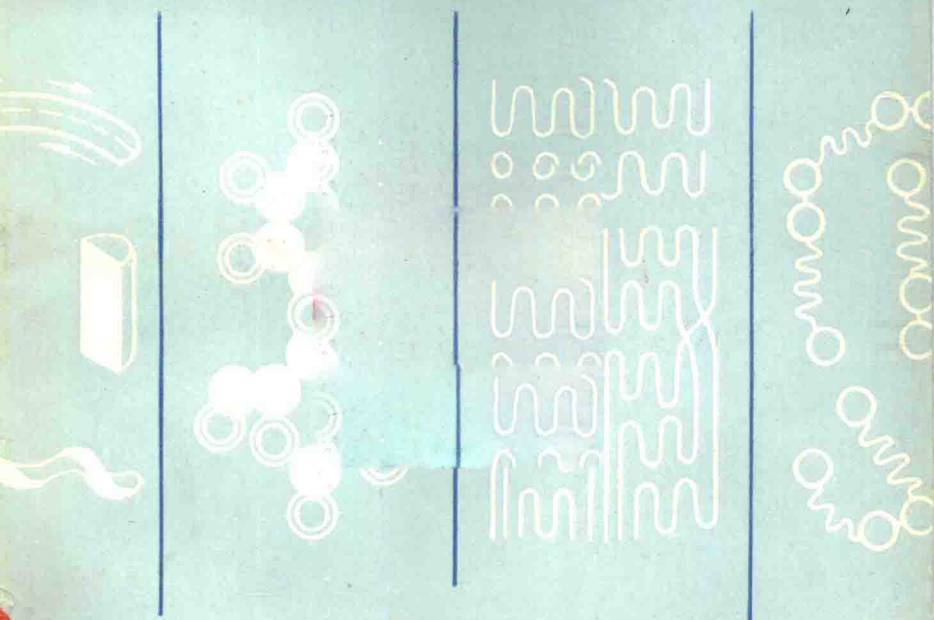


纤维的化学

【日】 櫻田一郎 著 戴承渠 章谭莉 译



纺织工业出版社

纤维的化学

〔日〕樱田一郎 著

戴承渠 章潭莉 译

纺织工业出版社

内 容 简 介

本书简述了纤维的发展、化学纤维的原料和生产原理及其技术，对化学纤维的新品种和发展趋势也作了介绍。并且还详细的叙述了化学纤维的化学、物理化学及其物理机械性质，是一本较完整的以化学纤维为主的基础读本。

本书内容丰富、全面而通俗，可供从事化学纤维生产的领导干部及纺织、染整专业的技术人员阅读。

责任编辑：高玉梅

纖維の化学

工学博士

桜田一郎 著

纤维的化学

(日) 桜田一郎 著

戴承渠 章潭莉 译

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

保定地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张：6 20/32 字数：145千字

1982年9月 第一版第一次印刷

印数：1—11,000 定价：0.83元

统一书号：15041·1224

译 者 的 话

《纤维的化学》是日本京都大学名誉教授、工学博士樱田一郎的著作之一。本书简明扼要地介绍了纤维的发展及生产技术，系统地、全面地阐述了化学纤维的生产原理、工艺及发展趋向，是一本较完整的以化学纤维为主的基础读本。此书可供大专院校的化纤、纺织、染整专业作教学参考书，也可供从事化纤工艺、纤维加工的科技人员参考。

樱田一郎曾多次来我国进行学术交流，1979年应邀来华讲学，在上海华东纺织工学院讲学的，主要内容就是以本书为基础的。当时为供听讲所需，除译者外还有王依民、胡绍华、潘鼎、王曙中、刘兆峰等同志初译此书，现已在此基础上经修改、整理后正式译出。在译书过程中，承钱宝钧院长的关怀和指教，表示感谢。

因我们水平有限、时间仓促，错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正，不胜感激。

序

1979年秋天，我应中国纺织工程学会的邀请，在中国讲授有关合成纤维的课。讲课地点为华东纺织工学院。由钱宝钧先生亲自联系并做了细致的安排。华东纺织工学院是一所很好的纺织专业工业大学。我于1963年和1975年先后两次去上海时曾访问过该大学，会见了钱先生，因此高兴地接受了讲课的邀请。

中国方面希望讲授有关维尼纶或者合成纤维的内容，而我选定了后者。其理由是：就维尼纶而言，我在日本也未曾讲过较大分量的课，要是备课，大约需要一年的时间；而另一方面，我已完成了《纤维的化学》一书的改写工作，认为将它作为教材，较为妥当。

