

第1章

汽车故障诊断与检测技术概述

基本思路:

汽车故障诊断与检测技术是根据汽车各系统工作流程和工作特征(“四条线”)的不同,选用合适的检测设备、检测工具和检测方法对其进行相关参数的测量,与标准参数比较,从而判断系统或零部件是否工作正常,找出确实有问题的“积木”后进行更换。这就是现代汽车的修理,也就是说现代汽车修理技术的重点是汽车检测和故障的诊断。本章学习和研究的重点是对不同的“线”所需相关检测设备和检测工具的正确使用,以及检测数据的分析和处理。

1.1 汽车故障诊断与检测技术基础知识

汽车检测诊断是确定汽车技术状况、寻找故障原因的技术手段,通过对汽车的检测与诊断,可以在不解体情况下判断汽车的技术状况,为合理使用汽车及维护、修理工作提供科学可靠的依据。

1.1.1 汽车故障诊断与检测技术的基本概念

1. 汽车故障

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象,其实质是汽车零件本身或零件之间的配合状态发生了异常变化。

汽车在使用过程中出现故障,其原因既有主观方面的,也有客观方面的。主观方面主要包括设计制造、材料选择、自然老化等;客观方面主要包括工作条件、使用维护以及正确操作等。

汽车故障按丧失工作能力的程度分为局部故障和完全故障。局部故障是指汽车部分丧失了工作能力,降低了使用性能的故障;完全故障是指汽车完全丧失了工作能力,不能行驶的故障。

汽车故障按造成后果又可分为轻微故障、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不能行驶或性能下降,不需要更换零件,用随车工具作适当调整即可排除,如点火、喷油正时不正确等。一般故障是指汽车运行中能及时排除的故障或不能排除的局部故障,一般故障会导致汽车停驶或性能下降,但一般不会导致主要部件和总成的严重损坏,可更换零件或用随车工具在短时间内排除,如来油不畅、传感器损坏等。严重故障是指汽车运行中无法完全排除的故障,此类故障可能导致零件的严重损坏,必须停车,且不能用更换零件或随车工具在短时间内排除,如发动机拉缸、抱轴等。致命故障是指造成汽车重大损坏的故障,可能引起车毁人亡的恶性重大事故,如柴油机飞车、制动系统失效等。



2. 汽车故障诊断

汽车故障诊断是指在不解体(或仅拆下个别小件)的情况下,确定汽车的技术状况,查明故障部位及故障原因的汽车应用技术。

汽车技术状况的诊断是通过检查、测量、分析、判断等一系列活动完成的,其基本方法主要分为两种。

(1) 直观诊断法 直观诊断法又称人工经验诊断法,是指诊断人员凭丰富的实践经验和一定的理论知识,在汽车不解体或局部解体情况下,依靠直观的感觉印象、借助简单工具,采用眼观、耳听、手摸和鼻闻等手段,进行检查、试验、分析,确定汽车的技术状况,查明故障原因和故障部位的诊断方法。这种诊断方法不需要专用仪器设备,投资少、见效快,但诊断速度慢、准确性差,不能进行定量分析,需要诊断人员有较高的技术水平。

(2) 现代仪器设备诊断法 现代仪器设备诊断法是在人工经验诊断法的基础上发展起来的一种诊断方法,是指在汽车不解体情况下,利用测试仪器、检测设备和检验工具,检测整车、总成或机构的参数、曲线和波形,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据的诊断方法。

现代仪器设备诊断法具有检测速度快、准确性高、能定量分析、可实现快速诊断等优点,而且采用微机控制的现代电子仪器设备能自动分析、判断、存储并打印出汽车各项性能参数。其缺点是投资大、操作人员需要有较高的文化素质、检测成本高等。

实际上,上述两种方法往往同时综合使用,称为综合诊断法。

3. 汽车检测

汽车检测是指为确定汽车技术状况或工作能力所进行的检查和测量。

按汽车检测的目的可分为安全环保检测和综合性能检测两大类。

(1) 安全环保检测 安全环保检测是指对汽车实行定期和不定期安全运行和环境保护方面所进行的检测。目的是在汽车不解体情况下建立安全和公害监控体系,确保车辆具有符合要求的外观容貌和良好的安全性能,限制汽车的环境污染程度,使其在安全、高效和低污染工况下运行。

(2) 综合性能检测 综合性能检测是指对汽车实行定期和不定期综合性能方面的检测。目的是在汽车不解体情况下,对运行车辆确定其工作能力和技术状况,查明故障或隐患部位及原因,对维修车辆实行质量监督,建立质量监控体系,确保车辆具有良好的安全性、可靠性、动力性、经济性、排气净化性和噪声污染性,以创造更大的经济效益和社会效益。

1.1.2 汽车故障诊断与检测技术的基本理论

汽车故障诊断与检测是确定汽车技术状况的应用性技术,不仅要求完善的检测、分析、判断的手段和方法,而且要求有正确的理论指导。为此,必须选择合适的诊断参数,确定合理的诊断参数标准和最佳诊断周期。诊断参数、诊断参数标准、最佳诊断周期是从事汽车故障诊断与检测工作必须掌握的基础理论知识。

