

简述压铸机的发展与构造

郭 龙¹ 杨成泉² 管尔武³ 钟小锋¹ 陈 裕⁴

1. 宁波力劲科技有限公司 浙江 宁波 315806

2. 浙江平易信息科技有限公司 浙江 宁波 315800

3. 浙江省机械工业联合会 浙江 杭州 310002

4. 宁波中车新能源科技有限公司 浙江 宁波 315111

摘要: 压铸机作为现代工业生产中的关键设备,在制造业中占据着举足轻重的地位。本文围绕压铸机展开论述,先是回顾了压铸机的发展历程,涵盖从早期简单手动操作的初级阶段,历经工业革命推动后的逐步改进,到现代智能化崛起的各时期变化。接着详细剖析了压铸机的构造,包括合模、压射、液压及电气控制等关键机构。阐述其在汽车、航空航天、电子等多领域的应用现状,并展望未来智能化、高速高压、绿色环保及多功能一体化等发展趋势,旨在全面呈现压铸机相关情况,为其进一步研究与应用提供参考。

关键词: 压铸机;发展;构造

引言: 压铸机作为压铸工艺的核心设备,在现代制造业中占据着举足轻重的地位。随着工业的不断发展,对压铸产品的质量、精度以及生产效率等方面要求日益提高,压铸机也随之经历了持续的演变与革新。从早期较为简陋的雏形,一步步发展至如今高度自动化、智能化的先进设备,其发展历程见证了诸多技术的融合与突破。了解压铸机的发展脉络以及构造特点等,对于深入探究其在各领域的应用和把握未来发展方向有着重要意义。

1 压铸机的发展历程

1.1 早期发展阶段

压铸机的起源可追溯至 19 世纪中叶。当时,其结构极为简单,多依赖手动操作。冷室压铸机的柱塞靠人力驱动以进行压射,模具开合也主要借助手工或简易机械辅助。这种原始的压铸机仅能应用于对精度和强度要求不高的小型金属制品生产,例如铅字铸造以及一些简单的玩具零件制造。由于压射力有限且生产效率低下,其生产规模和产品应用范围都受到极大限制。但这一阶段为压铸机后续的技术演进奠定了基础,初步探索出了通过压力使液态金属成型的原理与实践路径,也让人们逐渐认识到压铸工艺在金属加工领域的潜力与价值。

1.2 工业革命推动下的发展

随着工业革命的浪潮席卷而来,机械制造、液压以及电气技术取得了显著进步,压铸机技术也迎来了重要变革。20 世纪初,液压驱动开始在压铸机的合模与压射机构中得到应用,这一变革极大地提升了压铸机的压射力,使得能够处理的金属材料种类增多,同时自动化程度的提高有效加快了生产节奏。热室压铸机在这一时期

也有了进一步发展,因其能够连续作业,在熔点较低的锌、锡、铅等合金压铸方面表现出更高的效率,逐步成为此类合金压铸生产的主要设备类型,为后续压铸机在更多工业领域的拓展应用提供了技术与设备基础,推动了压铸工艺在工业生产中的普及与深化。

1.3 现代压铸机的崛起

二战结束后,汽车、航空航天、电子等众多工业领域蓬勃发展,对压铸产品的质量、精度以及生产效率提出了严苛要求,这促使压铸机技术实现了质的飞跃。计算机控制技术、传感器技术以及自动化技术被广泛引入压铸机领域。通过计算机控制系统,压射参数如速度、压力、时间等能够实现精确设定与实时调控,确保了产品质量的高度稳定。在结构设计上,合模机构的刚性与精度显著提升,有效增强了模具闭合的稳定性与准确性;压射机构可灵活选择多种压射曲线,以精准适配不同产品的压铸工艺需求。现代压铸机还具备完善的故障诊断与预警功能,极大地提高了设备运行的可靠性与安全性,有力地支撑了现代工业对高品质压铸产品的大规模生产需求^[1]。

1.4 智能化发展趋势

进入 21 世纪,人工智能、大数据和物联网技术蓬勃兴起,压铸机行业也积极拥抱智能化变革。智能化压铸机具备强大的自我诊断能力,能够实时监测设备各部件的运行状态,精准预测潜在故障并提前发出警报,有效减少突发停机时间。借助物联网技术,压铸机可实现远程监控与操作,操作人员通过手机、电脑等终端设备就能随时随地掌控设备运行参数并进行远程调整,通过对

