



中华人民共和国国家标准

GB/T 39491—2020

汽车用碳纤维复合材料覆盖部件 通用技术要求

General technical requirements of carbon fiber composites covering parts for
automobiles

2020-11-19 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会(SAC/TC 39)归口。

本标准起草单位:广东亚太新材料科技有限公司、深圳市中安测标准技术有限公司、广州汽车集团股份有限公司、哈尔滨工业大学、中国汽车工程研究院股份有限公司、北京机科国创轻量化科学研究院有限公司、广东亚太轻量化技术研究有限公司。

本标准主要起草人:朱增余、罗国伟、袁焕泉、黄永衡、王荣国、周佳、范广宏、陈东、李能文、杨帆。

汽车用碳纤维复合材料覆盖部件 通用技术要求

1 范围

本标准规定了汽车用碳纤维复合材料覆盖部件的材料、工艺、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于采用预浸料模压成型、湿法模压成型和碳纤维片状模塑料模压成型的汽车用碳纤维复合材料覆盖部件(以下简称部件),其他工艺成型的覆盖部件可参照执行。

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 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法
- GB/T 3365 碳纤维增强塑料孔隙含量和纤维体积含量试验方法
- GB/T 3961 纤维增强塑料术语
- GB/T 4780 汽车车身术语
- GB/T 5258 纤维增强塑料面内压缩性能试验方法
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB 11566 乘用车外部凸出物
- GB/T 13657 双酚 A 型环氧树脂
- GB/T 19466.2 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第 2 部分:玻璃化转变温度的测定
- GB/T 26752 聚丙烯腈基碳纤维
- GB/T 28461 碳纤维预浸料
- GB/T 28889 复合材料面内剪切性能试验方法
- GB/T 30021 经编碳纤维增强材料
- GB/T 30512 汽车禁用物质要求
- QC/T 15 汽车塑料制品通用试验方法
- QC/T 17 汽车零部件耐候性试验一般规则
- QC/T 966 汽车塑料件涂层技术条件

3 术语和定义

GB/T 3961 和 GB/T 4780 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

覆盖部件 covering parts

覆盖在车身骨架表面上的板制件。

注:按功能和部位可分为外部覆盖件、内部覆盖件和骨架覆盖件三类。

3.2

预浸料模压成型 prepreg compression molding

将预浸料置于金属对模中,在一定的温度下,加压固化为复合材料制品的制备技术。

3.3

湿法模压成型 wet compression molding

将裁切好的碳纤维布铺层在模具表面上喷淋树脂,使树脂浸润纤维,经过合模、加压、加热后固化成型为复合材料制品的快速制备技术。

3.4

碳纤维片状模塑料 carbon fiber sheet molding compound

由树脂糊浸渍碳纤维或短切碳纤维毡,两边覆盖聚乙烯薄膜而制成的一类模压料。

4 材料

4.1 碳纤维

碳纤维应符合 GB/T 26752 的要求。

4.2 碳纤维预浸料

碳纤维预浸料应符合 GB/T 28461 的要求。

4.3 碳纤维经编织物

碳纤维经编织物应符合 GB/T 30021 的要求。

4.4 碳纤维机织物

碳纤维机织物应符合下列要求:

- a) 含水率不大于 0.1%;
- b) 单位面积质量允许偏差±6%。

4.5 基体树脂

双酚 A 型环氧树脂应符合 GB/T 13657 要求;选择其他基体树脂,性能应满足相应的标准要求。

4.6 碳纤维片状模塑料

碳纤维片状模塑料的物理性能应符合表 1 的要求。

表 1 碳纤维片状模塑料的物理性能

项目	指标
拉伸强度/MPa	≥180
拉伸模量/GPa	20~30
弯曲强度/MPa	≥300
弯曲模量/GPa	20~30
冲击强度/(kJ/m ²)	≥100
单位面积质量允许偏差	≤5%

