

汽车制动软管失效的原因分析

陈 ② 薛文垒 赵 飞
(福建省测试技术研究所, 福州 350003)

摘要 通过用显微分析仪观察损坏汽车制动软管断口的特征形态, 并结合对损坏软管所用橡胶材料的红外光谱及元素定性分析谱图的分析, 指出制动软管纵向开裂失效的原因是软管所用橡胶材料的硫化不完全和无机填料用量偏高引起的材料质量不合格。

关键词 制动软管, 失效分析, 扫描电镜, 红外光谱分析

汽车空气制动软管通常用于大型车辆的刹车系统。本试验所用失效的空气制动软管在使用 2 个多月后, 发生纵向开裂, 开裂区靠近软管接头, 见图 1(纵向开裂区处已切开)。现将试验分析结果介绍如下。

1 试验

1.1 仪器

EPM-810Q 型电子探针显微分析仪, P-E983G 红外光谱仪。

1.2 试验方法

从失效的制动软管上取试样进行分析: 1[#] 试样取自纵向开裂区断口及断口附近的制动软管内表面; 2[#] 试样取自远离纵向开裂区的制动软管内表面; 3[#] 试样取自远离纵向开裂区的一段制动软管。

1[#] 和 2[#] 样经无水乙醇超声波清洗后用电子探针显微分析仪进行形貌观察, 3[#] 样用电子探针显微分析仪和红外光谱仪定性分析。

2 结果与讨论

2.1 断口形貌观察

图 2 为断口区整体形貌。由图 2 可知, 该断口存在缺陷源区和快速断裂区。图 3 和 4 分别为源区和快速断裂区形貌。该断口形态属瞬时断裂形态^[1]。

2.2 断口附近内表面形貌观察

图 5 为断口附近内表面低倍形貌, 图 6 和

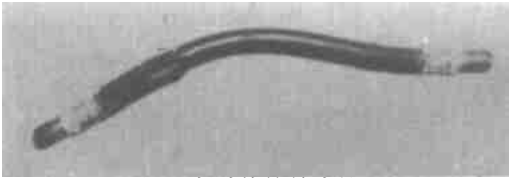


图 1 制动软管总成外观

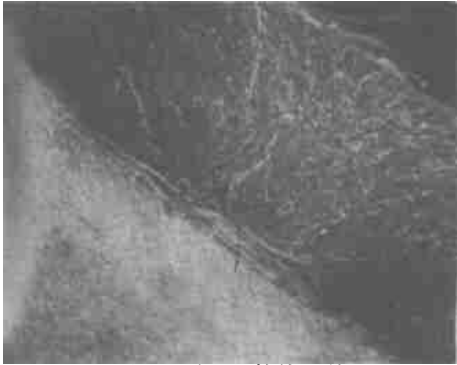


图 2 断口区整体形貌
放大 11 倍

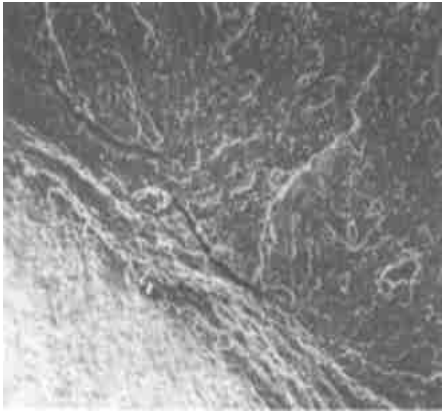


图 3 断口源区
放大 26 倍

7 为高倍形貌。由图 5~7 可知, 该区域存在大量纵向裂纹。

2.3 远离断口的内表面形貌观察

图 8 为远离断口的内表面形貌, 未见裂纹。图 9 为该区域少量的凹坑缺陷。

作者简介 陈 ②, 男, 36 岁。工程师。1983 年毕业于北京钢铁学院(现北京科技大学)金属物理专业。从事材料的电子显微分析以及金属材料的研制加工工作。已发表论文 20 余篇。

