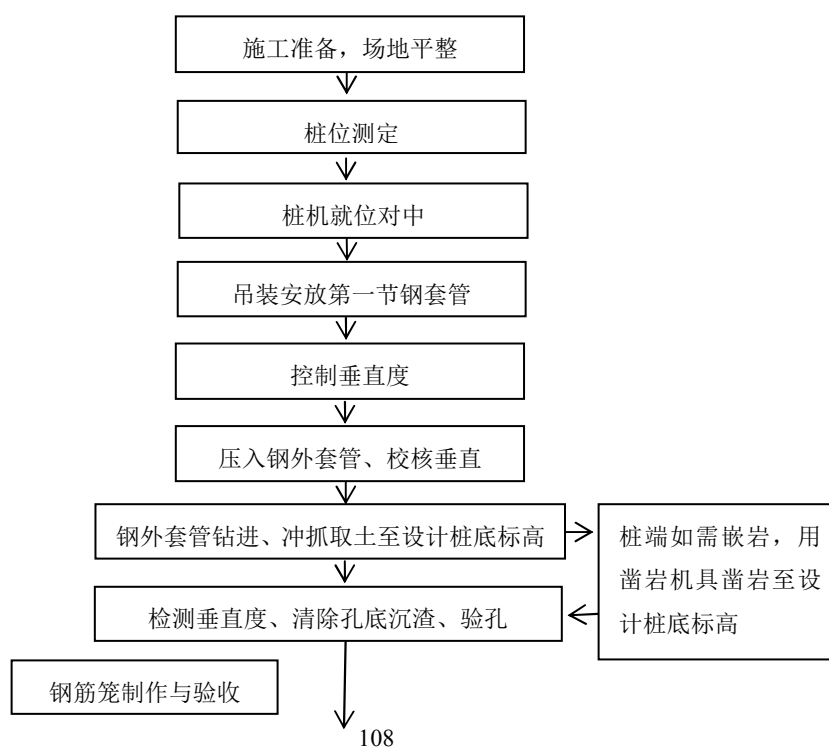
序号	成孔方法		桩径允许偏差 (mm)	垂直度允许偏差 (%)	桩位允许偏差 (mm)	
					1~3 根桩、条形桩基沿垂直轴线方向和群桩基础中的边桩	条形桩基沿轴线方向和群桩基础的中间桩
1	泥浆护壁、套管护壁 钻、挖、冲孔桩	$d \leq 1000\text{mm}$	± 50	1	$d/6$ 且不大于 100	$d/4$ 且不大于 150
		$d > 1000\text{mm}$	± 50		$100+0.01H$	$150+0.01H$
2	锤击（振动）沉管 振动冲击沉管成孔	$d \leq 500\text{mm}$	-20	1	70	150
		$d > 500\text{mm}$			100	150
3	人工挖孔桩	现浇混凝土护壁	± 50	0.5	50	150

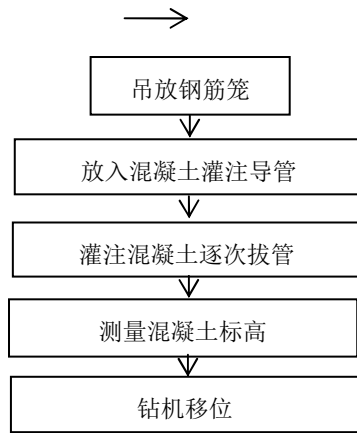
		长钢套管护壁	±20	1	100	200
--	--	--------	-----	---	-----	-----

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。

附录 E 全套管管内取土（岩）成孔 灌注桩施工工艺流程





附录 F 微型钢管混凝土桩施工允许偏差

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位		
主控项目	1	垂直度允许偏差		1/100L	测斜仪
	2	桩位偏差		mm	
				设计桩位±50	用钢尺量
	3	桩基承载力		基桩检测技术规范的规定值	基桩检测技术规范的规定
4	桩节机械丝扣连接				
一般项目	1	电焊接桩焊缝上下节端部错口			
		(1) 外径≥700	mm	≤3	用钢尺量
		外径<700	mm	≤2	用钢尺量
		(2) 焊缝咬边深度	mm	≤0.5	焊缝检查仪
		(3) 焊缝加强层高度	mm	2	焊缝检查仪
		(4) 焊缝加强层宽度	mm	2	焊缝检查仪
		(5) 焊缝电焊外观质量		无气孔、无焊瘤、无裂缝	直观
(6) 焊缝探伤检验		满足设计要求	按设计要求		

		(7)电焊结束后停歇时间	min	>1.0	秒表测定
	2	丝扣长度	mm	≥ 50	用钢尺量
		丝扣情节度		无碎屑、泥土	直观
		上下节缝隙	mm	≤ 2	用钢尺量
	3	节点弯矢高		$< 1/1000L$	用钢尺量为两节桩长
4	桩顶标高	mm	± 50	水准仪检查	

注：1、 H 为桩长。

2、 L 为相连接两节桩的长度。

附录 G 大直径钻孔扩底灌注桩伞形 孔径仪孔径检测方法

G. 0. 1 机械成孔孔径检测，应在成孔、清孔完毕后进行。

G. 0. 2 伞形孔径仪必须是具有计量器具生产许可证的厂家生产的合格产品。现场检测前应按照本规程附录 H 的要求标定。伞形孔径仪标定后得到恒定电流源电流、量程、仪器常数及起始孔径在检测过程中不得变动。

G. 0. 3 伞形孔径仪应符合下列规定：

- 1 被测孔径小于 1.2m 时，孔径检测误差应为 $\pm 15\text{mm}$ ，被测孔径大于等于 1.2m 时，孔径检测误差应为 $\pm 25\text{mm}$ ；
- 2 孔深检测精度不低于 0.3%；
- 3 探头绝缘性能不小于 $100\text{M}\Omega/500\text{V}$ ，在潮湿情况下不小于 $2\text{M}\Omega/500\text{V}$ ；
- 4 应在 $-10\sim +40^\circ\text{C}$ 温度范围内正常工作，并具备检测

工作必须的防尘、防潮、方振等功能。

G. 0. 4 检测前应校正好自动记录仪的走纸与孔口滑轮的同步关系。

G. 0. 5 检测前应将深度起算面与钻孔钻进深度起算面对齐，以此计算孔深。

G. 0. 6 孔径检测应自孔底向孔口连续进行。

G. 0. 7 检测中探头应匀速上体，提升速度应不大于 10m/min。孔径变化较大处，应降低探头提升速度。

G. 0. 8 检测结束时，应根据孔口护筒直径的检测结果，再次标定仪器的测量误差，必要时重新标定后再次检测。

G. 0. 9 孔径记录图应符合下列规定：

1 应有清晰的孔径、深度刻度标记，能准确显示任意深度截面的孔径；

2 应有设计孔径基准线、基准零线及同步记录深度标记；

3 记录图纵横比例尺，应根据设计孔径及孔深合理设定，并应满足分析精度需要。

G. 0. 10 桩端扩大端孔径及桩身孔径可按下式计算

$$D' = D_0 + k \times \Delta V / I \quad (\text{G. 0. 10})$$

式中： D_0 —— 起始孔径 (m)；

K —— 仪器常数 (m/Ω)；

ΔV —— 信号点位差 (V)；

I —— 恒定电流源电流 (A)。

附录 H 伞形孔径仪标定方法

H. 0. 1 伞形孔径仪的标定应在专用标定架上进行。标定架应定期送交国家法定计量检测机构检定合格。

H. 0. 2 标定架刻度误差应为±1mm。

H. 0. 3 伞形孔径仪应按系列步骤进行标定：

1 连接孔径仪，打开电源，确认设备工作正常；

2 按从小到大、从大到小的顺序，分别将四条测臂置于标定架不同直径的刻度点，记录仪器每次测量值；

3 将各次的直径~测量值数据组，按最小二乘法拟合出直径~测量值的线形方程：

$$d = D_0 + k \times D' \quad (\text{H. 0. 3})$$

式中： k ——斜率（仪器常数）；

D_0 ——截距（起始孔径）。

4 将方程求出的仪器常数及起始孔径输入记录仪；

- 5 将测臂置于标定架不同直径刻度点 3 次, 分别记录各次仪器测量值;
 - 6 将上述 3 次标准直径分别代入线形方程, 计算出方程的测量值;
 - 7 对应不同标准直径, 比较方程测量值与仪器测量值的差值。
- H. 0. 4** 根据上述标定的结构, 若仪器测量值与方程测量值之差满足规范精度要求, 表明仪器正常, 可以进行检测。否则需要重新标定确定仪器常数及起始孔径, 若精度仍不满足要求, 仪器必须返厂维修。

附录 J 刚性桩水平承载力与位移计算

J. 0. 1 当桩身水平变形系数 $\alpha < 4/l$ 时, 可按以下刚性桩的方法计算桩的内力与变位。在桩顶水平力 H_{1k} 及力矩 M_{0k} 作用下, 桩的转动点位置 z_0 及转角 θ 由下列公式确定 (图 J. 0. 1) :