5 工艺

5.1 预浸料模压成型

预浸料模压成型工艺应符合下列要求：

- a) 按设计文件进行铺层,铺层应对称均衡;
- b) 应合理选择开始铺设纤维的起点;
- c) 采用预成型工艺时,应根据外形要求合理选择贴模面;
- d) 在结构变厚度时,应设计合理厚度过渡区域,应在连续铺层之间交替去除/添加铺层,外部铺层应连续覆盖整个表面;
- e) 铺层角度与铺贴外形尺寸线和铺层角度标记线的偏差不应超过 $\pm 7^\circ$;
- f) 碳纤维部件直接与金属部件接触时,为避免电化学腐蚀可在表面设置绝缘层,其厚度应根据部件的实际设计要求而定;
- g) 对公差有严格要求、不能由模压成型直接获得其尺寸公差的部件,应留有机加工的余量。

5.2 湿法模压成型

湿法模压成型工艺应符合下列要求：

- a) 按设计文件进行铺层,铺层应对称均衡;
- b) 铺层角度和铺层数应满足设计要求,织物铺覆过程中,应避免织物产生褶皱;
- c) 在结构变厚度时,应在连续铺层之间交替去除/添加铺层,外部铺层应连续覆盖整个表面;
- d) 对于平行于纤维方向的拼接应选用对接;垂直于纤维方向的拼接应选用搭接,织物之间不应对接;
- e) 对于最小圆角半径 R 一般取决于层压板厚度 t 和模具,推荐使用 $R \geq \text{Max}(t/2, 3 \text{ mm})$;
- f) 树脂的喷淋、流动、浸渍过程应按照预定的路径进行控制,保证树脂在压力下对纤维浸渍完全,不出现缺树脂、富树脂等缺陷,树脂应在预定的温度下快速固化,同时避免出现暴聚的现象;
- g) 固化过程应保证部件各区域均匀受热、温差不大于 5°C 。

5.3 碳纤维片状模塑料模压成型

碳纤维片状模塑料模压成型工艺应符合下列要求：

- a) 按部件结构形状、物料流动性能决定裁剪要求,物料多裁剪成长方形或圆形,多层物料叠合时,应按上小下大呈宝塔形叠放;
- b) 物料应放在模腔中部,对于非对称复杂部件,加料位置应确保成型时物料同时到达模具内腔的各个端部;
- c) 成型温度应在固化速度和最佳成型条件之间权衡选定;
- d) 成型压力应随部件结构、形状、尺寸及材料体系而调控,最佳加压时机应在接近树脂凝胶温度时进行。

6 要求

6.1 外观和尺寸

6.1.1 外观

6.1.1.1 部件的外观应符合标准样板或图样要求。

6.1.1.2 涂装部件的涂层应符合 QC/T 966 的要求。

6.1.1.3 部件外观缺陷判定应符合附录 A 的要求。

6.1.2 尺寸

6.1.2.1 部件的尺寸和公差应符合图样要求；图样上未标注的，应按 GB/T 1184 的规定。

6.1.2.2 部件的凸出区域圆角半径应符合 GB 11566 的要求。

6.1.2.3 部件应满足车身总成的装配要求。

6.2 性能要求

6.2.1 汽车用碳纤维复合材料单向层合板物理性能应符合表 2 的要求。

表 2 汽车用碳纤维复合材料单向层合板物理性能

序号	项目	要求	试验方法
1	0°拉伸性能	符合部件设计要求	7.2.1.1
2	90°拉伸性能		7.2.1.1
3	0°压缩性能		7.2.1.2
4	90°压缩性能		7.2.1.2
5	面内剪切强度		7.2.1.3
6	面内剪切模量		7.2.1.3
7	纤维含量		7.2.1.4
8	孔隙率		7.2.1.5
9	玻璃化转变温度		7.2.1.6

6.2.2 部件性能应符合表 3 的要求。

表 3 部件性能

序号	项目	要求	试验方法
1	耐温性	部件在高温、低温和高低温交变情况下应保证完整的功能，在试验过程中及试验后应符合设计文件要求	7.2.2.1
2	耐候性	部件在日光、臭氧、雨雪、湿度、温度等条件下应保证完整的功能，在试验过程中及试验后应符合设计文件要求	7.2.2.2
3	耐化学介质性	部件在浸渍或接触汽车上常用的燃料、油、润滑脂、药品或溶剂时，测试布上不应有颜色痕迹，应符合设计文件要求，部件表面不应出现任何可视变化，不应有软化、发黏、斑点、颜色显著变化	7.2.2.3
4	耐振动性	部件经振动试验后，应符合设计文件要求，不应出现开裂、折断、剥离和永久变形等现象	7.2.2.4
5	耐冲击性	部件经抗冲击性能试验后，应符合设计文件要求，不应出现开裂、折断、剥离和永久变形等现象	7.2.2.5

