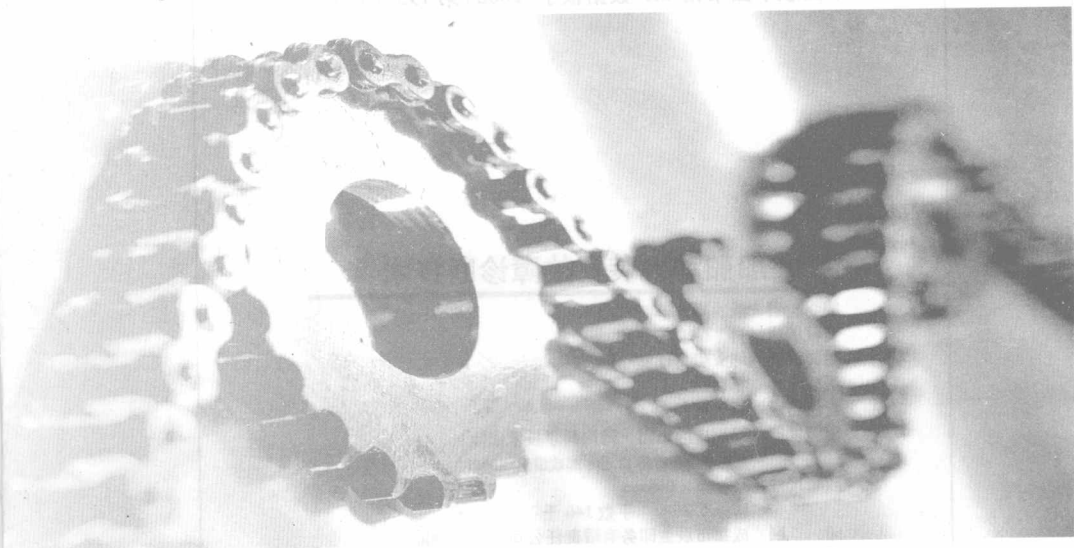


# 船舶动力装置故障诊断技术

景 刚 编著



四川出版集团·四川科学技术出版社

## 前 言

科技进步、经济振兴以及整个社会的发展,都取决于劳动者素质的提高和大批合格的技术人才的培养。

船用柴油机、齿轮箱和传动轴系是船舶的主要动力系统,若出了故障不及时处理,将会使船舶遭受重大损失,甚至危及人身安全。为此,一些船务公司、有船单位及个体船户都力求提高船员技术以便迅速排除船舶动力装置发生的故障。作者将自己50年来在轮机工作中的实际经验与教训作了总结和概括,写成此书,希望借以引导船员掌握处理轮机工作中的实际问题的技术。

由于水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者提出批评与建议。

作 者

2008年3月

# 目 录

## 第一章 船用柴油机故障

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 润滑系统.....          | 1  |
| 一、机油压力偏低,不能达标的原因.....  | 1  |
| 二、机油压力过高的原因 .....      | 3  |
| 三、柴油机工作时无机油压力的原因 ..... | 4  |
| 四、机油温度升高的原因 .....      | 5  |
| 五、油底壳内机油平面升高的原因 .....  | 5  |
| 六、机油超耗的原因 .....        | 6  |
| 七、机油过早劣化的原因与防止 .....   | 8  |
| 八、船用废机油的再利用.....       | 10 |
| 九、如何延长船用机油的使用寿命.....   | 12 |
| 十、润滑系统外加设备的安装特点.....   | 13 |
| 第二节 燃油供给和调速系统 .....    | 15 |
| 一、喷油泵故障.....           | 15 |
| 二、喷油泵传动轴连接片损坏的原因.....  | 16 |
| 三、喷油器故障.....           | 17 |
| 四、喷油器喷雾不良与防止.....      | 18 |
| 五、喷油最佳化的五大要素.....      | 20 |
| 六、喷油系统精密偶件磨损特征与修复..... | 22 |
| 七、调速器故障.....           | 23 |

