

文章编号: 1005—0523(2002)04—0054—03

280 柴油机奥贝球铁凸轮轴工作可靠性试验研究

丁阳喜, 刘志方, 黄志超, 程志贤

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:阐述了采用铸造的奥贝球铁代替 20Cr 合金钢制造的大型内燃机车柴油机凸轮轴与 GCr15 轴承钢滚轮相配的工作情况. 试验研究结果表明,这两种材料配合的工作可靠性是优良的,为采用奥贝球铁材料制造大型内燃机车柴油机凸轮轴的可行性提供依据.

关 键 词:奥贝球铁;材料配合;工作可靠性
中图分类号:TG156.99 **文献标识码:**A

0 问题的提出

大型内燃机车 280 柴油机凸轮轴在运行中,需承受复杂的拉应力、压应力、扭应力和剪应力,其应力幅值达 500 MPa~800 MPa. 所以凸轮轴采用 20Cr 经模锻粗加工渗碳高频感应淬火—精加工等较复杂的工艺完成. 即便如此,凸轮轴在使用过程中,表面还经常出现点蚀和剥落等早期损伤. 其原因,一方面是由于凸轮轴在渗碳时不可避免地出现渗势不均匀;另一方面是感应淬火时出现的加热、冷却不均匀等现象引起热应力微裂纹. 为了降低凸轮轴材料的制造成本,减少凸轮轴的点蚀及疲劳剥落等问题,采用奥贝球铁材料经铸造—等温淬火—机械加工—激光表面固态相变等制造工艺代替锻造的 20Cr 合金钢制造凸轮轴,在凸轮轴的物理机械性能、表面硬度(HRC58~60)等达到设计要求的基础上,对奥贝球铁凸轮轴材料和 GCr15 轴承钢滚轮的配合性能进行试验,在柴油机额定功率工况下运转,寻求两种材料配合的工作可靠性,为采用奥贝球铁材料制造机车柴油机凸轮轴的可行性提供依据.

1 试验工况及试验主要参数限制值

1.1 试验工况

本试验在 280 单缸试验机上进行,在下列工况下,柴油机运行 100 小时.

- 1) 柴油机转速 1 000 r/min
- 2) 柴油机功率 240 kw
- 3) 进气压力 282 MPa
- 4) 进气温度 50 ℃
- 5) 机油温度 70~80 ℃
- 6) 冷却水温度 70~80 ℃
- 7) 机油末端压力 0.28~0.35 Mpa

1.2 试验主要参数限制值

- 1) 最大爆发压力 13.73 MPa;
- 2) 缸盖出口温度 540 ℃.

2 试验结果及分析

在 280 单缸试验机的额定功率工况下,按试验大纲要求规定,模拟大型内燃机车柴油机的实际工作状况进行试验,测量了柴油机转速、柴油机功率、燃油消耗及缸盖出口温度等主要工作参数. 试验共

计进行了 100 小时,运行试验中每隔 10 小时测量一次以上主要参数,所得测量数据如表 1

表 1 主要参数测量数值表

转速(r/min)	功率(kw)	油耗(g/kw·h)	排温(℃)
996	239.3	216.6	531
996	245.5	213.7	523
997	239.5	219.5	534
995	245.5	213.9	520
997	245.5	216.5	533
997	244.8	217.5	515
997	243.2	214.6	519
994	244.7	212.2	513
998	244.8	214.8	511
996	245.1	211.2	525

注:由于环境温度相差较大,故油耗和缸盖出口排温的差值明显,但这些数据不作为考核依据,主要是功率作为考核内容.

试验结束后,对凸轮轴中的进气凸轮、排气凸轮、油泵凸轮、大轴颈、小轴颈和滚轮进行了外观、尺寸、硬度变化和裂纹检测检查,结果及分析如下.

2.1 外观检查及机理分析

经激光表面改性处理后的奥贝球铁凸轮轴,在 280 单缸试验机的额定功率工况下,运转试验 100 小时后,经肉眼及显微检查,在凸轮、轴颈和滚轮表面未发生点蚀、拉毛和剥离等情况,表面状况良好.其主要原因为:

1) 激光快速加热时,由于球铁的奥氏体化温度较高,存在较多的(与碳钢相比)成核率,晶粒得到细化,激光撤离后的快速冷却(即“自淬”),一方面碳化物相来不及过多的溶解与扩散,阻碍了奥氏体晶粒的长大,另一方面,由于保温时间短,也使得奥氏体晶粒没有足够的时间长大而生成较细的激光淬火马氏体,或者是隐针马氏体,其金相组织如图 1. 晶粒的细化必然会提高材料表面的强度和硬度.

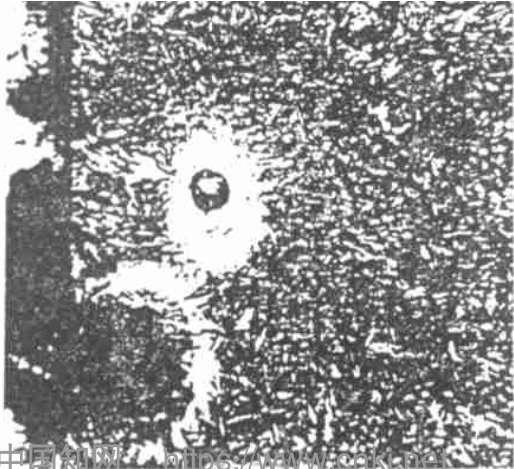


图 1 激光淬火层金相组织 400X

2) 激光扫描处理过程中,扫描方向与凸轮轴旋转方向一致,形成了与旋转方向一致的硬化带,避免了硬化带的脆性剥落,并且多道扫描在凸轮、轴颈等工作表面形成软硬相间的硬化带(激光淬火区)和非硬化带(回火软化区),如图 2 所示.硬化区有高的硬度,可起抗磨骨架作用.回火软化区有较好的韧性,通过其产生弹性变形,吸收机械能,缓解工作过程中的冲击;并且有利于储油润滑.

