

有色金属合金文集

第 5 輯

冶金工业出版社

有色金屬合金文集

第 5 輯

东北工学院

有色金屬及其合金压力加工专业

三年級学生集体譯

冶金工业出版社

有色金属合金文集 第5輯

1960年7月第1版 1960年7月北京第1次印刷 4,915册
开本850×1168·1/32·字数 160,000·印张 $6\frac{30}{32}$ ·定价0.88元
统一書号 15062·2254 冶金工业出版社印刷厂印
新华書店科技发行所发行 各地新华書店經售

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

出版者的話

有色金屬合金文集第5輯，是根据苏联冶金工业出版社1953年出版的一本論文集“обработка цветных металлов и сплавов”譯出的。共包括金屬学与鑄造，軋制、挤压与拉伸，鍛压、切割等方面的論文22篇，在这些論文中提出了改进有色輕重金屬鑄件和加工件质量的途径；探討了金屬軋制和拉伸的某些理論問題，并且介紹了各工厂在生产实践中获得的、为各企业部門所感兴趣的資料。

这一輯还有两个特点：首先，这一些論文的作者除了几位著名的苏联科学家之外，許多都是苏联的青年工程师，他們以自己的出色的劳动成果，对冶金工业做出了珍貴的供献；另一个特点是这一輯的全体譯者乃是一批新中国的青年大学生，他們在党的教育方針指导下，破除迷信、解放思想，發揮集体力量，完成了这项翻譯工作。我們相信广大讀者对于他們的劳动成果，会热烈欢迎，也会因而倍加重視，多多提出指正。

目 录

译者的话.....	6
原编者的话.....	7
改进有色金属加工的途径.....	8

第一部分 金属学与鑄造

含銅、鎳及鋅的錳合金.....	12
АЛ 1 合金炉料中回收废料的数量对其鑄件质量的影响.....	21
关于从硫酸鋅溶液中电积鋅时鋁冷却器的腐蝕.....	30
SO ₂ 对銅、鎳、黃銅燒損和机械性质的影响.....	39
鑄錠中的金屬互合物.....	54
提高異形鑄造用鋁鎂合金АЛ 8 及 АЛ 13 的质量問題.....	62
关于用鋰焊剂修补輕金屬鑄件的缺陷.....	69
含鋅、硅、銅的再生鑄造鋁合金.....	73
粗銅錠凝固时杂质的偏析.....	80
鋁鎂合金在液态的氯化处理.....	85

第二部分 軋制、挤压和拉伸

合理地建立热軋規程.....	92
有色金属热軋时的最大咬入角值.....	111
变形区内軋制金屬的前滑.....	115
挤压棒材挤出端机械性能異向性的研究.....	122
关于滑动式綫材多次拉伸机的运动学.....	131
关于在綫材上形成縱向斑疤的原因.....	146

拉伸时变形区域内弹性区应力的测定.....	151
-----------------------	-----

第三部分 鍛造、切割及其它加工問題

ЛН65—5 鎳黃銅鍛件的制造經驗.....	163
有色金屬的熔剂氧气切割.....	183
电焊管机耐久性电极的制取.....	191
塑料軸承.....	210

譯者的話

在党的教育方針的指導下，在全国工农业繼續跃进的形势鼓舞下，我們全班三十一名同学通过自己的劳动和老师們的热心帮助完成了这部“有色金屬合金文集”的翻譯工作。

我們是在結束俄語学习之后，为了巩固与提高俄語閱讀水平，为学习苏联有色金屬及合金加工的先进經驗进一步創造方便条件，全班同学破除迷信、解放思想，發揮了敢想敢干的共产主义风格，开始了这项翻譯工作。尽管我們在翻譯过程中，遇到了許多的困难，但是，由于我們紧紧依靠党的領導，及时得到党的指示，还組織了翻譯答辯会，不断地增强了信心。专业知識不懂，俄語知識不足，我們就向老师学习，向書本学习。采取了分組集体翻譯，集体校对，反复討論研究，充分發揮了每个人的主观能动性，終于克服了困难，完成了这本书的翻譯工作。

