

柴油机故障分析

3

内 容 提 要

本书以缸径135mm以下的柴油机为例,将柴油机在使用过程中可能遇到的一系列故障加以重点论述,尽量做到说理清晰、分析全面,力求迅速、准确地断定故障原因,以期帮助读者提高判断能力,更好地使用和维修柴油机。

本书可供各部门从事柴油机工作的工人、科技人员和管理干部阅读,也可供有关专业院校的师生参考或作为业余教育补充教材。

责任编辑:翟 刚 顾建中

柴 油 机 故 障 分 析

华 道 生 编 著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张7³/₈

字数 159 千字 印数1—7,920

1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷

书号15035·2863 定价1.25元

前 言

柴油机作为移动式和固定式动力装置,应用极为广泛。为满足广大读者的迫切需要,现根据自己二十多年积累并收集到的许多经验,将柴油机在使用过程中可能遇到的一系列故障撰编成《柴油机故障分析》一书。

本书的最大特点是内容实用、说理清晰、分析全面。为了突出重点,本书只以故障分析为主。论述时,既有通病共性分析,又有不同机型的特殊性分析。

根据柴油机的实际运用过程,本书内容分为起动阶段、运行期间、维修中的几个问题及零部件损伤实例四大部分。本书适合于各部门从事柴油机工作的工人、科技人员和管理干部阅读,也可供有关专业院校的师生参考或作为业余教育补充教材。

由于自己水平有限,书中可能会有不妥或错误之处,望读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 起动阶段	1
1. 多缸柴油机根本无法起动	1
2. 单缸柴油机起动困难	5
3. 冷天起动特别困难	6
4. 热车能起动, 冷车困难	8
5. 夏天必须预热才能起动	8
6. 冷车起动时放炮	9
7. 起动时摇不动曲轴	10
8. 汽油起动时正常, 换柴油后却不着火	11
9. 起动后摇手柄脱不开	11
10. 突然不能起动	12
11. 起动困难且容易反转	13
12. 起动后随即自行熄火	14
13. 大修后始终不能发动着火	16
14. 接通电起动开关后柴油机不转动	18
第二部分 运行期间	22
一、声响异常	22
1. 飞轮部位出现机械撞击声	22
2. 进、排气管附近有“嘶、嘶”声	23
3. 气缸体中部有“咚、咚”声	26
4. 气门部位敲击声过大	27
5. 气缸部位声响异常	30
6. 齿轮传动处响声过大	32
7. 满负荷运转时响声最大	33

8. 排气管有“突、突”声且怠速发抖	34
9. 低速敲缸	35
10. 分配泵运转时有噪声	36
11. 充电发电机运转时有噪声	36
12. 运转时震动很大	37
13. 曲轴部位有间歇性冲击声	39
二、排气不良	41
1. 排气窜油冒蓝烟	41
2. 进气管冒烟	46
3. 曲轴箱加油口不断冒气	47
4. 排气管冒黄烟	48
5. 低速时排气管冒白烟	49
6. 排气管断断续续冒淡白烟	50
7. 排气管不断冒白烟	51
8. 排气管不断冒黑烟	54
9. 排气管先冒白烟后冒黑烟	58
10. 排气管间断冒黑烟	58
11. 排气管不断冒红火	60
12. 排气温度不均匀	61
13. 高压油管回气	61
14. 喷油器安装部位排气	62
三、运转不正常	62
1. 高速运转正常但无低速	62
2. 转速变化迟钝	64
3. 怠速转速偏高	65
4. 加大油门就熄火	66
5. 转速失去控制	66
6. 喷油泵齿条拉杆抖动过大	70
7. 突然自行停车	71

8. 油路中的空气排不净	74
9. 容易反转	76
10. 转速大幅度摆动	78
四、冷却与润滑效果不好	83
1. 机油压力一直很低	83
2. 机油压力太高	86
3. 机油压力突然全无	88
4. 机油压力正常下烧瓦	89
5. 机油压力时有时无	90
6. 高速油压正常但中低速时无油压	91
7. 转速高时机油压力下降	92
8. 机油压力表指针大幅度跳动	93
9. 油底壳机油油面升高	95
10. 机油变质快	97
11. 机油温度高于水温	99
12. 曲轴端油封漏油	102
13. 冷却水中有油	102
14. 停车后水沸腾	104
15. 水箱开锅	104
16. 猛加油时水箱喷水	106
17. 水箱内加不进水	107
18. 柴油机过冷	108
五、电系故障	108
1. 电流表指针不停地摆动	108
2. 充电指示灯时亮时灭	111
3. 电流表指针指向放电	113
4. 电流表无充电电流	114
5. 充电电流时有时无	116
6. 发电机炭刷处不断冒火花	117

