使用维修

DF_7 型机车柴油机连杆瓦失效故障分析与预防

陈　予，肖　杰，张松江，陈曙明，张　帆

（武汉铁路局武昌南机务段，湖北 武汉 430064）

摘　要：针对 DF7 型机车柴油机发生多起连杆瓦失效，柴油机遭受重大损失的故障，搜集该机型连杆瓦故障信息并进行分析。分析表明：轴瓦失效的主要形式是微动磨损引起的磨损失效；分析了轴瓦产生微动磨损的主要原因，并提出了预防措施。

关键词：柴油机；连杆瓦；失效；微动磨损

中图分类号：TK423.3　　**文献标识码：**B　　**文章编号：**1001－4357(2015)05－0057－03

0　引言

近年来，武汉铁路局 DF_7 型机车柴油机发生多起连杆瓦失效故障，柴油机遭受重大损失，同时危及铁路营运安全。本文针对典型故障进行分析，查找原因，并探索有效的预防措施。

1　故障现象

$DF_7$0049 机车中修后运行 1 年 3 个月，第 5 位连杆瓦故障失效，副瓦粘咬轴颈，主副瓦叠摞，连杆大端孔、连杆颈磨损。$DF_7$0054 机车中修后运行 3 个月，第 3 位连杆瓦故障失效。

2　故障分析

2.1　$DF_7$0049 机车连杆瓦失效分析

$DF_7$0049 机车连杆瓦失效具体表现如下：

①副瓦严重失效。上瓦口磨损严重，合金层全部磨掉，油沟被磨平。如图 1。

轴瓦失效后粘咬轴颈，并随轴颈旋转上，瓦口部分插入主瓦与轴颈间，主瓦叠摞其背上。如图 2、3。

图 1　上瓦口磨损、油沟磨平

主副瓦瓦口叠摞过程中，磨削下金属瓦片垫嵌其间，碾压互磨产生高温，熔化垫填金属物质；上瓦口背面有块熔斑，有金属过热熔化过程，此处是磨损原始区、失效剧烈区。如图 4。

图 2　粘咬轴颈

图 3　主副瓦叠摞

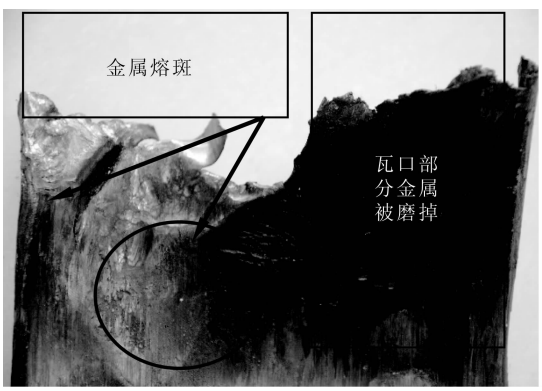

图 4　上瓦口区合金面被磨损熔化

以上失效形貌表明：轴瓦故障后，机车进行过

多次启机，柴油机载荷、转速频繁变化。

②主瓦磨损失效。合金层磨光直至钢背，背面定位销孔磨穿，上瓦口部分磨损程度大于下瓦口部分。

副瓦失效后上瓦口区多次内收、抱轴、挤摩，插入主瓦与轴颈间，主瓦上瓦口部分叠压副瓦上瓦口背面，叠压部分受碾压摩擦、抬垫，承受双向弯曲载荷作用，发生断裂。主瓦失效情况如图 5、6。

