

金屬型的設計与制造

[苏联] A. C. 洛瑞切夫斯基 著
M. E. 葉尔朔夫 譯
莊 海 忠

內 容 提 要

本書討論有關金屬型設計及制造的各項問題，確定金屬型設計時的工藝條件，敘述金屬型在結構、安裝及設備方面的要求。

本書列舉了制造金屬型的典型例子，自鑄造零件和機械加工開始，一直到裝配、試模及移交投入生產為止。

本書供鑄造生產部門的工程師和技術員參考，並可供專科學校鑄造專業的学生閱讀。

金 屬 型 的 設 計 與 制 造

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМ

原 著 者 [蘇聯] А. С. ЛОЖИЧЕВСКИЙ;
М. Е. ЕРШОВ

原出版者 МАШИЗ • 1951 年版

譯 者 莊 海 忠

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

中華書局上海厂印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書号：15119.629

開本 850×1168 1/32 • 印張 7¹¹/₁₆ 字數 191,000

1958 年 3 月第 1 版

1958 年 3 月第 1 次印刷。印數 1—2,200

定價：(10) 1.30 元

序 言

金屬型鑄造是鑄造生產中進步的、先進的工藝過程之一，在我們祖國整個機械制造部門中獲得了日益廣泛的應用。

在很多不同的文獻中，有關金屬型的鑄造生產主要是敘述一些鑄造工藝問題。這是很自然的，因為工藝問題在鑄造生產中一般都是最複雜的，其中也包括金屬型中的鑄造。但金屬型的設計與制造問題在我們的文獻中闡明得還是非常不夠的。本書的目的在填補這一空白，所以着重地敘述了金屬型制造的整個過程，自金屬型設計開始一直到它的最后修整。

在上篇“金屬型的設計”中，作者以闡明基本原則作為自己的首要任務，這些原則也是設計鑄型部件及零件時所應遵守的，并在一些范例中指出了用各種合金來鑄造零件時鑄型個別結構的實際應用。由於在金屬型鑄造的實踐中採用的金屬型結構非常多樣，所以我們只指示了最通用的并且在使用中證明優秀的一些結構。

下篇“金屬型的制造”詳細地敘述了制造金屬型的生產過程，其組織及工藝均與現代金屬加工的技术水平相適應。本篇中并闡明有關鑄型的最后修整及投入生產的問題。

作者將非常感謝對本書的指正。

目 錄

序言

上篇 金屬型的設計

第一章	金屬型鑄造的使用範圍和优点	1
	金屬型鑄造的使用範圍	1
	金屬型鑄件的質量	2
	金屬型鑄造的經濟性	2
第二章	金屬型設計的工藝性前提	4
	鑄件結構对在金屬型中澆鑄条件的適應性	4
	金屬型鑄造对所用合金的要求	5
	鑄件在型中的部位	6
	澆注系統的类型和特性	7
	机械加工的余量	10
	工藝的和鑄造的余量	10
	收縮量的確定	12
	金屬型的澆鑄溫度規範	13
	準確度問題	17
	制造金屬型的材料	19
	鑄件圖紙的擬制	21
第三章	金屬型的設計	24
	金屬型的类型	24
	門扇式鑄型	31
	水平分型面的鑄型	33
	沒有分型面的鑄型	37
	金屬型結構的要求	45
	鑄型和底板的結構	45
	手工分型的机构	50
	扣鎖机构	55
	金屬型心及其取出	61
	砂型心的应用	66

自鑄型排除空氣和氣體·····	84
自鑄型取出鑄件·····	89
鑄型的加熱和冷卻·····	96
第四章 安裝金屬型的機械化設備·····	106
第五章 金屬型部件和零件的規格化·····	126

