

中国工程建设标准化协会标准

工程竹结构施工及质量验收技术规程

**Technical specification for construction and acceptance of
construction quality of engineered bamboo structure**

（征求意见稿）

主编单位：上海建科集团股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

日 期：2021 年**月**日

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017 年第二批工程建设协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2017]031 号）的要求，编制组经广泛调研，开展专题研究，认真总结工程实践经验，参考国内外相关标准和规范，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 6 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、制作与安装、施工安全、施工质量验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会木材及复合材结构专业委员会归口管理，由上海建科集团股份有限公司负责解释。在执行本规程过程中，如有意见和建议，请寄送解释单位（地址：上海市宛平南路 75 号；邮编：200032；电子邮箱：jgsrd@sribs.com.cn）。

主编单位：上海建科集团股份有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 制作与安装	7
4.1 施工用材.....	7
4.2 构件制作.....	7
4.3 结构安装.....	8
4.4 防火施工.....	13
4.5 防护施工.....	14
4.6 运输、存储与吊装.....	16
5 施工安全	18
6 施工质量验收	19
6.1 一般规定.....	19
6.2 主控项目.....	19
6.3 一般项目.....	21
本规程用词说明	24
引用标准名录	25

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	4
4	Manufacture and installation.....	7
4.1	Materials in Construction.....	7
4.2	Manufacture of members.....	7
4.3	Installation of Structures.....	8
4.4	Fire protection in construction.....	13
4.5	Protection in construction.....	14
4.6	Transportation, storage and hoisting.....	16
5	Safety in construction.....	18
6	Acceptance of construction quality.....	19
6.1	General requirements.....	19
6.2	Dominant items.....	19
6.3	General items.....	21
	Explanation of wording in this specification.....	24
	Lists of quoted standards.....	25

1 总则

1.0.1 为使工程竹结构工程施工技术先进，加强工程质量管理，确保工程质量与施工安全，统一工程竹结构工程施工质量的验收，制定本规程。

[条文说明] 制定本规程的目的是采用先进的施工方法，贯彻《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的相关规定，加强工程竹结构的工程施工质量管理，确保工程竹结构的工程质量。

1.0.2 本规程适用于工程竹结构工程的制作安装施工，以及施工质量的验收。

[条文说明] 本规程的适用范围为新建工程竹结构的工程施工，以及相应的工程施工质量验收。

1.0.3 工程竹结构工程的施工和质量验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

[条文说明] 为保证工程质量，在工程竹结构的施工和质量验收中，除执行本规程的规定外，尚应执行国家现行的有关标准、规范的规定。

本规程是遵照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 对工程质量验收的划分、验收的方法、验收的程序和组织的原则性规定而编制的，因此在执行本规程时应与其配套使用，除此之外还包括《木结构工程施工规范》GB 50772、《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206、《工程竹结构设计规程》T/CECS ****等。

2 术语

2.0.1 层板 lamination

用于制作工程竹构件的工程竹板材，板材可通过二次冷压或热压胶合成一定截面尺寸的构件。

[条文说明] 目前生产技术较成熟、研究数据较充分、力学性能较稳定，适用于建筑结构承重的工程竹板材包括胶合竹（也称竹集成材）和重组竹等。

2.0.2 标识 stamp

表明材料及构配件产地、生产企业、质量等级、规格、执行标准和认证机构等内容的标记图案。

[条文说明] 关于工程竹材料及构配件的标识尚未形成统一规定，有待进一步规范，工程竹材料及构配件的标识宜包括产地、生产企业、工程竹种类、质量等级、规格、执行标准和认证机构等内容。

2.0.3 放样 lofting

根据设计文件要求和相应的标准、规范规定绘制足尺结构构件大样图的过程。

2.0.4 起拱 camber

为减小桁架或梁等受弯构件的视觉挠度，制作时使构件向上拱起。

2.0.5 防护 protection

为保证工程竹结构在规定的设计使用年限内安全、可靠地满足使用功能要求，采取防腐、防虫蛀、防潮通风等措施予以保护。

2.0.6 防腐处理工程竹材 engineered bamboo treated with preservative

经能毒杀霉菌、昆虫及其他侵害生物物质成分的化学药剂处理的工程竹材。

2.0.7 载药量 retention

工程竹构件经防腐剂加压处理后，能长期保持在工程竹材内部的防腐剂量，按每立方米的千克数计算。

2.0.8 透入度 penetration

工程竹构件经防腐剂加压处理后，防腐剂透入工程竹构件的深度或占边材的百分率。

2.0.9 检验批 inspection lot

按同一生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的、由一定数量样本组成的检验体。

2.0.10 进场验收 on-site acceptance

对进入施工现场的材料、构配件和设备等按相关的标准要求进行检查，以对产品质量合格与否做出认定。

2.0.11 交接检验 handover inspection

施工下一工序的承担方与上一工序完成方共同检查已完成工序的施工质量的认定活动。

2.0.12 见证检验 evidential testing

在监理单位或建设单位监督下，由施工单位有关人员现场取样，送至具备相应资质的检测机构所进行的检验。

3 基本规定

3.0.1 工程竹结构工程施工单位应有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，主要专业工种应有操作上岗证。施工现场质量管理可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的有关规定检查记录。

