

[文章编号] 1004- 0609(2002)04- 0749- 04

凹印用铜金粉的物理性能^①

赵麦群, 张 颢

(西安理工大学 材料科学与工程学院, 西安 710048)

[摘 要] 利用扫描电镜对凹印用铜金粉的物理性能进行了研究, 考察了铜金粉的微观形貌、粒度分布、厚度及在黏结料中的排列行为。结果表明, 进口铜金粉的粒度分布均匀, 表面干净; 国产铜金粉粒度极差大, 细小颗粒所占比例过多, 从而影响了国产铜金粉的印金光泽度。进口铜金粉的厚度在 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 左右, 径厚比约为 50; 国产铜金粉的厚度在 $0.1\sim 0.3\text{ }\mu\text{m}$ 之间, 径厚比约为 40。铜金粉的片越薄, 水面遮盖率越大。铜金粉在黏结料中形成与纸面平行的方向定向排列, 铜金粉的这种排列行为与其光学性能密切相关。

[关键词] 铜金粉; 粒度分布; 厚度; 定向排列

[中图分类号] TF 12

[文献标识码] A

铜金粉(又称金粉)是以铜锌合金为原料, 经过特殊的机械加工和表面化学处理制得的具有鳞片状结构、能够在黏结料中漂浮、呈现黄金光泽、具有颜料性质的一种金属颜料^[1~3]。凹版印刷由于其辉煌的金属光泽, 有烘托主体和引人注目的效果, 在塑料、高级画报、高档包装、香烟外壳、证券印刷等方面得到了广泛的应用^[4, 5]。从而对铜金粉的光泽度、金属感、水面遮盖率、产品粒径以及分布等主要技术指标提出了更高的要求, 传统工艺生产的铜金粉已难以满足现代要求, 因此, 对铜金粉进行深入的研究和开发具有重要的现实意义。作者从宏观和微观的角度, 对铜金粉的主要物理性能及其在油墨中的排列方式等做了初步的研究。

1 实验

1.1 试料

为河南金鑫颜料厂和德国爱卡尔公司生产的粒度约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的青红金颜料。

1.2 铜金粉微观形貌的观察

利用 AMRAT MODEL 1000B 型扫描电镜观察了铜金粉的微观形貌。首先将一定量的粉末与无水乙醇混合后, 用超声波使粉末充分分离; 分散结束后, 用镊子夹住一块干净的试样片插进溶液中, 随后与液面成一定角度缓慢提出试样片; 待乙醇挥发

后, 放在电镜样品台进行形貌分析。

1.3 铜金粉厚度的观察

作者提出了一种用扫描电镜直接观察测量金属颜料片厚的方法。主要步骤是: 往铜金粉中加入少量的调金油和稀料, 充分搅拌, 使之完全混合; 待试样固化后, 在最大的截面处折断试样; 用扫描电镜观察断口, 即可测量铜金粉片的厚度。

1.4 铜金粉水面遮盖率的测量

水面遮盖率是指单位质量的片状颜料以单片形式漂浮于水面上所能覆盖的面积^[6]。目前, 世界上主要的金粉生产国都把水面遮盖率作为划分金粉档次的重要指标。在本实验中, 采用自制的有机玻璃水槽来测量铜金粉的水面遮盖率, 实验仪器如图 1 所示。实验时, 用高精度天平 (0.1 mg) 称量少于 0.1 g 的铜金粉均匀地撒在水面上, 轻微搅动水面, 使金粉形成浮于水面的薄膜, 前后移动玻璃板, 使薄膜均匀分散; 反复进行直至薄膜无粉末堆积、无破裂、无褶皱时为止; 用直尺测量薄膜的长度。

1.5 铜金粉在油墨中的定向排布

为了真实地再现铜金粉在油墨中的实际排列行为, 在制样时采用了如下的方法: 将铜金粉与油墨按一定的比例混合后, 在高级道林纸上刮样; 选取某一区域切割试样, 借助扫描电镜观察切口形貌, 即可观察到铜金粉在油墨中的排列情况。

① [基金项目] 西安理工大学青年科学基金资助项目(210001)

