



颗粒测量设备应使用与实际待测气溶胶（例如柴油机碳烟）具有相似特性（如形状、尺寸、密度、表面状态和折射率）的颗粒进行校准。

新型DNP digital 3000 通过高温蒸发整体石墨并冷凝生成测试气溶胶。所产生的碳团聚体在粒径分布特征方面与柴油机碳烟具有高度相似性。

得益于新型数字调控技术，该发生器具备更宽の設定范围，并能实现更稳定的颗粒尺寸与浓度输出。

根据国际颗粒测量计划（PMP）规范要求，完整测量链的校准应选用30 纳米、50 纳米及100 纳米三种标称粒径。基于DNP digital 3000 产生的宽谱系颗粒，可通过差分电迁移分析仪（DEMC）精确分选获得目标尺寸的单分散颗粒。该设备能够快速、可靠地测定完整颗粒测量系统（包括标准PMP 测量链及其在400 °C 高温环境下的各个组件）的传输行为/功能。

DNP digital 3000 配备质量流量控制器，用于精确控制氮气和稀释空气的体积流量。设备通过内置触摸显示屏进行操作控制。

通过内置触摸屏可单独调整DNP digital 3000设备参数。为简化操作，支持参数集保存及设备重启时调取。此外，REF 3000 参考排气装置也可以通过DNP digital 3000 进行单独控制。

DNP digital 3000 需使用氮气或氩气作为载气。这两种气体几乎不会引起被测废气密度的变化。

氩气作为载气主要应用于学术研究领域，例如用于评估纳米颗粒在吸入毒理学中的影响。在该领域，罗切斯特大学医学中心的Oberdörster 教授曾使用前代设备GFG 1000 开展了大量学术研究，并采用不同导电电极发表了多篇学术论文。

## 工作原理

### 通过冷凝法生成纳米级测试气溶胶

DNP digital 3000 气溶胶发生器通过在高电压下于两个石墨电极之间产生跳火火花来实现气溶胶生成。该跳火火花在高温下从电极上剥离微量的石墨。由此产生的石墨蒸汽随后冷凝，形成极其微小的颗粒。高数量的颗粒浓度可能导致这些非常小的颗粒凝聚成团聚物。通过添加混合空气可以对气溶胶进行稀释，从而能够明确地调控团聚物的形成。所生成的气溶胶分布与柴油发动机产生的柴油烟尘颗粒分布非常相似。由于持续的火花击穿电压，每次火花转换的能量保持恒定。每次火花的这种持续能量保证了稳定的颗粒粒径分布（参见图1）。在电极烧蚀过程中，对电极间距进行技术精密的控制，确保了极高的长期稳定性。通过火花频率（参见图2），可以在宽范围内快速、轻松地调节质量流量。

频率的数字调节和电压的连续调节，保证了对两电极间距更精确的调控。这实现了颗粒粒径分布和质量流量更高的恒定性。此外，可以调控每一个独立的火花，并且原则上可以确定单个火花的能量。设备交付内容中包含用于通过UDP 协议进行以太网连接的AK 协议。

由于其启动简便、很好的再现性以及高度的功能可靠性，DNP digital 3000 特别适用于校准颗粒测量设备。凭借其出色的再现性和简便的操作性，DNP digital 3000 与REF 3000 参考排气稀释仪结合，成功校准了颗粒测量程序中的PMP 测量链。

