



CECS XXX:2013

---

中国工程建设协会标准

# 竹结构建筑技术规程

**Technical Specification for Bamboo-Frame Constructions**

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

# 竹结构建筑技术规程

**Technical Specification for Bamboo-Frame Constructions**

CECS XXX:2013

主编单位：住房和城乡建设部住宅产业化促进中心  
成都市无比节能科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX年XX月XX日

中国计划出版社  
2013 北京

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2013 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2013]104 号）的要求，规程编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要内容包括总则，术语与符号，材料，竹结构的模数化和工厂化，结构设计基本规定，荷载、作用效应计算，水平荷载、作用下的设计，竖向荷载作用下的设计，竹混和结构，地基和基础，连接计算，构造规定，防火设计，保温、节能和通风空调设计，竹结构耐久性设计，隔声设计，施工质量验收共 17 章。

本规程由中国工程建设标准化协会管理，由住房和城乡建设部住宅产业化促进中心（地址：北京海淀区三里河路 9 号，邮政编码：100835）和成都市无比节能科技有限公司（地址：成都市青羊区金福路龙湖 B-3-902 号，邮政编码：610091，网址：[WWW.FQ7799.COM](http://WWW.FQ7799.COM)）负责解释。

在使用过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和资料径寄解释单位。

---

**主编单位：**住房和城乡建设部住宅产业化促进中心  
成都市无比节能科技有限公司

**参编单位：**西南交通大学

同济大学

重庆美德实业集团公司

秦皇岛启鸣建筑材料研发有限公司

**主要起草人：**梁小青 田灵江 尹伯悦 李登满

潘毅 钟亮 李辰 李泓陶

刘琴 李桂华 严加宝

**主要审查人：**

## 目 次

1	总 则 .....	5
2	术语与符号 .....	2
	2.1 术 语 .....	2
	2.2 符 号 .....	3
3	材 料 .....	5
	3.1 结构和构件材料 .....	5
	3.2 防火和节能材料 .....	8
	3.3 耐久性 .....	9
	3.4 隔声 .....	10
4	竹结构与水、电、暖的配合 .....	11
5	结构设计基本规定 .....	14
	5.1 一般规定 .....	13
	5.2 构造设计原则 .....	15
	5.3 平面布置和结构体系 .....	16
	5.4 设计允许值 .....	16
6	荷载、作用效应计算 .....	19
	6.1 一般规定 .....	19
	6.2 荷载计算 .....	19
	6.3 水平力分配及剪力墙刚度计算 .....	20
	6.4 地震作用和结构抗震计算 .....	20
7	水平荷载作用下的设计 .....	24
	7.1 一般规定 .....	24
	7.2 楼、屋盖工程设计 .....	24
	7.3 剪力墙设计 .....	26
8	竖向荷载作用下的设计 .....	28

---

8.1	一般规定	28
8.2	楼、屋盖工程设计	28
8.3	墙体设计	30
9	地基和基础	31
9.1	一般规定	31
9.2	地基基础	31
9.3	基础与竹结构连接	33
10	连接计算	34
10.1	一般规定	34
10.2	螺栓连接和钉连接	35
11	构造规定	39
11.1	一般规定	39
11.2	剪力墙和楼面屋面的一般要求	40
11.3	剪力墙构造规定	43
11.4	楼盖构造规定	45
11.5	屋盖构造规定	46
12	防火设计	49
12.1	基本设计原则	48
12.2	防火间距	48
12.3	防火构造	49
12.4	设备防火设计	56
12.5	消防设施	58
13	保温、节能和通风空调设计	580
13.1	一般规定	58
13.2	热环境建筑节能设计指标	58
13.3	建筑和建筑热工设计	59
13.4	采暖、通风和空气调节设计	60
13.5	电气和智能设计	60
14	竹结构耐久性设计	62

---

14.1	一般规定 .....	62
14.2	防水、防干裂 .....	62
14.3	防虫 .....	64
15	隔声设计 .....	65
15.1	允许最大声级 .....	65
15.2	隔声标准 .....	65
15.3	隔声措施 .....	66
16	施工质量验收 .....	69
16.1	一般规定 .....	67
16.2	楼盖、屋盖和墙体施工 .....	68
16.3	验收项目 .....	69
	本规程用词用语说明 .....	75

# 1 总 则

**1.0.1** 为在竹结构建筑设计中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、确保质量，体现低碳节能、绿色环保、生态健康，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于建筑工程中住宅、旅馆、餐厅、办公楼等丙类抗震设防类的竹结构建筑设计。适用于 4 层以下建筑。

**1.0.3** 竹结构建筑宜在正常温度和湿度环境下的房屋结构中使用。未经防火处理的竹结构建筑不应用于极易引起火灾的建筑中；未经防潮、防腐处理的竹结构建筑不应用于经常受潮且不易通风的场所。

**1.0.4** 竹结构建筑的设计，除应遵守本规程外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

## 2 术语与符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 竹结构建筑 bamboo structure building

以圆竹为承重构件为主制作的结构建筑。

#### 2.1.2 单片柱 lattice columns

两根圆竹柱通过若干组方木块连接而成的格构柱，墙体中按一定间隔布置，为房屋的竖向承重骨架构件。

#### 2.1.3 导轨 rail

一种C型薄壁槽钢，单片柱的两端嵌入其中，导轨的翼缘用自攻螺钉与单片柱连接。其作用类似于轻型木结构的底梁板或顶梁板。

#### 2.1.4 上导轨 the top rail

C型槽钢开口向下的导轨。连接于单片柱的顶端，位于墙体顶部。

#### 2.1.5 下导轨 the bottom rail

C型槽钢开口向上的导轨。连接于单片柱的底端，位于墙体底部。底层的下导轨与基础用预埋螺栓和膨胀螺栓相连。

#### 2.1.6 X型钢带 X-shaped steel band

厚度较薄的钢带，其两端与上、下导轨相连，与水平面成夹角，交叉布置，是抗侧力的重要构件。

### 2.1.7 腹板 skin diaphragms

铺设在单片柱外表面并和单片柱用自攻螺钉连接的竹胶合板或人造板。

### 2.1.8 木斜撑 timber brace

布置在墙体內的剪刀撑或人字撑。

### 2.1.9 木横撑 timber lateral brace

水平布置在墙体內或内墙外侧的长条形木块，可作为单片柱的侧向支撑并提高其稳定性。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 作用和作用效应

$N$  ——轴向力设计值或 X 型钢带的拉力设计值；

$M$  ——弯矩设计值；

$V$  ——剪力设计值；

$S_E$  ——地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值；

$\theta$  ——房屋结构的层间位移角；

$\Delta u$  ——楼层层间位移。

### 2.2.2 材料性能或结构的设计指标

$E$  ——圆竹的弹性模量；

$f_v^b$ 、 $f_c^b$  ——自攻螺钉的抗剪和承压强度设计值；

$f_t^b$  ——预埋螺栓的抗拉强度设计值；

$f_t^z$ 、 $f_c^z$  ——圆竹的抗拉强度设计值和抗压强度设计值；

$f_c$  ——圆竹的承压强度设计值；

$K$  ——结构的侧向刚度；

$[\omega]$  ——楼面梁的挠度限值。

### 2.2.3 几何参数

$A$  ——构件的截面面积；

$A_e$  ——预埋螺栓的有效截面面积；

$A_n$  ——构件的净截面面积；

$d$  ——自攻螺钉或螺栓的直径；

$D_1$  ——圆竹的外直径；

$D_2$  ——圆竹的内直径；

$l_0$  ——构件的计算长度；

$i$  ——圆竹截面的回转半径；

$I$  ——构件截面的惯性矩；

$W$  ——构件的截面抵抗矩；

$\lambda$  ——构件的长细比；

$\alpha$  ——X型钢带与水平面的夹角。

### 2.2.4 计算系数及其他

$\varphi_c$  ——考虑侧向支撑的折减系数；

$k_v$  ——自攻螺钉与圆竹连接强度系数；

$\varphi$  ——轴心受压构件稳定性系数。

## 3 材 料

### 3.1 结构和构件材料

**3.1.1** 竹结构建筑的墙体及梁应采用竹材。结构宜采用楠竹，并应遵守下列规定：

1 竹结构建筑主要的承重构件（如单片柱），应采用竖直平顺、无弯曲翘曲、无开裂腐朽和无其他缺陷（如表面虫蛀和虫眼）的圆竹；

2 圆竹的截面大小宜均匀一致，不应相差过大；

3 竹结构建筑主要的承重构件，应选用小头直径 60mm 以上、竹壳厚度 5mm 以上的圆竹，竹龄不得小于 4 年，并经过化学或物理防腐，自然晾干；

4 圆竹的含水率不宜大于 12%，与当地气候带含水率规定不超过+3%。

**3.1.2** 竹结构建筑的跨度较大的梁，应采用竹组合梁、木梁或钢梁；单片柱的连接件应采用竹胶合板或木材，并应遵守下列规定：

1 木材宜采用细密、直纹、无节和无其他缺陷的耐腐木材；

2 用于楼面梁、门窗洞口等部位的承重结构的木材，应符合《木结构设计规范》GB 50005—2003 的有关规定。

**3.1.3** 竹结构建筑的导轨、自攻螺钉、X型钢带、钢连接件、条形基础中的钢筋和螺栓等应符合现行国家标准有关规定。并应符合下列要求：

1 钢材应采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700、《低合金高强度结构钢》GB/T1591 规定的 Q235 钢材、Q345 钢材。当有可靠依据时，可以采用其他牌号的钢材；

2 用于承重结构的钢带或钢板的镀层标准应符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T14978 的规定；

3 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T5780 的规定，其机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能、螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.1 的规定，自攻、自钻螺钉应符合现行国家标准《自钻自攻螺钉》GB/T15856.1~4 或者《自攻螺钉》GB/T5282~5285 的规定，射钉应符合现行国家标准《射钉》GB/T18981-2008 的规定。

**3.1.4** 外墙采用 A 级防火，分户墙、房间隔墙和外墙内侧的墙面板一般采用纸面石膏板或其它环保型人造板，并符合相关防火规定。纸面石膏板应根据墙体的性能要求分为普通型、防火型及防潮型三种。

纸面石膏板的主要技术性能指标应以供货商提供的产品出厂合格证所标注的性能指标为依据，应符合现行国家标准《纸面石膏板》GB/T 9775 的要求，其主要技术性能应符合表 3.1.4

的规定。

表 3.1.4 纸面石膏板产品质量标准

板材厚度 (mm)	纵向断裂荷载 (N)	横向断裂荷载 (N)	遇火物理性能 (稳定时间)
9.5	360	140	≥20min 适用于防火型纸面石膏板
12	500	180	
15	650	220	
18	800	270	
21	950	320	
25	1100	370	

**3.1.5** 外墙外侧墙面材料一般选用防潮型纸面石膏板。防潮型纸面石膏板厚度不应小于 9.5mm。

**3.1.6** 防护材料应符合下列规定：

**1** 密封剂和密封条是墙体与主体结构连接缝的密封材料密封剂应无味、无毒、无有害物质。密封条的厚度应为 4~20mm；

**2** 塑胶薄膜是用于外墙隔汽和窗台、门槛及底层地面防渗、防潮材料，宜选用不小于 0.2mm 厚的耐用型塑胶薄膜；

**3** 挡风材料宜选用挡风防潮纸、纤维布、防潮石膏板或其他具有挡风防潮功能的材料；

**4** 墙面板连接缝的密封材料及钉头覆盖材料宜选用石膏粉密封膏或弹性密封膏；

5 面板连接缝的密封材料宜选用能透气的弹性纸带、玻璃棉条和纤维布。弹性纸带的厚度为 0.2mm，宽度为 50mm；

6 防腐剂应无毒、无味、无有害成分；

7 竹结构建筑墙体外墙高温侧应设隔汽层，以防止蒸汽渗透，在墙体内部产生凝结，使保温材料或墙体受潮。

**3.1.7** 结构板材（如腹板、楼面板等）可采用竹胶合板或其它天然板材，性能应符合现行国家标准《胶合板、普通胶合板通用技术条件》和《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》GB18580—2001 的规定和设计要求。

**3.1.8** 围护材料应符合国家现行有关标准或行业标准规定的耐久性、适用性、防火性、气密性、水密性、隔音和隔热性能要求。

## 3.2 防火和节能材料

**3.2.1** 竹结构建筑墙体所采用的各种防火材料应为国家认可检测机构检验合格的产品。竹结构建筑采用的建筑材料，其燃烧性能的技术指标应符合《建筑材料难燃性试验方法》GB 8625 的规定。

**3.2.2** 竹结构建筑墙体的墙面材料宜采用纸面石膏板，如采用其他材料，其燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料燃烧性能分级方法》GB 8624 关于 A 级材料的要求。四级耐火等级建筑物的墙面材料的燃烧性能可为 B<sub>1</sub> 级。

**3.2.3** 竹结构建筑墙体填充材料的燃烧性能应为 A 级。

**3.2.4** 管道及包覆材料或内衬：

1 管道内的流体能够造成管道外壁温度达到 120℃ 及其以上时，管道及其包覆材料或内衬以及施工时使用的胶黏剂必须是不燃材料；

2 外壁温度低于 120℃ 的管道及其包覆材料或内衬，其防火性能应不低于难燃性 B<sub>1</sub> 级。

**3.2.5** 竹结构建筑墙体保温隔热材料宜采用岩棉、矿棉和玻璃棉。

1 用岩棉、矿棉、玻璃棉做墙体内部保温隔热材料，宜采用刚性、半刚性成型材料，填充应固定在竹骨架上，不得松动，以确保需填充的厚度内被满填，不得采用松散的保温隔热材料松填墙体。

2 岩棉、矿棉作为墙体保温隔热材料时，物理性能指标应符合现行国家标准《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835 的规定。

3 玻璃棉作为墙体保温隔热材料时，物理性能指标应符合现行国家标准《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350 的规定。

## 3.3 耐久性

**3.3.1** 竹结构建筑的竹材应按设计要求进行防虫、防腐处理。常用的药剂配方及处理方法，可按现行国家标准《木结构工程

施工质量验收规范》GB 50206 的规定采用。

**3.3.2** 竹结构建筑的竹材宜进行脱糖处理。竹骨架在进行脱糖、杀菌和干燥处理后，可在表面喷涂一层无机涂料，如水性漆等，以延缓竹结构材料的老化。

**3.3.3** 穿越墙体的设备管道和固定墙体的金属连接件应采用高效保温隔热材料填实空隙。

## 3.4 隔声

**3.4.1** 竹结构建筑墙体的隔声吸声材料宜采用岩棉、矿棉、玻璃棉和纸面石膏板，或其他适合的板材。

**3.4.2** 其他板材作为墙体隔声材料时，单层板的平均隔声量应符合相应规定。

## 4 竹结构与水、电、暖的配合

1 竹结构建筑的墙体结构厚度应满足水、电、暖的相关要求。竹结构建筑的墙体为中空，水管可在其中铺设；电缆电线和暖气管道可从墙体中间穿越；暖气片可以镶嵌在隔墙体内或单独走管线。