表 3 (续)

序号	项目	要求	试验方法
6	耐划伤性	部件经划痕试验后,应符合设计文件要求,不应出现肉眼可见的划伤	7.2.2.6
7	抗碎石冲击性	应符合设计文件要求	7.2.2.7
8	耐腐蚀性	铆接件、镶嵌件等相关金属耐腐蚀性应满足设计文件要求	7.2.2.8
9	禁用物质要求	应符合 GB/T 30512 的规定	7.2.2.9

7 试验方法

7.1 外观和尺寸

7.1.1 外观

在照明均匀,照度不小于 800 lx,距离部件表面 300 mm~500 mm,垂直于部件进行目测、与标准样板进行比较,应避免在垂直日光下检验。

涂层外观用目测应平整光滑,光泽和颜色符合图纸要求。无针孔、缩孔、露底和流挂等缺陷。

7.1.2 尺寸

按图纸要求用专用检具进行检测。

7.2 性能要求

7.2.1 单向层合板物理性能

7.2.1.1 拉伸性能按 GB/T 1447 进行测试。

7.2.1.2 压缩性能按 GB/T 5258 进行测试。

7.2.1.3 面内剪切性能按 GB/T 28889 进行测试。

7.2.1.4 纤维含量按 GB/T 3365 进行测试。

7.2.1.5 孔隙率按 GB/T 3365 进行测试。

7.2.1.6 玻璃化转变温度按 GB/T 19466.2 进行测试。

7.2.2 部件性能

7.2.2.1 耐温性按 QC/T 15 进行测试。

7.2.2.2 耐候性按 QC/T 17 进行测试。

7.2.2.3 耐化学介质性按 QC/T 15 进行测试。

7.2.2.4 耐振动性按 QC/T 15 进行测试。

7.2.2.5 耐冲击性按 QC/T 15 进行测试。

7.2.2.6 耐划伤性按 QC/T 15 进行测试。

7.2.2.7 抗碎石冲击性按附录 B 进行测试。

7.2.2.8 耐腐蚀性按 GB/T 10125 进行测试。

7.2.2.9 禁用物质要求按 GB/T 30512 进行测试。

8 检验规则

8.1 型式检验

8.1.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新部件鉴定时;
- b) 在设计、材料、工艺有较大改变时;
- c) 正常生产每年不少于一次;
- d) 出现批量质量事故时;
- e) 停产一年以上恢复生产或转厂生产时。

8.1.2 型式检验试样应在出厂检验合格品中抽取,以相同工艺、相同材料、同一次入库的部件,随机抽取满足测试要求的部件数量。

8.1.3 型式检验项目为第 6 章全部项目。

8.1.4 若型式检验中出现 1 项不合格项,则允许对该项加倍抽检,如果仍有部件检验出不合格项,则该型式检验判定为不合格;若在检验过程中出现 2 项不合格项,则该型式检验判定为不合格。

8.2 出厂检验

8.2.1 检验项目

出厂检验项目包括外观和尺寸。

8.2.2 检验方案

8.2.2.1 每件部件出厂前应进行外观检验。

8.2.2.2 以相同原材料,相同配方,相同生产工艺,连续生产,外观合格的 500 件部件为一批(不足 500 件的也按一批计),随机抽取 5 件部件,进行尺寸检验,小于 5 件全检。

8.2.3 判定规则

外观和尺寸均符合要求时,判该批部件合格;否则判该批部件不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

