

汽车发动机的诊断

王 闯 阎铁光 译

K · O · 捷列鲁



辽宁省科学技术情报研究所
辽宁省交通科学研究所

捷列鲁 著

汽车发动机的诊断

王 闯 译
阎铁光
胡守仁 校

喀 尔 巴 阡 出 版 社

1 9 7 7

内 容 提 要

如何在汽车发动机不解体的情况下发现它的故障，这是许多专家都感兴趣的问题。在本书中叙述了现有的发动机技术状态检测方法，对它们的分析，并介绍了这些检测方法和工具在实践中的使用情况和远景，以及司机和汽车爱好者们对在汽车运输企业和技术保养站使用这些装置的经济效果的评价。

本书对广大汽车运输工作者、工程技术人员，以及汽车公路学院和中等专业学校的学员是很有益的。

× × × ×

К · О · К Е Л Е Р
ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНОГО
ДВИГАТЕЛЯ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «КАРПАТИ»
УЖГОРОД 1977.

编辑、出版：辽宁省科学技术情报研究所
辽宁省交通科学研究所
印 刷：昭 乌 达 盟 印 刷 厂

1979年8月出版 开本：32开
印数：13,000册 字数：70,000
定价：0.50

序 言

苏联汽车工业在生产组织和技术水平方面是机械制造业最先进的部门之一。汽车工业生产发展速度高于机械制造业的其它部门。1980年我国将生产210—220万辆汽车。

与生产量高速增长的同时，在提高产品质量上也取得巨大成就。主要牌号的国产汽车可以无大修而长时期地工作，行驶里程达25—30万公里。国产轿车的技术使用性能居于世界先进水平。近年来，国际赛车运动会上苏联赛车取得的优异成绩便是一例。

汽车运输是我国的主要运输形式。因此，提高运输效率是国民经济的重要任务。汽车使用的高效率是靠合理的技术保养和日常维修保证的。因此在汽车工业中必须大大改进汽车大修组织以及轿车运输的技术保养。但目前，在整个使用周期中在保持技术状态完好上的消耗，比制造成本高7—9倍。因此，全国汽车保有量在修理和技术保养上，每年花费15亿卢布以上。在这种情况下，许多检修作业提早进行，而修理项目大大超过实际需要修理的范围。

广泛采用诊断器，即测定汽车及其总成的技术状态以便予以测以后的连续工作能力，是降低技术保养和大修消耗的最重要方法之一。该诊断器可以发现隐避的故障，预防机械的故障，测定其进一步使用的适应性，精确其修理和预防工作量，以及鉴定技术保养的质量。因此，近年来我国对汽车技术状态诊断器的课题予以很大的重视。

广阔的轿车和货车技术保养站网能够卓有成效地采用诊断器，提高汽车的可靠性和耐久性，并降低在技术保养和修理上的消耗。

目 录

序言

诊断器的基本原理.....	(1)
发动机技术状态新式检测方法.....	(7)
根据机油中杂质含量检测发动机的方法.....	(49)
根据机油中铁含量检测发动机的技术状态.....	(55)
适用于自控系统生产的汽车综合检测装置.....	(74)
检测方法和设备的实际应用.....	(85)
发动机系统和机构的主要故障产生原因和排除方法	(93)

诊断器的基本原理

不久前在技术上出现了“诊断器”这一术语。如同在医学上按间接特征（温度、血份和血压及心跳频率）确诊人的疾病一样，在技术上亦可利用伴随这些机械工作的某些现象来测定机械的技术状态。例如零件相互冲击时出现的振动、燃烧室向曲轴箱漏气、燃料和机油的消耗，以及许多其它现象。照例，测定发动机的技术状态亦可不解体进行。

现在，如要揭示某种简单的内脏病便进行人体解剖，人们会感到这是非常奇怪的事。为了按间接特征准确无误地做出诊断，在医学上拥有相当丰富的经验、完善的方法和手段。而在技术上则完全是另外一种情形。甚至在大的汽车运输企业为确信总成或系统的良好，常常需进行局部和全部拆卸。对常用的汽车来说尤其如此。我国汽车平均每年的行驶里程为8000—10000公里，而像《伏尔加》、《日古利》这样汽车的发动机到大修前能持续8千个小时，这相当于汽车25万公里以上的里程。实际上经常不是按实际需要，而是过早地拆卸发动机。过早修理发动机的倾向，多少是由于对机械耐久性陈旧概念的传统势力的缘故，忽略了不断改进发动机的结构及制造工艺。近几年来，我国汽车发动机的耐久性提高了两倍多。如果初期3ИЛ—130发动机的活塞环每经8

