

柴油机润滑油的 过耗与治理

王许琪 编著

地质出版社

柴油机润滑油的过 耗与治理

王许琪 编著

地 质 出 版 社

通169号

一、好。实

柴油机润滑油的过耗与治理

王许琪 编著

责任编辑：郝宝仁

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₃₂印张：17/8 字数：39,000

1987年7月北京第一版·1987年7月北京第一次印刷

印数：1—3,000册 国内定价：0.55元

ISBN 7—116—00028—3/P·019

统一书号：13038·新451

前 言

柴油机在运转中，润滑油的消耗量超过定额消耗量（简称过耗），是长期以来比较常见的故障。造成润滑油额外损耗的原因很多，它涉及到内燃机的基础理论、机械零部件设计、以及操作使用和维护保养等许多方面，因此，治理的方法很复杂，并且治理效果往往还不甚显著。但是，柴油机是一种使用极为广泛的动力机械，润滑油过耗不能有效治理，日积月累将会在经济上造成很大损失，不仅浪费了油料，增加了油料费用的开支，同时对机械技术性能还有很大影响。为此，地质部门根据使用中、小马力柴油机较多的实际情况，为了降低柴油机润滑油的消耗，自1978年以来，先后举办过多次训练班和现场经验交流会，总结这方面的经验。

本书则是在总结这些经验基础上，参照有关资料，并根据作者的多年实践与认识，着重对柴油机润滑油过耗的原因进行剖析，并根据在使用和维修方面存在的问题，有针对性的介绍一些有效的治理方法，对有关机件的具体修理工艺，则也作了一般性的叙述，以期达到改善柴油机的技术性能，减少和防止润滑油额外损耗的效果。本书可供广大柴油机修理和使用人员参考。

由于作者水平有限，收集和研究资料不够，书中存在的缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

本书在编写过程中几经修改，得到不少同志的热情帮助和大力支持，地质矿产部物资供应管理局崔启坤同志对全书进行审查和修改补充，在此表示感谢。

目 录

前言

一、润滑油的正常消耗量.....	(1)
二、润滑油过耗的几种原因.....	(10)
三、箱压和油面高度对机油损失的影响.....	(23)
四、机油压力和温度对机油损失的影响.....	(29)
五、活塞组件的窜漏及治理.....	(32)
六、气门导管下窜渗漏及治理.....	(45)
七、燃烧过程与过耗的关系.....	(48)
八、气候、环境对机油耗损的影响.....	(52)
附录：内燃机润滑油的选用.....	(52)

一、润滑油的正常消耗量

与其他常用的动力机相比较，柴油机工作时的热负荷和机械负荷都比较高。汽缸由产生的高温和巨大的爆发压力，使各部主要零件处于高温和强烈冲击压力之下，因此，冷却和润滑就成为柴油机运转中十分重要的问题。冷却系统（水冷或风冷）虽能担负一部分冷却任务。但运动零件的冷却主要还是要靠润滑系统来承担。柴油机各运动部位的摩擦面，受巨大的冲击力的影响，增加了润滑的困难，致使润滑油在很恶劣的条件下工作。

此外，润滑油的油质还受其他因素的不断影响而变坏。作为燃料的柴油，能通过某种渠道窜入润滑油中，使润滑油变稀，从而降低了滑润作用。粘结在汽缸、活塞上的积炭混入润滑油后，会使润滑油污染变质；柴油中的硫的氧化物常常与润滑中的水形成酸，使油质变坏；零件摩擦面在运动中研磨下的金属微粒也必然进入润滑油中。

柴油机的润滑油在工作中是在不断地被蒸发、冲淡、污染、燃烧，很快便失效、变质和减少，必须进行补充和更换。总之，润滑油的消耗是不可避免的。然而通过人们的努力，改善机器的技术状况，可以把润滑油的消耗量降低到最低限度。

