



法鑄壓土

普列茨基著

機械工業出版社

法 鑄 壓

普 列 茨 基 著

陳 墨 耕 譯

孔 希 校



機 械 工 業 出 版 社

1954

出版者的話

壓鑄法是精密鑄造之一，能節省金屬，節省機械加工，並能提高鑄件的機械性質，故適合於大量生產。

本書介紹有關壓鑄的工藝規程、壓鑄用的專門機器、鑄型的構造和製造等。

書中關於施工和物理因素對壓鑄的影響，有詳細的討論；關於壓鑄零件的構造、合金的選擇、生產組織和廢品分析等，均有重點的說明。

本書可供鑄造工程人員、施工人員和設計人員參考。

本書根據蘇聯 В. М. Пляцкий 著 'Технология литья под давлением' (Машгиз 1949 年第一版) 一書譯出

* * *

著者：普列茨基 譯者：陳墨耕 校者：孔 希

文字編輯：黎象武 責任校對：唐佩卿

1953 年 9 月發排 1954 年 4 月初版 0,001—6,500 冊

書號 0338-0-94 31×43 1/25 243 千字 140 印刷頁 定價 16,400 元(甲)

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲 1 號)印刷

新華書店發行

原 序

壓鑄法是最先進的技術操作法之一。它能在一個工序內鑄出複雜的成型坯件，其形狀、表面光度和精度都和成品相近，因而在大多情況下不需另行機械加工。鑄件上還可以鑄出孔和螺絲，並可以鑄得光度很高的表面。

在壓鑄過程中，合金大為強固，因而可減少鑄件截面的厚度；並且由於表面強固，零件的耐磨性也顯著增高。

在各種成型坯件製造法中，壓鑄法的生產率是最高的。

由於壓鑄法的廣泛應用和其發展遠景，必須出版書籍，來說明鑄造生產在此範圍內的現狀。並使生產者在掌握及實現壓鑄法時，能在書中找到必要的參考資料。

作者在1946年出版的書，實際上是1940～1941年寫成的，部分材料現已陳舊。

至於先前出版的書，例如Л. 弗洛米爾（1927年）及其他人的著作那就更老了。

本書由於篇幅有限和以實用為目的，在壓鑄法的近代理論基礎上，只作了很短的敘述。

在蘇聯，雖然已有足夠數量的壓鑄機，但就壓鑄法的工藝優點來說，它還沒有獲得應有的發展。

其原因為：在設計壓鑄零件、鑄型及卡具方面，在機器運用方面，在合金應用與各種合金的工作規範等方面，經驗還是不夠的，並且缺乏必要的參考資料。

作者此書即企圖盡可能彌補這一缺陷。由於冷壓室機在蘇聯工廠中最為常用，本書中關於這方面的材料也較詳細。

本書係供具有壓鑄法基本常識，在車間及設計-工藝局工作的工程技術人員參考之用。

目 次

原序

緒論	1
1 鑄造周期中的各階段	2
2 壓力及其轉變	3
3 反壓力	5
4 速度及其作用	5
5 各因素的數值調整	7
第一章 壓鑄零件的設計	10
6 對壓鑄零件構造的基本要求	10
7 數個零件合併為一個鑄件	15
8 機械加工餘量	16
9 有孔、有螺紋和有滾花的零件設計	16
10 鑄件長度、面積及重量	19
11 表面質量	20
12 尺寸精度	23
13 不適於壓鑄的零件	25
14 壓鑄鑄件的液體不可滲透性	26
15 鑲襯法	26
第二章 壓鑄鑄型的單元	39
16 壓型及衝型	40
17 導柱	47
18 鑄型的冷卻	49
19 澆口套	50
20 壓型及衝型的基底	51
21 取鑄件的裝置	52
22 柱脚及支柱	63
23 分流器	64
24 型心	68
25 型心傳動機構	71

