

金屬工藝學

第三分冊

馬爾丁諾夫編



機械工業出版社

金屬工藝學

第三分冊

馬爾丁諾夫編

北京機器製造學校翻譯室譯



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書是蘇聯專家馬爾丁諾夫(К. С. Мартынов)同志在北京機器製造學校師資訓練班講課的講稿。

本書主要根據 1954 年蘇聯中等技術學校金屬工藝學教學大綱編成,包括冶金學、金屬學、鑄造、金屬壓力加工及銲接五部分。同時也編入了一些我國的資料。

本書適合作為教師參考用書,也可供工程技術人員閱讀。

本書共分三分冊出版,這是第三分冊,為鑄造、金屬壓力加工及銲接部分。

NO. (內)66

1956 年 12 月第一版 1956 年 12 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/18$ 字數 314 千字 印張 13 $6/9$ 0,001— 9,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價(10)2.10 元

目 次

鑄 造

第一課 鑄造的實質和用途	311
第二課 造型材料和型心材料	315
第三課 製備砂子-粘土造型材料和型心造型材料的工藝過程	324
第四課 造型	333
第五課 在砂箱中造型	338
第六課 機器造型	343
第七課 型心與型心的製造	347
第八課 澆注系統	354
第九課 熔化設備	358
第十課 熔煉鋼的設備	363
第十一課 鑄鐵、鑄鋼和有色金屬鑄造的爐料	369
第十二課 鑄件的澆鑄,出砂和清理	374
第十三課 特種鑄造	379
第十四、十五課 精確鑄造和離心鑄造	385

金屬壓力加工

第十六課 金屬的構造和塑性變形的概念	391
第十七課 冷作硬化和再結晶	397
第十八課 熱壓力加工	403
第十九課 軋製	409
第二十課 孔型設計及在孔型軋輥中的軋製	414
第二十一課 鋼板與鋼管的軋製	421
第二十二課 拉絲	430
第二十三課 金屬的鍛造	435
第二十四課 機器鍛造	439
第二十五課 用鍛錘自由鍛造時所用的工具和附件	446
第二十六課 在壓力機上自由鍛造	453
第二十七課 模鍛	458
第二十八課 多槽式的模鍛	462
第二十九課 在密封模中模鍛,在彎曲機上模鍛和有色金屬及合金的模鍛和擠壓	467
第三十課 冷衝壓	472
第三十一課 壓延及其他形式的冷衝壓	479

銲 接

第三十二課	金屬的銲接.....	485
第三十三課	氣銲.....	489
第三十四課	氣銲工藝.....	497
第三十五課	電弧銲.....	504
第三十六課	電弧銲的電極、附具和銲接工藝	512
第三十七課	電弧銲的自動化與在保護氣體中的銲接.....	522
第三十八課	金屬的電接觸銲接.....	527
第三十九課	點銲與滾銲.....	534
第四十課	金屬的氣割.....	540
第四十一課	金屬的針銲.....	546
參考文獻		551

鑄造

第一課 鑄造的實質和用途

鑄造就是把熔化的金屬澆注到專門製備的鑄型中來製造零件的方法。

鑄出的零件(鑄件)與用鍛造、衝壓及切削加工的方法製出的零件相比,它的主要優點就是製造起來容易,而且還能製造出任何複雜的形狀,所以鑄造生產在機器製造業中具有很大的作用。

鑄造所以能夠廣泛地推廣,不僅是因為工藝過程簡單,而且還因為它能夠用不能進行壓力加工的合金來製造出完整的零件,所以在機器製造業或日常生活中就可以利用大量的所謂鑄造合金,如:生鐵、青銅、鋁合金、鎂合金及其他合金等。

鑄造不需要很多的生產準備,複雜的機器和生產前大量的耗費,因此鑄造的方法比所有的其他方法都來得便宜。

很早以前人類就已經知道了鑄造工件,保存下來的文獻證明,紀元前 3500 年,在中國已經有了銅或銅合金的鑄件,此後,約於紀元前 2600 年起,就發現在銅合金中錫和鋅越來越多。

記載着合金成分的第一個文獻是紀元前 300 年在中國發現的。這可以說是最初的[技術條件]了。它證明了當時某些合金的性質已有確定的概念。

在上古時代,鑄造只是用來製造小的工件,而且大多數都是裝飾品。較大的鑄件到十五世紀才開始出現。在中世紀時最大的鑄件是出現在俄國。譬如,在 1586 年俄國的匠師安德烈·喬霍夫(Андрей Чохов)曾鑄造了著名的[砲王],它的重量有 40 噸。這個鑄件無論在大小上或在裝飾上都可作為鑄造技術的範例。在 1731 年匠師莫特林(Моторин)父子曾鑄造了[鐘王],重量約 200 噸。這樣大的青銅鑄件全世界的技術至今還不能作。這兩個鑄件現在保存在莫斯科克里姆林宮中。