下篇 金屬型的製造

第六章 金屬型製造工藝的擬訂·····	132
工藝擬訂的一些特點·····	132
編制工藝過程的一般原則·····	134
工藝過程的擬訂方法·····	137
製造鑄型的主要方法·····	148
第七章 金屬型製造的生產過程·····	154
鑄造金屬型零件用的木模·····	154
金屬型用的零件鑄造·····	154
機器及工具設備·····	155
划綫·····	170
機械加工·····	182
機械加工的特殊形式·····	195
鉗工的加工和裝配·····	198
第八章 金屬型制成後的檢查和驗收·····	224
第九章 鑄型的試用、最後調整及投入生產·····	233
第十章 製造金屬型的生產組織·····	243

上篇 金屬型的設計

第一章 金屬型鑄造的使用範圍和优点

金屬型鑄造的使用範圍

用金屬型鑄造出來的零件，使用範圍非常廣泛。很多機械製造工業部門，都或多或少的使用着這種鑄造形式。金屬型中所鑄造的零件品種是十分繁多的，其中包括零件的重量自數十克到幾千公斤。

金屬型鑄造使用得最普遍的是在航空工業和汽車拖拉機工業方面，在運輸和農業機器製造工業及儀器製造工業方面。

在航空工業中，金屬型既用來鑄造最簡單的零件，也用以鑄造最複雜的零件。

在汽車拖拉機工業中鑄造的有各種名目和各種用途的零件：推杆、推杆套、各種蓋子、軸承及活塞等。

用于機器製造、電器製造和農業機器的各種零件，一般用品和很多的其他東西是都在用金屬型大規模的鑄造着。

用金屬型鑄造的零件，不僅在用途方面，而且在使用的合金種類方面也是非常多的。

鋁合金獲得廣泛的使用主要在航空零件的鑄造方面，以及在儀器製造和汽車工業中的某些場合下。在航空工業中也同樣使用着以永久鑄型鑄造的鎂合金和銅合金的鑄件。

在金屬型中以灰生鐵和可鍛生鐵來鑄造的零件，應用于汽車拖拉機工業方面、農業機器製造方面、一般機器製造和一般的用具鑄造等。金屬型鑄造的鋼鑄件主要應用在機器製造工業方面。

金屬型鑄件的質量

廣泛使用金屬型鑄造的主要原因之一，就是所得的鑄件質量很高。鑄件的質量可用兩個指標來確定：第一個指標是鑄件尺寸的準確度，第二個指標是鑄件的機械性能。

在成批和大量生產中，鑄件尺寸的穩定是必要的條件，保證機械加工車間和裝配車間達到均衡的生產和零件、部件的互換性。

金屬型在正常和適當注意的使用情況下，能在很長的時期中保持原有的尺寸，因此就保證了鑄件尺寸的穩定。

金屬型能使鑄件獲得堅實的結構和穩定的機械性能。當用金屬型鑄造時，合金在型中一般都能得到最優良的填充和冷卻條件。

用金屬型鑄造時，在型中所澆鑄的合金，可保證其方向性結晶比在砂型中鑄造更為可靠，而且困難也較少，這對消除鑄件中個別區域的疏松現象創造了良好的條件。

金屬型所鑄造的零件表面的質量，比之砂型中鑄造的也有很大的提高。

金屬型鑄造的經濟性

金屬型鑄造除質量好以外另一優點是比砂型鑄造便宜。費用得到減少是由于以下一些原因：

1. 節省生產面積和減少需用的設備 不用砂型後能省去型砂的製造過程，因此用來製造和運輸型砂的作業面積和設備就沒有必要。砂型心的使用顯著減少，為金屬型心所代替，因此減少型心砂的消耗，同時也省去了烘型心用的烘箱及型心保藏和修整的面積，也沒有必要再在制型機中來製造砂型。