载气：氮气或氩气

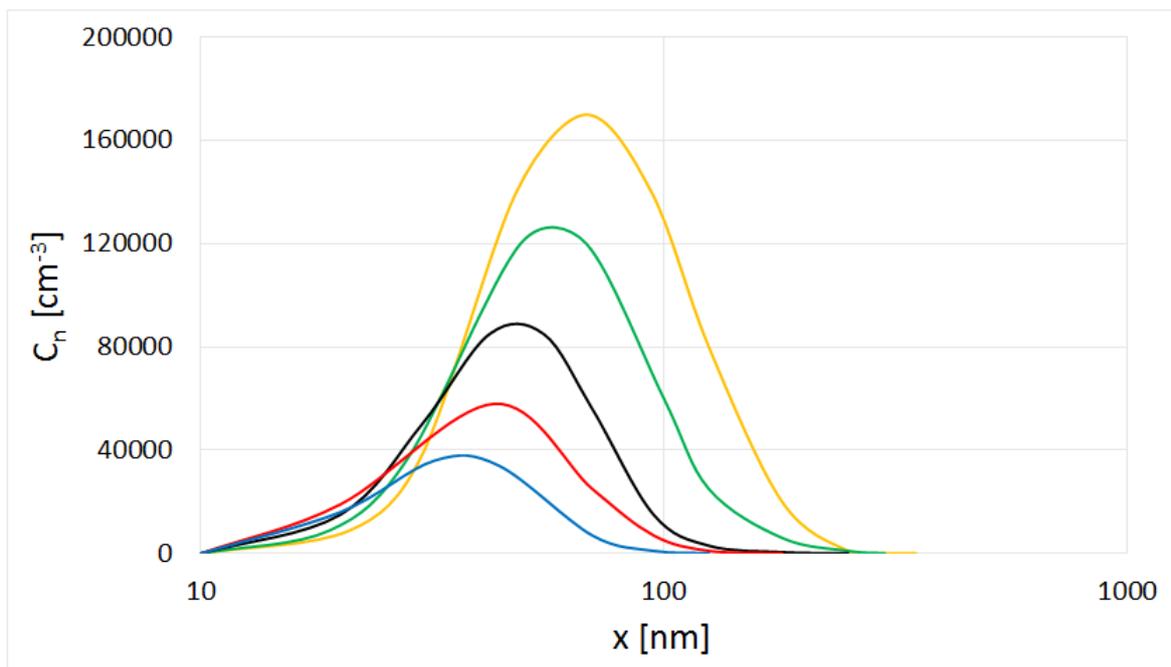


图1：不同火花频率下颗粒团聚物的粒径分布

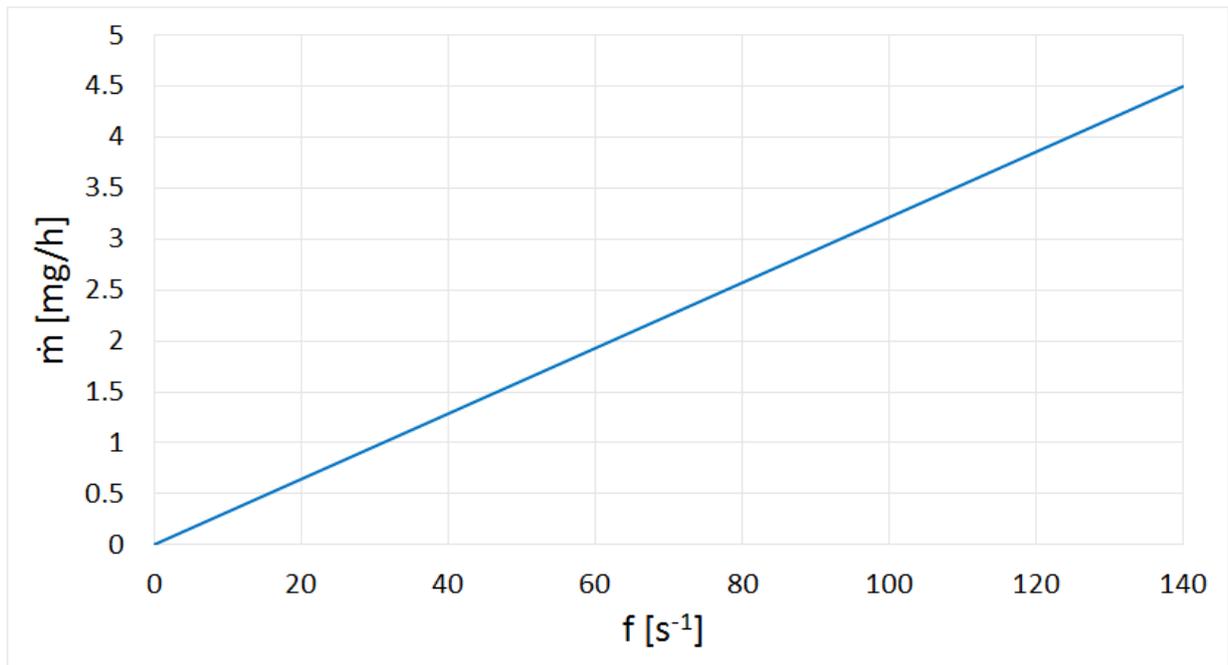


图2: DNP digital 2000 的颗粒质量流量随火花频率的变化关系

## 优势

- 粒径分布快速可调
- 通过质量流量控制器实现体积流量的精确调节
- 粒径与浓度具有优良的短期和长期稳定性
- 颗粒结构与柴油车烟尘相似，采用石墨电极
- 除石墨电极外，也可选用铜、银等其他导电材料电极
- 配合RAS 3000 附件，可便捷连接至CVS 系统，适用于PMP 测量段
- 气溶胶中不含挥发性组分
- 气溶胶可耐受400°C 高温
- 配备用于以太网通信的AK接口协议（UDP协议）
- 触控显示屏，操作简便
- 通过保存操作设置保障实验重现性
- 具备良好的重复性

## 技术数据

粒径范围	0.02 – 0.35 $\mu\text{m}$
体积流量	4 – 70 $\text{NI}/\text{min}$
Volume flow (accessories)	0 – 450 $\text{l}/\text{min}$ (REF 3000)
Volume flow (carrier/dispersion gas)	4 – 20 $\text{l}/\text{min}$
Volume flow (dilution gas)	0 – 50 $\text{l}/\text{min}$
Mass flow (particles)	0.1 – 25 $\text{mg}/\text{h}$ (for carbon)
Particle material	Carbon, copper, silver, gold and other metals
Dosing time	Several hours nonstop
Pre-pressure	4 – 8 bar
Carrier/dispersion gas	Nitrogen, argon
Compressed air connection	Quick coupling
Aerosol outlet connection	$\varnothing_{\text{inside}} = 6 \text{ mm}, \varnothing_{\text{outside}} = 8 \text{ mm}$
Particle size range (primary particles)	3 – 10 $\text{nm}$
Dilution gas	Particle-free and dry compressed air
Dimensions	185 • 445 • 380 $\text{mm}$ (H • W • D)
重量	23 $\text{kg}$

## 应用领域

- PMP 测量链的校准
- 颗粒测量设备的校准
- 采样管的校准
- 纳米颗粒的生产
- 吸入性研究
- 毒理学研究



Mehr Informationen:  
<https://www.palas.de/zh/product/dnpdigital3000>