7. 充电电流过大	118
8. 充电电流过小	119
9. 充电电流无法调整	121
第三部分 维修中的一些问题	122
1. 供油时间错乱	122
2. 喷油泵凸轮轴反转	123
3. 活塞环对口	123
4. 大修后测功不足	124
第四部分 零部件损伤实例	131
一、曲柄连杆机构	131
1. 气缸体炸裂	131
2. 气缸盖产生裂纹	132
3. 燃烧室起动孔堵死	134
4. 涡流燃烧室镶块松动开裂	136
5. 燃烧室烧蚀	136
6. 气缸盖平面翘曲变形	137
7. 冲缸垫	137
8. 活塞撞气门	140
9. 活塞碎裂	143
10. 活塞顶被顶出了一个锥坑	146
11. 活塞粘缸	147
12. 活塞销断裂	148
13. 活塞销卡簧脱落	150
14. 连杆螺栓断裂	151
15. 活塞环在环槽内断裂或咬死	154
16. 曲轴瓦座早期磨损	156
17. 气缸套早期磨损	157
18. 缸套外壁出现蜂窝状的凹坑	159
19. 气缸套断裂	160

20. 拉缸	162
21. 断平衡轴	165
22. 曲轴平衡铁螺栓折断	166
23. 烧瓦抱轴	167
24. 轴瓦合金掉块脱落	172
25. 断曲轴	174
26. 曲轴滚动轴承早期损坏	178
二、配气机构	179
1. 气门掉入气缸	179
2. 气门变形	184
3. 配气凸轮早期磨损	186
4. 气门导管断裂	187
5. 气门摇臂折断	188
6. 气门摇臂衬套严重磨损	189
7. 气门推杆弯曲	190
8. 气门积碳过多	190
9. 气门弹簧断裂	192
三、燃料供给系统	194
1. 喷油嘴针阀烧死	194
2. 喷油器光回油不喷油	197
3. 高压油管断裂	198
4. 出油阀卡死	199
5. 喷油泵凸轮轴半圆键滚键	199
6. 喷油泵花键轴套松动	200
7. 调速器钢球脱落	201
8. 喷油泵柱塞转臂松动折断	201
9. 喷油泵凸轮轴早期严重磨损	202
10. 柱塞弹簧折断	203
11. 调速器钢球座脱轨	204

12.分配转子卡死	204
13.分配泵内凸轮烧损	206
14.油量控制阀卡滞	206
15.空气滤清器积尘杯不集尘土	207
16.空气滤清器窜机油	208
四、冷却与润滑系统	209
1. 冷却风扇损坏	209
2. 三角皮带断裂	211
3. 水泵漏水	212
4. 机油滤清器罩盖变形	213
5. 撬油板折断	214
6. 机油滤清器转子轴折断	215
五、电器设备	216
1. 蓄电池容量降低	216
2. 蓄电池炸裂	216
3. 蓄电池漏电	217
4. 蓄电池壳盖上有大量黄白色糊状物质	218
5. 蓄电池的正极变成负极	219
6. 硅二极管烧毁	220
7. 烧坏硅整流发电机激磁线圈	221
8. 烧坏单联调节器触点	221
9. 三联调节器电阻被烧坏	222
10.起动机电磁开关失灵	224
11.起动机整流子脱焊	225

