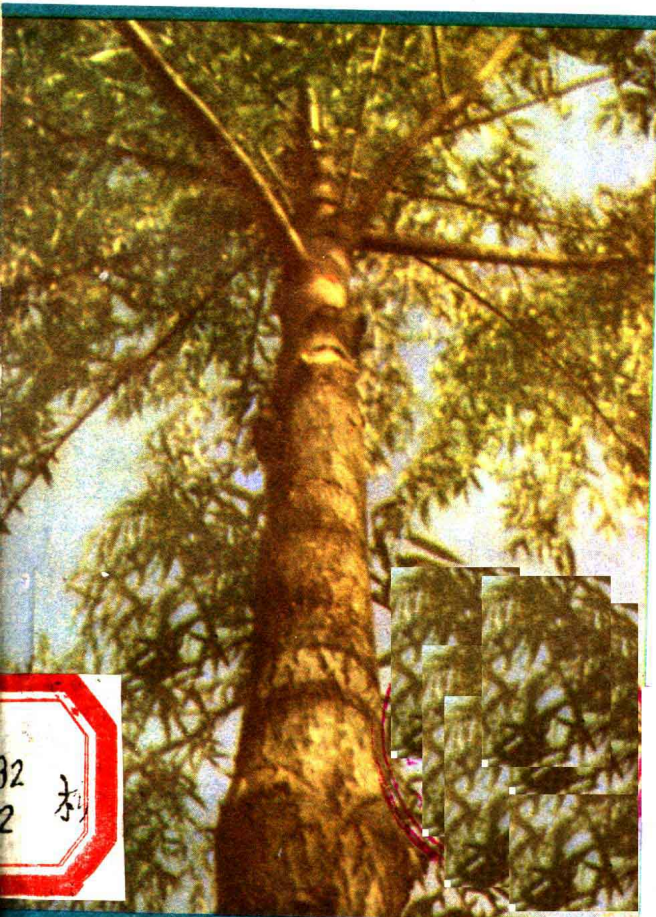


柳树育种与栽培

涂 忠 虞 编著



江苏科学技术出版社

柳树育种与栽培

涂忠虞 编著

江苏科学技术出版社

柳树育种与栽培

涂忠虞 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：淮海印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 9.25 字数 200,000

1982 年 10 月第 1 版 1982 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—4,500 册

书号：16196·098 定价：0.66 元

责任编辑 张士冷

序 言

柳树是我国重要的树种资源之一，分布广泛，种类丰富，具有很高的经济价值。栽柳在我国有悠久的历史。我国劳动人民，在各种不同的环境条件下，为了不同的需要，而普遍栽植柳树。例如，用柳树造林护堤防浪，治理河道；埂坎栽柳护坡，保持水土；沙地栽柳，防风固沙；以及为了获得不同的材种而营造柳树乔木林、头木林和灌木林。长期以来，我国对于柳树造林、经营和选种等方面都积累了丰富的经验。

为了加速绿化祖国，提高我国的森林覆被率，更好地改造自然，建立新的森林资源基地，柳树确是一个重要树种，特别是在平原低湿地更适宜营造速生的柳树林。由于柳树具有容易杂交，杂种优势明显以及容易无性繁殖等优点，通过无性系育种的方法，能有效地改良柳树；采用优良杂种无性系造林，为提高柳树生产力开辟了重要的途径。

《柳树育种与栽培》一书比较全面地从柳树的生物学特性、育苗、造林、经营、柳树改良各方面作了系统的阐述，吸取了我国历史上群众的经验，并总结了新中国成立以来林业上一些新的成功的技术经验。涂忠虞同志多年来从事柳树育种研究，系统地收集资料，在乔木柳育种方面取得一定的成绩，已选育出一些速生的乔木柳优良无性系，书中育种部分是他多年研究的总结，对柳树育种有所促进。涂忠虞同志在柳树育种研究中，注意应用统计分析方法，这是很有必要

