

汽车发动机修理技术分析 with 探讨

杨 博

哈尔滨东安汽车动力股份有限公司 黑龙江 哈尔滨 150060

摘 要：汽车发动机作为车辆核心部件，其修理技术直接影响行车安全与使用寿命。当前发动机故障呈现多元化特征，涵盖机械磨损、电子系统故障、燃油效率下降及冷却异常等问题。修理技术体系融合传统经验与智能诊断，依托OBD-II系统、内窥镜检测及振动分析等设备，实现故障精准定位。通过零件再制造、激光熔覆等工艺修复关键部件，结合大数据预测性维护，可有效延长发动机服役周期，为汽车行业技术升级提供重要支撑。

关键词：汽车发动机；修理技术；发展趋势

引言：汽车发动机作为车辆的动力源泉，其性能稳定性直接关系到行车安全、燃油经济性及整车使用寿命。然而，受机械磨损、高温过载、电气老化及燃油品质等多重因素影响，发动机故障率居高不下，维修需求持续增长。传统修理模式依赖经验判断，存在效率低、精度差等问题。随着智能诊断技术、增材制造及大数据分析的快速发展，发动机修理正从“事后维修”向“预测性维护”转型。深入探讨修理技术体系与创新趋势，对提升维修质量、降低全生命周期成本具有重要意义。

1 汽车发动机常见故障类型与成因分析

1.1 机械故障

（1）具体故障表现除活塞环磨损、曲轴轴承损坏、气门间隙异常外，还包括活塞拉伤、连杆弯曲、正时链条跳齿等。活塞环磨损会导致气缸密封性下降，出现烧机油现象；曲轴轴承损坏会引发发动机运转时的异常异响，严重时甚至造成曲轴抱死；气门间隙异常则会导致气门开闭时机不准，影响发动机动力输出，还可能伴随气门敲击声。（2）成因方面，润滑不足会使机械部件间缺乏有效油膜保护，加剧磨损，比如机油量不足或机油油路堵塞；高温过载多因发动机长时间高负荷运转，如频繁急加速、长时间爬坡，导致部件受热变形，降低机械强度；材料疲劳则是部件在长期交变应力作用下，内部产生微小裂纹并逐渐扩展，最终引发损坏，常见于使用年限较长的发动机^[1]。

1.2 电气与电子系统故障

（1）除点火线圈故障、传感器失效、ECU控制异常外，还涵盖蓄电池亏电、发电机故障、线束接触不良等情况。点火线圈故障会导致火花塞无法正常点火，造成发动机缺缸、怠速不稳；传感器失效中，水温传感器失效会使ECU无法准确获取水温信息，导致喷油量控制不当；ECU控制异常可能引发发动机启动困难、动力下降

等问题。（2）线路老化是由于导线外皮长期受高温、油污等影响，出现开裂、剥落，导致线路短路或断路；电磁干扰来自发动机周边的高压设备，如点火系统，会影响传感器和ECU的正常信号传输；软件错误多因ECU程序存在漏洞或升级不及时，导致控制逻辑出错。

1.3 燃油与进气系统故障

（1）除喷嘴堵塞、涡轮增压器漏气、空气滤清器阻塞外，还有燃油泵压力不足、燃油滤清器堵塞、进气歧管漏气等故障。喷嘴堵塞会导致燃油雾化不良，造成燃烧不充分，增加油耗；涡轮增压器漏气会使进气压力下降，发动机动力减弱；空气滤清器阻塞会减少进气量，导致混合气过浓，影响燃烧效率。（2）燃油品质差，如燃油中含有杂质、水分或辛烷值不达标，会磨损喷嘴、堵塞燃油滤清器；维护不当表现为未按规定周期更换空气滤清器、燃油滤清器，导致杂质进入系统，同时也可能因未及时清洗喷嘴，造成积碳堵塞^[2]。

1.4 冷却与润滑系统故障

（1）除水泵漏水、节温器卡滞、机油泵失效外，还包括散热器堵塞、冷却风扇故障、机油滤清器堵塞、机油散热器泄漏等故障。水泵漏水会导致冷却液流失，发动机水温升高；节温器卡滞在关闭位置会使冷却液无法进入大循环，造成发动机过热，卡滞在开启位置则会使发动机预热缓慢；机油泵失效会导致机油压力不足，无法为发动机部件提供有效润滑。（2）冷却液泄漏多因冷却系统管路、密封圈老化或损坏，导致冷却液渗出；机油氧化是由于机油长期使用后，受高温、氧气影响，性能下降，产生油泥，同时也可能因未按规定周期更换机油，加剧氧化程度，影响润滑效果。

