

现代注塑机控制

— 微机及电液控制技术与工程应用

· 王志新 张华 葛宜远 编著 ·

XIANDAI ZHUSUJI KONGZHI

WEIJI JI DIANYE KONGZHI JISHU
YU GONGCHENG YINGYONG



中国轻工业出版社

现代注塑机控制

——微机及电液控制技术与工程应用

王志新 张 华 葛宜远 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代注塑机控制: 微机及电液控制技术与工程应用/王志新,
张华,葛宜远编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2001.9

ISBN 7-5019-3282-4

I. 现… II. ①王…②张…③葛… III. ①注塑机-计算机
控制②注塑机-电液伺服系统 IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044693 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 责任终审: 劳国强 封面设计: 崔 云

版式设计: 刘 静 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001年9月第1版 2001年9月第1次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 7.125

字 数: 179千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-3282-4/TQ·252

定 价: 16.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

电液控制始于 20 世纪 40 年代,当时主要是为了满足航空及军事上的需要。随着材料科学的发展和工程上的需要,先后出现了具有新原理的功能材料和传感器件等,并促进了电液控制技术的发展。到了 70 年代,电液控制技术已经开始在工业上得到应用,且更加走向成熟。作为连接微电子学与工业控制的桥梁,电液控制技术在半个多世纪的时间,其工程应用范围日益扩大,主要典型应用对象为形变机械(包括塑料加工、压延、轧制、板材成型)、行走机器(包括小轿车、工程车、军事上用特种车辆等)和一般应用机械(如机床、工程机械、包装机械、纺织机械等)三大类,成为现代工程技术改造的技术基础。

注塑机能够一次成型复杂塑料制品、效率高,在不到 70 年时间就发展成为较为庞大的一族,占据相当大的应用领域,注塑成型加工现已发展成为一种重要的塑料加工方法之一。除了普通热塑性注塑机外,还包括热固性注塑机、结构发泡注塑机、反应注塑机(RIM 注塑机)、注拉吹注塑机、纯电动式注塑机、排气注塑机、多色注塑机、精密注塑机,以及多模回转注塑机、多模连续注塑机、多头注塑机、多料缸注塑机、动力熔化注塑机等专用和通用注塑机。注塑机控制系统引入微机及电液比例/伺服系统,更为有效地保证了注塑机系统的质量,并提高其控制水平,最终达到精密、高速、高压、节能、高自动化程度、高效率和高品质的效果,并能够满足不同层次用户对于注塑制品的要求。

本书较为全面地论述了现代注塑机控制,尤其是微机及电液控制技术与工程应用等问题,侧重分析介绍与现代注塑机有关的电液控制技术及注塑机的现状和发展动向,立足电液控制、计算机控制技术及其有机结合,涉及高分子材料流变学、微电子学和计算机控制技

术的基本理论与应用。本书作者多年来一直在从事注塑机微机及电液控制技术与工程应用教学研究工作中,书中内容反映了作者的研究成果和工程应用成果,以及浙江大学流体传动及控制国家重点实验室等国内外研究报告和产品样本,具有基础性和系统性强、理论与工程应用实践紧密结合、分析计算简明扼要,且所提供的数据不少都来自生产实践特点。另外,有些内容曾编写入浙江大学等高校教材,作为塑料机械厂现代工程师继续工程教育课程《注射成型机电液控制技术》教材使用,收到了较好的效果,有助于注塑机生产部门的工程技术人员和用户对注塑机电液控制技术有一个比较全面的了解;同时,通过对国外注塑机的分析研究找出国内与国外先进注塑机的差距。

本书主要为从事塑料机械设计、生产以及注塑成型加工行业工程技术人员、企业领导,大专院校师生和有关专业研究生而编写,内容能够体现当今国内外最新技术,并特别强调基本原理、特点、工程应用和发展趋势等介绍,兼顾理论分析、设计计算和工程应用等论述。本书的出版,可供从事塑料机械设计、生产以及注塑成型加工行业工程技术人员、管理干部参阅,也可以作为高等学校相关专业师生的教学参考书。