26 鑄件上製螺紋用的型心·····	85
27 鑄型各單元尺寸與收縮量的關係·····	87
28 鑄型的標準化·····	89
第三章 鑄型製造 ·····	91
29 標準鑄型·····	91
30 工作時鑄型材料的狀況·····	109
31 鑄型材料·····	110
32 鑄型鋼的熱處理·····	115
33 防止鑄型磨損的方法·····	117
34 鑄型的鍛坯·····	121
35 簡化製型法·····	121
36 鑄型機械加工的特殊工序·····	124
第四章 澆注系統 ·····	127
37 澆注系統的分類·····	128
38 澆注系統對通氣條件的影響·····	141
39 臥式壓室機上鑄件的澆注系統·····	143
40 金屬由分型面及上部鑄型澆入的澆注系統·····	145
第五章 鑄型的通氣 ·····	148
41 壓鑄中的針孔·····	148
42 影響通氣條件的因素·····	149
43 通氣溝及其分佈·····	149
44 鑄件及鑄型構造對通氣的影響·····	151
45 改善通氣的構造設施·····	153
46 金屬流入特性的影響·····	155
第六章 壓鑄機 ·····	158
47 冷壓室機·····	159
48 小型熱壓室機·····	181
49 壓鑄機的動力設備·····	183
第七章 壓鑄工藝學的基本單元 ·····	191
50 冷壓室機的開動與運用·····	191
51 鑄型溫度·····	199
52 鑄型的維護·····	202
53 金屬的溫度·····	205

第八章 合金	207
54 鉛及錫的合金	208
55 鋅合金	208
56 鋁合金	215
57 鎂合金	225
58 銅合金	227
59 測定合金機械性能的方法	230
60 合金製備特點	231
第九章 製備合金用爐	237
61 熔爐	237
62 保溫爐	238
第十章 壓鑄中的廢品	245
63 鑄造附加設備的情況不合格	245
64 雜質	247
65 表面缺陷	248
66 廢品的分類	249
67 質量檢查	254
第十一章 壓鑄工段的設計與組織	256
68 基本設備的選擇	256
69 工段組織概要	257
附 錄	264

緒 論

壓鑄作業能否正確進行，要看零件鑄型和壓鑄機的構造如何，壓鑄合金的性質如何、以及影響此過程的物理因素和施工等因素而定。

近年來，壓鑄技術水平日高，零件構造複雜已不成爲障礙。設零件上有許多孔眼，並且孔眼散在各處，若在鑄造開始時，就設法解決壓鑄的特殊構造要求，則製造時將毫無困難，而生產效率也會很高。反之，若不注意這些特殊構造的要求，即使是最簡單的零件壓鑄也是不合適的。所以壓鑄工作應先從設計零件的構造開始。

其次就是設計鑄型。鑄型是一種極複雜而又繁重的設備。鑄型構造正確，能使鑄造過程不致中斷，而得出優良的結果。設計鑄型時應先熟悉操作過程，設計出的澆口系統及鑄型透氣度、以及可能實行的工作用量，這樣才能保證得出優良的鑄件。近來鑄型設計成績優良，用壓鑄法來澆造最複雜的零件已有可能。又因鑄型的自動化，生產率也提高很多。但鑄型的自動化並不是獲得優良鑄品的決定因素；決定鑄件質量的，是能控制鑄造方式的各種參數（即澆注系統與透氣度）。所以，除鑄型機械化和自動化的資料外，本書中也列有鑄型及其零件的簡化和標準化的各項資料。

機器的功率，各部件的剛性，壓縮室能否適合澆鑄零件的要求等因素均能顯著影響壓鑄的過程。

壓鑄機一章，主要是研究用壓縮室的壓鑄機，因爲它在蘇聯工廠中已廣泛採用。本章內列有實用上必須的各種機器規格及壓室規格。

本書僅從實用着眼，未研究壓鑄用的合金，不涉及其本質。實用上最重要的是：適用於何種鑄件的合金種類；製造合金方法；用各種合金鑄造時的工作用量（壓力，鑄型及金屬的溫度，澆注系統等）。在許多情況下，正確選擇合金是能否用壓鑄法的決定因素，因爲有一些金屬不能壓鑄。

