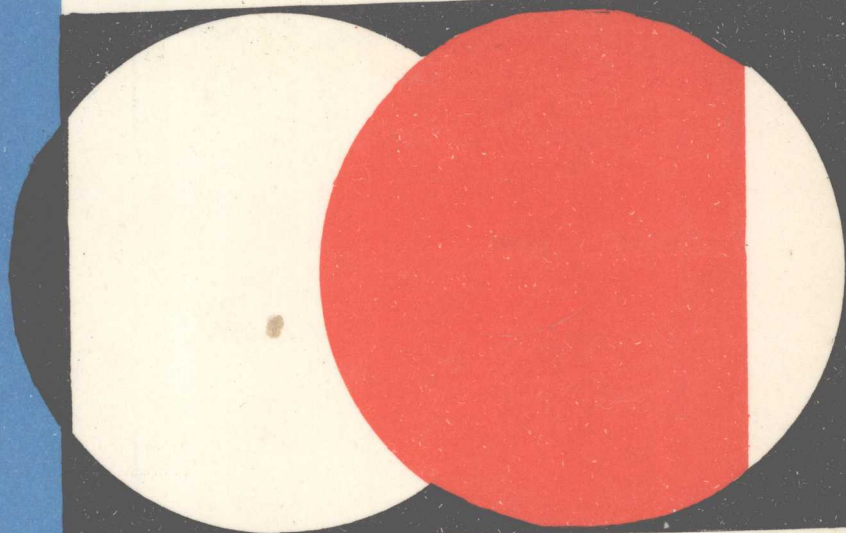


# 機械製造工程

MANUFACTURING PROCESSES



趙仲平編著

華聯出版社印行

# 機械製造工程

MANUFACTURING PROCESSES

趙 仲 子 編 者  
洪 成 達 校 訂

江苏工业学院图书馆

藏 书 章

華聯出版社印行

版權所有  
翻印必究

機械製造工程

第十版

編譯者 趙仲平  
發行人 林秀英  
出版者 華聯出版社

台北郵政信箱：五〇一〇號  
郵政劃撥儲金戶：三七六五號

總經銷：啓源書局有限公司

地址：台北市忠孝西路一段 69 號  
郵撥：15527 電話：3142104

文笙書局

地址：台北市重慶南路一段 69 號  
電話：3814280 · 3810359  
郵政劃撥 100165 號

中華民國六十八年二月出版  
出版登記證局版台業字第〇九七一號

# 目 錄

1. 金屬的生產.....	1
材料分類.....	1
金屬的提取.....	2
生鐵的礦砂和生產.....	2
鼓風爐.....	3
直接還原法.....	4
提煉生鐵的爐.....	4
化鐵爐.....	6
平 爐.....	8
電 爐.....	9
空氣爐.....	10
吹風轉爐和鹹氧法.....	11
感應電爐.....	12
坩 埚.....	13
真空和特別氣體熔煉法.....	14
鋼錠和鋼鑄件.....	15
鋼材的生產過程.....	18
鑄鐵和熟鐵.....	18
鋼.....	21
鋼的識別.....	22
非鐵金屬和熔爐.....	24
鉛的生產.....	25
鎂的生產.....	26

紫銅的生產	27
鉛的生產	28
非鐵金屬和合金的煉鑄	29
<b>2. 金屬鑄造法</b>	<b>31</b>
鑄造工作	31
取出式模型和消散式模型澆鑄法	34
砂模製造和製模材料	35
取出式模型砂模製法	38
消散式模型砂模製法	42
流路系統	43
模內的金屬凝固	44
取出式模型材料	45
取出式模型的種類	46
模型裕度	48
取出式模型的製造	49
消散式模型材料	51
消散式模型的製造	52
模 心	54
模心性質和黏合劑	55
模心製造機	56
<b>3. 金屬熱加工</b>	<b>58</b>
熱作的優缺點和方法	58
滾 軋	59
鍛 造	63
擠 壓	68
製 管	72
圓筒或管件的抽製	76
熱旋成型	77
金屬的熱鍛	77
<b>4. 金屬冷作法</b>	<b>80</b>
金屬的冷作效應	80
冷作加工法	81

