

# Effect of PVC Compound Fabric Properties on the Quality of PC3S Manufactured Parts

Huimin Ding, Lili Zhang, Wei Sun, Hongying Cui, Baochun Wang

Changchun Faway Adient Automotive Systems Co., Ltd., Changchun Jilin  
Email: lili.zhang@adient.com

Received: Apr. 30<sup>th</sup>, 2020; accepted: May 13<sup>th</sup>, 2020; published: May 20<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

The physical properties of door panel insert PVC compound fabric manufactured in PC3S process were studied. The results show that static elongation and the difference between wrap and weft static elongation are the main factors influencing the surface quality. The parts are in good quality when the wrap static elongation is 4.4% - 9.0%; weft static elongation is 9.3% - 12.9%; the difference between wrap and weft static elongation is 2.6% - 7.5%. The test results of thickness, density, tear force and the adhesion between skin and foam, foam and cloth had less impact on product surface quality. Permanent elongation wasn't the important indicators for measuring the surface quality due to its small measured value.

## Keywords

PC3S Process, PVC Compound Fabric, Static Elongation

# PVC复合面料性能对PC3S制件质量影响

丁慧敏, 张丽丽, 孙 炜, 崔洪影, 王宝春

长春富维安道拓汽车饰件系统有限公司, 吉林 长春  
Email: lili.zhang@adient.com

收稿日期: 2020年4月30日; 录用日期: 2020年5月13日; 发布日期: 2020年5月20日

## 摘 要

本文对PC3S工艺生产的门板中部插件PVC复合面料物理性能进行研究, 结果表明静态伸长率及经纬向静

态伸长率差值是影响制件表面缺陷的主要因素, PVC复合面料经向静态伸长率为4.4%~9.0%, 纬向静态伸长率为9.3%~12.9%。差值在2.6%~7.5%之间时制件的表面质量良好。厚度、面密度、撕裂力、PVC表皮与泡沫、泡沫与衬布之间的结合力检测结果对制件表面质量影响不大, 永久伸长率因其测量值较小, 不作为衡量表面质量的重要指标之一。

## 关键词

PC3S工艺, PVC复合面料, 静态伸长率

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

为满足软质手感及个性化的效果, 传统的汽车门板中部插件一般采用包覆和低压注塑工艺[1]。手工包覆工序繁杂、不环保; 而低压注塑工艺在注塑完成后, 需要修切掉多余的面料, 投入更多的设备和人力, 成本较高。长春富维安道拓汽车饰件系统有限公司开发了预裁软质小面料常压合模注塑技术(Pre-cutting small soft skin normal pressure close mold back injection technology, 简称 PC3S 技术)[2]。与包覆工艺相比, PC3S 技术一次注塑成型即可完成面料与骨架的复合过程, 避免后续修切、翻边、喷胶、活化等工序; 与传统的低压注塑技术相比, PC3S 技术突破了依靠面料在模具分型面密封胶的技术弊端, 实现了面料尺寸小于产品尺寸, 避免后续修切等工序, 可提高约 30% 的面料利用率[3]。

PC3S 工艺使用的面料一般为 PVC 复合革[4]及复合织物[5]两种。面料结构分为三层: 表皮层、发泡层及底布层。表皮层主要为 PVC 革或织物, 与整车内饰的效果相匹配; 发泡层一般为聚氨酯泡沫, 使制件表面有柔软的手感, 提高舒适度; 底布层主要起到阻隔注塑料渗入发泡层及隔热作用, 保护表皮层不会因温度过高而产生缺陷。相对于传统包覆工艺, 采用 PC3S 工艺生产的制件局部面料会在高温下受到拉伸、挤压及不均匀受热, 容易产生表面褶皱、凹坑等外观质量缺陷。PC3S 为新开发工艺, 尚未制定满足其工艺要求的面料标准, 故本文以 PVC 面料表皮为研究对象, 通过对其物理性能进行研究, 找到影响制件表面质量的关键因素, 确定指标要求, 降低废品率。

