

# 汽车维修中故障诊断精度提升的关键技术研究

赵 辉

桐乡技师学院 浙江 桐乡 314500

**摘 要：**本文探讨了汽车维修中故障诊断精度提升的关键技术。汽车故障类型多样，传统诊断方法存在局限，现代汽车技术发展带来新挑战。文章分析了影响故障诊断精度的因素，包括诊断设备与技术水平、维修人员素质、汽车故障的复杂性以及诊断信息的准确性与完整性。随后，介绍了基于传感器技术、故障诊断专家系统、人工智能技术、OBD技术以及数据融合技术的关键提升方法。

**关键词：**汽车维修；故障诊断；精度提升；关键技术

## 引言

汽车维修中的故障诊断是确保车辆安全、提升性能的重要环节。随着汽车技术的不断发展，汽车故障类型日益多样，故障诊断的难度也在不断增加。传统的人工经验诊断和简单仪器检测已难以满足现代汽车维修的需求。因此，探索和研究提升汽车维修中故障诊断精度的关键技术显得尤为重要。本文将对此进行深入探讨，为汽车维修行业提供有益的参考。

## 1 汽车故障诊断概述

在汽车维修领域，深入了解汽车故障诊断概述是提升维修质量的基础。（1）汽车故障类型多样，各有特点。发动机故障常见的有启动困难、动力不足、抖动等现象。影响因素包括燃油系统故障、点火系统问题、机械部件磨损等。例如，燃油滤清器堵塞会导致燃油供应不畅，引起发动机动力下降。电气系统故障表现为灯光不亮、喇叭不响、仪表异常等。这可能是由于线路老化、短路、传感器故障等因素导致。制动系统故障关乎行车安全，如制动距离变长、制动跑偏等，多由刹车片磨损、制动液泄漏、制动管路故障等引起。（2）传统汽车故障诊断方法中，人工经验诊断法是维修人员凭借长期积累的经验，通过听、看、摸、闻等方式判断故障。其工作原理基于对汽车各部件正常运行状态的熟悉，适用于简单常见故障。但对于复杂故障，经验判断可能不准确。简单仪器检测法借助如万用表、示波器等仪器，对汽车电路、传感器等进行检测。这种方法能获取一些基本数据，适用于特定系统故障检测。然而，对于一些深层次、隐蔽性故障，检测效果有限。（3）现代汽车技术发展迅速，给故障诊断带来诸多挑战。汽车电子系统复杂性增加，大量电子元件和控制系统集成，使得故障排查难度加大。故障关联性增强，一个故障可能引发多个症状，或多个故障相互影响；诊断信息获取难度也在

加大，新型汽车采用复杂的通信协议和加密技术，给维修人员获取准确信息带来困难<sup>[1]</sup>。

## 2 影响汽车维修中故障诊断精度的因素

### 2.1 诊断设备与技术水平

（1）诊断设备的精度和功能完整性在汽车故障诊断中起着关键作用。高精度的诊断设备能够提供更准确的数据，为故障诊断提供可靠依据；例如，先进的发动机故障诊断仪可以精确测量发动机的各项参数，如燃油压力、点火提前角等，微小的偏差都可能指示出潜在的故障。若设备精度不足，测量数据误差较大，可能导致维修人员对故障的判断出现偏差，进而采取错误的维修措施。（2）不同的诊断技术都有其特定的适用范围和局限性。例如，传统的故障码诊断技术通过读取车辆的故障码来判断故障，但很多时候故障码只能提供一个大致故障方向，无法准确指出具体的故障部件或原因。对于一些复杂的电子系统故障，单纯依靠故障码诊断可能会遗漏一些关键信息。而基于波形分析的诊断技术，虽然能更直观地显示电路信号的变化，但对操作人员的技术要求较高，且并非所有故障都能通过波形分析准确诊断。技术的不断更新是提升诊断精度的重要保障。随着汽车技术的飞速发展，新的诊断技术如基于大数据分析 and 人工智能的诊断方法不断涌现，只有及时更新技术，才能跟上汽车故障诊断的发展需求。

### 2.2 维修人员素质

（1）维修人员的专业知识、实践经验和诊断技能直接影响故障诊断的精度。具备扎实专业知识的维修人员能够深入理解汽车各系统的工作原理，准确分析故障产生的可能原因。实践经验丰富的维修人员在面对复杂故障时，能够凭借以往的维修经验迅速缩小故障排查范围。熟练的诊断技能则能确保维修人员正确使用诊断设备，准确解读诊断数据。（2）当前维修人员存在培训

