

塑料制品配方设计与加工实例丛书

塑料挤出制品

配方设计与加工实例

主编 张玉龙 张子钦



国防工业出版社

National Defense Industry Press

塑料制品配方设计与加工实例丛书

塑料挤出制品

配方设计与加工实例

主 编 张玉龙 张子钦
副主编 王喜梅 张永亮 李 萍

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书重点介绍了塑料管材与管件、板(片)、型材与异型材、薄膜、密封制品等的选材、配方设计、组分调整、成型工艺与工艺条件、制品性能、应用效果与评价。与此同时,还介绍挤拉成型工艺的特点、工艺过程、影响因素和应用实例等内容。本书适合于塑料工业从业人员参阅,是进行材料研究、制品设计、成型加工、分析测试等的必备书籍,也可作为学校教材及自学教材之用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料挤出制品配方设计与加工实例 / 张玉龙, 张子钦
主编. —北京: 国防工业出版社, 2006. 1

(塑料制品配方设计与加工实例丛书)

ISBN 7-118-04274-9

I. 塑... II. ①张... ②张... III. ①挤出成型-塑料制品-配方-设计 ②挤出成型-塑料制品-生产工艺
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148913 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17½ 434 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 32.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

丛书编委会名单

主 编 张玉龙 张子钦

副主编 王化银 徐亚洲 郭斌

编 委 (按姓氏笔画)

王化银	王永连	王金为	王树魁	王泰松	王喜梅
牛新光	艾克聪	石 磊	卢瑞乾	邓 丽	帅 琦
田清波	刘志成	齐贵亮	齐晓声	闫 平	李 凤
李长德	李 军	李传清	李迎春	李桂变	李 萍
李 强	李惠元	杨艺竹	杨玉芬	杨 耘	杨振强
吴光宁	何 杰	邹积洋	宋志广	张广玉	张子钦
张玉龙	张永亮	张庆华	张喜生	陈万社	陈晓东
陈 瑞	陈瑞华	陈耀波	金川川	周国萍	庞丽丽
庞丽萍	官周国	赵中魁	郝向阳	宫 洁	侯京陵
姜晓菊	夏 敏	商 悦	姬荣斌	郭 斌	贾兴华
徐亚洲	徐 苓	曹根顺	盖国胜	程映昭	韩志强
韩 辉	曾泉雁	蔡志勇	潘 辉		

序

随着高新技术在塑料工业中应用步伐的加快,塑料材料研究、制品设计、成型技术、工装设备制造技术均得到快速发展,塑料制品的质量和档次也有了明显提高,市场上种类繁多、形态各异、色彩斑斓的塑料制品不断满足人们的日常生活需要,在工程和高尖端工业领域,塑料制品的用量也不断增大,应用领域逐步拓展。这些都充分展示了作为新材料技术的塑料制品技术强劲的发展势头。在这一系统工程中除了塑料成型工艺设备外,很大程度上都取决于对塑料制品配方设计和工艺技术的研究与实践的长足进步。

为了推广和宣传近年来塑料制品技术的研究成果和实际的经验技术,我们在广泛收集国内外文献的基础上,结合多年来的研究与实践经验教训和体会,组织编写了《塑料制品配方设计与加工实例丛书》。该丛书包括《塑料注射制品配方设计与加工实例》、《塑料挤出制品配方设计与加工实例》、《塑料吹塑制品配方设计与加工实例》、《橡塑压制成型制品配方设计与加工实例》、《功能塑料制品配方设计与加工实例》、《塑料低压成型制品配方设计与加工实例》、《泡沫塑料制品配方设计与加工实例》和《塑料专用料配方设计与加工实例》。

本套丛书注重先进性、实用性和可操作性,由浅入深,以实例叙述为主,理论表述从简,易学好懂,可操作性强,语言简练,表文并茂,是塑料工业从业人员良好的指导教材,更是塑料材料研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员、制品检验人员和教学人员必读之书。相信本丛书的出版发行对我国的塑料加工业的发展,具有积极的指导作用。然而,随着科学技术的进步,本丛书还应不断增加新内容,扩充新技术,补充新知识,使之更贴近读者,更贴近实践。

丛书编委会

2006年1月

前 言

塑料挤出成型工艺是塑料制品成型加工中最常用的一种工艺技术,其技术成熟,生产效率高,主要用于板(片)材、带材、管材、型材、膜材和密封制品的加工。近年来,随着高新技术在挤出工艺中的应用,使这一工艺技术取得了快速发展,诸如选材和配方设计的程序化、高性能化以及挤拉等工艺的出现,使这一工艺应用范围不断拓展,具有广阔的发展前景。

