

# 商用汽车燃油系统装配工艺分析与优化

任敏超 马小军 李阿勇 冷冠雄  
陕西重型汽车有限公司 陕西 西安 710200

**摘要：**商用汽车燃油系统装配工艺对整车性能至关重要。其核心组成涵盖多模块，装配要求严格，与整车性能紧密相连。当前关键装配工艺存在扭矩偏差、定位不准等问题。优化策略包括制定标准化手册、引入模块化预装、升级装配设备与检测技术、完善质量管控体系等。优化后可提升装配质量、效率，降低成本。为保障优化落地，需强化员工培训、建立激励机制，并与供应商深度合作，推动零部件适配性优化。

**关键词：**商用汽车；燃油系统；装配工艺；分析与优化

引言：商用汽车燃油系统作为车辆动力输出的核心支撑，其装配工艺的优劣直接关乎整车性能、安全与成本。当前，燃油系统装配虽已形成涵盖管路连接、核心部件安装及密封性检测等较为完整的工艺体系，但在实际操作中仍存在人工操作差异大、部件定位精度低、微小泄漏检测难等问题，影响装配质量与生产效率。为突破这些瓶颈，需从工艺标准化、设备与技术升级以及质量管控体系完善等多维度入手，探索优化策略。本文将深入剖析商用汽车燃油系统装配工艺现状，提出针对性优化方案，并阐述优化后的效益与保障措施，为行业提供参考。

## 1 商用汽车燃油系统装配工艺基础

### 1.1 燃油系统核心组成与装配特性

燃油系统作为车辆动力输出的关键支撑，其核心组成涵盖多个重要模块。其中，储油模块负责燃油的存储；输送模块保障燃油稳定输送至各部位；过滤模块可有效滤除燃油中的杂质；喷射模块精准控制燃油喷射量与时机；控制模块则对整个系统进行智能调控。在装配特性方面，各部件需满足高压密封要求，以防止燃油泄漏；具备抗振动冲击能力，适应复杂工况；实现精准对接，确保系统正常运行。同时，装配全程要严格避免杂质进入，防止引发堵塞或部件磨损等问题。

### 1.2 装配工艺的核心要求与标准

燃油系统装配必须严格遵循行业规范，以确保系统性能与安全性。在量化指标方面，要精准把控管路连接扭矩，防止因扭矩不当引发泄漏或管路损坏；合理控制密封件压缩量，保障良好的密封效果；精确设定部件安装间隙，保证部件正常运转与协同工作。同时，装配过程对清洁度要求极高，避免杂质污染系统；密封性需经严格检测，杜绝燃油泄漏隐患；电气连接要确保可靠性，以此保障装配后的燃油系统能稳定实现动力供给，

满足车辆安全运行的需求。

### 1.3 装配工艺与整车性能的关联

装配工艺的优劣对整车性能有着深远影响。若管路连接扭矩不足，在车辆运行中，燃油易泄漏，不仅造成资源浪费，更会引发火灾等重大安全隐患。滤清器安装若出现倾斜，会降低其过滤效率，使杂质进入喷油嘴，加剧磨损，进而降低燃油经济性，增加使用成本。传感器装配偏差会导致油量检测数据不准确，影响驾驶员对车辆状态的判断。可见，装配工艺的精度与稳定性，直接决定了燃油系统功能的正常发挥，与整车的动力输出、行驶安全及运营成本紧密相连<sup>[1]</sup>。

## 2 商用汽车燃油系统关键装配工艺分析

### 2.1 燃油管路连接工艺

燃油管路的可靠连接对于燃油系统的安全稳定运行至关重要，其连接工艺主要分为硬管连接与软管连接两类。（1）硬管连接通常采用螺纹连接搭配密封垫圈的结构形式。在连接过程中，需借助扭矩扳手，并严格按照预设扭矩值进行紧固操作。这是因为扭矩过小，会导致连接不紧密，出现燃油泄漏的隐患；而扭矩过大，则可能使螺纹损坏，影响连接的强度与密封性。（2）软管连接则采用卡箍紧固的方式。安装时，要确保卡箍精确居中对齐接口，紧固后仔细检查软管状态，保证其无褶皱、无偏移现象。同时，还需测量软管与周边部件的间隙，防止因运行过程中的振动导致软管与周边部件摩擦，进而造成破损，引发燃油泄漏。（3）当前燃油管路连接工艺仍存在一些问題。在硬管连接中，人工使用扭矩扳手紧固时，由于操作人员的技能水平和熟练程度差异，容易出现扭矩偏差，影响连接质量。在软管连接方面，卡箍位置的确定主要依赖操作人员的经验判断，缺乏统一的量化标准，导致不同批次或不同操作人员安装的软管连接一致性较差，给燃油系统的长期稳定运行带

