

压力铸造浇道技术

〔西德〕W·芬努茨 著

卢运模 译

国防工业出版社

压力铸造浇道技术

〔西德〕 W. 芬努茨 著
卢运模 译

国防工业出版社

内 容 简 介

本书分为两部分。第一部分叙述浇道系统的设计原则,其中包括内浇道、横浇道、直浇道、排气槽和溢流槽的设计原则及相互关系。作者在这部分归纳了几位知名的压铸专家对浇道系统设计所持的不同观点,并分析了他们提出的计算公式和经验公式的使用条件。第二部分示出了由西德压铸工厂提供的典型铸件实例。在每个实例中,绘出了典型压铸件的形状和浇道系统,列出了压铸工艺参数和压力曲线等。作者在这里还根据获得优质铸件的生产实践条件,对比了浇道系统设计的经验公式,并提出了修改这些经验公式的意见。

本书适用于从事压铸生产的工程技术人员和工人使用,亦可供教学和科研人员参考。

ANSCHNITTECHNIK FÜR DRUCKGUSS

W. Venus

Giesserei-Verlag GmbH 1975

*

压力铸造浇道技术

〔西德〕 W. 芬努茨 著

卢运模 译

责任编辑: 唐朝瑛

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 $1/32$ 印张 $7\frac{1}{2}$ 157千字

1984年5月第一版 1984年5月第一次印刷 印数: 0,001—6,400册

统一书号: 15034·2666 定价: 0.79元

译 者 的 话

《压力铸造浇道技术》一书全面概括了至今为止在压铸生产实践中所积累的浇道设计技术。作者对许多知名的压铸专家的浇道设计观点以及他们所推荐的浇道计算公式进行了对比和评价,指出了这些浇道设计经验公式的使用条件。特别是本书的后半部分,作者通过列举大量的压铸件典型实例,具体分析了各种经验公式的可靠性,从中找出适用于各种不同形状压铸件的浇道设计公式,为广大的压铸工作者提供了一本颇有实际用途的工作手册。

本书由西德铸造工作者协会组织出版。它适用于从事压铸件设计、生产和检验的工作者,以及从事压铸理论研究的科研人员阅读。

本书承蒙陈金城同志审阅,在此致以谢意。

译 者

一九八二年五月

前 言

在压力铸造中，浇道技术对铸件的质量和经济效益起着重要作用。三十年代开始受到人们重视的浇道技术，近二十年来随着压铸生产的迅速发展更加完善。因此，才有可能从单凭经验确定浇道尺寸，发展到根据测量结果更可靠和更确切地计算出浇道尺寸。

多年来，西德铸造工作者协会压力铸造专业委员会做了大量工作，把分散的资料进行归纳整理，以供压铸工作者使用。工程师W. 芬努茨 (W. Venus) 是一位善于通俗易懂地介绍新技术的专家。我们对他表示衷心感谢。同时也感谢那些根据西德铸造工作者协会提出的问题，为本书提供了许多生产铸件实例，并附带大量生产数据的压铸车间。G. 利比 (G. Lieby) 给予了作者业务上的指导，G. 奥恩斯曼 (G. Ohnsmann) 为本书绘制了图表，对此一并致谢。

目前，愈来愈多地采用计算和测量的方法设计浇道系统，以满足对铸件质量提出的越来越高的要求。因此，希望本书能在压铸工作者设计和确定浇道尺寸的工作中给予有益的帮助。本书适合压铸实践工作者和研究人员使用。

西德铸造工作者协会会长

G. 恩格斯

一九七五年五月于杜塞尔多夫市

目 录

1. 引言	1
2. 浇道特征	2
2.1 内浇道在铸件上的位置	2
2.2 关于内浇道大小、尺寸和形状	4
2.2.1 内浇道的大小	9
2.2.2 内浇道的尺寸	59
2.2.3 内浇道的形状	62
2.2.4 横浇道	87
3. 型腔的排气	94
3.1 分型面上的排气槽	97
3.2 活动和固定的模块间的排气槽	100
3.3 在相互固定连接的模块间的排气槽	101
3.4 特殊形式的溢流槽和排气槽问题	102
4. 在多腔压铸模上的横浇道、排气槽和溢流槽	105
5. 压铸铜合金时内浇道、横 浇道和排气槽的形状及位置	115
6. 附表	118
7. 书中所用符号	123
8. 铸件实例说明	125
9. 铸件实例	133
参考文献	233

1. 引 言

获得优质压铸件的必要条件之一,是正确地制造压铸模。压铸模内有型腔。在热室压铸机或在立式冷室压铸机上,型腔通过横浇道与直浇道相通,而在卧式冷室压铸机上,它与定模内的直浇道相通。

