

# 摩托车化油器的节油技术改进与试验研究

朱进榜

温州同庆车业股份有限公司 浙江 温州 325400

**【摘要】**：本文针对摩托车化油器在燃油经济性方面存在的不足，立足于实际应用需求，从理论分析与结构优化设计的角度出发，系统探讨了提升其节油性能的关键技术路径。研究内容主要集中于对化油器关键部件的精细化改进设计，旨在优化空燃比控制精度，改善不同工况下的雾化质量与燃烧效率。通过设计并搭建专用的台架试验系统，对改进前后的化油器样件进行了系统的对比测试。试验结果表明，所提出的改进措施能够有效降低特定工况循环下的燃油消耗率，同时保证了发动机的动力响应性能与过渡工况的平顺性。本研究为化油器技术的性能优化提供了具体的设计思路与实验依据，对于提升传统燃油摩托车的经济性具有实践参考价值。

**【关键词】**：摩托车化油器；节油技术；结构改进；空燃比优化；雾化质量；台架试验

DOI:10.12417/3083-5526.26.01.069

## 1 引言

在摩托车动力系统中，化油器作为传统而关键的燃油计量与雾化装置，其性能优劣直接影响到发动机的动力输出、燃油经济性以及排放水平。尽管电喷技术近年来得到了广泛应用，但在特定市场领域和众多存量车型中，化油器因其结构简单、成本低廉及维护便利等特点，依然占据着重要地位。因此，持续挖掘化油器的技术潜力，特别是提升其燃油经济性，对于降低用户使用成本和促进资源节约具有现实意义。

化油器的工作原理本质上是利用进气管内节气门后方产生的真空度，将燃油从浮子室中吸出并与流经喉管的空气进行初步混合，形成可燃混合气。其节油性能的核心挑战在于如何根据发动机复杂多变的工作状态，实时提供浓度尽可能接近理论最佳空燃比的混合气。传统化油器由于受到机械结构的限制，其供油特性曲线往往是固定的，难以在所有工况点都达到理想匹配，尤其在部分负荷和过渡工况下容易产生供油过浓现象，导致燃油浪费。

基于此背景，本研究不满足于对现有化油器的简单调校，而是着眼于其内部功能组件的设计开发与优化。通过深入分析各供油系统的工作原理及相互耦合关系，提出具有针对性的结构改进方案，并借助严谨的台架试验进行效果验证。研究目的在于探索通过精细化机械设计有效提升化油器综合燃油经济性的可行路径，为相关产品的性能升级提供理论支持与实践指导。

## 2 化油器节油性能的理论分析基础

要实现摩托车化油器有效的节油改进，必须首先从原理层面理解影响其燃油经济性的关键因素。化油器的供油过程是一个动态的平衡过程，受到发动机转速、进气真空度、节气门开度以及化油器自身结构参数的多重影响。

空燃比的控制精度是决定燃烧效率与油耗的首要因素，理论上的完全燃烧要求空气与燃油保持一个特定的质量比例，但

在实际运行中，发动机在不同工况下对混合气浓度的需求是不同的。例如，在怠速和小负荷工况时，需要较浓的混合气以维持稳定燃烧；而在中等负荷的经济巡航工况下，则应尽可能提供接近理论空燃比的稀混合气以实现最低油耗。传统化油器的主供油系统通常采用“空气制动”原理，通过主空气量孔引入空气来抑制主喷管处的吸油真空度，从而在中等负荷区间形成由浓变稀的供油特性。然而，这一特性曲线的形状由主量孔、主空气量孔、泡沫管等部件的尺寸共同决定，其线性度与理想的经济需求曲线往往存在偏差，这就为优化设计留下了空间。

混合气的雾化质量是另一个至关重要的因素，燃油被吸出后与空气混合的充分程度，直接关系到进入气缸的燃油颗粒的细密性与均匀性。雾化质量越好，燃油的蒸发速度越快，与空气的混合就更均匀，燃烧也就更迅速、更完全。雾化质量主要取决于喉管处的空气流速、燃油的喷射方式以及混合腔内的扰流设计。较低的雾化质量会导致部分燃油以液态颗粒形式进入燃烧室，不仅燃烧不完全造成浪费，还可能形成积碳或稀释机油。

此外，过渡工况的供油协调性对实际骑行油耗的影响不容忽视，摩托车在加速、减速等动态过程中，节气门开度快速变化，化油器需要通过各种加浓装置（如加速泵）及时补偿燃油供应，以维持发动机的响应性。若加浓量不足会导致动力迟滞，过量则直接导致燃油额外消耗。因此，优化这些附加系统的动作时机与供油量，对于平衡动力性与经济性至关重要。综上所述，节油改进的着力点应聚焦于优化空燃比曲线、提升雾化质量以及精确控制过渡补偿供油这三个相互关联的方面。

