

• 高等纺织院校教材 •

纺织工业出版社

化纤设备

高等纺织院校教材

化 纤 设 备

高雨声 张瑞志
李德深 王悌义 等编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本教材介绍了化纤设备中的各种聚合反应器、切片干燥、原液混合与脱泡等纺前准备设备；螺杆挤出机、计量泵、纤维成形及卷绕机等纺丝卷绕设备；短纤维后加工中的牵伸机、卷曲机、烘燥定型机和切断机；以及长丝后加工中的牵伸加捻机、假捻变形机等设备的结构特点、工作原理和使用中的优缺点。

本书为高等纺织院校化纤专业教材，也可供化纤机械专业、纺织机械厂、化纤厂和科研单位的有关人员参考。

高等纺织院校教材

化 纤 设 备

高丽声 张瑞志 主编
李德深 王锦义 参编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街15号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/16 印张：19 2/16 字数：465千字

1989年6月 第一次印刷

印数：1—5,000 定价：5.35元(贴塑本)

ISBN 7-5064-0250-5/TS·0245 (课)

前 言

本书为高等纺织院校统编教材，由纺织工业部化学纤维专业教材编审委员会组织编写，供化学纤维工艺专业学习使用。

本书编写的指导思想是以面广量大的熔法纺丝为主体，紧密联系生产实际，按工艺流程系统地介绍生产过程中使用的主要设备和机构的类型、结构特点、工作原理，以及它们的优缺点。并相应地介绍了湿法纺丝的有关设备，使学生在学完之后能比较全面地掌握化学纤维厂设备的专业知识。

本书编写人员的分工如下：

第一章由童隆坝、高雨生（大连轻工学院）编写；

第二章、第三章由李德深、王益群（上海纺织专科学校）编写；

第四章由高雨声、王淮（大连轻工学院）编写；

第五章由张瑞志（山东纺织工学院）、王益群编写；

第六章由王悌义（北京化纤工学院）、高雨声编写。

张瑞志同志对全书作了整理加工和定稿。

鉴于参加集体编写的同志业务水平有限，编写经验不足，加之时间仓促，书中缺点和错误在所难免，敬希读者批评指正。

编 者

1987.9.

封面设计：刘晓霞

ISBN 7-5064-0250-5/TS·0245(课)

定 价： 5.35 元（贴塑本）

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 化纤设备的概况与发展.....	(1)
一、化纤设备的概况.....	(1)
二、化纤设备的发展.....	(1)
第二节 化纤设备的分类.....	(4)
一、长丝生产设备.....	(4)
二、短纤维生产设备.....	(4)
第二章 聚合反应器	(6)
第一节 搅拌釜式反应器.....	(6)
一、搅拌釜式反应器的工作原理.....	(7)
二、搅拌釜式反应器的结构.....	(8)
三、传热装置.....	(13)
四、传动装置.....	(17)
第二节 系列釜式反应器.....	(18)
一、系列釜式反应器的工作原理.....	(18)
二、系列釜式反应器的结构.....	(19)
第三节 管式反应器.....	(19)
一、管式反应器的工作原理.....	(19)
二、管式反应器的结构.....	(20)
第四节 卧式反应器.....	(25)
一、卧式反应器的工作原理.....	(25)
二、卧式反应器的结构.....	(26)
三、卧式反应器的传动及轴封.....	(29)
第三章 纺前准备设备	(32)
第一节 切片干燥设备.....	(32)
一、真空转鼓干燥机.....	(34)
二、回转圆筒干燥机.....	(37)
三、充填式干燥机.....	(39)
四、组合式干燥机.....	(42)
第二节 原液的混合与脱泡设备.....	(51)
一、脱单体设备.....	(51)
二、混合设备.....	(51)

