

海轮机损事故和机械故障的实例分析

《海运科技》选集之四

刘荣钧著



上海海运管理局科技办公室编
上海市航海学会出版

一九八五年三月

序

刘荣

A8505773

理二十多年，积累了大量的各种机损事故和故障的经验教训。当前各远洋公司、海运局及地方航运公司正处在贯彻十二大提出的发展国民经济的总路线总方针时期，都为到本世纪末国民经济工农业总产值翻两番而努力奋斗。海上船舶的发展是必然的趋势，随着船舶的发展，相应地产生船员技术素质跟不上的情况，因之刘荣钧同志能及时地整理《海轮机损事故和机械故障的实例分析》予以介绍，对在职轮机长、轮机人员及培训轮机人员都有所裨益。

刘荣钧同志撰写此书，文字通俗，介绍简明，分析透彻，深入浅出，读来犹如身临其境，可以加深记忆，以便遇到类似情况及时警惕，防患未然。特此介绍给轮机长和轮机人员，值得一读。

上海海运管理局副总轮机长 邵祖德

1984年6月30日

目 录

柴 油 主 机

1. 活塞头烧蚀.....(2)
2. 主机咬缸.....(6)
3. 活塞杆内水管位移动造成活塞顶烧蚀变形裂缝.....(8)
4. 吊缸转车时将活塞杆碰弯.....(11)
5. 高压油泵齿条拉钩断裂引起咬缸停车.....(13)
6. 活塞涨圈断裂打坏增压器.....(15)
7. 76/160机气缸起动阀故障三例.....(17)
8. *5、*6缸不发火.....(21)
9. 活塞冷却油第六缸不回油.....(24)
10. 缸头裂缝的产生.....(27)
11. 缸套、活塞头裂缝.....(29)
12. 由于气缸油使用过多等原因引起缸套裂缝.....(31)
13. 凸轮连接螺丝断裂.....(34)
14. 推力块烧坏引起曲轴前移.....(35)
15. 扫气箱着火.....(38)
16. 高压油泵咬死引起增压器喘振及注油器失灵造成扫气箱着火.....(40)
17. 曲拐箱爆炸.....(42)
18. 起动主机有时失灵.....(45)
19. 起动主机困难.....(47)

20. 主机换向失灵·····	(50)
21. 张紧链轮中的弹夹落出·····	(53)
22. 时规大链条断裂·····	(54)
23. 舵龙骨的肢离促使主机车速上不去·····	(58)
24. 主机共振区变动转移·····	(61)
25. 滑油中混入重柴油二例·····	(65)
26. 滑油透气管堵塞引起油位升高·····	(70)
27. 增压器连续三次发生故障·····	(72)
28. 增压器转子子弹子轴承烧坏·····	(77)
29. 大风浪中造成主机的三台增压器轴承烧熔·····	(79)
30. 两台增压器轴承同时烧熔·····	(82)
31. 增压器航行中自行停止运转·····	(84)
32. ZZ370 增压器定位螺丝松出造成压气叶片打断和 咬轴·····	(89)
33. 空冷器冷却水不足引起增压器喘振·····	(91)
34. 尾轴及美人架断裂·····	(95)
35. 螺旋桨推白头(锥面)松动发出响声·····	(98)
36. 尾轴格兰磨损及末道中间轴承烧熔·····	(100)
37. 主机自动慢速停车故障三例·····	(102)
(一) 港内航行主机自行停车·····	(102)
(二) 大海中航行主机突然自行停车·····	(103)
(三) 移泊时主辅机自动停车·····	(105)
38. 主辅机自动停车引起海损·····	(107)

