

金屬工學

(上 冊)

高良潤編著

上海中外書局出版

金 屬 工 學

(上 冊)

高 良 潤 編 著

上 海 中 外 書 局 出 版

書號：0024

25 開

182用紙面

定價：¥14,500

書 名	金 屬 工 學
編 著 者	高 良 潤
出 版 者	中 外 書 局 上海中山東一路十八號
印 刷 者	協 興 印 刷 廠 上海海寧路七八八號
發 行 者	中 外 書 局
經 售 處	全 國 各 地 公 私 營 書 店

1953年10月初版(印數)0001—2000冊

金屬工學上冊目錄

緒論	1
(一)機械製造工業的發展和中國工業化的關係	1
(二)中國機械製造工業的發展及其在解放後的進步	2
(三)向蘇聯學習	5
(四)金屬工學的目的	7
(五)金屬材料的分類	7
第一章 黑色金屬冶金學	8
第一節 鐵礦	8
第二節 燃料	9
第三節 熔劑及耐火材料	12
第四節 生鐵的冶煉	16
第五節 鋼的冶煉	27
第二章 純金屬和合金	45
第一節 金屬性質的名詞	45
第二節 固體的晶形	49
第三節 純金屬的結晶構造	50
第四節 金屬的同素異晶體	52
第五節 結晶面	53
第六節 金屬結晶的生成和成長	55
第七節 合金的種類	59

第八節 相律	61
第九節 冷卻曲線	64
第十節 二元合金組成圖	67
第十一節 三元合金組成圖	77
第三章 常溫加工和高溫加工	84
第一節 彈性變形和塑性變形	84
第二節 單晶體的變形	85
第三節 多晶體的變形	90
第四節 常溫加工	91
第五節 無相變的退火和再結晶	95
第六節 高溫加工	101
第七節 軋鋼	104
第四章 鐵碳合金	107
第一節 鐵碳合金組成圖	107
第二節 碳鋼	112
第三節 碳鋼的種類	118
第四節 鑄鐵	125
第五章 熱處理	140
第一節 熱處理的基本種類	140
第二節 熱處理和組成圖	141
第三節 鋼的熱處理的基本種類	146
第四節 無相變的退火和有相變的退火	147
第五節 淬火	152
第六節 回火	165
第七節 火焰淬火	168

緒 論

(一)機械製造工業的發展和國家工業化的關係

斯大林說：『社會發展史，首先就是生產發展史。』又說：『生產的變更與發展，始終是從生產力的變更和發展，首先就是從生產工具之變更和發展而開始。』

斯大林在聯共第十四次大會上指出：『要轉變我們的國家，從農業國到工業國，能夠用自己的力量生產必要的設備——那就符合我們天才底列寧所指示的道路。』

斯大林說：『不是任何工業發展都是工業化的重心，它的基礎在於重工業的發展（燃料，金屬及其他）。歸根結底，就是在於生產資料製造業的發展，在於本國機器製造業的發展。』斯大林進一步指出：『……工業化首先應該提高我們重工業的發展，特別是提高我們全部工業的神經中樞——機械製造業的發展，否則就不能保障我們國家的經濟的獨立。』

斯大林在第十八次聯共大會報告中指出：『在報告年度內，國防經濟方面，應該把完成工業和農業底新的、現代化的技術裝備，看成最主要的成就。』

薩布羅夫在第十九次聯共代表大會上指出：『機械製造業各部門的巨大發展，使得我們能在第五個五年計劃期間基本上完成工業和建築業中繁重費力的勞動的機械化，這是在從技術進一步武裝國民經濟方面、在提高生產率和減輕工人勞動方面的卓越成就。』

