

机电工业生产技术基本知识丛书

铸造生产

刘蔭榮 編著



科技卫生出版社

內 容 提 要

本書是上海市机电工业局，为了帮助机电工厂领导干部掌握管理技术而組織的講座的講稿。由上海市机电工业局和第一机械工业部第二設計院科普工作組共同編写。

这套講稿叙述比較精練，对生产中要掌握的基本知識都有交待，并介紹目前世界水平及今后发展方向。

这套書共有下列几种：

- | | |
|----------------|-----------|
| 1. 金屬材料 | 8. 动力机械 |
| 2. 鑄造生产 | 9. 电机常識 |
| 3. 热处理常識 | 10. 电器材料 |
| 4. 鍛工与冲压 | 11. 无綫电 |
| 5. 金屬切削机床常識 | 12. 仪表和仪器 |
| 6. 金屬切削与刀具 | 13. 医疗器材 |
| 7. 表面光洁度、公差和量具 | |

鑄 造 生 产

編著者 刘 隆 榮

科技卫生出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 093 号

上海市印刷四厂印刷 新华书店上海发行所总經售

開本 787×1092 耗 1/32·印張 1 7/16·字數 31,000

1958 年 9 月第 1 版

1958 年 9 月第 1 次印刷·印數 1—30,000

統一書号：15.19·871

定 价：

目 录

一、前 言.....	2
二、鑄造生产在机械制造中的作用和意义.....	4
三、鑄造生产的过程.....	6
1. 配砂	
2. 制模	
3. 造型	
4. 熔化	
5. 澆注	
6. 開箱落砂及清理	
7. 热处理及檢风	
四、鑄件的种类及性能.....	26
五、鑄造生产的发展方向.....	32
1. 劳动組織的革新	
2. 技术管理科学化	
3. 新工艺、新技术的应用	
4. 特种鑄造方法的发展	
5. 劳动过程的机械化自动化	

一、前 言

党中央提出优先发展重工业的条件下，工业和农业同时并举的方针。机械工业是重工业的心脏，而每一机械几乎都包括铸件；平均来说，铸件佔机械重量的40—80%。因此铸造生产在国民经济及工业发展中，佔很重要的地位。铸件的种类很复杂，铸件的重量由10克—250吨，厚度由2—500公厘，直径由1公分到30公尺。其中最常使用的铸件是生铁铸件，约佔所有铸件的70—75%，其次是铸钢和馬鉄。因此，铸造生产的水平，可以衡量一个国家的重工业发展情况。我国由于社会主义制度的优越性，保证了机械工业的蓬勃发展，铸造生产在短时期内也取得了很大的进步。

在第一个五年计划期间，我国已广泛新建和改建了一批铸造工厂。若干重点工厂还建立了机械化和半机械化的铸造车间。这些以先进技术装备起来的车间，再加上技术改造进行得比较彻底的若干老厂，使几年以前还是机械制造业最落后的一个环节的铸造生产，从根本上改变了面貌。因而在保证发展新产品品种的任务中，作出了重要的贡献。使数以千计的新产品能够顺利地制造出来，特别是克服了技术上的困难，及时地制成了若干重型和精密铸件，保证了一些对国民经济具有重大意义的新产品的生产。

我国铸造生产的一般组织和技术，由于学习了苏联的先进经验，也有了普遍的提高。从1953年起，铸造车间有步骤地进

行了一系列改进工作，随后在工厂技术改造过程中，健全了鑄造車間的劳动組織，建立了从科室到車間的技术責任制度和生产基本秩序，实施了生产准备制度，編訂了各个基本工序的工艺守則和重要鑄件工艺卡片；并且相适应地进行了必要的試驗研究工作。另外还大力推行三排风口冲天炉，加氧煉鋼，水玻璃型砂，潮模造型，一模多鑄，发热冒口，气压冒口等先进經驗。因此無論在产量上或质量上，都有显著的提高。在总路綫的光輝照耀下，工农业飞速的发展，但是鑄造生产还不能适应于机器制造业的要求。为了實現今年跃进計劃，并准备条件迎接明年更艰巨繁重的任务，除了有步骤有重点地完成新建扩建基本建設計劃外，并应立即在鑄造生产中，开展群众性的技术革命运动。根据充分发动群众、土洋并举、大小办法同时采用的方針，首先應該深入大力推广目前行之有效的先进經驗，并在土洋并举的基础上，提高机械化程度，采用新技术新工艺，开展技术革命，保証跃进再跃进，以滿足第二个五年計劃对鑄件的要求，以适应国民經济的发展。

二、鑄造生產在機械製造中的作用和意義

鑄造生產是機械製造業最重要的準備基礎，機器大部分是由叫做零件的個別部分組成的。零件本身具有各種不同的形狀——從簡單的一直到複雜的。它們可以用各種方法來獲得，但到目前為止，還沒有其他金屬加工方法，如鍛造、鉚焊、沖壓等能比鑄造更為簡單、容易和迅速地製造出大批質量優良的零件來。

用鑄造方法取得機器零件毛坯的方法，與其他鍛造、沖壓、軋延及鉚鉚方法相比較時，有下列幾個特點：

1. 鑄出毛坯的形狀可以較複雜，更近似於成品的形式。

2. 加工余量少，節省了金屬和加工時間。例如：為了獲得中級複雜程度的零件毛坯，鍛出的坯件要切削掉75%，沖出的坯件要切削掉50%，鑄鋼坯件要切削掉30—40%，鑄鐵坯件要切削掉20%。

3. 在鑄造中造成的廢料，如澆冒口和廢品，可以在鑄造車間作為原料，直接重新熔化，鑄成新的坯件。如果要把沖壓、鍛造和鉚接的廢料，重新變成型材，則需要通過一系列複雜過程，如重新熔煉、加熱、軋鋼、切斷、再行鍛造或加以裁剪及鉚接。

4. 鑄造車間的設備費比鍛沖車間低，而生產周期快。這對在很快速度內改建廠房和試制新產品具有極大的好處。

由於上述幾點，在機械製造中，大部分形狀複雜的零件都

是鑄造出來的。但在比較鑄、鍛、沖、鍛的同時，必須指出鍛件、沖件、鍛件各有它的特点與其适宜的用途。由於鑄件內部常存在有縮孔、非金屬夾雜物、粗大晶粒組織和內應力，因而它的毛坯強度，在多數的情況下，則不及鍛造和沖壓件的強度。此外，鍛壓零件在一定的程度下能獲得纖維組織，此種組織如分佈适宜，也能大大地增加零件的強度。

由於對鑄造合金的性質及其結晶條件進行了一系列的科學研究，最近幾十年來，鑄造生產獲得了巨大成就，鑄件強度不斷上昇和具有特种性能的合金種類日益增加，因此許多鍛壓及沖壓的重要零件都用鑄件來代替了。

目前鑄件的金屬強度已經達到很高的標準。如鑄鐵的抗拉強度已從30公斤/平方公厘進展到90公斤/平方公厘。

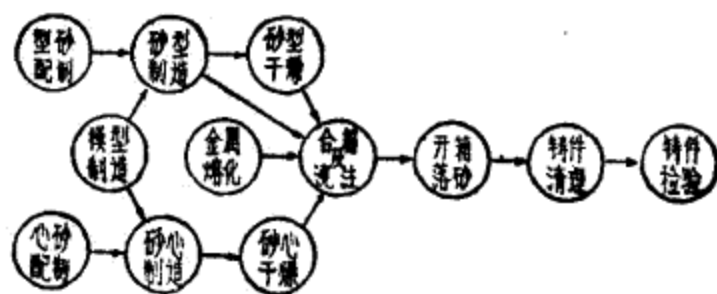
目前許多內燃機、空氣壓縮機及水泵都應用鑄造的曲軸和凸輪以代替鍛造軸。在機床製造中也用鑄鐵鑄造重20噸、直徑450公厘、長15公尺的鏟杆。离心鑄造的鋼管代替了各種砲筒的鍛造毛坯。又如坦克車上的砲塔，過去都是用鋼板鍛接成的，現在則改用鑄鋼了。

鑄鋼和可鍛鑄鐵、球墨鑄鐵的成形鑄件，在機械製造工業中已有了廣泛的用途，並代替了鍛件和沖壓件。而灰口鑄鐵則代替了過去用鋼製造的坯件。

三、鑄造生產的過程

我国勤劳勇敢的人民，远在 3,500 多年以前，就能运用冶铜技术来鑄造各种精美实用的铜器，为世界开辟了鑄造生产的道路。以后由于冶铜技术的发展，逐渐掌握了熔铁炼钢的过程，在春秋战国时已大量使用铁制的刀、斧、鋤、犁等、战器和农具，那个时候，西欧各国还只能使用石器，这充分说明我国鑄造历史的悠久。

今天我們所采用的鑄造生产方法，其程序基本上还是和我們祖先时代一样。不过是通过長时期生产实践經驗的积累，大量应用科学知識，全部或部分操作过程采用了机械化或自动化，显著地，提高了劳动生产率并控制及提高了鑄件的质量而已。用熔化的金属，充滿已經制好的鑄型，并使金属在鑄型中冷却凝固，以得到鑄件的过程，叫做鑄造，俗称翻砂。鑄造的工艺过程，是由数量比較多的个别操作所組成的。如以砂模鑄造生铁为例，其简单的生产过程如下：



各个过程的具体情况，簡介如后。

1. 配 砂

砂配就是用砂和粘結剂組成一定的成分和特性的造型砂和造心砂。要什么样的成分和特性，須視金屬的种类和鑄造方法而定。型砂的性質，严重地影响到鑄件的質量，所以在鑄造生产中是一个关键。

砂是沒有粘結性的，因此为了使砂粒能互相粘結，就一定要有一种使砂粒互相粘結起来的東西，这种東西称为粘結剂。此外为了鑄件表面光滑，还須加一层塗料。

現在工場中所用的型砂，分天然和人工合成二种，天然型砂是指原来的砂中已含有粘結剂的。例如六合紅砂，成分中已有粘土之类的物質，只要軋細再加些水，就可以应用。人工合成的型砂，原料砂中不含粘結剂，一定要另外加入其他粘結剂調和加水后，才可以应用，砂与粘結剂的种类很多，就上海地区來說，在砂方面用得最多的，是石英砂、吳淞砂、宁波砂、紅砂等；在粘結剂方面是白泥、陶土、火泥，糖浆、淀粉、桐油等。近年来，已在使用水玻璃和廢紙浆了。

在鑄造生产中，要做好鑄件，必須要有很好的型砂。如果型砂控制得不当，就会发生砂眼、气孔、夹渣、針孔、粘砂、落砂、裂紋等缺陷，因而造成廢品。根据一般統計，由于型砂控制不好而产生的廢品要佔廢品中的40—60%。因此要提高鑄件質量，减少廢品，合理控制型砂的性能是一个很重要的措施。一般厂中使用型砂，大半是由經驗来决定的。当然从長期劳动实践中积累起来的經驗是宝贵的，但是这种經驗，多少要

受点生理上、气候上等等外界因素的影响，很难达到十分准确的。更严重的是有些厂中，砂里普遍混有垃圾、炭灰、鉄豆、泥土等等有害的物质，如不加以很好的处理，就很难控制型砂。