为了弄清润滑油消耗的过程，现简要地分析一下柴油机润滑系统的结构和各部位对润滑的要求。

一般柴油机是采用综合润滑方式，即压力润滑和飞溅润

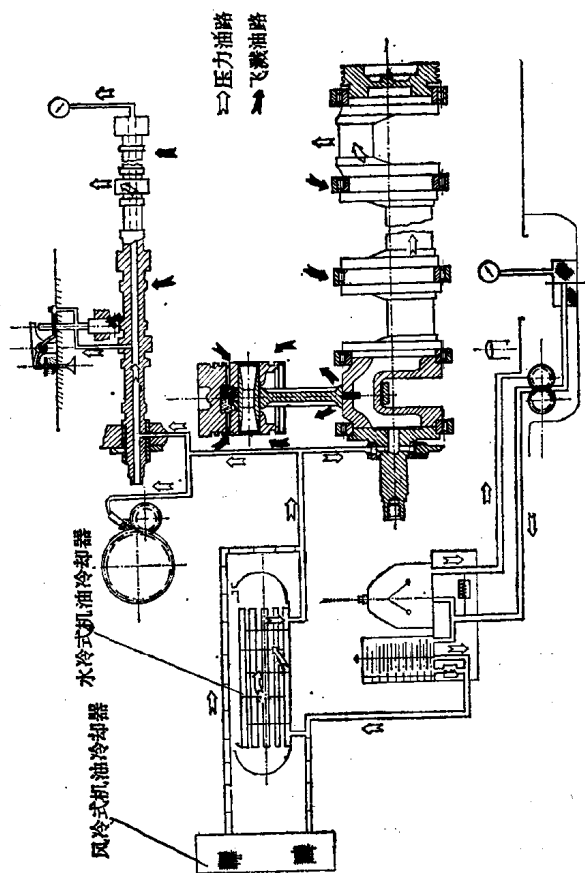


图 1 135 系列柴油机的润滑系统

滑并存，两种方式各有不同功能和润滑对象。以压力油进行润滑的主要部位有连杆轴颈、凸轮轴、配气机构、传动齿轮等，用飞溅油润滑的主要部件有活塞和缸套、活塞销、曲轴主轴承、凸轮工作面等。图 1 所示是一种常见的柴油机的综合润滑系统。

气缸与活塞之间的润滑是采用飞溅润滑。此处是连续的高温 and 强烈冲击区，润滑条件非常不利：高温可促使润滑油氧化、蒸发、分解变质，而强大的爆发冲击力造成活塞对缸壁的侧压力，又要求有良好的润滑。此处还是润滑油上窜到活塞顶的主要通道，因而不允许向此处输送过多的润滑油。

配气机构是采用压力润滑。此处与气缸内腔（燃烧室）直接相通，形成润滑油进入气缸的另一条通道。润滑油经此通道被燃烧或排出。

上述两条通道也是积炭和未燃烧的柴油污染、冲淡润滑油的通道。

曲轴箱壁上的加油口（呼吸器），是被飞溅起的油雾和蒸发的油汽的排出口，也是润滑油损耗的又一条道路。

以上的各种损失，在设计柴油机时已经考虑到。经长期观察计算，润滑油的消耗量（包括被燃烧、从排烟管和呼吸口被排出以及被污染而失效的在内）不但与开动时间和柴油机的功率有关，同时也与制造厂的设计和工艺水平有关。生产柴油机的工厂都在设法降低润滑油的消耗量，在机器的出厂说明书中所申明的产品的润滑油消耗量不大于某一数值，指的就是上述可预计的合理消耗量。在使用中，由于维护管理不当所发生的流淌损失，箱、壳、罩盖接缝处的外滴跑漏，不属合理消耗范围。

（一）关于机油的正常消耗量

柴油机润滑油又称柴油机油。按照一般习惯简称为机油。其单位消耗量为“克/马力小时”，称为消耗率，均载于柴油机的说明书中。由于机油的消耗是一个极为复杂的物理化学过程，这个消耗率只是在额定功率的情况下实际测定的平均数。一般施工工地及农业上使用的中小功率柴油机，消耗率为2—4克/马力小时。大型低速柴油机则一般在0.5—3克/马力小时。现将几种常用的柴油机的机油消耗率列表如下：

表 1 机油消耗率

柴油机型号	功 率 (马力)	机油消耗率 (克/马力小时)	生 产 厂
165	3	<6	宜昌柴油机厂
185 F	8	≤6	潍坊发动机厂
190	10	≤5	建湘机械厂
495	50	≤5	扬州柴油机厂
495	45	3	上海农业药械厂
495	52	1.3	上海港口机械厂
195	12	≤4	莱阳动力机厂
4120 F	80	4	无锡柴油机厂
新2105	24	≤	南京柴油机厂
新4105	48	<2	衡阳探矿机械厂
4109	44	≤3	大连柴油机厂
4135	80	≤2.5	上海柴油机厂
4160	160	2—4	天津动力机厂
6140	200	≤1.5	四川新建机械厂