单个的横浇道或者多个横浇道是通过内浇道与型腔相连。在多数情况下,内浇道使横浇道形成喷嘴式的窄口,有时在这个窄口内金属液被加速到很高的速度。

溢流槽设置在型腔周围适当的位置上,它们通过溢口与型腔相连。为了排出空气或由润滑剂挥发的气体,通常从溢流槽处向外开设一些窄截面的扁平小槽。这些小排气槽也可以不经过溢流槽直接地从型腔向外开设。它们主要位于压铸模的分型面上,但有时也沿着型芯、滑块或推杆开设。

上述金属液流经的槽和道,统称为“浇道系统”。

正常的压铸生产,首先取决于浇道系统的正确设置和构成。

当生产一些形状简单的小压铸件时,不需要过多地考虑浇道的设置,也可以得到满意的结果。但是,在生产重量大、壁厚相差悬殊、形状复杂、对组织致密性、表面质量和工艺质量要求严格的压铸件时,浇道的位置和构成就需要精心设计了。在任何情况下,由于设置不恰当的浇道系统所造成的影响,是不可能通过改善其它压铸参数进行补偿的。

2. 浇道特征

2.1 内浇道在铸件上的位置

多数情况下，分型面以及内浇道的位置取决于下列因素：

1) 与铸件的一般形状有关，特别是与铸件的对称面或形状相似的截面有关；

2) 与如何清除分型面、浇道余料上的毛刺以及如何清除推杆痕迹有关；

3) 与对于可选用的压铸机类型的经济分析有关。相反，在复杂的铸件上，分型面位置的确定对保证合适的内浇道位置和保证铸件内型芯抽拔方便起着决定性的作用。对于多腔压铸模而言，更是如此，在这种压铸模上要特别注意防止相互妨碍型芯的抽拔。

在任何情况下，铸件是否可以脱模对分型面位置的最后确定都有决定性的影响。

一般在确定分型面的同时，也应确定内浇道在铸件上的位置，例如在铸件的边缘、孔的外侧或内部。如果铸件带有侧面型芯，内浇道可开设在其周围。横浇道也可呈全封闭或部分封闭的通道形式，设置在侧面型芯的四周。然后，由这个横浇道向一个或者几个内浇道供给金属液（见法兰盘铸件或者轴颈铸件）。

在压铸生产实践中如何实现上述这些通用规则，将在后

面讨论的应用实例中加以说明。

在这里，应对“中心浇道”这个概念做些说明。在热室压铸机上和立式冷室压铸机上，金属液从压室挤入定模的直浇道内，然后再经过横浇道和内浇道填充到型腔里。如果将一个直径较小的直浇道开在环形或杯形压铸件的中心孔上，这种浇道称之为“中心浇道”。从这个直浇道上可分出几个横浇道，这些横浇道通向位于孔边缘上的内浇道。如果孔较小，则孔的周围全部或者大部分形成了内浇道。如果孔足够大，则可将卧式压室的梳状浇道开设在孔内，这种设置方法亦称之为“中心浇道”。如果孔太小，无法设置梳状浇道，此时既是在卧式压室上也必须在压室与横浇道之间设置一个直浇道。这个直浇道同在立式压室上一样，为横浇道形成一个过渡区。在此，如立式压室一样，也需要考虑开模前或开模时分流锥与压室内余料分开问题。

当铸件内部没有合适的孔或者压铸件的形状不允许在其内部边缘上开设内浇道，或者开设内浇道后会流动状态变坏时，既使在热室压铸机上或者在立式冷室压铸机上，直浇道都必须设置在压铸件轮廓的外面，从这里开出横浇道，并通向位于压铸件侧面的内浇道。

实际上，经常错误地认为，在立式冷室压铸机上，一般直浇道都必须设置在压铸件轮廓的内部，即所谓的“中心”。不管直浇道是否位于压铸件孔的内部还是位于压铸件轮廓的外部，笼统地将立式冷室压铸机上的直浇道错误地称之为“中心浇道”。

如上所述，在卧式压室上也可以采用“中心浇道”。就中心浇道的确切含义而言，只有在型腔内直浇道确实位于压

铸件的中心孔上时，才称之为“中心浇道”，这个概念与压铸机的结构类型无关。

在特殊情况下，也有这种可能性：即直浇道（在热室压铸机或立式冷室压铸机上）直接设置在压铸件的壁上或者开设在该壁上的适当的凸台上，而这些壁或者凸台又没有孔。这样，在压铸件厚壁上的或者凸台上的直浇道截面积便作为内浇道的截面积使用。但是，这是一种特殊的情况，是由压铸件的特殊形状所造成的。因此，要特别考虑这种设置浇道方法的适用范围。

