



T/CECS XXX- 20XX

中国工程建设标准化协会标准

木框架剪力墙结构标准化节点技术规程

Technical specification for standardized joints of
post-and-beam structures with shear wall

（征求意见稿）

2023年6月 成都

中国工程建设标准化协会标准

木框架剪力墙结构标准化节点技术规程

Technical specification for standardized joints of
post-and-beam structures with shear wall

T/CECS XXX—20XX

（征求意见稿）

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

日 期：202X 年 X 月 XX 日

中国计划出版社

20XX 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021 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〔2021〕20 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为 7 章和 1 个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、节点设计、节点制作与安装、验收、维护与检查等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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，由中国建筑西南设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中，如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：四川省成都市天府大道北段 866 号，邮政编码：610042），以供修订时参考。

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

参编单位：同济大学

南京林业大学

日本贸易振兴机构——日本木材出口协会

大连双华木结构建筑工程有限公司

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 材 料	5
4.1 木 材	5
4.2 钢材和金属连接件	5
4.3 其他材料	6
5 节点设计	7
5.1 一般规定	7
5.2 通柱与梁的连接	7
5.3 梁与梁连接	10
5.4 柱顶连接和柱底连接	11
5.5 连接构造	15
6 制作与安装	18
6.1 一般规定	18
6.2 制 作	18
6.3 安 装	19
7 验 收	21
8 维护与检查	23
附录 A 木框架剪力墙结构连接节点的试验方法和评价方法	24
本规程用词说明	33
引用标准名录	34
附：条文说明	35

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Materials	5
4.1	Timber	5
4.2	Steel and Metal Connector	5
4.3	Other	6
5	Design for connections	7
5.1	General Requirements	7
5.2	Column-to-beam Connections	7
5.3	Beam-to-beam Connections	10
5.4	Upper and Bottom connections of Columns	11
5.5	Connecting detailing	15
6	Fabrication and Installation	18
6.1	General Requirements	18
6.2	Fabrication	18
6.3	Installation	19
7	Acceptance	21
8	Inspection and Maintainance	23
	Appendix A Testing and assessing methods for connections	24
	Explanation of Wording in This Standards	33
	List of Quoted Standards	34
	Addition: Explanation of Provisions	35

1 总 则

1.0.1 为在木框架剪力墙结构工程中合理使用连接节点,做到安全适用、技术先进、经济合理、施工方便、确保质量、节能环保,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于木框架剪力墙结构的连接节点的设计、制作、安装及验收。

1.0.3 木框架剪力墙结构连接节点的设计、制作、安装和验收除应执行本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 木框架剪力墙结构 post and beam with shear wall construction

在方木原木结构中，主要由地梁、梁、横架梁与柱构成木框架，并在间柱上铺设木基结构板，以承受水平作用的木结构体系。

【条文说明】木框架剪力墙结构源于日本建筑的“传统结构法”，是以框架剪力墙为主体的结构方式。柱和梁等框架木构件通常使用宽度为 105mm 或 120mm 的锯材和胶合原木。框架木构件的节点大多使用金属件连接或加固。墙体使用结构用胶合板等木基结构板做为覆面板而形成剪力墙，楼面板使用结构用胶合板等木基结构板做为承重楼面板，从而加固结构体系的整体性。考虑防火的要求，外墙通常采用砂浆和壁板，内墙面采用在石膏板上再做装饰面层，楼面板上铺设地板。因此，在具备结构性能和防火性能的基础上，木框架剪力墙结构还能满足隔热密封性能等高性能的要求。

2.0.2 木结构节点 timber connections 连接节点

木结构构件相互连接所形成的节点。

2.0.3 标准化木结构节点 standardized timber connections 标准化连接节点

木结构中采用同一种形式和构造的一组或一类节点。

2.0.4 榫卯加强节点

在传统榫卯连接节点的基础上，采用金属连接件对榫头连接部位进行加固的节点，也称在来工法。

2.0.5 标准化金属连接节点

在梁柱构件连接处，利用木构件上预留的标准尺寸的槽口和孔洞，并配合标准形状、标准尺寸的金属连接件、螺栓和销钉进行连接的节点，也称金属连接件工法。

【条文说明】2.0.4、2.0.5 木框架剪力墙结构的连接方法根据节点式样大致分为在来工法和金属连接件工法两种。金属连接件工法与剪力墙工法中传统的榫卯接头的形状有所不同，基本以单纯加工为主。例如，插在通柱上的横梁，在切割后的构件端部只需加工金属连接件的槽和插入销钉的孔。也就是在切割后，只需开槽和开孔等比较简单的加工即可。可在短时间内完成。即使在横架梁之间的接头连接处，取代原有的木框架剪力墙结构中半榫接头，只需开槽和开孔。另一面，在支柱上下端处横架梁的连接部分，大多使用插销管连接的方式，故以开孔加工为主。因此，在安装连接作业中主要是插入销钉。

连接用金属连接件本身的形状也是经过精心设计的。例如在榫头的连接作业中，将金属连接件设计为防止木材变形产生缝隙的形状。

2.0.6 金属连接件 metal connection

经表面镀锌处理的钢板弯折而成的多钉孔连接件。

2.0.7 销连接 dowel-type connections

采用销轴类紧固件将构件连成一体连接方式。又称销轴类连接。

2.0.8 钢嵌板螺栓连接 bolted connections with slotted-in steel plates

采用钢板插入木构件后穿入螺栓进行连接的一种节点形式，是销连接的一种。

3 基本规定

3.0.1 木框架剪力墙结构的连接节点的设计安全等级不应低于连接节点所处的建筑物或构筑物的设计安全等级。

3.0.2 荷载效应组合应按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行，取各自最不利的组合进行连接节点相关计算分析；荷载取值和荷载效应组合方式应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定。

3.0.3 连接节点设计时所采用的木材强度设计指标，应按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005的有关规定进行确定。

3.0.4 连接节点外露预埋件和连接件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应满足耐久性要求。

3.0.5 木框架剪力墙结构的连接节点可分为榫卯加强节点和标准化金属连接件节点。连接节点的设计除应符合本规程第5章的规定外，还应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005的有关规定。

3.0.6 连接节点设计应遵守下列原则：

- 1 受力简单、传力明确、便于标准化制作、满足结构整体性要求；
- 2 采用榫卯加强节点时，当金属加强件安装完成后，构件的面与面之间应紧密接触；
- 3 连接节点应计入含水率变化可能产生的收缩变形；
- 4 同一连接中不得有两种或两种以上不同刚度连接的共同作用，不得同时采用直接传力和间接传力两种传力方式；
- 5 应避免连接部位的木材出现横纹受拉破坏；当横纹拉应力无法避免时，应通过试验验证节点的安全性。

3.0.7 连接节点设计刚度应与整体结构分析中的节点刚度一致，节点的承载力应根据由整体结构分析得到的相应内力进行计算。

3.0.8 木框架剪力墙结构与其他结构的连接节点，除应满足承载力要求外，尚应满足两者之间的变形协调相关要求。

4 材 料

4.1 木 材

4.1.1 连接节点采用的结构用木材可分为锯材、层板胶合木、旋切板胶合木、**木基结构板和结构用胶合板**，其材质等级应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005、《结构用集成材》GB/T 26899 和《木结构覆板用胶合板》GB/T 22349 的规定，以及应符合国家现行标准《定向刨花板》GB/T 41715 和《轻型木结构建筑覆面板用定向刨花板》LY/T 2389 的有关规定。

4.1.2 连接节点采用的结构用木材的强度等级、强度指标和木材含水率应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005 的有关规定。

4.1.3 结构用木材在连接节点处不应出现拼胶开裂、斜纹、腐朽、木节、虫蛀、裂缝及翘曲等缺陷。

4.1.4 连接节点采用容易翘裂的木材时，设计、制作和安装过程中应采取防止裂缝危害的技术措施。

4.1.5 在露天或易腐蚀环境的连接节点应使用防腐木材，防腐木材和防腐剂应符合现行国家标准《防腐木材的使用分类和要求》GB/T 27651 和《木材防腐剂》GB/T 27654 的有关规定。

4.1.6 在易遭虫害部位的连接节点，应采用经防虫处理的木材。

4.1.7 采用防腐木材制作连接节点时，应对加工后的木材切口表面涂抹足量的同一类型的防腐剂。经防腐处理后的连接节点，应避免重新切割、开槽或钻孔。

4.2 钢材和金属连接件

4.2.1 连接节点中使用的钢材宜选用 Q235 钢和 Q355 钢，其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定。钢材的强度指标应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。当采用进口钢材时，应通过试验验证其质量符合国家现行标准的有关规定。

4.2.2 连接节点中使用不锈钢材料时，钢材的质量应符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 和《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280 的有关规定。不锈钢材的强度指标应符合国家现行标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410 的有关规定。当采用进口不锈钢材时，应通过试验验证其质量符合国家现行标准的有关规定。

4.2.3 连接节点用钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度以及硫、磷含量的合格

保证。对焊接承重结构的钢材尚应具有碳含量的合格保证和冷弯试验的合格保证。对有抗震设防要求的承重结构钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85，钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%。

4.2.4 长期处于潮湿、结露或其他易腐蚀环境的金属连接件，应进行防腐蚀处理或采用不锈钢产品。金属连接件的防腐蚀处理宜用镀锌或涂料喷涂方式，若需长效防腐蚀处理，宜采用热浸锌处理工艺。

4.2.5 连接节点采用的金属连接件的质量除应符合设计要求外，尚应符合国家现行标准的有关规定。当采用进口金属连接件时，除应满足设计要求外，尚应通过试验验证其质量符合国家现行标准的有关规定。

4.2.6 对处于外露环境且对耐腐蚀有特殊要求，或在腐蚀性气态和固态介质作用下的金属连接件，宜采用耐候钢，并应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T4171 的有关规定。

4.2.7 金属连接件的耐火极限应根据建筑物的耐火性能进行确定，并应采用保证金属连接件安全可靠的防火保护措施。

4.3 其他材料

4.3.1 金属连接件采用的钢材进行焊接时，选用焊条的型号应与金属强度相适应，焊条的性能应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 和《低合金钢焊条》GB/T 5118 的有关规定。

4.3.2 连接节点采用的结构用胶应满足结合部位的强度和耐久性的要求，胶合强度不应低于木材顺纹抗剪和横纹抗拉的强度。胶连接的耐水性和耐久性应符合设计文件的规定，并应满足环境保护的要求。

4.3.3 结构用胶应根据木结构的使用环境、木材种类、防水和防腐要求以及生产制造方法等条件选择使用。胶粘剂的性能指标应符合现行国家标准《胶合木结构技术规范》GB/T 50708 的有关规定。

5 节点设计

5.1 一般规定

5.1.1 木框架剪力墙结构连接节点设计时，应进行拉力、剪力、压力和销槽承压力的验算。对于榫卯加强节点，应由金属连接件通过木构件接触面传递拉力。对于标准化金属连接件节点，应通过金属连接件传递拉力和剪力，并应通过木构件接触面传递压力和销槽承压力。

5.1.2 木框架剪力墙结构的标准化金属连接件节点采用的金属连接件应包括标准化钢填板连接件、标准化钢夹板连接件和标准化钢插管连接件。

5.1.3 标准化金属连接件所用钢材应符合本规程第4.2节的规定。

5.1.4 连接节点设计时所采用的木材强度设计指标，应按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005相关规定取值。

5.1.5 本规程仅规定了连接节点承载力标准值，连接节点承载力设计值应根据现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005的相关规定进行确定。

5.1.6 采用标准化金属连接件连接的木构件横截面尺寸不应小于 $105\text{mm} \times 105\text{mm}$ ，节点承载力标准值可按本规程附录A的规定进行试验获得。当不能由试验确定节点承载力标准值时，可按本规程第5.2节的相关规定确定。