万—10万公里的里程需更换，则目前，这些活塞环的寿命超过20万公里。对许多其它另件也可列举同样的例子。

此外，不知道发动机的诊断方法及有时发动机不完善，是汽车及其总成靠工作人员的主观判断而不是按实际需要进行修理的原因。同时可见，机械的任何拆卸对以后的工作能力产生不良影响。拆卸和装配无论如何精确，重新固定连接的应力状态总不同于原状态。由于另件材料的变形，另件的几何形状也相应地改变，同心度受到破坏，等等。这使机械再工作时重新产生另件的走合，即所谓的第二次走合。众所周知，这种走合伴随着另件磨损速度的加快。根据某些资料，在第二次走合将消耗机械不间断工作寿命的30%，这便大大地降低了机械寿命。

经常碰到其它情形：汽车或总成在遭到事故破坏后，少数的一些另件不应修复而应更换新另件时，反而进行修理。修复其它另件涉及到更复杂更高的工艺规程。例如在通常情况下，发动机的曲轴在修理时需要车削和研磨。这种方法——修理尺寸的方法，是一种最便宜的方法，并保证曲轴较高的耐久性。但如果轴颈由于事故的破坏出现深伤痕和边缘熔化（ОПЛАВЛЕНИЕ）时，需车削、堆焊、再车削、研磨和热处理。这样，修理则相当复杂。此外，另件总的寿命一般说来急剧缩短。因此，汽车或总成无论过晚或过早修理，均是极不令人满意的。只有在采用客观的技术状态诊断仪器的情况下，方能及时停止汽车的使用并进行及时修理。在汽车运输中，技术诊断获得最蓬勃的发展不是偶然的。汽车是相当复杂的系统，在该系统中为整个汽车的良好工作，需要每一总成和每一机构可靠而协调的工作。此外，在全国范围内

汽车计达几十亿辆，人们普遍地应用它。由此可见，保证汽车可靠而不间断的工作，是一项重要的国民经济任务。

通常称发动机为汽车的心脏。它是最复杂最重要的总成。其技术状态在很大程度上决定着整个汽车的完好程度。因此特别注意发展它的诊断方法和手段。

诊断与普通的检查不同，它的任务是为予测今后不间断工作的能力而测定整车或总成的技术状态。它是在试验研究的基础上，借助科学技术的新成就，在基本上不拆卸机构的条件下进行诊断的。

系统技术状态的诊断——科学部门试验和确定了正常状态的标志，研究和确定了方法、原理和设备，利用这些方法、原理和设备，得出在不拆卸的条件下确定系统技术状态的结论，并予测系统不间断工作的能力。

诊断——这是使汽车保持正常状态的一种技术措施。诊断——根据诊断参数检查系统的技术状态。为联接测量仪器而取下某些另件这不是拆卸。

系统——联合作用件的协调组合，是为了实现所规定的作用。可将整个发动机或某些机构，如曲柄连杆机构视为系统。

元件——位于系统中并实现一定作用的客体（系统的一部分）。发动机的元件就是发动机的每个另部件。

系统结构——标志系统结构和构造的组成部分（元件）的相互联系和相互位置。

参数——表征系统、另件或过程现象的性质的量。诊断时所利用的参数称为诊断参数。

参数值——参数的数量的度量。

结构参数——表示系统或其元件构造特性的质量度量。
主要结构参数——系统实现一定作用可能性的质量标准。
辅助结构参数——表示使用的方便、外形、技术美学及其它等的质量标准。结构参数可指的是几何图形、尺寸、元件的相互位置及配合关系、元件表面的光洁度、材料的显微组织及其它等。

