



UNDERSTANDING, ACCELERATED

发动机 排放颗粒物 测量解决方案

仪器制造业标准的引领者

一直以来 始终处于 测量仪器 的技术尖 端和前沿

过去 20 年来，TSI 一直是汽车和重型内燃机、非道路移动和固定机械、飞机发动机和船用发动机排放颗粒物测量仪器和解决方案的主要开发者和供应商，其应用领域包括：

- + 发动机研发
- + 型式认证中粒子数量测量
- + 发动机粒子表征
- + 实际场景排放

发动机研发

发动机开发商、柴油和汽油颗粒物过滤器（DPF/GPF）制造商以及其它汽车部件供应商依赖详细的颗粒物粒径和浓度数据来设计和优化低排放车辆的发动机或后处理设备。同时，随着汽车和道路重型移动机械排放标准趋于严格，飞机和船用发动机等非道路源造成的环境污染将持续增加。TSI 的解决方案使研究人员和制造商能够保持位于技术的前沿，开发更清洁、更省油的发动机。



型式认证中粒子数量 (PN) 的测量

TSI 长期以来一直作为行业引领者,为各种应用提供凝聚核粒子计数器(CPC)。事实上,在联合国欧洲经委会赞助的粒子测量计划(PMP)非正式工作组的过程中, TSI 凝聚核粒子计数器被视为标准参考仪器,对当前欧洲基于颗粒物数量的排放法规制定做出了重大贡献。用于型式认证试验的仪器通常使用 TSI 的发动机排放 CPC 作为测量仪器完整解决方案的一部分,通过底盘测功机测量来认证车辆。



发动机排放颗粒物的表征

内燃机排放颗粒物的物理化学表征使研究人员能够了解影响颗粒物特性的粒子结构、形态和化学成分。这些信息可以帮助发动机制造商进一步减少颗粒物排放，帮助气候学家开发大气化学模型，或者帮助滤料制造商设计呼吸器滤料，为重型设备操作人员提供保护。MSP 公司属于 TSI，长期以来一直是开发和制造级联撞击式分层采样器的行业领导者，其应用范围从环境污染源和药物气溶胶到发动机粒子排放测量。

实际场景排放

评估建筑机械、船用发动机、公共汽车和其它车辆在实际使用条件下的排放水平迅速成为最近新闻中的热门话题。TSI 公司的纳米颗粒物排放测量仪 (3795 NPET) 就是为此目的而制造的，它符合瑞士法规 941.242 中关于非道路移动机械 (NRMM) 的要求。

对于未配备 DPF 的柴油发动机等颗粒物浓度极高的情况，TSI 最近开发了高浓度纳米颗粒物排放测量仪 (NPET 3795-HC) ，可用于测量带有 DPF 或 GPF 的发动机上下游总固体颗粒物浓度、冷启动排放，或生物质燃烧排放。

也可以使用 3795-HC 测量燃烧木材炉灶的固体颗粒物排放量，以满足认证生态标签的要求。

近年来，为了提高发动机和车辆测试规程与实际情况相比的代表性，以及识别高排放车辆，定期技术检查 (PTI) 的需求大幅增长。几个欧洲国家正在实施车辆 PTI 计划，需要低成本、坚固耐用、快速且易于使用的固体颗粒物计数器，该计数器可配置在这些国家的数千个排放测试车库中。荷兰政府最近颁布了使用粒子计数器对在用柴油颗粒过滤器进行测量的法规，自 2020 年 1 月 1 日起生效。

颗粒物数量测量的高级解决方案

3090 型发动机排放颗粒物粒径谱仪™ (EEPS™)

- + 提供精确的时间分辨粒径分布，10Hz 时间分辨率和从 5.6nm 到 560nm 共 32 个粒径通道
- + 实时高精度测量瞬态条件下的颗粒物粒径分布
- + EEPS™ 粒径谱仪的测量结果与更传统的测量方法有很好的相关性，在稳定运行条件下测量发动机排放物的扫描电迁移粒径谱仪 (SMPS)
- + 许多主要的汽车公司已经在试验室中使用 EEPS™ 粒径谱仪

