

高等纺织院校教材

制 丝 学

第二版（上册）

中国纺织出版社

高等纺织院校教材

制 丝 学

第二版

(上 册)

苏州丝绸工学院 编
浙江丝绸工学院

中国轻工业出版社

(京)新登字037号

内 容 提 要

本书分上、下两册。上册内容包括蚕茧；茧的干燥、贮藏与茧质评定；混剥选茧；煮茧。下册内容包括缫丝；复掘整理；生丝质量与检验；工艺设计等。

书中介绍了家蚕茧、丝的结构和性能，蚕茧的干燥和贮藏，系统阐述了制丝工艺过程以及生丝检验、质量分析和工艺设计方法等。

本书是高等纺织院校丝绸工程专业的主要专业教材，也可供职业大学制丝专业师生和制丝专业科学技术人员阅读参考。

责任编辑：华洁苹

高等纺织院校教材

制 丝 学

第二版

(上 册)

苏州丝绸工学院 编
浙江丝绸工学院

中国纺织出版社出版

(北京东直门南大街4号)

中国纺织出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张：8 4/32 插页：1 字数：180千字

1993年6月第二版第一次印刷 1994年6月第二版第二次印刷

印数：3001—7000 定价：8.50元

ISBN 7-5064-0861-9/TS·0811(课)

前 言

《制丝学》为制丝专业的主要教材，初版本于1980年出版，在提高教学质量、促进科研工作、发展缫丝生产等方面均起到重要的作用。但是十年来，制丝的工艺理论、生产技术及管理都有了新的发展，而且高等学校的专业设置有了拓宽和调整，初版教材已不能适应形势发展的需要。为此，我们按照纺织工业部教育司的要求，组织了有关院校，对初版进行补充修订。修订版全书仍按生产工序编排，分上、下两册，上册除绪论外，包括蚕茧，茧的干燥、贮藏与茧质评定，混剥选茧，煮茧四章；下册包括缫丝，复摇整理，生丝质量与检验，工艺设计等四章。

本书由苏州丝绸工学院、浙江丝绸工学院共同编写，参加初版编写工作的有苏州丝绸工学院的张复昇、周本立、席德衡、赵庆长、吕光祖、周韶、陈基达和浙江丝绸工学院的陈钟、陈纯无、沈明德、徐辉等。

第二版编写分工如下：周本立负责“绪论”和“复摇整理”、“工艺设计”两章，徐回祥负责“蚕茧”、“茧的干燥、贮藏与茧质评定”两章，许逊负责“混剥选茧”、“煮茧”两章，陈基达负责“缫丝”一章，陈纯无负责“生丝质量与检验”一章。初版和二版的主编和统稿工作均由周本立负责。

二版稿完成后，由江苏纺织研究所陈士修主持了审稿会，吴鹤龄、周月秋等参加了审稿会议。对此，表示衷心感谢。

由于种种原因，本书内容可能存在一些不足之处，恳请读者批评指正。

丝绸工程专业教育委员会

《制丝学》编写组

一九九一年八月

目 录

绪论	(1)
第一章 蚕茧	(5)
第一节 茧的形成	(5)
一、蚕的一般知识	(5)
二、茧丝的形成	(7)
三、吐丝结茧	(10)
四、茧丝的排列形式	(11)
五、上簇条件	(13)
第二节 茧的性状	(15)
一、茧的形状和大小	(16)
二、茧的颜色和光泽	(19)
三、茧层的缩皱	(20)
四、茧层的厚薄和松紧	(21)
五、茧层的通气性和通水性	(23)
第三节 茧的工艺性能	(25)
一、茧丝长	(26)
二、茧丝量	(27)
三、茧丝纤度	(32)
四、茧的解舒	(41)
五、茧丝的颍节	(47)
第四节 茧丝的结构与特性	(50)
一、茧丝的结构	(50)
二、茧丝的特性	(55)
第二章 茧的干燥、贮藏与茧质评定	(68)

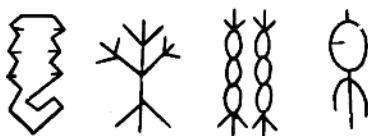
第一节 蚕茧的干燥.....	(68)
一、烘茧的目的要求.....	(68)
二、干燥原理及过程.....	(68)
三、蚕茧干燥规律.....	(71)
四、影响蚕茧干燥的工艺因素.....	(75)
五、蚕茧干燥设备和工艺条件.....	(85)
六、茧的处理.....	(99)
七、干燥程度检验.....	(105)
第二节 茧的贮藏.....	(108)
一、贮茧的目的.....	(108)
二、茧库的温湿度管理.....	(108)
三、贮茧方法和安全检查.....	(111)
四、虫鼠害的预防.....	(112)
第三节 茧质评定.....	(113)
一、茧质评定的目的要求.....	(113)
二、鲜茧茧质评定.....	(113)
三、干茧检验分级.....	(117)
第三章 混、剥、选茧.....	(122)
第一节 混茧.....	(122)
一、混茧的目的.....	(122)
二、混茧条件和混茧方法.....	(123)
三、混茧比例的计算.....	(127)
第二节 剥茧.....	(130)
一、剥茧目的和要求.....	(130)
二、剥茧工作原理.....	(131)
三、剥茧设备.....	(133)
第三节 选茧.....	(134)
一、选茧目的和要求.....	(134)
二、选茧分类.....	(134)

三、选茧设备和方法	(137)
四、选茧分型	(137)
五、干茧的输送	(142)
第四节 混剥选茧的工艺检查	(144)
第四章 煮茧	(145)
第一节 煮茧的目的和要求	(145)
一、茧层结构与煮茧质量的关系	(145)
二、茧层胶着状态与煮茧质量的关系	(146)
三、煮茧目的和要求	(147)
第二节 煮茧原理	(148)
一、渗透	(148)
二、煮熟	(165)
三、调整和保护	(171)
四、煮茧前处理	(181)
第三节 煮茧设备	(195)
一、循环式煮茧机	(195)
二、真空渗透煮茧机	(207)
三、煮熟茧自动输送装置	(212)
四、煮茧机附属装置	(218)
第四节 煮茧工艺管理	(227)
一、煮茧工艺标准	(227)
二、煮熟茧鉴定和保护	(228)
三、适应自动缫的煮茧工艺	(233)
四、煮茧弊病的成因及防止方法	(236)
五、煮茧助剂	(241)
六、原料与煮茧工艺	(244)
七、煮茧生产能力的计算	(246)

绪 论

一、我国丝绸工业的发展概况及其在国民经济中的地位

蚕丝起源于我国，相传早在四千多年前的黄帝时代，即开始“教民养蚕，制作衣裳”。1926年在山西省夏县西阴村进行仰韶文化（公元前4000~3600年）遗址的发掘中发现了一个半截的蚕茧，获得了最好的证据。在商代的甲骨文中，已有“蚕”、“桑”、“丝”、“帛”等的象形文字，如图所示。出土的殷墟文物也证明，早在三千多年前，我们的祖先已经掌握了缫丝、织绸的工艺。由此可见，养蚕、缫丝、织绸是我国古代劳动人民的伟大发明之一。



蚕、丝等象形文字图

历代相传的原始缫丝生产方式，是将茧浸于热汤，以手抽丝，卷于丝筐，用来打丝线或编结鱼网。根据史籍记载，到周代已能制成极简单的制丝工具。其后从汉到唐代千余年间，一些极简陋的缫丝车已经在民间广泛运用。当时，我国的丝绸从黄河中、上游经新疆远销中亚和欧洲，这条远销通道，被中外历史学家称为“丝绸之路”。到清代时，手工制丝已很普遍，那时浙江

的辑里丝质量优异，驰名中外。鸦片战争后，帝国主义列强利用在中国的特权，对我国实行经济侵略。1861年英商在上海创设“纺丝局”，输入丝车100台进行生产，至1866年停业。1872年商人陈启源从海外归来，在广东南海开设了最早的座缫制丝工厂。据载：“厂的规模，有女工六、七百，机械效率可抵十人，出丝精美”。这就是座缫机在我国的首次出现。此后，相继在上海、无锡、苏州、重庆、杭州等地办起了制丝工厂。当时，机械制丝业发展很快，是比较兴盛的。到1929年，在江、浙两省设立了较座缫制丝先进的多绪缫丝工厂。几年后，多绪缫丝车得到广泛使用，这也就是现在国内所采用的立缫机。近百年来，由于帝国主义的掠夺和破坏，以及封建主义、官僚资本主义的反动统治，造成农村破产，工厂倒闭，蚕丝事业受到严重摧残。全国解放前夕，蚕丝事业已处于奄奄一息的状态。

1949年全国解放后，丝绸工业同其他事业一样，开始走上了新生的道路。旧有缫丝企业进行技术改造，增添新设备，大搞技术革新，不少旧式座缫缫丝机逐步为立缫缫丝机所代替，一批新建缫丝企业采用了自动缫丝机，使生丝的产量成倍增长，质量不断提高。我国蚕茧和生丝产量分别从1969年和1978年起就跃居世界首位，这给丝绸工业提供了丰富的物质基础。丝绸企业遍布28个省、市、自治区，其中四川、浙江、江苏、广东、山东、辽宁和新疆等省、自治区已成为我国丝绸工业的主要生产基地。丝绸工业坚持企业改革，强化企业管理，使企业向自主经营、自负盈亏、提高效益的方向发展。“七五”期间，已有不少丝绸企业跨入了国家级先进企业行列，丝绸工业的科学技术也有了进一步的发展，自动缫丝机的比重逐年增大，生丝产、质量不断提高，技术革新普遍开展，电子技术正在应用，丝绸基础理论研究得到了普遍的重视。

我国的丝绸素为国内外消费者所喜爱。很久以来，丝绸一直是我国对外贸易的主要纺织品，在国际市场上享有很高的声誉。

丝绸工业，不仅以它丰富多采、绚丽美观的产品来满足人们日益增长的需要，而且担负着为国家积累资金，支援社会主义建设的重任。同时，丝绸工业的发展，也促进了蚕桑生产的发展，对繁荣农村经济，增加农民收益，实现农、林、牧、副、渔全面发展，都有着现实的意义。

随着工农业和蚕茧生产的发展，丝绸工业生产的技术改造任务还很繁重，特别是目前缫丝工业的设备陈旧，劳动生产率低，与国外先进水平相比，差距甚大。为了加速发展丝绸工业，我们必须进一步开展丝绸工业的科学实验工作，推进技术进步，提高科学技术水平和提高人员素质。我们一定要树雄心，立壮志，在改革、开放方针的指引下，积极采用新技术、新工艺、新设备，同时认真学习国外的先进技术和管理经验，努力实现优质、高产、低消耗，加速发展丝绸工业，为社会主义现代化建设作出贡献。

二、本课程的任务和内容

制丝学是研究如何将蚕茧加工成生丝的一门科学。它来源于几千年劳动人民生产斗争的实践，总结他们实践中的宝贵经验，加以系统化、条理化和科学化，以进一步达到理论指导实践的目的。

本课程的任务是为加速发展丝绸生产，为祖国培养和造就一批丝绸科学技术人才。通过这门课程的学习，使学生对制丝工艺过程有比较系统和全面的了解，初步掌握工艺设计、技术管理和产质量分析的方法，并能运用已经学过的基础理论知识，来阐明并解决制丝工艺中的问题；使学生在工艺操作和实验技能、独立工作能力等方面得到基本训练，获得制丝工艺的基本知识、基本理论和基本技能。

本课程的内容，首先是分析和研究蚕茧的结构、性状和工艺性能，阐明茧丝的结构和性能，介绍蚕茧的干燥和贮藏过程以及茧质评定分级方法，因为这些内容不仅是确定制丝加工工艺的

基础，而且也决定着生丝及其织物所独有的优异品质。其次是系统阐述制丝工艺过程，从混、剥、选茧开始，经过煮茧、缫丝，到复摇、整理等工序，着重研究各工序的工艺要求、加工原理、加工方法和主要机械设备的性能，还介绍这方面的新技术和新工艺。最后讲授生丝检验、质量分析和工艺设计，让学生掌握生丝品质的检验和分级方法，并通过影响质量因素的分析，使学生能综合运用已经学到的基础和专业理论知识，去分析和解决生产中经常出现的各种问题。本教材研究的对象是家蚕茧制丝，柞蚕茧制丝的内容暂未编入。

第一章 蚕 茧

第一节 茧的形成

一、蚕的一般知识

(一) 蚕的分类

蚕分家蚕与野蚕两类。家蚕又称桑蚕。家蚕结的茧是生丝的原料。野蚕有柞蚕、蓖麻蚕、樟蚕、栲蚕、天蚕和柳蚕等数种。柞蚕结的茧也可以缫丝，是柞蚕丝的原料。其它野蚕结的茧不易缫丝，一般供作绢纺原料。我国农村普遍饲养的多为家蚕和柞蚕。

(二) 家蚕的发育阶段

家蚕是一种属于完全变态的鳞翅目蚕蛾科昆虫，在它的一生中，要经过卵(a)、幼虫(b)、蛹(c)和成虫(d)四个阶段，如图1-1所示。家蚕是以卵越冬，从蚕卵孵化后发育成长的幼虫，通称蚕儿。它的成长发育一般经过四次脱皮，即五个龄期。刚从卵