要控制型砂，首先要了解所需要的型砂应该具备那些条件，然后才可作为我們选择型砂、控制型砂的标准。

好的型砂，第一要强度好，就是要粘头足。因为在造型、合箱、澆注等操作过程中，砂模除了可能受到各种震动、碰撞与摩擦外，还要受到鉄水压力同冲刷力。因此型砂沒有粘头，可能造成砂模变形或损坏，造成冲砂、落砂、砂眼等毛病，但是强度太高，又可能造成漲砂的毛病。第二要有透气性，透气性低，澆入鉄水时，所产生的气体就不能从型砂空隙中排出去，会留在鑄件中造成气孔。但是透气性也不可过高，因型砂中的水分很快要变成蒸气，有时由于出气过猛，反而会造成針孔現象。第三要有模造性，造型时型砂必須容易做成所需的形状，因此型砂要有良好的模造性，使起样及修补工作方便；做出来的砂模表面光滑，形状正确，型砂不会粘模。第四要有耐火性，型砂要是耐不起鉄水的高温，往往有一部分要熔化而粘在鑄件上，以致鑄件发生粘砂的毛病。第五要有优良的复用性，因为型砂是翻砂厂中主要材料之一，如果做了一次活，砂泥就要报廢，这样太浪费了，所以这一点不但有关节约，而且包括長期保持砂之性質不起变化的意义在內。

我們理想的型砂，最好是能全面照顧上面所講的五点，但是事实上往往顧此失彼，互相冲突，所以在实际工作中，必須根据鑄件的具体情况来衡量輕重得失，全面地加以考虑才行。

比方說砂粒粗，雖然透氣性高、耐火性強，但是模造性及強度就低了；砂粒細，強度與模造性雖然好，但是透氣性、耐火性又降低了。圓形的砂粒透氣性好，多角形砂粒透氣性就差。型砂中所含水分及粘土量多，模造性及強度高，但透氣性低。從這些例証中，說明要控制型砂，必須照顧到五個方面，不可偏廢。要控制型砂就應該掌握砂粒的形狀、大小、粘土量、水分以及砂模的硬度等。砂粒愈粗，愈容易透氣，這主要是因為各砂粒之間的空隙大的緣故。可是砂粒粗大，鑄件表面也就不能光滑了，而且使得造型困難。因此我們不應使用太粗的砂粒。圓型的砂粒透氣性及耐火度較好，但是強度太差。同時，我們要求砂粒大小相近，否則粗的粗，細的細，較小的砂粒便會嵌到較大的砂粒空隙中去，透氣性就降低了。水分要適當，如水分過多不但會阻礙砂模氣體的逃散，而且水分会化為水蒸汽，造成鑄件的气孔。但是水分過少，又會使強度減低，一般希望含水量在百分之五左右。粘土的顆粒極小，所以型砂中所含的粘土愈多時，砂粒間的空隙愈容易被粘土塞住，透氣性便愈差。但是經過良好拌和的型砂，則因所含的粘土都均勻地包在每顆砂粒的外面，而不會填沒空隙，所以對透氣性影響便小。目前一般翻砂廠中，使用紅砂較多，但是因為紅砂耐火性弱，粘結力小，粘土的加入量少，得不到需要的強度，加入量大則雖然能增加強度，但因粘土增加，就大大減少了透氣性。所以用酸性陶土來代替六合紅砂是我們改進的一個方向。關於硬度的問題，砂模的硬度要均勻，硬度过高，透氣性差，會產生气孔、爆皮、熱裂、結疤等的毛病；硬度过低會產生冲砂、落砂等毛病。一般有經驗的老師傅，可以用手去測驗。其次便是如

何处理型砂与保养型砂的問題了。这是一个比較重要的問題，由于型砂經過一次澆鑄后，就有一部分燒枯、燒碎、燒烱。这样，型砂不但失去了許多有用的成分，如粘結剂、水分、煤分、砂粒等的原有作用，而且增加了砂灰，泥渣等許多沒有用和有害的东西。所以型砂在每一次使用后，性能方面就起了很大的变化，必須經過适当处理，才能重新再用。我們要提高品質，就要注意旧砂的处理。首先要將型砂中的釘子、鉄片等杂物篩除清淨，再除去細灰，另一方面还要加部分新砂和粘結剂。如用人工处理，先把水澆在砂堆上，再用煤鏟拍平拋松，直至攪拌均匀。現在一般使用混砂机处理，混砂机中有两个括板 and 一对輓筒，括板用来攪和，并借輓筒的輓压作用，將粘結剂均匀被复在砂粒的表面。手工拌出的砂質地較松，透气性高，缺点是不均匀，有的部分强度高，有的部分强度差。而混砂机內所軋出的砂，一般都比較均匀，粘性足，透气性也不差，而且效率高，人工省。如果能將各項操作联系成为一个整体，使型砂处理系統机械化，則可以減輕繁重的劳动，提高生产率。最簡單的机械化处理型砂的设备如图 1，

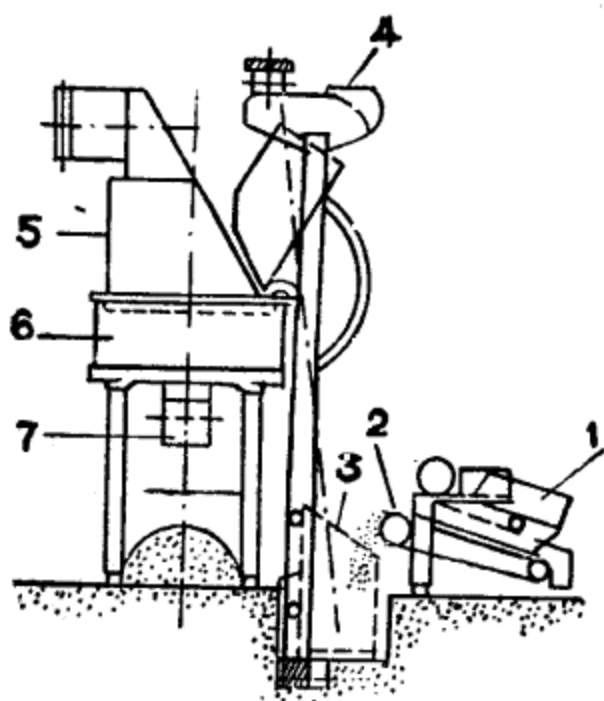


图1. 机械化型砂处理系統的簡單布置

适用于小型車間处理型砂。

首先把旧砂鏟入摆动篩 1，去掉砂块及夹杂物，通过篩網的砂直接落到下面电磁皮带分离机 2 上，把鉄屑分离出来。在分离机出砂的一端，有一个存砂的吊斗 3，待存滿后就开动吊車 4，使吊斗升起，把砂倒进混砂机 6 中，然后加入新砂粘結剂等进行攪拌。混和的砂，从混砂机的底部放出来，落到混砂机下部的松砂机內松散，再由小車运到工地使用。这样的佈置，在装砂及出砂时还需要配合人力劳动，但对一般地方厂較为經濟合用。

2. 制 模

制造鑄型必須要有模型，普通用木料制成，因此一般叫做木模；也有用鉄、銅、鋁合金等金屬制造的，叫做金屬模。不过在制造金屬模之前，一定要用木料造成最先的模型，然后才可用木模制造金屬模型，因此这里祇談木模。

木模的种类很多，有整体模、分开模、車板模、骨架模等等。整体模是和实物一样的，凡是鑄件形状簡單，在造型时很容易自砂型內取出的，都可用整体模。凡是形状复杂的鑄件，为了便于模型从型砂里面拔出来，便将整个鑄件的木模，由两部分或两部分以上所拚成的，叫做分开模。为了节省材料和人工，凡是圓形的，有規則的平直面及曲面的鑄件，而又不需要大量生产的，可利用車板做成鑄型。有些中型或大型的鑄件，如果做整体模，耗費工料太大，因此采用骨架模，即將木模做成一个骨架，造型的时候将骨架中空的地方填滿型砂，再用括板把表面括平，便成为好象整体模一样的模型。

鑄型是靠模型制造出来的，模型主要是造成鑄件外表輪廓；而鑄型的內部、孔眼、空穴和凹进部分等要靠砂心做出来。做砂心的模型叫做泥心盒，泥心盒也可以分开的。

金屬冷却时要收縮，所以在制模时应该按照金屬的收縮率而将模的尺寸放大，一般称为放縮水，各种鑄造金屬的縮水，大致如表1：

表1： 各种鑄造金屬的收縮度

鑄造金屬种类	鑄 件 分 类	收 縮 率 (%)
灰 鑄 铁	小 中 大	0.8—1.2 0.6—1.0 0.4—0.8
碳 素 鋼	小 中 大	1.8—2.2 1.6—2.0 1.4—1.8
鋼 合 金	小 中 大	1.4—1.6 1.0—1.4 0.8—1.2
鋁 及 鎂 合 金	小 中 大	0.8—1.2 0.5—1.0 0.3—0.8

凡机件加工面須增添加工余量，加工余量的多少，由鑄件的材料、形状、大小而决定，还同造型方法有关系。例如应用机器造型时，由于得到的鑄件精确，加工余量便可比手工造型小些。澆注时位置在上面的地方，加工余量应该多些，因为在上面可能有垃圾杂质飄浮起来。另外为了容易从鑄型里拔出木模和从泥心盒中拔出泥心，模型要有一定的斜度。其余如型心的安置，鑄型的分型面等，在决定做模的时候应该作通盘的

筹划。因此鑄件的合格性和造型及装配时是不是方便，大部分决定于木模结构的正确性和合理性。

3. 造 型

应用木模来制成同鑄件外形一样的空心鑄型的工作，叫做造型。一般的鑄型都用型砂做成，因此叫做砂型，由于鑄工車間的型砂可以反复使用，所以普通将造型工作叫做翻砂。使用型砂制成的鑄型，一般只能使用一次，在鑄件脫砂后即被损坏。但除一次的砂型外，在現代的鑄造生产中还有应用多次的所謂半永久的鑄型（即一模多鑄）和永久的鑄型（即金屬型鑄造）。应用金屬型可以大大地提高鑄件的質量和精确度，同时也可大大地减少甚至于完全免除毛坯的机械加工余量，因此可以大大的縮短机械加工車間和装配車間的工时和台时，并且提高产品质量。



图2. 套筒的外貌和图样

現以砂模造型，用生鉄鑄造一个套筒举例說明造型的过程如下：

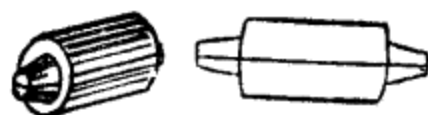


图3. 套筒木模

图2是套筒外型 and 图样；图3是根据图紙做成的套筒木模。

这个木模分成两半，因此是一个分开模。两头突出的部分叫做泥心头，是以后放置泥心时用来支持泥心的。

图4是用来制造泥心的泥心盒，其中留有与套筒內孔相当的中空部分，用預先配制好的心砂，填滿泥心盒內，搗紧，打

些气眼即得到如图 5 的泥心。

造型时，首先将一半木型平放于型板上，再在型板上放置砂箱（图 6 甲）。

然后用型砂填满砂箱，并椿实括平（图 6 乙）。

在这之后，将砂箱翻过来，使木模朝上，把另一半木模准确地放在原来一块木模上面，外面套上一节砂箱（图 6 丙），并在砂箱中放一根木棒，预备作为以后铁水进入的通道，我们常把它叫做直砂口。在砂箱中填满型砂，捣紧括平后，轻轻取出小木棒（图 6 丁）。然后取下一节砂箱，把木模由砂型中拔出，即得出一个中空的鑄型，再挖出澆口道，使它



