

玄武岩纤维在阻燃防护领域中的应用

吕海荣, 杨彩云

(天津工业大学 纺织学院, 天津 300160)

摘要:玄武岩纤维是一种优异的高性能纤维, 其具有良好的耐高温和阻燃性能, 本文简要介绍了玄武岩纤维的结构和应用, 以推进它在阻燃防护领域的发展。

关键词: 玄武岩, 阻燃防护、应用

1 阻燃防护纺织品的重要性

使纺织品难点燃, 易自熄、燃烧速度慢, 烧毁面积小, 有利于减少火灾危害及财产损失, 具有这种功能的织物成为阻燃织物。阻燃防护织物在我们的日常生活和生产中发挥着重要的作用, 当前, 随着城市人口居住密度的增大, 人们在生活中使用家用电器的机率增加, 发生火灾的机会也随之增加。发生火灾时, 伴随发生的还有气体爆炸和蒸汽灼伤, 因而, 社会的进步也给火灾造成了更大的危险性。随着法规的不断完善, 除了从事易燃易爆以及高温操作的工作人员工作的服装有阻燃的规定外, 对于高层建筑、医院、宾馆、娱乐场所、飞机、船舶、汽车等都有防火的要求, 这样看来, 阻燃纺织品将具有非常广阔的前景^[1,2]。因此, 应积极研发和推广热防护用品, 以提高人民生活得安全系数, 为生产提供更好的保障。

2 玄武岩纤维的发展及性能

2.1 玄武岩纤维的发展简介^[5-7]

玄武岩纤维(CBF)是由前苏联经过30多年研究开发的一种无机纤维, 它以天然的火山喷出岩为原料, 耐温性高于所有的有机纤维。具有不燃性、无有毒气体排出、绝缘性好、无熔融、无滴落、强度高、无热收缩现象等优点。玄武岩纤维中所含的成分(K_2O 、 MgO 和 TiO_2)不含有对人类健康有害的物质。而且, 相对于其它高性能纤维材料, 玄武岩价格合理, 在国际市场价格为4~8美元/kg(纤维规格品种不同, 价格略有差异), 在国内市场50~80元人民币/kg, 是一种低投入、高产出、低耗能、少排放、能循环、可持续发展的环境友好型新材料。

2.2 连续玄武岩纤维的基本结构特性分析

连续玄武岩纤维是一种以纯天然的玄武岩矿石为原料经, 粉碎、熔融后, 经漏板拉丝而成。连续玄武岩纤维为圆柱形, 表面光滑。连续玄武岩纤维的主要成分见表1, 从表中可以看到, 其成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 Na_2O 、 K_2O 等氧化物, 属于硅铝酸盐系纤维。 SiO_2 是连续玄武岩纤维最主要的成分, 称为网络形成物, 保证纤维的化学稳定性和优异的力学性能。同时, 在玄武岩纤维中含有较高含量的 Al_2O_3 , 从而保证纤维具有良好的耐久性、化学稳定性、热稳定性和力学性能。所谓耐高温纤维往往是指180℃以上温度条件下可长期使用的纤维, 即在此高温下能维持常温时所具备的物理力学性能或经较长使用时间仍具有最低限度的物理力学性能。表现为:(1)高温下尺寸大小无变化;(2)软化点及熔点高;(3)着火点、发火点高;(4)热分解温度高;(5)长期暴露在高温下, 也能保持一般特性;(6)具备纤维制品所必须的一般性能, 如柔软性、弹性和加工性能。此外, 还应具备阻燃或不燃性,

而玄武岩纤维完全具备上述的要求，其使用温度在-269~650℃（软化点为960℃）之间，有优秀的阻燃性能，可以研发在阻燃防护领域的应用。

表1 玄武岩纤维与其他纤维之间成分的对比（%）

化学组成	连续玄武岩纤维	E-玻璃纤维	S-2玻璃纤维
SiO ₂	45~48	52.1~53.4	65.0
Al ₂ O ₃	12~16	13.5~14.5	25.0
CaO	8.0~11	18.5~19.5	
MgO	3.0~5.0	3.6~4.4	10.0
K ₂ O	0.8~1.4	0~1.0	
Na ₂ O	2.0~3.0	0~1.0	
Fe ₂ O ₃	5.0~7.0	0~0.6	
FeO	5.0~7.0	0~0.6	
TiO ₂	2.0~4.0	0~0.5	
B ₂ O ₃		8.0~9.0	

