



普通高等教育“十二五”部委级规划教材（本科）



浙江省重点教材建设项目

CANSI JIAGONG GONGCHENG

蚕丝加工工程

陈文兴 傅雅琴 主 编
江文斌 副主编



中国纺织出版社



普通高等教育“十二五”部委级规划教材(本科)
浙江省重点教材建设项目

蚕丝加工工程

陈文兴 傅雅琴 主 编
江文斌 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书注重基础性与前沿性相结合、理论与实践相结合,系统地介绍了蚕茧的形成与结构性能、收烘与茧质量鉴定、混剥选茧、煮茧、缫丝和复摇整理、生丝质量检验、制丝加工原理、工艺与设备及制丝用水等知识。全书共分9章,每章前面列有知识点,每章后面附有思考题,供读者自学和练习使用。

本书可作为丝纤维加工与技术、制丝学、茧丝学等课程的教材,也可以供从事制丝、丝绸生产及设备制造的技术和科研人员参考。

蚕 丝 工 艺 学

第 1 章 绪论
第 2 章 蚕茧的收获与加工

图书在版编目(CIP)数据

蚕丝加工工程/陈文兴,傅雅琴主编. —北京:中国纺织出版社,2013.9

普通高等教育“十二五”部委级规划教材(本科) 浙江省重点教材建设项目

ISBN 978-7-5064-9883-8

I. ①蚕… II. ①陈… ②傅… III. ①蚕丝—加工—高等学校—教材 IV. ①TS102.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 161933 号

策划编辑:秦丹红 责任编辑:王军锋 特约编辑:符 芬
责任校对:寇晨晨 责任设计:何 建 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

邮购电话:010—67004461 传真:010—87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

三河市华丰印刷厂印刷 各地新华书店经销

2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25

字数:323 千字 定价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

出版者的话

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(简称《纲要》)中提出“全面提高高等教育质量”,“提高人才培养质量”。教高[2007]1号文件“关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见”中,明确了“继续推进国家精品课程建设”,“积极推进网络教育资源开发和共享平台建设,建设面向全国高校的精品课程和立体化教材的数字化资源中心”,对高等教育教材的质量和立体化模式都提出了更高、更具体的要求。

“着力培养信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才”,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,配合教育部“卓越工程师教育培养计划”的实施,满足应用型人才培养的需要,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。中国纺织服装教育协会协同中国纺织出版社,认真组织制订“十二五”部委级教材规划,组织专家对各院校上报的“十二五”规划教材选题进行认真评选,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下三个特点:

(1) 围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章首介绍本章知识点、重点、难点及专业技能,增加相关学科的最新研究理论、研究热点或历史背景,章后附形式多样的思考题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2) 突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论与生产实践的结合,有针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容,并通过多媒体等形式,直观反映生产实践的最新成果。

(3) 实现一个立体——开发立体化教材体系。充分利用现代教育技术手段,构建数字教育资源平台,开发教学课件、音像制品、素材库、试题库等多种立体化的配套教材,以直观的形式和丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威、编辑专业、审读严格、精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

前言

本书是在由苏州丝绸工学院和浙江丝绸工学院共同编写的、纺织工业出版社出版的《制丝学》和《制丝化学》这两本教材的基础上发展而来的。这两本教材后来都经过修订再版,但二十多年来,蚕丝加工理论和技术均有了很大的发展,特别是原来的立缫机缫丝工艺,目前已基本被自动缫丝机缫丝工艺所代替。为了适应蚕丝加工技术的发展,更好地满足高等教育教学和生产企业的需要,我们编写了本书。本书共分9章,系统地阐述了蚕茧的形成与结构性能、生丝质量检验、制丝加工原理、工艺与设备以及制丝用水等内容。

本书第一章由陈文兴(浙江理工大学)、傅雅琴(浙江理工大学)编写;第二章由傅雅琴、胡琛瑜(杭州飞宇纺织机械有限公司)、陈锦祥(东南大学)编写;第三章由胡琛瑜编写;第四章由陈文兴编写;第五章由江文斌(浙江理工大学)、胡琛瑜编写;第六章由李玉红(山东丝绸纺织职业学院)、傅雅琴编写;第七章由江文斌、傅雅琴编写;第八章由胡琛瑜编写;第九章由傅雅琴、江文斌编写;全书由陈文兴统稿。

