

談 有 色 金 屬

孫 墾 編 著



機械工業出版社

MS

書號 0054

1985年8月第一版

28千字 1.5元

北京出版(北京印刷)廠

北京出版印刷廠

1985年8月第008號 定價

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了[機械工人活葉學習材料]。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉚等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的[活葉]出版。

有色金屬是製造機器不可缺少的材料，雖然它們的使用不如鋼和鐵那樣廣泛，但是有色金屬的產量比鋼鐵少得多，價值也比較貴。我們在使用的時候更要加倍地珍惜它們，在加工的時候要注意不要浪費或者出廢品。

本書介紹了常用的有色金屬和它們的合金的用途、成分和性能，最後並說明了怎樣從平衡圖去推測有色金屬合金的工藝性(鑄造、鍛造、加工和熱處理的特性)。



目 次

一	什麼是 <u>有色金屬</u>	3
二	<u>銅和銅合金</u>	5
	1 銅——2 銅鋅合金——3 銅錫合金——4 銅鋁合金——5 銅鉛合金——6 高強度黃銅	
三	<u>鋁和鋁合金</u>	15
	1 純鋁——2 鑄造用鋁合金——3 鍛造用鋁合金——4 製造半成品的鋁合金——5 鋁基軸承合金	
四	<u>鎂和鎂合金</u>	24
	1 鎂——2 鎂合金	
五	<u>軸承合金</u>	26
	1 錫基軸承合金——2 鉛基軸承合金——3 其他軸承合金	
六	<u>銻葉</u>	30
七	<u>鋅合金</u>	31
八	<u>有色金屬合金的工藝性</u>	31
	1 工藝性——2 平衡圖——3 合金的性質和成分的關係	

一 什麼是有色金屬

機械製造業中常用的金屬可以分爲兩類：一類叫做黑色金屬，就是鋼（包括各種常用的合金鋼）和鐵（生鐵和熟鐵）；另外一類叫做有色金屬，就是除了鋼、鐵以外的其他金屬例如銅、鋁、錫、鋅、鉛等等。

最近蘇聯對於有色金屬和黑色金屬的分類在進一步的研究，主要是根據門捷列夫的元素周期表來分。本文中對這一點不能詳細說明。在新的分類法中，把鎢、鈾、鉻、鉬、錳等元素都算在黑色金屬中去了。

但是我們現在常用的銅、鋁、鋅、錫、鉛等等金屬，無論在新的或舊的分類法中還是算有色金屬的。

有色金屬在機器製造中用途很多，它們可以製造鑄件、鍛件，也有製成型材（圓棒、六角斷面、長方斷面、管狀等）和板狀的。雖然在機器製造中絕大多數的零件是用黑色金屬製造的，但是有色金屬往往用在製造關係很重大的零件如軸承等。而且有色金屬的價值比黑色金屬貴得多，我們使用的時候和加工製造的時候都應該非常留心，以免造成損失。

有色金屬的用途很多，我們應該很好地了解它們的性質作為選擇材料的根據。

金屬的重要性質有以下幾點：

1) 比重：比重的意義就是每單位體積的重量。例如說銅每一立方公分重 8.9 公分，我們說它的比重是 $8.9 \frac{\text{公分(重)}}{\text{公分}^3}$ ；鋁每一立方公分重 2.8 公分，我們說它的比重是 $2.8 \frac{\text{公分(重)}}{\text{公分}^3}$ 。

2) 強度: 就是它每一個單位面積究竟能支持多麼大的力量, 單位是公斤/公厘²。例如 ЛКС 80-3-3 是矽鉛黃銅的牌號, 它的強度極限是 30~40 公斤/公厘², 就是說我們如果用 30~40 公斤的力量就可以拉斷 1 平方公厘斷面的這種合金。斷面 1 平方公分(100 平方公厘)的合金可以支持 3000 公斤以上的力量。這種強度可以用標準形狀的試棒在拉力試驗機上試出來(請參考金屬機械性質方面的材料)。

對金屬說來, 除了以上所說的一種(拉力)強度外, 還有一種很重要的性質, 就是疲勞強度。金屬在受到方向和大小不變的力的時候, 它的強度比較高, 但是在受到的力, 方向和大小有變化的時候, 強度就比較低。例如我們用雙手去拉一個銅絲是不容易拉斷的, 但是如果把銅絲反覆拗折, 它就會斷, 這種斷裂叫做金屬的疲勞斷裂(原因, 是由於表面的小裂紋不斷擴大), 金屬的疲勞強度的意義就是說如果我們不使它受到比這個更大的力的話它就不會發生[疲勞]。

