

锦纶6生产设备

上海第九化学纤维厂编

上海人民出版社

锦纶6生产设备

上海第九化学纤维厂 编

上海人民出版社

锦纶6生产设备

上海第九化学纤维厂 编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 30.5 字数 740,000

1975年10月第1版 1975年10月第1次印刷

统一书号: 15171·175 定价: 1.85 元

前 言

合成纤维工业是一门新兴的工业。十多年来,特别是无产阶级文化大革命以来,我国工人阶级在伟大领袖毛主席和党中央的正确领导下,坚决贯彻党的鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义的总路线,坚持毛主席关于“独立自主,自力更生,艰苦奋斗,勤俭建国”的方针,大搞群众运动,打破洋框框,走自己工业发展道路,排除了修正主义路线的干扰,使我国合成纤维工业从无到有、从小到大、遍地开花,获得了很大的发展,呈现出一派欣欣向荣的景象。

合成纤维具有原料丰富易得、生产效率高、成本低廉、用途广泛等特点。大力发展合成纤维,可以节约用棉,在一定程度上减轻“棉粮争田”的矛盾。这样就能更好地满足广大劳动人民生活 and 国民经济建设以及国防上的需要。

合成纤维工厂的生产设备是组成合成纤维工业生产体系的一个重要部分,是实现高产、优质、低消耗、安全生产的物质基础。我国自己设计、制造的锦纶6纤维生产设备业已成套、定型,并且还在不断发展中。例如:聚合管的直径不断扩大,萃取设备从间歇操作改进为连续萃取,纺丝机从单头炉栅纺丝的VC401型发展到VC404、VC406型的四头螺杆挤压纺丝机,牵伸加拈机的速度也有提高,并正在研究牵伸卷绕联合机等设备。对于生产过程中的“三废”处理和综合利用,也在作进一步研究。可以预料,随着技术革新和技术革命运动的蓬勃开展,我国工人阶级必将创制出更多更好的合成纤维生产设备,以满足我国合成纤维工业迅猛发展的需要。

我厂是1963年投产的锦纶纤维中间性生产工厂。无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来,我厂广大工人、技术人员和干部在党的领导下,积极投入阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动,努力学习马列著作和毛主席著作,阶级斗争和路线斗争觉悟不断提高,在抓革命、促生产中取得了较大的成绩。在当前大好形势下,为了总结经验,以利再战,我厂组织了工人、技术人员和干部三结合编写小组,整理编写了《锦纶6生产设备》这本书,便于广大工人和技术人员在生产中能进一步掌握设备的结构性能,发挥设备的潜力,促进对设备的不断革新改进,使设备性能同工艺要求更完善地结合起来,以有利于生产的发展。

由于合成纤维的品种很多,各种合成纤维生产的工艺路线不同,所以其使用的工艺设备也不相同。就拿锦纶来说,锦纶6和锦纶66纤维的生产设备也不完全相同。本书主要是论述锦纶6纤维的生产设备。锦纶6纤维按其产品,可分为长丝、短纤维、弹力丝、帘子线和鬃丝等,其生产过程和采用设备也有不同,而本书又以锦纶6长丝和短纤维为主,其他产品的一些专用设备不再详述。

在编写过程中,得到各兄弟单位的大力支持,提供了许多资料和宝贵意见,在此表示感谢。由于我们经验不足,编写时间仓促,在选材和编排上一定会存在不少缺点和错误,热诚地希望广大读者提出批评和建议。

上海第九化学纤维厂

1974年

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

内 容 提 要

本书以锦纶6长丝和短纤维的生产设备为主要内容,介绍锦纶6纤维的单体聚合,切片制造,纤维成形及长丝、短纤维后加工等各工艺过程所使用的主要设备的结构、作用和原理等;并联系实际对多种结构进行了评述比较。此外,每个生产过程还选编了一些锦纶6纤维常用定型设备的技术特征、工艺参数和传动计算等资料,以供设备使用和选型参考。

本书可供锦纶6等合成纤维生产工厂的工人、技术人员以及有关专业院校师生阅读和参考。

目 录

第一章 概 论

1-1 锦纶 6 长丝和短纤维的生产流程	3	1-3 锦纶 6 纤维生产设备的常用材料	9
1-2 锦纶 6 纤维生产设备的特点	7		

第二章 熔 融 聚 合

第一节 概述	14	2-12 VC021 型齿形过滤器	41
2-1 己内酰胺的熔融	14	2-13 K2000 型贮存桶	42
2-2 己内酰胺熔体的输送	17	2-14 VC051 型连续聚合管进料泵	43
2-3 己内酰胺熔体的过滤、贮存	18	2-15 2ZJ 型柱塞泵	44
2-4 己内酰胺的聚合	21	2-16 VD061 型前聚合器	46
2-5 聚合方法	21	2-17 LZ1 型前聚合器	48
2-6 前聚合	27	2-18 VC061 型 U 形连续聚合管	48
2-7 聚合管的加热方法	27	2-19 VC062 型直形连续聚合管	51
2-8 聚合管的主要部件	32	2-20 VC064 和 VC064A 型直形连续聚 合管	54
2-9 熔融聚合设备的附件	37	2-21 VD082 型直形连续聚合管	58
第二节 熔融聚合设备	39	2-22 LZ2 型直形连续聚合管	58
2-10 VC011 型熔融锅	39		
2-11 KR2000 型熔融锅	40		