来潜在风险。

## 2.2 核心部件安装工艺

在燃油系统中，核心部件的安装工艺直接关乎系统性能与可靠性，以下是关键部件的装配要点。（1）油箱安装时，要先精准定位支架，仔细调整其与车架的相对位置，保证油箱各接口与对应部件严格对齐，随后使用螺栓牢固固定。安装完成后，需对油箱晃动量进行细致检查，确保其在规定范围内，避免因晃动过大影响燃油供给稳定性。（2）燃油泵安装要依托油箱内部预设的定位槽，将泵体平稳放置，使其紧密贴合油箱底部，保证燃油能够充分被抽取。同时，在电气插头处涂抹防水密封胶，防止水分侵入导致电气故障。（3）喷油嘴安装前，要彻底清洁接口处的油污，避免杂质影响密封性。接着涂抹专用润滑脂，按照规定顺序紧固螺栓，并确保喷油嘴轴线与安装孔轴线精准对齐，以保证燃油喷射方向和角度准确。（4）当前安装工艺存在一些问题。油箱定位主要依赖人工目视校准，不仅效率低下，而且容易出现较大偏差。喷油嘴安装后，缺乏即时有效的精度检测手段，难以在第一时间发现安装问题并进行调整，可能为后续运行埋下隐患。

## 2.3 密封性检测工艺

在燃油系统的制造与维护中，密封性检测工艺是确保系统安全可靠运行的关键环节，其检测流程主要分为部件单独检测与系统整体检测。（1）部件单独检测采用气压测试法。将待测部件置于专用测试装置中，向其内部充入一定压力的气体，随后进行保压处理。在保压期间，密切观察压力变化情况。若压力保持稳定，则表明该部件密封性能良好；若压力出现明显下降，则说明部件存在泄漏问题，需进一步排查修复。（2）系统整体检测在所有部件装配完成后进行，分为低压与高压两种检测工况。在检测过程中，采用肥皂水涂抹系统各接口处的方法，若接口处有气泡产生，则可判定该位置存在泄漏。（3）当前的密封性检测工艺仍存在一些不足。部分微小泄漏在常规气压测试中难以被察觉，这些微小泄漏在初期可能不会对系统性能产生明显影响，但随着时间的延长，在燃油的腐蚀、压力的持续作用等因素影响下，微小泄漏可能会逐渐扩大，最终导致后期使用中出現渗漏现象，不仅会造成燃油浪费，还可能引发安全隐患，因此需要进一步优化检测工艺以提高检测精度。

# 3 商用汽车燃油系统装配工艺优化策略

## 3.1 工艺标准化与流程优化

为提升燃油系统装配的质量与效率，降低人为因素和流程不合理带来的不良影响，特提出以下标准化优化

方案。（1）制定全面且细致的《燃油系统装配工艺操作手册》。该手册需精准明确各工序的操作步骤，详细到每一个动作和环节，确保操作人员有章可循。同时，清晰标注所需工具的型号，避免因工具使用不当而影响装配质量。对于各项参数标准，要给出精确的数值范围和严格的控制要求，如扭矩大小、压力值等。为增强手册的实用性和可操作性，还需配套图文指导，以直观的示意图展示操作要点和部件位置；制作视频教程，通过动态演示让操作人员更清晰地了解装配流程和技巧，从而有效减少人工操作差异，提升装配的一致性和稳定性<sup>[2]</sup>。

（2）优化装配流程，引入“模块化预装”模式。将关联性较强的相关部件先在预装工位组装为独立模块，在预装过程中可进行初步的质量检查和调试。完成预装后，再将整体模块安装到总装线上。这种模式不仅能显著缩短总装线的装配时间，提高生产效率，还能降低部件在频繁搬运和多次装配过程中损坏的风险，进一步提升产品质量和生产效益。

## 3.2 装配设备与检测技术升级

为进一步提升燃油系统装配的质量与效率，降低人为因素和传统检测方法的局限性带来的影响，需对装配设备与检测技术进行全面升级。（1）在管路连接环节，引入带数据存储功能的自动扭矩扳手。该扳手能够按照预设的精确扭矩值自动完成紧固操作，有效避免了人工紧固时因经验不足或操作失误导致的扭矩偏差问题。同时，它还能实时记录每一次紧固的扭矩数据，并将这些数据上传至管理系统，实现工序的可追溯性。一旦出现质量问题，可迅速定位问题环节，为质量分析和改进提供有力依据。（2）针对部件定位难题，采用视觉引导系统。该系统利用高清摄像头和先进的图像处理算法，能够快速、准确地识别部件的位置和姿态，并辅助操作人员或自动化设备将部件精准对齐。相比传统的人工目视定位，大大提升了定位精度和效率，减少了因定位不准确而导致的装配误差和返工情况。（3）在密封性检测方面，升级为氦质谱检漏仪。利用氦气具有高渗透性的特性，该仪器能够检测出极其微小的泄漏，其检测灵敏度远高于传统的肥皂水检测方法。这有助于及时发现潜在的泄漏隐患，确保燃油系统的密封性能达到高标准要求，提高产品的可靠性和安全性。

