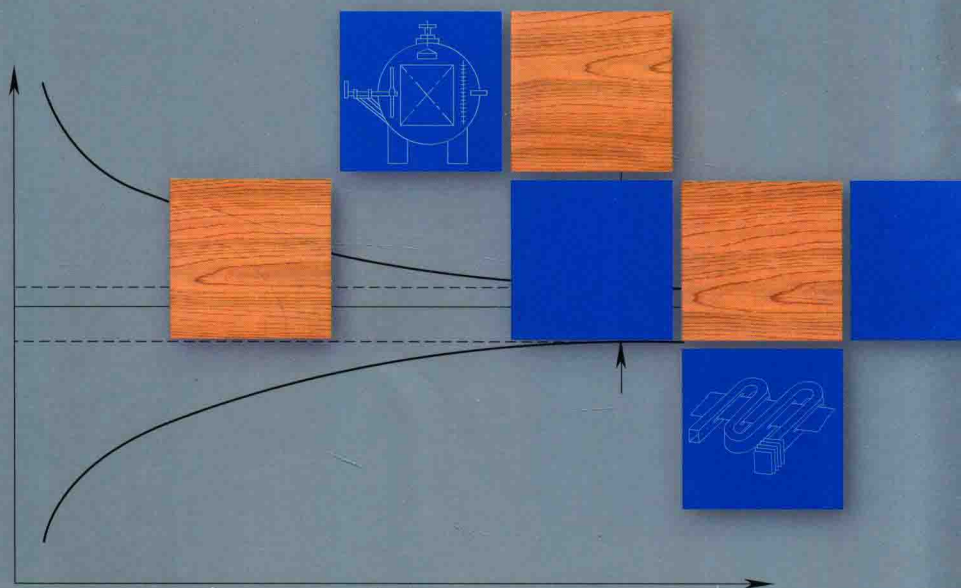


艾沐野 主编 张晓峰 副主编

木材干燥 实践与应用

MUCAI GANZAO
SHIJIAN YU YINGYONG



化学工业出版社

木材干燥 实践与应用

MUCAI GANZAO
SHIJIAN YU YINGYONG

艾沐野 主编 张晓峰 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

木材干燥的理论性、实践性和灵活性都很强,结合基础理论、加强实践与应用技术的学习,对学习和掌握木材干燥科学知识非常必要,对指导企业木材干燥生产有重要意义,在此基础上特别编写了本书。本书共分为五章,分别是:木材干燥基础、木材干燥实验、木材干燥装备设计、木材干燥生产实用技术、木材干燥节能技术简介。

本书可作为生产企业从事木材干燥技术研究和生产管理的人员的生产技术操作参考教材,也可作为相关专业本科生、研究生的木材干燥学课程实验、课程设计和教学实习指导书。

图书在版编目(CIP)数据

木材干燥实践与应用/艾沐野主编. —北京:化学工业出版社, 2016. 2

ISBN 978-7-122-25667-6

I. ①木… II. ①艾… III. ①木材干燥 IV. ①S781.71

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第270942号

责任编辑:仇志刚

文字编辑:李 玥

责任校对:吴 静

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限公司

装 订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张21 $\frac{3}{4}$ 字数500千字 2016年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

木材干燥是木材综合利用、家具制造、木结构建筑构件加工以及木质装饰材料加工生产工序中不可或缺的重要环节,相关基础理论与实践应用技术亦是高等林业院校木材科学与工程和家具设计与制造等相关专业必修的重要课程之一。木材干燥的理论性、实践性和灵活性均很强,结合基础理论,加强实践与应用技术的学习,对学习和掌握木材干燥科学知识非常必要,也对指导企业木材干燥生产有重要意义。几十年来,国内出版了一定数量介绍木材干燥技术方面的书籍,尤以教科书偏多些,但能够集木材干燥基础、木材干燥实验、木材干燥装备设计和木材干燥生产实用技术等方面的内容于一体的书籍还没有,此为第一本。本书由木材干燥理论基础、木材干燥实验、木材干燥装备设计、木材干燥生产实用技术、木材干燥节能技术简介等章节构成,其特点如下。

