

## 易形成菌纹线树种调查

何海珊<sup>1</sup>, 邱 坚<sup>1\*</sup>, 郭梦麟<sup>2</sup>, 甘昌涛<sup>1</sup>, 潘质洪<sup>3</sup>

(1. 西南林业大学材料工程学院, 云南 昆明 650224; 2. Iowa state university, Ames, IA50011, USA;  
3. 中山职业技术学院, 广东 中山 528400)

**摘要:**花斑木是经真菌形成着色的木材的统称,其中,菌纹线构成错综复杂的图案,具有极高的装饰价值。研究表明材种影响菌纹线的形成,为了选择易形成菌纹线的材种以培育具菌纹线的花斑木,对西南林业大学标本库及野外易形成菌纹线树种进行调查统计。结果表明:自然条件下针叶材中易形成菌纹的树种极少,大部分阔叶材易形成菌纹线,主要归属于核桃科、槭树科、榛木科、桦木科、梧桐科、樟科等,龙脑香科、芸香科、无患子科、桃金娘科的木材较难形成菌纹线。常见的易形成菌纹线的木材包括:槭木、西南桤木、合欢、白兰、黄葛树、青钱柳、白楠、山杨等。

**关键词:**花斑木;菌纹线;树种;针叶材;阔叶材

中图分类号:S781.8

文献标识码:A

## Investigation of Wood Species Prone to Forming Zone Lines

HE Hai-shan<sup>1</sup>, QIU Jian<sup>1</sup>, GUO Meng-lin<sup>2</sup>, GAN Chang-tao<sup>1</sup>, PAN Zhi-hong<sup>3</sup>

(1. College of Materials and Engineer, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. Iowa State University, Ames, IA50011, USA; 3. Zhongshan Vocational-technical School, Zhongshan 528400, Guangdong, China)

**Abstract:** Spalting is the coloration on wood produced by fungi, of which, zone lines forming intricate patterns are ornamental. Researches indicate that fungal zone lines are preferentially formed in certain wood species to others. For the purpose of artificially producing spalted wood with zone lines, a survey was launched in the wood specimen of Southwest Forestry University and in the wild. Results show that zone lines rarely occurred in softwoods and often occurred in hardwoods belonging to Jalandaceae, Aceraceae, Corylaceae, Betulaceae, Sterculiaceae, Lauraceae, etc., but was not detected in Dipterocarpaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Myrtaceae, etc., The wood species prone to forming zone lines include *Acer mono* Maxim, *Alnus nepalensis* D. Don., *Albizia julibrissin* Durazz., *Michelia alba* DC., *Ficus virens* Ait., *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinsk., *Phoebe neurantha* (Hemsl.) Gamble, *Populus davidiana* Dode, etc.

**Key words:** spalted wood; zone lines; wood species; hardwoods; softwoods

花斑木(spalted wood)是最近从国外引进的理念,指真菌在木材上形成着色,可增加木材的装饰价值,其中,常见的装饰价值较高的一种类型为菌纹线(zone lines),常呈不规则圈状,构成变化多端、独一无二的图案<sup>[1]</sup>,极富装饰美感。在形成菌纹线初期,真菌对木材材性影响非常小,具有实际应用价值<sup>[2]</sup>。

培育花斑木的影响因素包括菌种、树种、环境条件。Robinson等<sup>[3]</sup>认为,任何树种均可形成花斑木。研究证实材种影响形成菌纹线的数量,以多形炭角菌(*Xylaria polymorpha* (Pers. ex Mer.) Grev.)培育花斑木时,美洲山杨(*Populus tremuloides* Michx.)较糖槭(*Acer saccharum* Marsh.)、黄桦(*Betula allegha-*

收稿日期:2014-06-15

基金项目:国家自然科学基金项目(31270601)

作者简介:何海珊(1989-),女,广西贵港人,硕士研究生.研究方向:生物质材料.