2.3 玄武岩织物的传统应用

玄武岩织物的研发时间并不长，但已经在很多的领域有着非常显著的发展，例如在建筑方面的应用，过滤材料方面的应用，隔离方面的应用、还可以用于环境保护、隔音、隔振、吸附有害介质等。在复合材料方面的应用，与各种树脂复合形成复合材料可作为结构材料的应用，可用于风机叶片、车船体结构、耐蚀耐压管道及储罐，以及印刷电路板基材等。当前，在国际上已经研发出使用连续玄武岩纤维制作的照相机三角架以及高压气瓶等。国防上的应用，连续玄武岩纤维还可用于国防军工项目，如核辐射防护、吸透波隐身结构、要求电磁性能的雷达罩结构以及防弹材料等。

2.4 纤维燃烧机理的探讨及检测方法

玄武岩纤维具有相当出色的阻燃性能，纤维燃烧有2个条件决定：1)纤维的组成和结构直接影响其热分解温度的高低和形成HO·及H·的速度。2)供氧情况，国际上通用极限氧指数(LOI, 简称氧指数)来判断纤维的燃烧性能。LOI值愈低，表示纤维愈易燃烧。当纤维的LOI值小于20时，为易燃纤维；LOI值达20~26以上即可认为是可燃纤维；当LOI值达26~34时，为难燃纤维；当LOI值大于35时为不燃纤维^[2]，常见纤维的LOI值见表2。从表中可以看到，玄武岩织物较芳腈纶和芳纶的阻燃效果更加优越。

表2 常见纤维极限氧指数的对比

纤维种类	棉	粘胶	羊毛	芳纶 1313	芳腈纶	涤纶	玄武岩
LOI	18	19	25	25~28	33	20	43

3 玄武岩纤维用于阻燃防护产品的优势

当前从阻燃防护用品的市场来看，传统材料的阻燃防护纺织品性能较差，阻燃性会随着不断的水洗阻燃性能降低甚至消失，而当前市场上出售的使用高性能纤维制作的阻燃防护纺织品，如热防护手套、热防护服装等价格昂贵，而且部分高性能纤维在过高温度下会分解有害物质，影响了该类防护用品的推广使用^[10-13]。因此，如果可以研发一种既有优秀的阻燃性

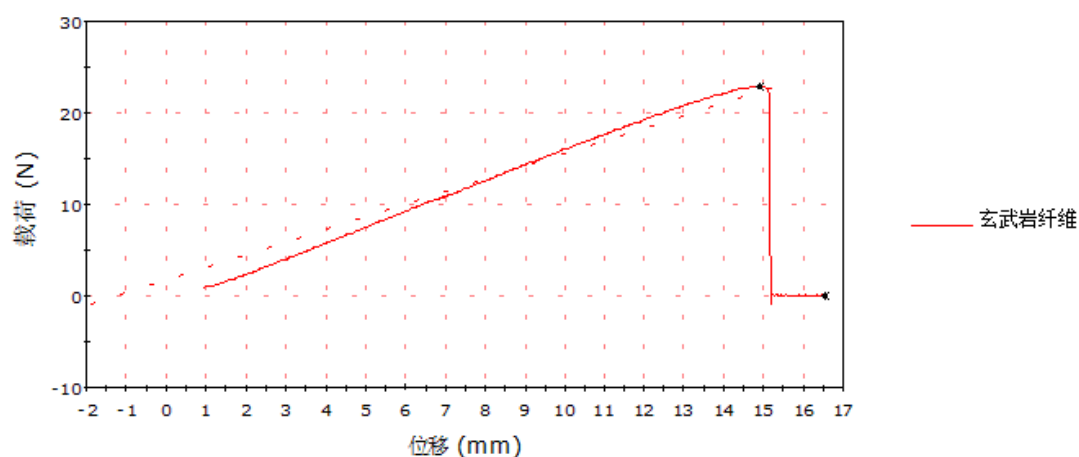
能，而且价格又合理的阻燃防护纺织品，则可以填补这一空白，具有巨大的推广市场；这也为玄武岩纤维开辟了新的应用领域；同时为奋斗在火场中的劳动者们提供了全方位的安全保障。

3.1 玄武岩阻燃缝纫线的应用

作为阻燃防护服装来说，任何一个小细节都有可能造成严重的后果，玄武岩纤维的耐热性能优越，可以用在阻燃防护服装上，作为缝制服装的缝纫线，因此，如果使用玄武岩纤维作为阻燃防护用品的缝纫线，将为安全加了一层保障。单纤维直径为 7 微米，纱线规格为 57Tex 的玄武岩纱，在万能强力机上进行测试，其拉伸性能如下表 3。

