



中等专业学校試用教材

金屬工艺及航空材料学

下 册

沈阳航空工业专科学校主編

(內 部 教 材)



國防工業出版社

中等专业学校試用教材

金屬工艺及航空材料学

(下 冊)

沈阳航空工业專科学学校主編

國防工业出版社

1961

內 容 簡 介

金屬工艺及航空材料学下册为金屬热加工部分，主要内容系介紹鑄造、压力加工及焊接等热加工工艺、設備及应用；在本書的最后部分还介紹了現代常用的金屬質量的物理檢驗方法。

沈阳航空工业专科学校編

国防工业出版社 出版

北京市書刊出版业营业許可証出字第074号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部發行

787×1092¹/₁₆ 印张 4⁵/₈ 106千字

*

册数：0,001—3,600册 統一書号：15034·544

目 录

第二篇 金屬的热加工

第十九章 鑄 造

§ 1. 概述	5
§ 2. 砂型鑄造	7
§ 3. 常用鑄造材料	14
§ 4. 金屬型鑄造	16
§ 5. 压力鑄造	17
§ 6. 离心鑄造	19
§ 7. 熔模鑄造	20
§ 8. 壳型鑄造	21
§ 9. 先进鑄造方法及其發展方向	22

第二十章 金屬压力加工

§ 1. 概述	25
§ 2. 輾压、挤压和拉絲	26
§ 3. 自由鍛造	29
§ 4. 热模鍛	33
§ 5. 各种金屬鍛造特点和鍛件缺陷	38
§ 6. 冷冲压	40

第二十一章 焊 接

§ 1. 概述	45
§ 2. 釐焊	46
§ 3. 气焊和气切割	49
§ 4. 电弧焊	52
§ 5. 接触电焊(电阻焊)	60
§ 6. 各种金屬的焊接特点及焊接缺陷	64
§ 7. 焊接新工艺	67

第二十二章 金屬質量的物理檢驗方法

§ 1. 用X射綫和 γ 射綫透視金屬的方法	69
§ 2. 超声波探伤法	70
§ 3. 磁力探伤法	71
§ 4. 螢光探伤法	72

参考書目	73
------	----

第二篇 金屬的热加工

第十九章 鑄 造

§ 1 概 述

1. 鑄造的實質

鑄造是指將溶化的金屬，澆注到鑄型內，經凝固后得到所需零件的方法。鑄造而成之零件，叫做鑄件。鑄件可用鑄鐵，鋼，銅合金，鋁合金，鎂合金，特种鋼，耐熱合金等制成，其重量可以從幾克到數百噸。

2. 特 點

用鑄造生產零件，與鍛造和切削加工等方法比較，其主要優點是：製造容易，可製出具有複雜外形和空心的零件，而且成本低廉，節約金屬，是一種符合多、快、好、省的生產方法，因而應用廣泛。如1617車床的總重是1350公斤，其中鑄件重量約1000公斤，即占全重的80%，在飛機上鑄件所占比重較小，但也有很多零件，如：機匣、汽缸頭、活塞、導向器葉片的毛坯均採用鑄造來生產。

一般鑄件質量不如鍛件，沖壓件。這主要是由於鑄件中存在著樹枝狀結晶以及組織不緊密所致。但是，近年來由於學習了蘇聯先進鑄造技術，總結了我國過去的鑄造經驗以及解放以後的一系列生產革新，採用了許多優良的鑄造方法，如一型多鑄的泥型鑄造，壓力鑄造，殼型鑄造等，使鑄件質量大大提高，成本下降。

3. 鑄造事業在我國的發展和成就

我國在鑄造工業方面，歷史悠久，成就巨大，還在3500多年前，就能熔鑄出各種精美實用的銅器，比歐洲國家早一千多年。中國通史簡編載有“殷墟銅器以矢鏃為最多……”在河南安陽出土的殷代祭器司母戊鼎重達700公斤，長度和高度都超過了1公尺；四圍有精美的花紋。又如孟鼎，大克鼎也都有極高藝術價值。由於冶銅技術提高，火力達到了熔鐵要求，到了距今約2700年的周代，勞動人民就已經掌握了冶鐵術，在東周時代已被用來製造農具，後來到了十二世紀末十三世紀初，生鐵的鑄造技術才由我國傳入歐洲，在東周時期，有些地方還發明了煉鋼術。當時的吳、越、韓、楚等國都以盛產刀劍著名。干將、莫邪等名劍，便是這些鑄品中的代表。

無論鑄造銅器或鐵器，當時所用的鑄型都是泥土製造的，這種泥型鑄造方法為我國固有技術之一，但一直未得到發展與重視，直到解放後的1958年全國工農業大躍進以來，採用泥型鑄造，利用其一型多鑄造的優點，列為產量翻番重要措施之一。熔模鑄造也是早在周朝就已發明了的，並在宋代及明代人的著作中對這一工藝的原理和方法作了論述，現

在世界各国都采用这一方法来鑄造高熔点,小量加工,以及尺寸精确度高的零件。金屬型的鑄造在我国也有长久的使用历史。总之,我国古代在鑄造方面的成就是極其輝煌的。

由于历代剝削階級輕視劳动人民的創造,我国鑄造技术不但發展慢,并且有一些优秀項目竟失傳。近百年来,在外国帝国主义侵略和国内封建反动势力的統治下,由于机械工业异常落后,鑄造生产也只是为了适应修配业的需要,在这样情况下鑄造生产規模簡陋,技术落后,劳动条件恶劣,大多数工人是文盲,根本談不上發展。

解放以后在党的领导下,机械工业由修配走向制造,由制造一般机器过渡到制造各种重型、大型、精密和成套的技术設備,鑄造生产也因而得到了空前發展。

在第一个五年計劃的第一年,召开了第一次全国翻砂會議,针对各厂废品率高,質量低的情况,大力組織学习苏联先进經驗,总结和推广国内經驗,展开了向废品作坚决斗争为中心的群众运动。据第一机械工业部所屬84个鑄造車間的統計,五年內鑄件产量增长了好几倍;鑄鋼平均废品率由1953年的12.03%下降到1957年的4.60%;鑄鉄平均废品率由1953年的14.75%下降到1957年的7.35%。

伴随着生产的發展,技术水平的提高,从1954年起,鑄造車間开始了以貫徹工艺守則,推广新工艺为中心的技术改造,针对冲天爐操作不当,型砂控制不严而造成的废品率多,效率不高等主要矛盾,消除了“一个师傅一个法”的落后作法,稳定了技术秩序,提高了鑄件質量,在历次的增产节约运动中,广泛試驗与采用新技术。煉鋼生产推广多裝快煉,冲天爐推广三排風口和小風口,預热鼓風,富氧鼓風。特別由于球墨鑄鉄的推广和应用,貫徹了党所提出的“以鉄代鋼,以鑄代鍛”的号召。我国球墨鑄鉄的机械性能,已远远超过了任何資本主义国家,用鎂量也創造了0.07%的世界紀錄,很多以前要用一般鍛鋼和合金鍛鋼鍛造的零件,如柴油机的曲軸,凸輪,連桿,齒輪,以及軋輥鍛模和弹簧等,都可用球墨鑄鉄制造。还有X18 H25C2这种鉻鎳耐热鋼,也可用高硅球墨耐热鑄鉄来代替。

在我国現代化的一批鑄工車間中,充分利用了冶煉和鑄造的新成就,采用了全盘机械化。工人在生产和劳动过程中,創造的一些先进經驗也在这些車間中得到了运用与發展。如化学硬化砂造型,水力清理等。一些先进工艺也得到了应有重視,在有色金屬鑄造車間中,离心鑄造和压力鑄造,使用很广泛。这些新車間的建立,体现了党对劳动人民的关怀,为了最大限度地減輕工人体力劳动,运输工作实行机械化,建筑的形式,通風,吸尘,透光,保暖,都充分采用了保証安全生产和舒适的各种措施。

为了祖国社会主义建設需要,工人們發揮无比的干劲,上海鑄造厂职工經過一个多月時間,試制成功了震压、电磁造型机,沈阳鑄造厂試制成功水力清砂設備。沈阳重型机械厂鑄鋼車間大轉子組,曾生产过600瓩,3000瓩,5000瓩,72500瓩等20多种轉子,象这样大型,严格要求的产品,旧中国根本不能制造,例如:东北最大的丰满电站大部分轉子,是美国,英国,日本等国制造的。这个小組試制72500瓩的轉子,只用了4个月時間,就生产出来,而且轉子質量好,基本上达到了世界水平。长春市机械厂鑄工車間老鑄工龍鳳太从1952年至1959年八年多時間中为国家生产了7000多个鑄件,仅在1956年4月废了一个变速箱,而且他所領導的小組,也一貫保証質量。安阳市中型机

床鑄造車間木模小組青年工人王樹林創造十三部木工機器，提高工作效率233倍，使制模機械化，產量翻七番，這些機器全部利用起來僅用兩天時間就可完成1959年全年生產任務，他本人在59年時，已在干1968年的工作任務。

在鑄造工藝方面，有些已躍進到世界先進行列，今後發展方向是下列十個字：球墨、粉末、壓、水、泥型、壳型，意思是推廣球墨鑄鐵，粉末冶金，壓力鑄造，水玻璃造型（化學硬化砂造型），水力清理、泥型鑄造和壳型鑄造。

4. 種 類

鑄造方法主要可分砂型鑄造、金屬型鑄造、壓力鑄造、離心鑄造、熔模鑄造和壳型鑄造等。

§ 2 砂 型 鑄 造

一、制模 根據圖紙制成與零件形狀相似的模，模用木材或金屬（如鋁合金）制成。空心鑄件所用之型心，是用型心盒制成的，制型心盒的材料，也用木材或金屬。

二、造型 利用模在型砂中造成鑄型（如系生產空心鑄件，還利用型心砂和型心盒制成型心，最後進行裝配。）

三、熔化及澆鑄 將在爐中熔化的金屬液澆注到鑄型內，經冷凝得到鑄件。

四、鑄件清理 清除鑄件表面粘沙，澆口，冒口，再經檢查或熱處理以備送往機工車間加工。

1. 模樣設計原則和模樣種類

一、設計原則 制模樣和型心盒時，要考慮制型和制型芯時的工藝，金屬的鑄造性質和鑄件以後的機械加工工藝等。因而須注意下列事項：

（1）收縮 金屬冷卻時尺寸減少，因而模樣的尺寸，須比零件圖上尺寸為大，而這放大的尺寸系根據金屬收縮率決定的，例如：灰鑄鐵的收縮率約為1%，鋼為1.5~2.0%，鋁合金為1.0~1.5%。

（2）加工余量 假如鑄件需要機械加工，應在模樣上相應部份規定出機械加工余量。

（3）拔模斜度 如圖19—1所示。

為了便於從鑄型中取出模樣和由型心盒中取出型心，須在模樣上作出拔模斜度，其值見表19—1。

二、模樣種類 根據鑄件大小，形狀，生產數量以及制模和造型工藝不同，常用模樣有下列類型：

（1）實樣模：它與鑄件形狀相似，有整體模與分離模兩種，如圖19—2(a)(b)所示。

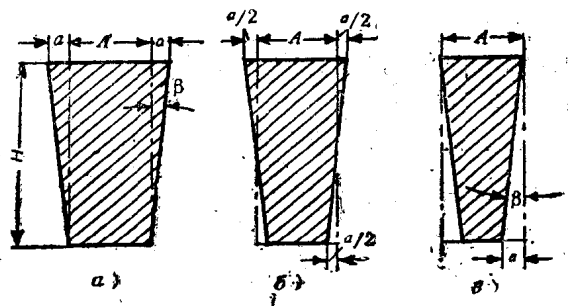
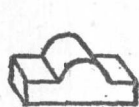


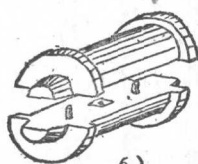
圖19—1 拔模斜度

表19-1

模 型 高 度 H (毫米)	模 样 的 外 表 面				模样的内表面(通孔或凹处,由粗造的木塊构成型芯盒的内表面。)			
	拔 模 斜 度 值							
	手 工 制 型		机 械 制 型		手 工 制 型		机 械 制 型	
	α (毫米)	β	α (毫米)	β	α (毫米)	β	α (毫米)	β
至25	0.5 ~ 1.0	3°	0.25 ~ 0.75	2°	0.75 ~ 1.25	4°	0.5 ~ 1.0	3°
26 ~ 50	1.00 ~ 1.25	2°	0.75 ~ 1.0	1.5°	1.25 ~ 1.5	3°	1.0 ~ 1.5	2.5°
51 ~ 100	1.25 ~ 1.5	1.5°	1.0 ~ 1.25	1°	1.5 ~ 1.75	2°	1.5 ~ 2.0	2°
101 ~ 200	1.5 ~ 2.0	1°	1.25 ~ 1.5	45'	1.75 ~ 2.5	1°5'	2 ~ 3	1.5°
201 ~ 300	2 ~ 3	45'	1.5 ~ 2.0	30'	2.5 ~ 3.5	1°	3 ~ 4	1°
301 ~ 500	3 ~ 4	30'	—	—	3.5 ~ 5	45'	—	—
501 ~ 1000 或更高	4 ~ 6	30'	—	—	5 ~ 7	45'	—	—



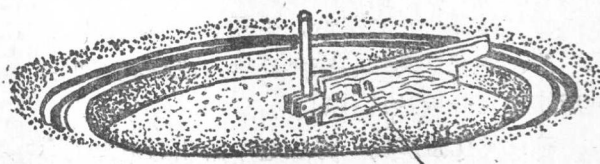
a)



b)

圖19-2 实样模

a—整体模; b—分离模。



刮板

圖19-3 刮板模及刮板鑄型

(2) 刮板模: 如圖19-3所示, 模样为刮板模, 它所制出的鑄型, 主要为生产較大的旋轉体鑄件。

(3) 模板: 模板为一平板, 其上固定有模, 只一面固定有模者, 如圖19-4 a及b, 称为平面模板; 若兩面固定有模者, 則称为双面模板, 如圖19-4 c, 常用于机器造 型。

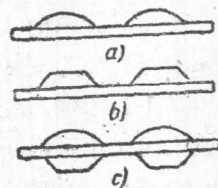


圖19-4 模板

a、b——平面模板;

c——双面模板。

2. 造型材料性質及其組成

一、造型材料性質 造型材料包括型砂和型心砂。要保証鑄件的高質量, 則应具有如下性質, 即塑性, 强度, 耐火性, 透气性和可让性。这是为了易于制造所要求的砂型内部空腔, 使造成的型不易毀損, 型腔面的造型材料不致被金屬液所燒結和燒熔, 保証气体易于逸出砂型, 以及預防鑄件冷却时因收縮产生裂紋等等。

二、造型材料的組成 其主要組成成为砂粒与粘土, 有时另外还須加入特殊加入物: 如加入煤粉或重油可提高耐火性; 加入水玻璃, 亞硫酸盐液, 洋灰等, 則可提高强度; 加入鋸木屑等, 則可提高透气性。

3. 造型方法

有手工造型和机器造型两种方法。

一、手工造型法

(1) 常用工具 手工造型时有一套专用工具(見圖19—5), 其中 *a*、*b*、*c*、*d*、*i* 为砂冲, 用以棰紧型砂; *e* 为戥刀, 用以修整鑄型平面; *f* 为复形戥刀, 用来修整角度及凹面; 砂勺 *g* 用以修整曲面部份; 篩子 *h* 用以篩砂; 鉄鍬 *i* 用以鏟砂; 砂勺 *j* 用以修整平面和取出落砂; 拔模針 *k* 用以拔模; 排笔 *m* 用于拔模时湿润模样的周围型砂, 以增型砂强度, 便于取模时防止落砂。

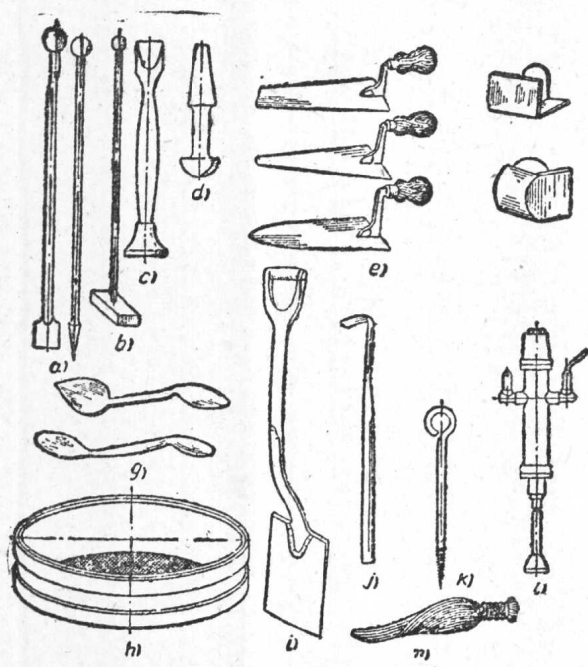


圖19—5 造型工具

a、*b*、*c*、*d*—棰砂用砂冲; *e*—戥刀; *f*—复形戥刀; *g*—砂勺; *h*—篩子; *i*—鉄鍬; *j*—砂勺; *k*—拔模針; *l*—气动砂冲; *m*—排笔。

造型用之砂箱如圖19—6 所示。其中 1 为定位梢, 2 为定位孔, 3 为凸緣, 4 为手把。砂箱用木材、生鉄或鋁合金制造而成。

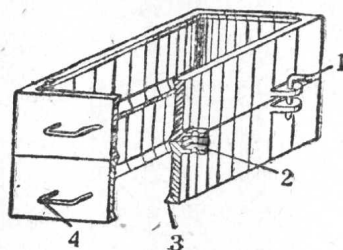


圖19—6 造型用之砂箱

(2) 双砂箱造型 这是应用最广的一种方法。

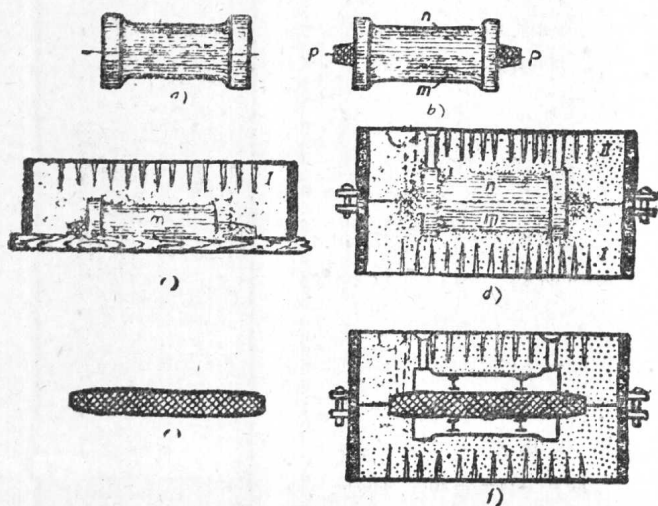


圖19—7 双砂箱造型

一般用两个砂箱造型, 复杂鑄型可用三个或更多个砂箱組成。

今以兩箱造型为例說明其基本步驟, 如圖19—7, 其中 *a* 为所要生产之鑄件, *b* 为使用之分离模, 造型时, 将下半模平放在底板上, 套以下砂箱, 再經裝入型砂, 棰紧, 刮平插气孔, 如圖中 *c*。下箱翻轉180°后, 此时撒分型砂并将上半模合于下半模上, 再經裝砂棰紧, 刮平插气孔等手續。但在裝砂之前須插入澆

口棒及冒口棒，插气孔之后，将浇口棒及冒口棒拔出，得到冒口及直浇口，如圖中d。取下上砂箱，挖出連通直浇口与砂型中空部份之內浇口，再分別拔出上下砂箱中的木模，如砂型有毀損，經修補后，再撒上一層石墨粉（或滑石粉）即可合箱。

如系生产空心鑄件，則用型心盒作好泥心，經烘乾后，放入砂型中，再合箱，准备澆鑄。型心制造方法如圖19—8，其中1为型心盒，2为制出之型心。

(3) 澆冒口系統 以澆口棒、冒口棒及墾刀挖出之孔道和槽道，称为澆冒口系統。它包含澆口及冒口。

一个完整的澆口如圖19—9，包含下列四个組成部份：

外澆口：如圖中1，将金屬液注入其凹部，而不直接注进直澆口。这样金屬液能够使渣与砂在其中浮起，因而不致进入鑄型。

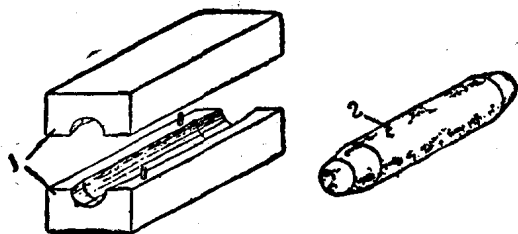


圖19—8 型心盒及型心

1.一型心盒； 2.一型心。

直澆口：如圖中2，是澆口系統中直立部分。直澆口愈高，則金屬液所产生的靜壓力愈大。金屬流动性差或鑄件形状复杂时，直澆口应做得高些。

集渣槽(橫澆口)：如圖中3，是为了进一步去除渣和砂粒而設置的一条水平槽道，它的位置比內澆口高，故砂与渣可以留在集渣槽的頂部而不流入鑄型。

內澆口：如圖中4，它控制金屬液流入鑄型的速度和方向。有时为一个，有时用好几个。

以断面面积來說，直澆口2应大于集渣槽3，集渣槽3的断面面积又应大于內澆口4的总的断面面积，这样才能保証集渣槽为金屬液所充滿，渣和砂才有可能浮在集渣槽的上部。

它們断面面积的比，一般为1.5:1.2:1。

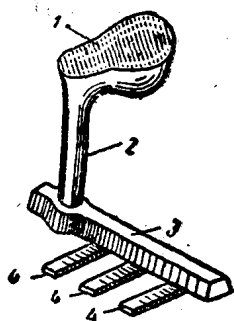


圖19—9 澆口系統

冒口：金屬液冷却时，發生体积收縮，因而在鑄件内部产生縮孔，如果在鑄型上配置以大小及位置适当之冒口时，这种缺陷就可得到克服。冒口除掉补縮作用外，还可使金屬液中渣和砂浮入其中，并可排除气体。

冒口位置如圖19—10，常設置于鑄件最高最厚处，其高度和体积根据鑄件形状和材料种类而定，应能保証补縮，形状复杂的鑄件、收縮率較大的材料，冒口尺寸須比形状簡單的鑄件和收縮率較小的材料大一些。

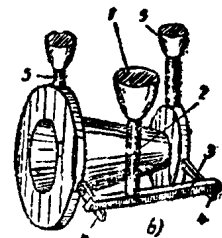


圖19—10 澆口和冒口在鑄件上位置举例

为了节约金屬，常采用气压冒口如圖19—11所示，它是利用气体压力，将冒口中金屬液压入鑄型空腔部份达到补縮，气压冒口具有很大經濟意义，有时能提高金屬液利用率达25%以上。

(4) 地坑造型特点 如圖19—12，有盖地坑造型，其中之盖相当于双砂箱造型时之上箱，地坑則相当于下箱。制型方法为在地面挖一坑，放入焦炭、鉄管、型砂，然后

压入模样及椿砂（地坑中放入焦炭及铁管目的为增加地坑之透气性）。此法用于生产形状简单而要求不高之铸件或大型、中型铸件。

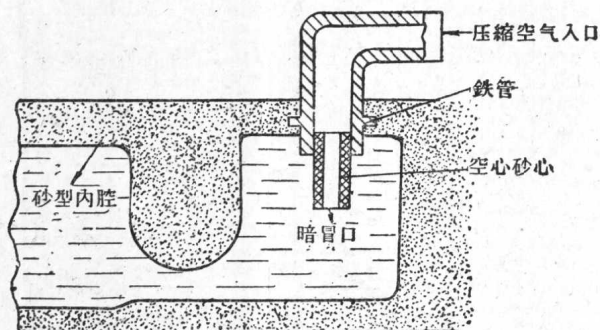


圖19-11 气压冒口

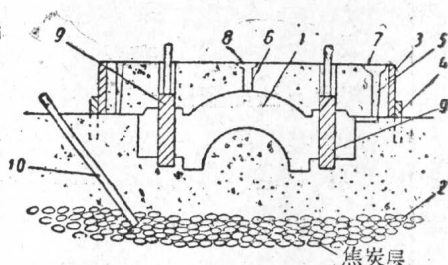


圖19-12 地坑造型

1—鑄型；2—焦炭；3—上蓋箱；4—定位梢；
5—澆道；6—冒口；7—澆口；9—型芯；
10—通氣管子。

(5) 刮板造型特点 圖19-13为刮板造型,其中a为需生产之圓盖鑄件,b为旋轉刮板4用来刮出a、b、c、d、e曲面,此曲面形状与圓盖之上表面近似。

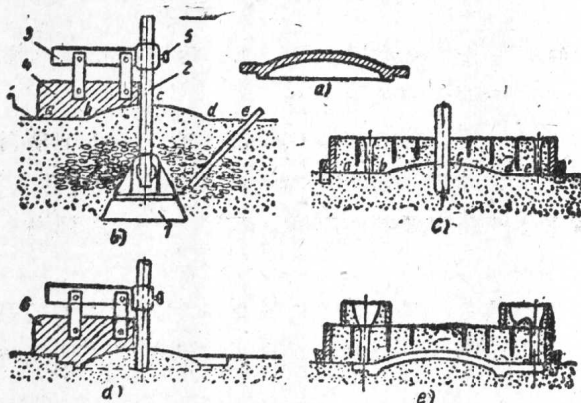


圖19-13 刮板造型

c为制上箱情况,d圖为在轉軸上安裝另一刮板6,經旋轉后刮出与圓盖下表面近似之曲面,此时所得者为下箱。e为合箱后准备进行澆鑄之情况,此法适于生产件数不多的旋轉体鑄件。

二、机器造型法 机器造型

可不須具有高度技术的造型工,并得到較高劳动生产率和鑄件精

确度,其方法为使椿砂与拔模等主要工序机械化,茲列举其工作原理如下:

(1) 椿砂(如图19-14)

压实法: 分上压式与下压式两种,其工作原理如圖中a、b所示,只用于高度不大之砂箱。

震实法: 如圖中B,在造型机的工作台上固定模板,模板上放置砂箱,填滿型砂后,利用压缩空气使工作台上下震动,因而将型砂震实。

震实与压实法: 圖中r为結合震实及压实原理,将型砂

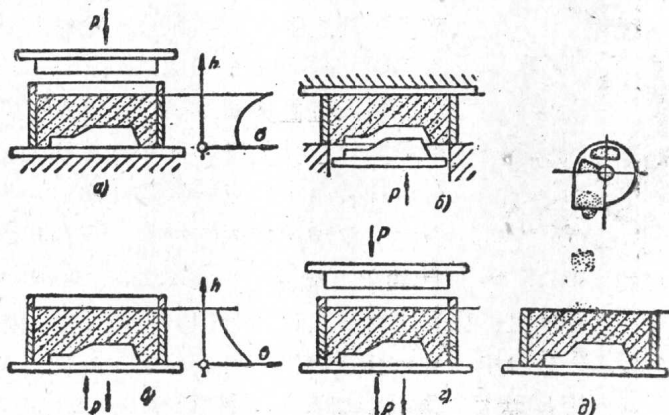


圖19-14 机器椿砂工作原理

a, b—压实法; c, r—震实法; d—抛砂法。

椿紧。

抛砂法: 如圖中 π 利用轉軸使拋砂头中的砂斗轉动, 当砂斗轉动时, 其中型砂便被拋入砂箱中, 且同时被椿紧。

(2) 拔模 (如圖19—15)

頂箱法: 如圖中 a , 型砂椿紧后, 由分布在砂箱四角的頂杆 3 通过模板 1 上的孔, 将砂箱 2 頂起, 模板仍然留在工作台上。

漏模法: 如圖 b, r , 它与頂箱法不同之处, 在于砂箱不动, 将模板及模由砂箱下部抽出漏下。

翻板法: 有时为了避免脫砂現象, 可将砂箱与模板共同翻轉 180° 。再使砂箱下落, 而取出模, (如圖中 B)。

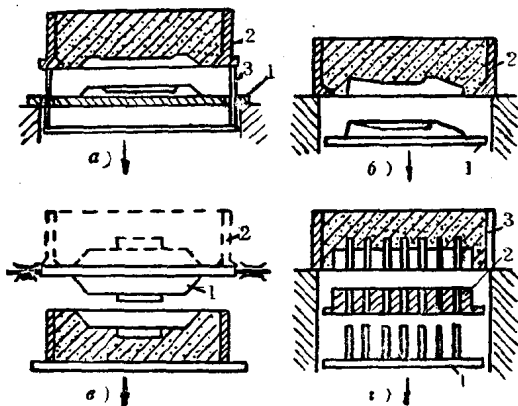


圖19—15 机器拔模工作原理

a —頂箱法; b —漏模法; B —翻板法。

(3) 机器造型举例 圖19—16所示为常用之震实及压实式造型机, 其中 a, b 为气体进入与流出使型砂震实情况, B 表示压实, r 为漏模。

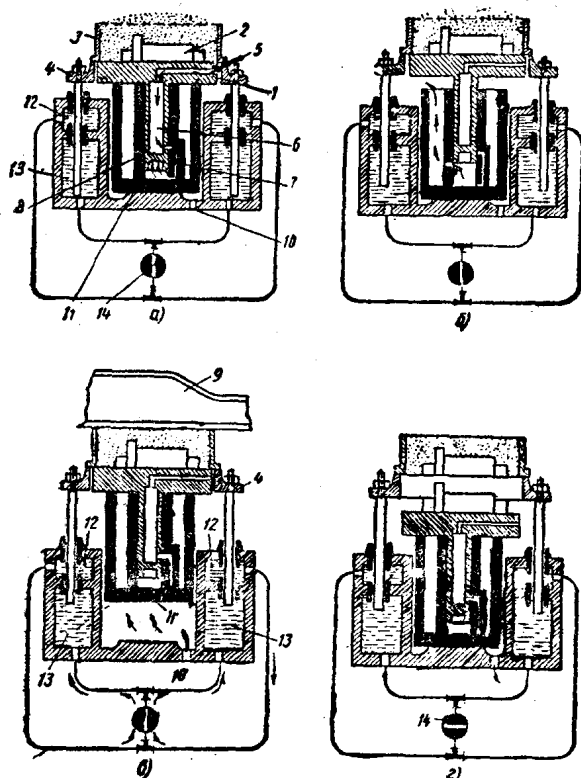


圖19—16 机器造型示意图

.. 4. 金屬熔化、澆鑄与鑄件清理

鑄型制成后, 即可澆注, 澆注以前, 須将固体金屬熔化成液体, 茲以

熔化生鉄为例加以說明。圖19—17为熔化生鉄之冲天爐, 爐料(生鉄焦炭及石灰石)由裝料門4分層装入, 空气由鼓風机鼓入風箱15中, 再經風口6流入爐中使焦炭燃燒, 風口常为三排, 每排6~8个, 風口以上(即底与上部)为鑄鉄熔化区, 熔化之鉄水, 貯存于爐底上,

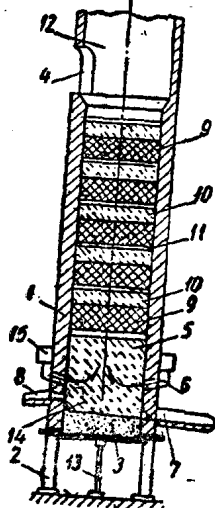


圖19—17 冲天爐

1—爐壳; 2—支柱;
3—爐底; 4—爐門; 5—
底焦; 6—風口; 7—出
鉄口; 8—出渣口; 9—
生鉄; 10—焦炭; 11—
石灰石。12—烟窗。

俟貯存至一定数量后, 分別由出渣槽 8 放渣, 由出鉄槽 7 出鉄。

由冲天爐放出之鉄水，盛于鉄水包中（各种类型的鉄水包如圖19—18所示），再由鉄水包将金屬澆注到鑄型中。

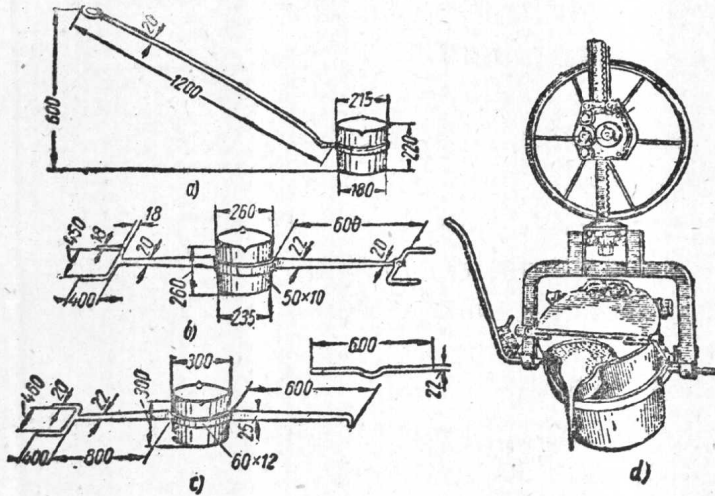


圖19—18 鉄水包

鑄件在型中經凝固和充分冷却后，即可进行開箱，去除型心澆冒口以及清理等工作。所謂清理工作，系指除去鑄件上粘砂飛刺等。

（5）鑄件缺陷及其修補

鑄件的質量系由一系列因素决定的，如金屬、造型材料的質量以及造型質量和澆注情况等等，其中任何一种操作不当，都会导致废品的产生。

一、鑄件缺陷 可分为三类：即孔穴、裂縫、表皮缺陷。

（1）孔穴 为最常見缺陷，表现为明孔或暗孔，大多数在机械加工过程时被發現，最普遍的是气孔，此外还有縮孔、砂孔和渣孔。

气孔：孔表面光滑，可能是单个的或成蜂窝状的，其产生原因为鑄件凝固时，金屬液内部存在的过量气体，来不及由液体中排出所致。

縮孔：孔內具有粗糙的或粗晶粒的表面，有时是氧化了的，一般位于鑄件粗大部份。生成縮孔基本原因为金屬液在冷却和凝固中，發生体积的减小，未能获得足够的金屬液补充。

砂孔：孔內整个部份或局部填塞有制型用的材料，其生成原因甚多，或为造型材料强度不够，或为砂型、型心破損，或为澆注过快，或为散乱在型內造型材料未仔細清除等所致。

渣孔：孔內整个部份或局部填塞有熔渣，其生成原因有金屬液除渣不徹底，澆冒口系統开置不正确，澆注时金屬液流中断等等。

（2）裂縫

表现在鑄件上有穿透的或未穿透的两种形式，如果裂縫表面有氧化皮，称为热裂縫，热裂縫是在接近金屬的凝固温度时形成的，生成主要原因，为金屬凝固冷却时，由于砂型或型心阻碍了金屬的收縮所致。凡裂縫表面很乾淨的称为冷裂縫，在較底温度下形成，产生的原因是鑄件各部份冷却不一致，內应力过大或受砂型、型心等阻碍鑄件的收縮所致。

（3）表面缺陷

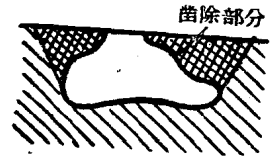
粘砂——鑄件表面粗糙不平，是由金屬氧化物和造型材料相熔結而成，或由于金屬液滲入型面的造型材料間隙处而成，前者称为化学性粘砂，后者称为机械性粘砂。

冷隔——为一种縫状凹沟，产生于进入型中的金屬液未完全熔合成为一体的情况

下。生成原因为金属液流动性不好，浇注方法不适当（包括进入型内的金属液流中断）。

二、铸件缺陷的修补 具有缺陷之铸件，分报废与可修补两种。在很多情况下，铸件修补后，并不降低质量，固然修补必需额外增加费用，但总较重新铸造合算。

修补前所进行的准备工作：为使缺陷外露，清除修补部份氧化皮，熔渣，油污等，如图19—19所示。



修补时所采用之方法，根据缺陷情况而定，如对 图19—19 孔洞焊补前的准备工作于发生浇铸不足的大型铸件，可用金属液进行浇补，对于将来要承受外力的铸件，可采用气焊或电焊修补，对于铸件上小裂缝或浅孔可用喷镀金属方法予以修补。

§3 常用铸造材料

第二节中所讲述的内容，限于砂型铸造以及生铁的熔化和浇铸。航空工业上常用者为铝合金，镁合金以及近年来接连出现的一些新材料如耐热合金等，现进行简单介绍。

1. 铸造材料应具备之性质

纯种的金属很少用来制造铸件，主要用合金。铸造合金，除应当具有适当的机械性质外，还要满足一定的铸造性质，才能保证铸件的质量，铸造性质一般包括流动性、收缩、偏析、吸气及氧化等。

流动性：是指合金在熔融状态下，能良好的充满铸型的能力，对有复杂外形的细薄铸件，金属需要比较高的流动性。

流动性主要与金属的温度和化学成份有关。提高温度可改善合金的流动性，不同杂质对金属流动性影响不同，如硫、氧、会降低铸铁流动性，磷、碳、硅等则可提高铸铁的流动性。

收缩：是指合金的本身在凝固及冷却时，体积减少的现象，合金收缩性若小，其变形也会小。它与金属的化学成分，浇注温度有关。

如灰生铁凝固时的线收缩约为1%，而钢的线收缩是2%左右，因而钢的铸造性质较差；同一金属，当浇注温度高时，收缩较大。

偏析：指金属在凝固时发生的化学成分不均匀现象，偏析性小，就会使铸件质量提高。

在厚壁的铸铁件和铸钢件中，碳、磷及硫等，一般是集中在铸件的中心部分，这就造成了表面和中心部份性质不一致。又如在锡青铜和铝青铜中，铝、铜和锡的分布都是不均匀的。

控制液态到固态的冷却速度或者产生偏析以后经过扩散退火，可减少和消除铸件中的偏析。

吸气和氧化：液态金属均有吸收气体的性能，如吸收氮、氢、氧等气体。当金属在凝固过程中没有将气体排出，就会产生气孔。氧化会形成氧化物，所形成之氧化物，存

在于鑄件內部时，將降低其質量。因而金屬液吸氣和被氧化性能小為好。

2. 常用鑄造材料性質

一、灰鑄鐵 流動性好，收縮率較小，約為1%，熔點及偏析均較鋼為低，且價廉，因而為一般機器製造工業常用之鑄造材料。

二、鑄鋼 鑄鋼的流動性差，收縮率大約為2%，熔點高且易于偏析和吸氣，鑄造較為困難。

鋼鑄件的造型材料，要求具有良好的透氣性，耐火性，強度及可讓性。在造型時，應將澆口系統的橫截面設計的大一些，以彌補其流動性不夠；並設置較大的冒口，以得到較大的補縮；為了消除鋼鑄件的組織粗大和內應力，鑄件還須進行退火等熱處理。

由於鑄鋼有着較高的強度和韌性，因而在許多機械製造中得到廣泛應用，在製造大型零件時，用鑄造代替鍛造，可使加工成本大大降低。

鋼鑄件為含碳量0.15~0.45%的碳鋼及合金鋼，所用的熔煉設備有坩堝爐、電爐、轉爐及平爐。

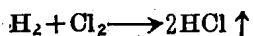
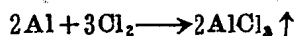
飛機及導彈的零件，大部分為熱壓力加工半成品製成的，但是近20年來技術發展表明，飛機上受高負荷的零件，也可用鑄造方法來成功的製造，例如鋁鎂鑄鋼即可滿足高強度（ $\sigma_b = 80 \sim 95$ 公斤/毫米²）和高韌性（ $\alpha_k = 6 \sim 12$ 公·斤米/厘米²）的要求。耐熱鑄鋼是在高溫及中溫情況下具有良好耐熱性的材料，如一般耐熱鑄鋼，至多只能用於400°C，但加了鉬及鎢後，其耐熱溫度可達到530°C。

三、鋁合金 常用於鑄造的鋁合金，為鋁硅合金，其特點為有很好的鑄造性，較小的線收縮率（約為1.4%）和良好的流動性，其主要缺點是易于吸氣及氧化。

熔煉鋁合金，可採用熔劑層下精煉，氣體精煉或附加鹽精煉等方法。

熔劑層下熔煉，系將爐料鋁硅合金，或鋁錠及其配料緊密放置在坩堝中或電阻爐內，其上復以熔劑（ $KCl, NaCl; NaCl, CaCl_2$ ），開始先熔化 $\frac{1}{3}$ 的爐料，然後將其餘的配料預熱到100°~120°C以除去表面水份，再加入熔劑層下熔融的金屬中去。

氣體精煉按下列程序進行，先熔化 $\frac{1}{3}$ 爐料，再加入母合金（ $Cu+Al, Al+Si$ ）和其餘原料。俟全部熔融後，熱到600°~680°C以氯氣精煉，方法為吹送氯氣于鋁液中，歷時5~15分鐘而成，其作用原理如下：



所生之氣體產物 $AlCl_3$ ， HCl 和 Cl_2 可排除鋁液中氣體和雜質 Al_2O_3 及 SiO_2 等，因而提高了金屬機械性質。

鋁合金的精煉還可用氮氣精煉及附加鹽精煉。在氮氣精煉方面，上海的工人創造了先進經驗，並有專文介紹。

熔煉鋁硅合金時，可採用變質處理，以得到細小均勻的晶粒結構。

應用於鋁合金的造型材料，應具有良好可讓性，常在其中加入虫膠。此外並應採用特殊的澆口系統和較大的冒口，冒口總重有時達零件重量100%，甚至更多。

四、镁合金 鑄造镁合金为镁与铝、锌、锰及硅的合金。熔煉镁合金的困难，在于镁易燃燒，故只能在熔剂層下熔化(熔剂成份为 KCl ， $MgCl_2$ ， MgF_2 ， NaF 及 B_2O_3 等)。爐料也系先熔化一部份，当其余爐料加入镁液中时，須加热到 $120^\circ C$ 以除去表面水分。

精煉在坩堝中进行，所用精煉剂为50% MgF_2 及50% B_2O_3 ，当温度为 $710^\circ C$ ，熔剂下沉。并使镁液中非金属沉降于坩堝底部。

镁合金的变质处理采用氯化铁、鈣、鉍、等变质剂，其作用为改进镁合金結構。

用于镁合金的造型材料須加入硼酸、硫华(硫磺蒸汽經固化后的粉末)和氟化物，这是为了預防镁在型中与水、氧化合。镁合金的鑄型也要采用特种澆口系統，并且在澆注过程中，将硫粉噴射在镁的液流周围，以防止燃燒。

§4 金属型鑄造

1. 概 述

由于砂型鑄造，一鑄型仅能得到一个鑄件，而且所得到的鑄件，精确度很低，要求有很大的机械加工裕量。大量生产的發展，需要很多同一类型的鑄件，这就促使人們采用其他类型鑄造方法来滿足需要。

鑄件在鑄鉄、鋼或其他合金的鑄型里鑄造的过程称为金属型鑄造。

金属型鑄造有一系列优点；可以經受多次的澆注(从几百次到几千次)，澆注易熔合金所用的鑄型，要比澆注高熔点合金时能够經受更多次的澆注；金属型鑄出的鑄件，有更高的尺寸精确度和表面光潔度，因而机械加工的裕量可以小一些；鑄件晶粒細小，机械性能因而提高。金属型鑄造也有缺点，如：金属型在少量生产时的成本較高；鑄型的导热率大，因而金属液的流动性迅速降低。

金属型的鑄造方法用于制造鋼、鑄鉄、銅、铝、镁等合金的鑄件。

简单鑄件的金屬型由兩部分制成(它們相当于用砂型鑄造时的上箱和下箱)，复杂鑄件的鑄型是由更多部分组成。

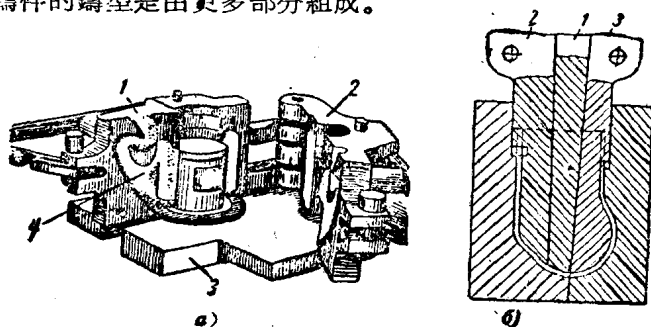


圖19-20 鑄造铝活塞的金属型及型芯

a—铝活塞鑄件的鑄型；

b—組合型芯。

鑄件内部孔洞，可应用砂芯或金属芯得到。易熔合金的鑄件，主要应用金属芯，而鑄鉄和鋼的鑄件，則要应用砂芯。铝活塞常用金属型和金属芯鑄造，这种鑄型如图19—20a。它由三部分组成：1、2及3。澆注系統4位于分型面上。金属液內排出之气体，經由排气道

逸出，排气道分布在鑄型面上，普通作成0.2—0.5毫米的深度，其数量多少和位置分布，通常根据試驗决定。金属型芯形成鑄件內腔，为了便于从鑄件中取出金属型芯，可将其