为了宣传推广近年来挤出制品的研究与应用成果,进一步普及挤出成型技术的基础知识,为读者奉献一本具有实用价值、易学好懂、便于阅读仿效、可操作性强的书籍,我们在广泛收集国内、外资料的基础上,编写了《塑料挤出制品配方设计与加工实例》一书,书中重点介绍了塑料管材、管件、板(片)材、型材与异型材、薄膜、密封件等的选材、配方设计、组分调整、制备成型工艺以及制品性能、应用、效果、评价等内容,另外还着重介绍了挤拉成型工艺的特点、工艺过程、工艺条件和制品成型等内容。

本书重点突出实用性、先进性、仿效性和可操作性,以实例说明为主,理论叙述为辅,语言简练、层次清晰、由浅入深,逐一进行详尽介绍,力求奉献给读者具有较高实用价值的书籍。若本书能对我国塑料工业发展起到一些促进作用,作者将感到无比欣慰。

由于水平有限,文中错误在所难免,敬请读者批评指正。

作者
2005.8

目 录

第1章 概述	1
1.1 挤出成型设备	1
1.1.1 单螺杆挤出机	1
1.1.2 双螺杆挤出机	2
1.1.3 挤出机的辅助装置	3
1.1.4 安全保护装置	3
1.1.5 生产操作和维护保养	4
1.2 管材挤出口模及工艺	5
1.2.1 管材挤出口模	5
1.2.2 管材成型工艺	9
1.2.3 棒材成型工艺	10
1.3 板材挤出口模及工艺	11
1.3.1 板材挤出成型生产设备	11
1.3.2 板(片)材成型工艺	14
1.4 异型材挤出口模及工艺	16
1.4.1 异型材制品的合理设计	16
1.4.2 异型材挤出口模	17
1.4.3 异型材挤出工艺	19
1.4.4 挤出成型中异常现象及解决办法	20
第2章 塑料管材	22
2.1 聚氯乙烯(PVC)管材	22
2.1.1 给水/排水管材	22
2.1.2 建筑管材	36
2.1.3 工业管材	46
2.1.4 特形管材	56
2.2 聚乙烯(PE)管材	74
2.2.1 建筑管材	74
2.2.2 工业管材	77
2.2.3 特形管材	87
2.3 PP管材	94
2.3.1 PP-R管材	94
2.3.2 改性聚丙烯给水管材	96
2.3.3 高抗冲聚丙烯喷灌管材	98

2.4	PS类管材	100
2.4.1	橡塑低压输水管	100
2.4.2	AS塑料透明管	104
2.5	挤出生产尼龙11管材	105
第3章	板(片)材	108
3.1	PVC板材	108
3.1.1	装饰板材	108
3.1.2	工业用板材	114
3.1.3	透明板(片)材	120
3.1.4	地板砖	132
3.2	聚乙烯(PE)板(片)材	140
3.2.1	自增强聚烯烃片材	140
3.2.2	钙塑瓦楞纸板	141
3.3	PP板(片)材	143
3.3.1	快餐盒用光-生物双降解聚丙烯片材	143
3.3.2	PP/EVOH共挤出片材	144
3.3.3	汽车内顶用复合板材	148
3.4	PS类板(片)材	151
3.4.1	PS三层复合板材	151
3.4.2	加入废旧料的ABS板材	153
3.4.3	冰箱用ABS板材	157
3.5	其他板(片)材	162
3.5.1	高强度代钢铝塑复合板	162
3.5.2	PET片材	163
第4章	型材与异型材	166
4.1	型材与异型材选材与配方设计	166
4.1.1	型材的选材与配方设计	166
4.1.2	异型材的选材与配方设计	178
4.2	型材	182
4.2.1	三轨推拉PVC塑窗型材	182
4.2.2	防静电聚氯乙烯型材	185
4.3	异型材	189
4.3.1	改性PVC仿真木纹异型材	189
4.3.2	采用稀土有机物热稳定体系的PVC-U塑料门窗异型材	191
4.3.3	采用焊角强度改性剂的门窗用PVC塑料异型材	193
4.3.4	高效超低铅复合热稳定剂改性的PVC型钢门窗异型材	196
4.3.5	玻璃纤维增强PVC窗框	198
4.3.6	门窗用新型环保异型材	200
4.4	密封制品	202
4.4.1	高聚合度PVC树脂门窗密封条	202

