



華夏英才基金學術文庫

主編 段新芳
Duan Xinfang

木材变色防治技术

Wood Discolorations and Their Prevention

中國建材工业出版社



华夏英才基金学术文库

木材变色防治技术

Wood Discolorations and Their Prevention

主 编	段新芳			
副 主 编	常德龙	孙芳利	冯德君	
编写人员	段新芳	常德龙	孙芳利	冯德君
	曹 琳	曹永建	赵昭霞	周冠武
	姜 锋	蒋 璇		

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

木材变色防治技术/段新芳主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2005.12

ISBN 7-80159-980-2

I. 木... II. 段... III. 木材-变色-防治 IV. S782.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 124267 号

内 容 提 要

木材变色是由各种生物的、物理的或化学的因素导致木材固有颜色发生改变的现象。木材变色会大幅度减少木材表面美观、自然的视觉效果, 严重影响消费者选购产品的心理取向, 降低产品的商品价值和产品价格, 从而影响企业的经济效益。为提高木材商品价值, 抑制木材劣化, 保持材色美观, 世界各国对木材变色的原因和防治都非常重视, 并积极探索各种木材的变色原因以及研究开发木材变色的防治技术。

本书介绍了木材构造、木材性质以及常用家具、木地板、室内装修用材和木结构用材树种的基础知识, 详尽论述了各种类型的木材变色特征与防治技术、竹材霉变与防治、棕榈藤材变色与防治、木材变色识别和非微生物变色防治技术、木材合理保管、国内外重要木材变色防治、变色木材的加工利用技术以及环境激素、持久性有机污染物与木材保护的环境安全等, 以期为生产实践提供科学指导。

该书既有理论阐述也有实用技术介绍, 可作为从事木材学教学、木材保管、木材功能性改良、高级装饰木基材料生产、木材贸易等方面教学研究和生产的教师、学生、科技人员和工程技术人员的参考书。

木材变色防治技术

主编 段新芳

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 33.75

字 数: 662 千字

版 次: 2005 年 12 月第 1 版

印 次: 2005 年 12 月第 1 次

定 价: 66.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

木材变色是由各种生物的、物理的或化学的因素导致木材固有颜色发生改变的现象。木材变色会大幅度减少木材表面美观、自然的视觉效果，严重影响消费者选购产品的心理取向，降低产品的商品价值和产品价格，从而影响企业的经济效益。为提高木材商品价值，抑制木材劣化，保持材色美观，世界各国对木材变色的原因和防治都非常重视，并积极探讨各种木材的变色原因以及研究开发木材变色防治技术。

为推动我国木材颜色控制技术研究与应用，我们在 2002 年由中国建材工业出版社出版了《木材颜色调控技术》一书，对我国木材漂白、染色、变色防治研究与技术进步尽了绵薄之力，应广大读者的要求，今又将《木材变色防治技术》奉献给大家。《木材变色防治技术》是《木材颜色调控技术》的姊妹篇，是前者的进一步拓展。

本书介绍了木材构造、木材性质以及常用家具、木地板、室内装修用材和木结构用材树种的基础知识，详尽论述了各种类型的木材变色特征与防治技术、竹材霉变与防治、棕榈藤材变色与防治、木材变色识别和非微生物变色防治技术、木材合理保管、国内外重要木材变色防治、变色木材的加工利用技术，以及环境激素（EEDs）、持久性有机污染物（POPs）与木材保护的环境安全等内容，以期为生产实践提供科学指导。

有必要说明和强调的是，书中各章节提到的木材变色防治部分的药剂或配方涉及 EEDs 或 POPs，由于迄今未有最新替代的环保药剂或配方，因此特请读者在使用或选用有关药剂或配方时，在尽量查找更新的标准或有关法律规定后，进行科学决策，以保护我们的地球环境。

本书既有理论阐述也有实用技术介绍，可作为从事木材科学教学、木材合理保管、木材功能性改良、高级装饰木基材料生产、木材贸易等方面教学研究和生产的教师、学生、科技人员和工程技术人员的参考书。

本书编撰过程得到了中国林业科学研究院木材工业研究所鲍甫成研究员，中国林学会木材工业分会名誉理事长、中国林业科学研究院王恺教授，美国路易斯安娜州立大学可再生资源学院、路易斯安娜州林产品发展中心（Louisiana Forest Products Development Center, School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University）教授吴清林（Qinglin Wu）博士的大力指导和支持；