|                  |        |
|------------------|--------|
| 八、输油泵故障          | 24     |
| 九、供油系统外加设备的安装特点  | 25     |
| <br>第三节 冷却系统     | <br>26 |
| 一、出水温度过高         | 27     |
| 二、排水口无出水         | 27     |
| 三、海水泵故障          | 28     |
| 四、淡水泵故障          | 28     |
| 五、冷却水中有油         | 28     |
| 六、冷却水出水处冒气泡、冒烟   | 29     |
| 七、气穴现象对离心泵的危害与防止 | 29     |
| 八、冷却系统外加设备安装特点   | 31     |
| <br>第四节 启动系统     | <br>32 |
| 一、电启动系统故障        | 32     |
| 二、电启动系统使用注意事项    | 36     |
| 三、空气启动系统故障       | 38     |
| 四、启动系统外加设备安装特点   | 41     |
| <br>第五节 进排气系统    | <br>43 |
| 一、进气系统           | 43     |
| 二、排气系统           | 44     |
| 三、增压器            | 48     |
| <br>第六节 配气机构和缸盖  | <br>49 |
| 一、凸轮轴常见故障        | 49     |
| 二、气门漏气           | 50     |
| 三、气门卡住           | 50     |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 四、气门严重积炭·····           | 50 |
| 五、气门烧损·····             | 51 |
| 六、气门推杆弯曲、变形·····        | 51 |
| 七、气门常见故障特征与原因·····      | 51 |
| 八、船用柴油机气门免磨工艺·····      | 53 |
| 九、柴油机配气定时不准的原因与检查·····  | 55 |
| 十、汽缸盖破损·····            | 57 |
| 十一、汽缸盖漏水·····           | 59 |
| 十二、汽缸盖漏气·····           | 59 |
| 十三、汽缸盖罩壳内壁上有水珠·····     | 59 |
| 十四、汽缸盖积炭·····           | 60 |
| 十五、汽缸盖处发出异响声·····       | 60 |
| <br>第七节 曲轴、活塞连杆及飞轮····· | 61 |
| 一、曲轴断裂或变形·····          | 61 |
| 二、曲轴发出异响声·····          | 61 |
| 三、连杆断裂或变形·····          | 62 |
| 四、连杆铜套或连杆瓦磨损·····       | 62 |
| 五、曲轴瓦、连杆瓦磨损·····        | 63 |
| 六、连杆与曲轴不能配合·····        | 63 |
| 七、曲轴连杆轴颈常见故障及原因·····    | 63 |
| 八、连杆组件在工作中的故障·····      | 64 |
| 九、活塞在汽缸中发生偏磨·····       | 65 |
| 十、活塞碰击汽缸套·····          | 65 |
| 十一、活塞环挤进燃烧室事故分析·····    | 66 |
| 十二、活塞碰顶气门·····          | 67 |
| 十三、飞轮故障·····            | 67 |
| 十四、飞轮平衡恶化原因·····        | 67 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 十五、飞轮端有异响声         | 68 |
| 第八节 齿轮传动机构         | 68 |
| 一、齿隙磨损严重的原因        | 68 |
| 二、齿轮之间相互关系搞错       | 68 |
| 三、齿轮定时不准的原因        | 69 |
| 四、齿轮室发出异响声         | 70 |
| 第九节 机体、飞轮壳、油底壳     | 70 |
| 一、机体常见缺陷           | 70 |
| 二、飞轮壳常见故障及漏油的原因与防治 | 71 |
| 三、飞轮壳生热抱轴          | 72 |
| 四、油底壳常见故障          | 72 |
| 五、汽缸套常见故障特征与原因     | 73 |
| 六、新装汽缸套为何断裂        | 74 |
| 七、如何消除汽缸套水垢        | 75 |
| 第十节 柴油机综合性的其他问题    | 76 |
| 一、柴油机不能启动          | 76 |
| 二、柴油机运转不稳定         | 77 |
| 三、柴油机功率不足          | 78 |
| 四、柴油机运转时发出异响声      | 79 |
| 五、柴油机发生振动          | 81 |
| 六、船舶航行振动原因与消除方法    | 82 |
| 七、柴油机飞车与制止         | 84 |
| 八、柴油机运转时突然停车       | 85 |
| 九、柴油机过热            | 86 |
| 十、柴油机排气烟色失常        | 86 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 十一、双主机熄火原因及防治 ..... | 88 |
| 十二、船舶双主机熄火的自救 ..... | 90 |

