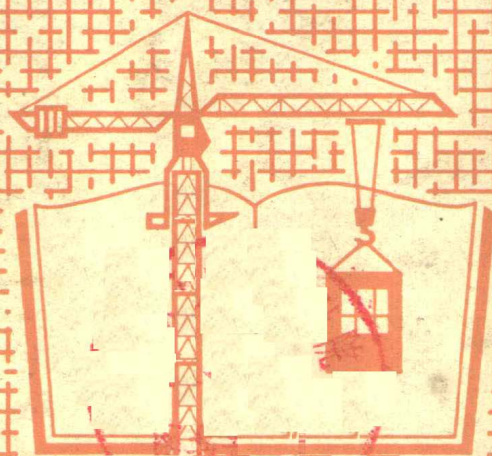


木 结 构

哈 尔 滨 建 筑 工 程 学 院
重 庆 建 筑 工 程 学 院 编
福 州 大 学



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

木 结 构

哈尔滨建筑工程学院

重庆建筑工程学院 编

福 州 大 学

中国建筑工业出版社

前 言

本书所依据的教材编写大纲是根据1977年12月高等学校工民建专业教材会议的精神制订的。编写时着重阐述木结构设计计算的基本原理，在具体应用方面以反映我国建国以来的工程实践经验为主，并介绍了适于现代化生产的胶合木结构。为了贯彻理论联系实际的原则，编入了一定数量的设计和计算例题。

本书由哈尔滨建筑工程学院樊承谋主编，王振家参加了编辑工作。各章编写人员为：绪言和第五章——樊承谋；第一、七章——麦淑良、卓尚木（福州大学）；第二章——沈世钊（哈尔滨建筑工程学院）；第三、四章——任本琼、杨培根和周仕楨（重庆建筑工程学院）；第六章、设计例题及附录——王用信（哈尔滨建筑工程学院）；第八章——王振家。

全书经主编单位修改后定稿，由西南交通大学周其刚主审。

由于我们的水平有限，时间仓促，书中存在不少缺点和错误，请同志们批评指正。

编 者

1980年8月

目 录

绪 言	(1)
第一章 结构用木材	(5)
1-1 我国结构用木材的种类和规格	(5)
1-1-1 结构用木材的种类	(5)
1-1-2 结构用木材的规格	(5)
1-2 木材构造	(6)
1-2-1 研究木材性能的主要切面和方向	(6)
1-2-2 粗视构造	(6)
1-2-3 显微构造	(7)
1-3 木材缺陷	(8)
1-4 木材的物理性能	(8)
1-4-1 含水率	(8)
1-4-2 木材的湿胀、干缩、开裂和翘曲	(10)
1-4-3 容重	(11)
1-5 木材的力学性能	(11)
1-5-1 受拉工作	(11)
1-5-2 顺纹受压工作	(12)
1-5-3 受弯工作	(13)
1-5-4 承压工作	(14)
1-5-5 受剪工作	(16)
1-5-6 长期强度	(17)
1-5-7 含水率对木材强度的影响	(19)
1-5-8 温度对木材强度的影响	(19)
1-6 承重结构构件对木材质量和含水率的要求	(19)
1-6-1 选材要求	(19)
1-6-2 结构用材对含水率的要求	(20)
1-7 木结构的防腐、防虫、防火和防化学腐蚀	(21)
1-7-1 木材的腐朽	(21)
1-7-2 虫害	(21)
1-7-3 防腐、防虫药剂及处理方法	(22)
1-7-4 木结构的防火	(24)
1-7-5 木结构的防化学腐蚀	(25)
第二章 木结构基本构件的计算	(26)
2-1 木结构的计算方法	(26)
2-1-1 结构的极限状态	(26)
2-1-2 承载能力的验算和木材的容许应力	(26)
2-1-3 变形验算	(29)

2-2 轴心受拉构件的计算	(29)
2-3 轴心受压构件的计算	(30)
2-4 受弯构件的计算	(33)
2-5 偏心受压构件的计算	(37)
2-6 偏心受拉构件的计算	(38)
第三章 木结构构件的联结	(39)
3-1 联结的种类和对它们的基本要求	(39)
3-1-1 联结的种类	(39)
3-1-2 联结的基本要求	(39)
3-2 齿联结	(40)
3-2-1 单齿联结的构造及计算	(40)
3-2-2 双齿联结的构造及计算	(44)
3-3 销联结	(46)
3-3-1 概述	(46)
3-3-2 销联结的计算	(47)
3-3-3 螺栓联结和钉联结的设计要求	(55)
3-4 钢键联结	(59)
3-4-1 裂环联结	(59)
3-4-2 剪盘联结	(60)
3-4-3 齿板联结	(60)
3-5 圆钢拉杆和系紧螺栓	(61)
3-5-1 圆钢拉杆	(61)
3-5-2 系紧螺栓	(62)
第四章 木屋盖的组成和屋面、吊顶的设计	(63)
4-1 木屋盖的组成和各部分的作用	(63)
4-2 屋面构造	(63)
4-3 屋面荷载	(65)
4-4 屋面承重构件的设计计算	(65)
4-4-1 挂瓦条、屋面板、瓦椽和椽条	(65)
4-4-2 檩条	(66)
4-5 吊顶构造及其构件的计算要点	(68)
4-6 木屋盖防腐的构造措施	(69)
第五章 屋架	(78)
5-1 屋架形式及结构布置	(78)
5-1-1 屋架形式及其选择	(78)
5-1-2 屋盖承重结构的布置	(79)
5-2 木屋架设计的基本原则	(83)
5-2-1 屋架的高跨比(h/l)	(83)
5-2-2 木屋架的变形和预先起拱	(83)
5-2-3 屋架节间的划分	(84)
5-2-4 屋架自重的估算	(84)
5-2-5 荷载及其组合	(84)

5-2-6	内力计算	(84)
5-2-7	压杆的计算长度	(84)
5-2-8	上弦的计算	(85)
5-2-9	杆件的最小截面	(85)
5-2-10	节点设计	(85)
5-2-11	采用半干材、湿材时应采取的措施及其容许应力的取值	(86)
5-3	木屋架	(86)
5-3-1	概述	(86)
5-3-2	三角形豪式木屋架	(86)
5-3-3	梯形豪式木屋架	(92)
5-4	钢木屋架	(93)
5-4-1	采用钢木屋架的意义	(93)
5-4-2	钢木屋架设计要点	(93)
5-4-3	下弦的设计	(94)
5-4-4	下弦节点的设计	(94)
5-4-5	偏心抵承方木上弦的构造和计算	(97)
5-4-6	原木三角形芬克式钢木屋架的特点	(99)
5-4-7	上弦偏心抵承的梯形和多边形钢木屋架	(99)
5-5	天窗	(103)
5-6	木屋架吊装时的验算和加固	(105)
第六章	木屋盖的空间稳定	(107)
6-1	保证木屋盖空间稳定的基本要求	(107)
6-2	支撑的种类及布置原则	(108)
6-2-1	木屋盖支撑的种类	(108)
6-2-2	木屋盖支撑的布置原则	(109)
6-2-3	支撑的构造	(110)
6-3	地震区加强空间稳定性的措施	(111)
6-3-1	屋架设计的原则	(111)
6-3-2	支撑布置的原则	(111)
6-3-3	构造措施	(112)
6-4	台风地区及风口地段加强木屋盖空间稳定的措施	(113)
第七章	木结构的维护和加固	(114)
第八章	胶合木结构	(116)
8-1	概述	(116)
8-1-1	胶合木结构的优点	(116)
8-1-2	胶合木结构的分类	(116)
8-2	木结构用胶	(117)
8-2-1	简单胶结原理	(117)
8-2-2	结构用胶的要求	(118)
8-2-3	结构用胶	(118)
8-3	层板胶合结构	(119)
8-3-1	层板胶合构件的接头	(119)

8-3-2 等高层板胶合直梁.....	(120)
8-3-3 层板胶合木屋架.....	(123)
8-3-4 层板胶合框架、拱和网架.....	(125)
8-4 胶合板结构.....	(125)
8-4-1 胶合板结构的优点.....	(125)
8-4-2 胶合板结构的分类.....	(125)
8-5 胶合板梁的设计.....	(126)
8-5-1 梁承弯承载能力的确定.....	(126)
8-5-2 腹板剪切应力的验算.....	(126)
8-5-3 腹板与翼缘胶合强度的验算.....	(127)
8-5-4 滚动剪切应力的验算.....	(127)
8-5-5 梁的腹板局部稳定和平面外总稳定.....	(127)
8-5-6 胶合板梁的挠度.....	(128)
8-6 层板胶合构件的制造.....	(128)
8-6-1 胶合木结构对木材含水率的要求.....	(129)
8-6-2 层板厚度.....	(129)
8-6-3 层板的加工和放置.....	(129)
8-6-4 层板胶合梁的接头形式和布置.....	(129)
8-6-5 涂胶和加压.....	(129)
设计例题.....	(130)
一、三角形原木豪式屋架设计.....	(130)
二、三角形豪式钢木屋架设计.....	(139)
附录.....	(149)
1. 承重结构用板、方材和原木的选材标准.....	(149)
2. 常用木材的计算容重表.....	(150)
3. 板方材规格表.....	(151)
4. 原木一面切割的面积、抵抗矩、惯性矩及切割面宽度的计算图表.....	(152)
5. 圆钢拉杆、拉力螺栓容许拉力及钢垫板尺寸表.....	(152)
6. 圆钉(公制)规格表.....	(153)
7. 扒钉(马钉)规格及重量表.....	(153)
主要参考文献.....	(154)

