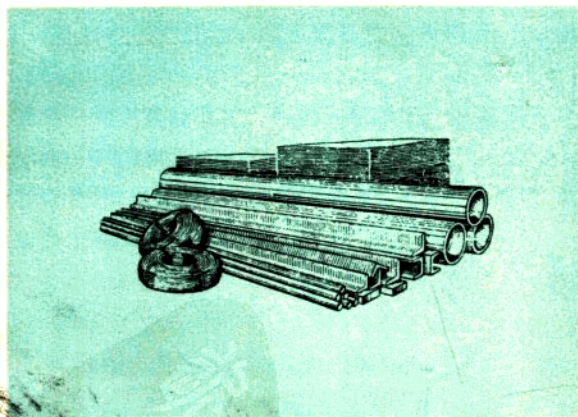


機床工人科學普及叢書

查哈洛夫著

機器製造業的金屬



機械工業出版社

出版者的話

蘇聯國立機器製造書籍出版社出版「機床工人科學普及叢書」的目的是爲了幫助機床工人提高他們的理論知識和實際知識。這套叢書有系統地講解了金屬切削加工的基本原理。每一小冊深入淺出地敘述一個問題，文字通俗易懂，插圖多用立體圖，很適合工人閱讀。我們認爲這套叢書對我國機床工人系統地提高理論水平有很大幫助，所以決定把它陸續翻譯出版。

這套叢書分成三組，共26輯。第一組敘述有關金屬切削的一般問題，共10輯(1~10)；第二組說明金屬加工的各種方法，共10輯(11~20)；最後一組介紹各種金屬切削機床，共6輯(21~26)。

金屬是一切工業的基礎，任何一種機器——無論是手錶或者大型的軋鋼機都是用金屬做的。本書概要地介紹了有關金屬的各項知識，如鋼、鐵的熔煉和使用、金屬的性能等。可以作爲一般機工學習的參考資料。

目 次

一	基礎底基礎·····	3
二	在生產中誕生了金屬科學·····	6
三	卓越的周期表·····	7
四	至於鋼和生鐵在哪裏·····	8
五	為什麼合金比較好·····	10
六	什麼是金屬·····	12
七	一半的一半·····	13
八	機器製造業中的主要金屬——鋼和生鐵·····	16
九	鋼是怎樣煉成的·····	17
十	鋼的種類·····	20
十一	金屬的性能·····	24
十二	強度——金屬的基本性能·····	26
十三	強度的測量·····	26
十四	硬度——金屬的第二個基本性能·····	30
十五	金屬的性能是可以改變的·····	33
十六	顯微鏡下的金屬·····	34
十七	主要任務就是提高強度·····	37
十八	鋼的熱處理·····	38
十九	合金鋼·····	41
二十	生鐵·····	44
二十一	有色金屬的使用範圍·····	47
二十二	青銅和黃銅·····	49
二十三	鋁合金·····	51
二十四	結束語·····	52

一 基礎底基礎

很久以前人們就知道金屬了。還在遠古時代就用金屬鍛造寶劍和斧頭、鑄造鐘和壓製硬幣。但金屬的應用畢竟還是極其有限的。在那時候，房子是用木材和石頭建築的，在海上航行的是木船，在河上架的是木橋和石橋，耕地用的是木犁。工廠還沒有，機器和機床也不會製造。

當資本主義代替了封建制度的時候，商業和工業才開始很快地發展起來，同時也有了機床，用蒸汽機代替了風車，開始加緊建築工廠。這時，對金屬有了大量的需要，金屬在各種材料中被提到了首要地位。

可是，工廠、工業和商業都未能使勞動人民的生活得到改善。勞動人民——工人和農民——仍然過着貧困的生活；只有一小部分人——資本家和地主——靠剝削勞動人民而享受着生活的全部福利。

在偉大的十月社會主義革命之後，人類的生活開始了新的時期——社會主義時期。工人和農民在歷史上第一次掌握了政權。共產黨提出了任務，要把過去的沙皇俄國從落後的、貧困的農業國變成爲社會主義的工業國，必須爲建設社會主義社會創造物質條件。可是只靠資本主義遺留給我們的工廠，來創造建設社會主義社會的物質條件，是完全不夠的。還必須建設新的工廠，機器拖拉機站和礦井、新的電力站和鐵路。而爲了建設，首先就需要金屬。聯共（布）黨第十四次代表大會——工業化代表大會——爲了供應國家建設用的金屬，通過了用最快速度發展冶金業的決議。斯大林同志在這次代表大會上曾經說過：「鋼鐵是我們工業基礎底基礎」。

