

实木地板 干燥技术

涂登云 主 编
顾梓生 倪月忠 副主编

SHIMU
DIBAN
GANZAO JISHU



化学工业出版社

实木地板 干燥技术

涂登云 主 编
顾梓生 倪月忠 副主编



化学工业出版社
· 北 京 ·

本书共分 6 章, 针对实木地板的干燥技术进行了详细阐述, 内容范围包括实木地板水分与使用环境、实木地板干燥物理基础、干燥方法与设备、实木地板的干燥工艺、实木地板干燥质量分析及干燥缺陷、常用实木地板坯料材性介绍等。本书在实木地板水分控制要求、使用环境对实木地板变形影响、实木地板坯料干燥工艺及管理、实木地板干燥缺陷预防等方面具有独到之处, 是一本专业性很强的实用性书籍, 对解决实木地板干燥技术问题具有很强的实用性和指导作用。

本书适合木地板、木门、木家具生产技术人员和科研人员参考, 也可供高等院校木材科学等专业师生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

实木地板干燥技术/涂登云主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.9

ISBN 978-7-122-09270-0

I. 实… II. 涂… III. 木质地面材料-地板-木材干燥-基本知识 IV. ①TU531.1②S781.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 148082 号

责任编辑: 刘兴春

文字编辑: 张林爽

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 杨 北

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 9½ 字数 168 千字 2010 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

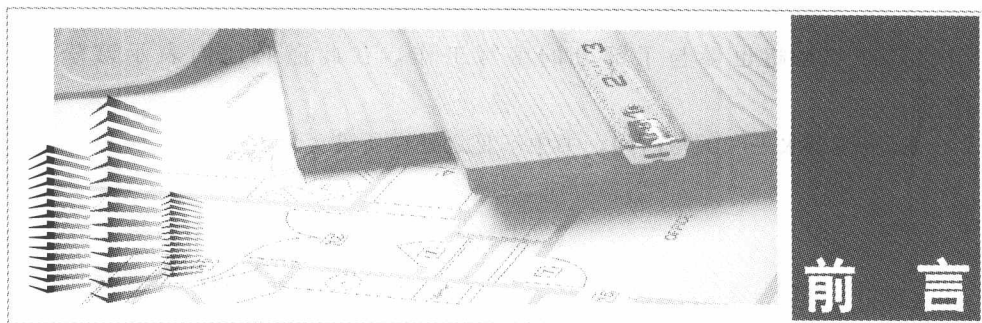
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 38.00 元

版权所有 违者必究



用于实木地板的树种基本都依靠进口，木材主要来自东南亚、美洲、非洲、俄罗斯等国家和地区。实木地板用木材密度大，材种丰富多样；另外，实木地板原材料尺寸较为单一，与其他锯材相比，对干燥质量要求更高，干燥周期长，能耗大。目前，干燥技术方面的书籍大多是针对国产木材，而且研究的对象多是通用的锯材，还没有针对实木地板干燥技术的专业性相关书籍。

与国内外已出版的同类书比较，本书是针对实木地板干燥技术的一本专业性很强的实用性书籍。本书特点是针对实木地板生产和使用情况，在实木地板水分控制要求、使用环境对实木地板变形影响、实木地板坯料干燥工艺及管理、实木地板干燥缺陷预防等方面具有独到之处，对实木地板及相关产业的干燥技术具有很强的实用性和指导作用。

本书共分 6 章，内容主要包括实木地板水分与使用环境、实木地板干燥物理基础、干燥方法与设备、实木地板的干燥工艺、实木地板干燥质量分析及干燥缺陷、常用实木地板坯料材性介绍。本书的特点：一是强调专业性，针对一个专业方向、一个技术问题或一个产品，以适应读者的需要；二是强调内容适用性，在编写过程中避免过多的理论叙述，注重实用，易懂，可操作，文字简练，有助掌握；三是知识先进性，所收集的技术、工艺和设备都是近年来在实践中得到应用并证明有良好收效的较新资料。

