

某轮主机增压器转子断裂故障的分析与处理

王小海, 王爱军

(南通航运职业技术学院 轮机工程系, 江苏 南通 226010)

摘 要:船舶机械设备在长期的运转使用中,由于多种因素,其技术状态和使用性能会不断下降。以某轮主机增压器转子轴断裂为实例,对增压器进行解体后,发现转子轴从压气叶轮端布司轴颈处断成两段,推力轴承、浮动轴承均有不同程度的损伤,增压器压气端叶轮与壳体之间有明显的擦碰痕迹。经判断,该断裂属于典型的弯曲—扭转疲劳破坏。鉴于此,要求轮机管理人员和船舶管理公司均要不断提高管理水平,综合运用各项知识与技能,确保船舶设备及船舶的安全运营。

关键词:主机;增压器;转子;疲劳破坏

中图分类号:U664.121

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2018)02-0039-03

0 引言

目前,船舶柴油机普遍采用废气涡轮增压器,且增压压力逐渐向高增压方向发展,这一方面增加了柴油机的功率,另一方面也提高了柴油机运行的经济性。^[1]柴油机废气涡轮增压器的工作状况不仅直接影响了船舶动力装置的动力性和经济性,还决定了船舶航行的安全性。因此,增压器的管理与维护对船舶的正常营运具有极其重要的影响。^[2-3]轮机管理人员必须时刻监测柴油机增压器的运转工况,根据其运行参数,分析判断增压器的工作状态,及时发现故障的预兆,并采取必要的调节和检修措施,以避免严重故障的发生,保证柴油机的正常工作和船舶的安全营运。^[4-5]本文将某轮柴油主机增压器的故障为例,分析该故障产生的原因,并在此基础上总结出相关的维护管理经验。

1 故障概况

某轮主机型号为 MAN B&W 6L 60MC 柴油机,额定功率为 15 000 马力(约 11 025 kW),额定转速为 105 r/min,实际营运中大部分时间控制在 98 r/min 左右。采用直流扫气方式,并采用定压涡轮增压,增压器转速正常保持在 10 000 r/min 左右。

在某航次开往新加坡的途中,该轮主机增压器产生了比较剧烈的振动,在管理人员检查各缸工作状况后,发现排气温度比较正常,后经核桃壳对涡轮机进行冲洗,也未见明显好转。船舶管理人员经研究后决定,临时在压气机消音器壳体上焊接一根加强筋予以加固,振动得以改善。船舶继续航行两天,增压器突然发出“轰”的一声巨响,转速急剧下降,同时主机扫气压力也迅速下降,各缸排烟温度明显升高。值班轮机员立即停止主机运转并通知驾驶室和轮机长,船舶随即进入漂航状态。轮机长组织机舱人员分别拆开增压器前后两端壳体端盖,发现增压器涡轮端喷嘴环和压气机端叶轮均有严重损坏。由于船上并无相关备件,最后只能决定采取应急措施,用专用工具锁住转子两端,停止增压器运转,主机经大幅降速后继续向目的港口航行,同时通知公司机务部门,准备相关备件,以便船舶抵港后能及时对设备进行修复。

船舶抵达新加坡锚地后,岸上的技术人员上船对增压器进行了解体,发现转子轴从压气叶轮端布司轴颈处断成两段,断口形貌如图 1 所示。同时对轴承进行了检查,发现推力轴承、浮动轴承均有不同程度的损伤。增压器压气端叶轮与壳体之间有明显的擦碰痕迹。损坏零件在船舶条件下无法修复,只能更换新的零件。公司立即在新加坡通过多渠道联系,很快找到了一根相同型号的增压器转子总成,船上正好有轴承、气封和油封等相关备件,所有损坏零件换新后,故障得以彻底排除。

收稿日期:2017-08-25

作者简介:王小海(1978—),男,四川南充人,南通航运职业技术学院轮机工程系讲师,硕士。



图 1 断口形貌

2 事故原因分析

为了分析该故障产生的原因,总结相关的维护管理经验,笔者与其他轮机部同事一起进行了仔细地检查与分析。首先,对损坏的转子轴进行检查。在转子轴断口处,通过仔细观察端口形貌,可以发现转子轴断裂处附近表面有明显的细微裂纹,裂纹扩展区呈蜘蛛网状,构成了破坏的疲劳源,降低了转子轴的强度。其次,通过观察,可以发现转子轴断裂面与轴线约成 45° ,说明在转子轴断裂过程中,存在较大的弯曲与扭转应力,这部分应力是导致转子轴断裂的主要原因。转子轴断裂位置的形态如图 2 所示。从图中可以发现,最后转子轴的断裂区域并不大,尚不足轴径的一半。综合以上因素,可以判断上述转子轴断裂属于典型的弯曲—扭转疲劳破坏。

