

轮机管理札记

《海运科技》选集之二

张庆信 著

上海海运管理局科技办公室编

一九八四年七月

前 言

《海运科技》出版已六年，在科技为生产服务的方针指引下，刊载了许多有实用价值的专稿。这些专稿对推进航海运输、交流技术起到了一定作用。有许多读者要求选编成册，以利进一步发挥这些专稿的作用。

为此，本室拟陆续选编各作者的专集，并请作者重行校阅，补增文稿，以饷读者。

编 者

目 录

一、半夜人叫排险情·····	(1)
二、主机启动管系的“火红”与爆炸·····	(3)
三、“冷咬缸”·····	(5)
四、四冲程增压器进气管为何发热? ·····	(7)
五、我们遇到了“放热炮”·····	(9)
六、油头“飞上天”·····	(10)
七、一件增压器损坏事故·····	(13)
八、漫话锅炉“病理”·····	(15)
九、简单的扫气故障、罕见的后果·····	(24)
十、排烟温度和排气烟色告诉我们些什么·····	(32)
十一、漏泄和卡阻是液压舵机的两大危害·····	(35)
十二、故障何在? ·····	(38)
十三、难忘的往事·····	(41)
十四、再谈“简单的扫气故障、罕见的后果”·····	(42)
十五、奇怪的爆破、危险的爆炸·····	(45)
十六、“祸不单行”·····	(47)
十七、主机(航次、月度)工况一览表·····	(50)
十八、主机排烟受阻之后·····	(52)
十九、切忌“大呼隆”·····	(55)
二十、避免失误保证人身安全·····	(58)
二十一、漫谈轮机长的“涉外”工作·····	(61)
二十二、自己订电焊作业单 想到推广施工单·····	(65)

二十三、船舶大角度旋回与主机的监控(上、下).....	(67)
二十四、应注意柴油机气缸的正确润滑.....	(77)
二十五、倒车操纵、正车运转的怪现象.....	(80)

半夜人叫排险情

×年×月×轮，地点天津，时间0230。

猛然间我被急促的敲门声惊醒，机匠小王从门边探进半个身子，报告说：“不好！2号付机传动齿轮箱的透气孔冒烟，很浓，很浓！”一句话象是投了一块石头，我翻身就下机仓。

机仓灯光灰暗，烟气熏人，双眼难睁。与3号付机并联运用的2号付机，仍在呻吟运转。我们摸到近旁只见一股青烟从齿轮箱上边的气口中突突外冲，配电板上的功率表仍在随着起货机的起停大幅度的波动着。

“拉电，关机！”我命令小王。短暂的停电、换机……待将机仓烟气抽净后。我和小王不由得出了一身冷汗，要不是小王及时报告，险些发生事故。我向小王解释说：“与曲拐箱相通的透气孔，有不正常的烟气外冲，或者伴随着不正常的声音从缸头有大量烟气冒出，这都说明运动件发生了过热，或燃气冲入曲拐箱。若不及时采取果断措施，其后果是曲拐箱爆炸，机损会扩大，伤亡会发生，火警亦在所难免。在正常航行和码头停泊期间，遇到此种情况，值班人的正确措施是立即停机、迅速报告、马上换电。就是在备车航行期间，亦要首先报告驾驶台，同时停机换电（制度规定备车航行要双机供电，或一机开备）”。

“正在卸货，停机怕影响生产”。小王解释说。

“影响生产是不好的，但保住了机仓和人身安全，否则

不是对生产影响更大吗？”

“2号付机究竟出了什么故障呢？”小王不解地问。

“刚刚我们手动盘车还可以盘动，看来不是轴系故障，让我们立即开缸检查一下吧！”我指着缸套温度最高和排烟温度较低的第五缸说：“先看看它怎么样”。

待吊起缸盖，不由我们愕然，缸套已被拉成无数的纵向深槽；取出活塞，活塞环却已断成数断，已无完整的一环。我们把活塞环放在花铁板上反复查看，活塞也已被拉报废。就打出活塞肖换备用活塞，再仔细一看，好险！活塞肖中间已裂开了一大周向大口子，尚联着的仅仅不到20毫米（弧长）……

后来在事故报告上有这样的结论：活塞肖质量不好，热处理不过关，质量事故。

这是山东潍坊柴油机厂出产的老8160型柴油机。此机原属陆用。陆用特点是负荷较稳定，作为船用，就暴露了它的弱点。

“作为轮机管理者，我们有些什么教训呢？”小王追问道。

“我觉得教训有两。①对强度负荷柴油机（如没有多台起货机的船）的主动件应定期进行预防性检查。特别是对那些不甚过关信不过的机型，更须注意停机后的检查。②遇到类似事态，应首先采取停机或减速（减负荷）措施，并马上报告，以防事故的扩大。小王，欢迎你半夜敲门，是你严守了岗位，避免了一起续发性事故”。