图4. 制造泥心用的泥心盒



图5. 泥心

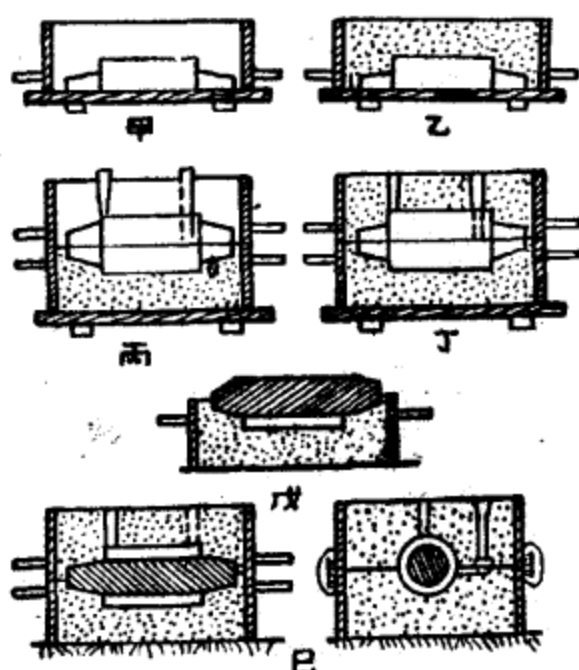


图6. 鑄铁套筒的造型过程

它与直澆口同鑄型连接起来，这时即可将预先做好的泥心放置其中（图 6，戊），这样，造型工作便基本完毕了，即可将另外一节砂箱盖上，两个砂箱用螺絲絞紧，或用重物压上，等待澆注（图 6 己）。以上所談的，只是手工造型的情况，此外，为了

提高劳动生产率，可以采用机器造型，用压缩空气来推动机器作捣砂、取模、翻箱等工作。

造型工作中，浇冒口的安排与大小，关系到铸件的质量。要得到完美的铸件，必须要有适合铸件需要的浇冒口系统和配合这一浇冒口系统的浇铸方法，所以在一般先进厂中，已经实行了工艺卡片制度；每一铸件，均事先规定了浇冒口的地位与大小。但在不少厂中，对浇冒口的认识不够，只把精力集中在铸件本身；在方便的地方挖几道内浇口，随便抓根木棍或管子就做直浇口，随手捏捏就是外浇口，再抓根粗点的木棍，往铸件上一放就是冒口，最多也只考虑到浇冒口的地位，至于面积大小，浇的快慢就从不考虑了。思想上认为大点小点没啥，厚点薄点也没啥，只要铁水浇得进去，铸件流得满就行。这样缩孔、夹渣、砂砂、气孔、砂眼、冷隔等等一系列的毛病自然不可避免。因此，浇冒口开得不合理，是铸件报废的重要原因之一，对浇冒口各部的构造，它应起的作用，各种浇冒口的用途、地位、大小都应该有一个明确的认识，这样才能使我们所做出的浇冒口，充分发挥作用。

比方说浇口，除掉送进铁水到铸件的作用以外，还要有阻止铁水的杂质、熔渣等流进模型，和调节铸件各部分冷却速度的作用，所以浇口是一个很重要的关键问题。但它没有一定的固定地位，要根据铸件大小及形状而安排的。如果浇口开得不好，铁水浇下去后，就运送不匀，造成铁水冷热不一致的现象，或者使熔渣杂质不能浮起而卷入铸件中去，造成了铸件的缺陷。浇口的大小，就决定铁水浇注速度的快慢。一般说大的浇口不容易出毛病，但是浇口太大了也不好，铁水流进铸件

太快，鉄水中的垃圾难免不卷进鑄件中去，假使太小的話，那末造成澆口外的鉄水先冷，而鑄件本身冷却較晚，必然要产生拉縮現象，正象一个人喉嚨給堵住一样。另外一点，开澆口的时候，要使用适当形状的澆口，以控制鉄水流向砂模的方向，使它不要正对泥心或砂模；另一方面必須使鉄水能均匀平靜地充滿砂模，竭力避免有噴射、汹涌、激蕩等現象，以免鑄件发生接头、气孔、起格等毛病。所以我們必須認識到澆口的重要性，学习先进經驗，大量采用閘門澆口、篩子澆口，規定內澆口、橫澆口、直澆口的合理比例，澆口給我們带来的麻煩，就可迎刃而解了。

至于冒口，在过去一般做生鉄的翻砂厂中，一向不甚注意，所以老师傅叫它做出气口。是的，将鑄件内部的气体由冒口通到砂模外，不使它残留在鑄件內，发生有害的气孔，这是它的目的之一，但是它还有补充鉄水冷凝时的收縮作用。这个作用，特別显著的是在鑄鋼、球墨鑄鉄、孕育鑄鉄的鑄件上表現出来。如果鑄件沒有适宜的冒口，就会发生縮松而報廢。因为鑄鋼、球墨鑄鉄、孕育鑄鉄，从液体凝結成为固体都有大小程度不同的收縮性，这种收縮必須依靠冒口內的高热鉄水，源源供給补充，这样才能鑄成沒有疵病、十分結实完美的鑄件。而現在許多厂中，由于鑄件品質要求高，所以一方面在配料时，加了一部分廢鋼，以保証硬度及强度，但是，在造型时却忽略了冒口的重要性，由于鉄水加配廢鋼而縮性增加，这样自然造成了大量的廢品。决定冒口的大小及地位，应根据鑄件的大小、鉄水的縮性、冒口的效率、澆冒口的配合等因素而决定。一般的原則，冒口應該安置在鑄件最厚的地方。

因为要避免鑄件的縮孔，冒口应当开在最后冷却的地方，但是也不要使三个或更多个断面連接在一起，使热量过度集中，凝結太慢，可能会在鑄件內部发生不結实现象。譬如說，澆鑄牙坯或皮带盘时，冒口要是安置在橫档与輪盘相交点，就不大相宜。另外，冒口用以补縮，我們必須希望它冷得最慢，因此要选择散热最慢的形状，如圓球形、圓筒形的冒口，以免太早凝固，失掉了补縮的功用。所以在工作中不注意冒口的形状，如上大下小，以及不規則的圓筒形，这都是白白地浪費掉鉄水。

4. 熔 化

熔炉是鑄造生产中主要設備之一，它的功用是把裝入炉中的金屬熔化成液体，应用它来澆鑄成所需的鑄件。

一座好的熔炉，应合乎下列要求：

- ①金屬液的温度能达到一定的要求，而且在整个熔化过程中，温度很稳定；
- ②熔化率高，燃料消耗量少；
- ③熔出的金屬的化学成分合乎要求；
- ④金屬燒損率少，含气量少，有害杂质少；
- ⑤操作簡便，省力，安全。

决定一座熔炉好坏的主要因素有两个：一个是熔炉設計与选择是不是合理；另一个是熔炉操作是不是确当。熔炉的种类很多，有反射炉、电炉、坩堝炉、吹煉炉、冲天炉等。用于鑄鉄生产中，以冲天炉最为普遍，在地方翻砂厂中尚有小型的爐和三节炉。

小型的攪爐、三節爐和沖天爐三種熔爐的形狀不同，操作上也不同，但在熔銑的原理上和實際的功用上，是完全相同的。攪爐及三節爐與沖天爐相比較，主要有下列幾個缺點：

①爐身太低，預熱不夠，因而銑水溫度不高；

②單面進風，風量分布不均勻；

③熔化率低，焦炭消耗量大；

④無出渣口，熔爐容易阻塞。

針對以上缺點，許多廠已經對舊有的攪爐及三節爐作了一些改進，因而在熔化率及銑水溫度方面，得到了很大的提高。如銑水溫度自 $1,300^{\circ}\text{C}$ 提高到 $1,430^{\circ}\text{C}$ 左右，銑焦比自4比1提高至14比1。經改良後的三節爐，無論在構造上及功用上，均與沖天爐沒有什麼分別了。現將沖天爐的構造及操作的情況介紹如后。

沖天爐的構造，大致如圖 7 所示。

圖內1為加料口，銑料、焦炭、石灰石等均自此处投入爐中。2 為風帶，鼓風機所打出來的風，經過風管先到了这里，然後自風口3平均地進入沖天爐內。11是開在風帶上的看火門，上裝

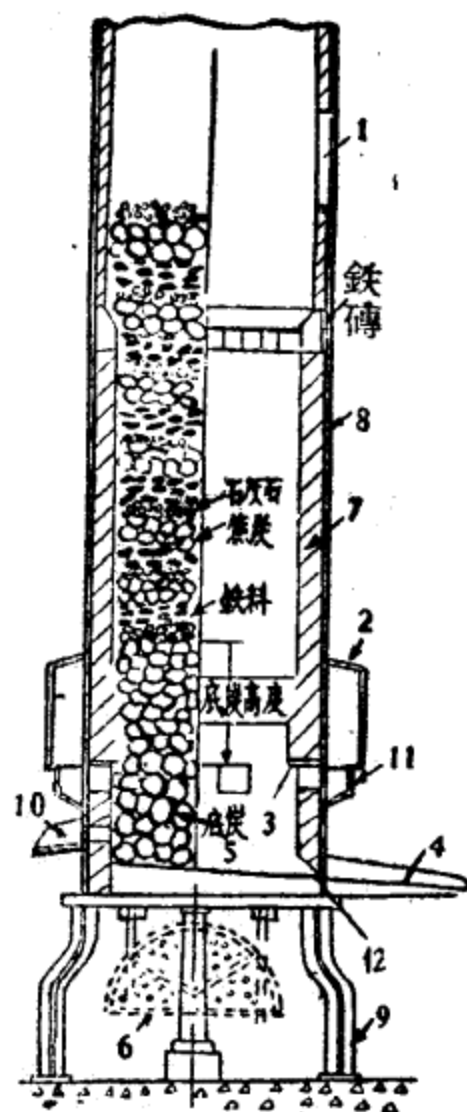


圖 7 冲天爐

云母片，从这里可以观察炉子熔化的情形，同时亦可开启，以便扒出垃圾等物。5 称为炉底，~~由出铁口处~~倾斜，使熔下铁水能自出铁口向外流出。4 是出铁槽，铁水经此处而流入包子内。6 是炉底门，熔化完毕时便须开启此门，使冲天炉中的铁料和焦炭等均能落下。开炉底门的工作俗称“打炉”。7 是炉墙火砖层。8 是炉壳，由铁板制成。9 是炉底支柱。10 是出渣孔（俗称出垃圾孔）。

