

彩色金相

Color
Metallography

75.1
335

彩色 金相

Color Metallography

E. BERAHA 著
B. SHPIGLER

林 慧 国 译

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书是美国金属学会近年出版的《彩色金相》一书的中译本。内容包括彩色金相的理论与方法,介绍了用于铸铁、钢、铜、铝、钛等金属材料的各种彩色金相技术,如增强图象衬度的偏振光法、彩色金相的各种干涉膜,以及分色法等特殊彩色金相方法。着重总结了近年来化学沉积膜及彩色侵蚀试剂的发展,有大量彩色金相图片实例,对从事金相及金属材料研究、生产、教学、应用的广大科技人员均有参考价值。

彩 色 金 相

林 慧 国 译

责任编辑 向培森

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

北京人民印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张10 字数164 千字

1984年4月第一版1984年4月第一次印刷

印数00,001~5,200册

统一书号: 15062·3805 定价11.50元

序

2/5/70/12

几乎每个金相工作者，常常会观察到试样呈现出美观而悦目的色彩。这种色彩是借天然的晶体特性在显微组织中显示出来的，如一个极普通的明场图象，金相工作者常通过显微镜的特殊调节，或者应用化学侵蚀及电解侵蚀过程，使其变成多种富有意义的彩色。显微镜的附件亦可用来使彩色发生变化，而这种变化与试样表面的微观形貌或晶粒位向有关。目前彩色着色技术已经得到了发展，可用于检测表面化学成分的变化和确定晶体位向的变化。通过偏振光照射和偏振光—灵敏着色片的应用，就能进一步了解彩色金相分析的好处。在有些实验室里，已经将彩色金相作为特殊用途的一种判断手段。这种判断方法，显然对难辨认显微组织的鉴别，对随后与同行和有关培训人员的交流，都是有幫助的。

本书作者之一 E·比腊哈 (Beraha) 博士，在二十年经历中，是一位长期以彩色金相作为判断手段的研究者和应用者，尤其在此项工作中他的名字是与侵蚀试剂的发展联在一起的。本书的另一作者 B·希皮格尔 (Shpigler) 先生，在光学和电子彩色金相方面也是一位热心的推动者，而且是将新的彩色荧屏显示系统与扫描电镜 (SEM) 显微分析配合使用的共同发展者之一。

作者们编写这本书，是为了有助于使上述这些较新的技术得到广泛认识和应用。书中包括四种彩色着色方法、偏振光的应用和分色法的介绍等，还包括希皮格尔先生新近发展的方法，即彩色与已确定元素浓度的特定范围相对应的 X 射线显微图象方法。作者设想，读者是已经具有相当的金相技术知识的，例如切片、镶样、磨样、抛光、侵蚀剂的配制与操作、以及照相技术等（这些技术在美国金属学会出版的第八版《Metals Handbook》第 8 卷中已作了详细叙述）。

通过对照明光源、滤色片及薄膜选择的一些了解，并且如本书作者所介绍的那样，按照书中标准化程序进行，就能使富有色彩和有意义的显微组织呈现于薄膜上。今天，彩色金相可按照个人需要和公司方针的要求，或者小规模的应用，即仅限于试验室中摄制薄膜上显现的图象，而随后的一切工序均由商业性洗印馆来完成；或者大范围的应用，即彩色工序的所有阶段都自行处理。无疑地，大范围应用能最佳地控制最后的成品（相片）。

鼓励你去应用彩色金相技术。你将能获得它提供信息和技术的报酬。通过某些实践，你和你的同事就能在金相方面展现出一幅崭新的前景。

R. J. 格 雷

（美国橡树岭国立实验室金属和陶瓷组金相指导）

译者说明

彩色金相和其它彩色图象一样,随着现代科学技术的飞跃发展,有取代黑白图象的趋向。彩色金相的突出优点不仅是色彩艳丽,更重要的是彩色金相图对相的分辨能力较黑白金相图高出了很多倍,为金相技术满足现代科技的需要展现了广阔的前景;因而引起了广大金属材料工作者(尤其是金相工作者)们的浓厚兴趣。我们正是在这种兴趣的推动下,翻译了这本美国近年出版的《彩色金相》一书。由于时间仓促,加之水平有限,书中可能有不妥之处,请读者批评指正。

为方便读者阅读本书,现仅就翻译中的有关问题作如下几点说明:

