

基于色彩意象的工程装备产品外观配色设计研究

张宗登^{1,2}, 张红颖²

(1. 南京艺术学院设计学博士后流动站, 江苏 南京 210013;

2. 湖南工业大学包装设计艺术学院, 湖南 株洲 412007)

摘 要: 产能过剩, 同质化竞争是当前工程装备行业面临的重要问题, 在技术、质量、功能趋同的背景下, 破解工程装备产品同质化竞争的主要途径, 是借用设计手段, 实现产品色彩、形态等视觉要素的差异化; 针对工程装备产品配色方式与配色比例问题, 运用了色彩基础理论、色彩心理学、感性工学、市场调研和统计分析等方法, 得出三组(编号为 A4-4、B2-4、C2-4)工程装备产品主辅色彩的配色方案, 并以装载挖掘机为例, 对配色方案进行了验证, 达到预期结果; 然后结合设计实例, 初步提出了一套工程装备产品外观配色设计的配色比例区间, 为工程装备产品的配色设计提供参考。

关 键 词: 色彩意象; 工程装备; 配色设计; 色彩选择

中图分类号: TP 391

DOI: 10.11996/JGj.2095-302X.2016050681

文献标识码: A

文 章 编 号: 2095-302X(2016)05-0681-07

Research of Coating Design of Construction Machinery Based on Color Image

Zhang Zongdeng^{1,2}, Zhang Hongying²

(1. Post-Doctoral Mobile Station, Nanjing Arts Institute, Nanjing Jiangsu 210013, China;

2. School of Packaging Design & Art, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Excess capacity is a major problem faced by the engineering equipment industry, which can be solve this problem by design. This article uses of the basic theory of color, color psychology, kansei engineering, market research, statistical analysis and other methods, to solve the problem of color matching and color matching on construction machinery, and getting three kinds of color matching scheme (numbered A4-4, B2-4, C2-4) and then, taking excavator as an example, the color scheme is verified, achieving the desired results. Hope to provide reference for the coating design of construction machinery products.

Keywords: color image; construction machinery; coating design; color selection

产能过剩是当前诸多装备制造企业面临的严峻问题, 过去由市场导向、生产导向的商品经济, 逐渐演变成消费者导向, 这对企业的设计生产提出了新的要求^[1]。国内从事工程装备生产制造重点企业有数十家, 工程装备产品呈现产能过剩、同质化现象, 通过色彩意象的研究进行产品配色设计, 被认为是摆脱产品同质化竞争, 保持品牌差

异化的重要手段。部分学者从交互式遗传算法、品牌识别、色彩方案重用、色彩空间分布等角度对工程装备的配色设计进行了研究, 但关于工程装备产品的配色比例以及具体运用方面的研究较少。本文应用色彩基础理论、色彩心理学、色彩意象理论, 以装载挖掘机的色彩涂装为例, 以期建立一套具有普遍适应性的工程装备产品配色比例与

收稿日期: 2016-03-17; 定稿日期: 2016-04-13

基金项目: 中国博士后基金项目(2015M581840); 教育部人文社会科学基金项目(15YJC760127); 2014年湖南工业大学教改重点项目(2014A04)

作者简介: 张宗登(1982-), 男, 湖南武冈人, 副教授, 博士。主要研究方向为设计理论与方法。E-mail: zhangzongdeng@163.com

配色方法,为工程装备实现最优配色提供参考。

1 色彩意象及选取方法

1.1 意象

意象(image)是感性工学领域的一个重要概念,根据《中华辞海》的解释:意象是哲学领域的一个美学概念,意指心意,象指物象,意象是指某一对象的感性形象与自己的心意状态融合而成的蕴于胸中的具体形象。《牛津高阶英语双解辞典》认为意象有 3 个层面的意思:一是指某物体外形的人为模仿或呈现;二是指某物的心理呈现,通过记忆或想象呈现出的一种心理想法、概念、图像或印象;三是指在心灵中对某事物的呈现,借用语言或文字开展生动或图形的描述。由此可知,意象是由于感觉系统的刺激,人们对过去经验或记忆产生共鸣的一种现象,是一种知识的表征形式。根据人的官能感觉差异,意象可以分为视觉、触觉、味觉、嗅觉、听觉等形式,其中视觉与听觉意象最能激起人们的共鸣。

