

建筑工程施工及验收规范讲座

(6)

木 结 构 工 程

樊承谋 编著

中国建筑工业出版社

建筑工程施工及验收规范讲座

(6)

木 结 构 工 程

樊承谋 编著

中国建筑工业出版社

本书是“建筑工程施工及验收规范讲座”之六，主要介绍修订《木结构工程施工及验收规范》(GBJ206—83)所依据的基本原理，修改主要条文所参照的科学试验结果和工程实践经验。

全书共五章：建筑用木材；木结构和木构件；胶合木结构；门窗；木结构和木制品的防腐、防虫和防火。其顺序与规范基本一致。本书可帮助施工技术人员理解规范条文的有关规定。

建筑工程施工及验收规范讲座

(6)

木 结 构 工 程

樊承谋 编著

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：787×1092毫米1/32 印张：4⁵/₈，字数：102千字

1986年9月第一版 1986年9月第一次印刷

印数：1—23,600册 定价：0.74元

统一书号：15040·5019

出 版 说 明

新修订的《建筑工程施工及验收规范》（共12种），已于1983年作为国家标准颁布执行。

为了认真贯彻执行“新规范”，建设部科技局曾组织各主编单位编写了讲义，对各省、市、自治区的部分工程技术人员进行了短期的培训。鉴于参加人员有限，而广大的工程技术人员和从事施工管理工作的基层干部，希望了解“新规范”的内容、编写依据和背景资料，为此，我社组织出版了这套《建筑工程施工及验收规范讲座》（共12种），对规范的关键条文、修订原因、依据分别作了阐述，并介绍了1956年以来我国建筑安装方面的成熟经验和传统工艺，使读者能较全面了解“新规范”，以期正确贯彻执行，从而提高建筑施工技术水平，保证工程质量。

本讲座由城乡建设环境保护部科技局杨崇永高级工程师审定。

1985年11月

前 言

编写本讲座的目的是为了阐明修订《木结构工程施工及验收规范》(GBJ206—83)所依据的基本原理,并介绍主要内容修改所参照的科学试验结果和工程实践经验。

这次修订的重要特点是基于对我国建国三十年来木结构工程实践的调查研究和多年来木结构科研的成果,并根据建设的需要,考虑内容的取舍和质量标准的要求。在以下六个方面作了较大的修改。

1.针对我国目前木材供应的实际情况,补充了采用东北落叶松、马尾松、云南松、桦木、木麻黄、杨木等树种木材时,应采取的保证施工质量的措施,改变了原规范只能适应优质针叶材施工的情况。

2.为了适应发展的需要,增加胶合木结构施工的内容,并将其单独列为一章。

3.删去一些不太符合我国国情,且对木材利用率不高的结构形式,例如键合梁、板销梁等等。

4.补充建国以来,特别是近年来行之有效的科研成果和工程实践经验,例如钢木桁架、支撑和锚固、构造上的防腐措施及有效的防腐、防虫、防火药剂和处理方法等等。

5.适当补充为适应国外承包工程和国内建筑标准要求较高的规定,例如在门窗的选材标准中,增添要求较高的一级标准等。

6.根据“技术先进,经济合理,安全适用”的原则,对

目 录

前 言

第 1 章 建筑用木材	1
1.1 建筑用木材的种类	1
1.2 建筑用木材的特性	3
1.2.1 木材构造	3
1.2.2 木材缺陷	6
1.2.3 木材中的水分	7
1.3 承重结构构件的选材标准	15
1.4 承重结构构件用材对含水率的要求	25
第 2 章 木结构和木构件	36
2.1 木桁架的放样	36
2.2 齿连接的构造	38
2.3 受拉螺栓和圆钢拉杆	42
2.4 受剪螺栓	44
2.5 系紧螺栓	45
2.6 桁架上弦接头的位置和构造	46
2.7 桁架下弦接头的数量、位置和构造	48
2.8 制作、装配和安装偏差与结构安全度的关系	50
2.9 木屋架的吊装加固	60
2.10 木屋盖的支撑	63
第 3 章 胶合木结构	70
3.1 胶合木结构在国内外的应用和发展	70
3.2 胶合木构件的选材和配料	76
3.3 木结构用胶	81

