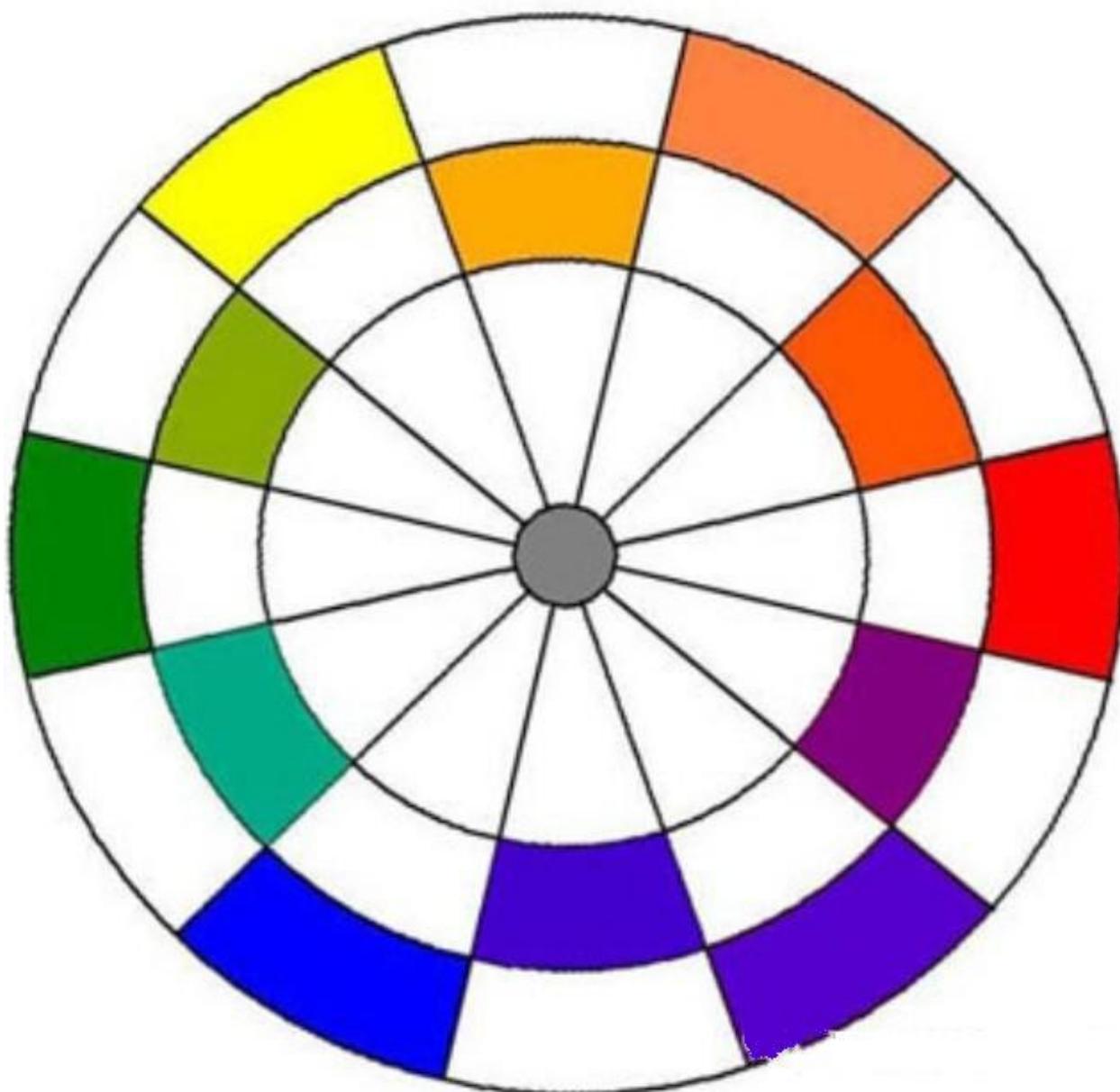


《色差的测量和评定方法及应用》



随着市场对轿车外观质量越来越高的需求，色差的测量和评定已经成为轿车生产制造过程中必不可少的控制手段。如何选择合适的方法、如何合理的应用这些方法、如何解决在色差测量和评定中可能出现的问题，都是值得我们重视和深入研究的课题。本文主要介绍了两种色差测量和评定方法，总结了两种方法在日常应用过程中的影响因素，提出容易产生问题，并针对这些问题提出了合理的解决方案。

