

中等专业学校試用教科書

金屬工艺学

第 二 册



高等教育出版社

中等專業學校試用教科書



金屬工藝學

第二冊

江苏工业学院图书馆
藏书章

高等教育出版社

說 明

我司和第一机械工业部工业教育司組織北京机器制造学校金屬工艺学講習班教师根据我部 1955 年批准的中等专业学校金屬工艺学教学大綱編出了这部中等专业学校机器制造性質专业适用的金屬工艺学試用教科書，非机器制造性質专业也可作教学参考書用。

本書第一、二册的初稿在苏联专家馬尔丁諾夫指导下于 1955 年編出，参加具体編写工作的有：何远榮、陈仁悟、顏子云、徐强、何發昌、焦澤普、胡宗遜、王运炎、許正名、賀西济、程光鐘、李思聰、丁鴻章、陈天佐、蔣光道、馬世才、康云武、彭逸作等。初稿編出后，曾由第一机械工业部工业教育司于 1956 年 1 月印發各有关学校征求意见。根据各校提出的意見，我司又組織中等专业学校金屬工艺学教师陈仁悟、徐强、馬世才、胡宗遜、許正名、何远榮等采取集体討論分工負責的办法，进行了較大的修改。为了照顧到热加工性質各專業，又組織了北京机器制造学校教师蕭熙林、陈仁悟和北京工业管理学校教师何远榮等編出了金屬切削加工部分(第三分册)。

由于編写时间倉促、匆匆付印，缺点在所难免，希望中等专业学校教师以及使用本書讀者多提意見(意見請寄北京高等教育出版社轉我司)，以便再版时一并修正。

高等教育部中等专业教育司

1956 年 9 月

金 屬 工 艺 学

第 二 册

陈仁悟等編

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版业營業許可証出字第 054 号)

京华印書局印装 新华書店發行

統一書号 15010·346 开本 850X1168 1/32 印張 6 8/16

字數 145,000 印數 118,501—143,500 定价 (5) 羊 0.65

1957 年 4 月第 1 版 1959 年 8 月北京第 10 次印刷

关于“金屬工艺学”試用教材 目前使用說明

“金屬工艺学”試用教材是在 1958 年大跃进以前出版的,当时党的“教育为无产阶级政治服务;教育与生产劳动相结合”的教育方针尚未公布,所以書中有好些地方与此精神及当前实际情况不相符合。本应立即停印,加以徹底修訂后再出版,但考虑到:此書目前外界需要仍然孔急,沒有适当的教材来代替,修訂已来不及;另一方面“金屬工艺学”这门課程究竟怎样講授方为合适,沒有适当的新的教学大綱可参考,因而目前修訂也有一定困难。

根据上述情况,只能先把教材中某些不适当的地方,加以說明,希望使用时設法根据当前实际情况作适当补充或修正。这些意見是否正确,尚希讀者提出批評指正。

緒言部分旧的材料太多,应多加介紹目前情况。

冶煉部分內容較多,可考虑删减“有色金屬冶煉”。

高爐有效容积系数 $k = \frac{T}{V}$ 吨/公尺³, 系将原来的分子分母顛倒了一下。

金屬部分講授順序可考虑按下面次序进行:

概論; 金屬的結晶构造及其分析方法(把塑性变形放在此处講,鍛造可放在生产劳动中講); 金屬的物理化学和机械性能(把金屬的腐蝕和保护放在化学性質中去講); 合金; 二元合金平衡圖的基本类型; 鉄-碳平衡圖。

鋼的热处理基础要結合专业举一些零件或工具热处理工艺实例來講。

金屬材料部分把合金鋼系統換成目前我国已推广使用的新鋼种(見第一机械工业部技术推广所出版的“技术簡报”)来講。

另外在材料講完后,應該根据不同專業,結合实际講一些典型零件或工具。当使用条件不同时,应說明如何選擇材料并布置相应的作业。

非金屬材料应加强,着重講: 塑料; 橡胶; 滑潤材料。

金屬的鑄造、压力加工和焊接可根据各校所办工厂的具体条件,最好全与生产劳动結合起来。通过制訂生产劳动教学大綱、保証同学在生产劳动中学到应具备的知識。但是当学校条件較差时,还是可以采用課程教学的方式。