柴 油 辅 机

39. 柴油辅机自动停车五例·····	(110)
---------------------	---------

- (一) 柴油辅机滑油系统断油引起咬缸曲轴变形造成自动停车……………(110)
- (二) 曲轴箱内留有破布造成自动停车……………(111)
- (三) 传动齿轮发生故障造成辅机自动停车……………(112)
- (四) 螺帽落入缸内造成辅机自动停车……………(115)
- (五) 日用油柜改装重柴油措施不落实造成辅机自动停车……………(117)
- 40. 柴油辅机*3缸裂缝引起*4缸咬缸……………(119)
- 41. 换滤器时使柴油辅机主轴承烧熔……………(121)
- 42. NV D型柴油机主轴承烧熔三例……………(123)
- 43. 8NVD柴油机的柴油滤器上的旋塞自然冲出……………(128)
- 44. 开启冲仓泵后促使辅机轴承烧熔……………(130)
- 45. 柴油辅机调速不稳……………(133)
- 46. 柴油辅机调速器失灵频率上不去……………(135)
- 47. 起动柴油辅机违反操作规程造成轴瓦烧熔曲轴变形……………(137)
- 48. 手泵泵油不足造成辅机曲轴轴承烧熔……………(138)
- 49. 柴油辅机主轴承油管断裂造成机座变形二例……………(140)
- 50. 起动辅机时滑油旁通阀咬住造成轴瓦烧熔……………(142)
- 51. 辅机滑油冷却器进油管断裂引起轴瓦烧熔……………(144)
- 52. 柴油辅机连杆下轴承一次4付烧熔……………(145)
- 53. 柴油辅机曲柄臂断裂……………(147)
- 54. 270型柴油辅机飞车数例……………(151)
- 55. MWM机滑油耗量突然增加……………(155)
- 56. 柴油辅机起动后操作不当引起咬缸、发电机线圈烧坏……………(158)

船用锅炉

- 57. 柴油辅机连杆下轴承甩出机架壳外.....(160)
- 58. 点火不当造成锅炉炉膛爆炸.....(163)
- 59. 锅炉水位表假水位, 造成干烧事故.....(164)
- 60. 辅锅炉水管烧坏.....(167)

锚机及舵机

- 61. 起锚机蜗杆前轴承碎裂蜗轮齿爆牙.....(171)
- 62. 舵机转小角度时突然变为大舵角.....(172)
- 63. 舵机主油泵咬泵及空舵现象.....(175)
- 64. 电动液压舵机右机组失灵的故障.....(177)
- 65. 液压舵机机械传动机构大螺杆断裂.....(179)
- 66. 舵机滑油过脏引起失灵.....(181)

其它

- 67. 空调压缩机与原动机联接机构的断裂引起连杆折断, 活塞、缸套敲坏, 轴承烧熔.....(184)
- 68. 空压机曲轴轴承烧熔.....(186)
- 69. CV 240/30 空压机平衡块飞出打碎机壳等.....(188)
- 70. 主滑油泵先后两台发生咬泵.....(190)
- 71. 救生艇柴油机机壳冻裂二例.....(192)
- 72. 大风浪中造成发电机烧坏.....(193)
- 73. 航行中在机仓管子上烧焊造成油轮爆炸沉没.....(195)

74. 装燃料油时引起机仓火警.....	(197)
75. 汽油渗入机仓烧焊时引起火警.....	(199)
76. 航行中驳油引起机仓火警.....	(202)
77. 航行中主机进油管上考克震落引起火警.....	(204)
78. 装燃油时油柜鼓起变形.....	(206)
后记.....	(208)

柴 油 主 机

活 塞 头 烧 蚀

前几年，上海某单位的6ESDZ76/160型机的活塞头烧蚀的故障，先后发生多起。烧蚀轻的活塞头下陷1~4毫米，严重的竟下陷了11毫米。其烧蚀之处是有一定的规律，即在冷却水套管的对侧特别严重，然后顺着接近冷却水套管区域逐渐减轻（附图1）。

该机型自制造投入生产后的几年中，一直以燃用轻、重柴油为主，从来没有发生过活塞头烧蚀等情况。但自掺烧渣油后，並随着掺渣比例的提高，即先后发生数起，这才引起了重视。一般说来，活塞头烧蚀有其一定的演变过程，为了便于阐述，现概括地分三个方面说明：

