

# 绪 论

汽车技术状态的好坏，关系着汽车运输生产效率的高低、汽车行驶的安全性和可靠性。由于汽车运行条件复杂，其载荷、路况、气候和交通运输环境等各异多变，同时运动件的自然磨损、旋转件及车辆的振抖都会造成连接关系的变化、变形和松脱。所以汽车在运行过程中发生故障是难免的。要排除汽车故障，首先要诊断清楚故障的所在，查明故障的原因，然后对症下药进行排除。

汽车的维护与修理，依赖于汽车的检测与故障诊断。随着汽车高新技术的飞速发展和新型电子产品的广泛应用，现代汽车维修的内涵和方式、汽车的检测和故障诊断技术也发生着深刻的变化。与传统的汽车维修相比，现代汽车的维修有以下几方面的变化：

从零部件修复到零部件更换。

从局部性能的恢复到整车性能的恢复。

从显性故障的排除到隐性故障的排除。

从机械、电器、液压等的单项修复到综合项目的修复。

从解体修理到不解体修理。

现代汽车检测和故障诊断，是在不解体条件下进行的。随着高新技术的广泛应用，电子化程度的不断提高，对车辆故障诊断的要求也越来越高，检测与诊断的地位也越来越重要。与传统汽车检查诊断相比较，现代汽车检测与故障诊断本身所包含的知识、侧重的内容、涉及的范围、利用的设备以及采用的方法均发生了很大的变化。所以近年来汽车检测和诊断逐渐成为一门独立的学科，成为汽车行业范畴内一个极其重要的分支。汽车的检测与诊断技术，贯穿于汽车运用、汽车保养、汽车维修、汽车修理以及交通安全和环境保护等各个领域，而且起着日益重要的作用。

汽车故障的诊断，涉及面较大，是经常性的大量工作。只要掌握了相关知识，认真对待，仔细诊断和分析，故障总是可以排除的。

汽车检测与故障诊断人员应具备的一些基本要素：

## 1. 熟悉汽车的结构和基本工作原理

现代汽车是较为完善，较为复杂，并由几千个零部件组成的集高新技术于一体的机电一体化系统。想要判断某种车型的故障，首先必须熟悉该车型的结构与工作原理，然后结合新出现的故障现象进行检查分析，才能得心应手，不走或少走弯路，迅速、准确而有效地判明故障。

## 2. 熟悉汽车燃油、润滑油品质的影响

使用适当的燃料、润滑油是汽车正常行驶的先决条件。若用不合要求的燃油、润滑油是引起故障的重要原因之一。例如使用低于该发动机要求规定牌号的汽油，将会引起爆震。车用柴油机应选用十六烷值较高（40~50）、凝点较低、黏度合适、不含水分和机械杂质的柴油。选用不合适的润滑油，会造成润滑不良，加剧运动件的磨损或烧毁，造成严重事故。

## 3. 注意环境条件的影响

在判断故障时要考虑到环境条件，主要指道路、气候条件、地域等的影响。在灰尘较多的

环境下行驶的汽车 空气滤清器就容易堵塞 通常表现为动力下降、油耗增加、排气冒黑烟。在高温天气 或海拔较高的地区 行驶的汽车 发动机易于过热 供油系产生“气阻”易产生液压制动失灵。

#### 4. 要重视人为因素的影响

汽车在使用、保养和修理过程中，操作人员的技术熟练程度、工作责任心等对汽车故障的发生及程度有着重大的关系。同类汽车，使用条件相同，往往由于使用人员素质不同，差异甚大。

#### 5. 考虑到汽车制造厂家和汽车配件质量的影响

汽车制造厂若设计和生产过程中有先天性缺陷，将会给汽车带来极大的隐患。另外，汽车配件的生产厂家众多，产品质量水平参差不齐，甚至相差悬殊。一般来说原厂产品质量较其他配件厂的产品质量要好。

#### 6. 注意汽车故障的检查顺序

在判断和检查汽车故障时，若一时不能做出准确判明，则要按照合理顺序检查，一般应遵循“由易到难，由外到内，尽少拆件”的原则。这个原则对指导我们正确判断故障、省时省力、准确迅速排除故障有着重要的作用。

#### 7. 掌握汽车故障现象

汽车故障的判断是以故障的外部现象为依据。因为任何事物都是“事出有因”，其主要表现为发动机启动困难、发动机动力不足、油量消耗大、起步不顺利、转向沉重、行驶不平稳、制动不灵及跑偏、异常响声等，同时再结合汽车构造及工作原理进行分析、判断，就能将故障尽快排除。

随着汽车电子化程度的日益提高，发生故障后的诊断问题已成为维修工作的重点。因此，集现代电子技术、自动化控制技术与理论、信息技术与理论、计算机技术与理论 特别是人工智能技术与理论于一体的故障诊断技术与理论在汽车维修工程中已得到越来越多的应用，并且已是汽车维修基础理论研究的重要领域和前沿课题。

