

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50828 – 2012

防腐木材工程应用技术规范

# 防腐木材工程应用技术规范

Technical code for engineering application of  
preservative treated wood



统一书号: 1580177·990

定 价: 25.00 元

中国计划出版社



2012 – 10 – 11 发布

2012 – 12 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

S/N:1580177-990



中华人民共和国国家标准

## 防腐木材工程应用技术规范

Technical code for engineering application of  
preservative treated wood

**GB 50828 - 2012**

主编部门:中华人民共和国商务部

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2012年12月1日

中国计划出版社

2012 北 京

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1496 号

## 住房和城乡建设部关于发布国家标准 《防腐木材工程应用技术规范》的公告

现批准《防腐木材工程应用技术规范》为国家标准,编号为 GB 50828—2012,自 2012 年 12 月 1 日起实施。其中,第 4.1.1、7.1.10 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2012 年 10 月 11 日

中华人民共和国国家标准  
防腐木材工程应用技术规范

GB 50828-2012

☆

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 4 层

邮政编码:100038 电话:(010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4.125 印张 102 千字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

☆

统一书号:1580177·990

定价:25.00 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

## 前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第一批)〉的通知》(建标〔2008〕102 号)的要求,由木材节约发展中心和宁波建工股份有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组经过广泛深入的调查研究,系统总结了防腐木材工程应用的实践经验,参考有关国内外标准,广泛吸纳多方面意见和建议,并结合我国防腐木材工程应用的具体情况,最后经审查定稿。

本规范共分 8 章和 4 个附录,主要内容包括:总则、术语、基本规定、材料选择、构件设计计算、连接设计计算、施工、检验验收等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,商务部负责日常管理,木材节约发展中心负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中,请各单位结合工程实践,提出意见和建议,并寄送木材节约发展中心《防腐木材工程应用技术规范》编制组(地址:北京市西城区月坛北街 25 号,邮政编码:100834,传真:010-68391872,e-mail:mjzx@cwpc.org.cn),以供今后修订时参考。

**本规范主编单位:**木材节约发展中心

宁波建工股份有限公司

**本规范参编单位:**中国木材保护工业协会

哈尔滨工业大学

长春市新阳光防腐木业有限公司

福建省漳平木村林产有限公司

中国物流与采购联合会木材保护质量



监督检验测试中心

上海大不同木业科技有限公司

同济大学

东北林业大学

南京林业大学

北京天湖山环境艺术设计有限公司

中铁物资鹰潭木材防腐有限公司

四川省恒希木业有限责任公司

本规范参加单位:扬州市怡人木业有限公司

东莞市尚源木业有限公司

苏州中瑞嘉珩景观工程有限公司

绍兴奥林木材防腐技术有限公司

沈阳枫蓝木业有限公司

浙江海悦景观工程有限公司

北京盛华林木材保护科技有限公司

海南中林鸿锦木业有限公司

本规范主要起草人员:喻迺秋 祝恩淳 李玉栋 李水明

姜铁华 吴冬平 李惠明 陈人望

黄凤武 钱晓航 王洁瑛 何敏娟

苏文强 刘用海 范良森 程康华

孙永良 王清文 赵运铎 张海燕

陶以明 马守华 唐镇忠 党文杰

王倩 张少芳 文庆辉 姚有涛

李明月 朱 焱 冯 刚 郭剑永

刘兴财 黄国林 陈泽锦 张丁辉

本规范主要审查人员:肖 岩 金重为 陆伟东 张双保

张新培 任海青 程少安 吕 斌

曾斌斌

## 目 次

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 1 总 则 .....           | ( 1 )  |
| 2 术 语 .....           | ( 2 )  |
| 3 基本规定 .....          | ( 6 )  |
| 4 材料选择 .....          | ( 8 )  |
| 4.1 木材 .....          | ( 8 )  |
| 4.2 防腐剂 .....         | ( 12 ) |
| 4.3 金属连接件 .....       | ( 12 ) |
| 5 构件设计计算 .....        | ( 13 ) |
| 5.1 轴心受拉和轴心受压构件 ..... | ( 13 ) |
| 5.2 受弯构件 .....        | ( 16 ) |
| 5.3 偏心受拉与偏心受压构件 ..... | ( 21 ) |
| 6 连接设计计算 .....        | ( 24 ) |
| 6.1 齿连接 .....         | ( 24 ) |
| 6.2 螺栓连接和钉连接 .....    | ( 27 ) |
| 7 施 工 .....           | ( 32 ) |
| 7.1 一般规定 .....        | ( 32 ) |
| 7.2 房屋建筑工程 .....      | ( 33 ) |
| 7.3 园林景观工程 .....      | ( 36 ) |
| 7.4 海事工程 .....        | ( 37 ) |
| 7.5 古建筑的修缮 .....      | ( 41 ) |
| 7.6 矿用木支护与矿用枕木 .....  | ( 48 ) |
| 7.7 铁道枕木 .....        | ( 50 ) |
| 8 检验验收 .....          | ( 54 ) |
| 8.1 进场检验 .....        | ( 54 ) |

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| 8.2 工程验收 .....                       | (55) |
| 附录 A 生物危害分区表 .....                   | (58) |
| 附录 B 木材及构件的使用分类 .....                | (60) |
| 附录 C 木材腐朽分级、虫蛀分级、白蚁侵蚀分级<br>和标识 ..... | (61) |
| 附录 D 施工现场质量管理检查 .....                | (63) |
| 本规范用词说明 .....                        | (64) |
| 引用标准名录 .....                         | (65) |
| 附:条文说明 .....                         | (67) |

## Contents

|                                                          |      |
|----------------------------------------------------------|------|
| 1 General provisions .....                               | (1)  |
| 2 Terms .....                                            | (2)  |
| 3 Basic requirement .....                                | (6)  |
| 4 Material selection .....                               | (8)  |
| 4.1 Wood .....                                           | (8)  |
| 4.2 Preservative .....                                   | (12) |
| 4.3 Metal connectors .....                               | (12) |
| 5 Design of members .....                                | (13) |
| 5.1 Members under axial tension or compression .....     | (13) |
| 5.2 Bending members .....                                | (16) |
| 5.3 Members under eccentric tension or compression ..... | (21) |
| 6 Design of connections .....                            | (24) |
| 6.1 Step joints .....                                    | (24) |
| 6.2 Bolt and nail connections .....                      | (27) |
| 7 Construction .....                                     | (32) |
| 7.1 General requirement .....                            | (32) |
| 7.2 Building engineering .....                           | (33) |
| 7.3 Landscape engineering .....                          | (36) |
| 7.4 Marine engineering .....                             | (37) |
| 7.5 Maintenance and repair of ancient buildings .....    | (41) |
| 7.6 Wood braces and rail sleepers in mining .....        | (48) |
| 7.7 Railway sleepers .....                               | (50) |
| 8 Inspection and acceptance .....                        | (54) |
| 8.1 On-site inspection of materials .....                | (54) |

8.2 Quality acceptance of projects ..... (55)

Appendix A Regional division of biological hazards ..... (58)

Appendix B Use classification of wood and wood  
components ..... (60)

Appendix C Classification and identification of wood  
decay, borer attack and termite erosion  
in wood ..... (61)

Appendix D Quality management and inspection  
of construction site ..... (63)

Explanation of wording in this code ..... (64)

List of quoted standards ..... (65)

Addition; Explanation of provisions ..... (67)

1 总 则

- 1.0.1 为规范和指导防腐木材工程应用,贯彻执行国家技术经济政策,保证安全和人身健康,保护环境及维护公共利益,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于房屋建筑(构筑)、海事、矿山、铁道等工程中使用防腐木材作为工程主要构件的选材、设计、施工、检验与验收。
- 1.0.3 防腐木材工程应用中的工程技术文件和承包合同文件及施工质量验收应符合本规范的规定。
- 1.0.4 防腐木材工程的选材、设计、施工、检验与验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 防腐木材 preservative treated wood

经木材防腐剂处理的木材及其制品。

### 2.0.2 防腐木材工程应用 engineering application of preservative treated wood

防腐木材在房屋建筑、园林景观、海事、古建筑的修缮、矿用木支护与矿用枕木、铁道枕木等工程中的应用。

### 2.0.3 木材防腐 wood preservation

应用化学药剂防止菌、虫、海生钻孔动物等对木材的侵害和破坏且延长使用年限的防护技术。

### 2.0.4 木材防腐剂 wood preservative

用于增强木材抵抗菌腐、虫害、海生钻孔动物侵蚀风化、化学损害等破坏因素作用的化学药剂，主要分为油类、油载型和水载型。

### 2.0.5 木材防腐处理 wood preservative treatment

采用防腐剂对木材进行真空/加压浸渍的过程。

### 2.0.6 木材败坏 wood deterioration

木材遭受生物侵害和物理、化学等损害所造成的材质退化。

### 2.0.7 木材腐朽 wood decay

木材腐朽菌侵入木材组织，其细胞壁受到破坏，木材呈筛孔状、纤维状、粉末状、大理石状的现象。

### 2.0.8 齿连接 step joint

木桁架中木压杆抵承在弦杆齿槽上传递压力的节点连接形式。

### 2.0.9 齿板连接 truss plate joint

用镀锌钢板冲压成多齿的连接板，主要用于轻型木桁架节点的连接。

### 2.0.10 木材含水率 moisture content of wood

木材中的水分质量占木材质量的百分数。分为相对含水率和绝对含水率。

### 2.0.11 层板胶合木 glued laminated timber

由木板层叠胶合而成的木产品，简称胶合木，也称结构用集成材。

### 2.0.12 方木 square timber

直角锯切、截面为矩形或方形的木材。

### 2.0.13 规格材 dimension lumber

截面尺寸按规定的系列尺寸加工的锯材，并经干燥、刨光、定级和标识后的一种木产品。

### 2.0.14 胶合板 plywood

奇数层单板按相邻层木纹方向互相垂直组坯胶合压制而成的板材。

### 2.0.15 定向刨花板 oriented strand board(OSB)

应用扁平窄长刨花，施加胶黏剂和其他添加剂，铺装时刨花在同一层按同一方向排列成型再热压而成的板材。

### 2.0.16 结构复合木材 structural composite lumber(SCL)

用于建筑工程中承重构件的复合木材产品的总称。将原木旋切成单板或切削成木片，施胶加压而成的一类木基结构用材，包括旋切板胶合木(LVL)、平行木片胶合木(PSL)、层叠木片胶合木(LSL)及定向木片胶合木(OSL)等。

### 2.0.17 木栈道 wood trestle road along cliff

架设于陡峻地段提供给行人、物资运输的木质通道。

### 2.0.18 海事工程 marine engineering

用含木质构件的金属连接件或防护件在内的木质人工构筑物建造和维护的涉水工程。

#### 2.0.19 桩木 timber stake

用于桥梁承载、石坝、堤防、海塘等重力式建筑的防护水工构件,也称木桩。

#### 2.0.20 海岸护木 seacoast guard timber (fender beam)

码头、堤岸或水工建筑物前沿的木质防撞构件。

#### 2.0.21 木栈桥 wood trestle

由木桩或墩柱与梁板组成的连接码头与陆域的木质排架结构物。

#### 2.0.22 浮码头 floating pier

由趸船和活动引桥或再接一段固定引桥组成的停靠船舶的箱形浮体。

#### 2.0.23 压木 accumbent wood

为防止室外裸露的立木或桩木等木质构件遭到水、阳光、微生物等外部因素侵袭时腐烂或开裂,在其端部铺设的具有防护性的横木或其他木质构件。

#### 2.0.24 龙骨 timber framework

截面为长方形或正方形的木条,用于撑起外面的装饰板,起支架作用。

#### 2.0.25 木材害虫 wood insect

通常为食木性昆虫和食菌性昆虫。

#### 2.0.26 海生蛀木动物 marine borer

海水中或略含盐分水中钻蛀木材的动物,主要包括软体动物和甲壳纲动物。

#### 2.0.27 白蚁 termite

主要指家白蚁属(*Coptotermes* spp.)、散白蚁属(*Reticulitermes* spp.)、堆砂白蚁属(*Cryptotermes* spp.)等品种。

#### 2.0.28 耐候性涂料 weathering coating

涂于木材表面能形成具有高耐久性保护及装饰固态涂膜的一类液体材料。

#### 2.0.29 废弃物 waste

在防腐木材工程施工过程中,已失去使用价值,且无法利用的边角余料。

#### 2.0.30 房屋建筑工程 building engineering

指木结构房屋和各种混合结构房屋建筑工程。

#### 2.0.31 修缮 maintenance and repair

对建筑物进行修理、修补、整修和翻新等。

#### 2.0.32 枕木 sleeper

木质的轨枕,也泛指其他材料制成的轨枕。用于铁路、专用轨道走行设备铺设和承载设备铺垫的材料。

#### 2.0.33 节子 knot

指木材内的枝条根部部分,分为活节和死节。



### 3 基本规定

**3.0.1** 防腐木材工程设计除应符合基本建设工程设计程序外,尚应符合下列规定:

1 建筑及装饰装修中涉及防腐木材工程应用的内容应按设计要求设计,并应在设计文件中注明。

2 设计说明中应有防腐木材工程专项条款,并应在施工图中以注释或详图注明。

3 防腐木材工程设计应依据木材的使用环境分类,并应符合本规范第 3.0.5 条的规定。

4 防腐木材工程设计应依据木材的使用环境分类、工程所在地的生物败坏因子及其危害程度、木材应用部位、木材的耐腐性等级和耐蚁蛀等级、木材的可处理性,选择木材树种、木材防腐剂及防腐处理措施。

5 木结构构件设计计算应符合本规范第 5 章的规定。

6 木结构节点连接设计计算应符合本规范第 6 章的规定。

7 应对防腐木材、木制品及木材防腐技术的施工提出要求。

8 根据项目需要确定防腐木材工程外观质量等级时,应符合本规范第 8.2.4 条第 1 款的规定。

**3.0.2** 防腐木材构件的设计应符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 和《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定。

**3.0.3** 防腐木材设计指标的取用值应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定。

**3.0.4** 经刻痕处理的规格材,设计指标的调整应符合下列规定:

1 刻痕沿顺纹方向,刻痕深度不超过 10.0mm、长度不超过

9.5mm,且刻痕密度每平方米不超过 12000 个时,弹性模量应下调 5%;抗弯、抗拉、抗剪和顺纹抗压强度应下调 20%,横纹抗压强度不应作调整。

2 其他刻痕方式,强度调整系数应根据试验确定。

**3.0.5** 木材及其制品的使用分类应符合本规范表 3.0.5 的规定。

表 3.0.5 木材及其制品使用分类

| 使用分类 | 使用条件及环境                                                   | 主要生物败坏因子  | 典型用途                        |
|------|-----------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| C1   | 在室内干燥环境中使用,且不接触土壤,避免气候和水分的影响                              | 蛀虫        | 建筑内部及装饰、家具                  |
| C2   | 在室内环境中使用,且不接触土壤,有时受潮湿和水分的影响,但避免气候的影响                      | 蛀虫、白蚁、木腐菌 | 建筑内部及装饰、家具、地下室、卫生间          |
| C3.1 | 在室外环境中使用,但不接触土壤,暴露在各种气候中,包括淋湿,但表面有油漆等保护,避免直接暴露于雨水中        | 蛀虫、白蚁、木腐菌 | 户外家具、(建筑)外门窗                |
| C3.2 | 在室外环境中使用,但不接触土壤,暴露在各种气候中,包括淋湿,表面无保护,但避免长期浸泡在水中            | 蛀虫、白蚁、木腐菌 | (平台、步道、栈道)的甲板、户外家具、(建筑)外门窗  |
| C4.1 | 在室外环境中使用,且接触土壤或浸在淡水中,暴露在各种气候中,且与地面接触或长期浸泡在淡水中             | 蛀虫、白蚁、木腐菌 | 围栏支柱、支架、木屋基础、冷却水塔、电杆、矿柱(坑木) |
| C4.2 | 在室外环境中使用,且接触土壤或浸在淡水中,暴露在各种气候中,且与地面接触或长期浸泡在淡水中。难于更换或关键结构部件 | 蛀虫、白蚁、木腐菌 | (淡水)码头护木、桩木、矿柱(坑木)          |
| C5   | 长期浸泡在海水(咸水)中使用                                            | 海生钻孔动物    | 海水(咸水)码头护木、桩木、木质船舶          |

## 4 材料选择

### 4.1 木材

4.1.1 下列环境条件下使用的木构件或木制品,当作为建设工程的主要结构构件时,必须进行防腐处理:

- 1 浸在淡水、海水或咸水中。
- 2 埋入土壤、砌体或混凝土中。
- 3 长期暴露在室外。
- 4 长期处于通风不良且经常潮湿的环境中。
- 5 承重结构且易腐朽或遭虫害的木材或树种。

4.1.2 在不与土壤、砌体或混凝土接触,且处于通风良好的室内干燥环境中,使用分类为 C1 的木构件或木制品宜采用常压浸渍或涂刷防腐处理。

4.1.3 防腐木材及其制品的载药量应符合表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 的规定。

表 4.1.3-1 防腐木材及其制品的载药量

| 防腐剂名称             | 活性成分  | 组成比例 (%)          | 药剂保持量(kg/m <sup>3</sup> ) |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------|-------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                   |       |                   | 使用分类                      |      |      |      |      |      |      |
|                   |       |                   | C1                        | C2   | C3.1 | C3.2 | C4.1 | C4.2 | C5   |
| 硼化合物 <sup>①</sup> | 三氧化二硼 | 100               | ≥2.8                      | ≥4.5 | NR   | NR   | NR   | NR   | NR   |
| 季铵铜 (ACQ)         | ACQ-2 | 氧化铜               | 66.7                      | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥6.4 | ≥9.6 |
|                   |       | DDAC <sup>②</sup> | 33.3                      |      |      |      |      |      | NR   |
|                   | ACQ-3 | 氧化铜               | 66.7                      | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥6.4 | ≥9.6 |
|                   |       | BAC <sup>③</sup>  | 33.3                      |      |      |      |      |      | NR   |
|                   | ACQ-4 | 氧化铜               | 66.7                      | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥4.0 | ≥6.4 | ≥9.6 |
|                   |       | DDAC <sup>②</sup> | 33.3                      |      |      |      |      |      | NR   |

续表 4.1.3-1

| 防腐剂名称         | 活性成分   | 组成比例 (%) | 药剂保持量(kg/m <sup>3</sup> ) |       |       |       |       |      |                 |
|---------------|--------|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-----------------|
|               |        |          | 使用分类                      |       |       |       |       |      |                 |
|               |        |          | C1                        | C2    | C3.1  | C3.2  | C4.1  | C4.2 | C5              |
| 铜唑 (CuAz)     | CuAz-1 | 铜        | 49.0                      |       |       |       |       |      |                 |
|               |        | 硼酸       | 49.0                      | ≥3.3  | ≥3.3  | ≥3.3  | ≥3.3  | ≥6.5 | ≥9.8            |
|               |        | 戊唑醇      | 2.0                       |       |       |       |       |      | NR              |
|               | CuAz-2 | 铜        | 96.1                      | ≥1.7  | ≥1.7  | ≥1.7  | ≥1.7  | ≥3.3 | ≥5.0            |
|               |        | 戊唑醇      | 3.9                       |       |       |       |       |      | NR              |
|               | CuAz-3 | 铜        | 96.1                      | ≥1.7  | ≥1.7  | ≥1.7  | ≥1.7  | ≥3.3 | ≥5.0            |
|               |        | 丙环唑      | 3.9                       |       |       |       |       |      | NR              |
|               | CuAz-4 | 铜        | 96.1                      |       |       |       |       |      |                 |
|               |        | 戊唑醇      | 1.95                      | ≥1.0  | ≥1.0  | ≥1.0  | ≥1.0  | ≥2.4 | ≥4.0            |
| 唑醇啉 (PTI)     | 丙环唑    | 戊唑醇      | 47.6                      |       |       |       |       |      |                 |
|               |        | 丙环唑      | 47.6                      | ≥0.21 | ≥0.21 | ≥0.21 | ≥0.29 | NR   | NR              |
|               |        | 吡虫啉      | 4.8                       |       |       |       |       |      | NR              |
| 铜铬砷 (CCA-C)   | 氧化铜    | 氧化铜      | 18.5                      |       |       |       |       |      |                 |
|               |        | 三氧化铬     | 47.5                      | NR    | NR    | ≥4.0  | ≥4.0  | ≥6.4 | ≥9.6            |
|               |        | 五氧化二砷    | 34.0                      |       |       |       |       |      | ≥24.0           |
| 柠檬酸铜 (CC)     | 柠檬酸    | 氧化铜      | 62.3                      | ≥4.0  | ≥4.0  | ≥4.0  | ≥4.0  | ≥6.4 | NR              |
|               |        | 柠檬酸      | 37.7                      |       |       |       |       |      | NR              |
| 氨溶砷酸铜锌 (ACZA) | 氧化铜    | 氧化铜      | 50.0                      |       |       |       |       |      |                 |
|               |        | 氧化锌      | 25.0                      | NR    | NR    | ≥4.0  | ≥4.0  | ≥6.4 | ≥9.6            |
|               |        | 五氧化二砷    | 25.0                      |       |       |       |       |      | ≥24.0           |
| 8-羟基唑啉铜 (Cu8) | 铜      | 100      | ≥0.32                     | ≥0.32 | ≥0.32 | ≥0.32 | NR    | NR   | NR              |
| 环烷酸铜 (CuN)    | 铜      | 100      | NR                        | NR    | ≥0.64 | ≥0.64 | ≥0.96 | NR   | NR <sup>④</sup> |
| 克里苏油          | —      | 100      | NR                        | NR    | NR    | NR    | ≥160  | ≥160 | ≥400            |

注:①硼化合物包括硼酸、四硼酸钠、八硼酸钠、五硼酸钠等及其混合物;

②DDAC 即二癸基二甲基氯化铵;

③BAC 即十二烷基苄基二甲基氯化铵;

NR 指不建议使用。

表 4.1.3-2 防腐木材中防腐剂应达到的透入度

| 使用分类 | 边材透入率(%) |
|------|----------|
| C1   | ≥85      |
| C2   | ≥85      |
| C3.1 | ≥90      |
| C3.2 | ≥90      |
| C4.1 | ≥90      |
| C4.2 | ≥95      |
| C5   | 100      |

#### 4.1.4 防腐木材应符合下列规定：

1 防腐木材的产品标识应符合现行行业标准《商用木材及其制品标志》SB/T 10383 的有关规定，外观和材质应符合现行国家标准《防腐木材》GB/T 22102 的有关规定。

2 结构用防腐木材的材质等级应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定。

3 用于室内和特殊地区的防腐木材宜选用二次窑干防腐木材，干燥质量应符合现行国家标准《锯材干燥质量》GB/T 6491 的有关规定。

4 室内使用防腐木材应符合现行国家标准《室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量》GB 18584 和《室内装饰装修材料 溶剂型木器涂料中有害物质限量》GB 18581 的有关规定。

#### 4.1.5 海事工程用防腐木材应符合下列规定：

1 原木材等级应达到现行国家标准《原木检验》GB/T 144 规定的二等或以上等级。针叶锯材、阔叶锯材的材质等级应分别达到现行国家标准《针叶树锯材》GB/T 153 和《阔叶树锯材》GB/T 4817 规定的二等或以上等级。

2 海岸护木、桥桩、桩木的规格尺寸应具有相应的承载力。海桩木的长度、直径、入土深度、桩距、材质等应根据水深、流速、泥沙、地质和潮汐情况，按设计确定。

3 经常浸泡在海水中的海桩木、海岸护木、下水坡道、浮码头护木和桥桩木等木构件，防腐处理的载药量和透入度应符合本规范表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 中 C5 分类的要求；偶尔接触海水的压木、木栈道与木栈桥的铺面板和护栏等用材的载药量和透入度应符合本规范表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 中 C4.2 分类的要求。

#### 4.1.6 古建维修用防腐木材应符合下列规定：

1 修复材料树种宜与原物一致。无法保持一致时，应选用材质及外观纹理等性质相近的材料代替。

2 木构件之间的连接件应按原物的材料和样式制作。

3 木材和木构件防腐处理应符合本规范第 3.0.5 条和第 4.1.3 条的规定。

#### 4.1.7 矿用木支护与矿用枕木的防腐木材应符合下列规定：

1 防腐处理的载药量和药剂透入度应符合本规范第 4.1.3 条的规定。

2 木材的材质等级应符合现行国家标准《针叶树锯材 分等》GB 153.2 有关一等材的要求，可不作抛光处理。

#### 4.1.8 铁道枕木用防腐木材应符合下列规定：

1 铁道枕木的树种、规格尺寸、材质等级及检验方法应符合现行国家标准《枕木》GB 154 的有关规定。

2 防腐枕木的技术质量要求应符合现行行业标准《防腐木枕》TB/T 3172 的有关规定。

#### 4.1.9 防腐木材的包装、运输和仓储应符合下列规定：

1 应根据材料防潮和防破损的要求选择表面包裹防水布和捆扎带，并应捆扎牢固。

2 应根据装运、搬运条件及要求，设定包装的规格体积和重量，并应分类包装。

3 应采用机械运输，装卸作业应防破损。运输过程中应采取防雨、防污染措施。

4 防腐木材应在防雨、通风的场所存储，并应分类堆放。



## 4.2 防腐 剂

4.2.1 防腐木材工程应用中使用的防腐剂应符合现行国家标准《木材防腐剂》GB/T 27654 的有关规定。

4.2.2 含砷或含铬的防腐剂处理的木材,不应用于建筑内部及装饰、家具、地下室、卫生间和室外桌椅、儿童娱乐设施等居住或与人直接接触的构件、饮用水源地及其周围、储存食品或饮用水的房屋及场所。