主机启动管系的“火红”与爆炸

见习轮机长小张听到进口前的车钟令，扔下面积仪跑下了机舱。我收拾了一下他摆在写字台上的示功图纸，在室内静听着主机操纵试验的声响，注视着主机转速表的指针。

“嗤，嗤！”两记起动声，转速表的指针在零位一动不动。我从沙发上猛然立起，正要出门，“吨、嗤两声，主机动起来了。接着是停车、换向，主机慢速前进。大庆某某号准备进口了，我急步奔下机舱，问小张：“第一次主机为什么没有起动？”

“可能是启动太快，第二次启动，启动阀里边象是敲击了一下……”小张疑惑地说。

“这里边可能有问题，通知驾驶台立即停车，重新试验。”我建议说。

连续试验两次，主机都很顺利的起动了。看来很正常，驾驶台续航车令下。我奔上缸头一层观察，糟糕！从第二缸起动支管开始一直到缸头起动总管火红了，象是一条火蛇，正在渐渐地向第六缸爬行……

这是缸头启动阀卡死在全开位置的征候，若不马上停车，火势将延续到主启动阀。在火势爬行的路上若遇到油气，势必引起启动总管的爆炸，后果不堪设想。

我示意小张再次通知驾驶台，要求抛锚检查。

船舶调头毕，小张疑虑的说：“究竟是哪一个启动阀发生了故障呢？”

“哥德维根”型主机的每缸起动支管皆有一个防护罩，罩内有一个金属膜，在遇有燃气倒窜时它会炸开，籍以防止火焰进入起动总管，并发出警告。但此时，各缸的这个防护罩都未跳开，怎么判断呢？

时不可待，不能一一拆卸检查。我沉思了片刻说：“红管是从第二缸开始的，就先拆看2号起动阀！”顺便摸了摸该阀阀体，其温度热到几乎难以置手。

说是迟，那时快。七手八脚拆下了2号缸头启动阀，经解体察看，众人不觉哑然失声，只见一只异物——一只环形铜质阀座牢牢地卡在启动阀的阀线上，使阀难以关闭。故障确定了，但这个异物是从哪里来的呢？众人百思不解。

“年初在某某厂修时，主空气瓶出口阀是经厂里拆装研磨过，会不会厂里安装不当致阀座冲出来……”见习轮机长提醒说。

换好备品，主机正常续航了。靠泊完毕，放掉主气瓶存气，检查其出口阀，结果证实小张的估计是正确的——该阀阀座逃失了。

从此得出了一个教训，厂修、自修工程繁多，管理者大都注意到一些重大工程的修理质量，往往忽视小部件的检查与验收。这一紧急故障的发生，若及时发现，那将会造成何等恶果？

75年某月某某厂大机平台试车，机型是ESDZ58/100，试车前该厂邀请了几位有关单位的代表临厂参观，我有幸在场，人们围坐在大机控制侧，静观起动试车。指挥人员下启动令后大机回转了，过了几分钟，猛然一声爆破声，如手榴弹爆炸，静坐的人群惊恐起立，车间内大机之上股烟雾随

声而起……，操纵人员立即停车。经检查系起动总管因缸头启动阀卡死，致火焰倒冲起动管系，而该管系保险装置失灵，因而引起爆炸。

事故发生后，满场参观代表不宣而散。根据操作人员谈，引起爆炸原因是由于通空气分配器的一滑油管上的阀开得过大，致滑油经不密封的启动阀导向活塞进入总管，又因此阀发生常开故障，致缸内燃气窜入管内而引起。

以上两例，可得如此教益：平时维修保养要注意启动阀的活络和技术状态；对某些机型的某些部位要控制滑油的适量；在厂修、自修过程中非但要注意重大部件的质量，也必须留心那些细小的部件。

“冷咬缸”

所谓咬缸，是指活塞卡住在气缸套内。我们遇到的大量咬缸故障多数是由于气缸油的调配不当、供量不足而引起拉缸，以及活塞、缸套的冷却失常，主动件的中心不正等等原因的严重发展而形成的。不言而喻，这都可以归结为“过热”造成的后果。若给这类原因所造成的咬缸定一个名称的话，可简谓之“热咬缸”。而“冷咬缸”这一说法却是一大奇闻，然而有这么一件事，确令人为之耳目一新：

