



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

<sup>a</sup> 代替 QC/T 728-2005

## 汽车整车大气暴露试验方法

Road vehicle-Test method of exposure to weathering

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

<sup>b</sup> (征求意见稿)

<sup>c</sup> (本稿完成日期: 202004)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替QC/T 728—2005《汽车整车大气暴露试验方法》。

本标准与QC/T 728—2005相比的主要变化如下：

- 修改了“1 适用范围”中有关标准适用范围的内容；
  - 在“2 规范性引用文件”中删除了国家标准GB/T 16996，增加了GB/T 3511，GB/T 9761，GB/T 13452.2，GB/T 30789.9，HJ/T 400；
  - 在“3 术语和定义”中增加了“大气腐蚀”和“温度校正辐射量（TNR）”；
  - 修改了“5 试验条件”中有关试验条件的内容；
  - 增加了“6 仪器设备”和“12 试验报告”的内容；
  - 修改了“7 试验样品”中的部分试验工况；
  - 修改了暴露开始时间的部分内容，增加了用TNR设定暴露期限和检测周期的方法以及TNR监测方法的相关条款；
  - 增加了“涂层厚度检测”、“跟踪太阳暴露试验”和“车内空气有害物质采样及分析”，修改了“涂层划痕腐蚀检测”和“整车操作检查”的部分条款；
  - 修改了“附录B 我国主要的气候类型”中的部分条款。
- 本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。
- 本标准由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）归口。
- 本标准主要起草单位：
- 本标准主要起草人：
- 本标准所代替标准的历次版本发布情况为：
- QC/T 728-2005

# 汽车整车大气暴露试验方法

## 1 范围

本标准规定了汽车整车在典型自然环境大气暴露试验方法的场地、试验条件、仪器设备、试验样品、测量方法及结果评价方法。

本标准适用于汽车自然环境大气暴露试验。适用于评价整车上涂层、橡胶、塑料、人造革、纤维纺织品等材料、零部件及总成在大气环境条件下暴露时的耐老化腐蚀性能。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 250 纺织品 色牢度试验 评定变色用灰色样卡
- GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 3511 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐候性
- GB/T 3681 塑料 自然日光气候老化、玻璃过滤后日光气候老化和菲涅耳镜加速日光气候老化的暴露试验方法
- GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
- GB/T 8807 塑料镜面光泽试验方法
- GB/T 9276 涂层自然气候曝露试验方法
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 9754 色漆和清漆 不含金属颜料的色漆漆膜的20°、60°和85°镜面光泽的测定
- GB/T 9761 色漆和清漆 色漆的目视比色
- GB/T 11186.2 涂膜颜色的测量方法 第二部分 颜色测量
- GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 15596 塑料在玻璃下日光、自然气候或实验室光源暴露后颜色和性能变化的测定
- GB/T 30789.9 色漆和清漆 涂层老化的评价缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第9部分：丝状腐蚀等级的评定
- HJ/T 400 车内挥发性有机物和醛酮类物质采样测定方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**涂层** coats for automobile

涂装在汽车各部位外表面上的装饰性涂膜或保护性涂膜体系。

### 3.2

**标准样件 standard sample piece**

指在特定环境条件下保存, 作为曝晒试验过程中比对评价用的基准参照试样。

## 3.3

**自然气候老化 natural weathering**

指试样在自然大气环境条件下暴露, 受到环境因素的作用发生的各种不可逆的化学和物理变化过程而使其各种性能劣化的总称。

## 3.4

**环境因素 ambient factors**

在暴露试验环境中的气象因素与大气环境污染因素的总称。

## 3.5

**腐蚀 corrosion**

金属暴露在环境中或某种介质中, 因发生化学/电化学或微生物反应而受到损坏的过程。

## 3.5.1

**大气腐蚀 atmospheric corrosion**

金属在大气自然环境下发生的腐蚀。

## 3.6

**温度校正辐射量 (TNR) Temperature Normalized Radiation**

利用与太阳总辐射量同时段测量的黑标温度校正后的太阳总辐射量。

**4 总体原则**

将整车试样置于能代表某一气候类型区域的自然大气环境条件下进行暴露试验, 让其经受阳光、温度、湿度、雨水、氧、臭氧及其他环境因素的综合作用。按规定的暴露试验期限, 定期检测整车用非金属材料制品的外观和其他性能变化和金属材料制品的腐蚀变化, 从而评价整车试样耐自然环境大气老化或腐蚀性能及操作使用功能。

