



## 情境一

# 车辆故障综合诊断基础

### 任务一

## 汽车检测与诊断基础知识

汽车检测与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、诊断理论及在汽车不解体条件下的检测，以确定汽车技术状况及其故障的一门学科。

### 一、术语解释

(1) 汽车故障：汽车部分丧失或完全丧失工作能力的现象，如不能启动、不能行驶等。

(2) 汽车技术状况：定量测得的表征汽车工作能力的某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和，如外观尺寸、功率、油耗、车速、转速、制动性、操作平衡性。

(3) 汽车检测：确定汽车技术状况或工作能力的检查和测量。

(4) 汽车诊断：在不解体（或仅卸下个别零件）条件下，确定汽车技术状况或查明故障部位、原因所进行的检测、分析与判断。

(5) 诊断参数：供诊断用的，表征汽车总成及机构技术状况的参数。

(6) 诊断周期：汽车诊断的间隔期。

(7) 诊断标准：对汽车诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定。

(8) 汽车检测站：从事汽车检测的事业性或企业性机构。

### 二、汽车故障的变化规律

汽车故障的产生是有一定规律的。要学习汽车故障诊断与检测技术，首先要掌握汽车故障的变化规律，而要学习汽车故障的变化规律，则须了解汽车故障产生的原因。



### 1. 汽车故障产生的原因

汽车故障主要是由于零件之间的自然磨损或异常磨损、零件与有害物质接触造成的腐蚀、零件在长期交变载荷下的疲劳、在外载负荷及温度残余内应力下的变形、非金属零件及电器元件的老化，以及偶然的损伤等原因造成的。磨损和老化是故障产生的主要原因，其中又以磨损为主，而汽车零件的磨损又是有一定规律的。

### 2. 零件的磨损规律

零件的磨损规律是指两个相配合零件的磨损量与汽车行驶里程的关系，又称为零件的磨损特性。图 1-1 所示的是两零件的关系曲线——零件的磨损特性曲线。零件的磨损可分为下面 3 个阶段。

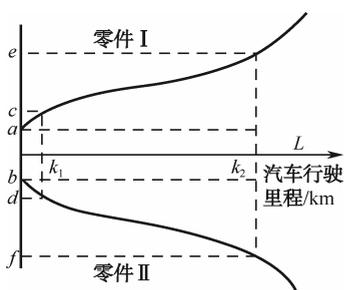


图 1-1 零件的磨损特性曲线

#### (1) 零件的磨合期

由于零件表面粗糙度的存在，在配合初期，其实际接触面积较小，压力极高，因此初期磨损量较大，但随着行驶里程的增加，配合相应改善，磨损量的增长速度开始减慢。零件在磨合期的磨损量主要与零件的表面加工质量及磨合期的使用有关。

#### (2) 正常工作期

在正常工作期（图 1-1 中的  $k_1 \sim k_2$ ），由于零件已经过了初期磨合阶段，零件的表面质量、配合特性均达到最佳状态，润滑条件也得到相应改善，因而磨损量较小，磨损量的增长也比较缓慢，就整个阶段的平均情况来看，其单位行驶里程的磨损量变化不大。零件在正常工作期间的磨损属于自然磨损，磨损程度取决于零件的结构、使用条件和使用情况，合理使用将会使正常工作期相应延长。

#### (3) 加速磨损期

在加速磨损期，零件的配合间隙已超限，润滑条件恶化，磨损量急剧增加，若继续使用，将会由自然磨损发展为事故性磨损，使零件迅速损坏。此阶段的磨损属于异常磨损。与零件的磨损特性相对应，汽车也会产生相应的故障变化。

### 3. 汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律是指汽车的故障率随行驶里程的变化规律。

汽车故障率是指使用到某行驶里程的汽车，在单位行驶里程内发生故障的概率，也称失效率或故障程度。它是衡量汽车可靠性的一个重要参数，体现了汽车在使用中工作能力的丧失程度。汽车故障的变化规律曲线就是汽车的故障率与行驶里程的关系曲线，如图 1-2 所示。与零件的

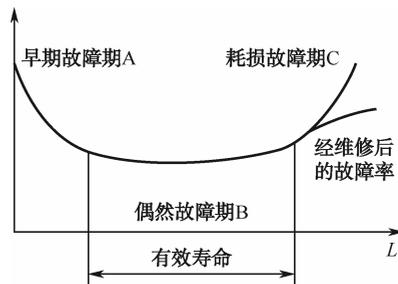


图 1-2 汽车故障变化规律曲线



磨损规律相对应，汽车故障变化规律也分如下 3 个阶段。

#### （1）早期故障期

早期故障期相当于汽车的磨合期。因初期磨损量较大，所以故障率较高，但随着行驶里程增加而逐渐下降。

#### （2）随机故障期或偶然故障期

在随机故障期，其故障的发生是随机性的，没有一种特定的故障在起主导作用，多由于使用不当、操作疏忽、润滑不良、维护欠佳及材料内部隐患，以及工艺和结构缺陷等偶然因素所致。在此期间，汽车或总成处于最佳状态，其故障率低而稳定，其对应的行驶里程一般称为汽车的有效寿命。