[条文说明] 需要上岗证的主要工种包括放样、木工、焊接等。

3.0.2 当工程竹结构的制作安装和防火、防护施工由两个或两个以上有相应资质的企业进行施工时，应以工程竹结构制作与安装施工企业为主承包企业，并应负责工程的施工安排和质量管理。

[条文说明] 工程竹结构的防火、防护施工可以分包，但其施工安排和质量管理仍应由工程竹结构工程的制作、安装施工单位负责。

3.0.3 工程竹结构工程应按设计文件（含施工图、设计变更文字说明等）施工，设计文件应由有资质的设计单位出具并通过施工图审查部门审查。

[条文说明] 工程施工应贯彻“照图施工”原则，工程竹结构设计文件的出具和审查过程应与木结构、钢结构、混凝土结构等相同。

3.0.4 工程竹结构工程施工前，应由建设单位组织监理、施工和设计单位进行设计文件会审和设计单位作技术交底，结果应记录在案。施工单位应制定完整的施工方案，并应经建设或监理单位审核确认后再进行施工。

[条文说明] 施工前的图纸会审、技术交底应解决施工图中尚未表示清晰的细节及实际施工的困难，并作出相应变更，其记录应作为施工内业资料的一部分。

3.0.5 工程竹结构施工所用材料、构配件等级应符合设计文件的规定，可使用力学性能、防火、防护性能达到或超过设计文件规定等级的相应材料、构配件代替。

作等强（效）换算处理时，应经设计单位复核并签发相应的技术文件认可；不得采用性能低于设计文件规定的材料、构配件代替。

[条文说明] 材料的替换原则。用等强换算方法使用高强度等级的材料替代低强度等级的材料，由于截面减小，可能影响抗火、耐久性能和使用功能，带来安全性问题，故需经设计单位复核同意。

3.0.6 工程竹结构中工程竹材的防护方案应按表3.0.6的规定选择。除允许采用表面涂刷工艺进行防护（包含防火）处理外，其他防护处理均应在工程竹构件制作完成后和安装前进行。已作防护处理的工程竹构件不宜再行锯解、刨削等加工。确需作局部加工处理而导致局部未被浸渍药剂的外露工程竹材，应作妥善修补。

表 3.0.6 工程竹结构使用环境

使用分类	使用条件	应用环境	常用构件
C1	户内，且不接触土壤	在室内干燥环境中使用，能避免气候和水分的影响	梁、柱、楼板等
C2	户内，且不接触土壤	在室内环境中使用，有时受潮湿和水分的影响，但能避免气候的影响	梁、柱、楼板等
C3	户外，但不接触土壤	在室外环境中使用，暴露在各种气候中，包括淋湿，但不长期浸泡在水中	梁、楼板等
C4A	户外，且接触土壤或浸在淡水中	在室外环境中使用，暴露在各种气候中，且与地面接触或长期浸泡在淡水中	柱等

[条文说明] 工程竹结构使用环境分类，依据是现行行业标准《防腐木材的使用分类和要求》LY/T 1636，为选择合适的结构防护方法服务。

- 3.0.7** 除设计文件另有规定外，工程竹结构工程应按下列规定验收外观质量：
- 1 A级，结构构件外露，外观要求很高而需油漆，构件表面孔洞应用相同材料修补，构件表面应用砂纸打磨；
 - 2 B级，结构构件外露，外表要求用机具刨光油漆，表面允许有偶尔的漏刨、细小的缺陷和空隙；
 - 3 C级，结构构件不外露，构件表面无需加工刨光。

[条文说明] 工程竹结构的外观要求参照胶合木结构，分为 A、B、C 级，A 级相

当于室内装饰要求，B级相当于室外装饰要求，C级相当于结构不外露的要求。

3.0.8 工程竹结构工程应按下列规定控制施工质量：

- 1 应有本工程的设计文件；
- 2 工程竹结构工程所用的工程竹材、钢材以及连接件等，应进行进场验收；凡涉及结构安全和使用功能的材料或半成品，应按本规程或相应专业工程质量验收标准的规定进行见证检验，并应在监理工程师或建设单位技术负责人监督下取样、送检；检验批应按材料、工程竹产品和构配件的物理力学性能质量控制和结构构件制作安装质量控制分别划分；
- 3 各工序应按本规程的有关规定控制质量，每道工序完成后，应进行检查；
- 4 相关各专业工种之间，应进行交接检验并形成记录。未经监理工程师和建设单位技术负责人检查认可，不得进行下道工序施工；
- 5 应有工程竹结构工程竣工图及文字资料等竣工文件。

[条文说明] 本条具体规定工程竹结构控制工程施工质量的内容，包括需要按设计图纸施工、进场验收和见证检验、每道工序完成后的自检、各专业工种之间的交接检验、竣工文件等。

3.0.9 当工程竹结构施工需要采用国家现行有关标准尚未列入的新技术（新材料、新结构、新工艺）时，建设单位应征得当地建筑工程质量行政主管部门同意，并应组织专家组，会同设计、监理、施工单位进行论证，同时应确定施工质量验收方法和检验标准，并应依此作为相关工程竹结构工程施工的主控项目。