一、客观历史的原因：

由于石油价格不断上涨，世界各国航行业在降低营运成本方面，大挖潜力。因此很自然地大家注意力着重于对占成本费33%左右的燃油费用中获取补偿是最有希望。在我国则很早就普遍在大型低速柴油机上采取燃油中掺烧价低质差的劣质油（渣油），或烧全渣油的办法。在这方面已取得了很大的成绩，但遗憾的在横流扫气的76/160型机上试烧时，遇到了一些困难，特别在经济车速下掺烧渣油后，带来了一系列的新问题。

二、管理上的一些原因：

该机型在掺烧40%渣油时，活塞头还没有发现什么情况，自掺烧50%以上，经6个月后的吊缸测量检查，发现活塞头都有轻重不等的烧蚀，最严重的是某轮的第6缸及某某

轮的第3缸，下陷深度都达11毫米，经研究后总结有如下几点工作没有做好：

1. 掺渣比例加大之后，机仓管理的方法仍停留在老办法上。例如在同一油柜内先装重柴油，后装渣油，然后加温让其自然对流，以达混合均匀，而事实上以往通过这种使用方法，由于设备上加热管的设置部位及加热的温度较低等关系，並沒有混合均匀。

2. 燃油进主机前，雾化加热器上加温只能加到 $80^{\circ}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 之间，如再向上加得过高，燃油泵轴封易漏，而高粘度的低质燃油，不能得到最佳的雾化温度，因而进入缸内就影响了雾化质量，促使燃烧不良，排烟温度高，烟囱冒黑烟。

3. 主机经常使用了经济航速，即 $92\sim 96$ 转/分。而始点调节的回油阀式的高压油泵，它的喷油定时是随油门开度的变化而增减的，在 $92\sim 96$ 转/分时，油门格数为 $4\sim 4.3$ 格之间，此时相应的喷油提前角实测只有 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ ，而原设计在定额工况 115 转/分时，油门为 8.8 格，喷油提前角有 11° 。由此可见在常用经济航速时，提前角又是这么小，掺烧50%以上的渣油，非常明显地不相称了。渣油的粘度大，滞燃期长，如加温再低，势必在缸内始终处于后燃状态，活塞头那有不会过热的道理呢？

三、制造结构上的一些原因：

1. 活塞冷却水的水套管密封装置，设计上未改进在气缸的下部腔外，而仍在腔内。因水套管密封装置总有些泄漏，当活塞上行时，由于抽吸作用的原理，将扫气箱内油雾不可避免地要带入活塞头的冷却水中，上浮在活塞头冷却腔壁，日久积多而形成了一层油垢，影响活塞头部传热的效果，促使

其过热，直至烧蚀。

2. 活塞冷却水套管的进出两根水管在活塞头内相邻排列，高低之间相差只有100毫米，而左右之间只有一根隔堵筋，但较狭窄，因此冷却水的循环，绝大部份是处在短路情况下，冷却效果仅限于冷却水进出管口的附近区域较佳。

针对以上的一些缺陷，后来各轮群策群力，先后采取了有效的措施，互相交流推广，经二年多来的不断吊缸检查，没有发现活塞头再有烧蚀下陷的现象，现将解决办法简要介绍如下：

1. 在原有燃油管系上，利用原有驳油泵加装少许管路，将深油仓底部燃油抽出，仍打回到上部，一面加温一面打循环，约数拾小时，使其混合均匀。这样掺渣比可提高到70%。或在沉淀油柜内先将掺渣比例混好，然后单独用搅拌机直接搅拌，经2小时混合均匀后，再由分油机送入日用油柜。有关掺渣混和使用办法，各轮不一，因设备而异，各有一定效果。

2. 加装粘度计自动控制和调节进油温度，比人工调节灵敏迅速可靠。目前当掺渣至70%时，粘度一般控制在雷氏90秒左右，雾化加热器自动调节加温范围在 $95^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 之间。

3. 将燃油泵轴封O形圈，材质改为耐高温的氟橡胶，耐高温可达 130°C ，轴封处无渗漏。

4. 根据常用车速的油门情况下，重新校对喷油提前角。例如某轮将油门放在5格时，喷油提前角只有 $2.8^{\circ}\sim 3^{\circ}$ ，经提前 3° 后，从示功图上看到燃烧较好，排烟温度正常，烟囱烟色亦清淡了。缺点是这种定时只能限于经济车速时使用。

