

感应加热在船用曲轴制造中的应用

十堰天舒机电科技有限公司 (湖北 442004) 赵 威

目前,国内生产汽车、工程机械、农机、特种车辆及船舶等使用的内燃机总量超过1500万台,国内生产各类装机用曲轴与维修用曲轴超过3000万件。多年来,国内的大型船用曲轴淬火工艺装备主要由德国、法国、美国和日本等国外制造商供给,通常一套价值1000~2000万元的进口曲轴淬火工艺设备仅可装备一条年产300~600件的船用曲轴生产线,严重制约了国内船舶曲轴制造企业的发展。2008年12月,十堰天舒研发出国内首台船用曲轴淬火成套工艺装备。

1. 船用曲轴淬火的现状及技术难点

曲轴是内燃机输出动力的核心部件,在工作中受到弯曲、扭转、剪切、拉压等交变应力的作用。曲轴的重要性及其工况的复杂性,要求曲轴不仅要有较高的抗拉强度、疲劳强度及耐磨性,同时心部还要有一定的韧性。此外,还应在满足曲轴的使用条件下,采用合理的材料和强化工艺,以达到节能、环保和降低生产成本的目的。

通常曲轴在使用中存在两大问题:圆角疲劳强度不足和轴颈耐磨性差。疲劳和磨损均源于表面,因而对曲轴表面施行强化是提高曲轴圆角疲劳强度、轴颈表面耐磨性最有效的工艺技术,如何最有效、最经济地进行曲轴表面强化,是近年来曲轴制造技术领域研究的热门课题。曲轴表面强化工艺通常有以下3种:①化学热处理工艺,包括离子渗氮、气体渗氮和液体渗氮等。②轴颈感应淬火后轴颈圆角滚压复合处理工艺(简称为圆角滚压)。③轴颈与圆角同时感应淬火工艺(简称为圆角感应淬火)。大量的研究与实际应用表明,无论是曲轴强化效果与质量、生产效率、能耗与工序成本,还是

环保等多方面,圆角感应淬火工艺比渗氮工艺、滚压工艺具有显著的优势。但是由于曲轴圆角淬火工艺装备技术长期被两三家欧美公司所垄断,导致圆角淬火在国内曲轴制造行业的应用投资大、门槛高。因此,我国目前80%内燃机曲轴采用的是高能耗、低效率、高成本的曲轴表面渗氮强化工艺。

随着国内零部件行业参与全球化竞争日益增多,以及国内对高性能、低成本的车用发动机曲轴需求日益增加,快速研发具有自主知识产权的曲轴圆角淬火工艺装备,满足国内曲轴制造企业的需要,是我国热处理装备制造业的当务之急。

国外对该项目技术的研究开发始于20世纪70年代末期,德国ALFINE公司开发出曲轴轴颈旋转淬火技术;80年代德国AEG ELOTHERM公司开发出曲轴圆角+轴颈淬火技术与半自动曲轴淬火成套设备。从80年代开始,曲轴圆角淬火工艺在欧美逐步应用,美国康明斯公司于90年代初分别与我我国重庆发动机厂、东风汽车公司合资产生产康明斯K系列、B系列柴油发动机,曲轴圆角淬火工艺开始在我国大批量生产应用。国内对曲轴轴颈淬火工艺技术的跟踪研究始于70年代的一汽和二汽;天津第九机床厂于90年代研制成功GC12150曲轴淬机床,该机床用于曲轴轴颈旋转淬火,对主轴颈及连杆轴颈逐个进行淬火;中国一拖集团有限公司工艺材料研究所1999年研制成功我国第一台曲轴旋转圆角淬机床,该机床能实现曲轴轴颈逐个进行圆角淬火;国内还有其他类似设备研制成功的报道,但是由于这些设备生产效率低、可靠性差,在国内曲轴制造企业应用极少。

目前,我国大量使用的曲轴淬火成套设备均

来自德国AEG、ALFINE, 法国EFD, 以及美国TOCOO等公司。对于大型载货汽车、轮船, 柴油机就是其心脏, 而柴油机最核心的部分就是曲轴。一艘上万吨轮船的曲轴长达十几米, 重达几十吨, 在设计和制造工艺上相当复杂, 精加工要求很高, 旋转时振动的振幅不能大于头发丝的1/4。正因为制造精度高, 性能要求苛刻, 工艺复杂, 所以是否能自主研发大型船用曲轴代表着一个国家的制造业水平。