整车外观各种老化破坏现象的定义描述、检测项目与评价原则按附录 A 的规定进行。

**5 试验条件****5.1 暴露场地****5.1.1 暴露场地选择**

暴露场地应选择在能代表某种气候类型的典型的有苛刻自然环境气候条件的区域内或受试产品实际使用的环境条件下。

注 1: 根据气候条件对非金属材料大气老化腐蚀性能的影响来确定, 我国的气候可分为 14 个气候带 (见附录 B)。

注 2: 特殊需要的工业暴露场应设在厂矿密集区内; 盐雾气候暴露场应设在空气盐分浓的海边或海岛上。

**5.1.2 标准暴露场地要求**

场地应平坦空旷，远离建筑物和树木，周围障碍物与场地边沿的距离至少为该障碍物高度的3倍。场地附近应无工厂烟囱、通风口或其他能散发大量腐蚀气体和杂质的设施。

场地应保持当地的自然植被状态，不积水，有植物生长则应经常割短，高度不应超过200mm。

注：根据试验目的要求，也可采用水泥地板，并应在报告中注明。

### 5.1.3 暴露场设备要求

暴露场内或邻近应设置气象要素观测和大气介质分析设备，以长期连续观测记录主要的气象要素和定期测定周围环境的大气成份。暴露场内除通用气象设备外，应有不同暴露角度（5°、当地纬度、45°、90°）的太阳辐射能量接收装置以及具有不同暴露角度玻璃下间接太阳辐射能量接收装置。

## 5.2 测试环境

### 5.2.1 外观目测环境

一般情况下，应采用自然日光，宜采用北半球多云的北空昼光（即从日出3h后至日落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，且周围没有彩色物体（如红砖墙或绿树）的反射光；整个试验过程中应使用同一种光源，其它条件也应尽可能一致。

对于仲裁试验，整车外观的目测评价应使用受严格控制的人造光源，观察者应穿中性色衣服，在视场中，除试样外不应存在其他彩色物体。试验室人造光源照明条件与观察者条件应满足GB/T 9761的有关规定。

### 5.2.2 车内空气有害物质采样环境条件

车内空气有害物质的采样应选择在白天晴朗天气环境下进行。为了掌握样车在整个暴露试验过程中，车内空气有害物质的变化情况，也可按HJ/T 400要求的采样条件进行。

## 6 仪器设备

### 6.1 一般要求

6.1.1 监测、测量设备在所处试验环境中应能正常工作(用于记录环境条件和相应参数的传感器和仪器适用于预期的环境)。

6.1.2 试验仪器、设备应能量值溯源。

6.1.3 应定期检查保养跟踪整个试验过程的自动采集监测设备，试验期间自动采集监测设备应能正常工作。

### 6.2 气候因素监测设备

暴露场自然环境气候因素监测测量记录仪器应符合GB/T 3681的有关规定。

### 6.3 车体温度和车内空气温、湿度监测设备

可根据测试需要，选择能够长期连续测量记录的监测设备或便携式测量设备。

### 6.4 TNR 监测设备

由太阳辐射表、黑标温度传感器和数据记录仪器组成，能够进行连续的测量和记录。黑标温度传感器表面涂层应可以吸收波长在2500nm内90%~95%的太阳辐射，温度传感器精度为±1℃。

