

天美（中国）科学仪器有限公司  
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层  
TEL:010-64010651  
FAX:010-64060202  
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

## 台式电镜-能谱系统让致癌石棉纤维现身

四川雅安地震灾后各灾区的损坏建筑的清理、拆除工作正在紧张进行，由于很多建筑使用了或多或少的石棉材料，由此产生的石棉粉尘污染引起了环境监测部门的重视，也引发了人们对自身生活工作环境中石棉粉尘污染的关注。

石棉 (Asbestos) 是天然纤维状的硅酸盐类矿物质的总称。石棉成分中含有一定数量的水，分裂成絮时呈白色，丝绢光滑，富有弹性。最常见的石棉有三种：温石棉（白石棉、蛇纹石石棉）、铁石棉（褐石棉）及青石棉（蓝石棉、角闪石石棉、阳起石石棉、透闪石石棉、直闪石石棉）。



图 1 石棉纤维

由于石棉的纤维柔软，具有绝缘、绝热、隔音、耐高温、耐酸碱、耐腐蚀和耐磨等特性，在商业、公共事业和工业设施中有相当多的用途，例如耐火的石棉纺织品、输水管、绝缘板等石棉水泥制品及各种绝热材料，广泛的应用于建筑、电器、汽车、家庭用品等。几乎所有住宅和商业建筑都能找到石棉的踪影，如墙体绝缘层、地板和天花板面

天美（中国）科学仪器有限公司  
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层  
TEL:010-64010651  
FAX:010-64060202  
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

---

板、外墙板、屋顶油毡和木瓦等。

1970 年科学家发现石棉纤维对人体有害，吸入石棉粉尘不仅会导致肺部纤维化，形成尘肺病，还能诱发支气管肺癌、胸腹膜间皮瘤和其他恶性肿瘤。世界卫生组织 ( WHO ) 的附属机构国际癌症研究组织 ( IARC ) 已经宣布石棉是第一类致癌物质。因此多数国家 ( 特别是发达国家 ) 都倾向逐渐减用甚至禁用石棉。

随着人们环保意识的不断提高，对于石棉纤维的危害越来越得到关注，石棉材料的安全使用以及含石棉废物的处理处置工作越来越得到重视。尤其对于自身工作生活的环境建筑中的石棉材料的使用及空气中石棉粉尘的含量要求越来越高，因此对材料及空气中的石棉纤维含量的检测显得越来越重要。

目前对材料和空气中石棉纤维的检测方法主要有光学显微镜法，扫描电镜-能谱法和 X 射线衍射法。其中光学显微镜法原理简单，操作方便，但光学显微镜由于放大倍数有限所以无法检测较为细小的石棉纤维同时由于光学显微镜无法进行元素定性定量分析，所以无法对石棉纤维进行成分及种类确认。而 X 射线衍射法无法对石棉纤维形貌进行确认。扫描电镜-能谱法则准确度较高，可以检测出较为细小的石棉纤维颗粒，同时利用能谱仪对石棉纤维成分及元素含量进行分析。因此利用扫描电镜-能谱法检测石棉纤维是最为准确快捷的方法。

由于传统的扫描电子显微镜成本昂贵，操作复杂且需要固定场地等的限制，不适合作为石棉纤维检测方法的推广，而台式扫描电子显微镜价格便宜，操作简单且对安装场地要求较低，放大倍数完全满足石棉纤维的检测要求同时可以安装能谱仪进行纤维组成元素的定性定量分析的特点非常适合用来对材料和空气中的石棉纤维进行检测。

本文采用日立台式扫描电镜 TM3000 对石棉网上的石棉纤维进行形貌及成分分析。

天美（中国）科学仪器有限公司  
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层  
TEL:010-64010651  
FAX:010-64060202  
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