3) 经激光表面改性处理后的凸轮轴零件体积稍有膨胀,使其表面存在一定的压应力.

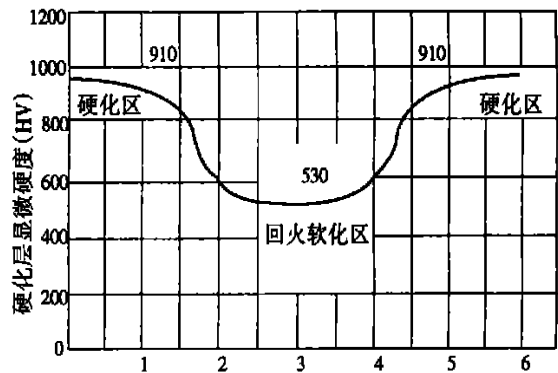


图 2 激光多道扫描区的硬度分布

2.2 尺寸检测及耐磨性分析

对凸轮轴中油泵凸轮、进气凸轮、排气凸轮和轴颈等部位进行了尺寸检测,所用测量仪器为凸轮轴专用量具,通过测量凸轮轴在试验前后各部位的尺寸(如升程)数值变化,得到各部位的磨损情况.检测结果如表 2.

测量结果表明,尺寸与试验前相比,除油泵凸轮稍有磨损外,均无明显变化.其主要原因为:

1) 经激光处理后的表面,为晶粒细化的马氏体或隐针马氏体组织,具有较高的硬度.在激光多道扫描过程中,由于前道扫描与后道扫描之间存在一定范围的搭接(重叠)部位,造成此部位产生一回火软化区,这主要是由于两次扫描之间和边缘的能量不同,因而温度高低有差别而引起,软化区硬度比硬化区低,容易发生弹性变形.激光硬化区的体积有轻微膨胀,使得凸轮表面与滚子这对摩擦副在接触时,接触区存在一“沟槽”(回火软化区),实际摩擦过程中,该回火软化区的“沟槽”起了储存润滑油的作用,同时,由于软化区的变形,硬颗粒的磨粒在压力的作用下,易被软化区吸收,至少可以起到缓解作用,实际结果表现为其摩擦系数比不存在搭接区时的摩擦系数更低.而硬化区起抗磨骨架作用,具有较高的硬度,减少了凸轮轴运转时工作表面的磨损量.

表 2 尺寸测量数据表

进气凸轮		排气凸轮		油泵凸轮		大 轴 颈		小 轴 颈	
试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
119.36	119.36	119.14	119.14	116.03	116.02	Φ119.89	Φ119.89	Φ67.88	Φ67.88

2.3 硬度检查

试验前后,分别对进气凸轮、排气凸轮、油泵凸轮、和两处大、小轴颈等部位用洛氏硬度计进行了硬度检测,其检测数据如表 3.

表 3 硬度测量数值表

进气凸轮		排气凸轮		油泵凸轮		大 轴 颈		小 轴 颈		洛氏硬度
试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	
59.9	59.5	59.5	59	59.7	59.6	59	59	59	59	

由以上结果可见,所有凸轮和轴颈部位的硬度在 HRC58~60 之间,与试验前基本上没有变化.

2.4 裂纹检查

经磁粉探伤检查,在所有凸轮、轴颈等部位均未发现有任何表面及内部裂纹,状态良好.

3 结论

以 GCr15 为材料的滚轮与奥贝球铁的凸轮轴相配合,经 280 单缸试验机在额定功率工况下,运转了

100 小时试验,未发现有拉毛、点蚀和剥离等现象,试验证明,这两种材料配合的工作可靠性是优良的,用奥贝球铁代替 20Cr 合金钢制造大型内燃机车柴油机凸轮轴,在材料的配合和性能上是可行的.

参考文献:

[1] 李儒荀.用连续激光射线强化金属材料的几个问题[J].电加工,1992,5.
[2] [美]C.H·Chen 球墨铸铁的激光表面处理[J].1998.
[3] [美]Jim Wolleweber 表面激光热处理[J].1997.

Research on Working Reliability Test of Nodular-Cast-Iron
Camshaft of 280 Diesel Engine

DING Yang-xi, LIU Zhi-fang, HUANG Zhi-chao, CHENG Zhi-xian

(School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013 China)

Abstract: In this paper, the result of the camshaft, which is made of nodular cast iron instead of 20Cr, mating with the idler wheel made of GGr15 bearing steel is introduced. It shows by test that the mating working reliability is excellent, and provids reasons for the feasibility of using nodular cast iron to manufacture camshaft of large diesel internal combustion engine.
Key words: nodular cast iron; material mating; working reliability