



CECS 436 : 2016

中国工程建设协会标准

连锁混凝土预制桩墙支护 技术规范

Technical code for chained wall of concrete
precast piles



中国计划出版社

中国工程建设协会标准

连锁混凝土预制桩墙支护
技术规范

Technical code for chained wall of concrete
precast piles

CECS 436 : 2016

主编单位：中 国 建 筑 科 学 研 究 院
浙江华展工程研究设计院有限公司
批准单位：中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会
施行日期：2 0 1 6 年 9 月 1 日

中国计划出版社

2016 北 京

中国工程建设协会标准
连锁混凝土预制桩墙支护
技术规范

CECS 436 : 2016



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

新华书店北京发行所发行

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.125 印张 76 千字

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—3080 册



统一书号:1580242·950

定价:37.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

中国工程建设标准化协会公告

第 243 号

关于发布《连锁混凝土预制桩墙支护 技术规范》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2015 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字[2015]099 号)的要求,由中国建筑科学研究院和浙江华展工程研究设计院有限公司等单位编制的《连锁混凝土预制桩墙支护技术规范》,经本协会地基基础专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 436 : 2016,自 2016 年 9 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇一六年五月二十日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2015 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字[2015]099号)的要求,编制组经广泛调查研究,结合我国实际情况,参考有关国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范共分 5 章和 12 个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、连锁桩墙设计、连锁墙施工与检测等。

本规范的某些内容涉及专利(专利号:ZL201210032567.8),涉及专利的具体技术问题,使用者可直接与专利持有人(专利持有人:中国建筑科学研究院和云南中技管桩有限公司)协商处理。本规范的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规范由中国工程建设标准化协会地基基础专业委员会归口管理,由中国建筑科学研究院地基基础研究所(地址:北京市北三环东路 30 号,邮政编码:100013;电子邮箱:zdtmzhangxc@126.com)负责解释。在执行过程中如有意见或建议,请寄送解释单位。

主 编 单 位: 中国建筑科学研究院

浙江华展工程研究设计院有限公司

参 编 单 位: 宁波市镇海永大构件有限公司

云南中技管桩有限公司

浙江大学建筑设计研究院有限公司

广东三和管桩股份有限公司

福建省建筑科学研究院

深圳市勘察研究院有限公司

天津建城基业集团有限公司

昆明市建筑设计研究院有限责任公司
天津市勘察院
北京市市政工程设计研究总院有限公司
嘉兴学院建筑工程学院
华东建筑设计研究院有限公司
北京禹冰水利勘测规划设计有限公司
中国京冶工程技术有限公司
宁波宁大地基处理技术有限公司
江苏海恒建材机械有限公司

主要起草人：黄 强 刘金波 颜小荣 吴才德 沈俊杰
龚迪快 高路浩 肖志斌 陈 刚 徐铨彪
张雪婵 陈 伟 沈宏辉 颜剑鸣 赵兴祥
张友林 魏宜龄 侯伟生 刘小敏 刘永超
陈应华 何 喜 秦 云 李连营 孙 松
蒋元海 沈 健 丛葛森 杨志银 毛红辉
刘立峰 钱宏伟 邢 军 李福连 李 龙
主要审查人：周同和 康景文 王卫东 高文生 龚 剑
朱春明 贾金青 李广平 朱武卫

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(2)
3	基本规定	(6)
4	连锁桩墙设计	(8)
4.1	一般规定	(8)
4.2	连锁桩制作	(8)
4.3	连锁桩墙的设计与构造	(12)
5	连锁墙施工与检测	(18)
5.1	一般规定	(18)
5.2	堆放与运输	(19)
5.3	沉桩	(21)
5.4	注浆连锁	(22)
5.5	检测	(23)
附录 A	连锁桩配筋、力学性能、截面参数及抗弯刚度	(28)
附录 B	连锁桩设计参数	(49)
附录 C	抗压试验方法	(51)
附录 D	端板详图	(52)
附录 E	张拉螺母详图	(55)
附录 F	桩尖详图	(56)
附录 G	外观质量和尺寸允许偏差检查	(59)
附录 H	连锁桩与冠梁连接详图	(60)
附录 J	连锁桩接桩详图	(64)

附录 K 连锁墙施工顺序平面示意图	(6 5)
附录 L 抗弯试验方法	(6 6)
附录 M 抗剪试验方法	(6 9)
本规范用词说明	(7 1)
引用标准名录	(7 2)
附:条文说明	(7 3)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(2)
3	Basic requirements	(6)
4	Design of chained pile and chained wall	(8)
4.1	General requirements	(8)
4.2	Production of chained pile	(8)
4.3	Design and structure of chained pile and chained wall	(12)
5	Construction and test of chained wall	(18)
5.1	General requirements	(18)
5.2	Storage and transportation	(19)
5.3	Pile driving	(21)
5.4	Grouting for chained wall	(22)
5.5	Test	(23)
Appendix A Reinforcements, mechanical properties, section parameters and flexural rigidity of chained piles		(28)
Appendix B Design parameters of chained pile		(49)
Appendix C Compression test		(51)
Appendix D Detail drawing of endplate		(52)
Appendix E Detail drawing of tension nut		(55)
Appendix F Detail drawing of pile tip		(56)
Appendix G Detection of appearance quality and size		

	allowable deviation	(5 9)
Appendix H	Connection of chained pile and capping beam	(6 0)
Appendix J	Detail drawing of pile extension of chained pile	(6 4)
Appendix K	Plan diagram of construction sequence for chained wall	(6 5)
Appendix L	Bending test	(6 6)
Appendix M	Shear test	(6 9)
	Explanation of wording in this code	(7 1)
	List of quoted standards	(7 2)
	Addition; Explanation of provisions	(7 3)

1 总 则

1.0.1 为在连锁混凝土预制桩墙支护工程设计、施工中做到安全适用、保护环境、技术先进、经济合理、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于基坑或边坡支护工程采用的连锁混凝土预制桩的生产、试验、检测及连锁混凝土预制桩墙的设计、施工及检测。

1.0.3 连锁混凝土预制桩墙支护结构应考虑地质条件、支护周边环境要求、主体地下结构要求、施工季节变化及支护结构使用期限等因素,因地制宜、合理选型、优化设计、精心施工、严格监控。

1.0.4 连锁混凝土预制桩墙支护结构设计、施工及检测,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 连锁混凝土预制桩 chained concrete precast piles

一种外轮廓为方形,左右两侧各带两半椭圆形凹槽,采用离心工艺成型的先张法预应力混凝土空心桩,简称连锁桩。

2.1.2 连锁混凝土预制桩墙 chained wall of concrete precast piles

采用连锁混凝土预制桩连排施工,邻桩的凹槽相对,在凹槽所形成的孔洞(连锁止水孔)中注浆,也可采用水泥土桩与连锁桩间隔布置或将连锁桩插入水泥土墙中的方式,形成可以止水、挡土的支挡式结构,简称连锁墙。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应:

S_d ——作用基本组合的效应(轴力、弯矩、剪力)设计值;

M ——桩身弯矩设计值;

P ——荷载;

P_c ——剪跨内产生斜拉裂缝时的荷载;

V ——桩身剪力设计值。

2.2.2 材料性能和抗力:

E_c ——混凝土弹性模量;

E_p ——预应力钢筋的弹性模量;

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;

f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值;

f_{ptk} ——预应力钢筋的极限抗拉强度标准值;

f_{py} ——预应力钢筋抗拉强度设计值；
 f_t ——混凝土抗拉强度设计值；
 f_{tk} ——混凝土抗拉强度标准值；
 f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值；
 M_0 ——桩身抗弯承载力设计值；
 $M_{cr,k}$ ——桩身开裂弯矩标准值；
 $M_{u,k}$ ——桩身极限弯矩标准值；
 M' ——实测抗弯弯矩；
 N_{p0} ——计算截面上混凝土法向预应力等于零时纵向钢筋的合力；
 Q' ——实测抗裂剪力；
 R_d ——结构构件的抗力设计值；
 R_u ——结构构件轴心受压承载力极限值；
 V_{cs} ——连锁桩斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值；
 V_p ——由预应力所提高的构件受剪承载力设计值；
 W ——连锁桩重量；
 δ_s ——混凝土的收缩率；
 σ_{ce} ——连锁桩混凝土的有效预压应力；
 σ_{con} ——预应力钢筋的张拉控制应力；
 σ_{cpt} ——放张完成时混凝土的预压应力；
 σ_{pt} ——预应力放张后预应力钢筋的拉应力；
 σ_{p0} ——预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力；
 σ_{pe} ——预应力钢筋的有效预应力；
 σ_{pi} ——第 i 层预应力钢筋的实际应力值；
 $\Delta\sigma_r$ ——预应力钢筋松弛引起的预应力损失值；
 $\Delta\sigma_{p\phi}$ ——混凝土徐变及收缩引起的预应力损失值。

2.2.3 几何参数：

A_0 ——桩身换算截面积；

A_1 ——桩身计算截面面积；
 A_c ——连锁桩混凝土的横截面积；
 A_p ——预应力钢筋的横截面积；
 A_{pi} ——第 i 层预应力钢筋的截面积；
 A_{sv} ——螺旋箍筋的截面面积；
 a ——连锁桩连锁止水孔开孔高度；
 a_0 ——1/2 的加载跨距；
 a_1 ——剪跨；
 a' ——受压区纵向钢筋合力点至截面受压边缘的距离；
 B ——连锁桩的边长；
 B' ——端板的外边长；
 b ——连锁桩连锁止水孔开孔宽度；
 b' ——换算工字型截面的腹板宽度；
 D ——连锁桩的内径；
 d ——两相邻连锁止水孔中心距；
 h_0 ——截面有效高度；
 h'_f ——换算工字型截面的翼缘高度；
 h_i ——第 i 层预应力钢筋距离混凝土受压区外边缘的距离；
 I_0 ——桩身换算截面惯性矩；
 L ——连锁桩长度；
 L_1 ——连锁桩悬出长度；
 s ——螺旋箍筋的间距；
 t ——倒角；
 t_s ——端板最小要求厚度；
 W_0 ——桩身截面换算弹性抵抗矩；
 x ——等效矩形应力图的混凝土受压区高度；
 ξ_b ——相对界限受压区高度。

2.2.4 设计参数和计算系数：

α_1 ——受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压

强度设计值之比；

α_E ——预应力钢筋的弹性模量与连锁桩混凝土的弹性模量之比；

α'_E ——预应力钢筋的弹性模量与放张时混凝土的弹性模量之比；

λ ——计算截面的剪跨比；

r_0 ——预应力钢筋的松弛系数；

γ ——考虑工艺影响和混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响综合系数；

γ_0 ——支护结构重要性系数；

ψ ——混凝土的徐变系数；

ψ_c ——工作条件系数；

ϕ ——受压稳定系数。

3 基本规定

3.0.1 连锁墙作为基坑支护结构或边坡支挡结构时,除应满足本规范要求外,其设计原则、勘察要求与环境调查、水平荷载、结构分析、稳定性验算、内力变形计算、地下水控制、水平位移限值和周边环境的沉降控制限值等应符合国家现行标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定。

3.0.2 连锁墙支护结构适用于连锁桩可直接或经过引孔、预搅压入的地质条件。

3.0.3 连锁墙的设计与施工应满足下列要求:

1 连锁桩在吊装、运输、压入或打入过程中不得出现因超过材料强度而破坏;

2 连锁桩作为支护结构构件或其连接不得出现因超过材料强度而破坏;

3 连锁桩作为支护结构构件不得出现达到正常使用所规定的变形限值或耐久性能的规定状态;

4 存在地下水时,应满足止水要求;

5 存在挤土效应时,应分析挤土效应对周围环境的影响,并采取措施保证周围环境的安全;

6 满足基坑或边坡功能要求。

3.0.4 用作永久结构构件时,连锁桩应进行裂缝宽度验算,除特殊要求外,应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定执行,按环境类别选用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值。当场地水文、地质条件对桩身有侵蚀性时,应按现行国家标准《混凝土耐久性设计规范》GB/T 50746 的有关规定执行,并采取有效的防腐措施。

3.0.5 连锁桩设计应满足下式要求：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (3.0.5)$$

式中： γ_0 ——支护结构重要性系数，应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定选取；

S_d ——作用基本组合的效应(轴力、弯矩、剪力)设计值，应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定选取；

R_d ——结构构件的抗力设计值。

3.0.6 连锁墙支护结构施工前应具备下列资料：

1 支护设计图及设计说明、施工总平面图及设计交底、设计方案审查意见、图纸会审记录；

2 场地工程地质资料及水文地质资料；

3 建筑场地和邻近区域内的现有建筑物(包括危房、精密仪器车间等)、地下管线及地下构筑物、地下障碍物等埋藏情况、施工现场上空的高压电线及通讯线路等的调查资料；

4 连锁桩的合格证明报告；

5 施工组织设计方案；

6 试沉桩资料。

3.0.7 连锁桩进入施工现场后，应对所有连锁桩的规格、型号、尺寸及偏差、外观质量及桩身破损情况等进行全面检查，不符合要求的桩不得使用。

3.0.8 连锁墙支护结构的验收应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 等标准的有关规定执行。

4 连锁桩墙设计

4.1 一般规定

4.1.1 连锁桩可按混凝土强度等级分为连锁高强混凝土预制桩(CHPP)和连锁混凝土预制桩(CPP)。

4.1.2 连锁桩按边长可分为 400mm、450mm、500mm、600mm、700mm、800mm、900mm、1000mm、1100mm、1200mm、1300mm 等规格；按钢筋保护层厚度不同可分为薄壁连锁桩和厚壁连锁桩；按配筋不同可分为Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型。连锁桩规格和相应型号连锁桩配筋要求可按本规范附录 A 确定，连锁桩的设计参数可按本规范附录 B 确定。

4.1.3 连锁桩的标志应符合下列规定：

- 1 标志应位于距端头 1000mm~1500mm 处的连锁桩外表面；
- 2 标志内容应包括制造厂的厂名或产品注册商标、连锁桩标记、制造日期或连锁桩编号、合格标识；
- 3 连锁桩的标记应包含混凝土强度、桩型、边长、内径、连锁桩长度及桩尖类型等信息。

4.1.4 连锁墙支护可选用悬臂式、支撑式或锚拉式结构。

4.1.5 连锁墙支护结构设计时可采用水泥土桩与连锁桩间隔布置或将连锁桩插入水泥土墙中形成兼具挡土和止水效果的连续墙体。

4.2 连锁桩制作

4.2.1 连锁桩制作所使用的水泥、骨料、钢材、水、外加剂及掺合料的选用应符合现行行业标准《预应力混凝土空心方桩》JG 197

的有关规定。

4.2.2 连锁桩混凝土抗压强度应满足下列要求：

- 1 混凝土质量控制应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定；
- 2 连锁混凝土预制桩混凝土强度等级不得低于 C60, 连锁高强混凝土预制桩混凝土强度等级不得低于 C80；
- 3 混凝土抗压强度试验要求应符合本规范附录 C 的有关规定；
- 4 预应力钢筋放张时, 连锁桩的混凝土抗压强度不得低于 45MPa；
- 5 产品出厂时, 连锁桩的混凝土抗压强度不得低于其混凝土强度设计值。

4.2.3 连锁桩钢筋的混凝土保护层厚度应符合下列规定：

- 1 薄壁连锁桩钢筋的保护层厚度不得小于 25mm；
- 2 厚壁连锁桩钢筋的保护层厚度不得小于 35mm；
- 3 用于特殊环境时, 保护层厚度应符合相关标准的规定。

4.2.4 连锁桩预应力钢筋加工时, 钢筋应满足下列要求：

- 1 钢筋应清除油污, 切断前应保持平直, 不应有局部弯曲, 切断后断面应平整；
- 2 连锁桩长度小于或等于 15m 时, 同根连锁桩中钢筋长度的相对差值不得大于 1.5mm, 连锁桩长度大于 15m 时, 同根连锁桩中钢筋长度的相对差值不得大于 2mm；
- 3 钢筋镦头部位的强度不得低于该材料抗拉强度的 90%。

4.2.5 连锁桩钢筋骨架制作时应满足下列要求：

- 1 预应力钢筋最小配筋率不得低于 0.5%, 并不得少于 10 根, 间距允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 2 螺旋筋的间距宜取 100mm, 间距允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$, 螺旋筋的直径应符合本规范附录 A 的规定, 剪力较大时应对箍筋直径及间距重新设计；

3 钢筋骨架应采用滚焊成型,预应力钢筋和螺旋筋焊接点的强度损失不得大于该材料抗拉强度的 5%;

4 端部锚固筋的设置可按本规范附录 D 的有关规定执行,当设计有具体要求时,应符合设计图纸的要求。

4.2.6 连锁桩端板设计与制作应满足下列要求:

1 连锁桩的端板结构形状和基本尺寸应符合本规范附录 D 的有关规定;

2 使用单节连锁桩时,薄壁连锁桩两端端板可用张拉螺母锚具替代,但应在桩端增设连接桩尖用预埋件,张拉螺母应符合本规范附录 E 的有关规定;

3 需要接桩时,接头处加强措施的设置应符合本规范附录 D 的有关规定。

4.2.7 连锁桩桩尖可采用混凝土桩尖或钢桩尖,混凝土桩尖应符合本规范附录 F 的有关规定。

4.2.8 对于有特殊要求及腐蚀、冻融环境下的连锁桩,应对其原材料、混凝土配合比和生产工艺等相关技术进行控制。

4.2.9 连锁桩的外观质量应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 连锁桩的外观质量

序号	项 目	外观质量要求
1	粘皮和麻面	局部粘皮和麻面累计面积不应大于桩总外表面的 0.8%;每处粘皮和麻面的深度不应大于 8mm,且应修补
2	桩身合缝漏浆	漏浆深度不应大于 10mm,每处漏浆长度不应大于 300mm,累计长度不应大于连锁桩长度的 10%,或对称漏浆的搭接长度不应大于 100mm,且应修补
3	局部磕损	局部破损深度不应大于 10mm,每处面积不应大于 6400mm ² ,且应修补
4	内外表面露筋	不允许

续表 4.2.9

序号	项 目		外观质量要求
5	表面裂缝		不应出现环向和纵向裂缝,但龟裂、水纹和内 壁浮浆层中的收缩裂缝不在此限
6	桩端面平整度		连锁桩端面混凝土和预应力钢筋锚头不应高 出端板平面
7	断筋、脱头		不允许
8	内表面混凝土塌落		不允许
9	桩与端板 结合面	漏浆	漏浆深度不应大于 10mm,漏浆长度不应大于 周长的 1/4,且应修补
		空洞和蜂窝	不允许

4.2.10 连锁桩各部位的尺寸允许偏差应符合表 4.2.10 的规定。

表 4.2.10 连锁桩各部位的尺寸允许偏差

序号	项 目		允 许 偏 差
1	桩长 L		$\pm 0.5\%L$
2	端部倾斜		$\leq 0.5\%B$
3	边长 B	400mm~800mm	+7 -4
		900mm~1300mm	+9 -5
4	内径 D		+5 负偏差不限
5	倒角 t		+10 -10
6	连锁止水孔开孔高度 a 、开孔宽度 b		+10 -10
7	混凝土保护层厚度		+10 -2

续表 4.2.10

序号	项 目		允许偏差
8	桩身弯曲度	$L \leq 15\text{m}$	$\leq L/500$
		$15\text{m} < L \leq 30\text{m}$	$\leq L/1000$
9	端板	端面平面度	≤ 0.5
		边长	± 1.0
		内径	± 2.0
		厚度	正偏差不限 -0.5

4.2.11 连锁桩外观质量和尺寸允许偏差的检查应符合本规范附录 G 的有关规定。

4.3 连锁桩墙的设计与构造

4.3.1 连锁桩预应力钢筋的有效预应力与混凝土的弹性变形、混凝土的徐变、混凝土的收缩和预应力钢筋的松弛等有关,可按下列公式计算:

1 预应力放张后预应力钢筋的拉应力可按下列公式计算:

$$\sigma_{\text{pt}} = \frac{\sigma_{\text{con}}}{\left(1 + \alpha'_E \frac{A_p}{A_c}\right)} \quad (4.3.1-1)$$

$$\sigma_{\text{con}} \leq 0.70 f_{\text{ptk}} \quad (4.3.1-2)$$

式中: σ_{pt} ——预应力放张后预应力钢筋的拉应力;

σ_{con} ——预应力钢筋的张拉控制应力;

α'_E ——预应力钢筋的弹性模量与放张时混凝土的弹性模量之比;

A_p ——预应力钢筋的横截面积;