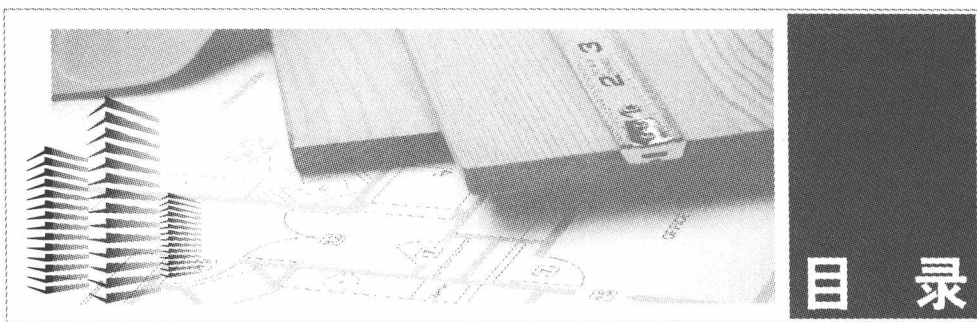
本书由华南农业大学涂登云主编，浙江世友木业有限公司顾梓生、倪月忠任副主编。本书在编写过程中还得到了浙江世友木业有限公司倪方荣董事长、于学利副总经理、许志勇总监，华南农业大学高振忠副教授、孙瑾副教授的大力支持。华南农业大学硕士研究生徐开蒙、彭鹏祥、曹海波，浙江世友木业有限公司陆荣强经理、潘成锋经理、劳奕旻、董

昊、杨莎、杜超也参与了部分的编写工作，在此谨向他们表示诚挚的谢意！

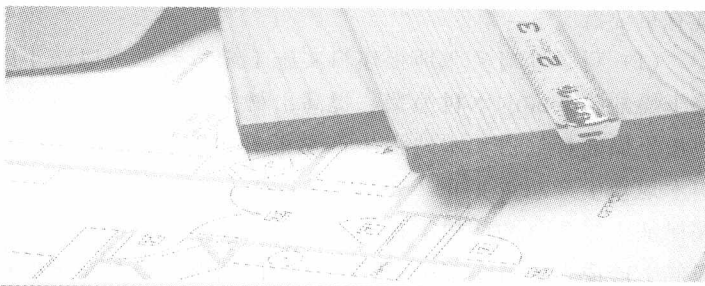
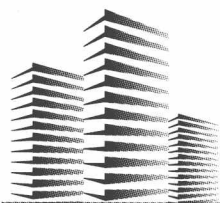
限于编者水平和编写时间，书中不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

涂登云

2010年6月



绪论.....	1
1 实木地板水分与使用环境	3
1.1 实木地板中的水分	3
1.2 由水分引起的实木地板变形.....	19
2 实木地板干燥物理基础.....	26
2.1 木材的对流干燥过程.....	26
2.2 木材干燥过程中的水分移动.....	35
2.3 干燥过程中的应力与应变.....	38
3 干燥方法与设备.....	44
3.1 干燥方法.....	44
3.2 干燥设备.....	50
4 实木地板的干燥工艺.....	69
4.1 干燥基准.....	69
4.2 干燥前的准备.....	76
4.3 干燥工艺实施.....	85
4.4 干燥实例.....	91
4.5 实木地板坯料养生及回潮.....	96
5 实木地板干燥质量分析及干燥缺陷	102
5.1 干燥质量检测	102
5.2 干燥缺陷的产生与预防	111
6 常用实木地板坯料材性介绍	116
参考文献.....	145



绪 论

我国是世界实木地板生产第一大国,据中国林产工业协会地板专业委员会统计,2009年,我国实木地板产销量达 $4200 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。木材干燥是实木地板生产加工的关键工序,是实木地板深加工利用和使用的质量保证;同时也是耗能最大的工序,约占整个实木地板加工过程总能耗的 70% 以上。木材的干燥质量会影响到实木地板的木材利用率,也影响到实木地板产品的最终质量。实木地板干燥工艺的生产周期占整个实木地板生产周期的 90% 以上,干燥效率决定着企业的资金周转速度和财务成本。因此,木材干燥越来越被实木地板生产企业所重视。另一方面,随着我国经济的发展,居民生活水平的提高,消费理念的改变,消费群体对实木地板的干燥质量也越来越重视。实木地板作为木制品的一个产品,有其固有的商品特性,那就是实木地板产品必须在客户家安装完毕,并经客户验收认可才能成为最终产品。对于企业,往往出售的只是半成品。实木地板最终成为客户的商品,是由大量的实木地板半成品的单体构成。因此,每一块实木地板的干燥质量都将决定着实木地板产品的质量。例如,一个约 90 m^2 的房子,需要铺设的实木地板约为 60 m^2 ,大约需要 600 片单体实木地板,如果这批实木地板有 6 片(不良率为 1%)出现质量问题,那必然影响整个房子地面的装饰质量,也会造成整批已售地板出现售后服务问题。因此,实木地板对木材干燥技术提出了更为严格的要求。但对于生产企业而言,我国大多数实木地板企业在实施干燥生产时,缺乏科学指导,常常因为人为因素造成木材含水率控制不达标、干燥应力超标和开裂、变形,给企业造成巨大经济损失,同时也造成木材资源和能源的大量浪费。另外,由于木材干燥需要配置锅炉及木材挥发物的排放,所以木材干燥过程也是环境污染的过