部件的标志应明确以下内容:材料名称、企业标识、企业代码、生产日期、左右件(需要时)、部件号、部件名称等,或按合同双方的协定执行,保证能够实现追溯的要求。

9.2 包装

9.2.1 部件表面应附有保护薄膜,使用专用的防护袋进行包装和运输。

9.2.2 包装箱内应附有:注明部件型号、数量、装箱日期及合格证。

9.2.3 外包装箱应注明:制造厂名、厂址、部件名称、装箱数量及重量、箱体尺寸(长宽高)、出厂日期、储运标志等。

9.3 运输

部件在运输过程中应使用专用周转工具,运输过程中不应受剧烈的撞击。

9.4 贮存

部件应贮存在阴凉、通风、干燥的室内,远离热源、火源,避免撞击、受潮和污染。

附 录 A
(规范性附录)
部件外观判定

汽车用碳纤维覆盖部件外观判定见表 A.1。

表 A.1 部件外观判定

序号	缺陷名称	缺陷描述	判定标准
1	破裂、断裂、开裂	因内应力或损伤而造成部件的裂纹或细小开裂	不准许存在
2	贫树脂区、缺料	部件有不饱满缺料,或形成成串孔隙	不准许存在
3	色差	实际部件颜色与承认样品颜色或色号不一致	与标准样板一致
4	光泽不良	实际部件表面呈现与承认样品光泽不一致	与标准样板一致
5	纹理扭曲、波浪	部件表面呈现纹路扭曲、波浪纹等	不准许存在
6	纹理不符	部件表面呈现纹路的特征性、方向性和层次性与设计不一致	与标准样板一致
7	标识不符	部件上的文字、数字、符号和图案等不满足设计要求	满足设计要求
8	脱皮、裂纹、脱漆	涂层上呈现多角或不定状裂纹,或局部脱落	不准许存在
9	碰伤、划伤、缺损	部件表面或边缘因硬物或锐器而产生的痕迹	不准许存在
10	油印、油渍、脏污	部件表面所残留的油污、油渍等	不准许存在
11	流痕、不干	局部形成由上到下的流痕或边缘增厚及长时间不干	不准许存在
12	缩水、凹坑	部件局部整体表面下陷	A 级面:不准许存在; B、C 级面:无明显影响
13	漆雾	部件表面漆不饱满、灰蒙蒙、不光亮	A 级面:不准许存在; B、C 级面:无明显影响
14	印痕	因部件背面特征或加强筋内应力在表面形成的特征痕迹	A 级面:不准许存在 B、C 级面:无明显影响
15	毛刺、分层	因机加工不良边沿产生的毛刺、分层	不准许存在
16	鼓包、气包	因工艺排气不良形成的表面凸起	不准许存在
17	露底	因喷漆不均匀,未完全覆盖部件产生的缺陷	不准许存在
18	针孔	由于气泡破裂在部件中形成体积较小的小孔	在 20 mm×20 mm 范围内只允许以下一种缺陷存在, D 为缺陷最大直径。 A、B 级面: 1) $D>0.3\text{ mm}$,不准许存在; 2) $0.3\text{ mm}\geq D>0.2\text{ mm}$,允许存在 1 个; 3) $0.2\text{ mm}\geq D>0.15\text{ mm}$,允许存在 2 个; 4) $D\leq 0.15\text{ mm}$,允许存在 3 个,但其间距应大于 40 mm
19	异色点	在部件表面出现的颜色异于周围的点	
20	尘点、颗粒	因杂质、毛尘引起的凹凸点	
注 1: 无明显影响:目视距离 500 mm 以内看不到。			
注 2: A 级面指部件在使用过程中能直接观看到的外观表面;B 级面指部件在使用过程中不能直接观看到但暴露的外观表面;C 级面指部件除 A 级、B 级面外的其他表面。			
注 3: A 级面与 B 级面交接处的缺陷视作 A 级面的缺陷;B 级面与 C 级面交接处的缺陷视作 B 级面的缺陷。			

附 录 B
(规范性附录)
碎石冲击试验方法

警示——本试验方法可能涉及危险的材料、操作和设备。操作人员在使用前,应熟悉与该试验方法安全和健康相关的文件。

B.1 概述

本试验方法适用于测试和评估表面涂层抗碎石冲击的能力。该试验旨在重现碎石或其他介质撞击汽车外露油漆或涂层表面的效果,并获得相关试验结果。试验对象为表面涂层试验面板,也可扩展到部件。

B.2 方法概要

碎石冲击试验机通过控制空气的压力,将标准的道路碎石投掷在试样上。位于试样前的投掷装置,由一个底部三通的倒置空气喷嘴组成。三通的阀杆指向向上,位于振动料斗下方,碎石被倒入振动料斗中,随后被气流投射并撞击试样,试样通常与碎石冲击方向保持垂直。所有试验均在可控温度条件下进行。碎石冲击后,用胶带除去残留在试样上松散的油漆碎片,通过计数所有破损点的数量和尺寸,并与对应的破损点评级基准对比,确定涂层剥落程度。