全书分为9章,由上海交通大学王志新、张华、浙江大学葛宜远编著完成。其中,王志新(第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第八章第三节、第九章第三节),张华(第四章第二节、第五章第四节、第六章第三节、第七章、第八章第一节~第二节、第八章第四节~第五节、第九章第一节~第二节),葛宜远指导了有关科研工作,并负责全书的整理、统稿和修改等;张华参与了书中涉及的多数科研工作,负责书稿打印与文字校对等。

本书反映的研究成果和工程应用成果,大都是作者在浙江大学攻读博士学位期间,得益于中国科学院院长、中国科学院院士、中国工程院院士、浙江大学前校长路甬祥教授指导取得的。中国工程院院士、上海交通大学国家模具CAD工程中心主任、上海交通大学塑性成型加工系主任阮雪榆教授、中国轻工总会杭州轻工机械研究所原副所长、总工程师吴梦旦教授级高工在百忙中仔细审阅了全书,并

提出了许多重要的、建设性的意见。借此对各位专家、师长给予的鼓励和支持深表谢意。

本书的编著和出版得到香港蒋氏工业慈善基金资助。有关科研工作先后还得到浙江大学流体传动及控制国家重点实验室基金、浙江省自然科学基金、机械工业科技发展基金、机械工业部科技基金、香港蒋氏工业慈善基金等资助。

由于编者水平有限,知识贫乏、认识和资料的局限性,再加上时间仓促且科技日新月异,书中一定有许多不妥和错误之处,远不及预想目的,竭诚希望得到读者的批评、指正和谅解,并望经过共同努力,为提高我国注塑机水平和质量献计献策,力争早日赶上并在某些方面超过发达国家。

编著者

2001年4月于上海

目 录

第一章 概论	1
第一节 注塑机的发展及技术现状.....	1
第二节 其他注塑机的特点及控制要求	15
第三节 现代注塑机的发展趋势	20
第二章 现代注塑机的构成与特点	23
第一节 现代注塑机的组成及工作原理	23
第二节 现代注塑机的基本参数	27
第三节 现代注塑机电液控制系统的组成及特点	29
第三章 注塑机微机及电液控制系统结构	47
第一节 电液控制系统的目标	47
第二节 被控制对象及要求	52
第三节 微机及电液控制系统整体结构	52
第四节 微机及电液控制系统抗干扰及可靠性技术	60
第五节 注塑机节能系统	63
第四章 注塑机料筒温度控制	65
第一节 料筒温度控制系统的组成	66
第二节 料筒温度控制方法	68
第五章 注塑机塑化螺杆预塑计量控制	85
第一节 概述	85
第二节 塑化单元及驱动机构	86
第三节 预塑计量过程与控制	89
第四节 测试系统及实验结果分析	94
第六章 塑料注射成型过程控制	98
第一节 概述	98
第二节 注射成型过程控制要求及特点	98

第三节	注射成型过程控制策略·····	101
第七章	专家系统及其在注塑加工中的应用·····	128
第一节	概述·····	128
第二节	专家系统的组成及其特点·····	129
第三节	注塑材料数据库及其特点·····	130
第四节	注塑原料选择专家系统·····	132
第五节	注塑机选择专家系统设计·····	138
第六节	专家系统用于注射成型过程参数优化·····	142
第八章	注塑机计算机辅助设计与计算·····	146
第一节	概述·····	146
第二节	计算机辅助设计方法·····	150
第三节	注塑机液压系统设计·····	153
第四节	注塑机模板有限元分析与计算·····	167
第五节	塑料注射填充过程流动模拟·····	171
第九章	现代测控系统在注塑机控制及加工系统中的应用·····	182
第一节	概述·····	182
第二节	注塑加工控制系统设计及应用·····	184
第三节	注塑成型加工综合自动化·····	198
	主要参考文献·····	214