程。因此，科学地实施实木地板干燥生产，对社会、实木地板企业和消费者都具有重要意义。

(1) 科学地对实木地板坯料实施干燥生产，可以减小因变形、开裂、变色等干燥缺陷造成的木材浪费，提高出材率，可直接提高企业的经济效益。实木地板干燥能耗约占实木地板生产总能耗的 70% 以上，实木地板干燥周期约占实木地板生产总周期的 90% 以上。因此，科学地对实木地板实施干燥生产，在保证干燥质量的前提下提高干燥生产效率，减少生产能耗，减少碳排放量，降低生产成本，减小资金积压，从而达到提高企业经济效益的目的。

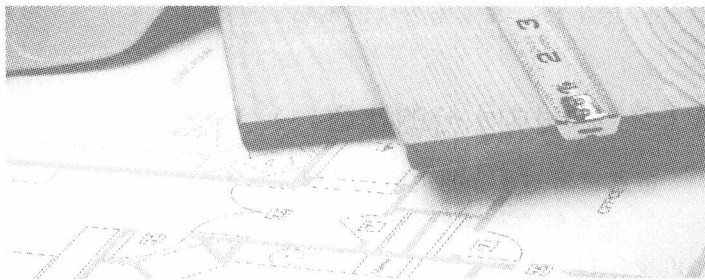
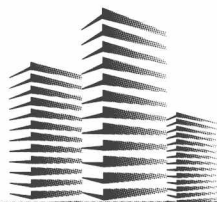
(2) 预防实木地板坯料的腐朽变质和虫害，降低运输成本。湿的实木地板坯料，如果长时间在途中运输，或堆放在仓库中，如果不采取适当的措施，地板坯料往往会发生虫害和腐朽。当实木地板坯料的含水率降低到 20% 以下时，可以避免腐朽、变色和虫害。水分可以滋生细菌、霉菌、真菌等多种微生物。通常木材含水率在 30%~40% 时最适合腐朽菌的生长，少数菌种需要更高的含水率才能生长和成活，所以，对坯料进行干燥，可以很好地预防木材腐朽、变色以及虫害。另外，由于生材初含水率很高，有的甚至超过它本身的重量，干燥使木材中大量的水分排出，减轻实木地板坯料的重量。因此，经过干燥的木材重量可减轻 30%~50%，大大节约运输成本。

(3) 提高实木地板使用质量和使用寿命。把实木地板干燥至含水率 15% 以下，可以防止实木地板使用过程中发生虫害、腐朽、变色、漆膜脱落等质量问题，提高实木地板使用寿命，节约木材。把实木地板含水率控制到与使用地相适合的含水率，可以提高实木地板的使用稳定性，防止开裂、变形等质量问题的产生，使人们充分享受实木地板带来的健康、幸福生活；还可以有效减少实木地板企业的产品售后服务工作量，提高品牌满意度。

(4) 提高实木地板的强度，理化性能。当木材的含水率低于纤维饱和点时（纤维饱和点是木材的细胞腔中的自由水蒸发殆尽，而细胞壁中的吸着水还处于饱和状态时的木材含水率），木材的力学强度、热绝缘性、电绝缘性会随着含水率的降低而得到改善。经干燥后的实木地板坯料，可以改善切削加工条件，提高实木地板的力学强度、热绝缘性、电绝缘性、表面油漆质量。

(5) 掌握实木地板干燥技术，可以节约木材，节能减碳，对保护森林、保护环境具有重要社会意义，对我国木材工业低碳经济发展具有重要促进作用。





1 实木地板水分与使用环境

实木地板天然美观，高贵大方，但使用一段时间后，有可能产生开裂、变形等缺陷，这些产品质量问题大都与实木地板中的水分变化有关。因此，认识实木地板的水分和使用环境水分对实木地板的影响，对实木地板生产、销售和使用具有重要指导意义。