在中国林业科学研究院木材工业研究所执行中日国际科技合作项目 (JICA) 的日本长期专家峰村伸哉先生, 印度尼西亚林产品技术研究和发展中心 (Research and Development Center for Forest Products Technology) Efrida Basri 女士, 印度喀拉拉邦林业研究所 (Kerala Forest Research Institute, Trichur, India) 藤材保护专家 C. Mohanan 博士等都为本书的出版提供了不少宝贵的参考资料。在此向为本书提供帮助的诸位师、友表示衷心的感谢。

本书很荣幸得到了中共中央统战部“华夏英才基金”的资助, 在此特别感谢。

全书共 14 章。第 1、4、6、10 章, 第 2 章第 7、9 节, 第 3 章第 3、4 节, 第 9 章第 1~2 节, 第 12 章第 7 节, 第 13 章第 1~2 节由段新芳编写; 第 5 章第 1~3 节, 第 11 章第 2~8 节, 第 12 章第 2~6 节与第 8~10 节, 第 13 章第 4 节, 附录一、二、三、四、五由常德龙编写; 第 2 章第 1~6 节与第 8 节由冯德君编写; 第 7 章, 第 3 章第 1~2 节由孙芳利编写; 第 8 章由曹琳编写; 第 14 章由赵昭霞编写; 第 3 章第 5 节, 第 5 章第 4 节由周冠武、段新芳编写; 第 9 章 3~4 节由姜锋编写; 第 11 章第 1 节, 第 13 章第 3 节由曹琳、蒋璇编写; 第 12 章第 1、11 节由曹永建、段新芳编写。全书由段新芳负责统稿。

限于水平, 不足和错误之处在所难免, 恳请广大读者不吝指正。

编 者

2005 年 8 月

目 录

第一章 木材变色防治研究与展望	1
1.1 木材变色的定义和类型	1
1.2 木材变色研究的重要意义	4
1.3 木材变色防治技术研究现状与展望	9
第二章 木材构造与材性基础	13
2.1 木材树种及其名称.....	13
2.2 木材宏观构造与识别.....	16
2.3 木材微观构造.....	30
2.4 木材化学性质.....	45
2.5 木材物理性质.....	50
2.6 木材力学性质.....	65
2.7 木材缺陷.....	78
2.8 家具、木地板和室内装饰主要用材树种.....	90
2.9 木结构用材材质要求与主要用材树种	100
第三章 木材微生物变色与防治	117
3.1 微生物的种类、形态和特点	117
3.2 微生物的生长与营养	120
3.3 木材微生物变色的特征	127
3.4 木材微生物变色的防止和消除	131
3.5 微生物变色生物防治技术研究现状与展望	133
第四章 木材化学变色与防治	147
4.1 铁变色与防治	147
4.2 酶变色与防治	162
4.3 酸变色与防治	165
4.4 碱变色与防治	167
4.5 胶粘剂和防水沥青引起的木材变色	169
第五章 木材物理变色与防治	171
5.1 木材热变色与防治	171
5.2 木材光变色与防治	172

5.3 染色木材光变色与防治	186
5.4 干燥用垫木变色与防治	194
第六章 木材生理性变色与防治	199
6.1 树脂渗出物变色与防治	199
6.2 活立木变色与防治	200
第七章 竹材霉变与防治	203
7.1 竹材霉变研究概况	203
7.2 竹材霉菌形态与类型	208
7.3 竹材的自然抗霉性	216
7.4 竹材防霉作用原理	218
7.5 竹材防霉方法	224
7.6 竹材防霉剂	230
第八章 棕榈藤材的变色与防治	235
8.1 藤本植物	235
8.2 棕榈藤植物形态、分布和资源	236
8.3 棕榈藤材的构造和材性	241
8.4 棕榈藤材的加工利用	247
8.5 棕榈藤材的变色与防治	250
第九章 木材变色识别及非微生物变色防治	254
9.1 木材变色识别	254
9.2 水存原木非微生物变色防治	256
9.3 美国南部阔叶材非微生物变色化学防治	261
9.4 熏蒸处理防止原木非微生物变色	266
第十章 木材变色与木材贮存保管	269
10.1 木材科学保管的原则和方法	269
10.2 原木合理贮存	274
10.3 锯材贮存保管	278
10.4 木材化学保管	281
10.5 木材与木制品检疫	287
第十一章 国产重要木材的变色与防治	292
11.1 松木变色与防治	292
11.2 铁杉材变色与防治	299
11.3 泡桐材变色与防治	301
11.4 橡胶木变色与防治	306
11.5 西南桦木材变色与防治	308