第一章 概 论

第一节 注塑机的发展及技术现状

一、注塑机的特点

注塑机是一个集机-电-液于一体的典型系统。由于注塑加工能够一次成型形状复杂的塑料制品,如照相机镜头、塑料齿轮和激光光碟等精密塑料制品,同时,可供注塑加工的塑料种类非常多,具有适应性强、效率高和后加工量少等特点,因此,这种加工方法在近几年得到了迅猛发展,注塑机的产量在塑料机械中所占比例达到40%左右。

注塑成型利用柱塞式螺杆或螺旋式螺杆,将加热料筒中预先已均匀塑化的热塑性塑料或热固性塑料,高速推挤到闭合的模具的型腔中,经过保压和冷却等程序后成型注塑制品。除了一些连续的塑料型材外,注塑成型加工方法几乎可以生产各种复杂形状和尺寸,并满足各种实际要求的塑料制品。因此,广泛用于机械配件、国防工业、电讯工程、交通运输、仪表工业、电子电气、航空、建筑、农业、文教、医疗卫生及日常生活等各个领域。

微计算机技术的发展和普及应用,以及与电液比例/伺服技术有机结合,实现注塑机程序控制、过程控制和生产控制与质量管理等。各行业对塑料制品的需求量在不断增长,对塑料制品的质量要求也越来越高,包括塑料制品的尺寸精度和重量精度。这就要求研制与开发相适应的注塑机,同时,必须满足成型效率、节能、低噪声和环境污染、操作简便和机器经济性能指标高等要求。普通开环控制的注塑机显然不能够满足全部要求,必须采用闭环控制的方法,并基于微机和电液比例/伺服系统,对注射成型加工过程实施可编程序控制和

闭环控制。

影响注塑制品质量的因素是多方面的,包括注塑原料性能、模具、成型设备及其成型过程控制方法,而后者往往更为重要并急待解决。注塑制品加工厂家选择注塑机的标准除了可靠性、精密度和成本等因素外,还注重注塑机所占的面积大小。因此,优良的性能、合理的机器设计及整机外观质量等,必然成为决定注塑机市场竞争力的重要因素。

二、注塑机的发展概况

1849年,斯托格思(Sturgiss)公司推出了首台金属压铸机,主要用于加工纤维素硝酸酯和醋酸纤维类塑料。1932年,德国弗兰兹·布劳恩工厂生产出全自动柱塞式卧式注塑机,成为柱塞式注塑机的基本形式。1947年,在意大利制造出了第一台液压驱动式注塑机。1948年开始使用螺杆塑化装置,并于1956年推出了世界上第一台往复螺杆式注塑机。从此,注塑成型工艺技术得以重大突破,注塑机的生产效率和质量大大提高,更多的塑料有可能通过注射成型方法加工成各种塑料制品。实际应用证明,往复螺杆式注塑机是一种比较理想的加工设备。近几十年来,其基本结构没有多大改变,但控制水平及节能措施一直在不断改进,扩大了品种和规格,系列和款式更为齐全,出现了多组分复合材料和低压普通热塑性注塑机,同时,加工人工陶瓷材料、磁性材料、聚氨酯的低压反应式专用注塑机、精密和超精密注塑机发展迅速。

注塑机自20世纪30年代问世以来,在不到70年的时间得以迅猛发展,成为塑料机械中量大面广、最具代表性的塑料成型设备之一。根据锁模机构不同,将注塑机分为直压式和肘杆式两种;根据排列形式不同,分为立式与卧式两种;根据注射机构的差异,分为螺杆式与柱塞式两种。统计表明,注塑机约占塑料机械总产量的35%~40%。其中,日本注塑机占塑料机械总产量的70%以上;1995年、1996年德国注塑机产值分别为13.9亿马克和12.9亿马克,占塑料机械总产值的20.1%;奥地利1995年塑料机械总产值为58亿奥地