1.1 实木地板中的水分

1.1.1 实木地板中水分的由来

活体树木的树根（主根和须根）不断地从土壤中吸取水分，送到树干，经过树干中木质部的管胞或导管输送到树枝和树叶。树叶内的水分一部分向大气中蒸发，另一部分在叶绿素中参与光合作用，而大部分水分则留在了树干中。活体树木被砍伐并锯解成各种规格的实木地板坯料后，水分的一部分或大部分仍保留在实木地板坯料内部，这就是实木地板水分的由来。根据实木地板坯料干湿程度，可以将实木地板坯料分为如下六级。

① 湿材 长期置于水内，含水率大于生材的木材。

② 生材 和新采伐的木材含水率基本上一致的木材。

③ 半干材 含水率小于生材的木材。

④ 气干材 长期在大气中干燥，基本上停止蒸发水分的木材。因各地气候干湿程度不同，含水率变化范围为 8%~18%。



⑤ 窑干材 经过干燥窑等人工干燥处理，含水率约为 7%~15% 的木材。

⑥ 全干材 含水率为 0 的木材。

1.1.2 木材中水分的状态

根据材料与水分的关系，凡湿润性的材料可分为三类。

① 毛细管多孔体 这些材料所含水分增加或减小时，均不改变其尺寸。如焦炭、砖、海绵。

② 胶体 这类材料在吸水时能无限膨胀，直至丧失其几何形状为止。如面粉、黏土。

③ 毛细管多孔胶体 这类材料能吸收一定水分，在吸水和失水时不丧失其几何形状，但其尺寸发生有限变化，即吸水时尺寸增大，失水时尺寸缩小。如木材，能吸收一定量的水分，在吸水和失水时不丧失其几何形状，但其尺寸发生有限变化，即吸水时尺寸增大，失水时尺寸缩小。

确切地说，木材是一种毛细管多孔有限膨胀胶体。这是因为，木材是由为数众多的形状各异、功能不同、纵横交错的细胞所构成。每个细胞都有细胞腔和胞壁上的纹孔，它们相互间构成了木材的大毛细管系统；其次，在细胞壁内，由微晶、微纤丝和纤丝之间的间隙又构成了木材的微毛细管系统。大毛细管系统和微毛细管系统都可以吸水和解吸，但仅微毛细管系统的吸水和解吸会引起细胞壁的收缩和膨胀，进而导致木材尺寸和体积发生改变。但是，这种变化只能限定在一定的范围之内，不能使木材产生无限膨胀。所以，木材是一种毛细管多孔有限膨胀胶体。

1.1.2.1 自由水与吸着水

木材中的水分按其 与木材结合的形式和存在的位置，可分为化学水、自由水及吸着水 3 种。

(1) 化学水

化学水存在于木材化学成分中，它与组成木材的化学成分呈牢固的化学结合，一般温度下的热处理难以将它除去。此种水分只在对木材进行化学加工时才起作用，且数量很少，可忽略不计。

(2) 自由水

自由水存在于木材的大毛细管系统中，即存在于细胞腔和细胞间隙中的水分，与木材呈物理的结合，结合并不紧密。因而，这部分水分容易由木材中逸出。湿木材置于干燥空气中，首先蒸发的就是自由水。同样，当干木材与液态

水接触时,亦可吸入自由水。木材中自由水的最大量远高于化学水及吸着水。自由水最大量与木材密度成反比,与其空隙度成正比。同时,自由水含量的多少还受木材中大毛细管系统实际容纳水和输导水能力的限制,如纹孔塞的有无、导管是否被侵填体或树胶所堵塞、胞腔内是否存在树脂及其他内含物等。可见,密度和空隙度相同的木材,其自由水最大量并非一定相同。不同树种或同一树种不同部位的木材,自由水最大量变化很大,一般达到60%~250%。自由水的增减对木材力学性质几乎无影响,也不会影响木材的尺寸,仅影响木材的重量、燃烧值和传热值。

(3) 吸着水

吸着水由吸附水和微毛细管水两部分组成。吸附水即被吸附在微晶表面和无定形区域内纤维素分子游离羟基(—OH)上的水分,它仅仅被吸附在微晶的表面,并不进入微晶之内。吸附水数量取决于木材内表面的大小和游离羟基的多少。实验证明,不同树种木材内表面大小和游离羟基数量变化不大,因而不同树种的吸附水含量基本上是相同的,平均约为24%。由于吸附水与木材化学组分的结合呈物理化学的结合,结合较牢,因而难以从木材中排尽。