色彩通过人的视觉刺激可以使人产生心理或情感上的共鸣,这种现象被称为色彩意象。产品色彩意象来源于人的视觉感知系统,是人们对产品色彩的观念认知、喜好评判和态度,包括使用者感想认知和审美情趣,是思维反应和直觉反应的综合表现^[2]。在日常生活中,可根据产品的外观色彩,作出诸如“怀旧的”、“传统的”、“运动的”、“时尚的”的描述,这些形容词蕴含着产品的特质和人们的心理感受,是产品色彩意象的表征形式。

1.2 色彩选取方法

色彩意象是通过人们的视觉感受来实现和表征,通常情况下,不同的色相会给人不同的心理

感受,也就会产生不同的色彩意象,如蓝、黄、红等颜色给人的心理感受差异就很大;此外,相同色相在饱和度和亮度发生变化时,也能产生不同的色彩意象,给人明暗,软硬,轻重,远近的心理感受^[3]。根据工程装备自身特性和行业规则,本文设定某一种色相作为意象测试的主色调,同时,根据饱和度和亮度的差异,将这种色相做等差或者等比的次第变化,在测试时给观察者直观感受是不一样的。

(1) 色彩饱和度的变化与选取。色彩的浓淡主要受色彩饱和度的影响,在分析色彩浓淡变化时,可设饱和度作为色彩浓淡变化参数。设某种色相的饱和度为 C_i ,饱和度最高值为 100, N 为饱和度渐变的次数,则渐变的颜色纯度 C_i 可用式(1)表示

$$C_i = 100 - (i-1) \times (100/N), 1 \leq i \leq N \quad (1)$$

(2) 色彩亮度的变化与选取。色彩的明暗主要受色彩亮度的影响,在分析色彩明暗变化时,设置亮度作为色彩明暗变化参数;设某种色相的亮度为 L_i ,亮度最高值为 100, N 为亮度渐变的次数,则渐变的颜色亮度 L_i 可用式(2)表示

$$L_i = 100 - (i-1) \times (100/N), 1 \leq i \leq N \quad (2)$$

(3) 色相冷暖的变化与选取。色彩冷暖本质上是色彩给人的心理感受,是色彩意象的表征形式之一,从色相环上看,黄、红、橙让人想到阳光、火焰,给人温暖的心理感觉,称为暖色;蓝、青、绿让人想到冰、雪、海洋、蓝天等,给人冷寒的感觉,称为冷色。在 360° 的色相环中,一般把橘红色定为最暖一级,把天蓝色定为最冷一级,越靠近暖级的色彩越暖,越靠近冷级的色彩越冷,距离冷、暖级距离相等的称为中性色(图 1)。此外,在无色系中,白色为冷色,黑色为暖色。

