UDC

中国土木工程学会标准

P T/CCES XX－2019

**木桩基础技术标准**

Technical standard for timber pile

**（征求意见稿）**

2019–XX–XX 发布 2019–XX–XX 实施

中国土木工程学会 发布

**中国土木工程学会标准**

**木桩基础技术标准**

Technical standard for timber pile

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：2019年×月×日

2019 北 京

**前 言**

本标准根据《中国土木工程学会<关于发布2017年中国土木工程学会标准编制计划（第一批）的通知>》（土标委[2017]14号文）的要求，由福建省建筑科学研究院、福州第七建筑工程有限公司会同有关单位共同编制完成。

标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程主要内容包括1.总则；2.术语、符号；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工；7.检验与验收；和5个附录。

本规程由中国土木工程学会负责管理，由福建省建筑科学研究院有限责任公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至福建省建筑科学研究院有限责任公司（地址：福建省福州市仓山区金塘路52号；邮政编码：[35002](http://waiter.www.so.com/postcode/s?q=350025)8），以便今后修订时参考。

本规程主编单位：福建省建筑科学研究院有限责任公司

福州第七建筑工程有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1. 总则
2. 术语、符号

2.1术语

2.2符号

1. 基本规定
2. 材料

4.1木材

4.2金属连接件

4.3防护剂

1. 设计

5.1一般规定

5.2桩基计算

5.3接桩设计

5.4构造要求

1. 施工

6.1一般规定

6.2木桩制作

6.3沉桩

6.4接桩

1. 检验与验收

7.1一般规定

7.2施工前检验

7.3施工中检验

7.4施工后检验

7.5工程验收

附录A 方木、原木材质标准

附录B 木材强度试验方法

附录C木桩防护处理载药量及透入度要求

附录D沉桩施工记录

附录E 木桩制作与连接的允许偏差

本标准用词说明

引用标准名录

附：条文说明

Contents

1 General Provisions

2 Terms and Symbols

2.1 Terms

2.2 Symbols

3 Basic Requirements

4 Materials

4.1 Timber

4.2 Metal Connectors

4.3 Preservative

5 Design

5.1 General Requirements

5.2 Calculation of Pile Foundation

5.3 Design of Pile Connection

5.4 Detailing Requirements

6 Construction

6.1 General Requirements

6.2 Manufacture of Timber Pile

6.3 Pile Driving

6.4 Constructing of Piles

7 Inspection and Acceptance

7.1 General Requirements

7.2 Pre-construction Inspection

7.3 During construction Inspection

7.4 Post-construction Inspection

7.5 Construction Quality Acceptance

Appendix A Standard Quality of Round Timber and Rough Sawn Timber

Appendix B Testing of Strength Class of Wood

Appendix C Requirements for Retention and Penetration of Preservative-treated Timber Pile

Appendix D Construction Record Table of Pile Driving

Appendix E Allowable Errors for Manufacture and Strength of Timber Pile

Explanation of Wording in This Standard

List of Quoted Standard

Addition：Explanation of Provisions

1 总 则

1.0.1 为了规范木桩基础的工程应用，贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于木桩基础的设计、施工、检验与验收。

1.0.3 木桩基础的应用，应综合考虑工程地质条件、工程性质、荷载特征、施工技术条件与环境；并应重视地方经验，因地制宜，优化布桩，节约资源；强化施工质量控制与管理。

1.0.4 木桩应用除应符合本标准的规定外，尚应符合现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1术语

2.1.1木桩 timber pile

以原木或方木为原料，经过一定的防护处理后沉入土中而形成的桩。

2.1.2木桩基础 timber pile foundation

由沉入土层中的木桩和连接于桩顶的承台共同组成的建（构）筑物基础。

2.1.3原木 log

伐倒并除去树皮、树枝和树梢的树干。

2.1.4方木 rough sawn timber

直角锯切、截面为矩形或方形的木材。

2.1.5 木材防护剂 wood preservative

能够直接用于木材及其制品的表面或深层处理，具有一种或多种木材保护功能的化学或生物制剂。包括木材防腐剂、木材防霉剂、木材防变色剂、木材防虫（蚁）剂、木材阻燃剂、木材尺寸稳定剂、木材增强剂、木材染色剂、涂饰材料等。

2.1.6  载药量 retention

木构件经防护处理后，能长期限保持在木材内部的防护剂量，按每立方米的千克数计算。

2.1.7  透入度 penetration

木构件经防护剂处理后，防护剂透入木构件的深度，按毫米或占边材的百分率计算。

2.1.8 螺栓连接 bolted connection

利用螺栓的抗弯、抗剪能力和螺栓孔孔壁承压传递构件间作用力的一种连接形式。

2.1.9 钉连接 nailed connection

利用圆钉的抗弯、抗剪能力和钉孔孔壁承压传递构件间作用力的一种连接形式。

2.1.10锤击沉桩法 hammer driving method

利用锤击设备将木桩打至土层设计深度的沉桩施工方法。

2.1.11收锤标准 standard for stop hammering

将桩沉至设计要求时终止锤击的施工控制条件。

2.1.12贯入度 penetration

用落锤锤击木桩一定击数后木桩进入土层中的深度。

2.2符号

2.2.1几何参数

、——桩*i*至桩群形心的*x*、*y*轴线的距离（m）；

——桩底端横截面面积（m2）；

——桩身外周边长度（m）；

——桩穿越第*i*层土的厚度（m）；

——群桩外周边长度（m）；

——桩身横截面积（m2）；

*b*——木桩的截面宽度（m）；

*a*——螺栓或钉的直径（mm）；

*l*——木桩桩长（m）。

2.2.2作用和作用效应

——相应于荷载效应标准组合时，作用于桩基承台顶面的竖向力（kN）；

——桩基承台自重及承台上土自重标准值（kN）；

——相应于荷载效应标准组合轴心竖向力作用下任一单桩的竖向力（kN）；

——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第*i*根桩的竖向力（kN）；

、——相应于荷载效应标准组合作用于承台底面通过桩群形心的*x*、*y*轴的力矩（kN·m）；

——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下单桩最大竖向力（kN）；

——单桩自重标准值（kN）。

2.2.3抗力和材料性能

——单桩竖向承载力特征值（kN）；

——桩端端阻力特征值（kPa）；

——桩第*i*层土的侧阻力特征值（kPa）；

——单桩抗拔承载力特征值（kN）；

——轴心受压时木桩的单桩竖向承载力设计值（kN）；

——桩身木材顺纹抗压强度设计值（kPa）；

——木桩单桩竖向抗拔承载力设计值（kN）；

——桩身木材顺纹抗拉强度设计值（kPa）。

2.2.4计算参数及其他

——同一桩基承台中的桩数；

——抗拔系数；

——螺栓或钉连接设计承载力的计算系数；

——每一剪面的承载力设计值(N)。

3.基本规定

3.0.1木桩的几何尺寸和桩身力学性能应符合设计要求。

3.0.2岩土工程勘察报告中应评价木桩应用于该场地的适宜性。

3.0.3抗震设防区的木桩基础设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011的有关规定。

3.0.4木桩的耐久性应满足设计使用年限的要求。

3.0.5木桩沉桩施工宜用锤击法，应保证桩身完整、无损伤。

3.0.6木桩基础施工前宜在现场进行沉桩工艺试验。

3.0.7木桩基础应减少接桩数量，一般不宜超过两个；接头宜位于非污染土层中，可用螺栓或钉与钢夹板组成的双剪连接。接桩钢零件应涂刷防腐蚀耐磨涂层或增加钢零件厚度，其腐蚀裕量不小于2mm，也可采用热收缩聚乙烯套膜保护。