[收稿日期] 2001- 11- 27; [修订日期] 2002- 02- 04

[作者简介] 赵麦群(1960-), 男, 副教授, 博士。

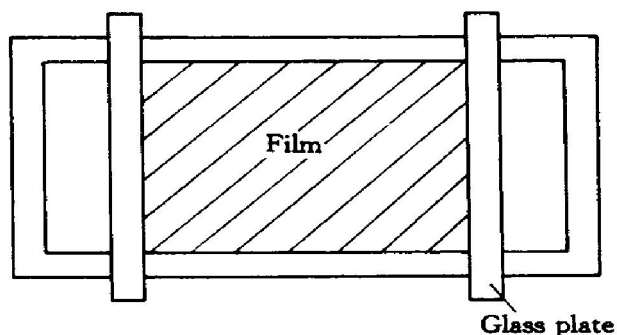


图1 水面遮盖率测量示意图

Fig. 1 Schematic drawing of water covering power measurement

2 实验结果

2.1 国内外铜金粉的微观形貌

国产和进口铜金粉微观形貌的典型扫描照片如

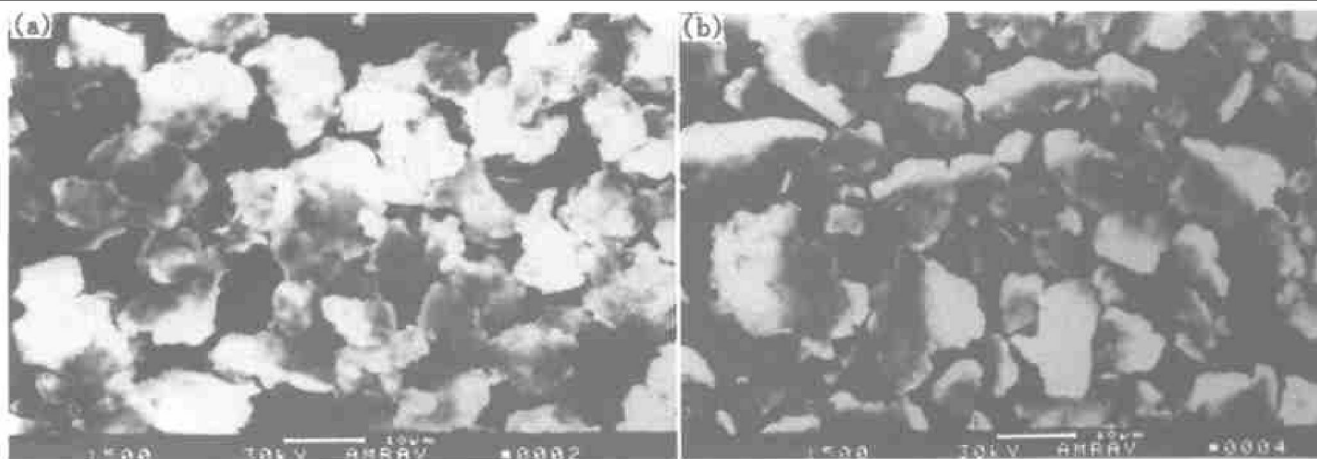


图2 铜金粉的微观形貌

Fig. 2 Microphotographs of bronze powder

(a)—From Germany; (b)—From China

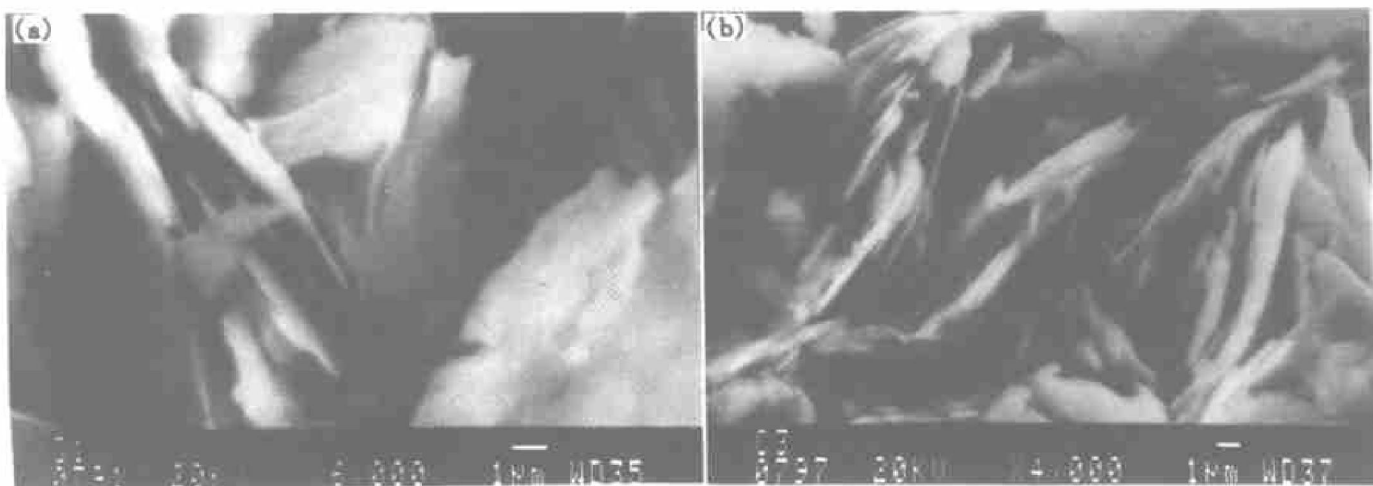


图3 铜金粉片的截面微观形貌

Fig. 3 Sectional microphotographs of bronze flake

(a) —From Germany; (b) —From China

图2所示。可见,进口铜金粉呈鳞片状均匀分布,无过大和过小的片(图2(a));国产铜金粉的粒径分布极不均匀,小颗粒的粒径不到 $2\mu\text{m}$,大颗粒的粒径超过 $20\mu\text{m}$,且粉末粒径在 $3\mu\text{m}$ 以下的所占比例较大,粉末表面有过磨、发黑现象(图2(b))。图3所示为扫描电镜观察到的铜金粉片的截面微观(厚度)照片。可以看出,进口铜金粉的截面呈针状(其中箭头所指为铜金粉片的截面),片厚度主要集中在 $0.1\mu\text{m}$ 左右(图3(a));国产铜金粉的截面也呈针状(如箭头所指),但较厚,且厚度主要集中在 $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ 之间(图3(b))。