5.1.7 连接节点外露的金属预埋件和金属连接件应按不同环境类别采取防腐、防锈和防火等保护措施，且保护处理措施应满足耐久性要求。

5.1.8 连接节点类型应根据连接的构件类型分为通柱与梁连接、梁与梁连接、柱头连接与柱脚连接等三种类型。根据连接节点类型和连接节点处受力特点，应选择相应类型和型号的标准化金属连接件，并应使连接节点设计承载力满足节点安全可靠的要求。

5.2 通柱与梁的连接

5.2.1 通柱与梁之间的连接节点应包括榫卯加强节点和标准化金属连接件节点，并进行受剪及受拉承载能力的验算。

5.2.2 当通柱与梁之间的连接节点采用榫卯加强节点时，应采用标准化系板连接螺栓或系板连接导管连接件进行节点加强（图5.2.2）。

5.2.3 当通柱与梁之间的连接节点采用标准化金属连接件节点时，应采用标准化梁托连接件进行连接（图5.2.3）。

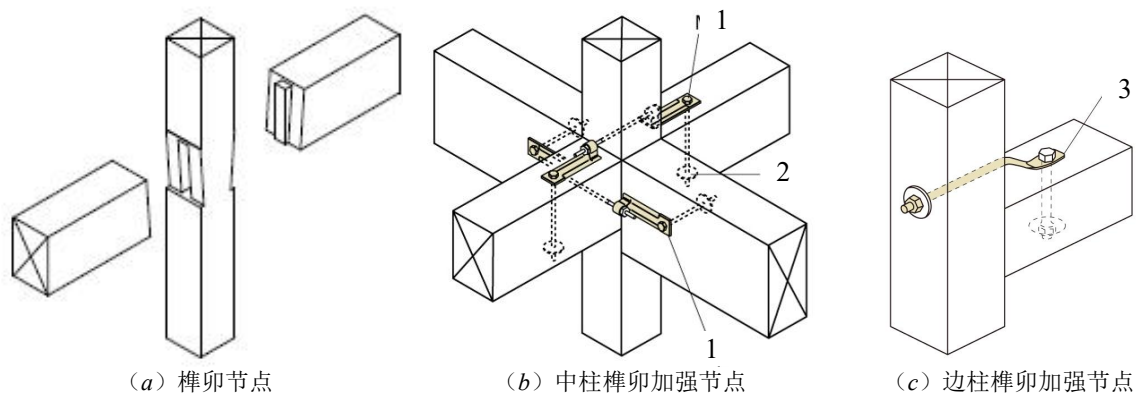


图 5.2.2 通柱与梁榫卯加强节点连接示意

1——系板连接导管；2——固定螺栓；3——系板连接螺栓

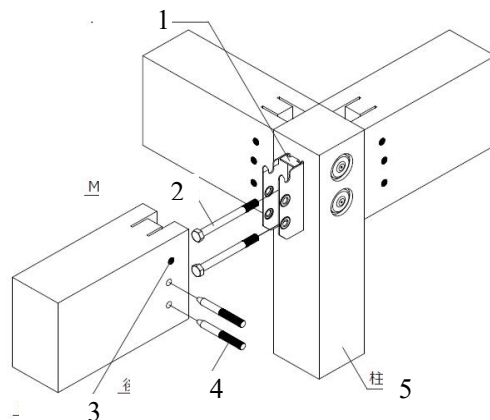


图 5.2.3 通柱与梁标准化梁托连接件节点连接示意

1——梁托连接件；2——固定螺栓；3——预安装销钉；4——后安装销钉；5——木柱

5.2.4 当通柱与梁连接采用截面宽度为105mm的标准化木构件时，常用标准化梁托连接件型号及其承载力标准值应符合表5.2.4的规定。

表5.2.4 通柱与梁连接常用梁托连接件型号及其承载力标准值

梁托连接件		承载力标准值 (kN)			连接构件 最小梁高 (mm)
型号	形状	正向抗剪	反向抗剪	抗拉	
PS-10SU		9.1	6.6	9.5	105
PS-18SU		18.5	15.1	11.9	180
PS-24SU		21.8	20.7	16.3	240
PS-33SU		36.5	36.0	24.5	330

注：表中承载力标准值由日本柳杉材制成的试件试验获得，其他品种及规格的木材制成的试件其承载力标准值应按本规程第5.1.7条的规定确定。

5.2.5 当无法通过试验获取木框架剪力墙结构通柱与梁连接节点的承载力标准值时，连接节点的抗拉承载力标准值 F_{ax} 可按下列公式计算：

$$F_{ax} = A_z \times f_{c90} \quad (5.2.5)$$

式中： F_{ax} ——通柱与梁连接节点的抗拉承载力标准值（N）；

A_z ——螺栓端部与木柱的接触面积（mm²）；

f_{c90} ——木柱横纹抗压强度标准值（N/mm²）。

5.2.6 木框架剪力墙结构柱与梁抗剪连接节点的正向抗剪承载力标准值 F_{ay} 可根据可能发生的3种破坏模式按下列公式计算：

$$F_{ay} = \min(F_{ay,I}, F_{ay,II}, F_{ay,III}) \quad (5.2.6-1)$$

$$F_{ay,I} = n_b n_{vb} V_b \quad (5.2.6-2)$$

$$F_{ay,II} = n_c n_{vc} V_c \quad (5.2.6-3)$$

$$F_{ay,III} = kbw \sqrt{\frac{h_e}{1 - \frac{h_e}{h}}} \quad (5.2.6-4)$$

式中： $F_{ay,I}$ ——破坏模式I时，柱与梁抗剪连接节点的承载力（N）；

$F_{ay,II}$ ——破坏模式II时，柱与梁抗剪连接节点的承载力（N）；

$F_{ay,III}$ ——破坏模式III时，柱与梁抗剪连接节点的承载力（N）；

n_b ——梁端销轴数量；

n_{vb} ——梁端单个销轴的剪切面数量，取4；

n_c ——柱端螺栓数量；

n_{vc} ——柱端单个螺栓的剪切面数量，取1；

V_b ——梁端单根销轴单个剪切面的最小承载力（N），按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005中相关规定确定；

V_c ——柱端单根螺栓单个剪切面的最小承载力（N），按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005中有关规定确定；

k ——断裂力学参数（N/mm^{1.5}），应根据使用的规格材选取，对日本柳杉规格材取13；

b ——梁宽（mm）；

w ——修正系数，对销轴类紧固件取1.0；

h_e ——有效高度（mm），按本规程第5.2.8条确定；

h ——梁高度（mm）。

5.2.7 木框架剪力墙结构通柱与梁连接节点的反向抗剪承载力标准值 F'_{ay} 计算方法

可按本规程第5.2.6条的规定进行确定，其中有效高度 h_e 应按本规程第5.2.8条的规定取值。

5.2.8 柱与梁抗剪连接节点的正向抗剪承载力标准值按本规程第5.2.6条计算时，有效高度 h_e 应为梁顶面与连接件最下端紧固件的距离（图5.2.8a）。当计算反向抗剪承载力标准值时，有效高度 h_e 应为梁底边与连接件最上端紧固件的距离（图5.2.8b）。

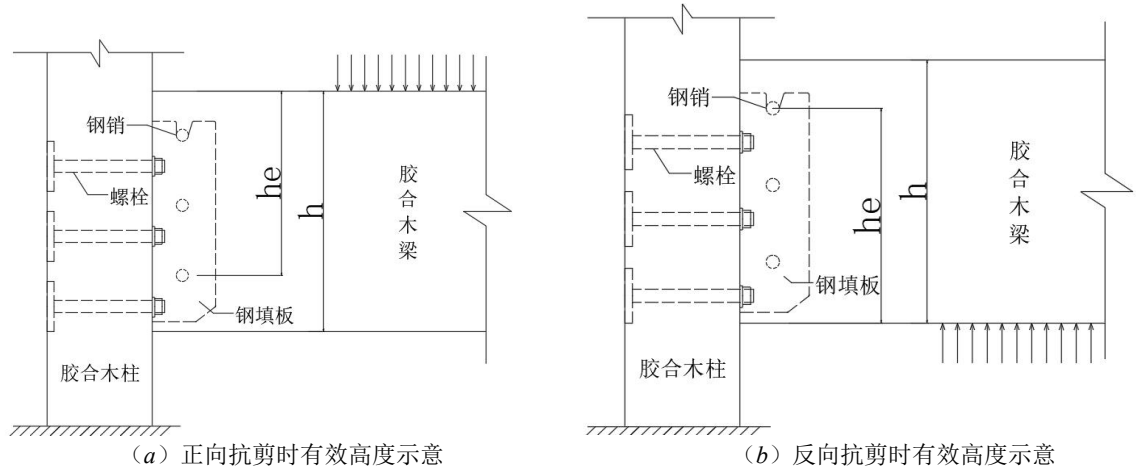


图5.2.8 劈裂破坏模式下木梁有效高度示意图

5.3 梁与梁连接

5.3.1 当梁与梁连接节点采用榫卯加强节点时，应采用标准化系板连接导管连接件进行节点加强（图5.3.1）。

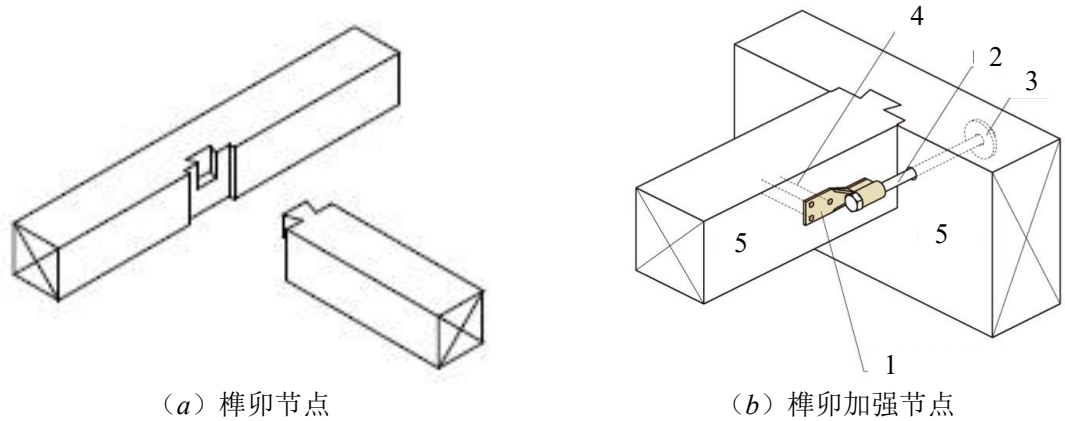


图5.3.1 梁与梁榫卯加强节点连接示意

1——系板连接导管；2——固定螺栓；3——垫圈；4——木螺钉；5——木梁

5.3.2 当梁与梁之间的连接节点采用标准化金属连接件节点时，应采用与通柱与梁连接节点相同的标准化梁托连接件进行连接（图5.3.2a）。梁与梁连接节点应进行受剪及受拉承载能力的验算（图5.3.2b）。