## 2. 实验部分

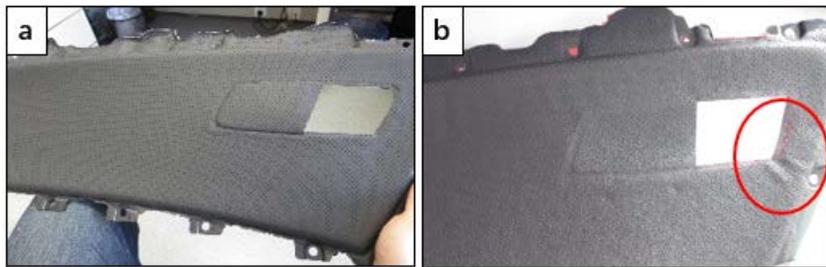
### 2.1. 样品选取

基于富维安道拓公司一款门板中部插件, 取 5 个缺陷件, 10 个合格件(两个厂家的产品各 5 个), 取样, 进行对比, 如表 1 所示。合格件如图 1(a)所示, 不合格件的缺陷主要为褶皱, 如图 1(b)所示。

Table 1. Test samples

表 1. 检测样品

样品编号	原材料	状态	供应商
1-5#	PVC (1.2 mm) + Foam (3.0 mm) + PET (0.5 mm)	缺陷件	G
6-10#	PVC (1.2 mm) + Foam (3.0 mm) + PET (0.5 mm)	合格件	G
11-15#	PVC (1.2 mm) + Foam (3.0 mm) + PET (0.5 mm)	合格件	B



**Figure 1.** Door panel insert part manufactured by PC3S process. (a) OK Part; (b) NOK Part  
**图 1.** PC3S 工艺制造的门板中部插件(a) 合格件; (b) 缺陷件

## 2.2. 检测项目

影响表皮质量的物理性能及检测标准等见表 2。

**Table 2.** Test items and standard  
**表 2.** 试验项目及检测标准

检测项目	检测设备	设备型号	检测标准
厚度	测厚仪	F-54	DIN EN ISO 2286-3
面密度	天平	BP221S	DIN EN ISO 2286-2
静态伸长率	定负荷伸长测试仪	非标设备	PV3909
永久伸长率	定负荷伸长测试仪	非标设备	PV3909
剥离力	万能试验机	Z005C	DIN 53357

## 3. 结果与讨论

### 3.1. PVC 复合面料厚度及面密度对制件表面质量影响分析

主机厂对表皮厚度的定义为  $4.6 \pm 0.3$  mm，面密度为  $1250 \pm 150$  g/m<sup>2</sup>。从表 3~5 可以看出，有缺陷样品及无缺陷样品厚度均在 4.3~4.9 mm 之间，面密度均在 1100~1400 g/m<sup>2</sup> 之间。PVC 复合面料是按照客户对厚度和面密度要求开发的，所以缺陷件及合格件在厚度及面密度的检测值方面并没有差异，厚度和面密度对外观质量无影响。

**Table 3.** 1-5 Samples thickness and density test result  
**表 3.** 1~5 样品厚度和面密度测量结果

样品编号	单位	客户要求	1	2	3	4	5	平均值
厚度	mm	$4.6 \pm 0.3$	4.66	4.67	4.63	4.32	4.54	4.56
面密度	g/m <sup>2</sup>	$1250 \pm 150$	1339	1320	1343	1294	1265	1312.2