A_c ——连锁桩混凝土的横截面积;

f_{ptk} ——预应力钢筋的极限抗拉强度标准值。

2 混凝土徐变及收缩引起的预应力损失值可按下列公式计

算：

$$\Delta\sigma_{p\phi} = \frac{\alpha_E \phi \sigma_{cpt} + E_p \delta_s}{1 + \alpha_E \frac{\sigma_{cpt}}{\sigma_{pt}} \left(1 + \frac{\phi}{2}\right)} \quad (4.3.1-3)$$

$$\sigma_{cpt} = \frac{\sigma_{pt} A_p}{A_c} \quad (4.3.1-4)$$

式中： $\Delta\sigma_{p\phi}$ ——混凝土徐变及收缩引起的预应力损失值；

α_E ——预应力钢筋的弹性模量与连锁桩混凝土的弹性模量之比；

ϕ ——混凝土的徐变系数，取 2.0；

σ_{cpt} ——放张完成时混凝土的预压应力；

E_p ——预应力钢筋的弹性模量；

δ_s ——混凝土的收缩率，取 1.5×10^{-4} 。

3 预应力钢筋松弛引起的预应力损失值可按下式计算：

$$\Delta\sigma_r = r_0 (\sigma_{pt} - 2\Delta\sigma_{p\phi}) \quad (4.3.1-5)$$

式中： $\Delta\sigma_r$ ——预应力钢筋松弛引起的预应力损失值；

r_0 ——预应力钢筋的松弛系数，取 2.5%。

4 预应力钢筋的有效预应力可按下式计算：

$$\sigma_{pe} = \sigma_{pt} - \Delta\sigma_{p\phi} - \Delta\sigma_r \quad (4.3.1-6)$$

式中： σ_{pe} ——预应力钢筋的有效预应力。

4.3.2 连锁桩混凝土的有效预压应力可按下式计算：

$$\sigma_{ce} = \frac{\sigma_{pt} A_p}{A_c} \quad (4.3.2)$$

式中： σ_{ce} ——连锁桩混凝土的有效预压应力。

4.3.3 连锁桩开裂弯矩可按下式计算：

$$M_{cr,k} = (\sigma_{ce} + \gamma f_{tk}) W_0 \quad (4.3.3)$$

式中： $M_{cr,k}$ ——桩身开裂弯矩标准值；

γ ——考虑工艺影响和混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响综合系数，C60 取 2.0，C80 取 1.9；

f_{tk} ——混凝土抗拉强度标准值；

W_0 ——桩身截面换算弹性抵抗矩。

4.3.4 连锁桩正截面的抗弯承载力计算可将桩截面内孔按等截面等惯性矩换算成方孔后,整体按对应的工字型截面计算,并应符合下列规定:

1 当满足公式(4.3.4-1)及公式(4.3.4-2)的条件时,混凝土受压区高度可按公式(4.3.4-3)确定:

$$\sum \sigma_{pi} A_{pi} \leq \alpha_1 f_c B h'_f \quad (4.3.4-1)$$

$$M \leq M_0 = \sum \sigma_{pi} A_{pi} \left(h_i - \frac{x}{2} \right) \quad (4.3.4-2)$$

$$\alpha_1 f_c B x = \sum \sigma_{pi} A_{pi} \quad (4.3.4-3)$$

2 当满足公式(4.3.4-4)~公式(4.3.4-6)的条件时,混凝土受压区高度可按公式(4.3.4-7)确定:

$$\sum \sigma_{pi} A_{pi} > \alpha_1 f_c B h'_f \quad (4.3.4-4)$$

$$M \leq M_0 = \sum \sigma_{pi} A_{pi} \left(h_i - \frac{x_t}{2} \right) \quad (4.3.4-5)$$

$$x_t = \frac{\frac{1}{2}(B-b')h_f'^2 + \frac{1}{2b'x^2}}{(B-b')h_f' + b'x} \quad (4.3.4-6)$$

$$\alpha_1 f_c [b'x + (B-b')h_f'] = \sum \sigma_{pi} A_{pi} \quad (4.3.4-7)$$

3 混凝土受压区高度的计算除应符合本条第1款、第2款的规定外,尚应满足下列条件:

$$x \leq \xi_b h_0 \quad (4.3.4-8)$$

$$x \geq 2a' \quad (4.3.4-9)$$

4 当 $x \geq 2a'$ 时,非凹槽面抗弯弯矩可按式计算:

$$M \leq M_0 = f_{py} \sum A_{pi} (h_f - a') \quad (4.3.4-10)$$

式中: M ——桩身弯矩设计值;

M_0 ——桩身抗弯承载力设计值;

α_1 ——受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值之比,C60取0.98,C80取0.94;

f_{py} ——预应力钢筋抗拉强度设计值,取 1005MPa;
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;
 σ_{pi} ——第 i 层预应力钢筋的实际应力值;
 A_{pi} ——第 i 层预应力钢筋的截面积;
 h_0 ——截面有效高度;
 h_i ——第 i 层预应力钢筋距离混凝土受压区外边缘的距离;
 x ——等效矩形应力图的混凝土受压区高度;
 ξ_b ——相对界限受压区高度;
 a' ——受压区纵向钢筋合力点至截面受压边缘的距离;
 B ——连锁桩的边长;
 b' ——换算工字型截面的腹板宽度;
 h'_f ——换算工字型截面的翼缘高度。

4.3.5 连锁桩极限弯矩标准值 $M_{u,k}$ 可按公式 (4.3.4-1) ~ 公式 (4.3.4-9) 计算,但公式中“ f_c ”应改用混凝土轴心抗压强度标准值“ f_{ck} ”,“ f_{py} ”应改用预应力钢筋强度标准值“ f_{ptk} ”。

4.3.6 连锁桩受剪承载力应按下列公式计算:

$$V \leq V_{cs} + V_p \quad (4.3.6-1)$$

$$V_{cs} = \frac{1.75}{(\lambda + 1)f_t b' h_0} + f_{yv} \left(\frac{A_{sv}}{s} \right) h_0 \quad (4.3.6-2)$$

$$V_p = 0.05 N_{p0} \quad (4.3.6-3)$$

式中: V ——桩身剪力设计值;

V_{cs} ——连锁桩斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值;

V_p ——由预应力所提高的构件受剪承载力设计值;

λ ——计算截面的剪跨比,可取 $\lambda = a_1 / h_0$, a_1 为剪跨,在抗剪试验中一般取 $1.0B$, $\lambda \leq 1.5$ 时,取 $\lambda = 1.5$;

f_t ——混凝土抗拉强度设计值;

f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值,取 320MPa;

A_{sv} ——螺旋箍筋的截面面积;

s ——螺旋箍筋的间距;

N_{p0} ——计算截面上混凝土法向预应力等于零时纵向钢筋的合力, $N_{p0} = \sigma_{p0} A_p$; 当 $N_{p0} > 0.3f_c A_0$, 取 $N_{p0} = 0.3f_c A_0$;

A_0 ——桩身换算截面积, $A_0 = A + [(E_p/E_c) - 1]A_p$, A 为桩身截面积;

σ_{p0} ——预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力。

4.3.7 桩身轴心受压承载力应符合下列规定:

1 不考虑压屈影响, 桩身轴心受压承载力极限值应满足下列公式的要求:

$$R_u \leq \phi_c f_{ck} A_l \quad (4.3.7-1)$$

$$A_l = B(B - 2a) - \frac{\pi D^2}{4} \quad (4.3.7-2)$$

式中: R_u ——结构构件轴心受压承载力极限值;

ϕ_c ——工作条件系数, 取值 0.55~0.65;

A_l ——桩身计算截面面积;

D ——连锁桩的内径;

a ——连锁桩连锁止水孔开孔高度。

2 桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于 10kPa 的软弱土层的基桩, 应考虑压屈影响, 桩身轴心受压承载力极限值应满足下式的要求:

$$R_u \leq \phi \phi_c f_{ck} A_l \quad (4.3.7-3)$$

式中: ϕ ——受压稳定系数, 应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定取值。

4.3.8 连锁墙顶部应设置冠梁, 冠梁宽度不宜小于墙厚, 高度不宜小于墙厚的 0.6 倍。冠梁钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对梁的构造配筋要求。冠梁用作支撑或锚杆的传力构件或按空间结构设计时, 尚应按受力构件进行截面设计。冠梁与支护桩的连接可按本规范附录 H 的有关规定执行。

4.3.9 连锁墙支护中需要设置腰梁或采用锚杆时,应考虑腰梁的做法及锚杆的成孔要求,可在连锁桩桩身设置预埋件,并进行局部加强。

4.3.10 连锁墙支护结构可与其他支护结构结合使用,其结合处应考虑相邻支护结构的相互影响,且应有可靠的过渡连接措施。

4.3.11 单节连锁桩桩长不能满足支护设计要求时,可进行接桩。任一单根桩的接头数量不宜超过 3 个,接头应设置在截面内力较小处,相邻桩的接头竖向位置宜相互错开,错开距离不宜小于 2m。连锁桩应采用焊接或机械连接方法接桩,接头的抗弯性能不得低于连锁桩桩身的抗弯性能。连锁桩焊接接桩可按本规范附录 J 的有关规定执行。

4.3.12 在进行支护结构稳定计算时,连锁桩的计算长度应为桩身长度加 $1/2$ 桩尖长度,不包括其他附加配件长度。

4.3.13 连锁墙支护结构的转角处应设置可靠的衔接措施。

5 连锁墙施工与检测

5.1 一般规定

5.1.1 连锁墙支护结构施工不能影响附近建(构)筑物的正常使用和安全,必要时应采取有效的隔震、防侧向挤土等措施。

5.1.2 沉桩机械应结合场地周围环境、土质条件、施工工艺和桩型要求等综合选取。施工现场应满足沉桩机械承重、运输和施工要求。

5.1.3 连锁桩除采用静力压桩工艺外,尚可根据现场情况采用中掘法工艺沉桩,还可以将连锁桩与水泥土桩(墙)结合形成连锁墙。

5.1.4 当采用静力压桩时,静力压桩机的选取应符合下列规定:

1 施工前应结合单桩承载力要求、地层情况、场地情况、桩径及垂直度要求等合理选取机型和配重;

2 静力压桩机和配重的重量应满足压桩力的要求,并应预留适当的储备系数;

3 夹持器表面应平整,对面夹板应与桩轴线平行且相对应,夹板运行速率应一致。

5.1.5 施工现场连锁桩的吊运及堆放应符合下列规定:

1 连锁桩不宜在施工现场多次吊运,以免引起桩的破损;

2 严禁使用质量不合格及在吊运过程中产生裂缝的连锁桩;

3 连锁桩应按不同规格、长度及施工流水顺序分别堆放。

5.1.6 接桩与连接应符合下列规定:

1 当桩需要接长时,其入土部分桩段的桩头宜高出地面0.5m~1.0m,桩的连接可采用端板焊接和机械连接。

2 下节桩的桩头处宜设导向箍以方便上节桩就位,接桩时上下节桩段应保持顺直,错位偏差宜大于2mm。

3 采用端板焊接方法连接时,应符合下列规定:

- 1) 桩对接前,上下端板表面应用铁刷子清刷干净,坡口处应刷至露出金属光泽,上下节桩之间的间隙,应用铁板填实焊牢;
- 2) 接桩焊接应符合现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的有关规定;
- 3) 焊接材料的型号、质量应符合设计要求并附有出厂合格证书、复试报告;
- 4) 焊接时宜先在坡口周围每边对称点焊 2 点~3 点,待上下桩节固定后再分层施焊,施焊应由两个焊工对角焊接;
- 5) 焊接层数不得少于三层,内层焊必须清理干净后方能进行施焊外一层。焊缝应饱满连续,不得有任何裂缝或缺焊等。焊接接桩质量不应低于现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定的三级焊缝的要求;
- 6) 应在焊接好的接头自然冷却后才可继续沉桩,冷却时间不宜少于 8min,不得用水冷却或焊好立即沉桩施工。

4 采用机械连接时,接头性能应符合现行相关标准的规定并满足设计的具体要求。

5.1.7 连锁桩不宜截桩,当遇特殊情况确要截桩时,应采取有效措施确保截桩后连锁桩的质量。截桩应采用锯桩器,不得采用大锤横向敲击截桩或强行扳拉截桩。单节桩截断后的截余部分不应作为支护桩使用。

5.1.8 当出现连锁墙局部渗漏水,且影响工程安全或支护结构内的工程施工时,应在墙外采用注浆、高压旋喷桩等措施进行处理。

5.2 堆放与运输

5.2.1 连锁桩堆放应符合下列规定:

- 1 连锁桩堆放场地应坚实平整,有排水措施;
- 2 长度不大于 15m 的连锁桩,最下层宜按两支点位置(图

5.2.1)放在垫木上,长度大于 15m 的连锁桩及拼接桩,最下层应采用多支点堆放,支点位置应另行验算,垫木应均匀放置且位于同一水平面;

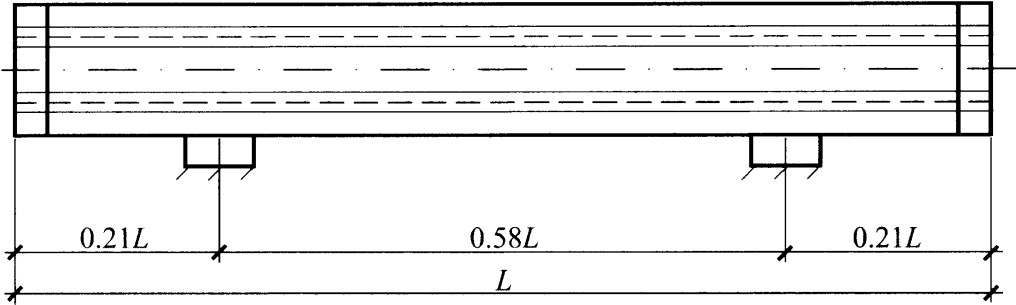


图 5.2.1 两支点法位置示意图

3 连锁桩应按规格、类型、型号、长度分别堆放,堆放过程中应采用可靠的防滑、防滚等安全措施,堆放层数不宜超过表 5.2.1 的规定,具体层数可结合地基承载力确定;

表 5.2.1 连锁桩推荐堆放层数

边长 $B(\text{mm})$	400~500	600~800	900~1300
堆放层数	3	2	1

4 连锁桩堆放时,带凹槽面应位于两侧面,不得作为上、下面堆放。

5.2.2 连锁桩吊装应符合下列规定:

1 长度不大于 15m 的连锁桩,宜采用两点吊(图 5.2.2)或两头勾吊法,吊钩与桩身轴线夹角不得小于 45° ,采用两头勾吊法应进行吊装验算;

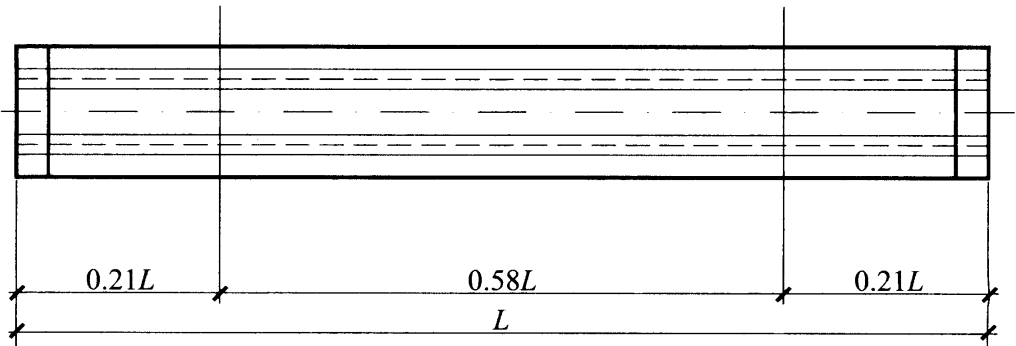


图 5.2.2 两点吊吊点位置示意图

2 长度大于 15m 的连锁桩或拼接桩,应采用多点吊,吊点位置应另行验算;

3 吊点位置应符合设计要求,允许偏差为 $\pm 200\text{mm}$;

4 桩身起吊时应以非凹槽面作为受压、受拉面,不得将凹槽面作为受压、受拉面;

5 连锁桩装卸应轻起轻放,不得抛掷、碰撞、滚落。

5.2.3 连锁桩的运输应符合下列规定:

1 连锁桩在运输过程中的支承要求应符合本规范第 5.2.1 条第 2 款的规定,各层间应设置垫木,垫木应上下对齐、材质一致,同层垫层应保持同一平面;

2 连锁桩运输过程中应采用可靠的防滑、防滚等安全措施。

5.3 沉 桩

5.3.1 当采用静压工艺沉桩时,应符合下列规定:

1 连锁墙施工前应依据定位控制点引测墙体定位轴线,经验收后进行连锁桩桩位放线,放出的桩位经检查无误后方能进行压桩施工;

2 连锁桩静压施工过程中,可根据现场实际情况调整施工段长度进行分段施工,每个施工段应先在确定好的位置压入第一根桩,然后以第一根桩为中心,左右对称施工;

3 连锁墙每个施工段中连锁桩的施工顺序应符合本规范附录 K 的有关规定。

5.3.2 当设计要求或施工需要采用引孔法压桩时,应配备螺旋钻孔机等成孔设备,或在压桩机上配备专用的螺旋钻,引孔压桩法质量控制应符合下列规定:

1 引孔宜采用螺旋钻干作业法施工,引孔的垂直度偏差不宜大于 0.5%;

2 引孔作业和压桩作业应连续进行,间隔时间不宜大于 12h,在软土地基中不宜大于 3h。

5.3.3 静力压桩以桩长和桩顶标高满足设计要求为终压条件,施工的质量控制应符合下列规定:

- 1 压桩时的垂直度偏差不应大于 0.5%,相邻桩位垂直度偏差不宜大于 0.2%;
- 2 单根桩宜一次性连续静压到底;
- 3 环境保护要求较高时,应控制日压桩量。

5.3.4 压桩过程中应测量桩身的垂直度,当桩身垂直度偏差大于 0.5%时,应找出原因并设法纠正,不得用移动机架等方法强行纠偏。

5.3.5 出现下列情况之一时,应暂停压桩作业,并分析原因,采取相应措施:

- 1 压力表读数显示情况与勘察报告中的土层性质明显不符;
- 2 桩难以穿越具有软弱下卧层的硬夹层;
- 3 实际能够压入的桩长与设计桩长相差较大;
- 4 出现异常响声,压桩机械工作状态出现异常;
- 5 桩身出现纵向裂缝和桩头混凝土出现剥落等异常现象;
- 6 桩身夹持机具打滑;
- 7 压桩机下陷严重不能保证桩身垂直度。

5.3.6 静压送桩的质量控制应符合下列规定:

- 1 测量桩的垂直度并检查桩头质量,合格后方可送桩,压桩、送桩作业应连续进行;
- 2 送桩应采用专制钢质送桩器,不应将工程桩用作送桩器。

5.3.7 当地基土为饱和淤泥、淤泥质土及黏性土时,宜采取引孔、设置塑料排水板或袋装砂井等措施消减超孔隙水压力。在压桩施工过程中应对总桩数 10%的桩设置上涌和水平偏位观测点,定时检测桩的上涌量及桩顶水平偏位值,当上涌和水平偏位值较大时,应采取复压等措施。

5.4 注浆连锁

5.4.1 注浆管顶端应高出地表不少于 200mm,钻孔封口深度视

设计和施工需要,但不得小于 0.5m,四周用干性水泥或水泥—水玻璃浆液封闭。

5.4.2 连锁止水孔注浆质量控制应符合下列规定:

1 施工前应对有关技术文件(注浆点位置、浆液配比、注浆施工技术参数、检测要求等)、浆液组成材料的性能及注浆设备等进行检查;

2 施工过程中应对浆液的配比及主要性能指标、注浆顺序、注浆压力等进行检查。

5.4.3 连锁止水孔注浆应符合下列规定:

1 连锁墙连锁止水孔的注浆,应结合工程地质特点和实际情况选择合理的注浆工艺和填充料;

2 连锁止水孔宜采用水泥砂浆进行填充,浆液的配比、主要性能指标及注浆压力应通过试验确定;当连锁墙作为永久性结构时,水泥砂浆强度等级不应小于 M15;

3 对于可直接下注浆管且孔深经检查基本达到设计要求的连锁止水孔,可直接实施注浆;对于不能直接下注浆管的连锁止水孔,可采用钻机清孔后注浆,钻(清)孔作业不得损坏连锁桩桩身,并应清除孔底渣土;

4 注浆应在连锁止水孔开始泛出浆液后,边拔注浆管边补浆,直至注浆管完全拔出孔口。

5.5 检 测

5.5.1 连锁桩抗弯性能应符合下列规定:

1 连锁桩抗弯性能指标应满足本规范附录 A 的规定;

2 连锁桩应按本规范附录 L 的有关规定进行抗弯试验,当加载至本规范附录 A 中的开裂弯矩时,桩身不得出现裂缝;

