

我国铜粉生产应用现状研究

中铝焦作万方铝业股份有限公司 胡建涛

胡建涛: (1984-), 男, 河南开封人, 工学学士, 助理工程师, 目前在中铝焦作万方做铝合金研究.

【摘要】: 本文通过对近年来中国铜粉市场的发展概况的了解, 结合国际国内铜粉生产技术的最新进展, 总结不同工艺的优缺点及生产产品的性能, 来分析铜粉行业的发展前景, 给铜粉生产企业提供一定的参考。

【关键词】: 铜粉, 青铜粉, 粉末冶金, AOR 法, 雾化

铜粉是一种重要的工业原料, 其主要被用来制造摩擦材料、金刚石制品、含油轴承、电触头材料、导电材料、过滤器和机械零件等, 在粉末冶金工业中, 其应用量仅次于铁粉。铜合金的粉末冶金产品具有良好的导电导热性、耐蚀性、表面光洁度和无磁性等特点, 在汽车、家电、电子、通信等领域应用广泛。在本文中我们通过对铜粉生产工艺、企业概况、市场前景的分析, 以对此行业有较清楚的了解, 方便对生产工作有详细的把握。

一、铜粉生产概况

我国第一条铜粉生产线建立于 20 世纪 70 年代, 80 年代铜粉的需求量迅速增加, 期间建立了一批新兴铜粉生产厂家, 在江浙一带, 分布着许多生产青铜粉的小厂, 但多数企业产量不大, 在几十吨到几百吨, 这些企业技术设备较落后, 但由于成本较低, 有一定的价格优势^[1]; 目前铜粉产量较大的有重庆华浩, 上海九凌, 北京有研和北京恒源等, 其产量能占全国铜粉总产量的相当大一部分比例。

现在国内从事铜粉生产的企业主要有: 天津保税区瑞尔普稀贵金属有限公司, 重庆华浩冶炼有限公司, 北京恒源金属粉末公司, 有研粉末新材料(北京)有限公司, 中科铜都粉体新材料股份有限公司, 上海九凌冶炼有限公司, 清远市进田企业有限公司, 上海巨联金属粉末有限公司, 山西省刁泉银铜矿业有限公司, 元磁新型材料(苏州)有限公司, 杭州佳利金属科技有限公司等^[2]。

近年来, 随着我国汽车及建筑行的快速发展, 铜及其合金粉被广泛应用于装饰、喷涂、金刚石工具、汽车零件生产等行业中, 市场需求有很大的增长。目前国内一些企业如铜陵有色、北京有色金属研究院、湖南省博力科技等, 也有增加铜粉项目投资的意向。

铜粉生产要考虑的主要产品性能有: 粉末粒度、颗粒形状、松装密度、流动性等, 不同的生产方法会造成产品性能有很大的不同, 但同时还要考虑生产的环

保、成本等因素。根据国情的不同，不同国家和地区生产铜粉的工艺也有区别，北美每年约 2.2 万吨铜基粉末中，88%是采用水雾化+氧化还原工艺制造的，日本和我国大部分铜基金属粉末是电解法制造的。

电解法由于能耗高，生产工艺对环境有污染，随着人们对环境重视程度日益加大，其产能正在逐渐被压缩，发展水雾化+氧化还原等新工艺制取铜粉是铜基金属粉末行业的发展方向，北京有研、重庆华浩、上海九凌等厂都在研制铜粉生产的新方法，取得了一定的成果，并已有新产品上市^[2]。

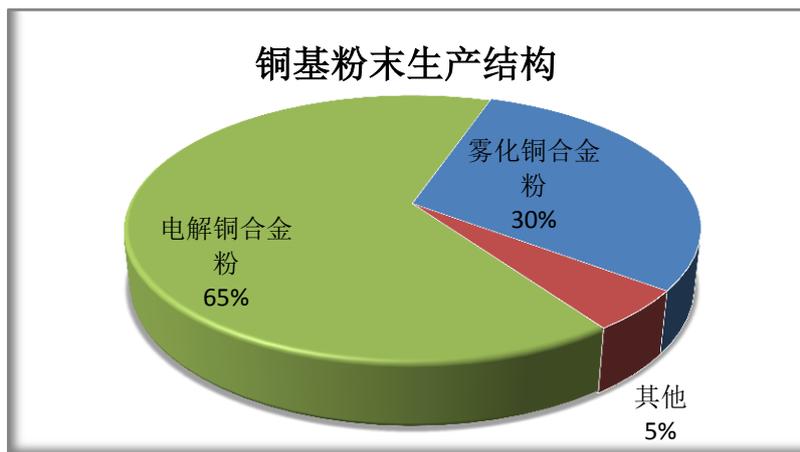


图 1 我国铜粉生产工艺结构

生产铜粉的主要的方法还是电解法和雾化法，另外还有：物理研磨法，溶胶凝胶法，化学还原法，超声电解法等生产铜粉的方式，这些多种方法多用来生产特种粉末，其加起来的产量也只占铜粉总产量的一小部分。