大量生产数据的深度挖掘与分析,利用人工智能算法实现生产工艺的自主优化,自动调整压射参数、合模力等关键指标,大幅提高生产效率与产品质量。

2 压铸机的构造

2.1 合模机构

合模机构是压铸机的关键组成部分,主要由模板、拉杆、肘杆、调模装置和顶出装置等构成。模板分为定模板和动模板,定模板用于固定模具的定模部分,动模板则承载动模部分,拉杆将二者连接,为合模动作提供稳固支撑与精确导向。肘杆机构是核心传动部件,其独特的机械结构设计使其在合模过程中能将液压系统输入的较小驱动力通过肘杆角度变化进行力的放大,产生足以使模具紧密闭合的强大合模力,并且具备良好的自锁特性,确保在高压压射时模具不会被撑开。调模装置可灵活调整动模板与定模板之间的间距,以适应不同厚度模具的安装要求,增强了压铸机对多种模具的兼容性。顶出装置在压铸成型完成后发挥作用,将凝固的铸件从模具型腔中平稳顶出,保障铸件顺利脱模,其顶出速度、行程等参数均可根据实际生产需求进行精确设定与调整,保证了顶出过程的高效与安全,避免对铸件造成损伤。

2.2 压射机构

压射机构主要由压射缸、压射柱塞、压室、冲头和料筒等部件组成。压射缸作为动力源,将液压能转化为机械能,驱动压射柱塞在其中做往复运动。压室与料筒相连,是容纳液态金属的关键部位,料筒用于储存并输送液态金属至压室。冲头安装在压射柱塞前端,直接与液态金属接触,在压射过程中,冲头在压射柱塞的推动下,以高速、高压状态将压室内的液态金属强力压入模具型腔,使金属在型腔中迅速成型。压射机构的压射速度、压力及压射行程等参数能够依据不同压铸产品的工艺要求进行精准调控。

2.3 液压系统

液压系统在压铸机中承担着动力传输与运动控制的重要任务,主要由动力元件、执行元件、控制元件和辅助元件组成。动力元件即液压泵,由电机驱动旋转,将机械能转化为液压能,为整个液压系统提供持续稳定的高压油源。执行元件包括液压缸和液压马达,液压缸通过活塞的往复直线运动实现如合模、开模、顶出等动作;液压马达则可输出旋转动力,用于驱动某些特定的辅助装置。控制元件是液压系统的控制核心,如换向阀用于控制液压油的流向,从而改变执行元件的运动方向;溢流阀可调节系统压力,确保系统在设定压力范围

内稳定运行;节流阀则能控制液压油的流量,实现对执行元件运动速度的精确调整。

2.4 电气控制系统

电气控制系统是压铸机实现自动化运行与精确控制的关键所在,主要由控制器、传感器、执行器和操作面板等构成。控制器作为系统的核心大脑,通常采用 PLC 或工业计算机,它接收来自传感器的各种实时信号,这些信号涵盖温度、压力、位移、速度等压铸机运行过程中的关键参数信息。控制器依据预设的控制程序对这些信号进行快速运算与逻辑处理,然后向执行器输出精确的控制指令。传感器分布在压铸机的各个关键部位,如同神经末梢一般敏锐地感知设备的运行状态,并将采集到的信息及时反馈给控制器。执行器包括电磁阀、接触器、继电器等,它们根据控制器的指令精准地控制液压系统、冷却系统等的工作状态,例如控制液压油的通断、流量大小以及冷却介质的循环等。操作面板则为人机交互界面,操作人员通过它可以便捷地输入工艺参数、启动或停止压铸机,并实时查看设备的运行状态、故障信息等,实现了对压铸机的远程监控与操作,极大地提高了生产过程的智能化与便捷性^[2]。

3 压铸机在不同工业领域的应用现状

3.1 汽车工业

铝合金、镁合金压铸件被广泛应用于汽车发动机、变速器、底盘以及车身等众多部件。例如,发动机缸体、缸盖通过压铸工艺生产,能够有效减轻重量,提高发动机的功率重量比,同时增强零件的结构强度与散热性能,提升燃油经济性。汽车底盘的一些关键零部件如转向节、轮毂等采用压铸生产,可满足复杂的形状设计要求,并且保证了较高的尺寸精度和机械性能,有助于提升汽车的操控稳定性和行驶安全性。在新能源汽车领域,随着轻量化需求的进一步凸显,压铸机更是成为生产电池托盘、电机外壳等部件的关键设备,其生产的部件在保证强度的同时大幅降低了整车重量,延长了续航里程,推动了汽车行业向绿色、高效方向发展。

3.2 航空航天工业

航空航天工业对零部件的性能和质量要求极高,压铸机在该领域有着独特的应用现状。铝合金、钛合金压铸件常用于航空发动机叶片、机匣、起落架等部件制造。航空发动机叶片采用压铸工艺结合后续精密加工,能够形成复杂的内部冷却通道结构,有效提升叶片的耐高温性能和冷却效率,确保发动机在高温、高压环境下稳定运行。机匣等大型结构件通过压铸生产,可实现较高的尺寸精度和较轻的重量,满足航空航天设备对结构