2 竹结构建筑墙体上安装电源插座盒时，插座盒宜采用螺钉固定在竹骨架上。墙体有隔声要求时，插座盒与墙面板之间宜采用石膏抹灰进行密封，插座盒周围的石膏覆盖层厚度不小于 10mm；或在插座盒两旁立柱之间填充符合隔声要求的岩棉（图 1）。

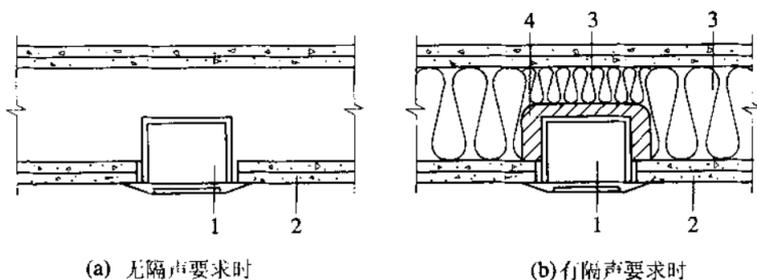
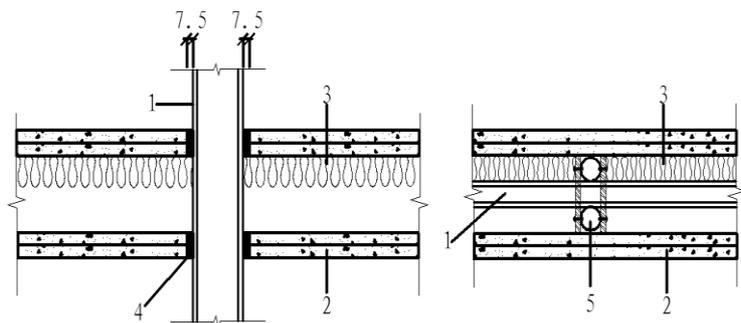


图 1 电源插座盒安装示意图

1—插座盒；2—墙面板；3—岩棉；4—石膏抹灰

3 隔声要求不大于 50dB 的隔墙允许设备管道穿越。需穿管的墙面板上应预先钻孔，孔洞的直径应比管道直径大 15mm，管道与孔洞之间的间隙应采用密封胶进行密封。管道直径较大或重量较重时，应采用铁件将管道固定在竹骨架上。当需在墙

内敷设电源线时，应将电源线敷于 PVC 管内，再将 PVC 管敷设在墙内。当 PVC 管需穿越竹骨架时，可在竹骨架构件宽度方向的中间 1/3 区域内预先钻孔（图 2）。



(a) 墙面穿管安装示意图      (b) 墙内敷管安装示意图

图 2 墙面穿管及墙内敷管安装示意图

1—管线；2—墙面板；3—岩棉；4—密封胶；5—竹骨架

## 5 结构设计基本规定

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计法。

**5.1.2** 竹结构建筑在规定的設計使用年限内应具有足够的可靠度。本规程所采用的设计基准期为 50 年。

**5.1.3** 竹结构建筑的设计使用年限为 50 年,结构和构件的安全等级采用二级。

**5.1.4** 对于承载力极限状态,竹结构建筑构件的设计表达式应符合下列要求:

**1** 非抗震设计时,应按荷载效应的基本组合,采用下列极限状态设计表达式:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.1.4-1)$$

式中  $\gamma_0$  ——结构重要性系数,一般可取 1.0;

$S$  ——承载能力极限状态的荷载效应组合的设计值,按现行国家标准《结构建筑荷载规范》GB50009—2012 和现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011—2010 的规定进行计算;

$R$  ——结构构件的承载力设计值。

**2** 抗震设计时,考虑地震作用效应组合,采用下列极限状态设计表达式:

$$S_E \leq R/\gamma_{RE} \quad (5.1.4-2)$$

式中  $S_E$  ——地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值;

$\gamma_{RE}$  ——结构构件承载力抗震调整系数,一般情况下取 1.0。

**5.1.5** 抗震设防烈度为 6 度和 7 度 (0.10g) 时,竹结构建筑的高宽比不大于 1.2;抗震设防烈度为 7 度 (0.15g) 和 8 度 (0.2g) 时,建筑物的高宽比不大于 1.0;建筑物高度指室外地面到建筑物坡屋顶二分之一高度处。

**5.1.6** 对于正常使用极限状态,竹结构建筑构件应按荷载效应的标准组合,采用下列极限状态设计表达式:

$$S \leq C \quad (5.1.5)$$

式中  $S$  ——正常使用极限状态的荷载效应的设计值;

$C$  ——根据竹结构建筑构件正常使用要求规定的变形限值。

**5.1.7** 竹结构建筑中的木构件和钢构件设计,应遵守国家相关标准规定。

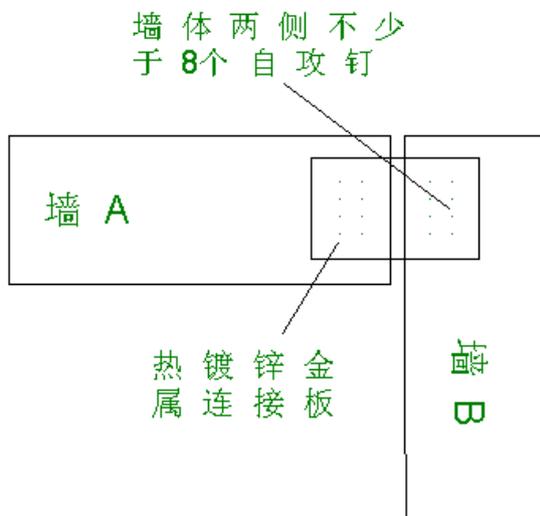
**5.1.8** 基础的设计,应遵守国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 的规定。

## 5.2 构造设计原则

**5.2.1** 竹结构建筑的构造设计，应满足建筑使用功能的要求，确保结构安全。

**5.2.2** 竹结构建筑的构造设计，应遵循“对称、规则、变化均匀”的设计原则。

**5.2.3** 竹结构建筑应确保连接的强度，确保连接破坏不先于构件破坏。上下楼层连接部位应采用螺栓连接，墙与墙体连接见下图。



**5.2.4** 竹结构建筑应满足当地自然环境和使用环境对建筑物的

要求，并应采取可靠措施，防止结构构件腐朽或被虫蛀，确保结构达到预期的设计使用年限。

## 5.3 平面布置和结构体系

**5.3.1** 竹结构建筑的设计方案应符合下列要求：

- 1 选用合理的结构体系和结构布置；
- 2 结构的平、立面布置应规则，各部分的质量和刚度应均匀、连续；
- 3 结构传力途径应简捷、明确，竖向构件必须连续贯通、对齐；
- 4 承重墙等重要构件和关键传力部位应增加冗余约束或有多条传力途径。

**5.3.2** 抗侧力构件的平面布置应规则对称、侧向刚度沿竖向宜均匀变化、竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小，避免侧向刚度和承载力突变。

**5.3.3** 抗侧力构件应有多道防线，包括剪力墙的腹板，X型钢带，木斜撑等。

**5.3.4** 结构各构件之间的连接，应保证节点的破坏不先于其连接的构件。

## 5.4 设计允许值

**5.4.1** 竹结构建筑中的竹材的设计指标宜通过试验确定。在缺

乏当地试验数据的情况下，普通竹结构所用竹材的设计指标可参考以下数值：

自重—— $8000\text{N/m}^3$ ；

弹性模量—— $15000\text{N/mm}^2$ ；

泊松比——0.3；

抗拉强度—— $50\text{N/mm}^2$ ；

抗压强度—— $50\text{N/mm}^2$ ；

顺纹抗剪强度—— $3\text{N/mm}^2$ 。

如有足够的试验数据，亦可采用试验数值，但不宜高于以上参考值过多。

**5.4.2** 楼面梁若采用圆竹，其挠度限值 $[\omega]$ 不宜大于  $1/200$ 。

**5.4.3** 验算单片柱或其他轴压构件的受压稳定或受压承载力时，其计算长度  $l_0$  取为单片柱高度或构件的长度。

**5.4.4** 圆竹沿其长度的直径变化率，可按每米  $9\text{mm}$  采用；亦可采用当地经验数值或实测数值。验算挠度和稳定时，可取圆竹的中央截面。验算抗弯强度时，可取最大弯矩处的截面。

注：标注圆竹直径时，宜以小头为准。

**5.4.5** 房屋结构在风荷载（设计基准期内）和多遇地震作用下，其层间位移角 $\theta$  不宜大于  $1/500$ 。

**5.4.6** 布置有 X 型钢带的墙体，平均每米所承受的剪力设计值，不应超过  $3\text{kN}$ 。

**5.4.7** 竹结构建筑中的木构件和钢构件，其设计指标应按国家

---

标准《木结构设计规范》GB 5005—2003 和《钢结构设计规范》GB 50017 采用。

## 6 荷载、作用效应计算

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 竹结构建筑的荷载主要可分为下列两类:

1 永久荷载,包括结构自重、装饰面层重量、防水面层重量等;

2 可变荷载,包括楼面活荷载、屋面活荷载和风荷载、雪荷载等。

**6.1.2** 固定隔墙的自重可按永久荷载考虑,位置可灵活布置的隔墙自重应按可变荷载考虑。

**6.1.3** 竹结构建筑建筑的荷载取值和荷载组合,应按照国家标准《结构建筑荷载规范》GB 50009 采用。

### 6.2 荷载计算

**6.2.1** 竹结构建筑自重按材料的容重和结构尺寸计算。楼面活荷载标准值不宜大于  $2.5\text{kN/m}^2$ ,屋面活荷载标准值不宜大于  $0.5\text{kN/m}^2$ ,楼面、屋面恒载(装饰、防水材料重量)标准值不宜大于  $1.0\text{kN/m}^2$ 。

**6.2.2** 竹结构建筑建筑应按照国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定进行地震作用计算,承载力抗震调整系数取

1.0, 阻尼比取 0.02。

**6.2.3** 风荷载、雪荷载的计算, 应按《结构建筑荷载规范》GB 50009 的规定计算。

## 6.3 水平力分配及剪力墙刚度计算

**6.3.1** 竹结构建筑的楼层水平力, 宜按抗侧力构件从属面积上重力荷载代表值的比例分配。近似计算时, 也可认为楼板刚度无限大, 按抗侧力构件的刚度分配。

**6.3.2** 布置有 X 型钢带的剪力墙, 在考虑腹板效应的情况下, 平均每米的侧向刚度不宜小于 500kN/m。

**6.3.3** 剪力墙的侧向刚度, 宜通过试验确定。当采用有限元分析软件计算侧向刚度时, 应考虑腹板效应, 并和试验结果相验证。

## 6.4 地震作用和结构抗震计算

**6.4.1** 竹结构建筑地震作用的计算, 可利用有限元分析软件, 也可采用国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 规定的底部剪力法。必要时, 可同时采用以上两种方法, 并相互验证。

**6.4.2** 有限元分析软件 SAP2000 中的计算模型

按照住宅的实际尺寸, 建立住宅的几何模型。

1 材料参数和构件尺寸。

定义中的 Q235 钢的材料特性如下：自重： $78\text{kN/m}^3$ ；弹性模量： $2\times 10^8\text{kN/m}^2$ ；泊松比：0.3；线膨胀系数： $1.2\times 10^{-5}/\text{C}$ ；剪切模量： $7.7\times 10^7\text{kN/m}^2$ ，屈服应力： $235000\text{kN/m}^2$ ；屈服拉应力： $375000\text{kN/m}^2$ 。

木材的材料特性选取如下：自重： $6\text{kN/m}^3$ ；弹性模量： $9\times 10^6\text{kN/m}^2$ ；泊松比：0.3；剪切模量： $3.46\times 10^6\text{kN/m}^2$ 。顺纹抗拉强度取为  $7\times 10^3\text{kN/m}^2$ ；顺纹抗压强度取为  $10\times 10^3\text{kN/m}^2$ ，抗剪强度取为  $1.2\times 10^3\text{kN/m}^2$ ，抗弯强度取为  $11\times 10^3\text{kN/m}^2$ 。

圆竹的材料特性选取如下：自重： $8\text{kN/m}^3$ ；弹性模量： $15\times 10^6\text{kN/m}^2$ ；泊松比：0.3；剪切模量： $5.77\times 10^6\text{kN/m}^2$ 。圆竹的顺纹抗拉强度取为  $40\times 10^3\text{kN/m}^2$ ；圆竹的顺纹抗压强度取为  $40\times 10^3\text{kN/m}^2$ ，顺纹抗剪强度取为  $3\times 10^3\text{kN/m}^2$ 。

构件尺寸选取如下。圆竹：底层小头直径 10cm，第二层小头直径 8cm，顶层 6cm；X 型钢带： $60\times 1.5\text{mm}$ ；导轨：厚度 1.5mm；楼盖格栅： $40\times 235\text{mm}$  或  $60\times 235\text{mm}$ （若采用原木，则原木小头直径为 160mm）；楼面板（竹胶合板）：厚 20mm；自攻螺钉：直径 4mm。为减小层间位移，所有楼层的 X 型钢带均双面设置。和 X 型钢带端头连接处，设置四方柱。

在 SAP2000 中，圆竹、楼盖格栅（或原木）和水平横撑均用框架单元模拟，材料选用木材。X 型钢带用框架单元模拟，材料选用 Q235 钢，但由于钢带是类似拉索的柔性构件，只能承受拉力，不能承受压力，故在 SAP2000 中，通过软件的“拉

压限定”功能，对钢带单元进行了修正，即规定钢带单元仅承受拉力。楼面用面单元的壳单元模拟，厚度取为 20mm，材料选用竹。导轨也用面单元的壳单元模拟，厚度取为 1.5mm，材料选用 Q235 钢。

## 2 荷载施加和工况组合

### (1) 恒载

楼面和屋面均布面荷载取值为  $0.5\text{kN/m}^2$ ，墙体均布线荷载取值为  $1.0\text{kN/m}$ ，施加在模拟楼板的面单元上和模拟导轨的面单元上。

### (2) 活载

楼面活载取值为  $2.0\text{kN/m}^2$ ，作为均布面荷载施加在模拟楼板的面单元上；屋面活载取值为  $0.5\text{kN/m}^2$ ，作为均布面荷载施加在模拟屋面的面单元上。

### (3) 地震作用

按照地震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第一组，特征周期为 0.4s，设计基本地震加速度值 0.2g，阻尼比 0.05 的参数施加。X 和 Y 方向地震都同时予以考虑。

### (4) 风荷载

将每层的区段合力折算成 X 方向的面荷载，施加在模拟楼面或导轨的面单元上。

## 3 工况组合

结构构件按承载能力极限状态设计，根据《建筑结构荷载规范》的规定，采用荷载效应的基本组合： $\gamma_0 S \leq R$ 。本工程重要性类别为丙类，结构构件安全等级为二级， $\gamma_0 = 1.0$ 。按照《建筑结构可靠度设计统一标准》，考虑了以下三种工况组合（风荷载不与地震作用同时组合）：

