

JTS

中华人民共和国行业标准

JTS 167—8—2013

水运工程先张法预应力 高强混凝土管桩设计与施工规程

Code for Design and Construction for Pretensioned Spun
High-strength Concrete Pile of Port and Waterway Engineering

2013-08-21 发布

2014-01-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布



中华人民共和国行业标准

水运工程先张法预应力 高强混凝土管桩设计与施工规程

JTS 167—8—2013

主编单位：中交第三航务工程局有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：2014 年 1 月 1 日

人民交通出版社

2013 · 北京

中华人民共和国行业标准

书 名: 水运工程先张法预应力高强混凝土管桩设计与施工规程

著 作 者: 中交第三航务工程局有限公司

责任编辑: 袁永华

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.chinasybook.com>

销售电话: (010)64981400, 59757915

总 经 销: 北京交实文化发展有限公司

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880 × 1230 1/16

印 张: 3.5

字 数: 73 千

版 次: 2014 年 1 月 第 1 版

印 次: 2014 年 1 月 第 1 次印刷

统一书号: 15114 · 1847

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交通运输部关于发布《水运工程先张法 预应力高强混凝土管桩设计与施工规程》 (JTS 167—8—2013)的公告

2013 年第 52 号

现发布《水运工程先张法预应力高强混凝土管桩设计与施工规程》(以下简称《规程》)。本《标程》为强制性行业标准,编号为 JTS 167—8—2013,自 2014 年 1 月 1 日起施行。

本《规程》由交通运输部组织中交第三航务工程局有限公司等单位编制完成,由交通运输部水运局负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2013 年 8 月 21 日

制定说明

本规程是在对国内外 PHC 管桩设计与施工技术系统调研、专题研究的基础上,总结了近年来水运工程 PHC 管桩开发、生产与应用的成果与经验,经广泛征求意见,并结合我国水运工程特点和发展需要编制而成。本规程主要包括 PHC 管桩的设计、制作、储运、沉桩等技术内容。

本规程的主编单位为中交第三航务工程局有限公司,参编单位为中交上海三航科学研究院有限公司和中交第三航务勘察设计院有限公司。

随着水运工程建设的快速发展,先张法预应力高强混凝土管桩的应用日益普及,规格品种不断丰富,制桩技术不断提高。为了使 PHC 管桩的设计、制作和施工质量得到更好的控制,并为进一步应用于深海海域及更大吨位的码头提供技术保障,交通运输部水运局组织制定本规程。

本规程共分 6 章和 4 个附录,并附条文说明。本规程编写人员分工如下:

- 1 总则:徐坚波 曹根祥 程泽坤
 - 2 术语:时蓓玲 曹根祥 郑荣平
 - 3 设计:吴 锋 时蓓玲 程泽坤 沈 斌 潘根强
 - 4 制作:徐坚波 周菊芳 陈志良 金建昌 王成启 周郁兵
 - 5 储运:吴 锋 丁捍东 周菊芳 陈志良 沈火群
 - 6 沉桩:曹金宝 徐坚波 郑荣平 沈火群
- 附录 A:时蓓玲 吴 锋 程泽坤
附录 B:吴 锋 时蓓玲 程泽坤
附录 C:曹金宝 郑荣平 沈火群

本规程于 2013 年 3 月 22 日通过部审,2013 年 8 月 21 日发布,自 2014 年 1 月 1 日起实施。

本规程由交通运输部水运局负责管理和解释。请各有关单位在使用过程中将发现的问题和意见及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街 11 号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本规程管理组(地址:上海市徐汇区平江路 139 号,中交第三航务工程局有限公司,邮政编码:200032),以便修订时参考。

目次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	设计	(3)
3.1	一般规定	(3)
3.2	计算	(4)
3.3	构造	(6)
4	制作	(8)
4.1	原材料和混凝土	(8)
4.2	钢模	(9)
4.3	成型	(10)
4.4	养护	(11)
4.5	拼接	(11)
4.6	质量控制	(12)
5	储运	(14)
5.1	场内吊运	(14)
5.2	场内堆存	(15)
5.3	装运	(15)
6	沉桩	(17)
6.1	沉桩工艺	(17)
6.2	质量控制	(18)
附录 A	常用 PHC 管桩型号、规格和力学性能	(20)
附录 B	常用 PHC 管桩轴力与抗弯能力	(21)
附录 C	常用锤型参考表	(35)
附录 D	本规程用词用语说明	(36)
附加说明	本规程主编单位、参编单位、主要起草人、总校人员和管理组 人员名单	(37)
附 条文说明	(39)

1 总 则

- 1.0.1 为保证水运工程先张法预应力高强混凝土管桩的设计与施工质量,制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于水运工程先张法预应力高强混凝土管桩的设计与施工。
- 1.0.3 先张法预应力高强混凝土管桩的设计与施工除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。



2 术 语

2.0.1 先张法预应力高强混凝土管桩 Pretensioned Spun High-strength Concrete Pile

采用先张法预应力、经离心工艺成型的混凝土强度等级不低于 C80 的管桩,简称 PHC 管桩。

2.0.2 PHC 管节 PHC Pile Section

组成 PHC 管桩的节段。

2.0.3 常压蒸养 Normal Pressure Steam Curing

管桩混凝土在常压蒸汽环境中的养护过程。

2.0.4 高压蒸养 High Pressure Steam Curing

管桩混凝土在高温高压蒸汽环境中的养护过程。

3 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 PHC 管桩设计采用的作用及作用组合应符合国家现行标准《港口工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50158)和《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)的有关规定。

3.1.2 PHC 管桩承载能力极限状态以及正常使用极限状态的设计内容应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)的有关规定。

3.1.3 桩的承载力应分别按桩身结构强度、地基土对桩的支承能力进行计算,并取其小值。

3.1.4 常用 PHC 管桩的型号、规格、截面配筋率和抗弯性能等应按附录 A 采用。

3.1.5 PHC 管桩的最小设计使用年限应为 50 年,并应符合下列规定。

3.1.5.1 PHC 管桩拼接宜采用长管节,接头位置宜在泥面以下桩身弯矩较小处。泥面以上的接头应采取防腐措施。

3.1.5.2 PHC 管桩抗冻、抗氯盐侵蚀等性能应符合国家现行有关标准的规定。

3.1.5.3 海港工程 PHC 管桩设计使用年限为 50 年、75 年、100 年时,应按照表 3.1.5 选择桩型、控制混凝土耐久性指标。当设计使用年限大于 50 年时,应增加桩身包覆玻璃钢等附加防腐措施。

不同设计使用年限 PHC 管桩的推荐桩型与耐久性控制指标 表 3.1.5

项 目	推荐桩型	混凝土耐久性指标
设计使用年限		
50 年	直径 ≥800mm	$Q < 1500C$; $D_e < 3.0 \times 10^{-12} m^2/s$
75 年	直径 ≥1000mm	$Q < 1000C$; $D_e < 2.5 \times 10^{-12} m^2/s$
100 年	直径 ≥1200mm	$Q < 800C$; $D_e < 1.5 \times 10^{-12} m^2/s$

注:①电通量 Q 测试龄期为 56 天,试验方法参照现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》(GB/T 50082)进行;

②氯离子扩散系数 D_e 测试龄期为 84 天,试验方法按照现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》(GB/T 50082)进行;

③表中规定的耐久性指标应按试模成型、随桩同条件养护的留样混凝土试块测试,必要时可试制少配筋 PHC 管节并切割制作混凝土试块进行耐久性指标测试。

3.1.6 PHC 管桩设计应进行吊运、吊立阶段的内力计算。吊运、吊立计算时,应将桩重

力乘以动力系数。动力系数在起吊和水平吊运时宜取 1.3,吊立过程中宜取 1.1。

3.1.7 桩位布置设计中,应对碰桩的可能性进行分析计算。

3.1.8 PHC 管桩的单桩轴向承载力、水平承载力的试验方法,应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)、《港口工程基桩静载荷试验规程》(JTJ 255)和《港口工程桩基动力检测规程》(JTJ 249)的有关规定。

3.2 计 算

3.2.1 设计时应应对 PHC 管桩施工期和使用期进行正截面承载力计算和抗裂验算。

3.2.2 在计算桩使用期的内力时,应考虑施工期产生的而使用期仍然存在的内力。

3.2.3 施工期应按短暂状况对桩的内力进行验算,并应符合下列规定。

3.2.3.1 在进行施工期内力验算时,应根据实际情况考虑下列作用:

- (1) 桩的吊运和锤击沉桩作用;
- (2) 桩的自重力、桩内水体重力和浮托力;
- (3) 施工期可能出现的水流力、波浪力和冰荷载;
- (4) 上部结构安装过程中可能出现的偏心荷载等。

3.2.3.2 对已经沉入地基中的桩,应按悬臂结构进行验算。

3.2.4 进行正截面承载力计算和抗裂验算时,应根据 PHC 管桩实际受力状况按表 3.2.4 的规定进行计算。承受较大扭矩或剪力作用时,尚应对受扭或受剪情况进行验算。

PHC 管桩正截面承载力计算和抗裂验算项目表 表 3.2.4

受力状况	正截面受压	正截面受拉	正截面受弯
作用和作用效应	受压桩轴心压力; 锤击沉桩压应力; 受压桩轴心压力与弯矩组合	受拉桩轴心拉力; 锤击沉桩拉应力; 受拉桩轴心拉力与弯矩组合	吊运或其他阶段产生的弯矩

3.2.5 PHC 管桩正截面承载力计算和抗裂验算方法除应符合现行行业标准《水运工程混凝土结构设计规范》(JTS 151)的有关规定外,尚应符合下列规定。

3.2.5.1 正截面承载力计算和抗裂验算时,应不考虑非预应力钢筋的抗力。

3.2.5.2 当预应力筋采用预应力混凝土用钢棒时,其张拉控制应力宜满足下式:

$$\sigma_{con} = k f_{ptk} \quad (3.2.5-1)$$

式中 σ_{con} ——张拉控制应力值(MPa),考虑各项预应力损失, σ_{con} 可提高 0.05 f_{ptk} ;

k ——张拉控制应力折减系数,一般取 0.7,当预应力筋布置受限制时可适当减小;

f_{ptk} ——钢棒强度标准值(MPa)。

3.2.5.3 当预应力筋采用高强度低松弛钢绞线时,其张拉控制应力应为钢绞线标准强度的 75%。

3.2.5.4 在计算 PHC 管桩截面应力和预应力筋控制应力时,预应力筋的有效拉应力宜根据试验确定。无试验资料时可按下列公式计算:

$$\sigma_{pe} = \sigma_{pt} - \Delta\sigma_{pt} - \Delta\sigma_r \quad (3.2.5-2)$$

$$\sigma_{pt} = \frac{\sigma_{con}}{1 + n' \frac{A_p}{A_c}} \quad (3.2.5-3)$$

$$\Delta\sigma_{p\psi} = \frac{n\psi\sigma_{cpt} + E_p\delta_s}{1 + n \frac{\sigma_{cpt}}{\sigma_{pt}} \left(1 + \frac{\psi}{2}\right)} \quad (3.2.5-4)$$

$$\Delta\sigma_r = r_o (\sigma_{pt} - 2\Delta\sigma_{p\psi}) \quad (3.2.5-5)$$

$$\sigma_{cpt} = \frac{\sigma_{pt} A_p}{A_c} \quad (3.2.5-6)$$

式中 σ_{pe} ——预应力筋的有效拉应力(MPa);
 σ_{pt} ——放张后预应力筋的拉应力(MPa);
 $\Delta\sigma_{p\psi}$ ——混凝土的徐变及混凝土的收缩引起的预应力筋拉应力损失(MPa);
 $\Delta\sigma_r$ ——预应力筋因松弛引起的拉应力损失(MPa);
 σ_{con} ——预应力筋的初始张拉应力(MPa);
 A_p ——预应力筋的横截面积(mm²);
 A_c ——PHC管桩混凝土的横截面积(mm²);
 n' ——预应力筋的弹性模量与放张时混凝土的弹性模量之比;
 σ_{cpt} ——放张后混凝土的预压应力(MPa);
 n ——预应力筋的弹性模量与PHC管桩混凝土的弹性模量之比;
 ψ ——混凝土的徐变系数,取2.0;
 δ_s ——混凝土的收缩率,取 1.5×10^{-4} ;
 E_p ——预应力筋的弹性模量(MPa);
 r_o ——预应力筋的松弛系数,可取2.5%。

3.2.6 截桩情况下进行PHC管桩端部的正截面承载力计算及抗裂验算,应考虑预应力传递长度对实际预应力值的影响。预应力值在PHC管桩端部取零,在距PHC管桩端部1倍桩径处可取有效预应力值,其间可按线性分布取值。

3.2.7 PHC管桩进行锤击沉桩拉应力验算时,应满足下列公式要求:

$$\gamma_c \sigma_c \leq f_t + \frac{\sigma_{pc}}{\gamma_{pc}} \quad (3.2.7-1)$$

$$\gamma_s \sigma_s \leq 0.9 f_{py} \quad (3.2.7-2)$$

式中 γ_c ——锤击拉应力分项系数,取1.15;
 σ_c ——锤击拉应力的标准值(MPa),根据桩型、锤能、锤击速度、桩垫锤垫材质、桩长、组合钢管桩长度和地质条件等综合确定,可取6~11MPa;
 f_t ——PHC管桩混凝土轴心抗拉强度设计值(MPa);
 σ_{pc} ——PHC管桩混凝土有效预压应力值(MPa);
 γ_{pc} ——混凝土预应力分项系数,取1.0;
 γ_s ——镢头处钢棒的拉应力分项系数,取1.10;

σ_s ——锚头处钢棒的拉应力标准值 (MPa) ;

f_{py} ——钢棒抗拉强度设计值 (MPa) 。

3.2.8 PHC 管桩进行锤击沉桩压应力验算时,应满足下式要求:

$$\gamma_{sp}\sigma_p \leq f_c \quad (3.2.8)$$

式中 γ_{sp} ——锤击压应力分项系数,取 1.10;

