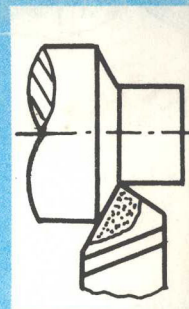
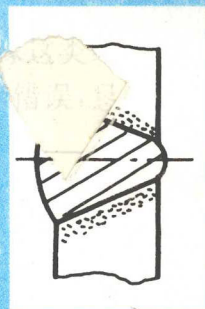
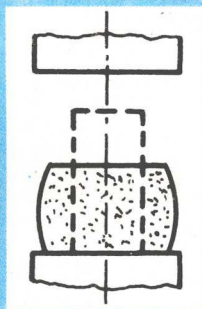
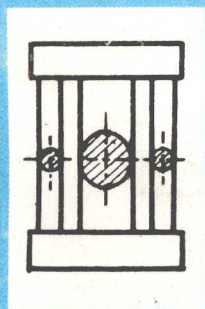
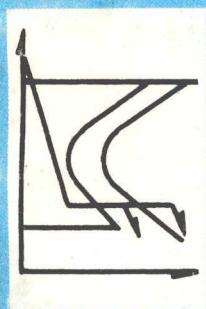


高等学校试用教材

材料及机械制造基础 实 验

王志海 编著



中国地质大学出版社

• (鄂)新登字第 12 号 •

内容简介

本书专门介绍材料及机械制造基础实验方面的内容,全书共包括十二个实验,其内容涉及实验设备的使用,试样的制备、金属材料、铸造、锻压、焊接、金属切削等方面,并附有大量的图表及实验报告,是一本非常实用的综合性很强的实验指导书。

材料及机械制造基础实验

王 志 海 编著

出 版 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)
责任编辑 赵颖弘 责任校对 徐润英 版面设计 华垂统
印 刷 印刷厂 湖北富民装璜印刷有限公司

开本 787×1092 1/16 印张 6.125 插页 附图 字数 115 千字
1992 年 12 月第 1 版 1992 年 12 月第 1 次印刷 印数 1~4000 册

ISBN 7-5625-0786-4/TG·5

定价:4.50 元

前 言

本书是根据高等工科院校《材料及机械制造基础》课程及实验教学的基本要求编写的。

材料及机械制造基础是在若干基础科学和生产实践的基础上发展起来的一门科学,而在材料及机械制造基础中的重要现象和规律又与生产实际有着密切的联系。因此,实验课是《材料及机械制造基础》课程教学中的重要环节,通过实验教学,可使学生用自己的实践来验证课堂理论,加深理解,做到理论联系实际,培养学生观察问题、发现问题、分析问题和解决问题的能力,训练学生严肃认真的科学态度和工作作风。

本教材适用于高等工科院校机械类、近机械类各专业开设的《工程材料》、《热加工工艺基础》、《机械加工工艺基础》等课程的实验,本书文字说明较全面和系统,并附有实验设备简图、金相图、各类数据表格、实验报告等,从而使实验教学和学生的实验报告规范化,达到提高实验教学质量的目的。

本教材所选内容兼顾各学科,在安排实验时,各专业可根据专业要求,有选择地实施。本书还可供电视大学,职工大学和中等专业学校师生参考使用。

参加本书编写的除本人外,还有华垂统、范天佑。最后,由余寿彭副教授主审。

在编写本书时,得到了华中理工大学徐鸿本教授,武汉工学院赵嗣旺副教授,钟馥香副教授和金属工艺学教研室全体教师的大力支持,并提出了宝贵意见,在此,谨表示衷心的感谢。

目前,在我国各类工科院校所使用的教材中,像这类综合性的实验指导书还少见,加上编者水平有限,书中难免存在不少缺点和错误,恳切希望同行和读者批评指正。

编 著 者

1992.6

目 录

前 言	
实验一	金相显微镜的使用及金相试样的制备..... 1
实验二	盐类晶体结晶过程观察 13
实验三	铁碳合金平衡组织观察 17
实验四	金属材料的硬度试验 29
实验五	碳钢的热处理 40
实验六	铸造合金流动性的测定 50
实验七	铸造热应力的测定 56
实验八	锻造纤维组织分布的观察 62
实验九	低碳钢熔化焊焊接接头组织分析 66
实验十	车刀角度的测量 74
实验十一	切削用量对加工表面粗糙度的影响 81
实验十二	普通车床传动系统结构分析 84
附表 I	各类合金材料的金相试样 89
附表 II	金属材料常用的浸蚀剂 90
附表 III	压痕直径与布氏硬度对照表 91
附表 IV	各种硬度(布氏、洛氏、维氏)换算表 92