3.0.10 进口的配件和金属连接件等，应有产地国的产品质量合格证书和产品标识，并应符合合同技术条款的规定。

[条文说明] 工程竹结构的构件目前均在国内生产加工，不涉及进口。国外进口的配件和金属连接件基本是工业化生产的产品，均有产品标识，标明产品的生产厂家、强度等级、认证机构等。

4 制作与安装

4.1 施工用材

4.1.1 工程竹结构所用材料应符合国家现行有关标准的规定。

[条文说明] 工程竹结构所用胶合竹应符合现行国家标准《结构用竹集成材》GB/T ***** (报批中) 的有关规定, 重组竹应符合现行行业标准《结构用重组竹》LY/T 3194的有关规定。

4.1.2 工程竹材料的类别、组坯方式、强度等级、截面尺寸和适用环境, 应符合设计文件的规定, 并应有产品质量合格证书和产品标识。

[条文说明] 工程竹构件的工作性能与工程竹材料类别、组坯方式、强度等级、截面尺寸及设计规定的工作环境直接相关, 因此以上各项应与设计文件相符。进场工程竹构件应有产品质量合格证书和产品标识, 产品标识包括生产厂家、工程竹种类和强度等级等信息。

4.1.3 工程竹应放置在避雨、遮阳且通风、排水良好的场所, 宜采用纵向平行堆垛法存放, 堆垛高度可根据底层板材的承载能力计算确定, 并宜采取防倾覆和防止型材翘曲的措施。

4.1.4 防火和防护施工中所用的防火和防护用材不应危及人畜安全, 且不应污染环境。

4.2 构件制作

4.2.1 工程竹桁架等组合构件制作前应放样, 放样应在平整的工作台面上进行, 应以1:1的足尺比例将构件按设计图标注尺寸绘制在台面上, 对称构件可仅绘制

一半。工作台面应设置在避雨、遮阳的场所内。

4.2.2 除设计文件规定外，工程竹桁架制作时宜按 $l/200$ 起拱， l 为桁架跨度。起拱时应将上弦脊节点上提 $l/200$ ，其他上弦节点中心应落在脊节点和端节点的连线上，且节间水平投影应保持不变。应在保持桁架高度不变的条件下，决定桁架下弦的各节点位置。

[条文说明] 桁架的制作应按跨度的 $l/200$ 起拱，以减少视觉上的下垂感，起拱量为上弦脊节点的提高量，并在保持桁架高度不变的条件下确定下弦节点位置。

4.2.3 工程竹构件应仅作长度方向的切割及两端面和必要的槽口加工。加工完成的构件，保存时端部与切口处均应采取密封措施。

4.3 结构安装

4.3.1 螺栓的材质、规格及在构件上的布置应符合设计文件的规定。

[条文说明] 本条强调按图施工。

4.3.2 构件采用销轴类紧固件连接时宜采用预钻孔，预钻孔宜在工厂完成，钻孔直径和位置应符合设计文件的规定。工程竹构件上预钻孔的直径不应超过销轴类紧固件的直径1mm，金属连接件上预钻孔的直径不应超过销轴类紧固件的直径2mm。

[条文说明] 工程竹材材质较硬，为保证钻孔的质量和精度，建议预钻孔在工厂完成，避免现场因开孔等施工原因造成材料在连接区域开裂，或者开孔尺寸与紧固件不符，影响连接区域的强度和整体性。同时预钻孔直径过大会导致连接部位有过多的初始滑移，影响结构整体刚度和稳定性。本条参考EN 1995-1-1: 2004，Eurocode 5. Design of timber structures-Part 1-1: General-common rules and rules for buildings 中10.4.3条的规定。

4.3.3 采用单排螺栓连接时，各螺栓中心应与构件的轴线一致。

4.3.4 除设计文件规定外，螺栓垫板的厚度不应小于螺栓直径的0.3倍，方形垫板边长或圆垫板直径不应小于螺栓直径的3.5倍，拧紧螺帽后螺杆外露长度不应小于螺栓直径的0.8倍，螺纹保留在构件内的长度不应大于螺栓直径的1.0倍。

4.3.5 工程竹结构的拼装应符合下列规定：

1 工程竹结构的拼装应制订相应的施工方案，大跨工程竹拱、刚架等结构可采用现场高空散装拼装；

2 大跨空间工程竹结构可采用高空散装或地面分块、分条、整体拼装后吊装就位，分块、分条拼装或整体吊装时，应根据不同的边界条件，验算在自重和施工荷载作用下各构件与节点的安全性；

3 构件的工作应力不应超过工程竹材设计强度的1.2倍，超过时应做临时性加固处理。

[条文说明] 地面分块、分条拼装或整体拼装后再吊装就位时，应进行构件和节点的安全性验算，需考虑拼装时的支承情况和吊装时的吊点位置两种情况验算。

工程竹材在施工和维修时的短暂情况下，强度设计值调整系数为1.2，因此最大工作应力不应超过工程竹材设计强度的1.2倍。

4.3.6 工程竹构件在工厂预制完成后宜进行试拼装，各杆件编号后运至现场应重新拼装，也可拼装后运至现场。

4.3.7 桁架、组合截面柱等构件拼装后的几何尺寸偏差不应超过表4.3.7的规定。

表 4.3.7 桁架、组合截面柱等构件拼装后的几何尺寸允许偏差

构件名称	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
组合截面柱	截面高度		-3	量具测量
	截面宽度		-2	
	长度	≤15m	±10	

