

## 基于安全人机工程学的车辆安全帽的改进

胡龙, 管毓锋, 张磊, 蒙永武, 秦世海  
贵州工程应用技术学院, 贵州毕节, 中国

**【摘要】** 本论文围绕车辆安全帽展开研究, 旨在通过安全人机工程学的原理和方法, 对现有的车辆安全帽进行改进。首先分析了课题的研究背景和意义, 阐述了国内外研究现状。接着详细探讨了现市面上车辆安全帽存在的问题, 包括因心理因素导致的佩戴意愿低、设计不合理以及与人体结合对行驶的影响等, 并从安全人机学角度指出了头盔设计尺寸、材料和视野受限等问题。随后介绍了安全人机工程学相关知识, 如头盔设计要求、人体尺寸数据运用准则、最小和最佳功能尺寸、色彩影响以及材料科学与人机界面设计等。在此基础上, 对骑行头盔进行了优化设计, 涵盖头盔尺寸、材料选择、配色涂鸦和造型设计等方面, 并对比了优化前后的头盔。最后总结了课题内容, 指出研究的不足并对未来进行了展望。

**【关键词】** 安全人机工程; 尺寸设计; 材料设计; 头盔优化; 色彩配色事件

**【基金项目】** 贵州工程应用技术学院 2023 年大学生创新创业训练计划项目 (编号: S202310668155)

### 1. 引言

随着电动车保有量在我国超 3 亿辆且持续攀升, 城市道路拥堵问题加剧, 电动车凭借环保、便捷等特性, 成为人们短距离出行的首选。然而, 与之相伴的是, 电动车交通事故发生率不断走高, 形势严峻。

据交管局统计, 在电动车骑行人员意外死亡事故里, 约 80% 的致死因素为头部损伤。安全头盔能缓冲事故中的头部撞击, 对保障骑行者生命安全至关重要。为此, 不少城市出台法规, 要求骑行电动车时必须佩戴头盔, 并对违规者进行处罚。但这种做法不仅耗费大量人力和经济成本, 未能从根本上解决问题, 日常骑行中不戴头盔的现象依然普遍。

此外, 市场上部分安全头盔材料不符合国家标准, 在事故发生时无法为驾乘人员提供有效保护, 导致严重的人员伤亡和经济损失。不仅如此, 部分头盔设计不符合人机工程学原理, 这既降低了佩戴意愿, 还可能在事故中加重伤害。

因此, 开展对安全头盔的研究意义重大。通过设计符合人机工程学、安全可靠的头盔, 既能提升人们主动佩戴头盔的意愿, 从源头减少不佩戴头盔的现象, 又能在事故发生时为骑行者提供切实有效的保护, 降低人员伤亡和财产损失, 从而助力改善交通安全状况。

通过对骑行头盔进行了优化设计, 涵盖头盔尺寸、材料选择、配色涂鸦和造型设计等方面。

### 2. 设计理论知识

#### 2.1 理论基础

##### 2.1.1 人体测量学的基础理论

##### (1) 人体尺寸使用原则

人体测量工作, 通过系统测量人体各部位尺寸, 精准剖析个体间、群体间的人体尺寸差异, 深入探究人的形态特征。这些详尽的数据成果, 为安全设计、工业设计、工程设计筑牢根基, 帮助设计师们打造出更贴合人体生理特点, 兼顾安全与实用的产品。

##### (2) 最大最小准则[1]

开展设计工作时, 在保障使用者健康与安全的前提下, 应致力于让设计适配更多人群。通常, 选取第 5 百分位和第 95 百分位作为界定值较为适宜, 二者代表了偏离平均值的极端情况。当设计需要适配所有使用者的最大需求时, 应当以人体尺度的最大值作为设计依据。功能修正与最小心理空间相结合准则。