2.2 关于内浇道大小、尺寸和形状

内浇道的这些特征的正确选择，取决于下列给定的条件和对压铸件所提出的要求：

- 1) 压铸件的大小；
- 2) 压铸件的形状；
- 3) 压铸的合金种类；
- 4) 压铸机结构类型；
- 5) 对压铸件的组织致密性、强度、延伸率、表面质量、消除缩孔和气孔等方面所提出的要求；
- 6) 清除压铸件上内浇道余料或痕迹的可能性。

为了满足第5项要求，内浇道必须完成下列任务：

a) 为良好地填充压铸模，必须保护易损坏的压铸模部件（如薄弱的型芯），并且避免在受冲击的模壁上发生浸蚀和粘模，以便得到最佳的流动状态；

b) 获得和保持压铸模所要求的温度状态（压铸模装有适当的加热-冷却系统），并避免出现局部热冲击；

c) 必须使空气和由润滑剂挥发的气体尽可能彻底地从型腔内排出, 在必要的情况下允许适当地和有效地设置排气槽和溢流槽;

d) 经过多次压铸后, 内浇道的形状和大小保持不变(避免冲刷和小滴熔液的粘附);

e) 可经济地从压铸件上清除横浇道和压铸件上的痕迹;

f) 应尽可能避免内浇道损坏压铸件的外观。

对内浇道的形状、尺寸和位置所提出的各种要求, 通常不可能全部地得到满足。因此, 不可避免地要采取折衷方案。第1点所提出的要求, 即提供保证良好填充压铸模的最佳流动状态, 是获得优质压铸件的基本要求。这是一个主要问题, 与此相比, 其它所有各项要求均不同程度地处于次要地位。

早在人们还没有真正认识压铸模填充过程之前, 就已在热室压铸机上生产出良好的压铸件了。只是在从压铸低熔点重金属发展到压铸轻金属以及铜合金时, 才迫切要求认识压铸模的填充过程, 因为各种各样的压铸现象和压铸结果要求有一个处理的准则。早在1928年, L. 弗罗梅尔(L. Frommer)通过理论—物理分析, 使人们开始了解实际上早已存在的现象。他在一台活塞式压铸机上, 压铸了锡合金和锌合金, 并在一台直接用压缩空气供给熔液或用料勺供给熔液的压铸机上压铸了铝合金, 获得了对压铸过程的基本认识。在冷室压铸机出现之后(主要指波拉克型(Polak)立式压铸机), 他的认识又得到进一步的丰富, 因为这种压铸机在各方面都适合所有可压铸轻金属, 如锌合金、铝合金、镁合金和铜合金的要求。

L. 弗罗梅尔将当时所得到的认识详细地归纳起来，并在 1933 年写出了《压铸技术手册》一书。这本书很快就成为一本压铸技术的权威著作，并于 1965 年由 G. 利比重新加工出版。

这本书的要点是，通过应用物理流体规律阐明了型腔填充过程的流动过程。他们在理论分析方面，以矩形板件的填充为依据，金属液通过位于矩形板窄侧面上的带状薄内浇道流入型腔内。金属液流过板的型腔，碰在对面的模壁上，在那里形成金属冲击，然后液流以与金属液流入的相反方向填充型腔。为使型腔填充有规则地进行，并最后反向填充到内浇道处，必须保持一定的条件，例如金属液流动厚度与型腔截面之比、流动速度、模壁温度以及金属液温度等。如果上述参数超过一定的极限值，在内浇道的后面会出现一种不规则的，理论分析也难于估计的填充方式。当时，L. 弗罗梅尔的理论分析仅在极少数情况下可以通过某些压铸件，例如简单的板状压铸件加以证实。因此，压铸车间内每日发生的各种生产问题，不能从弗罗梅尔所列的图例中得到清楚的解释。即使是与弗罗梅尔的板件相似的压铸件，其填充过程通常也是另外一种方式。

早期，W. 勃兰特 (W. Brandt) 也进行了一些试验研究，并于 1937 年发表了他的试验结果^[3]。但后来多次证实，他的试验不能清楚地说明实际的填充过程。根据所有的或然率，在他的试验中出现了这种现象：在流动过程中，由于很大的加速度的作用，出现分散的金属流。

在试验的板件内，分散的金属流导致出现从内浇道起沿着流动方向，向对面填充的现象。

在W.勃兰特的著作发表后，虽然在压铸模填充方面出现了两种意见，但并没有使形状简单和形状复杂的压铸件的实际压铸过程，得到完全清楚的解释。

在凯泽-威廉（Kaiser-Wilhelm）金属研究院的W.克斯特尔（W. Köster）教授的领导下，通过活动影片显示压铸过程之后，对填充理的认识才取得明显的进展。关于这方面的情况，W.克斯特尔和K.格林（K. Gohring）在高等院校的报告中^[4]作了详细说明。他们将伍德合金填充到透明的压铸模内的情况拍成电影。这部电影可以速摄慢映地进行分析，这样才第一次有可能观察压铸模的填充过程。除用普通的板件外，还用各种金属流形状和填充速度，试验了带边角的和倒圆的U形板件以及类似的试验件的填充情况，并对观察结果进行了详细分析。由此第一次准确地确定了型腔的填充时间。他们在这篇报告的结论中写到：

从影片中看出，L. 弗罗梅尔提出的填充过程基本上是正确的。他采用流体力学的定律提供了有关流动金属的运动图片。

然而，要将W.克斯特尔在较简单的压铸件上所获得的结论，运用到任意形状的压铸件上，尚需要进行大量的研究工作。因为根据过去在复杂压铸件上获得的结果，特别是在壁厚变化很大的压铸件上，还不能全面地解释填充过程的特征，更不用说预测流动过程了。

第二次世界大战后，在英国、苏联和日本对于压铸过程进行了大量的研究工作。这些研究工作是在测试技术获得迅速发展的基础上进行的。当时就已绘制出压力对金属液作用曲线图、冲头行程、速度和加速度的曲线图。只有对压铸模

内流动过程和填充过程可以进行观察，才有可能分析这些观察结果。

这些从较为准确的试验中所取得的结果证实了这样的推测：多数情况下，金属液的流动过程并不象L. 弗罗梅尔和W. 勃兰特作为试验基础所简单假设那样。如果对下面的情况进行分析，便可理解这一点，即金属液并不是顺利地达到对面的模壁上，而是首先碰到型芯或者突出的型壁，再沿着模壁流动。虽然这些现象不能有意地诱导出来，但是由于压铸件的形状是各种各样的，这些现象的出现，通常是不可避免的。因此，不会出现一种“根据模型”调整的流动状态。金属液在相遇之处形成冲击，并根据一定的关系形成冲击压力，其大小在冲击处的不同部位上是不相同的。在冲击压力作用下，金属液从冲击处流出，此时由冲击层形成的压铸件薄壁部分，在一定程度上成为型腔后一部分的内浇道，而冲击压力则起着压射压力的作用。

如果从冲击处出来的金属液截面积较大，则它以连续流动形式，在一个或几个方向上从冲击处流出。与此同时，流出的金属液与流入的金属液部分地或者全部地相遇。

也可能形成这样一个冲击处，即金属液按一定的方向流入冲击处内，而全部的金属液则从另一个方向上从冲击处流出，此时由于流出截面积较大，一般情况下，流出速度小于流入速度。在这种情况下，冲击处在某种程度上起着改变流入金属的截面积、速度和方向的作用。有时，正是这种变换作用有效地解释了流动现象和压铸模的填充现象。

可能会多次形成“中间冲击处”。如果还有足够大的流动速度，在金属流动的“下一个角落后面”还会出现“中间

冲击处”。从压力-时间曲线中经常出现的“压力峰”中可以看出，这种中间冲击处的形成。

中间冲击区的形成会导致形成一种在英文期刊中称之为“浸没流动” (Submerged stream flow) 的过程。在西德，根据 E. 赫尔曼 (E. Herman) 的建议，将这种填充过程准确地称为冲击填充。

可以想象，由于压铸件的尺寸、形状、材料多种多样，再加上选用的工艺参数又很多，一个压铸过程不会与另一个压铸过程完全一样。即使是同一个压铸件，在生产中断后再重新出现相同的压铸过程，也不是很容易的。因此，人们必须致力于从许多的观察中找出一般通用的规律，即使这些规律在理论上还未完全成熟，但至少可用于同一类的压铸件上。

以上从发展角度简要地叙述了压力铸造的技术问题，下面将详细地叙述内浇道的大小、尺寸和形状的选择，然后根据技术水平，再详叙横浇道的设置、形状和变化。

2.2.1 内浇道的大小

内浇道的最重要任务是，形成良好填充压铸模所需的最佳流动状态。如果不考虑所出现的压铸新技术（如精、速、密压铸法），型腔填充在压力铸造和普通铸造方法（例如砂型铸造、金属型铸造和低压铸造）之间有很大的差别。在普通铸造方法中（为简便起见称之为重力铸造），金属液由比重和浇注高度形成的各种比压作用下流入型腔，填充型腔的金属流速很小，并且在填充完毕时金属液仍保持其液态温度。这种填充是根据“转换器”的原则进行的。