不足、知识更新不及时的问题。随着汽车技术的不断创新,新的车型、新的技术层出不穷。如果维修人员不能及时接受系统的培训,就难以掌握最新的汽车知识和诊断技术。例如,对于新能源汽车的故障诊断,很多传统维修人员由于缺乏相关培训,对其复杂的电池管理系统、电机控制系统等了解不足,导致诊断困难。知识更新不及时也使得维修人员在面对新型故障时,仍沿用旧的诊断方法,无法准确判断故障,制约了诊断工作的开展。

### 2.3 汽车故障的复杂性

(1) 汽车故障具有多样性、隐蔽性和关联性等特点,这极大地增加了故障诊断的难度。汽车由众多零部件和系统组成,每个部件和系统都可能出现故障,故障类型繁多。而且,一些故障可能不会立即表现出明显的症状,具有隐蔽性。例如,发动机内部的一些机械故障,在初期可能只是表现为轻微的异常抖动,很难被察觉。(2) 故障之间的相互影响也给诊断带来挑战。一个故障可能引发其他部件的异常,形成连锁反应。比如,发动机的冷却系统故障导致发动机过热,可能进而影响到发动机的润滑系统和电子控制系统。此外,故障与汽车运行环境也有关系。不同的路况、气候条件等都可能影响故障的发生和表现。在高温环境下,汽车的电子元件更容易出现故障,而在崎岖的路况下,底盘和悬挂系统的故障概率会增加,这些都对故障诊断精度提出了挑战<sup>[2]</sup>。

### 2.4 诊断信息的准确性与完整性

(1) 诊断信息主要来源于车辆故障码、传感器数据等。车辆故障码是汽车电子控制系统检测到故障后生成的代码,能够提供一定的故障线索。传感器数据则实时反映汽车各部件的运行状态,如温度、压力、速度等。然而,信息不准确、不完整会严重影响故障诊断精度。(2) 故障码可能存在误报或漏报的情况。一些情况下,由于传感器故障或电路干扰,会产生错误的故障码,误导维修人员。传感器数据也可能因为传感器本身的精度问题、安装位置不当或受到外界干扰而不准确。此外,汽车的一些故障可能不会产生故障码,或者传感器无法及时捕捉到相关信息,导致诊断信息不完整。维修人员在缺乏全面准确信息的情况下进行故障诊断,很容易出现误诊或漏诊,影响故障诊断的精度。

## 3 提升汽车维修中故障诊断精度的关键技术

### 3.1 基于传感器技术的故障诊断

汽车传感器是汽车故障诊断的重要基础,它们能够实时感知汽车各部件的运行状态,并将相关信息转化为电信号或其他可识别的信号。(1) 温度传感器通过热敏电阻等原理,感知发动机冷却液、机油、变速器油等

的温度。当温度异常时,可能意味着冷却系统故障、发动机负荷过大等问题。压力传感器则利用压电效应或压阻效应,测量进气歧管压力、燃油压力、制动压力等。例如,进气歧管压力传感器故障可能导致发动机燃油喷射不准确,进而影响动力性能。速度传感器通过电磁感应或光电原理,测量车轮转速、车速等信息,为ABS系统、自动变速器等提供关键数据,速度传感器故障会导致相关系统工作异常。(2) 在故障诊断中,传感器数据可直接反映部件的工作状态。维修人员通过监测传感器输出的信号,与正常范围进行对比,就能判断是否存在故障。例如,当发动机冷却液温度传感器输出的温度值持续过高且超出正常范围,结合发动机动力下降、油耗增加等症状,可判断冷却系统可能存在堵塞、水泵故障或节温器异常等问题。这种基于传感器数据的实时监测,大大提高了故障诊断的准确性和实时性。

### 3.2 故障诊断专家系统

故障诊断专家系统是一种基于知识的智能诊断系统,主要由知识库、推理机、人机接口等部分组成。

(1) 知识库是专家系统的核心,存储了大量的汽车故障知识和维修经验。这些知识包括汽车各系统的结构、工作原理、常见故障模式、故障原因及对应的解决方法等。推理机则根据输入的故障信息,运用知识库中的知识进行推理和判断,得出故障诊断结论。人机接口负责用户与专家系统之间的交互,用户可以输入故障现象、传感器数据等信息,专家系统则通过人机接口输出诊断结果和维修建议。(2) 在处理复杂故障诊断时,专家系统具有显著优势。它能够综合考虑多种故障因素,对复杂的故障现象进行深入分析。例如,当汽车出现发动机抖动、加速无力且伴有尾气排放异常等多个症状时,专家系统可以根据知识库中的知识,对可能的故障原因进行全面排查,如点火系统故障、燃油喷射系统故障、进气系统故障等,通过推理机的推理和判断,最终确定准确的故障原因。利用专家知识和经验,专家系统能够快速准确地诊断故障,提高诊断精度,减少维修时间和成本。

