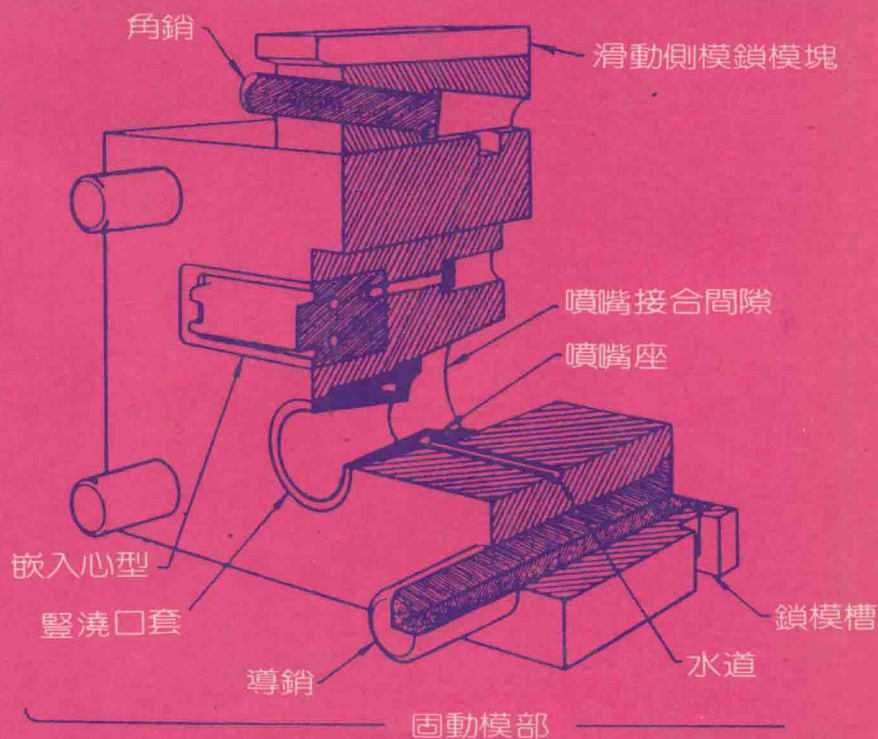


模具設計與製作 壓鑄成品的設計

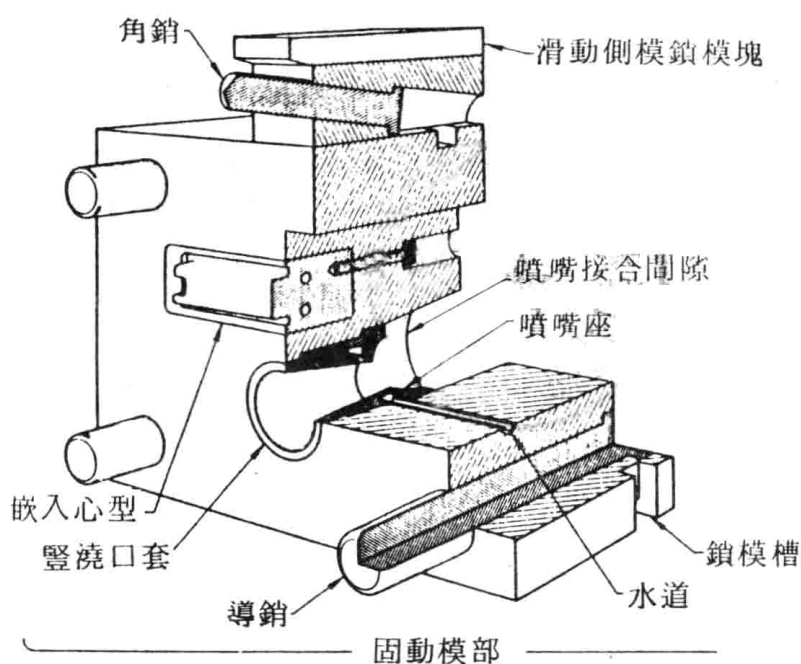
壓鑄模設計與製作

彭世寶 編著



壓鑄模設計與製作

編著者 彭世寶



本書圖、文呈內政部註冊不得翻印複印
仿製或以其他方法侵害著作權追究到底

✧正文書局暨黃開禮✧法律顧問✧李在琦大律師✧

出版登記證：局版臺業字618號

七十四年六月一日出版

壓鑄模設計與製作

每冊定價 260 元

版權所有・翻印必究

編著者：彭 世 寶

發行人：黃 開 禮

發行所：正文書局有限公司

台北市重慶南路一段一〇五號

電話(02)3110751-3

門市部：台北市重慶南路一段五十九號

電話(02)3813712-4

郵局劃撥帳號0005961-3

印刷所：正文書局有限公司

分銷處：各地各大書局

編輯大意

- 一、本書編輯的內容主要針對大專及高級工業職業學校模具學課程教學之用，同時並適於現場技術人員及設計人員參考使用。
- 二、本書之內容著重在模具設計與製作，壓鑄成品的設計，壓鑄合金的認識及壓鑄技術等。
- 三、本書之編寫主要取材於美國壓鑄工程協會（SDCE）所編著之訓練教材，及澳洲壓鑄學會（SDCEA）講習資料；內容新穎，採深入淺出的方式介紹理論與實際的應用。
- 四、本書儘可能採用國家標準之公制單位，專有名詞則以教育部頒訂之機械工程名詞為準。
- 五、本書係於公餘時間編成，時間較為匆促，且本人才疏學淺，內容難免有疏漏錯誤之處，還請讀者及先進惠予指正，則不勝感激之至。

本書承蒙正文書局黃開禮先生、林元昌先生、邱顯名先生及內人等多位鼓勵與協助，在此僅表衷心謝意。

編著者 彭世寶 謹識
中華民國七十四年三月

緒 論