4.4.2	电冰箱门封框	204
第5章	塑料薄膜制品	208
5.1	挤出流涎薄膜	208
5.1.1	概述	208
5.1.2	流涎成型设备	208
5.1.3	聚乙烯流涎薄膜	213
5.1.4	聚丙烯流涎薄膜	220
5.1.5	流涎尼龙6薄膜	224
5.2	双向拉伸薄膜	229
5.2.1	概述	229
5.2.2	双向拉伸聚丙烯薄膜	229
5.2.3	双向拉伸PVC膜	233
5.2.4	双向拉伸尼龙6薄膜	236
5.3	压延薄膜及革制品	239
5.3.1	PVC仿布型面料薄膜	239
5.3.2	橡塑防雨绸	242
第6章	挤拉成型技术	246
6.1	简介	246
6.1.1	基本原理与特点	246
6.1.2	挤拉成型的特性	246
6.1.3	挤拉制品的应用	247
6.1.4	挤拉成型工艺发展	248
6.2	挤拉成型设备	249
6.2.1	挤拉成型机形式	249
6.2.2	装置	250
6.3	挤拉成型模具	254
6.3.1	模具结构与特点	254
6.3.2	模具的工况及要求	255
6.3.3	模具材料的选择	256
6.3.4	模具的设计	256
6.4	成型工艺过程	257
6.4.1	适用的原材料	257
6.4.2	挤拉成型加工方法	258
6.4.3	挤拉过程中的主要工艺参数与控制	259
6.4.4	挤拉成型制品的性能	260
6.4.5	挤拉成型注意事项和常见缺陷及改进方法	262
6.5	挤拉成型实例	262
6.5.1	玻璃纤维增强不饱和聚酯挤拉成型门窗	262
6.5.2	大型挤拉玻璃钢电缆桥架	264
	参考文献	267

第 1 章 概 述

1.1 挤出成型设备

塑料挤出成型的主要设备是挤出机,也称主机。此外,还有机头(或称模头、模具)、冷却定型装置、牵引装置、切割装置、卷取装置等。

挤出机的种类较多,分类方法各不相同。若按外形,可分为立式和卧式;按用途,可分为成型用挤出机、混炼造粒用炼塑机、供料用喂料机等;按螺杆数目和结构,可分为单螺杆挤出机、双螺杆挤出机或多螺杆挤出机、无螺杆挤出机;按是否排气,分为排气式挤出机和非排气式挤出机;按螺杆的转速,可分为普通挤出机、高速挤出机、超高速挤出机。一般按螺杆数目和结构分类。

目前,世界上使用较普遍的是单螺杆挤出机和双螺杆挤出机,它们能挤出绝大部分热塑性塑料及部分热固性塑料。

1.1.1 单螺杆挤出机

单螺杆挤出机,最早是采用三段式螺杆,有突变型、渐变型和计量型螺杆之分。单螺杆挤出机除具有输送、均化、混炼、排气等功能外,在结构上还具有容易制造、安装,更换螺杆方便,造价低廉等优点。

1. 单螺杆挤出机的基本结构

单螺杆挤出机的基本结构有:传动系统、挤出系统(如加料斗、机筒、螺杆、机头等)和加热、冷却系统。如图 1-1 所示。

2. 型号表示方法和主要参数

单螺杆挤出机的型号,一般用“螺杆直径 $\times$ 长径比”来表示,长径比为 20 可以不标注出。例如螺杆直径为 65mm,长径比为 30 的塑料挤出机的型号: SJ-65 $\times$ 30。国产挤出机已系列化。

单螺杆挤出机的性能特征通常用以下几个主要技术参数表示。

- (1) 螺杆直径。指螺杆外径,用 D 表示,单位为 mm。
- (2) 螺杆长径比。用 L/D 表示, L 为螺杆的工作部分长度,即有螺纹部分的长度(工艺上指加料口中心线到螺纹末端的长度), D 为螺杆直径。
- (3) 螺杆的转速范围。从最低转速到最高转速的可调范围,单位为 r/min。
- (4) 功率。包括传动功率和加热功率,单位为 kW。
- (5) 挤出机生产能力。用 Q 表示,单位为 kg/h。
- (6) 机器的中心高度。用 H 表示,指螺杆中心线到地面的高度,单位为 mm。