3) 延伸率: 在我們試驗金屬的拉力的時候, 金屬的試棒被拉斷的時候伸長了多少(用原來長度的百分比來表示)就叫做這種金屬的延伸率。這一點可以表示金屬的韌性和它的加工性能, 延伸率大的金屬可以軋成板形或棒形, 並且還可以用衝、壓等方法加工。

‘延伸率大的金屬也有良好的[塑性], 塑性是我們通常用來說明金屬能不能或者是不是容易變形的一個名詞。例如黃銅很容易變形, 我們可以把黃銅板做成各種形狀而不至於拉斷裂, 我們就說黃銅的[塑性]好, 青銅就不如黃銅。

4) 熔化溫度: 金屬(或合金)在什麼溫度熔化是極重要的一種性質, 我們有時候要不易熔化的合金(如高溫電爐的電熱線), 有時候要用極易熔化的合金(如軟鐸藥和澆鑄鉛字的合金), 所以在選

擇的時候，必需要知道合金的熔化溫度。

5)工藝性：就是金屬(或合金)是否可以用各種不同的方法澆鑄、壓鑄、鍛造、壓延、冷加工、切削等等。這一點在以後說明。

6)其它性能如傳熱、導電、耐磨(就是摩擦係數小並且不易磨損)等等。

了解這些性質對於我們都是非常重要的。

有色金屬的應用範圍很廣，有的是用來做鑄件的，有的是用來做鍛件半成品的。我們用有色金屬的原因也很多，有的是因為它不生鏽，有的是因為它的導電性好，有的是因為它輕，有的是因為它有很好的抗磨性等等，我們要根據不同的要求去正確地選用合金。

在機器製造中用得最多的有色金屬是銅、鋁、鎂的合金以及軸承五金和鋁藥。下面就分別介紹這些合金。

二 銅和銅合金

1 銅 純粹的銅是紅色的，一般叫做紫銅。

純銅的比重是 8.9 (就是每立方公分重 8.9 公分，如果用簡單的，不很精確的方式來說明比水重 8.9 倍)，在 1083°C 時熔化成爲液態。一般的是把銅礦石用還原方法熔煉成的。如要非常純粹的銅，可以用電解的方法製造出含有 99.999% 銅的電解銅來。但是這樣的銅價值非常貴，工業上多不採用。工業上常用的銅是 M0, M1, M2, M3, M4 等幾種牌號(根據蘇聯國家標準 859-41 的規定)，這些牌號的銅的化學成分和用途如表 1：

表中的 M 代表銅。我們應該注意銅(或其他金屬)的純度愈高，價值也就愈貴(因為熔煉的手續愈繁)。所以我們應該儘可能的按照規定用純度較低的銅。

純銅的機械性能如表 2 所示：從表 2 可以看出，純銅經過機械

表1 銅的牌號、成分和用途

牌號	含 雜 質							用 途
	銅	鎳	鉛	鐵	砷	氧	總量	
M ₀	99.95	0.002	0.005	0.005	0.005	0.02	0.05	電線或其他高純度合金
M ₁	99.90	0.002	0.005	0.005	0.005	0.08	0.10	電線高純度青銅或合金(不含錫者)
M ₂	99.70	0.002	0.01	0.05	0.01	0.10	0.30	除電線以外之其他高純度合金以及壓力加工的銅合金用
M ₃	99.50	0.003	0.05	0.05	0.01	0.10	0.50	壓延用或鑄造用銅合金
M ₄	99.00	0.005	0.3	0.1	0.02	0.15	1.0	鑄造用銅合金

加工以後強度會大大的增加，同時它的延伸率降低。我們如果要銅的强度高可以用冷加工的方法。但是經過冷加工的銅塑性就降低了。

銅的塑性很高，可以做成很薄的片狀，也可以拉成很細的銅線。同時由於銅容易導電（它的導電性能只比銀稍差一點）所以純銅最大的用途是製造電線。

表2 純銅的機械性能

狀 態	機 械 性 能	
	強度極限公斤/公厘 ²	延伸率%
鑄 造	15~20	15~25
軋 製 並 火	25~27	40~50
冷加工後	<40~43	1~2

當銅中含有其他雜質的時候，導電性就大大降低了。當我們用冷加工的方法使銅的強度提高的時候，導電性也會大大地降低，如圖1和圖2所示，我們可以見到；銅中即使含極少的磷、砷、鉛等元素會使導電性降低一半或更多的。

