

21 世纪高职高专规划教材

—— 汽车运用与维修系列

汽车发动机 电控技术实训教程

主 编/杨洪庆 张凤云



 中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车发动机电控技术实训教程

主 编 杨洪庆 张凤云

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机电控技术实训教程/杨洪庆, 张风云主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2010
21 世纪高职高专规划教材. 汽车运用与维修系列
ISBN 978-7-300-13214-3

I. ①汽… II. ①杨… ②张… III. ①汽车-发动机-电子系统: 控制系统-高等学校: 技术学校-教材
IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 249719 号

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车发动机电控技术实训教程

主 编 杨洪庆 张风云

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	三河市汇鑫印务有限公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2011 年 5 月第 1 版
印 张	16.75	印 次	2011 年 5 月第 1 次印刷
字 数	330 000	定 价	29.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

编委会

主 任 王世震

(教育部高等学校高职高专汽车类专业教指委副主任委员)

副主任 张红伟

委 员 (排名不分先后)

孔繁瑞 毛 峰 王丽梅 王富饶 刘 永

刘皓宇 刘雅杰 吴兴敏 吴 松 张 义

张 永 张立新 张西振 张 俊 李 宏

李 晗 杨宝成 杨洪庆 杨艳芬 杨智勇

陈纪民 明光星 段兴华 凌永成 徐景波

隋礼辉 惠有利 韩 梅 蔡广新

出版说明

进入 21 世纪以来,随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,随着公路运输设施和城市基础设施建设投资的迅速增加,以及政府鼓励汽车消费政策的逐步实施,我国汽车保有量迅速增长。目前,我国汽车数量每年以两位数的增长率递增,据此,预计仅汽车维修业近两年就将新增 80 万从业人员,其中大部分从业人员需要接受职业教育与培训。中国人民大学出版社经过充分的市场调研,策划出版了这套高职高专汽车运用与维修专业的系列教材。

本套教材紧密贴近我国高职教学改革的实际,力求体现以下几个特点。

1. 以企业需求为基本依据,以就业为导向

教材的编写以就业为导向,以能力为本位,能够满足企业的工作需求,提高学生学习的主动性和积极性。我们对每本书的主编精心遴选,除了要求主编必须是高职院校的骨干教师外,还要求他们有在一线汽车相关企业的工作经验或实验实训经历,确保教材的内容既能紧密贴合教学大纲,又能准确把握市场需求、加强实践操作环节内容。

2. 适应汽车企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性

本套教材关注我国汽车制造和维修企业的最新技术发展,通过校企合作编写的形式,及时调整教材内容,突出本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,克服旧教材存在的内容陈旧、更新缓慢、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要的弊端。每本教材结合专业要求,使在学习专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解、掌握本领域的最新技术及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一。

3. 教材内容按模块化形式编写

教材力求摆脱学科课程旧思想的束缚,从岗位需求出发,尽早让学生接触实践操作内容。根据具体的专业情况,有的是每本书一个模块,有的是每本书分为多个模块,每部分内容都以工作岗位所需要的技能展开。

4. 跨区域开发、整合多方优势

由于我国幅员辽阔,各地区经济发展都具有不同的地域特点,而作为与经济建设密切相关的职业教育也必然存在区域间的差异。为了打造出一套适用性强、博采众长的教材,我们在教材的策划阶段,即与不同区域的众多开设汽车相关专业的高职院校取得了联系,并进行了深入调研,经过反复研讨后确定了具体的编写大纲。教材在编写过程中得到了辽宁交通高等专科学校、承德石油高等专科学校、长春汽车工业高等专科学校、内蒙古交通职业技术学院、河南交通职业技术学院、河北交通职业技术学院、广东轻工职业技术学院等二十多家职业院校的参与与大力支持。

5. 教材配备完善的立体化教学资源

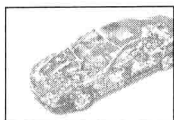
本系列教材在研发的同时,希望能够在相关课件的开发制作方面做出自己的特色,从而提升教材的核心竞争力。通过对市场的前期调研,我们对目前已经出版的相关教材配套