壓鑄概述

一、壓鑄 (Die Casting) 是一種以壓力將合金熔液壓入鋼模的生產方法。壓鑄與金屬模鑄法 (Permanent mold casting) 類似，兩者所用的鋼模皆可反覆使用，其不同的地方在於充填的方式。金屬模鑄法是以重力方式充填，而壓鑄則應用壓力使合金在高速下充填，因此，壓鑄法可生產比金屬模鑄法形狀更複雜的鑄件，[在歐洲，壓鑄法通稱為壓力鑄造法 (Pressure die Casting)，金屬模鑄法通稱為重力鑄造法 (gravity die casting)]。

使用壓鑄法時模具必須閉緊，合金熔液由泵浦的動力傳遞，泵浦柱塞快速地將合金熔液從進料系統送入模穴及溢流槽，在充填的同時，模穴內的空氣被逼出，模穴內的合金熔液在固化前一直為壓力作用著。當合金固化後，即開模頂出鑄件，在鋼模打開時，必須做清除及噴離型劑的工作，然後再關閉鋼模，如此反覆的操作，這個週期就稱為成形週期。

二、壓鑄是一種複雜且精密度極高的金屬鑄造工程，雖然生產工具十分昂貴，製作費時，但其生產率高，壽命長、品質佳、精度高，使得壓鑄成為大量生產金屬零件最經濟的方法，諸如汽車、機車、船舶、飛機等所需的零件，多以此法製作。

三、壓鑄法的主要優點及限制：

壓鑄法的主要優點：

目 錄

第一章	壓鑄方法與壓鑄原理	1
1-1	壓鑄方法	1
1-2	壓鑄流動原理	5
第一章	問題與研討	10
第二章	壓鑄用合金	11
2-1	壓鑄合金的選用	11
2-2	鋅合金及其特性	13
2-3	鋁合金及其特性	17
2-4	鎂合金及其特性	21
2-5	銅合金及其特性	24
2-6	鉛及錫合金及其特性	25
第二章	問題與研討	26
第三章	壓鑄模具	27
3-1	壓鑄模的種類	27
3-2	模具的構造	32
3-3	壓鑄模座的基本型式	34
3-4	嵌模的設計	38

