

木材

MUCAI
GONGNENGXING GAILIANG

功能性改良

方桂珍 主编



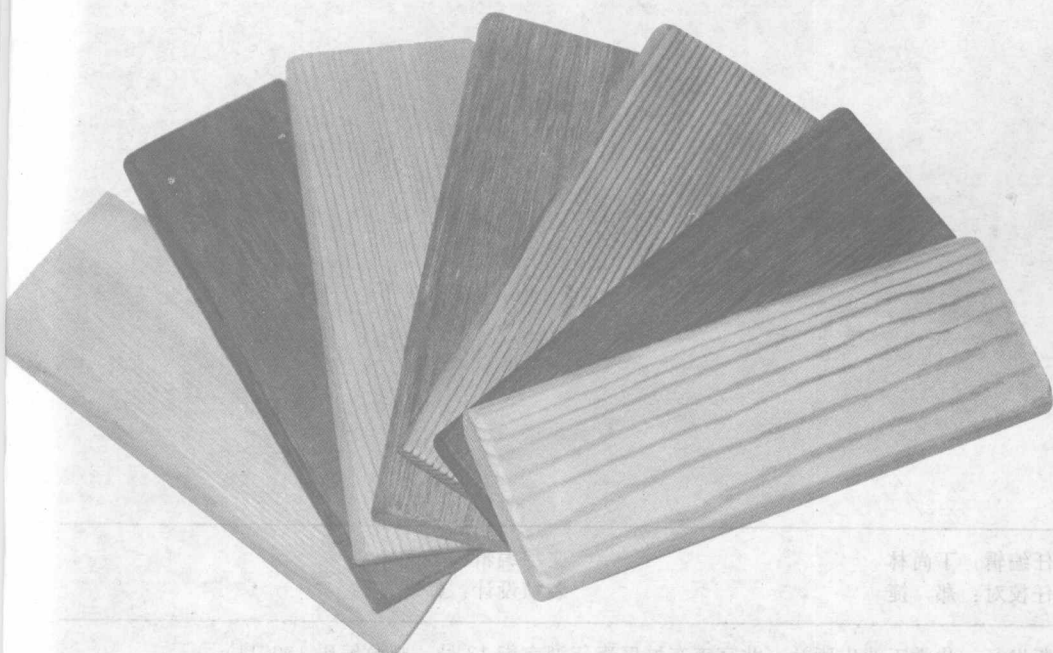
化学工业出版社

木材

MUCAI
GONGNENGXING GAILIANG

功能性改良

方桂珍 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

木材功能性改良/方桂珍主编. —北京: 化学工业出版社,
2007. 9

ISBN 978-7-122-01047-6

I. 木… II. 方… III. 改良木-性能 IV. TS653.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 133421 号

主 编 方 桂 珍

责任编辑: 丁尚林
责任校对: 郑 捷

文字编辑: 李玉峰
装帧设计: 韩 飞

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 装: 北京云浩印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 18 字数 388 千字

2008 年 1 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: 45.00 元

版权所有 违者必究

前 言

木材制品和木质材料具有的突出特性,如环境学属性——木材的视觉特性、触觉特性、听觉特性、嗅觉特性及调节特性,材料学特性——易加工性、强重比高、热绝缘和电绝缘性,生物学功能——可再生性和可降解性,这些优良的品质已经受到人类的广泛认同,但是木质材料的可燃性、易病性和湿胀干缩性等也限制了它的应用。

随着科技进步和社会发展,人类对木材的需求量越来越大,应用的范围越来越广,要求的品质也越来越高。但是,我国森林资源匮乏,加之木材固有属性,使木质材料在产量和应用领域难以满足日益增长的市场需求,木材功能性改良技术以改善木质材料的品质为目的,赋予其新的性能,拓展其使用范围。木材功能性改良技术既包含了一定的理论研究内容,同时也是对生产和应用指导性较强的技术。目前国内关于木材功能性改良方面的书籍较少,本书作者均在相关方向从事较长时间的教学和研究工作,有着较多的体会和经验,并将该方向国内外有关先进的研究方法、现代测试手段和制造工艺纳入本书之中,以期促进木质材料的合理、高效和综合利用。

本书针对木材在使用过程中的主要缺陷,采用物理和化学技术进行功能性改良,阐述了制备原理、工艺过程和用途。全书共分为九章,包括木材强化技术、木材/金属复合材料制造技术、木材阻燃技术、木材的尺寸稳定性增强技术、木材软化与弯曲、木质陶瓷、木材防腐技术、木材变色防止与染色技术和木塑复合材料。

