

AEHR –P1-business__deeper-深度研究 Sonoma 封装级 AI burn

Generated: 2026-08-04 03:37 Source: Claude Code CLI (ADR-0036) phase=phase1_round

深度研究任务，我将并行启动多个专项研究代理，分别覆盖 Sonoma 板块、FOX-XP 板块、竞争格局与监管信息。

三个并行研究代理已启动，正在分别覆盖：1. **Sonoma AI 封装级 burn-in** 专项研究 2. **FOX-XP SiC/GaN 晶圆级 burn-in** 专项研究

3. **竞争格局与 SiC 行业结构** 专项研究

等待研究结果返回后，将整合输出完整报告。

竞争格局研究代理已完成，发现了关键信息。等待另外两个代理（Sonoma 专项和 FOX-XP 专项）完成后整合全报告。

Sonoma 专项研究代理已完成，获得了大量关键数据。仍在等待 FOX-XP SiC/GaN 专项代理完成后整合全报告。

三个研究代理全部完成，现在整合输出完整报告。

Aehr Test Systems (AEHR) –Phase 1 Round 2 Business Deeper Research Report

Executive Digest

核心发现：

- **Sonoma 单位经济学**：系统 ASP 约 \$600K-\$700K（小配置）至 \$2M+（完整配置），BIM 耗材预计占大额订单价值 30-50%（\$41M 记录订单已明确包含 BIM + socket）；Sonoma 系统毛利率低于 FOX-XP（10-Q 明确确认为 mix shift 拖累），但 FY2026 Q4 非 GAAP 毛利率已回升至 45%，规模效应路径清晰
- **FOX-XP 近期趋势**：2026 年 7 月 \$8M SiC 订单以 **WaferPak 耗材为主（非新系统）**，是产能利用率复苏的领先信号而非量级拐点；SiC 结构性过剩预计延续至 2027-2028 年，新系统订单重启窗口最早在 FY2027 下半年
- **竞争地位**：Sonoma 在超高功率（>1,000W/device）AI ASIC 封装 burn-in 领域接近垄断定价，但 AEM Holdings (SGX: AWX) AMPS-BI 已赢得至少一家未披露 AI/HPC 客户的“Plan-of-Record”地位（AEM 股价 2026 年涨幅 >370%），双寡头格局已现雏形；FOX-XP 持有约 50 项美国专利（覆盖至 2038 年），正对直接仿制者 SemiNexus Test 发起跨司法管辖区诉讼，2026 年中北京专利局已维持两项核心中国专利
- **板块特有风险**：Sonoma 高度集中于单一未披露超大规模云厂商（\$41M 订单占 H2 FY2026 总 bookings 约 44%）；FOX-XP 面临 SiC 周期延续压力叠加出口管制升级的双重不确定性，WaferPak 耗材是否适用较宽松 ECCN 分类尚无官方确认

关键数字：FY2026 总营收 \$50M (Systems \$28.67M + Contactors \$14.89M, YoY -52%)；FY2026 Q4 单季 bookings \$60.7M (YoY >500%)；Effective Backlog \$100.6M；FY2027 指引 \$130-\$150M (+160-200% YoY)

前景含义：最核心不确定因素为 Sonoma 次世代设备（功率密度 2 倍于第一代）量产节奏与单一超大规模云厂商 capex 周期的高度绑定，以及 FOX-XP 能否在 SiC 复苏窗口（2027-2028 年）前依靠 GaN 多元化维持耗材基本盘

一、Sonoma AI 封装级 burn-in 板块深度研究

1.1 技术与产品定义

封装级 vs. 晶圆级 burn-in 的本质区别

Sonoma 系统的定位是封装级 burn-in (Package-Level Burn-In, PPBI)，测试对象为已完成封装的独立 AI 芯片封装体；FOX-XP 则是晶圆级 burn-in (WLBI)，在切割前对整片晶圆施加老化应力。两者的核心差异在成本结构和测试节点：WLBI 在最低成本节点剔除缺陷颗粒，封装前单颗失效成本低；PPBI 在封装完成后进行，此时若出现失效，成本已叠加封装、HBM 堆叠等工序，单颗废品成本高出 10-100 倍。