课件情况进行了分析,针对目前同类产品存在的不足,制定了专业基础课教材课件完整、专业主干课教材演示视频丰富、全系列教材教学资源整合形成网上资源平台的策划思路,力求使本套教材成为真正的立体化教材。

本套教材在编写过程中,除了得到多所高职院校的帮助外,《汽车维修技师》、辽宁省交通高等专科学校汽车研究所、辽宁鑫迪汽车销售服务有限公司、大连新盛荣汽车销售服务有限公司、辽宁宝时汽车销售服务有限公司、安徽宝德汽车维修有限公司等在技术和资料方面给予了很多支持,在此表示衷心的感谢。

希望本套教材的出版能够为高职高专院校汽车运用与维修专业的教学工作起到积极的促进作用,也欢迎本套教材的使用者针对教材中存在的不足提出宝贵的建议。

中国人民大学出版社



前言

Preface

随着汽车的逐步电子化,传统的维修设备和检测手段已满足不了新的检测需求。因而各种现代化的检测诊断仪器、设备和新的维修技术也应运而生。这就对汽车维修人员提出了更新、更高的要求,除了需要掌握传统的机械维修技术外,还必须掌握现代的电子维修技术。目前,汽车电子控制方面的教材已经有多种版本,也很系统和完整了,但是,相应的实训指导教材却寥寥无几。这个原因很多,比如:汽车车型发展太快,各学校实训条件差距大,资料少等,重要的是真正有维修和实训经验的人员,很难有机会参与教材的编写。因此,我们组织了一些具有维修和实训经验的人员编写了本书,解决了教材与实际维修脱节的问题。

本教材内容本着思路清晰、方法实用、易学易用的思想进行编写。根据不同的实训内容,给出了参考实训学时和实训目标,同时,给出了整个实训流程及内容、时间安排。这样,参加实训的学生和教师都会很容易知道本次实训的全过程及时间安排等。另外,实训教师可以根据本学校的条件在内容和时间上做些调整。

本教材明确指出了实训学生应知应会的理论知识。同时,给出了很多且非常典型的故障案例,实训教师可以根据实际情况设置故障或模拟客户,然后由学生独立完成任务,再让学生把实训时的实际资料和信息填写在实训记录单中,最后由实训教师对每个学生的实训能力给出评语和成绩。通过这样的学习,学生会很快掌握汽车故障诊断与维修的实际能力。

本教材由杨洪庆、张凤云主编,参与编写的人员有杨智勇、孙涛、王立刚、黄宜坤、郭大民、曲昌辉、王丽梅、张义、李培军、张劲松、马成、李政等。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请同行专家和广大读者批评指正。

2011年1月

目 录 Contents

实训一	气缸压力的检测	1
实训二	机油压力及品质的检测	9
实训三	冷却系及防冻液的检测	17
实训四	电控系统常用检测仪器的使用	29
实训五	空气流量计的检测	41
实训六	进气歧管绝对压力传感器的检测	53
实训七	温度传感器的检测	61
实训八	节气门位置传感器的检测	69
实训九	爆震传感器的检测	77
实训十	氧传感器的检测	85
实训十一	曲轴/凸轮轴位置传感器的检测	93
实训十二	电动燃油泵的检测	101
实训十三	汽油机喷油器的检测与清洗	109
实训十四	汽油机燃油压力的检测	117
实训十五	点火系的基本检查	125
实训十六	点火波形的检测	135
实训十七	点火正时的检测与调整	143
实训十八	辅助控制系统的检测	149
实训十九	电控节气门的检测	163
实训二十	发动机电控单元的测试与更换	171
实训二十一	机械式柴油机燃料供给系的检测	183
实训二十二	电控柴油机燃油供给系的拆装与检查	195
实训二十三	涡轮增压控制系统的检测	207
实训二十四	催化转化器的检测	217
实训二十五	发动机典型故障的排除	225
附 录		241
附录 A	发动机电控系统故障检测的基本方法	241
附录 B	OBD II 故障码规范介绍	245
附录 C	常见车型诊断座的安装位置	246
附录 D	典型车型发动机电控系统电路图	247
参考文献		256



