

20CrMnMo小齿轮渗碳裂纹的产生及消除

江汉第四石油机械厂材料工艺研究所 (湖北荆州 434024) 冯玲

我厂五缸柱塞泵小齿轮材质为20CrMnMo, 技术要求为: 轴部调质硬度310~350HBW, 齿面渗碳淬火, 硬度60~64HRC, 心部硬度37~42HRC, 保证有效淬硬层深1.5~2mm。

小齿轮经渗碳淬火后, 在疲劳性能试验过程中只运转了26h即发现轮齿点蚀严重, 甚至断裂。

1. 裂纹件检验

取小齿轮横截面, 腐蚀后, 肉眼就能观察到沿轮齿渗碳处有很多细小的裂纹(见图1)。放大12.5倍可以观察到, 裂纹多分布在齿根, 如图2所示, 并且有很多是未开放性裂纹(见图3), 未开口的裂纹呈网状分布在渗层的过渡区。



图 1

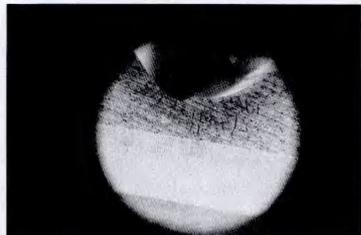


图 2



图 3

经分析, 齿轮的化学成分符合GB/T3077要求。齿轮渗碳层深1.8mm, 碳化物1~2级, 均符合要求。

2. 原因分析

小齿轮经渗碳后, 渗层中含碳量远高于心部, 同时, 渗碳层内的奥氏体也具有不同的饱和碳量, 因而渗层中不同区域的奥氏体的稳定性和转变机制不一样, 这就造成了钢件冷却后渗碳层内组织结构不均匀, 内应力较大。

在一定的冷却速度下, 渗碳表面的过共析层先冷缩并转变为托氏体+碳化物组织, 在随后的冷却过程中, 内层较稳定的奥氏体转变为马氏体, 体积胀大, 渗碳层到心部的过渡层又得到索氏体或托氏体, 从而使表面的托氏体和碳化物层受到很大的拉应力作用, 工件受力情况如图4所示。且渗碳层表面的托氏体区越薄, 则该区域产生的拉应力值将越大。

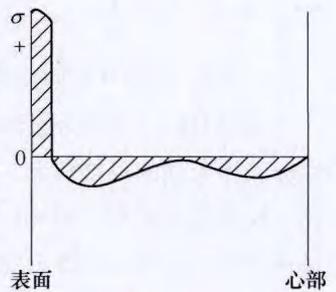


图4 工件受力分析

据有关资料, 20CrMnMo钢件经固体渗碳后, 随罐在空气中自然冷却条件下, 如为春秋季节或地面水分较多时, 零件因产生大批裂纹而报废。20CrMnMo经气体渗碳后空冷, 也产生了类似裂纹, 冷却速度降低或提高均不产生裂纹。原因是此钢从920~930℃渗碳温度空冷时, 不能使渗碳层全部转变成珠光体组织, 而是最外层形成托氏体+碳化物, 内层为马氏体, 马氏体层具有最大的

亚温淬火在熔模精密铸件上的应用

益阳赫山链条制造有限公司 (湖南 413046) 覃希治 彭规仁

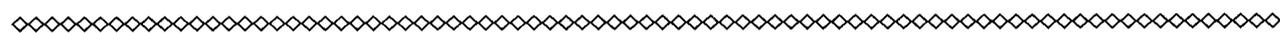
熔模精密铸造是机械和军工企业为提高生产效率、降低生产成本、节约材料、简化生产流程而采用的一种无切削或少切削工艺,目前已广泛应用。但要继续扩大应用范围,还必须克服精密铸件的先天性不足,即韧性较差,特别是对于一些薄壁零件更显突出。为此,我公司在这方面做了一些研究尝试,并取得了初步成效。

1. 采用亚温淬火提高零件的韧性

亚共析钢在 $A_{c1} \sim A_{c3}$ 之间的两相区内加热,经充分保温后淬火称之为亚温淬火。对亚共析钢施以两相区加热后淬火,马氏体组织中存在一定比例的塑性相 α -Fe,通过控制其组织形态和组成相的相对量,可提高钢的强韧性,使马氏体+铁素体复合组织发挥其优越性。

对中碳钢或合金钢,采用亚温淬火可实现有效

的强韧化,在不降低或稍降低强度的情况下,可明显提高钢的韧性和塑性,尤其是提高低温韧性,降低临界转变温度、控制高温可逆回火脆性。45钢、40Cr、35CrMo、40CrNi等钢种在 $A_{c3} - (5 \sim 10^\circ\text{C})$ 下进行亚温淬火,可获得最好韧性。若毛坯在亚温淬火前进行在 A_{c3} 以上淬火,可得到非平衡淬火马氏体,以及大量结构缺陷(如位错、孪晶),还可以增加奥氏体形核源,能有效细化奥氏体晶粒,并且由于组织遗传性可使铁素体中也具有较高的位错密度。尽管 α -Fe相有降低强度的作用,但由于晶粒细化,晶界总面积增加,使复合组织提高韧性的同时,仍使钢保持较高的强度水平。 α -Fe作为韧性相,可产生塑性变形而松弛局部应力集中,延缓裂纹的扩展,提高断裂韧度;同时对产生回火脆性的杂质元素P、Sb、Sn、As在 $\alpha + \gamma$



比体积,马氏体膨胀使托氏体的表层产生无规则的裂纹。如果马氏体层在很大的压应力作用下,就可能形成剥离裂纹。裂纹的深度取决于马氏体层的位置,即接近渗碳层的过渡层。

低碳铬钢和铬镍钢制渗碳件,渗碳后在较大的冷却速度下,易产生表面龟裂或剥离裂纹,其深度相当于渗碳层的深度。裂纹是在渗碳后冷却到 100°C 以下的温度范围内形成的,而在随后的热处理(淬火)过程中显露出来。若渗碳后缓慢冷却(如36h冷至室温),则不会产生裂纹。而工厂采用的实际通用冷却速度为 $10 \sim 15\text{h}$ 冷至室温,是造成渗碳层开裂的最大可能条件。若零件在渗碳后立即置于空气中冷却,也不会产生裂纹。

渗碳件的毛坯由模锻制成,则其裂纹倾向小于普通锻件,并且锻造比越大,产生剥离裂纹的倾向越小。小截面零件不易形成这种形式的裂纹,大截面零件产生裂纹的倾向较大。

3. 防止措施

(1) 渗碳后缓慢冷却,以保证在整个渗碳层深度内获得均匀的珠光体组织。

(2) 渗碳后快速冷却,使渗碳层得到马氏体+残留奥氏体组织。

(3) 渗碳后较快地冷却到 $150 \sim 200^\circ\text{C}$ 或 $450 \sim 500^\circ\text{C}$,将工件转入到 650°C 炉中进行高温回火,使之形成珠光体组织。MW (20120722)