对于 AI 加速器芯片，两者具有互补而非互斥的关系：晶圆级 KGD (Known Good Die) 筛选确保进入 CoWoS 或 SoIC 先进封装的裸晶良率；封装后 burn-in 针对整个组装体（含 HBM、基板互连等）的可靠性验证。**Aehr 是全球唯一同时拥有 WLBI (FOX-XP) 和 PPBI (Sonoma) 商业化产品线的设备供应商**，双线布局是其核心竞争差异化。

Sonoma 技术规格 (已公开确认)

Sonoma 产品线源自 Aehr 于 2024 年 8 月收购 Incal Technology (加利福尼亚州弗里蒙特)。当前量产规格 (Sonoma Ultra + Fully Automated 配置) 关键参数：

参数	规格
功率/DUT	最高 2,000W
DUT 并行数	最高 88 个 (独立控制、独立液冷)
功率分配托盘	最高 22 个，每托盘 4 DUT，每托盘 3,200W
数字 I/O	最高 128 双向数字通道/模块
向量时钟	最高 25 MHz
热控制	每 DUT 独立液冷热头，多独立温区
测试类型	HTOL、HTRB、HTGB
封装占地	50" × 50"，"单位面积瓦数为竞品约 2 倍"

Fully Automated Sonoma (2026 年 1 月推出)：集成 ALU (自动装卸载单元)，支持 JEDEC 托盘处理、AGV 兼容，连续流 (非批次) 运作；与所有既有 Sonoma BIM 和测试程序**向后兼容**，无需重新认证。

支持的封装类型

Sonoma 测试完整封装后的 AI 处理器，而非封装基板本身。公开用例覆盖：AI 加速器 ASIC (含 HBM 堆叠的数据中心训练/推理芯片)、GPU、HPC CPU、高性能网络 ASIC。Aehr 未将 CoWoS、SoIC 等具体封装工艺形式列为"支持封装类型"——测试对象是成品封装体，无论内部采用何种先进封装技术。

产品代际

Aehr 不使用"Gen 1/Gen 2"官方命名，实际区分三个形态：- **原版 Sonoma** (来自 Incal)：2024 年 9 月首批 6 台系统订单发出 - **Sonoma Ultra** (2,000W/DUT 高功率配置)：2026 年 1 月推出 - **Fully Automated Sonoma** (集成 ALU 连续流)：2026 年 1 月同步推出，向后兼容

ASP

Aehr 未公开披露 ASP。现有数据点：- FY2026 Q4 财报电话会议提及"小配置约 \$600K-\$700K/台" - 独立分析师估算完整配置约 \$1M-\$4M (含 BIM 套件) - 按 FY2027 指引逻辑反推：若年出货约 60-70 台、基础 ASP \$600K-\$700K，对应 Sonoma 系统营收约 \$40M-\$50M，与"AI 约占 FY2027 营收 70% (\$91M-\$105M)"大体吻合 (差额为 Silicon Photonics 和 BIM 耗材)

1.2 目标市场与客户定位

三类客户的采购逻辑与时间节奏

客户类型	采购逻辑	时间节奏
超大规模云厂商（自研 AI ASIC）	控制关键可靠性筛选节点，避免出货后系统故障；自建 burn-in 产线	随新代 ASIC 流片周期启动；工程验证 → 批量扩容，单次订单规模大（\$6M-\$41M）
OSAT（如 ISE Labs/ASE）	向多个 AI 芯片客户提供封装级 burn-in 外包；先买机再对外提供测试能力	较稳定复购，随服务客户产量波动
AI 芯片设计公司（GPU/ASIC）	自有测试能力建设，或通过 OSAT 间接拉动需求	工程样品 → 小批量 → 量产，周期较超大规模云厂商更长