3.0.8木桩现场施工的安全、文物及环境保护等应按有关规定执行。

3.0.9木桩基础工程的检验包括施工前、施工过程和施工后的质量检查和检测。

3.0.10木桩的承载力检验，应在孔隙水压力消散至正常水平时进行。

3.0.11使用进口木材的，应有产地国的产品质量合格证书和产品标识。

1. 材料

4.1木材

4.1.1木桩作为承重构件，宜采用针叶材或细密、直纹、无节和无其他缺陷的耐腐的硬质阔叶材。

4.1.2木桩所用木材的树种、规格和强度等级应符合设计文件的规定。

4.1.3木桩设计时，应根据木桩的受力情况按表4.1.3的要求选用相应的木材材质等级，不得采用普通商品材的等级标准替代。相应的材质等级标准见附录A。

**表4.1.3 木桩木材的材质等级**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 受力情况 | 材质等级 |
| 1 | 受拉或拉弯 | Ⅰ |
| 2 | 受弯或压弯 | Ⅱ |
| 3 | 受压 | Ⅲ |

4.1.4从市场上直接购买的方木应有树种证明文件，并应按本标准4.1.3的要求分等验收。

4.1.5木桩在使用中长期与土壤接触，且常有地下水浸泡，应进行防护处理。

4.1.6木材的强度等级等设计指标可按照现行国家标准《木结构设计标准》GB50005的有关规定执行；当需要对木材的强度进行测试验证时，可按本规范附录B进行。

4.1.7使用进口木材时，应遵循下列规定：

1. 每根木材上应有经过认可的认证标识，认证等级应附有说明，并符合我国商检规定，进口的热带木材，还应附有无活虫虫孔的认证；
2. 进口木材应有中文标识，并按国别、等级、规格分批堆放，不得混淆；
3. 对首次采用的树种，应严格遵守先试验后使用的原则，严禁未经试验就盲目使用。

4.2金属连接件

4.2.1螺栓及螺帽的材质等级和规格尺寸应符合设计文件的规定，并应具有符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5782和《六角头螺栓 C级》GB/T5780有关规定的合格保证。

4.2.2圆钉的规格（直径、长度）应符合设计文件的规定，并应符合现行行业标准《一般用途圆钢钉》YB/T5002的有关规定。

4.2.3 木桩连接用圆钉应做抗弯强度见证检验，其抽样、试验方法及评定标准按照现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB50206执行。

4.2.4连接件与紧固件应按设计图要求的材质和规格由专门的生产企业加工；其所用钢材应具有抗拉强度，伸长率、屈服点和硫、磷含量的合格保证。需要焊接时，焊缝质量不应低于三级。

4.2.5所用连接件与紧固件均应有镀锌防锈层，其镀锌层厚度不应小于275g/m2。

4.3防护剂

4.3.1木桩防护可根据木材的不同性能、用途、使用环境与要求，选择不同的处理方法。基本方法主要有木材防腐、防霉、防虫（蚁）、尺寸稳定、增强或功能性改良处理等，或者兼有其中两项或多项。

4.3.2木桩防护剂应选用符合相应国家标准、行业标准或设计要求的产品，且应有质量合格证书的证明文件。

4.3.3木桩防护剂应满足国家或地方法规和相关标准中对人身安全和环境保护方面的要求。对含有害物质的防护剂使用应预先做好安全防护，避免对人身和环境造成安全隐患。

4.3.4在建筑物预定的使用期限内，其防护功能应稳定持久。

4.3.5防护剂不应与金属连接件起化学反应。

4.3.6木桩常用的几种防护剂及其活性成分分计的最低载药量见附录C。

5设计

5.1一般规定

5.1.1 木桩基础设计应具备下列基本资料：

1.建筑场地地质条件，包括岩土工程勘察报告，建筑物所在地区的抗震设防烈度和建筑场地类别，地基土、水的腐蚀性评价；

2.建筑场地与环境条件，包括地上及地下管线、地下构筑物的分布，可能受到影响的邻近建筑物或构筑物的地基及基础情况及防震要求，施工机械进退场及现场运行条件；

3.建筑场地总平面图、建筑物结构平面图；

4.建筑物上部结构类型及形式、荷载、分布及性质等对基础沉降的要求；

5.沉桩设备性能、施工工艺及其对场地条件的适应性；

6.选用木桩的规格尺寸、接头形式及供应条件。

5.1.2 木桩的受力以摩擦为主，宜以较厚且均匀的土层作为持力层。

5.1.3木桩基础应根据承载能力和变形控制的要求进行下列计算或验算：

1. 根据桩基的使用功能和受力特征进行桩基的竖向（抗压或抗拔）承载力计算；

2. 桩身承载力验算；

3. 桩基沉降计算。

5.1.4用以确定单桩极限承载力等设计参数的试验桩，应满足以下要求：

1.试桩的规格、长度及地质条件应具有代表性；

2.试桩应选在地质勘探孔附近；

3.试桩施工条件应与工程桩一致。

5.2桩基计算

5.2.1 对于一般建筑物，应按下列公式计算群桩中单桩的桩顶作用效应：

1 轴心竖向力作用下

 5.2.1-1

2 偏心竖向力作用下

 5.2.1-2

式中：

——相应于荷载效应标准组合时，作用于桩基承台顶面的竖向力（kN）；

——桩基承台自重及承台上土自重标准值（kN）；

——同一桩基承台中的桩数；

——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第*i*根桩的竖向力（kN）；

、——相应于荷载效应标准组合作用于承台底面通过桩群形心的*x*、*y*轴的力矩（kN·m）；

、——桩*i*至桩群形心的*x*、*y*轴线的距离（m）。

5.2.2 单桩承载力应按下式计算：

1 轴心竖向力作用下

 5.2.2-1

2 偏心竖向力作用下，除满足公式(5.2.2-1)外，尚应满足下式要求：

 5.2.2-2

式中：

——单桩竖向承载力特征值（kN）；

——相应于荷载效应标准组合轴心竖向力作用下任一单桩的竖向力（kN）；

——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下单桩最大竖向力（kN）。

5.2.3 需要进行地震作用效应设计的桩基计算应符合下列表达式：

1 轴心竖向力作用下：

 5.2.3-1

2 偏心竖向力作用下，除满足公式(5.2.3-1)外，尚应满足下式要求：

 5.2.3-2

5.2.4 单桩竖向承载力特征值宜通过单桩竖向静载荷试验确定。单桩竖向静载荷试验可参照《建筑基桩检测技术规范》JGJ106进行。在初步设计时，可按下式估算：

 5.2.4

式中：

——桩端端阻力特征值（kPa），可根据当地静载荷试验结果统计分析得到，或根据现场静力触探试验结果取值，如无当地经验时，可按表5.2.4-1取值；

——桩第*i*层土的侧阻力特征值（kPa），可根据当地静载荷试验结果统计分析得到，或根据现场静力触探试验结果取值，如无当地经验时，可按表5.2.4-2取值；

——桩底端横截面面积（m2）；

——桩身外周边长度（m）；

——桩穿越第*i*层土的厚度（m），有冲刷时应从冲刷线以下起算。

表5.2.4-1桩端端阻力特征值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | | 端阻力特征值 | |
| *l*≤9 | *l*>9 |
| 黏性土 | 软塑 | 0.75<IL≤1 | 80-350 | 250-550 |
| 可塑 | 0.5<IL≤0.75 | 350-700 | 550-900 |
| 硬可塑 | 0.25<IL≤0.5 | 600-950 | 900-1400 |
| 硬塑 | 0<IL≤0.25 | 950-1500 | 1400-2200 |
| 粉土 | 稍密 | e>0.9 | 250-450 | 350-600 |
| 中密 | 0.75≤e≤0.9 | 350-700 | 550-850 |
| 粉砂 | 稍密 | 10<N≤15 | 400-650 | 600-900 |
| 中密 | 15<N≤30 | 550-900 | 850-1200 |
| 细砂 | 稍密 | 10<N≤15 | 700-1100 | 1100-1500 |
| 中密 | 15<N≤30 | 1000-1600 | 1400-2000 |
| 中砂 | 稍密 | 10<N≤15 | 1100-1700 | 1800-2400 |
| 中密 | 15<N≤30 | 1600-2400 | 2200-2800 |