1 色差

色差是指颜色件与标准颜色之间在色相、明度、彩度之间存在的差异。这个定义是基于CIELAB 色差理论的，CIELAB 色差公式为：

$\Delta L = L \text{ 样品} - L^* \text{ 标准}$ （明度差异）

$\Delta a = a \text{ 样品} - a^* \text{ 标准}$ （红/绿差异）

$\Delta b = b \text{ 样品} - b^* \text{ 标准}$ （黄/蓝差异）如图 1 所示，一些时候除了 ΔL 、 Δa 、 Δb 之外，还使用 ΔE 作为色差的控制手段，其中：

2 色差的测量和评定方法

色差的测量和评定方法主要可以分为两类：目视评定和色差仪测量。

2.1 目视评定

目视评定就是在合适的光源条件下，将需要比对的颜色件放在靠近的位置上，直接观察二者颜色是否一致，进而得到色差情况的判断。

2.2 色差仪测量

色差仪就是测量色差的仪器，也可以按照使用原理称为多角度分光光度仪。色差仪测量是指使用色差仪对车身、外饰颜色件或色板进行测量，并将获得数据与颜色基准数值进行比对。

3 目视色差评定在颜色匹配中的应用

在汽车生产制造过程中，目视评定应用最为广泛。因为目视色差最能反映消费者的实际使用状态，因此对于色板之间、色板与车身之间、尤其是车身与外饰颜色件之间的色差判定，最终都必须经过目视评定。

3.1 目视评定的光源

光源状态对目视结果有较大的影响，不同的光强下颜色件之间的色差将会被放大或缩小，因此，选择合适的光源进行色差的目视评定是非常必要的。

3.1.1 标准光源灯箱 标准光源灯箱是为目视评定提供标准光源的设备。以某标准光源灯箱为例，该灯箱为目视评定提供如下五种有严格标准的光源：

(1) 日光 D65、

(2) (2) 白炽灯光 A、

(3) 百货公司灯光 CWF 和 TL84、

(4) 紫外光 UV。在汽车色差检测领域，日光是最贴近消费者实际使用需求的光源，因此在标准光源灯箱能够提供的几种标准光源中，日光 D65（色温 6500K 的光源）也是最常用的。同样，在色差仪测量中，D6510 也是最经常使用的光源模式。

3.1.2 轿车生产线终检区的灯光布置 轿车在出厂之前需要进行全面的检查，外观检查是其中一个重要的部分。为此，轿车生产线的末端会设置一个区域专门用来目视评定车身和外饰颜色件之间有无较大色差。这个区域的灯光也有相应的要求：

(1) 光源要采用三基色光源；

- (2) 采用无频闪的电子镇流器，谐波含量必须满足国标要求；
- (3) 灯具的设计要求有效地抑制眩光；
- (4) 反光板需采用反射率高的镜面铝板。

3.1.3 自然光

自然光是最符合汽车实际使用状态的色差评定条件，因此无论车身与外饰颜色件，还是色板之间，很多目视评定都选择在自然光下进行。国标规定，自然光下的目视评定最好是北半球多云的北空昼光（从日出 3h 后到日落 3h 前，避开太阳光直射的北窗看的天空光）或南半球多云的南空昼光，并且应没有彩色物体的反射光，如红砖墙或绿树的反射光，放置试板的地方，照明应均匀，照度不小于 2000lx。应避免在直接阳光照射下观察。这一规定中，避免阳光直射是一个基本原则，但实际的目视评定情况并非如此，很多目视评定需要在阳光充足的时间地点进行。这是由目视评定的定义范围决定的：