σ_p ——PHC 管桩锤击沉桩时的总压应力标准值 (MPa),包括预压应力和锤击压应力,锤击压应力标准值根据桩端支承性质、桩截面大小、桩长、选用的桩锤锤击能量和地质条件等综合确定,可取 20 ~ 25MPa;

f_c ——PHC 管桩混凝土轴心抗压强度设计值 (MPa) 。

3.2.9 PHC 管桩的单桩轴向承载力、水平承载力的计算,应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)的有关规定。

3.2.10 PHC 管桩的抗剪验算应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》(GB 13476)的有关规定。

3.2.11 PHC 管桩同时承受轴力和弯矩作用时,应考虑轴力对桩抗弯能力的影响,常用 PHC 管桩轴力与抗弯能力的关系应按照附录 B 确定。

3.3 构 造

3.3.1 管节应为中空钢筋混凝土等截面圆筒体,端部应设有固定主筋的端板,管节的结构如图 3.3.1 所示。

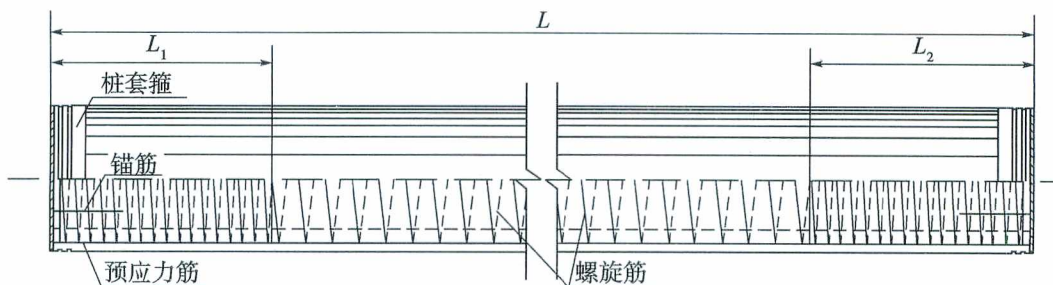


图 3.3.1 管节结构示意图

L_1 、 L_2 -箍筋加密段长度 (m); L -管节长度 (m)

3.3.2 PHC 管桩预应力筋应沿圆周均匀布置,最小配筋率不得低于 0.53%,并不得少于 12 根。

3.3.3 PHC 管桩箍筋直径宜取 6 ~ 8mm,螺距宜取 80mm,管节两端 2 ~ 6m 范围内箍筋的螺距可取 45mm,桩径大的加密段长度应取大值。对承受较大压应力的桩顶部及其他需要的部位,箍筋应适当加密。

3.3.4 PHC 管桩预应力筋保护层厚度不得小于 45mm。

3.3.5 桩顶管节适当部位应设置透气孔、排水孔,孔径可取 50mm。

3.3.6 端板厚度不得小于表 3.3.6 的规定,其上的沉孔和张拉孔应根据预应力筋直径、数量、位置及相应锚头或锚具的几何形状和尺寸确定。

端 板 最 小 厚 度

表 3.3.6

预应力筋直径 (mm)	9.0	10.7	12.6		15.24
			$\phi 1200$ C 型桩	其他桩型	
端板最小厚度(mm)	18	20	35	24	35

注:当端板采用 Q345 钢材或其他强度更高的材质时,其厚度经强度验算后可适当减小。

3.3.7 PHC 管桩设置钢套箍时,钢套箍厚度和宽度应根据使用条件确定,厚度宜为 1.6~2.3mm,宽度宜为 100~300mm。

3.3.8 PHC 管节连接可采用平接头或碗形接头形式,接头连接如图 3.3.8-1 和图 3.3.8-2 所示。

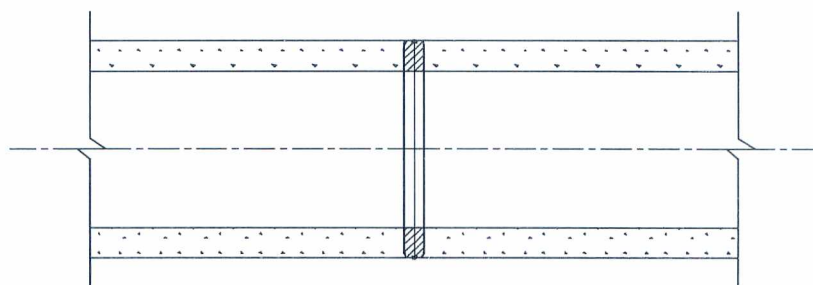


图 3.3.8-1 PHC 管桩平接头构造示意图

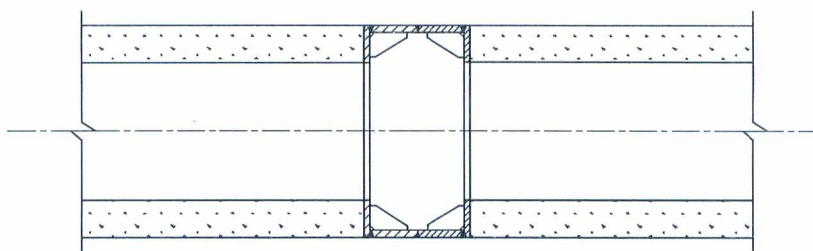


图 3.3.8-2 PHC 管桩碗形接头构造示意图

3.3.9 PHC 管桩接头处极限弯矩不得低于本体极限弯矩。

3.3.10 根据地质条件 PHC 管桩可采用钢桩靴或钢管组合桩的结构型式。当打入风化岩层、砾石层、老黏土层和密实砂层等土层及沉桩困难时,应适当增加钢桩靴刚度。

4 制 作

4.1 原材料和混凝土

4.1.1 PHC 管桩混凝土所用水泥强度等级不得低于 42.5。水泥品种可采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥。水泥的质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175)的有关规定。

4.1.2 PHC 管桩混凝土所用骨料应符合下列规定。

4.1.2.1 细骨料宜采用洁净的天然硬质中粗砂或机制砂,不得使用海砂,细度模数宜为 2.5~3.2,采用机制砂时,细度模数可为 2.5~3.5,细骨料质量应符合现行国家标准《建筑用砂》(GB/T 14684)的有关规定,且砂的含泥量不应大于 1%,氯离子含量不应大于 0.01%,硫化物及硫酸盐含量不应大于 0.5%。

4.1.2.2 粗骨料宜采用碎石或破碎的卵石,其最大粒径不应大于 25mm,且不得超过钢筋净距的 3/4,质量应符合现行国家标准《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685)的有关规定,且石的含泥量不应大于 0.5%,硫化物及硫酸盐含量不应大于 0.5%。经碱集料反应试验后,试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象,在规定的试验龄期膨胀率应小于 0.10%。

4.1.2.3 骨料的质量还应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)、《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ 275)的有关规定。

4.1.3 混凝土拌合用水的质量应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)的有关规定。

4.1.4 外加剂的质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》(GB 8076)的有关规定。

4.1.5 掺合料应满足现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)的有关要求,并应符合下列规定。

4.1.5.1 硅砂粉的质量应符合现行行业标准《预应力高强混凝土管桩用硅砂粉》(JC/T 950)的有关规定。

4.1.5.2 粒化高炉矿渣粉的质量应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)的有关规定,等级不应低于 S95。

4.1.5.3 粉煤灰应采用符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)规定的 I 级粉煤灰。

4.1.5.4 硅灰的质量应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》(GB/T 18736)的有关规定。

4.1.5.5 采用其他品种的掺合料时,其品质要求应通过试验确定。

4.1.6 PHC 管桩混凝土应满足下列要求:

- (1)强度等级不小于 C80;
- (2)胶凝材料用量 $480 \sim 520\text{kg}/\text{m}^3$;
- (3)混凝土拌合物水胶比不大于 0.35;
- (4)混凝土表观密度不小于 $2500\text{kg}/\text{m}^3$;
- (5)混凝土中总氯离子含量不超过胶凝材料重的 0.06%。

4.1.7 有抗冻要求的工程,应通过进行抗冻试验获得 PHC 管桩混凝土的抗冻指标。抗冻试验可采用随桩同条件养护的混凝土进行,必要时可试制少配筋 PHC 管节并切割制作抗冻试块;抗冻试验应在试件 28d 龄期开始进行冻融试验;抗冻试验方法应采用现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)中规定的快冻法。

4.1.8 PHC 管桩混凝土耐久性指标和测试龄期应满足下列基本要求:

- (1)电通量不大于 2000C ;
- (2)氯离子扩散系数不大于 $3.5 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$;
- (3)抗冻指标应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)的有关规定;
- (4)测试龄期按第 3.1.5 条和第 4.1.7 条规定执行。

4.1.9 PHC 管桩所用钢材应符合下列规定。

4.1.9.1 预应力筋采用预应力混凝土用钢棒时,其质量应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢棒》(GB/T 5223.3)中低松弛螺旋槽钢棒的规定,且抗拉强度不应小于 1420MPa,规定非比例延伸强度不应小于 1280 MPa,断后伸长率应大于现行国家标准《预应力混凝土用钢棒》(GB/T 5223.3)中延性 35 级的规定。

4.1.9.2 预应力筋采用高强度低松弛钢绞线时,其质量应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224)的有关规定。

4.1.9.3 螺旋筋宜采用低碳钢热轧圆盘条、混凝土制品用冷拔低碳钢丝,其质量应分别符合现行国家标准《低碳钢热轧圆盘条》(GB/T 701)和现行行业标准《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》(JC/T 540)的有关规定。

4.1.9.4 需要采用端部锚固钢筋时,锚固钢筋宜采用热轧带肋钢筋,其质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分:热轧带肋钢筋》(GB 1499.2)的有关规定。

4.1.9.5 端板性能应符合现行行业标准《先张法预应力混凝土管桩用端板》(JC/T 947)的有关规定,材质宜采用 Q235B 钢。

4.1.9.6 采用桩套箍时,其材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700)中 Q235 钢的规定。

4.1.9.7 碗形端头的材质宜采用 Q235B 钢,其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700)的有关规定。

4.1.9.8 锚具质量应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370)的有关规定。

4.2 钢 模

4.2.1 钢模质量应满足现行行业标准《先张法预应力混凝土管桩钢模》(JC/T 605)的有

关要求,并应符合下列规定。

- 4.2.1.1 钢模应满足成型 PHC 管桩的相应尺寸要求。
- 4.2.1.2 钢模结构应满足强度、刚度和压屈稳定要求。
- 4.2.1.3 钢模应选用强度高、弹性和焊接性能好的材料。
- 4.2.1.4 钢模应平整光滑,合缝口应平顺严密。
- 4.2.2 新钢模使用前或旧钢模维修后,应对各项技术要求进行检验,检验合格后方可投入使用。
- 4.2.3 钢模负载运转应平稳、无异常响声,且负载运转时钢模合缝口及法兰连接处等均不应漏浆。

4.3 成 型

- 4.3.1 预应力筋表面不得有油污,切断前应保持平直,切断后端面应平整。
- 4.3.2 同管节中预应力筋长度小于或等于 15m 时,预应力筋长度相对差值不得大于 1.5mm;长度大于 15m 时,相对差值不得大于 2mm。
- 4.3.3 钢棒应采用热镦工艺,镦头部位的强度不得低于该材料抗拉强度标准值的 90%。每工班开工前,应检验镦头外观质量和抗拉强度,合格后方可进行生产。
- 4.3.4 钢棒和螺旋筋的焊接点强度损失不得大于钢棒材料强度标准值的 5%。
- 4.3.5 钢筋笼制作、安装的允许偏差和检验方法应满足表 4.3.5 的要求。

钢筋笼制作与安装的允许偏差、检验数量和方法

表 4.3.5

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检 验 数 量	单元 测点	检 验 方 法
1	钢筋笼长度	+5 -10	每工班制品抽查 10%, 且不少于 3 件	2	用钢卷尺测量
2	预应力筋间距	±5		2	用钢尺测量
3	螺旋筋间距	±5		3	用钢尺测量两端和中间连续 10 档

- 4.3.6 钢筋笼成型后应检查焊接部位是否牢固,发现假焊、脱焊点连续数量在 3 点以上时应用铁丝绑扎,绑扎铁丝头不得伸入混凝土保护层内。PHC 管桩两端的螺旋筋和端板锚筋应及时复位并绑扎牢固。
- 4.3.7 钢筋笼放入前,应清除合缝口杂物、残留在钢模内表面的混凝土和浮浆,脱模剂应涂刷均匀。
- 4.3.8 PHC 管桩混凝土喂料应计量准确,喂料过程应连续均匀有序。
- 4.3.9 PHC 管桩合模时上模应平稳轻放,并准确落入定位销内,应对称同步紧固合模螺栓。
- 4.3.10 预应力筋张拉应以应力控制为主,并以伸长量作为校核。预应力筋张拉锚固后,实际预应力值的偏差不应超过 $\pm 5\%$,实际伸长值与计算伸长值的相对偏差不应超过 $\pm 6\%$ 。

4.3.11 PHC 管桩应采用离心成型工艺,离心过程宜分为低速、中低速、中速、高速等阶段,其中高速阶段的离心加速度不应低于 35g。

4.3.12 PHC 管桩拆模时混凝土抗压强度不得低于 45MPa。

4.4 养 护

4.4.1 PHC 管桩养护宜采用常压蒸养,也可采用常压蒸养与高压蒸养相结合的养护工艺。养护制度应根据气候条件经试验后确定。

4.4.2 常压蒸养应分静停、升温、恒温、降温 4 个阶段。恒温温度及各阶段时间宜根据混凝土配合比、放张时混凝土强度及环境等因素通过试验确定。

4.4.3 采用常压蒸养和高压蒸养相结合的养护制度时,高压蒸养应分升温、恒温、降温 3 个阶段。3 个阶段的总时间不得少于 11h,恒温温度宜控制在 $(175 \pm 5)^\circ\text{C}$,压力宜在 0.8~1.0MPa。升、降温梯度应根据气候条件经试验后确定并严格控制。

4.4.4 蒸汽养护过程宜采用自动控制,并应根据环境气温的变化及时调整养护制度。

4.5 拼 接

4.5.1 管节之间的拼接应采用端板焊接或碗形端头焊接的形式,见图 3.3.8-1 和图 3.3.8-2。管节和钢管桩的拼接应采用角焊形式,见图 4.5.1。

4.5.2 碗形端头的拼接应符合下列规定。

4.5.2.1 碗形端头制作时端板外侧环缝应磨平,其制作允许偏差应符合表 4.5.2 的规定。焊缝外形尺寸应符合现行国家标准《钢结构焊缝外形尺寸》(GB 10854)的有关规定。