尽管我們主观上做了很大努力，但毕竟由于我們的俄語水平与专业知識有限，因而不可避免地会出现一些錯誤和不当之处。衷心希望讀者提出批評和指正。

在翻譯工作中，承蒙我們专业教研室、外語教研室老师們的大力支持与帮助，在此向他們表示誠摯的謝意。在譯校过程中也得到了冶金工业出版社編輯部的支持与指导，特此表示感謝。

东北工学院有色金屬及其合金压力加工

专业三年級全体同学

1960年3月29日

原編者的話

近几年来，我国的科学技术干部队伍大大地成长了。除了著名的科学家之外，年轻的工程师和工人革新者也都从事科学研究活动；科学和生产已建立起密切的联系，许多科学家把实验室搬进工厂的车间里。

由于这些原因，科学技术书籍的出版增加了，发表了大量的苏联科学工作者的专题论著。定期刊物虽然广泛地反映金属加工方面的成就，但还是登不下所收到的全部材料。

这本有色金属与合金加工论文集，将一些最有价值的论文收录在这里发表。

这些论文都是已经完成并且已推广的科学研究和实验工作的成果，直到如今尚未在技术文献中发表过。在这些论文中提出了改进有色轻重金属铸件和加工件质量的途径；探讨了金属轧制和拉伸的某些理论问题；并且公开了各工厂在生产实践中获得的，为企业部门所感兴趣的工艺资料。

在这本论文集里，不仅编入了一些著名科学家的论文，也收录了以自己的工作对冶金工业做出重要贡献的一些年轻的工程师和生产工作者的论文。

改進有色金屬加工的途徑

斯大林獎金獲得者 М.Ф.巴仁諾夫

蘇聯共產黨第十九次代表大會關於1951——1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中規定，1955年的工業生產水平比1950年要提高70%，要使作為整個工業和整個國民經濟增長基礎的冶金工業的產量大大地增長。1955年比1950年需要增長的數字為：生鐵產量大約增加76%，鋼——62%，鋼材的生產64%，精銅——90%，鉛——1.7倍，鋁至少增加1.6倍，鋅增加1.5倍，鎳增加53%，錫增加80%。

隨著有色金屬生產的增長，有色輕重金屬帶、板、條、管、棒、型材、箔材和綫材的軋制生產，以及鑄造合金的生產，也在日益增長。

同時，第十九次黨代表大會的指示中規定：“保證在各工業部門進一步大大提高產品質量。擴大並改進產品的品種，並依據國民經濟的需要增加各種數量不足的產品的生產。堅決採用適合現代要求的國家標準。”^①

為了保證生產的發展，產品質量的改進及產品成本的降低，必須一方面建立以最新技術裝備的工廠和企業，同時又必須更好地去利用現有生產的能力，更好地利用現有工廠、機器和設備的能力。

有色輕重金屬加工和再生有色金屬生產方面的冶金工作者及工藝師們，要和我們偉大祖國的全體人民一道，為實現第十九次黨代表大會具有歷史意義的決議而貢獻自己的勞動。

有色冶金工作者，應當在對工藝過程和影響生產過程的許多個別因素進行深入的科學研究的基礎上，經常地改進有色金屬與合金的軋制生產工藝和鑄造生產工藝。近幾年來，有色金屬軋制

① 蘇聯共產黨第十九次代表大會關於1951—1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示，人民出版社，1953年，第13頁。

和鑄造生产的工艺过程获得了极大的改进。这种改进的获得是由于采用了大量的有組織的技术方法，是由于工厂实验室的研究人員、工程技術人員和工人革新者紧密联系的科学研究机关所获得的大量研究成果。尽管如此，在解决上述任务中仍然存在很多空白点。