吸着水中的微毛细管水存在于组成细胞壁的微纤丝、大纤丝所构成的微毛细管系统内,依靠液体水的表面张力而与木材呈物理机械的结合,其量约为6%。由于微毛细管中水的饱和蒸汽压比周围空气中水的饱和蒸汽压低,因而这部分水分也只能在一定空气条件下才能逸出。

木材中吸着水含量在树种间差别较小,对于不同树种来说,因测定方法的差异,一般在23%~31%范围内,平均约为30%。吸着水不易自木材中逸出,只有当自由水蒸发殆尽,且木材中水蒸气压力大于周围空气中水蒸气压力时,方可由木材中蒸发。对木材性质的影响而言,自由水数量的增减对木材性质的影响甚微,而吸着水数量的变化对木材性质的影响很大,如木材的力学性质、尺寸缩胀、导电性和声传导等都随吸着水的增减而发生变化。可以说,木材中吸着水的量是影响木材性质的一个重要因素。

1.1.2.2 木材的含水率及测定方法

木材中水分的含量叫含水率或含水量。用水分的重量对木材重量的百分比(%)表示。含水率有两种表示法:一是绝对含水率;二是相对含水率。

用全干木材的重量作为计算基础。木材中水分的重量对全干木材重量之比,叫绝对含水率(M),可用式(1-1)表示。

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



式中, $G_{\text{湿}}$ 为湿材的重量 (或木材的初重); $G_{\text{干}}$ 为全干材重量。

用湿材重量作为计算基础, 木材中水分的重量对湿材重量之比, 叫相对含水率 (M_0), 可用式(1-2) 表示:

$$M_0 = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{湿}}} \times 100\% \quad (1-2)$$

注: 木材干燥生产和科研中一般采用绝对含水率, 即平常所说的含水率; 对于木废料燃烧热量的计算, 多用相对含水率。

生产上通常采用称重法和电测法测定的木材含水率。

(1) 称重法

从试件上截取一小试片, 刮去毛刺, 立即称重记录重量为 $G_{\text{初}}$, 然后把试片放入烘箱内, 在 $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干。在试片干燥过程中, 每隔一定时间取出称重, 当最后连续两次称出的重量相等或相差极小时, 表明试片中的水分已经全部排出, 此时重量就是全干重或绝干重 $G_{\text{干}}$ 。用式(1-3) 计算试片含水率:

$$M = \frac{G_{\text{初}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中, $G_{\text{初}}$ 为试片的初重, g。

用上述得到的试片含水率就是大试件的含水率。

用称重法测量木材含水率的优点是数值较可靠, 测量范围不受限制; 但在整个过程中, 要从木材中截取木材, 不能实现在线测量, 且测量时间长, 测量繁琐。

(2) 电测法

日常生产中常采用木材含水率测定仪来测定木材含水率。即利用木材的电学性质如电阻率、介电常数与木材含水率之间的关系, 来测定木材的含水率。因为绝干木材具有良好的绝缘性, 在纤维饱和点以下时, 木材的导电能力随着木材的含水率变化而变化。当木材的含水率增加时, 则导电能力也增加; 木材含水率减小时, 则导电能力也减小。

电测法的木材含水率主要有两类: 一类是直流电阻式, 即利用木材中所含水分的多少对直流电阻的影响来测量木材的含水率; 另一类是交流介电式, 即根据交变电流的功率损耗与木材含水率的关系而设计的含水率测定仪。

电测法测定木材含水率时, 木材含水率 5%~28% 范围内的测量精度较高, 当测量的含水率超过 28% 时则测量误差较大。利用电测法可以在线适时测量木材的含水率, 但由于干燥过程中木材的温度较高, 所以所测量的数据与木材实际含水率不完全相同, 需要进行换算。

电测法的优点是使用方便, 测量迅速, 能实现在线测量且不破坏木材; 但



含水率测量范围有限，为 6%~30%，测量准确性差，需要进行温度校正和树种校正，且易受木材的厚度和方向影响。

在使用电测法测量木材含水率时，必须先校准指针的零点和满度，若指针达不到满度，则表示需要更换电池或有其他故障。

1.1.2.3 纤维饱和点

潮湿木材置于干燥环境中，由于木材内水蒸气压力高于大气水蒸气压力，水分就会由木材内向大气蒸发，首先蒸发的是自由水。当细胞腔内液态的自由水已蒸发殆尽，而细胞壁内的吸着水仍处于饱和状态时，这时木材含水率状态叫纤维饱和点 (fiber saturation point, 简称 FSP)。由此可见，纤维饱和点是木材的一种特定的含水率状态。纤维饱和点含水率因树种、温度及测定方法的不同而有差异，约在 23%~32%，通常以 30% 作为各个树种纤维饱和点含水率的平均值。