高能率成型·····	97
<b>5. 金屬板成型</b> ·····	<b>105</b>
設備和工具·····	105
剪切和成型·····	105
剪切操作·····	107
成型操作·····	110
五種基本變形方式·····	112
衝壓裝配·····	115
旋壓機壓製圓形件·····	116
金屬板的彎製·····	119
衝壓床的種類·····	121
衝壓床的驅動機構·····	130
衝壓床的進給機構·····	131
<b>6. 冷沖模和成型法</b> ·····	<b>134</b>
沖壓操作和模具·····	134
特殊模具·····	153
<b>7. 機械加工和機床</b> ·····	<b>162</b>
機械切削加工·····	162
機械磨削加工·····	164
通用機床和專用機床·····	167
各種表面加工法·····	167
工具機的主要構件·····	170
<b>8. 頂心車床·六角車床·自動車床</b> ·····	<b>185</b>
車刀車削·····	185
車床基本構造·····	187
車床尺寸·····	188
車床基本操作·····	189
車床刀具·····	194
車床的種類·····	198
六角車床·····	200
六角車床的特點·····	200
臥式六角車床·····	201

六角車床操作.....	202
自動臥式六角車床.....	204
數字控制六角車床.....	206
立式六角車床.....	206
多站立式自動車床.....	207
自動車床.....	208
單軸自動車床.....	208
數字控制自動仿形車床.....	209
自動螺絲車床.....	209
單軸自動車床.....	210
瑞士型螺絲機.....	211
多軸自動車床.....	212
立式車床.....	213
<b>9. 鑽床·鏜床和孔的製造.....</b>	<b>214</b>
鑽孔、鏜孔、鉸孔、鉸孔.....	214
普通鑽床.....	215
鑽頭.....	219
鑽頭性能.....	223
精確孔的加工方法.....	226
鉸刀.....	227
鑽床.....	229
鏜床鏜削.....	235
臥式鏜床和座標鏜床.....	237
鏜刀.....	239
<b>10. 牛頭鉋床·龍門鉋床·插床.....</b>	<b>241</b>
牛頭鉋、龍門鉋和插床的鉋削.....	241
牛頭鉋床.....	242
牛頭鉋床的分類.....	243
普通牛頭鉋床和萬能牛頭鉋床.....	244
曲柄式快速回程機構.....	246
切削速度.....	247
液壓牛頭鉋床.....	248
拉切式牛頭鉋床.....	252

插床	253
鍵槽機和鉋齒機	256
牛頭鉋床操作	257
插床操作	259
龍門鉋床	261
龍門鉋床的分類	262
龍門鉋床的傳動	266
鉋刀	267
<b>11. 動力鋸切、銼削和拉削</b>	<b>268</b>
鋸切和銼削	268
鋸床的種類	269
往復式鋸床	270
圓盤鋸切法	274
拉削加工	286
<b>12. 銼床和銼刀</b>	<b>293</b>
水平銼切和垂直銼切	294
逆銼切和順銼切	295
銼床的分類	296
銼刀	312
切削進給和金屬切削率	317
<b>13. 磨床</b>	<b>319</b>
磨床的分類	319
圓柱磨床	321
內圓磨床	324
平面磨床	326
工具磨床	328
表面精磨	329
搪磨	331
研磨	332
磨料	335
外塗磨料及砂帶磨削	338



在產品設計和製造中，材料和加工方法最為重要。材料因物理性質、加工性質、成型方法和使用壽命不同而有極大的區別。

## 材料分類

工程材料基本上可分兩大類，即金屬 (Metal) 和非金屬 (Non-metal)。

金屬材料又分：

1. 鐵類 (Ferrous) —— 例如灰鑄鐵、白鑄鐵、展性鑄鐵、鋼、熟鐵等。
2. 非鐵類 (Nonferrous) —— 例如鋁、紫銅、鎂、鎳、鉛、鈦、鋅等。

非金屬材料又分：

1. 有機質 (Organic) —— 例如塑料、石油產品、木材、紙、橡皮、皮革等。這類材料含有動物或植物的細胞(死或活)或碳。通常可溶解於酒精或四氯化碳 (Carbon tetrachloride) 等有機液體，但不溶於水。
2. 無機質 (Inorganic) —— 例如礦物、水泥、陶瓷、玻璃、石墨等。這類材料不含動物、植物細胞或碳，有溶解於水的傾向。一般來說，無機材料比有機材料具有較高的抗熱性。

## 金屬的提取

不論金屬或非金屬、有機質或無機質材料，極少以自然存在狀態付諸應用。例如用以製造機械的鋼材，是從鐵礦經過一系列繁複生產過程才能製造完成。礦砂，含有很多不適用的外來元素和分子，必須予以除去、還原，並常與其他材料製成合金和加工而成所需的性質。提取和精煉，需要加熱、化學反應，或兩者兼備。有些金屬，從礦砂中很易熔煉，有些則需要大量能量和複雜的反應才能煉成。鐵可自礦砂在鼓風爐內熔煉出來，而鋁則需將鋁土礦 (Bauxite) 先行氧化成氧化物，然後以電解法 (Electrolytic process) 還原，需要極高的熱量才能煉成。