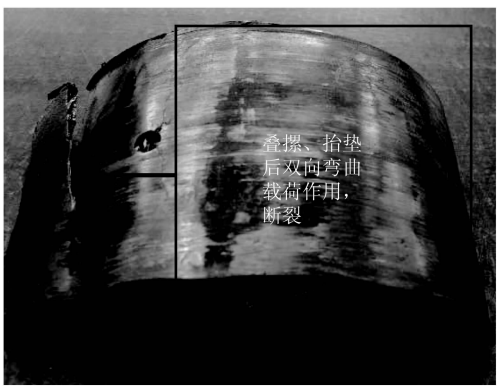

图 5　主瓦钢背磨损失效

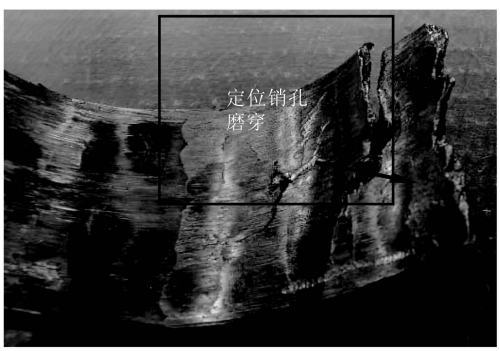

图 6　主瓦合金面磨损失效

上瓦口叠摞部分断裂成三块。如图 7。

图 7　上瓦口部分被碾压、弯曲、磨损断裂

③连杆瓦孔座磨损失效。副瓦孔座上部磨损失效程度比主瓦孔座严重；副瓦孔座上部边缘有穴蚀、凹坑、金属附着物及材料迁移现象。说明孔座上部边缘与轴瓦先期发生过微动磨损[1]，如图 8。

副瓦因微动磨损，其合金面发生疲劳剥离，剥落合金划拉合金面，合金层出现高温膨胀，挤占游隙，扩大失效区。

图 8　副瓦孔座上边缘微动磨损痕迹

观察整台连杆瓦盖齿牙、大端孔座状态发现：4 组齿牙齿合面不同程度存在硬伤；2 组大端孔圆度、圆柱度、椭圆度超限，显然大端孔座刚度不足。椭圆度偏差，轴瓦内圆形成较大锥度，轴瓦组装后端面接触将产生过大、过小压挤应力，瓦口端面承受过大应力，轴瓦合金层因高应力作用出现疲劳，滋生细小裂纹。紧固螺栓承受过高应力，螺栓材料屈服，力矩松缓。瓦口端面压挤应力过小，轴瓦瓦背与孔座密贴度降低，出现离隙，轴瓦导热性差，合金层聚热膨胀，降低油膜厚度，瓦口发生异常磨损失效[2]。这些都为轴瓦产生微动磨损提供条件，是轴瓦瓦口区磨损失效主要原因。孔座瓦口以下约 15 mm 区属微动磨损高发区。

对比主副瓦瓦口磨损情况：副瓦上瓦口区域磨损最严重；主瓦上瓦口区域主要特征是断裂。主副瓦磨削金属量对比：副瓦磨掉金属多于主瓦，副瓦上瓦口区先发生磨损失效，影响主瓦上瓦口合金面。

④瓦销断裂失效。销钉外圆有疲劳症状，中心部分呈过载断裂，断口脆性、颗晶状明显（如图 9）。说明销钉不是一次性快速失效。

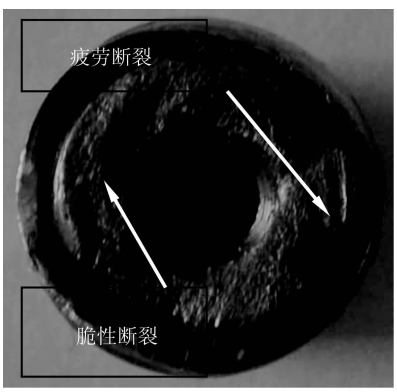

图 9　定位销断裂情况

轴瓦失效过程中，瓦销受圆周方向作用力冲击，随主瓦失效加剧脆性断裂。主瓦上瓦口磨损情况比下瓦口严重，失效初期上瓦口小幅内收，销钉承受主瓦圆周方向冲击性剪切力、径向弯曲载荷作

用，朝向上瓦口部位疲劳断裂明显。副瓦失效插入主瓦前，对主瓦端面进行推压，主瓦将推压力传递至瓦销上半部。副瓦插入后，主瓦上瓦口区被抬垫，主副瓦瓦口区圆周方向摩擦加剧，瓦销承受径向剪切力增大。瓦销受径向弯曲载荷作用频次增多，强度加大，断裂区脆性断裂面积扩大。瓦销钉断裂过程是：副瓦波及主瓦，主瓦殃及销钉。从另一侧面证明副瓦先发生失效。