实验一 金相显微镜的使用 及金相试样的制备

一、实验目的

1. 了解普通金相显微镜的构造与使用方法。
2. 了解金相试样的制备方法。
3. 学习利用金相显微镜进行显微组织分析。

二、实验概述

利用肉眼或放大镜观察分析金属材料的组织和缺陷的方法称为宏观分析。其优点是,方法简单易行,观察区域大,可以纵观全貌。它的不足之处是,由于人眼分辨率有限,从而缺乏洞察细微组织和细微缺陷的能力。为了研究金属材料的细微组织与缺陷,可采用显微分析。显微分析是利用放大倍数较高的金相显微镜观察分析金属材料的显微组织和缺陷的方法。一般金相显微镜的放大倍数为 $10\sim 2000$ 倍,金属晶粒的平均直径在 $10^{-1}\sim 10^{-3}\text{mm}$ 范围内,这正是借助于金相显微镜可看清其轮廓的范围,故显微分析是目前生产检验与科学研究的主要方法之一。

为了能观察到真实、清晰的显微组织,首先要了解金相显微镜的构造与使用,并制备好金相试样。

(一)金相显微镜

研究金属显微组织的光学显微镜称为金相显微镜。金相显微镜不同于生物显微镜。生物显微镜是利用透射光来观察透明的物体,而金相显微镜则是利用反射光将不透明物体放大后进行观察。

1. 金相显微镜成像原理

正常人眼看物体时,最适宜的距离在 250mm 左右,这时人眼可以很好地区分物体的细微部分而不易疲劳,这个距离称为明视距离。一般人的眼睛在明视距离处能分辨的两点间最小距离为 $0.15\sim 0.30\text{mm}$ 。因此,在观察金属材料的细微组织时,需利用金相显微镜使之放大。

金相显微镜由两个透镜组成,对着金相试样的透镜称为物镜,对着人眼的透镜称为目镜。现代金相显微镜中的物镜和目镜实际上不是单片透镜,而是由固定在金属筒内的组合透镜所构成。

金相显微镜通过物镜和目镜两次放大而得到倍数较高的放大像,图 1-1 即为放大成像原理图。将金相试样置于物镜前焦点 F_1 外少许,则物镜将试样上被观察的物体(以箭头 AB 表示)放大,而在物镜的上方得到一个倒立的实像 $A'B'$ 。在设计显微镜时,已安排好使这个实像刚好落在目镜的前焦点 F_2 以内,再经过目镜放大后,人眼在目镜上观察时,在 250mm 的明视距离处,可看到一个经再次放大的倒立虚像 $A''B''$ 。因此,观察到的像是经物镜和目镜两次放大的结果。总的放大倍数 M 应为物镜放大倍数 $M_{\text{物}}$ 与目镜放大倍数 $M_{\text{目}}$ 的乘积,物体 AB 可近似认为在物镜前焦点 F_1 处,一次放大像近似认为在目镜的前焦点 F_2 处,则显微镜的总的放大倍数应为:

$$M = M_{\text{物}} \times M_{\text{目}} = \frac{L_1}{f_1} \times \frac{250}{f_2} \quad (1-1)$$

式中: L ——物镜后焦点 F'_1 到目镜的前焦点 F_2 距离,称为显微镜的光学镜筒长度;
 f_1 ——物镜的焦距;
 f_2 ——目镜的焦距。

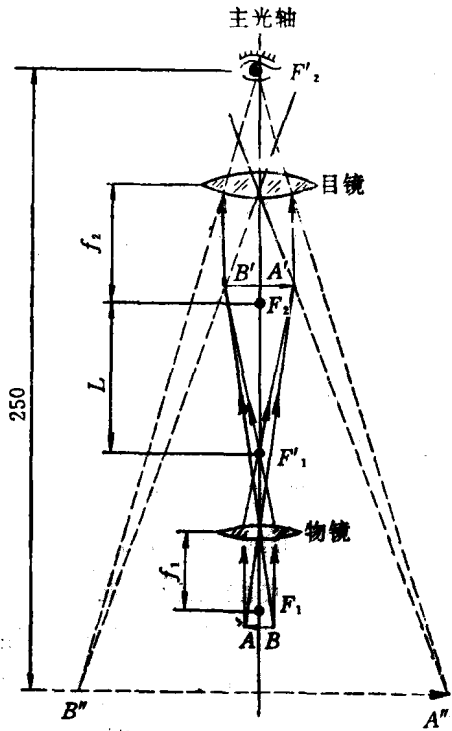


图 1-1 金相显微镜成像原理图

现代金相显微镜的最高放大倍数可达 1500~2000 倍。

2. 金相显微镜的鉴别率

显微镜的鉴别率是指在显微镜视场中能分辨出物体相邻两点的最小距离。由于物镜使被观察物体第一次放大,故显微镜的鉴别率主要取决于物镜的鉴别率。鉴别率不同的两个物镜,在显微镜上配成相同的放大倍数时,其显微观察的效果是不同的,如图 1-2 所示的试样细微组织中相邻的两个点,在同样放大 N 倍下,当用鉴别率高的物镜时,可以清晰地把它们分辨出来,而用鉴别率低的物镜时,则不能把它们分辨出来,只能看到已连成一片的轮廓。