国家标准所公布的人体数据, 采集于被测者裸体或仅着单薄内衣、未穿鞋的状态。然而在现实设计场景中, 我们所关注的是人们穿戴衣物、鞋子, 甚至佩戴帽子时的实际尺寸。这就意味着, 在设计过程中, 必须充分考量衣物、鞋子、帽子所占的空间, 为其

预留恰当尺寸余量，以保障设计的实用性与适配性。

### (3) 可调性准则

要求与健康安全紧密相关或减轻作业疲劳的设计，需满足使用对象群体 5%-95% 可调。为适配更多使用者，部分设计特定性质可在一定范围调整，如头盔、汽车座椅等。常将第 5 百分位女性尺度到第 95 百分位男性尺度设为调整范围，满足 95% 人群尺度。

#### 2.1.2 色彩视觉

色彩对视觉影响显著，在多个方面发挥重要作用。

在可见性与辨识度上，恰当的色彩能提升物体与环境的可见度，像紧急事故处理中，明亮的黄、橙色可快速吸引注意，指示紧急出口。特定颜色还能用于警示危险，红色常被用作警示色，唤起人们的警觉。此外，合理的色彩选择可帮助人们识别信息的重要性与优先级，安全标识常用红、黄色突出关键信息。

色彩对视觉疲劳和舒适性也有影响，合适的色彩组合能减少眼部疲劳，如柔和蓝色可营造平静舒适的工作氛围。

基于色彩对视觉的诸多影响，色彩调节被广泛应用于作业空间设计和工业设备施色等领域，旨在提升作业效率、改善作业环境、减轻疲劳，同时提高生产安全性，降低事故发生率。

#### 2.1.3 材料科学与人机界面

车辆头盔设计融合材料科学与人机界面设计。材料选择上，ABS、PC/ABS 因综合性能佳应用广泛，PC 用于挡风面罩。玻璃增强材料与碳纤维复合材料虽性能优越但成本高，聚丙烯不符合标准。此外，人机界面设计要保障佩戴舒适性、调节便利性，从视野、听觉等多方面优化，助力打造高品质、实用的车辆头盔。

### 3. 头盔优化

#### 3.1 尺寸优化

在头盔设计中，多项关键尺寸以男性人体头部尺寸[2]的第九十五百分位数为基准，并结合 0.1 的修正系数确定。头围取 586mm，加上功能修正量 58.6mm，合理头围为 644.6mm；头矢状弧 375mm，修正后为 412.5mm；头冠状弧 383mm，调整后是 421.3mm；头最大宽 164mm，对应合理值 180.4mm；头最大长 195mm，修正得到 214.5mm（汇总于表 1 所示）。上述尺寸均

符合 GB811-2022。即如图 1 所示

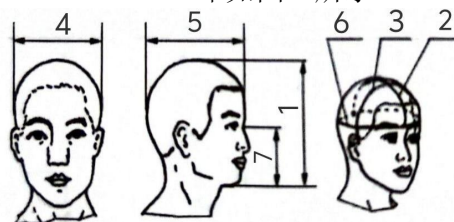


图 1. 人体头部部位

表 1. 人体头部尺寸

| 项目   | 序号 | 数据      |
|------|----|---------|
| 头围   | 6  | 644.6mm |
| 头矢状弧 | 2  | 412.5mm |
| 头冠状弧 | 3  | 421.3mm |
| 头最大宽 | 4  | 180.4mm |
| 头最大长 | 5  | 214.5mm |

#### 3.2 色彩优化

色彩调节应用于作业空间与工业设备施色[3]，如车间厂房构件与设备管线，施色分为安全色、对比色和环境色。安全色传递安全信息，国家标准规定红、蓝、黄、绿为安全色，各有其含义与用途。使用安全色需考虑危险紧迫性、波及范围及约定俗成标准。诸多特殊部件需施以安全色。因黄色具有传递信息和警示作用，车辆安全头盔设计应以黄色调为主体，再辅以涂鸦填充，这样既能保障安全性，又能满足审美需求，最终确定黄色调作为车辆安全头盔的主体色彩。