本书主要介绍汽车检测与故障诊断的基础知识，以及整车检测、汽车发动机和底盘技术状况检测与故障诊断的基本原理、方法，并对新涉及的仪器设备和有关的技术标准作相应介绍。

# 第一章 汽车检测诊断与维修基础知识

## 第一节 基本概念

### 一、汽车检测

#### 1. 汽车检测

汽车检测是指使用现代检测技术和设备对汽车进行的不解体检查与测试，其目的是确定汽车的技术状况和工作能力。

所谓汽车技术状况是指运用汽车检测设备和通过感官测得的汽车外观情况、各总成和分总成完好情况、整车各使用性能状态情况等。

通过对汽车进行检测，可以为汽车继续运行或进厂维修提供依据。

#### 2. 汽车检测的主要内容

##### (1) 安全性

汽车安全性检测项目有制动、侧滑、转向和前照灯检测。

##### (2) 可靠性

汽车可靠性检测项目有汽车异响、磨损、变形和裂纹检测。

##### (3) 动力性

汽车动力性检测项目有车速、加速性能(加速时间)、底盘输出功率、发动机功率、转矩以及点火系、供油系的状况检测。

##### (4) 经济性

汽车经济性检测内容是燃油消耗量的检测。

##### (5) 法规适应性(环保性)

汽车法规适应性检测项目有汽车噪声和尾气排放状况检测。

#### 3. 汽车检测的分类

根据汽车检测诊断的目的，汽车检测可分为以下类型：

##### (1) 安全性能检测

把只检测汽车安全性、环保性和动力性指标中车速这一项的检测称为安全性能检测。

对汽车实行定期和不定期的安全性能检测，其目的在于确保汽车具有符合要求的外观、良好的安全性能并符合噪声、尾气排放法规标准的规定，以强化汽车的安全管理。

汽车安全性能检测由公安交通管理部门组织实施。

##### (2) 综合性能检测

把检测汽车安全性、可靠性、动力性、经济性和环保性等五种主要性能的检测称为综合性能检测。

对汽车实行定期和不定期的综合性能检测，其目的是在汽车不解体的情况下，确定运输车

辆的工作能力和技术状况，考查汽车是否符合安全性、可靠性、动力性和经济性及法规适应性的要求，以提高运输效能及降低消耗，使运输车辆具有良好的经济效益和社会效益。

汽车综合性能检测由交通管理部门负责组织实施。

### (3) 与维修有关的汽车检测

在汽车维修行业中，通过对汽车检测，确定是否需要大修以实行视情修理。通过检测诊断查找故障的确切部位和发生故障的原因，从而确定排除故障的方法。同时，在汽车维修过程中利用检测设备可提高维修质量。

总的来说，汽车检测有两个不同的目的：对显现出故障的汽车，通过检测找出故障部位查出原因，从而排除之；对汽车技术状况进行全面检查，确定汽车技术状况是否满足有关技术标准的要求及与标准相差的程度，从而决定汽车是否继续运行或通过维修延长其使用寿命。

## 二、汽车诊断

### 1. 汽车诊断

汽车诊断是由检查、分析、判断等一系列活动完成的，是对汽车技术状况进行的检验，目的是查明故障的原因与准确部位。

### 2. 汽车诊断的分类

汽车诊断分为人工经验诊断和仪器分析诊断或解体诊断和不解体诊断两大类。

#### (1) 人工经验诊断

传统的汽车诊断是建立在人工经验检查的基础上，主要依赖于人工观察、推理分析和逻辑判断，经常要结合解体作业的修理进行。诊断速度慢，准确性差，并要求诊断者具有丰富的实践经验和较高的技术水平。

#### (2) 仪器分析诊断

仪器分析诊断，是在汽车不解体的情况下进行的。利用各种检测仪器和设备获取汽车的各种数据，并根据这些数据来判断汽车的技术状况。其优点是诊断速度快、准确性高、能定量分析，缺点是投资大、成本高。

## 三、汽车故障

### 1. 汽车故障

汽车故障是指汽车零部件或总成，部分地或完全地丧失工作能力的现象。

### 2. 汽车故障的主要类型

从汽车故障存在形式和发生过程分析，汽车故障具有多种类型。

#### (1) 按照故障存在的时间可分为间歇性故障和持续性故障

间歇性故障是在引发其发生的原因短期存在的条件下才显现的故障；而持续性故障是只有在更换零部件后才能排除的故障。例如供油系气阻就属于间歇性故障；发动机拉缸等故障则属于持续性故障。

#### (2) 按照故障发生快慢可分为突发性故障和渐发性故障

突发性故障发生前无任何征兆，具有偶然性，不能通过诊断来预测；渐发性故障则是由于零件磨损、疲劳、变形、腐蚀、老化等原因导致技术状况恶化，故障有一个逐渐发展的过程。渐发性故障是能够通过早期诊断来预测的。

### (3) 按照影响汽车性能的情况可分为功能故障和参数故障

功能故障是指汽车不能继续完成本身的功能，即功能丧失或性能下降的故障，如转向失灵、行驶跑偏等。参数故障是指汽车的性能参数达不到规定的指标，如发动机功率下降、油耗增加、排放超标等。

### (4) 按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

轻微故障只须作适当调整即可排除，如怠速过高、点火不正时、气门脚响等。一般故障可更换易损件或用随车工具在短时间内即可排除，如个别传感器损坏、来油不畅、滤清器堵塞等。严重故障会导致主要零件严重损坏，如拉缸、抱轴、烧瓦等。致命故障会导致恶性重大事故，如制动失效、活塞破碎、连杆螺栓断裂等。

### (5) 汽车故障还可分为人为故障和自然故障

人为故障是由于使用不当造成的，而自然故障是由于自然磨损、老化等因素造成的。

## 四、汽车维修

汽车维修是汽车维护和汽车修理的总称。

汽车维护是为维持汽车完好技术状况和工作能力而进行的作业。汽车维护是为保持汽车技术状态，发现并消除汽车使用中可能出现的故障隐患，防止其早期损坏的主要手段；正确及时地维护是延长汽车使用寿命、安全可靠并充分发挥其使用效能的重要保证。

汽车修理是为恢复汽车完好技术状态或工作能力和使用寿命而进行的作业。汽车修理是以恢复汽车原有性能为目的，是延长汽车使用寿命、保障汽车继续使用的主要手段。

### 1. 汽车维护

“预防为主、强制维护”是汽车维护的基本原则。而保持车容整洁、及时消除发现的故障和隐患、防止汽车早期损坏是汽车维护的基本要求。

在汽车的使用过程中，由于汽车的新旧程度、使用地区条件的不同，在各个时期对汽车维护作业项目也不同。根据汽车不同时期使用的特点，汽车维护一般可分为常规性维护、季节性维护和走合期维护。

随着行驶里程的增加，汽车各总成和零部件的磨损均不相同，各个阶段对其维护的范围、深度和时机也有所区别。因此，对经常行驶的汽车需进行预防性分级维护。维护作业以清洁、检查、紧固、调整、润滑和补给为主。维护范围随着行驶里程的增加逐步扩大，内容逐步加深。