蘇聯人民，在共產黨的領導之下，完成了所提出的任務。徹底地改變了我們祖國●的面貌。出現了新的城市。成百的新工廠的煙囪都冒煙了。

鐵路網在全蘇聯廣闊的土地上分佈開來，在鐵路上，強大的鋼製機車牽引着長列的車廂。在我們的河流和海洋上航行着用金屬造的輪船。高空中在太陽光的照耀下飛行着閃爍着金屬光澤的快速飛機。河面上架起了美麗的弧形金屬橋樑。建築物的屋頂架在金屬桁架上。莫斯科市內宏偉高大的建築物的構架都是用鋼做成的。每當春天，在我們祖國的土地上開動着成千成百架的拖拉機；每到秋天有很多鋼鐵製的聯合收割機在收穫莊稼。在古比雪夫和斯大林格勒的規模宏大的水力發電站的建築中，強大的金屬挖土機在工作着。

當我們走到任何一個現代化的機器製造廠的車間時，不由得就會注意到，在車間裏是有多麼多的金屬呀。到處都是的金屬。車間裏所有的東西幾乎都是用金屬做的。如果拿去車間裏所有的金屬製品，那麼車間就會立刻不成爲車間。請看，在我們面前擺着很長一行一行機床：車床、銑床、鉋床、鑽床。這些機床都是用金屬做的。在機床上進行加工的各種工件，也都是生鐵、鋼、青銅等金屬的。加工工件用的車刀、銑刀、絲錐，同樣也是用金屬做的。

我們走到了發電站。渦輪機帶動發電機旋轉，在發電機的銅線捲上產生電流。電流經過用金屬做的變壓器、油開關，沿着銅導線輸送到工廠，帶動幾千台的機床，燒熱着煉鋼用的電爐，照明着街道和建築物。如果沒有金屬，就沒有電流。

任何一種機器——無論是手錶或者大型的軋鋼機都是用金屬做的。圖 1 所示是拖拉機的發動機。圖上的標字是表示製造發動機

● 指蘇聯，以後均同此。——編者

各個零件所用的最主要的金屬。從這個發動機零件所用的金屬來看，就完全可以使我們想到，在現代的機器製造業中，所用的金屬的種類是多麼繁多呀。金屬是現代機器製造業中的基本材料。

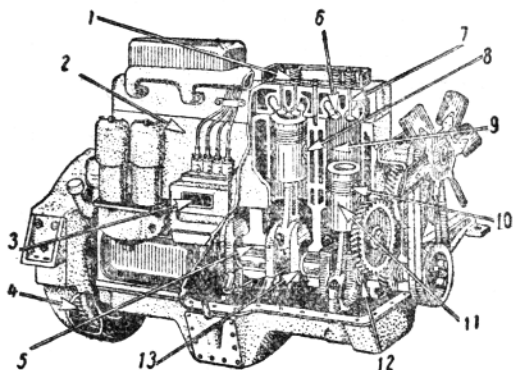


圖1 拖拉機用發動機和製造發動機的材料：

1—彈簧鋼(活門彈簧)；2—灰口鐵(曲軸箱)；3—灰口鐵、鋼、青銅、鋁，彈簧鋼(燃料泵的零件)；4—高錳碳鋼(飛輪齒圈)；5—高錫巴比特合金(軸襯)；6—鎢鎢鋼(進氣活門)；7—活門耐熱鋼；8—碳鋼(活塞銷)；9—合金鋼(汽缸)；10—活塞耐磨生鐵；11—鋁合金(活塞)；12—青銅(推力圈)；13—高錳碳鋼(曲軸)。

就是我們在日常生活中也使用有許多金屬物品，如：刀和針，鐘錶和攪肉機，帶金屬絲的電燈泡和電爐絲，自來水管和暖氣片。

金屬不僅在國家的和平建設生活中是需要的，而且在保衛祖國的國防以及保衛國境不受敵人的侵犯也是需要的。在對法西斯戰爭的艱苦年代裏，曾派出了成千上萬的坦克、大砲和飛機，由於掌握有威力大的鋼鐵武器，蘇聯軍隊擊潰了敵人並取得了勝利。

