

# 基于均匀颜色空间的天然橡胶颜色测量

杨映华, 华建坤, 刀建华, 郑向前, 毕学瑞, 曾 涛

(西双版纳州质量技术监督综合检测中心, 云南 景洪 666100)

**摘要:** 基于国际照明委员会均匀颜色空间对天然橡胶(NR)颜色参数进行测量,并用统计学方法研究 NR 颜色参数与理化性能的相关性。结果表明:颜色参数中的心理明度、黄-蓝心理色度、色差、饱和度和色相差与 NR 杂质、灰分和挥发分含量呈较强负相关性,与氮含量存在弱正相关性;红-绿心理色度与杂质存在弱负相关性。

**关键词:** 天然橡胶;颜色测量;均匀颜色空间

**中图分类号:** TQ332; TQ330.7 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2012)02-0115-03

颜色是天然橡胶(NR)产品的重要感官指标,直接影响人们对产品的视觉及心理感知。目前,国内外标准规定了部分级别的生胶颜色,以拉维邦颜色指数表示<sup>[1]</sup>。按 GB/T 14796—2008《天然生胶 颜色指数测定法》可测得橡胶的拉维邦颜色指数,对颜色进行大概分级。但对 NR 颜色进行细致研究须采用更为精准的颜色度量体系。国际照明委员会(CIE)在大量研究的基础上推出了多个表色系统和色度计算公式,其中 CIE 1976  $L^*a^*b^*$  (LAB)颜色空间现已成为世界各国正式采纳的国际通用测色标准,它适用于一切光源色或物体色的表示与计算,在印染、塑料、涂料和珠宝等行业广泛运用<sup>[2-4]</sup>。

CIE XYZ 模型采用 3 个理想原色代替实际的三原色,用光谱三刺激值表征颜色色度。CIE  $L^*a^*b^*$  和 CIE  $L^*C^*h$  为均匀颜色空间模型,CIE  $L^*a^*b^*$  由 CIE XYZ 系统通过数学方法转换得到, $L^*$  表示心理明度, $a^*$  和  $b^*$  表示心理色度。 $a^*$  为正值表示红色, $a^*$  为负值表示绿色; $b^*$  为正值表示黄色, $b^*$  为负值表示蓝色。颜色的明度由  $L^*$  的百分数表示, $L^*$  等于 0 时为黑色, $L^*$  等于 100 时为白色。CIE  $L^*C^*h$  颜色模型采用了与  $L^*a^*b^*$  一样的颜色空间,它采用  $L^*$  表示明度值, $C^*$  表示饱和度值, $h$  表示色调角度值,CIE  $L^*C^*h$  较  $L^*a^*b^*$  的优点在于与早期的颜色系

统(如孟塞尔颜色系统)有很好的相关性。评价物体颜色差异时,除使用上述各物理量的差值( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  和  $\Delta h$  等),CIE 1976 引入了色差  $\Delta E_{ab}^*$  和色相差  $\Delta H^*$  等参数。相关的理论和计算公式参见文献[5-7]。

本工作基于 CIE 颜色空间,采用 CIE XYZ, CIE  $L^*a^*b^*$  和 CIE  $L^*C^*h$  表色体系对 NR 的颜色进行测量和表示,并探讨 NR 颜色参数与其理化性能的相关性。

## 1 实验

### 1.1 试验材料

NR 样品 40 个,全部产自西双版纳地区,其中 SCR WF 级 13 个,SCR 5 级 4 个,SCR 10 级 23 个,表观颜色为浅黄色至深褐色。

### 1.2 设备与仪器

XK160 型开炼机,无锡市第一橡胶机械有限公司产品;GT-7016-AR 型气压式自动切片机,中国台湾高铁科技股份有限公司产品;爱色丽 X-rite SP62 积分球式分光光度计,英国 Tintometer 公司产品;P14/VT 快速塑性计,英国华莱士公司产品。

### 1.3 测量方法

#### 1.3.1 样品处理

将生胶按 GB/T 15340—2008《天然、合成生胶取样及其制样方法》规定的方法均匀化,之后胶片置于相对湿度为  $(65 \pm 5)\%$ 、温度为  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$  的恒温恒湿室内调节 48 h。

**作者简介:** 杨映华(1985—),男(回族),云南永平县人,西双版纳州质量技术监督综合检测中心助理工程师,硕士,主要从事橡胶及乳胶制品质量检验工作。

### 1.3.2 颜色测量

仪器参数设置:采用 CIE 推荐的 0/d 条件,即垂直照明,漫反射积分球接收的照明和观测条件;测色光源采用 CIE 推荐的 D65 标准光源,采用  $10^\circ$  视场;测量前使用标准白板和黑筒自动校正仪器。

测量方法:在经过预处理的胶片表面选取平整光滑的 6 个测量点进行测量,分别测定  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $C^*$ ,  $h$ ,  $\Delta H^*$ ,  $X$ ,  $Y$  和  $Z$ , 仪器自动给出平均值。

