ISSN: 1817-6925

洁净室 CleanRooms CHINA

污染控制的实施、工艺和技术

半导体、制药、医疗、食品等行业污染控制专业人士的刊物

2025年 第1期



压缩气体粒子监测：质量管控关键环节 17

2025市场回顾与展望 12
CFD仿真在空调滤清器中的应用研究 19
大粒径尘埃粒子计数器在锂电池制造中的应用 24
半导体制程环境照明设计概述 27

ACT INTERNATIONAL

www.cleanrooms-china.com

AMTS

Automotive Manufacturing Technology & Material Show

上海国际汽车制造技术与装备及材料展览会

Shanghai International Automotive Manufacturing Technology & Material Show

科技 Technology	材料 Materials	设计研发 Design and Development	工艺 Processing	装备 Equipment	质量 Quality	装配 Assembly	工程 Engineering



汽车技术与工程行业盛会

科技驱动 未来汽车世界

部件清洁工程展区

专注汽车零部件及动力总成清洁工程

SINCE 2004

20th AMTS 2025

2025.7.9-11

上海新国际博览中心

W1-W5,E1-E3馆

预订展位

RX Hengjin

励进展览(上海)有限公司

www.shanghaiAMTS.com

Tel:86-21-2231 7397

Email:amts@rxglobal.com

立即扫码预订展位
共迎AMTS的20岁

添加AMTS & AHTE小秘书
获取更多展会信息

上海应达风机股份有限公司
SHANGHAI YINGDA BLOWER CO.,LTD

上海应达——净化风机领导品牌

上海应达风机股份有限公司位于上海市嘉定工业区霜竹公路 4388 号，占地 100 亩，拥有标准厂房 50000 余平米，仓储 40000 余平米，拥有科技力量雄厚的技术中心，专业化的风机加工中心和自动采集数据的检测中心；拥有数控激光切割机、数控加工中心、数控旋压机、焊接机器人、数控剪板折弯机、动平衡机等自动化设备。

公司拥有 31 年专业生产风机的历史，销售服务网络遍布全国省会城市及主要工业城市。连续多年荣获上海市“守合同重信用 AAA 级”单位称号；作为中国风机协会成员，公司以 ISO9001:2015 作为产品质量保证体系，通过 OHSAS18001:2007 职业健康安全管理体系，ISO14001:2015 环境管理体系认证，电机产品通过 CCC 认证，消防风机通过国家消防 CCCF 认证。





产品有新风空调系列、工业离心风机系列、净化通风系列、工程风机系列、民用系列，以其卓越的设计精心的制作，打造品质更优的精品风机，广泛适用于实验室、医药、电子、半导体、冶金、化工、电力、化纤、建筑、环保、涂装等领域的建设和配套。








地址：上海市嘉定区霜竹公路 4388 号
电话：+86-21-3919 3333
网址：//www.shyingda.com

Add：No.4388 ShuangZhu Rd,JiaDing District,Shanghai
Tel：+86-21-3919 3333
Http：//www.shyingda.com

目 录

Table of Contents

2025 年 第 1 期
Issue 1, 2025

风向 Wind Direction

6 中电三公司上海分公司隆重举行开业暨乔迁典礼
6 全球新增 3 座晶圆厂，预计最快 2030 年量产
7 盛美上海单晶圆高温 SPM 设备通过验证
8 Testo Saveris 1：确保合规性与数据安全的强大工具
9 AAF AstroHood TCU 温度控制单元提升先进制程稳定性
10 维萨拉通过战略合作打造可持续洁净室



6

企业微时间 Enterprise Micro Time

12 2025 市场回顾与展望

封面专题 Cover Story

17 压缩气体粒子监测：
制药和半导体行业质量管控的重要组成部分



21

技术前沿 Tech Frontier

19 关于 CFD 仿真在空调滤清器中的应用研究
24 大粒径尘埃粒子计数器在锂电池制造中的应用
27 论半导体制程环境照明设计概述



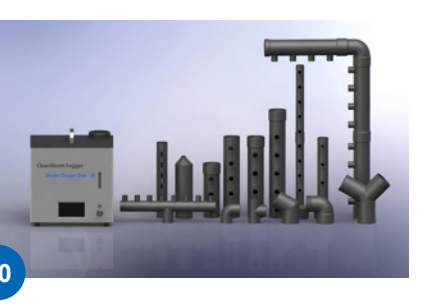
27

特写 Special Report

29 洁净区气流流型验证：法规、方法、案例探讨

32 新品橱窗 Products Showcase

36 广告索引 AD Index



30

关于雅时国际商讯 (ACT International)

雅时国际传媒集团成立于 1998 年，在高增长的中国市场上为众多高科技领域提供服务。通过其产品系列，包括印刷和数字媒体以及会议和活动，雅时国际为国际营销公司和本地企业提供了进入中国市场的机会。雅时国际的媒体品牌为电子制造、机器视觉系统、激光 / 光子学、射频 / 微波系统设计、洁净室 / 污染控制和半导体制造，化合物半导体，工业 AI 等领域的 20 多万名专业读者和受众提供服务，雅时国际也是一些世界领先的技术出版社和活动组织者的销售代表。雅时国际的总部设在香港，在北京、上海、深圳和武汉设有分公司。 www.actintl.com.hk

About ACT International Media Group

ACT International, established 1998, serves a wide range of high technology sectors in the high-growth China market. Through its range of products -- including magazines and online publishing, training, conferences and events -- ACT delivers proven access to the China market for international marketing companies and local enterprises. ACT's portfolio includes multiple technical magazine titles and related websites plus a range of conferences serving more than 200,000 professional readers and audiences in fields of electronic manufacturing, machine vision system design, laser/photonics, RF/microwave, cleanroom and contamination control, compound semiconductor, semiconductor manufacturing and AI in Manufacturing. ACT International is also the sales representative for a number of world leading technical publishers and event organizers. ACT is headquartered in Hong Kong and operates liaison offices in Beijing, Shanghai, Shenzhen and Wuhan. www.actintl.com.hk

《洁净室》杂志

《洁净室》ACT International 旗下的专业季度出版印刷杂志，面向 8,000 名中国读者定期发行，同时亦运营网站，发行电子快讯及电子书等等，服务于超过 27,000 的业界人士。《洁净室》为中国使用污染控制技术的工程师和高级管理人员提供先进的污染控制技术和应用、设备、材料、技术标准、发展趋势和全球市场的最新信息。本刊的内容是针对中国读者的需要而编辑的，同时保持 ACT International 品牌的编辑风格。《洁净室》杂志是科研、设计、施工、维护、应用各方与生产厂商、代理商、经销商等产业链间的沟通交流、提供需合作的最佳平台。

CleanRooms China Magazine

CleanRooms China provides builders and operators of cleanrooms as well as contamination-control specialists with in-depth information about advanced, contamination-control technologies and news from around the world. Over 27,000 engineers, purchasers, and senior managers look to CleanRooms China's print magazine, website, e-newsletters, and conferences for must-know information. CleanRooms China provides a vibrant platform for ommunication and cooperation within the entire industry chain—from cientific research, to design, to construction, to maintenance. CleanRooms China magazine—the portal's foundation stone—is a quarterly publication, serving over 8,000 engineers and senior executives in China.

捷曼
GEMLIN

捷曼门业



捷曼门业成立于2009年，专业从事工业门及装卸口设备研发、生产、安装、服务为一体的解决方案服务商！

捷曼经过十几年的发展已经成为行业内领先的企业之一。连续多年荣获全国各行业协会、标准机构颁发的"全国工业门、物流设备知名品牌""冷链设备十佳供应商""三优"产品的诸多荣誉。

捷曼公司运营中心位于北京房山，捷曼目前组建了2家工厂，北方工厂位于天津市武清区，华东工厂位于江苏省南通市苏锡通产业园。为更好的服务本地客户先后在沈阳、成都、无锡、广州等地成立多家分公司及办事处。

捷曼一直努力为用户提供安全、专属、经济的工业门及装卸货口设备产品。











客户的支持就是我们前进的最大动力，感谢客户伙伴以及因排版限制未提及的伙伴.....

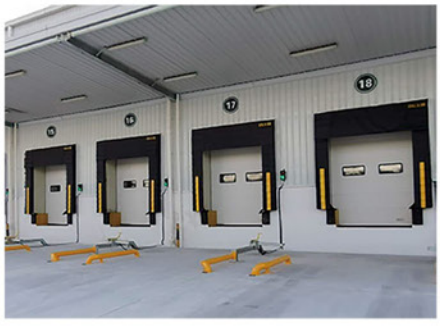












邮箱：gemlin@126.com

地址：北京市房山区长政南街2号
双子座北楼510室

电话：010-83318982 400-666-1770

厂址：天津市武清区万兴工业园兴旺道4号
南通市苏锡通产业园黄山路22号4栋

网址：www.gemlin.com

深耕内功，积极应对机遇与挑战

春三月，天地俱生，万物以荣，新的轮回又开始了。

过去的 2024 年是艰难的一年，洁净室行业经过前几年的快速发展及扩张，已进入相对平稳期，而较多的入局者却让市场竞争过热，价格战蔚然成风，利润越来越微薄，各家企业纷纷减少刚性支出，优化成本结构，生存环境不容乐观。

本期《企业微时间》推出“市场回顾与展望”专栏（P12），特邀业内多家企业代表共同回顾 2024 年，展望希望与挑战并存的 2025 年。对于过去一年的市场大环境、应用增长热点，以及 2025 年可能面临的挑战和机遇，还有对“出海”的探索等问题，多位从业多年的资深代表分享了各自的看法。

尽管过去的一年面临挑战，但众多受访者认为，挑战亦是机会的土壤，从整个市场来看，需求依然强劲。除了目前应用广泛的半导体、制药、医疗设备和食品行业，洁净室还将在新兴领域如 AI 智能、互联互通大网络（数据中心）、大健康相关的生物医药、绿氢新能源、磷酸铁铝电池、钙钛矿储能制造等领域得到广泛应用。这些新兴行业对洁净室的需求将显著增长，尤其是在生命科学和医疗设备制造、食品工业、电子和半导体工业、光学工业、研究所和实验室、生物技术和制药工业以及医院等领域。

此外，政府对高科技产业的重视和扶持，也为洁净室行业提供了良好的政策环境。我国电子信息行业的振兴规划与结构调整措施的出台，生物医药、电子制造、食品加工等行业标准的日益规范化，都将推动洁净室行业的快速发展。

面对机遇与挑战，企业应该注重创新与研发，提升产品与服务的差异化竞争力，持续关注行业法规与标准，加大人才培养与引进力度，并积极开拓国际市场与新兴市场。

本期还有其他精彩内容，包括压缩气体粒子监测（P17），CFD 仿真在空调滤清器中的应用研究（P19），大粒径尘埃粒子计数器在锂电池制造中的应用（P24），半导体制程环境照明设计概述（P27），以及洁净区气流流型验证：法规、方法、案例探讨（P29）等，供读者参考。

一年之计在于春，经营之道在于勤，无论外部环境如何风云变换，只要我们深耕内功，苦心经营，自然就会“千磨万击还坚劲，任尔东西南北风。”

本刊编辑部

洁净室 CleanRooms CHINA
污染控制的实施、工艺和技术
半导体、制药、医疗、食品等行业污染控制专业人士的刊物

出版总监 Publishing Director
麦协林 Adonis Mak
adonism@actintl.com.hk

全球销售总监 Sales Director–Worldwide
秦泽峰 Floyd Chun
floydC@actintl.com.hk

中国区销售总监 Sales Director–China
姚丽莹 Hatter Yao
hattery@actintl.com.hk

市场总监 Marketing Director
彭珊 Sophie Peng
sophiep@actintl.com.hk

责任编辑 Executive Editor
张辉 DennyZhang
dennyz@actintl.com.hk

编辑 Editor
张青勉 Vicky Zhang
vickyz@actintl.com.hk

发行 Circulation
谭良辉 Ivy Tan
ivyt@actintl.com.hk

广告服务 AD Service
裴雅琴 kiki Pei
kikip@actintl.com.hk

财务总监 Financial Director
梁钰爱 Matthew Leung
matthewl@actintl.com.hk

办公室 Offices

中国 / 香港特别行政区 China/Hong Kong SAR
出版社 Publisher
雅时国际商讯 ACT International
香港九龙 Unit B, 13/F, Por Yen Building,
长沙湾青山道 478 号 No.478 Castle Peak Road,
百欣大厦 Cheung Sha Wan,
13 楼 B 室 Kowloon, Hong Kong
电话 (852) 2838 6298
传真 (852) 2838 2766

深圳 Shenzhen
电话 86 755 25988571

上海 Shanghai
电话 86 21 62511200

北京 Beijing
电话 86 10 84844007

《洁净室》专家委员会
涂光备、徐文华、林忠平、秦学礼、
杨子强、钟柯、李峥嵘、吴雪红、
杨一心、张霭珺、张彦国、梁磊、
张训彪、徐义强、丁满生、严建敏、
徐火炬、赵斌、陈尹

ACT INTERNATIONAL
ISSN 1817-6925
© 2025 版权所有 翻印必究
www.cleanrooms-china.com

镭慎光电
LASENSOR

上海光机所核心技术团队 激光尘埃粒子计数器

药厂无菌仓的鹰眼，芯片车间的显微镜

——洁净度实时掌控



激光尘埃粒子计数器

为尖端制造业微污染控制提供方案

- 最小粒径档 $0.1\mu m$
- 应用于洁净室、高纯气体颗粒物监测
- 与机器人相结合，让监测更高效
- 客户至上，可享定制服务

中国科学院上海光机所子公司

关注镭慎光电前沿

上海镭慎光电科技有限公司

SHANGHAI LASENSOR PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO.,LTD.