2 壓鑄模設計與製作

3-5	嵌模的安裝法	41
3-6	模穴及模心的機械結構	42
3-7	嵌入物的支持法	49
3-8	模穴的定位	53
3-9	鎖模裝置	59
3-10	模具的吊鉤	61
3-11	模具的標準組件	63
第三章	問題與研討	74

第四章 流動系統的設計 77

4-1	確定合金熔液的流動方式	78
4-2	分模面的設計	81
4-3	豎澆口和射料套筒的設計	84
4-4	澆道的設計	100
4-5	澆口的設計	111
4-6	溢流槽（道）和排氣孔	124
第四章	問題與研討	129

第五章 鑄件的頂出系統 131

5-1	頂出方式的選定	131
5-2	頂出板的作動機構	148
5-3	特殊頂出	153
5-4	有螺紋的成品頂出	159
第五章	問題與研討	160

第六章 壓鑄模的熱控制 161

6-1	模具內的熱傳導	161
6-2	模具內溫度控制的必要性	163
6-3	模溫的控制方法	164

6-4	熱流線的控制	177
6-5	模穴的定位對熱流的影響	179
第六章	問題與研討	182

第七章 滑動側模的設計 183

7-1	角銷的應用	183
7-2	斜角凸輪的應用	191
7-3	液壓缸的應用	194
7-4	齒輪與齒條的應用	197
7-5	其它作動側模方式的應用	203
7-6	頂出板超前退回機構	205
第七章	問題與研討	208

第八章 壓鑄模具用材料及其熱處理 209

8-1	模穴用鋼	209
8-2	化學元素在壓鑄模具鋼內的影響	211
8-3	壓鑄模材料的選擇	212
8-4	壓鑄模材料的熱處理與表面處理	212
第八章	問題與研討	225

第九章 壓鑄機 227

9-1	壓鑄機的基本構造	229
9-2	射出系統	230
9-3	鎖模機構	234
9-4	壓鑄機的頂出系統	236
9-5	壓鑄機的附屬裝置	236
9-6	選擇壓鑄機的注意事項	238
9-7	壓鑄模設計與壓鑄機之關係	239
9-8	鎖模力的計算	240

第九章 問題與研討	246
第十章 壓鑄件的缺陷及其預防對策	247
10-1 壓鑄件的品質檢驗	247
10-2 壓鑄件的缺陷	247
10-3 壓鑄件發生不良的原因	248
10-4 壓鑄件缺陷及其對策	249
第十章 問題與研討	253
第十一章 壓鑄成品的設計	255
11-1 壓鑄成品設計的基本要領	255
11-2 壓鑄成品的一般設計	255
11-3 壓鑄合金的收縮率	265
11-4 鑄件的形狀設計	272
第十一章 問題與研討	278
第十二章 壓鑄模的製作	279
12-1 模座的加工	279
12-2 心型及模穴的製作	284
12-3 模具的拋光處理	287
第十二章 問題與研討	288
第十三章 模具設計者的職務	289
13-1 模具設計者的職責	290
13-2 設計者的工作經驗	290
第十三章 問題與研討	292
第十四章 鑄件的二次加工	293
14-1 鑄件的整緣工作	293

14-2	鑄件的拋光處理·····	301
14-3	鑄件之冷成形加工·····	302
14-4	鑄件的表面處理·····	303
第十四章	問題與研討·····	304
第十五章 模具的成本計算·····		305
15-1	模具的估價方法·····	305
15-2	模具成本估價內容·····	306
第十五章	問題與研討·····	310
附錄·····		311
參考書目·····		343