不用砂制鑄型和型心，就可使零件在鑄造後直接送去截割澆口和冒口，免去了除砂和清理的工作部門。

2. 由于全部不用型砂和顯著的縮減型心用砂，結果減少了材

料的消耗。

3. 勞動力的需要減少，為鑄造和清理鑄件而服務的勞動生產率得到提高。

省去了一系列的工序（型砂的配制、減少型心砂的配制、砂的運輸、造型），當然，這也就騰出了為這些工序服務的工人。

由於減少了鑄件整修工序的工作量，每個工人的生產量也就顯著提高，因此在整理工序上就顯著減少了工人的需要量。

4. 機械加工余量的減少 金屬型中所鑄造的零件，具有非常小的尺寸誤差，所以機械加工用的基準面比砂型所鑄造的更為穩定。因此給顯著減少零件的機械加工余量創造了良好的條件，也因此減縮了機械加工所需要的时间和減少了切削工具的消耗。

5. 金屬型的價值 金屬型的制造費用要比制造木模貴到2~5倍，而比制造金屬模貴1.5~3倍。

因此，採用金屬型的情況，是要當這零件是大批或大量鑄造的。在這種情況下金屬型的價值分攤在大批的鑄件上而對每個零件這項費用的增加是不大的。制造金屬型在以下情況才是經濟合理的：就是當一批鑄件是在小型的且不複雜的鑄型來鑄造，其鑄件數量要達300~400件；在中等複雜的鑄型要達3000~5000件，而在複雜的鑄型則要達到8000~10000件。

有這樣的情況，就是按照工藝方面的考慮，零件的批量雖然不大也需要用金屬型鑄造，此時應按簡化鑄型結構的方向來進行，並採用較經濟的鑄型制造方法。

採用了簡化結構的金屬型，同時也採取制造上更為經濟的方法（這些方法在以後另有敘述），雖然鑄件的批量並不大，但用金屬型鑄造在經濟上仍然是有利的。

第二章 金屬型設計的工藝性前提

鑄件結構对在金屬型中澆鑄條件的適應性

金屬型的澆鑄工藝和金屬型的構造特性，对鑄件結構提出了一系列的特殊要求。這些要求依鑄件所採用的合金種類而有變化，可歸納如下：

1. 最方便的鑄件結構，就是使鑄件能自較簡單的分型面鑄型中取出來（直平面的型式）。

2. 为了自鑄型中容易取出鑄件，必須使垂直于鑄型分型面的型壁具有不小于 $1\frac{1}{2}\sim 2^\circ$ 的傾斜。這種傾斜度愈大，則自鑄型中取出鑄件更為容易。

3. 鑄件自粗厚截面至細薄截面的轉接處沒有尖角，可促使消除這區域的縮孔和裂縫。

生鐵鑄造中，機件壁的厚薄相差過大，則在較薄的地方可能因自鑄型中取出鑄件受到拖延而產生白口。

4. 为了預防因澆鑄不足而產生廢品，鑄件壁的厚度不應小於該合金的允許限度。

例如，鋁合金鑄件最小的厚度是 3~4 公厘，而鋼是 12~15 公厘。

如果採用干型心，則鋼鑄件的壁厚可降到 8~10 公厘。

5. 鑄型上部（按鑄型中的部位）應避免橫的平面，因為這些地方將會聚集溶渣和氣體。

6. 零件外形上有尖角，則在鑄型中會形成“氣袋”，但如沒有圓角，則在這些地方是產生裂縫的原因。

7. 鑄件上應避免與分型面方向不一致的局部凹陷和沒有阻碍合金正常收縮的凸出部及凹陷部。

8. 空心鑄件，在適當的地方（考慮零件在鑄型中的位置），為了伸出型心頭，應有足夠大小的孔。

金屬型鑄造對所用合金的要求

在現代鑄造生產的技術水平，可用於金屬型鑄造的合金的範圍很廣泛。

這里面包括鋼和生鐵、鋁合金、鎂合金、銅合金和鋅合金、各種牌號的巴氏合金等。決定這些合金的質量和工藝性能的化學成分是各式各樣的。因此就有可能在許多場合下找到符合工藝要求的合金，以保證達到鑄件必要的機械強度。