上表所介绍的机油消耗率，是各生产厂在产品说明书中标定的消耗指标。可以看出，不仅各型柴油机的消耗指标彼此相差甚远，就是同一系列（如95系列）不同缸数的，也相

差很大。这说明机油消耗量与机器的技术性能有关，也说明降低消耗量的潜力很大。在计算机油的正常消耗量时，首先要结合本地区、本单位的实际情况，以机器的正常状态为标准，定出切实可行的机油消耗率，然后计算与制订出机油的消耗定额，以便供应和储备。

在计算与制定机油消耗定额时，还要着重考虑柴油机的部分负荷工作问题。在许多场合，柴油机并不是全负荷运转的。例如在地质队的钻探施工中，柴油机的选用是以钻机可能钻进的最大深度所需功率为根据的，显然它的负荷是从轻到重，所需动力随孔深增加而增加。农业上的拖拉机、机动运输船等装用的柴油机也是按最大能力选择，平常并不满载。只在少数情况下或短暂时间里才需要柴油机发出最大马力。如果按照说明书中标定的消耗率和额定功率计算机油消耗量，显然偏多，是不合理的。

我们发现，绝大多数场合下都要求柴油机按规定的转速运行，或在一个不太大的范围内变动。这样，在不同的负荷下，柴油的消耗量随之相应改变。一般情况下，柴油的单位时间内消耗量与发出的功率成正比。用柴油的实际消耗量来确定柴油机的平均输出功率，并以这一功率来计算机油消耗量，就比较合理。实际计算时，是撇开额定功率，直接以柴油消耗量为依据的。于是，机油的消耗量一般符合以下关系式：

$$G_o \propto G_T \cdot \frac{g_t}{g_c}$$

式中： G_o ——机油消耗量（公斤/小时）

G_T ——柴油实际耗用量（公斤/小时）

g_t ——机油消耗率（克/马力小时）

g_c ——柴油消耗率（克/马力小时）

g_c 仍可使用额定功率时的数值，即说明书中标定的消耗量。

还应当看到，在非全负荷运行的情况下，由于热负荷及机械负荷所引起的摩擦功较之全负荷时减少了，润滑条件得以改善，机油消耗率比标定的数值要低。因此，上式修正为：

$$G_u = G_T \cdot \frac{g_L}{g_c} \cdot K$$

K 是非全负荷运行情况下机油消耗率修正系数。它小于 1。把机器装到专门的试验台架上作额定功率运转，测得的机油消耗，再对比在工地上实际运转即非全负荷时的消耗，就求得此系数。

实际上机油消耗是一个比较复杂的问题，因为机油的消耗率大小，不仅决定于全机的摩擦面积（缸数、缸径、行程、轴承面积等），而且还决定于摩擦面上承受的压力（与输出功率有关）及摩擦面状况（温度、材质等）。这些因素导致机油发生蒸发、氧化变质等复杂的物理化学过程，从而引起损耗，这类损耗的数量，至今还很难用一个确定的数学公式来算出，或写出一个反映诸因素对机油消耗的关系式。上面的公式是将各种因素合起来，把机油消耗量与柴油耗用量“挂钩”，主要根据是考虑到摩擦面的压力、温度等与柴油消耗量相关，同时又与机油消耗量相关，理论和事实都说明了机油消耗与柴油消耗之间关系最为密切。

还需说明的是，机油的消耗量在柴油机修理间隔期的各个阶段是不同的。接近修理期，消耗量大。

（二）关于机油全损耗定额的计算

上面所讲的机油消耗量，还只是机油损耗的一部分，只是运转过程中直接消耗。除此之外，由于污染变质及高温氧化等原因，引起整个循环机油量（机器所容纳的全部机油）的变质，到一定时间必须全部更换新油。被废弃不能继续用的机油，当然也是机油损耗量的一部分。就是说，机油的全损耗量是机油日常损耗量与机油更换量的总和。或者说，全损耗包含了日常损耗与变质损耗。

机油因变质而更换的数量也是不小的。究竟应该是多少时间换一次机油，应是根据具体情况来确定。总的原则是，在基本保证润滑良好的前提下，尽可能地延长更换周期。各种型号柴油机说明书及有关资料所标明的机油更换周期不尽相同，从200小时到500小时（是指实际开动的累计时间）不等，大部分机型都定在300小时左右。但根据实际观测，定在500小时左右也还是比较适宜的。如果能经常保持机器正常运行，加入机油质量好，以及柴油、空气、机油滤清器（以下简称“三滤”）的维护工作做得好，做到勤清洗，那么机油更换时间还可以超过500小时。