本书可作为木材科学与工程专业和家具制造专业的教学参考书,还可供相关行业从事生产、研发的工程技术人员作为学习参考书。

本书由方桂珍教授统稿。方桂珍教授编写前言、第4章和第8章,刘一星教授编写第1章和第5章,王清文教授编写第3章和第9章,李淑君副教授编写第6章,张显权副教授和王立娟副教授编写第2章,任世学博士编写第7章。

限于水平和时间,不妥之处在所难免,恳请读者指正。

主 编
2008年1月

目 录

第 1 章 木材强化	1
1.1 低分子树脂浸渍木材	2
1.1.1 浸渍用低分子树脂	2
1.1.2 浸渍方法	2
1.1.3 浸渍木的性质	4
1.1.4 浸渍木的用途	8
1.2 木材压密	8
1.2.1 普通压缩木	9
1.2.2 表面压密化木材	13
1.2.3 整形压缩木	16
参考文献	29
第 2 章 木材/金属复合材料制造技术	31
2.1 木材/金属复合材料的制造原理	31
2.1.1 木材化学镀	31
2.1.2 木材真空喷镀	33
2.1.3 木材贴金属箔	33
2.1.4 金属导电涂料涂刷木质材料	33
2.1.5 混杂型导电木材/金属复合材料	34
2.1.6 金属注入木质复合材料	34
2.2 生产原料	34
2.2.1 木材原料	34
2.2.2 金属材料	34
2.3 木材/金属复合板的制造技术	36
2.3.1 木材原料的制备	36
2.3.2 金属材料的制备	37
2.3.3 木材/金属复合板的成型工艺	39
2.3.4 预压和热压及后期加工	40
2.4 木材/金属复合板性能检测技术	40
2.4.1 物理力学性能的检测	40
2.4.2 电磁屏蔽效能的检测	41

2.5	木材纤维/金属丝网复合中密度纤维板的生产工艺与性能	44
2.5.1	木材纤维/金属丝网复合中密度纤维板的生产工艺	44
2.5.2	木材纤维/金属丝网复合中密度纤维板的物理力学性能	45
2.5.3	木材纤维/金属丝网复合中密度纤维板的电磁屏蔽性能	46
2.6	木材纤维/金属纤维复合中密度纤维板生产工艺与性能	49
2.6.1	木材纤维/金属纤维复合中密度纤维板生产工艺	49
2.6.2	木材纤维/金属纤维复合中密度纤维板的物理力学性能	50
2.6.3	木材纤维/金属纤维复合中密度纤维板的电磁屏蔽效能	51
2.7	木材纤维/金属粉复合中密度纤维板生产工艺与性能	54
2.7.1	木材纤维/金属粉复合中密度纤维板生产工艺	54
2.7.2	木材纤维/金属粉复合中密度纤维板的物理力学性能	55
2.7.3	木材纤维/金属粉复合中密度纤维板的电磁屏蔽效能	56
2.7.4	木材纤维/金属粉复合中密度纤维板导电和电磁屏蔽机理	60
2.8	木材纤维/金属箔复合中密度纤维板电磁屏蔽效能	61
2.9	化学镀镍技术	62
2.9.1	化学镀镍的机理	63
2.9.2	化学镀镍溶液及工艺	64
2.9.3	化学镀 Ni-P 工艺过程	68
2.9.4	化学镀在制造电磁屏蔽材料方面的应用	70
2.10	木材化学镀技术	72
2.10.1	木材的电性能	72
2.10.2	木材的润湿性与木材化学镀	72
2.10.3	木材化学镀工艺过程	73
2.10.4	化学镀木材的镀层性能	76
2.11	木材/金属复合材料的应用	81
2.11.1	抗静电领域	81
2.11.2	电磁屏蔽领域	82
2.11.3	射线辐射的空间	82
	参考文献	83
第3章 木材阻燃		84
3.1	木材阻燃概述	84
3.1.1	木材阻燃的概念	84
3.1.2	木材燃烧的过程及其控制途径	85
3.2	木材阻燃剂	86
3.2.1	木材阻燃剂发展动态	87
3.2.2	几种典型的木材阻燃剂简介	89
3.2.3	木材阻燃剂的发展趋势	91

3.3 木材阻燃机理	92
3.3.1 概述	92
3.3.2 磷-氮-硼复合阻燃剂的阻燃机理	93
3.4 木材阻燃处理技术	94
3.4.1 木质材料阻燃处理方法	94
3.4.2 实木的阻燃处理	96
3.4.3 人造板的阻燃处理	100
3.5 阻燃木材性能评价	102
3.5.1 木材阻燃有关标准	102
3.5.2 阻燃木材难燃性检验	103
3.5.3 木材阻燃性能的实验室系统评价 (CONE 法)	104
3.5.4 阻燃木材物理力学性能与加工性能评价	107
参考文献	107