温度对木材纤维饱和点含水率的影响较大，纤维饱和点随着温度上升而降低，大致温度每上升 1℃，纤维饱和点约降低 0.1%。就多数树种的木材来说，在空气温度为 20℃ 与湿度为 100% 时，纤维饱和点含水率约为 30%，温度上升至 100℃ 时，降为 22.5%。

纤维饱和点的重要意义不在于其含水率的具体数值，而在于它的实用价值和理论意义。研究已经表明，纤维饱和点是木材性质的转折点，木材含水率在纤维饱和点以上变化时，木材的尺寸、形状、强度、热力学和电化学性质等几乎不改变。而木材含水率在纤维饱和点以下变化时，上述材性会因含水率的增减产生显著而又规律的变化。因此，纤维饱和点是对木材的既有实用价值又有理论意义的重要材性参数。

1.1.2.4 木材的吸湿与解吸

(1) 吸湿

当较干的木材存放在潮湿的空气中，木材微毛细管内的水蒸气分压小于周围空气的水蒸气分压，则微毛细管能从周围空气中吸收水分，水蒸气在微毛细管内凝结成凝结水。这种细胞壁内的微毛细管系统能从湿空气中吸收水分的现象叫吸湿。

木材在吸湿过程的初始阶段，吸湿进行得很强烈，即木材的吸着水含水率增加得很快。随着时间的延续，吸湿逐渐缓慢，最后达到动态平衡或稳定。平衡时木材的含水率叫做吸湿平衡含水率，用 $M_{\text{吸}}$ 表示。

(2) 解吸



若木材含水率高，放在较干燥的空气中，木材细胞壁微毛细管中的水蒸气分压大于周围空气中的水蒸气分压，则微毛细管系统能向周围空气中蒸发水分，这种现象叫解吸。

解吸过程的初始阶段，木材向周围空气蒸发水分很强烈，即木材的吸着水降低很快，随着时间的延续，解吸过程逐渐缓慢，最后达到动态平衡或稳定。解吸平衡时的含水率叫做解吸平衡含水率，以 $M_{\text{解}}$ 表示。

解吸仅指细胞壁中吸着水的排除。干燥则指自由水和吸着水两者的排除。

(3) 吸湿滞后

干木材吸湿过程中，吸湿平衡含水率或多或少低于在同样空气状态下的解吸平衡含水率，这种现象叫做吸湿滞后，用 ΔM 表示（图 1-1）。

$$\Delta M = M_{\text{解}} - M_{\text{吸}}$$

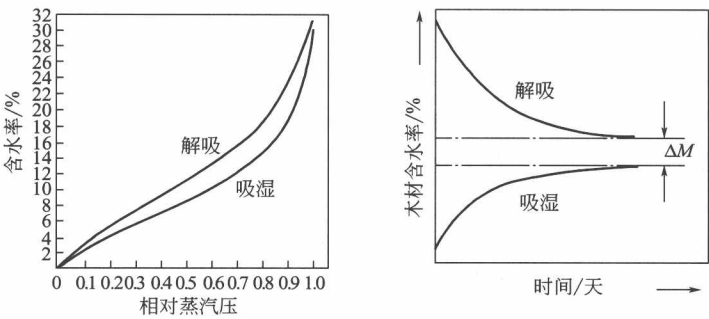


图 1-1 木材水分吸湿滞后现象

产生吸湿滞后的原因有：a. 吸湿的木材必定是已经干燥的，在干燥过程中，木材的微毛细管系统内的空隙部分被渗透进来的空气所占据，这就妨碍了木材对水分的吸收；b. 木材在先前的干燥过程中，用以吸收水分的羟基借副价键彼此相连，使部分羟基相互饱和而减小了以后对水分的吸着性。

吸湿滞后数值与树种无关，但随着木材尺寸的增大则 ΔM 增大；细碎或薄木料（如刨花、单板、薄木）吸湿滞后很小，平均仅约为 0.2%，可忽略不计。而实木地板吸湿滞后较大，且吸湿滞后随先前干燥温度的升高而加大，其范围为 1%~5%。常规窑干实木地板吸湿滞后平均为 2.5%；高温窑干的吸湿滞后较大，可高达 5%。