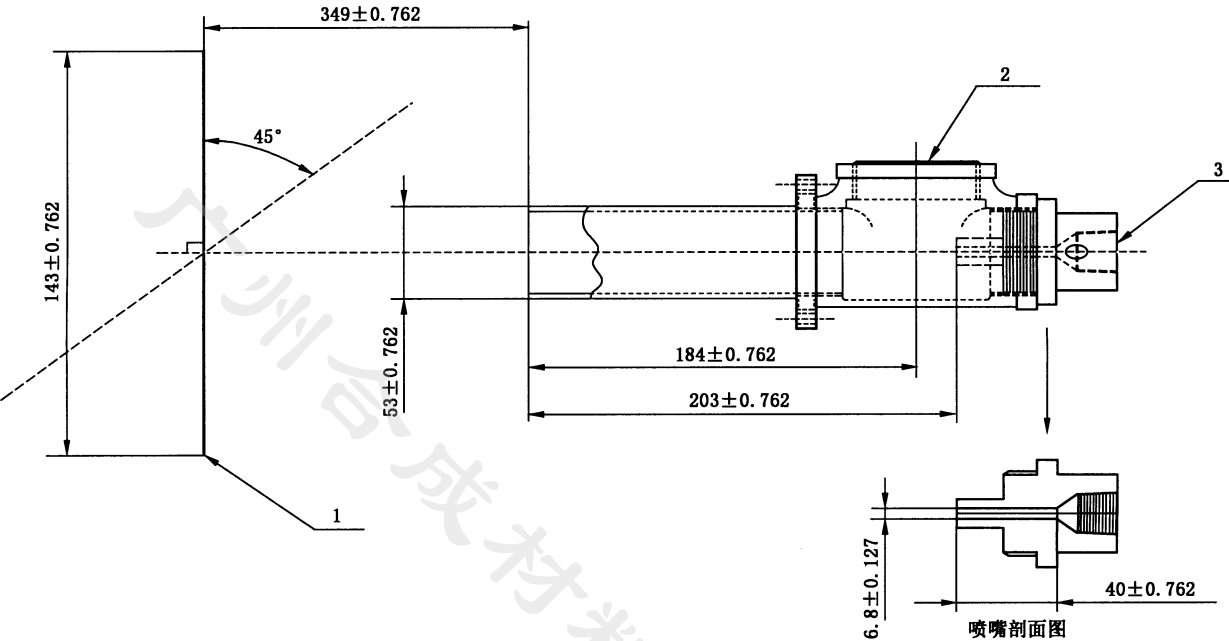
B.3 设备和材料

B.3.1 碎石冲击试验机

B.3.1.1 组成

碎石冲击试验机由路面碎石、测试样支架和碎石投掷装置组成。碎石投掷装置根据设计要求进行制造,如图 B.1 所示。

单位为毫米



说明：
1——试样表面；
2——碎石进料口；
3——压缩空气入口。

图 B.1 碎石投掷装置示意图

B.3.1.2 操作和维护

当设备每周均进行使用，则至少每月完成一次维护。设备操作频率较低时，则每 6 个月完成一次维护。操作和维护应按表 B.1 执行，并记录表 B.2 中的相关信息，如果表 B.1 中任何问题的答案为“否”时，应停止试验，直到问题解决为止。

表 B.1 操作和维护清单

检查内容	是	否	备注
内径 25.4 mm 的空气管道，是否从输入管连接到碎石冲击试验机上			
管道接头是否无泄漏			
空气压力能否在 483 kPa±20.69 kPa 处维持 10 s			
气压表是否校准			
喷嘴口是否清洁			
在管口插入一个 6.75 mm 的钻头或者 6.75 mm±0.01 mm 的内径规，检查管孔是否清洁			
喷嘴到样品表面的距离是否为 552.5 mm±0.76 mm			
沉淀罐到试样的距离是否为 349.3 mm±0.76 mm			
样品安装支架是否上下/前后放置			
支撑面板是否紧固			
支撑面板角度是否正确			
碎石是否能以均匀/集中的方式冲击到目标			
碎石是否筛选			