4.2.3 硼化合物处理木材应避免与雨水和土壤接触,并应避免药剂流失。

4.2.4 需进行油漆涂刷时,不应采用油类防腐剂。

4.2.5 需保持木材原色的构件,应采用无色的木材防腐剂。

4.2.6 矿用木支护与矿用枕木宜选用低毒、抗流失性好的木材防腐剂。

4.2.7 铁道枕木宜采用由木材防腐油和煤焦油混合均匀的混合油。

## 4.3 金属连接件

4.3.1 用于防腐木材的金属连接件的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定,螺栓的材质应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5782 和《六角头螺栓—C 级》GB/T 5780 的有关规定,钉的材料性能应符合现行行业标准《一般用途圆钢钉》YB/T 5002 的有关规定。

4.3.2 与防腐木材直接接触的金属连接件应采用不锈钢或热浸镀锌材料,与海水接触的金属连接件应采用抗腐蚀性不低于 316 型的不锈钢材料。

## 5 构件设计计算

### 5.1 轴心受拉和轴心受压构件

5.1.1 轴心受拉构件的承载力应按下式验算:

$$N \leq T_r = \alpha_t f_t A_n \quad (5.1.1)$$

式中:  $N$ ——轴心受拉构件拉力设计值(N);

$T_r$ ——轴心受拉构件的承载力(N);

$f_t$ ——木材顺纹抗拉强度设计值(N/mm<sup>2</sup>);

$A_n$ ——构件的净截面面积(mm<sup>2</sup>),应由构件的截面毛面积扣除分布在 150mm 长度上的缺孔投影面积;

$\alpha_t$ ——受拉构件抗力调整系数,可按表 5.1.1 的规定取值。

表 5.1.1 构件抗力调整系数

| 木产品种类                 | 受拉构件 $\alpha_t$ | 受压构件 $\alpha_c$ | 受弯构件 $\alpha_m$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 方木、原木、普通层板胶合木         | 1.0             | 1.0             | 1.0             |
| 目测分等和机械分等层板胶合木(6 层以上) | 0.694           | 0.803           | 0.766           |
| 目测分等规格材               | 0.467           | 0.760           | 0.623           |
| 机械分等规格材               | 0.617           | 0.651           | 0.685           |

5.1.2 轴心受压构件的承载力应按下式验算:

1 按强度验算时:

$$N \leq N_r = \alpha_c f_c A_n \quad (5.1.2-1)$$

式中:  $N$ ——轴心受压构件压力设计值(N);

$N_r$ ——轴心受压构件的承载力(N);

$f_c$ ——木材顺纹抗压强度设计值(N/mm<sup>2</sup>);

$A_n$ ——构件的净截面面积( $\text{mm}^2$ ),应由构件的截面毛面积扣除分布在 150mm 长度上的缺孔投影面积;

$\alpha_c$ ——受压构件抗力调整系数,可按表 5.1.1 的规定取值。

2 按稳定条件验算时:

$$N \leq N_r = \alpha_c f_c \varphi A_0 \quad (5.1.2-2)$$

式中: $N$ ——轴心受压构件压力设计值(N);

$N_r$ ——轴心受压构件的稳定承载力(N);

$f_c$ ——木材顺纹抗压强度设计值( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$\alpha_c$ ——受压构件抗力调整系数,可按本规范表 5.1.1 的规定取值;

$A_0$ ——轴心受压构件截面的计算面积( $\text{mm}^2$ );

$\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数。

3 轴心受压构件截面的计算面积应按下列规定确定:

1) 截面无缺损时,计算面积应取构件截面的毛面积;

2) 缺损在截面的中部位置时,应取构件毛面积的 0.9 倍;

3) 缺损对称于截面边缘两侧时,应取构件截面的净面积;

4) 缺损不对称时,应按偏心受压构件计算;

5) 采用原木构件时,计算面积应按原木的平均直径计算,平均直径应按下式计算:

$$d = d_0 + 0.0045l \quad (5.1.2-3)$$

式中: $d_0$ ——原木的梢径;

$l$ ——构件的长度。

4 轴心受压构件的稳定系数应按下列公式计算:

$$\lambda \leq \alpha_c \sqrt{\frac{E^*}{f_c^*}} \text{ 时:}$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{b_c \lambda^2}{E^*/f_c^*}} \quad (5.1.2-4)$$

$$\lambda > \alpha_c \sqrt{\frac{E^*}{f_c^*}} \text{ 时:}$$

$$\varphi = \frac{c_c E^*}{\lambda^2 f_c^*} \quad (5.1.2-5)$$

$$f_c^* = \alpha_c f_c \quad (5.1.2-6)$$

$$E^* = \frac{E \mu (1 - 1.645 \nu)}{\gamma_c} \quad (5.1.2-7)$$

式中: $\lambda$ ——轴心受压构件的长细比;

$f_c$ ——木材顺纹抗压强度设计值( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$f_c^*$ ——木材顺纹抗压强度计算值( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$E$ ——木材的弹性模量( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$E^*$ ——木材的弹性模量计算值( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$\alpha_c$ ——受压构件抗力调整系数,可按本规范表 5.1.1 的规定取值;

$\gamma_c$ ——受压构件的抗力分项系数,按表 5.1.2 的规定取值;

$\nu$ ——弹性模量变异系数,按表 5.1.2 的规定取值;

$\mu$ ——木材表观弹性模量换算为纯弯弹性模量的系数,按表 5.1.2 的规定取值;

$a_c, b_c, c_c$ ——轴心受压构件稳定系数计算调整系数,按表 5.1.2 的规定取值。

表 5.1.2 轴心受压构件稳定系数计算调整系数

| 木产品种类                 |                                 | $a_c$ | $b_c$  | $c_c$ | $\gamma_c$ | $\nu$ | $\mu$ |
|-----------------------|---------------------------------|-------|--------|-------|------------|-------|-------|
| 方木、原木、普通层板胶合木         | TC17、TC15 及 TB20                | 4.33  | 0.0467 | 10.00 | 1.45       | 0.25  | 1.03  |
|                       | TC13、TC11、TB17、TB15、TB13 及 TB11 | 5.00  | 0.060  | 10.00 | 1.45       | 0.25  | 1.03  |
| 目测分等和机械分等层板胶合木(6 层以上) |                                 | 2.90  | 0.040  | 6.30  | 1.21       | 0.10  | 1.05  |
| 目测分等规格材               |                                 | 3.142 | 0.06   | 6.20  | 1.28       | 0.25  | 1.03  |
| 机械分等规格材               |                                 | 3.142 | 0.06   | 6.20  | 1.21       | 0.15  | 1.03  |

## 5.2 受弯构件

### 5.2.1 受弯构件的抗弯承载力应按下列公式验算：

$$M \leq M_r = \alpha_m f_m W \quad (5.2.1-1)$$

式中： $M$ ——构件弯矩设计值；

$M_r$ ——构件抗弯承载力；

$f_m$ ——构件所用木材的抗弯强度设计值；

$W$ ——构件验算截面处的截面弹性抵抗矩；

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数，按本规范表 5.1.1 的规定取值。

### 5.2.2 受弯构件应满足稳定承载力的要求，并应符合下列规定：

1 计及侧向稳定时，受弯构件的抗弯承载力应按下列公式验算：

$$M \leq M_r = \alpha_m f_m W \varphi_l \quad (5.2.2-1)$$

$$\lambda_B \leq \lambda_m \sqrt{\frac{E^*}{f_m^*}} \text{ 时: } \varphi_l = \frac{1}{1 + \frac{b_m \lambda_B^2}{E^* / f_m^*}} \quad (5.2.2-2)$$

$$\lambda_B > \lambda_m \sqrt{\frac{E^*}{f_m^*}} \text{ 时: } \varphi_l = \frac{c_m E^*}{\lambda_B^2 f_m^*} \quad (5.2.2-3)$$

$$f_m^* = \alpha_m f_m \quad (5.2.2-4)$$

$$E^* = \frac{E \mu (1 - 1.645 \nu)}{\gamma_m} \quad (5.2.2-5)$$

$$\lambda_B = \sqrt{\frac{l_{eq} h}{b^2}} \quad (5.2.2-6)$$

式中： $\varphi_l$ ——受弯构件的侧向稳定系数；

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数，可按表 5.1.1 的规定取值；

$\lambda_B$ ——受弯构件的长细比；

$l_{eq}$ ——受弯构件的计算长度，可取表 5.2.2-1 规定的长度系数乘以构件侧向支撑的间距（无支撑段的长度）；

$b$ ——矩形截面受弯构件的截面宽度（mm）；

$h$ ——矩形截面受弯构件的截面高度（mm）；

$f_m$ ——木材抗弯强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_m^*$ ——木材抗弯强度计算值（N/mm<sup>2</sup>）；

$E$ ——木材的弹性模量（N/mm<sup>2</sup>）；

$E^*$ ——木材的弹性模量计算值（N/mm<sup>2</sup>）；

$\mu$ ——木材表观弹性模量换算为纯弯弹性模量的系数，按表 5.2.2-2 的规定取值；

$\gamma_m$ ——受弯构件抗力分项系数，按表 5.2.2-2 的规定取值；

$\nu$ ——弹性模量变异系数，按表 5.2.2-2 的规定取值；

$a_m$ 、 $b_m$ 、 $c_m$ ——受弯构件侧向稳定系数计算调整系数，按表 5.2.2-2 的规定取值。

表 5.2.2-1 受弯计算长度系数

| 构件类型、荷载情况    | 荷载作用位置 |      |      |
|--------------|--------|------|------|
|              | 顶部     | 中部   | 底部   |
| 简支构件，两端弯矩相等  | —      | 1.00 | —    |
| 简支构件，均布荷载    | 0.95   | 0.90 | 0.85 |
| 简支构件，中部一个集中力 | 0.80   | 0.75 | 0.70 |
| 悬臂梁，均布荷载     | —      | 1.20 | —    |
| 悬臂梁，梁端一个集中力  | —      | 1.70 | —    |
| 悬臂梁，梁端作用弯矩   | —      | 2.00 | —    |

表 5.2.2-2 受弯构件侧向稳定系数计算调整系数

| 木产品种类                 | $a_m$ | $b_m$ | $c_m$ | $\gamma_m$ | $\nu$ | $\mu$ |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|
| 方木、原木、普通层板胶合木         | 1.306 | 0.08  | 1.50  | 1.60       | 0.25  | 1.03  |
| 目测分等和机械分等层板胶合木（6 层以上） | 0.864 | 0.20  | 0.65  | 1.27       | 0.10  | 1.05  |
| 目测分等规格材               | 1.028 | 0.23  | 0.85  | 1.56       | 0.25  | 1.03  |
| 机械分等规格材               | 1.028 | 0.23  | 0.85  | 1.27       | 0.15  | 1.03  |

2 当受弯构件截面的高宽比  $h/b$  和侧向支撑满足下列条件



时,可不必验算稳定承载力:

- 1)  $h/b \leq 4$ , 且跨中部可不设侧向支撑;
- 2)  $4 < h/b \leq 5$ , 跨中部有檩条等侧向支撑;
- 3)  $5 < h/b \leq 6.5$ , 在受压翼缘有直接固定其上的密铺板或间距不大于 600mm 的搁栅支撑;
- 4)  $6.5 < h/b \leq 7.5$ , 在受压翼缘有直接固定其上的密铺板或间距不大于 600mm 的搁栅支撑, 且受弯构件间设有间距不大于 8 倍截面高度的横撑;
- 5)  $7.5 < h/b \leq 9$ , 在构件的上、下翼缘均设有沿长度方向通长的限制侧向位移的装置;
- 6) 层板胶合木受弯构件, 当截面高度比不超过 2.5:1 时;
- 7) 原木受弯构件。

5.2.3 受弯构件的抗剪承载力应按下列公式验算:

$$V \leq V_r = \frac{f_v I b}{S} \quad (5.2.3-1)$$

或

$$V \leq V_r = \frac{2}{3} f_v A \quad (5.2.3-2)$$

式中:  $V$ ——构件的剪力设计值(N);

$V_r$ ——构件的抗剪承载力(N);

$f_v$ ——木材的顺纹抗剪强度设计值(N/mm<sup>2</sup>), 方木、原木、规格材和胶合木皆应根据所用树种, 按现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 规定的方木、原木的抗剪强度设计指标取值;

$I$ ——截面的惯性矩(mm<sup>4</sup>);

$S$ ——最大剪应力所在点以上部分截面对形心轴的面积矩(mm<sup>3</sup>);

$b$ ——最大剪应力所在位置的截面宽度;

$A$ ——构件截面面积(mm<sup>2</sup>)。

5.2.4 受弯构件支座处横纹承压承载力应按下列公式验算:

$$R \leq R_r = b l_b f_{c,90} \quad (5.2.4)$$

式中:  $R$ ——受弯构件的支座反力设计值(N);

$R_r$ ——受弯构件支座处局部承压承载力(N);

$b$ ——受弯构件支座处的截面宽度(mm);

$l_b$ ——受弯构件支座的支承长度(mm);

$f_{c,90}$ ——木材的横纹承压强度设计值(N/mm<sup>2</sup>), 按现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 规定的方木、原木的横纹承压强度设计指标取值; 当支承长度  $l_b \leq 150$ mm, 且支承面外缘距构件端部不小于 75mm 时,  $f_{c,90}$  取局部表面横纹承压强度, 其他情况应取全面积横纹承压强度; 当支座反力主要由距支座为构件截面高度范围内的荷载所引起时, 局部承压承载力应取式(5.2.4)计算结果的 2/3。

5.2.5 规格材受弯构件的支座横纹承压承载力除应按本规范第 5.2.4 条计算外, 尚应乘以局部承压长度(顺木纹测量)调整系数  $K_B$  和局部承压尺寸调整系数  $K_{Zcp}$ 。局部承压长度调整系数  $K_B$  应按表 5.2.5-1 的规定取值, 局部承压尺寸调整系数  $K_{Zcp}$  应按表 5.2.5-2 的规定取值, 并应符合下列要求:

$$R \leq R_r = b l_b K_B K_{Zcp} f_{c,90} \quad (5.2.5)$$

表 5.2.5-1 承压长度调整系数  $K_B$

| 承压长度(顺纹量)或垫圈直径(mm) | $K_B$ |
|--------------------|-------|
| $\leq 12.5$        | 1.75  |
| 25.0               | 1.38  |
| 38.0               | 1.25  |
| 50.0               | 1.19  |
| 75.0               | 1.13  |
| 100.0              | 1.10  |
| $\geq 150.0$       | 1.00  |

注: 支承面外缘距构件端部不小于 75mm。

表 5.2.5-2 承压尺寸调整系数  $K_{Zcp}$ 

| 构件截面宽度与高度比 $b/h$ | $K_{Zcp}$ |
|------------------|-----------|
| 1.0 或更小          | 1.0       |
| 2.0 或更大          | 1.15      |

注:  $b/h$  介于 1.0 和 2.0 之间, 按线性内插法计算。

### 5.2.6 受弯构件的挠度应按下列式验算:

$$\omega \leq [\omega] \quad (5.2.6)$$

式中:  $\omega$ ——构件在荷载效应标准组合作用下的变形计算值 (mm);

$[\omega]$ ——受弯构件的挠度限值, 按表 5.2.6 取用。

表 5.2.6 受弯构件挠度限值

| 构件类型     | 挠度限值          |
|----------|---------------|
| 檩条       | $l \leq 3.3m$ |
|          | $l > 3.3m$    |
| 橡条       |               |
| 吊顶中的受弯构件 |               |
| 楼盖梁、搁栅   |               |

### 5.2.7 双向受弯构件的承载力和挠度验算应符合下列规定:

#### 1 双向受弯构件的承载力应按下列公式验算:

$$M_x \leq M_{xr} = \frac{\omega}{\omega + m} \alpha_m f_m W_x \quad (5.2.6-1)$$

或

$$\frac{M_x}{\alpha_m f_m W_x} + \frac{M_y}{\alpha_m f_m W_y} \leq 1.0 \quad (5.2.6-2)$$

$$m = M_y / M_x \quad (5.2.6-3)$$

$$\omega = W_y / W_x \quad (5.2.6-4)$$

式中:  $M_x$ 、 $M_y$ ——作用在构件两个主平面内的弯矩设计值;

$M_{xr}$ ——构件截面绕  $x$  轴的抗弯承载力;

$W_x$ 、 $W_y$ ——构件两个主轴方向的截面弹性抵抗矩;

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数, 按本规范表 5.1.1 的规定取值。

### 2 挠度应按下列式验算:

$$\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2} \leq [\omega] \quad (5.2.6-5)$$

式中:  $\omega_x$ 、 $\omega_y$ ——为荷载在  $x$  轴和  $y$  轴方向产生的挠度。

## 5.3 偏心受拉与偏心受压构件

### 5.3.1 对于单向偏心受拉和拉弯构件应按下列公式验算承载力:

$$T \leq T_r = \frac{\alpha_t f_t \alpha_m f_m}{\alpha_m f_m + \frac{e}{e_n} \alpha_t f_t} \quad (5.3.1-1)$$

或

$$\frac{T}{\alpha_t f_t A_n} + \frac{M}{\alpha_m f_m W_n} \leq 1.0 \quad (5.3.1-2)$$

$$e = M / T \quad (5.3.1-3)$$

$$e_n = \frac{W_n}{A_n} \quad (5.3.1-4)$$

式中:  $M$ ——构件验算截面上的弯矩设计值;

$T$ ——构件验算截面上的拉力设计值;

$e$ ——拉力相对于净截面的偏心距;

$W_n$ ——构件验算截面的净截面抵抗矩;

$e_n$ ——验算截面的净截面核心距;

$\alpha_t$ ——受拉构件抗力调整系数, 按本规范表 5.1.1 的规定取值;

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数, 按本规范表 5.1.1 的规定取值。

### 5.3.2 偏心受压或压弯构件应符合下列规定:

#### 1 偏心受压或压弯构件应按下列公式验算其承载力:

$$N \leq N_r = \frac{\alpha_c f_c \alpha_m f_m A_n}{\alpha_m f_m + \frac{e + e_0}{e_n} \alpha_c f_c} \quad (5.3.2-1)$$

或

$$\frac{N}{\alpha_c f_c A_n} + \frac{|Ne_0 + M|}{\alpha_m f_m W_n} \leq 1.0 \quad (5.3.2-2)$$

$$e = \frac{M}{N} \quad (5.3.2-3)$$

式中:  $M$ ——横向荷载产生的弯矩设计值;

$N$ ——轴力设计值;

$e_0$ ——轴力作用的偏心距;

$e_n$ ——净截面的核心距;

$h$ ——弯矩作用平面内的截面边长;

$\alpha_c$ ——受压构件抗力调整系数,按本规范表 5.1.1 的规定取值;

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数,按本规范表 5.1.1 的规定取值。

2 偏心受压或压弯构件弯矩作用平面内的稳定承载力应按下列公式验算:

$$N \leq N_r = \alpha_c f_c \varphi \varphi_m A_0 \quad (5.3.2-4)$$

$$\varphi_m = (1-k)^2 (1-k_0) \quad (5.3.2-5)$$

$$k = \frac{|Ne_0 + M|}{W \alpha_m f_m \left(1 + \sqrt{\frac{N}{\alpha_c f_c A}}\right)} \quad (5.3.2-6)$$

$$k_0 = \frac{Ne_0}{W \alpha_m f_m \left(1 + \sqrt{\frac{N}{\alpha_c f_c A}}\right)} \quad (5.3.2-7)$$

式中:  $\varphi$ ——轴心受压构件稳定系数,按本规范式(5.1.2-4)计算;

$\varphi_m$ ——偏心弯矩和横向作用力弯矩共同作用时,在弯矩作用平面内的稳定影响系数;

$M$ ——横向荷载在构件中产生的最大初始弯矩;

$e_0$ ——轴向作用力的初始偏心距;

$\alpha_c$ ——受压构件抗力调整系数,按本规范表 5.1.1 的规定

取值;

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数,按本规范表 5.1.1 的规定取值。

3 偏心受压或压弯构件弯矩作用平面外的稳定承载力应按下列公式验算:

$$\frac{N}{\varphi_y \alpha_c f_c A_0} + \left( \frac{M_x}{\varphi_y \alpha_m f_m W_x} \right)^2 \leq 1.0 \quad (5.3.2-8)$$

式中:  $\varphi_y$ ——构件的侧向稳定系数,按本规范式(5.2.2-2)计算;

$\varphi_y$ ——弯矩作用平面外的轴心压杆稳定系数,按本规范公式(5.1.2-4)计算;

$\alpha_c$ ——受压构件抗力调整系数,按本规范表 5.1.1 的规定取值;

$\alpha_m$ ——受弯构件抗力调整系数,按本规范表 5.1.1 的规定取值。



## 6 连接设计计算

### 6.1 齿 连 接

6.1.1 齿连接可采用单齿连接(图 6.1.1-1)或双齿连接(图 6.1.1-2),并应符合下列规定:

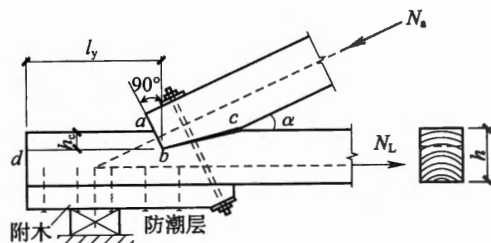


图 6.1.1-1 单齿连接

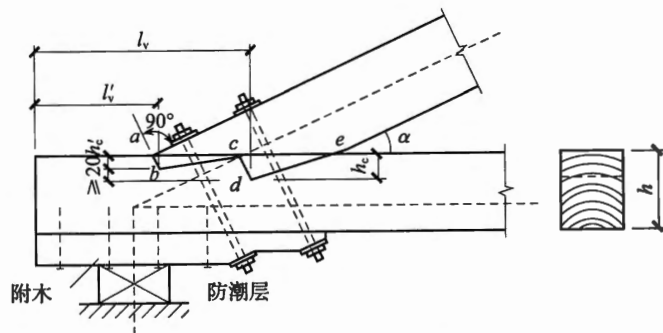


图 6.1.1-2 双齿连接

1 齿连接的承压面应与所连接压杆的轴线垂直。

2 单齿连接应使压杆轴线通过承压面的中心。

3 桁架支座节点采用齿连接时,对于木方或板材桁架,宜采用下弦杆净截面的中心线作为轴线;对于原木桁架,可采用毛截面的中心线作为下弦杆的轴线。齿槽处的静截面可按轴心受拉

验算。

4 齿槽深度,对于方木桁架不应小于 20mm,原木桁架不应小于 30mm;对于支座节点,方木桁架齿槽深度不应大于下弦截面高度的 1/3,原木桁架不应大于原木直径的 1/3;对于其他节点,方木桁架不应大于下弦截面高度的 1/4,原木桁架不应大于原木直径的 1/4。

5 双齿连接中,第二齿槽的深度  $h_c$  应至少大于第一齿槽深度  $h'_c$  20mm。

6 单齿连接及双齿连接中的第一、第二齿,其受切面长度  $l_v$  或  $l'_v$  均不应小于槽深  $h_c$  或  $h'_c$  的 4.5 倍。

7 单齿或双齿连接的桁架支座节点均应设保险螺栓。保险螺栓应垂直于上弦杆轴线,每个剪切面应各设一个。对于其他节点的齿连接,应用扒钉将相交于节点处的杆件两侧彼此钉牢。

6.1.2 齿连接应按下列公式计算其承载力:

1 承压面的承载力:

$$N_r = f_{ca} A_a \quad (6.1.2-1)$$

$$\alpha \leq 10^\circ: f_{ca} = f_c \quad (6.1.2-2)$$

$$10^\circ < \alpha < 90^\circ: f_{ca} = \frac{f_c}{1 + \left( \frac{f_c}{f_{c,90}} - 1 \right) \frac{\alpha - 10^\circ}{80^\circ} \sin \alpha} \quad (6.1.2-3)$$

式中:  $f_{ca}$ ——木材斜纹承压强度设计值;

$A_a$ ——承压面面积,可根据槽深和相应的几何关系计算,双齿连接的承压面面积为两槽齿的承压面面积之和;

$f_c$ ——木材的顺纹抗压强度,各类木产品均按同树种所在强度等级的方木、原木的设计指标取用;

$f_{c,90}$ ——木材的横纹抗压强度,各类木产品均按同树种所在强度等级的方木、原木的设计指标取用。

2 剪切面的承载力:

$$V_r = \psi_v f_v l_v b_v \quad (6.1.2-4)$$

式中： $\psi_v$ ——剪应力在剪切面长度上的不均匀分布对抗剪承载力的影响系数，应按表 6.1.2 取用；

$f_v$ ——木材的顺纹抗剪强度设计值，各类木产品均应按同树种所在强度等级的方木、原木的设计指标取用；

$l_v$ ——剪切面的长度，对于双齿连接应取第二齿的剪切面长度；

$b_v$ ——剪切面宽度。

实际剪切面长度不应小于槽齿深度的 4.5 倍，对于单齿也不应大于槽齿深度的 8 倍，双齿不应大于槽齿深度的 10 倍；剪切面宽度，对于方木下弦杆应为下弦截面宽度，对于原木下弦则应为槽齿深度  $h_c$  处的弦长。

表 6.1.2 剪应力不均匀分布对抗剪承载力的影响系数  $\psi_v$

| $l_v/h_c$ | 4.5  | 5    | 6    | 7    | 8    | 10   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| 单齿        | 0.95 | 0.89 | 0.77 | 0.70 | 0.64 | —    |
| 双齿        | —    | —    | 1.00 | 0.93 | 0.85 | 0.71 |

