

第 章 汽车检测诊断概论

❗ 教学提示：汽车检测诊断技术是汽车检测技术和汽车故障诊断技术的统称。熟练掌握和正确运用汽车检测诊断技术,对保持良好的车辆技术状况、确保行车安全具有重要意义。

❗ 教学要求：本章主要介绍汽车检测诊断技术的作用、分类和方法,重点内容是汽车检测诊断方法。要求学生了解汽车检测诊断技术的发展趋势,熟悉汽车技术状况的变化规律,掌握汽车检测诊断技术的作用和汽车检测诊断方法。

1.1 汽车检测诊断概述

1.1.1 汽车检测诊断技术及其体系

汽车检测(vehicle inspection and test)是指确定汽车技术状况或工作能力的检查;汽车诊断(vehicle diagnosis)是指为确定汽车技术状况或查明汽车故障部位、原因所进行检查、分析和判断的过程。

汽车检测诊断技术是汽车检测技术和汽车故障诊断技术的统称。它是研究汽车检测方法、检测原理、诊断理论以及汽车不解体(或仅卸下个别小件)条件下的检测手段,以确定汽车技术状况及其故障的一门技术。

汽车检测诊断技术是检测诊断理论与方法的一种工程实现,包括检测设备的研制、诊断参数的制定、汽车故障的诊断和汽车技术状况的预测等多方面的内容。汽车检测诊断技术是一门涉及机械学、电子学、控制理论、可靠性理论、测试和汽车运用技术等方面的综合性应用技术,它以检测技术为基础,以诊断为目的,通过对汽车性能参数或工作能力的检测,依靠人工智能科学地确定汽车的技术状态,识别和判断故障,甚至预测故障,为汽车继续运行或进厂维修提供可靠的依据。

随着汽车技术的飞速发展、高新技术的广泛运用以及汽车电子化程度的不断提高,汽车检测诊断技术本身所包含的知识、侧重的内容、涉及的范围、利用的设备以及采取的方法均会发生很大变化,具有科学、高效、省力、准确的显著特点。

从目前应用的情况看,汽车检测诊断技术贯穿于汽车运用、汽车维护、汽车修理以及交通安全和环境保护等各个领域,并发挥着越来越重要的作用。

1.1.2 汽车检测诊断技术的作用

汽车在使用过程中,其技术状况变差、出现故障是不可避免的。如果能够利用汽车检测诊断技术,对汽车的运行状态作出判断,及时发现故障并采取相应对策,则可以提高汽车的可靠性,避免恶性事故的发生。同时,可充分发挥汽车的效能,减少维修费用,获得更大的经济效益。汽车检测诊断技术的作用主要表现在以下几个方面。

1. 汽车检测诊断技术是实施汽车维修制度的重要保证

我国现行的汽车维修制度属于计划预防维修制度,车辆的维修必须贯彻预防为主、定期检测、强制维护、视情修理的原则。这种维修制度是根据车辆检测诊断和鉴定的结果,对车辆进行视情处理,施以不同的作业范围,这样可以减少不必要的拆卸,避免盲目维修或失修现象发生,能最大限度地发挥零件的使用潜力,大大提高汽车的可靠性和使用经济效益。由此可见,汽车检测诊断技术,是检查、鉴定车辆技术状况和维修质量的重要手段,是促进维修技术发展,实现视情修理的重要保证。

2. 汽车检测诊断技术是提高维修效率、监督维修质量的重要措施

随着汽车结构的日益复杂化,汽车检测诊断技术的地位越来越重要。没有检测诊断技术,车辆的故障就不能迅速排除,车辆的技术状况就不能迅速恢复;没有检测诊断技术,车辆的维修质量也不能得到有效的监督。因此,汽车检测诊断技术在汽车技术保障中处于十分关键的地位,它是提高维修效率、保证维修质量的重要措施。