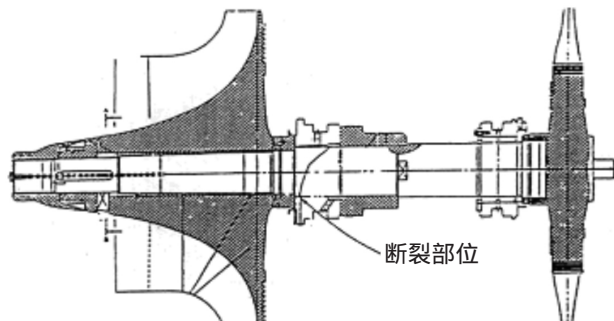


图 2 增压器断裂位置示意图

另外,检查中还发现增压器压气机端叶轮锥套表面有点状腐蚀痕迹,安装也并未完全到位。通过调阅上次船舶进厂修理资料,发现船厂在增压器拆洗中对锥套进行过更换。结合压气机壳体上的碰擦痕迹,可以推断出本次故障的发生原因和演变过程,具体如下。本船进入船厂检修,在检修增压器后安装质量不佳,未严格控制相关间隙,锥套安装不到位,导致压气机叶轮与壳体产生碰擦,同时没正确地进行转子动平衡试验,致使增压器在后期的运转中存在不平衡力矩,产生了附加的振动和过大的扭转应力。在运转过程中,锥套与压气机叶轮未完全地紧密贴合,产生微动磨损和空泡腐蚀,配合间隙逐渐加大,振动和不平衡力矩也进一步加大。在此情况下,首先在转子轴薄弱部位产生细微裂纹,然后在过大的扭转及弯曲应力下裂纹逐渐扩展,最后轴的承载面积越来越小,不足以承受相应负荷,最终导致增压器转子轴突然断裂。另外,在转子断裂前期异常振动中并未引起足够的重视,也没有及时采取合理的维修措施,虽然对壳体进行了加固,但没能从根本上消除激振源,最终才酿成了严重的断轴事故。所以,船厂维修后没有装复好,是导致本次故障的根本原因。

3 事故带来的启示

3.1 及时发现设备故障征兆

船舶轮机设备在日常运转中,值班人员尤其是主管轮机员要及时发现设备的相关故障征兆,对各种信息进行科学分析,及时采取正确的处理措施或详细检查,将故障扼杀在萌芽期间。故障的发生一般要经历一定的过程,在故障发生初期,如果能够及时处理,将会有效保护轮机设备,反之,如不能及时发现初期的故障并进行对应处理,将造成严重的机损事故,同时为后续的修理增加难度和工作量。

3.2 严格把控船舶维修质量

从本次故障可以发现,船舶在船厂维修时的施工质量直接决定了船舶相关设备运行的可靠性。所以,船舶在进厂维修期间,船舶公司和相关责任船员要加强监督,重要工程应由检修负责人亲自监修,确保零件材料、工艺和安装质量符合相关的技术要求,避免埋下故障隐患,确保船机设备在营运中能安全运转,从而保障船舶的正常运营。

3.3 加强船岸配合协调

船岸之间要建立及时有效的沟通机制,公司机务部门要多收集内外部各种资料,尤其是一些典型重大的机损案例,及时传递给船舶,避免类似故障在本公司的船舶上发生。船上在发生一些较严重故障时,也要及时电告公司相关部门获取相应的技术指导,共同抉择,采取更加合理有效的方法来解决相关问题。

4 结束语

船舶机械、设备在长期的运转使用中,由于各种内部和外部的因素,其技术状态和使用性能会不断下降,而设备的安全运转又直接关系到船舶及船员的安全。轮机管理人员和船舶管理公司均要不断提高管理水平,综合运用各项知识与技能,确保船机设备及船舶的安全运营。

参考文献:

- [1]李斌.船舶柴油机[M].大连:大连海事大学出版社,2008.
- [2]魏海军,金国平.轮机维护与修理[M].大连:大连海事大学出版社,2008.
- [3]朱梅林.涡轮增压器原理[M].北京:国防工业出版社,1985.
- [4]徐晓健,严新平.船舶动力系统故障诊断方法与趋势预测技术研究[D].武汉:武汉理工大学,2014.
- [5]刁瑞娴,祁云嵩.柴油机涡轮增压器故障诊断[D].镇江:江苏科技大学,2014.

(责任编辑 乔红宇)

Analysis and Treatment of Rotor Breakdown of a Main Engine Turbocharger

WANG Xiao-hai, WANG Ai-jun

(Dept. of Marine Engineering, Nantong Vocational & Technical Shipping College, Nantong 226010, China)

Abstract: Due to internal and external factors, the technical and operational performance of ship's machines and equipment will decline increasingly in the process of long-term operation. Taking the fracture of a main engine turbocharger rotor shaft as an example, after the turbocharger dismantled, it is found that the rotor breaks into two parts at the neck of compressor impeller shaft; thrust bearings and floating bearings are damaged to varying degrees; there exist obvious rubbing marks between the impeller and the shell of the compressor impeller. It is concluded that the fracture is a case of the typical bending-torsional fatigue failure. In view of this, the marine engine management personnel and ship management companies are required to improve their management competence consecutively and apply their knowledge and skills comprehensively so as to ensure the safe operation of ship's mechanical equipment and ships.

Key words: main engine; turbocharger; rotor; fatigue failure