

373370

船舶材料手冊

中 冊

(內部資料 注意保存)



魏四均

國防工業出版社

船舶

PDG

Y46101/1

18212

~~373370~~

船舶材料手册

中 册

有色金属及合金

中国造船工程学会編著



国防工业出版社

1965

內 容 簡 介

船舶材料手册共分上、中、下三册出版,其中中册包括了我国主要船舶、船用主輔机和航海仪表需用的有色金属材料,共分銅、鎳、鋁、鎂、錫、鉛、鋅、鉄、鈹、銀、鈦及其合金等九章,主要内容有:各类材料的一般概述、化学成分、机械性能、物理性能和工艺性能。此外还载有物理性能和机械性能的符号及单位、各类半成品的尺寸偏差和表面要求及一些有价值的附录。

本手册可供有关船舶設計、材料供应和生产部門在选用材料、物资訂貨时作为参考。

DU28 102



船 舶 材 料 手 册

中 册

中国造船工程学会編著

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

850×1168 1/32 印張 12 11/16 322 千字

1965 年 2 月第一版 1965 年 2 月第一次印刷 印数: 0,001—1,500 册

統一书号: D034·53 定价: (科七) 2.10 元

目 录

机械性能和物理性能的符号及单位	10
-----------------------	----

第一章 铜及铜合金

第一节 铜 M1 M2 M3 M3C	11
--------------------------	----

第二节 变形铜合金	16
-----------------	----

I 黄铜	16
------------	----

1. 普通黄铜 J96 J80 J68 J62	17
-------------------------------	----

2. 特殊黄铜	24
---------------	----

锡黄铜 J070-1 J062-1

锰黄铜 JМн58-2 JЖМн59-1-1

镍黄铜 JH56-3 JH65-5

铝黄铜 JA77-2

铅黄铜 JC59-1

II 青铜	31
-------------	----

1. 锡青铜	31
--------------	----

锡锌青铜 БрОЦ4-3

锡磷青铜 БрОФ4-0.25 БрОФ6.5-0.15 БрОФ7-0.2

2. 特殊青铜	35
---------------	----

铝青铜 БрАЖ9-4 БрАМц9-2 БрАЖМц10-3-1.5

硅青铜 БрКМц3-1

铍青铜 БрБ2

第三节 铸造铜合金	44
-----------------	----

I 铸造黄铜	44
--------------	----

铝黄铜 JA67-2.5

锰黄铜 JМн58-2 JМнЖ55-3-1 JАМцЖ67-5-2-2

硅黄铜 JK80-3J

II 铸造青铜	47
---------------	----

1. 铸造锡青铜	47
----------------	----

锡磷青铜 БрОФ10-1

锡锌青铜 БрОЦ10-2 БрОЦ8-4 БрОЦС8-4-3 БрОЦСН8-7-5-1

2. 鑄造特殊青銅.....	49
鋁青銅 БрАЖ9-4Л БрАМц9-2 БрАЖМц10-3-1.5	
鉛青銅 БрС30	

第二章 鎳及銅鎳合金

第一节 鎳.....	54
Н0 Н1 Н2 Н3 Н4	
НП0 НП1 НП2 НП3 НП4	
НПАН НПА1 НПА2	
НТ	
第二节 銅鎳合金.....	58
I 構件用銅鎳合金.....	59
銅鎳合金(白銅) МН19 МНЖМц30-9.8-1(МНЖМц30-1-1)	
МНЖ5-1	
銅鎳鋅合金(鋅白銅) МНЦ15-20	
庫尼阿爾合金 МНА13-3(А) МНА6-1.5(Б)	
II 電阻合金.....	65
錳銅 МНМц3-12	
康銅 МНМц40-1.5	
第三节 鎳合金.....	68
蒙乃爾合金 НМЖМц28-2.5-1.5	