中国科学院上海光机所团队老中青三代三十年技术积累的科研成果，核心技术团队由1位国务院津贴获得者，4位博士和数十位资深工程师组成，致力于为中国室内洁净行业提供可靠的国产化监测技术和产品，欢迎各位同仁莅临洽谈咨询。我们将为行业披荆斩棘，共赢挑战。

公司官网：http://www.lasensor.com　地址：上海市嘉定区永盛路2118号　联系电话：朱先生 13671868569　周女士 18621742871

中电三公司上海分公司隆重举行开业暨乔迁典礼

2025 年 3 月 1 日，中电三公司上海分公司开业典礼暨上海办公室乔迁仪式在沪隆重举行。公司党委书记、董事长谭志坚，党委副书记、总经理杨登伟率领导班子出席活动。上海市人大代表王芳、中国安装协会副秘书长刘建伟、浙江旺荣半导体有限公司首席运营官李春雷 、《洁净室》杂志总监姚丽莹等嘉宾应邀出席。



谭志坚在致辞中指出，上海作为国家科技创新中心，在半导体、生物医药等战略性新兴产业具有显著优势。设立上海分公司是公司实施“十四五”战略规划的重要举措，标志着向“世界一流高科技工程服务商”目标迈出关键一步。他要求上海分公司全体员工勇当开拓者、争做奋斗者、善为传承者、力为协作者，为公司高质量发展贡献力量。

杨登伟强调，上海分公司开业是公司优化区域布局、深化客户服务的重要战略部署。他要求分公司坚持客户至上理念，全面提升服务能力，为区域经济发展作出积极贡献。仪式上，杨登伟总经理与上海分公司总经理李俊签订了目标责任书，明确了分公司发展目标和责任。



在热烈的掌声中，谭志坚与杨登伟共同为上海分公司揭牌，标志着中电三公司在“长三角”区域的发展翻开崭新篇章。典礼期间还举行了传统的舞狮点睛仪式，寓意企业蓬勃发展、基业长青。

此次典礼的成功举办，充分展现了中电三公司贯彻落实国家战略、服务区域经济发展的责任担当，彰显了公司建设世界一流企业的坚定信心。上海分公司的开业，将进一步提升公司在长三角地区的服务能力，为区域经济社会发展注入新动能。



《洁净室》杂志总监姚丽莹与中电三公司领导合影留念，双方表示将进一步加强合作，为洁净室行业的发展贡献自己的力量。

（来源：中电三公司）



全球新增 3 座晶圆厂，预计最快 2030 年量产

根据 TrendForce 集邦咨询最新研究，TSMC（台积电）近日宣布提高在美国的先进半导体制造投资，总金额达 1650 亿美元，若新增的三座厂区扩产进度顺利，预计最快 2030 年后才会陆续进入量产，于 2035 年推升 TSMC 在

美国产能至6%，但TSMC于中国台湾地区的产能占比仍将维持或高于80%。

TrendForce集邦咨询表示，为应对潜在的国际形势风险，2020年TSMC宣布于美国Arizona（亚利桑那州）兴建第一座先进制程厂时，便拟定在当地设置六座厂区的规划。随着国际形势问题日益突出，台积电必须加快扩产推进时程。

2018年以后，全球贸易纷争、新冠疫情等加速供应链分化，各地政府亟欲建立本地产能。预期经过海外一连串的扩产行动后，2030年中国台湾地区的先进制程产能占比将下降至58%，成熟制程则是30%，而美国和中国大陆分别在先进和成熟制程市场积极扩张。

TrendForce集邦咨询指出，由于美系客户占TSMC先进制程采用量比例最高，扩大投资美国的计划势在必行，本次除宣布增设三座先进制造厂区，更扩大至HPC所需的两座先进封装厂和研发中心，未来Arizona将成为TSMC于海外的先进科技园区，以完善客户需求。

尽管台积电扩张美国产能可以降低过度集中制造的风险，但潜在成本压力恐将转嫁至美系IC客户，导致零部件甚至终端产品售价上涨，进而影响消费者购买意愿。

TrendForce集邦咨询观察，目前TSMC Arizona phase 1刚进入量产，phase 2、phase 3仍在建设中，预计2026年至2028年间启动量产。近日宣布新增的厂区实际执行时间尚待观察，短期内尚未对产业造成实质的影响，中长期是否会因成本压力而导致成本转嫁仍值得关注。

（来源：全球半导体观察）

盛美上海单晶圆高温SPM设备通过验证

盛美半导体设备（上海）股份有限公司（以下简称“盛美上海”），作为一家为半导体前道和先进封装应用提供晶圆工艺解决方案的卓越供应商，近日宣布其单晶圆中/高温硫酸过氧化混合物（SPM）设备已成功通过一家逻辑芯片制造商的大批量制造验证。

截止目前，该设备已交付了13家客户。该系统采用盛美上海全新的专有喷嘴设计以消除SPM工艺中的酸雾飞溅问题，有助于提高颗粒控制能力并减少腔体的清洗维护频率，从而延长设备的正常运行时间（uptime）。该系统能够应对28nm及以下节点前道与后道工艺中晶圆所需的多种湿蚀刻与清洗工艺。

盛美上海董事长王晖博士表示：“作为盛美上海持续创新的典范，单晶圆中/高温SPM设备可有效解决客户在大批量300mm半导体制造方面所遇到的挑战。我们已然看到该设备在全球范围内获得广泛认可。单晶圆中/高温SPM设备在晶圆清洗设备市场中的所占份额不断增长，尤其是单晶圆高温SPM设备，下一代半导体器件生产中扮演至关重要的角色。”

盛美上海的单晶圆中/高温SPM设备能够应对前道与后道工艺中晶圆所需的多种湿蚀刻与清洗工艺，包括中低温硫酸90℃清洗处理工艺、高温硫酸170℃光刻胶（PR）去除工艺，以及超高温硫酸190℃金属剥离工艺。随着半导体工艺节点的不断推进，对单片高温硫酸工艺的需求显著增长。



这一趋势对颗粒管控、腔室氛围管理以及硫酸温度稳定性提出了更为严格的要求。盛美上海在单晶圆中/高温SPM设备中引入了创新设计，为满足更加严苛的需求做好了充分准备。

该设备集成的盛美上海专利技术包括：

• 多级加热方式 — 可确保最高混合温度达到230℃以上并实现稳定控制。

• 专有SPM喷嘴设计 — 可防止SPM飞溅到腔体以外，以显著提升颗粒控制能力，使得26nm尺度下的平均颗粒数控制在10颗以内。

单晶圆中/高温SPM设备腔体配备化学内联混合（CIM）系统，可支持各种化学品的配置。该腔体还可与盛美上海的专利空间交变相位移（SAPS）和时序能激气穴震荡（TEBO）超声波技术搭配使用，以提升晶圆清洗效果。（来源：盛美上海）

Testo Saveris 1：确保合规性与数据安全的强大工具

最近，FDA 针对某大学仪器分析中心发布的警告信，再次强调了药品检测过程中合规性的重要性。该警告信基于 2024 年 9 月 18 日至 20 日对该实验室的检查结果，指出其在执行药品活性成分（API）的合同测试中存在严重违反现行药品生产质量管理规范（CGMP）的行为。这一事件不仅暴露了实验室在数据安全和环境监控方面的管理漏洞，更警示着制药行业在面对日益严格的监管环境时，必须高度重视合规性。

合规性与数据管理不可忽视的风险

FDA 警告信中提到，实验室未能有效管理和记录关键的测试数据，且没有建立合规的存档和数据检索机制，这意味着任何不合格的测试结果都可能错过及时处理的机会，进而影响药品的质量与安全。而这种数据管理不善的行为，也可能导致药品生产或检测中的重大失误，进而带来监管机构的处罚和品牌声誉的损害。

在药品研发、生产、储存和流通过程中，环境监控的合规性至关重要。testo Saveris 1 系统正是为应对这一挑战提供了强有力的支持。它能够确保温湿度等关键环境参数的精确监控，并通过自动化数据记录和审计追踪，确保所有数据都符合 FDA 21 CFR Part 11 和 EU GMP 附录 11 等国际监管要求。更重要的是，testo Saveris 1 系统支持电子签名和电子记录（ERES）功能，确保实验室数据具有完整的合规性，随时可供审计和验证。

如何通过testo Saveris 1确保合规性

1、自动化数据记录与审计追踪

testo Saveris 1 系统能够自动采集温湿度等环境数据，并对其进行详细记录，避免了人工记录的错误与疏漏。所有数据都会带有时间戳、详细的操作记录，并且经过加密存储，确保其不可篡改，满足严苛的合规要求。

2、实时监控与报警

系统能够实时监控环境数据并及时报警，确保在环境参数超出设定范围时，实验室人员能够第一时间获得警告。这一功能能够有效避免如 FDA 报告中所提到的，因数据存储和管理不当而错失最佳应对时机的风险。

3、严格的用户权限管理

testo Saveris 1 提供灵活的用户权限设置，确保只有授权人员才能访问和更改敏感数据。这项功能帮助企业防止未经授权的人员对数据进行篡改或删除，保障数据安全性。

4、审计证据支持

testo Saveris 1 的审计追踪功能确保了每一项数据的处理过程都有记录可查，符合电子记录和电子签名（ERES）要求。这对于合同检测实验室尤其重要，因为数据的合规性直接关系到客户的信任与合规风险。

testo Saveris 1避免合规问题带来的风险

药品检测与生产中涉及到大量的环境数据，而这些数据的合规性关系到产品的质量和市场的准入。根据 FDA 的警告，合同检测实验室需要



严格按照 CGMP 进行操作，确保所有检测数据符合规定标准，且能够在监管审计时提供充分的证据。而 testo Saveris 1 恰好为您提供了这样一个合规且高效的数据监控与管理工具。

testo Saveris 1 不仅提供高精度的环境监测功能，还配备了符合国际标准的合规软件，确保所有数据在采集、存储、传输、使用等过程中都能得到严格控制。无论是在研发阶段，还是在生产、仓储、物流等环节，testo Saveris 1 都能确保环境监控数据的完整性、准确性和可追溯性，帮助企业满足全球药品行业的法规要求，降低合规风险。

testo Saveris 1的应用价值

• 符合严格法规要求

通过提供符合 21 CFR Part 11 和 EU GMP 附录 11 的审计证据，testo Saveris 1 帮助企业确保所有环境数据的合规性，避免因合规问题带来的风险。

• 确保数据安全与可靠性

自动化的数据记录、审计追踪和电子签名功能，确保数据的完整性和不可篡改性，为企业提供可靠的合规支持。

• 实时监控与快速响应

通过温湿度监控和报警系统，testo Saveris 1 帮助企业及时识别和响应环境异常，减少因环境失控造成的产品质量问题。

• 降低合规成本和风险

使用 testo Saveris 1，企业不仅能够提高数据管理的效率，还能显著降低因数据不合规或记录缺失所带来的法律与财务风险。

（来源：testo 德图仪器）

AAF AstroHood TCU 温度控制单元提升先进制程稳定性

在半导体先进制程的环境控制中，温度的精准管理已成为影响工艺稳定性和芯片良品率的关键因素。随着制程节点不断向更小尺寸演进，温度波动对材料性能、设备精度以及制程一致性的影响愈发显著。然而，许多洁净室厂商仍然仅只关注洁净度，而忽略了温度控制的重要性。

AstroHood TCU（Temperature Control Unit）温度控制单元专为对温度敏感的生产环境设计，能够精准调节 FFU/EFU 送风温度，确保关键区域的温度稳定性，满足半导体制造对于环境参数的严苛要求。

温度控制在先进制程中的重要性

1. 材料的热膨胀系数差异

半导体制造涉及多种材料，如硅、金属、氧化物和光刻胶等，它们的热膨胀系数各不相同。温度波动可能引发材料间的热应力，导致晶圆结构发生微小形变或裂纹，进而影响器件的电学性能。精准的温度控制有助于减少这种热应力，保证制造过程的稳定性。



2. 精细对准与定位精度

先进制程采用“多重图形化”与“多重曝光”等技术，对光刻和刻蚀工艺的对准精度提出了极高要求。温度变化可能影响掩模与晶圆的相对位置，导致图案偏移或尺寸不均，从而影响芯片的性能和良率。

3. 先进制造设备的高灵敏度

光刻机、离子注入机、薄膜沉积设备等关键设备对温度环境极为敏感，其运行状态容易受环境温度波动影响。保持温度的恒定性，有助于确保设备的工艺稳定性，提高生产一致性。

AstroHood TCU：精准温控方案

AstroHood TCU 采用干盘管和电加热的协同控制模式，提供高精度的空气温度调节，确保半导体生产环境的稳定性。

1. 高灵敏度温度调控

干盘管降温依赖冷水温度与流量调节，适用于大幅降温，但调节灵敏度有限。电加热精准控温通过电功率控制温升，响应速度快，可实现小范围温度的精准调节。



2. 湿度稳定，避免冷凝问题

直接使用冷盘管降温可能会导致盘管表面温度低于空气露点，形成冷凝水，引发湿度波动。而 AstroHood TCU 采用干盘管方式，避免了冷凝水问题，确保洁净室湿度稳定，减少对半导体工艺的干扰。

3. 避免频繁启停与热惯性影响

干盘管系统的冷水流量调整响应较慢，若频繁调节，可能导致系统不稳定。而电加热具备快速响应能力，可弥补干盘管的惯性效应，确保温度平稳过渡，避免波动。

4. 能量效率优化

干盘管降温时耗能相对较低，用它完成大部分降温工作更节能。辅助电加热只负责精确升温，耗能少，且避免了整个系统频繁切换冷热源导致的能耗损失。

（来源：AAF 空气过滤器）

维萨拉通过战略合作打造可持续洁净室

设计、建造和部署洁净室设施需要跨多个学科的专业知识。以可持续的方式实施洁净室又加入了另一层复杂性，需要创新的解决方案来平衡能源效率、法规合规性和出色的运营。

这就是可持续洁净室联盟（ASC）的作用所在。ASC 是行业优秀公司组成的合作组织，为洁净室设计、通风、净化、环境监测等提供先进的解决方案。ASC 成员汇集各方的专业知识，帮助组织开发符合严格质量和合规要求的节能洁净室。

洁净室项目的一站式解决方案

“订购洁净室解决方案的客户通常想要一站式交付。有了这样配置，目标的实现就拥有了十分保障。”发起 ASC 的 Granlund 副总裁 Jukka Vasara 说道。

“洁净室客户通常有两个主要优先事项：项目必须快速按期完成，而且质量必须始终是一流的。由于生产干扰，错误和中断可能会造成巨大的成本。”

Vasara 表示，ASC 的优势在于其成员在设计、项目管理和系统功能方面拥有数十年的专业知识，并结合了通风和环境监测等关键领域的优势技术。

实现可持续洁净室的出色测量仪器

维萨拉欧洲、中东和非洲地区工业测量业务副总裁 Pekka Ravila 表示：“尽管维萨拉几十年来一直以测量仪器和监测系统服务于全球洁净室市场，但我们认为，使我们能够作为团队的一部分为客户提供完整的解决方案，而不仅仅是测量部分的解决方案，这种合作形式很有价值。”



“洁净室是许多高价值制造过程至关重要的一部分，这使其非常适合在高要求技术开发、工程、制造和项目执行领域拥有丰富经验的芬兰公司，通过在这些领域联合力量，我们可以为客户提供真正的价值。”Ravila 继续说道。

洁净室环境的高标准

洁净室对于制药、生物技术、医疗保健和半导体制造等行业至关重要。这些受控环境根据 ISO（1-9 级）和 GMP（A-D 级）标准进行分类，对空气中的颗粒物、空气质量和污染水平制定了严格的限制。

为了满足这些严苛的标准并提高能效，洁净室通风系统可以根据需求运行，根据实际要求优化气流。此外，先进的技术可以帮助减少洁净室中化学品的使用，使其更加环保。

携手共创可持续发展：ASC 背后的专业知识

ASC 的协作方式将拥有洁净室设计和操作不同方面专业知识的公司聚集在一起：

Granlund – 洁净室设计

维萨拉 – 环境监测、测量和控制解决方案

Halton – 通风解决方案

Cleamix – 净化解决方案

LED Tailor – 蓝光消毒

Hermetel – 预制洁净室构件

Zeus Tech – 验证、测量和测试解决方案

Kavika HealthCare – 家具和固定装置

维萨拉：确保洁净室的合规性和可靠性

作为 ASC 的一员，维萨拉提供旨在确保符合良好生产规范 (GxP) 规定的尖端环境监测解决方案。

维萨拉 viewLinc 连续监测系统 (CMS) 非常适合受监管环境、提供全面验证和关键洁净室参数的实时监控。此外，维萨拉的高精度变送器可以实现对暖通空调系统的精确控制，确保长期测量稳定性和节能运行。

洁净室可持续发展更智能的未来

通过利用 ASC 成员的整合专业知识，组织可以实施不仅合规、高效而且可持续的洁净室。通过先进的通风控制、化学品使用减量以及可靠的监控系统，洁净室技术的未来将朝着更智能、更环保的解决方案发展。

