

金属材料力学性能影响因素之探索

吕宜美

(青岛工程职业学院, 山东 青岛 266112)

摘要:金属材料在生产生活中的应用非常广泛。大到国防工业、机械制造、石油化工,小到日常生活、各行各业,都要大量使用金属材料。为了保证生产生活的安全,有必要对金属材料力学性能的影响因素进行深入研究。一直以来,对金属材料力学性能的研究有很多,对力学性能影响因素的研究也有很多,但他们或者只是研究力学性能,或者只是从某一个小的方面进行研究。对力学性能影响因素进行比较全面系统的研究的还没有。因此,有必要对金属材料力学性能影响因素进行全面系统的研究,以期从中受到启发,更好地为生产生活服务。

关键词:金属材料;力学性能;影响因素;全面系统

金属材料是金属元素或以金属元素为主成分且具有金属特性的材料统称,比如纯金属、合金、特种金属材料及金属材料金属间化合物等。目前,大部分机件都是由金属材料制成的,而金属材料的力学性能是影响机件质量的重要因素。为了提高金属材料的力学性能,为生产生活服务,有必要对金属材料的力学性能影响因素进行探索与思考。通过研究,发现化学成分、组织、内部结构、晶体缺陷、机械加工、温度、热处理等都会影响金属材料的力学性能。

一、化学成分对金属材料力学性能的影响

合金元素不同及其含量不同,都会对金属材料的力学性能产生不同的影响。比如纯铜和纯铁、纯金属和合金,力学性能是不一样的。合金的力学性能显然要比纯金属好。所以在机械制造领域,人们大量利用合金,而很少利用纯金属。不同的元素组成对金属材料力学性能的影响是不同的。钢中的不同杂质元素对钢的力学性能的影响是不同的,就是对化学成分对金属材料力学性能有影响的一个重要例证。钢中的杂质元素有锰、硅、硫、磷、氧、氮和氢等元素。锰在钢中是一种有益元素。锰的影响如下:

(一)溶于铁素体和渗碳体中,使钢的强度、硬度提高。

(二)与硫形成 MnS ,减轻硫的危害。

硅是一种有益元素。硅的影响如下:形成含硅铁素体,提高强度和硬度。S是钢中的一种有害元素。硫的影响如下:硫在钢中是一种有害元素。与铁生成化合物 FeS , FeS 熔点低,产生热脆。硫以硫化铁(FeS)的形态存在于钢中, FeS 和 Fe 形成低熔点($985^{\circ}C$)化合物。而钢材的热加工温度一般在 $1150 \sim 1200^{\circ}C$ 以上,所以当钢材热加工时,由于 FeS 化合物的过早熔化而导致工件开裂,这种现象称为“热脆”。磷是钢中的一种有害元素。磷的影响如下:

与铁生成 Fe_3P ,使钢在室温下的塑性、韧性急剧下降,产生

冷脆。磷虽能使钢材的强度、硬度增高,但引起塑性、冲击韧性显著降低。特别是它使钢的冷脆转变温度急剧升高,这种现象称“冷脆”。同样的元素种类,成分比例不同,力学性能也不同。例如碳素钢。随着钢中含碳量的增加,铁素体越来越少,渗碳体越来越多,钢的强度、硬度不断提高,塑性韧性不断下降,但当含碳量等于 0.9% 时,由于网状二次渗碳体的存在,钢的强度明显下降。优化金属材料的化学成分组合,提高金属材料的力学性能,应是我们的一个研究方向。钢的质量的好坏与S、P的含量有关,S、P含量越高,钢的质量越好,S、P含量越低,钢的质量越差。国宝越王勾践剑为什么各个部分性能不同呢?那是因为各部分含的成分不同。剑脊含铜量较高,韧性好,不容易折断;刃部含锡多,硬度很大,非常锋利。脊部与刃部成分不同,采用了复合金属工艺,首先浇铸含铜量高的剑脊,然后浇铸含锡量高的兵刃,这样使得剑既坚韧又锋利,能够收到刚柔结合的良好效果。另外,剑中的剑格、剑茎和剑身上所饰的菱形几何形色暗纹含有硫化铜,硫化铜能够起到防锈的作用。

