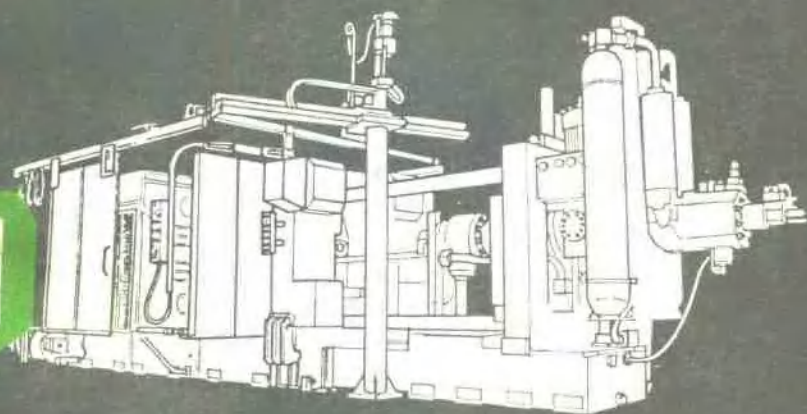


压铸技术

〔日〕 瀬川和喜 著
周子明 译
于秀琴 校



航空工业出版社

压铸技术

(日) 濑川和喜 著
周子明 译
于秀琴 校

航空工业出版社

1986

内 容 提 要

本书论述了压铸的特点,分析了压铸过程中的金属流动和凝固,同时总结了压铸件的设计、浇注系统以及压铸工艺方面的实践经验;对压铸机和压铸合金的选择也作了简介介绍。

本书可供广大压铸技术工程人员及工人参考,也可作为高等及中等专业学校有关专业师生参考书。

压 铸 技 术

(日) 瀬川和喜 著

周子明 译

于秀琴 校

航空工业出版社出版

(北京安定门外北苑大院2号)

新华书店北京发行所发行

航空工业出版社印刷厂印刷

1986年8月第1版

1986年8月第1次印刷

787×1092毫米 1/32

印张: 2 3/8

印数: 1—5,000

字数: 54千字

统一书号: 15448·3

定价: 0.50元

译 者 的 话

这是一本比较实用的压铸工艺技术书。作者以简练的文字和明晰的图表，介绍了他二十余年从事压铸工作的经验，总结了压铸工艺的科学实验成果。特别是对“充填理论”的见解尤有独到之处。作者通过对压铸技术的亲身体验，对合金液在各种压铸条件下充填型腔时的流动状态进行了分析，对各种影响压铸件质量的因素进行了深入的研究，提出了一系列确保稳定优质高产行之有效的措施。作者还对“充填时间”和“凝固时间”进行了一系列的测试实验，数据精确。此外，对于提高模具寿命、正确设置内浇口和排气溢流等均作了详细阐述。

由于译者水平有限，错误之处请读者指正。

1982年10月8日

前 言

众所周知，压铸与其他铸造方法比较，具有很多优点：能铸出壁薄而形状复杂、尺寸精度高、表面光滑、不加工或少许加工的铸件，生产效率高，适合于大量生产等等。但是，另一方面，压铸也存在容易产生气孔和缩孔缺陷的缺点。

铸造方法有多种。那么，什么叫做铸造呢？从广义上说，可以简单地回答：“把金属加热到熔点以上温度，使其熔化后注入铸型，把气体置换出来，进而在铸型内冷却凝固成与铸型内腔同一形状的铸件的物理行为。”如果压铸也能按此理想的物理行为进行的话，那么，上述那种缺陷自然就不会产生。但是实际上这是一个非常难以解决的问题，这也正是许多压铸技术工作者为之绞尽脑汁的研究课题。

我们往往习惯于根据现象作出结论的思维方法，但是对于压铸技术工作者来说，这是不允许的。压铸的优点，从开始研究压铸技术起就把它作为开发的目标加以实现。对压铸件内发生的缺陷，不能抱宿命论的观点，认为不可克服的，而应该视为必须加以改进和解决的技术课题。为了解决这个问题，就必须弄清楚压铸过程中出现了什么样的物理现象和物理行为，它们对压铸件的质量有何影响？有何关系？在充分掌握这些现象和内在关系之后，从理论上加以解决。