11.6	板栗木地板变色与防治	314
11.7	栎类木材变色与防治	315
11.8	枫香木材干燥变色与防治	319
第十二章	进口木材变色与防治	325
12.1	美国红崖柏材变色与防治	325
12.2	俄罗斯产樟子松材变色与防治	327
12.3	美国西部铁杉材变色与防治	329
12.4	辐射松材变色与防治	332
12.5	日本柳杉材变色与防治	339
12.6	欧洲水青冈木材变色与防治	344
12.7	柚木变色与防治	350
12.8	阿林山榄材变色与防治	359
12.9	红桉木材变色与防治	360
12.10	印茄材变色与防治	363
12.11	美国山杨木材腐朽与变色	365
第十三章	变色木材加工利用技术	369
13.1	木材漂白	369
13.2	木材着色	381
13.3	毛白杨蓝变木材漂白处理	406
13.4	杨木湿心材及其脱色处理	408
第十四章	环境激素、持久性有机污染物与木材保护的环境安全	418
14.1	环境激素 (EEDs)	418
14.2	持久性有机污染物 (POPs)	424
14.3	木材保护处理药剂	429
14.4	木材防腐剂与环境安全	442
附录一	国内市场常见主要进口材树种名称、误导名与产地	453
附录二	容易发生变色的主要进口材树种	518
	容易发生变色的主要进口材树种商品名检索表	523
附录三	我国 55 城市木材、木地板平衡含水率估值表	528
附录四	我国不同用途的干燥锯材含水率	529
附录五	新西兰辐射松板材常用等级及规格	530

第一章 木材变色防治研究与展望

1.1 木材变色的定义和类型

一、木材变色定义

木材变色是由各种生物的、物理的或化学的因素导致木材（原木和成材）和木制品固有颜色发生改变的现象，如退色或变色。

木材变色使木材材面或木材产品表面颜色不均匀，深浅不一，大幅度减少木材表面美观、自然的视觉效果，严重影响消费者选购产品的心理取向，降低产品的商品价值和产品价格，从而影响企业的经济效益。如我国每年向日本出口数万立方米泡桐成材，其出口质量的主要指标就是材色，由于泡桐成材的变色，导致降等削价，造成企业亏损甚至用户索赔等。

变色是材质劣化的开始，它和腐朽、开裂相比，尽管木材强度没有多大降低，通常认为是表层的轻微变化，但变色使木材的纹理和色调的美观受到影响，降低了成材和制品的外观质量，并使其商品价值大为降低。为此，应采用有效合理的方法防止和消除木材变色，抑制木材劣化，保持木材纹理和外观，以提高木材商品价值。

二、木材变色类型

（一）按照变色因素的不同划分

按照变色因素的不同，可将木材变色分为五大类：微生物变色、化学变色、物理变色、生理性变色和营林抚育引起的变色（如表 1-1 所示），后四种称为非微生物变色。木材变色在原木和锯材保管、加工中较易发生。

木材微生物变色（或微生物污染）是指木材受到变色真菌等微生物的作用而致的木材变色，主要是由于微生物的色素或木材组分与微生物分泌物反应产生的有色化合物所致，如马尾松、橡胶木的蓝变，杨树湿心材等。

木材化学变色（接触化学物质变色）是指木材与酶、酸、碱、金属（铁）离子、氧化剂与还原剂等化学物质接触并引起木材颜色的改变，如酶变色、铁变

色、酸变色、碱变色等。

木材物理变色是指木材在光和热等物理因素作用下引起的木材变色。有光变色和热变色，其中后者包括木材在干燥、蒸煮、汽蒸处理情况下，木材本身的抽提物或半纤维素与木质素受到高温高湿等条件的作用而引起的木材变色。

木材生理性变色是指木材在生长过程中受到环境因子作用或受到自然与人为灾害时发生的保护性反应而导致的木材变色。如落叶松立木在生长期中，树干阳面和粗枝向下一侧的木材，都比其相对的一面的木材色深。一般针叶材的阳面材或多或少都表现深色；针、阔叶树种在生长期受到冻害、干旱、病害或遭受创伤形成各种伤口时，都能在其受刺激部位发生一种变色反应，在木质部细胞中沉积一些色素或胶质物，使变色部位硬度加强而变脆。

