

松山湖材料实验室功能纳米材料与器件团队关于采购半导体参数分析仪的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

必要性和重要性:

本团队聚焦二维半导体材料及新型电子/光电器件的应用研究。当前半导体研究已进入纳米尺度、新结构（如 GAA 晶体管）、新材料（如二维材料、氧化物半导体）时代。这些器件的电流极其微弱（可达 fA 级），栅极泄漏显著，传统源表无法准确表征。半导体分析仪可提供无与伦比的低电流测量分辨率（最低 1 fA）和高电压源能力，是获得可靠、精确 I-V、C-V 曲线的基础。

现代器件（如存储器、功率器件）的研究远不止简单的直流 I-V 测试。需要进行脉冲式 I-V（消除自热效应和陷阱效应）、电容-电压、超快瞬态测量、噪声分析等。半导体参数分析仪通过其 SMU 和选配模块，可一站式完成这些复杂测试，避免了搭建多个零散测试系统的繁琐和误差。

产生的价值:

高效的自动化测试和强大的分析能力，加速从器件制备到性能分析的迭代过程。产出更高水平、更可靠的研究成果，发表在更高影响力的期刊上，显著提升科研单位在相关领域的学术地位和知名度。

目前在研究所和其它企事业单位并没有找到提供满足精度和质量要求的相关科研服务。考虑到上述需求和实际情况，需要购买一台半导体分析仪设备。

1.2 主要技术指标和质量要求

对半导体参数设备的具体技术要求有:

1. 具备宽电压输出 ($\geq \pm 100$ V) 与多档电流测量能力，至少一个通道支持 fA 级电流测量 (分辨率 ≤ 1 fA)。

2. 集成脉冲测量单元 (PMU)，最小脉冲宽度 ≤ 50 ns，支持瞬态行为分析。

3. 支持至少 4 个模块集成 (含 SMU 与 PMU)，实现多通道同步偏置与测量。

4. 系统稳定性高，具备良好噪声抑制能力，确保变温、长期测试数据可靠。
5. 配套软件支持自动化编程（如 Python 接口），便于定制复杂测试流程。
6. 设备为国际主流品牌，供应商具备完善的本地技术支持与售后服务体系。

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

全球半导体技术发展趋势：

“后摩尔定律”探索：行业不再单纯追求工艺尺寸的缩小，而是转向新材料（如 GaN, SiC, 二维材料）、新结构（如 GAA, 3D NAND）和新原理（如量子计算、neuromorphic computing）。“超越摩尔定律”兴起：聚焦于通过集成不同功能的芯片（如 MEMS、传感器、射频芯片）实现系统性能的提升。第三代半导体崛起：碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）在高压、高频、高温应用场景中正迅速取代传统硅基器件，是新能源汽车、5G 通信、轨道交通的核心。

对测试测量的新需求：

更高的测试精度：研究级器件通常电流极小（fA 级别），需要极高的测量灵敏度和低噪声。更复杂的测试能力：需要同时支持 I-V、C-V、C-f、脉冲 I-V 等测试，并能进行快速、无损的可靠性评估（如 TDDB、NBTI）。强大的表征与分析软件：需要能够对海量测试数据进行自动化分析、建模，并提取关键器件参数。前瞻性研究支撑：设备平台需要具备足够的灵活性和可扩展性，以应对未来可能出现的新型器件测试需求。

2.2 产业发展状况

半导体材料成为突破传统器件瓶颈的关键方向。国际顶尖机构（IMEC、MIT、台积电等）均依赖高精度参数分析仪进行器件机理研究。Keysight B1500A 凭借其模块化架构、亚飞安级测量与高速脉冲功能，已成为行业“金标准”，广泛应用于先进半导体研发全链条。相比之下，国产设备在精度、集成度与软件生态方面尚有差距，难以支撑前沿科研需求。

全球主要经济体（美、欧、中）均将低维材料列为重点发展方向。我国

“十四五”规划明确支持关键新材料技术突破。然而，高端测量装备仍严重依赖进口。现有国产源表在 fA 级微弱信号检测、多通道同步与高速脉冲测试方面性能不足，影响新材料从“样品”到“产品”的转化效率。引进国际先进设备，是提升我国在下一代半导体领域自主创新能力和话语权的现实需要。