\* 通讯作者:博士,博士生导师.研究方向:生物质材料.

niensis Britt.)、美洲槲(*Tilia americana* L.)形成更多的菌纹线<sup>[4]</sup>; *Chlorociboria* sp. 在美洲山杨、糖槭和黄桦上形成蓝绿色染色,而美洲槲不行<sup>[5]</sup>。糖槭是 Robinson 等研究培育花斑木最常用的树种,对该树种的研究包括以软件统计形成菌纹线和染色的数量<sup>[6]</sup>、培育介质(土壤、蛭石)的影响<sup>[7]</sup>、以硫酸铜刺激真菌形成菌纹线<sup>[8-9]</sup>、菌纹线的形成对木材机械性能损失的影响<sup>[10]</sup>。不同菌种对树种的偏向也显著不同<sup>[11]</sup>,研究以原木培育花斑木供给市场时,选择了桦木(*Acer* spp.)、美洲山杨和美国山毛榉(*Fagus grandifolia* Ehrh.)<sup>[12]</sup>。

国内对花斑木的研究处于起步阶段,何海珊等<sup>[13]</sup>已初步筛选了一些形成花斑木的真菌,包括炭角菌属(*Xylaria* spp.) (4 种)、蔡氏轮层炭角菌(*Daldinia childiae* J. D. Rogers&Y. -M. Ju)、扩散炭角菌(*Nemania diffusa* (Sowerby) Gray)、拟茎点霉(*Phomopsis* sp.)、粘束胞霉(*Graphium* sp.)、*Nectria rigidiuscula* Berk. et Broome,形成菌纹线的菌株在毛白杨(*Populus tomentosa* Carr)上形成的数量比在西南桦(*Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don)、西南桤木(*Alnus nepalensis* D. Don)、轻木(*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)上多。为了利用适宜的材料培育具菌纹线的花斑木,本研究对自然状态下易形成菌纹线的树种进行调查。

### 1 调查与统计方法

在西南林业大学标本库内进行调查与统计。西南林业大学木材标本库目前具有木材标本 1 600 余种,观察标本库中现存标本,记录已形成菌纹线的标本树种名称,并统计标本量较大的每一科内菌纹木标本数量的比例。

在野外进行调查与统计。形成菌纹木的菌种分布广泛,在温湿度适宜的林地中树桩和枯枝中常常形成菌纹线。本研究在云南省林业科学研究院树木园、云南省西双版纳州热带植物园、西双版纳热带花卉园、昆明市金殿公园、西南林业大学校园等地进行调查,记录具菌纹线树种名称。

标本库及野外调查中,形成的菌纹线数量较少、深度浅或同一树种所调查样品中形成菌纹线比例低者,记录为不易形成菌纹线树种。

## 2 结果与分析

### 2.1 标本库统计结果

针叶材形成菌纹线的标本较少,仅杉科 1 种和松科 5 种(图 1)标本具菌纹线。

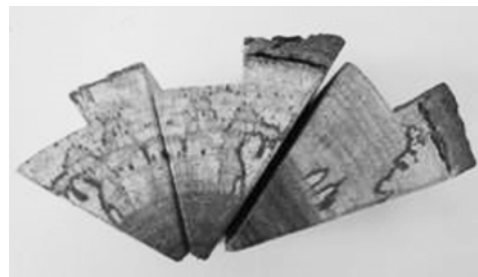


图 1 松科乔松(*Pinus griffithii* A. B. Jackson)

形成菌纹线的阔叶材标本较多,取标本库中科内标本量大于 10 的科(共 36 科)统计菌纹木标本所占比例(图 2)。图 2 从左至右为菌纹线树种数量占库内树种数量百分比由大到小,其中,核桃科(Juandaceae)、槭树科(Anacardiaceae)、榛木科(Corylaceae)、桦木科(Betulaceae)、梧桐科(Sterculiaceae)、樟科(Lauraceae)、冬青科(Aquifoliaceae)、杨柳科(Salicaceae)(图 3~5)所占比例为 20% 以上,而