#### (1) 维护间隔里程

根据国家有关汽车强制维护的规定，汽车的常规性维护分为日常维护、一级维护、二级维护、三种级别。各级维护的参考间隔里程或使用时间间隔，一般以汽车生产厂家规定为准。

由于引进车型的维护规定与国家汽车强制维护规定的内容有所不同，为保证汽车的合理使用，在汽车实际维护工作中应以厂家规定内容为准。例如：

桑塔纳普通型轿车维护规定为：日常维护、7 500 km 首次维护、15 000 km 维护和 30 000 km 维护等四种级别。

桑塔纳 2000 型轿车的维护规定为：日常维护、7 500 km(或 6 个月)首次维护、15 000 km 或 1 年)常规维护等三种级别。

捷达轿车维护规定为：日常维护、7 500 km 首次维护、15 000 km 维护和 30 000 km 维护等四种级别。

富康轿车的维护规定为：日常维护、1 500~2 500 km 走合期维护、7 500 km 维护（注：每次 7 500 km 维护的内容随行驶里程的延长有相应的变化）。

### (2) 各级维护的主要作业范围

**日常维护：**日常维护是驾驶员必须完成的日常性工作，其作业中心内容是清洁、补给和安全检视。

**一级维护：**一级维护由专业维修工负责执行，其作业中心内容除日常维护作业外，以清洁、润滑、紧固为主，并检查有关制动、操纵等安全部件等。

**二级维护：**二级维护由专业维修工负责执行，其作业中心内容除一级维护作业以外，以检查、调整为主，并拆检轮胎，进行轮胎换位等。

**走合期维护：**新车和修复车在走合期开始、走合期中及走合期满后，应进行规定的走合期维护。该维护由维修厂家负责执行。其作业内容以检查、紧固和润滑等工作为主。

**季节性维护：**凡全年最低气温在 0℃以下地区，在入夏和入冬前需要进行季节性维护。该维护由驾驶员负责执行，其作业内容为更换符合季节要求的润滑油、冷却液，并调整燃油供给系统和充电系统，检查冷却系统和取暖或空调系统的工作情况。

### (3) 汽车维护的主要工作

汽车维护的主要工作有清洁、检查、紧固、调整、润滑、补给等项内容。

**清洁：**清洁工作是提高汽车维护质量、防止机件腐蚀、减轻零部件磨损和降低燃油消耗的基础，并为检查、补给、润滑、紧固和调整工作做好准备。其工作内容主要包括对燃油、机油、空气滤清器滤芯的清洁、汽车外表的养护和对有关总成、零部件内外部的清洁作业。

**检查：**检查是汽车维护的重要工作之一。通过对汽车的检查，能确定零部件的变异和损坏。其工作内容主要是检查汽车各总成和机件的外表、工作情况和连接螺栓的紧度等。

**紧固：**汽车在运行中，由于震动、颠簸、热胀冷缩等原因，会改变零部件的紧固程度，以致零部件失去连接的可靠性。紧固工作是为了使各部机件连接可靠、防止机件松动的维护作业。紧固工作的重点应放在负荷重且经常变化的各部机件的连接部位上，以及对各连接螺栓进行必要的紧固和配换。

**调整：**调整工作是保证各总成和机件长期正常工作的重要一环。调整工作的好坏，对减少机件磨损、保持汽车使用的经济性和可靠性有直接的关系。其工作内容主要是按技术要求，恢复总成、机件的正常配合间隙及工作性能等作业。

**润滑：**润滑主要是为了减少有关摩擦副的摩擦力，减轻机件的磨损。其工作内容包括对发动机润滑系更换或添加润滑油、对传动系操纵部分以及行驶系各润滑点加注润滑油或润滑脂等作业。

⑥ **补给：**补给工作是指在汽车维护中，对汽车的燃油、润滑油料及特殊工作液体进行加注补充，对蓄电池进行补充充电、对轮胎进行补气等作业。

## 2. 汽车修理

汽车在使用中，各部件总是会产生磨损、变形、腐蚀和疲劳损坏，甚至发生故障而丧失其工作能力。修理的目的是恢复车辆的技术性能，延长车辆的使用寿命。

汽车修理应贯彻视情修理的原则，根据汽车检测诊断和技术鉴定的结果，视情确定作业范围和深度，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。

### (1) 汽车修理级别的划分

在修理中，所有零件及总成有易损零件与不易损零件之分，其磨损与损坏的程度也不尽相同，需要修理的行驶里程很难一致。因此，按照不同的对象和不同的作业范围，汽车修理可分为整车大修、总成大修、汽车小修和零件修理。

**整车大修：**整车大修是汽车在行驶一定里程（或时间）后，经过检测诊断和技术鉴定，需要用修理或更换零部件的方法，恢复车辆整体完好的技术状况，完全或接近完全恢复汽车使用性能和寿命的恢复性修理。

② **总成大修：**总成大修是汽车的主要总成经过一定使用时间（或行驶里程）后用修理或更换总成零部件（包括基础件）的方法，恢复其完好技术状况和寿命的恢复性修理。

**汽车小修：**汽车小修是用修理或更换个别零件的方法，保证或恢复汽车局部工作能力的运行性修理，主要是消除汽车在运行过程中或维护作业过程中发生或发现的故障或隐患。有些按自然磨损规律或根据总成的外部迹象能预先估计到的小修项目，可集中组织一次计划性的小修作业，结合一、二级维护作业进行。

**零件修理：**零件修理是对因磨损、变形、损伤等而不能继续使用零件的修理。

零件修理贯穿在各类修理作业之中，是修旧利废、节约原料、降低成本、增产节约的一项重要措施。汽车修理和维护换下来的零件，具有修理价值的，可修复使用。

## （2）汽车修理的主要工作

在整个汽车的修理工艺过程中，主要包括外部清洗、总成拆卸、总成分解、零件清洗、检验、修复与更换、装配与调整、试验等各道工序。

汽车和总成送修时，车主应介绍汽车的使用情况，提出送修要求。送修汽车或总成时，应进行入厂检验，并做好记录，为修理作业提供依据。

在分解检验时，对主要旋转零件或组合件，如飞轮、离合器压盘、曲轴、传动轴等，须进行静平衡或动平衡试验；对有密封性要求的零件或组合件，如气缸盖、气缸体、散热器、贮气筒以及制动阀、泵、气室等，应进行液压或气压试验；对主要零件及有关安全的零部件，如曲轴、连杆、凸轮轴、前轴、转向节、转向节臂、球头销、转向蜗杆轴、传动轴、半轴、半轴套管或桥壳等，应作探伤检查。