已公开披露的 Sonoma 客户活动时间线

时间	事件	细节
2024 年 8 月	收购 Incal	Sonoma 产品线并入；ISE Labs 已有既有 Sonoma 安装基础
2024 年 9 月	首批多系统订单	6 台，买家为”大型数据中心超大规模云厂商”；6 个月内交付
2025 年 7 月	跟进订单	同一超大规模云厂商追加 8 台（“生产系统超过一倍以上”）
2025 年 8 月	再次追加	主要 AI 处理器客户追加 6 台，要求缩短交期
2025 年 11 月	ISE Labs 合作宣布	正式合作伙伴关系；ISE Labs 作为 Sonoma 封装 burn-in 外包服务商
2026 年 1 月	\$5.5M+ 多客户订单	来自”顶级 Bay Area 实验室”及多家”领先 AI 公司”；推出 Fully Automated Sonoma
2026 年 2 月	次世代设备初始生产订单	超大规模云厂商为其下一代（更高功率）AI ASIC 下单；交付：2026 年夏季
2026 年 4 月	创纪录 \$41M 订单（8-K）	Aehr 有史以来最大单笔订单 ；含大批量 Sonoma 系统 + BIM + 器件专用 socket；交付 FY2027 起（2026 年 6 月 27 日开始）

客户身份推断

Aehr 未披露超大规模云厂商名称。综合特征（硅谷总部、自研训练/推理 AI ASIC、超大规模 capex）与 Google (TPU)、Amazon (Trainium/Inferentia) 或 Microsoft (Maia) 高度吻合。ISE Labs (ASE 子公司) 作为首个 Sonoma 安装基础持有者和正式合作伙伴，是联系多家 AI 芯片客户的自然”连接节点”。

典型销售周期

公开记录的模式：1. **工程验证阶段**（3-6 个月）：客户评估 Sonoma 系统 2. **初始量产订单**：验证成功后下达首批多台生产订单 3. **产量爬升**：随 AI 芯片出货量增加持续追加；BIM 耗材产生重复性收入 4. **器件换代**：新一代 ASIC 需新 BIM 设计，但同款 Sonoma 硬件可复用（保留安装基础关系，无需重新认证）

1.3 单位经济学与利润率

毛利率结构

Aehr 的 10-Q 明确说明 FY2026 毛利率下压的部分原因是”向低毛利率封装级 burn-in 产品的组合转移 (mix shift toward lower-margin package-level burn-in products) “；**证实 Sonoma 毛利率低于 FOX-XP + WaferPak 组合。**

历史基准与推断区间：

时期	情形	整体 GAAP 毛利率	含义
FY2023	WaferPak 主导（占营收 ~60%+）	50.4%	WaferPak 毛利率约 55-70%
FY2026	Sonoma 占营收约 70%	35.3%	Sonoma 系统毛利率约 30-40%
FY2026 Q4	量与组合双改善	45% (非 GAAP)	规模效应开始显现

FY2027 指引 (\$130M-\$150M, 非 GAAP 税前利润率 18-22%) 隐含总毛利率需达 40%+，意味着 Sonoma 系统毛利率需从当前约 30-40% 提升至 35-40%+——规模效应是关键实现路径。

NRE 摊销与零部件成本是 Sonoma 初期毛利率低于 FOX-XP 的主因：收购 Incal 带来的开发成本摊销、定制化高功率电源模块（CEO 在 Q4 电话会议披露”部分电源供应商价格上调 40% “）和液冷连接器的高单位成本。