有些金屬，如紫銅、金和銀，是以純金屬狀態藏於礦中，但鋁、鐵、鎂、鎳和錫，則極少純金屬狀態藏於礦中。

## 生鐵的礦砂和生產

所有鐵類金屬產品的主要原料是生鐵 (Pig iron)，它是鼓風爐 (Blast furnace) 的產物。生鐵是以焦炭和石灰將礦砂熔煉而成，它的最後成份視所用礦砂的種類而定。

生產生鐵所用的主要礦砂有：赤鐵礦 (Hematite,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，紅礦砂，約含 70% 鐵)、磁鐵礦 (Magnetite,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，黑礦砂，約含 72.4% 鐵)、菱鐵礦 (Siderite,  $\text{FeCO}_3$ ，褐色礦砂)，褐鐵礦 [Limonite,  $\text{FeO}_3\text{X}(\text{H}_2\text{O})$ ，褐色礦砂，約含鐵 60~65%]。

礦砂熔製成生鐵，是在鼓風爐內將礦砂、焦炭和石灰石加熱燃燒而成，亦可用直接還原法，應用還原

劑與鐵礦砂反應而成海綿狀的鐵。

## 鼓風爐

用鼓風爐 (Blast furnace, 又稱高爐) 生產生鐵 (見圖 1), 礦砂、焦炭和石灰石幾種原料是以滑車運至爐頂, 倒入雙鐘口的加料斗而進入爐內。這些固體原料, 是以交互隔層方式加入。此外, 空氣亦是一重要原料。

工作時, 熱空氣的作用是使焦炭能更有效地燃燒, 並協助一氧化碳的形成。該一氧化碳與礦砂起反應, 而產生鐵和二氧化碳。應用熱空氣來代替冷空

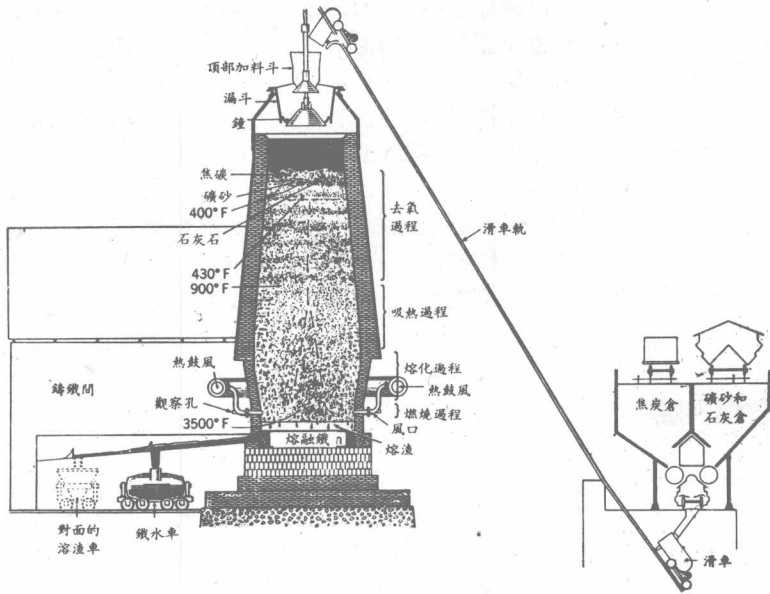


圖 1 鼓風爐生產鑄鐵

氣，可減少所需焦炭的份量達70%。空氣是在空氣預熱器 (Air preheaters) 或預熱爐中預先加熱。空氣預熱器是一極高的圓柱體結構，由燃燒自鼓風爐離去的一氧化碳，使空氣達到 1,000 度 F 的溫度。熱鼓風是經由爐床之上周圍的風口而進入鼓風爐內。

石灰石的加入是作助熔劑用，它和礦砂中的礦渣物質起反應而形成流體熔渣。這些熔渣浮在熔融鐵水上，需經常清除。熔渣可作混凝土和製造石毛絕緣材料 (Rock wool insulation)。氣體則經過清淨，用以預熱空氣、發生動力，以及供給電廠內其他爐子之用。

## 直接還原法

直接還原法 (Direct reduction) 是應用固體還原劑或氣體還原劑，與鐵礦砂反應而產生海綿狀的鐵。還原劑可為焦炭、天然氣、燃油、一氧化碳、氫或石墨。用還原法製成的產品成海綿般的顆粒狀，很像熔渣物質，可用來製造金屬粉末，或以電氣弧光爐製成純鐵或鋼。