根據上面所說的一切，便可得出一個結論：金屬，無論是在國家生活中，或是在個人生活中，都具有非常重大的作用。

二 在生產中誕生了金屬科學

但是，人們能够廣泛地使用金屬，不是容易的。爲了掌握金屬加工的技能曾化費了很大的勞動。爲了研究金屬的性能、金屬的特性和「脾氣」也化費了很大的力量。人們爲了鑑別金屬的性能，曾走過了很艱難的道路，曾發生過錯誤和不正確的解釋，甚至迷信。但在一連串的摸索和錯誤當中也曾有過，而只是個別的發現。

在當時還沒有金屬科學——金屬學。遠在 80 年前，偉大的俄羅斯學者德·康·切爾諾夫（Д. К. Чернов）第一次創造了金屬科學的基礎。那時切爾諾夫是在奧布霍夫煉鋼廠（現在的列寧格勒〔布爾什維克〕工廠）工作。在工廠的生產過程中，他得出了鋼組織的形成定律和熱處理定律的卓越發現。

在切爾諾夫發現上述兩個定律之後，當時創立了金屬的科學，對於金屬性能和加工方法的研究，那時起就開始不用先前那樣亂碰和摸索的手工業方法，而是根據精確的科學資料來進行了。這就和過去完全不一樣了。金屬科學在偉大的十月社會主義革命之後，特別是在五年計劃期間獲得了最大的發展。現今在我們的工廠裏採用了許多新的工藝規程，這些工藝規程都是經過在研究實驗室中仔細研究之後才應用到生產中去。



德米特里·康斯坦丁諾維契·
切爾諾夫(1839—1921)。

現代的機器製造業完全是以科學原理做根據。科學正在急速地前進，科學的發現和定律正在不斷地運用到生產中去。在我們國家裏，科學和生產密切地聯系成一種創造性的友誼。正如科學不能

沒有生產而存在一樣，生產，在我們的時代，沒有科學也是不行的。

在這本小冊子中我們要簡明地敘述一下金屬科學的原理，什麼是金屬和金屬具有哪些性能。

三 卓越的周期表

當我們走進化學實驗室裏問一下，都有哪些金屬。化學家便把我們領到掛在牆上的大幅圖表前面。這個表是約在 80 年前由偉大門捷列夫元素周期表

						1 氫 H				2 氦 He
3 鋰 Li	4 鈹 Be	5 硼 B	6 碳 C	7 氮 N	8 氧 O	9 氟 F				10 氖 Ne
11 鈉 Na	12 鎂 Mg	13 鋁 Al	14 矽 Si	15 磷 P	16 硫 S	17 氯 Cl				18 氬 Ar
19 鉀 K	20 鈣 Ca	21 鈾 Sc	22 鈦 Ti	23 鈦 V	24 鉻 Cr	25 錳 Mn	26 鐵 Fe	27 鈷 Co	28 鎳 Ni	
29 銅 Cu	30 鋅 Zn	31 鎵 Ga	32 鍺 Ge	33 砷 As	34 硒 Se	35 溴 Br				36 氪 Kr
37 鉀 Rb	38 銣 Sr	39 釔 Y	40 鋯 Zr	41 鈮 Nb	42 鉬 Mo	43 錒 Tc	44 鈦 Ru	45 銩 Rh	46 鈳 Pd	
47 銀 Ag	48 鎘 Cd	49 銦 In	50 錫 Sn	51 銻 Sb	52 碲 Te	53 碘 I				54 氙 Xe
55 銫 Cs	56 鋇 Ba	57~71 鐳La及 其它14 種元素	72 鈹 Hf	73 鉭 Ta	74 鈳 W	75 銩 Re	76 銱 Os	77 銩 Ir	78 鉑 Pt	
79 金 Au	80 汞 Hg	81 銻 Tl	82 鉛 Pb	83 鉍 Bi	84 鉈 Po	85 釷 At				86 氡 Rn
87 鈾 Fr	88 鐳 Ra	89 錒 Ac	90 釷 Th	91 鐳 Pa	92 錒 U	93~100 人工製造的超鐳元素				

黑體字是金屬元素的名稱。數字代表元素序號。拉丁字母代表元素符號

● 中國科學院1953年建議把L矽改成[矽]。

的俄羅斯學者德·伊·門捷列夫(Д.И. Менделеев)所編製的。化學家首先告訴我們，這不是一個簡單的表，而是在19世紀自然科學方面，當代的化學界中一項最有天才的綜合體現——周期定律。