表5.2.4-2 土的侧阻力特征值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | | 侧阻力特征值 |
| 填土 | / | | 9-12 |
| 淤泥 | / | | 6-8 |
| 淤泥质土 | / | | 9-12 |
| 黏性土 | 流塑 | IL>1 | 10-16 |
| 软塑 | 0.75<IL≤1 | 16-22 |
| 可塑 | 0.5<IL≤0.75 | 22-28 |
| 硬可塑 | 0.25<IL≤0.5 | 28-34 |
| 硬塑 | 0<IL≤0.25 | 34-39 |
| 粉土 | 稍密 | e>0.9 | 10-18 |
| 中密 | 0.75≤e≤0.9 | 18-26 |
| 粉细砂 | 稍密 | 10<N≤15 | 10-19 |
| 中密 | 15<N≤30 | 19-26 |
| 中砂 | 稍密 | 10<N≤15 | 12-20 |
| 中密 | 15<N≤30 | 22-30 |

5.2.5 单桩抗拔承载力特征值的确定应通过现场单桩竖向抗拔静载荷试验确定，单桩竖向抗拔静载荷试验可参照《建筑基桩检测技术规范》JGJ106进行。在初步设计时，可按下式估算：

 5.2.5

式中：

——单桩抗拔承载力特征值（kN）；

——抗拔系数，取0.7~0.8，长径比小于20时，取小值。

5.2.6 桩身结构承载力设计值应满足桩的承载力设计要求。

1 轴心受压承载力

 5.2.6-1

式中：

——轴心受压时木桩的单桩竖向承载力设计值（kN）；

——桩身横截面积（m2），计算时应扣除分布在150mm长度上的腐朽节或缺孔等的投影面积；

——桩身木材顺纹抗压强度设计值（kPa）。

2 轴心受拉承载力

 5.2.6-2

式中：

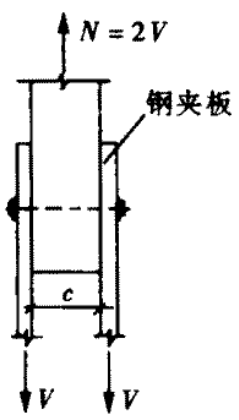
——木桩单桩竖向抗拔承载力设计值（kN）；

——桩身木材顺纹抗拉强度设计值（kPa）。

5.2.7 对重要建筑物及体型复杂、荷载不均匀或桩端以下存在软弱下卧层的地基基础的建筑物桩基应进行沉降计算，可参照《建筑桩基技术规范》JGJ94进行。其最终沉降量不得超过建筑物的沉降允许值，且不应超过相邻桩间距的0.2%（基础不均匀沉降不产生附加应力时为0.5%）。

5.3 接桩设计

5.3.1 木桩连接常用螺栓或钉与钢夹板组成的双剪连接，其中抗拔桩不宜采用钉连接，如图5.3.1所示。



*d*

图5.3.1 木桩连接示意图

5.3.2 对于螺栓连接，桩径应不小于5倍螺栓直径。对于钉连接，钉入有效深度应大于8倍钉直径，计算有效钉入深度时，应扣去钉尖长度（可按1.5倍钉直径计算）。

5.3.3螺栓连接或钉连接顺纹受力的每一剪面的设计承载力应按下式确定：

 5.3.3

式中：

——每一剪面的承载力设计值(N)；

*a*——螺栓或钉的直径(mm)；

——螺栓或钉连接设计承载力的计算系数，螺栓连接取7.5，木桩为湿材制作时取6.7；钉连接取11.1。

5.3.4 螺栓的排列，应按两纵行齐列或错列布置（图5.3.4），其最小间距应符合表5.3.4规定。

5.3.5 钉的排列，可采用齐列、错列布置（图5.3.4），其最小间距应符合表5.3.5的要求，对于软质阔叶材，其顺纹中距和端距应按表中规定增加25%。

5.3.6 必要时，可按《木结构试验方法标准》GB/T50329进行连接试验。



图5.3.4-1 两纵行齐列螺栓（钉）布置



图5.3.4-2 两纵行错列螺栓（钉）布置

表5.3.4 螺栓排列的最小间距

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造特点 | 顺纹 | | 横纹 | | 钢夹板 | |
| 端距 | 中距 | 边距 | 中距 | 端距 | 边距 |
| *b0* | *b1* | *b2* | *b3* | *b0'* | *b2'* |
| 齐列 | *7a* | *7a* | *3a* | *3.5a* | *2a* | *1.5a* |
| 错列 | *10a* | *2.5a* |

注：1.*a*——螺栓直径；

2.当采用湿材制作时，木桩顺纹端距*b0*应加长70mm。

表5.3.5 钉排列的最小间距

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 顺纹 | | 横纹 | | |
| 端距  *b0* | 中距  *b1* | 边距  *b2* | 中距  *b3* | |
| 齐列 | 错列 |
| *15a* | *15a* | *4a* | *4a* | *3a* |

注：*a*——钉的直径。

5.4 构造要求

5.4.1 桩顶直接埋入承台连接，嵌入承台的深度宜为50-100mm，对抗拔桩不宜小于2倍桩径（边长）。

5.4.2 承台计算可参照《建筑桩基技术规范》JGJ94进行。

5.4.3当上部为木结构时，可在桩基之间设置横系梁或将桩与柱直接连接。横系梁的设计可参照《木结构设计规范》GB50005进行。

6 施工

6.1一般规定

6.1.1木桩基础施工前，应具备下列文件和资料：

1.施工场地的地质勘察报告；

2.桩的施工图设计文件及设计交底、图纸会审记录；

3.经审查批准的施工组织设计或施工方案；

4.施工区域四周影响范围内的建(构)筑物、地下管线、高空线路、市政道路等相关资料和详实位置；

5.所用木材的树种、规格和强度等级等的合格证和说明书；

6.主要施工设备的技术性能资料；

7.施工工艺的试验资料。

6.1.2木桩基础施工前，应完成下列准备工作：

1. 调查施工区域及毗邻区域内的地下管线及建（构）筑物受沉桩施工影响的情况，并提出相应的安全措施；
2. 清理施工场区内影响沉桩的高空及地下障碍物，遇高空高压线应做好安全防护；
3. 平整场地。施工场地的地面应平整，排水通畅，承压能力应满足沉桩机械和木桩运输堆放的要求；
4. 在不受施工影响的位置设置控制点及轴线定位点；
5. 搭建施工的临时设施，且水、电、道路、排水等满足施工要求；
6. 向施工人员作技术交底；
7. 对防汛有影响的工程，汛期施工时，应执行防汛工作的有关规定。

6.1.3应进行不少于3根桩的试沉桩，以核对地质资料的正确性、检验沉桩机械选用的合理性，并确定沉桩控制参数及施工停止沉桩的标准。

6.1.4沉桩工艺试验完成后应提供下列信息资料：

1. 沉桩全过程记录，包括不同入土深度时的贯入度等；
2. 桩身经沉桩后完整性的检测检查资料；
3. 沉桩机械整体运行情况；
4. 桩接头形式及接头施工记录。

6.1.5木桩基础施工所用的材料、构配件的等级应符合设计文件的规定，作等强、等效换算处理时，应经设计单位复核。

6.2 木桩制作

6.2.1进入现场的材料、构配件应达到下列要求：

1 用于桩基工程的木桩几何尺寸和桩身力学性能应符合设计要求。

2 木桩的耐久性应满足设计使用年限的要求。

6.2.2木桩的锯割应符合下列规定：

1. 直接采用原木制作时，应将原木削去树皮并砍平木节。原木延长度应呈平缓锥体，每1m长度内直径改变不应大于9mm。
2. 当采用方木制作时，应按设计文件规定的尺寸将原木进行锯割，锯割时应按截面尺寸的4%预留干缩量，落叶松等收缩量较大的原木，可按截面尺寸的5%预留干缩量。
3. 与设计文件的标注尺寸相比，方木桩不应小于3mm以上，原木桩的平均梢径不应小于5mm以上，梢径端应朝下。
4. 方木桩的的单向纵向弯曲不应大于单节桩长的1/500，原木桩不应大于单节桩长的1/200。
5. 方木桩的截面翘曲度不应大于构件宽度的1.5%，其平面的扭曲，每1m长度内不应大于2mm。