熔化铁水时，冲天炉底部须先装入木材等引火物，然后再加焦炭。这一层焦炭，称为“底炭”。其顶面要平，其高度对熔化操作非常要紧，不可以随便变更。待点火烧红底炭后，就可以装料了。装料就是装入熔化材料，一般先在底炭上面加入石灰石及一层铁料，然后加入一层焦炭，再在焦炭层上加一些石灰石，然后再加铁层、焦炭层及石灰石层，依此顺序，一层一层加入，直至加满至加料口处为止。

装料完毕后，应立刻打风，使焦炭燃烧，发生热量使铁料熔化。正常的熔化，在加料口看到断续的桃红色火焰，炉渣有良好的流动性，并且用铁棒接出的炉渣细丝，在阳光下看起来呈灰绿色玻璃丝。熔化的铁水自上面一滴一滴落下，贮积在炉缸内，到需要时候再自出铁口放出。为了使铁水盛在炉子里面，出铁口可用白泥制成的泥塞头塞住。

冲天炉熔化时，炉内材料不断向下移动，这时就要在加料口处继续不断加入铁料和焦炭等材料。熔化一批就需要再加入一批，不能等很多时候，一下子加几批，因为这样加料，会使熔化情况失去稳定。熔化的炉料加完以后，可加二、三批压铁，来保证最后几批铁水质量，并须把鼓入炉子的风量减少、

冲天炉所用的鼓风机，普通有二种：一种叫做离心式鼓风机，里面构造有些象电风扇，不过外面有罩壳罩起来，外面再連結一管子，将风送入风带去；另外一种鼓风机称为滾筒式鼓风机，罩壳内有二片轉动的翼齿，空气随二翼齿間的轉动而将风压出。离心式鼓风机的缺点是风压較大时，风量减少得很多；而滾筒式鼓风机就沒有这种缺点，风压愈大，压入风量也愈大，但对电动机的配合必須加以注意。

打入冲天炉中的风，主要用于促使焦炭燃燒。在接近风口处，焦炭燒得很旺，这一部分我們叫它做“氧化带”，在氧化带之上的一层我們叫做“还原带”。这氧化带和还原带，都是在底炭中的。在氧化带中，由于燃燒作用，产生热量，造成一股热气流，向上升入还原带中，因为热气流被上面的焦炭盖住，温度就慢慢降低，愈近加料口，温度愈低。炉子中的主要燃燒作用是在底炭中进行的，而每一层所加入的焦炭层，不过是补充底炭中所燒去的焦炭而已。因此我們就要注意使加进去的焦炭恰巧补足底炭中所燒去的部分，不要太多，也不要太少，否則底炭的高度会发生变动，就会影响熔化操作。

底炭层最上面的一带，称为“熔化带”，这里的温度很高，鉄料在这一带上开始熔化。熔化带在整个熔化过程中是在不断的上昇和下降的。因为照前面所說，熔化带中底炭是在不断的燃燒，因而底炭頂面一定会逐渐下降；但待鉄料熔化而焦层达到底炭层上，底炭高度便又增加了。从风口到熔化带的一段，叫做过热带，这一带的温度一般在 $1,700^{\circ}\text{C}$ 以上。当鉄水滴流过这带的时候，吸收热量，把温度提高到 $1,400^{\circ}\text{C}$ 以上。在熔化带以上到加料口的下面是預热带，它的作用是把鉄料預热，

提高温度而使鉄料容易熔化。

鉄水的好坏，直接影响到鑄件本身的質量。我們所需的鉄水不但要求温度高，而且要机械性能合乎規格。要控制鉄水，就要从熔炉的設计、操作及配料三个方面着手，而这三个方面又是互为因果，互相影响的。目前有許多厂中不但熔炉設计不能符合科学原理，就是操作澆注方面也无一定操作規程，更談不到按照机械要求配料。以致洋出的鉄水时好、时坏，时冷、时热，不是强度不够，就是过硬过軟，并且时常由于温度过低，而造成了夹渣、气孔、砂眼、冷隔、澆不到等毛病。因此如何去控制鉄水的問題，也是一般翻砂厂中亟待解决的一个重要环节。

熔炉是翻砂厂中主要設備之一，它的任务就是把装在炉中配合好的炉料，烱成一定成分，一定温度的鉄水，鉄水的好坏和炉子的构造及性能是分不开的。苏联三排风口式的冲天炉是很理想的熔炉，但在一般厂中，大部分仍然使用三节炉。但是只要根据前面所談原則，进行改装，化費有限，而对于提高鉄水温度、熔化速度、节省焦炭、就会起很大的作用。而与冲天炉基本上没有什么区别了。

按照鑄件要求配料，首先要掌握住原材料的成分，要对金屬性能有一般性的了解。如碳、錳、硅、磷硫各成分，对金屬品質的影响，以及各种元素，在熔炉中的增减，再結合炉前檢驗，如利用三角楔片、阶梯式試棒等方法来試驗白口深度，拿这些科学知識同工人同志的具体經驗結合起来，始能得到所需的鉄水。有很好的熔炉，合理的配料，假使缺乏正常的操作制度及正常操作方法，也是很难使鉄水合乎要求的。熔炉的操

作，包括从修炉、舖底点火、测定底焦、加料、送风、出铁、出渣、停风到打炉等工作，必须合理地掌握每一个工艺过程。因为铁水的温度及成分，会随着不同的操作方法而发生很大的变化。在这一方面的例证是太多了，比如在一般翻砂厂中常常在配料中加进10—70%的廢鋼，以减低含碳量，达到增加强度的目的，这是合理的。但是，同样的配料或者是同炉的铁水，由于澆注先后的不同，澆成同样的鑄件在硬度上可能发生很大的差别，这就说明是受了操作方法的影响。更具体的說必須要对于廢鋼块的大小、焦碳的品质、风量风压的变化、加料的方法及次序、底炭的高低，熔渣的清除，都加以合理的控制，这些地方看起来虽小，但是影响甚大。因此各厂应根据熔炉大小及性能，研究出一个适宜的工艺守则，具体地规定底炭的高度，生铁、廢鋼、石灰石、焦炭块的大小，风量风压的规定，铁焦的比例，点火出铁的时间，使熔炉的操作正常化、經常化。事实上这些因素影响铁水质量是很大的。譬如說，底炭的高度必須一定，因为底炭的作用是用来和鼓入的风相化合发热的，同时要把鼓进的风里所包含的氧气完全化尽。底炭太高，熔化带便升高，使落铁太慢。底炭太薄，熔化带减低，不但使铁水氧化，并使鑄件有产生气孔等缺点，而且由于层焦大量消耗于底炭的补充，使铁水温度降低。而底炭的高度又受风量风压的影响。风在熔化工作进行中，以发热而言，和焦炭同样的重要；沒有焦炭固然不能发热，沒有风也不能发热的。如不能确实知道鼓入熔炉的风量，并合理使用，那么别的原料又何必过秤呢？所以測量风量风压，就和磅焦炭、生铁一样，也是同等重要的。除掉底炭、风量、风压，我們应当合理掌握外，加料

时还必须严格遵守各种原料的比例，不可任意改变，仅凭估计，因为原料的多少，会变更炉内熔铁的次序，以致影响铁水的品质。有些厂中，在初期操作时，大家确曾细心过秤，但随后因操作熟练，就只凭经验，用目光估计，这样变更了操作方法，使一切详核细算的配料成分，底炭厚薄的测定以及风量风压的测量，都失去了应有的效果。

5. 澆 注

金属熔化后，浇进铸型中去，冷却凝固即得到铸件。用来盛液体金属的东西，一般称为浇包（俗称包子）。是一种铁板制成的桶，上面钻有小孔，使气体能逸出，包内砌有耐火材料，小型浇包用白泥或白泥与石英砂的混合物为砌料，大型浇包内部砌火砖。浇包的种类很多。最小的约盛铁水15公斤，俗称“握包”，可由一个人手握着使用；稍大者可盛铁水50至100公斤，需二人抬；大型桶则须用吊车吊运，每桶约可盛铁五百公斤以上，直至数十吨，俗称“吊包”。有的时候，为了防止浇包内液体金属冷却，上面可以装盖，防止热量损失。

浇注是把金属液通过直浇口浇进铸件中去，普通直浇口上常设有浇口圈，浇注时最重要的是要浇满浇口圈。如果浇满时，垃圾一定会浮在浇口圈面上不会流下去，假定没有浇满浇口圈，那末垃圾等杂质就会一齐卷下去，流入铸型。但是有的由于浇口的设计关系，浇口圈中是永远浇不满的。在这样情况下，垃圾最容易流进铸型中去，所以对隔垃圾的工作，须特别当心。浇注速度一定要和铸件配合，不能太快或太慢。浇得太快，不但浇口圈中会溢出铁水，同时会引起因为浮力太大而将

上鑄型抬高的“抬箱”事故，不但影响鑄件的規格，还往往会引起工伤事故。澆得太慢时澆口圈澆不滿，垃圾很容易进鑄型中去。

6. 開箱落砂及清理

鑄件澆注后，經過完全凝固和充分冷却以后，从鑄型中取出。鑄件開箱落砂过早，不但会发生尺寸变更，而且常易发生裂碎，一般在温度不超过 500°C 的时候，才可以进行開箱落砂。落砂的工作是非常繁重的，因为在进行工作时要散发出大量的热和灰质来。鑄型的手工落砂是用鉄杆、鎚子和风动工具来完成的。机械化落砂是用振动吊架、震动柵和振动器来进行的。清除了泥心和型砂的鑄件，

上面附有澆口和冒口；此外，金屬液渗入鑄型的分型面內，要发生毛头批縫；涂料不妥时，鑄件表面則有粘砂或起夹子，这些东西必須加以清理，以便于机械加工，鑄件的清理可以是手工的和机械化的。手工清理用手工的或风动的凿子、鋼刷和其他工具来进行。机械化清理就是应用滾筒噴砂器和噴鉄砂器。小型鑄件通常是放在滾筒清理的（图8）。重型鑄件和內部是空的鑄件，不能在轉动的滾筒內清理，因此要应

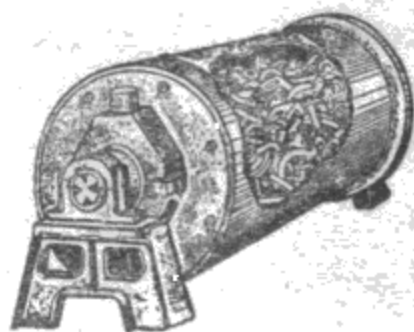


图8. 清理小型鑄件用的滾筒

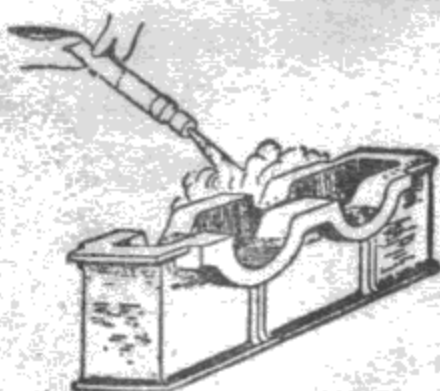


图9. 鑄件的噴砂清理

用噴砂器來清理，這種砂是在壓縮空氣的作用下從軟管里噴出來的，現在常用鐵砂來代替普通砂子，它的效力較大（圖 9）

7. 熱處理及檢驗

鑄件經過清理後，如沒有表面缺陷，尚應根據機械的要求，加以不同的熱處理，以發揮金屬的潛力，延長金屬使用的壽命。最後要通過硬度、強度、金相及化學分析及內部探傷、外觀尺寸的檢驗。如都能合乎要求，才可作為成品出廠。

