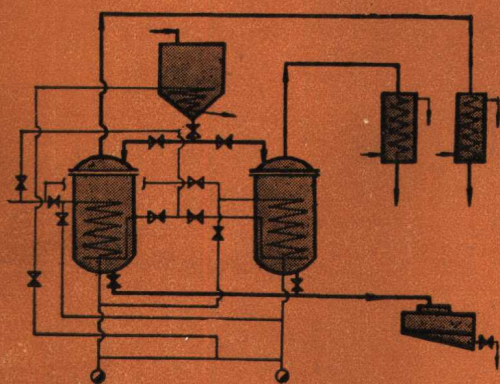


全国高等林业院校试用教材

天然树脂生产工艺学

南京林产工业学院主编



林产化学加工专业用

中国林业出版社

全国高等林业院校试用教材

天然树脂生产工艺学

南京林产工业学院 主编

林产化学加工专业用

中国林业出版社

全国高等林业院校试用教材

天然树脂生产工艺学

南京林产工业学院 主编

中国林业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 24印张 500千字

1983年12月第1版 1983年12月北京第1次印刷

印数 1—3,500册

统一书号 15046·1090 定价 2.45元

前 言

《天然树脂生产工艺学》是在 1979 年全国林产化工专业教学计划审订会议上列入教材编写计划的。在 1980 年 5 月全国林业院校林产化工专业教材编审委员会第一次会议上再次审订了本门课程的统编教学大纲。1980 年 11 月在全国林化专业教材第二次编审委员会会议上对此教材初稿进行了审定，会后作了修改，参加审定的同志除编委安徽农学院周平、福建林学院葛冲霄外，有中国林业科学研究院林产化学工业研究所栗子安、四川省林业科学研究所王清泉和南京林产工业学院王阿法。

本教材包括松香松节油生产、紫胶生产、生漆和冷杉胶生产三大部分。在内容上系统地阐述了这些天然树脂的化学组成和物理化学性质，详细地讨论了松香松节油和紫胶生产的工艺条件和生产技术，并扼要地介绍了松香松节油再加工产品的反应机理、制取方法和展发方向。

本教材主编程芝、副主编张晋康。第一、二、六、七章和第九章生漆的采集与加工为南京林产工业学院程芝编写，第三章和第九章冷杉胶生产为南京林产工业学院张晋康编写，第四、五章为东北林学院金琦编写，第八章为福建林学院刘立枏编写。本教材第七章松香松节油生产部分是在南京林产工业学院编写的《松香松节油生产工艺学》讲义的基础上进行编写的，其中合成樟脑一节在编写时对讲义变动不多，讲义中该节由南京林产工业学院彭淑静编写。

本教材内容比较广泛，限于编者的水平，如有不当或错误之处，请读者予以指正，使本书能更臻于完善。

编 者

1981 年 9 月

绪 言

天然树脂通常是指由植物（少数由动物）获得的树脂。是一些树木的生理分泌物（常伴生精油，如松脂），或是已死树木的分泌物埋在土中而化成的物质（如珙玢树脂），或是昆虫吮吸树汁的分泌物（如紫胶）。

天然树脂非化学名称，独立而成一族，而是在相当程度内具有类似物理性质物质的总称。凡属于树脂的物质均有许多相同的特性，如为半固态、固态或假固态的无定形有机物质；透明或半透明；不导电；无固定熔点，受热变软，并逐渐熔化；可溶于有机溶剂，如乙醇和乙醚，大多不溶于水；并自古以来一直为人类所利用，广泛的用于粘料、涂料、香料和医药等。

天然树脂的种类很多，如松香、珙玢树脂、达玛树脂、禾木树脂、榄香脂、山达脂、安息香、乳香、没药、苏合香、秘鲁香脂、紫胶、生漆等等，其中以松香的产量为最大。随着近代科学技术的发展，天然树脂中的许多种类（如松香、紫胶、生漆等）已经成为工业中不可缺少的原料。天然树脂的产量一般较少，但因其具有独特的性质，往往为许多合成产品所不及，在树脂类产品中一直占着重要的地位。我国生产的天然树脂主要为松脂，松脂加工后得到松香和松节油产品，其次为紫胶和生漆，冷杉树脂可制得冷杉胶和冷杉油。

