

铝塑型材 挤压成形技术

赵云路 唐志玉 编著

TG370

 机械工业出版社
China Machine Press

铝塑型材挤压成形技术

赵云路 唐志玉 编著

刘静安 主审



机械工业出版社

本书重点突出铝塑型材挤压生产中各类模具的设计和工艺技术参数优化等关键技术问题。不仅在理论和工艺上进行解析,而且具体地给出了解决这些技术难题的途径和实例,对提高铝塑型材的产品质量和生产效率具有重要的指导作用,如铝型材的缺陷及避免对策、挤塑模加热与压力测量、铝塑模的使用维护与修模技巧、模具材料热处理及几种典型挤塑模的设计实例等。

本书可供从事铝塑型材挤压模具设计、挤压工艺编制的工程技术人员和技术工人阅读使用,也可供压力加工、模具专业的大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

铝塑型材挤压成形技术/赵云路,唐志玉编著. —北京:机械工业出版社, 2000

ISBN 7-111-01325-5

I. 铝… II. ①赵… ②唐… III. ①铝-材料-挤压成型-技术
②塑料-挤压成型-技术 IV. ①TG146.2②TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第64457号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:齐福江 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣
封面设计:李雨桥 责任印制:路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000年9月第1版·第1次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·20.75印张·510千字
0 001--4 000册
定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

序 言

建筑业是国民经济的支柱产业，也是铝消费最大的市场之一。铝材在建筑业上主要用作门窗、幕墙框格、铝塑复合板和管材等。目前建筑用铝已占全世界铝产量的25%左右，而我国建筑用铝材已超过100万t/年，占铝产量的1/3以上，其中铝型材年消耗量达90万t。

高节能建筑的兴起促进了门窗制品的结构、功能（性能）及相关材料的迅速发展。国家建设部1996年9月就颁发了“建筑节能政策”，具体规定了发展节能窗的方针与办法，明确提出了到2000年要实现节能50%的新目标，这给铝合金门窗和幕墙的结构设计、挤压工模具的设计与制造以及铝合金挤压与热处理工艺优化提出了新的要求。

近几年来，随着科技的进步，高性能（高强、高韧、高耐磨、可焊、抗老化、可表面处理）塑料发展很快，并已广泛应用于建筑业。日、美的门窗塑化率较低（10%以上），而欧洲，特别是北欧，塑料门窗的用量（35.5%）已超过了铝门窗（30%）。我国目前塑料型材的生产厂家已达400家，建成了600多条生产线，形成了20万t/年的生产能力。塑料门窗组装线达1500多条，组装能力约1500万m²，加上塑料门窗的节能效果，对铝门窗造成了巨大的竞争压力。

尽管如此，由于铝合金门窗和幕墙的发展历史较长，技术基础较牢固，而且具有诸多塑料门窗无可比拟的优点。同时近年来节能、隔热、隔声的铝合金门窗和幕墙得到了飞速的发展，大大增强了其竞争力，因此，仍具有明显的优势。这说明铝合金门窗、幕墙和塑料门窗之间既有竞争又有互补作用，会长期共存。但是应该看到，上述两种门窗虽然都开发一大批新产品，产量、质量、生产技术水平都有了提高，但与工业发达国家相比仍有很大差距，特别是产品结构档次、工模具设计与制造、生产工艺优化等方面更为突出。对于解决生产中出现的各种疑难技术质量问题，虽积累了一些经验，但将这些经验进行全面系统地总结提升并使之成为具有较大实用价值和理论指导意义的技术资料都很少，而这些有价值的资料对于进一步发展我国的建材事业是十分必要的和紧迫的。

沈阳航天新光模具研究所赵云路研究员和四川大学唐志玉教授等同志，长期在生产和科研第一线从事铝材和塑料制品的生产技术工作，积累了大量的科研成果、试验数据和丰富的生产实践经验，在此基础上他们又汇集了大量的国内外有关资料，并加以精炼提高，编著成《铝塑型材挤压成形技术》一书。该书是我国

第一本全面系统论述铝型材和塑料型材生产技术的优秀著作。其主要内容包括铝、塑型材的分类与产品设计，铝塑型材的生产工艺流程和加工技术，铝塑型材的特点及应用，铝、塑型材的成形工艺装备及工具的设计，铝塑型材各类模具的设计，工模具材料及其热处理，各类铝、塑型材的成形技术和力学分析等，内容全面丰富，重点突出，具有较强的理论性、实用性和新颖性。该书对于广大从事铝、塑挤压加工的工程技术人员、管理干部和技术工人，相关专业的大专院校的师生和设计研究人员都有较大的参考价值，是一本值得一读的好书。

我相信，《铝塑型材挤压成形技术》的出版对于进一步提高我国铝合金门窗、幕墙和塑料门窗加工技术水平，充分发挥设备的能力，开发新产品，提高生产效率和产品质量，节能降耗，降低成本，提高企业的经济效益和社会效益都将起到积极的作用。在此，我对该书的即将出版表示衷心的祝贺，同时希望得到广大同行和读者的关心爱护，并使之不断完善。

刘静安

2000年3月30日于重庆

编者的话

关于编写本书的目的、意义，刘静安教授在序言中已阐述清楚。用一句话概括，铝型材、塑料型材各有其特点，不能简单地说铝可以代塑，或者塑可以代铝，这要根据产品质量和市场用户的选择。但是，铝塑型材必须共同遵循质量效应的原则，铝塑型材生产厂家必须不断提高自己的质量水平，具备良好的质量意识，这样才能在市场上有竞争力。提高产品质量必须有坚实的技术基础作保障，本书就试图在这一领域作出贡献。