3. 汽车检测诊断技术是确保行车安全的重要手段

随着汽车保有量的增加,汽车交通事故造成人身伤亡的现象十分严重,现已构成不可忽视的社会问题。面对日益严峻的交通形势,采用现代汽车检测诊断技术,利用先进的检测仪器,能对机动车辆加强安全技术检测,对汽车的技术状况作出准确的诊断,找出隐患及时排除,发现问题及时维修,确保汽车的行车安全。

1.2 汽车检测诊断技术发展概况

汽车检测诊断技术是现代化生产发展的产物,它是随着汽车技术的不断完善化、多功能化和自动化而发展起来的。

随着汽车技术的发展,汽车的结构越来越复杂,电子化程度越来越高,因而对汽车故障的诊断、排除的难度也就越来越大,人们对检测不断提出新的要求,刺激着汽车检测诊断技术向前发展。同时,发展了的汽车检测诊断技术,不仅减少了维修汽车所需的劳动量,提高了汽车维修的经济效益,而且能对汽车产品质量或维修质量作出客观评价,为汽车技术或维修技术的合理改进提供基础数据,促进汽车工业和汽车维修业的发展。

汽车检测诊断技术随着汽车技术的发展不断提出新的要求,以适应汽车维修市场的需

要。其发展远景是自动寻找故障和实现诊断,提高检测的准确程度并以最小的劳动消耗实现最高的可靠性。

1.2.1 国外汽车检测诊断技术发展概况

汽车诊断技术在工业发达国家早已受到重视,早在20世纪中叶,就形成了以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术。进入20世纪60年代后,检测诊断技术获得了较大发展,出现了简易的汽车检测站。随着汽车工业的发展以及电子系统的广泛应用,传统的手摸、耳听,拆拆装装地进行故障诊断的方法已难以适应新的要求。

为此,发达国家的汽车公司及机械维修设备制造厂借鉴20世纪60年代在航天、军工方面首先发展起来的机器故障诊断技术,积极开发汽车诊断系统。20世纪70年代开发出了车外诊断专用设备,能对特定车辆进行多项的检测,其汽车诊断技术已发展成为检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、检测结果打印自动化的综合检测技术。

自发动机电子控制装置普遍使用后,汽车电控系统的故障诊断已逐渐向随车诊断转变。1977年,在美国通用公司的一款乘用车上采用了发动机点火控制的随车诊断装置,它具有自动诊断功能,能检测发动机冷却液温度、电路故障和电压下降情况。一旦有异常,微处理器就进行故障软控制,并出现“检查点火装置”字样,该检测是通过微处理器程序系统进行的,并具有储存和数据检测功能。以此为开端,福特、日产、丰田等公司陆续开发了具有自诊断功能的随车诊断装置(也称车载自诊断系统)。

20世纪80年代,发达国家的随车诊断已成为汽车电气故障诊断的主流,不少乘用车具有故障自诊断功能,有的随车诊断系统还可根据其显示器的指令进行操作,来获取故障信息。而此时的车外诊断专用设备更具有诊断复杂故障的能力,具有汽车专家诊断系统,这种专家诊断系统就是模拟熟练的汽车诊断专家思维的计算机程序,它将汽车专家的知识移植于诊断方法之中。一些发达国家的汽车检测诊断新技术已达到了广泛应用的阶段,在交通安全、环境保护、节约能源、降低运输成本等方面带来了明显的社会效益和经济效益。

20世纪90年代,汽车自诊断技术飞速发展。车载诊断系统(on-board diagnosis, OBD)自问世以来得到了不断的改进和完善,相继出现了OBD-I和OBD-II。早期的OBD,是世界各个汽车制造厂商独立自行设计的,各个车型之间无法共用,必须采用不同的诊断系统;后来的OBD-I,采用了标准相同的16孔诊断插座,但仍保留与OBD相同的故障码,各车型之间仍然无法互换,所以必须采用不同的诊断系统;OBD-II采用了标准相同的16孔诊断插座、相同的故障码及通用的资料传输标准SAE或ISO格式,可采用相同的诊断系统。

1994年全球约有20%的汽车制造厂商已采用OBD-II标准,到1995年时约有40%的汽车制造厂商采用OBD-II标准,从1996年起,全球所有的汽车制造厂商全面采用OBD-II标准。