天然树脂生产工艺学是研究天然树脂产品的基本化学性质、加工理论和生产技术的科学。同时，为了更进一步扩大其用途和改善品质，阐述和讨论了产品再加工的途径和生产工艺。其研究对象主要是我国的松树树脂、冷杉树脂、紫胶和生漆。

松香和松节油是重要的工业原料，广泛地用于肥皂、造纸、橡胶、涂料、化工、医药、塑料、电气、农药、印刷等工业部门，同时，松香也是我国的大宗出口物资之一。随着工业生产与科学技术的发展，世界上对松香、松节油的需求是逐年增加。生产远远不能满足需要。当前世界松香产量约110万吨，我国约占三分之一。脂松香的产量我国居世界首位。

松香、松节油产品按原料来源不同可分为三种：脂松香和脂松节油，木松香和木松节油（或称浸提松香和浸提松节油），浮油松香和硫酸盐松节油。我国主产脂松香和脂松节油。

我国的松香生产，解放初期（1950年）仅生产12,000余吨，随着社会主义建设的发展和需要，松香工业也得了迅速发展。1980年的脂松香产量近32万吨，除满足国内需要外，远销世界60多个国家和地区，扩大了我国的对外贸易。松脂加工工艺从滴水法进而实现了连续化生产，并准备向自动化发展，进入了世界松脂加工先进工艺的行列。在松香品种方面，利用松树伐根生产木松香，并对浮油的成分性质和加工工艺进行了研究，为生产浮油松香准备了条件。

我国松脂资源丰富,全国多数省、区都有松脂资源。仅马尾松、云南松的松脂资源,若能利用10%,则可年产松香70万吨。目前有的省、区(如云南、四川)松林资源丰富,但尚未充分利用,松脂生产有相当大的潜力。为保证松脂生产的稳步发展,需要建立松脂林场,固定采脂工人,研究采脂技术和化学采脂,加强资源保护与管理,实现营林、采脂、采伐相结合,做到“青山常在,松脂长流,永续作业”,松脂生产将呈现一片广阔的远景。

松香、松节油在各种工业中具有多种用途,在松香、松节油的再加工产品方面,我国发展较快。松香的改性产品主要有氢化松香、聚合松香、歧化松香、马来松香。松香衍生物产品包括松香酯、松香盐、松香腈、松香胺等。其他的松香再加工产品有松香改性酚醛树脂、松香不饱和聚酯、氯化松香等。松节油用于合成樟脑、合成龙脑、合成香料(松油醇、芳樟醇、诺甫醇等),制备萜烯树脂、蒎酸,蒎酮酸、毒杀芬、敌稻瘟(硫氰乙酸异茨酯)等。松节油为多种合成产品的原料,近些年来,愈来愈受到合成化学工业的重视。

紫胶是紫胶虫寄生在某些树种枝条上吮吸树汁分泌出的一种紫红色天然树脂。紫胶具有粘合力强,电绝缘性能好,防水、防潮、防锈、防紫外线,耐油、耐酸,可塑性强,回色性能好,对人没有毒性和刺激性等独特的优良性能,是一种具有多种用途的天然树脂。

世界上生产紫胶的国家主要是印度,泰国,其次是中国,缅甸,越南,老挝,巴基斯坦等。我国从1956年起,自建工厂生产紫胶,1978年产量达1400吨,并从1970年起开始进入国际市场。生产工艺采用了比较先进的溶剂法和热滤法。

从冷杉树脂中提取的冷杉胶透光率好,不结晶,线膨胀系数小,折射率与玻璃相近,有一定的胶合性,是一种优良的光学胶合剂。

冷杉胶最初由加拿大冷杉的树脂中提炼制得。故又称加拿大香胶。我国自1964年从东陵冷杉树脂中制取冷杉胶成功后,已代替了加拿大香胶在国内广泛应用。

生漆是割开漆树韧皮部流出来的乳白色粘稠液体,是漆树的一种生理分泌物,是我国特产的一种天然树脂涂料。漆树主要分布于亚洲温暖湿润的地区,我国资源丰富,分布很广,其主要产地是湖北、四川、陕西、贵州、云南等省。我国生漆产量最多,1978年产量达41500担,品质驰名世界,广泛应用于手工、轻工、纺织、建筑等工艺美术品和房屋家具的涂装,在石油、化肥、化工、印染、冶金、采矿等部门,主要用作防腐蚀涂料。