强度与重量的严格要求。起落架部分组件采用压铸工艺,在保证足够强度和韧性的同时,降低了加工成本和生产周期。

3.3 电子工业

在电子工业,压铸机主要应用于电子产品的外壳和散热器等零部件生产。以手机、电脑为例,其铝合金外壳多采用压铸工艺制造。压铸能够实现复杂多样的外观造型设计,满足消费者对电子产品个性化、美观化的需求,压铸外壳具有良好的电磁屏蔽性能,可有效减少外界电磁干扰对内部电子元件的影响,提高产品的稳定性和可靠性。对于电子产品的散热器,压铸工艺可使散热片形成高效的散热结构,增大散热面积,提高散热效率,保证电子设备在运行过程中能够及时散发产生的热量,防止因过热导致的性能下降甚至元件损坏。随着电子设备向小型化、高性能化方向发展,对压铸机生产的零部件在精度、表面质量和生产效率方面提出了更高挑战,促使压铸机不断优化升级以适应电子工业的快速变革。

3.4 其他工业领域

在机械制造领域,压铸机生产的各种零件广泛应用于机械设备的传动、连接和支撑等部位。例如,压铸生产的齿轮、轴套等零件具有较高的尺寸精度和较好的力学性能,能够满足机械设备的高精度装配要求和复杂工况下的使用需求。在家电行业,压铸机生产的铝合金、锌合金压铸件大量用于冰箱、空调、洗衣机等家电产品的外壳和内部结构件。家电外壳采用压铸工艺可实现多样化的外观设计,同时具备良好的强度和耐腐蚀性;内部结构件如压缩机支架等通过压铸制造,保证了结构的稳定性和可靠性,降低了生产成本。

4 压铸机的未来发展趋势

4.1 智能化程度不断提高

未来压铸机将深度融合人工智能与物联网技术。通过传感器网络全面实时监测设备各部件运行参数、模具状况及产品成型质量。利用人工智能算法分析处理海量数据,实现压铸工艺参数的自动优化调整,如自动匹配最佳压射速度与压力曲线。同时具备强大的自我诊断和故障预测能力,提前预警潜在问题并提供解决方案。还能与企业管理系统无缝对接,达成智能化生产调度与资源管理,大幅提升生产效率、降低废品率,推动压铸生产迈向高度智能化与自动化。

4.2 高速高压压铸技术的发展

高速高压压铸技术将持续演进。新型压射机构设计将突破现有技术瓶颈,实现更高的压射速度与压力提

升,满足对压铸件更致密组织、更高强度和更复杂形状的需求。先进的速度控制技术可精确调控压射过程各阶段速度变化,减少内部缺陷并提升表面质量。这将拓宽压铸材料范围,促使高熔点合金、金属基复合材料等在压铸领域的广泛应用,进一步推动航空航天、汽车等高端制造业对高性能压铸件的创新应用与发展,提升产品整体性能与竞争力^[3]。

4.3 绿色环保技术的应用

压铸机的绿色环保趋势愈发显著。液压系统将采用高效节能的新型泵与阀件,降低能耗与油液泄漏风险。研发环保型脱模剂与润滑剂,减少挥发性有机化合物(VOC)排放并降低对环境的污染。优化压铸工艺参数与模具设计,提高金属利用率,减少废料产生与后续处理成本,强化废气处理技术,有效净化压铸过程中产生的有害气体;改进设备降噪措施,降低生产噪声污染,使压铸机在满足环保法规要求的同时,实现可持续性发展,契合全球绿色制造的发展理念。

4.4 多功能一体化压铸机的出现

多功能一体化压铸机将成为未来发展方向。它将整合压铸、挤压铸造、半固态铸造等多种工艺优势于一身,通过模块化设计与快速切换功能模块,可根据不同产品需求灵活选择最佳铸造工艺。配备智能化模具库与快速更换系统,显著缩短生产准备时间,提高设备利用率。这种一体化压铸机能够满足多样化产品制造需求,尤其适用于多品种、小批量生产模式,有效降低企业设备投资与生产成本,提升企业在市场竞争中的应变能力与创新活力,推动铸造行业向柔性化、集成化生产迈进。

结束语

压铸机自诞生以来,历经了漫长的发展历程,从早期的简单雏形逐步演变为如今高度精密且智能化的设备,在构造上也不断优化整合各个关键系统。其在汽车、航空航天、电子等多领域的广泛应用彰显了其不可替代的重要性。展望未来,压铸机将继续沿着智能化、高速高压、绿色环保以及多功能一体化的方向大步迈进。

参考文献

- [1]黄凡.探讨构造地质学发展与应用研究[J].中国锰业,2019,34(05):1-2+9.
- [2]滕骥,冯凯龙.探讨构造地质学发展与应用研究[J].石化技术,2019,25(11):322-334
- [3]李诗洁.探讨构造地质学发展与应用研究[J].粘接,2020,42(06):153-157.