3 当加载至本规范附录 A 中的极限弯矩时,连锁桩不得出现下列任何一种情况:

1) 受拉区混凝土裂缝宽度达到 1.5mm;

- 2) 受拉钢筋被拉断;
- 3) 受压区混凝土破坏。

4 连锁桩接头处极限弯矩不得低于桩身极限弯矩。

5.5.2 连锁桩抗剪性能指标应满足本规范附录 A 的规定,抗剪试验要求应符合本规范附录 M 的有关规定。

5.5.3 连锁桩进场前应具有合格证,合格证应包括下列内容:

- 1 合格证编号;
- 2 采用标准编号;
- 3 连锁桩品种、规格、型号及长度;
- 4 产品数量;
- 5 混凝土强度等级;
- 6 制造日期或连锁桩编号;
- 7 制造厂厂名、出厂日期;
- 8 检验员签名或盖章(可用检验员代号表示)。

5.5.4 连锁桩出厂检验项目应包括混凝土抗压强度、外观质量、尺寸允许偏差和抗裂性能等。

5.5.5 连锁桩出厂检验批量和抽样应符合下列规定:

1 对混凝土抗压强度进行检验时,批量和抽样应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定执行;

2 对外观质量和尺寸允许偏差进行检验时,应以同品种、同规格、同型号的连锁桩连续生产 300000m 为一批,但在三个月内生产总数不足 300000m 时仍作为一批,随机抽取 10 根进行检验;

3 检验抗裂性能时,应在外观质量和尺寸允许偏差检验合格的产品中随机抽取 2 根进行抗裂性能的检验。

5.5.6 连锁桩出厂检验判定规则应符合下列规定:

1 混凝土抗压强度的判定应检查混凝土抗压强度检验的原始记录,评定按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定执行。

2 外观质量判定应符合下列规定:

- 1) 全部符合本规范第 4.2.9 条规定或符合本规范表 4.2.9 中第 4、5、6、7、8、9 项规定,其余项经修补能符合相应规定的连锁桩,外观质量为合格。
- 2) 当抽取的 10 根连锁桩全部符合第 1 项的规定,则判外观质量为合格;若有 3 根及以上不符合第 1 项的规定,则判外观质量为不合格;若有 2 根及 2 根以下不符合第 1 项的规定,应从同批产品中抽取加倍数量进行复验,复验产品全部符合第 1 项的规定,判外观质量为合格;若仍有 1 根不合格,则判外观质量为不合格;不符合本规范表 4.2.9 第 4、5、6、7、8、9 项中任意一条规定的连锁桩,外观质量为不合格。
- 3 尺寸允许偏差的判定应符合下列规定:
 - 1) 当抽取的 10 根连锁桩全部符合本规范第 4.2.10 条规定,则判尺寸允许偏差为合格;
 - 2) 当有 3 根及以上不符合本规范第 4.2.10 条规定,则判尺寸允许偏差为不合格;
 - 3) 当有 2 根及 2 根以下不符合本规范第 4.2.10 条规定,应从同批产品中抽取加倍数量进行复验,复验产品全部符合本规范第 4.2.10 条规定,判尺寸允许偏差为合格;
 - 4) 当仍有 1 根不合格,则判尺寸允许偏差为不合格。
- 4 抗裂性能的判定应符合下列规定:
 - 1) 当抽取的 2 根连锁桩全部符合本规范第 5.5.1 条第 2 款规定,则判抗裂性能为合格;
 - 2) 当有 1 根不符合本规范第 5.5.1 条第 2 款规定,应从同批产品中抽取加倍数量进行复验,复验结果若仍有 1 根不合格,则判抗裂性能为不合格;
 - 3) 当所抽 2 根全部不符合本规范第 5.5.1 条第 2 款规定,则判抗裂性能为不合格。
- 5 在混凝土抗压强度、抗裂性能合格的基础上,外观质量和

尺寸允许偏差全部合格,则判该批产品为合格,否则判为不合格。

5.5.7 有下列情况之一时均应进行连锁桩型式检验:

- 1 新产品投产或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 2 当结构、材料、工艺有较大改变时;
- 3 正常生产每半年进行一次;
- 4 停产半年以上恢复生产时;
- 5 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

5.5.8 连锁桩型式检验项目应包括混凝土抗压强度、外观质量、尺寸允许偏差、混凝土保护层厚度、抗弯性能等项目,必要时由双方协商,可增加试验项目。

5.5.9 连锁桩型式检验抽样应符合下列规定:

- 1 在同品种、同规格、同型号的出厂检验合格产品中随机抽取 10 根进行外观质量和尺寸允许偏差检验;
- 2 在 10 根中随机抽取 2 根进行抗弯性能检验;
- 3 抗弯试验完成后,在 2 根中抽取 1 根,在连锁桩中部同一断面的三处不同部位测量保护层厚度。

5.5.10 连锁桩型式检验判定规则应符合下列规定:

- 1 连锁桩混凝土抗压强度、外观质量及尺寸允许偏差的判定标准应符合本规范第 5.5.6 条的规定。
- 2 抗弯性能的判定应符合下列规定:
 - 1) 当抽取的 2 根连锁桩全部符合本规范第 5.5.1 条第 2、3 款规定,则判抗弯性能为合格;
 - 2) 当有 1 根不符合本规范第 5.5.1 条第 2、3 款规定,应从同批产品中抽取加倍数量进行复验,复验结果若仍有 1 根不合格,则判抗弯性能为不合格;
 - 3) 当所抽 2 根全部不符合本规范第 5.5.1 条第 2、3 款规定,则判抗弯性能为不合格,且不得复检。
- 3 混凝土保护层厚度的判定应符合下列规定:
 - 1) 若所抽 1 根连锁桩的三个数据全部符合本规范第 4.2.3

条的规定,则判保护层厚度为合格;

- 2) 若有一个数值不符合本规范第 4.2.3 条的规定,应从同批产品中抽取加倍数量进行复验,复验结果若仍有一个数值不符合本规范第 4.2.3 条的规定,则判保护层厚度不合格,且不得复检。

4 在混凝土抗压强度、保护层厚度、抗弯性能合格的基础上,外观质量和尺寸允许偏差全部合格,则判该批产品为合格,否则判为不合格。

5.5.11 施工过程中应进行下列内容的检查或检测:

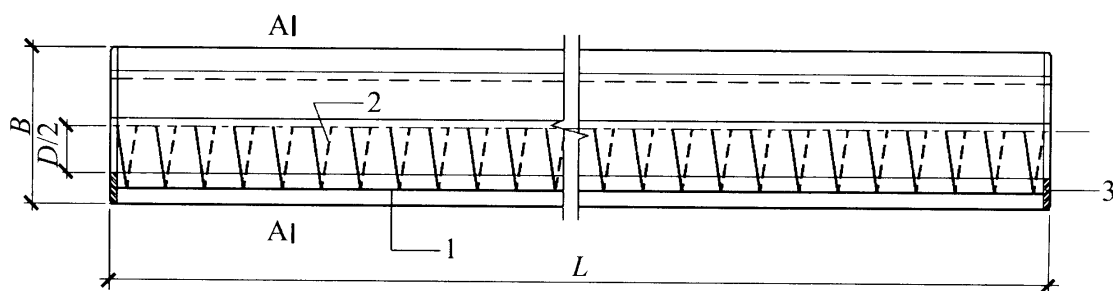
- 1 桩位偏差的检测;
- 2 桩顶标高的检测;
- 3 桩身垂直度的检测;
- 4 桩身质量完整性的检测;
- 5 施工机具的检查;
- 6 桩身裂缝监控;
- 7 桩接头施工质量检测;
- 8 施工记录的监督和检查;
- 9 施工对周边环境影响的监测。

5.5.12 成桩质量的检测应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 及《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 等标准的有关规定。

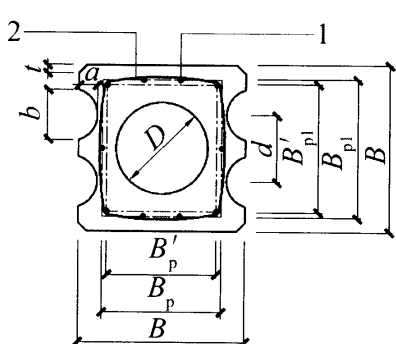
附录 A 连锁桩配筋、力学性能、 截面参数及抗弯刚度

A.0.1 连锁桩构造(图 A.0.1)应符合下列规定:

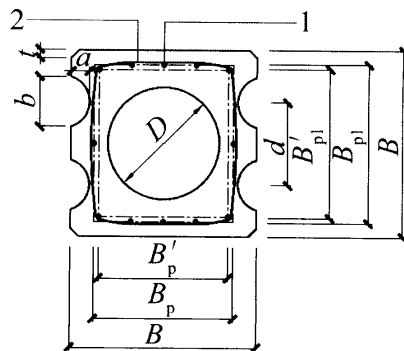
- 1 螺旋箍筋间距均应为 100mm;
- 2 桩周转角处倒角尺寸可根据生产情况适当调整,并应四角对称,若采用圆角,倒角半径取值范围为 0~60mm;
- 3 除角筋外的其他钢筋,当连锁桩边长小于 600mm 时,应放在 B_p 或 B_{p1} 的等分点上,当边长大于或等于 600mm 时,应放在 B_p 或 B_{p2} 的等分点上;
- 4 预应力钢筋及螺旋箍筋的规格、数量应满足本规范第 A.0.2 条的要求。



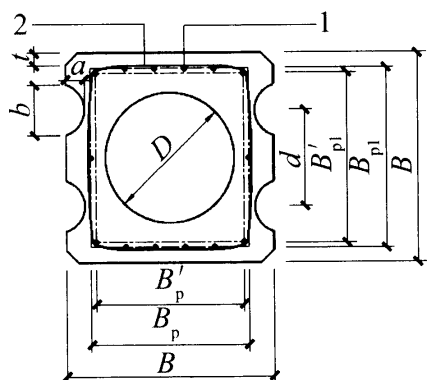
(a) 连锁桩桩身构造示意图



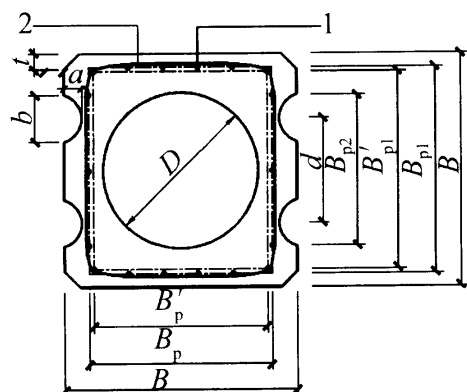
(b) 边长400mm连锁桩A-A剖面结构示意图



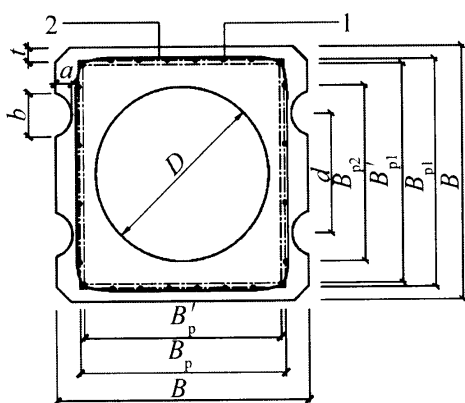
(c) 边长450mm连锁桩A-A剖面结构示意图



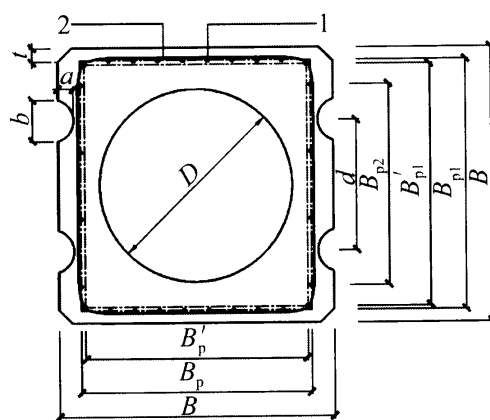
(d) 边长500mm连锁桩A-A剖面结构示意图



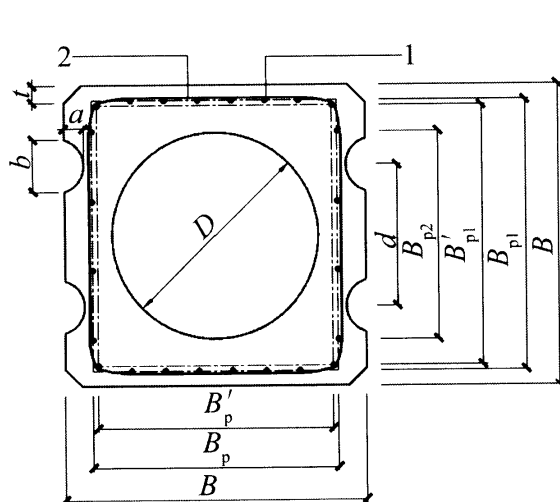
(e) 边长600mm连锁桩A-A剖面结构示意图



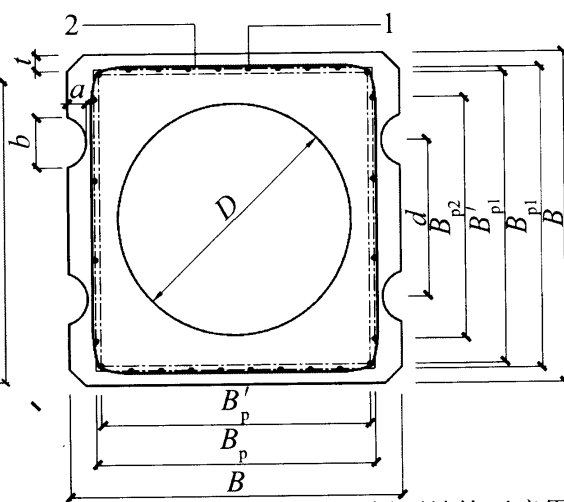
(f) 边长700mm连锁桩A-A剖面结构示意图



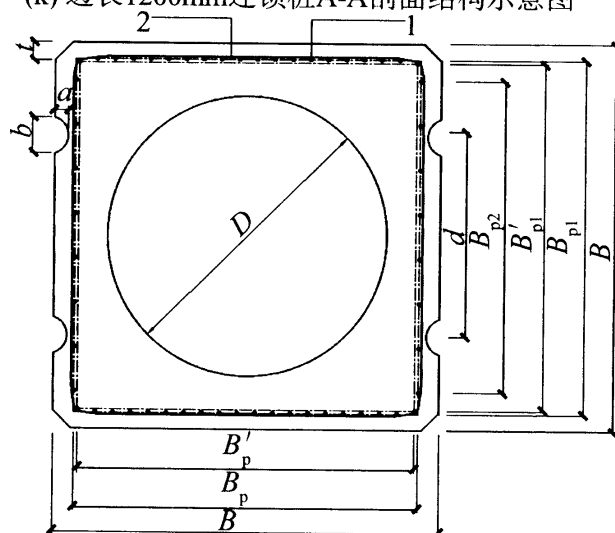
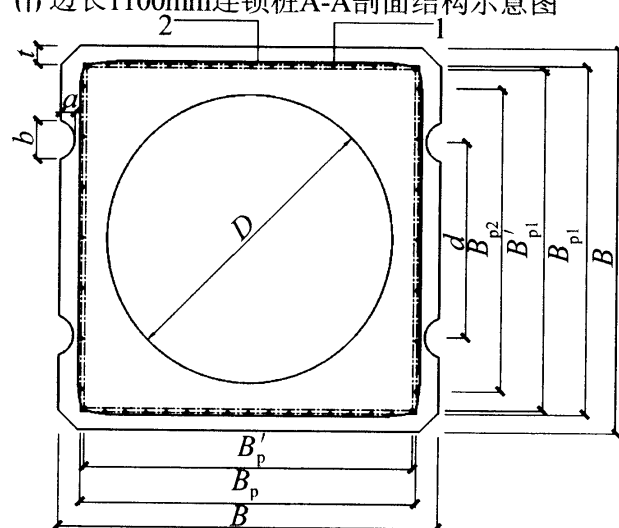
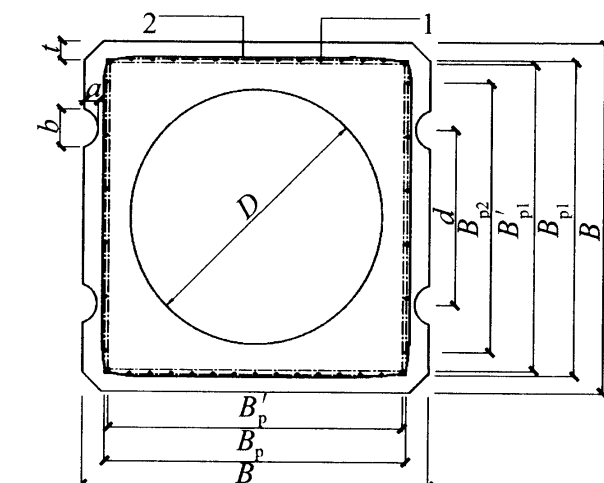
(g) 边长800mm连锁桩A-A剖面结构示意图



(h) 边长900mm连锁桩A-A剖面结构示意图



(i) 边长1000mm连锁桩A-A剖面结构示意图



A.0.2 连锁桩配筋、力学性能、截面参数及抗弯刚度应按表 A.0.2-1~表 A.0.2-8 确定。

表 A.0.2-1 CPP 桩配筋及力学性能表(薄壁)

桩型	边长 B (mm)	内径 D (mm)	单节 长度 L (m)	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{ce} (MPa)	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	抗弯 承载力 设计值 M_0 (kN·m)	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	抗剪 承载力 设计值 V (kN)	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u (kN)	预应力筋位置					截面 配筋 索引		
														四角位置		其他位置					
														B'_p (mm)	B'_{pl} (mm)	B_p (mm)	B_{pl} (mm)	B_{p2} (mm)			
														(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
CPP-I 400(220)					I	10 $\phi^{D9.0}$	ϕ^4	5.20	105	105	144	124									(a)
CPP-II 400(220)	400	220	≤ 16	C60	II	10 $\phi^{D10.7}$	ϕ^4	7.05	125	143	202	135		1821~2152	263	304	287	328	—		
CPP-III 400(220)					III	10 $\phi^{D12.6}$	ϕ^4	9.32	149	195	279	139									
CPP-I 450(270)					I	12 $\phi^{D9.0}$	ϕ^4	5.12	146	146	201	143									(b)
CPP-II 450(270)	450	270	≤ 16	C60	II	12 $\phi^{D10.7}$	ϕ^4	6.94	173	200	282	156		2218~2621	314	354	338	378	—		
CPP-III 450(270)					III	12 $\phi^{D12.6}$	ϕ^4	9.18	208	269	386	161									
CPP-I 500(310)					I	14 $\phi^{D9.0}$	ϕ^5	4.92	195	195	266	195									(c)
CPP-II 500(310)	500	310	≤ 16	C60	II	14 $\phi^{D10.7}$	ϕ^5	6.67	230	265	374	210		2743~3241	362	402	386	426	—		
CPP-III 500(310)					III	14 $\phi^{D12.6}$	ϕ^5	8.85	275	355	510	218									
CPP-I 600(400)					I	18 $\phi^{D9.0}$	ϕ^5	4.63	319	319	396	250									(d)
CPP-II 600(400)	600	400	≤ 18	C60	II	18 $\phi^{D10.7}$	ϕ^5	6.30	375	394	557	269		3819~4513	448	502	472	526	382		
CPP-III 600(400)					III	18 $\phi^{D12.6}$	ϕ^5	8.38	447	547	773	285									

续表 A.0.2-1

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	预应力 钢筋 配筋 型号	预应 力 钢 筋 配 筋	螺旋 箍 筋 规 格	混凝土 有效预 应力 σ_{ce}	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$	抗弯 承载力 设计值 M_0	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$	抗剪 承载力 设计值 V	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u	预应力筋位置					截面 配筋 索引	
														四角位置		其他位置				
B'_p (mm)	B'_{p1} (mm)	B_p (mm)	B_{p1} (mm)	B_{p2} (mm)																
CPP-I 700(480)					I	24 ϕ^{10} 9.0	ϕ^6	4.59	503	503	644	362								
CPP-II 700(480)	700	480	≤ 18	C60	II	24 ϕ^{10} 10.7	ϕ^6	6.24	591	641	905	388	5210~6157	546	600	570	624	480	(e)	
CPP-III 700(480)					III	24 ϕ^{10} 12.6	ϕ^6	8.30	705	874	1249	410								
CPP-I 800(560)					I	28 ϕ^{10} 10.7	ϕ^6	5.70	839	881	1245	478								
CPP-II 800(560)	800	560	≤ 20	C60	II	28 ϕ^{10} 12.6	ϕ^6	7.61	996	1195	1707	518	6812~8051	646	700	670	724	580	(f)	
CPP-III 800(560)					III	28 ϕ^{10} 14.0	ϕ^6	9.08	1120	1425	2046	519								
CPP-I 900(660)					I	32 ϕ^{10} 10.7	ϕ^6	5.48	1128	1155	1632	558								
CPP-II 900(660)	900	660	≤ 20	C60	II	32 ϕ^{10} 12.6	ϕ^6	7.33	1334	1561	2226	604	8192~9682	746	800	770	824	680	(g)	
CPP-III 900(660)					III	32 ϕ^{10} 14.0	ϕ^6	8.76	1499	1866	2674	612								
CPP-I 1000(760)					I	36 ϕ^{10} 10.7	ϕ^6	5.27	1478	1478	2074	636								
CPP-II 1000(760)	1000	760	≤ 25	C60	II	36 ϕ^{10} 12.6	ϕ^6	7.06	1745	1983	2827	687	9663~11420	846	900	870	924	780	(h)	
CPP-III 1000(760)					III	36 ϕ^{10} 14.0	ϕ^6	8.44	1958	2381	3402	705								