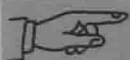
本书在编写内容上力求兼顾深度与广度,注重基础性与前沿性相结合、理论与实践相结合,以适应本科教育的学习要求,也可供职业教育和从事丝绸纺织行业的工程技术人员、科研人员参考。

本书在编写过程中还参考了很多前辈、同仁的文献资料,由于篇幅限制,有些引用文献并没有在参考文献中一一列出。同时,本书的出版还得到了浙江省教育厅、浙江理工大学的资助和中国纺织出版社的大力支持。在此,一并表示衷心感谢!

本书编写时间紧迫,加之作者水平有限,错误和不妥之处,敬请批评指正!

编者

2013年6月



课程设置指导

课程名称: 蚕丝加工工程

适用专业: 纺织工程专业

总学时: 32 学时

理论教学时数: 28 学时

实验(实践)教学时数: 4 学时

课程性质: 本课程是一门研究如何采用有效的工艺与设备,通过工艺设计与加工技术将蚕茧加工成生丝及对蚕茧、生丝质量进行检验评价的一门学科,是纺织工程学生的学科基础课之一。

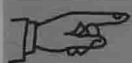
课程目的:

- 1.使学生掌握蚕茧与生丝的基本结构;蚕茧质量及工艺性能对丝纤维加工性能及生丝质量的影响;蚕茧、生丝质量的评价与检验的方法;各类与丝纤维相关的标准的应用。初步掌握工艺设计的程序,了解蚕丝纤维加工的工艺管理过程。
- 2.能利用所学知识区分蚕茧、生丝质量的好坏。
- 3.能利用所学知识对常规的蚕茧进行工艺设计,初步具备利用各类与丝纤维相关的标准进行检验与分级的技能。
- 4.使学生通过相关的理论学习和实验,提高理论联系实际的能力,特别是能利用所学知识解释实际生产中出现的相关现象,并提出解决办法的能力。

课程教学基本要求: 教学环节包括课堂教学、实践教学、实验教学、课外作业和考核。通过各教学环节重点培养学生对理论知识的理解和运用能力。

1.课堂教学:在讲授基本概念的基础上,采用启发、引导的方式进行教学,举例说明蚕丝加工理论在生产实际中的应用,并及时补充最新的发展动态。

2.实践教学(2 学时):安排学生到制丝生产一线现场参观学习、了解整个蚕丝加工的工艺流程,增加感性认识。



课程设置指导

3.实验教学(2学时):通过进行茧丝纤度分布曲线测定实验,掌握茧丝纤度分布的一般规律及茧丝纤度曲线各项特征数的计算。

4.课外作业:课外作业是引导学生学习、检查教学效果的重要环节,也是体现课程要求的标志,习题的选取应围绕教学要求强调基础训练,培养学生分析和解决问题的能力,巩固所学知识,又较贴近实际应用并可激发学生学习兴趣。每章给出若干思考题,尽量系统反映该章的知识点,布置适量书面作业。

5.考核:采用阶段测验进行阶段考核,以考试作为全面考核。考核形式根据情况采用开卷、闭卷笔试方式,题型一般包括填空题、名词解释、判断分析题、计算题。

理论教学学时分配

章 序	讲 授 内 容	学时分配
第一章	蚕茧的形成与结构性能	4
第二章	蚕茧的收烘与茧质检验	2
第三章	混茧、剥茧、选茧	2
第四章	煮茧	4
第五章	缫丝	6
第六章	复摇整理	2
第七章	生丝质量检验	2
第八章	制丝工艺设计	4
第九章	制丝用水	2
合 计		28

目录

第一章 蚕茧的形成与结构性能	1
第一节 蚕茧的形成	1
一、蚕的基本知识	1
二、蚕丝的形成	2
三、吐丝结茧	3
第二节 茧的外观性状	5
一、茧的形状和大小	5
二、茧的颜色和光泽	7
三、茧的缩皱	7
四、茧层的厚薄与松紧	7
五、茧层的通气性和通水性	8
第三节 茧的工艺性能	9
一、茧丝长	9
二、茧丝量	9
三、茧丝纤度	12
四、茧的解舒	16
五、茧丝颞节	18
第四节 柞蚕茧的特点	19
一、柞蚕的基本知识	19
二、柞蚕茧的形状与茧层组成	20
思考题	21
第二章 蚕茧的收烘与茧质检验	22
第一节 鲜茧的分类与分级	22
一、鲜茧的分类	22
二、鲜茧的分级	23
第二节 蚕茧的干燥	25
一、蚕茧干燥的目的和要求	25

