

# 钢淬硬性与淬透性的区分

谷 莉 , 李国芳 , 岳桂杰

(兰州城市学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 钢的淬硬性和淬透性虽然只有一字之差,但在涵义和实际应用上却是截然不同的。在生产中,淬透性和淬硬性是选材和用材的主要依据。为了使学生能够正确理解和掌握这两个概念,从基本概念、影响因素、原理图形、测试方式、工程应用及冷却速度等方面分析了它们的不同。

**关键词:** 淬硬性; 淬透性; 淬硬层; 临界冷却速度

金属材料及热处理课程是机械制造类冷加工各专业的一门技术基础课。淬火是使工件获得最终组织及使用性能的一种热处理方式,也是重点讲述的内容。钢的淬硬性和淬透性虽然只有一字之差,但在涵义和实际应用上却截然不同。在生产中,淬硬性和淬透性是选材和用材的主要依据,学生在学习过程中很容易混淆这两个概念。如果仅凭教材中对定义的简单描述很难分清彼此的区别,为了帮助学生正确理解和掌握这两个概念,在教学过程中,通过如下几方面的对比来进行教学。

## 一、基本概念

### (一)淬硬性

淬硬性是指钢材在规定条件下淬火可获得的最高硬度值。

淬硬性表示钢在淬火时获得硬度高低的能力,不同材料的淬硬性进行比较时,只需对其获得的最高硬度进行比较即可。例如 形状、尺寸相同的不同钢材采用同一介质淬火后,可根据所获得的最高硬度值来比较淬硬性的高低。即硬度越高的钢材淬硬性越好;反之,硬度越低淬硬性越差。

### (二)淬透性

淬透性是指钢材在规定条件下淬火,所能获得的淬硬层深度。

淬透性表示钢材在淬火时获得的淬硬层深度的

大小。形状、尺寸相同的不同钢材,在相同条件下淬火后,它们所获得的淬硬层深度是不相同的。淬硬层深度愈大,钢的淬透性越好;相反,淬硬层深度愈浅,淬透性越差。

淬硬性用材料淬火后的硬度大小来反映和对比,而淬透性却是用淬硬层的深度来衡量,与硬度毫无关系。所以,淬透性和淬硬性的衡量指标是不同的,它们之间没有相关性。

## 二、影响因素

### (一)影响淬硬性的因素主要是马氏体中的含碳量

随着钢中含碳量的增加,淬火后获得马氏体的正方度增大,晶格畸变严重,相应的硬度高,其淬硬性高。碳钢含碳量与马氏体硬度的关系见图1。例

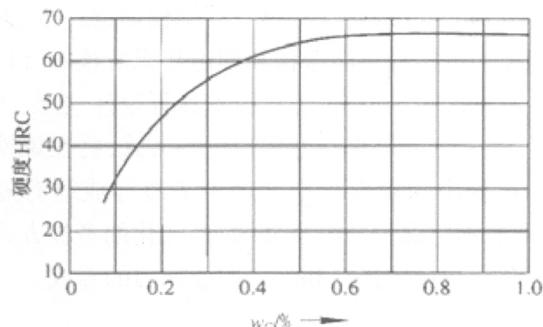


图 1 碳钢含碳量与马氏体硬度的关系

如,比较20号钢和55号钢的淬硬性。据图1很容易得出55号钢的淬硬性比20号钢好。钢中存在的合金元素,虽然可以产生固溶强化现象,但基本上不影响马氏体的硬度,所以合金元素对淬硬性的影响不大。

## (二)影响淬透性的因素主要是临界冷却速度

为了获得最终的组织及使用性能的要求,钢材淬火后希望得到马氏体。当实际冷却速度大于等于临界冷却速度时,工件淬火后就可获得马氏体。而在实际冷却的过程中,由于工件表层到心部的冷却速度逐渐降低,所以从工件表层到心部只有一深度范围内可以得到马氏体,其余部位则是非马氏体组织。例如,尺寸相同的40号钢和40Cr钢在相同条件下淬火后,40Cr钢的淬硬层深度大于40号钢。因为40Cr钢中的合金元素可以使钢材的临界冷却速度降低,所以40Cr钢和40号钢即使采用相同的冷却速度,40Cr钢的淬透性要比40号钢好。

凡是影响临界冷却速度的因素均能影响淬透

性,而临界冷却速度的主要影响因素是合金元素。钢中存在的大部分合金元素可以让“C”曲线右移,降低钢材的临界冷却速度,所以合金钢的淬透性高于碳素钢。

## 三、原理图形

材料的硬度越高,在受外力作用的过程中越不易产生变形,晶体沿晶面也就不易产生滑移。图2为马氏体中固溶碳引起的晶格畸变。在马氏体晶格中溶入碳原子使晶格产生变形导致晶面不再平整,当用一对力推动晶格,使它沿晶面产生滑移时,由于晶面的凹凸不平使滑移阻力增大,滑移变的非常困难,其抵抗变形的抗力增加,硬度得到提高;当溶入的碳原子增加时,变形会增加,硬度也会随之增大。所以,含碳量越高时淬硬性越好。