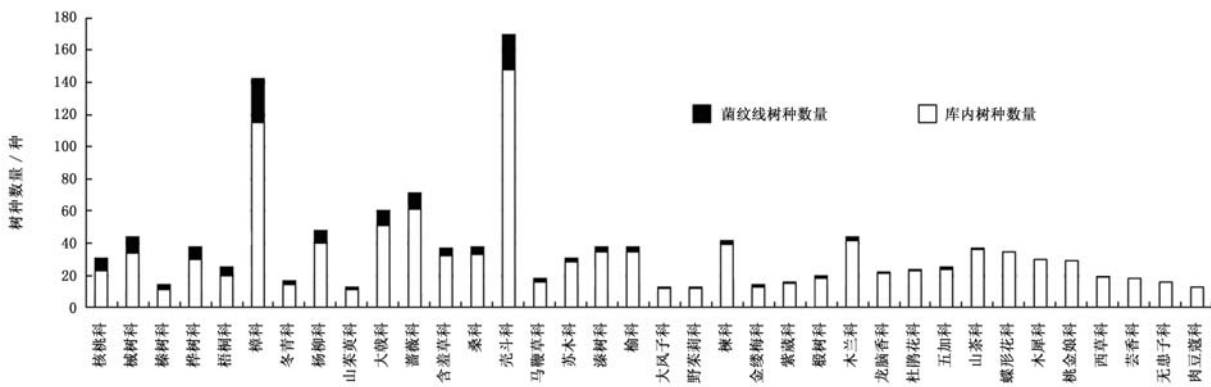


图 2 标本库树种数量大于 10 的科及其具菌纹线树种数量

木兰科 (Magnoliaceae)、龙脑香科 (Dipterocarpaceae)、杜鹃花科 (Ericaceae)、五加科 (Araliaceae)、山茶科 (Theaceae)、蝶形花科 (Papilionaceae)、木犀科 (Oleaceae)、桃金娘科 (Myrtaceae)、茜草科 (Rubiaceae)、芸香科 (Rutaceae)、无患子科 (Sapindaceae)、肉豆蔻 (Myristicaceae) 所占比例为 5% 以下。

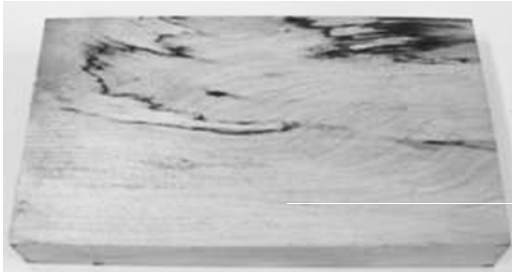


图3 槭树科白牛槭 (*Acer mandshuricum* Maxim.)

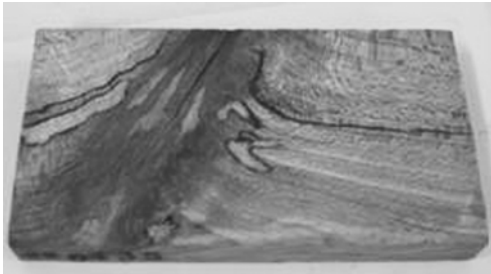


图4 核桃科云南枫杨 (*Pterocarya delavayi*)



图5 杨柳科滇白杨 (*Populus unnanensis* Dode)

## 2.2 野外调查统计结果

针叶材中形成菌纹线的树种极少,野外调查仅发现松科松属 1 种。阔叶材形成菌纹线的树种较多,56 科 141 种阔叶材易形成菌纹线(图 6~8)。调查所得树种所属科具 4 种以上见表 1,树种数量多的前三者为樟科、木兰科及蝶形花科。

表 1 野外调查的不同科的树种数量

科名	树种/种
樟科	11
木兰科	10
蝶形花科	9
苏木科	8
大戟科	7
漆树科	5
梧桐科	5
含羞草科	5



图6 蔷薇科冬樱 (*Cerasus serasoides* (D. Don) Sok)



图7 桦木科西南桤木 (*Alnus nepalensis* D. Don)



图8 蝶形花科大果紫檀 (*Pterocarpus macarocarpus* Kurz)

## 2.3 形成花斑的常见树种

综合标本库及野外调查结果,2 科 6 种针叶材易形成菌纹线,79 科 320 种阔叶材易形成菌纹线。阔叶材中核桃科、槭树科、榛木科、桦木科、梧桐科、樟科、大戟科 (Euphorbiaceae)、蔷薇科 (Rosaceae)、含羞草科 (Mimosaceae)、壳斗科 (Fagaceae)、蝶形花科、木兰科、苏木科 (Caesalpinaceae) 的树种较易形