由于钱先生和工学院各位先生的周到的安排，讲课进行得比较顺利。我用日语讲解，朴东旭君做了翻译。另外，听讲者都拿到分头译成的中译草稿，有助于消化理解。

我在上海期间，钱先生曾谈到出版《纤维的化学》中译本的计划。写书的人恐怕都有共同的愿望，让更多的人来阅读自己的著作，成为他们精神上的以及工作、学习上的粮食。前些天接到已办完出版手续的消息。

我的书在中国出版，使我联想起我在中国的讲课，当时的教室，欢送的宴会，惜别前夕的中秋月饼。也使我久久怀念在锦江饭店同妻子一起眺望的明月，西湖上的皎月，北京颐和园的人工湖以及在中国结识的朋友们。

我希望这本书不仅对于纤维的化学，而且对于日中友好

有所贡献。在写此序文时，谨向为出版此书而尽力的钱先生和其他各位朋友深表感谢。

京都大学名誉教授

櫻田一郎

1981年10月

序 言

1926年我从京都大学的工业化学专业系毕业，作为理化研究所的研究生在喜多先生的研究室开始研究生活，到现在已经过去了53年。最初是研究纤维素衍生物的合成，不久去德国留学从事纤维素的研究工作。

1920年底到1930年初，正是以纤维化学为基础的高分子化学孕育的时期，随着这门学科的进展，从天然纤维、再生纤维直至诞生了合成纤维。1929年卡洛塞斯（Carothers）发表了关于锦纶研究的第1报。

纤维化学作为高分子化学的一部分，开始大大地发展了，与此同时，合成纤维和塑料也迅速地发展。随着文化的发展、人类的繁荣，人们必然要求性能更优异更大量的高分子制品（纤维、塑料、橡胶等）。创造物质，这就是化学，这就是化学工业。

本文作者于第二次世界大战后不久，抱着发展日本的纤维工业的愿望，编写了《纤维的科学》，由初版到现在已近30年了。在这期间，在辻和一郎（现武库川女子大学教授）、谷口政胜（兵庫女子短期大学教授）等的协助下，作了几次修订增补，得到多次的再版。这次重新构思，全面改写，命名为《纤维的化学》，其想法是：有必要把由分子组成的纤维再回到原来分子这一点上来理解。

本书的书名叫《纤维的化学》，但不是专著，叫《纤维化学概述》、《纤维化学入门》为宜。编写时虽然参考了国

内外有关文献，予以充分注意，但由于时间仓促，写得简短，所以有些地方未尽笔者之意，难免有错处，蒙读者指正，不胜荣幸。纤维的性质表，全是以日本化学纤维协会1977年版的《化纤手册》为基础。

祝愿世界纤维工业共同协作之日早日来到！

樱田一郎

1978年2月26日于京都

目 录

第一章 纤维的历史	(1)
第一节 天然纤维.....	(1)
第二节 纤维和机械革命.....	(2)
第三节 人造纤维.....	(3)
第四节 合成纤维.....	(5)
第五节 将来的纤维工业.....	(7)
第二章 纤维和高分子	(10)
第一节 什么是纤维.....	(10)
第二节 纺织纤维的必要性质.....	(11)
第三节 高分子化合物.....	(15)
第四节 高分子化合物的具体实例.....	(18)
第三章 天然纤维	(24)
第一节 纤维素纤维.....	(24)
一、棉纤维的微细结构.....	(24)
二、纤维素的分子结构.....	(26)
三、纤维结构.....	(27)
四、纤维素的分子量.....	(29)
五、纤维的结晶区和非晶区.....	(32)
六、纤维素的化学反应.....	(34)
第二节 丝.....	(35)
一、生丝.....	(35)
二、丝朊分子.....	(37)

三、丝朊的氨基酸组成.....	(38)
四、丝朊的单元晶格.....	(40)
五、家蚕以外的丝朊分子.....	(41)
六、丝朊的分子量.....	(41)
第三节 羊毛.....	(42)
一、羊毛纤维.....	(42)
二、羊毛的角朊分子结构.....	(42)
三、角朊的结晶结构.....	(43)
四、羊毛角朊的化学反应.....	(45)
五、羊毛纤维的微细结构.....	(45)
第四节 骨胶原纤维.....	(47)
第五节 天然纤维的性质.....	(47)
第四章 再生纤维和醋酯纤维.....	(49)
第一节 纤维的成形(纺丝).....	(49)
一、纺丝液.....	(49)
二、纺丝.....	(50)
三、纤维结构的形成.....	(54)
第二节 原料化合物.....	(56)
一、浆粕.....	(56)
二、蛋白质.....	(57)
第三节 人造丝.....	(58)
一、粘胶法的化学反应.....	(59)
二、粘胶强力丝、强力短纤维、波里诺西克.....	(64)
三、铜氨纤维(铜氨丝).....	(66)
四、人造纤维的树脂整理.....	(69)
第四节 醋酯纤维.....	(70)
一、原料.....	(71)