6.1.3 在齿连接剪切面失效时，保险螺栓应有足够的抗拉能力阻止上弦杆滑移。保险螺栓的设计应符合下列规定：

1 保险螺栓的拉力设计值应按下列公式计算：

$$T = N_s \tan(60^\circ - \alpha) \quad (6.1.3-1)$$

式中： $T$ ——螺栓拉力；

$N_s$ ——上弦杆的轴力；

$\alpha$ ——端节点处上、下弦间的夹角。

2 保险螺栓的抗拉承载力应按下列公式计算：

$$T_r = 1.25 f_y A \quad (6.1.3-2)$$

式中： $T_r$ ——保险螺栓的抗拉承载力；

$f_y$ ——保险螺栓所用钢材的抗拉强度设计值；

$A$ ——保险螺栓的净面积，按表 6.1.3 选用；双齿时  $A$  为两根保险螺栓净面积之和，且应采用两根同直径的螺栓。

表 6.1.3 普通螺栓净面积

| 公称直径(mm)              | 12 | 14  | 16  | 18  | 20  | 22  | 24  | 27  | 30  |
|-----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 净面积(mm <sup>2</sup> ) | 84 | 115 | 157 | 192 | 245 | 303 | 353 | 459 | 561 |

## 6.2 螺栓连接和钉连接

6.2.1 螺栓连接和钉连接可采用双剪连接(图 6.2.1-1)或单剪连接(图 6.2.1-2)。被连接木构件的最小厚度应符合表 6.2.1 的规定。

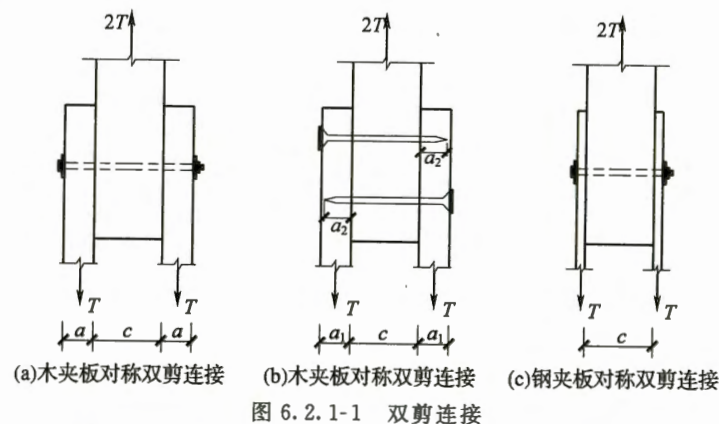


图 6.2.1-1 双剪连接

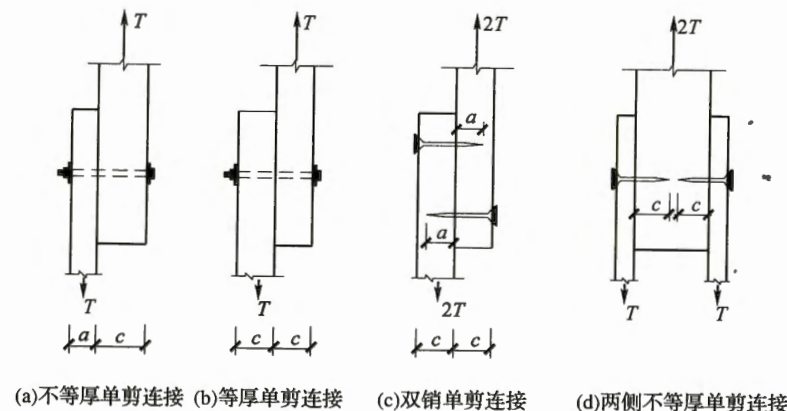


图 6.2.1-2 单剪连接

表 6.2.1 螺栓和钉连接中木构件最小厚度

| 连接形式   | 螺栓连接                     |                        | 钉连接                     |
|--------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
|        | $d < 18\text{mm}$        | $d \geq 18\text{mm}$   |                         |
| 对称双剪连接 | $c \geq 5d, a \geq 2.5d$ | $c \geq 5d, a \geq 4d$ | $c \geq 8d, a \geq 4d$  |
| 单剪连接   | $c \geq 7d, a \geq 2.5d$ | $c \geq 7d, a \geq 4d$ | $c \geq 10d, a \geq 4d$ |

注:1  $c$  为中部构件的厚度或单剪连接中较厚构件的厚度, $a$  为边部构件的厚度或单剪连接中较薄构件的厚度, $d$  为螺栓或钉的直径;

2 钉连接计算  $a, c$  时,在未被穿透的构件中,应扣除  $1.5d$  的钉尖长度;若钉尖穿透最后构件,该构件的计算厚度也应减少  $1.5d$ 。

6.2.2 木构件的最小厚度满足本规范表 6.2.1 的规定时,每一螺栓连接或钉连接顺纹受力的承载力应按下式计算:

$$N_r = nk_v d^2 \sqrt{f_c} \quad (6.2.2)$$

式中: $n$ ——同一根螺栓或钉上的剪切面数,单剪连接取 1,对称双剪连接取 2;

$f_c$ ——木材顺纹承压强度设计值,方木、原木、规格材和胶合木皆应根据所用树种,按现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 规定的方木、原木的轴心抗压强度设计指标取值;

$d$ ——螺栓连接或钉的直径;

$k_v$ ——螺栓或钉连接的承载力计算系数,按表 6.2.2 取值。当木材含水率大于 19% 时, $k_v$  不得大于 6.7;对钢夹板  $k_v$  取表 6.2.2 中的最大值。

表 6.2.2 螺栓和钉连接的设计承载力计算系数  $k_v$ 

| 连接件类型 | 螺栓    |     |     |          | 钉   |     |     |      |           |
|-------|-------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|------|-----------|
| $a/d$ | 2.5~3 | 4   | 5   | $\geq 6$ | 4   | 6   | 8   | 10   | $\geq 11$ |
| $k_v$ | 5.5   | 6.1 | 6.7 | 7.5      | 7.6 | 8.4 | 9.1 | 10.2 | 11.1      |

6.2.3 螺栓连接,当作用力方向与木纹间呈夹角  $\alpha$  时,除应按本规范式(6.2.2)计算其连接承载力外,尚应乘以木材斜纹承压的折减系数  $\psi_a, \psi_a$  值应按表 6.2.3 确定。钉连接可不计木材斜纹承压的影响。

表 6.2.3 斜纹承压螺栓连接承载力折减系数  $\psi_a$ 

| 夹角 $\alpha(^{\circ})$ | 螺栓直径(mm) |          |          |          |          |          |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                       | 12       | 14       | 16       | 18       | 20       | 22       |
| $\alpha \leq 10$      | 1.0      | 1.0      | 1.0      | 1.0      | 1.0      | 1.0      |
| $10 < \alpha < 80$    | 1.0~0.84 | 1.0~0.81 | 1.0~0.78 | 1.0~0.75 | 1.0~0.73 | 1.0~0.71 |
| $\alpha \geq 80$      | 0.84     | 0.81     | 0.78     | 0.75     | 0.73     | 0.71     |

注:  $10 < \alpha < 80$  范围内,由表中所列数值经线性插入法确定。

6.2.4 单剪连接中,木构件厚度不能满足本规范表 6.2.1 的规定时,按本规范式(6.2.2)计算的连接承载力不得大于  $0.3cd f_c \psi_a^2$ 。

6.2.5 螺栓可采用两行齐列(图 6.2.5-1)或两行错列(图 6.2.5-2)的布置方式,排列的间距不应小于表 6.2.5 的规定。

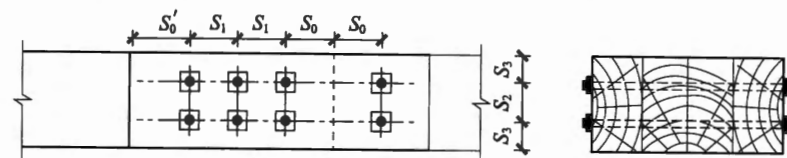


图 6.2.5-1 两行齐列

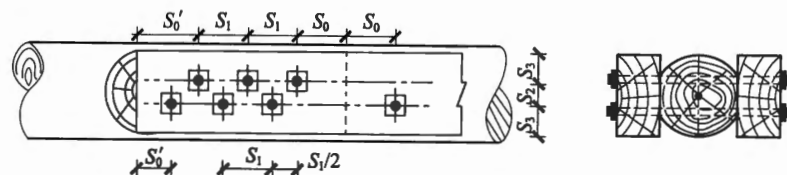


图 6.2.5-2 两行错列

表 6.2.5 螺栓排列的最小端距、边距和中距

| 排列类型 | 顺木纹            |          | 横木纹      |          |
|------|----------------|----------|----------|----------|
|      | 端距 $S_0, S_0'$ | 中距 $S_1$ | 边距 $S_3$ | 中距 $S_2$ |
| 两行齐列 | $7d$           | $7d$     | $3d$     | $3.5d$   |
| 两行错列 |                | $10d$    |          | $2.5d$   |

注: $d$  为螺栓直径。

6.2.6 钉可采用齐列(图 6.2.6-1)、错列(图 6.2.6-2)或斜列(图 6.2.6-3)的布置方式,排列的间距不应小于表 6.2.6 的规定。

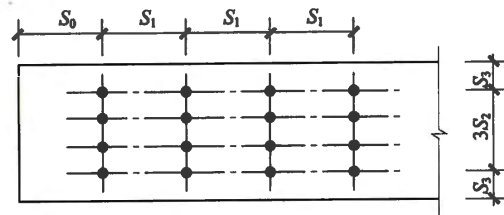


图 6.2.6-1 齐列

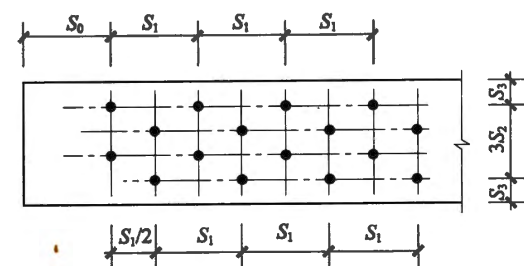


图 6.2.6-2 错列

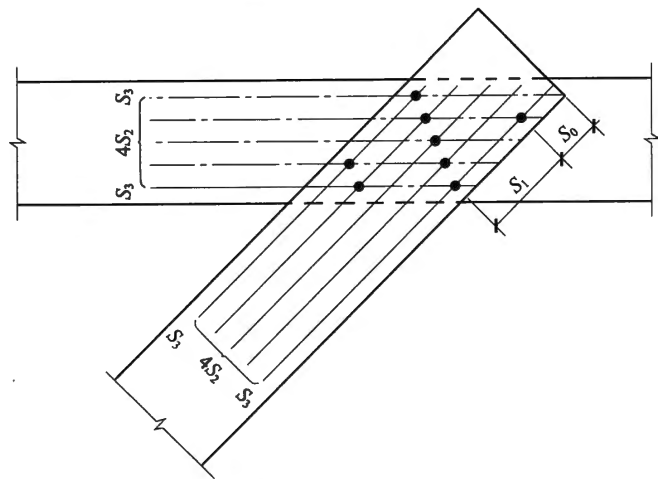


图 6.2.6-3 斜列

表 6.2.6 钉排列的最小端距、边距和中距

| 钉入木构件中的有效厚度(深度) $a$ | 顺木纹      |          | 横纹       |       |          |
|---------------------|----------|----------|----------|-------|----------|
|                     | 中距 $S_1$ | 端距 $S_0$ | 中距 $S_2$ |       | 边距 $S_3$ |
|                     |          |          | 齐列       | 错列或斜列 |          |
| $a \geq 10d$        | 15d      | 15d      | 4d       | 3d    | 4d       |
| $10d > a > 4d$      | 内插法      |          |          |       |          |
| $a = 4d$            | 25d      |          |          |       |          |

注: $d$ 为钉的直径。



## 7 施 工

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 防腐木材工程施工准备应符合下列规定：

1 应制定施工质量责任制度、相应的管理制度和工程质量检验制度。

2 应根据材料分类和清单作出材料计划，防腐木材的树种、规格、使用分类、质量应符合设计文件要求。

3 本工程需要其他施工单位配合，且需预留或预埋部分时，应提前与其他施工单位衔接或作出书面说明。

7.1.2 防腐木材处理、加工和安装作业人员应戴口罩和手套，作业后应用肥皂水清洗脸、手、脚等皮肤暴露部位。

7.1.3 防腐木材入场后应按品种和尺寸分类整齐存放于通风、干燥处，并应做好标识。转运过程中应避免摔、扔等剧烈碰撞。

7.1.4 木构件或木制品应在防护处理前完成加工制作、预拼装等工序；经防腐剂处理后不宜进行锯解、刨削等加工。确需再加工时，其切割面、孔眼及运输吊装过程中的表皮损伤应采用喷洒法或涂刷法进行防腐修补。

7.1.5 防腐木材表面宜用耐候性涂料进行保护性涂刷。

7.1.6 施工完成后应及时按本规范第8章的规定进行工程验收。

7.1.7 防腐木材工程完工投入使用后，应定期检查，木材表面损伤暴露部位应涂刷防腐剂原液。

7.1.8 使用中的防腐木材建筑物或构筑物应定期维护，可使用户外型的木材水性涂料或油性涂料涂刷。

7.1.9 用水载型防腐剂处理的木材，油漆时防腐木材的含水率应与所在地的平衡含水率一致。用油溶性木材防腐剂处理的木材，油漆前木材内的溶剂应已完全挥发。

7.1.10 施工过程中剩余防腐木材及废弃物应回收并集中处理，严禁随意丢弃或焚烧。

7.1.11 有回收利用价值的防腐木材，其储存、保管应符合现行国家标准《防腐木材生产规范》GB/T 22280的有关规定。

### 7.2 房屋建筑工程

7.2.1 防腐木材可用于木柱、木梁、木龙骨、墙骨、户外用木板和地板、外墙挂板、外立面墙的门和窗框木料、封檐板、屋面板、挂瓦条和木瓦等。

7.2.2 房屋建筑工程的材料选择应符合下列规定：

1 应确定防腐木材应用环境的腐朽和虫蚁危害程度级别。

2 应根据木材在房屋建筑中使用的部位确定防腐木材使用环境分类。

3 房屋外墙挂板用防腐木材应符合下列规定：

1) 外墙挂板宜选用易进行防腐处理的木材；

2) 材质等级应符合现行国家标准《针叶树锯材 分等》GB 153.2 中一等材的规定。

4 工程应用的金属连接件应符合本规范第4.3.1条和第4.3.2条的规定。

7.2.3 房屋建筑工程木结构及木构件的安装施工应符合下列规定：

1 木结构房屋建筑中立柱的安装应按设计要求在混凝土基础中预埋钢件，并应将木柱通过钢件固定在混凝土基础上（图7.2.3-1）。

2 木结构墙体框架安装应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005的有关规定。



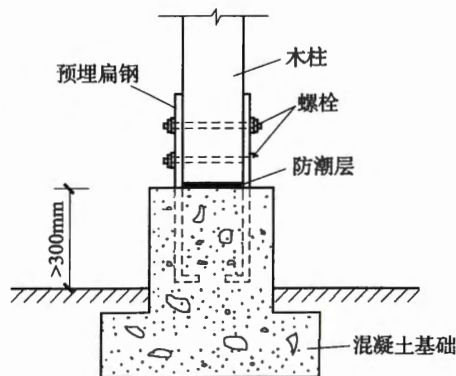


图 7.2.3-1 立柱安装方法

3 木构件搁置在混凝土或砖石支座时,应设置防潮层。

4 木结构屋面防水处理应符合设计文件的要求,并应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定。

5 仿古木结构建筑柱应安装在石墩上,爪柱应安装在梁上;应根据施工方案,按顺序安装各种立柱和梁构件;平衡木构件和斗拱、檩条、屋面板或挂瓦条和封檐板等构件安装应符合现行行业标准《古建筑修建工程施工及验收规范》JGJ 159 的有关规定。

6 木瓦安装(图 7.2.3-2)应在做好防水层的屋面板上固定顺水条和挂瓦条,顺水条和挂瓦条应根据设计要求进行安装,宜采用纵向布置安装。在顺水条和挂瓦条上应铺一层防水布质材料,在防水材料上应从下往上铺木瓦,木瓦应用螺丝钉固定在木龙骨上。

7.2.4 木结构中的下列部位应采取防潮和通风构造措施:

1 桁架、大梁的支座节点或其他承重木构件不应封闭在墙、保温层或通风不良的环境中(图 7.2.4-1、图 7.2.4-2)。

2 处于房屋隐蔽部分的木结构应设通风孔洞。

3 露天结构在构造上应避免积水。

4 房屋的围护结构宜采取保温和隔汽措施。

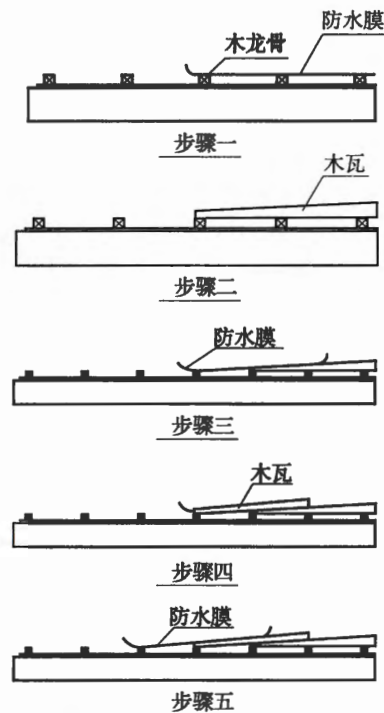


图 7.2.3-2 木瓦安装方法

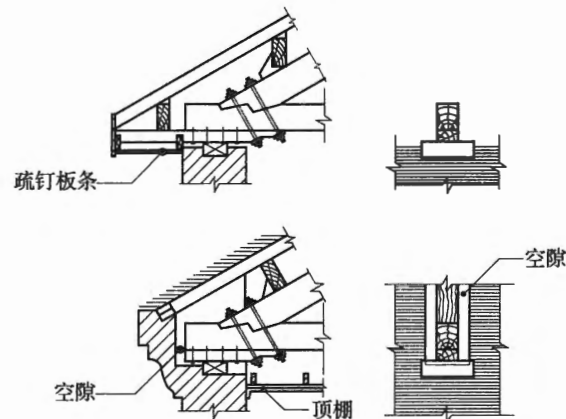


图 7.2.4-1 外排水屋盖支座节点通风构造示意

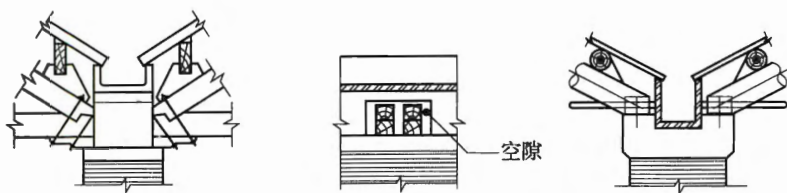


图 7.2.4-2 内排水屋盖支座节点通风构造示意

### 7.2.5 房屋建筑中防腐木材工程的维护应符合下列规定：

1 油漆维护应根据使用环境和油漆性能定期进行。涂刷前应先清洁和砂光木构件表面。

2 工程竣工验收 180d 内，应检查螺栓、螺帽是否突出、松动，并应予拧紧。

3 工程竣工验收 360d 内，应检查木构件是否开裂。外墙面构件的心材部位，裂缝宽 10mm 以上、深 20mm 以上时，应用水性木材防腐剂兑两倍水进行灌注或涂刷，防腐剂药液应达到裂缝底部。

## 7.3 园林景观工程

### 7.3.1 景观构架类立柱的固定与连接应符合下列规定：

1 立柱的安装方法可通过预埋金属连接件或后置锚固件固定在混凝土基础上。

2 应用不锈钢或做防腐防锈处理的金属连接件。

### 7.3.2 栅栏栏杆类的安装应符合下列规定：

1 栅栏栏杆立柱的安装宜采用埋桩或角铁连接，宜采用现浇混凝土或在预制混凝土上安装，可预先埋入金属连接件，并应与木柱锚固。木柱两侧宜安装角铁，应保证立柱的稳固与垂直。

2 栅栏立柱间距宜取 800mm~2000mm。

3 栅栏板的固定，每根栅栏板应保证有两个以上的固定点。栏杆的横条安装宜采取榫接方式。

### 7.3.3 铺装用龙骨的安装应符合下列规定：

1 龙骨的间距应根据安装板面厚度和实际情况进行调整。

2 龙骨在混凝土基础上的固定方法宜采用膨胀螺栓或角铁。固定点应从龙骨端头 100mm 起开始固定。中间固定点间距不应大于 800mm。

3 龙骨安装的金属连接件宜采用镀锌或不锈钢材料或防腐涂装处理。

4 地面为自然土层时，应先把土层夯实后插入木桩或先筑混凝土桩，并应将龙骨固定在木桩或混凝土上。

### 7.3.4 铺装类板面的安装应符合下列规定：

1 板面固定应采用镀锌或不锈钢材质的螺纹钉。

2 板面端头固定点应控制在 20mm~100mm 的范围内，应两点固定。

3 当两个板接头时应置于龙骨上，并应分别用两颗螺钉固定。

4 螺钉载入深度应保持一致，并应分布均匀整齐。

7.3.5 外墙挂板和装饰件的安装应先固定龙骨，龙骨的安装应注意外墙防水层和外墙保温层的保护，可采用在构筑墙体时先埋入连接件，或用膨胀螺栓直接锁定木龙骨，应在墙体上钻孔后清洁孔眼，注入专业防水胶，再置入膨胀螺栓固定龙骨。

### 7.3.6 园林景观建筑的维护和保养应符合下列规定：

1 用于园林景观建筑的防腐木材，在安装施工完成后应在木材表面涂刷户外水封涂料或油漆。

2 涂刷水封涂料或油漆前应先将防腐木材表面清洗干净。

3 经涂料或油漆涂刷后 24h 内，应避免雨水冲刷、人员走动和重物碰击。

## 7.4 海事工程

### 7.4.1 海事工程施工方案的确定应符合下列规定：

1 应避免气象情况对施工产生影响。

2 应按海水潮汐规律安排施工和制定安装进度表。应在潮汐高位时做好准备工作,将桩木摆放在岸边,并临近安装位置,将工程船舶停在护岸边,并应准备好连接件、胶黏剂;应在潮汐低位时进行安装。

7.4.2 护木(立木)的上端头、压木的两个端头应加钉防裂板。防裂板应采用不锈钢材料。

7.4.3 护木/护板与压木的安装应符合下列规定:

1 在现场安装过程中应准备好工程船舶和吊装机械,并应制作施工人员使用的专用爬梯;施工人员应穿好工作服,并应戴好安全帽和安全带,应与吊装人员密切配合。

2 在护岸或码头安装预埋件,螺栓间距不应大于 400mm,螺栓直径不应小于 20mm。

3 应按设计要求采用不锈钢螺栓将护木牢固地安装在护岸上,再用防腐木塞将钻孔(螺栓孔)堵住,并应用强力防水胶固定。防腐木塞木纹方向应与护木木纹方向一致。

4 压木在长度方向的连接,宜在 2 根压木之间用 2 根~4 根阔叶木圆棒连接并定位,也可采用螺栓连接。

5 压木与护木(立木)之间应采用不锈钢角钢连接,角钢规格不应小于 60mm×60mm,角钢长度与护木厚度应一致。角钢与压木和护木之间应采用不锈钢螺钉固定,螺钉间隔不应大于 50mm,螺钉直径不应小于 8mm。

6 压木的宽度应大于或等于护木的厚度。

7.4.4 海桩木的安装应按设计要求和施工方案进行,并应符合下列规定:

1 海桩木的布置可采用 1 排~3 排桩,应按需要选择坝型,排距应为 2.0m~4.0m,同一排桩的桩与桩之间可采用透水式或不透水式。透水式桩间应以横梁连接,并应用防腐木挂板等材料构成屏蔽式桩坝,桩间及与堤脚之间可填加块石、混凝土预制块等。

2 打桩前应对海桩木进行外观检查,桩木不得有劈裂,接桩应牢固、直顺、接榫整齐,不得脱榫、折断。不符合设计要求的海桩木不得使用。

7.4.5 木栈桥的安装应符合下列规定:

1 木栈桥采用木桩柱时,原木桩柱的直径不应小于 200mm,方木桩柱的短边不应小于 150mm。

2 海桩基础可采用混凝土或打桩式固定,应牢固并能抗击海浪和海潮的冲击。

3 木栈桥步道板面的高度应高于最大潮位时的海平面 2m~4m。

4 木栈桥铺面板厚度不应小于 38mm。

5 连接铺面板的连接件不应高于步道板面。

6 木栈桥护栏高度不应小于 1500mm,护栏的立式防护柱净间距不应大于 140mm。采用交叉式、带状式护栏时,横板间距不应大于 140mm。

7.4.6 木栈道的安装应符合下列规定:

1 海边木栈道的基础应采用混凝土、钢结构、岩石或其他坚硬材料。

2 作为隔栅(龙骨)的防腐木材,断面尺寸不应小于 60mm×80mm。

3 作为铺面板的防腐木材,厚度不应小于 38mm,宽度不应小于 90mm。安装时应留出散水空间。

4 护栏的立式防护柱净间距不应大于 140mm。

5 连接铺面板的连接件不应高于步道板面。

7.4.7 浮码头的安装应符合下列规定:

1 浮码头可分为桩柱式和无桩柱式。

2 安装浮码头护木时宜在岸上施工,并宜待基本安装好后再拖入或吊到指定海域进行下一步施工。

3 浮码头甲板的铺面板在加工时应进行防滑处理。



4 浮码头需安装水电设施时,应采用双层护木。外层护木宽度应为内层护木宽度的 1.5 倍~2.0 倍,内、外层护木应同时固定在浮码头上。电缆和水管应布置在内层护木的底部,并应固定在浮码头上。