現在，在制造个别类型的有色金屬与合金的半成品当中，还存在很大数量的废品，而由废品所造成的亏损仍很严重。迅速降低废品率和由此而造成的亏损，或者根本消除这种现象是一项迫切的任务。

为了配合有色金屬开采量的增长，扩大有色金屬及其合金軋制和鑄造的生产規模，必須特別注意强化生产过程、改进设备的工艺利用，注意在有色金屬及合金的半成品軋制、挤压和拉伸时，采用最大的压缩量，利用最大的变形速度和采用重量大的鑄錠。同时，必須考虑有关金屬与合金塑性的最新科学和实践資料，以及現代设备生产能力的研究資料。

国民經济新部門的蓬勃发展和新技术在我国的采用，要求經常寻求优质的有色金屬合金，这些合金应能满足一系列的特殊要求——金屬单位体积或重量的最大强度，高的抗腐蝕性能，如冲击腐蝕，大的电阻稳定性及許多其他要求，有时也要具备全部这些要求。

科学工作者、工艺师、金屬学家們，必須孜孜不倦地从事寻求新的合金及其半成品的生产工艺的研究。

进一步研究有色金屬与合金的全部物理化学性质和工艺性能，以使苏联工业能够在机器、机床、器械和仪器生产中，全部地利用这些性能、更加节约有色金屬的消費，也是一项重要的任务。

在有色金屬与合金加工方面的具体任务是：广泛采用黃銅平錠或圓錠的半連續鑄造，并掌握这种方法来鑄造銅鎳合金和錫青銅，以及鑄造其他金屬与合金。現在需要大量地采用高頻电炉

(特别是熔炼镍和铜镍合金)，其中包括采用能熔炼純度高密度大的金屬的真空炉。

为了降低烧損和炉渣內的金屬損失，要求对黄銅和其他合金直接在保护性气氛下的熔炼，进行全面的研宄。为了改善合金的产品质量和降低因化学成分不合格而产生的废品，要求在熔炼三元和多元重有色合金时，更广泛地采用中間合金。

关于建立更加完善的、高生产率的，容量为三吨或更大的熔炼黄銅用的低頻电炉的必要性問題，現在已經提到日程上来了。

进一步改进熔炼有色金屬与合金的配料方法，以便提高現有熔炼设备的生产率和降低有色金屬不能收回的及不能消除的耗損，具有十分重要的意义。因而所有有色金屬加工厂的工作人員应当不倦地解决这一任务。在用感应电炉进行熔炼时，金屬温度的自动測量和調节方法的研究与采用，以及对于水冷錠模潤滑剂的选择与統一，有着重大的意义；这可以改善鑄錠的质量和降低鑄造上的废品。

为了改善半成品的质量，在改进热轧前鑄錠的加热过程方面，需要做很多工作。要研究和拟定温度規程，同时要考虑到，为了减少錠表面的脫鋅和消灭板材和带材的所謂“擦伤”废品，而降低銅鋅合金錠加热温度的可能性。

为了提高軋机生产率和改进軋件与半成品的质量，进行热轧过程自动化的工作也具有很重要的意义。为了减少废料和提高年产量，必須在許多工厂的生产中，采用具有斜面的錠（用半連續方法浇注的），这也可以提高热轧第一道的压缩量。

为了改进現代多輓式軋机軋制带材的生产过程，在高速軋制时，带材厚度測定的自动化和根据自动測定的讀数調整带材厚度（或者通过压下装置的作用，或者通过带材的张力或反张力大小的作用），具有非常迫切的意义。在这方面所进行的很多工作产生了良好的效果，但还没有解决全部問題。

在热轧，尤其是在冷轧时，选择合理的輓型，采用正确調整

每道軋制壓縮量的測壓計，都改進了軋制車間工作的質量指標。

改進黃銅、鋁和銅帶退火爐的結構和制度，並廣泛採用機械化和自動化的連續式退火爐；採用有色重金屬與合金半成品的光亮退火爐（帶保護性氣氛的），都是一些緊迫的任務。在必須進行的工作中，還應當提到，在帶、綫、管材退火時，以及某些合金錠在擠壓前加熱時，採用高頻加熱的問題。