3.3.1	结构用胶的基本要求	81
3.3.2	胶的选择	81
3.3.3	脲醛树脂胶的性能	82
3.3.4	酚醛树脂胶的性能	89
3.4	胶合木结构的制作	94
3.4.1	胶合木结构的制作工艺和条件	94
3.4.2	调胶和胶结	96
3.4.3	木板的尺寸及其加工	98
3.4.4	胶合构件的木板接头	100
第4章	门 窗	103
4.1	我国木门窗施工概况及其展望	103
4.2	选材标准	109
4.3	提高木门窗施工质量的具体措施	112
第5章	木结构及木制品的防腐、防虫和防火	117
5.1	木结构及木制品的防腐	117
5.1.1	木材的腐朽	117
5.1.2	构造上的防腐措施	118
5.1.3	化学药剂防腐	121
5.2	木结构及木制品的防虫	122
5.2.1	木材的虫害	122
5.2.2	木结构和木制品的防虫措施	123
5.3	防腐防虫药剂及其处理方法	124
5.3.1	防腐防虫药剂	124
5.3.2	处理方法	126
5.4	木构件及木制品的防火	129
5.4.1	木构件的耐火性	129
5.4.2	木结构及木制品的防火措施	131
附录	有关的非法定单位制与法定单位(SI)制对照表	134
	参考资料	138

第1章 建筑用木材

1.1 建筑用木材的种类

这次规范修订最重要的改革是从我国木材资源的现状及其发展远景出发，在建筑中扩大树种利用的范围。

我国过去在建筑中常用的皆为优质针叶树材，如红松、杉木、云杉、冷杉等。这些树种树干长直、纹理平顺、材质均匀、木质较软而易加工，一般干燥较易而少开裂、变形，耐腐蚀性也较强，适于作建筑用材。但是这些树种长期以来采、育失调，目前所剩的资源有限，且为社会主义建设各方面所极需的原材料，因此国家调拨给建筑部门的木材中，这些树种所占的比例很小。

我国森林的覆盖率仅为全国面积的12%，且分布在次寒带、温带、亚热带以及部分的热带地区，因此树种很多，而每一树种的蕴藏量皆不大。木材资源这一现状迫使我们扩大现有树种的利用范围。从我国木材资源的长远发展来看，主要是培植速生树种，并且解放后种植的速生阔叶树材（例如木麻黄、桉树和杨木）也已成林。所以扩大树种利用范围的一个重要方面就是利用速生树种。

近年来根据各地基本建设的需要，首先是对一些蓄积量较大，但有某些缺点的针叶树林（例如易开裂的云南松、东北落叶松和易受白蚁蛀害、易腐朽的马尾松）开展了研究。原西南建筑科研所（现名四川省科研所）结合攀枝花钢铁厂的建设，研究了云南松的防裂问题，并获得成果，而列入

《木结构设计规范》(GBJ5—73)之中。

哈尔滨建筑工程学院对落叶松屋架的防裂问题进行了系统的研究,黑龙江省建委根据这项研究成果,制订并颁布了《落叶松屋架暂行技术措施》。吉林省和内蒙古自治区也直接采用这个技术措施。

福建省建筑科研所为了将蓄积量达该省50%以上的马尾松代替杉木用于结构和门窗,系统地研究了马尾松防白蚁、防腐及防变形等问题。福建省建委根据这项研究成果,颁布了《马尾松木材在建筑中应用暂行技术规程》。

每年直径增长达2 cm左右的速生树种木麻黄,种植于广东、福建沿海一带用以防风固沙。到七十年代木麻黄大批达到直径20 cm以上,广东省建筑科研所对木麻黄在建筑中的应用进行了系统的研究。其结果说明经过防虫防腐合剂处理的木麻黄构件,确实能够防止家天牛的蛀害和腐朽。广东省建委在这项研究成果的基础上制订并颁布了《木麻黄木材建筑应用暂行技术规程》。

属于硬质阔叶树材的桦木,是东北林区次生林的主要树种,仅在黑龙江省其蓄积量就达2.06亿 m^3 。过去由于这种木材易腐朽变形而从未用于建筑。木结构施工规范修订组进行了桦木胶合结构的桦木门窗的研究,通过胶合梁的载荷试验,先后在两项试点工程中采用了胶合梁、22.5 m跨度的胶合木屋架及桦木门窗。实践证明,桦木胶合构件具有足够的承载能力,采用窑干法将桦木的含水率干燥到12%以内,所制作的门窗变形很小,偏差都在规范所规定的限值之内。经防腐药剂处理的承重结构和门窗,使用了4年以上,均未发现腐朽。

解决我国森林资源不足的根本途径就在于扩大种植速生

树种，例如木麻黄、桉树、杨木等，木麻黄只宜于在亚热带种植，桉树中某些种类最北只能生长在山东半岛，由于杨木在我国广大的地区均适宜生长，因此目前我国着重发展速生的杨木。新疆建筑科研所对杨木在建筑中的应用作了较系统的研究，并已在1984年对这项科研成果作了鉴定。哈尔滨建筑工程学院与牡丹江建筑安装总公司协作，已建成了采用杨木门窗的试点工程，效果良好。

为了进一步扩大树种的利用范围，广东省目前正在进行桉树在建筑中应用的研究。

正由于进行了上述一系列的试验研究，取得了可靠的数据，使有可能在修订《木结构工程施工及验收规范》（GBJ 206—83）时，扩大了树种利用的范围，补充了采用这些树种时应采取的防裂、防变形、防腐和防虫等有效措施。

1.2 建筑用木材的特性

1.2.1 木 材 构 造

木材为各向异性的材料。顺纹方向与横纹方向的性能有根本的差别；且横纹径向与横纹切向之间也有差别。在上述三个主要方向（图1.1）性能的差别决定于木材的构造。因此必须根据横切面（图1.2，即横截面）、径切面和弦切面的特征剖析木材的构造。

为了搞清木材的构造，除了剖析肉眼或放大镜下可见的粗视构造外，尚需研究在显微镜下才能看到的显微构造。

1.2.1.1 粗视构造

树干的主要部分为树皮、木质部和髓心。在树皮和木质部

中间为肉眼看不见的形成层。它是生长木材的母细胞组织。

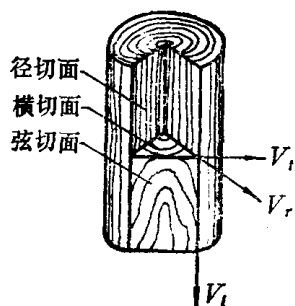


图 1.1 木材的主要

切面和方向

V_l —顺纹方向； V_r —横纹切向；

V_t —横纹径向

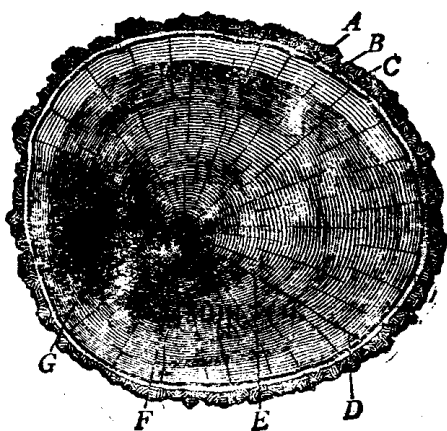


图 1.2 树干的横切面

A—形成层；B—内树皮；C—外树皮；

D—边材；E—心材；F—髓心；

G—木射线

心材和边材 某些树种木质部靠近树皮部分材色较浅，且在树木伐倒时，含水率较大，称边材；在髓心周围材色较深、含水率较小的部分，称心材。心材系边材老化而成，二者的强度几无差别，但心材的耐腐性较强。有些树种的木质部材色一致，但中心部分含水率较小，称隐心材树种，如云杉、冷杉。还有些树种木质部的材色和含水率都一致，称边材树种，如桦木、白杨。

年轮、早材和晚材 木材在生长季节初期形成的，色浅而质松，称早材（或春材）；后期形成的，色深而质密，称晚材（或夏材）。每一生长季节在横截面上增加一个深浅相间的圆环，称生长轮。在热带、亚热带树木的生长期与雨季和旱季相适应，一年之内能形成数轮；而在温带、寒带的生长

期则与一年相符，一年形成一轮，通称年轮。

髓心 髓心位于树干中央，为第一年的初生木质，常呈褐色或淡褐色，由薄壁细胞组成，质软而强度低、易开裂。

木射线 从髓心向树皮或断续穿过数个年轮呈辐射状的条纹称木射线。木射线在树木生长时起横向输送和贮藏养分的作用，是由薄壁细胞组成，质软强度低；木材干燥时，常沿木射线开裂。

1.2.1.2 显微构造

木材的细胞组成 针叶树材的细胞组成简单、排列规则，因此材质均匀。主要分子为纵向管胞、木射线、薄壁组织及树脂道等。纵向管胞占总体积的90%以上，是决定针叶树材物理力学性能的主要因素。木射线约占7%。管胞的形状细长，两端呈尖削形，平均长度为3~5mm，其长为宽的75~200倍。早材管胞细胞壁薄而腔大呈正方形；晚材细胞壁比早材厚约一倍而腔小呈矩形(图1.3)。

阔叶树材的组成分子为木纤维、导管、管胞、木射线和薄壁细胞等。其中以木纤维为主，占总体积的50%，是一种厚壁细胞。它是决定阔叶树材物理力学性质的主要因素。导管是纵向一连串细胞组成的管状构造，约占总体积的20%。木射线约占17%。

木材细胞壁的纹孔 木材细胞壁上有不少纹孔。这是纵向细胞之间，及其与横向的木射线细胞之间水分和养分的通道；也是木材干燥、防腐药剂处理及胶合时，水分、药剂及胶料渗透的通道。

综上所述可知，木材是由中空的细胞所组成的蜂窝状结构；而细胞壁则主要由与其纵轴基本平行的微细纤维所组成。这两个特点决定了木材的一系列属性。

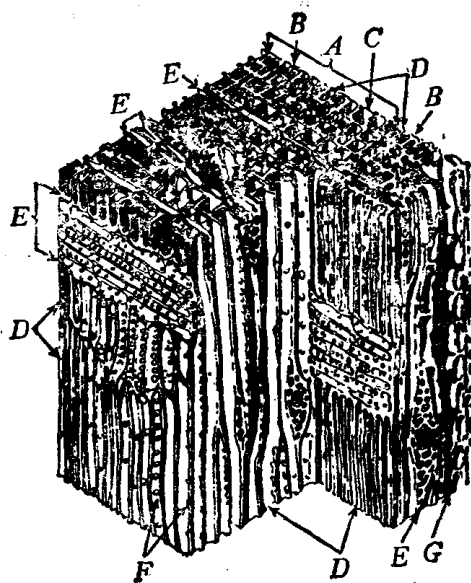


图 1.3 针叶树材的显微构造

A—年轮；B—晚材；C—早材；D—假导管；
E—木射线；F—纹孔；G—纵向树脂道

1.2.2 木材缺陷

对结构用木材影响较大的缺陷为腐朽、虫蛀、木节、斜纹和裂缝。

木节系树干上的分枝在生长过程中逐渐被包藏而形成的。因此，在节旁构成涡纹(图1.4a)，木节与周围纤维的联系较弱。

斜纹有天然和人为的两种。天然斜纹包括节旁的涡纹(图1.4a)，原木的扭纹(图1.4c)和用这种原木锯得的板、方材呈现的斜纹。人为斜纹是由于锯解面与本纹方向不平行所致(图1.4b)。

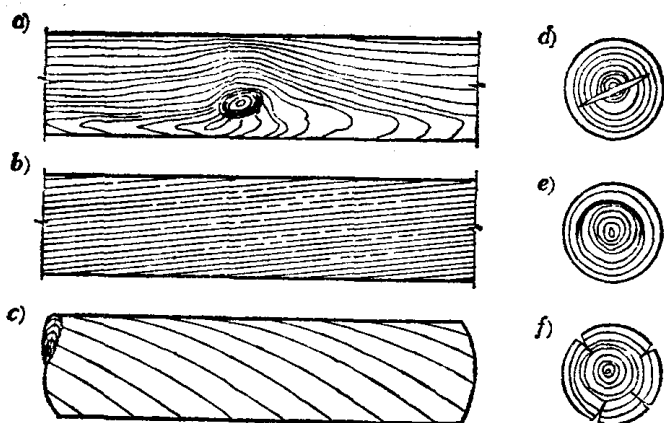


图 1.4 木节、斜纹和裂缝

树木在生长期或伐倒后，由于受到外力作用或温度、湿度变化的影响，致使木材纤维间发生脱离现象，称为裂缝。天然裂缝有径裂和轮裂（图1.4d、e）两种，二者皆为内部裂缝。树木伐倒后的裂缝是在干缩过程中形成的外部裂缝（图1.4f）。

