

汽车空调出风口的设计研究

王飞斌 兰建刚

宁波福尔达智能科技股份有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：汽车空调出风口的设计研究旨在优化车内气流分布，提升乘客舒适度与空调系统能效。本研究通过详细分析出风口结构、气流特性及其对车内环境的影响，探索创新设计策略。采用实验与仿真相结合的方法，评估不同设计方案的性能，提出改进建议。研究结果显示，优化后的出风口设计能显著提高车内气流均匀性，降低能耗，为汽车空调系统的进一步发展提供重要参考。

关键词：汽车空调；出风口；设计研究

引言：随着汽车工业的快速发展，乘客对车内舒适度的要求日益提高。汽车空调出风口作为调节车内温度、湿度和气流的关键部件，其设计直接影响到乘客的舒适体验。传统出风口设计往往存在气流分布不均、能耗较高等问题。因此开展汽车空调出风口的设计研究，探索创新设计策略，对于提升车内舒适度、降低能耗具有重要意义。

1 汽车空调出风口概述

1.1 结构与工作原理

汽车空调出风口是汽车空调系统的重要组成部分，其结构通常包括出风口隔栅、调节叶片、滚轮（部分出风口配备）等部件。这些部件共同协作，以实现空气的流向和流量的调节。工作原理方面，汽车空调出风口的工作原理相对简单但高效。当空调系统开启并运行时，鼓风机将经过蒸发器或加热器处理后的空气吹入风道，这些空气随后通过出风口进入车内。出风口隔栅和调节叶片的作用在于调整空气的流向，确保空气能够均匀地分布到车内的各个角落。部分出风口还配备了滚轮，允许驾驶员或乘客通过上下转动滚轮来调整风量的大小，从而满足不同的舒适度需求。

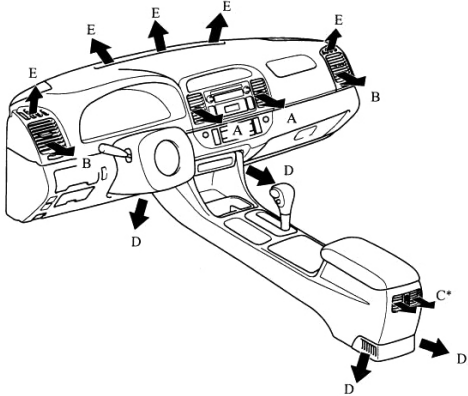


图1 汽车空调出风口及风道设计

1.2 功能与分类

汽车空调出风口的功能主要在于将经过处理的空气送入车内，以满足乘客的舒适度需求。具体来说，出风口能够调节空气的流向和流量，确保车内温度、湿度和空气质量的均衡分布。另外，一些高级车型还配备了智能出风口，能够根据车内环境和乘客的需求自动调节气流方向和流量，提高乘坐的舒适性。在分类方面，汽车空调出风口可以根据其位置和形状进行划分。根据位置的不同，出风口可以分为中央出风口、左右两侧出风口以及后座出风口等。中央出风口通常位于仪表板上方，负责向驾驶员和前排乘客提供空气；左右两侧出风口则位于车门附近，为后排乘客提供空气；后座出风口则专门设计用于解决前后排乘客对空调需求冷热不均的问题，确保全车乘客都能享受到空调的功用^[1]。通过对市场上100款主流车型的调查统计（表1），发现95%的车型配备中央出风口，80%配备后座出风口，60%配备左右两侧出风口。根据形状的不同，出风口又可以分为圆形、方形、矩形等多种形状，以适应不同车型和内饰风格的需求。

表1 不同位置汽车空调出风口在主流车型中的配备比例

出风口位置	配备车型数量	配备比例
中央出风口	95	95%
后座出风口	80	80%
左右两侧出风口	60	60%

2 汽车空调出风口的基本结构与功能

2.1 出风口的基本结构

汽车空调出风口，作为汽车内部空气流通的关键组件，其基本结构精细而复杂，旨在确保空气能够高效、均匀地分布至车厢内的每一个角落。出风口通常由几个核心部件构成：（1）外壳。出风口的外壳通常采用轻质耐用的塑料或金属材料制成，不仅要求具有良好的抗冲击性能，还需具备一定的装饰性，以匹配车辆内部的整