三、脱泡设备.....	(52)
第三节 熔体混合器和过滤器.....	(53)
一、静态混合器.....	(53)
二、熔体过滤器.....	(57)
第四章 纺丝设备.....	(60)
第一节 螺杆挤出机.....	(60)
一、螺杆的结构特征.....	(61)
二、螺杆的工作原理.....	(68)
三、挤出机的生产率.....	(71)
四、螺杆传动系统.....	(79)
五、套筒的结构与作用.....	(81)
六、挤出机的加热和冷却系统.....	(84)
七、新型螺杆与双螺杆挤出机.....	(86)
第二节 计量泵.....	(100)
一、计量泵的结构与工作原理.....	(100)
二、计量泵的流量分析与计算.....	(102)
三、封闭现象与补偿室.....	(107)
四、重叠泵与高压泵.....	(108)
五、计量泵的传动.....	(110)
六、齿链式无级变速器.....	(111)
七、计量泵的选型、使用及维护清洗.....	(113)
八、计量泵的型号与性能参数.....	(115)
第三节 纺丝组件.....	(116)
一、组件结构与过滤层.....	(116)
二、喷丝板.....	(121)
第四节 纺丝箱.....	(132)
一、纺丝箱的结构与作用.....	(132)
二、箱体的加热系统.....	(135)
第五节 冷却成型装置.....	(138)
一、成型过程中的主要参数.....	(138)
二、冷却装置的形式.....	(141)
第六节 熔纺卷绕机.....	(146)
一、长丝卷绕机.....	(148)
二、短纤维卷绕机.....	(164)
三、卷绕机性能参数.....	(170)
第五章 短纤维后加工设备.....	(173)
第一节 牵伸机.....	(174)
一、拉伸前的准备设备.....	(174)

二、牵伸设备.....	(177)
三、典型牵伸机的技术性能.....	(185)
第二节 卷曲机	(187)
一、概述.....	(187)
二、卷曲的辅助设备.....	(188)
三、卷曲机构.....	(189)
四、卷曲原理.....	(192)
五、卷曲机构对纤维卷曲质量的影响.....	(193)
六、典型卷曲机的型号与技术参数.....	(195)
第三节 烘燥定型设备	(195)
一、链板式松弛热定型机.....	(196)
二、圆网式烘燥机.....	(203)
三、辊筒式紧张热定型机.....	(203)
第四节 切断机	(207)
一、切断机工作原理.....	(207)
二、沟轮式切断机.....	(209)
三、压轮式切断机.....	(212)
四、国外新型切断机.....	(214)
五、典型切断机型号与技术参数.....	(217)
第六章 长丝后加工设备	(219)
第一节 牵伸加捻机	(219)
一、牵伸加捻机的丝路与类型.....	(219)
二、喂丝、牵伸装置.....	(220)
三、加捻卷绕装置.....	(229)
四、卷绕成形装置.....	(235)
五、传动计算.....	(243)
六、牵伸加捻机参数.....	(245)
第二节 假捻变形机	(246)
一、假捻变形机的丝路及类型.....	(247)
二、喂给装置.....	(250)
三、转子式假捻器.....	(253)
四、摩擦式假捻器.....	(258)
五、加热器与冷却区.....	(269)
六、卷绕成形装置.....	(272)
七、传动系统.....	(278)
八、传动机构比较及主要假捻变形机的技术特性.....	(281)
第三节 喷气变形机	(281)
一、喷气变形纱的形成与应用.....	(283)

二、喷气变形机的分类.....(284)

三、喷气变形机的结构.....(285)

四、多功能、多品种变形机.....(296)

五、热流体喷射装置.....(298)

六、喷气变形机技术参数.....(300)

参考文献.....(301)

第一章 绪 论

第一节 化纤设备的概况与发展

一、化纤设备的概况

化学纤维的发展,起于20世纪20年代的人造纤维,至今已有近70年的历史。工业化产量较大的为粘胶纤维,直至1965年,其产量仍在急剧增长,以后则稳定在300~350万吨/年的生产能力。目前,国外生产过程的技术装备大都已实现连续化、自动化和高速化,并向节能、少毒和无毒方向发展。

合成纤维的生产始于本世纪30年代后期。40多年来,由于工艺技术和设备的不断更新,其产量迅速增长,1987年已达1600多万吨/年。目前主要侧重于工艺与设备两者结合的研究,以简化工序,缩短流程,提高产量和降低成本。其中以纺丝机的高速化为主攻方向。如涤纶长丝的纺速50年代为600m/min,到80年代已达7000m/min。后加工设备出现多种型号,尤其是变形丝设备更为繁多。短纤维生产线则采用大功率卷曲机,高速切断机。在自控方面,从电气自控和气动相结合发展到微机自控,使之逐步实现自动化和高速化。