但完全滿足上述條件後，如不注意影響作業的許多施工上及物理上的因素，則仍不能獲得優良的鑄件。

某些基本因素（如壓力、金屬流入速度及運動速度）影響很大，依應用的正確與否，可能有利也可能有害。故必須計算精確，掌握正確。金屬流動方向能影響填充的特性、透氣的條件及鑄型的壽命，這也是重要因素之一。

鑄型的透氣性是很重要的問題。正確解決這一問題，可以避免空氣孔的生成。但遵守適當的工作用量也能避免氣孔的生成。

合金的機械性質及鑄件表面質量也依工作用量而定。

鑄型的壽命，除合金熔點高低的影響外，還依工作用量（壓力、金屬流入速度及流動方向）而定。鑄型的磨損，除影響其贏利性外，還影響鑄件的尺寸精度及表面光潔度，所以它是壓鑄中的弱點，應多加注意。

本書對研究工藝上及物理上的各種因素極為注意。

1 鑄造周期中的各階段

每一壓鑄周期可分為先後幾個階段，如圖 1 所示。

金屬澆入壓室（第一階段 t_1 ）時不加壓力。第二階段 t_2 中依零件複雜程度不同，要加一定壓力以填充鑄型。填充時多餘下的壓力即用於成型——賦型（第三階段 t_3 ）。此後壓力不變，在全部結晶過程（第四階

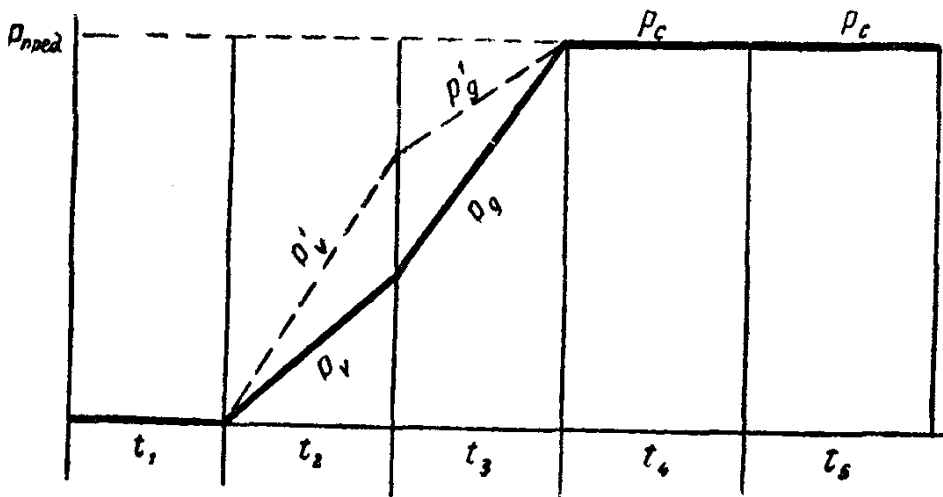


圖 1 壓鑄周期中各階段的順序

段 t_4) 中均繼續作用。在個別情況下, 如鑄造厚壁零件, 而內澆口甚粗, 壓力甚高時, 可能生造型(永久)變形(第五階段 t_5)。

圖 1 中虛線表示壓力 P_v 及 P_g 可以互換。

2 壓力及其轉變

在壓鑄周期中, 壓力要經過幾次轉變。

壓室內比壓為靜壓力。當機器功率一定時, 此比壓依壓室的直徑而定。例如設水壓機加壓筒的功率為 $15T$, 壓室直徑為 60 公厘, 則比壓

$$P = \frac{15000}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{15000}{28.27} \cong 530 \text{ 公斤/公分}^2。$$

壓室內得出的靜壓力 P_c (在金屬流入澆道內時), 先轉變為金屬流壓力 P_v , 然後再轉變為流體動壓力 P_g , 最後又轉變為靜壓力。

流動壓力 P_v 的作用, 是使金屬由壓室流入型腔內。在填滿鑄型, 即最後一部金屬抵達型壁後, 此速度很高的金屬即截然停止, 形成衝擊, 遂即轉變為流體動壓力 P_g 。在壓鑄過程中, 壓力 P_g 是很重要的, 它的作用是壓縮未凝固的金屬, 獲得最後的形狀(鑄件的賦型)。另外, 在結晶時它也可使金屬緊密。流體動壓力的作用時間很短, 以後即轉變為靜壓力 P_t 。靜壓力的作用是在結晶的過程中使鑄件緊密。傳遞壓力 P_t 時, 內澆口還未冷卻, 所以可以經內澆口傳送壓力。

