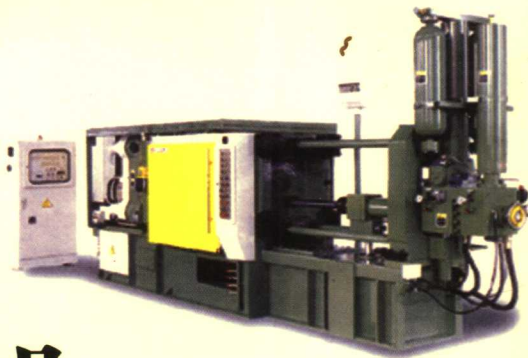




压铸机 控制技术

彭继慎 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TG233. 1
P-432

压铸机控制技术

彭继慎 宋绍楼 臧小杰

编著

尹悦来 单 明

机械工业出版社

本书系统地介绍了压铸机的相关知识,内容涉及压铸工艺、压铸机的辅助设备、检测用传感器以及控制系统,重点介绍目前常用的几种压铸机控制系统的设计。

本书主要适用于生产、使用压铸机的厂家、用户,对于高等院校铸造专业学生可作为主要参考教材,也可作为机电一体化、机械制造、电气自动化等相关专业学生的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

压铸机控制技术/彭继慎等编著. —北京:机械工业出版社, 2006. 6

ISBN 7-111-19135-8

I. 压... II. 彭... III. 压铸机—基本知识
IV. TG233.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 047315 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:于苏华 版式设计:霍永明 责任校对:王欣
封面设计:鞠杨 责任印制:洪汉军
北京瑞德印刷有限公司印刷
2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
130mm × 184mm · 7.375 印张 · 164 千字
定价:16.00 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) 68326294
编辑热线电话 (010) 88379727
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着制造业的飞速发展，对铸件的质量和精度要求越来越高，人们要求铸件既有尺寸准确的内外腔形状，又具有良好的力学性能，所以压铸技术得到广泛应用。如今，压铸件广泛应用于摩托车、汽车、电梯、灯具等制造业，应用前景非常广泛。但是，国内生产压铸机的技术一直较为落后，严重地制约着我国国产汽车工业的发展，所以研究国产高质量的压铸机刻不容缓。

自 1997 年以来，阜新北方压铸机有限责任公司与辽宁工程技术大学合作进行国家计委“八五”科技攻关项目“J11280 型压铸机系统”的研究，该成果获 2000 年辽宁省科技进步三等奖。近 10 年来双方一直致力于压铸机控制技术的研究，前后共开发了三代产品：基于 PLC 的压铸机控制系统；基于工控机的压铸机控制系统；基于组态软件的压铸机监控系统。通过长期的开发研究，在提高国产压铸机的技术水平上取得了一点成果，希望推荐给大家，以共同推进这一技术领域研究与技术进步。

令我们欣慰的是，近些年的研究得到了一些项目的资助。本书是由辽宁省教育厅科学研究计划项目“大型压铸机实时控制系统研究”资助出版。本书从压铸机的基本结构、工作原理开始，由浅入深，系统介绍这三代产品，内容涉及机械、液压、传动、控制等多方面。

全书共分为八章，各章相对独立，比较系统地介绍了压

铸机的相关知识。第一章主要介绍压力铸造的发展简史以及国内外的发展现状；第二章介绍压铸工艺；第三章介绍压铸机的基本知识以及选型、安装与维修；第四章介绍压铸机的辅机；第五章介绍检测压铸机各种参数的传感器；第六章介绍 PLC 控制的压铸机系统；第七章介绍基于工控机的压铸机控制系统；第八章介绍基于组态软件的压铸机监控系统。本书第五~第八章由彭继慎编写，其余章节由宋绍楼、臧小杰、尹悦来、单明编写。