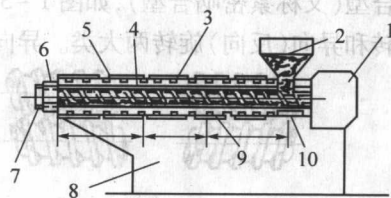


图 1-1 单螺杆挤出机示意图

- 1—传动装置; 2—料斗; 3—机筒; 4—螺杆;
5—加热器; 6—多孔板及过滤网;
7—机头连接体; 8—机座;
9—冷却器; 10—冷却夹套。

(7) 机器的外形尺寸。指长、宽、高,单位为 mm。

1.1.2 双螺杆挤出机

双螺杆挤出机是在单螺杆挤出机的基础上发展起来的。在双螺杆挤出机的机筒内,并排放置着两根螺杆,故称双螺杆挤出机。

与单螺杆挤出机相比,双螺杆挤出机具有加料容易、混合优异、塑化效果好和低的功率消耗等优点,因而得到了广泛应用。

1. 基本结构

双螺杆挤出机的结构如图 1-2 所示。它是由料筒、螺杆、加热器、机头连接器、传动装置、加料装置和机座等组成。各部件的职能与单螺杆挤出机基本相似。

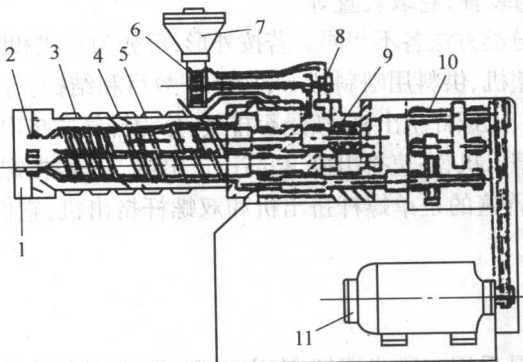


图 1-2 双螺杆挤出机结构简图

1—机头连接器; 2—多孔板; 3—料筒; 4—加热器; 5—螺杆; 6—加料装置;
7—料斗; 8—加料器传动机构; 9—止推轴承; 10—减速箱; 11—电动机。

双螺杆挤出机按两根螺杆的相对位置,可以分为啮合型和非啮合型,如图 1-3 所示。非啮合型双螺杆挤出机实际应用少,本节不作介绍;啮合型按其啮合的程度又可分为部分啮合型和全啮合型(又称紧密啮合型),如图 1-3(b)和图 1-3(c)所示。按螺杆旋转方向不同,可分为同向旋转和异向(反向)旋转两大类。异向旋转又有向内旋转和向外旋转两种,如图 1-4 所示。

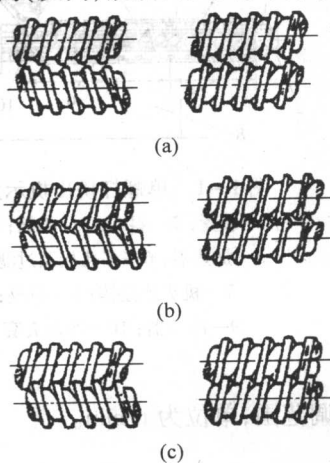


图 1-3 螺杆啮合类型

(a) 非啮合型; (b) 部分啮合型; (c) 全啮合型。

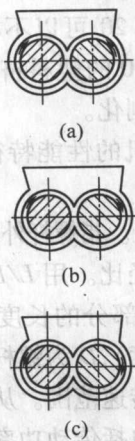


图 1-4 双螺杆的旋转方式

(a) 向内反向旋转; (b) 向外反向旋转; (c) 同向旋转。

2. 主要参数

双螺杆挤出机的主要参数如下。

(1) 螺杆直径。指螺杆的外径。对锥形螺杆,它是一个变值,应注明哪一端直径。双螺杆直径一般为 28mm ~ 340mm,直径越大,表明挤出机的挤出量越大。

(2) 螺杆的长径比。指螺杆的有效长度和外径之比。对整体式双螺杆,其长径比是个定值;对组合式双螺杆,其长径比是可变的。

(3) 螺杆的转向。有同向转动和异向转动之分,同向转动的双螺杆挤出机多用于混料,异向转动的双螺杆挤出机多用于挤出制品。

(4) 螺杆承受的扭矩。双螺杆挤出机所承受的扭矩载荷大,为保证机器安全运转,工作时不得超过所标出的螺杆所能承受的最大扭矩,单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

(5) 螺杆的转速范围。从最低转数到最高转数。单位为 r/min 。

(6) 驱动功率。指驱动螺杆的电动机功率,单位为 kW 。

(7) 加热功率。单位为 kW 。

(8) 产量。单位为 kg/h 。

1.1.3 挤出机的辅助装置

塑料挤出机的辅助装置通常有 3 类。

(1) 挤出前物料处理装置。这种辅助装置(如预热装置、干燥装置等)多用于吸湿性塑料,如尼龙、聚丙烯酸酯、醋酸纤维素等。进行干燥的设备可以用烘箱,也可以用真空干燥、远红外线干燥或使塑料经过热空气干燥后再送入料筒。