鎳和鉛是最有害的兩種雜質。這兩種元素在銅中差不多是不銑解的。有了鎳的銅，結晶之間就會有很多的銅鎳的共晶體（熔點

最低的，含有一定比例的銅和銻的化合物)存在，使銅的結晶體不能結合在一起，因而不能熱加工。銅中即使含有十萬分之幾的銻也會使銅有熱脆性（就是在熱加工時候發脆的性質，例如在軋製時，鍛造時會碎裂）。含有萬分之幾的鉛時，也有類似的作用。

銅中最常見的雜質是硫和氧，這

兩種元素都是在熔煉的時候混入銅中的，它們對鑄造工作的害處並不很大。但是氧對導電性影響很大，所以含有太多氧的銅不能用來做電線。

2 銅鋅合金 銅鋅合金就是黃銅。我們常用的黃銅含鋅在45%以下(有含30%40%或20%的幾種)。

鋅和銅成為合金以後，合金的機械性能(強度、硬度與塑性變形的能力)增高。含鋅30%的黃銅塑性最好，所以這種合金常用來製造銅管，銅板或是其他形狀的銅料。這種合金由於結晶組織的關係，在300~700℃的高溫下，塑性大大的降低，因此不宜於熱加工，只可以冷加工。

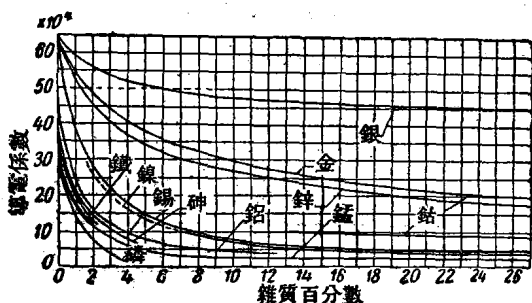


圖1 雜質對於銅導電係數的影響。

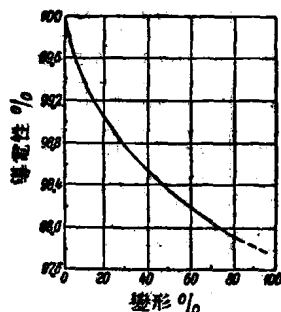


圖2 加工硬化對於銅的導電性的影響。

用於熱加工(熱軋、鍛造)的銅合金最好是含銅 32% 以上的。這種黃銅稱為鍛造用黃銅,這一類黃銅的含鋅量可以到 40% 或更多一點。

黃銅的成分和機械性能如表 3:

表3 黃銅的成分和性能

牌 號	成 分 %			機 械 性 能		
	銅	鋅	鉛	極限強度 公斤/公厘 ²	延伸率 %	布氏硬度
Л68 黃銅	60~70	30~33	—	30	40	60
Л62 黃銅	60.5~63.5	36.5~39.5	—	30	40	60
Л59 黃銅	57~60	40~43		35	20	75
ЛС59 鉛黃銅	57~60	38.1~42.2	0.8~1.9	38	15	75

註: 表中 Л 就是黃銅的意思; С 代表鉛; 62, 68 表示銅的含量。

表 3 中所列的 Л68, Л62 兩種黃銅主要用途是製造薄板, 銅帶等半成品, 在機械加工的時候用來衝成各種形狀的零件如散熱器, 墊片, 熱圈, 套管等等。紫銅也可以用來做這些零件, 但是黃銅比純銅便宜得多, 因此我們常用黃銅。

Л59 和 ЛС59 (含鉛黃銅) 主要用途是製造銅棒。這種銅棒也叫黃銅元, 用途是製造各種形狀的零件如套管、螺母, 黃油嘴等等。含鉛的黃銅非常容易切削, 加工以後的表面非常光潔, 切屑成為碎片。這兩種黃銅叫做自動機黃銅, 因為它們最適合於各種自動車床(自動裝料和掉換不同的刀具), 所以叫做自動機黃銅。

黃銅中最有害的元素是銻和鉛, 鉛對於含鋅 32% 以下的黃銅有害。含鋅 32% 以上的黃銅加鉛之後可以改善它的加工性能, 所以在自動機黃銅中往往故意加 1~2% 的鉛。銻的作用和在純銅中一樣, 也是使合金發生熱脆性。

黃銅在普通的情況下是不生銹也不會被腐蝕的，但是它對腐蝕的抵抗能力並不強，爲了要提高它這一方面的能力我們可以在黃銅中加鋁、鐵、錳及鎳等元素，這種黃銅叫做特殊黃銅，舉例如表4：