6.2.3木桩桩尖应根据地质条件和设计要求选用，常用方法为将木桩削棱锥型或圆锥形作为桩尖，宜使用机械削切。其桩尖宜为桩径的1-2倍。

6.2.4木桩的堆放应满足以下条件：

1.木桩应放置在避雨、遮阳且通风良好的场所内。

2.堆放场地应平整坚实，最下层与地面接触的垫木应有足够的宽度和高度。

3.堆放时桩应稳固，不得滚动、塌落；

4 应按不同树种、规格、长度及施工流水顺序分别堆放。

6.2.5木桩的防护处理应采用加压浸渍法施工，药物不易进入的木材，可采用刻痕处理。木材浸渍法防护处理应由有资质的专门企业完成。

6.2.6木桩应在防护处理前完成制作，处理完后不得不做必要的再加工时，切割面、孔眼及运输吊装过程中的表皮损伤等，可用喷撒法或涂刷法修补防护层。

6.3 沉桩

6.3.1 锤击桩机可根据设计要求和工程地质条件或根据试桩资料等因素选择，具有足够的强度、刚度和稳定性，并与桩锤相匹配。

6.3.2 锤重可根据设计要求和工程地质报告或根据试桩资料选择合适的锤型，宜用“重锤低击”的原则，锤重不宜小于桩基承载力特征值的5%。

6.3.3桩帽及垫层的设置应符合下列规定：

1. 桩帽应有符合要求的强度、刚度和耐打性；
2. 桩帽套筒应与施打的木桩直径或边长相匹配，筒体深度宜取350mm-400mm，内径或边长应比木桩直径或边长大20mm-30mm，严禁使用大桩帽打小桩；
3. 桩帽套筒底面与桩头之间应设置桩垫，桩垫可采用纸板、棕绳、胶合板等材料制作，厚度应均匀一致，压缩后厚度应为120mm-150mm，且应在打桩期间经常检查，以及时更换或补充；
4. 桩帽上直接与打桩锤接触的部位应设置锤垫，锤垫应用竖纹硬木或钢丝绳制作，其厚度应为150mm-200mm，打桩前应进行检查，及时校正或更换。

6.3.4沉桩场地应满足桩机接地压力的要求，当不能满足或水上沉桩时，应采取有效措施保证桩机的稳定，保证在施工中不会发生倾斜、移动。

6.3.5桩机就位后应精确定位，采用线锤对点时，锤尖距离放样点不宜大于10mm。

6.3.6锤击沉桩施工应符合下列规定：

1. 首节桩插入时，应认真确认桩位及桩身垂直度偏差，校正后的垂直度偏差应为0.5%；

2. 打桩过程中应保持桩锤、桩帽和桩身的中心线在同一直线上，并随时检查桩身的垂直度；当桩身垂直度偏差超过0.8%时，应分析原因并做纠正处理；

3. 在较厚的黏土层中打桩，宜将每根桩一次性连续打到底，减少间歇时间；应避免在接近持力层时接桩；

4. 打桩过程中应随时观察桩身完整性，一旦发现桩头或桩身破损应立即停机，查明原因并采取改进措施；

5. 打桩过程中出现贯入度反常、桩身漂移、倾斜，应查明原因并进行必要的处理。

6.3.7 需要接桩时，应按本标准6.4节进行。接桩完毕后，应进行隐蔽验收，验收合格后方可继续沉桩。

6.3.8遇下列特殊情况之一时，应暂停沉桩，与设计、监理等有关人员研究处理：

1. 沉桩贯入度突变；
2. 实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；
3. 桩身突然倾斜；
4. 总锤击数超过规定值；
5. 桩头或桩身出现破损或裂缝。

6.3.9必要时可采用高应变法进行打桩过程监测，并对监测结果进行分析。

6.3.10打桩的最后贯入度量测应符合下列条件：

1. 桩头和桩身完好；
2. 桩锤、桩帽、桩身中心线重合；
3. 桩帽内衬垫厚度符合本标准规定；
4. 打桩结束前即完成测定，不得间隔较长时间后再行测量。

6.3.11收锤标准应根据工程地质条件、桩的承载性状、单桩承载力特征值、桩规格及入土深度、打桩锤性能规格及冲击能量、桩段持力层性状及桩尖进入持力层深度、最后贯入度或最后1m-3m的每米沉桩锤击数等因素确定；以桩顶标高控制为主，最后贯入度控制为辅。

6.3.12沉桩施工时，每根桩应根据沉桩工艺由专职记录员实时做好施工记录并由当班监理人员验证签名，施工记录可参照附录D。

6.3.13局部施工困难或邻近建（构）筑物基础及管线对挤土效应敏感时，可采用引孔辅助施工工艺，引孔施工应满足下列规定：

1. 引孔直径不宜超过桩径的2/3，深度不宜超过桩长的2/3；
2. 引孔垂直偏差不宜大于0.5%；
3. 引孔作业与沉桩作业应连续进行。

6.3.14沉桩施工顺序应符合下列规定：

1.沉桩顺序应在施工组织设计或施工方案中确定；

2.对密集桩，宜由中间向两侧或四周对称施工；

3.对一侧靠近现有建（构）筑物的场地，宜从毗邻建筑物的一侧由近至远施工；

4.沉桩机运行线路应经济合理，方便施工。

6.3.15沉桩完成后应对桩头高出地面部分进行保护。

6.3.16挖土和运输机械工作时不应对木桩进行直接挤推，堆放重物及机械车辆的荷载不得超过设计允许荷载。

6.3.17截桩应用锯木电锯进行切割。严禁用斧凿、砍。

6.4接桩

6.4.1螺栓连接所用螺栓的材质、规格及构件上的布置应符合设计文件的规定，并符合下列要求：

1. 螺栓孔应根据放样的位置用电钻一次钻通，钻孔时钻杆应垂直于木桩表面，螺栓孔孔径可大于螺杆直径，但不应超过1mm；
2. 螺栓中心位置在进孔处的偏差不应大于螺栓直径的0.2倍，出孔处顺木纹方向不应大于螺栓直径的1.0倍，垂直木纹方向不应大于螺栓直径的0.5倍；
3. 螺栓垫板的厚度不应小于螺栓直径的0.3倍，方形垫板边长或圆形垫板直径不应小于螺栓直径的3.5倍，拧紧螺帽后螺杆外露长度不应小于螺杆直径的0.8倍，螺纹段剩留在木构件内的长度不应大于螺杆直径的1.0倍；
4. 螺帽拧紧后各构件应紧密结合，局部缝隙不应大于1.0mm。

6.4.2钉连接所用圆钉的规格、数量和在连接处的排列应符合设计文件的规定，并符合下列要求：

1. 钉应垂直桩面钉入；当桩木材为易开裂的落叶松等树种时，应预钻孔，孔径可取钉直径的0.8-0.9倍，深度不应小于钉入深度的0.6倍，若无法预先钻孔，则不应采用钉连接；
2. 钉连接进钉处的位置偏差不应大于钉的直径；
3. 钉应打入至顶帽与被连接构件表面齐平，钉紧后各连接构件间应紧密，局部缝隙不应大于1.0mm；
4. 在一个节点中，不得少于两颗钉。

6.4.3接桩用镀锌钢板种类、规格和尺寸应符合设计文件的规定。镀锌钢板与紧固件应按设计文件配套使用，不得违规替代。

6.4.4木桩承压面应锯平并彼此顶紧，局部缝隙不应超过1mm。木桩连接端部木材不应有腐朽、开裂和斜纹等缺陷。

6.4.5接桩时，下节桩段的桩头宜高出地面0.8m-1.0m；将上节桩定位并临时固定，上下节桩段应保持顺直，错位不超过10mm；逐节接桩时，节点弯曲矢高不得大于1/300桩长，且不得大于20mm。

7 检验与验收

7.1一般规定

7.1.1木桩的检验按时间顺序可分为三个阶段：施工前检验、施工检验和施工后检验。

7.1.2检查数量应按检验批抽样，检验批的划分可按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的规定在执行。

7.1.3施工前及施工过程中所进行的检验项目应制作表格，并做相应记录、校审存档。

7.1.4检验分主控项目与一般项目，其中主控项目的质量检验结果必须全数符合检验标准，一般项目的检验合格率不得低于80%。

7.2施工前检验

7.2.1木桩施工前应按设计图纸进行下列检验：

1. 应对木桩的规格型号、木材树种、外观质量进行检验。如果使用进口木材，尚应符合4.1.7的规定；
2. 应对金属连接件的材质等级和规格尺寸进行检验；
3. 对经防护处理的木桩，应按《木结构试验方法标准》GB/T50329的有关规定对防护剂的透入度和保持量进行测定。