		>15m	±15	
桁架	矢高	跨度 ≤15m	±10	
		跨度 >15m	±15	
	节间距离	-	±5	
	起拱	正误差	+20	
		负误差	-10	
	跨度	≤15m	±10	
		>15m	±15	

4.3.8 工程竹柱与基础的连接（图4.3.8）应符合下列规定：

- 1 工程竹柱应支承在基础上，基础顶面标高不应低于室外地面标高300mm，虫害地区不应低于450mm；
- 2 柱与基础接触面间应设防潮层，防潮层可选用耐久性满足设计使用年限的防水卷材；
- 3 柱与基础间应牢固连接；
- 4 未经防护处理的工程竹柱不应直接接触或埋入土中、砌入砌体中，或浇筑在混凝土中；
- 5 当柱脚与基础采用金属连接件连接并有雨水侵蚀时，金属连接件不应存水。

[条文说明] 规定柱底距室外地坪的高度，并设置防潮层和不与土壤接触，缓解土壤中的霉菌侵蚀竹材中的纤维素、木质素成分，并且尽量使柱根部处于干燥状态，减少霉菌的繁殖和虫蛀等病害。

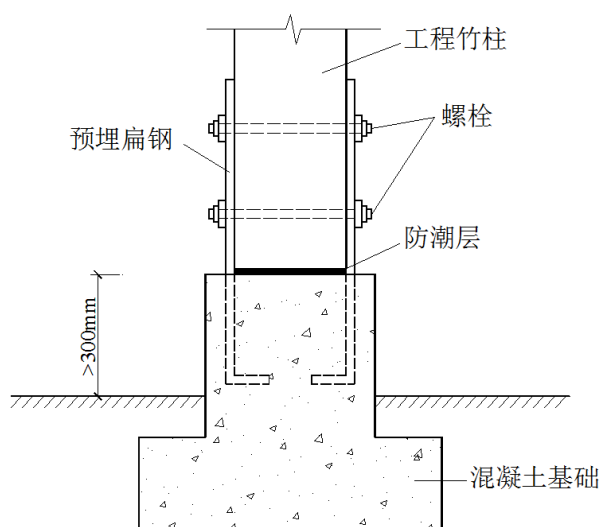


图 4.3.8 柱与基础的连接示意图

4.3.9 工程竹柱安装前应在柱侧面和基础顶面上标出中线，安装时应按中心线对中，柱位偏差不应超过 $\pm 20\text{mm}$ 。安装第一根柱时应至少在两个方向设临时支撑，后安装的柱纵向应用连梁或柱间支撑与首根柱相连，横向应至少在一侧面设斜撑。柱在两个方向的垂直度偏差不应超过柱高的 $1/200$ ，且柱顶位置偏差不应大于 15mm 。

4.3.10 工程竹梁安装位置应符合设计文件的规定，支承长度除应符合设计文件的规定外，尚不应小于梁宽和 120mm 中的较大者，偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$ ；梁的间距偏差不应超过 $\pm 6\text{mm}$ ，水平度偏差不应大于跨度的 $1/200$ ，梁顶标高偏差不应超过 $\pm 5\text{mm}$ ，不应在梁底切口调整标高（图4.3.10）。