二、蚕茧干燥的原理和过程	25
三、影响蚕茧干燥的工艺因素	27
四、蚕茧干燥程度检验	29
五、蚕茧干燥设备	31
六、茧的处理	35
第三节 干茧的运输与储藏	37
一、干茧的运输	37
二、干茧的储藏	38
第四节 干茧的检验	41
一、检验设备	41
二、样茧的抽取	42
三、剥选茧调查	42
四、茧幅、切割、丝胶溶失率的检验	44
五、解舒检验	46
六、清洁、洁净检验	48
七、茧丝纤度标准差检验(一粒茧)	48
八、干茧质量的评定	49
思考题	50
 第三章 混茧、剥茧、选茧	51
第一节 混茧	51
一、混茧的目的和要求	51
二、混茧方法和设备	51
三、混茧质量要求和检查	53
第二节 剥茧	53
一、剥茧的目的和要求	53
二、剥茧机及其工作过程	53
三、剥茧质量要求与检查方法	55
第三节 选茧	56
一、选茧的目的和要求	56
二、选茧的分类标准	56
三、选茧设备和选茧方法	57
四、茧输送自动化与连续化	57
五、选茧分型	59
思考题	61

第四章 煮茧	62
第一节 煮茧的目的和要求	62
一、煮茧的目的	62
二、煮茧的要求	62
第二节 煮茧基本原理	63
一、渗透	63
二、煮熟	71
三、调整	72
四、保护	76
五、煮茧前处理	77
第三节 煮茧设备	80
一、温差渗透循环式煮茧机	81
二、真空渗透煮茧机	88
第四节 煮茧工艺管理	91
一、煮茧工艺标准	91
二、适应自动缫的煮茧工艺	93
三、不同原料茧的煮茧工艺	93
四、煮茧用水和助剂	94
五、煮熟茧弊病的成因与防止方法	96
思考题	98
第五章 缫丝	99
第一节 缫丝概述	99
一、缫丝的概念	99
二、缫丝的发展历程	100
三、缫丝机	100
第二节 索理绪	101
一、索绪	101
二、理绪	106
三、自动缫丝机车头的索理绪效率与均衡生产	113
第三节 茧丝的离解	114
一、解舒张力及其构成	114
二、缫丝中影响解舒张力的因素	115
三、解舒张力与生丝质量关系	117
第四节 添绪和接绪	117
一、生丝纤度控制机构	118

二、接绪	135
第五节 集绪和捻鞘	136
一、集绪器	137
二、丝鞘	137
第六节 卷绕和干燥	141
一、卷绕机构的作用及工艺要求	141
二、生丝的卷绕运动	141
三、络交机构	144
四、卷绕张力	146
五、小籤	147
六、停籤装置	147
七、干燥装置	148
第七节 落绪茧的收集、输送和分离	149
一、落绪茧的收集与输送	149
二、落绪茧和蛹衬的分离	150
第八节 自动縲丝的管理	151
一、自动縲丝的工艺管理	151
二、设备管理	156
三、操作管理	157
四、质量管理	158
五、生产管理	166
思考题	170
第六章 复摇整理	171
第一节 小籤丝片平衡及给湿	172
一、小籤丝片平衡	172
二、小籤丝片给湿	173
第二节 复摇机及复摇工艺管理	176
一、复摇机	176
二、复摇工艺管理	178
第三节 绞装丝的整理	182
一、大籤丝片平衡和编检	182
二、绞丝和称丝	183
三、配色、打包和成件	183
第四节 复摇成筒	184
一、干返成筒	184