(2) 挤出后处理制品的装置。该类装置主要包括冷却定型、牵引、卷取、切割、检验等设备。

(3) 生产条件控制装置。这类装置有温度控制器、电动机启动装置、电流表、螺杆转速表、螺杆压力和机头压力测定装置等。

这些辅助装置随挤出制品的种类、对制品质量的要求和自动化程度的不同而有差别,且每一种设备也各有不同的形式。

随着计算机技术的出现和迅速发展,一些新型挤出机控制系统已采用计算机控制,所配置的某些辅助装置也可省掉,如温度控制系统中的仪表和其他控制仪都可省掉,并且计算机接受全部读数,并对这些读数进行控制。可以预见,随着计算机和挤出机的进一步发展,大量的挤出成型设备将会迅速采用计算机控制全部加工参数,达到挤出成型的全自动化控制。

1.1.4 安全保护装置

挤出机应设置过载保护装置、金属检测装置及防护罩。

1. 过载保护装置

挤出机往往会因物料加热温度不够,或因物料中混入了金属硬块,使螺杆承受过大的扭矩而造成螺杆扭断,甚至对人身造成伤害,因此必须设置过载保护装置,其措施如下。

(1) 安全销。在皮带轮和转轴连接处设置安全销。当过载时,安全销首先被剪断,使皮带轮和转轴分离,切断电动机传来的扭矩,起到保护传动链及挤压部分各零件安全的作用。但是,安全销材料的力学性能难以进行精确测定,如果安全销的强度低,经常会被切断,这样既影响生产率又提高了成本;如果安全销的强度太高,就起不到安全保护作用。实践证明,这种方

法不太可靠。

(2) 定温启动保护装置。定温启动保护装置是电器连锁保护的一种装置,它通过仪表控制料筒的温度,只有在达到给定温度时,才能启动主机工作;否则不能开车,从而实现安全保护。

(3) 电气过载保护装置。在电动机的线路中设置过载保护装置,一旦过载,便可切断电源,从而起到保护作用。

2. 金属检测装置

在塑料挤出机的料斗上设置金属检测装置,一旦有金属杂物混入料斗时,它便自动报警。

3. 安全保护罩

在挤出机的皮带轮、齿轮、减速器和螺杆等的连接处都要设置安全保护罩,以确保人身安全。

1.1.5 生产操作和维护保养

1. 开车前的准备

(1) 对挤出生产的物料进行预干燥,必要时还需进一步干燥。

(2) 仔细检查设备及水、电系统是否处在正常、安全可靠状态。

(3) 保持主机和辅助设备及操作台上整洁。

(4) 检查加料斗和剩余料,不得有异物存在,尤其是金属和其他坚硬杂物,以免损坏螺杆和料筒。

(5) 开车前应换上干净的过滤网,检查各润滑部位油量是否符合要求。

(6) 检查机头规格是否符合产品的品种、尺寸要求,并检查机头的各部件是否洁净。

(7) 对挤出机需要加热的部分进行加热,同时开通料斗底部的冷却套通入冷却水。

(8) 开车前需对机器恒温一定时间。由于挤出机温控仪表指示的温度高于物料的实际温度,如果不恒温一定时间,就会造成仪表温度已达到要求温度,而实际料温偏低的现象,此时若加入物料,由于实际温度较低,物料的熔融黏度过高,会产生轴向力过载,从而损坏设备或造成人身伤害事故。

(9) 当各部分达到规定温度时,对机头部分衔接螺栓立即拧紧,检查衔接状况,以免运转时发生漏料。

(10) 启动各运转设备,检查运转是否正常。

2. 开车

(1) 当确认机器无误、工作温度适宜时,即可开车。

(2) 先低速启动,投料时先少加料,待出料正常后可加满料。操作人员不得站在机头前面,要在侧面操作,以免机头喷料时烫伤人体。

(3) 随时检查电流表、压力表,看是否正常。

(4) 待机器工作无异常后,调整螺杆转速,使达到正常挤出要求。

(5) 物料挤出后即需将挤出物慢慢引入冷却和牵引装置,并需事先启动这些装置,然后根据控制仪表的指示值和对挤出制品要求,对各部分作相应调整,直到挤出操作达正常状态。

(6) 切割取样。检查外观质量是否符合要求、尺寸是否符合标准,然后根据要求调整挤出工艺。

3. 开车中的注意事项

(1) 异常噪声。若异常噪声在减速器内发生,一种情况可能是由于轴承损坏和润滑不良引起的,另一种情况可能是齿轮磨损和啮合不良引起的;若噪声为刺耳的刮研声,可能是料筒

位置偏斜,引起螺杆头部与传动轴套刮研;若是金属刮研声,可能是设定温度过低,或局部加热区温控失灵,造成固体物料与料筒过度摩擦。

(2) 异常振动。若在减速器部位发生异常震动,可能是因轴承和齿轮的磨耗和损坏引起的;若料筒部位发生振动,可能是由于投入的物料中混入硬质异物。

(3) 机头压力大小与设定值有偏差。这种情况可能是仪表本身有故障。除此之外,若低于设定压力,应检查挤出机机头或口模部分是否有物料泄漏;若高于设定压力,可能是机头及口模堵塞造成的,新开车时,没有清理净的异物是造成堵塞的主要原因。

4. 停车

(1) 停车时停止加料,将挤出机内的塑料挤完,关闭(包括辅机电源在内)所有电源,以便下次操作。

(2) 辅助设备发生故障要停止运转后再修理。

(3) 停机时,对于热敏性塑料,必须将料筒内的剩料挤出。

(4) 清理螺杆、料筒,必要时可用软聚氯乙烯等塑料通过最后挤出清理螺杆、料筒。但是,机头、多孔板应在拆下后进行清理。

(5) 清理口模等部件时,只能使用铜丝、铜刀和压缩空气吹管等,同时乘热涂少量石蜡,使积料的清除变得容易。切莫用钢丝、钢刷或钢刀清除积料,以防破坏部件的表面。

(6) 挤出时注意安全,例如电、热、机械传动和笨重部件的装卸等。拆卸时,应先拆螺杆后拆机筒;而安装时顺序则相反。

5. 机器的维护保养

对机器可采用日常保养和定期保养两种方式进行维护保养。

日常保养是经常性例行工作,不占机器运转工时,一般在开车期间完成,重点放在清洁机器、润滑各运行件、紧固易松动部件、及时检查各部位零部件的工作情况,发现异常,及时修理,确保设备的使用寿命。

定期保养一般是在挤出机连续运行 2500h ~ 5000h 后,停机进行,例如对机器进行解体检查、测定各主要部件的磨损情况、更换达到或超出磨损限度的零件、修理损坏零件。除此之外,停机拆卸机头时,若停机时间较长,要将安装在机头上的各零部件工作面上涂抹防锈油。还要按说明书对螺杆、料筒及其他部位进行保养,要定期给机器换油。

1.2 管材挤出口模及工艺

管材是挤出成型的重要产品之一。可以用做管材原料的塑料有硬质 PVC、软质 PVC、聚乙烯、聚丙烯,ABS、聚酰胺、聚砜、聚碳酸酯、聚三氟氯乙烯、聚全氟丙烯等热塑性塑料。目前产量较大的是聚氯乙烯、聚乙烯和聚丙烯管。管材直径由几毫米到 500mm。管材直径和壁厚已形成系列化、标准化。

1.2.1 管材挤出口模

挤出管材机组示意图如图 1-5 所示。已初步成型的坯料由口模出来,进入冷却定型装置,在冷却定型装置内逐渐降温,获得所需要的最终几何形状、尺寸精度、表面粗糙度,然后进入冷却水槽进一步冷却,最后由牵引装置引至切割装置,切割成所需要长度。

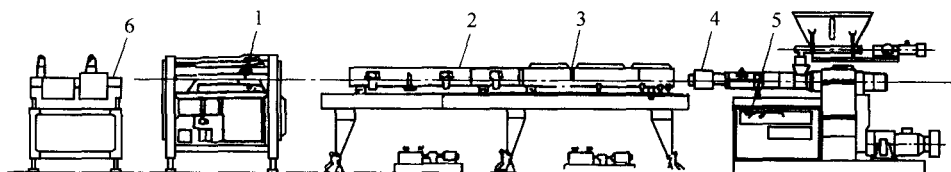


图 1-5 挤出管材机组示意图

1—牵引机；2—冷却水槽；3—真空定型；4—口模；5—挤出机；6—切割机。

1. 挤出机

管材挤出机的螺杆一般为直径 30mm~40mm 的等距不等深渐变型螺杆,螺杆长径比 L/D 为 15~25,压缩比为 2~4。挤管机均需在出料与口模衔接处加过滤板,过滤网。一般软质塑料管一层 40 目网过滤网,聚乙烯管材加 4×80 目网的过滤网。

2. 口模

塑料管材在给定挤出机上生产时,一般管材直径应控制在螺杆直径的 30%~130% 范围内;对于双螺杆挤出机,可控制在螺杆直径的 45%~450% 范围内。目前我国硬 PVC 管材口模规格与所配用的挤出机关系见表 1-1。对于双螺杆挤出机与所适应的挤管口模规格见表 1-2。

表 1-1 硬 PVC 管材口模规格与挤出机规格关系

口模公称直径/mm	10~63	40~90	63~125	110~180	125~250	200~400
螺杆直径/mm	45	65	90	120	150	200
牵引速度/(m/min)	0.14~2	0.3~1.5	0.3~1.5	0.2~1	0.2~1	0.2~1
管材直径/mm	10~63	40~90	63~125	110~1800	125~250	200~100