对基础件及主要零件，应检验并恢复其配合部位和主要部位的尺寸、形状及位置要求等。主要总成应经过试验，性能符合技术要求时，方可装车使用。

现代汽车修理从原来的解体维修向不解体维修方向发展。

## 第二节 汽车的可靠性

随着现代汽车制造技术的飞速发展，汽车的可靠性也越来越高。由于新技术、新材料的采用，汽车维修的工作量也随之逐渐减少，汽车无故障里程和大修间隔大大延长。因此，很多汽车在正常的使用情况下，已经可以使用到报废里程，而不需要进行整车大修。掌握汽车可靠性方面的知识，对汽车维修工作具有重要的指导意义。汽车的可靠性分为固有可靠性和使用可靠性。

### 一、汽车固有可靠性

固有可靠性是指汽车在设计制造时赋予的内在质量。汽车一旦出厂，这种固有可靠性便

已确定，它反映了汽车的内在本质。对我们来说，固有可靠性只能充分利用和保持，在一般情况下不能通过维修手段来提高它，只能通过重新设计或改造才能提高。例如普通的发动机与高品质的发动机相比，存在故障率较高、使用寿命较短、经济性差等缺陷。我们通过维修只能在一定程度上减少故障发生，而不能提高其整体性能和寿命。如果更换为高品质的发动机，就可以获得较长的使用寿命和较低的故障发生率（但更换发动机则为改造行为）。

## 二、汽车使用可靠性

汽车的使用可靠性（也叫工作可靠性）是汽车使用中所表现出来的质量。使用可靠性是可以通过维修得到保持和提高的。汽车在使用过程中，对其进行维修的目的，就是为了保持其固有可靠性并提高使用可靠性。因此，汽车维修重在控制可靠性下降的各种因素。在汽车维修中应做好各种数据的统计工作 定期检测汽车 适时、按需地维修汽车 定量地检查汽车维修效果和经济效益，减少盲目的不必要的维修作业。

### 第三节 汽车的故障规律

#### 一、汽车故障规律

汽车维修工作是依据汽车的可靠性程度结合汽车诊断技术而进行的。汽车磨损是以故障形式表现出来的 通过对汽车故障的统计分析 用可靠度、不可靠度、故障率、故障密度等指标来进行度量 对汽车的维修时机、维修周期、使用寿命、维修方法进行确定。汽车故障规律通常表现为“浴盆曲线”。它是使用时间或行驶里程为横坐标，以故障率为纵坐标的一条曲线。因该曲线两头高中间低 有些像浴盆 故称“浴盆曲线”如图 1-1 所示。

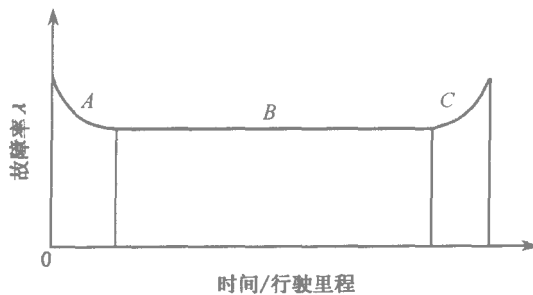


图 1-1 汽车故障率曲线

A—早期故障期；B—随机故障期；C—耗损故障期

从图 1-1 可以看出 故障率随使用时间（或行驶里程）的变化分为三个阶段 早期故障期、随机故障期和耗损故障期。

##### 1. 早期故障期

该故障期出现在汽车投入使用后的一段较短的时间内。其特点是故障率比较高，且随使用时间或行驶里程的延续而迅速下降。

新车出现这种现象是由于设计或制造上的缺陷等原因引起的，如材料有缺陷、工艺质量问题、装配不当、质量检查不认真等。这些故障在汽车磨合期内反应得特别明显。

刚刚大修过的汽车出现这种现象，是由于装配不当、修理质量不高所致。刚出厂的新车和刚大修的汽车，在最初一段使用期常出故障就是这个道理。

### 2. 随机故障期

在早期故障期之后 是产生随机故障的时期 其特点是故障率低且稳定 近似常数 与汽车使用时间（或行驶里程）的增长关系不大，即该阶段的故障并不随时间的增加而增加。这个时期的故障多是偶然因素引起的，所以无法预料，无法事先采取预防措施加以消除或控制。汽车在正常使用的过程中所出现的故障，多属于此类故障。

### 3. 耗损故障期

该故障期出现在随机故障期之后，其特点是故障随使用时间（或行驶里程）的延长而增加。它是由于汽车机件本身磨损、疲劳、腐蚀、老化等原因造成的。汽车一旦进入这个阶段 就很容易产生故障。所以，防止产生耗损故障的惟一办法就是在汽车机件进入耗损故障期之前或之后进行及时的维修或更换。因此，确定汽车机件何时进入耗损故障期对汽车维修具有重要意义。汽车厂家规定定期更换易损件的理论根据就在于此。

## 二、典型零部件故障表现特点

上述“浴盆曲线”的三个故障期是针对汽车整体情况而言的。图 1-2 所示五种情况 则反映了汽车不同部位的故障变化情况。

汽车发动机的故障表现基本符合“浴盆曲线”的三个时期，如图 1-2(a)所示。发动机在磨合期故障较多，正常使用时期故障较少且无法预测和控制，接近大修时故障越来越多。

其他零部件不一定都有三个故障期，例如驱动桥部分基本上只有随机故障期和耗损故障期 如图 1-2(b)所示。驱动桥在投入使用时 在使用初期 磨合期 和正常使用期间，故障较少且发生无规律，待到驱动桥齿轮磨损、零件配合间隙增大失调时，故障发生越来越多。

汽车油、电气部分一般只有一个故障期 如图 1-2(c)所示。油、电气部分在使用中无法预料其故障发生时间，因此表现为随机故障期的特点。

汽车的紧固件只有早期和随机两个故障期 如图 1-2(d)所示。早期故障期间由于装配或零件材质等原因，表现为故障初期较多，随使用时间的延续，故障率逐渐下降；当排除故障后，紧固件便进入随机故障期，此时故障发生较少且无法控制和预测。