(1) 工况 1：1.2×恒载+1.4×活载

(2) 工况 2：1.2×恒载+1.2×0.5×活载+1.3×地震荷载（X 方向或 Y 方向）

(3) 工况 3：1.2×恒载+0.7×1.4×活载+1.4×风荷载（X 方向）

(4) 工况 4：1.2×恒载+1.4×活载+0.6×1.4×风荷载（X 方向）

荷载效应组合的设计值  $S$  从以上组合值中取最不利值确定。

**6.4.3** 当采用底部剪力法，计算结构等效总重力荷载时，墙体的自重标准值可取 1.5~2.0kN/m。当有实测数值时，可采用实测值。

计算地震影响系数时，二层的房屋，结构的自振周期  $T$  可取 0.2~0.4s，亦可由有限元分析软件计算。

## 7 水平荷载作用下的设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 为简化计算和设计，在承载能力极限状态计算时，假定风荷载和地震作用全部由墙体上的 X 型钢带承担。

**7.1.2** 为简化计算和设计，在正常使用极限状态计算时，可假定风荷载和地震作用由墙体上腹板和 X 型钢带共同承担。

**7.1.3** X 型钢带为柔性构件，仅承受拉力，不承担任何压力。

### 7.2 楼、屋盖工程设计

**7.2.1** 楼面梁上部应铺设竹胶合板并用自攻螺钉与梁相连，其厚度不宜小于 20mm。

当楼面梁采用圆竹梁时，其上铺设的竹胶合板宜加厚。

**7.2.2** 楼面梁和屋面梁宜采用竹组合梁。当楼面梁采用圆竹时，可用 3 根圆竹合并组成一根梁。其中 2 根并列放置，另 1 根放置于 2 根并列放置的圆竹之上，组成“品”字型，并用钢箍将 3 根或三根以上的圆竹套紧（图 7.2.2）。

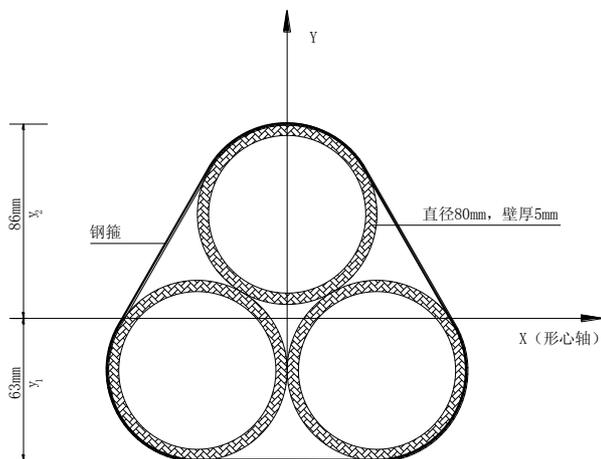


图 7.2.2 楼面梁示意

**7.2.3** 楼盖和屋盖应在平面内具有较大的刚度和整体性，并尽可能减小开洞。大小尺寸在宽 600mm 以内的开洞可不作加强处理；宽度超过 600mm 的开洞，四周的梁应根据计算，采用三组或三组以上的竹组合梁补强。

**7.2.4** 楼盖和屋盖的构造应符合 12.2 节的规定。

**7.2.5** 竹组合梁的抗弯强度验算，可按照下式计算：

$$\frac{My_1}{I} \leq f_t^z \quad \text{或} \quad \frac{My_2}{I} \leq f_c^z$$

式中  $M$  ——楼面梁的弯矩设计值 ( $\text{N} \cdot \text{mm}$ )；

$I$  ——楼面梁截面的惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )；

$y_1$  ——楼面梁下边缘到形心轴的距离 ( $\text{mm}$ )；

$y_2$  ——楼面梁上边缘到形心轴的距离 ( $\text{mm}$ )；

$f_t^z$ 、 $f_c^z$  ——圆竹的抗拉强度设计值和抗压强度设计值  
( $\text{N}/\text{mm}^2$ )。

**7.2.6** 竹组合梁的挠度，应按下式计算：

$$\omega \leq [\omega]$$

式中  $\omega$  ——构件按荷载效应的标准组合计算的挠度  
( $\text{mm}$ )；

$[\omega]$  ——受弯构件的挠度限值 $[\omega]$  ( $\text{mm}$ )，不宜大于  
1/200。

## 7.3 剪力墙设计

**7.3.1** 墙体未开洞时，应按剪力墙设计，并布设 X 型钢带。开洞时，应分开计算。各单片柱圆竹的两端和中央应用热镀锌钢箍扎紧。

**7.3.2** 在承载能力极限状态计算时，X 型钢带的受拉承载力，应按下式验算：

$$\frac{N}{A_n} \leq f$$

式中  $f$  ——X 型钢带的抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )，按《钢结构设计规范》GB 50017 确定；

$N$  ——X 型钢带的拉力设计值 ( $\text{N}$ )，可根据其所在

剪力墙所受剪力及 X 型钢带的水平夹角计算；

$A_n$  ——X 型钢带的净截面面积 ( $\text{mm}^2$ )，即扣除自攻螺钉引起的截面削弱。

**7.3.3** 布置有 X 型钢带的剪力墙，平均每米所承受的剪力设计值，不宜超过 3kN。

**7.3.4** 在正常使用极限状态计算时，可采用有限元计算分析软件，并考虑剪力墙的腹板效应。手算时，亦可按下式计算：

$$\Delta\mu = \frac{V}{K} \quad (5.2.8)$$

式中  $\Delta u$  ——楼层层间位移；

$V$  ——楼层总剪力；

$K$  ——楼层总侧向刚度。

**7.3.5** 竹结构建筑剪力墙的构造应符合 12.3 节的规定。

## 8 竖向荷载作用下的设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 为简化计算和设计，在承载能力极限状态和正常使用极限状态计算时，假定竖向荷载全部由墙体中的单片柱承担。

**8.1.2** 为简化计算和设计，单片柱的两端可近似为铰接。

### 8.2 楼、屋盖工程设计

**8.2.1** 当楼面梁和屋面梁采用“品”字型竹梁时，其抗弯强度验算时，可按下列规定简化：

- 1 截面形心轴离梁的下边缘为 63mm；
- 2 截面形心轴离梁的上边缘为 86mm；
- 3 整个截面的惯性矩为  $6 \times 10^6 \text{mm}^4$ 。

**8.2.2** “品”字型竹梁的抗弯强度验算，见 7.2.5 节。

**8.2.3** 屋架可按桁架构件，对轴心抗压强度、轴心抗拉强度、抗压稳定性和连接强度进行计算。

### 8.3 墙体设计

**8.3.1** 在竖向荷载作用下，墙体设计主要为单片柱的设计。对

于不位于 X 型钢带端头部位的单片柱，由风荷载或地震作用产生的竖向力和拉力可忽略，故其承载力验算可仅考虑恒载和活载的荷载效应组合。

对于底层的位于 X 型钢带端头部位的单片柱，在风荷载或地震作用下，由上层 X 型钢带拉力引起的竖向力和拉力不可忽略，故单片柱承载力验算应考虑重力荷载、风荷载和地震作用的效应组合，取最不利组合进行验算。当单片柱产生拉力时，应验算圆竹柱和基础连接的抗拉承载力。

**8.3.2** 计算假定楼面的重力荷载均匀地分配到每根单片柱上。若单片柱和楼面梁的间距为  $P$  (m)，楼面重力均布面荷载设计值为  $S$  (kN/m<sup>2</sup>)，楼面梁的跨度为  $L$  (m)，则楼面梁的均布线荷载设计值为  $P \times S$  (kN/m)，即每根单片柱承受的重力荷载产生的轴压设计值为  $1/2 \times P \times S \times L$  (kN)。

**8.3.3** 为简化计算并留有安全裕量，计算假定单片柱的抗压承载力为单根圆竹柱抗压承载力的两倍。

单根圆竹柱的抗压承载力由稳定控制。其抗压承载力设计值可按下列公式计算：

$$P_{cr} = \varphi_c \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2} \quad (8.3.3-1)$$

$$A = \frac{\pi(D_1^2 - D_2^2)}{4} \quad (8.3.3-2)$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \quad (8.3.3-3)$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (8.3.3-4)$$

$$I = \frac{\pi(D_1^4 - D_2^4)}{64} \quad (8.3.3-5)$$

- 式中  $P_{cr}$  ——单根圆竹柱的抗压承载力设计值 (N);
- $E$  ——圆竹的弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>);
- $A$  ——圆竹截面的面积, 不考虑自攻螺钉的削弱 (mm<sup>2</sup>);
- $\lambda$  ——圆竹柱的长细比;
- $l_0$  ——圆竹柱的计算长度 (mm);
- $i$  ——圆竹截面的回转半径 (mm);
- $I$  ——圆竹截面的惯性矩 (mm<sup>4</sup>);
- $D_1$  ——圆竹的外直径 (mm);
- $D_2$  ——圆竹的内直径 (mm), 可按壁厚 5mm 确定;
- $\varphi_c$  ——考虑侧向支撑的折减系数。若不考虑腹板和格构效应, 取为 0.6; 若考虑则可取 0.7~0.8。

## 9.0 地基和基础

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 竹结构建筑的基础应采用钢筋混凝土条形基础。

**9.1.2** 竹结构建筑建筑的基础设计应符合《建筑地基基础设计规范》GB5007—2011 的相关规定。

### 9.2 地基基础

**9.2.1** 对于软弱地基，基础持力层应进行夯实或回填处理，确保地基承载力特征值 $f_{ak}$ 达到 85kPa 以上。

**9.2.2** 一般情况下，基础埋深不宜小于 0.3m，基础底面宽度不宜小于 0.3m，为达到防水防潮效果，基础宜高出地坪标高 0.3m（图 10.2.2）。

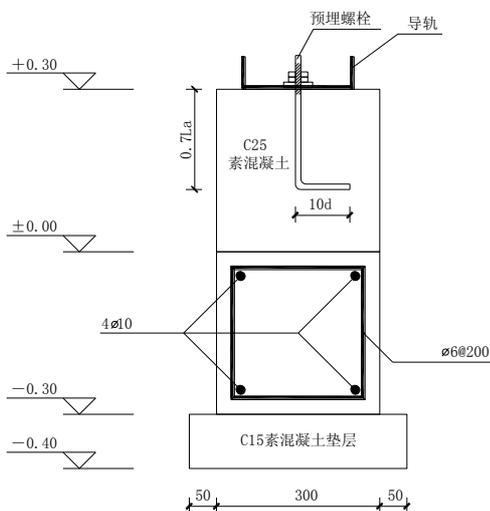


图 9.2.2 条形基础截面和预埋螺栓

**9.2.3** 为防止地基的不均匀沉降，同时加强基础的整体性，基础中配置  $4\Phi 10$  的纵向钢筋（HPB300），箍筋采用  $\Phi 6@200$ （HPB300），做法类似圈梁。基础混凝土强度等级采用 C25，垫层混凝土强度等级为 C15。

**9.2.4** 地基承载力可根据《建筑地基基础设计规范》GB5007—2011 公式(5.2.2-1)进行计算。计算时，可取单位长度 1m，按照恒载（标准值）+活载（标准值）的效应组合进行验算。

**9.2.5** 竹结构建筑可不进行地基变形验算。

## 9.3 基础与竹结构连接

**9.3.1** 单片柱与基础可以为铰接，即单片柱仅向基础传递轴压力，不传递弯矩和剪力。

**9.3.2** 底层的下导轨和钢筋混凝土基础的连接，宜采用螺栓连接。除计算要求外，预埋螺栓直径不宜小于 M10，间距不宜小于 1m；当导轨宽度较大时，比如为 250mm 时，宜交错布置在导轨端部。

**9.3.3** 预埋锚栓的锚固长度，应按照《混凝土结构设计规范》GB50010—2010(8.3.1-1)计算（属机械锚固，锚固长度取  $L_a$  的 0.7 倍）。

锚栓末端宜做成弯钩形式，弯钩长度取为 12d（d 为锚栓直径）。

**9.3.4** 预埋锚栓的锚固长度，应按照《混凝土结构设计规范》GB50010—2010(8.3.1-1)计算（属机械锚固，锚固长度取  $L_a$  的 0.7 倍）。

锚栓末端宜做成弯钩形式，弯钩长度取为 12d（d 为锚栓直径）。

## 10 连接计算

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 竹结构建筑的连接计算应包括下列部位（构件）：

1 底层的下导轨和钢筋混凝土基础的连接，应进行螺栓的抗拔和抗剪计算；

2 X型钢带和上、下导轨的连接，应进行自攻螺钉的抗剪计算；

3 圆竹柱和导轨的连接，应进行单个自攻螺钉的承载力和每一剪面的承载力计算。

4 楼面梁和下导轨的连接、楼面板和楼面梁的连接、腹板和单片柱的连接、木横撑、木斜撑和方木块和圆竹的连接等，应符合本章的构造要求，圆竹两端和中间应加钢箍。

**10.1.2** 连接的承载力计算，应计入重力荷载、风荷载和地震荷载作用。

**10.1.3** 连接宜优先采用自攻螺钉连接；底层的下导轨和钢筋混凝土基础的连接、第二层以上的下导轨和下层上导轨的连接，宜采用螺栓连接；外墙承受较大荷载时，竹骨架构件之间宜采用L型连接件连接（图 10.1.3）。

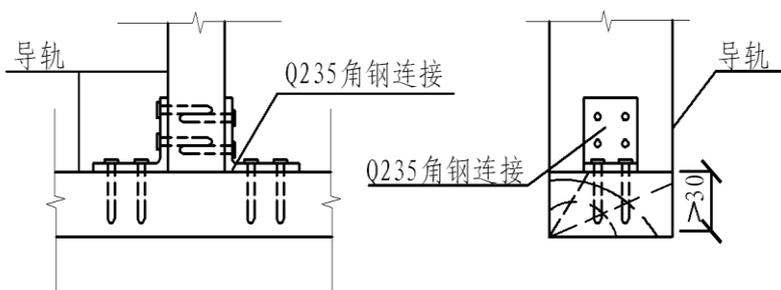


图 10.1.3 外墙竹骨架构件之间角链连接示意图

**10.1.4** 除按计算要求外，自攻螺钉连接宜符合下列规定：

- 1 自攻螺钉的直径不应小于 3mm；
- 2 每个连接节点不得少于 2 颗钉；
- 3 对于竹构件，钉入深度应穿透圆竹壁不少于 5mm。

**10.1.5** 竹结构建筑的同一节点或接头中有两种或多种不同的连接方式时，计算时应只考虑一种连接传递内力，不得考虑几种连接的共同工作。

## 10.2 螺栓连接和钉连接

**10.2.1** 底层的下导轨和钢筋混凝土条形基础的连接、第二层以上的下导轨和下层的上导轨连接采用螺栓连接，其强度计算应符合下列规定：

1 螺栓的抗剪设计值，可取剪力墙墙体在地震作用和风荷载作用下的剪力较大值除以螺栓数量；螺栓的抗剪承载力设计值应按照《钢结构设计规范》GB 50017 计算；

2 螺栓的抗拔设计值,可取单片柱在地震作用和风荷载作用下的轴心拉力较大值除以螺栓数量;抗拔承载力设计值应按照《混凝土结构设计规范》GB50010 计算;