表 1-2 锥形双螺杆挤出机可生产管材范围

双螺杆直径(小头)/mm	45	55	65	80
管材直径/mm	120~110	20~250	32~300	60~400
口模公称直径/mm	120~110	20~250	32~300	60~400

挤管口模是对塑化的物料保持一定塑性状态,并产生一定压力使塑料成型为所需形状。

(1) 挤管口模类型。

① 直通式挤管口模。物料在口模和挤出机流动方向一致,口模挤出机螺杆及管材三者同心,如图 1-6 所示。这种口模结构简单,制造容易,因此成本低;但分流栅板筋产生的合料线不易清除,且口模比较笨重。直通式口模结构适用于硬 PVC、软 PVC、PE、PA、PC 等。

② 直角式挤管口模。物料在口模中流动方向,即挤出管材方向,与挤出机物料输送方向成直角,如图 1-6(b)所示。这种口模无分流栅板筋,因此不产生合料线;但分流为芯棒形式,所以制造困难,成本高。适用于定径精度比较高的管材生产上,特别适用于内径定型的 PE、PP、PA 管。

③ 筛孔板式挤管口模。物料在口模和挤出机的螺杆中流动是一致的,既无分流栅板筋,又无芯棒,其物料通过筛板孔进入定型段,这种结构特别适用生产大口径的聚烯烃类管材,挤出的管材无熔接痕和合料线、口模结构紧凑、体积小、流料稳定、易于控制流速均匀。值得注意的是,当生产大口径厚壁管时,为使壁厚均匀,模套应能调整偏心。一般是模套与芯模下面间隙比上面间隙小 10%~18%,筛孔板式挤管口模适用于 PE、PP 等塑料。

④ 双层异型挤管口模。物料在口模和挤出机中流动方向是一致的,可以用筛板孔式结

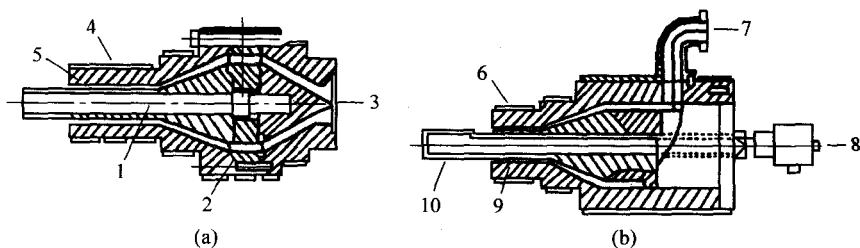


图 1-6 直通式和直角式挤管口模

(a) 直通式; (b) 直角式。

1—内加热器; 2—模心支架; 3—塑料入口; 4—外加热器; 5—熔体流动;

6—加热器; 7—料入口; 8—冷却水入口; 9—熔体流动; 10—水冷用。

构,也可用直角式结构。由图 1-6(b)可知是一种圆型双层异形管材口模,物料在口模和挤出机中流动方向是一致的,可以用筛板孔式结构。

(2) 口模定型段长度 L 值确定。挤管口模属于环隙孔,环隙孔内径大于 $3/5$ 外径时,物料的流动形式属于一维流动的特殊形式。塑料管材一般内径都大于 $3/5$ 外径,因此,可按薄片形缝隙口模处理,口模处理定型段长度 L 与管材厚度 S 的经验关系,见表 1-3。

表 1-3 口模处理定型段长度与管材厚度的经验关系

物 料	硬 PVC	软 PVC	PA	PE	PP
L	$(18 \sim 33)S$	$(15 \sim 25)S$	$(13 \sim 23)S$	$(14 \sim 22)S$	$(14 \sim 22)S$

(3) 口模结构参数。

① 压缩比 θ_i 。挤管口模压缩比 θ_i ,为流动型腔内最大截面积与口模环形缝隙截面积之比。对低黏度物料可取 $\theta_i = 4 \sim 10$,高黏度物料取 $\theta_i = 2.5 \sim 6$ 。

② 分流梭 R 及流道角 θ_0 。 θ_0 角选取与物料特性有关,对于低黏度物料取 $\theta_0 = 30^\circ \sim 80^\circ$,对于高黏度物料尽量控制在 $\theta_0 = 30^\circ \sim 60^\circ$ 范围。分流梭尺寸一般小于 2.5mm ,过大会产生死区滞料。

③ 芯模及口模的过渡压缩角 θ 。压缩角 θ 的大小直接影响管材表面粗糙度, θ 过大,明显出现管材表面粗糙,压缩过渡段一般取 $(0.8 \sim 1.5)L$;压缩角必须通过过渡段进行调整,使 $\theta = 14^\circ \sim 50^\circ$;对于高黏度物料,其压缩角和过渡段都要取下限。