第三章 鋁及鋁合金

第一节 鋁 АВ0000 АВ000 АВ00 АВ0 А00 А0 А1 А2 АД1 АД.....	73
第二节 變形鋁合金.....	76
I 熱處理不強化的鋁合金.....	77
1. 鋁錳合金 АМц.....	77
2. 鋁鎂合金 АМг АМг3 АМг5 АМг5В.....	80
АМг6 АМг5И	
II 熱處理強化的鋁合金.....	89
1. 鋁-銅-鎂系硬鋁合金 Д1 Д16 Д18П В65 ДР0.....	89
2. 鋁-鋅-鎂-銅系高強度鋁合金 В95 В94.....	102
3. 鋁-鎂-硅系和鋁-鎂-硅-銅系合金 АВ АК6 АК6-1.....	109
4. 鋁-銅-鎂-鐵-鎳系合金 АК4 АК4-1.....	114
第三节 鑄造鋁合金.....	118
АЛ2 АЛ3 АЛ4 АЛ5 АЛ8 АЛ9 АЛ13 45Мг2	

第四章 鎂及鎂合金

第一节 純鎂	Mr1 Mr2	131
第二节 變形鎂合金	MA1 MA2 MA8	133
第三节 鑄造鎂合金	MJ2 MJ3 MJ5	142

第五章 錫、鉛、鋅及巴氏合金

第一节 錫、鉛和鋅		147
I 錫	O1 O2 O3 O4	147
II 鉛	C0 C1 C2 C3 C4	147
III 鋅	Π0 Π1 Π2 Π3 Π4	148
第二节 巴氏合金		151
I 錫基巴氏合金	B33 B16 BΠ	151
II 鉛基巴氏合金		152
鉛-錫-錫	B16	
鉛-鈣-鈉	BK2 BK	

第六章 難熔和稀貴金屬及其合金

第一节 鎢		157
第二节 稀貴金屬		159
鉑	Π _к 99.9 Π _к 99.8 Π _к 99.7	
銻	И99.7	
鈮	Π _к 99.8 Π _к 99.7	
銲	Р _к 99.7	
銀	Ср999.9 Ср999	
第三节 稀貴金屬合金		165
鉑銻合金	Π _к И-10 Π _к И-15 Π _к И-25	
鉑銲合金	Π _к Р _к -10 Π _к Р _к -15	
鈮銻合金	Π _к И-10 Π _к И-18	
銀銅合金	СрМ960 СрМ925 СрМ900	

第七章 鈦及鈦合金

第一节 工業純鈦	BT1-1 BT1-2	169
第二节 鈦合金		176
I 鈦-鋁系合金	48-T2 48-OT3 48-T4	176
II 鈦-鋁-銅合金	48-T5	177