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量,它包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

工作过程参数是汽车、总成和机构在工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学



量,如发动机功率、汽车燃油消耗量、汽车制动距离等。它提供的信息较广,是深入诊断的基础。汽车不工作时,工作过程参数无法测得。

伴随过程参数是伴随工作过程输出的一些可测量,如振动、噪声、异响、过热等。该参数可提供诊断对象的局部信息,常用于复杂系统的深入诊断。

几何尺寸参数可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况,如配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向圆跳动等。其提供的信息有限,但能表征诊断对象的具体状态。汽车常用的诊断参数见表1-1。

表1-1 汽车常用的诊断参数

诊 断 对 象	诊 断 参 数	诊 断 对 象	诊 断 参 数
汽车整体	最高车速/(km/h) 最大爬坡度(%) 0~100km/h加速时间/s 驱动轮输出功率/kW 驱动轮驱动力/N 汽车燃油消耗量/(L/100km, L/(100t·km)) 侧倾稳定角(°)	柴油机 供油系统	各缸喷油器喷油量/mL 各缸喷油器喷油不均匀度(%) 供油提前角(°) 喷油提前角(°)
		冷却系统	冷却液温度/℃ 冷却液液面高度 风扇传动带张力/kN 风扇离合器结合、断开时的温度/℃
发动机总成	额定转速/(r/min) 怠速转速/(r/min) 发动机功率/kW 发动机燃油消耗量/(L/h) 单缸断火转速平均下降值/(r/min) 废气成分(体积分数)(%)	润滑系统	机油压力/kPa 机油液面高度 机油温度/℃ 理化性能指标变化量 介电常数变化量 金属微粒的含量,质量分数(%) 机油消耗量/kg
曲轴连杆机构	气缸压力/MPa 气缸漏气量/kPa 曲轴箱窜气量/(L/min) 进气管真空度/kPa	点火系统	蓄电池电压/V 初级电路电压/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 点火提前角(°) 闭合角(°)
配气机构	气门间隙/mm 配气相位(°)		
汽油机 供油系统	空燃比 汽油泵出口关闭压力/kPa 供油系供油压力/kPa 喷油器喷油压力/kPa 喷油器喷油量/mL 喷油器喷油不均匀度(%)	传动系统	传动系游动角度(°) 传动系机械传动效率 传动系功率损失/kW 总成工作温度/℃
柴油机 供油系统	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	制动系统	制动距离/m 制动时间/s 制动力/N 制动协调时间/s 制动减速度/(m/s ²)



(续)

诊 断 对 象	诊 断 参 数	诊 断 对 象	诊 断 参 数
转向系统	车轮侧滑量/(m/km) 车轮前束/mm 车轮外倾角(°) 主销后倾角(°) 主销内倾角(°) 转向盘最大自由转动量(°) 转向盘外缘最大切向力/N	行驶系统	车轮静不平衡量/g·mm 车轮动不平衡量/g·mm 车轮端面圆跳动量/mm 车轮径向圆跳动量/mm
		其他	前照灯发光强度(cd) 前照灯光束照射位置/mm 车速表允许误差(%) 喇叭声级(dB) 车内噪声级(A声级)(dB)

2. 诊断参数标准

诊断参数标准是对诊断参数限值的统一规定，利用诊断参数量测量值对诊断对象的技术状况进行评价的依据。根据来源可把诊断参数标准分为三类。

(1) 国家标准 指由国家机关制定和颁布的可用于诊断的技术标准。这类标准主要涉及汽车行驶安全性和对环境的影响，如 GB 7258—2012《机动车运行安全技术条件》和 GB 18285—2005《点燃式发动机汽车排气污染物限值及测量方法(双怠速及简易工况)》等。这些标准可反映汽车或汽车某机构的工作能力，因此广泛应用于汽车检测与诊断中，如：制动距离可反映汽车制动系统的技术状况；排气中 CO 和 HC 含量大小除反映汽车对环境的影响外，还可综合反映燃油供给系统、点火系统技术状况和燃烧情况。

(2) 制造厂推荐标准 指由汽车制造厂通过技术文件对汽车某些参数所规定的标准，一般主要涉及汽车的结构参数，如气门间隙、分电器触点间隙、车轮定位角、点火提前角等。这类标准一般在设计阶段确定，并在样车或样机的台架或运行试验中修订，与汽车的使用可靠性、使用寿命和经济性有关。

(3) 企业标准 指汽车运输企业根据车辆的实际情况所制定的标准。这类标准因汽车使用条件不同而不同，如：在市区与公路、平原与山区不同道路条件下，汽车使用油耗相差很大，不能采用统一的油耗标准；汽车在矿区使用较在公路上使用，润滑油的污染速度要快得多，应采用不同的润滑油换油周期。