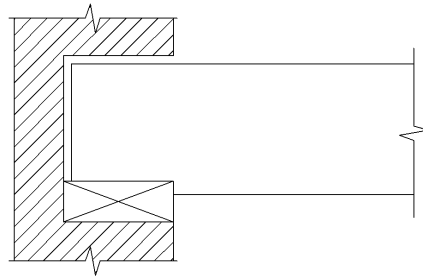


图 4.3.10 梁底切口

4.3.11 工程竹梁搁置在砖墙或混凝土构件上时，接触面间应设防潮层，梁伸入墙体时四周应留有宽度不小于 30mm 的间隙，并应与大气相通（图4.3.11）。

[条文说明] 工程竹梁搁置在砖墙或混凝土构件上时，要求梁支座四周留有间隙用于通风，使构件能处于干燥的环境中，这一点对于防腐防虫非常重要。

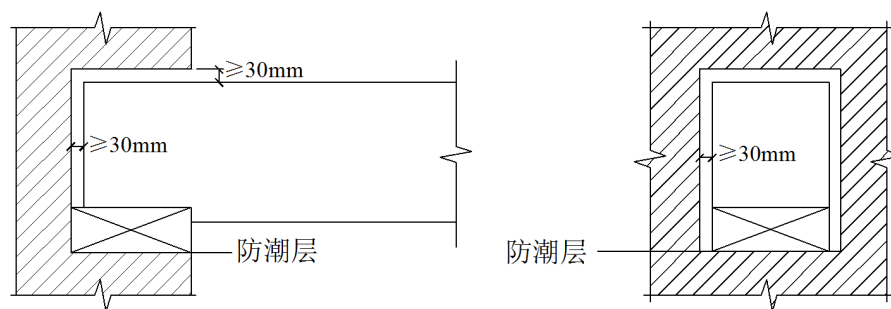


图 4.3.11 工程竹梁伸入墙体时留间隙

4.3.12 管线穿越工程竹构件时，开孔洞应在防护处理前完成；防护处理后必需开孔洞时，开孔洞后应用喷涂法补作防护处理，且应立即用防水材料密封。

4.3.13 以承受均布荷载为主的简支梁，开水平孔的位置应符合图4.3.13所示，孔径不应大于梁高的1/10或一层层板的厚度，孔径间距不应小于600mm。管线与孔壁间应留有一定的间隙。在梁的其他区域开孔或孔间距小于600mm时，应由设计单位验算同意后再施工。

[条文说明] 避免切口或开水平孔减少梁的有效面积并引起应力集中，需要对开孔的数量和位置进行限制。在均布荷载作用下，图4.3.13中的竖线和斜线区域的弯曲应力和剪应力小于设计应力的50%时允许开设水平孔，这些孔洞主要是用于管网穿越，并非用于悬吊重物。

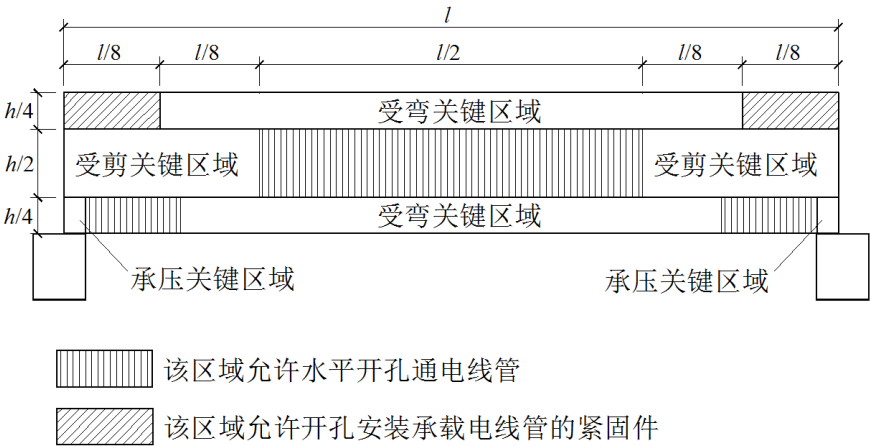


图 4.3.13 承受均布荷载的简支梁允许开孔区域

4.3.14 以承受均布荷载为主的简支梁，可在距梁支座1/8 跨度范围内钻直径不大于25mm的贯通梁截面高度的竖向小孔，但孔边距不应小于孔径的3倍。

[条文说明] 对于承受均布荷载为主的简支梁，在距支座1/8跨度范围内，弯曲应力不会超过设计应力的50%，当这个梁区段抗剪承载力有一定富余，可开竖向小孔用于管网穿越。

4.3.15 除设计文件规定外，在梁的跨中部位或受拉杆件上不应开水平孔悬吊重物，可在图4.3.13所示允许水平开孔的区域内开水平孔悬吊轻质物体。

4.4 防火施工

4.4.1 工程竹结构防火工程应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016和现行团体标准《工程竹结构设计规程》T/CECS ****的有关规定。

[条文说明] 工程竹结构的防火施工，一方面要达到设计文件规定的燃烧性能和耐火极限，另一方面需有必要的防火构造措施，本节对这两方面的施工要求做了必要的规定。

4.4.2 防火材料或阻燃剂应按说明书验收，包装、运输应符合药剂说明书规定，应储存在封闭的仓库内，并应与其他材料隔离。

4.4.3 工程竹构件采用加压浸渍阻燃处理时，应由专业单位施工，进场时应有经阻燃处理的相应的标识。验收时应检查构件燃烧性能是否满足设计文件规定的证明文件。

[条文说明] 当需要作改善工程竹构件燃烧性能的防火措施时，应采用加压浸渍阻燃处理；一般的施工现场没有加压浸渍阻燃处理的施工条件和设备，应由专业单位完成，以确保阻燃处理的质量。

4.4.4 工程竹构件防火涂层施工可在结构工程安装完成后进行，并应符合设计文件的规定；构件表面应清洁且无油性物质污染；构件表面喷涂层应均匀且不应有遗漏，干厚度应符合设计文件的规定。

4.4.5 防火墙和烟道、烟囱的设置和构造应符合下列规定：

- 1 防火墙设置和构造应按设计文件的规定施工；

2 砖砌防火墙厚度和烟道、烟囱壁厚度不应小于 240mm，金属烟囱应采用厚度不小于 70mm 的矿棉保护层或耐火极限不低于 1.00h 的防火板覆盖；

3 烟囱与工程竹构件间的净距不应小于 120mm，且应有良好的通风条件；

4 烟囱出楼屋面时，间隙应采用不燃材料封闭。

4.4.6 墙体、楼、屋盖空腔内填充的保温、隔热、吸声等材料的燃烧性能，不应低于难燃性 B₁ 级。

4.4.7 防火隔断的设置应符合下列规定：

1 楼盖、楼梯、顶棚以及墙体内最小边长超过25mm的空腔，贯通的竖向高度超过3m，或贯通的水平长度超过20m时，应设置防火隔断；

2 天花板、屋顶空间，以及未占用的阁楼空间所形成的隐蔽空间面积超过 300m²，或长边长度超过20m时，应设置防火隔断，并应分隔成面积不超过300m²且长边长度不超过20m的隐蔽空间。