实训一

气缸压力的检测

实训计划

实训能力目标	内容及时间安排（分钟）		建议学时
1. 掌握气缸压力表的使用方法。 2. 掌握气缸压力的检测过程。 3. 能正确分析发动机各缸压缩压力值，并准确做出判断，找出故障原因。	实训准备工作的检查及实训安全工作的说明	10	4 学时 (200 分钟)
	组织学生讨论气缸压力检测的基本流程	10	
	指导学生用气缸压力表测试气缸压力	40	
	组织学生讨论气缸压力的测试过程	20	
	指导学生用测试仪测试起动电流	40	
	检验学生操作压力表、测试仪的能力	30	
	组织学生讨论起动电流的测试过程	20	
	学生完成记录单	15	
	教师总结及信息反馈	15	

实训过程

实训准备阶段

一、教师准备工作

教师在实训前准备试验发动机一台、压力表、气缸压力测试仪、安全护目镜、空气压缩机、气枪、常用工具等。

二、学生准备工作

- (1) 掌握与实训车型相关的气缸压力测试理论知识及测试标准。
- (2) 了解本次实训课所用仪器及设备的使用方法。

指导学生实训阶段

一、用气缸压力表测量气缸压力

1. 气缸压缩压力的测量方法

气缸压力表的类型很多，但结构和原理基本相同，如图 1—1 所示。一般由表头、导管、单向阀和接头等组成。其测量气缸压缩压力的方法及步骤如下：

- (1) 起动发动机，将水温升高到 80℃ 以上。
- (2) 停机后，拆下空气滤清器，用压缩空气吹净火花塞或喷油器周围的灰尘和脏物。
- (3) 卸下全部火花塞或喷油器（柴油机），并按气缸次序放置，应将汽油机喷油器插头拔下，以防大量汽油进入三元催化器。

