

1094652



锦纶帘子布

de 质量与质量管理



郑铁山 等著



北京工业大学出版社

目 录

第一章 锦纶概论	(1)
第一节 锦纶及其分类	(1)
第二节 锦纶的性能、特点和用途	(2)
第三节 锦纶的发展状况和发展趋势	(6)
第二章 锦纶原料及其质量标准	(13)
第一节 锦纶原料	(13)
第二节 己内酰胺的质量标准和测试项目	(16)
第三章 锦纶切片	(18)
第一节 锦纶切片是生产高强度锦纶纤维的关键环节	(18)
第二节 生产锦纶切片的工艺流程和工艺参数	(21)
第三节 锦纶切片的质量和质量标准	(25)
第四节 锦纶切片质量的测定	(36)
第五节 锦纶切片质量管理要领	(39)
第四章 锦纶纺丝	(51)
第一节 聚合、干燥切片的分子量的变化及其与纺丝的关系	(51)
第二节 纺丝的工艺参数和质量标准	(55)
第三节 纺丝温度对质量的影响	(64)
第四节 纺丝的冷却成形及其对质量的影响	(73)
第五节 纺丝的泵供量对质量的影响	(76)
第六节 对纺丝质量的测定	(79)
第七节 纺丝工序质量管理要领	(82)
第五章 锦纶牵伸	(95)
第一节 牵伸是决定锦纶纤维质量的主要关键	(95)
第二节 牵伸的目的和牵伸方法的选择	(97)
第三节 牵伸倍数的选择	(100)

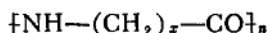
第四节	牵伸丝的工艺参数、质量标准和测试项目	(102)
第五节	牵伸工序质量管理要领	(109)
第六章	锦纶丝的加拈与合股	(113)
第一节	加拈与合股在帘子布生产中的重要意义	(113)
第二节	加拈与合股的质量、质量标准和工艺参数	(114)
第三节	锦纶帘子线的测试项目	(121)
第四节	加拈与合股工序质量管理要领	(122)
第七章	锦纶帘子布的织造	(134)
第一节	锦纶帘子布的织造工艺和质量要求	(134)
第二节	锦纶帘子布织造工序的质量管理要领	(141)
第八章	锦纶帘子布的浸胶	(146)
第一节	锦纶帘子布为什么要浸胶	(146)
第二节	锦纶帘子布浸胶工艺三要素	(151)
第三节	锦纶帘子布的浸胶附胶量	(153)
第四节	锦纶帘子布浸胶质量指标	(156)
第五节	锦纶帘子布浸胶质量管理要领	(161)
第九章	全面质量管理对提高锦纶帘子布产品 质量的意义	(166)
第一节	全面质量管理的基本步骤和基本方法	(166)
第二节	提高产品质量, 应当采取“进攻型”全面质量管理战略	(170)
第十章	实现企业集团化是企业生存、发展和走向世界 的必由之路	(179)
第一节	实现企业集团化是锦纶工业企业发展的 客观需要	(179)
第二节	实现企业集团化是锦纶工业企业生存 和发展的需要	(183)
第三节	实现企业集团化是国家锦纶工业发展的需要	(185)

第一章 锦纶概论

第一节 锦纶及其分类

锦纶是聚酰胺纤维的统称，所以它的化学名称也称为聚酰胺纤维，其商品名称有锦纶、“尼龙”、“耐纶”、“卡普龙”等。锦纶的品种很多。中国已经生产的有锦纶6、锦纶66、锦纶11、锦纶610、锦纶1010等，其中最主要的就是锦纶6和锦纶66。我们通常所说的锦纶，主要是指锦纶6，即由单体己内酰胺经聚合纺丝而成的聚己内酰胺纤维。所以，锦纶6也称为聚己内酰胺纤维。这是本书所要讲述的主要内容。

