

压力铸造

B. 厄普顿

[英] D. F. 奥尔索普 著

D. 肯尼迪



机械工业出版社

本书分为两部分,第一部分包括压力铸造绪论、压铸合金、压铸机、压铸用炉及其性能评定、压铸车间的保健和安全、统计学在压铸厂中的应用等内容。第二部分包括压铸件设计、浇注系统设计、微型计算机在压铸工业上的应用、压型涂料、压型材料、压铸件表面清理和表面处理、机械化和自动化、技术教育、保健和安全等内容。本书除全面阐述压铸机、压铸合金、压铸工艺和熔炉等重要内容外,还提供了有关参数的计算方法和例题,实用性较强。

本书可供铸造工程技术人员、工人、大专院校师生及管理人员参考。

PRESSURE DIECASTING

B. UPTON

D. F. ALLSOP

D. KENNEDY

PERGAMON PRESS

1982, 1983

* * *

压 力 铸 造

B. 厄 普 顿

[英] D. F. 奥尔索普 著

D. 肯 尼 迪

马九荣 劳瑞芬 译

董 恒 校

*

责任编辑:张淑琴 责任校对:刘志文

封面设计:田淑文 版式设计:乔 玲

责任印制:卢子祥

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 $10\frac{1}{4}$ ·字数 265 千字

1988年12月重庆第一版·1988年12月重庆第一次印刷

印数 0.001—3.400·定价: 6.45元

*

ISBN 7-111-00172-9/TG·54

译 者 的 话

本书是英国培格曼 (PERGAMON) 出版社出版的“材料的工程应用”丛书中的两本分册。第一册由英国B. 厄普顿编写(1982年出版), 主要介绍压铸机、压铸合金、压铸用炉等方面的内容。第二册由英国D. F. 奥尔索普和D. 肯尼迪两人合编(1983年出版), 主要介绍压铸件设计、浇注系统设计、微型计算机在压铸工艺上的应用、压型涂料、压铸件表面清理和表面处理等方面的内容。为了便于读者阅读和参考, 此次翻译出版时特将原书的两个分册合订为一本, 分别作为本书的第一部分和第二部分, 但仍保持原书的章节层次。

由于译者水平有限, 译文中难免有错误和疏漏之处, 恳请读者批评指正。

译者

1987.5

序

这套丛书名为“材料的工程应用”，书名选得很好，因为它使我们注意到，当前我们的物质生活水平是由科学、技术和工程应用决定的。应用技术可以把人们的想法和设计图纸变为现实，它的效能将是对工业经济成败的最终检验。

英国的经济繁荣主要是靠应用技术把原材料转变为制成品。每一种材料，包括金属材料、陶瓷材料和聚合材料，都有其各自的特点，需要专门知识才能在实践中得到充分利用，而这套丛书正是要提供工程应用方面的精华，这是基于对材料性能和使用情况的日益深入的了解，并根据国际上不断积累、更新的经验提出的。因此，本丛书包括了工程应用上感兴趣的不同领域，如表面处理、连接装配方法、加工制造工艺、检验技术以及其他和材料工程有关的内容。

希望读者在使用本书的基础上，结合自己的经验，在实践中扬长避短，并希望把个人的心得和发现充实到再版的版本中以飨未来的读者。在过去的年代里，如果有人发明制造了一种很有效的老鼠夹子，那么四面八方的人都会登门求教，这一点不假。但是在今天，要想做出更好的老鼠夹子，需要在懂得制造技术的人和想要了解制造技术的人之间，建立起更直接的交流。希望本书能为增进这种交流作出贡献。

蒙代·芬涅斯通

(Monty Finniston)

