

二元铜基合金的色泽特性^①

李宝纬 刘洪程 李安国

(沈阳黄金学院)

摘 要

系统、定量地研究了元素 Al、Zn、Sn、Mn、Si 和所有添加元素均能不同程度地降低合金表面色中的红色成分,但对黄色成分的影响有所不同。Al 和 Zn 增加合金表面色中的黄色成分,而 Sn、Mn、Si 和 Ni 降低合金表面色中的黄色成分。在仿制不同 K 金表面色的合金时,Al 和 Zn 是最重要的调色元素,Sn、Mn、Si 和 Ni 可作为辅助调色元素。

关键词:二元铜基合金 色泽 色差 调色元素 色度参数

对于制造多种多样的首饰、纪念品、金属服饰以及建筑装璜等构件用的金属和合金,其表面色泽有着重要的意义。因此,近年来,国内外材料研究者广泛采用多元合金化的方法来改善铜基仿金合金的表面色泽^[1-12]。目前,评价合金的表面色泽基本上采用肉眼比色法。用肉眼比色法不仅不能对合金的表面色泽进行精确的描述,更不能用量化的色泽指标确定合金元素对合金表面色泽的影响。本文应用色度学的基本原理,对一些常用元素在二元铜基合金中的色泽行为进行定量描述,为新型仿金材料的开发提供科学依据。

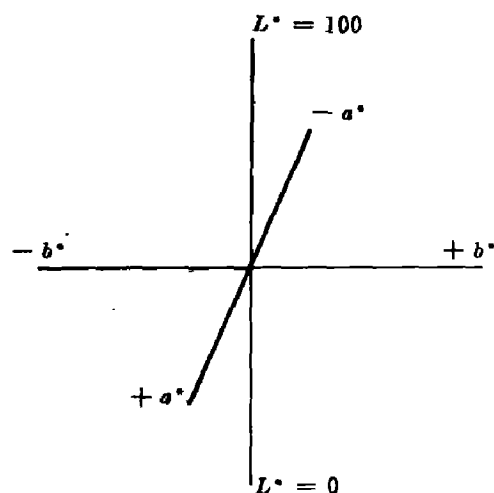


图1 CIE1976 $L^*a^*b^*$ 均匀色空间

1 定量描述和比较合金表面色的方法

任何物体在一定光照条件下的表面色都在某一三维色空间中有其确定的位置^[13]。因此可以用三维色度坐标来定量地描述物体的表面色和比较两种不同物体表面色的色差。实验表明^[13],在 CIE1976 $L^*a^*b^*$ 均匀色空间中分析不同物体表面色的色差同真实的视觉效果最为接近。这一色空间的构成如图1所示。

L^* 轴代表物体表面色的明度坐标轴,其值

在 0~100 之间变化, $L^* = 100$ 时为全反射色(白色), $L^* = 0$ 时为无反射色(黑色)。 a^* 轴代表物体表面色的红绿色度轴, $a^* > 0$ 时表示物体表面色中含有红色成分, $a^* < 0$ 时表示物体表面色中含有绿色成分。而 b^* 轴代表物体表面色的黄蓝色度轴, $b^* > 0$ 时表示物体表面色中含有黄色成分, $b^* < 0$ 时表示物体表面色中含有蓝色成分。某一物体表面色的 L^* 、 a^* 及 b^* 值可以通过实测一定标准照明条件下该物体表面反射光的反射比-波长曲线后,按色度学有关公式的计算值确定。两种不同物体表面色的色

① 本课题属国家黄金管理局基础理论资助项目,本文于 1992 年 10 月 22 日收到

差(色泽的差别)用 ΔE^* 表示,可按式计算:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$$

式中

Δa^* —两种表面色的红绿色度差;

Δb^* —两种表面色的黄蓝色度差;

ΔL^* —两种表面色的明度差。

当 $\Delta E^* < 1$ 时,可认为两种表面色没有差别。某一物体表面色彩色彩的饱和程度用彩度 C^* 表示并按下式计算:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

