

《船用发动机的故障及应急处理》翻译组 译



3.4
0

船舶轮机小丛书

2

船用发动机的故障及应急处理

船舶轮机小丛书②

船用发动机的故障 及 应 急 处 理

《船用发动机的故障及应急处理》

翻 译 组 译

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书系根据日本“成山堂书店”1964年5月版《船用发动机的故障及应急处理》一书节译出版的。这本小册子汇集了一些日本中小型渔轮等小型船舶的常见故障并推荐了一些应急的处理办法，某些地方还对事故的成因作了一定的分析，对我国中小船舶轮机管理人员有一定参考价值，亦可供修造船单位及水运院校有关人员参考使用。

船舶轮机小丛书②

船用发动机的故障及应急处理

《船用发动机的故障及应急处理》

翻 译 组 译

本书系根据日本“成山堂书店”1964年版

《船用機関の故障と応急処置》节译

— * —

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

江苏如东印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：5.25 字数：115千

1976年7月 第1版

1980年9月 第1版 第2次印刷

印数：29,201—38,700册 定价：0.44元

出 版 说 明

《船用发动机的故障及应急处理》，系日本“成山堂书店”1964年出版的，书中对中小型渔轮、内河船舶柴油机常见的故障阐述了一些应急措施及排除办法，对我国中小船舶轮机管理人员有一定参考价值。现将其翻译出版。

需要指出，本书中所举的某些技术措施多是应急时作为临时措施采用的，一般不宜作为正式修理中的永久性措施。

根据我国中小船舶机型的实际情况，在翻译中删除了有关烧球机、汽油机等方面的内容。另外，对原书中的某些错误，亦适当作了校正。

本书在翻译和出版中难免有不妥之处，望广大工人、船员、技术人员给予指正。

人民交通出版社

目 录

第一章 气缸的故障	1
1.1 气缸的过热及其应急处理	1
1.2 气缸内发生异音及其处理	2
1.3 敲缸的发生及其处理	2
1.4 气缸的磨损及其应急处理	3
1.5 气缸的早期磨损及其预防措施	4
1.6 气缸的裂纹及其应急处理	5
1.7 气缸盖的龟裂及其应急处理	6
第二章 活塞的故障	7
2.1 活塞滑动面的擦伤及其处理	7
2.2 活塞顶的龟裂及其应急处理	8
2.3 活塞的烧伤(咬缸)及其应急处理	9
第三章 活塞环的故障	10
3.1 活塞环的折断及其处理	10
3.2 活塞环的粘住及应急处理	11
3.3 活塞环弹力减弱时的应急处理	11
3.4 活塞环接触不良时的处理	12
3.5 活塞环的异常磨损及其处理	13
3.6 活塞环的漏气及应急处理	14
3.7 安装活塞环时的注意事项	14
3.8 活塞环过紧很难装入时的处理	16
3.9 活塞环搭口间隙及天地间隙的调整	17
3.10 活塞环使用期限的判断方法	21

第四章 轴系的故障	23
4·1 曲轴的事故	23
4·2 曲轴材料上的缺陷造成的折断	24
4·3 曲轴缺陷的种类	25
4·4 曲轴缺陷的应急处理	26
4·5 因修理错误造成的曲轴折断	26
4·6 曲轴折断时的应急处理	28
4·7 根据轴断口的状态判别折断原因的方法	29
4·8 主轴承的发热及其应急处理	30
4·9 主轴承中心线不直及应急处理	32
4·10 曲柄销轴承的发热及其应急处理	33
4·11 曲柄销的磨损及其处理	34
4·12 白合金的龟裂及应急处理	34
4·13 轴瓦表面的加工和油隙的调整方法	35
4·14 曲柄臂的开闭作用(拐档差)及其测量方法	37
4·15 曲柄销轴承固紧螺栓的折断	38
4·16 连杆螺栓可否使用的检查方法	39
4·17 螺栓的上紧方法及其注意事项	40
4·18 推力轴承的发热及其处理	41
4·19 螺旋桨轴的折断及其处理	42
4·20 轴系中心线不直及其处理	43
4·21 艏轴管的盘更折断及其处理	44
第五章 进、排气阀的故障	45
5·1 进、排气阀的粘着及其处理	45
5·2 气缸盖上阀座的损伤及其处理	46
5·3 进、排气阀的漏气及其处理	47
5·4 进、排气阀阀座的研磨方法和注意事项	48