利先令,其中,注塑机占 51.8%;美国约占 30%。我国是世界上塑料机械生产发展最快、产量最大的国家之一,现有塑料机械生产企业 500 多家,从业人员超过 10 万人,年产量从 1990 年的 1.6 万多台发展到 1995 年的 8.5 万多台。在 1993 年~1995 年 3 年间,塑料机械市场容量分别达到 122 亿元、168 亿元和 150 亿元人民币,其中,国产塑料机械的市场占有率分别为 26%、23% 和 25%。1995 年,注塑机产量为 1.8 万台,价值 27 亿元人民币,分别占中国塑料机械总产量和总价值的 21% 和 61%,其中,数控注塑机的产量约占当年产量的 30%。震德塑料机械有限公司、上海轻工机械股份有限公司、宁波通达塑料机械有限公司、宁波江东三元塑料机械厂和浙江申达塑料机械有限公司等五家企业,年产注塑机均超过 1000 台;震德塑料机械有限公司、宁波海天机械有限公司、柳州塑料机械总厂、上海轻工机械股份有限公司和东华机械有限公司等五家企业,年销售注塑机金额均超过 1 亿元人民币;震德塑料机械有限公司、上海轻工机械股份有限公司、宁波通达塑料机械有限公司、宁波江东三元塑料机械厂、浙江申达塑料机械有限公司、宁波海天机械有限公司、柳州塑料机械总厂和东华机械有限公司等八家企业,年生产量和销售量分别占当年国产注塑机的 35.8% 和 36%。事实上,为了满足国内市场需求,1993 年~1995 年我国塑料机械进口量大,年进口数量都约在 2.9 万台,价值 13.5 亿~15.8 亿美元,分别占我国塑料机械市场接纳总量和总值的 25%~31% 和 74%~77%,其中,1994 年进口注塑机 15 699 台。

1. 注塑机高速发展的原因

注塑机高速发展的原因主要有以下三个:

① 世界性能源危机的出现,由于塑料具有优良的物理和化学性能,重量轻、易成型和切削,并能够较好地与金属、玻璃、木材及其他材料胶接等特点,同时,塑料制品具有经济、耐用、质轻、易于批量生产等特性,使其能够逐渐取代木材和金属制品,成为一种重要的现代结构材料。

② 随着石化工业的发展,新型塑料材料的不断出现,原料来源

更加丰富,足以提供物料保证,促进了塑料工业的发展,尤其在工程塑料出现以后,其应用领域也越来越广。同时,塑料制品的广泛应用要求发展相适应的加工技术和成型设备,从而直接带动相关产业,例如,塑料机械制造业的发展。

③ 行业需求量的增长,质量要求越来越高,包括制品精度、自动化生产程度、高效率及节能等。例如,电子、电器工业迅猛发展,以及汽车工业从节能角度出发,要求车体轻量化,大量需要微型、精密塑料制件或大型塑料制件等。同时,微电子技术、微机控制技术的普及应用,以及与电液比例/伺服技术的有机结合,使得高速、精确过程控制得以充分实现,为注塑成型加工的发展提供了技术上的保证。

2. 注塑机的发展历程

注塑机的发展经历了以下五个阶段:

① 20世纪50年代以前,第一代注塑机采用柱塞式注射机构,动力传动方式由机械发展到液压。

② 20世纪50年代中期,第二代注塑机采用往复螺杆式注射机构及液压驱动方式,其基本结构和液压工作原理一直沿用至今,主要特征是采用开关式电气元件和继电器及开关式液压控制阀。

③ 20世纪60年代中期后,由于对塑料加工工艺、制品质量、生产效率提出了更高的要求,电液伺服阀和电液比例阀(20世纪70年代初出现)逐渐为注塑机采用。同时,随着大规模集成电路的发展,集成电子技术和微处理机系统也逐渐用于注塑机。采用微机及电液比例/伺服开环控制技术,成为第三代注塑机的主要特征。目前,这类注塑机的产量在世界上占有很大的比例。

④ 1973年,世界上出现了第一台采用闭环控制的注塑机,可以分别对温度、注射速度、注射压力、保压压力、塑化背压、塑化转速等重要工艺参数及过程参数实施闭环控制,并大幅度提高控制精度,确保产品质量更加稳定。微计算机技术、电液控制技术和现代控制理论的综合应用,进一步发展了自适应控制的注塑机。微机闭环控制成为第四代注塑机的主要特征,具有极高的技术附加值,代表着注塑机的发展方向。