物镜的鉴别率取决于照明用的入射光线的波长和物镜的集光能力,其关系式为:

$$d = \frac{\lambda}{2 \cdot N \cdot A} \quad (1-2)$$

式中: d ——物镜能分辨出的物体相邻两点的最小距离;
 λ ——照明用的入射光线的波长;
 $N \cdot A$ ——物镜的数值孔径,它表示物镜的集光能力。

由公式可见,物镜的数值孔径 $N \cdot A$ 愈大,入射光的波长 λ 愈短,则物镜能分

辨出物体相邻两点的最小距离就愈小, 即其鉴别率就愈高。

物镜的数值孔径用下式表示:

$$N \cdot A = n \cdot \sin \theta \tag{1-3}$$

式中: n —— 物镜和试样间介质的折射率;

θ —— 物镜孔径角的半角。

进入物镜的光线锥所张开的角度称为物镜的孔径角, 其半角为 θ , 如图 1-3 所示。

由于孔径角的半角 θ 总是小于 90° , 空气的折射率为 1, 故以空气为介质的干系物镜的数值孔径 $N \cdot A$ 值总是小于 1, 目前最高可达 0.95。若采用油浸物镜, 在物镜与试样间滴以折射率为 1.51 的杉木油为介质, 则其数值孔径 $N \cdot A$ 值可达 1.43, 这比一般空气为介质时鉴别率提高了很多。

3. 金相显微镜的有效放大倍数

人眼在明视距离处能分辨的两点间最小距离为 0.15~0.30mm, 故在显微镜下要使观察的两点的最小距离 d 能为人眼所分辨, 必须把 d 放大到 0.15~0.30mm, 即显微镜的有效放大倍数 M 应为:

$$M = \frac{0.15 \sim 0.30}{d}$$

$$\text{而} \quad d = \frac{\lambda}{2N \cdot A}$$

$$\text{故} \quad M = (0.3 \sim 0.6) \frac{N \cdot A}{\lambda}$$

若取照明光的平均波长 λ 为 $0.55\mu\text{m}$, 则近似得出:

$$M = (500 \sim 1000) N \cdot A \tag{1-5}$$

由此可见, 即使用数值孔径 $N \cdot A$ 值为 1.43 的油浸物镜, 也只能在 1500 倍以下才有效, 这正是光学金相显微镜的局限性。

放大倍数用符号“ $\times$ ”表示, 例如物镜的放大倍数为 $25\times$, 目镜的放大倍数为 $10\times$, 则显微镜的放大倍数为 $250\times$ ($25\times 10=250$)。放大倍数均分别标注在物镜与目镜的镜筒上。

4. 金相显微镜的构造

金相显微镜由光学系统、照明系统和机械系统三部分组成, 完善的金相显微镜还有照相装置和其他附件。金相显微镜的型式很多, 通常可分为台式、立式和卧式三类。

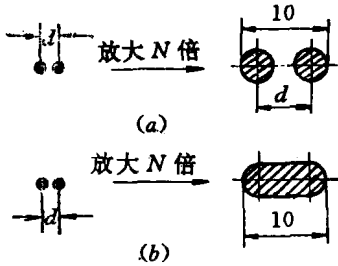


图 1-2 物镜鉴别率高低示意图

(a) 物镜鉴别率高 (b) 物镜鉴别率低

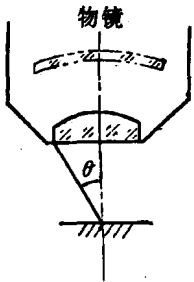


图 1-3 孔径角示意图

图 1-4 为国产 XJB-1(4X)型小型台式金相显微镜光学及照明系统示意图。由灯泡 1 发出的光线,经过聚光镜组 2 及反射镜 13 被会聚在孔径光阑 12 上,随后