过去大型船用曲轴市场一直被韩国、捷克和西班牙等少数国家垄断。近年来, 随着世界汽车业、造船业的迅速发展, 大型船用曲轴出现了全球性供不应求的短缺局面, 价格不断上涨, 交货期也越来越长, 致使我国汽车业、造船业经常出现“船等机、机等轴”的现象。而且由于不能掌握核心技术, 有些制造商甚至出几倍的价格也买不到曲轴, 制造周期被无奈地拉长。

由于大型船用曲轴长达2000~6000mm, 直径为200~300mm, 淬火面积大, 要求电源功率足够大。曲轴重量大, 常达十几吨, 甚至几十吨, 淬火变形难控制, 大功率的薄型淬火变压器和鞍形曲轴淬火感应器难制作, 这些都给开发带来了很大难度。

2. 技术创新

十堰天舒在曲轴淬火工艺及装备方面具有丰富的经验, 目前已经销售各类曲轴淬火成套工艺装备60多台(套)。2008年12月, 公司又在车用曲轴淬火成套设备的基础上, 成功开发出TQK-A系列大型船用曲轴表面淬火成套设备, 经重庆康明斯发动机有限公司、青岛淄柴博洋柴油机股份有限公司和安庆中船柴油机有限公司生产实践证明, 设备运行稳定, 可靠性高, 完全满足客户的技术要求, 淬火检测结果符合或超过预期效果。图1、图2为船用曲

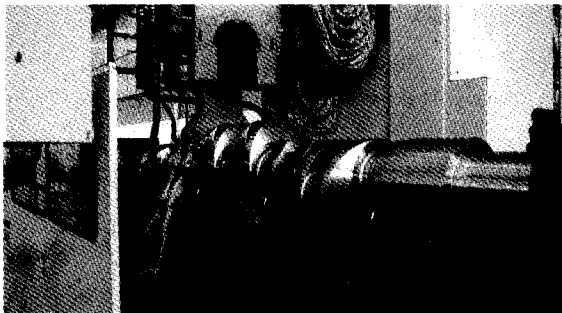


图1 6N330柴油机曲轴淬火现场

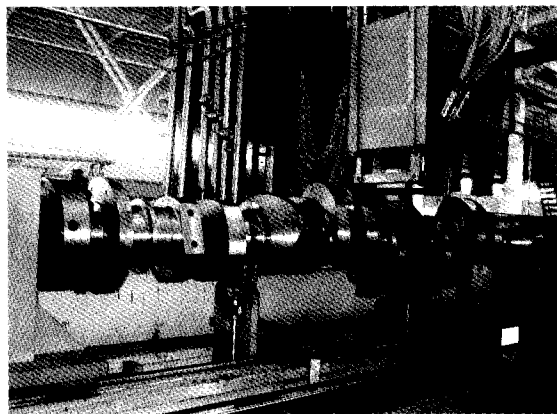


图2 DS-18A柴油机曲轴淬火现场

轴淬火机床淬火现场。

船舶曲轴由于尺寸长、质量重, 淬火变形难以控制, 所以十堰天舒的船舶淬火装备采取了一种新型的防曲轴淬火弯曲变形机构, 并且摸索出一套独特的淬火加工顺序, 两者合一, 与原工艺相比, 具有加工变形量小, 产品性能好等特点。

3. 船用曲轴淬火设备的前景及意义

青岛淄柴博洋柴油机股份有限公司生产的国产N330型船用曲轴, 功率2206~3310kW, 是国内造船配套急需的中速柴油机。自2006年首台柴油机出厂至2008年初, 市场订单就已签至2012年, 市场需求旺盛, 呈现供不应求的局面。而影响N330柴油机产能提升的主要因素是作为柴油机核心部件的曲轴供应不足。由于N330柴油机全纤维锻造钢曲轴完全依赖国外进口, 受供方企业产能及自身需求等因素影响, 曲轴的供货能力远不能满足公司N330柴油机的装机需求。该公司先后筹集资金6000余万元, 用于购置关键大型加工、热处理、检测等设备, 对国内外设备供应商进行了广泛调研, 最终与十堰天舒联合开发了大型曲轴淬火成套工艺装备, 是国内大型船用柴油机曲轴淬火的首例, 解决了曲轴淬火变形及硬度不均匀问题, 获得了洋马株式会社、中国船级社(CCS)与法国船级社(BV)的认可。N330曲轴国产化完成后, 解决了曲轴受进口限制的影响, 提高了N330柴油机的产量, 较好地满足了市场的需求。“N330曲轴国产化”项目获2010年度中国机械工业科学技术二等奖。

MW (20120620)