本书内容是作者长期在生产、科研第一线实践经验的总结，同时汇集了国内外有关资料，并加以精炼提高编著而成的。就其变形本质，铝型材、塑料型材均是挤压塑性变形，因此该书中“挤塑”即是挤压塑性变形的简称。

赵云路研究员编写第1章至第5章，第19章至第21章。

唐志玉教授编写第1、2章、第6章至第14章、第16章至第18章。

王纲编写了第20章的20.1。张杰编写了第15章。

本书适合从事铝塑型材挤压工艺、模具设计的工程技术人员阅读使用，也可供压力加工、模具制造等专业的大专院校师生参考。对图书馆也是一本珍贵的馆藏资料。

我国著名挤压工模具专家对本书进行了认真地审校，提出了许多宝贵意见，并为本书写了序言，对此表示诚挚地感谢。书中引用了一些专家、学者的有关资料和国内外某些企业的有关生产实例、图表、数据。在写作过程中，也曾得到国内外专家的指导、帮助，在此一并表示衷心地感谢。

我们希望使本书尽善尽美，但由于时间紧，水平所限，书中难免有不妥或错误之处，诚恳地希望广大读者批评指正，并深表谢意。

编者

作者简介

赵云路

男，辽宁省昌图县人，1965年毕业于东北重型机械学院压力加工专业，现任职于航天沈阳新光模具公司(教授级高级工程师)，是我国著名挤压模压工模具专家。

30多年来，一直在生产第一线从事生产、科研、技术开发工作，具有丰富的理论知识和生产实践经验，组织并亲自参与了80MN、50MN等100多台套圆(扁)挤压工具的设计、制造、科研工作，并结合赴欧洲技术考察，卓有成效地改进了万吨级扁挤压筒的结构设计及强度计算方法，从而为万吨级扁挤压筒的优化设计、制造奠定了技术基础，填补了国家空白。

曾获“挤压铝型材壁板用扁挤压筒”等国家专利五项，出版《铝材生产关键技术》、《扁挤压筒优化设计》、《固定挤压垫设计原理》等科研专著10余种，科研论文50余篇。现致力于挤压军工、地铁铝型材壁板专用万吨级扁挤压筒的制造工作。

唐志玉

四川三台人，1936年出生。四川大学高分子材料与工程系教授、导师，从事高分子材料成型加工教学与科研工作。在大型注塑模设计理论、聚合物熔体流变学应用、注塑模浇注系统研究、注塑模塑料制品设计及其成型模具技术方面获得了一批重要研究成果。公开发表学术论文60余篇，大多被科技书籍、博硕士论文作者及专业性手册所引用。出版著作有《大型注塑模设计基础》、《塑料模流变学设计》、《挤塑模设计》、《塑料制品设计师指南》、《塑料模具设计师指南》、《塑料工程手册》等9部。1993年荣获成都科技大学优秀教师称号。

ISBN 7-111-01325-5



9 787111 013259 >

定价：33.00元

目 录

序言	
编者的话	
第 1 章 概论	1
1.1 铝塑型材的应用	1
1.2 铝型材的加工	1
1.3 塑料型材成形技术	2
1.3.1 挤塑成形工艺过程	2
1.3.2 挤塑模功能与作用	2
1.3.3 挤塑模设计需考虑的问题	3
1.3.4 挤塑模设计程序	5
第 2 章 铝塑型材产品设计	6
2.1 概述	6
2.2 铝型材截面设计	6
2.3 挤塑型材设计	8
2.3.1 管材设计	9
2.3.2 异型材设计通则	14
2.3.3 共挤复合型材设计	15
第 3 章 铝型材挤压工具的优化设计	18
3.1 挤压筒的优化设计	18
3.1.1 挤压筒的结构形式	18
3.1.2 挤压筒的加热方式	18
3.1.3 挤压筒内套的结构	20
3.1.4 挤压筒与模具的配合方式	20
3.1.5 挤压筒尺寸	21
3.1.6 挤压筒的强度计算	27
3.1.7 挤压筒的装配	36
3.1.8 挤压筒衬套的更换	37
3.1.9 挤压筒的合理使用及修理	37
3.2 挤压轴的优化设计	39
3.2.1 挤压轴的结构形式	39
3.2.2 挤压轴的尺寸确定	39
3.2.3 挤压轴的强度校核	40
3.3 挤压(穿孔)针的优化设计	42
3.3.1 挤压针种类	42
3.3.2 挤压针的结构形式与尺寸	43
3.3.3 挤压针的强度校核	45
3.4 挤压垫的优化设计	48
3.4.1 挤压垫的结构	48
3.4.2 挤压垫的尺寸	48
3.4.3 挤压垫的强度校核	50
3.4.4 固定挤压垫的设计	50
第 4 章 铝型材挤压模具设计	55
4.1 铝型材挤压模具的结构要素与设计原则	55
4.1.1 模具结构要素的设计	55
4.1.2 模具外形尺寸及其标准化	56
4.1.3 模具设计时应考虑的因素	57
4.1.4 模具设计的原则与步骤	58
4.1.5 模具设计的技术条件及基本要求	59
4.1.6 工作带的标注方法	60
4.2 铝型材挤压模具的类型及组装形式	62
4.2.1 挤压工具分类	62
4.2.2 挤压模具分类及特点	62
4.2.3 挤压模具的组装方式	64
4.3 实心铝型材挤压模具的优化设计	66
4.3.1 模具结构设计	66
4.3.2 棒材挤压模的设计	68
4.3.3 实心型材模的设计	69
4.3.4 导流模的设计	73
4.3.5 保护模的设计	74
4.3.6 水冷模与氮冷模的设计	76
4.4 空心铝型材挤压模具的优化设计	78
4.4.1 无缝圆管挤压模的设计	78
4.4.2 平面分流组合模的设计	82
4.5 民用建筑铝型材挤压模具的优化设计	90