雖然在從前某個時期曾經製出過一些優美的紀念物,表現出某些個別的匠師——鑄造工人具有很高的鑄造技巧,但是科學的鑄造工藝學那時是沒有的。

鑄造生產是建築在返復地運用數百年經驗積累出來的一些方法的基礎上,個別匠師雖然曾經達到很高的技巧水平,在鑄件的大小、裝飾的精緻和形狀的優美方面都可以成為極好的榜樣,但是總的技術水平還是非常差的,能掌握鑄造技巧的人還是不多,對鑄造過程的實質也還不清楚。

俄國科學家羅蒙諾索夫(Ломоносов)首先為鑄造工藝打下了基礎,他在化學、物理和物理化學方面光輝的發現,為科學的鑄造工藝學的發展打下了基礎。

鑄造工藝學到十九世紀中葉才開始成為一門科學。

開始在鑄造中使用科學方法的榮譽應屬於俄國的工程師們——安諾索夫

(Аносов), 拉夫洛夫(Лавров), 卡拉庫茨基(Калакуцкий)和切爾諾夫(Чернов)。

關於鑄造的現代科學是一門實驗性的科學，這門科學的規律性是根據多年來生產經驗所確定的，再從這些規律和物理化學的定理中找出它們的一致性，其結論再通過實驗來證實。

研究鑄造主要過程的基礎是：冶金學和金屬學（合金平衡圖、成分-特性圖、化學分析、宏觀分析、微觀分析、機械性能的試驗、X光透視等），鑄造也有它自己特殊的試驗方法。例如：液體的流動性、壓縮試驗、透氣性試驗等。

現代的鑄造方法

鑄造首先是根據產品的種類來分類。根據產品種類鑄造可分為兩類：

第一類是製造還需要繼續進行壓力加工的製件，這類製件有圓柱形的，平行六面體形的，統稱為鋼錠或鋼坯；

第二類是製造成品：這種製件除個別地方尚需切削加工外，其形狀與結構都不會再有所改變，這種製件叫做成型鑄件。製造這種鑄件的方法叫做成型鑄造。

另一個分類的標準是合金的性質，因為澆鑄各種不同的合金鑄件有時候需要一些特殊的場地、不同的熔化設備、以及不同的製造方法。根據合金的性質可分為：生鐵鑄造、鋼鑄造、銅鑄造、鋁合金鑄造和鎂合金鑄造等。

最後，第三種分類的標準是按製造的方法分類，即分為在砂型中鑄造、在金屬模中鑄造、壓力鑄造、離心鑄造和精密鑄造等。

上面所列舉的這些鑄造的種類都在每個不同的情況下，在工藝過程的組織方面都有它自己的特點，但是對任何一種生產種類來講，其主要鑄造過程的規律性都是共同的。

在砂型中鑄造的方法

在砂型中鑄造的優點是能用最少的耗費製出任意大小與任意複雜形狀的製件（零件）。這個方法無論是應用在大量生產中或在小批生產乃至單件生產中都是有利的。

在砂型中鑄造的砂型是用專門的造型材料製成的，砂型在澆鑄一件鑄件之後就被毀掉，因此稱為一次鑄型或臨時鑄型。

為了在砂型中鑄出任意的鑄件就必須有：

- 1) 鑄模：其外形與零件相同；
- 2) 型心：零件有內腔時用；
- 3) 鑄型：按照鑄模製成的鑄型；
- 4) 澆口：向鑄型澆注金屬時用。

在圖 207 為裝配好的一套製造軸套鑄件的鑄型。

在圖 207 中是軸套的鑄件（零件）。為了在鑄造時能得到裏面的孔，就必須在鑄型

中放入一塊與鑄件內孔形狀和尺寸相同的造型材料；這種具有零件內孔形狀的造型材料叫做型心，這裏的型心（圓棒）2 是與軸套內孔的形狀和直徑相同的。鑄模 6 是軸套的外形，鑄模的兩端各有圓柱形的凸出部分，其直徑與型心的直徑一樣，這一凸出部分是型心放在鑄型中的支座，在造型時作為型心支座的凸出部分稱為型心座。鑄模上的心座部分稱為型心座，型心上同樣應當有這樣一部分，它叫做型心頭，型心座與型心頭應當互相適合。

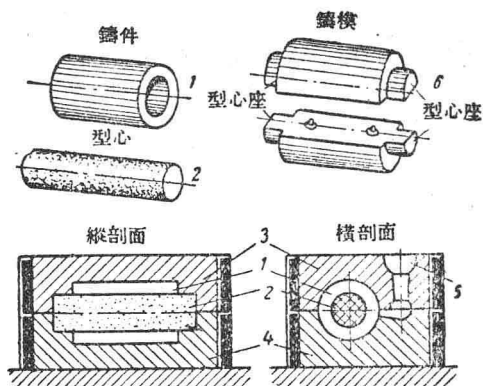


圖207 鑄型。

構成所製鑄件外部形狀的鑄型（見圖207）是由上半部3與下半部4兩部分組成的，為了使鑄型更堅固些，鑄件的上半部3和下半部4都是放在被稱為「砂箱」的專用的金屬框架中。在鑄模中還有個被稱為「澆口」的通道5，熔化的金屬就是經過澆口澆注到具有鑄件形狀的空腔中去。金屬是用澆鑄桶澆入澆口。

