

# TSI关于打印机排放的测量研究

作者： 降凡

## 概述

最近的研究表明办公设备如复印机、激光打印机和其它一些多功能设备常常是一个超细颗粒的重要来源。这些超细颗粒会对健康造成不良影响。我们使用 TSI 的粒子计数器和粒径仪器对主流品牌的激光打印机超细颗粒物排放进行测量。结论显示，如果测试用的激光打印机被放置于通风较差且相对狭小的办公间内，会产生和保持一个令人担忧的颗粒物级别。在此项研究中测量到的颗粒物是极细小的，多数直径小于 50nm。

## 激光打印机排放的健康风险

随着信息化产业的到来，愈来愈多的电子产品和设备应用于办公室和居室，给人们生活带来极大的便利，但这些电子产品特别是打印机、复印机，采用激光头扫描硒鼓的方式在硒鼓上产生高压静电，用以吸附碳粉，这些碳粉颗粒会进入室内，形成室内颗粒物污染。对于办公场所，由于此类设备使用频繁，且办公区域多为封闭环境，无法开窗通风，如果相应的暖通空调系统通风不够良好，则可能对相应的办公作业人员健康造成危害。

最近澳大利亚发表的一项研究结果显示家用和办公用激光打印机释放的细小颗粒能够与吸入香烟烟雾对人体健康造成一样的危害。研究发现测试的 62 台打印机中接近三分之一的打印机排放出了高浓度的超细碳粉颗粒（直径小于 100nm）。在世界不同地方的其他研究人员所做的几个评测研究也有类似发现。一般办公产品，包括打印机、复印机和其他电子设备，能够释放气体和超细颗粒进入室内空气中。这些污染物能够轻易被吸入肺部引起健康危害。症状如哮喘、呼吸道的过敏性炎症、对皮肤和眼睛的刺激、头痛和由这些排放引发的建筑疾病综合症。为了建立一套有效评估健康风险和预防措施的数据系统，应该对于办公设备颗粒物排放的相关特性进行研究。



# TSI 对于打印机排放的测量

## 目标

此项研究的目的是使用 TSI 的粒子计数器和粒径测试仪对激光打印机的颗粒物排放数量和粒径分布进行测量。

## 方法

### 相关仪器

- TSI 3775 型凝聚核粒子计数器 (CPC) 用于测量颗粒物数量浓度
- TSI 3936L85 型扫描电迁移率粒径谱仪 (SMPS™) 用于测量颗粒物粒径分布
- TSI 3321 型空气动力学粒径谱仪 (APS) 用于超微米颗粒 (直径大于 1 $\mu\text{m}$ ) 的测量

### 选用打印机

- 主流激光打印机 (仅黑白打印)



图 1. 放置激光打印机和测试仪器的办公隔间

### 实验装置

TSI 公司一间小的办公隔间作为此次测试的实验场所 (如图 1)。通风空调系统关闭的情况下测试仪器和打印机被放置在该隔间内。将能够采集打印机排放的管子连接到仪器进气口。在发出打印指令后关闭办公隔间的门。

## 结果和讨论

收集超过 20 分钟的数据。为了测量颗粒物背景浓度, 在打印指令发出之前开始测量。在超过 2 分钟的时间里共打印 80 页纸 (16:23–16:25)。在此过程中粒子计数器从背景浓度 1500 个/cm<sup>3</sup> 上升到最大 570000 个/cm<sup>3</sup> (如图 2)。在打印开始后颗粒物浓度随即快速上升。一旦打印停止, 空气中的颗粒数衰减非常慢。在 10 分钟的衰减期后再次测量显示存在于办公隔间内的颗粒物浓度仍旧很高 (大于

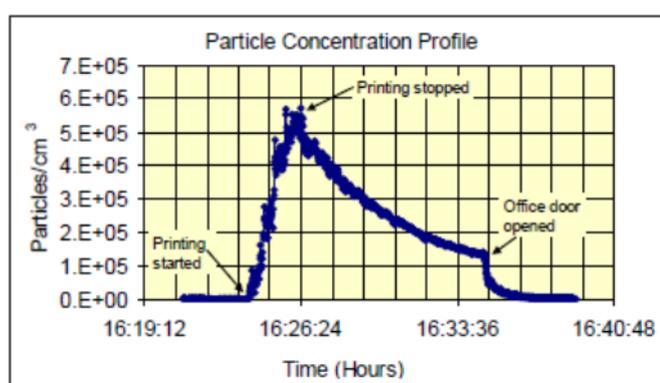


图 2. 在测试的办公隔间内用 TSI 3775 型 CPC 所测得的粒子浓度随时间的变化

100000 个/cm<sup>3</sup>)。如果不受扰动, 将会持续数小时浓度才会回落到背景值水平。办公室门在 16:35 打开, 由于颗粒物与周围空气快速混合, 浓度很快回落到背景浓度。

使用 TSI 扫描电迁移率粒径谱仪进行粒径分布测量。图 3 显示了打印测试过程中的粒径分布评估结果。此外采用双对数坐标进行相同数据的扫描对比制图，便于打印机排放与背景浓度（非常低）粒径分布进行比较（两个较高浓度级别）。从图上可以看出，在 16:20 和 16:36 所测量的背景粒径分布是由不同粒径的混合物构成的多分散体系。此外，背景的粒径分布是由一个宽的单峰。在打印开始之后的粒径分布测量显示（见 16:24 到 16:33 的曲线部分），小于 50nm 的超细粒子数量激增到 90% 以上，这说明打印机排放出的颗粒是极其细小的，并且排放的粒径分布为双峰。主峰在 20-25nm，次峰在 70nm 附近（在双对数坐标图中尤为明显）。这表明新形成的粒子可能是由色粉加热后产生的半挥发性的初级粒子。打印机的排放经过快速冷却和稀释将有机化合物

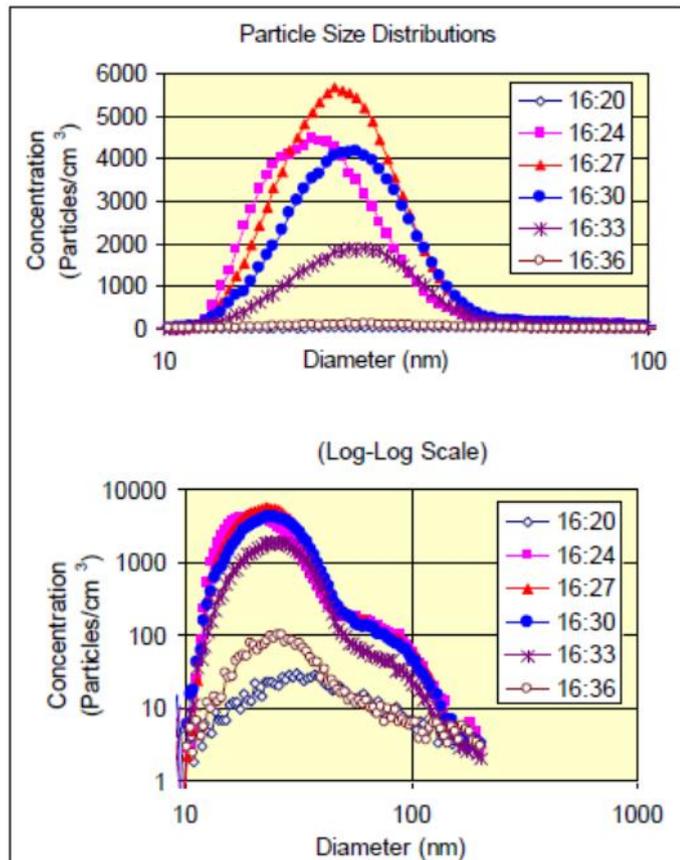


图 3.在测试的办公隔间内打印操作开始之前、运行过程中和打印结束后粒径分布的变化

（VOCs）凝聚成核后形成细小的颗粒。在 70nm 附近的次峰说明在打印机内的第二来源和形成机制。碳粉颗粒通常在 3 $\mu\text{m}$  以上，所观察到的粒子并不能归因于碳粉悬浮。使用空气动力学粒径谱仪独立进行的测量证实了打印机排放中超微米颗粒（直径大于 1 $\mu\text{m}$ ）的存在。

在打印机排放中粒径分布的测量和分析提供了可能的形成机制和来源，能够为打印机制造商设计最低颗粒物排放的打印机提供帮助。此外，粒径是了解潜在健康影响的关键。细小的超细颗粒可以沉积在肺的最深部区域，会比沉积在上呼吸道容易清除出体外的较大粗颗粒造成更多的潜在危害。

## 参考

- [1] He, C.; Morawska, L.; Taplin, L. 2007, "Particle Emission Characteristics of Office Printers," *Environmental Science and Technology*, 41 (17), 6039-6045, 2007. 10.1021/es063049z S0013-936X (06)03049-5
- [2] Kagi, N; Fujii, S; Horiba, Y; Namiki, N; Ohtani, Y; Emi, H; Tamura, H; Kim, Y.S. 2007, "Indoor air quality for chemical and ultrafine particle contaminants from printers", *Building and Environment*, Volume 42, Issue 5, May 2007, Pages 1949-1954. 10.1016/j.buildenv.2006.04.008
- [3] Wensing, M; Pinz, G; Bednarek, M; Schripp, T; Uhde, E; Salthammer, T. 2006, " Particle measurement of hardcopy devices," *Proceedings of Healthy Buildings*, Lisboa, Portugal, Vol. II, 461-464
- [4] Uhde, E; Wensing, M.2006, "Characterization of ultra-fine particle emissions from a laser printer," *Proceedings of Healthy Buildings 2006*, Lisboa, Vol.II, 479-482
- [5] Niwa, A; Norcio, L; Biswas, P. 2004, "Aerosol emissions from laser printers," poster # 8PC2, *American Association for Aerosol Research Conference 2004, Atlanta, GA*
- [6] Seeger, S.; Bresch, H.; Bücken, M.; Hahn, O.; Jann, O.; Wilke, O.; Böcker W. 2007. "Quantitative characterization of nanoparticle emissions from office machines with printing function," *poster presentation at UFIPOLNET Conference 2007, Dresden, Germany*
- [7] Jaakkola, M. S.; Yang, L.; Jeromnimon, A.; Jaakkola, J.K. 2007, "Office work exposures and respiratory and sick building syndrome symptoms, *Occupational and Environmental Medicine*, 64; 178-184



UNDERSTANDING, ACCELERATED

TSI Incorporated – Visit our website [www.tsi.com](http://www.tsi.com) for more information.

USA	Tel: +1 800 874 2811	India	Tel: +91 80 67877200
UK	Tel: +44 149 4 459200	China	Tel: +86 10 8219 7688
France	Tel: +33 4 91 11 87 64	Singapore	Tel: +65 6595 6388
Germany	Tel: +49 241 523030		