第六章 喷油泵的故障	49
6·1 喷油泵的故障及其处理	49
6·2 用压力试验检查喷油泵各阀漏泄的方法	50
6·3 喷油泵内浸入空气的处理	52
6·4 回油阀式喷油泵喷射时间的调整方法	53
6·5 回油孔式(波许型)喷油泵喷射时间的 调整方法	54
(6·6 节系烧球机喷油泵喷射时间的调整方法, 节译中删除。)	
6·7 运行中最高压力的调整方法	55
6·8 回油阀式喷油泵喷射终点的调整方法	56
6·9 回油孔式(波许型)喷油泵喷射终点的 调整方法	57
(6·10 节系烧球机喷油泵喷射终点的调整方法, 节译中删除。)	
6·11 运行中排烟温度的调整方法	58
(6·12 节系烧球机喷油泵阀的漏泄的检查与处理, 节译中删除。)	
6·13 波许型喷油泵喷射时间调整后应检查的 事项	59
第七章 喷油器的故障	60
7·1 喷嘴阀座面的损伤	60
7·2 孔式喷嘴阀座面的损伤及应急处理	62
7·3 针式喷嘴阀座面的损伤及应急处理	63
7·4 新喷嘴喷射不良时的处理	64
7·5 喷嘴针阀的粘着及应急处理	65
7·6 喷嘴的试验方法及不好使时的处理	66
7·7 喷嘴尖端附着炭渣及其应急处理	69
(7·8、7·9、7·10 三节烧球机喷嘴的试验、故障及修理等内容, 节 译中删除。)	
7·11 喷嘴弹簧的折断及其应急处理	71
7·12 喷射时间和喷射量不均匀的处理	71

7·13 喷油器喷射压力的调整方法	72
第八章 调速器的故障	73
8·1 调速器的损坏及其应急处理	73
8·2 调速器不灵敏时的处理	74
8·3 调速器产生振荡时的处理	75
第九章 摩擦圆锥式反转离合器的故障	77
9·1 前进时摩擦圆锥打滑不能正车运行 及其处理	77
9·2 后退或停车时摩擦圆锥脱离不开及其处理	78
9·3 从后退到前进操作时发生异响及其处理	79
9·4 倒车运行中的噪音及其处理	81
9·5 后退时打滑不能倒车回转及其处理	81
9·6 正倒车操作中手轮很重产生振动及其处理	81
9·7 离合器内部的温度急剧上升及其处理	83
第十章 膨胀式离合器的故障	84
10·1 摩擦带打滑不能传递转矩及其处理	84
10·2 摩擦带不能接入和脱开时的处理	85
(原书第十一、十二两章系点火式发动机故障及烧球机的故障, 节译中删除。)	
第十三章 增压器的故障	87
13·1 滚珠轴承烧坏及其应急处理	87
13·2 滚珠轴承的更换方法	88
13·3 透平叶轮的损坏及其应急处理	90
13·4 壳体龟裂或穿孔及其应急处理	91
13·5 安装连接短管时柴油机的应急调整方法	92
13·6 进气压力(增压压力)降低及其处理	93
13·7 进气压力(增压压力)过高及其处理	95
13·8 增压器转速降低及其处理	96

13·9	排气温度升高及其处理	97
13·10	排气倒流入进气管及其处理	100
13·11	喘振现象的发生及其处理	101
第十四章	各种发动机运行中的故障	103
(本章第一、二节系汽油机、烧球机的一般故障,节译中删除。)		
14·3	柴油机运行不正常的状态及其处理一览表	103
第十五章	冷却水及润滑油系统的故障	113
15·1	柱塞式泵的水击及其应急处理	113
15·2	柱塞式冷却水泵排出压力下降及其处理	114
15·3	冷却水中断时的应急处理	115
15·4	润滑油泵排出压力下降及其处理	115
15·5	润滑油温度上升及其处理	117
15·6	滑油冷却器端盖漏水及其应急处理	117
15·7	滑油冷却器管子泄漏及其应急处理	118
第十六章	各种发动机燃烧状态的失常现象	119
16·1	发动机起动困难及其处理	119
16·2	发火延迟及其处理	120
16·3	敲缸及其处理	121
16·4	排气背压上升及其处理	123
第十七章	柴油机燃烧中容易发生的故障	124
17·1	最高压力不一致及其处理	124
17·2	排气温度过高及其处理	126
17·3	排气温度不一致及其处理	127
17·4	排气烟色不好及其处理	128
17·5	低速运行时熄火及其处理	129
17·6	低速运行时各缸最高压力不一致及其处理	130
17·7	最高压力过高而排气温度过低及其处理	131
17·8	安全阀跳开及其处理	132