## 第二章 船用齿轮箱故障

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一节 液压系统故障 .....        | 92 |
| 一、机油压力偏低,油压不稳定 .....    | 92 |
| 二、机油压力过高,突破规定范围 .....   | 93 |
| 三、齿轮箱工作时无机油压力 .....     | 93 |
| 四、机油温度过高 .....          | 94 |
| 五、齿轮箱内机油过多的弊病与防止 .....  | 95 |
| 第二节 齿轮箱振动 .....         | 95 |
| 一、安装精度太差 .....          | 95 |
| 二、输入轴联轴节装置出现故障 .....    | 96 |
| 三、柴油机、齿轮箱、螺旋桨产生共振 ..... | 96 |
| 第三节 齿轮箱发出异响声 .....      | 96 |
| 一、输入轴联轴节组件发出异响声 .....   | 96 |
| 二、齿轮箱内部发出异响声 .....      | 97 |
| 第四节 齿轮箱换向时有撞击声的原因 ..... | 97 |
| 一、主机故障 .....            | 98 |
| 二、齿轮箱自身故障 .....         | 98 |
| 三、尾轴组件及螺旋桨故障 .....      | 98 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第五节 齿轮箱发热 .....       | 99  |
| 一、机油引起齿轮箱发热 .....     | 99  |
| 二、齿轮箱内故障 .....        | 99  |
| 三、齿轮箱冷却不良 .....       | 100 |
| 四、寻找齿轮箱发热的部位 .....    | 100 |
| 第六节 齿轮箱在工作中突然停车 ..... | 100 |
| 一、无机油供给 .....         | 100 |
| 二、传动装置故障 .....        | 101 |
| 三、配油器故障 .....         | 101 |
| 四、液压控制部件抛锚 .....      | 101 |
| 五、油门手柄移位,拉绳断脱 .....   | 101 |
| 第七节 齿轮箱无倒车或顺车 .....   | 101 |
| 一、有倒车无顺车 .....        | 101 |
| 二、有顺车无倒车 .....        | 102 |
| 三、齿轮箱修理后倒、顺车全无 .....  | 102 |
| 第八节 齿轮箱机油泵故障 .....    | 103 |
| 一、机油泵不泵油 .....        | 103 |
| 二、泵油压力太低 .....        | 103 |
| 第九节 齿轮箱换向时间太长 .....   | 104 |
| 一、机油压力太低 .....        | 104 |
| 二、流经油缸的机油受阻滞 .....    | 104 |
| 三、调节不当 .....          | 104 |
| 第十节 齿轮箱漏水、漏油 .....    | 104 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 一、漏水 .....                     | 104 |
| 二、漏油 .....                     | 105 |
| <br>第十一节 齿轮箱离合片磨损加快的原因 .....   | 105 |
| 一、齿轮箱润滑油的问题 .....              | 105 |
| 二、齿轮箱使用方面的问题 .....             | 105 |
| <br>第十二节 齿轮箱主动齿与从动齿损坏的原因 ..... | 106 |
| 一、安装质量太差 .....                 | 106 |
| 二、齿轮型号不合 .....                 | 106 |
| 三、齿轮质量太差 .....                 | 106 |
| <br>第十三节 齿轮箱输出轴常见故障 .....      | 107 |
| 一、输出轴断裂的原因 .....               | 107 |
| 二、联轴节孔与轴产生松动 .....             | 107 |
| 三、联轴节连接螺栓易损坏的原因 .....          | 107 |
| 四、齿轮箱内轴承易损的原因 .....            | 108 |

