

不同光源下样品颜色三刺激值测试的比较分析

胥春雨¹, 许卫东¹, 李胜水², 周国强¹, 赵园¹

(1. 解放军理工大学 工程兵工程学院, 南京 210007; 2. 总装工程兵科研一所, 无锡 214035)

摘要: 针对光学伪装勘察和检测的特殊性, 在 380~800 nm 波长范围里, 比较了不同颜色样品分别在太阳光和 D65 光源下三刺激值的差别, 采用 CIE1976L* a* b* 空间分析了 2 种光源下颜色样品的色差。结果表明, 太阳光作为光学伪装勘察和检测的标准光源更加客观、准确。

关键词: 太阳光; 光学伪装; 伪装检测; 效果评估; 三刺激值

中图分类号: TS801.3; TH213.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)17-0102-03

Comparative Analysis of Test Color Tristimulus Values under Different Light Sources

XU Chun-yu¹, XU Wei-dong¹, LI Sheng-shui², ZHOU Guo-qiang¹, ZHAO Yuan¹

(1. Engineering Institute of Engineer Corps, PLA Univ. of Sci. & Tech., Nanjing 210007, China; 2. The First Engineers Scientific Research Institute of the General Armaments Department, Wuxi 214035, China)

Abstract: Difference of tristimulus values of different colors under light source of sunlight and D65 was compared in the 380nm to 800nm wavelength range. The color difference of same samples in the two light sources was analyzed using CIE1976L* a* b* color space. The results showed that standard light source of sunlight for investigation and detection of optical camouflage is more objective and accurate.

Key words: sunlight; optical camouflage; camouflage detection; effect judgment; tristimulus values

样品颜色测试是开展光学伪装勘察、设计和效果检测的重要内容, 三刺激值是描述颜色的重要参考数据, 可以量化样品的具体颜色。实施光学伪装勘察及效果检测时, 需要科学精确地测定样品的颜色。目前, 颜色三刺激值测试一直都是在 D65 标准光源下进行的, D65 光源是人造模拟光源中最接近日光光色的光源^[1]。然而伪装勘察、伪装检测等作业都是在野外条件下进行的, 文中比较不同颜色样品在太阳光和 D65 光源下三刺激值的差别, 进而为光学伪装勘察、设计和检测提供更为科学的方法。

1 颜色三刺激值计算的基本理论

目前色度计算方法主要是基于光谱反射率, 计算三刺激值、明度坐标、色度坐标和总色差等色度值^[2-3]。颜色三刺激值的计算方法是用颜色刺激函数分别乘以光谱三刺激值, 并在整个可见光谱范围

内对这些乘积求积分。

2 实验

由于光谱数据是计算颜色的基本数据, 它反映了物体自身的颜色特性^[4], 所以在相同的实验条件下, 分别对 4 种样品颜色在 D65 和正午太阳光下进行光谱测量, 得到 2 种不同光源下的各种样品颜色的光谱曲线。

实验仪器: 岛津紫外可见近红外分光光度计 UV-3600, 野外地物光谱仪。参数设置: 分光计为 350~800 nm, 野外地物光谱仪为 300~1 100 nm, 波长间隔为 10 nm。实验天气条件为天气晴朗, 空气能见度好的正午。试验样品分别是樟树叶、梧桐叶、桂花树叶和橡树叶。

2.1 D65 光源下的颜色三刺激值的测试

通过使用岛津紫外可见近红外分光光度计 UV-3600 对 4 种样品颜色的光谱进行测量, 根据 D65 光

收稿日期: 2012-06-08

作者简介: 胥春雨(1988—), 男, 湖南临湘人, 解放军理工大学硕士生, 主攻伪装工程。

源的光谱功率分布,再通过三刺激值计算公式和色度公式计算出各个颜色样品的三刺激值以及色度坐标。

2.1.1 测试结果

樟树树叶、桔梧桐叶、桂花树树叶和橡树树叶在 D65 光源下测得的光谱曲线见图 1。

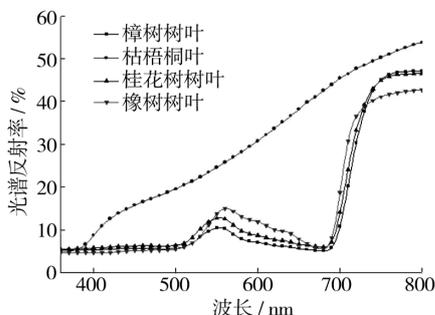


图 1 D65 光源下 4 种样品颜色的光谱曲线

Fig. 1 Spectrum curve of four kinds of background color under D65

2.1.2 计算结果

利用三刺激值计算公式计算得出 4 种样品颜色在 D65 光源下的三刺激值,见表 1。

表 1 D65 标准光源下的三刺激值

Tab. 1 Tristimulus values under D65 standard light source

样品种类	D65 标准光源下样品颜色的三刺激值		
	X(λ)	Y(λ)	Z(λ)
桂花树树叶	8.35	9.43	6.67
橡树树叶	9.9	10.36	5.47
樟树树叶	6.91	7.78	6.03
桔枫叶	25.65	25.18	16.88

2.2 太阳光下颜色三刺激值的测试

2.2.1 测试结果

通过野外地物光谱仪,测得 4 种样品颜色在正午太阳光下的光谱曲线见图 2。

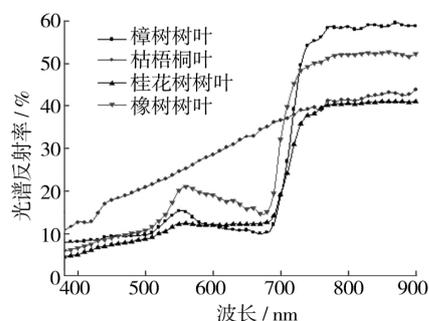


图 2 太阳光下 4 种样品颜色的光谱曲线

Fig. 2 Spectrum curve of four kinds of background color under sunlight

2.2.2 计算结果

计算方法同上,根据太阳光的半球向日射光谱辐照度^[5],见表 2。

表 2 半球向日射光谱辐照度

Tab. 2 Hemispherical solar irradiance

波长 /nm	E(λ _i)	波长 /nm	E(λ _i)	波长 /nm	E(λ _i)
380	362.4	520	1011.5	660	1053.95
390	381.7	530	1084.9	670	1046.2
400	556	540	1082.4	680	952.7
410	656.3	550	1102.2	690	859.2
420	690.8	560	1094.8	700	930.8
430	641.9	570	1087.4	710	1002.4
440	798.5	580	1055.85	720	824.994
450	956.6	590	1024.3	730	888.821
460	990	600	1056.55	740	971
470	998	610	1088.8	750	959.24
480	1046.1	620	1075.45	760	733.5
490	1005.1	630	1062.1	770	846.34
500	1026.7	640	1061.9	780	908.9
510	1066.7	650	1061.7		

由于计算三刺激值使用的是相对光谱功率分布,将太阳光的光谱辐照度在波长上积分得到相对光谱功率分布再计算出样品的三刺激值,见表 3。

表 3 太阳光下的三刺激值

Tab. 3 Tristimulus values under sunlight

样品种类	太阳光下样品颜色的三刺激值		
	X(λ)	Y(λ)	Z(λ)
桂花树树叶	10.77	11.05	6.84
橡树树叶	16.41	16.70	8.46
樟树树叶	11.48	12.40	8.57
桔枫叶	25.26	24.95	16.28

3 不同光源下的测试样品色差计算

要得到客观的色差评价,首先要获得代表样品的三刺激值,再按一定的色差公式,计算出不同条件下样品的色差^[6]。三刺激值是用来描述颜色的重要参数,色差就是颜色的差别,在文中就是同一种样品在不同光源下表现的颜色差别。对于同色异谱现象,一般可以用色差来表示同色异谱的程度,常用的有 3 组色差公式,分别对应 3 个不同的色空间^[7]。由于我国在 1987 年将 CIE1976L* a* b* 空间作为国家标

准^[8],所以采用的也是此色空间。通过色差公式计算得出桂花树叶、橡树叶、樟树叶、枯枫叶作为背景的色差分别为 7.41,9.40,11.04,5.08。

上面得出的总色差数据显示,各个植物在 D65 和太阳光下的总色差大部分超过 7NBS,根据国家标准规定,颜色之间的色差大于 6NBS 感觉就很强烈。通过实验,证明了使用太阳光和 D65 光源作为三刺激值测试光源是有很大差别的。表明 D65 光源并不是作为伪装检测、设计与侦察的标准光源,文中提出的使用太阳光作为标准光源是有利于伪装效果勘察与检测的,表明提出的方案是可行的。

4 结语

分析表明,同一种样品在不同的光源条件下是存在色差的,而且色差大于国家标准所允许的容差极限。由于伪装勘察、检测的实际场是野外,所以太阳光光源才是它的标准光源,如果继续采用 D65 光源将对伪装勘察和检测产生很大的影响。提出了使用太阳光光源作为伪装勘察、设计和检测的标准光源,可以为伪装检测、伪装设计和光学伪装的勘察和检测提供更客观的依据和更精确的手段。

参考文献:

- [1] 马志尔. D(65)标准光源的进展和应用[J]. 光源与照明, 1996(2):2-5.
MA Zhi-er. The Progress and Application of the Standard Light Source [J]. Lamps and Lighting, 1996(2):2-5.
- [2] 郭凌华. 对标准色度学系统颜色空间的理解[J]. 包装工程, 2003, 24(2):13-16.
GUO Ling-hua. The Understanding of the CIE Standard Colorimetric System and the Color Space [J]. Packaging Engineering, 2003, 24(2):13-16.
- [3] 束越新. 颜色光学基础理论[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1981.
SHU Yue-xin. Color Optical Basic Theory [M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 1981.
- [4] 赵晨飞. 颜色光谱分析在计算机油墨配色中的应用[J]. 包装工程, 2005, 26(6):42-44.
ZHAO Chen-fei. Application of Color's Spectrum Analysis in Computer Ink Matching Color [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(6):42-44.
- [5] GB/T 17683. 1-1999, 太阳能在地面不同接受条件下的太阳光谱辐照度标准[S].
GB/T 17683. 1-1999, Solar Spectral Irradiance Standard of Solar Energy in the Ground at Different Conditions [S].
- [6] 蔡叶菁, 龙永红, 罗海霞. 改进型 RGB 色差计算及其在印品检测中的应用[J]. 包装工程, 2010, 31(1):68-71.
CAI Ye-jing, LONG Yong-hong, LUO Hai-xia. Improved RGB Color Difference Calculation Method and Its Application in Print Inspection [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1):68-71.
- [7] 薛晶晶, 白延柱. 基于光谱反射特性的伪装性能评价方法[J]. 激光与红外, 2007, 37(10):1078-1079.
XUE Jing-jing, BAI Yan-zhu. Camouflage Assessment Based on Spectral Reflect Signature [J]. Beijing: Laser & Infrared, 2007, 37(10):1078-1079.
- [8] 张珊珊. 色度计算方法及其影响因素研究[J]. 包装工程, 2009, 30(11):96-99.
ZHANG Shan-shan. Research on Chroma Calculation Methods and Their Influencing Factors [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(11):96-99.