- 注:1 连锁桩的混凝土强度等级视工程需要也可采用其他等级,配筋可视工程作适当调整,但连锁桩的力学性能需要重新验算;
- 2 各种连锁桩的内径及长度视工程需要可作适当调整,但连锁桩的力学性能需重新验算;
- 3 连锁桩的开裂弯矩检验值取上表中桩身开裂弯矩标准值的 1.0 倍;
- 4 预应力钢筋 ϕ^{10} 14.0 也可用 ϕ^{10} 12.6 等截面替代。

表 A.0.2-2 CPP 桩截面参数及抗弯刚度(EI)表(薄壁)

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型 号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 t	连锁止水孔			理论 重量	截面 配筋 索引
	(mm)	(mm)	(m)						(cm^2)	(cm^3)	(cm^4)		(mm)	(mm)	(mm)		
CPP-I 400(220)				C60	I	10 $\phi^{D9.0}$	ϕ^4	36000	1082	9659	193190					270	(a)
CPP-II 400(220)	400	220	≤ 16		II	10 $\phi^{D10.7}$	ϕ^4	36000	1094	9778	195558	20	45	120	160		
CPP-III 400(220)					III	10 $\phi^{D12.6}$	ϕ^4	36000	1110	9937	198747						
CPP-I 450(270)				C60	I	12 $\phi^{D9.0}$	ϕ^4	36000	1321	13534	304508					329	(b)
CPP-II 450(270)	450	270	≤ 16		II	12 $\phi^{D10.7}$	ϕ^4	36000	1335	13712	308530	20	45	120	200		
CPP-III 450(270)					III	12 $\phi^{D12.6}$	ϕ^4	36000	1354	13953	313946						
CPP-I 500(310)				C60	I	14 $\phi^{D9.0}$	ϕ^5	36000	1609	18323	458075					401	(c)
CPP-II 500(310)	500	310	≤ 16		II	14 $\phi^{D10.7}$	ϕ^5	36000	1626	18572	464288	30	45	120	230		
CPP-III 500(310)					III	14 $\phi^{D12.6}$	ϕ^5	36000	1648	18906	472651						
CPP-I 600(400)				C60	I	18 $\phi^{D9.0}$	ϕ^5	36000	2205	30848	925449					550	(d)
CPP-II 600(400)	600	400	≤ 18		II	18 $\phi^{D10.7}$	ϕ^5	36000	2227	31224	936716	40	45	120	270		
CPP-III 600(400)					III	18 $\phi^{D12.6}$	ϕ^5	36000	2255	31729	951884						

续表 A.0.2-2

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 t	连锁止水孔			理论 重量	截面 配筋 索引
	(mm)	(mm)	(m)					(N/mm ²)	(cm ²)	(cm ³)	(cm ⁴)	(mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	(kg/m)	
CPP-I 700(480)					I	24 ϕ^{10} 9.0	ϕ^{16}	36000	2970	48896	1711359						
CPP-II 700(480)	700	480	≤ 18	C60	II	24 ϕ^{10} 10.7	ϕ^{16}	36000	2999	49500	1732492	40	45	120	330	741	(e)
CPP-III 700(480)					III	24 ϕ^{10} 12.6	ϕ^{16}	36000	3037	50313	1760938						
CPP-I 800(560)					I	28 ϕ^{10} 10.7	ϕ^{16}	36000	3862	73634	2945366						
CPP-II 800(560)	800	560	≤ 20	C60	II	28 ϕ^{10} 12.6	ϕ^{16}	36000	3907	74814	2992573	40	45	120	380	960	(f)
CPP-III 800(560)					III	28 ϕ^{10} 14.0	ϕ^{16}	36000	3944	75792	3031688						
CPP-I 900(660)					I	32 ϕ^{10} 10.7	ϕ^{16}	36000	4603	100867	4539024						
CPP-II 900(660)	900	660	≤ 20	C60	II	32 ϕ^{10} 12.6	ϕ^{16}	36000	4654	102381	4607161	50	45	120	440	1144	(g)
CPP-III 900(660)					III	32 ϕ^{10} 14.0	ϕ^{16}	36000	4696	103636	4663617						
CPP-I 1000(760)					I	36 ϕ^{10} 10.7	ϕ^{16}	36000	5404	134778	6738910						
CPP-II 1000(760)	1000	760	≤ 25	C60	II	36 ϕ^{10} 12.6	ϕ^{16}	36000	5462	136776	6838823	50	45	120	490	1343	(h)
CPP-III 1000(760)					III	36 ϕ^{10} 14.0	ϕ^{16}	36000	5509	138432	6921607						

表 A.0.2-3 CHPP 桩配筋及力学性能表 (薄壁)

桩型	边长 B (mm)	内径 D (mm)	单节 长度 L (m)	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{cc} (MPa)	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	抗弯 承载力 设计值 M_0 (kN·m)	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	抗剪 承载力 设计值 V (kN)	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u (kN)	预应力的位置					截面 配筋 索引	
														四角位置		其他位置				
														B'_p (mm)	B'_{p1} (mm)	B_p (mm)	B_{p1} (mm)	B_{p2} (mm)		
														B'_p (mm)	B'_{p1} (mm)	B_p (mm)	B_{p1} (mm)	B_{p2} (mm)		
CHPP-I 400(220)					I	10 $\phi^{D9.0}$	ϕ^4	5.22	107	107	144	130								
CHPP-II 400(220)	400	220	≤ 16	C80	II	10 $\phi^{D10.7}$	ϕ^4	7.08	127	143	202	141	2374~2806	263	304	287	328	—	(a)	
CHPP-III 400(220)					III	10 $\phi^{D12.6}$	ϕ^4	9.37	151	198	280	155								
CHPP-I 450(270)					I	12 $\phi^{D9.0}$	ϕ^4	5.14	149	149	201	150								
CHPP-II 450(270)	450	270	≤ 16	C80	II	12 $\phi^{D10.7}$	ϕ^4	6.97	176	200	282	163	2892~3418	314	354	338	378	—	(b)	
CHPP-III 450(270)					III	12 $\phi^{D12.6}$	ϕ^4	9.24	211	278	392	179								
CHPP-I 500(310)					I	14 $\phi^{D9.0}$	ϕ^5	4.93	198	198	266	204								
CHPP-II 500(310)	500	310	≤ 16	C80	II	14 $\phi^{D10.7}$	ϕ^5	6.70	234	265	374	219	3576~4226	362	402	386	426	—	(c)	
CHPP-III 500(310)					III	14 $\phi^{D12.6}$	ϕ^5	8.90	279	368	519	238								
CHPP-I 600(400)					I	18 $\phi^{D9.0}$	ϕ^5	4.64	325	325	396	261								
CHPP-II 600(400)	600	400	≤ 18	C80	II	18 $\phi^{D10.7}$	ϕ^5	6.33	381	394	557	281	4979~5884	448	502	472	526	382	(d)	
CHPP-III 600(400)					III	18 $\phi^{D12.6}$	ϕ^5	8.42	453	547	773	306								

续表 A.0.2-3

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{cc}	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$	抗弯 承载力 设计值 M_0	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$	抗剪 承载力 设计值 V	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u	预应力筋位置						
														四角位置		其他位置		截面 配筋 索引		
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)					
CHPP-I 700(480)					I	24 $\phi^{D9.0}$	ϕ^b6	4.60	513	513	644	378								
CHPP-II 700(480)	700	480	≤ 18	C80	II	24 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b6	6.27	601	641	905	404	6793~8028	546	600	570	624	480		(e)
CHPP-III 700(480)					III	24 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b6	8.35	715	890	1258	438								
CHPP-I 800(560)					I	28 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b6	5.72	854	881	1245	499								
CHPP-II 800(560)	800	560	≤ 20	C80	II	28 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b6	7.65	1011	1224	1730	539	8882~10497	646	700	670	724	580		(f)
CHPP-III 800(560)					III	28 $\phi^{D14.0}$	ϕ^b6	9.13	1135	1478	2108	571								
CHPP-I 900(660)					I	32 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b6	5.50	1148	1155	1632	583								
CHPP-II 900(660)	900	660	≤ 20	C80	II	32 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b6	7.37	1355	1602	2267	629	10682~12624	746	800	770	824	680		(g)
CHPP-III 900(660)					III	32 $\phi^{D14.0}$	ϕ^b6	8.81	1519	1929	2749	665								
CHPP-I 1000(760)					I	36 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b6	5.29	1505	1505	2074	664								
CHPP-II 1000(760)	1000	760	≤ 25	C80	II	36 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b6	7.09	1772	2029	2882	716	12600~14891	846	900	870	924	780		(h)
CHPP-III 1000(760)					III	36 $\phi^{D14.0}$	ϕ^b6	8.49	1985	2449	3489	758								

- 注:1 连锁桩的混凝土强度等级视工程需要也可采用其他等级,配筋可视工程作适当调整,但连锁桩的力学性能需要重新验算;
- 2 各种连锁桩的内径及长度视工程需要可作适当调整,但连锁桩的力学性能需重新验算;
- 3 连锁桩的开裂弯矩检验值取上表中桩身开裂弯矩标准值的 1.0 倍;
- 4 预应力钢筋 $\phi^{D14.0}$ 也可用 $\phi^{D12.6}$ 等截面替代。

表 A.0.2-4 CHPP 桩截面参数及抗弯刚度(EI)表(薄壁)

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L		混凝土 强度 等级	型 号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 t	连锁止水孔			理论 重量	截面 配筋 索引
			(mm)	(mm)										a (mm)	b (mm)	d (mm)		
CHPP-I 400(220)						I	10 $\phi^{19.0}$	ϕ^4	38000	1080	9641	192815						
CHPP-II 400(220)	400	220	≤ 16		C80	II	10 $\phi^{10.7}$	ϕ^4	38000	1091	9752	195032	20	45	120	160	270	(a)
CHPP-III 400(220)						III	10 $\phi^{12.6}$	ϕ^4	38000	1106	9901	198016						
CHPP-I 450(270)						I	12 $\phi^{19.0}$	ϕ^4	38000	1318	13505	303872						
CHPP-II 450(270)	450	270	≤ 16		C80	II	12 $\phi^{10.7}$	ϕ^4	38000	1332	13673	307637	20	45	120	200	329	(b)
CHPP-III 450(270)						III	12 $\phi^{12.6}$	ϕ^4	38000	1350	13898	312704						
CHPP-I 500(310)						I	14 $\phi^{19.0}$	ϕ^5	38000	1607	18284	457093						
CHPP-II 500(310)	500	310	≤ 16		C80	II	14 $\phi^{10.7}$	ϕ^5	38000	1622	18516	462907	30	45	120	230	401	(c)
CHPP-III 500(310)						III	14 $\phi^{12.6}$	ϕ^5	38000	1643	18829	470734						
CHPP-I 600(400)						I	18 $\phi^{19.0}$	ϕ^5	38000	2202	30789	923669						
CHPP-II 600(400)	600	400	≤ 18		C80	II	18 $\phi^{10.7}$	ϕ^5	38000	2222	31140	934213	40	45	120	270	550	(d)
CHPP-III 600(400)						III	18 $\phi^{12.6}$	ϕ^5	38000	2249	31614	948407						

续表 A.0.2-4

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型 号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 ι	连锁止水孔			理论 重量	截面 配筋 索引
	(mm)	(mm)	(m)					(N/mm ²)	(cm ²)	(cm ³)	(cm ⁴)	(mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	(kg/m)	
CHPP-I 700(480)					I	24 $\phi^{D9.0}$	ϕ^6	38000	2966	48801	1708021						
CHPP-II 700(480)	700	480	≤ 18	C80	II	24 $\phi^{D10.7}$	ϕ^6	38000	2992	49366	1727796	40	45	120	330	741	(e)
CHPP-III 700(480)					III	24 $\phi^{D12.6}$	ϕ^6	38000	3028	50126	1754417						
CHPP-I 800(560)					I	28 $\phi^{D10.7}$	ϕ^6	38000	3855	73439	2937574						
CHPP-II 800(560)	800	560	≤ 20	C80	II	28 $\phi^{D12.6}$	ϕ^6	38000	3896	74544	2981751	40	45	120	380	960	(f)
CHPP-III 800(560)					III	28 $\phi^{D14.0}$	ϕ^6	38000	3931	75459	3018356						
CHPP-I 900(660)					I	32 $\phi^{D10.7}$	ϕ^6	38000	4594	100617	4527778						
CHPP-II 900(660)	900	660	≤ 20	C80	II	32 $\phi^{D12.6}$	ϕ^6	38000	4642	102034	4591542	50	45	120	440	1144	(g)
CHPP-III 900(660)					III	32 $\phi^{D14.0}$	ϕ^6	38000	4682	103208	4644375						
CHPP-I 1000(760)					I	36 $\phi^{D10.7}$	ϕ^6	38000	5393	134448	6722420						
CHPP-II 1000(760)	1000	760	≤ 25	C80	II	36 $\phi^{D12.6}$	ϕ^6	38000	5449	136318	6815920	50	45	120	490	1343	(h)
CHPP-III 1000(760)					III	36 $\phi^{D14.0}$	ϕ^6	38000	5493	137868	6893390						

表 A.0.2-5 CPP 桩配筋及力学性能表 (厚壁)

桩型	边长 B (mm)	内径 D (mm)	单节 长度 L (m)	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{cc} (MPa)	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	抗弯 承载力 设计值 M_0 (kN·m)	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	抗剪 承载力 设计值 V (kN)	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u (kN)	预应力筋位置					截面 配筋 索引	
														四角位置		其他位置				
														B'_p (mm)	B'_{p1} (mm)	B_p (mm)	B_{p1} (mm)	B_{p2} (mm)		
CPP-I 450(240)	450	240	≤16	C60	I	12 $\phi^{D9.0}$	ϕ^B4	4.72	145	145	190	161	2472~2922		308	334	332	358	—	(b)
CPP-II 450(240)					II	12 $\phi^{D10.7}$	ϕ^B4	6.42	171	189	267	174								
CPP-III 450(240)					III	12 $\phi^{D12.6}$	ϕ^B4	8.52	203	263	371	183								
CPP-I 500(290)	500	290	≤16	C60	I	14 $\phi^{D9.0}$	ϕ^B5	4.66	194	194	253	207	2942~3477		356	382	380	406	—	(c)
CPP-II 500(290)					II	14 $\phi^{D10.7}$	ϕ^B5	6.34	228	252	356	222								
CPP-III 500(290)					III	14 $\phi^{D12.6}$	ϕ^B5	8.43	271	351	495	234								
CPP-I 600(380)	600	380	≤18	C60	I	18 $\phi^{D9.0}$	ϕ^B5	4.40	319	319	380	263	4078~4820		442	482	466	506	362	(d)
CPP-II 600(380)					II	18 $\phi^{D10.7}$	ϕ^B5	6.00	373	378	534	282								
CPP-III 600(380)					III	18 $\phi^{D12.6}$	ϕ^B5	7.99	443	525	741	303								
CPP-I 700(460)	700	460	≤18	C60	I	24 $\phi^{D9.0}$	ϕ^B6	4.38	504	515	728	377	5523~6527		540	580	564	604	460	(e)
CPP-II 700(460)					II	24 $\phi^{D10.7}$	ϕ^B6	5.97	590	619	875	403								
CPP-III 700(460)					III	24 $\phi^{D12.6}$	ϕ^B6	7.96	701	860	1215	430								

续表 A.0.2-5

桩型	边长 B (mm)	内径 D (mm)	单节 长度 L (m)	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{ce} (MPa)	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	抗弯 承载力 设计值 M_0 (kN·m)	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	抗剪 承载力 设计值 V (kN)	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u (kN)	预应力的位置					截面 配筋 索引
														四角位置		其他位置			
														B'_p (mm)	B'_{p1} (mm)	B_p (mm)	B_{p1} (mm)	B_{p2} (mm)	
CPP-I 800(540)	800	540	≤ 20	C60	I	28 $\phi^{10.7}$	ϕ^6	5.47	839	856	1209	495	7178~8483	640	680	704	560	(f)	
CPP-II 800(540)					II	28 $\phi^{12.6}$	ϕ^6	7.32	992	1187	1680	534							
CPP-III 800(540)					III	28 $\phi^{14.0}$	ϕ^6	8.75	1114	1416	2027	542							
CPP-I 900(640)	900	640	≤ 20	C60	I	32 $\phi^{10.7}$	ϕ^6	5.27	1130	1130	1591	577	8625~10193	740	780	804	660	(g)	
CPP-II 900(640)					II	32 $\phi^{12.6}$	ϕ^6	7.05	1333	1552	2210	623							
CPP-III 900(640)					III	32 $\phi^{14.0}$	ϕ^6	8.44	1491	1856	2683	639							
CPP-I 1000(740)	1000	740	≤ 25	C60	I	36 $\phi^{10.7}$	ϕ^6	5.06	1484	1484	2028	656	10162~12010	840	880	904	760	(h)	
CPP-II 1000(740)					II	36 $\phi^{12.6}$	ϕ^6	6.79	1746	1972	2808	708							
CPP-III 1000(740)					III	36 $\phi^{14.0}$	ϕ^6	8.13	1955	2368	3382	735							

表 A.0.2-6 CPP 桩截面参数及抗弯刚度(EI)表(厚壁)

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 t	连锁止水孔			理论 重量 (kg/m)	截面 配筋 索引
	(mm)	(mm)	(m)						(cm^2)	(cm^3)	(cm^4)		a (mm)	b (mm)	d (mm)		
CPP-I 450(240)					I	12 $\phi^{19.0}$	ϕ^{b4}	36000	1441	13923	313264						
CPP-II 450(240)	450	240	≤ 16	C60	II	12 $\phi^{10.7}$	ϕ^{b4}	36000	1455	14083	316862	20	45	120	200	359	(b)
CPP-III 450(240)					III	12 $\phi^{12.6}$	ϕ^{b4}	36000	1474	14298	321706						
CPP-I 500(290)					I	14 $\phi^{19.0}$	ϕ^{b5}	36000	1704	18690	467262						
CPP-II 500(290)	500	290	≤ 16	C60	II	14 $\phi^{10.7}$	ϕ^{b5}	36000	1720	18916	472895	30	45	120	230	425	(c)
CPP-III 500(290)					III	14 $\phi^{12.6}$	ϕ^{b5}	36000	1742	19219	480478						
CPP-I 600(380)					I	18 $\phi^{19.0}$	ϕ^{b5}	36000	2328	31552	946548						
CPP-II 600(380)	600	380	≤ 18	C60	II	18 $\phi^{10.7}$	ϕ^{b5}	36000	2349	31897	956917	40	45	120	270	581	(d)
CPP-III 600(380)					III	18 $\phi^{12.6}$	ϕ^{b5}	36000	2378	32363	970875						
CPP-I 700(460)					I	24 $\phi^{19.0}$	ϕ^{b6}	36000	3118	49963	1748710						
CPP-II 700(460)	700	460	≤ 18	C60	II	24 $\phi^{10.7}$	ϕ^{b6}	36000	3146	50527	1768445	40	45	120	330	778	(e)
CPP-III 700(460)					III	24 $\phi^{12.6}$	ϕ^{b6}	36000	3185	51286	1795011						