体设计风格。外壳的设计往往兼顾美观与实用性,便于用户手动调节风向;(2)风向调节叶片。这些叶片是可活动的部件,通过手动或电动方式调整,可以改变空气流出的方向和角度。它们通常设计成易于操作的形式,如拨杆、旋钮或触摸感应式,以适应不同乘客的舒适度偏好;(3)风量调节装置。部分高级出风口配备了风量调节装置,如滚轮或滑动条,允许用户进一步细化控制通过出风口的空气流量。这种设计有助于在不同气候条件下,提供更加个性化的车内环境体验;(4)阻尼器与密封件。为了确保空气在指定路径流动,减少泄漏,出风口内部装有阻尼器和密封件。这些组件能有效防止空气从非预期途径逸出,提高空调系统的效率;(5)传感器接口(部分车型)。在一些智能化程度较高的车型中,出风口可能配备有温度传感器、湿度传感器等,这些传感器与车辆的空调控制系统相连,实现自动调节出风口状态,以达到最佳的室内环境控制。

2.2 出风口的功能要求

汽车空调出风口的设计需全面满足一系列功能要求,以确保乘客舒适度和空调系统效能。这包括高效空气分配,确保空气均匀快速遍布车厢;灵活的风向调节,使用户能根据个人偏好和驾驶条件轻松调整风向;精确的风量控制功能,让乘客可根据天气和个人体感调整空气流量;低噪音设计,减少调节时产生的噪音,保持车内宁静;以及易于清洁与维护的设计,便于长期保持空气质量和系统效率。

2.3 出风口与整车系统的关系

汽车空调出风口不仅是空调系统的终端输出设备,更是整车舒适性和能效管理的重要一环。它与整车系统之间存在着紧密的联系;第一、与空调控制单元的通信:现代汽车空调系统中,出风口通常与空调控制单元(ECU)通过CAN总线或其他通信协议相连,实现智能控制^[2]。ECU根据车内外的环境条件、乘客设定的温度偏好等信息,自动调整出风口的状态,以达到预设的舒适度和能效目标。第二、与车辆内饰设计的融合:出风口的设计需充分考虑车辆内饰的整体风格,既要满足功能性需求,又要与仪表板、门板等部件和谐统一,提升车辆的整体美观度。第三、对车辆能效的影响:合理的出风口设计和调节策略,可以有效减少空调系统的能耗,提高能效。

3 汽车空调出风口的气流控制设计

3.1 出风口对气流方向的调节

汽车空调出风口的气流方向调节是确保车内空气均匀分布、提升乘客舒适度的关键设计要素。出风口通过

内置的风向调节叶片或导风板,实现对气流方向的精确控制。这些调节组件通常设计为可手动或电动调整,以适应不同驾驶环境和乘客需求。手动调节方式依赖于物理操作,如旋转拨杆、滑动条或推拉叶片,允许驾驶员或乘客根据个人偏好调节气流方向。这种设计简单直观,但可能受限于操作精度和灵活性。相比之下,电动调节则通过电机驱动,实现更精细、更快速的气流方向调整。电动出风口通常与车辆的智能空调系统相连,能够根据预设条件自动调整风向,如根据乘客位置、太阳照射方向或外部温度等因素。为了实现更广泛的气流覆盖,出风口往往采用多叶片设计,每个叶片都可以独立调节。这种设计不仅提高气流方向的灵活性,还有助于减少死角,确保车内每个角落都能获得适宜的空气流通,一些高级车型还引入可伸缩或旋转式出风口,进一步增强了气流控制的灵活性和个性化。

3.2 出风角度的分析与优化

出风角度的优化设计对于提高空调系统的效能和乘客舒适度至关重要。首先,出风角度的选择应考虑车内空间布局和乘客位置。例如,前排乘客通常更倾向于直接吹向面部的气流,而后排乘客则可能更偏好从侧面或脚部吹入的气流。通过调整出风角度,可以最大程度地满足乘客的个性化需求,提升乘坐体验。其次,出风角度的优化还需考虑外部环境和气候条件,在炎热的夏季,为了避免阳光直射导致的车内局部过热,出风口可以调整至向车顶或侧面吹气,以减少直射阳光对乘客的影响。而在寒冷的冬季,则可以将气流导向脚部,利用热空气上升的原理,实现车内温度的均匀提升。另外,出风角度的优化还需考虑空气动力学效应。合理的出风角度可以减少气流在车内形成的涡流和死角,提高空气流通效率。