（来源：维萨拉工业测量）

聚势而上，链接全球！
第二十六届全国医院建设大会邀您共赴江城武汉！

2025 年 5 月 24-26 日，由筑医台、国药励展、中国医学装备协会医院建筑与装备分会、筑而瑞联合多家权威机构共同举办的“第 26 届全国医院建设大会暨国际医院建设、装备及管理展览会（CHCC 2025）”将在武汉国际博览中心隆重召开。



本届大会特别设置“服务医院转型发展，全面推动科技创新”与“面向全球，构建医院建设产业国际化发展新格局”双主题，聚焦卫生健康事业发展新要求，探索现代医院转型发展的新理念、新模式、新方法、新技术、新理论，推动科技创新与医院建设发展深度融合，构建美好医院科技迭代新格局，助力我国卫生健康事业高质量发展。同时，大会将继续秉承国际化发展理念，持续提升国际化程度，扩充国际交流、合作资源引入，加快推动中国医院建设产业走向国际。

130+ 论坛，全方位呈现美好医院建设全过程知识体系

“第二十六届全国医院建设大会”与“第九届中国智慧医院大会”“第八届医学工程发展创新大会”“第七届全国医养结合机构建设发展大会”“第三届中国医院学科发展大会”“全国医院后勤创新发展大会”“中国医用机器人应用大会”七会同行，130 余场不同方向的专题论坛，全方位呈现新时期美好医院建设的完整知识体系，汇聚国内外行业领导、专家学者和高级管理者万余人，从战略发展、产业升级、学科发展、规划设计、装备配置、项目管理、科技创新、智慧运维等多层次、多维度深度交流思想、共享智慧。

12 万平米展览展示，完整覆盖医院建设采购全流程

作为 CHCC 同期重磅品牌活动，国际医院建设、装备及管理展览会自推出起，持续构建完整的优质供应商体系，为行业提供完整覆盖医院建设全过程的系统解决方案。

2025 年，CHCC 紧贴全球医院建设市场需求，12 万平米展示空间按照医院建设采购全流程创新布局 19 大展区，一站式解决医院建设者所有学习交流采购需求。汇聚 900 家优质供应商，全方位展示医院建设领域的成熟技术、设备、产品、解决方案及最新发展趋势，为政、产、学、研、用、融各方面搭建一个全产业链协同发展的广阔平台。

6 万 + 精准专业观众参展 学习交流，了解趋势，寻求合作

CHCC 自举办以来一直在行业享有很高的声誉，其对未来医院建设趋势的预判更使其成为引领风向的前沿阵地。在观众层面上，CHCC 致力于打通政府部门、医院、协会机构、科研院校和企业之间的交流壁垒。2025 年，随着参展领域的不断拓宽，预计将有 6 万 + 精准观众来到现场，其中包含 1 万 + 采购决策者，以及万家医院组团，共同参与此次行业盛会。

20+ 同期精彩活动，共探行业发展新趋势

本届大会为所有医院建设同仁准备了多项精品活动，包括 2025CHCC 中国医院建设奖颁奖典礼、医院考察、中国医院建设与管理学术专著汇展、2025 筑医台图书新书发布会、文化筑梦——医建行业标准、论文、专著写作沙龙等。发掘最新医院建设成果，表彰医院基建领域先锋模范，学习标杆医院建设理念，紧扣行业时下热点，共探行业发展新趋势。

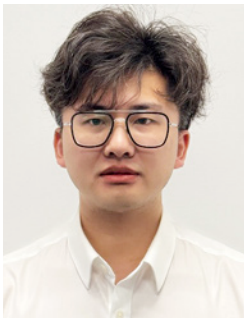
2025 年，面对卫生健康事业改革发展新要求，CHCC 将紧跟时代发展趋势，把握现代医院转型发展新需求，联动全球产业链优势资源，凝聚创新力量，致力打造 2025 医院建设行业年度旗舰盛会，进一步激发行业创新发展新活力，全面加速推动医院建设产业国际化新进程。5 月 24-26 日，武汉国际博览中心，CHCC2025 第 26 届全国医院建设大会暨国际医院建设、装备及管理展览会诚邀全球医院建设同仁莅临，携手推动美好医院建设与高质量发展！

2025 市场回顾与展望

【编者按】一年之计在于春，在这万物复苏的明媚三月，《洁净室》杂志特邀业内多家企业代表共同回顾已经过去的2024年，展望希望与挑战并存的2025年。

对于过去一年的市场大环境、应用增长热点，以及2025年可能面临的挑战和机遇，还有对“出海”的探索等问题，多位从业多年的资深代表都有话要说。现将采访内容精华整理成文，以飨读者。

万事达洁净：低碳生产与数字化生产的创新、突破



山东万事达洁净科技有限公司
市场分析 沈奕杰

***CRC*：您认为，洁净室行业在2024年面临哪些主要机遇和挑战，贵司是如何应对的?**

沈奕杰：首先这两年能看到一个与往年不同的趋势，大家关注的点不仅仅是在满足生产工艺的受控环境上，还会考虑2个很大的因素——双碳节能和数字化。这2个因素，需要前置到厂房的设计阶段就有所考虑，贯穿整个建设到运营阶段，这也是万事达这两年的重点研究方向。同时万事达自身也是低碳生产和数字化生产这两方面的先行者和践行者，比如我们2021年建成的镇江工厂是联合西门子打造的数字化工厂，在这方面积累了大量的经验，可以给客户提供更落地的方案。

另外，客户对EPC及建设周期的要求变高了，这一点中国速度确实世界领先，万事达除了产品创新以外，在交付模式上也进行了大量的摸索和优化。在如何缩短围护结构施工周期的问题上，万事达从前期设计、打包方式、安装流程上都有所体现。

***CRC*：万事达洁净在2024年有哪些重要的技术创新或突破，这些技术创新解决了哪些痛点难点问题?**

沈奕杰：万事达开发的“CleanCube净界智绘”洁净室智能设计平台，实现了从人工排版到自动智能排版的转变。这一平台是洁净室设计领域的一次重大突破，它以智慧设计为起点，整合了柔性智能制造和数字交付流程，实现了洁净室工程的低成本与高效率标准化建设。

• 出图效率提高50%

CleanCube让设计师从重复繁琐的统计中脱离出来，以数字智能取代传统人工统计，速度更快，准确率更高。

• 精准算量，节省成本

使用CleanCube一键导出板材、辅材工程量清单，前期预算与后期实施做到精准算量，控制余量，成本透明可控。

• 图纸出具更标准

CleanCube可根据项目及现场要求从高度、涂层、芯材等各方面通过不同颜色进行不同信息的区分，图纸清晰明了、简单易识别信息；不同编码方式满足不同施工人员的看图、施工习惯，使得施工效率最大化。

• 自动优化非标尺寸，提升效率

引入非标尺寸优化逻辑，系统自动计算优化非标尺寸。与传统人工排版相比，非标规格降低40%（数据以5500平墙板项目为例），同时能统一技术人员的出图水平，最大程度降低了现场找板安装难度，大幅提升安装速度。

***CRC*：请介绍一下2024年万事达洁净的业绩增长情况，哪些市场领域的表现相对出色?**

沈奕杰：在集成电路半导体、制药、新能源等生产过程中需要环境控制的高端制造业，都实现了可观的增长。



图1：万事达江苏数字化工厂综合看板

***CRC*：公司在镇江建立江苏制造基地的初衷是什么，新制造基地在数字化、智能化方面有哪些亮眼表现？**

沈奕杰：江苏制造基地在 2020 年 4 月拿到地即开工，总占地 150 亩，公司坚持“放眼全球 深耕中国”经营战略，在华东地区选址考察了 12 座城市 30 多个地块，最终选择在镇江迈出了“跨区域建厂”这一步。整个厂区总投资 10 亿元，车间面积 6 万平米，旨在打造数字化标杆工厂。

江苏制造基地是与西门子联合打造业内首个 5G 数字化工厂，智能工厂数字化看板上的数据都是实时更新的，可以看到设备的运营情况和当天的产能及产量。

优势如下：

- 多工厂模式响应速度提升 300%
- 生产效率提升 6-8 倍
- 总产能可达 600 万平方米
- 非标交付速度提升 100%

***CRC*：您对 2025 年洁净室市场有怎样的预期，您认为会有哪些新兴的应用及市场增长点？**

沈奕杰：2025 年是“十四五”规划的收官之年，国家大力发展的战略新兴产业和新质生产力，大多对生产受控环境有较高需求。此外这两年发展迅速的 AI、低空经济、人形机器人等产业，其制造和相关上游产业的爆发式增长，也带来了相当可观的需求。

国药奇贝德：通过精细化管理提升效益，形成差异化核心竞争力



国药奇贝德（上海）工程技术有限公司 总经理 王云宝

随着疫情结束，叠加国际国内复杂经济形势，自 2023 年开始，行业内各类投资偏于保守和谨慎，避免进一步加剧企业内产能过剩问题，导致项目锐减。许多公司出现了亏损情况，为了减亏扭亏，各企业纷纷提出降本增效措施，减少各项刚性支出，项目服务外包需求和工作份额出现锐减。

随着市场增速放缓，医药企业之间的竞争也愈发激烈。同时，国际市场的竞争也日趋激烈，对中国医药企业产生很大压力，价格战蔚然成风。

国药奇贝德致力于成为医药健康领域全生命周期一站式技术服务平台，其验证与确认咨询业务已稳居行业领先地位，项目 GEP 咨询服务和科学实验室 EPC 业务通过节能优化、验证增值等形成竞争力，数字化系列产品业务作为公司第二发展曲线，正投入更多的资源进行打磨和推广。

国药奇贝德完善制度建设，以“精、准、细、严”为基本原则，通过精细化管理提升企业整体效益。面对客户需求升级，激烈的外部竞争，国药奇贝德不断提高和优化业务融合能力和价值创造能力，通过加强研发创新、优化产品结构、提高产品质量和降低成本等，形成了差异化的核心竞争力。

国药奇贝德在 2024 年取得一系列技术创新和突破，主要集中在洁净室设计、施工和运行管理等领域：

数字化高效送风口

通过实时在线风量监测及快速反应调节，适应多个工作场景，确保系统在线风量平衡；实现精准送风，减少能耗并提升能效；实时掌握每个送风口的风量变化，缩短系统调试时间；自带 MODBUS 接口，方便与 BMS 连接，实现系统联动与自动调节。

数字化压差控制阀

通过 MODBUS 通讯与送风系统联动，实现送风、回风、排风之间的平衡控制；精确测量，并根据设定值自动调节，确保始终保持合适的压差。

节能优化与验证增值服务

在项目 GEP 咨询服务和科学实验室 EPC 业务中，通过节能优化设计和验证增值服务，增强了市场竞争力。

在业绩表现方面，与 2023 年相比，国药奇贝德 2024 年新签合同额下降，营业收入小幅增长，营业利润基本持平；验证与确认咨询业务的新签合同额受市场影响，项目体量和盈利能力下滑；项目 GEP 咨询服务和科学实验室 EPC 业务方面，盈利能力有所提升；数字化系列产品业务，通过加强研发和市场推广投入，与兄弟公司协同协作，使之成为国药工程重要的输出品牌。

展望 2025 年，洁净室市场挑战仍然存在，制药行业竞争激烈。在客户方面，建议关注国有企业、大型集团客户，此类客户能够按照合同约定履行付款义务，不必过于担忧资金回收风险。此外还可以关注细分领域“小而美”客户，此类客户具备较高的认知能力，愿意为优质服务付费。

在业务拓展方面，需要积极寻找新的业务增长点，加大对潜在客户的开发，持续为客户创造超出预期的增值服务，还要避免陷入到同质化竞争。

信息产业电子第十一设计研究院：机遇与挑战并存，新兴领域带来新增长



信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司苏州分公司设计二所所长 刘阳

2024 年，洁净室市场受到新能源光伏、锂电等行业周期性波动下行的影响，增量市场受到挤压，企业纷纷转向存量市场寻找机会，市场竞争加剧。2025 年仍然是挑战的一年，但整体环境充满机遇。科技的不断进步、新领域行业需求的增加、企业的自主创新以及政策支持将成为洁净室市场的主要驱动因素。新材料和新工艺的应用使洁净室建设更加高效、节能和环保，降低了建设成本，推动市场发展。同时，政府在 AI、环保、节能等方面的政策支持也将进一步助力洁净室市场的变革。

除了传统的半导体、制药、医疗设备和食品行业，洁净室在新兴领域的应用将显著增长。例如，AI 智能、互联互通大网络（数据中心）、大健康相关的生物医药、绿氢新能源、磷酸铁铝电池、钙钛矿储能制造等领域对洁净室的需求将不断增加。这些新兴行业的发展将为洁净室市场带来新的增长点，尤其是在生命科学和医疗设备制造、食品工业、电子和半导体工业、光学工业、研究所和实验室、生物技术和制药工业以及医院等领域。

海仕伦科技：以技术创新应对行业挑战



深圳市海仕伦科技有限公司总经理 任辉

2024 年，洁净室行业面临市场进入平稳发展期、竞争过热及价格战加剧等挑战，但市场需求依然强劲。政府对高端制造业和科研领域的政策支持，也为洁净室行业提供了广阔的发展空间。此时，企业若注重创新与研发，便更易脱颖而出。海仕伦秉持“创新驱动，研发促发展”的经营宗旨，将产品创新研发置于首位，围绕半导体行业国产化方向，致力于解决半导体行业高端照明需求。

在技术创新方面，海仕伦 2024 年加大半导体照明领域研发投入，凭借自身研发力量并联合大专院校的研发优势，相继推出针对尖端半导体行业的 NO VOCS 挥发照明方案及产品，针对半导体及生物医药培育领域的可控光量子照明方案和产品。特别是 NO VOCS 照明方案和产品，填补了国内在该领域的空白，助力企业在尖端和高世代半导体生产制程中满足严苛及特殊的照明需求。

康启环境：保持高额研发投入，顺应时代要求



苏州康启环境科技有限公司 CEO 万桂波

从不同角度分析，一方面，洁净室行业 2024 年在半导体、微电子等新质生产力行业的推动下，释放了智能化、数字化及物联网化的市场空间，为高精度传感器技术带来新机遇；另一方面，客户需求升级和市场竞争加剧也带来了巨大挑战。康启环境顺应时代要求，持续高额研发投入，满足客户定制化需求，并通过市场调研和宣传实现增长目标。2024 年，康启业绩增长 20%，主要得益于半导体、微电子和锂电池行业的快速发展。

康启针对锂电池和航空航天的需求，研发了大粒径粒子计数器；针对半导体高洁净等级需求，平替了进口 0.1μm 粒子计数器；同时推出洁净室智能巡检机器人，以满足智联化网联需求。这些技术创新有效解决了行业在精密检测、洁净等级提升及智能化管理方面的痛点。

展望 2025 年，洁净室行业预计将保持高于 GDP 的增速，除半导体、制药、医疗设备、食品等传统市场外，航空航天、实验室、科研院所、化妆品、新材料、锂电池及新型显示等领域将成为新兴增长点。尽管康启环境暂未出海，但认为国际市场潜力巨大。此外，洁净室检测交由第三方公司的可行性也值得探讨，这或将成为行业效率提升的新方向。

卓辉光电：凭借产品质量和品牌影响力，在高端用户市场保持稳定增长



常熟卓辉光电科技股份有限公司董事长工学教授 杨耀武

这两年，受投资规模降低导致工程建设项目减少的影响，洁净室行业，无论项目设计、工程施工还是材料供应，内卷都很严重。卓辉光电在艰难的环境下仍能保持增长，主要得益于产品质量奠定的品牌影响力，其面向的高端用户投资项目相对稳定。