CPP- I 800(540)	800	540	≤ 20	C60	I	$28\phi^D 10.7$	$\phi^b 6$	36000	4035	75096	3003848		45	120	380	1003	(f)
CPP- II 800(540)					II	$28\phi^D 12.6$	$\phi^b 6$	36000	4079	76210	3048382						
CPP- III 800(540)					III	$28\phi^D 14.0$	$\phi^b 6$	36000	4116	77132	3085281						
CPP- I 900(640)					I	$32\phi^D 10.7$	$\phi^b 6$	36000	4807	103072	4638219						
CPP- II 900(640)	900	640	≤ 20	C60	II	$32\phi^D 12.6$	$\phi^b 6$	36000	4858	104511	4702981		45	120	440	1195	(g)
CPP- III 900(640)					III	$32\phi^D 14.0$	$\phi^b 6$	36000	4900	105703	4756642						
CPP- I 1000(740)					I	$36\phi^D 10.7$	$\phi^b 6$	36000	5640	137867	6893328						
CPP- II 1000(740)	1000	740	≤ 25	C60	II	$36\phi^D 12.6$	$\phi^b 6$	36000	5697	139777	6988852		45	120	490	1402	(h)
CPP- III 1000(740)					III	$36\phi^D 14.0$	$\phi^b 6$	36000	5745	141360	7068001						
CPP- I 1100(800)					I	$42\phi^D 10.7$	$\phi^b 8$	36000	7017	185575	10206640						
CPP- II 1100(800)	1100	800	≤ 25	C60	II	$42\phi^D 12.6$	$\phi^b 8$	36000	7084	187982	10339034		45	120	550	1745	(i)
CPP- III 1100(800)					III	$42\phi^D 14.0$	$\phi^b 8$	36000	7140	189977	10448732						
CPP- I 1200(900)					I	$48\phi^D 10.7$	$\phi^b 8$	36000	8007	235610	14136603						
CPP- II 1200(900)	1200	900	≤ 30	C60	II	$48\phi^D 12.6$	$\phi^b 8$	36000	8084	238649	14318948		45	120	610	1991	(j)
CPP- III 1200(900)					III	$48\phi^D 14.0$	$\phi^b 8$	36000	8147	241167	14470033						
CPP- I 1300(940)					I	$56\phi^D 10.7$	$\phi^b 8$	36000	9962	310117	20157612						
CPP- II 1300(940)	1300	940	≤ 30	C60	II	$56\phi^D 12.6$	$\phi^b 8$	36000	10052	314036	20412349		45	120	670	2478	(k)
CPP- III 1300(940)					III	$56\phi^D 14.0$	$\phi^b 8$	36000	10126	317283	20623417						

表 A.0.2-7 CHPP 桩配筋及力学性能表(厚壁)

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{cc}	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$	抗弯 承载力 设计值 M_0	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$	抗剪 承载力 设计值 V	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u	预应力筋位置						截面 配筋 索引
														四角位置		其他位置				
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)					
CHPP-I 450(240)				C80	I	12 ϕ^{10} 9.0	ϕ^4	4.73	148	148	190	169	3224~3810							(b)
	450	240	≤ 16		II	12 ϕ^{10} 10.7	ϕ^4	6.44	174	189	267	182		308	334	332	358	—		
					III	12 ϕ^{10} 12.6	ϕ^4	8.57	206	263	371	199								
CHPP-II 500(290)				C80	I	14 ϕ^{10} 9.0	ϕ^5	4.67	197	197	253	217	3836~4534							(c)
	500	290	≤ 16		II	14 ϕ^{10} 10.7	ϕ^5	6.36	232	252	356	232		356	382	380	406	—		
					III	14 ϕ^{10} 12.6	ϕ^5	8.47	275	350	495	252								
CHPP-I 600(380)				C80	I	18 ϕ^{10} 9.0	ϕ^5	4.41	325	325	380	276	5317~6284							(d)
	600	380	≤ 18		II	18 ϕ^{10} 10.7	ϕ^5	6.02	380	380	534	295		442	482	466	506	362		
					III	18 ϕ^{10} 12.6	ϕ^5	8.03	450	525	741	321								
CHPP-I 700(460)				C80	I	24 ϕ^{10} 9.0	ϕ^6	4.39	514	514	622	394	7201~8510							(e)
	700	460	≤ 18		II	24 ϕ^{10} 10.7	ϕ^6	6.00	600	619	875	420		540	580	564	604	460		
					III	24 ϕ^{10} 12.6	ϕ^6	8.00	711	860	1215	454								

CHPP- I 800(540)	800	540	≤ 20	C80	I	$28\phi^{D10.7}$	ϕ^{b6}	5.49	854	856	1209	517	9359~11061	640	680	704	560	(f)
CHPP- II 800(540)					II	$28\phi^{D12.6}$	ϕ^{b6}	7.35	1007	1189	1680	557						
CHPP- III 800(540)					III	$28\phi^{D14.0}$	ϕ^{b6}	8.79	1129	1465	2070	589						
CHPP- I 900(640)	900	640	≤ 20	C80	I	$32\phi^{D10.7}$	ϕ^{b6}	5.28	1151	1151	1591	604	11246~13290	740	780	804	660	(g)
CHPP- II 900(640)					II	$32\phi^{D12.6}$	ϕ^{b6}	7.08	1354	1564	2210	650						
CHPP- III 900(640)					III	$32\phi^{D14.0}$	ϕ^{b6}	8.48	1515	1917	2723	687						
CHPP- I 1000(740)	1000	740	≤ 25	C80	I	$36\phi^{D10.7}$	ϕ^{b6}	5.08	1511	1511	2028	687	13250~15660	840	880	904	760	(h)
CHPP- II 1000(740)					II	$36\phi^{D12.6}$	ϕ^{b6}	6.82	1774	1994	2817	739						
CHPP- III 1000(740)					III	$36\phi^{D14.0}$	ϕ^{b6}	8.18	1983	2436	3466	781						
CHPP- I 1100(800)	1100	800	≤ 25	C80	I	$42\phi^{D10.7}$	ϕ^{b8}	4.78	1980	1980	2601	992	16796~19850	936	966	990	846	(i)
CHPP- II 1100(800)					II	$42\phi^{D12.6}$	ϕ^{b8}	6.43	2313	2557	3613	1051						
CHPP- III 1100(800)					III	$42\phi^{D14.0}$	ϕ^{b8}	7.72	2581	3135	4451	1103						

续表 A.0.2-7

桩型	边长 B (mm)	内径 D (mm)	单节 长度 L (m)	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 有效预 压应力 σ_{ce} (MPa)	开裂 弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	抗弯 承载力 设计值 M_0 (kN·m)	极限 弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	抗剪 承载力 设计值 V (kN)	桩身轴心受压 承载力极限值 (未考虑压屈影响) R_u (kN)	预应力筋位置					截面 配筋 索引	
														四角位置		其他位置				
														B'_p (mm)	B'_{p1} (mm)	B_p (mm)	B_{p1} (mm)	B_{p2} (mm)		
														(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
CHPP-I 1200(900)					I	48 $\phi^{D10.7}$	ϕ^8	4.79	2515	2515	3286	1108								
CHPP-II 1200(900)	1200	900	≤ 30	C80	II	48 $\phi^{D12.6}$	ϕ^8	6.44	2939	3230	4564	1178	19212~22704	1036	1066	1060	1090	946	(j)	
CHPP-III 1200(900)					III	48 $\phi^{D14.0}$	ϕ^8	7.74	3279	3934	5595	1234								
CHPP-I 1300(940)					I	56 $\phi^{D10.7}$	ϕ^8	4.51	3223	3223	4200	1346								
CHPP-II 1300(940)	1300	940	≤ 30	C80	II	56 $\phi^{D12.6}$	ϕ^8	6.08	3753	4125	5834	1429	24270~28682	1136	1166	1160	1190	1046	(k)	
CHPP-III 1300(940)					III	56 $\phi^{D14.0}$	ϕ^8	7.31	4178	4985	7093	1495								

注:1 连锁桩的混凝土强度等级视工程需要也可采用其他等级,配筋可视工程作适当调整,但连锁桩的力学性能需要重新验算;
2 各种连锁桩的内径及长度视工程需要可作适当调整,但连锁桩的力学性能需重新验算;
3 连锁桩的开裂弯矩检验值取上表中桩身开裂弯矩标准值的 1.0 倍;
4 预应力钢筋 $\phi^{D14.0}$ 也可用 $\phi^{D12.6}$ 等截面替代。

表 A.0.2-8 CHPP 桩截面参数及抗弯刚度 (EI) 表 (厚壁)

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型 号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 t	连锁止水孔			理论 重量	截面 配筋 索引	
	(mm)	(mm)	(m)						(mm^2)	(cm^3)	(cm^4)		(mm)	a (mm)	b (mm)			d (mm)
CHPP-I 450(240)				C80	I	12 $\phi^{D9.0}$	ϕ^b4	38000	1438	13898	312695					359	(b)	
CHPP-II 450(240)	450	240	≤ 16		II	12 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b4	38000	1452	14047	316063	20		45	120			200
CHPP-III 450(240)					III	12 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b4	38000	1470	14249	320596							
CHPP-I 500(290)				C80	I	14 $\phi^{D9.0}$	ϕ^b5	38000	1701	18655	466372					425	(c)	
CHPP-II 500(290)	500	290	≤ 16		II	14 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b5	38000	1716	18866	471643	30		45	120			230
CHPP-III 500(290)					III	14 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b5	38000	1737	19150	478740							
CHPP-I 600(380)				C80	I	18 $\phi^{D9.0}$	ϕ^b5	38000	2324	31497	944909					581	(d)	
CHPP-II 600(380)	600	380	≤ 18		II	18 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b5	38000	2344	31820	954613	40		45	120			270
CHPP-III 600(380)					III	18 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b5	38000	2371	32256	967675							
CHPP-I 700(460)				C80	I	24 $\phi^{D9.0}$	ϕ^b6	38000	3113	49874	1745592					778	(e)	
CHPP-II 700(460)	700	460	≤ 18		II	24 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b6	38000	3140	50402	1764060	40		45	120			330
CHPP-III 700(460)					III	24 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b6	38000	3176	51112	1788921							
CHPP-I 800(540)				C80	I	28 $\phi^{D10.7}$	ϕ^b6	38000	4027	74912	2996498					1003	(f)	
CHPP-II 800(540)	800	540	≤ 20		II	28 $\phi^{D12.6}$	ϕ^b6	38000	4069	75954	3038173	40		45	120			380
CHPP-III 800(540)					III	28 $\phi^{D14.0}$	ϕ^b6	38000	4104	76818	3072704							

续表 A.0.2-8

桩型	边长 B	内径 D	单节 长度 L	混凝土 强度 等级	型号	预应力 钢筋 配筋	螺旋 箍筋 规格	混凝土 弹性 模量 E_c	换算 截面 面积 A_0	换算 截面 抵抗矩 W_0	换算 截面 惯性矩 I_0	倒角 t	连锁止水孔			理论 重量	截面 配筋 索引
	(mm)	(mm)	(m)					(N mm ²)	(cm ²)	(cm ³)	(cm ⁴)	(mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	(kg m)	
CHPP-I 900(640)					I	32 $\phi^{10.7}$	ϕ^6	38000	1798	102834	4627530						
CHPP-II 900(640)	900	640	≤ 20	C80	II	32 $\phi^{12.6}$	ϕ^6	38000	4846	104181	4688136	50	45	120	140	1195	(g)
CHPP-III 900(640)					III	32 $\phi^{14.0}$	ϕ^6	38000	4886	105297	4738352						
CHPP-I 1000(740)					I	36 $\phi^{10.7}$	ϕ^6	38000	5630	137551	6877562						
CHPP-II 1000(740)	1000	740	≤ 25	C80	II	36 $\phi^{12.6}$	ϕ^6	38000	5684	139339	6966955	50	45	120	490	1402	(h)
CHPP-III 1000(740)					III	36 $\phi^{14.0}$	ϕ^6	38000	5729	140820	7041021						
CHPP-I 1100(800)					I	42 $\phi^{10.7}$	ϕ^8	38000	7006	185178	10184789						
CHPP-II 1100(800)	1100	800	≤ 25	C80	II	42 $\phi^{12.6}$	ϕ^8	38000	7069	187431	10308685	60	45	120	550	1745	(i)
CHPP-III 1100(800)					III	42 $\phi^{14.0}$	ϕ^8	38000	7121	189297	10411342						
CHPP-I 1200(900)					I	48 $\phi^{10.7}$	ϕ^8	38000	7995	235108	14106508						
CHPP-II 1200(900)	1200	900	≤ 30	C80	II	48 $\phi^{12.6}$	ϕ^8	38000	8066	237952	14277148	60	45	120	610	1991	(j)
CHPP-III 1200(900)					III	48 $\phi^{14.0}$	ϕ^8	38000	8126	240309	14418537						
CHPP-I 1300(940)					I	56 $\phi^{10.7}$	ϕ^8	38000	9948	309470	20115568						
CHPP-II 1300(940)	1300	940	≤ 30	C80	II	56 $\phi^{12.6}$	ϕ^8	38000	10031	313138	20353955	60	45	120	670	2478	(k)
CHPP-III 1300(940)					III	56 $\phi^{14.0}$	ϕ^8	38000	10100	316177	20551476						

附录 B 连锁桩设计参数

B.0.1 预应力钢筋(代号 PCB-1420-35-L-HG)的力学性能、几何特征及理论质量应分别符合表 B.0.1-1、表 B.0.1-2 的要求。

表 B.0.1-1 PCB-1420-35-L-HG 钢筋的几何特征及理论重量

公称直径 (mm)	基本直径 (mm)	公称截面积 (mm ²)	参考质量 (kg/m)
9.0	9.15	64.0	0.502
10.7	11.10	90.0	0.707
12.6	13.10	125.0	0.981
14.0	14.30	154.0	1.209

注:1 公称直径:设计采用的直径,按有效面积换算成圆的直径;

2 基本直径:钢筋的外接圆直径;

3 公称截面积:横截面面积等于圆形光圆钢筋公称直径的面积。

表 B.0.1-2 PCB-1420-35-L-HG 钢筋的力学性能

符号	规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ (MPa)	抗拉强度 标准值 f_{pk} (MPa)	抗拉强度 设计值 f_{pv} (MPa)	抗压强度 设计值 f'_{pv} (MPa)	断后 伸长率 (%)	弹性模量 E_s (N/mm ²)	1000h 松弛值 (%)
ϕ^D	≥ 1280	≥ 1420	≥ 1000	≥ 400	≥ 7	2.0×10^5	≤ 2.0

B.0.2 预应力钢筋的张拉控制应力 σ_{con} 取值不应大于钢筋抗拉强度标准值的 0.7 倍。钢筋张拉应力及每根钢筋的张拉力可按表 B.0.2 确定。

表 B.0.2 预应力钢筋的张拉应力及每根钢筋的张拉力

钢筋直径 (mm)	9.0	10.7	12.6	14.0
张拉控制应力 σ_{con} (MPa)	994	994	994	994
每根钢筋的张拉力 (kN)	63.62	89.46	124.30	153.08

B.0.3 连锁桩的混凝土力学性能指标可按表 B.0.3 采用。

表 B.0.3 连锁桩采用的混凝土力学性能指标

混凝土 强度 等级	混凝土轴心 抗压强度 标准值 f_{ck} (MPa)	混凝土轴心 抗压强度 设计值 f_c (MPa)	混凝土抗拉 强度标准值 f_{tk} (MPa)	混凝土抗拉 强度设计值 f_t (MPa)	混凝土 弹性模量 E_c (N/mm ²)
C60	38.50	27.50	2.85	2.04	3.60×10^4
C80	50.20	35.90	3.11	2.22	3.80×10^4

附录 C 抗压试验方法

C.0.1 混凝土试件的留置应符合下列规定：

1 当混凝土配合比调整或原材料发生变更时，应制作三组试件；

2 每拌制 100 盘或一个工作班拌置的同配合比混凝土不足 100 盘时，应制作三组试件。其中：第一组试件检验预应力钢筋放张时混凝土抗压强度；第二组试件检验 28d 的混凝土抗压强度（采用压蒸养护工艺时，检验出釜后 1d 的混凝土抗压强度）；第三组备用或检验连锁桩出厂时的混凝土抗压强度。

C.0.2 混凝土抗压强度试验方法应符合下列规定：

1 混凝土拌合物应在搅拌站或喂料工序中随机抽取，制作符合标准尺寸的试件，并与连锁桩同条件养护；

2 检验强度等级的试件，拆模后放入标准养护室养护至 28d，采用压蒸养护工艺时，出釜后自然冷却至常温；

3 检验出厂强度的试件，拆模后与连锁桩同条件养护；

4 混凝土抗压强度试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。

附录 D 端板详图

D.0.1 端板构造(图 D.0.1)应符合下列要求,端板参数按表 D.0.1 确定:

- 1 两端板孔之间距离偏差不得大于 0.5mm;
- 2 连锁桩边长 B 与端板边长 B' 之差为 2mm。

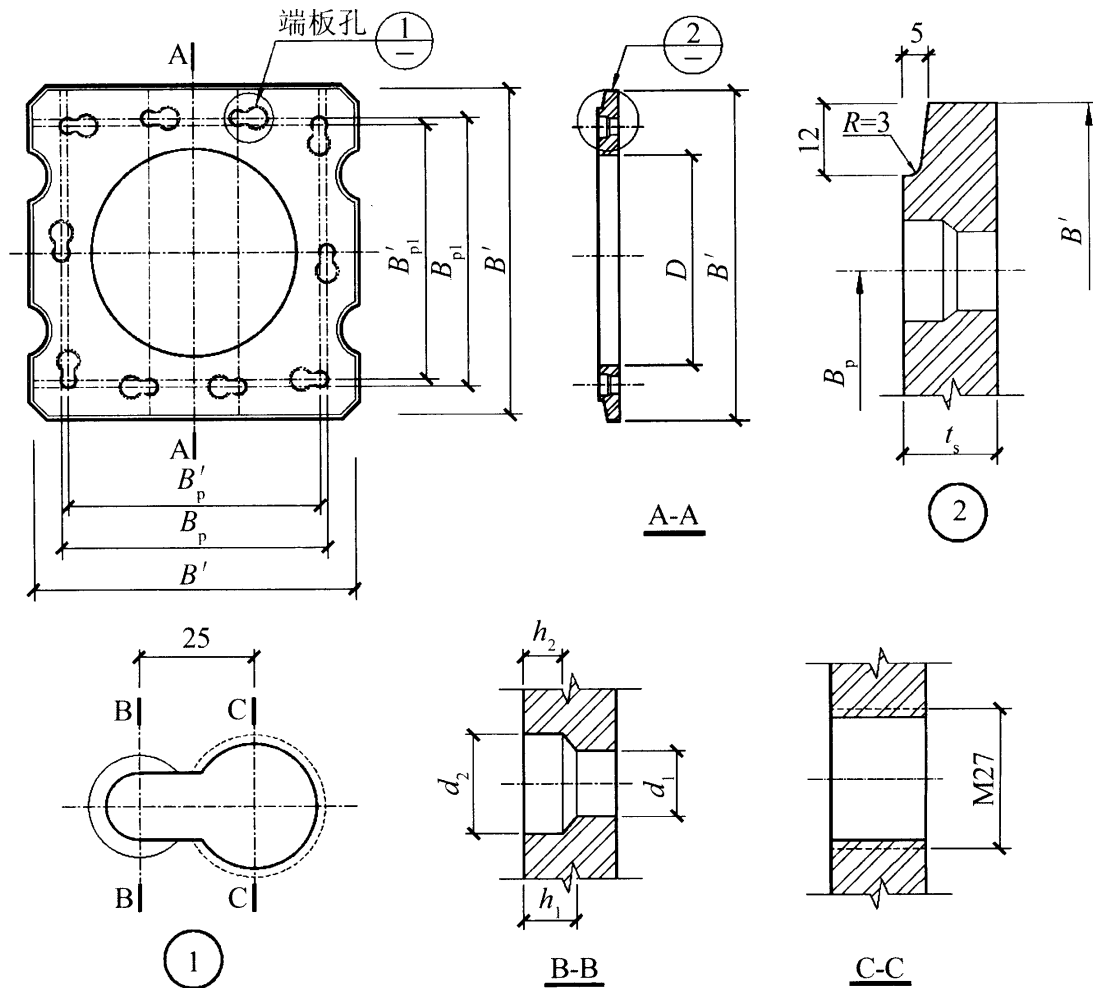


图 D.0.1 端板详图

B' —端板边长; B —连锁桩边长; t_s —端板最小要求厚度

表 D.0.1 端板参数表 (mm)

预应力钢筋直径	d_1	d_2	h_1	h_2	t_s
$\phi^{D9.0}$	10	18	9.0	6.0	20
$\phi^{D10.7}$	12	20	9.5	6.5	22
$\phi^{D12.6}$	14	22	11.0	8.0	24
$\phi^{D14.0}$	16	24	12.5	9.5	26

D.0.2 连锁桩接桩端板构造(图 D.0.2)应符合下列规定:

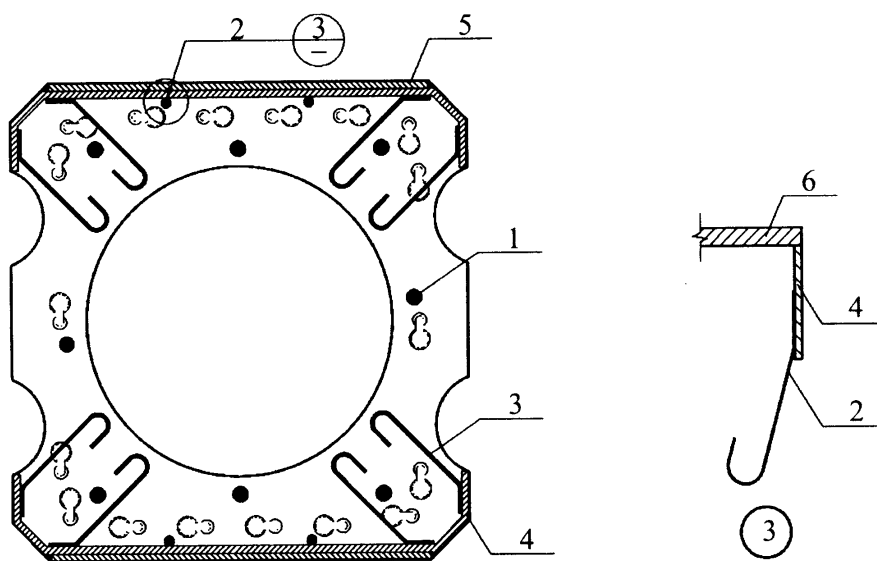
1 端板与端板锚固筋、端板与预埋扁钢、预埋扁钢与附加锚筋之间的焊接,焊缝等级均为二级,预埋扁钢与附加钢筋的焊缝宽度 b_1 不得小于钢筋直径 d 的 0.6 倍,焊缝厚度 s_1 不得小于钢筋直径 d 的 0.35 倍,焊接长度不得小于钢筋直径 d 的 5 倍;

2 端板锚固筋长度 l_a 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,混凝土强度不小于 C60,钢筋直径 d 小于或等于 25mm 时, l_a 长度取 $25d$,钢筋直径 d 大于 25mm 时, l_a 取 $28d$;

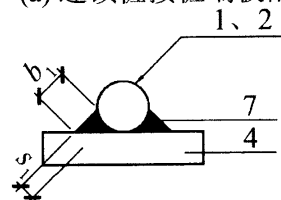
3 端板锚固筋的规格和数量由桩身结构受拉承载力、端板抗剪(拉)强度和锚固筋强度确定,可按表 D.0.2 选用,也可根据工程情况另行设计,端板锚固筋应与端板焊接,且应选用 HRB400 级钢筋;

4 附加钢筋①应与预埋扁钢焊接,且应采用 HPB300 级钢筋,锚固长度为 $15d$,弯钩长度为 $5d$,构造筋末端设置 135° 弯钩;

5 附加钢筋②的规格和数量,可按表 D.0.2 选用,也可根据工程情况另行设计,附加钢筋②应与预埋扁钢焊接,且应选用 HRB400 级钢筋,锚固长度为 $15d$,弯钩长度为 $5d$,构造筋末端设置 165° 弯钩。



(a) 连锁桩接桩端板剖面图



(b) 附加锚筋与预埋扁钢连接详图

图 D.0.2 连锁桩接桩端板详图

1—端板锚固筋；2—附加钢筋②；3—附加钢筋①($\phi 8 @ 60$)；
4—预埋扁钢(10×150)；5—绑焊扁钢 $[10 \times 260 \times (B - 2t)]$ ；
6—端板；7—焊接接头

表 D.0.2 锚固筋参考值

连锁桩 类型	边长 B (mm)	倒角 t (mm)	端板锚固筋 配筋	附加锚筋② 配筋
CPP CHPP	400	20	4 $\Phi 16$	4 $\Phi 16$
	450	20	4 $\Phi 16$	4 $\Phi 16$
	500	30	6 $\Phi 16$	4 $\Phi 16$
	600	40	8 $\Phi 16$	4 $\Phi 16$
	700	40	8 $\Phi 16$	6 $\Phi 16$
	800	40	10 $\Phi 18$	6 $\Phi 16$
	900	50	12 $\Phi 18$	8 $\Phi 16$
	1000	50	14 $\Phi 18$	8 $\Phi 16$
	1100	60	16 $\Phi 20$	8 $\Phi 16$
	1200	60	16 $\Phi 20$	8 $\Phi 16$
	1300	60	16 $\Phi 20$	8 $\Phi 16$

附录 E 张拉螺母详图

E.0.1 张拉螺母构造(图 E.0.1)应符合下列规定,张拉螺母参数按表 E.0.1 确定:

- 1 张拉螺母倒角均应为 $1\times 45^{\circ}$;
- 2 材料采用 45[#] 钢,45[#] 钢主要力学性能应符合下列规定:
 - 1) 抗拉强度应大于或等于 600MPa;
 - 2) 屈服强度应大于或等于 355MPa;
 - 3) 延长率应大于或等于 16%;
 - 4) 断面收缩率应大于或等于 40%。

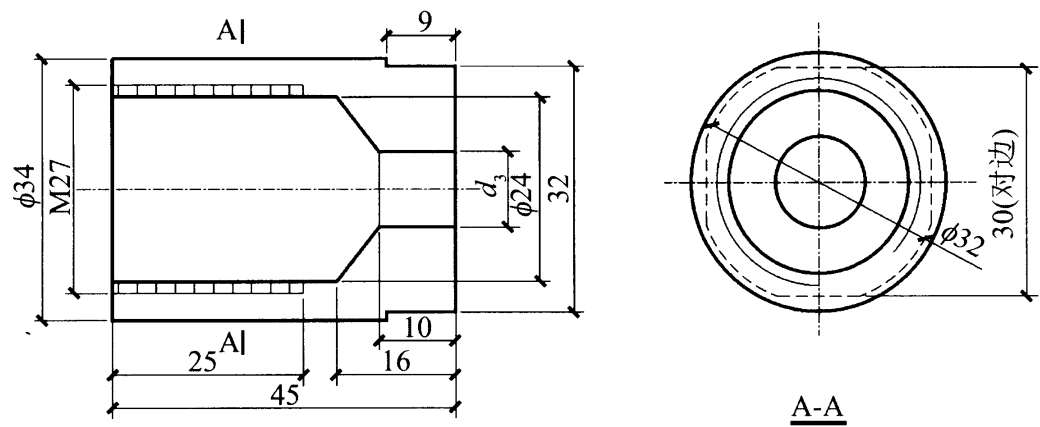


图 E.0.1 张拉螺母详图

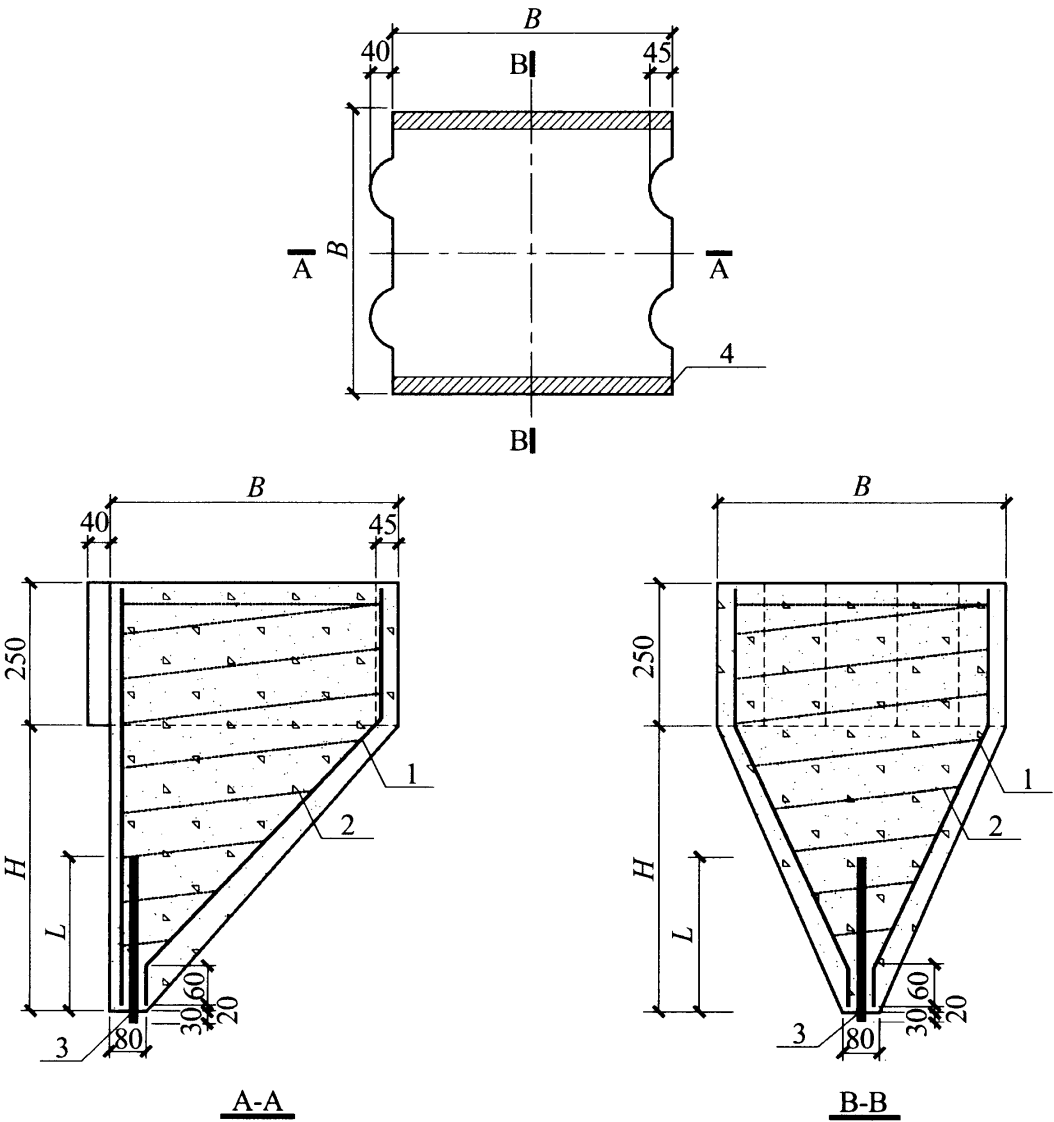
表 E.0.1 张拉螺母参数表 (mm)

预应力钢筋直径	d_3
$\phi^D 9.0$	10
$\phi^D 10.7$	12
$\phi^D 12.6$	14
$\phi^D 14.0$	16

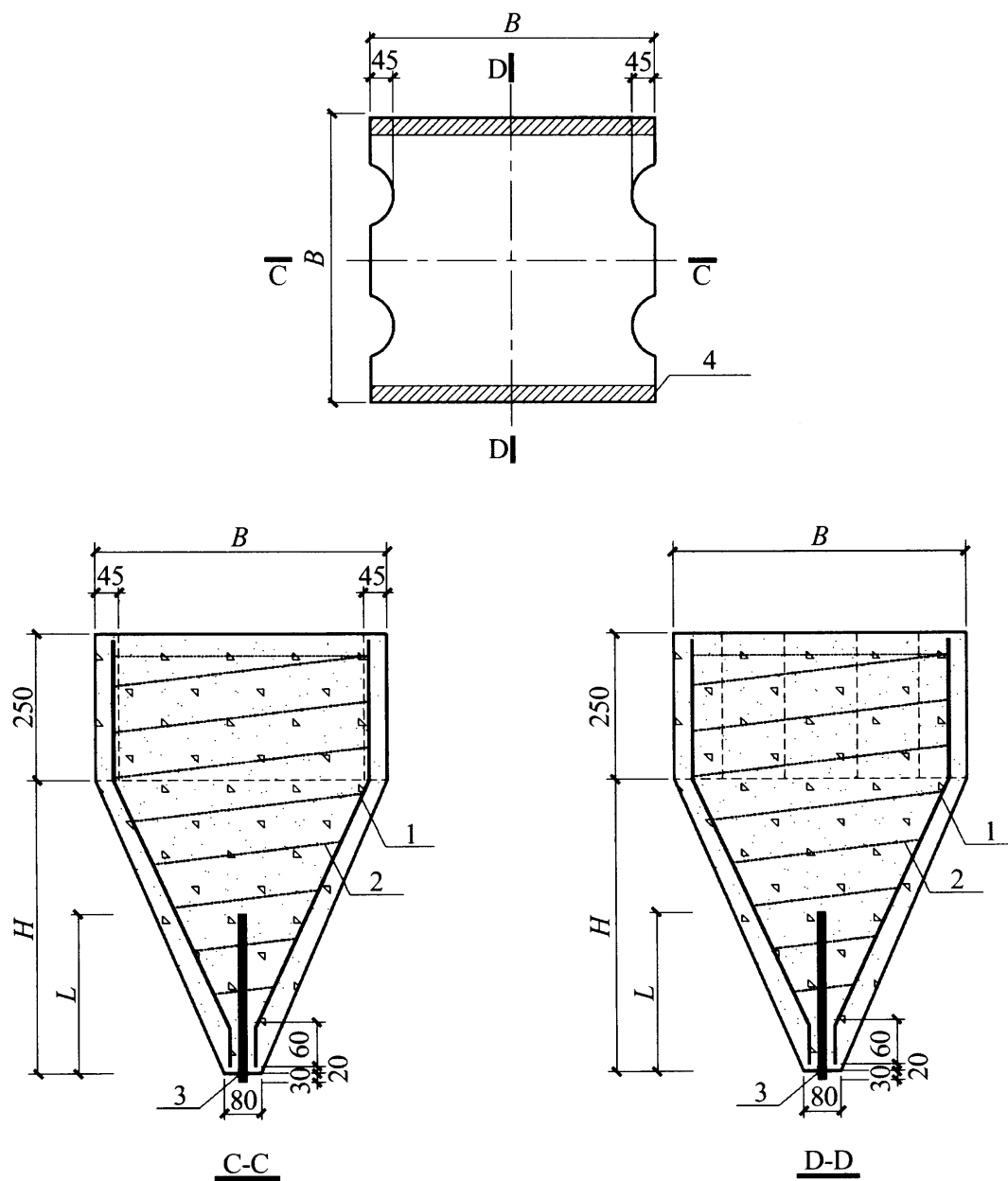
附录 F 桩尖详图

F.0.1 锥型混凝土桩尖构造(图 F.0.1)应符合下列规定:

- 1 桩尖混凝土强度等级为 C30;
- 2 螺旋箍筋与锚固筋采用绑扎或点焊;
- 3 锚固筋均匀分布。



(a) a型-锥型混凝土桩尖



(b) b型-锥型混凝土桩尖

图 F.0.1 锥型混凝土桩尖平面

1—锚固筋;2—螺旋箍筋;3—对中筋;4—预埋角钢

F.0.2 锥型混凝土桩尖参数可按表 F.0.2 采用。

表 F.0.2 锥型混凝土桩尖参数表 (mm)

截面边长 B	H	L
400	400	190
450	450	210
500	500	230
600	600	280
700	700	360
800	800	450
900	900	550
1000	1000	650
1100	1100	750
1200	1200	850
1300	1300	950

F.0.3 桩尖材料可按表 F.0.3 采用。

表 F.0.3 桩尖材料表 (mm)

名称	规格	数 量			材料
		$B=400\sim 600$	$B=700\sim 1000$	$B=1100\sim 1300$	
锚固筋	$\Phi 12$	8 根	12 根	16 根	HRB400
螺旋箍筋	$\phi 6.5$	@ 100			HRB300
对中筋	$\Phi 25$	1 根			HRB400

附录 G 外观质量和尺寸允许偏差检查

表 G 外观质量和尺寸允许偏差的检查

检查项目	检查工具和检查方法	测量工具 分度值 (mm)
混凝土 保护层厚度	用深度游标卡尺或钢直尺在连锁桩中部同一断面的 三处不同部位测量,精确至 0.1mm	0.05
长度	用钢卷尺测量,精确至 1mm	1
边长	用卡尺或钢直尺在同一断面测定相互垂直的两长度, 取其平均值,精确至 1mm	1
内径	用钢直尺在同一断面相互垂直的方向测定两处内径, 取其平均值,精确至 1mm	0.5
桩端部倾斜	将直角靠尺的一边紧靠桩身,另一边与端板紧靠,测 其最大间隙处精确至 1mm	0.5
桩身弯曲度	将拉线紧靠桩的两端部,用钢直尺测量其弯曲处的最 大距离,精确至 1mm	0.5
漏浆长度	用钢卷尺测量,精确至 1mm	1
漏浆深度	用深度游标卡尺测量,精确至 0.1mm	0.02
裂缝宽度	用 20 倍读数放大镜测量,精确至 0.01mm	0.01
端板端面 平面度	用钢直尺立起横放在端板面上缓慢旋转,用塞尺测量 最大间隙,精确至 0.1mm	0.02

附录 H 连锁桩与冠梁连接详图

H.0.1 不截桩桩顶与冠梁连接构造(图 H.0.1)应符合下列规定,连接钢筋可按表 H.0.1 确定:

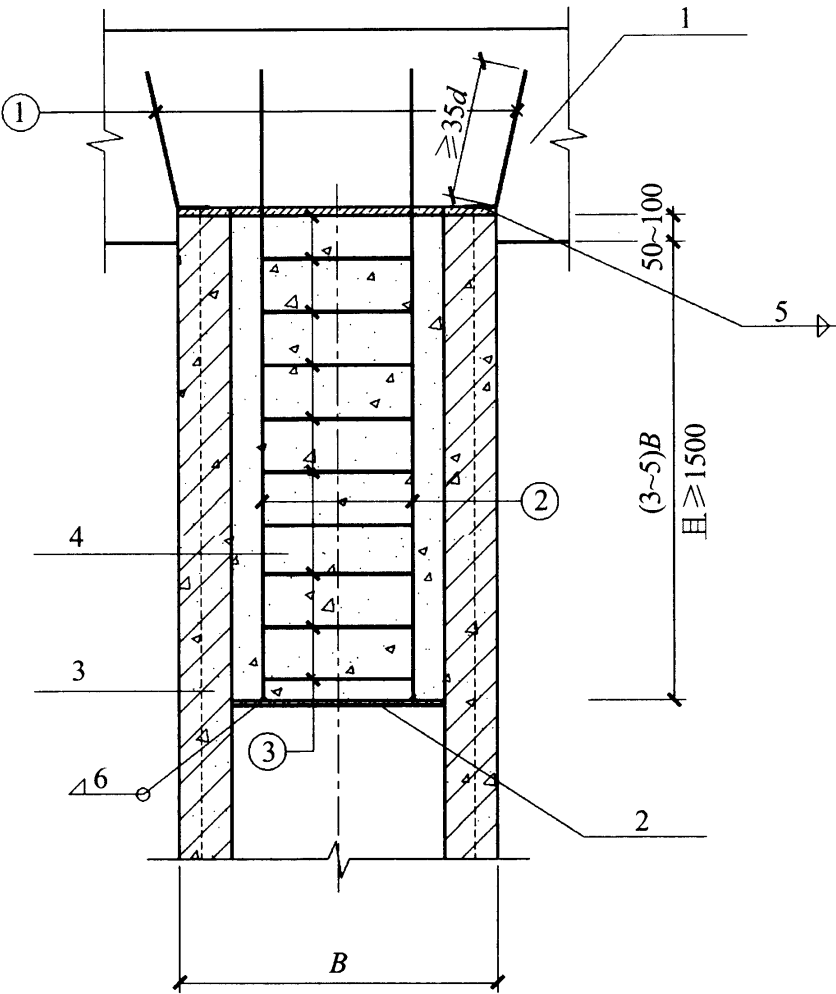


图 H.0.1 不截桩桩顶与冠梁连接详图

1—冠梁;2—托板(4mm~5mm厚圆钢板);3—连锁桩;
4—填芯混凝土

1 桩填芯混凝土强度等级同压顶梁,可与压顶梁一起浇灌;

2 浇筑填芯混凝土前,应先将桩内壁净浆层清除干净,可根据设计要求,采用内壁涂混凝土界面剂或采用补偿收缩混凝土等措施,以提高填芯混凝土与连锁桩桩身混凝土的整体性;

3 ①号筋应与端板焊牢,双面焊,焊缝长度应大于或等于①号钢筋直径 d 的 6 倍;其焊点位置应避开钢筋弯曲半径 $10d$ 以上,②号筋应与端板可靠焊接,保证浇灌混凝土时托板不下沉;

4 桩顶埋入压顶梁内深度及①号钢筋锚固长度按现行国家标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 取值,托板尺寸宜略小于连锁桩内径;

5 ①号筋与②号筋应沿连锁桩内圆均匀布置;