若壓鑄順序如圖 26 所示, 則在完全填滿鑄型後, 壓力始轉變為流體靜壓力。這樣填充條件較好, 鑄件外形清晰, 表面光潔。若金屬流入鑄型時, 垂直於型壁或型心, 則與型壁相撞後, 部分流動壓力會過早轉變為流體動壓力(圖 2a)。鑄型受到流體的衝擊後即被磨損, 此有益壓力(使金屬填充型腔)一變而為有害壓力。並且填充時消耗壓力愈大, 最終賦形時能用的流體動壓力就愈小。

如果前兩階段很正確, 但因內澆口甚小, 使內澆口中的金屬凝固過快, 壓力不能傳遞過去, 因而為使鑄件結晶緊密, 而加的壓力也白白地消耗掉。

因此, 如欲使壓力先後完成填充、賦形及壓緊的任務(即要使操作

過程正確進行), 必須:

1) 流動壓力 P_v 僅用以填充鑄型, 因此金屬不應與型心 或型 壁相

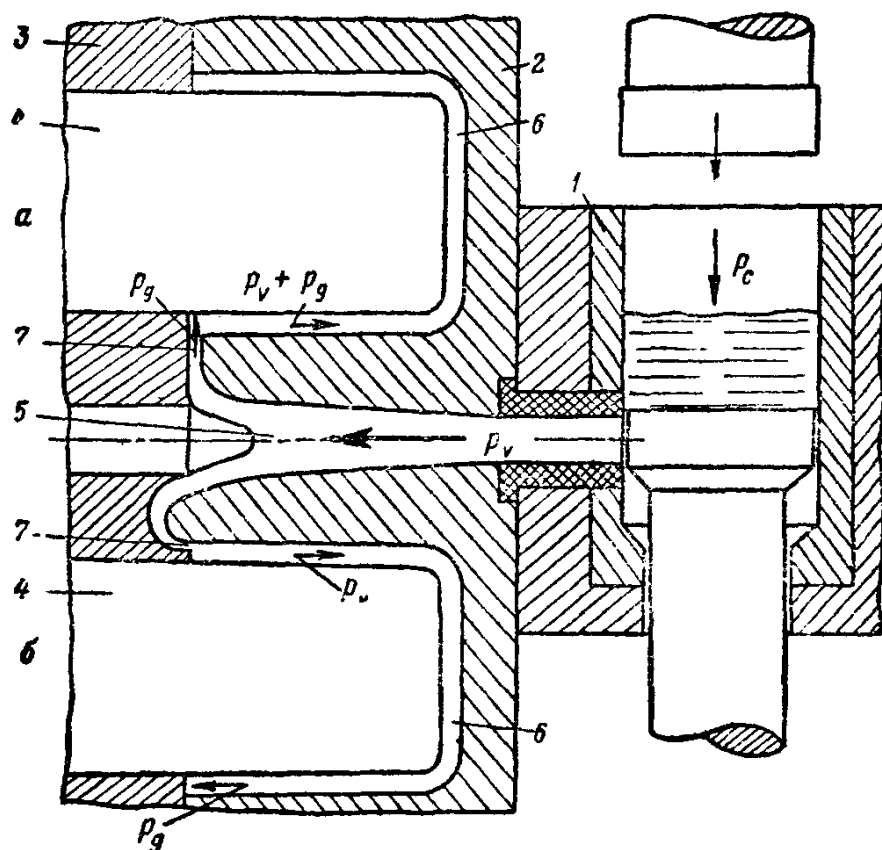


圖2 壓鑄過程中各階段壓力的轉變

a—鑄型填充, 壓力 P_v 過早轉變為流動壓力 P_g ; b—壓力轉變次序正常。1—壓縮室; 2—壓型; 3—衝型; 4—型心; 5—澆道; 6—型腔; 7—內澆口(流入截面)。