表3、玄武岩缝纫线性能测试

	断裂伸长率 (%)	拉伸位移在最大值 载荷 (mm)	最大值 载荷 (N)	位移在断裂 (标准) (mm)	载荷在断裂 (标准) (N)
1	2.110	13.508	22.806	16.917	0.236
2	2.467	17.475	19.101	19.224	0.255
3	2.045	13.925	22.852	16.528	0.066
平均值	2.012	13.350	20.168	16.204	0.170
最大值	2.467	17.475	22.852	19.224	0.255
最小值	1.426	8.491	15.912	12.148	0.066
变异系数	21.48356	27.68298	16.54847	18.23148	53.00712
中值	2.077	13.716	20.954	16.723	0.180
范围	1.040	8.983	6.940	7.076	0.189
标准方差	0.43224	3.69561	3.33747	2.95431	0.09024



3.2 玄武岩织物的应用

当前，在国内，有多家玄武岩织物的生产厂家所生产的玄武岩面料已经具有相当大的规模，实现了产业化生产，其生产的面料在性能上非常优越，可以设计研发新型的阻燃防护服装。同时在防火隔热产品中方面也有广泛的应用^[15]，例如：用于防火卷帘、灭火毯等，广泛的应用于工厂、办公室和家庭，为人们缓解了更多现实中的安全隐患。

4 结论

玄武岩纤维具有优异的热防护性能和机械性能，但是，多方面的数据也显示玄武岩纤维的最大缺点是密度比其他纤维略大，因此，在玄武岩的应用方面应该充分发挥其优势，避开其缺点，在进行织物组织和结构的设计上进行合理的选择工艺参数，以免由于纺织品过重对劳动者或使用者产生额外的劳动负荷。将具有良好热防护性能的玄武岩织物应用于阻燃防护领域，也将起到物尽其用、事半功倍的效果。

参考文献

- [1] 雷同宝,王京红. 阻燃材料及阻燃织物的发展前景[J].纺织科学研究,2001 (2):16 - 18
- [2] 杨彩云,杨俊霞.产业用纺织品.中国纺织出版社,1998.1:64 — 65
- [3]中华人民共和国国家标准, GB8965—1998《阻燃防护服》
- [4] 夏俊,王良芥,罗和安.阻燃材料的发展现状和开发动向[J].应用化工,2005,34(1):1—4.
- [5] 崔毅华. 玄武岩连续纤维的基本特性[J]. 纺织学报, 2005, 26(5): 57— 60.
- [6]JIRI MILITKY'VLADIMIR KoVACIC , JITKA RUBNEROVA . Influence of thermal treatment on tensile failure of basalt fibers[J]. Engineering fracture mechanics, 2002, 69: 1 025— 1 033.
- [7] 齐风杰, 李锦文, 李传校, 等. 连续玄武岩纤维研究综述[J]. 高科技纤维与应用, 2006, 31(2): 42—46.
- [8]黄乃科,王曙中.对位芳纶在防护纺织品中的应用和发展[J].高科技纤维与应用.2001,2:23~26
- [9]王 妮.功能纤维及其在劳动防护服中的应用[J].产业用纺织品.2001, 4:6~10
- [10]毛俊芳,董卫国等.玄武岩纤维特性及其应用前景[J].产业用纺织品.2007, 10: 38~40
- [11]张文彬.新世纪产业用特种纤维材料[J].纺织导报.2001, 5: 104~106
- [12]徐磊.新型的高性能纤维—玄武岩纤维的应用[J].新纺织, 2005 (9~10).
- [13]石钱华.国外玄武岩纤维的发展及其应用[J].玻璃纤维.2003, 4: 27~31
- [14]吴卫刚.中国工业劳动防护服设计科学体系的探索[J].东华大学学报: 自然科学版.2002, 28 (3) ,137~142
- [15]胡显奇,陈绍杰.世界复合材料的发展趋势以及连续玄武岩纤维的发展商机[J].高科技纤维与应用,2005, 30(3): 9~12.

作者简介:

吕海荣 , 女, 硕士研究生 天津工业大学纺织学院

电话: 13512884059

E-mail: lvhairong@126.com

地址: 天津市河东区成林道63号天津工业大学495号信箱

邮编: 300160