注: 桩身变形系数 $\alpha = \sqrt[5]{\frac{mb_0}{EI}}$

$$\theta = \frac{12(3M_{0k} + 2lH_{1k})}{b_0 m l^4 + 18C_0 d W} \quad (\text{J. 0. 1-1})$$

$$z_0 = \frac{b_0 m l^3 (4M_{0k} + 3lH_{1k}) + 6H_{1k} C_0 d W}{2b_0 m l^2 (3M_{0k} + 2lH_{1k})} \quad (\text{J. 0. 1-2})$$



图 J. 0. 1

当桩底嵌岩, 则 $z_0 = l$,
$$\theta = \frac{12(M_{0k} + lH_{1k})}{b_0 m l^4 + 6C_0 d W} \quad (\text{J. 0. 1-3})$$

桩身任一截面的弯矩由下式求得:

$$M_k(z) = M_{0k} + H_{1k}z - \frac{1}{12} b_0 m \theta^3 (2z_0 - z) \quad (\text{J. 0. 1-4})$$

桩身任一截面的剪力由下式求得:

$$Q_k(z) = H_{1k} - \frac{1}{6} b_0 m \theta^2 (3z_0 - 2z) \quad (\text{J. 0. 1-5})$$

桩顶水平位移 $x = z_0 \theta \quad (\text{J. 0. 1-6})$

式中: l —— 桩长 (m);

b_0 —— 桩身计算宽度, 按 JGJ 94-2008 第 5.7.5 条确定;

m —— 地基土水平抗力系数的比例系数, 按 JGJ 94-2008 表 5.7.5 取用;

c_0 —— 桩底持力层土的竖向抗力系数, $c_0 = m_0 l$, m_0 为桩底持力

层土的竖向抗力系数的比例系数，宜由试验确定；缺乏试验资料时，可按表 J. 0. 1 取 C_0 ；

在计算 C_0 时，如桩长 $l < 10m$ ，取 $l = 10m$ ；

d ——沿水平力作用方向的桩边长或桩径，当桩端有扩大头时应取扩大头直径；

w ——桩底面抵抗矩，圆形截面 $w = \pi d^3 / 32$ ，方形截面 $w = d^3 / 6$ 。

桩底中、微风化岩持力层的竖向抗力系数 C_0 可按表 J. 0. 1 取值。

表 J. 0. 1 岩石地基竖向抗力系数 C_0

岩石饱和单轴抗压强度标准值 f_{rc} (MPa) 黏土岩取天然湿度单轴抗压强度标准值	C_0 (kN/m ³)
1	300000
≥ 25	15000000

注：1 中间数值可按线性插值法确定。

2 算得的位移值大于 JGJ 94-2008 表 5. 7. 5 所列数值时，应适当降低 m 值。

在验算桩身截面承载力时应考虑轴向力的影响。

规范用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,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”。

- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 规程中指明应按其他有关标准、规范执行时的写法为“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1、《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 2、《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 3、《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 4、《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 5、《建筑结构荷载规范》 GB50009
- 6、《混凝土结构设计规范》 GB50010
- 7、《建筑抗震设计规范》 GB50011
- 8、《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666

- 9、《钢筋混凝土用钢材》 GB 1499.2
- 10、《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 11、《高层建筑混凝土结构设计技术规程》 JGJ3
- 12、《建筑施工安全技术统一规范》 GB50870
- 13、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB50202
- 14、《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 15、《钢筋焊接及验收规程》 GJ 18
- 16、《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ46
- 17、《建筑基桩检测技术规范》 JGJ106
- 18、《大直径扩底灌注桩技术规程》 JGJ/T225
- 19、《贵州建筑地基基础设计规范》 DBJ52/45
- 20、《贵州建筑岩土工程技术规范》 DB22/46
- 21、《人工挖孔灌注桩施工技术工程》 DB22/11
- 22、《灌注桩成孔质量检测技术规程》 DBJ52/T068

贵州省地方标准

贵州省建筑桩基设计与施工技术规程

DB××/××-201×

条文说明

前言

《贵州省建筑桩基设计与施工技术规程》（DB 52/T088—2018）根据贵州省建设厅关于对《关于编制〈贵州省建筑桩基设计与施工技术规程〉的请示》的批复（黔建科复[2014]15号），由贵阳建筑勘察设计有限公司、贵州省建筑设计研究院有限责任公司、中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司主编，并会同有关单位编写完成。

本规程是《建筑桩基技术规范》JGJ 94等现行标准的延伸与补充，内容以贵州常见桩基的设计与施工为主，在内容上侧重桩的施工和检验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《贵州省建筑桩基设计与施工技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目次

1 总 则.....	126
2 术语和符号.....	127
2.1 术语.....	127
2.2 符号.....	127
3 设计规定.....	128
3.1 一般规定.....	128
3.2 桩的选型与布置.....	129
3.3 特殊条件下的桩基.....	132
3.4 耐久性规定.....	134
4 桩基构造.....	136
4.1 基桩构造.....	136
4.2 承台构造.....	137
5 桩基计算.....	138
5.1 桩顶作用效应计算.....	138
5.2 桩基竖向承载力计算.....	138
5.3 单桩竖向极限承载力.....	138
5.4 特殊条件下桩基稳定性验算.....	144
5.5 桩基沉降计算.....	144
5.6 桩基水平承载力与位移计算.....	144
5.7 桩身承载力与裂缝控制计算.....	145
6 人工挖孔灌注桩.....	146

6.1	一般规定.....	146
6.2	施工准备.....	146
6.3	成孔.....	146
6.4	钢筋笼制作与安装.....	147
6.5	混凝土施工.....	148
6.6	安全.....	149
7	冲击成孔灌注桩.....	150
7.1	一般规定.....	150
7.2	施工准备.....	150
7.3	成孔.....	151
7.4	清孔.....	153
8	旋挖成孔灌注桩.....	156
8.1	一般规定.....	156
8.3	成孔.....	156
9	全套管管内机械取土(岩)成孔灌注桩.....	161
9.1	一般规定.....	161
9.3	成孔.....	162
9.4	清孔.....	162
9.5	钢筋笼制作与安装.....	162
9.6	混凝土施工.....	163
10	微型钢管混凝土桩.....	164
10.1	一般规定.....	164
10.3	成孔.....	164

10.4	清孔.....	165
10.5	钢管制作与安装.....	165
10.6	混凝土施工.....	166
11	桩基工程质量检查及验收.....	167
11.1	一般规定.....	167
11.2	施工前检验.....	167
11.3	施工检验.....	168
11.4	施工后检验.....	169
11.5	基桩及承台工程验收资料.....	170

1 总 则

1.0.1 在进行桩基的设计与施工时，要实现安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境的目标，必须结合贵州省山区复杂多变的特殊地质条件、岩溶地基特点和经验进行综合考虑。

1.0.2 明确本规程的适用范围。

1.0.3 要实现 1.0.1 条提出的目标，桩基的设计与施工，应综合考虑以下因素，把握相关技术要点：地质条件；上部结构类型、使用功能与荷载特征；施工技术条件与环境；注重概念设计。

1.0.4 明确在执行本规程时应符合国家现行的有关标准、规范的规定。桩基础设计在《贵州建筑地基基础设计规范》DBJ52/45 中列有单独章节，内容与本规程有部分重复，因此需要配套使用；贵州工程地质条件有其显著的地域性和特殊性，因此本规程亦需与《贵州省建筑岩土工程技术规范》DB 22/46 配套使用。

2 术语和符号

2.1 术语

术语以《建筑桩基技术规范》JGJ 94 和贵州省地方标准《人工挖孔灌注桩施工技术规范》DB22/11 为基础,根据本规程内容,作了相应的增补、修订和删节。

2.2 符号

符号以沿用《建筑桩基技术规范》JGJ 94 既有符号为主,共有四条: 2.2.1 作用和作用效应; 2.2.2 抗力和材料性能; 2.2.3 几何参数; 2.2.4 计算系数。

3 设计规定

3.1 一般规定

3.1.1、3.1.2 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

3.1.3 关于桩基承载力计算和稳定性验算，是承载能力极限状态设计的具体内容，应结合工程具体条件有针对性地进行计算或验算，条文所列6项内容中有的为必算项，有的为可算项。由于贵州处于岩溶地区，对于穿越溶洞空腔的桩基应进行其稳定性验算。

3.1.4、3.1.5 桩基变形涵盖沉降和水平位移两大方面，后者包括长期水平荷载、高烈度区水平地震作用以及风荷载等引起的水平位移；桩基沉降是计算绝对沉降、差异沉降、整体倾斜和局部倾斜的基本参数。

3.1.6、3.1.7 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

3.1.8 同一结构单元内的桩基，不应选择压缩性差异较大的土层作桩基持力层，不宜采用部分端承桩型和部分摩擦桩型，主要原因是差异沉降不易控制，当有把握控制差异沉降或有可靠措施时（如留设沉降后浇带等，待沉降大的部分沉降稳定后再连为整体），同一单元采用不同桩型也是可行的。