在這個表中包括了構成世界上一切物質的全部元素。這些元素並不很多，一共只有100種。起初甚至誰也不相信，整個宇宙——太陽、星球、地球、水、植物、動物、石頭、麵包、糖、書、機器，以及我們同你們——都是由這一百種元素中的元素所組成的。但這是真的，事實就是這樣。

在門捷列夫以前所知道的元素只有65種。新的元素只是偶而發現的，並且誰也不知道，全部元素究竟有多少種；也不知是70種，還是100種，也可能是好幾千種。

在這100種元素中有88種是從地球上發現的，而12種是人工創造出來的，其中包括8種超鈾元素，也就是在表上位於鈾後面的元素。

在這個卓越的周期表中我們可以找到許多對我們所熟習的金屬的名字：鐵、銅、鋁、錫、鋅、鉛、汞、金、銀、鐳、鈾。

在這個表上的100種元素當中，有78種元素是金屬。在它們之中，或者有許多是你還不知道的。例如：鈮、銩、鉍、鉍、鉍、鉍、鉍等這些金屬你知道嗎？關於這些金屬，或者你甚至都沒有聽見說過。



德米特里·伊凡諾維契·門捷列夫(1834—1907)。

四 至於鋼和生鐵在哪裏

這可是一件奇怪的事情：當我們看門捷列夫周期表時，在這表

上我們找不到像鋼和生鐵這樣對我們很熟習的金屬。像這些金屬在表上是沒有的。在門捷列夫周期表中我們同樣也找不到青銅、黃銅、鋁矽合金及巴比特合金。這是怎麼回事呢？難道門捷列夫竟忘記把這些金屬列入他自己的周期表中了嗎？當然不會的，就是門捷列夫真的忘了，別人也會提醒他的。或者在科學上鋼和生鐵還有其他的叫法吧？也許周期表中的釘就是鋼，而鉛就是生鐵吧？

如果我們再請求化學家解答我們的疑問，那末他會告訴我們，鋼和生鐵不是金屬。對這種回答我們完全不能相信。難道說，鋼和生鐵不是金屬？那它們是什麼呀？但是，實際上化學家是對的：鋼和生鐵不是金屬，而是金屬合金，它們是由鐵和碳兩種基本元素組成的。這兩種元素，在門捷列夫周期表中是有的。

鐵是什麼，當然，誰都知道。而碳是什麼呢？碳是一種元素，煤和焦炭便是由碳組成的。我們寫字用的鉛筆中的石墨，幾乎是純碳。割玻璃用的金剛石，也是純碳。就是在我們所熟知的各種物品中，也含有很多的碳。碳以各種化合物的形式包含在煤、石油、牛奶、糖、麵包、肉中。

原來碳元素本身和元素——鐵化合就構成了合金——鋼。可見鋼就是鐵和碳的合金。生鐵也同樣是鐵和碳的合金，而只是在生鐵中所含的碳比鋼中含的多，因此，生鐵的性能和鋼的性能比起來也就有所不同。

青銅也是合金。錫青銅，這是銅和錫的合金。鋁青銅，這是銅和鋁的合金。鉛青銅，便是銅和鉛的合金。

黃銅——這是銅和鋅的合金。

澆注汽車和拖拉機軸承軸襯用的巴比特合金，也是一種十分複雜的合金。它是由鉛、錫、銻和銅所合成的。

鐳料便是錫跟鉛的合金。

加工金屬用的刀具上的硬質合金也是一種合金，其成分 是：鎢、碳和鉍。

用來做電爐中〔螺旋絲〕的鎳鉻合金便是鎳和鉻的合金。

甚至銀圓也不是用純銀做的，而是用銀和銅的合金做的。

在日常生活和生產中我們經常接觸到的是合金。使用純金屬和金屬元素就比較少。但是，例如做電線、電纜、電機上的匯流排、電機線圈就使用純銅。有些地方也使用純鋁和純鉛。但純鐵幾乎是完全不用的。

為什麼特別經常使用合金，而不用純金屬呢？可能是合金比純金屬容易得到吧？不錯，的確是因為得到純金屬要比得到合金困難得多。但這還不是主要原因，主要的是因為合金比純金屬更好。