我国化纤工业于50年代后期开始恢复和发展,以粘胶纤维为主。到60年代,合成纤维已有试产(如维纶、锦纶等),化纤总产量为1万吨/年。70年代约为10万吨/年。但进入80年代,一跃上升为45万吨/年,至1988年已达150万吨/年,居世界第4位,预计1990年将增长到160余万吨/年。虽然我国化纤生产发展很快,但与国外先进技术相比尚有一定差距。为加速我国社会主义现代化建设,近年来,相继引进了国外新技术、新设备,并在此基础上研制和设计国产设备的新系列,为我国化纤设备走出自己工业化的道路打下了基础。

二、化纤设备的发展

1.粘胶纤维设备的发展 粘胶纤维生产初期,流程较长,纺速较低,属于半连续化生产。设备材质多采用木质、陶瓷和铸铁,部分采用不锈钢。40年代粘胶纤维设备有了部分改进,产品以仿丝和仿棉为主。到50年代,出现了五合机,将投料、碱化、老成、黄化和初溶解五道工序合在一台机器内完成,缩短了工序。但到60年代逐渐被浸渍、压榨、粉碎联合机取代。目前,粘胶纤维生产过程国外大都已实现连续化、自动化和高速化,并考虑了节能与少毒,甚至无毒生产。浸压粉联合机的生产能力已由传统的20~25t/d·台(按成品纤维计)扩大到50~60t/d·台,有的甚至达80~100t/d·台。黄化机已由40t/d·台发展到60~70t/d·台,并出现美国Chemtex公司的C·B·X型和瑞士Mauner公司螺杆型连续黄化机,产量分别为60t/d·台和20t/d·台。过滤机已由80L/m²·min增加到近180L/m²·min(筛滤机),并已实现板框式过滤机的自动反洗。

在短纤维的纺丝过程中,各国着力于提高纺丝速度和增加喷丝头孔数,以提高单机生产能

力。目前,使用10万孔的喷丝头已无困难。一条线的生产能力已由10t/d提高到50~60t/d。纺速也从40m/min增加到100m/min左右。

在长丝生产方面,国外主攻方向仍是进一步完善成形和实现后处理工序的全部连续化,使从纺丝到加捻卷绕都在同一台机器上完成,以提高劳动生产率,更有效地密闭排风和减少有害气体的逸散。

我国粘胶纤维设备系60年代制造的,虽然近年来从国外引进部分原液和后处理的单机,但同国外相比尚有较大差距。

合成纤维设备的发展 合纤工业中首先发展的是锦纶(聚酰胺纤维)。最初采用高压釜间歇聚合,以后发展为连续聚合,直接纺丝。己内酰胺聚合的主要设备有直型管和U型管,以及60年代后期出现的真空薄膜闪蒸器等。

间歇法制备涤纶切片应用较早的为酯交换釜和缩聚釜,主要在设备容量上有所发展。目前已出现聚合纺丝一步法。

纺丝技术的发展可从以下三方面来讨论:

(1)长丝纺丝技术:有两条工艺路线,其一、熔体经切片、输送、连续干燥送入纺丝机;其二、熔体直接输送至纺丝机。这两条工艺路线都向高速、高效、自动化、多样化方向发展。如纺速60年代初为1000~1500m/min,70年代为3000~4500m/min,进入80年代,则向超高速化方向发展,已达6000~7000m/min。70年代后期牵伸加捻机已被以拉伸和变形同时进行的组合设备所取代,这就使POY(预取向丝)/DTY(拉伸变形丝)新开发的工艺获得迅速推广。80年代世界趋势是向新型的DTY、ATY(喷气变形丝)、FOY(全取向丝)的多样化、高速化发展。如摩擦式、皮圈式、喷气式、平面环式、立体环式,机速都已达1000~1400m/min。

POY/DTY技术大大缩短了工艺流程,减少了厂房面积,省掉了牵伸设备,降低了动力消耗,纺速比常规提高了3~4倍,因而增加了产量,降低了成本。

FOY技术的纺速达6000~8000m/min,使纤维达到FDY(全拉伸丝)的水平,即FOY使高速与缩短工序、减少设备得到了统一。

ATY技术发展较快,30年代初,联邦德国巴马格(Barmag)公司的FK6-T80喷气变形机问世,美国EMAD-17喷气变形机速度达1000m/min。各国对ATY技术与设备竞争激烈,其原因是由于喷气变形丝利用气圈大小及数量可生产出具有多种形态的弹力丝,适合服装、装饰、工业用布的需要。因此有人预测20世纪末将占合纤总量的20%。