⑤ 部分质量低劣的汽车或零部件随机故障期很短，甚至在早期故障期后，紧接着就进入耗损故障期 如图 1-2(e)所示。

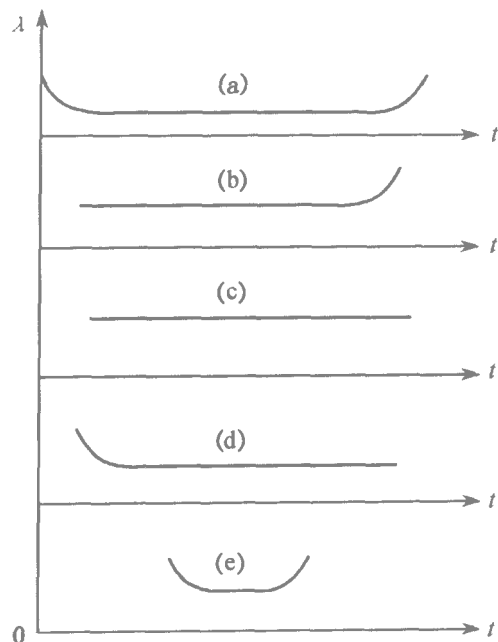


图 1-2 汽车典型零部件的故障率曲线  
(a) 发动机 ;(b) 驱动桥 ;(c) 汽车油、电气部分 ;  
(d) 紧固件 ;(e) 质量低劣的汽车或零部件

从上述分析来看，随机故障期越长，说明汽车或零部件的质量越高，可靠性越好。由于各种零部件工作环境的不同，材质不一，故符合同一曲线的零部件，其故障期的时间也不相同。因此，了解并掌握汽车故障变化的规律和特点，控制影响汽车可靠性下降的诸多因素，改进汽车的使用方法与维修措施，对延长汽车的使用寿命和提高汽车维修的经济效益是非常有益的。

## 第四节 汽车故障诊断分析方法

### 一、汽车故障症状

汽车故障症状是故障的具体表现，即故障的征兆、故障现象。故障现象错综复杂、多种多样，大致可以分为以下几类：

- 工作状况异常，如汽车加速不良、启动困难等。
- 仪表指示异常，如故障灯亮、机油压力指示过低等。
- 各部声响异常，如发动机异响、行驶中有异响等。
- 工作温度异常，如发动机温度过高或过低等。
- 机械振动异常，如车轮摆振、传动轴振动等。
- ⑥ 尾气排放异常 如排放超标、排气颜色异常。
- ⑦ 各种气味异常 如离合器片焦糊味、电线的烧焦味等。
- ⑧ 燃油、润滑油消耗异常 如燃油消耗过高、润滑油消耗过高。
- ⑨ 汽车外观异常 如车架变形、车轮变形等。
- ⑩ 各种液体渗漏 如冷却液渗漏、变速器油渗漏等。

### 二、汽车故障原因

汽车故障原因是造成故障现象的成因。汽车故障的形成有其内因也有外因，内因是零件失效 外因是运行条件。汽车在运行过程中 零部件之间 工作介质、燃油及燃烧产物与相应的零部件之间 均存在相互作用 从而引起零部件受力、发热、变形、磨损、腐蚀等 使汽车性能降低 故障率由低到高。外界环境 如道路、气候、使用强度等的影响也是产生故障的原因。

汽车故障原因可分为中间原因和最终原因两种。中间原因通常指影响故障功能性原因，最终原因是指造成故障的实质性原因。例如一种故障现象是进气管回火，其中间原因是混合气过稀，这是功能性原因；而最终原因是由化油器浮子室油平面过低造成的，这是其实质性原因。

### 三、汽车故障诊断方法

汽车故障诊断可归纳为以下四种方法：

#### 1. 故障树方法

故障树分析法是一种将系统故障形成的原因由总体至部分按树状逐级细化的分析方法，其目的是确定故障的原因、影响及发生概率。

故障树分析法产生于 20 世纪 60 年代初期，是一种可靠性分析技术，是对复杂动态系统的失效形式和原因进行可靠性分析的工具。

故障树分析法用于汽车诊断，不仅可根据汽车故障与引起故障的各种可能原因之间的逻辑关系构成逻辑框图，并据此对故障原因进行定性分析；还可运用逻辑代数对故障出现的可能性大小进行定量分析。

故障树分析程序如图 1-3 所示。

建立故障树时通常把所研究的故障和引起故障的原因统称为事件，并根据事件的不同性质分为四类，即要分析的故障事件、暂时不分析和发生概率很小的事件、偶发性非故障事件和基本事件。上述事件之间是相互关联的，事件之间的关系通常有两种即“与”逻辑关系和“或”逻辑关系。事件性质和事件间的逻辑关系常用规定的符号表示见表 1-1。

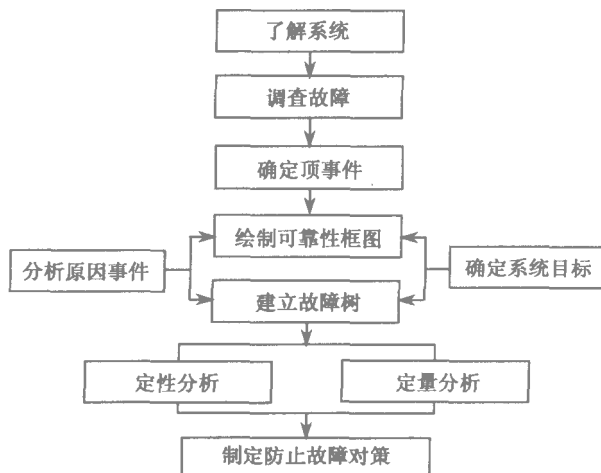


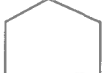





图 1-3 故障树分析程序简图

表 1-1 常用事件符号和逻辑关系符号

符号	名称	含义
 矩形符号	故障事件	包括除基本事件外所有要分析的故障事件和引发故障事件的原因(中间事件)
 圆形符号	基本事件	不能再分解的故障事件,表示故障发生的基本原因
 屋形符号	非故障事件	表示事件是偶然发生的
 菱形符号	省略事件	表示暂时不分析或发生概率极小的事件
 与门符号(AND)	“与”逻辑关系	事件 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 同时发生,事件 A 才发生
 或门符号(OR)	“或”逻辑关系	事件 $x_1, x_2, \dots, x_n$ , 有一个发生,事件 A 就会发生

建立故障树时，首先把要分析的故障时间写在故障树顶端，记为“T”称为顶事件。把与故障事件有直接关系的事件作为第二级事件并写在顶事件下方，记为“A”。继续分析还可列出第三级、第四级……直至列出不能再继续分析的基本事件（记为“X”）为止。分析过程中暂时不分