### 第三章 船舶传动轴系故障

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一节 中间(推力)轴 .....        | 109 |
| 一、中间(推力)轴联轴节常产生的毛病 ..... | 109 |
| 二、中间(推力)轴的轴套易损坏 .....    | 109 |
| 三、轴套漏油 .....             | 110 |
| <br>第二节 尾轴 .....         | 110 |
| 一、尾轴铜套磨损过快 .....         | 110 |
| 二、密封件易磨损 .....           | 110 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 三、尾轴前铜套(轴承)发热 .....  | 111 |
| 四、尾轴联轴节松动 .....      | 111 |
| 五、尾轴发出异响声的原因 .....   | 111 |
| <br>第三节 螺旋桨 .....    | 112 |
| 一、螺旋桨产生振动 .....      | 112 |
| 二、螺旋桨推进效率太差 .....    | 112 |
| 三、桨叶瓣脱掉的原因 .....     | 112 |
| 四、螺旋桨引起主机排气冒黑烟 ..... | 113 |
| 五、谈小型船用锻焊螺旋桨 .....   | 113 |

## 第四章 船舶动力装置实用技术

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 第一节 船舶主机故障判断 .....                        | 117 |
| 一、熟悉、了解主机的结构及工作原理 .....                   | 117 |
| 二、要严格遵循判断原则 .....                         | 118 |
| 三、分析故障的原因 .....                           | 120 |
| 四、判断主机故障的方法 .....                         | 120 |
| 五、小结 .....                                | 121 |
| <br>第二节 机舱空气降低柴油机工作指标的探讨 .....            | 122 |
| 一、机舱升温导致柴油机的 $\alpha$ 、 $\eta_v$ 降低 ..... | 122 |
| 二、机舱空气被污染,柴油机吸新气少 .....                   | 124 |
| 三、小结 .....                                | 126 |
| <br>第三节 柴油机零件磨损引起燃油超耗的原因与对策 .....         | 127 |
| 一、气缸密封件磨损引起燃油超耗的原因与对策 .....               | 127 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 二、凸轮磨损引起燃油超耗的原因与对策 .....       | 128 |
| 三、精密偶件磨损引起燃油超耗的原因和对策 .....     | 130 |
| 四、小结 .....                     | 131 |
| <br>第四节 船用齿轮式机油泵的故障分析与检查 ..... | 131 |
| 一、故障分析与检查 .....                | 132 |
| 二、机油泵工作时产生较大的噪声 .....          | 134 |
| 三、小结 .....                     | 135 |
| <br>第五节 柴油机机油窜入燃烧室的原因及对策 ..... | 135 |
| 一、原因分析 .....                   | 135 |
| 二、对策 .....                     | 137 |
| 三、小结 .....                     | 138 |
| <br>第六节 废气涡轮增压器的使用管理特点 .....   | 138 |
| 一、应具有良好的润滑条件 .....             | 139 |
| 二、要确保增压器的冷却 .....              | 139 |
| 三、必须保证增压器的气体流道畅通 .....         | 140 |
| 四、要避免增压器在运转中的异响声和异样振动 .....    | 141 |
| <br>第七节 主机燃烧情况突变判断 .....       | 141 |
| <br>第八节 引起尾轴故障的原因及防治 .....     | 142 |
| 一、材料原因 .....                   | 142 |
| 二、原始装配及修理原因 .....              | 143 |
| 三、管理及使用原因 .....                | 144 |