2000年至今,国外汽车诊断设备发展的重要特征是直接采用各种自动化的综合诊断技术,增加难度较大的诊断项目,扩大诊断范围,提高对非常复杂的故障的诊断与预测能力,同时大量采用无线网络技术,不断提升实时监测水平,使汽车检测与故障诊断技术不断向前发展。

总体来讲,工业发达国家的汽车检测诊断技术,在管理上实现了制度化;在检测基础技术方面实现了标准化;在检测方式上向智能化、自动化方向发展。

1.2.2 我国汽车检测诊断技术发展概况

我国汽车工业起步较晚,相应的,汽车检测诊断技术起步也较晚。直到20世纪60年代中后期,才由交通科学研究院和天津市公共汽车三厂合作,成功研制出汽车综合试验台,为我国汽车检测诊断技术的发展迈出了第一步。

1977年,国家为了改变汽车运输维修技术落后的局面,下达了“汽车不解体检验技术”的研究课题,这是新中国成立以后,国家对汽车维修科研下达的第一个国家课题,标志着我国汽车检测诊断技术的新起点。但汽车检测诊断技术真正受到重视是从20世纪80年代初开始的,当时,我国汽车保有量急剧增加,为保证车辆安全运行,减少交通事故,政府有关部门采取了一系列积极措施,在全国中等以上城市,建成了许多安全性能检测站,促进了汽车检测诊断技术的发展。

20世纪80年代,由于国产汽车没有应用微机控制,汽车检测诊断技术发展较慢,随车诊断几乎是空白,车外诊断是当时我国诊断技术的主流。进入20世纪90年代后,随着计算机技术在我国快速发展以及电子控制系统在汽车上的广泛应用,汽车检测诊断技术在我国发生了革命性的变化。

20世纪90年代后,汽车检测诊断市场上,不仅出现了大量的诊断硬件设备,同时应用计算机的汽车故障诊断专家系统软件也有了长足的发展。我国自行研制生产的诊断设备已由单机发展为配套,由单功能发展为多功能,由手工操纵发展为自动控制,并逐步开发出实用的汽车专家诊断系统。

我国汽车随车诊断技术也快速发展,2020年7月1日起实施的GB 18352.6—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》中规定:轻型汽车必须装备车载诊断系统(OBD)。

目前,已研制完成并投入使用的汽车检测诊断设备中,用于发动机检测诊断的主要有:发动机无负荷测试仪、发动机综合测试仪、专用解码器、电子示波器、点火正时仪、废气分析仪、发动机异响诊断仪、机油快速分析仪、铁谱仪、油耗计、气缸漏气量检测仪等;用于底盘检测诊断的主要有底盘测功机、制动试验台、侧滑试验台、四轮定位仪、车速表试验台、灯光检验仪、车轮动平衡机等。

目前,我国已经建成近15 000个汽车检测站,形成了全国性的汽车检测网络,汽车检测诊断技术也已走在了全球前列。

1.2.3 我国汽车检测诊断技术展望

虽然我国汽车检测诊断技术发展很快,但与世界先进水平相比,还有一定差距。为使我国的汽车检测诊断技术赶超世界先进水平和适应汽车技术高速发展的需要,应从汽车检测技术基础规范化、检测诊断设备智能化和检测诊断网络化等方面进行深入的研究。

1. 实现汽车检测技术基础的规范化

我国汽车检测诊断技术在发展过程中,普遍重视硬件技术,而忽视或轻视了难度大、投入多、社会效益明显的检测方法和限值标准等基础技术的研究。随着汽车检测诊断技术的发展,应加强基础研究,完善与硬件配套的软件建设,制定量化的检测标准,统一规范全国各地的检测要求及操作技术。