析的省略事件记为“D”。分析事件和各级事件间的关系，用表 1-1 中所示符号表示，这就形成了故障树。

在故障树中，每一级事件都是上一级事件的直接原因，同时又是下一级事件的直接结果，上下级事件之间存在着“或”或者“与”逻辑关系。图 1-4 为发动机不能启动故障分析的故障树。

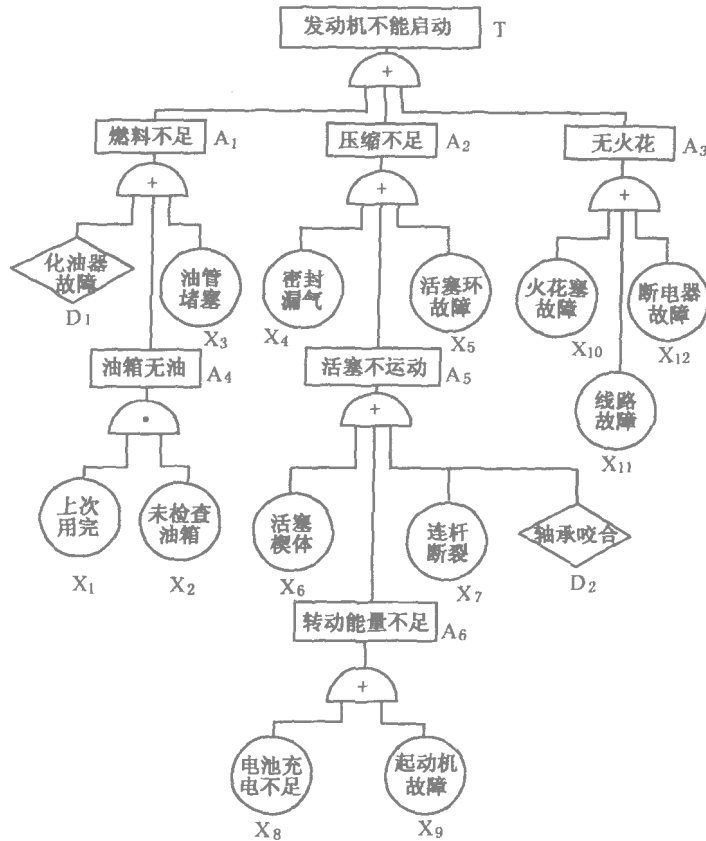


图 1-4 发动机不能启动故障树

利用故障树分析法，可对故障进行定性分析，也可进行定量分析。故障树定性分析的任务是寻找引起所研究故障事件的基本事件及其影响路径。此任务可通过分析故障树所表示的故障事件与基本事件的关系得以解决。故障树定量分析的目的是估计故障事件出现的概率，以评价系统的可靠性。建立故障树及研究各因素出现的概率并进行定量分析是一个庞大的工程问题。

## 2. 检测诊断法

利用各种检测仪器和设备得到汽车的各种数据，并根据这些数据来判断汽车的技术状况，称为检测诊断法。

目前可供利用的仪器设备有万用表、缸压表、真空表、油压表、声级计、流量计、曲轴箱窜气量检测仪、烟度计、发动机无负荷测功仪、发动机综合测试仪、电子示波器、点火正时仪、废气分

析仪、发动机异响诊断仪、机油快怠速分析仪、铁谱分析仪、油耗计、气缸漏气量检测仪、四轮定位仪、制动试验台、侧滑试验台、车速表试验台、灯光检测仪、底盘测功机、车轮动平衡机等等。这些仪器设备给人们提供了可靠的依据，使汽车故障诊断从定性诊断发展为定量诊断。

### 3. 电脑诊断法

现代电控汽车都有故障自诊断系统，一旦出现故障，故障自诊断系统就将故障分类并以故障代码的形式存储在存储器中，以供维修人员调用。这种诊断方法就是将故障代码提取出来，然后根据该故障代码，查找故障代码表就可以确定故障部位和原因。

一般来说，故障代码的提取方法有两种：

一种是利用电控系统故障自诊断系统本身的功能，通过一定的操作程式，把汽车电脑的故障码提取出来，然后对症下药，进行故障排除。汽车电控系统都有一个自诊断接口，按其规定的故障代码提取方法的操作程序进行操作，就能通过仪表盘上的故障警告灯或电子控制装置（ECU 盒子上的故障代码显示灯的闪亮次数加闪亮时间持续长短来显示故障代码。利用该故障代码，查故障代码表就可确定故障部位和原因。不过，必须知道各公司故障代码的提取方法和故障代码的含义，否则就无法知道故障的部位和原因。这一方法对于电子控制的汽车各大系统十分有效而且快捷准确。

另一种方法是利用专用的汽车电脑故障诊断仪（俗称解码器），它本身就是一个专门的小型电脑。这些诊断仪通常都具有世界各大汽车公司各种车型的诊断接口和诊断软件，只要将电脑故障诊断仪的诊断接口和汽车电控系统的诊断接口连接在一起，操作诊断仪的相应按钮，选择相应的车型年代和诊断类型，就可以提出故障代码，进而得出故障的部位和原因。诊断仪还可以向汽车电脑发出指令，进行静态和动态的诊断。这是一种最有发展前景的诊断方法。

### 4. 故障征兆模拟试验法

在故障诊断中往往会遇到所谓隐性故障，即有故障但没有明显的故障征兆。利用故障代码法进行诊断时，无法读出故障代码，或者所读故障代码所示位置和原因不正确，而故障却仍然存在，且没有明显的故障征兆。此时，利用征兆模拟法就是一种很好的诊断方法。

这种方法就是要在充分分析和了解故障的基础上，采用与故障车辆相同或相似的条件和环境进行模拟，再现故障，来进行故障部位和原因的诊断。必须注意在模拟试验时，要根据不同故障对象采用不同的模拟试验，模拟试验的强度和持续的时间要严格掌握；模拟试验的范围也要严格控制。这些必须建立在维修人员具有较高的技术和基础理论的基础上，诊断时必须耐心细致，仔细分析故障模拟表现形式，不要错过故障。