① 介绍木材干燥基础或理论简明扼要,同时又提供了具有一定实用价值的,且是独到的可供查阅的一些应用数据表。

② 根据木材干燥教学和生产实际的要求,介绍了可供木材干燥实践教学参考的木材干燥实验项目,这在国内尚属首次。

③ 本着木材干燥技术应用性或实用性较强的原则,根据编者多年的实际实践经验,编写了木材干燥生产实用技术一章,对指导木材干燥实验的相关项目和木材干燥实际生产有较为重要的作用。

本书的编写目的是为生产企业从事木材干燥技术研究和生产管理人员提供一本比较全面、实用性较强的生产技术操作参考教材,同时也可以作为相关专业本科生、研究生的木材干燥学课程实验、课程设计和教学实习指导书。

本书所列相关内容可以根据具体情况在木材干燥实践教学中选择使用。

本书第1章中的1.1、第2章中的2.2和第4章中的4.3由程万里编写,第1章中的1.2、第2章中的2.1和第4章中的4.4由蔡英春编写,第1章中的1.3和第3章中的3.1、3.2中的3.2.1~3.2.5和3.3~3.5由张晓峰编写,第1章中的1.4~1.5、第2章中的2.3~2.7、第3章中的3.2.6和第4章中的4.1由艾沐野编写,第4章中的4.2由陈广元、孟杨、褚俊、

赵庚编写，第5章由陈广元、赵庚、褚俊、孟杨编写。全书由艾沐野统稿。东北林业大学材料科学与工程学院的硕士研究生李莉同学帮助整理了书中部分插图和数据表格，在此深表谢意。

由于作者水平有限，不当之处还请读者批评指正。

编 者
2015年7月

绪论

1

0.1 木材干燥的基本概念	1
0.2 木材干燥的定义及目的	1
0.3 木材干燥的方法	2
0.4 木材干燥技术的发展	3

第1章 木材干燥基础

5

1.1 木材与水分	5
1.1.1 木材中的水分	5
1.1.2 木材的含水率	6
1.1.3 木材干湿程度的分级	6
1.1.4 木材中水分的存在状态与纤维饱和点	6
1.1.4.1 水分的存在状态	6
1.1.4.2 木材的纤维饱和点	7
1.1.5 木材的吸湿与解吸	8
1.1.6 木材的平衡含水率	9
1.1.7 木材中水分的移动	17
1.1.7.1 木材中水分移动的路径和驱动力	17
1.1.7.2 影响木材中水分移动的因子	19
1.2 木材加热与干燥	19
1.2.1 热媒	20
1.2.2 干燥介质	20
1.2.2.1 水蒸气	20
1.2.2.2 湿空气	24
1.2.2.3 炉气	27
1.2.3 木材干燥过程热质传递及作用	30
1.2.3.1 热传递方式	30
1.2.3.2 干燥室壳体的热损失	33
1.2.3.3 木材干燥对流换热过程与基本规律	35
1.2.3.4 干燥过程中木材中水分的移动与蒸发	36
1.2.4 木材的常规干燥过程	45
1.2.5 木材干燥过程中的应力与变形	48

1.3 木材干燥装备	52
1.3.1 木材干燥室壳体	52
1.3.2 加热器及其附件	52
1.3.3 气流循环设备	53
1.3.4 进排气系统及增湿设备	53
1.3.5 材车与检测设备	54
1.4 木材干燥检测	54
1.4.1 干燥介质温湿度的检测	54
1.4.1.1 干燥介质温度的检测	54
1.4.1.2 干燥介质湿度的检测	55
1.4.2 木材实际含水率的检测	59
1.4.3 木材平衡含水率的检测	61
1.4.4 木材干燥质量的检测	62
1.4.5 木材干燥装备的一些检测	62
1.5 木材干燥工艺基础	63
1.5.1 木材干燥基准	63
1.5.1.1 木材干燥基准的种类	63
1.5.1.2 木材干燥基准表	66
1.5.2 木材干燥基准的选择方法	79
1.5.3 木材干燥基准的软硬度	81