加速电压 15KV，工作距离 3.7mm。所得结果如下图所示：

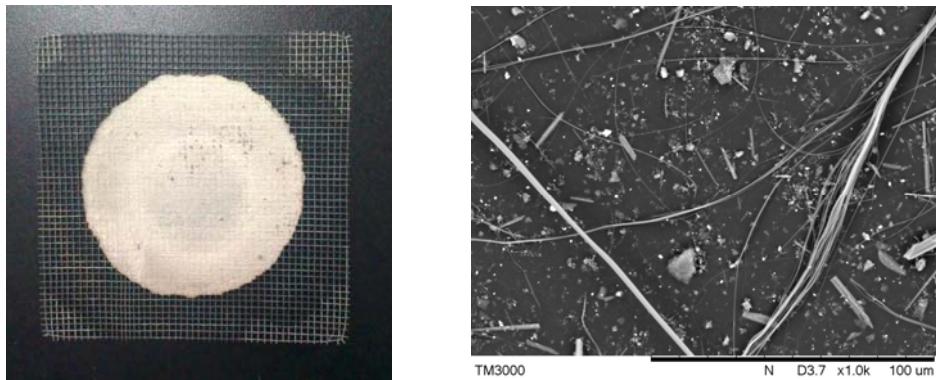


图 2 石棉网和石棉纤维 1000 倍放大图

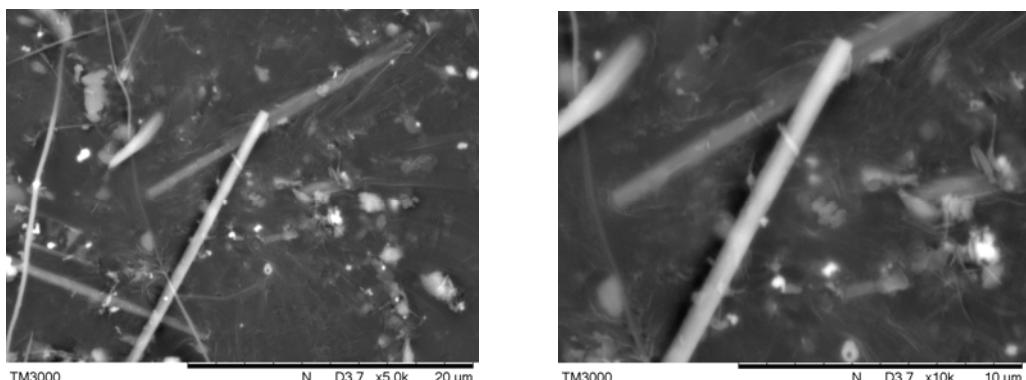


图 3 石棉纤维 5000 倍和 10000 倍放大图

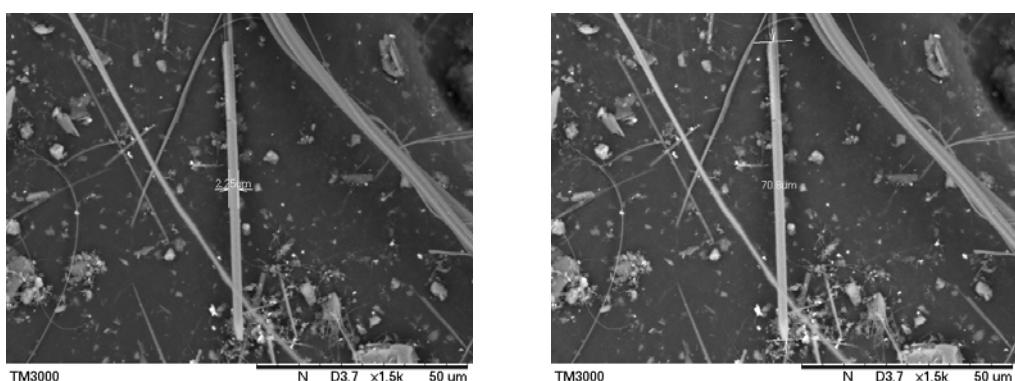


图 4 利用测量软件测量石棉纤维直径和长度

天美（中国）科学仪器有限公司  
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层  
TEL:010-64010651  
FAX:010-64060202  
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