⑤ 第五代注塑机的控制系统具有通讯及网络功能,采用多级控制结构及总线技术,能够实施统计过程控制(SPC)、优化工艺参数和生产监控。

三、注塑机的发展和进化

1. 塑化与注射装置

(1) 柱塞式注塑机 1932年推出了最早的柱塞式卧式注塑机,其塑化、注射机构比较简单,由喷嘴、分流梭、电热圈、料筒、加料装置、料斗、计量室、注射柱塞传动臂、注射柱塞、注射座移动油缸等部分组成。由于塑化机构本身存在物料塑化不均匀、塑化能力低、注射压力损失大(颗粒物料之间存在摩擦)、注射速度不稳定、清洗料筒比较困难等不足,再加上带入了颗粒物料包含的空气,注塑制品上常常产生气泡或者出现银条等缺陷。同时,成型较大型制品、质量要求高的制品,或加工热敏性塑料有困难,例如,加工尼龙时由于填充的玻璃纤维不能够充分分散,物理性质不均匀,而很难保证制品的外观质量。目前,柱塞式注塑机大都用于成型小型塑料制品。

(2) 螺杆式注塑机 1948年开始在注塑机上使用螺杆塑化装置,1956年出现了世界上第一台往复螺杆式注塑机。这种注塑机能够克服柱塞式注塑机存在的缺陷,满足用户不断提高的质量要求。其工作原理是螺杆旋转,塑料通过螺杆的螺槽向前移动。由于剪切生热和料筒外部加热,使得料筒内塑料被塑化,已塑化的熔料因不能在前面被压出,因而反向推压螺杆向后移动并进行计量,待螺杆前部的熔料积存到所需的数量时,螺杆就会停止转动。由于采用了螺杆塑化装置,并通过料筒外加热方式,颗粒状塑料得以充分塑化,便于控制温度和计量。由于液压马达易于实现低中速无级调速和有效过载保护,故螺杆驱动通常采用液压马达来实现。

随着注射量的增大,预塑螺杆的驱动方式也在变化。电机是以恒功率传动的,而液压马达则为恒转矩驱动,塑化时由于螺杆所受的转矩基本是恒转矩,因此,采用液压马达频繁启动会比电机驱动的能耗高出130%。但是,液压马达可以实现无级调速并有效实施过载

保护。因此,对于不太经常更换物料和模具的大型注塑机而言,采用电机拖动螺杆结构是经济的;而对于经常更换物料和模具的小型注塑机而言,宜采用液压马达驱动方式。随着直流和交流伺服电机的出现,已能够实现无级调速。为了节能,还出现了变排量马达(二次调节)预塑系统。

目前工厂使用的多数是往复螺杆式注塑机,但也有相当数量的柱塞式注塑机。柱塞式注塑机一般用于生产 60cm^3 以下的小型制品;而往复螺杆式注塑机则用于成型热敏感塑料、流动性差的塑料制品,以及中、大型塑料制品。往复螺杆式注塑机除了能够用来加工热塑性塑料外,还成功地用来加工热固性塑料,加工制品的质量稳定,提高了制品的性能和尺寸精度,成型周期缩短,劳动条件也得到适当改善。

(3) 双料斗注塑机 国外还推出了双料斗注塑机,其两个料斗分别用两块可滑动的平板支架安装在可左右滑动的导轨板上。此导轨板上设有三个下料口,其中,左右两个下料口可供两个料斗排泄旧料、清洗料斗和更换新料,以及对物料进行干燥处理;中间的下料口可以供两个料斗分别对螺杆进行喂料。这样,两个料斗轮换使用,可以一边注射,一边对原料进行干燥处理,并可边注射、边清洗料斗及换料,毋须取下料斗,可以提高生产效率。尤其在大型注塑机上,这种机构减少了装卸料斗所需机械设备,因而可极大地降低劳动强度。