在內容上應該根据各校自己的設備和生产情况改变教材中的某些部分。教材中对以鑄代鍛,以鉄代鋼,以小拼大的技术方針体现不够,应补充这方面的材料。另外应介紹我国目前的一些推广、并行之有效的新的工艺,如泥型鑄造,以模鍛代替自由鍛及在鍛錘上进行多边操作等。这些新工艺的具体內容請参考“技术簡报”。

以上是以机械制造性質的学校为对象,在使用本教材时所提出的一些意見。其他性質的学校則应根据不同情况,另行考慮。

編者 1959. 4 月 10 日

147009

目 录

第三篇 金屬鑄造

概論	391
第十五章 砂型鑄造	293
第一节 模型与型心盒	294
第二节 造型材料	296
第三节 造型材料的制备	301
第四节 造型	304
第五节 鑄鉄的熔化	323
第六节 金屬的澆注・鑄件的出砂和清理	331
第七节 鑄件缺陷及其生成原因	334
第八节 鋼及有色合金鑄件生产的特点	336
第九节 鑄造車間安全技术	338
第十六章 特种鑄造	339
第一节 硬模鑄造	339
第二节 冷硬鑄造	341
第三节 压力鑄造	342
第四节 离心鑄造	345
第五节 精密鑄造	346
第六节 真空吸鑄	350

第四篇 金屬的压力加工

概論	352
第十七章 金屬压力加工原理	353
第一节 金屬的塑性变形	353
第二节 冷变形对金屬組織与性能的影响及金屬的再結晶	357
第十八章 加热规范及加热設備	360
第一节 加热规范	360
第二节 加热設備	363
第十九章 軋制	365
第一节 軋制原理	366

第二节 軋制設備	337
第三节 軋制工艺过程	370
第二十章 挤压	376
第二十一章 拉絲	377
第一节 拉絲設備	378
第二节 拉絲工艺	380
第二十二章 鍛造	381
第一节 無型鍛造	383
第二节 模型鍛造	401
第三节 有色金屬及其合金的鍛造特点	418
第四节 鍛压工艺的發展方向	419
第五节 鍛压車間的安全技术	420
第二十三章 冷冲	420
第一节 板料冲压	421
第二节 压印	426
第三节 冷頂鍛	426
第五篇 金屬的焊接和切割	
概論	428
第二十四章 金屬的电弧焊	431
第一节 电弧的發生	431
第二节 电弧焊的分类	432
第三节 手工电弧焊	433
第四节 自动电弧焊	444
第五节 电渣焊	447
第六节 在保护气体中的电弧焊	448
第七节 各种金屬电弧焊的特点	450
第八节 电弧焊的安全技术	452
第二十五章 金屬的气焊	452
第一节 氧及乙炔·乙炔在氧中的燃燒过程	453
第二节 气焊設備	455
第三节 气焊工艺	458
第四节 焊縫缺陷及焊縫質量的檢查方法	461
第五节 气焊的安全技术	463

第二十六章 金屬的接触焊	464
第一节 对焊	464
第二节 点焊	471
第三节 滚焊	474
第二十七章 金屬的切割	476
第一节 金屬的气割	476
第二节 金屬的电弧切割	480
第三节 金屬的水中切割	480
第二十八章 釐焊	481
第一节 軟焊料釐焊	482
第二节 硬焊料釐焊	483
参考書目	485

无锡纺织工学院
纺织工学校
图书馆

第三篇 金屬的鑄造

概 論

把熔化的金屬，澆注到專門製備的鑄型內，金屬在鑄型中凝固后就得到所需形狀和大小的鑄件，這種方法稱為鑄造。

鑄造是製造零件的最簡易和最便宜的方法，它可以製造任何複雜外形和空心的鑄件。因此可以大大減輕各種結構的重量和節省大量的金屬。

對於不能採用壓力加工的脆性金屬（如生鐵等）來說，鑄造甚至是製造零件的唯一方法。

目前所能鑄造的零件，其重量從幾克到幾十噸，甚至可達幾百噸，例如現代水輪機的個別零件重達 150 噸之多。

由於鑄造技術不斷地改進，可以得到機械性能相當高的鑄件，因此可以用鑄造來製造一些重要的零件，這就顯著降低了機件的成本。

所以鑄造生產在機器製造業及其他工業部門中占有很重要的地位，例如在金屬切削機床方面，鑄件重量占機床總重量的 75~85%，在空氣壓縮機、泵及柴油機方面占 60~80%；在拖拉機、挖土機和機車方面占 30~40%。