3.1.9、3.1.10 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

3.1.11 对采用机械成孔的桩，应严格控制孔底沉渣。

3.1.12 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94 并经修改而

成。

3.2 桩的选型与布置

3.2.1、3.2.2 桩的分类与选型

1 应正确理解桩的分类内涵

1) 按承载力发挥性状分类

承载性状的两个大类和四个亚类是根据其在极限承载力状态下，总侧阻力和总端阻力所占份额而定。承载性状的变化不仅与桩端持力层性质有关，还与桩的长径比、桩周土层性质、成桩工艺等有关。对于设计而言，应依据基桩竖向承载性状合理配筋、计算负摩阻力引起的下拉荷载、确定沉降计算图式、制定灌注桩沉渣控制标准和预制桩锤击和静压终止标准等。

2) 按成桩方法分类

按成桩挤土效应分类，经大量工程实践证明是必要的，也是借鉴国外相关标准的规定。成桩过程中有无挤土效应，涉及设计选型、布桩和成桩过程质量控制。

成桩过程的挤土效应在饱和粘性土中是负面的，会引发灌注桩断桩、缩颈等质量事故，对于挤土预制混凝土桩和钢桩会导致桩体上浮，降低承载力，增大沉降；挤土效应还会造成周边房屋、市政设施受损；在松散土和非饱和填土中则是正面的，会起到加密、提高承载力的作用。

对于非挤土桩，由于其既不存在挤土负面效应，又具有穿

越各种硬夹层、嵌岩和进入各类硬持力层的能力，桩的几何尺寸和单桩的承载力可调空间大。因此钻、挖孔灌注桩使用范围大，尤以高重建筑物更为合适。

3) 按桩径大小分类

桩径大小影响桩的承载力性状，大直径钻（挖、冲）孔桩成孔过程中，孔壁的松弛变形导致侧阻力降低的效应随桩径增大而增大，桩端阻力则随直径增大而减小。这种尺寸效应与土的性质有关，粘性土、粉土与砂土、碎石类土相比，尺寸效应相对较弱。另外侧阻和端阻的尺寸效应与桩身直径 d 、桩底直径 D 呈双曲线函数关系，尺寸效应系数： $\psi_{si} = (0.8/d)^m$ ； $\psi_p = (0.8/D)^n$ 。

2 应避免基桩选型常见误区

1) 凡嵌岩桩必为端承桩

将嵌岩桩一律视为端承桩会导致将桩端嵌岩深度不必要地加大，施工周期延长，造价增加。

2) 将挤土灌注桩应用于高层建筑

沉管挤土灌注桩无需排土排浆，造价低。上世纪 80 年代曾风行于南方各省，由于设计施工对于这类桩的挤土效应认识不足，造成的事故极多，因而 21 世纪以来趋于淘汰。然而，重温这类桩使用不当的教训仍属必要。某 28 层建筑，框架—剪力墙结构；场地地层自上而下为饱和粉质粘土、粉土、粘土；采用 $\Phi 500$ 、 $l=22\text{m}$ 、沉管灌注桩，梁板式筏形承台，桩距 $3.6d$ ，均匀满堂布桩；成桩过程出现明显地面隆起和桩上浮；建至 12 层底板即开裂，建成后梁板式筏形承台的主次梁及部分与核心筒相连的框架梁开裂。最

后采取加固措施，将梁板式筏形承台主次梁两侧加焊钢板，梁与梁之间充填混凝土变为平板式筏形承台。

鉴于沉管灌注桩应用不当的普遍性及其严重后果，本次规范修订中，严格控制沉管灌注桩的应用范围，在软土地区仅限于多层住宅单排桩条基使用。

3) 预制桩的质量稳定性高于灌注桩

近年来，由于沉管灌注桩事故频发，PHC 和 PC 管桩迅猛发展，取代沉管灌注桩。毋庸置疑，预应力管桩不存在缩颈、夹泥等质量问题，其质量稳定性优于沉管灌注桩，但是与钻、挖、冲孔灌注桩比较则不然。首先，沉桩过程的挤土效应常常导致断桩（接头处）、桩端上浮、增大沉降，以及对周边建筑物和市政设施造成破坏等；其次，预制桩不能穿透硬夹层，往往使得桩长过短，持力层不理想，导致沉降过大；其三，预制桩的桩径、桩长、单桩承载力可调范围小，不能或难于按变刚度调平原则优化设计。因此，预制桩的使用要因地、因工程对象制宜。

4) 人工挖孔桩质量稳定可靠

人工挖孔桩在低水位非饱和土中成孔，可进行彻底清孔，直观检查持力层，因此质量稳定性较高。但是，设计者对于高水位条件下采用人工挖孔桩的潜在隐患认识不足。有的边挖孔边抽水，以至将桩侧细颗粒淘走，引起地面下沉，甚至导致护壁整体滑脱，造成人身事故；还有的将相邻桩新灌注混凝土的水泥颗粒带走，造成离析；在流动性淤泥中实施强制性挖孔，引起大量淤泥发生侧向流动，导致土体滑移将桩体推歪、推断。

5) 灌注桩不适当扩底

扩底桩用于持力层较好、桩较短的端承型灌注桩，可取得较好的技术经济效益。但是，若将扩底不适当应用，则可能走进误区。如：在饱和单轴抗压强度高于桩身混凝土强度的基岩中扩底，是不必要的；在桩侧土层较好、桩长较大的情况下扩底，一则损失扩底端以上部分侧阻力，二则增加扩底费用，可能得失相当或失大于得；将扩底端放置于有软弱下卧层的薄硬土层上，既无增强效应，还可能留下安全隐患。

近年来，全国各地研发的新桩型，有的已取得一定的工程应用经验，编制了推荐性专业标准或企业标准，各有其适用条件。本规范适当选取在贵州地区应用较广泛的桩型供设计人员选用。

3. 2. 3 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

3. 3 特殊条件下的桩基

3. 3. 1 关于软土地基桩基的设计原则

1 软土地基一般坚硬地层埋置很深，但选择较好的中、低压缩性土层作为桩端持力层仍有可能，且十分重要；

2 软土地区桩基因负摩阻力而受损的事故不少，原因各异。一是有些地区覆盖有新近沉积的欠固结土层；二是开山造地；三是使用过程地面大面积堆载；四是邻近场地降低地下水；五是大面积挤土沉桩引起超孔隙水压和土体上涌等等。负摩阻力的发生和危害是可以预防、消滅的。问题是设计和施工者的事先预测和

采取应对措施；

3 挤土沉桩在软土地区造成的事故不少，一是预制桩接头被拉断、桩体侧移和上涌，沉管灌注桩发生断桩、缩颈；二是邻近建筑物、道路和管线受破坏。设计时要因地制宜选择桩型和工艺，尽量避免采用沉管灌注桩。对于预制桩和钢桩的沉桩，应采取减小孔压和减轻挤土效应的措施，包括施打塑料排水板、应力释放孔、引孔沉桩、控制沉桩速率等；

4 关于基坑开挖对已成桩的影响问题。在软土地区，考虑到基桩施工有利的作业条件，往往采取先成桩后开挖基坑的施工程序。由于基坑开挖的不均衡，形成“坑中坑”，导致土体蠕变滑移将基桩推歪推断，有的水平位移达 1m 多，造成严重的质量事故。这类事故从上世纪 80 年代以来，从南到北屡见不鲜。因此，软土场地在已成桩的条件下开挖基坑，必须严格实行均衡开挖，高差不应超过 1m，不得在坑边弃土，以确保已成基桩不因土体滑移而发生水平位移和折断。

3.3.2 岩溶地区桩基的设计原则

主要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，设计应把握三方面要点：一是基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，以确保倾斜基岩上基桩的稳定；三是当基岩的溶蚀极为发育，溶沟、溶槽、溶洞密布，岩面起伏很大，而上覆土层厚度较大时，考虑到嵌岩桩桩长变异性过大，嵌岩施工难以实施，可采用较小桩径（ $\Phi 500 \sim \Phi 700$ ）密布非嵌岩桩，并后

注浆，形成整体性和刚度很大的块体基础。四是对于岩溶洞穴顶板作持力层的桩基础，应取岩质地基承载力及顶板抗冲切力的小值作地基承载力控制值。岩体抗拉极限强度由勘察报告通过试验确定，计算式中的冲跨比，与岩体强度有关，极软岩取 0.3，软质岩取 0.4，硬质岩取 0.5。

3.3.3 坡地、岸边建筑桩基的设计原则

坡地、岸边建筑桩基的设计，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。整体稳定性涉及这样三个方面问题：一是建筑场地必须是稳定的，如果存在软弱土层或岩土界面等潜在滑动面，必须将桩支承于稳定岩土层以下足够深度，并验算桩基的整体稳定性和基桩的水平承载力；二是建筑桩基外缘与坡顶的水平距离必须符合有关规范规定；边坡自身必须是稳定的或经整治后确保其稳定性，在采用永久性护坡时保证稳定时，必须考虑大震下桩传递到护坡的水平力；三是成桩过程不得产生挤土效应。

3.3.4~3.3.6 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

3.4 耐久性规定

3.4.1 本条应参照国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 综合评定。

3.4.2 二、三类环境桩基结构耐久性设计，对于混凝土的基本要求应根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定执行，混凝土

最低强度等级、最小水泥用量、最大水灰比、混凝土的最大氯离子含量、最大碱含量应符合相应的规定。

3.4.3~3.4.5 关于二、三类环境桩基结构的裂缝控制等级的判别，应按《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的环境类别和水、土对混凝土结构的腐蚀性等级制定，对桩基结构正截面尤其是对抗拔桩的抗裂和裂缝宽度控制进行设计计算。对腐蚀性较强的环境类别应参照《港口工程混凝土结构设计规范》JTJ 267 和《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 等执行。