二、湿返成筒	186
思考题	187
第七章 生丝质量检验	188
第一节 概述	188
一、织造对生丝质量的要求	188
二、生丝检验目的、项目和程序	189
第二节 组批与抽样	190
一、组批	190
二、抽样	191
第三节 生丝质量检验项目及其设备和方法	191
一、重量检验	191
二、外观检验	192
三、切断检验	195
四、纤度检验	196
五、均匀检验	199
六、清洁及洁净检验	201
七、断裂强度及断裂伸长率检验	204
八、抱合检验	206
九、茸毛检验	207
第四节 生丝分级	208
一、分级目的	208
二、分级方法	210
三、平均等级计算	211
思考题	211
第八章 制丝工艺设计	213
第一节 原料茧的选用	213
一、并庄	213
二、茧幅标准偏差与茧幅极差	214
三、茧丝纤度	215
第二节 初步设计	215
一、纤度设计	215
二、等级设计	216
三、产量设计	217
四、缫折设计	218

五、其他工艺的设计	219
第三节 试缫验证	220
一、试缫时间及车位	220
二、调查与测定项目及其方法	220
思考题	222
第九章 制丝用水	223
第一节 天然水中的杂质	223
一、天然水中杂质的分类	223
二、各种水源的含杂情况	225
第二节 水质常用指标	226
一、评价水质的指标	226
二、水质指标间的关系	228
第三节 制丝用水的要求	230
一、水中杂质对制丝生产的影响	230
二、制丝用水对水质的要求	234
第四节 丝厂水质分析	235
一、水样的采取与保管	235
二、丝厂水质分析中主要项目的测定原理	236
第五节 制丝用水的水质改良	241
一、水的净化	242
二、水的软化	243
三、水的其他处理方法	246
思考题	247
参考文献	248

第一章 蚕茧的形成与结构性能

本章知识点

1. 茧丝的形成与茧丝在茧层中的排列形式。
2. 茧的外观性状及外观性状与制丝工艺的关系。
3. 茧的工艺性能及工艺性能与缫丝产量、质量、消耗的关系。
4. 柞蚕茧的形状与茧层的组成。

第一节 蚕茧的形成

一、蚕的基本知识

1. 蚕的分类 蚕属于节肢动物门,昆虫纲,鳞翅目,蚕蛾科,分为家蚕(也称桑蚕)与野蚕两类。家蚕以桑叶为饲料,结成的蚕茧可以加工成生丝,是天然丝的主要来源;野蚕有柞蚕、蓖麻蚕、天蚕、樟蚕、樗蚕和柳蚕等数种。柞蚕茧可以加工成柞蚕丝,是天然丝的第二来源;另外,天蚕茧可以缫制成天蚕丝;其他野蚕结的茧不易缫丝,一般用作绢纺原料或拉制丝绵。

我国农村地区以饲养家蚕为主,少部分地区饲养柞蚕。天蚕只在黑龙江省、吉林省等部分山间湖畔的柞林中有繁殖。

2. 家蚕的发育过程 家蚕是一种属于完全变态的昆虫,它的一生中要经过卵、幼虫、蛹和成虫四个阶段,如图 1-1 所示。

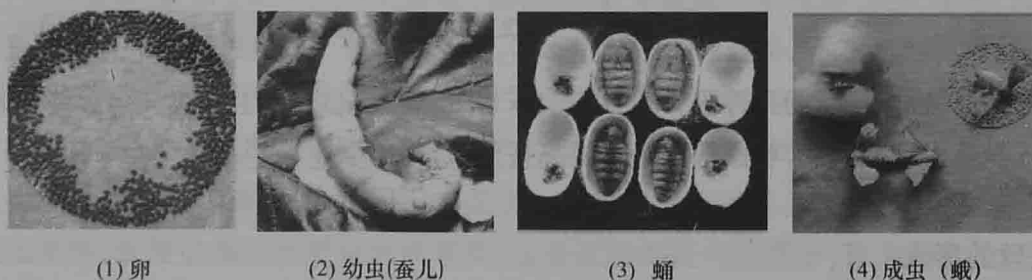


图 1-1 家蚕的四个发育阶段

家蚕是以卵越冬,从蚕卵催青孵化后发育成长的幼虫,通常称为蚕儿。从卵孵化出来的小蚕称蚁蚕。蚁蚕开始食桑,蚕体逐渐发育长大,大约三天以后,停止食桑,不动,称为“眠”。经过一昼夜,脱去旧皮,换上新皮,便开始新的龄期。从蚁蚕到第一次脱皮称为一龄;第一次脱皮