#### 7.4.8 下水坡道的安装应符合下列规定:

- 1 下水坡道的坡度应小于 1:8 或 10°。
- 2 引桥的防腐木铺面板应进行防滑处理。
- 3 在安装下水坡道铺面板时,应用木螺钉将引桥的钢架与铺面板的底面连接。

4 连接件应进行防锈处理,宜采用不锈钢金属连接件。

#### 7.4.9 海事工程的验收应符合本规范第 8 章的规定,并应符合下列规定:

1 应对施工技术参数要求、海桩、离水面距离、港口施工资质进行验收。

2 海桩防护工程验收时,应提交打桩记录、加压防腐证明和木材防腐剂含量检测报告。

#### 7.4.10 海事工程的维护和保养应符合下列规定:

1 防腐木材海事工程应建立专门的维护与维修队伍,并应建立维护与维修操作规程。

2 应定期或不定期巡查;应检查海桩木、浮码头护木、下水坡道地板、木栈道地板和护栏的螺栓、螺帽、封盖,有松动时,应及时紧固;有脱落时,应及时填补。更换或填补新的封盖前,应首先紧固螺栓、螺帽,并应补充密封胶。更换或填补新的螺栓、螺帽等连接件时,应选用抗腐蚀性高的不锈钢材质连接件,最低应为 316 型号。

3 海桩木、浮码头护木、坡道地板、木栈道地板和护栏的木材出现劈裂、贯通裂和严重翘曲时,应及时更换。更换的防腐木板或木方的棱角(直角)应加工为圆角或弧形。

4 工程中防腐木材安装时应采用暗连接方式,在更换时可采

用明连接,但应使用沉头螺钉固定。

5 浸入海水中的下水坡道部位应及时清除海藻类动植物,可采用铁铲、铁刷等工具进行清除,不应破坏防腐木材表面。

### 7.5 古建筑的修缮

#### 7.5.1 古建筑木结构修缮前应对承重木结构进行可靠性查勘与鉴定,应包括下列内容:

1 结构、构件及其连接的尺寸。

2 结构整体的变位和支承情况,包括房屋整体倾斜程度、屋架垂直度、水平移位等情况及下弦、木梁等两端支座搁置的长度及腐朽程度;木柱开裂、柱根腐朽程度。

3 木材的材质情况,包括木材(树)品名和木节、斜纹、扭纹、髓心在受弯木构件上的分布情况。在利用旧木材接接时,应按现行行业标准《古建筑修建工程施工及验收规范》JGJ 159 的有关规定检查,并应在检验合格后再使用。

4 承重构件的受力和变形情况,包括梁、搁栅、檩条、木柱和屋架等构件的挠曲、开裂程度等。

5 主要吊点、连接的工作状态,包括构件节点木榫、夹铁(穿杆)等松动、开裂、腐(锈)朽程度。

6 历次修缮措施的现存内容及其当前状态。

#### 7.5.2 古建筑木构件材质的勘察,应对木构件的腐朽程度、虫蛀程度及白蚁侵食程度进行分级和标识。木材腐朽分级和标识应符合本规范第 C.0.1 条的规定,木材虫蛀分级和标识应符合本规范第 C.0.2 条的规定,白蚁侵食分级和标识应符合本规范第 C.0.3 条的规定。

#### 7.5.3 古建筑的修缮应符合下列规定:

1 应遵循渐进、先撑后拆、先撑后补、分区(段)进行的原则。

2 对屋架的脊柱、步柱、廊柱与廊川等及梁枋榫接点等受力部位可能发生的损坏应采取相应的安全措施,在施工中应对木结



构各构件的变形情况、构件节点的连结情况进行标记、观察和监测,出现异常情况时应及时处理。

3 埋入墙体的木梁、檩条、搁栅等构件端部、与墙体接触紧靠的木柱、门窗樑(杆)构件及柱根等应做防腐、防虫蛀处理。

4 木结构表面的防火、防腐及防虫的处理要求应符合设计要求,无要求时应按现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定执行。

5 木结构木柱、梁枋内部存在中空时,应采取剔除、清理虫蛀或腐朽部位的措施;当木柱中空部位直径超过 150mm 时,应在中空部位填充木块;对木柱中空部位应进行不饱和聚酯树脂灌注加固,对梁枋中空部位应进行环氧树脂灌注加固。

6 古建筑木结构构件所使用的胶黏剂应保证胶缝强度不低于被胶合木材的顺纹抗剪和横纹抗拉强度,胶黏剂的耐水性及耐久性应与木构件的用途和使用年限相适应。

7 木构件中使用的金属连接件级别、规格、力学性能应符合设计要求,金属连接件应除锈,并应进行防锈处理;螺栓材料应采用 I 级钢,钢和螺栓的直径不应小于 12mm,采用钢夹板连接时,其厚度不应小于 6mm。

#### 7.5.4 古建筑修缮的材料选择应符合下列规定:

1 金属连接件的材质、型号、规格和连接方法应符合修缮设计的要求。安装前应检查出厂合格证和检测报告。

2 修缮或更换承重构件的木材,其材质应与原构件相同,并应进行材质检查验收,旧桁(檩)的上、下面不得颠倒搁置。

#### 7.5.5 古建筑木结构加固修缮施工应符合下列规定:

1 古建筑的木构架进行打伞拨正时,应先拆除瓦顶、拆下望板和部分椽,并应将擦端的榫卯缝清理干净;有加固金属连接件时应全部取下;对已严重残损的檩、角梁、平身科斗等构件,也应先行取下。对古建筑木构架的打伞拨正,应根据实际情况分次调整。

2 古建筑的木构架进行整体加固时,应符合下列规定:

1)加固方案不得改变原受力体系。

2)对既有建筑结构和构造的固有缺陷,应采取予以消除的措施,对所增设的连接件应设法加以隐蔽。

3)对本应拆除的梁枋、柱,当其文物价值较高而必须保留时,可另加支柱,但另加的支柱应易于识别。

4)对任何整体加固措施,木构架中原有的连接件,包括椽、檩和构架间的连接件应全部保留。有缺陷时,应更新补齐。

5)加固所用材料的耐久性不应低于原有结构材料的耐久性。

3 古建筑木构架中,下列部位的榫卯连接在整体加固时,应根据结构构造的具体情况采用连接件进行锚固:

1)柱与额枋连接处;

2)檩端连接处;

3)有外廊或周围的木构架中,抱头梁或穿插枋与金柱的连接处;

4)其他用半银锭榫连接的部位。

4 古建筑木结构加固修复时,应从构造上改善通风防潮条件,应使木结构经常保持干燥;对易受潮腐朽或遭受虫蛀的木结构应用防腐防虫药剂进行处理。

#### 5 古建筑腐朽以及虫蚁危害的处理应符合下列规定:

1)应先剥除或清理腐朽层及白蚁侵蚀层。

2)应采用水载型木材防腐剂原液浓度的 60% 液体喷、涂 3 遍,每次喷、涂时间应间隔 2h 以上。

3)应按原油漆工艺修复。

4)堵塞虫蛀孔洞,应用浓度为 15% 的水载型木材防腐剂原液浸泡木屑,晒干后拌胶水堵塞。堵塞深度达 20mm 以上时,也可用材质坚硬的木材做成直径大小不一的木栓,用水载型木材防腐剂原液浸泡后晒干,用药栓堵塞虫眼

和虫道。针眼小虫孔宜用针筒装浓度为 15% 的水载型木材防腐剂原液注射。也可用材质坚硬的木材做成牙签状,或将竹牙签用水载型木材防腐剂原液浸泡透后晒干,用药签堵塞小虫眼。

5) 承重柱和梁、楼板、地框、屋面板和瓦条中度腐朽或中度虫蚁危害时,受危害部位可裁切更换的,应裁切并更换为经防腐处理的木材。不可裁切更换时,经承重受力计算,危害部位尚能承载时,可按本规范第 7.5.5 条第 5 款第 1~4 项的要求进行修复。

6) 木雕刻工艺品轻度、中度腐朽,可用钢丝刷清除腐朽层,用无色木材防腐剂原液喷、涂 3 遍。

7) 所有重度腐朽、重度白蚁侵蚀的木构件均应拆除并更换为经防腐处理的木材。

#### 7.5.6 古建筑移建与改造应符合下列规定:

1 古建筑木结构建筑物的移建、部分托换修复时,应先揭除瓦顶,再由上而下分层拆落望板、椽及梁架。在拆落过程中,应采取防止榫头折断或劈裂的措施,并应避免磨损木构件上的彩画和墨书题记。

2 拆落木构架前,应先将所有拆落的构件编号,并应将构件编号标明在记录的图纸上,不得损坏构件和榫卯,应确保构件的完整无损。

3 构件安装前,应认真检查构件是否齐全。有损构件应按本规范第 7.5.5 条的要求进行加固修复,损坏严重时应更换。

4 古建筑木结构预防受潮腐朽或遭受虫蛀的加固修复应符合下列规定:

1) 从构造上改善通风防潮条件;

2) 对易受潮腐朽或遭受虫蛀的木结构用防腐防虫药剂进行处理。

5 古建筑木结构加固修复时,天花、藻井以上的梁架宜喷涂

防火涂料;天花、吊顶用的苇席和纸、木板墙等应进行防火处理,处理方法应经专门研究确定。

6 结构安装的轴线、标高、收势、侧脚、升起、弯势应符合原状及记录的要求。

7 移建、部分托换修复工程中采用金属连接件加固时,金属连接件的材质、型号、规格和连接方法应符合移建、部分更换修复设计的要求。

7.5.7 加固修复木柱应符合加固修复设计要求。加固修复设计无明确规定时,应符合下列规定:

1 当柱脚损坏高度超过 80cm 时,应采用榫和螺栓牢固换接,不得使用铁钉代替。

2 当柱损坏深度不超过柱直径的  $1/2$ ,采用剔补包镶做法时,应用同一种木材加胶填补、楔紧。包镶较长时,应用金属连接件加固。

3 当柱外皮最薄处厚度不小于 50mm 时,柱心腐朽时应采用化学材料浇注法加固;应观察、尺量检查和检查施工记录。

7.5.8 加固修复梁、枋、檩(桁)等木构件应符合加固修复设计要求。加固修复设计无明确规定时,应符合下列规定:

1 当顺纹裂缝的深度不大于构件直径的  $1/4$  时,宽度不应大于 10mm,裂缝的长度不应大于构件自身长度的  $1/2$ ;斜纹裂缝在短型构件中不应大于  $180^\circ$ ,在圆形构件中裂缝的长度不大于周长的  $1/3$  时,可用胶结、化学材料浇注加固、金属连接件加固修补。

2 当顺纹裂缝的深度大于构件直径的  $1/4$  或斜纹裂缝在短型构件中大于  $180^\circ$  时,应更换构件。

3 当梁类构件腐朽截面面积大于构件原截面的  $1/5$ ,且角梁腐朽长度大于挑出长度的  $1/5$  时,不宜修补加固,应更换构件。

7.5.9 斗拱加固修复应符合加固修复设计要求。加固修复设计无明确规定时,应符合下列规定:

1 斗劈裂为两半,断纹能对齐时,可采取胶黏方法。座斗被



压扁超过 3mm 时,可在斗口内用硬木薄板补齐,薄板的木纹应与原构件木纹一致,断纹不能对齐或严重腐朽时应更换。

2 拱劈裂未断开时可采用浇注法,腐朽严重时锯掉后榫接,并应用螺栓加固。

3 牌条、琵琶撑等构件腐朽超过截面的 2/5 以上或折断时,应更换。

4 应进行观察和尺量检查。

#### 7.5.10 斗拱(科牌)制作和安装应符合下列规定:

1 斗拱的维修应严格掌握尺度、形象和法式特征。添配昂嘴和雕刻构件时,应拓出原形象,并应制成样板进行核对。

2 凡能整攒卸下的斗拱,应先在原位捆绑牢固;卸下时应整攒轻卸,并应标出部位,堆放应整齐。

3 维修斗拱时不得增加杆件。

4 斗拱中受弯构件的相对挠度未超过 1/20 时,不应更换,当有变形引起的尺寸偏差时,可在小斗的腰上粘贴硬木垫,但不得放置活木片或楔块。

5 加固修复斗拱时,应将小斗与斗拱间的暗销补齐。暗销的榫卯应严实。

6 对斗拱的残损构件,凡能用胶黏剂粘接而不影响受力时,均不宜更换。

7 各类斗拱制作之前应放实样套样板,样板应符合设计要求,应观察检查。

#### 8 各类斗拱榫卯节点做法应符合下列规定:

1)斗拱纵横构件刻半相交,昂、耍、云头应在腹面刻口,横拱(斗三升、斗六升)应在背面刻口,角斜斗拱等三层构件相交时,斜出构件应在腹面刻口;

2)斗盘枋与座斗面应以斗桩榫结合,大斗内应留五分胆与三升拱相嵌连,拱面应作小榫与升子相嵌连,每座斗拱自顶至底应贯以半寸硬木梢子,每层用于固定作用的暗梢

不应少于 2 个,坐斗,斗三升、斗六升等不应少于 1 个。

9 斗拱构件在正式安装前应进行检验、试装,并应分别编码,不得混淆;应进行观察和检查施工记录。

10 拱安装时,各类构件应齐全,不得使用残缺和缺棱掉角等缺陷的构件;应观察检查。

#### 7.5.11 古建筑修缮的检验与验收应符合下列规定:

##### 1 木构件加固修缮安装及观感应符合下列规定:

1)金属连接件位置基本正确,连结基本严密牢固,外观基本整齐美观,防锈处理均匀无漏涂;

2)木构件接槎基本平整,无刨、锤印;

3)木构件榫卯连接基本严密牢固,标高基本一致,表面基本洁净无污物。

2 木结构移建、部分托换修复工程的允许偏差和检验方法应符合表 7.5.11-1 的规定。

表 7.5.11-1 移建、部分托换修复工程的允许偏差和检验方法

| 项 目          | 允许偏差(mm) | 检 验 方 法        |
|--------------|----------|----------------|
| 轴线偏移         | ±15      | 尺量检查           |
| 垂直度(有收势侧脚扣除) | 10       | 用经纬仪或吊线尺量检查    |
| 榫卯节点的间隙      | 2        | 用楔形塞尺检查        |
| 檐口标高         | ±10      | 用水准仪和尺量检查      |
| 翼角起翘标高       | ±15      |                |
| 翼角伸出         | ±15      | 尺量检查           |
| 檐椽椽头齐直       | 5        | 以间为单位拉线尺量检查    |
| 楼面平整度        | 15       | 用 2m 直尺和楔形塞尺检查 |

3 斗拱构件的制作外观应表面平整,线条应顺直,棱角应完整,应无刨、锤印。

4 斗拱榫卯节点应结合严密,安装应牢固,梢子应齐全,应无翘曲、无缝隙和松动,并应观察检查。

5 斗拱安装外观应构件齐全,层次应清楚,棱角应分明,斗拱配置应均匀一致。

6 斗拱制作安装的允许偏差和检验方法应符合本规范表 7.5.11-2 的规定,并应观察检查。

表 7.5.11-2 斗拱制作安装的允许偏差和检验方法

| 项 目  | 允许偏差(mm) | 检 验 方 法      |
|------|----------|--------------|
| 上口平直 | 7        | 以间为单位,拉线尺量检查 |
| 出挑齐直 | 5        |              |
| 榫卯间隙 | 0.5      | 用楔形塞尺检查      |
| 垂直度  | 3        | 吊线和尺量检查      |
| 轴线位移 | 2        | 尺量检查         |

## 7.6 矿用木支护与矿用枕木

7.6.1 矿用木支护与矿用枕木应选用防腐木材。

7.6.2 矿用木支护与矿用枕木的施工应符合下列规定:

1 应根据井下巷道的结构特点和掘进进度提出详细的木支护施工和枕木安装要求。

2 应合理安排掘进、通风、运输等相关工序。

3 应制定安装进度计划和作业流程表。

4 安装前应准备好相关的防腐木材及其辅助材料。

5 应做好施工人员的安保措施。

6 应明确施工技术标准与施工技术方案,应满足作业规程要求。

7.6.3 矿用木支护与矿用枕木的材料选择应符合下列规定:

1 矿井内木支护和枕木与土壤接触时,木支护应属于 C4.2 使用分类,枕木应属于 C4.1 使用分类。

2 矿用枕木和矿用木支护宜选用易进行防腐处理且透入度高的木材。

3 应检验防腐木材的数量、规格、出厂产品合格证和检测报告。

7.6.4 矿用木支护与矿用枕木的安装与施工应符合下列规定:

1 应进入工作地点辅道前检查确认安全后再作业。安全检查应符合下列规定:

1)应测量巷道掘高、净宽。

2)未达标准时应进行处理,应确保辅道结束后巷道净高符合要求,矿车能够正常通行,不撞不擦巷帮。

3)轨道铺设时运输大巷和总回风巷木轨枕长度应为 1.0m,枕间距 1m,允许误差为  $\pm 50\text{mm}$ ,轨道中线距上帮为 1.1m,下帮为 1.4m(水沟侧),允许误差为  $\pm 50\text{mm}$ 。机巷、风巷枕轨距为 1.2m,允许误差为  $\pm 100\text{mm}$ 。机巷轨道中线距风袋侧应为 1150mm,另一侧应为 650mm,风巷距风袋侧 950mm,另一侧为 550mm,允许误差为  $\pm 50\text{mm}$ 。轨距 600mm,两轨直线段误差不应大于 5mm。

4)道渣的粒度及铺设厚度应符合要求,木轨枕下应捣实;应经常清理道床杂物、浮煤、积水。

2 矿用木支护的安装应符合下列规定:

1)木支护前应确定中线、腰线,量取棚距,并按中线拉三角线找出木棚立柱的腿窝;

2)架木棚前应备齐备好所用的木材和工具等,材料的规格、材质应符合要求;

3)按作业规程要求将腿窝扒够深度并清出实底,棚腿不得高吊;

4)按顺序安装棚腿和棚梁,棚梁与棚腿接口应严密吻合;

5)棚梁安装就位后,应按设计要求校正中线、腰线,并确认符合要求后再安装顶板和侧板;

6)按设计规定位置及数量刹紧背实小杆楔块;

7)支木棚要及时,木棚距迎头不得超过作业规程或施工中



所规定的最大空顶距;

8) 倾斜巷道、交岔点和弯道处的木棚应按局部木支护施工大样图安装每架木棚。

7.6.5 矿用木支护与矿用枕木的验收应由防腐木生产方、矿生产及安监部门及施工方等共同验收。

7.6.6 矿用木支护与矿用枕木应定期进行维护保养和检查,发现断裂和机械表面损伤时应更换,表面损伤部位应涂刷较高浓度的防腐剂封闭。

7.6.7 废弃的矿用木支护与矿用枕木的回收处理,应符合本规范第 7.1.11 条的规定。

## 7.7 铁 道 枕 木

7.7.1 铁道枕木的设计和施工方案应符合下列规定:

1 在正线木枕地段,线路设备大修时,下列情况之一应增加木枕配置数量:

- 1) 半径为 800m 及以下的曲线地段;
- 2) 坡度大于 12‰ 的下坡制动地段;
- 3) 长度 300m 及以上的隧道内。

2 木枕配置数量为木枕应每千米增加 160 根,但每千米木枕最多铺设根数标准应为木枕 1920 根。

3 下列地段应铺设木枕:

- 1) 铺设木岔枕的普通道岔两端各 5 根木枕,铺设木岔枕的提速道岔两端各 50 根木枕;
- 2) 铺设木枕的有碴桥和无碴桥的桥台挡碴墙范围内及两端各不少于 15 根木枕,有护轨时应延至梭头外不少于 5 根木枕。

4 木枕应按设计技术条件规定的标准铺设,除道岔内专用钢枕外,非同类型枕木的铺设应符合下列规定,并不得混铺:

- 1) 混凝土枕与木枕的分界处,距钢轨接头不应少于 5 根木

枕;

2) 提速道岔铺设木枕时,应用 160mm×260mm×2600mm 的木枕过渡,两端过渡枕均不得少于 50 根。

7.7.2 铁道枕木的材料选择应符合下列规定:

- 1 普通枕木应选用阔叶树种或针叶树种,杨木不应作岔枕。
- 2 铁道枕木尺寸应按现行国家标准《枕木》GB 154 的有关规定

执行。

7.7.3 铁道枕木用防腐木材技术条件应按现行行业标准《防腐木枕》TB/T 3172 的有关规定执行。

7.7.4 铁道枕木的安装与施工应符合下列规定:

1 木枕(含木岔枕)的安装应符合下列规定:

- 1) 木枕宽面在下,顶面与底面同宽时,应使髓心一面向下;
- 2) 接头处应使用质量较好的木枕;
- 3) 劈裂的木枕,铺设前应捆扎或钉板;
- 4) 使用新木枕,应预先钻孔,孔径 12.5mm,有铁垫板时孔深应为 110mm,无铁垫板时孔深应为 130mm,使用螺纹道钉时,应按普通道钉处理;
- 5) 用于改道的道钉孔木片,长应为 110mm,宽应为 5mm~10mm,并应经防腐处理。

2 组装轨排时,轨端相错量应在铺轨前方向一端量测,直线两轨端应取齐,曲线相错量应按计算确定。

3 铺设木枕应一端取齐。在区间直线地段,单线铁路应沿线路计算里程方向左侧取齐,双线铁路应沿列车运行方向的左侧取齐,曲线地段应沿外侧取齐。邻近站台的轨道均应在靠站台的一侧取齐,木枕应预钻直径小于道钉 3mm~4mm 的道钉孔,不得用归钉挤轨的方法调整轨距。

4 钉道钉应符合下列规定:

- 1) 有铁垫板时,直线及半径 800mm 以上的曲线地段,每根木枕上每股钢轨内、外侧各钉 1 个道钉;半径在 800mm

及以下的曲线(含缓和曲线)地段,内侧加钉 1 个道钉。

铁垫板与木枕连结道钉,应钉齐(冻害地段,明桥面除外)。

- 2)无铁垫板时,每根枕木上每股钢轨的内、外各钉 1 个,4 个道钉位置成八字形,道钉中心至木枕边缘的距离应大于 50mm,钢轨内、外侧道钉应错开 80mm 以上。

**7.7.5** 铁道枕木的工程验收应按现行行业标准《铁路轨道工程施工质量验收标准》TB 10413 的有关规定执行,并应符合下列规定:

1 木轨枕进场时,应对其规格、型号、外观进行验收,其质量应符合设计及产品标准规定。

2 木枕 K 型分开式扣件安装时,应符合下列规定:

1)螺纹道钉应旋入木枕,不得硬性击入。

2)根据接头位置调整枕木,选用接头垫板及接头扣件。在钢桥上使用,应在铺轨后安装护木。

3)桥上按设计要求设置不扣紧轨底扣件。

3 同一类型的轨枕应集中连续铺设(不同类型钢轨接头处除外),两木枕地段间长度小于 50m 时,应铺设木枕。

4 在木枕护轨底设置经防腐处理的木垫板时,其厚度不得大于 30mm,并应加钉固定。

**7.7.6** 铁道枕木的维护与保养应符合下列规定:

1 有下列情况之一时,应更换含木岔枕在内的木枕:

1)腐朽失去承压能力,钉孔腐朽无处改孔且不能持钉;

2)折断或拼接的接合部分分离,不能保持轨距;

3)因机械磨损,经削平或除去腐朽木质后,允许速度大于 120km/h 的线路,其厚度不足 140mm,其他线路不足 100mm;

4)劈裂或其他损伤,且不能承压和持钉。

2 应用削平、捆扎、腻缝或钉组、钉板等方法修理木枕。

3 应保持木枕表面清洁,应无污染,且应一端整齐,枕木扣件

应干净无杂物。

4 道岔的岔枕端头应在直股外侧,应整齐划一,侧股外侧应呈有规律增减,且枕面及扣件应无杂物。

**7.7.7** 从线路上更换下来的旧木轨枕应及时回收、分类堆码,并应集中存放、合理使用。

## 8 检 验 验 收

### 8.1 进 场 检 验

8.1.1 防腐木材工程应用材料进场检验,应根据合同检测防腐木材的产品合格证、树种、规格尺寸、材积及其相应的检测报告等。其他材料应按相应产品标准进行验收。材料有下列情况之一时不得使用:

- 1 检验不合格。
- 2 不符合设计。
- 3 不符合合同约定。

8.1.2 材料验收应由监理工程师或建设单位工程师组织施工项目质量员等进行。材料未经检验不得使用。

8.1.3 进场检验合格的防腐木材及木材防腐剂应进行抽样检验,每种规格应抽取相应的样品数量进行检测。检测内容应为防腐剂类型、载药量、边(心)材透入度。其他材料应按相应产品标准进行检验。

8.1.4 当抽样检验有下列情况之一时,应对入场的材料进行双倍抽样复检:

- 1 设计有复检要求的产品。
- 2 有约定的产品。
- 3 当任一相关方对抽样送检的检验数值和样品的真实性有异议时。

8.1.5 防腐木材的抽样检验及复检应符合下列规定:

- 1 样品应送具备国家相关资质的检测机构进行检测。
- 2 抽检和复检应按现行行业标准《防腐木材及木材防腐剂取

样方法》SB/T 10558 的有关规定进行取样,复检取样数量应为抽样检验的 2 倍。

8.1.6 管理员应定期检查现场材料,发现防腐木材产生腐朽、严重开裂等情况时,应进行分离和标注,不合格品不得在工程中使用。

### 8.2 工 程 验 收

8.2.1 防腐木材工程质量验收程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

8.2.2 防腐木材工程验收应符合下列规定:

1 工程完工后,施工单位应向建设单位提交工程竣工报告,并应申请工程竣工验收。实行监理的工程,工程竣工报告应经总监理工程师签署意见。

2 项目单位收到工程竣工报告后,对符合竣工验收要求的工程应组织设计、施工、监理等单位和其他有关方面的专家组成验收组,进行验收。

8.2.3 工程文件性验收应符合下列规定:

1 施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平的考评制度。施工现场质量管理应按本规范附录 D 的要求检查记录。

2 施工方应提供施工组织技术方案、施工日志、图纸会审、自检报告、施工过程当中资料及产品合格证等资料。

3 应包括隐蔽工程和分部分项工程的验收资料。

4 应包括不合格项的处理与验收记录。

5 应包括重大质量问题的处理方案及验收记录。

8.2.4 工程现场勘查的主要查验项目合格项应符合下列规定:

1 防腐木材工程外观质量应按表 8.2.4 评定。

2 垂直度、平整度、平行度、平面尺寸、标高等应符合现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的有关规定。



表 8.2.4 防腐木材工程外观质量

| 分级 | 结构及外观        | 涂刷油漆 | 外观质量描述                                       | 检查方法 |
|----|--------------|------|----------------------------------------------|------|
| A  | 结构外露, 外观要求高  | 需要   | 木构件表面应平整光滑, 表面空隙需用不收缩材料封填                    | 目测   |
| B  | 结构外露, 外观要求一般 | 需要   | 木构件表面应平整光滑, 不允许有漏刨、松软节子和空洞, 但允许有细小的缺漏(空隙、缺损) | 目测   |
| C  | 无特殊要求        | 不需要  | 允许有目测等级规定的缺陷、孔洞                              | 目测   |

3 木材缝隙应符合胀缩缝隙的预留量, 材料含水率应在 19% 以下; 户外地板胀缩缝隙应为 4mm~7mm, 含水率应在 15% 以下; 户外雾天环境下使用的铺装防腐木板胀缩缝隙应为 3mm~8mm; 外墙板的胀缩缝隙应为 2mm~3mm; 内墙板的胀缩缝隙应为 1mm~2mm。

4 螺栓、螺丝帽的平齐度应紧固, 应无漏钉, 螺帽、钉帽不应突出木材表面。

5 检查建筑物的外观效果, 死节尺寸和开裂程度应在允许范围内。死节大于材料宽度 1/3 以上时应为不合格, 小于 1/3 时应填补, 开裂长度小于 50mm 且裂缝宽小于 3mm 时, 可采用胶水拌木屑填补裂缝; 木构件加工和安装的精确度应在允许范围内; 榫卯槽孔和板与板间的接缝应平齐, 缝隙宽度应小于 3mm。

6 必要时可现场取样复检, 应确认符合设计载药量要求。

8.2.5 防腐木材结构工程应在各分项工程检验批验收合格后验收, 验收程序应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的有关规定执行。

8.2.6 验收不合格项目应提出整改方案, 应组织设计、监理、建设单位、施工单位进行会审, 并进行整改, 对整改项目应重新进行验收, 并应有不合格项的处理与验收记录; 重大质量问题应有处理方案及验收记录。

8.2.7 矿用木支护与矿用枕木施工质量验收应按现行国家标准《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213 的有关规定执行, 铁道枕木施工质量验收应按现行行业标准《铁路轨道工程施工质量验收标准》TB 10413 的有关规定执行。



# 附录 A 生物危害分区表

表 A 生物危害分区

| 分区  | 省份       | 空气相对湿度(%) | 木材平衡含水率(%) | 易腐朽程度 | 蛀虫危害程度 | 白蚁危害程度 |
|-----|----------|-----------|------------|-------|--------|--------|
| A 区 | 福建       | 76~79     | 15.6       | +++++ | +++++  | +++++  |
|     | 广东、香港、澳门 | 77~81     | 15.1       | +++++ | +++++  | +++++  |
|     | 海南       | 79        | 17.3       | +++++ | +++++  | +++++  |
|     | 台湾       | 78~82     | 16.4       | +++++ | +++++  | +++++  |
| B 区 | 广西       | 76~79     | 15.4       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 云南       | 63~79     | 13.5       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 四川       | 81        | 16.0       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 贵州       | 76        | 15.4       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 重庆       | 80        | 15.9       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 江西       | 76~78     | 16.0       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 浙江       | 77~79     | 16.5       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 湖南       | 80~82     | 16.5       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 湖北       | 77~81     | 15.4       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 上海       | 76        | 16.0       | +++++ | +++    | +++    |
|     | 江苏       | 69~79     | 14.9       | +++   | ++     | ++     |
|     | 安徽       | 76~81     | 14.8       | +++   | ++     | ++     |
| C 区 | 天津       | 62        | 12.2       | +++   | ++     | +      |
|     | 北京       | 57        | 11.4       | +++   | ++     | +      |
|     | 河北       | 67        | 11.8       | +++   | ++     | +      |

续表 A

| 分区  | 省份  | 空气相对湿度(%) | 木材平衡含水率(%) | 易腐朽程度 | 蛀虫危害程度 | 白蚁危害程度 |
|-----|-----|-----------|------------|-------|--------|--------|
| C 区 | 辽宁  | 64        | 13.0       | +++   | ++     | +      |
|     | 陕西  | 70        | 14.3       | +++   | ++     | +      |
|     | 山东  | 66~77     | 14.4       | +++   | ++     | +      |
|     | 河南  | 67~75     | 12.4       | +++   | ++     | +      |
|     | 黑龙江 | 67        | 13.6       | +++   | ++     | +      |
|     | 吉林  | 63        | 13.6       | +++   | ++     | +      |
| D 区 | 新疆  | 58        | 12.1       | ++    | +      | 0      |
|     | 西藏  | 44        | 8.6        | ++    | +      | 0      |
|     | 山西  | 39        | 11.7       | ++    | +      | 0      |
|     | 宁夏  | 43~56     | 11.8       | ++    | +      | 0      |
|     | 甘肃  | 43~56     | 11.3       | ++    | +      | 0      |
|     | 内蒙古 | 58        | 11.2       | ++    | +      | 0      |

注:++++:严重区;+++;中度区;++;轻度区;+:轻微区;0:无害区。

## 附录 B 木材及构件的使用分类

表 B 木材及构件的使用分类

| 材料及使用       |          | 使用分类 |
|-------------|----------|------|
| 楼板          |          | C3   |
| 墙骨          |          | C3   |
| 屋面板         | 锯材       | C3   |
|             | 胶合木      | C3   |
| 户外用地板       | 地面以上使用   | C3   |
|             | 与土壤或淡水接触 | C4.1 |
| 企口板         | 地面以上使用   | C3   |
|             | 与土壤或淡水接触 | C4.1 |
| 室内地板        | 锯材       | C2   |
|             | 胶合板      | C2   |
| 地坪          | 锯材       | C3   |
|             | 胶合板      | C3   |
| 垫板、垫条       |          | C3   |
| 搁栅/龙骨       |          | C3   |
| 外墙挂板        |          | C3   |
| 永久性木基础      |          | C4.2 |
| 门槛、窗槛、地槛    |          | C2   |
| 建筑木线材       |          | C3   |
| 嵌角板条        |          | C3   |
| 表面涂饰的柱、桩    |          | C4.1 |
| 建筑结构用桩、柱    |          | C4.2 |
| 方材、方柱形围栏    |          | C4.1 |
| 板条围栏、板条形支柱等 |          | C4.1 |
| 景观用枕木       |          | C4.1 |

注：C1、C2、C3、C4.1、C4.2 表示防腐木材及其制品使用环境分类，应符合本规范第 3.0.5 条的规定。

## 附录 C 木材腐朽分级、虫蛀分级、白蚁侵食分级和标识

C.0.1 木材腐朽分级和标识应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 木材腐朽分级和标识

| 级别   | 标识   | 腐朽状况                                    |
|------|------|-----------------------------------------|
| 无腐朽  | 0    | 材质完好，肉眼观察毫无腐朽                           |
| 轻微腐朽 | +    | 表面有可见的轻微腐朽，深度不足 2mm，对木材力学性能无影响          |
| 轻度腐朽 | ++   | 表面可见明显腐朽或有腐朽菌生长，深度 2mm～5mm，对木材力学性能无明显影响 |
| 中度腐朽 | +++  | 表面可见腐朽，深 5mm～10mm，对木材力学性能有明显影响          |
| 重度腐朽 | ++++ | 木材腐朽至损坏程度，腐朽部分可以轻易折断或手握钉子直接刺入木材内，不能继续使用 |

C.0.2 木材虫蛀分级和标识应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 木材虫蛀分级和标识

| 级别   | 标识   | 虫蛀状况                                                    |
|------|------|---------------------------------------------------------|
| 无虫蛀  | 0    | 木材表面未见虫眼、木材表层无虫蛀道痕                                      |
| 轻微虫蛀 | +    | 木构件 1m 长范围内虫眼不超过 3 个或木材浅层仅有 2 个～3 个不相连贯的长度 10mm 以内的虫蛀道痕 |
| 轻度虫蛀 | ++   | 木构件 1m 范围内虫眼不超过 5 个，木材内蛀道相连，深度 20mm 以内                  |
| 中度虫蛀 | +++  | 木构件 1m 长范围内虫眼 6 个～10 个，木材内虫蛀道交叉相连，蛀蚀深度超过 50mm           |
| 重度虫蛀 | ++++ | 木构件表面虫眼密布，木材内蛀道交错相连成蜂窝状，强度完全丧失                          |

C.0.3 白蚁侵食分级和标识应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 白蚁侵食分级和标识

| 级别    | 标识   | 蚁食状况                                                                      |
|-------|------|---------------------------------------------------------------------------|
| 无白蚁危害 | 0    | 材质完好,肉眼观察无白蚁                                                              |
| 轻微危害  | +    | 木构件被白蚁侵食面积 5% 以内,食层深 5mm 以内,对木材力学性能无影响                                    |
| 轻度危害  | ++   | 木构件被白蚁侵食面积 10% 以内,食层深 10mm 以内,对木材力学性能无明显影响                                |
| 中度危害  | +++  | 木构件被白蚁侵食面积 40% 以内,食层深 20mm 以内,或白蚁钻进木材内部侵食,木材内部被食空达 20% 以内,对木材力学性能无明显影响    |
| 重度危害  | ++++ | 木构件被白蚁侵食面积 60% 以内,食层深 40mm 以内,或白蚁钻进木材内部侵食,木材内部被食空达 40% 以上,木材力学性能丧失,不能继续使用 |

附录 D 施工现场质量管理检查

表 D 施工现场质量管理检查记录

开工日期:

|        |                    |        |                  |
|--------|--------------------|--------|------------------|
| 工程名称   |                    | 施工许可证号 |                  |
| 建设单位   |                    | 项目负责人  |                  |
| 设计单位   |                    | 项目负责人  |                  |
| 监理单位   |                    | 总监理工程师 |                  |
| 施工单位   |                    | 项目经理   | 项目技术负责人          |
| 序号     | 项 目                |        | 主 要 内 容          |
| 1      | 现场质量管理制度           |        |                  |
| 2      | 质量责任制              |        |                  |
| 3      | 主要专业工种操作上岗证书       |        |                  |
| 4      | 施工图审查情况            |        |                  |
| 5      | 施工组织设计、施工方案及审批     |        |                  |
| 6      | 施工技术标准             |        |                  |
| 7      | 工程质量检验制度           |        |                  |
| 8      | 现场材料、设备管理          |        |                  |
| 9      | 其他                 |        |                  |
| 10     |                    |        |                  |
| 结<br>论 | 施工单位项目负责人:<br>(签章) |        | 单位项目负责人:<br>(签章) |
|        | 年 月 日              |        | 年 月 日            |
|        | 建设单位项目负责人:<br>(签章) |        | 年 月 日            |

## 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

《木结构设计规范》GB 50005

《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206

《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《原木检验》GB/T 144

《针叶树锯材》GB/T 153

《针叶树锯材 分等》GB 153.2

《枕木》GB 154

《碳素结构钢》GB/T 700

《阔叶树锯材》GB/T 4817

《六角头螺栓—C级》GB/T 5780

《六角头螺栓》GB/T 5782

《锯材干燥质量》GB/T 6491

《室内装饰装修材料 溶剂型木器涂料中有害物质限量》GB 18581

《室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量》GB 18584

《防腐木材》GB/T 22102

《防腐木材生产规范》GB/T 22280

《木材防腐剂》GB/T 27654

《古建筑修建工程施工及验收规范》JGJ 159

《商用木材及其制品标志》SB/T 10383

《防腐木材及木材防腐剂取样方法》SB/T 10558

《防腐木枕》TB/T 3172

《铁路轨道工程施工质量验收标准》TB 10413

《一般用途圆钢钉》YB/T 5002



中华人民共和国国家标准  
防腐木材工程应用技术规范

**GB 50828 - 2012**

条文说明

## 制 订 说 明

《防腐木材工程应用技术规范》GB 50828—2012,经住房和城乡建设部 2012 年 10 月 11 日以第 1496 号公告批准、发布。

本规范制订过程中,编制组进行了广泛的调查研究,总结了我国防腐木材工程应用的实践经验,同时参考了国外先进技术法规和技术标准,通过调研和实验,取得了多方面的技术参数。

为便于广大设计、施工、检验验收、科研、学校等单位有关人员在使用本规范是能正确理解和执行条文规定,《防腐木材工程应用技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

|     |                   |       |
|-----|-------------------|-------|
| 2   | 术 语 .....         | (73)  |
| 3   | 基本规定 .....        | (75)  |
| 4   | 材料选择 .....        | (99)  |
| 4.1 | 木材 .....          | (99)  |
| 4.2 | 防腐剂 .....         | (101) |
| 4.3 | 金属连接件 .....       | (101) |
| 5   | 构件设计计算 .....      | (102) |
| 5.1 | 轴心受拉和轴心受压构件 ..... | (102) |
| 5.2 | 受弯构件 .....        | (104) |
| 6   | 连接设计计算 .....      | (106) |
| 6.1 | 齿连接 .....         | (106) |
| 6.2 | 螺栓连接和钉连接 .....    | (106) |
| 7   | 施 工 .....         | (108) |
| 7.1 | 一般规定 .....        | (108) |
| 7.2 | 房屋建筑工程 .....      | (108) |
| 7.3 | 园林景观工程 .....      | (109) |
| 7.4 | 海事工程 .....        | (110) |
| 7.5 | 古建筑的修缮 .....      | (111) |
| 7.6 | 矿用木支护与矿用枕木 .....  | (111) |
| 7.7 | 铁道枕木 .....        | (112) |
| 8   | 检验验收 .....        | (113) |
| 8.1 | 进场检验 .....        | (113) |
| 8.2 | 工程验收 .....        | (121) |

## 2 术 语

2.0.17 古时建筑物之间的通道也叫栈道(或阁道)。

2.0.18 海事工程包括船舶、港口、码头、海上平台、水下设施、木栈道、涉水景观、水工建筑物以及护岸设施(含堤防、海塘)的建造与维护工程。

2.0.25 食木性昆虫和食菌性昆虫主要有粉蠹虫(*Lyctus brunneus* Stephens)、长蠹虫(*Calophagu pekinensis* Lesne)、小蠹虫等。小蠹虫包括松纵坑切梢小蠹(*Tomicus piniperda* Linnaeus)、落叶松八齿小蠹(*Ips subelongatus* Motschulsky)、云杉八齿小蠹(*Ips typographus* Linnaeus)、多毛切梢小蠹(*Tomicus pilifer* Spessivtseff)以及白蚁(termite)等。

2.0.26 海生蛀木动物对海洋中的木质建筑、桩和木船只危害极大。本规范中所指海生蛀木动物主要分为软体类蛀木动物,如船蛆科(*Teredinidae*)的三个属——船蛆属(*Teredo*)、节铠蛆属(*Bankia*)和马特海笋属(*Martesia*);甲壳类蛀木动物:蛀木海虱属(*Limnoria*)、团海虱属(*Sphaeroma*)等。海生蛀木动物一般指船蛆和水虱。

我国船蛆科有 20 多种,常见的有船蛆(*Teredo navalis* Linné)、长柄船蛆(*T. parks*: Bartsch)、列铠船蛆[*T. manni* (Wright)]、密节铠船蛆[*Bankia saulii* (Wright)]、钟形节铠船蛆(*B. campanullata* Moll et Roch)和套杯船蛆[*Teredomassa jousseaume* (Wright)]等,主要分布在南方温暖水域,发现于北方水域的只有两种船蛆。我国发现危害木材的海笋主要有马特海笋(*Martesia riata* Linnaeus)和江马特海笋(*M. rivicola* Sowerby),后者也能在江河淡水中生活。甲壳纲中危害木材的,我国主要有



蛀木水虱属(*Limnoria* spp.),团水虱属(*Sphaeroma* spp.)和蛀木跳虫属(*Chelura* spp.)等。

**2.0.27** 白蚁(亦称虫尉)属节肢动物门,昆虫纲,等翅目,类似蚂蚁营社会性生活,其社会阶级为蚁后、蚁王、兵蚁、工蚁。以其栖性分类有木栖性、土栖性和土木两栖性三类,主要分布于热带和亚热带地区,以木材或纤维素为食。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条是关于防腐木材工程设计的規定。

**1~4** 这几款规定是为了使防腐木材工程应用在建筑设计中清晰表述。

**5、6** 防腐木材用作结构构件时,其设计计算必须满足承载力和刚度要求。诸如齿连接、螺栓连接和钉连接等连接设计,也必须满足承载力要求。

本章适用于工程中使用的木材、木构件和木产品以及防腐剂和金属连接件。工程中使用的木材、木构件及木产品,应根据其树种木材性质及本规范第 3.0.5 条规定的使用条件分类确定是否适宜和需要进行防腐处理。天然防腐性能较好的木材、木构件及木产品,如能够满足其使用条件下的防腐设计要求,可以不再进行防腐处理。木材防腐处理时,应选用适当的防腐剂及防腐处理工艺,其载药量和透入度应符合本规范第 4.1 节的规定。如生产商与使用客户达成协议,双方应共同确认所使用材料的性质并同意使用,否则不应使用。

在选择木材时应首先选用天然耐久性木材,之后选用经防腐处理的木材。参照英国标准 BS EN350—2《Durability of wood and wood-based products-Natural durability of solid wood-Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe》,常用木材的天然耐久性见表 1 和表 2,木材的可处理性见表 3 和表 4。

表 1 针叶材的天然耐久性

| 序号 | 树种名称          |                                          |                                                          | 产地                    | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 心材天然耐久性  |        |
|----|---------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------|--------|
|    | 中文名           | 国外商品材名称                                  | 拉丁名                                                      |                       |                            | 天然耐腐性    | 天然抗白蚁性 |
| 1  | 欧洲银冷杉<br>北美冷杉 | Fir<br>Silver Fir                        | <i>Abies</i> spp.<br><i>A. alba</i><br><i>A. grandis</i> | 欧洲、北美洲                | 440~480                    | 稍耐腐      | 不耐蚁蛀   |
| 2  | 贝壳杉           | Agathis<br>Damar minyak<br>Kauri pine    | <i>Agathis</i> spp.<br><i>A. dammara</i>                 | 澳大利亚、新西兰、马来西亚、巴布亚新几内亚 | 430~550                    | 中等耐腐~稍耐腐 | 不耐蚁蛀   |
| 3  | 窄叶南洋杉         | Parana pine<br>Bunya pine<br>Hoop pine   | <i>Araucaria</i> spp.<br><i>A. angustifolia</i>          | 巴西                    | 500~600                    | 稍耐腐~不耐腐  | 不耐蚁蛀   |
| 4  | 阿拉斯加扁柏        | Yellow cedar                             | <i>Chamaecyparis</i> spp.<br><i>C. nootkatensis</i>      | 北美洲                   | 430~530                    | 耐腐~中等耐腐  | 不耐蚁蛀   |
| 5  | 日本柳杉          | Sugi                                     | <i>Cryptomeria japonica</i>                              | 东亚、欧洲栽培               | 280~400                    | 不耐腐      | 不耐蚁蛀   |
| 6  | 落叶松           | Larch<br>European larch<br>Western larch | <i>Larix</i> spp.<br><i>L. gmelinii</i>                  | 欧洲<br>日本              | 470~650                    | 中等耐腐~稍耐腐 | 不耐蚁蛀   |

|     |                                           |                                                                                   |                                                                                                         |               |         |          |                |
|-----|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|----------|----------------|
| 7   | 欧洲云杉                                      | Spruce<br>White spruce                                                            | <i>Picea</i> spp.<br><i>P. abies</i>                                                                    | 欧洲            | 400~470 | 稍耐腐      | 不耐蚁蛀           |
| 8   | 西加云杉                                      | Spruce<br>White spruce                                                            | <i>Picea</i> spp.<br><i>P. sitchensis</i>                                                               | 北美洲、欧洲栽培      | 400~450 | 稍耐腐~不耐腐  | 不耐蚁蛀           |
| 9   | 加勒比松                                      | Caribbean pine                                                                    | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. caribaea</i>                                                                 | 中美洲           | 710~770 | 中等耐腐     | 中等耐蚁蛀~<br>不耐蚁蛀 |
| 10a | 湿地松<br>长叶松<br>火炬松<br>萌芽松(短叶松)<br>[统称:南方松] | Slash pine<br>Longleaf pine<br>Loblolly pine<br>Shortleaf pine<br>[Southern pine] | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. elliotii</i><br><i>P. palustris</i><br><i>P. taeda</i><br><i>P. echinata</i> | 北美洲           | 650~670 | 中等耐腐     | 中等耐蚁蛀~<br>不耐蚁蛀 |
| 10b | 湿地松<br>火炬松<br>[也统称:南方松]                   | Slash pine<br>Loblolly pine<br>[Southern pine]                                    | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. elliotii</i><br><i>P. taeda</i>                                              | 中美洲、北美洲<br>栽培 | 400~500 | 稍耐腐      | 不耐蚁蛀           |
| 11  | 海岸松                                       | Maritime pine                                                                     | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. pinaster</i>                                                                 | 西南欧、南欧        | 530~550 | 中等耐腐~稍耐腐 | 不耐蚁蛀           |

续表 1

| 序号 | 树种名称            |                 |                                             | 产地                  | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 心材天然耐久性          |        |
|----|-----------------|-----------------|---------------------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------|--------|
|    | 中文名             | 国外商品材名称         | 拉丁名                                         |                     |                            | 天然耐腐性            | 天然抗白蚁性 |
| 12 | 辐射松             | Radiata pine    | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. radiata</i>      | 巴西、智利、澳大利亚、新西兰、南非栽培 | 420~500                    | 稍耐腐~不耐腐          | 不耐蚁蛀   |
| 13 | 北美乔松            | Yellow pine     | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. strobus</i>      | 北美洲、欧洲栽培            | 400~420                    | 稍耐腐              | 不耐蚁蛀   |
| 14 | 北美黄杉(俗称:花旗松)    | Douglas fir     | <i>Pseudotsuga menziesii</i>                | 北美洲、欧洲栽培            | 510~550<br>470~520         | 中等耐腐<br>中等耐腐~稍耐腐 | 不耐蚁蛀   |
| 15 | 欧洲红豆杉           | European yew    | <i>Taxus baccata</i>                        | 欧洲                  | 650~800                    | 耐腐               | 无充分数据  |
| 16 | 红崖柏(俗称:红侧柏、红雪松) | West redcedar   | <i>Thuja</i> spp.<br><i>T. plicata</i>      | 北美洲、英国栽培            | 330~390                    | 耐腐<br>中等耐腐       | 不耐蚁蛀   |
| 17 | 异叶铁杉(俗称:西部铁杉)   | Western hemlock | <i>Tsuga</i> spp.<br><i>T. heterophylla</i> | 北美洲、英国栽培            | 470~510                    | 稍耐腐              | 不耐蚁蛀   |

表 2 阔叶材的天然耐久性

| 序号 | 树种名称                   |                      |                                                                                 | 产地          | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 心材天然耐久性 |        |
|----|------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|---------|--------|
|    | 中文名                    | 国外商品材名称              | 拉丁名                                                                             |             |                            | 天然耐腐性   | 天然抗白蚁性 |
| 1  | 奥克榄(俗称:奥古曼)            | Okoume               | <i>Aucoumea klaineana</i>                                                       | 西部非洲        | 430~450                    | 稍耐腐     | 不耐蚁蛀   |
| 2  | 黄桦                     | Yellow birch         | <i>Betula</i> spp.<br><i>B. alleghaniensis</i>                                  | 北美洲         | 550~710                    | 不耐腐     | 不耐蚁蛀   |
| 3  | 北美白桦                   | Paper birch          | <i>Betula</i> spp.<br><i>B. papyrifera</i>                                      | 北美洲         | 580~740                    | 不耐腐     | 不耐蚁蛀   |
| 4  | 欧洲桦                    | European white birch | <i>Betula</i> spp.<br><i>B. pubescens</i>                                       | 欧洲          | 640~670                    | 不耐腐     | 不耐蚁蛀   |
| 5  | 海棠木                    | Bintangor            | <i>Calophyllum</i> spp.<br><i>C. inophyllum</i>                                 | 东南亚、巴布亚新几内亚 | 630~690                    | 中等耐腐    | 中等耐蚁蛀  |
| 6  | 光皮山核桃<br>鳞皮山核桃<br>毛山核桃 | Hickory              | <i>Carya</i> spp.<br><i>C. glabra</i><br><i>C. ovata</i><br><i>C. tomentosa</i> | 北美洲         | 790~830                    | 稍耐腐     | 不耐蚁蛀   |
| 7  | 香洋椿<br>劈裂洋椿            | Cedro                | <i>Cedrela</i> spp.<br><i>C. odorata</i><br><i>C. fissilis</i>                  | 中美洲、南美洲     | 450~600                    | 耐腐      | 中等耐蚁蛀  |