| 四、尾轴故障的防治 .....                | 144 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第九节 小型船舶尾轴简易检修法         | 145 |
| 一、尾轴工作轴颈的检修方法           | 145 |
| 二、尾轴锥体部分的检修方法           | 146 |
| 三、尾轴前后端的螺纹检修方法          | 147 |
| 第十节 船用铜轴承的重复利用          | 147 |
| 一、分类                    | 148 |
| 二、确定尺寸                  | 148 |
| 三、重复利用                  | 149 |
| 四、效益                    | 149 |
| 五、小结                    | 150 |
| 第十一节 小型双尾船尾轴管装置的安装特点和要求 | 150 |
| 一、尾轴管装置在船体上的定位          | 150 |
| 二、尾轴管装置在船体上的固定和施焊       | 151 |
| 三、对尾轴管装置的安装要求           | 153 |
| 第十二节 小型双机船操舵重的原因与排除     | 154 |
| 一、小型双机船操舵重的原因           | 154 |
| 二、小型双机船操舵重故障的排除         | 154 |
| 第十三节 船舵失灵的应急措施          | 155 |
| 第十四节 船舶运输最佳航速选择         | 156 |
| 第十五节 与驾驶员谈舵设备的检查和保养     | 156 |
| 一、开航前的检查和保养             | 157 |
| 二、航行中的检查和保养             | 157 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 三、停泊后的维修和保养 .....           | 158 |
| 四、进厂修理的检查 .....             | 158 |
| <br>第十六节 谈船员自修船舶 .....      | 159 |
| 一、船员自修 .....                | 159 |
| 二、自修与厂修结合 .....             | 160 |
| 三、船员与厂方协同修理 .....           | 160 |
| <br>第十七节 小型船舶主机安装工艺 .....   | 160 |
| 一、主机安装位置的布置 .....           | 160 |
| 二、船体基座的检查 .....             | 161 |
| 三、主机座的安装 .....              | 162 |
| <br>第十八节 小轮螺旋桨的浸深分析 .....   | 165 |
| 一、小轮有条件满足螺旋桨的浸没深度 .....     | 165 |
| 二、螺旋桨浸没深能增加桨的直径 .....       | 166 |
| 三、螺旋桨浸没深能推迟空泡发生 .....       | 166 |
| 四、螺旋桨浸没深可避免兴波影响 .....       | 167 |
| 五、螺旋桨浸没深可减小船体振动 .....       | 168 |
| 六、小结与建议 .....               | 169 |
| <br>第十九节 浅谈小型水运企业如何节油 ..... | 169 |
| 一、依靠船员,挖掘智慧潜力 .....         | 170 |
| 二、依靠管理,建立节能制度 .....         | 170 |
| 三、依靠技术,进行更新改造 .....         | 172 |
| 四、提高船舶技术性能,降低油耗 .....       | 172 |
| 五、采用节能技术,降低油耗 .....         | 173 |
| 六、小结 .....                  | 174 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 附录 常用轮机技术资料.....          | 175 |
| 一、常用计量单位、名称、符号及换算关系 ..... | 175 |
| 二、常用液体和固体的相对密度 .....      | 177 |
| 三、废润滑油再利用沉淀时间 .....       | 177 |
| 四、常用过滤材料的性能选用 .....       | 178 |
| 五、柴、汽油机主要技术经济指标.....      | 178 |
| 六、齿轮箱减速比的选择 .....         | 178 |
| 七、按传递功率确定三角皮带型号 .....     | 179 |
| 八、常用普通基本螺纹直径与螺距 .....     | 179 |
| 九、船舶传动装置常用骨架油封数据 .....    | 181 |

## 第一章 船用柴油机故障

船上安装的柴油机,是船舶的“心脏”装置,船舶航行全靠它起主要作用。柴油机有了毛病,必须及时处理,且要根据柴油机的各系统、各部位分段找原因。处理故障必须是由易到难,渐进寻找;不要盲目进行,乱拆一气。处理故障的方式有两种:一是零部件换新;二是精工修理。