3 螺栓同时受拉和受剪时,其承载力应按下式计算:

$$\frac{N_v}{N_v^b} + \frac{N_t}{N_t^b} \leq 1 \quad (11.2.1)$$

式中  $N_v^b$  ——受剪承载力设计值 (N);

$N_t^b$  ——抗拔承载力设计值 (N);

$N_v$  ——受剪设计值 (N);

$N_t$  ——抗拔设计值 (N)。

**10.2.2** X 型钢带和上、下导轨的连接,当采用自攻螺钉连接时,其强度计算应符合《钢结构设计规范》GB 50017—2003 的相关规定,也可按下列公式计算:

1 自攻螺钉的抗剪设计值,可取 X 型钢带在地震作用和风荷载作用下的轴心拉力较大值除以自攻螺钉数量;

2 自攻螺钉的抗剪承载力设计值,可取受剪和承压承载力设计值中的较小者:

受剪承载力设计值:

$$N_v^b = n_v \frac{\pi d^2}{4} f_v^b \quad (11.2.2-1)$$

承压承载力设计值：

$$N_c^b = d \sum t \cdot f_c^b \quad (11.2.2-2)$$

式中  $N_v^b$  ——受剪承载力设计值 (N)；

$N_c^b$  ——承压承载力设计值 (N)；

$d$  ——自攻螺钉直径 (mm)；

$\sum t$  ——受压构件的厚度，可取导轨厚度 (mm)；

$f_v^b$ 、 $f_c^b$  ——自攻螺钉的抗剪和承压强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)。

**10.2.3** 单片柱与上、下导轨的连接，宜采用自攻螺钉连接。其强度计算应符合下列规定：

**1** 自攻螺钉的抗剪设计值，可取单片柱在地震作用和风荷载作用下的轴心拉力较大值除以自攻螺钉数量；

**2** 自攻螺钉的抗剪承载力设计值，应取自攻螺钉的受剪承载力和承压承载力设计值、每一剪面的承载力设计值的最小值。

其中：

自攻螺钉的受剪承载力和承压承载力设计值可分别根据本规程公式(11.2.2-1)和公式(11.2.2-2)计算。

每一剪面的承载力设计值可按下列公式确定：

$$N_v = k_v d^2 \sqrt{f_c} \quad (11.2.3)$$

式中  $N_v$  ——每一剪面的承载力设计值 (N)；

- 
- $d$  ——自攻螺钉的直径 (mm);
- $f_c$  ——圆竹的承压强度设计值, 可取  $20 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ;
- $k_v$  ——系数, 可取 10。

## 11 构造规定

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 竹结构建筑的平面布置宜规则，质量和刚度变化宜均匀。所有构件之间应有可靠的连接和必要的锚固、支撑，保证结构的承载力、刚度和良好的整体性。

**11.1.2** 应符合下列要求：

- 1** 必须采取通风和防潮措施，以防竹材、木材腐朽和虫蛀；
- 2** 应保证构件特别是墙体、桁架在运输和安装过程中的强度、刚度和稳定性，必要时应在施工图中提出注意事项；
- 3** 地震区的竹结构建筑，在构造上应加强构件之间、结构与支承物之间的连接，刚度差别较大的两部分或两个构件之间的连接必须安全可靠。

**11.1.3** 除竹混结构外，竹结构建筑不宜超过 3 层，层高不宜大于 4m。

**11.1.4** 底层的单片柱，圆竹小头直径应在 80mm 以上；第二层的单片柱，圆竹小头直径应在 60mm 以上。

**11.1.5** 墙体中单片柱的间距，不宜大于 60cm。

**11.1.6** 上层单片柱和下层单片柱应左右、前后对齐，避免偏心。

**11.1.7** 竹结构建筑的门窗洞口宜布置在非承重墙体(即不支承楼面梁的墙体)中。大的洞口应避免布置在承重墙体中。

门窗洞口应上下对齐,成列布置,不应采用错洞墙。

**11.1.8** 每根单片柱的连接木块不应少于 4 组,顶端和底端应各一组。每个连接木块和单片柱宜用 4 个自攻螺钉连接。

**11.1.9** 导轨的翼缘高度不宜小于 60mm。导轨的翼缘和单片柱的圆竹宜用 3 个自攻螺钉连接,3 个自攻螺钉应布置成品字型,以防劈裂。

**11.1.10** 竹结构建筑的上层下导轨与下层上导轨之间,宜采用螺栓连接,间距不宜小于 1m,并用自攻螺钉将下导轨和楼面板连接。对于房屋顶层,当剪力和抗倾覆计算满足时,也可采用自攻螺钉和楼面板连接,在墙体转角处,两道墙体的上导轨之间应用热镀锌钢结构连接件连接,两导轨内侧用 L 型连接件连接。

**11.1.12** 底层的下导轨,宜用预埋螺栓和混凝土条形基础连接。预埋螺栓直径不宜小于 M10,间距不宜小于 1m。

导轨的端头部位,可用膨胀螺栓予以固定,以防导轨翘曲。

**11.1.13** 底层单片柱和混凝土条形基础应保证紧密接触,并应有可靠锚固。建筑物室内外地坪高差不得小于 300mm。

## **11.2 剪力墙和楼面屋面的一般要求**

**11.2.1** 剪力墙和楼、屋盖应符合下列构造要求:

1 底层剪力墙的单片柱小头直径不宜小于 80mm，最大间距不宜大于 60cm；屋盖构件的宽度不得小于 40cm；

2 剪力墙相邻面板的接缝应位于单片柱上，面板可水平或竖向铺设，面板之间应留有不小于 3mm 的缝隙；

3 木基结构板材的尺寸不得小于 1.2m×2.4m，在剪力墙边界或开孔处，允许使用宽度不小于 300mm 的窄板，但不得多于两块；当结构板的宽度小于 300mm 时，应加设填块固定；

4 经常处于潮湿环境条件下的钉应有防护涂层；

5 钉距每块面板边缘不得小于 10mm，中间支座上钉的间距不得大于 300mm，钉应牢固的打入骨架构件中，钉面应与板面齐平；

6 当墙体两侧均有面板，且每侧面板边缘钉间距小于 150mm 时，墙体两侧面板的接缝应互相错开，避免在同一根单片柱上。当单片柱的宽度大于 65mm 时，墙体两侧面板拼缝可在同一根构件上，但钉应交错布置。

### 11.2.2 竹结构建筑构件的开孔或缺口应符合下列规定：

1 屋盖、楼盖等采用竹梁时，不宜开孔；木搁栅的开孔尺寸不得大于搁栅截面高度的 1/4，且距搁栅边缘不得小于 50mm；

2 屋盖、楼盖等采用竹梁时，不宜开缺口；木搁栅的缺口必须位于搁栅顶面，缺口距支座边缘不得大于搁栅截面高度的 1/2，缺口高度不得大于搁栅截面高度的 1/3；

3 剪力墙的单片柱截面开孔或开凿缺口后的剩余高度不应小于截面高度的  $2/3$ ，非剪力墙不应小于 40mm；

4 除在设计中已作考虑，否则不得随意在屋架构件上开孔或留缺口。

**11.2.3** 竹结构建筑的剪力墙设置应符合下列规定（图 11.2.3）：

- 1 单个墙段的高宽比不大于  $2:1$ ；
- 2 同一轴线上墙段的水平中心距不大于 7.6m；
- 3 相邻墙之间横向间距与纵向间距的比值不大于  $2.5:1$ ；
- 4 墙端与离墙端最近的垂直方向的墙段边的垂直距离不大于 2.4m；
- 5 一道墙中各墙段轴线错开距离不大于 1.2m。

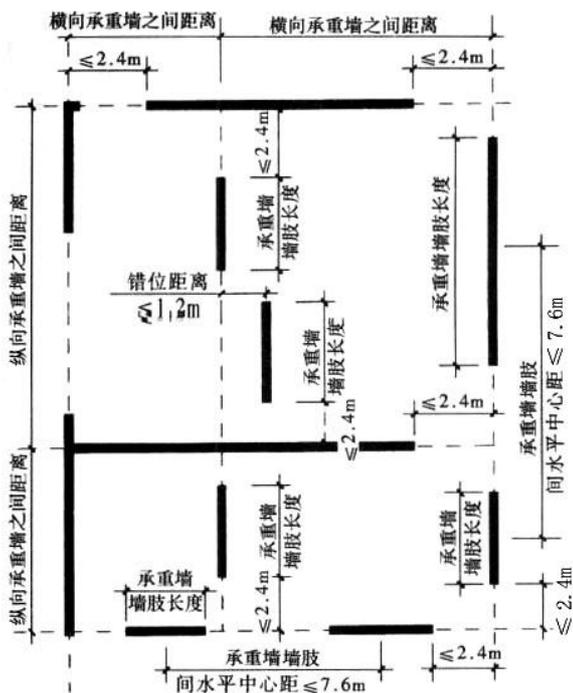


图 11.2.3 剪力墙平面布置要求

## 11.3 剪力墙构造规定

**11.3.1** 竹结构建筑的墙体未开门窗洞口时，均应布设 X 型钢带，并应符合下列规定：

- 1 X 型钢带与水平面夹角宜为  $45^\circ$ （当墙体长度过短时可根据实际情况调整），交叉布置；
- 2 X 型钢带应拉紧绷直，两端直接和上、下导轨连接，中

间不应和单片柱相连；

**3** X型钢带和导轨连接的自攻螺钉数量，底层不应少于6个，底层不应少于4个；

**4** 条件允许时，剪力墙宜双面封闭并布设腹板；X型钢带宜双面布设；

**5** 底层下导轨和X型钢带连接处，基础的预埋螺栓应加密，每处不宜少于2个M10螺栓。

**11.3.2** 竹结构建筑的剪力墙需开洞时，应符合下列规定：

**1** 洞口宽度不宜大于1.2m，不得大于1.8m；且洞口左右两侧应配置补强木柱，洞口上方配置补强木梁；

**2** 当洞口宽度较小（不大于0.9m）时，补强木柱可采用单根方木，其截面宽度不宜小于40mm，截面高度为导轨宽度。补强木梁的截面高度不宜小于40mm，截面宽度为导轨宽度。补强木柱和补强木梁可用自攻螺钉连接；

**3** 当洞口宽度较大（大于0.9m）时，补强木柱宜采用原木（格构式），其小头直径不宜小于60mm。补强木梁的截面尺寸不宜小于30×150mm。补强木梁两端夹在补强木柱中，并用螺栓和补强木柱连接。每道补强木梁的螺栓数量不应少于4个（一端2个），螺栓直径不应小于M12。

**11.3.3** 竹结构建筑剪力墙的腹板（石膏板、人造板等）厚度，不宜小于200mm，且墙体表面宜平整无凹凸；墙体单片柱的间距不应大于600mm；腹板和单片柱应用直径大于4mm、竖向

间距不大于 10cm 的自攻螺钉连接。

**11.3.4** 当墙体一侧腹板镂空或敞开时，导轨的宽度宜为 220mm。镂空或敞开侧可同时设置木横撑和木斜撑。木横撑的数量不宜少于 4 道。

当墙体两侧都封闭时，导轨的宽度宜为 250mm。墙内不同时设置木横撑或木斜撑。

**11.3.5** 为满足抗拔要求，位于 X 型钢带端头部位的单片柱，其下导轨应布置不少于 4 个 M10 螺栓。

## 11.4 楼盖构造规定

**11.4.1** 当楼面梁的跨度小于 3m 时，宜采用“品”字型圆竹梁；当楼面梁的跨度不小于 3m 时，应采用方组合梁。

**11.4.2** 楼面梁的间距应与单片柱的间距一致，梁的两端必须支承在墙体的单片柱上，并对中、避免偏心。当墙体开有门窗洞口时，允许楼面梁支承在洞口的补强梁上。

**11.4.3** 楼面梁上部应铺设竹胶合板或人造板并用自攻螺钉和梁相连，其厚度不宜小于 20mm。

当楼面梁采用圆竹梁时，其上铺设的竹胶合板或人造板宜加厚。

**11.4.4** 楼面梁在支座上的搁置长度不得小于 40mm。

楼面梁应与支座连接，或在靠近支座部位的搁栅底部采用连续木底撑、搁栅横撑或剪刀撑（见图 12.4.4）。

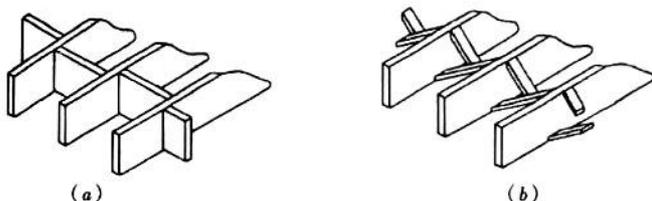


图 11.4.4 搁栅间支撑示意图

(a) 搁栅横撑; (b) 剪刀撑

**11.4.5** 当楼面梁采用组合梁时,其构造要求应符合《木结构设计规范》GB 5005 的相关规定。

**11.4.6** 当楼面组合梁采用“品”字型竹梁时,应符合下列规定:

1 套在竹梁上的钢箍,应箍紧扎牢,其间距不宜大于 500mm;

2 竹梁和下导轨应紧密连接,宜在竹梁的两侧,和下导轨采用角链连接。

## 11.5 屋盖构造规定

**11.5.1** 人字型屋架可采用竹屋架,弦杆与腹杆都可采用圆竹。竹屋架宜采用三角形桁架。

异型屋架宜采用竹屋架与木屋架的混合结构。

**11.5.2** 当屋架采用木结构时,其构造要求应符合《木结构设计规范》GB 5005 的相关规定。

**11.5.3** 当屋架采用圆竹时,应符合下列规定:

1 屋架跨度不宜大于 4.5m,间距不宜大于 1.2m;