4 桩基构造

4.1 桩基构造

4.1.1 关于灌注桩的配筋率、配筋长度和箍筋的配置。

灌注桩正截面最小配筋率为 0.2%~0.65%，大桩径取低值，小桩径取高值；受荷载较大的大直径扩底桩和抗拔桩宜适当增大最小配筋率。桩顶嵌入承台 50~100mm，桩纵筋锚入承台不小于 $35d$ ，理论上承台对桩顶的约束介于铰接和刚接之间，但试验和震害表明在水平地震作用下桩头弯、剪破坏严重，桩顶约束假定为刚接更接近实际且偏于安全，因此适当增大了一、二级抗震柱下基桩的最小配筋率，特一级抗震柱下基桩最小配筋率还宜适当加大 0.05%。配筋长度主要考虑轴向荷载的传递特征及荷载性质，穿越淤泥或淤泥质土的桩身、穿越洞室基桩的临空部分桩身和斜坡上基桩的外露部分桩身受不利，宜加强配筋。另外为设计提供依据的试验桩，宜按试验荷载对桩身强度进行验算，必要时应对试桩进行设计，桩顶构造可按国标图集 SG813。

关于箍筋的配置，参考《大直径扩底灌注桩技术规程》JGJ/T225 和重庆市标 DBJ 50-200，适当增加了大直径灌注桩的构造要求。

4.1.2~4.1.5 按照《建筑桩基技术规范》JGJ94，并参考贵州省标 DB 22/45 和重庆市标 DBJ 50-200 修改。

4.2 承台构造

4.2.1 参考《大直径扩底灌注桩技术规程》JGJ/T 225、贵州省标 DB 22/45 和重庆市标 DBJ 50-200，增加了大直径灌注桩的构造要求。单桩承台做成三向封闭环箍是使承台内的混凝土处于三向约束状态以提高纵向钢筋锚固的可靠性，当承台与地下室底板相连时，垂直方向可形成 U 型箍。

4.2.2~4.2.4 按照《建筑桩基技术规范》JGJ 94 相关条文执行。

4.2.5~4.2.6 按照《建筑桩基技术规范》JGJ 94，并参考贵州省标 DB 22/45 和重庆市标 DBJ 50-200 修改。第 4.2.5-9 条中掉层结构系指在同一结构单元内有两个及以上不在同一平面的嵌固端，且上接地端以下利用坡地高差按层高设置楼层的结构体系。

4.2.7 承台和地下室外墙的肥槽回填土质量至关重要。在地震和风载作用下，可利用其外侧土抗力分担相当大份额的水平荷载，从而减小桩顶剪力分担，降低上部结构反应。一般情况下，采用压实性较好的素土分层夯实；当施工中分层夯实有困难时，可采用素混凝土回填；此外，用水泥和土按一定比例掺水搅拌后形成流动性水泥土是较素混凝土更为经济的选择。

5 桩基计算

5.1 桩顶作用效应计算

5.1.1、5.1.2 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

5.2 桩基竖向承载力计算

5.2.1~5.2.3 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

5.3 单桩竖向极限承载力

5.3.1、5.3.2 工程桩竖向承载力检验可根据建筑物的重要程度确定检验方法。对地基基础设计等级为甲级、乙级的工程，宜采用慢速静荷载加载法进行承载力检验。

超过试验能力的大直径嵌岩桩的承载力特征值检验，可根据超前钻及钻孔抽芯法检验报告提供的嵌岩深度、桩端持力层岩石的单轴抗压强度、桩底沉渣情况和桩身混凝土质量，必要时结合桩端岩基荷载试验和桩侧摩阻力试验进行检核。

5.3.3-1、2 贵州地区的桩基置于较破碎中风化基岩中者较多，近年来机械成孔的大直径无扩大头嵌岩桩日益增多，此时全按《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 第 5.3.6 条或按《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.6 条计算单桩竖向承载力，

特别是后注浆的嵌岩桩不尽合理且过于保守,岩体较破碎只是影响嵌岩桩侧阻力、端阻力的主要因素之一,其它如桩端岩体坚硬程度、岩石强度、岩石完整程度和桩径、嵌岩深度、桩身材料强度、孔壁粗糙度、施工工艺、桩底沉渣等都是影响单桩桩端嵌岩段竖向承载力的因素。本条对比了 JGJ 94-2008、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTGD 63-2007、《建筑地基基础设计规范(广东)》DBJ 15-31-2003、《建筑地基基础设计规范(重庆)》DBJ 50-047-2006、《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ 72-2004、《港口工程桩基规范》JTS 167-4-2012 和《工程地质勘察规范(重庆)》DBJ 50-043 七本行业和地方地基基础及工程勘察规范,结合贵州省建筑设计研究院《山区岩石地基基础设计问题探讨》(建筑结构, 2016, 46(23)), 贵州大学《基于自平衡法的较破碎岩石地基嵌岩桩承载性状研究》(贵州大学学报(自然科学版), 2015, 32(5))及贵州地区自平衡法桩基载荷试验等研究成果,对桩端置于较破碎嵌岩桩单桩桩端嵌岩段竖向承载力计算进行了综合分析:

①JTGD63-2007 中第 5.3.4 条桩端置于较破碎中风化岩的嵌岩桩为置于完整、较完整微风化岩嵌岩桩单桩轴向受压承载力容许值的约 0.6~0.63 倍; ②DBJ 15-31-2003 中第 10.2.4 条桩端置于较破碎基岩的嵌岩桩为置于完整、较完整基岩嵌岩桩单桩竖向承载力特征值的约 0.6~0.67 倍; ③按 JGJ 72-2004 第 8.3.12 条计算桩端置于中风化岩的嵌岩桩单桩竖向极限承载力为按 JGJ 94-2008 第 5.3.9 条置于完整、较完整基岩极限承载力标准值的约 0.85~1 倍; ④按 JTS 167-4-2012 第 4.2.4.4 条注,计算桩端

置于中风化基岩的嵌岩桩单桩竖向承载力特征值时，乘以 0.7~0.8 倍系数；⑤按照 DBJ 50-047-2006 第 4.2.3 条条文说明和 DBJ50-043 规定，对于岩石地基，岩体完整、较完整、较破碎时，岩质地基极限承载力标准值可由岩石抗压强度标准值乘以地基条件系数确定，岩体完整时地基条件系数取 1.60~1.20(坚硬岩、较硬岩取较小值)，较完整时取 1.20~0.85，较破碎时取 0.85~0.55。综合以上几点，桩端置于完整基岩嵌岩桩的 ζ_r 直接按 JGJ94-2008 表 5.3.9 取值，桩端置于较完整基岩嵌岩桩的 ζ_r 按 JGJ 94-2008 表 5.3.9 和按 DBJ 50-047 第 4.2.3 条计算较完整基岩嵌岩桩的 ζ_r 取平均值；参考 DBJ 50-047-2006 第 4.2.3 条并按 JGJ 94-2008 第 5.3.9-3 条的格式和要求推导，得到计算桩端置于较破碎基岩嵌岩桩单桩竖向极限承载力的桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数 ζ_r ，其中较破碎岩 ζ_r 下限值（对应于岩石完整性指数为 0.35）和完整岩石上 ζ_r 的比值，在硬质岩上和较软岩上分别约为 0.48~0.5 倍和 0.54~0.65 倍，比按 JTGD 63-2007、DBJ 15-31-2003 和 JGJ 72-2004 和自平衡法桩基载荷试验实测值稍小。因本计算方法为 JGJ 94-2008 所采用，综合考虑了桩-岩刚度比、嵌径比等因素的影响，建议单一岩层上的嵌岩桩采用此方法设计。对于置于基岩上的桩基，穿越土层厚度小于 10m 时，考虑到土层段桩摩阻对桩总的正向摩阻帮助相对较小，偏于安全考虑，设计可不考虑此部分桩侧土的正摩阻力。

下表为贵阳市两组置入较破碎岩层嵌岩桩通过桩基静载试验得到的单桩承载力极限值、按规范求单桩承载力极限值：

试验嵌岩桩单桩竖向承载力极限值

嵌入岩层类型	完整性指数	嵌岩深度 (m)	试桩直径及面积 (m/m ²)	嵌岩深径比	饱和单轴抗压强度 (MPa)	静载试验单桩承载力极限值 (kN)	按 JGJ 94 求单桩承载力极限值 (kN)	按表 5.3.3-1 插值得 S_r	按式 5.3.3-1 求单桩承载力极限值 (kN)
中风化白云岩	0.42	4.0	1.0/ 0.785	4.0	36.4	20600	29717	0.66	18859
中风化泥灰岩	0.44	3.6	1.2/ 1.131	3.0	21.1	19200	28828	0.80	19091

注： 1 两组桩长分别约长 16m 和 10m;

2 上表对比时，因两组桩侧土侧阻力仅约为单桩承载力极限值的 3%，计算单桩竖向承载力极限值时忽略不计嵌岩段以上桩侧土正摩侧阻力，即取嵌岩桩单桩竖向承载力极限值等于单桩的桩端嵌岩段承载力极限值。