第4章 木材的尺寸稳定性增强技术 109

4.1 木材尺寸稳定性的评价方法	109
4.1.1 增重率 (WPG) 和增容率 (BE)	109
4.1.2 吸湿率、体积湿胀率、抗胀 (缩) 率 ASE 和阻湿率 MEE	110
4.2 木材与醛类交联化作用	111
4.2.1 木材甲醛交联化	111
4.2.2 二元醛与木材的交联化作用	112
4.3 木材与 <i>N</i> -羟甲基化合物交联化作用	112
4.4 木材的低酯化处理技术	113
4.4.1 木材的乙酰化处理技术	114
4.4.2 木材与其他酯化剂的作用	115
4.5 木质纤维的多元羧酸酯化技术研究	116
4.5.1 多元羧酸交联剂的种类与催化剂	117
4.5.2 多元羧酸与纤维素的交联反应参数	117
4.5.3 多元羧酸与纤维素的交联机理	118
4.5.4 多元羧酸处理对木材尺寸稳定性的影响	119
4.5.5 纤维素类纤维的多元羧酸类稳定剂存在的问题	121
4.6 聚乙二醇处理木材	122
参考文献	123

第5章 木材软化与弯曲 124

5.1 木材软化处理	124
5.1.1 木材软化处理的目的及常用方法	124
5.1.2 化学软化木材处理方法	128

5.1.3	物理软化木材处理方法	132
5.2	木材弯曲成型技术	137
5.2.1	木材弯曲原理	137
5.2.2	传导加热式弯曲成型技术	139
5.2.3	微波加热式弯曲成型技术	143
5.2.4	纵向压缩后弯曲成型技术	145
5.2.5	横向压缩弯曲成型技术	148
5.2.6	常用木材弯曲成型技术简介	149
	参考文献	153

第6章 木质陶瓷 156

6.1	木质陶瓷的产生	156
6.1.1	木材的热解过程	156
6.1.2	木材热解的产物	157
6.1.3	炭材料的种类及性质	158
6.1.4	木质陶瓷概述	159
6.1.5	木材或木炭与陶瓷复合	165
6.2	木质陶瓷的制造工艺	166
6.2.1	木质陶瓷的制造方法	166
6.2.2	形态变化	167
6.2.3	SEM 分析	172
6.3	木质陶瓷产品性能	173
	参考文献	175

第7章 木材防腐技术 176

7.1	真菌对木材的危害	176
7.1.1	危害木材的真菌	176
7.1.2	木材腐朽的条件	178
7.1.3	腐朽木材的变化与木材防腐的机理	179
7.2	木材防腐剂	181
7.2.1	水载型木材防腐剂	181
7.2.2	木材防腐剂的选择与影响防腐剂效果的因素	195
7.2.3	木材与防腐剂的相互作用	196
7.3	木材防腐处理工艺	197
7.3.1	木材防腐预处理	198
7.3.2	木材防腐药剂处理	198
7.3.3	防腐处理新工艺	201
7.4	木材防腐工业的环境问题	202

7.4.1	木材防腐工业的环境污染	202
7.4.2	木材防腐剂对环境的安全性	205
参考文献		209

第8章 木材变色防止与染色技术 210

8.1	木材的变色与防治	210
8.1.1	木材的变色因素	210
8.1.2	木材变色的类型	210
8.1.3	木材脱色方法的确定	212
8.1.4	几种常见木材变色的防治	213
8.2	木材漂白	219
8.2.1	木材漂白基本原理	219
8.2.2	木材漂白常用的化学药剂	221
8.2.3	木材漂白的影响因素	222
8.3	木材染色	224
8.3.1	木材染色原理和木材染色评价方法	225
8.3.2	木材染色用染料	226
8.3.3	木材染色的影响因素	229
8.3.4	单板的染色技术	231
8.3.5	薄木的染色技术	232
8.3.6	实木的染色技术	234
8.3.7	立木染色技术	235
8.3.8	木材的表面着色技术	237
参考文献		238

第9章 木塑复合材料 239

9.1	木塑复合材料的发展概况	239
9.2	木塑复合材料生产工艺概述	242
9.2.1	WPC的塑料加工工艺	242
9.2.2	WPC的人造板加工工艺	242
9.2.3	WPC的无纺布工艺	243
9.3	木塑复合材料的挤出成型制造工艺	244
9.3.1	概述	244
9.3.2	原材料的预处理	244
9.3.3	混合	248
9.3.4	木塑复合材料挤出成型工艺	252
9.3.5	挤出成型设备	254
9.3.6	木塑复合材料挤出成型的主要影响因素	265