一、在翻译本书彩色图片的文字说明时,有时遇到原文与图片上的颜色不完全一致。经考虑,书中的图片色彩已经过多次的复制过程,有可能与实物的颜色产生某种偏色,故仍照原文翻译,未作任何更改。

二、本书对一些未统一的名词,只选择较常用的一种。对某些少见的或新的名词术语,则根据我们的初步理解确定译名,并在本书第一次出现该译名时加注原文,例如“分色法”(Color-Separation Method)。对于文中的人名,均直接引用原文,未采用译音。有些化学药品的分子式,例如柠檬酸,我国资料常写成 $\text{COOHCH}_2\text{C}(\text{OH})\text{COOHCH}_2\text{COOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$,而本书中写成 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7\cdot\text{H}_2\text{O}$,译文亦从原书。

三、本书所介绍的金属材料分类及某些材料名称,往往与我国通常的分类或名称不完全一致,例如,书中介绍的铸铁分类,主要分为两类,而我国通常分为四大类。考虑到目前各国对金属材料的分类很不一致,难以强求统一。因此仍按原文译出,未作补充译注。

此外,书中还有许多类似情况,其处理原则同上。至于对上述这些问题的处理是否妥当,有待于实践的检验;

本书译文请中国热处理学会常务理事、钢铁研究总院朱谱藩高级工程师校阅,并得到有关专家的支持和指正,特此一并致谢。

由于水平所限,书中可能存在不少翻译上的缺点或错误,请广大读者批评指正。

一九八一年十月 于北京

目 录

彩色图片目录

表目录

序

第一章 彩色金相的理论与方法	1
1.1 应用金相显微镜的彩色摄影	3
1.2 增强图象衬度的光学方法	4
1.2.1 增强图象衬度的偏振光法	4
a. 偏振光源	5
b. 偏振光在金相方面的应用	5
c. 偏振光下的各向异性金属	6
d. 偏振光下的各向同性金属	7
e. 偏振光下的复相合金	7
1.2.2 彩色金相的干涉膜	7
a. 热染法	10
b. 阳极化和化学方法	10
c. 干涉蒸发膜的真空沉积	11
d. 中性和活化溅射法	12
1.2.3 增强图象衬度的分色法	12
1.3 用于化学沉积干涉膜的侵蚀试剂系列	17
1.3.1 各种侵蚀试剂系列的理论基础	17
a. 以焦亚硫酸盐—硫代硫酸盐溶液为基液的侵蚀试剂	17
b. 以硒酸溶液为基液的侵蚀试剂	18
c. 以钼酸盐溶液为基液的侵蚀试剂	18
d. 以复合的硫代硫酸盐溶液为基液的侵蚀试剂	18
e. 以铬酸盐溶液为基液的侵蚀试剂	19
1.3.2 侵蚀试剂的制备与应用	19
a. 焦亚硫酸盐—硫代硫酸盐试剂	19
b. 硒酸试剂	20

c. 钼酸盐试剂	20
d. 复合硫代硫酸盐试剂	21
e. 铬酸盐试剂	21
第二章 化学沉积膜的应用	27
2.1 铸铁的化学沉积膜	28
2.2 碳素钢、合金钢和工具钢的化学沉积膜	36
2.3 不锈钢的化学沉积膜	51
2.4 耐热钢和耐热合金的化学沉积膜	62
2.5 铝合金的化学沉积膜	72
2.6 铜合金的化学沉积膜	80
2.7 钛合金的化学沉积膜	94
2.8 铀合金的化学沉积膜	103
2.9 其他各种金属及其显微组织的化学沉积膜	112
第三章 溅射膜的应用	115
第四章 光学的图象—衬度增强法的应用	119
4.1 偏振光法	119
4.2 分色法	125
第五章 元素浓度彩色电视显示	134