2.3 主要供应商

本次采购聚焦于国际顶尖的半导体参数分析仪。经前期调研，市场上主流且符合我单位科研需求的产品主要有以下三家，现对其进行综合对比分析：

- 1. 是德科技 (Keysight)： B1500A 半导体参数分析仪，国际知名厂商
- 2. 吉时利 (Keithley)： 4200A 系列半导体参数分析仪，国际知名厂商
- 3. 北京博达微： FS380 半导体参数分析仪（虽为重要厂商，但在高端参数分析领域市场份额较小）

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

三家厂商产品参数详细对比表

厂家/型号	是 德 科 技 (Keysight) B1500A	吉 时 利 Keithley 4200A	北京博达微 FS380
核心构架	模块化主机,集成插槽,支持多种 SMU 和 C-V 模块	模块化系统,由主控制器和多个功能模块组成	一体化或简易模块化设计
最低电流 测量分辨率	1 fA	1 fA	100fA
最高电压 源/测范围	±100 V	±100 V	±100 V

独特/核心功能	集成脉冲发生器/快速测量单元。	脉冲 I-V 需外接 4225-PMU 超快 I-V 模块	不提供集成脉冲 I-V 功能
软件与易用性	图形化界面,拖拽式操作,内建丰富分析模板,学习曲线平缓。	功能强大,脚本灵活,但界面相对传统,学习曲线较陡	专用软件,功能相对基础
扩展能力	强大。可扩展多通道 SMU、C-V 模块	模块种类丰富,扩展性能较强	比较有限,非模块化设计
质保与服务	三年质保,本地化服务及时	一年质保,提供本地化服务	一年质保,售后服务中心在北京
价格对比	75 万元	86.5 万元	78.2 万元

综合性能对比:

1. 是德科技 B1500A 在功能均衡性、技术创新性和用户体验上取得了最佳平衡。其集成化的脉冲测试方案解决了纳米尺度器件和宽禁带半导体测试中的自热效应和电荷陷获等核心难题,提供了传统直流测试无法比拟的数据真实性。

2. 泰克/吉时利 4200A 也是一款强大的竞争对手,各方面性能也比较突出。然而,其实现同等脉冲测试能力需要额外采购昂贵的独立模块,总拥有成本较高,且系统集成和操作复杂度也随之提升。

3. 北京博达微产品研发上市时间较短,在本次高端科研平台竞标中,其测量精度、功能全面性和软件平台能力与前两者存在明显差距,不推荐作为首选。

3. 半导体参数分析仪设备采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造/生产/品牌商: 是德科技 (Keysight Technologies)

地址: 马来西亚

产品型号: B1500A

技术指标: 系统支持 ± 100 V 电压输出, 具备 fA 级电流测量与 50ns 级脉冲测试能力, 集成多通道 SMU 与 PMU, 支持高精度直流/瞬态 I-V 测量。配套 PathWave 软件支持自动化编程, 适用于二维材料、新型光电器件等前沿研究。

3.2 拟采用的供货方案

代理商: 广东省中科进出口有限公司

地址: 广州市越秀区先烈中路 100 号大院 9 号 102 房自编 A 一楼

价格: 75 万元

特定的采购要求:

供货期: 签订合同后 60 天内

培训: 不少于 2 天现场操作与高级功能培训。

质保: 整机 3 年, 核心模块优先响应。

4. 结语

经广泛调研, 满足实验所高精度直流测量、超低电流检测及高速脉冲动态表征等方面技术指标要求的半导体参数数分析仪设备, 目前有是德科技公司提供的 B1500A 型号设备能满足我方要求, 且优势明显。特此, 拟申请采购是德科技公司半导体参数分析仪设备, 预算为 750000 人民币。

采购需求部门论证签字 (3 人以上, 含部门负责人):

附件: 调研供应商产品报价单

2025 年 10 月 15 日

梁新杰 李文博 孔令安