续表 2

| 序号 | 树种名称                       |                |                                                  | 产地   | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 心材天然耐久性        |        |
|----|----------------------------|----------------|--------------------------------------------------|------|----------------------------|----------------|--------|
|    | 中文名                        | 国外商品材名称        | 拉丁名                                              |      |                            | 天然耐腐性          | 天然抗白蚁性 |
| 8  | 龙脑香(俗称:克<br>隆木、阿必东)        | Keruing        | <i>Dipterocarpus</i> spp.<br><i>D. alatus</i>    | 东南亚  | 740~780                    | 稍耐腐<br>(变异性很大) | 不耐蚁蛀   |
| 9  | 异色桉(俗称:<br>红桉)             | Karri          | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. diversicolor</i> | 澳大利亚 | 800~900                    | 耐腐             | 无充分数据  |
| 10 | 蓝桉                         | Blue gum       | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. globulus</i>     | 欧洲栽培 | 700~800                    | 不耐腐            | 不耐蚁蛀   |
| 11 | 边缘桉(俗称:<br>红桉)             | Karri          | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. marginata</i>    | 澳大利亚 | 790~900                    | 强耐腐            | 中等耐蚁蛀  |
| 12 | 良木芸香                       | Pau amarelo    | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. paraensis</i>    | 南美洲  | 730~810                    | 强耐腐            | 耐蚁蛀    |
| 13 | 欧洲水青冈(俗<br>称:山毛榉、欧<br>洲榉木) | European beech | <i>Fagus</i> spp.<br><i>F. sylvatica</i>         | 欧洲   | 690~750                    | 不耐腐            | 不耐蚁蛀   |
| 14 | 香脂苏木                       | Agaba          | <i>Cosswillerodendron</i><br><i>balsamiferum</i> | 西部非洲 | 480~510                    | 耐腐~稍耐腐         | 不耐蚁蛀   |

|    |                   |                        |                                                                        |                 |          |               |       |
|----|-------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|---------------|-------|
| 15 | 单叶银叶树<br>爪哇银叶树    | Mengkulang<br>Lumbayau | <i>Heritiera</i> spp.<br><i>H. simplicifolia</i><br><i>H. javanica</i> | 东南亚             | 680~720  | 稍耐腐           | 不耐蚁蛀  |
| 16 | 良木银叶树             | Mengkulang<br>Lumbayau | <i>Heritiera</i> spp.<br><i>H. utilis</i>                              | 西部非洲            | 670~710  | 稍耐腐           | 中等耐蚁蛀 |
| 17 | 印茄(木)(俗<br>称:波罗格) | Merbau                 | <i>Intsia</i> spp.<br><i>I. bijuga</i>                                 | 东南亚、巴布亚<br>新几内亚 | 730~830  | 强耐腐~耐腐        | 中等耐蚁蛀 |
| 18 | 黑核桃               | Black walnut           | <i>Juglans</i> spp.<br><i>J. nigra</i>                                 | 北美洲             | 550~660  | 稍耐腐           | 无充分数据 |
| 19 | 甘巴豆(俗称:<br>金不换)   | Kempas                 | <i>Koompassia</i> spp.<br><i>K. malaccensis</i>                        | 东南亚             | 850~880  | 耐腐            | 不耐蚁蛀  |
| 20 | 翼红铁木              | Azobe                  | <i>Lophira</i> spp.<br><i>L. alata</i>                                 | 西部非洲            | 950~1100 | 耐腐<br>(变异性很大) | 耐蚁蛀   |
| 21 | 曼森梧桐              | Mansonia               | <i>Mansonia</i> spp.<br><i>M. altissima</i>                            | 西部非洲            | 610~630  | 强耐腐           | 耐蚁蛀   |



续表 2

| 序号 | 树种名称                                |                 |                                                                                     | 产地              | 密度<br>(kg/m³) | 心材天然耐久性 |        |
|----|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|---------|--------|
|    | 中文名                                 | 国外商品材名称         | 拉丁名                                                                                 |                 |               | 天然耐腐性   | 天然抗白蚁性 |
| 22 | 狄氏黄胆木                               | Badi            | <i>Nauclea</i> spp.<br><i>N. diderrichii</i>                                        | 西部非洲            | 740~780       | 强耐腐     | 耐蚁蛀    |
| 23 | 绿心樟                                 | Green heart     | <i>Ocotea</i><br><i>rodiei</i>                                                      | 南美洲             | 980~1150      | 强耐腐     | 耐蚁蛀    |
| 24 | 大美木豆                                | Afrormosia      | <i>Pericopsis</i> spp.<br><i>P. elata</i>                                           | 西部非洲            | 680~710       | 强耐腐~耐腐  | 耐蚁蛀    |
| 25 | 番龙眼                                 | Taun,<br>Kasai  | <i>Pometia</i> spp.<br><i>P. pinnata</i>                                            | 东南亚、巴布亚<br>新几内亚 | 650~750       | 稍耐腐     | 中等耐蚁蛀  |
| 26 | 非洲紫檀                                | African padauk  | <i>Pterocarpus</i> spp.<br><i>P. soyauzii</i>                                       | 西部非洲            | 720~820       | 强耐腐     | 耐蚁蛀    |
| 27 | 红木棉                                 | Alone,<br>Bouma | <i>Rhodognaphalon</i> spp.<br><i>R. brevicuspe</i>                                  | 非洲              | 470~490       | 不耐腐     | 不耐蚁蛀   |
| 28 | 平滑娑罗双<br>黑脉娑罗双<br>粉绿娑罗双<br>(俗称:巴劳木) | Balau           | <i>Shorea</i> spp.<br><i>S. laevis</i><br><i>S. airineruosa</i><br><i>S. glauca</i> | 东南亚             | 700~1150      | 耐腐      | 耐蚁蛀    |

|    |                         |                    |                                                                                   |                |                    |          |       |
|----|-------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|----------|-------|
| 29 | 胶状娑罗双<br>吉紫娑罗双<br>库特娑罗双 | Red balau          | <i>Shorea</i> spp.<br><i>S. collina</i><br><i>S. guiso</i><br><i>S. kunstleri</i> | 东南亚            | 750~900            | 中等耐腐~稍耐腐 | 中等耐蚁蛀 |
| 30 | 柯氏娑罗双<br>疏花娑罗双          | Dark red meranti   | <i>Shorea</i> spp.<br><i>S. curtisii</i><br><i>S. pauciflora</i>                  | 东南亚            | 600~730            | 耐腐~稍耐腐   | 中等耐蚁蛀 |
| 31 | 大叶桃花心木                  | Mahogany,<br>Mogno | <i>Swietenia</i> spp.<br><i>S. madrophylla</i>                                    | 中美洲、南美洲<br>加勒比 | 510~580<br>700~770 | 耐腐       | 不耐蚁蛀  |
| 32 | 柚木                      | Teak               | <i>Tectona</i> spp.<br><i>T. grandis</i>                                          | 亚洲及其他国家<br>栽培  | 650~750            | 强耐腐      | 中等耐蚁蛀 |
| 33 | 白栢柯                     | Ayus               | <i>Triplochiton</i> spp.<br><i>T. scleroxylon</i>                                 | 西部非洲           | 370~400            | 不耐腐      | 不耐蚁蛀  |
| 34 | 山榆<br>英国榆<br>平榆         | Elm,<br>Wych elm   | <i>Ulmus</i> spp.<br><i>U. glabra</i><br><i>U. procera</i><br><i>U. laevis</i>    | 欧洲             | 630~680            | 稍耐腐      | 不耐蚁蛀  |

表 3 常用针叶材的可处理性

| 序号 | 树种名称         |                                          |                                                          | 产地                          | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 可处理性分级 |               |
|----|--------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------|---------------|
|    | 中文名          | 国外商品材名称                                  | 拉丁名                                                      |                             |                            | 心材     | 边材            |
| 1  | 欧洲冷杉<br>北美冷杉 | Fir<br>Silver Fir                        | <i>Abies</i> spp.<br><i>A. alba</i><br><i>A. grandis</i> | 欧洲、北美洲                      | 440~480                    | 2级~3级  | 2级(变异性<br>很大) |
| 2  | 贝壳杉          | Agathis<br>Damar minyak<br>Kauri pine    | <i>Agathis</i> spp.<br><i>A. dammara</i>                 | 澳大利亚、新西兰<br>马来西亚<br>巴布亚新几内亚 | 430~550                    | 3级     | 无充分数据         |
| 3  | 窄叶南洋杉        | Parana pine<br>Bunya pine<br>Hoop pine   | <i>Araucaria</i> spp.<br><i>A. angustifolia</i>          | 巴西                          | 500~600                    | 2级     | 1级            |
| 4  | 阿拉斯加扁柏       | Yellow cedar                             | <i>Chamaecyparis</i> spp.<br><i>C. nootkatensis</i>      | 北美洲                         | 430~530                    | 3级     | 1级            |
| 5  | 日本柳杉         | Sugi                                     | <i>Cryptomeria</i>                                       | 东亚、欧洲栽培                     | 280~400                    | 3级     | 1级            |
| 6  | 落叶松          | Larch<br>European larch<br>Western larch | <i>Larix</i> spp.<br><i>L. gmelinii</i>                  | 欧洲、日本                       | 470~650                    | 4级     | 2级(变异性<br>很大) |

|     |                                           |                                                                                   |                                                                                                         |           |         |       |               |
|-----|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|-------|---------------|
| 7   | 欧洲云杉                                      | Spruce<br>White spruce                                                            | <i>Picea</i> spp.<br><i>P. abies</i>                                                                    | 欧洲        | 440~470 | 3级~4级 | 3级(变异性<br>很大) |
| 8   | 西加云杉                                      | Spruce<br>White spruce                                                            | <i>Picea</i> spp.<br><i>P. sitchensis</i>                                                               | 北美洲、欧洲栽培  | 400~450 | 3级    | 2级~3级         |
| 9   | 加勒比松                                      | Caribbean pine                                                                    | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. caribaea</i>                                                                 | 中美洲       | 710~770 | 4级    | 1级            |
| 10a | 湿地松<br>长叶松<br>火炬松<br>萌芽松(短叶松)<br>[统称:南方松] | Slash pine<br>Longleaf pine<br>Loblolly pine<br>Shortleaf pine<br>[Southern pine] | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. elliotii</i><br><i>P. palustris</i><br><i>P. taeda</i><br><i>P. echinata</i> | 北美洲       | 650~670 | 3级~4级 | 1级            |
| 10b | 湿地松<br>火炬松<br>[也统称:南方松]                   | Slash pine<br>Loblolly pine<br>[Southern pine]                                    | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. elliotii</i><br><i>P. taeda</i>                                              | 中美洲、北美洲栽培 | 400~500 | 3级    | 1级            |

续表 3

| 序号 | 树种名称             |                 |                                                | 产地                  | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 可处理性分级         |             |
|----|------------------|-----------------|------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------|-------------|
|    | 中文名              | 国外商品材名称         | 拉丁名                                            |                     |                            | 心材             | 边材          |
| 11 | 海岸松              | Maritime pine   | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. pinaster</i>        | 西南欧、南欧              | 530~550                    | 4级             | 1级          |
| 12 | 辐射松              | Radiata pine    | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. radiata</i>         | 巴西、智利、澳大利亚、新西兰、南非栽培 | 420~500                    | 2级~3级          | 1级          |
| 13 | 北美乔松             | Yellow pine     | <i>Pinus</i> spp.<br><i>P. strobus</i>         | 北美洲、欧洲栽培            | 400~420                    | 2级             | 1级          |
| 14 | 北美黄杉(俗称:花旗松)     | Douglas fir     | <i>Pseudotsuga</i> spp.<br><i>P. menziesii</i> | 北美洲、欧洲栽培            | 510~550<br>470~520         | 4级<br>4级       | 3级<br>2级~3级 |
| 15 | 欧洲红豆杉            | European yew    | <i>Taxus baccata</i>                           | 欧洲                  | 650~800                    | 3级             | 2级          |
| 16 | 红崖柏(俗称:西部侧柏、红雪松) | West redcedar   | <i>Thuja</i> spp.<br><i>T. plicata</i>         | 北美洲、英国栽培            | 330~390                    | 3级~4级<br>3级~4级 | 3级<br>3级    |
| 17 | 异叶铁杉(俗称:西部铁杉)    | Western hemlock | <i>Tsuga</i> spp.<br><i>T. heterophylla</i>    | 北美洲、英国栽培            | 470~510                    | 3级<br>2级       | 2级<br>1级    |

表 4 常用阔叶材的可处理性

| 序号 | 树种名称                   |                      |                                                                                 | 产地          | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 可处理性分级 |       |
|----|------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|--------|-------|
|    | 中文名                    | 国外商品材名称              | 拉丁名                                                                             |             |                            | 心材     | 边材    |
| 1  | 奥克槐(俗称:奥古曼)            | Okoume               | <i>Aucoumea klaineana</i>                                                       | 西部非洲        | 430~450                    | 3级     | 无充分数据 |
| 2  | 黄桦                     | Yellow birch         | <i>Betula</i> spp.<br><i>B. alleghaniensis</i>                                  | 北美洲         | 550~710                    | 1级~2级  | 1级~2级 |
| 3  | 北美白桦                   | Paper birch          | <i>Betula</i> spp.<br><i>B. papyrifera</i>                                      | 北美洲         | 580~740                    | 1级~2级  | 1级~2级 |
| 4  | 欧洲桦                    | European white birch | <i>Betula</i> spp.<br><i>B. pubescens</i>                                       | 欧洲          | 640~670                    | 1级~2级  | 1级~2级 |
| 5  | 海棠木                    | Bintangor            | <i>Calophyllum</i> spp.<br><i>C. inophyllum</i>                                 | 东南亚、巴布亚新几内亚 | 630~690                    | 4级     | 2级    |
| 6  | 光皮山核桃<br>鳞皮山核桃<br>毛山核桃 | Hickory              | <i>Carya</i> spp.<br><i>C. glabra</i><br><i>C. ovata</i><br><i>C. tomentosa</i> | 北美洲         | 790~830                    | 2级     | 1级    |
| 7  | 香洋椿<br>劈裂洋椿            | Cedro                | <i>Cedrela</i> spp.<br><i>C. odorata</i><br><i>C. fissilis</i>                  | 中美洲、南美洲     | 450~600                    | 3级~4级  | 1级~2级 |

续表 4

| 序号 | 树种名称                   |                        |                                                                        | 产地   | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 可处理性分级        |       |
|----|------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------|---------------|-------|
|    | 中文名                    | 国外商品材名称                | 拉丁名                                                                    |      |                            | 心材            | 边材    |
| 8  | 龙脑香(俗称:克<br>藤木、阿必东)    | Keruing                | <i>Dipterocarpus</i> spp.<br><i>D. alatus</i>                          | 东南亚  | 740~780                    | 3级(变异性<br>很大) | 2级    |
| 9  | 异色桉(俗称:红桉)             | Karri                  | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. diversicolor</i>                       | 澳大利亚 | 800~900                    | 4级            | 1级    |
| 10 | 蓝桉                     | Blue gum               | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. globulus</i>                           | 欧洲栽培 | 700~800                    | 3级            | 1级    |
| 11 | 边缘桉(俗称:红桉)             | Karri                  | <i>Eucalyptus</i> spp.<br><i>E. marginata</i>                          | 澳大利亚 | 790~900                    | 4级            | 1级    |
| 12 | 良木芸香                   | Pau amarelo            | <i>Euxylophora</i><br><i>paraensis</i>                                 | 南美洲  | 730~810                    | 3级~4级         | 无充分数据 |
| 13 | 欧洲水青冈(俗称:<br>山毛榉、欧洲榉木) | European beech         | <i>Fagus</i> spp.<br><i>F. sylvatica</i>                               | 欧洲   | 690~750                    | 1级            | 1级    |
| 14 | 香脂苏木                   | Agaba                  | <i>Cossweilerodendron</i><br><i>balsami ferum</i>                      | 西部非洲 | 480~510                    | 3级            | 1级    |
| 15 | 单叶银叶树<br>爪哇银叶树         | Mengkulang<br>Lumbayau | <i>Heritiera</i> spp.<br><i>H. simplicifolia</i><br><i>H. javanica</i> | 东南亚  | 680~720                    | 3级            | 2级    |

|    |                   |                        |                                                 |                 |          |       |       |
|----|-------------------|------------------------|-------------------------------------------------|-----------------|----------|-------|-------|
| 16 | 良木银叶树             | Mengkulang<br>Lumbayau | <i>Heritiera</i> spp.<br><i>H. utilis</i>       | 西部非洲            | 670~710  | 4级    | 3级    |
| 17 | 印茄(木)(俗称:<br>波罗格) | Merbau                 | <i>Intsia</i> spp.<br><i>I. bijuga</i>          | 东南亚、巴布亚新<br>几内亚 | 730~830  | 4级    | 无充分数据 |
| 18 | 黑核桃               | Black walnut           | <i>Juglans</i> spp.<br><i>J. nigra</i>          | 北美洲             | 550~660  | 3级~4级 | 1级    |
| 19 | 甘巴豆(俗称:金<br>不换)   | Kempas                 | <i>Koompassia</i> spp.<br><i>K. malaccensis</i> | 东南亚             | 850~880  | 3级    | 1级~2级 |
| 20 | 翼红欒木              | Azobe                  | <i>Lophira</i> spp.<br><i>L. alata</i>          | 西部非洲            | 950~1100 | 4级    | 2级    |
| 21 | 曼森栲桐              | Mansonia               | <i>Mansonia</i> spp.<br><i>M. altissima</i>     | 西部非洲            | 610~630  | 4级    | 1级    |
| 22 | 狄氏黄胆木             | Badi                   | <i>Nauclea</i> spp.<br><i>N. diderrichii</i>    | 西部非洲            | 740~780  | 2级    | 1级    |
| 23 | 绿心樟               | Green heart            | <i>Ocotea</i><br><i>rodiei</i>                  | 南美洲             | 980~1150 | 4级    | 2级    |



续表 4

| 序号 | 树种名称                                |                 |                                                                                     | 产地              | 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 可处理性分级         |         |
|----|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------|---------|
|    | 中文名                                 | 国外商品材名称         | 拉丁名                                                                                 |                 |                            | 心材             | 边材      |
| 24 | 大美木豆                                | Afromosia       | <i>Pericopsis</i> spp.<br><i>P. elata</i>                                           | 西部非洲            | 680~710                    | 4 级            | 1 级     |
| 25 | 番龙眼                                 | Taun,<br>Kasai  | <i>Pometia</i> spp.<br><i>P. pinnata</i>                                            | 东南亚、巴布亚新<br>几内亚 | 650~750                    | 3 级~4 级        | 2 级     |
| 26 | 非洲紫檀                                | African padauk  | <i>Pterocarpus</i> spp.<br><i>P. soyauzii</i>                                       | 西部非洲            | 720~820                    | 2 级            | 无充分数据   |
| 27 | 红木棉                                 | Alone,<br>Bouma | <i>Rhodognaphalon</i> spp.<br><i>R. brevicuspe</i>                                  | 非洲              | 470~490                    | 1 级            | 1 级     |
| 28 | 平滑娑罗双<br>黑脉娑罗双<br>粉绿娑罗双<br>(俗称:巴劳木) | Balau           | <i>Shorea</i> spp.<br><i>S. laevis</i><br><i>S. atrinervosa</i><br><i>S. glauca</i> | 东南亚             | 700~1150                   | 4 级            | 1 级~2 级 |
| 29 | 胶状娑罗双<br>吉索娑罗双<br>库特娑罗双             | Red balau       | <i>Shorea</i> spp.<br><i>S. collina</i><br><i>S. guiso</i><br><i>S. kunstleri</i>   | 东南亚             | 750~900                    | 4 级(变异性<br>很大) | 2 级     |

|    |                 |                    |                                                                                |                |                    |                |         |
|----|-----------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|----------------|---------|
| 30 | 柯氏娑罗双<br>疏花娑罗双  | Dark red meranti   | <i>Shorea</i> spp.<br><i>S. curisii</i><br><i>S. pauciflora</i>                | 东南亚            | 600~730            | 4 级(变异性<br>很大) | 2 级     |
| 31 | 大叶桃花心木          | Mahogany,<br>Mogno | <i>Swietenia</i> spp.<br><i>S. madrophylla</i>                                 | 中美洲、南美洲<br>加勒比 | 510~580<br>700~770 | 4 级            | 2 级~3 级 |
| 32 | 柚木              | Teak               | <i>Tectona</i> spp.<br><i>T. grandis</i>                                       | 亚洲及其他国家<br>栽培  | 650~750            | 4 级            | 3 级     |
| 33 | 白梧桐             | Ayus               | <i>Triplochiton</i> spp.<br><i>T. scleroxylon</i>                              | 西部非洲           | 370~400            | 3 级            | 1 级     |
| 34 | 山榆<br>英国榆<br>平榆 | Elm,<br>Wych elm   | <i>Ulmus</i> spp.<br><i>U. glabra</i><br><i>U. procera</i><br><i>U. laevis</i> | 欧洲             | 630~680            | 2 级~3 级        | 1 级     |

**3.0.2** 任何材料的构件设计都应符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定,因此本条规定防腐木材构件的设计首先应符合该标准的规定。就设计原则而言,现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的相关规定与《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 是一致的,在此基础上考虑木结构的特殊性,又作出了木结构的基本设计规定。除方木、原木外,现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 所规定的规格材和层板胶合木的设计指标,尚不满足现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 规定的可靠度要求,故本规范在构件设计时尚需对各类构件的承载力进行调整。调整办法详见本规范第 5 章及相关的条文说明。

**3.0.3** 除规格材外,不计防腐处理对木材设计指标的影响,故本条规定防腐木材的设计指标按现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 取用。设计指标由现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 按方木、原木、目测分等规格材、机械分等规格材和层板胶合木等分别给出。层板胶合木分为普通层板胶合木(视为同树种的方木、原木)、目测分等层板胶合木和机械弹性模量分等层板胶合木,后两类胶合木又分为同等组合胶合木、对称异等组合胶合木和非对称异等组合胶合木。现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 还规定,目测分等层板胶合木和机械弹性模量分等层板胶合木的设计指标应符合现行国家标准《胶合木结构技术规范》GB/T 50708 的规定,实际上就是指按该规范的规定取值。取用木材的设计指标时还应注意,设计指标需要随木结构的使用年限、使用条件及木构件的尺寸不同而调整,详细规定需参考现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005。

为方便应用和参考,将现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 中关于方木、原木的强度等级划分以及各类木产品的设计指标规定列于表 5~表 11 中。

表 5 方木、原木强度等级和适用树种

| 强度等级 | 组别 | 针叶材适用树种                                       |
|------|----|-----------------------------------------------|
| TC17 | A  | 柏木 长叶松 湿地松 粗皮落叶松                              |
|      | B  | 东北落叶松 欧洲赤松 欧洲落叶松                              |
| TC15 | A  | 铁杉 油杉 太平洋海岸黄柏 花旗松 一落叶松 西部铁杉 南方松               |
|      | B  | 鱼鳞云杉 西南云杉 南亚松                                 |
| TC13 | A  | 油松 新疆落叶松 云南松 马尾松 扭叶松 北美落叶松 海岸松                |
|      | B  | 红皮云杉 丽江云杉 樟子松 红松 西加云杉 俄罗斯红松 欧洲云杉 北美山地云杉 北美短叶松 |
| TC11 | A  | 西北云杉 新疆云杉 北美黄松 云杉-松木-冷杉 铁杉-冷杉 东部铁杉 杉木         |
|      | B  | 冷杉 速生杉木 速生马尾松 新西兰辐射松                          |
| 强度等级 |    | 阔叶材适用树种                                       |
| TB20 |    | 青冈 稠木 门格里斯木 卡普木 沉水稍克隆 绿心木 紫心木 李叶豆 塔特布木        |
| TB17 |    | 栎木 达荷玛木 萨佩莱木 苦油树 毛罗藤黄                         |
| TB15 |    | 锥栗(栲木) 桦木 黄梅兰蒂 梅萨瓦木 水曲柳 红劳罗木                  |
| TB13 |    | 深红梅兰蒂 浅红梅兰蒂 白梅兰蒂 巴西红厚壳木                       |
| TB11 |    | 大叶槲 小叶槲                                       |

表 6 方木、原木的强度设计值和弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)

| 强度等级 | 组别 | 抗弯<br>$f_m$ | 顺纹受压<br>及承压<br>$f_c$ | 顺纹受拉<br>$f_t$ | 顺纹受剪<br>$f_v$ | 横纹承压 $f_{c,90}$ |      |             | 弹性模量<br>$E$ |
|------|----|-------------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|------|-------------|-------------|
|      |    |             |                      |               |               | 全面积             | 局部齿面 | 受拉螺栓<br>垫板下 |             |
| TC17 | A  | 17          | 16                   | 10            | 1.7           | 2.3             | 3.5  | 4.6         | 10000       |
|      | B  |             | 15                   | 9.5           | 1.6           |                 |      |             |             |
| TC15 | A  | 15          | 13                   | 9.0           | 1.6           | 2.1             | 3.1  | 4.2         | 10000       |
|      | B  |             | 12                   | 9.0           | 1.5           |                 |      |             |             |