第八章 焊 料

第一节 硬焊料182

銅及銅鋅焊料184

“共青团員”牌号(M1)ЛК62-0.5

ЛК80-3 ЛКΦ85-4-0.3

ЛОК59-1-0.3

ПМЦ36 ПМЦ54

銀銅鋅焊料184

ПСр45 ПСр25 ПСр12М

ПСрМц12-52-36

鋁焊料184

34А АК

第二节 軟焊料182

錫鉛焊料185

ПОС90 ПОС61 ПОС40

ПОС30 ПОС18 ПОСС4-6

ПОСВ20 ПОСВ33 ПОСК50

АВИА-1

第九章 有色合金半成品的品种和表面要求

1 板、条、带和箔材193

紫銅板 ГОСТ495-50

船用 M3C 紫銅板 ТУЛЕИ СНХ 25052-59

銅阳极板 ГОСТ767-41

黃銅板 and 黃銅条 ГОСТ931-52

矩形黃銅条 ГОСТ6688-53

船用黃銅薄板、条材及厚板 С1-980-47

鍍板和鍍条 ГОСТ6235-52

鍍阳极板 ГОСТ2132-58

銅鎳合金条 ГОСТ5068-49

銅带 ГОСТ1173-49

一般用黃銅带 ГОСТ2208-49

鍍带 ГОСТ2170-49

銅鎳、銅鎳鋅合金、蒙耐尔合金带 ГОСТ5187-49

康銅带 ГОСТ 5189-49

錫磷青銅和錫鋅青銅条及带 ГОСТ1761-50

銅棒 ГOCT1535-48
 黃銅棒 ГOCT2060-60
 錫磷青銅棒 ИМТУ669-41
 錫鉛青銅棒 ГOCT6511-53
 青銅棒 ГOCT1628-48
 鉍青銅棒 ИМТУ274-41
 拉制和軋制德銀(銅鎳鋅合金)圓棒 ИМТУ674-41
 蒙耐爾合金棒 ГOCT1525-53
 鋁及鋁合金棒材 品種 ГOCT7857-55
 鋁-鎂合金棒材 АМТУ424-58
 鋁合金压制棒 ГOCT4783-49
 鎂合金压制棒 АМТУ227-49

IV 型材 327

鋁及鋁合金擠壓型材 АМТУ258-55
 鋁-鎂合金型材 АМТУ423-58

V 綫材 332

架空電綫用銅導綫 ГOCT6011-51
 冷拉圓綫 品種 ГOCT2771-57
 制鋼釘用的銅綫、鋁綫和黃銅綫 ГOCT770-41
 銅鋅合金綫 ГOCT106C-58
 鋼釘用黃銅綫 ИТУ18-58
 彈簧用錫鉛青銅綫 ГOCT5221-50
 硅錳青銅綫 ГOCT5222-50
 鉍青銅綫 ИТУ19-58
 鎳綫和硅鎳綫 ГOCT2179-59
 銅鎳鋅合金綫 ГOCT5220-50
 康銅綫 ГOCT5307-50
 熱電偶補償綫用鎳綫和銅鎳合金綫 ГOCT1791-54
 冷鐵粗用鋁合金絲 АМТУ332-53
 B94 合金鋼釘絲 АМТУ367-56
 鋁及鋁合金焊條絲 ГOCT7871-56
 鋁及鋁合金絲 АМТУ304-54

VI 模鍛件和鍛件 351

鋁合金模鍛件和鍛件 АМТУ262-55
 АК4-1 鋁合金模鍛件和鍛件 АМТУ241-49

附 录

附录 1 海水中有色合金的接触規則.....	354
附录 2 合金的相互研磨性.....	360
附录 3 有色金屬牌号更換一般說明.....	360
附录 4 变形鋁合金半成品及零件的热处理.....	364
附录 5 鑄造鋁合金的热处理.....	390
附录 6 耐腐蝕性等級.....	403
参考資料.....	404

机械性能和物理性能的符号及单位

名 称	符 号	单 位
抗拉强度极限	σ_b	公斤/毫米 ²
抗拉屈服极限(物理的)	σ_s	公斤/毫米 ²
抗拉屈服极限(条件的)	$\sigma_{0.2}$	公斤/毫米 ²
抗拉破断强度极限	S_k	公斤/毫米 ²
抗剪强度极限	τ_{cp}	公斤/毫米 ²
相对延伸率		
$l = 5d$ $l = 10d$	δ_5 δ_{10}	%
$l = 5.65\sqrt{F}$ $l = 11.3\sqrt{F}$	$\delta_{5.65\sqrt{F}}$ $\delta_{11.3\sqrt{F}}$	%
相对断面收缩率	ψ	%
抗拉弹性模数	E	公斤/毫米 ²
抗剪弹性模数(剪切模数)	G	公斤/毫米 ²
布氏硬度	H _B	公斤/毫米 ²
洛氏硬度	R _A , R _B , R _C	—
维氏硬度	H _V	公斤/毫米 ²
冲击韧性	α_k	公斤·米/厘米 ²
对称循环弯曲的疲劳极限	σ_{-1}	公斤/毫米 ²
高温蠕变极限(100小时内变形 0.2%时引起的应力)	$\sigma_{0.2/100}$	公斤/毫米 ²
高温持久强度极限(在一定时间 内,如100,300小时等,加载至 破坏的应力)	$\sigma_{100}, \sigma_{300}$	公斤/毫米 ²
比重	γ	—
线膨胀系数	α	1/°C
导热系数	λ	卡/厘米·秒·°C
比热	c	卡/克·°C
电阻系数	ρ	欧姆·毫米 ² /米
导电系数(与铜的导电系数之比)	K	%

第一章 銅及銅合金

銅和許多銅合金具有極高的塑性，可以制成板、條、帶、箔、管、棒、型、綫等半成品材料，也可用鍛造和沖壓方法制造零件。青銅與黃銅的鑄造性能良好，可以制成各種特型零件及高機械性能的致密鑄件。因此，銅合金分為變形的和鑄造的兩大類。

第一節 銅

純銅是玫瑰紅色金屬。表面形成氧化銅薄膜後呈紫色，故一般稱為紫銅。它的主要特點是導電性、導熱性和耐蝕性高，能很好地承受熱態和冷態壓力加工。因此廣泛以各種半成品形式用於各個工業部門。

銅的各種性能受雜質的影響很大。鉍、鉛在銅中的溶解度極微，與它形成易熔共晶，使熱加工時產生破裂——即熱脆性。硫則增加冷脆性。鎳、錫、鋅等雜質與銅形成固溶體，除略微提高機械性能和再結晶溫度外，無其它不良影響。

氧在銅中的溶解度很小，以 $\text{Cu—Cu}_2\text{O}$ 共晶體形式存在。由於共晶溫度(1065°C)高於熱軋溫度，故不產生熱脆性。但含氧量高於0.1%時，銅的塑性、耐蝕性顯著降低，難於進行鍛焊和復軋，特別對冷加工有極壞的影響。這種銅的退火應在微氧化氣氛中進行，以防止在還原性氣氛中產生“氫病”。當微量的氧與一定比例的砷、銻等雜質共存時，可以抵消各自的有害作用。

銅按含氧量和生產方法分為工業用純銅、無氧銅和脫氧銅三類。

工業用純銅在造船上用於制造導電零件和要求優良導熱性、

耐蚀性的零件：汇流排、电气接线板、汽缸垫片、主辅机的高压、低压油管和气管及各种船舶管路。无氧铜用作抗氢气作用的高导电铜线、与玻璃焊接的铜线和要求高剩余塑性的硬制品。造船上广泛应用着以磷作为脱氧剂的脱氧铜。M3C 就是加入足够的磷，脱除 M3 中的氧后形成的脱氧铜。残留磷量允许达到 0.04%。它不仅消除了杂质氧的上述不良影响，并能增加铜的耐蚀性、流动性和焊接性，提高再结晶温度，从而降低硬制品焊接时产生的软化作用。残留的磷在热加工和退火过程中还能防止吸收氧气，避免在还原性气氛加热时产生破裂，特别在防止气焊、炭精电弧和金属电弧焊接时，由于氧化引起的气孔和脆化现象。但这种铜的导电率相当于标准铜的 80—90%。M3C 广泛用于海水过滤器本体、主辅机消音器、排气管外壳、定期和经常使用的海水管路（流速小于 1.2 米/秒）、250°C 以下的废气蒸气管路、循环泵接管、调节器及其它管路。

在退火状态下，铜具有很高的塑性，但强度较低。用冷加工的方法可以显著提高强度，塑性则急剧下降。退火可以消除这种冷作硬化现象。

铜在大气中非常稳定。它的标准电极电位比氢高，故在大多数非氧化性（不含氧或空气）的溶液中很耐蚀，在淡水中也较稳定。但易受海水腐蚀。由于它的电化序较高，在与其它金属接触时会使腐蚀加剧，故铜及其合金在某些条件下使用时需要镀锌。

一、化学成份(%)

牌号	铜	杂 质 (不大于)											总量	技术标准
		铝	铍	砷	铁	镍	铅	锡	硫	锌	氧	磷		
M1	99.9	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.005	0.003	—	0.1	ГОСТ 859-41
M2	99.7	0.002	0.005	0.01	0.05	0.2	0.01	0.05	0.01	—	0.1	—	0.3	
M3	99.5	0.003	0.005	0.05	0.05	0.2	0.05	0.05	0.01	—	0.1	—	0.5	
M3C	99.5	0.003	0.005	0.05	0.05	0.2	0.03	0.05	0.01	—	0.01	0.004	0.5	ГОСТ 617-53

二、机械性能

品种	牌 号	状 态	规格(毫米)	抗拉强度 公斤/毫米 ²	延伸率 %	技 术 标 准
板	M1 M2 M3	软 的	0.5—10.0	20	30	ГОСТ495-50
		硬 的	0.5—10.0	30	3	
		热 轧	1.0—25.0	20	30	
		热 轧	10—150	20	30	ГМТУ2074-48
材	M3C	软 的	0.5—10.0	20	30	ТУ.ЖЕХ СХХ 25052-59
		硬 的	0.5—10.0	30	3	
		热 轧	1.0—25.0	20	30	
	阳极板 M1	热轧、冷轧	2—15	—	—	ГОСТ767-41
带 材	M1 M2 M3	软 的	0.15—2.00	21	30	ГОСТ1173-49
		硬 的	0.05—2.00	30	3	
箔	M0 M1 M2	硬 的	0.015—0.05	—	—	ГОСТ5638-51
管	M1 M2 M3 M3C	软 的	外径 壁厚 3—360 0.5—10	21	35	ГОСТ617-53
棒 材	M1 M2 M3	软 的	5.0—40.0	20	38	ГОСТ1535-48
		硬 的	5.0—40.0	27	6	
		挤 压	14.0—120.0	20	30	
		轧 制	35.0—100.0	25	8	
线 材	M1	—	2.5—3.0	43	1.2	ГОСТ6011-51
			3.5	42.5	1.2	
			4.0	42	1.2	
	M1 M2	冷 硬	1.06—10.0	24	15	ГОСТ770-41

注：① 按 ГОСТ495-50 规定：

1) 厚度等于和小于 1.5 毫米的冷轧钢板进行杯突试验时，应符合下列要求：

毫米

冲 头 半 径	下 列 板 厚 的 杯 突 深 度 不 小 于		
	0.4—0.5	0.6—1.1	1.2—1.5
10	8	9	10

2) 冷軋軟銅板和熱軋銅板在冷態沿軋制方向作彎曲試驗時，不應產生裂口和分層。

厚度等於和小于5毫米的銅板……彎至兩面接觸為止；

厚度等於和大于5.5毫米的銅板……圍繞直徑等於銅板厚度的心軸彎至兩面平行為止。

冷軋硬銅板不進行杯突試驗和冷彎試驗。

② ТУЛЕИ CHX25052-59 規定了造船工業用 M3C 紫銅板的技术要求。試樣應在 750—800°C 的氫氣中進行 40 分鐘的退火，按 OCT1683 進行冷彎試驗。其它要求同于 ГOCT495-50。

③ 按 ГOCT1173-49 規定，厚 1.5 毫米以下的軟狀態帶材作杯突試驗時，应符合下表要求。

帶 寬	沖頭半徑	下列帶厚的杯突深度 (不小于)				
		毫米				
		0.10—0.15	0.18—0.25	0.30—0.55	0.60—1.10	1.20—1.50
大于90	10	7.5	8.0	9.0	9.5	10.0
小于90	4	3.4	3.8	4.0	—	—

④ 按 ГOCT617-53 規定：

1) 拉制軟管在冷態下需承受壓扁試驗，應將管材壓扁到使相對壁相互接觸，在彎曲處允許有等於壁厚的空隙。

M3C 管材應在氫氣中退火後進行上述壓扁試驗。

2) 內徑大于 30 毫米的拉制軟管在冷態下應承受使將管壁折成 90° 的擴邊試驗，擴邊寬度為內徑的 25%，但不大于 25 毫米。

3) 管材承受液壓試驗的壓力 P (公斤/厘米²) 應不小于下式所求之值：

$$P = \frac{110 \times S}{D_{\text{в}}}$$

式中： S ——壁厚 毫米

$D_{\text{в}}$ ——管材內徑 毫米

⑤ 按 ГOCT1535-48 規定，棒材作抗拉試驗用的試樣應按下列要求車制成與 5、8、10、12、15 毫米相鄰的較小直徑：

直徑大于 40 毫米的銅棒……由其截面 $\frac{1}{4}$ 的部位車制；

直徑 25—40 毫米的銅棒……由其截面 $\frac{1}{2}$ 的部位車制；

直徑 11—24 毫米的銅棒……由中心部分車制；

直徑等於和小于 10 毫米的銅棒不予車制。

⑥ 按ГОСТ6011-51的规定,架空电线用铜线需在冷态下承受反复弯曲试验,弯曲次数为下列数值时,应无裂层、分层、裂口、裂纹或折断。

线材直径 毫米	2.5	3.0	3.5	4.0
弯曲次数	12	8.5	8.0	6.5

在与其直径相同的心轴上紧挨着绕6圈再展开时不得有断裂或分层现象。

长1公里、横断面1毫米²的线材在20°C的有效电阻不应大于17.9欧姆。

⑦ ГОСТ770-41为铆钉用铜线、铝线和黄铜线技术条件。线材经冷作硬化5-12%供应。

三、物理性能^[1]

牌号	状态	熔点°C	比重	线胀系数 1/°C·10 ⁻⁶	导热系数 卡/厘米·秒·°C	导电率 (对纯铜的%)
M1	硬的	1080	8.9	17.7	0.95	101.6
	软的	—	—	17.7	0.95	101.6
M3	硬的	1080	8.89	14.4	0.43	45
	软的	—	8.89	14.4	0.43	45

四、耐蚀性^[19]

腐蚀介质	10%硫酸	2%苛性钠	海水
重量损失 克/米 ² ·昼夜	5.4	0.10	0.43

五、工艺性能^[1]

温 度 °C				切削加工性* (与黄铜 JC63-3 比较) %	焊 接 性
挤 压	热 轧	退 火	再结晶		
800—950	820—860	500—700	180—230	18	易进行焊接和钎焊

* 这里和以后提到的切削加工性是相当于黄铜 JC63-3 在凯斯特勒仪器上的加工性的百分数,以黄铜 JC63-3 的加工性作为 100%。

第二节 变形铜合金

I 黄铜

黄铜是以锌作为主要合金元素的铜合金，它的特点是工艺性能很好，具有高的铸造和变形能力，容易进行切削加工。锌的加入，显著提高铜的各种机械性能，同时锌的价格低廉，因而使黄铜成为各工业部门应用最广的一种铜合金。

黄铜在大气、淡水和海水中很耐蚀。但有硫化氢、铬盐和氧化作用的盐存在时，腐蚀速度显著增加；在流动的热水、温水、海水和高温中，锌易被腐蚀和溶解，使工件表面残留一层多孔海绵状的纯铜，即发生所谓“脱锌”，甚至可以导致成“穿孔腐蚀”。

含锌量大于20%的黄铜，当有应力存在时，在潮湿的大气（特别是含有氨和铵盐的大气）及在汞和汞盐溶液中极易产生破裂，即发生所谓“季节破裂”或“应力腐蚀”。因此，这类合金冷加工后，需进行低温退火消除内应力，或采用化学保护方法，使之与腐蚀介质隔绝。

黄铜不应当跟铁、铝和锌接触，因为它们会迅速地被破坏。但这些金属及合金成功地用作它的防护层，例如防护黄铜制的冷凝水管等。

最有实用意义的黄铜组织为 α 、 $\alpha+\beta$ 和 β 三类。 α -黄铜塑性极高，适于热、冷加工，并有优良的锻接、焊接和镀锡能力。J196、J180、J168等属于此类； β -黄铜的高温塑性好，适于热加工，它的强度比 α -黄铜高得多； $(\alpha+\beta)$ -黄铜介于二者之间。黄铜的含锌量超过47—50%时，出现硬而脆的 γ 相，不仅塑性极低，强度也很小，不能进行压力加工，故工业用黄铜含锌量都低于47—50%。

黄铜按照合金元素的不同分为两大类：

由铜锌二种元素组成的普通黄铜，又称简单黄铜或二元黄铜：

由铜锌及其它合金元素组成的特殊黄铜，又称复杂黄铜或多