



望 杨

——杨树文化、用途和速生机理

牛正田 著

中国林业出版社

望 杨

——杨树文化、用途和速生机理

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

望杨：杨树文化、用途和速生机理/牛正田著. —北京：
中国林业出版社，2012. 1
ISBN 978 - 7 - 5038 - 6466 - 7

I. ①望… II. ①牛… III. ①杨树 - 介绍
IV. ①S792. 11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 000420 号

出版：中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: pubbooks@126.com 电话: 010 - 83283569

发行：新华书店北京发行所

印刷：北京地质印刷厂

版次：2012 年 1 月第 1 版第 1 次

开本：787mm × 960mm 1/16

印张：11.5

字数：175 千字

定价：28.00 元

自序

杨树，是北方最常见的树种之一，具有易栽、速生、多用等特点。以其易栽，既被广泛应用于我国“三北”（东北、华北、西北地区）防护林等大规模造林工程，也常植于居舍、道路之畔；因其速生，研究者青眼睐之，贤者毕聚，或谓之曰“杨家将”；以其多用，为材，为浆，为景，为荫，世人喜之，文人墨客为诗作赋以赞之。《诗》曰：“东门之杨，其叶牂牂，昏以为期，明星煌煌。”浪漫气息通篇流溢，令人心醉神驰；茅盾先生则更盛赞其为树中的“伟丈夫”。

本人生于晋南薄祚寒门，长于穷乡僻壤。幼年饱尝艰辛却也苦中作乐，也曾与樵童牧竖为伍，游戏于泉涧之上，徜徉乎草木之间，与杨为伴。束发受书十余载，得以考入中国林业最高学府之一北京林业大学，从习森林保护专业。甫一入学，即闻说校内杨树遗传改良事迹点滴，始知南北方速生林研究两大阵营——北方杨树研究者“杨家将”和南方杉（读 shā）木研究者“沙家浜（杉家帮）”，心向往之。为遂心愿，本科毕业后，考入北京林业大学攻读林木遗传育种硕士学位，从事林木遗传育种的理论学习和研究实践。硕士研究生毕业后，我有幸在河南省林业技术推广站从事杨树工业用材新品种的推广工作，始与杨树有了亲密接触。两年后，我考取中国林业科学研究院森林培育学博士研究生，师从中国林业科学研究院林业所研究员、著名杨树遗传育种专家张绮纹先生，主要研究方向为杨树遗传改良及生理生态研究，正式入编“杨家将”。

博士研究生期间，参加多项杨树相关科研项目，包括：“948”项目控制林木木质素合成酶基因及其转化技术的引进，国家林业局科技成果重点推广项目“107 杨和 108 杨的推广”，国家林业局科技成果项目

“杨树雄性优良品系在城市林业中的应用与示范”，国家林业局标准制订项目“杨树主要品种分子指纹图谱”等。并于2006年9月至12月间赴加拿大魁北克大学做访问学者，研究北美地区寒带森林的养分季节性变化以及美洲山杨的生理生态学特性。

获得博士学位后，我加盟河南投资集团公司，任高级业务经理，全力推进林纸一体化事业，在“牂牁”之声中，静候所期。

2009年初，我因故中断了杨树研究、推广工作。身虽不在，心实念之，对杨树的关心依然难舍。现将我从事杨树研究期间的部分所得整理成册，也是对我和杨树感情的一种梳理和总结。书的内容包括我的博士论文及几篇曾在刊物上发表过的文章。

杨之根也深，杨之本也壮，杨之冠也广。我对杨树之研究，不能穷其繁，不能尽其理，不能详其微，只能观其大概，仰望其美，故书名《望杨》。卑之无甚高论，姑且不揣浅陋，抛砖引玉，以就教于大方之家吧。于自己固然是纪念，若于他人能有所启发，则幸甚哉！

作 者

2011年12月

目 录

自序

上篇 杨树文化和用途

杨树与中西传统文化渊源	3
飘絮时节,北京何以解惑	6
杨树的经济价值不应局限于木材	9
北美地区杨树木材利用现状与前景	12
制约河南林纸一体化因素分析及对策建议	21