表 B.1 (续)

检查内容	是	否	备注
筛网上收集的碎石量是否少于 4.73L			
碎石的类型和大小是否正确			
0.473 L 的碎石是否在 7 s~10 s 内从料斗中排空			
过滤器中的障碍物是否清除			
低于环境温度测试(如果要求):			
面板在测试前是否经过冷冻处理			
面板需要在冷冻装置中放置的时间	—	—	
条件温度:	—	—	
环境温度:	—	—	
测试前面板暴露在环境中的时间	—	—	
测试设备到冷冻装置的距离	—	—	
注: 仅针对标准碎石, 对于其他介质类型的碎石冲击试验可能不适用。			

表 B.2 设备维护信息表

气压表上次校准日期	
气压表上次更换日期	
上次清洗或更换过滤器的日期	
压缩机性能及型号	

B.3.2 碎石

试验用碎石应为鹅卵石。使用空间筛对碎石进行筛选, 碎石的尺寸介于 15.86 mm~9.53 mm 之间。对于每周运行的冲击试验机应每月更换 0.946 L 的新碎石。对于操作不太频繁的冲击试验机, 至少每 6 个月更换 0.946 L 的新碎石。碎石在初次使用前应清洗。

B.3.3 除漆胶带

胶带可按合同双方的约定使用, 胶带宽为 100 mm 或 50 mm。

注: 胶带的粘合强度对油漆的分离程度有很大影响。

B.3.4 温度调节

碎石冲击试验温度由合同双方共同商定, 温度调节采用以下方法:

- 冷室法: 碎石冲击试验机和试样在规定的试验温度的冷室中进行测试。
- 冷冻柜法: 适用于试验温度低于 5.6 °C, 试验板可在设置于碎石冲击试验机附近的冷冻柜中冷冻至试验温度后, 立即转移至在室温下的碎石冲击试验机中进行测试。
- 室温法: 若无特殊要求, 一般在 20 °C~30 °C 的室内进行测试。

B.3.5 透明网格

试样破损点计数辅助工具, 通过在尺寸大约为 127 mm×127 mm×3.2 mm 的透明塑料片上选取 101.6 mm×101.6 mm 的正方形区域, 每隔 25.4 mm 进行划线获得。