故障征兆模拟试验法主要有以下四种方法：

#### (1) 振动法

当振动可能是故障的主要原因时，即可采用振动法进行试验。振动法主要检查连接器、配线、零部件和传感器，施加适度的振动，观察故障征兆是否再现。

连接器可沿垂直和水平方向轻轻的敲击或轻轻摇动。

配线和连接器的接头、支架和穿过开口的连接器体都可施加垂直和水平方向的振动或轻轻摆动，并对各部位都应仔细检查。

零部件和传感器可用手指轻轻拍打，检查是否失灵，对继电器要注意不要用力拍打，否则可能会使继电器开路，产生新的故障。

### (2) 加热法

当怀疑某一部位是因为受热而引起的故障时,可用电吹风或相似的电加热器等加热可能有故障的零件,特别是那些对温度比较敏感的零件,检查故障是否重现。但必须注意,加热温度不应超过电子器件正常工作的最高温,一般不得高于 60℃ 不可直接加热 ECU 中的零件。

### (3) 水淋法

当有些故障是在雨天或高湿度的环境下产生时,可使用水淋法。用水喷在怀疑有故障的零件上或在怀疑有故障的零件附近喷雾,检查是否出现故障。使用此方法时应注意:不可将水直接喷淋在发动机电控部件上,应喷在散热器前面,间接改变温度和湿度;不可直接将水喷在电子器件上 试验时要防止水侵入 ECU。

### (4) 电器全部接通法

当怀疑故障可能是用电负荷过大而引起时,可使用此方法。接通车上全部电气设备,包括加热器、鼓风机、前大灯、后窗除雾器、空调、音响等 检查是否出现故障 但在使用此方法时应注意试验时间不应过长过频。

## 第五节 汽车检测制度

### 一、汽车检测站

与汽车检测和诊断有密切关系的是我国的汽车检测站制度。汽车检测站是综合利用检测诊断技术从事汽车检测诊断工作的场所,是对道路运输车辆进行综合性能技术监督检查、汽车维修质量监督检测的技术服务机构。它是道路运政管理机构从事道路运政管理的重要技术基础,是根据我国国情建立起来的一种新型的汽车管理服务方式。目前全国建立的汽车检测站上千个 跨越公路运输、公安、环保、商检、部队、石油、冶金、外贸以及部分大专院校等多种行业部门,并已逐步形成全国性的汽车检测网络。

根据交通部第 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》的规定 我国汽车检测站按职能分为 A、B、C 三级。

**A 级站**——能承担汽车各性能参数的检测 如制动、侧滑、灯光、转向、车速、前轮定位、车轮动平衡、底盘输出功率、燃油消耗、发动机功率和点火系统状况以及异响、磨损、变形、裂纹、噪声、废气排放等状况。

**B 级站**——能承担在用汽车技术状况和汽车维修质量的检测,如制动、侧滑、灯光、转向、车速、车轮动平衡、燃油消耗、发动机功率和点火系统状况以及异响、变形、裂纹、噪声、废气排放等状况。

**C 级站**——能承担在用汽车技术状况的检测 如制动、侧滑、灯光、转向、车速、车轮动平衡、燃油消耗、发动机功率以及异响、噪声、废气排放等状况。

表 1-2 为《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》规定的三级检测站检测项目。

表 1-3 为综合性能检测站所需配备的检测设备。

汽车检测站的设备和布局根据不同的检测类别和任务有所不同,图 1-5 所示为一双线综合检测站示意图。检测工艺布置一般以流水线式作业居多。

表 1-2 三级检测站检测项目

序号	检测项目	A	B	C	序号	检测项目	A	B	C
1	制动	✓	✓	✓	10	发动机的功率	✓	✓	✓
2	侧滑	✓	✓	✓	11	点火系状况	✓	✓	—
3	灯光	✓	✓	✓	12	异响	✓	✓	✓
4	转向	✓	✓	✓	13	磨损	✓	—	—
5	前轮定位	✓	—	—	14	变形	✓	✓	—
6	车速	✓	—	—	15	裂纹	✓	—	—
7	车轮动平衡	✓	✓	✓	16	噪声	✓	✓	✓
8	底盘输出功率	✓	—	—	17	废气	✓	✓	✓
9	燃料消耗	✓	✓	✓					

表 1-3 综合性能检测站检测设备一览表

序号	仪器设备名称	A级站	B级站	C级站	序号	仪器设备名称	A级站	B级站	C级站
1	轮胎预压力冲气表	✓	✓	✓	18	探伤仪	✓	—	—
2	车辆清洗装置	✓	✓	✓	19	汽车废气分析仪	✓	✓	✓
3	轴重仪	✓	✓	✓	20	柴油烟度计	✓	✓	✓
4	制动检测台	✓	✓	✓	21	干湿温度计	✓	✓	✓
5	减速仪	✓	—	—	22	密度计	✓	✓	✓
6	侧滑实验台	✓	✓	✓	23	测速仪	✓	—	—
7	前照灯检测仪	✓	✓	✓	24	粉尘采样仪	✓	—	—
8	转向力矩仪	✓	✓	✓	25	发动机故障诊断仪	✓	—	—
9	前轮定位仪	✓	—	—	26	机油油质分析仪	✓	✓	—
10	车速表检验台	✓	—	—	27	气缸压力表	✓	✓	✓
11	车轮动平衡仪	✓	✓	✓	28	气缸漏气量检测仪	✓	—	—
12	汽车底盘测功机	✓	—	—	29	形位公差检测量具	✓	✓	—
13	油耗仪	✓	✓	✓	30	尺寸公差检测量具	✓	✓	—
14	发动机测功机	✓	—	—	31	车载油耗仪	✓	—	—
15	汽车电气实验台	✓	✓	—	32	发动机无负荷测功仪	✓	✓	✓
16	声级计	✓	✓	✓	33	实验辅助车	✓	—	—
17	异响分析仪	✓	✓	✓	34		✓	—	—