表4 特殊黃銅的成分和性能

牌 號	成 分 %				機 械 性 能	
	銅	錫	鋁	鎳	極限強度 公斤/公厘 ²	延伸率%
含錫黃銅 ЛЮ70-1	69~71	1~1.5	—	—	30	38
鋁鎳黃銅 ЛАН59-3-2	57~60	—	2.5~3.5	2~3	55	12

ЛЮ70-1在海水中有很強的抗腐蝕能力所以叫做海軍黃銅，常用於製造船用鑄件。ЛАН59-3-2是鋁鎳黃銅，它的機械性能很高，可以用來製造需要高強度的鑄件。

含鋅量超過20%的黃銅有一種叫做「季裂」的毛病；就是這種合金在冷加工以後如果放在潮濕的空氣中會因為腐蝕而發裂。冷加工以後，經過退火，「季裂」的現象就可以大大的減輕。

3 銅錫合金 銅錫合金就是錫青銅，是我們最常用的有色合金之一，一般的錫青銅含錫不超過10%。

錫青銅的成分和機械性能如表5：

表5 錫青銅的成分和性能

牌 號	成 分 %				機 械 性 能	
	錫	鋅	鉛	磷	極限強度 公斤/公厘 ²	延伸率%
磷青銅 БрОФ7-0.2	6~8	—	—	0.1~0.25	50	20
鋅鉛青銅 БрОЦС6-6-3	5~7	5~7	2~4	—	20	5
高磷青銅 БрОФ10-1	9~11	—	—	0.6~1.0	25	4

表 5 中牌號的意義是：Бр 代表青銅(含錫的銅合金)，О 代表錫(俄文 Олово) Ф 代表磷，Ц 代表鋅，С 代表鉛，例如 БрОЦС6-6-3 的意義就是含錫 6%，鋅 6%，鉛 3% 的青銅，БрОФ10-1 的意義就是含錫 10%，磷 1% 的青銅，遇見其他的合金可以照這個方法來看成分。

照理論上說，如果青銅的組織是均勻的話，含錫 14% 以下的青銅是可以熱加工的(鍛造、壓製)。但是實際上青銅的成分並不均勻。含錫 5~6% 以上的青銅組織中就會有硬而脆的成分了。這樣的青銅是不能鍛壓的，因此差不多所有的錫青銅都是鑄造用合金。(關於為什麼不能熱加工將在談有色金屬的工藝性一節中介紹)。

含錫 10% 左右的青銅中有許多硬質的銅錫共熔體。它非常耐磨，所以常被用來製造軸瓦，如果在這種青銅中加一些磷(0.1~1.0%，根據需要的硬度而定)，那麼合金的硬度就更高，更合於製造軸承的用途。

青銅是非常穩定的一種合金，它不容易和其他物質(酸、鹼等)發生作用，所以宜於用來製造和這些物質接觸的鑄件。另外一種含鉛、錫、鋅各 5% 的青銅也具有這樣的性質，此外因為這種合金中所含的鉛充滿了合金中的空隙，所以合金的[密封性](就是不透水，不透氣的性質)特別好，常被用來製造裏面通高壓水或油的管件和接頭。

青銅中所加的錫有 O_1 , O_2 , O_3 , O_4 等幾種(根據蘇聯國家標準 860-41)，它們大致的成分如表 6：

錫是價值很貴的一種金屬，所以青銅的價值也比其他的銅合金貴，最近各國在這方面做了許多研究工作來想辦法用其他合金代替青銅。在蘇聯就常用鋁青銅來代替或是在青銅中用一部分的

表6 錫的牌號和成分

牌號	含錫%	雜質不超過 %						雜質 總量%	用 途
		鉛	鎳	砷	銻	銅	鐵		
O1	99.90	0.04	0.015	0.015	0.01	0.01	0.009	0.10	
O2	99.56	0.25	0.05	0.02	0.05	0.03	0.02	0.44	製造 B83號 白合金（製 造軸承用的 合金）
O3	98.35	1.80	0.30	0.10	0.06	0.10	0.05	1.65	
O4	96.25	3.00	0.30	0.10	.10	0.15	0.05	3.75	製造其他各 種白合金及 其他含錫不 多的合金如 青銅