2 汽车发动机修理技术体系

2.1 故障诊断技术

（1）传统诊断方法以人工经验为核心，操作简便且

成本较低。听诊法需维修人员借助螺丝刀或听诊器,贴近发动机缸体、气门室、油底壳等部位,根据异响特征判断故障——如活塞敲缸声多为清脆的“当当”声,常伴随发动机冷启动时明显、热机后减弱的规律;压力测试则通过专用设备检测系统压力,例如气缸压力测试需拆下火花塞,将压力表接入气缸,启动发动机观察压力数值,若某缸压力低于标准值10%以上,可能存在气门密封不良或活塞环磨损问题;冷却系统压力测试可模拟正常工况下的压力,检测管路、水泵是否泄漏。(2)现代诊断技术依托科技设备提升精准度与效率。OBD-II系统是车辆自带的故障诊断接口,连接诊断仪后可读取故障码(如P0301代表1缸失火)、实时数据流(如喷油脉宽、进气压力),快速定位电气与电子系统故障;内窥镜检测通过柔性探头伸入气缸、进气道等内部空间,直观观察积碳、气门损伤、活塞顶部状况,无需拆解发动机,减少维修成本;振动分析利用传感器采集发动机振动信号,结合软件分析振动频率与幅值,识别曲轴轴承磨损、正时链条松动等隐性机械故障,适用于高精密发动机检修。

2.2 机械修复技术

(1) 零件更换技术针对严重损坏、无法修复的零件(如破裂的缸体、卡死的活塞),直接更换原厂或合格副厂件,确保装配后性能稳定;再制造技术则对磨损但核心结构完好的零件(如曲轴、凸轮轴),通过拆解、清洗、修复、检测等工序,恢复其尺寸与性能,成本仅为新件的50%-70%,且符合环保要求,常见于商用车发动机维修。(2) 表面修复工艺用于修复零件表面磨损、划痕等缺陷。电镀通过电解作用在零件表面沉积金属层(如镀铬修复曲轴轴颈),提升耐磨性与耐腐蚀性;喷涂包括电弧喷涂、火焰喷涂,将金属或陶瓷粉末喷覆在磨损表面,适用于缸体端面、气门座圈修复;激光熔覆利用高能量激光使熔覆材料与零件表面融合,形成高强度涂层,可修复涡轮增压器叶片、缸套等高精度零件,涂层结合强度远超传统工艺^[3]。(3) 曲轴磨削、缸体镗削等精密加工技术需在专业机床完成。曲轴磨削通过磨床修正曲轴轴颈的圆度、圆柱度误差,磨削量通常控制在0.25-0.5mm,确保装配后轴承间隙符合标准;缸体镗削则根据气缸磨损程度,镗削气缸内壁至指定尺寸,再镶嵌缸套或直接珩磨,恢复气缸与活塞的配合间隙,加工精度需达到0.005mm以内,避免出现漏气、烧机油问题。

2.3 电子系统维修技术

(1) 电路板级维修针对ECU、传感器等电子元件

的电路板,通过万用表、示波器检测故障点(如虚焊、损坏的电容电阻),采用热风枪更换元件,修复后需进行通电测试,确保信号传输正常;ECU编程则通过专用设备连接ECU,写入新的控制程序(如升级动力程序、修复软件bug),或根据维修需求匹配车辆信息(如更换ECU后进行防盗匹配),编程过程需严格遵循厂家规范,避免程序错乱导致发动机无法启动。(2) 传感器标定与数据匹配是电子系统维修的关键环节。部分传感器(如节气门位置传感器、氧传感器)安装后需通过诊断仪进行标定,调整其输出信号范围,确保ECU准确接收数据;数据匹配则适用于更换核心电子元件后(如更换发动机控制模块、曲轴位置传感器),将新元件数据与ECU、其他系统进行同步,例如更换ABS传感器后需匹配轮速数据,避免出现制动防抱死系统失效问题。

2.4 清洁与维护技术

(1) 积碳清除需根据积碳位置与程度选择方法。化学清洗将专用清洗剂(如节气门清洗剂、进气道清洗剂)喷入相应系统,浸泡溶解积碳,适用于节气门、喷油嘴、进气道等易拆卸部位,操作简便但需注意清洗剂与橡胶部件的兼容性;干冰清洗利用-78.5℃的干冰颗粒高速冲击积碳,通过低温脆化与动能作用去除积碳,无残留、不损伤零件表面,可用于气缸内、气门背面等复杂结构积碳清除,尤其适用于直喷发动机。(2) 润滑系统深度保养涵盖机油更换、机油路清洗、机油泵检查等步骤。先排放旧机油,拆除机油滤清器,使用专用清洗设备将清洗液注入机油路,循环清洗油泥、积碳;更换新的机油滤清器与符合规格的机油(如5W-30全合成机油),加注后启动发动机,检查机油压力是否正常;同时检查机油泵齿轮磨损情况、机油限压阀密封性,避免因机油泵失效导致润滑不足,延长发动机使用寿命^[4]。