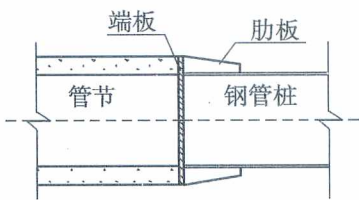


图 4.5.1 管节与钢管桩拼接示意图

碗形端头制作允许偏差、检验数量和方法 表 4.5.2

序号	项 目	允许偏差 (mm)	单元测点	检 验 方 法
1	端口对端板的垂直度	1	1	用大角尺和楔形塞尺检查垂直两方向
2	端口椭圆度	3	1	用钢尺量管端相互垂直的两直径之差
3	端口外侧平面度	1	1	用 1/4 周长的弧形靠尺和塞尺检查或用靠尺和 V 形尺检查,取大值
4	端板内外侧平面度	1	2	用靠尺和塞尺检查
5	端板内、外径	0 -1	2	用钢卷尺量

4.5.2.2 碗形端头验收应先对焊缝外观质量检查,质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工及验收规范》(GB 50205)中Ⅱ级焊缝要求;超声波探伤和 X 射线探伤的结果应符合现行行业标准《船舶钢焊缝手工超声波探伤工艺和质量分级》(CB/T 3559)和《船舶钢焊缝射线照相工艺和质量分级》(CB/T 3558)的Ⅲ级合格标准。

4.5.2.3 碗形端头拼接时,相邻碗形端头的纵缝应错开 1/8 周长以上。

- 4.5.3 PHC 管桩拼装应在拼接胎架上进行。相邻管节对接时,相邻管节两端面间隙不得大于 2mm。
- 4.5.4 焊接前应清除接口处砂浆、铁锈、水分、油污等杂质,坡口表面应保持清洁。
- 4.5.5 焊接工艺宜采用手工电弧焊、CO₂ 气体保护焊等。
- 4.5.6 焊缝不应有裂纹、夹渣、咬边、焊瘤、烧穿、弧坑和针状气孔等缺陷。
- 4.5.7 拼接允许偏差和检验方法应满足表 4.5.7 的要求。

拼接允许偏差和检验方法 表 4.5.7

序号	项 目	允许偏差 (mm)	单元测点	检 验 方 法
1	拼接桩长度	±100	2	用钢卷尺测量
2	桩身弯曲	$L/1000$ 且不大于 30	1	将拉线紧靠桩的两端部,用钢尺测量其弯曲处的最大距离
3	坡口错位	2	1	用钢卷尺测量
4	焊缝高度	+1 0	3	用焊接量规尺检查

注:L 为拼接桩长度,单位为 mm。

4.6 质 量 控 制

- 4.6.1 PHC 管桩的质量应满足设计要求,并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。
- 4.6.2 PHC 管桩外观质量检查项目及要求应符合表 4.6.2 的要求。

PHC 管桩的外观质量检验项目及要求 表 4.6.2

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积的 0.5%;每处粘皮和麻面的深度不大于 5mm,且应修补
2	桩身合缝处漏浆	漏浆深度不应大于 5mm,每处漏浆长度不得大于 300mm,累计长度不得大于管桩长度的 10%,或对称漏浆的投影搭接长度不得大于 100mm,且应修补
3	局部磕损	局部磕损深度不应大于 5mm,每处面积不得大于 5000mm ² ,且应修补
4	内外表面露筋	不允许
5	表面裂缝	不得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纹不在此限
6	端面平整度	管桩端面混凝土和预应力钢筋镦头不得高出端板平面
7	断筋、脱头	不允许
8	桩套箍凹陷	凹陷深度不应大于 10mm
9	内表面混凝土塌落	不允许
10	接头和桩套箍 与桩身结合面	漏浆 漏浆深度不应大于 5mm,漏浆长度不得大于周长的 1/6,且应修补
		空洞和蜂窝 不允许

4.6.3 PHC 管桩制作的允许偏差和检验方法应符合表 4.6.3 的规定。

PHC 管桩制作的允许偏差、检验数量和方法

表 4.6.3

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检验数量	单元测点	检 验 方 法
1	PHC 桩长度	± 100	逐件检查	2	用钢尺测量
2	外周长	± 10		2	
3	壁厚	$+10$ 0		2	
4	桩顶面倾斜	$5D/1000$		2	用直角尺测量垂直两方向
5	桩纵轴线弯曲矢高	$L/1000$ 且不大于 30		1	拉线用钢尺测量
6	桩尖对桩纵轴线偏斜	10		1	

注:① D 为管节外径,单位为 mm; L 为 PHC 管桩长度,单位为 mm;

②PHC 管桩拼接焊缝的质量应按设计要求检查。

4.6.4 PHC 管桩应进行抗弯承载力检验。检验时应以同规格的 PHC 管桩连续生产 100000m 或在三个月内生产总数不足 100000m 时为一批,随机抽样 2 根进行抗裂性能检验。对重要工程,试验桩数可根据需要确定。检验应按现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》(GB 13476)的有关规定执行。

4.6.5 每根桩应经检验合格后方可出厂,并应交付 PHC 管桩合格证。

4.6.6 合格证应包含以下内容:

- (1) 合格证编号;
- (2) 采用的技术标准;
- (3) PHC 管桩品种、规格、型号、长度及壁厚;
- (4) 产品数量;
- (5) 混凝土强度等级;
- (6) 制造日期或 PHC 管桩编号;
- (7) 制造厂厂名、出厂日期;
- (8) 检验员签名或盖章。

5 储 运

5.1 场内吊运

5.1.1 采用钢桁架多点起吊 PHC 管桩时,钢桁架应具有足够的刚度,吊索应与桩纵轴线垂直。

5.1.2 当管节长度小于等于 16m 时可采用两端钩吊,吊索与桩纵轴线夹角应大于 45° 。

5.1.3 吊运时桩身可采用钢丝绳扣捆绑。吊点位置偏差不应大于 200mm,并应符合下列规定。

5.1.3.1 长度不大于 22m 的管节或 PHC 管桩,宜采用两点吊,吊点位置如图 5.1.3-1 所示。

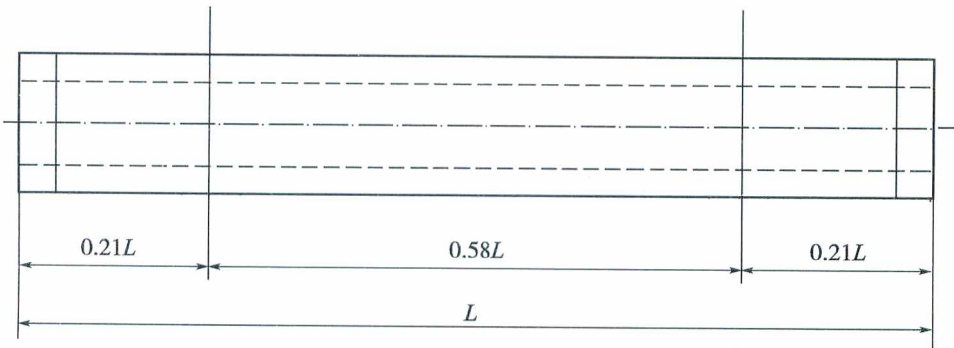


图 5.1.3-1 两点吊吊点位置示意图

L -管节或 PHC 管桩长(m)

5.1.3.2 长度大于 22m 且不大于 60m 的管节或 PHC 管桩,宜采用四点吊,吊点位置如图 5.1.3-2 所示。

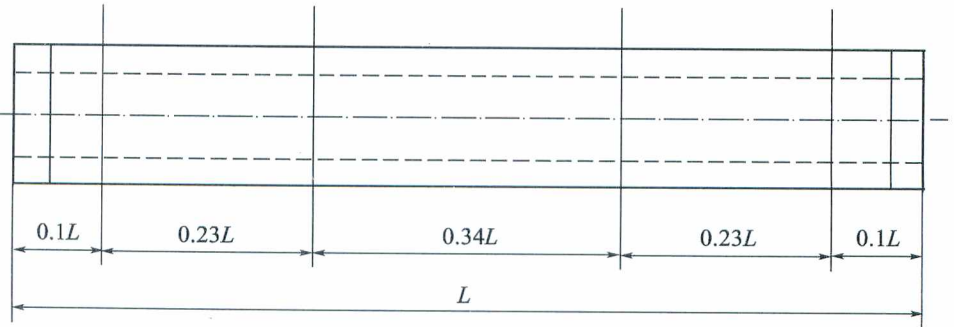


图 5.1.3-2 四点吊吊点位置示意图

L -管节或 PHC 管桩长(m)

5.1.3.3 长度大于 60m 的 PHC 管桩,应采用多点吊,吊点位置应符合现行行业标准

《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)的有关规定。

5.1.4 吊运时各吊点应同时受力,保持平稳,避免振动、碰撞。

5.2 场内堆存

5.2.1 PHC 管桩堆存场地应平整、坚实。

5.2.2 堆存和运输时 PHC 管桩间应采取防止碰撞的缓冲措施。

5.2.3 PHC 管节及管桩应采用多支垫堆存,堆存时垫楞应均匀放置,并应保持同一平面且上下对齐。

5.2.4 PHC 管桩堆放应满足下列要求。

5.2.4.1 长度不大于 15m 的 PHC 管桩,最下层应按图 5.2.4 所示的两支点位置放在垫木上。

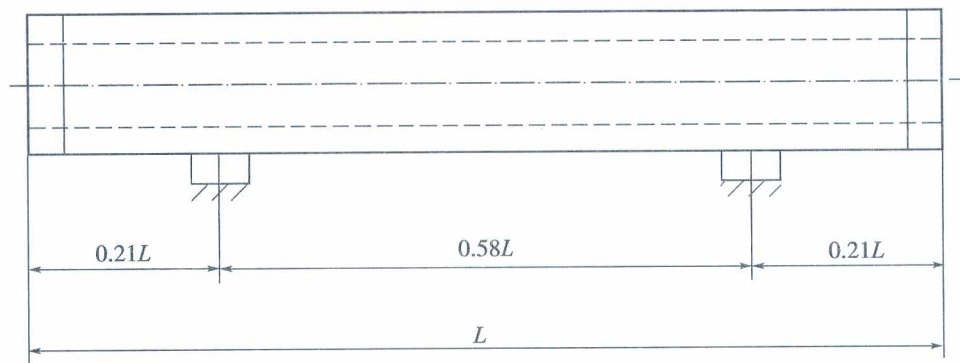


图 5.2.4 两支点法位置示意图

L —PHC 管桩桩长(m)

5.2.4.2 长度大于 15m 的 PHC 管桩及拼接桩,最下层应采用多支垫堆放,垫木应均匀放置且在同一水平面上。

5.2.5 PHC 管桩宜按规格、长度分别堆存,堆存过程中应采用可靠的防滑、防滚等安全措施。堆存层数不宜超过表 5.2.5 的规定。

PHC 管桩堆放层数

表 5.2.5

外径 D (mm)	700 ~ 1000		1200	
长度 L (m)	$L > 22$	$L \leq 22$	$L > 22$	$L \leq 22$
堆放层数	4	5	3	4

5.3 装 运

5.3.1 PHC 管桩运输应满足下列要求。

5.3.1.1 PHC 管桩吊运应符合第 5.1.2 条和第 5.1.3 条的规定。

5.3.1.2 PHC 管桩在运输过程中的支承要求应符合第 5.2.4 条的规定,各层间也应设置垫木,垫木应上下对齐材质一致,同层垫木应保持同一平面。桩与桩之间应保持一定的间距。

- 5.3.1.3 PHC 管桩运输过程中应采用可靠的防滑、防滚等安全措施。
- 5.3.2 PHC 管桩船舶运输过程中堆放层数不宜超过表 5.3.2 的规定。

运输 PHC 管桩堆放层数				表 5.3.2
外径 D (mm)	700	800	1000	1200
层数	4	4	3	3



6 沉 桩

6.1 沉 桩 工 艺

6.1.1 PHC 管桩沉桩应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)的有关规定。

6.1.2 沉桩工艺应根据水文、地质条件和单桩极限承载力设计值、桩身强度确定。

6.1.3 PHC 管桩可采用锤击沉桩。砂性土地基沉桩有困难时,可采用内冲内排法水冲锤击沉桩,且冲水管的位置不应超出桩端,最后 2~3m 应采用锤击法沉桩。

6.1.4 试打桩和高应变动测试验可利用工程桩进行,试打桩的桩长可根据测试要求适当加长。

6.1.5 PHC 管桩吊桩时吊点位置应符合设计要求和现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTS 167—4)的有关规定,并应采取避免钢丝扣滑动的措施。

6.1.6 锤击沉桩应根据地质条件和单桩极限承载力等情况选择合适的锤型,每根桩的锤击次数不宜超过 2500 击,且最后 10m 锤击次数不宜大于 1500 击。在缺乏施工经验的地区沉桩,可参照附录 C 选取柴油锤或液压锤锤型。当采用液压锤沉桩时,应根据地质情况和入土深度严格掌握落锤高度,重锤轻击。

6.1.7 替打、送桩器应符合下列规定。

6.1.7.1 替打、送桩器应具有足够的强度和刚度,其刚度应大于桩身刚度。送桩器应尽量减小上拔时的阻力。

6.1.7.2 替打、送桩器应与所沉设的桩径相适应,替打的桩帽外圈内径宜比桩径大 1~2cm,内圈外径宜比桩内径小 4cm,桩帽宜套入桩顶 30~40cm。

6.1.7.3 替打应设置排气孔,排气孔等效孔径不宜小于 PHC 管桩内径的 1/10,并应保持 PHC 管桩内腔的空气与大气相通。

6.1.8 PHC 管桩沉桩过程中水位不得超过桩顶。

6.1.9 锤垫材料应与锤型相适应,可采用钢丝绳等弹性和刚度适宜的材料,80000~100000 击时应更换锤垫。

6.1.10 桩垫应具有一定的弹性和韧性,并有足够的厚度,形状应与桩断面相适应。桩垫材料可选用棕绳、波纹纸板、松木等。

6.1.11 锤击沉桩时应保持桩锤、替打、送桩和桩身的中心线在同一轴线上。

6.1.12 锤击沉桩的停锤标准宜通过试桩确定。不具备试桩条件时,应符合下列规定。

6.1.12.1 设计桩端持力层为一般黏性土时,应以标高控制。

6.1.12.2 设计桩端持力层为硬塑状的黏性土、粉细砂或砾砂土时应首先以标高控制;