目 录

第 一 部 分

第一章 压力铸造绪论.....	1
1.1 简要历史.....	1
1.2 典型用途.....	4
1.3 优点、成本和有力竞争的其它方法.....	5
1.4 前景.....	14
第二章 压铸合金.....	16
2.1 锌合金.....	19
2.2 铝合金.....	20
2.3 铜合金.....	22
2.4 镁合金.....	23
第三章 压铸机.....	25
3.1 压铸机的一般特性.....	25
3.2 压铸机性能的测定.....	29
第四章 压铸用炉及其性能评定.....	78
4.1 熔炉类型.....	78
4.2 熔炉性能的评定.....	81
4.3 改进熔炉性能的途径.....	99
第五章 压铸车间的保健和安全.....	106
5.1 压铸机的安全措施.....	107
5.2 环境保护.....	109
第六章 统计学在压铸厂中的应用.....	118
6.1 工艺过程可变性的估计.....	118
6.2 检验和质量控制.....	122
6.3 现场试验.....	131

第 二 部 分

第一章 压铸件设计	146
1.1 可压铸的零件	146
1.2 压铸合金	147
1.2.1 锌合金	148
1.2.2 铝合金	148
1.2.3 镁合金	149
1.2.4 铜基合金	150
1.2.5 铅合金和锡合金	150
1.3 铸造缺陷	150
1.3.1 孔洞	150
1.3.2 冷隔	151
1.3.3 表面凸起	152
1.4 设计的基本要求	153
1.4.1 影响铸件的因素	153
1.4.2 芯子形成的孔	155
1.4.3 铸件的拔模角	157
1.4.4 铸件壁厚	157
1.4.5 圆角	158
1.4.6 外角	159
1.5 公差	159
1.5.1 线性尺寸公差	160
1.5.2 圆柱体同心度公差	160
1.5.3 不平度公差	162
1.6 其它要求和铸造特点	162
1.6.1 切边	162
1.6.2 机械加工	163
1.6.3 镶嵌件	164
1.6.4 螺纹	164
1.6.5 文字	164
1.6.6 弯曲和成形	165
1.6.7 可熔(溶)型芯	165

1.7 耐压性.....	166
1.8 铸件的热处理.....	166
1.9 铸件废品.....	168
第二章 浇注系统的设计	169
2.1 金属的压力和速度.....	170
2.1.1 充型速度.....	171
2.2 金属流动方向.....	172
2.3 压铸机特性曲线.....	173
2.3.1 压铸机特性曲线.....	173
2.3.2 压型特性曲线.....	177
2.4 流量系数的计算.....	179
2.4.1 压射缸中的摩擦损失.....	179
2.4.2 金属液通过内浇口时的压力.....	180
2.5 不同压型的金属液流量.....	183
2.6 充型速度和充型时间的推荐值.....	185
2.6.1 充型时间	185
2.6.2 充型速度.....	189
2.6.3 内浇口面积.....	191
2.7 横浇道.....	193
第三章 微型计算机在压铸工业上的应用	199
3.1 使用微型计算机的优点	200
3.1.1 不准备解决的问题	201
3.1.2 逐步完善设计.....	201
3.1.3 缩短计算时间.....	202
3.1.4 储存技术资料.....	202
3.1.5 普及计算机技术.....	202
3.2 现有的计算机.....	203
3.2.1 Commodore 微型计算机.....	203
3.2.2 Tandy微型计算机.....	204
3.3 可以买到的程序.....	205
3.3.1 Commodore 微型计算机程序.....	205
3.3.2 Tandy微型计算机程序.....	207
3.4 今后发展趋势.....	208