17·9 用手拉展开示功图判断故障·····	133
书末附图及其说明·····	136

第一章 气缸的故障

1.1 气缸的过热及其应急处理

气缸内部经常处在 300°C 左右的高温和高压下，它的上部往往冷却不良，易于在运行中过热，其主要原因多是冷却水不足以及滑油缺少。因此气缸过热时，应立即降低转速，检查各缸的温度以及气缸出水管的温度。过热严重时应停止燃油供给。如果过热不严重，可暂时关闭海水阀，清除冷却水吸入口滤器的污物，并检查冷却水的排出量是否不足。一般在气缸盖到排气总管的连接管处设有水量调节旋塞，用依次关闭各气缸调节旋塞的办法，可看出气缸温度的变化。这时，用手触摸排水连接管，也能感觉出温度的变化，以后再慢慢打开旋塞。如果冷却水循环量充足，但温度不变，那就证明是滑油不足，应该采取措施。若气缸过热严重，应立即停车，打开曲柄箱^{*}，用注射器或其他方法向活塞内部喷油，从内部加强冷却。若慌张地增大冷却水，只让气缸急剧冷却，结果反而会使活塞烧伤(咬缸)。若向气缸急剧加滑油，由于气缸过热滑油变质，也会得到不良的结果。所以应仔细观察气缸过热的程度，首先采取措施加强活塞的冷却，然后在适当的时候再向气缸注油。

总之若发现有过热的气缸，必须降低转速或切断燃油。根据情况将发动机停下，从内部冷却活塞，并检查冷却水和滑油系统的故障。

- 译者注：在柴油机过热严重的情况下打开曲柄箱道门易于引起曲柄箱爆炸事故，采取这一措施时应慎重从事。

1·2 气缸内发生异音及其处理

气缸内的异音常有钝重的“咯嗤咯嗤”声和尖锐的金属敲击声，后者是属于敲缸现象将在以后叙述。在听到钝重的异音时，一般应立即降低发动机的转速，先检查各缸有否过热。如果在发生异音的同时伴随着气缸过热，那往往是冷却水和滑油不足所致，可立即按照1·1项所述的要领进行处理。在温度正常不过热而有异音时，可先脱开离合器使发动机在空负荷下运行，如果这时异音停止，那就是推力轴承有毛病，应从这方面进行检查。尽管如此，异音仍不停时，可向气缸大量注油，以试验润滑油是否中断。再者，可插入塞尺或将连杆向一侧撬动，根据触感，看是否活塞间隙增大了，或者是活塞销和销孔松了。另外，由于活塞环的粘着或折断，活塞受侧推力作用也会发生异音。在运行中必须借助听棒检查，根据情况将发动机解体。

因活塞环的故障造成漏气而使压缩压力和爆发压力降低，形成气缸下部发热，并伴随着排气状态恶化，这些在运行中是容易判断出来的。再有，由于曲柄销轴承的偏磨损和活塞的倾斜运动而引起的侧向敲击声，在发动机每转中撞击一次，它和气缸内爆燃的金属声音色不同，故能区别开来。因这种机械的缺陷所造成的异音只有更换备件或到港后修理，一般没有应急的调整方法。

1·3 敲缸的发生及其处理

在运行中产生的尖锐的金属敲击声，多半是由燃烧方面的原因所引起。这种金属敲击声与上项所述的因运动部件的轴承间隙调整不正确以及活塞的倾斜运动所引起的敲击声不同，根据音色可加以判别。也采用测取示功图检查燃烧状态和最高压力，或者用切断敲缸的气缸的燃油，听其敲击声是否停止等方法来断定。一般说来，因燃烧引起的敲缸在喷油

期间感到特别强烈，而因运动部件和轴承间隙不正确所引起的敲击声，其特征是发生在活塞的上下部位和活塞越过上、下死点时。有敲缸现象，仍继续运行，则发动机的最高压力异常地增高，各部件的机械应力增大，在冲击力的作用下，运动部件会过快地磨损，并导致各部件的损坏。因此立即采取措施是十分重要的。首先要检查喷油定时的早晚。喷油过早燃油着火也就过早，常会产生柴油机的“敲缸”，这时要调整喷油泵的定时，并检查喷油机构是否良好。特别是由于喷油器的针阀升程过大而使燃油着火过早，或者相反地由于喷油器安装不良，燃油喷到气缸盖等处，使燃油着火延迟增大，这都有引起敲缸的可能，所以应该常对燃油喷射系统作仔细的检查。