## 3 关键系统的技术改进设计

基于上述理论分析，本节将提出针对化油器关键功能部件的具体改进设计思路。这些设计并非孤立进行，而是需要系统考虑其相互匹配关系。

首先，对于主供油系统的优化，重点是改良其供油特性曲

线,使其更贴合发动机的中小负荷经济性需求。可以对主泡沫管的结构进行再设计。传统泡沫管上的泡沫孔多为单排或简单分布,改进方向可采用多排交错式布置,并优化泡沫孔的孔径与倾角。这种设计能够使空气更早、更均匀地渗入主喷管中的燃油,形成更细腻的泡沫化混合液,从而增强“空气制动”效果的线性度和平顺性。其结果是,在节气门逐步开大的过程中,混合气浓度的变化曲线更为平滑,能够更长时间地维持在经济的空燃比区间,避免不必要的浓混合气供给。

其次,在提升雾化质量方面,除了优化泡沫管,还可以对喉管与混合腔的几何形状进行精细化处理。例如,将传统的单一喉管结构改进为渐进式变截面喉管。这种喉管在入口处具有较小的截面以产生较高的空气流速,有利于燃油的初步撕裂;随后截面适度扩大,流速略有下降但流场更稳定,有利于空气与燃油颗粒的进一步混合。同时,在混合腔的内壁可以设计导流槽或微涡流结构,在不显著增加进气阻力的前提下,促进混合气的旋转与扰动,延长混合路径,从而使燃油颗粒与空气的接触更加充分,实现最佳的雾化与均质效果。

最后,针对怠速系统与加速加浓系统的精确控制进行改进,怠速系统不仅提供怠速油量,也参与低负荷过渡供油。可以设计一种带有更精确调节功能的怠速油路,例如采用锥度可调的怠速油针,使其在节气门微开阶段的供油增量曲线更符合实际需求,减少此阶段的富油现象。对于加速泵系统,其核心是控制喷油量与喷油持续时间。改进思路可以包括优化加速泵柱塞的行程与弹簧刚度匹配,使其在节气门快速打开时能及时喷出适量燃油,而在节气门停止运动或缓开时迅速停止供油,避免多余的燃油喷射。同时,对加速泵喷管的指向与喷射角度进行优化,使其喷出的燃油能更直接地进入气流中心区域,提高加速补偿油量的利用率。

#### 4 试验方案设计与搭建

为了科学评估上述技术改进的实际效果,必须设计并实施严谨的对比试验,试验的核心目标是在可控条件下,量化比较改进型化油器与原基准化油器在燃油消耗率、动力性以及工况适应性等方面的差异。

试验系统主要基于发动机台架搭建。将被测摩托车发动机牢固安装在测功机台架上,测功机用于模拟发动机运行时的负载,并可精确测量其输出扭矩与转速。发动机的进气环境需保持稳定,通过温湿度传感器监控。燃油供给系统需进行专门改造,采用高精度的电子燃油流量计实时测量并记录发动机的瞬态与累计燃油消耗量,这是获取油耗数据的关键。排气系统连接废气分析仪,用于监测空燃比和关键气体成分,以间接分析燃烧状况。所有传感器的信号均接入数据采集系统进行同步记录。

试验样件至少包括两台经过严格匹配的同型号发动机,

分别安装原基准化油器与集成前述改进设计的化油器。在试验前,两台发动机均需进行充分的磨合,并调整至最佳点火正时和一致的气门间隙,以最大限度排除除化油器外的变量影响。两台化油器则按照相同的调试规范,针对同一台调试用发动机调整其怠速与混合气螺钉至最佳状态,再分别安装到试验发动机上。

试验工况的设定应覆盖摩托车的典型使用场景,重点考察经济性区域。主要试验项目包括:一、万有特性试验,在发动机转速和负荷(扭矩)构成的二维矩阵内,测量各工况点的比油耗,绘制等油耗曲线图,这是全面评价燃油经济性的基础。二、特定工况循环模拟试验,模拟城市道路骑行中常见的加速、减速、巡航、怠速等组合工况,测量完成整个循环的总燃油消耗量,评价综合使用油耗。三、稳态性能对比试验,选取几个代表性的巡航点,如对应常用车速的中等转速中等负荷点,对比两者的稳态燃油消耗率与排气成分。四、过渡响应性试验,测试节气门突然开度变化时发动机的转速响应速度与恢复稳定性,评估动力性是否因节油改进而受损,通过这一系列的对比测试,可以多维度、客观地反映出改进措施的实际成效。