聚酰胺纤维虽然种类很多，但它们的分子结构都是指分子主链由酰胺键（—CONH—）连起来的同一类合成纤维。所以，它们可以用共同的分子结构的通式来表示：



和 $\{ \text{NH}-(\text{CH}_2)_x-\text{NHCO}-(\text{CH}_2)_y-\text{CO} \}_n$

前式表示的聚酰胺是由一种单体缩聚而成。其单体可以是环状的内酰胺，如己内酰胺；也可以是含有一个端氨基和一个端羧基的氨基酸，如氨基庚酸。它们所得的聚合物为A-B型结构。后式表示聚酰胺由两种单体缩聚而成，其中一种单体含有两个端羧基，另一种单体含有两个端氨基，所得缩聚物为“AA BB”型结构。例如，聚酰胺6的分子结构为 $\{ \text{NH}(\text{CH}_2)_5-\text{CO} \}_n$ ，表示其为单元结构中有6个碳原子的高聚物。而聚酰胺11则表示单元结构中含有11个碳原子 $\{ \text{NH}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO} \}_n$ 。

$(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO}$ 的高聚物。因此，聚酰胺纤维的种类虽然很多，但可以根据它们单元结构中所含有的碳原子数来加以区别，用这种方法来命名的方法称为数字标号法。

聚酰胺纤维还可以按其分子链的构型分为脂环族聚酰胺纤维、脂肪族聚酰胺纤维、芳香族聚酰胺纤维和脂肪族-芳香族聚酰胺纤维。例如，聚酰胺6、聚酰胺66等，就是具有直链型分子结构的脂肪族聚酰胺纤维。

第二节 锦纶的性能、特点和用途

锦纶（聚酰胺纤维）是一种性能优良的纤维材料，是深受消费者和用户喜爱的合成纤维品种之一。以锦纶6为例，其性能如表1-1所示。

表1-1 锦纶6的性能

项 目	性 能		
	短 纤 维	普 通 纤 维	高 强 力 纤 维
断裂强力(克/策)	4.0—6.0	4.5—6.2	8.5—9.5
相对湿强力(%)	80—90	85—90	85—90
断裂延伸度(%)	40—70	30—46	15—20
断裂延伸度(%)湿态	40—70	30—50	15—20
弹性(%)	延伸在8%时为100		延伸在4%时为100
比 重	1.14—1.15		
耐 酸 性	在不同浓度的冷盐酸、硝酸、硫酸、醋酸等作用下，均被破坏		
耐 碱 性	对浓碱的稳定性中等，温度极限60°C，对弱碱性或稀碱性的耐碱性能好		
耐 光 性	长时间在光的作用下，强力会下降，并且纤维会变黄		

项 目	性 能		
	短 纤 维	普 通 纤 维	高 强 力 纤 维
耐气候性	加有耐光剂的纤维，耐气候性能很好		
有机溶剂的作用	可溶于少数苯酚化合物		
漂白剂的作用	次氯酸钠漂白		
耐腐烂性能	好		
耐虫蛀性能	好		
染色性能	可用分散性、酸性媒染料和还原染料染色		
介电性能	击穿电压120千伏/毫米		
电阻率(欧姆·厘米) (相对湿度65%，温度 20°C)	4.9×10^9		
吸湿率(%) (相对湿度65%，温度 20°C)	4—4.5		

锦纶66同锦纶6相比较，它们的性能大体接近。锦纶66的高强力长丝的断裂强力(克/纤)略低于锦纶6，一般为7.5—

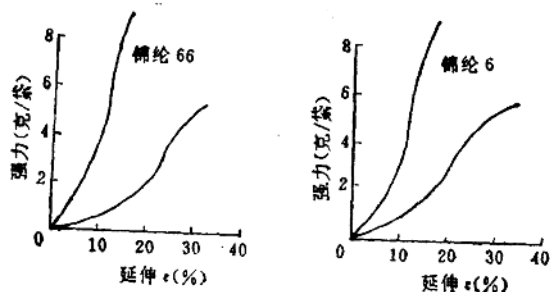


图1-1 锦纶66和锦纶6的强力-延伸曲线

9.0, 但近年来锦纶66高强度长丝的断裂强力有了明显的提高。两者的强力-延伸曲线, 如图1-1所示。

总之, 无论是锦纶6, 还是锦纶66, 其纤维的性能除具有湿强力高、吸湿率低、耐腐蚀、耐腐烂、耐虫蛀等合成纤维共有的优良性能外, 还突出地具备有强力最高、比重很小 (仅大于聚乙烯和聚丙烯纤维)、耐摩擦性能最好、纤度最细、弹性回复率最佳、结节强度和多次弯曲强度最高等特点。因而锦纶不仅普遍适于民用, 而且也广泛用于工业, 在民用和工业的使用上都具备优良的使用性能。