二、内部组织结构对金属材料力学性能的影响

常见的三种典型的金属晶格是体心立方晶格、面心立方晶格、密排六方晶格。金属晶格不同,力学性能也不同。体心立方晶格的金属力学性能特点为塑性、韧性较差,强度、硬度较高,如Cr、W、V等;面心立方晶格的金属力学性能特点为塑性、韧性较好,强度、硬度较低,如Au、Ag、Cu、Al等;密排六方晶格的金属力学性能特点为强度、硬度、塑性、韧性介于前两类之间。金属材料中不同的组织,力学性能不同。比如铁碳合金的基本组织有铁素体、奥氏体、渗碳体、珠光体和莱氏体。铁素体的力学性能是:与纯铁相似,强度、硬度低,而塑性和韧性好。奥氏体的力学性能是:强度、硬度低,塑性和韧性良好。渗碳体的力学性能是:硬度很高,塑性和韧性几乎为0。

珠光体的力学性能是:介于铁素体和渗碳体之间,即综合性能良好。莱氏体的力学性能是:莱氏体中由于大量渗碳体存在,其性能与渗碳体相似,即硬度高,塑性差。

三、晶体缺陷对金属材料力学性能的影响

晶体中存在的缺陷种类很多,根据几何形状和涉及的范围可分为点缺陷、面缺陷、线缺陷几种主要类型。点缺陷:是指三维尺寸都很小,不超过几个原子直径的缺陷。主要有空位、间隙原子和置换原子。空位是指未被原子所占有的晶格结点。间隙原子是处在晶格间隙中的多余原子。置换原子是指占据基体原子平衡位置的异类的原子。点缺陷的出现,使周围的原子发生靠拢

或撑开,造成晶格畸变。使材料的强度、硬度升高,塑性韧性下降。线缺陷:是指三维空间中在二维方向上尺寸较小,在另一维方向上尺寸较大的缺陷。属于这类缺陷主要是位错。什么是位错呢?位错是晶体中的某处有一列或若干列原子发生了某种有规律的错排现象。面缺陷:是指二维尺寸很大而第三维尺寸很小的缺陷。线缺陷能够提高晶体的强度。通常是指晶界和亚晶界。面缺陷对物理性能的影响很大,可以极大地影响材料的导热、电阻、光学、和机械性能,极大地影响材料的各种性能指标,比如强度、塑性等。化学性能影响主要集中在材料表面性能上,比如杂质原子的缺陷会在大气环境下形成原电池模型,极大地加速材料的腐蚀,另外表面能量也会受到缺陷的极大影响,表面化学活性、化学能等。总之影响非常大,但是如果合理地利用缺陷,可以提高材料某一方面的性能,比如人工在半导体材料中进行掺杂,形成空穴,可以极大地提高半导体材料的性能。

四、机械加工对金属材料力学性能的影响

机械加工能够对金属材料的力学性能产生影响。加工硬化便是其中一个方面。加工硬化又称冷作硬化,是指金属材料在再结晶温度以下产生塑性变形时,发生的强度和硬度升高,而塑性和韧性下降的现象。加工硬化产生的原因是,金属产生塑性变形时,晶粒发生了滑移,出现了位错的缠结,从而使得晶粒拉长、破碎和纤维化,引起金属内部残余应力的产生等。例如在切削加工中,加工硬化使工件表层脆而硬,再切削时增加切削力,加速刀具磨损等。但它也具有有利的一面,它可以使金属的强度、硬度和耐磨性提高,特别对于那些不能通过热处理提高强度的金属材料,加工硬化显得尤为重要。机械加工时,取样方向、取样位置、试样加工过程、加工时间、加工压力等都会对金属材料的性能产生影响。