4.4.8 埋设或穿越工程竹构件的各类管道敷设的施工应符合下列规定：

1 管道外壁温度达到 120℃及以上时，管道和管道的包覆材料及施工时的胶粘剂等，应采用检验合格的不燃材料。

2 管道外壁温度在 120℃以下时，管道和管道的包覆材料等应采用检验合格的难燃性不低于 B₁ 的材料。

4.4.9 隔墙、隔板、楼板上的孔洞缝隙及管道、电缆穿越处需封堵时，应根据所在位置构件的面积按要求选择相应的防火封堵材料，并应填塞密实。

4.4.10 工程竹结构房屋室内装饰、电器设备的安装等工程，应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

4.5 防护施工

4.5.1 工程竹结构防护工程应按设计文件规定的防护（防腐、防虫害）要求，并按本规程第 3.0.6 条规定的不同使用环境和工程所在地的虫害等实际情况，根据下列要求选用化学防腐剂及防腐处理工程竹材：

- 1 在建筑物预定的使用期限内，工程竹材防腐和防虫性能应稳定持久。
- 2 防腐剂不应与金属连接件起化学反应，工程竹材经处理后不应增加吸湿性。

[条文说明] 工程竹结构工程的防护包括防腐和防虫两个方面，这两方面的工作由工程所在地的环境条件和虫害情况决定，可单独处理或同时处理。

4.5.2 防腐剂应按说明书验收，包装、运输应符合药剂说明书的规定，应储存在封闭的仓库内并与其他材料隔离。

4.5.3 用于室外环境或潮湿环境中时，重组竹构件可采用表面涂刷防护处理，胶合竹构件应采用加压浸渍防护处理。

[条文说明] 重组竹因密实度和浸胶量大，通常情况下防腐性能可达耐腐或强耐腐等级，用于室外环境或潮湿环境中时建议进行表面涂刷防护处理。而胶合竹中竹纤维与胶黏剂的粘结面积较小，胶合竹素板对霉菌的抵抗能力较差，用于室外环境或潮湿环境中时，需要进行加压浸渍防护处理。

4.5.4 胶合后进行防腐处理的构件，处理后不宜再进行切割。当必须作局部修整时，切割面、孔眼及吊装运输过程中的表面损伤处，应用同品牌的药剂采用喷涂法或涂刷法修补。

[条文说明] 规定了工程竹构件防护处理和加工制作的顺序。胶合竹构件进行加压防腐处理时，处理方法根据采用药剂的不同，分为先胶合后处理构件和先处理竹条后胶合构件两种。当使用水溶性防腐剂时，不应采用先胶合后处理的方式。但无论采用何种处理方法，防护处理后的构件不宜再进行切割、打孔等加工，以

保持防护效果。

4.5.5 胶合竹构件在各类条件下应达到的防护剂透入度及载药量,以及重组竹构件在各类条件下应达到的防护剂载药量,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。

4.5.6 工程竹结构中外露钢构件及未作镀锌处理的金属连接件,应按设计文件的规定作防护处理。钢材除锈等级不应低于 St3,涂层应均匀,干膜厚度应符合设计文件的规定。

4.6 运输、存储与吊装

4.6.1 构件水平运输时,工字形、箱形截面梁可分层分隔堆放,但上、下分隔层垫块竖向应对齐,悬臂长度不宜超过构件长度的1/4。

[条文说明] 实腹和空腹梁等构件在运输中悬臂长度不能过长,避免负弯矩过大导致损坏。

4.6.2 桁架整体水平运输时,宜竖向放置,支承点应设在桁架两端节点支座处,下弦杆的其他位置不应有支承物;应根据桁架的跨度大小设置若干对斜撑,且至少在上弦中央节点处的两侧应设置斜撑,并应与车厢牢固连接。数榀桁架并排竖向放置运输时,还应在上弦节点处用绳索将各桁架彼此系牢。

[条文说明] 桁架等平面构件整体水平运输时不宜平卧叠放在车辆上,以免装卸和运输过程中因颠簸导致平面外受弯损坏。

4.6.3 工程竹构件应存放在通风良好的仓库或避雨、通风良好的有顶场所内,应分层分隔堆放,各层垫条厚度应相同,上、下各层垫条应在同一垂线上。桁架宜竖向站立放置,临时支承点应设在下弦端节点处,并应在上弦节点处设斜支撑防止侧倾。