技术创新方面，卓辉光电2024年取得诸多成果。针对高端用户对ESG和照明功能的双重需求，卓辉光电在灯具的光品质和光健康方面提升很大，以营造更友好的光环境，降低人员疲劳，提升作业质量与安全性；结合国家发改委关于节能的相关政策要求，全面推行能效标识制度的背景，卓辉光电产品光效大幅提高，标准产品达国家一级能效要求，专业产品超20%以上，帮助客户降低工程成本和后期使用成本，获众多业主指定选购；产品线完整，涵盖洁净室灯具、通用工业灯具、防爆工业灯具、消防应急照明和疏散指示系统，方便客户一站式采购，增加客单量。

业绩方面，2024年卓辉光电增长平稳，主要来自生物制药、半导体和新能源领域，各领域表现均衡。展望2025年，洁净室整体市场环境预计变化不大，除了传统应用市场外，实验室建设、医疗卫生领域的应用可能会略有增长，军工制造领域也值得关注。

卓辉光电出海比较早，产品质量在国际市场也比较有竞争力，但海外市场比较分散，建立销售和服务机构的运营成本较高，目前采用在稳定市场与当地机构合作，新兴市场通过和工程施工企业配套出海的策略。

此外，卓辉光电认为，企业之间应避免相互攻击，积极探索适当的合作方式，同时还应该摒弃无常识的噱头宣传，专注于科研和产品质量，以推动行业健康发展。

林森净化：深耕内功，布局海外，稳健发展



苏州林森净化集团有限公司市场总监 王文垒

回顾2024年，洁净室行业在国内外环境复杂多变的背景下进入深度调整期。林森净化集团通过深耕内功、稳固市场份额并提前布局未来，成功应对挑战。7月，珠海工厂顺利投产；年底，苏州工厂竣工并投入运营；同时，海外首个工厂越南工厂也正式启用，标志着集团在国际化道路上迈出坚实一步。

技术创新方面，针对净化夹芯板面材所使用的彩涂钢卷领域内，传统的高洁净白灰（PE）彩涂板难以满足客户需求的痛点，林森净化集团推出新型Air-Clean空间净化彩涂板，在抗菌、抗病毒、除甲醛、去除VOC以及消除异味等方面性能卓越，能有效缓解洁净室光线污染问题，显著提高生产良品率和项目验收通过率。在围护系统方面，集团研发的50mm厚度中空弹片结构围护系统和25mm厚度单面式围护系统，具备可反复拆装且无损伤的特性，极大提升了围护系统的实用性和灵活性。此外，集团还成功研发了净化中空防火玻璃，极限耐火时长可达1.5小时，打破了防火与洁净技术之间的壁垒。

业绩方面，林森净化集团2024年业绩稳健上扬，连续多年增长，近三年营业总额累计突破二十亿。制药领域成为集团业绩增长的核心动力。集团为制药企业量身定制的洁净室解决方案，满足了药品生产对环境的严苛要求，助力制药企业提升生产质量，赢得极高口碑和市场份额。

展望2025年，在全球制造业转型升级和科技进步推动下，洁净室市场有望随着科技和产业升级而蓬勃发展，新能源、电子信息、航空航天、生物科技等战略性新兴产业将拉动需求增长。林森净化集团自2017年设立海外事业部以来，凭借卓越的产品与服务，成功服务超百个国家和地区。2024年，越南工厂的建成，标志着集团国际化发展进入新阶段。然而，在出海过程中，集团也面临诸多挑战，如地域差异导致的工程设计理念、技术标准和法律法规的不同，以及国际市场竞争激烈、信息传播渠道复杂等问题，导致难以精准把握海外用户需求。

捷曼：积极应对机遇与挑战，实现业绩增长



捷曼（天津）智能科技有限公司总经理 许伟

2024 年，洁净室行业面临一些重要的机遇与挑战。机遇方面，技术创新推动行业升级，自动化、智能化、物联网（IoT）和人工智能（AI）等技术提升了洁净室的运行效率、精度和能源利用率；环保与可持续发展需求增加，在政策支持下，绿色建筑认证、节能环保技术的应用和碳排放的控制成为行业发展的重要方向，相关设备供应商需要从节能减排、耗材环保等方面做出行动；医药、半导体等行业需求增长，特别是生物医药、半导体和高端制造领域对洁净室需求稳定；全球化市场拓展，亚洲、非洲等地区的基础设施建设为行业带来新的发展机会。

挑战方面，成本压力与能源消耗高，洁净室建设和运营成本大，能源价格上涨和环保压力促使行业降低能耗、提升能效；技术标准与法规不断变化，企业需要快速适应和合规并在新标准的框架下进行技术创新和产品升级；人才短缺与技术升级矛盾突出，专业高端技术人才供不应求；市场竞争日益激烈，企业在技术创新、产品质量和服务水平上的差异化竞争将决定其未来的市场地位。

为应对这些机遇与挑战，捷曼采取了一系列策略。加强技术创新与绿色转型，加大在智能化、自动化和节能环保技术方面的投入，比如研发出高效节能密封性能好的通行门系统；提升产品与服务的差异化竞争力，提供定制化洁净通行解决方案，并提供全程的售前咨询、售中执行、售后服务体系和客户支持平台；持续关注行业法规与标准，与科研机构和标准化组织合作，推动行业标准的制定和完善；加大人才培养与引进力度，与高校、研究机构合作，提升员工专业技能和创新能力；开拓国际市场与新兴市场，尤其是东南亚地区、拉美和非洲等新兴市场，与当地企业合作，提供定制化洁净用门解决方案和高品质门类供应服务。

2024 年，捷曼业绩增长显著，主要来源于洁净、冷链、食品等行业，新兴行业需求持续增长，随着 5G、物联网、人工智能等技术的普及，半导体行业在芯片制造、封装等环节对洁净室的需求增加，捷曼为客户提供高端、符合生产环境要求的通行门、自动门以满足客户需求。

中邦兴业：通过技术创新与品牌建设，推动可持续发展



北京中邦兴业科技有限公司总经理 韩辉

2024 年，机遇与挑战并存。机遇方面，市场规模保持增长态势，2024 年洁净室面板行业市场规模达 2.97 亿美元，同比增长 18.8%。亚洲成为主要市场和未来发展重心，我国医药卫生、电子信息和航空航天等事业的发展，加速推动了洁净室行业的市场化需求，行业标准规范化也助力其发展。北京中邦兴业作为洁净行业协会会员单位，积极参与了洁净室环境控制相关法规标准的制定。政府对高科技产业的重视和扶持，以及环保法规的日益严格，推动洁净室行业向更加环保、节能的方向发展。

挑战方面，包括市场竞争激烈，诸多企业为争夺市场份额，降低价格，进一步压缩了利润空间；成本压力大，原材料和劳动力成本上涨致生产成本攀升，引发价格战；技术更新换代快，企业需要不断投入研发成本，以保持竞争力，采购仪器设备还要依据持续更新的行业法规标准进行决策。

面对这些机遇和挑战，北京中邦兴业不断增强自身实力，加大在新技术、新设备方面的研发投入，加大拥有知识产权、自主研发设备的生产；深入挖掘潜在市场，加快在芯片半导体、新能源等新领域的拓展，并加强品牌建设，积极参与行业展会和交流活动，参与行业法规标准编制，提升企业影响力；采用可持续发展策略，推广使用高效节能设备，响应国家“以旧换新”政策，并为员工提供培训和奖励机制；加强客户服务团队建设，提供完善的售后支持和技术服务，减少客户因洁净环境不合格而导致的停产、罚款等损失。

通过以上策略，北京中邦兴业不断提升自身竞争力，为洁净室行业可持续发展贡献力量。

压缩气体粒子监测：制药和半导体行业质量管控的重要组成部分

文/上海镭慎光电科技有限公司 朱菁博士

在生产过程中与产品直接接触的压缩空气和其他工艺气体（如气态和液态氮、氧气、氩气和二氧化碳等）的测试和监测，对于确保这些产品的质量和安全至关重要。压缩空气是一种关键工艺参数(CPP)，其变化会对重要的质量属性（CQA）产生影响，因此应该对其进行监测或控制，以确保工艺生产出所需的质量。

每个制造商都有责任评估受污染的压缩空气供应可能对最终产品造成的风险和影响，ISO 8573 给出了压缩气体的一般方法和要求的描述。ISO 8573 于 1991 年首次发布，并于 2001 年、2010 年及 2019 年进行了更新，发表至今，经过多次升级更新，现已成为一项与压缩气体质量相关的国际标准。其有助于在下游和上游制药生产设施中实现无粒子环境，也为制药企业在选择如何监测压缩气体和选择什么样的监测设备给出了明确的指标。该标准由九个独立部分组成，其中第 1 部分规定了压缩气体的质量要求，第 2-9 部分规定了一系列污染物的检测方法。第 1 部分根据粒子（如灰尘、铁锈、管道沉积物）的浓度和杂质（压缩机润滑油、磨损粒子、汽化润滑油）的含量列出了所需的纯度等级（如表 1 所示）。

针对洁净等级要求最高的半导体行业，对于压缩气体应采用 SEMI F70-0302，这个标准给出了半导体行业测定气体交付系统中粒子分布的试验方法。该标准主要针对气体输送系统进行检测：安装在半导体制造设备中的一种系统，用于向反应器提供工艺气体和载气，通常由管道、配件、阀门、过滤器、质量流量控制器和调节器组成；可以是表面贴装或传统系统。检测分为输气系统在线监测和各零配件出厂检测两类。

SEMI F70-0302 中的测试要求包括：探测的最小粒径档应小于或等于 0.1μm，试验流量的总体积应大于 28.3L，最小计数个数应为 1 个，实验气体应为洁净 N_2（或 Ar）。

表1

ISO8573-1:2019 等级	固体粒子				水		油
	每立方米最大粒子数			质量浓度 mg/m^3	蒸汽压力露点 ℃	液体 g/m^3	总油量（气溶胶液体和蒸汽）
	0.1 - 0.5 μm	0.5 - 1 μm	1 - 5 μm				mg/m^3
0	由设备用户或供应商指定，比 1 级更严格						
1	≤ 20,000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70	-	0.01
2	≤ 400,000	≤ 6,000	≤ 100	-	≤ -40	-	0.1
3	-	≤ 90,000	≤ 1,000	-	≤ -20	-	1
4	-	-	≤ 10,000	-	≤ +3	-	5
5	-	-	≤ 100,000	-	≤ +7	-	-
6	--	-	-	≤ 5	≤ +10	-	-
7		-	-	5 - 10	-	≤ 0.5	-
8	-	-	-	-	-	0.5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
x	-	-	-	>10	-	>10	>10

两种检测方法及其比较

目前针对压缩粒子颗粒物的探测采用两种技术路径解决，一类是采用高压扩散器对压缩气体进行取样，然后通过常压状态的粒子计数器进行检测，这是目前较为常规的方法；另一类是采用高压腔体光散射技术直接进行高压压缩气体的粒子检测。

1、高压扩散器法

压力对粒子计数器的流速和可用于分析的样品体积影响最大。高压扩散器的设计取决于以下原理：压力增加，体积减小。下面是总结这一原理的方程式(波义耳气体定律)

$P_1V_1 = P_2V_2$（其中 P 为压力，V 为体积）

因此，扩大体积可以降低压力，从而实现常压测量。高压扩散器 (HPD) 就是基于这个原理而开发的，它可以将气体压力降至接近环境压力。高压扩散器的工作原理是让部分多余的空气或气体排出或扩散到大气中。这样，粒子计数器的流量计量系统就可以按照设计运行。后续的测量采样常压 0.1μm 粒子计数器即可。

2、高压腔体直测法

直接高压法是直接将带压气体流过完全密闭的气体仓，并通过耐压光学窗口直接测量粒子对于入射激光的散射光信号，从而实现高压气体颗粒物的带压测试。为了确保带压气体不会泄露或者避免泄露的风险，需要在密闭腔体的周围填充保护气，并通过实时压力测试确保一旦出现泄露会第一时间关断气体流路，保证测量过程的安全可靠。

目前世界上直接带压测试的产品有国际知名品牌的型号和国产替代公司的产品。两家公司的产品采取了不同的技术路线。国际知名品牌的技术源自于 70 年代的技术，之后少有改动，因此采用的元器件相对较为陈旧，而国产替代公司的产品采用了不同的光源和独创的光学架构，获得了维护性能更好、更小体积重量、测量更加稳定的产品，具体比较如表 2 所示。值得一提的是，因为国产替代公司的产品是在蓝紫光波段，因此避免了国际知名品牌产品为红外波段时，一些气体存在红外吸收的困扰，更加有利于对 CO_2、CO、NH_3 等有较强红外吸收的气体中颗粒物的探测。

3、两种方法优缺点

以上列举的两种方法，分别是高压扩散器法和高压气体粒子直接测试法。这两类方法最主要的区别列于表 3 中。

综上所述，对于需要进行高精度测量的场景，特别是应用于半导体行业的测试需求，建议直接采用带压气体直接测量方法，提高准确性，降低漏检率，确保气源的可靠性。CRC

表3

	高压气体粒子直接测试法	高压扩散器法
测量精度	测量全部气体，不存在漏检的问题，并且不存在二次污染，测量精度高	测量精度较低 1、扩散器本身自带泄气口，可能会导致最终采样气体的结果不够准确 2、加扩散器会使气路中增加多处接头和阀门，可能会产生二次污染，并且容易残留粒子，从而导致测量结果不稳定，尤其是清零不稳定
压力范围	0~1MPa	扩散器一般测不了 0.2MPa 以下压力的气体，主要用于测试大于 0.2MPa 压力的气体
用气量	小	带扩散器多数需要使用 28.3L/min 的常压粒子计数器，流量大会更耗气
适用气体	可根据不同气体种类调节气体流量校准系数，广泛适用于空气、惰性气体等各类特种气体	主要适用于压缩空气 如果用来测试其他种类气体，可能因为流量系数不同导致检测结果出现偏差

表2

	国产替代公司	技术分析	国际知名品牌	技术分析
激光光源	激光二极管	➢ 不直接与被测气体接触，不易污染，无需维护 ➢ 金属封装，坚固耐用 ➢ 可测 CO_2、CO、NH_3 等气体 ➢ 封装小巧，体积小、重量轻	氦氖激光器	➢ 谐振腔反射镜与被测气体直接接触，易污染，维护成本高 ➢ 玻璃管易碰碎，维修成本高 ➢ CO_2、CO、NH_3 吸收红光检测准确性低 ➢ 激光器体积大，导致整机较大、较重
内部结构	进气管路短且直接	粒子不易在管路堆积，清零更容易	进气管路长且弯绕	管路堆积粒子，容易造成管路污染，不易清零
电源性能	电路板稳定耐用	检修成本低，稳定耐用	高压驱动电源	电源板容易坏，增加检修 / 换件的经济成本和时间成本
工作性能	密封性好	不漏气，保证仪器长久持续工作	易漏气，高压报警频繁	检修成本增加；误工同时引起客户损失
展现形式	安卓屏和数据存储	既可网口通信，又可以显示、存储检测结果	只有数据通信盒	显示、存储等功能需客户自行二次开发，使用不方便

关于 CFD 仿真在空调滤清器中的应用研究

文/苏州苏信环境科技有限公司 吴腾飞

摘要：文章主要是介绍关于空调滤清器性能测试台的CFD仿真模拟与实际测试台验证对比，主要模拟不同条件下测试台内部的气流流向、静压、速度以及普遍关注的不同粒径的气溶胶粒子在流场中的均匀性。该模拟是基于Darcy达西理论模型、Navier–Stoker纳维–斯托克斯方程、 K–Epsilon湍流模型进行的流体仿真。