5. 将各缸活塞彻底解体，清除油垢，航行中将活塞冷却水集水柜刀门打开，每工班适量投入0.25公斤左右的皂

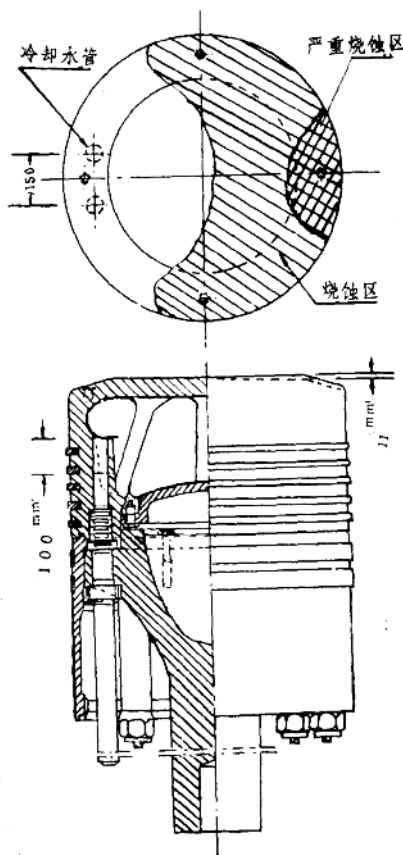


图 1
活塞头烧蚀情况图

化油，使混入冷却水中的油液分解上浮，再人工勺捞。这个办法提高了冷却效果，起了很大的作用，活塞头自此未继续烧蚀。此法同机型船相继仿效，而且推广到RND机型上。

以上根据目前条件力能所及在机仓管理方面作了一些改进，而掺渣比只能保持在70%左右。据国外资料介绍，早已在大型低速机及中速机上，成功地燃烧了250号的劣质燃料油。因此新的课题放在我们面前，要进一步研究探讨在76/160机上如何改进试烧全渣油，这个工作如有科研单位密切配合，将大有希望。

主 机 咬 缸

某轮主机为6ESDZ76/160型。某航次秦申航行途中，主机油门为5.6格，车速105转/分。当值三管轮于21.45时，进行巡回检查后，作好轮机日志参数记录，之后与机匠交叉检查了两次，並沒有发现异常情况。于23.15时只见操作台仪表板上主机转速表本指在105转/分，一下降至100转/分，再看增压器，亦从5900转/分，下降为5600转/分，扫气压力亦由0.44公斤/厘米²跌至0.38公斤/厘米²；主机其它参数正常。三管轮于是到主机二层检查，当走至第三缸处，听到有轻微的沙——沙——声音，因此直奔主机上层，查看排烟温度和增压器等，除发现第3缸冷却水温度已上升到70°C（原正常是61°C）外，其它还是正常的。此时只见值班机匠奔上来报告：“主机第3缸下部观察孔内冒烟”。三管轮马上返回操作台，将车速关小，油门放在2.2格，转速45转/分，

同时请轮机长下来。另外又打电话至驾驶室，报告车速关小的原因。当时已 21.35，又见观察孔冒出大量的水来，只好停车了。轮机长下机仓，见此情景，联系船长，要求立即海上吊缸检查。

查出第 3 缸活塞裙部产生过热，耐磨圈靠排气口处，附近表面已烧熔，气缸内排气口及扫气口附近缸壁处，产生了裂纹，冷却水由此流出。排气口上的油污亦被烧焦，留有残灰痕迹，检查注油孔八只，也是畅通的，一时查不出原因，大海洋中又不能抛锚作长时间的详细检查，只得暂时将活塞取出，封缸减速航行回沪。

原因分析：

抵申后继续检查，发现第 3 缸高压油泵出油阀，被油煊轧住不能下落，导至常开，当油泵柱塞下行时，高压油管中的油倒回泵筒内，引起再次喷油时压力减低和喷油时间延迟，产生后燃严重，在扫气口及排气口处形高温区，促使活塞裙部过热咬缸，最后热应变增大，缸套产生裂纹而漏水事故。