對管材的擠壓和軋制車間工作人員來說，也同樣有着這樣一些比較重要的任務：改進大直徑銅管坯的聯合擠壓法，對半成品的擠壓與拉伸更加廣泛地採用硬質合金模、芯子頭和綫材模，掌握帶型槽的小直徑管材生產和尽可能擴大在拉伸錐形絞盤上拉伸的管棒材的直徑尺寸範圍。

由於在管棒材擠壓時採用了最大壓縮量，根據每個水壓機能力增加了錠的長度和重量，這樣就提高了設備的生產率和年產量。但是，在這方面還要進行許多工作。

這本論文集集中所發表的關於有色金屬加工問題的論文，是為了解決這方面的個別具體問題，它也將促進有色金屬加工工業的進一步完善與發展，促進有色金屬在國民經濟各個部門中被更好的利用。

第一部分 金属学与鑄造

含銅、鎳及鋅的錳合金

工程师

И. А. 門捷列夫

在文献中,发表了有关含各种有色金属——主要是含銅、鎳及鋅的錳合金的大量研究成果。人們开始对錳合金做全面的研究,是当高純度电解錳的生产方法在工业上被采用和掌握后。人們开始对錳合金作全面的研究。在那以前,錳合金并未引起科学工作者和生产人員的重视,因为以前用普通的“鋁热法錳”配制的合金,不能在冷状态及热状态都有显著的塑性 (С.Ф.任姆求日內的实验除外,有关这项实验,下面将要提到)。

含銅、鎳及鋅的电解錳合金,它的最初的研究成果就已经指出,这些合金不但具有很高的塑性,而且还有許多重要的性质。因此这些合金有着很大的价值,并且可以用它們来代替以下这些合金,例如:鋅白銅、康銅、白銅等。

在苏联,П.Б.日沃斯基与С.А.扎列茨基[1],З.А.揚凱列維奇[2]和Р.И.阿格拉捷[3]对电解錳的制取过程作了研究。在这方面,作者也曾与С.И.奥尔洛娃及Е.С.施皮契聶茨基共同进行过研究,并发表了論文[4]。

俄国学者С.Ф.任姆求日內首先发现了錳与少量的銅或鎳所組成的合金具有塑性变形的性能[5—6]。他在1906年就发现,只要在錳中加入少量的銅或鎳,則在實驗室条件下,用鋁热法制

得的金屬錳的脆性就完全消失。C.Φ. 任姆求日內的實驗，採用了極純的三氧化二錳粉末和大約含 3.5% 銅的鋁，正是在這樣的條件下，才得到了被他命名為《可鍛性錳》的標本。

在 1917 年，C.Φ. 任姆求日內又對錳銅合金的硬度和導電性作了詳細的研究〔5—8〕，他首先發現並研究了含銅的錳合金有極寶貴的性能，如電阻溫度系數低，而電阻率高。

含銅、鎳及鋅的錳合金的一些機械性能及電阻

錳銅合金前面已經講過，任姆求日內研究了鋁熱法所制得的錳銅合金的電阻及其電阻溫度系數〔5〕。在確定電阻前，任姆奇烏茲內將試片在 550~600°C 進行退火。他所得到的電阻率與合金成分的關係曲線，對於最大含銅量將近 70% 左右的一系列固溶體來說，具有代表性。

作者重複地作了任姆求日內所進行過的用電解錳配制合金的研究。與任姆求日內的試件不同，我們用以測定電阻的試件，是在相當於銅鎳固溶體狀態的溫度範圍內淬火，隨後在冷態將它拉伸到所要求的直徑。這樣就測定了淬火後的和淬火後並冷作硬化的試件的電阻，其中一部分合金接着加熱到 800°C 保溫 8 小時，並在水中淬火。