第三章 切 片 制 造

第一节 注带	62	3-12 连续干燥机	88
3-1 注带头	62	3-13 转鼓干燥机的加热方式	88
3-2 注带槽	63	3-14 除尘器	90
第二节 切片	64	第五节 干切片贮存	90
3-3 切片	64	3-15 干切片贮存	90
3-4 切片贮存	65	3-16 干切片气流输送	91
3-5 切片输送	66	第六节 切片制造设备	93
3-6 气流输送设备的工作构件	70	3-17 LZ3 型出料螺杆	93
第三节 萃取	75	3-18 VC071 型注带槽	94
3-7 间歇式萃取设备	75	3-19 VC072 型注带槽	94
3-8 半连续式萃取设备	76	3-20 VC081 型切片机	95
3-9 连续式萃取设备	77	3-21 VC082 型切片机	97
3-10 萃取设备的加热	80	3-22 SFC6 型切片贮存桶	98
第四节 干燥	84	3-23 VC091 型切片气流输送机	99
3-11 转鼓式干燥机	85	3-24 VC101 型萃取锅	100

3-25	VC102 型连续萃取塔	101
3-26	VCU110 型配液桶	103
3-27	VCU111 型洗涤水循环槽	104
3-28	VCU112 型高位槽	105
3-29	VCU113 型单体回收槽	105
3-30	VCU114 型夹套水循环槽	106

3-31	VC111 型湿切片贮桶	107
3-32	VC351 型真空干燥机	108
3-33	VC352 型真空干燥机	110
3-34	ZG400 型真空干燥机	112
3-35	VC121 型干切片贮桶	116

第四章 纺 丝

第一节	切片纺丝	118
4-1	炉栅纺丝	118
4-2	挤压纺丝	120
第二节	直接纺丝	135
第三节	纺丝部分的主要零件	141
4-3	炉栅	141
4-4	螺杆	144
4-5	套筒	154
4-6	单螺杆挤压机的图解设计	154
4-7	排气螺杆	160
4-8	熔体压力指示设备	161
4-9	纺丝泵	162
4-10	喷丝板	165
第四节	其他纤维	168
4-11	多角形丝	168
4-12	空心丝	169
4-13	组合纤维	170
4-14	超细纤维	172
第五节	纺丝泵的传动	173
4-15	纺丝泵的传动方式	173

4-16	纺丝泵传动装置	174
第六节	冷却吹风和单体抽吸	177
4-17	冷却吹风	177
4-18	单体抽吸	180
第七节	卷绕	183
4-19	卷绕方法	183
4-20	给湿上油	185
4-21	卷绕传动	186
4-22	卷绕成形	190
4-23	换筒方法	195
第八节	大卷装	200
4-24	锦纶 6 短纤维大卷装结构	200
4-25	大卷装的主要机构	202
第九节	连续纺丝拉伸	206
第十节	纺丝设备	207
4-26	VC403 型长丝纺丝机	207
4-27	VC404 型长丝纺丝机	213
4-28	VD402 型短丝纺丝机	219
4-29	VD403 型短丝纺丝机	224
4-30	LF1 型帘子线纺丝机	229

第五章 牵 伸 加 拈

第一节	喂入部分	236
5-1	筒子架	237
5-2	横动装置	238
第二节	牵伸部分	243
5-3	牵伸形式	243
5-4	上压辊	244
5-5	给丝罗拉	245
5-6	拉伸棒	246
5-7	牵丝盘	246
5-8	加热器	247
5-9	吸烟装置	248

第三节	加拈机构	248
5-10	加拈原理	248
5-11	导丝钩	249
5-12	隔丝板	250
5-13	钢领	251
5-14	钢丝钩	252
5-15	锭子	255
5-16	锭子的传动	258
5-17	筒管	258
第四节	卷绕机构	260
5-18	卷装结构	260

5-19 成形凸轮	261	5-23 VC442A 型复丝牵伸加拈机	272
5-20 升降传动	263	5-24 VC431 型重袋牵伸加拈机	283
5-21 大卷装	265	5-25 VC451 型单丝牵伸加拈机	284
第五节 牵伸加拈设备	265	5-26 SFZN-1 型重袋牵伸加拈机	292
5-22 VC441 型复丝牵伸加拈机	265		