下篇 杨树速生机理研究

黑杨派无性系苗期产量相关性状的遗传变异	33
1 绪论	37
1.1 引言	37
1.2 国内外杨树产量生理遗传学及理想株型研究进展	39
1.3 研究目标和主要研究内容	53
1.4 研究技术路线	54
2 研究材料与方法	55
2.1 试验材料	55
2.2 研究方法	57
3 结果与分析	64
3.1 黑杨派无性系生长性状的变异分析	64
3.2 无性系的生长进程及物候期研究	71
3.3 不同无性系叶片形态性状的变异分析	77
3.4 叶生长发育与生物量的关系	85

3.5 根冠比	91
3.6 不同无性系的气体交换特性	92
3.7 显微结构	108
3.8 生化指标的差异	114
4 结论与讨论	121
4.1 结论	121
4.2 讨论	123
4.3 展望	132
附 缩略词	135
国外杨树速生机制与理想株型研究进展	149
欧美杨 107 地上部分生物量及生长规律研究	159
附录	
木本植物组织中糖和淀粉含量测定方法	165
加拿大学者对作者访问期间的评价	171
博士论文答辩评价表	174
致谢	175

上 篇

杨树文化和用途

杨树与中西传统文化渊源

杨树是杨柳科杨属植物的通称，又分为胡杨、白杨、青杨、黑杨、大叶杨等五大“派”，广泛分布于北半球温带、寒带地区。中国处于世界杨树的中心分布区域。世界杨树天然种类 100 余种，我国就有 53 种，分布全国，杨树天然林面积约 300 万 hm^2 。在中西方文化差异的背景下，杨树在人们心目中的地位也曾经截然不同。

中国：诗词歌咏 早早进城

我国杨树栽培具有十分悠久的历史。《诗经》有“东门之杨，其叶牂牂”“阪有桑，隰有杨”、《周易》有“枯杨生稊”之句，说明当时人们已在广泛栽植，杨树为先民所熟知。《韩非子》中引用战国时期遗留下来《惠子》一书，记载杨树繁育容易，适应性强，说：“夫杨，横树之即生，倒树之即生，折而树之又生。然使十人树之而一人拔之，则毋生。”《晋书》所录东晋十六国时期民风《关陇之歌》中，有“长安大街、夹树杨槐”的描述，说明当时的杨树已不限于农村栽植，也成为都市街道的绿化树种。北魏贾思勰《齐民要术》一书，在“种榆白杨第四十六”中，具体叙述了杨树插枝育苗的技术。明代王象晋所著《群芳谱》，也有杨树栽培的详细记载。

我国古代诗词中歌咏的杨树意象一般有两个，一是白杨，二是杨花。

中国民谚有“前不植桑，后不插柳，院内不栽鬼拍手”的说法，“鬼拍手”指的是毛白杨，一是以其叶片簌簌沙沙响声终夜不止；二是古代民间认为白杨是墓树，有不祥之意，故名之。而汉代《古诗十九首》中“白杨何萧萧，松柏夹广路”“白杨多悲风，萧萧愁杀人”的诗句也与此暗合。

自汉代以后，挽歌、悼辞、墓志中多用白杨意象来寄托哀思，往往涉及哀悼、怀古、叹逝等触及生死的问题。

而古代有关杨树飘絮的诗文更是不胜枚举。如“杨花落尽子规啼”，“杨花榆荚无才思”，“细看来不是杨花，点点是离人泪”等等。杨树的果实被白絮包裹随风飘荡，故有“轻似吴绵淡似霜”的描摹。《辞源》释义曰：“杨，木名，与柳同科异属，惟枝上挺，其实亦成白絮飞散。”但《辞源》对“杨花”的解释——“杨花：柳絮。”引例为北周庾信《春赋》“新年鸟声千种啭，二月杨花满路飞”。这种结论过于绝对。杨树开花飞絮在四五月的初夏时节，柳树开花飞絮比杨树大约早两个月左右，因而把“二月杨花”理解为柳絮是完全可以的。但把“杨花”一律理解为“柳絮”的解释，并不科学、全面，因为杨树本身毕竟也开絮状花，也如白絮飞舞。如将“杨花”条列两项释义：一为自指，一为泛称，则周至而科学。