4.5.1	民用建筑铝型材的特点	90	第7章 实心型材成形技术	147	
4.5.2	民用建筑铝型材模具的设计特点	90	7.1	概述	147
4.6	工业铝型材挤压模具的优化设计	95	7.2	塑料棒材模设计	147
4.6.1	阶段变截面型材模的设计	95	7.2.1	棒材模结构设计	147
4.6.2	带肋壁板型材模的设计	99	7.2.2	棒材模参数确定	148
4.6.3	宽展模的设计	103	7.3	棒材定型模设计	150
第5章 铝型材挤压工艺参数及其优化分析		105	7.3.1	定型模结构设计	150
5.1	挤压型材用铝及铝合金	105	7.3.2	定型模设计要点	150
5.2	铝合金型材挤压工艺流程	110	7.4	塑料焊条模设计	151
5.3	铝型材挤压工艺参数的设计	110	第8章 塑料管材成形技术	153	
5.3.1	挤压工艺参数的选择	110	8.1	概述	153
5.3.2	挤压毛料尺寸的选择	115	8.2	管材成形模设计	154
5.3.3	挤压工艺举例	118	8.2.1	成形模结构	154
5.3.4	铸锭尺寸偏差及质量要求	121	8.2.2	成形段长度	157
5.3.5	挤压温度	121	8.2.3	管材模结构参数	158
5.3.6	挤压速度	124	8.3	管材定型模设计	159
5.3.7	铝合金挤压型材主要缺陷及其成因和处理方法	128	8.3.1	定径方法	159
第6章 塑料型材挤塑成形及材料参数		135	8.3.2	定径套尺寸及材料	160
6.1	概述	135	第9章 塑料异型材成形技术	162	
6.1.1	挤塑成形工艺过程	135	9.1	概述	162
6.1.2	成形功能与作用原理	135	9.2	异型材挤塑模类型	163
6.2	挤塑机及性能	136	9.2.1	孔板式挤塑模	163
6.2.1	螺杆特性	136	9.2.2	多级式挤塑模	163
6.2.2	挤塑机产量	136	9.2.3	流线型挤塑模	164
6.3	联接器设计	139	9.3	异型材挤塑模结构设计	165
6.3.1	螺纹联接	139	9.3.1	口模尺寸	165
6.3.2	螺钉联接	140	9.3.2	模具结构参数	166
6.3.3	卡箍联接	141	9.4	异型材定型模设计	167
6.4	栅板与滤网设计	141	9.4.1	异型材定型方法	167
6.4.1	栅板设计	141	9.4.2	定型模结构设计	169
6.4.2	滤网压降	142	9.5	设计实例	174
6.4.3	过滤器设计	142	第10章 塑料薄膜吹塑成形技术	176	
6.5	塑料材料特性参数	143	10.1	概述	176
6.5.1	流变学数据	143	10.2	吹膜机头设计	176
6.5.2	热力学数据	145	10.2.1	吹膜机头类型	176
			10.2.2	结构与工艺参数	177
			10.2.3	机头结构设计	178

10.3 冷却定型装置设计	182	13.4.2 截锥形芯模分配系统尺寸	217
10.3.1 设计要求	182	13.5 交联聚乙烯包覆模设计	220
10.3.2 冷却风环	182	第 14 章 多层型材成形技术	222
10.3.3 水冷装置	183	14.1 概述	222
10.3.4 内冷装置	183	14.2 共挤塑模结构类型	222
第 11 章 中空吹塑型坯模设计 ...	186	14.2.1 模外复合共挤模	222
11.1 概述	186	14.2.2 模内复合共挤模	223
11.2 型坯模技术参数	186	14.2.3 多层复合共挤模	223
11.2.1 成形段长度	186	14.2.4 可控型坯共挤模	224
11.2.2 环隙尺寸	186	14.3 多层共挤流动模拟分析	224
11.2.3 压降估算	187	14.3.1 对称多层流压降近似计算	225
11.3 型坯模结构类型	187	14.3.2 共挤流动数值解	226
11.4 储料缸设计	188	14.3.3 共挤流道中的速度和温度场 ...	228
11.4.1 分离式储料缸	189	14.3.4 多层流动的不稳定性	230
11.4.2 一体式储料缸	190	第 15 章 铝塑复合管材成形技	
第 12 章 塑料板片材成形技术 ...	191	术	232
12.1 概述	191	15.1 概述	232
12.2 平缝模结构设计	191	15.1.1 复合管材的特性	232
12.3 平缝模流道设计	192	15.1.2 复合管材的应用	232
12.3.1 T形流道设计	192	15.2 复合管材原材料	233
12.3.2 鱼尾形流道设计	198	15.2.1 树脂	233
12.3.3 衣架式流道设计	204	15.2.2 粘合剂	233
12.3.4 螺杆分配式流道设计	209	15.2.3 铝带	234
12.4 自动调节式平缝模	210	15.3 复合管材成形加工	234
12.4.1 热螺栓自动调节式平缝模	210	15.3.1 性能指标	234
12.4.2 微机控制平缝挤塑模	210	15.3.2 成形工艺与产品性能	235
第 13 章 线缆包覆成形技术	212	15.3.3 复合模具设计	236
13.1 概述	212	15.3.4 铝层焊接技术	238
13.2 线缆包覆模类型	212	15.4 复合管的安装	239
13.2.1 挤压式包覆模	212	第 16 章 塑料网材单丝及造粒	
13.2.2 套管式包覆模	212	技术	241
13.3 包覆模结构设计	213	16.1 塑料网材成形技术	241
13.3.1 芯模几何设计	213	16.1.1 塑料网的构成	241
13.3.2 流道锥角设计	214	16.1.2 挤网模具结构	241
13.3.3 导向锥间隙设计	214	16.2 单丝技术	242
13.3.4 口模对中设计	214	16.2.1 喷丝模结构	243
13.3.5 口模形状设计	214	16.2.2 喷丝板参数	243
13.4 芯模分配系统设计	214	16.3 塑料造粒技术	244
13.4.1 圆柱形芯模分配系统尺寸	215	16.3.1 造粒工艺与操作条件	244