二、醋酸纤维的化学反应·····	(71)
三、纺丝·····	(74)
第五章 合成纤维总论 ·····	(76)
第一节 石油化学工业·····	(76)
第二节 单体的合成·····	(78)
一、C ₁ 馏分, 甲烷·····	(78)
二、C ₂ 馏分, 乙烯·····	(78)
三、C ₃ 馏分, 丙烯·····	(80)
四、C ₄ 馏分·····	(80)
五、芳香族馏分, BTX·····	(80)
第三节 高分子的聚合反应·····	(83)
一、缩聚·····	(84)
二、加成缩聚·····	(85)
三、链式聚合·····	(86)
四、自由基型聚合·····	(87)
五、离子型聚合·····	(90)
六、定向聚合·····	(93)
七、共聚、接枝共聚、嵌段共聚·····	(94)
八、聚合反应的实施方法·····	(96)
第六章 合成纤维各论 ·····	(98)
第一节 锦纶·····	(98)
一、锦纶66·····	(98)
二、锦纶 6·····	(100)
三、各种脂肪族锦纶·····	(102)
四、含环锦纶·····	(104)
五、全芳香族聚酰胺纤维·····	(106)
第二节 聚酯纤维·····	(109)

一、普通聚酯 (PET) 纤维.....	(109)
二、各种芳香族聚酯.....	(112)
三、苯甲酸酯纤维.....	(114)
四、脂肪族聚酯.....	(115)
第三节 聚丙烯腈纤维.....	(116)
一、聚丙烯腈的溶剂.....	(117)
二、PAN纤维的工业化.....	(118)
三、丙烯腈共聚纤维.....	(120)
四、和蛋白质的混合纤维.....	(122)
第四节 聚氯乙烯纤维与聚偏氯乙烯纤维.....	(123)
一、聚氯乙烯纤维.....	(123)
二、聚偏氯乙烯纤维.....	(126)
第五节 聚乙烯醇纤维 (维纶)	(127)
一、聚乙烯醇 (PVA)	(127)
二、纺丝与后处理.....	(129)
三、性能和用途.....	(131)
四、PVA混合纤维.....	(132)
第六节 聚烯烃纤维.....	(133)
一、各种聚烯烃纤维.....	(133)
二、聚乙烯.....	(134)
三、聚丙烯.....	(135)
第七节 其它纤维.....	(139)
一、弹性纤维.....	(139)
二、含氟纤维.....	(142)
三、酚醛类纤维.....	(143)
第七章 无机纤维.....	(145)
第一节 玻璃纤维.....	(145)

第二节	碳纤维·····	(148)
第八章	纤维的物理机械性质·····	(153)
第一节	纤度和比重·····	(153)
第二节	纤维的强度与伸长·····	(156)
第三节	纤维的弹性模量 (杨氏模量) ·····	(160)
第四节	伸长回复率 (伸长回复性)、伸长功·····	(163)
第五节	纤维的疲劳·····	(164)
第六节	纤维的机械性质和玻璃化温度·····	(166)
第七节	微细结构和纤维的机械性质·····	(170)
第八节	各种物理性质·····	(173)
第九章	纤维的化学及胶体化学性质·····	(176)
第一节	吸湿性·····	(176)
第二节	润湿性和浸透性·····	(180)
第三节	洗涤·····	(185)
第四节	染色·····	(189)
第五节	纤维的老化·····	(192)
第六节	耐热性和耐燃性·····	(193)

第一章 纤维的历史

第一节 天然纤维

现在人类生产、使用的纤维总量，全世界年产约2400万吨，其中各种纤维的比例如下：

棉	50%
合成纤维	31%
人造纤维	12%
羊毛	7%
丝	0.1%

日本的纤维（此处指纱线）的年产量为218万吨，其中各种纤维的比例如下：

棉	26%
人造纤维	12%
丝	1.3%
合成纤维	53%
羊毛	8%
其它	—

让我们简单地回顾一下人们是如何开始利用这些纤维的。

四万年前，人类用树叶和兽皮做被服，但尚未从这些植物性或动物性原料中，把纤维分离出来加工成布使用。大约在一万年前，人类就已经把麻类、兽毛等纤维用手工纺纱，再进行织布。这就可以说麻类、兽毛等纤维是人类最早开始

使用的。可以想象我们的祖先发明把纤维纺纱、织布，是因为注意到野羊毛能自然打捻成毛毡似的，知道它比毛皮本身软而轻，又保暖，因而加以模仿。

麻类等植物性纤维，首先是在炎热的地方使用的。距今4000年前，埃及已经完成麻织技术，其麻布是很有名的。

棉纤维最早是在印度使用的。在5000年前，棉织匠的技术已经很优秀了。

关于丝绸，书中记载着大约在4500年前，中国黄帝的妃子西陵氏就创造了养蚕的技术，并发明了织机。

以上这些证明了麻、毛、棉、丝四大天然纤维，至少在大约5000年前就已经相当巧妙地在利用了。

第二节 纤维和机械革命

直至十八世纪中叶，纤维还是以手工业进行纺纱、织布，其方法与5000年前几乎没有什么变化。在此期间，欧洲的人口逐步增加，尽管粮食、被服的需要量日益增多，但不可能为养羊和栽培亚麻提供更多的土地。棉花用手工业纺纱困难更多，因为纤维比亚麻、羊毛等短，而且大部分要从欧洲以外的地方输入，运输不方便，号称“白色的黄金”的棉花，依然是贵重品。

英国的纺织厂残酷地使用发育期的儿童，由于残酷的劳动，大量女工提早死亡。1769年，成功地发明了用水力和蒸汽驱动的纺纱机，一个人可以看管几个锭子。用这种纺纱机，一个成年男人和四个儿童纺出的纱，比600个妇女用简单的纺车纺出的还多。纤维工业中第二大发明是1787年施行的以蒸汽为动力的织机。

蒸汽驱动的纺织机，可以很容易地把大量纤维变成纱，再织成布。羊毛和亚麻原来的数量就不能满足这些机械的需要。棉花从新大陆美国输入，但是有一个困难，就是把棉花与棉籽分开时需要大量人工，如不及时处理，棉籽要腐烂，而农场剥棉等工作也都需要奴隶，纺织机只得张大了口等着，感到奴隶不足。这个问题直到1793年发明了轧花机后才得到解决。

第三节 人造纤维

丝与棉、毛、麻等类纤维相比，具有非常大的特点。这就是除丝以外，其它纤维都是长度短，因而必须纺纱，即把短纤维平行排列加捻制成纱。而丝的长度几乎可说是无限的，即不用纺纱就是纱了，必要时加捻即可。再加上丝比较细、光泽漂亮、柔软，而且强度、弹性等是其它纤维不能相比的。另外养蚕、缫丝需要特殊的技术和经验，作为东洋特产，不轻易允许他人模仿。这样，在古代欧洲，丝是以黄金都难换的珍贵物品而保存着。

为此，化学工作者考虑由人工制得比黄金还贵重的丝。1655年，提出用胶状物质人工制丝的方案。1734年，考虑从橡胶汁、树脂液制取丝状纤维。但它们的原料未必丰富。1846~1847年，有人发现了把棉硝化，制得硝酸纤维素，直到制造人造丝的方法。此法即是把硝酸纤维素溶于溶剂中，制得粘液，认为它与胶质、橡胶汁、树脂液同样适用于人工制丝。

1855年，有人提出从桑树分离出纤维素，制得硝酸纤维素，再将其溶于溶剂得到粘液，拉出丝就纺得人造丝。几年

后又发表了把粘液从细孔压出进行纺丝的方法，以代替把丝拉出的方法，原理与现在人造纤维生产中专用的方法相同。

1884年，法国人获得从硝酸纤维素制取人造丝的专利，在1889年的巴黎大博览会上展出并获得好评。在此以前也有许多类似方法，但是从最早实现工业化的意义上说，此人是人造丝的创始者。

比法国人早一些，英国人也是从硝酸纤维素制得人造丝，并且在伦敦博览会上展出，最早赋予人造丝的名称。

1892年，英国人制得所谓粘胶溶液，并由粘胶溶液制取人造丝。现在世界上大部分人造纤维素纤维是用这种方法制得的。

1899年，开设了用纤维素的铜氨溶液作为纺丝液的人造丝工厂，而正式的粘胶法工厂是1905年开设的，在此期间，欧洲各地开设了硝酸法、铜氨法、粘胶法人造丝工厂。

很早就考虑过用醋酸纤维素代替非常容易燃烧的硝酸纤维素，制取纤维和薄膜，但其具体化还是在第一次世界大战以后。在战争中，醋酸纤维素最适宜作为布制飞机的涂料，因此各国都进行研究，添置制造设备。战后，这些工业纷纷转产制造人造丝。1919年开始销售正式产品。

前面所讲的人造丝，是无限长的人造纤维。在第一次世界大战中，德国缺乏羊毛和棉花，就考虑把人造丝切断成适当的长度来代替棉花，命名为人造短纤维。大战结束后，仅仅应付战争需要的人造短纤维也从市场上消失，但研究工作还是在强有力地继续进行。缺乏纤维资源的德国，在纳粹统治下，从自给自足的政策出发，纳入四年计划，终于开发出德国的白色的黄金——泽耳沃累（Zellwolle，粘胶短纤维）。国情与德国大抵相近的意大利及日本，也由国家发展