2. 提高汽车检测诊断设备的性能和智能化水平

随着汽车检测诊断技术的发展,汽车检测诊断设备将向多功能综合式和自动化方向发展。同时,测试仪器也将趋向小型化、轻量化、测量放大一体化、非接触化、智能化。

而且,还应不断地提高检测诊断设备的性能,进一步提高检测诊断系统的智能化水平,增加检测诊断项目,扩大检测诊断范围,提高检测诊断设备的可靠性。

目前的检测诊断设备主要针对汽车电气和电控系统的故障,只能检测诊断汽车的部分性能和故障,而对汽车发动机及底盘机械故障的诊断,还缺乏方便、实用的仪器设备,仍然以人工经验法为主。

但随着新技术的出现和新产品的开发,不远的将来,利用汽车检测诊断设备诊断汽车故障将会成为汽车维修领域的主流。

3. 实现汽车检测诊断网络化

随着计算机网络技术的普及,汽车检测诊断将实现网络化。网络化可为汽车检测诊断提供源源不断的信息,人们可以通过互联网与世界上很多汽车公司、厂家联络,获得汽车故障诊断信息,而且随时可以得到高水平的“汽车专家诊断系统”的指导。随着可视网络技术的投入使用,远在千里之外的专家也能像在现场一样,逐步地指导检修人员诊断和排除故障。

另外,利用互联网技术,可将全国的汽车检测站连成一个广域网,使交通管理部门随时掌握车辆的状况。

1.3 汽车故障及汽车技术状况

汽车故障及汽车技术状况是汽车检测诊断的对象。了解汽车故障类型和汽车技术状况,掌握汽车故障产生原因和汽车技术状况变化规律,对汽车诊断参数及其标准的确定和检测方法的选择是极其重要的。

1.3.1 汽车故障

1. 汽车故障类型

汽车故障是指汽车零部件或总成完全或部分丧失工作能力的现象,其故障症状是故障

的具体表现。尽管汽车故障错综复杂、多种多样,但按以下分类方法可将汽车故障划分为几种主要类型。

(1) 按故障存在的系统可分为汽车电气故障和汽车机械故障。现代汽车电气故障又分为数字电路故障和模拟电路故障,其中,数字电路故障可方便地通过专用检测诊断设备(如汽车解码器)进行高效快速的诊断,而模拟电路故障一般借助经验或通过电路模拟得到故障征兆,然后通过测试进行确诊。汽车机械故障范围较广,通常是利用汽车运行过程中二次效应所提供的信息,如温升、噪声、润滑油状态、振动及各种物理、化学特性的变化来进行诊断。一般来说,现代汽车电气故障不解体检测相对容易,而汽车内部机械故障的不解体检测相对较难。

(2) 按故障形成的速度可分为突发性故障和渐发性故障。突发性故障是指发生前无任何征兆的故障,它不能靠早期的诊断来预测,其故障的发生具有偶然性,如汽车行驶时,铁钉刺破轮胎、钢板弹簧突然折断等。尽管突发性故障难以预测,但它一般容易排除。而渐发性故障,是指汽车技术状况连续变化,最终导致恶化而引起的故障。这种故障常有一个逐渐发展的过程,其故障的发生具有必然性,因此,能够通过早期诊断来预测。如发动机气缸磨损或曲轴轴颈磨损而出现的声响,就属于渐发性故障。渐发性故障一经发生,就标志着产品寿命的终结,对于汽车而言,则往往是需要大修或报废的标志。

(3) 按故障存在的时间可分为间歇性故障和永久性故障。间歇性故障有时发生,有时消失,如汽油机供油系气阻故障是一种典型的间歇性故障。而永久性故障则只有在修复或更换某些零部件后,才能排除故障、恢复功能,如曲轴轴瓦烧损、发动机拉缸就是永久性故障。

(4) 按故障显现的情况可分为功能故障和潜在故障。导致汽车功能丧失或性能下降的故障称为功能故障,这类故障可通过直接感受或测定其输出参数而判定,如发动机不能起动或发动机输出功率下降均属功能故障。潜在故障是指正在逐渐发展但尚未对功能产生影响的故障。如曲轴、连杆的裂纹,当尚未扩展到极限程度使其断裂时,为潜在故障。