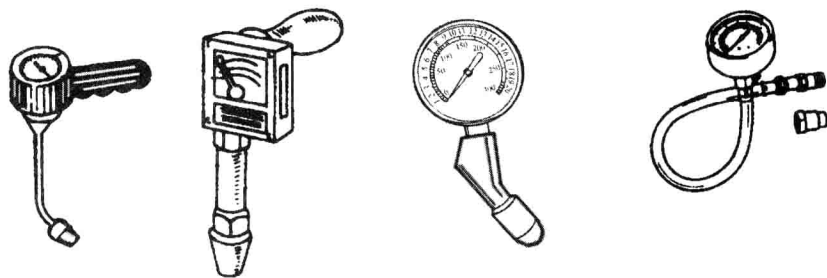


图 1—1 各种气缸压力表

(4) 把气缸压力表的橡胶接头插在被测缸的火花塞孔内，扶正压紧，如图 1—2 所示。

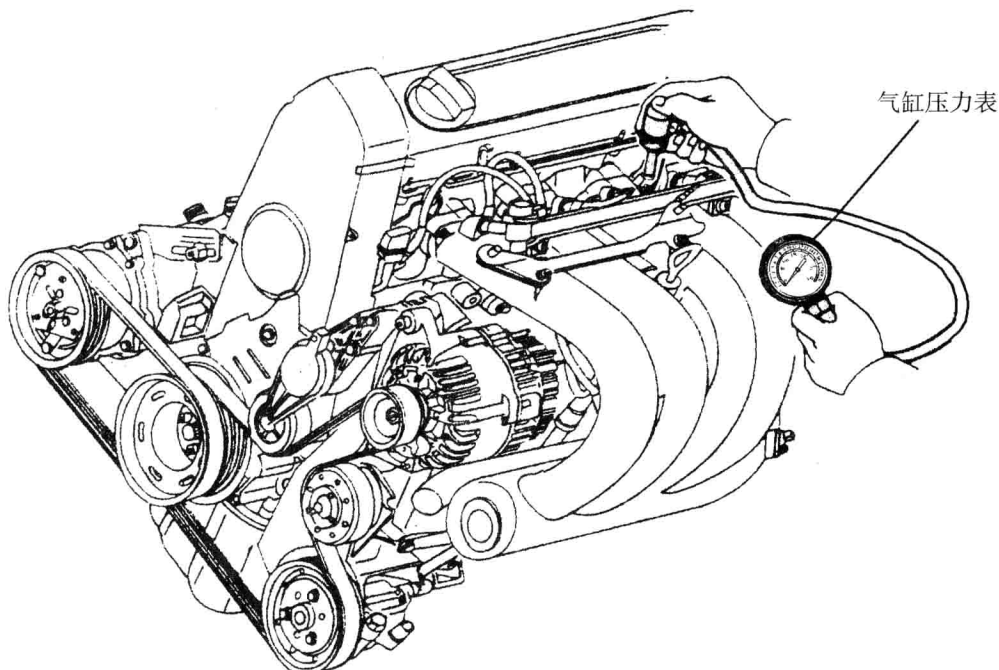


图 1—2 气缸压力测试

- (5) 将节气门置于全开位置，用起动机转动曲轴 3~5s（不少于四个压缩行程）。
- (6) 待压力表指针有指示，并保持最大压力后停止转动。
- (7) 取下气缸压力表，记下读数。
- (8) 按下单向阀使压力表指针回零。
- (9) 按上述方法依次测量各缸，每缸测量次数不少于两次。
- (10) 将测得结果与气缸压缩压力标准值进行对照分析。

⚠ 注意：(1) 对于汽油机，应把分电器的中央电极高压线拔下，并可靠搭铁，以防止电击和着火。

(2) 就车检测柴油机气缸压力时，应使用螺纹接头的气缸压力表。如果该机要求在较高转速下测量，那么除受检气缸外，其余气缸均应工作。其他检测条件和检测方法同于汽油机。

2. 气缸压缩压力的标准值

大修竣工的发动机气缸的压缩压力应符合原设计规定，每缸压力与各缸平均压力的差，汽油机不超过 8%，柴油机不超过 10%。常见的几种车型的发动机气缸的压缩压力的标准值如表 1—1 所示。

表 1—1 常见几种车型的发动机气缸的压缩压力值

汽车型号	压缩比	气缸压缩压力标准值 (kPa)	测定转速 (r/min)
桑塔纳 2000 AJR	9.3	900~1 100	200~250
奥迪 100	8.5	1 000~1 350	200~250
捷达 EA827	8.5	900~1 100	200~250
富康 TU3	8.8	1 200	200~250
本田雅阁	8.9	930~1 230	200~250
切诺基	8.6	1 068~1 275	200~250

通过对比分析，若测量值超出标准值的允许范围时，可向该缸火花塞或喷油器孔内注入适量机油，然后用气缸压力表重测气缸压力并记录。如果第二次测出的压力比第一次高，说明气缸、活塞环、活塞磨损过大或活塞环对口、卡死、断裂或缸壁拉伤等造成气缸不密封；如果第二次测出的压力与第一次相近，说明进、排气门或气缸衬垫不密封；如果两次检测某相邻两缸压力均较低，说明该两缸相邻处的气缸衬垫烧损窜气。

二、用气缸压力检测仪检测

发动机气缸压力是表征气门和活塞密封性的指标，在发动机不解体的情况下，可以通过检测起动电流的大小来检测气缸压缩压力的变化量，可以对各缸压缩压力的均衡性做出判断。用检测仪 KES200 测量气缸压缩压力的方法和步骤如下：