第一章

壓鑄方法與壓鑄原理

1.1 壓鑄方法

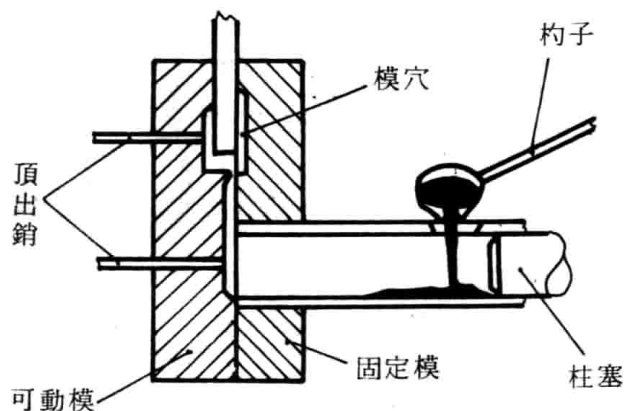
壓鑄是一大量生產的製造方法，將熔融的合金熔液以高壓力壓入模穴，凝固冷卻後，開模取出鑄件。

壓鑄方法可分為冷室法與熱室法兩種，冷室法主要用於高溫壓鑄合金，如鋁、銅、鎂等合金，熱室法則用於低溫壓鑄合金，如鋅、鉛、錫等合金。

1. 冷室壓鑄法 (Cold chamber)

冷室法的熔化爐與壓鑄機分離，合金熔液以杓子或其它進料裝置送入射料套筒內，再以柱塞約 $170 \sim 2000 \text{ kg/cm}^2$ 的高壓力壓入模穴內，待合金熔液凝固後頂出，如圖 1-1 所示，這種方法由於合金熔液與射料套筒的接觸時間非常短暫，可減少鋁合金對鐵的親合作用。

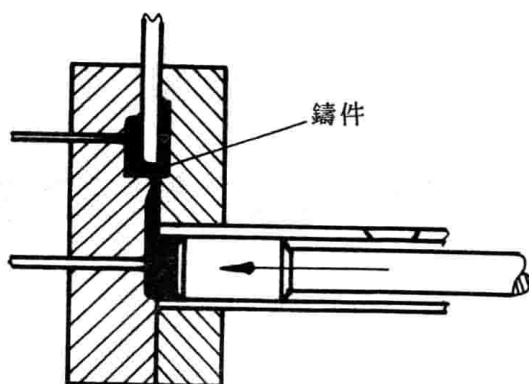
冷室壓鑄法由於柱塞的位置不同，可分為立式與水平式兩種，圖 1-1 為水平式冷室法的壓鑄過程。圖 1-2 為立式冷室