输入参数——作用于外部系统的质量标准。可将载荷、环境、气压及其它条件视为输入参数。

输出参数——从外部表明系统特性的质量标准。功率和转矩、排气、声音等，是输出参数。

参数的极限值——从技术——经济观点进一步使用总成或部件不可达到或不妥当的指标。

动态参数（症状）——间接表明系统和元件的技术状态。

正常技术状态——所有结构和输出参数处于允许的变化范围内的状态。

不正常技术状态——那怕一个主要结构和输出参数超出允许变化范围的系统状态。

工作状态——系统主要构件和输出参数处于允许变化范围的状态。

汽车、总成、部件、另件的故障——在为完成运输或专门工作而规定的一定时间内，工作状态受到的破坏，以及在诊断和技术维修中被发现的损坏。

予測——测定汽车、总成或部件到说明书中规定的修理前的极限状态的寿命。

诊断——关于系统技术状态的结论。根据总诊断参数的

最小数形成的诊断——称为快速诊断。

客观诊断——借助检测设备、仪器和工具所实现的过程。

主观诊断——不利用检测仪器和工具而利用感官采用个别放大信号的方法测定诊断参数。

总诊断——根据诊断参数（这些参数只表示总的技术状态而不揭示具体症状）（《正常》——《不正常》）诊断汽车、总成和部件。

单元诊断（深入诊断）——根据表示技术状态的参数对汽车、总成、部件所进行的诊断，以揭示非正常性和故障的位置、原因和性质。

检诊工具——鉴定汽车技术状态的设备、仪器和工具。检诊工具可为固定的、可移的和便携的。很显然，随结构参数，如间隙、尺寸的改变，输出过程参数（功率、燃料消耗、压缩冲程终了时的压力等）也改变。因此，输出过程参数在一定条件下可成为发动机正常和非正常技术状态的间接标志。因此机构的诊断可不解体进行。

当总成的结构参数值和与其相应的输出过程参数超出允许和预定范围时，则出现非正常状态。

Я·X·扎金教授确定了输出过程参数可成为技术状态症状的三个条件。第一个条件（单值条件）是，每个构件参数值应符合于一个完全确定的输出过程参数值。例如，随着发动机的磨损，其配合间隙增大，因此最大功率减小。

第二个条件（变化区宽度条件）：输出过程参数在结构参数的绝对变化下，应具有尽可能大的相对变化。可用这样的例子解释此条件。随发动机磨损的增加，其最大功率降低了，

在极限磨损条件下，其最大功率较初始功率下降5—7%。同时在发动机油底壳机油中磨损金属产物的含量，可增加800—1000%。如将油中磨损产物的含量视为一个输出过程参数，可发现其相对变化较最大功率的变化大得多（多一百倍）。因此极易而准确地找到该参数的相对变化，于是便可确实可靠地进行诊断。

最后，第三个条件，在观察该参数时，所有输出过程参数可作为技术状态（测量参数的可达性和方便性）的特征。如果该输出过程参数符合单值和测量区宽度条件，但难以测量它或为此需极复杂设备，则该参数实际上也不能用于诊断。

须知，诊断发动机的方法很多，但不是每种方法都能满足规定的条件。因此在许多情况下，为确定技术状态的客观诊断，需合理地采用几种方法。

发动机技术状态新式检测方法

发动机总诊断法

可根据发动机的有率功率，机械损失，燃料单位消耗量，废气的成份和温度、噪音级、机油的烧损及某些其它因素评定发动机的总的技术状态。无论采用哪种方法都必须注意在测量参数值之前，仔细调整相应的机构和系统。例如，测量发动机有效功率前应调整配气机构、供油系和点火系。调整不正确，甚至新的尚无磨损的发动机其功率亦能降低额定功率的20—30%。而正确调整的发动机的极限磨损功率，通常较额定功率低5—7%，因此机构的失调，比磨损更大地影响评价参数值。

在发动机工作过程中，由于各种原因可能发生降低整个汽车使用性能的故障（表1）。

发动机的典型故障及其消除方法

表 1

标 志	原 因	消除和预防方法
1	2	3

发动机发不出总功率

压缩不良

活塞环 磨 损 或 烧
蚀，活塞和气缸磨
损

修理发动机

气阀贴合阀座不紧

研磨气阀

一个或数个气阀弹
簧折断

更换折断弹簧

发动机发不出全功率

气缸充气不良

气缸垫穿孔

更换衬垫

气化器节流阀未完
全打开

调整、操纵阀门的
驱动机构

气阀和挺杆之间的
间隙不当；

调整间隙

消声器堵塞

清理消声器

空气滤清器堵塞

洗涤滤清器，并加
新油

发动机过热

风扇皮带松或油污

用浸以丙酮的揩布擦
拭皮带和 风 扇 皮 带
轮，调整皮带紧度

标 志	原 因	消除或预防方法
1	2	3
	水垢沉淀在冷却系的内表面	用一种洗涤溶液洗涤冷却系统
	点火调整不正确	正确确定点火提前角度
	工作混合气过稀或过浓	洗涤汽化器量孔, 消除空气渗入, 调整汽化器和燃油泵