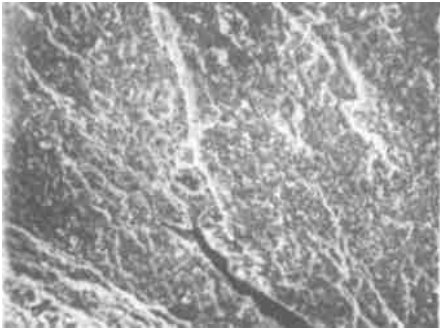


图 4 断口快速断裂区
放大 53 倍



图 5 断口附近软管内表面缺陷
放大 11 倍



图 6 断口附近软管内表面裂纹
放大 53 倍

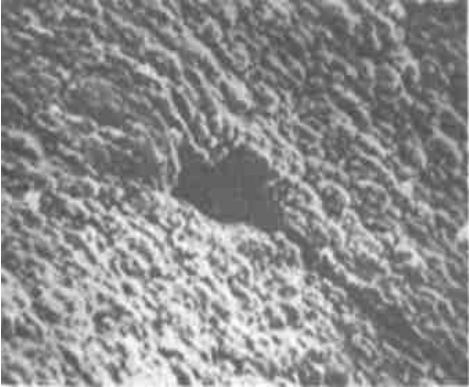


图 7 断口附近软管内表面凹坑
放大 159 倍

2.4 制动软管材料质量的定性分析

图 10 为该软管样品的裂解物红外谱图, 它具有 CR 及 NBR 裂解物红外谱图的吸收特征。图 11 为 CR 裂解物红外谱图, 图 12 为 CR 硫化胶裂解物红外谱图。图 10 的谱形较接近于图 11, 说明该制动软管可能硫化不完全, 不完全硫化的橡胶其强度低, 回弹力差, 易产生永久变形^[2]。

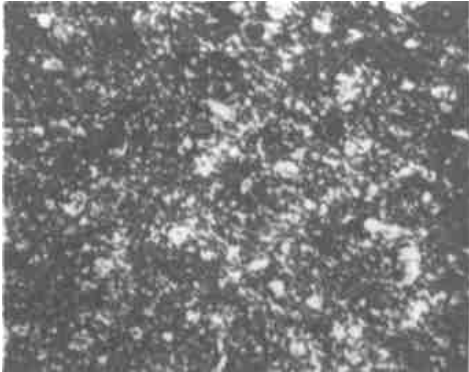


图 8 远离断口软管内表面形貌
放大 33 倍

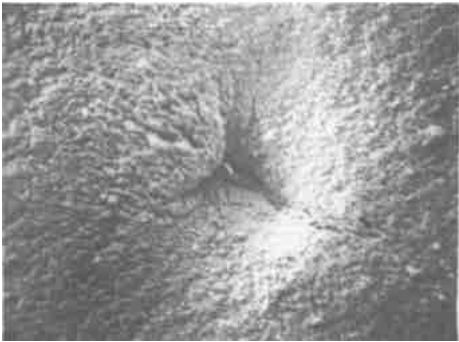
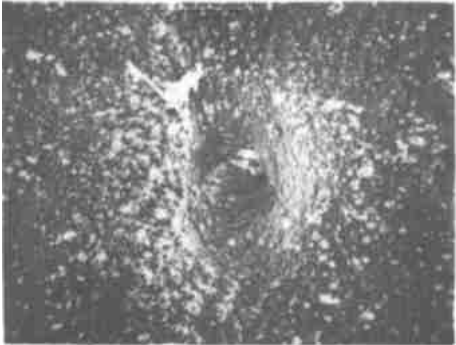


图 9 远离断口软管内表面缺陷
放大 36 倍

图 13 为电子探针元素定性分析谱图, 它表明在元素钠至铀范围内含有氯、硫、锌和钙 4 种元素。从 3[#]样上刮下的粉末的红外谱图(图 14)表明胶管中含有一定数量的轻质碳酸钙。当胶管胶料中无机填料用量偏高时, 在管内气