在纺丝速度上,常规长丝主要以卷绕机的转速、稳度和自控精度为研究突破的方向。如巴马格生产的纺丝机卷绕头,SW4R型为2400~4000m/min,SW46RU型为4000~6000m/min,可纺纤度为16.5~4400dtx。

国外长丝设备速度列于表1-1。

作为熔体纺丝的主体设备螺杆挤出机为了加大挤出量,保证熔融效果,使流变性能符合可纺性的要求,各国都致力于增大螺杆直径,加大长径比,采用新型结构的螺杆,如分离型、屏障型和销钉型等。

我国长丝设备开始沿用国外早期通用的老三段,即纺丝、拉伸、加弹三种单机台组合而成。设备有VC403型纺丝机,其纺速较低。到70年代,制成了VC406型纺丝机,纺速也只有

表1-1

长丝设备速度表

设备名称	机速范围
常规纺丝机 (m/min)	1000~1500
高速纺丝机 (m/min)	500~6000
帘子线纺丝机 (m/min)	2500
纺丝牵伸变形机 (m/min)	2500~3000
牵伸加捻机 (m/min)	1500~2000
倍捻机 (r/min)	7500~15000
络筒机 (m/min)	100~1500
弹力丝假捻机 (m/min)	60~1200

1500m/min左右。近年来,在引进、消化、吸收的基础上,结合我国国情,正研制高速与超高速系列的纺丝机。高速纺丝速为3000~4000m/min,超高速纺丝速为5000~6000m/min。并研制三种联合机组系列。

(2)短纤维纺丝技术:短纤维技术装备发展较早,除切片干燥各国趋于采用组合型式外,几十年来流程变化不大。70年代设备趋于多孔、多位、粗束、中速纺丝方向,后加工线趋于高产、同步传动、大功率卷曲、高效切断等方向,到80年代逐步趋向短程纺联合系列。目前,国外纺速一般为1500~2000m/min,喷丝孔孔数为3600~3950孔。短程纺多用于丙纶地毯或粗纤维工业用丝。如联邦德国DDR公司的短程纺,不仅流程短,占地面积小,纺丝甬道短,而且能耗低;Automatic公司生产的短程纺从切片开始到短纤维制成仅100m长,而且产量高,耗能低。

国外短纤维设备技术参数列于表1-2。

表1-2

国外短纤维设备技术参数表

设备名称与品种		范围
纺丝机产量 (t/d)		30~60
纺速 (m/min)	涤纶、锦纶	1000~2000
	丙纶(短程)	20~40
	腈纶	100~250
喷丝孔 (孔数)	涤纶、锦纶	1120~3600
	丙纶	12000~40000
	腈纶	48000~300000
拉伸速度 (m/min)		132~300
卷曲机速度 (m/min)		150~500
切断机速度 (m/min)		100~450
加工能力 (dtex)		167~494万

我国合纤短纤维在70年代发展较快。纺丝机为VD403型,后加工为LVD514型、LVD514A型牵伸卷曲切断联合机。70年代后期出现VD405型纺丝机,后加工为LVD801型联合机组。80年代初制成VD406型纺丝机和LVD802型后加工联合机组。今后短纤维将向中高速方向迈进,并以短程纺为目标。

(3)腈纶纺丝技术:本世纪50年代实现工业化生产,由于采用湿法纺丝,因此后加工同粘胶纤维相似,都有溶剂回收系统。30年来纺丝技术变化不大。由于高聚物溶液的流变性能及其成形原理与熔法不同,纺速未能达到高速化,所以世界各国都采用多孔纺丝路线,已出现30~40万孔的喷丝板。但纺速仍停留于40~250m/min。纺丝设备类似粘胶纺丝,工序多,流程长,占地面积较大。

第二节 化纤设备的分类

化纤设备一般按产品的类别、用途和加工方法分类。按产品类别化纤设备可分为长丝(包括变形丝)和短纤维生产设备;按加工方法可分为湿法和熔法生产设备。

以下按长短丝、品种和流程列出主要设备名称:

一、长丝生产设备

1.常规长丝设备 用于生产渔网丝、针织用丝、尼龙绸丝、棕丝等。

(1)涤纶长丝设备:酯交换釜→缩聚釜→切粒机→切片干燥机→纺丝机(螺杆挤出机→纺丝箱体→计量泵→纺丝组件→卷绕机)→牵伸加捻机→弹力丝机→络丝机(直接纺丝省去切粒机、切片干燥机)。

(2)锦纶长丝设备:直管或U型管连续聚合釜→纺丝机(间歇纺与涤纶长丝设备相似,直接纺为螺杆挤出机→纺丝箱体→计量泵→纺丝组件→卷绕机)→牵伸机→弹力丝机→络丝机。

2.帘子线设备(以间歇法为主) 切片干燥机→纺丝机(同锦纶)→牵伸机→弹力丝机→复捻机(前环机)→合股机(后环机)。

3.弹力丝设备 加工方法有化学法和机械法两种。其中机械加工方法较多,发展较快,且可分以下几种:

(1)UDY-DY-TY流程:纺丝机→牵伸机→假捻变形机。

(2)POY-DTY流程:纺丝机→牵伸假捻变形机。

(3)POY-ATY流程:纺丝机→空气变形机。

(4)SDTY流程:纺丝牵伸假捻机(一步法)。

随着科学技术的进步,弹力丝加工流程越来越短,设备向高速、多功能方向发展。其中流程(1)已逐步淘汰,多采用流程(2)、(3),并向流程(4)发展。

长丝设备主要向高速纺与超高速纺、多功能和加工变形方向发展。

二、短纤维生产设备

1.普通熔法短纤维设备 用于生产仿棉、仿毛、仿丝、仿麻以及多功能短纤维,作服

装、铺饰、工业用布三大纺织品的原材料，大部分为间歇切片纺。

涤纶、锦纶短纤维设备：纺丝机→回转式盛丝桶→集束机→牵伸机→卷曲机→烘燥定型机→切断机→打包机。

2. 普通湿法短纤维设备 腈纶用于仿毛，维纶用于仿棉。

(1) 腈纶短纤维设备：聚合釜→脱泡塔→纺丝机（过滤器→鹅颈管→凝固浴）→水洗机→油浴→烘燥机→定型机→卷曲机→切断机→打包机。

(2) 维纶短纤维设备：聚合釜→醇解机→溶解机→纺丝机→牵伸机→烘燥机→牵伸机→定型机→醛化机→烘燥机→切断机→打包机。

3. 牵切毛条纤维设备 类似普通熔法或湿法短纤维流程，所不同的是在切断之前经牵切机牵切，纤维以毛条状送往毛纺厂，可用于纯纺或混纺。牵切毛条以腈纶较多，内纶、涤纶次之。

第二章 聚合反应器

聚合反应与一般化学反应相比,大多数具有随着反应的进行,聚合系统的粘度急剧上升、放热激烈等特点。因此在设计或选用聚合反应器时,应充分考虑单体、聚合物、催化剂的性质和状态,聚合反应机理,以及聚合过程中聚合系统内的物性变化。

合成纤维生产中,采用的聚合反应器型式很多,常见的分类方法有下列三种:

1.按反应体系相态分类 可分为均相反应器和非均相反应器。在均相反应器中物料相互混合成单一相。反应器中一般装有机机械搅拌,以促进物料的混合及传热;在非均相反应器中物料处于两个以上相态。其结构形式、相际的接触方式等均较复杂,传质起着极其重要的作用。生产中采用的聚合反应器,除丙烯腈水相沉淀聚合外,绝大部分是均相反应器。

2.按操作方式分类 可分为间歇(分批)式、半连续式和连续式三种。间歇式反应器是在反应之前将物料一次加入反应器中,直至反应达规定的转化率后,再输出反应产物。此类反应器操作适应性大,多用于小批量、多品种生产。半连续式反应器是预先将一些反应物在反应前加入反应器,而其余反应物则在反应过程中连续或间断加入,或者在反应过程中将某种产物连续从反应器中输出。半连续操作的主要目的在于控制反应过程中某种物料的浓度,借以改变反应主、副产品比例,控制反应温度,以免反应过于激烈。连续式反应器是将反应物连续输入反应器、并连续输出反应产物,这类反应器适于大规模生产。由于消除了间歇过程的非生产时间(如加料、出料、升温等),因而生产能力较高,产品质量稳定,易于实现自动化操作。