在金屬型中合金澆鑄過程的基本工藝特點，就是合金填注型中時，合金的熱量很快的被鑄型壁所吸收，因而合金迅速冷卻。結果也就使合金在堅固的金屬型中很快的凝固，這對合金在凝固時的收縮來說是很大的阻力。

由於這些特點，所以並不是所有的合金都適宜在金屬型中鑄造零件。

在金屬型中澆鑄的合金，其基本要求是：

1. 合金要具有最大的流動性，特別是在接近於凝固溫度時。

引起這個要求的原因有二。

第一，鑄件的結構一般具有複雜的轉角、薄壁、不同厚度和不同高度的筋肋、各樣的凸出部分等，這些地方要充填金屬液一般是有困難的。

第二，由於金屬型具有很大的熱容量，所以注入型中的合金液溫度就迅速下降，特別是和鑄型表面相接觸的合金層。這一層合金的溫度很快的降低到結晶溫度水平，如果這時合金的流動性不足，則不會充滿全部型腔。

2. 自結晶完成到從型中取出鑄件的溫度範圍內，合金要有足夠的強度。

3. 收縮性小。

最后兩條要求的提出,是因为合金在鑄型中進行凝固,这对鑄件凝固时的收縮是有很大大阻力的。当合金收縮大时,在合金凝固后金屬型的全部凸出部分,都將被鑄件夾緊。因此自鑄型中取出鑄件將是非常困难的。

由于鑄型是強固的,所以强度小的合金在热态时,無論鑄件在凝固或自型中取出,都將不能避免的產生热裂縫。

在金屬型中鑄件的粗大部分,当合金結晶时,補給液体金屬是困难的。因此收縮大的合金鑄件中要消除縮孔和疏松,会引起工藝方面的很大困难。

鑄件在型中的部位

金屬型的設計是从繪制鑄件的工藝草圖开始,这种鑄件工藝草圖是一种比較簡略的圖,上面画着帶有澆口、冒口、出气孔的鑄件,并表示有冷却器的分布位置和某些其他的工藝上的数据。

这种圖的制定是从決定鑄件在型中的位置开始。選擇鑄件在鑄型中的位置是鑄型設計开始階段非常重要的時刻。零件在鑄型中所決定的位置,实际上同时也決定了澆口位置、冒口的配置和其他一系列的工藝因素。同时,所選擇的零件部位也影响鑄型的結構。为了正确選擇鑄件在型中部位,必須最謹慎的分析零件藍圖,注意零件的最粗厚和最細薄部分的位置。这样的分析可以帮助正确的解决鑄件補給問題。此外,还須确定需要机械加工的表面、加工的基准面及鑄件其他比較重要的部分。

零件藍圖經詳盡研究后,再決定鑄件在型中的位置。

選擇鑄件在型中的位置时,应根据下列各点:

1. 在型中所選擇的零件位置应保證合金方向結晶的正常条件。

保證各种合金方向結晶的方法各有不同,所以選擇零件在型

中的位置时，必須考慮每種合金影響其結晶過程的特性。這些特性就是：合金澆入型中溫度、結晶時間等。

對結晶因素起直接影響的有澆口和冒口。型中零件的位置既經選定，必須立即決定補給口的位置、澆鑄系統的基本路線和冒口的分布。

2. 型中零件的位置，應與該零件所選定的澆注方法相適應。
3. 當鑄造的零件需要採用砂型心時，所選定的零件位置應能保證鑄型裝配方便，並使型心固定可靠。
4. 選定的零件位置，要達到自鑄型取出時方便和迅速，因此鑄型中分型面的數量及拆卸件等必須最少。