第四章 压型涂料	210
4.1 压型涂料对铸件质量的影响	211
4.1.1 铸件表面缺陷	212
4.1.2 焊合	213
4.1.3 铸件变形	216
4.1.4 涂料在型腔表面沉积	216
4.1.5 铸件孔隙率	217
4.2 涂料对压型寿命的影响	217
4.3 涂料对后续表面处理工序的影响	220
4.4 上涂料方法	220
4.4.1 刷或涂	220
4.4.2 浸涂式喷涂	220
4.4.3 涂料喷枪	221
4.4.4 固定式自动喷涂装置	222
4.4.5 往复式自动喷涂系统	223
4.5 当前使用的方法	224
4.6 冲头润滑	226
4.7 压型涂料的试验	227
4.8 今后动向	228
第五章 压型材料	230
5.1 压型一般结构	230
5.2 影响压型材料选择的因素	231
5.2.1 费用	231
5.2.2 物理参数	232
5.3 压型用钢	234
5.4 压型用钢的代用品	238
5.5 热处理和焊接	239
5.5.1 热处理	239
5.5.2 焊接	245
5.5.3 表面硬化	245
5.6 压型的失效	246
5.6.1 压型失效的例子	246
第六章 压铸件的表面清理和表面处理	254

6.1	表面处理对铸件设计的要求	254
6.2	表面清理和表面处理方法	256
6.2.1	切边	256
6.2.2	磨光	258
6.2.3	清洗	259
6.2.4	电镀	260
6.2.5	阳极氧化处理和化学处理	261
6.2.6	上漆	263
6.2.7	铸件的浸渍	264
6.3	各种表面清理和表面处理方法的应用	265
6.3.1	锌压铸件	265
6.3.2	铝压铸件	266
6.3.3	镁压铸件	266
6.3.4	黄铜压铸件	267
第七章	机械化和自动化	268
7.1	机械化和自动化的优点	268
7.2	机械化和自动化的缺点	269
7.3	固态电路控制器和可编程序控制器	270
7.3.1	固态电路控制器	270
7.3.2	可编程序控制器	271
7.4	自动取出铸件	272
7.4.1	机械手	272
7.4.2	两次顶出法	274
7.5	金属自动浇注装置	277
7.5.1	机械式浇包	277
7.5.2	气压浇注包	279
7.5.3	电磁泵	281
7.6	上涂料和清理压型自动化	281
7.7	压型温度控制	282
7.7.1	冷却水控制	283
7.7.2	热流体加热——冷却装置	283
7.7.3	压铸过程各阶段的温度控制	284
7.8	射嘴温度控制和冲头覆盖	286

7.8.1 射嘴温度控制	286
7.8.2 冲头覆盖	287
7.9 压型的快速更换	289
第八章 技术教育	293
8.1 技术人员的培训	293
8.2 培训后的教育	296
8.3 技术交流计划	296
8.4 美国的技术教育	297
第九章 保健和安全	299
9.1 前言	299
9.2 劳动保健和安全条例的范围	299
9.3 条例的内容	300
9.3.1 雇主的责任	300
9.3.2 制造供应商的责任	300
9.3.3 雇员的责任	301
9.4 实施	301
9.5 压铸车间的安全	301
9.5.1 压铸机防护	302
9.5.2 着火	303
9.5.3 金属液	303
9.5.4 噪声	304
9.5.5 烟气	305
9.6 安全设备	305
有关安全规定	305
附录A ILZRO12的性能和成分	306
附录B 铸件密度的测定	307
压力铸造术语 (英汉对照)	310

第一部分

第一章 压力铸造绪论

技术人员本来就很关心本行业的技术状况，这意味着需要研究本行业当前的情况，同时还要注视其今后的发展。但是，技术人员通常很少关心一项工艺的历史沿革、在经济中的地位以及与其竞争的其它工艺方法。然而，任何一种制造工艺能赖以存在下来，除了取决于工艺本身在技术上的优越性以外，同时还取决于上述的后两个因素。所以，用与技术人员所从事的工作无直接关系的一章作为技术书籍的开头，还是说得通的。

1.1 简要历史

压力铸造属于永久型铸造工艺范畴。这类工艺方法还有重力金属型（以下简称金属型）铸造和低压铸造。在历史上，金属型铸造要比其它两种方法早几千年。考古学的发现表明，在青铜时代就已使用永久型铸造制造斧头，铸型材料是石头。我们的祖先认识到需要制造大量形状相同的铸件时，永久型工艺具有很大的优越性。这种看法也适用于现代工业。