生漆漆膜坚硬富有光泽,而且具有很突出的耐久、耐磨、耐油、耐溶剂、耐水、绝缘、耐化学介质、耐土壤腐蚀等优良性能。

生漆的漆膜色深,性脆,粘度高,不易加工;含水分多,不能久存,不耐阳光照射,这些缺点可以通过加工处理与改性进行改善。由于生漆具备许多独特的优良性能,为许多合成涂料和一般天然树脂所不及,在现代工业中仍占有重要的地位,生漆还是我国传统的出口物资之一。

我国的天然树脂生产,如松脂和生漆都具有悠久的历史,紫胶和冷杉胶随着社会主义建设的需要也从无到有得到了迅速的发展。在我国经济建设实现四化的同时,天然树脂生产必将获得更大的发展。

目 录

前言

绪言	1
第一章 生产松香、松节油的原料	1
第一节 松脂采集	1
一、采脂的树种与分布情况	2
二、松树树脂道的结构	3
三、松脂的形成和分泌	5
四、松脂采集的方法	7
（一）下降式采脂法	8
（二）上升式采脂法	13
（三）强度采脂法	14
（四）化学采脂法	15
五、影响产脂量的因子	21
六、采脂对树木生长和木材性质的影响	23
七、松脂的评级和贮运	24
第二节 明子采集	25
一、明子的种类及树脂特性	25
二、明子的采集与运输	28
第三节 充脂材	30
一、充脂材的形成	30
二、百草枯的应用方法与效果	31
第二章 松脂、松节油、松香的组成与性质	32
第一节 松脂的组成与性质	32
一、松脂的一般性状	32
二、松脂的组成	32
第二节 松节油的组成与性质	35
一、松节油的组成	35
（一）脂松节油	35
（二）木松节油和硫酸盐松节油	38
二、松节油的性质	39
（一）松节油的物理性质	39
（二）松节油的化学性质	41
第三节 松香的组成与性质	48
一、松香的主要成分与组成	48

(一) 松香的主要成分	49
1. 树脂酸	49
2. 脂肪酸	54
3. 中性物质	54
(二) 松香的组成	56
1. 脂松香	56
2. 木松香和浮油松香	57
二、松香的性质	58
(一) 松香的物理性质	58
(二) 松香的化学性质	62
第三章 松脂加工	78
第一节 松脂在工厂中的贮存与输送	78
一、松脂在工厂中的贮存	78
(一) 松脂贮存方法	78
(二) 贮脂池的卸料装置	80
二、松脂在工厂中的输送	82
(一) 螺旋输送机输送	82
(二) 压缩空气输送	84
第二节 松脂蒸汽加工法	85
一、松脂的熔解	86
(一) 松脂间歇熔解	86
(二) 松脂连续熔解	88
(三) 松脂的脱色	93
二、熔解脂液的净制	93
(一) 澄清净制过程的理论基础	93
(二) 澄清工艺	94
(三) 澄清设备	96
(四) 中层脂液的利用	97
三、净制脂液的蒸馏	98
(一) 松脂水蒸汽蒸馏的基本原理	99
(二) 脂液的间歇蒸馏	105
(三) 脂液的连续蒸馏	110
1. 脂液连续蒸馏工艺	111
2. 连续蒸馏的塔型与计算	112
四、产品的收集与包装	121
(一) 松香的放出与包装	121
(二) 松节油的收集	122
五、国外松脂加工工艺	127
(一) 美国奥鲁斯蒂连续蒸馏法	127
(二) 苏联松脂加工工艺	128
第三节 松脂的简易加工法	129