所得數據列於表 1。

如果將作者所得到的數據跟任姆求日內的比較，可得出這樣的結論：電阻率與合金成分關係特性不變，然而，就合金電阻率的絕對值來說，用高純度電解錳所配制的合金，其電阻率卻有一些提高。

列舉的數據指出了錳銅合金電阻溫度系數低，而有很高的電阻率。由此可見，此種合金可以用來做各種電氣儀器里的電阻。

錳鎳合金 作者還測定了一些錳鎳合金的電阻率和電阻溫度系數。這些合金首先是在錳鎳固溶體溫度範圍內淬火，隨後在冷態拉伸。

表 1

合金成分%		淬火和冷作硬化的試件			加热至 800°C 保温 8 小时 后在水中淬火	
Cu	Mn	淬火温度 °C	电 阻 率 ρ 10 ⁶ 欧姆·厘米	电阻温度系数 $T_K \cdot 10^4$	电 阻 率 ρ 10 ⁶ 欧姆·厘米	电阻温度系数 $T_K \cdot 10^4$
5	余量	1050	96.8	19.31	138.2	9.97
10	同上	1050	118.9	13.04	116.6	17.3
15	同上	970	135.7	11.93	132.2	14.53
20	同上	950	148.2	4.8	139.1	12.06
25	同上	900	189.9	6.6	—	—
30	同上	870	187.7	-0.74	174.4	0.72
35	同上	870	184.3	-0.17	171.4	1.47
40	同上	800	178.4	-0.46	173.7	0.16
45	同上	800	176.4	-0.92	171.3	-0.32
50	同上	800	173.6	-0.88	165.5	-0.33
55	同上	800	147.6	-1.02	139.3	0.0
60	同上	800	139.3	-0.32	134.9	0.33
65	同上	800	115.7	0.24	—	—
70	同上	800	102.2	0.24	—	—
75	同上	800	84.5	0.049	—	—
80	同上	800	67.9	-0.25	—	—
90	同上	800	34.9	-0.032	—	—
100	同上	800	1.7	36.74	—	—

合金的成分及淬火温度列于表 2。

表 2

合金成分, %		淬 火 温 度	电 阻 率, ρ	电阻温度系数
Ni	Mn	°C	10 ⁶ 欧姆·厘米	$T_K \cdot 10^4$
14.9	余量	1050	125.6	9.97
17.8	同上	1000	146.1	5.45
21.1	同上	950	142.1	5.66
24.7	同上	950	160.1	3.27
27.6	同上	950	159.5	2.92
29.9	同上	950	170.2	1.4
34.8	同上	950	191.1	0.3

H.H.庫尔納柯夫和M.A.特罗聶娃曾經测定了退火状态合金的电阻率〔9〕, 根据他們的資料, 在提高鎳的含量时, 合金的电阻逐渐增加, 直到两相区 $\alpha + \gamma$ (12.5%Ni) 的界限为止。在 γ 单相区电阻逐渐增高, 但随后在 $\gamma + \epsilon$ 两相区又重新开始降

低。其中，有金屬互化物 MnNi 及 MnNi_3 的合金，有較小的电阻率及大的电阻溫度系数。单相区的合金的电阻溫度系数的大小，与庫爾納柯夫及特羅聶娃的数据相做，保持在 $150 \sim 180 \times 10^{-6}$ 欧姆·厘米之間。

錳和鎳的合金也具有錳合金的这个特点——电阻率高而电阻溫度系数較低。

錳銅鎳三元合金 用电解錳配制的錳銅鎳三元合金，經過 900°C 淬火后的电阻率，繪在图 1 [10] 中。虛綫表示正的电阻溫度系数与負的电阻溫度系数間的界限。在此虛綫附近，合金的电阻溫度系数最小。