B.3.6 试样破损点评级基准

通过透明网格描述每个破损点的尺寸和形状,破损点评级基准见图 B.2。

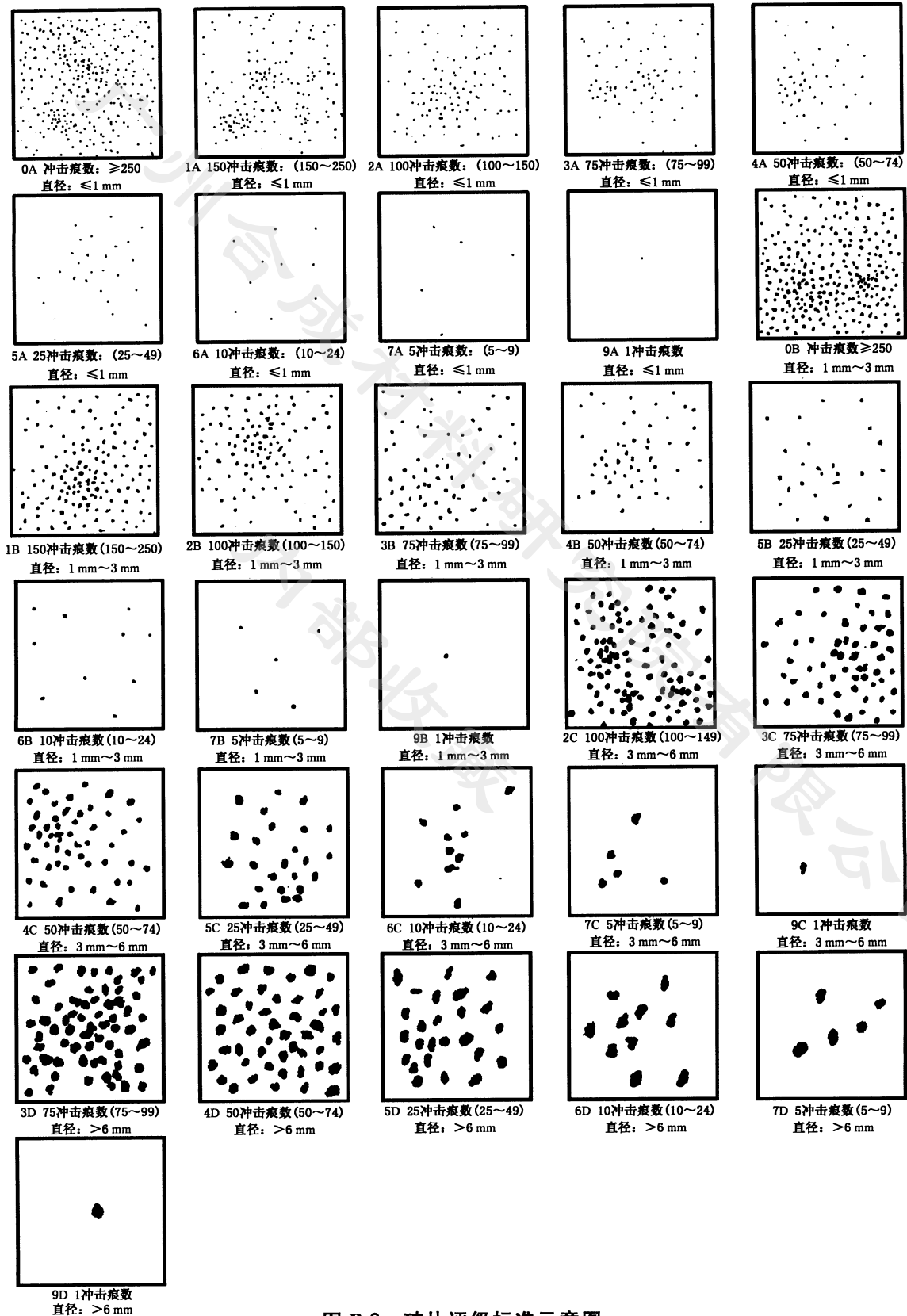


图 B.2 破片评级标准示意图

B.3.7 试样

试样数量 3 个,试样尺寸为 101.6 mm×304.8 mm。试样材料、厚度以及表面处理应一致,并具有代表性。对于其他尺寸试样由合同双方确定。

B.4 准备和过程

B.4.1 准备

B.4.1.1 试验前,应按 B.3.4 进行温度调节,试样应至少在试验前 15 min 达到试验温度。

B.4.1.2 在 0.473 L 容器中填满经过筛选的碎石,在有多个试样时,只允许不超过 4.73 L 的碎石放置在筛子上。

B.4.1.3 打开空气阀,将碎石冲击试验机气压调整至 483 kPa±21 kPa。

B.4.1.4 设定送料速度,使料斗在 7 s~10 s 内喷射 0.473 L 碎石。

B.4.1.5 合同双方可约定使用其他压力。

B.4.2 过程

B.4.2.1 打开碎石冲击试验机的试样架,安装试样,夹紧试样夹。

B.4.2.2 将 B.4.1.4 获得的碎石倒入料斗,设置测试时间。

B.4.2.3 可采用定时测试或手动测试进行测试。定时测试指在预先设定的时间过后关闭机器的测试;手动测试要求操作者在规定的时间内关闭机器。

B.4.2.4 测试完成后,从试样架上取下试样。将碎石从回程容器中取回,以便重复使用试验机。如有必要,待试样温度恢复到室温后,用软布擦干,去除凝结的水分。

B.4.2.5 使用胶带(B.3.3),用均匀的压力将一条胶带或多条胶带并排覆盖试样的测试区域,应避免产生气泡,将胶带拉直取下。

B.4.2.6 按 B.4.2.5 的步骤,在试样上再次粘上新的胶带,并按相反的方向将胶带拉直取下。

B.4.2.7 重复 B.4.2.5~B.4.2.6 操作,直到所有松动或损坏的油漆被清除干净。

B.4.2.8 检查试样,根据 B.5 破损点等级评定方法确定试样涂层的剥落程度。

B.4.2.9 如合同双方同意,也可采用其他方法处理试样的油漆或涂层,然后根据 B.5 破损点等级评定方法确定试样涂层的剥落程度。

B.5 破损点等级评定

B.5.1 评价方法

B.5.1.1 按以下两种方法确定试样上涂层的剥落程度:

——精确计数法:要求列出在规定的试样试验区域内每种尺寸的破损点的确切数量,应在需要明确准确度的情况下使用。

——视觉比较法:利用测试面板与图 B.2 所示的破损点评级基准进行目视比较,可在不要求精确计数法的准确性时使用。

B.5.1.2 试样的评估区域应位于试样中心 101.6 mm×101.6 mm 的正方形。

B.5.2 等级评定系统**B.5.2.1 概述**

破损点等级评定系统由一个或多个数字字母组合而成,其中评定数字 10~0 表示每种尺寸破损点的数量,评定字母 A~D 表示相应破损点的尺寸。

B.5.2.2 破损点数量

从表 B.3 中 10~0 范围内,选取整级额定值,用于表示 101.6 mm×101.6 mm 测试区域内各尺寸破损点的数量。

表 B.3 破损点数量等级分类

单位为个

额定值数	破损点的数量	额定值数	破损点的数量
10	0	4	50~4
9	1	3	75~99
8	2~4	2	100~140
7	5~9	1	150~250
6	10~24	0	>250
5	25~49	—	—

B.5.2.3 破损点尺寸

由于破损点的不规则性,不能准确地测量其尺寸,只能近似测量。破损点尺寸等级从表 B.4 中 A~D 字母进行评定。

表 B.4 破损点尺寸等级分类

单位为毫米

评级字母	破损点的尺寸
A	<1
B	1~3
C	3~6
D	>6

B.5.2.4 失效点

发生在涂层上最明显的剥离点称为失效点。按表 B.5 的符号表示,如合同双方同意可使用其他符号。

表 B.5 失效点表示法

符号	失效的水平	失效类别
(S/P)	基材/底漆	粘着
(S/T)	基材/面漆	粘着
(P)	底漆	内聚
(P/T)	底漆/面漆	粘着
(T)	面漆	内聚

B.5.3 精确计数法与视觉比较法

B.5.3.1 精确计数法

B.5.3.1.1 将已蚀刻 25.4 mm×25.4 mm 网格的透明塑料片放置在需要做计数处理的区域上进行计数。

B.5.3.1.2 检查透明塑料片的正方形网格区域,识别并记录正方形中每个破损点的尺寸,对 16 个方格打分并记录结果。

B.5.3.1.3 根据表 B.3 和表 B.4 将不同尺寸破损点的实际数量转换为数字-字母组合。数字字母评定以数量最多为首,然后由多到少依次排列,最后加上失效点标记。例如,试样上有 20 个小于 1 mm、40 个 1 mm~3 mm 以及 3 个 3 mm~6 mm 的破损点,则破片等级为 5B-6A-8C (P/T)。也可以通过将试样上的破损点总数转换为相应的数字类别来实现,然后按照相同的顺序指定大小等级,本例中总共有 63 个破损点,等级总结为 4 BAC (P/T)。

B.5.3.2 视觉比较法

B.5.3.2.1 图 B.2 所示的破损点评级基准,每个图中只显示了 1 个尺寸的破损点。每个基准中所示的破损点数量是最少的额定值。例如,额定数值为 5 的基准只显示 25 个破损点,额定数值为 3 的基准只显示 75 个破损点。额定数值为 8 和 10 以及评级字母为 D 的情况没有设置破损点评级基准。

B.5.3.2.2 每个基准只显示一种破损点尺寸,实际的破损点很少只以一种尺寸出现,因此应叠加一个或多个基准,直到获得最接近试样的基准组合并记录。

B.5.3.2.3 按 B.5.3.1.3 进行数字字母评定,方法和精确计数法相同。

B.6 精确度

由于破损点的数量、尺寸、类型和分布可能会有微小的变化,因此应记录每次测试过程中不同尺寸类别破损点的原始数量。当等级评定相差一个以上数字或字母时,应重新测试。

B.7 测试结果报告

碎石冲击测试结果报告应包括数字字母等级和所有偏离要求的适用试验条件。此外,报告还应包括试样的材料类型、厚度和表面处理,包括表面涂层的类型、烘烤或相关的加工时间,以及正在评估的涂层厚度。