的，书中的第七章对这方面工作作了介绍，对今后林木育种工作将起到推动作用。

本书的出版，对林业生产、林业教育以及科研都是有益的。

中国林业科学研究院林业研究所

徐伟英

1981年5月

目 录

第一章 栽植柳树的意义	1
第一节 我国古代重视柳树栽植	1
第二节 柳树是改造自然的优良树种	3
一、治水保土 巩固堤防.....	3
二、防风固沙 绿化沙荒.....	5
三、降低地下水位 改良盐碱荒地.....	6
四、净化空气 防止污染.....	6
第三节 柳树是重要的速生用材树种	7
第四节 柳树可以提供多种林副产品	10
第五节 柳树是优美的观赏树种	12
第二章 柳树的形态及其主要种类	14
第一节 柳树的分类	14
第二节 柳树的形态	16
一、树形.....	16
二、枝叶.....	17
三、花果.....	18
四、根系.....	18
第三节 柳树的主要种类	19
一、乔木柳.....	19
1. 垂柳(19) 2. 旱柳(21) 3. 白柳(22) 4. 圆头柳(24) 5. 旱垂柳(24) 6. 朝鲜柳(25) 7. 朝鲜垂柳(25) 8. 长柱柳(27) 9. 粉枝柳(27) 10. 爆竹柳(28) 11. 河柳(30) 12. 紫柳(30) 13. 康定	

柳(31) 14. 大白柳(32) 15. 五蕊柳(33) 16. 三蕊柳(34) 17. 云南柳(35) 18. 四籽柳(36)
19. 钻天柳(37)

二、灌木柳……………37

1. 杞柳(37) 2. 沙柳(39) 3. 西北沙柳(40)
4. 油柴柳(40) 5. 黄柳(41) 6. 青刚柳(42)
7. 小红柳(43) 8. 细柱柳(43) 9. 黄华柳(44)
10. 大叶柳(45)

第三章 柳树的生物学特性……………47

第一节 柳树的自然分布……………47

一、高山灌木柳丛……………48
二、山地灌木柳丛……………48
三、低湿地灌木柳丛……………49
四、沙地灌木柳丛……………49
五、滩地及河岸柳林……………49

第二节 柳树的生态特性……………50

一、柳树与水分条件的关系……………51
1. 柳树的耐水性(51) 2. 淹水对柳树生长的影响(53)
3. 柳树的耐旱性(55)
二、柳树与土壤的关系……………55
三、柳树与气候的关系……………58

第三节 柳树的生长特性……………60

一、生长期……………60
二、生长规律……………63

第四节 柳树形态解剖及生理特性……………67

一、芽……………67
二、叶……………69
三、茎……………72
四、根……………74

五、花和种子	76
六、腺体	82
第四章 柳树的繁殖	83
第一节 有性繁殖	83
一、结实年龄和结实量	84
二、开花习性	85
1. 开花期及开花顺序(85)	
2. 雌花的可授期(88)	
三、花粉生活力及受精	90
1. 花粉生活力及花粉人工发芽(90)	
2. 受精过程(94)	
四、种子生物学特性	94
五、种子发芽及幼苗形态	95
第二节 无性繁殖	97
一、自然无性繁殖	97
二、各种柳树插条的生根能力	98
三、插条状态与其生根能力的关系	100
第三节 苗木培育	103
一、苗木规格	103
二、扦插育苗	103
三、干苗培育	107
四、水插育苗	108
五、播种育苗	110
第五章 柳树的变异与遗传	114
第一节 柳树的自然杂种及多倍体	114
一、柳树的自然杂种	114
二、柳树的多倍体	116
第二节 雌雄异株及雌雄间性	120
第三节 无性系的遗传变异及遗传力	124
一、无性系遗传变异的特点	124
二、广义遗传力	125

第四节 性状的变异与遗传	126
一、形态性状的变异与遗传	126
二、形态与生长	130
三、生长特性的变异与遗传	132
第五节 辐射突变	137
第六章 柳树育种	140
第一节 国内外柳树育种简况	140
第二节 无性系选择	142
一、单系选择与混系选择	143
二、无性系选择的方法	148
1. 在实生林分中选择(148)	
2. 在人工林中选择(149)	
第三节 杂交及其杂种优势	150
一、杂交亲本及杂交组合的选配	151
二、杂交方法	153
1. 花枝的采集与培养(153)	
2. 授粉(155)	
三、杂种种子的采收及杂种幼苗的培育	157
四、杂交可配性	157
1. 分类亲缘与可配性(159)	
2. 性状差异与可配性(160)	
3. 染色体的差异与可配性(162)	
五、杂种优势	163
1. 垂柳、旱柳种内及其相互杂交 F_1 的生长优势(163)	
2. 垂柳、旱柳与爆竹柳、白柳种间杂交 F_1 的生长优势(166)	
3. 垂柳、旱柳与其他乔木柳种间杂交 F_1 的生长优势(169)	
4. 几种乔木柳与灌木柳种间杂交 F_1 的生长优势(170)	
六、 F_1 的早期选择及自由授粉 F_2 的选择	171
第四节 无性系测定	172
一、苗期测定	173
二、林期测定	173
第五节 无性系育种程序	173