在使用过程中，由于正常消耗而经常地添新的机油、机油在不断地更新，仍然保持着较好的润滑能力，故可延长机油更换时间。

“三滤”维护工作做得好，备用的机器保管妥当，则机器中机油里含水份、污物、碳渣、硬粒杂质、尘土等可降至最低限度。这样，储油池（欲称油底壳）内的机油所含的高温氧化后变质的胶状残留物，可凝析沉淀下来。这样的机油虽然润滑性差些，酸性较大，但修理中发现，轴瓦的磨损和

腐蚀是很轻微的。因此可以适当延长机油使用时间。只有当胶质沉淀物多到相当程度，经测验机油失效，才需要更换新油。

在使用时间较长的机油中，除了有杂质、胶质析凝物之外，油的透明度、形成油膜能力、抗腐蚀性、抗氧化性已大大降低，其主要原因是机油中的添加剂失效。如果加入百分之三的油酸，机油仍可继续使用，能延长机油使用寿命。现国外已有在生产中实际应用的例子。

根据生产中的实践经验，应对比一下延长机油使用期限后主要机件的磨损情况，摸索出一个合理而经济的机油更换周期，以期达到使零件消耗与机油损耗的总开支最小。

在计算机油的全损耗定额时，只能按一个中等的消耗水平为基础，仍然以500小时（约20天）作为机油严重变质，必须更换的周期。以495型柴油机为例，每昼夜正常消耗量近似地按1公斤算。又，495型需更换的机油总量，每次16公斤，那么全损耗量每天是：

$$1 + \frac{16}{20} = 1.8 \quad (\text{公斤})$$

写成代数算式：

$$q = 24G_T \frac{g_i}{g_e} K + A \quad (\text{公斤/天})$$

式中：q——每天全消耗量

A——变质更换常数

$$A = \frac{\text{柴油机的机油总容量}}{20}$$

各型柴油机按其机油灌注量来确定更换常数。灌注量是指放尽旧机油之后，新油灌到油尺最高刻线时的数量。（不

能只灌到油尺的下划线，否则开机后油面便降到很低，这是不允许的。)

如上节所讲，机油消耗量通常与柴油消耗关系密切。若每天耗柴油71公斤，则机油的全损耗与柴油消耗量的比例是：

$$\frac{1.8}{71} \times 100\% \approx 2.5\%$$

某些柴油机制造厂的产品说明书中，也有按与柴油的比率来标定机油消耗量的。一般为3%，但未说明是否包括机油的周期更换量在内。北京内燃机总厂生产的4115型柴油机，标定机油消耗量不大于柴油消耗量的2.5%。这个数字与生产实际的全消耗量相近。山东省第三水文地质大队使用的4135型柴油机，平均每昼夜用柴油140公斤，机油3公斤。变质更换常数 $A=1.1$ ，全损耗 q 接近3%。不同的机器，性能有所差异，使用中技术状况不同，各单位对机油消耗统计方法很不一致，有时把被驱动的工作机械消耗的机油也计算在内，所以计算出的机油全损耗定额只是一种近似平均数。

前些年，有的地区商业部门供应的机油曾一度缺货。其原因主要是不合理的损耗所引起的。商业部门供应机油的比例已定到柴油销售量的10%，但有的单位还反映不够用。毫无疑问，有大部分机油是非正常消耗。严格地控制机油消耗指标，这对加强油料管理，促进各用户注意维修好机器是有重要意义的。同时也说明节约机油的潜力是相当大的。

二、润滑油过耗的几种原因

如果机油的消耗量超出了全损耗定额，就是过耗。这就要求我们对过耗的原因作出正确的判断，以便尽最大可能予以消除。

通常，人们总是从实际损耗数量去判断机油是否过耗。其实，在修理试车或在柴油机工作过程中，只要直接从柴油机的外观油污程度及各部分的漏泄情况，特别是从排气管排出的废气中的含油情况，就可以判断出机油过耗的大致程度。如果过耗的情况较轻，则在排气管和废气内不易察觉出有明显的油珠喷出，这时需要观察汽缸头排气口内气道（烟道）的情况来断定。在燃烧正常的情况下，排气口气道壁面干燥，呈较深的灰褐色，使用较久而又没有清理过的气道则呈烟黑色。如果气道壁面呈现濡湿或者明显地有油从排气口内流出，就要判断是否是由机油走窜引起。如果出现了这种情况，则必将引起机油的过耗。

废气中出现油珠不一定是机油走窜，未完全燃烧掉的柴油雾粒也会从废气中带出。要判断废气中的含油或气道内的湿渍是机油还是未完全燃烧完的柴油，可以用以下几个方法进行考察：