扫气口过热→活塞裙部过热→发出咬缸声→车速变慢，这个过程在几分钟之内不可能很快发生，看来出油阀被轧住不是短暂的时间，而又何况后燃严重时，排烟温度肯定早已上升，遗憾的是三管轮对排烟温度的变化没有密切的注意，以至使事故扩大化了。

经验教训：

1. 出油阀被油煊轧住原因，可能是油路不清，其它各类油泵亦要及时检查。

2. 加强技术学习，促使轮机员对主机各参数变化提高到理论上认识。

3. 定期检查高压油泵出油阀和回油阀的阀面和通路情况。

活塞杆内水套管位移造成

活塞顶烧蚀变形裂缝

某轮主机为MAN 9KZ60/105E型柴油机，其活塞冷却是利用中空的活塞杆内再套水管的方法。活动部件的水管结构，采用套管固定式，一头接于机架的进出水管上，一头接于活塞的十字头上，再通过活塞杆内水套管进入活塞顶部冷却空间，冷却后经活塞水套管外部的环形空间流出。

某次由青岛满载开往南京途中，大管轮接班前因在甲板上看到烟囱大量冒黑烟，于是进机仓后，对主机检查更加仔细小心，当看到第9缸排烟温度已超出 390°C ，并打开示功考克冒出浓黑烟，肯定了此缸存在问题，因此船抵宁靠泊后，首先将此缸油头拆下试压泵，雾化良好，进一步打开扫气箱门进入里面检查此缸活塞环，发现活塞上面四道活塞环全部折断，在扫气口外侧下面並有几段断令，为此再吊缸检查。当缸头吊开后看到活塞顶部已严重烧蚀和变形。烧蚀深度约1.5~2厘米，活塞中央部位下塌约20毫米，並有裂缝呈放射形。而整个缸套壁则完好无损，在这种情况下，只好换新备件活塞。

原因分析：

经将活塞解体之后，看到活塞杆内的冷却水管，在其上部用螺纹旋入喇叭口的铸铁管内，因使用9年来，检查和保

养不周，致使螺纹长期腐蚀，而失去联结作用，当活塞在上下运动时，受惯性力的影响，及牙纹止扣的关系，使水管只能上移不能下滑，这样水管下端让出空位，使冷却水进出口短路（附图2），所以冷却水很少进入活塞顶冷却空间，因此活塞顶得不到应有的循环冷却水冷却，当然产生高温过热，以致使活塞顶烧蚀和变形裂缝。

又从轮机日志上数月之前的记载，看到第9缸淡水进出口温度差只有 2°C （其它缸都在 7°C ），很明显比其它缸低了 5°C 。这种情况是可以引起轮机员们的重视了，可是大管轮还误认为是温度表的误差失准，因此没有及时觉察检查，耽误了有利的时机，以致引起事态的扩大。

又从螺纹接头处来看，使用材质亦是值得研究的，既然是水冷却管，最好用不锈钢。又MAN机活塞头冷却的水套管的密封处最大缺点是容易漏泄，这样补给水多了，空气也就进入多，无怪细薄的牙纹易于氧化腐蚀而滑牙。

经验教训：

1. 接受第9缸的教训，又当发现第6缸冷却水温差亦很小时，也作了吊缸拆检，同样发现相同的情况，因觉察还比较早，下塌只有9毫米，烧蚀轻微。

2. 冷却水处理现在国际已普遍实行，处理剂内亦含有除氧剂，这对主机保养是一个积极办法，可现在还有部分轮机人员没有认识这一点，总觉得这么多年没处理，也未发生大事情，多一事不如少一事。现在此例就是一个很好的说明。其实冷却水处理一年中只需换水投药2~3次，而出了事故，倒是要化大力气。

3. 轮机员平时在巡回检查时，应养成对每一项出现不

同寻常的参数时，都应该打一个问号？从小数字的变化，提高到理论上分析，往往可以发现问题所在。

4. 该轮人员经常频繁调动，管理混乱，对机器的历史性