(5) 按故障造成后果的严重程度可分为轻微故障、一般故障、严重故障和致命故障。轻微故障一般不会导致汽车停车或性能下降,不需要更换零件,用随车工具做适当调整即可排除,如气门脚响、点火正时失准、怠速过高等。一般故障可能导致汽车性能下降或汽车停车,但不会导致主要部件和总成的严重损坏,可更换易损零件或用随车工具在短时间内排除,如供油不畅、滤清器堵塞、个别传感器损坏等。严重故障可能导致主要零件的严重损坏,必须停车,并且不能通过更换零件或使用随车工具在短时间内排除,如发动机拉缸、烧瓦等。致命故障可能引起车毁人亡等恶性重大事故,如柴油车飞车、制动系统失效、转向系统失控等。

值得说明的是,上述故障的分类有些是相互交叉的,而且随着故障的发展,一种类型的故障也可以转化为另一种类型的故障。

2. 故障产生原因

汽车各部件产生的故障是由某些零件失效引起的。引发汽车零件失效的因素很多,主要包括工作条件恶劣、设计制造存在缺陷以及使用、维修不当三个方面。

(1) 工作条件恶劣。汽车零件的工作条件包括零件的受力状况和工作环境。汽车运行时,绝大多数汽车零件(如活塞、曲轴、齿轮、轴承等)是在动态应力下工作,由于汽车起步、停

车以及速度的变化,使汽车零件承受着冲击和交变应力,从而加速零件的磨损或变形而引发故障。

另外,汽车零件往往不只承受一种载荷作用,而是同时承受几种载荷的复合作用,若零件的载荷超过其允许承受能力,则会导致零件失效。

汽车零件在不同的工作介质和不同的温度下工作,容易引起零件的腐蚀磨损、磨料磨损以及热应力引起的热变形、热疲劳等失效。某些工作介质还可以使汽车零件材料脆化、高分子材料老化而引发故障。

(2) 设计制造存在缺陷。设计制造缺陷主要是指零件因设计不合理、选材不当、制造工艺不良而存在的先天不足。

设计不合理是汽车零件失效的主要原因之一,例如轴的台阶处过渡圆角过小,会造成应力集中,这些应力可能会成为汽车零件破坏的起源。设计花键、键槽、油孔、销钉孔等时,如果没有充分考虑到这些结构对截面削弱而造成的应力集中,也将会引起零件早期疲劳损坏。

材料选择不当及制造过程中因操作不当而使零件产生的裂纹、较大的残余应力以及较差的表面质量都可能成为零件失效的原因。

某些过盈配合零件的装配精度不够,可能导致相互配合零件之间的滑移和变形,将产生微动磨损,加速零件的失效。

某些间隙配合零件的装配间隙过大,则会导致汽车零件冲击过大而引发故障,并容易产生异响,使汽车的使用性能下降;而装配间隙过小,则零件运转时摩擦力、摩擦热过大,容易加快配合件的损坏,如发动机拉缸、烧瓦等。

(3) 使用、维修不当。汽车在使用过程中的超载、润滑不良、滤清效果不好、违反操作规程、汽车维护和修理不当等,都会引起汽车零件的早期损坏。

1.3.2 汽车技术状况

1. 汽车技术状况的变化

汽车技术状况是指定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能参数值的总和。汽车是一个多元件构成的复杂系统,系统内各元件、部件是相互关联的,系统内元件性能变化或产生故障,必然会引起整个系统技术状况的变化。

汽车在使用过程中,其内部零件之间、零件与工作介质之间,以及汽车与外界环境之间均存在着相互作用,其结果是引起零件磨损、发热、腐蚀等一系列物理和化学变化,使零件尺寸、相互装配位置、配合间隙、表面质量等发生改变,使汽车总成或零件失去原有性能,导致工作质量下降,从而使汽车技术状况发生变化。

随着行驶里程的增加,汽车技术状况会逐渐变坏,表现为动力性下降、经济性变差、可靠性降低。然而,汽车技术状况变化的速度根据汽车的结构强度、使用条件(道路、载荷、气候、车速)、驾驶技术和汽车维护情况的不同而有所差别。

