

4.1.2 建立数据驱动的设计机制

构筑 CMF 设计数据仓库群,采用大数据分析、人工智能等相关技术,实时捕捉消费者在色彩上的偏好、材料触感需求及工艺审美趋势变化,对线上线下市场反馈及用户评价数据进行收集,结合社交媒体流行元素的综合分析,精确聚焦目标消费群体的个性化潜在需求,杜卡迪分析年轻用户在社交平台针对摩托车涂装风格讨论的热度高低,推售限量版荧光色系摩托车,即刻吸引了市场的目光,依靠数据支撑去优化产品设计的流程,优化设计方案的市场适配性及创新精准水平^[4]。

4.2 优化供应链协同管理

4.2.1 打造柔性化供应链生态

企业需跟核心供应商建立起深层次的战略合作伙伴关系,共同推进新材料的研究开发、新工艺的试验验证与生产流程改进,高性能碳纤维材料供应商与宝马摩托车携手合作,完成新材料的定制供应与迅速迭代,采用数字化的供应链管理,把需求预测、生产方案、库存管理及物流配送等环节进行整合,依靠物联网技术实时监督供应链各节点的动态情形,采用智能算法对生产排程予以优化,实现小批量与多批次的柔性生产形态,提升供应链对市场需求改变的响应敏捷度。

4.2.2 完善供应商动态管理机制

建立具有科学性的供应商考评体系,从技术研发、产品质量稳定程度、交货周期以及可持续发展水平等维度综合评定供应商分数,按照新型 CMF 技术的迭代要求,按需调整供应商结构组成,剔除技术陈旧、响应拖沓的合作对象,招纳掌握前沿技术且富有创新能力的优质供应商,按周期组织供应商开展技术交流和协同创新会议,携手破除新材料应用、新工艺落地面临的技术困境,保障供应链在技术层面的先进性与稳定性。

4.3 创新品牌营销策略

4.3.1 构建沉浸式品牌传播矩阵

把 CMF 设计元素深度掺进品牌营销活动,依靠举办高端产品发布会、CMF 设计艺术展览等线下活动达成,采用 VR/AR 虚拟体验科技,为消费者营造沉浸式的产品体验空间,雅马哈开办“色彩实验室”线下体验活动,邀请用户亲自感受不同材质跟色彩组合而成的摩托车模型,增强品牌跟用户的互动效果,依托线上社交媒体与短视频平台实施精准营销,产出聚焦 CMF 技术创新的短视频、直播相关内容,凸显产品于色彩呈现、材料质感及工艺细节方面的独特长处,引发消费者情感层面的共鸣。

4.3.2 推行用户共创设计模式

构建消费者参与式的设计体系,凭借线上平台举办产

品 CMF 设计方案投票及定制化需求征集活动,哈雷戴维森上线“个性涂装定制计划”,用户可以在线选取色彩的搭配、纹理的样式以及材料组合,定制个人专属摩托车设计方案,企业根据用户的投票结果及定制需求优化量产货品,既迎合消费者个性化的期盼,进而增进用户对品牌的参与感及认同感,把用户合作共创案例变为品牌营销素材,推动品牌影响力进一步提升^[5]。

4.4 培育复合型人才队伍

4.4.1 实施多元化人才引进战略

制定具备竞争力的高端人才引进策略,从全球招募色彩设计、材料科学、工业设计等领域的高端专才,重点招引具有跨学科背景与创新实力的复合型人才,跟国际闻名遐迩的设计院校、科研机构缔结人才合作关系,以联合培养、项目合作等途径吸纳优秀人才。

4.4.2 完善人才培养与激励体系

构建体系化的内部培训体系,周期性地组织员工参与行业技术研讨会、CMF 设计培训课程和跨部门互动活动,拓展员工的知识边界,提高技术应用及创新水平,设立专门针对创新的奖励基金,针对在 CMF 技术研发、设计创新及应用推广方面表现卓越的团队与个人,给予项目奖励、成果转化分红等激励手段,搭建职业攀升路径,为人才铺就广阔的晋升通道与成长坦途,引发员工创新活力涌动,为企业持续发展构建坚实的人力壁垒。

5 结论

新型 CMF 技术采用重构产品差异化战略、调整供应链系统、重塑消费者需求偏好和升级品牌竞争水平的做法,造成摩托车行业传统竞争格局的深刻转变,此变革给行业带来创新发展的宝贵机会,也推动企业去面对技术升级、供应链转型与品牌重塑的多样挑战,摩托车企业应积极投身新型 CMF 技术变革浪潮,依靠强化技术研发、优化供应链管理、创新营销手段和培育专业队伍,在重塑后的竞争格局里打造全新竞争优势,推进行业朝着高端化、个性化、智能化方向拓展。

参考文献

- [1] MotorsB.子弹形摩托车设计[J].工业设计,2024,(12):23.
- [2] 莫文锋,郑静,赵子庆.摩托车模块化车架的设计与应用[J].小型内燃机与车辆技术,2024,53(04):32-35+39.
- [3] 赵龙凤,冉光旺.某生产线摩托车防盗定位器安装角度自适应系统设计[J].电子制作,2024,32(16):103-105+93.
- [4] 谈毅,江丽珍,刘臻伟,等.摩托车缸盖低压铸造模具设计及工艺优化[J].特种铸造及有色合金,2024,44(06):844-848.
- [5] 刘庆东.某摩托车发动机进气歧管二次抽芯注塑模具设计[J].中国塑料,2024,38(04):88-91.