16.3.2	口模板设计	245	20.1.3	大悬臂半空心型材模设计方案 分析	283
第 17 章 挤塑模加热与压力测量		246	20.1.4	双孔平面分流模设计方案分 析	285
17.1	概述	246	20.2	铝型材悬臂模具设计	290
17.2	加热功率计算	246	20.2.1	导料板保护悬臂	291
17.3	加热方式选择	247	20.2.2	前室保护悬臂	292
17.4	温度控制与调节	248	20.2.3	稳定销保护悬臂	295
17.5	压力测量	249	20.2.4	悬臂危险截面的增强措施	296
第 18 章 挤塑模力学设计		250	20.2.5	损坏悬臂的修复	296
18.1	概述	250	20.2.6	遮盖模	297
18.2	挤塑模设计基本原则	250	20.2.7	连体模	298
18.2.1	挤塑模结构设计原则	250	20.2.8	替代模	299
18.2.2	流道构型设计原则	251	20.2.9	模具强度的计算	299
18.3	圆形流道挤塑模力学设计	251	20.3	塑料型材挤塑模	300
18.3.1	口模径向允许变形量	252	20.3.1	RPVC 管材模及真空定型模	300
18.3.2	支架支撑强度校核	252	20.3.2	可调压力管材模	300
18.3.3	联接螺钉计算	254	20.3.3	自增强复合管材模	302
18.4	平缝形流道挤塑模力学设计	255	20.3.4	波纹管材模	302
18.4.1	口模板厚度计算	255	20.3.5	双型坯挤塑模	302
18.4.2	联接螺钉计算	258	20.3.6	衣架式流道平缝模	302
18.4.3	衣架式挤塑模结构尺寸	258	20.3.7	窗用异型材及其定型模	302
第 19 章 挤塑模使用与维护		260	20.3.8	双色板材挤塑模	304
19.1	塑料挤塑模	260	20.3.9	中空异型材定型模	304
19.1.1	操作人员素质	260	20.3.10	芯层发泡棒材挤塑模	304
19.1.2	拆卸与清理	260	20.3.11	菱形网材挤塑模	304
19.1.3	装配与维护	261	20.3.12	3 层内复合吹膜机头	307
19.2	铝型材挤压模	261	第 21 章 模具材料选用及热处理		309
19.2.1	实心型材挤压模的修正	261	21.1	工模具在铝挤压生产中的特殊地位	309
19.2.2	空心型材挤压模的修正	264	21.2	挤压模具的工作条件与材料选用	309
19.2.3	与模具修正有关的其它问题	268	21.3	挤塑模具钢	312
第 20 章 铝塑型材挤塑模结构设计实例		276	21.4	挤压工模具钢热处理	312
20.1	铝型材挤压模具	276	21.4.1	5CrMnMo、5CrNiMo、5CrNiMoV 钢热处理	312
20.1.1	铝合金大型异形空心型材挤压模 设计方案解析	276	21.4.2	3Cr2W8V 钢热处理	313
20.1.2	典型铝合金型材挤压模设计方案 分析	279	21.4.3	H13(4Cr5MoSiV1)钢热处理	313
			21.4.4	4Cr3Mo2V(QR080)钢热处 理	316
			参考文献		318

第 1 章 概 论

1.1 铝塑型材的应用

铝及其铝合金具有一系列优异特性,在金属材料的应用中仅次于钢材而居第 2 位。目前,全世界铝材的消费量在 1800 万 t 以上,其中用于交通运输(包括铁道车辆、汽车、摩托车、自行车、汽艇、快艇、飞机等)的铝材约占 27%,用于建筑装修的铝材约 23%,用于包装工业的铝材约占 20%。我国铝材消费趋向更有独特的情况,尤其是进入改革开放的 80 年代以来,建筑铝型材、特薄铝板、软包装铝箔等急剧增加,铝型材的应用已经扩展到了国民经济的各个领域和人民生活各个层面。1980 年我国铝型材的消费量约为 30 万 t,到 1992 年猛增至 70 万 t,12 年间增长了 1.3 倍。