我國中央人民政府政務院財政經濟委員會副主任賈拓夫在中國工

會第七次全國代表大會上報告說：『1953年開始，我國已進入第一個五年計劃的建設。我國新的建設的偉大目標，就是要「變農業國爲工業國」，因爲「沒有工業，便沒有鞏固的國防，便沒有人民的福利，便沒有國家的富強」（毛主席「論聯合政府」）；因此，我國第一個五年計劃的基本任務，在於集中力量進行重工業的建設，爲國家工業化建立基礎，並保證國民經濟中社會主義成份的比重穩步地增長。』又說：『我國新的建設，爲什麼應以發展重工業爲中心環節呢？因爲只有重工業，只有鋼鐵、煤、電力、石油、機器製造、有色金屬、基本化學等工業的建設和發展，才能建立起我國強大的經濟力量和國防力量；才能在擴大再生產的基礎上，保證我國在經濟上的完全獨立；才能爲農業的集體化創造物質和技術的基礎，使農業得到根本的改造；才能給輕工業以發展前途；才能保證我國經濟的不斷發展和高漲，使人民生活不斷提高，並使我國勝利地走向社會主義。』

（二）中國機械製造工業的發展及其在解放後的進步

（1）中國古代的機械製造。

刀——古史攷：「燧人氏鑄金爲刀。」二儀實錄：「黃帝采首山之銅作刀。」刀的發明時期，約在公元前3219—2599年間。

鋸——物原：「軒轅作鋸。」古史考：「孟莊子作鋸。」發明時期，約在公元前2698—2599年間。

鑄造——銅器大約在炎黃時（公元前2698—2599年間）開始鑄造，到了夏、商、周時大盛。「禹收九牧之金，鑄九鼎，象九州。」春秋戰國時，冶金及煉鋼術已經很發達。

鑽——物原：「魯般作鑽。」發明時期約在公元前530年左右。

磨床——明宋應星所著天工開物：「將磨石輪裝置於橫軸上，兩端架於軸承，再將兩繩按相反之方向纏於軸上。繩之下端分連於

兩踏板，工人用兩脚交踏兩板，磨石輪往復迴轉，再用手緊握欲磨之件，觸於輪緣以受磨。」

淬火與退火——天工開物：「凡鐵錐，純鋼爲之。未健（健即淬火之意）之時，鋼性亦軟，以已健鋼鑿，劃成縱斜紋理。劃後燒紅退微冷，入水健，久用乖平，入火退去健性，再用鑿劃。」

表面硬化——天工開物：「刀劍絕美者，以百鍊鋼包裹其外，其中仍用無鋼鐵爲骨。若非鋼表鐵裏，則勁力所施，即成折斷。」

三千年來，中國封建社會裏，農民和手工業者遭受地主階級的殘酷剝削，造成農民和手工業者極端窮苦和落後，就是中國社會幾千年在經濟上和社會生活上停滯不前的基本原因。

（2）舊中國的機械製造工業。

舊中國的機械製造工業，是在帝國主義、封建主義、官僚資本主義的反動統治下成長的；其基礎是脆弱、體系是片斷不全的，在整個國民經濟中所佔比重甚微；而且在生產供銷上，都是爲帝國主義和官僚買辦階級服務的。

例如東北生產大量鋼鐵，而機器成品却完全依賴日本本土。大連的造船廠，祇能製造船殼，最後須拖到日本裝配完工。東北的機車工廠，重要的零件，需在日本製好，送來裝上。上海六百四十三家機器廠中，共有工具機八千五百零九部，其中四百二十家工具機皆不足十部，而有六十部以上機器的廠不過二、三家。

日本投降後，中國機械製造工業，由美帝國主義壟斷。中國的工廠，或加入美國資金，或向美國借款，或依靠美國供應材料；而且國民黨反動政府所經營的工廠，則由於機構龐大，貪污浪費，經營管理鬆懈，效率低，成本高，依靠免捐免稅及獨佔利潤等特權來支持；這不但阻礙着中國機械製造工業的發展，而且造成了廣大中國人民日漸陷於窮困的境地。

(3) 新的人民的機械製造工業。

解放了的中國機械製造工業，經過四年來的恢復與建設，確實獲得了很大的成就。但由於中國半封建半殖民地的經濟制度，致機械工業祇能做些修配工作。在中國共產黨和中央人民政府的正確領導下，把舊有的機器製造工業作有計劃的整理和改造，對新興的機械工業大力培養，配合整個國防和經濟建設的需要，為國家工業化開闢道路。