压力铸造则完全是另一种情况。由于压铸模是由导热性

良好的金属材料制成，其温度明显地低于压铸金属的熔化温度，为了避免金属液在填充过程中凝固，必须在短时间内完成压铸模的填充。由于流入速度很高，填充金属具有很大的单位体积能量，这样金属液可以迅速地流完全程，在与限制流动的模壁相遇时，形成很大的冲击压力。这股冲击压力直至金属液凝固前都在发生作用，但在金属凝固时便消失了。因此，内浇道的大小，即内浇道的流入截面积必须与流入速度相适应。如果内浇道过大，型腔的填充过于迅速，使空气和由润滑剂挥发的气体来不及排出，将会使所生产的铸件产生缺陷。同时，内浇道过大增加了从铸件上清除横浇道的困难，因为这些横浇道不容易折断，必须切断，有时甚至需要锯断。这样就提高了铸件的生产费用。如果内浇道截面积过小，延长了填充时间，在填充过程中金属液过于冷却，同样会使铸件产生缺陷。

另一个重要的问题是，当内浇道的大小一定时，改变作用在熔液上的压力和冲头速度，有可能明显地改变金属液的流入速度。在重力铸造时，一般只能在小范围内改变铸造压力，用此来改变流入速度；与此无关的铸造速度是不能改变的。

图 1 是安装上压铸模的卧式冷室压铸机的示意图。它是一个由带有蓄压器的压铸驱动装置、带有冲头的压室、横浇道和内浇道组成的联合液压系统，对于下文的叙述是极为重要的。

一个适用的方程式是：

$$V = f \cdot w \cdot \tau_g \quad (1)$$

式中 V ——包括溢流槽在内的铸件体积；

f ——内浇道的截面积;

w ——内浇道的速度;

τ_g ——填充时间。

在此可以认为,在整个内浇道截面 f 上,金属液流入速度是均匀的。但是,这种情况只能近似地出现。由于我们不

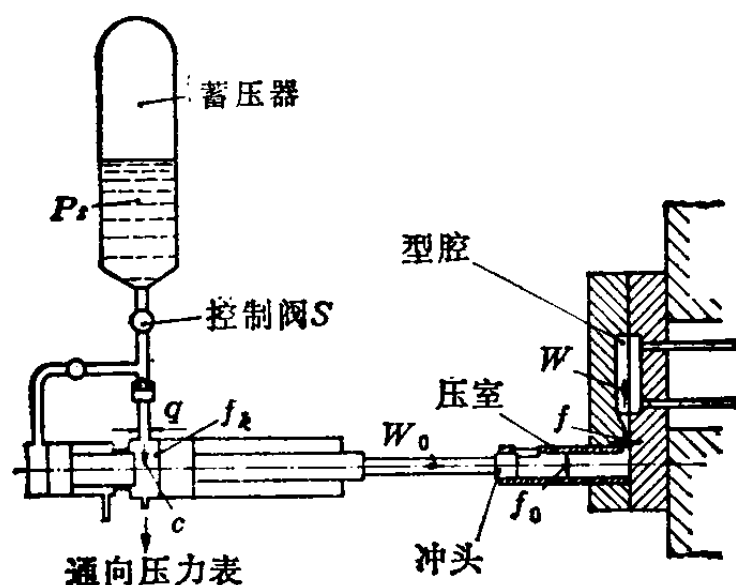


图 1 压铸机的示意图⁽¹⁵⁾

(图中使用符号与德国工业标准DIN24480⁽¹⁾相符)

f ——内浇道截面积; f_0 ——压室截面积; f_k ——驱动活塞截面积; g ——重力加速度; P_g ——作用在压室内金属液上的压力; q ——从蓄压器到驱动活塞间的压力管道的截面积; P_s ——蓄压器内的压力; w ——内浇道处的金属液流速(亦称为内浇道速度); w_0 ——有金属液时的冲头速度; w_{0t} ——无金属液时冲头速度(空压速度); c ——从蓄压器到驱动活塞间压力管道内的压力介质速度; ρ_m ——压铸金属的比重; ρ_h ——压力介质的比重; V ——包括溢流槽在内的铸件体积; d ——驱动活塞直径; d_0 ——压室直径。