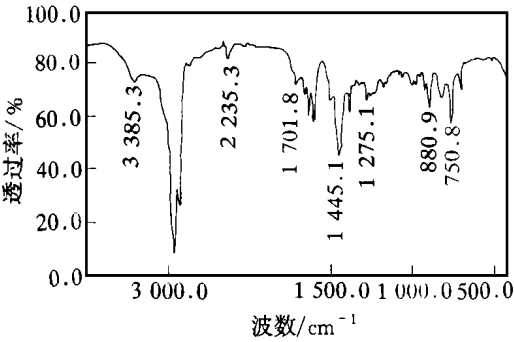


图 10 软管样品裂解物红外谱图

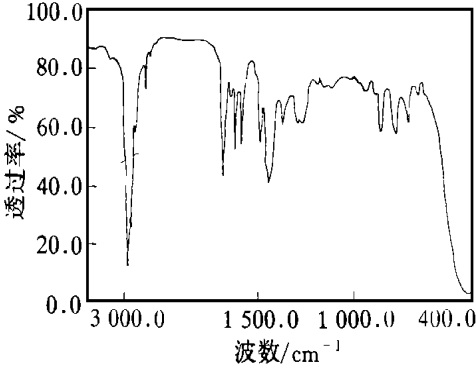


图 11 CR 裂解物红外谱图

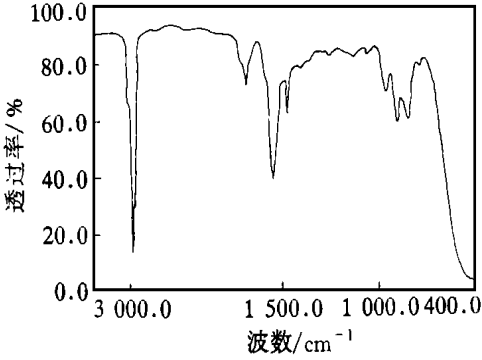


图 12 CR 硫化胶裂解物红外谱图

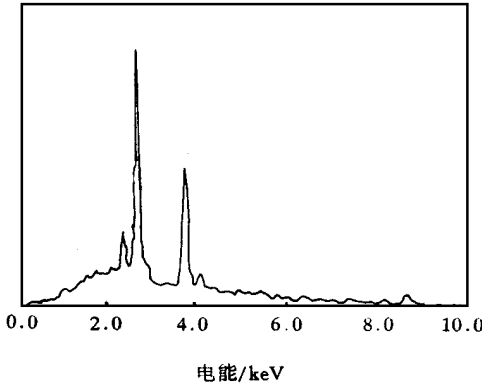


图 13 软管样品电子探针元素定性谱图

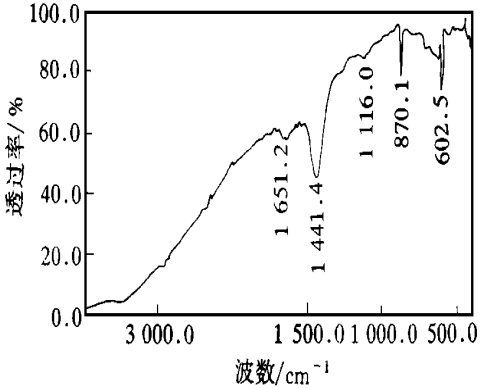


图 14 软管样品刮下粉末的红外谱图

开裂。

3 结语

通过观察损坏汽车制动软管的断口特征形态,并结合材料的红外谱图,得出该制动软管失效的主要原因是软管材料质量不合格,造成其质量不合格的因素可能是硫化不完全和无机填料用量偏高。

参考文献

1 许凤和. 高分子材料力学试验. 北京: 科学出版社, 1987. 353~387
2 吴云书. 材料科学与工程基础. 北京: 机械工业出版社, 1990. 128

收稿日期 1999-08-23

压作用下易生成裂纹。

试验结果表明,在管内气压的作用下,制动软管内的材料质量不均匀区域上首先产生纵向裂纹。由于制动软管加工时分子链沿加工方向形成了一定的取向,故裂纹为纵向。这些纵向裂纹在张应力作用下不断扩展,当软管实际横截面积小于临界截面积时,软管产生瞬时纵向