#### 3.3 造型设计

我国于 2022 年发布的新版国家标准 GB811-2022[4]对摩托车与电动自行车成员头盔标准进行全面更新。在标准覆盖范围上，首次将电动自行车乘员头盔纳入监管范畴；在安全性能要求层面，新增护目镜耐磨性（雾度）、壳体表面凸起结构规范以及表面摩擦力测试项目。同时，测试头型尺寸参数进一步优化，数量由 4 种扩充至 5 种，更契合亚洲人群头型特征。在产品分类体系中，按使用场景划分为 A 类头盔（适用于摩托车及电动自行车驾乘人员）与 B 类头盔（仅限电动自行车乘员使用）；按产品形态细分为全封闭头盔、3/4 半盔（春秋季节适用）和 1/2 半盔（夏季适用）三种类型，如图 2 所示。



图 2. 头盔形状

新版标准对头盔标识规范进行了系统性调整。针对 B1、B2、B3 类头盔，新增了摩托车乘员使用限制标识，并要求在头盔后部设置清晰可辨的识别标志，同时对摩托车与电动自行车专用标识的样式、尺寸作出详细规定。具体而言，摩托车乘员头盔采用黄色椭圆形图案搭配字母“A”作为标识，而电动自行车乘员头盔则以天蓝色菱形图案结合字母“B”作为识别符号。为适应不同规格和造型的头盔产品，两类标识均提供大小两种尺寸选择，确保标识在各类头盔上的适配性与规范性（见图 3），有效避免因标识不明导致的误用风险。

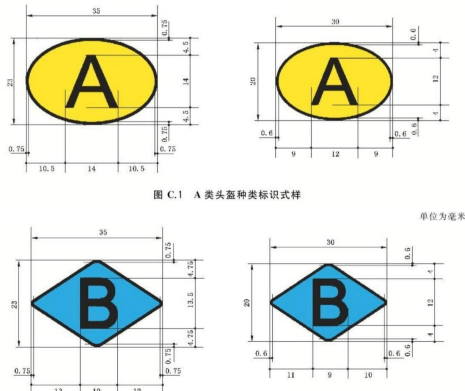


图 3.标识要求

鉴于我们设计的是供摩托车和电动自行车成员共同使用的安全头盔，综合考虑后选用 A 类盔中的 3/4 盔。此类头盔能为使用者提供较好的防护，且适用于两种车型的乘员。同时，为保证头盔的通风性能，在头盔表面及侧面添加通风口[5]，以提升佩戴的舒适度。通过这样的设计，既能满足新国标要求，又能在保障安全的基础上，为使用者提供更优质的体验。

3.4 材料优化

主要围绕头盔材料的选择展开，涵盖强度与延展性设计以及轻量化设计两方面。在头盔强度与延展性设计上，需考虑骑行中头部可能遭受的伤害程度[6]。强度不够或延展性差，头盔易造成二次伤害。优化时应采用如碳纤维等强度高、延展性好的材料，同时合理设计帽体结构，保证连接部位稳定性。良好的延展性可使头盔受冲击时均匀分散冲击力、适应不同冲击情况、恢复部分形状功能以及贴合头部动态变化。通过对 ABS、PC 等[7]多种材料的强度和延展性对比（见表 2），材料在 GB811-2022 允许范围内，PC/ABS 合金材料[8]作为头盔主体材

料较为合理。

表 2.材料强度延展性对比分析表

| 材料                             | 强度  | 延展性 |
|--------------------------------|-----|-----|
| ABS（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物）            | 较高  | 较好  |
| PC（聚碳酸酯）                       | 高   | 较好  |
| PC/ABS（聚碳酸酯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物的合金） | 高   | 良好  |
| 玻纤增强材料                         | 高强度 | 低   |
| 碳纤维复合材料                        | 极高  | 低   |