发 动 机 中 的 响 声

发动机中强烈的金属敲击声	轴瓦耐磨层溶化	更换轴瓦（如果曲轴颈未被损坏）。
	活塞、活塞肖、汽缸、轴承严重磨损	修理发动机。
气门机构中的响声	气阀和挺杆间隙大	调整气门机构的间隙。
	燃烧室及活塞和气门上积碳的大量沉淀	取下气缸盖除掉积碳
发动机整个工作过程中的金属声	气门断裂、气阀弹簧折断。活塞断裂	更换不合格零件。

标 志	原 因	消除和预防方法
1	2	3

燃料和机油消耗增大

发动机消耗、燃料和机油超额	活塞环，活塞和气缸套磨损。	更换磨损件
	油底壳中油平面高，供油和点燃系统总成损坏	找出并消除故障

发 动 机 冒 烟

排气管冒黑烟或暗褐色烟	主量孔调整针拧出过多	正确调整主量孔通道断面
	喷油泵柱塞调整不正确	正确调整喷油泵柱塞
排气管冒兰烟	因气缸套、活塞和环的磨损，机油进入燃烧室	更换磨损件
	某一喷油泵失效或控制机构发生故障	更换不合格喷油泵

发动机每一机构，系统和组件在不同条件下工作，并由不同数量的零件所组成，因此它们的可靠性也不同（表2）。

多数故障发生在燃烧系统，供油系统和电气系统。曲柄

连杆机构和气缸活塞组的零件在高温和大负载下工作，因此它们的故障占全部故障的四分之一。自然，用来测定这些系统和机构技术状态的发动机诊断法，也获得了较快的发展。

发动机系统与机构间所遇故障的大概分布情况

(H·Я·格瓦鲁辛克的数据) 表 2

系 统 和 机 构	故 障； %
气缸活塞组	13
曲柄连杆机构	12
配气机构	7
燃烧系统与电气设备	45
供油系统	18
冷却系统	4
润滑系统	1

每种方法都有一定作用，并以利用某一输出过程参数—响声强度，机油消耗、磨损等参数为基础。图 1 示出 A·B·谢洛维提出的发动机功能诊断线路图，其中每个输出过程参数，如机油消耗、响声、向曲轴箱的漏气量，均同时表示一些机构或组件的技术状态，即反映了发动机的总状态。

发动机总状态的最重要客观指标，就是发动机发出的有

效功率。此有效功率取决于曲轴的转速和节气阀的开度。利用最大功率诊断最为方便。在节气阀全开和最大转速时，发动机发出最大功率。

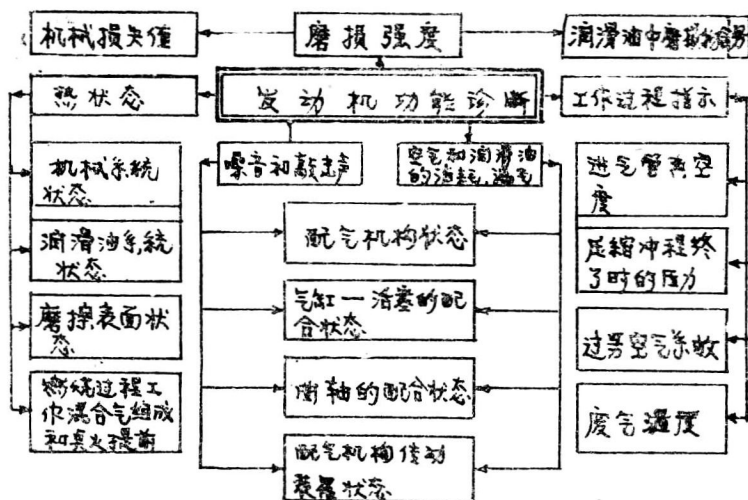


图1 发动机功能诊断线路图

在整个使用期间最大功率降低很小是现代发动机的一个特点，降低值，通常不超过7%。因此，该评价参数不符合变化范围的宽度条件。由于只有在试验台上，方可准确地测定发动机的功率，并且为此必须从汽车上将发动机卸下，因而广泛采用这种方法是比较困难的。