五 為什麼合金比較好

大家全都知道，鋼比鐵的強度大得多，黃銅和青銅比銅的強度大，鋁合金比純鋁的強度大。而強度是任何一種金屬都必須具備的主要性能。無論是怎麼好的一種材料，如果它的強度很小的話，那麼在機器製造業中就完全不適用。誰需要沒有強度的金屬呢？要知道，任何一種合金都比組成這種合金的那些純金屬的強度要大。純鐵的強度很小，純碳的強度更小，而它們的合金——鋼的強度却很大。銅是強度很小的金屬，而鋅的強度還要小，如果把它們熔化在一起，那末所得到的合金——黃銅，便具有比銅和鋅更大的強度。

碳能使鐵增加強度。因此，鋼比鐵的強度要大得多。這是不難理解的，就是鋼中所含的碳越多，強度就越大。

鋼有許多不同的種類，或者說有許多不同的牌號。有一些牌號的鋼可用來做鍋爐、橋梁、桁架、槽箱等。這些鋼的強度和韌性都是

很大的。另一些硬度和強度更大的牌號鋼可用來做鋼軌、軸、心軸、輪瓦。彈簧鋼的特點就是具有還更大的硬度和強度。用來製造工具（鑿子、車刀、鑽頭）的鋼，具有最大的強度和硬度。鋼中所含的碳越多，則鋼的強度和硬度越大。黃銅的情形也是這樣：黃銅中所含的鋅越多，則黃銅的強度越大。黃銅根據各種不同的性能，也有許多牌號。合金不僅比純金屬的強度大，而合金的強度以及它的其他性能都是可以改變和調整的。鐵只有一種，而具有不同性能的各種牌號的鋼，則有千百種。我們只知道有一種銅，可是性能極其繁多的各種牌號的青銅和黃銅却非常之多。

合金比純金屬還有其他的優點。例如，熔化生鐵比熔化純鐵較為容易，因為生鐵約在 1200° 的溫度下熔化，而純鐵要在 1535° 的溫度下才熔化，也就是比生鐵高 335° 。銅在 1083° 的溫度時熔化，而銅的合金——黃銅却在約 900° 的溫度下就熔化，也就是幾乎低 200° 。用黃銅製成鑄件比用純銅製成鑄件較為容易，這正像用生鐵製成鑄件比用純鐵製成鑄件容易得多一樣。這就是為甚麼在鑄造生產中都使用合金，而不使用純金屬。

使用鋸料銲接比使用純錫容易，這仍然是因為鋸料的熔點比純錫低的緣故。

許多合金都具有純金屬所沒有的性能。我們就拿巴比特合金——軸承合金做為例子吧。它是由鉛、錫、銻和銅所組成的。如果使用組成巴比特合金的任何一種純金屬（純錫、純鉛、純銻或純銅）來澆注汽車軸承的軸襯，那末軸襯幾乎立刻就被磨損。如果首先把這些純金屬熔化成巴比特合金，然後用來澆注軸襯，那末它可工作好幾千小時也不會磨損。合金的耐磨性，永久比純金屬的高。甚至銀幣也要加入銅，以減少它的磨損和磨壞。

許多合金可以進行熱處理。例如鋼吧，可以把它淬火，就是把

一塊加熱到高溫的鋼放在水中很快地冷卻。如果把淬火後的鋼再重新加熱到較低的溫度——使它回火，那末它便會有很大的強度和硬度。純鐵不管是怎樣淬火，它也不能因淬火而變硬。鋼製的彈簧經過淬火和回火之後，它的彈性能增加好幾倍，所承受的力也增加好幾倍。如果彈簧是用鐵做的，不管怎樣淬火，它也不能因淬火而增加彈性。不僅是鋼可以進行熱處理，而其他合金，如：生鐵、某些牌號的青銅和黃銅、許多鋁合金也能進行淬火。

所以合金不僅有比純金屬更好的性能，並且當化學成分改變時或經過熱處理之後，它仍具有改變自己性能的能力。這就是合金有巨大的價值和它在工業中能被廣泛使用的原因。

然而，對於合金來說，不應該根據我們上面所講的便得出一個結論，認為合金無論何時都比純金屬好。在有些情況下，純金屬還是比合金好。例如，純銅的導電性，就比任何一種銅合金的導電性高得多。由於黃銅的導電性較低，而為了使黃銅導線當電流通過時不致發熱起見，就必須把它製成比同樣效率的純銅導線粗一倍，也就是說，黃銅導線的重量和價格都要比純銅導線大出三倍。當然，這是非常不合算的。這就是為什麼所有的導線（電纜、電線、匯流排、電機中的線圈）幾乎永遠只是用純銅來製造的。

飯鍋和罐頭盒子一定要鍍一層純錫，這是因為錫，還有鋁不和牛奶、肉、水果及其它食品中所含有的酸化合。往飯鍋和罐頭盒子上鍍鋅料，尤其是鍍鉛是完全不許可的，因為這會中鉛毒。

還有一些例子可以說明，純金屬要比合金好。但是在絕大多數情況下，仍然要強調我們的結論：合金的性能比純金屬的性能好，並且多樣化。

六 什麼是金屬

我們曾看到過，各種不同專業的人對[金屬]這個名詞各有不同的解釋。化學家對[金屬]這個名詞只理解為門捷列夫周期表中的金屬元素。然而在工業上，無論是金屬元素，或是各種金屬合金，都叫做[金屬]。從化學家的觀點來看，金屬就是鐵、銅、鋁、銀、錫、鎳、鉛和其它金屬元素；關於鋼、生鐵、青銅、黃銅、鎳鉻合金、鋁料，化學家認為這些都不是金屬，而是合金。而我們和你們，機器製造者們，却把不管是鐵、鋼、生鐵、銅、錫、鋁料、鉛、巴比特合金都叫做金屬。所以在工業中叫做金屬的，既是金屬元素，或者叫純金屬，又是它們的合金。

在這本小冊子中，以及本叢書的其他小冊子中，我們對[金屬]這個名詞，都將採用在工業中的定義。

在工業中所有的金屬一般分為黑色金屬和有色金屬。鐵、鋼和生鐵，這就是黑色金屬，而所有其餘的金屬和它們的合金——銅、鋁、鎳、錫、汞、青銅、巴比特合金、鋁矽合金——都叫做有色金屬。

在有色金屬中還特別分出一類貴重金屬：金、銀、鉑、鈷、銻及一些其他金屬。這些金屬之所以叫做貴重金屬，是因為它們在空氣中幾乎完全不被氧化，並能保持它原來的光澤和美麗的外貌。

七 一半的一半

我們已經知道，在自然界中有 78 種完全不同的純金屬元素。在這 78 種純金屬中，現今應用到工業中的大約只有一半，也就是約有 35~40 種金屬。但是在機器製造業中所用的只是這一半中的一半。那就是鐵、銅、鋁、鎂、鎳、錫、鉛、鋅、鉻、錳、鉬、鎢、銀、鎘、鉑、銻、汞。其餘的金屬，在機器製造業中或者是完全不使用，或者是只有很少數量能使用，以致它們不能被算做是機器製造用的金屬。這是怎麼回事呢？為什麼這些金屬不能使用呢？可能是，它們的性能

不好吧？

不是的，問題不在這裏。這些金屬中有許多是有良好的性能的。問題在於這些金屬中有許多是產量實在少，滿足不了機器製造業的需要。機器製造業每年需要成百萬噸的金屬，而全部有色金屬的總產量要少得很多。爲甚麼這些金屬產量這樣少呢？莫非說，我們的冶金人員工作得不好嗎？不是的，我們的冶金人員的工作做得很好，而問題是由於有另外極其重要的原因。

學者們，特別是蘇聯學者費爾思曼(А. Е. Ферсман)院士曾進行了巨大的工作，他們計算過在地殼中究竟含有多少種不同的元素。發現了地球上全部金屬中最多的是鋁，佔地殼總重量的7.45%。其次是鐵(4.20%)，再其次是鈣(3.25%)、鈉(2.40%)、鎂(2.35%)和鉀(2.35%)，而所有其餘的金屬加在一起總共不超過2%。在這2%中包括有：銅、鉛、錫、汞、金、銀、錳、鎢，及其餘的72種金屬和19種非金屬(硫、磷、碘、氯、砷等等)。例如，在地殼中的銅，全部只有0.01%、鎳0.02%、鋅和鎳一樣、鈾0.0004%、銀0.00001%、金0.0000005%。