锦纶自身的优良性能和特点决定了它具有广泛的用途。由于它是目前合成纤维生产中断裂强度最高的纤维材料 (超高强力的聚酰胺纤维的断裂长度可达90千米, 一般聚酰胺纤维的断裂长度也达40—50千米) 和耐摩擦性能最好的材料 (如果以聚酰胺纤维的耐摩擦性为100%, 那么棉花的耐摩擦性只有10%, 粘胶纤维的耐摩擦性只有2%, 而羊毛的耐摩擦性也仅有5%) 所以, 它是制造锦纶帆布和锦纶帘子布等工业用布和渔网、绳索、机配件、容器及军工产品的最好的纤维材料之一。由于锦纶的弹性性能最好, 回复率最高 (在伸率为8%的条件下, 纤维的伸长回复率为95—100%), 纤维的结节强度最高 (锦纶的结节强度为断裂强度的80—90%, 聚丙烯腈纤维约为70%, 聚脂纤维 (涤纶) 也只有80%, 而聚乙烯醇缩醛纤维则仅为55—65%) 和多次弯曲强度最高 (双折挠次数可达2—4万次, 比其他合成纤维高得多, 比棉花和羊毛高10倍, 比粘胶纤维高100倍), 加之, 聚酰胺纤维可以根据使用要求制成公支数1500支以上的、具备良好使用性能的各种纤度的丝线, 所以, 使用锦纶可以制得各种高中档织物、针织品、袜子、地毯等民用品, 特别是锦纶同其他纤维

混纺织物，深受广大消费者所喜爱。

如果锦纶在聚合反应过程中添加适量的稀土化合物，便可以制得改性尼龙(RMC)。这一科学研究新成果，为锦纶在工业领域内更广泛的应用开辟了一条新途径。这种改性尼龙(RMC)不仅具有一般尼龙的特点，而且在物理性能、机械性能、耐磨性能等许多方面，具有更多和更大的改善和提高。其主要性能指标与锦纶6对照，如表1-2所示。

表1-2 稀土改性尼龙(RMC)与尼龙6主要性能指标及对照数据

项目名称	单 位	RMC尼龙	尼 龙 6
密 度	克/厘米 ³	1.16—1.7	1.14
熔 点	°C	223—235	220
抗张强度	×10 ⁸ 帕	900—1100	740
抗弯强度	×10 ⁸ 帕	1550—1800	1250
抗压强度	公斤/厘米 ²	1000—1200	640
布氏硬度	×10 ⁷ 帕	24—28	8—10
线膨胀系数	×10 ⁻⁵ /°C	7—8	8.3×10 ⁵
马丁耐热	°C	55—60	50—55
热弯型温度	°C	204	63
长期使用温度	°C	90—100	80—100
吸水率(24小时)	%	1.5—1.7	1.8
介电常数	10 ⁸ 赫	3.6	3.4
体积电阻系数	欧姆·厘米	7×10 ¹⁴	7×10 ¹⁴
摩擦系数		0.4×0.45	0.5
击穿电压	千伏/毫米	21	18

从表1-2可知，稀土改性尼龙的性能较之尼龙6又有了

较大的提高，所以稀土改性尼龙在机械工业中可以用来制造一般的结构零件，还可以用来制造减磨、耐磨及传动件。稀土改性尼龙的耐磨性能比青铜的耐磨性能还要好。在固体粒子侵入摩擦面后稀土改性尼龙仍能保持良好的耐磨性能，且具有良好的润滑性，即在轻载低速条件下使用时可不加润滑油，具有良好的自润性；只在高速高负荷条件下使用时，才需按时加润滑油。稀土改性尼龙的熔点比一般尼龙的熔点高，可在较宽的温度范围内工作。由于稀土改性尼龙的比重小，每公斤可代替8公斤铜材料使用，可以大大降低生产成本。所以，如果用稀土改性尼龙直接铸成机械零件，其经济效益更佳。稀土改性尼龙还具备优异的塑性、韧性和良好的减震、耐疲劳、抗化学腐蚀性等，所以稀土改性尼龙这种新型尼龙材料具有更广泛的用途，对国家经济建设和企业提高经济效益，都具有重要意义。

锦纶的主要缺点是耐光性能和耐热性能差，杨氏模量小，在使用中容易变形。目前科学研究工作者正在寻找克服锦纶的这些缺点的途径，已取得某些显著成果。

第三节 锦纶的发展状况和发展趋势

由于锦纶，尤其是锦纶6和锦纶66具备许多优异的性能和特点，所以世界各国都很重视发展锦纶这一纤维材料。世界最早制成的合成纤维材料和合成纤维品种，是1935年美国杜邦公司的卡罗瑟斯（W.H. Carothers）和他的同事们研究成功的用己二酸和己二胺缩聚成的“聚酰胺66”聚合物。1936—1937年，“聚酰胺66”熔融法纺丝技术的发现，使得“聚酰胺66”纤维于1939年进入大规模工业化生产阶段。“聚酰胺6”稍后于“聚酰胺66”。由于1938年研究成功了己内酰胺

原料并成功地制成聚己内酰胺，“聚酰胺6”才于1939年试生产，于1943年进入工业化生产阶段。其他聚酰胺纤维，如

表1-3 世界锦纶产量增长状况 (单位: 1 000吨)

年 份 (年)	长 丝	短 纤 维	合 计
1950	56		56
1960	359	48	407
1965	909	114	1 023
1970	1 682	221	1 903
1972	2 042	395	2 437
1973	2 272	455	2 727
1974	2 193	431	2 624
1975	2 083	405	2 488
1976	2 342	507	2 849
1977	2 377	561	2 938
1978	2 510	629	3 139
1979	2 626	648	3 274
1980	2 595	556	3 151
1981	2 548	591	3 139
1982	2 310	543	2 853
1983	2 519	677	3 196
1984	2 697	657	3 354
1985	2 770	672	3 442
1986	2 800	697	3 497
1987	2 899	738	3 637

表中资料引自《中国纤维手册》。

“聚酰胺11”，于1954年才进入工业化生产。可见，聚酰胺纤维是世界上最早研制成功并最早进入大规模工业化生产的优良合成纤维材料。因此，世界上许多国家纷纷大规模发展锦纶工业，这又大大促进了聚酰胺纤维的生产，其产量增长状况如表1-3所示。

锦纶产量从1950年的56 000吨增长到1987年的3 637 000吨，增长了300多倍。

1987年，锦纶生产量按国别(地区)分别为：日本279 000吨、南朝鲜153 300吨、泰国18 000吨、印度尼西亚12 300吨、印度61 900吨、南非25 800吨、联邦德国203 000吨、意大利280 000吨、法国25 700吨、比利时/卢森堡57 800吨、英国61 100吨、西班牙49 700吨、奥地利14 100吨、土耳其42 100吨、美国1 220 000吨、加拿大51 400吨、巴西79 900吨、苏联388 600吨、民主德国48 200吨、捷克58 900吨、波兰63 000

表1-4 世界锦纶纤维设备能力分布情况 (单位1 000吨)

品种	年份 (年)	日本	南朝鲜	中国 台湾省	美国	西欧	苏联 及东欧	世界 总计
锦纶长丝	1975	333			847	836	343	2 774
	1980	305	85	126.1	931	774	515	3 226
	1988	328	161.6	179.2	836	662	648	3 618
	1989	328		179.5	898	680	683	3 802
锦纶短纤维	1975	17			351	178	41	618
	1980	19	3.0		449	209	64	786
	1988	27	5.0	1.3	513	195	120	921
	1989	27		1.3	530	195	120	944

表中资料引自日本《化纤手册》、台湾《人纤概况》、南朝鲜《化纤便览》。

吨、南斯拉夫27 800吨、罗马尼亚38 400吨、中国台湾173,6⁰⁰吨,而中国的锦纶生产量到1987年才为91 000吨、仅及中国台湾省产量的一半,约为美国产量的十三分之一。

世界锦纶纤维的设备能力的分布情况如表1-4所示。

世界许多国家和地区大量生产锦纶,除供本国市场需要外,也有相当数量的纤维出口。以锦纶长丝为例,部分国家

表1-5 部分国家(地区)锦纶长丝输出、输入量 (单位:吨)

部分国家(地区)	年份(年)	1980	1985	1986	1987
日 本	输 出	35 715	43 874	46 858	46 094
	输 入	8 614	7 001	8 969	10 525
美 国	输 出	61 935	47 915	50 624	55 472
	输 入		23 042	26 850	23 400
联邦德国	输 出	116 382	72 464	63 663	
	输 入	46 991	42 100	40 200	
意 大 利	输 出	48 961	74 318	72 215	
	输 入	27 771			43 300
法 国	输 出	32 908	31 184	34 190	
	输 入	45 116			
英 国	输 出	40 661	28 313	31 416	
	输 入	40 321	58 740	53 271	
南 朝 鲜	输 出	1 626	2 543	5 174	2 174
	输 入	4 584	6 743	6 767	23 318
中国台湾省	输 出	(43 000)	(33 000)	(21 000)	(34 000)
	输 入		(7 000)	(10 000)	(7 000)

(地区) 输出和输入情况如表1-5所示。

续表

部分国家(地区)	年份(年)	1980	1985	1986	1987
荷 兰	输 出	47 478			
	输 入				
香 港	输 出	11 339	5 921	6 252	5 030
	输 入	19 961	10 900	12 607	12 015
爱 尔 兰	输 入	1 100	2 390	3 457	
比利时/卢森堡	输 入	99 202	94 018	92 703	
中 国	输 入		34 000	26 900	16 700
印 度	输 入	2 337	3 869	1 644	2 819

表中资料引自《中国纤维手册》。

从表1-5中可知,锦纶输出最多的国家是美国和日本,而输入最多的国家是意大利和中国。中国虽然锦纶长丝输入量逐年减少,从1985年的34 000吨降至1987年的16 700吨,但输入的锦纶长丝仍占1987年国内长丝产量(77 200吨)的21.6%。可见,无论从国内经济建设和市场需要来说,还是从节省外汇、减少进口来说,大力发展锦纶生产仍是紧迫任务。

从发展趋势来看,无论从市场需求来说,还是从工业建设需要来说,锦纶均具有非常广阔的发展前景,尤其在工业用布方面更是如此。

锦纶、涤纶、腈纶三大合成纤维,在进入70年代以来,一直是世界上合成纤维产量最大、使用最广的3个品种。尤以锦纶与涤纶两者的竞争最为激烈。这从表1-6可充分显示出来。

从表1-6中可以看出,50年代、60年代为锦纶起主导作

表2-6 世界合成纤维产量比较

(单位: 1 000吨)

年份 (年)	锦 纶		涤 纶		腈 纶		其 他	
	长 丝	短纤维	长 丝	短纤维		短纤维	长 丝	短纤维
1950	56					3		
1960	359	48	36	87		109	22	42
1965	909	114	137	320		401	20	71
1970	1 682	221	638	1 007		999	39	110
1976	2 342	507	1 744	2 151		1 740	40	75
1977	2 377	561	1 888	2 412		1 787	44	77
1980	2 595	556	2 094	3 033		2 057	40	98
1983	2 519	677	2 318	3 217		2 219	28	96
1984	2 697	657	2 493	3 560		2 295	32	113
1985	2 770	672	2 764	3 747		2 379	42	123
1986	2 800	697	2 910	4 002		2 439	38	103
19 87	2 899	738	3 153	4 311		2 507	39	107

表中资料引自《中国纤维手册》。

用的时期, 70年代初期, 涤纶总产量与锦纶相比已经是并驾齐驱了。从1972年起, 涤纶总产量超过了锦纶, 这主要是涤纶短纤维发展十分迅猛。就涤纶长丝来说, 到1985年锦纶一

表1-7 世界弹力丝产量比较

年份(年)	1965		1970		1975		1976	
	(万吨)	(%)	(万吨)	(%)	(万吨)	(%)	(万吨)	(%)
涤 纶	3.0	20	37.0	49	123.5	70	120.0	68
锦 纶	12.0	80	38.5	51	51.5	30	56.0	32
合 计	15.0	100	75.5	100	175.0	100	176.0	100

直起主导作用居合成纤维的首位。

从合成纤维品种发展情况来看，弹力丝涤纶开始居主导地位，而帘子布产量中，锦纶仍占据主导地位。我们从表1-7和表1-8中可以明显地看出来。

表1-8 1976年美、日、欧轮胎帘子线产量、材料及占有率比较

国家(地区)	美 国		欧 洲		日 本	
材 料	(万吨)	(%)	(万吨)	(%)	(万吨)	(%)
强力粘胶	2.0	6	9.5	30	0.5	6
锦 纶	13.5	39	3.2	10	5.8	64
涤 纶	11.5	33	0.9	3	1.0	11
钢 丝	6.0	17	18.0	57	1.7	19
玻 璃	2.0	5				
合 计	35.0	100	31.6	100	9.0	100

从上表可见，世界各国选用轮胎帘子线的材料很不相同，正朝着综合化方向发展。然而，美国用于轮胎帘子线的35万吨材料中，锦纶占13.5万吨，占39%，居首位。日本用于轮胎帘子线的9万吨材料中，锦纶占5.8万吨，占64%，也居第一位。欧洲制造轮胎帘子线则更多地选用钢丝(占57%)。由此可见，锦纶作为工业用布仍不失为优良的纤维材料，因而具有广阔的发展前景。加之，国内外对聚酰胺纤维新品种的大量的试验研究表明，采用脂族-芳香族聚酰胺和脂族聚酰胺混抽的共聚酰胺纤维(N-44)、聚己二酰间苯撑二甲胺纤维(MXD-6)，具有聚酰胺和聚酯两者共有的优良性能，是良好的民用品种，并且上述两种纤维材料更适用于轮胎帘子线，以改善和克服聚酰胺6轮胎帘子线所产生的平点现象。

第二章 锦纶原料及其质量标准

第一节 锦纶原料

锦纶是聚酰胺纤维的一种统称，其原料有许多种。本书主要是介绍锦纶6，即聚己内酰胺纤维。它是一种无色片状晶体，是由6-氨基己酸 $[\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{COOH}]$ 分子内缩水而成的内酰胺。己内酰胺的熔点为68—70°C，在有水存在的时候，己内酰胺经加热可发生聚合反应，生成熔点为212—213°C的聚己内酰胺 $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-]_n$ ，即锦纶6。它的分子式是 $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{ON})_n$ 。它是由己内酰胺单体经聚合而成的高分子化合物。式中的 n 是表示平均聚合度或平均分子量。所谓聚合度，是指形成聚合物大分子的单体分子的数量。由于在聚合过程中所形成的大分子的长度是不一样的，所以人们通常是指聚合物的平均聚合度或平均分子量。

世界各国制造己内酰胺原料的来源和方法不尽相同。因为己内酰胺可以从石油中制取，也可以从煤中制取。我国石油资源较丰富，煤化学工业基础也较好，具有非常有利的发展基础。

生产己内酰胺的方法也很多，已用于工业生产的有环己烷氧化法、环己烷硝化法、环己烷光亚硝化法、甲苯法和苯酚法。各种己内酰胺的合成路线各有其优点和缺点。如利用苯酚法生产己内酰胺，其优点是技术比较成熟，收率比较高，中间产品质量比较纯，但其缺点是工序多，辅助材料的

表2-1 世界各国(地区)己内酰胺原料设备能力

(单位: 1000吨/年)

国 家 (地区)	年 份 (年)			
	1980	1985	1989	1990
美 国	549	549	602	602
联邦德国	200	200	150	150
意 大 利	173	198	200	200
英 国	45			
荷 兰	200	200	230	230
瑞 士	16			
比 利 时	240	240	255	255
西 班 牙	40	40	40	40
土 耳 其	25	25	25	25
苏 联	360	540	520	520
民主德国	60	60	60	60
捷 克	55	70	70	70
罗马尼亚	40	55	55	55
波 兰	100	100	100	100
保加利亚	30	30	30	30
南斯拉夫		10	10	10
匈 牙 利	20	20		
墨 西 哥	40	45	52	52
哥伦比亚	17	17	25	25
巴 西	45	45	45	80
印 度	20	20	75	75