7.2.2施工前应对沉桩机械的性能及其适用性进行检验。

7.2.3施工前应严格对桩位进行检验。群桩桩位的放样允许偏差为20mm，单排桩桩位的放样允许偏差为10mm。

7.3施工中检验

7.3.1应对桩身垂直度进行检查。检查应符合下列规定：

1. 应检查第一节桩定位时的垂直度；当垂直度偏差不大于0.5%时方可施工；
2. 在施工过程中应及时抽检桩身垂直度；
3. 送桩前应对桩身垂直度进行检查；
4. 承台或横系梁施工前应对工程桩垂直度进行检查，垂直度偏差应为1%。

7.3.2沉桩过程中出现贯入度突变时，应停止沉桩，参照《建筑基桩检测技术规范》JGJ106对该桩进行高应变监测，并在相同施工工艺和相近地质条件下，与未出现贯入度突变的基桩进行比对，查明突变的原因后方可继续施工。

7.3.3应对施工中的桩身完整性进行检查。

7.3.4应对接桩质量进行检查，其结果应符合本标准附录E的要求。

7.3.5应对工程桩终止施工条件的监控进行检查，包括每米进尺锤击数、最后1.0m进尺锤击数、总锤击数、最后三阵贯入度及桩尖标高等，确保达到要求的控制标准。

7.3.6施工记录应按下列规定进行审核：

1. 当配置施工自动记录仪时，应对自动记录仪的工作状态、所记录的各种施工数据进行逻辑分析判定；
2. 当采用人工记录时，应对作业班组所安排专人记录的内容进行检查；
3. 工程桩施工记录完成后，应经旁站监理人员签名确认，方可作为施工记录。

7.3.7施工过程中应监测施工对周围环境的影响。监测应符合下列规定：

1. 应根据施工组织方案检查工程桩的施工顺序；
2. 当施工震动或挤土可能危及周边的建（构）筑物的安全时，应对周边建（构）筑物的变形和裂缝情况进行监测。

7.4施工后检验

7.4.1承台施工前应对桩顶标高和桩位偏差进行检测，检测结果应符合表7.4.3的规定。

7.4.2应对工程桩单桩承载力进行抽样检测，静载检测数量为同一条件下桩基分项工程总桩数的1%且不少于3根，高应变检测数量为同一条件下桩基分项工程总桩数的5%且不少于5根，检测方法可参照《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的有关规定执行。

7.4.3 木桩质量检验标准应符合表7.4.3的规定。

7.5工程验收

7.5.1当桩顶设计标高与施工场地标高相近时，基桩的验收应待全部基桩施工完毕后一次性进行；当桩顶设计标高低于施工场地标高时，应待开挖到设计标高后进行验收。

**7.4.3 木桩质量检验标准**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 序 | 检查项目 | 允许值或允许偏差 | | 检查方法 | 检查数量 |
| 单位 | 数值 |
| 主控项目 | 1 | 木材的种类、质量 | 设计要求 | | 查产品合格证及检测报告 | 全数 |
| 2 | 沉入后的木桩桩身 | 不得有劈裂现象 | | 外观目测 | 全数 |
| 3 | 桩径、桩长 | 本标准附录E | | 用钢尺量 | 全数 |
| 4 | 承载力 | 不小于设计值 | | 静载 | 同一条件下桩基分项工程总桩数的1%且不少于3根 |
| 高应变 | 为同一条件下桩基分项工程总桩数的5%且不少于5根 |
| 5 | 木桩接头钢板、螺栓或圆钉 | 设计要求 | | 查产品合格证及检测报告、用钢尺量 | 全数 |
| 一般项目 | 1 | 桩位 | mm | 1/3桩径 | 用全站仪或钢尺量 | 全数 |
| 2 | 桩顶标高 | mm | ±50 | 用水准仪量 | 全数 |
| 3 | 桩垂直度 | 1% | | 用经纬仪量 | 全数 |
| 4 | 收锤标准 | 设计要求 | | 查施工记录 | 全数 |
| 5 | 木材防护 | 设计要求 | | 查检测报告 | 本规程附录B |
| 6 | 上下节平面偏差 | mm | 20 | 用钢尺量 | 全数 |
| 7 | 接点纵向弯曲 | mm | L/300 | 用钢尺量 | 全数 |

7.5.2工程验收时应具备下列条件：

1 岩土工程勘察报告；

2.桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等；

3 经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单；

4 桩位测量放线图，包括工程桩位线复核签证单；

5 原材料的质量合格和质量鉴定书；

6 施工记录（包括桩位编号图）及隐蔽工程验收文件；

7 成桩质量检查报告；

8 桩基工程竣工图；

9 桩顶标高、桩位偏差和垂直度偏差检测结果；

10 单桩承载力检测报告；

11 监测资料；

12 施工技术措施记录；

13 发生质量事故时的处理记录（如有）；

14 其他有必要提供的文件和记录。

7.5.3工程验收尚应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202的有关规定。

附录A 方木、原木材质标准

A.0.1 方木的材质标准应符合表A.0.1的规定。

**表A.0.1 方木材质标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 缺陷名称 | | 木 材 等 级 | | |
| Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 1 | 腐朽 | | 不允许 | 不允许 | 不允许 |
| 2 | 木节 | 在构件任一面任何150mm长度上所有木节尺寸的总和与所在面宽的比值 | ≤1/3  （普通部位）  ≤1/4  （连接部位） | ≤2/5 | ≤1/2 |
| 死节 | 不允许 | 允许，但不包括腐朽节，直径不应大于20mm，且每延米中不得多于1个 | 允许，但不包括腐朽节，直径不应大于50mm，且每延米中不得多于2个 |
| 3 | 斜纹 | 斜率 | ≤5% | ≤8% | ≤12% |
| 4 | 裂缝 | 在连接的受剪面上 | 不允许 | 不允许 | 不允许 |
| 在连接部位的受剪面附近，其裂缝深度（有对面裂缝时，用两者之和）不得大于材宽的 | ≤1/4 | ≤1/3 | 不限 |
| 5 | 髓心 | | 不在受剪面上 | 不限 | 不限 |
| 6 | 虫眼 | | 不允许 | 允许表层虫眼 | 允许表层虫眼 |

