



“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

金相显微分析

Metallographic Microscopic Analysis

● 主编 陈洪玉

哈尔滨工业大学出版社

.. 013934671

TG115.21
06

“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

金相显微分析

主 编 陈洪玉
副主编 胡海亭 张 鹤
主 审 徐家文



哈尔滨工业大学出版社

TG115.21
06



北航

C1641846

172380810

内容提要

本书主要介绍了金相分析试样的截取与制备;常用各种光学显微镜的构造和基本分析方法;定量金相分析;有关金属学与热处理的基础知识;合金钢的金相分析;透射电子显微镜和扫描电子显微镜的工作原理、构造、性能和试样制备。

本书可作为材料科学与工程学科本科生教材和研究生参考书,也可供从事材料研究及分析检测方面工作的技术人员参考。

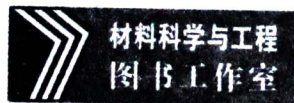
图书在版编目(CIP)数据

金相显微分析/陈洪玉主编.——哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2013.3

ISBN 978-7-5603-3371-7

I. ①金… II. ①陈… III. ①金相组织-金属分析
IV. ①TG115.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 283327 号



责任编辑 张秀华

出版发行 卞秉利

封面设计 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13.75 字数 318 千字

版 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3371-7

定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

在金相显微分析中使用的主要仪器是光学显微镜和电子显微镜两大类。笔者多年从事金相技术、金属热处理和金属的腐蚀与防护等方面的实验教学和科研工作,深知研究所用试样的选取与制备直接关系到后面分析结果的正确与否,而这些属于应用技术,相关的理论书籍中很少涉及或只作简要介绍。为解决这一实际问题我们编写了本书。

金相显微镜用于鉴别和分析各种材料内部的组织和缺陷,原材料的检验、铸造、压力加工、热处理等一系列生产过程的质量检测与控制,新材料、新技术的开发以及跟踪世界高科技前沿的研究工作等。金相显微镜是材料科学与工程领域生产与研究金相组织的重要工具,因此掌握金属学与热处理的基础知识,了解各种光学显微镜和电子显微镜的工作原理、构造、基本操作方法和主要用途等非常必要。这也是本书把这些内容作为重点介绍的原因。

本书的主要内容包括:金相分析试样的截取与制备;常用各种光学显微镜的构造和基本分析方法;定量金相分析;有关金属学与热处理的基础知识;合金钢的金相分析;透射电子显微镜和扫描电子显微镜的工作原理、构造、性能和试样制备。

本书的内容力求做到简明扼要,抓住本质,讲清原理,并重点介绍实验方法和操作技巧,注重培养学生动手能力和分析问题、解决问题的能力。

本书的第1、9章由陈洪玉编写,第2、3章由张鹤编写,第4~8章由胡海亭编写。陈洪玉负责全书的统稿定稿,徐家文审阅了本书并提出宝贵意见。

此外,在本书的编写过程中得到多所院校同行的帮助,并参考了一些同类图书杂志的相关内容以及国家标准,在此对原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中定有不当和失误之处,恳请赐教和指正。

编 者

2012年8月

目 录

第1章 金相试样的制备	1
1.1 金相试样的取样	1
1.2 金相试样的镶嵌	2
1.3 金相试样的磨光	7
1.4 金相试样的抛光	12
1.5 金相试样显微组织的显示	27
第2章 光学金相显微镜	45
2.1 普通光学金相显微镜	45
2.2 偏振光显微镜	62
2.3 干涉显微镜	71
2.4 相衬显微镜	77
第3章 定量金相分析	83
3.1 定量测量原理	83
3.2 定量金相的基本方法	85
3.3 显微组织特征参数测量举例	87
3.4 误差分析	89
3.5 自动图像分析仪的应用	90
第4章 金属塑性变形与再结晶	92
4.1 塑性变形的基本方式及其特征	92
4.2 塑性变形后金属组织与性能的变化	96
4.3 冷变形后金属加热时组织与性能的变化	99
第5章 铁碳合金的平衡组织	109
5.1 工业纯铁在退火状态下的显微组织	110
5.2 碳钢在退火状态下的显微组织	111
5.3 白口铸铁的显微组织	113
第6章 工业用铸铁的显微组织及碳钢中常见的显微组织缺陷	115
6.1 灰铸铁	115
6.2 球墨铸铁	121
6.3 可锻铸铁	127

6.4	特殊铸铁	131
6.5	碳钢中常见的显微缺陷	134
第7章	钢的热处理组织	143
7.1	钢在加热时的组织转变	143
7.2	钢在冷却时的组织转变	145
7.3	珠光体、马氏体、贝氏体	149
7.4	工业用钢的退火、正火、淬火及回火组织	156
第8章	有色金属及合金的金相显微分析	166
8.1	铝及铝合金的显微组织	166
8.2	铜及铜合金的显微组织	173
8.3	钛及钛合金的显微组织	182
8.4	轴承合金的显微组织	186
第9章	电子显微镜	190
9.1	透射电子显微镜	190
9.2	扫描电子显微镜	203
参考文献		210

第1章 金相试样的制备

显微分析是研究金属内部组织的重要方法,但要观察到真实的、清晰的显微组织,首先要制备好金相试样,并正确掌握光学金相显微镜的使用方法。

金相试样的制备是金相研究非常重要的一部分,它包括试样的取样、镶嵌、磨光、抛光和金相显微组织的显示等。

1.1 金相试样的取样

1.1.1 取样部位及检验面的选择

取样是金相试样制备的第一道工序,如果取样不当,则达不到检验的目的,有时会作出错误的结论。因此,所取试样的部位、数量、磨面方向等应严格按照相应的标准规定执行。

取样必须根据检验目的选择有代表性的部位,一般对锻轧钢材和铸件的常规检验的取样部位,有关技术标准中都有明文规定。对事故分析,应在零件的破损部位取样,也应在完好部位取样,以便进行比对。如果研究铸件的金相组织,必须从铸件表层到铸件中心同时取样进行观察。对于热轧型材应同时截取横向及纵向的金相试样,横向试样垂直于轧制方向截取,主要研究表层缺陷及非金属夹杂物的分布;对于很长的轧制型材,应在两端和中间各取试样观察,以比较夹杂物的偏析情况。而纵向试样在平行轧制方向截取,主要研究非金属夹杂物的形状,以决定夹杂物的类型。

1.1.2 金相试样的尺寸

GB/T 13298—1991 金相显微组织检验方法中推荐试样尺寸为磨面面积小于 400 mm^2 ,金相试样一般为 $\phi 12\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 或 $12\text{ mm} \times 12\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 的立方体,以便于制备试样时容易操作,太小了手握持不方便,太大了磨制时费时又不容易平整。

对于试样尺寸不规范或细小不容易把握的,要进行镶嵌或夹持。

1.1.3 金相试样的截取方法

确定了取样部位后,就要考虑试样如何从零件上取下来,在取样的过程中要注意以下几点:

(1)防止切割时金属材料发生范性形变,改变金相组织。如多晶体锌、镉中出现形变孪晶;软钢及有色金属的晶粒因受力而压缩、拉伸或扭曲等。

(2)防止金属材料因受热引起金相组织的变化。如淬火钢的马氏体组织会因切割

和磨削过程产生的热量形成回火马氏体。

切取试样时要根据被检验材料的软硬程度采取不同的方法,一般硬度较低的材料,如经退火、正火、调质处理后的低碳钢、中碳钢、灰口铸铁和有色金属及其合金等,都可以采用手工锯或者采用机械加工,如车、铣、刨、剪等方法截取试样;对于硬度较高、形状特异、脆性较大的材料,如白口铸铁、硬质合金以及经淬火后的零件都可以采用锤击的方法,从击落的碎块中选择大小合适的试样,或经进一步的镶嵌、打磨成合适的试样;对于韧性和硬度较高的材料,可以采用砂轮切割机或电火花切割。

砂轮切割机的设备很简单,如图 1.1 所示。

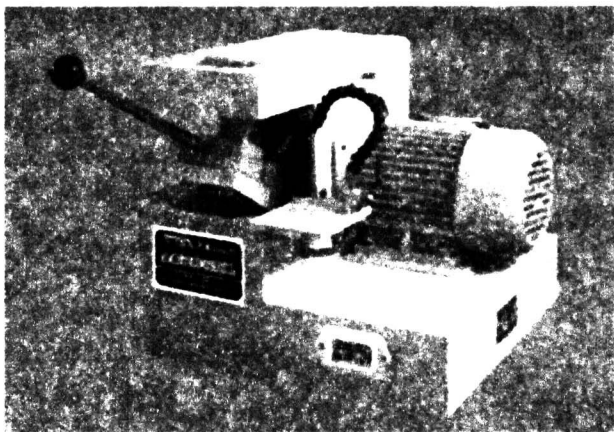


图 1.1 砂轮切割机

砂轮切割机主要由机体、电动机、砂轮片夹持装置、试样夹具及喷射冷却水系统组成。切割时工件因高速磨削产生大量的热,必须用冷却液充分冷却,一方面能防止组织的改变,另一方面也能起到润滑的作用,减少砂轮片的磨损。砂轮片尺寸为 $\phi 250 \text{ mm} \times 32 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$,以氧化铝或碳化硅为磨料,用树脂胶合而成。电火花切割是采用 $\phi 0.16 \text{ mm}$ 的钼丝,在绝缘油介质中通过火花放电进行切割。其优点是被切割试样表面平整,光洁度好、无变形。对于大断面零件或高锰钢零件可采用火焰切割,但需预留 20 mm 的余量,以便在试样磨制中将气割的热影响区除掉。

1.1.4 金相试样截取后的相应处理

试样截取后,应根据试样材料特征、检验目的、试样形状等情况进行不同的处理。

对于试样形状比较规范,不需要镶嵌的,要对试样进行标记,以免在以后的操作过程中把试样弄混,应在试样磨面的背面做标记,做标记的方法有字头打印、电刻等。做好标记后的试样要对磨面边缘进行倒角处理,以免在磨光和抛光过程中划破砂纸和抛光织物,但对需要观察表层组织的试样(如渗碳层、脱碳层、氮化层等),则不能将边缘磨圆,这类试样一般要进行镶嵌处理。

1.2 金相试样的镶嵌

当金相检验的材料为薄板、细线材、细管材等尺寸过小或形状不规则的试样时,由

于不便于用手握持,则要采用镶嵌的方法以便得到尺寸适当、外形规则的试样。当试样的检验目的是观察表层组织时,也需要对试样进行镶嵌。

金相试样的镶嵌方法很多,如何选用应根据实验室所拥有的设备情况和试样的具体情况而定,下面介绍几种常用的方法。

1.2.1 低熔点合金镶嵌法

低熔点合金镶嵌法的优点是合金的熔点低,对试样的组织影响小,同时适用于那些与有机镶嵌材料起化学反应的试样。

低熔点合金镶嵌操作起来比较简单,将试样的磨面放置在一块平板上,外面套上一个合适尺寸的管材(如铁管、铜管、铝管、塑料管等),再将熔化后的低熔点合金浇注到套管里,等冷却后即可。由于低熔点合金的熔点很低,可以将低熔点合金装入小烧杯或小瓷坩埚里,放在电炉子上或酒精灯上就可以将其熔化。

低熔点合金镶嵌示意图如图 1.2 所示。低熔点合金的成分和熔点见表 1.1。

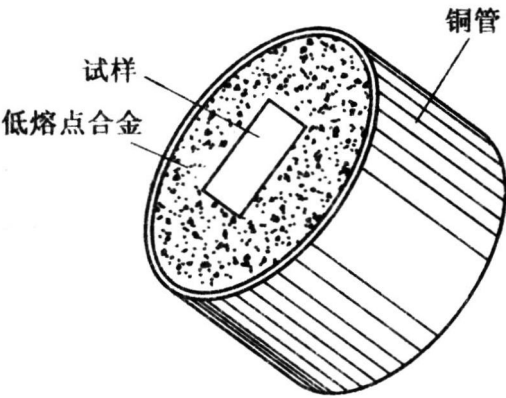


图 1.2 低熔点合金镶嵌示意图

表 1.1 低熔点合金的成分和熔点

合金类型	合金成分(质量分数)/%				熔点/℃	
	Sn	Bi	Pb	Cd	固相点	液相点
四元合金	15.4	38.4	30.8	15.4	70	97
工业合金	11.3	42.5	37.7	8.5	70	90
工业合金	13.0	42.0	35.0	10.0	70	80
Wood 合金	12.5	50.0	25.0	12.5	70	72
四元共晶合金	13.1	49.5	27.3	10.1	70	70

1.2.2 机械夹持法

如果需要研究表层组织的试样,可以使用机械夹持方法以便于保护试样边缘在磨制过程中不被倒角。机械夹具的形状如图 1.3 所示。

夹具的材料一般选用低碳钢、中碳钢、铜合金等,其硬度要略高于试样。选用此类

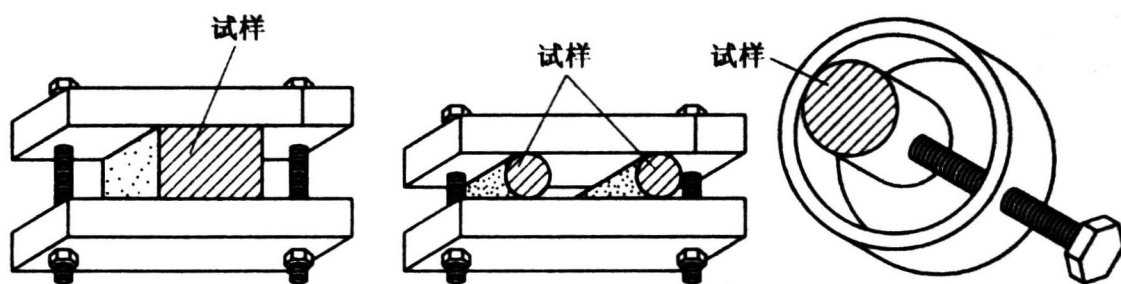


图 1.3 机械夹具的形状

夹具时,须注意使试样与钢圈或钢夹紧密接触,镶嵌板材时可用较软的金属片间隔,以防磨损试样边缘;为避免浸蚀剂从试样的空隙中溢出,可将试样浸在熔融的石蜡中,让石蜡把空隙填满。

1.2.3 塑料镶嵌法

常用的塑料镶嵌法有以下两种:一是利用环氧树脂、牙托粉等物质在室温下进行镶嵌,叫冷镶嵌;二是在专用的镶嵌机上进行镶嵌,叫热镶嵌。不论选用哪种方法都要注意以下问题。

- ①镶嵌塑料必须不溶于酒精,因为在制备试样的过程中要用酒精进行清洗。
- ②镶嵌塑料应该有足够的硬度,以免在抛光时出现倒角现象。
- ③镶嵌塑料必须有适当的黏附性,使试样边缘处与镶嵌塑料间紧密结合,没有缝隙,避免制样过程中磨料及其他溶液进入,影响制样质量。
- ④所用塑料的镶嵌操作是否会影响试样组织的变化,如加热使淬火钢回火,加压使软材料变形等。

⑤镶嵌塑料应该有强的抗腐蚀能力,对所使用的化学试剂不起作用或作用轻微。

⑥镶嵌简单方便,用时短。

⑦使用过程中安全无毒。

1. 塑料冷镶嵌

不能加热的试样、不能加压的(如软的、易碎的)试样、大的形状复杂的试样和多孔的试样可以用冷镶嵌的方法进行镶嵌。冷镶嵌所用镶嵌材料就是树脂加固化剂,如聚酯树脂、丙烯树脂、环氧树脂等,其中最常用的是环氧树脂,其反应式为



固化剂一般用胺类,常用冷镶嵌硬化树脂的配方见表 1.2。

试样经清洗干燥后,放入浇注模内,模壁要涂上真空油、硅油、凡士林等以便于脱模。浇注模可以用玻璃、铝、钢、聚四氟乙烯塑料、硅橡胶等制成。

冷镶嵌还可以用医用牙托粉作为镶嵌材料,它具有无毒、无腐蚀、无污染等优点,同时操作上比用环氧树脂方便,固化时间也比用环氧树脂短,是一种新型实用的冷镶嵌材料。

表 1.2 常用冷镶嵌硬化树脂的配方

序号	镶嵌料	用量/g	固化温度/℃	备注
1	E 型环氧树脂 乙二胺 邻苯二甲酸二酐酯	100 8 ~ 10 18	室温	乙二胺 8 ~ 10 g, 冬天取上限, 夏天取下限
2	E 型环氧树脂 苯二甲胺 邻苯二甲酸二酐酯	100 18 18	室温	
3	E 型环氧树脂 液体聚酰胺树脂	100 100	室温	可不配其他固化剂
4	618 环氧树脂 邻苯二甲酸二酐酯 二乙烯三胺(或乙二胺)	100 15 10	室温: 24 h 60 ℃ : 4 ~ 6 h	镶嵌较软或中等硬度的金属材料
5	618 环氧树脂 邻苯二甲酸二酐酯 乙二醇胺	100 15 12 ~ 14	室温: 24 h 120 ℃ : 10 h 150 ℃ : 4 ~ 6 h	固化温度较高, 收缩小, 适宜镶嵌形状复杂的有小孔和裂纹等的试样
6	6101 环氧树脂 邻苯二甲酸二酐酯 间苯二胺 碳化硅粉或氧化铝粉(粒度尺寸约 40 μm)	100 15 15 适量	室温: 24 h 80 ℃ : 6 ~ 8 h	镶嵌硬度高的试样或有氮化层的试样。填充料的微粉可根据需要调整比例

对于多孔或有细裂纹的试样, 可以采用真空冷镶嵌, 即将冷镶嵌材料加固化剂按比例调配好之后, 盛于小杯中。真空镶嵌设备中的真空泵启动使真空室内形成负压, 小杯中的冷镶嵌料在大气压力下被压入真空室内冷镶嵌模内, 可充分渗入到试样的细微孔隙或细微裂纹中。图 1.4 为真空镶嵌设备示意图。

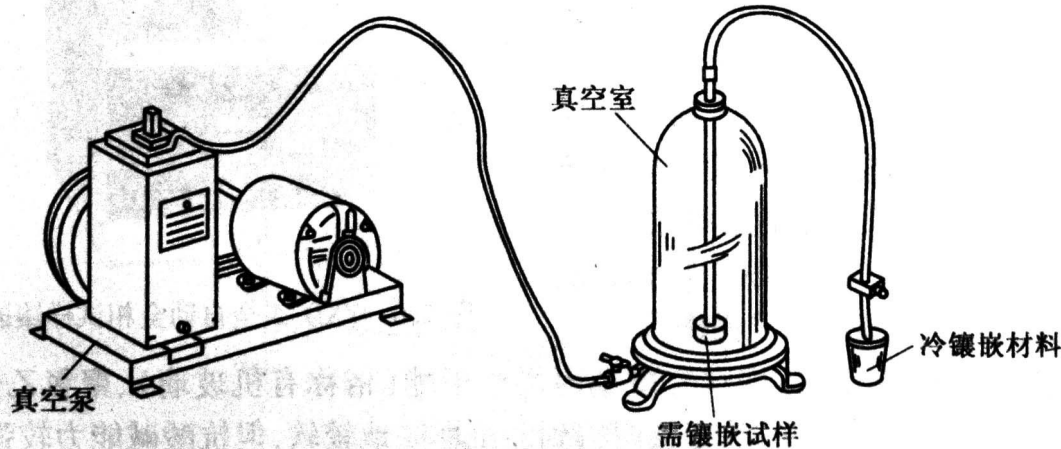


图 1.4 真空镶嵌设备示意图

2. 塑料热镶嵌

金相试样的热镶嵌都是在专门的机器上进行的,通常把这种机器叫做试样镶嵌机,根据所使用的镶嵌料选择不同的镶嵌机。镶嵌料按其加工性能可分为热固性塑料和热塑性塑料,它们的不同之处如下:

热固性塑料是指,经过一次加热成型固化以后,其形状就因为分子链内部进行铰链而达到稳定,对其加热也不能让其达到黏流态,不能再次加工成型,也就是说热固性塑料不具有再次加工性和再回收利用性。比如环氧树脂、有机硅树脂、聚氨酯等。

热塑性塑料是指,塑料加工固化冷却以后,再次加热仍然能够达到流动性,并可以对其进行加工成型,也就是说具有良好的再加工性和再回收利用性。比如常见的聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等。

(1) 塑料热固镶嵌

塑料热固镶嵌是目前使用比较多的一种镶嵌方法,最常用的设备有 XQ-1 型、XQ-2B 型、ZXQ-2B 自动型、BXQ-2B 半自动型等金相试样镶嵌机,镶嵌机上主要包括加压、加热装置和压模三部分。热固镶嵌的特点是在成型温度下树脂已成为坚硬的聚合块,可在卸除压力的情况下立即脱模,对镶嵌机没有冷却水的要求,图 1.5 为热固镶嵌机。



图 1.5 热固镶嵌机

常用的热固镶嵌料多为电木粉和邻苯二甲酸二丙烯。电木粉是在酚醛树脂中加入少量木屑混合后的产物,不透明,有多种颜色,质地较硬,但抗酸碱能力较差。用电木粉作镶嵌料一定要掌握好镶嵌温度和压力,如果温度和压力过高,电木粉会烧坏,也会产生裂纹,但温度和压力过低,又会使试样变得疏松和产生鼓型表面。具体的温度和压力要根据不同的镶嵌机上的使用说明而定。

(2) 塑料热塑镶嵌

塑料热塑镶嵌使用的设备 ZXQ-5 属于全自动金相试样镶嵌机,如图 1.6 所示。具有进出水冷却的功能,适用于所有材料(热固性和热塑性)的热镶嵌,设定好加热温度、保温时间、作用力等镶嵌参数后,放入试样和镶嵌料,盖上压盖,按下工作按钮,可自动完成镶嵌工作,无需人工操作。



图 1.6 ZXQ-5 全自动金相试样镶嵌机

塑料热塑镶嵌常用的镶嵌料有甲基丙烯酸甲酯(俗称有机玻璃)、聚氯乙烯、聚丙烯等。与热固镶嵌料相比,热塑镶嵌得到的试样质地较软,但抗酸碱能力较强。热塑镶嵌和热固镶嵌操作基本一样,主要区别是热塑镶嵌须在压力下冷却,镶嵌机上有冷却

水的进出管路。

1.3 金相试样的磨光

凡是使用固定磨料(如砂纸、砂轮等)制备试样的过程都称为磨光,试样的磨光一般分为粗磨与细磨。

1.3.1 粗磨

粗磨的目的是为了获得一个平整的表面,钢铁材料试样的粗磨通常在砂轮机上进行。但在磨制时应注意,试样对砂轮的压力不宜过大,否则会在试样表面形成很深的磨痕,从而增加了细磨和抛光的困难;用手捏住试样在砂轮的侧面磨制,要尽量使试样的磨面与砂轮面平行,同时要沿着砂轮的径向来回移动,避免砂轮面磨出凹坑;要随时用水冷却试样,以免受热影响而引起组织的变化。试样边缘的棱角如不需要保存,可先行磨圆(倒角),以免在细磨及抛光时撕破砂纸或抛光布,甚至造成试样从抛光机上飞出伤人。如果是很软的材料(如铝、铜等有色金属)可用锉刀锉平,以免磨屑堵塞砂轮孔隙,且使试样产生较深的磨痕和严重的塑性变形层。当试样表面平整后,粗磨就算完成,用水将试样冲洗擦干。

1.3.2 细磨

经粗磨后的试样表面虽较平整但仍还存在有较深的磨痕,如图 1.7 所示。因此,细磨的目的就是消除这些磨痕,以获得一个更为平整而光滑的磨面,为下一步抛光做准备。

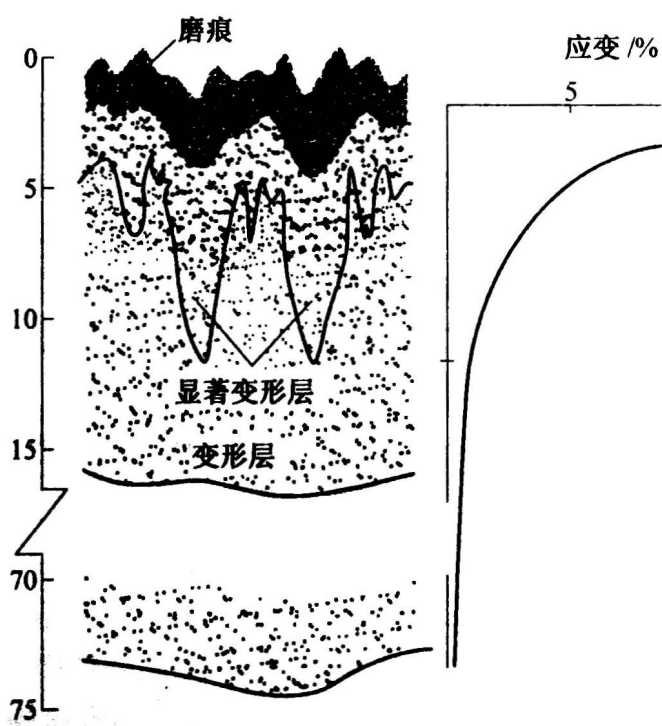


图 1.7 磨制后试样表面的应变分布

细磨是在一套粗细程度不同的金相砂纸上由粗到细依次顺序进行的,分手工磨制和机器磨制。

1. 手工磨制

手工磨制又分为干磨和湿磨。干磨时可将金相砂纸放在玻璃板上,手指紧握试样并使磨面朝下,均匀用力向前推行磨制,既不能来回磨,也不能画圈磨,必须是单程单向。在更换另一号砂纸时,须将试样的研磨方向调转 90° ,即与上一道砂纸磨痕方向垂直,直到把上一道砂纸所产生的磨痕全部消除为止。此外,在更换砂纸时还应将试样、玻璃板清理干净,以防粗砂粒带到下一道细砂纸上产生粗的磨痕。

手工湿磨所使用的是水砂纸,装置如图 1.8 所示,四根压条可将四种不同粗细的水砂纸紧紧地压在玻璃板上,装置向操作者方向稍有倾斜,工作面上方有小孔,小孔流出的水流过砂纸表面,及时将磨屑和脱落的磨料冲走,减少脱落的磨料与试样表面产生不必要的划痕,同时还可以避免磨屑和脱落的磨料堵塞砂纸的孔隙,使砂纸尖锐的棱角始终与试样的磨面保持良好的切屑作用,同时流动的水起到了很好的润滑和冷却作用,防止表面过热使组织发生改变。

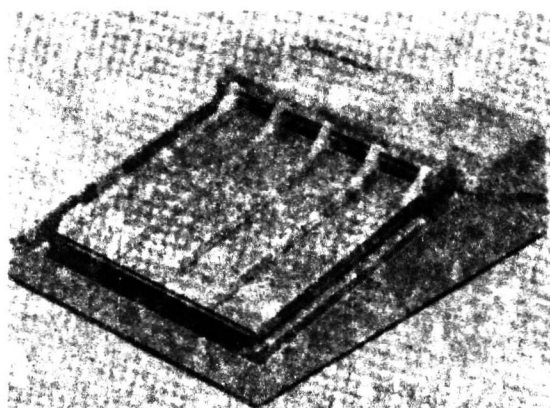


图 1.8 手工湿磨设备

2. 机械磨制

为了加快磨制速度,金相试样还可以用机械磨制来提高磨制效率。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,将试样的磨面轻压在水砂纸上,沿径向移动并与磨盘的旋转方向相反做轻微转动,待粗磨痕完全消失细磨痕一致即可。机械磨制时磨盘上方也有水流入磨盘,这里流动的水也起到了前面所述的手工湿磨时水所起到的作用。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。自动磨光机如图 1.9 所示。

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作为润滑剂。

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上一道工序造成的变形层,而不是仅仅把上一道工序的磨痕

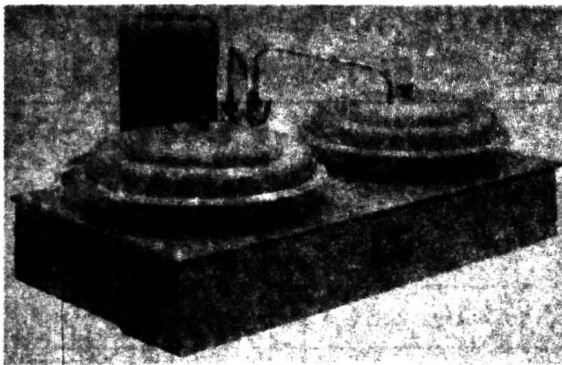


图 1.9 自动磨光机

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,并能保证在抛光工序中除去。

砂纸磨光表面变形层的过程如图 1.10 所示。

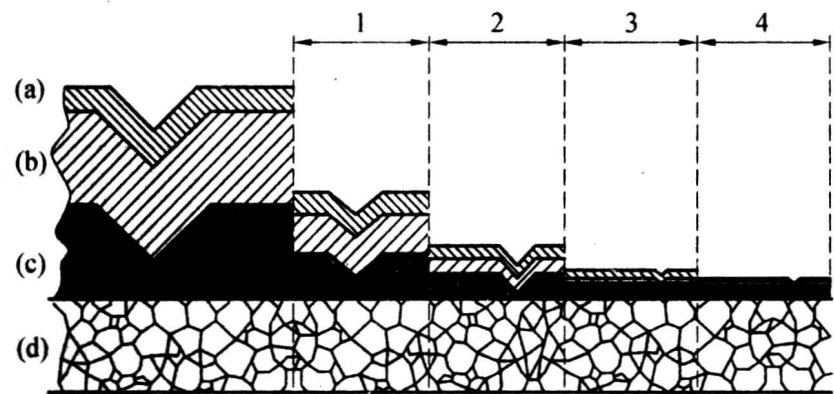


图 1.10 砂纸磨光表面变形层的过程

- (a) 严重变形层; (b) 变形大的层;
- (c) 变形小的层; (d) 无变形的原始组织
- 1—第一步磨光后试样表面的变形层;
- 2—第二步磨光后试样表面的变形层;
- 3—第三步磨光后试样表面的变形层;
- 4—第四步磨光后试样表面的变形层

1.3.3 磨料

粗磨大多是在砂轮机上进行,关于砂轮硬度的选择,一般遵循硬的试样选择稍软的磨料,软的试样选择稍硬的磨料的基本原则,制备金相试样用的砂轮一般选择磨料粒度为 40 号、46 号、54 号、60 号,数字越大磨料越细。材料为白刚玉(代号为 GB 或 WA)、绿碳化硅(代号 GC 或 TL)、棕刚玉(代号为 GZ 或 A)、黑碳化硅(代号为 TH 或 C),硬度为中软的平砂轮(代号 ZR1 或 K)。

细磨大多在金相砂纸上进行,金相砂纸有两种,一种是干砂纸,是在干燥的条件下磨光,这类砂纸是刚玉砂纸,多半是混合刚玉磨料制成的,呈灰黑色,也有用绿色碳化硅磨料制成的,这种砂纸用的黏结剂通常是溶于水的,使用时必须干磨,或者是在无水的

润滑剂下使用。表 1.3 为常见干砂纸的编号和粒度尺寸。

表 1.3 干砂纸编号和粒度尺寸

编 号		粒度尺寸/ μm	备 注
粒度标号	特定标号		
280#	—	50 ~ 40	一般钢铁材料用 280#、320#、400#、500#四个粒度的砂纸即可,或者用特定标号为 0、01、02、03 号的砂纸
320#(W40)	0	40 ~ 28	
400#(W28)	01	28 ~ 20	
500#(W20)	02	20 ~ 14	
600#(W14)	03	14 ~ 10	
800#(W10)	04	10 ~ 7	
1000#(W7)	05	7 ~ 5	
1200#(W5)	06	5 ~ 3.5	
1400#(W3.5)	07	3.5 ~ 2.5	

这里的“#”又叫目,意思是每平方英寸上的砂的数量。数量越大,砂纸越细。“W”在原 GB 2477—1983 磨料粒度及其组成标准中规定是微粉的标记,“W”是汉语“微”字拼音的字头。

另一种是水砂纸,它是以精选的、粒度均匀的、磨削效果极佳的碳化硅磨粒为磨料,采用静电植砂工艺制造出来的金相专用耐水砂纸。具有磨粒分布均匀、磨削锋利、经久耐用的特点,避免了用普通金相砂纸时灰尘大的弊端。能够使样品的磨制速度加快、变形层变浅,尤其对高硬或较硬的材料效果明显,这种砂纸背面涂有一层胶。表 1.4 为水砂纸的编号、粒度号和粒度尺寸。

表 1.4 水砂纸的编号、粒度号和粒度尺寸

编 号	粒度号	粒度尺寸/ μm	备 注
320	220	—	一般钢铁材料用 240、320、400 和 600 四个粒度号的砂纸
360	240	63 ~ 50	
380	280	50 ~ 40	
400	320	40 ~ 28	
500	360	—	
600	400	28 ~ 20	
700	500	—	
800	600	20 ~ 14	
900	700		
1000	800		

金相用磨料的目或粒度号以及混合刚玉的级别与磨料实际尺寸之间的关系如图 1.11 所示。根据此图,只要知道所用砂纸的粒度号,便可大约知道它的实际粒度尺寸,这样就可以判断砂纸或磨料的尺寸是否合适,帮助选择磨料,节省制样时间。

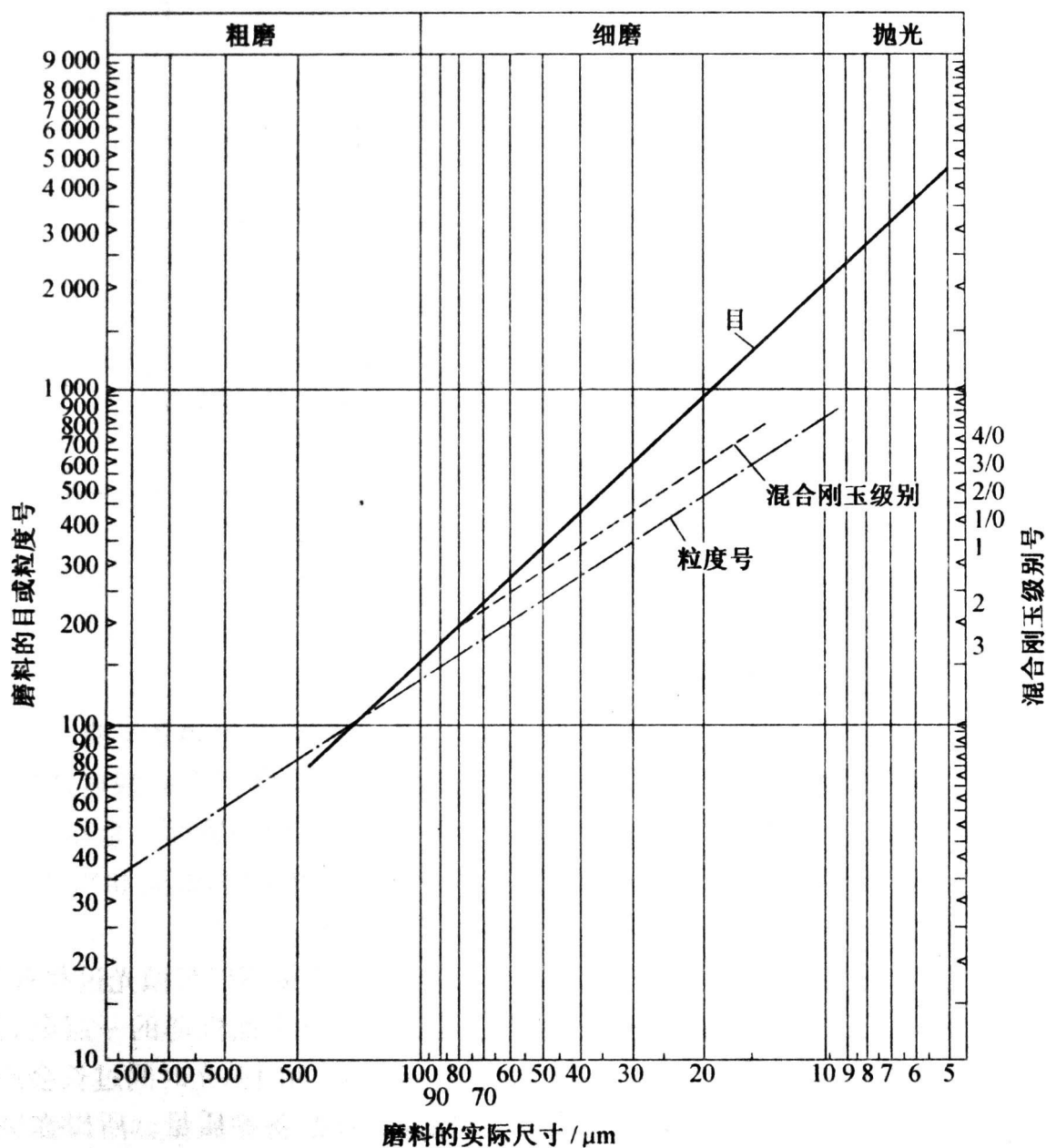


图 1.11 磨料的目或粒度号以及混合刚玉的级别与磨料实际尺寸之间的关系

上面介绍的是目前常见的砂纸编号,但这些都是按照老的标准标注的,为与国际标准(ISO)接轨,现等效采用 ISO 6344—1998 标准,制定了新国家标准即 GB/T 9258—2000(原标准号为 GB/T 9258—1988)。新标准中粗磨料粒度直径为 3.35 ~ 0.053 mm,从 P12 ~ P220 共 15 个粒度号。细磨料微粉粒度直径为 58.5 ~ 8.5 μm ,从 P240 ~ P2500 共 13 个粒度号。随着新标准的广泛推广,砂纸行业会逐渐采用新标准对砂纸进行标注,使用者应逐渐熟悉新老标准的对照,正确选择砂纸的粒度。根据新标准(GB/T 9258—2000)规定,刚玉或碳化硅磨料的粒度标记和粒度组成见表 1.5。

表 1.5 刚玉或碳化硅磨料的粒度标记和粒度组成