第一部分 起 动 阶 段

1. 多缸柴油机根本无法起动

在气温高于 5°C 的正常情况下，柴油机应该在几秒钟的时间内顺利起动。若经过多次反复起动，柴油机仍不能着火自行运转时，则应视为无法起动。

根据柴油机的工作原理可知，要想使柴油机容易着火起动，必须满足如下条件：

(1) 供油合理、正时及正常混合，燃料喷射量应该足够，且雾化良好的燃油应能及时地到达燃烧室。

(2) 起动转速不可太低，一般应在 150r/min 左右，且曲轴转动时没有很大的阻力。

(3) 柴油机压缩终了时的温度必须达到 600°C 左右，即压缩比必须符合规定值，这样，燃烧室里的空气温度才能达到足够的起动温度，以使燃油自行着火。

在上述条件中，如果有一项没能满足，即可造成柴油机起动困难，甚至根本就无法起动。如果将上述条件具体化，则柴油机根本无法起动的原因，可归纳为以下几点：

(1) 正时关系混乱，即配气供油不正时。

(2) 气缸内压缩压力不足，无法获得燃料自燃时所需要的温度。

(3) 燃油供给系统不正常。例如喷油嘴堵塞卡死，喷油器压力调得过高造成不喷油，或燃油系统不供油等等。

故障原因可能多种多样，此时可以从下列几种征象中找出具体原因。

如果柴油机起动时，曲轴转动极其缓慢，就说明柴油机的

起动转速太低。起动转速的高低与外力大小、柴油机的起动阻力大小和操作技术等因素有关。起动转速太低的原因是由于起动电动机（或起动汽油机）带不动柴油机或者是由于操作技术不正确造成的。

起动电动机带不动柴油机的故障原因多为蓄电池的电量不足所致。当换用充足电的蓄电池后，柴油机的起动转速仍太低，则应检修起动电动机等起动设备。

4125型柴油机采用AK-10型汽油起动机进行起动，造成这种起动机起动困难的主要原因是：

- （1）磁电机质量差，低速发火性能差，低速断火。
- （2）火花塞的电极间隙不符合要求，以致对其发火性能和火花强弱有较大的影响。
- （3）燃油混合比不对，或油中有水分。要求燃油混合比例是15份66号汽油，1份高柴油机机油。机油太多，雾化不好，影响燃烧和起动。
- （4）起动机曲轴箱凝结存油过多，造成火花塞电极潮湿，影响发火性能和火花强度。
- （5）磁电机调整使用不当。按要求，安装磁电机时要保证点火提前角为 27° ，过大或过小都不易起动。磁电机断电器白金间隙要求 $0.25\sim 0.35\text{mm}$ ，白金触点端面要平行，表面光洁，不允许龟裂和氧化，否则容易断火或断电不良，影响火花强度和起动性能。

由于起动时的操作技术不正确而导致柴油机的起动转速太低的原因，多为起动时减压手柄没有及时放在起动位置，或是在起动时没有及时卸去负荷，离合器的操纵手柄没有放在空档位置等。用电动机起动的柴油机，起动时，若过早放掉起动开关，就会使外力在克服不了柴油机的起动阻力的情况

下带动曲轴转动，因而也必然无法获得必要的起动转速。

如果柴油机起动时的起动转速正常，但不能着火运转，且排气管不断地冒出白色浓烟，就说明个别气缸内的柴油没有燃烧或柴油中含水过多。故障的原因主要是燃油系统内有空气或水分，喷油器及供油提前角不对等；也可能是配气机构正时齿轮装配不对造成的。

配气时间不对而导致进气门关闭过迟，可使有效压缩行程减少，柴油机在刚开始运转时达不到柴油自燃所需要的压力和温度，因而也不能着火。

例如4125型柴油机，起动时只冒白烟，不能着火。当拧松高压油管接头时，有气泡排出，当停止柴油机转动并拆下高压油管时，油面升高。这说明喷油器和出油阀封闭不严，起动时，气缸内的高压气体经喷油器、高压油管和出油阀向低压油路窜气，产生严重气锁，使供油规律失常，导致柴油机无法起动运转。更换出油阀后，故障即排除。

对于修好的柴油机（例如4125型柴油机），在装配柴油机正时齿轮室齿轮时，一定要使正时齿轮的记号对着柴油机壳体的记号；在拆卸柴油机齿轮室时，首先要转动曲轴，弄清正时齿轮的记号再拆卸，以免在装配时出现混乱，使这台新修好的柴油机根本无法起动。如果出现在这种情况，当检查齿轮室并结合配气相位看喷油泵供油情况时，就会发现在柴油机一缸上止点时，一缸高压油管不供油；而在四缸压缩冲程上止点时，一缸高压油管供油。这说明配气凸轮轴的转角刚好相差 180° ，相当于曲轴转角 360° ，正时齿轮装错了。

使用分配式喷油泵的485型柴油机若开始很容易起动，后因油路不通起动不了；把油路的脏物和空气排除后，仍很难起动，但用车拉着火后，又容易起动了；如果把断了的油路

重新装上，排除空气后不用车拉，又很难起动；其故障原因还是因为空气没有彻底排除所致。因为分配式喷油泵对空气堵塞特别敏感，那怕是极少量的空气混入二级输油泵，也会造成脉冲值过大，影响柱塞泵油。

如果柴油机起动时的起动转速正常，但柴油机着火并有爆发声后又不能转入正常运转，这多是燃油系统供油不正常造成的。其具体原因多为供油量少、供油间断或喷油器喷油雾化不良。

如果柴油机起动时的起动转速正常，但柴油机不着火，没有爆发声，排气管不冒烟，这多是由于燃油系统不向气缸供油造成的。

对于多缸柴油机来说，如果各缸都不供油，则柴油机就完全不能起动和工作；如果个别缸不供油，则柴油机起动困难，就是起动了，工作也不稳定。

东方红-28型拖拉机用的2125型柴油机在检修时，如果低压油路中的三通接头（旁通阀）里有一个弹簧及钢球未装上，就会使输油泵泵来的燃油，从三通接头的旁路流回输油泵，燃油进不了滤清器，保证不了燃油的一定喷射压力和一定的输油量进入泵内，即会导致柴油机起动困难不着火。将弹簧及钢球装复，故障即排除。

在保养4125型柴油机时，若不慎将调速器加油螺塞丢失，并随意找一个螺纹相同的螺栓代替加油螺塞拧入加油孔，则由于螺栓过长，使螺栓顶住调速器拉杆上的叉架，齿条正顶在熄火位置。在这种情况下，柴油机也是无法起动着火自行运转的。只有另换螺塞后，故障才能排除。

若以上情况都正常，仍无法使柴油机正常起动，则可能是由于气缸压缩压力不足造成的。对于装有减压机构的柴油

机，将减压机构处于不减压的位置，然后用手摇柄摇动柴油机，如果这时柴油机能够轻便运转，且感觉阻力不大，则可断定气缸内压缩压力不足。

空气滤清器或进气管严重堵塞，造成空气无法进入气缸内混合燃烧，也能使柴油机无法起动。这种情况虽然较为少见，但也偶尔发生，应引起注意。

2. 单缸柴油机起动困难

单缸柴油机不能起动的原因与多缸柴油机大致相同，但由于这种柴油机只有一个气缸，因此在结构方面还有以下特点：

(1) 195型柴油机无论如何也起动不了，虽然偶尔也有一两声沉闷的爆发声。反复检查供油、配气齿轮的安装及气门调整等情况均正常，但在起动时，却又有明显的配气相位不对的症状，即压缩行程空气滤清器反吹气，而吸气行程排气管吸气，并且都可以听到清晰的声音。遇到此情况时，即使用其它动力拖带，也难以着火。其原因这是由于配气机构的气门回位不及时造成的。

(2) 195型柴油机气缸盖涡流室镶块上的锥形小孔往往容易被堵死，使机器无法正常起动着火。在195型柴油机气缸盖上位于喷油器前面的涡流室镶块上面有一个大孔及一个锥形小孔，此小孔对准喷油器，在使用中如果排气管经常大量冒黑烟，则小孔最容易因积碳过多而堵塞，此时排气管只会冒白烟，而根本无法自行运转。凡属喷孔被堵死的故障，可用 $\phi 1.5\text{mm}$ 的铁丝捅通即可排除。

(3) 活塞顶部设计有燃烧室的柴油机，如果在维修装配时，活塞上的燃烧室没有与气缸盖上的燃烧室对准，则将

因安装错误而造成起动困难。

(4) 气门导管下沉, 柴油机不能起动。此故障有时在165 F型柴油机上可以见到。产生故障的原因主要是装配时过盈量过小, 又因为气缸盖是铝合金材料铸成的, 受热后膨胀系数大, 容易使缸盖与气门导管的过盈量减小, 因而造成气门导管往下沉。

(5) 喷油泵凸轮装反了, 导致柴油机起动困难。以175型柴油机为例, 喷油泵凸轮用单键定位在凸轮轴上, 无记号, 正反都能安装。凸轮在旋转面最高点左右(两边), 一边是陡坡面, 一边是缓坡面; 在端面一边是平面, 一边是一个凸肩。若把175型柴油机喷油泵的凸轮装反, 则凸轮旋转面最高点左边的缓坡面向着动力的旋转方向。这样形成的供油规律是: 缓慢供油, 突然卸压, 柴油机供油压力过低, 雾化不良, 燃烧不完全; 供油提前角改变过大, 因而无法起动运转。喷油泵凸轮的正确安装方法应该是, 旋转面最高点右边的陡坡面向着动力的旋转方向, 有凸肩的端面向外。

(6) 由于190型柴油机的喷油嘴在安装时经常丢失喷油嘴针阀体的定位销, 因而在装配时使其喷孔方向不正确, 导致喷孔没有能对准喷油器壳体上的定位销, 造成起动困难。此外, 190型柴油机的调速杠杆螺钉松动或调速花盘装反(有台肩的一面应朝柴油机前侧安装), 引起调速飞球掉落, 迫使喷油泵齿条卡死在停油位置, 也会导致机器起动困难。

3. 冷天起动特别困难

通常在低于摄氏 0°C 的寒冷气候条件下, 即使柴油机各部机件技术状态良好, 也是难以起动的。导致在低温下起动

困难的基本原因有以下几点：

（1）在低温气候条件下普通机油的粘度增加或凝固，使得曲轴转动阻力增加，达不到一定的起动转速。

（2）由于转速低，压缩行程时间增长，而使混合气泄漏、热损失增加，加之充气温度低，造成压缩行程终了时，压力和温度过低，不能达到柴油的自燃点。

（3）由于柴油在低温下粘度增大，雾化性能差，又因为曲轴转速低，喷油泵柱塞副泄漏大，所以造成喷射压力下降，雾化不良，燃烧室空气旋流速度低，混合不良，同时喷油提前角与起动转速不协调，着火落后期长，因而导致着火困难。

（4）蓄电池在低温时，端电压下降，容量减小，不能使起动机拖动曲轴达到一定的转速。

（5）由于低温燃烧不完全，积碳过多的喷油器的油针容易被粘住，而出现不喷油或喷出油柱的现象，使得机器起动困难。

在冷天起动柴油机的过程中，普遍存在着以下几种不良习惯。这些方法虽然能帮助柴油机起动，但对柴油机危害很大。

（1）摘掉空气滤清器，用棉纱蘸柴油点火起动。此时使柴油机将带火且没有经过滤清的气体吸入气缸内，这样必然会加速零件的磨损。经常吸火起动，还会使燃烧室积碳增多。

（2）明火加热柴油机油底壳。这种方法既破坏机器表面的漆层，也不安全，稍有不慎，很容易引起火灾事故。

（3）先起动，后加水。柴油机无冷却水起动后，温度会很快升高，当气缸套和气缸盖已经很热时，突然加入冷水

很容易使气缸盖底板及气缸体等机件骤冷而开裂。另外，水温过低，也会加快机器零件的磨损，增加燃油的消耗。

(4) 由进气管口加机油。这样虽能提高缸套的密封性，但长期这样做会造成活塞上部，活塞环槽等处胶结，使活塞环失去弹性或卡死在环槽内，反而使气缸的密封性能下降。

4. 热车能起动，冷车困难

以S195型柴油机为例。有时热车易起动，且起动后燃烧良好，工作正常，但是一旦冷车起动时，则很困难。其主要原因是由于喷油器喷出的雾化油液没能顺利通过起动喷孔进入主燃烧室造成的，它可以归纳为以下几点：

(1) 燃烧室镶块安装不正确。

(2) 气缸盖上的起动喷孔中心线与喷油器孔中心线的同轴度在制造上不符合要求。

(3) 喷油器的喷射锥角不对。喷油嘴型号虽符合标准(ZS₄S₁)，但经过测试发现其喷射锥角不是4°，而大得很多，这样也可能导致热车能起动，冷车困难的故障。我们知道，喷油嘴针阀尖端是倒锥体，其作用是：喷油嘴工作时，从环形油道来的压力油使针阀升起，倒锥体缩入孔中，使油雾形成一定锥角喷出。如果喷射锥角增大，则由于贯穿力小，喷雾分散，由起动孔喷入主燃烧室的油量大大减少，从而造成起动困难。导致喷射锥角增大的原因，除了制造误差外，往往由于保养不当或过分敲打所致。

5. 夏天必须预热才能起动

在夏天，柴油机若不采用诸如冷天的预热起动方法，就难