续表 6

| 强度等级 | 组别 | 抗弯 $f_m$ | 顺纹受压及承压 $f_c$ | 顺纹受拉 $f_t$ | 顺纹受剪 $f_v$ | 横纹承压 $f_{c,90}$ |      |         | 弹性模量 $E$ |
|------|----|----------|---------------|------------|------------|-----------------|------|---------|----------|
|      |    |          |               |            |            | 全面积             | 局部齿面 | 受拉螺栓垫板下 |          |
| TC13 | A  | 13       | 12            | 8.5        | 1.5        | 1.9             | 2.9  | 3.8     | 10000    |
|      | B  |          | 10            | 8.0        | 1.4        |                 |      |         | 9000     |
| TC11 | A  | 11       | 10            | 7.5        | 1.4        | 1.8             | 2.7  | 3.6     | 9000     |
|      | B  |          | 10            | 7.0        | 1.2        |                 |      |         |          |
| TB20 | —  | 20       | 18            | 12         | 2.8        | 4.2             | 6.3  | 8.4     | 12000    |
| TB17 | —  | 17       | 16            | 11         | 2.4        | 3.8             | 5.7  | 7.6     | 11000    |
| TB15 | —  | 15       | 14            | 10         | 2.0        | 3.1             | 4.7  | 6.2     | 10000    |
| TB13 | —  | 13       | 12            | 9.0        | 1.4        | 2.4             | 3.6  | 4.8     | 8000     |
| TB11 | —  | 11       | 10            | 8.0        | 1.3        | 2.1             | 3.2  | 4.1     | 7000     |

表 7 北美地区进口目测分等规格的强度设计值和弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)

| 树种名称         | 等级                               | 截面最大尺寸(mm) | 抗弯 $f_m$ | 顺纹抗压 $f_c$ | 顺纹抗拉 $f_t$ | 顺纹抗剪 $f_v$ | 横纹承压 $f_{c,90}$ | 弹性模量 $E$ |
|--------------|----------------------------------|------------|----------|------------|------------|------------|-----------------|----------|
| 花旗松—落叶松类(南部) | I <sub>c</sub>                   | 285        | 16       | 18         | 11         | 1.9        | 7.3             | 13000    |
|              | II <sub>c</sub>                  |            | 11       | 16         | 7.2        | 1.9        | 7.3             | 12000    |
|              | III <sub>c</sub>                 |            | 9.7      | 15         | 6.2        | 1.9        | 7.3             | 11000    |
|              | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 5.6      | 8.3        | 3.5        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
|              | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 11       | 18         | 7.0        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
|              | VII <sub>c</sub>                 |            | 6.2      | 15         | 4.0        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
|              | VII <sub>c</sub>                 |            | 6.2      | 15         | 4.0        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
| 花旗松—落叶松类(北部) | I <sub>c</sub>                   | 285        | 15       | 20         | 8.8        | 1.9        | 7.3             | 13000    |
|              | II <sub>c</sub>                  |            | 9.1      | 15         | 5.4        | 1.9        | 7.3             | 11000    |
|              | III <sub>c</sub>                 |            | 9.1      | 15         | 5.4        | 1.9        | 7.3             | 11000    |
|              | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 5.1      | 8.8        | 3.2        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
|              | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 10       | 19         | 6.2        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
|              | VII <sub>c</sub>                 |            | 5.6      | 16         | 3.5        | 1.9        | 7.3             | 10000    |
|              | VII <sub>c</sub>                 |            | 5.6      | 16         | 3.5        | 1.9        | 7.3             | 10000    |

续表 7

| 树种名称      | 等级                               | 截面最大尺寸(mm) | 抗弯 $f_m$ | 顺纹抗压 $f_c$ | 顺纹抗拉 $f_t$ | 顺纹抗剪 $f_v$ | 横纹承压 $f_{c,90}$ | 弹性模量 $E$ |
|-----------|----------------------------------|------------|----------|------------|------------|------------|-----------------|----------|
| 铁杉—冷杉(南部) | I <sub>c</sub>                   | 285        | 15       | 16         | 9.9        | 1.6        | 4.7             | 11000    |
|           | II <sub>c</sub>                  |            | 11       | 15         | 6.7        | 1.6        | 4.7             | 10000    |
|           | III <sub>c</sub>                 |            | 9.1      | 14         | 5.6        | 1.6        | 4.7             | 9000     |
|           | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 5.4      | 7.8        | 3.2        | 1.6        | 4.7             | 8000     |
|           | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 11       | 17         | 6.4        | 1.6        | 4.7             | 9000     |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 5.9      | 14         | 3.5        | 1.6        | 4.7             | 8000     |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 5.9      | 14         | 3.5        | 1.6        | 4.7             | 8000     |
| 铁杉—冷杉(北部) | I <sub>c</sub>                   | 285        | 14       | 18         | 8.3        | 1.6        | 4.7             | 12000    |
|           | II <sub>c</sub>                  |            | 11       | 16         | 6.2        | 1.6        | 4.7             | 11000    |
|           | III <sub>c</sub>                 |            | 11       | 16         | 6.2        | 1.6        | 4.7             | 11000    |
|           | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 6.2      | 9.1        | 3.5        | 1.6        | 4.7             | 10000    |
|           | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 12       | 19         | 7.0        | 1.6        | 4.7             | 10000    |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 7.0      | 16         | 3.8        | 1.6        | 4.7             | 10000    |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 7.0      | 16         | 3.8        | 1.6        | 4.7             | 10000    |
| 南方松       | I <sub>c</sub>                   | 285        | 20       | 19         | 11         | 1.9        | 6.6             | 12000    |
|           | II <sub>c</sub>                  |            | 13       | 17         | 7.2        | 1.9        | 6.6             | 12000    |
|           | III <sub>c</sub>                 |            | 11       | 16         | 5.9        | 1.9        | 6.6             | 11000    |
|           | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 6.2      | 8.8        | 3.5        | 1.9        | 6.6             | 10000    |
|           | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 12       | 19         | 6.7        | 1.9        | 6.6             | 10000    |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 6.7      | 16         | 3.8        | 1.9        | 6.6             | 9000     |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 6.7      | 16         | 3.8        | 1.9        | 6.6             | 9000     |
| 云杉—松木—冷杉类 | I <sub>c</sub>                   | 285        | 13       | 15         | 7.5        | 1.4        | 4.9             | 10300    |
|           | II <sub>c</sub>                  |            | 9.4      | 12         | 4.8        | 1.4        | 4.9             | 9700     |
|           | III <sub>c</sub>                 |            | 9.4      | 12         | 4.8        | 1.4        | 4.9             | 9700     |
|           | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 5.4      | 7.0        | 2.7        | 1.4        | 4.9             | 8300     |
|           | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 11       | 15         | 5.4        | 1.4        | 4.9             | 9000     |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 5.9      | 12         | 2.9        | 1.4        | 4.9             | 8300     |
|           | VII <sub>c</sub>                 |            | 5.9      | 12         | 2.9        | 1.4        | 4.9             | 8300     |



续表 7

| 树种名称   | 等级                               | 截面最大尺寸(mm) | 抗弯 $f_m$ | 顺纹抗压 $f_c$ | 顺纹抗拉 $f_t$ | 顺纹抗剪 $f_v$ | 横纹承压 $f_{c,90}$ | 弹性模量 $E$ |
|--------|----------------------------------|------------|----------|------------|------------|------------|-----------------|----------|
| 其他北美树种 | I <sub>c</sub>                   | 285        | 9.7      | 11         | 4.3        | 1.2        | 3.9             | 7600     |
|        | II <sub>c</sub>                  |            | 6.4      | 9.1        | 2.9        | 1.2        | 3.9             | 6900     |
|        | III <sub>c</sub>                 |            | 6.4      | 9.1        | 2.9        | 1.2        | 3.9             | 6900     |
|        | IV <sub>c</sub> , V <sub>c</sub> |            | 3.8      | 5.4        | 1.6        | 1.2        | 3.9             | 6200     |
|        | VI <sub>c</sub>                  | 90         | 7.5      | 11         | 3.2        | 1.2        | 3.9             | 6900     |
|        | VII <sub>c</sub>                 |            | 4.3      | 9.4        | 1.9        | 1.2        | 3.9             | 6200     |

表 8 机械分等规格材的强度设计值和弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)

| 强度名称            | 强度等级 |      |      |       |       |       |       |       |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | M10  | M14  | M18  | M22   | M26   | M30   | M35   | M40   |
| 抗弯 $f_m$        | 8.20 | 12   | 15   | 18    | 21    | 25    | 29    | 33    |
| 顺纹抗拉 $f_t$      | 5.0  | 7.0  | 9.0  | 11    | 13    | 15    | 17    | 20    |
| 顺纹抗压 $f_c$      | 14   | 15   | 16   | 18    | 19    | 21    | 22    | 24    |
| 顺纹抗剪 $f_v$      | 1.1  | 1.3  | 1.6  | 1.9   | 2.2   | 2.4   | 2.8   | 3.1   |
| 横纹承压 $f_{c,90}$ | 4.8  | 5.0  | 5.1  | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   |
| 弹性模量 $E$        | 8000 | 8800 | 9600 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 |

表 9 同等组合胶合木的强度设计值和弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)

| 强度等级  | 抗弯 $f_m$ | 顺纹抗压 $f_c$ | 顺纹抗拉 $f_t$ | 弹性模量 $E$ |
|-------|----------|------------|------------|----------|
| TCT30 | 30       | 27         | 21         | 12500    |
| TCT27 | 27       | 25         | 19         | 11000    |
| TCT24 | 24       | 22         | 17         | 9500     |
| TCT21 | 21       | 20         | 15         | 8000     |
| TCT18 | 18       | 17         | 13         | 6500     |

表 10 对称异等组合胶合木的强度设计值和弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)

| 强度等级   | 抗弯 $f_m$ | 顺纹抗压 $f_c$ | 顺纹抗拉 $f_t$ | 弹性模量 $E$ |
|--------|----------|------------|------------|----------|
| TCYD30 | 30       | 25         | 20         | 14000    |
| TCYD27 | 27       | 23         | 18         | 12500    |
| TCYD24 | 24       | 21         | 15         | 1100     |
| TCYD21 | 21       | 18         | 13         | 9500     |
| TCYD18 | 18       | 15         | 11         | 8000     |

表 10 中,当验算荷载的作用方向与层板窄边垂直时(如梁的侧向弯曲),抗弯强度设计值  $f_m$  应乘以 0.7 的降低系数,弹性模量  $E$  应乘以 0.9 的降低系数。

表 11 非对称异等组合胶合木的强度设计值和弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)

| 强度等级   | 抗弯 $f_m$ |     | 顺纹抗压 $f_c$ | 顺纹抗拉 $f_t$ | 弹性模量 $E$ |
|--------|----------|-----|------------|------------|----------|
|        | 正弯曲      | 负弯曲 |            |            |          |
| TCYF30 | 28       | 17  | 21         | 18         | 13000    |
| TCYF27 | 25       | 19  | 19         | 17         | 11500    |
| TCYF24 | 23       | 17  | 17         | 15         | 10500    |
| TCYF21 | 20       | 15  | 15         | 13         | 9000     |
| TCYF18 | 17       | 13  | 13         | 11         | 6500     |

表 11 中,当验算荷载的作用方向与层板窄边垂直时(如梁的侧向弯曲),抗弯强度设计值  $f_m$  应乘以 0.7 的降低系数,弹性模量  $E$  应乘以 0.9 的降低系数。

**3.0.4** 规格材有时需经刻痕处理,其载药量或透入度才能达到要求,但这种处理方法会损伤木纤维,损伤程度对规格材的力学性能的影响已不可忽视,故需对规格材的设计指标予以折减。我国目前尚未见相关的研究成果,本条系参照美国《木结构设计规范》NDS—2005 的相关规定制定的。刻痕处理对其他木产品力学性能的影响,目前世界各国的设计规范中都未予考虑。



**3.0.5** 木材的使用寿命与使用环境密切相关,也与生物(主要是腐朽菌和白蚁)对木材的危害等级相关。为了使木质建筑材料经久耐用,除了要考虑当地的腐朽因素外,还必须考虑虫害特别是白蚁的危害情况。分类考虑了对室外地上用木材是否进行保护及进行何种程度保护的重要依据,也对室内结构用材的环境危害程度以及所需要的设计和保护手段提供了参考。

## 4 材料选择

### 4.1 木 材

**4.1.1** 木材防腐处理应由专业工厂加压浸渍。由于木材边材的可处理性比心材好,因此边材比例大的木材(树种)更适宜用作防腐处理,如南方松、辐射松。而心材比例大的木材(树种),如花旗松,进行防腐处理时,大多需要预处理(刻痕)。对于药物难浸入的木材,可采用刻痕处理。本条涉及工程安全质量,为强制性条文,必须严格执行。防腐木材工程应用在一些特殊环境、特殊地点或承重结构等特殊部位,其使用必须严格按照分类进行。质量不达标或防腐等级不符合应用环境的防腐木材应用到工程中,易遭受蛀虫、白蚁、木腐菌的侵害,导致木材败坏,给工程整体质量和安全埋下巨大隐患,甚至导致建筑坍塌危及人员安全。

埋入混凝土或砌体中,等同于接触土壤的使用条件。在户内与土壤接触的条件,属于 C4.1。

**4.1.3** 当防腐木材及制品为非承重结构时,其心材透入度不作要求。当防腐木材及其制品为承重结构时,使用分类 C5 的心材透入度应达到 8mm。防腐木材材质指标和防腐质量是防腐木材使用年限的根本保证,上述各项要求应严格执行,达不到标准的防腐木材,在施工前应拒绝使用。

**4.1.4** 本条对防腐木材作出规定。

**1** 为便于与国际通用规则接轨,防腐木材及产品出口时,推荐使用图 1 的方法和符号进行标记。

如获买方同意,以上信息可以采用其他方式标记在防腐木材或产品上。

防腐木材常用规格:墙板常用规格为 10mm、12mm、16mm、

20mm、25mm、30mm、38mm,家装用木龙骨常用规格为 20mm×30mm、30mm×30mm、30mm×40mm;木屋用木龙骨常用规格为 40mm×90mm、40mm×140mm、40mm×184mm,防腐木地板常用规格为 20mm×90mm、40mm×100mm、50mm×120mm,木柱常用规格为 90mm×90mm、95mm×95mm、100mm×100mm、120mm×120mm、150mm×150mm、180mm×180mm、200mm×200mm、250mm×250mm、300×300mm。

|      |                                             |
|------|---------------------------------------------|
| ABCO | — 厂家商标                                      |
| D    | — 厂家名称                                      |
| 2010 | — 处理年份(有时需加上月份)                             |
| SPC  | — 木材及防腐剂种类(防腐剂的英文缩写词可以用标准中规定的符号如CCA、ACQ等代替) |
| 9.6  | — 载药量(如果载药量经过检测,在数字后加字母“A”)                 |
| 7-30 | — 木材等级和长度(仅限于杆、桩等)                          |
| KD   | — 干燥方法                                      |

图1 出口防腐木材及产品标记

3 按照现行国家标准《锯材干燥质量》GB/T 6491 的要求,干燥锯材的干燥质量规定为四个等级。干燥质量指标包括平均最终含水率、干燥均匀度、锯材厚度上含水率偏差、残余应力指标和可见干燥缺陷。防腐木材二次窑干的干燥质量应符合现行国家标准《锯材干燥质量》GB/T 6491 的相关要求。

4.1.5 本条对海事工程用防腐木材作出规定。

2 海事工程中海桩木常用规格为 200mm×200mm、200mm×250mm、220mm×260mm、300mm×300mm 和 300mm×350mm。

4.1.7 本条对矿用木支护与矿用枕木的防腐木材作出规定。

1 矿用枕木和矿用木支护所要求的载药量高、透入度大,故宜选用易进行防腐处理的木材。

4.1.9 属于危险化学品的木材防腐剂,其包装、运输、储存和使用、事故应急救援应遵守《危险化学品安全管理条例》的相关规定。

## 4.2 防腐剂

4.2.1 防腐木材工程应用中使用的防腐剂应具有毒杀木腐菌和害虫的功能、稳定性和持久性,且不应显著增加木材的吸湿性,不应危及人畜健康,不应污染环境。

4.2.2 因施工需要,施工现场需使用防腐剂原液和浓液,对防腐木材进行涂刷等,故本条对现场需使用的防腐剂作出规定。

## 4.3 金属连接件

4.3.1 本条参照现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005—2003 中第 3.2 节的规定。

4.3.2 某些防腐剂可能对金属材料具有腐蚀作用,故选用金属材料及螺栓时应考虑采用耐腐蚀的连接件。海水对金属的腐蚀性较强,应尽可能选择耐腐蚀的金属连接件,不应用铁、铜或铝质制品,避免使用过程中生锈腐蚀,影响连接牢度。



## 5 构件设计计算

### 5.1 轴心受拉和轴心受压构件

**5.1.1、5.1.2** 轴心受拉和轴心受压构件的设计计算中,引入了承载力调整系数。对方木、原木构件,承载力调整系数为 1.0,其他木产品构件都采用了小于 1.0 的系数。现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 已明确说明,按所规定的方木、原木的设计指标,顺纹受拉构件的可靠指标为 4.3,顺纹受压构件的可靠指标为 3.8,符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 中关于安全等级为二级的一般工业与民用建筑,延性破坏构件的可靠指标不应低于 3.2,脆性破坏构件的可靠性指标不应低于 3.7 的规定,故承载力调整系数取 1.0。

对于层板胶合木,我国按所用层板的种类分为普通层板胶合木、目测分等层板胶合木和机械分等层板胶合木。其中的普通层板胶合木,强度指标的取值与同树种的方木、原木相同,故承载力调整系数与方木、原木相同。

对于规格材、目测分等层板胶合木和机械分等层板胶合木,其设计指标系由美国《木结构设计规范》NDS—1997 规定的设计指标转换而来。现经可靠度验算,现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 所规定的设计指标符合北美可靠性的要求(北美木结构的可靠性指标为 2.4~2.8,平均值为 2.6),尚达不到我国的可靠性要求。因而构件设计计算中需要对构件的承载力进行调整,使设计符合我国可靠性指标的规定,故引入承载力调整系数。

本规范所给出的承载力调整系数系根据可靠度验算,在满足现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 规定的可靠度要求的前提下给出的。对于目测分等规格材,考虑不同树

种和恒载分别与住宅可变荷载、办公楼楼面荷载以及屋盖雪荷载效应组合,在可变荷载与恒载效应比值为 0.25、0.5、1.5、2.0 的不同情况下进行可靠度验算。取荷载效应比值对应的最低可靠度计算值满足可靠度要求,各树种和目测等级对应的平均可靠度计算值满足可靠度要求,由此计算出应有的抗力分项系数。由现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 所规定的设计指标计算出实有的抗力分项系数,实有抗力分项系数与应有抗力分项系数的比值即为本规范所采用的承载力调整系数。对于目测分等层板胶合木和机械分等层板胶合木,除考虑上述荷载效应组合外,增加了风荷载效应组合,强度按正态分布,变异系数按  $v_m=0.16$  计(见现行国家标准《胶合木结构技术规范》GB/T 50708 第 7 章构件防火设计条文说明),按不同荷载效应组合和不同荷载效应比值下的最低可靠度满足现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的要求,不同组别、强度等级取平均值满足现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的要求来确定承载力调整系数。对于机械分等规格材,在目前缺乏研究资料的情况下,其强度分布函数及其统计参数作最理想的假定,与层板胶合木一致,  $v_m=0.16$ ,符合正态分布,经进行与目测分等规格材相同的验算,确定承载力调整系数。

关于轴心受压构件稳定承载力的验算,我国原有稳定系数的计算方法仅适用于方木、原木结构,不适用于规格材和胶合木等现代木产品构件。受压构件的稳定系数和受弯构件的侧向稳定系数的理论分析结果表明,稳定系数  $\varphi$  应与  $E/f$  存在正相关关系。又由于木材的抗压、抗弯强度随荷载持续时间的增长而降低,故稳定系数应随荷载持续时间的增加而增大。我国原有的稳定系数计算方法均未体现这两个特点,导致其取值保守,特别是在长细比较大的情况下,更为明显。另一方面,如果进口规格材和胶合木构件的稳定系数仍采用原有计算公式,会导致其取值与国外规范相比偏差过大。各类木产品构件的稳定系数也应采用与方木、原木和规

格材形式一致的计算式。因此,本规范对我国原有轴心受压木构件稳定系数的计算式进行了调整,使之既适用于方木、原木构件,也适用于规格材和胶合木等现代木产品构件。

轴心受压构件稳定系数计算式调整的原则是,对于原木、方木构件,TC17~TC15 受压构件的稳定系数基本上与我国历次设计规范取值一致,因此其平均稳定系数基本不作变动;对于 TC13~TC11,需要考虑的是低强度等级树种的木材, $E/f$  值往往高于高强度等级树种木材,其稳定系数应相对较高,而不是更低。本次调整中为消除这一矛盾,采用与 TC17、TC15 一致的计算式。对于进口规格材和层板胶合木受压和受弯构件的稳定系数,我国未作过系统的试验研究,本次调整参照美国《木结构设计规范》NDS—2005 的取值进行,但考虑了荷载持续时间对强度取值的不同。在稳定系数的计算形式上,仍沿用我国习惯,采用分段形式,且使受压、受弯构件的稳定系数的计算在形式上也统一。调整后,稳定系数计算的误差一般在 10% 以内,多数情况在 5% 以内。

## 5.2 受弯构件

**5.2.1** 与轴心受拉、受压构件同理,在满足我国可靠性指标要求的前提下,对方木、原木受弯构件的承载力验算无需调整,对其他木产品受弯构件的承载力验算应按本规范规定的承载力调整系数予以调整。

**5.2.2** 我国木结构设计计算理论长期以来并未涉及受弯构件的侧向稳定问题,原因是我国木结构设计计算理论基本基于方木、原木结构,受弯构件一般并不细长。随着规格材和胶合木的工程应用,受弯构件趋于细长,侧向稳定问题不容忽视。本着稳定系数计算结果应与国外规范同类构件的计算结果基本一致,且与受压构件稳定系数计算式形式也宜相近,便于工程应用的原则,本规范给出了一个有别于各国的回归计算式,该式的计算精度与国外规范比,误差也基本在 10% 以内,多数情况下在 5% 以内。

**5.2.3** 对于抗剪承载力计算,美国《木结构设计规范》NDS—2005 仍根据清材小试件的试验结果给出各类木产品的抗剪强度设计值,这种做法与现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 关于方木、原木设计指标的确定方法是一致的。故本规范建议仍按树种确定各类木产品的设计指标,即按现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 规定的方木、原木的抗剪强度设计值取用,设计时不必对承载力进行调整。

**5.2.4、5.2.5** 木材的横纹承压强度,不管是哪类木产品,国内外都是基于清材小试件的试验结果给出各类木产品的抗剪强度设计值。由于受缺陷影响小,同一树种不同强度等级木材的横纹承压强度基本相同。因此,本条规定各类木产品木材的横纹承压强度一律取用树种所在强度等级的方木、原木的设计指标,并且无需考虑承载力调整。

**5.2.6** 在持续荷载作用下,木材发生蠕变。木结构正常使用极限状态的验算应考虑蠕变变形的影响,这是世界各国木结构设计通常的做法。我国的习惯计算方法是通过仅计算受弯构件的短期挠度,达到控制长期挠度的目的,即通过采用严格的短期变形限值,使受弯构件的长期挠度也符合正常使用极限状态的要求。这一点在结构设计时是应予注意的。



## 6 连接设计计算

### 6.1 齿 连 接

6.1.1 “宜采用下弦杆净截面的中心线作为轴线”，即宜使上弦杆轴线、下弦杆净截面的中心线及支座反力作用线汇交于一点；对于原木桁架，可采用毛截面的中心线作为下弦杆的轴心，即可使上弦杆轴线、下弦杆毛截面的中心线及支座反力作用线汇交于一点。

齿连接的工作性能很大程度上取决于其正确的构造设计，本条对单齿、双齿连接的构造要求作了详细规定。

6.1.2 齿连接通过抵承传递压力，弦杆在齿槽处斜纹受压、受剪。由于木材的抗压、抗剪强度受木材缺陷的影响小，同树种不同强度等级木材的抗压、抗剪强度差别不大，故本条规定各类木产品均按方木、原木的设计指标取用，而不必进行承载力调整。

6.1.3 采用保险螺栓的目的是为了一旦齿连接发生受剪破坏，能通过螺栓受拉阻止上、下弦杆的相对滑移，避免突然性倒塌，为桁架修复提供保障。式(6.1.3-1)中的 $60^\circ$ 是考虑了上、下弦杆之间的摩擦力影响；采用式(6.1.3-2)中的强度调整系数，是考虑到螺栓仅在抗剪失效时参与工作，对其强度设计值予以提高。双齿连接设计时尚需注意，每一齿槽上都应设置一枚保险螺栓。

### 6.2 螺栓连接和钉连接

6.2.1 对于螺栓或钉连接，我国传统的设计思想是充分利用销槽的承压能力和螺栓或钉的抗弯能力。本条规定被连接构件的最小厚度，就是为了避免过薄的木构件发生劈裂，并且假定被连接木构件具有相同的材质等级。本规范所给出的连接承载力计算式就是基于这种假定才成立的，且仅适用于方木、原木结构。木结构发展

至今，被连接的木构件有时并不具有相同的材质等级，甚至可以是不同种类的木产品（如轻型木结构中木基结构板材与墙骨的连接），我国螺栓或钉连接承载力的设计计算显然需要改进和扩展。本规范所规定的计算方法是将各类木产品的螺栓或钉连接均近似按方木、原木处理，是一种偏于保守的做法。

6.2.2 螺栓连接或钉连接的承载力实际上取决于销槽的承压强度和钢材的抗弯强度，欧美各国的设计规范一般按此两项强度设计值计算。我国所给出的计算公式是基于木材顺纹抗压强度的试验回归结果，在节点连接采用相同材质等级木材和破坏模式相同的情况下，计算结果与国外规范相差并不大，故本规范仍采用我国习惯计算方法计算各类木产品螺栓或钉连接的承载力，但仅适用于被连接构件采用相同材质等级的木材，并要求各类木产品均按树种所在强度等级的方木、原木的轴心抗压强度取值。对于不同材质等级木材的节点连接，其承载力计算尚有待于我国从事木结构的科技人员进一步研究。