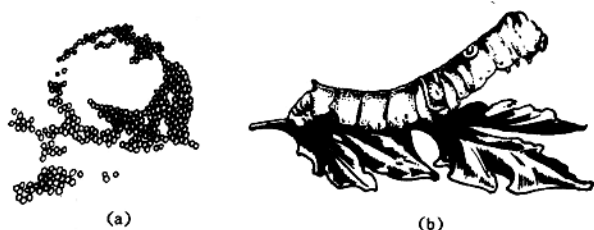


图1-1



(c)



(d)

图1-1 家蚕的四个发育阶段

内孵化出来的小蚕，称蚁蚕。蚁蚕开始食桑，蚕体逐渐发育成长，大约三天以后，停止食桑，身体固定在蚕座上，叫做眠。眠蚕约经一昼夜，即脱去旧皮，换上新皮，又开始食桑，继续发育成长，

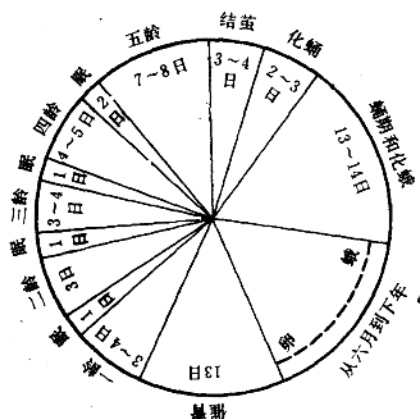


图1-2 家蚕一化性品种的生活史

经过3~5日，再就眠脱皮。这样循环往复几次，以至老熟结茧。为了区分蚕儿的成长时期，常从蚁蚕开始到第一次眠称为一龄；相应地到第二次眠称为二龄。一般的品种是四眠蚕，有五个龄期。五龄蚕食桑6~8日后，停止食桑，皮肤透明，这个时期的蚕儿叫做熟蚕，此时蚕儿便开始吐丝结茧。熟蚕结茧完成后，在茧内脱皮化蛹。以后再化成蛾钻出茧壳。雌雄交配后产出蚕卵，从而重复其演变过程，如图1-2所示。从蚕卵孵化出蚁蚕到熟蚕结茧的时间称为蚕期。蚕期因品种和饲养季节及饲养条件的不同而有长短，一般春期为26日，夏秋期为20日左右。

(三) 家蚕品种

蚕品种不仅是保证蚕茧优质高产的主要因素，同时也是为缫丝工业提供优质原料的先决条件。选用蚕品种时，必须注意到品种的特性，和它是否与外界饲养环境相适应。

蚕品种以系统来分，有中国种、日本种、欧洲种三种；以季节来分，有春期、夏期、早秋期、中秋期、晚秋期、晚晚秋期等几种；以化性来分，有一化性、二化性和多化性三种。现在饲养的蚕一般为一年孵化两次的二化性品种。我国广东、广西省有一年孵化八次的多化性品种。不同品种相交配而培育成的种称交杂种。我国农村中饲养的蚕品种，一般是由两个品种的蚕儿相交配后的一代交杂种。近来我国在夏季及早秋用的品种中，还有采用三元或四元交杂种的。

解放后，为了大力发展蚕桑生产，国家非常重视提高蚕茧产品质量的措施，加强了对蚕品种的培育和研究工作，已育成的蚕品种具有适应地方气候和饲养技术条件及“好养、优质、高产”的特点。现行主要家蚕品种，春期为苏5×苏6、杭7×杭8、菁松×皓月、浙蕾×春晓、781×782·734、华合×东肥等，夏秋期为苏3·秋3×苏4、浙农1号×苏12、苏3×苏4、东34×苏12、新菁×朝霞等。

二、茧丝的形成

当蚕儿老熟时，其体内的绢丝腺也已经发育成熟。此时若将蚕体解剖，可见一个对称的半透明的管状器官，即绢丝腺。绢丝腺在消食管下面，后端闭塞，弯曲极多；前端在头部内，两管合并为一根吐丝管，其先端为吐丝口，如图1-3所示。整个腺体可

