

# 汽车原材料、零部件、整车自然暴露试验

## The natural weathering of material, component and full car

中国电器科学研究院海南热带环境研究所 江鲁 JIANG Lu

**摘要:** 本文介绍了现行汽车行业上使用的自然老化试验方法-原材料、零部件、整车自然暴露试验方法;同时阐述了这些老化试验方法的特点及它们之间的互补性;最后提醒汽车行业的试验客户在做这些老化试验时应注意的问题。  
**关键词:** 原材料;零部件;整车;自然老化试验

**Abstract:** Introduce weathering methods used in car industry : material testing ,component testing and full car testing.Discuss the specialty of the weathering and the complement among them. Some Suggestions before Weathering are adviced for customs.  
**Key word:** material, component, full car,natural weathering

### 1 自然暴露试验的意义

#### 1.1 自然暴露试验是一种环境试验

将产品放在一定的自然或人工模拟的环境中暴露。无论期间工作与否,产品的各方面性能都会发生变化,对暴露中性能变化作出客观地评价这一过程就是环境试验。环境试验的目的是要确定预期寿命期间可能的环境条件对产品的影响,证明产品对环境影响的适应性。环境试验分为自然暴露试验和人工模拟环境试验。

#### 1.2 自然暴露试验相对于人工模拟环境试验是更好的环境试验

自然暴露试验是在选定的自然环境条件下开展的,环境因素客观、真实,只要所选定的试验条件与产品预期使用环境条件相同或相近,试验结果就有很高的可信度。而人工模拟环境试验只是对自然环境的模拟,且往往是对个别或几个环境因素的模拟。自然暴露试验是人工模拟环境试验的基础。人工模拟环境试验中的环境因素模拟多数是在对自然暴露试验研究的基础上进行的。如果没有对自然暴露试验中影响试验条件的因素进行深入的分析研究,就不会有现代的人工模拟环境试验(至少对大部分人工模拟环境试验而言)。如在人工光老化试验中,太阳是人工光模拟的对象,如果没有人们对自然暴露过程中太阳光谱及光强的全面了解和认识,就不会有今天光老化机上用氙灯作为试验光源以及对氙灯产生的光能量实施有效控制。自然暴露试验还是评价人工模拟环境试验优劣的重要方法。产品在人工模拟环境试验中所产生的性能变化与在自然暴露试验中产生的性能变化一致或相似,这说明人工模拟环境试验结果的可信度高。由于自然暴露试验的真实性,不少产品的标准都明文规定:当人工模拟环境试验的结果与自然暴露试验的结果有较大出入时,应

以自然暴露试验的结果为准。尽管现代人工模拟环境试验技术已经达到了很高的水平,但受限于现代科学技术所能达到的高度及昂贵的试验费用,人工模拟环境试验目前在应用上不能完全替代自然暴露试验。

#### 1.3 自然暴露试验的局限性。自然暴露试验中的环境因素是自然的,它们一般是不受人工控制的。

如果环境试验的目的是要找到影响产品性能的确切环境因素,希望通过操纵试验条件的方法达到此目的,如人为地提高环境温度、湿度,则基本不能实现。自然暴露试验过程中干扰因素也多,如台风等。相对于人工模拟环境试验,自然暴露试验的时间会显得长一些。

### 2 自然暴露试验的分类

自然暴露试验的分类方法很多,这里按以下方式分:按气候类型分;按样品接受太阳光辐射的方式分;按样品试验时是动态还是静态分。

#### 2.1 按气候类型分

环境试验中的环境条件是指模拟产品最终的使用环境条件。产品最终的使用环境条件可能非常多,但基本的典型气候条件按暴露试验的习惯却只有几类。所以进行自然暴

露试验首先要根据产品最终的使用环境条件选择典型气候,再选择暴露地点的。现行的自然暴露试验标准中,多数都会对典型的自然暴露试验的气候类型作出规定。世界典型气候及中国典型气候见附录1及附录2。