四、鑄件的種類及性能

鑄件按金屬的不同，可分為鑄鐵、鑄鋼及有色金屬（也可稱非鐵金屬）鑄件三大類，現僅將鑄鐵分類及其性能，作初步的介紹。

一般機械工業所用的鑄鐵，通常可以分為白口鑄鐵、灰口鑄鐵、孕育鑄鐵、可鍛鑄鐵、球墨鑄鐵與合金鑄鐵六個大類。

1. 白 口 鐵

白口鐵中的碳和鐵化合成碳化鐵，因此它的性質硬而脆，不易加工，一般工業上應用不廣。它的顯微結構如圖10。由於這種鐵的斷面是呈銀白色的，所以叫做白口鐵。但因為它有較高的表面硬度和耐磨性，因此犁頭、磨球常以白口鐵製成。又如各種軋輥和火車輪，它們表面要求高的硬度和耐磨性，因此使用硬模澆注的方法，使表面得到白口，然而在鑄件深處，仍然是麻口或灰口。

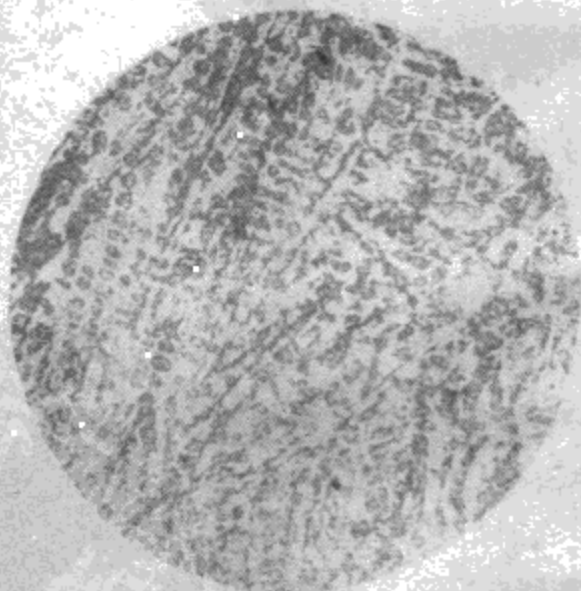


圖10 白口鐵

2. 灰 口 鐵

灰口鐵中的碳是全部或部分呈片狀石墨存在的。圖11即為

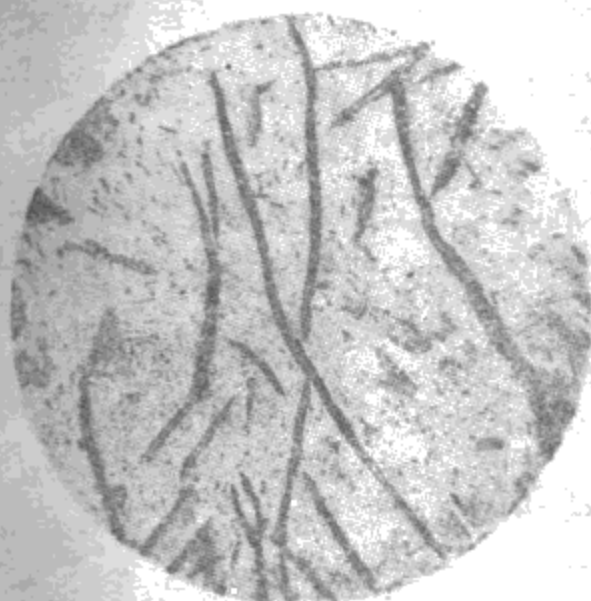


圖11 灰口鐵

灰口鐵的顯微結構，黑色部分即為片狀石墨。由於它的斷面呈暗灰色，所以叫做灰口鐵。它的強度和韌性差，常用在不需要高強度與高硬度的鑄件上。它具有良好的吸震性和自行潤滑的性質，且有優良的鑄造性和切削加工性，配料和熔煉都較簡單，成本低廉，所以用途還是比較廣泛的。

3. 孕育鑄鐵

灰口鐵主要缺點是強度太低，制成品太笨重。近几十年来，對提高灰口鐵強度，得到很大的成果。其中之一就是通過孕育處理來得到高強度灰口鐵。所謂孕育處理，就是在鐵液中投入硅鐵、硅鈣作孕育劑，使鑄鐵中石墨分布狀況和金屬基體

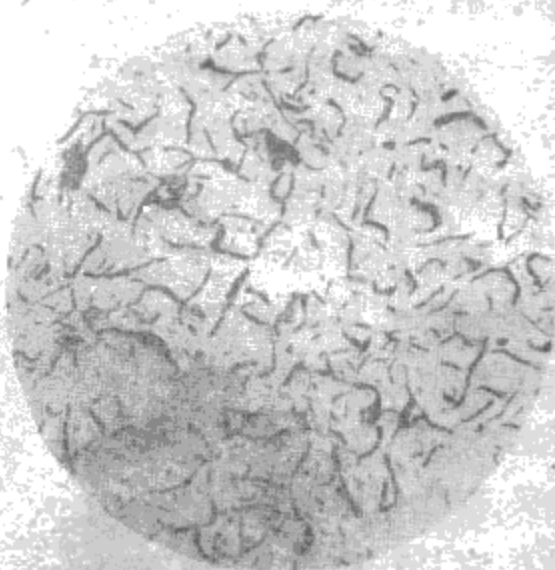


圖12 孕育鑄鐵

結構加以改善，即使石墨片變得細小而均勻。因此對割裂金屬基體的危害性就比粗大而集中的石墨片來得小了。經過孕育處理的鑄鐵如12圖。

孕育劑的加入量視鑄鐵含碳的多寡和鑄件截面的厚薄而不同，通常每噸鐵水加硅鐵1—16公斤。孕育鑄鐵的用途很多，機械零件需要較高的強度、耐磨、耐腐、耐熱者，如內燃機的气缸、活塞、活塞環、水压机汽缸、工作母機等主要機件，都需採用孕育鑄鐵、孕育鑄鐵的成分絕大部分是珠光體組織的基體，有時因特殊需要還加入少量的鎳、鉻、銅、鉬等合金元素。

4. 球墨鑄鐵

球墨鑄鐵是在一定成分鐵水中加入適當分量的鎂或鎂合金等球化劑，並再加入適量的石墨化劑（硅鐵）而得到的，在一般冲天爐和三節爐中均可製造。它的石墨呈球狀，顯微結構如13圖。

球墨鑄鐵由於它的石墨是呈面積最小的球狀存在，相對地使鑄鐵中金屬基體的面積大為增加，使石墨割裂金屬基體作用大為減少，因此使它具有和鋼幾乎相等的強度和韌性。

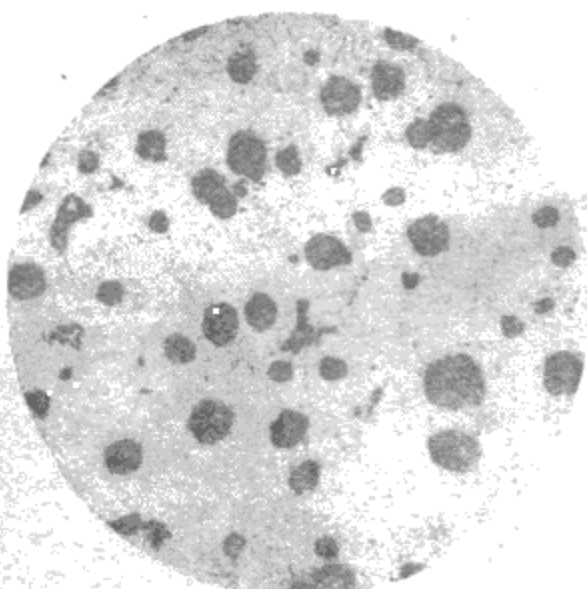


圖13 球墨鑄鐵

球墨鑄鐵的加工性能良好，並且可以鍛制和用氣焊割切。

由於球墨鑄鐵有優良的機械性能，製造方法簡單，成本低廉。已被廣泛用來代替相當多的鑄鋼和鍛鋼，用以製造彎地軸、連杆、活塞、推進器、齒輪坯、軸承壳等鑄件。目前鍋駝機及7馬力煤氣機的曲軸，正在以球墨鑄鐵曲軸來使用，不但可以降低成本75%，而且可以節省鋼材。

5. 可鍛鑄鐵

可鍛鑄鐵即平常所謂馬鐵，或韌件鑄鐵，可分為黑心馬鐵及白心馬鐵兩種。

黑心馬鐵是把白口鐵經過2至3天的燜火，使鐵中的碳化鐵分解變成團絮狀石墨和鐵素體，它的斷面顏色較黑，所以叫做黑心馬鐵。

白心馬鐵是把白口鐵在 950°C 左右，用鐵礦石或氧化鐵填實，進行3至5天燜火，使鐵中的碳化鐵在高溫之下分解，成團絮狀和珠光體，再把大部分的碳氧化除去，它的斷面呈白色，所以叫做白心馬鐵。

馬鐵的抗拉強度高出普通鑄鐵一倍以上，延伸率亦好。馬鐵所以有這樣好的性質，主要是因為它里面的石墨成團絮狀或近似球狀，這

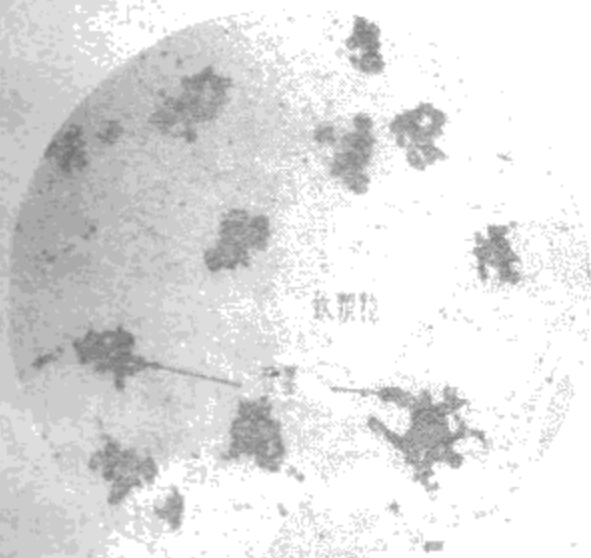


圖14 馬鐵

样的石墨对削弱基体强度的影响小。其显微结构如图14。

馬鉄的澆鑄性能比鑄鋼好得多，一般鑄鋼澆不出薄的和复杂的形状，馬鉄均可以澆鑄。加工性能和抗击性非常好，所以在农具、軍火、汽車等工具上应用很广。

6. 合金鑄鉄

为了提高鑄鉄的机械性能，改善鑄鉄耐热、耐酸、耐磨的能力，常在鑄鉄里加入不同成分不同种类的合金元素，象鉻、鎳、鉬、銅、鈦、鋁、硅、錳等，改变它的内部结构，达到特殊的要求，这种鑄鉄叫做合金鑄鉄。一种含鎳的合金鑄鉄的显微结构如图15。