1. 1. 2. 5 平衡含水率及其应用

(1) 平衡含水率概念

木材的吸湿和解吸过程是可逆的，在过程中既存在水蒸气分子碰撞木材界

面而被吸收——吸湿，同时也有一部分被吸收的水蒸气分子脱离木材向空气中蒸发——解吸。此相反过程同时进行的速度一般是不等的，若较干木材存放在潮湿的空气中，在过程开始时，单位时间内木材自空气中吸着水蒸气分子的数目远大于由木材表面向空气蒸发的水蒸气分子数目。若木材是较湿时，情况正好相反，即木材从空气中吸着的水分子数目少于向空气中蒸发的水分子数目。随着过程的进行，木材吸湿或解吸过程达到与周围空气相平衡时的木材含水率叫做平衡含水率，用 $M_{\text{衡}}$ 表示。如薄小木材在一定空气状态下最后达到的吸湿稳定含水率或解吸的稳定含水率（图 1-2）。

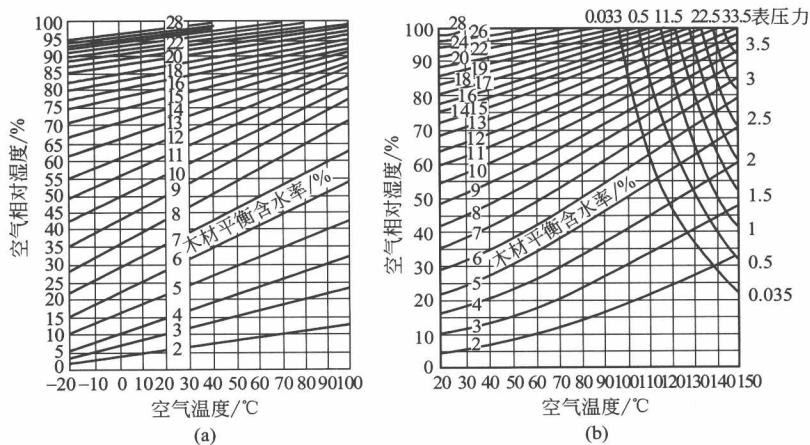


图 1-2 木材平衡含水率

(2) 平衡含水率影响因子

木材的平衡含水率随周围空气的温度和相对湿度的变化而异。在一定的空气压力下，空气温度升高，则平衡含水率降低，但变化不大。在指定的温度下，木材的平衡含水率随着空气相对湿度的升高显著加大。当相对湿度升高到 100% 时，则平衡含水率达最大值，此时的平衡含水率即为纤维饱和点。在生产上，可用干湿球温度计来测空气的相对湿度，从而查出木材的平衡含水率，见表 1-1。当干湿球温度差（即湿度计差）为 0 时，则空气的相对湿度为 100%。这时，平衡含水率（即纤维饱和点）随空气温度的升高而降低，如 40℃ 时，平衡含水率为 29%，70℃ 时为 26%，而 100℃ 时则降为 22%。

除了周围空气的温、湿度影响之外，木材的平衡含水率还与木材的树种、抽提物的含量、干燥过程、机械应力等因素有关。

(3) 平衡含水率的应用

表 1-1 木材平衡含水率表 (改编自梁世镇, 1994)