应用实例

作为其众多应用中的一个例子，3090 型 EEPS 粒径谱仪已用于跟踪 DPF 再生过程中常见的粒子排放的瞬间增加（见图 1）。不仅可以测量总颗粒物排放量，还可以测量粒径分布，这对于开发和改进发动机控制策略和后处理装置至关重要。

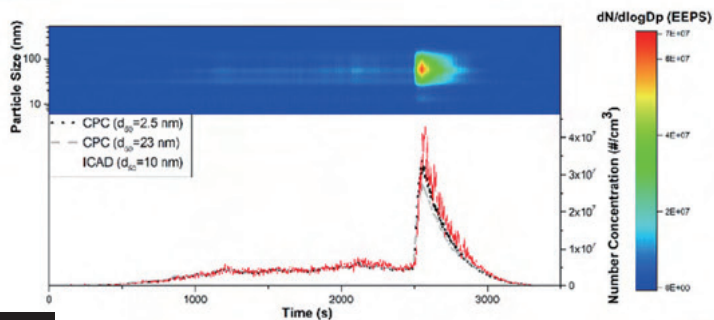


图 1. 欧 3 柴油机 DPF 再生后的粒径分布和数量浓度
(2019 年 11 月布鲁塞尔第 51 次 PMP 会议, Sural23 项目)

3098 多孔管热稀释器 (PTT)

即将到来的后欧 6/VI 颗粒物数量法规将要求低于 23nm 的发动机排放颗粒物的精确测量。为此，TSI 最近推出了 3098 型多孔管热稀释器 (PTT)；与 EEPS 粒径谱仪配套设计组成一套完整的解决方案 (见图 2)。

3098 型 PTT 提供两个独立的用户可调稀释器，基于多孔管稀释器设计 (这种类型的稀释器已被最近的地平线 2020 (Horizon 2020) 欧洲项目推荐)。催化分离器位于 2 个稀释器之间，按照当前颗粒物数量法规的要求测量固体颗粒。

- + 该系统已充分考虑并补偿了颗粒物损失
- + 提供了一个用户友好的统一软件控制解决方案，还具有用于测试单元集成的 AK 规程功能。

3090 型 EEPS 和 3098 型 PTT 组成了一套称为 3095 型发动机排放颗粒物测量系统的完整即用系统。这套易于使用、性能稳定的解决方案，是在颗粒物过滤器之前和 / 或之后测量原始发动机燃烧产生气溶胶的理想工具。



图 2. 3095 型发动机排放颗粒物测量系统
3090 型 EEPS 粒径谱仪和 3098 型多孔管热稀释器。

为各种应用提供 凝聚核粒子计数器 (CPC) 的 行业领导者

3790A 型发动机排 放凝聚核粒子计数器 (EECPC)

最新一代 3790A 型 EECPC 能够检测纳米颗粒物 (按照欧 5/6 和欧 VI 法规的要求), 通常与两个稀释器和挥发性颗粒去除器 (VPR) 结合使用, 以进行符合 PMP 的固体颗粒数排放测量。

该 EECPC 的 10nm 版本 (3790A-10 型)

新版本的 3790A-10 型 CPC 可在即将出台的适用于汽车和卡车的后 UNECE 欧洲 6/VI 法规之前问世, 汽车制造商和配套供应商现在拥有了必要的工具, 可以在新法规实施之前提前开发新的解决方案。

下表比较了 23 nm 3790A 型 EECPC 和 10 nm 3790A-10 型 EECPC

EECPC 型号	3790A	3790A-10
目的	符合现行欧 6/VI 法规的 PMP	符合后欧 6/VI 法规的 PMP
切割点附近效率	23nm 处 50% ± 12%	10nm 处 65% ± 15%
效率稳定性	> 90%	> 90%
浓度范围	0 - 1x10 ⁴ 粒子 /cm ³	0 - 5x10 ⁴ 粒子 /cm ³
浓度准确性	≤ 1x10 ⁴ 粒子 /cm ³ 时 ± 10%	≤ 5x10 ⁴ 粒子 /cm ³ 时 ± 10%
响应时间	< 5s (~3s)	< 5s (~3s)
气溶胶流量	1000 cm ³ /min	1000 cm ³ /min