2 圆竹之间的连接可采用角链连接或者节点板连接(图

11.5.3), 节点板厚度不宜小于 1.9mm, 自攻螺钉直径不宜小于 4mm。

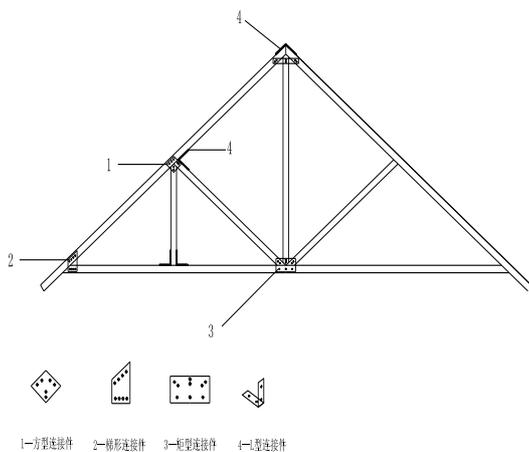


图 11.5.3 竹屋架示意图

**11.5.4** 屋面坡度不小于 1 : 12, 也不大于 1 : 1, 纵墙上檐口悬挑长度不大于 1.2m; 山墙上檐口悬挑长度不大于 0.4m。

## 12 防火设计

### 12.1 基本原则

**12.1.1** 防火设计应符合国家相关规范。

### 13.2 防火间距

**12.2.1** 竹结构建筑之间、竹结构建筑与其他耐火等级的建筑之间的防火间距不应小于表 12.2.1 的规定。

表 12.2.1 竹结构建筑的防火间距 (m)

建筑种类	一、二级建筑	三级建筑	竹结构建筑	四级建筑
竹结构建筑	8	9	10	11

注：防火间距应按相邻建筑外墙的最近距离计算，当外墙有突出的可燃构件时，应从突出部分的外缘算起。

**12.2.2** 两座竹结构建筑之间、竹结构建筑与其他结构建筑之间的外墙均无任何门窗洞口时，其防火间距不应小于 4m。

**12.2.3** 两座竹结构建筑之间、竹结构建筑与其他耐火等级的建筑之间，外墙的门窗洞口面积之和不超过该外墙面积的 10% 时，其防火间距不应小于表 12.2.3 的规定。

表 12.2.3 外墙开口率小于 10% 时的防火间距 (m)

建筑种类	一、二、三级建筑	竹结构建筑	四级建筑
竹结构建筑	5	6	7

## 12.3 防火构造

**12.3.1** 墙体的耐火极限，不应低于表 12.3.1 的规定。

表 12.3.1 竹结构建筑墙体的耐火极限 (h)

构件名称	建筑分类			
	一级耐火等级或 7~18 层一、二级耐火等级的普通住宅	二级耐火等级	三级耐火等级	四级耐火等级
非承重外墙	不适用	1.00	1.00	无要求
户与走廊、楼梯间的墙	不适用	不适用	不适用	0.50
分户墙	不适用	不适用	不适用	0.50
房间隔墙	0.50	0.50	0.50	无要求

注：对于一级耐火等级的工业建筑和办公建筑，其房间隔墙的耐火极限不低于 0.75h。

**12.3.2** 墙体覆面材料的燃烧性能应符合表 12.3.2 的规定。

表 12.3.2 墙体覆面材料的燃烧性能

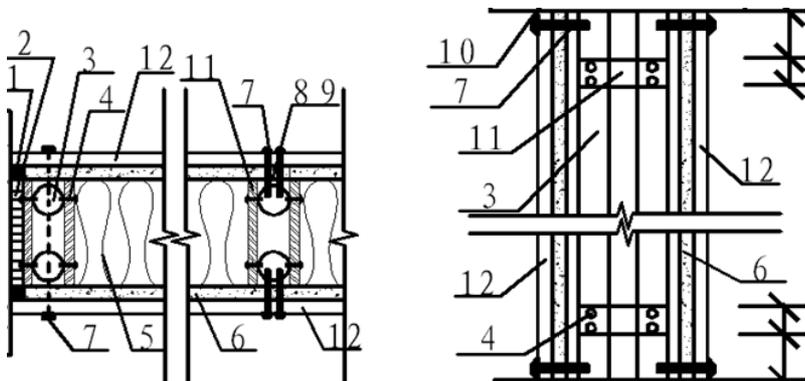
构件名称	建筑分类			
	一级耐火等级或 7~18 层一、二级耐火等级的普通住宅	二级耐火等级	三级耐火等级	四级耐火等级
外墙覆面材料	纸面石膏板和 A 级耐火材料	纸面石膏板和 A 级耐火材料	纸面石膏板和 A 级耐火材料	可燃材料
房间隔墙覆面材料	纸面石膏板和 A 级耐火材料	纸面石膏板和 A 级耐火材料	纸面石膏板或难燃材料	可燃材料

**12.3.3** 墙体内设管道、电气线路或者管道、电气线路穿过墙体时，应对管道和电气线路进行绝缘保护。管道、电气线路与墙体之间的缝隙应采用防火封堵材料将其填塞密实。

**12.3.4** 锚固件之间、锚固件与覆面材料边缘之间的距离应达到相关标准的要求。锚固件应具有足够的长度，受热时间符合规定要求。

**12.3.5** 竹结构建筑墙体防火设计应满足下列构造要求：

1 当墙体作为分户墙及房间隔墙时，应采用以下方式之一，其结构组成（图 1、图 2）。



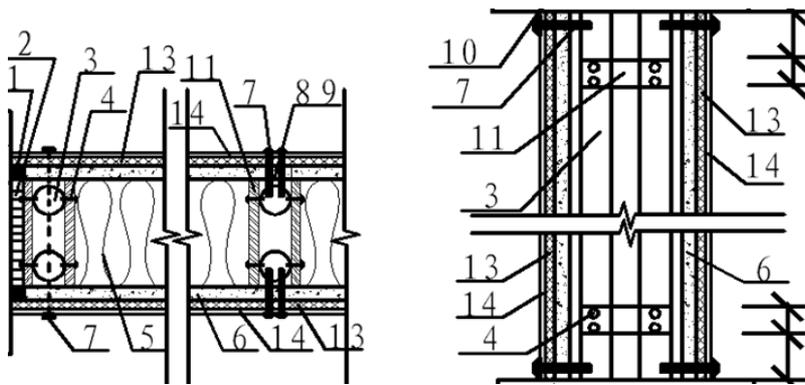
分户墙及房间隔墙

水平剖面图

分户墙及房间隔墙

竖向剖面图

图1 分户墙及房间隔墙防火构造方式一



分户墙及房间隔墙

水平剖面图

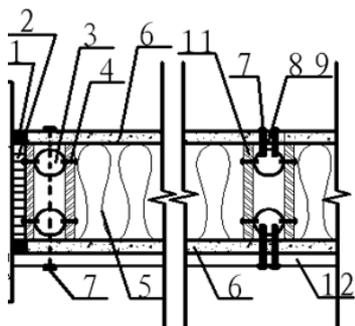
分户墙及房间隔墙

竖向剖面图

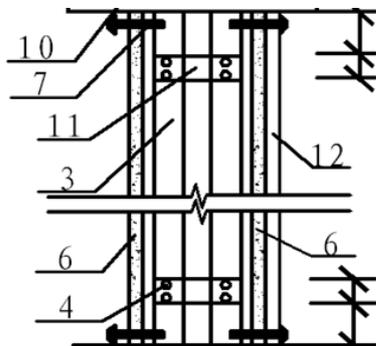
图2 分户墙及房间隔墙防火构造方式二

- 1—密封胶；2—聚乙烯密封条；3—圆竹；4—自攻螺钉或螺栓；  
 5—岩棉毡（密度  $28\text{kg/m}^3$ ）；6—墙面板（纸面石膏板）；  
 7—墙面板连接螺钉；8—墙面板连接缝密封材料；  
 9—墙面板连接缝密封纸带；10—建筑物的柱、楼板；  
 11—横撑；12—A级防火板（可选用岩棉板等）；  
 13—铺网（可选用钢筋网、网格布）；14—A级防火砂浆。

2 当组合墙体作为过道墙时，应采用以下方式之一，（图3、图4）。

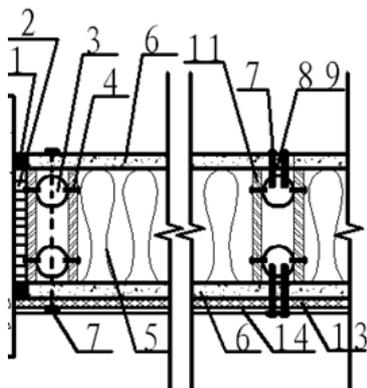


过道墙水平剖面图

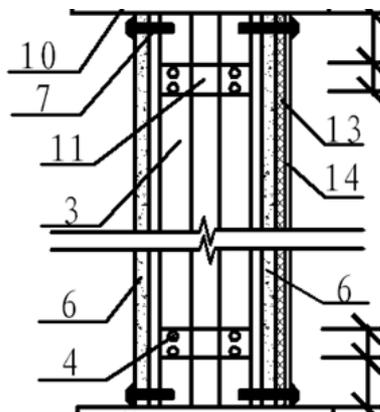


过道墙竖向剖面图

图3 过道墙防火构造方式一



过道墙水平剖面图

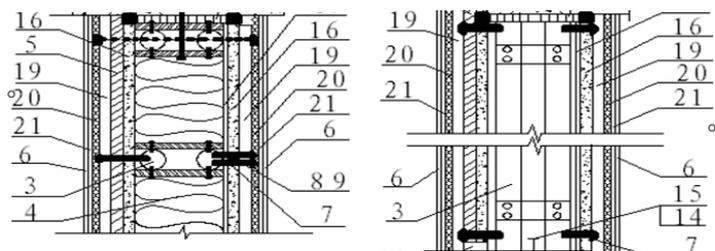


过道墙竖向剖面图

图4 过道墙防火构造方式二

1~14 同图 1、图 2

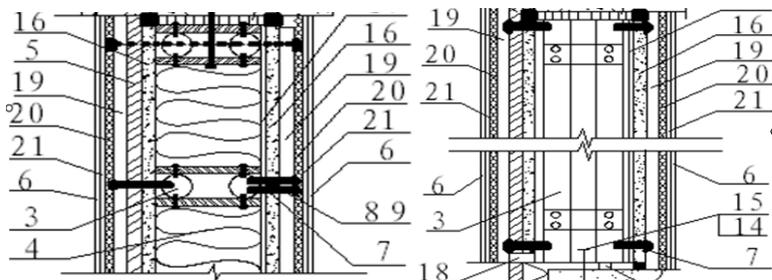
3 当组合墙体作为外墙时，其防火设计应采用以下方式之一（图 5、6）。



外墙水平剖面图

外墙竖向剖面图

图 5 外墙防火构造方式一



外墙水平剖面图

外墙竖向剖面图

图 6 外墙防火构造方式二

- 1~3—同图 1、图 2；4—岩棉毡（密度  $40\text{kg/m}^3$ ）；  
 5—外墙面板（防水型纸面石膏板）；6—外挂装饰板；  
 7~10—同图 1、图 2；11—销钉（直径  $10 \times 300\text{mm}$ ）；  
 12—塑胶垫，厚  $\geq 10\text{mm}$ ；13—自钻自攻螺钉或螺栓；14—竹骨架钉；

15—塑胶薄膜；16—内墙面板（石膏板）；17—隔汽层（塑胶薄膜）；  
18—通风气缝；19—A级防火板；20—铺网（可选用钢筋网、网格布）；  
21—A级防火砂浆。

4 门窗的防火设计应采用以下方式之一（图7、图8）。

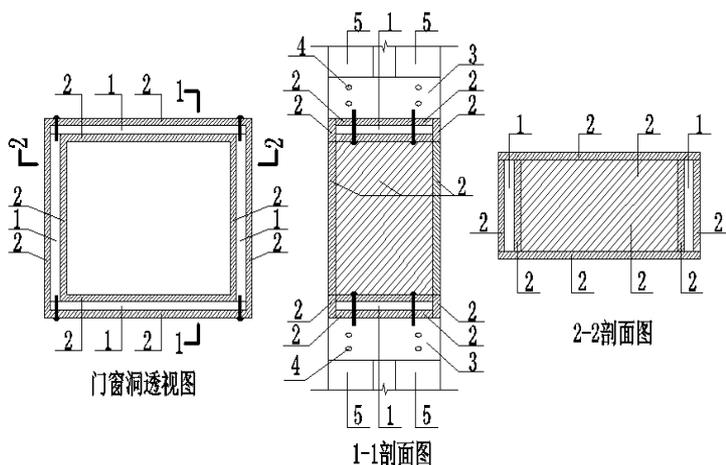


图7 门窗防火构造方式一

1—门窗木材；2—A级防火板；3—横撑；4—直铆钉；5—竹龙骨。

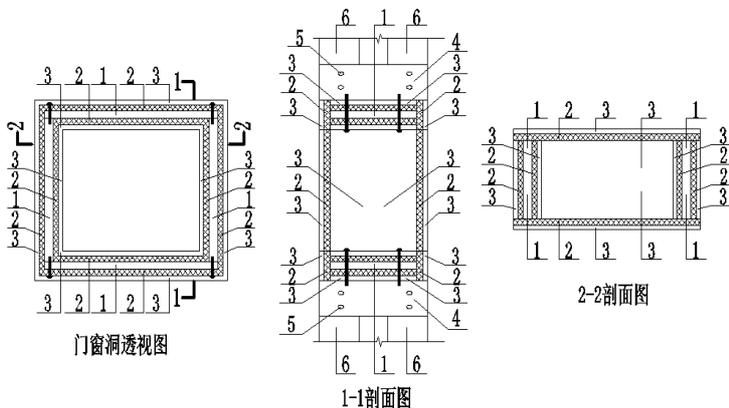


图 8 门窗外墙防火构造方式二

- 1—门窗木材；2—铺网；3—A 级防火砂浆；4—横撑；  
5—直铆钉；6—竹龙骨。

### 12.3.6 燃烧性能和耐火极限不应低于表 12.3.6 的规定。

表 12.3.6 竹结构建筑中构件的燃烧性能和耐火极限

构件名称	耐火极限(h)
防火墙	不燃烧体 3.00
承重墙、分户墙、楼梯和电梯井墙体	难燃烧体 1.00
非承重外墙、疏散走道两侧的隔墙	难燃烧体 1.00
分室隔墙	难燃烧体 0.50
多层承重柱	难燃烧体 1.00
单层承重柱	难燃烧体 1.00
梁	难燃烧体 1.00
楼盖	难燃烧体 1.00
屋顶承重构件	难燃烧体 1.00
疏散楼梯	难燃烧体 0.50
室内吊顶	难燃烧体 0.25

注：1 屋顶表层应采用不可燃材料；

- 2 当同一座竹结构建筑由不同高度组成，较低部分的置项承重构件必须是难燃烧体，耐火极限不应小于 1.00h。

### 12.3.7 不同层数建筑最大允许长度和防火分区面积不应超过表 12.3.7 的规定。

表 12.3.7 竹结构建筑的层数、长度和面积

层数	最大允许长度(m)	每层最大允许面积(m <sup>2</sup> )
单层	100	1200
两层	80	900
三层	60	600

## 12.4 设备防火设计

**12.4.1** 附设于竹结构建筑居住建筑并仅供该居住单元使用的机动车库，可视作该居住单元的一部分，应符合下列规定：

1 居住单元之间的隔墙不宜直接开设门窗洞口，确有困难时，可开启一樘单门，但应符合下列规定：

- 1) 与机动车库直接相通的房间，不应设计为卧室；
- 2) 隔墙的耐火极限不应低于 1.0h；
- 3) 门的耐火极限不应低于 0.6h；
- 4) 门上应装有无定位自动闭门器；