通过对比可知直接按 JGJ 94 求单桩承载力极限值比试验值大很多，偏于不安全，按式 5.3.3-1 求得的单桩承载力极限值比试验值稍小，比较合理。

5.3.3-3、4 对嵌岩桩单桩承载力，当嵌岩深度 $< 0.5m$ 或 $h_r/d < 0.5$ 时，一般不计入嵌岩段侧阻力，只计算端阻力。当 $h_r/d \geq 1$ 时，嵌岩段侧阻力占桩的承载力比重逐渐增大。随着 h_r 的增大，侧阻力显著增大，而桩端压力则相对减少，大量静载试桩结果反映了上述特点，实际上根据不同规范给出的公式计算得

到的嵌岩段承载力，除桩基规范外其它规范并未完全反映出上述特点，参见下表。表中取桩径 $d=1.2\text{m}$ ，嵌岩长度 $h_r=1.5\text{m}$ 、 2.0m 、 3.0m ，取基岩的 $f_{rk}=20\text{MPa}$ 。

不同规范对嵌岩桩嵌岩段侧阻力标准值和端阻力标准值计算对比

规范名称	嵌岩段侧阻力			端阻力标准值 (kPa)	合计 (kPa)
	1.5m	2.0m	3.0m		
JGJ94-2008 桩基技术规范	5822	7626	10738	13000(嵌岩 1.5m) 12050(嵌岩 2.0m) 10852(嵌岩 3.0m)	18822(嵌岩 1.5m) 19676(嵌岩 2.0m) 21590(嵌岩 3.0m)
JGJ 72-2004 高层建筑 勘察规程	6782	9044	13564	12434	19216(嵌岩 1.5m) 21478(嵌岩 2.0m) 25998(嵌岩 3.0m)
DBJ15-31- 2003 广东 地基设计 规范	10852	14470	21704	18086	28938(嵌岩 1.5m) 32556(嵌岩 2.0m) 39790(嵌岩 3.0m)
JTGD 63-2007 公 路桥涵设 计规范	9042	12058	18086	21704	30746(嵌岩 1.5m) 33762(嵌岩 2.0m) 39790(嵌岩 3.0m)
SJG 1-2010 深圳地基 基础勘察 设计规范	9044	12058	18088	18086	27130(嵌岩 1.5m) 30144(嵌岩 2.0m) 36174(嵌岩 3.0m)
贵州建筑 桩基设计 与施工技 术规范	7912	10550	15825	13565	21477(嵌岩 1.5m) 24115(嵌岩 2.0m) 29390(嵌岩 3.0m)

从上表中看出，计入嵌岩段侧阻力后，单桩承载力可得到

较大提高。采用 JGJ 94-2008 版桩基规范，嵌岩段侧阻力的计算值比其它规范侧阻力的计算值要低一些，广东省规范 DBJ 15-31-2003 计算结果与公路桥涵规范及深圳地基基础勘察设计规范的计算结果较为接近，在表中的计算值属偏高。

嵌岩桩估算嵌岩侧阻力和端阻力标准值时，采用的岩石侧阻力和端阻力标准值系数 C_1 、 C_2 主要参考了深圳地基基础勘察设计规范、桩基规范、公路桥涵规范等行业规范。当深径比大于 3 时， C_1 、 C_2 需适当减小。由于较破碎岩石作嵌岩桩无太多实际工程及数据，用于工程中应按本规程要求作单桩静载试验验证估算承载力。5.3.3 条中的公式和表 5.3.2 的岩石侧阻力与端阻力系数，与现行估算嵌岩桩单桩承载力标准值的做法保持了衔接，以增强可操作性。

本规程编写过程中收集了 7 个较破碎岩体的桩基静载试验报告，其中软岩、较软岩：凯里未来城 3 根试桩，锚桩均拉断，试验未达极限；遵义中建幸福城 3 根试桩，未作波速试验，1 根桩头压碎，试验结果低于公式计算；贵阳中天未来方舟 D3、D4 泥灰岩部分 3 根，桩头均压碎，桩身强度控制；彭家湾 A 北区 3 根，试验结果与公式计算基本相符；彭家湾 F 区 3 根，试验结果与公式计算基本相符。较硬岩：贵阳中天未来方舟 D3、D4 泥质石灰岩部分 3 根，桩头均压碎，桩身强度控制；五里冲 N 区 6 根，桩头均压碎，桩身强度控制。通过数据整理，除遵义中建幸福城项目外，其余情况本规程均能包络。对于含泥量较重的基岩，应注意施工时水对岩石侧阻端阻的影响，必要时可根据实际情况乘

以低于 0.8 的折减系数。

5.3.4 贵州地处山区，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。

5.4 特殊条件下桩基稳定性验算

5.4.1~5.4.2 基岩面起伏剧烈，高差较大并形成临空面是岩石地基的常见情况，为确保建筑物的安全，应重视临空面对地基稳定性的影响。

位于岩溶地基上的桩基，溶洞、溶蚀裂隙等是影响地基稳定性的重要因素，设计时应根据岩溶发育特征、地基特性等结合上部结构情况，因地制宜采取措施，确保上部荷载传递至稳定岩体或处理后稳定的岩体上。

5.5 桩基沉降计算

5.5.1~5.5.4 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

5.6 桩基水平承载力与位移计算

5.6.1~5.6.4 本条文引自《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

5.6.5 为方便计算，大直径桩满足刚性桩条件时，可按附录

J 刚性桩的方法计算桩的变位及内力。

5.7 桩身承载力与裂缝控制计算

5.7.1 《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 第 5.8.2 条基桩成桩工艺系数 ψ_c 和《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 第 8.5.11 条工作条件系数 φ_c 取值有所不同, 本条结合两本规范 ψ_c 和 φ_c 的取值范围和工程实际, 比 JGJ 94-2008 适当留有一定富裕确定成桩工艺系数 ψ_c 。

6 人工挖孔灌注桩

6.1 一般规定

6.1.1 明确人工挖孔灌注桩的适用范围。

6.1.2 人工挖孔桩工程施工存在危险源，为安全施工，应按《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870 编制专项施工方案，具体内容可参照《关于印发〈危险性较大的分部分项工程安全管理办法〉的通知》建质[2009]87号规定编写。

6.1.3 人工挖孔桩的适用深度是根据施工安全性和施工难度确定的。受经济条件的制约，目前在贵州尚难取消人工挖孔桩。随着贵州经济的发展和机械成孔桩的成本下降，人工挖孔桩终将被机械成孔桩取代。

6.2 施工准备

6.2.1~6.2.10 本规程中人工挖孔灌注桩的相关要求，与《建筑桩基技术规范》JGJ 94 标准的要求是一致的。

6.3 成孔

6.3.1 此条是对人工挖孔灌注桩施工的基本规定。

6.3.2~6.3.8 人工挖孔过程常见的工程问题有：

地下水水量较大、土洞、溶洞、流塑土、流砂等存在造成塌孔、护壁下沉等险情发生，出现此种情况，应立即停止挖孔并采取有效措施处理。

常用措施如下：

- 1 立即阻止塌孔下沉，保持孔壁土体稳定；
 - 2 对护壁进行加固；
 - 3 有效地进行降水。
- 6. 3. 9** 人工挖孔桩须进行孔内岩石爆破作业时，当相邻两桩同时爆破或一桩已施工完毕，相邻另一桩将进行爆破时，应根据桩孔之间距离大小及岩石力学状况，采取有效技术措施，防止相互影响，造成不良后果。
- 6. 3. 10** 桩端持力层的稳定是保证桩基质量的重要条件，故作出此条规定。
- 6. 3. 11** 软质岩开挖至持力层验收合格后应立即浇筑混凝土或采用与设计混凝土强度相同的水泥砂浆封底，使基岩与水和空气隔离，防止地基因暴露时间较长产生崩解或软化影响岩石的承载能力。

6. 4 钢筋笼制作与安装

6. 4. 2 钢筋笼制作常见质量问题：螺旋箍筋搭接长度、箍筋弯钩角度和平直长度不符合规范要求。

螺旋箍筋是按国家标准图集《混凝土结构施工图平面整体

表示方法制图规则和构造详图》(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板) G101 提出的要求, 有利于消除质量通病。

6. 4. 3 钢筋笼安装时, 钢筋的保护层垫块常有形状尺寸不准确、数量少、固定不稳等问题, 故采取增加垫块数量, 沿竖向每 0.5m~0.6m 一组, 每组 4~8 块, 呈十字形或沿圆周长均匀分布的控制措施。

6. 5 混凝土施工

6. 5. 1 成孔质量检验合格后应尽快安放钢筋笼并浇注混凝土, 要求连续、快速完成其主要目的是:

- 1** 防止基岩表面暴露后力学性质发生改变;
- 2** 防止塌孔和滞水沉渣的影响。

一般不应有较长时间停留, 当间隔时间较长时, 在继续浇注混凝土前必须重新对孔底沉渣厚度进行检查。

地下水的上升速度数值是根据人工挖孔桩施工经验结合公路道涵施工规范的相应数值确定的。

水下混凝土灌注工艺, 不但适用于人工挖孔桩, 亦广泛应用于机械成孔桩。

6. 5. 2 一般不得在桩身混凝土中掺入毛石。当桩的承载力很小, 设计有明确规定的(如对掺入毛石比例、掺入位置、掺入毛石大小等作出规定的)除外。

6. 5. 3、6. 5. 4 人工挖孔桩孔底有地下水时, 由于疏于检测

地下水水位上升的速度、判断界线不确定，导致选择混凝土灌注工艺不当，出现严重的桩基工程施工质量事故。

6. 5. 12 桩基混凝土养护，是对暴露在空气中的桩身的养护。混凝土大多掺加了外加剂，其表面保湿养护时间按《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的要求为 14d，故提出此统一规定。

6. 6 安 全

6. 6. 2 人工挖孔桩使用起重吊装设备种类较多、很不统一，危及施工安全。本条主要从安全起吊能力、各种安全保险装置等加以控制，施工前应检查验收合格。

作业人员防坠器（或防坠助爬器），可以有效防止作业人员疲劳或爬梯意外时出现的险情。

6. 6. 4 桩孔内因有毒、有害气体超过规定，已经出现多起作业人员死亡事故，故每次开工前必须进行有害气体检测。

6. 6. 7 在桩孔内焊接作业，由于用电、用气隐患，已经出现多起作业人员死亡事故，故作出本条规定。

6. 6. 8 施工现场安全用电存在不少隐患，应按本条严格控制、消除隐患。

7 冲击成孔灌注桩

7.1 一般规定

7.1.1 根据岩溶地区冲击成孔桩在我省多年的使用经验，冲击成孔在穿越岩溶洞穴时，对洞穴内充填物有挤密作用，其挤密后的洞穴自身稳定性较好，能较好地保证后期混凝土桩的灌注质量。

7.2 施工准备

7.2.1~7.2.3 施工前应组织图纸会审，会审纪要连同施工图等应作为施工依据列入工程档案。会审需由勘察、设计、监理及施工方共同参与，针对建筑场地（尤其是岩溶发育场地），各专业提出冲击成孔桩在施工中的注意事项，防止盲目施工，保证施工质量。

7.2.4~7.2.6 现阶段所用的冲击成孔机械设备主要有 CZ-22、CZ-30 型等冲击钻孔机或简易的冲击钻机，施工组织设计应对选取的机械设备可靠性及适用性进行说明。施工组织设计应涵盖质量、安全及环境保护等相关内容。同时，对施工中可能出现的问题应有相应的应急预案措施，对施工场地及周边牵涉到的重要管线（如石油管线、通讯线路、燃气管线等）亦应单独说明，对附近有隔震要求的建筑物和危房在施工组织中应提出相应

的保护措施。

7.3 成孔

7.3.1 冲击成孔施工中常常会发生塌孔、缩径、桩孔偏斜及桩端持力层达不到设计要求、沉渣超标等质量问题，对成桩质量产生严重影响，甚至造成废桩等质量事故。因此，在成孔过程中必须加强质量点的控制。

冲击成孔过程中冲击力大，因此产生较大振动力，同时对周围土体也产生一定的挤压作用，成孔后桩身周围土体反之也会对桩孔产生动压力，混凝土灌注桩的成孔是依靠泥浆压力来平衡护壁的，故采取跳孔加大桩距对防止塌孔和缩径是一项较稳妥的技术措施。在土质较差的土层中尤其要注意，以防产生串孔质量事故。其次是邻桩成桩初始，桩身混凝土的强度很低，加大孔间距可防止冲击成孔对邻桩的影响。

7.3.4、7.3.5 《建筑桩基技术规范》JGJ 94 表 6.3.13 “冲击成孔操作要点”对不同土层的泥浆相对密度以及操作要点进行了规定，但该表较为笼统。本规程对该表进行了拆分，分别从“不同土层泥浆相对密布、不同土层开孔阶段提锤高度以及不同土层的操作要点”等三方面进行了说明和规定，以便能为冲击成孔桩的施工提供一定的指导性建议。

表 7.3.4、表 7.3.5-1、表 7.3.5-2 以 JGJ 94-2008 表 6.3.13 为基础，结合贵州冲击成孔桩的施工经验充实而成。

强风化岩石岩体破碎，合理控制泥浆相对密度能较有效地控制塌孔等事故的发生。

在贵州，岩溶是常见问题，也是冲击成孔桩成孔过程中质量控制的重点，岩溶发育形态不同、埋深不同，其冲击成孔的操作过程也有所不同，表中所列操作方法是根据工程经验所总结的一般性操作方法，具体问题亦具体分析，不能一概而论。山区基岩面起伏变化较大，在冲孔进入倾斜基岩面时，容易产生偏孔，因此，在冲孔接触岩层时，应特别谨慎，通常是向孔底抛掷直径20cm~30cm的片石，将岩层斜面和高低不平之处嵌补填平，然后低锤快打，造成一个较紧密的平台，承托冲锤，均匀受力，防止偏孔。但要注意岩层倾斜突出部分没有冲平以前，仍不能提高锤的行程，待岩层基本上打平后，方可高锤冲击，加快冲孔进度。

7.3.6 时间间隔的确定主要与桩身混凝土初凝以后的强度增长有关，若时间过短，在混凝土刚灌注完毕的邻桩旁施工时，可能造成已灌注的桩出现倾斜、缩颈等质量缺陷，严重影响桩的质量。

7.3.7 施工单位在冲击成孔施工过程中往往忽略了中间过程的控制，在贵州冲击成孔桩施工中可能出现漏浆、塌孔、卡钻、掉钻、斜孔等质量事故，做好相应的记录工作对成孔质量的控制具有指导意义。记录应尽量详尽，内容主要包括漏浆、塌孔、斜孔等问题出现的位置及处理措施，钻至设计标高后的钻进速度等。

7.4 清孔

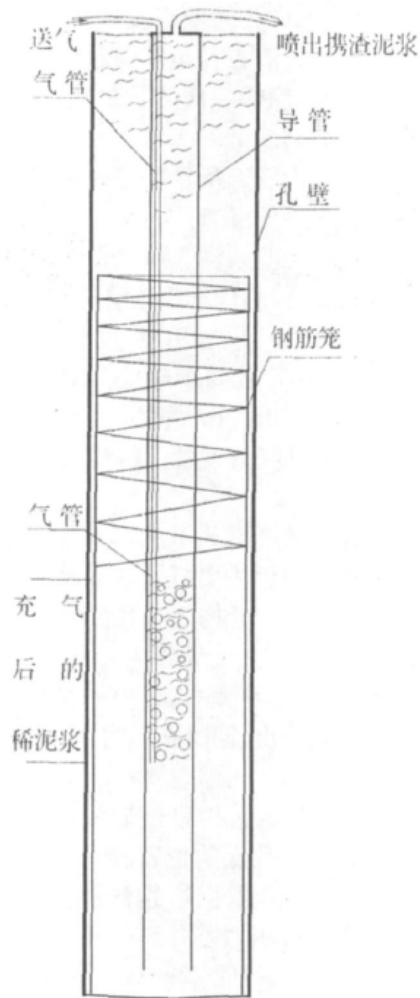
7.4.3 采用泥浆循环排渣方法主要有以下注意事项:

1 控制泥浆的性能确保泥浆比重控制在 $1.2\text{g}\sim 1.5\text{g}/\text{cm}^3$, 粘度控制在 $24\text{s}\sim 26\text{s}$, 使泥浆具有良好的悬浮力, 确保冲渣在泥浆循环过程中被携带至孔口外;

2 在基岩冲击中每进尺 $0.1\text{m}\sim 0.2\text{m}$, 就进行正循环泥浆清孔, 以确保成孔的效率及质量, 避免清孔捞渣不勤, 重复破碎, 使岩渣粒径过小, 反增清孔捞渣难度, 如此重复直至终孔, 确保一次清孔的质量达设计要求, 为二次清孔打好基础。

3 岩溶地区, 冲击成孔在穿过溶洞或溶蚀破碎带时, 悬浮石渣粒径往往较大 (可达 $2\text{cm}\sim 3\text{cm}$)。因此, 终孔后第一次清孔时, 先用原浆清理半个小时, 在清孔过程中, 冲击锤应在孔底上下来回窜动, 其后, 再用新鲜泥浆 (泥浆比重约为 $1.20\sim 1.30$ 之间) 清理 $1\text{h}\sim 2\text{h}$ 。

7.3.4 二次清孔是在钢筋笼及导管安放完毕后, 清除下沉孔底及擦碰孔壁产生的沉渣。二次清孔依据土质条件选择适宜的清孔工艺。



1 当桩孔土质为粉土粉砂层时，应选用正循环泥浆清孔。正循环泥浆清孔开始必须选用优质浓泥浆($1.2\text{g}\sim 1.3\text{g}/\text{cm}^3$)、大泵量，待孔口上返泥浆岩渣基本无渣时再进行稀释至少 $1.10\text{g}/\text{cm}^3$ 左右，正循环泥浆清孔的沟槽宜适当延长并在槽底设置凹坑或筛网，利于沉渣的下沉，及时清理。