第六章 长丝后加工

第一节 复拈	300	6-14 定型锅的快开门	326
6-1 层式加拈机	300	6-15 定型锅的自动控制	328
6-2 加拈机构	301	第四节 络筒	332
6-3 卷取机构	303	6-16 机架传动	332
6-4 成形机构	305	6-17 导丝装置	333
6-5 导丝凸轮的设计	309	6-18 卷绕传动	334
6-6 有孔筒管	311	6-19 成形装置	334
6-7 倍拈机	312	6-20 自停装置	335
第二节 压洗	313	6-21 宝塔筒管	336
6-8 压洗锅	315	第五节 长丝后加工设备	337
6-9 贮水锅	316	6-22 VC461 型双层加拈机(老产品)	337
6-10 过滤器	316	6-23 VC461 型双层加拈机(新产品)	345
6-11 热交换器	317	6-24 VC501A 型压洗机	350
6-12 热交换计算	320	6-25 VC521 B 型定型锅	352
6-13 抽吸台	324	6-26 LT50 型络筒机	353
第三节 定型	325	6-27 VC601 型络筒机	355

第七章 短丝后处理

第一节 集束	359	7-11 履带式干燥机	382
第二节 牵伸	360	7-12 丝束干燥机	382
第三节 卷曲	364	7-13 圆网干燥机	383
第四节 切断	367	7-14 气流干燥	383
7-1 水力式切断机	367	第七节 开毛	384
7-2 沟轮式切断机	368	第八节 纤维输送	386
7-3 双刀盘式切断机	371	7-15 机械输送	387
7-4 离心式切断机	372	7-16 气流输送	387
7-5 钩盘式切断机	372	第九节 打包	388
7-6 转轮式切断机	373	7-17 进料部分	388
7-7 牵伸切断联合机	373	7-18 棉箱部分	389
7-8 牵伸、卷曲、切断机的联合传动	375	7-19 加压部分	390
第五节 洗涤	375	7-20 计量	391
第六节 干燥	380	7-21 打包机的自动控制	392
7-9 洞道式干燥机	381	第十节 短纤维后处理设备	395
7-10 多带式干燥机	381	7-22 VD501 型集束架	395

7-23	VD502 型集束架	396
7-24	VD503 型集束架	396
7-25	LVD511 型牵伸卷曲切断联合机	398
7-26	LVD514 和 LVD514A 型牵伸卷曲切 断联合机	400
7-27	VD521 和 VD522 型五辊牵伸机	401
7-28	VD525 和 VD526 型五辊牵伸机	406
7-29	VD527 和 VD528 型五辊牵伸机	408
7-30	VD531 型卷曲机	410
7-31	VD532 和 VD532A 型卷曲机	413
7-32	SL561 和 SL561A 型卷曲机	415

7-33	VD541 型切断机	417
7-34	VD542 和 VD542A 型切断机	422
7-35	VD551 型气流输送机	424
7-36	VD561 型洗涤桶	425
7-37	VD571 型淋洗机	425
7-38	B061 型烘毛机	429
7-39	R456S-120 型圆网烘干机	432
7-40	VD631A 型湿开毛机	435
7-41	VD671 型干开毛机	438
7-42	VD703 型打包机	441
7-43	S761 型化纤打包机	444

附 录

一、P 型齿链式无级变速器	447
二、调速电动机	458
三、纺丝泵	464
四、喷丝板	466
五、三相电泵	467
六、DLMO 系列电磁离合器	469
七、干空气在 $P=1$ (大气压) 时的物理 参数	470

八、各种物料的重度、导热系数、比热和导 温系数	471
九、水在不同温度时的物理参数	471
十、水在不同温度下的粘度	472
十一、水在不同温度时的体积膨胀系数	472
十二、饱和水蒸汽的性质	473
十三、水蒸汽压强与温度的关系	474
十四、联苯混合物的物理性质	475

第一章 概 论

纤维可分为两大类：一类是天然纤维，如棉花、羊毛、蚕丝、麻等；另一类是化学纤维。化学纤维又可分为两种：一种叫人造纤维，即利用自然界中原来是高分子的物质，如木材、棉短绒等，经过化学处理和机械加工而制得的纤维；另一种是合成纤维，即利用原来不是高分子的物质，如空气、天然气、石油、煤、水以及农业副产品作为原料，经过化学合成和机械加工制得的纤维。

近年来，化学纤维的生产发展很快，其中合成纤维更是突飞猛进。在合成纤维生产中，聚酰胺纤维是性能比较优良的一类，这类纤维的品种很多，但它们分子结构中都有一个相同的链节叫酰胺基（ $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH—}$ ）。因此，这类纤维的学名叫聚酰胺纤维。