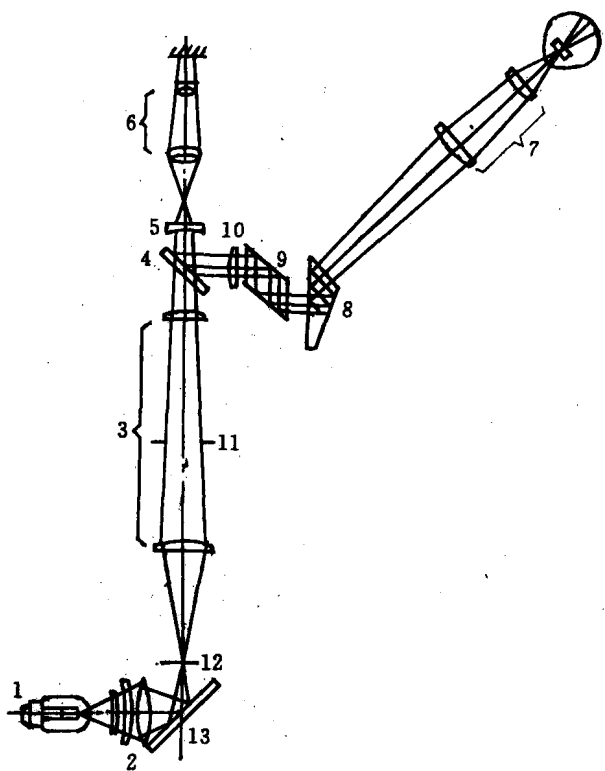


图 1-4 XJB-1 型金相显微镜光学及照明系统示意图

- 1—灯泡;2、3—聚光镜组;4—半反射镜;5、10—辅助透镜;
6—物镜;7—目镜;8、9—棱镜;11—视场光阑;12—孔径光阑;13—反射镜

经过聚光镜组 3,穿过半反射镜 4 后,经辅助透镜 5 再度将光线会聚在物镜 6 的后方焦平面上。最后,光线通过物镜,用平行光照亮试样,使其表面得到充分而均匀的照明。从试样反射回来的光线复经物镜 6、辅助透镜 5、半反射镜 4、辅助透镜 10 以及棱镜 9 和棱镜 8,形成一个物体的倒立的放大实像,该像被目镜 7 再度放大。

XJB-1(4X)型金相显微镜构造如图 1-5 所示,它采用倒置式光路,用安装在圆盘形底座 15 内的低压灯泡作为照明光源,利用灯座偏心套圈 8 调整光源位置。光源聚光系统、反射镜,孔径光阑 14 等都安装在底座内。

金相试样放在载物台 1 上,载物台与托盘之间有四方导架,并有粘性油加在两者之间,可使载物台沿任意方向移动。

粗调焦手轮 7 和微调焦手轮 6 共轴地安装在传动箱 5 的两侧,旋转粗调焦手

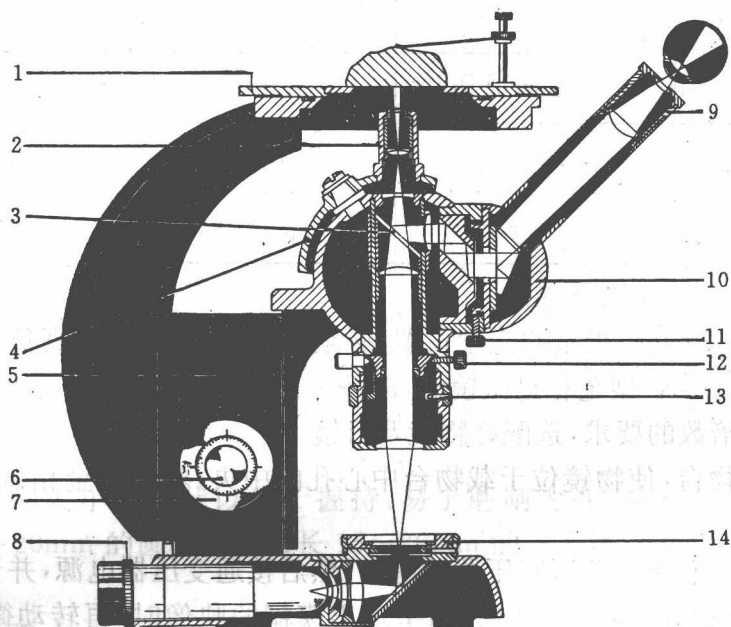


图 1-5 XJB-1(4X)型金相显微镜构造

1—载物台;2—物镜;3—半反光镜;4—转换器;5—传动箱;6—微调焦手轮;7—粗调焦手轮;8—偏心圆;
9—10×目镜;10—目镜管;11—固定螺钉;12—调节螺钉;13—视场光阑圈;14—孔径光阑

轮能使载物台迅速上升或下降,达到粗略调焦目的。微调焦手轮通过多级齿轮传动机构,能使物镜作缓慢升降移动,达到精确调焦目的。

物镜 2 安装在物镜转换器 4 上,转换器上同时可安装 3 个不同放大倍数的物镜,通过转换器绕轴旋转而变换观察用的物镜。

目镜 9 安装在目镜管 10 上,目镜管成 45° 倾斜,便于操作者观察。

孔径光阑 14 用以调节射向物镜的入射光线束的粗细,一般以调节到物像最清晰及使人眼感到舒适为原则,更换物镜后必须重新调节孔径光阑。

视场光阑 13 用以调节视场大小。一般以调节到其边缘正好与目镜视场同样大小或略小些为宜。有时为了观察某一试样的局部细微组织,也可将视场光阑缩小到刚好包围此局部组织,以收到更好的效果。若视场光阑不在目镜视场正中,可通过调节螺钉 12 将其调到正中位置。

XJB-1(4X)型金相显微镜备有物镜、目镜,其放大倍数如表 1-1 所列。

表 1-1 XJB-1(4X)型金相显微镜的物镜与目镜放大倍数表

总放大倍数 目 镜 \ 物 镜	10×	40×	100×(油浸物镜)
	10×	40×	100×(油浸物镜)
5×	50×	200×	500×
10×	100×	400×	1000×
12.5×	125×	500×	1250×

5. 金相显微镜的使用及维护

金相显微镜是精密、贵重的光学仪器,必须细心谨慎使用,认真负责维护。

使用 XJB-1(4X)型金相显微镜时,应按下列步骤进行:

(1)按放大倍数的要求,选配好物镜及目镜。

(2)移动载物台,使物镜位于载物台中心孔的中央,然后把金相试样倒置在载物台上。

(3)将照明灯泡插入低压变压器插座中,然后接通变压器电源,并开亮灯泡。

(4)旋转粗调焦手轮进行调焦,当呈现出模糊的映像时,再转动微调焦手轮,直至所观察的像清晰为止。

(5)调节孔径光阑和视场光阑的大小。

(6)观察完毕应立即关灯,以延长灯泡的使用寿命。

金相显微镜的维护保养过程中,一般应注意以下事项:

(1)金相试样放在载物台上之前,必须洗净、吹干,并注意保持操作者手的清洁干燥。

(2)光学零件必须保持清洁,切不可用手指触摸光学镜片。若发现镜面上有脏物或灰尘,应及时用吹球吹去灰尘或用擦镜头纸及二甲苯轻轻擦试清除,但不得用酒精,以防透镜胶被溶解。

(3)在更换物镜或调焦时,要防止物镜受碰撞而损坏。

(4)油浸物镜使用后,应立即将杉木油拭去。

(二)金相试样的制备

金相试样的制备包括取样、镶嵌、磨制、抛光、浸蚀等 5 个步骤。制备好的试样应能观察到真实组织、无磨痕、麻点与水迹,并使金属组织中的夹杂物、石墨等不脱落。否则将会严重影响显微分析的正确性。

1. 取样

选择合适的、有代表性的试样是进行金相显微分析的极其重要的一步,包括选择取样部位、检验面及确定截取方法、试样尺寸等。

(1) 取样部位及检验面的选择

取样的部位和检验面的选择,应根据检验目的选取有代表性的部位。例如:分析金属的缺陷和破损原因时,应在发生缺陷和破损部位取样,同时也应在完好的部位取样,以便对比;检测脱碳层、化学热处理的渗层、淬火层、晶粒度等,应取横向截面;研究带状组织及冷塑性变形工件的组织 and 夹杂物的变形情况时,则应截取纵向截面。

(2) 试样的截取方法

试样的截取方法可根据金属材料的性能不同而异。对于软材料,可以用锯、车、刨等方法;对于硬材料,可以用砂轮切片机切割或电火花切割等方法;对于硬而脆的材料,如白口铸铁,可以用锤击方法;在大工件上取样,可用氧气切割等方法。在用砂轮切割或电火花切割时,应采取冷却措施,以减少由于受热而引起的试样组织变化。试样上由于截取而引起的变形层或烧损层必须在后续工序中去掉。

(3) 试样尺寸和形状

金相试样的大小和形状以便于握持、易于磨制为准,通常采用直径 $\varnothing 15\sim 20\text{mm}$ 、高 $15\sim 20\text{mm}$ 的圆柱体或边长 $15\sim 20\text{mm}$ 的立方体,如图1-6所示。

2. 镶嵌

一般情况下,如果试样大小合适,则不需要镶嵌。但试样尺寸过小或形状极不规则者(如金属丝、薄片、管等),制备试样十分困难,这时就需要使用试样夹或利用样品镶嵌机,把试样镶嵌在低熔点合金或塑料(如胶木粉、聚乙烯及聚合树脂等)中,如图1-7所示。

3. 磨制

试样取下后,如是钢铁材料试样可先用砂轮磨平,如是很软的材料(如铝、铜等有色金属)可用锉刀锉平。在砂轮上磨制时,应握紧试样,使试样受力均匀,压力不要太大,并随时用水冷却,以防受热引起金属组织变化。此外,在一般情况下,试样的周界要用砂轮或锉刀磨成圆角,以免在磨光及抛光时将砂纸和抛光织物划破。但是,对于需要观察表层组织(如渗碳层,脱碳层)的试样,则不能将边缘磨圆,这种试样最好进行镶嵌。

磨平的试样经清水冲洗并吹干后,随即把磨面依次在由粗到细的各号金相砂纸上磨光。常用的砂纸号数有01、02、03、04号4种,号小者磨粒较粗,号大者较细。磨制时砂纸应平铺于厚玻璃板上,左手按住砂纸,右手握住试样,使磨面朝下并与砂纸接触,在轻微压力作用下把试样向前推磨,用力要均匀,务求平稳,否则会使磨痕过深,且造成试样磨面的变形。试样退回时不能与砂纸接触,这样“单程

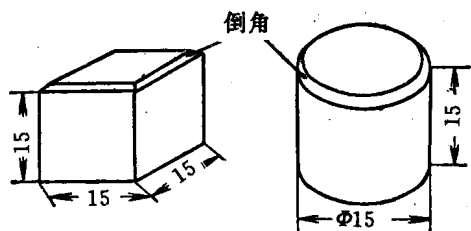


图 1-6 金相试样的尺寸和形状

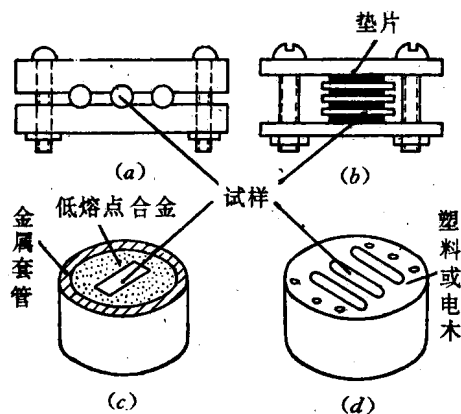


图 1-7 金相试样的镶嵌方法

(a)、(b)机械镶嵌；(c)低熔点合金镶嵌；(d)塑料镶嵌

单向”地反复进行，直至磨面上旧的磨痕被去掉，新的磨痕均匀一致为止。在调换下一号更细的砂纸时，应将试样上磨屑和砂粒清理干净，并转动 90° 角，使新、旧磨痕垂直。

金相试样的磨光除了要使表面光滑平整外，更重要的是应尽可能减少表层损伤。每一道磨光工序必须除去前一道工序造成的变形层（至少应使前一道工序产生的变形层减少到本道工序产生的变形层深度），而不是仅仅把前一道工序的磨痕除去；同时，该道工序本身应尽可能减少损伤，以便进行下一道工序。最后一道磨光工序产生的变形层深度应非常浅，应保证能在下一道抛光工序中除去。图 1-8 为试样经过切割加工及 4 道磨光工序后表面变形层厚度变化示意图，图中 A、B、C 均为变形层，越往里，变形量越小，D 为未受损伤的组织。

磨制铸铁试样时，为了防止石墨脱落或产生曳尾现象，可在砂纸上涂一薄层石墨或肥皂作为润滑剂。磨制较软的有色金属试样时，为了防止磨粒嵌入软金属内和减少磨面的划损，可在砂纸上涂一层机油、汽油、肥皂水溶液或甘油水溶液等润滑剂。

金相试样还可以用机械磨制来提高磨制效率。图 1-9 为转盘式金相预磨机。机械磨制是将磨粒粗细不同的水砂纸装在预磨机的各磨盘上，一边冲水，一边在转动的磨盘上磨制试样磨面。配有微型计算机的自动磨光机可以对磨光过程进行程序控制，整个磨光过程可以在数分钟内完成。

4. 抛光

抛光的目的在于去除磨面上的细磨痕和变形层，以获得光滑的镜面。常用的

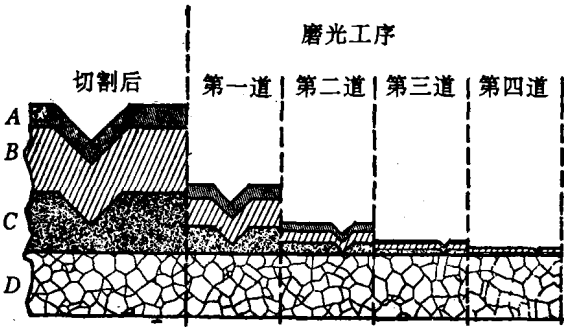


图 1-8 试样经切割及磨光后，
变形层厚度变化示意图

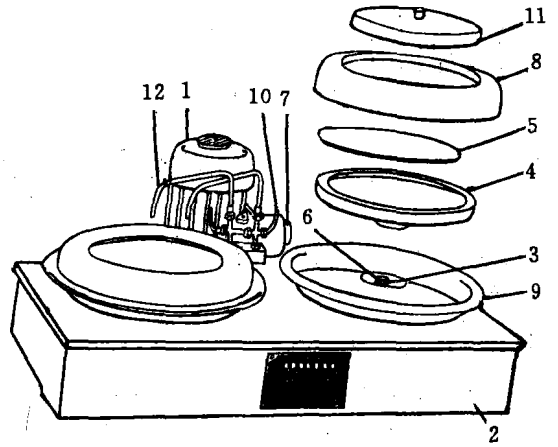


图 1-9 转盘式金相预磨机

1—电动机；2—底座；3—轴；4—磨盘；5—水砂纸；6—螺钉；
7—开关；8—罩；9—盘；10—调节旋钮；11—盖；12—水管

抛光方法有机械抛光、电解抛光和化学抛光 3 种。

(1) 机械抛光

机械抛光是在专用的抛光机上进行的。抛光机主要是由电动机和抛光圆盘 ($\varnothing 200 \sim 300 \text{mm}$) 组成，抛光盘转速为 $200 \sim 600 \text{r/min}$ 上。抛光盘上铺以细帆布、呢绒、丝绸等。抛光时在抛光盘上不断滴注抛光液。抛光液通常采用 Al_2O_3 、 MgO 或 Cr_2O_3 等细粉末 (粒度约为 $0.3 \sim 1 \mu\text{m}$) 在水中的悬浮液。机械抛光就是靠极细的抛光粉末与磨面间产生相对磨削和液压作用来消除磨痕的。

操作时将试样磨面均匀地压在旋转的抛光盘上，并沿盘的边缘到中心不断作径向往复运动。抛光时间一般为 $3 \sim 5 \text{min}$ 。抛光后的试样，其磨面应光亮无痕，且石墨或夹杂物等不应抛掉或有曳尾现象。这时，试样先用清水冲洗，再用无水酒精清洗磨面，最后用吹风机吹干。

(2) 电解抛光

电解抛光是利用阳极腐蚀法使试样表面变得平滑光亮的一种方法。将试样浸入电解液中作阳极，用铝片或不锈钢片作阴极，使试样与阴极之间保持一定距离 ($20 \sim 30 \text{mm}$)，接通直流电源。当电流密度足够时，试样磨面即由于电化学反应而发生选择性溶解，从而获得光滑平整的表面。这种方法的优点是速度快，只产生纯化学的溶解作用而无机械力的影响，因此，可避免在机械抛光时可能引起的表层金属的塑性变形，从而能更确切地显示真实的金相组织。但电解抛光操作时工艺

规程不易控制。

(3) 化学抛光

化学抛光的实质与电解抛光相类似,也是一个表层溶解过程。它是一种将化学试剂涂在试样表面上约几秒至几分钟,依靠化学腐蚀作用使表面发生选择性溶解,从而得到光滑平整的表面的方法。

5. 浸蚀

经抛光后的试样若直接放在显微镜下观察,只能看到一片亮光,除某些非金属夹杂物(如 MnS 及石墨等)外,无法辨别出各种组成物及其形态特征,必须使用浸蚀剂对试样表面进行“浸蚀”,才能清楚地看到显微组织的真实情况。钢铁材料最常用的浸蚀剂为 3%~4% 硝酸酒精溶液或 4% 苦味酸酒精溶液。各种金属材料常用的浸蚀剂可参考附表 I。

最常用的金相组织显示方法是化学浸蚀法,其主要原理是利用浸蚀剂对试样表面的化学溶解作用或电化学作用(即微电池原理)来显示组织。

对于纯金属单相合金来说,浸蚀是一个纯化学溶解过程。由于金属及合金的晶界上原子排列混乱,并有较高的能量,故晶界处容易被浸蚀而呈现凹沟,如图 1-10(a) 所示。同时,由于每个晶粒原子排列的位向不同,表面溶解速度也不一样,因此,试样被浸蚀后会呈现出轻微的凹凸不平,在垂直光线的照射下将显示出明暗不同的晶粒。

对于两相以上的合金而言,浸蚀主要是一个电化学腐蚀过程。由于各组成具有不同的电极电位,试样浸入浸蚀剂中就在两相之间形成无数对“微电池”。具有负电位的一相成为阳极被迅速浸入浸蚀剂中形成凹洼;具有正电位的另一相则为阴极,在正常电化学作用下不受浸蚀而保持原有平面。当光线照射到凹凸不平的试样表面时,由于各处对光线的反射程度不同,在显微镜下就能看到各种不同的组织和组成相,如图 1-10(b) 所示。

浸蚀方法是將试样磨面浸入浸蚀剂中,或用棉花沾上浸蚀剂擦试表面。浸蚀时间要适当,一般试样磨面发暗时就可停止。如果浸蚀不足,可重复浸蚀。浸蚀完毕后,立即用清水冲洗,接着用酒精冲洗,最后用吹风机吹干。这样制得的金相试样即可在显微镜下进行观察和分析研究。如果一旦浸蚀过度,试样需重新抛光,甚至还需在 04 号砂纸上进行磨光,再去浸蚀。

三、实验设备及材料

1. 金相显微镜。
2. 砂轮机、预磨机、抛光机、吹风机。
3. 不同粗细的金相砂纸一套、抛光剂、浸蚀剂、无水酒精。

4. 待制备的金相试样。

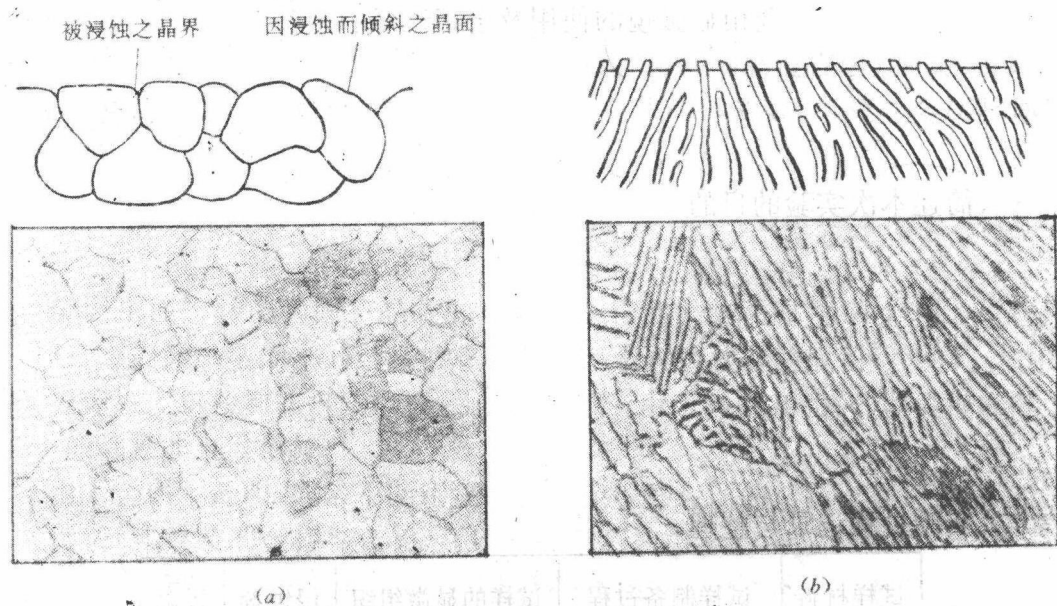


图 1-10 单相和两相组织的显示图

(a) 铁素体晶界; (b) 片状珠光体

四、实验方法与步骤

1. 了解金相显微镜及有关设备的构造,熟悉正常操作步骤及注意事项。
2. 在教师指导下学习使用金相显微镜。
3. 按金相试样的制备步骤,每人制备一件合格的金相试样。
4. 利用金相显微镜观察浸蚀前与浸蚀后的金相试样,并画出其浸蚀后的显微组织示意图(画显微组织时应选择其典型区域,并抓住其组织特征)。
5. 认真完成实验报告。

实 验 报 告

金相显微镜的使用及金相试样的制备

班级_____姓名_____

一、简述本次实验的目的

二、实验过程记录与整理

试样材料	试样制备过程	试样的显微组织	浸蚀剂	放大倍数

三、在金相显微镜下为什么不能观察到未经制备过的金属材料？

实验二 盐类晶体结晶过程观察

一、实验目的

1. 通过对盐类的结晶过程的观察,为学习金属的结晶过程建立感性认识。
2. 通过对盐类结晶后的组织特征——树枝状晶体的观察,建立金属晶体以树枝状形成的直观概念。

二、实验概述

金属由液态转变为固态晶体的过程称为结晶。结晶是由两个基本过程所组成,即过冷液体产生细小的结晶核心(形核)以及这些核心的成长(长大)。其中,形核又分为自发形核和非自发形核。通常情况下,由于外来杂质、容器或模壁等的影响,一般都是非自发形核。

由于金属不透明,通常不能用显微镜直接观察金属的结晶过程。然而,通过生物显微镜(或改装的金相显微镜)可以直接观察盐溶液的结晶过程。实践证明,通过对透明盐类结晶过程的研究所得出的许多结论,对金属的结晶都是适用的。

在玻璃片上滴一滴接近饱和的氯化铵(NH_4Cl)或硝酸铅 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液,放在生物显微镜(或改装的金相显微镜)下,观察其结晶过程,随着液体的蒸发,液体逐渐达到饱和,由于液滴边缘处最薄,故其将首先达到饱和,因此,结晶过程首先从边缘开始,然后逐渐向里扩展。

结晶的第一阶段是在液滴的最外层形成一圈细小的等轴晶体,这是由于液滴外层蒸发最快,在短时间内形成了大量晶核之故。

结晶的第二阶段是形成较为粗大的柱状晶体,其成长的方向是伸向液滴的中心,这是由于此时液滴的蒸发已比较慢,而且液滴的饱和顺序是由外向里的,最外层的细小等轴晶中只有少数位向有利的才能向中心生长,而其横向生长则受到了彼此间的限制,因而形成了比较粗大、带有方向性的柱状晶体。

结晶的第三阶段是在液滴中心部分形成不同位向的等轴晶体,这是由于液滴的中心此时也变得较薄,蒸发也较快,同时液体的补充也不足的缘故。这时,可以看到明显的等轴晶体。

图 2-1 为氯化铵水溶液结晶过程的一组照片,其中,(a)、(b)为在液滴边缘形成的细小等轴晶体和正在生长的柱状晶体,(c)为在液滴中心部分形成的位向不同的等轴枝晶等。图 2-2 为硝酸铅的枝晶照片。

需要说明的是,氯化铵或硝酸铅水溶液的结晶是依靠水分的蒸发使溶液过饱和