2 总面积不宜超过 60m<sup>2</sup>。

**12.4.2** 严禁设计使用明火采暖、明火生产作业等方面的设施。用于采暖或炊事的烟道、烟囱、火炕等应采用非金属不燃材料制作，并应符合下列规定：

1 与竹或木构件相临部位的壁厚不小于 240mm；

2 与竹或木结构之间的净距不小于 120mm，且其周围具备良好的通风环境。

**12.4.3** 烹饪炉的安装设计应符合下列规定：

- 1 放置烹饪炉的平台应为不燃烧体;
- 2 烹饪炉上方 0.75m、周围 0.45m 的范围内不应有可燃装饰或可燃装置;
- 3 除本条上述要求外,燃气烹饪炉应符合《家用燃气燃烧器具安装及验收规程》CJJ 12—99 的规定。

**12.4.4** 由不同高度部分组成的一座竹结构建筑,较低部分屋面上开设的天窗与相接的较高部分外墙上的门、窗、洞口之间最小距离不应小于 5.00m,当符合下列情况之一时,其距离可不受限制:

- 1 天窗安装了自动喷水灭火系统或为固定式乙级防火窗;
- 2 外墙面上的门为遇火自动关闭的乙级防火门,窗口、洞口为固定式的乙级防火窗。

## 12.5 消防设施

**12.5.1** 每层均应配备泡沫灭火器和消防水桶,保持消防水桶 24 小时有水,且配备有水瓢用于消防。

**12.5.2** 墙体中电线电缆穿管宜用铁管。每个居住单元必须安装过电保护器。

## 13 保温、节能和通风空调设计

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 墙体用作外墙时,建筑热工与节能设计应按本节规定执行。本节未规定的应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 和《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 等的规定执行。

### 13.2 热环境建筑节能设计指标

**13.2.1** 当处在热带或高温地区时,外墙体构造由内向外依次为:石膏板—竹骨架(中间充填玻璃棉或岩棉)—外墙结构板(无甲醛竹胶合板、OSB、秸秆板或其它板材)—防水卷材—4cm 厚岩棉板两层—外墙饰面板;楼盖天花板上方和檐口内侧上方宜铺 25cm 玻璃棉或岩棉。

其建筑节能设计指标为:热阻  $R$  大于  $3.453\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , 热传递系数  $K$  小于  $0.278\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

## 13.3 建筑和建筑热工设计

**13.3.1** 竹结构建筑墙体的外墙根据所在地区按表 13.3.1—1、13.3.1—2 分为 5 级, 填充保温隔热材料厚度应按照第 13.1.1 条中的相关规范和标准设计。

表 13.3.1—1 墙体热工级别

热工级别	传热系数 $[W/(m^2 \cdot K)]$
I <sub>t</sub>	$\leq 0.4$
II <sub>t</sub>	$\leq 0.5$
III <sub>t</sub>	$\leq 0.6$

热工级别	传热系数 $[W/(m^2 \cdot K)]$
IV <sub>t</sub>	$\leq 1.0$
V <sub>t</sub>	$\leq 1.2$

表 13.3.1—2 墙体所处地域的热工级别

所处地域	墙体热工级别
严寒地区	I <sub>t</sub> 、II <sub>t</sub>
寒冷地区	II <sub>t</sub> 、III <sub>t</sub>
夏热冬冷地区	III <sub>t</sub> 、IV <sub>t</sub>
夏热冬暖地区	IV <sub>t</sub> 、V <sub>t</sub>

**13.3.2** 当不需用保温隔热材料满填整个竹骨架空间时, 保温隔热材料与空气间层之间宜设允许蒸汽渗透, 不允许空气循环的隔空气膜层。

**13.3.3** 墙体中空气间层应布置在建筑围护结构的低温侧。

**13.3.4** 在墙体外墙外饰面层宜设防水、透气的挡风防潮纸。

**13.3.5** 墙体外墙高温侧应设隔汽层，以防止蒸汽渗透，在墙体内部产生凝结，使保温材料或墙体受潮。

**13.3.6** 穿越墙体的设备管道和固定墙体的金属连接件应采用高效保温隔热材料填实空隙。

## **13.4 采暖、通风和空气调节设计**

**13.4.1** 采暖、通风和空气调节设计，应符合《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019—2003 的规定。

## **13.5 电气和智能设计**

**13.5.1** 电气设计应符合下列要求：

**1** 电气系统设计合理、布线整齐、负荷分配均匀，相序应按顺时针方向（面向插座），线路用防水插头插座连接，插头插座应符合 JB/T2729 规定，各导线有不易脱落的明显标志；

**2** 当空气相对湿度为 45%~75%，环境温度为 15℃~35℃ 时，室内电气系统各回路对地及相互的冷态绝缘电阻值应不小于 2MΩ；

**3** 接地系统采用中性点接地并与总配电设备相连接的重复接地装置。1KV 以下系统重复接地电阻不大于 10Ω。当土壤电阻率大于 100Ω·m 时，接地体周围应进行化学处理，使接地电阻不大于 30Ω；

---

**4** 电气系统通电后, 电器设备应工作正常, 电器仪表应指示准确; 竹结构集成房电气系统中应设置漏电保护装置。

**13.5.2** 其他电气和智能设计, 应符合《民用建筑电气设计规范》JGJ16—2008 的规定。

## 14 竹结构耐久性设计

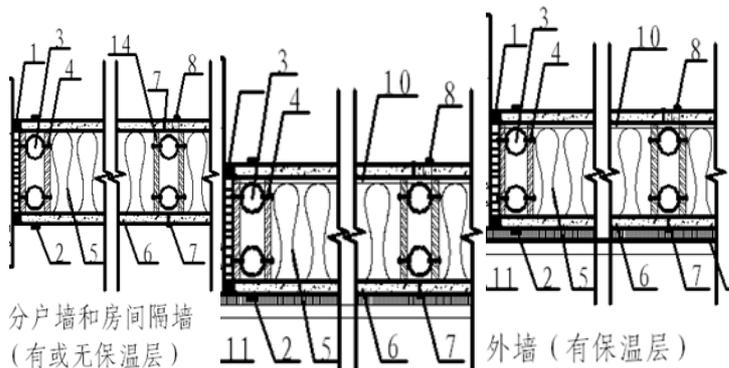
### 14.1 一般规定

**14.1.1** 在设计使用年限内，应建立定期检测、维修制度；构件表面的防护层，应按规定维护或更换；结构出现可见的耐久性缺陷时，应及时进行处理。

### 14.2 竹结构防水、防干裂

**14.2.1** 防水，应符合下列规定：

**1** 外墙面防水：在结构板（无甲醛板竹胶合板、秸秆板或人造板）外面铺设一层防水卷材或单向呼吸薄膜，再加外保温及面层（图 14.2.1）；



### 14.2.1 竹骨架组合墙体构成示意图

1—密封胶；2—密封条；3—竹骨架；4—连接螺栓；5—保温材料；  
6—无机材料墙面板；7—面板固定螺钉；8—墙面板连接缝及密封材料；  
9—主体结构；10—隔汽层；11—防潮层；  
12—外墙面保护层及装饰层；13—外保温层；14—横撑。

**2 屋面防水：**在屋架结构板（无甲醛板竹胶合板、秸秆板或人造板）外面铺设一层防水卷材或单向呼吸薄膜，然后盖瓦（宜用轻质瓦）；

**3 楼面防水：**楼面结构依次为：组合竹梁—双层 15mm 厚以上无甲醛板竹胶合板、秸秆板或人造板（或 30mm 厚以上单层板）—挂钢丝网—30mm 厚以上水泥砂浆—面层（瓷砖、竹地板或其它地板）；

**4 卫生间防水：**地面结构依次为：组合竹梁—双层 15mm 厚以上无甲醛板竹胶合板、秸秆板或人造板（或 30mm 厚以上单层板）—挂钢丝网—30mm 厚以上水泥砂浆—涂刷防水砂浆两次（一种专用于建筑防水的双组分防水材料，由粉料部分和液料部分按一定比例配比组成。粉料由优质的水泥细砂及独特的活性物质组成，而液料则由高技术聚合物及助剂融合而成。两组材料混合后涂刷于水泥基面达到防水效果。现代家庭装修使用的防水浆料一般为聚合物水泥基防水浆料）—防水卷材—一层—瓷砖地面。墙面结构依次为：竹骨架组合墙体—1.2cm 厚以上无甲醛板竹胶合板、秸秆板或人造板—挂钢丝网—涂刷防

---

水砂浆两次—防水卷材一层—贴瓷砖。

**14.2.2** 为防止干裂，竹结构建筑的竹材应避免直射光照和暴晒。

## 14.3 防虫

**14.3.1** 圆竹应择秋季或冬季砍伐，竹龄宜在 4 年以上。

**14.3.2** 所有竹材均应经过专用设备的物理脱糖处理、杀菌和干燥处理。

**14.3.3** 竹材应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定进行防虫、防腐处理。

## 15 隔声设计

### 15.1 允许最大声级

**15.1.1** 墙体应根据隔声要求按表 15.1.1 分为 7 级。

表 15.1.1 墙体隔声级别

隔声级别	计权隔声量指标(dB)
I <sub>n</sub>	≥55
II <sub>n</sub>	≥50
III <sub>n</sub>	≥45
IV <sub>n</sub>	≥40
V <sub>n</sub>	≥35
VI <sub>n</sub>	≥30
VII <sub>n</sub>	≥25

**15.1.2** 本节未规定的应按照现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 的规定执行。

### 15.2 隔声标准

**15.2.1** 墙体根据功能要求，应符合表 15.2.1 的规定：

表 15.2.1 墙体功能要求的隔声级别

功能要求	隔声级别
特殊要求	I <sub>n</sub>
特殊要求的会议室、办公室隔墙	II <sub>n</sub>
办公室、教室等隔墙	II <sub>n</sub> 、III <sub>n</sub>
住宅分户墙、旅馆客房与客房隔墙	III <sub>n</sub> 、IV <sub>n</sub>
无特殊安静要求的一般房间隔墙	V <sub>n</sub> 、VI <sub>n</sub> 、VII <sub>n</sub>

**15.2.2** 楼板计权标准化撞击声压级  $I \leq 75\text{dB}$ ，楼板的空气声计权隔声量  $II \geq 45\text{dB}$ ，分户墙空气声计权隔声量  $II \geq 45\text{dB}$ ，与卧室和书房相邻的分室墙空气声计权隔声量  $II \geq 35\text{dB}$ 。

## 15.3 隔声措施

**15.3.1** 设备管道穿越墙体时，对管道穿越空隙以及墙与墙连接部位的接缝间隙应采用隔声密封胶或密封条，隔声标准应大于  $40\text{dB}$ 。

**15.3.2** 在墙体中布置有设备管道时，设备管道应设有防振、隔噪声措施。

## 16 施工质量验收

### 16.1 一般规定

**16.1.1** 竹结构建筑工程施工单位，应具有相当的竹结构（或木结构、轻钢结构等）工程施工管理经验，同时应具备相应的资质和施工技术标准（或制造工艺标准）、健全的质量管理体系、质量检验制度和综合质量水平的考评制度。

施工现场质量管理可按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 附录 A 的要求检查记录。

**16.1.2** 竹结构的主体骨架工程的分项工程，可大体分为墙体、楼盖、屋盖及其他共计 4 项分项工程。

只有当分项工程都验收合格后，分部工程方可通过验收。分项工程应在检验批验收合格后验收。

**16.1.3** 检验批应根据结构类型、构件受力特征、连接件种类、截面形状和尺寸划分。材料、构配件的质量控制应以同一建设项目同期施工的每幢建筑面积不超过  $300\text{m}^2$ 、总建筑面积不超过  $3000\text{m}^2$  的竹结构建筑为一检验批；不足  $3000\text{m}^2$  者应视为一检验批；单体建筑面积超过  $300\text{m}^2$  时，应单独视为一检验批。制作安装质量控制以一幢房屋的一层为一检验批。

**16.1.4** 应按下列规定控制施工质量:

- 1 采用的竹材、木材、钢构件和施工设备应进行现场验收。
- 2 各工序应按施工技术标准控制质量, 每道工序完成后, 应进行检查;
- 3 相关各专业工种之间, 应进行交接检验, 并形成记录。

**16.1.5** 所采用材料的性能指标应符合现行国家标准的规定和设计要求。

**16.1.6** 连接固定方式、特殊部位的结构形式、局部安装与保护等应符合设计要求。

## **16.2 楼盖、屋盖和墙体施工**

**16.2.1** 施工前, 应做好如下工作:

1 承包商应组织有关人员, 认真熟悉图纸, 进行设计交底, 提出意见; 在条件许可时, 宜与设计人员密切结合, 参加结构方案、构造处理等研究, 使设计更臻完善;

2 应根据设计图纸和施工条件, 确定施工方案, 编制施工组织设计; 对高空作业、施工测量、机具选用、连接、构件安装等应进行方案优选, 并充分做好准备;

3 安装用的专用机具和工具, 应满足施工要求, 并应定期进行检验, 保证合格; 施工应符合环境保护、劳动保护和安全技术方面现行国家有关法规和标准的规定;

4 应对建筑物的定位轴线、平面封闭角、钢筋混凝土基础的

标高等进行复查，合格后方可开始安装工作。

**16.2.2** 墙体由下导轨在钢筋混凝土条形基础上定位；其安装顺序，平面上应从中间向四周扩展，竖向应由下向上逐渐安装。墙体宜采用工厂预制，在施工现场安装。现场施工墙体时，可先组装单面墙体，然后将两面墙体用木块连接，再布设木横撑、木斜撑；最后安装 X 型钢带和腹板；施工时，应确保单片柱的尺寸、长度和间距满足设计文件要求；X 型钢带应绷紧，两端和导轨连接可靠；腹板的厚度和连接符合设计要求。