沉桩贯入度比较小且达不到设计桩端标高时,应以贯入度控制,并以最后一阵 10 击平均贯入度达到 5 ~ 10mm 为停锤标准。

6.1.12.3 设计桩端持力层为风化岩时应以贯入度控制,当最后一阵 10 击平均贯入度不大于控制贯入度时即可停锤。

6.1.12.4 当桩端打到设计标高,而贯入度仍较大,则应继续锤击,直至最后一阵 10 击平均贯入度达到或接近控制贯入度。贯入度不满足停锤标准而继续沉桩将造成桩顶标高过低时,应会同设计单位协商解决。

6.1.13 水上沉桩应符合下列规定。

6.1.13.1 水上沉桩应根据桩位图,结合船机性能及地形、地貌等自然条件,逐根检查船体及锚缆是否碰桩,以及相邻桩是否相碰。

6.1.13.2 下桩时,应保持船体平衡,桩锤、替打和桩应保持在同一轴线上。桩入土后,不得利用船体强行纠偏,当桩尖遇到障碍或深坑蹙桩时,应停止下桩,会同有关方面确认或采取相适措施后,方可继续下桩,并作好记录。

6.1.13.3 在斜坡上沉桩,应密切监控桩身滑移情况,及时调整船体、桩架和桩位,应避免背板蹙桩。

6.1.13.4 地基浅表层有硬质粉砂时,应在桩的自由段上背板,开始锤击时应采取间断锤击,桩晃动时应停止锤击。

6.1.13.5 在淤泥软土上沉桩时,应采用低冲程、低能量锤击,应防止桩身出现过大的拉应力。

6.1.13.6 在硬软土互层中沉桩时,应掌握各种土层的标高和桩尖所处的位置,当桩尖进入软土层时,应控制好锤击能量,出现溜桩现象时,应立即停锤。

6.1.13.7 在沉设斜桩时,应避免船体纵向窜动,并应加强前、后串心缆的锚碇。

6.1.14 沉桩结束后,桩之间应及时夹桩,在开敞水域或台汛期间施工,应采取必要的加固措施。

6.1.15 截桩时不应出现纵向裂缝,并应选择对预应力传递长度影响小的方法。

6.1.16 北方地区冬季施工时,应采取防止 PHC 管桩冻胀损坏的措施。

6.2 质量控制

6.2.1 沉桩前应对 PHC 管桩逐根进行检查,核实出厂合格证与施工用桩是否相符,检查外观质量和运输中有否损伤。

6.2.2 锤击沉桩桩位应符合下列规定。

6.2.2.1 设计桩顶标高处的桩中心位置应符合表 6.2.2 的规定。

6.2.2.2 水上沉桩桩的纵轴线倾斜度偏差不宜大于 1%;桩的纵轴线倾斜度偏差超过 1% 但不大于 2% 的桩,其数量不应超过桩总数的 10%。

6.2.2.3 沉桩结束后,应及时测定处于自由状态的桩顶偏位,并作好记录,偏位值较大时应及时与设计单位联系,严禁拉桩纠偏。在夹桩铺底板后,应再次测定桩顶偏位,并以此作为竣工偏位的最终数值。

6.2.2.4 沉桩区土层下有柴排、木笼、抛石棱体、浅层风化岩时,或采用长替打沉桩、水冲沉桩时,或在其他特殊地区沉桩时,桩位允许偏差值可会同设计单位、建设单位、监理单位根据具体情况研究确定。

水上沉桩桩位允许偏差值

表 6.2.2

项 目	允许偏差 (mm)		检 验 方 法
	直桩	斜桩	
内河和有掩护近岸水域沉桩	100	150	经纬仪、全站仪、卫星定位系统或拉线和尺量检查
近岸无掩护水域沉桩	150	200	
离岸无掩护水域沉桩	250	300	

注:①近岸指距岸小于等于 500m,离岸指距岸大于 500m;

②墩台中间桩允许按上表规定增加 50mm;

③表列允许偏差不包括由锤击振动等所引起的岸坡变形产生的基桩位移。

6.2.3 沉桩期间高应变和低应变检测可分期分批进行。高应变检测数量不应少于总沉桩数的 3%,且不得少于 5 根。低应变检测数量不宜少于总桩数的 20%。高应变和低应变检测应符合国家现行有关标准的规定。

6.2.4 基桩全部沉完后,应及时整理下列竣工资料:

(1)PHC 管桩质量保证资料,包括原材料质量保证书和复验试验报告、混凝土强度报告和验收评定等级等;

(2)基线、水准点及基桩位置、标高、斜度等验收记录;

(3)沉桩记录、动测检测报告。

附录 A 常用 PHC 管桩型号、规格和力学性能

常用 PHC 管桩型号、规格和力学性能

表 A.0.1

外径 D (mm)	型号	壁厚 t (mm)	主 筋			混凝土有效 预压应力 σ_{ce} (MPa)	抗裂弯矩 设计值 M_{cr} (kN·m)	抗弯强度 设计值 M_u (kN·m)	单位 质量 T (t/m)	截面 配筋率 ρ (%)
			直径 d (mm)	数量 (根)	主筋中心位置 圆直径 D_p (mm)					
700	A	110	10.7	12	590	4.60	198	308	0.530	0.53
	AB		9	24		6.33	246	424		0.75
	B		10.7	24		8.52	309	564		1.06
	C		12.6	24		11.16	388	719		1.47
800	A	110	10.7	15	690	4.89	282	448	0.620	0.57
	AB		12.6	15		6.58	348	602		0.79
	B		10.7	30		9.01	446	813		1.13
	C		12.6	30		11.76	560	1027		1.57
1000	A	130	9	32	880	4.97	532	856	0.924	0.58
	AB		10.7	32		6.75	664	1162		0.81
	B		12.6	32		8.97	832	1524		1.13
	C		12.6	40		10.77	973	1796		1.41
1200	A	150	10.7	30	1060	4.73	860	1367	1.286	0.55
	AB		12.6	30		6.36	1064	1842		0.76
	B		12.6	45		9.04	1406	2580		1.14
	C		12.6	60	1077.4	10.92	1663	3200		1.52
	D		15.24	44	1060	13.88	2000	3211		1.24

注:①混凝土强度等级选用 C80;