1.2.3 木材中的水分

木材中的水分依其存在的状态可分为两种：呈游离状态存在于细胞腔和细胞间隙中的称自由水（或游离水）；呈吸附状态存在于细胞壁内的称吸附水。

含水率 木材中所含水分的多寡用其所含水重与绝对干重的比值表示，称含水率：

$$W = \frac{G - G_0}{G_0} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 G ——木材试件烘干前的重量；
 G_0 ——木材试件烘干后的重量。

测定木材含水率通常采用干燥法和电测法。干燥法精确可靠，但只能在实验室内进行；电测法比较简捷且不破坏木材，适于工地和贮木场大批测定，但只能测定表层含水率。

木材的吸湿性和平衡含水率 木材中水分不断地随其周围空气的相对湿度及温度的变化而增减。在一定的相对湿度下形成空气中的蒸汽压力大于木材表面水分的蒸汽压力时，木材向内吸收水分，称吸湿；反之，则木材中的水分向外蒸发，称解湿。木材的这种性质叫做吸湿性。

当木材长时间暴露在一定的相对湿度及温度的空气中，会达到相对稳定的含水率，即水分的蒸发或吸收趋于停止，这时的含水率，称平衡含水率（图1.5）。

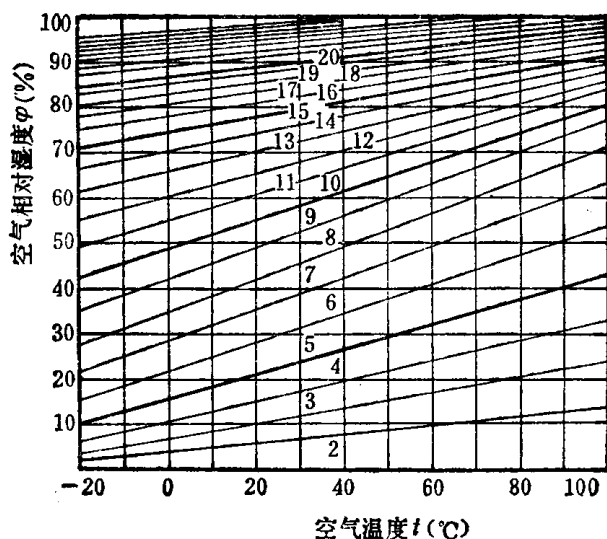


图 1.5 木材的平衡含水率

空气的相对湿度及温度因地域和季候而异，因此木材的平衡含水率亦随之有所不同。我国各地的平衡含水率一般在 10~18% 之间。

木材的纤维饱和点及其含义 潮湿的木材在干燥过程中，自由水首先蒸发。当自由水蒸发完毕而吸附水处于饱和状态时，其含水率称纤维饱和点。

当空气温度约为20°C、空气相对湿度为100%时，多种木材纤维饱和点的含水率平均值约为30%，其变异的范围约在23~33%之间。

研究木材纤维饱和点的意义在于，它是木材一些属性发生变化的转折点。当木材含水率在纤维饱和点以上变化时，其所反映的是自由水的增减。这时除重量随之改变外，木材的强度、体积及导电性皆不变化。当木材含水率在纤维饱和点以下变化时，反映了吸附水的变化。含水率降低，体积随之收缩，而强度提高，导电性减弱；反之，则体积膨胀，强度降低，导电性增强。木材含水率电测仪就是根据导电性的变化规律而设计的。

当含水率在纤维饱和点以下变化而引起木材的湿胀或干缩时，其尺寸变化的规律是相似的，但湿胀的数值略低于干缩。由于干缩会引起开裂和翘曲，对木结构的工作影响颇大，所以着重研究干缩的问题。

木材的干缩 木材干缩的数值，通常以含水率为纤维饱和点达到绝干状态时所减小的尺寸（或体积）与绝干状态时的尺寸（或体积），两者的比值来表示，称干缩率：

$$Y = \frac{S - S_0}{S_0} 100\% \quad (1-2)$$

式中 S ——试件含水率相当于或高于纤维饱和点时的尺寸（或体积）；

S_0 ——试件烘干后的尺寸（或体积）。

一般正常木材顺纹方向的干缩率约为0.1%，由于其数