柳絮是柳树的种子，上有白色绒毛，随风飘扬，形似棉絮，故名。那么，为什么又将“柳絮”称为“杨花”呢？民间传说，隋炀帝杨广开凿运河，动员民众在运河沿岸植柳，凡种活一棵柳树者辄奖励细绢一匹，于是百姓争植，造就了“杨柳岸晓风残月”的运河风光。隋炀帝不仅亲自植柳，并赐柳树姓“杨”。此后，杨柳便亲如一家，不分彼此了。既然垂柳可称为垂杨，那么“柳絮”称为“杨花”也就顺理成章了。

“杨花”“柳絮”常相提并论，但“杨花”毕竟还保留了“自称”的一块领地。“春城无处不飞花”，统而言之地赞颂了杨花、柳絮无处不在的飘逸舞姿。“颠狂柳絮随风舞，轻薄杨花逐水流”，则隐含了对轻狂浮躁世风的贬斥。

西方：又爱又恨 苛求杂种

杨树在北美、欧洲也是广泛栽培。西方人对于杨树的感情很复杂，既有崇拜的一面，又有咒骂的一面。

一方面，人们特别崇拜和尊敬杨树。银白杨与希腊神话中的大力神海格里斯和普西芬尼有关，因为杨树治愈了海格里斯的蛇毒。北美土著居民认为杨树是一种神奇的药用树种。杨树因其树干高大挺拔，被用作行道树

和城市绿化树种已有几千年的历史。著名印象派画家凡高、莫奈和赛尚都有杨树为题材的名画。诗人们用诗歌歌颂杨树的不朽。在科学方面，杨树是人们研究和报道最多的木本植物。杨树木材可以制成多种工业品。杨树生长速度惊人，所以被广泛用于工业用材林和防风林。

另一方面，杨树也有不吉祥的一面。在基督教里，耶稣被钉死的十字架是用欧洲山杨制作的，犹太也是在欧洲山杨树上上吊结束了自己的生命。这些不光彩的事情，诅咒了欧洲山杨不断地摇晃。在 19 世纪，这种传说的威力是如此之大，以至于美国大湖地区的伐木工人拒绝入住用欧洲山杨做成的小木屋。维多利亚人把欧洲山杨比喻为丑恶悲伤和恐惧。

在现代社会中，这种情况也没有完全好转。杨树特别是杂种杨树，经常被称为“垃圾树”，因为他们树龄短，易感染病虫害。小苗圃场经常在周末媒体上发布广告，宣传出售不合格的杨树苗木，更加深了人们垃圾树的印象。

因为飘絮，美国部分城市禁止在市区种植杨树。

（原载《中国绿色时报》）

飘絮时节，北京何以解惑

北京人每年4月都会经历这样的一幕：绒花一般的杨絮便开始飞满全城，于是北京便有了“杨树庄”的称号。如何解决“杨树庄”之憾？每年都有人提议砍掉大杨树，更换为其他树种诸如此类的意见与建议。

首都绿化、美化，市民仁者见仁，智者见智。砍掉大杨树、更换为其他树种的说法虽有失偏颇，但大家对居留城市生态的保护和关注意识值得肯定和提倡。

要想对杨树飘絮问题作出客观公正的评价，就必须对杨树的生物学知识、杨树与中国传统历史文化知识有全面了解，在此基础上借鉴杨树在国外城市绿化中的应用，才能提出比较切合北京实际的意见。

杨树飞絮是在繁衍后代

习惯上，人们把飘絮现象称为“杨柳飞絮”。在日常生活中杨柳并称，不分彼此，如“杨柳依依”“河边有几棵杨柳”。这种说法在植物分类学中并不正确。

杨柳科属于显花植物门、被子植物亚门、双子叶植物纲，落叶乔木或灌木，分布在寒温带、温带和亚热带。杨柳科包括杨属、钻天柳属和柳属3个属，有620多种。我国3个属均有分布，有320多个种。人们常说的杨树就是杨属的泛指，包括100多个种，主要分布在欧洲、亚洲和北美洲，我国有50余种。