图3是轴类零件淬火时,工件截面的不同冷却速度。由图3可知,轴类零件在淬火时工件从表层到

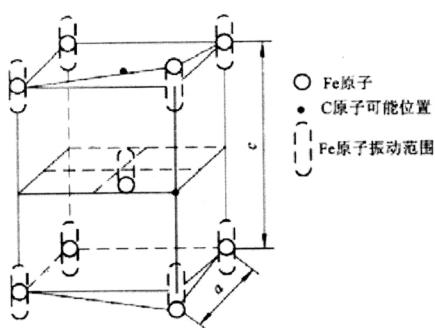


图2 马氏体中固溶碳引起的晶格畸变

心部随着半径的减小冷却速度是降低的,而同一材料的临界冷却速度却是不变的。从表层到心部达到某一深度时,其实际冷却速度低于临界冷却速度时,就开始获得非马氏体组织,即工件未淬透。当心部的实际冷却速度大于临界冷却速度时,工件整体均可以获得淬硬层,也就是说工件被淬透了。

## 四、测试方式

### (一)淬硬性测试

用形状、尺寸、材料相同的若干试样,在不同的条件下淬火,分别对它们的硬度值进行测试,所测得

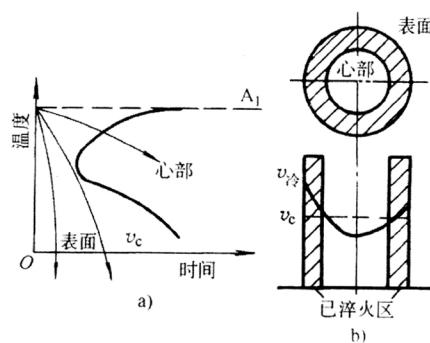


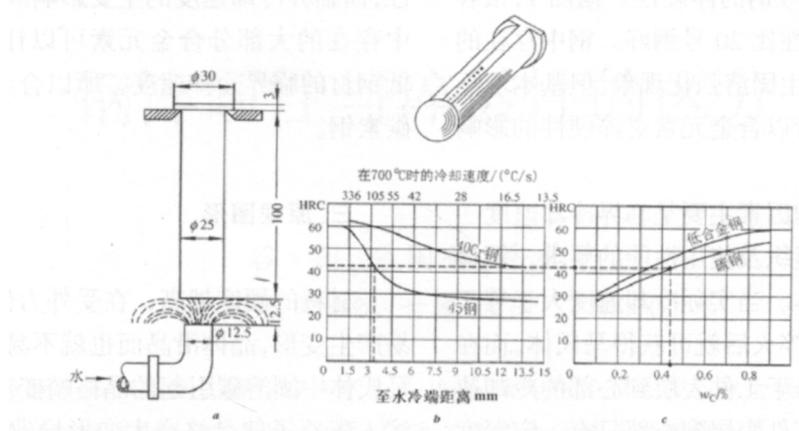
图3 工件淬透层与冷却速度的关系

的硬度值中最高的即为该种钢材的淬硬性的指标。淬硬性不是材料本身固有的一种特性,它会随着外界条件的变化而产生变化,所以在选定指标时以最大硬度为衡量指标。最大硬度的高低由碳含量的多少确定。在比较钢材淬硬性指标时,只需比较含碳量即可。

### (二)淬透性测试

#### 1. 临界直径法

将同一种钢材不同直径的圆柱试样在某种冷却介质中淬火,能被淬透的最大直径为该钢在某种介质中的临界直径。不同的钢材在比较淬透性时只需要比较它们的临界直径值的大小,即临界直径越大,



a.喷水; b.淬透性曲线举例; c.半马氏体区硬度与钢的含碳量的关系

图 4 顶端淬火法

淬透性越好，临界直径越小，淬透性越差。

## 2. 顶端淬火法

试验原理如图 4。将试样按规定加热至淬火温度，然后迅速移至端淬装置上进行喷水冷却。此时沿着试样长度方向上各部位的冷却速度是不相同的，末端冷却速度最快，离末端越远，冷却速度越慢。当试样冷透后，沿轴线方向磨出一个纵向小平面，从淬火端开始，每隔一定距离测一次硬度，当硬度值不能达到规定淬硬层(50%马氏体区)硬度时，则该点位置至淬火端的距离即为淬硬层深度。不同钢材在比较淬透性时，只需要通过至淬火端距离的大小来判断，当距离较大时，其淬透性好；较小时，其淬透性差。例如，将图 4 中 b 与 c 配合，即可找出 45 号钢半马氏体区至淬火端的距离大约是 3mm，而 40Cr 钢是 10.5mm，说明 40Cr 钢的淬透性大于 45 号钢。

## 五、工程应用

按淬硬性选材时，是根据零件提出的硬度要求为参考依据，即按所需的含碳量进行材料的选取。例如，对于要求高硬度、高耐磨性的各种工、模具，可选用淬硬性高的高碳钢；对于强度、塑性、韧性都要求较高的零件，可选用淬硬性中等的中碳钢。对于热处理工序而言，材料的淬硬性指标可以作为确定淬火工序是否合格的标准，因为正常淬火组织的硬度一般应该达到或接近它的淬硬性指标。如果热处理操作过程不符合标准，有可能使硬度指标达不到要求。