C^* 值越大,色彩的饱和度越大。 $C^* = 0$ 时,表示介于黑白之间的某一无彩色区。

2 实验方法

试验合金置于石墨坩埚内,在RX-13型高温电阻炉中熔炼。锰、硅以铜锰、铜硅中间合金的形式加入。铸成7 mm×42 mm×42 mm的扁锭,再进行机械加工和抛光,达到9~10级表面光洁度,然后用酒精清洗,在干燥箱中烘干。试验研究是在试样最终抛光和清洗后24 h内完成的。

为了与文献[14]所提供的金合金色板的色度参数有可比性,试样表面色的测量应按同一标准确定照明和测试条件。为此,实验中使用DMR-22型分光光度计,D65标准光源,在0/t条件下测定了所有试样的反射比-波长曲线,通过计算机处理得到了所有试样表面色的 L^* 、 a^* 、 b^* 及 C^* 值及所有试样表面色与14K、18K、24K金表面色的色差值。

3 实验结果与分析

3.1 铜及14K、18K、24K金的色泽特点

铜及三种K金的色度参数见表1。从表1可以看出,随K金中含金量的增加,合金表面色中的红色成分(a^* 值),黄色成分(b^* 值)以及彩度(C^* 值)增加,明度(L^* 值)下降,同时合金表面色中的黄色成分远远多于红色成分。

正是由于色度参数的这种变化趋势和特点,使得金的表面色泽以黄色为主,略带红色,即呈金黄色;高K金表面色的视觉柔和(L^* 值低),颜色浓(C^* 值高),黄里透红,而低K金表面色则发亮,发黄,颜色淡。

表1 铜及三种K金的色度参数

名称	色度参数			
	L^*	a^*	b^*	C^*
铜	81.53	14.08	18.22	23.03
14K	88.21	1.22	21.85	21.88
18K	85.88	4.73	23.52	23.99
24K	79.80	7.83	27.93	29.00

从铜与三种K金的色度参数比较可以看出,铜表面色的明度和彩度值在三种K金的明度和彩度值范围内,但红色成分偏多,而黄色成分偏少。因此,欲使铜表面色向三种K金的表面色变化进而达到仿金的目的,可添加使铜表面色中红色成分减少、黄色成分增加、对明度及彩度值影响不大的元素。

3.2 各种合金元素对合金表面色泽的影响

图2~5给出了合金元素影响合金表面色度参数的关系曲线,图中的水平线分别代表14K、18K、24K金表面色的色度参数。图6给出了合金元素影响合金表面色与18K金表面色色差值 ΔE^* 18的关系曲线(ΔE^* 14、 ΔE^* 24值曲线变化与 ΔE^* 18值曲线相似)。

由图2可见,各合金元素的加入对合金表面色明度值的影响没有明显的规律性。总的来看,除含Mn高于6 wt.-%及含Ni 4 wt.-%的合金外,各合金元素的加入均使合金表面色的明度值有所升高,但基本上在三种K金的明度值范围内。

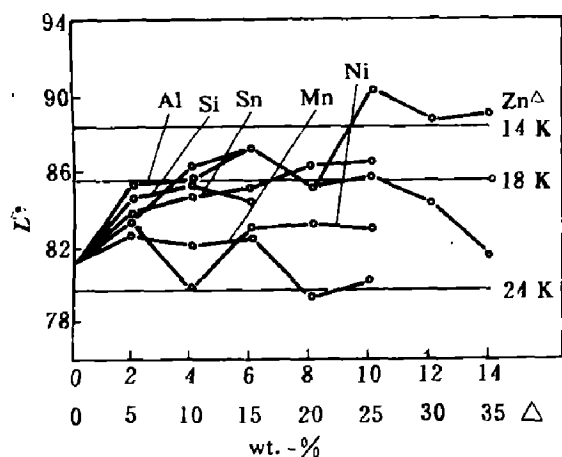
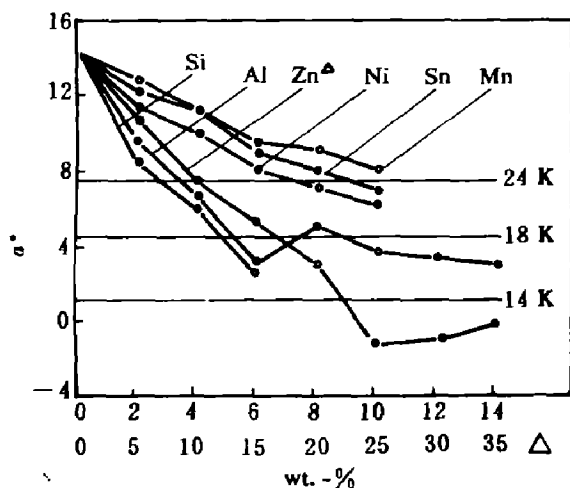
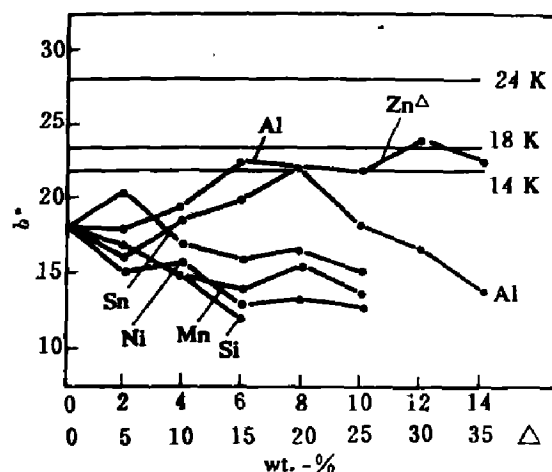
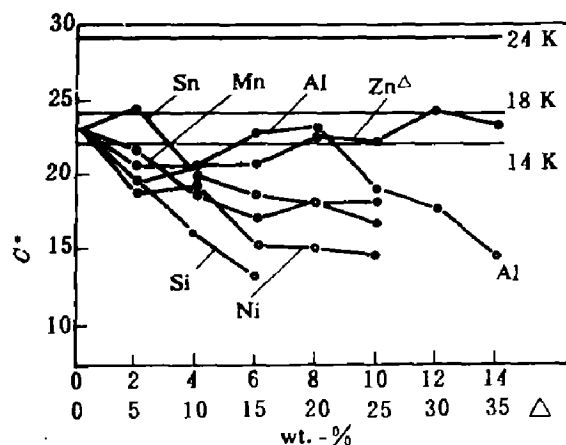
由图3及图4可见,Mn、Sn和Ni元素的加入,使合金表面色中的红色成分,黄色成分均有所降低,但曲线变化平稳,表明对合金表面色泽的影响不大。图6的色差曲线变化也说明这一点。Si元素的加入,剧烈地降低合金表面

色中的红色成分和黄色成分，以至在含 $\text{Si} > 8$ wt.-% 时，合金已发白，失去了红色和黄色。Al 和 Zn 元素的加入，降低合金表面色中的红色成分，增加黄色成分(含 Al 量 < 6 wt.-% 时)，使合金表面色的 a^* 、 b^* 值向三种 K 金的 a^* 、 b^* 值靠近，即使合金的表面色向三种 K 金的表面色变化。从图 6 可见，色差曲线逐渐降低，且分别在含 Al 8 wt.-% 和含 Zn 20 wt.-% 时达到了最低点，此时的 ΔE^* 18 值分别达到 1.27 和 1.89，合金的表面色泽已十分接近 18K 金的表面色泽。

比较图 4、图 5 和图 6 可以看出，彩度 C^* 值的变化趋势和程度与 b^* 值几乎一致，除含 Zn > 25 wt.-% 的合金外， C^* 值的变化趋势与 ΔE^* 18 值的变化趋势正好相反。这是由于合金元素含量变化导致合金表面色中黄色浓度的变化，是影响合金表面色彩度及表面色泽同三

种 K 金表面色 ΔE^* 的主要原因。同纯度高的金合金表面色相比，试样表面色彩度值与 K 金表面色彩度值相差大，则试样表面色彩度值均明显低于 24K 金的彩度值。含 Zn > 25 wt.-% 的合金，其表面色中的 a^* 值为负，表面色中已含有绿色成分，同三种 K 金表面色相比，合金表面色的色泽已发生变化，即合金表面色色泽已不是黄里透红而是黄里透绿。因此，虽然其表面色彩度较高，但与三种 K 金表面色的色差值相差较大。

由上可知，在所考查的合金元素中，只有 Al 和 Zn 使合金表面色中的红色成分减少，黄色成分增加，因此在仿制三种 K 金表面色的合金时，Al 和 Zn 是最重要的调色元素，其最佳的调色成分点分别为 8 wt.-% 和 20 wt.-%；Mn、Sn、Si 和 Ni 在降低合金表面色中红色成分的同时，也降低黄色成分，在仿制不同 K 金表面色

图2 各合金元素对 L^* 值的影响图3 各合金元素对 a^* 值的影响图4 各合金元素对 b^* 值的影响图5 各合金元素对 C^* 值的影响

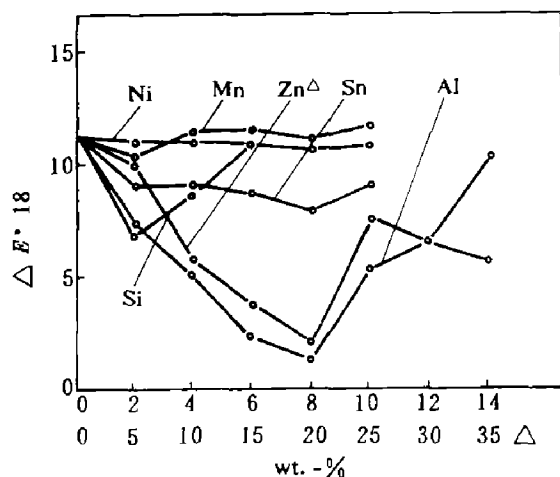


图6 各合金元素对 ΔE^*_{18} 值的影响

的合金时, 只能作为辅助调色元素。考虑到没有一种合金能满足 $\Delta E^* < 1$ 条件, 即没有一种合金的表面色泽能达到三种 K 金的表面色泽, 探讨三元以至多元铜基合金的色泽特性尚待深入。

4 结 论

(1) Al 和 Zn 使合金表面色中的红色成分减少, 黄色成分增加, 在仿制三种 K 金表面色的合金时是最重要的调色元素, 最佳的调色成分点分别为 8 wt.-% 和 20 wt.-%;

(2) Mn、Sn、Si 和 Ni 使合金表面色中的红色成分、黄色成分均减少, 在仿制三种 K 金表面色的合金时只能作为辅助调色元素;

(3) 所考查的二元铜基合金均不能满足 $\Delta E^* < 1$ 条件, 即在所考查的合金中, 不能获得色泽达到三种 K 金表面色泽的合金, 尚需探讨三元以至多元铜基合金的色泽特性;

(4) 提高合金表面色的彩度是铜基仿金合金, 尤其是仿高 K 金表面色时需解决的主要问题。

参考文献

- 1 薛剑峰, 周建勋. 江苏冶金, 1990, (1): 17-19.
- 2 唐多光等. 金属科学与工艺, 1991, (1): 77-82.
- 3 程自强. CN1030796A. 1989.
- 4 Гулевич РЛ 等. SU704254. 1978.
- 5 吴忍. CN87102903A. 1988.
- 6 Prinz 等. DE3235832. 1984.
- 7 Prinz 等. DE3235833. 1984.
- 8 王精求. CN88100404A. 1988.
- 9 张松年等. 仪表材料, 1983, (6): 33-41.
- 10 井筒屋精一. JP275730. 1989.
- 11 井筒屋精一. JP290727. 1989.
- 12 戴松林等. 贵金属, 1986, (4): 20-26.
- 13 荆其诚等. 色度学. 北京: 科学出版社, 1979, 68-129.
- 14 闵祖棠. 电镀与精饰, 1988, (3): 24-28.