### 6.5 自动跟踪太阳装置

自动跟踪太阳装置应能承载暴露试验样车，并且具备自动跟踪太阳功能，使试验样车的指定部位能够在一天内始终朝向太阳。

## 7 试验样品

### 7.1 试验整车

每种车型至少提供一辆试验样车。应配有随车工具、备胎、灭火器、使用说明书及零部件目录等附件，并且试验前及试验过程中不应用做其他无关试验。

### 7.2 标准样件

标准样件应尽量与试验整车装配为同一批次零部件，包括前（后）保险杠、散热器罩、各种车灯、转向盘、仪表板、车标、车内装饰件等。

### 7.3 标准样件贮存

标准样件应贮存在空气温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为  $50\% \pm 5\%$ 、气压为  $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$  的环境条件下的避光处。

注：标准样件贮存处环境（包含空气）应保持清新、干净，无任何污染物质存在。

### 7.4 样品清洁

如无其他要求，试验样品每月或每次检测前应进行清洁。清洁时应用干净水（即水质 PH 为 6~8，固体含量小于百万分之一，硅土小于百万分之零点二）对车辆外表面进行彻底清洗、晾干，清洁车内灰尘、内饰件及玻璃表面；若涂层试验表面用干净水没有清洗干净，可用中性汽车（液体）清洁剂清洗。清洁时应保护试验表面不受任何污染与损伤。

注：在整个试验期间清洁中，尽可能不要破坏如粉化、渗析物、长霉、起霜等老化产物。

### 7.5 状态调节

试验样品清洁、晾干后应在标准环境状态条件下停放 24h 以上。若因特殊的测试目的，也可在室温试验条件下停放 24h 以上，但必须在报告中注明。

## 8 暴露期限与检测周期

### 8.1 暴露期限设定方法

8.1.1 露期限设定可选择以时间为单位（如月、年）。在考核车内非金属材料饰件的光热老化性能时，应选择以其主要部件表面接收的太阳辐射量或 TNR 达到某一限值为单位（如  $\text{MJ}/\text{m}^2$ ）。也可选择以试样性能变化（如失光、变色等破坏程度）到规定的某一极限值为单位。

8.1.3 产品鉴定或验收试验应在 1 年以上，暴露研究试验应在 2 年以上。

### 8.2 暴露期限的表示

8.2.1 以时间为期限时，以日、月及年为单位。

8.2.2 以太阳辐射量或 TNR 为期限时，以试样表面接收太阳辐射量达到规定的某一数值为单位，应明确记录暴露开始的日期及结束日期。

注：如无特殊规定，以总太阳辐射表接收器平面朝正南方、在偏离水平面  $45^{\circ}$  的透明回火玻璃下，测定出的总太阳辐射量作为暴露整车接收的太阳辐射能量来确定期限。

8.2.3 以试样性能变化为期限时，以达到所规定的老化级别为单位，应明确记录暴露开始日期和结束日期以及试样所接收的太阳总辐射能量与太阳紫外辐射总能量。

### 8.3 暴露开始日期

8.3.1 暴露期限应不少于一年。

8.3.2 对于暴露期限为一年的，根据暴露场地所处气候类型，暴露试验开始日期推荐为春末或是夏初，如湿热带气候暴露试验宜以每年的3月或4月作为开始日期，干热带气候暴露试验宜以每年的5月或6月作为开始日期。

8.3.3 超过一年以上的暴露期限，可不规定暴露试验开始的日期。

## 8.4 试验周期

8.4.1 样车按9.2规定进行暴露后，在整个试验期限内，各种性能变化的检测周期为：新产品要求暴露初期三个月内，每半个月一次；三个月至一年内，每月一次；超过一年后，每三个月一次。

8.4.2 批量生产的鉴定或验收试验，检测的间隔时间可相对延长。也可按试样表面接收一定的总太阳辐射量或TNR作为检测周期。

8.4.3 当天气骤变时，应随时检查，如有异常变化现象应做记录或拍照。

## 9 试验程序

### 9.1 试验准备

#### 9.1.1 试验样品验收

新到试验样品应清洁、晾干，检查装运损伤、装配缺陷与其他表面状态缺陷，做好原始记录，必要时拍照或摄像记录；然后对试样进行试验处理，配备标准样件的贮存要求按7.3规定进行。