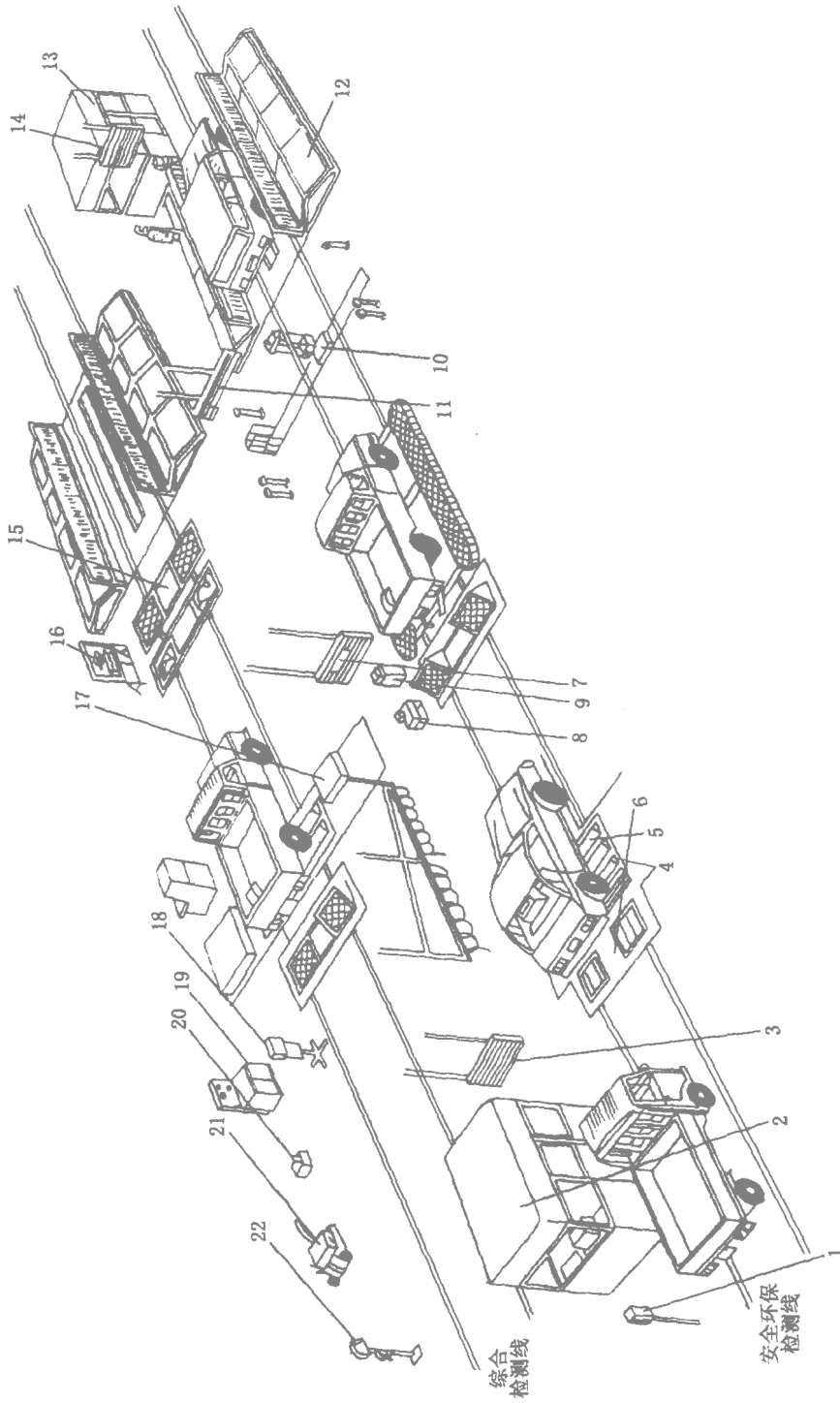


图1-5 双线综合检测站

1—进车指示灯；2—进车控制室；3—安全装置检查工位检验程序指示器；4—制动试验台；5—车速表试验台；6—侧滑试验台；7—ABS工位检验程序指示器；8—烟度计；9—废气分析仪；10—前照灯检测仪；11—HX工位检验程序指示器；12—地沟系统；13—主控制室；14—车底工位检验程序指示器；15—侧滑试验台；16—前轮定位试验仪、转弯半径测量仪和前束尺；17—底盘测功试验台；18、19—发动机综合分析仪；20—机油纯净性分析仪；21—车轮平衡检验器；22—轮胎自动充气机

中国机动车安全环保检测技术研究会指出,目前我国安全环保检测线由下列测试仪器组成:

- 汽车制动试验台;
- 汽车侧滑试验台;
- 前轮定位试验台;
- 汽车速度表试验台;
- 汽车前大灯检测仪;

⑥ 汽车废气分析仪;

⑦ 汽车噪声检测仪。

汽车检测站的职能是:

- 对在用运输车辆的技术状况进行检测诊断;
- 对汽车维修行的维修车辆进行质量监督检测;
- 对车辆改装、改造、报废和开发的有关新工艺、新技术、新产品以及节能等科研项目进行检测和鉴定;
- 在环保部门统一监督管理下,对汽车排放污染进行监督检测;
- 接受公安、商检、计量和保险等部门的委托,进行有关专业项目的鉴定和检测。

## 二、I/M 检测维护制度

目前的我国的汽车检测站制度是根据汽车的安全性、动力性、经济性、可靠性和寿命来强制维护检测的。为与国际接轨,一种新的检测维护制度——I/M 制度正在逐步推行和实施。

### 1. I/M 制度的主要内容

I/M 制度是英语 Inspection and Maintenance Program 的缩写,其含义为检查/维修保养制度。它是通过对在用车的检测确认其尾气排放污染严重的原因,然后有针对性地采取维护措施,使在用车最大限度地发挥自身的尾气排放净化能力,维持新车运行状况。它是目前公认的在用车排放污染治理最有效的方法。

I/M 制度是一套十分严格而完整的制度。通常一个完整的 I/M 制度包括以下内容:

- 立法和政策;
- 基本规范参数;
- 测试程序和有关政策;
- 测试设备;
- 质量控制和保证;
- ⑥ 维修技术的鉴定和人员的培训;
- ⑦ 信息认识及其关系。

I/M 制度最初起源于美国,在国外 I/M 制度的实施,主要有两大模式:美国、加拿大的 I/M 制度只是针对汽车排放污染物控制的;而欧洲、日本的检测/维修体系(I/M)既包括对车辆排放的检测控制,也包括了对汽车安全性能的检测。

I/M 制度一般分为以下两种类型:

#### (1) 基本型

基本型的 I/M 制度的检查包括三项内容:

- 无负荷排放测试(怠速试验和双怠速);