大家常讲的柳树，泛指钻天柳属和柳属的树种。钻天柳属为单属单种，仅钻天柳一个种，分布于我国东北地区、朝鲜、日本和俄罗斯远东地区。柳属是个大家族，有520多种，主要分布在北半球。我国有257种，

大多数地区都有分布和栽培。

杨树飘絮源于杨柳科树种的生物学特性。它们的花为单性花，雌雄异株，柔荑花序，花无花被。春天树还没有长出嫩叶时，雄株上的雄花先开放，经过一段时间发育成熟后，雄花序上的花药自然裂开，花粉飞散而出，进行传粉，然后雄花序逐渐萎蔫脱落。春天，在一些杨树的下面我们看到的像毛毛虫似的那些东西就是杨树的雄花序。比雄花稍晚一些时期，雌株上的雌花开始开放。伴随着雌花序的发育成熟，雌树上鲜嫩的幼叶也开始慢慢地长出来。雌花序是由若干朵小花组成穗状的柔荑花序，每一朵小花发育后长成一个小蒴果，小蒴果里面包被着白色絮状的绒毛，在绒毛中间藏着一些像芝麻粒大小的由胚囊发育而成的种子，随风飞扬，飞絮能把种子带到很远的地方。这种现象就是前面所说的杨絮。

现有办法治飞絮不可行

在城市绿化中大量种植不飞絮的雄杨、雄柳，这种做法不完全正确。大量雄树产生的花粉飞散在空气中，是产生花粉过敏的重要根源，是直接影响人们健康的环境问题。不过，对杨树花粉过敏的人不是很多。所以，建议城市绿化用杨树还是以雄性无性系为主。

砍掉杨柳大树和柳树高接换头，这种方法应该慎用。根据调查，北京大杨树主要是 20 世纪 70 年代初栽植的雌树，相关部门估算可能有 500 万株左右，如果大量砍伐，引起的环境破坏会是巨大的。前几年，南方城市开始对雌性柳树进行高接换头，砍掉原有树冠，重新嫁接幼嫩雄性枝条，变雌树为雄树，以减少飘絮。有报道说，北京今年也开始采用这种方法，但应该慎重，特别是在商业路段和人口密集区。光秃秃的大树没有任何遮阳效果，酷热夏天来临的时候，苦果在所难免。因为法国梧桐飘絮，前几年郑州市集中进行高接换头，结果是原本有绿城之称的郑州，夏天街道竟然没有绿荫，市民对此怨声载道。

化学防治花粉和飘絮污染，会造成新的环境问题。化学防治花粉和飘絮污染是指通过对杨柳树体注射化学物质，达到使植物雌雄花絮败育方法。这种方法价格昂贵，化学物质的大量使用，还不可避免地会造成环境污染，并不可行。

对杨花柳絮当抱宽容之心

杨树与柳树只是产生飘絮和花粉污染的两个主要树种，其他树种如悬铃木和其他开花植物也是飘絮和花粉污染的重要来源。所以我们要想看到百花盛开的美景，就必须忍受短暂的飘絮和花粉污染，因为植物也必须繁衍后代，这是大自然的规律。杨柳飘絮和传粉自从杨树进入城市即有诗歌记载。古人可以用美好的诗歌去歌颂它们，现代人应该更多一份宽容之心。

要解决城市绿化美化中的杨柳飞粉与飞絮问题，根本措施还在于：培育雄性不育和雌性不育，即少花或无花的新品种，来替换目前种植的老品种。有计划地逐步砍伐，在不同地带、不同路段可以逐棵间伐，种植椴树、银杏等行道树。

杨树和柳树是地球上重要的植物资源，尽管存在一些不足，却是重要的树种，遍及全国，在生态建设和木材生产中发挥着巨大的作用。现代科学正在努力研究、开发与发展更多更好的杨树与柳树资源，使之更好地服务于人类。