撞击式颗粒物 分级采样器

NANOMOUDI™ 撞击式颗粒物采样器 125R

- + 用于识别关键分子标记，以便根据来源区分颗粒，包括提供有关燃油和润滑油使用、发动机尺寸和发动机工作状态的信息
- + 颗粒物样品可在 10 nm 至 10 μm 之间的 13 个粒径段中被采集，以便随后进行物理和化学表征分析
- + 该系统已在地平线 2020 (Horizon 2020) PEMS4Nano 项目中使用，该项目专注于便携式设备的开发，用于在实际道路排放应用中检测 10 nm 以下的颗粒物



真实场景排放中 可靠的测量工具

纳米颗粒物排放测量仪 (3795 型 NPET)

这种坚固、便携的仪器用于评估实际条件下的排放水平：工程机械、船用发动机、公共汽车和其它非道路发动机。

- + 自由测量模式，可连续进行数值浓度测量
- + 具有测试循环模式，符合瑞士法规 941.242 规定的非道路移动机械（NRMM）测试规程
- + 批准用于验证配备颗粒物过滤器的船用柴油发动机是否符合瑞士法规 SR 747.201.3
- + 能够在 -10°C 和 3000 m 高度的条件下安全运行
- + 由于其灵敏度高，能够检测到柴油颗粒过滤器内的小裂缝或泄漏引起的浓度升高，而这些裂缝或泄漏是用传统烟度计无法检测到的

高浓度 NPET (3795-HC 型)

对于未配备 DPF 的柴油发动机等颗粒浓度极高的情况，3795-HC 型是首选仪器。

- + 可以对高达每立方厘米 1 亿个粒子的浓度进行测量
- + 测量装有 DPF 或 GPF 的发动机上下游的总固体颗粒物浓度、冷起动排放，或生物质燃烧排放。
- + 测量固体颗粒物排放量，使制造商能够在新法规实施之前开发出新的解决方案。
- + 测量燃烧木材炉灶的固体颗粒物排放量（符合德国蓝天使认证生态标签的要求）



定期技术检查 (PTI)

自 2016 年以来，TSI 一直与来自瑞士、德国、比利时和荷兰的科学家和政策制定者合作，为即将到来的 PTI 项目开发一种新的测试仪。这个新工具旨在为用户提供一个能够快速验证 DPF 在使用寿命内是否充分发挥了作用以及识别高污染车辆 DPF 是否有缺陷的工具。

请根据您的具体应用要求，参考下表确定合适的 TSI 仪器

使用以下 机型测量：	3095 型 EEPMS (EEPS/PTT)	3795 型 NPET	3795 型 HC-NPET
应用	科研	非道路移动机械和 船用柴油机	METAS 认证的 DPF/ GPF 前 / 后粒子数量 测量
粒径分布	32 粒径通道 (每 10 倍粒径 16 个通 道)	N/A	N/A
粒径范围	5.6 nm ~ 560 nm	23 nm ~ 1 μ m	23 nm ~ 1 μ m
浓度范围	>1 \times 10 ⁴ part/cm ³ @ 10:1 稀释度 - 1 \times 10 ⁹ 粒子 /cm ³ @ 500:1 稀释度	1,000 - 5 \times 10 ⁶ 粒 子 /cm ³	2,000 - 1 \times 10 ⁸ 粒子 / cm ³
稀释比例	10 ~ 500 (用户可调)	10 (固定)	200 (固定)
时间分辨率	10 Hz	1 Hz	1 Hz
挥发性颗粒物 去除器	催化分离器	催化分离器	催化分离器

TSI 提供的固体粒子计数和粒径测量系统



Learn more at
tsi.com/engineemissions



UNDERSANDING, ACCELERATED

提赛环科仪器贸易(北京)有限公司
美国TSI集团全资子公司

地址：北京市海淀区中关村南大街甲 12 号寰太大厦 1201 室
邮编：100081

电话：010-8219 7688 传真：010-8219 7699

E-mail: tsichina@tsi.com <http://www.tsi.com/cn>

P/N 5002600 Rev A (A4) ©2018 TSI 公司



请直接扫描二维码或查找公众号
“美国 TSI”
关注美国 TSI 公司微信公众平台