(4) 塑化装置 是注塑机最为重要的部件之一,要求提高塑化能力和塑料熔融质量,并具有较长的使用寿命。因此,必须对螺杆、止逆阀和料筒进行优化设计,并选择耐磨材料,克服高填充或纤维增强塑料和具有腐蚀性的填充材料(例如阻燃剂)引起的磨损。例如,奥地利恩格尔(Engel)公司提出采用注塑屏障型螺杆,并利用自己开发的一套数值模拟程序,对塑化螺杆进行优化设计,用屏障段代替标准型螺杆的压缩段。在该区域的起始位置,对第二条螺纹(屏蔽型螺纹)开辟了两条分离的螺槽,分别称作固体螺槽和熔体螺槽。其中,固体螺槽的深度在螺杆尖削方向减小,相对于料筒能够有效地对未熔融的粒料进行摩擦和塑化,并在固体床未破碎前停止摩擦塑化,屏

蔽螺纹和料筒壁之间的间隔很小,能够对塑料熔体产生一种短暂的剪切;相反,熔体螺槽的深度在螺杆尖削方向增加,剪切较小,能够减少聚合物熔体过热的可能性。在屏障段末端,所有的聚合物都已经熔化,并通过屏障螺纹。这样,保证了未熔融的粒料不能够到达螺杆的末端。可见,屏障螺杆利用分离螺槽能够将固态塑料与熔体分离,具有很高的塑化能量;即使螺杆速度很高,固体床也不会破碎;熔融均匀,无未塑化的粒料;在熔体螺槽中,剪切作用小。因此,能够减少循环时间,或者能够根据需要进行尺寸较小的注射装置。屏障型螺杆适用于加工 PE、PP、BS 和 PC,不适合加工纤维增强材料。

(5) 动态电磁塑化装置 采用电磁感应原理,对料粒进行塑化处理,不需要电加热圈,具有塑化效率高、节能和显著减小塑化装置体积的特点。

(6) 注射装置空间设置多种多样 例如,德国雅宝(Arburg)公司 S 系列注塑机,其注射、锁模装置除了标准卧式结构外,还包括卧式锁模、分模线立式注射,立式锁模、立式注射,以及立式锁模、分模线卧式注射等。

(7) 设计新型螺杆,采用组合嘴或弹弓嘴 例如,香港民森机械有限公司设计生产的组合嘴(即自动塑料防退、防漏喷嘴),能够替代注塑机保压功能,注射完成后即可回料,对于注塑时间较长的产品,可以缩短注塑周期时间 10%~20%;同时,保证在注塑成型时模腔内塑料不会回流,能够提高产品的密度。组合嘴适合安装在任何注塑机上,不适用于纤维塑料。

2. 锁模装置

锁模装置具有模具启闭及制品顶出功能,直接影响制品质量和生产效率。因此,通常要求其具备高速、低能耗、低噪声、重量轻、锁模力容易控制、维修方便、运行稳定、安全可靠等特点。有关控制参数包括力、速度、位置等。按照工作原理,锁模装置主要分为全液压式(直压式)和肘杆式(液压-机械式)两大类型。前者具有设计简单、制造容易、无特别易损件、模板受力均匀,以及模具便于安装、开合模速度容易调整、行程大等特点,只是在注射工况抗模具开启的阻

力较肘杆式小;后者通过机械机构进行力放大,具有锁模速度快、能耗低、节省液压缸尺寸等特点,因此,能够提供大的锁模力,且控制准确,不易发生飞边,但同时也存在难以调整锁模行程和保持机械精度等不足。锁模装置空间位置包括卧式和立式两种。

(1) 肘杆式锁模机构 广泛应用于大型注塑机上,例如,Engel公司生产的锁模力为15 000kN、20 000kN、30 000kN、40 000kN的注塑机,均采用肘杆式锁模机构。双曲肘五节点外翻式结构允许模板的行程比内卷式大15%~25%,动模板上连杆的支撑靠近模板中心,改善了动模板的受力情况,使得动模板的重量减轻了40%,但在实践中发现外翻式结构存在开模困难、刚性差和机构复杂等不足。因此,国内几乎所有大型注塑机均改为内翻式结构。