Study on the influence mechanism of surface curvature distribution of small vehicles on aerodynamic characteristics

Shiliang Zhang

Tianjin Zhongke Technology Development Co., LTD, Tianjin, 300072, China

Abstract

Aerodynamic characteristics are crucial factors affecting the energy consumption, speed, stability, and comfort of small vehicles. The overall shape of the vehicle, particularly the curvature distribution of its surfaces, directly influences airflow patterns, which in turn affects the vehicle's aerodynamic performance. This study focuses on small vehicles, exploring how the curvature distribution of their surfaces impacts aerodynamic characteristics. Through theoretical analysis, the study elucidates the intrinsic relationship between surface curvature and air flow parameters, and examines how changes in curvature lead to boundary layer separation and vortex formation, which affect drag, lift, and aerodynamic noise. The findings indicate that a well-designed surface curvature can significantly enhance aerodynamic performance, providing a theoretical foundation and design guidance for the aerodynamic shape of small vehicles, thereby improving their energy efficiency and operational stability.

Keywords

small vehicle; surface curvature distribution; aerodynamic characteristics; boundary layer separation; aerodynamic optimization

小型交通工具曲面曲率分布对空气动力学特性的影响机制研究

张世亮

天津众科科技发展有限公司, 中国·天津 300072

摘要

空气动力学特性成为小型交通工具能耗、速度、稳定性及舒适性的关键影响因子, 交通工具的整体外形, 尤其是曲面所呈现的曲率分布, 直接掌控了气流的流动情形, 继而影响到该交通工具的空气动力学性能。本研究聚焦小型交通工具, 深入探讨其曲面曲率分布对空气动力学特性的影响机制。通过理论分析, 阐述曲面曲率与空气流动参数间的内在联系, 剖析曲率变化引发的边界层分离、涡流形成等现象对阻力、升力及气动噪声的作用路径。研究发现, 合理的曲面曲率分布能够有效优化空气动力学性能, 为小型交通工具的气动外形设计提供理论依据与设计思路, 助力提升其能效与运行稳定性。

关键词

小型交通工具; 曲面曲率分布; 空气动力学特性; 边界层分离; 气动优化

1 引言

小型交通工具凭借便捷、灵活等特性, 在现代交通格局里占据关键地位, 伴随人们对其性能要求不断增高。深入剖析小型交通工具曲面曲率分布对空气动力学特性的影响原理, 对优化其外形、降低能耗以及提高运行性能有着重大意义, 尽管在交通工具空气动力学相关领域已有诸多研究, 但在小型交通工具曲面曲率分布影响机制的系统性理论研究方面, 仍有可探索之处。本研究试图凭借理论分析达成, 探寻小型交通工具曲面曲率分布与空气动力学特性间的内

在关联, 为小型交通工具气动外形设计奉上理论性的指导。

2 小型交通工具空气动力学特性概述

2.1 空气动力学基本参数

在探究小型交通工具空气动力学特性时, 主要涉及如阻力、升力、气动噪声等关键参数, 阻力作为阻碍交通工具向前迈进的力, 交通工具运行所需能量消耗增多了, 一定程度上, 升力影响着交通工具和地面间的附着关系, 对维持行驶稳定性意义重大, 气动噪声能影响乘客的舒适体验, 同时也是评判交通工具设计水平高低的一个指标, 这些参数彼此相互关联, 共同促成了小型交通工具的空气动力学性能呈现。

2.2 影响空气动力学特性的主要因素

诸多要素影响着小型交通工具的空气动力学特性, 包

【作者简介】张世亮(1992-), 男, 中国山西阳泉人, 本科, 助理工程师, 从事小型交通工具的曲面造型与空气动力学优化设计研究。

含交通工具的外观尺寸大小、表面粗糙度的状况、行进的速度以及环境状态之类，外形是最为关键的要素里的一个，而外形的重要构成部分有曲面曲率分布，明显影响了空气动力学特性，不同的曲面曲率分布会引起气流于交通工具表面流动状态的转变，随之改变阻力、升力与气动噪声等方面的参数。

3 曲面曲率分布与空气流动的理论关系

3.1 曲面曲率的定义与描述

有个几何量叫曲面曲率，可描述曲面弯曲程度，针对二维的曲面，通过主曲率、高斯曲率等参数可精准描绘其曲率特性，主曲率反映了曲面各个方向的弯曲水平，高斯曲率将曲面在两个主方向的弯曲信息加以综合，在小型交通工具的外形设计当中，合理的曲面曲率设计可引导气流更顺畅地滑过车身表面，降低气流分离与涡流的出现几率。

3.2 空气流动与曲面曲率的相互作用

当空气拂过小型交通工具表面的瞬间，曲面曲率对气流存在影响，在曲率偏大的区域里，气流的速度与压力分布将出现显著改变，依照流体力学既定原理，气流经过凸面这个阶段，会因曲面延展让速度变快，引起压力降低；若气流流经凹面处，气流行进速度会变慢，此类速度和压力的变动会影响到边界层的发展及其稳定性，由此影响空气动力学的相关特性^[1]。

4 曲面曲率分布对空气动力学特性的影响机制

4.1 对阻力的影响

4.1.1 边界层分离与阻力增加

不合理的曲面曲率分布会引发边界层分离现象，若气流流经曲率变化幅度较大的曲面，缘于气流速度及压力的变化，边界层中的气流或许无法冲破逆压梯度，从而跟表面彼此分离，涡流产生之后，会让空气的湍流程度上升，引起能量损失程度增加，最终造成阻力进一步增大，在小型交通工具的棱角处或曲率突变之处，容易引发边界层分离现象，引出较大的阻力。

4.1.2 曲率优化与阻力降低

采用适宜设计曲面曲率分布，能延缓边界层分离这一现象的产生，利用平滑过渡的弧面，令气流更顺畅无阻地越过车身表面，减少逆压梯度引发的影响，进而维持边界层的稳定性，以流线型呈现的曲面设计可有效引导气流，减少涡流的生成量，降低空气行进的阻力，增强小型交通工具能源的有效利用率。

4.2 对升力的影响

4.2.1 曲面曲率与压力分布对升力的作用

交通工具表面的压力分布受曲面曲率分布影响，由此催生升力形成，就小型交通工具的上表面而言，若选用恰当的曲率设计，使气流流速加速，而其下表面气流的流速相对慢了，会形成上下表面之间的压力差，以此产生向上的升力，

不合理的曲面曲率分布，大概会让升力过大或过小，使交通工具的行驶稳定性受干扰，若升力过大，高速行驶的交通工具会出现“发飘”现象，让与地面的附着力下降；而升力过小将可能影响某些存在特殊气动要求的小型交通工具性能。

4.2.2 升力平衡与曲面设计

为实现小型交通工具行驶稳定的要求，需借助合理的曲面曲率设计达成升力的平衡，在某些小型赛车的设计里面，会采用特定的曲面曲率排列，让车辆在高速行驶之际可产生恰当的下压力，增进轮胎跟地面的附着效果，提升操控的表现水平，针对普通的小型交通工具，升力的影响同样需要纳入考量，经由优化曲面曲率达成，保证车辆于各类行驶状况下均能维持稳定。

4.3 对气动噪声的影响

4.3.1 涡流与气动噪声的关系

因曲面曲率分布不当而引发的涡流，是产生气动噪声的关键原因之一，若气流在曲面曲率改变的地方分离形成涡流，不稳定的涡流运动与相互作用会造成压力脉动，压力脉动按照声波的形式去传播，造就气动噪声，气动噪声的强度和频率成分由涡流的大小、强度、频率等特性所决定，在小型交通工具的后视镜、门把手这类部位，因曲面曲率出现变化，较易形成涡流，进而造成明显的气动噪音现象^[2]。

4.3.2 曲面优化降低气动噪声

采用优化曲面曲率分布办法，可减少涡流的生成量，以此达成气动噪声的削减，利用圆润的曲面过渡，防止出现尖锐棱角与曲率的突然变化，可使气流更稳当地掠过交通工具表面，降低压力脉动的频次，降低空气动力噪声，合理地设计曲面形状以及曲率大小，还能对涡流特性进行改变，令其产生的噪声频率超出人耳的敏感界限，进一步增进乘坐的舒适体验。

5 基于曲面曲率分布的小型交通工具气动外形优化思路

5.1 设计原则

5.1.1 曲面连续性与光滑过渡原则

小型交通工具气动外形优化的核心关键在于保证曲面连续及光滑过渡，从空气动力学这一角度出发，尖锐棱角跟曲率突变的区域易生出气流分离点，造成边界层提前脱离壁面表层，于是引发了涡流及湍流，在车身侧面与车顶的相接部位，若采用直角过渡的设计方式，气流流经此处，速度方向瞬间急剧改变，非常容易引起气流分离，造就高压的涡流区间，极大提升了空气阻力。可选用 Bezier 曲线、NURBS（非均匀有理 B 样条）等数学手段，搭建曲率连贯的曲面模型，促使气流可平滑附着于车身的表面，减缓边界层分离现象的进程，在工程实施的实践阶段，大多情况下要求曲面满足 G2（二阶导数连续）之上的连续性，以此保障气流的层流态势，减少能量的流失。