营林抚育引起的变色是由于采用不规范的抚育措施所致的木材变色。

表 1-1 木材变色类型与特性

类 型	变 色 原 因	实 例
微生物变色	微生物滋生繁殖	马尾松和橡胶木蓝变色、黄变色
化学变色	金属离子的结合 酸的结合 碱的结合 酶或树脂作用	铁污迹（铁变色） 柿树科的红变色 水泥的胶结 日本柳杉黑心材变色
物理变色	受热 光照射	干燥木材的垫条污迹（热变色） 太阳光引起的变色
生理性变色	树木受到冻害、病害等灾害引起的生理反应	落叶松心材颜色不断变化、树脂的渗漏
营林抚育引起的变色	修枝不规范 沉积物质	棕色条纹 材面呈现污点

（二）按照木材生产过程中变色的发展历程划分

从树木生长到木材采伐、木材保管、木材加工、木材产品生产与使用全过程都伴随着木材变色，而且引起其变色的因素不尽相同，各种变色类型如表 1-2 所示。在遇到不同木材产品的变色识别时，可以从表 1-2 中寻找并进行初步识别。

表 1-2 不同木材产品的变色类型

类 型	变 色 原 因
活立木变色	树木受微生物滋生繁殖变色、树木受虫害侵袭而引起的生理性反应变色
原木保存变色	原木在楞场干存法、水存法保存过程的微生物浸染以及酶作用等引起的变色
锯材变色	锯材在楞场干存法、水存法保存过程的微生物浸染以及酶作用等引起的变色，锯材干燥引起的变色等
木材加工阶段的变色	木材干燥、木材胶合、木材涂饰过程中引起的化学与微生物变色
木材加工产品的变色	各种木材加工产品如家具、木制品、纸张、胶合板、木结构等在使用过程受到光、酶、热、水蒸气、真菌等危害而引起的变色

三、木材变色的一些重要名词

(1) 边材变色 (sapstain) 边材颜色的任何改变。边材变色可能是木材变色真菌浸染引起而形成；也可能由于其他原因而引起，如木材细胞腔内所含的化合物经氧化或其他化学变化引起的化学变色。边材变色一般以前者为常见且影响较大，通常所说的边材变色是指真菌变色。边材变色常见于油松、华山松及部分阔叶材中。

(2) 边材内部变色 (interior sapstain) 边材变色的一种。见于受害木材的内部而在木材表面并不显著。内部变色也是由形成边材变色的变色菌浸染所形成。

(3) 木材蓝变 (blue stain, log blueing, blueing) 亦称青变，是由长喙壳属 (*Ceratostomella*) 及其他蓝变菌所形成的变色，边材颜色变灰，略带浅蓝或浅绿色，多见于松木、橡胶木等木材中。

(4) 氧化变色 (oxidative stain) 不是由病理原因引起的，而是由于木材细胞含有的有机化合物和氧化酶引起的化学变化所致的木材变色。

(5) 伪心材 (false heartwood) 健全木材中心部分的颜色不同于正常木材，常呈暗褐色或红褐色，通常其密度和硬度也比较大。

(6) 化学变色 (chemical stain) 木材成分和某些外来物质之间的化学反应所引起的木材变色。

(7) 霉层 (mould, mold) 木材表面霉菌的菌丝和孢子。

(8) 髓斑 (pith flecks) 木材在伐倒之前，因形成层遭到昆虫侵害而形成的伤愈组织。髓斑组织脆弱。

(9) 斑条 (flecks streaks) 系木腐菌侵入木材初期形成，常见褐色、棕褐色或紫红色的色斑。

四、木材变色防治

木材变色防治就是采用各种生物的、物理的和化学的方法与技术防止木材变色，以及对已经变色的木材进行色斑消除和深加工利用。木材变色防治是对原木和锯材进行保护处理，进行木材加工的一个重要环节，能防止或减少木材降等和变质，能有效延长木材使用寿命，提高木材综合利用率。木材变色防治是木材保管和木材保护的重要工作之一。