鑄造的步驟是由下列各部分組成：1) 製造鑄模；2) 製造鑄型；3) 熔化金屬；4) 將金屬澆入鑄型；5) 由鑄型取出鑄件；6) 由鑄件中取出型心；7) 去掉澆口及凸出部分；8) 清理鑄件；9) 鑄件檢驗。

圖208是製造鑄件的工藝過程圖。

鑄模 鑄模是造型的用具或用具組，它們是為了在砂型中形成所製工件形狀而不可缺少的一套用具。

鑄模組由下列部分組成：1) 鑄模本身，它主要是形成所鑄工件的外部輪廓；2) 型心盒，主要是形成所鑄工件的內部輪廓（空腔、孔、凹陷）。

鑄模的構造必須保證容易從鑄型中提模；鑄模的表面必須光滑、乾淨，以便從鑄型中提模時容易和型砂分離。鑄模必須堅固、尺寸不發生變化，而且在鑄型時能在型砂中抵抗型砂潮濕的影響。

鑄模和型心盒所用的材料，在單件和小批生產時大多數都使用木頭，有時也使用石膏和洋灰；在大量生產時則使用金屬。

製造木模和型心盒可採用以下幾種木材：尺寸不大的木模用赤楊、楓木、山毛櫸、松木和菩提樹；中等尺寸的木模用赤楊、松木和菩提樹；尺寸大的木模用松木和赤楊；鑄造金屬模用的木模是用楓木、山毛櫸和赤楊。

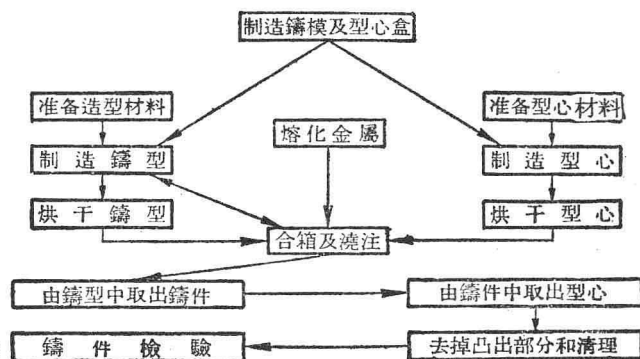


圖208 製造鑄件的工藝過程圖。

製造木模用的木材要預先在 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的溫度下乾燥。乾燥後的木材中所含的水分不得超過 $8\sim 10\%$ 。

金屬模是用灰口生鐵、鋁合金、青銅、黃銅和鋼製造的。灰口生鐵是用來製造不大的、簡單的鑄模，因為生鐵的鑄模很重，而且容易生銹。

製造金屬模時最廣泛使用的是鋁合金：АЛ-7, АЛ-11, АЛ-6 和 АЛ-12。

在製造鑄模和型心盒時，要考慮到造型和製型心的工藝性、金屬的鑄造性能和以後鑄件的加工。

根據鑄型製造方法的不同，鑄模可分為手工造型用模和機器造型用模。

機器造型用模不同於手工造型用模的地方，就是簡單；機器造型用模之所以簡單是由於採用了表面型心，在表面型心上只有必要形狀的型心座，這就使模的外形簡化，在機器造型用模上沒有鬆動部分。

金屬冷卻時尺寸要縮小，因而產生收縮，所以在製造鑄模時模型工應放大零件工作圖上所有的尺寸，尺寸放大的程度要根據鑄造零件所用金屬的收縮量決定。

實際上收縮量是以百分數來計算，根據經驗的數據，規定有以下幾種最常用鑄造合金的收縮量。

生鐵——1%	可鍛鑄鐵—— $1\sim 1.5\%$
鋼—— $1\sim 2\%$	青銅—— $1.25\sim 1.5\%$
鋁合金—— $1\sim 1.5\%$	

在製造鑄模時應利用收縮放尺：在收縮放尺上已經將金屬收縮量計算進去。收縮放尺（公尺）上的刻度大部分都是作成 $1, 1.25, 1.5, 1.75\%$ 等。

如果鑄件還需要進行機械加工時，那末有加工符號的地方在鑄模上就應該留出機械加工的餘量。

機械加工餘量的大小取決於鑄件的尺寸、生產的特點（單件、成批、大量）、製造鑄件用的合金、零件的複雜程度和鑄件在鑄型中的位置（位於鑄型上部的表面需要留出較大的加工餘量，因為渣和型砂可能浮起來）。

各種合金鑄件的機械加工餘量標準，蘇聯國家標準（ГОСТ）都有規定，可從手冊中查到。

鑄模和型心盒可分為整體模和分離模，分離模是由兩部分或兩部分以上組成的，製成分離模是為從鑄型中提模方便。型心盒也常常是分離的，這是為了製造型心時方便，並且從型心盒中提出型心時也不致損壞。