第 22 页

按淬透性选材时，是根据零件实际工作时的受力情况作为选材的重要依据。不同的零件在工作时所受的载荷不同，对材料淬透性的要求也不同。例如，连杆和螺栓在工作时主要承受拉应力，要求工件截面上力学性能均匀，必须选择淬透性好的材料；而机床的主轴主要是用来传递扭矩的，截面上所受应力不是均匀分布的，主要工作部分为表面，所以要求淬火时得到一定的淬硬层即可。做为选材的依据淬硬性和淬透性有着不同的标准。

## 六、冷却速度

当实际冷却速度均大于临界冷却速度进行淬火时，工件可以淬透。但实际冷却速度对硬度的影响并不大，所以对淬硬性的影响也比较小。

淬透性主要受临界冷却速度影响，但实际冷却速度的不同也同样影响了淬透性。例如，将尺寸、形状、材料完全相同的试样放在不同冷却能力的介质中冷却，当介质的冷却能力比较弱时，所能达到的淬硬层亦比较薄，其淬透性也就比较差。所以说，同一种材料在不同的介质中淬火所得的淬硬层深度是不同的。在比较不同材料的淬透性时，一定要在相同的条件下才能用淬硬层深度的大小来比较。

通过以上分析可以看出，淬透性和淬硬性是两个完全不同的概念。它们之间相互独立，互不相关。淬透性好的材料淬硬性不一定好，相反，淬硬性好的材料淬透性也不一定好。在实际应用（下转第 25 页）

气氛沉闷，也容易导致学生缺乏独立思考精神和学习兴趣，不利于创新型人才的培养<sup>[7]</sup>。为激发学生对汽轮机原理课程的学习兴趣，教学过程中穿插讨论环节，开展课内讨论和专题讨论。

课内讨论主要是讲授到某个基础理论时，随即引入由最新科研成果获得的图表，让学生根据所学理论对试验曲线或数据进行理论分析并进行讨论，最后由教师总结。同时，针对汽轮机运行中的某个问题，给出目前文献中的有关观点，鼓励学生通过研究进行分析。比如，在讲到整汽在喷管中各参数沿汽道截面变化规律时，给出变化曲线，让学生分析不同参数的变化规律，给出结论，针对教材中凝汽器传热系数计算中没有考虑到汽侧空气量影响等问题，鼓励学生查找有关空气量对传热系数影响的计算方法；根据汽轮机的变工况理论，分析汽轮机运行中出现问题的原因，等。这种教师指方向学生找结果的专题讨论、师生互动式的教学方法有利于调动学生的积极性，活跃课堂气氛。

### 三、结语

在高校教学中，课堂教学是一个重要的环节，是教学的基本模式。汽轮机原理课程教学方法的改革实践说明，要想提高专业课的教学质量，培养高质量人才，必须对传统的课堂教学方法进行改革。

(上接第22页)

的过程中一定要根据不同要求合理选择，不能盲目选取。应学会从根本上区分这两个概念，只有概念清晰了，才能正确的选用。

#### 参考文献：

- [1] 吕广庶,张远明.工程材料及成形技术基础[M].北京:高等教育出版社,2001:89-92.
- [2] 汪传生,刘春廷.工程材料及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2007:125-130.
- [3] 崔忠圻.金属学与热处理[M].北京:机械工业出版社,2000:301-305.
- [4] 史美堂.金属材料及热处理[M].上海:上海科学技术出版社,1980:93-99.

首先，要把握学科发展前沿，及时更新教学内容；其次，针对不同的教学内容，采取灵活多样的教学手段；再次，积极采用启发式和讨论式教学，在传授知识的同时，重视学生学习兴趣和能力的培养，以激发主观能动性，使学习情绪处于积极的状态中，从而使课堂教学取得更好的效果。

#### 参考文献：

- [1] 李洁,易海华.浅析大学理工科教师教学中应关注的若干问题[J].高等教育研究学报,2007,30(1):56-58.
- [2] 戚萍.大学课堂教学模式大学生成长[J].科技教育创新,2007(11):251-251.
- [3] 沈士一.汽轮机原理[M].北京:中国电力出版社,2011:1.
- [4] 郭琇.大学教学方法与手段的研究与实践[J].世纪桥,2008(9):114-115.
- [5] 陈燕.高等学校专业课教学方法的改革[J].高等教育研究,2008(13):51.
- [6] 张贵杰.专业课实施启发式开放教学的实践[J].河北理工大学学报:社会科学版,2009,9(2):111-113.
- [7] 王建昕.大学通识教育模式下本科生专业课教学方法探讨[J].中国大学教学,2010(4):55-57.

- [5] 房世荣.工程材料与金属工艺学[M].北京:机械工业出版社,1994:78-80.
- [6] 史文.金属材料及热处理[M].上海:上海科学技术出版社,2011:99-105.
- [7] 丁建生.金属学与热处理[M].北京:机械工业出版社,2004:111.