第七章 无性系测定的试验设计及统计分析	176
第一节 无性系测定试验设计	176
一、无性系测定试验设计的原则.....	176
二、无性系测定试验设计的方法.....	177
第二节 无性系测定的统计分析	179
一、随机区组试验的统计分析.....	179
二、多点随机区组试验的统计分析.....	187
第三节 均方期望值	198
一、数学模型.....	198
二、确定均方期望值的简便方法.....	199
三、其他模型均方期望值.....	201
第四节 遗传力的估测	211
附表1 F表.....	216
附表2 q表.....	218
第八章 柳树的栽植与经营	220
第一节 栽植柳树的立地条件及树种选择	220
一、湿润平地.....	221
二、干旱沙地.....	222
三、盐碱荒地.....	223
第二节 柳树的栽植	224
一、四旁栽植.....	224
1. 庭园绿化(225) 2. 水边栽植(227) 3. 路边栽植(228)	
4. 田边栽植(229)	
二、滩地造林.....	230
三、沙地造林.....	233
四、盐碱地造林.....	235
第三节 柳树的经营	236
一、用材乔木柳的经营.....	237
1. 除草松土 间作施肥(237) 2. 修枝间伐(238)	

二、头木林经营.....	241
1. 平茬定干(241) 2. 培养干材(242)	
三、柳条林的经营.....	243
1. 柳条林的营建(244) 2. 抚育管理(246) 3. 更新(249)	
四、自然柳林的经营.....	250
第九章 柳树病虫害的防治	252
第一节 嫩梢及叶部病虫害的防治	252
一、柳树金花虫.....	252
二、柳毒蛾.....	254
三、柳天蛾.....	255
四、刺蛾.....	256
五、大袋蛾.....	258
六、淡带小卷叶蛾.....	259
七、柳一点金刚钻.....	260
八、黄尾毒蛾.....	261
九、柳树蚜虫.....	262
十、柳树叶部病害.....	263
第二节 枝干病虫害的防治	265
一、天牛.....	265
二、柳瘿蚊.....	269
三、柳吉丁虫.....	271
四、木蠹蛾.....	272
五、杨柳腐烂病和溃疡病.....	274
第三节 根部病虫害的防治	276
一、地老虎.....	276
二、杨柳根癌病.....	278
柳树中拉学名对照	280
主要参考文献	284

第一章 栽植柳树的意义

柳树生长快，生命力强，容易繁殖，能适应不良的自然条件，在广大的平原和低湿的水乡地区，积极栽植柳树，既可美化和改善自然环境，又能生产木材和其他林副产品，是平原地区重要的速生树种。也是良好的水土保持树种和优美的观赏树种。由于柳树是具有多种用途的树种，所以自古以来，我国劳动人民很重视栽植柳树。

第一节 我国古代重视柳树栽植

栽植柳树在我国有着悠久的历史，古代劳动人民在住宅四周、道路两旁、河流沿岸等适宜生长柳树的地方广为栽植。

早在2500多年前人们便用柳树作菜园的绿篱，这就是《诗经》上所记载的“折柳樊圃”。

春秋时代，按《周礼》规定，“庶人无坟，树以杨柳”，平民百姓死后不能筑坟，只能在葬地栽柳树，用以寄托哀思，这可能是日后人们用柳枝花环来凭悼先人的源起，至今各地还保留于清明节在墓地插柳枝的习俗。

在晋代栽植柳树很普遍，根据《晋书》记载，“自长安至诸州，皆夹路槐柳。”柳树已作行道树普遍栽植。当时大将陶侃命令士兵在兵营附近栽植柳树。东晋有名的诗人陶渊明酷爱栽柳，他在住房附近栽了5株柳树，自称“五柳先生”，

并在《归田园居》一诗中描述了在住房附近栽植柳树的好处，诗中写道：“方宅一亩余，草屋八九间，榆柳荫后檐，桃李罗堂前”。

隋朝奖励民众在河堤上栽植柳树，《隋书》中记载：“大业中都汴渠两堤，上栽垂柳，诏民间有柳一株赏一缣，百姓竞植之”。当时竟以每栽活一株柳树重赏细绢一匹，足见对河岸栽植柳树的重视。

