

对老化结果的评价：

目测和仪器测量

对任一暴露测试项目的结果进行适当的量化是很重要的。通常，客户关心他们的材料在暴露过程中发生哪些性能的改变和/或改变量。材料某些性能的改变，如颜色或光泽可以用仪器来进行测量。其它性能的改变，如开裂、起皮、粉化、起泡和生锈可以采用目测，也可以按照美国实验材料协会（ASTM），或其它技术组织的标准测量等级来进行评估。

评估的频次

通常在暴露之前就对关心的性能进行测量或等级评估。之后，要对测试进行定期评估和测量。对于户外暴露测试，通常按月或按季度进行评估。而对于加速实验室测试，要每 **100** 个小时或 **250** 个小时进行评估。评估用于了解材料随时间的老化过程。对于一个全面的测试方案而言，对样品进行评估是非常重要的部分。

目测

尽管目测存在一定的主观性，但它相当重要，因为用户同样以此来判断材料的外观是否令人满意。目测结果必须是可重复的，并与其他人员的目测结果一致。目测中一致性相当重要，目测必须由经过培训的有经验的评估师来进行。

当客户对测试样品提出目测要求时，评估师要检查表1中所列的所有观察到的样品的缺陷。评估师要根据适当的等级对样品的变化进行评级。老化作用的目测报告通常按照ASTM标准从10级到0级的等级系统进行划分，见表2（如下页所示）。

涂料技术联合会（FSCT）的《涂料缺陷图示标准》一书中有关于目测图示的描述1，可用来直接比较测试样品，得出缺陷等级。这样有助于评估师进行重复评估，并帮助客户了解报告中的样品缺陷。

目测等级在标准照明条件下由目测所得。在需要确认或其他必要情况下，如显微观测时，用显微镜进行评估（放大10倍）。



Q-Lab 佛罗里达的光泽测量。

目测

表 1

可能的缺陷	适用测试方法	
粉化（丝绒状）	ASTM D4214	ISO 4628-7
起泡	ASTM D714	ISO 4628-2
开裂	ASTM D661	ISO 4628-4
龟裂	ASTM D660	
片状/分层	ASTM D772	ISO 4628-5
侵蚀	ASTM D662	
霉菌	ASTM D3274	
耐粘污性	ASTM D3274	
变色（灰卡）	ASTM D1729 ASTM D2616	ISO 105/A02
附着力	ASTM D3359	
腐蚀（丝状的）	ASTM D2803	
腐蚀（划伤锈蚀）	ASTM D1654	ISO 4628-8
腐蚀（表面生锈）	ASTM D610	ISO 4628-3

质量	等级	氧化
极好的	10	未测试原样 (无变化)
--	9	非常轻微的变化 (微量)
非常好的	8	轻微变化
好的	6	中等氧化
中等	4	显著的氧化
差的	2	严重变化
非常差的	0	完全失效

注：质量标准的等级 9 表示第一次可见的变化。当作用效果明显介于其它等级之间时，可选择中间的等级。

外观性能的仪器测量²

对许多产品和材料来说，外观性能非常重要。客户对质量的评价常常基于光泽、颜色、亮度、平滑度或其他一些外观特性。产品的使用年限往往取决于这些特性。有的产品其他性能完美，但往往因外观不符合客户的审美要求而报废。

按照定义，因为外观是视觉的或审美的特性，用仪器进行测量看似比较矛盾。然而，外观通常是一些表面性能（例如，平滑度、反射率、颜色等）。经过多年探索，仪器测量已经非常接近人们的目测结果。

对外观进行仪器测量比较客观，而且相比主观性的目测有几大优势。仪器测量提供性能的量化测试结果。它排除了人为偏差的可能性，因为如果所有条件都相同，仪器每次的测试数据是可以重复的。另外，仪器测量的数值是连续的，可进行统计分析。在老化领域，光泽、鲜映性（DOI）和颜色使用光电仪器测量。这些仪器用于检测材料暴露和未暴露部分的表面外观性能，以判断产品的使用年限。

样品清洗

对于户外老化测试，采用仪器测量时强烈建议，对暴露样品的清洗过的表面部分进行测试。所有这些测量都对表面的附着物极其敏感，例如污物和霉菌等。这些微粒在测试样品表面形成隔离层，妨碍仪器测量真实的样品表面。如果表面存在污物，那么仪器测量的是污

物而不是真正的样品表面。

光泽测量

光泽测量是测量评估中重要的一部分，对于涂料和塑料特别重要。在老化暴露中光泽是首先受到影响的性能之一。它也是观察者首先注意到的外观性能之一。

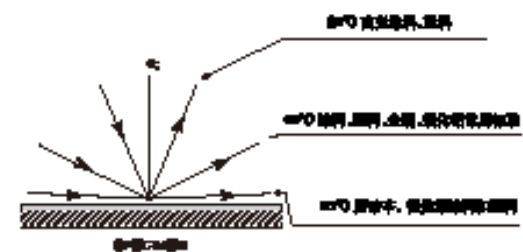
用仪器测量光泽是表面外观性能光电测量最常用的方式。用仪器测量光泽是测量表面的光泽。光泽测量将一束光按固定角度照射在表面上，然后检测在反射角处的反射光占入射光的百分比（不包括散射光）。非常光滑的表面若反射入射角处的所有光束，则光泽值是100³。

任何表面粗糙或其它瑕疵都会引起光束发生散射，这将会减弱反射光，从而光泽值也跟着变小。

光泽角指的是光束到达表面时的角度（相对于法线），最常见的光泽角在下面的图中标出。

有关光泽测量的详细信息，请参考 ASTM D523 或 ISO 2813。

鲜映性（DOI）



在不同条件下使用不同的光泽测量角。

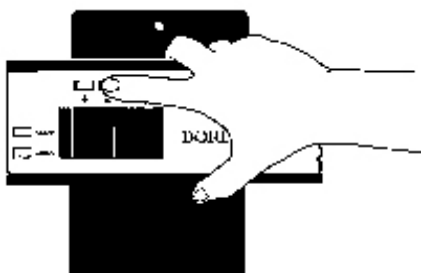
当我们观察汽车涂层，我们会看到反射的图象。图象越清晰，我们认为面漆鲜映性越好。鲜映性很容易受表面劣化的影响，如细纹、桔皮、细小擦痕、雾化等。

鲜映性是一种专门的、更加精确的光泽测量形式，它使用 30 度反射角。鲜映性测量使用窄的、高度聚集的光束。一般的光泽测量使用宽光束。鲜映性测量中的传感器测量光束边缘的清晰度，采用 100 等级，鲜映性最好的

是100分。有关鲜映性测量的详细信息，请参考ASTM E430。

颜色测量

用仪器法测量颜色是所有光电测量方法中



光泽和鲜映性是最易受老化作用影响的特性。

最复杂的。颜色测量是把一束光照射在样品表面，然后收集样品反射光。通过反射光光谱用来迅速记录被测物体的颜色。

L* a* b* 色空间

大部分颜色仪器测量法采用L* a* b* 色空间来定义颜色。L* a* b* 方法用三个数字来表示颜色。三个数字中的每一个的值代表一个相应的坐标。

光亮度因子(L*)

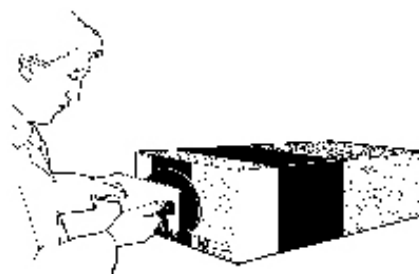
被测物体的光亮度或黑暗度由L*的数值表示，从0到100。即：0=黑色，50=灰色，100=白色。

红/绿因子(a*)

物体呈现红色或绿色，由a*的数值来表示。当a*是正数，被测物体的颜色是红色。数值越大，物体的颜色越红。当a*是负数，被测物体的颜色是绿色。这个负数的数值越大，物体的颜色越绿。当a*是0时，物体的颜色介于红色和绿色之间。

蓝/黄因子(b*)

物体呈现黄色或蓝色，用b*的数值来表示。当b*是正数，被测物体的颜色是黄色。数值越大，物体的颜色越黄。当b*是负数，被测物体的颜色是蓝色。这个负数的数值越大，物体的颜色越蓝。当b*是0时，物体的颜色介于黄色和蓝色之间。



用仪器测量颜色，避免了人为偏差。

任何颜色都可由L* a* b*的坐标数值来表示。例如，紫色的L*值可能大于50，a*是正数（红色），b*值是负数（蓝色）。

颜色测量问题

不像光泽和鲜映性测量，进行颜色测量时，所用的测试条件存在很大差异。另外，有几种常用的不同类型的颜色测量仪器，它们的测量结果之间会存在细小的差异。

进行对比测量时，以下的测试参数必须保持一致，应该在老化测试开始时对其加以规定。

测量结构（反射式的还是积分球式的）

颜色测量是把一束光照射到样品上，分析反射光的光谱，确定L* a* b*的数值。光传感器视仪器类型不同而不同，仪器是反射式元件还是积分球式元件。反射元件通常由测量点的入射/反射角来表示，例如，45/0或0/45

观察角

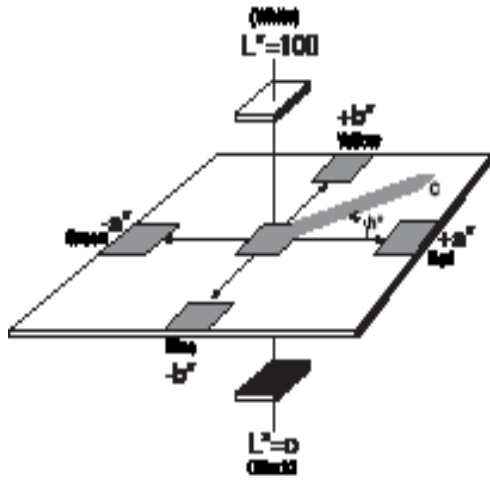
这是新、老技术之间一个重要的差异。老的颜色测量方法中只使用2°观察者。新的仪器使用10°观察者。许多新的仪器可供选择，以与老的仪器进行比较。

光源

在测量中可选择几种不同光源中的一种对样品进行照射。不同的光源可能给出不同的结果。D65光源代表中午日光，是最常用的一种光源。

光谱成分

光谱成分指漫反射光的光谱成分。在积分球光度计中，光谱成分既可能包含反射光也可能不包含反射光。当使用反射光度计时（例如，0/45形状的），光谱成分一般不包含反射光。



上图中，颜色由 CIE L* a* b* 系统表示。

色差计算.

通过比较暴露前后 L* a* b* 数值的不同来计算颜色的变化。用 Δ 来表示数值之间的不同，也就是用现在的测量值减去初始值。 Δ 的数值越大，颜色变化越大。 ΔL 代表光亮度的变化， Δa 和 Δb 也是以同样的方式来表示颜色变化：

- + ΔL 表示颜色变得更亮
- ΔL 表示颜色变得更暗
- + Δa 表示红色加深（绿色变浅）
- Δa 表示绿色加深（红色变浅）
- + Δb 表示黄色加深（蓝色变浅）
- Δb 表示蓝色加深（黄色变浅）

综合所有这三个因子来计算总的颜色变化 ΔE ，并广泛用于表示暴露材料变色标准。

颜色坐标.

被测物体的颜色通常可由几种认可的颜色标度 CIE L* a* b*、Hunter L* a* b* 或 CIE XYZ 中的一种给出。CIE 和 Hunter Lab 标度被广泛采用且计算方法相似。现在已经不怎么使用 XYZ 标度了。特别规定的颜色指数用于测定特殊的变化。黄度指数 (YI) 和白度指数 (WI) 用来测定接近白色的不透明材料的颜色，例如，TiO₂ 颜料。这些标度最初是用于目测的，但现在已经转换成仪器测量法了，并用来与老的目测数据进行比较。

有关颜色的仪器测量法的详细信息，请参照 ASTM D2244。从所有主要的颜色测量仪器制造商那儿可以获得有关颜色测量的理论和应用的优秀出版物。

结论

因为材料的有效使用年限，常常受审美要求或其他视觉因素的影响，所以暴露试验样品的任何外观特性的测量都很重要。在这方面，有很多技术可以采用。对于目测，专门人员可给出好的定性和定量的等级结果。如果可能，仪器测量因其客观性也特别有用。不管是目测还是仪器测量，都是全面测试中非常重要的部分。

注：

1. 这些照片的采用与 ASTM 文献中的照片出处相同，因为 FSC7 书中的这些照片质量更好。
2. 在美国试验材料协会 (ASTM)、国际标准组织 (ISO) 和其他技术组织制定和发布的标准测试方法中，详细介绍了精确的测量技术和测试方法。所有 Q-Lab 的测试都按已经得到认可的标准测试程序来进行。很多买家要求按照自己特定的方法进行评估，请与您的客户确认他们指定的测试程序。
3. 在光泽和鲜映性测量中，等级并不真的从 0 到 100。在这两种测量方法中，一种黑亮的瓷片用来进行校准。这种瓷片的校准参考值略微小于 100。校准值作为测量的范围最大值。

Q-Lab 耐候老化研究服务中心

Q-Lab Florida
P.O. Box 349490
1005 SW 18th Avenue
Homestead, FL 33034 USA
Phone: +1-305-245-5600
Fax: +1-305-245-5656
q-lab@q-lab.com

Q-Lab Arizona
24742 W. Durango Street
Buckeye, Arizona 85326 USA
Phone: +1-623-386-5140
Fax: +1-623-386-5143

www.q-lab.com