彩 色 图 片 目 录

1. 分色法, 图示为一种铝合金试样应用电子探针微区分析仪 所得到的图象	16
2. 珠光体白口铸铁, 用7a号试剂侵蚀; 700 ×	29
3 a. 珠光体灰口铸铁, 用8号试剂侵蚀; 700 ×	30
3 b. 铁素体—珠光体延性铸铁 (球墨铸铁), 用8号试剂侵蚀; 700 ×	30
4 a. 珠光体白口铸铁, 用10 a号试剂侵蚀 (先经硝酸酒精溶液侵 蚀后, 浸入该试剂中60秒); 700 ×	31
4 b. 珠光体白口铸铁, 用10 a号试剂侵蚀 (先经硝酸酒精溶液侵 蚀后, 浸入该试剂中150秒); 700 ×	31
5. 灰口铸铁中的三元磷化物共晶, 用10 a号试剂侵蚀; 1200 ×	32
6. 珠光体白口铸铁, 用11 b号试剂侵蚀; 450 ×	32
7 a. 珠光体灰口铸铁, 用11 a号试剂侵蚀; 450 ×	33
7 b. 珠光体灰口铸铁, 用11 a号试剂侵蚀; 850 ×	33
8 a. 珠光体白口铸铁, 用12 b号试剂侵蚀; 1200 ×	34
8 b. 珠光体灰口铸铁, 用12 b号试剂侵蚀; 700 ×	34
9. 灰口铸铁, 用10 a号试剂化学侵蚀后某些相选择性着色的 图象	35
10 a. 经退火的SAE1006低碳钢, 用8号试剂侵蚀 (至试样由蓝 变红为止); 450 ×	39
10 b. 经退火的SAE1006低碳钢 (试样同图片10 a), 用10 a号的 试剂侵蚀 (5 ~ 6分钟); 1200 ×	39
10 c. 经退火的SAE1006低碳钢 (试样同图片10 a), 用8号试剂侵 蚀 (6分钟); 450 ×	40
11. 低碳钢, 用3号试剂侵蚀; 500 ×	40
12. 结构钢 (西德钢号St 37 - 1), 用3号试剂侵蚀; 10 × ...	41
13 a. SAE 1110易切削钢, 用7 a号试剂侵蚀; 700 ×	41
13 b. SAE 1115易切削钢, 用12 b号试剂侵蚀; 700 ×	42

14. 经正火的SAE1060亚共析碳钢, 用7 a 号试剂侵蚀; 700 ×	42
15 a. 经球化处理的SAE1080共析碳素钢, 用7 a 号试剂侵蚀; 700 ×	43
15 b. 经球化处理的SAE1080共析碳素钢(试样同图片15 a), 用 11 b 号试剂侵蚀; 1200 ×	43
16 a. SAE 1095过共析碳钢, 用7 a 号试剂侵蚀; 700 ×	44
16 b. SAE 1095过共析碳钢(试样同图片16 a), 用10 a 号试剂 侵蚀; 1000 ×	44
17 a. 带渗碳层的易切削钢, 用7 号试剂侵蚀; 140 ×	45
17 b. 带渗碳层的易切削钢(试样同图片17 a, 但视场在横截面的 中心), 用7 a 号试剂侵蚀; 140 ×	45
18. 经水淬的锰合金钢(4.9 % Mn), 用8 号试剂侵蚀; 40 × (由100 × 缩小的)	46
19 a. Cr-Mo氮化钢, 用7 a 号试剂侵蚀; 700 ×	47
19 b. Cr-Mo氮化钢(试样同图片19 a), 用7 a 号试剂侵蚀; 450 ×	47
20. 钢中的氮化层, 用10 a 号试剂侵蚀; 200 ×	48
21. AFNOR Z85WCDV6 轴承钢(0.8 % C, 5 % Cr, 5 % Mo, 1.5 % V, 6 % W), 用10 a 号试剂侵蚀; 1000 ×	48
22. 经退火的D 2 型工具钢, 用11 b 号试剂侵蚀; 1200 ×	49
23 a. W 5 型工具钢, 用7 a 号试剂侵蚀; 700 ×	49
23 b. W 5 型工具钢(试样同图片23 a), 用11 b 号试剂侵蚀; 1200 ×	50
23 c. W 5 型工具钢(试样同图片23 a), 用11 b 号试剂侵蚀; 300 ×	50
24. 经塑性变形的301 型奥氏体不锈钢, 用9 a 号试剂侵蚀 (马氏体); 400 ×	53
25. 303 型易切削奥氏体不锈钢, 用9 a 号试剂侵蚀; 250 ×	53
26. 经塑性变形的304 型奥氏体不锈钢, 用9 a 号试剂侵蚀; 700 ×	54
27. AFNOR Z12CN Si25高硅奥氏体不锈钢, 用9 a 号试 剂侵蚀; 700 ×	54
28. 加钛稳定化的321 型奥氏体不锈钢, 用9 a 号试剂侵蚀; 700 ×	55

29. 经塑性变形的347 型含铌奥氏体不锈钢, 用 9a 号试剂侵蚀;	
700 ×	55
30. 17-4 PH 不锈钢, H1025 状态; 用 9a 号试剂侵蚀(马氏体);	
300 ×	56
31. 416 型易切削马氏体不锈钢, 用 7b 号试剂侵蚀;	
400 ×	56
32a. 431 型马氏体不锈钢, 用 9a 号试剂侵蚀;	200 × 57
32b. 431 型马氏体不锈钢 (试样同图片 32a), 用 9a 号试剂侵蚀;	
600 ×	57
33a. AFNOR Z50 NMCK 不锈钢, 用 9a 号试剂侵蚀;	
600 ×	58
33b. AFNOR Z50 NMCK 不锈钢 (试样同图片 33a), 用 9a 号	
试剂侵蚀;	1200 × 58
34. Fe-Ni 合金 (25% Ni), 用 4 号试剂侵蚀;	400 × 59
35. 302 型不锈钢的点焊区, 用 10a 号试剂侵蚀;	150 × 59
36. 用 302 型填充金属焊接的 302 型不锈钢的焊接区, 用 9a 号	
试剂侵蚀;	50 × 60
37a, b. DIN X5 CrNi18 不锈钢的焊缝, 用 14 号试剂侵蚀;	
120 ×	61
38. 17-4 PH 不锈钢及其渗硫层, 用 7a 号试剂侵蚀;	
800 ×	60
39. A-286 Fe-Ni-Cr 基合金, 用 9b 号试剂加氯化铁侵蚀;	
400 ×	64
40. 19-9 DL 型 Fe-Ni-Cr 基合金, 用 9b 号试剂侵蚀;	
1200 ×	64
41. 高温下使用后的高镍不锈钢, 用 7b 号试剂侵蚀;	
900 ×	65
42. AFNOR Z10 NKC30 镍基合金, 用 9b 号试剂侵蚀;	
150 ×	65
43. Nimonic 75 镍基合金, 用 9b 号试剂加氯化铁侵蚀;	
700 ×	66
44a. Udmet 700 镍基合金, 用 9b 号试剂加氯化铁侵蚀;	
400 ×	66
44b. Udmet 700 镍基合金, 用 9b 号试剂加氯化铁侵蚀;	
1200 ×	67

45. Udimet 700 镍基合金, 用10 c 号试剂侵蚀; 300 ×	67
46a. 镍基合金, 铸态; 用9 b号试剂加 NH_4FHF 侵蚀; 250 ×	68
46b. 镍基合金, 铸态 (试样同图片46 a); 用9 b号试剂加 NH_4FHF 侵蚀; 600 ×	68
46 c. 镍基合金, 铸态 (试样同图片46 a), 用10 c 号试剂侵蚀; 1500 ×	69
47 a. 经固溶处理与时效的Hastelloy X 镍基合金, 用9 b号试剂加 NH_4FHF 侵蚀; 700 ×	69
47 b. 经固溶处理与时效的Hastelloy X 镍基合金 (试样同图片47 a), 用9 b号试剂加 NH_4FHF 侵蚀; 1000 ×	70
47 c. 经固溶处理与时效的Hastelloy X 镍基合金 (试样同图片47 a), 用10 c 号试剂侵蚀; 700 ×	70
48. Hastelloy X 镍基合金的焊接区, 用9 b号试剂加 NH_4FHF 侵蚀; 120 ×	71
49. Haynes 25 钴基合金, 用9 a号试剂加 NH_4FHF 侵蚀; 100 ×	71
50 a. 加钠变质处理的砂型铸造铝硅合金 (硅铝明) ($\text{Al}-11.9\%\text{Si}-0.18\text{Fe}-0.02\text{Cu}-0.01\text{Mg}-0.01\text{Mn}-0.01\text{Ni}$), 用11 c 号试剂侵蚀; 400 ×	74
50 b. 未变质处理的冷模铸造铝硅合金 (试样同图片50 a), 用11 c 号试剂侵蚀; 750 ×	74
51. 砂型铸造铝合金 ($\text{Al}-4.8\text{Si}-3.25\text{Cu}-0.5\text{Fe}-0.4\text{Mn}, 0.35\text{Zn}-0.05\text{Mg}-0.25\text{Ni}$) 用11 c 号试剂侵蚀; 750 ×	75
52 a. 砂型铸造铝合金 ($\text{Al}-3.55\text{Si}-6.3\text{Cu}-4.2\text{Zn}-0.75\text{Fe}-0.25\text{Mn}-0.10\text{Mg}-0.30\text{Ni}$), 用11 c 号试剂侵蚀; 750 ×	75
52 b. 砂型铸造铝合金 (试样同图片52 a), 用18号试剂侵蚀; 400 ×	76
53. 砂型铸造铝合金 ($\text{Al}-2.2\text{Si}-1.05\text{Cu}-0.9\text{Fe}-0.02\text{Mn}-0.12\text{Mg}-0.91\text{Ni}-0.21\text{Ti}$), 用11 c 号试剂侵蚀; 900 ×	76
54. 冷模铸造铝合金 (成分同图片53), 用11 c 号试剂侵蚀; 900 ×	77

55. 砂型铸造铝合金 (Al-1.45Si-9.75Cu-0.56Fe-0.31Mn-0.25Mg-0.37Ni), 用11 c 号试剂侵蚀; 700 ×	77
56. 铸造铝合金 (0.70Si-3.5 Cu), 用马氏试剂侵蚀; 400 ×	78
57 a. 冷模铸造 Al-Ni-Fe 合金 (68Al-16.5Ni-15.5Fe), 用15号试剂侵蚀; 900 ×	78
57 b. 冷模铸造 Al-Ni-Fe 合金 (试样同图片57 a), 用15号试剂侵蚀; 300 ×	79
58. 2024铝合金中的焊接区, 用13 b 号试剂侵蚀 (侵入 5 秒); 250 ×	79
59. 高合金黄铜 (72Cu-11.5Zn-7 Al-2.7 Ni-4.0Fe-0.7 Mn-1.3 Sn), 铸态; 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 320 ×	82
60. 冷模铸造65Cu-35Zn黄铜, 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 400 ×	82
61. 60Cu-40Zn黄铜 (蒙茨黄铜), 铸态; 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 100 ×	83
62. 挤压后再冷拔的海军黄铜 (62Cu-37Zn-1 Sn), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 600 ×	83
63. 易切削黄铜 (成分不详), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 700 ×	84
64. 高合金黄铜 (Zn-57Cu-1.25Sn-1.75Mn-0.5 Fe-0.5 Pb), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 950 ×	84
65. 高合金黄铜 (锰青铜: 68Cu-23Zn-4.85Al-1.38Mn-2.30Fe), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 500 ×	85
66. 经挤压的高合金黄铜 (Zn-64Cu-3.6 Al-0.8 Mn-0.14Fe-0.45Pb), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 600 ×	85
67. 高合金黄铜 (58Cu-34Zn-2.7 Al-1.7 Ni-1.1 Fe-1.2 Mn), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 1000 ×	86
68 a. 经挤压的高合金黄铜 (Zn-57Cu-3 Al-1.8 Mn-1 Fe-0.3 Pb), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 130 ×	86

68b. 经挤压的高合金黄铜 (成分同图片68 a), 先用10%过硫酸铵 ·侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 1100 ×	87
69. 高合金黄铜 (55Cu-33Zn-5.4 Al-1.9 Ni-2.9 Fe- 0.57Mn-1.2 Sn), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号 试剂侵蚀; 1000 ×	87
70. 经塑性变形的5 %Sn磷青铜, 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用 12 a 号试剂侵蚀; 400 ×	88
71. 冷模铸造的10%Sn磷青铜 (Cu-10Sn-0.5 P-0.25Pb- 0.5 Zn), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 600 ×	88
72. 冷模铸造的5 %Sn青铜, 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 150 ×	89
73. 冷模铸造的10%Sn青铜, 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 240 ×	89
74a.b 冷模铸造的炮铜 (88Cu-8 Sn-4 Zn), 先用过硫酸铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 400 × 和1100 ×	90
75. Cu-Zn-Sn青铜 (成分不详), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用 12 a 号试剂侵蚀; 550 ×	91
76. Cu-Zn-Sn青铜 (成分不详), 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再 用12 a 号试剂侵蚀; 180 ×	91
77 a. AFNOR UA10N 青铜中的硬焊焊接区, 先用10%过硫酸铵 侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 250 ×	92
77 b. 系图片77 a 中硬焊焊接区的青铜一侧, 先用10%过硫酸铵侵 蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 700 ×	92
77 c. 系图片77 a 中硬焊焊接区的填充金属一侧, 先用10%过硫酸 铵侵蚀, 再用12 a 号试剂侵蚀; 700 ×	93
78. 经塑性变形的纯钛, 用19号试剂侵蚀; 120 ×	95
79. 经固溶处理的98% Ti、2 % Cu合金, 用20 号试剂侵蚀; 120 ×	95
80. 用惰性气体保护焊接的98Ti-2 Cu合金, 用20号试剂侵蚀; 120 ×	96
81. 在石墨模中熔铸的Ti-6 Al-4 V 合金, 用11 c 号试剂侵蚀; 500 ×	96
82. 钛-铝化合物为基的合金, 图示为加热时间对热染法的影 响; 100 ×	97

83 a.	热染后的钛-铝化合物为基的合金; 100 ×	98
83 b.	热染后的钛-铝化合物为基的合金 (与图片83 a 同一合金, 但于1400℃下晶粒已长大); 100 ×	98
84 a.	热染后的钛-铝化合物为基的合金; 100 ×, 氙灯 (冷光) 照明	99
84 b.	热染后的钛-铝化合物为基的合金 (试样同图片84 a); 100 ×, 钨丝灯 (热光) 照明	99
85.	热染后的钛-铝化合物为基的合金; 100 ×	100
86.	热染后的钛-铝化合物为基的合金; 100 ×	100
87.	热染后的钛-铝化合物为基的合金; 100 ×	101
88.	热染后的钛-铝化合物为基的合金; 100 ×	101
89.	热染后的铪和TiAl化合物间的扩散区; 100 ×	102
90.	0.1 % Cr 铈合金, 铸态; 按 P-6 规程用 R-1 和 R-2 号试剂侵蚀; 10 ×	106
91 a.	0.1 % Cr 铈合金, 铸态; 按 P-4 规程用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	106
91 b.	0.1 % Cr 铈合金, 铸态 (试样同图片91 a); 按 P-4 规程用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	107
92.	0.1 % Cr 铈合金, 铸态; 按 P-4 规程, 用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	107
93.	铸造及冷加工的 0.1 % Cr 铈合金, 按 P-4 规程用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	108
94.	0.1 % Cr 铈合金, 经两次等温热处理; 按 P-4 规程用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	108
95.	“调整的” 铈合金 (含有微量铝、铁、碳); 按 P-6 规程用 R-1 和 R-2 号试剂侵蚀; 100 ×	109
96 a.	5 % Cr 铈合金 (共晶成分), 铸态; 按 P-4 规程用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	109
96 b.	5 % Cr 铈合金, 铸态 (与图片96 a 同一合金); 按 P-4 规程用 R-1 号试剂侵蚀; 100 ×	110
97 a.	经 750 °C 加热 3 小时后的 3.8 % Si 铈合金; 按 P-7 规程, 然后按 P-3 规程用 R-3 号试剂侵蚀; 150 ×	110
97 b.	经 750 °C 加热 3 小时后的 3.8 % Si 铈合金 (与图片97 a 同一合金); 按 P-7 规程用 R-3 号试剂侵蚀, 应用偏振光; 150 ×	111

98. 经870℃加热3天后的 U_3Si ; 按P-8 规程用R-3 和R-4
号试剂侵蚀; 150 × 111
99. 两个不同钢种的试样之间铜焊焊接, 用7 a 号试剂侵蚀;
200 × 113
100. 304 型不锈钢和SCP-1 铜焊的界面处, 用马氏试剂侵蚀;
200 × 113
101. 不锈钢和铜包覆层之间的界面, 先用10%过硫酸铵侵蚀, 再用
12号试剂侵蚀; 180 × 114
102. 两条302 型不锈钢带之间的焊缝, 用9 a 号试剂侵蚀;
50 × 114
103. Mo-Si 炉用管; 溅射条件: 2 kV, 7 mm, 5 分钟;
560 × 115
104. Al-Si-Cu-Ni 合金铸件; 溅射条件: 2 kV, 7 mm,
3 分钟; 560 × 116
105. Cr_2O_3 V 合金陶瓷材料; 溅射条件: 2.4 kV, 7 mm,
11分钟; 900 × 116
106. 83Sn-17Co 合金; 溅射条件: 1.8 kV, 7 mm, 5 分钟;
200 × 117
107. Hg-Ag-Sn 牙科汞齐; 溅射条件: 3 mA, 7 mm, 2 分钟;
200 × 117
108. 烧结的Co-Ta-WC 硬质合金; 溅射条件: 3 mA, 7 mm,
5 分钟; 560 × 118
109. 淬成马氏体的低碳钢, 图为非偏振光与偏振光照明衬度;
用硝酸酒精或过硫酸铵侵蚀; 70 × 120
110. 淬成马氏体的低碳钢, 图示为着色侵蚀的影响; 用焦亚硫酸
钠或丙酮硫酸氢钠侵蚀, 非偏振光或偏振光照明;
70 × (由100 × 缩小的) 121
111. 85Cu-10Al-5 Ni 合金, 电解抛光; 用5 g $FeCl_3$ 、
50 ml HCl, 100 ml H_2O 侵蚀; 100 × 122
112. 电解铜, 电解抛光; 用5 g $FeCl_3$ 、50 ml HCl, 100 ml H_2O
侵蚀; 100 × 123
113. 未鉴别的钢, 铸态; 用硝酸酒精侵蚀; 150 × 123
114. 砂型铸造的95.5Cu-4.5 P 合金; 用5 g $FeCl_3$ 、50 ml HCl、
100 ml H_2O 侵蚀; 400 × 124
115. 镀镍的铜筛网, 用5 g $FeCl_3$ 、50 ml HCl、100 ml H_2O 侵蚀;

50 ×	124
116. 铁及其镀镍层的电子探针图象, 和600 × 时的彩色合成	126
117. 铁及其镀铝层的电子探针图象, 和600 × 时的彩色合成	127
118. Cu - Ag - Au 电解覆层的电子探针图象, 和1200 × 时的彩色合成	128
119. 嵌入在Fe - Cu轴承中的富铬颗粒的电子探针图象, 和 420 × 时的彩色合成	129
120. 烧结的Fe - Cu - Sn合金的电子探针图象, 和1200 × 时的彩色合成	130
121. Cu - Fe铜焊填充金属的电子探针图象, 和 300 × 时的彩色合成	131
122. Ni - Cu - Fe - Si铸造铝合金的电子探针图象, 和600 × 时的彩色合成	132
123. 共晶Pb - Bi合金的电子探针图象, 和1200 × 时的彩色合成	133
124. 配备元素浓度显示屏及操作系统的电子探针微区分析 装置	135
125. 元素浓度显示屏及操作系统	135
126. 电子探针图象和放大1200 × 的彩色显示, 示出Al - Fe界面 上的扩散区内铝浓度的分布	136
127. 电子探针图象和放大1200 × 的彩色显示, 示出Al - Fe - Mn 合金铸件的夹杂物内铁浓度的分布	137
128. 电子探针图象和放大5000 × 的彩色显示, 示出锰青铜的夹 杂物内铁浓度的分布	138
129. 铝合金铸件的夹杂物内Mn (Fe) 浓度分布的彩色图象, 1200 ×	139
130. 高Fe - Ni铸造铝合金的金属间化合物内铁浓度分布的彩色图 象, 2500 ×	140
131. 铜 - 镍扩散区内镍浓度分布的彩色图象, 1200 ×	141

表 目 录

1. 金属上的氧化膜及其厚度和形成条件	8
2. 银上的碘化银干涉膜在各种厚度时获得的颜色	9
3. 适合于干涉膜蒸发的一些物质	11
4. 各种彩色合成的曝光时间	15
5. 各种侵蚀试剂的成分及用途	22
6. 用于各种侵蚀试剂的化学药品	24
7. 用于铸铁的侵蚀试剂	28
8. 用于碳素钢、合金钢和工具钢的侵蚀试剂	37
9. 用于不锈钢的侵蚀试剂	52
10. 用于耐热钢和耐热合金的侵蚀试剂	63
11. 用于铝合金的侵蚀试剂	73
12. 用于铜合金的侵蚀试剂	81
13. 用于钛合金的侵蚀试剂	94
14. 用于铀合金的侵蚀试剂	104
15. 应用铀合金侵蚀试剂的规程	104