3.按反应器结构分类 可分为搅拌釜式、系列釜式、管式及卧式等多种形式。搅拌釜式既可用于间歇操作,亦可用于连续操作,其温度和压力的适应范围均很大。缺点是要求达到高转化率时,反应器容积必须很大。如将几只搅拌釜串联,就组成系列釜式反应器,它可连续操作,而且反应速率比单釜连续操作快,因此釜的容积可相应减小。管式反应器是一种圆管,锦纶聚合用的VK管,可看作是近似管式的聚合反应器。卧式反应器则是为了处理高粘度的聚合体系而设计的特殊结构的聚合反应器,利于反应物的表面自由更新。

第一节 搅拌釜式反应器

装有搅拌器的釜式反应设备在一般化工生产中,以及高聚物生产中被普遍采用。搅拌不仅能改善传热条件,使聚合温度趋于均匀,而且能强化传质过程,有利于聚合反应进行。据统计,聚合反应器中约有90%采用搅拌釜。在成纤高聚物生产中,如聚酯、聚酰胺和聚丙烯

腈的生产,均可采用搅拌釜式反应器。此外,熔融、混合、溶解、脱泡等过程也可采用。所以搅拌釜式反应器是应用广泛的一种设备。

一、搅拌釜式反应器的工作原理

同样的搅拌釜,可以采用间歇法操作,也可采用连续法操作。由于操作方法不同,其工作原理亦不同。

1. 间歇法操作反应器工作原理 间歇操作是在反应前将原料一次加入反应器中,当反应达规定转化率后,输出反应产物。假设物料在反应器中由于搅拌的作用,达到完全混合,即反应器中各点的物料浓度、组成和温度都相同。设反应开始时物料A的浓度为 C_{A0} ,随着反应时间的延长,A的浓度逐渐降低,当转化率达到 $X\%$ 时,A的浓度则从 C_{A0} 降到 C_{A1} ,反应速率逐渐降低,如图2-1(a)所示。由于间歇式操作时,体系中物料的浓度随时间而变化,故属于非稳态操作。

2. 连续法操作反应器工作原理 连续法操作是将反应物连续输入反应器、并连续输出反应产物。因有强烈搅拌,釜内物料亦达到完全混合,所以除开、停车时间外,当进、出料流量达平衡时,反应器内物料的浓度、组成与温度均不随空间位置和时间而变,故属于稳态操作。

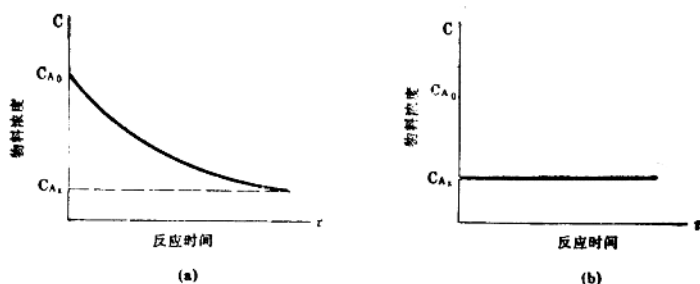


图2-1 不同操作方法下搅拌釜中物料的浓度变化

(a) 间歇操作时 (b) 连续操作时

连续搅拌釜的一个基本特征是反应产物和未起反应的剩余物料从釜中直接同时排出。在一般情况下,排出物浓度即等于釜内物料浓度,且此浓度恒定不变。设物料A的起始浓度为 C_{A0} ,当进入连续搅拌釜内,即与釜内物料完全混合,其浓度降至排出时的浓度 C_{A1} ,见图2-1(b)。这种浓度瞬时的变化,是混合稀释的结果。因为釜内浓度即为反应完成时的浓度,所以可以推断,釜内反应是在反应物料的浓度为 C_{A1} (即很低浓度)下进行的,故反应速率很低。因此与间歇法操作相比,要达到同样的转化率,连续搅拌釜所需要的反应时间要很长,对同样的生产量来说,连续搅拌釜的体积就要大得多,且这种差异随着转化率增高而加剧。