6 根据工程设计要求,连锁桩桩顶填芯混凝土的高度可取 $3B \sim 5B$,且不小于 1500mm。

表 H.0.1 连接钢筋配筋表

连锁桩类型	边长 B (mm)	配 筋		
		①	②	③
CPP CHPP	400	4 Φ 14	4 Φ 14	$\Phi 8@150$
	450	4 Φ 14	4 Φ 14	$\Phi 8@150$
	500	6 Φ 14	4 Φ 14	$\Phi 8@150$
	600	6 Φ 14	4 Φ 14	$\Phi 8@150$
	700	6 Φ 16	6 Φ 16	$\Phi 8@150$
	800	6 Φ 16	6 Φ 16	$\Phi 8@150$
	900	8 Φ 16	8 Φ 16	$\Phi 8@150$
	1000	8 Φ 16	8 Φ 16	$\Phi 8@150$
	1100	10 Φ 18	10 Φ 16	$\Phi 8@150$
	1200	12 Φ 18	10 Φ 18	$\Phi 8@150$
	1300	12 Φ 18	10 Φ 18	$\Phi 8@150$

H.0.2 截桩桩顶与冠梁连接构造(图 H.0.2)应符合下列规定,连接钢筋可按表 H.0.2 确定:

1 桩顶内应设置托板及放入钢筋骨架,浇筑设计标高以下的填芯混凝土,其强度等级比压顶梁高一级;

2 浇筑填芯混凝土前,应先将桩内壁净浆层清除干净,可根据设计要求,采用内壁涂混凝土界面剂或采用补偿收缩混凝土等措施,以提高填芯混凝土与连锁桩桩身混凝土的整体性。

3 桩顶埋入压顶梁内深度及①号钢筋锚固长度按现行国家标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 有关规定取值,托板尺寸宜略小于连锁桩内径;

4 ②号筋应与①号筋焊牢;

5 ①号筋与②号筋应沿连锁桩内圆均匀布置;

6 根据工程设计要求,连锁桩桩顶填芯混凝土的高度可取 $3B \sim 5B$,且不小于 1500mm。

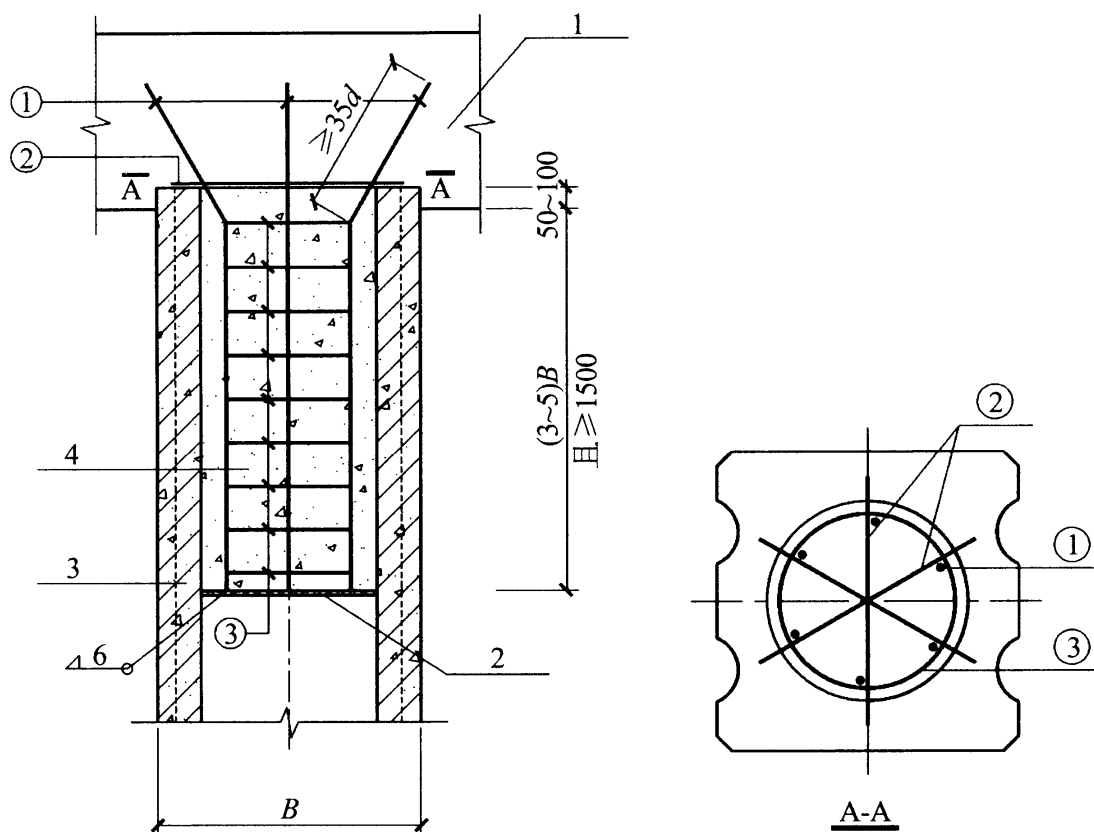


图 H.0.2 截桩桩顶与冠梁连接详图

1—冠梁;2—托板(4~5mm厚圆钢板);3—连锁桩;4—填芯混凝土

表 H.0.2 连接钢筋配筋表

连锁桩类型	边长 B (mm)	配 筋		
		①	②	③
CPP CHPP	400	4 Φ 16	2 Φ 10	Φ 8@150
	450	4 Φ 16	2 Φ 10	Φ 8@150
	500	6 Φ 16	3 Φ 10	Φ 8@150
	600	6 Φ 16	3 Φ 10	Φ 8@150
	700	8 Φ 18	4 Φ 12	Φ 8@150
	800	8 Φ 18	4 Φ 12	Φ 8@150
	900	10 Φ 18	5 Φ 12	Φ 8@150
	1000	10 Φ 18	5 Φ 12	Φ 8@150
	1100	12 Φ 20	6 Φ 14	Φ 8@150
	1200	14 Φ 20	7 Φ 14	Φ 8@150
	1300	14 Φ 20	7 Φ 14	Φ 8@150

附录 J 连锁桩接桩详图

J.0.1 连锁桩接桩(图 J.0.1)应符合下列规定:

- 1 接桩时除端板与端板坡口焊接外,还需使用扁钢绑焊对接口进行加强;
- 2 焊缝应饱满连续,不得有任何裂缝或缺焊等;
- 3 焊接接桩质量均不应低于现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定的三级焊缝的要求。

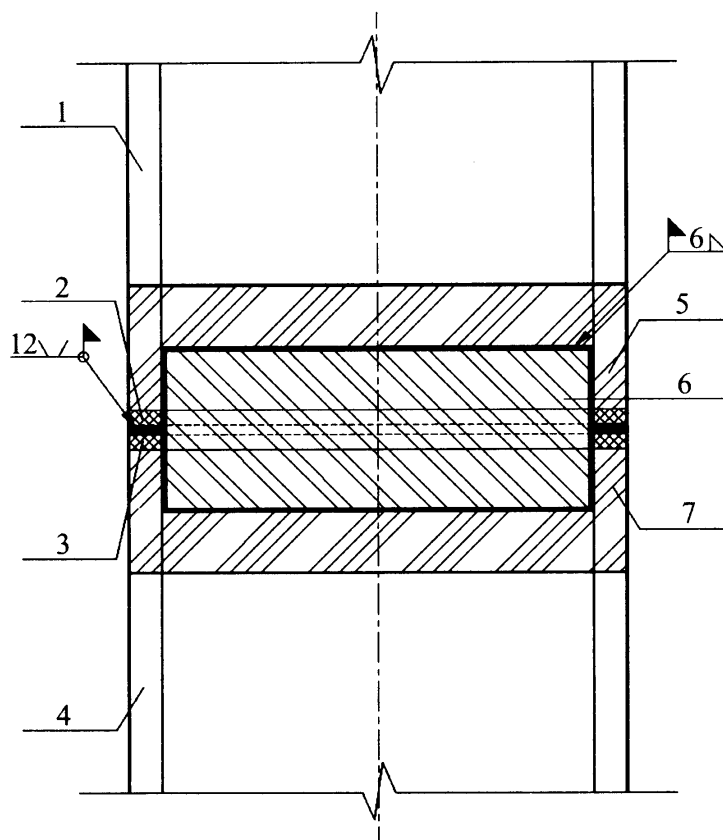


图 J.0.1 混凝土连锁支护桩接桩详图

1—上节桩;2—上节桩端板;3—下节桩端板;4—下节桩;
5—上节桩预埋扁钢;6—绑焊扁钢;7—下节桩预埋扁钢

附录 K 连锁墙施工顺序平面示意图

K.0.1 连锁墙按从中间向两侧打设的顺序施工(图 K.0.1),先打设 I 号桩,再打设 II 号桩,再打设 III 号桩,并逐渐向外打设。

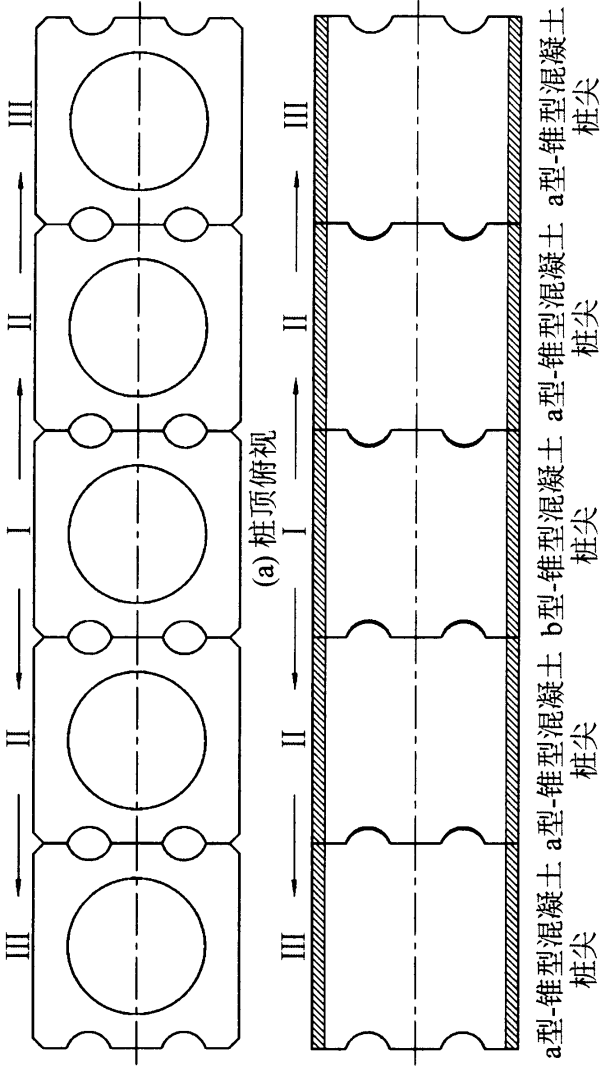


图 K.0.1 连锁墙施工顺序平面示意图

附录 L 抗弯试验方法

L.0.1 连锁桩的抗弯试验(图 L.0.1)应采用简支梁对称加载装置,荷载 P 的方向应垂直于非凹槽面,连锁桩的轴线应与地面平行。

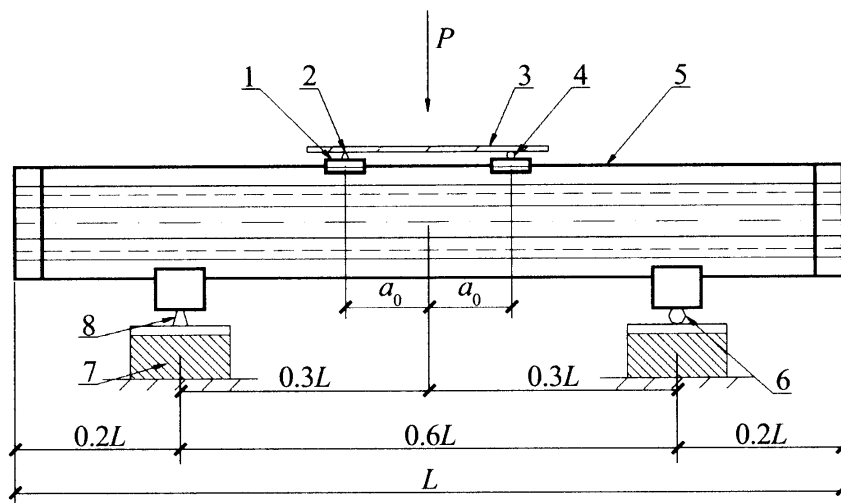


图 L.0.1 连锁桩的抗弯试验示意图

1—垫板;2—分配梁固定铰支座;3—分配梁;4—分配梁滚动铰支座;
5—连锁桩;6—滚动铰支座;7—支墩;8—固定铰支座

L.0.2 抗弯试验用的连锁桩,单节桩长不得超过本规范附录 A 中相应边长规定的长度上限值,也不得小于表 L.0.2 中规定的抗弯试验用连锁桩的最短单节桩长。

表 L.0.2 抗弯试验用连锁桩的最短单节桩长

边长 B (mm)	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
最短单节桩长 (m)	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

L.0.3 2 节连锁桩焊接接头的抗弯试验方法与第 L.0.1 条相同,且 2 节连锁桩焊接后长度不得超过本规范附录 A 中相应边长规

定的长度上限值,也不得小于表 L. 0. 2 中规定的抗弯试验用连锁桩的最短单节桩长,接头应位于最大弯矩处。

L. 0. 4 抗弯试验应按下列步骤进行:

1 按开裂弯矩的 20% 的级差由零加载至开裂弯矩的 80%, 每级荷载的持续时间为 3min, 然后按开裂弯矩的 10% 的级差继续加载至开裂弯矩的 100%。每级荷载的持续时间为 3min, 观察是否有裂缝出现, 测定并记录裂缝宽度。

2 如果在开裂弯矩的 100% 时未出现裂缝, 则按开裂弯矩的 5% 的级差继续加载至裂缝出现。每级荷载的持续时间为 3min, 测定并记录裂缝宽度。

3 按极限弯矩的 5% 的级差继续加载至本规范第 5. 5. 1 条第 3 款所列极限状态的检验标志之一为止。每级荷载的持续时间为 3min, 测定并记录各项读数。

L. 0. 5 实测抗弯弯矩按式(L. 0. 5-1)~式(L. 0. 5-3)计算:

1 垂直向下加载:

$$M' = \frac{P}{4} \left(\frac{3}{5}L - 2a_0 \right) + \frac{1}{40}WL \quad (\text{L. 0. 5-1})$$

2 垂直向上加载:

$$M' = \frac{P}{4} \left(\frac{3}{5}L - 2a_0 \right) - \frac{1}{40}WL \quad (\text{L. 0. 5-2})$$

3 水平加载:

$$M' = \frac{P}{4} \left(\frac{3}{5}L - 2a_0 \right) \quad (\text{L. 0. 5-3})$$

式中: M' ——实测抗弯弯矩(kN·m);

W ——连锁桩重量(kN);

L ——连锁桩长度(m);

P ——荷载(垂直加载时,应考虑加载设备重量)(kN);

a_0 ——1/2 的加载跨距(m), 边长小于 1300mm 且单节桩不大于 16m 时, a_0 等于 0. 5m; 边长大于 600mm 且单节桩长大于 16m 时, a_0 等于连锁桩边长 B 。

L.0.6 开裂荷载的确定应符合下列规定：

- 1 当在加载过程中第一次出现裂缝时,应取前一级荷载值作为开裂荷载实测值；
- 2 当在规定的荷载持续时间内第一次出现裂缝时,应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为开裂荷载实测值；
- 3 当在规定的荷载持续时间结束后第一次出现裂缝时,应取本级荷载值作为开裂荷载实测值。

L.0.7 极限荷载的确定应符合下列规定：

- 1 当在规定的荷载持续时间结束后出现本规范第 5.5.1 条第 3 款所列的情况之一时,应取此时的荷载值作为极限荷载实测值；
- 2 当在加载过程中出现本规范第 5.5.1 条第 3 款所列的情况之一时,应取前一级荷载值作为极限荷载实测值；
- 3 当在规定的荷载持续时间内出现本规范第 5.5.1 条第 3 款所列的情况之一时,应取本级荷载值和前一级荷载平均值作为极限荷载实测值。

附录 M 抗剪试验方法

M.0.1 连锁桩的抗剪试验(图 M.0.1)应采用对称加载装置, P_c 的方向应垂直于非凹槽面, 连锁桩的轴线应与地面平行。剪跨 a_1 取 $1.0B$, 试件悬出长度 L_1 取 $(1.25 \sim 2.0)B$ 。

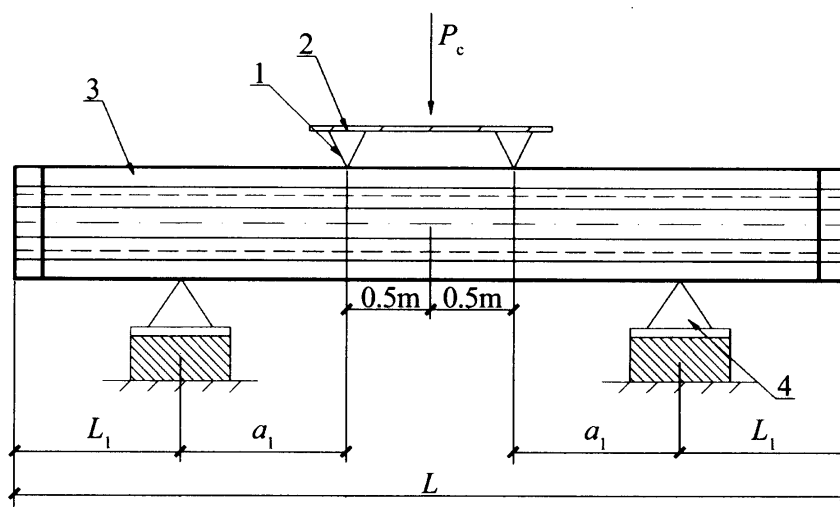


图 M.0.1 连锁桩的抗剪试验示意图

1—分配梁支点;2—分配梁;3—连锁桩;4—支墩;

L —连锁桩长度; L_1 —连锁桩悬出长度; a_1 —剪跨

M.0.2 抗剪试验应按下列步骤进行:

1 按抗裂剪力的 20% 的级差由零加载至抗裂剪力的 80%, 每级荷载的持续时间为 3min, 然后按抗裂剪力的 10% 的级差继续加载至抗裂剪力的 100%。每级荷载的持续时间为 3min, 观察是否有裂缝出现, 测定并记录裂缝宽度;

2 当在抗裂剪力的 100% 时未出现裂缝, 则按抗裂剪力的 5% 的级差继续加载至裂缝出现。每级荷载的持续时间为 3min, 测定并记录裂缝宽度。

M.0.3 实测抗裂剪力按下式计算:

$$Q' = \frac{P_c}{2} \quad (\text{M. 0. 3})$$

式中： Q' ——实测抗裂剪力(kN)；

P_c ——剪跨内产生斜拉裂缝时的荷载(kN)。

M. 0. 4 抗裂荷载的确定应符合下列规定：

- 1 当在加载过程中第一次出现裂缝时，应取前一级荷载值作为抗裂荷载实测值；
- 2 当在规定的荷载持续时间内第一次出现裂缝时，应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为抗裂荷载实测值；
- 3 当在规定的荷载持续时间结束后第一次出现裂缝时，应取本级荷载值作为抗裂荷载实测值。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004
- 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 《混凝土耐久性设计规范》GB/T 50746
- 《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81
- 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 《预应力混凝土空心方桩》JG 197

中国工程建设协会标准

连锁混凝土预制桩墙支护
技术规范

CECS 436 : 2016

条文说明

目 次

1	总 则	(77)
3	基本规定	(79)
4	连锁桩墙设计	(81)
4.1	一般规定	(81)
4.2	连锁桩制作	(81)
4.3	连锁桩墙的设计与构造	(82)
5	连锁墙施工与检测	(84)
5.1	一般规定	(84)
5.2	堆放与运输	(84)
5.3	沉桩	(85)
5.4	注浆连锁	(86)
5.5	检测	(87)

1 总 则

1.0.1、1.0.2 所谓技术先进,就是要求连锁混凝土预制桩墙支护工程的设计和施工要采用先进的技术、先进的设计方法与施工工艺;经济合理,就是指在保障支护工程安全可靠和适用的条件下,做到造价低廉、省工省时,综合经济效益好;保护环境,就是要求支护工程的设计和施工要注意环境保护,包括工程建设期间的环境、水资源环境等;支护工程的安全性不仅要保障支护边坡的稳定,不影响支护工程及相应结构的施工,同时要保证支护周围建筑物、道路及地下设施的安全。