聚酰胺纤维的品种很多，各品种的学名很长，为了简化起见，从它所含碳原子的数目来称呼。如聚酰胺 6 是由含有 6 个碳原子的己内酰胺（结构上相当于 ω -氨基己酸脱水）聚合成的；聚酰胺 66 是由含有 6 个碳原子的己二胺和 6 个碳原子的己二酸组成的；聚酰胺 610 是由含有 6 个碳原子的己二胺和 10 个碳原子的癸二酸组成的；聚酰胺 11 是由含有 11 个碳原子的 ω -氨基十一酸缩聚成的；聚酰胺 7 和聚酰胺 9 也由此类推。

（ ω -氨基酸的通式为 $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ， ω 表示氨基在末端位置上。）

在聚酰胺纤维中，聚酰胺 66 是最老的品种，其商品名叫耐纶或尼龙，因而一般习惯把聚酰胺纤维叫耐纶或者尼龙，我国定名为锦纶。

聚酰胺纤维的主要品种见表 1-1。

聚酰胺纤维的性能优良，主要表现在：

（1）强度高：聚酰胺纤维一般断裂强度为 4~6 克/纤，强力丝可达 6~9 克/纤，强度比天然纤维高，在合成纤维中也是较高的，适合于作帘子线、绳索及其他工业品。

（2）耐磨性好：聚酰胺纤维的耐磨性优于其他一切纤维，比棉花高 10 倍，比羊毛高 20 倍，因此最适合作袜子、绳索等经常受摩擦的物品。如在羊毛或粘胶纤维中加入 15% 的聚酰胺纤维，则其耐磨性可分别提高 3.5 倍或 1 倍。

（3）比重小：聚酰胺纤维的比重为 1.14，除聚丙烯和聚乙烯纤维外，是其他所有纤维中较轻的，它比棉花轻 35%，比粘胶纤维轻 25%。

（4）弹性高：耐多次变形性能好，又可经受住数万次双折挠，在同样试验条件下，比棉花高 7~8 倍，比粘胶纤维高几十倍。

（5）耐腐蚀：能耐海水，不怕虫蛀，不发霉，并可耐碱的作用，但不耐浓酸。

（6）染色性较好：染色性虽不及天然纤维和人造纤维，但在合成纤维中还算较易染色，可用酸性染料、分散性染料或其他染料染色。

但聚酰胺纤维也有耐光性差、保型性差（织物易变形）、手感较差等缺点。

聚酰胺纤维的用途极广。在民用方面，可以纯织或混纺织各种衣料及针织品，非常耐磨，一双锦纶袜的耐穿度相当于棉线袜 3~5 双。还可以加工成弹力丝，织成袜子、内衣等，富有弹

表 1-1 聚酰胺纤维品种

	商品名称(生产国)	单 体 名 称	高 聚 物 结 构 式
聚酰胺 6 纤维	锦纶 6 (中) 贝纶 L (联邦德国) 卡普隆 (苏) 耐纶 6 (日) 阿米纶 赛纶 (英) 卡普罗兰 (美)	己内酰胺 $\text{HN}(\text{CH}_2)_5\text{CO}$	$\cdots\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}\cdots$
聚酰胺 66 纤维	锦纶 66 (中) 耐纶 66 (英美等国) 尼龙 66 阿尼特 (苏) 贝纶 T (联邦德国) 阿库纶 (荷兰)	己二胺 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ 己二酸 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-$
聚酰胺 4 纤维		丁内酰胺 $\text{HN}(\text{CH}_2)_3\text{CO}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}-$
聚酰胺 7 纤维	埃南特 (苏)	氨基庚酸 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}-$
聚酰胺 8 纤维		辛内酰胺 $\text{HN}(\text{CH}_2)_7\text{CO}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-$
聚酰胺 9 纤维		氨基壬酸 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$
聚酰胺 11 纤维	丽纶 (法)	氨基十一酸 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO}-$
聚酰胺 610 纤维	耐纶 610 (美英)	己二胺 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ 癸二酸 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$
聚酰胺 1010 纤维	锦纶 1010 (中)	癸二胺 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_8\text{NH}_2$ 癸二酸 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$
其他新型聚酰胺纤维	MXD-6 (美)	间苯二甲胺 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{NH}_2$ 己二酸 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	$-\text{NHCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-$
	HT-1 (美)	间苯二胺 $\text{H}_2\text{N}\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$ 间苯二甲酸 $\text{HOOC}\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$-\text{NH}\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}-\text{OC}\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}-$
	耐纶 6T	己二胺 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ 对苯二甲酸 $\text{COOH}\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$-\text{OC}\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-$

性。在工业用方面,最大的用途是做轮胎帘子线。由于锦纶帘子线的强度、弹性及耐热性比棉帘子线好得多,而且质轻用量少,所以可大大节省帘子线的消耗量,提高轮胎的使用寿命,并可减少橡胶用量,减轻轮胎重量,加快行驶速度,节省燃料。聚酰胺纤维是制造渔网以及航空用降落伞的好材料。此外,还可以用作覆盖布、传动带、绳索、缝纫线等。