#### （3）耗损故障期

在耗损故障期，由于零件磨损量急剧增加，大部分零件老化损耗，特别是大多数受交变载荷作用及易磨损的零件已经老化，因而故障率急剧上升，出现大量故障，若不及时维修，将导致汽车或总成报废。因此，必须把握好耗损点，制定合适的维修周期。

由上可知，早期故障期和随机故障期所对应的行驶里程即为汽车的修理周期，又称修理间隔里程。

### 三、诊断类型、方法及特点

汽车经过长期使用后，随着行驶里程增加，技术状况将逐渐变差，出现动力性下降、经济性变差、排气污染增加、可靠性降低和故障率升高等现象。汽车的这一变化过程是必然的，是符合发展规律的。但是，如能按一定周期诊断出汽车的技术状况，并采取相应的维护和修理措施，就可以延长汽车的使用寿命。

汽车技术状况的诊断是由检查、测试、分析、判断等一系列活动完成的，其基本方法主要分为两种：一种是传统的人工经验诊断法；另一种是现代仪器设备诊断法。

（1）人工经验诊断法是诊断人员凭借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的情况下，借助简单工具，用眼看、耳听、手摸、鼻子闻等手段，边检查、边试验、边分析，进而对汽车技术状况做出判断的一种方法。这种诊断方法具有不需要专用检测设备、可随时随地应用、投资少、见效快等优点。但是，也有诊断速度慢、准确性差、不能进行定量分析和需要诊断人员有较高技术水平等缺点。人工经验诊断法多适用于中、小维修企业和汽车队。该方法虽然有一定缺点，但在相当长的时期内仍有十分重要的实用价值。即使普遍使用了现代仪器设备诊断法，也不能完全脱离人工经验诊断法。即使是专家诊断系统，也是把人脑的分析、判断，通过计算机语言变成了微机的分析、判断。所以，不能忽视人工经验诊断法。

（2）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法。该方法可在不解体情况下，用现代仪器设备检测汽车、总成和机构的诊断参数，为分析、判断汽车技术状况提供定量依据。采用微机控制的仪器设备甚至能自动分析、判断、存储并打印汽车





的技术状况。现代仪器设备诊断法的优点是检测速度快、准确性高，能定量分析；缺点是投资大、占用厂房，操作人员需要培训等。该诊断法适用于汽车检测站、大型维修企业和特约维修服务站等，是汽车诊断与检测技术的发展方向。

### 任务二

## 车辆检测与诊断参数及标准

汽车的故障检测与诊断是确定汽车技术状况的应用性技术，不仅要求有完善的检测、分析、判断手段和方法，而且要有正确的理论指导。因此，在检测与诊断汽车技术状况时，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检测与诊断工作必须掌握的基础理论知识。

### 一、汽车检测与诊断参数

汽车检测与诊断参数包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数等三类。

#### 1. 工作过程参数

工作过程参数是汽车、总成及机构工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量。例如，发动机功率、驱动车轮输出功率或驱动力、汽车燃油消耗量、制动距离、制动力或制动减速度、滑行距离等，这些参数往往能表征诊断对象工作过程中总的技术状况，适用于总体诊断。

如通过检测，底盘输出功率符合要求，则说明汽车输出功率符合要求，也说明发动机技术状况和传动系技术状况均符合要求；反之，如通过检测，底盘输出功率不符合要求，则说明发动机输出功率不足或传动系功率损失太大，再通过进一步深入检测与诊断，就可确定是发动机技术状况不佳还是传动系技术状况不佳。工作过程参数是深入诊断的基础，汽车不工作时，工作过程参数无法测量。

#### 2. 伴随过程参数

伴随过程参数是伴随汽车工作过程中输出的一些可测量的物理量。例如，震动、噪声、异响、过热等，这些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。汽车不工作时，伴随过程参数无法测得（过热除外）。

#### 3. 几何尺寸参数

几何尺寸参数可提供汽车总成及机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。例如，总成及机构中的配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向圆跳动等，这些参数都可以作为诊断参数使用。它们提供的信息量虽然有限，但却能表征诊断对象的具体状态。