## 3.3 质量管控体系完善

为切实保障燃油系统的装配质量，构建一套严谨且全面的全流程质量管控机制势在必行。（1）在装配前，需着重强化零部件入场检验环节。引入先进的自动化检测设备，这些设备凭借高精度的传感器和智能算法，能

够对零部件的尺寸精度、性能参数等进行快速、准确的检测,将不符合质量标准的不合格部件及时剔除,从源头上杜绝劣质零部件流入装配流程,为后续的高质量装配奠定坚实基础。(2)装配过程中,设置关键工序质量控制点至关重要。在这些关键节点,实行“自检+互检+专检”的三级检验制度。操作人员先进行自检,确保自身操作符合规范;随后相邻工序人员互检,起到相互监督和提醒的作用;最后由专业质检人员进行专检,以专业的知识和丰富的经验严格把关。一旦发现偏差,立即停机调整,避免问题扩大化,保证每一道工序的装配质量。(3)装配完成后,建立详细的燃油系统质量档案。档案中记录部件型号、装配参数、检测数据等关键信息。车辆出厂后,通过售后数据反馈,深入分析常见故障与装配工艺之间的关联,依据分析结果持续迭代优化工艺标准,形成质量管控的闭环,不断提升燃油系统的整体质量水平。

#### 4 装配工艺优化的效益与保障措施

##### 4.1 优化后的核心效益

工艺优化为燃油系统装配带来了多维度的实际价值。(1)质量层面,标准化操作手册的制定与先进检测设备的应用,极大提升了装配质量。标准化流程减少了人工操作的随意性,设备升级如氦质谱检漏仪能精准检测微小泄漏,使得燃油系统泄漏故障率显著降低。同时,视觉引导系统助力喷油嘴精准装配,提升了其工作精度,进而改善了车辆燃油经济性,降低了能源消耗。

(2)效率层面,模块化预装模式将相关部件提前组装成模块,减少了总装线的装配工序,自动化设备的应用则加快了操作速度,二者协同使总装线装配节拍大幅缩短,单台车辆燃油系统装配时间明显减少,提高了整体生产效率。(3)成本层面,质量故障的减少直接降低了售后维修成本,自动化设备替代部分人工操作,从长期来看可有效降低人力成本。此外,装配缺陷的减少也减少了零部件报废浪费,进一步控制了生产成本<sup>[3]</sup>。

##### 4.2 优化落地的保障措施

(1)在技术与管理层面,需采取有力支撑策略以

推动燃油系统装配工艺优化落地。技术上,强化员工培训至关重要。针对新引入的设备与革新后的工艺,精心组织专项培训,详细讲解操作要点、技术原理及安全规范。培训结束后设置严格考核,唯有考核合格者方可上岗操作,确保员工熟练掌握新技能。管理方面,建立工艺优化激励机制,鼓励一线员工结合实际提出改进建议,对经评估有效的提案给予物质与精神奖励,充分调动员工参与工艺优化的积极性。(2)从供应链协同维度出发,为保障燃油系统装配工艺优化顺利推进,需与零部件供应商展开深度合作。积极推动供应商对零部件设计进行适配性优化,以契合优化后的装配工艺。例如,统一零部件接口尺寸,可提升装配的通用性与便捷性,减少适配问题;增加定位基准,能提高装配精度与效率。通过这些举措,确保上下游工艺衔接紧密、顺畅无阻,为装配工艺优化构建稳固的供应链支撑体系,助力企业提升整体生产效能与产品质量。

#### 结束语

商用汽车燃油系统装配工艺的优化,从基础组成与特性出发,深入剖析关键装配工艺,针对性提出标准化、设备升级及质量管控等优化策略。这些优化举措在质量、效率与成本层面带来了显著效益,有效提升了燃油系统性能与整车运行表现。而要确保优化成果切实落地,技术管理上的员工培训与激励机制不可或缺,供应链协同层面的零部件适配优化也至关重要。未来,随着技术不断进步与行业持续发展,燃油系统装配工艺需持续创新优化,以适应市场变化,为商用汽车行业的稳健发展提供坚实有力的支撑,推动行业迈向更高质量的发展阶段。

#### 参考文献

- [1]蔡丽娟,史玉红,蔡佳丽.工业机器人在汽车总装车间应用中的优化措施[J].内燃机与配件,2020(20):32-33.
- [2]龚克.汽车总装工艺现状及发展趋势[J].时代汽车,2021,(16):135-136.
- [3]武奕慕容.简析汽车装配工艺现状及改进措施[J].南方农机,2019,50(07):80.