**Table 4.** 6-10 Samples thickness and density test result  
**表 4.** 6~10 样品厚度和面密度测量结果

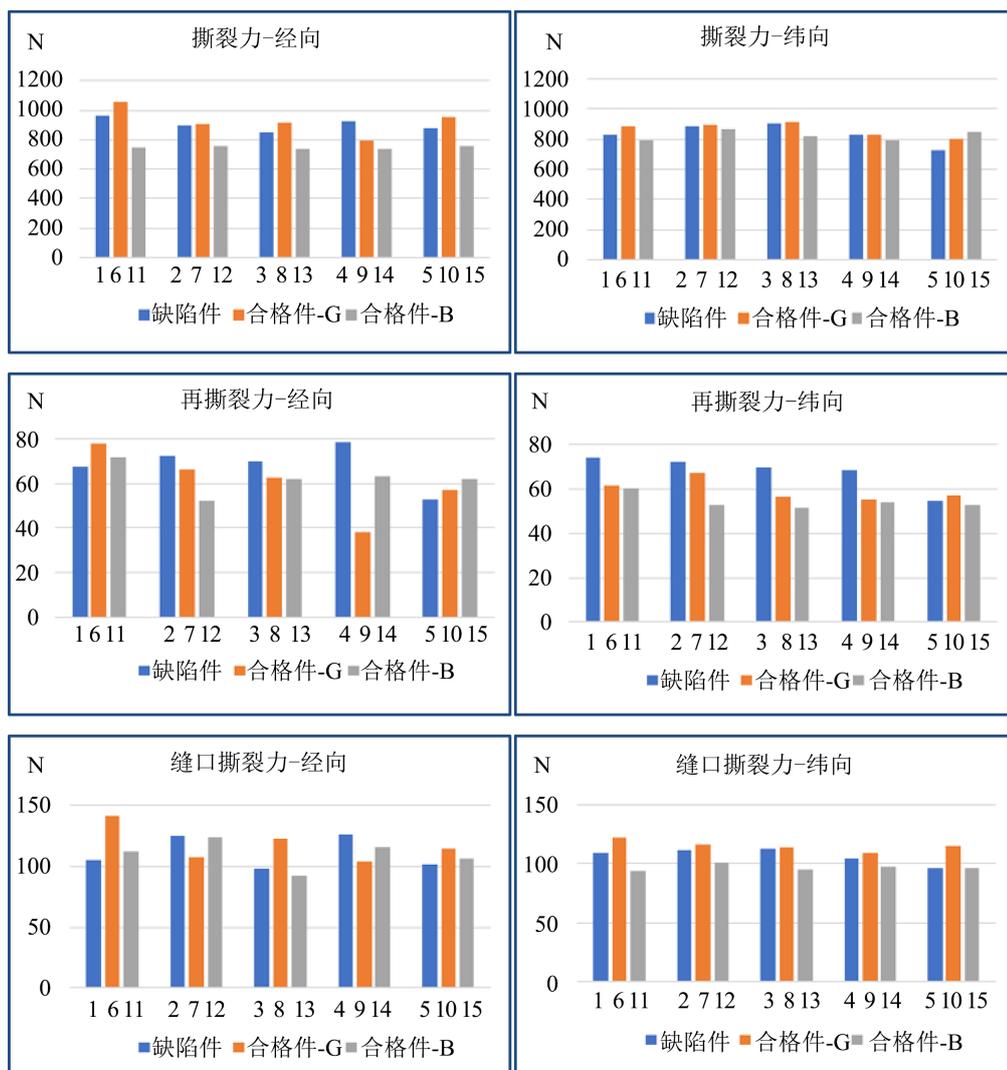
样品编号	单位	客户要求	6	7	8	9	10	平均值
厚度	mm	$4.6 \pm 0.3$	4.84	4.53	4.43	4.48	4.76	4.6
面密度	g/m <sup>2</sup>	$1250 \pm 150$	1314	1379	1393	1277	1265	1325.6

**Table 5.** 11 - 15 Samples thickness and density test result  
**表 5.** 11~15 样品厚度和面密度测量结果

样品编号	单位	客户要求	11	12	13	14	15	平均值
厚度	mm	4.6 ± 0.3	4.33	4.86	4.52	4.35	4.37	4.5
面密度	g/m <sup>2</sup>	1250 ± 150	1168	1173	1126	1210	1193	1174

### 3.2. PVC 复合面料撕裂力、再撕裂力及缝合撕裂力对制件表面质量影响分析

对 PVC 复合面料进行撕裂力，再撕裂力及缝合撕裂力测试，结果如图 2 所示，合格件和不合格件 PVC 复合面料的经向撕裂力均分布在 700~1100 N 范围内，纬向撕裂力分布在 700~900 N 范围内；经纬向再撕裂力值均分布在 40~80 N 范围内。缝口撕裂力较再撕裂力略有提升，经向分布在 90~140 N 之间，纬向分布在 90~130 N 之间。从数据上来看，从表面质量有缺陷的 PVC 复合面料样品撕裂力值与表面质量合格的制件撕裂力值分布范围一致，因此，可以判定撕裂力不是制件表面质量的影响因素。



**Figure 2.** 1 - 15 Samples tear force test results  
**图 2.** 1~15 样品撕裂力测量结果

### 3.3. PVC 表皮与泡沫、泡沫与衬布之间的结合力对制件表面质量影响分析

从图 3 可以看出，表面有缺陷的制件与表面质量合格的制件结合力没有差别，面料与泡沫之间的结合力在 30~50 N 之间。结果表明泡沫、泡沫与衬布之间的结合力不是影响制件表面质量的主要因素。

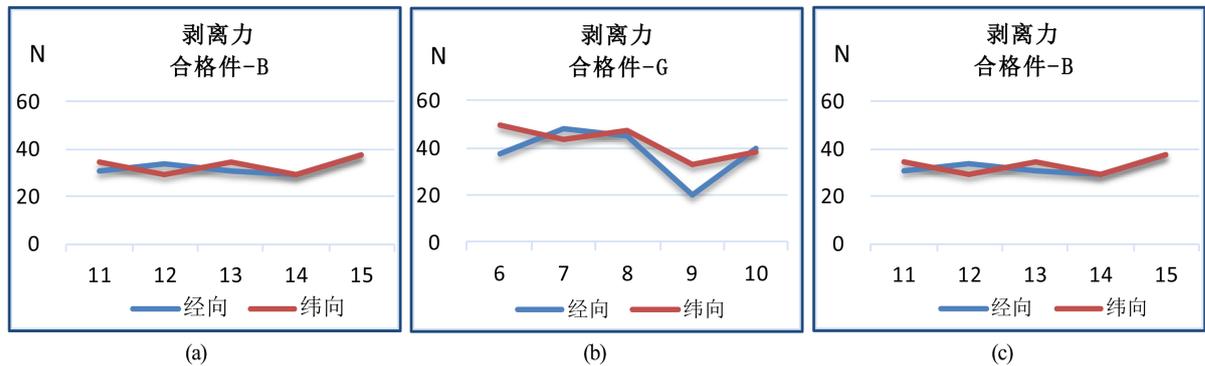


Figure 3. Different samples peel force test result. (a) NOK Parts-G, (b) OK Parts-G, (c) OK Parts-B  
图 3. 不同样品剥离力测试结果(a) 缺陷件-G, (b) 合格件-G, (c) 合格件-B

### 3.4. PVC 复合面料静态伸长率及永久伸长率对制件表面质量影响分析

从图 4 可以看出，制件表面良好的 PVC 复合面料经向静态伸长率分布在 4.4%~9.0%之间，纬向静态伸长率分布在 9.3%~12.9%之间，纬向静态伸长率一般大于经向静态伸长率。从图中可以看出，制件表面有缺陷的 PVC 复合面料经向伸长率大于纬向伸长率，并且超出了合格件静态伸长率的范围。结合 PC3S 工艺过程分析，由于制件在受热冷却后会有经纬向不同程度的收缩，收缩不均匀会引起表面褶皱或者凹坑，PVC 复合面料的静态伸长率经纬向差异越大，越容易引起褶皱，或者经向与纬向静态伸长率值异常。进一步比较经纬向静态伸长率差值(纬向 - 经向，如图 5)，制件表面良好的 PVC 复合面料的经纬向静态伸长率差值几乎集中在 2.6%~7.5%之间，制件表面缺陷的 PVC 复合面料经纬向差值较大或者出现负值，所以静态伸长率及经纬向静态伸长率差值是影响 PC3S 工艺制造的制件表面质量的重要因素。

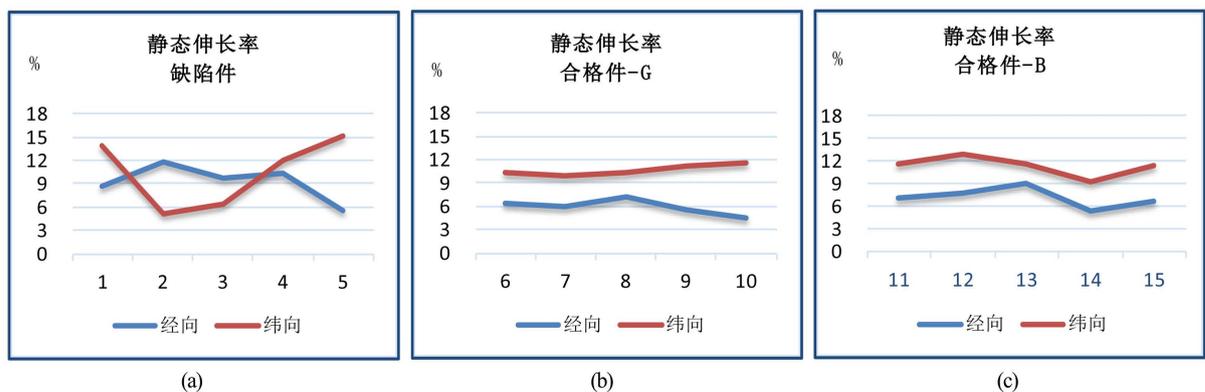


Figure 4. Different samples static elongation test result. (a) NOK Parts-G, (b) OK Parts-G, (c) OK Parts-B  
图 4. 不同样品静态伸长率测试结果。(a) 缺陷件-G, (b) 合格件-G, (c) 合格件-B

永久伸长率与静态伸长率的趋势基本一致(如图 6)，因其测量值较小，缺陷件与合格件差异并不明显，所以不作为衡量表面质量的重要指标之一。

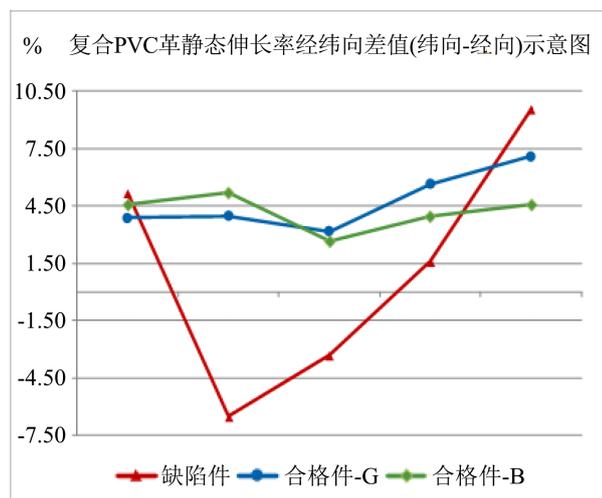


Figure 5. Different samples static elongation warp and weft difference (weft to warp)

图 5. 不同样品静态伸长率经纬向差值(纬向 - 经向)

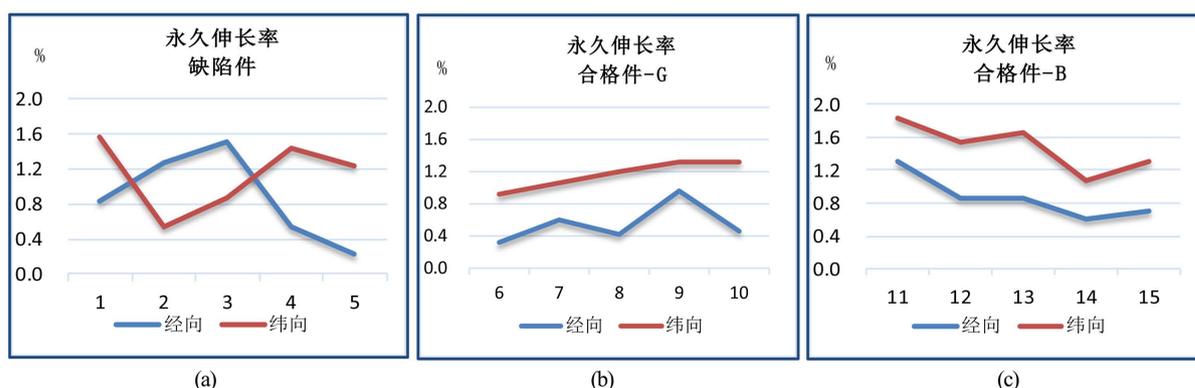


Figure 6. Different samples permanent elongation test result. (a) NOK Parts-G, (b) OK Parts-G, (c) OK Parts-B

图 6. 不同样品永久伸长率测试结果。(a) 缺陷件-G, (b) 合格件-G, (c) 合格件-B

#### 4. 结论

本文对 PC3S 工艺生产的门板中部插件 PVC 复合面料物理性能进行研究, 结果表明静态伸长率及经纬向静态伸长率差值是影响制件表面缺陷的主要因素, 在 PVC 复合面料经向静态伸长率为 4.4%~9.0%, 纬向静态伸长率为 9.3%~12.9%。差值在 2.6%~7.5%之间时, 制件的表面质量良好。厚度、面密度、撕裂力、PVC 表皮与泡沫、泡沫与衬布之间的结合力检测结果对制件表面质量影响不大, 永久伸长率因其测量值较小, 不作为衡量表面质量的重要指标之一。

#### 参考文献

- [1] 齐贵亮. 注射成型新技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [2] 孙军, 于善平, 曹俊杰. PC3S 技术注塑模具制造[J]. 模具技术, 2014(6): 5-7.
- [3] 张丽丽, 张继堂, 战磊, 等. 模具材料对汽车内门板中部插件成型的影响[J]. 2015, 41(3): 6-11.
- [4] 李艳梅. 汽车用纺织品检验标准评述[J]. 上海纺织科技, 2006, 34(5): 61-63.
- [5] 袁红萍. 汽车内饰用纺织材料及其功能性整理进展[J]. 针织工业, 2010(4): 39-41.