

基于人机工程学的铁路货车涂装色彩心理效应研究

马一丹

中车山东机车车辆有限公司 山东 济南 250022

【摘要】：铁路货车在铁路运输体系中车体庞大、运用频次高，涂装色彩直接影响作业人员的视觉识别与心理判断。当前部分铁路货车涂装存在色彩杂乱、警示性不足、辨识度偏低等问题，易引发视觉疲劳、降低作业安全感。本文依据人机工程学原理，从色彩明度、纯度、色彩对比及心理感受维度，优化铁路货车涂装色彩配置，让车体外观契合视觉认知规律。科学的色彩设计可提升车辆辨识度，改善人员视觉与心理体验，进一步增强铁路货车运用安全性与专业形象。

【关键词】：人机工程学；铁路货车涂装；色彩心理；视觉识别；安全感知

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.012

引言

铁路货车是铁路货物运输系统中的核心车型，车体外形尺寸大、运用场景复杂，外观色彩成为铁路作业环境中重要的视觉信息。涂装色彩不仅关乎车辆整体形象，更会影响调车人员、检修人员、机车乘务员对铁路货车间距、运行状态及安全工况的判断。色调过于沉闷会降低识别效率，配色杂乱则会加重视觉负担、弱化警示作用。人机工程学侧重协调人、设备与作业环境的关系，将该理念融入铁路货车涂装设计，能让色彩选择更贴合人体视觉感知与心理反应规律。通过分析色彩心理效应、现场识别需求与铁路货车实际运用场景，可为铁路货车涂装制定针对性设计方案，使车辆在安全性能、识别效果与视觉舒适度上实现整体优化。

1 铁路货车涂装色彩中的视觉感知基础

1.1 铁路货车外观色彩的现场识别特征

铁路货车是站场、线路中占比高、体量庞大的移动设备，其外观色彩直接决定现场视觉识别效率。不同色彩在自然光照下的反光效果、对比度与饱和度，决定了铁路货车与周边环境、线路背景的分度程度。高明度、高纯度色彩在复杂铁路环境中更易引人注目，提升远距离辨识能力；低明度、低饱和度色彩则容易与线路、站场设施相融，延长识别时长。色彩的布局方式与组合形式，还会影响作业人员对车辆轮廓、车体长度、移动方向的判断。将色彩认知规律运用到铁路货车涂装设计中，可加快视觉信息传递，减少视觉干扰，全面提升铁路现场人员的识别效率与作业安全感。

1.2 色彩明度对车辆可见性的影响

色彩明度是决定铁路货车可见性的核心要素，明度差异可强化车辆在不同工况下的识别效果。高明度色彩在弱光、阴影、雨雪雾霾天气下依旧具备突出的视觉效果，而低明度色彩在同等环境中极易与背景混淆，大幅降低识别率。铁路货车整体涂装需综合考虑昼夜光照变化、站场背景复杂度、各类气象条件，让关键部位色彩明度适配动态作业环境，保障车辆在全场景下清晰可见^[1]。同时，借助车体局部明暗对比设计，可引导作业

人员视线聚焦车辆轮廓、警示区域，强化视觉注意力，为铁路现场作业安全提供保障。

1.3 色彩对比对观察判断的影响

合理的色彩对比能够提升视觉辨识能力，加快观察判断速度、提升判断准确度。铁路货车涂装采用高对比度色彩组合，可清晰划分车身轮廓、标识区域与功能区域，帮助作业人员直观掌握车辆结构与运行状态。低对比度配色易造成视觉模糊，导致人员对车辆间距、移动方向判断出现偏差，增加铁路作业安全风险。运用色彩对比设计时，除考量明度差异外，还需结合色相、饱和度的互补关系，打造层次分明的视觉信号，实现多维度信息传递。依托色彩对比优化铁路货车涂装，既能提升视觉判断效率，为快速识别、安全作业提供科学支撑，也能规范铁路现场整体视觉秩序。