2.2 水面遮盖率的测试结果

水面遮盖率的计算公式为

$$F = (L \times 20) / m \quad (1)$$

式中 F 为铜金粉的水面遮盖率, cm^2/g ; L 为薄

膜长度, cm; m 为粉末的质量, g。

实验记录及计算结果如表 1 所示。

表 1 铜金粉的水面遮盖率

Table 1 Water covering power of bronze powder					
Powder	No.	Powder mass/ g	Film length/ cm	Water covering power/ (cm ² ·g ⁻¹)	Average/ (cm ² ·g ⁻¹)
Imported bronze powder	1	0.076 9	50.0	13 003	12 400
	2	0.073 4	45.8	12 500	
	3	0.078 1	47.2	12 100	
	4	0.079 0	48.6	12 300	
Domestic bronze powder	1	0.104 7	50.0	9 550	9 280
	2	0.083 4	37.7	9 040	
	3	0.081 6	38.5	9 440	
	4	0.079 8	36.2	9 100	

2.3 铜金粉在油墨中的排列行为

铜金粉颜料在油墨中排列的扫描电镜照片如图 4 所示。可见, 铜金粉颜料在油墨中形成与纸面平行的方向定向层叠排列。实验发现, 除了铜金粉外, 其他的片状金属颜料, 如飘浮性铝银粉、锌粉、不锈钢粉在油墨中也呈定向排列。片状金属颜料的这种特殊的排列方式与其光学性能密切相关。

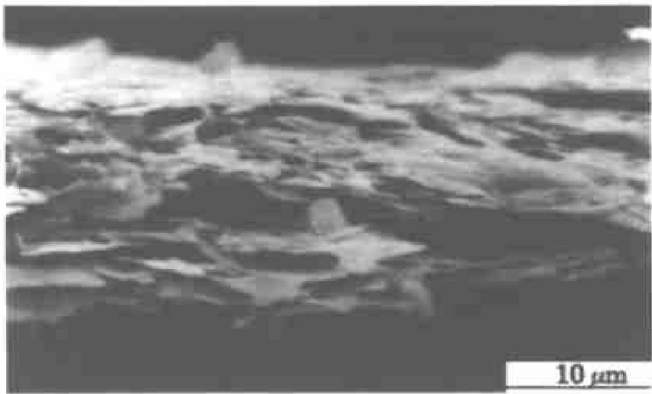


图 4 铜金粉在油墨中的定向排列

Fig. 4 Directional arrangement of bronze powder in printing ink

3 分析与讨论

3.1 铜金粉的微观形貌对其性能的影响

铜金粉的粒径分布如图 5 所示。可见, 进口粉的粒径分布曲线较窄, 说明进口粉的粒径分布较均匀; 国产粉的粒径分布曲线较宽, 说明粒径分布极不均匀, 细粉所占比例过大。实验研究及实际应用中发现, 随着粉末粒径的减小, 颜料的反光性能急剧下降, 从而造成国产金粉的金属感普遍不强; 同时, 不同的颗粒对光所产生的反射、绕射和散射作用不同, 这样就使得同一种成分不同粒径的颗粒具

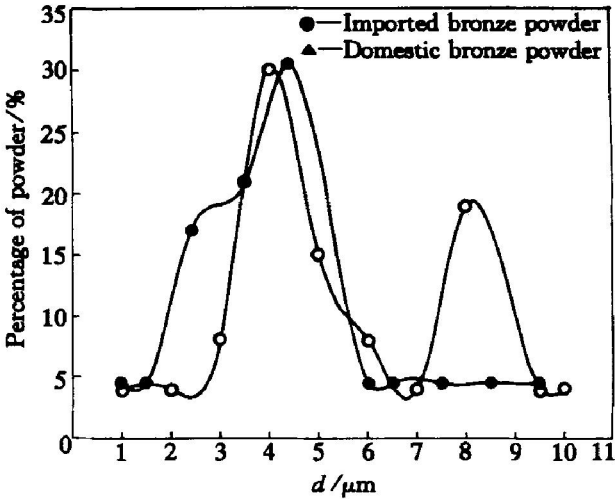


图 5 铜金粉粒度分布曲线

Fig. 5 Grain size distribution curves of bronze powder

有不同的色相, 进而导致国产粉的纯度偏低。这就从一个方面说明, 要想提高国产铜金粉的质量, 就必需提高铜金粉的分级精度。

从铜金粉的厚度角度来看, 片状金属颜料的平均厚度可按下式计算^[7]:

$$\delta = 1 / (F \cdot \rho_m) \tag{2}$$

式中 δ 为铜金粉片的厚度, cm; F 为铜金粉的水面遮盖率, cm²/g; ρ_m 为铜金粉的似密度, g/cm³。

对于进口铜金粉, 实验测得: $F = 12\,400$ cm²/g, $\rho_m = 8.36$ g/cm³, 平均粒径 $d = 4.5$ μm, 代入式(2), 得 $\delta = 0.096$ μm。

对于国产铜金粉, 实验测得: $F = 9\,280$ cm²/g, $\rho_m = 8.36$ g/cm³, 平均粒径 $d = 4.2$ μm, 代入式(2), 得 $\delta = 0.13$ μm。

由此可见, 无论是国产粉还是进口粉, 它们的估算厚度与实测厚度接近, 这说明了本实验所采用的铜金粉厚度测试方法的可靠性与准确性。

据此, 就可算出铜金粉颜料的径厚比(平均粒径与厚度之比)。进口粉的径厚比约为 50, 国产粉的径厚比约为 40。

片薄、径厚比大意味着每克金粉所能铺展的面积大, 即水面遮盖率大, 这与实验事实相符。说明要提高铜金粉的宏观指标水面遮盖率, 就必须尽量减小片的厚度、提高粉末的径厚比。

3.2 铜金粉定向排列的机理

铜金粉能够在黏结料中定向排列的原因是片状颜料经表面处理, 赋予颜料在黏结料中定向排列和漂浮的能力。铜金粉在球磨、抛光过程中, 一般选用表面活性剂作研磨助剂。如: 用硬脂酸作润滑

剂时,在颜料表面就会吸附一层硬脂酸膜,硬脂酸的极性基团羧基朝向铜金粉的表面,非极性基团羟基朝向气相。带有吸附层的固体表面裸露的是羟基基团,具有低能表面特性,这种排列作用,使铜金粉具有疏水亲油性。当把金粉加入黏结料后,随着溶剂的不断挥发,湿膜收缩并挤压片状颜料,使之形成与底材表面平行的取向^[8,9]。

一般认为,金属颜料的定向排列与其光学性能(镜面效应、显影性)密切相关^[10]。由于铜金粉颜料与底材呈平行排列,覆层具有很高的反射性,当光线照射到印刷品表面时,就可清晰地看到物体的像。铜金粉定向排列得越整齐,镜面效应就越显著。

[REFERENCES]

- [1] 周锦鑫. 我国铜金粉生产技术的现状与存在的问题浅析 [J]. 化学世界, 1999, 56(9): 498– 500.
ZHOU Jin-xi. Analysis on manufacturing circumstance and existing problem of the domestic bronze powder [J]. Chemistry World, 1999, 56(9): 498– 500.
- [2] James J D, Wilshire B. Laboratory simulation of commercial brass flake manufacture [J]. Powder Metallurgy, 1990, 33(3): 247– 249.
- [3] 张玉平, 张津徐. 二元黄铜表面色的定量研究 [J]. 中国有色金属学报, 2001, 11(S2): 152– 155.
ZHANG Yu-ping, ZHANG Jin-xu. Quantitative research on surface color of binary brass [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2001, 11(S2): 152– 155.
- [4] 周锦鑫. 超细铜金粉生产工艺优化及改造研究 [J]. 新技术新工艺, 2000(3): 31– 33.
ZHOU Jin-xin. Research on innovation and optimization of superfine brass powder manufacturing process [J]. New Technology & New Process, 2000(3): 31– 33.
- [5] 朱晓云. 铜锌合金粉在凹版印刷中的应运 [J]. 云南冶金, 2000, 29(6): 34– 36.
ZHU Xiao-yun. The application of mosaic gold in intaglio printing [J]. Yunnan Metallurgy, 2000, 29(6): 34– 36.
- [6] 美国金属学会. 金属手册: 第 7 卷. 第 9 版 [M]. 韩凤麟译. 北京: 机械工业出版社, 1994. 801– 811.
American Society for Metals. Metal Handbook: Vol. 7, Ninth Edition [M]. HAN Feng-lin transl. Beijing: Mechanic Industry Press, 1994. 801– 811.
- [7] 赵麦群. 片状金属颜料径厚比和包覆膜的计算 [J]. 粉末冶金技术, 1996, 14(2): 88– 91.
ZHAO Ma-qun. Estimation of ratio between diameter and thickness of laminar metallic pigment and thickness of coating [J]. Technology of Powder Metallurgy, 1996, 14(2): 88– 91.
- [8] 刘国杰. 现代涂料工艺新技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999. 345– 351.
LIU Guo-jie. New Technology of Modern Paint Craft [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1999. 345– 351.
- [9] 李荣兴. 油墨 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1984. 572– 576.
LI Rong-xing. Printing Oil [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1984. 572– 576.
- [10] Besold R, Neuing H C, Lloyd E D. Metal flakes: highly innovative powder products [J]. Powder Metallurgy, 1989, 32(1): 28– 29.

Physical properties of bronze powder in intaglio printing

ZHAO Ma-qun, ZHANG Hao

(College of Materials Science and Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

[Abstract] SEM was used to study physical properties of bronze powder in intaglio printing. Its microphotograph, size distribution, thickness and behavior in oil ink were mainly investigated. The results indicate that the imported bronze powder whose surface is clean has the narrow distributions of particle size. The domestic particles with wide size distribution contain a large proportion of too small powders, which reduce its metallic gloss. The thickness of imported products is about 0.1 μm and the ratio of diameter to thickness is 50, but the thickness of national ones ranges from 0.1 to 0.3 μm and the ratio of national ones is 40. The thinner the flakes are, the more excellent water surface covering power is. Directional arrangement of bronze powder in printing ink was observed, which has a impact on optical property.

[Key words] bronze powder; size distribution; thickness; directional arrangement

(编辑 陈爱华)