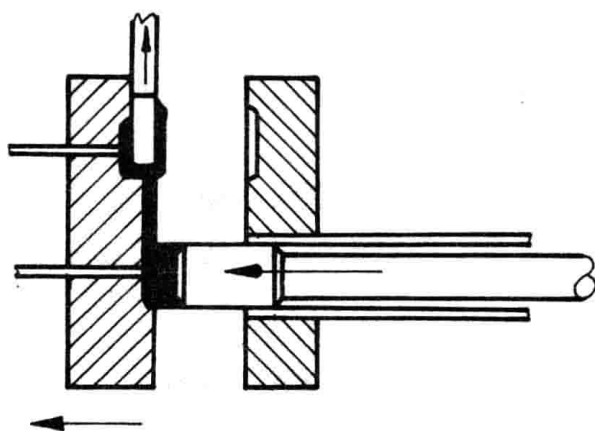
a. 以杓子將合金熔液倒入射料套筒內

圖 1-1

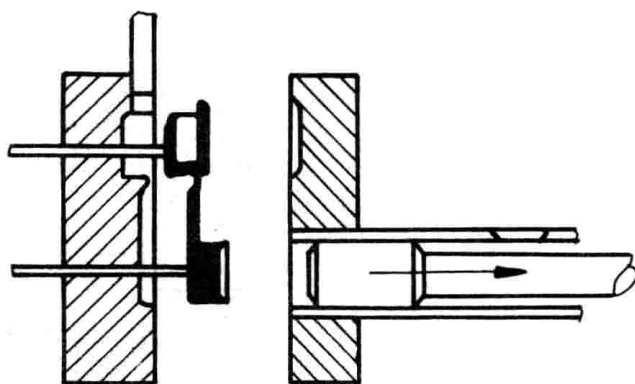
2 壓鑄模設計與製作



b. 柱塞以高壓力將合金熔液送入模穴



c. 開模



d. 頂出鑄件

圖 1-7 水平式冷室法壓鑄過程

法的壓鑄過程。

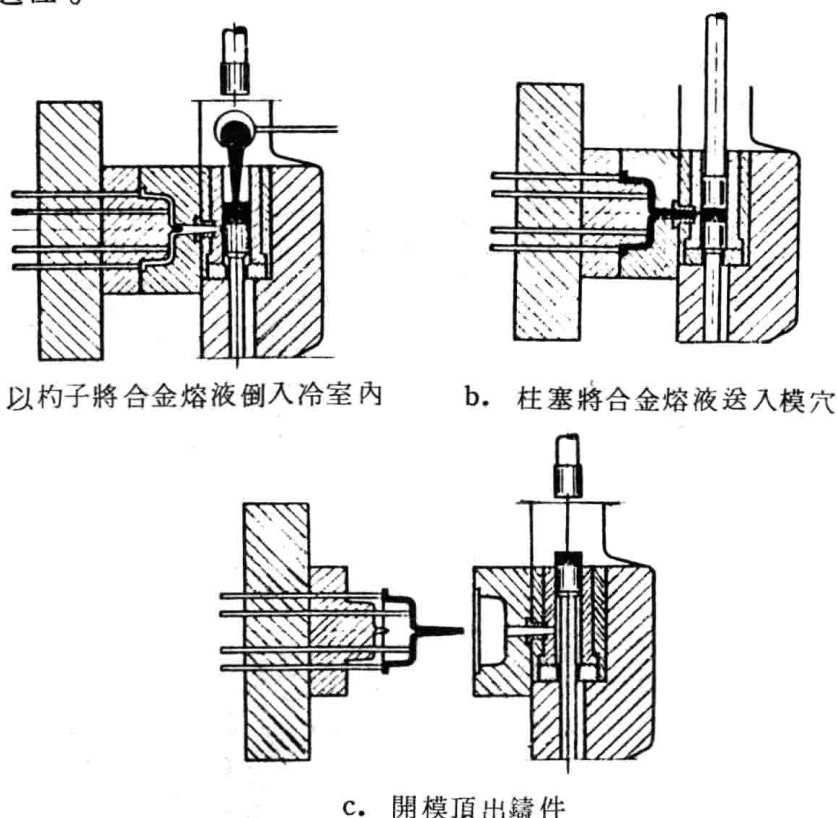


圖 1-2 立式冷室法的壓鑄過程

2. 熱室壓鑄法 (Hot chamber)

熱室法的熔化爐裝於壓鑄機本體內，合金熔液以浸漬於爐內合金熔液的注射缸 (injection cylinder) 以高約 $90 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$ 的壓力，經鵝頸管送入模穴內，於合金凝固後頂出。