撞, 以免流動壓力過早轉變為流體動壓力; 金屬與金屬型相接觸時, 液態流動性降低很大, 所以金屬初速應是使金屬達到型腔中的最遠點;

2) 僅在完全填滿型腔並完成特殊重要的賦形工作後, 才能生成流體動壓力 P_g (填充時 P_g 無損失)。壓鑄過程主要依此而定;

3) 金屬結晶過程中, 靜壓力 P_c 要傳到鑄件上, 所以內澆口要有適當的厚度。但流入截面愈大, 則流入速度(填充所必要的速度)愈小, 所以流入截面必須正確選擇。壓鑄時必須用最小的流入速度, 才能保證填充良好的最大流入截面。因速度是壓力的函數, 故當壓力增大, 而內澆口較大時, 也能獲得很高的速度。

3 反壓力

金屬流入鑄型內時，即生成反壓力。當流動壓力轉變為流體動壓力時，即在流體衝擊下，反壓力最大。流體衝擊，即金屬運動方式突變時壓力驟增的現象。反壓力使鑄型分離，它的數值等於壓室比壓乘分型面中型腔的“有效”截面積。要使鑄型不分離，固定機器的力量必須大於反壓力。因此鑄件的截面積不同，壓室也須不同。表1中列有臥式壓鑄機冷壓室的直徑與用此直徑所能鑄出的最大鑄件截面積。

表1 臥式冷壓式機器中，鑄件面積與壓室中比壓的關係

壓 縮 室 直 徑 (公 厘)	壓 縮 室 面 積 (公 分 ²)	鑄 件 重 (公 斤)		壓 室 中 比 壓 (公 斤/公 分 ²)	最 大 鑄 件 面 積 (公 分 ²)
		鋁 合 金	銅 合 金		
38.0	11.40	0.60	1.93	1125	80.6
41.2	13.36	0.73	2.27	914	99.9
44.5	15.55	0.82	2.61	808	112.8
47.6	17.76	0.95	2.92	703	129.0
50.8	20.27	1.09	3.40	633	141.9
54.0	22.85	1.22	3.86	548	164.5
57.2	25.64	1.41	4.31	492	189.8
60.3	28.56	1.50	4.76	443	203.2
63.5	31.67	1.53	5.33	401	225.7

反壓力等於比壓乘鑄件面積，一般不超過 90 噸，故若固定機器的力量為 130 噸時，在任何情況下，均能保證鑄型不致分離。

4 速度及其作用

除壓力外，速度也是最重要的因素之一。填充金屬型中較深而細的部分時，金屬流動速度必須很高，才能保持金屬於流動狀態或半流動狀態中，在壓力作用下填充型腔。但壓力能影響一系列的工藝因素，而速度的作用則僅是迅速輸送金屬進入型腔而已。因此在討論速度的作用時，也應從此角度出發。

速度即指金屬流入鑄型時的線速度和在型腔中的運動速度。

在水壓機中，若壓室（蓋上壓縮活塞時成為容器）、鑄型與澆道相連成為密閉系統，在壓力甚大時，填充總時間（體積速度）依壓縮活塞運動的速度而定。在冷壓室的水壓機中，因金屬體積不能壓縮，若壓力有多餘則鑄型中各種阻力不會影響活塞壓縮速度的減少，而只能影響金屬在型中的線速度。