### 3.3 人工智能技术在故障诊断中的应用

人工智能技术在汽车故障诊断领域的应用日益广泛,为提高故障诊断的智能化水平和精度提供了新的途径。(1) 神经网络是一种模拟生物神经网络结构和功能的计算模型。在汽车故障诊断中,通过对大量故障数据的学习,神经网络可以建立故障模式与故障原因之间的复杂映射关系。例如,将发动机的各种传感器数据、故障码等作为输入,经过神经网络的训练和学习,输出对应的故障类型和原因。深度学习是神经网络的一种进

阶形式,它能够自动从大量数据中提取特征,无需人工进行特征工程。通过对海量的汽车故障数据进行深度学习,模型可以更准确地识别故障特征,提高故障诊断的准确率。(2)模糊逻辑则适用于处理具有模糊性和不确定性的故障信息。在汽车故障诊断中,很多故障现象和原因之间的关系并非明确的一一对应,存在一定的模糊性。模糊逻辑通过建立模糊规则和隶属度函数,将模糊的故障信息转化为精确的诊断结果。例如,对于发动机“轻微抖动”这一模糊描述,模糊逻辑可以根据预设的规则和隶属度函数,判断出可能的故障原因及概率,提高诊断的准确性<sup>[3]</sup>。

### 3.4 车载诊断系统(OBD)技术的发展与应用

(1)车载诊断系统(OBD)经历了多个发展阶段。早期的OBD系统功能相对简单,主要用于监测发动机的一些基本参数。随着汽车技术的发展,OBD-II系统成为了行业标准,它具有统一的诊断接口和协议,能够监测更多的系统和部件,如排放系统、变速器等。(2)OBD系统通过实时监测车辆的运行状态,能够及时发现故障并生成故障码。当车辆某个部件或系统出现异常时,OBD系统会将故障信息存储在车辆的ECU中,并通过故障指示灯向驾驶员发出警告。维修人员可以使用专业的诊断设备读取故障码和相关数据,了解故障的具体情况。例如,当OBD系统检测到排放系统故障时,会生成相应的故障码,维修人员通过读取故障码和相关数据流,如氧传感器数据、催化转化器温度等,就可以准确判断故障原因。(3)OBD技术的最新发展趋势包括与互联网的连接,实现远程诊断和监控。通过将车辆与互联网连接,车主和维修人员可以远程获取车辆的故障信息和运行数据,提前进行故障诊断和维修安排。这不仅提高了故障诊断的效率,还能为车主提供更加便捷的服务。同时,OBD系统的数据也可以用于车辆的智能管理和维护,为汽车制造商和维修企业提供更多的数据支持。

### 3.5 数据融合技术

数据融合技术是指将多种来源的诊断信息进行综合

处理,以提高故障诊断的准确性和可靠性。这些信息来源包括传感器数据、故障码、维修记录、车辆历史数据等。(1)数据融合的方法主要有数据层融合、特征层融合和决策层融合。数据层融合是直接对原始传感器数据进行融合处理,例如将多个传感器测量的同一物理量的数据进行加权平均,以提高数据的准确性。特征层融合是先从原始数据中提取特征,然后将这些特征进行融合,如将发动机的振动特征、温度特征等进行融合,以更全面地描述故障状态。决策层融合则是将多个诊断方法或系统的决策结果进行融合,例如将基于传感器数据的诊断结果、基于专家系统的诊断结果进行综合分析,得出最终的诊断结论。(2)数据融合技术在提高故障诊断准确性和可靠性方面具有显著优势。通过融合多种来源的信息,可以弥补单一信息源的不足,提高诊断的全面性和准确性。例如,当传感器数据显示发动机某个参数异常,但故障码却没有相应提示时,结合维修记录和车辆历史数据进行综合分析,可能会发现潜在的故障原因。数据融合技术还可以提高故障诊断的可靠性,减少误诊和漏诊的发生,为汽车维修提供更可靠的依据。

### 结语

本文通过分析影响汽车维修中故障诊断精度的因素,探讨了多种关键技术 in 提升故障诊断精度方面的应用。基于传感器技术、故障诊断专家系统、人工智能技术、OBD技术以及数据融合技术的不断发展,汽车维修行业的故障诊断水平将得到显著提升。未来,随着技术的不断进步和创新,汽车维修中的故障诊断将更加智能化、准确化,为车辆的安全行驶提供有力保障。

### 参考文献

- [1]韦信光.电子诊断技术在汽车检测维修中的应用分析[J].内燃机与配件,2023(23):103-105.
- [2]易健.汽车设计维修中检测诊断技术的运用探讨[J].时代汽车,2023(19):166-168.
- [3]杨治文.现代教育技术应用在汽车故障诊断与维修教学中的价值分析[J].百科论坛电子杂志,2021(11):1102.