

# 汽车车身涂层抗石击性试验及评价方法

**摘要:** 涂层抗石击性检测是对整个涂层体系的力学性能进行的综合评价,能够反映涂层柔韧性、各层间附着力和配套性的优劣,也是评价涂层二次力学性能极为重要的检测项目之一。国内外汽车制造商所采用的抗石击性检测方法不统一。介绍了两种常用的涂层抗石击性试验方法及其评价体系,并分析、比较了各自的优、缺点。

**关键词:** 抗石击性 涂层 标准

**中图分类号:** TG174.46 **文献标识码:** A

- 中国第一汽车股份有限公司技术中心 王纳新 张馨月
- 一汽客车(大连)有限公司 杜屹峰

## 1 前言

散涂层,露出样板上残留的石击点痕迹,通过分析涂层的破坏程度判断其抗石击性能的优劣。汽车在实际的行驶工况中,车身个别部位的涂层 钢丸或碎石被压缩空气以一定的角度喷射到涂

常常受到滑落物料、路面碎石等重物的冲击,从而使复层表面。涂层的破坏程度由喷射角度、喷射压力的级合涂层发生单层、多层甚至是全部的剥落。碎石的打击别、钢丸或碎石的质量、冲击持续时间以及试验仪器不但会使涂层的装饰效果受到损失,而且还会影响涂层的设定条件等共同决定。抗石击仪原理图见图1。

的保护性能。涂层一旦被击穿,锈蚀便会从斑点处产生,并由此向钢板内部蔓延,进而导致底材的腐蚀。可见,对涂层进行抗石击性检测是非常重要的。但至今各大汽车公司还没有统一的试验及评价方法,我国尚未颁布专门的标准进行规范。下面介绍目前汽车行业常用的抗石击性的试验方法、评价方法及其优缺点。

## 2 抗石击性试验的原理

抗石击性试验通过抗石击仪使大量小的、带有锋利边缘的钢丸或碎石在短时间内撞击涂层表面,整个试验在可控温度下进行。石击结束后,用胶带去除松

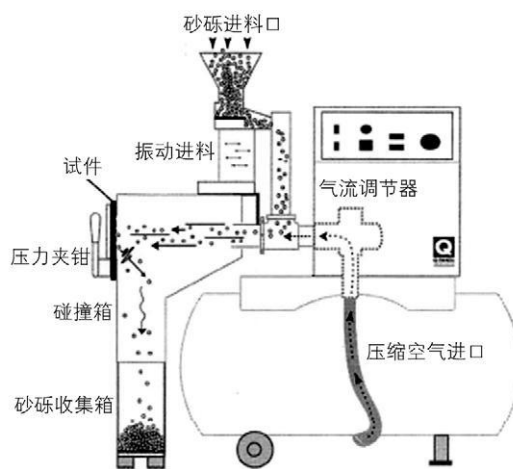


图1 抗石击仪原理图

### 3 涂层抗石击性试验及评价方法

目前,国内外有以下两大体系的涂层抗石击性试验及评价方法被广泛应用。

#### 3.1 ISO体系

国际标准化组织(ISO)制订的ISO 20567 - 1《色漆和清漆 涂层的耐石击性的测定 第1部分:多次冲击试验》来源于德国工业标准DIN 55996-1:2001《涂层材料的碎石冲击强度检验 第1部分:多重冲击试验》,所以在欧洲,德国标准化协会、法国标准化协会和奥地利标准化协会等均引用此标准建立了自己本国的检测标准。

例如,德国汽车公司采用的标准为DIN EN ISO20567-1《色漆和清漆 涂层的耐石击性的测定 第1部分:多次冲击试验》,设备为德国Erichsen 公司的508型多功能抗石击仪,其结构示意图见图2。

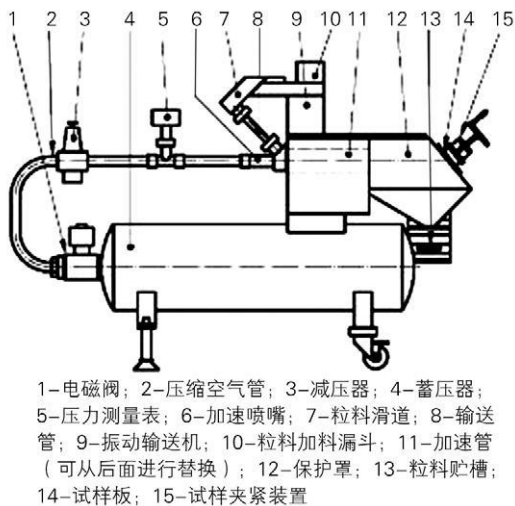


图2 德国抗石击仪结构示意图

#### 3.2 SAE体系

美国汽车工程师协会(SAE)制定的SAE J400《汽车表面涂层的抗碎石测试》多被美国的通用和福特等汽车公司采用。

日系汽车公司采用的抗石击方法大体上与SAE J400《汽车表面涂层的抗碎石测试》相似,但在碎石的规格、试验温度和评价方法等方面又有所不同。因我国有较多的与日本汽车公司合资的企业,所以

JIS的射石法也比较常见。日系抗石击仪的结构示意图见图3。

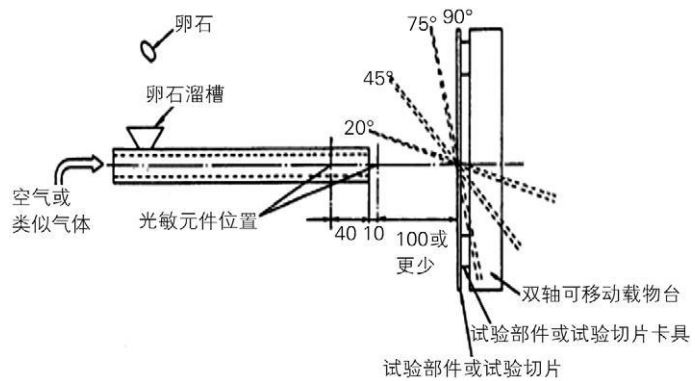


图3 日系抗石击仪的结构示意图

#### 3.3 两大体系试验方法及评价方法的对比

两大体系的抗石击性试验方法及评价方法的对比见表1。

### 4 试验部分

#### 4.1 试验样品

样品为9块涂层样板,其编号及名称见表2,所采用的试验方法及环境条件见表3。

#### 4.2 试验结果及讨论

涂层样品的试验结果描述及图片见表4。通过对试验结果描述及图片进行分析,可以看出由于两大复合涂层抗石击性试验体系的试验条件和试验设备完全不同,从而导致抗石击试验后漆膜脱落状态及评价体系也完全不同。两大体系的共同点是试验结果均会受到喷射压力、喷射时间、喷射角度、喷射次数、去除石击碎片的胶带种类、撕拉胶带的角度以及喷射钢丸的新旧程度等因素的影响。

ISO体系的结果评价主要是依据标准的特性值图像,确定特性值级别,并描述石击的破坏程度和涂层的剥离状态。该体系的优点是受石击面积大且连续,容易发现附着力不良点。评价的等级可记录为19个等级,所以石击后的状态描述直观、快速,涂层抗石击性的较小差别也容易分辨。试验过程可控,重现性较好。缺点是评价结果是对照标准图像而获得的,评价结果会受到工作经验和人眼误差等人为因素的影响

表1 两大体系的抗石击性试验方法及评价方法的对比

项目	ISO 体系			SAE体系		
	DIN 55996-1			SAE J400	JIS	
	喷丸法				低强度石击法	高强度石击法
标准举例	A法	B法	C法		射石法	连续磨损法
喷射材料种类	有棱角的冷硬铸铁粒料			水磨铺路石	道路碎石1~7号等	
钢丸或碎石量	500 g×2次			1 pt	50 g	500 g×5次 1 000 g×8次
钢丸或碎石尺寸/mm	4~5			9.53~15.86	6~8	10~15 3~6
空气压力/kPa	200/100			480±20	58.8±4.9	490±19.6 58.8±4.9
喷射时间/s	10±2			7~10	3~5	5~10 25~30
待测表面与喷射方向的夹角/(°)	54±1			90	20、45	90 75
环境条件	(23±2) (50±5)%	℃ 和相对湿度		常温或 (-29±3)℃	(-20±2) ℃, (0±2) ℃, (20±2)℃	(-20±2)℃, (20±5)℃
试验前样品处理方法	无			无	无	盐雾试验120 h, 常温放置24 h后进行
石击后样板的处理方法	用胶带去除松垮的涂层, 可以将受损试验面浸入5%的CuSO <sub>4</sub> 溶液中, 以便更好地观察和评定脱落至底材的情况			用胶带去除松垮的涂层	用胶带去除松垮的涂层(有时也有水洗的要求), 通过盐雾试验处理, 记录生锈点数	
胶带粘附力	6~10 N/25 mm			12.7 N/25 mm		

表2 样品编号及名称

涂料种类	样板编号	膜厚/μm
红金属漆	1号	83~87
	2号	82~84
	3号	85~87
蓝金属漆	4号	83~85
	5号	86~89
	6号	87~90
金色金属漆	7号	80~82
	8号	76~80
	9号	76~80

SAE体系的结果评价主要是依据石击点的大小和

剥离面积的计算, 根据计算出的石击后的平均剥离面积和最大剥离面积来确定等级。该体系的优点是石击点尺寸量化, 通过对图像进行处理、计算面积确定等级, 可消除人为误差。试验过程采用新鲜石子, 试验费用低。缺点是计算过程较为复杂。

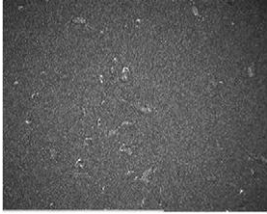

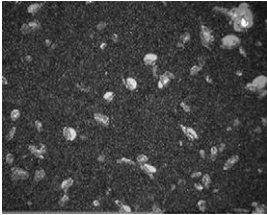

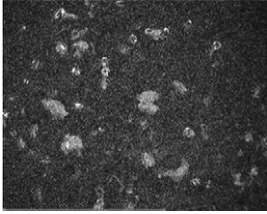
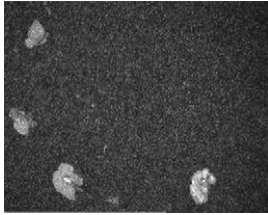
## 5 结束语

综上所述, 鉴于涂层抗石击性检测的重大意义, 而两大体系的涂层抗石击试验及评价方法差别很大, 因此制定我国涂层抗石击性的国家标准已迫在眉睫。

表3 样品试验条件

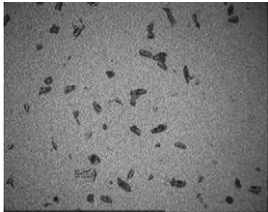

项目	ISO体系	SAE体系
试验方法	DIN 55996-1 A法	JIS低强度石击法
待测表面与石子喷射方向的夹角/(°)	54±1	45
环境条件	(23±2)℃和相对湿度(50±5)%	(20±2)℃

表4 样品试验结果

样板	DIN 55996-1 A法	JIS低强度石击法
1号	特性值2级, 最深打击程度至电泳层	平均剥离面积1.96 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积2.51 mm <sup>2</sup> , Ch2
2号	特性值2级, 最深打击程度至电泳层 	平均剥离面积0.95 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积1.64 mm <sup>2</sup> , Ch3 
3号	特性值3级, 最深打击程度至电泳层	平均剥离面积2.55 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积3.86 mm <sup>2</sup> , Ch2
4号	特性值4级, 面漆存在附着力不良的圆形脱落, 最深打击程度至电泳层 	平均剥离面积1.92 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积3.13 mm <sup>2</sup> , Ch2 
5号	特性值4级, 面漆存在附着力不良的圆形脱落, 最深打击程度至电泳层	平均剥离面积2.51 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积3.07 mm <sup>2</sup> , Ch2
6号	特性值4级, 面漆存在附着力不良的圆形脱落, 最深打击程度至电泳层 	平均剥离面积2.84 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积4.37 mm <sup>2</sup> , Ch2 

续表

表4 样品试验结果

样板	DIN 55996-1 A法	JIS低强度石击法
7号	特性值2级, 最深打击程度至电泳层	平均剥离面积0.88 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积1.23 mm <sup>2</sup> , Ch3
8号	特性值2级, 最深打击程度至电泳层 	平均剥离面积1.61 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积3.5 mm <sup>2</sup> , Ch3 
9号	特性值3级, 面漆存在附着力不良的圆形脱落, 最深打击程度至电泳层	平均剥离面积3.85 mm <sup>2</sup> , 最大剥离面积5.42 mm <sup>2</sup> , Ch1

目前, 无论是涂料供应商还是汽车生产的主机厂, 应结合产品研发的不同阶段或涂层应用的实际情况选择合适的方法来测定涂层的抗石击性。

参考文献:

[1]屠振文.汽车涂料涂层抗石击性能标准与影响因素.上海涂料[J], 2008, (3):41-43.

[2]SAE J400:1998, Surface vehicle recommended practice, test for chip resistance of surface coatings. [3]ISO20567-1 《Paints and varnishes-Determination of stone-chip resistance of coatings-Part1:Multi-impact

testing》.

[4]ISO20567-2 《Paints and varnishes-Determination of stone-chip resistance of coatings-Part1:Single-impact test with a guided impact body》.

[5]PV 1213, 涂层表面的碎石冲击试验.

[6]GM 9525P, Thermal Shock Test for Paint Adhesion.

[7]DIN 55996-1 《涂层材料涂层的碎石冲击强度检验第1部分:多重冲击试验》.

[8]TSH1972-O-P-1, TSH1914-O-P-1.

AT&amp;M