



层层喷涂法阻燃改性 苧麻织物



赵黎¹, 闫红强², 方征平^{*1, 2}

1. 高分子合成与功能构造教育部重点实验室, 浙江大学高分子科学与工程学系, 杭州, 310027;
2. 浙江大学宁波理工学院, 高分子材料与工程研究所, 宁波, 315100

Introduction

苧麻纤维作为重要的纺织纤维, 具有良好的吸湿性、透气性、防腐防菌防霉和优异的力学性能等其他天然纤维无法比拟的独特特点。

本文利用聚乙烯亚胺 (PEI) 的正电荷性和聚磷酸铵 (APP) 的负电荷性, 在层层浸泡组装法的基础上, 采用喷枪辅助层层喷涂的方法在柔顺且多孔的苧麻织物表面构筑了PEI/APP的膨胀型阻燃涂层。

Experimental

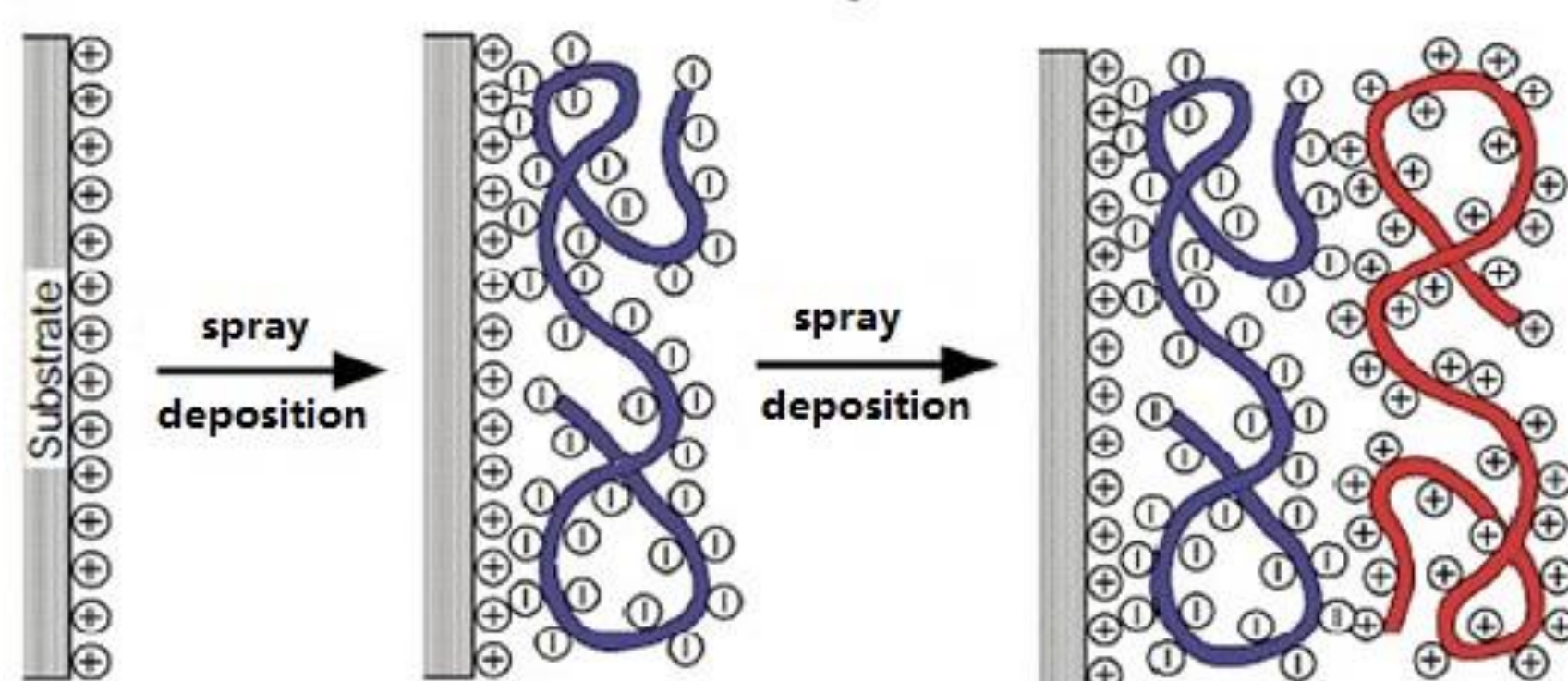


Figure 1. LBL spraying on the ramie fabric

一个完整的LBL喷涂过程包括: PEI溶液喷涂, 自然沉积, 风干 5 min; APP溶液喷涂, 自然沉积, 风干 5 min; 重复该过程直到所需组装层数 (n) 为止, 最后将处理后的苧麻织物真空烘干2 h 用于后续测试表征。