鑄模應該這樣設計，使鑄件要加工的面在造型時放在下面或垂直位置。

在製造分離模時，鑄模的組成部分的數量應盡量減小，因為分離的地方會在鑄件表面上形成毛刺或凹入部分，因此就會增加清理的工作。

為了使鑄模更容易從砂型中提出，鑄模的垂直部分需要有不大的傾斜，通常把這個斜度叫做拔模斜度。

木模的拔模斜度一般是在 $1\sim 3^{\circ}$ 的範圍內。

機器製造時金屬模的拔模斜度為 $0.5 \sim 1^\circ$ 。

在用粘土造型材料造型時，鑄模的拔模斜度應作得大一些。

作成的鑄模要用玻璃紙打磨，用白堊粉與乾性油或水膠製的油灰填裂，然後塗上顏色和鑄模用的洋漆。

澆鑄生鐵用的鑄模塗紅顏色；澆鑄鋼用的鑄模塗藍色。

澆鑄銅合金用的塗黃色；鑄模上的型心座塗黑色。

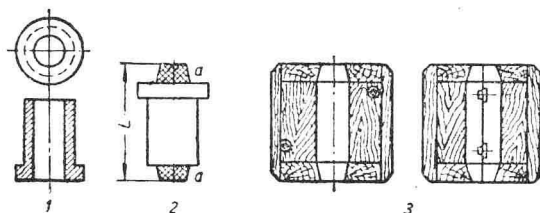


圖 209

1—零件；2—零件鑄模；3—分離的型心盒。

金屬模與模板 在現代的鑄造生產中已廣泛地應用金屬模，其優於木模的地方是精度高、耐用、表面光滑。金屬模比木模貴而且重，在大量或大批生產和用機器造型時最好使用金屬模。

金屬模一般都是裝配成模板的形式，模板就是上面固定有鑄模組成部分的金屬平板。

圖 212 所表示的即在平板上安置鑄模組成部分的方法。

單面模板是在平板的一個面上固定着鑄模的上半部分或下半部分；雙面模板即是在平板的兩個面上按分離面對稱地固定着鑄模的部分。反轉模板是鑄模的兩個部分都固定在平板的一個面上，當模板轉動 180° 時鑄模的兩個部分就可以互相配合，在模板上固定着集渣口的鑄模，橫澆口鑄模與直澆口鑄模，這樣就減輕鑄工在製造澆注系統的各個部分時的繁瑣工作。

金屬的型心盒或者整體鑄出，隨後進行不多的機械加工，或者鑄出後在專門的金屬切削靠模機床上進行機械加工。

第二課 造型材料和型心材料

上一課已經講過，製造鑄件時必須有一個按照零件的鑄模而製出的鑄型。

製造鑄件用的鑄型是用所謂型砂的材料製成的。雖然在現代鑄造中有金屬鑄型，但百分之九十的鑄件還是在砂型中鑄出，製造砂型的材料就叫做型砂，它主要是由砂子和粘土組成。

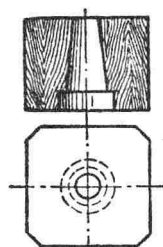


圖 210 整體的型心盒。

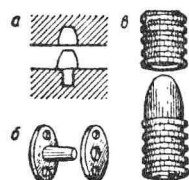


圖 211 連接鑄模與連接型心盒各部分的木梢釘和金屬梢釘。

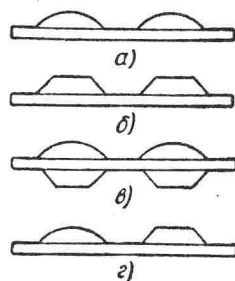


圖 212 a、б—單面模板；
B—雙面模板；
e—反轉模板。

造型材料和型砂的性能可分為**自然性能與工作性能**。

自然性能有時又稱為第一性能，因為它預先決定了型砂的工作性能。工作性能則相應地叫做第二性能。

造型材料的化學成分、礦物成分和顆粒成分，均屬於自然性能。

工作性能就是造型材料和型砂在用它們造型和作型心的時候、在用液體金屬向鑄型和型心澆注的時候和由砂箱提出鑄件及由鑄件打出型心的時候應具備的性能。

例如在造型和作型心時造型材料和型心材料應具有一定的工作性能——空隙度、強度、可摺實性、流動性和不粘附性等。如果配製好的砂型還需要等待一些時間才澆注時，還要求造型材料具有小的吸濕性（吸收水分少）。如果考慮到在鑄型中澆注液體金屬的條件，造型材料還應具有這樣的工作性能如：透氣性、小的發氣能力、強度、表面硬度、可讓性、耐火性、不焦結性、導熱性和熱容量等。最後，在澆注之後，應能容易地清出鑄件中的型心和從鑄型中取出鑄件。為了確定某些工作性能，已製訂在生產條件下檢驗造型材料和型砂質量的標準方法，所以在現代的條件下每個鑄造車間都設有試驗室來確定造型材料的工作性能。