唐代栽植柳树形成风气。大文学家柳宗元被贬到柳州任刺史，曾在柳江两岸大量栽植柳树，后人为了纪念他，称柳州为“柳之州”。远嫁到西藏的文成公主，从长安带一株柳树，称为“唐柳”，并亲自栽植在大昭寺内，至今仍萌发新枝，成为民族团结的历史见证。

在宋代开宝五年，下诏书令百姓沿黄汴清御等河除栽桑树和枣树外，还要栽榆树和柳树，并按每户人口的多少，规定栽树的数量，人口多的户，一年要栽50株。又如宋太祖乾德五年，辛仲甫被封为右补阙，先出任兖州，六年后到徐州就任，最初因很少栽树，夏季酷热，辛仲甫便令百姓栽植柳树，“以荫行路”。诗人苏轼曾于1089—1091年任杭州知府，浚治西湖，挖出湖中淤积的泥草筑堤，“相去数里，横跨南北两山，夹道植柳”，这便是西湖名景之一苏公堤，景名为苏堤春晓，这既表达了纪念苏轼领导人民栽植柳树的业绩，又反映了堤上柳树早春开花放叶的美景，苏堤春晓可真是情景相融。

在元代曾立法规定，每民要栽桑枣20株，若土壤不适合栽桑枣，则栽榆柳。在元代还规定老百姓要为官吏种官柳，栽植柳树的收益交官，名叫“柳课”。

清代左宗棠在西北戍边时，率领士兵从西安开始，顺河

西走廊，经戈壁沙漠，直到北疆伊犁，南疆的阿克苏等地，沿驿道大量栽植杨柳，新疆阿克苏等地迄今还保留大柳树，被称为“左公柳”。清代诗人杨昌浚曾写诗赞颂左宗棠在边疆广栽杨柳的业绩，“大将筹边尚未还，湖湘子弟遍天山。新栽杨柳三千里，迎得春风渡玉关。”这表明在西北沙地沿路大量栽植杨柳树，形成防风林带，对防风固沙，保护农田、交通起很大的作用，才“迎得春风渡玉关”。

第二节 柳树是改造自然的优良树种

柳树具有治水、固沙、改碱的作用，是绿化沙漠、水淹地和盐碱地的重要树种，对于改造沙漠、荒滩、沼泽地和盐碱地的自然环境有着重要的作用。

一、治水保土 巩固堤防

柳树的治水保土作用是十分显著的。江河湖泊沿岸常常因为径流冲蚀，造成堤岸坍塌，洪水泛滥成灾，给工农业生产和人民生活带来极大的危害。在江河湖泊沿岸营造柳树防护林，便能有效地保护堤岸（图1-1）。群众在长期的治水斗争中，很早就知道“河堤种柳可省每岁堤防之费。”明代更系统地总结了柳树的治水作用，提出“治河六柳”，即是“卧柳、低柳、编柳、深柳、漫柳和高柳”。对栽柳方法作了较详细的记载。如“漫柳”就是沿河流两岸，波水漫流的低滩地，密植低小柳树数层。柳树耐水淹，每遇河水涨落，透积大量泥沙，“数年之后，不假人力，自成巨堤。”近几年来陕西省利用柳干、柳枝，结合工程措施营造的“柳坝”是

很好的生物护岸工程。

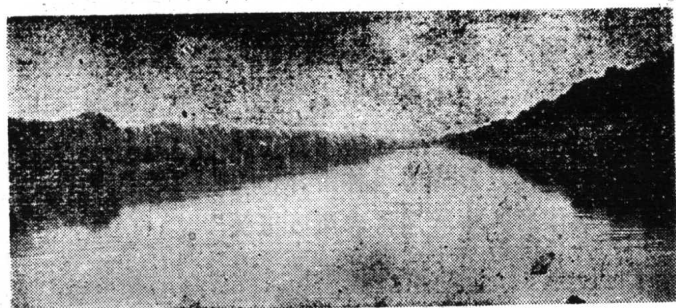


图 1-1 河流两岸的柳树林带

柳树的治水作用与其喜湿耐水特性是有关的，当柳树被水淹没时，露出水面的枝干仍然是绿叶青枝，照常生长。而且被水淹没的枝干能长出大量不定根。由于枝干及水生根系的阻截，便能显著地降低水流速度，减少风浪水流对堤岸的冲刷，保护堤防的安全。根据对湖北汉江柳树防浪林防浪效果的观察，当3—4级风时，防浪林外浪高0.15米，最高0.3米，水流速度为0.5米/秒。而防浪林内浪高只有0.05米，最高为0.15米，流速只有0.1—0.2米/秒。防浪林有效地控制了汛期洪水对堤身的冲刷。同时柳树根系发达，能固结土壤。据测定，直径为1.4—8厘米的柳树，其根系与土壤的粘合力（垂直拉力）为0.30—0.91吨。这样便大大降低水流对堤岸的淘蚀。沟谷底部是水流汇集的地方，冲刷常很严重，在沟底营造柳树林，便能防止冲刷，拦淤泥沙，避免沟底下切。总之由于柳树具有保土治水作用，在河流、湖泊、水库、渠道、沟谷等容易发生水土流失的地方，营造各种柳树防护林是非常适合的。

二、防风固沙 绿化沙荒

柳树具有耐贫瘠、耐干旱的能力，特别是能耐沙埋，在滚滚的黄沙中，绿色的柳树能扎根生长，防风固沙，改良了沙地自然条件，将荒漠沙地变为绿洲，因此柳树是良好的固沙树种。在我国西北、华北、东北西部有着面积达19.2亿亩的沙漠和沙地。这里气候干旱，风沙严重威胁着农业牧业生产和人民的生活。大规模地植树造林是防风固沙的有效措施。从五十年代起在沙区开始选用柳树和杨树、沙枣等树种，集中营造了大型的防沙林带，起到了一定的防沙效果。1978年国家批准在西北、华北及东北营造大型防护林体系，号称“绿色万里长城”，这对于改变这些地区的自然面貌必将起很大的作用。在营造绿色万里长城的宏伟工程中，柳树无疑将是很重要的造林树种。柳树能适应沙地生长，不怕沙埋是因为柳树被沙埋后能促使萌发大量的不定根。根据调查，陕西榆林地区流动沙丘上7年生的沙柳林，沙埋深度达140厘米的沙埋层内发根247根，最大根长68厘米，最大的根粗0.42厘米，沙柳灌丛高度2.9米，灌丛面积达18.65平方米；38厘米的沙埋层内萌发107根不定根，最大根长56.5厘米，最大根粗0.18厘米，平均灌丛高2.45米，灌丛面积11.8平方米。不定根萌发数量与沙埋深度成正比，沙埋越深，柳树萌发的不定根数量越多，柳树生长就越好，固沙效果就越显著。俗话说：“沙蒿越压越旺，沙柳越埋越长”。同时沙埋改变了植物生长条件，沙层疏松，通气良好，为沙层内部水汽凝结创造了适宜的条件，改良了沙地水分条件。由于沉积的沙粒多为细沙，不仅增加了沙地持水力，而且还增加了养分，在

低湿的沙区有天然野生的“柳湾”，这是以柳树为主的滩地灌木林，对于调节沙区滩地水分状况及防止风沙为害有着重要的作用。同时天然“柳湾”又是良好的天然牧场。

三、降低地下水位 改良盐碱荒地

在盐碱沙地栽植柳树能起到生物排水的作用，有效地降低地下水位，并有显著的脱盐效果。根据在黄河后套的观测，一株3—4年生高4米的旱柳，一年蒸腾3.32立方米的水，每亩柳树一年蒸腾1.474立方米。根据新疆石河子地区下野地水改试验站测定，宽18米，5—6年生的白柳林带，林带每侧15.9米范围内，平均降低地下水0.34米。脱盐范围林带每侧可达100米，0—40厘米深土层内含盐量在林带内为0.26%；距离林带15米是0.34%；距离林带50米为0.43%；距离林带100米为0.58%；距离林带150米土壤含盐量达1.0%。在新疆灌区测出，白柳与箭杆杨混交林带，6—8行林带两侧75—100米，地下水位降低0.2—0.7米，距林带10倍树高以内土壤耕作层含盐量减少一半，15倍树高减少22%，因此在灌溉沙区，柳树是营造农田防护林的重要树种之一。

四、净化空气 防止污染

柳树具有吸毒净化空气的能力，是很好的防污绿化树种。二氧化硫是一种剧烈窒息性有毒气体，被列为世界上四大污染物之一（其他三种是粉尘、一氧化碳和臭氧）。全世界每年排入大气二氧化硫高达一亿五千万吨，占大气总污染量的1/3—1/4，引起各种疾病，如眼痛、头痛、肢体酸乏、