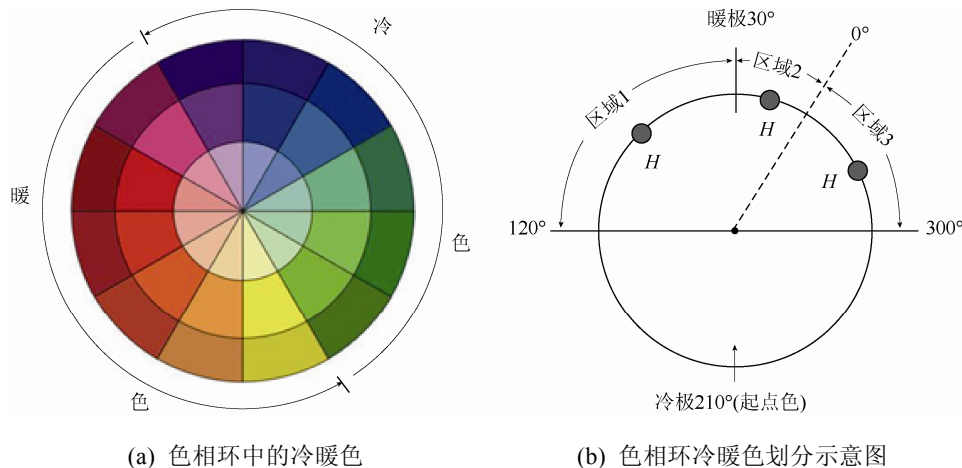


图 1 色相环中色彩冷暖区域划分

在分析色彩的冷暖变化时，设定冷级与暖级对应的色相环角度分别为 30° 与 210° ，选择的颜色为冷色时，则用暖色为起点，所选择的色相为终点，否则相反；渐变的方向为两个端点夹角较小的一侧，这样在综合考虑亮度 L 与饱和度 C 的情况下，可以获得在冷暖渐变情况下色相的数值。

设所选色相为 H ，渐变颜色的饱和度、亮度、色相分别为： C_i ， L_i ， H_i ， N 为色相渐变的次数，当 H 距离暖色的夹角较小时，色相 H_i 可用式(3)表示

$$\begin{cases} H_i = 210^{\circ} + i \times (150^{\circ} + H) / N, & 0^{\circ} \leq H \leq 30^{\circ} \\ H_i = 210^{\circ} - i \times (210^{\circ} + H) / N, & 30^{\circ} \leq H < 210^{\circ} \\ \text{或 } 210^{\circ} \leq H < 360^{\circ} \end{cases} \quad (3)$$

其中， $1 \leq i \leq N$ ；

当 H 距离冷色的夹角较小时，色相 H_i 可用式(4)表示

$$\begin{cases} H_i = 210^{\circ} + i \times (H - 30^{\circ}) / N, & 0^{\circ} \leq H \leq 30^{\circ} \\ H_i = 210^{\circ} - i \times (330^{\circ} - H) / N, & 210^{\circ} \leq H < 360^{\circ} \end{cases} \quad (4)$$

其中， $1 \leq i \leq N$ 。

2 工程装备产品涂装色彩主辅色选取

2.1 工程装备色彩选取的限定要素

工程装备主要指工程建设的施工装备，包括用于土方、石料施工、公路路面的建设与养护、流动式起重装卸作业以及其他建筑工程所需要的机械化施工设备。工程装备大多以户外作业为主，

由于体型大，对周围的人或物可能带来一定的破坏，因此，配色时大多以高纯度的色彩作为主要用色，这类色彩需具有较高的识别性和警示性，在户外作业时能保证一定的远视效果。根据工程装备的自身特点和行业标准，其涂装方案大体上要考虑以下几个因素：

(1) 色彩涂装要符合美学法则。涂装色彩的选择要使产品具有较高的统一性，根据主辅颜色的适当比例，来确定色彩的搭配。任何完整的产品，在涂装方案设计时均需考虑节奏与韵律，尺度与比例，变化与统一，对比与协调等美学法则，使产品的形与色融为一体。通过主辅色的对比、协调、搭配，使原本比较笨重的产品更具生气与活力^[4]。

(2) 色彩涂装要符合环境的要求。对于移动类工程装备，在户外进行作业时，需考虑环境颜色与装备颜色的差异，如在沙漠、戈壁环境中，装备不宜使用黄色，因为黄色与环境色融合在一起，很难分辨，容易产生视错觉和误操作；在湖泊或绿地，不宜把装备涂成蓝色，因不好分辨。在考虑环境色彩的同时，还要考虑环境对装备的腐蚀和破坏，涂装时需要综合考虑各种要素。

(3) 色彩涂装要使人机协调。工程装备一般分为固定装备和移动装备，固定装备涂色一般比较简单，移动装备需要人长时间的操作，涂装时需要考虑人机协调的问题，减少操作过程中的紧张氛围和压力，常见的装备配色要求如表 1 所示。