BIM (Burn-In Module) 耗材收入流

- BIM 组成：定制 PCB + socket 接触器 + 液冷热头 + 专用测试程序——**每款 AI ASIC 需专属 BIM 设计**
- \$41M 订单明确包含 BIM 和 device-specific socket, BIM 占比预计 30-50%
- 管理层 TAM 展望：“\$1B TAM by 2027, 其中约 \$500M 系统 + \$500M 耗材”
- **BIM 更换驱动因素**与 WaferPak 不同：WaferPak 为物理磨损驱动（高频）；BIM 主要由 AI 芯片换代（每 1-2 年新 ASIC）驱动，即更多为设计变化驱动（低频、高 ASP per event），耗材飞轮机制存在根本性差异

规模效应曲线

制造产能（当前）：- Fremont（自有）：约 20 台 FOX 系列系统/月 - 东南亚合同制造商（CM）：新增 >20 台 Sonoma/月 - 合计上限：~40 台 Sonoma/月

管理层明确：“即便在 \$150M 营收水平，我们也不受制造产能约束”——FY2027 增长的执行风险在客户验收节奏，而非硬件产能。

1.4 竞争地位分析

主要竞争格局

竞争方	产品	关键规格	威胁程度
AEM Holdings (SGX: AWX)	AMPS-BI	>2,000W/device; 数百 DUT 并行; 异步控制	高 （已获至少一家主要 AI/HPC 客户” Plan-of-Record”；2026 年股价 +370%）
Advantest	7038 STR	1,400W/site; 48 sites	中低（功率规格不及 Sonoma; 但客户关系深厚）
Teradyne	UltraFLEXplus	主要为 ATE 功能测试	低（无专用超高功率 burn-in 平台）
Micro Control Company (私有)	HPB-8/HPB-6	规格未公开	中低（传统高功率 burn-in 供应商，正向上升级）
Cohu	无 AI 封装 burn-in 产品	N/A	低

AEM AMPS-BI 是当前最实质性竞争威胁。其关键规格：每设备功率可扩展至 >2,000W（与 Sonoma Ultra 持平甚至超越），支持 >100mm×100mm 封装，异步器件控制，Factory 4.0 自动化。AEM 已与 Intel Foundry 合作拓展 SLT/burn-in 生态（2025 年 5 月宣布）。AEM 与 Aehr 的核心差异：**AEM 无 WLBI 产品**，而 Aehr 可为同一客户提供 WLBI + PPBI 全链条方案，潜在客户锁定效应更强。

超大规模云厂商自建 burn-in 的可能性

无证据表明任何超大规模云厂商有意自研 burn-in 设备。观察到的模式恰好相反——超大规模云厂商**购买** Sonoma 设备用于内部测试线（买设备，而非造设备）。经济逻辑：2,000W/device 超高功率系统需要定制液冷、高电流供电、器件专用 socket，从头研发耗费数年时间和数亿美元，ROI 为负。CEO Erickson 在 FY2026 Q1 透露：“10 家公司访问 Aehr 审查 Sonoma 系统，反馈非常积极”——显示采购意向。

1.5 近期季度趋势信号

FY2026 系统营收季度重建

说明：用户注入数据中”FY2026 Q1 (2025-11-29 至 2026-02-27) “对应 Aehr 实际**财政第三季度 (FY2026 Q3)** —— Aehr 采用 4-4-5 周历，FY2026 Q3 恰从 2025 年 11 月 29 日起算至 2026 年 2 月 27 日止。下表使用 Aehr 标准财政季度命名：

财季	日期区间	总营收	Systems 营收	Contactors 营收	非 GAAP 毛利率
Q1 FY2026	2025-06-01 至 2025-08-29	\$11.0M	未单独披露	未单独披露	N/A
Q2 FY2026	2025-08-30 至 2025-11-28	\$9.9M	未单独披露	未单独披露	29.8%
Q3 FY2026	2025-11-29 至 2026-02-27	\$10.3M	\$5.78M	\$3.0M	36.5%
Q4 FY2026	2026-02-28 至 2026-05-29	\$18.8M	\$11.15M (推算: \$28.67M-\$17.52M)	\$5.79M (推算: \$14.89M-\$9.10M)	45%
FY2026 全年		\$50.0M	\$28.67M	\$14.89M	35.3% (GAAP)