近年一些特种鑄造方法如硬模鑄造、壓力鑄造、離心鑄造、精密鑄造等得到了很大的發展，因而更加擴大了鑄造的應用範圍。

我國的鑄造生產有悠久的歷史，在五千萬年以前，我們的祖先就己能熔化金屬來鑄成各種用器，這比西歐國家要早一千多年。而且我國是世界上最早應用生鐵來鑄造的國家，直到十二世紀末

十三世紀初，生鐵的鑄造技術才由我國傳入歐洲國家。

我國古代的鑄造技藝也是非常卓越的，如現代用的精密鑄造法，我國古代勞動人民早已發明，並在宋代和明代人的著作中，對精密鑄造的原理和方法，作了最早的論述。

然而在過去我國的鑄造生產卻長期地停留在手工業的生產範圍內，只是在解放後，我國的鑄造生產才得到蓬勃的發展。

數年來，我國的鑄造工作者創造了許多先進的操作方法，並學習和推廣了蘇聯先進經驗，如漏模造型、模板造型、氣壓冒口、在沖天爐採用三排風口等，使我國的鑄造技術和生產率有了很大的提高。同時，許多工廠的鑄造車間也改建成規模較大的機械化鑄造車間，並新建了不少規模宏大、現代化的機械化鑄造車間，如第一汽車廠、沈陽第一機床廠等廠的鑄造車間。這不僅大大提高了勞動生產率，而且也改善了工人的勞動條件。

我國球墨鑄鐵的製造，自1950年試制成功後，已在全國範圍內得到了推廣。

目前在鑄造生產中，還正在大力推廣各種新技術，如採用紙漿廢液和KT粘結劑，採用表面干模和擴大潮模使用範圍，沖天爐預熱鼓風、出鐵槽加氧操作等。可以預見，我國的鑄造工業將很快地達到世界先進水平。

根據造型方法，鑄造可以分為砂型鑄造和特种鑄造兩種。砂型鑄造的鑄型是用專門的造型材料(砂和粘土)制成的，在澆鑄一個鑄件後就被毀掉，所以又稱為一次鑄型。用粘土制成的鑄型，可以用來澆鑄几十次，所以叫做半永久鑄型。所謂永久鑄型，是用金屬制成的鑄型，它不但能澆鑄數千次不壞，而且還能提高鑄件的質量和準確度，所以這是一種先進的鑄造方法。

第十五章 砂型鑄造

砂型鑄造是目前应用最广的一种鑄造方法，它的优点是能用各种金屬制出任意大小和形狀的鑄件，無論在單件生产或大量生产均可应用。

圖 150 表示鑄造套筒 1 所用的鑄型的主要組成部分。鑄型由下箱 4 及上箱 3 兩部分所組成，型砂填充在砂箱中。

鑄型的空腔是用模型 6 預先放在型砂中压实后取出模型而留下的。模型 6 是由兩半模拼合而成的。套筒的內孔則由安放在鑄型中的型心 2 來形成。型心是在專門的型心盒中制成的。安置型心的型心座則是由模型 6 上的型心头來形成的。為了能够澆入液体金屬，在鑄型中還開有澆注系統 5。當液体金屬澆滿鑄型并在其中凝固后，