但是這些數字還並不怎麼重要。雖然在地球上銅的百分比很小，但它的產量總還是够多的，這是因爲在地球上所有的銅集中在幾個地區，並形成豐富的礦區。

在蘇聯的烏拉爾、卡查赫斯坦、高加索便有銅礦的富礦床。因此採煉銅就比較容易。而其他金屬的情況就很差：它們在地球上不但很少，而它們在自然界中又是極其分散，並未形成任何相當大的礦區。很少發現這些金屬聚集在一起，在這些金屬當中，有許多叫做稀有金屬。爲了從礦石中取得幾公斤的這種金屬，必須把成千噸的礦石反覆提煉才行。

從礦石中提煉金屬的難易程度，也是很重要的。例如，得到鉛

和錫相當容易，因而遠在古代的時候，人們就能夠從它們的礦石中得到這兩種金屬。得到銅就已經比較困難得多，而得到鋼和生鐵更是困難的事情。這困難，首先是，因為在提煉鋼和生鐵時比提煉銅，尤其是比提煉鉛和錫時需要更高的溫度。人們是在掌握了提煉銅的技術之後好幾千年才學會熔煉鋼和生鐵的。因此在物質文化的歷史中，青銅時代是在鐵器時代之前。

鋁的提煉還要複雜。這種複雜性就是為了得到一噸的鋁，需要大量的電力：約 18000 仟瓦小時，也就是足夠約 500 台機床工作一整班所需要的電力。雖然鋁在地球上很多，多過任何其他一種金屬，但在工業中只是近 50~60 年之前才掌握了鋁的生產。在這期間所生產的電力還很少，並且價格很貴，所以冶煉的鋁也很少，鋁的價格也很貴，因而曾被認為是貴重金屬。很有趣的是，在 60 年前有一次給門捷列夫送了一件很珍貴的禮物，而這件禮物就是用金……和鋁所做成的。

十月革命以前，我國沒有鋁的工業生產的。只是當 1926 年在伏爾霍夫(Волхов)第一座水力發電站發電之後，鋁的生產才建立起來。水力發電站所生產的電力要比火力發電站所生產的電力便宜得多。因為生產鋁需要很多的電力，所以只能在國家有了便宜的電力來源時，鋁才有可能進行大規模生產。現今在蘇聯有好多生產鋁的大工廠，其中最大的就是由德涅泊爾水力發電站供電的德涅泊爾製鋁工廠。

所以說，得到金屬要根據好多條件：要根據在地殼中金屬的總量；根據這種金屬是否有大的礦床；而最後還要根據是否能夠很便宜地從它的礦石中取出來。

只有比較少數的金屬能合乎上述三項基本條件。合乎這三項條件的金屬便成了工業金屬，它們主要是用在機器製造業上。這就

是：鐵、銅、鋁。

其餘的金屬，主要是做製造合金的補助原料。正因為這樣，這些金屬是非常有價值的，因為有了它們可以製出不少良好的合金。大概很多人都聽說過，加少量的鎢或者鈳到鋼中之後，鋼的性能變得多麼好呀。把少量的鉍加到銅中，就可使銅的強度增大得像鋼一樣。鉍青銅可以進行淬火，並可以用來製造彈簧。

目前還遠不是所有的稀有金屬都找到它們自己的用途。但這是不是說，那些稀有金屬在將來不會被使用了呢？不是的，是不能這樣說的。恰恰相反，完全有根據可以推斷，那些稀有金屬遲早都會逐漸被利用的。

八 機器製造業中的主要金屬——鋼和生鐵

為甚麼僅僅鋼和生鐵成了現代機器製造業中的主要金屬？關於這個問題，現在對我們來說，是不難理解的。

首先，因為鐵是在地球上僅次於鋁的一種最普遍的金屬。其次，鐵在地球的許多地區形成有鐵礦的富礦床。我國是富有鐵礦的，在烏克蘭、烏拉爾、克赤(Керченск)半島、西伯利亞及其它許多地區都有最豐富的礦床。鐵礦石中都含有大量的鐵：40~60%；而在銅礦石中所含的銅其實只有2~3%。

這也就是說，為了得到20~30公斤的銅，就需把一噸的銅礦石反覆提煉。其他金屬在礦石中的含量，有時為萬分之幾，甚至十萬分之幾。第三，鋼和生鐵的生產情況，業已達到完善的地步，使我們能夠得到大量的鋼和生鐵。

最近幾年來我國每年將要冶煉出5,000萬噸生鐵和6,000萬噸鋼。

在所有的金屬中，鋼和生鐵是最便宜的金屬：一噸生鐵錠價值