压铸技术专业书籍有多种，都有丰富的内容，很有参考价值。但是，在这些专业书籍中关于铸件质量与铸造条件、压铸模具、压铸机的性能等关系的论述却很少。本书想对此

作些补充，但内容还不太充分，不过，我觉得对于奋战在压铸生产第一线的诸位技术人员会有一定的参考价值 and 有所帮助。下面，将我二十余年来对各种性能的压铸机、数百种的压铸模的实践经验作一介绍。

尽管压铸件在形状、尺寸、重量、锭料成分、所需的质量、使用目的等方面千差万别，但所使用的铸造技术和压铸模具在范围上，却是非常狭窄的。甚至连可称之为一般常识性的技术规范也很少。因此，所谓压铸技巧，只能分别对各个压铸件从理论上加以分析确定。否则，就不可能稳定地生产优质压铸件，而且质量管理活动也不可能走上正确的轨道。

目 录

一、压铸的特点	(1)
1-1 把压铸模作为热交换器	(1)
1-2 必须在短时间内把金属液压入型腔	(1)
1-3 压铸时型腔内的气体排出困难	(2)
1-4 金属液压入时的喷射状态	(2)
二、压铸中的金属流	(3)
2-1 金属液流的种类	(3)
-A 喷射	(3)
-B 喷射流	(4)
-C 压力流	(5)
-D 再喷射	(6)
-E 补缩金属流	(6)
2-2 金属流特性的利用	(8)
-A 喷射及喷射流的利用	(8)
-B 压力流的利用	(8)
-C 对付再喷射的办法	(8)
-D 补缩金属流	(9)
2-3 金属流与压铸件的质量	(9)
-A 表面质量	(10)
-B 内部质量	(10)
-C 强度及气密性	(10)
三、金属液的凝固时间与“适当充填时间”	(11)
四、压铸模	(16)

5-4	模具的溫度	(41)
5-5	金属液的溫度	(42)
5-6	涂料(脫模剂)	(42)
5-7	冲头的潤滑剂	(42)
5-8	余料餅的厚度	(43)
5-9	循环時間	(43)
5-10	其他	(43)
六、	压铸机的性能	(44)
6-1	压铸机的压射性能	(44)
6-2	压射油缸的种类及其特性	(45)
-A	单动油缸的特性	(45)
-B	背压式油缸的特性	(47)
-C	增压式油缸的特性	(48)
-D	压力和速度分別控制的增压式油缸的特性	(48)
七、	铸件结构设计应注意事項	(50)
7-1	铸件的抗拉强度	(50)
7-2	铸件的形状	(50)
7-3	铸件的转角处的R	(51)
7-4	铸件的壁厚	(51)
7-5	铸件的壁厚与金属液的流动长度	(51)
7-6	出模斜度	(52)
7-7	加工余量	(52)
7-8	压铸孔	(52)
7-9	压铸合金的选择	(53)
7-10	铸件的图纸	(53)
八、	压铸工厂的质量管理	(53)
九、	压铸模的热处理	(57)

9-1 退火	(58)
9-2 淬火	(60)
9-3 回火	(63)
9-4 氮化处 理	(64)
9-5 热处理 变 形	(65)
9-6 与热处理有关的压铸模设计注意 事 项	(65)
9-7 保存好热处理 的 数据	(65)
结束语	(66)

一、压铸的特点

在考虑压铸技术时，应准确地弄清所谓压铸究竟是一种什么样的铸造方法。因此，在此节中对于压铸法的基本方面、与其他铸造方法有那些不同的特点，作些比较和说明。

1-1 把压铸模作为热交换器

压铸用模具，为了能使其反复多次使用，就需用特殊钢材（SKD 6，SKD 6 1 等）来制造。为了便于熔融金属内的热量能在短时间内释放出去，以提高生产效率，就需要在模具内设置许多通冷却水的孔道，从而使压铸模具有热交换器的功能。另一方面，还需使模具的温度保持在金属液温度的40%左右。因此，压铸模不仅具有热交换器的功能，同时还必须具有蓄热器的功能（详见4-7、5-4）。

1-2 必须在短时间内把金属液压入型腔

压铸件的形状比较复杂，尺寸多种多样，壁薄。与其他铸造方法的铸件比较，压铸件的表面积对体积的比率要大得多。压铸法的金属液与型腔壁面的接触（铸件的表面）的单位面积上所保持的热量要少得多。而且压铸模还承担着热交换器的任务。因此，在金属液与铸型的接触面上，每单位面积、单位时间内从金属液向铸型迁移的热量（千卡/厘米²/秒）（瓦/米²）要比其他铸造方法大得多。