成菌纹线,龙脑香科、芸香科、无患子科、桃金娘科、肉豆蔻科、木犀科的木材较难形成菌纹线。表 2 是

根据国家标准 GB/T16734—1997《中国主要木材名称》,列出易于形成菌纹线的主要树种。

表 2 自然易形成菌纹线的主要树种

科别	树种名		科别	树种名		
	中文名	拉丁学名		中文名	拉丁学名	
松科	乔松	<i>Pinus griffithii</i> A. B. Jackson	核桃科	青钱柳	<i>Cyclocarya paliurus</i> (Batal.) Iljinsk.	
	油松	<i>P. tabulaeformis</i> Carr.		野核桃	<i>Juglans cathayensis</i> Dode	
	黑松	<i>P. thunbergii</i> Parl.		核桃楸	<i>J. mandshurica</i> Maxim.	
槭树科	云南铁杉	<i>Tsuga dumosa</i> (D. Don) Eichler	核桃	<i>J. regia</i> L.		
	罗浮槭	<i>Acer fabri</i> Hance	化香	<i>Platycarya strobilacea</i> Sieb. et Zucc.		
	扇叶槭	<i>A. flabellatum</i> Rehder	云南枫杨	<i>Pterocarya delavayi</i> Franch		
	白牛槭	<i>A. mandshuricum</i> Maxim.	华西枫杨	<i>P. insignis</i> Rehd. et Wils.		
	槭木	<i>A. mono</i> Maxim.	樟科	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	
三峡槭	<i>A. wilsonii</i> Rehd.	云南樟		<i>C. glanduliferum</i> (Wall.) Nees.		
漆树科	山枣	<i>Choerospondias axillaris</i> (Roxb.) Burt et Hill		丛花厚壳桂	<i>Cryptocarya densiflora</i> Bl.	
	杠果	<i>Mangifera indica</i> L.		香叶树	<i>Lindera communis</i> Hemsl.	
夹竹桃科	糖胶树	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. BR.		黑壳楠	<i>L. megaphylla</i> Hemsl.	
冬青科	小果冬青	<i>Ilex micrococca</i> Maxim.		潺胶木姜	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	
桦木科	西南桤木	<i>Alnus nepalensis</i> D. Don.		柿叶木姜	<i>L. monopetala</i> (Roxb.) Pers.	
	硕桦	<i>Betula costata</i> Trautv.		短序润楠	<i>Machilus breviflora</i> (Benth.) Hemsl.	
	棘皮桦	<i>B. dahurica</i> Pall.		华润楠	<i>M. chinensis</i> (Benth.) Hemsl.	
	香桦	<i>B. insignis</i> Franch.		两广润楠	<i>M. robusta</i> W. W. Smith	
	光皮桦	<i>B. luminifera</i> H. Winkl.	白楠	<i>Phoebe neurantha</i> (Hemsl.) Gamble		
紫葳科	白桦	<i>B. platyphylla</i> Suk.	千屈菜科	绒毛紫薇	<i>Lagerstroemia tomentosa</i> (Benth.) Hemsl.	
	千张纸	<i>Oroxylum indicum</i> (L.) Vent.		云南紫薇	<i>L. intermedia</i> Koehne	
木棉科	缅甸木	<i>Mayodendron igneum</i> (Kurz) Kurz	木兰科	白兰	<i>Michelia alba</i> DC.	
	木棉	<i>Gossampinus malabaricum</i> (DC.) Merr.	金叶白兰	<i>M. foveolata</i> Merr. ex Dandy		
橄榄科	橄榄	<i>Canarium album</i> (Lour.) Raeusch.	楝科	红椿	<i>Toona sureni</i> (Bl.) Merr.	
	乌榄	<i>C. pimela</i> Kornig		麻楝	<i>Chukrasia tabularis</i> A. Juss	
苏木科	翅荚木	<i>Zenia insignis</i> Chun	川楝	<i>Melia toosendan</i> Sieb. et Zucc.		
	酸豆	<i>Tamarindus indica</i> L.	合欢	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.		
木麻黄科	木麻黄	<i>Casuarina equisetifolia</i> L. Dx Forst.	含羞草科	山合欢	<i>A. kalkora</i> (Robs.) Prain	
榛木科	亮叶鹅耳枥	<i>Carpinus londoniana</i> H. Winkl.		毛叶合欢	<i>A. mollis</i> (Willd.) Boliver	
	铁木	<i>Ostrya japonica</i> Sarg.		白格	<i>A. procera</i> Benth	
柿树科	柿树	<i>Diospyros kaki</i> Champ.	桑科	象耳豆	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	
	粗齿猴欢喜	<i>Sloanea hemsleyana</i> (Ito) Rehd. et Wils.		黄葛树	<i>Ficus virens</i> Ait.	