5.3.3 当梁与梁连接节点采用截面宽度为105mm的标准化木构件时，对应的常用的标准化金属连接件型号及其承载力标准值应符合表5.3.3的规定。

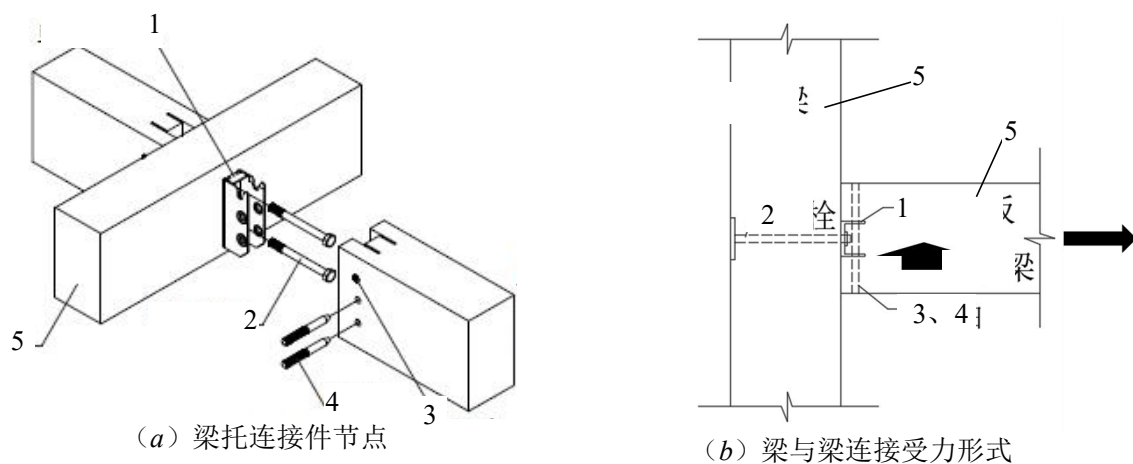


图5.3.2 梁与梁标准化梁托连接件节点连接示意

1——梁托连接件；2——固定螺栓；3——预安装销钉；4——后安装销钉；5——木梁

表5.3.3 梁与梁连接节点常用梁托连接件型号及其承载力标准值

梁托连接件		承载力标准值 (kN)		连接构件最小梁高 (mm)
型号	形状	正向抗剪	抗拉	
PS-10SU		5.2	8.2	105
PS-18SU		12.2	17.1	180
PS-24SU		24.0	21.7	240
PS-33SU		30.5	26.3	330

5.3.4 当无法通过试验获取木框架剪力墙结构梁与梁连接节点的承载力标准值时，连接节点的承载力标准值计算方法应按本规程第5.2.5条和第5.2.6条的规定进行确定。

【条文说明】木框架剪力墙结构梁与梁连接节点的承载力标准值的计算方法是与本规程第5.2节规定的通柱与梁连接的计算方法完全相同，只需柱端构造替换为螺栓连接的梁端构造即可。

5.4 柱顶连接和柱底连接

5.4.1 柱顶连接和柱底连接（图5.4.1）节点设计时，连接件应承受沿柱长方向的拉力或者压力。

【条文说明】柱顶连接即柱顶部与上部木梁的连接；柱底连接包括柱脚与下部木梁的连接，以及柱脚与基础的连接。

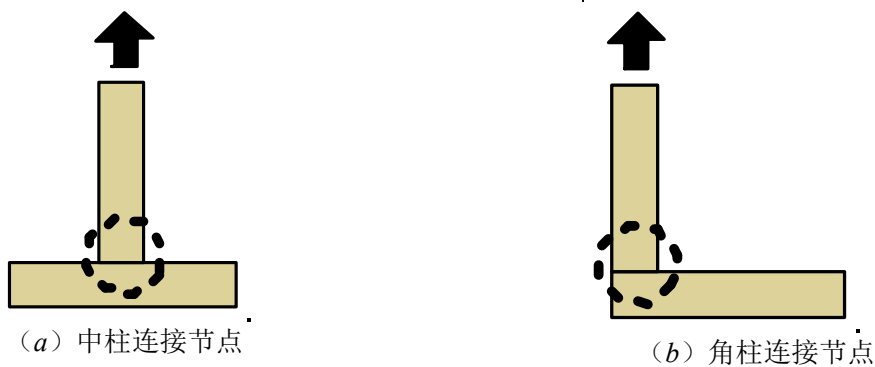


图5.4.1 柱脚连接节点示意

5.4.2 当柱顶、柱底与梁连接节点采用榫卯加强节点时，应采用标准化系板连接导管对连接节点进行加强（图5.4.2）。

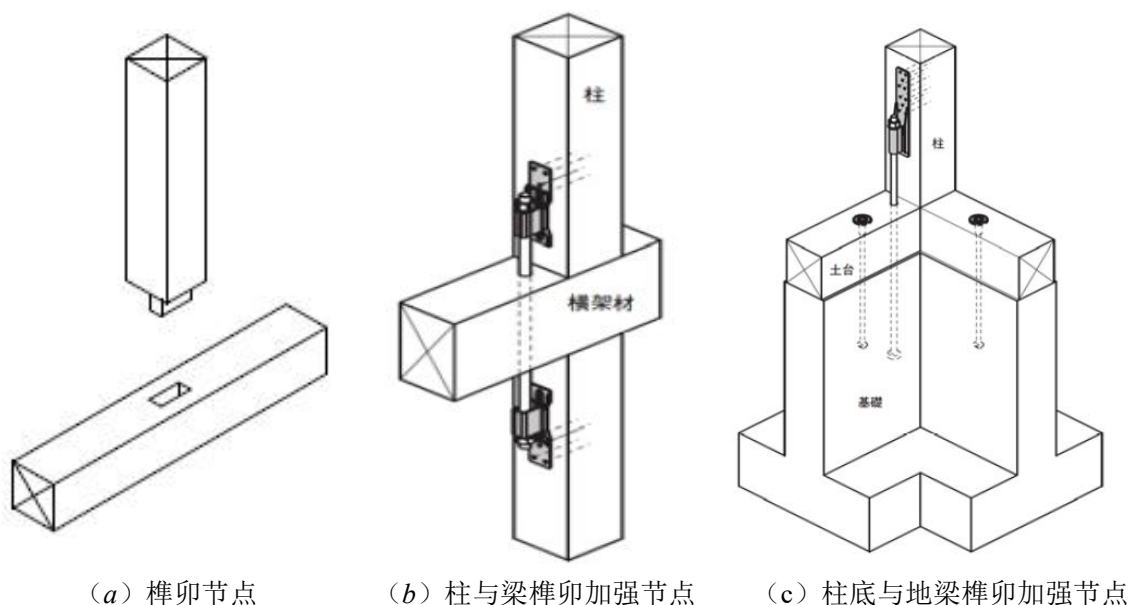


图5.4.2 柱与梁采用榫卯加强节点连接示意

5.4.3 当柱顶、柱底与梁之间的连接节点采用标准化金属连接件节点时，应采用柱端钢插销管连接件（图5.4.3）。

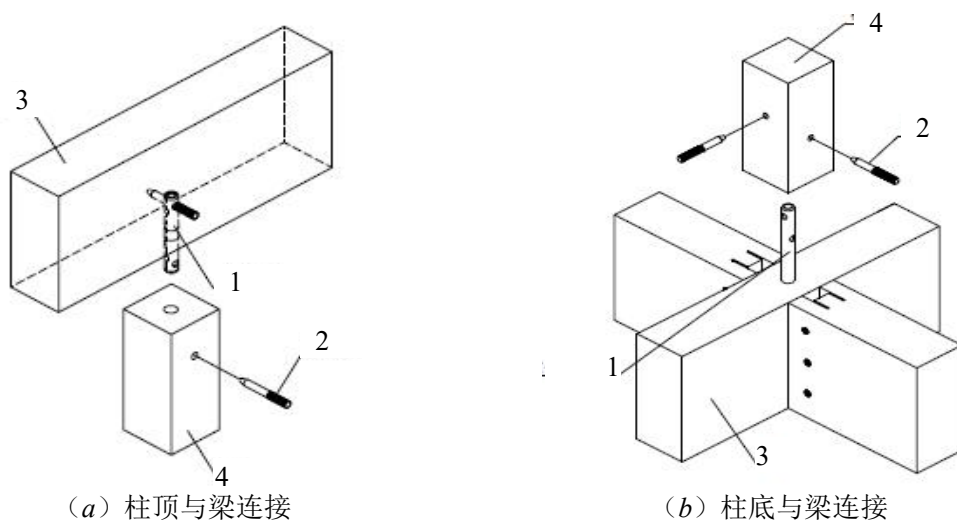


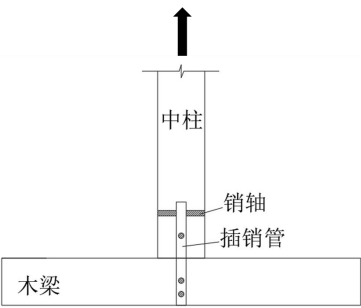
图5.4.3 柱与梁采用柱端钢插销管节点连接示意

1——柱端钢插销管连接件；2——固定销钉；3——木梁；4——木柱

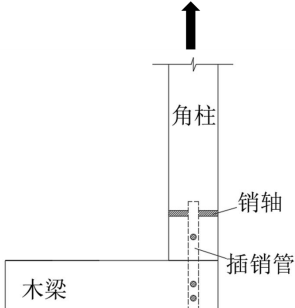
5.4.4 当柱顶、柱底与梁连接节点采用截面宽度为105mm的标准化木构件时（图5.4.4），常用的柱端钢插销管连接件连接件型号及其承载力标准值应符合表5.4.4的规定。

表5.4.4 柱顶、柱底与梁连接节点常用柱端钢插销管连接件型号及其承载力标准值

柱端钢插销管连接件		承载力标准值（kN）	
型号	形状	中柱抗拉	角柱抗拉
RP-10		12.3	11.7
PZ-HDP-15		21.1	16.2
PZ-HDP-20		24.3	16.9



(a) 中柱与梁连接



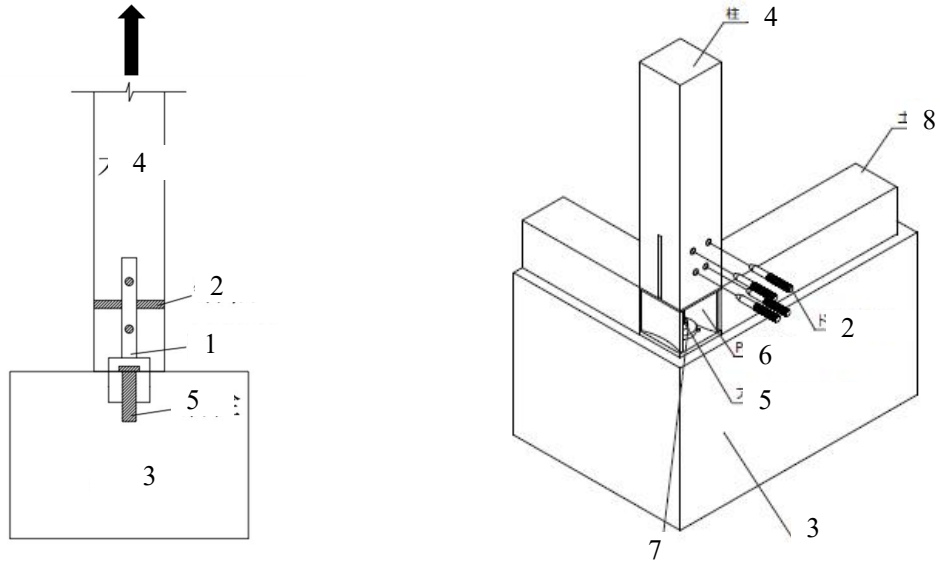
(a) 角柱与梁连接

图5.4.4 柱与梁连接节点示意图

5.4.5 柱底与基础连接节点采用截面宽度为105mm的标准化木构件时（图5.4.5），常用的标准化金属连接件型号及其抗拉承载力标准值应符合表5.4.5的规定。

表5.4.5 柱底与基础连接节点常用金属连接件型号及其承载力标准值

金属连接件			抗拉承载力标准值（kN）	
名称	型号	形状	中柱抗拉	角柱抗拉
柱底连接件	PSHD-30CN·II		30.2	31.1
柱底一体型连接件	PS-OP		30.1	
柱底高强度一体型连接件	PSBP-45		45.9	



(a) 柱底一体型连接件节点

(b) 柱底高强度一体型连接件节点

图5.4.5 柱底与混凝土基础连接节点示意图

1——柱底一体型连接件；2——固定销钉；3——混凝土基础；4——木柱；5——预埋锚栓
6——柱底高强度一体型连接件；7——垫圈；8——木地梁

5.4.6 当无法通过试验获取木框架剪力墙结构柱头与梁连接、柱脚与梁连接以及柱与基础连接节点的抗拉承载力标准值 F_{cy} 时，可按下列公式计算。

$$F_{cy} = \min(F_{cyI}, F_{cyII}, F_{cyIII}) \quad (5.4.6)$$

式中： F_{cyI} —— 破坏模式 I 时，柱与梁连接时的梁端销槽承压承载力 (N)；按本规程第5.2.6条对 F_{ayI} 规定的方法计算；柱与基础连接时可不计算此项；