(1) 按检测仪 KES200 的要求将检测仪与发动机连接牢固，如图 1—3 所示。

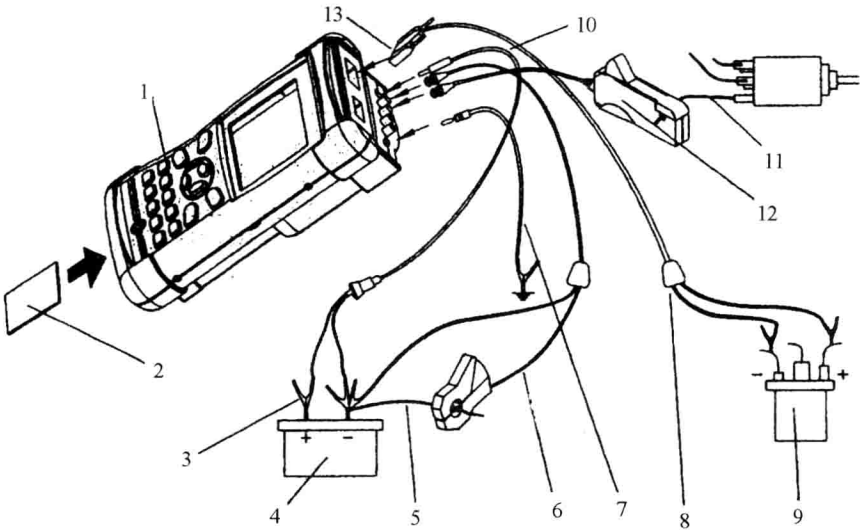


图 1—3 检测仪的接线方法

1—主机；2—测试卡；3—蓄电池电缆；4—蓄电池；5—起动机电流线；6—电流适配线；7—接地电缆；8—断缸电缆；9—点火线圈；10—点烟器；11—缸信号夹；12—缸信号高压线；13—15PIN 连接头

(2) 将蓄电池的电缆线带夹子的一端连接到蓄电池上,红色夹接正极,黑色夹接负极。或将点烟器电缆线插入汽车仪表板上的点烟器插口内,以获得电源,另一端和主电缆相连。

(3) 将起动电流的适配线的一端接到 KES200 的通道 4 上,另一端夹到汽车上与蓄电池相连的起动机电流线上。注意:电流方向与起动电流夹上的箭头方向一致。

(4) 将接地一端的夹子夹在汽车搭铁部件上,另一端接到 KES200 的通道 5 上。

(5) 将断缸电缆上带夹子的两端分别与初级点火线圈的正负极接线柱相连。15PIN 接头连接到主电缆的一端。主电缆的另一端连接到主机的主电缆口上。

(6) 将发动机测试卡插入主机中。

(7) 起动发动机,记录发动机各缸的起动电流曲线,如图 1—4 所示。

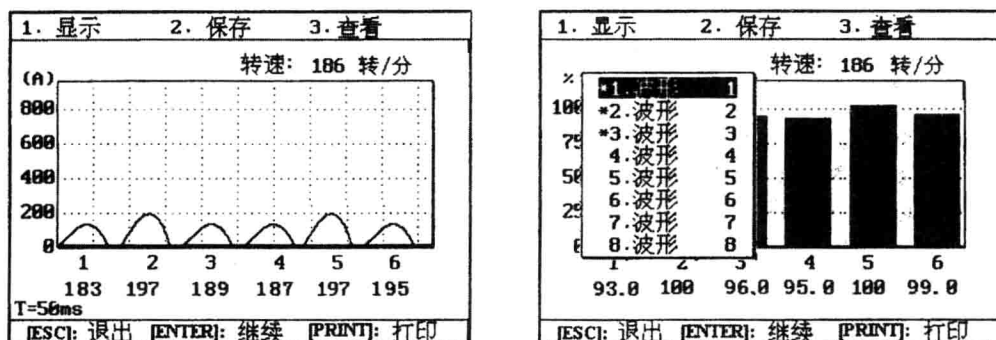


图 1—4 发动机各缸的起动电流曲线及柱形图

⚠ 注意: (1) 一定要在连接好测试电缆后,再起动发动机。

(2) 在使用中不要用手触摸探针。

(3) 若测试电缆连接不对,则无法进行气缸压力测试。

(4) 测试各缸压缩压力时,一定要连接地线。

(5) 发动机正常运转,使水温达 80℃ 以上。

(8) 结果分析。由于各段的峰值与各缸的最大压缩压力成正比,所以在确定某一电流峰值所对应的气缸后,则可按点火次序确定各缸所对应的起动电流峰值,其大小可表示相应气缸的最大压缩压力值。若各缸电流波形振幅一致,且峰值在允许范围内,说明各缸压缩压力符合要求;若各缸电流波形振幅不一致,对应某缸电流峰值低于允许范围,则说明该缸压缩压力不足。