汽车常用的诊断参数如表 1-1 所示。



表 1-1 汽车常用诊断参数

诊断对象	诊断参数
汽车总体	最高车速/(km/h) 最大爬坡度/(°) 驱动车轮输出功率/kW 驱动车轮驱动力/kN 汽车燃料消耗量/(L/km)或(L/100km) 汽车侧倾稳定角/(°)
发动机总体	额定转速/(r/min) 怠速转速/(r/min) 发动机功率/kW 发动机燃料消耗量/(L/h) 单缸断火(油)转速F降值/(r/min) 汽油车怠速排放CO体积分数/(%) 汽油车怠速排放HC体积分数/ $\times 10^{-6}$ 汽油车怠速排放NO <sub>x</sub> 体积分数/(%) 汽油车怠速排放CO <sub>2</sub> 体积分数/(%) 柴油车自由加速烟度/Rb
曲柄连杆机构	汽缸压力/MPa 曲轴箱窜气量/(L/min) 汽缸漏气量/kPa 汽缸漏气率/(%) 进气管真空度/kPa
配气机构	气门间隙/mm 配气相位/(°)
汽油机供给系	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/(%)
柴油机供给系	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 喷油器针阀升程/mm 各缸供油不均匀度/(%) 供油提前角/(°) 各缸供油间隔/(°) 各缸喷油器的喷油量/mL





续表

诊断对象	诊断参数
点火系	初级电路导通闭合角/ (°) 各缸点火波形重叠角/ (°) 点火提前角/ (°) 火花塞间隙/mm 各缸点火电压/kV 各缸点火电压短路值/kV 点火系最高电压值/kV
润滑系	机油压力/kPa 机油池液面高度/mm 机油温度/°C 机油消耗量/kg 或 L 理化性能指标变化量 清净性系数 $K$ 的变化量 介电常数的变化量 金属微粒的体积分数/ (%)
冷却系	冷却液温度/°C 冷却液液面高度/mm 风扇传动带张力/kN
传动系统	传动系游动角度/ (°) 传动系功率损失/kW 传动系机械传动效率 总成工作温度/°C
制动系	制动距离/mm 制动力/N 制动拖滞力/N 驻车制动力/N 制动减速度/ (m/s <sup>2</sup> ) 制动时间/s 制动协调时间/s 制动完全释放时间/s
转向桥与转向系	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/ (°) 转向轮最大转向角/°C 最小转弯直径/m 转向盘最大自由转动量/ (°) 转向盘最大转向力/N





续表

诊断对象	诊断参数
行驶系	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 轮胎花纹冠花纹深度/mm
其他	前照灯发光强度/cd 前照灯光束照射位置 车速表允许误差 喇叭声级/dB 客车车内噪声级/dB 驾驶员耳旁噪声级/dB

## 二、诊断参数标准

要定量地评价汽车、总成及机构的技术状况，确定维修的范围和深度，预报无故障工作里程，单有诊断参数是不够的，还必须建立诊断参数标准，提供一个比较尺度，这样，在检测到诊断参数值后，与诊断参数标准值对照，即可确定汽车是继续运行还是需要维修。

### 1. 诊断标准的类型

汽车诊断参数标准与其他标准一样，可分为国际标准、国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等几类。

#### (1) 国际标准

国际标准是由国际某地区或国家的汽车组织制定的相关国际通用标准，如《汽车微机随车故障自诊断系统欧洲统一标准》《汽车微机随车故障自诊断系统美国统一标准》等。

#### (2) 国家标准

国家标准是由国家制定的标准，一般由某行业部委提出，由国家技术监督局发布，全国各级有关单位及个人都必须执行，具有强制性和权威性，如《营运车辆综合性能要求和检验方法》《机动车运行安全技术条件》等。

#### (3) 行业标准

行业标准也称为部委标准，是部级或国家委员会制定并发布的标准，在部委系统内贯彻执行，在一定范围内具有强制性和权威性，有关单位和个人必须执行。

#### (4) 地方标准

地方标准是省级、市地级、市县级制定并发布的标准，在地方范围内贯彻执行，也在一定范围内具有强制性和权威性，有关单位和个人必须贯彻执行。省、市地、市县三级除贯彻执行上级标准外，还可根据本地具体情况制定地方标准或率先制定上级没有制定的标准。地方标准中的限值可能比上级标准中的限值要求还要严格。





### (5) 企业标准

企业标准包括汽车制造厂推荐的标准、汽车运输企业和汽车维修企业内部制定的标准、检测仪器设备制造厂推荐的参考性能三种类型。

汽车制造厂推荐的标准是指汽车制造厂在汽车使用说明书中公布的汽车使用性能参数、结构参数、调整数据和使用极限等标准。汽车检测时可以把它们作为诊断参数标准来使用。该类标准是汽车制造厂根据设计要求和制造水平，为保证汽车使用性能和技术状况而制定的。