Characterization of PEI / PAA coating

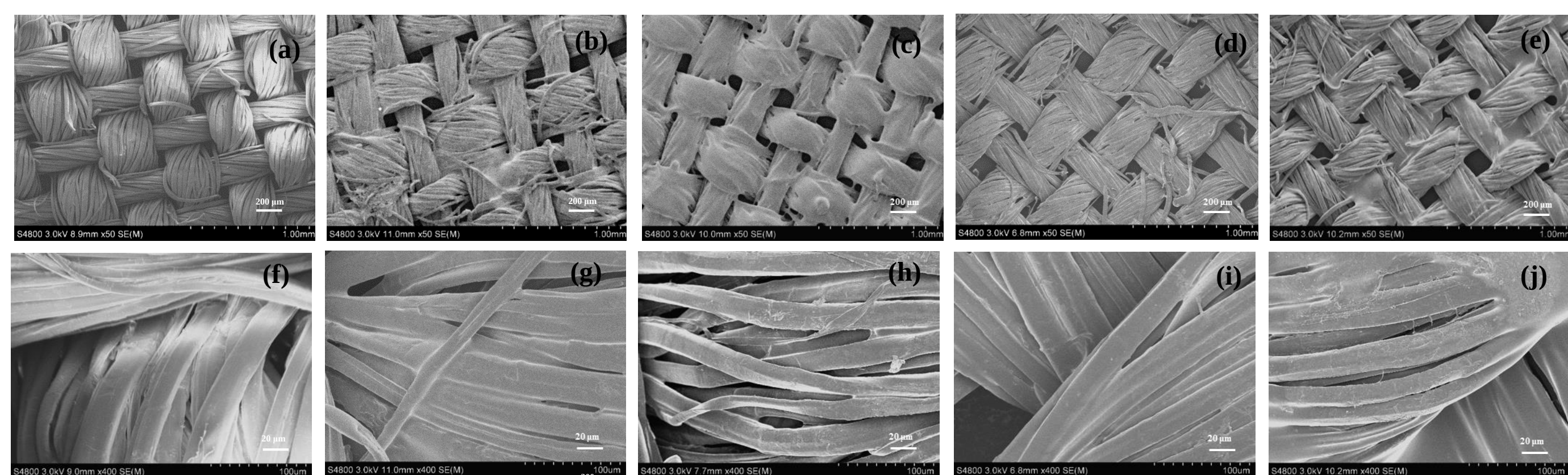


Figure 2. top view SEM images of the pristine (a,f) and treated ramie fabrics with (PEI/APP)_n multilayers of 5(b,g),10(c,h),15(d,i) and 20(e,j) bilayers with different magnification. The outmost layer is APP layer.

- 纤维素纤维侧壁相继被PEI/APP涂覆, 纤维之间空隙相继被填满, 表面形貌变化不大, 对织物结构影响较小。
- 处理后的苧麻织物在1252和862cm⁻¹有属于APP的很强特征吸收峰, 峰强度随着喷涂层数的增加逐渐增强。