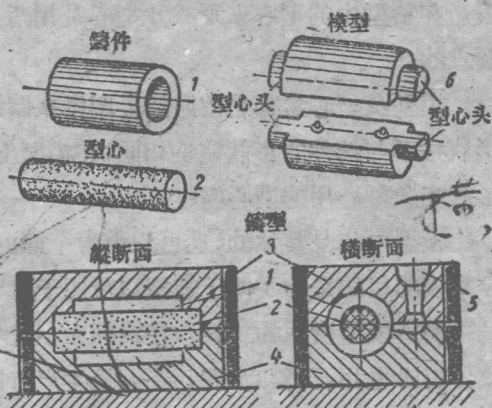


圖 150. 鑄型的基本組成部分。

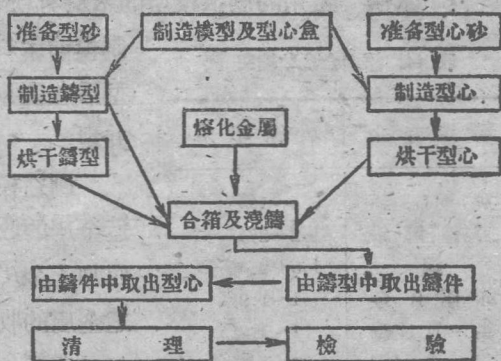


圖 151. 砂型鑄造生产程序簡圖。

鑄型中還開有澆注系統 5。當液体金屬澆滿鑄型并在其中凝固后，

精，新，正。

取出鑄件，去掉型心，切除澆口，並進行清理後，即得到所需的鑄件。

因此砂型鑄造的生產程序如圖 151 所示。

第一節 模型與型心盒

模型用來形成與鑄件外部輪廓相同的鑄型。鑄件的內孔則由安放在鑄型中的型心來形成，型心是用適當的型心砂在型心盒中製成的。

模型及型心盒都是按照鑄件圖紙來製造的。實際上，模型的形狀並不與鑄件的形狀完全相同，在模型上還有型心頭，以便形成安放型心用的型心座。

模型可以是整體的，也可以由兩個或更多部分拼合而成，做成分離模的目的是為了便於造型以及便於將模型從鑄型中取出。

製造模型所用的材料，在單件和小批生產時一般都用木材製成，有時也用石膏和水泥，在大量生產時則用金屬製成的金屬模型。

I. 木模 常用的製造模型的木料有松木、柚木和黃櫨木等。

表 44. 鑄造合金收縮率

鑄 造 合 金	收 縮 率 %
灰 口 鐵	0.5~1%
可 鍛 鑄 鐵	1.2~2%
鋼	1.5~2.4%
鋁 鎂 合 金	1~1.2%
錫 青 銅	1~1.2%
黃 銅	1~1.5%

制模前木料應乾燥，以免製成模型後在使用過程中撓曲、變形或開裂。

製造模型時，應該考慮到鑄造金屬的收縮率，故木模的尺寸應加上金屬的收縮量。常用的鑄造金屬的收縮率如表 44 所示。

為避免計算，木模工在製造木模時，均採用特殊的縮尺。縮

尺系根據金屬的收縮率放長而成。例如對於鑄鐵，縮尺的每一公

尺,其实际長度等于 1010 公厘。

此外,一般鑄件要經過机械加工,所以木模的尺寸还应包括一定的机械加工余量。

为了使模型容易从砂型中取出,木模要有 $1-3^\circ$ 的拔模斜度,拔模斜度是用模壁同垂直線所成傾斜角的大小来度量的。

为使鑄件各部分冷却均匀,减小內应力,鑄件的尺寸不应有急剧的改变和銳角,从鑄件厚的地方到薄的地方應該逐渐过渡,在鑄件兩表面的連接处則应作成圓角,如圖 152 所示。

木模的表面應該很光滑,不吸潮气,所以木模在制成和修光后还要塗上一層漆,并根据澆鑄金屬的不同而塗以不同的顏色,使造型工容易辨别。

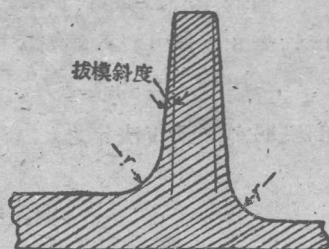


圖 152. 拔模斜度与圓角。

II. 金屬模型 金屬模型比木模优越的地方是表面光滑、耐久和精度高。拔模斜度也小,一般仅 $0.5-1^\circ$ 。所以金屬模型广泛用于大量生产和机器造型。

金屬模型可用鑄鉄、青銅、黃銅或鋁合金制成。常用的是鋁合金,因其不会生鏽而且很輕。

金屬模型一般都裝配成模板的形式来应用,模板就是上面固定有模型組成部分的平板(平板用金屬或木材制成)。如圖 153 所示。

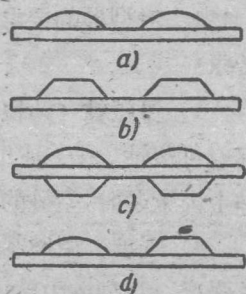


圖 153. 模板:

a) b) 單面模板; c) 双面模板;
d) 反向模板。

圖 153 a 和 b 是單面模板,它只有一面固定着上模或下模,圖 154 c 是双面模板,上下兩半模沿分型面对应地分別固定在模板的兩面。圖

153 d 是反向模板，兩半模居于平板的同側。當模板轉過 180° 後，兩半模即能相互配合。

在各種模板上，都固定有澆鑄系統，這樣就毋需造型工在造型時挖割澆注系統了。

金屬模型的製造方法有兩種，一種是在專門的機床上直接機械加工而成。另一種方法是先作成木模，鑄成後再進行機械加工。

III. 型心盒 型心盒也有整體的和分離的兩種，做成分離的目的同樣是為了造型心方便和易于從型心盒中取出型心。

製造型心盒的材料亦可用木材或金屬，木制型心盒的拔模斜度約為 5° ，金屬型心盒的拔模則為木制的一半。

金屬型心盒的製造方法與製造金屬模型相仿。型心盒的尺寸則根據實際情況決定之。

第二節 造型材料

造型材料是指製造砂型的型砂和製造型心的型心砂。它們主要是砂子和粘土的混合物。

I. 型砂

1. 對型砂的要求根據鑄型的工作情況，對型砂提出了如下的要求：

1) 可塑性 為使模型能在型砂中形成清晰的空腔，型砂必須具有可塑性。砂子是幾乎不可塑的，而粘土則具有很好的塑性。故粘土含量多時，型砂的可塑性較好。

2) 強度 型砂製成砂型後，受到外力作用而不崩潰的能力叫做強度。當型砂中粘土含量及其他粘結劑較多、水分適當、實程度較大時，型砂的強度即可增加。型砂的強度是用標準試樣在壓力或拉力下測定的，用濕試樣所測得的強度稱為濕強度，用干試樣測得的稱為干強度。

3) 透气性 型砂能讓气体透过的能力叫透气性。当金屬澆入鑄型时，鑄型中蒸發的水汽，以及附加物与粘結剂(煤粉、油等)燃燒时所产生的大量气体，都要逸出。此外，溶解在金屬液中的气体在金屬液冷却时，亦要逸出。这些气体如果来不及通过鑄型逸出，就会在鑄件中形成气孔，使鑄件报废。因此型砂应具有良好的透气性。透气性是用專門的仪器来測定的，透气性的大小用一定的数值来表示。数值愈大表示透气性愈好，如鉄鑄件型砂的透气性应为 30~80，鋼鑄件为 70~100。型砂顆粒加大，水分及粘土含量較少且樁实程度較小时，型砂的透气性較好。

4) 耐火性 型砂在金屬液的作用下，不被熔化、軟化和燒結的能力称为耐火性。耐火性差的型砂会粘結在鑄件的表面，使以后的机械加工發生困难。且耐火性差的型砂，其使用期限也較短。細砂中石英含量多和顆粒大时耐火性較大。

5) 可讓性 在金屬凝固及冷却收縮时所产生的压力作用下，型砂具有縮小其体积的能力叫做可讓性。如果型砂沒有可讓性，就会使鑄件产生內应力，甚至出現裂紋。粘土量增多时会使可讓性变坏。

6) 湿度 即型砂中含水量百分数，型砂中的水分，在一定范圍內增加时，可以增加型砂的强度。 4~8%

2. 型砂的組成:

型砂是用原砂和粘土，附加物和旧砂加水拌和而成。

1) 原砂和粘土 原砂一般采自山地、河濱或海濱。根据其中粘土含量它可以分为:

石英砂	粘土含量 <2%
瘦 砂	粘土含量 2~10%
肥 砂	粘土含量 20~30%

通常含粘土量在 50% 以上时，就算做粘土。在型砂中另外添

加粘土的目的，是為了使其具有足夠的強度和可塑性。有時亦應用一種具有較大粘結性和高塑性的特殊粘土——酸性陶土。它在用水潤濕後會膨脹，所以又叫做膨潤土。它只用於濕造型，其濕強度比粘土要大二倍。

2) 附加物 附加物有煤粉及鋸木屑。煤粉能防止鑄件表面粘砂。因當金屬液澆入鑄型後，煤粉即燃燒而產生氣體，使鑄件砂型不能直接接觸。所以能防止型砂燒結在鑄件表面上。對於有色合金鑄件，一般用重油來代替煤粉。

加入鋸木屑是為了改善型砂的可讓性。

型砂中加了附加物後，還能改善砂型的透氣性。

3) 舊砂已經使用過的造型材料稱為舊砂。它經過適當處理後，可摻在新的型砂中使用。在增產節約的原則下，大量利用舊砂是一項非常重要的措施。

3. 型砂種類及其成分：

1) 型砂根據用途可分為面砂、填砂和單一砂。

a. 面砂 在砂型中直接與模型相接觸的一層型砂叫做面砂。其厚度一般為 20~30 公厘。因面砂在澆鑄時直接與液體金屬相接觸，所以它應具有高強度、高耐火性和高可塑性。

b. 填砂 填砂或稱背砂，是用來填充砂型其餘部分的型砂，一般就用舊砂作填砂。

c. 單一砂 在機械化鑄造車間機器造型時，廣泛採用單一砂。此時整個砂型都是用一種型砂製成的。

2) 型砂按所製成的砂型烘乾與否又可分為潮模砂和干模砂。

a. 潮模砂 鉄鑄件一般都用潮模，潮模砂都是瘦砂。其中粘土含量為 8~10%、水分為 4.5~5.5%、舊砂約占 50~90%。鉄鑄件的潮模砂中還常加入適量的煤粉以防粘砂。

b. 干模砂 干模砂都是肥砂，加入的舊砂比潮模砂少，含粘

土量可达 20%，而且砂粒比潮模砂粗，含水量亦較多。為改善干模砂的可塑性和可讓性。常在其中加入煤粉及鋸木屑等。干模砂制成的砂型必須經過烘干才能使用。

在实际生产中，型砂的成分系根据对型砂性能的要求，用試驗的方法來決定的。表 45 為第一機械工業部翻砂研究班所推荐的型砂性能規格。

表 45. 型砂性能規格

鑄件重量	粒度	濕透氣性	粘土含量	水分	濕壓強度
鐵鑄件潮模:					
20 公斤以下	70/140	50	8~10	4.5~5.5	0.3~0.5
200 公斤以下	50/100	80~100	8~10	4.5~5.5	0.3~0.5
2000 公斤以下	30/50	100~140	8~12	4.5~6.5	0.5~0.65
鐵鑄件干模:					
1000 公斤以下	40/70	100~120	15	8	0.5~0.65
10000 公斤以下	40/70	120 以上	15~20	8~10	0.5~0.70
銅鑄件:					
500 公斤以下潮模	40/70	120 以上	10~12	4~5	0.3~0.5
500 公斤以上干模	20/40	120 以上	12~15	5~7	0.4~0.55
銅鑄件:					
潮模	100/120	30~40	8~12	4.5~5.5	0.3~0.5
干模	70/140	30~40	12~15	5.5~6.5	0.4~0.6

注：表中粒度一項所列數字 70/140 等系表示篩號，70 表示篩子每一平方吋中有 70 個篩孔，140 表示每一平方吋有 140 個篩孔，70/140 則表示絕大部分砂粒的大小在 70 號篩與 140 號篩之間。

近來採用一種水玻璃快干型砂，它的干燥時間只需 3~15 分鐘，而干燥層深度可達 100 公厘，快干型砂的主要成分為石英砂，用水玻璃（硅酸鈉）作粘結劑。硅酸鈉分解出的 SiO_2 或水玻璃中游离的 SiO_2 ，都具有與水結合的能力， SiO_2 與水化合後，逐漸變為