检测人员可通过检测表征汽车外观和性能的诊断参数值来反映或确定某一时刻汽车的技术状况,例如:通过检测汽车加速时间、驱动轮输出功率、燃料消耗量等参数的变化情况来评价汽车的技术状况。

应重视汽车技术状况变化的研究,掌握变化症状,探究变化原因,以便适时地实施维修,保持汽车技术状况完好。

2. 汽车技术状况变化规律

汽车技术状况变化规律是指汽车技术状况与汽车行驶里程或行驶时间之间的变化关系。按变化过程的不同,汽车技术状况的变化规律有渐发性和偶发性两种。

(1) 汽车技术状况渐发性变化规律是指汽车技术状况的变化随汽车行驶里程或行驶时间呈单调变化,可用函数式表示其变化规律。如果汽车使用合理,则汽车技术状况的变化大多按行驶里程或行驶时间逐渐平缓地发生变化。

(2) 汽车技术状况偶发性变化规律也称为随机性变化规律,它表示汽车、总成出现故障或达到极限状态的时间是随机的、偶发的,没有严格的对应关系,没有必然的变化规律,对其变化过程独立地进行观察所得的结果呈现不确定性,但在大量重复观察中又具有一定的统计规律。

在随机变化过程中,汽车技术状况恶化所对应的汽车行程是随机变量,该行程的长短与汽车技术状况恶化前的状况无直接关系。但它仍然不同程度地受汽车使用中的偶然因素、驾驶人操作水平、零部件材料的不均匀性和隐蔽缺陷等因素的影响。

1.4 汽车诊断参数及其标准

1.4.1 汽车诊断参数

1. 诊断参数

汽车诊断参数是指供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的参数,它是汽车检测诊断技术的重要组成部分。在不解体条件下直接测量汽车结构参数常常受到限制,因此,在进行汽车诊断时,需要找出一组与汽车结构参数有联系并能足够表达汽车技术状况的直接或间接的诊断参数,并通过对这些诊断参数的测量来确定汽车技术状况的好坏。

通常,诊断参数与诊断对象的工作状况和外界条件有极大关系,而诊断对象的工作状况和外界条件往往受测试规范的制约。

因此,测取某诊断参数时,一定要注意测试规范。没有测试规范,诊断参数值就没有意义。诊断参数值都是对一定测试规范而言的,如测量功率是针对一定转速、一定节气门开度和规定的测量条件而言;测量制动距离是针对一定制动初速度、一定载荷和规定的道路条件而言。为了提高诊断的正确性,必须严格掌握与规范要求一致的测试规范,应当把测试规范与诊断参数看成一个整体。

2. 诊断参数分类

汽车诊断参数可分为三大类:工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

(1) 工作过程参数是指汽车工作时输出的一些可供测量的物理量和化学量,或指体现汽车或总成功能的参数,例如:发动机功率、油耗、汽车制动距离等。它可反映汽车或总成技术状况的主要信息,能显示诊断对象的功能质量,是对汽车技术状况进行综合评价的主要依据,常用于汽车或总成的初步诊断。

(2) 伴随过程参数是指系统工作时伴随工作过程输出的一些可测量参数,例如:发热、声响、振动等。它具有很强的通用性,能反映有关诊断对象技术状况的局部信息,常用于复杂系统的深入诊断。

(3) 几何尺寸参数是指由各机构零件尺寸间的关系决定的参数,例如:间隙、自由行程、车轮定位参数等。它是诊断对象的实在信息,能反映诊断对象的具体结构要素是否满足要求。几何尺寸参数与其他参数配合使用,无论是在初步诊断,还是深入诊断,均可对汽车技术状况的评价或故障诊断起到重要的作用。

虽然每一类诊断参数都有不同的含义,但它们都是用来描述汽车或总成技术状况的状态参数。这些状态参数与汽车或总成的结构参数变化有一定的函数关系,因此可通过检测状态参数的变化来准确描述结构参数的变化,从而达到不解体诊断汽车的目的。在确定汽车技术状况或判断某些复杂故障时,需采用不同类型的诊断参数进行综合诊断。