F_{cyII} —— 破坏模式 II 时，柱端销槽承压承载力 (N)；应按本规程第5.2.6条对 F_{ayII} 规定的方法计算；

F_{cyIII} —— 破坏模式 III 时，抗劈裂破坏承载力 (N)；应按本规程第5.4.7条的规定计算；

5.4.7 木框架剪力墙结构柱头连接节点的抗劈裂破坏承载力 F_{cyIII} 的计算应符合下列规定：

1 柱与基础连接节点发生柱端劈裂破坏时，抗劈裂破坏承载力应按下式计算：

$$F_{cyIII} = k(L_{net} + 2d_0)t_{ef}f_{tk,90} \quad (5.4.7-1)$$

$$L_{net} = (n_c - 1)a_1 + a_3 - (n_c - 0.5)d_0 \quad (5.4.7-2)$$

2 柱与梁连接节点发生梁端劈裂破坏时，抗劈裂破坏承载力应按下式计算：

$$F_{cyIII} = kbw \sqrt{\frac{h_e}{1 - \frac{h_e}{h}}} \quad (5.4.7-3)$$

式中： k —— 根据试验结果研究回归获得的系数，取1.3；

L_{net} ——净端距 (mm) ;
 d_0 ——销槽孔直径 (mm) ;
 t_{ef} ——有效抗拉宽度 (mm) , 取实际木柱宽度;
 $f_{tk,90}$ ——木材横纹抗拉标准值 (N/mm²) ;
 n_c —— 柱端螺栓数量;
 a_1 —— 柱中钢销间距 (mm) ;
 a_3 —— 柱中钢销端距 (mm) , 即非受力端与最近钢销的距离 (图5. 4. 7) ;
 b —— 梁宽 (mm) ;
 w —— 修正系数, 对销轴类紧固件取1.0;
 h_e —— 有效高度 (mm) ; 取梁顶面与最下端紧固件的距离 (图5. 4. 7) ;
 h —— 梁高度 (mm) 。

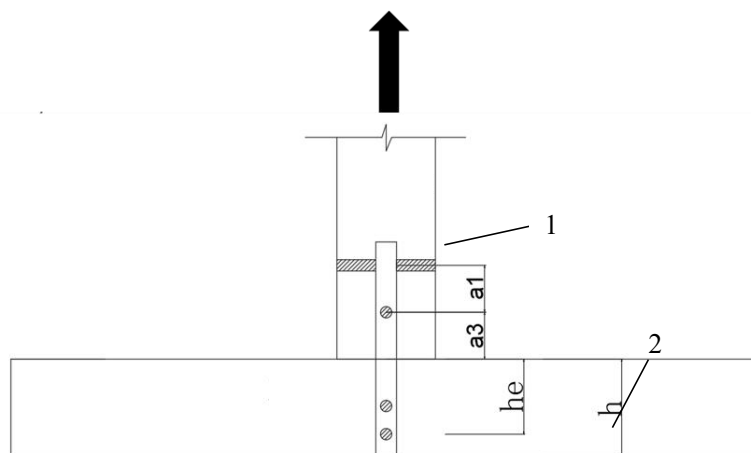


图5. 4. 7 柱脚与梁连接节点示意图

1——木柱; 2——木梁

5. 4. 8 木框架剪力墙结构柱头连接与柱脚连接节点的局部承压承载力设计值 $F_{cy',d}$ 可按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005-2017第5. 2. 8条的规定计算。

5.5 连接构造

5. 5. 1 木框架剪力墙结构的连接节点应按规定的连接方法进行安装。当采用标准化金属连接件节点时, 对构件连接部位开槽钻孔的加工, 应根据相应的金属连接件的安装要求进行准确加工, 并应在构件预制加工场内完成。

5. 5. 2 当通柱、柱与梁连接采用标准化梁托连接件节点连接时, 安装方法应符合下列规定:

1 应将螺栓穿过木柱和标准化梁托连接件, 并通过螺母将梁托与木柱固定;

2 木梁安装前应在梁端的顶部销孔内穿入钢销钉, 再将木梁端部槽口与梁托连接件的翼板对准对齐, 并应自上而下使梁顶部的钢销钉落入梁托顶部槽孔内卡紧就位;

3 梁柱连接就位后，应在其余的销孔内穿入全部钢销进行固定（图5.5.2）。

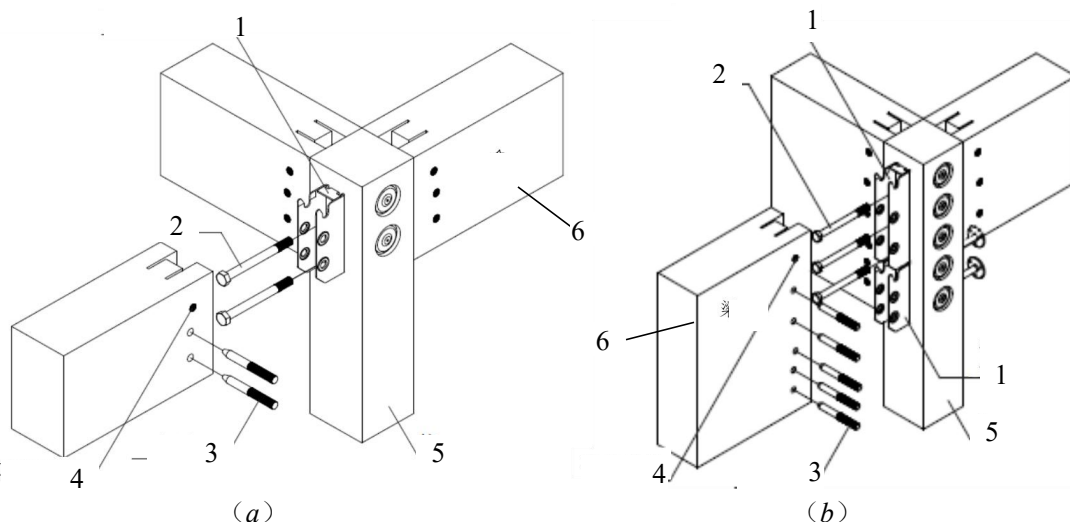


图5.5.2 通柱、柱与梁采用标准化梁托连接件节点构造示意

1——梁托连接件；2——螺栓；3——钢销钉；4——顶部销孔；5——木柱；6——木梁

5.5.3 当次梁与主梁连接采用标准化梁托连接件节点连接时，安装方法应符合下列规定：

- 1 应将螺栓穿过主梁和标准化梁托连接件，并通过螺母将梁托与主梁固定；
- 2 次梁安装前应在梁端的顶部销孔内穿入钢销钉，再将次梁端部槽口与梁托连接件的翼板对准对齐，并应自上而下使次梁顶部的钢销钉落入梁托顶部槽孔内卡紧就位；
- 3 次梁就位后，应在其余的销孔内穿入全部钢销进行固定（图5.5.3）。

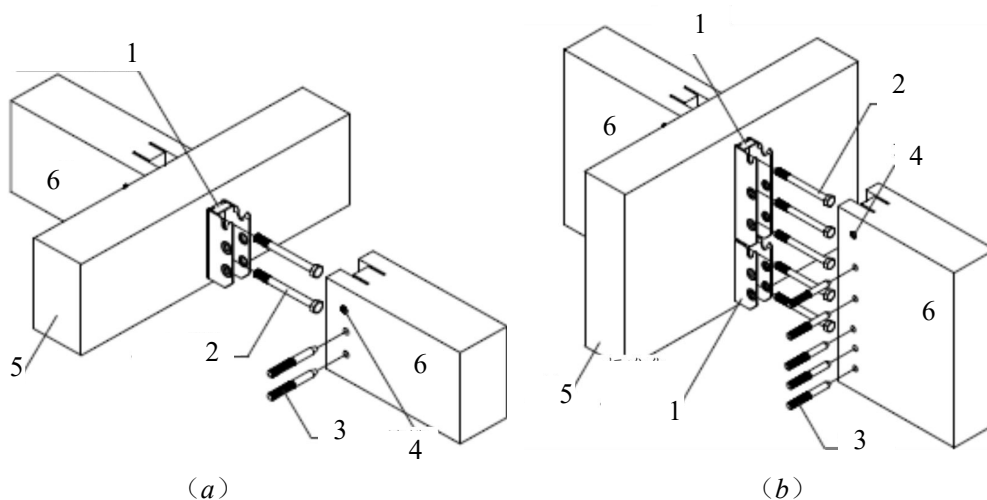


图5.5.3 梁与梁连接节点连接构造示意

1——梁托连接件；2——螺栓；3——钢销钉；4——顶部销孔；5——主梁；6——次梁

5.5.4 当柱顶、柱底与梁连接节点采用柱端钢插销管连接件进行连接时，安装方法应符合下列规定：

- 1 节点安装前，应将柱端钢插销管穿入木梁的预留管孔内，并应采用钢销钉穿

过梁上销孔和钢插销管，将钢插销管与木梁固定在一起；

2 节点安装时，应将固定在木梁上的钢插销管插入柱端预留管孔内，并应采用钢销钉穿过柱上销孔和钢插销管，将梁柱进行固定（图5.5.4）。

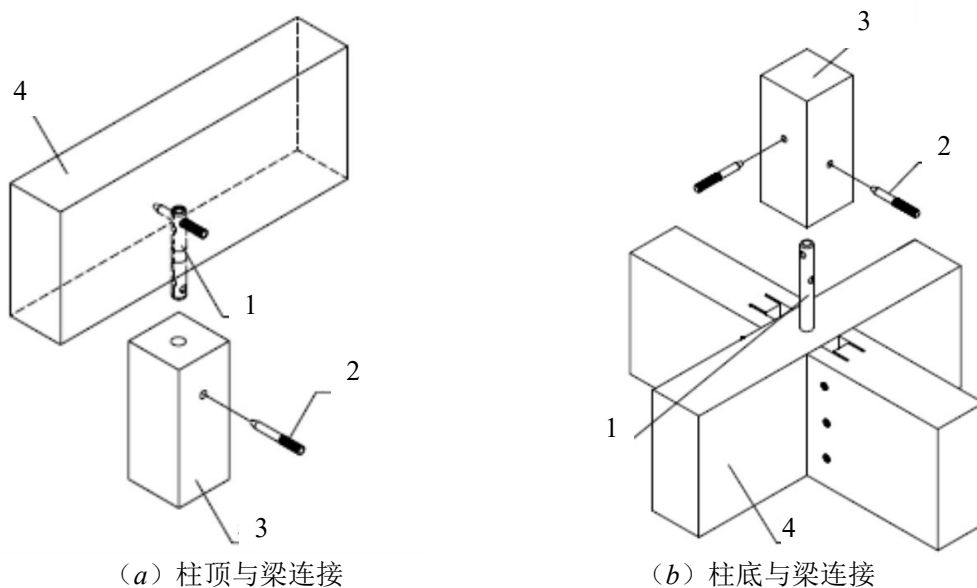


图 5.5.4 柱顶连接与柱底连接节点构造示意

1——钢插销管；2——钢销钉；3——木柱；4——木梁

5.5.5 当柱底与混凝土基础连接节点采用柱底连接件进行连接时，安装方法应符合下列规定：

1 应将柱底连接件通过预埋螺栓与混凝土基础进行固定；

2 节点安装时，应将柱底预留槽口或预留管孔准确嵌入柱底连接件的钢插板或钢插销管上，并应过钢销钉将其与柱底连接件进行固定（图5.5.5）。

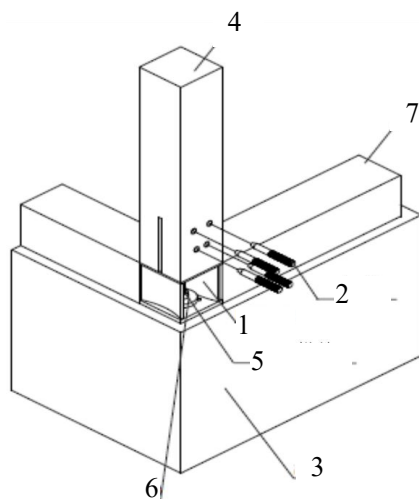


图 5.5.5 柱脚与基础连接节点构造示意

1——柱底连接件；2——固定钢销钉；3——混凝土基础
4——木柱；5——预埋锚栓；6——垫圈；7——木地梁

6 制作与安装

6.1 一般规定

6.1.1 连接节点加工制作时，采用的结构用木材的含水率、强度等级和材质等级应符合设计文件，以及现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005 的规定。结构用木材的材料强度、层板指接强度和胶缝完整性应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定进行检验。