#### 9.1.2 测量位置的确定

9.1.2.1 进行光泽度、颜色、鲜映性和涂层厚度测量的表面及部件总成，其测量位置应选择在最显眼、接收太阳总辐射能量最多的平面上。每次测量位置、方向顺序应保持一致，可用不褪色记号笔做出永久性标记标识，以保证测量值的准确。

9.1.2.2 进行测量温度的部件，试验过程中，部件的温度测量点应选择在晴天12~15点间在不同部位进行多次测量确定的最高积温点位。车内空气温、湿度传感器可安装在车内中部靠上的部位。

9.1.2.3 进行测量太阳辐射量或TNR的部件，其测量位置应选择受光强的位置。

9.1.2.4 进行划痕腐蚀、铅笔硬度和划格试验的涂层表面，其测量位置应选择在选择在光泽度、颜色、鲜映性和涂层厚度测量位置的下部。

注：光泽度、颜色、鲜映性和涂层厚度的测量点位应尽可能靠近或重叠。

#### 9.1.3 暴露前检测

试验前按7.4、7.5的要求进行清洁与状态调节，然后根据选择的检测项目按本标准9.3.1~9.3.9中规定方法进行检测。

#### 9.1.4 划痕处理

整车投入试验时，应在确定的测量位置划出长为100mm的水平方向(X)与垂直方向(Y)的“+”痕，或者两条相互垂直而不交叉的水平划痕和垂直划痕。划痕深度需要到达钣金层，并测出划痕的宽度。所有划痕的间距至少为50mm，并且远离试样部件的边缘。

注：垂直车身板面上的水平划痕是指平行于地面的划痕；水平或接近水平车身板面上的水平划痕是指垂直于车辆方向的划痕。

#### 9.1.5 温、湿度传感器安装

应在确定的温度测量点上安装热电偶。软表面试样的热电偶应安装在软表层/填充物叠层的分界面处，即刺穿软表层把热电偶插入至少13mm并使其平行于表面，以确保温度感应点嵌入在分界面内；其

它试样表面的热电偶应用耐高温不透明粘合剂粘接，粘接面应尽可能的小。

进行车内空气温度和相对湿度测量，在确定的测量点上安装温、湿度传感器，安装的传感器在保证空气通畅的前提下应做遮光处理。

#### 9.1.6 黑标温度传感器安装

应在测量部件的测量点上安装黑标温度传感器，传感器的安装应牢固。

#### 9.1.7 太阳总辐射表安装

应在测量部件的测量点上安装太阳总辐射表，传感器的安装应牢固，用于测量 TNr 的太阳总辐射表应安装在对应的黑标温度传感器旁。

### 9.2 投入试验

#### 9.2.1 暴露方式

室外大气静态暴露试验应南北朝向，自然放置于暴露场内。在北半球，样车的前风挡玻璃朝正南方向；在南半球，样车的前风挡玻璃朝正北方向。如无特殊要求室外大气跟踪太阳暴露试验应选择试验样车前风挡玻璃朝向太阳直射位置。

注：对于室外大气静态暴露试验，为了适应特殊的试验目的，朝向也可任意调整。

#### 9.2.2 暴露状态

暴露试验时应保证试验车之间的放置距离应不小于其相邻车辆高度的 3 倍，且通风自由、且不相互遮挡阳光。

除非另有规定，试验时所有车门、车窗和通风系统都应紧密关闭。原则上，车内各部件应调整到尽可能多的接受太阳辐射的使用状态。

注：司机侧头枕调至上位，其它头枕调至下位；左遮阳板紧贴顶棚，右遮阳板放下；方向盘调到最高位置；中央扶手为放下(使用)位置；遮阳帘(如有)全部卷起，天窗(如有)遮阳板(帘)关闭 3/4；收缩式衣帽架为打开状态等。

### 9.3 试验方法

#### 9.3.1 外观目测检查

根据试验计划选定的检测周期，在 5.2 规定的环境中，按附录 A 规定的整车外观检测内容进行各种老化现象的目测检查。检查时可采用 5~10 倍放大镜，对试样进行观察。

注：渗析物、长霉、起霜等老化现象的目测检查应在试样清洁前进行预观察。

#### 9.3.2 光泽度的测量

涂层表面光泽度测量应满足 GB/T 9754 的要求；塑料表面光泽的测量应满足 GB/T 8807 的要求。整车装饰部件有纹理表面光泽的测量方法是在测量位置上任意标出 0° 位，然后从 0° 位开始依次顺时针旋转 90°、180° 和 270° 4 个方向进行测量，读取每一测量方向的光泽数据，光泽测量几何角度的选择应满足 GB/T 9754 或 GB/T 8807 的要求。

#### 9.3.3 颜色与鲜映性 (DOI) 的测量

涂层表面颜色的测量应符合 GB/T 11186.2 的要求，选择标准照明体 D<sub>65</sub> 和观察者视域角为 10° 的视场下进行；塑料、橡胶表面颜色的测量应符合 GB/T 15596、GB/T 3511 的要求。

#### 9.3.4 涂层划痕腐蚀检测

观察划痕的腐蚀出现时间、状态及腐蚀产物，测量垂直划痕 (Y) 两侧涂层区域与水平划痕 (X) 两侧涂层区域的最大腐蚀点间垂直于原始划痕的距离，以 mm 为单位记录测量数据。也可以按 GB/T 30789.9

相关规定进行测量。

### 9.3.5 涂层铅笔硬度检测

规定试验开始时与结束后,应符合 GB/T 6739 规定的手工操作法测定其铅笔硬度。

### 9.3.6 涂层划格检测

试验开始时与结束后,应符合 GB/T 9286 的要求。

### 9.3.7 涂层厚度检测

试验开始时与结束后,应符合 GB/T 13452.2 的要求。

### 9.3.8 样车操作检查

在暴露试验中,样车每周应启动一次并怠速运行 40 分钟或在水泥混凝土或沥青铺装路面进行 150km 的行驶。启动或行驶之后,应对以下电器功能件进行检查:

a) 检查刮水器、风窗洗涤器、除霜装置、玻璃升降器、门锁、内锁提钮、行李箱门及发动机盖等性能是否正常。

b) 检查发动机、变速器、悬挂及转向系统等工作是否正常及电池充电性能等。

对于电动汽车,在进行行驶操作前,应充满动力电池电量,当行驶至电量报警或某一规定的里程(如 150km)后应再次充满电池电量,然后按上述要求对样车进行检查(仅检查适于电动汽车的功能件)。

### 9.3.9 车内空气有害物的采样与分析

选择晴朗的天气,在样车暴露试验状态下对车内空气进行采样。采样分为准备、密闭和样品采集三个阶段。在准备阶段,应打开所有车门,布置好采样导管,静置不少于 1.5 小时时间,准备阶段结束后进入密闭阶段;在密闭阶段,应能覆盖户外空气温度上升的主要时间段,整个过程须关闭所有车门及空调出风口,当车内空气温度达到最高点后进入样品采集阶段;在采集阶段,样品采集程序参照 HJ/T 400 进行。整个采样过程需详细记录各阶段的时间、户外空气温度、户外风速、车内空气温度、车内大气压力等参数。采样完成后,按照 HJ/T 400 相关规定进行样品处理和分析。

### 9.3.10 车体温度及车内空气温、湿度测量

投放试验后,如设置温、湿度测量跟踪设备,应在温、湿度测量点上安装探头及连接记录仪。

### 9.3.11 TNR 测量

投放试验后,对选定的 TNR 测量点进行每天跟踪测量,测量设备的测量频率应不低于 5 分钟一次。

### 9.3.12 拍照

在试验过程中,对出现特殊老化现象的部位应及时拍照记录。拍照时要求标上标识和日期或在图片中做相应的编辑处理。

## 9.4 环境因素的监测

按 GB/T 3681 的规定记录所有的气象条件因素和会影响试验结果的大气环境因素。每天记录的气象要素至少包括以下内容:

- a) 气温(°C);
- b) 相对湿度(%);
- c) 降雨量(mm);

- d) 湿润时间 (h);
- e) 太阳总辐射能量 ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ),
- f) 太阳紫外辐射能量 ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ );
- g) 其他 (如风向、风速、大气压力等)。

## 10 数据处理

### 10.1 涂层外观老化

#### 10.1.1 光泽度

按式 (1) 计算出其在各个暴露阶段的光泽损失率即失光率 (%)。

$$\text{失光率 (\%)} = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$A_0$ ——老化前光泽测定值;

$A_i$ ——老化后光泽测定值;

#### 10.1.2 颜色与鲜映性 (DOI)

按式 (2) 计算其在各试验时间的色差  $\Delta E^*_{ab}$  值, 根据需要也可以按式 (3) 计算其在各试验时间的色相差  $\Delta H^*$  值; 测量点位鲜映性值在各个试验阶段的变化率 (%) 按式 (4) 计算。

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta c^*)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\Delta E^*_{ab}$ ——色差;

$\Delta H^*$ ——色相差 (色调差);

$\Delta L^*$ ——明度差;

$\Delta c^*$ ——色饱和度差 (彩度差);

$\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ ——色度差。

$$\text{鲜映性值变化率 (\%)} = \frac{P_0 - P_i}{P_0} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$P_0$ ——老化前的 (DOI) 或 (PGD) 值;

$P_i$ ——老化后的 (DOI) 或 (PGD) 值。

### 10.1.3 外观目测结果

按 GB/T 1766 的有关规定对粉化、变色、失光、裂纹、长霉、沾污、斑点、生锈、泛金、脱落、起泡等外观老化现象进行等级评定表示。也可以根据本标准附录 A.3 的有关规定进行表示。

### 10.1.4 划痕腐蚀检测结果

划痕涂层区域最大腐蚀深度的算法如式 (5)、(6) 所示:

$$h_Y = y - y_0 \dots\dots\dots (5)$$

$$h_X = x - x_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$h_Y$ 、 $h_X$ ——垂直和水平划痕的最大腐蚀深度, mm;

$y$ 、 $x$ ——垂直和水平划痕两侧涂层区域最大腐蚀点间的垂直距离, mm;

$y_0$ 、 $x_0$ ——垂直和水平痕划口原始宽度, mm。

## 10.2 橡胶、塑料、人造革纤维和纺织品等外观老化结果

光滑表面的失光率按本标准式 (1) 计算, 有纹理表面的失光率按式 (7) 计算; 颜色结果表示与本标准 10.1.2 相同, 目测结果按 GB/T 250 的有关规定表示; 其他外观老化现象, 按本标准附录 A 的有关规定表示。

$$\text{失光率 (\%)} = \frac{B_0 - B_i}{B_0} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$B_0$ ——老化前 4 个方向的光泽平均值;

$B_i$ ——老化后 4 个方向的光泽平均值。

### 10.3 整车使用操作检测结果

对功能件的破坏程度推荐用“轻微、中等、严重与完全失效”等术语描述。

### 10.4 整车车体温度测量结果

绘制每个测量点的月/年最高(低)温度曲线与车体空气的月/年最高(低)温、湿度曲线。对于温度数据也可统计整个暴露试验过程中每个测量点积热的最大温度值, 以℃表示。

### 10.5 TNR 监测结果

根据测量的黑标温度和太阳总辐射量按式(8)计算 TNR 值。

$$\text{TNR} = \sum_{\text{end}}^{\text{start}} R * e^{[13.643 - (5000/(T+273.15))]} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

TNR——温度校正太阳辐射能量, 单位以兆焦每平方米 ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) 表示, 是根据一定时间间隔所测量的总太阳辐射量和黑标温度计算累加得出;

R——测量点的总太阳辐射量, 单位以兆焦每平方米 ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) 表示;

T——测量点的黑标温度，单位以摄氏度（℃）表示。

## 11 结果评价

### 11.1 涂层外观性能老化评定

根据试验结果按 GB/T 1766 的有关规定进行涂层外观各性能老化等级的评定，划痕腐蚀、硬度、划伤附着力等试验结果应按相关标准或本标准附录 A 的有关规定进行等级评定。

### 11.2 橡胶、塑料、人造革纤维和纺织品等外观老化评定

根据试验结果应按本标准附录 A 或 GB/T 3511、GB/T 15596 的有关规定进行各材料试样外观性能老化等级的评定。

## 12 试验报告

试验报告至少应包含以下内容：

- a) 试验样品必要的全部细节；
- b) 注明本标准编号；
- c) 试验项目及采用的方法；
- d) 试验用仪器设备信息；
- e) 试验条件，包含暴露的方式、暴露场地信息及试验期间主要气象环境参数（若有行驶试验，还应说明行驶道路信息、行驶里程及行驶时间等信息）；
- f) 暴露期限、检测周期相关信息及暴露开始时间和结束时间；
- g) 完成第 9 章试验，并按第 10 章要求的处理试验结果（包含各检测周期测试结果）。

附 录 A  
(规范性附录)  
老化

### A.1 老化现象

暴露试验车辆常出现的老化现象及描述详见表 A.1。

表A.1 老化现象

名称	英文缩写	老化现象描述
起泡	BL	试样表面不连续的似人皮肤表面水泡的凸起现象。可能由涂层下基材腐蚀或树脂表面缺陷造成
粉化	CH	试验表面出现粉状物外观的劣化现象
细裂	CK	没有穿透至底层或基材的表层细小裂纹
开裂	CR	贯穿或未贯穿试样外表面或其整个厚度的裂缝。处于裂纹两侧壁之间的聚合物是完全分离的
裂纹	CZ	试样表面或潜表层的网状细裂或较深的裂纹。由聚合物表面密度降低所造成桥搭的表面裂纹
变色	DC	初始颜色的改变 (a*或 b*或两者均改变)
膨胀	EP	在至少一个方向上比试验前状态的尺寸伸长
渗析物	ED	出现在试样表面可见的固态或液态物质。是样品内部的一种或多种物质组分渗析到表面的现象
褪色	F	着色的颜色强度衰减 (主要是 L*值增加)
光泽变化	GC	表面反射指数的变化
针孔	PH	试样表面出现直径小于 0.5mm 的孔。对于薄膜制品针孔贯穿整个厚度
锈蚀	R	金属表面出现氧化层的现象
分离	SP	层压制品层间分离、粘接组件中部件局部脱落或在相似材料中分离成薄层
收缩	SH	在至少一个方向上比试验前状态的尺寸缩短
虎皮花纹	TS	在表面明显可见的像老虎皮纹似的平行条纹
起皱	WR	试样表面呈现有规律的小波幅波纹形式的皱纹
翘卷(曲)	W	与表面缺陷不同的基本形状的改变。也指塑料制品的变形
发黄	Y	趋向黄颜色变化。表现为稍黄的色调 (即 b*值增加)
表面粗糙	BA	试样表面分布着不规则形状的凸起颗粒的现象
剥落	P	试样表面一层或多层脱离其下层, 或者表面覆盖层完全脱离底材的现象
脆化	EM	试样由于老化而致使其柔韧性变坏的现象
长霉	MG	在湿热环境中, 试样表面滋生各种霉菌的现象
斑点	S	试样表面出现一种或多种不同于原来颜色的斑点现象
起霜	BL	试样表面出现乳白色似霜附着物的现象, 起霜的初始阶段很容易用湿布将霜擦去

## A.2 整车外观检测项目

暴露试验整车外观变化检测项目详见 A.2。

表A.2 暴露试验车辆外观检测内容表

材 料	检测项目																		
	光 泽	颜 色	粉 化	裂 纹	起 泡	长 霉	斑 点	沾 污	锈 蚀	爆 孔	变 软	变 硬	剥 落	起 霜	渗 析 物	细 裂	变 形	脆 化	其 他
涂 层	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○		○			○
塑 料	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○
人造革	○	○		○		○	○	○			○	○	○	○	○	○		○	○
纺织品	○	○				○	○	○							○			○	○
橡 胶	○	○	○	○		○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○
金属件				○					○								○		○

注：标有“○”为检测项目。

## A.3 老化评价原则

### A.3.1 老化分级

试样外观老化变化分级均采用统一的方法，即以 0~5 的数字级别来表示老化程度。“0”表示无老化，“5”表示严重老化，必要时可采用中间的半级来对所观察到的老化现象作更详细的记录。

### A.3.2 老化程度、数量、大小的评定

A.3.2.1 评定试样外观可见的均匀老化，用老化的程度评级，详见表 A.3。

表A.3 均匀老化程度评定表

等 级	老 化 程 度
0	无变化，即无可觉察的老化
1	很轻微，即有刚可觉察的老化
2	轻微，即有明显觉察的老化
3	明显，即有很明显觉察的老化
4	较严重，即有较大老化
5	很严重，即有很大老化

A.3.2.2 评定试样外观非连续性或局部不规则的老化现象，按试验有效面内出现老化的破坏密度程度进行评级，详见表 A.4；对一些有大小意义的分散老化现象应同时以老化大小程度（即最大老化处大小）进行评级，老化大小表示的评级原则，详见表 A.5。

表A.4 分散老化密度评定表

等 级	老 化 密 度（即相对于考核面的破坏密度）
0	无，即无可见的老化
1	很少，即刚有一些值得注意的老化
2	少，即有少量值得注意的老化
3	中等，即有中等数量的老化
4	较多，即有较多数量的老化
5	密集，即有密集型的老化

表A.5 分散老化大小评定表

等 级	老 化 大 小
S0	10 倍放大镜下无可见老化
S1	很小，即刚出现值得注意的很小形状的老化
S2	小，即出现可见的小形状的老化
S3	较大，即出现明显可见的较大形状的老化
S4	大，即出现很显著的大形状的老化
S5	很大，即出现严重的很大形状的老化

### A.3.3 等级表示方法

表示方法应包括下列内容：

老化类型：均匀老化程度等级按表 A.3；分散老化密度等级按表 A.4。若表示老化大小等级按表 A.5，则在括号内注明。

如：均匀老化中的变色等级表示——变色：2，即表示试样外观 2 级变色。

分散老化中的起泡等级表示——起泡：3(S2)，即表示试样表面起泡密度为 3 级，起泡大小为 2 级。

注：应在等级的前面标出老化部位名称。如发动机盖外表面涂层失光 2 级；顶篷中间外表面涂层生锈 3(S4) 级或左前门塑料护板边缘涂层脱落 2(S3) 级。

附 录 B  
(资料性附录)  
中国气候带和气候大区名称

我国主要的气候类型详见表 B.1。

表 B.1 我国主要的气候类型

代码	气候带和气候大区名称
11	寒温带
11A	寒温带湿润型气候大区
12	中温带
12A	中温带湿润型气候大区
12B	中温带亚湿润型气候大区
12C	中温带亚干旱型气候大区
12D	中温带干旱型气候大区
12E	中温带极干旱型气候大区
13	暖温带
13A	暖温带湿润型气候大区
13B	暖温带亚湿润型气候大区
13D	暖温带干旱型气候大区
13E	暖温带极干旱型气候大区
21	北亚热带
21A	北亚热带湿润型气候大区
22	中亚热带
22A	中亚热带湿润型气候大区
23	南亚热带
23A	南亚热带湿润型气候大区
23B	南亚热带亚湿润型气候大区
29	其他亚热带
29A	亚热带湿润型气候大区(指达旺-察隅地区)
31	边缘热带
31A	边缘热带湿润型气候大区
31B	边缘热带亚湿润型气候大区
32	中热带
32A	中热带湿润型气候大区
33	赤道热带
23A	赤道热带湿润型气候大区

41	高原寒带
41A	高原寒带湿润型气候大区
42	高原亚寒带
42A	高原亚寒带湿润型气候大区
42B	高原亚寒带亚湿润型气候大区
42C	高原亚寒带亚干旱型气候大区

---