杜英科	杜仲	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	菠萝蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.		
大戟科	橡胶树	<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. -Arg.	紫金牛科	密花树	<i>Rapanea nerijfolia</i> (Sieb. et Zucc.) Mez.	
	乌桕	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Merr.	珙桐科	珙桐	<i>Davidia involucrata</i> Baill	
	油桐	<i>Vernicia fordii</i> (Hemsl.) Airy-Shaw	木犀科	白腊树	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	
	毛银柴	<i>Aporusa villosa</i> (Wall.) Baill.	蝶形花科	黄檀	<i>Dalbergia hupeana</i> Hance	
	云南银柴	<i>A. yunnanensis</i> (Pax et Hoffm.) Metcalf		刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	
	壳斗科	米楮	<i>Castanopsis carlesii</i> (Hemsl.) Hay.	马尾树科	马尾树	<i>Rhoiptelea chiliantha</i> Diels et Hand. -Mazz.
		银叶锥	<i>C. argyrophylla</i> King ex Hook. f.	蔷薇科	山丁子	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh
		短刺锥	<i>C. echidnocarpa</i> A. DC.	杨柳科	桃叶石楠	<i>Photinia prunifolia</i> (Hook. et Arn.) Lindl.
		青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i> (Thunb.) Oerst.		青杨	<i>Populus cathayana</i> Rehd.
		黄青冈	<i>C. delavayi</i> (Franch.) Schott.	山杨	<i>P. davidiana</i> Dode	
滇青冈		<i>C. glaucooides</i> Schott.	清溪杨	<i>P. rotundifolia</i> var. <i>duclouxiana</i> (Dode) Gom.		
饭甑青冈		<i>C. fleuryi</i> (Hick. et A. Camus) Chun	大青杨	<i>P. ussuriensis</i> Kom.		
丝栗		<i>C. platyacantha</i> Rehd. et Wils.	滇白杨	<i>P. yunnanensis</i> Dode		
亮叶水青冈		<i>Fagus lucida</i> Rehd. et Wils.	天料木科	阔叶天料木	<i>Homalium laoticum</i> var. <i>glabratum</i> C. Y. Wu.	
水青冈		<i>F. longipetiolata</i> Seem.	山榄科	桃榄	<i>Pouteria annamensis</i> (Pierre) Baehni	
茸毛桐	<i>Lithocarpus dealbatus</i> Rehd.	水冬哥科	锥序水冬哥	<i>Saurauia napaulensis</i> DC.		
包桐	<i>L. cleistocarpus</i> Rehd. et Wils.	玄参科	泡桐	<i>Paulownia fortunei</i> (Seem.) Hemsl.		
多穗桐	<i>L. polystachyus</i> (A. DC.) Rehd.	苦木科	毛泡桐	<i>P. tomentosa</i> (Thunb.) Steud.		
密脉桐	<i>L. fordianus</i> (Hemsl.) Chun		臭椿	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle		
大风子科	麻栎	<i>Quercus acutissima</i> Carr.	梧桐科	毛叶梭罗	<i>Reevesia pubescens</i> Mast.	
	栓皮栎	<i>Q. variabilis</i> Bl.	假苹婆	<i>Sterculia lanceolata</i> Cav.		
	锐齿槲栎	<i>Q. aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> Maxim.	棉毛苹婆	<i>S. pexa</i> Pierre		
藤黄科	刺篱木	<i>Flacourtia ramontchii</i> L. Herit.	银叶树	<i>Heritiera littoralis</i> Dryand.		
	伊桐	<i>Itoa orientalis</i> Hamsl.	水青树科	水青树	<i>Tetracentron sinense</i> Oliv.	
金缕梅科	铁力木	<i>Mesua ferrea</i> L.	榆科	春榆	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai	
七叶树科	马蹄苘	<i>Exbucklandia populnea</i> (R. Br.) R. W. Brown	四蕊朴	<i>Celtis tetrantra</i> Roxb.		
	蚊母树	<i>Distylium racemosum</i> Sieb. et Zucc.	马鞭草科	乔木紫珠	<i>Callicarpa arborea</i> Roxb.	
	七叶树	<i>Aesculus chinensis</i> Bunge	柚木	<i>Tectona grandis</i> L. f.		