1.4 气缸的磨损及其应急处理（见附图1）

如果气缸磨损，压缩压力降低，会使起动困难，同时由于燃烧不良而使耗油量增加。另外，燃气漏入曲柄箱中，也会使滑油污染，以致发生各种毛病。进行镗缸或换缸套之前

气缸的最大允许磨损量，对于大型发动机约为缸径的 $\frac{6}{1000}$

$\sim \frac{10}{1000}$ ；对于小型发动机则为 $\frac{5}{1000} \sim \frac{7}{1000}$ 。原则上在

吊缸检查时进行气缸的测量。根据上述运行中发生的缺陷，以及运行的总时间，常能大致判断出气缸是否达到了磨损极限。当然，达到了磨损极限，要及时进行修理，如果由于特殊缘故，不得不延后修理时，可采取如下的应急措施。

1. 换用比原先使用的直径稍大的活塞环。此时，应将环从气缸上部插入到下部，并严格地调整各环的搭口间隙。

2. 增加连杆大端的垫片，减小气缸的压缩容积以提高压缩压力。

3. 尽可能降低燃烧最高压力和负荷，并特别注意气缸的冷却和润滑。

4. 在起动困难时，可在活塞的滑动面上多加些高粘度的气缸油，以防止漏气。

1.5 气缸的早期磨损及其预防措施

气缸套早期磨损一般是由于材质不良所致。但是，由于超负荷或低负荷运行时燃烧不良（促进了腐蚀），或者滑油的质量不好，再或者刮油环不能充分刮油，使滑油窜入燃烧室中而生成积炭等原因，常常造成了金属间的磨损。此外，有时还由于中心线不正及活塞传热不良等种种原因都可形成气缸早期磨损。一般说来，多数发动机在运行初期几乎都有一个急剧的磨损阶段，所以必须充分注意活塞环的磨合。一般在初期运行到大约3000小时的期间，磨损很快，以后趋于正常磨损。由上可知，气缸的磨损是由于金属的腐蚀以及摩擦使金属剥落共同作用的结果，究竟哪方面因素为大，决定于运行条件，很难一概而论。一般要注意下述各项。即冷却水温度不应低于正常值，若冷却水温过度降低，则燃气中的二氧化硫一部分会生成硫酸酐，它溶于燃气中的水分（水蒸汽受冷凝结而成）而生成硫酸，造成对金属的腐蚀。一般将冷却水温提高到 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的安全范围，不但燃烧良好，热效率高，而且气缸的磨损量可限制到最小。此外，努力用其他方法来防止喷油器污损，保持合适的冷却水温，供给适量的品质与粘度都良好的润滑油，也是延长气缸寿命的重要因素。近来采用的镀铬活塞环，它的磨合性比普通的铸铁环差，如果镀层脱落就会促进气缸的磨损。不管用什么样的活塞环，重要的是有充分的磨合时间，磨合不充分就会产生漏气或使环的弹力减弱，进而更加剧磨损，有时还发生活塞环粘着的事故。

• 译者注：此处系指海水（舷外水）温度。因此类小机一般多用开式冷却系统。

1.6 气缸的裂纹及其应急处理（见附图2）

气缸经常暴露在高温高压下，它的上部冷却又不充分，当气缸套凸缘的厚度较薄，或者凸缘下方的圆角较小时，就会增加此处的局部应力，因而在凸缘的圆周方向发生龟裂。除了由于设计不良的原因外，当滑油和冷却水不足，在气缸过热时急剧加大冷却水量，或在寒冷地区忘了将水腔中的冷却水放掉而结冰时，也会在气缸套和气缸体上产生裂纹。在气缸套凸缘处产生了裂纹，除了以微速运行，换新气缸套外，一般没有别的应急办法。不过在活塞的有效行程部位产生裂纹时，可以在修补后继续运行。一般在活塞的有效行程部位产生的龟裂，对于气缸套能向下自由伸出的气缸，很少因为缸套和缸体膨胀不同而产生龟裂。而在缸套和缸体呈整体形的气缸中较多发生，并且容易在膨胀较少的缸体上产生龟裂。对于气缸体产生的龟裂，一般是在裂纹的两端先用小直径的钻头钻孔以制止裂纹进一步扩展，然后用白漆、麻丝和红丹粉调和成坚固的粘结物仔细地涂在裂纹上，再将铁板或铜板覆盖在上面，用螺栓固紧之。当然，若用环氧树脂做的线状粘合剂作为接合剂，那就更好。修补之后应尽可能降低冷却水的压力继续运行。当气缸套上有裂纹时，若不得已可在气缸体上开一窗口，将螺栓旋入气缸套的裂痕处。如果螺栓露出到气缸套的内表面以外，应沿着气缸套内表面的圆周方向仔细修光滑，最后再从螺栓的外侧用压板修补以防冷却水渗入，将气缸体的开口塞死后，可以微速运行。当然，如果情况允许，最好尽可能地把该缸的活塞吊出，使该缸停止运行。但裂纹发生在受力很小的气缸下部时，可降低爆发压力运行。对于在气缸体下部曲线部位的裂纹，也可用上述方法进行修补。对于修补后的气缸要使用较高的冷却水温，使内外部的热应力及膨胀的差异不大，最好将气缸出口的水