××年×月在船队机务科巧遇久别的同行老徐同志，一阵寒暄之后他劈头向我提出了一个问题：“我轮出坞前开动付机准备供电，第一次起动，机器转了几圈，並未发火。当初我们认为这是由于起动空气压力不足（约 $12\text{kg}/\text{cm}^2$ ），致起

动转速太低难以发火。经开动压缩机补气至 25 kg/cm^2 ，再起，但是付机却一点儿也不动了，这是什么毛病”？

“噢，倒是个教鲜事儿！”我沉思片刻问道，“付机是几只缸，起动前手动盘车没有”？

“哥德维根，六只缸起动位置正确。第一次起动前盘车盘得动，第二次补气后先起动，曲轴丝毫不动，再手动盘车也盘不动”。从对方的眼神和口气来看，他是把遇到的这一“怪现象”传授给我，“噢，这种机型我是干过的呀？看来操作无误。第一次起动根本没有发火，不存在轴承的断油发热而引起的抱轴事故，致于气缸内，更无任何热咬的依据”。我想找出一个他认为正确的答案。

“你们在进坞停机前有无发现该机有什么反常现象”？我想在停机前的热状态和润滑情况上找出答案来。

“一切正常，可以排除“热咬缸”这一设想”。他直截了当地打断了我“成型”的思路。但我不想请他把答案说出来，力图从自己的经历中找寻答案。我苦苦地回忆着轮机前辈们有谁向我谈到过类似故障、书本上有什么论述，但一时间却漫无头绪。

他看我陷入了沉思中，就接着说：

“该机停机半月余，在此期间未进行任何检修，停机之前油水温压都属正常。发生此故障后我和几个轮机员都百思不解，无从下手，机务科派老轨来船协助查找故障，我们共同研讨了两天，认为是气缸里有故障，最后决定吊缸检查……”

“吊哪只缸呢？”我不由地打断了他的话。

“就从第一缸吊起，结果吊到第五缸，活塞怎么也拉不

出。最后还是从底部用千斤顶才把它顶出来”。

“是怎么回事？”我奇怪地问。

“取出活塞一看，第一道活塞环的背后嵌进了大量结碳，致活塞环在缸套内过盈。大家判断，第一次启动时把活塞上部的结灰吹进了活塞环，已经造成了卡阻后果，而不是启动空气压力不足……”他终于解开了我心中的一大问号。“这个实践是多么合乎理论呀！怎么一开始我老是在热咬上兜圈子呢？”我不由自责自问。

“看来，咬缸原因有两：一是热咬缸、一是冷咬缸。”

“冷咬缸！这一定义很确切。”对方赞同地说。

“从你的提问中，我获得了一次宝贵的经验”。我不由兴奋得笑出声来。

在回船的路上，我思索着一个问题：在遇到类似冷咬缸时尽快地查出故障缸号，排出故障万分重要的。用下边这样的方法不是会加速查找缸号吗？

逐缸取下活塞杆下轴承座瓦（每只活塞两只螺栓），并盘车，盘不动即装复（不是该缸故障）；一旦拆到某缸活塞杆下承座后而能盘动时，该缸即冷咬缸。

四冲程增压器进气管为何发热？

六〇年在某轮工作，两台M·W·M增压器归我管。那时增压器好象是个尖端，开始我不敢动它一根毫毛。

不巧，它生了一种怪毛病——进气管温度异常地高起来了，进气管中也发生象敲鼓一样的声音，几个缸的排气温度也有所提高。那时，我忙着换油头，检查油泵，吊缸换令，

情况并未好转。我壮壮胆对它开刀了。拆开一看透平喷管有的已被油垢结碳堵塞，有的即使是没有完全脏堵，通道也变窄……，清除油污装复试车，嘿！好了。

原来M·W·M付机增压器的壳体有三个排气入口，在壳体内排气的通路直到喷管环是隔开的。所以喷管发生脏堵后，排气的进入即发生阻碍，结果废气透平前的压力比进气压力要高。因为排气无路可走（或不畅），当进、排气阀叠开时，就倒流入进气管，结果柴油机在运转时就发出象敲鼓一样的声音，排气温度增高，渐渐地进气管也变热。堵塞不严重时柴油机还可挣扎着工作。当脏堵严重时，倒冲废气的脉动压力会一直到达增压器压气机的出口，这样压气机排出压力也将升高，后果是增压器产生喘振现象。一旦发生喘振，若还听之任之，势必很快恶化，造成机损。