YTD Q1-Q3 Systems \$17.52M、Contactors \$9.10M、Services \$4.60M = 合计 \$31.2M，与研究数据一致

关键趋势信号

1. **Sonoma 加速明确**：Q3→Q4 Systems 营收从 \$5.78M 跳升至 \$11.15M (+93% QoQ)，与 2026 年 4 月 \$41M 订单开始交付吻合
2. **Q4 FY2026 账面订单 \$60.7M (YoY >500%)**：单季 bookings 超过全年营收，库存可见度极高
3. **FY2027 季度节奏**（管理层指引）：Q1 FY2027 “相当好” → Q2 “非常强”（\$41M 订单集中交付）→ Q3 “相对持平” → Q4 “较 Q3 改善”——典型 lumpy 分布
4. **Sonoma 在 Systems 中的比例估算**：按”AI + Silicon Photonics >80% of Q4 revenue”、“SiC <5% of FY2026 revenue”推断，Sonoma 系统约占 FY2026 全年 Systems 营收 (\$28.67M) 的 80-90% (约 \$23M-\$26M)。Aehr **不单独披露** Sonoma vs. FOX-XP 的营收拆分，仅有 Systems vs. Contactors/Services 两个类别

1.6 板块特有风险

技术替代风险

AI 芯片封装技术演进 (CoWoS-S → CoWoS-R、SoIC、多 Chiplet 3D IC) 对 Sonoma 的影响方向复杂：正面——更先进封装形式使封装后可靠性验证要求更高，支撑 PPBI 需求；负面——若 WLBI KGD 筛选能力大幅提升，部分封装后测试

工序可能迁移至晶圆级，削减对 Sonoma 的需求。当前最新信号是互补而非替代：CEO Erickson 明确描述同一超大规模云厂商同时扩容 Sonoma（第一、二代设备）并评估 FOX-XP WLBI（第三代设备），体现“阶梯式升级”格局。

客户集中度风险

极度集中：单一未披露超大规模云厂商 \$41M 订单贡献 H2 FY2026 总 bookings 的 ~44% (\$41M / \$92M+)。若该客户：(a) 内部 AI 战略转向商用 GPU 采购而非自研 ASIC；(b) AI capex 周期中断；(c) 为次世代设备转向 AEM AMPS-BI——Sonoma 板块单季营收可能出现 50%+ 的骤降。FY2027 Effective Backlog \$100.6M 提供一定缓冲，但取消条款未公开披露。

验收周期风险

Sonoma 属于 Incal 收购引入的产品线，2024-2026 年系首次在超大规模 AI 量产场景大规模部署，验收标准极高且验收成功率无历史统计基准。管理层 FY2027 “Q2 非常强”的 cadence 高度依赖 \$41M 订单的按期验收——若超大规模云厂商推迟 FAT/SAT（因测试参数调整或 AI ASIC 设计修改），将造成单季营收大幅低于指引。

竞争定价压力

AEM AMPS-BI 的崛起（至少一家“Plan-of-Record”胜单 + 2026 年 +370% 股价）意味着封装级 burn-in 正从 Sonoma”接近垄断”向”双寡头竞争”演变。随市场认知提升，FY2028+ 对非核心客户（非当前超大规模云厂商）的 Sonoma ASP 可能承压。

二、FOX-XP SiC/GaN 晶圆级 burn-in 板块深度研究

2.1 SiC 行业结构性变化对 FOX-XP 需求的再评估

Wolfspeed 破产影响的具体量化

公开记录表明 **Wolfspeed 不是 Aehr FOX-XP 的量产级直接客户**。SemiAnalysis 早期分析（约 2022-2023 年）明确指出”Wolfspeed 正在大规模建厂，但尚未成为客户（not yet a client）”。Aehr 在任何 SEC 文件中均未以名字披露 Wolfspeed，且 FY2025 和 FY2026 所有财报电话会议中从未将 Wolfspeed 破产作为营收逆风单独提及——若 Wolfspeed 是重要客户，管理层必然会正式说明。