### 3 结论

自然条件下,大部分针叶材不易形成菌纹线,阔叶材易形成菌纹线。阔叶材中的核桃科、槭树科、榛木科、桦木科、梧桐科、樟科、大戟科、蔷薇科、含羞草科、壳斗科、蝶形花科、木兰科、苏木科的多数树种较易形成菌纹线;龙脑香科、芸香科、无患子科、桃金娘科、肉豆蔻科、木犀科的大部分木材较难形成菌纹线。其中,易形成菌纹线的常见树种如槭木、西南桉木、合欢、白兰、黄葛树、青钱柳、白楠、山杨等树种。特别是经济价值较低的行道树,可通过以真菌培育形成花斑增加其装饰性,应用于家具装饰贴面、工艺品中。

大部分针叶材不易形成菌纹线,而阔叶材易形成,这可能与针叶材中的木质素比阔叶材中的木质素含有较高的酚羟基有关,木质素中的自由酚羟基对真菌具有毒性<sup>[14]</sup>。龙脑香科、芸香科、无患子科、桃金娘科、肉豆蔻科、木犀科的木材普遍材色较深,可能含苯酚类化合物,对形成菌纹线的真菌有毒,抑制其生长及形成菌纹线。

野外树种调查有限,一些树种未被调查,调查的结果为冰山一角,标本库的调查结果与标本制作过程及其环境条件有关,但本研究结果仍极有参考价值。依据国家标准《中国主要木材名称》列出118种,作为在培育花斑木时的首要树种选择的参考。

#### 参考文献:

- [1] 何海珊,邱 坚,甘昌涛. 花斑木研究现状及展望[J]. 西南林业大学学报, 2013, 33(6):94-97.
- [2] 邱 坚,何海珊. 菌作媒,木生花——花斑木提高木材综合利用率[J]. 中国红木古典家具, 2013(12):56.
- [3] Robinson S C, Richter D L, Laks P E. Colonization of sugar maple by spalting fungi[J]. Forest Products Journal, 2007, 57(4):24-32.
- [4] Robinson S C, Laks P E. Wood species and culture age affect zone line production of *Xylaria polymorpha* [J]. Mycological Research, 2010, 4(1):18-21.
- [5] Robinson S C, Laks P E. Wood species affects laboratory colonization rates of *Chlorociboria* sp. [J]. Int Biodeterior Biodegradation, 2010, 64(4):305-308.
- [6] Robinson S C, Laks P E, Turnquist E J. A method for digital color analysis of spalted wood using scion image software[J]. Materials, 2009, 2(1):62-75.
- [7] Robinson S C, Richer D L, Laks P E. Effects of substrate on laboratory spalting of sugar maple[J]. Holzforschung, 2009, 63(4):491-495.
- [8] Robinson S C, Laks P E. The effects of copper in large-scale single-fungal and dual-fungi wood systems [J]. Forest Product Journal, 2010, 60(6):490-495.
- [9] Robinson S C, Laks P E and Richter D L. Stimulating spalting in sugar maple using sub-lethal doses of copper[J]. European Journal of Wood and Wood Products in Review, 2010, 69(4):527-532.
- [10] Robinson S C, Richter D L, Laks P E, et al. Evaluating loss of machinability in spalted sugar maple[J]. Forest Products Journal, 2007, 54(4):33-37.
- [11] Robinson S C, Tudor D, Cooper P A. Wood preference of spalting fungi in urban hardwood species[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2011, 65:1145-1149.
- [12] Robinson S C, Tudor D, Hipson S. Methods of inoculating *Acer* spp., *Populus tremuloides* and *Fagus grandifolia* logs for commercial spalting applications[J]. Journal of Wood Science, 2013, 59:351-357.
- [13] 何海珊,伍建榕,邱 坚,等. 花斑木菌种筛选[J]. 林业科学, 2014, 50(5):119-122.
- [14] 郭梦麟,蓝浩繁,邱 坚. 木材腐朽与维护[M]. 北京:中国计量出版社, 2010:154-156, 159-160.