如以 1949 年的產量為基數，則 1952 年生產機械工業所需主要原料如生鐵為 7.5 倍，鋼為 9.4 倍，鋼材為 8.2 倍。

在我國第一個五年計劃內，我國工業將有巨大的發展。將有更多的鋼鐵、有色金屬、機器供應國家和人民的需要；將有許多種我國歷史上從未製造過的新的工業產品，開始大量生產。即以我國五年建設計劃的第一年——1953 年的建設規模來說，全國主要產品比 1952 年增長的百分數將為：

生鐵 13.3，鋼錠 22.1，鋼材 34.8，銅 28.6，鉛 34.6，鋅 32，金屬切削機床（以台計）4.6，發電機 190.9，電動機（以瓩計）41.2。

1953 年計劃中開始製造新種類產品有 6 000 瓩的蒸汽透平和發電機、蘇式龍門鉋、蘇式立式車床、三公尺的剪板機、五公尺螺旋銑床、無縫鋼管、砂鋼片等。

1953 年內將完成大型軋鋼廠、無縫鋼管廠；將有十個以上的較大工程開始新建和改建，這些工程中包括：汽車製造廠、重型機械製造廠、電器機械製造廠、量具刀具製造廠、工礦機械製造廠、工作母機製造廠、風動工具製造廠、船舶製造廠、機車貨車製造廠及紡織機械製造廠等。

新的人民的機械製造工業的特點為：1) 新中國的機械工業的發展，不是走過去依賴帝國主義的路綫，而是在自力更生的基礎上，結合廣大人民的利益而有長期打算的。2) 新中國機械工業建設是有全面而縝密的計劃的。重型機器廠的地區靠近資源蘊藏地帶及工業中心，

造船廠則設立於沿海地區。3) 機械工業的經營和管理是實行經濟核算制來發揚企業的積極性,提高勞動生產率,增加產量,改進質量,降低成本,消滅浪費,鞏固和擴大再生產,積累國家財富。4) 由發展產銷中來發展生產。

(三) 向蘇聯學習

(1) 蘇聯的機械製造工業。

蘇聯是世界上最先進工業化國家。蘇聯工業的發展比世界上任何一個國家都快。

蘇聯的 1950 年的機器生產為 1940 年的 2.3 倍。在 1946 年至 1950 年間,製造了 100 大氣壓和 510 度溫度的蒸汽鍋爐,全世界最大的九公尺直徑水輪機,每小時生產 230 噸蒸汽的大鍋爐,每小時生產 150 噸煤的挖煤機。切削金屬機床的能力,增加至 7 倍,新式銑床每分鐘可轉動 8 000 次;磨床每分鐘可轉 30 000 次;每個工人生產鑄件的成績,由每年 20 噸增至 50 噸。

蘇聯將在第五個五年計劃期間 (1951—1955),機械製造業和金屬品製造業的產量大約增加為二倍。各種重要設備的產量比第四個五年計劃期間增加如下:蒸汽透平和水力透平大約增加為 4.3 倍,輾壓設備大約增加為 2.8 倍。煉油設備大約增加為 5.2 倍,巨型和罕有的工作母機大約增加為 3.6 倍,高度準確的工作母機大約增加為 4 倍。

1953 年 5 月蘇聯莫斯科州科洛姆納城重型工作母機製造廠製造了一種重型立式車床。此項車床由兩萬多個部件組成,重五百多噸,約佔面積 260 平方公尺;它的高度和三層樓房相等,它的全部零件要用一整列火車來裝運;它可以加工直徑 9 公尺到 13 公尺的製件,可以加工透平和其他機器重達 170 噸的零件;車床上用來開動全部機器的電動機共有四十二台,其中最大的一台需用 150 瓩的電力發動。這種車床

是以最新式的電氣設備和儀表裝備着的。這些裝備共需約 90 000 公尺的電線。機器是集中於中央操縱台上的電鈕來操縱的。車床上還裝了燈光信號和聲音信號，在製件加工時，只要一個工人在中央操縱台上操縱就可進行工作。