由此可见，压铸时金属液内所保持的热量，从很大的表面上在很短的时间内被夺走。因此，压铸时必须在更短的时间内把金属液压入型腔（根据压铸件的壁厚及其他条件来调正“适当充填时间”，其范围一般在0.02~0.2秒，详见第3节）。这样，压铸机的压射机构应该具有能以高速高压把

金属液压入型腔后并在金属液凝固之前施加更高的压力的性能（详见第6节）。

1-3 压铸时型腔内的气体排出困难

如上所述，压铸就是用高速高压在极短的时间内把金属液压入型腔。因此，型腔内的气体排出较为困难。排气槽缝隙的断面积太小则气体难以排除；太大则金属液有喷出型腔的危险。为此，压铸模上的排气槽必须满足气体通得过而金属液通不过的断面形状和尺寸要求（详见4-5节）。

压铸模上的排气槽的断面积，与其它的铸造方法的排气槽的断面积比较，是很小的。而且由于金属液压入型腔的时间极短，要在此极短的时间内把型腔内的气体百分之百的排除出去是非常困难的。若换算成大气压计算，通常总会有百分之零点几至百分之几大气压的气体被卷入金属液内而造成铸件内部的气孔。如果这些残留气体很少，且均匀分布在铸件内，仍可以得到健全铸件；否则，就成为铸件内的严重缺陷。决定成败的主要因素，就是压铸模的设计、压铸机的性能、压铸工艺等。关于这些，将在以后各节详述。

1-4 金属液压入时的喷射状态

金属液在高速高压下压入型腔时的流动状态，最初阶段是完全的喷射。此后在短时间内，一边在非常复杂的变化，一边在向型腔各部位充填，直到充填满了为止。正确认识金属液的流动状态的变化，充分利用金属液的这种特性，是压铸出良好铸件的一个重要因素。

综上所述，在压铸模内，金属液的凝固时间非常短。在这极短的时间内，既要有效地排除型腔内的气体，又要使金属液能够得到充分压实。要在这样的制约下，铸出良好的压铸件，充分理解第2节的内容并在实践中灵活应用是十分重要的。

二、压铸中的金属流

观察压铸法压入型腔内的金属液的流动状态及其流动特性，不是一件容易的事情，而掌握压铸中金属液流动状态和特性是十分重要的。关于压铸中的金属流动状态和特性，太田在《压铸》一书上作了著名的论述，对于我们从事压铸技术工作者是很有参考价值的资料。但是，实际使用的压铸模，要比太田所实验的复杂得多。在这些压铸模型腔内的金属液流动状态要比太田的实验结果更为复杂。因此，为了弄清楚实际使用的各种形状的压铸模型腔内的金属液的流动状态，将略少于型腔容积的金属液注入型腔，使其进行种种变化以进行实验，现就这些实验中所得知的金属液充填状态，概述如下：

2-1 金属液流的种类

2-1-A 喷射

用一般的压铸模在通常的铸造条件下把金属液压入型腔内。在最初阶段，如图 1 所示，通过内浇口后的金属液在运动能的作用下，以很高的速度象枪弹一样向前直射。其方向

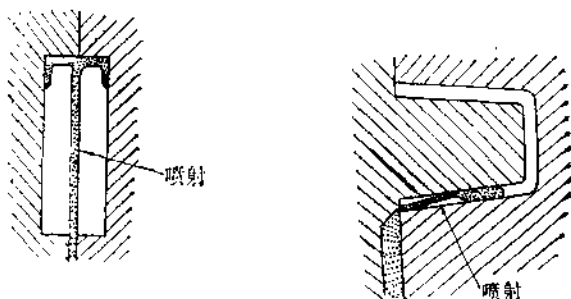


图 1 喷射状态

取决于内浇口的方向。这种状态的金属流以下称作“喷射”。

2-1-B 喷射流

在运动能量作用下于型腔空间直飞似地喷射的金属液，会与型壁或与别的金属流相冲撞。此时，金属液内的一部分运动能量即转变为热能和压力；并且在改变金属流动速度和前进方向的同时，沿型壁流动。这个阶段的金属流与一般的压力流的性质（从压力高的一面流向低的一面）有所不同，由于剩余的运动能，使金属液直线前进性质很强。这个阶段的金属流以下称“喷射流”，如图 2 所示。