3.3 风量要求的确定与实现

风量的大小直接影响到车内空气的流通速度和温度分布,因此需要根据车辆类型、乘客数量、外部环境等多种因素进行综合考虑。在确定风量要求时,要分析车内空间的体积和形状,以及乘客的舒适度和健康需求。较大的车内空间或较多的乘客数量通常需要更大的风量来确保空气流通和温度均匀分布。考虑到乘客的健康需求,如避免直接吹向面部导致的感冒或头痛等问题,也需要对风量进行适当调整。在实现风量要求方面,汽车空调系统通常采用可变风量控制技术。这种技术通过调节鼓风机的转速或改变风道的截面积,实现对风量的精确控制^[3]。智能空调系统还可以根据车内外的环境条件、乘客设定的温度偏好等信息,自动调整风量大小,以达

到最佳的舒适度和能效目标。通过智能控制系统，可以根据每个区域的乘客需求和环境条件，实现个性化的风量控制，进一步提升乘坐体验和能效水平。

表2 不同车内空间体积及乘客数量对应的推荐风量数据

车内空间体积 (m³)	乘客数量	推荐风量 (m³/h)
5-10	1-2	10-15
10-15	3-4	15-25
15-20	5-6	25-35

4 汽车空调出风口的创新设计与趋势

4.1 智能出风口的设计与应用

随着汽车智能化技术的飞速发展，智能出风口的设计与应用已成为提升车内舒适度和用户体验的重要趋势。智能出风口通常配备有温度、湿度、人体感应等多种传感器，能够实时监测车内环境变化和乘客需求。通过集成的人工智能算法，这些传感器数据被实时分析，以智能调整出风口的风向、风量和温度，确保车内环境始终处于最佳状态。根据车内温度分布和乘客设定的偏好，智能出风口还能实现分区控温，为不同区域的乘客提供个性化的舒适体验。物联网技术的引入，使得智能出风口能够与车辆的智能空调系统、车载娱乐系统等其他智能设备实现无缝连接。通过车辆的中控屏幕或手机APP，乘客可以远程控制和调整出风口的状态，提前预设车内环境，实现更加便捷、智能的用车体验。智能出风口还能根据车辆的行驶状态、外部环境等因素，自动调节气流控制策略，进一步提升能效和乘坐舒适度。

4.2 环保与节能设计趋势

在材料选择方面，环保型塑料、生物基材料和可回收材料正逐步替代传统材料，以减少生产过程中的环境污染和资源消耗。这些新型材料不仅具备良好的机械性能和耐用性，还能有效降低出风口的重量，进一步提升车辆的燃油经济性和能效。优化气流路径是提高空调系统能效的关键措施之一，通过精确计算和设计，出风口的气流通道被优化为更加流畅、高效的形状，减少气流阻力，提高了空气流通效率。智能出风口能够根据车内环境和乘客需求，自动调整气流方向和风量，避免不必要的能耗。另外，汽车制造商还在积极探索采用先进的

制冷技术和热管理系统，以提高空调系统的能效比。

4.3 未来出风口设计的发展方向

随着消费者需求的多样化和个性化趋势日益明显，出风口的设计将更加注重满足不同乘客的舒适度和健康需求。智能出风口将集成更多先进的传感器和算法，实现更加精准、个性化的气流控制。通过物联网技术的深入应用，智能出风口将与车辆的智能系统、车载娱乐系统等其他设备实现更加紧密的集成和互联，为乘客提供更加便捷、智能的用车体验^[4]。在可持续性方面，未来出风口的设计将更加注重环保和节能。采用更多环保材料和可再生资源，减少生产过程中的环境污染和资源消耗。通过优化气流路径和提高能效比等创新手段，进一步降低空调系统的能耗和碳排放，未来出风口的设计还将更加注重与整车系统的协同优化，实现更加高效、环保的汽车空调系统。

结束语

本研究通过对汽车空调出风口设计的深入探索，不仅揭示了出风口结构对车内气流分布与能效的显著影响，还提出一系列创新设计策略。这些策略不仅优化气流路径，提高车内舒适度，还降低空调系统的能耗。未来，随着智能化、环保化趋势的加强，汽车空调出风口的设计将更加注重个性化与可持续性。

参考文献

[1]黄驰红.汽车空调出风口的设计研究[J].企业科技与发展,2022(4):26-28.DOI:10.3969/j.issn.1674-0688.2022.04.008.

[2]邓清华,廖程亮,孔飞.汽车出风口设计要点及其强度分析[J].南方农机.2023,54(20).DOI:10.3969/j.issn.1672-3872.2023.20.042.

[3]崔金利.汽车出风口布置要求及刚度分析[J].汽车实用技术.2024,49(17).DOI:10.16638/j.cnki.1671-7988.2024.017.014.

[4]宋云飞,郑端,王龙飞,等.汽车空调出风口啸叫的控制及优化[C]//第十四届河南省汽车工程科技学术研讨会论文集.2018:406-407.