蘇聯工業的特點：1) 社會主義制度的人民性質，決定了蘇聯工業的人民性質。2) 蘇聯的工業發展，是有組織、有計劃、有領導的。3) 蘇聯的工業是羣衆性的、民主性的與國際主義的。

(2) 蘇聯對新中國的幫助。

新中國誕生以來，時間雖短，在各方面取得了偉大的勝利；1953 年已進入第一個五年計劃的新時期。這樣偉大的成就，一方面是由於毛主席的英明領導，和全國人民的一致努力；另一方面是因為蘇聯對我國的無私的援助，特別是蘇聯經驗在我國建設事業中發揮了非常之大的作用。例如我國機械製造工人，在學習蘇聯先進的「高速切削法」後，已使我國機械製造工業面貌一新。到 1952 年 11 月止，全國已有百分之三十以上的機床實行了「高速切削法」，生產效率一般都比解放前提高了幾倍，有的甚至提高了幾十倍。我國鋼鐵工人學習蘇聯「快速鍊鋼法」後，使鍊鋼時間縮短了，每年鋼的產量就大大提高了。過去鞍山鍊鋼廠各個平爐每鍊一爐鋼的平均時間是十一小時零八分。在學習「快速鍊鋼法」後，到 1952 年 11 月，每鍊一爐鋼的平均時間，就只要九小時十九分了。

蘇聯的工業建設經驗，是在批判地接受資本主義各國科學技術的基礎上提高和創造出來的，是用馬列主義武裝起來的，因此，它是世界上最先進和最科學的經驗。

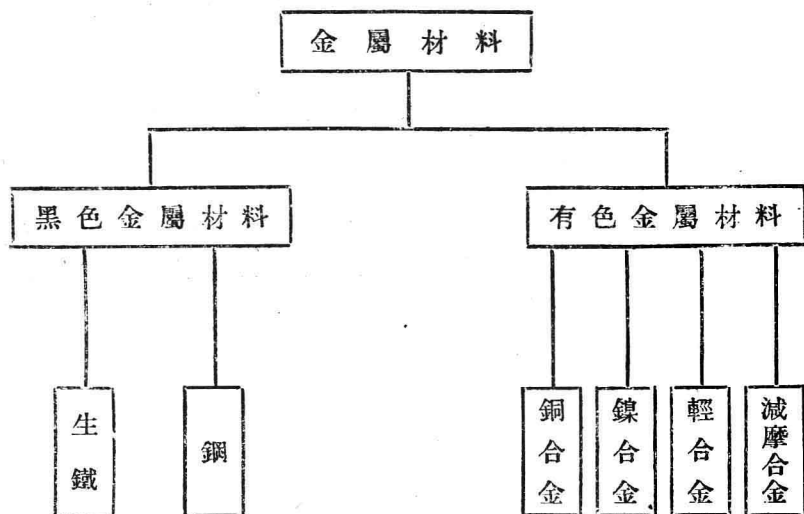
過去中國人民學習了蘇聯的革命經驗，勝利建立了我們的國家，四年來學習蘇聯的先進建設經驗，又獲得了驚人的成績，在今後我們更要克服保守思想，進一步地學習蘇聯先進經驗，這樣纔能保證我們的偉大

的建設計劃逐步完成。

(四)金屬工學的目的

使學生對於金屬的冶煉、性質、和加工處理方法具有全面智識，俾能掌握金屬材料的合理使用和加工處理的基本法則。

(五)金屬材料的分類



黑色金屬——鐵和鐵的合金

有色金屬——鐵和鐵的合金以外的各種金屬和它們的合金

第一章 黑色金屬冶金學

第一節 鐵 礦

(一)主要鐵礦的種類

含鐵的礦物，至少有二百種以上；但含鐵成份較高，儲量較大，可能作為鋼鐵工業原料的礦物有下列四類。

礦物名稱	分子式	純礦物含鐵量	顏色	比重	主要雜質
赤鐵礦	Fe_2O_3	70.0	紅、鋼灰、或黑	約 5	H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , MnO
磁鐵礦	Fe_3O_4	72.4	黑	約 5	H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , MnO
褐鐵礦	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	59.9	黃至褐	3.4—4.0	Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MnO
菱鐵礦	FeCO_3	48.2	灰至褐	3.8	SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MnO