(1) 狭义的目视评定仅仅比较色差，而不强烈的自然光更有利于分辨颜色的差别；

(2) 随着消费者对车身外观的要求越来越高，各种金属粉、珠光粉在油漆涂层中的使用越来越多，广义的目视评定中，还有对金属粉、珠光粉的闪烁效果、排列方式等内容的比较，这些内容需要借助较强的自然光才能有效的进行对比。

3.1.4 目视评定结果的影响因素

3.1.5 观察者的影响 观察者的视力、着装、观察色板时的状态、在颜色领域的工作经验等因素，对目视结果有着显著的影响。

(1) 观察者的衣着 观察者应穿着不鲜艳的衣物。一般漆膜都具有很好的反光性能，鲜艳的衣物会映射在漆膜上，对漆膜原本的颜色形成干扰。

(2) 观察者的视觉印象 当观察者接触强光或者处于色彩艳丽的环境里一段时间后，再进入合适的光源环境进行目视，色差的分辨能力会有影响，之前接触过的颜色在明暗、色相上的特征会在头脑中留下印象。这种情况下，需要观察者远望色彩柔和的方向一段时间后，再进行目视评定。

(3) 观察者的经验 一些在颜色领域工作几十年的专家，在分辨颜色的能力上远远强于普通人。他们可以在目视对比中轻易的指出比对的颜色件之间 L、a、b 的方向偏离（例如指出 A 色板 75° 的 L 值比 B 色板偏正）。这些偏离都可以在色差仪器上得到验证。

3.2 色板摆放位置的影响

由于市场需求，金属粉和珠光粉大量的应用在油漆涂层中，使得大部分颜色的油漆涂层在不同角度显示不同的色相状态。因此，检测者做目视评定时，要求调整比对对象，使自己接收到的反射光线角度一致。这就要求：

- (1) 色板与比对的点所在平面要平行。如果需要比对的点所处的位置并不是平面，那么色

板应该调整到与该点相切的平面位置；

(2) 色板与比对平面的高度要一致。根据经验，将两块色板部分重叠放置，两块色板有时会有明暗差异。这是因为观察者的眼睛接收两块色板的反射光角度有微小的差异。如果为了目视评定有必要重叠，则可以采用多交替上下位置的方式进行目视，消除这种差异。

4 色差仪测量及其影响因素

4.1 色差仪的应用 在汽车生产制造过程中，色差仪被广泛的应用于控制色差。车身、外饰颜色件在完成颜色涂装之后，都要使用色差仪对色差进行检测。而标准色板更是经过严格的色差数据控制筛选出来的。对车身进行色差仪测量，一般选择车身上的若干个点分别进行测量，以了解车身各部分的状态。应尽量选择平面进行色差仪测量，避免漏光，以保证测量的准确性。

4.2 色差仪的测量原理 将色差仪的测量孔严密贴合在被测物的表面上，色差仪光源由 45° 照射被测物表面，各方向的感应器接收反射光并将接收到的反射光数据化。这里定义被接收到的反射光与镜面反射光之间的夹角为测量角度，如图3所示，某型号色差仪可获得 15° 、 25° 、 45° 、 75° 、 110° 五角度的L、a、b或L、c、h等数据，其中最常用的是 25° 、 45° 、 75° 三角度的L、a、b数据。

4.3 色差仪测量结果的影响因素

4.3.1 色差仪使用手法的影响 不同测量者在使用色差仪测量的时候，可能得出不同的数据。我们选择了三位测量者，使用同一台色差仪测试同一块色板的同一位置，通过细致分析，三位测量者的操作都没有错误。表1 色差仪使用手法的影响 实验项目 结论 测量者A 测量者A对某颜色的色板的某一点进行5次色差仪测量取平均值，以测量者A的结果为标准进行比对 测量者B 对同一块色板的同位置进行5次色差仪测量取平均值，测量者B得到的结果中， 25° L值小于测量者A的结果达到0.7，偏差非常明显 测量者C 对同一块色板的同位置进行5次色差仪测量取平均值，测量者C得到的结果与测量者A的结果相近，仅L值略大0.1到0.2 通过分析数据，我们发现不同测量者之间产生差别较大的数据集中在L值上，我们猜测这和按压色差仪的力度有关：

- (1) 测量者按压过轻，在测量时可能会发生漏光等现场，造成测量结果不准确；
- (2) 测量者按压过重，可能造成色板的变形，导致其它光强的变化。因此保持稳定和适中的按压力度，是使用色差仪测量的一个关键点。

4.3.2 色差仪校准的影响

色差仪的校准分为白板和黑板两个部分。针对校准过程中，不同色差仪配置的白板和黑板能否混用，是否影响色差仪测量的数值，我们做了一组实验：使用两台色差仪及其配置的两套白板、黑板，采用不同组合的校准方式，对某颜色的色板进行色差测量，得出结果如

下：表 2 色差仪校准的影响 实验项目 结论 (A) 同一台色差仪，不同白板，同一黑板 各角度各项值都有偏差，某颜色的 L 值偏差 0.3 以上 (B) 同一台色差仪，同一白板，不同黑板 各角度各项值都没有明显偏差 (C) 不同色差仪，同一白板，同一黑板 各角度各项值都有偏差，某颜色的 L 值偏差 0.3 以上 由此我们得出如下结论：

(1) 色差仪和白板是一一对应的。如白板丢失或损坏，则需要将色差仪返厂进行色差仪与新白板的匹配校准处理。

(2) 色差仪所配的黑板是通用的。黑板如果丢失或损坏，可以共用其它同型号色差仪的黑板。

4.3.3 充电的影响

当色差仪电量不足时，测试数据会有一些偏差。色差仪在电量不足时会给予提示，根据提示用户及时进行充电。需要注意的是，当色差仪接线充电的时候，色差的测试数据偶尔会有一些的偏差。但这种变化并不是稳定存在的。我们猜测这种情况是由于接电后色差仪会受到电压的影响，如果供电电压不稳，那么用于色差分析的入射光也会发生变化，导致得出的数据有偏离。因此，应尽量避免充电时使用色差仪测量。而且，经过充电的色差仪可能已经受到电压影响，那么在充电之后，我们需要对色差仪进行重新校准。

4.3.4 取点位置的影响

由于工艺限制，色板、车身或颜色件的边缘部分和中心部分的漆膜状态并不一致，所以选取不同位置的点，得到的色差数据也不相同。根据色板的用途，我们认为色差仪测量时，在横置的色板中心位置取左中右三个点进行测量取平均值是更适宜的测量方式；对于车身而言，选取距离边缘一定距离的点进行测量较为合理。

4.3.5 仪间差的影响

根据经验，即使是同型号的两台色差仪之间，测得的色差也往往会略有不同，这种不同被称为仪间差或台间差。表 3 仪间差的影响 实验项目 结论 色差仪 (1) 测试颜色 A 的色板 5 次取平均值 以色差仪 (1) 的测量数据为标准进行实验比对 色差仪 (1) 测试颜色 B 的色板 5 次取平均值 色差仪 (2) 测试颜色 A 的色板 色差仪 (2) 得到的颜色 A 的色差数据在 25° L 值上小于色差仪 (1) 测得结果约 0.3，偏差较明显 色差仪 (2) 测试颜色 B 的色板 色差仪 (2) 得到的颜色 A 的色差数据在各个值上与色差仪 (1) 测得结果差距较小 我们分别使用两台色差仪测量两种颜色的色板，得到结论如下：

(1) 不同色差仪对某一颜色的色板的测量结果有一定偏差；

(2) 这一偏差对于不同颜色而言，程度是不同的。两台仪器对某一颜色同一块色板进行多次测试，分析对比，得到这两台色差仪针对这个颜色的偏离值。在进行生产准备或者质量控制的时候，将一台色差仪的测量数据定为基准，另一台色差仪测得的数据将偏离值计

算进去。

5 目视评定和色差仪测量的差异

轿车制造行业中，提供给消费者高外观质量的产品是非常重要的，车身上各颜色件“一致”，是外观质量的重要因素。为了达到这一目的，在具体的应用场合正确的选择目视评定方法或者色差仪测量方法，有助于更好的完成色差测量和评定的工作。而分析目视评定和色差仪测量的差异，成为了在何种场合选择哪种方法的重要依据。

5.1 目视评定的重要性 目视是最基本的色差评定方法，也是色差评定的最终目的。

(1) 之所以说目视是最基本的色差评定方法，是因为所有的方法其本质都是目视的辅助。对于两个颜色件，无论色差仪测得的L、a、b数据如何相近，或者通过更复杂的测量分析方法认定可以匹配，如果目视色差有较大差异，那么结论就是不能接受。

(2) 之所以说目视是色差评定的最终目的，是因为所有的方法都是为了“目视一致”而服务的。站在消费者的角度，目视是汽车外观的唯一评定方法，所以轿车色差评定的最终目的也必然体现在目视上。

5.2 目视评定的优缺点

5.2.1 目视评定的优点

(1) 目视评定快捷简便，在适合的情况下可以快速的得出结果。

(2) 目视最贴合实际状态，最能体现消费者对轿车外观的评价，因此目视评定可以得到最直观最有效的结论，这个结论往往在颜色匹配中被用作最终的裁定结果；

5.2.2 目视评定的缺点

(1) 目视评定具有主观性。不同检测者结果常常有差别，甚至同一检测者在不同情况下目视结果也会不同。

(2) 目视评定只能得出定性的结论，不能得出定量的数据结果。这需要观察者有一定的经验，而且判断的标准也存在很大的不确定性。

5.3 色差仪测量的优缺点

5.3.1 色差仪测量的优点

(1) 色差仪测量可以获得数据结果，这一结果可以追溯，可以准确的定量处理。在通过处理数据结果得出定性结论的过程中，采纳的标准也是严格确定的。

(2) 色差仪测量比较客观，不同的人使用色差仪进行测量，得到的数据结果相差很小。只要操作正确，色差仪测量不依赖测量者的经验。

5.3.2 色差仪测量的缺点

(1) 色差仪测量反映的仅仅是数据方面的色差，但实际上漆膜外观是多方面效果累加的结果，这些效果无法完全用色差数据来反映，常常有色差数据相近，但目视效果相差很多的

情况发生。

(2) 另外色差仪在较小的颜色件或者有弧度的颜色件上测量存在难度，无法读数或读数不准确的情况时有发生。

5.4 目视评定和色差仪测量的应用范围

在多数场合，色差仪测量和目视评定需要结合使用，两者互相印证。当色差仪测量和目视评定结果发生矛盾的时候，一般以目视评定结果为准。

5.4.1 色差仪测量的应用范围

色差仪测量一般用于需要使用数据、积累数据的情况，如制作标准色板就需要使用色差仪进行测量，对测量数据进行整理筛选。当需要对颜色进行调整的时候，使用色差仪测量数据，对调整方向有直观的指导作用。

5.4.2 目视评定的应用范围

目视评定一般用于颜色匹配的判定，如车身与保险杠能否匹配，新制色板能否达到标准色板的效果，都需要由目视评定来进行最终判定。在一些部位色差仪不能进行测量，如弧度较大的面、结构有干涉的部位，这些部位只能完全依赖目视评定进行判断。

6 结论

本文介绍了目视评定和色差仪测量两种色差测量和评定方法，对这两种色差测量和评定方法的应用和应用过程中的影响因素进行了阐述，提出了一些常见问题，并针对这些问题提出了合理的解决方案。