6.1.2 连接节点安装时，采用的金属连接件和金属加固件的质量应具有出厂合格证书，并应符合设计要求。对于进口的金属连接件和金属加固件的质量应提供验证检测报告。

6.1.3 用于连接节点的木构件预制孔洞的加工精度和金属连接件的制作精度，应满足节点设计及节点安装的控制要求。

6.1.4 连接节点加工制作与安装除应符合本规程外，尚应符合现行国家标准《木结构通用规范》GB 55005、《木结构设计标准》GB 50005、《木结构工程施工规范》GB/T 50772 和《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定。

6.2 制 作

6.2.1 连接节点采用的木构件和金属连接件，应在专业加工厂内制作完成。

6.2.2 连接节点制作时，采用的木构件在节点连接处不应有腐朽、开裂、节子、斜纹和其他影响连接节点安全性的缺陷出现。

6.2.3 连接节点采用的木构件的加工容许偏差应符合表 6.2.3 的规定。表 6.2.3 中没有明确规定的项目的尺寸和公差，应由木材加工者与安装者双方共同协议规定。

表 6.2.3 连接节点制作时木构件的加工容许偏差

序号	项 目	容许偏差 (mm)
1	木构件切割尺寸	总长度 0, -1.0
2	木构件截面尺寸	±2.0
3	接头加工之间的距离	±0.5
4	预留孔位置	±0.5
5	预留螺栓孔直径	0, +1.0
6	预留销钉孔直径	±0.5
7	预留开孔深度	±1.0

6.2.4 连接节点采用的金属连接件的加工容许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 连接节点制作时金属连接件的加工容许偏差

序号	项 目	容许偏差 (mm)
1	外形尺寸	± 1.0
2	缝隙深度	$+0.5 \sim 3.5$
3	开槽深度	± 0.5
4	销钉孔及螺栓孔位置	± 0.5
5	螺栓开孔深度	± 1.0
6	预留螺栓孔直径	0, $+0.5$

6.2.5 连接节点采用的木构件和金属连接件的防护处理,应符合设计文件和国家相关标准的规定。其防护处理应在加工厂内完成,并应提供防护处理的检验合格报告。

6.3 安 装

6.3.1 木框架剪力墙结构连接节点的安装应制定专项施工方案,专项施工方案应包括应包括安装及连接方案、安装的质量管理及安全措施等内容。

6.3.2 连接节点安装时,采用的木构件、金属连接件和金属紧固件的产品质量应按设计文件的规定进行技术检验。

6.3.3 连接节点安装时,构件与构件之间、构件与金属连接件之间的连接位置和连接方法应符合设计文件的规定。

6.3.4 榫卯加强节点安装时,应符合下列规定:

1 施工现场应按设计文件指定的位置安装榫卯加强节点。

2 采用的金属连接件必须使用附属的金属紧固件进行固定,并确保金属紧固件的安装数量符合设计文件的规定。

6.3.5 标准化金属连接节点安装时,应按金属连接件制造商的产品手册正确安装。

6.3.6 连接节点安装时,金属连接件的安装固定应符合下列规定:

1 采用螺栓固定时,应避免螺母过度拧紧。螺母安装后,应确保螺栓露出螺母上表面不少于 2 个螺纹。

2 采用螺钉固定时,螺钉应垂直钉入木构件。

3 采用销钉固定时,应将整个销钉全部埋入连接节点内,并应检查销钉数量以

及是否牢固连接。

4 使用电动工具时，应垂直于螺钉或螺栓进行安装。

6.3.7 当连接节点采用的木构件和金属连接件，出现预留孔槽错位或连接错位时，应与设计人员及生产商联系解决方案，不得自行扩孔扩槽或进行加固。

6.3.8 连接节点处构件与金属连接件应紧密结合，未贴紧的局部间隙不应大于 1mm，不应有通透缝隙，不得用木楔、金属填板填塞接头不密合处。

7 验收

7.0.1 木框架剪力墙结构连接节点的验收除应符合本规程要求外，尚应符合现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB50206的规定。

7.0.2 木框架剪力墙结构连接节点的验收应在施工现场连接节点安装完成后进行。连接节点未验收合格前，不得进行下一工序的施工。

7.0.3 连接节点所用的金属连接件和紧固件应有产品质量合格证书和化学成分合格证书。

检验数量：检验批全数。

检验方法：实物与产品质量合格证明文件对照检查，检查检验报告。

7.0.4 连接节点采用进口的金属连接件和紧固件产品时，进口金属连接件和紧固件除应有产品质量合格证书和化学成分合格证书外，尚应进行抽样复验。抽样复验的结果应符合产品标准和设计要求。

检验数量：每一检验批抽样复验数不应低于3件。

检验方法：检验复验报告。

7.0.5 采用销轴类连接节点的木构件不应出现裂缝。

检查数量：检验批全数。

检验方法：目测。

7.0.6 连接节点采用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，金属连接件与木构件间的接触面应平整，拧紧螺帽后局部不应留有缝隙。

检查数量：检验批全数。

检验方法：目测、量测。

7.0.7 连接节点采用钢圆钉、自攻螺钉、螺栓的钉入深度和方向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、量测。

7.0.8 当连接节点的施工质量不符合本章要求时，应按下列规定处理：

1 经返工重做或更换构件、配件的检验批，应重新进行验收；

2 经检测单位检测鉴定能达到设计要求的检验批，应予以验收；

3 经检测单位检测鉴定达不到设计要求的检验批，但经原设计单位核算认可，能够满足节点安全和使用功能的检验批，可予以验收；

4 经返修或加固处理的连接节点，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按处理技术方案和协商文件进行验收。

7.0.9 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的连接节点，不得验收。

8 维护与检查

8.0.1 木框架剪力墙结构连接节点在工程竣工使用 1 年时,应进行一次全面检查。此后,应根据当地气候特点,宜每隔 3 年~5 年进行一次常规检查。

8.0.2 连接节点的常规检查应按下列项目进行:

- 1 木构件受潮、变形、开裂和损坏的情况;
- 2 木构件与金属连接件之间的连接松动情况;
- 3 金属连接件破损或缺失情况;
- 4 连接节点采用的紧固件松动和脱落情况;
- 5 连接节点的受潮、虫害和腐蚀等危害情况。

8.0.3 连接节点的检查可采用目测观察或手动检查。对于目测观察或手动检查无法完成的部位或检查项目,宜组织专业检测单位进行检测。

8.0.4 对于常规检查项目中不符合要求的内容,应进行更换或修复等一般维修。对于一般维修无法完成的项目,宜组织专业维修单位进行维修、加固和修复。

附录 A 木框架剪力墙结构连接节点的试验方法和评价方法

A.1 一般规定

A.1.1 木框架剪力墙结构连接节点的试验方法可适用于下列规定的节点试验：

- 1 通过直接对节点加载求得节点的刚度及承载力的强度试验；
- 2 为了通过计算求得节点的刚度及承载力而进行的主要材料的承压强度试验；
- 3 为了通过计算求得节点的刚度及承载力而进行的连接件强度试验；
- 4 为了求得含水率及载荷持续时间等对节点的刚度及承载力的影响相关的各调整系数而对节点进行的试验。

A.1.2 木框架剪力墙结构连接节点的试验应包括下列类别的试验：

- 1 柱顶或柱底节点抗拉试验；
- 2 柱顶或柱底节点抗剪试验；
- 3 柱梁连接或梁梁连接节点的构件轴向抗拉试验；
- 4 柱梁连接或梁梁连接节点的梁高方向正向抗剪试验；
- 5 柱梁连接或梁梁连接节点的梁高方向反向抗剪试验；
- 6 柱梁连接或梁梁连接节点的梁宽方向抗剪试验。

A.2 试验要求

A.2.1 试验采用的木材应符合下列规定：

- 1 木材强度等级不应高于实际使用的木材强度等级。当试验材料强度等级为 TC11B 时，该试验结果可适用于所有大于强度等级 TC11B 的树种。
- 2 木材含水率应小于 18%。
- 3 木材的密度宜采用含水率为 15% 时，密度为 $0.32\text{t/m}^3 \sim 0.58\text{t/m}^3$ 的木材，并宜采用实际使用树种中密度最低的树种作为试验材料。

A.2.2 制作试件所使用的木构件的尺寸应与建筑物实际使用的木构件的尺寸和形状相同。试件长度应以不影响试验结果为原则进行确定。

A.2.3 制作试件所使用的标准化金属连接件应与建筑物实际使用的标准化金属连接件、紧固件的型号和尺寸相同。

A.2.4 试验采用的试件连接节点应按规定的连接方法进行安装。

A.2.5 同一类别试验中，尺寸和形状相同的试件应制作试验备用试件 1 个和试验正式用试件 6 个。当以各部分的尺寸、材料的强度等级为参数进行的系列试验中，同一条件的试件数量可少于 6 个。

A.2.6 试验采用的试件制作完成后，应放置在温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度为 $65 \pm 5\%$ 的环境中不少于 7 天。试验宜在温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度为 $65 \pm 5\%$ 的环境中进行。

A. 2.7 当试验具有特殊目的,或试验场所受条件限制不满足本规程第 A. 2.6 条规定时, 试验过程中应记录实际的调温调湿的试验条件。

A. 2.8 试验的实施机构及实施场所应符合相应的资质要求。国外相关实施机构进行的试验应提供中文和英文的试验报告。

A.3 试验设备与装置

A. 3.1 柱顶或柱底节点抗拉试验的试件设置应符合下列规定:

1 边柱与梁或地梁连接试件设置时, 梁或地梁应水平放置在底座平台上, 且构件一端应采用锚固螺栓与底座平台锚固。边柱应竖直与梁连接, 连接节点处的内侧和外侧应设置位移计。柱的外侧应设置防止柱水平位移的支撑夹具 (图 A. 3. 1a)。

2 中柱与梁或地梁连接试件设置时, 梁或地梁应水平放置在底座平台上, 且构件两端应采用锚固螺栓与底座平台锚固。柱应竖直与梁连接, 连接节点处的内侧和外侧应设置位移计 (图 A. 3. 1b)。