含 60% 錳、20% 銅及 20% 鎳的三元合金的电阻率最大。这些合金的电阻溫度系数都很小。当这些合金在 450°C 退火后，其中絕大部分电阻率都降低了，这个現象显然与固溶体发生分解有关。

在接近銅-錳区（即含錳 45~85%、含鎳 10~15%）的合金，电阻显著下降。同样，与銅-錳断面綫連接区的合金，电阻也显著下降。在接近錳鎳化合物 MnNi_3 的合金，也发现电阻下降現象，按这个絕对值來說，这种合金的电阻率是非常高的，含錳大約 60% 的合金电阻率达到 1.9 欧姆·毫米²/米（ 190×10^{-6} 欧姆·厘米）。

在錳合金中，銅、錳及鎳的三元合金是最有意义的，因为錳-銅和錳-鎳的二元素在高溫下，相互之間形成了連續的固溶体，此固溶体在低溫时从 β 錳和 α 錳中析出。

上面提到的錳銅和錳鎳二元系合金的这些特点，为配制三元合金創造了前提，后者在高溫或在淬火后低溫状态下都具有良好的塑性，并易发生分散硬化（时效），因而随之合金的强度也大大提高。

含 1% 鎳、2% 銅、余量为錳的三元合金，在冷态，甚至在普通的冷却速度下都具有塑性。将此合金在 $500 \sim 650^\circ\text{C}$ 加热，能

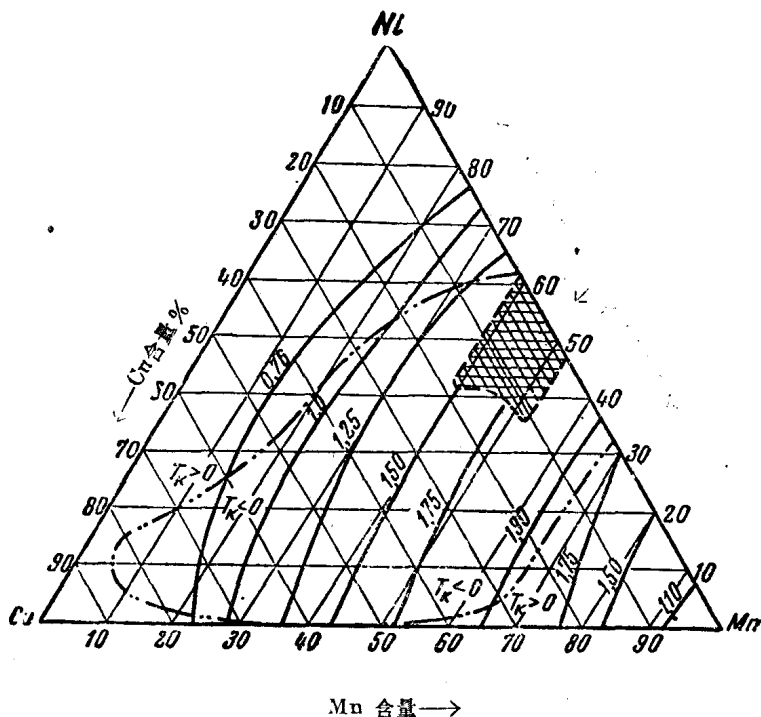


图 1 Cu—Mn—Ni 系

—— 电阻率 ρ ；- - - 电阻温度系数 T_K 的零线

使它的硬度大大提高。

从图中看出，铜镍锰三元合金只有在较小的区域内，在冷态时，才有脆性。图 1 中用双截面线表示合金的脆性范围。从另一方面看，易发生分散硬化的合金范围属锰镍化合物 $MnNi$ ，这已在库尔纳柯夫和特罗聶娃的实验中阐明了。

含铜 52~60%、锰 20~24%、镍 22~24% 的铜锰镍三元合金，具有非常良好的性能。

铜锰镍三元合金的机械性能与铍青铜性能[1]的比较，列于表 3 中。

由表 3 可以看出，铜锰镍合金就其机械性能来说，不比铍青