同其它许多工艺方法一样，我们不能确切知道最早的压力铸造机械出现在什么年代，但是联系到印刷行业广泛使用铅锡合金来制造印刷机用的铅字，一般认为最初的一些压力铸造机械出现在19世纪初期。

早在1822年，这种方法就已显示出它的生产潜力⁽¹⁾，威廉姆·乔奇 (William Church) 博士制造了一台日产12000-20000铅字的铸字机，小戴维·布鲁斯 (David Bruce Jr) 在1838年制造了一台每分钟生产165个小铅字的自动机。

这些早期的压铸机与由其发展而成的现代压铸机相比，在外观上很不相同，这一点是很自然的。1849年斯图吉斯 (Sturgiss) 获得了一种压铸机 (图 1.1) 的专利权^[2]。在这种压铸机中，下压室中的熔融金属被由杠杆驱动的中心柱塞推动，通过倾斜的通道从注口被压入压型。然后，与塞子相连的浇口开闭器向前运动进入注口，与此同时，进口被打开，上压室中的熔融金属流入倾斜的通道，一旦柱塞向上提升时，金属液就重新充满下压室。

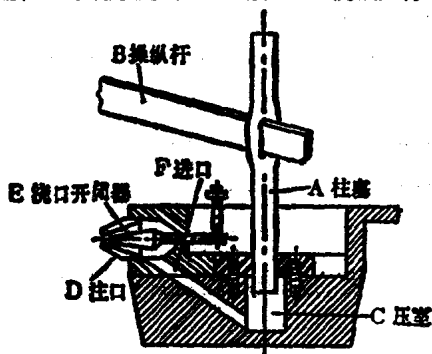


图1.1 Sturgiss压铸机局部剖面图，其中有一部分表明压室、柱塞和注口(1849年)

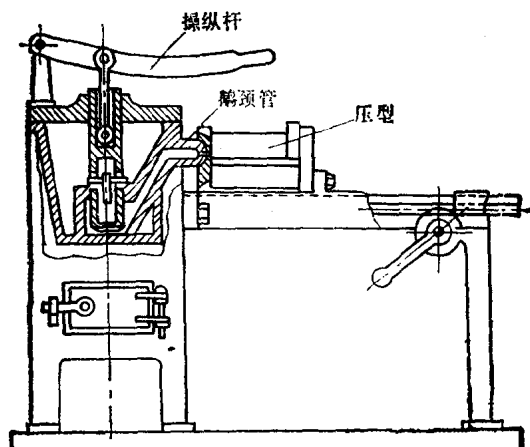


图1.2 Dusenbery在1877年设计的手动杠杆压射式压铸机

1877年图森勃利(Dusenbery)使用了一种类似的装置(图1.2)^[1], 采用了带有阀门的空心柱塞, 此阀门可使上压室内的熔融金属进入下压室。第一台鹅颈管压铸机(图1.3)是范·瓦格纳(Van Wagner)于1907年设计的^[2]。这台压铸机设计成气动操作, 所以没有柱塞。鹅颈管是固定的, 压型取走后, 必须用人工舀取金属

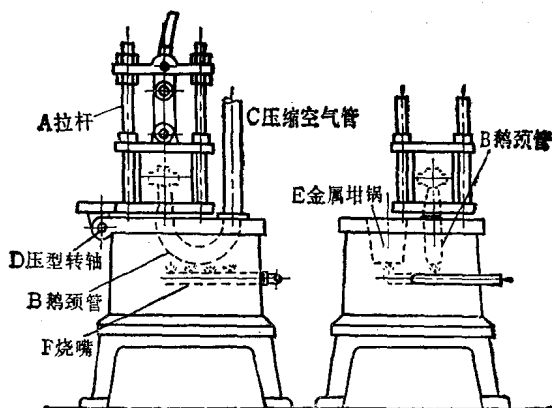


图1.3 Van Wagner鹅颈管压铸机示意图(1907年)