关键词：空调滤清器 粒子均匀性 测试台特性 气流迹线

前言

空调滤清器的主要作用是过滤空调通风的空气中的各种微粒及有毒气体。它就像人的肺，给车厢内输送干净空气，专门用于汽车室厢内空气净化的过滤器。多采用高效吸附材料无纺布复合的活性炭复合滤布，能有效过滤烟臭、花粉、尘埃、有害气体和各种异味。

空调滤清器测试常用参考标准如下：

ISO/TS11155-1:2001《道路车辆乘驾室用空气滤清器第 1 部分：粉尘过滤测试》

EN779:2012《一般通风用空气滤清器 - 过滤性能的测定》

EN1822-1:2009《高效空气滤清器第 1 部分：分级，性能试验，标识》

GB/T32085.1-2015《汽车空调滤清器第 1 部分：粉尘过滤测试》

QC/T795.1-2007《道路车辆乘驾室用空气滤清器第 1 部分：粉尘过滤测试》

QC/T998-2015《汽车空调滤清器技术条件》

这些标准从测试环境、流量、测试功能、试验气溶胶及分级效率测试粒径分级对滤清器总结分析。

因为滤清器测试台（简称测试台）的内部流动比较复杂，涉及到紊流流动、多孔介质流动、多相流等，受测试台内部复杂结构和工作环境的限制，要完全真实地了解其内部流动信息相当困难，且依靠经验和试验手段来改进测试台结构，不但浪费大量的人力，花费大量的时间，以及大量的费用，还没办法给出测试台内部全面的气流特性。随着发展，CFD 被广泛用在设计初期，研究测试台内部的速度场、压力场、速度矢量等流场数据，为测试台的开发和优化提供指导措施，缩短开发尤其是验证周期，节省人力资源和研发费用的投入。最后将该测试台实体部件对比仿真结果和试验数据之间的差异。

1. 滤清器测试台计算模型与网格划分

1.1 模型建立

如图 1 所示，主要根据 11155-1 要求的管道尺寸标准，进行模型的建立，最大可测试过滤器 600 × 300mm。

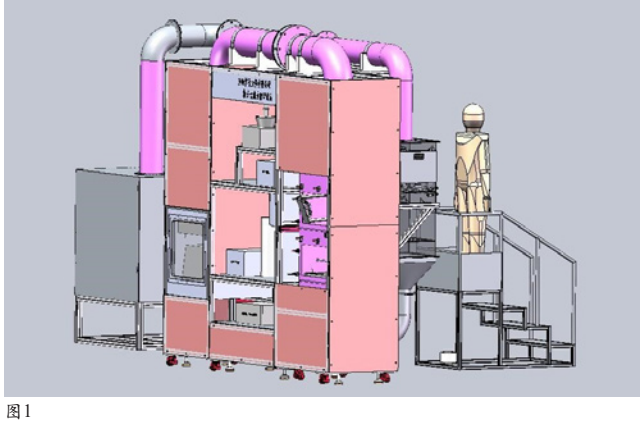


图1

因为仿真模型，以上模型比较复杂，所以对模型进行了简化，简化后模型如图 2：

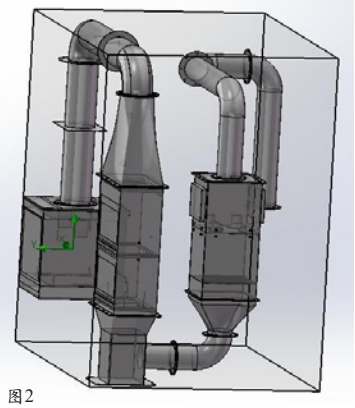


图2

1.2 网格划分

模型建立后对网格进行划分，采用的是自动划分网格功能，局部通道细化，经过不同的尝试，达到比较理想的

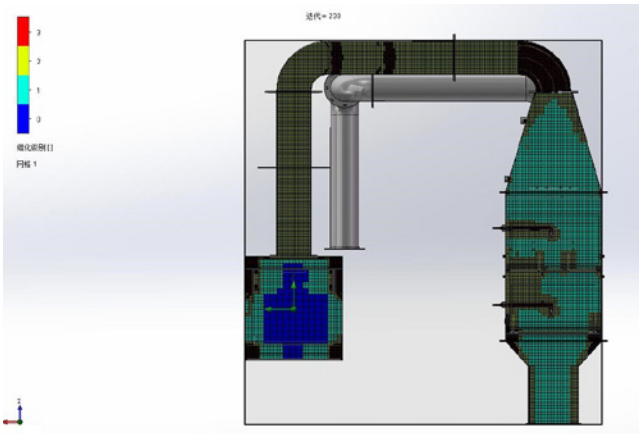


图3

网格划分效果。(图 3)

总网格数量为 1679564，常规区域网格均匀常规布置，壁面和均流处网格均进行了局部的细化，使模拟效果更加地贴近真实。

2. 模拟参数设置

2.1 定义边界条件

（1）入口设置（系统结构采用负压系统）

入口设置为环境压力

（2）出口设置

出口设置为不同的体积流量

（3）定义壁面：采用默认

（4）定义湍流模型：选择 k-ε 湍流模型

（5）定义介质：流体为空气，密度和粘度保持默认

（6）定义多孔介质：开孔滤采用 0.7，多向性

（7）定义粒子：介质 PSL(聚苯乙烯乳胶球)，粒径范围 0.1~25μm

3. CFD仿真结果分析

初期模型建立后，初步简化模型后做了仿真的模拟，

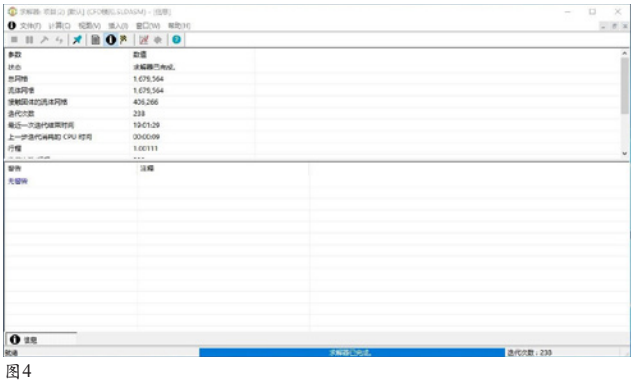


图4

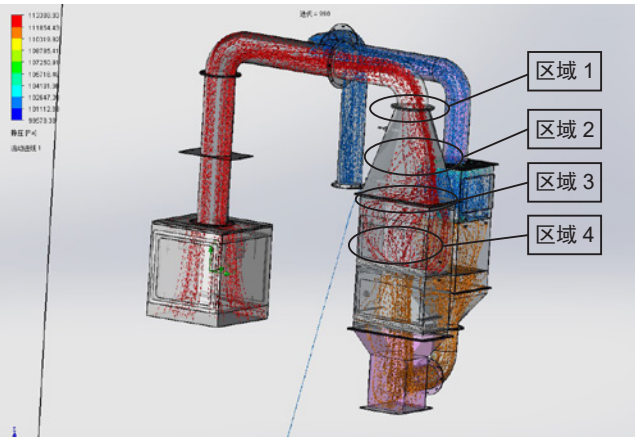


图5

得到流场的迹线如图 4，图 5：

通过仿真可发现，区域 2 处，整体气流偏向右侧，区域 4 处整体气流也是偏右且左侧有涡流产生，气流效果不尽人意。

然后尝试对测试管道发粒子模拟效果如图 6：

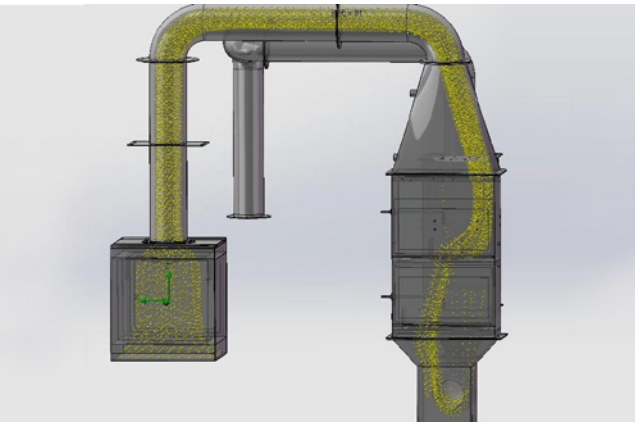


图6

通过仿真可发现，整体粒子在经过变径处，没有很好的均匀扩散，达到混匀的效果。

针对以上情况，经过多次的结果模拟，对测试台的内部结果做了如下改进达到较好效果：

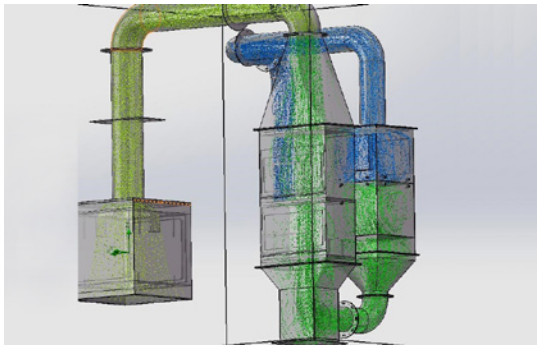
（1）为了均流，在区域 1 法兰处增加均流板，孔隙率 0.5，促进气流的均匀性（原均流板位置在区域 3 法兰处），设为多孔介质属性。

（2）区域 1 处 90° 弯管内部增加导流板，使气流分布不往右侧偏移。

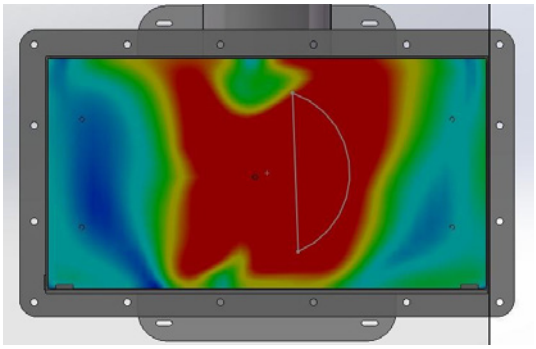
（3）原区域 3 处均流板的孔隙率改为 0.7，增加均流效果，设为多孔介质属性。

仿真效果如下（此处只给出了 0.14m^3/s 状况下的模拟结果）

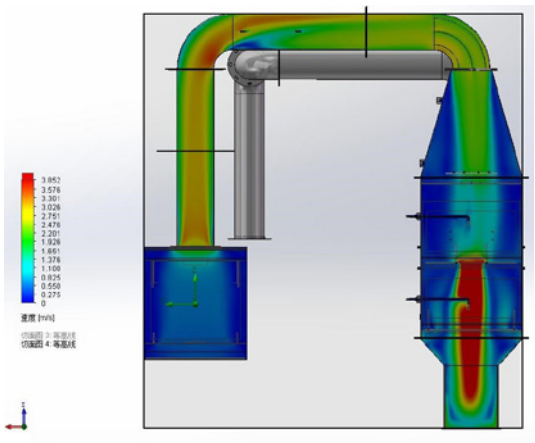
气流迹线（图 7）：



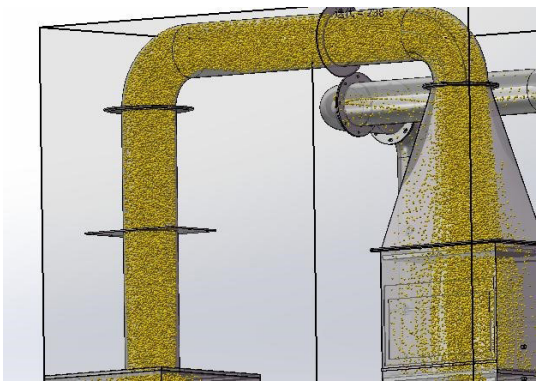
截面云图（图 9）：



速度云图（图 8）：



气溶胶粒子效果图（图 10）：



4. 实际数据验证对比

针对以上模拟结果，使用现有测试台改进后进行数据的对照验证。

测试台图片如图 11 ：



图 11

4.1 气溶胶粒子均匀性

条件：

通过测量下图所示 9 个点的气溶胶浓度，来确定试验风道中的气溶胶均匀性，这 9 个点位于受试过滤器上游端紧靠受试过滤器的位置，测量时有过滤器和混合装置。

检测结果应符合技术要求

气溶胶均匀性偏差 CV≤10%

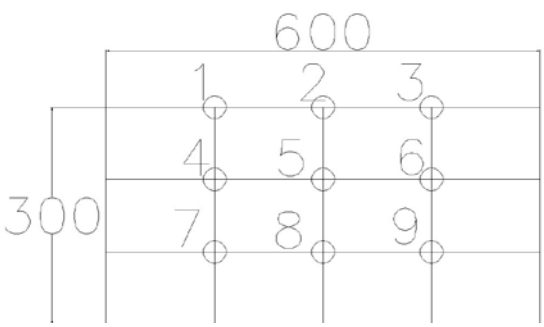


表1：300m³/h

300m³/h 测试均匀9点											
次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	32464300	31258200	30967800	31150900	30382000	29888900	30692700	30173400	30228000		
2	31276900	30726700	30971000	31553500	30763700	30330300	29924700	30160400	29591500	总平均值	差值
3	31367700	30926800	30938600	30886200	30855500	30429400	30328400	30468700	29621300	30646955	0.972
平均值	31870600	30970567	30959133	31196867	30809600	30216200	30315267	30267500	29813600		差值
											0.981

表2：500m³/h

500m³/h 测试均匀9点											
次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	39788300	38549300	38440600	38323100	38754800	40008900	39167800	39442300	37256300		
2	39157700	38794400	39015200	38293200	38845800	39744700	38489700	38765300	37324800	总平均值	差值
3	39218800	37793700	38212700	38885900	38311700	39429400	39455500	38567000	37395100	3858553333	0.969
平均值	39388267	38379133	38556167	38500733	38578750	39727667	39037667	38924867	37325400		差值
											0.978

结果（表 1，表 2）：

满足 CV≤10% 偏差，均匀性在 5% 以内（此模拟是在 0.1~1μm 的粒径下进行的）。

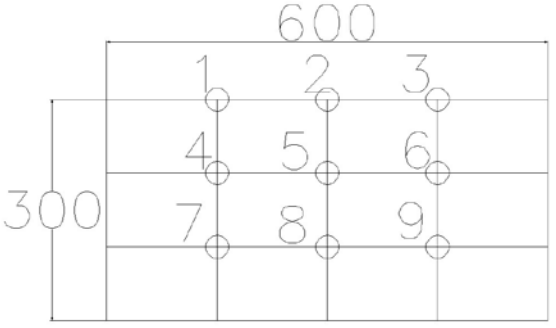
4.2 风速均匀性

条件：

通过测量下图所示 9 个点的风速，来确定试验风道中的均匀性，这 9 个点位于受试过滤器上游端紧靠受试过滤器的位置。

检测结果应符合技术要求

风速均匀性偏差 CV≤10%



流量(m³/h)	位置	m/s	平均 m/s	误差
500	1号	1.65	1.631	3.84%
	2号	1.65		1.16%
	3号	1.61		-1.29%
	4号	1.66		1.77%
	5号	1.57		-3.75%
	6号	1.58		-3.13%
	7号	1.65		4.45%
	8号	1.58		-3.13%
	9号	1.63		-0.07%

