

小型柴油机故障 的 判断与处理

刘奕龙 余子忠 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书比较全面地叙述了300马力以下的柴油机在使用维修过程中所发生故障的原因及其判断与处理。内容有：柴油机综合性故障的判断；曲柄连杆机构故障的判断与检修；配气机构故障的判断与检修；燃油和润滑系统故障的判断与检修；涡轮增压器的故障分析及其应急处理；空气起动系统故障的判断与处理；电气设备的故障与处理；船用齿轮箱的故障判断与处理。

本书内容通俗实用，理论联系实际，可供管理、使用和修理小型柴油机人员使用，亦可供大中型柴油机管理人员参考。

小型柴油机故障的判断与处理

刘奕龙 余子忠 编

人民交通出版社出版
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：14.5 字数：318 千

1984年8月 第1版

1984年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—17,950册 定价：2.20元

前 言

要迅速处理好柴油机的故障，必须准确断定故障的原因；要断定故障原因，必先弄清故障现象。为了弄清故障现象、迅速准确断定故障原因并处理好故障，管机人员对所管理的柴油机的构造原理及使用维修情况必须心中有数。

故障多是由于使用维修不正确引起的。构造原理是解析和处理故障的理论基础。

柴油机的应用很广泛。为了帮助管理柴油机的人员处理好柴油机的故障，故编写此书。

由于我们水平有限，书中肯定有不妥或错误之处，恳切希望广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改提高。

编 者

目 录

第一章 概论	1
一、柴油机故障的整体观.....	1
二、柴油机故障现象和原因概述.....	2
三、柴油机故障的判断原则、步骤和方法.....	5
四、零件的修理方法概述.....	8
五、柴油机故障的预防.....	12
第二章 柴油机综合性故障的判断	15
第一节 柴油机起动困难.....	15
第二节 柴油机功率不足.....	17
第三节 柴油机转速忽高忽低.....	19
第四节 柴油机振动加剧.....	21
第五节 柴油机排气烟色不正常.....	22
第六节 柴油机自动停车.....	26
第七节 柴油机发出不正常响声.....	27
第八节 柴油机过热.....	37
第九节 飞车.....	40
第三章 曲柄连杆机构	44
第一节 曲柄连杆机构的故障判断.....	44
一、气缸盖裂纹.....	44
二、气缸垫烧损.....	45
三、气缸套磨损.....	48
四、活塞拉缸或咬缸.....	51

五、气缸套裂纹·····	54
六、气缸套穴蚀·····	56
七、捣缸·····	56
八、烧瓦·····	57
九、轴瓦合金裂纹剥落·····	60
十、活塞顶部破裂·····	61
十一、活塞环弹力减弱·····	62
十二、活塞环粘住·····	63
十三、活塞环折断·····	64
十四、活塞销折断·····	66
十五、连杆折断·····	67
十六、连杆螺栓折断·····	68
十七、曲轴断裂·····	71
十八、曲轴轴颈圆度或圆柱度·····	76
十九、飞轮螺栓松动或折断·····	78
第二节 曲柄连杆机构的检修·····	78
一、气缸盖的检修·····	78
二、气缸垫的检修·····	82
三、气缸体的检修·····	82
四、气缸套的检修·····	83
五、活塞的检修·····	87
六、活塞环的检修·····	89
七、活塞销的检修·····	95
八、连杆的检修·····	96
九、连杆螺栓的检查·····	102
十、曲轴的检修·····	103
十一、曲轴的轴瓦检修·····	110

第四章 配气机构	116
第一节 配气机构故障的判断	116
一、气门漏气.....	116
二、气门及气门座磨损.....	118
三、气门烧损、变形与断裂.....	118
四、气门积炭.....	119
五、气门弹簧弹力减弱或折断.....	120
六、气门卡住.....	120
七、配气相位不对.....	122
八、摇臂衬套烧损.....	123
九、凸轮表面的磨损、擦伤和麻点.....	124
十、气门摇臂折断.....	124
第二节 配气机构的检修	125
一、气门间隙的检验和调整.....	125
二、配气相位的检查和调整.....	127
三、气门的检修.....	130
四、气门座的检修.....	134
五、气门导管的检修.....	136
六、气门弹簧的检修.....	137
七、摇臂与摇臂轴的检修.....	138
八、推杆和挺杆的检修.....	138
九、凸轮轴的检修.....	139
十、正时齿轮的检修.....	142
第五章 燃油系统	144
第一节 燃油系统的故障概述	145
第二节 低压油路故障的判断处理	146
一、油路中有空气和水分.....	146