在本书的编写过程中，高姬、朴海国、齐晓斌、叶宁、王辉俊以及李博、邓小云在资料整理和绘制插图等方面做了大量细致的工作，在此一并致以衷心的感谢。

当今科学技术日新月异，加之作者水平有限，书中难免有疏漏，敬请广大读者和同行专家批评指正。

编著者

2006 年 5 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 压力铸造的发展简史	1
第二节 压铸机国内外现状及发展趋势	3
第二章 压铸工艺	7
第一节 压力	7
第二节 压射速度	14
第三节 温度	27
第四节 时间	37
第五节 压射室的充满度	41
第六节 压铸用涂料	41
第三章 压铸机	45
第一节 压铸机的型号及规格	45
第二节 压铸机的基本结构	50
第三节 压铸机的选型	69
第四节 压铸机的安装与维修	74
第四章 压铸机辅机	82
第一节 浇注机	82
第二节 喷涂装置	101
第三节 取件机	115
第五章 压铸机参数检测传感器	118
第一节 传感器在工程检测中的应用	118
第二节 压铸机参数检测传感器的选择	126

第六章 基于 PLC 的压铸机控制系统	131
第一节 PLC 基础知识简介	131
第二节 PLC 的系统设计原则及设计步骤	135
第三节 PLC 在压铸机上的应用	139
第七章 基于工控机的压铸机控制系统	155
第一节 计算机控制系统总体设计	155
第二节 系统硬件设计	164
第三节 系统软件设计	178
第四节 控制系统的抗干扰措施	192
第八章 基于组态软件的压铸机监控系统	196
第一节 J11200F 型卧式冷室压铸机概述	196
第二节 压铸机控制系统的总体设计	197
第三节 系统硬件设计	200
第四节 系统软件设计	202
第五节 应用前景	215
附录 J11200F 电气原理图	216
参考文献	228

第一章 绪 论

第一节 压力铸造的发展简史

压力铸造是近代金属加工工艺中发展较快的一种无切削的特种铸造方法。它最初是在金属型中铸造铅字的基础上发展起来的，迄今已有 160 余年的历史。压力铸造主要由压铸机完成。压铸机，顾名思义是一种能把熔化的液态金属通过高压快速推入模具而形成各式各样金属产品的机器。最原始的压铸机结构于 1856 年问世，为手动操作，极为简陋。

由于手工操作的劳动强度大，难以实现自动化，E. B Van Wagner 于 1907 年发明了气动式压铸机。此时，液体金属不用手动柱塞推入，而是改用压缩空气压射，鹅颈本身固定不动。每压射一次，用勺舀取设在燃烧室旁金属液池中的金属，并倾入鹅颈中；压射结束，模子连同锁紧用的机架，沿回转轴旋转 90° 达到水平位置，然后推出铸件，这种结构在具体操作中存在诸多不便。于是，Van Wagner 对上述发明重新进行研究，得到启发，对热室压铸机结构构思出种种设想，逐步形成并设计出三种不同模架位置的热室压铸机结构。

在此之后，为了进一步减轻劳动强度和提高操作的安全性，Reed-Prentice 公司发明了一种以热室为基础的液压自动化操作压铸机。这种压铸机具有在模具锁紧严密后才能进行压射的安全联锁装置，且这种机器采用了曲肘锁模机构。这

些新的改进设计为进一步制造出现代化的压铸机奠定了良好的基础。

虽然日后对热室压铸机作了多方面的改进，逐步形成了较为合理、实用的结构，但随着铸件品种的扩大，重量的增加，高熔点铝、铜等合金材料（锌合金压铸开始于1890年，铝合金压铸开始于1910年，铜合金压铸开始于1911年，镁合金压铸开始于1925年）得到应用以后，无论在压射力、压射比压的控制上，还是在因为吸收了铁质而恶化的合金质量上，热室压铸机都成为压铸工艺进一步发展的障碍，这就迫切地要求压铸机以新的形式出现。

在这种情况下，德国的 Eckert 公司首先制造了第一台四导柱全立式冷室压铸机。这种结构的压铸机有许多优点：推出铸件平稳，液体金属填充型腔的顺序性良好，改善了排气条件，铸件（如嵌件）放置起来方便、平稳、牢固，故一直沿用到今天。它的缺点是采用石棉杯，消耗量大，取走铸件用人力，体力消耗大，生产效率不高。在 Eckert 压铸机的基础上做进一步的改进，从而制造出 Thieslack 结构形式的压铸机。由于用于此种压铸机的金属液是在开模状态下浇入压射室，有一段时间的停留，因此在分型面处金属液的热量受到一些损失，这一缺点只有通过改进压射室的结构来解决。捷克斯洛伐克的 Polak 公司在这种结构的启发下，设计出上压式压铸机，该压铸机的压射室设于模具上半部分的型面处，颇有新意，对于压铸小型铸件颇为适宜。由于仅适用于小型零件的压铸，所以限制了其使用的范围。经过 Polak 公司的不断努力，逐步形成当代最为常用的立式冷室压铸机，且性能上已较为完善。