④ 拉伸比 I 。管材拉伸比是指口模定型段的环缝隙面积与管材截面积之比。经过牵伸的管材可以明显提高强度。各种管材拉伸比见表 1-4。

表 1-4 几种塑料管材拉伸比

塑料种类	拉伸比 I	塑料种类	拉伸比 I
硬 PVC	1.0 ~ 1.5	HDPE	1.0 ~ 1.2
软 PVC	1.1 ~ 1.35	LDPE	1.2 ~ 1.5
ABS	1.0 ~ 1.1	PA	1.4 ~ 1.3

⑤ 口模内径和芯模外径尺寸。对于口模内径及芯模外径尺寸的确定,主要考虑物料离模膨胀(即巴拉斯效应)和经过定型套后塑料管材收缩等特性而定。

3. 定型装置

管材挤出定型有两种方法:内径定型法和外径定型法。

(1) 内径定型法的定径套。内径定型法的定型套(或板)通常用于直角口模,连接在口模芯

模上,定型套(或板)内通入循环冷却水;管材半熔体型坯从口模出来直接套在定型套(或板)上;可以得到内径尺寸一定而且圆度较好的管材制品。这种定径方法适于 PE、PP、PA 等塑料管材,对管材内径尺寸公差易于保证。应设计成锥度,其锥度为 0.6% ~ 1%,一般长度为 80mm ~ 300mm。定型套外径应比管材内径大 2% ~ 4% 时,才有助于定型套内径尺寸公差控制,可使其管材内径贴于定型套外径上,保证管材内壁粗糙度,管收缩后的尺寸变动也可在范围内。

(2) 外径定型法的定型套。

① 浸水定型套。这种定型套适于硬 PVC 型管材质顶出法生产,不用牵引装置,靠挤出机螺杆输送物料的推力将管材顶出口模和定型套。

② 真空吸附定型套。真空吸附定型是借助真空吸附力将管材外壁紧贴于定型套内壁,同时定型套内通入冷却水,管材通过真空吸附过程而冷却硬化,将得到符合定型套内径形状及尺寸的管材。真空度一般要求为 0.053MPa ~ 0.067MPa,真空孔直径一般在 0.6mm ~ 1.2mm,其大小根据管材壁厚、物料特性而定。

真空定型套生产时与机头模口应有 20mm ~ 100mm 距离。定型套内径选取主要考虑塑料管材定型后收缩波动。

③ 内压法外定径套。这种方法是将管材内通入压缩空气,使呈现半熔体的管材型坯紧贴于定型套内壁冷却定型。

定型套紧接于模口外,中间用聚四氟乙烯隔热圈隔离。定型套与模口、芯模同心,定型后的管材圆度好。为了保持内压力不变,在管材内装置有橡皮气塞。

定径套内径径向尺寸根据管材定型后收缩因素、膨大效应及牵引力等对管材尺寸的影响来考虑,定径套的长度应根据管材的壁厚和牵引速度而定。

4. 冷却水槽

管材冷却装置一般都采用 2 段 ~ 4 段冷却水槽,冷却水槽长约 2m ~ 3m。管材外径为 160mm 以下时采用浸泡式水槽冷却,200mm 以上时管材在冷却水槽中浮力比较大,易发生弯曲变形,所以一般用喷淋水槽。为减少管材内应力,获得圆度和直度更理想的管材,国外广泛使用其他形式水槽。

5. 牵引装置

硬质管材的牵引装设备一般有橡胶带式、滚轮式、履带式。

(1) 橡胶带式。由橡胶带和压紧辊组成,压紧力可调,靠压紧力所产生摩擦力牵引管材,牵引力可达 196N 以下。这种牵引机适于小口径、薄壁管的生产。

(2) 滚轮式。由 2 对 ~ 5 对上、下牵引滚轮组成,滚轮和管子之间是点或线接触,牵引力可达 196N ~ 2450N。适于直径在 100mm 以下管材的生产。

(3) 履带式。由 2 条或 3、4、6 条单独可调的履带组成,履带上安装有若干个夹紧块,这种牵引机牵引面与管材接触面积大,牵引不易打滑,管材不易变形,牵引力在 4900N 左右。最适于生产大口径、薄壁管。

6. 切割装置

切割装置即是管材在一定长度时截断的装置。切割装置有圆锯切割机和行量式切割机两种。

(1) 自动式或手动式电动圆锯切割机。广泛用于硬 PVC、ABS、HDPE、PP 和 PA 等管材的定长度切割,这种切割机适于切割 $\phi 50\text{mm}$ ~ $\phi 200\text{mm}$ 管材。管材直径小于 32mm 时一般采用手工切割。