表 1 工程装备产品常见配色情况

装备部位	色彩选择	心理感受
机身(主体部位)	以醒目的颜色为主，如黄色、红色、蓝色、橙色等	有高识别性和远视效果，醒目
危险部位	红色、橙色、蓝色，强对比的红白条、黑黄条等	通过视觉上刺激引起警示，有效保证产品使用安全性的重大保障
细节部位，如底部，履带、轮子等	多采用稳重的深色，如黑色、深灰色等	在视觉上给人厚实感、沉重感，增加产品的可靠性和安全性
操作室或驾驶室	内部采用无刺激的低明度、低纯度色彩	有利于操作者集中注意力，身心舒适，避免视觉疲劳，延长疲劳感受时间
操作部位，如操作臂、操作杆等	操作区域界面颜色对比度高，颜色不易过多 不宜采用大面积红色、黄色等高纯度色彩	使用时更加容易识别，反应速度快，操作准确率高 容易引起紧张感，同时在阳光下有强反射，易造成视觉疲劳，引发焦虑或误操作

(4) 色彩涂装要延续品牌的家族性。产品的色彩一般具有较强识别性，代表着企业形象，传达着企业文化，在无形中起着宣传企业的作用^[5]。对于普通人来说，工程机械接触少，且体型庞大，不同品牌的工程装备，如果没有明显一致的色彩

或形态，一般很难分辨，因此在涂装时必须考虑到企业产品用色的一致性和连贯性，确保每一款产品都具有相同的色彩基因。因此，色彩涂装的延续性和系统性可以提升产品的附加价值，树立良好的品牌形象。

从以上限定要素可以看出，工程装备产品由于长期以户外作业为主，在设计涂装方案时需考虑色彩在环境中的醒目感、视认感、关注度、警示度，色彩工艺要做到耐磨、耐脏、耐腐蚀、耐潮，此外，还需考虑主辅色之间的协调与搭配。

2.2 主体涂装色彩选取

工程装备受作业环境、行业属性等因素影响，所以对涂色方案有着特殊的要求，文中结合市场调研和工程装备涂色限定条件(表 1)，确定橙、黄色

系，蓝色系，红色系三组色系为研究对象，开展工程装备的配色研究。调研发现，在日常生活中，有 80%以上的工程装备均采用这三组色系，同时，这三组色彩视觉张力与冲击力强，在室外空旷的场地，可以增强工程装备产品整体形象和警示度。根据式(1)~(4)的色彩变化情况，借助计算机绘图软件确定橙、黄色系，蓝色系，红色系三组色系的渐变色块，在使用时记录好色块的 CMYK 值和 RGB 值，以便后续的查找和使用，如图 2 所示。

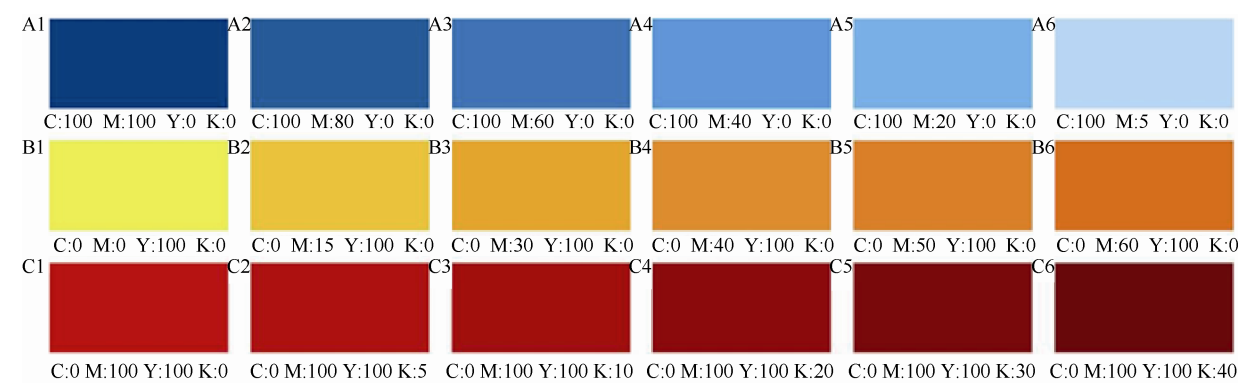


图 2 工程机械产品涂装主色选择参考样本

图 2 中所示色彩为生活中比较常见的工程装备主体涂色，根据式(1)~(4)设置色彩的次第渐变，配色基本符合行业需求。随后开展问卷调查，要求被调查者从三组色系中选择一种作为工程装备产品的主体配色，并对每种色彩进行简单的描述，所选调查对象需具备见过或者接触过工程装备的经历。

针对工程装备主体色彩的选择，共发放了 200 份问卷，回收有效问卷 188 份；经统计被测者年龄区间为 18~56 岁，其中男性 112 人，女性 76 人。最终统计结果见表 2，从表中可以得出，在蓝色系色块中，有 72%的被测者选择了 A4 色块，关注比

例很高，说明大部分被测者倾向于使用 A4 色块做主色涂料；橙、黄色系色块中，有 42%的被测者选择了 B2 色块，同时也有 33%的被测者选择了 B5 色块，说明这两种颜色都可以被用作主涂装色彩；红色系色块中，有 61%的被测者选择了 C2 色块。

根据上述提到的工程装备涂装色彩的限定因素，及市场调研的结果，选择 A4、B2、C2 3 种颜色为工程装备主体涂装备选色彩，这 3 种颜色的直观选择比例最高，跟日常生活中常见的工程装备配色大致相同，其 C、M、Y、K 值如表 2 所示。

表 2 涂装主体色彩的直观选取比例(%)

蓝色系			橙黄色系			红色系		
编号	CMYK 值	所占比例	编号	CMYK 值	所占比例	编号	CMYK 值	所占比例
A1	(100, 100, 0, 0)	2	B1	(0, 0, 100, 0)	5	C1	(0, 100, 100, 0)	11
A2	(100, 80, 0, 0)	8	B2	(0, 15, 100, 0)	42	C2	(0, 100, 100, 8)	61
A3	(100, 60, 0, 0)	7	B3	(0, 30, 100, 0)	7	C3	(0, 100, 100, 14)	9
A4	(100, 40, 0, 0)	72	B4	(0, 40, 100, 0)	7	C4	(0, 100, 100, 22)	10
A5	(100, 20, 0, 0)	11	B5	(0, 50, 100, 0)	33	C5	(0, 100, 100, 32)	8
A6	(100, 5, 0, 0)	0	B6	(0, 60, 100, 0)	6	C6	(0, 100, 100, 42)	1

2.3 辅助涂装色彩选取

工程装备的涂装很少使用单一色彩，一般由两种或两种以上的色彩构成一套完成的涂色方案。不同色彩根据相应的美学法则进行搭配，使得工程装备的色彩既符合行业规定，又符合美学原则，达到实用与美观的和谐统一。在式(1)~(4)中，设定 C 、 L 、 H 分别为饱和度、亮度和色相，那么 ΔC 、 ΔL 、 ΔH 则分别为饱和度差、亮度差和色相差； ΔC 、 ΔL 、 ΔH 数值的大小，在色彩搭配时会呈现出同一色搭配、对比色搭配和类似色搭配，这也是色彩构成中的配比原理；同时，不同数值的 ΔC 、 ΔL 、 ΔH 所表征的色彩意象也有差异，如表 3 所示。

经综合分析，选取 A4、B2、C2 3 种颜色为工程装备的主体涂装颜色，并根据色彩数值差异与色彩意象之间的对应关系，分别列出 6 种颜色与 A4、B2、C2 3 种主色进行搭配，然后设置问卷调

研，优化主辅色的搭配方式，从而构建相对完整的配色方案。列出组合的原则如下：一是选择同一色、类似色、对比色各一种，与 3 种主色搭配；二是从无色色系中选择深灰、灰、浅灰 3 种颜色，与 3 种主色进行搭配，这样就得到了三套色彩组合，分别为 A4 组合、B2 组合和 C2 组合，结果如图 3 所示。

表 3 色彩数值差异与色彩意象的对应关系

色彩搭配原则	色彩数值差	色彩意象
同一色搭配 (色彩对比程度较弱)	$0^\circ \leq \Delta H \leq 15^\circ$	温柔、淡雅、单一、平静
	0 级 $\leq \Delta L \leq 3$ 级	舒适、细致、温和、安静
	0 级 $\leq \Delta C \leq 3$ 级	纯朴、守旧、微妙、高雅
类似色搭配 (色彩对比程度一般)	$15^\circ \leq \Delta H \leq 90^\circ$	生动、沉稳、清晰、直接
	3 级 $\leq \Delta L \leq 6$ 级	适中、自然、专业、爽快
	3 级 $\leq \Delta C \leq 7$ 级	和谐、愉悦、活力、柔和
对比色搭配 (色彩对比强烈)	$90^\circ \leq \Delta H \leq 180^\circ$	鲜明、强烈、冲撞、突出
	6 级 $\leq \Delta L \leq 9$ 级	对比、明快、对立、反差
	7 级 $\leq \Delta C \leq 9$ 级	醒目、活泼、热烈、积极

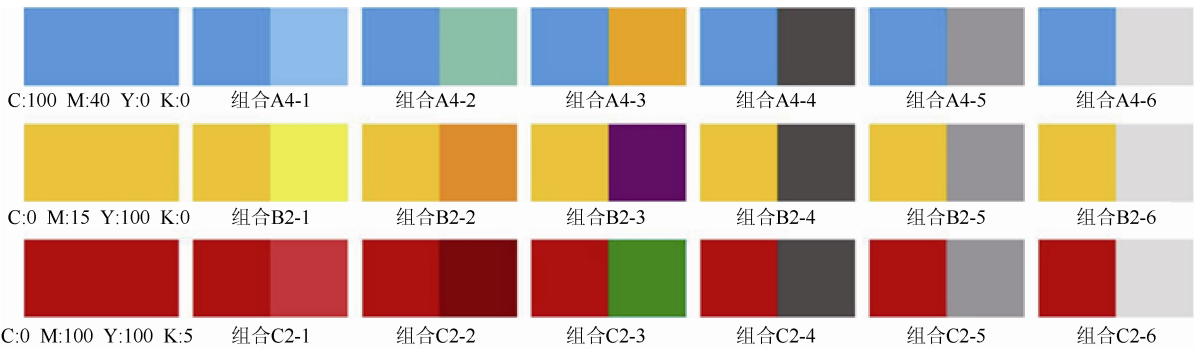


图 3 主色与辅色的搭配选择样本

问卷调研的设置采取开放性的形式，不再是在每一套色彩组合中选择一种，而是让被测者进行想象或者联想，对每一种色彩组合写下相应的视觉感受，并将视觉感受记录在对应的表格中。

本次调研有针对性的选择了 15 位受测者，每位受测者要求具有大专以上学历，有色彩方面的知识，对色彩搭配有一定的了解。测试结束后，对被测者所写下来的感觉词汇进行统计、分析、归纳和筛选，最终对每一种色彩组合都选择三组高频视觉意象词汇，以便最终确定工程装备的涂装配色，统计结果如表 4 所示。

根据对调研结果综合分析，组合 A4-4、组合

B2-4、组合 C2-4 比较适合工程装备的主辅色搭配，这 3 组色彩搭配所传递的色彩意象为安全沉稳、专业可靠；在视觉上给使用者适度紧张，对周围工作人员起到警示提醒的作用，这样的色彩搭配可以较少误操作和安全事故的发生。