註：表中的O代表錫

鋅來代替錫（加入量5~10%每2%鋅代替1%錫）這樣的青銅性質和完全用錫的青銅相同，但是價值便宜不少。

青銅的性質比較韌，加工並不困難，如果我們想要更加改善它的加工性能可以在青銅中加入1~5%的鉛，鉛是不溶於銅的，合金中有了鉛就可以把銅的結晶分開，切屑就容易掉下來。但是加鉛之後合金的強度就降低了，因此需要比較高强度的合金中不可以加鉛，一般的軸承中是可以加鉛的。

表5所列的青銅中只有BpOΦ7-0.2可以用壓力加工，其餘的都是鑄造用的。青銅的收縮性很小，各種不同成分的青銅收縮都在1%以下（含鋅的青銅比1%多些）。青銅熔化以後從開始凝固到完全凝固，中間的溫度相差很多。因為有以上的兩種性質，青銅就不會生成集中的縮孔，鑄造起來很容易，不必有很大的冒口。

4 銅鋁合金 和其他不含錫青銅含有10%左右的鋁（以及一

些其他元素如錳、鐵等)的銅合金叫做鋁青銅。鋁青銅的特點是化學的穩定性高,比青銅更不容易和酸、鹼起作用(就是被腐蝕),它的機械性能也比青銅高,如表7。

表7 鋁青銅^①的成分和性能

牌 號	成 分 %				機 械 性 能		
	鋁	錳	鐵	鎳	極限強度 公斤/公厘 ²	延伸 率%	布 氏 硬 度
鋁青銅БрА7	6~8	—	—	—	60	10	40~60
鋁錳青銅 БрАМц9-2	8~10	1.5~2.5	—	—	45	20	80
鋁鐵鎳青銅 БрАЖН10-4-4	9.5~11	—	3.5~5.5	3.5~5.5	65	5	170

① 其他常用的鋁青銅還有БрАЖ-9-4, БрАЖМц10-3-1.5, БрАЖС7-1.5-1.5等許多種。

鋁青銅中的錳、鐵、鎳等元素的作用是提高合金的硬度和機械強度,又因為這些元素在合金中形成了結晶的中心,使結晶變細,就使合金的性質變得更好。

表中牌號的意義和青銅一樣 Бр 表示[青銅] А 代表鋁, Мц 代表錳, Ж 代表鐵,後面的數字代表鋁,錳,鐵等元素的含量。

鋁青銅的機械強度很高(見表7),它可以用來製造蝸輪、齒輪、法蘭、各種套管。它可以鍛造,也可以鑄造。

鋁青銅熔化後,從開始凝固到完全凝固,中間相差的溫度很少(只有幾十度)因此它的鑄造是不容易的(容易形成大的縮孔,這一點和青銅正好相反)。鑄造鋁青銅的時候必須先把鐵、鋁、錳等元素先熔化成中間合金,如含30%或18%鐵的鋁鐵中間合金,或含鎳28%的鋁鎳合金等等。

鋁青銅還有一個特性就是可以用熱處理的方法來提高它的機械和物理性能,熱處理的方法是在880~900°C之間淬火。淬火時

候所引起的變化和中碳鋼
淬火產生馬丁體差不多。
圖3表示未經熱處理和經
過熱處理的鉛青銅結構的
金相組織(用放大了100倍
的金屬結構)我們可以比
較一下。

其他不含錫的青銅還
有砒青銅,例如含砒、鋅各
4%的砒青銅 БРКЦ 4-4。
這種青銅的化學穩定性很
高,可以用來代替錫青銅,
砒青銅的機械性能比錫青
銅還好。

5 銅鉛合金 銅鉛合
金是含鉛30%左右的銅
合金,主要用途是製造高
速柴油機的軸承(也可以用來做各種氣封,油封)。

鉛在銅裏面是不能溶解的,而且它的熔化溫度是 326°C ,銅的
熔化溫度是 1083°C ,相差非常大,因此銅鉛合金非常容易發生偏
析(就是鉛和銅不能均勻地混在一起),製造起來很困難。如果用
適當的工藝方法進行製造(請參閱[活葉][鉛青銅和銅鉛合金軸
承])。可以得到組織很均勻的軸承合金,它的構造是在銅的樹枝狀
結晶中間嵌了很細的鉛,銅是比較硬的可以承受負荷,鉛熔點低而
且比較軟,當軸承和軸摩擦發熱的時候,它就被熔解成為液體而在
極短的時間內代替了滑潤油,使軸和軸承不致於咬死。