2 对不易塌孔的桩孔宜采取气举反循环法。气举反循环清孔原理是在导管内安插一根长约 $2/3$ 孔深的镀锌管，将压缩空气送至导管内 $2/3$ 孔深处，经充气后在导管内产生低压区，连续充气导管内外压差不断增大，当

达到一定的压力差后，平衡打破，则迫使泥浆在高压作用下从导管内上返喷出，同时孔底岩渣被高速泥浆携带从导管上返喷出孔口。压缩空气机一般选用 1.0m^3 及以上的(具体见左图)。大口径嵌岩桩清孔时宜活动导管以变换导管底口在孔底的位置，确保沉

渣清除干净。此清孔工艺压力差大，流速快，携渣能力强。清孔过程需进行及时补浆保持压力差并逐步将泥浆性能调整至比重 $1.1\text{g}\sim 1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、粘度 $22\text{s}\sim 24\text{s}$ ，及时灌注。

7. 4. 6 孔底沉渣的检查方法主要有以下两种：

1 依靠测锤凭借手感经验进行测量。在放入测锤到孔底后，提起测锤 $30\text{cm}\sim 50\text{cm}$ 高，然后快速放下，手不要松开测绳。用锤下落的阻力和速度感觉孔底沉渣厚度，如有较厚的沉渣，测锤中间的探针刺不到基底岩石，则感觉测锤无震动。如果沉渣小于 5cm ，探针可以刺到基底坚硬的岩石，手会感到震动，测锤有戛然而止的感觉。测试时应反复提放测锤多次，测完一个测点后，再平移 $30\text{cm}\sim 40\text{cm}$ 连续测试。规范规定端承灌注桩的沉渣不大于 5cm ，因此，用测锤探针测试，基本上可以控制在规定的范围内。

2 用测杆进行测量。测杆一般用 4 分钢管按 2m 一节制成，根据孔深接成相应的长度。测杆前端为锥形，中间不让泥浆流入，以便在深孔中减轻重量，方便操作。测杆放入孔底后，提起 $80\text{cm}\sim 100\text{cm}$ 高，用力向下戳，并可松手，观察测杆的反弹情况，如果孔底沉渣较少时，测杆有明显反弹，并有碰到坚硬岩石后检杆传递的较清脆的响声。如果孔底沉渣较厚，则无反弹，无响声。也可以用手握紧测杆向下戳，用手感受测杆的反弹和阻力。在孔中应多次反复测试，测点间距宜为 $30\text{cm}\sim 40\text{cm}$ 。需要注意的是：由于泥浆阻力很大，在平移测杆时应多提出一些，并要反复几次，孔下部的检杆才能真正地达到所要测的位置。

8 旋挖成孔灌注桩

8.1 一般规定

8.1.1 旋挖钻机由于大量国产化而广泛使用于灌注桩的成孔施工。贵州地区适用于黏土、粉土、碎石土及非岩溶或岩溶微发育的各类岩石。欠固结填土、卵石层、岩溶中等~强发育的岩石应慎用。

8.3 成孔

8.3.1 试成孔，一般选择在工程桩外且有代表性的地质钻孔的位置进行。主要是检验岩土的可钻性、成孔的自稳定、成孔的垂直度和倾斜岩面处理的难易程度。地下水丰富时，是否引起的塌孔等。试成孔是保证工程施工能否顺利进行的必要过程。

8.3.2 平整场地和保证旋挖钻机的站立稳定是保证成孔垂直度的重要条件。施工前必须对场地的水平度进行检查，场地坡度宜控制在3.5%以内，当场地坡度大于3.5%时，应将场地整平。对土层强度低的场地，特别是回填场地需进行增强处理，以防提取钻斗时钻机下陷，导致成桩质量或机械事故。

8.3.3、8.3.4 由于钻斗反复放、提，易造成孔口塌孔，安放孔口钢护筒是防止孔口塌孔的有效措施。护筒钢板厚度宜根据

孔径的大小合理选用。重复使用的钢护筒应随时修整，再用时不致卡钻。旋挖钻斗钻成孔灌注桩在成孔过程中需泥浆护壁的必须添加稳定液。稳定液是在钻孔施工中为防止地基土坍塌、使地基土稳定的一种液体。它以水为主体，其中溶解有以膨润土或 CMC（羧甲基纤维素）为主要成分的各种原材料。

泥浆与稳定液的区别

钻进方式	回转钻进	旋挖钻斗钻钻进
钻进时维持孔壁稳定的浆液	泥浆或加膨润土的泥浆	把膨润土和 CMC 作为主要成分，并混合有其他原料
浆液在钻孔内的运动状态	反循环钻进中，孔内旋转钻头将泥浆和土砂一起通过钻杆排向孔口，而后泥浆返回孔内下降；正循环钻进中，泥浆从钻杆内腔下降后，经钻头的出浆口射出输入孔底，带动钻渣上升到孔口。回转钻进中的泥浆是循环运动的，故又称循环液或冲洗液	钻斗钻钻进使用的稳定液在孔内基本上是静态的。但局部在钻斗和钻杆的回转带动下形成环流，当钻具在提升和下降过程中钻斗带动稳定液作局部上升或下降运动
泥浆被钻渣污染的程度	钻渣的粒径与数量是以研磨方式进入泥浆的，因而钻渣对泥浆性能影响较大	钻斗钻钻进切削破土方式属于大体积切削，钻渣对稳定液性能影响较小
排渣方式	依赖泥浆的循环流动把钻渣运送到孔外，待沉淀处理后再返回孔内回收利用	排渣通过切削机械切下的土块被挤入装载机具（圆柱形钻斗）直接提至孔外卸渣

续表

钻进方式	回转钻进	旋挖钻斗钻钻进
使用浆液的目的和用途	在钻孔过程中，孔内泥浆一面循环，一面对孔壁形成一层泥浆膜，这层泥膜将起到保护孔壁的作用	稳定液在成孔过程中的作用：支撑土压力，抑制地基土层中的地下水压力，在孔壁造成泥膜，以抑止孔壁坍塌，在砂土中成孔，可使碎屑的沉降减缓。由于稳定液非全孔流动携带运送钻渣，因此在稳定液配制中对悬浮钻渣的能力要求很高，必须具备较高的静切力，以达到合理的结构强度
第一次清孔方法	反循环钻进方式第一次清孔仍采用反循环排渣；正循环钻进方式第一次清孔采用正循环清孔或压风机清孔	一般用沉渣处理钻斗（带挡板的钻斗）来排除沉渣；如果沉淀时间较长，则应采用水泵进行浊水循环
浆液性能参数要求	良好的制浆黏土其胶体率不低于95%，含砂率<4%，造浆能力不低于0.006 ~ 0.008m ³ /kg	钻斗钻钻进本身产生的钻渣虽然较少，但要求将钻渣悬浮在稳定液中数小时不沉淀，因此对稳定液的静切力有较高要求

稳定液主要材料及作用

材料名称	主要作用
水	稳定液的主体
膨润土	稳定液的主要材料
重晶石	增加稳定液相对密度
CMC	增加黏性，防护壁剥落
腐殖酸族分解剂	控制稳定液变质及改善已变质的稳定液
水质素族分解剂	
碱类	
渗水防止剂	防止渗水

膨润土溶液的浓度与相对密度的关系

浓度%	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
相对密度	1.025	1.035	1.040	1.045	1.050	1.055	1.060	1.065	1.065	1.075

8.3.5~8.3.8 遇地下水丰富、膨胀性岩土、岩溶发育、倾斜岩面等特殊地质条件，旋挖钻进成孔困难时，试桩时应制定的相应的技术手段进行调整。地下水丰富起吊钻斗易形成塌孔的宜改为泥浆护壁施工。膨胀性岩土反复跑空钻扫孔仍不能满足设计桩径要求，宜改为全程套管辅助施工。岩面倾斜可能导致桩底偏孔，应控制钻进速度。当偏孔发生时，应回填等岩体强度的混凝土二次成孔。

8.3.9 岩溶发育地区由于勘察以点带面的局限性，溶洞和溶蚀裂隙空间形态很难查清，灌注混凝土时相邻桩孔间常有串孔的情况发生。因此本条要求隔孔施工并保证成桩混凝土有足够的初凝

时间，以避免串孔现象。为保证起吊钢筋笼和灌注混凝土有足够的设备移动空间，规定了堆渣位置和孔口的基本距离。

8. 3. 10 详细的施工记录有助于判断是否产生病害桩，为检测选桩和竣工验收提供依据。

9 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩

9.1 一般规定

9.1.1 全套管管内取土（岩）成孔灌注桩施工过程保证成孔

孔壁稳定的是钢外套管全程护壁，无需泥浆等稳定液护壁。贵州省各类岩土层均适宜使用，在贵阳溶岩强发育区和高填方区采用该工法成孔成桩顺利竣工的成功案例有：2013年成功完成贵阳利海米兰春天项目二期、三期全套管钻孔灌注桩工程，该项目在各桩均遇到溶洞，局部遇到串珠状溶洞；2013年贵阳花溪大学城贵阳中医学院新校区图书馆桩基工程、贵阳师范大学会议中心礼堂桩基工程，该两项工程为高填方区嵌岩灌注桩，局部遇到溶洞；2014年完成贵阳万科金域华府桩基础施工项目，该项目土层为杂填土，桩端为中风化泥岩；2015年贵阳综合保税区标准厂房一期建设项目全套管灌注桩工程，该项目为高填方区，成孔过程中局部遇到大溶洞和串珠状溶洞；2015年贵阳轨道交通1号线第八工作段望城坡车站、沙~望明挖区间全套管咬合桩施工，该工程咬合桩均需嵌岩，嵌岩深度3~26m。全套管钻机对各类复杂地层中进行灌注桩施工具有较好的适宜性。