造型材料和型砂的工作性能

空隙度 在砂子或型砂中有充滿空氣的空隙存在稱為空隙度。為了將液體金屬澆入鑄型時所形成的氣體能由鑄型中洩出，所以型砂必須要有空隙度。

空隙度取決於砂粒的大小和形狀、砂粒的均勻程度和在砂中所含的粘土量。

但是不能根據空隙度的大小來判斷材料的質量，因為由於空隙在材料中的分佈位置的不同、砂粒表面的狀態不同以及其他原因，具有相同空隙度的材料卻可以通過不同量的氣體。因此空隙度對於生產的意義不大，也沒有標準的方法和儀器來確定它。

透氣性 砂子或型砂允許氣體通過的性能叫做透氣性。透氣性的大小決定於顆粒的形狀、顆粒組成成分的均勻性、材料中粘土的含量以及其他原因。

透氣性和空隙度並不相同，因為材料可以有相同的空隙度，但透氣性卻不同。

透氣性是造型材料的一個很重要的性能，因為鑄型或型心的透氣性不好，鑄件會產生氣孔。根據透氣性的大小就能夠對造型材料給以評價，因此，製訂出試驗透氣性的標準方法和專門的儀器。

發氣能力 就是造型材料或型砂在加熱到高溫時產生一定數量的氣體的能力。型砂發生氣體的能力會因形成氣孔而造成一種嚴重的鑄造廢品，而這種廢品卻往往是在經過了複雜的和昂貴的機械加工之後才發現。

氣體是在液體金屬澆入鑄型時開始發生的，當金屬還處在液體狀態時，由型心和型砂所發生的氣體越多，在鑄件內形成氣孔的危險性也就越大。因此在製造鑄型和型心時必須選擇發生氣體能力小的造型材料和型心材料。

強度 鑄型或型心抵抗破壞的能力叫做強度。造型與型心之所以需要有強度，是

爲了使它在本身的重量作用下、在運輸和裝配時的震動下以及澆注時在液體金屬的壓力作用下不會毀壞。

型砂和型心砂的強度分爲在乾狀態下的強度和在濕狀態下的強度。濕型砂和濕型心砂的強度決定於砂子顆粒的大小和形狀、粘土的數量和質量、水和附加物的數量以及型砂錘實的程度。乾鑄型和乾型心的強度決定於它們的烘乾溫度、烘乾的時間、型砂中粘土的質量和數量以及其中所含的水分和粘結物。

測定濕型砂的強度通常就是確定它的抗壓強度，對於乾型砂來說就是確定它的抗張強度，在這兩種情況下強度都是以公斤/公分²表示。

表面硬度 鑄型或型心抵抗其他更堅硬的物體穿入的能力叫做表面硬度。

濕鑄型的表面硬度是決定於砂粒的大小、水分及型砂中粘土物質的數量，並且主要是決定於搗實的程度。

乾的鑄型和型心的表面硬度則決定於烘乾的溫度與烘乾的時間。

可搗實性 在搗實鑄型時砂子或型砂體積縮小的能力叫做可搗實性。

型砂的可搗實性是決定於砂粒的形狀、大小、均勻程度；水分、粘土物質的數量及搗實的工作（到一定的限度）。

流動性 型砂能容易地填滿鑄模和型心盒上凹處並形成凸出部分，因而形成光滑鑄型表面的性能叫做流動性或可動性。型砂的流動性是決定於砂粒的大小和形狀、砂子的表面狀態、粘土或其他粘結物的數量和質量，決定於水分的多少和搗實的程度，例如：增加粘土和水的含量（到一定的限度），會使流動性變壞；用的粗砂子多，粘結物少，流動性會變好。

可讓性（適應性） 在鑄件冷却收縮的作用下砂型和型心可以縮小容積的能力叫做可讓性。砂型，特別是型心，如果可讓性不好，可能使鑄件發生裂紋。爲了使型砂具有必需的可讓性，可在其中摻入鋸末和其他的附加物。型砂中含粘土過多，則可讓性將會變壞。

耐火性 造型材料能承受澆入砂型中金屬的高溫而不軟化、不熔化、不燒結於鑄件表面的性能叫做耐火性。砂型材料的耐火性不夠時，在鑄件上就會產生燒結殼，因而增加了鑄件加工的困難，並增高了加工價格。

要避免降低造型材料的耐火性，應當限制型砂中 CaO 、 MgCO_3 、 Na_2CO_3 等化合物的含量，因爲它們會與氧化矽（ SiO_2 ）形成易熔共晶體的物質。

導熱性 造型材料由溫度高的部分將熱傳導到冷的部分的能力叫做導熱性。砂子的導熱性小，這也是砂型的優點。如果砂型的導熱性高，鑄件就會很快的冷却，這樣就會產生裂縫。但是砂子的導熱性小也有它不好的一面，因爲在型砂接觸金屬的面上會形成很高的溫度，促使造型材料燒結在鑄件上。此外，砂子的導熱性小在烘乾爐中砂型加热的很慢，因而烘乾砂型要化費很多的時間。