塑料的优异特性已经众所周知。随着当代科学技术的发展,人们发现从宇宙飞行到人民生活都愈来愈离不开塑料,因而对“塑料世界”的提法并不感到过分。

塑料的密度小,一般仅为钢的 $1/4\sim 1/7$,铝的 $1/2$ 左右。塑料通常对酸、碱、盐及有机溶剂等化学药物有良好的抗腐蚀能力,尤以聚四氟乙烯为甚,它除与熔融的碱金属起作用外,差不多所有的化学药品包括王水在内都不能腐蚀它。几乎所有的塑料都具有良好的电绝缘性和耐电弧性,可与绝缘性能优异的陶瓷、橡胶等媲美。塑料还有优异的耐磨、减摩及自润滑性能,对异物有良好的埋没性与就范性,并有极高的比强度。例如玻纤增强塑料的比强度(抗拉强度与质量之比)高达 $1700\sim 4000\text{N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{kg})$,而普通钢材仅为 $1600\text{N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{kg})$ 左右。塑料还具有优良的吸收振动能、冲击能以及抗疲劳与消声的作用。许多塑料的着色性能、电镀性能与装饰性能亦十分突出。此外,塑料的加工性能好,生产过程简单、成本低、效率高,极易实现塑件生产过程自动化操作与无人化管理,此乃塑料能获得广泛运用的又一重大原因。

总之,从天上“飞的”、地上“跑的”、水中“游的”,到国民经济各部门以至于人民日常生活的整个空间,处处都有塑料制品的足迹。

1.2 铝型材的加工

近年来随着科学技术的不断进步和国民经济的飞速发展,使用部门对铝合金型材的尺寸精度、外观造型及表面粗糙度等质量指标提出了新的要求,现在,采用挤压成形是铝型材的主要加工方法。归纳起来,挤压成形有下列特点。

(1) 在挤压过程中,被挤压金属在变形区能获得比轧制锻造更为强烈和均匀的三向压缩应力状态,这就可充分发挥被加工金属本身的塑性。因此,用挤压法可加工那些用轧制法或锻造法加工有困难、甚至无法加工的低塑性、难变形金属或合金。对于某些必须用轧制或锻造法进行加工的材料,如粉末钛材、5A06、7A04、MB15 等合金的锻件等,也常用挤压法先对铸锭进行开坯,以改善其组织,提高其塑性。目前,挤压仍然是可以用铸锭直接生产产品的最优越的方法。

(2) 挤压法不但可以生产截面形状较简单的管、棒、型、线产品,而且可生产截面变化、形状极复杂的型材和管材,如阶段变截面型材、逐渐变截面型材、带异形加强肋的整体壁板型材、

形状极其复杂的空心型材和变截面管材、多孔管材等。这类产品用轧制法或其它压力加工方法生产是很困难的,甚至是不可能的。异形整体型材可简化冷成形、铆焊、切削、镗铣等复杂的工艺过程,这对于减少设备投资、节能、提高金属利用率、降低产品的总成本具有重大的社会效益。

(3) 挤压加工灵活性很大,只需要更换模具等挤压工具即可在一台设备上生产形状、规格和品种不同的制品,更换挤压工具的操作简便快捷,费时少,工效高。这种加工方法对订货批量小、品种规格多的轻金属材料加工生产厂最为经济适用。

(4) 挤压制品的精度高,制品表面质量也较好。随着工艺水平的提高和模具质量的改进,现已能生产壁厚为 $0.6 \pm 0.10\text{mm}$,表面粗糙度达 $R_a 1.6 \sim 0.8\mu\text{m}$ 的超薄、超高精度、高质量表面的型材。这不仅大大减少总工作量和简化后道工序,同时也提高了被挤压金属材料的综合利用率和成品率。

(5) 挤压过程对金属的力学性能也有良好的影响。特别是对某些具有挤压效应的铝合金来说,其挤压制品在淬火时效后,纵向强度性能($\sigma_b, \sigma_{0.2}$)远比其它方法加工的同类产品要高。这对挖掘铝合金材料潜力,满足特殊使用要求具有实用价值。

(6) 工艺流程简短,生产操作方便,一次挤压即可获得比热模锻或成形轧制等方法面积更大的整体结构部件,而且设备投资少,模具费用低,经济效益高。

(7) 轻金属及轻合金具有良好的挤压特性,特别适合于挤压加工,如铝及铝合金可以通过多种挤压工艺和多种模具结构进行加工。近年来,由于平面分流组合模的不断改进和发展,通过焊合挤压法来生产复杂的空心铝制品获得了广泛的应用和推广。

1.3 塑料型材成形技术

1.3.1 挤塑成形工艺过程

挤塑模系塑料型材挤塑成形用模具的统称,也叫挤出成形机头或模头,属塑料制品成形加工中仅次于注塑模的又一大类重要工艺装备。

在热塑性塑料加工领域中,塑料挤塑成形是一类变化多、用途广、占比重颇大的加工方法。挤塑成形是将塑料喂入并在旋转的螺杆与机筒之间进行输送、压缩、熔融、塑化、定量地通过处于挤塑机头部的模具和定型装置,生产出连续型材的加工工艺过程,如图 1-1 所示。