在头盔轻量化设计方面，头盔过重会给驾驶员带来颈部劳损等诸多危害，增加骑行意外概率。实现轻量化的方法多样，包括材料优化、结构精简、合理造型、改良内部衬垫、设计通风系统、采用一体化成型技术、调整重量分布以及应用智能材料等。依据 GB811-2022 新国标，A 类盔质量不大 1.2kg，B 类盔不大于 0.8kg。轻量化设计常用材料有碳纤维、玻璃纤维及先进高分子材料等，各有优劣，综合材料重量与价格等因素，选用玻璃纤维，结合结构优化及衬垫改良，可设计出符合安全人机工程学原理的安全头盔。

4.总结

我国电动车保有量 3 亿辆且持续增长，其交通事故发生率不断走高，约 80%的电动车骑行人员意外死亡事故因头部损伤所致。安全头盔虽能保障骑行者生命安全，但部分头盔材料不合规、设计不合理，导致佩戴意愿低。因此，设计符合人机工程学的安全头盔意义重大，既能提升佩戴意愿，又能减少伤亡和财产损失。

通过以人体测量学为设计提供数据支持，遵循最大最小准则、功能修正与最小心理空间相结合准则以及可调性准则，确保设计适配更多人群。

色彩对视觉影响显著，可提升可见度与辨识度、影响视觉疲劳和舒适性。在头盔设计中，黄色因传递信息和警示作用，被确定为主体色彩。

车辆头盔设计需综合考虑材料性能与人机界面设计。ABS、PC/ABS 应用广泛，玻璃增强材料与碳纤维复合材料成本高，聚丙烯不符合标准。人机界面设计要从多方面优化佩戴体验。

尺寸优化以多项关键尺寸以男性人体头

部尺寸的第九十五百分位数为基准,结合修正系数确定,符合 GB811-2022 标准。

色彩优化:运用色彩调节原理,选择黄色调作为车辆安全头盔的主体色彩。

造型设计:根据新国标 GB811-2022,选用 A 类盔中的 3/4 盔,在头盔表面及侧面添加通风口,提升通风性能和佩戴舒适度。

材料优化:在强度与延展性设计方面,PC/ABS 合金材料作为头盔主体材料较为合理;在轻量化设计方面,综合考虑选用玻璃纤维,结合结构优化及衬垫改良设计安全头盔。

通过对车辆安全帽进行基于安全人机工程学的改进,从尺寸、色彩、造型和材料等方面进行优化,设计出的头盔能更好地满足使用者需求,提升安全性和佩戴体验。但研究可能存在不足,未来可进一步深入研究,持续改进头盔设计,以适应不断变化的交通安全需求。

#### 参考文献

- [1] 国家技术监督局.GB/T 12985-1991 在产品设计中应用人体尺寸百分位数的通则[S].北京:中国标准出版社,1991.
- [2] 国际、国家标准:国家技术监督局.GB/T 10000-1988 中国成年人人体尺寸[S].北京:中国标准出版社,1988.
- [3] 左洪亮,吕文.基于人机工程学的作业空间色彩设计[J].包装工程,2005,26(1).
- [4] 国家市场监督管理总局.国家标准化管理委员会.GB 811-2022 摩托车、电动自行车乘员头盔[S].北京:中国标准出版社,2022.
- [5] 耽峰.一种 AR 头盔的调节方法及系统:CN202011256008.5 [P].公开(公告)日:2020-12-11.
- [6] 徐世伟.基于头部损伤的功能梯度头盔智能设计平台及其使用方法:CN202310836194.8 [P].公开(公告)日:2023-08-22.
- [7] 石林鑫.矿用智能头盔轻量化设计研究[D].煤炭科学研究总院,2024.
- [8] 朱飞.一种安全帽用复合材料的制作方法:CN16530398 [P].公开(公告)日:2019-01-05.