9.4	木塑复合材料的性能和用途	273
9.4.1	木塑复合材料的性能概述	273
9.4.2	木塑复合材料的应用	274
	参考文献	276

8.10	木塑复合材料的生产工艺	278
8.11	木塑复合材料的性能	278
8.12	木塑复合材料的用途	278
8.13	木塑复合材料的性能	278
8.14	木塑复合材料的用途	278
8.15	木塑复合材料的性能	278
8.16	木塑复合材料的用途	278
8.17	木塑复合材料的性能	278
8.18	木塑复合材料的用途	278
8.19	木塑复合材料的性能	278
8.20	木塑复合材料的用途	278
8.21	木塑复合材料的性能	278
8.22	木塑复合材料的用途	278
8.23	木塑复合材料的性能	278
8.24	木塑复合材料的用途	278
8.25	木塑复合材料的性能	278
8.26	木塑复合材料的用途	278
8.27	木塑复合材料的性能	278
8.28	木塑复合材料的用途	278
8.29	木塑复合材料的性能	278
8.30	木塑复合材料的用途	278

8.31	木塑复合材料的性能	278
8.32	木塑复合材料的用途	278
8.33	木塑复合材料的性能	278
8.34	木塑复合材料的用途	278
8.35	木塑复合材料的性能	278
8.36	木塑复合材料的用途	278
8.37	木塑复合材料的性能	278
8.38	木塑复合材料的用途	278
8.39	木塑复合材料的性能	278
8.40	木塑复合材料的用途	278
8.41	木塑复合材料的性能	278
8.42	木塑复合材料的用途	278
8.43	木塑复合材料的性能	278
8.44	木塑复合材料的用途	278
8.45	木塑复合材料的性能	278
8.46	木塑复合材料的用途	278
8.47	木塑复合材料的性能	278
8.48	木塑复合材料的用途	278
8.49	木塑复合材料的性能	278
8.50	木塑复合材料的用途	278

第1章 木材强化

木材是一种可持续更新发展的天然材料,具有强重比高、易于加工、良好的绝热性和电绝缘性,以及其他材料无法比拟的环境学特性等优点,因此在建筑业和家具工业中得以广泛地应用,是21世纪最为重要的工程材料之一。但是,世间的一切事物都有其对立的两个方面,木材(或者说某些木材)作为建筑结构用材或家具用材,还存在着一定的缺点,涉及强度的问题主要表现如下。

① 木材的变异性以及不可避免的天然缺陷降低了木材的强度和利用效率 木材性质在树种间的差异很大,然而这在利用上并不成为大问题,只要了解了各树种的特性就可以因材适当地为它们选择用途,或规定某用途的适用树种。但是,树种内的材性变异(株间变异和株内变异)很大时,就会给应用带来很多麻烦,例如大尺寸的结构材,由于材性均一性差,其整体强度只能按其局部强度最低处来计算。

木材有许多不可避免的天然缺陷,如节疤、树脂囊(油眼)、斜纹等,这些缺陷引起的应力集中、顺纹强度和抗弯强度下降等问题导致实际利用中的木材尺寸远远低于在标准条件下测定的木材强度,即容许应力很低,从而降低了木材的强度和利用效率。

② 密度低、力学强度低 对于结构材来说非常重要的抗弯强度、抗弯弹性模量、抗压强度等力学指标参数达不到应用要求。

③ 表面硬度低、耐磨耗性差 用作室内装饰材、家具材和构造建筑用材时存在一定的问题。

上述①所列问题主要发生于一些天然材自身材质较低的树种和绝大多数的幼龄材、小径木;②~③所列问题主要发生在材质较软、早晚材密度差异大的针叶树材。这些问题的出现,使得木材资源的利用率大为降低。随着我国森林资源结构的变化和天然林保护工程的实施,今后由天然林提供的大径级优质材越来越少,而由人工林或速生丰产林间伐或短周期轮伐所提供的幼龄材、小径木和软质材将越来越多,因此上述涉及木材强度的缺点也就越来越突出地表现出来。

采用物理的、化学的或机械的诸多方法加工或处理木材,使低质木材的密度(或表面密度)增大、力学强度(或表面硬度和耐磨耗性)提高,或整体力学功能提高,这种加工或处理过程称为木材强化。木材强化可提高低质木材的强度和整体功能,实现劣材优用、小材大用,提高木材的利用效率和使用价值。木材强化的产品如浸渍木(Impreg)、压缩木(Staypak)、胶压木(Compreg)、强化木(Densified)和塑合木(WPC)等,本章主要对浸渍木、压缩木进行介绍。