温控制在 50°C 以上*。然而在多缸发动机的气缸套上有裂纹时，通常是将冷却水总管至该缸的水量调节阀关闭，并切断燃油供应，进行减缸运行。

1.7 气缸盖的龟裂及其应急处理（见附图3）

在四冲程柴油机中，容易在喷油器安装孔和进、排气阀孔之间，或者在进、排气阀孔和燃气通道之间产生龟裂，而在二冲程柴油机中，则容易产生以喷油器孔为中心向外呈放射状的龟裂。气缸盖的结构复杂，它的底面经常暴露在高温高压的燃气中，而它的内面被冷却水冷却，故会有不同的热变形，特别是四冲程发动机的气缸盖，它的内外面的不均匀膨胀增加了，在盖的对称的左右位置上的进排气孔，一边是吸入温度低的空气，另一边却被高温高压的排气冲刷，所以龟裂的发生率比二冲程发动机更高。因而，要防止龟裂，最为重要的是进行均匀的冷却，必须避免在起动和冷天时急忙送入低温冷却水或急剧地增大负荷以及在停车时立即停止冷却水的供应。即使在冷却水不足已经过热的情况下，如果立即送进大量的冷却水也会导致气缸盖急剧地收缩，强度差的地方同样会产生龟裂。因此，应当沉着地控制冷却水量，使其逐渐地冷下来。此外，在内部结构复杂的冷却腔中，水中的杂物和水垢等容易在此集积而堵塞冷却水通路，使传热进一步恶化而过热，容易产生龟裂现象，所以有时要拆下水腔盖板清除水垢。

当气缸盖产生龟裂时，如果是发生在外部，从冷却水的漏泄能立即知道龟裂的地方。与修理气缸体外侧裂纹相同，可用压板进行临时修补。在温度不高的地方，使用以环氧树脂为原料的特殊粘结剂是很方便的，即使温度暂时超过 200°C ，也没有散发氯化乙烯那种毒气的危险。在气缸盖内

*译者注：对海水冷却系统，此温度不宜太高，否则容易析出盐分，结垢。

侧漏水时，只有更换备件。作为对漏水的应急措施，可沿着裂纹铲出一条沟，镶入铅皮或铜片，或者旋入涂有白漆的螺栓，将露出的部分切去，平直地敲打这端面以阻止漏水。总之，要做得很好是有困难的。此外，当龟裂发生在内面漏水时，最初阶段很难发现，也不易找出燃烧不完全的原因。但是，排气的烟色逐渐由于漏进的水的蒸发而带白色。随着龟裂的扩大，气缸内的燃气吹进龟裂处，反过来使冷却水腔内的水往返振荡，由于局部地区过热，龟裂进一步扩大，最后会使机器无法运行。对于上述的龟裂漏水，可以采用填堵的方法，不过，一般说来，在多缸发动机中，多是将冷却水总管至该缸的水量调节阀关闭，或者用盲板将从气缸至气缸盖的连接管封死，不让冷却水流入气缸盖中，并停止该缸的燃油供给，借助其他气缸的动力减缸运行。

第二章 活塞的故障

2.1 活塞滑动面的擦伤及其处理（见附图4）

在筒形活塞中，由于连杆倾斜会使活塞遭受侧压力，因而活塞裙部的自然磨损是难以避免的。但是，在滑油和冷却水不足、活塞与气缸之间的间隙不合适，活塞销装入或活塞外周销孔周围挖去部分不合适而发生变形时仍继续运行，就会在活塞的外周形成纵向拉痕。拉痕轻微时，应尽量避免在高负荷下运行。有时在继续运行期间，活塞表面会平滑起来。但如果拉痕细而较深时，应拆下活塞，仔细检查变色的部分及其擦伤程度，并用油石仔细磨光。作此处理后，大体上还可使用。然而，必须注意测量活塞的直径，弄清变形的