3 柱端锚固连接试件设置时, 柱底在底座平台处应设置限动装置, 柱上应设置位移计, 柱外侧应设置防止柱水平位移的支撑夹具 (图 A. 3. 1c)。

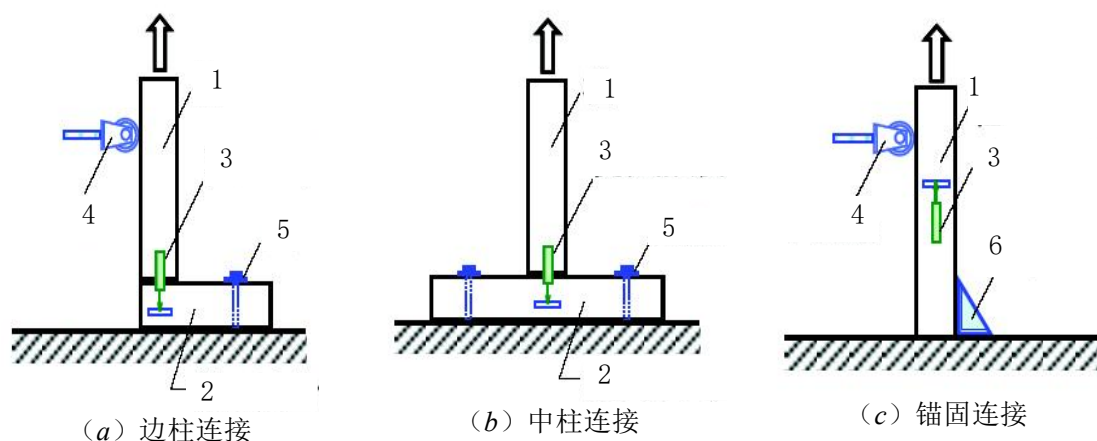


图 A. 3. 1 柱顶或柱底节点抗拉试验的试件设置示意

1——柱; 2——梁或地梁; 3——位移计; 4——支撑夹具; 5——锚固螺栓; 6——限动装置

A. 3.2 柱顶或柱底节点抗剪试验的试件设置应符合下列规定:

1 边柱上下端与梁或地梁连接试件设置时, 边柱应水平放置在两端钢支座平台上, 竖向放置的梁或地梁下端应与边柱连接, 连接节点处的内侧和外侧应设置位移计; 梁或地梁另一端应采用锚固螺栓与钢支座平台的竖向钢柱锚固。柱中加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板 (图 A. 3. 2a)。

2 中柱上下端与梁或地梁连接试件设置时, 柱应水平放置在两端钢支座平台上, 竖向放置的梁或地梁中部与柱连接, 连接节点处的内侧和外侧应设置位移计; 梁或地梁上端应采用锚固螺栓与钢支座平台的竖向钢柱锚固。柱中加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板 (图 A. 3. 2b)。

3 柱两端锚固连接试件设置时, 柱应水平锚固在两端钢支座平台的竖向钢柱上,

连接节点处的内侧和外侧应设置位移计，柱中加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A. 3. 2c）。

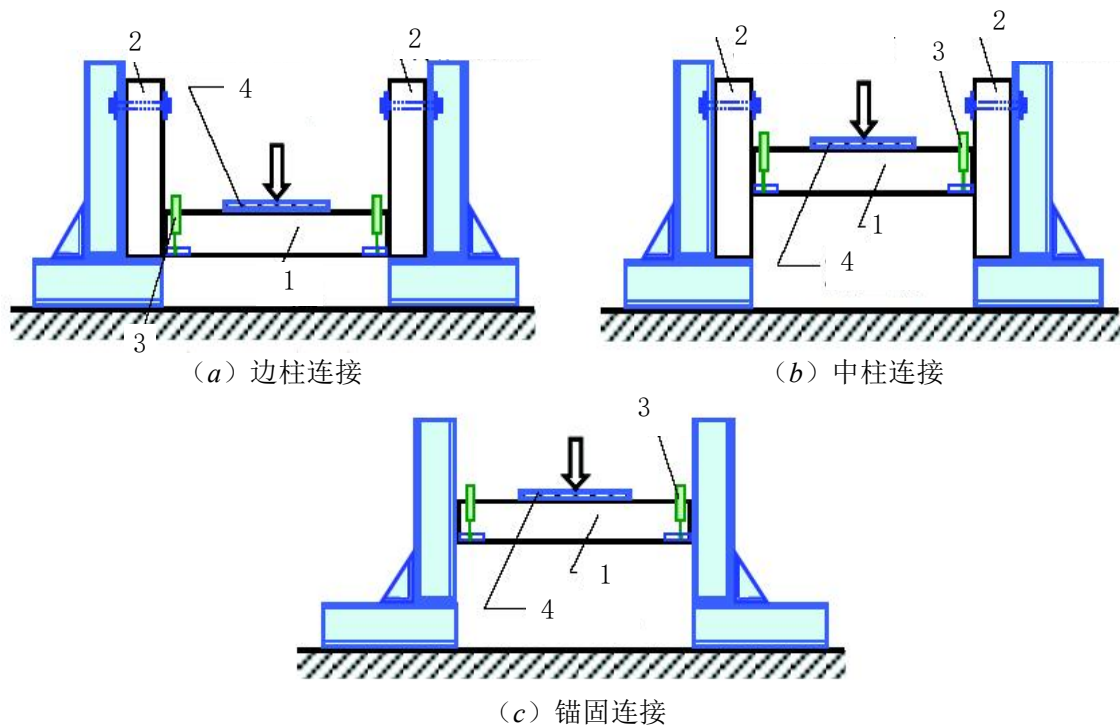


图 A. 3. 2 柱顶或柱底节点抗剪试验的试件设置示意
1——柱；2——梁或地梁；3——位移计；4——加压钢垫板

A. 3. 3 柱梁连接或梁梁连接节点的构件轴向抗拉试验的试件设置应符合下列规定：

- 1 柱与梁连接试件设置时，柱应水平放置在底座平台上，且构件两端应采用锚固螺栓与底座平台锚固。竖向放置的梁与柱的连接节点处的内侧和外侧应设置位移计（图 A. 3. 3a）。
- 2 主梁与次梁连接试件设置时，主梁应水平放置在底座平台上，且主梁两端应采用锚固螺栓与底座平台锚固。竖向放置的次梁与主梁连接节点处的内侧和外侧应设置位移计（图 A. 3. 3b）。
- 3 梁与梁对接连接试件设置时，梁的一端应采用支撑夹具与底座平台垂直锚固，对接连接节点处的内侧和外侧应设置位移计（图 A. 3. 3c）。

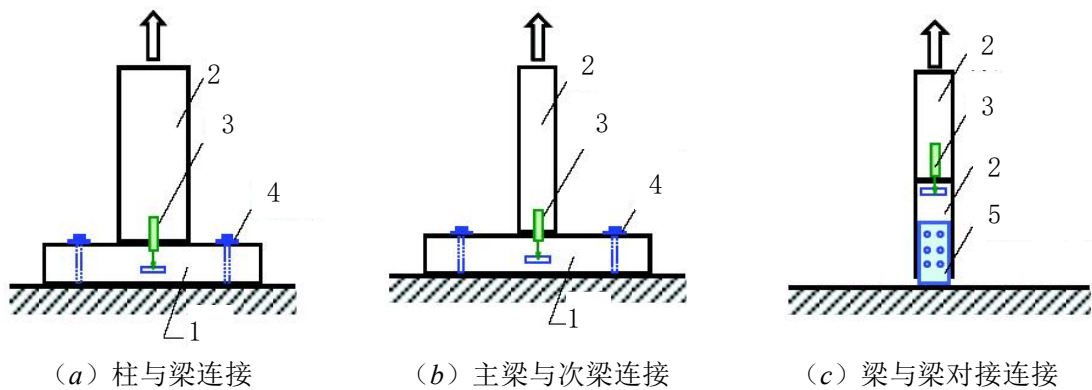


图 A. 3. 3 柱梁连接或梁梁连接节点构件轴向抗拉试验的试件设置示意

1——柱；2——梁；3——位移计；4——锚固螺栓；5——支撑夹具

A. 3. 4 柱梁连接或梁梁连接节点的梁高方向正向抗剪试验的试件制作和设置时，试件的连接节点应按规定的连接方法进行安装，且应符合下列规定：

1 柱与梁连接试件设置时，试件两端的柱底与底座平台间应设置限动装置，梁两端与柱的连接节点处内侧和外侧的下部应设置位移计。试验的加载方向应与梁正向相同，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A. 3. 4a）。

2 主梁与次梁连接试件设置时，主梁应正向放置在钢支座平台上，且两端主梁与钢支座平台间应设置限动装置。正向放置的次梁两端与主梁连接节点处的内侧和外侧的下部应设置位移计。试验的加载方向应与梁正向相同，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A. 3. 4b）。

3 次梁两端与框架梁对接连接试件设置时，试件两端的框架梁一端应采用锚固螺栓与钢支座平台锚固，与次梁对接的另一端应与柱连接，柱高应与钢支座平台高度相同。正向放置的次梁与两端框架梁连接节点处的内侧和外侧的下部应设置位移计。试验的加载方向应与梁正向相同，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A. 3. 4c）。

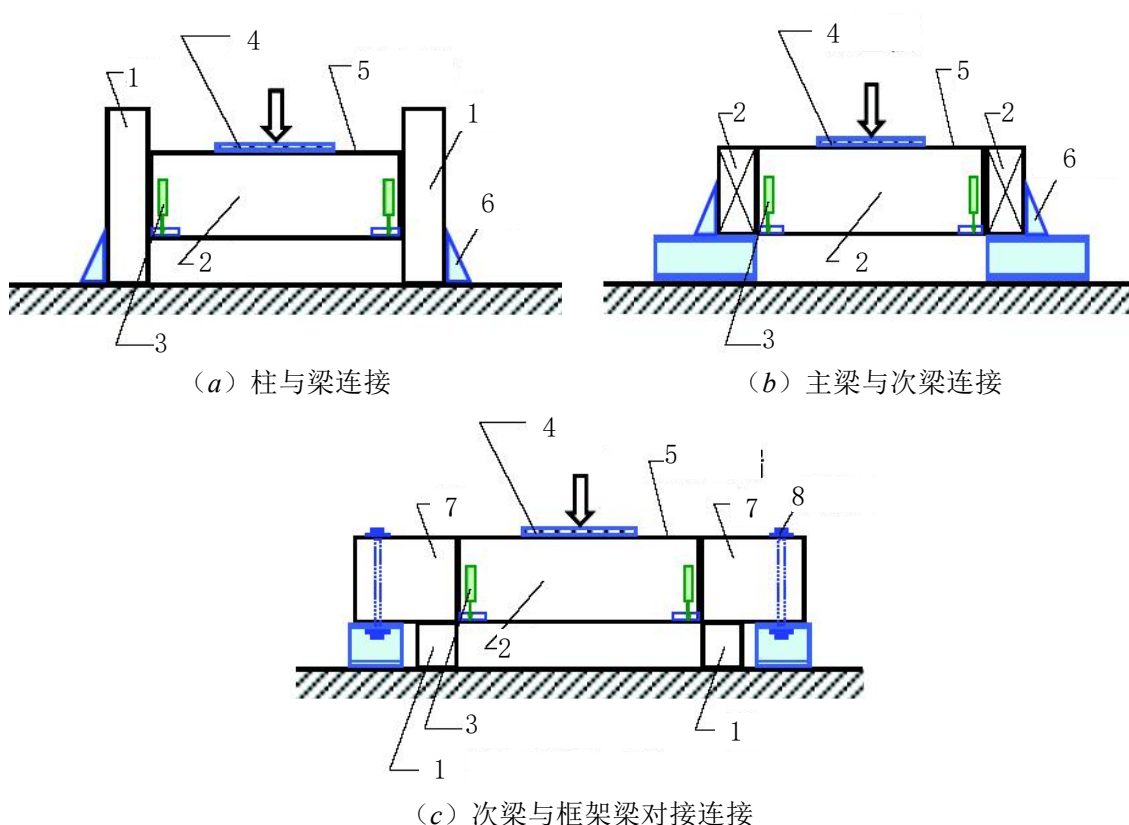


图 A. 3. 4 柱梁连接或梁梁连接节点梁高方向正向抗剪试验的试件设置示意

1——柱；2——梁；3——位移计；4——加压钢垫板 5——梁顶部
6——限动装置；7——框架梁；8——锚固螺栓

A. 3. 5 柱梁连接或梁梁连接节点的梁高方向反向抗剪试验的试件制作和设置时，试件的连接节点应按规定的连接方法进行安装，且应符合下列规定：

1 柱与梁连接试件设置时，试件两端的柱顶部与底座平台间应设置限动装置，反向放置的梁与柱的连接节点处内侧和外侧的梁顶部应设置位移计。试验的加载方向应与梁正向相反，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A.3.5a）。