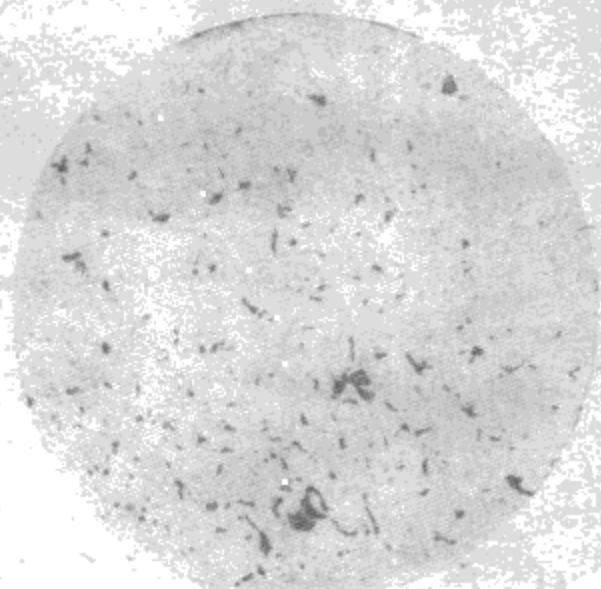


图15 合金鑄鉄

合金元素加到鑄鉄中去，不仅使石墨片变得細小，而且有些合金元素如硅、鉻等加到鑄鉄中去，使它能抵抗酸碱的腐蚀。加入鋁、銅、鉻可以耐高温。因此加入合金元素是得到鑄鉄特殊性能的重要方法。例如一种叫鎳力鑄鉄，它的成分含碳3%、硅1.5%、錳1%、鎳12—15%、銅5—7%、鉻2%，可以耐腐蝕、耐热与耐磨，是汽缸及气缸襯的很好材料。另外含硅15%左右的高硅鑄鉄，它的性质虽然很脆，但有很高的耐酸耐蚀的能力，所以适于制造耐硝酸及硫酸的机件。还有一种含鋁达25%的鑄鉄，它

可以用来制造耐 900°C 以上高温的铸件。合金鑄鉄种类很多，应用范围亦很广泛，为了满足国家的需要，我們必須要大力来試制各种类型合金鑄鉄，而且还要应用我們国家丰富的資源，去代替那些稀少而且貴重的合金元素。

五、鑄造生產的發展方向

由于鑄造生產在國民經濟中占有很重要的地位，世界各國在最近幾十年來，不但在勞動組織、技術管理上予以大力改革，而且對於勞動過程的機械化、新工藝新技術的發展、特种鑄造方法的應用，均取得了很大的成就。因此無論在產量、質量或者在品種上，都有很大的提高，茲簡單介紹如后：

1. 勞動組織的革新

鑄工車間採用最合理的工作制度，就能使所有生產過程及操作過程的循環時間縮為最短。由于循環時間的縮短，就能充分利用面積及設備，提高鑄件質量，降低成本，提高勞動生產率。

目前我國大多數工廠尚採用單班制，所有造型、澆注、打箱、落砂、篩砂、配砂等工作，都擠在日班八小時內進行。因此經常發生搶鐵水、搶吊車、搶地盤、搶用工具設備的現象；搶不到的只好等着，工時浪費很嚴重。每逢開爐，工人等着澆注，有二小時至四小時做不了甚麼工作的。同時高級技工，也要做一部分輔工工作，真正技術沒有發揮。而且由于工種複雜混亂，造成很多不必要的加班加點。因而勞動組織的改善，在鑄造生產中就有特殊的意義。目前通行的有兩種工作制度：平行工作制及階段分工制。

平行工作制是指在一班、二班或三班之內，所有工種同時

进行工作，采用平行工作制时，造型、合箱、澆注、落砂（冷却時間也包括在內）的总時間須尽量减少，不可超过8小时。大的鑄件循环時間長，平行工作制的益处便少；小的鑄件循环時間短，采用这种工作制的益处就大。虽然采用这种工作制时，机器设备及运输设备的花費很多，但流水綫作业却能节省很多劳动力及生产面积。例如一班平行工作制改为二班平行工作制时，不需要任何投資，而产量增加一倍。事实上，采用两班平行制时，设备及面积需要量按比例計算，比一班平行工作制要减少 $\frac{1}{3}$ ，而采用三班平行工作制时，則要减少 $\frac{3}{5}$ 。这种工作制度适用于大量生产和大規模工作的机械化車間。当采用这个工作制度时，不仅在运输上應該是合理化、專門化和机械化，而且几乎在整个生产过程中也都應該如此。任何一个工段或工序出現了不相称或阻滯的現象，便会引起整个流水作业的混乱。

除了采用平行工作制以外，在单件与小批生产的鑄工車間，还采用阶段分工制。它的特点是各班在同一地面上，按照生产先后次序，分阶段进行。阶段分工制有下列三类：

1. 每晝夜一次循环：

采用这种工作制时，在生产部門或輔助工部內整个循环的任何一个主要工序，每天都在固定的一班进行，而在整个車間內則有三班进行工作。通常最繁重的工序由第一班担任。第一班进行修炉、造型、合箱、处理型砂、芯砂、鑄件清理，輔助工部和办公室也在这一班內工作，人数約占80%，工作時間在每日上午到下午。第二班进行熔化澆注，人数約占15%，在每日下午和前半夜。第三班打箱，处理廢砂，收拾与准备工地，

人数占 5%，在每日下半夜至次日早晨。砂型干燥在二、三、班中間工作，分班負責，循环进行工作。

一次循环工作制，对于单件生产及小批生产中型和大型鑄件（澆鑄后冷却時間需 4 小时以上）的車間最为适宜。

2. 每晝夜二次循环：

每一循环为 12 小时，其中造型与合箱 8 小时，澆鑄与落砂收拾車間为 4 小时。这种制度通常适用于小型鑄件，湿模造型的鑄工車間。

3. 两班造型及合箱，一班澆鑄、落砂及收拾型砂和鑄件。这种工作制度的生产比一次循环阶段工作制度提高 1.3—1.5 倍。对于生产中型鑄件、主要为干型澆鑄的車間最为适宜。

从上面可以看到，阶段分工制有下列三个显著的优点。第一、由于专业分工，工人的特長可以得到充分发挥，能不断提高技术和工作效率。第二、能充分和有效的利用車間面积，生产設備和劳动力。第三、由于划分阶段，实行輪流分班工作，所以能克服車間工作中的过度拥挤和紊乱現象，因之鑄件产量质量都得到显著的提高。但在实行前，必須分析車間情况，平衡設備，調配劳动力，始可順利推行。目前我們有不少鑄工厂已根据各厂具体情况，将以上两种工作制度創造性地結合应用，即所謂平行阶段工作交叉制、多班制、星期輪班休息制，对于解决場地狹小，設備不够，以及提高产量，發揮潜力，起了很大作用。

2. 技术管理科学化

鑄造生产是一个影响很多，牽涉范围极广的工作，根据苏

联資料，造成鑄件廢品的原因有 137 种，可見其复杂性。因此，加强技术管理，控制鑄件質量是鑄造生产中的主要关键問題。根据各国資料以及一机部各厂过去在克服廢品提高質量的經驗，加强技术管理是今后发展鑄造生产的重要环节。其主要办法如下。

1. 制訂鑄件質量标准和技术条件。

根据机械設計对鑄件性能的要求，結合車間的生产条件，訂出鑄件質量标准，一般应包括强度、硬度、尺寸公差、光洁度、平直度等。同时酌量訂出金相組織和化学成分的标准，作为控制質量的根据。有了質量标准和技术条件，提高品質，就有了具体奋斗的目标。

2. 建立經常性廢品分析制度：

鑄工車間的产品質量，牽涉因素极广，如不建立廢品分析制度，則廢品出現之后，不知从何改起。通过廢品分析，能够找出車間生产的薄弱环节，所以要改进鑄造工作，必須建立經常性廢品分析制度。廢品分析必須成为經常性的群众工作，讓群众都来分析廢品发生的原因，訂出防止廢品产生的办法。同时車間領導也必須加以組織与指导，結合现实材料，分析研究，以提高职工的技术水平。

3. 推行型砂專責控制制度。

第一，建立型砂的統一管理制度，有專人分工負責型砂的選擇、配合、处理和供应等工作。根据鑄件对型砂的要求，結合車間目前使用型砂的实际經驗，訂出各种型砂規格，同时实行領砂送砂制度。第二，控制型砂的性能：原砂的物理性質和化学成分，須加以分析測定；型砂配合須有一定操作規程。型

砂使用过久，須及时加进适量的新砂，以維持型砂的質量。

4. 加强熔化管理及炉前控制工作

熔化控制是改进鑄件質量的重要关键，因此原材料必須取样分析，配料須按照鑄件的性質計算重量，加料須有一定的時間，这样才能保証鑄件的質量。同时建立炉前控制制度，以控制鉄水的溫度、风量、风压等，并利用三角楔片或阶梯試棒檢查白口深度。更重要的是切实执行根据操作經驗制訂的熔化操作規程和澆鑄操作規程，以稳定鑄件的質量。

5. 建立工艺組織，制訂工艺規程，逐步推行工艺卡片。

鑄工車間工艺过程极为复杂，影响質量的因素很多，而控制又比較困难。因此必須把車間全部工艺过程統一起来，結合实际經驗与理論，制訂出車間內各个部分的工艺規程。同时根据不同鑄件的性能和要求制訂出工艺卡片。工艺卡片包括主要生产过程的條件，例如：鑄件重量、配料、驗收条件、木模、砂箱、型砂、澆冒口系統草图、型砂的配合、砂芯的制造、塗料的使用、澆鑄溫度和時間、工时定額、輔助材料的消耗量等等。工艺卡片在生产中起指导和檢查作用，并起集中先进經驗以提高艺术水平的作用，因此制訂工艺卡片是一个很重要的工作。但开展技术管理工作的初期，工艺卡片不易建立，可用操作卡片来代替，待条件具备后，逐步采用工艺卡片。在制訂工艺卡片过程中应从主要或成批性較大的鑄件与报廢率較大的鑄件着手。

3. 新工艺新技术的应用

1. 熔煉技术及设备方面：

在煉鋼方面，廣泛地採用了加氧煉鋼，真空熔煉亦已應用於生產，電弧爐一般安裝了固定感應設備、用以攪拌鋼水，使鋼水成分均勻一致；鹼性爐襯、多排風口，水冷的吹爐，廣泛地代替電爐生產優質合金鋼，使生產成本大為降低。在鑄鐵方面，具有帶熱風的、熔化帶有水冷的和鹼性爐襯的沖天爐在迅速的發展，並有一種在沖天爐爐膛中加放兩個電極，以控制鐵水溫度，这样就使沖天爐改變了它原有的面貌。利用風口加氧，出鐵槽加氧，以提高鐵水溫度，已廣泛地應用於鑄鐵車間。