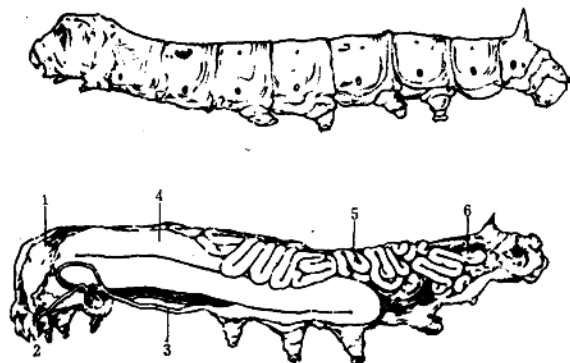


图1-3 家蚕的熟蚕剖视

1—食道 2—吐丝口 3—前部丝腺 4—中部丝腺 5—后部丝腺 6—直肠

分为吐丝部、前部丝腺、中部丝腺和后部丝腺等四部分，如图1-4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，经过中部丝腺时，茧丝的主要化学成分丝素被中部丝腺分泌的另一种化学成分丝胶所包围，到达前部丝腺时，丝素在内，丝胶在外，完全密合成为一根柱状的绢丝液。再前进到吐丝部，左右两根柱状绢丝液在会合部汇合，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。在吐丝过程中，液状物质经过丝腺本身的收缩作用而脱水，液体浓度提高，且丝素分子沿流动方向逐渐变为有规则排列。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，这时只要受机械的牵引作用，即可

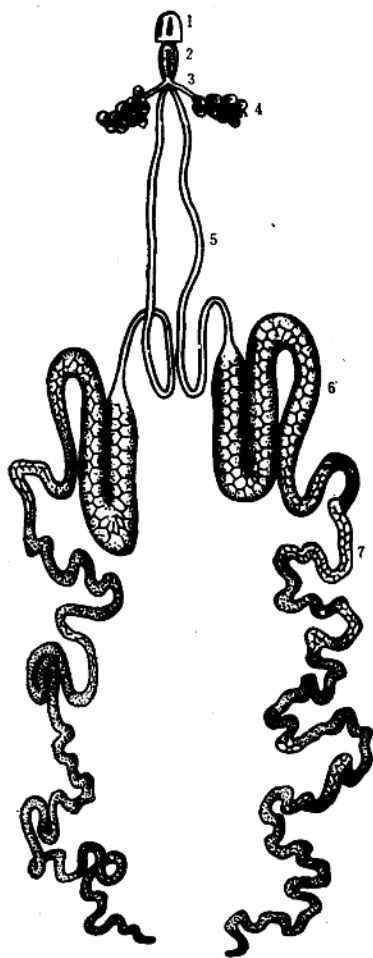


图1-4 家蚕绢丝腺

1—吐丝口 2—吐丝部 3—会合部 4—粘液腺 5—前部丝腺 6—中部丝腺 7—后部丝腺

纤维化而形成茧丝。蚕在吐丝时，头部左右摆动，即产生牵引作用，有助于茧丝的纤维化。

在显微镜下观察茧丝时，可以看出它是由两根平行的单丝构成的。用20%浓度的氢氧化钠稀释液处理单丝后，在显微镜下观察，可看出每根单丝中有50~150根直径 $0.3\sim 3\mu\text{m}$ 的细纤维。茧丝的横断面为半椭圆形或略带圆形的两个钝三角形，如图1-5所示，图1-5为外、中、内层茧丝间隔1mm的切片（引自小松计一“绢——その魅力をささえるもの”，《化学与生物》，1975年第13卷第9号）一般处于茧外层的比较圆钝，到内层时渐呈扁平，致使一根茧丝在茧的外、中、内层从外观上看，粗细有所不同，这是由于蚕儿榨丝区的肌肉开口的宽狭、蚕儿头部牵引动作的快慢、绢丝腺分泌绢丝液的多少与吐丝压力的大小等不同而形成的。

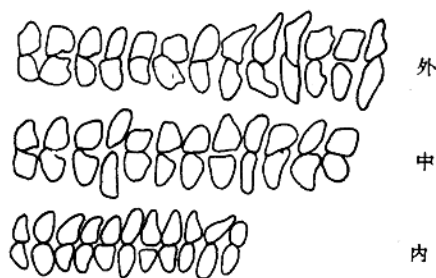


图1-5 处于茧外、中、内层茧丝的横断面

三、吐丝结茧

（一）结茧过程

蚕儿老熟后，停止食桑，寻找适当的结茧场所，吐出绢丝液形成丝缕，不规则地攀绕在蚕簇上，先构成蚕茧的骨架，暂作休息处所；然后排泄粪尿，再吐出疏松又十分零乱的丝圈，做成初步具有茧子轮廓的茧衣。茧衣的丝缕细而脆弱，丝胶含量多，排