中國鐵礦以赤鐵礦及磁鐵礦為主。

(二)中國的鐵礦儲量

東北	5 474 百萬噸
湖北大冶	30 百萬噸
察哈爾龍烟	90 百萬噸
山西	80 百萬噸
海南島	100 百萬噸

(三)鐵礦的處理

(1) 開採

露天採礦——近地面的礦的開採。

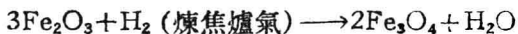
地下採礦

(2) 整備和選礦

(i) 富礦(含鐵 45 至 65%)——軋至適當大小。

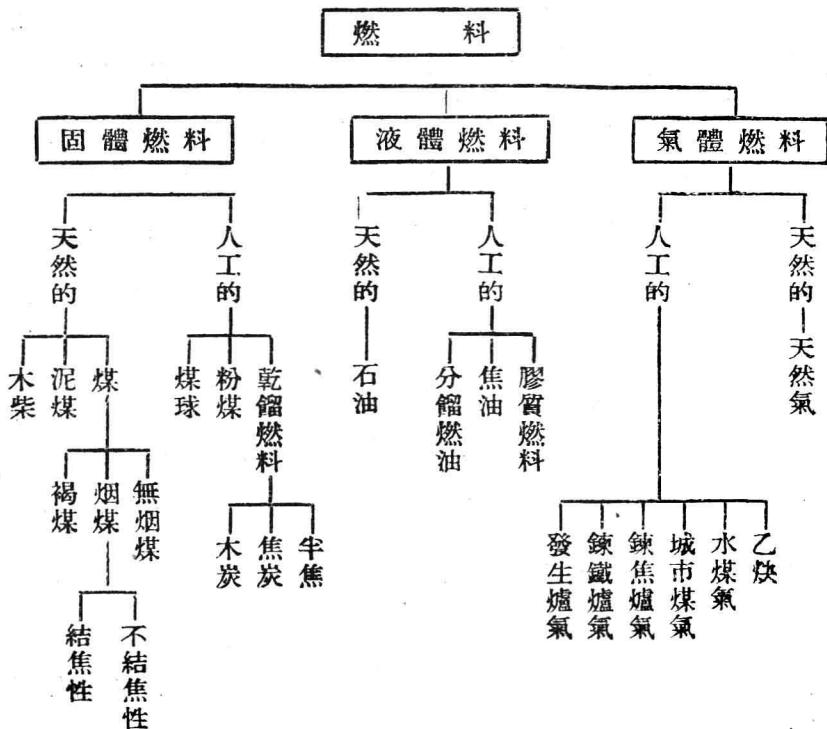
(ii) 貧礦(含鐵 30 至 40%) → 焙燒(由 Fe_2O_3 成爲 Fe_3O_4)
 → 加水磨細 → 磁力選礦 → 精礦(含鐵 57%) →
 燒結成塊(礦粉和煤粉, 熟石灰泥和燒結成塊)。

焙燒的化學反應:



第二節 燃 料

(一) 燃料的種類



(二) 固體燃料

(1) 固體燃料的工業分析

品 名	揮發物%	固定碳%	灰 份 %	水 份 %	發 熱 量 大卡/公斤
木 柴	40—42	39—41	0.15—2	20—25	4600—5000
泥 煤	10—25	5—25	3—75	20—80	2000—5000
褐 煤	25—35	28—45	0.4—15	20—45	3000—6000
烟 煤	11—42	40—85	4—20	2.5—23	7000—8500
無 烟 煤	0.5—6	85—92	2—15	0.5—4	8000—9000

工業分析——使用價值的分析。煤在不與空氣接觸的情況下加熱，所含水份首先逸出，煤中揮發物跟着分離出來，只剩下不能揮發的炭素（稱為固定碳）和礦物質（灰份）。在空氣中，固定碳很容易燃燒，化成 CO_2 氣體，而剩下灰份。