澆注系統的形式和特性

選擇澆注系統的形式和金屬進入型腔的位置是鑄成良好鑄件的主要因素，這須根據該零件所用的合金、鑄件的尺寸和它的外形。

實用中最普遍的澆注系統是頂澆、底澆和側澆系統。對最複雜的鑄件可將以上幾種澆注系統混合應用。

採用頂澆注系統時，合金進入鑄件的上部，如有冒口及出氣孔時，合金就直接通過冒口或出氣孔（圖1）。

採用這種澆注系統時，在鑄型充填後，比較冷的金屬位在下部，而熱的則在上部。這給鑄件補給創造了最好的條件，可以顯著縮小冒口尺寸，尤其當鑄件用灰生鐵澆鑄時，可以完全省去冒口。但是當鑄件具有較大的高

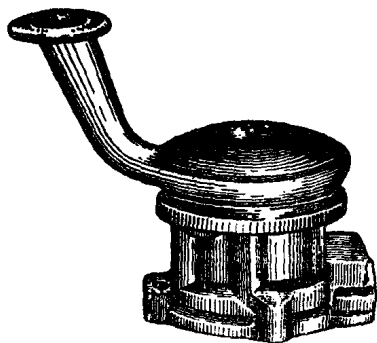


圖1 頂澆注系統

度時，澆進去的金屬流引起飛濺現象，結果金屬嚴重氧化（當澆注

鎂合金時更顯著), 氧化膜進入鑄件中。由飛濺形成的合金滴在鑄件中冷卻成“豆粒”狀, 因此使鑄件成為廢品。當澆注鎂和鋁合金及鋼時, 其必要條件就是要使氧化膜和熔渣能引向冒口。既然這主要影響因素是零件的結構, 所以頂澆法只能用於具有足夠厚壁的簡單零件, 而完全不能適用於熔渣和氧化膜浮出困難的薄壁和轉接複雜的鑄件。

能在一定程度上消除頂澆法中這種缺點的措施, 是採用傾斜鑄型的方法。這樣就促成較緩慢的澆注, 這也是頂澆法中一般應遵守的條件。

底澆注系統(圖2), 是澆鑄生鐵和鋁青銅鑄件的基本型式, 這種方法的特征是金屬液由鑄件的下部進入, 這樣保證了平穩地填充型腔, 並為完全和迅速的自型中排出空氣和熔液氣體創造了良好條件。可是用底澆法時比較冷的金屬浮向上(如果有冒口, 則冷金屬浮入冒口), 而比較熱的則留在澆口旁的底下部分。由此對合金的方向結晶就產生了不良的條件。

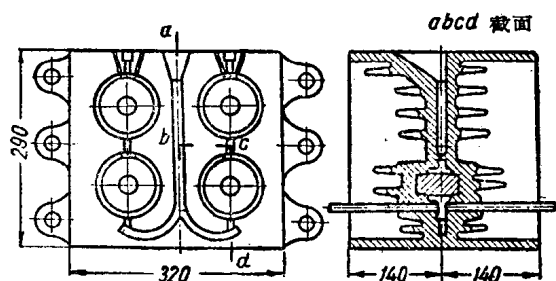


圖2 底澆注系統

當用底澆法澆注鋼、鋁和鎂合金時, 為了預防產生上述的不良影響, 可將澆口尺寸放大。

在底澆注系統中澆注薄壁鑄件應進行得快, 因為澆注慢時注入型中的金屬表面上會形成一層“硬殼”, 這樣就使鑄件難於得到

清晰的輪廓。

側澆注系統（圖 3），主要是用于澆鑄鋁、鎂合金的零件，這種型式的特点是金屬自直澆口經垂直的縫（這縫的長度相等於鑄件的高度或大部分的高度）先充滿型腔的下部，然後再慢慢升高，升到型腔的上部。在這種澆注系統的鑄型中，上層溫度較高的金屬液保證可以供給下層金屬結晶過程中所需要的補給。