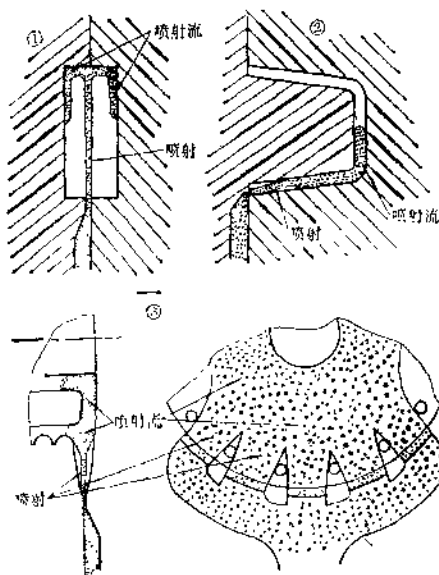


图 2 由喷射转变为喷射流

图 2 表示由喷射转向为喷射流的变化过程。图中①和②是金属液喷射到型壁后即转变为喷射流；③是由各股金属流

互相冲突阶段由喷射转变为喷射流而沿壁缓缓地流动。

2-1-C 压力流

仅有喷射和喷射流，还不足以使金属液充填整个型腔。在多数情况下，喷射和喷射流所保持的运动能量在金属液尚未充填完时，就由于在型腔内发生冲突、摩擦、气体阻力等而耗损殆尽。因此，要使充填到金属流的“后流”部分（金属液最后到达的部分）的金属液，在后续的金属液推动下前进。这个阶段的金属流叫做“压力流”。

图3表示为从喷射到压力流的状态。图中①是喷射的前端开始转变为喷射流的阶段；②是金属液由喷射流进入型腔约有型腔容积的一半的阶段；③是压力流的阶段。这样的压力流发生在偏离喷射及喷射流的通路的部分（例如铸件上的凸台部分）和远离内浇口的部分。

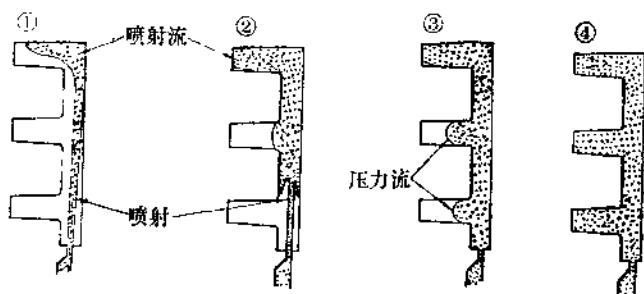


图3 由喷射、喷射流转变为压力流

压力流在阻力少的通道上前进的特性是很强的。因此，在压力流所充填的部分，若压力流分成几股支流，则金属流的阻力分散。还有，若出现阻力大的岛状部分，金属液只能在其周围流动，而不能充填到阻力大的部分。

〔备考〕

造成金属流阻力的因素有多种，其中主要的因素是：铸

件的厚薄不匀、金属流的弯曲、型腔表面的光洁度差、型腔内有气体压力等等。

2-1-D 再喷射

在压力流或喷射流的通道突然变大的部分（薄壁到厚壁的变化部分），金属液又一次地离开型壁形成喷射状态，这种喷射状态以下称“再喷射”如图4所示。

从图4中可看出，在再喷射的部分，很容易产生气孔和缩孔。因此，在设计压铸模件和压铸模时，应尽可能地避免再喷射的发生。

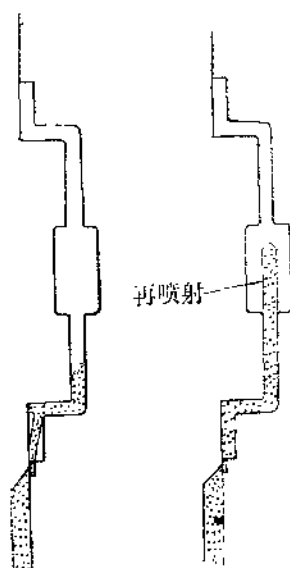


图4 再喷射

2-1-E 补缩金属流

众所皆知，金属液温度一降低就要产生收缩。当金属液温度降低时，表面和内部的温度并不会同时下降。尤其是压铸模作为热交换器时，使金属液的表面层极快冷却，随后，内部的金属液也跟着下降。因此，金属液先从表面开始凝固，内部稍微迟后凝固而收缩。在此过程中，如果不向其内部补充金属液则就会发生缩孔。