2 铁路货车涂装色彩引发的心理反应

2.1 冷暖色调对安全感的影响

冷暖色调会直接改变铁路作业人员对铁路货车安全状态的心理判断。暖色调视觉扩张感、趋近感较强，能够起到提醒、警示作用，易形成距离压迫感，适用于车身边缘、端部、侧面警示等关键识别区域；冷色调视觉效果沉稳、内敛，具备后退感，可缓解大型铁路货车带来的紧张情绪，适合作为车体大面积主体配色。若铁路货车整体大面积使用高刺激暖色调，易造成人员心理压迫、视觉紧张；长期单一使用冷色调，又会削弱涂装警示作用。基于人机工程学的色调搭配，需在安全警示与心理舒适之间寻求平衡，让铁路货车在铁路环境中既醒目易识别，又能弱化大型车体带来的不安感。

2.2 高纯度色彩对警示心理的影响

高纯度色彩视觉吸引力强，可在短时间内抓住人员注意力，让铁路货车在复杂站场、线路环境中发挥良好警示作用。将高纯度色彩应用于车体转角、端部轮廓、侧面边界及危险提示区域，能够强化车辆存在感，缩短视觉捕捉时间^[2]。但高纯度色彩若不控制使用面积，会造成视觉刺激过度，使作业人员产生紧张、烦躁情绪，干扰正常判断。铁路货车涂装设计需遵

循人机工程学视觉负荷原则，将高纯度色彩集中布置在必要警示位置，杜绝大面积使用、多色混杂。通过管控色彩数量、面积占比与布局层级，让警示信息清晰直观，强化心理提醒作用，减少无效视觉刺激。

2.3 低识别配色对视觉疲劳的影响

低识别配色主要表现为色彩明度相近、色相模糊、对比偏弱、层次缺失，会降低铁路货车在铁路作业环境中的视觉区分度。作业人员长时间观察此类涂装，视觉系统需持续加大辨认力度，极易造成精力消耗、判断迟缓。铁路货车车体体积大，若主体色与线路背景、站场建筑阴影、夜间光线相近，会弱化车体轮廓，加大人员对车辆间距、宽度、运行方向的判断难度。同时，低识别配色会让车身标识、功能区域、安全提示相互混杂，加重视觉搜索负担。对此，优化方向需聚焦提升主辅色层次、强化车体边缘识别、减少近似色叠加，让涂装色彩兼顾协调性，有效缓解视觉疲劳。

3 铁路货车涂装色彩存在的主要问题

3.1 色彩搭配混乱削弱车辆形象

铁路货车涂装色彩搭配混乱，集中体现为色相冲突、明度不均、色彩对比度失衡。多种色彩未经科学规划随意搭配，会破坏车体整体视觉秩序，阻碍企业形象传递。色彩布局不合理还会干扰现场识别，模糊车辆轮廓，降低辨识效率。铁路货车作为铁路系统内流动的视觉载体，色彩协调性不足，会影响作业人员对车辆安全性、规范性的认知，同时拉低铁路运输装备整体视觉观感。依托人机工程学开展色彩优化，需对主体色、辅助色、警示色进行统筹规划，让色彩组合兼顾安全识别与视觉舒适，形成清晰的色彩层次。

3.2 警示色使用不足降低安全提示

部分铁路货车涂装存在警示色运用不足的问题，警示标识色彩暗淡、面积偏小，或与车身底色过于接近，导致视觉提示作用大幅减弱。警示色是铁路现场重要的视觉安全信号，使用不足会延长识别时间，弱化车辆存在感，增加调车、检修等作业风险^[3]。车体边缘、转角、端部等关键安全区域，未合理使用高亮度、高饱和度警示色，直接降低整体警示效果。针对该问题，需结合色彩心理学与视觉认知规律，科学规划警示色的位置、面积比例与明度差，确保警示信息在复杂铁路环境中快速被捕捉，同时兼顾整车视觉协调，实现醒目且柔和的警示效果。