液, 把管灌满。在谈到压力铸造的历史时, 还应该提及查尔斯·倍贝奇(Charles Babbage)的工作^[1]。他是19世纪60年代首次出现的机械式计算机的设计人, 由于面临着需要生产批量大的铸件, 转而研究压铸工艺。这些压铸件仍有几件保存在设于伦敦的南开辛敦(South Kensington)的科学博物馆内。据当时的记载, 这些铸件是用锌强化的锡基合金制造的。但三件样品的光谱分析表明, 情况并非如此。其中有一个铸件是铅基合金, 含有近共晶成分的锡而含锌量仅为1%。其它两个铸件是锡铅合金, 属于“英国合金”(锡铜锡合金)类型, 这种合金在英国维多利亚女王时代常用于制造装饰用品。

到19世纪后期, 可以看到压铸件在现金出纳机、留声机和自行车生产中的应用日益增多。1904年可能是压铸史上最重要的一年。因为在这一年, 法兰克林(H. H. Franklin)公司开始用

压铸方法制造汽车的连杆轴承^[2]，这就开创了压铸件在汽车工业中应用的先例，而且一直延续至今。

1.2 典型用途

汽车工业在压铸生产中所占的统治地位示于表1.1，该表说明了1971年英国压铸件的销售情况。这一年制造的铸件种类示于表1.2上。关于压铸生产及其产值方面的数字通常很难从国际统计资料中查得，各国之间的数字也并不都能比较，因而可能有误。一个国家的压铸生产能力，大体上可按使用的压铸机台数来推断。1971年的生产估计(表1.3)表明美国在压铸生产中占统治地位。这不应感到意外，因为美国是大量生产汽车的发源地，而且是促使社会购买耐用消费品的国家，这两个市场具有广大的压铸件用户。

表1.1 1971年英国压铸件的销售

工 业 部 门	铝(%) ^①	锌(%) ^②
汽 车	55	30
电机工程	13	不详
机械工程	9	不详
家用器具和办公设备	14	30
玩 具	—	15
其 他	9	25

① 资料来源：铝合金协会。

② 资料来源：锌开发协会提供的估计资料。

表1.2 英国1971年压铸件的典型用途

铝	锌
汽 车	
散热器护栅	车门手柄
化油器本体	化油器本体
配电器本体	车灯框
水泵外壳	配电器本体
气缸体	发电机端板
气缸盖	启动电动机端板
离合器、变速器	恒温器外壳
正时齿轮等的外壳	刮雨器电动机外壳

(续)

铝	锌
电 气 工 程	
电动机底座 电动机转子	配电装置的外壳和盖子
机 械 工 程	
柴油机油底盘 对重量要求严格的滚筒和其它转动零件	变速器的外壳和盖子 拉 手 滚 筒
家 用 器 具 和 办 公 设 备	
手提工具包和支架 打字机架 “烫斗”面板 电视机荧光屏框 洗衣机搅叶	洗衣机水泵 电冰箱门把 电唱机的台面和电唱头臂 电视机荧光屏框(镀铬)

表1.3 西方世界压铸机总数 (到1971年9月止)

国 家	估计的压铸机总数	估计每年每台压铸机生产的平均吨数
美 国	15 000	35
加 拿 大	650	88
联 邦 德 国	2 600	88
英 国	1 750	85
意 大 利	2 100	62
法 国	1 250	71
日 本	3 900	73

1.3 优点、成本和有竞争力的其它方法

压力铸造是所有铸造方法中生产速度最快的一种，已跨入冲压、模锻、塑料注射成型的行列，并可与之竞争，然而这些方法都要求生产大量的相同零件。压力铸造也是砂型铸造和金属型铸造的竞争者。但一般每种工艺方法都有其一定的固有优点及局限性。对上述各种工艺方法的主要特点已进行了归纳(表1.4和1.5)^[8]，关于压力铸造的应用问题，得出如下的重要结论。