導熱性可以影響砂中金屬的冷却速度，因而也影響到金屬的結構，對生鐵的影響尤其顯著。

在造型材料中加入煤粉，可以改變它的導熱性。

耐用性 造型材料經過多次澆注使用之後，仍能保持本身性能的能力叫做耐用性。砂子的耐用性決定於舊型砂的加工方法。

造型混合物和造型材料的種類

造型混合物的主要組成部分是用水浸濕的砂子和粘土。這時，硬的砂粒就好像骨骼一樣地構成了型砂的基礎，而粘土則起着粘結的作用，即浸濕的粘土成了粘結劑。

在精細地攪拌型砂時，浸濕的粘土形成一層薄膜包在砂粒表面上，這樣在砂粒之間接觸的地方即被粘土粘在一起，因而型砂獲得了應有的強度。

粘土同砂子一樣也是由許多小的顆粒組成，不過顆粒非常細小。粘土的顆粒與大的圓形砂粒不同，粘土顆粒大多為鱗片狀的。

這種極微小的顆粒（小於 0.02 公厘），由於浸濕而具有粘結性，而砂子是很粗大的顆粒，幾乎沒有什麼粘性，所以僅用砂子而不用粘結物是不可能製造鑄型的。

圖 213 是砂子與浸濕粘土的結構圖。

型砂 製造鑄型的型砂分為：

- 1) 覆面型砂； 2) 填充型砂；
- 3) 單一型砂。

覆面型砂 是直接與熔化的金屬相接觸的型砂。

砂型常常不是用一種型砂製成，在砂型中處在極困難條件下的直接與熔化金屬接觸的一層型砂，應當是比距離金屬較遠的型砂具有更高的耐火性，更大的強度和可讓性。

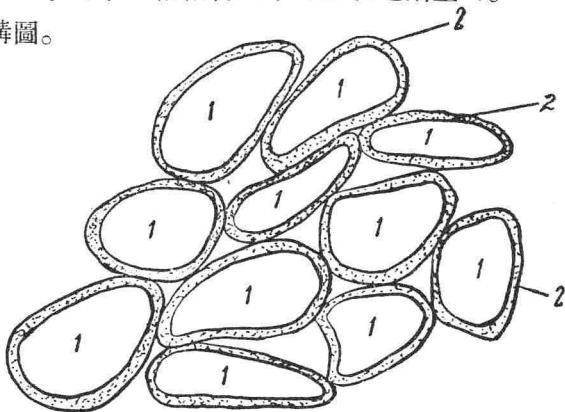


圖 213 製好的型砂結構示意圖：

1—砂粒； 2—粘土粒。

填充型砂 是填滿砂型其餘部分的型砂，填充型砂不直接與熔化的金屬接觸，因此其質量較差，也比較便宜。

在砂型中填充材料佔容積的 85% 左右，覆面型砂佔 15%。

單一型砂 用來製造整個砂型的造型材料叫做單一型砂。

不分覆面型砂和填充型砂的單一型砂是在機械化鑄造車間為大量生產而且是機器造型用的，大部分是用於小的薄壁鑄件。

型砂是由以下的材料組成：

1. 新鮮的粘土和砂的混合物（砂、土、粘土）；
2. 用過的型砂（舊砂）（由砂箱中取出的）；
3. 附加物（煤粉或有機混合物）；
4. 水。

新鮮的造型材料 屬於新鮮造型材料的有新鮮的砂子、泥土、和粘土。

在鑄造車間裏用來組成造型材料或型心材料的砂子有：河砂，礦山砂（或山谷砂）及化學成分特別純的白石英砂。

河砂——有圓形的滾圓顆粒（圖214），並不含有粘土物質，大部分都是用來鑄造生鐵。它的耐火性不强，不適於鑄鋼。



圖214 河砂的顆粒(滾圓的)。



圖215 礦山砂的顆粒(半滾圓的)。

礦山砂（山谷砂）——通常是由多稜形和半滾圓形的顆粒組成，並含有2% 粘土物質，由於其中所含化學成分的不同，它不僅可用於生鐵和有色金屬鑄造，而且也可用於鋼鑄造。

石英砂——最大的特點是化學成分特別純；在顆粒中含有非常多的二氧化矽（在98%左右），成白色，由不透明的或透明的顆粒組成，石英砂主要是用於澆鑄鋼或重要的生鐵鑄造，它的耐火性很高。

砂-粘土——砂粘土是含有2~50% 的粘結物質的一種岩石，根據其中所含粘結物質百分比的不同可分為瘦的、半肥的、肥的和特別肥的四種。含有2% 的粘土物質時叫做瘦的，含有50%時叫做特別肥的。