废气中的细小油珠喷在手上，容易渗散均匀，甚至顺着皮肤上的纹理流动，则喷出的是柴油。反之，若细小油珠喷在手上呈斑点状或渗散性较差，则是机油。

取一点喷出的油滴或烟道湿渍抹在手上，有滑粘感觉，

呈黄色，则排出的是机油。反之，若毫无滑粘感觉，且无较明显的淡黄颜色，则排出的是未燃烧完的柴油。

观察排气的颜色，若不是黑、灰、白色，而是呈明显的蓝色，闻起来没有柴油不完全燃烧时特有的呛人气味，均能证

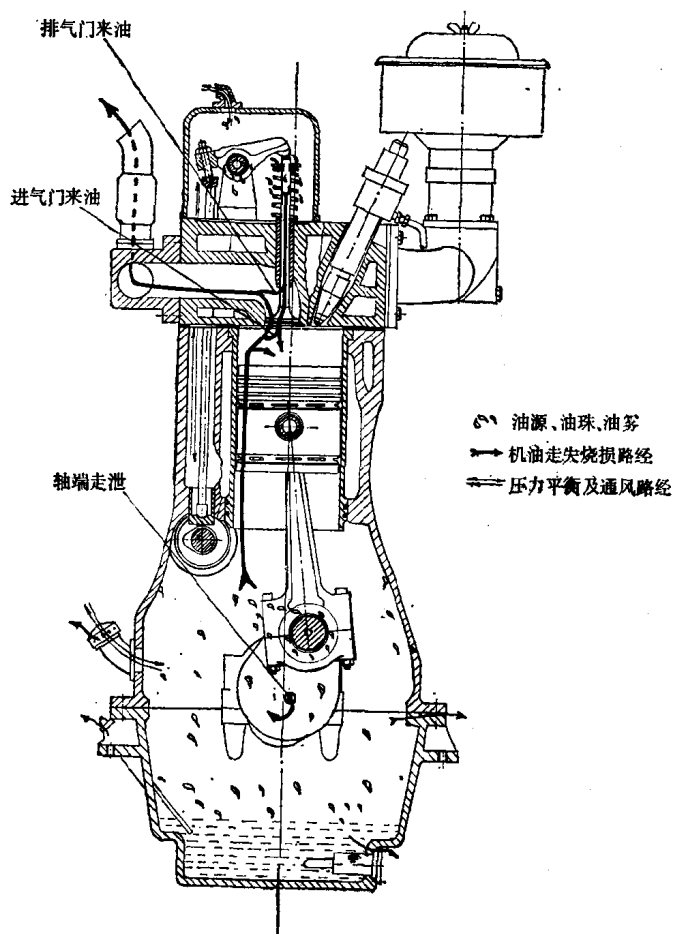


图 2 机油的走窜和漏泄

实喷出的是机油而不是柴油。

图 2 标出了机油的额外损耗主要是漏泄和走窜损失等几个主要方面。

从图 2 可以看出，除了容易察觉的漏泄以外，机油的走失烧损主要是通过活塞顶部至排气道这个途径。即使仅是很少量的走失烧损，也会有不完全燃烧的油气排出，使排气口出现湿渍或油滴。如果机油基本上是顺缸壁或气门导管窜入燃烧室的，由于它与气流的混合、蒸发及燃烧条件较差，故大部分不能被燃烧，从排气口排出。

为了研究窜入活塞顶部的机油的烧损情况，在修理中，做过这样一次试验：把气缸盖取下，用电动机带动曲轴运转，发现有少量的机油顺缸壁上窜至活塞顶部，然后装上气缸盖，接好燃油供给系统，去掉电机，进行正式试车，在不长的时间内，排气道口就流出机油，其数量几乎与未装上缸盖时直接看到的一样，而蓝色烟却非常轻微。这就证明，上窜的机油由于顺缸壁分布在活塞顶部周围，缸壁因有水冷作用，温度较低，燃烧条件差，故被烧损的不多，大部分散成油珠雾粒排出跑掉。可以这样认为，只要排气口不窜机油，就能基本保证机油在正常损耗范围内，不致产生过耗。至于在燃烧室内蒸发或烧掉的极少量机油，可看作是不可避免的正常损耗的一部分。当然，如果发现有较明显的蓝色烟雾，则蒸发烧损较多，这肯定不能当成正常损耗。不过凡属是蓝色烟雾重，机油烧损多时，则同时上窜的机油必然会多，就会更易从排气口窜出而被发现，过耗就更明显了。

通过这一分析，机油过耗的主要原因就可以限定到如图 2 所示的情况。即机油过耗，基本上是由于机油的走窜损失。而不正常的变质所引起过耗则是第二位的。