当前增压器已不再那么神秘。因此，大胆细心地对它进行定期维护，使柴油机始终处于正常工作状态早已提到议事日程上来。如发生上述情况，可测定增压透平前的压力、压气机的排出压力（用300毫米水银压力机测量）、排气温度，再与说明书比较。如有明显差异必须解体检查。

喷管的脏堵可能是气缸内不完全燃烧的产物、碳渣及油污。还有海水从烟囱进入增压器壳体内等等，皆可在高温的喷管周围生成碳和盐粘着物。严重时堵塞三分之一以上的喷嘴孔。另外，活塞环的断块或烧坏的排气温度表座夹在喷管中间，并由于透平的回转将喷管弄坏或使其通道面积减少。

对于不经常进行解体检查或者刚刚解体装复使用的增压器，在事故发生后追究它的原因时，常常是无从着手。所以不断地作测量记录是非常重要的。

我们遇到了“放热炮”

有两个航次主机出了怪现象——第四缸“放热炮”。

柴油机放炮指的是气缸内由于燃油的爆燃致使安全阀起跳而发出的响声。爆燃大都发生在冷机起动时刻，其原因不外是由于操作不当致使进油量瞬时过大，或暖缸不充分形成积油爆燃。而现在却是“放热炮”。

为了第四缸“放热炮”，我们作过不少管理工作。如喷油器试压，雾化及开启压力正常，装复；喷油定时和进油量检查；喷油泵解体检查；与第六缸喷油器、喷油泵对调等等，然而仍未见效。

放热炮经过情况是这样的：出航冷机起动时，起动性能良好，运转也平稳；正航时，主机各油缸油水温压及示功情况也正常，并未发现放炮。但是，靠港及抛锚时的第一次起动，第四缸安全阀就猛然起跳，声音很大，起动一次便起跳一次。冷车起动还正常，在常速一段时间后，停车再起动时就必然放炮。这是在热车状态下起动时放的炮。

为此我们决定检查根源。待船将抵港，主机(哥德维根)打慢车时，我们到第四缸缸头的侧面，静待靠港前的操纵试验。停车令下，稍待，倒车起动，果然第四缸在猛然一记“重炮”的同时，安全阀释放一团火焰。

靠泊后我们打开第四缸的观察窗口，盘车检查气缸活塞组，发现活塞头有裂纹。只见活塞顶部有一条油线，这条油线渐渐地由细变粗。待吊下缸盖，揩去活塞头上的油迹，发

现裂纹有一百五十毫米长。

事后我们知道,放热炮是因为该机活塞有冷却滑油,冷却滑油来自主润滑管系。在备车开动油泵之后,滑油便开始渗入活塞头之上的燃烧空间。开航前的试车由于主机是处于相对的冷态,缸内温度较低,滑油不致于蒸发为油气,在启动时渗入的滑油不会立即燃烧尚可被启动气流扫出气缸,所以不致形成爆燃。在常速情况下继续进入燃烧空间的滑油会及时的随燃油的发火而烧掉,因此不致形成单循环中的爆燃,爆压上升并不显著(裂缝宽度尚窄小)。而在常速后的停车再起,缸内燃烧空间温度较高,短暂的停车,从活塞头裂缝渗出的滑油会获得一个加温蒸发的机会。这样,在启动时便会随柴油的压燃而引发,形成爆燃、超压,使安全阀起跳。因为气缸在热状态下放炮是它的独特原因。所以我们称它为放热炮。

由此我们得到一个启示,遇到这种情况,除考虑喷油设备的技术状态外,还必须仔细分析气缸内或者扫气系统中有无异常现象出现。

油 头 “ 飞 上 天 ”

船舶在正常航行中,由于某种原因有时需要停机调换某缸的喷油器,这一工作很简单,一般说整个操作程序(拆、换)不到十分钟的时间,有的还更快些。但这么一项工作也会潜伏着意外——72年去某某轮征询关于编写“问答”的意见时,有个机匠同志提出了这么一个问题——“我们在申

连线上常速航行，值班人员发现主机第三缸排烟温度低落，主机转速也有所波动，轮机长决定与驾驶台联系停车换备用油头，当时是我通的话，驾驶台问我们需要多长时间，我说五分钟就可结束。慢车令下，一会儿停车，至主机停转总共不足十分钟。为了抓紧时间续航，我们三个人迅速地拔出了坏油头，将备用油头插入油头孔，待要上螺帽时，油头猛然窜出，象颗“炮弹”擦了一下小范的头皮，飞上机舱三层，小范幸免于难，但我至今不知原因。为什么向外拔油头时太平无事，新油头落座了倒差一点出了大祸”！