二、柴油滤清器阻塞·····	147
三、输油泵的故障及检修·····	148
第三节 喷油器·····	153
一、喷油器故障的初步判断·····	154
二、喷油器的检验和调整·····	155
三、喷油器的故障原因·····	158
四、喷油器零件的检修·····	166
五、喷油器的拆装·····	169
第四节 柱塞式喷油泵·····	171
一、喷油泵结构原理概述·····	171
二、喷油泵的故障分析·····	174
三、柱塞式喷油泵的检验调整·····	188
四、柱塞式喷油泵零部件的检修·····	203
第五节 柱塞式喷油泵的调速器·····	213
一、调速器常见故障的原因·····	214
二、调速器的调整·····	218
三、调速器零件的检验和修理·····	225
第六节 柱塞式喷油泵及调速器的拆装·····	228
一、喷油泵及调速器拆装注意事项·····	228
二、喷油泵总成分解·····	229
三、喷油泵泵油部分的分解·····	229
四、喷油泵的装合·····	232
五、调速器的分解·····	238
六、调速器装合注意事项·····	240
第七节 高压油管裂断·····	241
第六章 润滑系统·····	244
第一节 润滑系统故障分析·····	244

一、机油压力过低或无压力·····	244
二、机油压力不稳定·····	248
三、机油压力过高·····	249
四、机油温度过高·····	250
五、机油消耗过多·····	252
六、油底壳内机油越用越多·····	253
七、反作用离心式过滤器转子转速降低或卡死·····	254
第二节 润滑系统部件的检修·····	254
一、机油泵的检查与修理·····	255
二、反作用离心式机油滤清器的检修·····	259
三、阀门与阀座的修理·····	261
四、机油散热器的检修·····	261
第七章 冷却系统·····	263
一、冷却系统故障的表现·····	263
二、冷却水温过高的原因分析·····	264
三、冷却系统故障的诊断·····	265
四、冷却系统零部件的检修·····	267
五、冷却系统故障的预防·····	274
第八章 涡轮增压器·····	275
第一节 增压器故障分析·····	275
第二节 增压器故障的应急处理·····	280
第三节 增压器故障的预防·····	282
第九章 空气起动系统故障的判断与处理·····	284
一、起动控制阀漏气·····	284
二、空气分配阀漏气或动作错乱·····	285
三、起动阀漏气或堵塞·····	286
四、起动空气管路阻塞、裂断·····	288

第十章 电气设备	290
第一节 前言	290
第二节 起动电路故障的诊断	291
第三节 直流发电机充电电路故障的诊断	308
第四节 硅整流发电机充电电路故障的诊断	319
第五节 蓄电池故障的判断与处理	322
第六节 直流发电机故障的判断与处理	356
第七节 直流发电机的调节器故障的判断与处理	377
第八节 硅整流发电机故障的判断与处理	396
第九节 硅整流发电机的调节器故障的判断与处理	410
第十节 起动机故障的检查和处理	420
第十一节 电流表及电喇叭故障的判断与处理	434
第十一章 船用齿轮箱的故障判断与处理	442
一、齿轮箱故障现象与原因概述	442
二、06型和16型船用齿轮箱	444
三、40 型、ZF80 型、ZF55 型、120 型、807 型及 2HC180型 齿 轮 箱	447

第一章 概 论

一、柴油机故障的整体观

柴油机是由许多机构和系统组成的，在柴油机工作时，这些机构和系统都按照一定的规律工作，互相密切联系，密切配合，保证柴油机良好地工作。

从柴油机的构造和工作原理可知，柴油机的一切现象，各个系统和机构之间都是互相关联，互相影响，互相依存，而不是孤立的存在。各个系统或机构及其所属零部件，虽然各有其独特作用，但是它们之间是密切相关的，是一个不能截然分开的整体。

柴油机的问题归纳起来是柴油在气缸内的燃烧问题，它受着各系统及各机构间正常工作规律所支配，并顺应着各个系统和机构工作的规律而完成其正常燃烧工作过程。如果各系统（或各机构）间工作严重反常，比如说燃油系统或配气机构等不正常，则燃料燃烧根本不会正常，柴油机运转当然也就不正常。

柴油机各个系统和机构及其所属的零部件之间是密切相关的，一个系统、机构或零部件有故障，必然要涉及其他系统、机构（或零部件）的影响，因此，对于各个系统、机构（或零部件）的故障不能绝对孤立地对待，而必须要考虑其所影响的系统、机构（或零部件）以及本身又可能受到的影响，从而以全局观点来分析诊断故障的原因，并进行相应的

处理。

某系统、机构（或零部件）产生故障的原因有时不一定在其本身，同时其影响也不只局限在某一部分。因此在诊断和处理故障时，不要只注意到局部，而要兼顾到有关联的其他部分。

结构有特殊，故障原因就有特殊。例如装有增压器的柴油机发生功率不足或排气冒黑烟时，要注意考虑增压器是否有故障；装有淡水热交换器的闭式冷却系统的135系列船用柴油机发生水温过高时，要注意淡水热交换器中的芯子是否氧化或太脏，而使淡水的热量不能传给海水（或江、河水）。

一种故障，可以表现为一种或几种异常现象。例如，喷油泵（也叫高压油泵）柱塞磨损后，既可表现为起动困难，又可表现为功率不足，还可表现为低速运转不稳定等。一种异常现象也可以由一种或多种原因造成。例如，起动困难，可能是由起动转速太低一种原因造成的，也可能是由于燃油系统不供油、气门漏气等原因所造成。

二、柴油机故障现象和原因概述

通常遇到的柴油机异常现象有以下几种：

（1）声音异常：如有不正常的敲击声、放炮声、吹嘘声等。

（2）动作异常：如柴油机不易起动，工作时产生剧烈振动，带不动负荷等。

（3）外观异常：柴油机冒白烟、黑烟、蓝烟；漏气、漏油、漏水。

（4）温度异常：如机油和冷却水温度过高，轴承过热。

（5）压力异常：如机油压力过低，气缸内压缩压力低。

(6) 气味异常：如发生烟味、焦味、臭味。

柴油机故障（即异常现象）主要是由以下原因所造成的。

(1) 违章操作。由于使用者的思想疏忽，不严格按照操作规程操作。有时沿用一些错误的习惯做法进行操作，造成零部件损坏，引起柴油机故障。常犯的操作错误有：

①新柴油机或刚更换气缸套、活塞、活塞环、轴承等零件的柴油机，不经过充分的磨合而直接带高负荷使用，造成部件严重磨损，甚至出现活塞拉缸、活塞卡住、轴承烧毁等严重事故。

②冷车起动后，不经过暖车，而马上带负荷使用，造成零部件严重磨损，而引起一系列故障。

③机油量不足，使润滑条件恶化，造成零件严重磨损，甚至使零件表面烧损。

④冷却水量不足，使受热零件温度过高而烧损。当柴油机运转过程发现缺水时，又直接加入冷水，使受热零件骤冷而产生变形或裂纹。

⑤长时间超负荷、超速运行及发生飞车事故，造成零件严重磨损或损坏。

⑥运转中机油和冷却水温度维持过低或机油温度过高、油压过低，加快零件磨损。

⑦带负荷停车，受热零件因冷却过快造成骤冷裂纹。

⑧高速运转中使用减压机构停车，造成减压机构或配气机构零件（如气门弹簧）损坏。

(2) 使用维护保养不良，使用人员对所使用的柴油机的构造、原理和性能不熟悉。没有遵照柴油机说明书正确地使用柴油机，在工作过程中没有经常地保持柴油机各部分的清

洁。使用人员没有经常的巡视和检查，对自己的工作不够负责任，对柴油机所发生的不正常现象没有及早加以处理。常犯的一些错误作法有：

①不及时添加机油和定期更换机油，造成机油量不足或机油污染变质而丧失润滑性能。不按时清洗机油滤清器，造成机油流通阻力增加，甚至堵塞，使润滑条件恶化，引起零件严重磨损。

②不按时清洗柴油滤清器和柴油箱，造成燃油系统堵塞，供油量不足，使柴油机转速提不高，工作无力，同时还会使大量杂质随燃油进入各精密偶件内，破坏其正常工作。

③不按时清洗空气滤清器，使滤清效果降低，空气流通阻力增大，进气量少，造成柴油机工作无力，排气冒黑烟和引起气缸套等零件严重磨损。

④不按期检查和调整气门间隙，因间隙过大，造成配气机构加速磨损和气门弹簧断裂等事故。

⑤不按照规定检查蓄电池充电量，及时补足电解液（或压缩空气贮气瓶内气体压力不足），使起动能源动力不足，外力不足，起动转速太低，造成起动困难等故障。

（3）柴油机装配和调整错误。柴油机所有配合部位均有严格的装配要求，若不符合规定要求，则会引起故障。常遇到的装配问题有：

①活塞与气缸套配合间隙不符合要求、活塞环开口位置没有交错安装、油环装倒等，造成活塞环漏气和窜油现象。

②主轴承与连杆轴承装配位置颠倒或错误，配合间隙及扭紧力矩不符合规定要求，造成磨损严重或烧瓦等事故。

③定时齿轮啮合关系错误，造成活塞与气门撞碰。供油时间不正确，使燃烧恶化、功率不足、排气冒烟、起动困

难，甚至根本不能起动。

④气门间隙不符合要求，造成气门关闭不严，或加速配气零件的磨损。

⑤喷油提前角不正确，各缸供油间隔和供油量不均匀，使柴油机运转不稳定，燃烧情况恶化。

⑥各部件压力调节系统调整不正确（如机油泵压力调节阀、滤清器旁通阀等），使系统工作不正常。

（4）柴油机零件不合格。由于零件的材料和质量、加工精度不符合原设计要求，使用时没有进行严格的检查，而被错装到柴油机上。有时是属于零件内在缺陷，检查时很难发现而在使用过程中暴露出来，造成柴油机故障。常见的问题有：

①主要铸件（如气缸盖、机体等）存在着缩松、砂眼、细小裂纹等铸造缺陷，这些问题往往在检查时不易发现，装在柴油机上初期运转时也不易暴露，而经过一个时期使用，上述缺陷逐渐扩大，造成零件损坏。

②零件在加工制造时，没有很好地消除内应力，引起零件变形，丧失原来加工精度和配合关系，如气缸盖翘曲变形。

③零件加工精度不合格，如主轴孔中心同心度不合格，工作时产生偏磨现象，甚至造成烧瓦事故。

三、柴油机故障的判断原则、步骤和方法

对故障的正确处理与否，最主要固然是取决于对故障现象的原因是否有正确的判断，但同时也决定于处理的方法是否全面、妥善和合适。判断故障要有整体性，处理故障要有全面性。

判断故障时，根据故障现象的不同情况，综合分析，区别对待，具体情况具体处理。有时尽管故障现象完全相同，但因为故障原因和严重程度不同，所以判断、处理上却完全不同；有的故障现象相同、故障原因、严重程度也相同，但因为柴油机结构特点、使用年期、使用维修情况不同，诊断处理也不同。有的故障现象、原因、结构特点、使用年期、使用维修情况都相同，但因为发生故障的环境（例如季节、地域、温度）不同，判断和处理方法也可能不同。

判断故障原因时，应考虑故障现象与各种情况（例如构造原理、使用维修情况、使用时间的多少、使用环境及判断过程中情况）的关系和影响。

在分析判断各种故障时，要在错综复杂，变化万端的各种故障现象中，根据其发生、发展、变化过程，确定其究竟属于哪一系统（或零部件）及哪一种故障在其中起主导作用。

柴油机出现故障时，管机人员应沉着、仔细、及时地分析故障的特征，判断其产生的原因。

判断故障的一般步骤如下：

（1）先弄清故障现象。充分运用实践经验，通过看、听、摸、嗅等感觉，发现并断定柴油机异常的表现。

（2）定位。弄清故障现象后，判断故障原因是在哪一个系统或哪一个部位。

在定位时，可以用看（观察水、油的温度表和压力表读数，以及水、油的变化情况）、听（用细长的金属棒或长螺丝刀在柴油机外表面诊听运转件发出的声音是否正常及其变化情况）、摸（凭手指感觉检查配气机构等零件工作情况和柴油机振动情况）、嗅，运用实践经验，联系实际（即联

系自己所使用的柴油机的操作、维护、保养情况；柴油机是新装的还是经长期使用的；是二冲程的，还是四冲程的；是多缸的，还是单缸的；是固定式的，还是车用、船用的；曾发生过什么故障？处理是否妥善？），应用柴油机的构造和工作原理，综合分析初步判断哪一个系统或哪一个部位产生故障，然后进行检查，最后定位。

检查故障时，对怀疑的先检查。检查时，应先外后内，由表及里，由简到繁，按系分段，有顺序有步骤地检查、分析判断。若检查结果与初步判断相符合，则证明判断是正确的。

对于那些一目了然的故障（例如油管裂断，水泵带或发电机带断脱，柴油机外部某处接头螺母松脱或柴油机外部某处漏油、漏水等），可不必经过上述的一般步骤就能直接断定故障部位。

当柴油机突然发生故障或已断定出故障的原因，而且故障将影响柴油机正常工作时，应及时地停车检修。对不能立即查明原因的故障，可以先将柴油机低速空载运转，再观察分析，找出其原因，以避免发生更大的事故。

对于那些认为继续运转下去会发生严重事故的故障（例如，机油无压力或压力太低，曲轴箱内突然发出异常声响，曲轴箱的通气管口突然冒出浓烟等），应立即停车后再进行诊断、处理。

柴油机突然自行停车时，应及时地拆检和修理。

判断故障的常用方法有：

（1）异常声响的判别：用一根约半米长的细钢棍，一端磨尖，触到检查部位表面；另一端做成圆形，贴在耳朵旁，可较清晰地监听到异常声响产生的部位、大小和性质。不同

部位发出声响往往不同，如主轴承间隙过大，发生冲击作用时声响是沉闷的，气门碰活塞声响是清脆的。

(2)部分停止法：经分析，怀疑故障是由某一工作部位所引起时，可使该部分局部停止工作，观察故障现象是否消失，从而断定故障原因。如柴油机冒黑烟或运转不均匀，分析为某缸喷油嘴喷油雾化不良，可将该缸停止供油，此时若黑烟消失。运转稳定，则可证明判断正确。

(3)比较法：根据故障分析，怀疑为某部件或零件所造成的，可将该零件更换一新件，然后比较柴油机更换零件前后的工作情况是否有变化，从而找出故障的原因。

(4)试探法：用改变局部范围内技术状态，观察对柴油机工作性能影响，以判别故障原因。如压缩压力不足，怀疑是气缸套与活塞之间密封不良，此时可向气缸内加入少量机油，以改善气缸密封状况，此时压缩压力增大时，证明分析是正确的。

四、零件的修理方法概述

选择零件的修理方法时，凡是能保证零件最长的使用期限和最小的修理成本，应当认为是零件的合理修理方法。在进行应急处理时，应考虑当时现场生产的需要、环境情况、设备及人身的安全等问题。

当选择零件的修理方法时，要考虑到：

- (1)磨损程度；
- (2)工作的条件（润滑、负荷以及和其他零件的配合特性）；
- (3)设计、材料和热处理；
- (4)在修理时技术条件的要求；