最后确定 3 组颜色为工程装配常用配色，分别为组合 A4-4，其蓝色为主色调(CMYK 值：100、40、0、0)，深灰色为辅助色彩(CMYK 值：0、0、0、80)；组合 B2-4 中黄色为主色调(CMYK 值：0、15、100、0)，深灰色为辅助色彩(CMYK 值：0、0、0、80)；组合 C2-4 中，红色为主色调(CMYK 值：0、100、100、8)，深灰色为辅助色彩(CMYK 值：0、0、0、80)。

表 4 主辅色组合之色彩意象的调研结果(%)

主色系	组合	意象(1)	比率	意象(2)	比率	意象(3)	比率
A4 色块	A 4-1	纯净的	66	优雅的	57	凉爽的	53
	A 4-2	安静的	61	冷郁的	55	冷酷的	45
	A 4-3	轻松的	71	明亮的	60	活泼的	52
	A 4-4	科技的	74	专业的	60	稳重的	47
	A 4-5	商务的	63	和谐的	55	现代的	40
	A 4-6	洁净的	66	淡雅的	52	生活的	44
B2 色块	B2-1	活力的	80	温暖的	72	希望的	66
	B2-2	光辉的	75	智慧的	61	单一的	43
	B2-3	晦涩的	62	冲突的	46	跳跃的	40
	B2-4	专业的	75	动感的	68	沉稳的	60
	B2-5	协调的	77	平稳的	65	警示的	55
	B2-6	光明的	78	协调的	67	喜悦的	63
C2 色块	C2-1	活跃的	71	热烈的	62	张杨的	47
	C2-2	饱满的	66	积极的	50	果敢的	42
	C2-3	醒目的	77	强烈的	71	对立的	65
	C2-4	科技的	71	浑厚的	60	力量的	54
	C2-5	吉祥的	65	信心的	59	发展的	46
	C2-6	热情的	68	明显的	60	奔放的	52

3 工程装备涂装方案构建

确定好工程装备的主辅配色后，接下来选取常用配色组合 A4-4 作为色彩样本，以轮式装载挖掘机为例，对工程装备的整体配色方案构建一般性的模型。常见工程机械产品的结构比较复杂，其外部的构建一般包括前机罩、前护栅、驾驶室、发动机上罩、操作部件、行走装置、车轮或履带、主共建装饰部件和外观覆盖件组成^[6]。

工程装备的主辅色只是其基本色调，此外还需一些细节的点缀色，部分产品的结构不需要涂色，如挖掘机的伸缩杆、驾驶室的玻璃窗户等。A4-4 组合为蓝色和深灰色搭配，两种颜色对比强烈，可视性高，视觉冲击力比较强。大面积的是用某一种色彩，会夸大色彩的使用效果，高明度的蓝色会显得格外显眼，低明度的灰色则会黯淡无光，这反而会造成心理上的压迫感和紧张感^[7]。因此，涂装色彩之间的面积必须遵循一定的比例，才能使涂装效果和谐有效。由于不同工程机械在结构上存在较大的差异，不同的涂色区域很难有非常精确的涂色面积，只能设定一个大致区域值。如图 4 所示为以主辅配色组合 A4-4 配色设计的一款轮式装载挖掘机，机身主色调以蓝色调(CMYK 值：100、40、0、0)为主，深灰色的辅色主要用于机器与土方、石料等接触部位，整体呈

现出良好的视觉效果，给人科技、专业、稳重的视觉意象。



图 4 运用 A4-4 组合配色设计的装载挖掘机

这款轮式装载挖掘机是专门为山河智能装备股份有限公司定向开发的产品，该产品主要用于连续挖掘和连续装载作业，如煤矿、砂石场、渣土场、散货转运等场所，如图 5 所示。目前这套设计方案已经被企业采纳并批量生产，产品整体形象清晰醒目、科技感强，得到企业和用户的一致好评。



图 5 轮式装载挖掘机的使用情景

根据装载挖掘机的功能和工作状态，采用多维度的方法对其涂装区域进行划分和编码，设定装载挖掘机的涂装区域合集为 X_w ，则整体涂装公式为

$$X_w = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots\}$$

其中， X_1 为主配色， X_2 为辅配色， X_3 为不需涂装的区域， X_4 为点缀色之一， X_5 为点缀色之二。设定涂装区域合集 X_w 为 100%，则不同涂装色彩的数值如表 5 所示。

表 5 不同色彩的配色区域与比例(%)

配色类型	涵盖区域	配色比例
X_w	产品整体外观涂装的所有可视区域	$X_w=100$
X_1	蓝色部分区域(含操作臂、驾驶室外侧、发动机外罩等)	$40 \leq X_1 \leq 70$
X_2	深灰色部分区域(含车轮、传出带、挖斗等)	$20 \leq X_2 \leq 50$
X_3	不需涂色区域(含液压臂的金属杆、驾驶室窗门玻璃等)	$5 \leq X_3 \leq 10$
X_4	点缀区域 1，如产品 LOGO、图标等	$0 \leq X_4 \leq 5$
X_5	点缀区域 2，警示图标符号等	$0 \leq X_5 \leq 2$
...	...	...

表 5 中各配色区域所占比例均是一个数值区间，针对不同的工程装备，主色调配色区域数值浮动区间较大，一般占 40%以上；辅色所涂装的区域大多是跟机械操作时接触土、石、沙、泥、矿等物体的部分，深灰色的辅色涂装既耐脏，又可增加机械的稳重感，一般占 20%以上；不需涂色部位根据机械的类型不同，会发生一定的变化，玻璃、不锈钢轮毂等部位的大小决定着区域所占的面积比值，大多在 10%以下；点缀色有一种或两种，颜色一般与主色或者辅色对比强烈，涂色区域比值很少，一般在 5%以内。

4 结 论

很多工程装备企业没有专业有效的色彩涂装流程，产品的涂装大多情况下停留在模仿和借鉴阶段，这对我国工程装备“走出去”战略产生较大的负面影响。色彩涂装的合适与否，直接影响着工程装备产品品质和品牌形象，目前国内工程装备在技术与质量方面都达到国际先进水平，但涂装设计的整体形象和层次还有待进一步提高^[8]。

不同种类工程装备产品的配色方式和配色区域存在较大差异，文中提出了一套可供参考的工程装备产品配色分析程序与方法，得出三套色彩组合为常用配色方案，并设计了一款轮式装载挖掘机对提出的配色方案进行了验证。限于篇幅，

文中的相关研究还有待进一步深入，后续研究将结合计算机辅助配色系统，对配色方案进一步验证，为构建一套合适的、高效的工程装备产品配色方法提供理论支撑。

参 考 文 献

[1] 李方方, 李 军. 浅析工程机械面饰色彩的设计及发展[J]. 机械设计与研究, 2012, 28(4): 52-54.

[2] 常巧红, 高满屯. 基于 HSV 色彩空间与数学形态学的车牌定位研究[J]. 图学学报, 2013, 34(4): 159-162.

[3] 陈 鹏, 吕 健, 潘伟杰. 基于色彩方案重用的产品配色感性设计[J]. 工程设计学报, 2015, 22(12): 546-551.

[4] 刘炯宙, 李基拓, 陆国栋. 色彩语义驱动的产品交互式遗传配色设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, 24(5): 669-675.

[5] 李江泳. 基于品牌识别的工程机械色彩设计研究[J]. 图学学报, 2014, 35(3): 423-428.

[6] 于 静, 游 宇, 殷国富, 等. 面向工程机械个性化定制的色调和算法研究[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2007, 39(6): 163-167.

[7] 卢兆麟, 汤文成, 薛澄岐. 一种基于形状文法的产品设计 DNA 推理方法[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2010, 40(4): 704-711.

[8] 张 燕, 余隋怀, 陈登凯, 等. 基于遗传蚁群算法的产品配色方法研究[J]. 图学学报, 2013, 34(3): 79-84.