## 2.2 按样品接受太阳光辐射的方式

可分为直接暴露试验和玻璃下暴露试验。

(1)直接暴露试验:样品的受试表面直接暴露在太阳光辐射和其它气候因素下,是最原始最基本的自然暴露试验。自然暴露试验过程是将受试样品放在一暴露架上或直接放在试验场地上完成的。(图1:典型的直接暴露试验)

直接暴露试验还可分为无背板式和有背板式、黑箱试验等。

a.有背板式直接暴露试验:将样品安装于一基板上(通常是1/2"厚的胶合板)以模仿材料的最终使用环境。试验过程中阳光下有背板的样品的表面温度要比无背板时约高15℃,这导致样品更快地老化。(图2:有背板的暴露试验样品)

b.黑箱试验:此方法是一个长方形金属箱四周涂上黑色油漆,试样放在黑箱(无盖)的上方进行暴露试验。它是模拟车辆发动机前箱的使用环境条件,暴露试样温度升高,考核车辆盖板及其相应部位的零件耐久、耐蚀性,这种方式可提高试样温度10~50℃。(图3:黑箱暴露试验)

(2)玻璃下暴露试验:样品被置于玻璃下,太阳光辐射穿过玻璃才

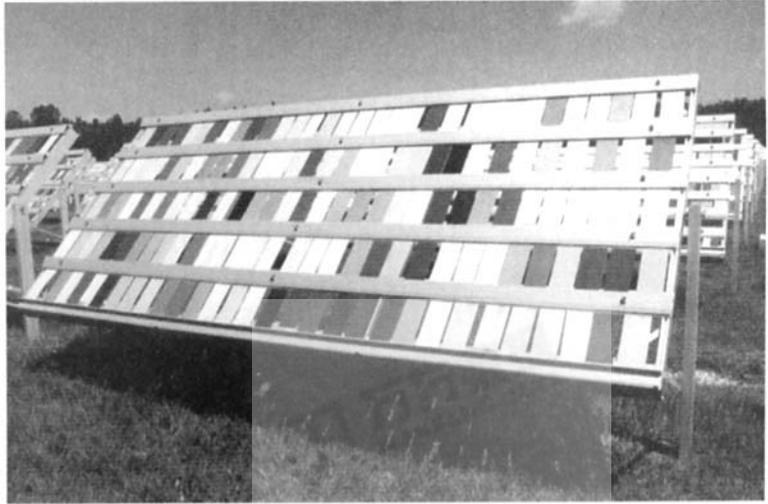


图1 典型的直接暴露试验

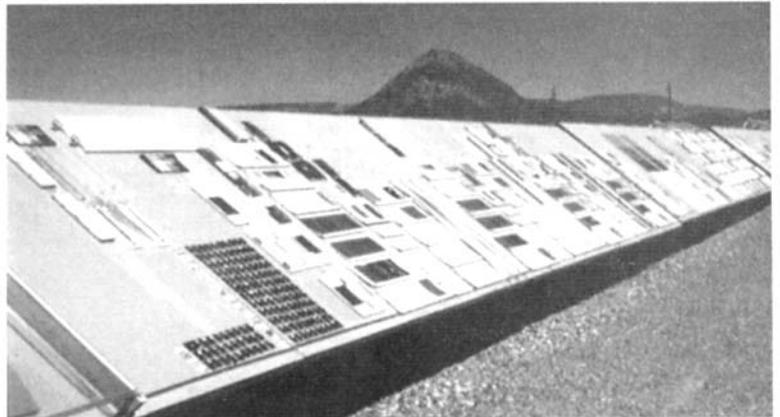


图2 有背板的暴露试验样品

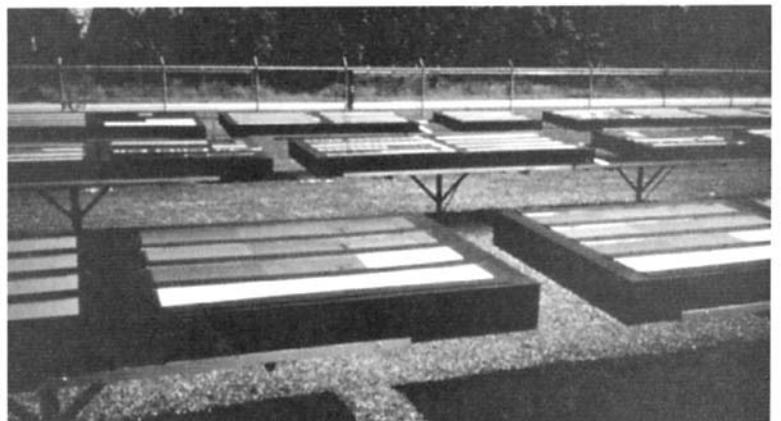


图3 黑箱暴露试验

能到达样品的受试表面。样品不完全暴露在自然环境条件下。这种试验方法常用于确定户内用材料的耐候性（如：窗帘、地毯等的色牢度）也用于汽车内饰件材料。（图4：典型的玻璃下暴露试验）

## 2.3 按样品试验时是动态还是静态分

样品试验时是静态还是动态意味着自然暴露试验是否是加速暴露试验。

（1）静态试验：样品被放在固定的暴露架上或放在固定的暴露场地进行自然暴露试验。

（2）动态试验：就是跟踪太阳加速暴露试验。图5对于多数非金属材料，其老化的主要影响因素是太阳辐射（光能量），研究与经验均表明：同样的暴露时间内，样品接受较多的太阳辐射量其老化速度会加快。所以自然暴露加速试验一直以来都是围绕着增加样品暴露面单位时间内接受太阳辐射量做文章。让样品暴露面直面太阳，保持太阳光对样品暴露面入射角始终为零，样品暴露面接受到的太阳辐射量最大。因而就产生了太阳跟踪加速试验以及太阳跟踪聚光加速试验。太阳跟踪加速试验就是将样品放在一太阳跟踪架上让暴露面直面太阳进行试验，它有直接暴露的，也有玻璃下的。目前直接暴露太阳跟踪加速试验设施在国内外的一些暴露场都有但不成规模，使用情况一般。而玻璃下的太阳跟踪加速试验因被较多地用于汽车内饰件暴露试验，得到了较深入的研究。在美国的ATLAS亚利桑那凤凰城暴露场及我国海南



图4 典型的玻璃下暴露试验

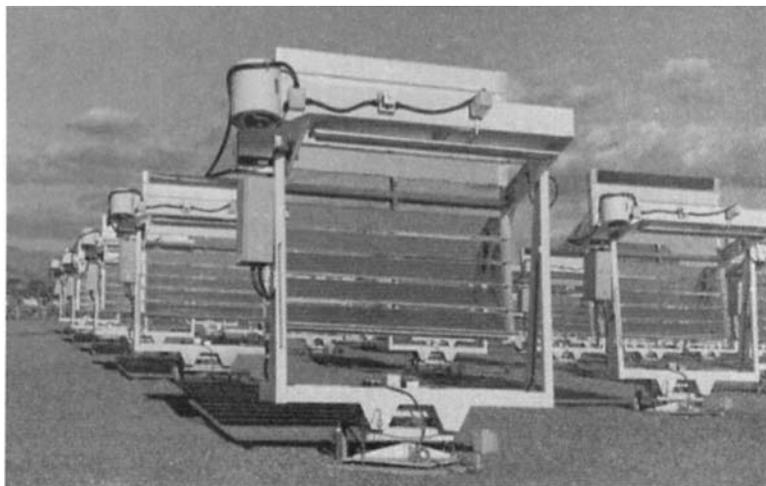


图5 太阳跟踪加速试验

琼海暴露场都安装了相当数量的太阳跟踪加速玻璃试验箱。太阳跟踪聚光加速试验，样品被安装在一太阳跟踪聚光试验设施上进行试验。样品不是直接面向太阳，而是安装在试验靶面上。采用十块平面镜将太阳光聚焦于靶面，它能提供相当于8个太阳辐射强度的且具有太阳光光谱特性的光源。该试验设备按预定设置可使用喷嘴对样品喷淋去离子水。夜间喷雾可在试验的无太阳跟踪移动阶段保持样品潮湿。此

设备能根据试验程序安排，仅用六个月的时间完成在佛罗里自然暴露三年的试验。在ATLAS亚利桑那凤凰城暴露场装有400余台太阳跟踪聚光加速试验设备，其试验效率与准确性极高。

## 3 汽车行业的自然暴露试验

### 3.1 汽车产品特点

对于自然暴露试验而言，汽车产品有如下特点：

（1）汽车产品上使用的材料种类

多：金属与非金属；复合材料；

(2)汽车产品上零部件数量种类多：功能部件、装饰部件；内饰件、外饰件。一部汽车的零件总数不下2万件。

(4)汽车产品使用的户外环境类型多：环境气候无论是冰天雪地，还是炎热潮湿，只要有道路的地方就有汽车。

### 3.2 汽车行业自然暴露试验的种类

(1)几乎所有的自然暴露试验形式都可应用在汽车行业上。

(2)汽车行业自然暴露试验的分类：原材料、零部件及整车。

## 4 原材料自然暴露试验

### 4.1 汽车上用到各种各样的非金属材料

如：塑料、橡胶、涂料、皮革、布料及非金属复合材料等，这些材料性能的优劣是一部汽车性能优劣的基础。一部汽车的耐候性要求高，首先其上所用材料的耐候性要好。

### 4.2 原材料自然暴露试验的特点

原材料可以单独制作成零件使用，也可以与其它材料复合后再制作成零件，可作为传动受力部件，也可以仅仅作为装饰零件，对其性能的要求依应用场合的不同而不同。原材料的耐候性，实质是原材料环境试验后各种性能的变化，变化越小，耐候性越好。为了便于自然暴露试验中检测评价原材料的各种性能，自然暴露试验标准及材料性能检测标准中对有关事宜作出了规定，这些规定反映了原材料自然暴露试

验的特点：

(1)样品形状标准化：如：涂料试样为平板状尺寸一般是150X75或300X100；塑料测试拉伸性能的式样为哑铃状等。

(2)样品自然暴露试验时安装形式标准化：如：平板样品的安装。

(3)可以进行多种性能检测，而且多数使用测试仪器完成检测：

a.光学性能：颜色、光泽、透光率（或雾度）等；

b.力学性能：拉伸、弯曲、冲击、撕裂等；

c.电学性能：表面电阻率、体积电阻率等；

d.其它性能：维卡软化温度、热变形温度、粉化等。

(4)试验中的操作标准化：如试验中样品的状态调节、清洗、检测、存放均可严格按照规定进行操作。

### 4.3 用于汽车的原材料自然暴露试验还有以下特点

(1)作为汽车外部使用的非金属材料样品的暴露角为5°；

(2)汽车外部使用涂料样板可以用腊抛光的方式清洁其表面，而后进行表观测试；

(3)汽车内用材料须在汽车玻璃下进行自然暴露试验。

## 5 零部件自然暴露试验

### 5.1 汽车需要进行自然暴露试验的零部件可分为内饰件和外饰件

内饰件如仪表板、方向盘、座椅、地毯等；外饰件如保险杠、车窗玻璃、外后视镜、标牌等。相对于整车来讲汽车零部件不是成品，但也不是原材料，所以其自然暴露

试验有自己的特点：

(1)零部件自然暴露试验时，按在整车上的位置装在暴露架上或玻璃箱内；

(2)性能检测以表观检测为主：由于许多性能测试要求用标样，而汽车零部件成型后难以裁剪成标样，所以用于原材料上的性能测试一般不能用在汽车零部件上。只能以表观检测为主。用于汽车零部件表观检测主要检测内容有：颜色、光泽、表面扭曲变形、裂纹及裂痕、起泡、分层、粉化、各种腐蚀等。

### 5.2 汽车内饰件玻璃下自然暴露试验

汽车外饰件自然暴露试验方式没有太多的变化。汽车内饰件玻璃下自然暴露试验则不同。汽车内饰件玻璃下自然暴露试验主要的试验装置是一玻璃箱。由于各厂商对汽车内饰件的老化理念有差异，玻璃箱的设计使用上有所不同。各主要汽车生产厂商都制订了相应的汽车内饰件自然暴露试验标准。相比较而言，通用汽车公司在汽车内饰件玻璃下自然暴露试验上所做的工作最多。美国通用汽车公司很早就提出汽车内饰件玻璃下自然暴露试验技术，并联合美国Atlas公司研制了固定式IP/DP箱后，然后在它基础上研发了具有加速效果太阳跟踪式IP/DP箱，1996年形成通用汽车公司内部正式的技术规范和标准，并成为通用汽车公司内饰件重要试验方法。2001年，通用汽车公司经过更深入的研究，提出了更科学、适应范围更广的TNR测试方法，而且将其写入标准。

### 5.3 太阳跟踪式IP/DP箱简介

太阳跟踪式IP/DP箱（如图6所示）由六部分组成：试验箱、卷帘机构、太阳跟踪机构、试验箱托架、电控箱、TNR测试系统。

(1) 试验箱：试验箱主要由试验箱盖和试验箱体形成一个密封的空间以模拟汽车内饰件的工作环境。试验箱的密封性和保温结构保证试验箱内的样品在试验期间达到一定的温度。该试验箱可以控制样品表面温度在极限温度以下。试验箱上的玻璃可以根据要求进行选择。

(2) 卷帘机构：为防止受试样品出现非正常老化失效，该装置上设计了卷帘机构。该机构在系统断电或送风系统运行不正常时，能将卷帘放下盖住整个试验箱上的玻璃板。

(3) 太阳跟踪装置：让受试样品在试验期间始终朝向太阳，在一定的时间内接受到更多的太阳辐射量，以加快受试样品老化速度，进而缩短样品的试验时间。

(4) 试验箱托架：该部分为一钢架，应有足够的刚度和强度以便托起试验箱，并在需要时将太阳跟踪装置的垂直转动和水平转动传递给试验箱。

(5) 电控箱：通过温度控制器可以按不同的汽车内饰件，不同的试验条件设定不同的极限温度，按设定的温差控制送风系统中的风机和卷帘机构中的位移电磁铁，并适时显示试验箱内的黑板温度。

(6) TNR测试系统：按照TNR测试原理，TNR测试系统适时地按太阳辐射量和黑板温度值计算TNR兰利值并进行累加。

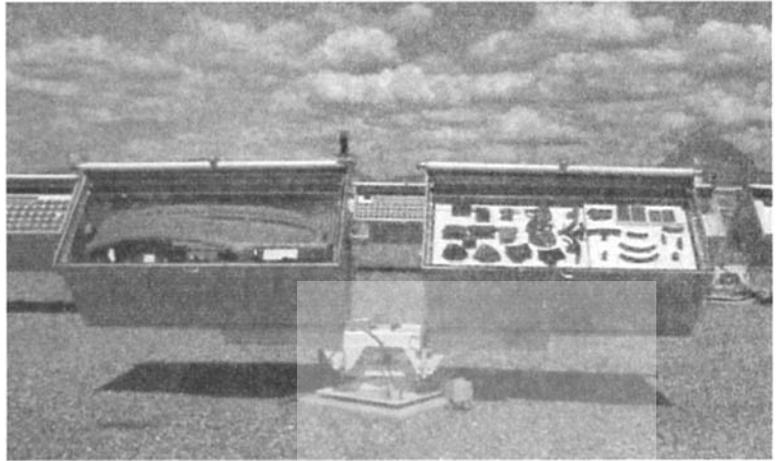


图6 太阳跟踪或IP/DP箱



图7 整车自然暴露试验

## 6 整车自然暴露试验

### 6.1 在所有的自然暴露试验中，整车自然暴露试验形式最为单一

将汽车试样放置在选定的暴露场地上试验就可以进行了。整车自然暴露试验有如下特点：

- (1) 一般不用试验架；
- (2) 性能检测除外观性能测试外，还有使用性能的测试；
- (3) 暴露试验过程中，需定期进行一些整车使用方面的操作。
- (4) 为了更好地了解影响整车

试验环境因素，可在选定的零件部位上安放传感器，如温度、湿度传感器，太阳辐射传感器等。（图：7 整车自然暴露试验）

### 6.2 整车自然暴露试验标准

无论是国外厂商还是国内厂商均很少制订专门整车自然暴露试验标准。目前只有德国大众有一份汽车零部件标准VW50185，内含有较多的整车自然暴露试验的内容。另外国内前两年有了一份汽车行业标

准QC/T728-2005。国外作整车自然暴露试验按VW50185标准进行或按整车生产厂家提出的要求进行。

## 7 汽车原材料、零部件、整车自然暴露试验的互补性

7.1 从接近实用及整体全面的角度出发，整车自然暴露试验最能反映今后其使用过程中可能出现的问题，一些性能上的缺陷或一些性能的变化在零部件或整车试验中都可能发现，而有一些只能发生在整车自然暴露试验过程中。如：

(1) 零部件之间的配合问题或缺陷；

(2) 整车箱内的气味问题，尤其是各种材料的混合气味问题；

(3) 整车自然暴露试验过程中，由于材料零部件老化而产生的对汽车使用性能的影响。如密封条的老化影响车厢的密封性。

7.2 整车自然暴露试验有局限性：这些局限性反映在：

(1) 一般整车自然暴露试验的时间仅为一年，少数为两年。虽然对于某个暴露场自然气候年与年之间的差异不大，但难免遇到干旱的年份或多雨的年份，在这两种气候条件下试验结果是不同的。

(2) 一般整车自然暴露试验同一型号只有一辆车，按标准规定，其试验时的摆放朝向是车头朝南。理由很简单：一部汽车重要的零部件都安装在头部或前部，车头朝南可使这些重要的零部件的环境试验条件比车上的其它零部件的要严酷一些（实际上严酷的多）。如外饰件中的前车灯、雨刮器、格栅等，内

饰件中的仪表板、方向盘等试验中所受到的太阳辐射比装在其它部位的零部件要多，表面温度也要高。但在实际使用中，存在汽车尾部经常朝南的情况，此时，位于车后部的尾灯、后保险杠以及衣帽架、后窗帘等的使用环境条件不见得好于前面提到的零部件。

3) 整车暴露试验过程中难以进行某些性能检测和评价：按标准需要用到一定形状的标样才能进行检

测性能检测评价一般不能实施：即便是外观检测也只能在自然光下进行，由于空间位置的限制，光线的遮挡，用留样比对也比较困难，因此限制了一些性能检测的使用。

7.3 零部件、原材料自然暴露试验弥补了整车自然暴露试验的不足：

(1) 外饰件：虽然零部件，不管安装在何处，均按装在车上的位置安放在暴露架上，但朝向全部向南；

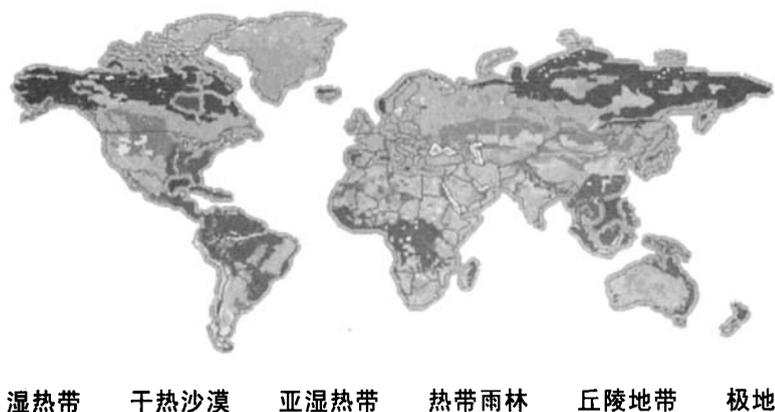


图8 世界典型气候示意图

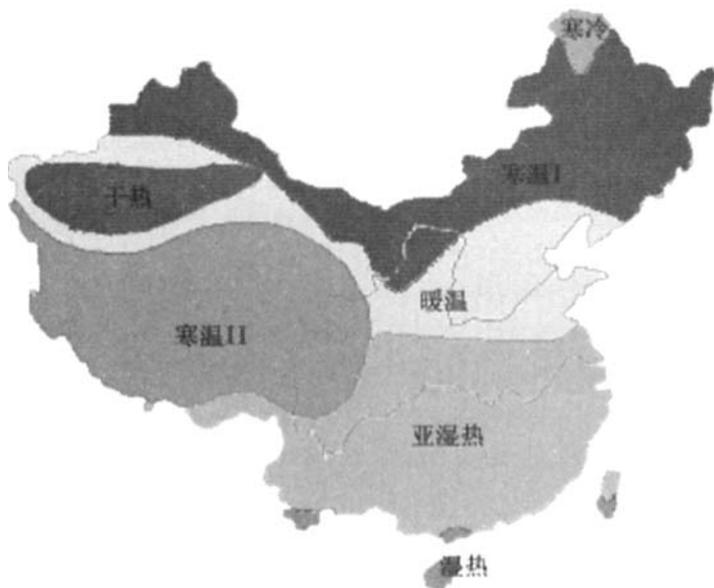


图9 中国典型气候示意图

(下转第16页)

形象，还扩大了产品的市场份额。比如某企业的倾倒开关产品，该公司的设计人员利用了杠杆原理，将微动开关改造为防倾倒开关，这一小小的创新不仅提高了开关的质量，而且也提高了开关的安全性和竞争性。下图为具有专利的防倾倒开关外形图和内部结构图。



图3 防倾倒开关外形图

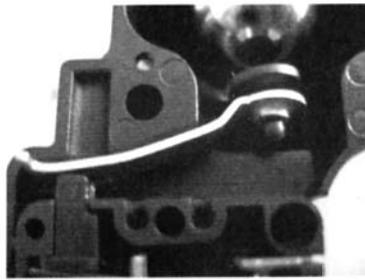


图4 防倾倒开关内部结构图

#### 4 总结

以上为我们在出口机电产品对环境适应性试验中，常见问题的总结和分析，希望出口企业能从中得以借鉴，不断提高出口产品质量和产品的安全性，提高我国的出口产品的整体质量和出口企业的形象。

#### 参考文献

- [1] IEC 60335-1: 2001+A1: 2004 +A2: 2006 《Household and similar electrical appliances Safety Part 1: General requirements》
- [2] GB4208-93: 外壳防护等级 (IP 代码)
- [3] IEC 60335-2-80: 2002+A1: 2004 《Safety of household and similar electrical appliance Part2: Particular requirement for electric fans》

#### 作者简介:

周学东，莱茵技术监督服务（广东）有限公司，工程师；  
武政，广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心，工程师；  
卢义永，广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心，助理工程师。

上接第9页

(2)内饰件：零部件也按装在车上的位置安放在玻璃箱内，朝向太阳，试验时间也可安排的相当；

(3)外饰件和内饰件试验前后可以做更为细致的外观检测，而且可在标准灯箱里进行，并使用对比留样，使检测评价更为客观、准确；

(4)要了解汽车用材料的更多的性能，只能通过将这些材料制成标准样品，经过试验检测获得。

#### 8 进行自然暴露试验应注意的问题：

8.1 进行自然暴露试验的目的要明确：

(1)产品及材料的最终使用场合和使用方式；

(2)表征产品和材料的耐候性的性能及指标。

8.2 在进行自然暴露试验前，一般应将产品其它的试验和测试完成。

8.3 被选作自然暴露试验的样品应具有代表性，若是部件，其上的零件应齐全（最高配置）；

8.4 外观检测要有对比样件；

8.5 可能的情况下，用三件以上的样品进行自然暴露试验；

8.6 发送试验样品时，要注意保护样品尤其是样品的外观。

作者简介：江鲁（1959），男，中国电器科学研究院海南热带环境研究所副所长 高工