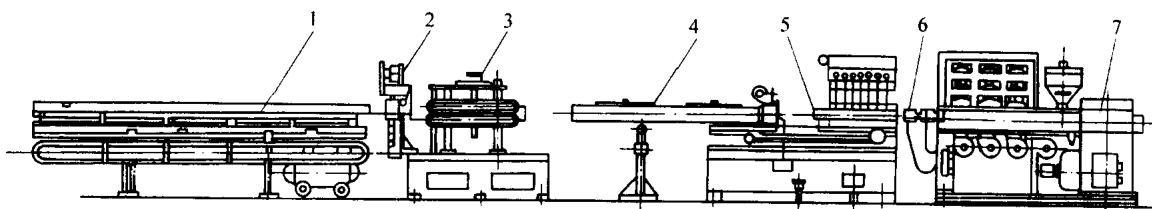


图 1-1 塑料型材挤塑成形过程

1—储料槽 2—锯切 3—牵引辊 4—冷却装置 5—定型模 6—挤塑模 7—挤塑机

1.3.2 挤塑模功能与作用

在挤塑机头部匹配以不同类型的挤塑模及其相应的定型模与辅机,便可连续生产出棒材、管材、板材、片材、平膜、电线电缆覆层、管状膜、异型材、发泡型材、单丝、网材、复合型材、纸及金属板材的涂层以及中空制品等诸多塑料型材或制品。由此可知,在塑料型材加工中,挤塑模

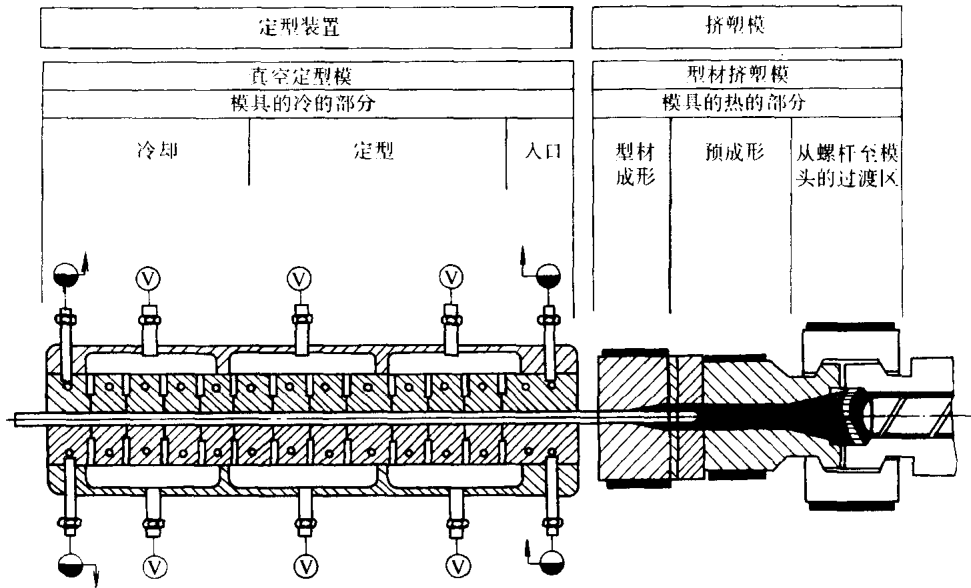


图 1-2 成形与定型作用原理

及其定型模具处于至关重要的位置。图 1-2 展示了其各自的作用与原理。

由上可知,无论何种类型挤塑模,在生产过程中均起着如下 4 种作用:

- (1) 使来自挤塑机的塑料熔体,由螺旋运动变为直线运动;
- (2) 通过模腔流道的剪切流动,使塑料熔体进一步塑化均匀;
- (3) 通过模腔几何形状与尺寸的变化产生必要的成形压力,以使型材致密;
- (4) 通过成形段及模唇的调节作用,获得所需截面形状连续型材。

1.3.3 挤塑模设计需考虑的问题

显然,希望来自挤塑机的塑料熔体有足够的流量、无波动、重现性好,且热性能与力学性能均一,因而需考虑挤塑模及定型模中的流变学与热力学过程,以及可能存在于口模与定型模之间、或与两者有关的任何拉伸作用对挤塑成形产品质量有决定性影响的那些因素。为此,挤塑模设计需考虑以下诸方面的问题:

1. 在流变学方面 问题必然集中在模腔流道尺寸的选择,以便:

(1) 在一定的挤塑成形压力下,使熔体达到一定体积产量,反之亦然;

(2) 塑料熔体在整个口模横截面上以相同的平均速度挤出,而不致于在某个局部产生波动;

(3) 对于非回转体、非对称性截面制品,需达理想挤出速度、形状和尺寸(因塑料熔体有膨胀效应);

(4) 当处于高体积流率时,挤塑产品表面仍保持光洁(因高剪切速率下易引起“熔体破裂”

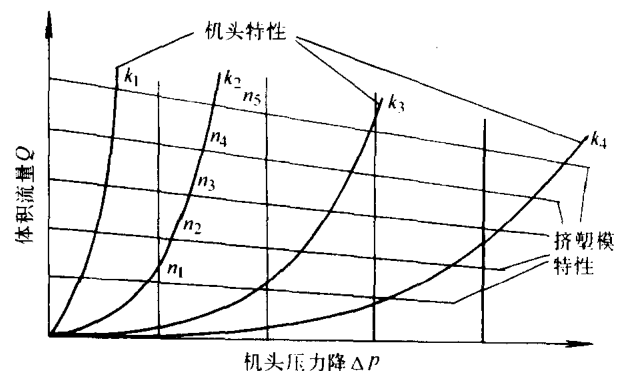


图 1-3 单螺杆挤塑机操作特性

n —螺杆转速 k —机头阻力

现象);