- (2) 硫和磷兩個元素對於黑色金屬的品質有重大影響，故亦常需測定。
- (3) 泥煤及褐煤——發熱量不大，目前烟煤儲量還很多時，工業上應用尚少。但在蘇聯有些地方，由於量多，有一部份工業使用該項燃料。
- (4) 木柴——含水過多，工業上少用。
- (5) 無烟煤——家用。
- (6) 烟煤——鋼鐵廠基本燃料。煉焦的原料。
- (7) 焦炭——鋼鐵廠中最重要的經過製造的燃料。是煉鐵爐、熔鐵爐、石灰窯、白雲石窯等燃料。

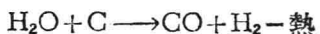
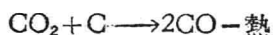
(三) 液體燃料

- (1) 石油——液體燃料的基礎。
- (2) 分餾燃油——石油分餾成汽油、燈油、潤滑油等。
- (3) 焦油——把煉焦廠所產生的焦油，混入氣體燃料，以提高發熱量。
- (4) 膠質燃料——將固體燃料（煤、泥煤等）的細粉混入液體燃

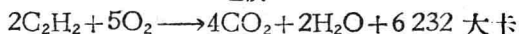
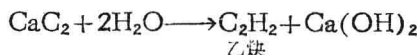
料而加熱製成。

(四) 氣體燃料

- (1) 天然氣——主要成份是 CH_4 及 C_2H_6 。
- (2) 人工的氣體——在鋼鐵工業上甚重要。
- (3) 發生爐氣——烟煤在空氣和水蒸汽的混合物中不完全燃燒的產物。主要可燃成份為 CO 及 H_2 。



- (4) 煉鐵爐氣——煉鐵廠副產物。主要可燃成份為 CO 及 H_2 。
- (5) 煉焦爐氣及城市煤氣——烟煤在封閉的容器內加熱時所產生的氣體；亦即煤中可以揮發的部份。
- (6) 乙炔——電石(CaC_2)加水的產品。



- (7) 水煤氣——水蒸汽和高溫的煤或焦起化學反應時的產品。

(五) 冶金焦和煉焦煤的條件

- (1) 煉焦爐的作用——將烟煤在不和空氣接觸的情況下加熱，而將其揮發物和固定碳分離開來，同時產生兩種燃料——焦炭和煉焦爐氣。
- (2) 鋼鐵廠中焦炭需要量——每噸生鐵的冶煉約需焦炭 900 公斤左右。
- (3) 煉焦煤——烟煤可分做結焦性的與不結焦性的兩種。結焦性的烟煤被加熱時，在 350° 至 475°C 之間發生軟化，成為半液體狀態，同時放出揮發物；到 950°C 左右，剩下一種海綿狀的、能透氣的、但堅硬的固體，即為焦炭。煉焦煤的灰不宜超

過 8%，硫不超過 1.5%，磷不超過 0.02%。

(4) 煉鐵爐所用焦炭（冶金焦）的條件

化學性質方面：灰份、硫、磷不宜過高。

物理性質方面：

(i) 堅實——不致壓碎及搬運時破碎。

(ii) 一定大小——太大易生氣溝；太小則阻礙氣體流通。

通常由 50 至 100 公厘。

(iii) 適當的氣孔率——過小不易燃燒，過大在爐子上部易與爐氣化合，故不經濟。

(六) 中國煤儲量估計

全國 265 455 百萬噸

山西 127 115 百萬噸

東北 20 000 百萬噸

松花江下游佳木斯以北的鶴崗一處就佔 5 000 百萬噸煉焦煤。

過去中國產煤最多的撫順的煤儲量尚不及 700 百萬噸。

第三節 熔劑及耐火材料

(一) 熔劑的用途

(1) 熔煉——使一種金屬以液體狀態從該金屬的化合物或混合物中分離出來的方法。

熔煉的任務：

(i) 從化合物中將金屬還原。

(ii) 使還原的金屬脫離原來混合着的雜質。

(2) 熔劑——是在熔煉時加入的物質，其目的在使該項物質和雜質造成熔點較低的另一物質而便於由爐中除去。

(二) 熔劑的種類