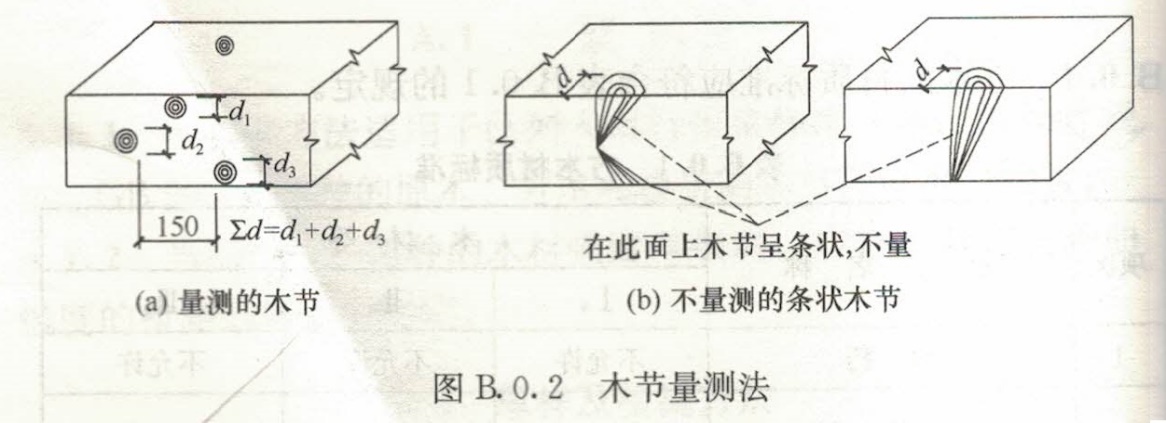
A.0.2 原木的材质标准应符合表A.0.2的规定。

**表A.0.2 原木材质标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 缺 陷 名 称 | | 木 材 等 级 | | |
| Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 1 | 腐 朽 | | 不允许 | 不允许 | 不允许 |
| 2 | 木节 | 在构件任何150mm长度上沿周长所有木节尺寸的总和，与所测部位原木周长的比值 | ≤1/4 | ≤1/3 | ≤2/5 |
| 每个木节的最大尺寸与所测部位原木周长的比值 | ≤1/10  （普通部位）  ≤1/12  （连接部位） | ≤1/6 | ≤1/6 |
| 死节 | 不允许 | 不允许 | 允许，但直径不大于原木直径的1/5，每2m长度内不多于1个 |
| 3 | 扭纹 | 斜率 | ≤8% | ≤12% | ≤15% |
| 4 | 裂缝 | 在连接部位的受剪面上 | 不允许 | 不允许 | 不允许 |
| 在连接部位的受剪面附近，其裂缝深度（有对面裂缝时，两者之和）与原木直径的比值 | ≤1/4 | ≤1/3 | 不限 |
| 5 | 髓心 | 位置 | 不在受剪面上 | 不限 | 不限 |
| 6 | 虫眼 | | 不允许 | 允许表层虫眼 | 允许表层虫眼 |

注：木节尺寸按垂直于构件长度方向测量。直径小于10mm的木节不计。

A.0.3 木节尺寸应按垂直于构件长度方向测量，并应取沿构件长度方向150mm范围内所有木节尺寸的总和(图A.0.3a)。直径小于10mm的木节应不计，所测面上呈条状的木节应不量(图A.0.3b)



附录B 木材强度试验方法

B.0.1 当检验某一批木材强度等级时，应根据其弦向静曲强度的检测结果进行判定。

B.0.2 试材应在每检验批每一树种木材中随机抽取3株（根）木料，应在每株（根）试材的髓心外切取3个无瑕疵弦向静曲强度试件为一组，试件尺寸和含水率应符合现行国家标准《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1的有关规定。

B.0.3 弦向静曲强度试验和强度实测计算方法，应按现行国家标准《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1的有关规定进行，并将试验结果换算至木材含水率为12%时的数值。

B.0.4 取各组试件静曲强度试验结果的平均值中的最低值为该检验批木材的强度值。

附录C 木桩防护处理载药量及透入度要求

C.0.1几种常用的防护剂及其活性成分分计的最低载药量，应符合表C.0.1的规定。

表C.0.1几种常用的防护剂及其活性成分分计的最低载药量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | 活性成分 | 组成比例  （%） | 最低载药量  （kg/m3） |
| 季铵铜  （ACQ） | ACQ-2 | 氧化铜 | 66.7 | 6.4 |
| 二癸基二甲基氯化铵  （DDAC） | 33.3 |
| ACQ-3 | 氧化铜 | 66.7 | 6.4 |
| 十二烷基苄基二甲基氯化铵（BAC） | 33.3 |
| ACQ-4 | 氧化铜 | 66.7 | 6.4 |
| 二癸基二甲基氯化铵  （DDAC） | 33.3 |
| 铜唑  （CuAz） | CuAz-1 | 铜 | 49 | 6.5 |
| 硼酸 | 49 |
| 戊唑醇 | 2 |
| CuAz-2 | 铜 | 96.1 | 3.3 |
| 戊唑醇 | 3.9 |
| CuAz-3 | 铜 | 96.1 | 3.3 |
| 丙环唑 | 3.9 |
| CuAz-4 | 铜 | 96.1 | 2.4 |
| 戊唑醇 | 1.95 |
| 丙环唑 | 1.95 |
| 酸性铬酸铜（ACC） | | 氧化铜 | 31.8 | 8.0 |
| 三氧化铬 | 68.2 |

C.0.2防护剂透入度检测应符合表C.0.2的规定。

表C.0.2 防护剂透入度检测规定

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 木材特征 | 透入深度或边材透入率 | | 钻孔采样数量（个） | 试样合格率（%） |
| *t*<125mm | *t*≥125mm |
| 易吸收不需要刻痕 | 63mm或90% | 63mm或90% | 20 | 80 |
| 需要刻痕 | 10mm或90% | 13mm或90% | 20 | 80 |

注：1.*t*为需要处理木材厚度；

2.对不易吸收药剂的树种，浸渍前可在木材上顺纹刻痕，但刻痕深度不宜大于16mm。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 附录D 锤击沉桩施工记录表  表D 锤击沉桩施工记录表 | | | | | | | | | | | | |
| 工程名称： |  | | | | | | | | | | 第 页，共 页 | |
| 施工单位 |  | 建设单位 |  | 监理单位 | | |  | | | 地面标高 |  | |
| 单桩承载力特征值 |  | 桩机型号 |  | 桩锤型号 | | |  | | | 桩顶设计标高 |  | |
| 桩位编号 |  | 桩型及规格 |  | 桩尖形式 | | |  | | | 接头形式 |  | |
| 锤击记录 | | | | | | | | | | | | |
| 桩节顺序 （从底至顶） | 节长 | 桩锤落距 | 锤击起止时间 | 每米沉桩锤击数 | | | | | | 累计总数 | 接桩质量 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | …… |
| 第一节 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
|  |
| 第二节 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
|  |
| 第三节 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 总锤击数 |  |
|  |
| 收锤及验收记录 | | | | | | | | | | | | |
| 收锤时间 |  | 桩锤落距 |  | 最后贯入度 | | | mm/10击 | | | mm/10击 | mm/10击 | |
| 配桩长度 |  | 送/切桩长度 |  | 桩入土深度 | | |  | | | 施工桩顶标高 |  | |
| 桩顶状况 |  | 异常状况及处置 |  | 垂直度偏差 | | |  | | | 天气 |  | |
| 记录员： | | 班组长： | | 工地负责人： | | | | | | 监理代表： | | |
| 年 月 日 | | 年 月 日 | | 年 月 日 | | | | | | 年 月 日 | | |

附录E 木桩的制作与连接允许偏差

E.0.1 木桩的制作允许偏差，应符合表E.0.1的规定。

**表E.0.1 方木、原木桩的制作允许偏差**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | | | 允许偏差  （mm） | 检验方法 |
| 1 | 构件截面尺寸 | 方木桩的高度、宽度 | | -3 | 钢尺量 |
| 原木桩梢径 | | -5 |
| 2 | 构件长度 | 长度不大于15m | | ±10 | 钢尺量桁架支座节点中心间距，梁、柱全长 |
| 长度大于15m | | ±15 |
| 3 | 构件纵向弯曲 | 方木桩 | | *L*/500 | 拉线钢尺量 |
| 原木桩 | | *L*/200 |
| 4 | 螺栓中心间距 | 进孔处 | | ±0.2*a* | 钢尺量 |
| 出孔处 | 垂直木纹方向 | ±0.5*a* |
| 顺木纹方向 | ±1*d* |
| 5 | 钉进孔处的中心间距 | | | ±1*d* | 钢尺量 |

注：*a*为螺栓或钉的直径；*L*为构件长度。

E.0.2 木桩连接的安装误差，应符合表E.0.2 的规定。

**表E.0.2 方木、原木桩的连接安装允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项 目 | 允许偏差  （mm） | 检验方法 |
| 1 | 结构中心线的间距 | ±20 | 钢尺量 |
| 2 | 垂直度 | 0.5% | 吊线钢尺量 |
| 3 | 纵向弯曲 | *L*/300 | 吊（拉）线钢尺量 |

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对执行标准严格程度的用词说明如下：

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，在条件许可时应首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不应”或“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……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《建筑抗震设计规范》GB50011
2. 《木结构设计标准》GB50005
3. 《六角头螺栓》GB/T 5782
4. 《六角头螺栓 C级》GB/T5780
5. 《一般用途圆钢钉》YB/T5002
6. 《建筑基桩检测技术规范》JGJ106
7. 《建筑桩基技术规范》JGJ94
8. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
9. 《木结构试验方法标准》GB/T50329
10. 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202
11. 《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1

中国土木工程学会标准

**木桩基础技术标准**

Technical standard for timber pile

T/CCES XX－2019

**条文说明**

1 总 则

1.0.1、1.0.2 近几年，随着园林景观工程的增多，园林、公园中水上木栈道工程随之增多。通过栈道木桩施工工法的实践，为这类工程提供了一种成熟可靠的施工方法，单桩承载力及垂直度都达到或超过了设计要求，且施工速度快，绿色环保无污染，可广泛应用于各类木栈道工程。因此，结合木桩应用的实践经验，结合现行相关国家及行业技术标准，制定本标准，以指导木桩基础的设计、施工、检测与验收。

木桩的使用涵盖桩基、支护、地基处理等范围，但是后两者的多为经验性的“土法施工”，理论体系尚不完善，需进一步积累，故本标准仅限木桩作为桩基时使用。

1.0.3 本条强调木桩应用应考虑的各种主要因素，以保证木桩做到安全适用、经济合理、质量可控。

2 术语和符号

2.1本节给出木桩基础设计、施工、检测与验收用到的主要术语。英文术语所指为内容一致，并不一定是两者单词的直译。

3.基本规定

3.0.2 木桩桩身强度较低，可穿越软土、填土、可塑性黏性土，进入硬塑黏性土一定深度。对于其他承载力较高的土层，沉桩时桩身易出现劈裂等损伤。

3.0.4 木桩的耐久性与水土环境的腐蚀性及防护剂的使用情况相关。

3.0.5 考虑木桩使用环境多为水上及淤泥等软土场地，施工机械宜以轻便为主。且木桩尺寸小、承载力低，目前常用静压桩机并不适用，综合来看，以锤击法最为适用。

3.0.6 通过现场沉桩工艺试验，可评价选用合适的沉桩方法，确定施工方法的相关工艺控制参数，可用来确定桩长、承载力等参数。

3.0.7 控制接桩数量，可有效控制桩身的挠曲，同时减少因接桩带来的质量控制风险。

3.0.10桩在施工过程中不可避免地扰动桩周土，降低土体强度，引起桩的承载力下降，以高灵敏度饱和黏牲土中的摩擦桩最明显。随着休止时间的增加，土体重新固结，土体强度逐渐恢复提高，桩的承载力也逐渐增加。成桩后桩的承载力随时间而变化的现象称为桩的承载力时间（或歇后）效应，软土地区这种效应尤为突出。大量资料表明，时间效应可使桩的承载力比初始值增长40%-400%，其变化规律一般是初期增长速度较快，随后渐慢，待达到一定时间后趋于相对稳定，其增长的快慢和幅度除与土性和类别有关，还与桩的施工工艺有关。若验收检测工期紧，无法满足休止时间规定时，应在检测报告中注明。

3.0.11产品标识标志产品的生产厂家、树种、强度等级和认证机构名称等对产地国具有产品标识的木产品，既要具有产品质量合格证书，也要有相应的产品标识。对产地国本来就没有产品标识的木产品，可只要求产品质量合格证书。

另外，在欧美等国，木产品的标识是经过严格的质量认证的，等同于产品质量合格证书。这些标识一旦经我过相关机构认证确认，在我国也可等同于产品质量合格证书。

4. 材料

4.1木材

4.1.2 木桩设计中，木材的树种决定了其强度等级。《木结构设计规范》GB50005给出了他们的对应关系。

4.1.3 木材的目测分级是根据肉眼可见木材缺陷的严重程度来评定每根木料的等级。对于原木、方木的各项强度设计值，现行木结构设计规范并未考虑缺陷的程度不同带来的影响。

木材缺陷对各力学性能的影响也不尽相同，例如缺陷对受拉构件的影响显然要比受压、受剪构建大。因此，将木材做目测分级有利于构件制作时的选材配料。

4.1.4 现行国家标准《木结构设计规范》GB50005按木材的树种规定其强度等级，因此首先要明确其树种。

《木结构设计规范》GB50005及本标准对方木、原木的材质等级评定标准与市场商品材的等级评定标准不同，因此从市场购买的木材进场时应由工程技术人员按要求重新分等验收。

4.1.5 木桩在使用中长期与土壤接触，且常有地下水浸泡，其防腐、防虫主要采取药剂处理，以保证使用安全。

4.1.6 现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300规定，涉及结构安全的材料应按规定进行见证检验。因此木桩用方木、原木应做强度见证检验。另外，树种无法确认时也应进行强度见证检验。

4.1.7 工程建设所需的进口木材，在其订货、商检、保存和使用等方面存在管理混乱问题，因此提出这些基本规定，以方便工程的使用管理，提高工程质量。

4.2金属连接件

4.2.4 木桩连接用金属连接件与紧固件需做防腐处理，现场制作存在困难，因此规定由专门加工厂加工。另外不能因为用在木结构上就放松了对钢材的要求。

焊接用焊条应符合现行国家标准的规定，其型号应与主体金属强度相适应。

4.3防护剂

4.3.1木桩防护由工程所在地的环境条件和使用要求决定单独处理或同时处理。

4.3.2-4.3.5为保证工程的质量及施工中的人员安全做此规定。

5设计

5.1一般规定

5.1.1本条为满足木桩基础设计所具备的基本资料，以满足桩型、桩端持力层、单桩承载力、布桩等概念设计阶段和施工图设计阶段的资料要求。除建筑场地工程地质、水文地质资料、场地类别、抗震设防烈度外，还包括建筑平面布置、结构类型、荷载分布、使用功能、桩的施工条件、类似地质条件的试桩资料等，都是桩基设计所需的基本资料。特别要关注场地的环境条件，影响木桩运输、储存、沉桩等场地环境条件对木桩应用可行性的影响。第5款对施工设备能力及场地适应性提出明确要求．第6款对管桩供应条件提出要求，特别是当根据工程需求．设计对木桩规格、材料等提出特殊要求时，应考察当地木材供应商的生产条件和能力是否能达到要求。

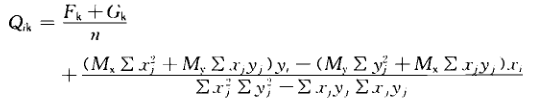
5.1.2 桩端持力层是影响基桩承载力的关键因素，不仅制约桩端阻力而且影响侧阻力的发挥。因此理论上因尽量选择较硬的土层作为持力层，但在实际应用中，由于木桩硬度较低，在进入硬质土层时容易出现劈裂等桩身损伤。因此，本条规定木桩的受力以摩擦为主，是考虑成桩工艺可行性的结果。

5.1.3 木桩未规定水平承载力的计算，有以下几点考虑：1使用木桩的多为低矮建（构）筑物，水平荷载较小；2常用木桩长度较短，故所受弯矩较小；3木材受弯性能较好。

5.1.4单桩极限承载力等设计参数的确定，受计算模式、土体强度参数、成桩工艺等影响较大，故以原位原桩型载荷试验为最可靠的方法。为保证试验桩的代表性，做此条规定。

5.2桩基计算

5.2.1关于桩顶竖向力和水平力的计算，是基于上部结构分析得到的桩、墙等竖向构件作用于基础的荷载作用。其假定为：①承台为绝对刚性；②桩与承台为铰接；③各基桩的刚度相等。采用式(5.2.1-2)计算偏心竖向力作用下的群桩受力时，该式为简化公式，适用于计算坐标系的原点为群桩形心．且要求坐标轴方向为群桩的主轴方向，即计算坐标轴必须为群桩形心主轴。当采用通过群桩形心的任意坐标轴时，可按下式计算：



应用该公式时，坐标、力和弯矩的正负应严格遵照笛卡尔坐标体系。

5.2.4 木桩单桩竖向承载力特征值仍以原位原型静载荷试验为最可靠的确定方法，其次是根据土的物理力学指标与承载力参数之间的关系计算，计算的核心问题是不同土层侧阻力特征值和端阻力特征值经验参数的确定。桩端端阻力、侧阻力特征值应由当地静载荷试验结果统计分析求得，亦可通过试桩载荷资料建立的原位测试指标与桩侧阻力与端阻力经验关系估箅。

全国各地的地质条件不一，很难给出涵盖不同地区、土质，具有高可靠性和广适用性的木桩侧摩阻力特征值和桩端阻力特征值。我们在福州西湖公园和花海公园木栈道的实践中，积累了数千根桩的施工和近百根桩的高应变、单桩静载试验数据，另外在本标准的编制中结合实践数据的空缺，专门设置了6根木桩进行静载试验，通过对以上数据的综合分析，得到了本条的参考表格。由于该表格主要以福州地区的实践经验制定，仅供初步设计时参考使用。

5.2.6桩身结构强度验算不同于一般的轴心受压构件的强度验算，一方面是由于考虑木桩在制作、运输、沉桩等过程中对桩身的削弱影响，另一方面考虑桩的实际受力状态与理想的轴心受压状态之间的差异。因此，在按桩身强度计算桩的承载力时，考虑了一个综合折减系数。

5.3 接桩设计

5.3.2螺栓连接和钉连接的承载能力受木材剪切、劈裂、承压和螺栓和钉的弯曲等条件的控制，其中以充分利用螺栓和钉的抗弯能力最能保证连接的受力安全。因此，规定了螺栓连接和钉连接中木构件的最小尺寸，以便从构造上保证连接的合理性与可靠性。

5.3.3 按照本条公式确定螺栓连接或钉连接的设计承载力时，其连接的构造必须符合5.3.2的要求。

5.3.4-5.3.5关于螺栓或钉最小间距的规定，主要是为了从构造上采取措施，以保证螺栓连接和钉连接的承载能力不受木材剪切工作的控制，以保证连接受力的安全。

6 施工

6.1一般规定

6.1.1-6.1.2施工前应准备的各种资料，应特别注意以下三个方面：一是场地的气象、地形、地质资料，以确定合适的施工工艺与设备；二是场地现状及周围环境，尤其是影响施工的地下电缆、管线、孤石等，同时应考虑施工对周围建筑及环境的影响；三是编写施工组织设计，作为现场管理和质量保障的主要依据。

6.1.3-6.1.4试沉桩的目的是为了了解桩的可打性和检验承载能力，验证所选用桩机和锤重是否合理，并经勘探、设计、施工、建设、监理等部门共同确定控制收锤的控制指标。

6.2 木桩制作

6.2.1 木桩设计中，木材的树种决定了其强度等级，《木结构设计规范》GB50005给出了他们的对应关系。

为满足木桩的耐久性要求应结合实际使用环境选取适当的防护剂。

6.2.2木材的体积随含水率的降低而缩小，纵向变形约为0.1%，径向约为3%-6%。因此，为满足设计要求的构件截面尺寸，湿材下料需要一定的干缩预留量。

木桩制作的允许偏差主要参考现行国家标准《木结构设计规范》GB50005和《木结构工程施工质量验收规范》GB50206。

6.2.3采用人工削桩尖的方法，易出现锥形桩尖不对称，尺寸偏差大的质量问题。

6.2.4 1-2主要是为了防止木桩受环境影响频繁的干湿变化而发生翘曲、开裂。

3防止木桩破损。

4避免混用，尤其是不同树种，在加工制作后常常难以识别。

6.2.5-6.2.6 规定了木桩防护处理与加工制作的先后顺序。防护处理后的木桩不宜在进行加工，以保持防护效果，满足耐久性要求。喷洒法和涂刷法只能使药物附着在木材表面，易剥落破损，不能持久，只可做局部修补使用。木桩在使用中长期与土壤接触，且常有地下水浸泡，对防护的要求较高，应采用加压浸渍法处理，以满足一定的透入度和保持量。受工艺和设备条件的限制，木桩的防护处理应由专业加工企业完成。

6.3 沉桩

6.3.2选用锤型时，还应考虑桩身混凝土强度：锤击压应力不得大于桩身抗压强度设计值。

6.3.3桩帽套桩头的套筒深度太小容易掉脱；套筒深度太大，桩身或桩帽略有倾斜，筒体下沿口就会磕伤桩身。桩帽套筒与管桩的间隙过小，当桩身倾斜时，容易使桩身挤坏；桩帽套筒与管桩的间隙过大，容易使锤击偏心。

桩垫应具有一定的弹性和韧性并具有足够的厚度，材料可选用松木、棕绳、硬纸板等。

6.3.5桩位施放是现场控制的重要环节之一，同时需防止施工时的桩点跑位，因此，施工时需对要施工的桩位进行复核，以保障桩点位误差在允许范围内。

6.3.6沉桩时，必须严格控制第一节桩的沉桩质量，认真注视稳桩、压桩时的桩身变化情况，发现有偏移或倾斜时，应立即分析原因，采取校正措施。开始锤击时，宜用低能量、低冲程锤击3～5击，在确认桩身贯入方向无异常时，方可连续锤击。

6.3.8 沉桩过程综合反映了土层的阻力、桩身质量、桩锤锤击效能，沉桩出现的异常情况与地质、设计、施工等均有关系。因此，施工中如遇本条所列情况时应暂停沉桩，并及时报设计、监理等有关人员，分析原因、研究解决措施。

6.3.11收锤标准包括的内容、指标较多，但由于木桩的持力层一般为软弱土层，故以入土深度为主要控制指标，即以桩端标高控制为主，最后贯入度控制为辅。

6.3.12沉桩记录包括：定位就位记录、垂直度、入土深度和对应的每米锤击数，最终的桩顶标高、锤击数、贯入度等。

6.3.14施工顺序是施工方案的一项重要内容，施工顺序不当可造成桩位偏移、挤土上拔、地面隆起等事故。因此，施工时必须合理安排施工顺序。

6.3.15-6.3.16沉桩后应注意对桩基的保护，尤其是木桩常用于软弱土层，在挤压、碰撞下容易造成偏位。

6.3.17防止因截桩引起的桩头开裂。若截桩时桩头有较严重的裂缝，应向下截桩除去裂缝段。

6.4接桩

6.4.2钉连接中不允许使用与设计文件规定的同直径不同长度或同长度不同直径的钉进行替代，这是因为钉连接的承载力受钉的直径和长度双重控制。

7 检验与验收

7.2施工前检验

7.2.1木桩在制做及运输过程中可能发生损坏、树种混淆等问题，因此在木桩入土前，必须由监理及施工单位进行逐节检查，检查方法主要采用目测、丈量等方法。对受损桩一概不准使用。列出工地用桩所作检查和检测的内容，便于施工单位自检，监理、质监、业主等单位检查验收。

7.2.3桩位施放是现场控制的重要环节之一，同时需防止施工时的桩点跑位，因此，施工前需对要施工的桩位进行复核，以保障桩点位误差在允许范围内。

7.3施工中检验

7.3.1第一节底桩垂直度控制的好坏对整根桩的垂直度影响至关重要，因此对底桩垂直度控制要严格一些，不得大于 0.5%。送桩以后桩身垂直度偏差不易测量，故在送桩前进行测量。

7.3.3接桩处为隐蔽工程，沉桩后无法检查，施工中应尤其注意。

7.3.4木桩的完整性检查以施工中目测为主，应随时观测，发生劈裂等破损时及时处理。

7.3.7应通过加强监测来控制施工质量，若发生桩位偏移或对周边建（构）筑物的不良影响，应暂停施工，调整设计或施工方案。

7.4施工后检验

7.4.2现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 和行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 以强制性条文规定必须对基桩承载力进行检验。单桩抗压静载试验是公认的检测基桩竖向抗压承载力最直观、最可靠的传统方式，因此优先考虑采用静载荷试验，但是一般静载试验耗时长、费用高，当取得可靠的动静对比资料后，也可采用高应变动测法对单桩竖向承载力进行检测，但检测数量的提高是非常必要的。

7.4.3列出木桩工程质量检验的主要内容、方法和标准，供施工单位自检，监理、业主、质监、设计等单位检查和控制。

附录A 方木、原木材质标准

木材的分级主要根据肉眼可见的木材缺陷的严重程度来评定木材的等级，并未考虑这些缺陷对各项强度指标带来的不同影响。例如，木材缺陷对受拉承载力的影响显然要比受压、受剪大。

附录C 木桩防护处理载药量及透入度要求

规定了各种适用于木桩防护的药剂和相应的保持量和透入度以及进场验收要求。