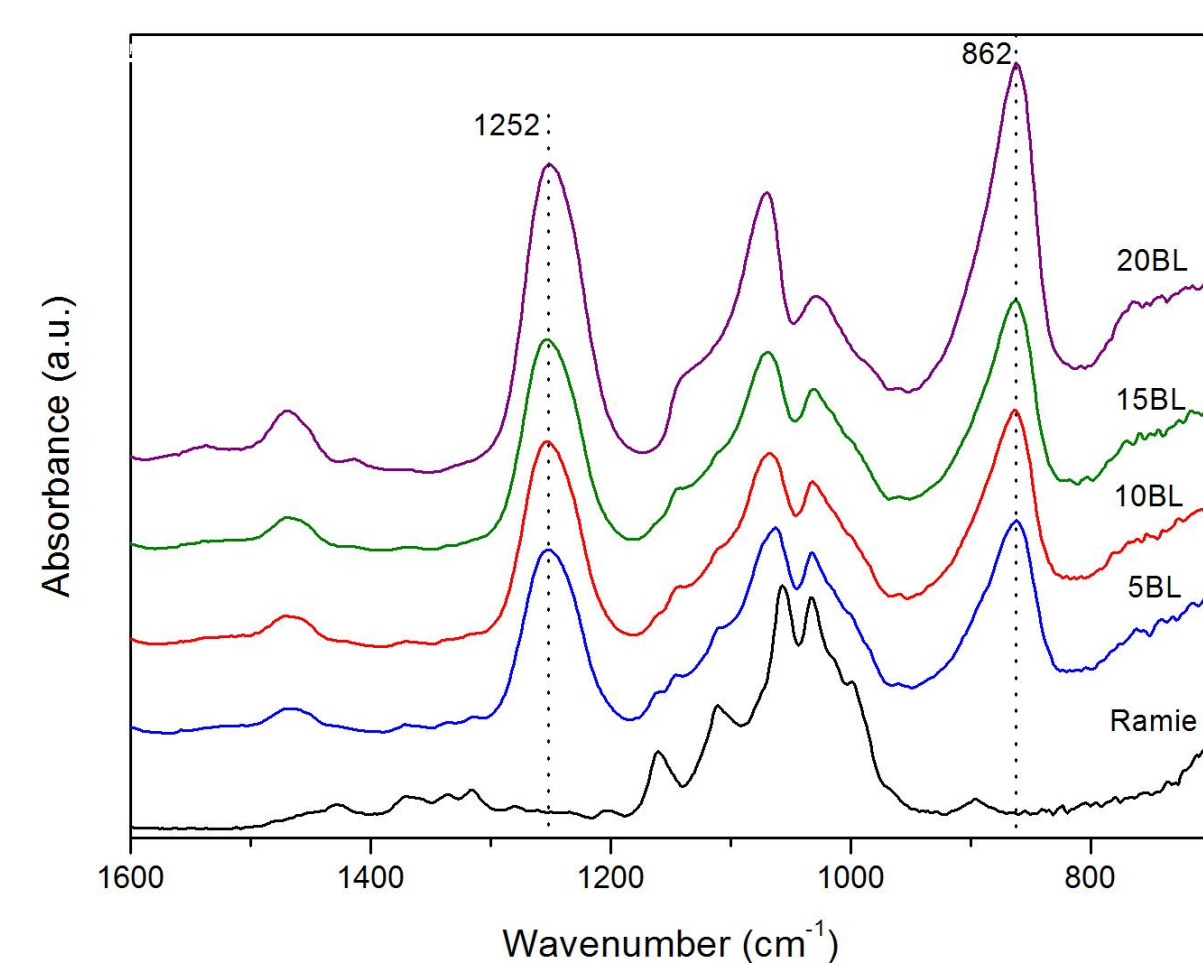


Figure 3. ATR-FTIR spectra of the pristine and treated ramie fabrics in the 1600~700cm⁻¹ region

Conclusions

- 采用喷枪层层喷涂法在苧麻织物表面构筑了多层PEI/APP膨胀型阻燃涂层, 并且较为完整得保留了苧麻织物原有结构。
- 喷涂次数增加, 苧麻织物涂层吸附量也逐渐增加, 其热性能以及阻燃性能都有较为明显的提高。

References

- [1] Liu F.H., Li Z.J., Liu Q.Y., He H., Liang X.N., Lai Z.J. Resour. Crop Evol., 2003, 5:793-797.
- [2] Yang Z., Wang X., Lei D., Fei B., Xin J.H. Polym. Degrad. Stab., 2012, 97 (11): 2467-2472.