(5) 避免塑料熔体在模腔流道中滞流,以防止熔体分解,降低产品力学性能。

2. 在热力学方面 十分重要的是与流变学密切相关,必须:

(1) 建立热传递与热散失的热平衡方程,以获得稳态操作的必要条件;

(2) 及时发现模腔流道内熔体流动出现的最高温度信息,尤其热敏性塑料必须如此;

(3) 在成形模与定型模中实现可靠的温度控制。

3. 在模具制造方面 应着重考虑:

(1) 以最低制造成本为出发点进行各零部件设计;

(2) 根据塑料类型与品种及模具制造方法合理选择模具零部件材料。

4. 在生产操作方面 应包括:

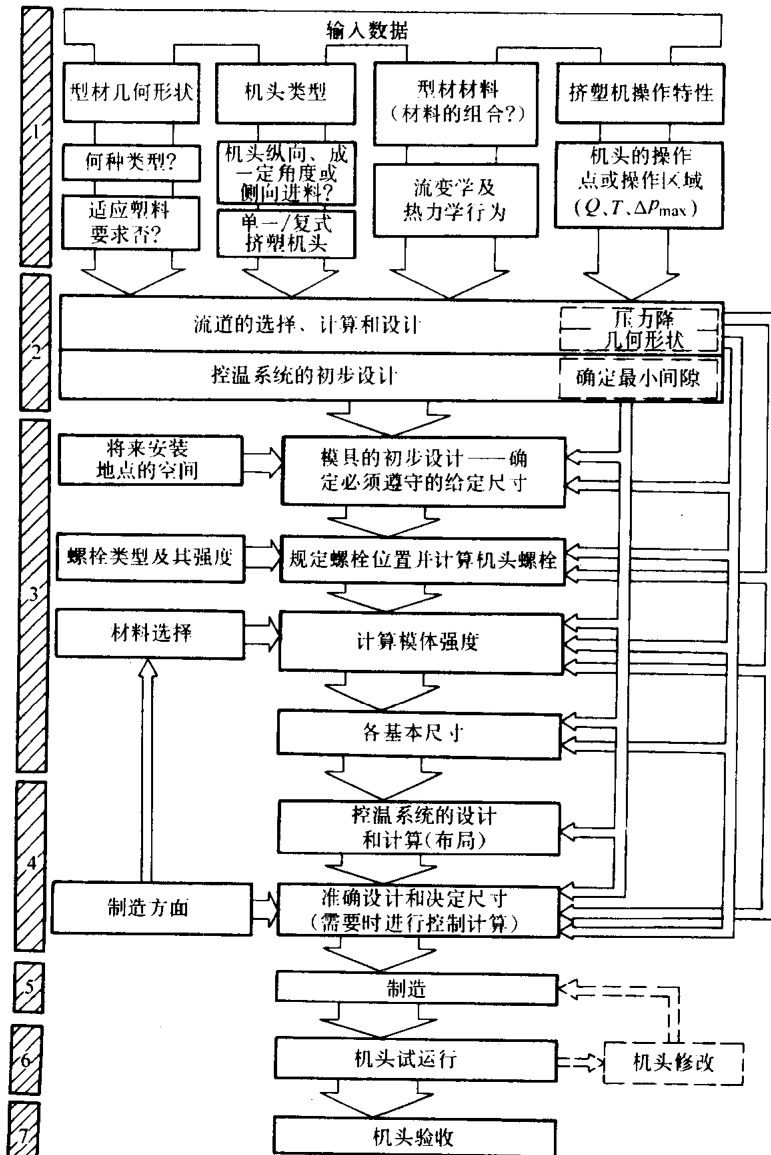


图 1-4 挤塑模设计程序

(1) 挤塑模需有适宜的刚度,确保模腔在塑料熔体的压力作用下,其径向变形量在允许范围内;

(2) 挤塑模与定型模本身易于装配和拆卸,且模腔流道便于清洗;

(3) 挤塑模与挤塑机易于实现装卸、对接与密封。

5. 在工艺特性方面 挤塑模与挤塑机相结合的操作特性是挤塑模设计必须考虑的又一重要因素。当使用单螺杆挤塑机时,由图 1-3 可知:

(1) 在螺杆转速 n 恒定不变时,增大挤塑模内腔阻力 k ,其挤出物产量 Q 明显下降。因此,由挤塑模所引起的压力降 Δp 尤为重要;

(2) 在绝热操作条件下,由于熔体粘滞流动所造成挤塑模内熔体温度升高 ΔT 与压降的定量关系可表示为如下述著名方程式

$$\Delta T = \frac{\Delta p}{\rho c_p} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——熔体密度(kg/m^3);

c_p ——塑料定压比热容 [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{C})$];

ΔT ——压降(Pa)。

显然,就挤塑模设计而言,熔体压降属头等重要考虑之列。

1.3.4 挤塑模设计程序

挤塑模设计所应考虑各个方面示于图 1-4 中,设计者可参照该图左侧序号及箭头走向分步骤进行:

第 1 步 设计者需明确回答以下 4 个问题:

(1) 需挤型材的几何形状(如棒、管、膜或其它任何截面的型材)及其设计是否符合加工要求?

(2) 熔体进入模具的方式(如图 1-5 所示)以及是否同时生产多种制品?

(3) 所加工树脂或挤出的塑料组成及其流变学与热力学参数?

(4) 挤塑机操作特性及挤塑模操作点或操作区 (Q 、 T 、 p_{\max})?