砂-粘土是摻在鑄造生鐵的造型混合物中。

粘土——是含有50%以上粘土組成成分的岩石。

粘土可以用來配製各種鑄造用的造型混合物。

鋼或大型生鐵鑄造要用耐火粘土，其燃燒溫度不得低於1580°。

用過的型砂（舊砂）——用過的型砂就是由砂箱中取出的造型混合物。它可以用來摻在新的造型混合物中。摻入前需要把它重新加工製備。關於這一方面在下一課中將要講到。

附加物：

煤炭——是爲了減少燒結而摻在生鐵鑄造的覆面造型混合物和單一造型混合物中的。

煤炭是成粉狀摻在砂型中的。

在澆鑄時，煤粉被澆注的金屬加熱後發生氣體，這些氣體在鑄型的內表面形成隔離層，使熔化的金屬不致與造型材料粘結起來，因而獲得光滑的鑄件。

摻入造型混合物中的煤粉，在燃燒時所發出的氣體（揮發物）不得少於25~30%。煤中所含灰份不得大於10~11%，因爲灰份能使造型混合物變髒，並降低造型混合物的透氣性和耐火度。

有機附加物——是爲了改善砂型或型心乾燥後的可讓性和透氣性而加入到澆鑄生鐵用的乾型造型混合物中或型心材料中的（並非全部型心材料）。

在有機附加物中最常用的是馬糞、鋸末和泥煤等。

造型混合物中各成分的比例大約如下：

新鮮材料·····	7~15%
用過的型砂·····	60~80%
附加物和水·····	其餘的。

造型混合物的成分極不相同，它決定於很多的因素，如：鑄造的方法，鑄造的材料（鋼、生鐵、有色金屬、合金）及當地所備有的濕造型材料。

型心混合物 型心是用來形成鑄件內部的空腔的，它的表面大部分都要澆鑄上金屬。在澆鑄時型心要較砂型承受熔融金屬的機械和溫度作用更多，此外氣體從型心中跑出來要較從砂型中跑出來更加困難。因此型心就必須比砂型具有較大的強度和透氣性。

型心混合物按其成分可以分成兩組：1)由砂子和粘土組成的；2)由石英砂和其他特殊粘結劑組成的（植物油、澱粉、瀝青、亞硫酸鹽水溶液等等）。

以粘土為基礎的型心混合物按其成分和基本性能來說極近似於作乾砂型用的覆面造型材料。這種混合物是用來作不重要的型心。

用特殊粘結劑作的型心混合物，是由純石英砂和少量的特殊粘結劑及潤濕用的水組成，有時其中還加入少量的粘土，以便使型心在乾燥前有一定的強度，所以要加入粘土是因為這種混合物和用這種混合物作成的型心只是在乾燥的過程中或乾燥以後才具有高的強度。用含特殊粘結劑的混合物所作成的型心具有極高的透氣性和強度，具有良好的可讓性和容易由鑄件中取出的性能；但是這種混合物很貴，因此只在澆鑄重要鑄件時才用。

型心最廣泛應用的粘結劑是亞麻仁油、亞麻仁油作的乾性油、亞硫酸鹽水溶液（製造紙漿的副產品——深褐色的粘性物質或固體）、糊精（將澱粉加熱到120~160°C停留4小時後所製成的）、泥煤焦油或木炭焦油（蒸餾瀝青或由燒泥煤的氣體發生爐中得到的）。

輔助材料

粉劑——為了防止燒結，在鑄型和型心的表面上塗上一薄層耐火材料，叫做粉劑或塗料。

粉劑是一種粉狀的耐火材料，可以裝在一個用稀布做成的袋子裏，在濕砂型的上面搖動布袋就可以將粉劑撒在砂型的表面上了。鑄造生鐵時用石墨作粉劑，鑄造鋼時不用石墨，而用石英粉（一種非常細的白色的石英砂，自然界中可以遇到）。

乾砂型和型心不用粉劑，這時是塗上一層造型塗料作為耐火物質。

造型塗料在1)澆鑄生鐵時是用石墨、粘土和水作成的；2)澆鑄鋼時是用石英粉、水和粘土作成的。

模型粉——為了避免造型材料或型心材料粘在鑄模和心盒上，在填造型材料或型心混合物以前，應先撒上一層特殊的模型粉。模型粉是一種不可潤濕的物質，在水

面上可以形成一層結實的薄膜。

模型粉可以是天然的或人造的。

天然的、最好的模型粉是石松粉。石松粉是一種植物石松的芽胞，它是一種淡黃色的[光滑的]細粉。石松粉是一種很貴的和稀有的東西，因此常常用人造粉劑來代替它。

人造模型粉是用軟木塞粉、白雲石粉、大理石粉等材料製成的，這些粉末用硬脂或石臘來加工，使軟木塞粉或白雲石粉顆粒的周圍覆上一層硬脂或石臘或其他不透水的物質。這樣加工後的粉劑就可以有不被水浸濕的性能，並能很可靠地防止濕的造型混合物粘附在模型上。

試驗造型混合物的主要方法

1. 確定造型混合物的濕度：造型和型心混合物中必須含有水分，因為用乾的混合物不能製砂型和型心（它們將要鬆散開）。但是過多的水分也是有害的，因為它降低了混合物的透氣性和強度。