圖 2 表示直接還原法的一例，應用氫和一氧化碳、甲烷與磁鐵礦反應而製成海綿鐵。由於這方法對去氧和去硫極為有效，所以可應用較低級的礦砂。

## 提煉生鐵的爐

各種鐵類金屬的主要不同點是在於含碳的份量方面。圖 3 表示生鐵重行熔解或重煉的各種主要方法。

生鐵出爐可鑄成錠以備重熔之用，或者鑄入加熱的鑄桶車保持熔融狀態而進入另一爐子，以提煉熟

原书缺页

平爐 (Open-hearth furnace)——燃燒天然氣、焦炭爐氣、粉煤或油，加入熔融的生鐵，可得鋼。

電爐 (Electric furnace)——以電力加熱，加入廢鋼，可得鋼或灰鑄鐵。

空氣或反射爐 (Air or reverberatory)——燃燒粉煤或油，加入熔融或固體生鐵、廢鋼，可得灰鑄鐵或白鑄鐵。

吹風轉爐 (Converter)——吹入空氣 (或氧)，加入熔融生鐵或熔融化鐵爐鐵，可得熟鐵及鋼的原料。

感應爐 (Induction furnace)——以電力加熱，加入精選廢鋼，可得鋼。

坩堝 (Crucible)——燃燒氣體、焦炭、油，加入精選廢鋼，可得少量的鋼和鑄鐵。

## 鐵 爐

在化鐵爐 (Cupola, 見圖 4) 內加入生鐵和廢鋼，可再熔出鑄鐵。化鐵爐的主要部分有加料門 (Charging door)，位於垂直外殼的中部。爐下壁的周圍有風口 (Tuyeres)，將空氣引入焦炭床。風口成喇叭形，大端在內，使空氣能均勻分散，並且緊密相接，以便空氣能均勻分配，化鐵爐風口處周圍有一風箱 (Wind box) 或供氣套 (Air supply-jacket)。空氣鼓風由正排量鼓風機 (Positive displacement blower) 或離心式鼓風機 (Centrifugal-type blower) 來完成。熔融金屬流出的開口稱出鐵孔 (Tap hole)，由該口流至出鐵斜槽 (Tapping spout)。出鐵斜槽的背面另有一熔渣斜槽 (Slag spout)，用以除去熔渣。