第 2 步 挤塑模选型与设计、压降计算、控温系统初步设计。

第 3 步 确定挤塑模的基本尺寸(包括安装位置、螺钉联接强度、模腔刚度校核等)。

第 4 步 挤塑模工程设计,需对各零件进行详细分析计算,并绘制施工图。

第 5 步 施工制造、总成装配。

第 6 步 试模,做些适当修改。

第 7 步 模具验收。

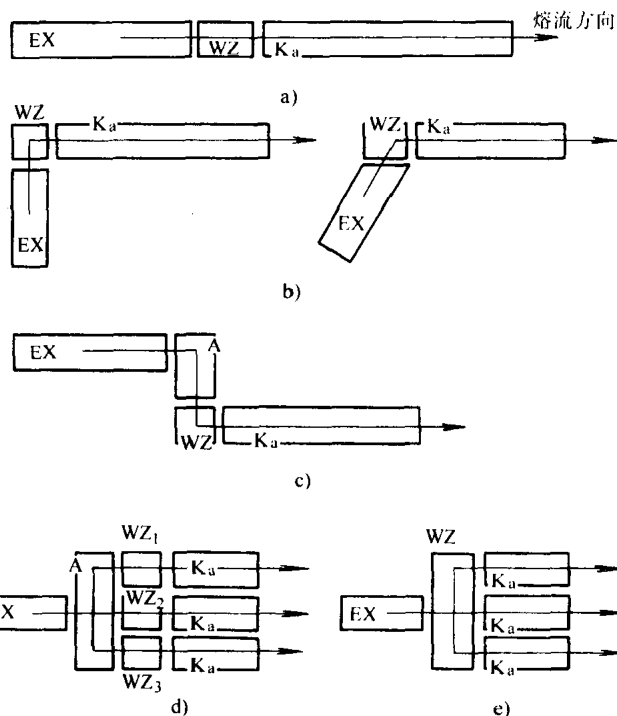


图 1-5 挤塑模进料方式

a)纵向进料 b)侧向进料 c)平行进料

d)多头 e)单机头

EX—挤塑机 WZ—挤塑模 A—联接器 Ka—定型模

第 2 章 铝塑型材产品设计

2.1 概述

现代铝塑型材产品生产已从单一技术逐步向复合技术方向发展,尤以挤压成形技术为甚,迄今已发展到用塑料与橡胶、与铝材、与钢材、与木材、与纤维等复合挤压成形技术。塑料型材与复合型材以其固有的优异性能广泛地应用于建筑、装修、汽车、电子和家具等工业部门,且其需求量还在不断扩大。

2.2 铝型材截面设计

采用挤压法生产铝型材符合低投入高产出的生产原则。但它要受到许多因素的影响,在型材截面设计时就要考虑到其挤压成形的可能性,这些因素归纳为以下 8 个方面:

1. 截面大小 型材截面大小用其外接圆来度量。外接圆越大,所需挤压力就越大。一般每台挤压机能挤压出截面型材的最大外接圆并非固定不变,它与挤压筒直径有关。如 20MN 挤压机的挤压筒直径通常为 170~200mm,挤压型材的最大外接圆一般比挤压筒直径小 25~50mm,挤压空心型材时则应更小一些。

2. 截面形状 铝型材按截面形状可分为实心型材、半空心型材及空心型材 3 种类型,如图 2-1 所示。

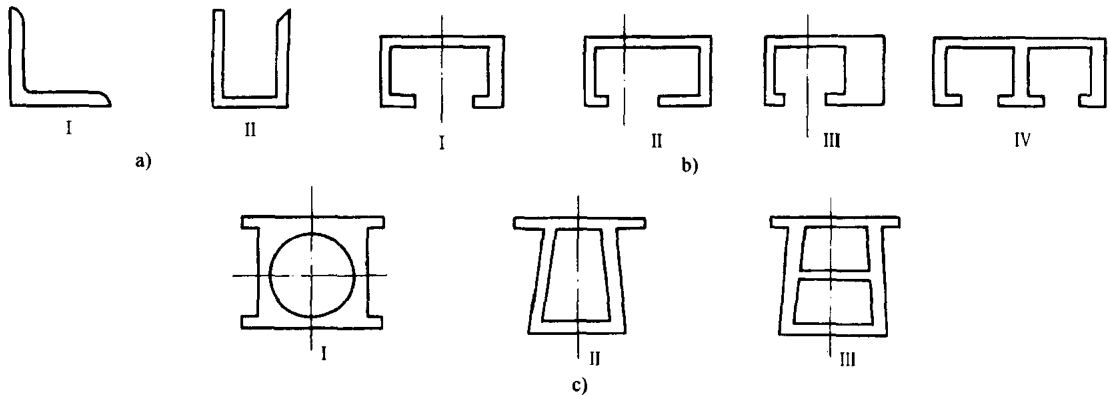


图 2-1 型材截面分类

a) 实心型材 b) 半空心型材 c) 空心型材

(1) 实心型材: 即是一般的角形、槽形等截面型材。

(2) 半空心型材: 根据截面形状又可分为 3 级:

1) 半空心型材 I 级: 从等壁厚围起来的开口处中心线看是左右对称的;

2) 半空心型材 II 级: 壁厚分布是非对称的;

3) 半空心型材 III 级: 从开口部分看是左右对称的,但截面为两个非对称半空心型材。

(3) 空心型材: 根据截面形状也可分为 3 级: