

机 械 工 程 实 验

(一)

浙 江 大 学 机 械 系

一 九 八 三 年 十 二 月

78. 1057/3

机 械 工 程 实 验 (一)

(内 部 交 流)

编者：浙江大学机械系工程实验教研室

印刷：浙 江 大 学 印 刷 厂

开本： 787×1092 1/16

总字数： 56千

序 言

实验能力的培养，是工科各专业的主要教学任务之一。应该使学生认识到：工程技术问题的研究，不外乎数学方法和实验方法；必须正确地解决两者之间的关系，使其有机地结合起来，才能取得理想的成果。那种把实验仅仅看作是对理论和定律的验证，或者把实验教学看作只是掌握测试技术的看法都是片面的。

从信息论角度来看，工程实验技术应该包括：信息的获得、信息的转换、信息的传输和处理以及信息的显示；其任务是设计实验、测定有关的物理量、通过误差的数据处理，而使测量到的物理量更接近于真实值，然后通过理论分析，总结出这些物理量之间的相互关系，以求得对自然现象本质的认识。实验的数学处理方法，包括实验设计、实时控制和数据处理方法，正确运用这些方法，可以最大限度地节省实验时间和费用，排除测试误差和种种偶然因素干扰的影响，取得可信的结果。

为了全面地达到实验教学的目的，机械系设置了四学期机械工程实验课，并在高年级开设实验性选修课（综合性实验）；在“工程数学”和“算法语言和电算技术”的基础上，开设“模拟技术”；还将开设“实验数据处理”和“实验设计”等选修课。

机械工程实验（一）的任务是“工程材料的组织和属性的测定”，其内容亦适用于其他系的有关专业。因条件限制，目前只开出金属材料方面的实验，今后还将逐步增添非金属材料（高分子聚合物、工程陶瓷等）方面的内容。

学生应在每次实验之前，认真阅读有关部份，作好实验前准备。实验后，按要求作出报告和讨论。教学效果的好坏，在相当大的程度上取决于学生对实验的认真程度。应该认识到，工程材料方面的实验技能，是机械类学生的基本技能，今后对于机械零件的失效分析、零件表面性能、磨擦、磨损、润滑、材料的可加工性等等问题的研究，都是一种基本的实验手段。

今后几学期实验的内容是：

机械工程实验（二）——几何量的测定；

机械工程实验（三）——机械运动状态物理量的测定；

机械工程实验（四）——有关专业实验和测试技术。

目 录

实验 I — 1	金相试样的制备·····	(1)
实验 I — 2	钢的显微分析·····	(6)
实验 I — 3	碳钢的热处理·····	(8)
实验 I — 4	钢的淬透性测定·····	(12)
实验 I — 5	铸铁的显微分析·····	(16)
实验 I — 6	金属的塑性变形与再结晶·····	(18)
附录 (一)	金相显微镜的使用·····	(22)
附录 (二)	硬度及硬度机的使用·····	(31)

金相试样的制备

一、实验目的:

学会金相试样制备的全过程, 了解影响金相试样检验效果的主要因素。

二、实验原理:

为了便于用金相显微镜观察金属的组织, 必须先做成金相试样, 金相试样的制备是金相研究中极为重要的工序, 包括试样的截取、镶嵌、磨光、抛光与金相组织的显示五步:

1. 金相试样的截取

金相试样截取部位的选择, 必需能表征被检验材料或零件的特点。例如, 要想用金相方法研究某零件的破裂原因, 那就应在破裂的部位截取试样。显然, 还需在离破裂处较远的部位截取一参考性试样, 以资比较。

被检验金属材料或零件, 因所经过的工艺过程或处理情况不同, 金相试样截取部件也应随着变更。例如, 研究铸件的金相组织, 必需从铸件表层到中心截取数个金相试样进行观察, 根据金相组织的差异, 从而了解合金的偏析程度。对于经过一系列热处理工艺后, 材料内部的金相组织是比较均匀的, 截取任一截面的试样均可, 但有时也应注意到表层的氧化、脱碳等。

试样截取时必须采取最合适的方法, 尽量避免因截割不当而引起的金相组织的变化。

金相试样最适宜的尺寸是直径12~15毫米, 高10~20毫米的圆柱体; 或底边为12×12毫米的正方柱体。

2. 金相试样的镶嵌

具有合适形状及大小的试样, 可直接进行磨光操作。但对于细小或形状特殊的金相试样, 在磨光时不易握持, 如线材、薄板、切屑及锤击碎片等, 就需要用镶嵌的方法, 把细小的试样嵌成较大的便于握持磨片。常用的镶嵌方法有以下几种。

(1) 低熔点合金镶嵌法;

利用熔融的低熔点合金, 浇铸入予先放入欲镶试样的铜圈或相应的铸型中, 冷却后即成为一块便于握持的金相磨片。但这种试样在磨光及浸蚀时较为困难, 通常使用不多。

(2) 塑料镶嵌法;

用塑料镶嵌试样, 是一种较完善的方法。塑料镶嵌法有很多优点, 应用比较广泛。譬如, 能镶嵌任何形状与大小的金相试样, 甚至粉末也能镶嵌在塑料内。塑料较硬, 易于磨削, 磨屑不会粘着在砂纸上或抛光布上, 并易于抛光得到光滑平整的磨面。

常用的塑料有热固性塑料、热塑性塑料及化学聚合塑料。

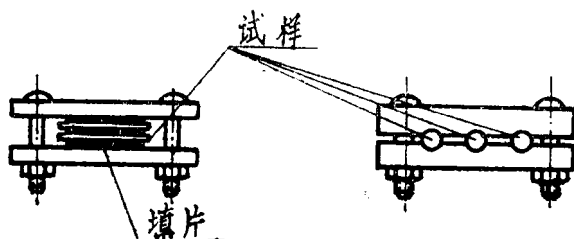
热固性塑料如酚醛树脂, 热塑性塑料如聚乙烯聚合树脂、化学聚合塑料如甲基丙烯酸

甲酯聚合树脂。

使用热固性和热塑性塑料时，都需要镶嵌机上加热加压成型，对于淬火钢及软的金属材料仍不合适。这时可用不需加热加压，仅借化学催化作用聚合的树脂，甲基丙烯酸聚合树脂就是其中的一种。但是成本较低，应用最广的仍是热固性塑料。

(3)机械镶嵌法；

钢铁或强度较大的金属材料，如果外形比较规则，象圆柱体、薄板等细小试样，可以用机械镶嵌法。依照试样的外形，用图一所示夹具将试样夹持，以便于磨光、抛光操作。



图一 机械镶嵌夹具

薄钢板装夹时若以铜皮作为垫片最为理想。

3.金相试样的磨光。

磨光是为了得到一个平整光滑的磨面。磨光分为粗磨和细磨。

(1)粗磨

为平整试样并磨成合适的外形，可用锉刀或砂轮机进行。磨制时，压力不宜过大，并不时地把试样浸入冷水中冷却，使试样不致因受热而发生组织变化，如淬火组织受热后会变成回火组织。压力过大，非但试样表面会形成极深之磨痕，增加精磨及抛光的困难，同时会在试样表面形成一层金属变形层，歪曲了原有组织。虽然在磨光抛光过程中变形层的产生是不可避免的，但应以较小的压力，使变形层减至最低限度。粗磨完后，试样倒角，以免在细磨及抛光过程中将砂纸或抛光布撕裂，并应用水冲洗，以免粗颗粒带到细的砂纸上，造成极深的磨痕。

(2)细磨

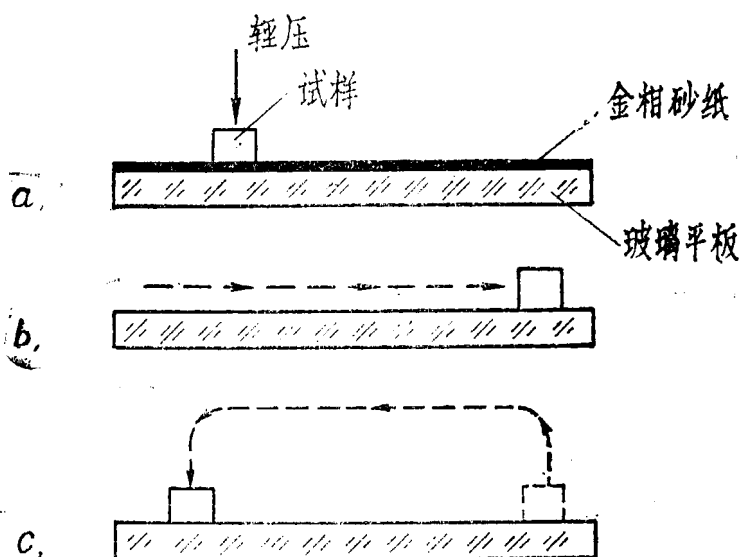
细磨的目的是消除磨面上较深的磨痕，为抛光作好准备。细磨本身包括很多道操作，系在各号砂纸上依其粗细顺序进行。为保持磨面的平整，宜按图二所示操作过程进行，在在磨制过程中，在较粗的砂纸上磨光后，应将磨面及操作者双手冲洗干净，以免粗颗粒划伤表面，每更换细一号砂纸的时候，磨面磨制的方向应该与前一号砂纸留下的磨痕方向相垂直，以便易于观察粗磨痕的逐渐消除情况，所以在每更换细一号砂纸的时候，把试样转动 90° 后再磨。钢铁一般磨到 $0/3^\#$ 为止，较软的金属，应磨到更细的 $0/4^\# \sim 0/5^\#$ 。

金相砂纸的磨粒材料是金刚砂（碳化硅）或氧化铝粉。金相砂纸一般按磨粒粗细分为 $0^\#$ ， $0/1^\#$ ， $0/2^\#$ ， $0/3^\#$ ， $0/4^\#$ ， $0/5^\#$ ， $0/6^\#$ ， $0/7^\#$ ，8级， $0^\#$ 最粗， $0/7^\#$ 最细。

4.金相试样的抛光。

抛光是除去试样磨面上的细微磨痕，使呈光亮的镜面。

抛光所用的磨料极细，只能除去表层极薄的一层金属。若磨面上留有较深的磨痕，抛光



图二 正确的磨光操作过程

是不能去除的，若延长抛光时间或加大抛光时所用的压力，将使磨面上金属变形层增厚，夹杂物脱落以及形成麻点等缺陷，故需重磨。

试样抛光可分为机械抛光，电解抛光及化学抛光等，在此只介绍机械抛光。

抛光在直径200~300毫米，转速为每分钟200~300转的抛光盘上进行。抛光盘由电动机带动。由于用途、要求和习惯的不同，抛光盘上可以蒙上并绷紧一层帆布、有短茸毛的绒布，呢料，有长毛的丝绒、绸绢等。抛光用的磨料有氧化铬和氧化铝抛光软膏、碳化硅及氧化铝粉等。要求精细的就采用较细的磨料。抛光粉使用时加水混和，摇匀呈悬浊液。抛光时，试样用手捏紧，在抛光盘的适宜位置，轻压并略转试样。为保证抛光作用能顺利进行，应不时加入抛光液。抛光时间约2~5分钟。抛光时压力太重或抛光时间过长，都能导致表层金属的变形，而歪曲原来的组织。当磨痕全部消除后，即停止抛光，用水冲洗，并以湿棉花轻拭磨面，除去残留的磨粒。要求高时，可再在酒精中清洗，然后吹干。

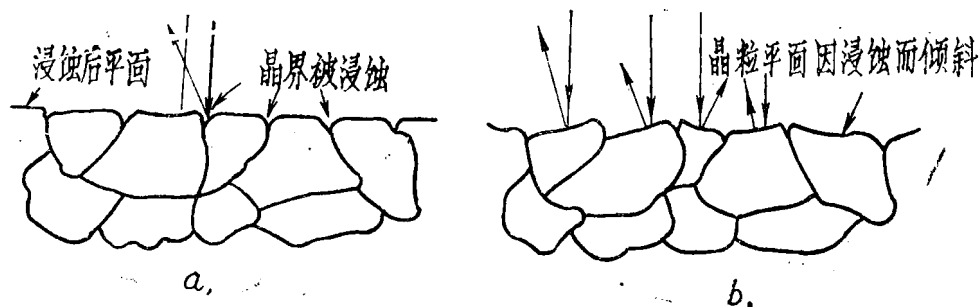
磨面表层金属变形层，可用交替抛光、浸蚀的方法去除。

5. 显微组织的显示。

经抛光后的金相试样，在金相显微镜下能看到夹杂物、石墨、微裂缝及某些表面缺陷，但显微组织一般是看不见的。同时，在磨光和抛光过程中，或多或少总会在试样磨面上产生一薄层变形层，因此，为了能在试样磨面上看见真实的组织情况，必须设法消除变形层，同时使组织清晰地显示出来，常用化学浸蚀的方法，不但能将变形层腐蚀掉，而且更重要的是借不同相以及同一相的不同晶面和晶粒边界等处的不同抗蚀能力，使抛光面的不同显微组织，受到不同程度的浸蚀，这些高低不平的组织，对光线将产生不同的反射和吸收程度，从而在金相显微镜下，便能清楚地分辨出不同的显微组织。

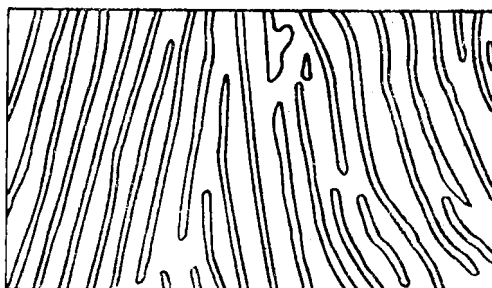
在单相合金中，由于晶界上原子排列较不规则，具有较高的自由能，所以晶界较易浸蚀，对投射的光线发生漫射，故在金相显微镜下看到黑色的晶界，如图三a所示。若浸蚀

时间过长，晶粒内部亦将沿一定的晶面被溶解，则可看到黑白相间的晶粒。如黄铜的晶界很薄，常用延长浸蚀时间的方法，使晶粒受到浸蚀，以显示出黑白相间的晶粒。

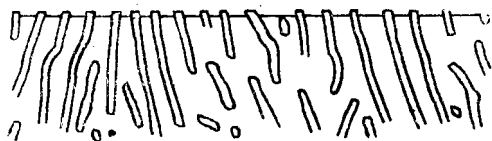


图三 纯金属及单相金浸蚀后的情形
a. 晶界浸蚀 b. 晶粒浸蚀

二相合金的浸蚀原理不同于单相合金，它主要是两个组成相具有不同的电位，所引起的电化学腐蚀过程。二相合金中因各相的成份不同，使电极电位不同，受浸蚀的程度也就不同。在共析碳钢中，珠光体是铁素体和渗碳体的片层组织，铁素体具有较大的负电位，在正常浸蚀下，铁素体被溶入浸蚀剂中，而渗碳体却未被溶解。若浸蚀时间适中，显微镜下能看到：在渗碳体四周有一圈黑线围着，显示出二相的存在。如图四所示。



低碳钢中的铁素体晶粒，需要浸蚀较长时间（约五分钟）才能显示出晶粒。而在珠光体中的铁素体，由于电化学浸蚀速度极快，只要几秒钟就溶解凹陷，而显示出珠光体组织。



图四 珠光体组织的浸蚀

化学浸蚀的是否成功，取决于所选用的浸蚀剂，浸蚀方法和浸蚀时间等因素是否恰当。有关化学浸蚀的化学试剂，可参阅参考文献[1]第347页。

本实验的浸蚀剂为4%硝酸酒精溶液。

浸蚀过浅，组织不能完全显示出来，浸蚀过深，试样表面灰黑，模糊不清。若浸蚀过浅，可再行浸蚀。但浸蚀过深，则需重行抛光再浸蚀，甚至需重新磨光，抛光及浸蚀。

浸蚀的合适程度，应根据观察时的放大倍数来决定，倍数高浸蚀可浅一些，倍数低就应深一些。

试样经适时的浸蚀后，即用水冲洗，然后用橡皮球吹干试样表面，再用毛巾擦干其他部位的水迹，最后用吹风吹干。至此，金相试样的制备过程即告完成。

制备好的试样，是否符合要求，则需用金相显微镜观察检验。

三、实验装置：

磨制玻璃平板、抛光机、镶嵌机、金相显微镜等。

四、实验步骤：

1. 试样的磨光：经粗磨的试样，在金相砂纸上按由粗到细逐号磨光。每更换细一号的砂纸时，必须看不到上一道工序同留下的磨痕，然后将试样旋转 90° ，在下一号纸上磨光，一般磨到0/3#为止。

2. 试样的抛光：经洗净的磨光试样，在抛光机的抛光盘上，加上抛光液后仔细抛光，一般抛光2~5分钟。

3. 试样的浸蚀：将抛光好的试样洗净吹干后，用4%硝酸酒精溶液浸蚀数秒至几分钟（随不同组织而异），即用清水冲洗干净再吹干，就可到金相显微镜上观察。

五、实验结果：

以金相显微镜观察，检验试样制备得是否合适。并注意要做好金相试样需注意的问题。

六、参考文献：

[1] 姚鸿年编 金相研究方法 中国工业出版社 1963年3月.

[2] E.B.潘钦科等著 金相实验室 中国工业出版社 1963年7月.

拟订者：宋炳华

钢 的 显 微 分 析

一、实验目的：

1. 了解和鉴别常用碳钢在室温时的显微组织；
2. 学会正确使用金属显微镜。

二、实验原理：

当金属及其合金的化学成份变化时，其内部结构也发生改变，从而也影响其机械性能。这表明：成份——组织——性能三者之间有着互相依赖、互相影响的内在关系。

在金相显微镜下观察到的金属内部结构称为显微（或金相）组织。用金相显微镜（100~2000倍）研究金属或合金的组织、缺陷的方法称为显微分析。

本实验就是用金相显微镜来研究常用碳钢的内部组织。

所谓碳钢是指含碳小于2.06%的铁碳合金。本实验将观察20#钢（含碳量为0.20%左右）、45#钢（含碳量为0.45%左右），T8钢（含碳量为0.80%左右）和T12钢（含碳量为1.20%左右）的显微组织。

在观察中，我们将看到：

20#钢和45#钢是由白色和黑色两部分组成。含碳量低时，白色部分占的比例大，黑色部分占的比例小，随着含碳量的增加，白色部分相对减少，而黑色部分愈来愈多。

白色部分称为铁素体，它是碳在 α -Fe中的固溶体，由于它最大的溶碳量也只有0.02%，故铁素体的性能接近于纯铁。即强度、硬度低，而塑性、韧性好。

黑色部分称为珠光体，其含碳量为0.80%。在1000倍金相显微镜下，可看到它是由一片铁素体和一片称为渗碳体的组织交替排列而成，其中渗碳体是铁和碳的化合物，可用化学式 Fe_3C 来表示，它的硬度特别高（HB达800），质很脆，塑性几乎等于零。由此可见，珠光体是由一片软韧的铁素体和一片硬脆的渗碳体交替重叠所组成，故其强度和硬度比铁素体高，而塑性比铁素体低得多，但还不脆。

含碳量小于0.80%的碳钢都是由铁素体和珠光体所组成，我们称为亚共析钢。

含碳量为0.80%的碳钢，其组织为100%珠光体，我们称为共析钢。

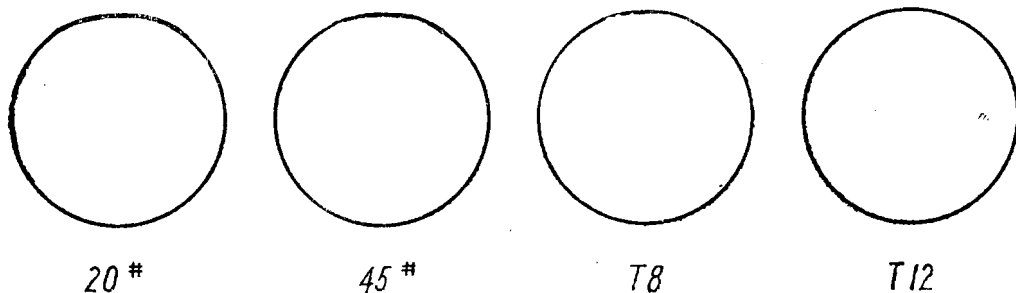
含碳量大于0.80%的碳钢在金相显微镜下看到的是白色的网状渗碳体包围着黑色的珠光体组织，我们称为过共析钢。随着含碳量的增加，网状渗碳体也愈厚，由于网状渗碳体硬而脆，因而钢的性能随着含碳量的增加，也愈加硬而脆。

三、实验装置:

金相显微镜

四、实验步骤:

1. 每人领取20[#]、45[#]、T8和T12四个金相试样。
2. 把金相试样放在金相显微镜试样台上。
3. 按照金相显微镜操作程序, 调节到所看到的组织最清晰时为止。(详见附录一金相显微镜的使用)。
4. 分析比较20[#]、45[#]、T8和T12四个金相试样内部组织, 并画出示意图。



五、实验结果:

根据实验所观察到的内部组织, 来分析20[#]、45[#]、T8和T12四种牌号碳钢的机械性能。

六、参考文献:

- [1] 金相研究方法 姚鸿年编 中国工业出版社 1963.3.
 - [2] 金属材料及热处理 史美堂主编 上海科学技术出版社 1980.7.
- 拟订者: 毛节用

碳钢的热处理

一、实验目的：

- (1) 通过对碳钢试样的热处理，了解冷却速度及含碳量对热处理效果的影响。
- (2) 求出碳钢淬火后回火温度与硬度间的关系，从而了解回火温度时马氏体回火生成物性能的影响。
- (3) 熟悉淬火与回火操作。
- (4) 学会正确使用硬度计。

二、实验原理：

所谓热处理就是通过加热、保温、冷却的操作方法，使钢的组织结构发生变化，以获得所需性能的一种加工工艺。碳钢是机械制造业中最常用的材料。碳钢工件经热处理（淬火）后，可以获得高的硬度和良好的耐磨性能，也可以借热处理（退火）方法来降低工件的硬度，改善其切削性能。各种形式的热处理方法如图 1 所示。

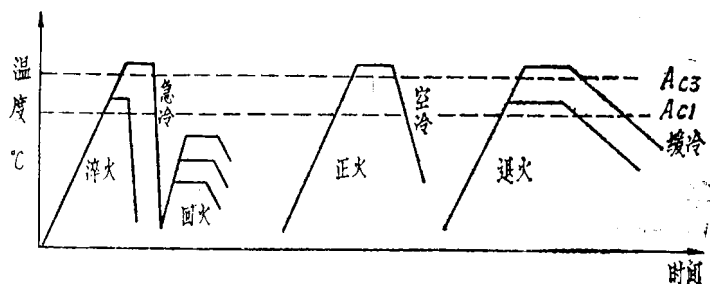


图 1 各种形式热处理示意图

碳钢加热至某一温度以上，其组织就由渗碳体和铁素体的组成物转变为均一的单相组织——奥氏体。这个转变对大多数钢来说是在一个温度区间内完成的。而含碳为0.8%的钢则就在一个温度（723℃）上完成。这种由一种状态转变为另一种状态的现象就叫做相变，这种转变发生的温度叫做相变温度。

奥氏体就是碳在 $\gamma\text{-Fe}$ 中的固溶体，若将奥氏体加以冷却，则所得组织将随冷却速度的不同而异。例如将奥氏体组织的钢件放在炉中或灰中冷却（冷速很慢），则所得的组织为铁素体及较大的片状渗碳体，硬度较低韧性较好，这种操作，在生产上叫做“退火”。又如将奥氏体组织的钢件在炉中取出后放在空气中冷却，则冷速要快些，所得到的组织为铁素体及较细小的片状渗碳体，硬度比前者要高，但韧性会降低一些，这种操作在生产上

叫做“正火”。所以对碳钢件只要加热至相变温度以上，使它转变为奥氏体，然后再控制其冷却速度，就可以得到性能不同的组织，这是热处理的一个重要方面。

如果将处于奥氏体状态的碳钢件以很高的冷却速度冷却（例如用水冷却），则将会得到一种硬度很高但又很脆的组织，即马氏体，这种操作在生产上叫做“淬火”。

马氏体实际上就是碳（也可以是其他元素）在 α -Fe中的过饱和固溶体。由于溶质的过饱和，使得 α -Fe的晶格发生畸变；因此大大提高了组织的硬度，显然，马氏体的硬度和脆性是随着碳在 α -Fe中的过饱和程度而变化的。

这种组织虽然有很高的硬度，但由于较脆，而且在急冷时有内应力产生，所以不能直接使用，通常要将这种组织再加热至一定的温度，以增加韧性，降低或消除其内应力。当然马氏体一经加热，碳原子就会偏聚，甚至析出而形成碳化物，使晶格畸变程度减少，硬度降低，而且随着加热温度的升高，硬度不断下降。这样就使我们有了另外一条途径，来改变碳钢的性能。这种将马氏体加热的操作在生产上叫做“回火”。回火的加热温度一般低于700℃。回火组织中的渗碳体是粒状的，分布也较均匀，所以韧性较高。

三、实验装置：

淬火加热炉及控温仪、回火炉、淬火水槽和淬火油槽、洛氏硬度计、布氏硬度计。

四、实验步骤：

（全班以30人计算，分成二大组，每大组分2个小组，分别为8人和7人）

（1）领取试样，第一小组领取DT、20、45的试样各3只，第二小组领取45、T10、 $W_{18}Cr_4V$ 的试样各3只。

（2）测各试样的原始硬度并记录于表中。

（3）对上述试样进行不同规范的热处理。

a. 加热温度 根据试样的含碳量确定加热温度，亚共析钢为 $A_{c3} + 30 \sim 50^\circ\text{C}$ ，过共析钢取 $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ\text{C}$ 。对 $W_{18}Cr_4V$ 取 1300°C 。

b. 保温时间 对方形边长或圆形直径以每毫米1分钟计算。

c. 冷却方式 第一小组对每种材料均采取三种冷却方式，即水冷、油冷和空冷。第二小组对T10、 $W_{18}Cr_4V$ 试样亦采取三种冷却方式，而对45试样则采取全部水淬的方式。

（4）测量经不同规范热处理后的试样硬度。

（5）回火，将第二小组的三只水淬45试样分别进行250℃、450℃、650℃回火，回火保持时间为30~60分钟，然后取出试样在水中或空气中冷却，再测其硬度。

试验数据记录表

试样材料	原始硬度 (退火状态) HRC	加热温度 ℃	保温时间 分	冷却方式	冷却后的硬 度 HRC	回火温度 ℃	保温时间 分	回火后硬度 HRC
DT								
DT								
DT								
20								
20								
20								
45								
45								
45								
45								
45								
45								
T10								
T10								
T10								
$W_{18}G_4V$								
$W_{18}G_4V$								
$W_{18}G_4V$								

五、实验结果:

- (1) 根据实验数据分析钢的化学成分对热处理效果的影响。
- (2) 根据实验数据分析冷却速度对热处理效果的影响。
- (3) 作出45钢回火温度与硬度的关系曲线了解回火时钢的组织转变。
- (4) 问题讨论:
 - a. 钢淬火时的冷却速度是否愈大愈好。
 - b. 如将尺寸分别为 $\phi 3 \times 10$, $\phi 10 \times 10$, $\phi 50 \times 50$ 的试样都进行油淬, 其硬度是否相同?

原因何在?

c. 今欲制 $\phi 3$ 的小钻头, 问应采用什么材料, 进行何种热处理工艺? (钻头硬度要求 $HRC > 60$)。

六、参考文献:

[1] 钢材的性能与试验 新版钢铁技术讲座第3卷 上海科学技术出版社 1981年
4月第一版

[2] 热处理手册 第四分册 机械工业出版社出版 1978年8月第一版
拟订者: 赵英才

钢 的 淬 透 性 测 定

一、实验目的:

- (1) 用末端淬火法测定45、40Cr钢的淬透性曲线。
- (2) 用断口法测定45、40Cr钢的淬透层深度。
- (3) 了解合金元素Cr对钢淬透性的影响。

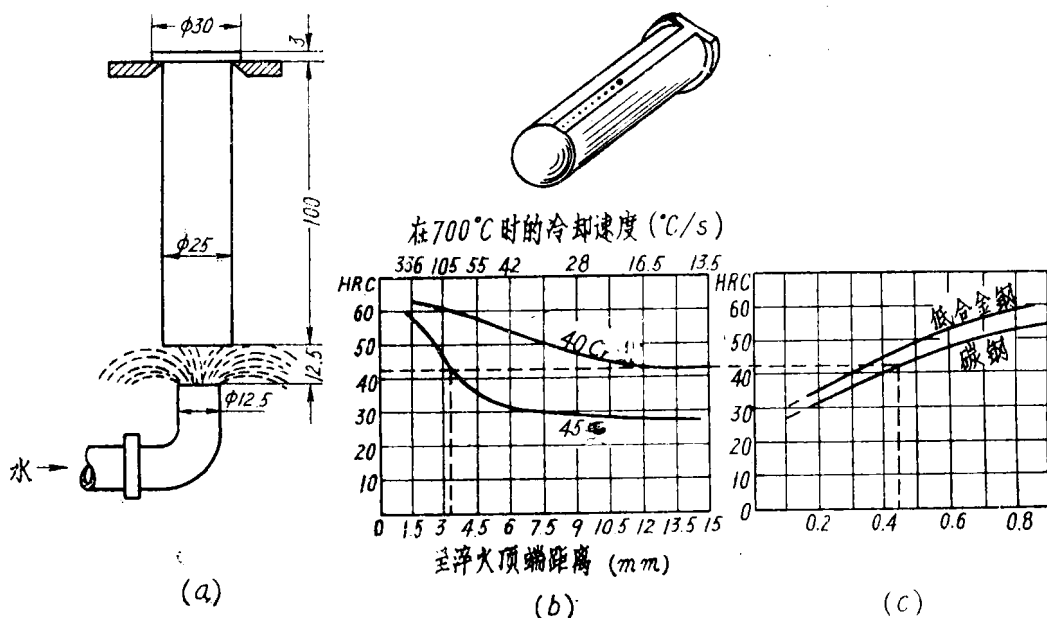
二、实验原理:

所谓钢的淬透性,就是指钢经奥氏体化后接受淬火的能力。通常用淬透性曲线、淬硬层深度或临界淬透直径来表示。它与淬硬性不同,后者是指钢淬火后得到马氏体组织所能达到的最高硬度。一般规定“由钢的表面至内部马氏体占50% (其余的50%为珠光体类型组织)的组织处的距离”为淬硬层深度,淬硬层越深,就表明该钢的淬透性越好。如果淬硬层深度达到心部,则表明该钢全部淬透。

影响钢的淬透性因素是奥氏体的化学成分,奥氏体的晶粒大小及其均匀程度。此外,工件的尺寸大小及冷却介质对淬透性也有影响。其中以奥氏体的化学成分影响最大,溶入奥氏体的大多数合金元素(除Co以外)都增加过冷奥氏体的稳定性,降低临界冷却速度,提高钢的淬透性。

测定钢的淬透性方法通常用末端淬火法、断口法和临界直径法。本实验用前两种方法来测定45、40Cr钢的淬透性。

(1) 末端淬火法:按GB225—63标准规定,将 $\phi 25 \times 100\text{mm}$ 的标准试样加热后进行末端喷水(固定水压)冷却(图1a),由于各部分冷却速度不同,近末端区冷速快,远离末端区冷速慢,所以估计依次得到马氏体、马氏体十屈氏体……一系列组织,硬度也相应地逐渐下降。端淬试样冷却后,在其侧面延长度方向磨一窄条平面,并自末端起每隔一定距离测一次硬度,将硬度变化与距末端距离绘成曲线,此曲线即为该钢的淬透性曲线(图1b)。图1(c)所示为钢的50%M区硬度与含碳量的关系。由此图与图1(b)相配合就可找出该钢50%M区至末端的距离。该距离越大,则淬透性就愈大。由于钢材成分的波动,所以手册上某钢种的淬透性曲线常是一个范围,称淬透性带。按GB225—63规定,钢的淬透性值可以 $J \frac{HRC}{d}$ 表示,其中J表示末端淬硬性,d表示至末端的距离,HRC为该处测得的硬度值。



(2) 断口法, 实际钢件进行淬火时, 表层冷却速度最大, 向里面则逐渐减小。这样在某一深度上的冷却速度就可能小于该钢的临界冷却速度, 使之出现珠光体类型组织。这种深度的大小就反映该钢的淬透性大小。由于淬火钢的硬度不但与马氏体的含碳量有关, 而且与马氏体的数量有关, 所以只要测定淬火钢断面上的硬度分布曲线, 就可以根据该钢的半马氏体硬度求出其淬硬层的深度。如图 2 所示, 直径50^{MM}的40钢淬透层约为6^{MM}, 而同样直径的40Cr钢淬透层约为12^{MM}。而且即使同一种材料, 用同一种淬火大介质淬火时, 由于尺寸不同其淬透层深度也不同。尺寸越大淬透层深度越浅, 当超过某一尺寸时, 甚至表面也不能淬硬。

三、实验装置:

马弗炉、末端淬火装置、硬度计、砂轮切割机、钢皮尺、油槽、水槽。