五、温度对金属材料力学性能的影响

温度对金属材料的强度、硬度、塑性等力学性能指标都会产生影响,比如热脆、冷脆、塑性的变化等。实验表明,温度对金属材料的力学性能有着显著的影响。用拉伸试验机对45#、ZL201铝合金、40Cr在不同的温度下进行力学试验表明:(一)温度降低,三种材料的抗拉强度和屈服强度都会提高,但提高的程度不同,45#和40Cr比ZL201铝合金提高的多;(二)温度降低,三种材料的断面收缩率和断后伸长率都降低了,因此温度降低,三种材料的塑性都变差了;(三)温度降低,三种材料的硬度都会提高。45#钢和40Cr这两种金属材料还会出现低温变脆的情况,但ZL201铝合金材料不会。因此生产生活中使用金属材料时,要考虑温度对金属材料力学性能的影响,尤其是高温和低温工作环境下,温度的影响,更不容忽视。

温度对金属材料力学性能的影响,同学们可能从感性上不容易接受。其实,温度不光对金属材料的力学性能有影响,对其他材料的力学性能也有影响。比如对人体头发的影响。大家都知道,

去做头发的时候,做拉直和烫发的时候,都要对头发进行加热。之所以要加热,是因为通过加热能改变头发的力学性能。加热以后,头发不再那么脆了,塑性变好了,容易变形了,有利于烫发和拉直的顺利进行。通过头发与金属材料的类比探索,同学们很容易就理解了温度对金属材料力学性能的影响,取得了较好的教学效果。

六、热处理对金属材料性能的影响

热处理对某些金属材料性能的影响很大。金属材料热处理过程是将金属工件放在一定的介质中加热到适宜的温度,并在此温度中保持一定时间后,又以不同速度在不同的介质中冷却,通过改变金属材料表面或内部的显微组织结构来改变其性能的一种工艺。以钢为例,热处理分为整体热处理、表面热处理和化学热处理。它们对钢的性能都会产生较大的影响。

在整体热处理中,退火和正火能够降低钢的硬度。在教学中,师生用布氏硬度计测量45号钢退火前后和正火前后的硬度,通过比较发现,退火后的硬度比退火前低了,正火后的硬度比正火前也低了。也就是退火正火能够降低钢的硬度通过实验得到了证明。在实验中,大家都积极做实验,互相帮助,有的同学甚至做了多次硬度实验测量。通过退火、正火对钢的硬度影响的实验探索,激发了同学们的学习兴趣,解决了理论课枯燥无味、大家兴趣不高的难题,大家的学习热情很高,学习效果很好。淬火能够提高钢的硬度,提高钢的耐磨性。刮胡刀如果不进行淬火处理,硬度太低,容易卷刃,达不到质量要求。回火能够降低钢的硬度。菜刀淬火后如果不进行回火处理,硬度太高,容易崩刃。钢的表面热处理和化学热处理,能够使钢变得表硬里韧。表面热处理应用广泛,在汽车航天中都有应用。通过对钢的表面热处理对钢的性能的影响的应用探索研究,同学们变得爱思考、爱研究、爱学习了。

综上所述,本文从化学成分、内部组织结构、晶体缺陷、机械加工、温度、热处理等几个方面对金属材料性能的影响进行了探索,主要对力学性能进行了探索,其他性能涉及的较少。并对其中的某几个方面在生产中的应用以及对教学的促进进行了分析探讨,对促进生产和教学具有一定的意义。

参考文献:

- [1] 陈黎.金属高温力学性能影响因素的分析与研究[J].化工管理,2017(17):101.
- [2] 张玉锋.加工对金属材料拉伸性能的影响研究[J].内燃机与配件,2020(23):122-123.
- [3] 王宏伟.金属材料低温性能的研究[D].沈阳:航空航天大学,2014.
- [4] 张廷辉.有关热处理对金属材料机械性能影响的探讨[J].工业设计,2011(04):158.