1-1 锦纶6长丝和短纤维的生产流程

长丝生产根据其制造方法,可分为切片纺丝法和直接纺丝法两种。图1-1为这两种纺丝法的方框图。

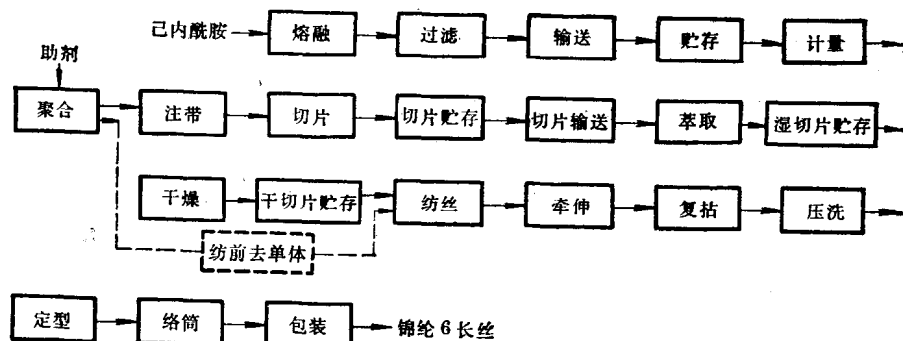


图 1-1 长丝生产流程方框图

图中各工序的简单说明如下:

熔融——袋装原料己内酰胺为白色粉末或结晶形固体,在熔融锅中排除空气后用间接蒸汽加热至 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$,熔化为液体。

过滤——将熔融的己内酰胺借自重或气压送入过滤器中,通过过滤层,滤去其中机械杂质。

输送——经过过滤的己内酰胺熔体,由输送泵送入各贮存桶中,以供聚合之用。输送设备及管道均用蒸汽夹套保温,熔体温度保持在 90°C 以上。

贮存——为聚合连续生产准备之用。贮存的容器用蒸汽夹套保温,并用惰性气体保护。

计量——将熔融的己内酰胺计量送入聚合管中进行聚合,同时将根据配方制备的助剂(聚合反应的引发剂和稳定剂)连续不断地按量送入聚合管中。

聚合——熔融的己内酰胺、引发剂和稳定剂在聚合管中加热到一定的聚合温度,通常在 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$,己内酰胺在水、酸等引发剂的作用下起聚合反应,聚合成聚己内酰胺,分子量在 13000 左右。聚合后的熔体可以注带制成颗粒状,或直接送到纺丝机进行纺丝。

注带——将聚合后的熔体,经过计量,压到注带头中,在注带板上的小孔中流出,并在盛满软水的流洗槽中冷却凝固成固体的带条,通过导辊引向切片机。

切片——将注带引来的带条在切片机上切成小粒,一般是宽 $4\sim 8$ 毫米,长 $4\sim 8$ 毫米,厚 $2\sim 3$ 毫米,或直径 $2\sim 3$ 毫米,长 $3\sim 4$ 毫米。

切片贮存——切片机切下的切片,予以贮存,以便输送到下一工序。

切片输送——将贮存切片用管道气流输送到萃取设备。

萃取——己内酰胺的聚合物中含有 $8\sim 10\%$ 低分子物,在萃取设备中以热的软水来洗除,软水有加热循环系统,萃取设备也有加热系统。连续萃取时软水温度 $96\sim 98^{\circ}\text{C}$,夹套水 98°C 。

萃取后切片中低分子物含量 1~1.5%。

湿切片贮存——经萃取后的切片含水量大,将湿切片贮存是使其自然滤去水分,使含水量降低至 10% 左右,以便进行干燥。

干燥——萃取后的切片分批加入以间接蒸汽加热的真空干燥机中进行干燥,真空要求剩余压力小于 10 毫米汞柱,温度 115°C 左右。干燥完毕后冷却,出料装在干切片贮桶中,干燥后切片含水率应小于 0.05%。

干切片贮存——将干燥后的切片分批贮入密闭容器中贮存,以备纺丝。

纺前去单体——将聚合后的熔体送入蒸发器中在真空状态下去除熔体中所含的低分子物,真空度最好低于 0.04 毫米汞柱,温度 260~280°C。经过去单体处理后的熔融聚合体中低分子物含量在 1% 左右,可以直接送到纺丝机纺丝。

纺丝——将干燥切片在螺杆挤压机中加热至 265°C 左右,使其融化,并由螺杆挤压至纺丝头,熔体压力 50~70 公斤/厘米²。纺丝头用联苯浴槽加热保温。熔体由计量泵计量后送入喷丝头,由喷丝板的小孔中连续喷出,通过丝室套管冷却成型,经给湿上油后卷绕在筒管上。卷绕中间要保持恒定的温湿度。直接纺丝时仅需将纺前去单体后压送来的熔体送入各纺丝头的计量泵中即可纺丝。

牵伸加拈——为使纤维获得实用纺织性能,须将纺丝的卷绕丝在室温下拉伸 3.5~4.5 倍,使分子有规则地定向排列,以提高强力、降低延伸度。在制高强度丝时,可采用热拉伸(150~200°C)。牵伸在牵伸加拈机上进行,同时将丝加以少量拈度,牵伸后丝绕在管形筒管上。单丝牵伸后直接绕在网眼筒管上。

复拈——牵伸后的丝按不同使用要求进行补充加拈,并卷取在网眼筒管上,以便进行压洗。

压洗——此工序是进一步降低丝中低分子物的含量。网眼筒子装在压洗锅内以 95°C 以上热的软水,压过筒管上的丝层,洗除丝中的低分子物,使其含量降低到 1% 以下。

定型——在真空条件下将丝进行热处理,用湿热蒸汽在 110°C 温度下进行。定型完成后,即在定型锅中借间接蒸汽加热干燥,然后在恒温恒湿平衡室中经 16~24 小时以平衡含湿量。

络筒——平衡后的丝在络筒机上上油后卷绕在锥形筒管上。

包装——每只筒子经检验分等后,装入硬纸板箱中,标明支数、重量、等级作为成品出厂。

图 1-2 为切片纺丝法生产长丝的流程示意图。

在采用纺前去单体直接纺丝法时,由于纺丝的低分子物含量能低于 2%,就可取消后工序的压洗。直接纺丝的流程较切片纺丝大为缩短,其示意图如图 1-3 所示。

锦纶 6 短纤维一般都采用直接纺丝法,丝中所含低分子物在后工序淋洗时去除,工艺流程如图 1-4 所示。如果在纺丝前抽除单体,则淋洗工序可以省去。

图中各工序的简单说明如下:

熔融、过滤、输送、贮存——与图 1-1 长丝相同。

计量——贮存的己内酰胺熔液由计量泵(齿轮泵或柱塞泵)连续送入聚合管或前聚合器中,引发聚合反应的引发剂和稳定剂也同时连续不断地定量送入。

前聚合——在前聚合器中除了原料和助剂可均匀混合外,还可使部分己内酰胺诱导开环,以利以后聚合作用的进行。前聚合温度一般在 160~220°C。设备和管道都要用电加热或联苯加热。

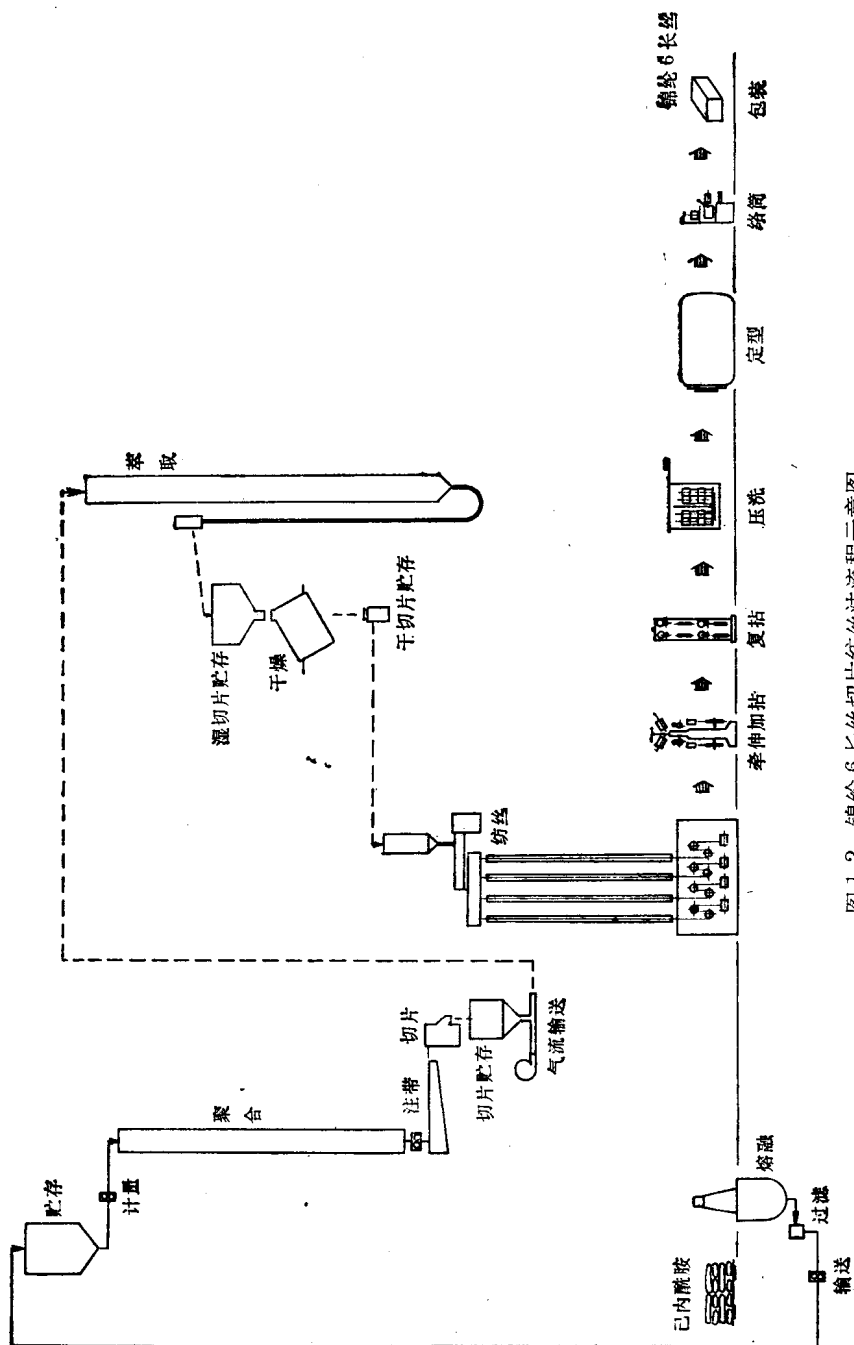


图 1-2 锦纶6长丝切片纺丝法流程图

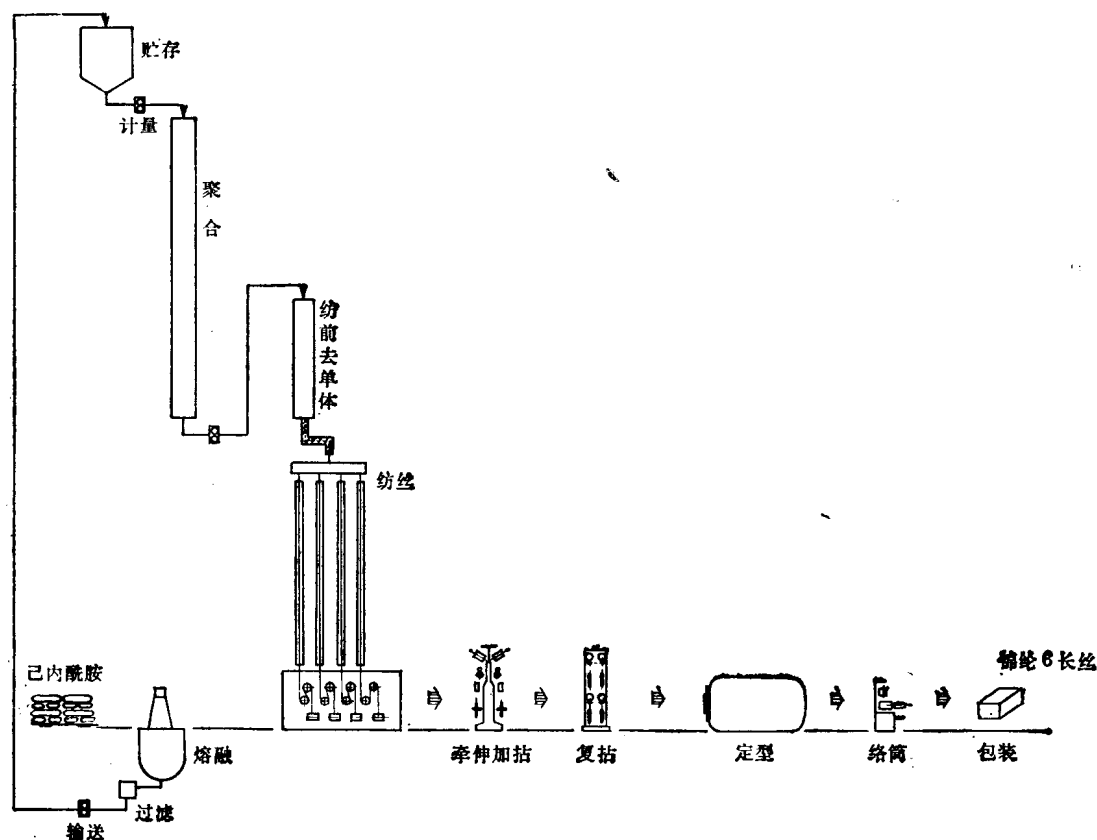


图 1-3 锦纶 6 长丝直接纺丝法流程示意图

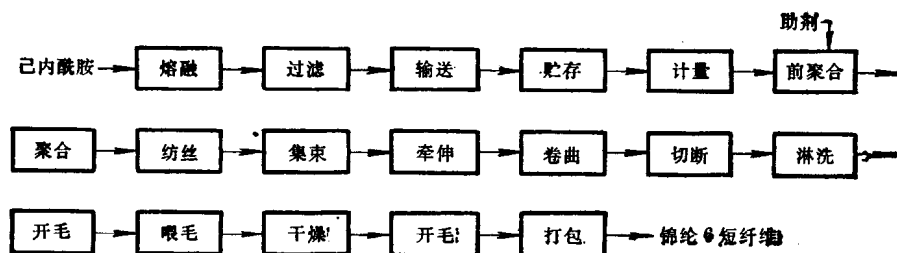


图 1-4 锦纶 6 短纤维流程方框图

聚合——已充分混和的熔融己内酰胺和助剂，加热后从前聚合器中送至聚合管，最后聚合成为聚己内酰胺，分子量 12500 左右。聚合管根据工艺要求分段加热，温度在 260°C 左右，采用电加热或联苯加热。

纺丝——聚己内酰胺熔体由聚合管直接送入纺丝机，由纺丝计量泵将熔体定量送到喷丝头，在喷丝板小孔中连续喷出，通过丝室及吹风冷却成型。各纺丝头的丝上油后汇成一束，送入条桶中以供下工序用。卷绕间须有恒温恒湿的空气条件。

集束——将条桶内的丝条合并成一股丝束，约 30~60 万紫左右，引向牵伸机进行牵伸。

牵伸——短纤维的牵伸在 3~7 辊的牵伸机上进行，牵伸原理与长丝相同。牵伸一般在三台牵伸机上进行，每台牵伸机间的牵伸倍数，可根据工艺要求调节，总的牵伸倍数为 3~4。

牵伸时还可以用过热蒸汽加热,以提高牵伸倍数,改进短纤维物理性能,蒸汽温度约为 160°C 左右。

卷曲——锦纶6纤维表面光滑,为了改善抱合性能,一般都加以卷曲,常用的是机械卷曲法,将经过牵伸的丝束由一对卷曲轮送入卷曲箱内挤压卷曲。

切断——根据成品所要求的长度切成纤维。切断在切断机上进行,要求长度准确,无过长纤维。

淋洗——以 90°C 左右的热热水淋洗,除去短纤维中的单体,淋洗后纤维中的单体含量要求 $<1\%$ 。在淋洗过程中同时给纤维上油,以改善纤维手感和静电效应。

开毛——将纤维层用角钉打手等开松,以提高干燥效率。

喂毛——将开松的短纤维用钉帘均匀喂入烘毛机中,以提高干燥效率。

干燥——短纤维在热风干燥机中进行干燥,干燥温度 $105\sim 115^{\circ}\text{C}$ 左右,纤维干燥后的回潮率要求在 4.5% 以下。

开毛——经干燥后的短纤维进一步开松,冷却。

打包——将短纤维定量输送到打包机中,打成紧包,每包约100公斤左右。经检验分等后,在紧包上标明批号、纤度、长度、重量、等级作为成品。

短纤维在纺丝后的后处理有各种不同方法。

(1) 根据洗涤时丝束的形状可分为:①短纤维洗涤(图1-5);②长丝束洗涤(图1-6)。

(2) 根据切断和干燥的工序可分为:①先切断后干燥(图1-5);②先干燥后切断(图1-6)。

(3) 根据卷曲和洗涤的工序可分为:①先卷曲后洗涤(图1-7);②先洗涤后卷曲(图1-6)。

短纤维也可采用拉伸卷绕联合法,纺丝后在拉伸卷绕机上直接拉伸,卷绕筒子经集束后直接送去卷曲切断。

1-2 锦纶6纤维生产设备的特点

锦纶6纤维的生产设备,从它的生产过程来看,由单体聚合成高聚物的部分属高分子工业,它继承了化工设备的特点,而纤维成型、后处理和后加工部分,其加工原理和所用设备又与纺织设备相似。同时由于合成纤维的特性所规定及合成纤维的迅速发展,采用了新工艺新技术(如晶体管技术、射流技术),自动化电气化的程度大大提高了,使合成纤维的设备在结构上、材料选用上具备了独特之处。锦纶6纤维的生产设备具有下列几个主要特点。

(1) 耐腐蚀:在从单体聚合直到纺丝的过程中,物料要保持均质及不带任何机械杂质,因此凡是和熔体及其蒸汽所接触的部分都要求采用耐腐蚀材料。为了延长设备的使用寿命,也要考虑使用耐腐蚀材料,如水洗工艺中的设备等。短丝后处理设备中的角钉帘钉等都要防锈,即使是设备上的油漆,也会因为工艺所使用的油剂带有极强的腐蚀性而退色、溶化,遭到破坏。

(2) 耐高温:锦纶6纤维在聚合或纺丝时的温度达 270°C 左右,而泵及喷丝头组件在清洁时,煅烧温度达 400°C 左右,为使组件在高温下保持精度和性能,要求使用耐高温的材料。

(3) 耐高压:纺丝泵、螺杆、喷丝板等在工作时压力可达300公斤/厘米²,而牵伸筒管、网眼筒管由于所绕丝层的收缩也会产生很大的压力。

(4) 耐磨:锦纶6纤维的强度高,因此凡是和丝条接触的部分,都要求较高的硬度,一