4.6.4 构件吊装时，除柱可仅设一个吊点外，其他构件吊装吊点均不宜少于2个，吊索与水平线夹角不宜小于 60° ，捆绑吊点处应设垫板。

[条文说明] 过小的水平夹角会明显增大桁架平面内的水平作用力而导致平面外失稳。

4.6.5 构件、节点、接头及吊具自身的安全性，应根据吊点位置、吊索夹角和被吊构件的自重等进行验算，工程竹构件吊装时的工作应力不应超过材料设计强度的1.2倍，安全性不足时应做临时加固。桁架吊装时除应进行安全性验算外，尚应根据桁架类型作临时加固，临时加固方案可根据现行国家标准《木结构工程施工规范》GB 50772选用。

[条文说明] 桁架吊装时有可能发生拉压杆变化的情况，此时应采取临时加固措施，如增设反向的斜腹杆等。

5 施工安全

5.0.1 工程竹结构施工现场应按现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720的有关规定配置灭火器和消防器材，并应设专人负责现场消防安全。

5.0.2 工程竹结构工程施工机具应选用国家定型产品，并应具有安全和合格证书。使用过程中可能涉及人身安全的施工机具，均应经安全生产主管部门的审批后再使用。

5.0.3 固定式电锯、电刨、起重机械等应有安全防护装置和操作规程，并应经专门培训合格，且持有上岗证的人员操作。

[条文说明 5.0.2~5.0.3] 主要强调施工机具的安全和防护措施，避免加工机具对操作人员造成伤害。

5.0.4 施工现场堆放的工程竹相关制品应远离火源，存放地点应在火源的上风向。可燃、易燃和有害药剂的运输、存储和使用应制定安全操作规程，并按安全操作规程规定的程序操作。

5.0.5 工程竹结构工程施工现场严禁明火操作，当必须现场施焊等操作时，应做好相应的保护并由专人负责，施焊完毕后 30min 内现场应有人员看管。

[条文说明 5.0.4~5.0.5] 由于工程竹材为可燃或难燃材料，因此对施工现场的防火安全需格外重视。

5.0.6 工程竹结构施工现场的供配电、吊装、高空作业等涉及生产安全的环节，均应制定安全操作规程，并按安全操作规程规定的程序操作。

6 施工质量验收

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于主要承重构件由工程竹制作和安装的工程竹结构工程施工质量验收。

[条文说明] 规定了本章的适用范围。

6.1.2 材料、构配件的质量控制应以一幢工程竹结构房屋为一个检验批，构件制作安装质量控制应以整幢房屋的一个楼层或结构缝间的一个楼层为一个检验批。

[条文说明] 规定了检验批的划分方法，材料和构配件的物理力学性能质量控制应以一幢建筑为一个检验批，构件制作安装质量控制应以整幢房屋的一楼层或结构缝间的一楼层为一个检验批。

6.2 主控项目

6.2.1 工程竹结构的结构形式、结构布置和构件截面尺寸，应符合设计文件的规定。

检查数量：检验批全数。

检验方法：实物与设计文件对照、丈量。

[条文说明] 强调结构形式、结构布置和构件截面尺寸与设计文件的一致性。

6.2.2 结构用工程竹的类别、强度等级、层板胶合方式，应符合设计文件的规定，并应有产品质量合格证书和产品标识。

检查数量：检验批全数。

检验方法：实物与证明文件对照。

6.2.3 工程竹受弯构件应作荷载效应标准组合下的抗弯性能见证检验。在检验荷

载作用下胶缝不应开裂，跨中挠度的平均值不应大于理论计算值的1.13倍，最大挠度不应大于表6.2.3的规定。

检查数量：同一检验批的同类型构件随机抽取3根。

检验方法：参照现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206的有关规定进行。

表 6.2.3 荷载效应标准组合下受弯构件的挠度限值

项次	构件类别		挠度限值[ω]	
1	檩条	$l \leq 3.3\text{m}$	$l/200$	
		$l > 3.3\text{m}$	$l/250$	
2	椽条		$l/150$	
3	吊顶中的受弯构件		$l/250$	
4	楼面梁和格栅		$l/250$	
5	屋面梁或桁架	工业建筑		$l/120$
		民用建筑	无粉刷吊顶	$l/180$
			有粉刷吊顶	$l/240$

注：表中 l 为受弯构件的计算跨度。

[条文说明] 本条规定对进场工程竹构件进行荷载效应标准组合作用下的抗弯性能检验，以验证构件的胶合质量和弹性模量。挠度的理论计算值是指按该构件的材料强度等级规定的弹性模量和加载方式算得的挠度。基于弹性模量正态分布的假定，且其变异系数取为 0.1，构件的检验数量为 3 根，按数理统计理论，在 95% 的保证率下，弹性模量的平均值推定上限为实测平均值的 1.13 倍，故要求挠度的平均值不大于理论计算值的 1.13 倍。

6.2.4 螺栓连接节点的连接件规格、数量应符合设计文件的规定。

检查数量：检验批全数。

检验方法：目测、丈量。

6.2.5 承重钢构件和连接所用钢材应有产品质量合格证书和化学成分的合格证书。进场钢材应见证检验抗拉屈服强度、极限强度和延伸率应满足设计文件规定的相应等级钢材的材质标准指标，且不应低于现行国家标准《碳素结构钢》GB