3.3 车身信息过多增加视觉负担

铁路货车车身通常标注企业标识、车型参数、运输标识、安全提示等大量图文信息，信息排布过于密集，会大幅增加作业人员视觉搜索压力。不合理的布局会遮盖车体轮廓与核心警示区域，干扰人员对车辆形态、运行状态的快速判断。图文标识采用低对比度配色、近似色设计，会与车身底色融为一体，

进一步加重视觉负担，造成识别滞后、注意力分散。结合人机工程学原理，需对车身信息进行分层设计，严控信息总量、划分重点区域、提升色彩对比度，保障核心安全提示与标识优先识别，缓解视觉疲劳，提升铁路现场辨识效率与安全感知。

4 人机工程学指导下的色彩优化方法

4.1 依据视觉距离调整色彩明度

依据视觉距离调整色彩明度，需结合铁路货车在近、中、远不同观测距离下的识别需求设计。远距离观测时，车体主体色选用高明度色系，保证车辆从线路、站场背景中快速凸显，避免色调灰暗造成轮廓模糊。中距离观测时，通过明度差异突出车身边缘、货厢转角、车体端部等关键部位，清晰展现车辆长宽高等外形特征。近距离观测时，控制明度反差强度，防止强烈对比带来视觉刺激与心理压迫。涂装设计可采用主体明度稳定、边缘明度强化、提示区域明度突出的思路，大面积车身选用视觉舒适的色调，高明度色彩集中于安全警示与轮廓识别部位^[4]。在夜间、雨雾、隧道等低照度环境下，色彩明度需配合反光标识、反光材料及现场光照，保障铁路货车全程可视。秉持安全、协调的设计理念，通过明度分级优化涂装，规范铁路现场视觉秩序。

4.2 依据作业环境设置色彩对比

依据作业环境设置色彩对比，需结合铁路货车常见运用场景的背景色调、光照强度与视觉干扰因素综合考量。城区站场建筑密集、标识繁多、各类设备交错，车身色彩需简洁明快，杜绝多色叠加造成信息杂乱；干线线路视野开阔，需强化车体轮廓、端部区域明暗对比，保证车辆在移动过程中边界清晰；物流货场、装卸场地环境复杂，涂装需加大功能区域色彩反差，清晰区分车门、侧板、端板及警示区域。色彩对比设计以实用醒目为原则，同时规避色相冲突、减少视觉噪声。主体色与辅助色构建稳定层次，警示色与底色保持明显色差，图文标识与底色保证清晰可读。在车体侧面、端部增设规则色带，强化车辆方向感与空间边界，提升判断精准度。结合不同作业场景制定差异化色彩对比方案，解决单一涂装适配性差的问题，让铁路货车涂装兼顾安全、效率与视觉协调^[5]。

4.3 依据心理感受控制色彩面积

依据心理感受控制色彩面积，重点统筹大面积主体色、局部警示色、标识色三者的比例关系。铁路货车车体庞大，高刺激性色彩占比过高，会放大车体压迫感，让现场人员产生紧张情绪；若全部使用低刺激色调，则会降低车辆存在感，削弱警示效果。色彩面积管控可遵循主体色稳定、辅助色过渡、警示色点明的层级原则^[6]。主体色决定车辆整体风格，选用视觉稳定、不易引发疲劳的色彩；辅助色衔接主体色与警示色，让车身色彩过渡自然；警示色仅布置在车体端部、边角、侧面边界等安全点位，严格控制面积，保证视觉警示力度。同时合理管

控车身图文标识面积,避免遮挡核心安全区域与车体轮廓。现代铁路货车涂装不再局限于装饰功能,更要服务于安全运输、绿色交通与人性化作业体验。通过科学划分色彩面积比例,减轻视觉负担、提升心理舒适度,让车辆在铁路环境中呈现清晰、稳重、醒目、有序的视觉效果。