一、滴水法	129
(一) 滴水法松脂加工的工艺流程和操作	129
(二) 滴水法松脂加工的设备	131
二、双甑滴水法	132
三、松脂简易蒸汽法加工	132
第四节 松香结晶问题及产品质量指标	133
一、脂液中树脂酸组成在加热过程中的变化	133
二、松香结晶及防止措施	135
三、产品质量指标	139
第四章 明子加工	141
第一节 原料准备	142
一、明子在工厂中的贮存	142
二、明子的粉碎、筛分和输送	143
第二节 明子浸提	146
一、浸提过程原理	146
二、溶剂的选择	148
三、影响浸提的因子	149
四、浸提工艺与设备	153
(一) 罐组浸提	153
(二) 连续浸提	159
第三节 浸提液的加工	160
一、浸提液的蒸发与浓缩液的蒸馏	160
二、粗松节油精馏及浮选油的制取	163
三、废气中溶剂的回收	164
四、木松香精制与产品质量指标	165
(一) 木松香精制	165
(二) 粗制木松香、木松节油、浮选油的质量指标	167
第五章 木浆浮油加工	169
第一节 粗硫酸盐松节油的提取和精制	169
一、粗硫酸盐松节油的提取及其组成	169
二、粗硫酸盐松节油的精制	170
第二节 粗木浆浮油的加工	172
一、粗木浆浮油的组成	174
二、粗木浆浮油的提取	175
(一) 间歇法提取粗木浆浮油	175
(二) 连续法提取粗木浆浮油	177
三、粗木浆浮油的精制	177
(一) 粗木浆浮油的蒸馏和精馏	177
1. 粗木浆浮油的间歇蒸馏工艺	179
2. 粗木浆浮油的精馏工艺	181
(二) 其他精制方法	

1. 溶剂萃取法	181
2. 吸附法	183
3. 化学处理法	183
第三节 植物甾醇的提取	184
一、由硫酸盐皂中提取植物甾醇	185
二、由浮油沥青中提取药用甾醇	186
第六章 松香的应用与再加工	188
第一节 松香的直接应用	188
第二节 改性松香	191
一、氢化松香	191
二、歧化松香	197
三、聚合松香	207
四、马来松香	217
第三节 松香衍生物	222
一、树脂酸盐	222
二、树脂酸酯	224
三、松香腈与松香胺	228
四、松香酸酐	236
五、松香醇	236
第四节 松香其他再加工产品	236
一、松香改性不饱和聚酯树脂	237
二、松香改性酚醛树脂	240
三、甲醛改性松香锌	242
四、氯化松香	243
第七章 松节油的再加工	246
第一节 合成樟脑与龙脑生产	247
一、合成樟脑生产	247
(一) 松节油的分馏	248
(二) 蒎烯的异构	250
(三) 蒎烯的酯化	257
(四) 异龙脑酯的皂化	266
(五) 异龙脑的脱氢	271
(六) 樟脑的提纯	272
(七) 合成樟脑的质量指标与用途	273
二、合成龙脑生产	274
第二节 松节油合成香料	278
一、合成松油醇	278
二、合成芳樟醇	283
三、合成檀香	287
四、乙酸诺甾酯	288
第三节 松节油的其他再加工产品	289

一、萜烯树脂	289
二、蒽醌酸与蒽酸	290
三、蒽烯二醇-1, 2	291
四、毒杀芬	295
五、硫氰乙酸异苄酯	295
第八章 紫胶生产	296
第一节 紫胶虫放养与原胶采收	296
一、紫胶虫的分布、形态与生活习性	296
二、寄主树的种类及分布	300
三、紫胶虫的放养	303
四、原胶的采收、贮存与分级	309
第二节 紫胶的组成及紫胶树脂的物理化学性质	310
一、原胶的组成	310
二、紫胶的主要成分	311
(一) 紫胶树脂	311
(二) 紫胶色素	313
(三) 紫胶蜡	315
(四) 其他成分	316
三、紫胶树脂的物理化学性质	316
第三节 原胶加工	321
一、颗粒胶生产工艺	322
二、片胶生产工艺	327
(一) 热滤法片胶生产	327
(二) 溶剂法片胶生产	330
三、漂白胶生产工艺	333
四、脱蜡胶生产工艺	336
五、副产品加工回收	337
(一) 紫胶色素(紫胶色酸)的提取	337
(二) 紫胶蜡的回收	339
第四节 紫胶树脂产品的应用和改性	340
第九章 其他天然树脂生产	343
第一节 冷杉胶生产	343
一、冷杉树脂的采集	343
(一) 冷杉树脂囊的结构	345
(二) 冷杉树脂的采集方法	346
(三) 冷杉树脂的组成与性质	347
二、冷杉树脂的加工	347
(一) 冷杉胶的加工工艺	348
(二) 冷杉胶的改性	349
(三) 冷杉胶的性质和质量指标	350
三、冷杉胶的用途	

第二节 生漆的采集与加工	351
一、漆树分布与主要品种	351
(一) 漆树及其分布	351
(二) 漆树的主要品种	353
二、漆汁道的构造	354
三、割漆	356
(一) 割漆的季节和树龄	356
(二) 割漆前的准备工作	356
(三) 割漆方法	357
(四) 生漆的包装与贮存	359
(五) 化学刺激割漆法	359
四、生漆的组成与性质	360
(一) 生漆的成分	360
(二) 生漆的性质	362
五、生漆的精制、改性及用途	363
(一) 精制生漆及用途	363
(二) 改性生漆及用途	364
六、生漆的质量规格和生漆过敏	366
(一) 生漆的质量规格	366
(二) 生漆过敏	368
主要参考资料	369

第一章 生产松香、松节油的原料

松树中含有的树脂（即松脂）是生产松香、松节油的原料。从化学组成看，松脂主要是固体树脂酸溶解在萜烯类中所形成的溶液。松脂加工后，挥发性的萜烯类物质称为松节油，非挥发性的树脂酸熔合物即为松香。

在工业上，由于原料来源不同，从松树树脂生产松香和松节油的方法亦各有不同，主要有三种方式：

第一、从生活的松树上采集松脂，松脂通过水蒸汽蒸馏得到的松香和松节油，通常称为脂松香和脂松节油。

第二、用有机溶剂浸提松根明子，浸提液再加工提取的松香和松节油，称为木松香和木松节油，又称浸提松香和浸提松节油。

第三、在硫酸盐法松木制浆生产中，木材中的树脂酸和脂肪酸溶于碱液中，碱液浓缩得到硫酸盐皂，硫酸盐皂经酸化后得粗浮油，再进行减压分馏后得到的松香和脂肪酸，称为浮油松香和浮油脂肪酸。从松木蒸煮过程排汽中回收得到的松节油，称为硫酸盐松节油。

我国主要生产脂松香和脂松节油。而在国外，脂松香生产由于采脂劳力的短缺，已日趋下降。木松香由于根株明子的来源不足，产量亦日渐降低。只有浮油松香的产量由于制浆工业的发展和综合利用水平的提高而日趋上升。

第一节 松脂采集

在松树树干上有规律地开割伤口，引起松脂大量分泌和收集松脂的作业称为采脂。

我国劳动人民采脂历史悠久。一千七百多年前，在《神农本草经》中就有采脂的记载。解放三十年来，松香生产由解放初期的 1.2 万多吨发展到近年的 30 万多吨。目前，采脂生产已成为山区农村的一项重要副业，它对发展农业生产、壮大集体经济、繁荣山区建设正在起着积极的促进作用。但是随着社会主义建设和对外贸易的迅速发展，松香的用途越来越广，需要量也越来越大。当前松香生产远远不能满足国内外的需求。为发展松香生产，必须加强松脂资源的保护，使营林、采脂、采伐三者相结合，把松脂生产纳入以营林为基础的轨道，实现松脂资源的综合利用。做到采脂一片，砍伐一片，造林一片，实现青山长在，松脂长流。

一、采脂的树种与分布情况

我国地幅辽阔，气候适宜，丰富的松林资源为发展松脂生产提供了优越的自然条件。针叶树松、云杉、落叶松、黄杉及油杉五属中的树木，尤其是树干的木材中，都具有正常的及受伤的树脂道。松属中的树脂道最大最多，油杉中的最小最少。在树木的形成层及边材被割伤之后，树脂就会分泌出来。同时大量地形成受伤树脂道，亦是松脂的主要来源之一。

目前我国已进行采脂利用的主要是松属中的树木，以马尾松为主。云杉、落叶松等属中的树木曾进行过试验性采脂，所得松脂数量也少于松属树种。黄杉、油杉属树木具有的树脂道既少且小，尚未加以利用。此外，冷杉属树木（如臭冷杉）的树脂沟生于皮部，采脂时，可收集充满于皮瘤中的树脂，加工后得到冷杉胶。

松属中主要采脂树种为马尾松、云南松、南亚松、红松、油松等。其他具有树脂道的树种，尚有待于进行采脂利用研究。

（一）**马尾松** (*Pinus massoniana* Lamb.) 我国的主要采脂树种，产脂量较高。分布于淮河流域和汉水流域以南，西至四川中部，贵州中部和云南东南部。每株年产松脂4—5公斤，高的可达12—13公斤，个别超过50公斤。

（二）**云南松** (*Pinus yunnanensis* Franch.) 分布于西藏东部，四川西部及西南部，云南，贵州西部和广西西北部。每株年产松脂约5—6公斤。

（三）**思茅松** [*Pinus kesiya* Royle ex Gord. var. *langbianensis* (A. Cher.) Gaussen] 分布于云南南部、西部，常组成单纯林。为荒地荒山造林树种。产脂量与云南松差不多。

（四）**南亚松** (*Pinus latteri* Mason) 为典型的热带松类，分布于海南岛，并有南亚松天然林。产脂量特别高，每株年产松脂14公斤左右。松脂中含油高达30%以上，油中含 α -蒎烯95%以上。南亚松松香不结晶，酸值高，含有二元酸为其特征。

（五）**红松** (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) 分布于黑龙江小兴安岭，吉林东部及北部。为我国东北的主要采脂树种，每株年产松脂2公斤左右。

（六）**油松** (*Pinus tabulaeformis* Carr.) 分布于辽宁，内蒙古，河北，山东，河南，陕西，甘肃，青海和四川北部，为荒山造林树种。每株年产松脂1.5—2公斤。

其他如华南五针松 (*Pinus kwangtungensis* Chun ex Tsiang)，黄山松 (*Pinus taiwanensis* Hayata)，华山松 (*Pinus armandi* Franch.)，獐子松 (*Pinus sylvestris* L. var. *mongolica* Litvin.) 等树种均可供采脂利用。

此外，我国引种的美国采脂树种，湿地松 (*Pinus elliottii* Engelm.) 和长叶松 (*Pinus palustris* Mill) 试验性采脂的产脂量均高于马尾松。湿地松侧沟平均产脂量较马尾松高2.4—4.6倍，长叶松每对侧沟产脂量较马尾松提高约25%。

马尾松是我国目前采脂的主要树种，本章内容以马尾松采脂为主。

二、松树树脂道的结构

为了拟定合理的采脂工艺，必须先了解松树树干树脂道的结构。

木材的显著特征常在三个切面上观察，即横切面：与树干相垂直所锯成的平面；径切面：通过髓心，与木射线平行，与横切面成直角所锯成的平面；弦切面：与木射线垂直并与年轮成切线相切的面（图 1—1）。

我们切断马尾松的树干，就可以用肉眼从树干的横切面上看到树干由下列各部分组成。

树干上形成层以外的部分统称为树皮。树皮可分为外皮和内皮，外皮是已经死亡的组织，它是树干的保护层，能防止树木的生活组织不受损伤，并能增加树干的机械强度。内皮是生活的组织，内皮中韧皮部的细胞是将叶子中制造的养分向下输送的通道，亦能贮藏养分。

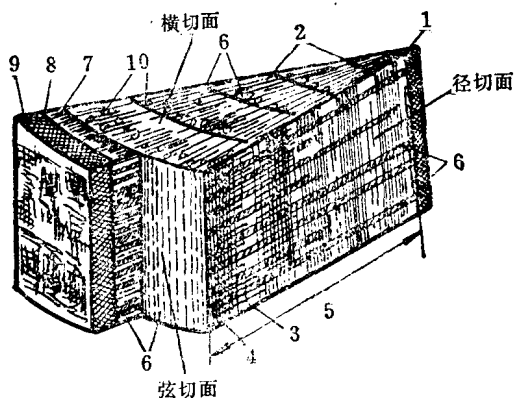


图 1—1 松树树干的三个切面

形成层在树皮和木材之间，是一种有无限分生能力的细胞。它向外形成韧皮部，向内形成木质部。树干能不断加粗，就是靠形成层细胞不断的分生作用。

髓心位于树干的中心。

木质部在形成层和髓心之间，这部分就是通常所称的木材。靠近髓心的部分木材颜色深些（淡红褐色），叫做心材。材色较浅的（淡黄褐色）树干外围部分称为边材。在立木时，心材中的细胞已全部死亡，失去了生活的功能，仅能担负支持作用。而边材中还有活着的细胞，用以向上输送水分和贮藏营养物质。

在木质部中，我们可以看见许多近似同心圆的生长层，称为年轮。愈靠近髓心的年轮，年龄愈小。靠近树皮的年轮，年龄愈大。每个年轮都由两部分组成。靠近髓心的部分，是春、夏季生长的木材，材质疏松，颜色较浅，称为早材（春材）。靠近树皮的年轮部分是秋季生长季末形成的，材质致密，颜色较深，称为晚材（秋材）。

在树干的横切面上，我们还可以看到一些颜色较浅和略带光泽的辐射状线条，自髓心向周围射出，它们与年轮垂直，叫做木射线。木射线的细胞与树干相垂直，而组成木质部的其他细胞则与树干相平行。

马尾松可以采脂是因为它的木材中具有一种特殊的结构，称为树脂道。松脂集聚在树脂道中，松树的树脂道在木质部、针叶和初生皮层中形成三个独立的系统。采脂就是割伤松树树干中生活的木质部（边材外层厚约 0.5 厘米的部分）的树脂道，使松脂不断流出。

树脂道有纵生、横生两类。在树干横切面上用肉眼仔细观察，或用放大镜，在边材的

晚材部分或靠近晚材带的早材处可以看见许多棕色或浅棕色的小点，状如针孔，单个为主，偶有成对。它们在剥去树皮的树干表面或在树干的弦切面上就成为棕色的短条纹，这类树脂道与树干主轴相平行，称为纵生树脂道，直径多数自 90—100 微米，最大可达 120 微米，平均直径 100 微米。长度平均约 50 厘米。分布在木射线中，与树轴成辐射状排列，在木段

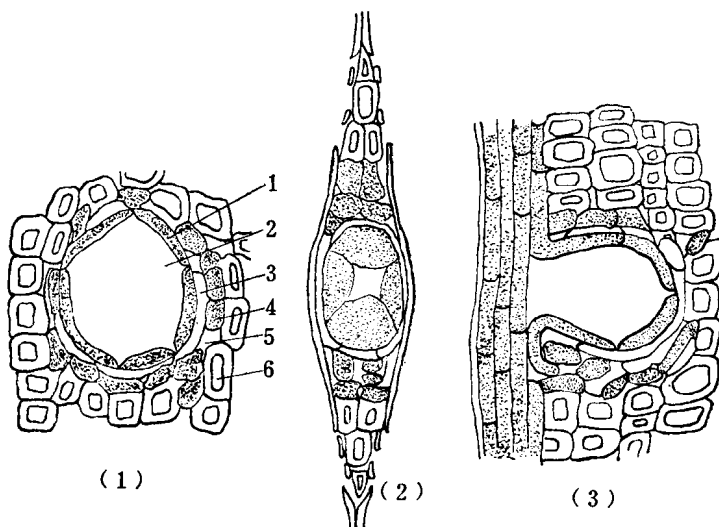


图 1—2 松木的显微结构

(1) 横切面 (2) 径切面 (3) 弦切面

1. 管胞 2. 木射线 3. 纵生树脂道 4. 横生树脂道 5. 射线管胞 6. 射线薄壁细胞

表面或弦切面上观察即为带褐色的斑点，在径切面上是一些浅棕色的线条，这类树脂道称为横生树脂道，直径多数自 35—45 微米，平均直径 40 微米，长度视木射线长度而定。

松木的显微结构如图 1—2。图上可以清楚地看到纵生树脂道和横生树脂道的分布情况。

树脂道的显微结构可以在普通显微镜下放大 20—200 倍观察。

在显微镜下观察松木横切面上的白色小点，可以看见纵生树脂道是 3—4 个泌脂细胞（又称分泌细胞、管壁细胞、薄壁细胞）围成的细胞间隙如图 1—3。

在弦切面上看到的棕色斑点就是

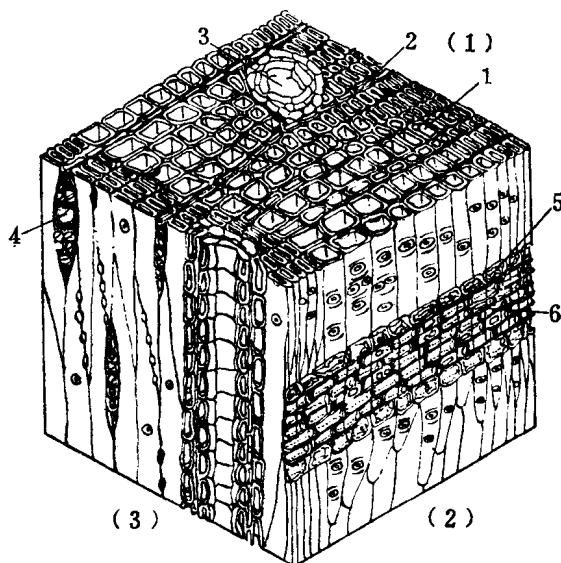


图 1—3 树脂道在显微镜下的解剖图

(1) 纵生树脂道(横切面上) (2) 木射线上的横生树脂道(弦切面上) (3) 纵生和横生树脂道的沟通情况(横切面上)

1. 泌脂细胞 2. 树脂道 3. 死细胞层 4. 伴生薄壁细胞 5. 细胞间隙 6. 管胞

木射线（纺锤形射线）中的横生树脂道，放大时即如图 1—3—（2）所示。

纵生、横生树脂道在木材中互相连接沟通，形成树脂道系。图 1—3—（3）就是在横切面上观察到的纵生和横生树脂道的沟通情况。一立方厘米木材体积中这样结合的树脂道可达数百个，因此采脂时只须割伤树干表面部分，便可使离割口较远处木质部中的树脂也能分泌出来。

树脂道的密度是树木产脂力的标志之一。

马尾松还有这样的特性，通常在晚材部分开始生长时形成正常树脂道。然而，在采脂时或树木在受到其他机械损伤、菌类侵害、严寒、干旱时可引起受伤树脂道的形成。

当采脂时，在伤口的上方和下方沿着剖面的一条垂直线形成了大量的受伤树脂道。愈近剖面，其数量愈多。其大小和正常树脂道差不多，但它们的数目却比正常树脂道要多。在木材横切面上成弦向排列，常 2—3 个紧密相邻，如图 1—4。

受伤树脂道与树脂道系相连接，在松脂分泌上有着很大的作用，往往在夏季的后半期从受伤树脂道形成起以及采脂的第二年，松脂的分泌量显著增多。受伤树脂道的增加促进了采脂时松脂产量的提高。

贵州省林业科学研究所对采脂和未采脂松木的纵生树脂道数量进行了测定对比，得知马尾松经过采脂后，树脂道的数量有了显著增加，以未采脂马尾松每平方毫米树脂道的个数为 100，则采脂马尾松的树脂道比率为 157.7%。

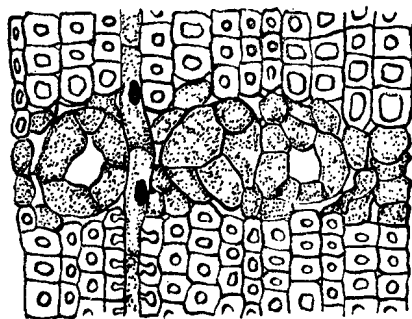


图 1—4 采脂时形成的受伤树脂道
(横切面上观察)

三、松脂的形成和分泌

有关松脂的形成和分泌，虽然假说较多，但在树木生理方面都缺乏实验资料或尚未彻底研究清楚。今就比较明确和较多被公认的有关部分，简要说明如下。

（一）松脂的形成

松脂是怎样形成的，一般认为：松树的绿色针叶能进行光合作用，叶子中的叶绿体在日光照射下能吸收光能，利用光能，在叶绿素和酶的作用下，把从周围环境中所获得的二氧化碳和水合成富于能量的有机化合物（蛋白质和糖等）同时放出氧气。松树通过光合作用形成的糖类，再经过复杂的生物化学反应和一系列中间产物，进一步形成了萜烯和树脂酸。因此可以把松脂视为松树的光合作用产物。

进行光合作用，除了充足的光照条件和从叶子的气孔中进入一定浓度的二氧化碳外，还需要从土壤中吸收充足的水分和无机营养。主要通过木质部运往叶子中去。水是参与光合作用的必要条件，同时水和无机盐类中的许多矿质元素是叶绿体的重要组成部分，也是促进枝叶生长茂盛的重要因素。

296276