但用熱壓縮的機器（特別是汽壓機）時，因機器功率不大，而空氣壓縮性很大，型內阻力即將顯著影響填充時間。

金屬由壓室流入澆道時，其速度依壓力而定，但通常此速度均不足以填充薄壁鑄件。

在一定時間內，輸送一定體積的金屬，其運動速度依澆道的截面積而定。因此要使金屬流入鑄型時的速度增大，則可縮小入口，使金屬在進入工作腔時獲得一定的加速度。

若把金屬看做液體，則其速度等於液體自由降落速度，降落高度等於壓力頭高度。在理想狀態時，此速度可以柏爾努利（Бернулли, Bernoulli）公式算出

$$v = \sqrt{2gh},$$

式中 v 為流動速度；

g 為自由降落加速度，等於 9.81 公尺/秒²；

h 為壓力頭高度（可視為壓力 P ）。

$$P = h\beta; \quad h = \frac{P}{\beta}。$$

代入此數值，即得出速度與壓力的關係：

$$v = \sqrt{2g \frac{P}{\beta}}$$

澆鑄溫度一定時， g 及 β 為常數（ β 因合金而定），故理論上金屬流動速度與壓力的平方根成正比。但因澆道中的摩擦，金屬的黏度，及鑄型中的空氣阻力等耗損，故有效速度遠低於理論速度（低 5~8 倍）。

從保持金屬液態流動性看來，速度是有利的因素，所以必須選用能保證填充良好的最低速度。流動速度過大和流入速度很高都有壞的影

響, 所以應該避免。流入速度大, 必須流入面積小。此外, 由於入口截面過小, 因而使鑄件緊密的最後靜壓力不能經澆口傳入, 也會引起許多工藝上的缺點, 造成鑄造過程中的不利條件。主要缺點為: 1) 金屬成霧狀細粒——金屬流過小內澆口後, 若速度甚大, 金屬流起大旋渦, 不復成為一整片。在鑄型中, 這些微粒再重新結合, 但已失去其流動性, 因此鑄件表面上生成“雹點”, 即表面上有接合隙, 愈靠型壁愈密, 而使質量變壞。因此鑄件機械性質亦較內澆口大時 (金屬成實心帶狀流入) 為低; 2) 金屬混流或成旋渦, 因而使透氣困難, 降低表面質量; 3) 金屬較空氣運動快, 因而由型腔排除空氣困難; 4) 金屬流沖刷鑄型, 因而鑄型磨損極快。

5 各因素的數值調整

影響鑄件質量的基本因素有壓力、速度及金屬流動方向。調整這些因素的數值, 即可控制全部壓鑄過程。通常多利用澆注系統來調整, 主要是改變流入口的截面積及金屬的流動方向。

改變入口截面積 流入截面對流入速度、比壓的調整、以及鑄件表面質量的改善、合金的機械性能的提高以及防止鑄型磨損方面有頭等意義。故必須按鑄件外形的複雜程度與壁厚細加分類。內澆口面積 (入口面積) 較大而能保證填充良好, 是鑄得優良鑄件的有利條件。

入口大時: 1) 金屬流入型腔速度不大, 不超越空氣流, 不堵塞通氣溝, 不衝擊型壁, 鑄流寬度等於鑄型的截面。其作用與“活塞”相同, 能將空氣擠出; 2) 由於靜壓力未完全轉變為動能, 能保持較高比壓。在短時間內, 金屬尚為半液態, 故經內澆口仍可傳進壓緊金屬所必須的靜壓力; 3) 金屬流入速度不大時, 侵蝕鑄型的作用較小; 4) 金屬不致分成細粒, 而生成表面缺陷及降低鑄件機械性質。

改變金屬運動方向 金屬運動方向的意義對作業正確的進行上, 及使壓力依次轉變上已在前面說過。

改變金屬運動方向可消除正面衝擊, 以免: a) 由於流動壓力先轉變為流體動壓力而破壞作業正確進行; b) 生成旋渦, 包圍空氣而使通氣條

件變壞; B) 金屬沖澗鑄型一部, 加速其磨損, 影響鑄件表面光潔度。

金屬流動方向平行於型壁時, 上述缺點均可避免; 此外, 在鑄較高的空心零件時, 沿型壁昇至頂點的金屬流能排出最深處的空氣(通常不易排出)。

改變比壓 按能量不滅定律(摩擦不計), 金屬流在入口處改變速度時, 其增加的動能應等於壓力所作的功, 即壓力增大時, 流入速度也增大; 因此, 即使流入口相當大, 增大壓力也能避免因填充不良而生的廢品。壓力愈大, 各股金屬流在型內相遇時, 其動能也愈大, 因此熔合也愈容易。在金屬結晶過程中, 壓力能強制填滿縮孔及空氣孔。