干球 温度 /℃	温度计差/℃																	
	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28			
120	例：干球温度=82℃ 温度计差=11℃ 平衡含水率=8%											4.5	4	3.5	3			
118											4.5	4.5	4	3.5	3.1			
116											5	5	4.5	4	3.5	3.1		
114												5.5	5.5	5	4.5	4	3.5	3.2
112												6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	3.5
110							7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.3			
108						8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.3			
106					10	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.3			
104				11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.4			
102			14.5	11.5	10	9	7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.4			
100	22	16.5	15	12	10	9	7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.4			
98	22.5	17	15	12	10	9	8	7	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.3			
96	23	17	15	12	10	9	8	7	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.3			
94	23	17.5	15.5	12	10.5	9	8	7	6.5	5.5	5	4.5	4.5	4	3.3			
92	23.5	18	15.5	12	10.5	9	8	7	6.5	5.5	5	4.5	4.5	3.5	3.3			
90	24	18	15.5	12.5	10.5	9.5	8	7.5	6.5	6	5	4.5	4.5	3.5	3.3			
88	24	18.5	15.5	12.5	10.5	9.5	8	7.5	6.5	6	5.5	4.5	4.5	3.5	3.3			
86	24.5	18.5	15.5	12.5	11	9.5	8	7.5	6.5	6	5.5	4.5	4.5	3.5	3.3			
84	24.5	19	16	12.5	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	4.5	4.5	3.5	3.3			
82	24.5	19	16	13	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	4.5	4.5	3.5	3.3			
80	25	19	16	13	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4.5	3.5	3.3			
78	25	19	16	13	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	3.2			
76	25	19.5	16.5	13	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	3.2			
74	25.5	19.5	16.5	13	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	3.2			
72	25.5	20	17	13.5	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	3.2			
70	26	20	17	13.5	11	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	3.2			
68	26	20	17.5	13.5	11.5	9.5	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	3.1			
66	26.5	20.5	17.5	13.5	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	2.9			
64	26.5	20.5	17.5	13.5	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	2.8			
62	27	21	17.5	13.5	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5.5	5	4	3.5	2.7			
60	27	21	18	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5	4.5	4	3.5	2.6			
58	27	21	18	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5	4.5	4	3.5	2.4			

续表

干球 温度 /℃	温度计差/℃														
	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
56	27.5	21	18	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5	4.5	3.5	3	2.2
54	27.5	21.5	18	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	6	5	4.5	3.5	3	2
52	28	21.5	18	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	5.5	5	4.5	3.5	2.5	1.6
50	28	21.5	18.5	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	5.5	5	4	3.5	2.5	1.3
48	28	21.5	18.5	14	11.5	10	8.5	7.5	6.5	5.5	4.5	4	3.5	2	0.9
46	28.5	21.5	18.5	14	11.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5	4.5	4	3	2	0.4
44	28.5	22	18.5	14	11.5	9.5	8.5	7	6	5.5	4.5	3.5	2.5		
42	28.5	22	18.5	14	11.5	9.5	8	7	6	5	4	3.5	2.5		
40	29	22	18.5	14	11.5	9.5	8	7	6	4.5	4	3	2		
38		21.5	18	13.8	11	9.4	8	6.9	5.7	4.5	3.5	2.4	0.7		
35		21.5	18	13.8	10.9	9.3	7.9	6.6	5.3	4	2.9	1.5			
32		21.5	17.8	13.5	10.8	9.1	7.6	6.3	4.9	3.4	2	0.4			
29		21.4	17.6	13.3	10.6	8.8	7.2	5.8	4.3	2.5	0.8				
27		21.2	17.4	13.1	10.2	8.4	6.8	5.1	3.4	1.2					
24		21.1	17.2	12.7	9.9	8	6.2	4.3	2.2						
21		20.8	16.9	12.3	9.5	7.5	5.5	3.2	0.6						

气干材及薄小木料的吸湿滞后数值不大,生产上可忽略不计。因此,对于气干材可以认为

$$M_{\text{解}} = M_{\text{吸}} = M_{\text{衡}}$$

由于窑干材的吸湿滞后数值较大,约1%~5%,且干燥介质温度越高,干木材的吸湿滞后越大,平均为2.5%。因此,可以认为

$$M_{\text{衡}} = M_{\text{解}} = M_{\text{吸}} + 2.5\%$$

$$\text{或} \quad M_{\text{吸}} = M_{\text{衡}} - 2.5\% \quad (1-4)$$

由上可知,实木地板在销售前,必然干燥到一定的终含水率 $M_{\text{终}}$,且此终含水率必须与使用地点的平衡含水率相适应。即符合式(1-5):

$$M_{\text{衡}} - 2.5\% < M_{\text{终}} < M_{\text{衡}} \quad (1-5)$$

木材平衡含水率在实木地板加工、生产和使用上很有实用意义。主要表现为: a. 它是制定实木地板坯料干燥基准的重要依据; b. 是控制和调节生产、仓储中实木地板含水率的重要依据; c. 对企业进行实木地板产品市场定位具有重要指导作用; d. 对消费者购买实木地板具有重要指导作用。

① 我国各地区的平衡含水率及推荐的实木地板含水率 我国是一个幅员辽阔、气候多样的国家,从西北到东南气候逐渐温暖、潮湿,因此木材的平衡含水率从西北向东南逐渐增高,变化规律明显,并可划分为9%、11%、