5 铁路货车涂装色彩优化后的应用效果

5.1 车辆辨识度得到增强

优化后的铁路货车涂装通过明度分级、色彩对比与层次化布局,大幅提升车辆在复杂铁路环境中的识别能力。高亮度主体色搭配边缘强化色,可实现远距离快速脱影,清晰辨识车体轮廓与运行方向。警示色集中布置在关键轮廓与安全区域,让车体转角、端部、侧面边界形成标准化视觉标识,减少视觉干扰^[7]。车身标识通过色彩对比与面积优化,与整车涂装自然融合,同时保证图文信息清晰可读。优化后涂装视觉识别效率显著提升,便于铁路作业人员快速掌握车辆状态,为安全行车、现场组织提供可靠视觉支撑。

5.2 现场安全感知得到改善

色彩优化强化了铁路作业人员对铁路货车存在风险的即时感知能力。关键部位高纯度警示色搭配冷暖色调合理运用,让人员对车辆间距、运行速度、移动状态的判断更加精准。科学的明度与色彩对比设计,既避免过度视觉刺激,又能缓解长

时间观测带来的视觉疲劳。涂装分区、分层设计,让安全提示在各类光照、环境下持续有效,提升现场作业心理安全感^[8]。视觉识别与心理感知相互配合,强化人员对大型铁路货车的警惕性,在城区站场、干线线路、低照度环境下均可发挥有效警示作用,降低安全事故发生概率。

5.3 运输装备专业形象得到提升

优化后的色彩体系让铁路货车整体造型规整、色调统一、层次分明,强化铁路装备与企业视觉标识。主体色与辅助色搭配均衡,警示色醒目而不刺眼,车身标识规整有序,充分展现铁路装备的规范性与管理水平^[9]。清晰的色彩层次、利落的车体轮廓,提升装备整体视觉质感,消除杂乱涂装带来的负面观感。全新色彩设计融合绿色交通、安全作业理念,从功能与体验双重维度体现现代铁路货运装备的专业化水平,既提升现场识别度,也增强行业与公众对铁路货运安全的认可度。

6 结语

铁路货车涂装色彩优化需以人机工程学为核心,统筹视觉识别、心理感受与铁路作业安全。合理调控色彩明度、对比度与使用面积,能够强化车体轮廓、缓解视觉疲劳、提升警示效能。涂装色彩设计从传统装饰功能,转向安全引导与形象塑造,可让铁路货车在各类运用场景中,呈现出清晰、稳定、专业的视觉效果。

参考文献:

- [1] 王文刚,王蒙,李政,等.浅析铁路货车涂装前表面处理方式及要求[J].现代涂料与涂装,2021,24(8):23-25.
- [2] 董建峰.铁路货车用水性漆涂装工艺[J].现代涂料与涂装,2020,23(1):43-45.
- [3] 谢芬,陕小萍.铁路货车水性涂料应用浅谈[J].中国设备工程,2020,(S2):124-127.
- [4] 邝稳钢,陈文兴.铁路货车新型高防腐涂料涂装工艺研究[J].涂层与防护,2025,46(3):34-38.
- [5] 史洪斌,刘文胜,陈永东,等.铁路货车新型涂覆材料研究[J].机械工程与自动化,2021,(6):224-226.
- [6] 谢玄晖.基于 NCS 和感性意象的地铁车辆内饰色彩设计方法[J].机械设计与研究,2021,37(5):159-164.
- [7] 朱佳杰,李通.色彩构成和视觉心理在工业设计中的运用探究[J].流行色,2023,(6):167-169.
- [8] 王雪晴,陶然.列车涂装设计的色彩心理研究[J].色彩,2024,(4):41-44.
- [9] 刘春尧,张珂伟,焦帅昊.基于自然色彩系统的列车色彩涂装设计研究——以川藏铁路列车为例[J].工业设计,2023,(3):67-69.