在立式冷室压铸机出现的同时，卧式冷室压铸机也相继

出现。其中，以 Reed-Prentice 公司为代表，生产出半自动化操作的压铸机。操作者将金属液浇入压室，由脚踏开关驱动冲头向前压射，然后冲头在保压一段时间后，动模开启，冲头跟着送出铸件。在冲头的正对面设有推杆，与推出铸件的推杆一起同步推出铸件。前期的卧式压铸机皆以液压锁模为主，如 Kux、HPM、Cleveland 等公司生产的压铸机。与此同时，美国 Lester-Phoenix 公司提出的合模液压缸驱动上下双曲肘机构合模和 Eckert 公司提出的倾斜式卧式冷室压铸机结构为现代化的压铸机打下了良好的基础。

综上所述各种压铸机的发展，代表着热室、立式冷室、卧式冷室压铸机的发展过程，这些种类的压铸机既适用于低熔点合金，也适用于高熔点合金的生产。但是，在历史的发展过程中，对于镁合金的压铸，由于易燃及容易氧化，有其特殊的要求，易于在封闭状态下生产，因此出现过由 Mahle 公司生产的单室镁合金专用压铸机及由 Fritz Mueller 公司生产的双室系统的压铸机。总之，压铸的整个发展过程是由简单到复杂，由手动、机动、半自动到自动，由热室到冷室逐步发展和改进的，其目标是实现压铸的高质量、低成本和高效率。

第二节 压铸机国内外现状及发展趋势

自从压铸机出现以后，压铸业以它生产速度快、生产的零件单位强度高等优势得到了快速发展。在 1904 年，用压铸法生产了汽车连杆轴承以后，压铸件以强度高、重量轻、生产快、成本低等特有的优势进入汽车工业，无疑为压铸件制造业的快速发展提供了广阔的发展天地。

随着铸造业的飞速发展，对铸件的质量要求也越来越

高，人们要求铸件既有尺寸准确的内外腔形状，又要有良好的力学性能。现代压铸机从结构上说，已经比较完善合理，要提高压铸件的质量只有从压铸机的本身精度、液压元件的灵敏度、电气控制的可靠性、压铸工艺参数的控制等方面入手。高压和高速是现代压力铸造工艺的两大特征，实验和生产实践表明，铸件充型完好、轮廓清晰主要取决于压射速度（即压射过程），而铸件的内部质量和力学性能主要取决于增压效果（即增压过程）。要想获得高质量的压铸件，只有根据不同的情况对压铸过程中的所有工艺参数（如压射压力、压射速度等）进行恰到好处的控制。因此，提高压铸行业的自动化程度势在必行，而压铸机是压铸过程的主要机器，它的自动化程度及性能是主要考虑的部分。

同许多其他制造业的自动化进程相类似，压铸行业的自动化水平也随着控制的发展而提高。到目前为止，控制的发展经历了经典控制时代、现代控制时代和智能控制时代。

在国外压铸机制造行业中，瑞士的 Buehler 公司首先发明了抛物线压铸系统，此后相继出现了实时闭环控制和 CNC 压射端。近年来，日本的东洋公司又开发了一种具有局部压射功能的压射铸造系统。国外许多有压铸机生产能力的公司都把高新技术应用于压铸机上，在实时压射控制压铸机出现后，欧美几家公司对其进行不断改进，形成性能可靠的系列产品。目前，这些公司把力量转向为用户提供全方位的技术支持，例如：Buehler 公司已有很完善的 Classic、Evolution 和 Vision 三大类压铸机系列，该公司利用其拥有的技术和经验，与德国著名的模具设计制造公司 Schaufler 联手组建压铸技术中心，对铝、镁合金制造商提供技术支持，并可由 Buehler 根据要求进行试制和提供实际铸件。Buehler