圖 1-3 為熱室法的壓鑄過程。

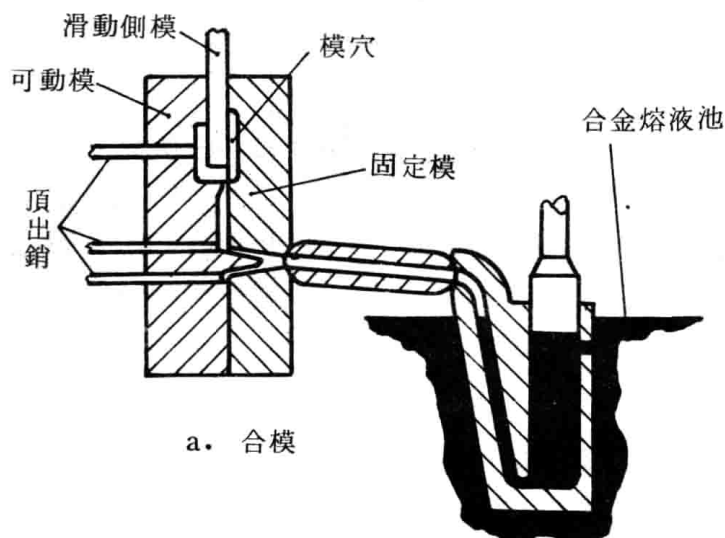


圖 1-3

4 壓鑄模設計與製作

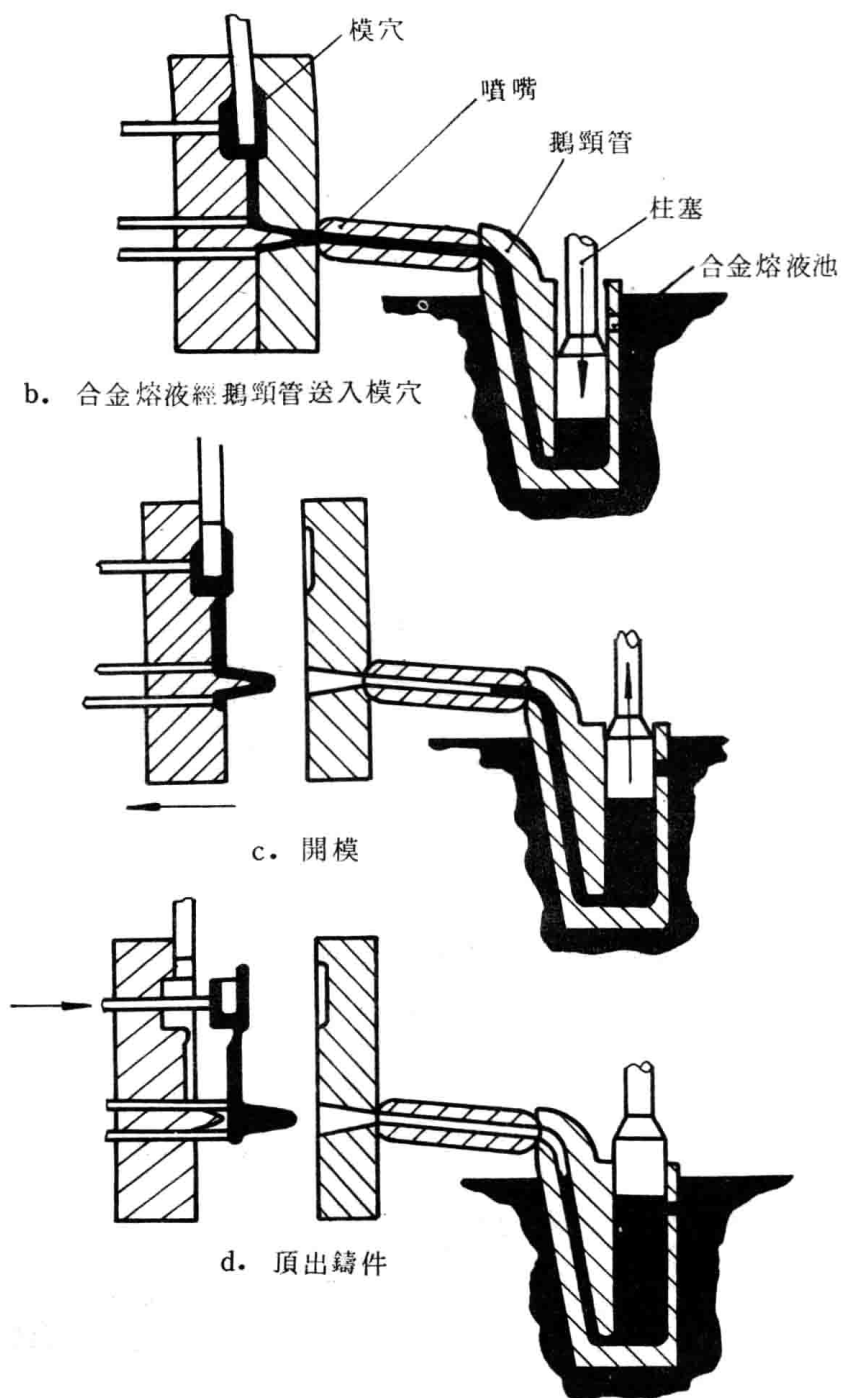


圖 1-3 熱室法的壓鑄過程

熱室法與冷室法兩者最大的不同在於熔化爐的位置，表 1-1 為兩者的比較。

表 1-1 冷室壓鑄法與熱室壓鑄法的比較

項目 \ 壓鑄法	冷 室 法	熱 室 法
熔化爐位置	與壓鑄機分開	與壓鑄機同一體
壓鑄溫度	600°C 以上(用於高溫壓鑄合金)	450°C 以下(限用於低溫壓鑄合金)
壓鑄壓力	170 ~ 2000 kg/cm ²	90 ~ 500 kg/cm ²
壓鑄速率	小	大
鑄件重量	較大(宜於大鑄件)	較小(宜於小鑄件)
熔液吸鐵量	小	大(因鋼質鵝頸管浸於熔液中)

1.2 壓鑄流動原理

壓鑄合金的壓鑄流動可分為射料套筒內的流動、澆道澆口部的流動及模穴內的流動。