如果对下列任一问题的回答是肯定的，可以认为采用压力铸造可能最为适宜：

1. 制造的零件批量是否大（5000 件 或更多）？压力铸造是一种高速生产方法，因此它自然适用于大量生产，而且批量大也最经济。

2. 机械加工工具是否昂贵？一般来说，压铸件很少需要再加工，从而减少了工具费用。这意味着大大节省了总的生产费用。所以，对铸件批量较小的订货，往往用压力铸造也很适宜，因为不再需要昂贵的机床。

表1.4 压力铸造与其它生产工艺的比较

工 艺	材 料	生 产 率	零件的强度	复 杂 程 度
压力铸造	铜、锡、锌、 镁、铝、铜合金	很高：每小时 2000件（对 某些零件）	单位强度高	从简单到很复杂
金属型铸造	铁、镁、铝、 铜合金	比 较 低	强度高，热 处理后特别高	一般不如压铸件 复杂，除非采用芯 子
砂型铸造	主要是铁、 镁、铝和铜合金	低——除非 铸造全盘机械 化	比压铸件和 金属型铸件的 强度小	从简单到很复杂
模锻和模压	钢、镁、铝 和铜合金	中 等	最 高	相 当 复 杂
塑料成型	热塑性和热 固性树脂	很高，相当 于压铸件	比上面提到 的零件的强度 低	与压铸件相同， 但具有零件可自行 上色的优点

表1.5 成本比较

工 艺	外 观 和 表 面 修 饰	成 本
压力铸造	很好，可用机械加工、电镀、 化学或有机涂料等各种方式来修 饰表面	设备，工具费用高，在产品多 的情况下，零件成本低
金属型铸造	一般用机械加工或打磨，但保 留金属基面	设备费用低，压型费用中等。零 件成本介于压力和砂型铸造之间

(续)

工 艺	外观和表面修饰	成 本
砂 型 铸 造	较压铸件或金属型铸件差,机械加工或打磨,保留基体金属表层	设备、工具费用低,零件成本高
粉末冶金	好,但多孔,通常保留基体金属表层	设备费用和工具费用中等,在产品多的情况下,零件成本低
模锻和横压	次于压铸件,通常保留基体金属表层	设备、工具费用高,在产品多时单位成本相当低
塑料成型	极好,能被模压成表面极光滑的各种颜色的零件	设备、工具费用高,在产品多的情况下,零件成本低

3. 机械加工、装配或表面精整工序的费用在成品的成本中是否占很大比例? 使用压铸件可节省制品完工所需的时间和费用。由于各种轻金属压铸件的尺寸一致、互换性好,所以装配快。压铸件铸态表面光洁,因而许多精整工序可以简化,甚至取消。

4. 减少机床和厂房的投资是否很迫切? 采用压铸件作为节省工厂设备的措施通常很有利。所提供的压铸件已去除飞边毛刺,在许多场合几乎可以直接组装。这就省去了别的方法所需要的许多工序,可以抽出生产能力和厂房用于其他用途。

还应该指出^[8],压铸工艺还有一个很大的优点,即利用压型滑块能制造侧面凹槽和复杂的孔。

压铸件的典型性能以及与其竞争的工艺方法和材料列于表1.6^[4]。该表并非要详尽罗列指标或优点,而是为了对生产任何零件的各种相互竞争的工艺方法进行必要的研究,把所需费用计算出,对不肯定的因素作出估计。英国^[5]和南非^[6]已进行了这种工作。

对于大型、中等、和较小的铸件使用金属型铸造和压力铸造的费用数字已有报导^[5]。可以认为这两种铸造方法从铸件大小来看可能没有什么差别。但是,如果采用高压的压铸件是在800~1200t合型力的压铸机上生产,只要生产批量适当,其生产费用要比金属型铸造低。