第2章 木材干燥实验

82

2.1 木材传热传质性能测试实验	82
2.2 与木材干燥有关的木材物理性能测试实验	83
2.3 常规木材干燥装备技术性能测试实验	88
2.4 常规木材干燥过程测试实验	92
2.5 特种木材干燥过程测试实验	96
2.5.1 木材真空干燥过程测试实验	96
2.5.2 木材微波干燥过程测试实验	97
2.5.3 木材除湿干燥过程测试实验	99
2.6 木材自然干燥过程测试实验	103
2.7 木材干燥质量检测实验	105

第3章 木材干燥装备设计

112

3.1 木材干燥室的分类及要求	112
3.2 木材干燥室的选用	126
3.2.1 总体选用原则	126
3.2.2 循环方式的选择	126
3.2.3 活动挡风板的选择	127

3.2.4	干燥室电机风机的选择	128
3.2.5	木材干燥室类型的选择	130
3.2.6	国外常规木材干燥室的特点	130
3.2.6.1	检测系统和控制系统的特点	131
3.2.6.2	正确认识和使用进口干燥室	133
3.3	木材干燥装备的设计	135
3.3.1	木材干燥室的设计——理论计算	135
3.3.2	设计依据	135
3.3.3	工艺计算前有关主要参数及干燥设备位置的确定	135
3.3.4	工艺计算	139
3.3.5	热力计算	141
3.3.6	空气动力计算	152
3.4	常规木材干燥设备主要结构	156
3.4.1	木材干燥室壳体	156
3.4.2	供热装备及其附件	159
3.4.3	相对湿度调节设备	165
3.4.4	干燥介质循环设备	165
3.4.5	干燥室控制参数检测设备	167
3.4.6	木材运载与装卸设备	169
3.5	木材干燥室设计实例	170
3.5.1	周期式强制循环端风机木材干燥室设计实例	170
3.5.2	侧风机单板木材干燥室改建实例	183
3.5.3	顶风机金属壳体木材干燥室设计实例	193

第4章 木材干燥生产实用技术

207

4.1	常规木材干燥	207
4.1.1	常规木材干燥设备的操作	207
4.1.1.1	木材干燥前的设备检查	207
4.1.1.2	木材的堆积	214
4.1.1.3	常规木材干燥室的实际操作过程	216
4.1.2	常规木材干燥工艺	226
4.1.2.1	干燥质量和最终含水率	226
4.1.2.2	制定干燥工艺	227
4.1.2.3	木材干燥基准的使用	238
4.1.2.4	常规木材干燥生产中出现问题的原因	245
4.1.2.5	有关木材干缩和湿胀的一些概念	252
4.1.2.6	小径级原木锯材干燥问题的探讨	255
4.1.2.7	几种进口木材干燥问题的探讨	263
4.1.3	常规木材干燥生产的基本管理	268
4.1.3.1	编制木材干燥生产工艺规程	269