2 主梁与次梁连接试件设置时，主梁应反向放置在钢支座平台上，且两端主梁与钢支座平台间应设置限动装置。反向放置的次梁两端与主梁连接节点处的内侧和外侧的梁顶部应设置位移计。试验的加载方向应与梁正向相反，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A.3.5b）。

3 次梁两端与框架梁对接连接试件设置时，试件两端的反向框架梁一端应采用锚固螺栓与钢支座平台锚固，与次梁对接的另一端应与柱连接，柱的高度不应影响试验进行。反向放置的次梁两端与框架梁连接节点处的内侧和外侧的梁顶部应设置位移计。试验的加载方向应与梁正向相反，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A.3.5c）。

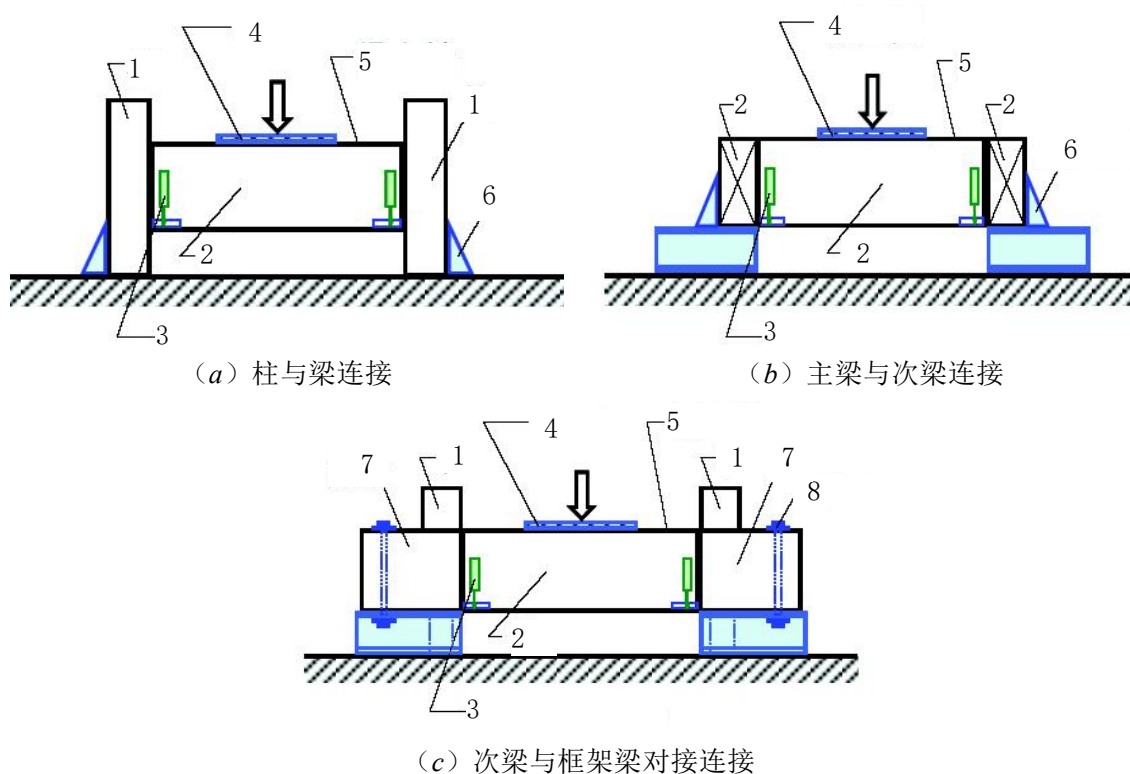


图 A.3.5 柱梁连接或梁梁连接节点梁高方向反向抗剪试验的试件设置示意

1——柱；2——梁；3——位移计；4——加压钢垫板 5——梁底部
6——限动装置；7——框架梁；8——锚固螺栓

A.3.6 柱梁连接或梁梁连接节点的梁宽方向抗剪试验的试件设置应符合下列规定：

1 柱与梁连接试件设置时，试件应水平放置在钢支座平台上，且柱子应采用锚固螺栓与钢支座平台锚固。平放的梁与柱连接节点处的梁顶和梁底应设置位移计。试验的加载方向应与梁宽度方向平行，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A.3.6a）。

2 主梁与次梁连接试件设置时，主梁应竖向放置在两端钢支座平台上，主梁上

端应采用锚固螺栓与钢支座平台的竖向钢柱锚固。平放的次梁两端与主梁连接节点处的梁顶和梁底应设置位移计。试验的加载方向应与梁宽度方向平行，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A.3. 6b）。

3 梁与梁对接连接试件设置时，试件应水平放置在钢支座平台上，且两端的梁应采用锚固螺栓与钢支座平台锚固。两端平放的对接连接节点处的梁顶和梁底应设置位移计。试验的加载方向应与梁宽度方向平行，加载点应设置厚度不小于 20mm 的加压钢垫板（图 A.3. 6c）。

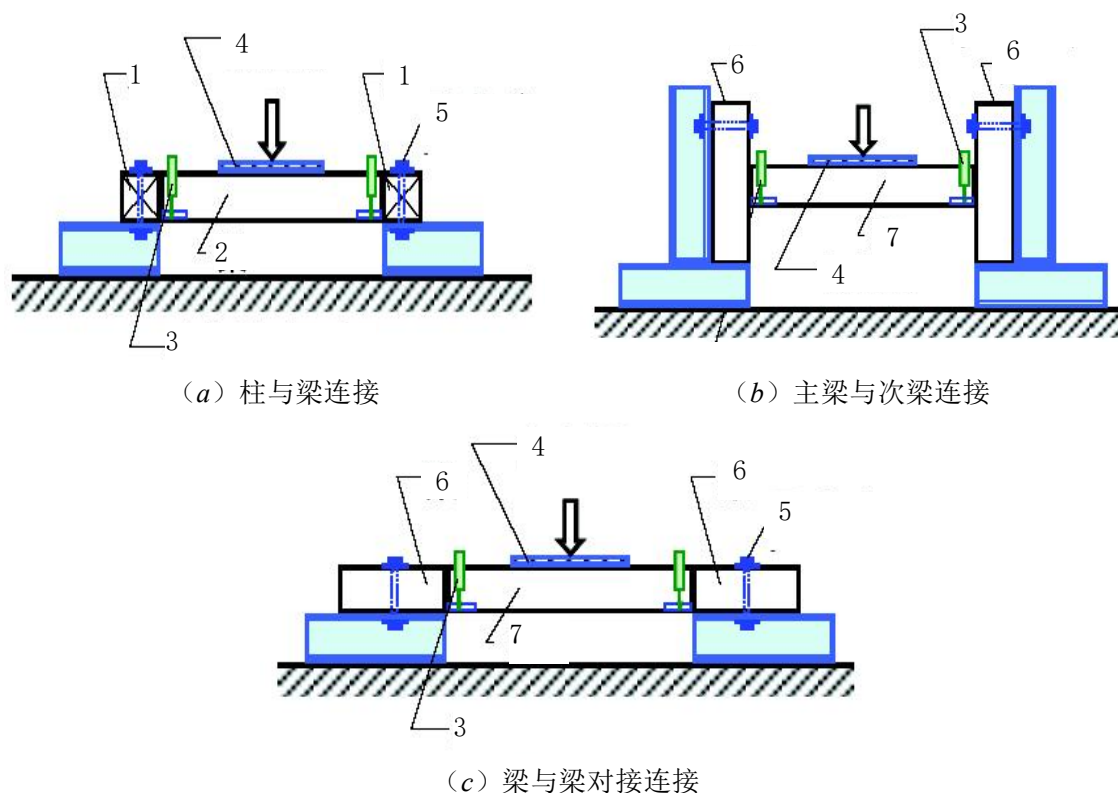


图 A. 3. 6 柱梁连接或梁梁连接节点梁宽方向抗剪试验的试件设置示意

1——柱；2——梁；3——位移计；4——加压钢垫板
5——锚固螺栓；6——主梁；7——次梁

A.3.7 试验设备应符合下列要求：

- 1 试验设备在试验前必须经过检验校正。
- 2 加载设备应能够连续重复加载和连续记录荷载值，且示值误差应不大于 $\pm 3\%$ 。直接安装在试验试件上的传力装置的自重力不宜大于所施加最大荷载的 10%。
- 3 位移测试设备的精度应小于 1% 测试位移值；当测试位移值小于 2mm 时，其精度应小于 0.03mm。
- 4 加载设备、支撑装置、侧向支撑夹具和安装测试设备的装置均应稳定牢固和互不干扰，并应保证不影响试验进程。
- 5 试件测试的底座平台、钢支座平台应为试验提供一个坚固的基础。

A.3.8 试验设备和试验仪表的安装应符合试验设计的要求，应有防止意外触动和损坏的保护措施，并应保证操作和测读的方便及安全。

A.4 试验方法

A.4.1 试验加载的标准加载方法应符合下列规定：

- 1 试验开始时，应进行单调加载的预备试验。
- 2 正式试验时，应进行单侧重复加载。

A.4.2 在正式试验中，进行单侧重复加载应符合下列规定：

1 加载时，应根据预备试验所获得的屈服位移确定加载程序，并应按照屈服位移的 1/2 倍、1 倍、4 倍、6 倍、8 倍、12 倍和 16 倍的顺序进行重复加载。

2 当预备试验未得屈服位移时，加载应根据获得的最大载荷时的位移确定加载程序，并应按照最大载荷位移的 1/10 倍、2/10 倍、3/10 倍、4/10 倍、5/10 倍、6/10 倍、7/10 倍和 1 倍的顺序进行重复加载。

A.4.3 当加载达到最大载荷时，应继续保持加载状态，直到载荷降低到最大载荷的 80%或连接节点遭受破坏时刻为止。

A.4.4 在单调加载中，达到测试中最大载荷的标准时间应为 5min~10 min。

A.4.5 在重复加载中，加载速度应设置为恒定速度，并宜设置在每秒 0.1mm 至 10mm 的范围内。

A.4.6 试验中的位移测定应符合下列规定：

- 1 使用位移计测定位移时，构件间的相对位移或绝对位移可任意测定其中一项，或者两项位移均可测定。
- 2 当在试件连接节点内外两侧设置位移计时，应取所测定位移的平均值作为该连接节点的位移值。

A.5 试验结果及评价方法

A.5.1 连接节点的试验结束后，应按下列规定制作载荷-位移曲线包络图：

1 包络线应根据最终被破坏的连接节点的载荷-位移曲线制作而成。制作时，首先应将最初开始时的测试点至顶点间的测试点相连，然后应将各重复加载的顶点及各个测试点依次连接，最后应将最大载荷之后的所有测试点连接起来形成载荷-位移包络曲线。

2 应连接包络曲线上 $0.1P_{\max}$ 与 $0.4P_{\max}$ 点形成割线 I， $P_{\max}$ 应为包络曲线上最大荷载值。

3 应连接包络曲线上 $0.4P_{\max}$ 与 $0.9P_{\max}$ 点形成割线 II，应通过绘制割线 II 的平行线，并应与包络曲线相切形成切线 III。

4 应过切线 III 与割线 I 的交点作一水平线，并应与 y 轴和包络曲线相交形成直线 IV。

5 应过坐标原点和直线 IV 与包络曲线的交点绘制直线 V。

6 应过包络曲线上 $0.8P_{\max}$ 点作水平线形成直线 VI，并应作垂直线形成直线 VII。

7 应按等效置换原理绘制水平线 VIII。绘制时，水平线 VIII、直线 V、x 轴和直线

VII围成的梯形面积，应与包络曲线、 x 轴和直线VII围成的面积相同（图 A.5.1）。

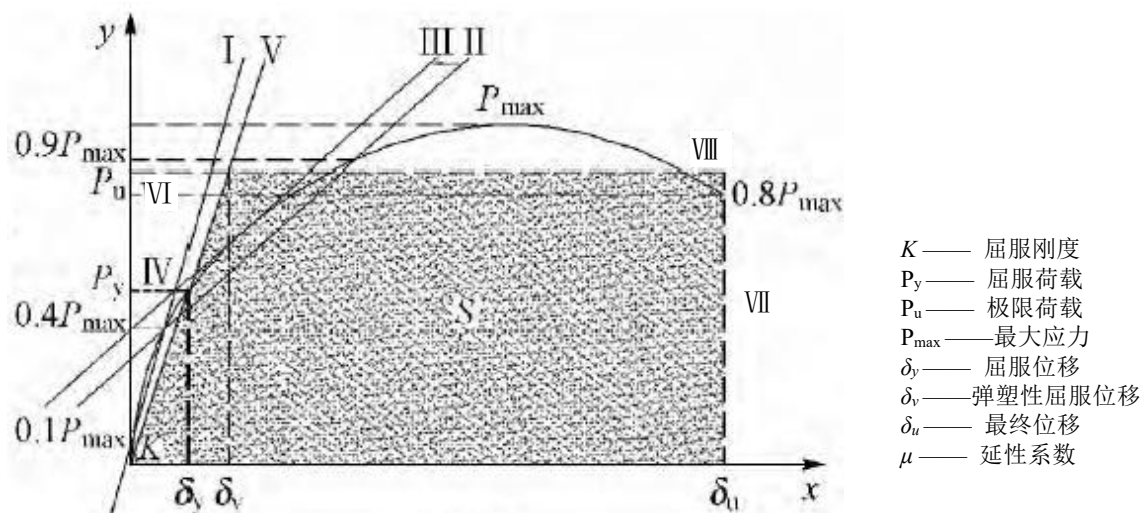


图 A.5.1 连接节点荷载-位移包络图

A.5.2 连接节点试验获得的各个强度标准值和位移标准值应根据本规程第 A.5.1 条规定的荷载-位移包络图进行确定，并应符合下列规定：

1 连接节点的初期刚度 K_0 应为割线 I 的斜率，屈服刚度 K 应为直线 V 的斜率。对于经常承受单方向力的节点进行评价时可不考虑初期蠕变。

2 连接节点的屈服荷载 P_y 应为直线 IV 与 y 轴交点的 y 坐标值，屈服位移 δ_y 应为直线 IV 与包络曲线交点的 x 坐标值。

3 连接节点的最大荷载 P_{max} 应为试验达到最终位移 δ_u 时的最大荷载值。

4 连接节点的最终位移 δ_u 应取下列规定的三者中的最小值：

- (1) 节点被破坏时的位移值；
- (2) 到达最大载荷后，荷载降到 $0.8 P_{max}$ 时的位移值；
- (3) 标准特定位移值 30mm。

5 连接节点的极限荷载 P_u 应为到达最终位移 δ_u 时的理想弹塑性模型的屈服应力值，即应为水平线 VIII 的 y 坐标值。

6 连接节点的弹塑性屈服位移 δ_v 应为到达最极限荷载 P_u 时的理想弹塑性模型的位移值，即应为水平线 VIII 与直线 V 交点的 x 坐标值。

A.5.3 连接节点的延性系数 μ 应按下列公式计算：

$$\mu = \frac{\delta_u}{\delta_v} \quad (\text{A.5.3})$$

式中： μ —— 延性系数；

δ_u —— 最终位移；

δ_v —— 弹塑性屈服位移。

A.5.4 连接节点的强度设计值应取下列规定的较小值：

- 1 屈服荷载 P_y 与偏差系数 C_{TL} 的乘积；
- 2 最大荷载 P_{max} 的 $2/3$ 倍的平均值与偏差系数 C_{TL} 的乘积。

A.5.5 确定偏差系数 C_{TL} 时，应将总样本的分布视为正态分布，并应根据统计处理的 75%置信度水平的 95%下临界值按下列公式计算：

$$C_{TL} = 1 - C_V \cdot k \quad (\text{A.5.4})$$

式中： C_{TL} —— 偏差系数；

C_V —— 变异系数；

k —— 置信水平 75%的 95%下临界值的特征系数，按表 A.5.4 的规定取值。

表 A.5.4 特征系数 k 值

试样数量 n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
置信水平 75%的 95%下临界值的 特征系数 k	3.152	2.681	2.464	2.336	2.251	2.189	2.142	2.104	2.074	2.048
置信水平 75%的 50%下临界值的 特征系数 k	0.471	0.383	0.331	0.297	0.271	0.251	0.235	0.222	0.211	0.203

A.5.6 连接节点的设计刚度应采用屈服刚度 K 的置信水平 75%下 50%的允许极限值。用于计算置信水平 75%的 50%下临界值所使用的特征系数 k 应按本规程表 A.5.4 的规定取值。

A.5.7 连接节点的其他设计值应根据相应的试验结果进行统计处理后确定。

本规程用词说明

- 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：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 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

- 1 《木结构通用规范》 GB 55005
- 2 《木结构设计标准》 GB 50005
- 3 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 4 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 5 《木结构工程施工质量验收规范》 GB 50206
- 6 《胶合木结构技术规范》 GB/T 50708
- 7 《木结构工程施工规范》 GB/T 50772
- 8 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 9 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 10 《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T 3280
- 11 《耐候结构钢》 GB/T 4171
- 12 《不锈钢热轧钢板和钢带》 GB/T 4237
- 13 《碳钢焊条》 GB/T 5117
- 14 《低合金钢焊条》 GB/T 5118
- 15 《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》 GB/T 20878
- 16 《木结构覆板用胶合板》 GB/T 22349
- 17 《结构用集成材》 GB/T 26899
- 18 《防腐木材的使用分类和要求》 GB/T 27651
- 19 《木材防腐剂》 GB/T 27654
- 20 《定向刨花板》 LY/T 1580
- 21 《轻型木结构建筑覆面板用定向刨花板》 LY/T 2389
- 22 《不锈钢结构技术规范》 CECS 410

中国工程建设标准化协会标准

木框架剪力墙结构连接技术规程

T/CECS xxx-20xx

条文说明

目 次

2 术语.....	37
5 节点设计.....	错误！未定义书签。8
5.1 一般规定.....	错误！未定义书签。8
5.2 通柱与梁的连接.....	错误！未定义书签。8
5.3 梁与梁连接.....	错误！未定义书签。9
5.4 柱顶连接和柱底连接.....	错误！未定义书签。9
5.5 连接构造.....	错误！未定义书签。9
附录 A 木框架剪力墙结构连接节点的试验方法和评价方法.....	40

制定说明

本规程制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，主要参考了日本木框架剪力墙结构连接相关的已有研究成果和技术标准，结合中国的实际情况编制而成。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《木框架剪力墙结构连接技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。

本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

2 术 语

2.0.1 木框架剪力墙结构源于日本建筑的“传统结构法”，是以框架剪力墙为主体的结构方式。柱和梁等框架木构件通常使用宽度为 105mm 或 120mm 的锯材和胶合原木。框架木构件的节点大多使用金属件连接或加固。墙体使用结构用胶合板等木基结构板做为覆面板而形成剪力墙，楼面板使用结构用胶合板等木基结构板做为承重楼面板，从而加固结构体系的整体性。考虑防火的要求，外墙面通常采用砂浆和壁板，内墙面采用在石膏板上再做装饰面层，楼面板上铺设地板。因此，在具备结构性能和防火性能的基础上，木框架剪力墙结构还能满足隔热密封性能等高性能的要求。

2.0.4、2.0.5 木框架剪力墙结构的连接方法根据节点式样大致分为在来工法和金属连接件工法两种。金属连接件工法与剪力墙工法中传统的榫卯接头的形状有所不同，基本以单纯加工为主。例如，插在通柱上的横梁，在切割后的构件端部只需加工金属连接件的槽和插入销钉的孔。也就是在切割后，只需开槽和开孔等比较简单的加工即可。可在短时间内完成。即使在横架梁之间的接头连接处，取代原有的木框架剪力墙结构中半榫接头，只需开槽和开孔。另一面，在支柱上下端处横架梁的连接部分，大多使用插销管连接的方式，故以开孔加工为主。因此，在安装连接作业中主要是插入销钉。连接用金属连接件本身的形状也是经过精心设计的。例如在榫头的连接作业中，将金属连接件设计为防止木材变形产生缝隙的形状。

5 节点设计

5.1 一般规定

5.1.1 木框架剪力墙结构连接节点设计时，应进行拉力、剪力、压力和销槽承压力的验算。对于榫卯加强节点，应由金属连接件通过木构件接触面传递拉力。对于标准化金属连接件节点，应通过金属连接件传递拉力和剪力，并应通过木构件接触面传递压力和销槽承压力。

5.1.8 连接节点类型应根据连接的构件类型分为通柱与梁连接、梁与梁连接、柱头连接与柱脚连接等三种类型。根据连接节点类型和连接节点处受力特点，应选择相应类型和型号的标准化金属连接件，并应使连接节点设计承载力满足节点安全可靠的要求。

5.2 通柱与梁的连接

5.2.4 本条针对通柱与梁连接采用截面宽度为105mm的标准化木构件，常用标准化

梁托连接件型号如日本专利标准件，其承载力标准值是在国内同济大学通过试验获得。

5.3 梁与梁连接

5.3.4 木框架剪力墙结构梁与梁连接节点的承载力标准值的计算方法是与本规程第5.2节规定的通柱与梁连接的计算方法完全相同，只需柱端构造替换为螺栓连接的梁端构造即可。

5.4 柱顶连接和柱底连接

5.4.1 柱顶连接即柱顶部与上部木梁的连接；柱底连接包括柱脚与下部木梁的连接，以及柱脚与基础的连接。

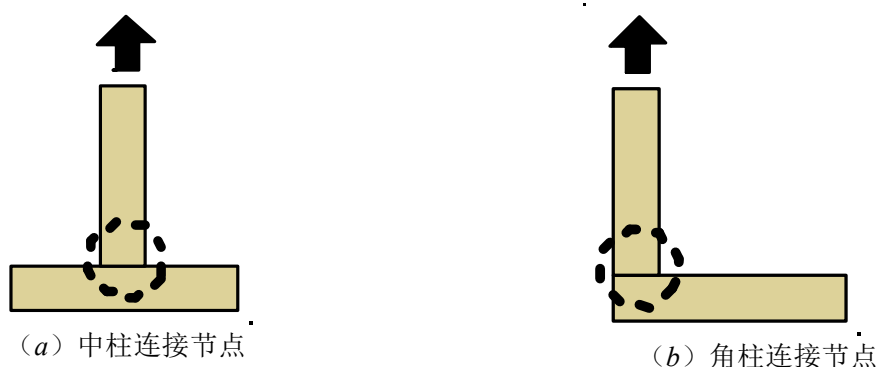


图5.4.1 柱脚连接节点示意

5.5 连接构造

5.5.1 木框架剪力墙结构的连接节点应按规定的连接方法进行安装。当采用标准化金属连接件节点时，对构件连接部位开槽钻孔的加工，应根据相应的金属连接件的安装要求进行准确加工，并应在构件预制加工场内完成。

5.5.2 当通柱、柱与梁连接采用标准化梁托连接件节点连接时，安装方法应符合下列规定：

- 1 应将螺栓穿过木柱和标准化梁托连接件，并通过螺母将梁托与木柱固定；
- 2 木梁安装前应在梁端的顶部销孔内穿入钢销钉，再将木梁端部槽口与梁托连接件的翼板对准对齐，并应自上而下使梁顶部的钢销钉落入梁托顶部槽孔内卡紧就位；

附录 A 木框架剪力墙结构连接节点的试验方法和评价方法

木框架剪力墙结构体系为从日本引入的木结构体系，该体系中连接节点在日本有成熟的实验方法和力学性能评价方法，并经过长时间的实践验证，本附录的条文参照日本方法规定。