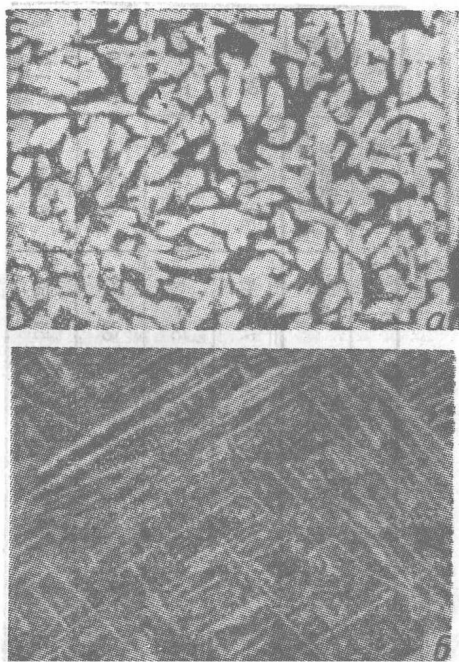


圖3 含10.5%鉛的鉛青銅顯微組織:
a—自 900°C 緩慢冷卻後(α +共析體);
б—自 900°C 快冷後(馬丁體組織)。

表8 高強度黃銅的成分和機械性能

牌 號	成 分 %						機 械 性 能	
	鋁	矽	鎳	錳	鐵	銅	極限強度 公斤/公厘 ²	布氏 硬 度
矽鉛黃銅 ЖКС80-3-3		2.5~4.5	2~4			79~81	30~40	90~100
錳鉛黃銅 ЖМЦ58-2-2	—		1.5~2.5	1.5~2.5		57~60	36~42	70~90
鋁鐵錳黃銅 ЖАХМЦ66-6-3-2	6~7			1.5~2.5	2~4	64~68	65~70	160
錳鋁鐵黃銅 ЖМЦАХ52-5-2-1	1.5~2.5		0.8~1.5	4~5.5	0.8~1.2	51~53	62~66	170

常用的銅鉛合金是 БрС30, 含鉛 28~32%, 布氏硬度大約是 25~28。在合金中還可以加 1~2% 的錫、鎳或銀, 但是這種合金不常用。

6 高強度黃銅 高強度黃銅是含有鐵、錳、矽、鎳等元素的黃銅 (銅鋅合金), 這種黃銅在最近應用得很多 (幾乎完全是鑄造用的), 它的特點是價值很便宜而強度非常高。有些高強度黃銅的強度和中碳鋼差不多。它的缺點是在熔鑄的時候必需要製造中間合金。熔鑄的手續比較麻煩。它的結構和青銅有些一樣, 適合做軸承, 所以在有些地方能代替青銅。

最常用的幾種高強度黃銅成分和機械性能如表 8:

表 8 中的矽鉛和錳鉛黃銅可以做軸承, 鋁鐵錳黃銅可以製造承受高負荷

或彎曲應力的摩擦零件。它的強度和 Cт.3 或 Cт.4 中碳鋼差不多，可以和黃銅製成一對摩擦零件（互相摩擦的零件應該用不同的材料做成，例如軸和軸承、蝸輪和螺桿等等）。

高強度黃銅在蘇聯用得非常多，因為它的性能很好而又能節約貴重的有色金屬。我國還沒有廣泛地應用，今後應該努力學習蘇聯。

總的來說，銅是最主要的有色金屬之一。它在機器製造中，電機製造中有很重要的作用，無論是純銅或是它的各種合金都是非常有用的。

銅是貴重的有色金屬，它的產量比鐵、鋁等金屬少得多，我們應該儘量節省銅料，把它用到十分必須的地方去。

三 鋁和鋁合金

1 純鋁 純粹的鋁是銀白色的金屬，它是用電解的方法從鋁礦（鐵礬土）中熔煉出來的。世界上鐵礬土很多，因此電力是製造鋁的主要條件。

鋁的特點是比重很低（2.7）只有鐵的三分之一，熔點也很低（657°C）。塑性很高，但是強度低。

最純的鋁可以含鋁99.99%，這樣的鋁是做試驗用的，價值很貴，普通工業上用的鋁最高含鋁99.7%。其他的成分（雜質）主要是鐵和矽。工業用鋁的成分如表9：

純鋁除了用作電線以外，還可以用來製造日用品（鍋、壺等），它的強度不高，但是可以用冷加工硬化的方法來提高它的硬度和強度。提高的限度是極限強度17~18公斤/公厘²硬度布氏45左右。

鋁很容易氧化，但是它的表面氧化以後就生成一層薄膜，防止氧氣繼續深入到內部去，所以純鋁並不容易受腐蝕，而且純度愈