公司曾为委内瑞拉 Suralform 公司开发了 SSM 压铸铝合金轮毂技术, Buehler 公司在镁合金压铸、真空压铸和挤压铸造等方面都可提供全方位服务。以热室机著称于世的 Frech 公司拥有 M 系列和 RC 系列的压铸机, 前者根据需要即可采用实时压射控制, 也可进行常规三级压射, 后者为实时压射控制压铸机。该公司控制系统根据其功能有 Datavario、Datacontrol、Datacontrol RC 和 Datedialog RC 供用户选择, 积 40 年镁合金压铸经验, 在镁合金应用方面进行开发, 为用户提供服务。在日本, Toshiba 公司的多功能压射结构采用高精度液压伺服阀 (直动型先导伺服阀, Direct operated pilot servo valve), 其流量为 7000L/s, 阀的响应时间为 5ms, 系统反应时间为 13ms, 可在 20ms 内将速度从 0 升高到 10m/s, 相对于冲头位置, 作为速度的切换点进行输入可有 10 个点, 在各点之间可进行加速、减速并配以 Toscast 控制系统, 实现压铸机的综合控制。因此生产的压铸件产品质量和精度都很高。

我国在 20 世纪 50 年代才有了第一台国产全液压传动的卧式冷室压铸机。虽然 50 多年来我国的压铸机设计水平已有显著提高, 但与国外相比还存在很大差距。到目前为止, 国内的较大型压铸机专业生产厂家有几十家, 但没有一家具备生产实时压射控制压铸机的能力。我国的压铸技术还很落后, 大都在采用 PLC 进行压铸过程控制, 凭经验手动设定控制阀的开度大小, 用人眼反复调试完成。由于 PLC 构成的控制系统只能完成组合逻辑的输入、输出控制, 无法对压铸机的工作状态进行实时监控及故障检测, 一些重要的压铸参数, 如合型力、压射速度等不能进行显示, 因而造成了成品率低、维修不方便、能源浪费等问题。国产压铸机的主要

不足之处一是压射能量问题，压射速度低，好的也只有 $5 \sim 6\text{m/s}$ ，与国外 10m/s 相比相差较多；二是压铸机没有“眼睛”，工艺参数不能量化，还谈不上控制，所以铸件的质量往往较差，成品率较低。因此，在要求压铸质量较高的精密压铸件时，压铸机完全依赖进口，虽然国外生产的压铸机价格高达国内同型号压铸机的 $4 \sim 5$ 倍，但由于其控制精度高，在许多重要场合仍无法用国内的产品代替。然而，在压铸件广泛应用于汽车、摩托车、电梯等制造业的今天，我们不能依赖于进口，应该不断开发研制具有自主知识产权的高质量压铸机来满足我国制造业对压铸件日益增长的需求。

第二章 压铸工艺

压铸工艺是将压铸机、压铸模和压铸合金三大要素有机组合并加以综合运用过程。压铸时，金属填充型腔的过程就是将压力、速度、温度及时间等工艺参数加以统一的过程。同时，这些工艺参数又相互影响，相互制约，并相辅相成，只有正确选择和调整这些参数，使之协调一致，才能获得预期的效果。因此，在压铸过程中，不仅应重视铸件结构的工艺性、铸型的先进性、压铸机性能和结构的优良性、压铸合金选用的适应性和熔炼工艺的规范性，更应重视压力、速度、温度和时间等工艺参数对铸件质量的重要作用。在铸造过程中，如何对这些参数进行有效控制应加以重视。

第一节 压力

压力存在是压铸工艺有别于其他铸造方法的主要特点，压力是使铸件组织致密和轮廓清晰的重要因素。在压铸生产中，压力的表示形式有压射力和比压两种。

一、压射力

压射力是压铸机压射机构中推动压射活塞运动的力。压射力由泵产生，并通过续压罐在压射缸内传递给压射活塞，再由压射活塞传递给压射冲头，压射力是反映压铸机功能的一个主要参数。

压射力的大小由压射缸的截面积和工作液的压力所决定。压射力 $F_{射}$ 的计算公式如下：

$$F_{射} = p_2 \pi D^2 / 4 \quad (2-1)$$

式中 $F_{射}$ ——压射力 (N);

p_2 ——压射缸的压射腔内工作液的压力 (对于无增压的压铸机来说为管道压力) (MPa);