结果：

虽然满足 CV≤10% 偏差，但 1、4、7 号左侧 3 个点普遍偏大，可以调整均流板来减小偏差。

小结：以上数据验证说明，测试符合仿真预期，但是真实性预计在 60-80% 之间，可以为设计提供方向和指导意见。

5. 结论

（1）均流板是一种用于改善流体分布均匀性的装置，

下转第28页

全国医院建设大会 | 国际医院建设装备及管理展览会 | ufi Approved International Event | 华康医疗 HUA KANG MEDICAL 全国医院建设大会首席战略合作伙伴 | 筑而瑞 Z&R Exhibitions | ZHU 筑医台 为中国建设更好的医院 | 国药励展 Reed Sinopharm Exhibitions

全 | 球 | 医 | 院 | 建 | 设 | 风 | 向 | 标 | 品 | 牌 | 盛 | 会

26TH CHCC2025

第26届全国医院建设大会
暨国际医院建设、装备及管理展览会

The 26th China Hospital Construction Conference
International Hospital Build and Infrastructure Exposition

5.24-26 武汉国际博览中心

130+	1000+	10000+	900+	6万+	12万m²
专题论坛	行业专家	参会代表	优质供应商	专业观众	展示空间

一站式解决医院建设者所有**交流学习采购需求**

186-1294-3095

大粒径尘埃粒子计数器在锂电池制造中的应用

文/苏州康启 尹荣鑫

引言

随着科技的不断进步，尤其是在高精度制造领域，如锂电池生产、半导体制造、精密机械加工等，对生产环境洁净度的要求越来越高。特别是锂电池制造行业，空气中的大粒径尘埃粒子（如直径超过 10μm 的粒子）不仅会影响产品的性能，还可能导致安全隐患。例如，锂电池的电极材料非常容易受到污染，大粒径的尘埃粒子可能导致电池内部短路或降低电池的充放电效率。由于这些危害粒子直径非常大，传统的尘埃粒子计数器在检测这些粒子时往往存在局限性。因此，开发能够精确检测大粒径尘埃粒子的仪器，对锂电池制造非常重要。

1. 大粒径尘埃粒子计数器的技术背景

1.1 传统计数器的局限性

在洁净室环境中，尘埃粒子的浓度直接影响到生产过程中的产品质量和安全性。传统的粒子计数器一般只能有效监测 10μm 以下的尘埃粒子，但在许多高精度制造领域，特别是在锂电池生产过程中，大于 10μm 的尘埃粒子仍然是影响产品质量的关键因素。大粒径尘埃粒子的存在容易对锂电池内部电极的结构和导电性能造成影响，从而引发短路、容量衰减等问题。传统粒子计数器在这些大粒径颗粒的监测上存在明显的技术短板。

1.2 大粒径传感器设计与工作原理

本研究基于 Mie 散射理论，开发了一款大粒径尘埃粒子计数传感器。该理论通过分析光波在粒子上散射时的变化，推断出粒子的尺寸。传感器的工作原理可简要描述为：当空气中的尘埃粒子通过激光束时，它们会发生光散射。不同大小的粒子对光的散射强度不同，通过测量散射光的强度变化，便能够推算出粒子的尺寸和数量。

该传感器由多个核心部分组成：

照明系统：采用高精度的激光光源和非球面镜，优化激光光束的均匀性，确保光束照射到粒子时的光强分布一致，从而提高测量精度。

散射光收集系统：通过光电探测器精确捕获散射光，并转化为电信号。信号经过处理后，可以进一步分析出粒子的尺寸和数量。

气路系统：设计高效的气流路径，确保气流中所有尘埃粒子都能经过光敏区域，并减少气流扰动和偏差。

信号处理系统：包括 IV 转换电路、信号放大电路和滤波电路，能够有效抑制噪声，提高信号的准确性。

传感器的工作系统结构如图 1 所示，通过这些系统的协同作用，传感器能够在锂电池制造厂的复杂环境中，准确检测到大粒径尘埃粒子的浓度变化，并在粒子超标时及时发出警报，帮助维持洁净室的工作环境。

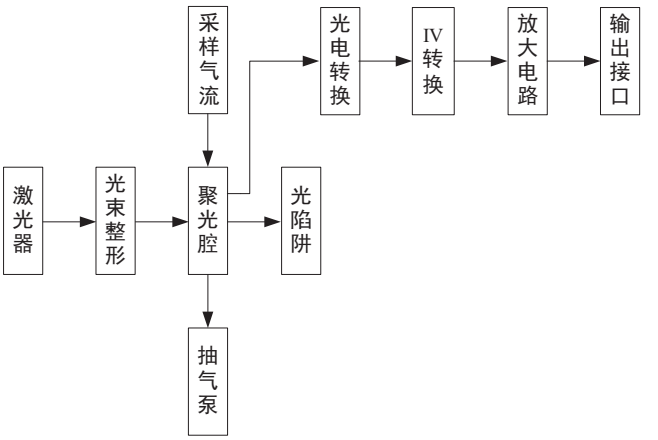


图1：传感器工作系统结构图。

2. 大粒径尘埃粒子计数器在锂电池制造中的应用场景

在锂电池制造中，尤其是在电池电极的涂布、干燥、卷绕、封装等关键生产工序中，空气中的尘埃粒子对电池的性能和安全性有着深远的影响。电池电极材料极为敏感，大粒径尘埃粒子会在电极表面形成污染层，导致电池内部电极短路、界面接触不良，甚至引发电池容量衰减、热失控等严重问题。因此，控制和监测洁净室中的大粒径尘埃

粒子至关重要。大粒径尘埃粒子计数器能够精准地检测大于 10μm 的尘埃颗粒，帮助洁净室管理人员实时掌握空气质量变化，及时发现空气中尘埃颗粒浓度超标的情况，并根据检测结果自动调节净化系统，最大程度地降低污染风险，保障生产环境的洁净度和稳定性。

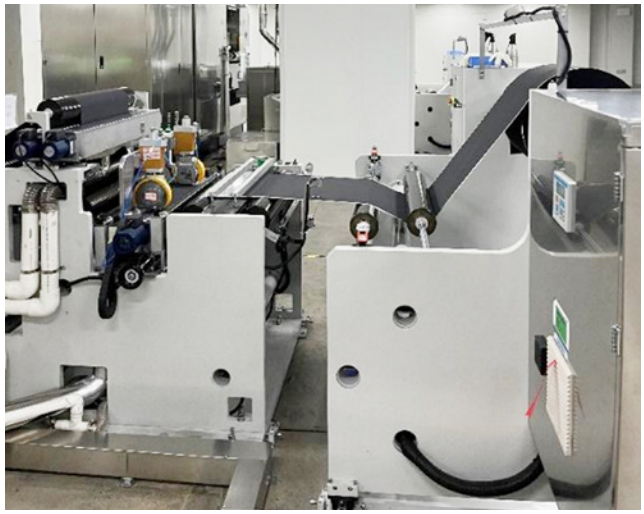


图2：锂电池的生产车间。

锂电池制造厂通常设有多个洁净区，涵盖电极涂布、干燥、卷绕、组装、封装等核心生产环节。这些区域对空气洁净度的要求极高，因为稍有不慎的尘埃污染可能导致整批产品的性能下降甚至报废。大粒径尘埃粒子计数器可以精准部署在这些关键区域，实时监控空气中大粒径尘埃粒子的浓度变化，并将监测数据反馈至净化系统。当粒子浓度接近或超过设定阈值时，系统将自动调节净化系统，确保生产环境始终保持在标准范围内。

综合来看，大粒径尘埃粒子计数器不仅能够全面提升锂电池制造中尘埃粒子的监控效率，还能够在关键工序中有效降低尘埃污染对电池性能的潜在威胁。通过实时监控、智能反馈和自动调节，该计数器为锂电池制造厂打造了一个更加安全、高效、稳定的生产环境，保障了锂电池产品的高质量输出，也为锂电池制造行业向智能化和自动化方向发展提供了有力支持。

3. 实验验证与性能优势

在本研究中，尘埃粒子计数器被配置以监测五个不同粒径通道的粒子，分别为 10μm、25μm、50μm、100μm 和 200μm。使用计数器来测量这些不同尺寸的 PSL 粒子，并借助示波器捕捉相应的粒子电压脉冲信号，如图 3 所示。实验数据显示，随着粒径的增大，电压脉冲信号的幅度相应增加，而且脉冲信号的持续时间也略有延长。这种现象的成因在于，较大的粒子在通过光敏区域时，由于其尺寸较大，其穿越路径长度相应增加，即等于光敏区宽度与粒子直径的总和。因此，较大粒子穿越光敏区所需时间相对较长。

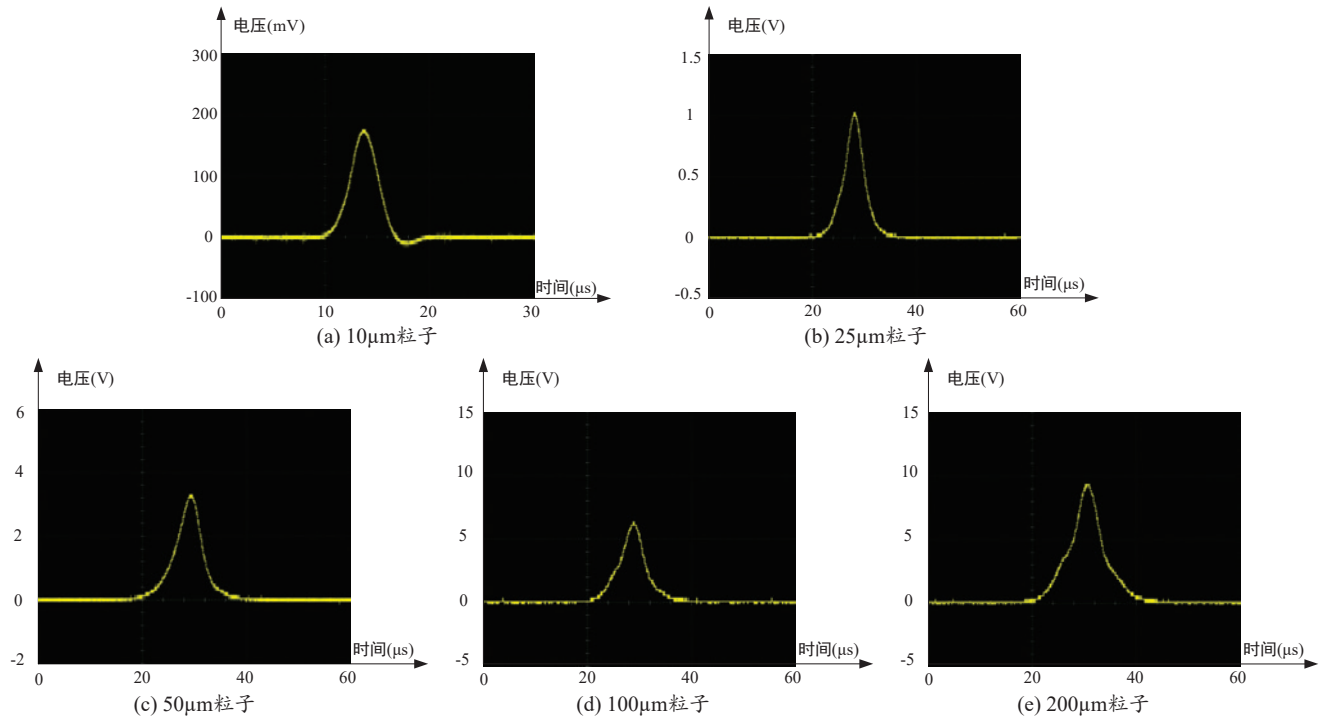


图3：五种粒径的PSL粒子脉冲信号。

表 1 展示了五种不同粒径 PSL 粒子的电压幅值数据，涵盖了粒径为 10μm、25μm、50μm、100μm 和 200μm 的粒子。

表1：五种粒子电压幅值。

粒径 (μm)	10	25	50	100	200
电压 (V)	0.18	1	3.5	6.5	9.5

大粒径尘埃粒子计数器经过精确的标定，能够准确地在多个粒径范围内进行测量。为评估仪器的计数效率，实验选用 10μm、25μm、50μm、100μm 和 200μm 五种 PSL 粒子进行测试，涵盖不同尺寸和浓度范围，以验证仪器的性能。测试系统如图 4 所示，实验将标准粒径谱仪（A）和待测样机（B）进行对比。

将所有数据转化为颗粒浓度（颗 /L），PSL 粒子计数效率实验数据如表 2 所示，对比结果表明，在不同浓度下，五种粒径的计数误差均在 7.83% 以内，显示出样机在大粒径粒子检测中的高精度与稳定性。

另外，对样机的最大检测浓度进行了测试，不断提高发尘浓度直至当示波器脉冲信号占空比接近 1/10 时，此时样机的最大检测浓度为 23,500 颗 /L。

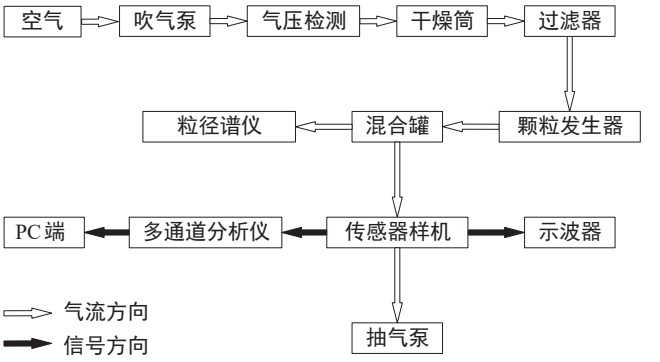


图4：测试系统图。

4. 结论

大粒径尘埃粒子计数器在锂电池制造中的应用，不仅能够提升大粒径尘埃粒子监控效率，有效降低尘埃污染对锂电池性能的影响，还能为净化系统提供数据进行反馈自动调节，保障电池产品的质量与安全性。未来，随着技术的不断进步，该计数器将在锂电池制造行业中发挥更加重要的作用，推动行业向更加智能化、自动化的方向发展。CRC

表2：PSL粒子计数效率实验数据(单位：颗/L)

实验批次		1	2	3	4	5
10μm	A	1923	3994	7391	11125	15550
	B	1851	3832	6696	10254	14564
	计数误差	3.74%	4.06%	5.34%	7.83%	6.34%
25μm	A	2663	5084	8337	10205	12143
	B	2544	4907	7838	9925	11499
	计数误差	4.47%	3.48%	5.99%	2.74%	5.30%
50μm	A	2391	4642	7368	10294	13845
	B	2298	4404	7135	9742	13223
	计数误差	3.89%	5.13%	3.16%	5.36%	4.49%
100μm	A	2026	4398	6815	9213	12903
	B	1962	4265	6375	8818	12131
	计数误差	3.16%	3.03%	6.46%	5.98%	5.98%
200μm	A	2413	4171	6240	8722	10632
	B	2352	4007	5947	8260	10265
	计数误差	2.52%	3.93%	4.69%	5.28%	3.45%

论半导体制程环境照明设计概述

文/深圳市海仕伦科技有限公司 任辉

随着现代人工智能及智能科技蓬勃发展，特别是AI、大数据模型及运算的深入研究和使用，半导体特别是高世代、高精度、高集成度的芯片，成为当前全球科技发展和竞争的一个关键领域，而能设计和制造更精密、更高集成的芯片则显得尤为重要；要想制造更高世代、更窄线宽的芯片，意味着技术难度将会呈非线型的突高增加及更多交叉学科技术的突破和配合，可以这样形容："一颗小小的芯片，技术难度却像一颗太阳那般的巨大。"但我们始终坚信，这个世界上最伟大的力量就是"人"的力量，任何困难终将在"人"的伟力下一一克服和战胜。

在半导体芯片生产制程，特别是如光刻、显影、VCD等制造及工艺中，照明及光谱无疑起到了极为重要的作用。符合其制程工艺的化学及物理反应过程要求的照明，是半导体芯片能否达到设计目标甚至顺利制造出来的关键因素之一，那么半导体芯片制程的照明应该如何来设计呢？下面分别从基本的照明电气属性及电化学反应两方面来阐述说明。



基本的照明电气属性设计要求

1. 光源稳定性：芯片无尘车间的照明光源需要具有稳定的亮度和色温，以确保工作区域的光照均匀且稳定。光源的亮度和色温不应有明显的波动，以避免对工作人员视觉疲劳和产品质量的影响。

2. 色温和色彩还原性：芯片无尘车间的照明应具备适宜的色温和良好的色彩还原性。通常选择色温为5000~6500K的白光照明，以确保工作人员能够清晰地辨别芯片和电子元件的颜色和细节。

3. 光照均匀性：芯片无尘车间的照明需要保证光照在工作区域内的均匀分布，避免出现明暗差异和阴影。光照均匀性的要求可以通过合理布置照明设备和调整照明角度来实现。

4. 防静电：芯片无尘车间的照明设备应具备防静电功能，以避免静电对芯片和电子元件的损害。照明设备的外壳和材料应选择防静电材料，或者通过接地等措施来消除静电。

5. 节能环保：芯片无尘车间的照明设备应具备节能环保的特性，以降低能源消耗和对环境的影响。选择高效节能的LED照明灯具，以实现节能效果。

6. 无频闪及电磁辐射：选用无频闪的照明设备，避免对员工视觉产生不良影响；电磁辐射会影响到设备的精度表现及制造工艺过程的微谐精度效果等。

7. 易清洁和维护：芯片无尘车间的照明设备应易于清洁和维护。照明设备的表面应选择光滑、不易积尘的材料，以便清洁人员进行定期清洁和维护。



特殊的光化学及物理反应照明设计要求

1. 非硅释放：普通的LED灯具会释放一种叫硅氧烷

的挥发性有机化合物质，硅氧烷会影响半导体芯片制程中如光刻、曝光、显影、VCD 等工艺制程效果，硅氧烷会在芯片表面形成一层疏水结膜，影响其制程的精度及效果，甚至会产生如漏电或绝缘性能，继而在后续的工艺过程中引发更多不可预料的不良连锁反应。

2. 高照度照明设计：为了满足更小线宽的需求，需要更大照度设计要求，以提高光刻的分辨率和效率。目前研究结果是以功率密度为值来表述的，应该以照度值来表达，常规的半导体芯片车间要求照度能达到 500~1000lux，有特殊制程要求的工艺和产品还可以更高。

3. 高均匀性：随着半导体线宽的减小，对照明均匀性的要求也越来越高；更高均匀性的照明，以减少光刻过程中的误差，半导体芯片生产环境要求其均匀度控制在 15%。

4. 无影：为避免在芯片表面产生阴影，照明灯具应放置在合适的位置或设计为球面的洁净类型灯具扩大照射角度，确保光线垂直照射到工作面上。

5. 谱频波段：在半导体材料的制程中可设计为短谱高能的光源，以更好的激发费米能及电子的跃迁及位移，在半导体晶元及器件制程中选用长谱低能的光源，以降低光照对材料及工艺的影响和干扰。



6. 非敏感光源：在曝光等工艺制程中，为避免与光刻胶或显影液等发生电化学反应，在某些半导体制程工艺生产间里需要设计为非敏感光源，如黄光（590~595nm）。

以上是笔者对目前半导体领域照明的一些研究结论和数据，但受限于条件和能力，研究的深度还很粗浅，期待和行业内专业人士共同学习、讨论、实验并找到针对半导体领域不同产品、不同材料、不同工艺要求的最优照明解决方案。半导体照明不是简单地以电气照明为目的，还需要关注其光化学及物理反应，结合产线制程工艺和生产环境，如光量子变量、气体及微尘变量、温湿度变量等参数要求来进行有针对性的设计和选型。CRC

上接第22页

其设计原理基于流体动力学，通过调整通道结构或者添加导流元件来使流体在截面上的速度和压力分布更加均匀。对于该测试台管道，如果想要气流均匀，在变径处需要增加更多和更合理均流装置和气流导向结构。

（2）通过对模拟数据进行详细分析，可以评估粒子均流的性能，并据此提出改进措施，如调整均流板的结构或改变安装角度，以实现更优的均流效果。对于粒子的均匀性，均流后效果明显，但是随着粒子粒径的变大，均匀性越差，重力效应比较明显（1μm 以上）。

（3）对于大粒径的气溶胶均匀性，尤其是在 10~25μm 的均匀性，常规的导向和均流装置已经无法明显改善均流效果，需要增加动力旋转混匀装置才能更好的达到效果（大粒径的只做了仿真模拟，未做实际的验证）。

（4）提升模拟效果的关键在于细节的处理，通过精细调整模型参数和增强数据处理精度，能够使模拟结果更加接近真实情况。CRC

在此特别感谢南京工业大学 周斌教授在流体仿真上的建议和指导！

参考文献：
1. 基于 CFD 流场分析的某滤清器空壳压降测试 _ 陈磊
2. 基于 HyperWorks 的汽车空气滤清器模态分析 _ 杨德银
3. 基于 STC51 的智能空气滤清器系统设计 _ 江佳凌
4. 基于仿真分析的空气滤清器的模态优化 _ 卢志杰
5. 进气系统空气滤清器流阻特性仿真及试验研究 _ 赵岩
6. 空气滤清器过滤材料性能仿真与试验研究 _ 卢进军
7. 空气滤清器纸滤芯纸折过滤过程仿真研究 _ 卢进军
8. 汽车空气滤清器进气阻力分析 _ 袁志群

洁净区气流流型验证：法规、方法、案例探讨

文/北京中邦兴业科技有限公司高级技术研发验证工程师 崔春杨
北京中邦兴业科技有限公司总经理 韩辉

引言

在现代高科技产业和医疗领域中，洁净室扮演着至关重要的角色。它们为各种精密制造、生物医药、科学实验和医疗操作提供了一个无尘、无菌的工作环境，确保了产品的高质量和操作的安全性。然而，洁净室的性能不仅依赖于其物理结构和材料选择，更在于其内部气流流型的合理设计和有效验证。

本文旨在探讨洁净室气流流型验证的必要性，通过详细的方法描述和案例分析，揭示其对洁净室性能的关键影响。我们将介绍气流流型验证的基本步骤，包括测试准备、测试执行和数据分析，以及这些步骤如何共同确保洁净室的洁净度和操作效率。我们期望通过本文的探讨，为洁净室领域的研究者和实践者提供一个有价值的参考，共同推动洁净室技术的持续进步和发展。



洁净室气流流型概述

洁净室气流流型是指气流在洁净室内流动的形式和轨迹，对于洁净室的洁净度、稳定性和能效具有重要影响。以下是关于洁净室气流流型的概述：

一、气流流型分类

单向流洁净室：

定义：在整个洁净室工作区（一般定义为距地0.7~1.5m的空间）的横截面上，通过的气流为单向流。

特点：气流流向单一、速度均匀、没有涡流。

分类：根据气流方向，单向流洁净室可分为垂直单向流和水平单向流。垂直单向流是从顶棚流向地坪的气流，而水平单向流是从一面墙流向对面的墙的气流。

非单向流洁净室（乱流洁净室）：

定义：在整个洁净室工作区的横截面上，通过的气流为非单向流。

特点：气流方向多变、速度不均、伴有涡流。

应用：非单向流洁净室适用于对洁净度要求不太高的场合，因其造价和运行费用相对较低。

混合流洁净室：

定义：在整个洁净室内既有非单向流也有单向流。

特点：同时独立存在单向流和非单向流两种互不应扰的气流。

辐（矢）流洁净室：

定义：在整个洁净室的纵面上通过的气流为辐流。

特点：风口出流为辐射状不交叉的气流。

二、气流流型对洁净度的影响

单向流洁净室：由于气流流线始终是平行的、无涡流，因此可以达到高级别的洁净度。垂直单向流能创造100级、10级、1级或更高洁净级别，而水平单向流可创造100级的净化级别。

非单向流洁净室：由于气流方向多变、速度不均、伴有涡流，因此洁净度相对较低。但经过实践验证，它仍然能达到1000级及其以下的洁净度。

气流流型验证的重要性与法规要求

一、气流流型验证的重要性：

1）确保生产环境符合规定标准

气流流型验证是确保洁净区环境符合规定标准的关

键环节。通过验证，可以确保洁净区内的空气流动符合设计要求，从而有效防止微生物污染和交叉污染。这对于维护生产环境的清洁度和无菌状态至关重要。

2）评估无菌保障效能

在无菌药品生产中，气流流型验证对于评估灌装过程的风险点和无菌保障效能具有重要意义。通过分析灌装区流型视频，可以精确识别潜在的无菌保障风险点，并采取相应的控制措施，以确保无菌药品的生产质量和安全。

3）符合法规要求

中国和欧盟等国家和地区的药品生产质量管理规范（GMP）对无菌药品的生产有着详细且严格的规定，其中包括对气流流型测试的具体要求。进行气流流型验证可以确保企业的生产活动符合相关法规要求，避免因违规操作而引发的法律风险和产品质量问题。

4）优化生产流程和设计

气流流型验证结果可以为优化生产流程和设计提供重要参考。例如，根据验证结果，可以对空气净化系统、层流净化装置等进行调整和优化，以确保气流流型的稳定性和均匀性。同时，还可以根据验证结果对生产布局、设备摆放等进行合理规划，以提高生产效率和产品质量。

二、气流流型验证参考法规指南及要求：

- 欧盟 GMP 附录 1 第 4.4 条、第 4.15 条、第 4.20 条、第 4.25 条、第 4.30 条、第 4.31 条、第 7.18 条、第 8.110 条、第 8.127 条、第 9.22 条
- 美国 FDA《无菌工艺指南》(2004 年)
- 日本 PDMA《无菌工艺指南》(2006 年)
- ISO 14644-4(2001 年) 第三部分《测试方法》和第 4 部分《洁净区的设计、建设和启用 (2018 年第三版)
- ISPE《无菌产品生产设施》
- PDA《无菌工艺考虑要点》(2023 年版)
- USP 通则 <797> 无菌制剂混合
- 中国药典 (2020 版)9206 无菌检查用隔离系统验证和应用指导原则《医药工业洁净厂房设计规范》(GB50475-2019)
- 《洁净厂房设计规范》(GB50073-2013)
- 《医药洁净厂房运行维护技术规范》(郑州市空气净化协会发布，团体标准 T/ZAPA0001-2020)

气流流型验证的方法

气流流型测试的方法包含：烟雾法、压力分步法、激波法、粒子、图像测速法（PIV）、热线法、示踪法等。

水雾发生器法：使用去离子水生成水雾，水雾颗粒直径一般在 0.5~50μm 之间，通过观察水雾的流动轨迹来显示气流的流向和分布。测试步骤包括确保测试区域清洁消毒、空调系统稳定运行，选择合适的水雾发生器并设置参数，在关键位置产生水雾并记录流动轨迹。

烟雾测试法：使用发烟装置在规定的测点和典型位置释放可见烟雾，形成可见流线。通过观察和记录烟雾流型，并在剖面图上标出流向。确保烟雾流经典型位置而不造成回流，必要时对空气净化调节系统或物料摆放位置进行调整。



实际案例与应用

1、灌装机气流流型验证-全面性测试

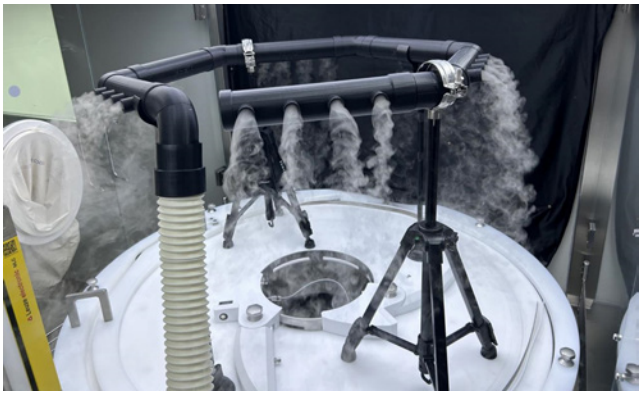
图示为灌装机气流测试过程的记录，其核心在于全面性测试。在常规验证过程中，由于分流管长度的限制以及测试仪器雾化能力的不足，导致测试需分段进行。然而，分段拍摄的弊端在于工作量的增加，频繁移动仪器，重新安装和固定导管等操作导致前期准备时间延长。在实际工作中，验证次数的增加往往伴随着不必要的问题。因此，在本测试中，我们采用单一分流管进行验证，其优势在于



仅需一次分流管安装，通过变换机位即可完成大部分验证工作，从而提高了验证的整体性和效率。此方法至少节约了一半的时间，并且经过多次实践证明，验证效果显著。但需注意，该方法对设备有特定要求，必须使用雾化量大、输出压力足够的设备以支持此类。

2、灌装机特定角度的区域气流流型验证

在我们进行客户走访的过程中，经常遇到的一个挑战性问题就是如何验证视频中所展示的特定区域，尤其是那些形状为圆形或者具有特定角度的区域。针对这一挑战性问题，我们采取的方法实际上与之前图 1 中所展示的方法是相同的。具体来说，我们会将分流管组装成一个圆形的形状，以此来实现对整个区域的全面覆盖。通过这种方式，我们能够有效地解决验证过程中遇到的挑战性问题。实际上，只要我们使用的仪器能够提供足够的雾量和风速，那么解决问题的关键就在于分流管的设计以及固定方法的选择上。为了进一步确保气流分布的均匀性和验证工作的准确性，我们还特别对分流管进行了单独的设计，以便能够更好地适应各种不同场景下的验证需求。



3、气流流型动态验证的特殊需求

本测试中针对动态验证的特殊需求，精心设计了一款吸盘式支架。该支架不仅能够牢固地吸附在不锈钢和玻璃等光滑表面上，而且其 10 公斤的承重能力确保了在各种动态验证场景中的使用安全。支架的长度可根据不同环境和需求进行灵活调节，从而适应实验室、生产线等多种环境下的安装工作，为测试人员提供了极大的便利。

以六边形平流管的动态拍摄为例，我们采用了上述设计的吸盘式支架进行固定安装。该支架能够从多个支撑面进行稳定固定，确保了拍摄过程中的稳定性和精确性。上图为展示吸盘式支架在实际应用中的表现，包括其在不同角度和光线条件下的稳定性和可靠性。

在本次测试中，我们采用了直角分流管的安装策略，并结合双机位验证方法，有效地将两个检测点位连接起来，实现了一次性验证。吸盘式支架在此过程中发挥了关键的固定作用，且在不影响灌装机正常运行的前提下，实现了动态验证。该操作方法简便、迅速且效率显著，极大地提高了验证工作的效率和准确性。通过这种方式，我们不仅确保了验证过程的精确性，还显著缩短了验证周期，为生产效率的提升提供了有力支持。





结论

气流流型验证在洁净室的设计与运行过程中扮演着至关重要的角色。它不仅关乎洁净室的性能表现，更直接影响到生物制药等高科技产业的产品质量与安全。因此，对气流流型的精准验证与持续优化，是确保洁净室高效运行、满足行业高标准要求的关键所在。

随着生物制药等行业的快速发展，对洁净区环境控制的需求将日益提升。中邦兴业作为该领域的佼佼者，将紧跟时代步伐，不断深化洁净区气流流型验证设备的研发工作。通过技术创新与产品迭代，中邦兴业将为用户提供更加高效、精准的验证解决方案，助力生物制药企业实现对洁净区环境的精细化控制。我们有理由相信，在中邦兴业等企业的共同努力下，洁净区气流流型验证技术将不断取得新突破，为生物制药等高科技产业的持续健康发展提供有力支撑。CRC

大粒径 28.3L 在线激光尘埃粒子计数器 KQET–5128A

该产品是一款应用于洁净环境大颗粒粒子计数的测试仪器，计数器以光散射原理为理论，通过光电传感技术实现对尘埃粒子粒径检测及粒子数量的计数。



该仪器具有以下特点：尺寸小巧，安装方便；配备高精度传感器和 4.3 英寸智能触摸屏，可实时显示监测数据，并自行在屏幕上设定仪器地址，便于现场替换；屏幕数据报警，外接独立泵使用，流量实时负反馈自调节，保证流量的稳定性，确保计数的准确性；28.3L 大流量采样，可实时监测 5μm、10μm、25μm、40μm、50μm、100μm，6 个粒径档的颗粒数量；采用日本进口半导体激光源，寿命大于 30000 小时（需每年标定）；校验到期提示，提醒客户标定；RS485 通讯，支持 ModbusRTU 协议，支持定制化通讯协议；智能物联，可远程启停，更准确管理洁净度等级，提高洁净度监测质量；可拓展，带模拟量接入硬件接口，可以外接温湿度传感器 / 风速传感器 / 压差传感器等（选配）；带 U 盘数据导出功能，仪器有效本地数据存储 1 个月以上，避免数据中断（选配）；计数器自带声光报警灯，＞ 85db（选配）；计数器可加无线天线，升级为无线传输方式（选配）。

该仪器主要应用于锂电池厂、汽车厂、航空航天、精密加工、食品行业等存在大颗粒物的洁净场景。

苏州康启环境科技有限公司

洁净厂房领域工业门

工业提升门

该产品具有坚固、安全、抗风、防水、密闭、隔音、保温、开启无障碍、遇阻反弹等功能。



主要性能和特点：从门体到轨道，从机械传动到电气控制，材料扎实品质优良，经过稳妥的设计和严格的测试程序，确保产品可靠耐用，使用寿命长；优良的门控机械设计，配合流畅顺滑的智能电控系统和多种传感器配置，提供给客户智能便捷的进出体验；搭配包括钢丝防断系统、扭簧防断系统，底部气体压力传感器，红外对射传感器、侧面光幕传感器、以及先进的激光雷达传感器等多种传感器和安全控制系统，做到自动开启、防护为主，危险急停返回，确保人行和物行的安全。

该产品是各类工业工厂、物流仓库等户外进入室内的通行入口必备产品。

PVC 快速卷帘门

该产品是高效运行的洁净厂区必配装备，适用于频繁出入、快速开关、内部洁净度要求较高的物流出入区域，具有快速开关、隔温保温、防尘防虫、隔音防护等多重功能，是企业车间内部降低能耗、保持无尘洁净与恒温恒湿、保证产品生产要求环境的首选工业门产品。可满足客户对于隔断、防虫、防尘、安全、环保、节能等多种要求，并具有可与 AGV 机器人、门禁安防系统联动等功能。



主要性能和特点：从门体到轨道，从机械传动到电气控制，材料扎实品质优良，经过稳妥的设计和严格的测试程序，确保产品可靠耐用，使用寿命长；优良的门控机械设计，配合流畅顺滑的智能电控系统和多种传感器配置，提供给客户智能便捷的进出体验；搭配包括底部气体压力传感器、红外对射传感器、侧面光幕传感器以及先进的激光雷达传感器等多种传感器和安全控制系统，做到自动开启、防护为主，危险急停返回，确保人行和物行的安全。

该产品可广泛应用于各类电子芯片工厂、汽车工厂、新能源电池、太阳能光伏、食品药品、医疗器械等室内的通行入口、区域隔离、机器区域防护必备产品。

洁净平移门

该产品具有洁净防尘、耐静电、自动 / 手动 / 脚踏开关开启等功能，简单可靠、运行轻快平稳寿命长、遇阻反弹，可与 AGV 机器人、门禁安防系统联动。



主要性能和特点：从门体到轨道，从机械传动

半导体行业解决方案



超高纯压力变送器
WUD-26



差压变送器
A2G-50



超高纯波登管压力表
230.15



差压变送器
A2G-05

部件到电气控制，材料扎实品质优良，经过稳妥的设计和严格的测试程序，确保产品可靠耐用，使用寿命长；优良的门控机械设计，配合流畅顺滑的智能电控系统和多种传感器配置，以及便利的小程序调试功能，提供给客户智能便捷的进出体验；搭配包括红外对射传感器以及先进的雷达传感器等多种传感器和安全控制系统，做到自动开启、安全防夹、缓启缓停，90 度速开功能，可以在紧急情况下迅速疏散人群，确保人行和物行的安全。

该产品是各类电子芯片工厂、汽车工厂、新能源电池、太阳能光伏、食品药品医疗器械等室内的通行、区域隔离等必备产品。

松下电气机器（北京）有限公司

LED 防水洁净灯

该产品采用高亮度 LED 作为光源，光线明亮且均匀，瞬间点亮每一个角落；具备良好的防水性能，一般达到 IP65 及以上的防水等级；在防水的同时，也能很好地防尘，避免灰尘积聚影响照明效果和灯具寿命；灯具表面光滑，无积尘、无死角，易于清洁，可有效防止细菌、病毒等微生物滋生，保持环境的洁净卫生。



主要性能和特点：采用高品质的 LED 灯珠，光线明亮柔和，大幅提升照明效率，营造出舒适且高效的照明环境；LED 的使用寿命通常长达 30000 小时以上，减少了灯具的更换频率，降低了维护成本；优质进口亚克力导光板具有良好的稳定性；LED 光源不含有汞、铅等有害物质，对环境无污染，光色柔和，无频闪，不会对人眼造成伤害，符合环保和健康的要求；安装过程简单快捷，安装形式多样，吸顶式，磁吸式和支架式。

该产品是食品加工厂、制药厂、电子厂、新能源汽车产业、医院的手术室、病房、实验室等必备照明灯具。

南京诚善照明有限公司

自适应高效送风口

AAF 推出的自适应高效送风口将高效送风口与自适应调节阀相结合，采用内置控制模块，控制调节阀阀板开度，使风口可以维持在设定的风量，避免由过滤器阻力上升而导致的送风量减少的问题。通过有线或无线方式对控制器进行编码修改额定风量，操作简便，能够持续提供稳定的洁净空气环境。



该产品可实时控制风量，降低运行能耗；可实现多模式运行工况（正常运行、值班模式），方便切换；减少了风管布置难度，适用于对技术夹层密度较大的空间；减轻了设计师的设计工作量，降低了施工单位安装的工作量和施工时间；具有自动恒定送风量的功能，满足标准要求的换气次数，维持了房间的洁净度、压差；具有数据远程传输，自动精确计算，在很短的响应时间内调整风量；不干扰其他送风口的送风量，保证各送风口风量恒定，分布均匀，利于节能。

AAF 国际公司

水冷多联机 MDS–W

麦克维尔推出的新款水冷多联机 MDS-W，机组采用模块组合形式，单模块尺寸最小仅 809×606×700mm，可直接利用建筑物内的电梯进行搬运。同时机组可三层叠放，无需专门放置机房，可灵活安装在楼道或厕所隔间，节省占地。



MDS-W 可利用原来项目的冷却塔、锅炉、补水定压装置及原有水侧管路，只对冷媒侧设备进行更新改造，无需全套系统进行更换。采用先进的直流变频技术，通过精心设计与国家认可实验室的匹配测试后，机组综合能效系数 IPLV 值高达 10.10。MDS-W 可根据水系统空调改造项目分期投资，视情况进行改造安装个别机组，不影响楼宇日常使用，商铺无需停业。其水冷多联应用较为分散，同一个水循环系统中，不同主机之间可同时进行制冷制热，通过水系统实现热回收，提高能源利用率。MDS-W 采用三管制设计，通过冷热切换装置，实现冷媒侧的废热回收，进一步提高系统能效。

麦克维尔

一步步新技术
STEP-BY-STEP NEW TECHNOLOGIES

关于《一步步新技术》杂志

《一步步新技术》杂志是由雅时国际商讯（中国领先的高科技传媒公司之一）出版的简体中文技术期刊，每年发行六期。作为公司旗下众多技术出版物中的一员，该杂志每期发行量超过13,000份，主要面向工艺与制造工程师、技术工程人员、研发人员以及企业管理人员等专业读者群体。杂志以深圳等成熟的制造业中心城市为根基，同时密切关注新兴的二线城市，持续追踪这些地区在电子制造领域的发展潜力。此外，《一步步新技术》还拥有庞大的线上专业读者群体，进一步扩大了其在行业内的专业影响力。

关注订阅号



- 2003年创刊，每年发行6期（双月刊）
- 介绍SMT和电子制造中出现的问题和解决方法
- 关注新技术、新方法、新设备、新材料以及产业将来的发展
- 国内制造业工程师、研发人员和企业管理者的必备读物

杂志及电子书发行	微信粉丝	月均总页面浏览量	月均独立IP访问量
42,561+	29,032	997,135	91,823

数据截至2024年10月

▼ 网站



▲ 杂志 — 电子与印刷

▼ 一步步卓越奖



▲ 简讯

▼ 展览快讯



▲ 简讯

▲ 社交媒体

Advertiser	广告商名称	网址	页码
AMTS 2025	上海国际汽车制造技术与装备及材料展览会	www.shanghaiAMTS.com	IFC
CHCC 2025	第26届全国医院建设大会	www.chccchina.com	23
捷曼门业		www.gemlin.com	3
Lasensor Tech.	镭慎科技	www.lasensor.com	5
威卡		www.wika.cn	33
应达风机		www.shyingda.com	1

欢迎投稿

《洁净室》CleanRooms China 自 2001 年开始以简体中文出版发行，每年出版四期， 印刷杂志免费赠阅给七千多合资格的中国洁净与污染控制行业的管理与技术人员，另电子书发行给更多在中国以致全球的读者，《洁净室》是中国洁净技术领域最有权威、最受欢迎的刊物。

《洁净室》的宗旨是为中国使用污染控制技术的工程师和高级管理人员，包括运行工程师、采购主管，设计院、工程公司及承包商的专业工程师，科研院所及大专院校，与洁净技术相关的产品制造商，提供有关先进的污染控制技术及应用、设备、材料、技术标准及其发展趋势及全球市场的最新信息。本刊欢迎读者和供应商积极投稿。

技术文章

1. 文章主题清晰明确，紧扣杂志涵盖范围，内容结构严谨；
2. 文字数在 3500 以内及最好附上英文版原稿字数在 2000 以内；
3. 文章最好配有 2-4 幅与内容相关的插图或表格；插图与表格分别用图 1、或表 2 等注明；
4. 请注明作者姓名、职务及所在公司或机构的名称；作者人数以四人为限；
5. 请勿一稿多投；
6. 投稿一经接受及刊登， 版权归《洁净室》/ACT 所有。

新产品/新闻

1. 内容属实；新闻及时；可附插图。
2. 有关新产品来稿的内容应包含产品的名称、型号、功能、主要性能和特点、用途；
3. 短小精悍（中英文字数分别不超过 500 和 250 字）；
4. 来稿请附产品照片，其分辨率不低于 300dpi。

优先刊登中文来稿（翻译稿请附英文原稿）。如果您有什么意见或建议，或者有什么想法要同本刊编辑探讨，请不吝指教。

来稿请寄给本刊编辑
张辉(Denny Zhang) , dennyz@actintl.com.hk
电话：(86) 21 62511200

行政及销售人员 Administration & Sales offices

行政人员 Administration

香港总部
ACT International (雅时国际商讯)
Unit B, 13/F, Por Yen Building,
No. 478 Castle Peak Road, Cheung Sha Wan,
Kowloon, Hong Kong
Tel: 852 2838 6298

出版总监
Adonis Mak (麦协林), adonism@actintl.com.hk

责任编辑
Denny Zhang (张辉), dennyz@actintl.com.hk

编辑
Vicky Zhang (张青勉), vickyz@actintl.com.hk

市场总监
Sophie Peng (彭珊), sophiep@actintl.com.hk

销售人员 Sales Offices

中国
上海 Tel: 86 21 6251 1200

中国区销售总监
Hatter Yao (姚丽莹)
hattery@actintl.com.hk

华东
Season Ji (季一民)
seasonj@actintl.com.hk

华北
Cecily Bian (边团芳)
cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86-135 5262 1310

华南
Annie Liu (刘映妮)
anniel@actintl.com.hk

香港
Floyd Chun (秦泽峰)
floydc@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

台湾
Simon Lee (李若龙)
simonlee@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

ACT INTERNATIONAL

国际知名媒体授权
报道全球高新科技信息



免费索阅

服务于机器视觉设计、电子制造、激光/光电子、射频/微波、化合物半导体
半导体制造、洁净及污染控制、电磁兼容等领域的专业读者及与会者

品牌会议

VisionCon 视觉系统设计技术会议

SSTC

EDICON Electronic Design Innovation Conference 电子设计创新大会

AI 工业技术及应用研讨会

LaserFocusCon 激光聚会

CSCON CHINA

CHIP China 晶芯研讨会

CleanRooms China

国际代理

CQ Publishing (Japan)　Chomdan (Korea)　Pan Global (Europe)

Endeavor Business Media (USA)　Horizon House (USA)　Angel Business Communications (UK)

2025 CleanRooms China

长三角洁净技术高峰论坛



5月 • 苏州

半导体洁净技术论坛

- 洁净室行业相关行业政策、标准解读
- 半导体洁净室现状与发展趋势
- 半导体 / 电子制造生产中防静电及除静电
- 微电子洁净厂房的送风模式
- 半导体厂洁净室温湿度控制
- 半导体硅材料厂工艺设计中的污染控制技术
- 洁净厂房环境在线监测系统的构建与应用
- 半导体洁净室工程设计与施工过程管理
- 基于需求的洁净室人工智能管控节能
- 其它相关议题

9月 • 上海

半导体洁净技术论坛

- 洁净室行业相关行业政策、标准解读
- 半导体洁净室现状与发展趋势
- 半导体 / 电子制造生产中防静电及除静电
- 微电子洁净厂房的送风模式
- 半导体厂洁净室温湿度控制
- 半导体硅材料厂工艺设计中的污染控制技术
- 洁净厂房环境在线监测系统的构建与应用
- 半导体洁净室工程设计与施工过程管理
- 基于需求的洁净室人工智能管控节能
- 其它相关议题

生物医药洁净技术论坛

- 洁净室行业相关行业政策、标准解读
- 生物医药洁净室设计与建设标准
- 新型洁净材料、设备和方法在生物医药生产中的应用
- 洁净技术在细胞治疗与基因治疗中的应用
- 洁净技术与生物安全
- 数字化与智能化在洁净技术中的应用
- 其它相关议题

大会媒体 洁净室 CleanRooms CHINA 污染控制的实施、工艺和技术

cleanrooms-china.com