1.1 低分子树脂浸渍木材

木材在水溶性低分子量树脂的溶液中浸渍时,树脂扩散进入木材细胞壁并使木材增容(Bulking),经干燥除去水分,树脂由于加热而固化,生成不溶于水的聚合物,这样处理的木材称为浸渍木。木材浸渍的机理是把低分子量的树脂浸注于木材中,在高温条件下树脂彼此间聚合,或与木材中的羟基形成氢键结合或化学结合,在细胞壁内生成不溶性聚合物,降低了木材中的羟基数量,即降低了木材的亲水性,从而抑制细胞壁对水分的吸着;树脂聚合物亦使细胞壁充胀增容,达到抑制细胞壁收缩性能的作用;另外,处理材的密度也得到提高。因此,进行浸渍处理后的木材的尺寸稳定性、阻湿作用、力学强度性能均得到显著改善。

1.1.1 浸渍用低分子树脂

目前已有许多不同类型的树脂能成功地在木材细胞壁内聚合,如酚醛树脂、脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂、糠醇树脂、间苯二酚树脂等。其中使用最成功的是酚醛树脂,它具有比脲醛树脂的抗缩率和耐老化性能好,比糠醇树脂在干燥过程中化学药剂损失小的优点。用于浸渍木材的酚醛树脂,目前基本为A阶段树脂(即甲阶酚醛树脂),这种树脂的固体含量为33%~70%,pH值为6.9~8.7,当固体含量为33%时,其相对黏度为3.5~4.7。

水溶性低分子量酚醛树脂的合成:浸渍用水溶性低分子量酚醛树脂的合成应该采用低温、长时间、摩尔比为1:2.1:0.1的工艺进行合成,PF预聚物的分散指数小,分子量均匀,分子量分布在200~400之间的占98.3%。

低分子量酚醛树脂的化学改性作用虽明显优于低分子量脲醛树脂和三聚氰胺树脂,但酚醛树脂改性处理使木材材色加深,限制了酚醛树脂改性木材的应用范围。合成树脂的颜色是由副反应产生的,酚醛树脂从合成到固化,始终伴随氧化等副反应,所形成的醌类物质使树脂产生颜色,在碱性条件下的氧化作用更强。为此,在合成时采用低的用碱量和温和的反应条件,将甲阶酚醛树脂调至弱酸性再固化,可减小氧化等副反应发生,达到颜色浅化的目的。因此在使用酚醛树脂改性处理木材时,应将甲阶酚醛树脂调至弱酸性再固化,从而减小氧化等副反应发生。

也可用相对易得和价廉的石油生产中的废弃料及副产品制得木材浸渍剂。如:用合成丁苯橡胶时的回收溶剂——甲苯精馏后的残渣制得的低分子量含苯乙烯的共聚物可对木材进行浸渍改性处理,处理最适宜条件为浸渍时间7.5min;干燥剂用量15.0%(质量);热处理温度180℃;热处理时间7h。经处理后,可极大地提高木材的耐湿性及耐水性。

1.1.2 浸渍方法

要使浸渍剂能够快速方便地进入到木材内部,增加在木材中的渗透性,降低成本和提高质量,常采用加压浸注法、真空浸注法、超声波法、预抽提法和高温干燥

(105~115℃)等方法。

(1) 真空加压法

在对木材进行低分子树脂浸渍时,最常用的方法有真空法和加压法,也可以把两种方法结合起来使用。当把真空和加压两种方法相结合,对树脂增重量的影响要远大于只采用单一的方法,注入压力越大,注入时间越长,注入量就越大,木材的增重量就越高。

吴玉章在酚醛树脂对人工林杉木木材的浸注性及其改善的研究中发现,真空浸注(气压真空度)的树脂水溶液充填率可达到90%以上,且树脂注入的深度增加,而常压浸渍的充填率仅为理论最大浸注量的10%左右,常压浸注和真空浸注心材的树脂增重率分别为30%和250%左右,边材分别为30%和280%左右;为改善树脂浸注性,对杉木先进行抽提前处理,抽提处理后真空浸注的树脂浸注性有很大改善,可达到试材中心,但对常压浸渍的效果不是非常明显,抽提处理后浸渍树脂在试样间的分布状态也有改善。陈端在杉木的PVA、MF真空加压浸渍改性试验中,将杉木抽真空后加压浸注,然后在105℃时处理20h,其吸湿性、体积膨胀率、树脂留存率和增重率都得到明显改善。

(2) 单板预压法

即通过挤压单板,先将单板内的空气挤压出来,靠压缩单板回弹作用,如同海绵吸水一样,使单体浸入单板内。

(3) 冷浴法

先将气干木材放在高频电场内,然后趁热放在常温的单体溶液中浸渍,可提高注入速度。川田等将气干材放在高频或微波下加热,然后取出放入冷却的单体溶液中,发现经微波加热的木材能提高注入效率。