完成到第二次脱皮称为二龄；以后各龄依此类推。蚕儿一般脱皮四次，经过五龄开始结茧。蚕儿生长到五龄期末，停止食桑，皮肤透明，这时蚕儿称为熟蚕。此时蚕儿上簇，开始吐丝结茧。从蚕卵孵化出蚁蚕到熟蚕结茧的时间称作蚕期。蚕期因品种、饲养季节和饲养条件而异，一般春期约 26 天，夏秋期为 20 ~ 24 天。

3. 家蚕品种 家蚕品种是提高生丝产、质量，降低消耗的先决条件，也是保证蚕茧优质高产的主要因素。蚕品种以系统分有中国种、日本种、欧洲种；以季节分有春蚕、夏蚕、秋蚕，秋蚕还分早秋蚕、中秋蚕、晚秋蚕和晚晚秋蚕；按化性分有一化性、二化性和多化性。化性是指一年内在自然条件下孵化的次数。一化性的蚕儿的特点为发育慢、体质弱，但丝质优良；多化性的蚕儿的特点为发育快、体质强，但丝质较差。我国多数省区一般采用二化性品种，只有广东、广西等省份采用多化性品种。不同品种交配而培育成的种称杂交种。目前我国农村饲养的都为一代杂交种。图 1-2 所示为家蚕一化性品种的生长历程。

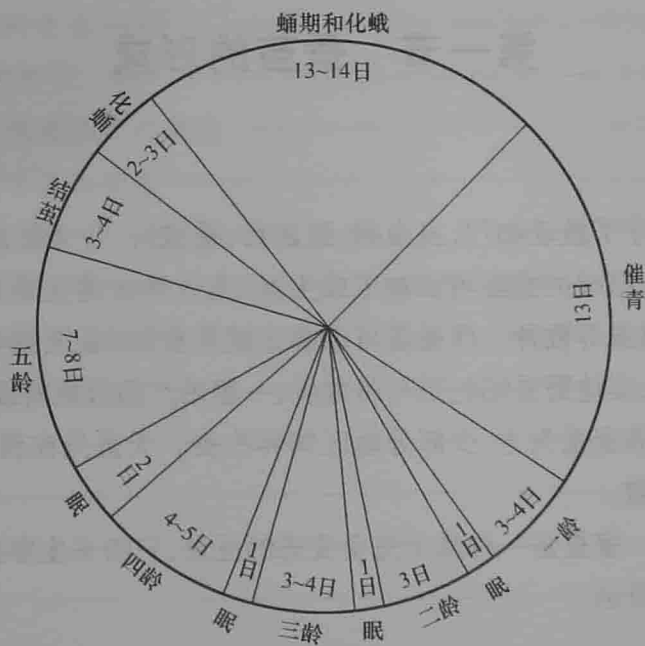


图 1-2 家蚕一化性品种的生长历程

现行主要蚕品种中，春期有菁松×皓月、苏 5×苏 6、杭 7×杭 8、871×872 等；夏秋期有秋丰×白玉、苏 3·秋 3×苏 4、781×朝霞等。为了提高蚕茧产量，不少地方正在推广春种秋养技术。

二、蚕丝的形成

蚕丝来源于绢丝腺。当蚕儿成熟时，其体内的绢丝腺也已经发育成熟。此时若解剖蚕体可见一个半透明对称的管状器官，即是绢丝腺，如图 1-3 所示。

蚕儿吐丝时，依靠其体壁肌肉的收缩和吐丝部的压缩作用，使绢丝腺中的绢丝液由后部丝腺向前推进，后部丝腺分泌的是丝素。经中部丝腺时，丝素被中部丝腺分泌的丝胶包围；到达前部丝腺时，丝素在内，丝胶在外，完全密合成柱状的绢丝液；再前进到吐丝部，左右两根柱状绢丝液在吐丝部汇合，经吐丝部的榨丝区、吐丝口排出体外，在空气中凝固硬化成一根茧丝。在吐丝

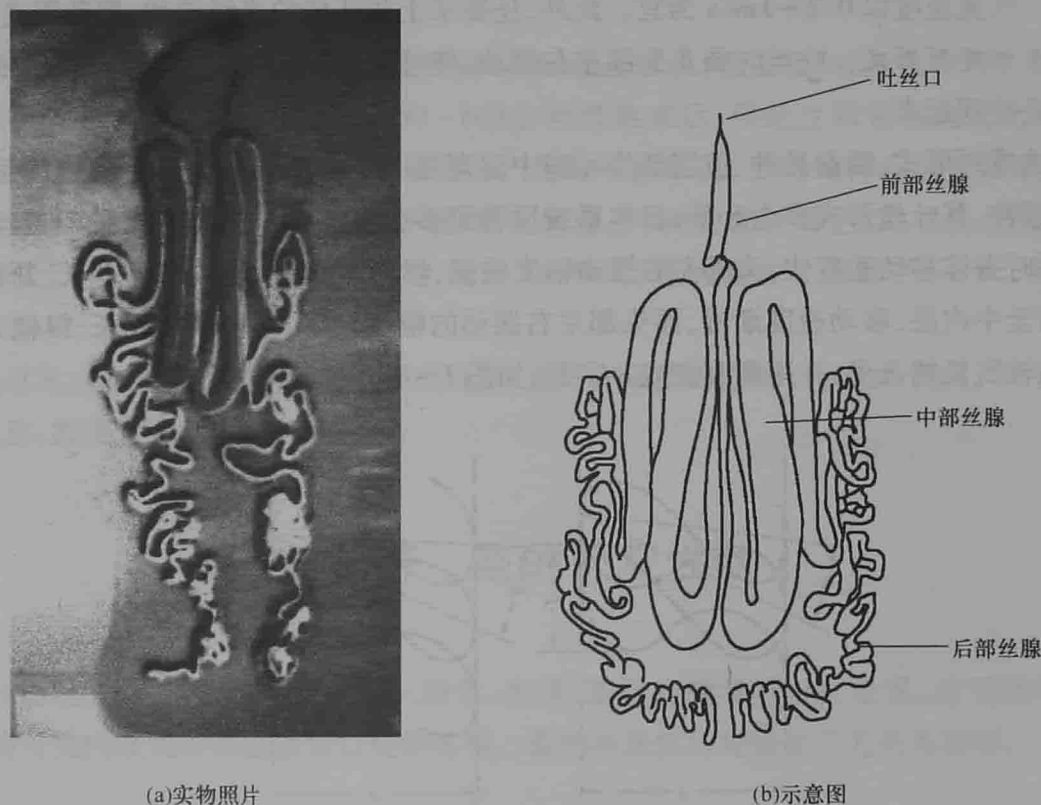


图 1-3 家蚕的绢丝腺

过程中,液状物质经过丝腺本身的收缩作用而脱掉部分水分,浓度提高,且丝素分子沿流动方向逐渐变为有规则排列,分子的取向度提高。当丝素通过吐丝部时,又受剪切应力作用,丝素分子链伸展,且部分结晶化。蚕在吐丝时,由于头部左右摆动,即产生牵引作用,使绢丝液纤维化而形成茧丝。

三、吐丝结茧

1. 结茧过程 蚕儿成熟后,停止食桑,寻找适当的结茧场所。将适熟蚕逐头捉起放在蚕簇上叫作上簇(也叫上山)。常用的簇具有方格簇(塑料、纸板等做成)、伞形簇、蜈蚣簇、折簇(稻草、麦秆等做成),其中方格簇较为理想。蚕儿上簇后,吐出绢丝液形成丝缕,不规则地绕在蚕簇上,先构成蚕茧的骨架,然后排泄粪尿,再吐出疏松、十分零乱的丝圈,构成初步具有茧子轮廓的茧衣。

茧衣结成后,蚕儿开始以有规则的形式进行吐丝,每吐出 15~20 个丝圈,更换一次位置,很多丝圈相互重叠,并借丝胶的黏合作用构成茧层。吐丝接近终了时,蚕儿吐丝速度逐渐减慢,且头部摆动无规则,致使这部分丝缕细弱而紊乱,这是茧层的最内层部分,称为蛹衣。

蛹衣形成后,蚕就在茧内脱去蚕皮化蛹。因此,一粒蚕茧是由茧衣、茧层、蛹衣和蛹体四部分组成。蛹衣和蛹体叫作蛹衬,能够用来缫丝的为茧层。茧衣的丝缕细而脆弱,丝胶含量多,排列不规则,也不能用来缫丝。蛹衣的丝缕也较细弱,丝胶含量少,排列不规则,也不能用来缫丝。茧衣和蛹衣通常用作绢纺原料。

结茧过程中的簇中环境,以温度、相对湿度、气流最为重要。当簇中高温多湿或低温多湿,以及不通风或没有气流时,解舒率等茧质明显下降。一般簇中温度以 22~25℃,相对湿度以

70% ± 5% ,气流速度以 0.2 ~ 1m/s 为宜。此外,还要求上簇环境的光线柔和,避免阳光直射。

2. 茧丝的排列形式 吐丝时蚕儿头部左右摆动,使吐出的丝形成 S 形或 8 字形,依靠丝胶胶着而重叠排列起来。

茧丝的排列形式,因蚕品种、茧层部位和簇中温湿度等不同而有差异。一般中国系统和欧洲系统的原种,其吐丝形式多为 S 形,日本系统原种则多为 8 字形。中日杂交种的茧丝排列形式,在外层时蚕体移动速度快,头部左右摆动幅度较狭,丝环的横幅 A 短、纵幅 B 长、开角 ϕ 大,呈 S 形;渐至中内层,移动速度渐慢,而头部左右摆动的幅度较宽,丝环横幅 A 长、纵幅 B 短、开角小,成为较狭长的 S 形,并逐渐改变成 8 字形,如图 1-4 所示。

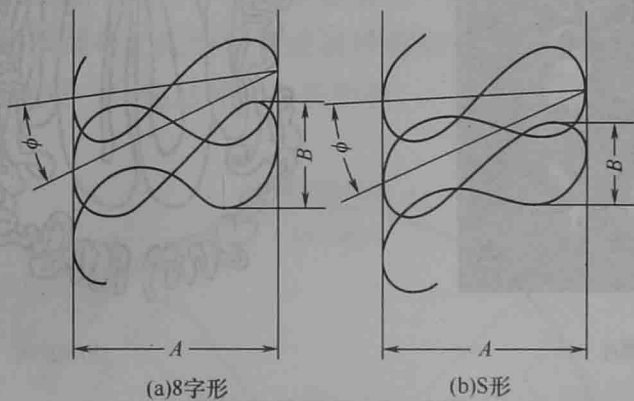


图 1-4 茧丝的排列形式

A—幅 B—纵幅 ϕ —开角

对茧层各部位的茧丝排列形式进行调查统计,其结果见表 1-1。

表 1-1 丝缕排列形式分布

茧形	不同茧层部位 S 形所占百分比(%)					
	100 回(外)	200 回	300 回	400 回	500 回	600 回(内)
椭圆	64	30	8	3	1	0
束腰	68	14	2	0	0	0

注 1 回 = 1.125m, S 形与 8 字形的总和为 100%。

从表 1-1 可以看出,不论椭圆形或束腰形茧,茧丝排列形式由外层大部分是 S 形,逐渐转变到内层大部分是 8 字形,接近蛹衬部分,几乎全是 8 字形。一般茧型大的丝圈大;茧型小的丝圈也小。同粒茧,丝圈在茧的膨大部最大,束腰部次之,两端最小。丝圈的排列与簇中温度有关,在 29℃ 以上高温时,吐丝速度快, A 长, B 短, ϕ 小,重叠多;在 21℃ 以下低温时,吐丝速度慢, A、B 都小, ϕ 也小,重叠多而不整齐;一般在 22 ~ 25℃ 适温时,吐丝幅度适当,重叠少。

茧丝排列形式的不同,对煮茧、缫丝有不同的影响。茧丝排列形式为 S 形的,丝缕交叉重叠点少,容易干燥,胶着程度轻,煮后容易离解;茧丝排列形式为 8 字形的,交叉重叠点多,干燥缓慢,胶着程度重,煮后难以离解,缫丝过程中茧子跳动比较激烈,容易增加落绪和产生