**16.2.3** 楼盖或屋盖的施工，应在下层墙体施工完成后进行。梁应和其下方的单片柱对齐，确保支承长度和连接可靠。楼板和梁应按照设计文件紧密连接。屋盖宜采用工厂预制，在施工现场安装。

## 16.3 验收项目

**16.3.1** 墙体、楼盖、屋盖布置，抗震和抗倾覆措施等，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。

**16.3.2** 每批次进场的竹材应进行抗弯、抗压强度检验。

检查数量：检验批中随机取样。

检验方法：参照《木结构工程施工质量验收规范》GB50206—2012 的规定进行。

**16.3.3** 竹材的平均含水率不应大于 20%。

检查数量：检验批中随机取样。

检验方法：参照《木结构工程施工质量验收规范》GB50206的规定进行。

**16.3.4** 金属连接件，应具有产品质量合格证书和材质合格保证，其规格与数量，应符合设计文件的规定。

检查数量：检验批全数。

检验方法：实物与产品质量合格证书对照检查；目测，丈量。

**16.3.5** 竹结构建筑墙体验收应符合下列规定：

1 墙面应平整，不应有裂纹、裂缝。墙面不平整度不应大于 3mm；

2 竹结构建筑墙体墙面板缝密封应完整、严实，不应开裂；

3 竹结构建筑墙体应垂直，竖向垂直偏差不应大于 3mm；水平方向偏差不应大于 5mm。

4 竹骨架组合墙体墙面平整度的检测应用 2m 长直尺检测，尺面与墙面间的最大间隙不应大于 5mm，每米长度内不应多于 1 处；

5 竹骨架组合墙体垂直度的检测应用 2m 长水平仪检测，竖向的最大偏差不应大于 5mm，水平方向的最大偏差不应大于 3mm；

6 竹骨架组合墙体工程验收时，应提交下列技术档，并应归档：

- 1) 工程设计档、设计变更通知单、工程承包合同;
- 2) 工程施工组织设计档、施工方案、技术交底记录;
- 3) 主要材料的产品出厂合格证、材性试验或检测报告;
- 4) 竹骨架组合墙体施工质量的自检记录和测试报告;

7 竹骨架组合墙体工程验收时,除按本规范规定的程序外,还应遵守现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。

**16.3.6** 墙体的下列各项应符合设计文件的规定,且不应低于本规程和其他现行国家标准的有关构造规定:

- 1 墙骨间距;
- 2 墙体端部、洞口两侧及墙体转角和交接处,墙骨的布置和数量;
- 3 X 钢带的尺寸、角度和连接;
- 4 腹板的厚度、连接的自攻螺钉的直径及间距;
- 5 导轨的厚度、和基础的连接、和单片柱的连接;
- 6 横撑、斜撑的尺寸、连接和布置。

检查数量: 检验批全数。

检验方法: 对照实物目测检查或丈量。

**16.3.7** 楼盖的下列各项应符合设计文件的规定,且不应低于本规程:

- 1 梁的定位、间距和尺寸;
- 2 楼盖洞口周围的构造;

- 3 楼盖横撑、剪刀撑和底撑的规格尺寸和布置;
- 4 楼盖板的厚度、和梁的连接;
- 5 “品”字型竹梁的钢箍的间距和连接。

检查数量: 检验批全数。

检验方法: 对照实物目测检查或丈量。

**16.3.8** 筑屋盖的下列各项应符合设计文件的规定,且不应低于本规程和其他现行国家标准的有关构造规定:

- 1 檩条等的定位、间距和支撑长度;
- 2 屋盖洞口周围的构造;;
- 3 屋盖板的厚度、和屋架的连接。

检查数量: 检验批全数。

检验方法: 对照实物目测检查或丈量。

**16.3.9** 各种构件的制作和安装偏差,不应大于表 16.3.9 的规定。

表 16.3.9 制作安装允许偏差

项次	项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	墙体	单片柱	截面尺寸	$\pm 3$	钢尺量
			自攻螺钉间距	$\pm 30$	钢尺量
			长度	$\pm 3$	钢尺量
			垂直度	$\pm 1/200$	钢尺量
2		X 型钢带	宽度尺寸	$\pm 3$	钢尺量
			厚度尺寸	-0.5	钢尺量
3		木横撑、斜撑	宽度尺寸	$\pm 3$	钢尺量
			厚度尺寸	$\pm 1$	钢尺量
4		连接件	间距	$\pm 6$	钢尺量
			同一排连接之间的错位	$\pm 6$	钢尺量
			端距、边距	$\pm 6$	钢尺量
			厚度	-0.5	钢尺量
5	楼、屋盖施工	楼、屋盖	楼盖整体水平度	$\pm 1/250$	水平尺量
			楼盖局部水平度	$\pm 1/150$	水平尺量
			梁的截面尺寸	$\pm 6$	钢板尺量
			梁的水平度	$\pm 1/200$	水平尺量
			梁的垂直度	$\pm 3$	直角尺和钢板尺量
			梁的间距	$\pm 6$	钢尺量
			梁的支承长度	-6	钢尺量
6	墙体施	单片柱	间距	$\pm 40$	钢尺量

	工		墙体垂直度	$\pm 1/200$	直角尺和钢 尺量
			墙体水平度	$\pm 1/150$	水平尺量
			墙体角度偏差	$\pm 1/270$	直角尺和钢 尺量
			单片柱长度	$\pm 3$	钢板尺量
7		X 型钢带	角度偏差	$\pm 5$ 度	量角器量
8		木横撑、 斜撑	平直度	$\pm 1/150$	水平尺量
9		腹板	自攻螺钉间距	$\pm 30$	钢尺量
			嵌入深度	3	卡尺量
			竹柱上墙面板 之间的最大缝 隙	3	卡尺量

## 本规程用词用语说明

**1** 为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,非这样做不可的用词:

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词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件允许时首先应这样做的词:

正面词采用“宜”或“可”,反面词采用“不宜”。

**2** 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为:  
“应符合……的规定”,或“应按……执行”。

# 竹结构建筑技术规程

## 条文说明

# 目 次

1	总 则.....	80
2	术 语 与 符 号.....	82
	2.1 术 语.....	82
	2.2 符 号.....	82
3	材 料.....	83
	3.1 结构和构件材料.....	83
	3.2 防火和节能材料.....	84
	3.3 耐久性.....	84
	3.4 隔声.....	85
4	竹结构与水、电、暖的配合.....	86
5	结构设计基本规定.....	87
	5.1 一般规定.....	87
	5.2 构造设计原则.....	87
	5.3 平面布置和结构体系.....	88
	5.4 设计允许值.....	88
6	荷载、作用效应计算.....	91
	6.1 一般规定.....	91
	6.2 荷载计算.....	91
	6.3 水平力分配及剪力墙刚度计算.....	91
	6.4 地震作用和结构抗震计算.....	92
7	水平荷载、作用下的设计.....	94
	7.1 一般规定.....	94
	7.2 楼、屋盖工程设计.....	94
	7.3 剪力墙设计.....	95
8	竖向荷载作用下的设计.....	96
	8.1 一般规定.....	96
	8.2 楼、屋盖工程设计.....	96

---

8.3	墙体设计.....	97
9	地基和基础.....	98
9.1	一般规定.....	98
9.2	地基基础.....	98
9.3	基础与竹结构连接.....	98
10	连接计算.....	100
10.1	一般规定.....	100
10.2	螺栓连接和钉连接.....	101
11	构造规定.....	102
11.1	一般规定.....	102
11.2	剪力墙和楼、屋面的一般要求.....	103
11.3	剪力墙构造规定.....	103
11.4	楼盖构造规定.....	1044
11.5	屋盖构造规定.....	1044
12	防火设计.....	1055
12.1	基本设计原则.....	1055
12.2	防火间距.....	1055
12.3	防火构造.....	1055
12.4	设备防火设计.....	1055
12.5	消防设施.....	1066
13	保温、节能和通风空调设计.....	1077
13.1	一般规定.....	1077
13.2	热环境建筑节能设计指标.....	1077
13.3	建筑和建筑热工设计.....	1077
13.4	采暖、通风和空气调节设计.....	1077
13.5	电气和智能设计.....	1088
14	竹结构耐久性设计.....	109
14.1	一般规定.....	1099
14.2	防水、防干裂.....	1099

---

14.3	竹结构防虫.....	1099
15	隔声设计.....	1100
15.1	允许最大声级.....	110
15.2	隔声标准.....	110
15.3	隔声措施.....	110
16	施工质量验收.....	111
16.1	一般规定.....	111
16.2	楼盖、屋盖和墙体施工.....	111
16.3	验收项目	

# 1 总 则

**1.0.1** 本条主要阐明制定本规程的目的。

竹结构建筑的突出特色之一为绿色环保。竹子为速生材，三四年即可砍伐一次，并且广泛分布于我国的南方地区。竹结构建筑的广泛应用，能极大地减轻我国林业资源的紧张压力，也有利于生态环境、森林资源的保护。

由于竹结构是一种新型结构建筑，目前实际工程应用和经验较少，因此其结构安全显得尤为重要。因此，本规程的制定显得及时且必要，也将对今后竹结构的广泛应用和设计施工起到指导和参考作用。

**1.0.2** 由于竹结构建筑是一种新型结构建筑，实际工程经验较少，本规程在建筑工程中的适用范围主要为低层住宅（3层以下）和跨度较小的小型别墅、农家乐等休闲餐饮建筑。

**1.0.3** 《结构建筑可靠度设计统一标准》GB50068是结构建筑设计的基本原则。

**1.0.4** 对本条作如下说明：

1 使用条件所规定的“宜在正常温度和湿度环境下”，一般可理解为“温度和湿度仅随天气变化的室内环境中”。这以通风良好为前提。长期处于高温、高湿度、通风不良的使用环

---

境，竹结构建筑的承载力、强度设计值以及耐久性都将降低。由于这方面资料缺乏，尚不能给出定量的修正系数。

**2** 在经常、反复受潮且不易通风的环境中，不宜采用竹结构。

**1.0.5** 主要明确规范应配套使用。竹结构建筑中有金属连接件和个别木构件，其基础为混凝土条形基础，设计时均应符合相应规范的规定。

## 2 术语与符号

### 2.1 术语

本节给出了竹结构常用技术术语的解释和定义。

### 2.2 符号

本节给出了计算公式中常用符号和含义。

## 3 材 料

### 3.1 结构和构件材料

**3.1.1** 楠竹的分布和应用广泛，力学特性熟悉，强度较高，因此予以推荐。另外本条给出了圆竹的选用原则，直径过小的圆竹，其受压稳定性较差，因此本条予以限制；尺寸标准、材质良好、含水率低的圆竹，能显著保证结构构件的可靠度和承载力。

**3.1.2** 本条给出了竹结构建筑中对木材的相关要求，参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**3.1.3** 竹结构建筑中钢构件较多，本条参照《钢结构设计规范》GB 50017—2003 等的规定给出了相关要求。Q235 钢韧性较好，易于和自攻螺钉连接、方便施工，应优先采用。

**3.1.4~3.1.6** 参照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订，其中 3.1.4 条、3.1.5 条针对墙面材料进行了规定，3.1.6 条对防护材料进行了规定。

**3.1.7** 本条对结构板材的材料类型进行了规定，包括定向刨花板、石膏板、结构用胶合板，应分别满足相关规定。

**3.1.8** 本条对围护材料进行了规定。

## 3.2 防火和节能材料

**3.2.1** 参照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 和《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订，对竹结构建筑的防火材料和建筑材料的防火性能作了要求。

**3.2.2~3.2.3** 参照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订，对竹结构建筑的墙面材料和墙体填充材料的燃烧性能进行了规定。

**3.2.4** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**3.2.5~3.2.8** 参照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订，对竹结构建筑的墙体保温隔热材料进行了规定，以满足节能要求。

## 3.3 耐久性

**3.3.1** 由于竹结构建筑构件在潮湿封闭的环境中可能发生腐朽，故要求对竹材进行防虫、防腐处理。参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**3.3.2** 本条根据工程经验和相关技术工艺制订，其目的在于提高竹结构建筑的耐久性。

---

## 3.4 隔声

**3.4.1~3.4.2** 参照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订。

---

## 4 竹结构与水、电、暖的配合

1 为保证水、电、暖的走线需要，竹结构建筑墙体应具有相应的厚度。

2 本条规定了水、电、暖如何在竹结构建筑墙体中走线。

3 本条参照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订，规定了电源插座开孔和设备管道穿越墙体的基本构造规定。

## 5 结构设计基本规定

### 5.1 一般规定

**5.1.1~5.1.3** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

由于竹结构建筑主要用于普通房屋，故根据《结构建筑可靠度设计统一标准》，设计使用年限取为 50 年。

**5.1.4** 结构重要性系数，理论上应根据结构的安全等级和设计使用年限确定。由于目前竹结构建筑适用面较窄，主要用于普通房屋结构，安全等级一般为二级，故结构重要性系数确定为 1.0。

结构构件承载力抗震调整系数，理论上应取小于 1 的系数，但考虑到竹结构建筑为新型结构，相关抗震研究、试验和工程实例还不够深入，故取 1.0。

**5.1.5** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**5.1.6~5.1.7** 竹结构建筑的钢构件和木构件、混凝土基础，应符合相应规范的规定。

### 5.2 构造设计原则

**5.2.1** 本条对竹结构建筑的总体构造要求进行了规定，构造设计应便于施工和工厂化制作。

**5.2.2** 竹结构建筑为新型结构，限于目前的研究深度和技术水平，应确保结构建筑均匀、对称。

**5.2.3** 连接强度高于构件本身强度，是一般设计原则。关键部位的连接，在构造设计时宜考虑螺栓连接。

**5.2.4** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。竹结构建筑的构造设计应考虑耐久性和使用年限等因素。

**5.2.5** 由于竹结构建筑为新型结构，其抗侧力构件应有多道防线，并在构造上予以保障。

### 5.3 平面布置和结构体系

**5.3.1** 本条对竹结构建筑的设计方案进行了原则性规定。

**5.3.2** 本条对竹结构建筑的抗侧力构件的平面布置、侧向刚度等进行了规定。一般情况下，竹结构建筑宜用于规则、简单的结构。

**5.3.3** 竹结构建筑应重视节点设计。

### 5.4 设计允许值

**5.4.1** 本条的这些取值主要是根据文献资料确定。有资料表明，楠竹的静曲强度、弹性模量、强度是一般木材的2倍。

虞华强等在《林业科学》上发表的《毛竹顺纹抗拉性质的变异及与气干密度的关系》的主要结论是：“毛竹的顺纹抗拉弹性模量和顺纹抗拉强度的径向变异很大，不同位置竹材的顺纹

抗拉弹性模量为8.9~32.49 GPa，最外层竹材的顺纹抗拉弹性模量约是最内层的3~4倍；不同位置顺竹材顺纹抗强度在115.94~328.15 MPa之间，最外层竹材的顺纹抗强度是最内层的2~3倍。”

汪佑宏等在《西北林学院学报》上发表的《坡向对毛竹主要物理力学性质的影响》的主要结论是，毛竹的抗弯弹性模量、顺纹抗压强度、抗弯强度分别约为12000Mpa、55MPa和180MPa。

**5.4.2** 本条参照《木结构设计规范》GB 50005—2003的规定。考虑到竹材的韧性优于木材，故限值予以适当放宽。

**5.4.3** 竹结构构件的连接主要是自攻螺钉的连接。这种连接较弱，可近似认为不传递弯矩，因此可简化成理想的铰接。故计算长度直接取为构件的长度。

**5.4.4** 本条参照《木结构设计规范》GB 50005—2003的相关规定。

**5.4.5** 本条主要依据武汉理工大学的关于无比钢结构试验报告和有限元分析软件的计算结果。

武汉理工大学的试验报告显示，厚240mm、宽3000mm、高3600mm，设置单面X型钢带的墙体（无腹板），水平推力的屈服荷载值为22.5kN，相应顶点的水平位移为17.5mm。