1. 模穴的液流

模穴內的合金溶液由於溫度高，且鋼模非透明體不易實驗，所以有關壓鑄的流動理論，皆以其它耐熱玻璃取代鋼模所做的實驗得知，其中以 1933 年佛氏 (Frommer) 所提出的有關金屬熔液的壓鑄流動與各種可控因素的報告最具完整性，易為人們所了解。

(1) 模穴斷面的流動

佛氏的理論實驗主要是針對鋅合金所做的，圖 1-4 所示為方形模穴斷面的液流情形，佛氏指出流動的情形與澆口的位置及鑄件肉厚與澆口厚度之比有關，圖 1-4 為澆口厚度小於鑄件厚度和澆口厚度之比的粘性液流，若澆口厚度大於鑄件肉厚和澆口厚度之比時，將產生亂流，尤其在鑄件肉厚

較薄時易發生。

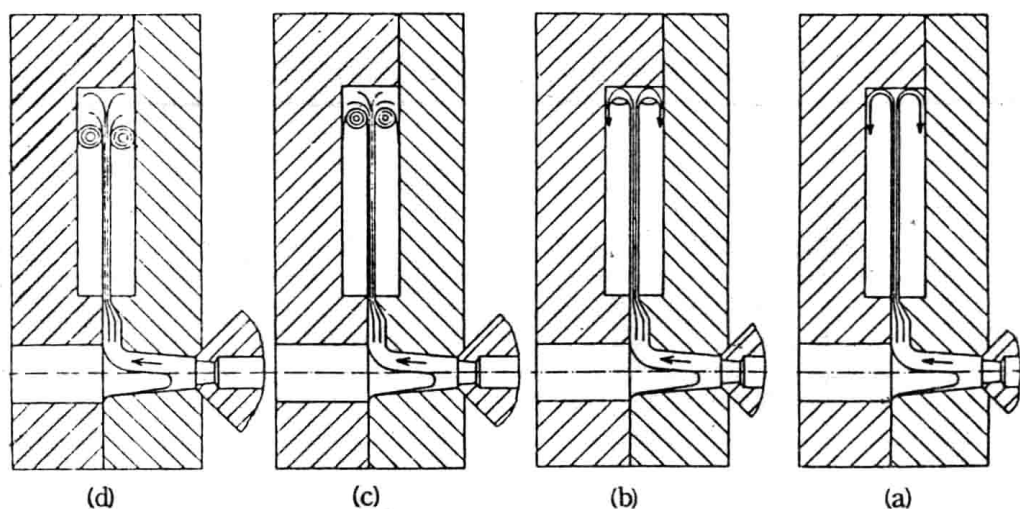


圖 1-4 Frommer 的液流理論

佛氏所指出的壓鑄流動理論，為合金熔液射入模穴，衝射到澆口對側的模穴壁時，即形成亂流現象，除一部份附著於模穴壁外，其餘經反射形成渦流和旋流，繼續附於模穴上，至模穴充滿為止。