（原载《中国绿色时报》）

杨树的经济价值不应局限于木材

我国处于世界杨树的中心分布区域，世界杨树天然种类 100 余种，我国就有 53 种，分布全国，杨树天然林面积约 300 万 hm^2 。

新中国成立后，随着大量从国外引进我国稀缺的黑杨派种质资源，我国杨树人工林发展已奠定了坚实的基础。2002 年，速生丰产用材林基地建设工程启动，我国杨树人工林得以迅速发展。据估计，我国杨树人工林面积已经达到 800 万 hm^2 ，其中 70% 以上是黑杨派品种。

长期以来，杨树的发展主要是为了满足我国日益短缺的木材需求，也就是说，杨树主要被利用的部分是树干。针对杨树木材生产过程中产生的大量的树皮、树叶、树芽以及花絮开展综合利用，具有重要的经济意义。同时，对木材生产过程中产生的固体污染物再利用、杨树雌株的飘絮污染和雄株的花粉污染防治，又具有重要的生态效益。

皮、叶、花序可作饲料

杨树全身都是宝，过去人们缺乏研究，特别是杨树的叶、皮、花序均被抛弃或作燃料。随着畜牧科技蓬勃发展，人们对畜牧饲料的开发利用进行了全方位研究，杨树的皮、叶、花序价值被重新认识。

山西农业大学张阅军等人通过对毛白杨花序营养成分进行比较，初步认为：杨树花营养成分含量丰富，作为饲料开发利用，营养价值很高。杨树花中所含无机元素的种类及数量都很丰富，与其他饲料混喂可弥补其他饲料无机元素的不足。

中国林业科学研究院林业研究所对几种主要欧美杨品种鲜叶测定，叶粗蛋白含量在 12.97% ~ 13.56% 之间，高于大麦秸、玉米秸。山东省临沂

市兽医站与4户林业专业户合作试验,分别用树叶饲喂兔、羊。20只长毛兔饲喂杨叶粉90天,每只兔平均体重比对照多增重17g,多产兔毛8g;8对绵羊饲喂1054天,喂杨叶粉的绵羊平均每只净增重4.81kg,而对照组绵羊平均每只增重仅1.31kg。

中国林业科学研究院林化所对PL杨树皮类脂化学成分和利用的研究取得成果。目前,他们已经成功开发出杨树皮提取物饲料添加剂,并制定了这一产品的行业标准(标准编号:LY/T 1566-1999)。

杨树皮可作工业原材料

杨树木材工业生产工程中剩余的树皮量很大,可以达到木材材积的10%~15%,其利用途径有以下几种。

生产树皮人造板和建筑材料。如水泥树皮板、石膏树皮板等。俄罗斯研制成功的一种“柯罗利特”板,是以石膏作为胶粘材料的特种人造板,主要成分包括粉碎的树皮、一级石膏、阻化剂、防腐剂和 水。

制造肥料。树皮含有较多的木质素和微生物生长所必需的营养成分,而且树皮是天然物质,没有化学肥料污染。研究表明:用25%~75%的树皮和污泥混合,是很好的肥料。

作为燃料。在能源日益紧张的今天,树皮等木质废料用作燃料已经越来越受到人们的重视。树皮燃烧可以产生蒸汽、用来发电,大约5.5kg湿树皮相当于1kg的油。

杨树皮粉也可以用来制造胶粘剂的填充剂。

杨树芽可作防腐剂和入药

在西方,人们特别崇拜和尊敬杨树,银白杨与希腊神话中的大力神海格里斯和普西芬尼有关,因为杨树治愈了海格里斯的蛇毒。北美土著居民认为,杨树是一种神奇的药用树种。

每年的12月~次年2月,休眠的杨树芽中含有丰富的芳香类树脂,芽提取物中含丰富的抗氧化物,芽提取液可以在常温下存放1年以上都不会腐烂。北美的土著居民印第安人将杨树芽放在动物油中以防动物油脂腐烂变质。杨树芽含丰富的挥发性油,如苹果酸、甘露糖醇、萜烯类物质,可