近年来我国铜基粉末品种结构基本是：电解铜粉占铜基粉末总产量的 65%，雾化铜合金粉占 30%，其余为氧化还原铜粉、化学还原铜粉等。在目前的市场中，铜粉广泛用于铁铜基粉末冶金零件和金刚石工具的生产。

二、铜粉生产工艺

在上世纪 20 年代，铜粉生产方法主要是电解法和氧化还原法，而现在生产铜粉主要是电解法，水雾化法两种。另外还有机械研末法，气相沉积法等多种方法，这些方法大多应用范围不广，或只是起辅助作用。

电解法生产铜粉是应用最久的一种方法，并且在我国应用范围最广，雾化法现在主要在北美被应用，在我国还处于研究和开发阶段。

1、电解法

电解铜粉呈浅玫瑰红树枝状粉末，在潮湿空气中易氧化，能溶于热硫酸或硝

酸。电解铜粉的工艺已经十分成熟，其生产工艺流程为：

电解铜粉：电解铜板—熔炼—电解—洗粉—真空干燥—分级—合批—包装

电解铜粉微观上为树枝状结构，其比表面积比较发达，这是由于电解铜粉粘附在阳极表面，新电解出来的铜粉颗粒继续粘附，呈现出的无规则形状。在电解生产过程中，要注意定时清理电解出来的铜粉，使其从阳极上脱落，时间控制在约 10~30min/次，否则由于过量新铜粉的粘附未及时脱离，会出现铜粉颗粒迅速长大的现象。

电解法生产铜粉工艺简单、投资小，金属铜粉沉积在阴极上，刮下来再经过加热软化处理即可。由于电解法生产所用原料是纯铜板，过程中铜原子无规则沉积，所以制成的粉末纯度很高，不规则的树枝形状使得电解铜粉具有良好的压制性能。电解铜粉生产工艺的缺点是：生产能耗高，从而成本高，生产产生的污水难处理，对环境污染严重。

2、雾化法

雾化法需要先将金属熔炼，然后将熔融的金属压入内径很细的喷嘴，用压缩空气、水或惰性气体吹出，在脱出喷嘴后外界压力骤减，金属液碎裂开，形成极小的金属液滴，并冷凝成固体粉末颗粒。

用气体作雾化介质的方法称为气雾化，气体介质一般为氮气，气雾化成本略高。用水作雾化介质的方法称为水雾化，一般是用净化后的自来水或循环水。实践显示水雾化的效果比空气雾化要好，雾化法生产工艺流程为：

雾化铜粉：电解铜板—熔炼—雾化—真空烘干—分级—合批—包装

雾化法有成本低、污染小的优点，制成的金属粉末多呈球形或泪滴形，具有良好的流动性和分散性，粒度也较易控制。但其成型性比电解铜粉要差，松装密度较大，在混料和运输过程中发生比重偏聚，并且生产过程对设备和人员的控制技术较高。

3、AOR 法

在雾化铜粉刚生产出之后，对其进行氧化还原处理，可降低铜粉松装密度，提高铜粉流动性和成型性，此方法即 Atmising-Oxidizing-Reducing (简称 AOR)法。为美国 OMG(SCM)公司所使用^[3]，其工艺流程为：

AOR 铜粉：电解铜板—熔炼—雾化—真空烘干—高温氧化—破碎—还原—分级—合批—包装

我国虽对此项技术研究开展的较晚，现在也有一些公司研究掌握这项技术，如湖南顶立，北京有研等，并取得了可实际工业应用的成果。

4、还原法

还原法就是利用氢气、一氧化碳等还原性气体将氧化铜或氧化亚铜粉还原成多孔而疏松的团块，然后再经研磨即成，此法制成的粉末多呈不规则形^[4]。

还原法可生产出含有高熔点金属的铜合金粉末，但是此方法所制粉体粒径分布不均匀，且在后期研磨过程中易引入杂质，研磨过程也会对铜粉性能产生一定的影响，一般情况下会使方面的松装密度值升高。

5、机械研磨法

机械研磨法即把进行初步破碎的铜屑放入研磨机里，加入润滑剂进行研磨，直到将铜屑研磨更破碎成为铜粉状态。但是由于铜质地较软，研磨加工有一定的困难，在潮湿的空气中很容易氧化变质，并且研磨法只能生产 2500 目以内的大颗粒铜粉。

6、气相沉积法

气相沉积法生产铜粉常用感应电炉在高频电流作用下进行金属熔炼，这样加热速度快，温度高，热损失较少，法国 Lair Liquid 公司采用气相蒸汽沉积法制备铜超微粉末，产率为 0.5kg/h^[5]。

在蒸发过程中，利用惰性气体把粉末携带到粉末收集器中，粉末冷却沉淀在收集器内表面上，通过工艺参数的控制，可以制备出 10nm~1 μm 的超微粉。实际生产中显示，收集器的结构形状，会对粉末产率产生影响

此方法可用来生产超细微的铜粉末，并且是生产微粉最有效的方法，但是生产设备复杂，生产成本也相当高，因此只是用来生产一些特殊用途的铜粉，而没有大量的应用。

三、铜粉的应用

不同生产工艺生产出来的铜粉，其应用范围也不完全一样，铜粉的应用范围大致上在粉末冶金零件、金刚石工具，碳刷三个行业，在其他一些行业只有很少量的应用。按其应用范围，可将铜基或铜合金粉体材料分为六类：电解铜粉、雾

化铜粉、铜合金粉、氧化铜粉、纳米铜粉和仿金铜合金粉等。

电解铜粉主要应用于粉末冶金制品、电碳制品、铜基摩擦材料、金刚石制品和电工合金等行业。

雾化铜粉主要应用于金刚石工具、粉末冶金零件、化学催化剂、碳刷、磨擦材料及焊接电极。

铜合金粉包括锡青铜粉和黄铜粉。锡青铜粉广泛用于粉末冶金含油轴承及金刚石工具；黄铜粉广泛用于轴套材料、金刚石工具等。

氧化铜粉用作油漆及化学试剂，陶瓷、搪瓷的颜料等。

纳米铜粉具有粒径均匀、球形状、结晶度大、分散性好等特点，主要用于制造多层陶瓷电容器的终端和内部电极、电子元件的电子浆料等^[6]。

铜粉在应用中一般常和其他金属粉如铁粉，或锡粉混合，制成合金粉末后用来生产机械或电器零件。铜粉的具体应用包括自润滑轴承，导电零件，化学催化剂，金属粘结砂轮和切割工具以及飞机刹车系统等等。

轴承的生产占据了大部分铜粉的消耗，生产轴承所用的是铜粉和锡粉混合所得的青铜粉^[7]；一些汽车和飞机的刹车片则是由铁粉铜粉以及其他一些添加剂混合均匀后，压制成型，烧结后达到一定的摩擦性能的，其高导热率则利于热量快速散发，延长零件使用寿命。

超精铜粉还用于金属注射成型，电子，制陶业和厚/薄膜等行业中，图2是2002年我国铜粉消费结构的基本状况图，

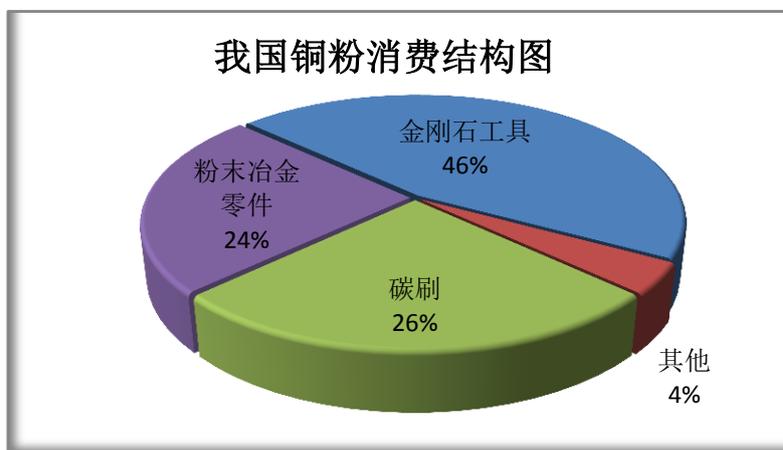


图 2 2002 年我国铜粉的应用状况

金刚石工具是铜粉消费量最大的领域，并且由于产品性能较好，消费量一直处于增长趋势，用于金刚石工具的主要是 6-6-3 青铜合金粉，在金刚石工具中，青铜粉多用来作为基体材料，把金刚石颗粒或其它耐火陶瓷颗粒放入青铜合金粉压制烧结所制成的基体中，铜粉的高韧性和塑性与金刚石的高硬度相结合，能够在切割过程中对被切割材料进行适当的保护和抛光，得到优良的产品性状。

在生产粉末冶金零件时用的最多的也是青铜粉，并且粉末冶金是青铜粉应用

最广的领域，青铜粉主要用于制造含油轴承、过滤器、轴瓦等。目前用于粉末冶金零件的青铜粉主要是 6-6-3 和 $\text{CuSn10}^{[1]}$ 。

铜粉以其高导电性，在碳刷制造行业占有十分重要的位置，但是由于铜价格较贵，现在随着碳刷生产中石墨用量的增加，对铜粉的使用基本趋于饱和，预计以后不会有大幅度增长。

在其他一些行业里，铜粉或铜合金粉也有一定的应用，如用来做铜焊粉剂，做热喷涂或冷喷涂涂料，做塑料复合填充剂，利用金属注射成型工艺生产粉末冶金零件等。

做铜焊粉剂的时候，用的有纯铜粉和铜磷合金粉，在采用适当溶剂或者惰性气体保护下，将粉末热到一定的温度，粉末熔化并通过毛细作用的在适合的接缝处之间流动，冷却后达到焊接效果^[8]。

做喷涂涂料的多为仿金铜合金粉，主要用于高档装饰、装潢、摩托车、汽车表面涂装、纺织物印染、高档建筑内外墙体、室内装饰、陶瓷及工艺美术制作等制造业等领域。近年来，仿金铜合金粉应用发展迅速，目前高品质仿金铜合金粉年用量已经达到 9000 吨以上，年增长率在 15%左右，并有取代化学镀铜和电镀铜的趋势。

金属铜粉填料可被添加到不同类型塑料制品中，用来增强密度，热纯导性和电传导性，强度，耐磨性，摩擦性和磁性等，同样由于铜价格较高，在此领域使用量也不是很大。

四、总结

我国铜粉生产厂家多，单大多规模小、产品档次低，造成市场竞争激烈，近年来，随着一些外资铜粉企业在中国投产，将给我国企业以更大的压力。在以后的生产过程中，加大技术投入，提升产品档次和质量，提高产业化程度，将会是我国企业必须要走的方向。

伴随着 08-09 年经济危机的过去，预计下游粉末冶金工业的铜粉产能还要扩大。铜粉发展的市场还将继续向下游热处理，铁粉预混和，锁零件，管子附件和装饰零部件等领域渗透。

随着对环境保护要求的提高，一起人民生活水平的提高，对铜粉生产也提出了更高的要求，在以后的发展中，AOR 法生产铜粉将成为一个趋势，并取代部分电解铜粉的市场，而电解铜粉以其性能特点，仍会有不少的市场份额；我国近年来汽车工业、建筑业和交通运输业快速增长，估计粉末冶金零件和装饰用仿金合金铜粉的使用量将会有大幅上升。

随着经济危机的过去，中国国民经济的复苏，中国经济又走入快速发展轨道，我国汽车、家电、化工行业及交通运输业发展迅速，铜基金属粉末冶金零件的生

产以及金刚石工具的生产作为必要的支持性工业，相信也将会被随之带动，有更进一步的发展。

参考文献

- [1] 王晔, 李岚. 我国铜粉的生产与消费现状. 铜业工程, 2003. 3.
- [2] 2009-2013 年中国铜粉行业市场调查及投资预测报告. 艾凯数据研究中心. www.icandata.com
- [3] 戴煜, 王利民, 刘景如, 柳红政. 低松装密度雾化铜粉生产. 粉末冶金工业. 2000. 10(4).
- [4] 国内铜粉及铜合金粉市场及分析. 来源自网络.
- [5] 黄凌云, 朱国才, 霍慧彬, 池汝安. 我国超细铜粉研究及生产现状. 化学通报. 2008. 01
- [6] 樊友奇, 张传福, 湛菁, 邬建辉. 超细铜粉的制备技术及其应用. 化学通报. 2006. 69
- [7] 白洁, 万新梁, 汪礼敏. 含油轴承专用烧结铜粉的研究. 粉末冶金工业. 2002. 12 (6) .
- [8] ACuPowder 产品目录. 美国 ACupower 公司中国网站宣传资料. <http://www.clearseainc.com/images/products.pdf>.