汽车各项诊断参数的标准，一般都应包括诊断参数的初始标准 P_i 、诊断参数的极限标准 P_n 和诊断参数的许用标准 P_d 。

1) 诊断参数的初始标准 P_i 相当于无技术故障的新车诊断参数的大小。对于汽车的某些机构或系统(如点火系统、供油系等)来说， P_i 是按最大经济性原则来确定的。这一标准可在汽车运用过程中一直使用，例如，对某种型号汽车来说，它的点火系统最佳点火提前角在使用中应一直保持在 $3^\circ \sim 8^\circ$ 范围内，因为这项标准能确保汽车获得最大的动力性和最好的经济性。

2) 诊断参数的极限标准 P_n 指汽车失去工作能力或技术性能将变坏，以及行驶安全性得不到保证时所对应的诊断参数值。诊断参数的测试值超出其极限标准值时，汽车将不能再使用。在汽车使用过程中，通过逐次诊断，并把诊断结果与诊断参数极限值比较，可预测汽车的使用寿命。诊断参数的极限标准值，由国家机关技术部门制定(如汽车修理标准)。



3) 诊断参数的许用标准 P_d 是汽车保养工作中定期诊断的主要标准。在许用标准内汽车无需进行保修工作。如果在汽车运用过程中, 发现诊断参数值超出了许用标准, 即使汽车还有工作能力, 也不能再等到原来的保修间隔里程才进行保修了, 要适当提前安排保养或修理, 否则汽车的技术经济性能将下降, 故障率将升高。

诊断参数标准的初始值、极限值和许用值, 可能是单一的数值, 也可能是数值范围。它们三者之间的关系及诊断参数随行驶里程的变化关系如图 1-1 所示。

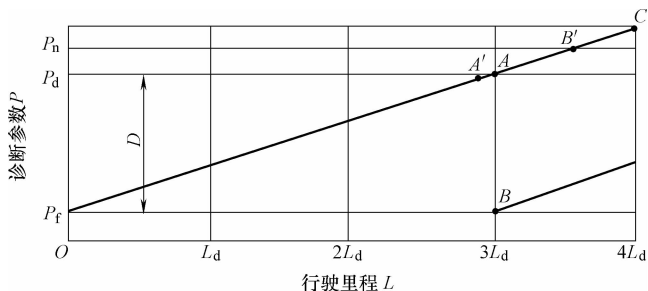


图 1-1 诊断参数随行驶里程的变化情况

D —诊断参数 P 的允许变化范围 L_d —诊断周期 $P_f C$ —诊断参数 P 随行驶里程 L 的变化 A' — P 变化至与 P_d 相交, 继续行驶可能发生故障

B' — P 变化至与 P_n 相交, 继续行驶可能发生损坏 C —发生损坏

A — P 变化至 A' 后可继续行驶, 至最近的一个诊断周期采取维修措施

AB —采取维修措施后, P 降至开始标准 P_f , 汽车技术状况恢复

3. 诊断周期

诊断周期是指汽车诊断的间隔期, 以使用时间或行驶里程表示。

诊断周期的确定, 是根据技术与经济相结合的原则, 保证车辆的完好率最高、同时消耗的费用最少, 从而获得最佳的诊断周期。

根据交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》(交通部[1990]第 13 号令), 运输业汽车实行“定期检测、强制维护、视情修理”的制度。该规定要求车辆二级维护前应进行检测诊断和技术评定, 根据结果, 确定附加作业或修理项目, 结合二级维护一并进行。又规定车辆修理应贯彻视情修理的原则, 即根据车辆检测和技术鉴定的结果, 视情按不同作业范围和深度进行, 既要防止拖延修理造成车况恶化, 又要防止提前修理造成浪费。既然规定在二级维护前进行检测诊断, 则二级维护周期(间隔里程)就是我国目前最佳诊断周期。

1.2 汽车电路检修基础

随着电子技术的发展, 汽车电控系统的控制功能越来越多, 汽车电路也越来越复杂。读懂汽车电路图, 不仅可以了解各电控系统元件的工作原理及它们之间的连接关系, 而且对汽车故障诊断和检修也十分重要。在对汽车进行故障诊断或检修时, 利用汽车电路图可迅速找出电控系统元件的安装位置, 以便对故障相关线路进行检查, 并可避免检修过程中将线路连接错误。因此, 正确识读汽车电路图、分析并找出其特点和规律, 是进行汽车电路故障诊断与排除以及全面检修的基础。

1. 汽车电路检修的一般程序

检修电路故障的关键是分析、判断故障原因。汽车电路检修的一般程序如下:

1) 验证车主(用户)反映的情况。在详细了解故障现象和故障发生经过的基础上, 作必要的验证。在动手拆、测之前, 尽可能缩小故障产生的范围。

2) 分析电路原理图, 弄清电路的工作原理, 对问题所在作出推断。对相关线路进行检查, 如果相关线路工作正常, 说明共同部分没问题, 故障原因仅限于有问题的这一线路中; 如果相关的几条线路同时出现故障, 原因多半在熔断器或搭铁线上。