### 1.4 物理性能检测

灰分含量、杂质(指留在  $45\ \mu\text{m}$  筛上的外来物质)含量、氮含量、塑性值、塑性保持率和挥发分含量分别按照 GB/T 4498—1997《橡胶 灰分的测定》、GB/T 8086—2008《天然生胶 杂质含量的测定》、GB/T 8088—2008《天然生胶和天然胶乳 氮含量的测定》、GB/T 3510—2006《未硫化胶 塑性的测定 快速塑性计法》、GB/T 3517—2002《天然生胶 塑性保持率(PRI)的测定》和 GB/T 24131—2009《生橡胶 挥发分含量的测定》进行测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 检测数据

NR 样品颜色测量结果如图 1~3 所示,理化性能测试结果如图 4 和 5 所示。

### 2.2 重复性检测

在同一样品上选取 6 个不同测量点进行测量。重复性分析结果表明,所检测的 10 个颜色参数的相对标准偏差均在 4% 范围内,色度值的重复性良好。

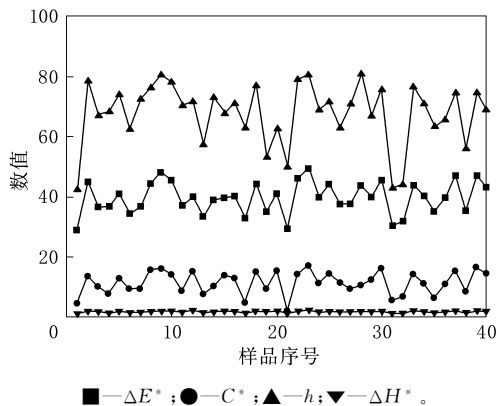


图 2 CIE  $L^*C^*h^*$  表色体系测量结果

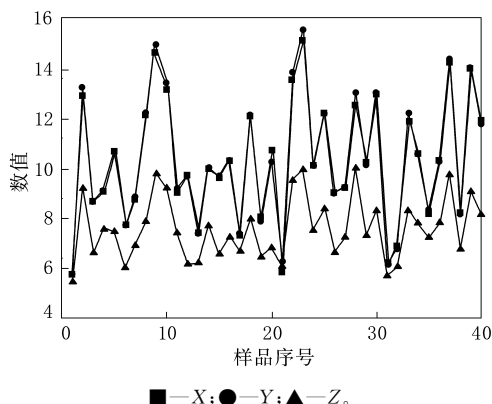


图 3 CIE XYZ 表色体系测量结果

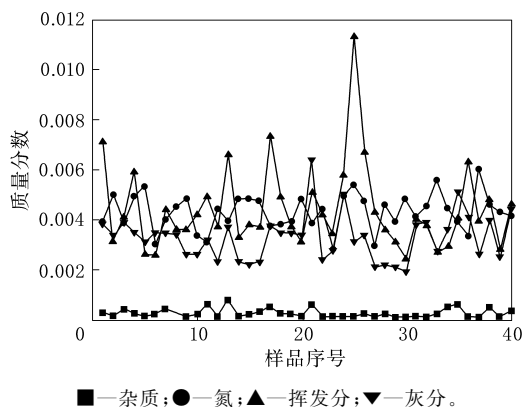


图 4 化学性质测试结果

### 2.3 颜色参数与表观颜色的关系

样品经均匀化处理后,在室内普通漫射光下观察,表观颜色从浅黄色至深褐色,目测颜色深浅与实测  $L^*$  和  $\Delta E_{ab}^*$  的数值趋势基本一致,即  $L^*$  和  $\Delta E_{ab}^*$  数值较大的样品感官颜色较浅,反之感官颜色较深。NR 样品  $b^*$  均为正值,  $b^*$  越大表示颜色越倾向黄色,试验表明,观察者对样品黄色强弱的感受与  $b^*$  值的变化趋势并不一致。

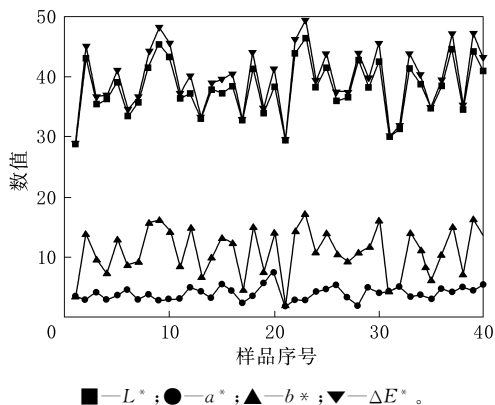


图 1 CIE  $L^*a^*b^*$  表色体系测量结果

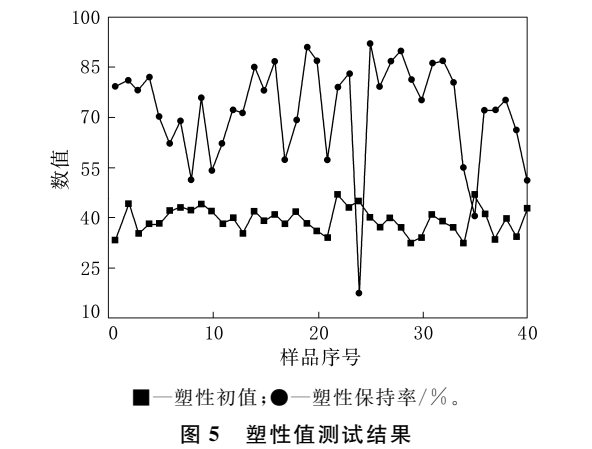


表 1 颜色参数与其他理化性能的相关系数

| 项 目   | $L^*$               | $a^*$ | $b^*$               | $\Delta E_{ab}$     | $C^*$               | $\Delta H^*$        | X     | Y     | Z     |
|-------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|
| 杂质含量  | -0.48 <sup>1)</sup> | -0.25 | -0.55 <sup>1)</sup> | -0.51 <sup>1)</sup> | -0.58 <sup>1)</sup> | -0.56 <sup>1)</sup> | 0.04  | 0.02  | 0.03  |
| 氮含量   | 0.28                | 0.17  | 0.30                | 0.30                | 0.31 <sup>2)</sup>  | 0.30                | 0.11  | 0.12  | 0.05  |
| 挥发分含量 | -0.27               | -0.02 | -0.32 <sup>2)</sup> | -0.28               | -0.32 <sup>2)</sup> | -0.32 <sup>2)</sup> | 0.07  | 0.07  | 0.00  |
| 塑性初值  | 0.21                | -0.18 | 0.16                | 0.20                | 0.14                | 0.18                | -0.23 | -0.21 | -0.09 |
| 塑性保持率 | 0.03                | 0.17  | 0.05                | 0.04                | 0.09                | 0.08                | 0.28  | 0.27  | 0.17  |
| 灰分含量  | -0.55 <sup>1)</sup> | -0.08 | -0.61 <sup>1)</sup> | -0.56 <sup>1)</sup> | -0.60 <sup>1)</sup> | -0.64 <sup>1)</sup> | -0.08 | -0.09 | -0.03 |

注:1)显著性水平  $p<0.01$ ;2)显著性水平  $p<0.05$ 。

2.5 未经均匀化的 NR 颜色测量

取未经均匀化的 NR 胶片,作适当裁切,在光滑的切面上进行测量。结果表明,未均匀化的样品在不同切面的测量结果存在较大差异,其中  $L^*$ 、 $\Delta E_{ab}^*$ 、 $C^*$  和  $\Delta H^*$  的差异较为明显, $a^*$  和  $b^*$  的差异不明显。

3 结论

- (1)本次检测的 NR 样品的  $a^*$  和  $b^*$  值均为正值,表明 NR 在红-绿序列中指向红色、黄-蓝序列中指向黄色,明度  $L^*$  和色差  $\Delta E_{ab}^*$  的数值变化趋势与样品颜色深浅基本对应。
- (2)NR 颜色成因复杂,与橡胶品系、加工工艺、杂质含量等因素有关,相关性研究发现,颜色参数中  $L^*$ 、 $b^*$ 、 $\Delta E_{ab}^*$ 、 $C^*$  和  $\Delta H^*$  与橡胶杂质和灰分含量呈明显负相关性,与挥发分含量呈负相关性,与氮含量存在弱正相关性; $a^*$  与杂质含量

存在弱负相关性。因此可通过橡胶颜色的测量结果分析样品的综合质量。

(3)本研究所用测量方法可用于 NR 生产过程各环节中颜色的测量,也可用于合成橡胶样品、乳胶及橡胶制品颜色的测量。

2.4 统计学分析颜色参数与理化性能的相关性

用 DPS 数据处理系统分析 40 个 NR 样品各项理化性能与颜色参数的相关性,相关系数如表 1 所示。

由表 1 可以看出,  $L^*$ 、 $b^*$ 、 $\Delta E_{ab}^*$ 、 $C^*$  和  $\Delta H^*$  五个颜色参数与杂质和灰分含量呈明显负相关性,与挥发分含量呈负相关性,与氮含量存在弱正相关性; $a^*$  与杂质含量存在弱负相关性,与挥发分含量和灰分含量几乎不相关; $X$ 、 $Y$  和  $Z$  三个参数与各项理化性能无明显相关性。塑性初值和塑性保持率与各颜色参数无显著相关性。

参考文献:

[1] GB/T 8081—2008,天然生胶 技术分级橡胶(TSR)规格导则[S].

[2] 田莉,郭颖.均匀色空间下红宝石颜色定量分级[J].硅酸盐通报,2010,29(3):551-555.

[3] 刘浩学. CIE 均匀颜色空间与色差公式的应用[J].北京印刷学院学报,2003,11(3):3-8.

[4] 王岩松,金伟其.基于映射色差的色彩分类表面检测方法研究[J].北京理工大学学报,2010,30(1):74-78.

[5] GB/T 3977—2008,颜色的表示方法[S].

[6] GB/T 3979—2008,物体色的测量方法[S].

[7] GB/T 7921—2008,均匀色空间和色差公式[S].

收稿日期:2011-08-14