(4) 超声波法

在常温常压下,用丙烯酸类二酯单体或低聚物浸渍木材时,将传递超声波的棒直接加在木材上,用超声波促进单体的渗透。8mm厚的单板,在浸渍时只需4~8min的振动就可得到尺寸稳定性良好的注入率。

(5) 抽提处理

由于木材内经常含有树脂、树胶和其他一些沉积物堵塞或半堵塞木材导管和纹孔等木材传导组织,因此,采用有机溶剂对木材进行抽提处理,可以疏通木材的流体通道,提高浸渍效率。赵有科、鲍甫成、吕建雄在对溶剂置换材和气干材气体渗透性的比较中,对杉木、马尾松生材采用不同体积分数的酒精、丙酮和戊烷溶剂逐级过渡置换及气干,并通过水上升置换法对溶剂置换材和气干材的心材和边材流体渗透性进行了测定与分析,结果显示杉木和马尾松溶剂置换材的总体平均渗透性比气干材的渗透性高。

(6) 单板层压浸渍木制造工艺

尺寸大的木材试件用树脂处理时,树脂在木材内较难达到均匀分布,而对于厚度很小的单板来说不存在这样的问题,因此,较多的浸渍木是用浸渍单板层压制成的,下面就对单板层压浸渍木的制造工艺作简单介绍。

① 单板浸渍 根据单板厚度和浸渍要求,可以采用不同的处理方法。制造家具用的厚度为 0.8mm 的湿单板,或小于此厚度的单板,在 30%~60%的固体含量树脂溶液中浸渍 1~2h,由扩散所吸收的树脂为单板干重的 25%~30%。对于厚单板,其浸渍时间则需加长,因扩散时间和厚度的平方成正比。湿材的扩散是当化学药剂进入木材时需将水分挤出,常用新鲜药剂增加浸泡溶液的浓度。薄而平的单板有较多的横断纹理,毛细管吸收溶液容易,可以使用 60%~70%的树脂溶液,通过涂胶机 1~2 次即可达到所需的树脂量。

较厚的直纹理单板,通常需要强力处理。厚度为 3mm 的中、低密度单板,其含水率最好控制在 20%~30%左右,可用压辊装置进行压缩处理。处理时使单板从处理液面下的压辊之间通过,单板在压辊处压缩到原来厚度的一半。当单板离开压辊时,有回复原厚度的趋向,此时就会吸收处理溶液。

厚 1.6mm 以上单板的处理,主要采用处理罐加压浸渍。标准处理方法是将单板放在装满 30%~35%树脂溶液的槽内,单板两面被浸湿之后,一张一张地紧密堆成一叠,然后在单板堆顶加上压块,并浇淋处理溶液,再用滚筒将装有单板堆的托架送入处理罐内。根据单板渗透性的不同,施加 0.15~1.5MPa 的气压,保压时间为 10min 至 6h。厚度为 1.6mm 的榉木或杨木心材单板在 0.2~0.3MPa 压力下处理 15min,其吸收溶液量为其本身质量的 30%。桦木心材单板在 0.53MPa 压力下需处理 2~6h。

② 单板干燥 处理过的单板应密实堆垛并覆盖,存放 1~2d,使树脂在木材内通过扩散均匀分布,然后干燥。干燥速度不宜过快,以防树脂过多地转移到单板表面。合理的工艺规程就是:在 60℃下干燥 8h 或在 72℃下干燥 3h。干燥的目的只是去除水分,而不是使树脂聚合。为了确保树脂聚合固化,室内温度要上升到 95℃,干燥一天,或将单板干燥机升温到 150℃,干燥 1.5h,以免在后续的层压阶段中,单板在热压机中被压缩。

1.1.3 浸渍木的性质

经低分子树脂浸渍处理后,木材的尺寸稳定性显著提高,力学强度得到改善。

(1) 浸渍木的尺寸稳定性

经浸渍处理后,木材的尺寸稳定性有显著的提高。用酚醛树脂或脲醛树脂处理时,随着木材中树脂含量增加,其抗胀(缩)率增加,当树脂含量达到 30%~40%时,抗胀(缩)率增加迟缓。Goldstein 等人研究认为,尺寸稳定性与羟甲基酚含量关系密切。树脂的聚合度越低,羟甲基酚含量越多,处理后木材的抗胀(缩)率越高。在低分子量树脂中含有较多的羟甲基酚,经高温固化可与木材中的羟基彼此形成氢键结合或化学结合。此外,用低分子量树脂处理时,要比水对木材产生的膨润作用还大,具有明显的增容效果,这样才有利于提高抗胀(缩)率。

美国西加云杉和糖槭浸渍木试验表明,抗缩率 ASE 随木材细胞壁内树脂含量的增加而增加,当木材中含脂率为 35%左右时,ASE 达最大值 70%左右(如图 1-1 所示)。

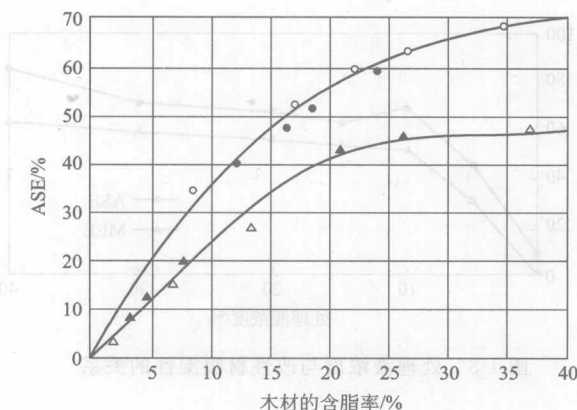


图 1-1 酚醛和脲醛树脂处理材的含脂率与 ASE 的关系

○ 含酚醛树脂的云杉；● 含酚醛树脂的糖槭；
△ 含脲醛树脂的云杉；▲ 含脲醛树脂的糖槭

方桂珍、李淑君等采用低分子量酚醛树脂对大青杨木材进行浸渍改性，处理方法为：将试件先抽真空（绝对压力 8kPa）1h，注入药液，浸泡一段时间后，再加压（绝对压力 0.8MPa）6~8h。将试件取出，进行二次真空，气干后在 120℃ 下固化 3h。经处理后，提高了处理材的尺寸稳定性，树脂对木材的增容作用也较大。图 1-2 表示酚醛树脂浓度与处理材增重率、增容率之间的关系，从图中可知，增重率几乎随浓度线性增加，而增容率则在低浓度时增加很快，当浓度超过 10% 时，趋于稳定，即低浓度时，树脂进入细胞壁，使木材体积增大，而在高浓度时，细胞壁已充满树脂，很大一部分树脂只填充在细胞腔内，增容的作用微小。与增容率（BE）变化相似，ASE 和 MEE 在树脂浓度较低时增加较快（如图 1-3），超过一定浓度时增加缓慢，表明处理剂在细胞壁中的作用量有一极限，过量的树脂填充于细胞腔，而赋予木材阻湿抗胀能力的主要是进入细胞壁内的树脂，细胞腔中树脂对提高木材尺寸稳定性作用很小。

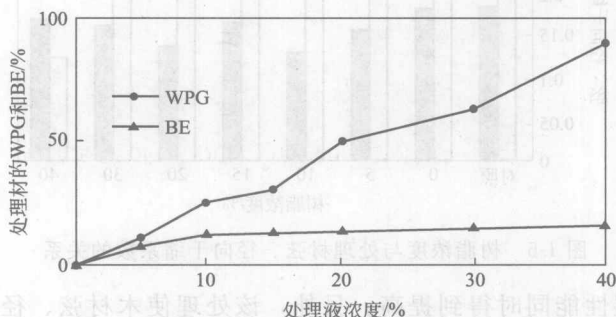


图 1-2 处理液浓度与增重率和增容率的关系

图 1-4、图 1-5 所示为处理材的弦、径向干缩率和干缩系数与处理液浓度的关系。由于试样经酚醛树脂处理，抗胀缩能力大增，主要表现在弦、径向干缩率大幅度降

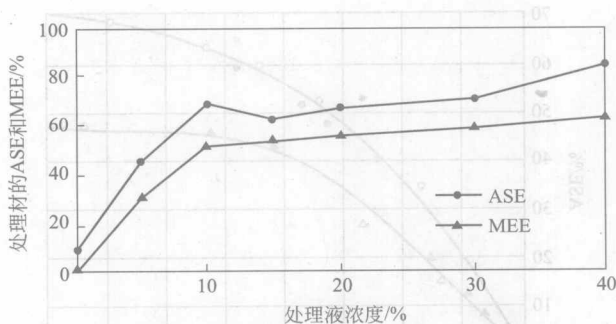


图 1-3 处理液浓度与改性材吸湿性的关系

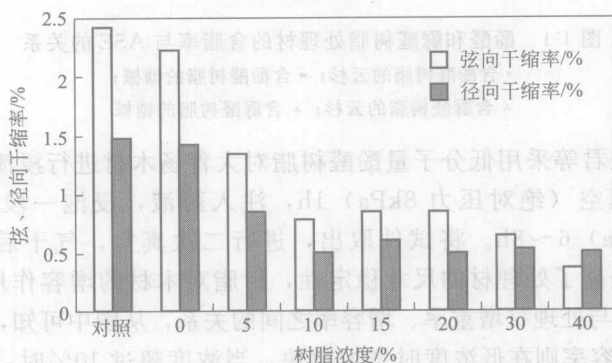


图 1-4 树脂浓度与处理材弦、径向干缩率的关系

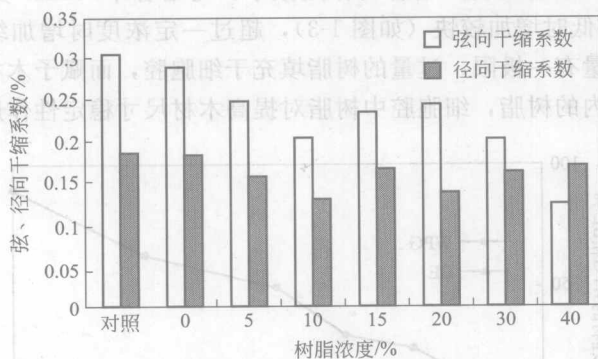


图 1-5 树脂浓度与处理材弦、径向干缩系数的关系

低，而试样的阻湿性能同时得到提高。另外，该处理使木材弦、径向干缩率差异减小，使处理材在干燥过程中开裂的可能性减小。

(2) 浸渍木的物理力学强度

与素材相比，浸渍木的顺纹抗压强度有所提高，顺纹抗拉、顺纹剪切强度略有下降，冲击韧性降幅较大，故不能用于冲击强度有严格要求的场合。如对大青杨木材的

酚醛树脂浸渍处理结果为：当酚醛树脂浓度为10%时，顺纹抗压强度比素材提高了23.18%；当浓度为20%时，比素材提高了30.67%；当浓度为40%时，比素材提高了55.86%（如图1-6所示），可见，酚醛树脂浸渍处理对提高木材的顺纹抗压强度有明显的效果；然而酚醛树脂的脆性使改性材的抗弯强度有所降低，当树脂浓度为20%时，抗弯强度比素材降低了20.4%。表1-1列出了经浸渍改性后的抗弯强度、弹性模量值及提高幅度。从表中可以看出，10%的酚醛树脂浸渍处理大青杨的顺纹抗压强度、抗弯强度均高于白桦，略低于柞木；30%树脂处理材的顺纹抗压强度超过了柞木。因此，低质的大青杨经酚醛树脂浸渍法功能性改良后，在某些领域可以取代一些优质硬阔木材。

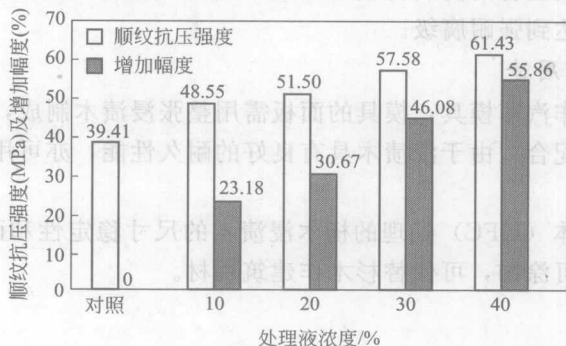


图 1-6 处理材顺纹抗压强度及提高幅度与处理液浓度的关系

表 1-1 与素材比较，大青杨浸渍处理材的抗弯强度、弹性模量值及提高幅度

树脂浓度/%	10	20	30	40	素材	柞木	白桦
绝干密度/(g/cm ³)	0.4278	0.4971	0.5532	0.6076	0.3872	—	—
顺纹抗压强度/MPa	48.55	51.50	57.58	61.43	39.41	53.4	41.16
提高幅度/%	23.18	30.67	46.08	55.86	—	—	—
抗弯强度/MPa	108	901	106	116	113	116	85.8
提高幅度/%	-4.4	-20.4	-6.2	2.7	—	—	—
弹性模量/100MPa	99.7	95.3	119	118	99.6	129	110
提高幅度/%	0.1	-4.3	19.5	18.5	—	—	—

注：表中的柞木产自黑龙江朗乡，白桦产自黑龙江带岭（源自李淑君，1998）。

在用酚醛树脂处理我国南方主要用材树种之一的马尾松之后，试材三个面的硬度均得到显著提高（如表1-2所示），处理材的硬度是树脂赋予的，由于木材浸注时树脂最易从端面进入，因而端面的硬度增加最为突出；但冲击韧性比素材有所降低，且随着树脂含量的增加呈下降趋势，这是由于酚醛树脂本身具有脆性且浸渍处理在高温下固化也会变脆，因此处理材的冲击韧性下降。

（3）其他性质

酚醛树脂浸渍木在防腐、耐酸、绝缘性能方向有很大提高。虽然酚醛树脂处理不能使木材获得真正的耐火性，但它改善了炭的集结度，从而可以隔断火势的蔓延，而且浸渍木的耐热性也有显著提高。