## 7 施 工

### 7.1 一 般 规 定

7.1.2 本条从人员安全防护的角度对防腐木材的施工过程提出了相关控制要求。

7.1.4 原则上,防腐木材在进入施工前应加工至最终尺寸,在施工现场不应再进行锯、切、钻等工序。如确实难以避免,应在新的切口或孔眼处涂刷渗透性强的防腐剂 2 遍~3 遍。在施工安装过程中,如果防腐木材被机械磨损或损伤,暴露出未浸渍防腐剂的木材表面时,应及时采取补救措施,用渗透性强的防腐剂涂刷 2 遍~3 遍。透入度及载药量取样分析时,如果采用空心钻取样,应用相同木材防腐剂加压处理的木芯将取样留下的钻孔塞紧。

7.1.6 矿用木支护与矿用枕木工程因其特殊性,其质量验收按现行国家标准《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213 的相关要求执行。

7.1.10 本条涉及人员和环境安全,为强制性条文。防腐剂中含有重金属成分的防腐处理材,应进行回收集中处理。严禁随意丢弃,因防腐材中的药剂若流失则有污染土壤和水源的危险。为避免防腐木材废料对人员健康和环境保护产生有害影响,施工现场防腐木材再加工过程中产生的锯切边角料、锯屑、刨花、凿洞碎料等,应集中装袋,运到指定地点进行处理后挖坑填埋,填埋地点应远离人、畜居住活动的地方和水源地,埋深达 2m 以上,不易被一般的耕种或沟渠开挖等作业造成裸露。

### 7.2 房屋建筑工程

7.2.4 本条对木结构中应采取防潮和通风构造措施的部位进行

了规定。

3 露天结构可在构件之间留有空隙(连接部位除外),以在构造上避免积水。

7.2.5 本条对防腐木材工程的维护进行了规定。

2 采用螺丝固定的板材厚度较小,安装木材干湿度不统一时,经 180d 后木材的干湿平衡度基本达到统一,会产生局部干缩,造成钉帽突出和松动,需检查维护。

3 结构用木材通常截面规格较大,含水率较高,且心材部分在安装后 360d 后会自然干燥,产生收缩干裂,因潮湿白蚁危害严重的区域,腐朽菌和白蚁可从木材裂缝侵入,故需对裂缝进行专门处理。

### 7.3 园林景观工程

7.3.1 亭、廊、棚架构架类的防水卷材的安装,卷材铺设应平顺、贴实,尽量减少褶皱,铺设后及时压载或锚固。其平整度应在容许的范围内平缓变化,坡度均匀,坡厚一致。无开裂、无明显尖突、凹凸不平;应合理布置每片防水卷材的位置,力求接缝最少;铺设不论是边坡还是场底,应平整、顺直,避免出现褶皱、波纹,以使两幅对正、搭齐。搭接宽度按设计要求。多彩瓦的安装应按照多彩玻纤瓦的安装指南,使用正确型号、尺寸和等级的钉子;应从屋面底部开始向上铺设多彩玻纤瓦,在此过程中确保不影响多彩瓦屋面的耐用性和美观性;应选用镀锌防锈钉并应按照多彩玻纤瓦的安装要求确定钉子的位置,钉子的位置应位于装饰缝上方 16mm,距离两端 25mm,且距每个装饰缝中心左、右各 25mm 处;固定钉子前,多彩玻纤瓦要排列整齐,以免钉子外露;每张多彩玻纤瓦使用不少于 4 枚钉子。

7.3.2 本条对栅栏栏杆类安装作出规定。

2 一般栅栏越高,立柱的间距越小,以确保栅栏的稳固性。

7.3.3 常用龙骨搭接方法有 3 种:斜接、对接、错位搭接,见图 2。

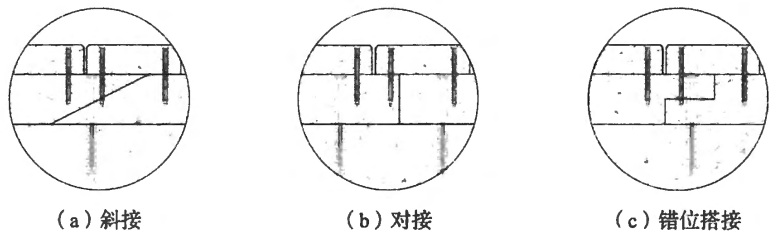


图2 龙骨搭接方法

木龙骨安装前应先进行场地检查,检查施工场地是否满足施工要求。重点检查场地水泥基层强度及平整度,也要检查施工现场其他作业班组是否影响木地板工程施工。确认场地完全满足施工要求后,方可组织进场施工。

**7.3.6** 园林景观建筑用的防腐木材,长时间暴露在室外不同气候环境下使用,在安装施工完后应在木材表面涂刷功能性优、环保性好、耐候性强的户外水封涂料或油漆。

## 7.4 海事工程

**7.4.1** 本节适用于经常接触海水的桩木、护木、压木、木栈道、浮码头、海岸防护、下水坡道等的施工。

**7.4.4** 海岸防护工程应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 的有关规定。

**7.4.7** 本条对浮码头的安装进行了规定。

1 浮码头是游艇的停泊场。桩柱式浮码头是以防腐木海桩或混凝土桩为柱,浮码头沿桩柱上下滑动。无桩柱式浮码头是一项新的海事工程技术,以青岛奥帆赛基地浮码头为例,该浮码头清晰、美观,具有良好的视觉空间,浮码头的主体是特殊配方混凝土制成的构件,桩基为高性能橡胶拉簧,拉簧可使浮码头始终浮在水面,在5m潮差、1m波高的极限情况下也能使甲板(干舷)到水面的高度保持在0.5m。浮码头平面距水面控制在0.5m之内,人们可以在上面自由行走。

4 当游艇或船舶停靠浮码头时,需充电、照明、清洗、加水等,所以需安装水电等配套设施。

**7.4.8** 本条对下水坡道的安装进行了规定。

1 下水坡道是用于人员和小型(无动力)船舶上下水使用的,下水坡道可采用铰接式并配以近水式浮箱式平台,也可采用固定式下水坡道。固定式坡道的优点是承载力大,可承载较大型拖带机械。下水坡道的坡度应小于1:8或10°是依据国际帆联的规定。

3 本款规定是由于在铺面板的底面往上安装,可以使铺面板上表面无钉帽,以防伤人。

**7.4.10** 本条对海事工程的维护和保养进行了规定。

1 维护与维修队伍应经过专业培训,具备相应的海事工程、防腐木材等的知识,充分了解海事工程的特殊性,尤其是船舶撞击、海浪冲击等。

3 加工为圆角或弧形是为了防止伤人。

## 7.5 古建筑的修缮

**7.5.2** 古建筑木构件材质的勘查过程中,要对木构件的腐朽程度,虫蛀的个数、深度,蛀孔大小以及白蚁侵食的深度、范围,木构件内部被虫蛀空,白蚁食空的程度、范围等,都要进行分级和标识。

参照相关国家标准《木材耐久性能 第2部分:天然耐久性野外试验方法》GB/T 13942.2及福建地方标准《风貌建筑加固修复工程施工质量安全技术规程》DBJ13的要求,把各等级的腐朽和虫蛀列表说明。以上判定方法和标准是多年实践的总结,部分为现场测定值,在实际勘查中操作人员及使用工具的不同,对标准的掌握会略有差异,因此,腐朽和虫蛀等级应该是一个定性的判定。实践证明,这种判定方法和标准对于修缮设计具有很高的参考价值。

## 7.6 矿用木支护与矿用枕木

**7.6.1** 矿用枕木常用规格为120mm×140mm×1200mm,木支护



用木材常用规格:立柱用原木  $\phi 200\text{mm}$  以上或横截面短边尺寸不应小于  $120\text{mm}$  的方木,顶板厚度不应小于  $30\text{mm}$ ,侧板厚度不应小于  $25\text{mm}$ 。

**7.6.4** 本条中轨道铺设标准按照《煤矿各工种操作规程》中《铺道工操作规程》的要求制定。

## 7.7 铁道枕木

本节适用于防腐普枕、岔枕、桥枕等。

## 8 检验验收

### 8.1 进场检验

**8.1.2** 施工材料进场均要进行验收,验收程序根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2001 第 6 章的要求执行。

**8.1.4** 当与防腐木材工程相关的任何一方,包括甲方、乙方或监理方等,对抽样检验的结果,包括防腐木材的载药量、边材透入度、材料的规格尺寸,金属连接件等产品质量有异议,以及在设计文件或甲、乙双方在合同中有双倍抽样复检要求时,应在原抽样送检的同一批次中,再次抽取样本进行检验,样本量为抽样检验时的 2 倍,以决定该批材料是否通过验收。

**8.1.5** 防腐木材样品检测可按以下方法进行:

**1** 防腐木产品取样应按现行行业标准《防腐木材及木材防腐剂取样方法》SB/T 10558 的有关规定执行。

当双方对取样方法有约定时,应按与客户协商的取样标准进行。

**2** 含铜、铬、砷样品的湿灰化消解应按现行国家标准《防腐木材化学分析前的预处理方法》GB/T 27652 的有关规定执行,并进行空白样测试。也可采用下列湿灰化方法消解:

1)称取约  $5\text{g}$  粉碎好的样品(精确至  $0.1\text{mg}$ ),置于  $250\text{mL}$  锥形瓶中,加入  $50\text{mL}$  硫酸溶液( $2.5\text{mol/L}$ )和  $10\text{mL}$  过氧化氢溶液( $30\%$ 水溶液),混合均匀,于  $75^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  的水浴中振荡加热  $30\text{min}$ ,用慢速滤纸将溶液过滤至  $250\text{mL}$  锥形瓶中,并用不超过  $100\text{mL}$  的水彻底清洗残渣和滤纸。加热滤液至停止冒泡(即过氧化氢全



部分解),冷却至室温,将滤液转移至 250mL 容量瓶中,加入 25mL 硫酸钠溶液(30g/L),用水定容至刻度,摇匀,用原子荧光光谱仪测定。同时进行空白样测试。

2)称取 1g 经过干燥的木粉样品(精确至 0.1mg)至消解杯,加入 10mL 浓盐酸,消解杯上盖上一个玻璃皿,或者真空回收装置,将样品置于电热板上,在  $95^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  条件下加热、回流 15min,直到消解液体积减少到 5mL 左右。或者在  $95^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  条件下加热 2h,直到消解液不再沸腾,避免将消解液煮干。如果采用微波消解的话,在  $95^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  条件下消解 6min。当溶液不沸腾时开始计时,再保持 10min,以便将消解液中的酸排除干净。冷却后,将消解液转移到 100mL 容量瓶,并用去离子水定容。如果消解液中有颗粒状的不溶物,应通过离心(2000rpm~3000rpm, 10min)或者采用 Whatman No. 41 滤纸或过滤器进行过滤,将其除去,或将定容后的溶液静置一段时间待用。定容后的消解液中大约含有 5% 的硝酸,在分析前根据适当的比例进行稀释,并根据仪器条件,添加相应的试剂如基体改进剂等。同时进行空白样测试。

3)称取约 0.5g 木粉(精确至 0.1mg),置于 250mL 烧杯(或三角瓶)中,用少量水润湿,再加入 5.0mL 浓硫酸,如果待测样品为 CCA(铜铬砷防腐剂)防腐处理材,需另外加入 8mL 30% 的过氧化氢。在  $75^{\circ}\text{C}$  条件下保持 30min,冷却至室温,将消解液移入 200mL 容量瓶,用去离子水定容,并过滤,滤液待用。同时进行空白样测试。

4)称取约 1g 试样(精确至 0.1mg),置于 250mL 烧杯(或三角瓶)中,加入 5 mL 浓硫酸,于加热板上加热至炭化,待冒白烟后,小心滴加硝酸至反应结束,溶液澄清后,冷却,将溶液转移至 100mL 容量瓶中,以水冲洗烧杯 3 次以上,并定容混匀待用。同时进行空白样测试。

3 含铜、铬、砷样品的干法消解时应称取约 1g 试样(精确至

0.1mg),置于 30mL 瓷坩埚中,在电炉上明火加热至炭化变黑,将样品全部转移到马弗炉中, $500^{\circ}\text{C}$  条件下灰化 2h,冷却,先后加入 2mL 浓硫酸和 5mL 浓硝酸,加热溶解灰状物,冷却后,将溶液转移到 100mL 容量瓶中,以水冲洗坩埚 3 次以上,并将冲洗液转移至容量瓶中,定容混匀待用。同时应进行空白样测试。

4 含铜、铬、砷样品的微波消解时应称取约 0.5g 试样(精确至 0.1mg),置于 100mL 微波消解罐中,加入 10mL 硝酸和 4mL 过氧化氢,放置片刻,待剧烈反应完成后,首先在 12min 内升温到  $120^{\circ}\text{C}$ ,保持 12min,再在 6min 内升温到  $180^{\circ}\text{C}$ ,保持 30min,待消解罐冷却后,将消解液转移到 100mL 容量瓶中,以去离子水冲消解罐内壁 3 次以上,并将冲洗液转移至容量瓶中,定容混匀待用。同时进行空白样测试。

5 季铵盐萃取时用植物粉碎机将待测样品粉碎至通过 30 目标准筛之后将木粉在  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  的烘箱中干燥至恒重,称取 1.5g (精确至 0.1mg),置于 30mL 的具塞聚四氟乙烯萃取瓶中,用移液管准确加入 25mL 0.1mol/L 盐酸-乙醇萃取剂。塞紧盖子,放入超声波浴中萃取 3h(超声功率不低于 360W),其间每隔 30min 取出一次萃取瓶,摇匀后重新放入超声波水浴继续萃取。萃取结束后,取出,静置冷却,在测定前要使木粉沉淀下来(必要时可用离心机分离)。

6 唑类化合物的索氏萃取时应准确称取约 2.0g 样品(精确至 0.1mg)到圆底烧瓶,放入几颗玻璃珠。往烧瓶中加入 50mL 甲醇,并安装上水冷冷凝装置,加热圆底烧瓶,自甲醇出现回流开始计时,保持 30min,将萃取液转移到 100mL 容量瓶中。重复上述萃取 2 次,并定容备用。

7 唑类化合物的超声波萃取时应准确称取 0.5g 样品(精确至 0.1mg),全部转移到聚四氟乙烯材质的萃取管中,称量并记录萃取管、样品的质量  $m_1$ 。准确加入 10mL 色谱级甲醇,并将盖旋紧。将萃取管置于已预热至  $55^{\circ}\text{C}$  的超声波萃取仪中,开始萃取计

时,每隔 30min 将萃取管取出,并用力甩动萃取管,共萃取 3h。如果有必要,需要小心地将萃取管的盖子打开,缓慢释放其中的压力,并防止样品流失。萃取结束,将萃取管取出,冷却,并将外壁的水擦拭干净,然后再次称取并记录萃取管、样品和萃取液的质量  $m_2$ 。前后质量差( $m_2 - m_1$ )就是萃取用的甲醇的量。将萃取液用 100mL 的注射器通过 0.45 $\mu$ m 的滤膜过滤。过滤后的溶液转移到 100mL 容量瓶中,往滤液中加入 2mL 的 1000 mg/L 的戊唑醇内标溶液,并定容备用。

8 样品中铜、铬和砷的化学法测定应按现行行业标准《水载型防腐剂和阻燃剂主要成分的测定》SB/T 10404 的有关规定执行。

9 样品中铜、铬和砷的原子吸收光谱法测定应符合下列规定:

1)混合标准工作溶液配置时应分别吸取 0、0.5mL、1.0mL、2.0mL、3.0mL、4.0mL、5.0mL、6.0mL、7.0mL 的混合标准溶液于 100mL 的容量瓶中,用硫酸(0.5mol/L)-硫酸钠(3g/L)溶液定容至刻度线,摇匀。该混合标准工作溶液的浓度水平见表 12。

表 12 混合标准工作溶液浓度水平

| 序号    | 1 | 2   | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|-------|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 铜(Cu) | 0 | 0.5 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 铬(Cr) | 0 | 0.5 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 砷(As) | 0 | 5   | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |

表 12 中可根据试样的元素含量及不同仪器的检测范围适当调整混合标准溶液的浓度水平。

2)测定时应将消解后的样品溶液中待测元素的含量用上述硫酸-硫酸钠溶液稀释到标准工作溶液的浓度范围之内,选择适当的仪器工作条件(见表 13),对上述混合标准工作溶液进行测定,并得出工作曲线,然后分别测定空白试样和样品溶液。

表 13 仪器工作条件

| 项 目         | 工 作 条 件 |       |       |
|-------------|---------|-------|-------|
|             | 铜的测定    | 铬的测定  | 砷的测定  |
| 测定波长(nm)    | 324.8   | 357.9 | 193.7 |
| 通带宽度(nm)    | 0.5     | 0.2   | 0.5   |
| 灯电流(mA)     | 4.0     | 7.0   | 10.0  |
| 火焰类型        | 空气/乙炔   | 空气/乙炔 | 空气/乙炔 |
| 空气流量(L/min) | 13.50   | 11.00 | 13.50 |
| 乙炔流量(L/min) | 2.00    | 3.00  | 2.45  |
| 背景校正        | 氘灯      | 氘灯    | 氘灯    |

实验室可根据仪器型号,选择合适的工作条件。

3)计算时样品中铜(以 CuO 计)、铬(以 CrO<sub>3</sub> 计)和砷(以 As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 计)的含量按下式计算,计算结果应保留 3 位有效数字:

$$w_j = n \times \frac{V_1(c_j - c_0)(100 + h)}{m} \times 10^{-6} \quad (1)$$

式中: $w_j$ ——样品中被测元素浓度(%);

$c_j$ ——样品溶液中被测元素的浓度(mg/L);

$c_0$ ——空白溶液中被测元素的浓度(mg/L);

$V_1$ ——消解溶液定容后的体积(mL);

$h$ ——样品的含水率(%);

$m$ ——样品的质量(g);

$n$ ——计算因子,CuO、CrO<sub>3</sub> 和 As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的计算因子分别是:1.2518、1.9231 和 1.5339。

10 样品中硼的仪器法测定应符合下列规定:

1)称取适量绝干后的待测木粉样品(含硼约 0.01g,精确至 0.1mg)置入 150mL 的锥形瓶中,准确移取 5.0mL 去离子水,加热并煮沸 1min 后冷却至室温,再次加入去离子水稀释至溶液总质量为 100.0g(精确至 0.1mg),定容混匀待用。同时进行空白样消解,作为测试的空白样。



2)或称取 0.5g 绝干后的待测木粉样品(精确至 0.1mg),置入石英消解管内,加入 5mL 浓硝酸,放置过夜以防止消解时产生泡沫过多。将消解仪温度调到 150℃,开始计时并保持 1h;再加入 5mL 硝酸,并将温度升高至 180℃,直至溶液澄清透明。待消解液冷却后,将其转移至 100mL 容量瓶中,用去离子水洗涤消解管数次,洗涤水一并转移至容量瓶中,定容混匀待用。同时进行空白样测试。

3)或者将样品在 70℃ 条件下干燥至恒重,准确称取 2.5g 样品(精确至 0.1mg)和 1.5g 无水碳酸钠与无水氧化钙的混合物至瓷坩埚,并充分混匀。在 550℃ 条件下干法消解 1h,并冷却。将消解后的样品转移到烧杯中,并用少量的 10% 盐酸溶液冲洗瓷坩埚,再用去离子水彻底冲洗干净,并将冲洗液倒入烧杯中;往烧杯中再加入 10mL 浓盐酸,并盖上蒸发皿,防止溶液飞溅。用去离子水冲洗蒸发皿和烧杯的内壁,加入 1mL 酚酞指示剂;往溶液中逐滴加入已冷却的、新配置的 15% 氢氧化钠溶液,充分摇动烧杯,使得溶液混合均匀,直至溶液变为粉红色,此时溶液呈弱碱性。将烧杯中的溶液和沉淀全部转移到 100mL 容量瓶,并定容,过滤溶液待用。

4)样品溶液采用电感耦合等离子发射光谱(ICP-OES)或原子吸收光谱进行测定。

#### 11 样品中硼的化学法——甲亚胺-H 酸法测定:

1)标准溶液配置:应将 0.5715g 分析纯硼酸溶解在 1000mL 的去离子水中,此溶液中硼的浓度为 100mg/L,将此溶液稀释为硼的浓度分别为 2mg/L、4mg/L、6mg/L、8mg/L、10mg/L 的一系列工作溶液。

2)缓冲溶液配置:应将 250g 乙酸铵溶解在 400mL 去离子水中,加入 15g 乙二胺四乙酸二钠(EDTA)和 125mL(131g)冰乙酸,搅拌均匀。该溶液可放冰箱里保存。

3)甲亚胺-H 试剂配置:应将 1.0g 抗坏血酸和 0.45g 甲亚

胺-H 溶解在 100mL 容量瓶中,并用去离子水定容,混合均匀后,放冰箱里储存。

4)标准曲线的绘制:应取 1.0mL 标准溶液到比色皿中,依次加入 1.0mL 的缓冲液和 1.0mL 的甲亚胺-H 试剂,混合均匀,并放置 30min~40min。然后用紫外分光光度计(波长设置为 420nm)测量各标液的吸光度。以去离子水混合缓冲液和甲亚胺-H 试剂作为空白对照。最后以吸光度为 y 轴,硼标准溶液的硼含量为 x 轴,绘制标准曲线。

5)样品的测定方法与硼标准溶液的测定相同,在同样条件下测定吸光度。用湿灰化法得到的样品溶液必须先用稀氨水将其 pH 值调到 5.5~6.0 之间才能用此方法检测。根据所绘制的标准曲线计算出相对应的硼含量。

12 样品中唑类化合物的测定可按现行国家标准《水载型木材防腐剂分析方法》GB/T 23229 的有关规定执行。

13 防腐木材的边材透入度的测定应用空心钻(内径约 5mm)在距样品中央部位的边棱上钻取边材木芯,确定具体位置时应避开节子、开裂和应力木等缺陷,钻取时应垂直边棱,取出木芯。或者在样品长度方向的中间位置截取一段木块,用游标卡尺测量防腐剂的透入深度;水载型木材防腐剂处理的木材,可借助化学显色剂判断防腐木材中防腐剂的边材透入度。

14 含铜木材防腐剂处理材的边材透入度可采用 0.5g 铬天青和 5g 醋酸钠先后溶于 80mL 去离子水中混匀成浓缩液,然后再稀释至 500mL 去离子水溶液作为显色剂储存备用;测定含铜木材防腐剂处理材的透入度,应将显色剂分装于 50mL 滴管玻璃瓶中并顺滴在木芯上,或利用喷雾器将显色剂喷在木芯或者截取的试件端面上,稍等片刻,凡含铜的试样应显现深蓝色。

15 对含砷木材防腐剂处理材可采用三种显色剂配合使用,1 号显色剂为取 3.5g 钼酸铵溶于 90mL 去离子水,再加入 9mL 浓盐酸,即配即用;2 号显色剂为取 1g 茴香胺(邻氨基苯甲醚)溶于

99g 的浓度为 1.7% 的稀盐酸中,并贮存在棕色试剂瓶内,备用,有效期 7d。3 号显色剂为取 30g 氯化亚锡溶于 100mL 的 1:1 的盐酸溶液中(1 份浓盐酸加 1 份水),贮存在棕色瓶内,备用,有效期 7d。

16 测定含砷木材防腐剂处理材的透入度,应将三种显色剂分装于滴管玻璃瓶中,并按 1、2、3 号显色剂的顺序先后点滴或喷在试件的端面或木芯上,约 1min 后,含砷部分的试样应呈蓝绿色,试样不含砷或砷的含量非常低时,应呈橙红色。

17 对含铬木材防腐剂处理材可采用 0.5g 羟基萘磺酸溶于 100mL 的浓度为 1% 的硫酸溶液中备用。测定含铬木材防腐剂处理材的透入度,应将木芯或截取的试件放置在白色滤纸上,用配置好的显色剂试液不断滴在试样上,大约经过 10min 后予以冲洗,然后检测滤纸,呈现紫红色的部分可证明该部分有铬的存在。

18 含硼木材防腐剂处理材的边材透入度可采用 10mL 盐酸与 80mL 乙醇混合,然后用乙醇将其稀释至 100mL,加入 0.25g 姜黄素,再加入 10g 水杨酸,混匀待用后将显色剂直接滴加或喷洒在木芯或者木材的截面上,防腐木材含硼木芯部分显示淡红至亮红色。

19 对含锌木材防腐剂处理材应采用铁氰酸钾、碘化钾和淀粉(可溶)各 1g,分别溶入 100mL 去离子水中备用。其中可溶性淀粉应先用少许水浸湿,然后加水至 100mL,并在烧杯中加热,不断搅拌直到全部溶解。测定时,应将三种溶液各取 10mL 混匀作为显色剂使用(有效期 3d),将显色剂直接滴在木芯或者木材的截面上,含锌部分的木芯应立即呈深蓝色,无锌的木芯部分应保持原色。

20 测定有色的木材防腐油、环烷酸铜等木材防腐剂的边材透入率或透入深度,可直接在木芯上测量,对浅色的环烷酸铜、煤杂酚油等处理防腐木材,可采用含有 5% 的红染料干粉喷刷样品进行显色反应。

21 积分仪测定防腐木材的边材透入率:在样品的横切面上使用积分仪分别测出边材总面积和防腐剂活性成分在边材中的渗透面积,两个面积值的比值即为边材透入率。外露心材透入深度按防腐剂活性成分透入到外露心材中离表面最小的距离计算。

## 8.2 工程验收

8.2.4 本条对工程现场勘查的主要查验项目合格项进行了规定。

3 含水率采用测水仪测量得到。胀缩缝隙为木材的干缩湿胀系数对应的调整值。



S/N:1580177-990



9 158017 799002 >



统一书号: 1580177-990

定 价: 25.00 元