2. 新的造型材料的应用:

由於造型材料研究的成就，現在使用濕模的範圍日漸廣泛，一般可以鑄造重達5噸的鋼鐵鑄件。这样就大大提高了勞動生產率。有些工廠的濕模噴塗含有酒精的砂型塗料，然後把塗料點着可以把砂型烘乾到40公厘深度，燃燒後殘余的砂子和含在塗料內的石墨生成防止粘砂的皮層。

由水玻璃砂吹入二氧化碳制成的砂型，能使鑄件尺寸得到很高的精確度，且表面光潔。這方法在蘇聯應用很廣，主要是利用二氧化碳對水玻璃的化學作用形成膠態的硅酸膠體，把砂粒粘結起來。這種化學硬化法造型，至少具有以下兩個特點：第一、它兼有濕模和干模的優點，而沒有它們的缺點。換言之，它在造型工藝上基本是濕模，砂型性質上基本是干模，這一特點，使我們有可能在鑄造工作中省去加熱乾燥過程，使鑄造工作大大簡化。第二、由於此法不需要經過加熱乾燥，可以避免因此而引起的變形，砂型尺寸和形狀精確度提高。

另外，以合成樹脂作粘結材料，也得到很大的發展。

4. 特种鑄造方法的发展

硬模鑄造、离心鑄造、压力鑄造、精密鑄造、壳模鑄造都是属于另件成形的特殊鑄造法，由于其生产鑄件尺寸精确，产量大，质量高，故在鑄造生产中获得了巨大的发展。茲将各种生产方法的特点，简介如后：

1. 硬模鑄造：

硬模鑄造的模型用金屬制成，因此一般叫做金屬型鑄造，用于有色合金、鑄鉄、鑄鋼的另件的鑄造。若鑄造鋼和鑄鉄的另件，由金屬模型形成它的外形，而泥芯則仍使用普通泥芯砂做成，但当鑄造鋁和鎂合金的另件时，其泥芯亦为金屬做成的。金屬型鑄造的优点很多，例如能大大提高劳动生产率，减

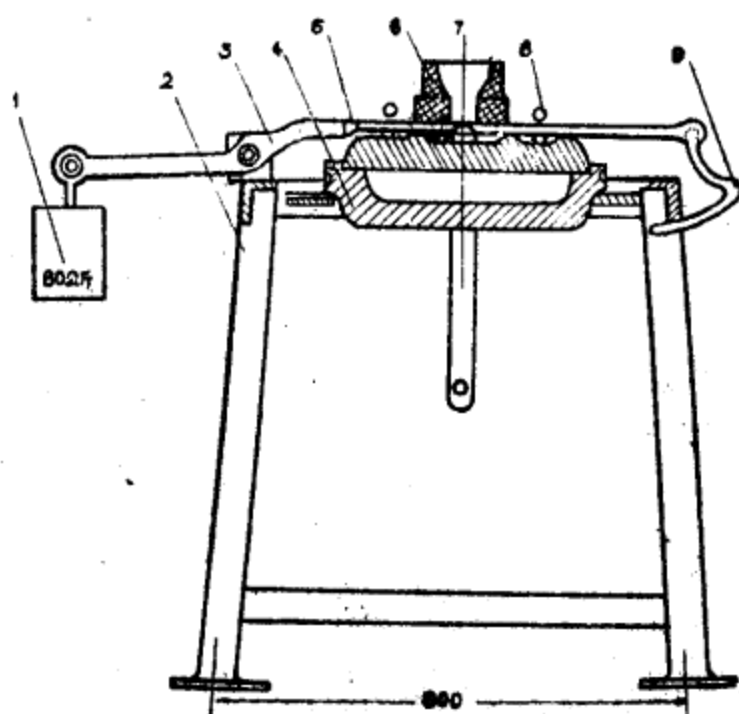


图19 鋼錠模底盤

低对熟煉工的要求，减少廢品率和提高鑄件的质量，可以得到形状准确的鑄件，减少机械加工和加工余量，并且由于金屬組織的晶粒細，而得到了較高的机械性能，此外，它还省却了造型及制备造型材料的事务，是大量和成批生产最

先进的生产方法之一。图19是鋼錠模底盘使用金屬型鑄造装配情况。图中1是平衡重錘；2是鑄造机机架，用以支持鑄型之用；4是金屬型底型，5是金屬型上盖，藉压紧杆3，机盖鉤7及鎖紧底型的螺釘8将金屬型固定起来，然后通过用型砂制成澆口6澆鑄鉄水。9为搖手把，作開箱之用。

它的缺点是由于金屬在散热快的金屬型中很快失掉它的流动性，造成鑄件表面白口。因此常不易得到过薄过小的鑄件。由于金屬型沒有容讓性及透气性，因此用来澆鑄复杂的鑄件，有一定的困难。总之金屬型的成本愈低，泥心的数量愈少，金屬型的使用期限愈長，成批性愈大，則应用硬模鑄造的可能性愈大。

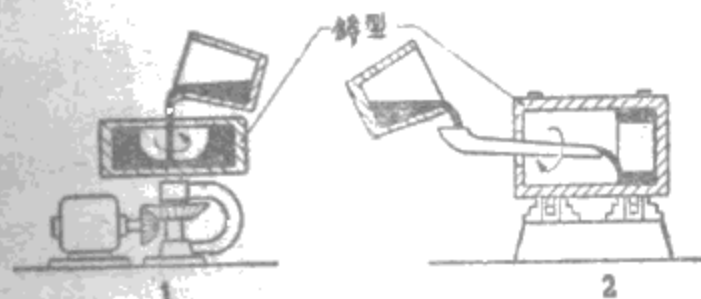


图20 垂直和水平轉动离心鑄造图

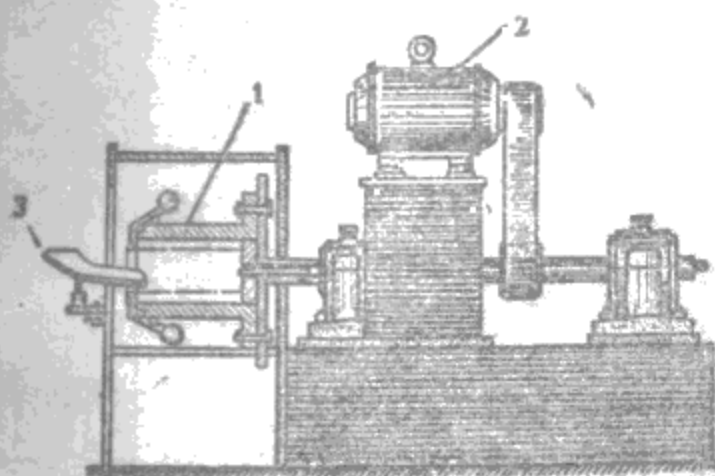


图21 离心鑄造图

2. 离心鑄造:

离心鑄造的原理，是将金屬澆注入急速旋轉的鑄型內，由于离心力，金屬液被推向鑄型的圓周上，因此鑄件表面得到圓柱形状。应用此法，可鑄造圓管、圓圈和各种圓柱型的毛坯，并且不用型

芯。离心鑄造如图20所示，有垂直轉动和水平轉动两种，長度不大的另件，例如青銅軸套、蝸輪，在垂直轉动軸的离心澆鑄机上鑄造；長度大的另件，例如鑄鐵水管、鋼炮筒，在水平轉动軸的离心澆鑄机上鑄造。用离心鑄造所获得的鑄件，有較大的密度，具有細粒狀的組織和高的强度。由于沒有澆口和冒口，机械加工余量小，廢品率較低，生产率高，因此用离心法鑄造鑄件成为非常經濟的、近代鑄造生产中最先进的方法之一。目前上海正在建造年产量达40,000吨的离心水管厂，今年年底即可投入生产。图21表示鑄造圓筒形离心机簡图。金屬模1由电动机2带动的傳动机构作急速的旋动。用定量鉄水倒入流鉄槽3內澆注入金屬模內，待金屬全部澆注完毕后再回轉約一分鐘，待金屬凝固然后停止轉动。即得到所需的鑄件。

3. 压力鑄造：

压力鑄造是另件在鋼型中鑄造，利用极大压力使金屬液充滿鑄型，而得到精确而复杂的成形鑄件。它的实质是把熔化的金屬在压缩空气或活塞的压力下（10—500大气压力）来填满鑄型，金屬进入鑄型的速度达60公尺/秒。

图18为冷室式压鑄机工作情况，金屬单独熔化，用勺把金屬倒入压室1內，

压室1的底为一活塞，活塞杆2下有彈簧支持着。倒入金屬后，水压机的
小活塞5就从上对金屬加压。由于小

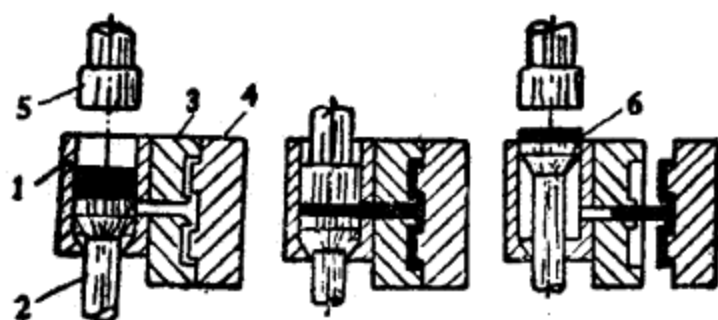


图22 压力鑄造图

活塞压力的作用，下面的活塞則下降到一定地位，于是金屬通过压室壁上的孔而被压进鑄型3、4內，如图中黑条所示。当上面的水压机的小活塞回头上开时，下面的活塞将剩余的金屬 6 从压室內推出，这样我們就得到所需的零件了。

压鑄得到的另件极为干淨、准确，以致在大多数情况下都不需要机械加工。因此，可以直接拿去装配。压鑄法可在鑄件上得到細孔和鑄造螺紋。由于急速冷却，使用压鑄得到的鑄件，其金屬組織的顆粒极細，因而强度較高。压鑄現用于鑄造錫、鋅、鋁和銅的合金另件，而压鑄黑色金屬則尙处在研究和試驗阶段中。

4. 精密鑄造：

近代的机器制造业对鑄造者提出这样一个任务：要澆鑄高度精确而以后不需要机械加工的特种鋼和硬質合金的鑄件。精密鑄造的另件，其精确度可以达到三級精确度，在任何情况下，都有把握保持在五級的水平。精密鑄造，可以鑄造不能切削加工且具有极高硬度的金屬另件，因此它在金屬加工中具有特別的意义。

在精密鑄造中，蜡模和壳模鑄造在迅速发展。

蜡模鑄造是用含有石蜡、硬脂的特殊易熔物質做成实物模型，把这些蜡模放在特种的造形混合料中造型，但是不用拔模而是使它熔化并从鑄型中流掉，等鑄型中形成了空的型腔后，就用金屬液来澆鑄。一般汽輪机叶片和高速鋼銑刀均利用此法鑄成。