在实际生产中,须根据制备高聚物时聚合反应机理和聚合方法的不同及反应体系粘度变化选取搅拌釜的操作形式。同时还应考虑操作的难易、成本高低、生产规模是否适应现代

化生产等经济性问题。

例如涤纶和锦纶厂采用熔融缩聚方法,其链增长过程是逐步进行的,所以,缩聚物的分子量随反应时间的延长而增加。由于缩聚反应均为可逆平衡反应,在反应过程中必须将生成的低分子产物(如乙二醇、水等)不断地从反应体系中排出,同时体系的粘度急剧上升。间歇操作的搅拌釜式反应器反应时间较长,可在反应过程中分阶段控制温度和压力,且搅拌能促进物料表面更新,有利于低分子产物从高粘度体系中的排出。同时又具有结构简单、耗用材料少、造价低廉、维修方便等优点。所以,间歇法搅拌釜在工作性能方面虽有欠缺,但中小型厂生产仍在采用。

又如腈纶厂的丙烯腈和少量第二、第三单体的聚合,常采用溶液聚合方法,其聚合反应机理为自由基型聚合,反应在很短时间完成,延长聚合时间对提高转化率及分子量的影响甚微。当采用连续法操作的搅拌釜式反应器时,因釜中物料浓度不变(即釜内单体浓度恒定不变),对控制聚合物的分子量及分子量分布极为有利。而且连续搅拌釜的反应浓度低,放热较缓和,溶液聚合体系的粘度亦不太高,所以,散热问题容易解决。故国内生产厂都采用连续操作的搅拌釜式反应器。

二、搅拌釜式反应器的结构

搅拌釜式反应器的结构应满足聚合反应工艺的要求,必须具有足够的容积、换热面积、机械强度和刚度,具有良好的搅拌装置及抗腐蚀能力,并且要求结构简单、密封可靠、制造与维修方便。

图2-2为搅拌釜式反应器。其基本结构由釜体(包括封头、法兰、支座、接管等各种附件)、搅拌器、密封装置和传动装置等组成。

1. 釜体 搅拌釜式反应器的釜体一般为直立圆筒,上端盖多数采用凸形封头,下端盖则常用凸形或锥形封头,在釜体上设置各种接口、人孔、手孔、视镜、法兰和支座等部件,以满足工艺操作和安装检修的要求。

在合成纤维生产过程中,反应器所处理的物料有的有腐蚀性,有的能和铁离子发生作用,使产品发黄。所以必须了解所处理物料的性质,慎重选用合适的材料制造。如腈纶生产中,当采用 NaSCN 为溶剂时,由于其腐蚀性很强,需用 $1\text{Cr}18\text{Ni}12\text{Mo}2\text{Ti}$ 不锈钢制造釜体。锦纶和涤纶生产中,为了防止纤维发黄或发红,釜体常用 $1\text{Cr}18\text{Ni}9\text{Ti}$ 不锈钢制造。

由于不锈钢成本很高,有时为了节省设备费用,可采用复合钢板和非金属防腐蚀材料代替。复合钢板是以碳钢为基体,不锈钢薄层为防腐蚀层,以达到节约不锈钢材的目的。复合钢板的缺点是焊接加工较复杂,碳钢和不锈钢的热膨胀系数不同,受热后容易造成内应力而脱壳。

常用的非金属防腐蚀材料有化工搪瓷。它是一种含硅量很高的瓷釉,在 400°C 左右的高温下煅烧,使瓷釉密着于金属胎的表面。搪瓷的表面十分光滑、致密,有隔离金属离子的作用,且具有良好的耐蚀、耐磨和电绝缘性,机械强度亦很高。但搪瓷的主要缺点是传热性能差(只有碳钢的 $1/50$),经不起振动和硬物的冲击,以及温度的骤变,所以应用受到限制。

此外,还可采用玻璃纤维增强塑料(俗称玻璃钢)或硬聚氯乙烯塑料衬里。它们具有良好的耐腐蚀性和电绝缘性,但导热性较差,而且硬聚氯乙烯衬里还不宜在工作温度高的场合使用。