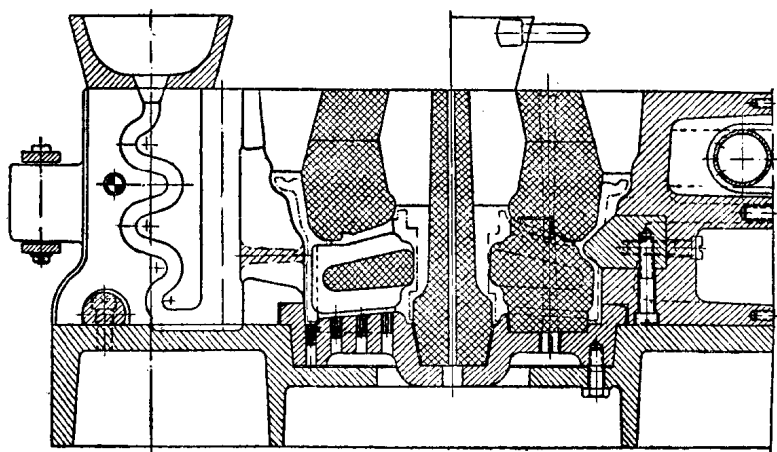


圖 3

確定澆注系統的类型以及根據具體鑄件確定澆注系統的結構，對一定的合金必須作如下的考慮：

1. 合金流過澆注系統和自澆注系統流入型腔應該是平穩的，沒有渦流，液流不能間斷。
2. 澆注型腔各部的合金液對個別的轉接表面處應沒有暴落。
3. 為了保證鑄件得到清晰的全部外形，必須在型腔澆注的全部時間內合金液要有靜壓力；在各別的一些情況下可依靠提高澆盤的液面高度使超過鑄型上平面的辦法。
4. 為了預防鑄型過早的磨損，必須消除金屬液流對型腔工作面突出部分的可能衝擊；為了預防發生阻塞，也須消除金屬液流對