4.1.3.2	制定木材干燥生产的管理制度	270
4.1.3.3	建立木材干燥生产技术档案	270
4.1.3.4	建立木材干燥生产人员培训制度	271
4.1.3.5	木材干燥生产中的一些节能措施	271
4.1.3.6	木材干燥成本的计算	274
4.1.3.7	木材干燥室的维护与保养	275
4.1.3.8	有关木材干燥室的技术经济指标	277
4.2	木材自然干燥过程与管理	278
4.2.1	自然干燥木材堆积	279
4.2.1.1	板院	279
4.2.1.2	木材堆积和隔条放置	279
4.2.2	自然干燥过程组织管理	285
4.2.2.1	含水率检测	285
4.2.2.2	干燥生产组织	285
4.2.2.3	自然干燥周期	286
4.2.2.4	自然干燥缺陷及预防	289
4.2.3	自然干燥技术改进	289
4.3	木材高温干燥	290
4.3.1	湿空气高温干燥	291
4.3.2	过热蒸汽干燥	293
4.3.2.1	过热水蒸气处理的特征及其应用	293
4.3.2.2	常压过热蒸汽干燥	296
4.3.2.3	压力过热蒸汽干燥	297
4.3.3	高温干燥对设备性能的要求	301
4.3.4	高温干燥的特点及其适用范围	302
4.4	其他木材特种干燥	304
4.4.1	木材真空干燥装备、工艺与操作	304
4.4.1.1	真空干燥的原理与分类	304
4.4.1.2	真空与真空度	304
4.4.1.3	真空度与水的沸点	305
4.4.1.4	真空干燥设备	305
4.4.1.5	真空干燥工艺	309
4.4.2	木材高频真空干燥装备、工艺与操作	311
4.4.2.1	高频真空干燥装备	312
4.4.2.2	高频真空干燥工艺及操作	312
4.4.3	木材微波干燥装备、工艺与操作	313
4.4.3.1	微波干燥装备	314
4.4.3.2	木材微波干燥工艺	314
4.4.4	木材除湿干燥装备、工艺与操作	316
4.4.4.1	除湿干燥装备及原理	316
4.4.4.2	除湿机的分类	317

4.4.4.3	除湿干燥工艺	317
4.4.4.4	使用除湿干燥工艺基准的注意事项	320
4.4.4.5	除湿干燥能耗的影响因素	320
4.4.4.6	除湿机的维护	321

第 5 章 木材干燥节能技术简介

322

5.1	木材干燥能耗分析	322
5.2	国外木材干燥节能技术研究现状	323
5.3	国内木材干燥节能技术研究简介	323

参考文献

326

附录 全国各主要城市气象资料

328

绪论

0.1 木材干燥的基本概念

木材是由生长的树木锯割而成。木材在国民经济建设和我们的家庭生活中都有着比较重要的作用。我们每天都要接触它。但由于木材中含有水分，当水分过多时，它要向空气中蒸发，就会导致木材在一定环境下尺寸不稳定，给加工和使用带来严重的影响，其产品质量不能得到保证。所以要使木材为我们所用时，必须对它进行干燥。根据木材的用途和使用环境的不同，可将木材内的水分含量干燥到比较合适的状态。木材干燥是木材加工生产过程中的一项专业技术工作，它的理论性和实践性都很强。要做好这项工作，必须对木材干燥的基本概念有所了解或基本掌握。第1章主要从这个角度向读者介绍一些与实际木材干燥生产有关的基本概念。

0.2 木材干燥的定义及目的

木材干燥通常指在热能作用下以蒸发或沸腾方式排除木材水分的处理过程。

这个定义说明，若要使木材中的水分排出，在它的周围环境中必须要有一个热能存在，而这个热能一般就是产生热的热源。就像我们居住的房屋，要想使之具有合适的温度，必须要有一个热源来保证供热。如火炉、暖气、空调、阳光等。在一定的温度作用下，木材中的水分就以蒸发的方式或沸腾的方式排到它周围的空气中，木材就得到了干燥。当木材中的水分被干燥到一定程度时，我们就可以使用它来加工和制造我们所需要的产品。

木材之所以要经过干燥才能使用，主要有以下几个原因。

① 防止木材产生开裂和变形。由于木材中的水分在向空气中排出时，尤其是当木材中的水分含量在木材的纤维饱和点以下时，就会引起木材体积的收缩。如果木材收缩的不均匀，木材就会出现开裂或变形。若是将木材中的水分含量干燥到与使用环境条件相适应的程度或使用要求的状态，就能保持木材的体积尺寸的相对稳定，而且

经久耐用。

② 提高木材的力学强度，改善木材的物理性能和加工工艺条件。当木材中的水分含量在纤维饱和点以下时，木材的物理力学强度会随其降低而增高。而且木材也易于锯割和刨削加工，减少对木工机械的损失。

③ 防止木材发生霉变、腐朽和虫蛀。木材中的水分含量在 20%~150% 范围时，极易产生霉菌，使木材发生霉变、腐朽和虫蛀。如果将木材中的水分含量干燥到 20% 以下时，木材内产生霉菌的条件就被破坏了，从而增强了木材抗霉变、腐朽和虫蛀的能力。保持了木材的原有特性。

④ 减轻木材重量，提高运输能力。经过干燥后的木材，其重量能减少 30%~40%。如果是在木材的供应地区集中制材，集中干燥木材，则可以大大提高木材的运输能力。同时也可以防止木材在运输途中产生霉变和腐朽，保证木材的质量。

总之，木材干燥是合理利用木材和节约木材的重要技术措施，是木材加工生产中不可缺少的一道重要工序。木材作为一种原材料，应用的领域很多，而且大多都需要进行木材干燥。所以木材干燥对国民经济建设具有很重要的现实意义。

0.3 木材干燥的方法

木材的干燥方法主要分两大类，即天然干燥和人工干燥。按照对木材加热方式的不同，又可分为对流干燥、电介质干燥、辐射干燥和接触干燥。木材干燥生产中主要采用对流干燥和电介质干燥。对流干燥主要包括大气干燥、常规室（窑）干、除湿干燥、真空干燥（间歇式）、太阳能干燥等。电介质干燥主要包括微波干燥和高频干燥。

天然干燥也称自然干燥。而大气干燥则是天然干燥的主要形式，简称气干。大气干燥是指将木材堆放在空旷场地或通风棚舍下利用大气热能蒸发木材中的水分进行的干燥。

人类自使用木材以来，最先使用的干燥方法就是大气干燥。直到现在还使用着。实际上，一棵刚刚被伐倒的树木形成原木后，从它与树的根部完全脱离那一时刻开始，它就处于被干燥的状态，而且是处于天然干燥状态。这是因为树木里的水分比较多，它要向空气中蒸发。如果我们不去干预，它的水分会一直蒸发下去，直到其水分含量与它所在周围环境空气中的水分基本相近或基本平衡了，它就不再向空气中蒸发水分了。此时，这根原木就可以进行加工了，在这个环境下使用其产品。而人们在利用大气干燥的方法对木材进行干燥时，不是在原木的情况下进行的，而是根据产品的要求，将原木锯割成一定规格尺寸锯材（板方材），然后再按天然干燥的技术工艺规程操作，对木材进行干燥。

大气干燥的优点是：节省能源，投资少，技术简单，操作方便，干燥成本低，能保持木材的本色基本不变。缺点是：占地面积大，干燥条件不能控制，干燥时间相对过长，木材易产生干燥缺陷，因为是在大气的环境中进行干燥，所以不能将木材中的水分含量干燥到人们所要求的数值。在现代的木材干燥生产中，大气干燥只是作为一种辅助性的方法，常规室（窑）干的方法目前是主要的干燥方法。

常规室（窑）干是指采用木材干燥室（窑）对木材进行干燥。它可以人为地控制

干燥条件对木材进行干燥处理,简称室干或窑干。目前国内外的木材干燥生产中,常规室干占木材干燥生产的85%~90%。采用的热源是蒸汽加热器,需要配备蒸汽锅炉。常规室干的优点是:能保证任意树种和厚度木材的干燥质量,能将木材中的水分含量干燥到任意所需要的状态,干燥周期短,设备操作灵活,干燥条件易于掌握,便于实现木材干燥生产的机械自动化。缺点是:干燥设备比较复杂,一次性投资较大,能源消耗相对较多,干燥成本相对偏高。常规室干按干燥室内温度控制的范围可分为45~60℃的低温干燥、60~100℃的常温干燥和大于100℃的高温干燥三种。一般情况下,难干木材或易干但厚度较大的木材采用低温干燥和常温干燥两种相结合的方式居多。易干且厚度较小的木材有的可以采用高温干燥。

大气干燥和常规室干都属于传统的木材干燥方法,它们统称为常规干燥。

除上述两种干燥方法外,还有除湿干燥方法、真空干燥方法、微波干燥方法和太阳能干燥方法等。它们各有其优势与不足。因它们的使用范围和条件等因素所限,目前还没有得到广泛的应用。由于本书所叙述的内容,主要以常规室干为主。因此,有关这四种干燥方法的一些相关内容,将在本书的最后几章中向读者作一简单介绍。

0.4 木材干燥技术的发展

新中国成立前后的二十几年里,我国的木材干燥技术和生产的发展是比较缓慢的。木材干燥技术也比较薄弱。全国的木材干燥生产能力只能满足实际木材加工生产所需要的10%左右,用于加工实木产品的绝大多数木材都不能进行常规室干。造成木材浪费较大,产品质量不能满足要求。改革开放以来,我国的木材干燥技术无论是从理论方面还是从生产方面都取得了很大的成绩,为国民经济建设做出了重要的贡献。但是,由于我国木材干燥生产的欠账较多,随着国民经济建设速度的不断加快,木材的年需求生产量也在迅速增加。木材干燥生产的能力还是没有达到实际需要的木材干燥生产量。在今后比较长的一段时间里,木材干燥生产将有很大的发展空间。尤其是我国实施了天然林保护工程,国外进口的木材和国内人工林的应用也逐年增加,木材加工生产技术逐渐被人们重视,对木材干燥技术和生产质量的要求也越来越高。木材干燥技术必将进一步发展,以满足现代木材干燥生产的需要。结合我国的实际情况,木材干燥技术的发展将从以下几个方面进行。

① 气干和常规室干法联合干燥。充分利于它们各自的优点,尽量创造气干条件,做到先气干后常规室干。即采用气干将木材中的水分干燥到20%左右,然后再用常规室干将木材中的水分干燥到所要求的数值。这样做可以节约能源,缩短常规室干周期,降低干燥成本,保证干燥质量。

② 干燥过程的全自动计算机控制。发展木材干燥设备的全自动计算机控制系统,利用高新技术手段加强木材干燥生产过程中的检测,减少人为误差,降低劳动强度,提高产品质量。

③ 进一步研究和完善木材干燥工艺。研究适合于现代木材干燥生产的常规干燥工艺,特别是对一些主要进口木材、人工速生林树种和小径级原木锯材干燥工艺的研究,满足现代化实木产品加工生产的需要。

④ 在条件允许的情况下，发展特种干燥和常规干燥方法的联合干燥方式。如除湿干燥和常规室干的联合，真空干燥和常规室干的联合，微波干燥和常规室干的联合，太阳能干燥和常规室干的联合等。它们对保证木材干燥生产质量都很有益处。

⑤ 研究开发节能型的木材干燥设备。木材干燥在木材加工生产过程中是一个耗能较大的环节，开发研究节能型的木材干燥设备势在必行。如采用变频装置来控制通风机的转速，可以节约电能；采用散热效率高的金属材料制造加热器，采用密封性和保温性好的材料来制造干燥设备的壳体和大门，可以节约热能。

综上所述，木材干燥是木材加工生产中不可缺少的重要工序，也可以喻为木制品生产的“生命线”。它直接关系到产品的质量。所以，重视木材干燥，也就是重视了木制品的产品质量。学习和了解木材干燥技术知识，掌握和熟悉木材干燥生产技术是很重要的。

第1章

木材干燥基础

1.1 木材与水分

木材是由各种细胞组成的非均质材料，是一种具有多孔性、吸湿性的生物材料。木材性质的改变在很大程度上取决于木材中水分含量的变化，其特性也因树种、气候、产地而异。木材与水分之间的关系是木材性质中重要的一部分，它直接关系到木材使用过程中的干缩湿胀、开裂、变形等诸多问题，而木材中的水分、木材的吸湿平衡、密度、收缩性以及木材的热学、电学性质等都与木材的干燥过程密切相关，因此，研究木材的干燥过程及其理论，必须首先了解木材的相关性质以及木材与水分的密切关系。

1.1.1 木材中的水分

树木生长时，根部的活细胞从土壤中吸取水分，经过侧根送到主根，由主根到树干，经过木质部的管胞（针叶材）或导管（阔叶材）输送到树枝和树叶，树叶内的水分一部分向大气中蒸发，一部分在叶绿素中参与光合作用。树木中的水分既是树木生长所必不可少的物质，又是树木输送各种营养物质的载体。根部不间断地把土壤中的水分输送到树叶，所以树干中含有大量水分。树木被伐倒锯制成各种规格的锯材后，水分的一部分或大部分仍然保留在木材内部，这就是木材中水分的由来。

木材中的水分含量因树种而异。同一株树木在不同生长季节，其木质部的含水量有变化，同时木质部的各个部位，如心材、边材、根部、树干与树梢等部位的含水量也不同，所以说木材中的含水量分布很不均匀。一般针叶树种生材的边材含水率大于心材，阔叶树种生材的心材含水率大于边材。当木材周围的大气条件发生变化，其含水量也会随之发生变化。木材中水分含量的多少在一定范围内影响木材的强度、刚性等物理力学性能以及机械加工性能，例如：

- ① 影响木材的密度；
- ② 影响木材的尺寸，在一定程度上影响木材的形状；
- ③ 有时会使木材发生物理及化学变化；

- ④ 影响木材的力学性能,如抗弯强度等;
- ⑤ 影响木材的热值、导热性、导电性等;
- ⑥ 影响木材的干燥、加工、胶合以及表面修饰等加工性能;
- ⑦ 影响木材的生物耐久性,如耐腐蚀性、耐霉菌性等。

1.1.2 木材的含水率

木材中的水分含量多少通常用含水率来表示,即用木材中水分的质量与木材质量之比的百分数来表示。根据基准的不同分为绝对含水率和相对含水率两种。木材干燥生产中一般采用绝对含水率(简称MC),即木材中水分的质量占绝干木材质量的百分率。其计算公式见式(1-1):

$$MC = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 $G_{\text{湿}}$ ——湿木材的质量, g;

$G_{\text{干}}$ ——绝干木材的质量, g。

1.1.3 木材干湿程度的分级

在生产和使用上通常根据木材中水分含量程度的不同,木材可分为以下几类。

湿材:长期浸泡于水中、含水率大于生材的木材,如水运、水储过程中的木材。

生材:和新采伐的木材含水率基本一致的木材。

半干材:含水率介于生材与气干材之间的木材。

气干材:长期储存于大气中,与大气的相对湿度趋于平衡的木材。其含水率取决于周围环境的温度和相对湿度,一般在8%~20%,我国国标把气干材平均含水率定为12%。

室干材:木材在干燥室内,以适当的温度和相对湿度条件进行干燥,得到含水率约为7%~15%的木材,通常根据木材的使用区域、场合及用途等条件而定。

绝干材:含水率为零的木材称为绝干材或全干材。

1.1.4 木材中水分的存在状态与纤维饱和点

1.1.4.1 水分的存在状态

木材是由无数个中空细胞集合而成的空隙体。根据水分在木材中存在的位置不同,水分的存在形态各异。木材中存在的水分可以分为自由水和结合水(吸着水)两种。自由水是存在于木材细胞腔和细胞间隙组成的大毛细管系统中的水分,其性质和普通的液体水接近。自由水的多少对木材的物理性质(除质量、燃烧性能以外)影响不大。结合水存在于细胞壁中,与细胞壁无定形区(由纤维素非结晶区、半纤维素和木素组成)中的羟基形成氢键结合。在纤维素的结晶区中,相邻的纤维素分子上的羟基相互形成氢键结合或者形成交联结合,因此水分不能进入纤维素的结晶区。水分子在木材细胞壁中的位置如图1-1所示。在纤维饱和点以下的区域内,结合水的多少对木材的各项物理力学性能都有很大影响。

对于生材来说,结合水和自由水同时存在,其中自由水的含量随着季节变化,而结合水的含量基本保持不变。

1.1.4.2 木材的纤维饱和点

木材在干燥过程中,当细胞腔中的自由水完全蒸发,而细胞壁中结合水的量处于最大限度状态时的含水率,称为纤维饱和点(简称FSP)。纤维饱和点是一个临界状态,是木材性质的转折点,木材的强度、收缩性能以及导热、导电性能都与其密切相关。木材的纤维饱和点因树种而异,一般在22%~35%的范围内,平均值大约为28%。纤维饱和点随着温度的升高而变小,当木材含水率高于纤维饱和点时,对木材强度和导电性影响不大,木材收缩或膨胀亦不会发生。但当木材含水率低于纤维饱和点时,随含水率的减小木材的导电性减弱,强度和收缩增大;反之,随着含水率的增加,木材的湿胀增大,强度降低、导电性能增强。所以这一概念非常重要,它可用以解释木材在干燥过程中产生缺陷的原因,准确掌握每一树种木材的纤维饱和点,就能较好地控制干燥过程。

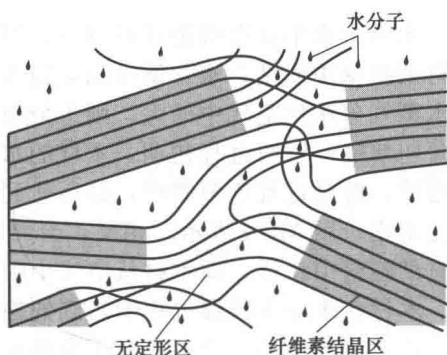


图 1-1 水分子在木材细胞壁中的位置

把生材放在大气环境中自然干燥,最终达到的水分平衡状态称为气干状态。气干状态的木材的细胞腔中不含自由水,细胞壁中含有的结合水的量与大气环境处于平衡状态。当木材的细胞腔和细胞壁中的水分被完全除去时木材的状态称为绝干状态。木材的不同状态及木材中水分的存在状态与存在位置的对应关系归纳于图 1-2 中。如图所示,只要细胞腔中含有水分,就说明细胞壁中的水分处于饱和状态。

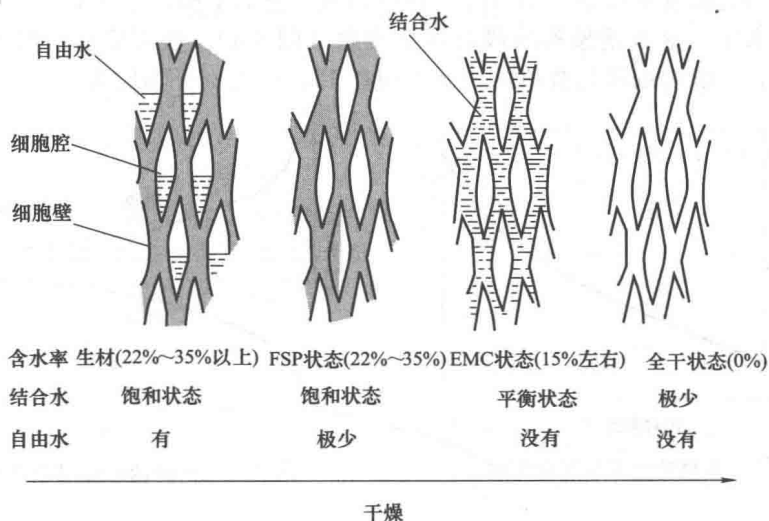


图 1-2 木材中水分的存在状态和存在位置