这样的事例确实少见。这颗“炮弹”很可能击伤和砸伤操作者。

我们对开启主、付机曲拐箱刀门的操作规程较为了解和重视。一般在说明书上或者就在曲拐箱的刀门上都有说明。如在M.A.N大机的第1和第4缸刀门上就钉有如下警牌——“必须在停机15分钟后方可打开刀门！”。这是为了避免万一曲拐箱内有过热机件及大量高温油气遇到新鲜空气的进入而引起火灾，造成机损和工伤。然而却没有一本说明上注有避免油头“上天”的操作规程。类似这种事例在我们知其所以然后，是可以举一反三地加以避免的。××轮的这一惊险局面虽是奇遇，但一对照开启曲拐箱刀门的规程精神，也并非是一件怪事。这两个问题的机理似源出一辙。

正常运转的柴油机马上停车后，气缸内残存燃气的温度和压力均较高（后者指在压缩终点）。特别是拆换喷油器的那只缸，总是由于原件有故障，如燃烧不良、油头滴漏等原因。因此，该缸中不但有高温燃气，而且还可能存有积油或浓油气，这些已经具有复燃的因素一旦遇到外界的适当条

件，譬如空气的进入，便有可能“死灰复燃”发生相当可观的爆压从缸盖上的喷油器孔骤然释放出来。倘若这种情况恰恰发生在拔出或装入喷油器的时刻（新鲜空气进入的路径有扫气口和油头孔两处），那么就会发生油头“上天”的怪事。

当然，同样一个问题，又同样是错误的操作步骤，不一定就会造成同样的后果。这是由于其中内在的理化条件不同所致。然而，内在的、微小的差异我们无法事先查知。对我们轮管人员来讲唯一的方法就是莫存侥幸心理，执行操作规程要举一反三的慎重。

尽管由于“油头上天”并未造成什么大伤亡，但小范的幸免于难很值得引以为戒。因此，在刚刚停车后调换喷油器时，必须考虑到这种危险因素，采取一些措施以防万一。正确的操作应当是：

在决定停车调换喷油器之前，如果航行在寒冷海区，而主机正使用重油，在条件许可时，应提前换用轻柴油，以便在停机以前将管系内的重油烧完，并充满轻质油，避免调换喷油器后造成启动困难甚至开不出车来。

换轻油数分钟后，由正航的快车改为慢车运行数分钟后再行停车。停车之后，应首先打开各缸的示功阀，再停油起启动冲车，最后开始拆卸喷油器。在装备品之前检查活塞顶部有无存油（若有，应清除），并查看气缸盖油头孔的垫床是否完整、清洁，方可装上备件。备用喷油器必须能靠自重（或轻轻一击）自由落座，其上端凸缘底面与缸盖质面之间要有足够的间隙，否则底部是难以保持气密的。

应当注意的是，尽管作到了上述注意事项，为免万一的“突然袭击”，操作人员在插入喷油器时仍应尽量避免头部

及上身正对喷油器孔，以防燃气冲击形成工伤。

一件增压器损坏事故

×年7月×轮，秦——宁线。

在后甲板上，我习惯地望了一眼大烟囱，不好！这东西正在“突、突”地向天空吐出黑灰色的烟尘。我急步走向机仓，又在机仓内听到“匡、匡”两声，主机随之慢了下来。

值班轮机员减速后正在向主机缸头一层奔跑，与我几乎撞个满怀。他对我说：“老轨，是不是一号增压器出了毛病？”

增压器仍在滞转，一号增压器有轻微的振动现象。打开一号增压器透平和压气机的端盖，检查前、后弹子盘未发现异常现象，手动盘车亦未感到异样。莫非因加速过猛致增压器发生了喘振？无奈，便决定起锚续航，以观病况。我守候在一号增压机边，果然，它伴随着嗡嗡声全身都在抖动。命令迅速关机，再次要求抛锚，决定解体一号增压器。发现：

①透平端弹子盘外套损坏；

②透平喷嘴环和叶片多处被打坏，在透平内发现一段活塞环断块。

现在想起来，我犯了一个大错误——没有抓住时机进一步追查损坏增压器的那段断令来自何处。若然，或许可以避免更大的损伤，而我却决定——

增压器的“心脏”——转子严重损伤，难以修复，封闭增压器以125转/分续航。