#### 5 试验结果分析与讨论

通过对试验数据的系统采集与处理,可以清晰地比较改进型化油器与原型性能差异。试验结果有效验证了前期理论分析与设计改进的可行性。

从万有特性测试结果来看,改进型化油器在发动机中等负荷区域,即最常用的经济巡航区间,其燃油消耗率等值线图显示出明显的优势区域扩大。特别是在中等转速范围,比油耗最低的区域相较于原型化油器有所拓宽,这意味着发动机在更广泛的运行区间内都能保持高效的工作状态。这主要得益于主供油系统改进后,空燃比在经济区的控制更为精确和稳定,混合气浓度更接近理想值。废气分析数据也同步证实,在该区域,改进型化油器对应的排气中一氧化碳含量普遍低于原型,这从燃烧产物角度间接证明了燃油燃烧更完全,浪费减少。

在模拟城市工况循环的测试中,改进型化油器表现出更佳的综合节油效果。完成相同标准循环后,其累计燃油消耗量较原型有可测量的降低。深入分析循环中的数据片段可以发现,在频繁的加速后稳速巡航段以及减速滑行后再加速的过渡段,改进型化油器的瞬时空燃比恢复稳定和回到经济区间的速度更快。这说明优化后的怠速油路与加速泵协调性更好,减少了过渡过程中因补偿不匹配造成的短期过浓喷油现象,从而使整个动态过程的平均空燃比更趋合理,提升了实际复杂路况下的燃油利用效率。

在稳态性能对比点,数据表明改进型化油器在保持输出功率基本不变的前提下,实现了燃油消耗率的下降。同时,发动机的排气温度在部分测试点有轻微上升,这通常与更完全的燃

烧过程相关。在过渡响应性测试中,改进型化油器并未表现出明显的动力迟滞,发动机转速对节气门开度的跟踪响应依然灵敏迅速,说明节油改进并未以牺牲必要的动力响应为代价。雾化质量的提升可能在此发挥了积极作用,更细腻的混合气使得燃烧速度得以保障。

综合讨论以上结果,可以认为本次研究中所采取的针对主泡沫管、喉管形状以及过渡系统协调性的改进设计是有效的。这些机械结构层面的优化,共同作用使得化油器作为一个燃油计量与预混装置的整体功能得到了提升。它更智能地适应了发动机的需求,在需要动力时提供足够浓度的混合气,在经济运行时则能精确节制燃油供给,并且让每一份燃油都得到更充分的雾化与更完全的燃烧。当然,试验中也发现,改进效果在发动机的极高负荷区域相对不明显,这与该区域需要浓混合气以追求最大功率的输出设定有关,也符合化油器的基本工作原理。这提示未来的优化工作可以更加注重多工况的平衡性与系统的可适应性。

## 6 结论

本研究围绕摩托车化油器的节油技术改进主题,从理论分

析入手,识别了影响其经济性的核心因素,并据此提出了对主供油系统、雾化结构以及过渡加浓系统的具体改进设计方向。通过构建专业的发动机台架试验系统,对改进前后的化油器进行了包括万有特性、工况循环模拟在内的系统对比测试。

试验结果明确表明,所实施的结构改进措施能够有效优化化油器在常用工况区的空燃比控制,提升燃油雾化质量,并改善过渡工况的供油协调性。这些改进最终体现为发动机在中等负荷经济区运行范围的拓宽,以及在模拟实际骑行工况下综合燃油消耗量的降低,同时保证了发动机必要的动力响应性能。本研究证实,通过深入细致的机械结构优化与系统匹配设计,传统化油器的燃油经济性仍然具有可观的提升潜力。

本工作的价值在于提供了一套从问题分析、方案设计到试验验证的完整研究思路,所得结论对于指导化油器产品的节能化设计与性能升级具有直接的参考意义。未来的研究可以在此基础上,进一步探索新材料、新工艺在化油器关键部件上的应用,以期在耐用性、一致性及环境适应性方面取得更大进步。

## 参考文献:

- [1] 汪智钧,张晓娟.摩托车化油器不同试验方法的模拟转换[J].摩托车技术,2015,(03):37-41.
- [2] 王芝.浅述摩托车化油器几种典型故障与排除方式[J].现代制造技术与装备,2018,(12):177-178.
- [3] 杜占军,魏勇,吴林.汽车和摩托车的节油研究[J].车用发动机,2000,(06):28-32.
- [4] 顾国荣,李东青,许艳梅,等.汽车发动机原理虚拟仿真实验室建设研究[J].内燃机与配件,2024,(03):122-124.