有限元分析软件SAP2000对某栋住宅的的计算结果表明，若不考虑腹板效应，在多遇地震和风荷载（50年一遇）的作用

---

下，最大层间位移角分别为  $1/460$  和  $1/600$ 。

**5.4.6** 本条依据武汉理工大学的关于无比钢结构试验报告（参见 **5.4.5** 条）和《木结构设计规范》GB 50005—2003 附录 Q 关于轻型木结构剪力墙的相关规定。

**5.4.7** 木构件和钢构件的设计指标按相应规范取值。

## 6 荷载、作用效应计算

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本条对竹结构建筑荷载进行了归类。

**6.1.2** 位置可灵活布置的隔墙，其荷载可参照《结构建筑荷载规范》GB 50009—2012取值。

**6.1.3** 对竹结构建筑的荷载组合进行了规定。

### 6.2 荷载计算

**6.2.1** 本条对竹结构建筑荷载限值进行了规定。

**6.2.2** 本条规定了竹结构建筑的地震作用计算原则。考虑到竹结构建筑为新型结构，承载力抗震调整系数取 1.0。

**6.2.3** 由于竹结构建筑的高度较小，风荷载计算可不考虑风振系数的影响。

### 6.3 水平力分配及剪力墙刚度计算

**6.3.1** 一般来说竹结构建筑的楼面刚度较小，故水平荷载按从属面积上重力荷载代表值的比例分配。但近似计算时，特别是对于开间较小的结构，也可按抗侧力构件的刚度分配。因为竹

结构的楼板刚度虽然大大低于混凝土楼板，但竹结构开间较小，楼板仍具有较强的整体性和平面内刚度，具备将水平力平均分配到所有布置有 X 型钢带上的墙体上的能力。

**6.3.2** 本条对竹结构建筑墙体的刚度进行了规定。其主要依据参见 5.4.5 条。由水平推力的屈服荷载值为 22.5kN，相应顶点的水平位移为 17.5mm，并考虑一定裕量计算得出。

由于 5.4.5 条的试验数据为无腹板墙，实际上若考虑腹板效应，无开洞墙体刚度一般能满足本条要求的刚度要求。

另外，有限元分析软件 SAP2000 对某栋住宅的的计算结果表明，若不考虑腹板效应，底层的层间位移约为 6.5mm，平均每米的剪力墙所受水平力为 2.47kN/m，折算成每米剪力墙刚度不应小于 380kN/m。

**6.3.3** 剪力墙的侧向刚度的影响因素较多，应根据试验结果确定。

## 6.4 地震作用和结构抗震计算

**6.4.1** 竹结构建筑节点多、杆件多，计算时应采用有限元分析软件。当利用有限元分析软件计算时，推荐采用处理杆系结构有很大优势的 SAP2000。竹结构模型杆件单元极多，采用 SAP2000 建模极为方便，能极大减少建模工作量。另外 SAP2000 也兼容中国抗震规范，便于确定计算参数和计算结果分析。由于高度小，手算时，也可采用底部剪力法。

---

**6.4.2** 竹结构建筑的自振周期  $T$  可取 0.2~0.4s，主要依据用有限元分析软件 SAP2000 对某栋住宅的计算结果。另外根据《木结构设计规范》所推荐的公式  $T = 0.05H^{0.75}$ ，二层的房屋，自振周期约为 0.2s。

## 7 水平荷载作用下的设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 严格来讲,竹结构墙体由腹板和 X 型钢带共同作用抵御水平力。其共同作用机理比较复杂。从理论上讲,在水平力较小时,由于腹板刚度大, X 型钢带尚未完全绷紧,应当是腹板承受主要水平荷载。在腹板出现较大变形甚至破坏时, X 型钢带才有可能完全参与工作。本条假定水平力全部由 X 型钢带承担,是偏于安全的,也大大简化了设计和计算。

**7.1.2** 由于在正常使用极限状态时竹结构建筑一般处于弹性状态,变形较小,可以认为腹板处于工作状态,即考虑腹板效应。

**7.1.3** X 型钢带由于厚度薄,仅承担拉力。

### 7.2 楼、屋盖工程设计

**7.2.1** 竹胶合板或人造板的厚度根据实际工程经验制订。圆竹梁的截面较大,且受压翼缘相对较为薄弱,故其上的竹胶合板或人造板宜加厚。

**7.2.2** 由于由 3 根圆竹合并的楼面梁截面较复杂,其截面特性计算工作量大。本条给出了其截面特性的参考值。其数值系根据计算软件得出。

---

**7.2.3** 本条对楼盖和屋盖的平面内刚度作了规定。

## **7.3 剪力墙设计**

**7.3.1** 由于开洞要求，竹结构建筑的可供作为剪力墙的墙体长度较小，故规定无开洞要求的墙体均按剪力墙设计。

**7.3.2** X型钢带的拉力的水平分力即为其所在的剪力墙所承担的剪力设计值。

## 8 竖向荷载作用下的设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 单片柱为主要竖向承重构件。

**8.1.2** 单片柱的两端可近似认为为铰接，故单片柱所受的弯矩和剪力很小，即可简化成理想的轴心受力构件。

### 8.2 楼、屋盖工程设计

**8.2.1** 楼面梁和屋面梁可采用方木，应符合《木结构设计规范》GB 5005—2003 的规定。

**8.2.2** 由于由 3 根圆竹合并的楼面梁截面较复杂，其截面特性计算工作量大。本条给出了其截面特性的参考值。其数值系根据计算软件得出。

**8.2.3** 屋架各节点的连接，为钢节点板加自攻螺钉，故简化为铰接。

### 8.3 墙体设计

**8.3.3** 理论上，若考虑单片柱的格构效应，单片柱的抗压承载力大于单根圆竹柱抗压承载力的两倍。本条的假定是偏于安全

---

的，也简化了计算量。

本条的公式依据欧拉公式，同时引入了一个折减系数。折减系数的取值系根据圆竹的抗压承载力试验资料。四川大学基础力学实验室、结构工程实验室对圆竹的抗压承载力进行了试验。结果表明，在无任何侧向支撑的情况下，单根圆竹（长度 2.9m，小头直径 80mm）的抗压承载力约为 7~8kN。由于实际工程中，圆竹有横撑等侧向支撑，且腹板效应能显著提高抗压强度，所以若考虑腹板和格构效应时，折减系数可适当增大。

## 9 地基和基础

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 竹结构建筑由墙体承重,故基础应采用混凝土条形基础。

**9.1.2** 竹结构建筑的混凝土条形基础可按照《建筑地基基础设计规范》GB5007—2011 的相关规定计算。

### 9.2 地基基础

**9.2.1** 规定确保地基承载力特征值 $f_{ak}$ 达到 85kPa 以上,主要是为避免基础的截面尺寸过大。

**9.2.2~9.2.3** 本条依据实际工程经验和做法。

**9.2.5** 竹结构建筑层数较少,荷载简单且较小,故可不进行地基变形验算。

### 9.3 基础与竹结构连接

**9.3.1** 单片柱与基础连接主要是依靠自攻螺钉,连接较弱,故如此简化。

**9.3.2** 底层的下导轨,在水平荷载作用下,承受较大的剪力;特别是在 X 型钢带与导轨连接处,因导轨承受钢带传来的较大

---

拉力，故宜采用螺栓连接。

**9.3.3~9.2.4** 预埋锚栓的构造设计参照《混凝土结构设计规范》GB50010—2010 制订。

## 10 连接计算

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 本条对竹结构建筑的连接型式做了大致分类。

1 底层的下导轨和钢筋混凝土基础的连接,一般采用螺栓连接,故对螺栓进行抗拔和抗剪计算;

2 X型钢带和上、下导轨的连接,采用自攻螺钉连接,且均为钢构件,主要计算自攻螺钉的抗剪承载力;

3 圆竹柱和导轨的连接,采用自攻螺钉连接,因涉及竹材和钢材两种材料,故还应进行每一剪面的承载力计算;

4 楼面梁和下导轨的连接、楼面板和楼面梁的连接、腹板和单片柱的连接、木横撑、木斜撑和方木块和圆竹的连接等,受力计算较为复杂,故统一按构造要求进行布置。

**10.1.3** 竹结构建筑的连接优先采用自攻螺钉连接;特殊、重要部位采用螺栓连接。第二层以上的下导轨和下层上导轨的连接,起到上、下两层紧密结合的重要作用,故宜采用螺栓连接。

**10.1.4~11.1.5** 本条规定了自攻螺钉连接的构造要求。

**10.1.6** 本条参照《木结构设计规范》GB 50005—2003。主要是考虑到连接的共同受力机理复杂。

## 10.2 螺栓连接和钉连接

**10.2.1** 本条参照《钢结构设计规范》GB 50017—2003 制订，分别对螺栓的抗剪、抗拉和受拉和受剪同时作用时的承载力计算进行了规定。

**10.2.2** 本条对连接 X 型钢带和上、下导轨的自攻螺钉的强度计算进行了规定。

**10.2.3** 本条的公式依据四川大学基础力学实验室、结构工程实验室进行的抗拉连接承载力试验结果，参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 给出。试验表明，当自攻螺钉直径为 4mm 时，单根自攻螺钉和圆竹连接的抗拉承载力约为 1.2kN。

## 11 构造规定

### 11.1 一般规定

**11.1.1~11.1.2** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**11.1.3** 竹结构建筑多于 3 层时,抗侧力构件和抗拉连接显得复杂。并且竹结构作为新型结构建筑,实际工程经验较少,故将其层数限制为 3 层。

**11.1.4** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**11.1.5** 顶层或第二层所受的重力荷载及水平力产生的竖向荷载较小,故截面直径可予以放宽。

**11.1.6** 为确保竖向承载力要求的构造要求。

**11.1.7** 本条主要为避免单片柱的偏心受压并使竖向力传力直接可靠。同时为传力直接可靠,楼面梁和单片柱应一一对应,故间距应一致。为避免偏心受压,楼面梁和单片柱应对中。

**11.1.8** 大的洞口应避免布置在承重墙体,将使洞口的构造复杂,如设置截面尺寸较大的补强木梁和补强木柱。

**11.1.9** 本条对单片柱的构造要求进行了规定。

**11.1.10~11.1.11** 为确保连接强度的构造要求。

**11.1.12** 位于南方地区的竹结构建筑,外墙内侧和内墙一侧的

腹板宜镂空或敞开，以利于墙体内部的通风。位于北方地区的竹结构建筑，两侧墙体可全部封闭。

## 11.2 剪力墙和楼面屋面的一般要求

**11.2.1~11.2.3** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

### 11.3 构造剪力墙规定

**11.3.1** X 型钢带与水平面夹角宜为  $45^\circ$  时，抵御水平力的效果最好，能充分利用钢带的材料性能。

X 型钢带拉紧绷直，能使钢带较早参与抵御水平力的工作，这样便能和腹板共同作用。X 型钢带中间不应和单片柱相连，目的是使钢带的拉力直接传递到导轨上，避免传递到单片柱上产生弯矩、剪力。根据“强连接”的原则，给出了连接的最少自攻螺钉数量。

X 型钢带在抵御水平力时，将产生较大的拉拔力。为防止导轨被拉出，底层下导轨和 X 型钢带连接处，基础的预埋螺栓应加密。

**11.3.2** 本条主要根据木结构强度计算结果制订。

**11.3.2** 本条根据工程经验制订。

**12.3.4** 当墙体一侧腹板镂空或敞开时，木横撑可设置在镂空或敞开侧的外表面。故导轨宽度（即未加腹板的墙厚）可适当减小。当墙体两侧都封闭时，木横撑和斜撑只能设置在墙体内，

故导轨宽度适当增大。

## 11.4 楼盖构造规定

**11.4.1** 跨度较大的梁采用竹组合梁。

**11.4.2** 为确保单片柱轴心受压。

**11.4.3** 本条根据工程经验制订。

**11.4.4** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

**11.4.6** “品”字型竹梁由于是 3 根或多根圆竹叠在一起，故钢箍的松紧至关重要，箍紧后能确保无滑移，提高刚度和强度。由于截面较大，故连接宜加强。

## 11.5 屋盖构造规定

**11.5.1~11.5.4** 参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 和工程经验制订。

---

## 12 防火设计

### 12.1 基本原则

**12.1.1** 本条规定了竹结构建筑防火设计的基本原则。

### 12.2 防火间距

**12.2.1~12.2.3** 主要参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 制订。

### 12.3 防火构造

**12.3.1~12.3.7** 主要参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 和《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订。

### 12.4 设备防火设计

**12.4.1~12.4.4** 主要参照《木结构设计规范》GB 50005—2003 和《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361—2005 制订。

## 12.5 消防设施

**12.5.1~12.5.2** 根据工程经验制订。

## 13 保温、节能和通风空调设计

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 本条规定了竹结构建筑保温、节能和通风空调设计的基本原则。

### 13.2 热环境建筑节能设计指标

**13.2.1** 根据工程经验和《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 和《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 等制订。

### 13.3 建筑和建筑热工设计

**13.3.1~13.3.6** 根据工程经验和《民用建筑热工设计规范》GB 50176 制订。

### 13.4 采暖、通风和空气调节设计

**13.4.1** 竹结构建筑的采暖、通风和空气调节执行《采暖通风与

---

空气调节设计规范》GB50019—2003 的规定。

## **13.5 电气和智能设计**

**14.5.1** 竹结构建筑的电气和智能设计执行《民用建筑电气设计规范》JGJ16—2008 的规定。

## 14 竹结构耐久性设计

### 14.1 一般规定

**14.1.1~14.1.2** 规定了竹结构建筑耐久性设计的基本原则和规定。

### 14.2 竹结构防水、防干裂

**14.2.1 ~14.2.1** 根据工程经验制订。

### 14.3 竹结构防虫

**14.3.1** 实践经验表明,在冬季砍伐的竹材,可较好地避免虫害。

**14.3.2** 本条根据实际工程经验制订。

## 15 隔声设计

### 15.1 允许最大声级

**15.1.1~15.1.2** 参照《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 制订。

### 15.2 隔声标准

**15.2.1~15.2.1** 参照《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 制订。

### 15.3 隔声措施

**15.3.1** 根据工程经验和《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 制订。

## 16 施工质量验收

### 16.1 一般规定

**16.1.1** 参照《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206—2012 制订。

**16.1.2** 对竹结构建筑的分部、分项工程进行了规定。

**16.1.3~16.1.8** 主要参照《木结构工程施工质量验收规范》GB50206—2012 制订。

### 16.2 楼盖、屋盖和墙体施工

**16.2.1** 主要根据工程经验和相关规范制订。

**16.2.2** 本条规定了竹结构建筑的墙体及其构件的施工方法和工艺。

**16.2.3** 本条规定了楼盖或屋盖的施工要求。

### 16.3 验收项目

**16.3.1~16.3.9** 主要参照《木结构工程施工质量验收规范》GB50206—2012 制订。