造型材料的濕度就是在造型材料中機械摻進的水的重量百分比。例如，在 200 公斤的造型混合物中含有 12 公斤的機械摻入的水，則這種混合物的濕度就等於：

$$\frac{12}{200} \times 100 = 6\%。$$

造型材料中的化合水的分量是不予測定的。

造型材料的濕度可以用乾燥一批試料的方法來確定。

取 100 克的造型材料將它在 $105 \sim 110^\circ$ 進行乾燥，乾燥後試料中的機械混合水蒸發掉，而試料的重量減輕。將水分全部蒸發後，試料的重量即保持一個常數，然後再稱試料的重量。

造型材料減輕的克數就是濕度的百分數。

這種方法需用很長的時間來蒸發水，因而在車間中採用一種快速的乾燥方法。方法如下：將 30~50 克的試料放在金屬杯上，通過試料吹過加熱到 200° 的空氣，如圖 216 所示，用這種方法乾燥，全部只需 4~6 分鐘。

2. 確定粘土物質的含量：造型材料中粘土物質的含量可以用淘汰法來確定。這時先取 50 克的試料放入玻璃管內，然後在玻璃管內倒入 475 公分³ 的水和 25 公分³ 的

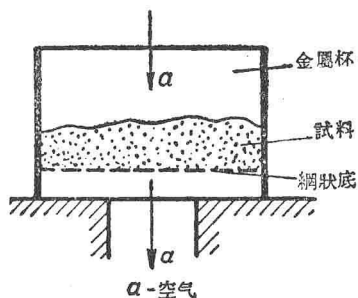


圖216 快速測量型砂濕度時乾燥試料。

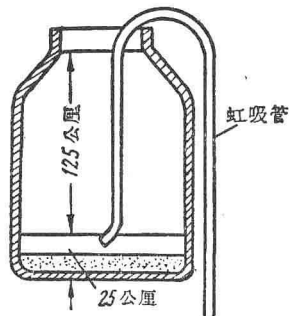


圖217 用淘汰法時虹吸管的位置。

百分之一的苛性鈉水溶液，並細心地攪拌混合物。

苛性鈉促使粘土和砂粒分開。

在攪拌後粘土物質的顆粒成懸浮狀態，而砂粒却沉在管底，在攪拌後停留 5 分鐘，將懸浮的粘土顆粒和水一起用虹吸管吸出。但並不將全部水吸出，而留下 25 公厘高的一層水。然後在玻璃管內再加入水，使水面仍達原來的高度（150 公厘），這時再進行攪拌，在停留 5 分鐘後再將粘土和水除去。這樣一直進行到在停留 5 分鐘後管內的水成完全透明為止，然後將管內的東西用濾紙過濾，在濾紙上留下砂粒。將砂粒烘乾後稱其重量，即可知粘土物質含量的百分數。

透氣性的測定

試驗透氣性時要在金屬圓筒中將被試驗材料做成試樣，試樣用搗砂器搗擊三次，搗砂器的搗錘重是 6.35 公斤，從 50 公厘的高度下落（圖 218）。

試樣是直徑為 50 ± 0.2 公厘、高為 50 ± 0.8 公厘的圓柱形。

測定透氣性的方法是在室溫下以 2000 公分^2 的空氣通過試樣。圖 219 是試驗器簡圖。

計算透氣性的總公式是：

$$K = \frac{509.5}{p \cdot t},$$

式中 t —— 空氣通過試樣的時間，以分計，用停表測定；

p —— 在試樣前面所吹入空氣的壓力，以克/ 公分^2 計，用與試樣前面的空氣空間相通的水柱計算。

將試驗時求出的 p 和 t 的值代入此式中則得到透氣性的值。

根據上面的公式測定透氣性時可以在任何一種進行這種試驗的儀器上進行（玻璃的或金屬的，用水銀密封的或其他密封的），只要保證：

- a) 整個系統不透氣；
- б) 可通過 2000 公分^2 的空氣；
- в) 在試樣前面能測定空氣的壓力。

抗壓強度的測定

型砂或造型混合物的抗壓強度是用試樣破壞時的應力表示。

抗壓強度是在專門的儀器上以每分鐘均勻地增加 13.5 ± 4.5 公斤的載荷，順着試樣的軸線，在頂部加壓的方法來測定（圖 220）。

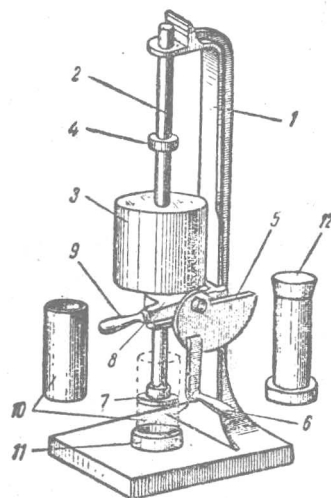


圖 218 試驗用搗砂器：

- 1—支架；2—可動軸；3—搗錘；
- 4—搗錘昇起的擋環；5, 6—偏心輪和把手；7—頂片；8, 9—帶把手的支點；10—圓筒；11—橡膠墊；12—頂桿。