3 汽车发动机修理技术的发展趋势

3.1 智能化诊断技术

(1) 人工智能在故障预测中的应用持续深化。通过采集发动机全生命周期运行数据,如转速波动、机油压力变化、排气成分等,AI算法可构建故障预测模型,精准识别隐性故障。例如,当发动机气门存在微小磨损时,AI能通过振动频率细微变化,提前2-3个月预判故障风险,并生成维修建议,避免突发停机。同时,AI可自主学习不同车型、工况下的故障特征,不断优化诊断精度,减少人工误判。(2) 远程诊断与云平台支持重塑维修流程。依托车联网技术,发动机实时数据可同步至云端,维修人员通过终端设备即可调取故障码、数据流,远程排查问题。比如车主反馈发动机动力下降,维修厂

通过云平台分析进气压力、喷油脉宽等数据，可初步判断为涡轮增压器漏气，提前备好配件，大幅缩短维修时间。此外，云平台还能整合海量维修案例，为疑难故障提供解决方案支持。

3.2 绿色维修技术

(1) 环保型清洗剂与再制造零件成为主流。传统溶剂型清洗剂含挥发性有害物质，而新型生物降解清洗剂、水基清洗剂可实现无残留清洁，且对零件无腐蚀，已广泛用于节气门、喷油嘴清洗。再制造零件通过拆解、修复、检测等工序，性能达到新件标准，如再制造曲轴成本仅为新件的60%，且能耗降低70%，目前在商用车、乘用车维修领域普及率逐年提升。(2) 废弃物处理与资源循环利用体系逐步完善。维修产生的废旧机油经蒸馏、精制可转化为再生润滑油；报废金属零件如缸体、缸盖，通过熔炼回收重新加工；破损橡胶件如油封、密封圈，经破碎脱硫制成再生橡胶。部分维修企业还建立废弃物分类回收机制，实现“维修-回收-再利用”闭环，减少环境污染与资源浪费。

3.3 3D打印与增材制造技术

(1) 定制化零件修复突破传统维修瓶颈。对于停产车型稀缺零件，如老款发动机凸轮轴、进气歧管，通过3D扫描获取三维模型后，采用金属粉末激光熔覆技术，可快速打印出匹配零件，解决“无件可修”难题。针对受损复杂零件，如涡轮增压器叶片，3D打印能精准修复破损部位，且修复件强度优于传统焊接工艺。(2) 轻量化设计助力发动机效能提升。利用3D打印拓扑优化技术，可在保证零件强度的前提下，减少材料用量。例如，3D打印的发动机支架采用镂空晶格结构，重量较传统铸造件减轻25%，间接降低发动机负荷，提升车辆燃油经济性。同时，3D打印无需模具，缩短零件生产周期，适合小批量定制维修需求。

3.4 预防性维护与大数据应用

(1) 基于使用数据的预测性维修策略精准落地。通过收集车辆行驶里程、驾驶习惯、环境温度等数据，结合大数据分析，可构建发动机健康评估体系。比如频繁在拥堵路况行驶的车辆，发动机启停频繁，系统可预测火花塞寿命缩短，提前推送更换提醒；高温地区车辆则重点监测冷却系统，避免因高温导致水泵失效。(2) 大数据驱动维修标准化与效率提升。云端平台积累的故障数据、维修案例，经分析可提炼共性问题解决方​​案。例如，针对某品牌发动机喷油嘴堵塞高发问题，大数据显示与燃油品质相关，进而形成“定期燃油系统清洗+推荐优质燃油”的标准化维护方案。同时，大数据还能为维修人员培训提供方向，提升行业整体维修水平。

结束语

汽车发动机修理技术的发展，是技术创新与行业需求共同驱动的结果。当前，智能化诊断、绿色再制造及3D打印等前沿技术，正逐步破解传统维修的效率与成本瓶颈，推动维修模式向预防性、精准化转型。未来，随着新材料、大数据及人工智能的深度应用，发动机修理将更注重全生命周期管理，实现资源高效利用与性能长效保障。行业需持续强化技术融合与人才培养，以应对汽车产业变革带来的新挑战。

参考文献

- [1]侯海,刘云锋.汽车电控发动机系统故障诊断与维修技术探讨[J].南方农机,2020,(02):21-22.
- [2]姜国华.关于汽车电控发动机系统故障诊断与维修技术的思考[J].电子测试,2020,(14):134-135.
- [3]夏中良.汽车发动机修理技术分析[J].南方农机,2020,(11):111-112.
- [4]高博.关于汽车发动机修理技术与探讨[J].科技创新与应用,2020,(17):160-161.