连锁混凝土预制桩具有抗弯刚度大、质量稳定可靠的特点,只要施工时保证桩的垂直度,就能保证止水效果,达到支护和止水一体,省去了止水帷幕,与传统的灌注桩支护结构相比,能明显降低造价,缩短工期。随着绿色建筑理念的提出,建筑工业化的不断推进和对工期、造价指标要求的提高,预制构件在支护结构中的应用越来越多。国外,特别是日本,很早就将预制桩用于基坑支护和永久性支护。国内在云南、浙江、江苏也有一些基坑支护采用了连锁混凝土预制桩墙施工,墙面光滑平直,止水效果较好。此外连锁混凝土预制桩墙支护技术的采用,还可减少泥浆等工业污染,且施工噪声小,环保又经济,社会效益突出。预制桩特别是连锁混凝土预制桩作为支护桩发展趋势良好,会有很好的应用前景。

连锁混凝土预制桩墙支护结构是一项创新的支护结构,连锁混凝土预制桩的生产、试验、检测及连锁混凝土预制桩墙的设计、施工及检测目前均无国家标准来规范,因此制定本规范能使该项新技术顺利推广。

1.0.3 本条主要明确了连锁混凝土预制桩墙支护工程应考虑

主要因素及对设计、施工与监控提出总的要求。强调设计与施工应充分了解和掌握与支护工程有关的资料数据与要求,考虑因地、因时,做到精心勘察、合理设计、精心施工、严格监控。

1.0.4 支护工程涉及岩土与结构的多门学科及技术,对结构工程领域的混凝土结构、钢结构等;对岩土工程领域的桩、地基处理方法、岩土锚固、地下水渗流等;对湿陷性黄土、多年冻土、膨胀土、盐渍土、岩石支护等和按抗震要求设计时,需要同时采用相关规范。因此,在应用本规范时,尚应根据具体的问题,遵守其他相关规范的要求。

3 基本规定

3.0.1 连锁墙本身作为基坑支护结构或边坡支挡结构的一种,其设计应符合相关的国家标准及行业标准。本规范仅规定了连锁桩的生产、试验、检测及连锁墙的设计、施工及检测等方面的内容,而关于支护结构的其他设计内容,及其附属结构(如锚杆、水平支撑等)的验算,以及勘察要求与环境调查、地下水控制、支护结构监测要求等本规范未涉及的内容均参考现行相关国家标准及行业标准的规定。

3.0.2 本条没有规定适用的条件和土层,主要是因为目前预制桩沉桩的方法很多,且在不断发展,只要这些方法能使连锁桩沉到设计的位置即可。

3.0.3 连锁桩作为一种支护结构构件应满足承载能力及正常使用要求。

当连锁桩沉桩施工存在挤土效应,且对桩周环境有一定影响,设计该支挡结构时,除应满足其预定功能(如作为基坑支护时,保证基坑顺利开挖,主体结构顺利施工)外,尚需满足支护周边环境保护要求,不得影响周边建(构)筑物、地下管线、道路的安全和正常使用,也不得影响支护内已施工的桩基础等。

3.0.4 当场地环境、地质条件对桩身有侵蚀性时,可参考现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 对桩身混凝土、桩身构造采取措施提高耐久性,同时也可在桩表面涂刷防腐蚀涂料。另外,应尽量减少接桩数量,且接头宜位于非污染土层。

3.0.5 本条极限状态设计方法的表达依据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 而定。由材料控制的结构构件的破坏类型采用极限状态设计法,按公式(3.0.5)给出的表达式进

行计算和验算,荷载效应采用作用基本组合的设计值,抗力采用结构构件的承载力设计值并考虑结构构件的重要性系数。

对于基本组合的综合分项系数,对临时性支护结构,参考现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120,取值不小于 1.25;对永久性支护结构,参考现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009,按永久荷载分项系数取值 1.35。

3.0.6 连锁桩在施工前,宜根据地质条件在有代表性的位置进行试沉桩,并经工艺试验成功后方可实施,试沉桩不宜少于 3 根。

3.0.7 支护结构中使用的连锁桩,除应按产品标准进行生产质量控制和出厂检验外,还应进行施工前、施工过程中和施工后的质量检查检测。本条列出了连锁桩运到工地后、在施工之前应进行的检查和检测内容。

4 连锁桩墙设计

4.1 一般规定

4.1.2 为满足不同工程条件对桩身性能的要求,目前连锁桩按边长不同分为 11 种规格,相同规格的连锁桩按配筋不同又分为 I 型、II 型、III 型;另外,根据保护层厚度的不同,分为薄壁连锁桩和厚壁连锁桩。

设计人员应结合工程地质情况、荷载大小、施工条件、周边环境、沉桩设备等因素,经综合分析后选用相应的连锁桩。如必要时,可根据具体情况加大桩身配筋。

4.1.3 连锁桩混凝土强度等级为 C60, II 型桩,边长 500mm,内径 310mm,自上而下二节桩长度分别为 15m、8m,桩尖类型为 a,可标记为:CPP—II 500(310)—15、8a。

4.1.4 当基坑开挖深度较大采用悬臂式支挡结构不能满足受力及变形要求时,连锁墙可结合锚杆、内支撑等水平支撑构件形成锚拉式连锁墙支挡结构或支撑式连锁墙支挡结构。

4.1.5 连锁桩除采用连排施工,邻桩凹槽对接的特殊连锁方式外,也可根据工程实际情况将水泥土桩与连锁桩间隔布置或将连锁桩插入水泥土墙中,形成可以止水、挡土的支挡式结构。

4.2 连锁桩制作

4.2.3 连锁墙可作为临时性的支护结构,也可作为永久性的支护结构。原则上,用作临时性支护结构时可采用薄壁连锁桩;用作永久性支护结构或保护层厚度受环境类别等因素制约时,可选用厚壁连锁桩。

4.2.6 无需接桩时,连锁桩制作中可采用张拉螺母锚具替代两端

接桩用的端板。存在端板时,连锁桩桩尖可与端板直接焊接;不设置端板时,应在桩端增设预埋件,通过预埋件实现与桩尖的连接。

4.2.7 连锁桩的混凝土桩尖应按附录 F 的规定制作,需采用钢桩尖时,钢桩尖的形状、尺寸宜参照混凝土桩尖进行设计。桩尖预埋 L 型角钢边长宜根据连锁桩边长合理确定,且不得小于连锁桩边长的 1/10。

4.3 连锁桩墙的设计与构造

4.3.1~4.3.7 本规范连锁桩抗弯承载力计算主要参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010。由于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 主要应用对象是工程实际中大量出现的普通钢筋混凝土结构构件,而连锁桩为采用离心工艺生产的异形截面预应力构件,故后者的抗弯承载能力计算理论仍有待进一步研究。基于大量试验结果并参考相关国家标准,本规范在连锁桩开裂弯矩计算中引入了考虑工艺影响和混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响综合系数,使理论计算值与试验值更为匹配。

需要指出的是,由于目前采用的连锁桩抗弯承载力计算理论与开裂弯矩计算理论并不匹配(主要因后者考虑了离心工艺的影响),实际计算后发现少数连锁桩的抗弯承载力设计值小于其开裂弯矩值。考虑到实际试验中连锁桩均为延性破坏,对于以上情况本规范将抗弯承载力设计值提高到其开裂弯矩值,具体见本规范附录 A。

本规范主要考虑连锁桩承受水平荷载的受力情况,当承受竖向荷载时,设计人员应结合工程有关影响因素进行计算分析,并加强必要的构造措施。

4.3.9 连锁墙支护中,连锁桩预埋钢板的设置及与腰梁的连接做法可参考图 1。采用锚杆时,连锁桩预留孔的设置可参考图 2。

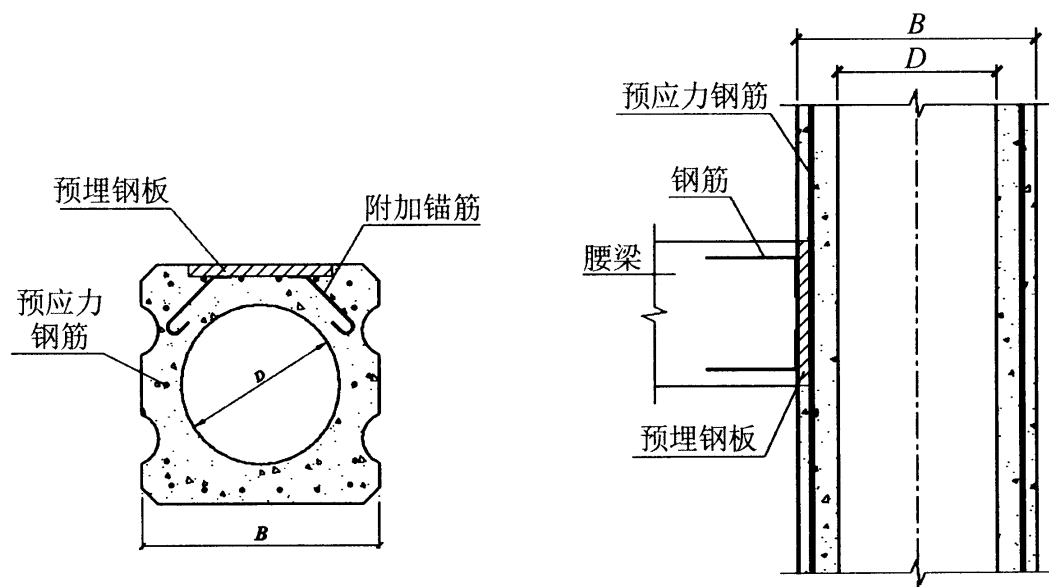


图 1 连锁桩预埋钢板设置及与腰梁的连接示意图

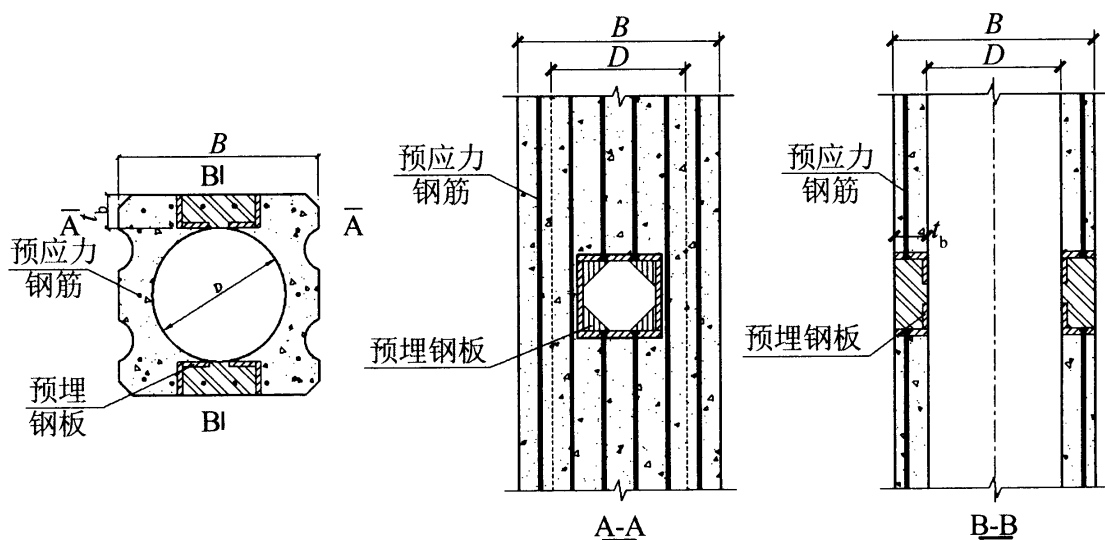


图 2 连锁桩预留孔示意图

t_b —连锁桩外侧至桩内圆最小距离

4.3.12 为保证连锁桩成墙质量,连锁桩底部一般都设有特制桩尖,在安全适用、经济合理的原则下,可将桩尖长度的 $1/2$ 作为连锁桩长度的一部分。

4.3.13 由于连锁桩连锁机理的限制,转角处的连锁桩往往无法形成有效的连锁,故应根据工程实际情况在转角处采用搅拌桩或高压旋喷桩等方式,保证转角处连锁桩的可靠衔接。

5 连锁墙施工与检测

5.1 一般规定

5.1.1 连锁墙支护施工前应评价施工振动和挤土效应对周边环境的影响,并根据实际情况采取引孔、取土等措施减小施工影响。

5.1.3 本规范主要就连锁墙静力压桩工艺做了规定。在保证施工质量的前提下,鼓励采用新方法、新工艺进行连锁墙施工,如将连锁桩插入等厚度水泥土地下连续墙(TRD)工法及新型水泥土搅拌桩墙(SMW)工法等水泥土桩(墙)中,并符合国家现行有关标准的规定。

5.1.4 当采用静力压桩机时,一般采用液压式动力装置,根据工程需要可选用顶压式压桩机或抱压式压桩机。

5.1.6 接桩时,可采用端板焊接和机械连接两种方法。接头位置宜避开桩身内力较大截面(如支撑位置或开挖面附近)。对于机械连接,因接头形式及其性能尚无统一标准,宜通过试验确认其受力性能。

5.1.8 连锁墙支护结构可能会出现局部渗漏的情况,当渗漏水量较小,不影响支护结构的安全及支护结构内的施工时,快速排除墙根积水即可;当渗漏水量较大,影响工程安全或支护结构内的施工时,应在墙外采用注浆、高压旋喷桩等措施进行处理,处理过程应确保支护结构的安全并不得损伤已施工的支护结构。

5.2 堆放与运输

5.2.1 若堆场地基经过加固处理,连锁桩也可采用着地平放。连锁桩的堆放层数宜根据连锁桩自身性能和实际堆放场地的地基承载力等确定,并确保堆放过程不影响连锁桩桩身的外观质量和

力学性能。

5.2.2 连锁桩采用非对称配筋,其非正截面(凹槽面)抗弯性能远低于正截面抗弯性能,故在堆放和吊运过程中严禁将凹槽面作为受压、受拉面。

5.3 沉 桩

5.3.1 连锁墙静压法成墙施工工艺流程见图 3。

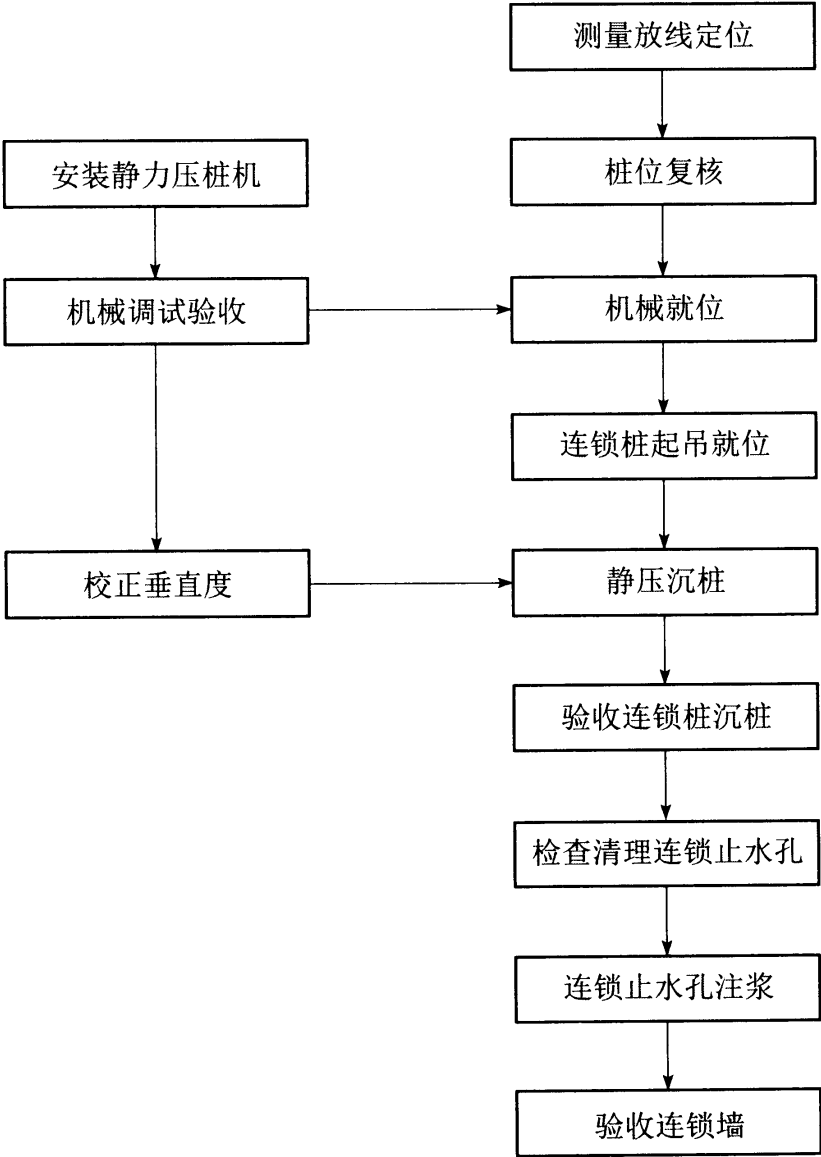


图 3 连锁墙施工工艺流程图

连锁桩静压施工中,首先采用 b 型桩尖(见附录图 F. 0. 1)在施工段中部压入第一个桩作为基准,然后采用 a 型桩尖(见附录图 F. 0. 1)在第一根桩两侧对称施工,由此保证连锁墙垂直度,防止单侧连续压桩挤土效应过大而导致桩位偏移。此外,应采用铁件焊接之前已施工的连锁桩桩顶端板面,防止因压桩时挤土或摩擦挤压造成已施工连锁桩的桩位或标高变动。

5.3.4~5.3.6 连锁桩在沉桩过程中不得任意调整和校正桩身垂直度,以避免桩身产生较大的次生弯矩。桩身穿越硬土层或进入持力层的过程中,除机械故障外,不得随意停止施工。

5.4 注 浆 连 锁

5.4.1~5.4.3 连锁桩连锁止水孔注浆的工艺流程参见图 4。

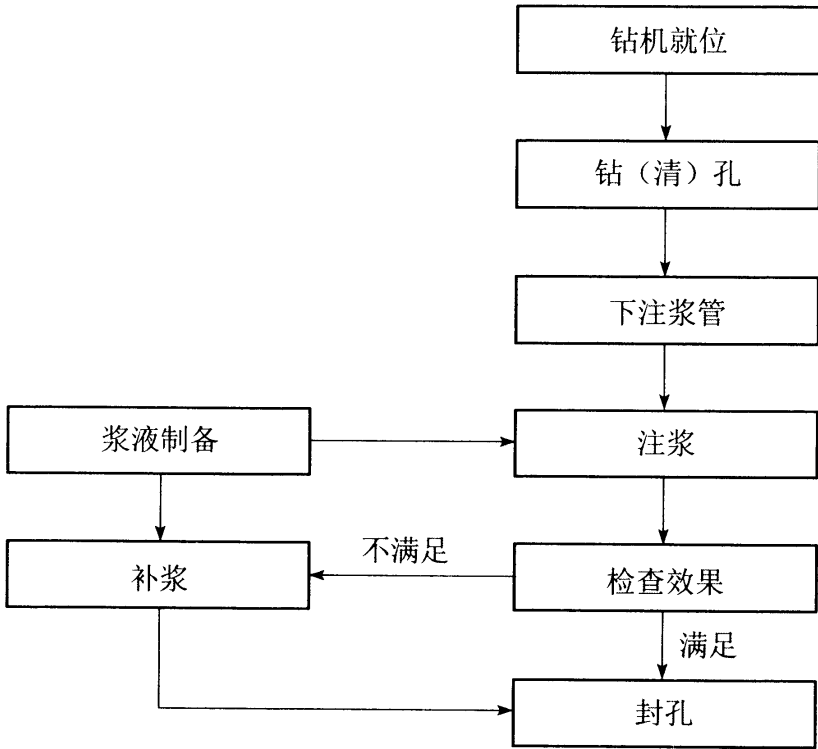


图 4 注浆连锁工艺流程图

连锁止水孔宜采用水泥砂浆进行注浆施工,也可根据支护工程的具体情况确定注浆措施和填充料。对于渗透系数大且地下水

丰富的土层,宜在浆液中掺入早强剂,且宜进行二次注浆。

5.5 检 测

5.5.11 连锁桩沉桩完成后,连锁止水孔注浆之前应进行成桩质量检测:

- 1 应对沉桩后的连锁桩桩位进行测量,可采用经纬仪进行检测;
- 2 桩顶标高的检测可用水准仪检测;
- 3 连锁止水孔注浆施工前应对连锁桩沉桩垂直度进行逐根检查;
- 4 连锁桩桩身完整性检测可采用低应变法或孔内摄像法,并符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的规定。

S/N:1580242·950



统一书号:1580242·950

定价:37.00 元