汽车运输企业和维修企业的标准是企业内部制定的标准，只在企业内部贯彻执行。该类标准除贯彻执行上级标准外，往往根据本企业的具体情况，制定一些上级标准中尚未规定的内容。企业标准中有些参数的限值比上级标准还要严格，以保证汽车维修质量和树立良好的企业形象。企业标准必须达到国家标准和上级标准的要求，同时允许高于国家标准和上级标准的要求。

## 2. 诊断参数标准的组成

诊断参数标准一般由初始值、许用值和极限值三部分组成。

### (1) 初始值

初始值相当于无故障新车和大修车诊断参数值的大小，往往是最佳值，在汽车使用过程中，一些机构、系统在进行恢复性作业或调整作业后，测定参数必须达到初始标准值。诊断参数的初始标准一般在技术文件中给出。对于汽车的某些机构或系统，如点火系统和汽油供给系统，它的初始诊断标准是按最大经济性原则来确定的，最大经济性是指在各种不同条件下运行的车辆能够广泛采用的一个指标。

初始值可作为新车和大修车的诊断标准。诊断参数测量值处于初始值范围内，表明诊断对象技术状况良好。

### (2) 许用值

许用值是汽车维护工作中定期诊断的主要标准。这项标准能够保证汽车在确定的间隔里程内具有最佳的无故障率水平。在汽车运用过程中，许用标准是汽车在确定的间隔里程内是否出现故障的界限，诊断参数若在此值范围内，则表明诊断对象技术状况发生变化，但尚属正常，无须修理，按要求维护即可继续运行；超过此值，应及时进行修理，否则汽车的技术经济性将下降，故障率将上升。

### (3) 极限值

诊断参数测量值超过极限值，表明汽车技术状况严重恶化，必须进行修理。此时发动机的动力性、经济性和环保性大大降低，行驶安全得不到保证，有关机件磨损严重，甚至可能发生机械事故。

为了保证可比性，诊断标准的规定值应与诊断对象的运转工况相适应。在制定诊断标准时，对与汽车安全有关的诊断参数，其诊断标准要严格些。在制定标准时，应根据技术、工艺、经济、安全等各方面的因素，确定适合大多数汽车的诊断标准。





### 三、诊断周期

诊断周期是汽车诊断的间隔期，以汽车行驶里程或使用时间（月或日）表示。应在满足技术和经济两方面的条件下，确定最佳诊断周期。最佳诊断周期是指能保证车辆的完好率最高而消耗的费用最少的诊断周期。

为了保证车辆在无故障状态下运行，又能使我国维修制度中“预防为主，定期检测，强制维护，视情修理”的费用降至最低，最佳诊断周期的确定就显得尤为重要。

制定最佳诊断周期时应考虑汽车技术状况、使用条件、汽车检测诊断、维护修理及停驾损耗的费用等多项因素。

#### 1. 汽车技术状况

汽车新旧程度不一、行驶里程不一、技术状况等级不一，甚至还存在使用性能、结构特点、故障规律和配件质量不一等情况，显然其最佳诊断周期也不相同。

凡是新车或大修车、行驶里程较少的车、技术状况等级为一级的车，其最佳诊断周期长，反之则短。

#### 2. 汽车使用条件

汽车使用条件包括气候条件、道路条件、装载条件、驾驶技术、是否拖挂及燃料质量等条件。凡是气候恶劣、道路状况极差、经常超载、驾驶技术不佳、拖挂行驶、燃料质量得不到保障的汽车，其最佳诊断周期短，反之则长。

#### 3. 费用

费用包括诊断检测、维护修理和停驶损耗等费用。若使诊断检测和维护修理费用降低，则使最佳诊断周期延长，但汽车因故障停驶的损耗费用增加；若使停驶损耗的费用降低，则使最佳诊断周期缩短，但诊断检测、维护修理的费用增加。

由此可见，制定最佳诊断周期应从单位里程费用最小和技术完好率最高两方面考虑，而两者往往是可以求得一致的。

根据交通运输部《汽车运输业技术管理规定》，汽车实行“预防为主，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，根据检测结果，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，即根据车辆诊断检测和技术鉴定的结果，视情按不同的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。

从上述规定中可以看出，二级维护前和车辆大修前都要进行检测诊断。其中，大修前的检测诊断，一般在大修间隔里程行将结束时结合二级维护前的检测诊断进行。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）就是我国目前的最佳诊断周期。