2.2　$DF_7$0054 机车第 3 位连杆瓦失效分析

$DF_7$0054 机车第 3 位连杆失效具体表现如下：

主副瓦合金面上瓦口区出现疲劳剥离，副瓦上瓦口区剥离合金轻度碾划、涂抹合金面，端面有顶挤、穴蚀痕迹。失效尚属初始期。如图 10。

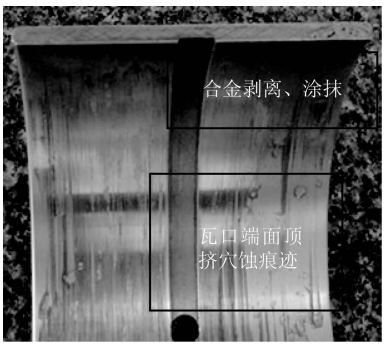

图 10　上瓦口区失效，端面顶挤、穴蚀痕迹

轴瓦钢背有明显金属材料迁移，凹坑形貌，呈微动磨损症状[1]。如图 11。

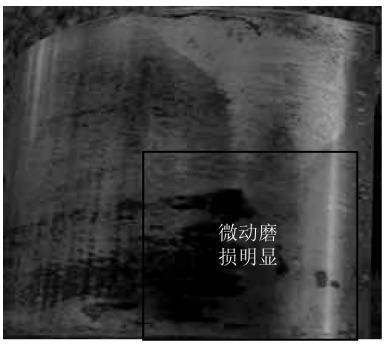

图 11　瓦背微动磨损迹象明显

失效形貌表现出微动磨损特征。合金面因微动磨损疲劳剥离失效。

3　失效故障梳理归纳

上述轴瓦失效共同特性是轴瓦上瓦口部位失效，属微动磨损失效类型。$DF_7$0049 机车第 5 位连杆副瓦瓦背与孔座上瓦口区发生微动磨损，是失效源，由瓦口合金失效扩展至整个副瓦、主瓦上瓦口，并蔓延至整个主副瓦，演变成严重后果。$DF_7$0054 机车在故障初始期，而 $DF_7$0049 机车故障是 $DF_7$0054 机车故障末晚期。

4　预防措施

从上述分析可知，轴瓦失效主要由微动磨损引起。而轴瓦产生微动磨损主要有以下 4 个因素：

（1）轴瓦紧固力矩偏差；

（2）轴瓦紧余量偏差；

（3）轴瓦孔座圆度、圆柱度超限；

（4）瓦盖齿牙深度硬伤、齿合面状态差，动态刚度不足。

针对失效主要原因，具体对策有以下 4 点：

（1）轴瓦紧余量测定须符合工艺要求；

（2）连杆螺栓紧固力矩测定，瓦盖齿牙状态达到技术规定；

（3）轴瓦与轴瓦孔座贴合状态符合要求；

（4）日常切实落实执行操纵保养各项规章。

机车柴油机中修落实执行工艺技术标准，提高关键工序工艺含量，仍是预防故障的主攻方向和有力措施。

参考文献

［1］ 张乐山. 机车轴瓦失效主要形式［M］. 北京：中国铁道出版社，2003.

［2］ 朱志英、张世芳. 东风$_4$ 型内燃机车结构原理［M］. 北京：中国铁道出版社，1983.

重 要 启 事

各位作者和读者：

由于原邮箱 cyj216@sh163. net 容量较小，无法满足编辑部日常邮件往来需求，自 2015 年第 2 期起，启用新邮箱 dieselengine@sina. com。即日起至 2015 年 12 月 30 日为过渡期，原邮箱将同时使用，但请优先选择新邮箱发送邮件。

由此带来不便，深表歉意。希望广大作者和读者继续支持本刊。

《柴油机》编辑部

2015 年 3 月 10 日