### 第一节 润滑系统

#### 一、机油压力偏低,不能达标的原由

##### 1. 吸油口至机油泵进油口故障

(1) 吸油口有异物,似阻非阻。

(2) 吸油口至机油泵进油口段有空气进入。这往往是由管道破裂、垫片损坏或固紧螺栓松动等造成的。

(3) 机油泵内机油泄漏,无引油。

##### 2. 机油泵故障

(1) 机油泵内齿轮及端面磨损,齿隙增大,使油压降低。

(2) 泵内零件损坏或间隙过大,使机油泄漏。

(3) 机油泵轴滚键,齿轮未固紧,使转速降低或不转动。

(4) 机油泵进出口处无垫片或垫片损坏,有空气进入或漏油。

(5) 机油泵进油段存在空气。

### 3. 机油泵出口至机油滤清器油道故障

(1) 机油泵出口至机油滤清器油道漏油, 检查油道及垫片是否破损。

(2) 垫片损坏或未固紧, 造成漏油或空气进入。

(3) 机油滤清器调压阀存在故障, 如调压性能太差, 弹簧弹力不足或阀门关闭不严。

(4) 机油滤芯残渣粘塞太多, 似阻非阻。

(5) 傍通阀或调压阀弹簧折断, 调压阀端面磨损, 致使关闭不严。

(6) 机油滤清器座垫片损坏, 进油孔与回油孔相通, 致使大量机油回流入油底壳(曲轴箱)。

(7) 粗滤网阻塞, 傍通阀失灵。

(8) 精滤器转轴与轴套磨损使间隙过大, 大量机油回流入油底壳。

(9) 转子轴油孔扩大或油嘴孔扩大。

(10) 机油滤清体有裂纹或砂眼。

### 4. 机油滤清器出油口至机体下部油路故障

(1) 油道漏油, 油道垫片太薄、不平或破损。

(2) 机油冷却器漏油或阻塞。

(3) 前后推力轴承端面及内孔磨损使间隙过大。

(4) 曲轴油道破裂, 油管漏油或松脱。

(5) 组合式曲轴连接螺栓松动, 断裂漏油。

(6) 曲轴有裂纹, 似断非断。

(7) 主轴瓦、连杆瓦磨损, 间隙超大。

(8) 曲轴前后密封装置泄漏。

(9) 曲轴串动严重。

### 5. 柴油机中部至上部油道漏油或阻塞

- (1)油道各处失去密封作用或阻塞。
- (2)齿轮室内机油喷嘴断裂、松脱。
- (3)齿轮室内油道阻头破损、松动。
- (4)传动机构盖板油道破裂。
- (5)凸轮轴隔圈磨损使间隙过大。
- (6)凸轮轴套磨损严重,间隙超大。
- (7)凸轮轴出现横向裂纹,似断非断。
- (8)汽缸盖油道漏油。
- (9)飞轮壳油道漏油。
- (10)飞轮壳油道垫片缺损,油孔未对准或垫片上没有油孔。

(11)摇背轴套漏油或摇背油管断裂。

(12)增压器漏油,机油进入排气管。

#### 6. 其他原因

(1)机油压力表读数不准。

(2)油底壳内机油容量不足。

(3)油底壳内机油变质,有水或有柴油,机油稀释严重。

(4)机油温度过高,导致机油黏度下降。

(5)机油牌号不符合。

(6)机油泵承担了其他荷载。

(7)机油泵与柴油机不匹配。

(8)机油泵装错。

### 二、机油压力过高的原因

1. 机油黏度过大。该情况多是用牌号不适合的机油。

2. 机油油道阻塞,安全阀失灵,滤芯未清洗而阻塞。

3. 机油温度过低,致使机油黏度大,流动性能差。

4. 曲轴瓦、连杆瓦间隙太小,造成机油循环困难,致使油温