700有关Q235及以上等级钢材的规定。-30℃以下使用的钢材不宜低于Q235D或相应屈服强度钢材D等级的冲击韧性规定。

检查数量：每检验批每一钢种随机抽取两件。

检验方法：取样方法、试样制备及拉伸试验方法应分别符合现行国家标准《钢材力学及工艺性能试验取样规定》GB 2975、《金属拉伸试验方法》GB 6397和《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228的有关规定。

6.2.6 焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB 5117和《低合金钢焊条》GB 5118的有关规定，型号应与所用钢材匹配，并应有产品质量合格证书。

检查数量：检验批全数

检验方法：实物与产品质量合格证书对照检查。

6.2.7 螺栓、螺帽应有产品质量合格证书，性能应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB 5782和《六角头螺栓-C级》GB 5780的有关规定。

检查数量：检验批全数

检验方法：实物与产品质量合格证书对照检查。

[条文说明 6.2.5~6.2.7] 对承重钢构件和连接所用钢材、焊条、螺栓、螺帽性能的检验做出规定，除应提供产品的质量合格证书外，性能应符合相关的国家现行标准。

6.3 一般项目

6.3.1 工程竹结构的构造及外观应符合下列要求：

- 1 胶合竹层板中用于纵向接长的竹条，接长方向相邻竹条接头之间距离应大于30倍竹条厚度；胶合竹构件中同一截面上，竹条的横拼接头应至少相隔2层竹条；胶合竹构件同一截面上板材接头数目不应多于板材层数的1/4；
- 2 重组竹梁在同一跨内沿长度方向应一次热压成型；
- 3 工程竹结构的外观质量应符合本规程第3.0.7条的规定。

检查数量：检验批全数。

检验方法：量器、目测。

6.3.2 工程竹构件的制作允许偏差应符合表6.3.2的规定。

表 6.3.2 工程竹结构桁架、梁、柱的制作允许偏差

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	构件截面尺寸	构件截面高度、宽度	-3	钢尺量
		板材厚度、宽度	-2	
2	构件长度	长度不大于 15m	±10	钢尺量桁架支座节点中心间距，梁、柱全长
		长度大于 15m	±15	
3	桁架高度	长度不大于 15m	±10	钢尺量脊节点中心与下弦中心距离
		长度大于 15m	±15	
4	受压或压弯构件纵向弯曲		$L/500$	拉线钢尺量
5	弦杆节点间距		±5	钢尺量
6	支座节点受剪面	长度	-10	钢尺量
		宽度	-3	
7	螺栓中心间距	进孔处	±0.2d	钢尺量
		出孔处	±0.5d 且不大于 4B/100	
8	桁架起拱		+20	以两支座节点下弦中心线为准，拉一水平线，用钢尺量
			-10	两跨中下弦中心线与拉线之间的距离

注：表中 L 为构件长度； d 为螺栓直径； B 为构件螺栓穿过方向的总厚度。

检查数量：检验批全数。

检验方法：表6.3.2，同时检查交接检验报告。

6.3.3 工程竹结构的安装允许偏差应符合表6.3.3的规定。

表 6.3.3 工程竹结构桁架、梁、柱的安装允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	结构中心线的间距	±20	钢尺量
2	垂直度	$H/200$ 且不大于 15	吊线钢尺量
3	受压或压弯构件纵向弯曲	$L/300$	吊（拉）线钢尺量

4	支座轴线对支承面中心位移	10	钢尺量
5	支座标高	±5	水准仪

注：表中 H 为桁架或柱的高度； L 为构件长度。

检查数量：过程控制检验批全数，分项验收抽取总数10%复检。

检验方法：表6.3.3。

6.3.4 螺栓连接的螺栓数目、排列方式、间距、边距和端距除应符合设计文件的规定外，尚应符合本规程第4.3.2和4.3.4条的规定。

检查数量：检验批全数。

检验方法：目测、丈量。

6.3.5 承重钢构件和连接件中，焊缝的焊脚高度不应小于设计文件的规定，除设计文件另有规定外，焊缝质量不应低于三级，-30℃以下工作的受拉构件焊缝质量不应低于二级。

检查数量：检验批全部受力焊缝。

检验方法：按现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规范》JGJ 81的有关规定检查，并检查交接检验报告。

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

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 标准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

1. 《建筑设计防火规范》 GB 50016
2. 《木结构工程施工质量验收规范》 GB 50206
3. 《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
4. 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
5. 《建设工程施工现场消防安全技术规范》 GB 50720
6. 《木结构工程施工规范》 GB 50772
7. 《金属材料室温拉伸试验方法》 GB/T 228
8. 《碳素结构钢》 GB 700
9. 《钢材力学及工艺性能试验取样规定》 GB 2975
10. 《碳钢焊条》 GB 5117
11. 《低合金钢焊条》 GB 5118
12. 《六角头螺栓-C 级》 GB 5780
13. 《六角头螺栓》 GB 5782
14. 《金属拉伸试验方法》 GB 6397
15. 《结构用竹集成材》 GB/T ****（报批中）
16. 《建筑钢结构焊接技术规范》 JGJ 81
17. 《防腐木材的使用分类和要求》 LY/T 1636
18. 《结构用重组竹》 LY/T 3194
19. 《工程竹结构设计规程》 T/CECS ****