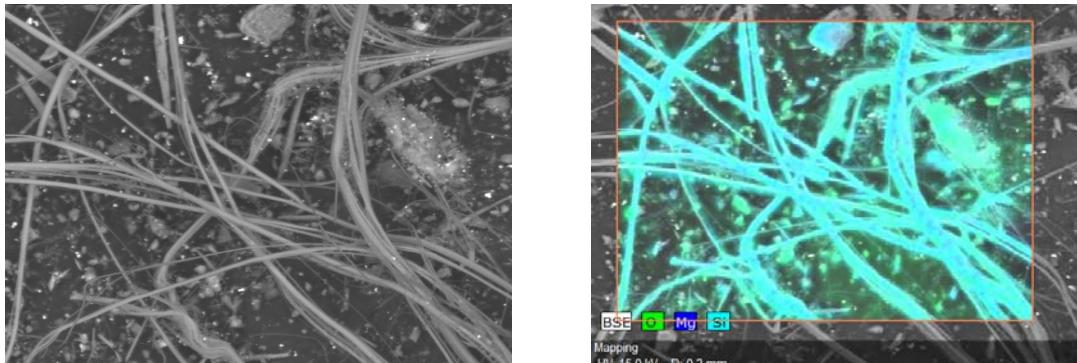


图 5 利用能谱仪确定石棉纤维的位置

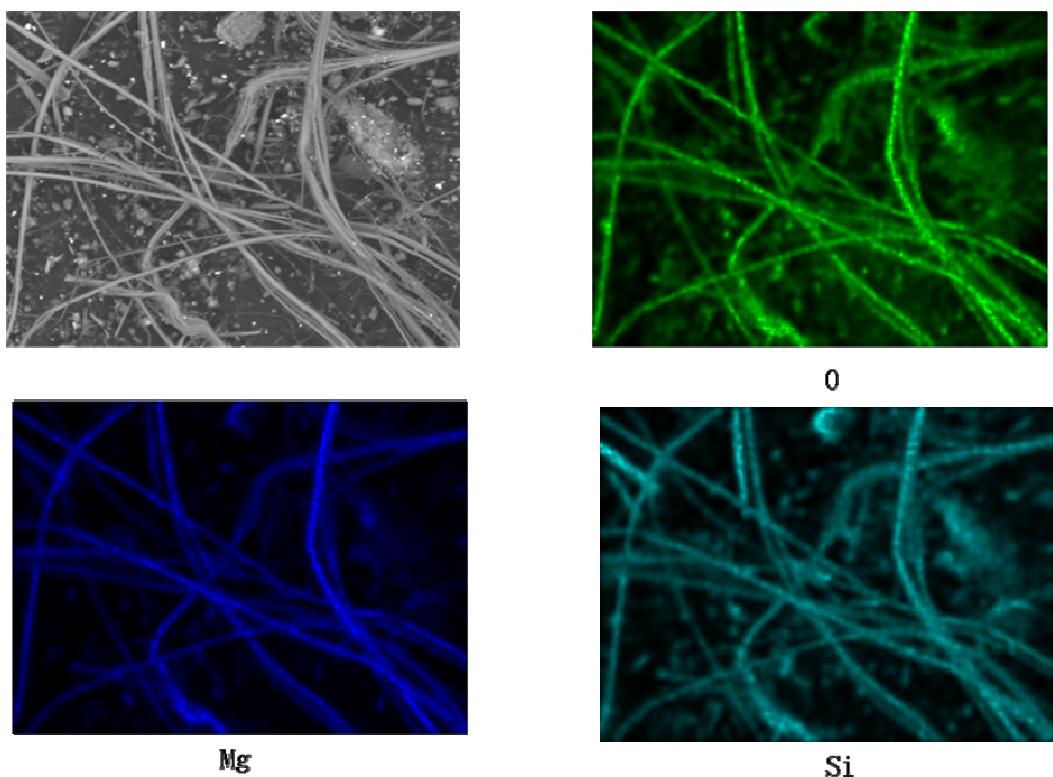
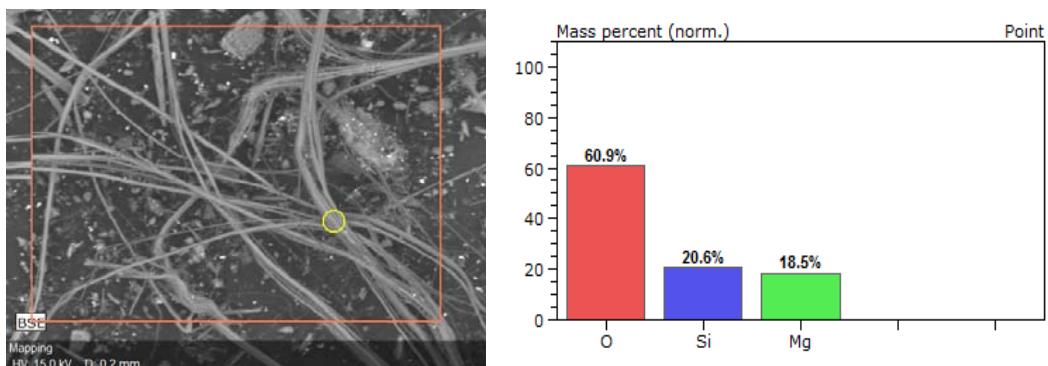


图 6 利用能谱仪元素面分布确定石棉纤维各元素的位置



天美（中国）科学仪器有限公司  
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层  
TEL:010-64010651  
FAX:010-64060202  
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

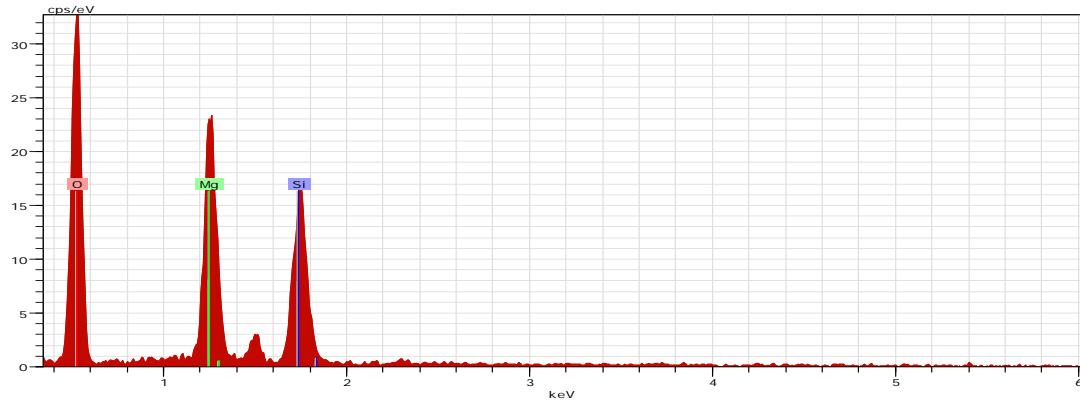


图 7 利用能谱仪点分析确定纤维元素含量进而确定石棉纤维种类（温石棉）

由以上图示可知利用台式电镜结合能谱仪系统可以有效地对石棉纤维进行形貌和成分的定性定量分析，这一检测方法将有助于对材料和空气中的石棉纤维进行快速准确检测，满足人类对自身工作生活环境的健康需求。