3. 常用的汽车诊断参数

根据诊断参数选择原则确定的汽车常用诊断参数见表 1-1。

表 1-1 汽车常用诊断参数

诊断对象	诊断参数	诊断对象	诊断参数
汽车整车	最高车速(km/h) 最大爬坡度(%) 0→100 km/h的加速时间(s) 驱动轮输出功率(kW) 驱动轮驱动力(N) 汽车燃料消耗量(L/100 km) 侧倾稳定角(°)	点火系统	蓄电池电压(V) 次级电路电压(V) 各缸点火电压(kV) 各缸短路点火电压(kV) 各缸断路点火电压(kV) 断电器触点间隙(mm) 断电器触点闭合角(°) 各缸点火波形重叠角(°) 点火提前角(°) 电容器容量(μF)
发动机总体	额定转速(r/min) 额定功率(kW) 最大转矩(N·m) 最大转矩转速(r/min) 怠速转速(r/min) 燃料消耗量(L/h) 单缸断火(油)时功率下降率(%) 发动机 HC、CO、NO _x 浓度排放量 发动机颗粒物(PM)排放率(g/m ³ 、g/km) 柴油机烟度 R _b 值和光吸收系数 K(m ⁻¹)	润滑系统	机油压力(kPa) 机油温度(°C) 理化性能指标变化量 清净性系数变化量 机油污染指数 介电常数变化量 金属微粒的含量,质量分数(%) 机油消耗量(kg)

续表

诊断对象	诊断参数	诊断对象	诊断参数
曲柄连杆机构	气缸压力(MPa) 气缸间隙(mm) 曲轴箱窜气量(L/min) 气缸漏气量(kPa) 气缸漏气率(%) 进气管真空度(kPa)	冷却系统	冷却液温度(°C) 散热器冷却液入口与出口温差(°C) 风扇传动带张力(N/mm) 风扇离合器接合、断开时的温度(°C) 节温器主阀门开始开启和全开时的温度(°C) 节温器主阀门全开时的升程(mm)
配气机构	气门间隙(mm) 凸轮轴转角(°) 配气相位(°)	制动系统	制动距离(m) 地面制动力(N) 左右制动力差值(N) 制动阻滞力(N) 制动系协调时间(s) 驻车制动力(N) 充分发出的平均减速度(m/s ²) 产生最大制动力时的踏板力(N) 产生最大驻车制动力时的操纵力(N) 制动完全释放时间(s) 车轮制动滑移率(%)
汽油机供给系统	汽油泵出口关闭压力(kPa) 化油器浮子室油面高度(mm) 空燃比 过量空气系数 电喷发动机喷油器的喷油量(mL) 电喷发动机各缸喷油不均匀度(%) 电动汽油泵泵油压力(kPa) 喷射系统压力(kPa) 喷射系统保持压力(kPa) 喷射时间(ms)	转向系统	转向盘自由转动量(°) 转向盘操纵力(N) 最小转弯直径(m) 转向轮最大转角(°)
柴油机供给系统	输油泵输油压力(kPa) 喷油泵高压油管最高压力(kPa) 喷油泵高压油管残余压力(kPa) 喷油器针阀开启压力(kPa) 喷油器针阀关闭压力(kPa) 喷油器针阀升程(mm) 各缸供油不均匀度(%) 供油提前角(°) 各缸供油间隔(°) 每一工作循环供油量(mL/工作循环)	行驶系统	车轮侧滑量(m/km) 车轮前束(mm) 前束角(°) 推力角(°) 车轮外倾角(°) 主销后倾角(°) 主销内倾角(°) 转向 20°时的张角(°) 左右轴距差(mm) 车轮静不平衡量(g) 车轮动不平衡量(g) 车轮端面圆跳动量(mm) 车轮径向圆跳动量(mm) 悬架吸收率(%) 悬架效率(%)