● 检验学生实训能力阶段

常见气缸压力过低的原因有气缸、活塞环、活塞磨损过大或活塞环对口、卡死、断裂或缸壁拉伤等造成的气缸不密封;进、排气门或气缸衬垫不密封;相邻两缸处的气缸衬垫烧损窜气等。故障现象有怠速发抖、加速无力、起动困难等。实训教师可以根据实际情况设计一或两个故障,由学生独立完成故障的诊断与排除;或者由教师充当客户模拟一或几个场景,让学生分组完成故障排除。

场景

某辆桑塔纳 2000 轿车，出现加速无力现象。据车主讲：这辆车在其他维修厂维修过，高压线和点火线圈是新换的，清洗了喷油器，油泵也检查了，但故障仍然存在。客户现在要求维修人员诊断维修。

让学生分析并说出检查步骤和方法（参考方法）：

- （1）检查发动机高速时火花塞的跳火情况。
- （2）用燃油压力表检查系统油压。
- （3）用气缸压力表检查气缸压缩压力。
- （4）电控系统的检修。

由学生对下列问题，向教师进行解释并提出解决方案：

- （1）根据检查情况，分析可能导致加速无力的原因有哪些？
- （2）在进行气缸压力检测之前要进行哪些准备工作？
- （3）对检查结果进行理论分析。

 组织学生填写实训记录单**教师总结及信息反馈**

- （1）总结本次实训的要点内容；
- （2）解答学生实训记录单中提出的各种疑问及实训中存在的难点；
- （3）对学生解决实际问题的能力进行考核，做出点评，并给出本次实训成绩；
- （4）结合本次实训存在的问题，比如在问题答疑、实训步骤、方法及故障设置等方面的问题，完成本次实训记录。



学生实训记录单

班级		车型			
姓名		发动机型号			
学号		VIN 码			
日期		行驶里程		年款	

1. 测量记录各缸气缸压力值：

1 缸	2 缸	3 缸	4 缸

2. 分析压力值低的原因： _____

3. 向压力低的气缸喷射少量的机油，转动发动机数转，使机油均匀分布在气缸壁周围，重新测量气缸压力，并记录。

4. 比较两次测量的压力值，分析原因： _____

5. 本次实训存在的疑问有哪些？最大的难点是什么？

教师评语：	本次实训成绩		
	良好	合格	不合格

年 月 日



实训二

机油压力及品质的检测

实训计划

实训能力目标	内容及时间安排（分钟）		建议学时
1. 掌握机油品质的检测方法。	实训准备工作的检查；	10	2 学时 (100 分钟)
	实训安全工作的检查及说明		
2. 掌握机油压力过高、过低的检测流程。	指导学生进行机油品质检测	20	
	组织学生讨论机油压力过低检测的基本流程	10	
3. 通过实训，掌握润滑系统的故障检测流程。	指导学生用机油压力表检测机油压力	30	
	组织学生讨论机油压力过低、过高的原因	10	
	学生完成记录单	10	
	教师总结及信息反馈	10	

实训过程

实训准备阶段

一、教师准备工作

教师在实训前准备试验轿车一台、机油压力表、万用表、各种导线、电工钳子、螺丝刀等。

二、学生准备工作

- (1) 掌握与实训车型相关的润滑系统的理论知识。
- (2) 了解本次实训课所用仪器及设备的使用方法。

指导学生实训阶段

一、机油品质的检测

1. 简易检测法

可以通过目测方法检查机油的品质，如检查机油颜色判断发动机故障。可以拿出一张白纸，拔出机油尺在纸上擦拭，观察白纸上的机油颜色和杂质的情况。一般在换过机油，车辆使用一段时间后机油颜色会变黑，这是正常现象；而如果机油显现其他颜色都是不正常现象。如果发现机油的颜色变灰、变白或有乳化现象，说明机油中混入有水，可能是发动机缸垫泄漏、机油散热器损坏等。

也可以通过目测方法检查机油的黏度，例如冬季检查机油尺，观察机油是否能自动滴下，太黏会造成发动机不易起动的故障。