砂型心沖擊。

5. 當鑄型中有粗大的砂型心時，為了防止鑄型過熱，最好能在型心中布置澆注系統。

6. 澆注系統的位置和尺寸應能節約合金液的消耗。

解決有關澆注系統的类型問題應同時考慮零件的外形，也就是鑄型的分型面問題。決定鑄型的分型面須考慮鑄件容易取出以及鑄型結構尽可能簡化。

機械加工的余量

金屬型中澆鑄的零件，其機械加工余量可自 0.5～4 公厘或更大，且受以下各因素的影響：

1. 加工表面的光潔度要求愈高，則所留機械加工的余量也應愈大。

2. 尺寸的準確度要求愈高，則對該尺寸的加工余量也應愈大。

3. 加工面積愈大，則余量也愈大，因為鑄件可能曲扭和在機械加工時安裝不準確引起加工余量的不足。

4. 機械加工基準面距離加工表面愈遠，則機械加工的余量也愈大，因為鑄件可能曲扭和在機械加工時安裝不準確而引起加工余量的不足。

5. 由砂型心鑄出的一些表面，機械加工余量應大於由金屬型心或金屬型直接鑄出的表面。

6. 冒口和澆口下的機械加工余量應該是放大些，因為當冒口或澆口截除不準確時可能使鑄件造成廢品。

工藝的和鑄造的余量

為了保證均勻的或方向性的補給，鑄件常要增加機械加工余量，並且這種增加可能是均勻的，也可能是不均勻的。

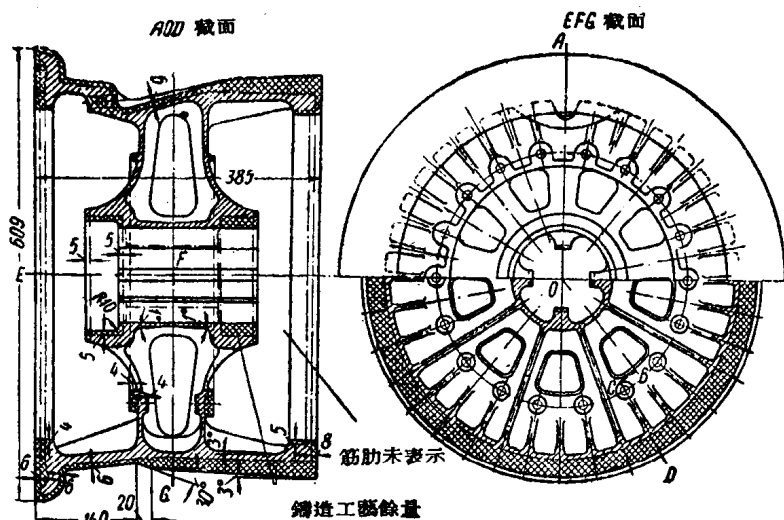


圖 4 鼓輪鑄件圖

在圖 4 和圖 5 上例示了这种对机械加工增加的余量。

类似的加大加工余量在用鎂合金鑄造零件时采用得很廣泛。

需要机械加工的表面，其鑄造錐度和傾斜度应增加在机械加工余量內，不需机械加工的表面可增加或减少鑄件的体厚。

当設計、制造和使用金屬型时，有一系列的因素在不同程度上影响着鑄件的准确度。这些因素如下：

1. 实际的和規定的收縮量間的誤差可能为 10~15%。

2. 鑄型制造得不够准确，自然也就造成鑄件有相同程度的誤差。

3. 工作开始前，在使鑄件成形的鑄型表面上塗一層塗料，塗料厚度实际上在 0.1~0.5 公厘之間，因此鑄件的尺寸准确度也会在这範圍內变化。

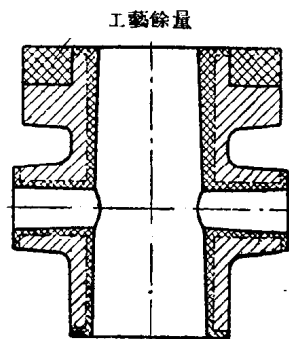


圖 5 为了增加冒口截面的鑄件余量

4. 受热时鑄型尺寸的增大, 在使用中鑄型不同程度的曲扭和磨損也同样影响鑄件的尺寸。

以上所述因素考慮后, 必須使所决定的型腔尺寸能保証鑄件在机械加工后仍得到合格的零件。为了这个目的, 工作型腔的尺寸應該使鑄件表面上留有正公差限度內的少許金屬过剩量, 这种金屬过剩量保証鑄件在机械加工后必然仍在公差限度內。上述超越圖紙的金屬过剩層在实际工作中称为特种鑄造余量或称保險余量。

收縮量的确定

鑄件在凝固时尺寸的縮小叫做收縮。

各种合金的收縮量是不相同的。

位在鑄型中的鑄件, 当結晶时緊压着使鑄件成形的型腔突出和凹進部分的金屬型心和砂型心, 因此也就不能自由的收縮, 而造成所謂应力收縮。所以在金屬型中用同一合金所澆鑄的零件, 其形狀越复雜, 則与能自由收縮的相比較其收縮量也越小。

如果鑄型內有金屬型心, 則收縮更加困难。

此外, 当結晶时, 由于產生应力收縮的因素不同, 在同一鑄件中各个方向的收縮量也各不相同。

例如, 在帶有砂型心的金屬型中澆鑄排式航空發动机的气缸套时, 它的一般收縮量是 1.0%, 事实上在長的方向收縮量 0.9%, 而这發动机下部的曲軸箱在同样条件下長方向的收縮量是 0.8%。

由于决定实际收縮量的困难, 尤其是大型鑄件, 推荐参考以前类似零件的鑄件的經驗來实际計算和决定收縮量。設計者應該在自己的工作中有系統的進行測量型腔和鑄件上同一位置的尺寸, 再分析选择收縮量的准确性。

收縮量确定后即進行光整鑄型。当設計永久鑄型时設計者必須: