

赵祖德 姚良均 郭鸿运 彭如清 武恭 等编

铜及铜合金材料手册

科学出版社



75.72073
4432

铜及铜合金材料手册

赵祖德 姚良均 郭鸿运 等编
彭如清 武 恭

科 学 出 版 社

1993

北京 100013

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了铜及铜合金加工及铸造产品的现代化生产过程,详细列出了每一种合金牌号的名称、标准规范、化学成分、典型用途、机械性能、热性能、电性能、磁性能等。此外,本书还用一定篇幅介绍了铜粉末冶金产品和铍铜合金。

本书不仅使我国有关科技人员详细了解国外铜产品及其加工水平,而且对促进我国铜加工企业按国际标准进行生产,提高产品质量,进而打入国际市场具有很大的指导意义。

本书可供从事机械、电子、航空、航天等研究的科技人员及高等院校有关专业的师生参考。

铜及铜合金材料手册

赵祖德 姚良均 郭鸿运 等编

彭如清 武 恭

责任编辑 董安齐

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100047

灵山胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年12月第一版 开本:787×1092 1/16

1993年12月第一次印刷 印张:30 1/2

印数:1-2500 字数:720000

ISBN 7-03-003541-0/TF·20

定价:27.00元

前 言

为了适应改革开放的需要，为铜加工企业、科研部门、检测机构及使用单位修订和制定产品标准、检验方法提供世界铜金属材料的最新技术资料和生产现状，中国有色金属工业总公司计划部委托规划办公室组织有关专家，对美国有色金属中铜的现状进行了调查研究，在此基础上编成本书。

本书是一本有实用价值的工具书。其特点之一是列出了美国铜及其合金的每一种牌号的标准规范、化学成分、典型用途、机械性能（包括抗拉强度、抗压强度、抗剪强度、冲击强度、硬度、弹性模量、蠕变断裂特性）、热性能（液相线温度、固相线温度、线膨胀系数、比热容、热导率）、电性能（电导率、电阻率）、磁性能、化学性能（耐蚀性）、加工特性（可加工性、可锻性、可成型性、可焊性）等等。应当指出，以上诸多性能的测定乃是有色金属工业的基础性工作，工程浩繁，往往需耗费大量的人力、物力。我国的多数铜加工企业，特别是地方上的中小企业，在测定铜合金性能方面，还存在着检测手段不完善、工作不规范等诸多问题，本书介绍的这部分内容正好可以为我国的铜加工企业解决上述问题起到借鉴作用。

本书的另一个特点是非常具体、明确地列出了每一种牌号合金的用途。毋庸置疑，这将促进我国铜加工企业与用户企业之间的沟通。本书不仅为用户提供了他们尚不了解或不十分了解的产品，而且为增加有色金属加工企业的产品品种起到参考作用。

除上述内容和特点外，本书还对世界，尤其是对美国铜工业的现状和生产过程作了详尽介绍，其中不乏一些先进技术和方法的展示。我们相信，本书的出版不仅有利于国内有关人员了解国外铜产品及其加工水平，而且对于促进我国铜加工企业按国际标准或国际先进标准组织生产、扩大品种、提高质量、拓展应用领域，使我国铜加工业以更加优良、多样的品种进入国际市场，参与国际竞争产生积极作用。

参加本书编写工作的还有赵翠清、王健、贾、蔡显鼻、殷建华、虞进、王中奎、郑维亚、王顺昌、郭仲逊、李明怡和边钢等。

在本书的编写过程中得到了中国有色金属工业总公司长远规划领导小组和计划部的大力支持和指导，在此一并致以谢意。

由于我们水平有限，加之时间仓促，书中不足之处在所难免，恳请广大读者不吝指教。

目 录

前 言

第一章 导论	(1)
第一节 重要性能	(1)
第二节 机械加工	(31)
第三节 热处理	(32)
第四节 状态表示方法	(33)
第五节 电工铜	(33)
第六节 铜合金	(38)
第七节 脱氧剂	(41)
第八节 铜的生产	(41)
第九节 工业结构	(44)
第十节 铜及铜合金的应用	(46)
第十一节 铜的供应与储量	(47)
第二章 铜及铜合金的加工产品	(48)
第一节 板材和带材	(48)
第二节 管材	(61)
第三节 线材和电缆	(67)
第四节 应力松弛特性	(82)
参考文献	(93)
第三章 铜及铜合金加工产品的性能	(94)
第一节 C10100, C10200	(94)
第二节 C10300	(98)
第三节 C10400, C10500, C10700	(100)
第四节 C10800	(103)
第五节 C11000 (99.95Cu-0.04O)	(104)
第六节 C11100 (99.95Cu-0.04O-0.01Cd)	(118)
第七节 C11300, C11400, C11500, C11600 (99.96Cu+Ag-0.4O)	(119)
第八节 C12500, C12700, C12800, C12900, C13000	(122)
第九节 C14300, C14310 (99.9Cu-0.1Cd; 99.8Cu-0.2Cd)	(124)
第十节 C14500 (99.5Cu-0.5Te)	(125)
第十一节 C14700 (99.6Cu-0.4S)	(127)
第十二节 C15000 (99.85Cu-0.15Zr)	(128)
第十三节 C15100 (99.9Cu-0.1Zr)	(131)
第十四节 C15500 (99.75Cu-0.11Ag-0.06P)	(132)
第十五节 C15710 (99.8Cu-0.2Al ₂ O ₃)	(134)
第十六节 C15720 (99.6Cu-0.4Al ₂ O ₃)	(135)
第十七节 C15735 (99.3Cu-0.7Al ₂ O ₃)	(136)
第十八节 C16200 (99Cu-1Cd)	(137)
第十九节 C17000 (98Cu-1.7Be-0.3Co)	(139)

第二十节	C17200, C17300	(143)
第二十一节	C17410 (99.2Cu-0.3Be-0.5Co)	(148)
第二十二节	C17500 (97Cu-0.5Be-2.5Co)	(149)
第二十三节	C17600	(151)
第二十四节	C18100 (99Cu-0.8Cr-0.16Zr-0.04Mg)	(153)
第二十五节	C18200, C18400, C18500 (99Cu-1Cr)	(154)
第二十六节	C18700 (99Cu-1Pb)	(157)
第二十七节	C19200 (98.97Cu-1.0Fe-0.03P)	(158)
第二十八节	C19210 (99.87Cu-0.1Fe-0.03P)	(160)
第二十九节	C19400 (Cu-2.35Fe-0.03P-0.12Zn)	(160)
第三十节	C19500 (97Cu-1.5Fe-0.1P-0.8Co-0.6Sn)	(164)
第三十一节	C19520 (97.97Cu-0.75Fe-1.25Sn-0.03P)	(165)
第三十二节	C19700 (99.15Cu-0.6Fe-0.2P-0.05Mg)	(165)
第三十三节	C21000 (95Cu-5Zn)	(166)
第三十四节	C22000 (90Cu-10Zn)	(169)
第三十五节	C22600 (87.5Cu-12.5Zn)	(172)
第三十六节	C23000 (85Cu-15Zn)	(174)
第三十七节	C24000 (80Cu-20Zn)	(178)
第三十八节	C26000 (70Cu-30Zn)	(180)
第三十九节	C26800, C27000 (65Cu-35Zn)	(185)
第四十节	C28000 (60Cu-40Zn)	(187)
第四十一节	C31400 (89Cu-9.1Zn-1.9Pb)	(189)
第四十二节	C31600 (89Cu-8.1Zn-1.9Pb-1Ni)	(191)
第四十三节	C33000 (66Cu-33.5Zn-0.5Pb)	(192)
第四十四节	C33200 (66Cu-32.4Zn-1.6Pb)	(193)
第四十五节	C33500 (65Cu-34.5Zn-0.5Pb)	(195)
第四十六节	C34000 (65Cu-34Zn-1Pb)	(196)
第四十七节	C34200 (64.5Cu-33.5Zn-2Pb)	(198)
	C35300 (62Cu-36.2Zn-1.8Pb)	(198)
第四十八节	C34900 (62Cu-37.5Zn-0.3Pb)	(199)
第四十九节	C35000 (62.5Cu-36.4Zn-1.1Pb)	(201)
第五十节	C35600 (62Cu-35.5Zn-2.5Pb)	(202)
第五十一节	C36000 (61.5Cu-35.5Zn-3Pb)	(203)
第五十二节	C36500, C36600, C36700, C36800 (60Cu-39.4Zn-0.6Pb)	(205)
第五十三节	C37000 (60Cu-39Zn-1Pb)	(207)
第五十四节	C37700 (60Cu-38Zn-2Pb)	(208)
第五十五节	C38500 (57Cu-40Zn-3Pb)	(210)
第五十六节	C40500 (95Cu-4Zn-1Sn)	(211)
第五十七节	C40800 (95Cu-2Sn-3Zn)	(212)
第五十八节	C41100 (91Cu-8.5Zn-0.5Sn)	(213)
第五十九节	C41500 (91Cu-7.2Zn-1.8Sn)	(215)
第六十节	C41900 (90.5Cu-4.35Zn-5.15Sn)	(216)
第六十一节	C42200 (87.5Cu-11.4Zn-1.1Sn)	(217)

第六十二节	C42500 (88.5Cu-9.5Zn-2Sn)	(218)
第六十三节	C43000 (87Cu-10.8Zn-2.2Sn)	(219)
第六十四节	C43400 (85Cu-14.3Zn-0.7Sn)	(220)
第六十五节	C43500 (81Cu-18.1Zn-0.9Sn)	(222)
第六十六节	C44300, C44400, C44500 (71Cu-28Zn-1Sn)	(223)
第六十七节	C46400, C46500, C46600, C46700 (60Cu-39.2Zn-0.8Sn)	(225)
第六十八节	C48200 (60.5Cu-38Zn-0.8Sn-0.7Pb)	(228)
第六十九节	C48500 (60Cu-37.5Zn-1.8Pb-0.7Sn)	(230)
第七十节	C50500 (98.7Cu-1.3Sn)	(231)
第七十一节	C50710 (97.7Cu-2.0Sn-0.3Ni)	(234)
第七十二节	C51000 (94.8Cu-5Sn-0.2P)	(234)
第七十三节	C51100 (95.6Cu-4.2Sn-0.2P)	(236)
第七十四节	C52100 (92Cu-8Sn)	(237)
第七十五节	C52400 (90Cu-10Sn)	(239)
第七十六节	C54400 (88Cu-4Pb-4Sn-4Zn)	(240)
第七十七节	C60600 (95Cu-5Al)	(242)
第七十八节	C60800 (95Cu-5Al)	(243)
第七十九节	C61000 (92Cu-8Al)	(244)
第八十节	C61300 (90Cu-7Al-2.7Fe-0.3Sn)	(245)
第八十一节	C61400 (91Cu-2Al-2Fe)	(248)
第八十二节	C61500 (90Cu-8Al-2Ni)	(250)
第八十三节	C62300 (87Cu-10Al-3Fe)	(252)
第八十四节	C62400 (86Cu-11Al-3Fe)	(255)
第八十五节	C62500 (82.7Cu-4.3Fe-13Al)	(256)
第八十六节	C63000 (82Cu-10Al-5Ni-3Fe)	(258)
第八十七节	C63200 (82Cu-9Al-5Ni-4Fe)	(260)
第八十八节	C63600 (95.5Cu-3.5Al-1.0Si)	(262)
第八十九节	C63800 (95Cu-2.8Al-1.8Si-0.40Co)	(263)
第九十节	C65100 (98.5Cu-1.5Si)	(265)
第九十一节	C65400 (95.4Cu-3.0Si-1.5Sn-0.1Cr)	(267)
第九十二节	C65500 (97Cu-3Si)	(268)
第九十三节	C66400 (86.5Cu-1.5Fe-0.5Co-11.5Zn)	(270)
第九十四节	C68800 (73.5Cu-22.7Zn-3.4Al-0.4Co)	(271)
第九十五节	C69000 (73.3Cu-22.7Zn-3.4Al-0.6Ni)	(272)
第九十六节	C69400 (81.5Cu-14.5Zn-4Si)	(274)
第九十七节	C70250 (95.4Cu-3.0Ni-0.6Si-0.1Mg)	(275)
第九十八节	C70400 (92.4Cu-5.5Ni-1.5Fe-0.6Mn)	(275)
第九十九节	C70600 (90Cu-10Ni)	(277)
第一〇〇节	C71000 (80Cu-20Ni)	(278)
第一〇一节	C71500 (70Cu-30Ni)	(279)
第一〇二节	C71900 (67.2Cu-30Ni-2.8Cr)	(283)
第一〇三节	C72200 (83Cu-16.5Ni-0.5Cr)	(284)
第一〇四节	C72500 (88.2Cu-9.5Ni-2.3Sn)	(285)

第一〇五节	C74500 (65Cu-25Zn-10Ni)	(287)
第一〇六节	C75200 (65Cu-18Ni-17Zn)	(288)
第一〇七节	C75400 (65Cu-20Zn-15Ni)	(290)
第一〇八节	C75700 (65Cu-23Zn-12Ni)	(291)
第一〇九节	C77000 (55Cu-27Zn-18Ni)	(292)
第一一〇节	C78200 (65Cu-25Zn-8Ni-2Pb)	(293)
第四章	铜合金铸件的选择与应用	(295)
第一节	铜合金的类型	(295)
第二节	铸造性能	(297)
第三节	机械性能	(299)
第四节	尺寸公差	(304)
第五节	机械加工性能	(305)
第六节	普通合金	(306)
第七节	腐蚀条件下合金的选择	(308)
第八节	轴承和耐磨性能	(313)
第九节	电导性和热导性	(313)
第十节	成本问题	(314)
第五章	铸造铜合金的性能	(315)
第一节	C81100	(315)
第二节	C81300	(316)
第三节	C81400 (99Cu-0.8Cr-0.06Be)	(316)
第四节	C81500 (99Cu-1Cr)	(317)
第五节	C81800 (97Cu-1.5Co-1Ag-0.4Be)	(319)
第六节	C82000 (97Cu-2.5Co-0.5Be)	(320)
第七节	C82200 (98Cu-1.5Ni-0.5Be)	(323)
第八节	C82400 (98Cu-1.7Be-0.3Co)	(325)
第九节	C82500 (97.2Cu-2Be-0.5Co-0.25Si)	(326)
第十节	C82600 (97Cu-2.4Be-0.5Co)	(330)
第十一节	C82800 (96.6Cu-2.6Be-0.5Co-0.3Si)	(332)
第十二节	C83300	(335)
第十三节	C83600 (85Cu-5Sn-5Pb-5Zn)	(336)
第十四节	C83800 (83Cu-4Sn-6Pb-7Zn)	(339)
第十五节	C84400 (81Cu-3Sn-7Pb-9Zn)	(340)
第十六节	C84800 (76Cu-2.5Sn-6.5Pb-15Zn)	(341)
第十七节	C85200 (72Cu-1Sn-3Pb-24Zn)	(342)
第十八节	C85400 (67Cu-1Sn-3Pb-29Zn)	(343)
第十九节	C85700, C85800 (63Cu-1Sn-1Pb-35Zn)	(344)
第二十节	C86100, C86200 (64Cu-24Zn-3Fe-5Al-4Mn)	(345)
第二十一节	C86300 (64Cu-26Zn-3Fe-3Al-4Mn)	(346)
第二十二节	C86400 (59Cu-0.75Sn-0.75Pb-37Zn-1.25Fe-0.75Al-0.5Mn)	(349)
第二十三节	C86500 (58Cu-39Zn-1.3Fe-1Al-0.5Mn)	(350)
第二十四节	C86700	(353)
第二十五节	C86800	(356)

第二十六节	C87300 (旧名 C87200)	(357)
第二十七节	C87600	(358)
第二十八节	C87610, 硅青铜	(359)
第二十九节	C87500, C87800 (82Cu-4Si-14Zn)	(359)
第三十节	C87900	(362)
第三十一节	C90300 (88Cu-8Sn-4Zn)	(363)
第三十二节	C90500 (88Cu-10Sn-2Zn)	(364)
第三十三节	C90700 (89Cu-11Sn)	(365)
第三十四节	C91700 (86.5Cu-12Sn-1.5Ni)	(366)
第三十五节	C92200 (88Cu-6Sn-1.5Pb-4.5Zn)	(367)
第三十六节	C92300 (87Cu-8Sn-1Pb-4Zn)	(371)
第三十七节	C92500 (87Cu-11Sn-1Pb-1Ni)	(372)
第三十八节	C92600 (87Cu-10Sn-1Pb-2Zn)	(372)
第三十九节	C92700 (88Cu-10Sn-2Pb)	(373)
第四十节	C92900 (84Cu-10Sn-2.5Pb-3.5Ni)	(374)
第四十一节	C93200 (83Cu-7Sn-7Pb-3Zn)	(375)
第四十二节	C93400	(376)
第四十三节	C93500 (85Cu-5Sn-9Pb-1Zn)	(377)
第四十四节	C93700 (80Cu-10Sn-10Pb)	(378)
第四十五节	C93800 (78Cu-7Sn-15Pb)	(383)
第四十六节	C93900 (79Cu-65Sn-15Pb)	(384)
第四十七节	C94300 (70Cu-5Sn-25Pb)	(385)
第四十八节	C94500 (73Cu-7Sn-20Pb)	(386)
第四十九节	C95200 (88Cu-3Fe-9Al)	(387)
第五十节	C95300 (89Cu-1Fe-10Al)	(389)
第五十一节	C95400 (85Cu-4Fe-11Al), C95410	(391)
第五十二节	C95500 (81Cu-4Fe-4Ni-11Al)	(393)
第五十三节	C95600 (91Cu-2Si-7Al)	(395)
第五十四节	C95700 (75Cu-3Fe-8Al-2Ni-12Mn)	(396)
第五十五节	C95800 (82Cu-4Fe-9Al-4Ni-1Mn)	(397)
第五十六节	C96200 (90Cu-10Ni)	(399)
第五十七节	C96400 (70Cu-30Ni)	(399)
第五十八节	C96600 (69.5Cu-30Ni-0.5Be)	(400)
第五十九节	C97300 (56Cu-2Sn-10Pb-20Zn-12Ni)	(402)
第六十节	C97600 (64Cu-4Sn-4Pb-8Zn-20Ni)	(403)
第六十一节	C97800 (66.5Cu-5Sn-1.5Pb-2Zn-25Ni)	(404)
第六十二节	C99400 (90.4Cu-2.2Ni-2.0Fe-1.2Al-1.2Si-3.0Zn)	(405)
第六十三节	C99500	(405)
第六十四节	C99700 (56.5Cu-5Ni-1Al-1.5Pb-12Mn-24Zn)	(406)
第六十五节	C99750	(407)
第六十六节	铍铜 21C (97Cu-2Be-1Co)	(408)
第六十七节	铍铜镍 72C (68.8Cu-30Ni-1.2Be)	(409)

第六章 铜基粉末冶金产品	(411)
第一节 粉末生产	(411)
第二节 自润滑烧结青铜轴承	(416)
第三节 铜基结构件	(421)
第四节 摩擦材料	(426)
第五节 氧化物弥散强化铜	(429)
第六节 多孔青铜过滤器	(432)
第七节 其他应用	(433)
参考文献	(433)
第七章 铍铜合金和其他含铍合金	(435)
第一节 铍铜合金	(435)
第二节 成分	(436)
第三节 物理冶金术	(436)
第四节 显微组织	(438)
第五节 热处理	(439)
第六节 物理性能	(445)
第七节 机械性能	(445)
第八节 加工特性	(450)
第九节 设计和合金选用问题	(456)
第十节 生产冶金学	(468)
第十一节 铍镍合金	(470)
第十二节 其他含铍合金	(477)
第十三节 含铍合金的安全处理	(477)
参考文献	(478)

第一章 导 论

铜及铜合金构成商品金属大家族中的一大类。铜及铜合金由于其电导率和热导率好、抗腐蚀能力强、易于加工、抗拉强度和疲劳强度好而被广泛应用。铜及铜合金通常是非磁性的。铜及铜合金易于被软钎焊和硬钎焊，许多铜及铜合金还可以用各种气焊、电弧焊和电阻焊进行焊接。具有特殊颜色的标准铜合金可用作装饰件。铜合金可以被抛光和磨光成几乎任何用户所要求的纹理和光泽。为了进一步扩大品种，铜合金可以被电镀、用有机物涂层或化学着色。

纯铜广泛用作电线、电缆、电气触点和需要通过电流的大量其他零件。铜和某些黄铜、青铜及铜-镍合金广泛用于汽车水箱、热交换器、家庭取暖设备、太阳能集热板，以及用于要求在金属断面的纵横方向迅速导热的多种其他场合。由于铜、黄铜、某些青铜和铜-镍合金的抗腐蚀能力优异，在饮用水、工业用水或其他含水液体的输送系统中，它们被广泛用作管线、阀门和配件。

在各类铜合金中，一些加工产品的合金成分与铸造合金的成分有一一对应的关系，这就使得设计者在确定加工工艺之前便可选择合金成分。大多数加工合金是以冷加工状态获得，其室温抗拉强度和疲劳强度取决于冷加工量和合金含量。冷加工合金（冷加工状态）的典型用途有弹簧、紧固件、金属构件、小齿轮、凸轮、电气触点和元件。

某些类型的零件，尤其是自来水管工程中的管接头和阀门，是用热锻法直接生产的，因为还没有其他生产方法能够经济地生产出形状和性能都满足要求的产品。含 1—6%Pb 的铜合金是高速切削级铜合金。这类铜合金广泛用作机加工件，特别适用于制作螺钉。

现在生产的铜合金，其种类与 30 年代相比虽然少了，但是为满足电子工业日益变化的需求，新型合金仍继续得到开发和推广应用。关于铜合金用作引线框架、导体和其他电子元件的资料，请参看由美国金属学会国际部（ASM International）出版的《电子材料手册》（Electronic Materials Handbook）第 1 卷。

加工铜合金的性能和用途示于表 1 和表 2，铸造铜合金的性能和用途示于表 3。关于加工铜合金和铸造铜合金的性能和用途的更详细资料请参看本书第三章和第五章。

第一节 重要性能

除抗拉强度、疲劳强度和精整性能外，铜及铜合金的主要选择标准还有耐蚀能力、电导率、热导率、颜色和加工难易程度。

耐蚀性 铜是一种惰性金属，但不像金和其他贵金属，铜可能被普通试剂和环境腐蚀。在大多数腐蚀环境中，纯铜的耐蚀能力极好。然而，在某些环境中，一些铜合金常常由于氢脆或应力腐蚀裂缝，而被限制使用。

初铜是含氧化亚铜的合金，当将其暴露在还原性气氛中时，就观察到氢脆现象。大

多数铜合金是脱氧的，这样就不易发生氢脆。

当黄铜暴露于氨或胺中时，产生应力腐蚀裂缝是最常见的现象。含锌量大于 15% 的黄铜最为敏感。铜和大多数不含锌或是含锌量低的铜合金，一般来说对应力腐蚀裂缝不敏感。因为产生应力腐蚀裂缝需要拉应力和特殊化学物质二者同时存在，所以，或去除拉应力或去除特殊化学物质都能防止裂缝。成型后进行退火或消除应力，由于消除了残留应力，就减轻了应力腐蚀裂缝。只有当零件在随后的工作中不再产生弯曲或变形，应力消除才有效。这种弯曲或变形可以再次产生应力，使零件对应力腐蚀裂缝再度敏感化。

合金分解是另一种腐蚀形式，这种腐蚀影响铜合金的含锌量。在合金分解过程中，更活泼的金属锌选择性地从合金中去除，而把易脆的、更惰性的金属铜的沉积物留下来。

含锌量大于 15% 的铜-锌合金对合金分解过程敏感，该过程称之为脱锌。黄铜在脱锌过程中，锌被选择性地除去而留下相对多孔而易脆的铜和氧化铜层。性质相同的腐蚀在初始腐蚀层下面继续发生，结果，正常的黄铜逐渐被易脆多孔的铜取代。除非加以抑制，否则合金分解过程将最终渗透整个合金，使其在结构上变脆弱并使液体或气体通过残留结构中的多孔物质洩漏出来。

在各种介质中加工铜合金和铸造铜合金的腐蚀速度分别示于表 4 和表 5 中。关于铜的腐蚀性能的广泛评述请参看由美国金属学会国际部出版的《金属手册》(Metals Handbook) 第 9 版、第 13 卷“腐蚀 (Corrosion)”部分。

电导率和热导率 铜及其合金是电和热的良好导体。实际上，铜用于导电和导热的数量比其他任何金属都多。铜的合金化总要降低其电导率，并在较少程度上降低热导率。由于合金化而减少的电导率和热导率的量与合金化元素的电导率和热导率或任何其他整体性质无关，而仅仅取决于个别溶质原子对铜晶格的影响。基于这个理由，当用于导电和导热用途而要求高电导率和热导率时，还是用铜和高铜合金为好，而不用含铜量只比合金总含量高百分之几的铜合金。

颜色 铜及某些铜合金可单独用于装饰目的，当特殊颜色和光洁度与所希望的合金机械性能或物理性能要综合考虑时也可使用。用标准铜合金可获得的颜色范围示于表 6 中。

加工难易程度 采用任何普通加工方法，铜及铜合金通常易于被加工成所要求的形状和尺寸。铜及铜合金可以进行常规轧制、冲压、拉拔和锻造冷加工；在高温下，铜及铜合金可以进行轧制、挤压、锻造和成型。铜合金很容易用冲压和成型法生产各种零件。世界上大多数国家用铜合金制造硬币。所有铜及铜合金系列中都有与之对应的铸造合金。为了提供各种功能表面或装饰表面，金属铜可以被抛光、纹理、电镀或涂层。

铜及铜合金很容易采用任何机械方法或连接金属元件的常规方法进行组装。卷边、打桩、铆接和栓接是保持连接完整性的机械连接方法。软钎焊、硬钎焊和熔焊是焊接铜时用得最广泛的焊接方法。可根据使用要求、连接结构、元件厚度和合金成分，选择最佳连接方法。这些因素在《金属手册》第 9 版、第 6 卷“焊、硬钎焊和软钎焊 (Welding, Brajing and Soldering)”部分作了详细的讨论。

表 1 加工铜及铜合金的性能

合金牌号 (名称)	标称成分 %	商品形式 (a)	机械性能 (b)				延伸率 (标距 50mm) (b) %	切削性能 指数 (c) %
			抗拉强度		屈服强度			
			MPa	ksi	MPa	ksi		
C10100 (无氧电工铜)	99.99 Cu	F, R, W, T, P, S	221-455	32-66	69-365	10-53	55-4	20
C10200 (无氧铜)	99.95 Cu	F, R, W, T, P, S	221-455	32-66	69-365	10-53	55-4	20
C10300 (无氧超低磷铜)	99.95 Cu, 0.003 P	F, R, T, P, S	221-379	32-55	69-345	10-50	50-6	20
C10400, C10500, C10700 (无氧含银铜)	99.95 Cu (d)	F, R, W, S	221-455	32-66	69-365	10-53	55-4	20
C10800 (无氧低磷铜)	99.95Cu, 0.009 P	F, R, T, P	221-379	32-55	69-345	10-50	50-4	20
C11000 (电解初铜)	99.90Cu, 0.04 O	F, R, W, T, P, S	221-455	32-66	69-365	10-53	55-4	20
C11100 (抗退火电 解初铜)	99.90 Cu, 0.04 O, 0.01Cd	W	455	66	1.5 (1500 mm 标距)	20
C11300, C11400, C11500, C11600 (含银初铜)	99.90 Cu, 0.04O, Ag (e)	F, R, W, T, S	221-455	32-66	69-365	10-53	55-4	20
C12000, C12100 (磷脱氧 铜, 高残余磷)	99.9 Cu (f)	F, T, P	221-393	32-57	69-365	10-53	55-4	20
C12200 (磷脱氧 铜, 高残余磷) C12500, C12700, C12800, C12900, C13000 (含银 火法精炼初铜)	99.90 Cu, 0.02 P	F, R, T, P	221-379	32-55	69-345	10-50	45-8	20
C14200 (磷脱氧砷铜)	99.88 Cu (g)	F, R, W, S	221-462	32-67	69-365	10-53	55-4	20
C14300	99.68 Cu, 0.3As, 0.02 P	F, R, T	221-379	32-55	69-345	10-50	45-8	20
C14310	99.9 Cu, 0.1 Cd	F	221-400	32-58	76-386	11-56	42-1	20
C14310	99.98 Cu, 0.2 Cd	F	221-400	32-58	76-386	11-56	42-1	20
C14500 (磷脱氧含砷铜)	99.5 Cu, 0.50 Te, 0.008 P	F, R, W, T	221-386	32-56	69-352	10-51	50-3	85
C14700 (含硫铜)	99.6 Cu, 0.40 S	R, W	221-393	32-57	59-379	10-55	52-8	85
C15000 (zir- conium-copper)	99.8 Cu, 0.15 Zr	R, W	200-524	29-76	41-496	6-72	54-1.5	20
C15100 (铈铜)	99.82 Cu, 0.1 Zr	F	262-469	38-68	69-455	10-66	36-2	20
C15500	99.75 Cu, 0.06 P, 0.11 Mg, Ag (h)	F	276-552	40-80	124-496	18-72	40-3	20
C15710	99.8 Cu, 0.2 Al ₂ O ₃	R, W	324-724	47-105	268-689	39-100	20-10	...
C15720	99.6 Cu, 0.4 Al ₂ O ₃	F, R	462-614	67-89	355-586	53-85	20-3.5	...
C15735	99.3 Cu, 0.7 Al ₂ O ₃	R	483-586	70-85	414-565	60-82	16-10	...
C15760	98.9 Cu, 1.1 Al ₂ O ₃	F, R	483-648	70-94	386-552	56-80	20-8	...
C16200 (镉铜)	99.0 Cu, 1.0 Cd	F, R, W	241-689	35-100	48-476	7-69	57-1	20
C16500 (铍铜)	98.6 Cu, 0.8 Cd, 0.6 Sn	F, R, W	276-655	40-95	97-490	14-71	53-1.5	20
C17000 (铍铜)	99.5 Cu, 1.7 Be, 0.20 Co	F, R	483-1310	70-190	221-1172	32-170	45-3	20
C17200 (铍铜)	99.5 Cu, 1.9 Be, 0.20 Co	F, R, W, T, P, S	469-1462	68-212	172-1344	25-195	48-1	20
C17300 (铍铜)	99.5 Cu, 1.9 Be, 0.40 Pb	R	469-1479	68-200	172-1255	25-182	48-3	50
C17400	99.5 Cu, 0.3 Be, 0.25 Co	F	620-793	90-115	172-758	25-110	12-4	20

续表 I

合金牌号 (名称)	标称成分 %	商品形式 (a)	机械性能 (b)				延伸率 (标距 50mm) (b) %	切削性能 指数 (c) %
			抗拉强度		屈服强度			
			MPa	ksi	MPa	ksi		
C17500 (铜- 铍-铍合金)	99.5 Cu, 2.5 Co, 0.6 Be	F, R	310—793	45—115	172—758	25—110	28—5	…
C18200, C18400, C18500 (铍铜)	99.5 Cu (i)	F, W, R, S, T	234—593	34—86	97—531	14—77	40—5	20
C18700 (加铅铜)	99.0 Cu, 1.0 Pb	R	221—379	32—55	69—345	10—50	45—8	85
C18900	98.75 Cu, 0.75 Sn, 0.3 Si, 0.20 Mn	R, w	262—655	38—95	62—359	9—52	48—14	20
C19000 (铜- 镍-磷合金)	98.7 Cu, 1.1 Ni, 0.25 P	F, R, W	262—793	38—115	138—552	20—80	50—2	30
C19100 (铜- 镍-磷-碲合金)	98.15 Cu, 1.1 Ni, 0.50 Te, 0.25 P	R, F	248—717	36—104	69—634	10—92	27—6	75
C19200	98.97 Cu, 1.0 Fe, 0.03 P	F, T	255—531	37—77	76—510	11—74	40—2	20
C19400	97.5 Cu, 2.4 Fe, 0.13 Zn, 0.03 P	F	310—524	45—76	165—503	24—73	32—2	20
C19500	97.0 Cu, 1.5 Fe, 0.6 Sn, 0.10 P, 0.80 Co	F	552—669	80—97	448—655	65—95	15—2	20
C19700	99 cu, 0.6 Fe, 0.2 p, 0.05 Mg	F	344—517	50—75	165—503	24—73	32—2	20
C21000 (装饰 用铜合金, 95%)	95.0 Cu, 5.0 Zn	F, W	234—441	34—64	69—400	10—58	45—4	20
C22000 (商用 青铜, 90%)	90.0 Cu, 10.0 Zn	F, R, W, T	255—496	37—72	69—427	10—62	50—3	20
C22600 (首饰 用青铜 87.5%)	87.5 Cu, 12.5 Zn	F, W	269—669	39—97	76—427	11—62	46—3	30
C23000 (红色黄 铜, 85%)	85.0 Cu, 15.0 Zn	F, W, T, P	269—724	39—105	69—434	10—63	55—3	30
C24000 (低锌 黄铜, 80%)	80.0 Cu, 20.0 Zn	F, W	290—862	42—125	83—448	12—65	55—3	30
C26000 (弹壳黄 铜, 70%)	70.0Cu, 30.0 Zn	F, R, W, T	303—896	44—130	76—448	11—65	66—3	30
C26800, C27000 (黄色黄铜)	65.0 Cu, 35.0 Zn	F, R, W	317—883	46—128	97—427	14—62	65—3	30
C28000 (四 -六黄铜)	60.0 Cu, 40.0 Zn	F, R, T	372—510	54—74	145—379	21—55	52—10	40
C31400 (加 铅商用青铜)	89.0 Cu, 1.75 Pb, 9.25 Zn	F, R	255—414	37—60	83—379	12—55	45—10	80
C31600 (加铅商 用青铜, 含镍)	89.0 Cu, 1.9 Pb, 1.0 Ni, 8.1 Zn	F, R	255—462	37—67	83—407	12—59	45—12	80
C33000 (低铅黄铜管)	66.0 Cu, 0.5 Pb, 33.5 Zn	T	324—517	47—75	103—414	15—60	60—7	60
C33200 (高铅黄铜管)	66.0 Cu, 1.6 Pb, 32.4 Zn	T	359—517	52—75	138—414	20—60	50—7	80
C33500 (低铅黄铜)	65.0 Cu, 0.5 Pb, 34.5 Zn	F	317—510	46—74	97—414	14—60	65—8	60

续表 1

合金牌号 (名称)	标称成分 %	商品形式 (a)	机械性能 (b)				延伸率 (标距 50mm) (b) %	切削性能 指数 (c) %
			抗拉强度		屈服强度			
			MPa	ksi	MPa	ksi		
C34000 (中铅黄铜)	65.0 Cu, 1.0 Pb, 34.0 Zn	F, R, W, S	324—607	47—88	103—414	15—60	60—7	70
C34200 (高铅黄铜)	64.5 Cu, 2.0 Pb, 33.5 Zn	F, R	338—586	49—85	117—427	17—62	52—5	90
C34900	62.2 Cu, 0.35 Pb, 37.45 Zn	R, W	365—469	53—68	110—379	16—55	72—18	50
C35000 (中铅黄铜)	62.5 Cu, 1.1 Pb, 36.4 Zn	F, R	310—655	45—95	90—483	13—70	66—1	70
C35300 (高铅黄铜)	62.0 Cu, 1.8 Pb, 36.2 Zn	F, R	338—586	49—85	117—427	17—62	52—5	90
C35600 (超高铅黄铜)	63.0 Cu, 2.5 Pb, 34.5 Zn	F	338—510	49—74	117—414	17—60	50—7	100
C36000 (易 切削黄铜)	61.5 Cu, 3.0 Pb, 35.5 Zn	F, R, S	338—469	49—68	124—310	13—45	53—18	100
C36500— C36800 (加铅 四-六黄铜)	60.0 Cu (I), 0.6 Pb, 39.4 Zn	F	372	54	138	20	45	60
C37000 (易 切削四-六黄)	60.0 Cu, 1.0 Pb, 39.0 Zn	T	372—552	54—80	138—414	20—60	40—6	70
C37700 (锻 造用黄铜)	59.0 Cu, 2.0 Pb, 39.0 Zn	R, S	359	52	138	20	45	80
C38500 (建筑黄铜)	57.0 Cu, 3.0 Pb, 40.0 Zn	R, S	414	60	138	20	30	90
C40500	95 Cu, 1 Sn, 4 Zn	F	269—538	39—78	83—483	12—70	49—3	20
C40800	95 Cu, 2 Sn, 3 Zn	F	290—545	42—79	90—517	13—75	43—3	20
C41100	91 Cu, 0.5 Sn, 8.5 Zn	F, W	269—731	39—106	76—496	11—72	13—2	20
C41500	90.0 Cu, 1.0 Sn, 9.0 Zn	F, R, W	283—724	41—105	83—565	12—82	45—2	20
C41500	91 Cu, 1.8 Sn, 7.2 Zn	F	317—558	46—81	117—517	17—75	44—2	30
C42200	87.5 Cu, 1.1 Sn, 11.4 Zn	F	296—607	43—88	103—517	15—75	46—2	30
C42500	88.5 Cu, 2.0 Sn, 9.5 Zn	F	310—634	45—92	124—524	18—76	49—2	30
C43000	87.0 Cu, 2.2 Sn, 10.8 Zn	F	317—648	46—94	124—503	18—73	55—3	30
C43400	85.0 Cu, 0.7 Sn, 14.3 Zn	F	310—607	45—88	103—517	15—75	49—3	30
C43500	81.0 Cu, 0.9 Sn, 18.1 Zn	F, T	317—552	46—80	110—469	16—68	46—7	30
C44300, C44400, C44500 (防腐蚀 海军黄铜)	71.0 Cu, 28.0 Zn, 1.0 Sn	F, W, T	331—379	48—55	124—152	18—22	65—60	30
C46400—C46700 (海军黄铜)	60.0 Cu, 39.25 Zn, 0.75 Sn	F, R, T, S	379—607	55—88	172—455	25—66	50—17	30
C48200 (海军 黄铜, 加铅)	60.5 Cu, 0.7 Pb, 0.8 Sn, 38.0 Zn	F, R, S	386—517	56—75	172—365	25—53	43—15	50
C48500 (加铅 海军黄铜)	60.0 Cu, 1.75 Pb, 37.5 Zn, 0.75 Sn	F, R, S	379—531	55—77	172—365	25—53	40—15	70
C50500 (磷 青铜, 1.25% E)	98.75 Cu, 1.25 Sn, 微量 P	F, W	276—545	48—79	97—345	14—50	48—4	20
C51000 (磷 青铜, 5% A)	95.0 Cu, 5.0 Sn, 微量 P	F, R, W, T	324—965	47—140	131—552	19—80	64—2	20

续表 1

合金牌号 (名称)	标称成分 %	商品形式 (a)	机械性能 (b)				延伸率 (标距 50mm) (b) %	切削性能 指数 (c) %
			抗拉强度		屈服强度			
			MPa	ksi	MPa	ksi		
C51100	95.6 Cu, 4.2 Sn, 0.2 P	F	317-710	46-103	345-552	50-80	48-2	20
C52100 (磷 青铜, 8% C)	92.0 Cu, 8.0 Sn, 微量 P	F, R, W	379-965	55-140	165-552	24-80	70-2	20
C52400 (磷 青铜, 10% D)	90.0 Cu, 10.0 Sn, 微量 P	F, R, W	455-1014	66-147	193	28	70-3	20
C54400 (易切 削磷青铜)	88.0 Cu, 4.0 Pb, 4.0 Zn, 4.0 Sn	F, R	303-517	44-75	131-434	(Annealed) 19-63	50-16	80
C60800 (铝 青铜, 5%)	95.0 Cu, 5.0 Al	T	414	60	186	27	55	20
C61000	92.0 Cu, 8.0 Al	R, W	483-552	70-80	207-379	30-55	65-25	20
C61300	92.65 Cu, 0.35 Sn, 7.0 Al	F, R, T, P, S	483-586	70-85	207-400	30-58	42-35	30
C61400 (铝青铜, D)	91.0 Cu, 7.0 Al, 2.0 Fe	F, R, W, T, P, S	524-614	76-89	228-414	36-60	45-32	20
C61500	90.0 Cu, 8.0 Al, 2.0 Ni	F	483-1000	70-145	152-965	22-140	55-1	30
C61800	89.0 Cu, 1.0 Fe, 10.0 Al	R	552-586	80-85	269-293	39-42.5	28-23	40
C61900	86.5 Cu, 4.0 Fe, 9.5 Al	F	634-1048	92-152	338-1000	49-145	30-1	...
C62300	87.0 Cu, 3.0 Fe, 10.0 Al	F, R	517-676	75-98	241-359	35-52	35-22	50
C62400	86.0 Cu, 3.0 Fe, 11.0 Al	F, R	621-724	90-105	276-359	40-52	18-14	50
C62500 (k)	82.7 Cu, 4.3 Fe, 13.0 Al	F, R	689	100	379	55	1	20
C63000	82.0 Cu, 3.0 Fe, 10.0 Al, 5.0 Ni	F, R	621-814	90-118	345-517	50-75	20-15	30
C63200	82.0 Cu, 4.0 Fe, 9.0 Al, 5.0 Ni	F, R	621-724	90-105	310-365	45-53	25-20	30
C63600	95.5 Cu, 3.5 Al, 1.0 Si	R, W	414-579	60-84	64-29	40
C63800	95.0 Cu, 2.8 Al, 1.8 Si, 0.40Co	F	565-895	82-130	372-786	54-114	36-4	...
C64200	91.2 Cu, 7.0 Al	F, R	517-703	75-102	241-469	35-68	32-22	60
C65100 (低 硅青铜, B)	98.5 Cu, 1.5 Si	R, W, T	276-655	40-95	103-476	15-69	55-11	30
C65400	95.44 Cu, 3 Si, 1.5 Sn, 0.06 Cr	F	276-793	40-115	130-744	20-108	40-3	20
C65500 (高 硅青铜, A)	97.0 Cu, 3.0 Si	F, R, W, T	386-1000	56-145	145-483	21-70	63-3	30
C66700 (锰青铜)	70.0 Cu, 28.8 Zn, 1.2 Mn	F, W	315-689	45.8-100	83-638	12-92.5	60-2	30
C67400	58.5 Cu, 36.5 Zn, 1.2 Al, 2.8 Mn, 1.0 Sn	F, R	483-634	70-92	234-379	34-55	28-20	25

续表 1

合金牌号 (名称)	标称成分 %	商品形式 (a)	机械性能 (b)				延伸率 (标距 50mm) (b) %	切削性能 指数 (c) %
			抗拉强度		屈服强度			
			MPa	ksi	MPa	ksi		
C67500 (锰青铜, A)	58.5 Cu, 1.4 Fe, 39.0 Zn, 1.0 Sn, 0.1 Mn	R, S	448—579	65—84	207—414	30—60	33—19	30
C68700 (铝青铜, 含砷)	77.5 Cu, 20.5 Zn, 2.0 Al, 0.1 As	T	414	60	186	27	55	30
C68800	73.5 Cu, 22.7 Zn, 3.4 Al, 0.40 Co	F	565—889	82—129	379—786	55—114	36—2	...
C69000	73.3 Cu, 3.4 Al, 0.6 Ni, 22.7 Zn	F	496—896	72—130	345—807	50—117	40—2	...
C69400 (硅红色黄铜)	81.5 Cu, 14.5 Zn, 4.0 Si	R	552—689	80—100	276—393	40—57	25—20	30
C70250	96.2 Cu, 3 Ni, 0.65 Si, 0.15 Mg	F	586—758	85—110	552—784	80—105	40—3	20
C70400	92.4 Cu, 1.5 Fe, 5.5 Ni, 0.6 Mn	F, T	262—531	38—77	276—524	40—76	46—2	20
C70600 (铜-镍合金, 10%)	88.7 Cu, 1.3 Fe, 10.0 Ni	F, T	303—414	44—60	110—393	16—57	42—10	20
C71000 (铜-镍合金, 20%)	79.0 Cu, 21.0 Ni	F, W, T	338—655	49—95	90—586	13—85	40—3	20
C71300	75 Cu, 25 Ni	F	338—655	49—95	90—586	13—85	40—3	20
C71500 (铜-镍合金, 30%)	70.0 Cu, 30.0 Ni	F, R, T	372—517	54—75	138—483	20—70	45—15	20
C71700	67.8 Cu, 0.7 Fe, 31.0 Ni, 0.5 Be	F, R, W	483—1379	79—200	207—1241	30—180	40—4	20
C72500	88.2 Cu, 9.5 Ni, 2.3 Sn	F, R, W, T	379—827	55—120	152—745	22—108	35—1	20
C73500	72.0 Cu, 10.0 Zn, 18.0 Ni	F, R, W, T	345—758	50—110	103—579	15—84	37—1	20
C74500 (锌白铜, 65-10)	65.0 Cu, 25.0 Zn, 10.0 Ni	F, W	338—896	49—130	124—524	18—76	50—1	20
C75200 (锌白铜, 65-18)	65.0 Cu, 17.0 Zn, 18.0 Ni	F, R, W	386—710	56—103	172—621	25—90	45—3	20
C75400 (锌白铜, 65-15)	65.0 Cu, 20.0 Zn, 15.0 Ni	F	365—634	53—92	124—545	18—79	48—2	20
C75700 (锌白铜, 65-12)	65.0 Cu, 23.0 Zn, 12.0 Ni	F, W	359—641	52—93	124—545	18—79	43—2	20
C76200	59.0 Cu, 29.0 Zn, 12.0 Ni	F, T	393—841	57—122	145—758	21—110	50—1	...
C77000 (锌白铜, 55-18)	55.0 Cu, 27.0 Zn, 18.0 Ni	F, R, W	414—1000	60—145	186—621	27—90	40—2	30
C72200	82.0 Cu, 16.0 Ni, 0.5 Cr, 0.8 Fe, 0.5 Mn	F, T	317—483	46—70	124—455	18—66	46—6	...
C78200 (加铅锌白铜)	65.0 Cu, 2.0 Pb, 25.0 Zn, 8.0 Ni	F	365—627	53—91	159—524	23—76	40—3	60

(a) F——板带材, R——棒材, W——线材, T——管材, P——标准圆管材, S——型材; (b) 范围从最软的商品形式到最硬的商品形式, 标准铜合金的强度取决于轧材的状态 (退火晶粒度或冷加工度) 和断面厚度, 强度范围含每种合金的标准状态; (c) 以 C36000 的切削性能指数为 100%; (d) 含银量为 C10400; 250g/Mg (即 8oz/t) Ag, C10500; 310g/Mg (即 10 oz/t) Ag, C10700; 780g/Mg (即 25 oz/t) Ag; (e) 含银量为 C11300; 250g/Mg (即 8 oz/t) Ag, C11400; 310g/Mg (即 10 oz/t), C11500; 500g/Mg (即 16 oz/t), C1600; 780g/Mg (即 25 oz/t) Ag; (f) 残余磷含量为 C12000; 0.008P, C12100; 0.008P 和 125g/Mg (即 4 oz/t) Ag; (g) 含银量为 C12700; 250g/Mg (即 8oz/t) Ag, C12800; 500g/Mg (即 16 oz/t) Ag, C12900; 500g/Mg (即 16 oz/t) Ag, C13000; 780g/Mg (即 25 oz/t) Ag; (h) 含 260g/Mg (即 8.30 oz/t) Ag; (i) 含磷量为 C18200; 0.9Cr, C18400; 0.8Cr, C18500; 0.7Cr; (j) 为热轧材的数值; (k) 为挤压材的数值; (l) 棒材, 最低为 61.0%Cu。资料来源: Copper Development Association Inc.