(2) 直压式、全液压抱合螺母稳压式合模机构 有的大型注塑机也采用直压式、全液压抱合螺母稳压式合模机构,对提高设备灵敏度、生产效率和降低能耗起到了积极作用。例如,Engel公司生产的5 000~11 000kN锁模力大型注塑机,采用双压板H2型快速、全液压合模装置。在动模压板上,四个高压同步油缸相连,能够迅速增大或减小锁模力;固定在定模压板上的拉杆作为连续的活塞杆,确保两个高压同步油缸内的大活塞面均衡,油缸内压力相同,无外力出现。通过两个对角线排列的油缸,快速移动动模压板,开模力提高大约25%。借助四根拉杆、动模安装压板的导向器和导轨上光滑的支座,保证模板快速运动,以及合模装置的压板的平行度,压板变形不到0.25mm。油缸的两腔由活塞隔离,并通过液压式启动溢流阀来操纵。例如,一台7000kN锁模力、配置有一台75kW油泵的注塑机,开合模速度达到700mm/s,达到最大锁模力所需时间仅为300ms。因此,具有结构简单、节能,以及压力降低、高速运行、能够迅速增加锁模力等特点,其空循环时间低于同样结构尺寸的传统肘杆式注塑机。

(3) 双模板锁模装置 传统的锁模装置,除了定压板和压板外,往往还需要另一种模板(或称作端板、端台),即通过采用三模板结构,将锁模力传递到拉杆和压板。例如,Engel公司生产的25 000kN

锁模力大型注塑机,采用 DK2 型双压板锁模装置,通过安装在定压板和动压板侧面的按对角线方式排列的位移气缸移动模具,压板的开模行程为 400mm,模具的最小高度为 800mm,四根短拉杆安装在固定的压板上(即在承压基座上),不进入模具区域,在动压板上,由于压板能够精确地在机架上导向,因此,不需要拉杆衬套以及润滑油或油脂;合模后,通过安装在动压板后侧的四个对开螺母锁模,螺母和拉杆螺纹之间的间隙为 1.5mm,在定压板上的四个短程传压垫上的活塞杆一侧,液压锁模力达到 22MPa,四根拉杆在螺纹处首先关闭轴向动作,然后再向动压板传递锁模力。这种锁模装置比传统的大型注塑机小 20%~30%,配置 440kW 驱动泵,开合模速度达到 860mm/s,总锁模时间为 1.4s。双模板注塑机较三模板注塑机所占空间小 35%,价格更低,开放式冲程更大、喷射机构更加容易接近和易于更换模具。此外,赫斯基(Husky)公司推出了 E 系列双模板注塑机,锁模力为 9 000~40 000kN;HPM 公司推出了 Next Wave 系列双模板注塑机,锁模力为 3 300~50 000kN;辛辛那提米拉克朗(Cincinnati Milacron)公司推出了 Vista Maxima 系列双模板注塑机,锁模力为 9 000~36 000kN;曼内斯曼德马格(Mannesmann Demag)公司推出了 Ergotech 系列双模板注塑机,锁模力为 11 000~40 000kN;日本宇都兴产株式会社(Ube)推出了一系列双模板注塑机,锁模力为 20 000~40 000kN;克劳斯玛菲(Krauss Maffei)公司推出了 MC 等系列双模板注塑机,锁模力为 400~40 000kN;Engel 公司推出了两个系列双模板注塑机,锁模力分别为 5 000~8 000kN 和 10 000~55 000kN;意大利 Sandretto 公司推出了 Mega HCS 和 Mega HC 两个系列双模板注塑机,锁模力分别为 13 000~17 500kN 和 13 000~55 000kN;意大利 MIR 公司推出了 Compact 系列双模板注塑机,锁模力为 11 000~60 000kN。

(4) 两套液压缸合模机构 采用两套液压缸的新型合模机构的注塑机,其中,两个小直径的液压缸可以高速开合模,四个锁模油缸直接安装在底板上,而不是在底板的后面,锁模油缸通过底板和固定在拉杆中的四个传力活塞,把锁模力和开模力传递给动模板,动模板