1.2 木材变色研究的重要意义

一、木材材料的优良特性

木材是人类使用最古老的材料之一，自史前就作为居住、工具、燃料使用的材料，也是当今世界公认的四大材料（钢材、水泥、木材和塑料）中唯一可再生的、又可以多次使用和循环使用的生物材料，其纹理美观，材色丰富，是钢材、水泥、塑料等其他主要材料无可比拟的，在制浆造纸、建筑家具、交通采矿等方面起着不可替代的作用。

最初，木材主要被用作燃料，目前我国每年仍有约 1 亿 m^3 的森林资源作为薪材，主要用于农村能源。之后，逐步用于建筑和家具等领域。20 世纪下半叶以来，木材以其多层次加工产品形式开拓出越来越多的新用途。据统计，至今以木材为原料的产品已不下 10 万种，被广泛用于建筑、装饰、交通、能源、军工等国民经济的诸多行业，年消耗量几乎相当于全部钢材、铝材和塑料的消耗量总和，位居各大原材料之首。如以各种纤维板、刨花板和胶合板为主体的人造板及与其他材料（塑料、石膏、水泥）的复合制品，在建筑、装修、家具、车船甚至飞机制造上找到了新用途和新方法。而以纤维素、半纤维素和木质素为主要成分的木材又找到了化学利用的途径，其中以利用木材纤维为主的木浆造纸业，成为高质量纸张和纸产品的主要来源，许多发达国家用于造纸的木材量超过了消费总量的一半，构成了支持现代文明的主要支柱之一。近年来，木材作为自然物的特性越来越受到人们的重视，特别是随着石化燃料（煤、石油、天然气）的日益短缺，人们又重新考虑可再生能源（其中木材占主要成分）的重大利用价值。用速生高产方式培育出大量木材并使之转化为气体或液体燃料，是人类利用太阳能的又一重要途径。

与其他材料相比，木材作为纯天然产品，它本身所具有的一些优良特性是其他材料难以替代的。

首先，是唯一可再生的生物资源，最容易达到可持续利用的目标；具有质量轻、强度高、吸声、绝缘、美观、易于加工、优质纤维含量高等优良特性；加工过程中能耗低、使用过程中无污染、处理过程中易于降解。

其次，从环境保护方面看，使用木材有利于环境保护，只要所使用的木材来自于可持续发展的人工林；森林是一种可再生资源，只要合理经营，它能持续稳定地为社会提供产品，而水泥、铝、钢和塑料等是不可再生资源。森林通过光合作用吸收二氧化碳来制造木材产物，减少温室效应，基本不需要提供附加的能量，对环保和节能贡献巨大。另外，水泥、钢和塑料生产过程中产生大量有毒气

体和粉尘,污染环境,同时它们还要耗费大量的能量;人类需要耗用大量能源用于对住房和办公楼采暖制冷。已经证明木结构建筑最为节能。据测定,木材的保温能力是水泥的 8 倍,钢材的 400 倍。因此,木材是一种可再生、有机、无毒、节能、可生物降解、对环境友好的产品。

因此,尽管在科技较为发达、新材料辈出的今天,木材作为建筑及家具用材还是无法完全被替代的,并且伴随着全球森林的不断减少,世界各国对森林在国家安全中的作用有了更进一步地认识,对森林保护日益重视,木材尤其是珍贵木材及其产品的贸易,已成为全球环境政治、环境外交的核心内容之一,木材已成为越来越重要的战略物资。

中国由于森林资源贫乏,木材短缺,长期以来一向限制木材消费,鼓励、发展和使用木材替代用品,如使用水泥、铝、钢和塑料等。现在看来,这种观念有必要转变。

木材是森林的产物,有森林就有木材,木材永远和人类共存。

二、加强木材节约是我国木材工业发展的一项重要战略措施

(1) 我国木材供需矛盾日益突出,急需加强木材节约 我国森林资源相对不足,是一个缺材少林的国家。森林覆盖率 18.21%,为世界平均水平的 61.52%,居世界第 130 位;森林总面积 1.75 亿公顷,人均森林面积为世界平均水平的 1/4,居世界第 134 位。森林蓄积量 124.56 亿 m^3 ,人均森林蓄积量为世界平均水平的 1/6,居世界第 122 位。

我国是世界木材、人造板及木制品的生产大国、消费大国和进出口大国。2004 年全国人造板产量达 5446 万 m^3 ,居世界第一;纸和纸板产量 4950 万 t,消费量 5439 万 t,生产量和消费量均居世界第二;木地板产量 2.57 亿 m^2 ,居世界第一。2004 年,我国主要林产品进出口总额 349.49 亿美元,其中出口 163.01 亿美元,进口 186.48 亿美元。

2004 年木材产品消耗总量约为 3.07 亿 m^3 ,其中国内商品材产量 5197.33 万 m^3 ,仅占 16.95%;2003 年全国进口原木、人造板、纸浆和纸板等折合木材总量为 1.23 亿 m^3 ,占全国木材总供给量的 43.54%,耗汇 130 亿美元,是仅次于石油、钢铁的第三大用汇产品。

据预测,到 2015 年,全国木材需求总量将达到 4.8 亿 m^3 ,木材供应缺口至少为 1.9 亿 m^3 ,占需求量的 40%。

随着我国经济步入稳步发展阶段,生产建设的扩大和人民生活水平的提高进一步刺激了木材消费,从 1998~2002 年,木材消费需求以平均每年 1430 万 m^3 的速度迅猛增加,按 2002 年原木进口单价(88 美元/ m^3)计算,相当于每年增

加木材需求达 100 亿元（近 12.6 亿美元）。按原木价估算，2002 年中国木材市场容量近 2400 亿元（300 多亿美元）。如果以木制品终端产品生产的工业增加值按平均 50% 的保守估计，木业市场容量约达 3600 亿元。2005 年，按木制品终端产品价估算的木业市场容量约达 4200 亿元；而 2015 年，约达 5100 亿元。

目前国产木材无论在质量和数量上都无法满足日益增长的需求，发展人工林、提倡木材节约和增加木材进口势在必行。

为解决我国木材供需紧张难题，必须大力发展速生丰产林和进行广泛的木材节约与提高木材综合利用水平，用现代科技提高木材综合利用率。目前我国的木材综合利用率为 63%，按照现有的生产规模和加工能力推算，只要木材综合利用率提高 1 个百分点，则相当于增加木材供给 40 万 m^3 。

（2）木材节约有利于激发全社会爱林、护林和造林的积极性 木材是一种被公认的可再生绿色材料，具有良好的自然环境协调性；能固定二氧化碳，在抑制地球变暖中发挥着非常重要的作用；木材生产、使用和废弃不产生有害物质，可生物降解，对环境无污染，这是亘古以来人类喜爱和使用木材的根本原因。在开展木材节约活动的过程中，全社会将要进一步认识木材的多功能性和环境特性，珍爱木材，从而激发爱林、护林和造林的积极性。

但木材生长周期长，如速生丰产林的杨树，一般杨树纸浆材需要 4 年方可采伐，杨树胶合板材 8 年生才可采伐；而室内装修用和高档家具用的木材则需要 20~30 年或更长时间才能达到使用要求。何况我国木材的供需缺口巨大，随着世界各国环保意识的不断加强，木材生产国保护森林资源的呼声越来越高，我国木材进口的途径和数量将日益受到限制。有专家指出，一个国家的某种材料的进口量占其消费总量的 30%~50% 时，则该种材料处于国家安全警戒线下。我国木材进口已达到国家木材安全警戒线边缘，必须引起关注。因此，木材节约既是我国国民经济建设和人民生活的必然要求，又是十分紧迫和具有长期性的问题。

三、木材变色防治是木材保护和木材节约的重要途径

（1）木材变色防治是木材保护的重要研究和应用领域 由于木材是天然材料，经常伴随着节子、脂道、变色等外观缺陷，加工时易产生裂纹与变形，并且不耐腐、不阻燃，为了充分合理利用木材资源，就必须对木材采用现代科技进行木材保护和功能性改良处理，延长其使用年限（如防腐、防虫处理），赋予木材阻燃性、耐久性和抗菌性等功能，实现木材的增值利用。

木材保护是采用各种化学的、物理的方法对木材进行变色防治、防霉、防腐、防虫蛀和阻燃处理的技术。对木材进行保护处理，可以提高木材及其产品的耐腐朽、抗虫害与阻燃性能，延长木材及其制品的使用年限，减少森林砍伐量，

是节约木材、保护森林资源的重要途径之一,对缓解我国木材资源紧张具有非常重要的现实意义。

国内外实践证明,木材保护是节约木材的重要途径之一。美国每年木材防腐处理量为1800~2000万 m^3 ,其效果相当于每年少砍伐林木4000多万 m^3 ,经济上受益70多亿美元;芬兰、新西兰每年木材防腐处理量相当,约为270万 m^3 ;英国每年木材防腐处理量为230万 m^3 。从防腐材所占木材总消耗量的百分比看,新西兰占43%,英国占20%,美国占15.6%。目前,我国木材防腐处理量约为60万 m^3 ,小于木材总消耗量的1%,远低于发达国家水平。1949~2000年,我国铁路部门共生产防腐木材2728万 m^3 ,相当于少砍伐木材1.08亿 m^3 ,相当于保存森林面积100多万公顷,平均每年保存森林面积1.96万公顷。据估算,到2010年,如果我国建筑、装修及生产维修等用木材的10%均作防腐处理,则每年可节约木材3600万 m^3 。显而易见,木材节约对缓解我国日益突出的木材供需矛盾非常有利。

长期以来,木材保护就是木材防腐和防虫处理,而对木材变色防治特别是实际应用技术的开发和推广很少得到重视,这和经济的发展与人民生活水平相适应。随着人民生活水平与生活质量的不断提高,对丰富多彩的高档木材产品的需求越来越迫切,人们对木材颜色及其调控技术(漂白、染色等)的异常关注,使木材变色防治理论与技术的研究与应用得到了前所未有的重视。

(2) 科学合理地进行木材变色防治能有效减少木材加工企业的经济损失 我国产的马尾松、油松、樟子松等松木,西南桦、白桦等桦木,椴木、杨木、橡胶木、铁杉、栎木以及一些进口材,如枫木(槭木)、樱桃木、粗壮阿林山榄、欧洲水青冈等极易发生蓝变及其他类型的变色,特别是某些热带材很容易蓝变,常被认为是低等级木材以致不能得到合理高效利用。一些进口材则因蓝变,到国内厂商手里后,几成废材。如果对变色木材或木材产品不进行变色防治或防治不当,则会给企业造成严重的经济损失,有的还会引起法律纠纷。如,2001年北京某木材厂在夏季没有及时对樟子松木材进行干燥而导致蓝变,一次就损失几十万元;据报道,2003年底,张家港某木材经销商仅粗壮阿林山榄(*Aningeria robusta*, 俗称安利格)原木蓝变一项就亏损上千万元,损失惨重;天津某加工企业从新西兰进口一批辐射松木材,因不了解辐射松容易蓝变的特性,而没有采用相应的科学防治措施,致使造成几十万元的损失。而据美国科研人员估计,仅美国密西西比州由于阔叶树木材变色而导致的经济损失每年就高达1900多万美元。可见,掌握木材变色防治技术对木材加工企业非常重要。

(3) 系统推广木材变色防治技术可有效满足有关木材加工企业的迫切需求 东北林业大学艾沐野等人在2004年初举行的“中国林学会木材科学分会第九次学术研讨会”上发表的论文《浅议木材加工企业中木材质量管理存在的一些问

题》中指出,“木材的变色是企业生产过程中面临的一个问题”,“缺乏相应的木材变色与防治知识与技术,制约和影响企业的发展”;并就部分东北木材企业遭遇的严重的“东北产的红松和俄罗斯产的樟子松树种的木材变色问题”进行了分析和讨论。因为红松和樟子松在人们的印象中是不易变色的木材,在某一区域里它属于优质材,并未发现红松和樟子松的变色质量问题。因此,这可能是由于木材生长立地条件、木材保管或木材材质变异等多种因素导致的变色,从而给一些加工企业带来了严重的经济损失。

从艾沐野先生指出的木材加工企业所遇到的木材变色事例表明,国内企业的木材管理者或技术人员对木材变色与防治的技术知识目前还很匮乏,不了解有关的理论知识与技术,难以找到解决问题的根本出路和出现问题的实质原因,走了很多的弯路。甚至有的企业误认为木材变色只是由于干燥生产不当造成的,而与其他企业到法庭打官司,结果是两败俱伤,严重影响企业的正常生产。

(4) 重视木材变色防治,提高木材综合利用水平 世界发达国家对各种木材变色都非常重视,积极开展了多方面的研究并且形成了不少的技术,特别是对原木与锯材的变色防治更是成绩斐然。国外对木材蓝变和霉变的防治极为重视,每年防蓝变处理木材达 3000 万 m^3 ,其中美国和加拿大占 1/2,其次是芬兰、新西兰、法国和印度尼西亚,每年防蓝变木材处理量都超过 50 万 m^3 ,泰国和马来西亚每年处理 20~30 万 m^3 。

新鲜原木和锯材在贮运过程中易发生蓝变和霉变,而我国胶合板、薄木、家具及其装饰木制品的质量标准,对木材蓝变均有限制,出口产品规定更严。

目前我国对橡胶木、竹材和某些出口木材的防蓝变、防霉比较重视。其中橡胶木防蓝变及防腐是我国木材变色防治的一个成功范例。

我国于 20 世纪 50 年代开始种植橡胶树,25 年后即产胶期过后需采伐更新。由于橡胶木中富含大量糖类物质,因而极易受到菌类(主要为变色真菌)和虫类的侵袭,大大降低了橡胶木的商业价值。因此,最初橡胶树砍伐后,通常就地烧掉或作为薪炭材(烧材)。20 世纪 80 年代开始,一系列橡胶木防腐防虫新技术的运用,有效地保护了橡胶木免受微生物侵害,使橡胶木作为商品材成为现实。经过防腐处理后的橡胶木颜色淡雅、纹理美观、结构细密、加工性能良好,具有与许多珍贵阔叶树木材相类似的装饰效果,但其价格却不到珍贵阔叶树木材的 1/3。因此,橡胶木家具、细木工板广受市场欢迎,形成了一种高效益的产业,也成为我国出口家具的重要部分。近 10 年来,我国橡胶木的防腐处理量已达每年 20 多万立方米;橡胶木家具等制品的年产值达数亿元,每年出口创汇数千万美元,使其成为一种深受市场欢迎的可持续利用的热带人工林木材。

1.3 木材变色防治技术研究现状与展望

随着可持续发展和发展循环经济的不断深入,保护和高效利用有限的木材资源已成为目前经济发展的主要任务。面对国内外木材资源的日益减少,充分利用有限的木材资源变得越来越重要,防止缺陷的产生也就相应地提高了材料的利用率。

材色作为木材视觉特性的物理量之一,是决定木材产品商业价值的重要因素。变色是木材的缺陷之一,直接影响并严重损害成材和制品的外观质量,是制约木材销售和利用的重要因素。我国不同等级的胶合板、单板、家具、地板等都对变色有不同程度限制。

木材变色与防治研究具有广阔的外延和深入的内容,并具有很大的实用性。对木材微生物变色、光变色防治等的研究迄今已有 100 多年,目前,许多国家都在开展这方面的研究工作,但国内这方面的研究还比较少。

一、研究现状

木材变色与防治是木材加工利用过程中的重要内容。从最早关注木材微生物变色与腐朽开始,目前研究涉及到各种物理的、化学的和生物的因素引起的变色,并找到了很多常见树种木材变色的机理和防治措施。

关于木材的变色问题的研究,早期着重真菌类引起的变色,20 世纪 40 年代开始对木材抽提物及光致氧化引起的变色进行研究。

德国、法国、英国学者先后对欧洲产的栎类木材变色,欧洲水青冈、欧洲桦木等多种木材的变色进行了研究,包括对变色类型的确定、变色成分分离和确定以及变色防治技术。关于木材变色树种的研究,国内外比较集中的为泡桐、橡胶木、辐射松、山毛榉、栎木、铁杉等。各国学者的长期研究,获得了各种不同变色树种木材的变色机理,也为变色防治奠定了良好的基础。如德国学者 Charrier 等研究了栎木变色的机理,认为栎木干燥时变棕黄是由于鞣花单宁的水解与氧化作用引起的,鞣花单宁的含量在有色区域比无色区域高 5 倍,说明是变色原物质氧化聚合的产物;Liu 研究了铁杉边材的褐变,得出儿茶素是铁杉木材中引起变色的主要成分。日本学者河村文郎等对西部铁杉的光变色进行了研究,认为变色成分的化学分子构型上具有相同的结构成分,即在芳香环结构中的 α 邻位具有一个愈疮木基环和一个氧基结构,这些结构是光变色的原因。

我国在 20 世纪 80 年代后期,主要开展了橡胶木、泡桐材变色与防治的研究。祖勃荪和常德龙等对泡桐材变色防止做了研究,探索到了一些有效防止与控