绪 言

木材能有效地抗压、抗弯和抗拉，特别是抗压和抗弯时有很好的塑性。由于木材的容重小，因而具有相当高的强度-容重比，所以木结构有自重轻的优点。干燥的木材对侵蚀性介质具有较高的化学稳定性。因为木材有结构材料必具的优良性能，并且加工简便，能就地取材，所以在世界各国应用于建筑结构历数千年而不衰。

木材的弹性模量低，载荷时有明显的时间效应，其长期强度远低于短期强度。木节、斜纹和裂缝等天然缺陷对木材的力学性能有较大的影响。木材砍伐后在干燥过程中体积收缩而易于开裂、翘曲，若长期处于潮湿状态将遭致腐朽，在热带、亚热带地区白蚁、蠹虫、家天牛等对木结构的危害颇大。木材本身易燃，若长期在高温作用下会变质而强度降低。在设计和施工中应采取有效的措施克服木材的这些缺点。

我国历代沿用的木构建筑别具一格，从保存至今已达千年之久的山西佛光寺正殿（图 0-1）可以看到，远溯至唐代已形成完整的体系。高达 66 米蔚然壮观的山西应县木塔（图 0-2），集中地反映了我国古代木构建筑的高超水平。

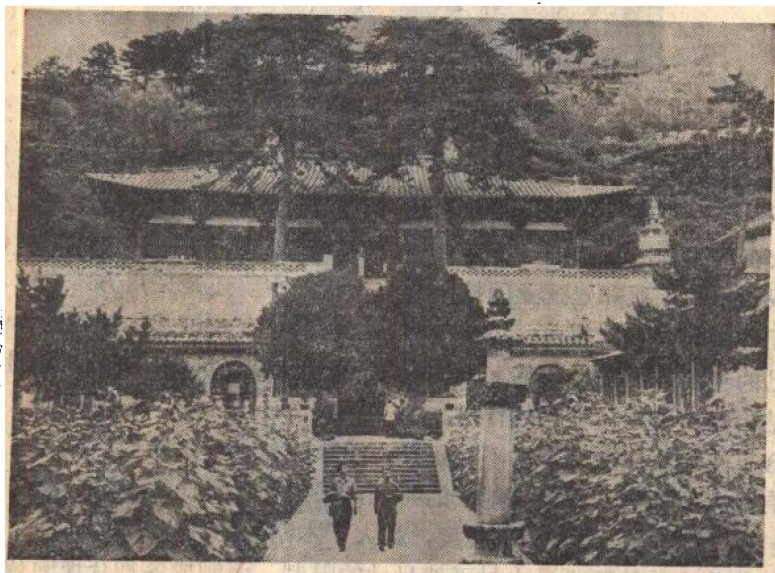


图 0-1 山西佛光寺正殿，建于公元857年

宋代著名的建筑家李明仲在所著的《营造法式》一书中，从建筑、结构到施工全面而系统地总结了我国劳动人民在木构建筑方面的宝贵经验。

我国的木构建筑是以梁柱组成的构架承重（图 0-3），砖墙仅起填充作用，跨度有限且需用木料甚多。所以，随着西方科学技术的传入，砖木房屋逐渐采用承重砖墙支承木桁架的结构体系。



图 0-2 山西应县木塔，建于公元1056年

在我国解放之后，由于社会主义建设的需要，木结构非但用于民用和公共建筑，并且大量地应用于中小型工业厂房。虽然我国森林资源比较缺乏，但木材作为一种地方材料，取材较易，故在不少地区，特别是林区和林区附近的地方，木结构在建筑结构中占相当的比重。由于我国木材工业和建筑业的技术水平不高，主要还是采用方木或原木结构。经过二十多年的工程实践，在这方面已经基本形成一整套符合我国具体情况的体系。

我国自己的《木结构设计规范》（GBJ5—73）就是在这个基础上制订出来的。它对提高我国木结构的质量起了促进的作用。

针对符合下弦材质标准的木材不易获得和消除开裂对下弦的危害等问题，近年来钢木桁架在我国有很大的发展。根据各地区的特点，采用了各种比较经济合理的形式（图 0-4 和 0-5）。提高了木结构安全可靠的程度，扩大了木结构的应用范围。

胶合木结构使木构件不再受木材天然尺寸的限制，而制成各种合理的截面形状和结构形式，并且在相当大的程度上减小天然缺陷的影响。近年来在一些技术发达的国家胶合木结构发展较快，特别是大跨度结构（图 0-6），充分发挥了木结构自重轻的优点。

木结构能有效地用于宿舍、学校、办公楼、仓库、食堂、影剧院、市场、体育馆及展览馆等民用和公共建筑，以及温湿度正常的工业厂房。此外，木结构还用于塔架、桅杆、栈桥、桥梁及一些辅助性或临时性的建筑中。

为了保证耐久性，在下述情况下不应采用木结构：空气的相对湿度大于70%的房屋；

大木作制度圖樣

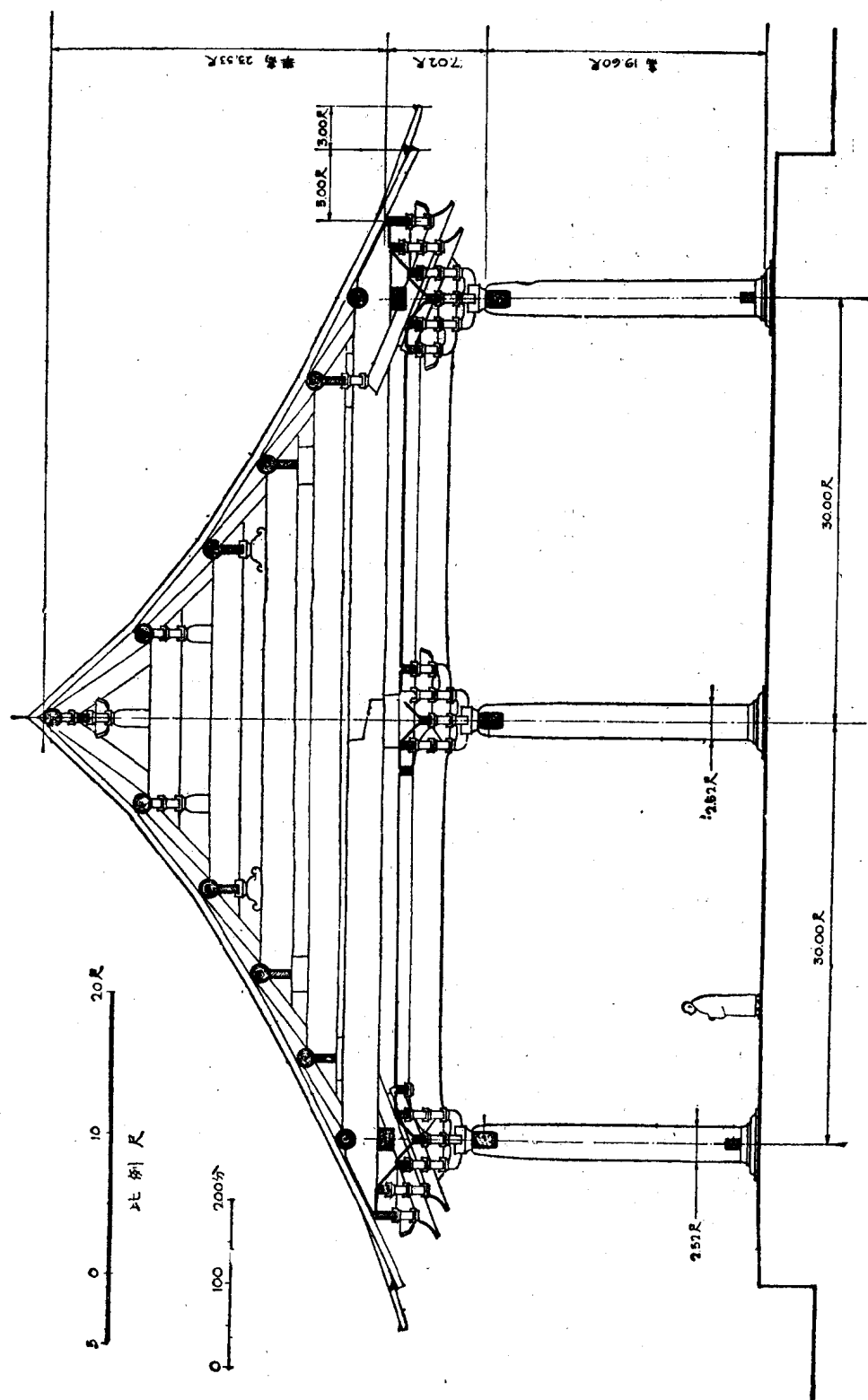


图 0-3 木构建筑的构造 (摘自《宋营造法式图注》)

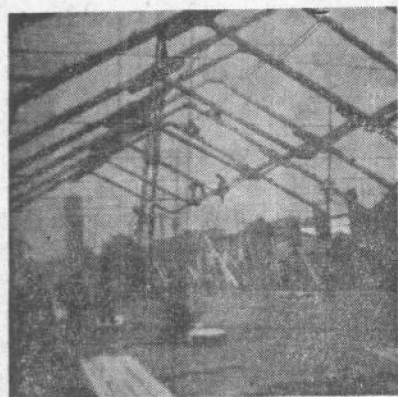


图 0-4 成都市新型建材厂钢筋车间
18m跨度三角形钢木桁架

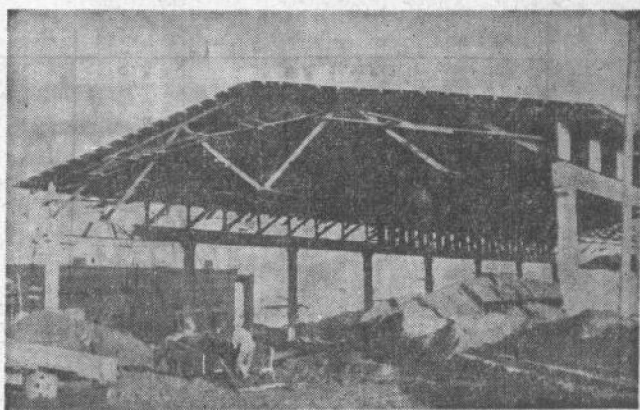


图 0-5 黑河发电厂干燥棚
22.5m梯形钢木桁架

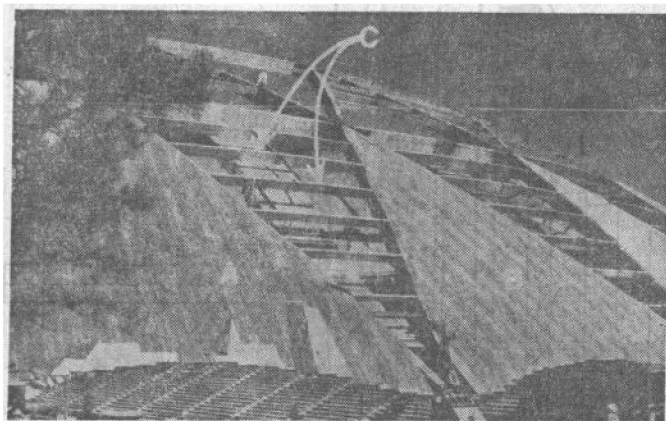


图 0-6 直径为153m的胶合圆顶

A、B—为加强圆顶在施工时的稳定性而提前安装的屋面木基层；C—檩条

有直接火源和生产或储存易燃品的车间或仓库；木构件表面温度高达 50°C 的高温车间。

我国当前正处于为实现工业、农业、国防和科学技术现代化而奋斗的时期，各行各业必将相互促进。林业方面，速生树种的培植增长，将逐渐解决我国森林资源不足的问题。随着木材工业和化学工业的发展，经过干燥的板材和耐水胶的生产将要增长。在建筑业本身逐步工业化的条件下，胶合木结构必将得到应用和推广。预计在不远的将来，木结构将会进入一个新的发展阶段，在实现四个现代化的过程中发挥应有的作用。

第一章 结构用木材

1-1 我国结构用木材的种类和规格

1-1-1 结构用木材的种类

木材分为针叶树材和阔叶树材两类。针叶树材树干长直、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，耐腐蚀性又较强，适于作结构用材。

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。这些树种受生长条件的限制、资源集中、蕴藏量较小，且为社会主义建设各方面所亟需的原材料。因此，目前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%，但树种很多。根据这一特点，若要解决建筑结构用材的供应问题，必须扩大树种的利用。因此，近年来我国在以下三个方面作了一些努力：第一是对一些蕴藏量较大但有某些缺点的针叶树材（例如易开裂的云南松、东北落叶松●和易受白蚁蛀害和腐朽的马尾松）开展了研究，并已获得成果，而提出了有效的防裂、防腐及防虫措施，使其能可靠地应用于各种跨度的房屋；第二是根据科学试验结果和各地使用的经验，建议扩大利用一些阔叶树材，并列入了《木结构设计规范》的附录，便于各地能就地取材，解决小跨度房屋的结构用材；第三是对一些解放后种植的速生阔叶树材（例如木麻黄、桉树和杨木）进行较为系统的研究。其中对木麻黄防虫和防腐的研究已获得成果，并扩大了应用范围。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。目前我国大面积种植的是速生的杨木，估计在不久的将来，杨木在木材产量中所占的比例将越来越大，所以也是当前研究的重点。

1-1-2 结构用木材的规格

结构用木材分为原木（圆木）、方木及板材三种。

树干在生长过程中其直径由根部到梢部逐渐减小，形成平缓的圆锥体。原木径级以梢部为依据，称为梢径。结构用原木的梢径一般为8~20厘米，其长度一般为4~8米。原木直径沿长度的变化率称为天然倾斜率，现行设计规范规定在计算时取0.9%，即在每米长度上直径改变0.9厘米。

当原木径级在20厘米以上时，一般皆锯成板、方材。凡宽度为厚度的三倍以上者为板材，不足三倍者为方材。板材常用的厚度为1.5~8厘米；方材常用的尺寸为6~24厘米。针叶材的长度为1~8米，阔叶材为1~6米。板方材的具体尺寸可查附录3。

● 东北落叶松包括兴安落叶松和长白落叶松。

1-2 木材构造

1-2-1 研究木材性能的主要切面和方向

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性能的差别决定于木材的构造。因此必须根据横切面（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（或称宏观构造）外，尚需研究在显微镜下才能看到的显微构造（或称微观构造）。

1-2-2 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。

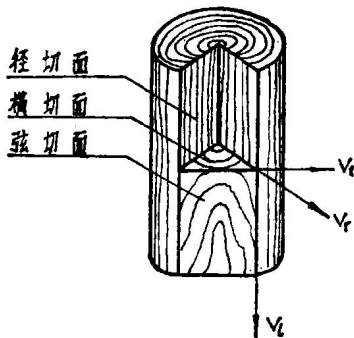


图 1-1 木材的主要切面和方向

V_L —顺纹方向； V_T —横纹切向； V_R —横纹径向

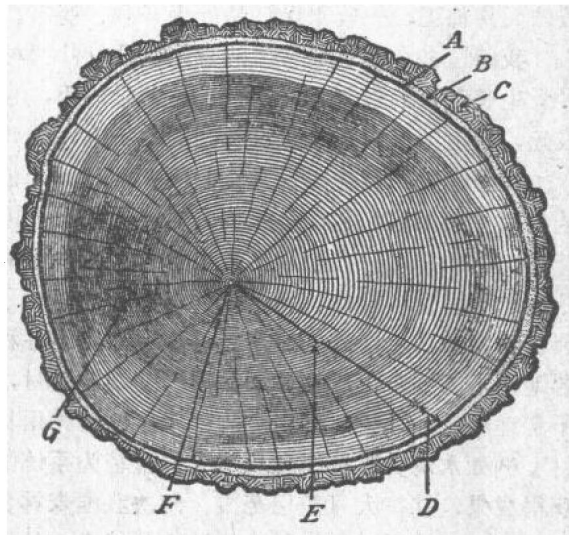


图 1-2 树干的横切面

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

1-2-2-1 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。

1-2-2-2 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。

1-2-2-3 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。

1-2-2-4 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。

1-2-3 显微构造

1-2-3-1 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3~5毫米，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%。

1-2-3-2 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。

1-2-3-3 木材细胞的成分 木材细胞的主要成分为纤维素、木素和半纤维素。其中以纤维素为主，在针叶树材中约含53%。纤维素的化学性质很稳定，不溶于水和有机溶剂，弱碱对纤维素几乎不起作用。这就是木材本身化学性质稳定的原因。

针叶树材的木素含量约为25%，半纤维素含量约为22%。它们的化学稳定性较低。

阔叶树材的纤维素和木素含量较少，而半纤维素较多。

木材细胞基本元素的平均含量几乎与树种无关，其中碳约49.5%，氢约6.3%，氧约44.1%，氮约0.1%。

1-2-3-4 木材细胞壁的构造 纤维素分子能聚集成束，形成细胞壁的骨架，而木素和半纤维素一起构成结壳物质，包围在纤维素外边。

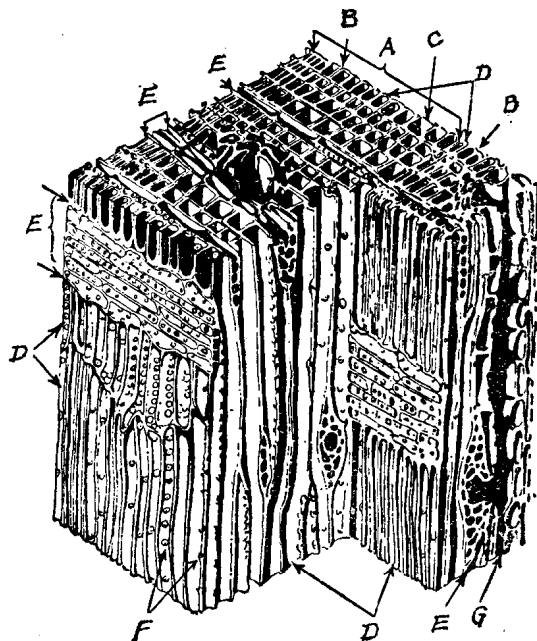


图 1-3 针叶树材的显微构造

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

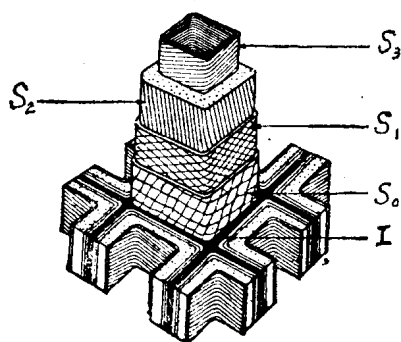


图 1-4 木材细胞壁的构造

S₁—次生壁外层；S₂—次生壁中层；S₃—次生壁内层；S₀—初生壁；I—细胞间层

当将木素和半纤维素脱去以后，在电子显微镜下可以看到细胞壁各层的微细纤维（图1-4）。细胞壁的主体为厚度最大的次生壁中层（即 S_2 层），这层的微细纤维紧密靠拢，其排列方向与轴成 $10^\circ \sim 30^\circ$ 角，这也就是木材各向异性的本质原因。其它各层中微细纤维与轴成很大的角度，但由于其厚度很小，不起决定性作用。

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。

1-3 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1-5a），木节与周围纤维的联系较弱。

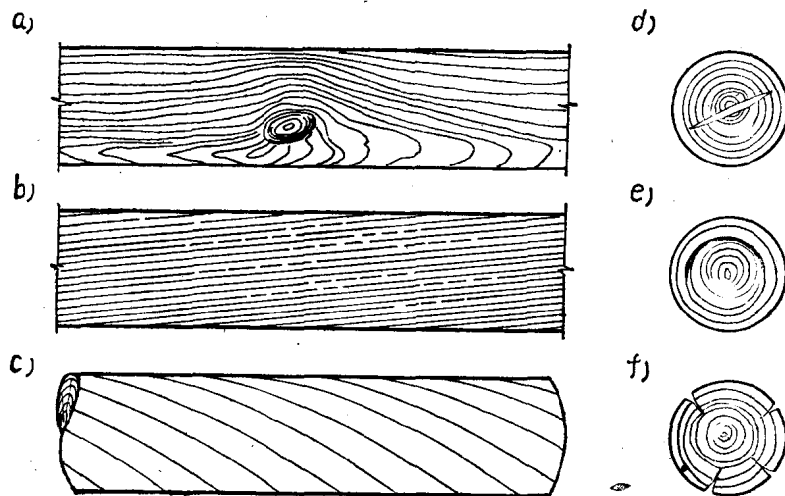


图 1-5 木节、斜纹和裂缝

斜纹有天然和人为的两种。天然斜纹包括节旁的涡纹（图1-5a），原木的扭纹（图1-5c）和从这种原木锯得的板、方材呈现的斜纹。人为斜纹是由于锯解面与木纹方向不平行所致（图1-5b）。

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1-5d和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1-5f）。

1-4 木材的物理性能

1-4-1 含水率

木材含水率的变化对木材的物理力学性能及腐朽都有很大的关系，因此认识木材中的水分及其变化规律具有重要的意义。

1-4-1-1 含水率的计算和测定 木材中的水分依其存在状态可分为两种：呈游离状

态存在于细胞腔和细胞间隙中，称自由水（或游离水）；呈吸附状态存在于细胞壁的 microfibril 纤维之间，称吸附水。

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。

1-4-1-2 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，称解吸。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1-6）。

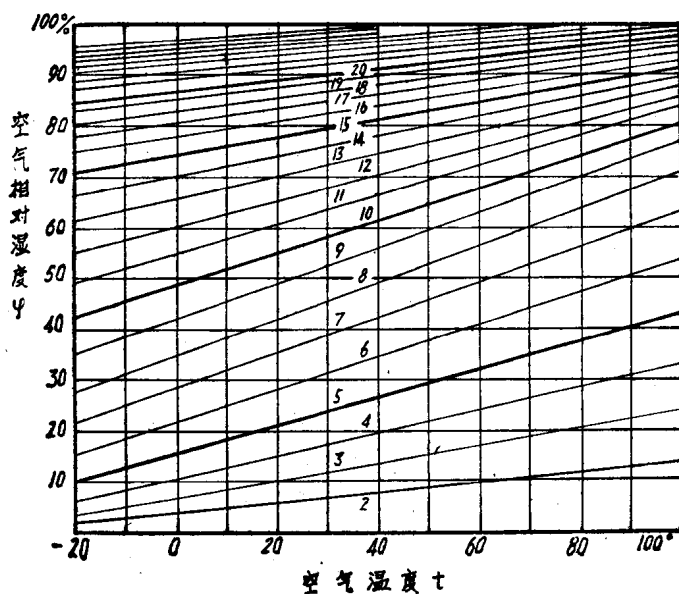


图 1-6 木材的平衡含水率

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。

1-4-1-3 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。

1-4-2 木材的湿胀、干缩、开裂和翘曲

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。

1-4-2-1 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%,由于其数值很小,可忽略不计;径向干缩率为3~6%;弦向干缩率为6~12%,约为径向的一倍。

干缩率除以引起收缩的含水率 W ,称干缩系数:

$$K = \frac{Y}{W} \quad (1-3)$$

也就是在纤维饱和点以下,吸附水每减少1%含水率所引起的干缩数值。例如鱼鳞云杉的径向干缩系数为0.171%;弦向为0.349%。

1-4-2-2 木材干燥过程中的开裂和翘曲 原木或带髓心的方木在干燥过程中开裂的原因,主要有两种:一是弦向的收缩变形受到径向的约束,沿年轮产生环向拉应力;二是木料外层的水分蒸发速度比内层快,当外层的含水率降到纤维饱和点以下,其收缩变形受到内层的阻碍时,亦产生环向拉应力,干燥速度越快,截面越大,则这种现象越严重。当上述两种原因产生的拉应力之和超过木材横纹抗拉强度时,即由外向内发生开裂。一般皆在径向分布的木射线处拉开,所以原木的干缩裂缝均呈辐射分布(图1-7a);带髓心的方木其主裂缝发生在宽面上,而位于髓心的两侧(图1-7b)。

木料端部水分蒸发较快,常形成严重的端裂,应设法预防以节约木材。

如能将原木破心下料(图1-7c、d),则因消除了由于弦、径两个方向收缩不一致所形成的沿年轮的环向拉应力,可以相当大地减小方木的开裂程度。图1-7c所示为沿底边破心下料的方木,与相同截面带髓心的方木对比(图1-7b),开裂轻微,且裂缝深度都能控制在规范所规定的容许限值之内。图1-7d所示为沿侧边破心下料的方木,其减轻开裂程度的效果稍差,但当截面较小时,由于在一定程度上消除了因内外蒸发水分的速度不一致形成的内应力,亦能将裂缝深度控制在容许限值之内。

对于板材来说,既已破心且厚度又小,因此在干燥过程中,弦、径两个方向干缩率不同不会致使开裂,若任其自由变形,则将发生翘曲(图1-7e、f)。板材横向翘曲的方向