9.1.2 全套管钻机有摇动（搓管）式和全回转两种机型，配置外径（单位均为mm）800、1000、1200、1500、1800、2000、2200、2500、2800、3000等钢外套管，外套管外径即为成桩直径。

9.3 成孔

9.3.1 试成孔主要是对设备及钻具配置进行适应性检验和调整。由于可在钢外套管内进行机械取土和凿岩机具凿岩，试成孔时，可根据不同地层构成进行设备和钻具适应性调整，为保证施工质量和工期创造条件。

9.3.2~9.3.10 条文以全国各地全套管管内取土（岩）成孔灌注桩的工程经验为依据，

对贵州可能出现的情况规定了处理原则。

9.4 清孔

9.4.1、9.4.2 清孔是保证桩端沉渣厚度能否满足设计要求的施工工序。干作业清孔

采用刮渣斗，湿作业清孔采用刮渣斗结合沉渣筒或气举反循环法清孔，严禁人工清底。

9.5 钢筋笼制作与安装

由于本工艺采用钢外套管护壁，所以钢筋笼保护层厚度由钢套管接头厚度确定：钢外套管接头厚度+25mm。

9.6 混凝土施工

条文中对全套管管内取土（岩）成孔灌注桩混凝土施工做了明确规定，本条文不适用其它灌注桩混凝土施工，其它灌注桩混凝土施工也不适用本条文。

10 微型钢管混凝土桩

10.1 一般规定

10.1.1 微型钢管混凝土桩因其施工机械简单、占地面积小、施工周期短、单桩承载力高等因素常用于建筑物的基础桩、基础托换及边坡治理等方面。

10.1.2 微型钢管桩常用于场地狭窄，大型施工设备无法布置的场地。

10.1.3 微型钢管混凝土桩常用的成孔机械为地质钻机或潜孔钻机。

10.3 成孔

10.3.1 一般规定

微型钢管桩成孔质量，主要受成孔机械设备的稳固性和平整度控制，开孔前应仔细检查、校核。

微型钢管桩的间排距一般较小，为减少成孔对原状地层的扰动，应选择跳桩法施工。

10.3.2 成孔施工工艺

微型钢管桩施工工艺重点在于成孔垂直度的中间检验及修正，成孔期间应每 3m 检查一次垂直度。

10.3.3 技术措施

- 1 钻机水平度的检查，精度应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内；
- 2 桩口应设置高出地面 20cm 的护口套管；
- 3 土层成孔应优先选择干法施工。

10.3.4 此条是对钢管桩成孔质量控制的规定。

10.4 清孔

10.4.1、10.4.2 在微型钢管桩成孔施工至设计深度后，对清孔及孔底沉渣厚度的要求。

孔底沉渣厚度宜用钻具检查。

10.5 钢管制作与安装

10.5.1 一般规定：

1 钢管桩丝扣部位应采用可靠的包裹保护措施，以免在运输、堆放过程中造成变形；

2 钢管底部应按间排距 100cm 布置梅花形出浆孔，孔眼直径不宜大于 20mm。以确保钢管外壁与岩土层有效结合。

10.5.2 本条为钢管的运输与堆放要求。

搬运时最好选择人工装、卸车，避免碰撞，造成接头段和桩身段变形。

应按桩身直径、桩底段、桩身段、桩口段分开编号堆放，

以便安装时取用;且堆放高度不应超过 2m,层间应铺垫一根枕木。
两端丝扣部位应涂刷黄油防腐。

10. 5. 3~10. 5. 4 钢管桩应优先选用无缝钢管,壁厚不宜小于 8mm。每节钢管之间应优先选择机械丝扣连接,机械丝扣连接在施工中较为方便及适用。

作为建筑桩基的钢管桩制作的允许偏差应符合表 10. 5. 3 的规定;对于边坡支护工程可适当放宽。

10. 5. 5 为保证钢管居中及保护层厚度,需设置隔离架。

10. 5. 6 钢管桩安装时应按孔深和作业条件合理确定各段组合长度,以方便安装。钢管应能自由沉管至孔底,不应采用锤击成管。

10. 6 混凝土施工

10. 6. 1 微型钢管桩一般采用桩内灌注流动性较好的细石混凝土或高强度水泥砂浆,以保证混凝土的均匀性和质量。

微型钢管桩钢管内灌注混凝土一般采用自下而上的灌注方式。

灌注前应充分计算好需要的混凝土量,避免出现灌注中断造成断桩等事故。

11 桩基工程质量检查及验收

11.1 一般规定

11.1.1~11.1.3 桩基工程质量检查项目的要求，与国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202 和行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 等规范、标准的要求是一致的。这些项目也直接关系到桩身质量是否能达到设计要求。

桩基工程是隐蔽项目，桩基质量检测项目受工程特性和技术手段、工期和造价等因素影响，全过程检验是科学合理的方法，施工前、中、后检验能较好确保工程质量。

11.2 施工前检验

11.2.1 施工前收集资料能较好的了解技术要求、地质情况、施工影响、材料质量和机械配置，从而较好的组织施工。

11.2.2 周边环境情况往往关系到施工工艺选择，施工前进行调查可以较科学的选择施工工艺。

11.2.3 场地标高对桩基施工和后期受力都有一定影响，后期需要填土的场地，对已经施工的桩基可能造成侧压力发生桩身位移、开裂，应尽量避免该类情况。

11.2.4 桩基定位和桩顶标高核验是桩基施工前必须完成的工序。

11.2.5 成桩试验性施工可以检查施工工艺及桩身质量的可行性，可提前发现一些施工问题，对于设计、施工、业主方有指导意义，对控制成桩质量、工期、造价有参考意义。

11.2.6 本条针对现场搅拌混凝土情况提出。对采用商品混凝土，这些检验由商品混凝土公司进行。

11.2.7 微型钢管桩施工前应按本条进行检验。

11.3 施工检验

11.3.1 贵州桩基多为端承桩，因此桩端持力层特性和桩端进入持力层的深度尤为重要，人工挖孔在无水区或水量小时比较容易确定，但地下水丰富时或采用机械成孔情况下，地基持力层验证难度较大，考虑岩溶地区特别是水下混凝土灌注情况下，持力层检验尤为困难，故本规范要求采用超前钻孔取芯法。

11.3.2 超前钻孔取芯法的基本规定，用于弥补无法较好判定持力层情况的桩基工程。

持力层认证应由勘察、监理、设计和施工共同认定，当受地下水或成孔工艺影响时，以上各方也难以确定，可采用超前钻孔取芯法检测。

11.3.3 成孔质量检验内容与国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202 和行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94

中内容匹配。检测方法可参照贵州省地方标准《灌注桩成孔质量检测技术规程》DBJ 52/T068 执行。

11. 3. 4 成孔施工质量允许偏差与国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202 中内容匹配。桩径允许负偏差是指局部位置。

11. 3. 5 人工成孔质量受地下水影响较大，软土有地下水时孔壁易垮塌；地下水较大时对混凝土灌注质量难以保证。因此必须对桩底水位上升速度等进行检测，以便采取合适的施工技术措施。

11. 3. 6 机械成孔质量检验有较大技术难度，检测内容和技术方法，孔径、孔深、沉渣厚度是重点。沉渣厚度检测难度较大，故规定了具体测量要求。沉渣测定仪检测精度应满足评价要求。

11. 3. 8 规定了灌注桩成桩质量检验项目和质量要求。

11. 3. 9 本条为微型钢管桩施工质量检验的要求。

11. 4 施工后检验

11. 4. 1 承载力检验在国家和行业规范中为强制性条文，桩身质量检验项目有的部分也为强制性条文，必须严格遵守。

11. 4. 2 国家和行业规范规定对设计等级为甲级的桩基应进行静载荷试验确定承载力，但对设计等级为乙级项目规定不统一。我省桩基进行静载荷试验确定承载力的较少，为防止出现桩基承载力不足事故，提出本条规定。根据实际地质条件可以由设计单

位考虑如何实施。

11. 4. 3 第 2 款规定较破碎、较完整、完整岩石地基上的大直径桩基可不进行静载荷试验，是基于岩石地基桩基载荷试验难度大，且大量的工程经验显示岩石地基具有很高的安全性。

11. 4. 4 本条为根据我省工程实践和桩基工程特点，制定的有针对性的桩身质量检测规定。

11. 4. 6~11. 4. 8 单桩承载力检验的相关规定，与业标准《建筑桩检测技术规范》JGJ 106 相同。

11. 5 桩及承台工程验收资料

11. 5. 1~11. 5. 5 桩与承台验收除应符合国家国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定外，考虑了桩顶标高、微型钢管桩、后注浆桩的特殊性，明确了具体规定。