② $\phi 1200$ D 型管桩主筋选用 1860MPa 的钢绞线,其余桩型均为标准强度 1420MPa 的螺旋槽钢棒。

附录 B 常用 PHC 管桩轴力与抗弯能力

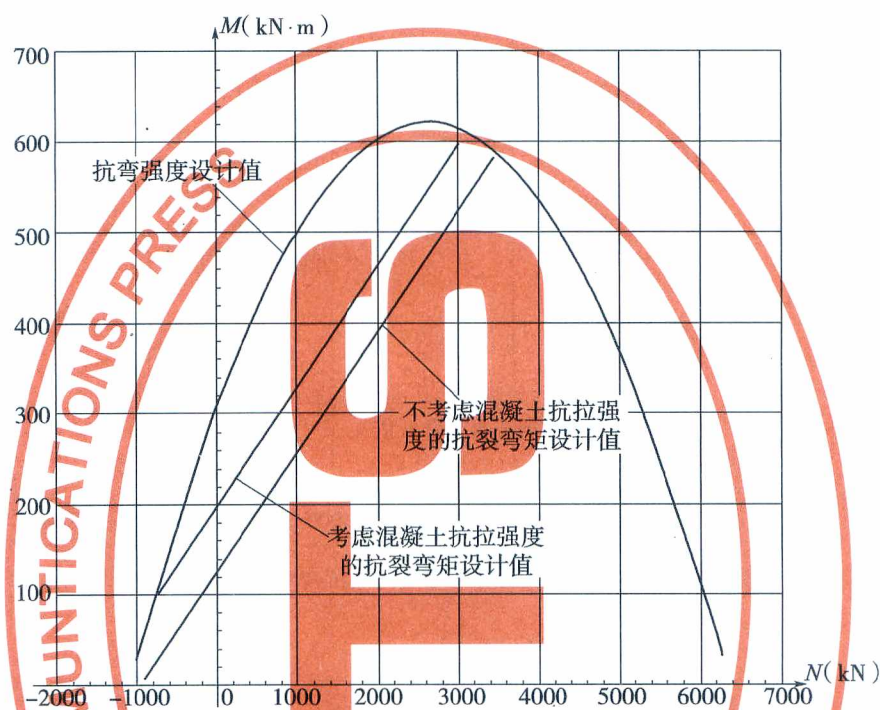


图 B.0.1 PHC700A 型管桩轴力与抗弯能力关系图

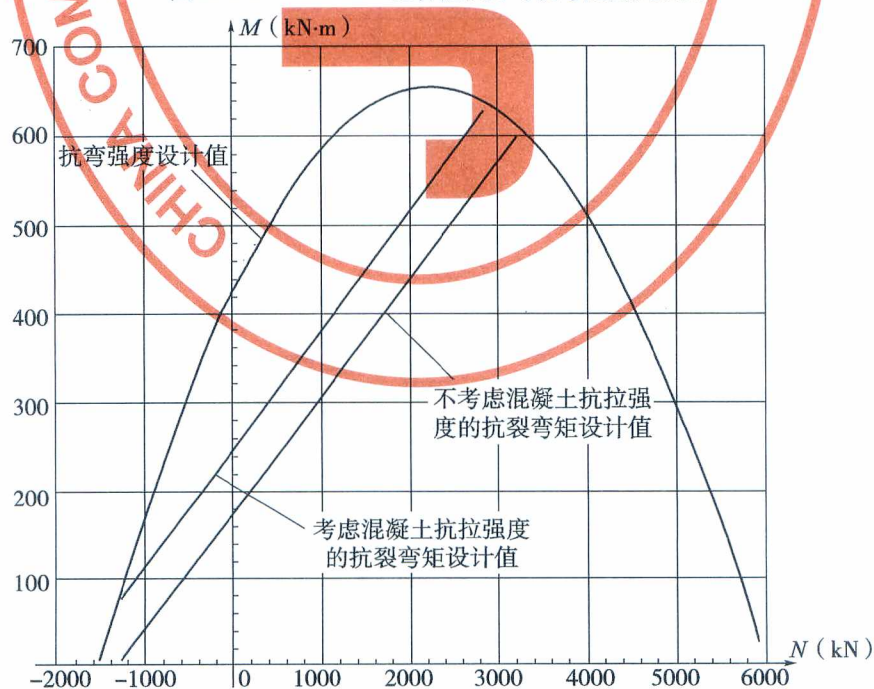


图 B.0.2 PHC700AB 型管桩轴力与抗弯能力关系图

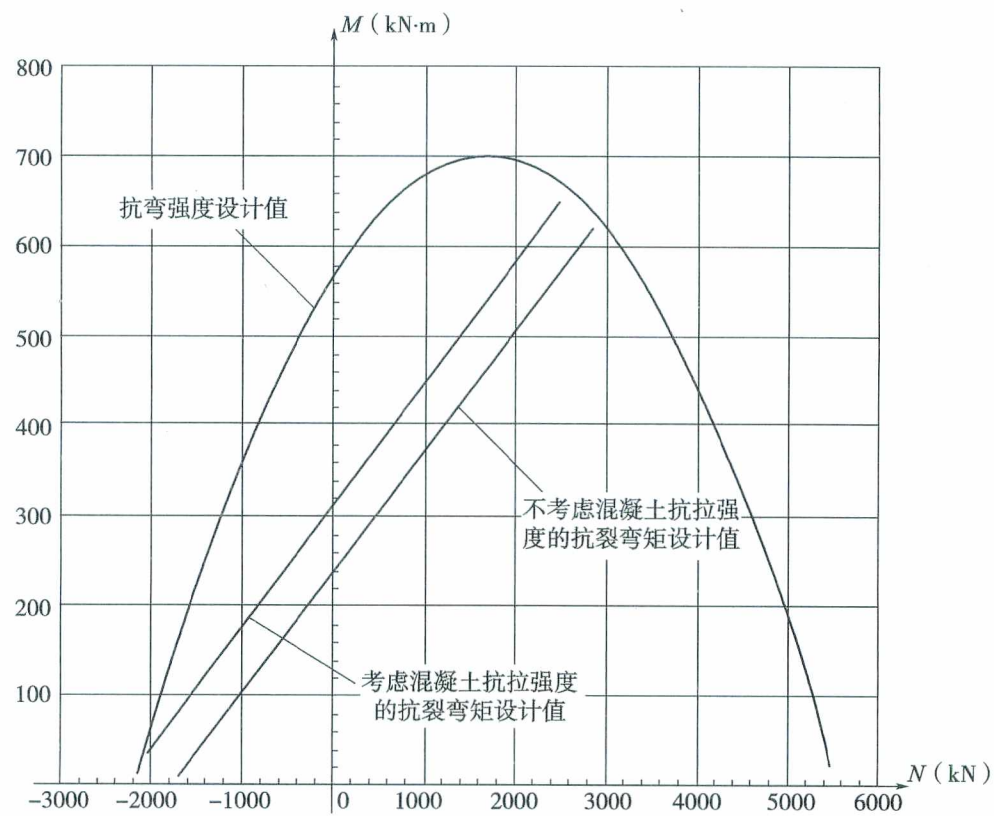


图 B.0.3 PHC700B 型管桩轴力与抗弯能力关系图

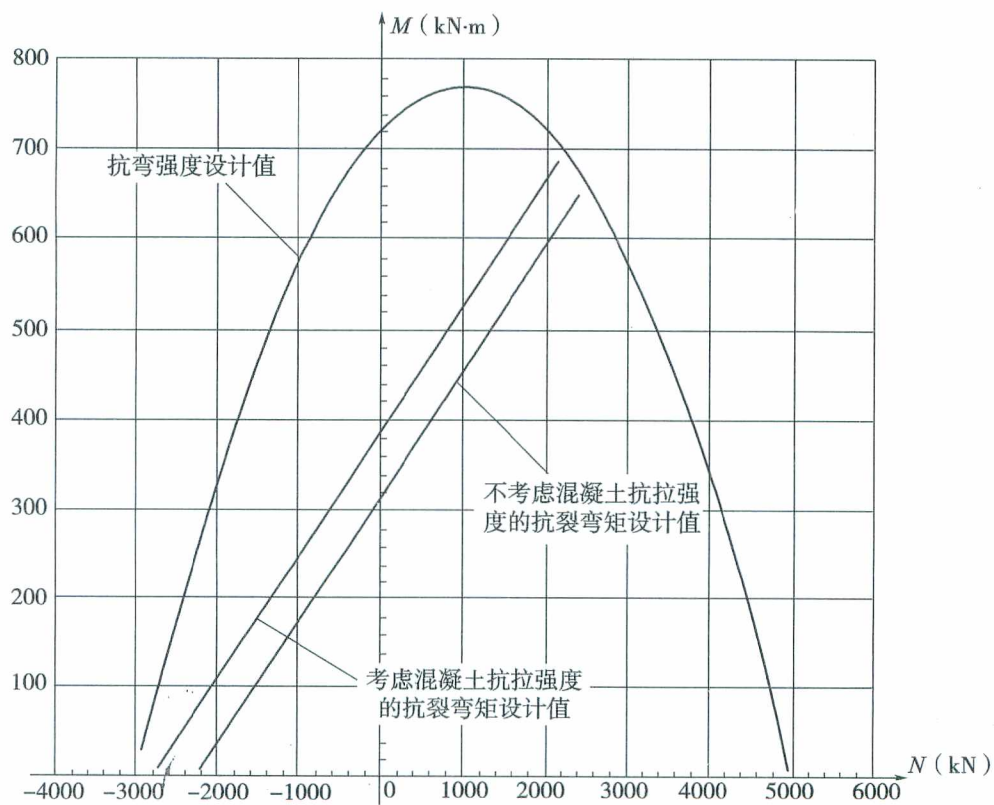


图 B.0.4 PHC700C 型管桩轴力与抗弯能力关系图

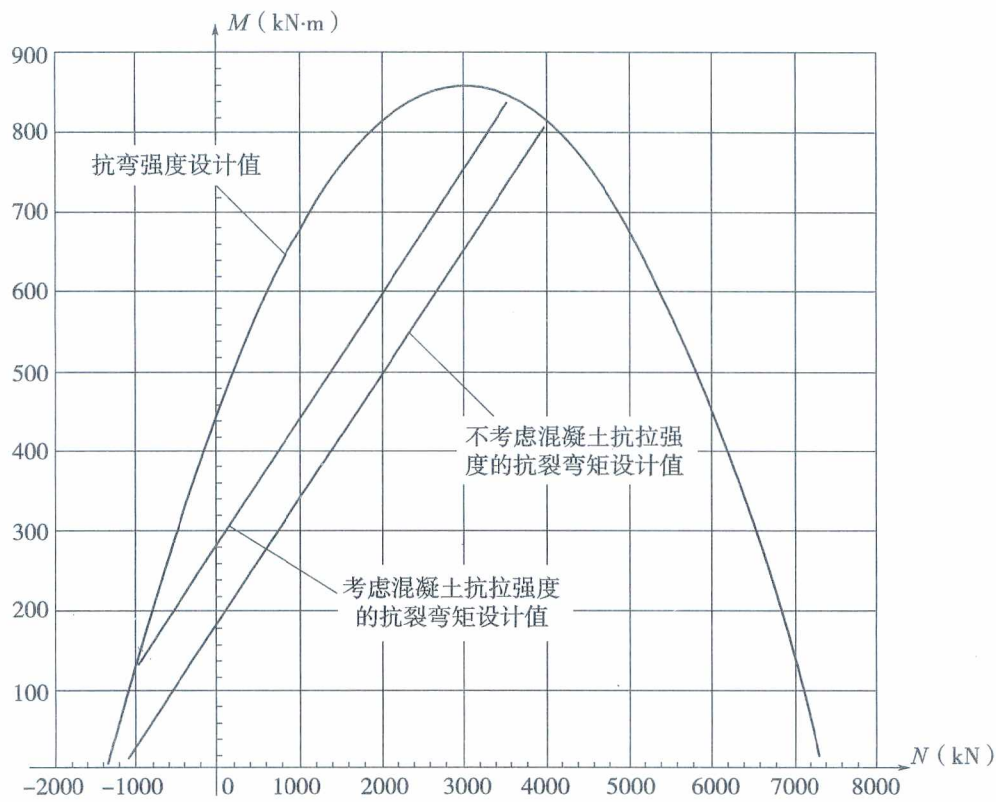


图 B.0.5 PHC800A 型管桩轴力与抗弯能力关系图

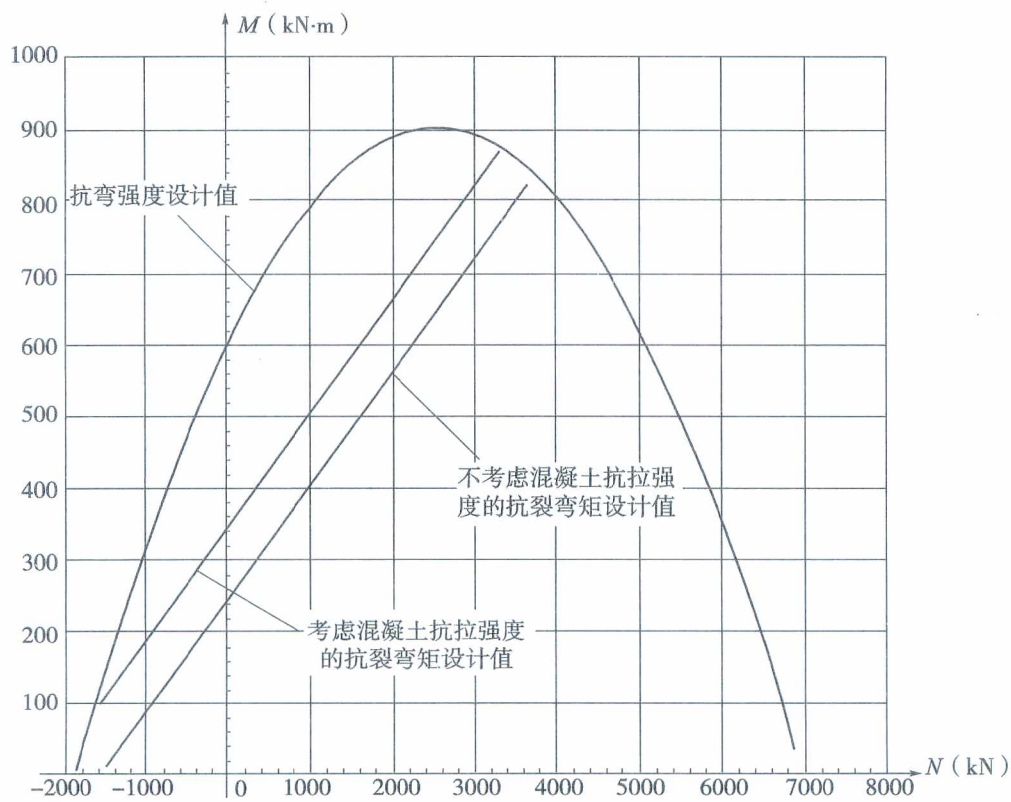


图 B.0.6 PHC800AB 型管桩轴力与抗弯能力关系图

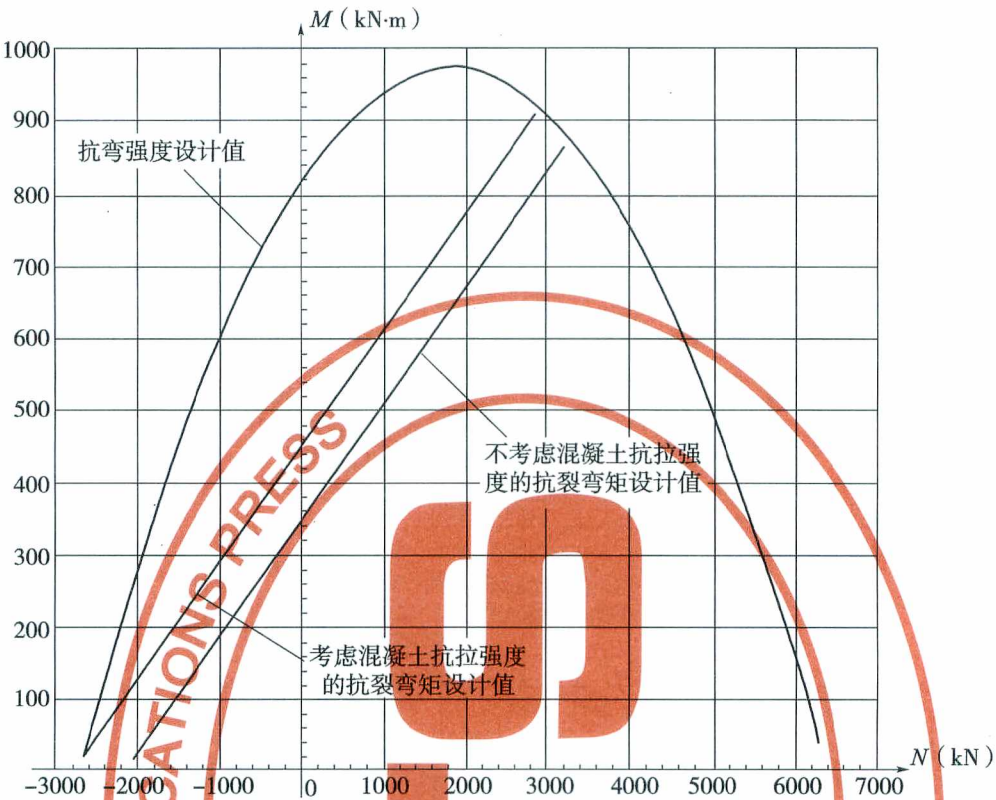


图 B.0.7 PHC800B 型管桩轴力与抗弯能力关系图

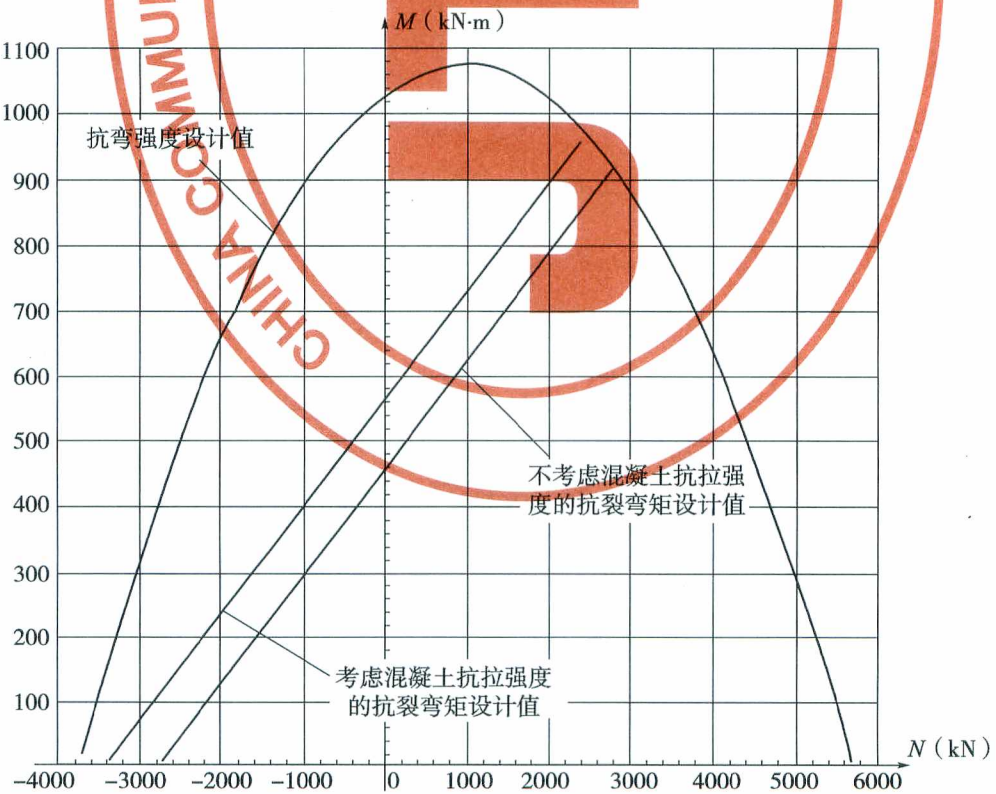


图 B.0.8 PHC800C 型管桩轴力与抗弯能力关系图

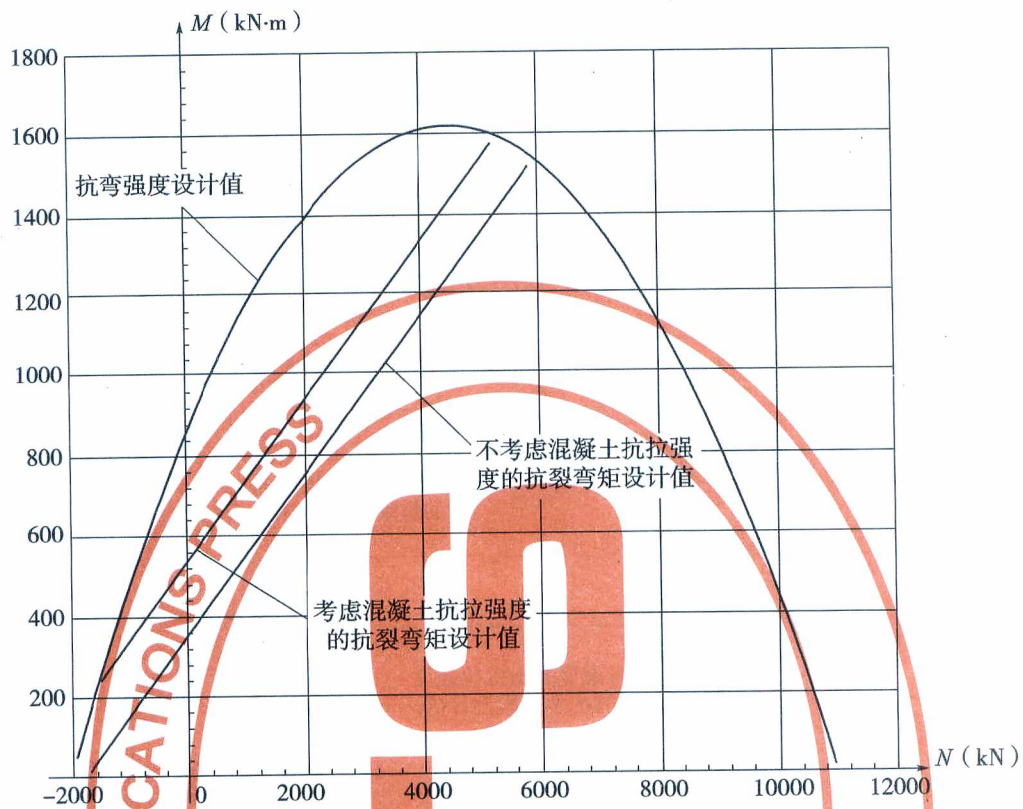


图 B.0.9 PHC1000A 型管桩轴力与抗弯能力关系图

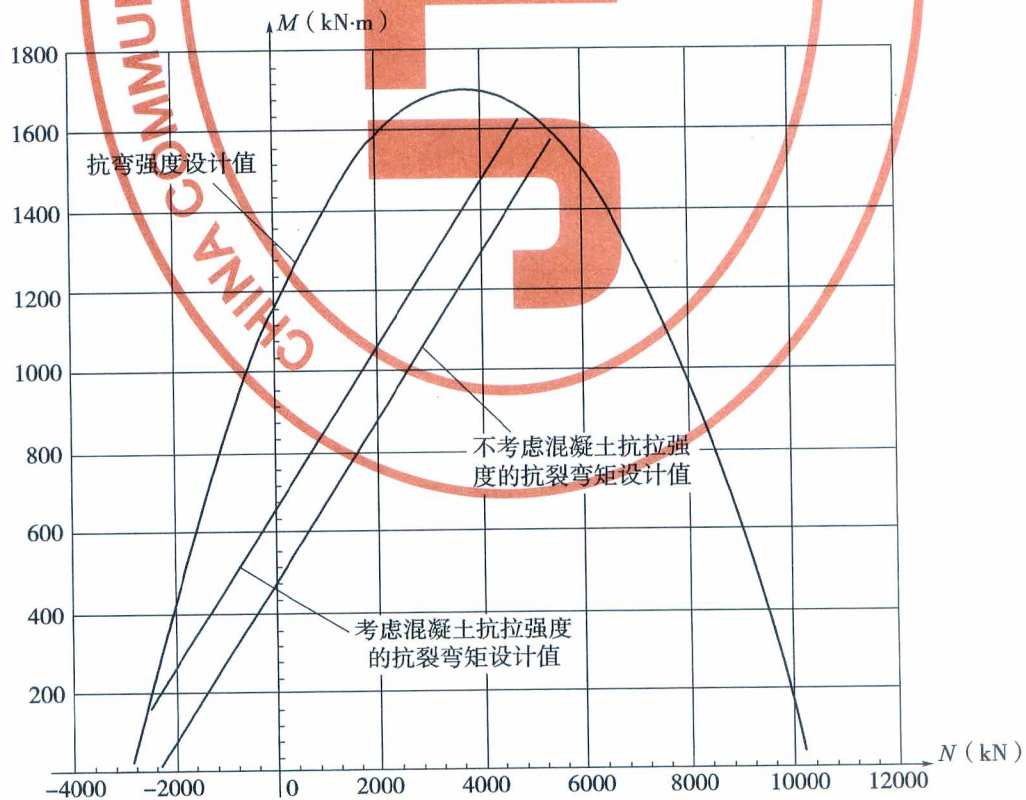


图 B.0.10 PHC1000AB 型管桩轴力与抗弯能力关系图

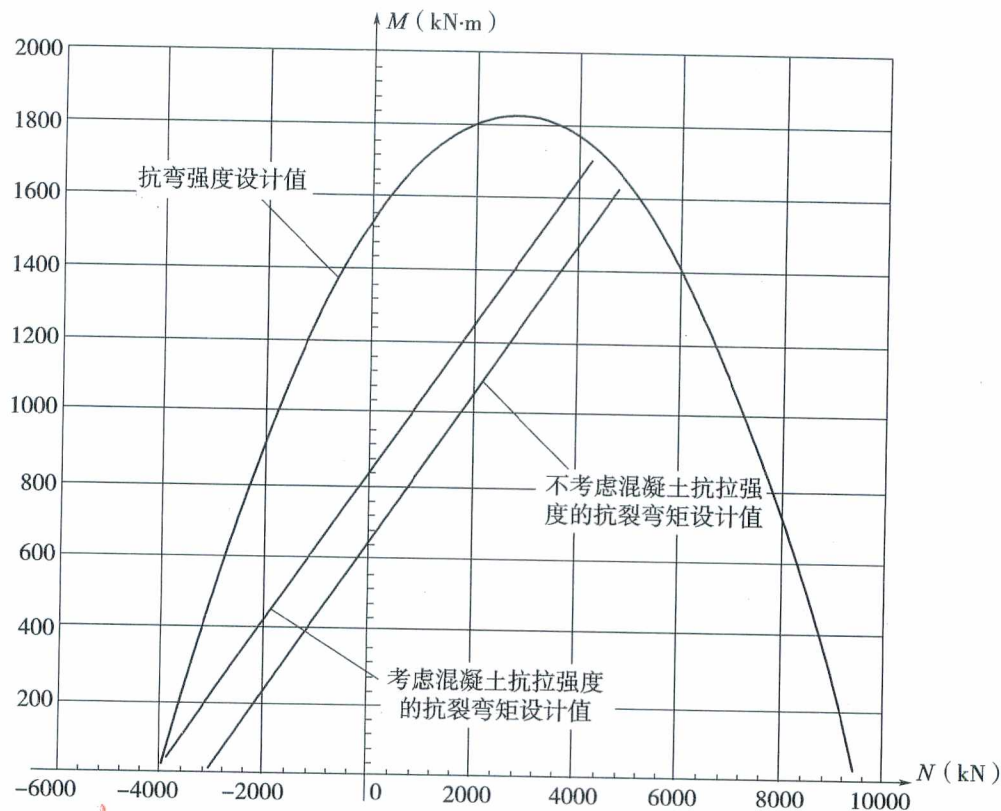


图 B.0.11 PHC1000B 型管桩轴力与抗弯能力关系图

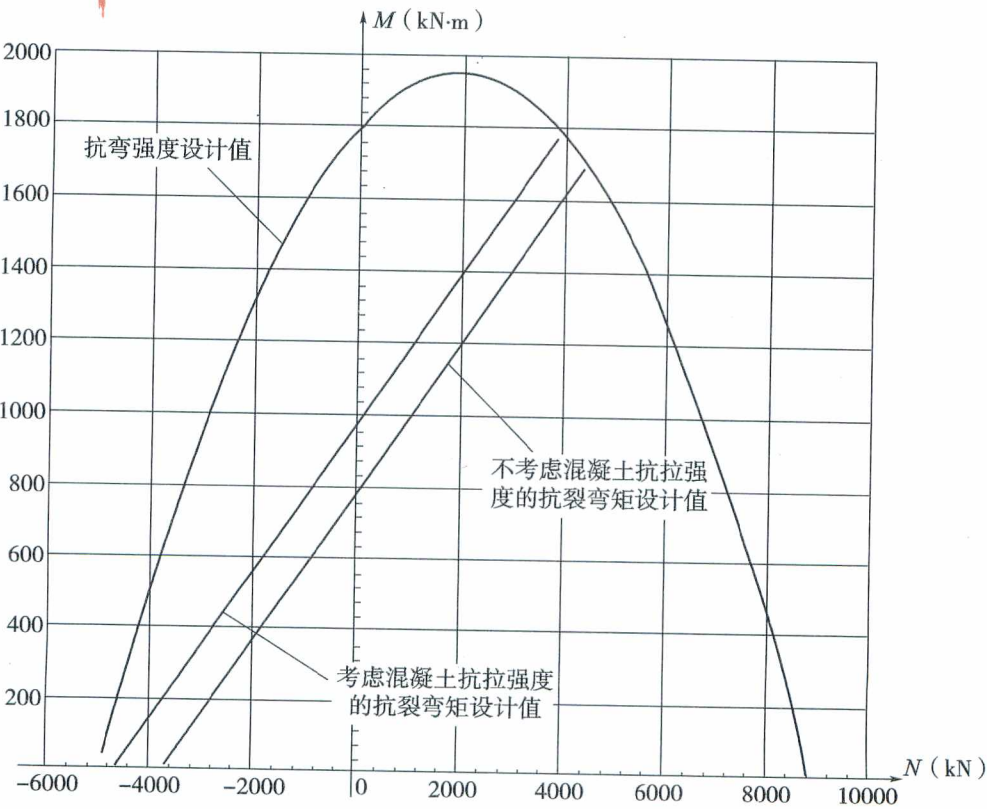


图 B.0.12 PHC1000C 型管桩轴力与抗弯能力关系图

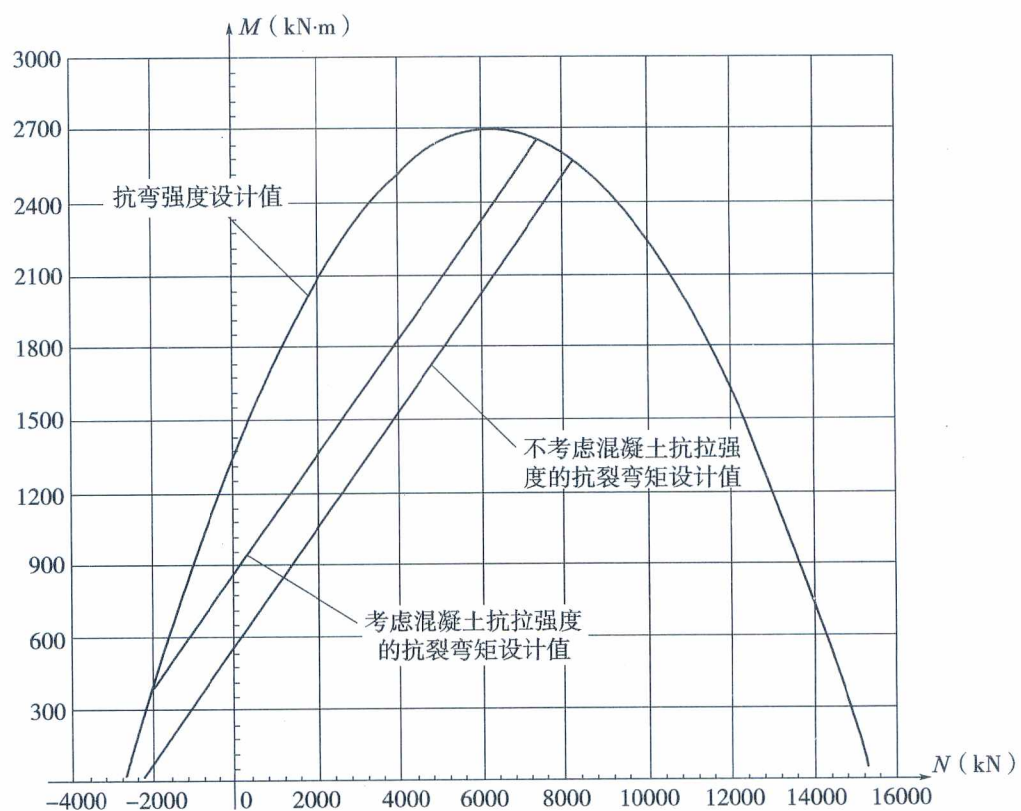


图 B.0.13 PHC1200A 型管桩轴力与抗弯能力关系图

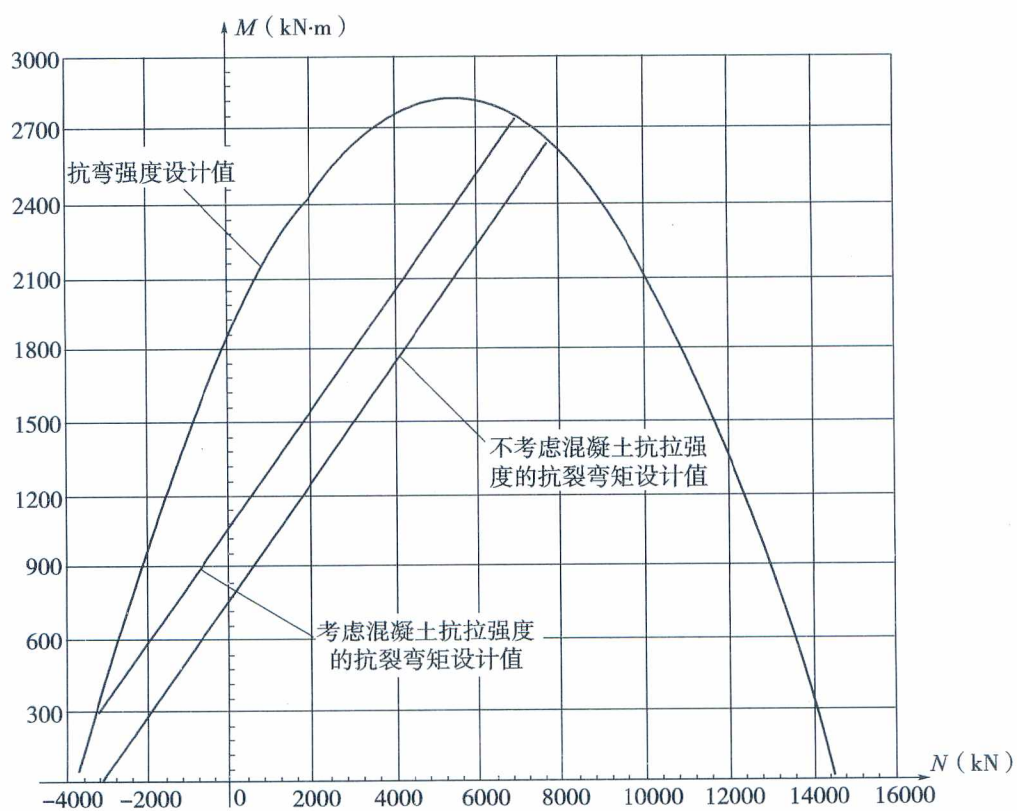


图 B.0.14 PHC1200AB 型管桩轴力与抗弯能力关系图

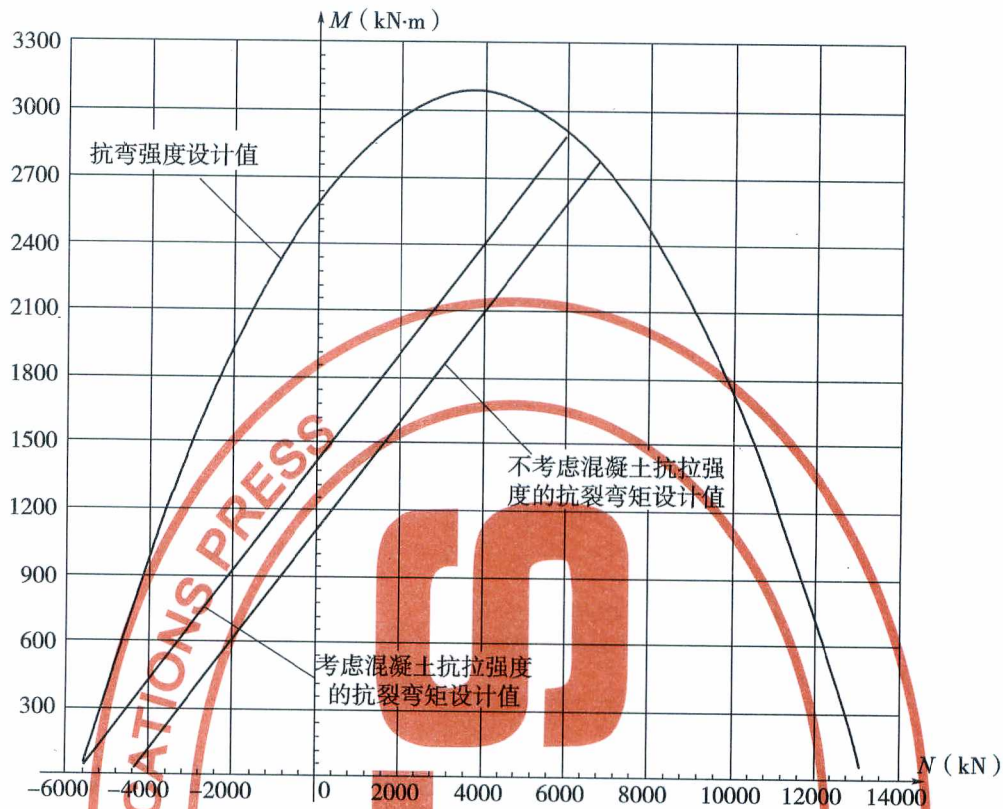


图 B.0.15 PHC1200B 型管桩轴力与抗弯能力关系图

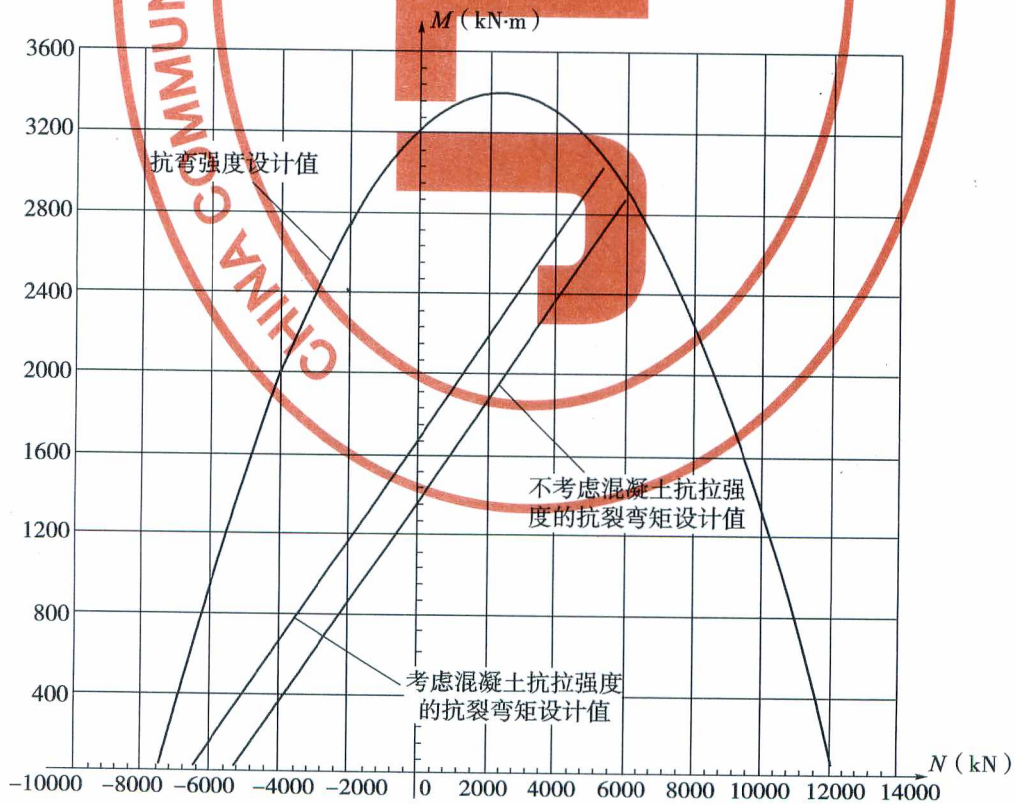


图 B.0.16 PHC1200C 型管桩轴力与抗弯能力关系图

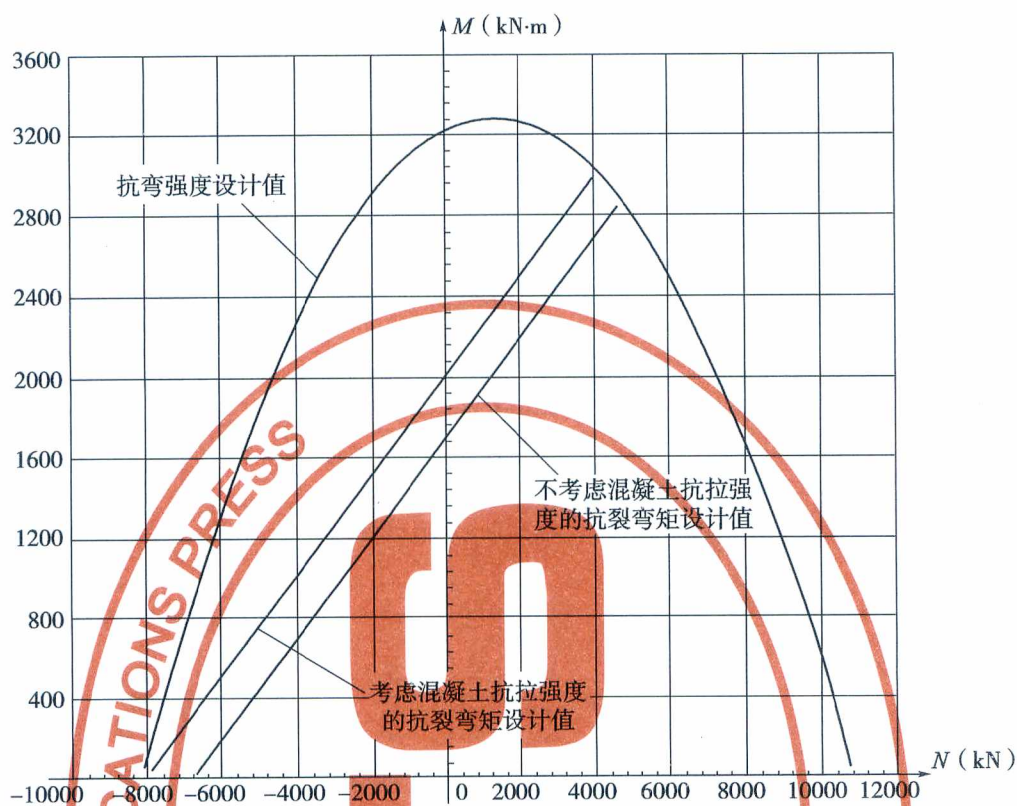


图 B.0.17 PHC1200D 型管桩轴力与抗弯能力关系图

常用 PHC 管桩正截面抗裂弯矩和抗弯能力设计值表

表 B.0.1

桩型编号	力学指标 (kN·m)	轴 力 值(kN)																					
		-8000	-7000	-6000	-5000	-4000	-3000	-2000	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
PHC700A	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	—	123	255	387	519	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	—	198	329	461	594	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	—	26	308	499	600	612	535	367	110	—	—	—	—	—	—	—
PHC700AB	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	37	171	304	438	572	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	112	246	379	513	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	—	172	424	582	649	623	506	296	—	—	—	—	—	—	—	—
PHC700B	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	97	233	368	504	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	37	173	309	444	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	56	357	564	675	693	615	443	177	—	—	—	—	—	—	—	—
PHC700C	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	33	172	310	448	587	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	110	249	388	526	664	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	335	575	719	765	715	569	327	—	—	—	—	—	—	—	—	—

续表 B.0.1

桩型编号	力学指标 (kN·m)	轴 力 值(kN)																						
		-8000	-7000	-6000	-5000	-4000	-3000	-2000	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	
PHC800A	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	25	182	339	496	653	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	125	282	439	596	753	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	—	131	448	673	808	853	808	673	448	132	—	—	—	—	—	—	
PHC800AB	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	88	247	405	564	723	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	189	348	506	665	824	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	—	321	602	789	884	887	798	616	341	—	—	—	—	—	—	—	
PHC800B	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	20	181	343	504	666	827	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	122	284	446	607	768	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	277	592	813	938	968	903	744	489	140	—	—	—	—	—	—	—	
PHC800C	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	125	290	455	621	786	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	64	229	395	560	725	890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	314	648	886	1027	1071	1018	869	623	281	—	—	—	—	—	—	—	—	

续表 B.0.1

桩型编号	力学指标 (kN·m)	轴 力 值(kN)																						
		-8000	-7000	-6000	-5000	-4000	-3000	-2000	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	
PHC1000A	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	150	350	549	748	948	1147	1346	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	—	333	532	731	931	1130	1329	1529	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	23	478	856	1157	1381	1530	1602	1597	1516	1358	1124	813	426	—	—	—	—
PHC1000AB	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	76	278	480	682	883	1085	1287	1489	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	260	462	664	866	1067	1269	1471	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	424	832	1162	1413	1585	1679	1695	1632	1490	1270	971	593	137	—	—	—	—
PHC1000B	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	30	235	440	645	850	1055	1260	1466	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	217	422	627	832	1037	1242	1447	1652	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	501	922	1263	1524	1703	1802	1820	1758	1616	1393	1090	706	242	—	—	—	—	—
PHC1000C	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	160	368	576	784	992	1200	1408	1616	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	141	349	557	765	973	1181	1389	1597	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	522	963	1322	1599	1796	1910	1942	1894	1763	1551	1258	882	426	—	—	—	—	—	—

续表 B.0.1

桩型编号	力学指标 (kN·m)	轴 力 值(kN)																							
		-8000	-7000	-6000	-5000	-4000	-3000	-2000	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000		
PHC1200A	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	78	319	560	802	1043	1284	1525	1766	2007	2248	2490	—	—	—	—	—		
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	—	377	619	860	1101	1342	1583	1824	2065	2307	2548	—	—	—	—	—	—		
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	—	400	916	1367	1750	2069	2321	2507	2627	2681	2669	2591	2447	2238	1962	1620	1212		
PHC1200AB	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	30	274	518	761	1005	1249	1493	1736	1980	2224	2468	—	—	—	—	—	—		
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	—	332	576	819	1064	1307	1551	1795	2038	2282	2526	—	—	—	—	—	—	—		
	抗弯强度设计值	—	—	—	—	—	444	977	1443	1842	2172	2434	2629	2756	2815	2807	2731	2587	2376	2096	1750	1335	852		
PHC1200B	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	—	104	353	601	850	1098	1347	1596	1844	2093	2341	2590	—	—	—	—	—	—	—		
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	162	411	659	908	1157	1406	1654	1902	2151	2399	2648	2896	—	—	—	—	—	—	—		
	抗弯强度设计值	—	—	—	395	971	1478	1915	2281	2580	2806	2963	3051	3069	3017	2896	2704	2443	2112	1711	1241	700	90		
PHC1200C	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	—	81	335	589	843	1097	1351	1604	1858	2112	2366	2620	2874	—	—	—	—	—	—	—		
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	139	393	647	901	1155	1409	1663	1916	2170	2424	2678	2932	—	—	—	—	—	—	—	—		
	抗弯强度设计值	—	335	955	1504	1983	2392	2731	3000	3200	3328	3386	3375	3293	3142	2920	2628	2266	1834	1332	759	117	—		

续表 B.0.1

桩型编号	力学指标 (kN·m)	轴 力 值(kN)																					
		-8000	-7000	-6000	-5000	-4000	-3000	-2000	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
PHC1200D	不考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	—	—	195	444	694	943	1193	1442	1692	1941	2191	2441	2690	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	考虑混凝土抗拉强度的抗裂弯矩设计值	3	253	502	752	1001	1251	1500	1750	2000	2249	2498	2748	2998	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗弯强度设计值	90	737	1310	1810	2237	2590	2870	3076	3211	3269	3256	3169	3008	2774	2467	2087	1633	1105	505	—	—	—

附录 C 常用锤型参考表

选锤参考资料表

表 C.0.1

项 目	常用锤型	柴 油 锤			液 压 锤		
		D-80	D-100	D-128	SC 150	HHK 16S	HHK 20S
锤型参数	锤芯质量(t)	8.0	10.0	12.8	11.0	16.0	20.0
	锤总质量(t)	16.04	19.43	27.00	19.5	29.7	34.9
	常用冲程(m)	2.8~3.2	2.8~3.2	2.8~3.2	1.4	1.5	1.5
	最大锤击能量(kJ)	272	340	435	150	235	294
与锤相应的 PHC 管桩(mm)		$\phi 700$ $\phi 800$	$\phi 800$ $\phi 1000$	$\phi 1000$ $\phi 1200$	$\phi 800$	$\phi 800$ $\phi 1000$	$\phi 1000$ $\phi 1200$
锤击沉桩时 打入持力层的 能力	可贯穿硬黏土深度(m)	10~15	10~20	10~20	10~15	10~20	10~20
	可贯穿中密状砂层深度 (m)	8~15	10~15	10~15	8~15	10~15	10~15
	桩端可打入密实砂或砾砂 深度(m)	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~2.5	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~2.5
	桩端可打入风化岩($N > 50$ 击)深度(m)	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5
	所用锤可能达到的极限承 载力(kN)	6000~ 9000	9000~ 11000	≥ 11000	8000~ 9000	9000~ 11000	≥ 11000
	最终 10 击的平均贯入度 (mm/击)	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10