Properties of PEI/APP/Ramie composites

1. Thermal and thermal-oxidative stability

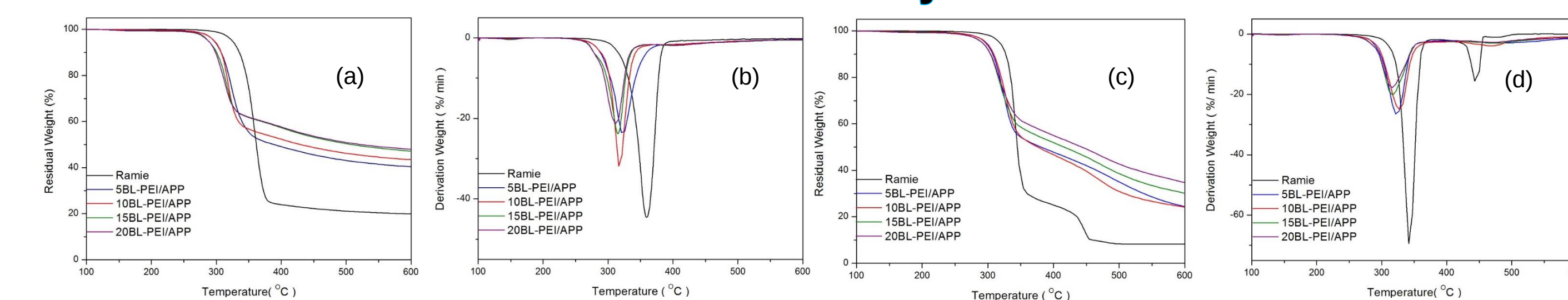


Figure 4. TGA curves(a,c) and DTG curves (b,d) of the treated ramie fabrics under nitrogen (a,b) and air (c,d) atmosphere.

- T_{5%}和T_{max1}均逐渐降低, 热稳定性和成炭能力明显提高;
- 空气氛围下, 第一阶段形成致密炭层阻隔氧气和热量传递, 第二热分解峰最终消失。

2. Flame retardancy

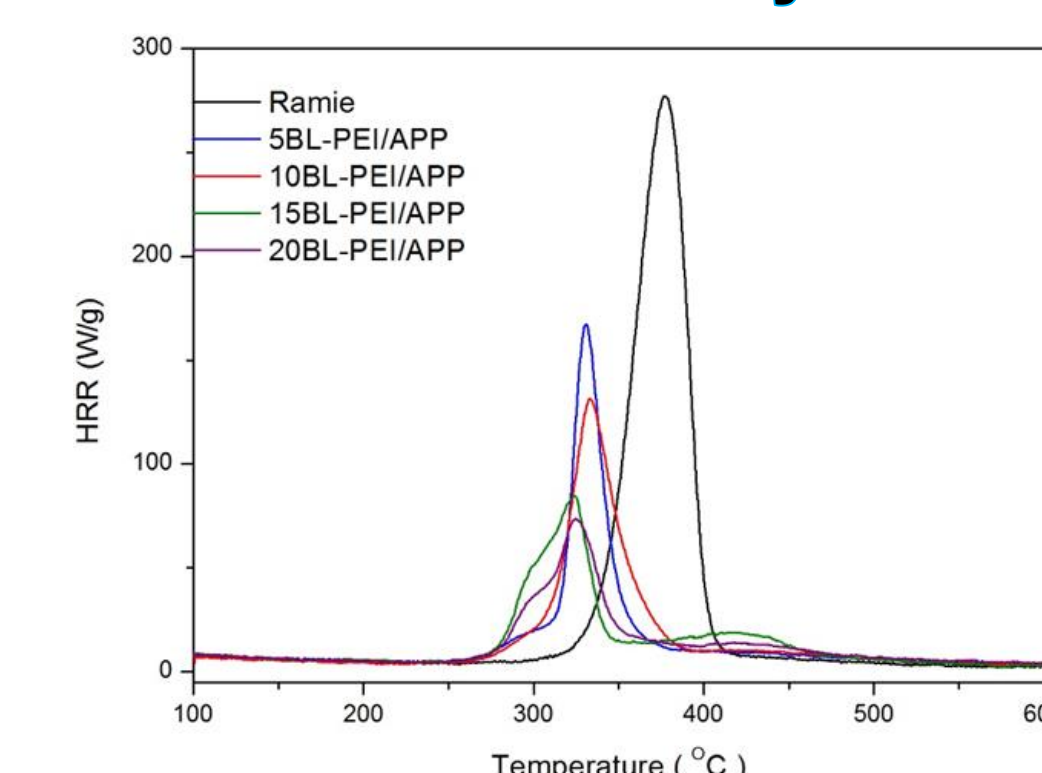


Figure 5. HRR curves in the MCC of the pristine and treated ramie fabrics

- 最大热释放速率显著降低
- 总释热量大幅下降
- 吸附量以及残炭率与涂层层数成正比

3. Combustion behavior

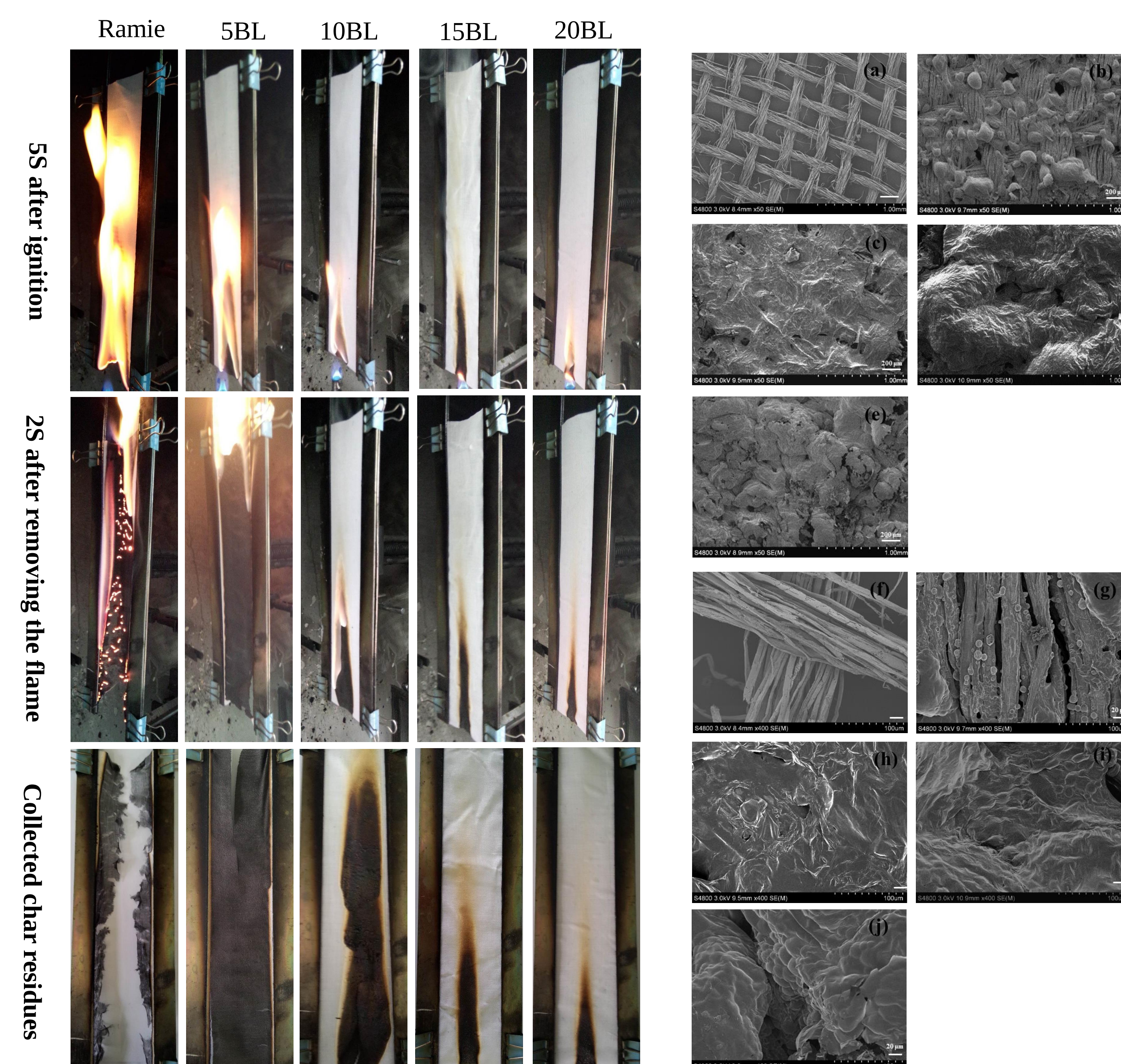


Figure 6. Images of vertical flame tests for pristine and treated ramie fabrics

Figure 7. Top view of images of (after VFT tests) for pristine and treated ramie fabrics

- 燃烧速度降低, 移走火焰后, 阴燃迅速消失;
- 残炭结构完整度逐渐增加, 较好保留原有苧麻织物结构;
- 纤维空隙填满膨胀性炭颗粒, 使织物表面覆盖大小均匀的膨胀囊泡, 阻燃效果显著。

Acknowledgements

本工作得到国家自然科学基金 (51173158 and 50773066) 的资助。