操作時，焦炭床予以點火，並作交互式加料加入焦炭層和鐵層，兩者比例以重量計，為一份焦炭比八份至十份鐵。此外並應加入助熔劑，通常為石灰石

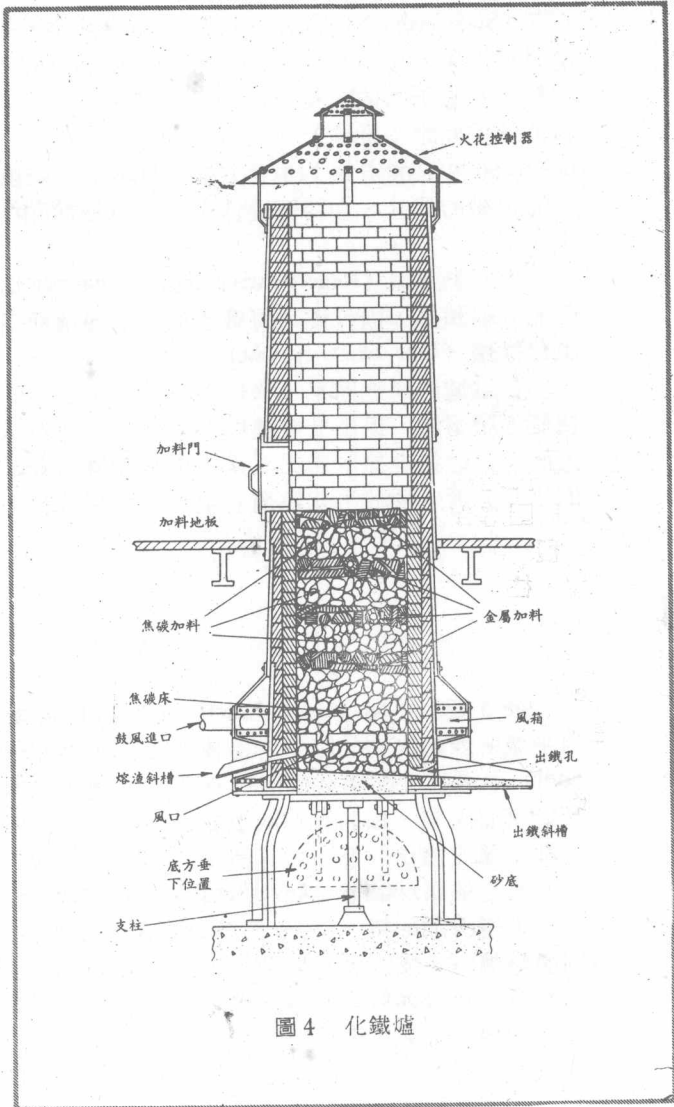


圖 4 化鐵爐

(Limestone,  $\text{CaCO}_3$ )、長石 (Fluorspar,  $\text{CaF}_2$ ) 或蘇打灰 (Soda ash,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )，以防止鐵的氧化，並使熔渣易於流動。以石灰石來說，每噸鐵應加75磅。至於熔解每噸鐵所需的空氣量，則視焦炭的品質及焦炭與鐵的比例而定；理論上，熔解一磅碳，需要在 14.7 psi 和 60 度 F 的空氣 113 立方呎。實際上，鼓風的壓力需視鐵的尺寸、加料堅實情況、熔鐵種類和溫度而定。

用回熱式爐 (Regenerative-type furnaces) 熔鐵，空氣先經預熱，因此燃燒可獲改進。這種爐稱為熱鼓風化鐵爐 (Hot blast cupola)。

化鐵爐的構造簡單，操作經濟，只需很少的護理便能連續熔鐵，但由於金屬與燃料直接接觸而熔解，因而可自燃料中拾取若干元素，這就影響到金屬最後的成份分析，因此，化鐵爐必須予以嚴密調節。

## 平 爐

圖 5 表示平爐 (Open-hearth furnace) 的操作。用平爐所煉的鋼約佔85%。這種平爐在淺池 (Shallow pool) 中可容十餘噸至數百噸的鐵水。淺池的加料上經過氣體火焰、焦油火焰或燃油火焰的作用而加熱。這種平爐的爐頂很低，可將熱量反射於淺而長的爐上，所以稱為反射爐 (Reverberatory furnace)。

平爐所加的料，可全部為熔融的生鐵水、全部固體廢鋼料，或固體與熔融生鐵水及廢鋼的混合料。操作時，將廢鋼料與任何固體生鐵放置爐床上予以熔解。熔融的鐵則在廢鋼料熔解二至三小時後加入，在隨後的六至七小時中，加料沸騰，便應加入助熔劑。初次加料後約十小時，平爐便可出鐵。絕大部分的矽和錳經氧化，並與石灰石和其他非金屬元素結合而成



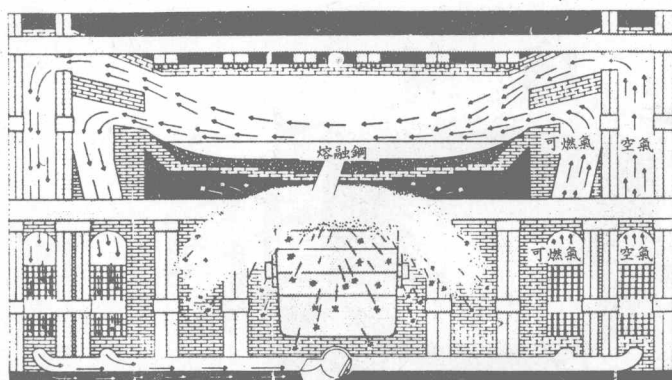


圖 5 平爐的操作

爐渣，浮於熔融金屬的上面，防止火焰對金屬直接作用。碳則與爐中空氣結合而逐漸除去。鋼的含碳量可視需要而加以控制，視產品的需要亦可加入熱金屬、錳或其他合金元素，以合成所需成份。

## 電 爐

電爐 (Electric furnace) 的構造與平爐相似 (見圖 6)，但以電極 (Electrodes) 產生電弧、消耗電力而使加料金屬熔融。所加的金屬料是精選的廢鋼料而非熔融的生鐵。嚴密地控制加料，並加適當的合金材料，可製煉成不銹鋼、耐熱鋼、工具鋼，以及其他一般用途的合金鋼；此外，高度試驗的灰鑄鐵，有時亦以電爐製煉。

目前，電爐已用直接電弧爐 (Direct arc furnace)，間接電弧式已極少應用。直接電弧爐的爐床有鹼性或酸性磚兩種。酸性爐用以煉製低碳、低合金鋼；鹼性爐則可煉製任何等級的鋼或合金。所有電弧爐的電壓