具体生产过程如图23，首先在專用的压模中得到鑄件的蜡模，然后在蜡模上塗上一层耐火涂料。

把腊模1胶在澆注系統2上，并安置于砂箱中，并在砂箱中填滿造型混合料3。把做好的鑄型放在炉中烘烤，腊模和腊的澆注系統則在炉中熔化，因此在型中得到相应的空腔，然后在其中澆注液体金屬。經過澆注、凝固和冷却后，則进行落砂，即得到精确的另件。

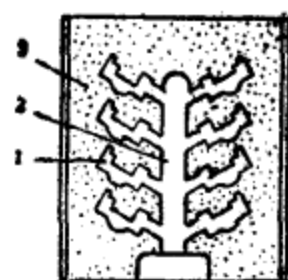


图23 蠟模鑄造图

壳模鑄造在1950年始行推广。現在苏联已建立了很多的車間專門生产。

我国在1956年已在北京成立了壳模研究小組，并已将其研究的成果应用于生产。近几十年来，由于机器制造工业的日益发展，作为机器制造工业专业之一的造型工艺，不能与总的发展趋势相适应，在很長一段時間內，发展的方向是以机器造型代替手工造型，以滿足鑄件数量的要求。但近二十年来机器制造工业漸漸由机械化轉到自动化，因而对鑄造工艺提出了更高的要求。因砂型鑄造長期存在下面两个根本性的缺点：

1. 工序太多而又分散，影响造型工艺的自动化：

2. 鑄件質量不稳定，尤其是尺寸精密度和光洁度不够。在上夹具以前，需要粗加工或調整，因而影响加工車間的自动化。

为了解决以上問題，鑄造工作者从下列几个方面进行了不少工作：

1. 为了得到精确而光洁的鑄件，砂型必須是紧密的，因此在造型时必須加以很高的压力。

2. 但砂在高压的情况下，如砂层太厚，各处压力很不均匀，因而鑄件質量也不一致，这就必須对砂的流动性和如何减低砂

型厚度方面进行研究。

3. 由于砂的颗粒太粗，必然导致金属面不光洁，但砂太细，又不能保证足够的透气性，因此要求砂箱厚度更加降低，

4. 砂型减薄后，需要强度较大的粘结剂，以维持足够的强度。但壳模造型正是比较恰当地解决了以上几个问题。它是用人造树脂作粘结剂。它主要有二个特点：

(甲) 由于树脂开始加热的流动性，使型砂很好地、紧密地复盖在模型上，这就解决了铸件质量问题。

(乙) 又由于树脂在继续加热时的热固性，因而取消了砂箱和背砂。这就有利于造型的自动化。

这种方法主要缺点是粘结剂的价格高，但制成的另件显然减少了机械加工和另件重量，改善了另件表面的光洁度及降低了清理费用，但大量生产的机械化自动化的壳模铸造，可以把铸件成本减低到象用型砂铸造成本的水平。根据我国情况，在汽车拖拉机工业、农业机械、仪表、管子配件、自行车、缝纫机和某些工业方面，应该可以得到较大的推广。

5. 劳动过程机械化自动化

铸造生产劳动量大，因而在铸工车间实行机械化和自动化，是保证劳动生产率不断提高，使劳动条件得到不断改善的最有效措施之一。铸造生产中最主要的特征，是大量物料投入生产过程以及起重运输作业的多次性，在铸造车间内搬运的物料，平均要超过所生产铸件重量的50—60倍。如果利用机器代替人工，采用各种类型的运输设备来搬运型砂、铁水、铸件，使生产上的各个工序集中进行，并衔接起来，组成流水作业的

生产方式，就能解决这些繁重的劳动。实现机械化的办法，要看車間的生产規模。产品的数量及类型，以及产品在鑄造过程中的造型方法来决定，可分为簡單机械化、中等机械化和全部机械化三种。簡單机械化的車間，一般在車間內，按装吊車，用来解决部分运输問題；中等机械化的車間，在造型部分，采用造型机械来造型，利用机械設備收集、处理和分配型砂，在地面上进行澆鑄，在落砂机上进行打箱、落砂工作；全部机械化的車間，采用傳送带或滾道，造型在造型机械上进行，利用傳送带或滾道来澆鑄和冷却砂型，在落砂机上打箱落砂，由一套机械設備收集、处理和分配砂泥。打箱后的鑄件可以用專門的运输机械送到清理工部，以各种清理机械来完成鑄件的清理工作。全部机械化的鑄工車間特别适合于大量生产。

图24表示机械化鑄工車間的各个操作过程透视图。在图中

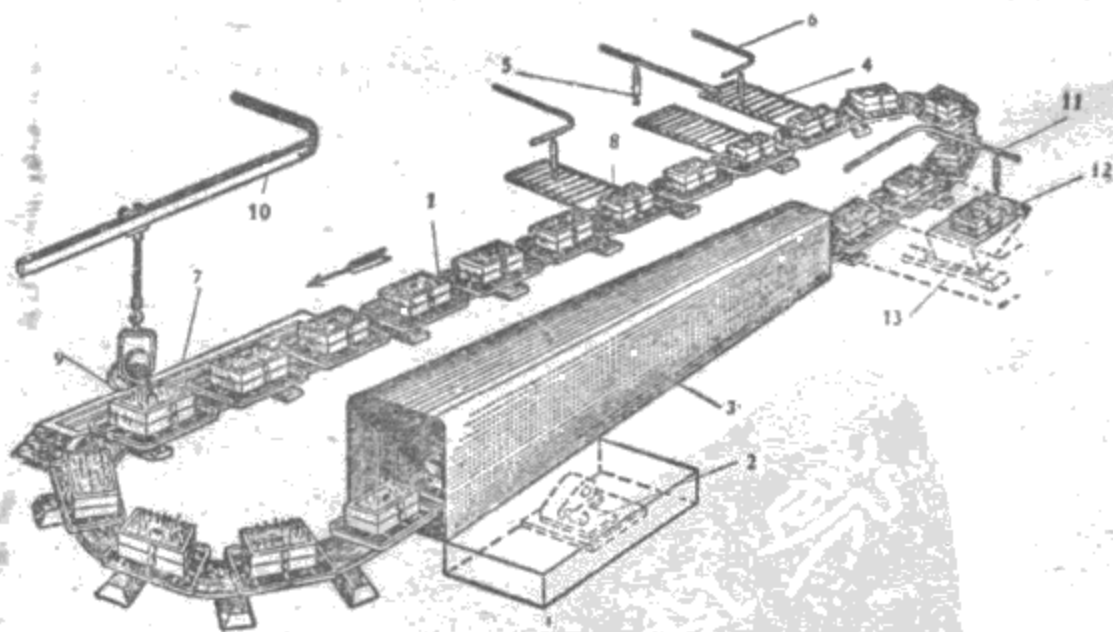


图24 机械化鑄工車間

1 是砂箱运送車，2是傳送帶的傳動裝置，3 是冷却罩，4 是造型机前滾道，5是气动吊杆，6是运砂型至傳送帶小車上所用的单軌，7是澆鑄台，8是合箱后的砂型，9 是鉄水包，10 是吊挂和移动鉄水包的单軌，11是将小車上冷却后的砂型吊至落砂机12上落砂用的单軌，13是运送旧砂用的運輸帶，由此帶将旧砂运送到砂处理工部去整理。傳送帶由几十个联在一起的运送小車組成，在造型机旁边走过，装配工把砂型合箱装配好后，推到傳送帶的小車上去。由傳送帶将砂型运至澆鑄台旁澆注鉄水。澆好的砂型，进入冷却罩中冷却。冷却罩上装有吸风管和吸风机，冷却后的砂型可用气动吊杆，从运送車上吊到落砂机上进行落砂，出砂后的空型箱放到傳送帶的小車上面，又被送回造型工那里去了。許多复杂的工序，就这样循环不息地的運轉着。

在各个生产过程的鑄造設備方面，最近也相继采用了一些高效率的設備。例如在造型材料的处理及制备方面，有移动式帶鋼环的型砂处理設備，这机器有螺旋形輸送器，能从澆鑄場地上直接抓取廢砂，将其送入鋼环，鋼环把砂子抛入振动篩，廢砂再从振动篩进入磁鉄分离器和松砂机，有种混砂机的加水操作是用时鐘式的机构来控制的，加入原材料是用特殊装置来精确的称量，而且可以自动的測定型砂的湿度、透气性和强度。

在砂型和型心制造方面，广泛采用各种型式的造芯机、吹砂机和抛砂机。有种半自动化造型机，可以二台同时使用，每小时能生产240个八缸发动机汽缸体（砂箱尺寸为1300×900公厘）。每台只用一个人管理。最新式造型机，有特殊装置，能自动計算砂箱数，并且控制机器的生产率。造芯机一般均与造型机相仿。目前世界各国制造型芯通用吹砂方法，吹砂造芯就是

使芯砂放置在压缩空气流内，以高速吹入砂芯盒而制成砂芯的。自动化吹砂机用于制造重量由几克到六、七百公斤的芯子，用电钮操纵。目前鑄工車間应用抛砂机来填实砂箱，大的抛砂机在一分鐘内可在砂箱内填实3立方公尺的型砂。抛砂机能保证砂型的均匀和紧密比用任何其它造型机更为良好。一般均采用带有砂型翻轉机的联合设备，在一套这种联合设备里，有8台翻轉机为一台固定抛砂机服务，它每小时約制造 $1000 \times 600 \times 2500$ 公厘的砂型50个。

在落砂清理方面，广泛采用有效吸尘设备和用噴湿方法使灰砂沉落，再用噴砂、噴丸、噴水方法清砂。

当国家生产高度发展时，鑄件的大量生产，必須逐步走向自动化。生产自动化，是生产过程机械化的最高形式，那时，所有的机器设备都会自动工作，只需要有一个总的控制电钮来加以操纵就行了。在苏联已經建立了世界上第一个綜合自动化鑄造工厂，用金屬型澆注汽車鋁活塞。这里加料、熔化、澆鑄、清理、热处理、机械加工、檢驗、分类和包装等全部都是自动化。只需要五个工作人員，每班就能生产3,000到3,500个活塞。生产过程的自动化，不但提高生产效率，改善劳动条件，而且能保证质量，提高产品的合格率。这些优点对鑄造生产来说，尤有特殊价值，因为在鑄造生产中，廢品的数量仍旧相当可观，某些工序的劳动量，即使在机械化以后，还是十分繁重的。

我国鑄造生产，几年来在中国共产党的正确领导下，在各方面的已取得蓬勃的发展。党的八大会議更为鑄造生产技术革命指示了明确的方向，因而鑄造生产的机械化和自动化，短期内在我国一定可以实现。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 铸造生产

作者 = 刘荫荣编著

页数 = 64

出版社 = 科技卫生出版社

出版日期 = 1958年09月第1版

SS号 = 11690734

DX号 =

URL = <http://book.szdnnet.org.cn/bookDetail.jsp?dxNumber=&d=204018350E153ABB9B73FEB C82B56715>