D ——压射缸直径 (mm)。

二、比压

压射室内熔融金属在单位面积上所承受的压力称为比压。比压是压射力与压射室截面积之比, 其计算公式为

$$p_{比} = F_{射} / S_{室} \quad (2-2)$$

式中 $p_{比}$ ——比压 (MPa);

$S_{室}$ ——压射室截面积 (mm^2), 可用压射室内径换算: $S_{室} = \pi d^2 / 4$ (d 为压射室内径)。

于是

$$p_{比} = \frac{4F_{射}}{\pi d^2} = p_2 \pi \left(\frac{D}{d} \right)^2 \quad (2-3)$$

比压是熔融金属在填充过程中各阶段实际所得到的作用力的大小, 反应了熔融金属在填充的各个阶段以及熔融金属流经各个不同截面时的力的概念。

将填充阶段的比压称为填充比压 (又称压射比压), 用 $p_{比压}$ 表示; 增压阶段的比压称为增压比压, 用 $p_{比增}$ 表示。这两个比压的大小同样都是根据压射力来确定的。

当压铸机的压射系统没有增压机构时 (在旧式机器中), 两个阶段的压力是相同的。

当压铸机上压射系统有增压机构时, 两个阶段的压射力不同, 比压也就不同。这时, 填充比压用来克服浇注系统和型腔中的流动阻力, 特别是内浇口的阻力, 使金属液流达到需要的内浇口速度。而增压比压则决定了正在凝固的金属所

受到的压力，以及这时所形成的胀型力的大小。

三、压力的作用和影响

1. 比压对铸件力学性能的影响

如图 2-1 所示，比压增大，结晶细，细晶层增厚，由于填充特性改善，表面质量提高，气孔影响减轻，从而抗拉强度提高，但延伸率有所降低。

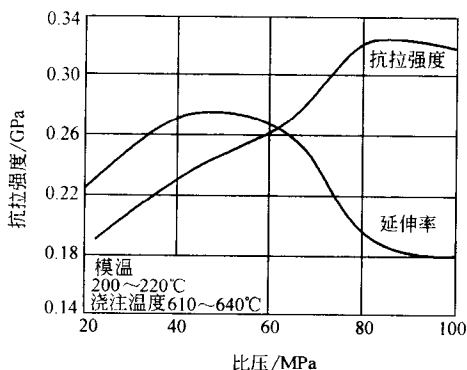


图 2-1 比压与力学性能的关系

2. 对填充条件的影响

如图 2-2 所示，合金熔液在高比压作用下填充型腔，合金温度升高，流动性改善，有利于铸件质量的提高。

四、影响压力的因素

1) 压铸合金的特性，如熔点、流动性等，熔点越高，有效比压越大。

2) 合金浇注温度下模具的温度，模具温度过低，压力损耗增大。

3) 铸件结构和浇注系统的设计，填充阻力越大，压力

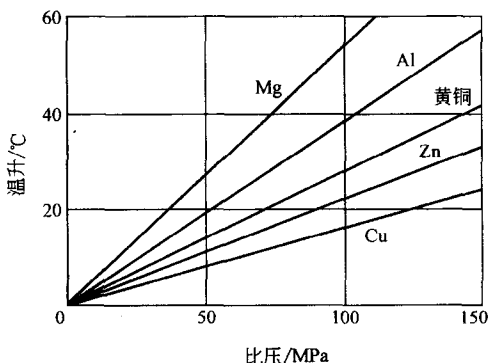


图 2-2 比压与金属液温升的关系

有效率越低。

4) 压铸机压射系统特性和增压效果。采用分调增压压射系统，能改善压射特性，有效提高铸件质量。

影响压力的因素较多，其中最主要的是机器性能，例如：液压系统中各有关阀元件的灵敏度和密封性，管道的泄漏和阻塞，续压器中氮气与工作液之比的变化，工作液因温度变化所引起粘度的波动，压射冲头与压室之间的配合状态和磨损程度。

分调压射系统的特点：

- 1) 压射储能器和增压储能器是分开的，互不干扰。
- 2) 增压储能器压力可单独调节，提高增压速度和可靠性。在压射速度为 5m/s 时，建压时间为 0.02s，冲击峰值不超过 10%。
- 3) 采用活塞式储能器，可提高储能效率，缩短油路并提高压射速度。
- 4) 采用新型液控阀，可提高开启速度，缩短转换时