注:①本表仅供施工单位选锤时参考,不得作为确定极限承载力的依据;

②桩打入持力层的深度不包括桩靴长度;

③采用其他锤型时,可比照表中最大锤击能量参考选用;

④若需选用更大的锤型,应经专门论证。

附录 D 本规程用词用语说明

D.0.1 为了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:

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,在条件允许时首先这样做的:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

D.0.2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规程主编单位、参编单位、 主要起草人、总校人员和管理组人员名单

主 编 单 位:中交第三航务工程局有限公司

参 编 单 位:中交上海三航科学研究院有限公司

中交第三航务工程勘察设计院有限公司

主 要 起 草 人:徐坚波(中交第三航务工程局有限公司)

郑荣平(中交第三航务工程局有限公司)

时蓓玲(中交第三航务工程局有限公司)

(以下按姓氏笔画为序)

丁捍东(中交上海三航科学研究院有限公司)

王成启(中交上海三航科学研究院有限公司)

陈志良(中交第三航务工程局有限公司)

吴 锋(中交上海三航科学研究院有限公司)

沈火群(中交第三航务工程局有限公司)

沈 斌(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

程泽坤(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

周郁兵(中交第三航务工程局有限公司)

周菊芳(中交第三航务工程局有限公司)

金建昌(中交第三航务工程局有限公司)

曹金宝(中交上海三航科学研究院有限公司)

曹根祥(中交第三航务工程局有限公司)

潘根强(中交第三航务工程局有限公司)

总 校 人 员 名 单:胡 明(交通运输部水运局)

李德春(交通运输部水运局)

张浩强(交通运输部水运局)

仇伯强(中国工程建设标准化协会水运专业委员会)

吴敦龙(中交水运规划设计院有限公司)

时蓓玲(中交第三航务工程局有限公司)
徐坚波(中交第三航务工程局有限公司)
沈 斌(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)
吴 锋(中交上海三航科学研究院有限公司)
卓 杨(中交上海三航科学研究院有限公司)
董 方(人民交通出版社)

管理组人员名单:徐坚波(中交第三航务工程局有限公司)
时蓓玲(中交第三航务工程局有限公司)
沈 斌(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)
金建昌(中交第三航务工程局有限公司)
吴 锋(中交上海三航科学研究院有限公司)

中华人民共和国行业标准

**水运工程先张法预应力
高强混凝土管桩设计与施工规程**

JTS 167—8—2013

条文说明

目 次

3 设计 (43)

 3.1 一般规定 (43)

 3.2 计算 (43)

 3.3 构造 (44)

4 制作 (45)

 4.1 原材料和混凝土 (45)

 4.3 成型 (45)

 4.4 养护 (45)

6 沉桩 (46)

 6.1 沉桩工艺 (46)

 6.2 质量控制 (47)

附录 A 常用 PHC 管桩型号、规格和力学性能 (48)

3 设 计

3.1 一般规定

3.1.1 ~ 3.1.3 PHC 管桩设计采用以概率理论为基础的极限状态设计法,以可靠指标度量桩基的可靠度,采用分项系数表达的极限状态设计表达式。结合水运工程桩基设计和施工具体情况,对桩基承载力极限状态和正常使用极限状态设计的主要内容作了规定,指出荷载组合所依据的标准。

3.1.5 根据耐久性专题研究成果,基于对多个预制厂 PHC 管桩混凝土的室内耐久性试验研究,以及对大量华东、华南沿海和内河在役 PHC 管桩的耐久性调研和取样分析及寿命预测研究成果,认为现有 PHC 管桩在严格控制原材料、配合比、生产工艺的条件下,裸桩理论使用寿命不低于 50 年。对于设计使用年限超过 50 年的工程,提出通过桩型选择、控制混凝土耐久性指标以及采用附加防腐蚀措施以满足不同设计使用年限的要求。

根据耐久性专题研究成果,PHC 管桩附加防腐蚀措施包括玻璃钢包覆、涂层防护等多种措施。但根据工程实践经验,玻璃钢包覆是 PHC 管桩防腐蚀最有效的措施,故推荐优先采用玻璃钢包覆措施作为 PHC 管桩附加防腐的手段。

基于不同直径 PHC 管桩的保护层厚度的差别,直径越大其保护层厚度越大,对耐久性越有利。故对于设计使用年限较高的工程,优先推荐选用直径较大的 PHC 管桩。本项推荐桩型的建议,实质上是对 PHC 管桩保护层厚度的要求。

PHC 管桩混凝土不同于高性能混凝土,生产 PHC 管桩通常使用 20% ~ 30% 的矿物掺合料,而高性能混凝土使用的矿物掺合料掺量更大。因此,PHC 管桩耐久性指标不如高性能混凝土。此外,根据耐久性专题研究,桩身切割混凝土耐久性优于同条件养护的留样混凝土。因此,采用留样混凝土试块作为耐久性质量控制切实可行。

3.2 计 算

3.2.2 基桩在施工期产生的内力,如斜桩的自重弯矩(包含桩内水体与土体重力)等,在上部结构形成后仍然存在,故在使用期结构计算中予以考虑。

3.2.6 经过对 PHC 管桩的钢棒放张过程中的多次测试表明,以 $\phi 800$ AB 型和 B 型 PHC 管桩为例,钢棒在混凝土中的应力传递长度值为 0.35 ~ 0.75m。故在计算和验算中将 PHC 管桩顶部预应力值取零,距 PHC 管桩顶部 1 倍桩径处取为有效预应力值,为简化计算,其间预应力值按线性分布。《港口工程桩基规范》(JTS 167—4—2012)中规定:按刚接设计时,管桩伸入桩帽或横梁的长度不小于 0.75 倍桩径。本规程规定较严,PHC 管桩端部的预应力传递长度按 1 倍桩径取值。

3.2.7 条文中列出的公式(3.2.7-2)是本规程根据 PHC 管桩的特殊制作工艺所专门增加的。根据资料统计,PHC 管桩锤击过程中的损坏较多出现在接头附近,部分原因与钢棒的镦头过程造成的强度损失有关。因此,有必要对镦头处的锤击应力做专门验算。

3.3 构造

3.3.3 其他需要的部位包括桩在泥面附近的部位,也承受着较大的压应力。

3.3.4 《先张法预应力混凝土管桩》(GB 13476—2009)第 5.3 条规定:“外径 300mm 管桩预应力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于 25mm,其余规格管桩预应力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于 40mm。”目前应用于水运工程较多的是外径 $\phi 700\text{mm}$ 以上的 PHC 管桩, $\phi 700\text{mm}$ 、 $\phi 800\text{mm}$ 、 $\phi 1000\text{mm}$ 、 $\phi 1200\text{mm}$ PHC 管桩的混凝土保护层分别为 48.7mm、48.7mm、53.7mm、63.7mm, $\phi 1200$ C 型桩的混凝土保护层厚度为 55.0mm, $\phi 1200$ D 型桩的混凝土保护层厚度为 62.0mm,均已超过国标《先张法预应力混凝土管桩》(GB 13476—2009)第 5.3 条规定的要求。根据编写组的现场调查,服役 16 年以上的 $\phi 800\text{mm}$ AB 型桩,混凝土表面氯离子渗透深度仅为 14mm,经推算其使用年限达 50 年以上。用于特殊要求环境下的管桩,一般另增加了外保护措施。考虑上述因素,将 PHC 管桩预应力筋保护层最小厚度定为 45mm。

3.3.5 PHC 管桩适当部位开设一定数量透气孔,主要是为了减小沉桩过程中桩身内外的空气压力差,并避免产生水锤效应。预留透气孔宜按 PHC 管桩外径不同设置,一般在 2~5 个左右。为不影响 PHC 管桩本身构造性能,透气孔和排水孔孔径一般为 50mm。

3.3.7 桩套箍的主要作用是防止混凝土漏浆,焊接接桩时可作散热板,锤击沉桩时兼有保护桩顶的作用。

4 制 作

4.1 原材料和混凝土

4.1.6 依据《混凝土结构耐久性设计与施工指南》(CCES 01—2004),本条规定的 PHC 管桩混凝土中总氯离子含量,是指水溶性氯离子含量。

4.1.7 根据混凝土抗冻性研究成果,目前快冻法是普遍采用的抗冻试验方法。因此,规定 PHC 管桩的抗冻指标通过采用快冻法进行试验获得。

4.1.8 本条规定了 PHC 管桩混凝土的基本耐久性指标,由于 PHC 管桩通常使用 20% ~ 30% 的矿物掺合料,其耐久性指标不如采用较大掺量矿物掺合料的高性能混凝土。并且本条规定的是 PHC 管桩混凝土耐久性的基本要求,对于设计使用年限为 50 年及以上的工程,第 3.1.5 条已对 PHC 管桩的专项耐久性设计作了规定。

4.3 成 型

4.3.6 钢筋笼两端的螺旋筋 200 ~ 300mm 范围,为方便安装端板不需焊接,一般在就位后采用铁丝绑扎牢固;端板锚筋在安装端板时会有偏位现象,在安装好端板后需要及时复位。

4.4 养 护

4.4.1 研究表明,环境温度对 PHC 管桩的抗压强度发展具有显著影响。在自然环境条件下,常压蒸养 PHC 管桩,其混凝土的抗压强度增长与“度时积”存在良好的相关关系,不同温度条件下 PHC 管桩混凝土强度达到 80MPa 的最短养护时间不同。环境温度越高,混凝土强度达到 80MPa 以上的时间越短,相应的最短出厂时间越短。

江苏和上海地区开展试验结果表明,仅采用常压蒸汽养护制作 PHC 管桩时,当平均气温大于等于 25℃ 时,出厂龄期不少于 5 天;当平均气温在 5℃ ~ 25℃ 时,出厂龄期不少于 7 天;当平均气温低于 5℃ 时,出厂龄期不少于 10 天。

4.4.3 经验表明,冬季 PHC 管桩出釜后降温梯度过大时极易出现裂缝,采取覆盖、防风罩等措施后可有效降低温度梯度,防止出现裂缝,故条文中要求控制升、降温梯度。

6 沉 桩

6.1 沉 桩 工 艺

6.1.4 试打桩利用工程桩可降低工程造价。试打桩一般采用以下两种形式:

(1) 单一试打桩,目的是验证桩的可打性,并为设计确定桩长提供参考;

(2) 试打桩加以动测,并进行复打,获得单桩极限承载力,以确定停锤标准。桩长可适当加长,是为了避免因受潮位限制无法动测,或承载力不够时需要增加桩长。

目前,在大型工程中,采用长桩及大吨位锤沉桩的情况日益增多,工程中安排试打桩及高应变动测很有必要,有利于合理选用桩锤系统(包括桩帽、锤垫、桩垫等辅助配件),通过试打桩及动测试验,获取最佳的沉桩效果,为后期大规模沉桩,提供合适的沉桩参数。

6.1.8 在 PHC 管桩下桩后,PHC 管桩空腔内留有气体、水体或涌入淤泥,在锤击过程中这些介质的压缩会在 PHC 管桩腔体内产生膨胀压力,从而使桩身混凝土产生切向拉应力,当该拉应力达到某一值后会使得桩身产生纵向裂缝。由于水的不可压缩性远大于空气,因此当桩顶没入水中时,更容易因为水锤效应产生纵向裂缝。

6.1.9 柴油锤的锤垫多用直径 25mm 以上粗钢丝绳割成小段,纵横分层铺设制成,使用效果较好。钢丝绳锤垫虽沉桩效果良好,但其厚度以及新旧程度对沉桩影响很大。厚度主要影响垫层刚度,增加锤垫厚度会减小垫层刚度,有效削除压应力峰值,同时由于力作用时间延长,传递能量增加,贯入度加大,从而提高沉桩效率;在一定范围内锤击数越多,弹性模量越大,垫层刚度越大,锤击力越大,有效能量越大,其贯入能力亦增强。

6.1.10 过去 PHC 管桩沉桩所用桩垫一般都用木垫,且木垫多是木板拼接制成,制作粗糙,且厚薄和木质软硬不一,致使打桩时桩顶局部应力过大,桩顶易打碎。也有使用纸垫的,纸垫多半由废弃的包装纸箱叠合裁剪制成,疏松多孔,锤击过程中压缩量大,单桩沉桩后期桩顶压应力往往较大,容易出现打碎现象。故条文中引导使用棕绳、波纹纸板、松木作为桩垫。

6.1.12 根据工程经验,对于某一桩径的 PHC 管桩,当参考附录 C 选用打桩锤时,停锤标准控制在 10mm 左右能够保证桩身安全,故给出了条文中规定的贯入度停锤标准。

6.1.15 根据对不同截桩方式试验的结果表明,截桩方法对预应力传递性能有直接影响,例如大锤截桩和风镐截桩对预应力传递长度影响较大。

6.2 质量控制

6.2.3 现有《港口工程基桩动力检测规程》(JTJ 249—2001)建议高应变动测比例为总桩数的 2% ~ 5%,低应变检测比例为总桩数的 10%。但实际工程中采用大吨位锤沉设较长的 PHC 管桩的情况越来越常见,导致 PHC 管桩完整性受损,甚至断桩现象出现较多。因此,做出具体规定,以保质量。

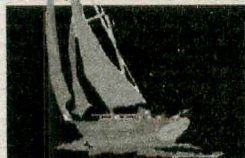
附录 A 常用 PHC 管桩型号、规格和力学性能

表 A. 0. 1 中混凝土有效预压应力,是根据国标《先张法预应力混凝土管桩》(GB 13476—2009)计算求得。抗裂弯矩、抗弯强度设计值,是根据行业标准《水运工程混凝土结构设计规范》(JTS 151—2011)计算求得,其中抗裂弯矩设计值考虑了混凝土的抗拉强度。

$\phi 1200D$ 型管桩即 SPHC 管桩,生产基本沿用了 PHC 管桩的工艺流程,预应力主筋采用高强度低松弛钢绞线,结合了管桩高速离心成型工艺和管桩混凝土二次蒸气养护工艺。

表中 $\phi 1200C$ 型 PHC 管桩因配筋较多,为保证混凝土均匀受压,主筋中心位置圆直径较同外径其他桩型大。

水运图书工作室



欢迎光临中国水运图书网
www.chinasybook.com

统一书号：15114 · 1847

定 价：35.00元

网上购书 / www.chinasybook.com