补缩金属流就是要在内浇口部分的金属液尚未凝固之前，立即增高压射室内的压力，向型腔内进行补缩。这叫做“补缩金属流”。

补缩金属流起作用的时间越长，则铸件质量越好。这点在模具设计时必须注意到。

上面就压铸金属流的种类作了说明，但各阶段之间并没

有明确的界线。例如，喷射流在其初期与喷射具有同样大的运动能量，因此直进特性很强。但是随着金属流前进而运动能量逐步耗损，作为喷射流的性质也随之减弱，最终阶段变为压力流。还有在某些压铸模中，总是不会发生相同的金属流。当然，若条件一改变则金属流也改变。如图5所示，图上①、②、③、④是金属液从通过内浇口开始之前到高速压射的情况；①是金属液在压入型腔之前的准备状态，②是完全喷射状态，③④所示喷射流直线前进充填型腔，直到内浇口附近的连续喷射状态。在此例中，是金属流变为压力流卷入气体的阶段。图上1'、2'、3'、4'所示是以低速压射使金属液充填到约为型腔容积的1/3（如图2'所示）并立即转换成高速压射的金属流。

在此种情况下，1'、2'阶段不会发生喷射现象；3'、4'阶段的金属液通过内浇口之后，必须顶着它上面的金属液进行充填。因此，3'、4'阶段即使是喷射流，也不会发生喷射状态。不过，假如此种条件一改变，则金属流也会改变。

对压铸中的金属流影响最大的因素，就是内浇口的形状。图6示出几种基本内浇口形状和金属液喷射方向。由此可见，内浇口形状决定着金属液

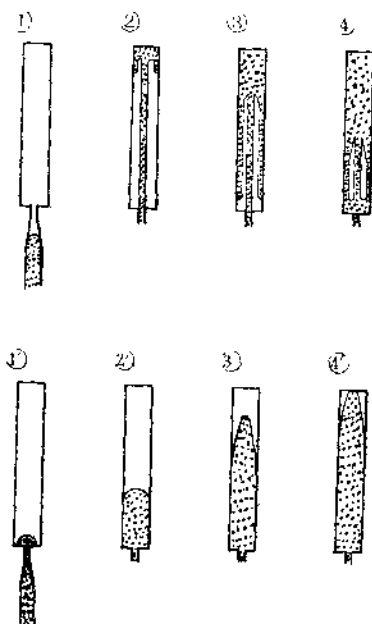


图5 金属流随条件的改变而改变

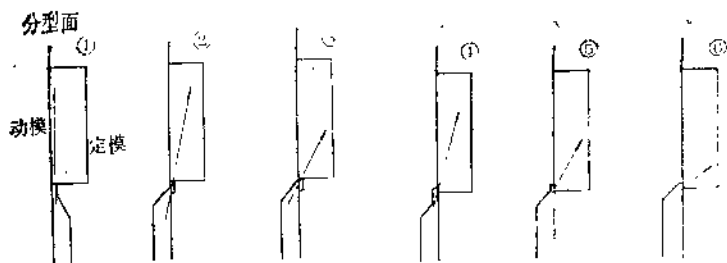


图 6 基本内浇口形状与金属液的喷射方向

的喷射方向。因此，在设计压铸模时，采用何种形式的内浇口是件非常重要的工作。这点将在第 4 节中详述。

2-2 金属流特性的利用

压铸件的形状、大小，是千差万别的，而且对它的质量要求，也是有多种多样的。那末，对每个不同要求的压铸件，应该采用什么样的金属流才最为合适呢？

2-2-A 喷射及喷射流的利用

喷射及喷射流具有一个很强的特性，就是在很大的运动能量的作用下能够直线前进。这种特性，可以利用于首先充填那些阻力很大的部分和没有排气槽的部分（即压力流难以充填的部分）。

2-2-B 压力流的利用

压力流没有喷射及喷射流那样大的运动能量，但是它却具有接受后续金属液中供给的压力能，从而使金属液沿着型壁前进的性质。利用这种特性，能够很便利地把型腔内的气体有效地排除出去。

在压力流充填的部分，汇集着由喷射及喷射流所充填部分的气体。因此，在这部分必须开设排气槽。

2-2-C 对付再喷射的办法