大多數現代機器中, 主要調整法為降低壓力。欲增大比壓, 可減少壓室直徑。直徑愈小, 比壓愈高。

表 2 是鑄件的缺點與各因素的關係。

表 2 各種因素對鑄件缺陷的影響

鑄造缺陷	主要因素	現象	補救辦法	
			澆注系統	其他方法
空氣孔	流入速度 金屬流動方向 鑄型通氣條件 零件在型中的位置	金屬超越空氣流 正面衝擊, 生旋渦, 包住空氣 通氣槽不夠, 或位置不適當 很難由衝型腔內將空氣排至分型面	增大入口截面 改變流動方向 改變內澆口位置	入口用活瓣 — 合理設計通氣溝系統 型腔置於壓型中(或在難通氣處裝通氣裝置)
收縮性疏鬆	壓力及其在結晶過程中的應用	最後靜壓力未在結晶過程中壓緊金屬, 及以金屬供給收縮性疏鬆的部分	增大入口截面面積	增大壓縮室內的比壓
外形不清晰	流入速度不夠 金屬流動方向	金屬失掉流動性, 不能充滿鑄型 金屬正面衝擊型壁及型心, 因而降低流動壓力, 生成旋渦	減少入口面積 改變金屬流動方向	增大壓縮室比壓 —

(續)

鑄造缺陷	主要因素	現象	補救辦法	
			澆注系統	其他方法
表面缺陷	流入速度	金屬散成細點；生成所謂“雹點”	增大流入面	—
	金屬流動方向	因正面衝擊而生旋渦	改變金屬流入方向	—
降低機械性能	流入速度	金屬分散成細點，因而增加鑄件毛細孔	增大流入截面	—
	壓力	最後靜壓力未用以壓緊金屬	增大流入截面	—

第一章 壓鑄零件的設計

鑄造過程的正確進行，不依零件的構造複雜與否而定，而依其構造是否合於壓鑄法的特殊要求而定。正常零件的外形複雜，所用型心繁多，鑄造時無任何障礙與停頓，但壓鑄極簡單的零件却引起許多困難。故設計時必須考慮到壓鑄法的所有特殊要求。

6 對壓鑄零件構造的基本要求

壓鑄零件的構造應符合下列基本要求：

消除障礙 鑄件外形應使其由型中取出時無困難，如在鑄件中有孔隙時，其型心不應有突出，以免阻礙型心由鑄件中抽出。

表 3 是改善零件構造、消除障礙的範例。1 指改變前的構造，2 指壓鑄法用的構造。

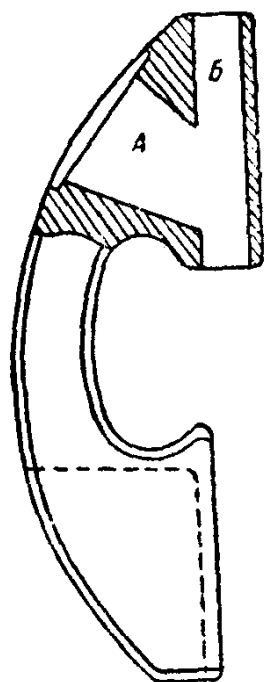


圖 3 用壓鑄法製造的顯微鏡的鏡架構造

具有突出部分的孔隙的許多複雜鑄件，可將其劈為兩個零件（例如機體與蓋）分別壓鑄。例如顯微鏡的鏡架（圖 3），其孔隙不能用一個金屬型心製造出來，可將壁切開成為 A、B 兩個腔，即可用兩個型心壓鑄出來，然後把切開的口用蓋蓋上。

傾斜度 垂直於分型面各表面稍許傾斜，能使鑄件容易從型中取出；消除其與型壁間的摩擦；減少開型時未完全凝固的鑄件所變形的應力，因此可從型中迅速取出鑄件而不致損壞。內表面的傾斜度特別重要，因為金屬收縮時，緊緊包住型心及型上突起部，故表面稍斜即可顯著減輕取出鑄件力量。表 4 為各種合金鑄件的傾斜度。

設計人員應盡可能使零件有大的傾斜度。如要鑄件表面光潔，也須有最大的傾斜度。