佛氏流動理論的計算式如下：

$$A = \frac{G}{\rho \cdot t \cdot w} \dots\dots\dots (1-1)$$

A = 澆口面積 cm^2

G = 鑄件重量 g (包括溢流槽、澆口)

ρ = 合金密度

t = 模穴充填時間 sec

w = 澆口速度 cm/sec

除 Frommer 外，W. Brandt、Koester 和 Gohring 也對模穴斷面的液流做實驗。W. Brandt 所提出的壓鑄流動報告，如圖 1-5 所示，他指出壓鑄液流是由澆口漸往模穴端充滿的。而 Koester 和 Gohring 所提出的理論和 Frommer 甚接近，如圖 1-6 所示，他們認為合金熔液進入模穴時，將沖擊到澆口對側的模穴壁，除部份附著模穴壁外，其餘反流回到澆口處，

與後流入的熔液混流，這種現象一直到模穴充滿為止。

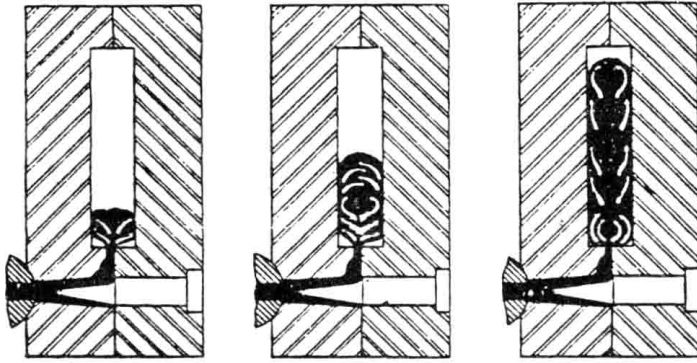


圖 1-5 W. Brandt 的液流理論

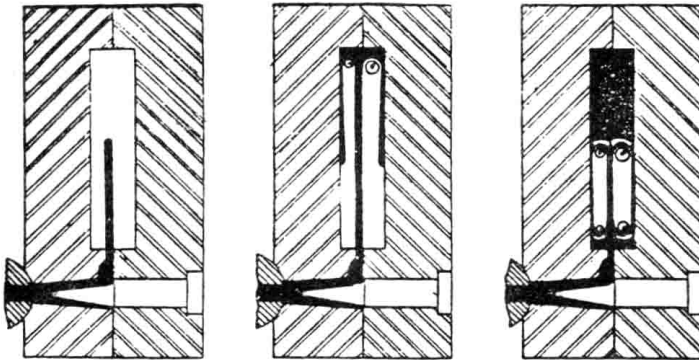


圖 1-6 Koester and Gohring 的液流理論

(2) 模穴平面的流動

關於模穴平面的流動，學者專家所提出的理論多半與澆口的設置有關，如圖 1-7 即為 Koester 和 Gohring 在長方形模穴各位置設澆口所觀察的熔液流動實驗。圖 1-8 為各形狀的模穴在各處設澆口的液流方式。

J. F. Wallace 同時也指出澆口處的噴射速度、噴出量及澆口形狀，對於液流有很大的影響，噴射速度高的熔液流動情形如圖 1-9 所示，其澆口為噴出型澆口（Jet type gate）；噴射速度低時的熔液流動如圖 1-10 所示的流動，其澆口為連續充填型澆口（Solid front fill gate）。