可行的客户集中度演变：

财年	集中度情况
FY2022	单客户（大概率为 onsemi）占营收约 80-82%
FY2023	两客户约 79% + 10%
FY2024	两客户约 67% + 17%
FY2025	五客户约 77%（AI 业务涌入，明显多元化）

结论：Wolfspeed 很可能处于评估/认证阶段而非量产，对 Aehr 的直接营收缺口估计为 \$0-\$5M（已消失的评估订单和潜在 WaferPak 机会），而非实质性量产订单损失。

Wolfspeed 破产后 capex 削减

- 破产前峰值 capex：约 \$395M/季度
- FY2026 Q2-Q3（重组进行中）：约 \$31M/季度（降幅约 92%）
- 关闭 Durham 150mm 工厂（2025 年 11 月），资源集中于 Mohawk Valley 200mm 工厂
- 对 Aehr 的间接影响：Wolfspeed 作为行业重要 SiC 产能贡献者，其 capex 归零进一步延缓全行业 SiC 设备订单的复苏节奏

8 英寸 SiC 迁移的双重效应

效应	机制	量化难度
正面： 爬坡期良率更低，WLBI 经济性更高	8 英寸新制程早期良率低，晶圆级老化筛选价值更高；新晶圆尺寸需全新 WaferPak 设计 (约 \$60K-\$150K/张)	高 (取决于客户 8 英寸量产速度)
正面： 每片晶圆裸晶数增加	8 英寸晶圆裸晶数约 6 英寸的 1.5-1.8 倍，提升每张 WaferPak 的 burn-in 经济价值	中等
负面： 6 英寸安装基础退役	Wolfspeed 关闭 Durham 6 英寸工厂；onsemi 等加速迁移；既有 6 英寸 WaferPak 开机率下降，耗材复购减少	已在 FY2025-FY2026 Contactors 骤降中体现

净效应：正负效应存在**时间错位**——6 英寸退出的负面影响已即时体现在 FY2025-FY2026 Contactors 暴跌中，8 英寸 WaferPak 设计赢单 → 量产扩容的正面收入将滞后体现于 FY2027-FY2028。

SiC 产能利用率恢复时间线

按 Yole Group (2025 年 12 月报告)：- 上游 (晶体生长、外延)：约 50% 利用率 - 器件制造线：约 70% 利用率 - **全面恢复时间线：2027-2028 年** (驱动因素：8 英寸平台成本优势释放、800V EV 平台加速、工业 SiC 需求复苏) - SiC 前端设备投资：2030 年前约 -7% CAGR (结构性收缩)

对 FOX-XP 新系统订单的传导滞后：- 利用率从当前约 50-70% → 80%+ (触发新产线 capex 的经济门槛) 预计需 4-8 个季度 (2026 年底至 2028 年中) - 新系统订单通常在客户扩产决策后 3-6 个月到达 Aehr - **FOX-XP 新系统订单实质性恢复**：最早 FY2027 下半年，大概率 FY2028

2.2 2026 年 7 月中国 EV 项目 SiC 订单解析

订单的三个子构成

2026 年 7 月 14 日随 Q4 FY2026 财报同步宣告的超过 \$8M SiC WLBI 新订单，实为三个独立子订单：

主体：领先 SiC 量产客户的 WaferPak 耗材追加订单 - 性质：**WaferPak 耗材追加** (非新系统采购) - 内容：为扩大产能支持”新电动汽车平台 (尤其服务中国 EV 市场快速增长的平台) “购买追加 FOX WaferPak 全晶圆接触器 - 客户类型推断：向中国 EV 市场供货的**非中国** SiC 半导体制造商——与 onsemi (华区 EV 市占率上升，Q1 2026 汽车营收首次 YoY 增长) 或 Infineon (与 Sanan 在华合作量产 8 英寸 SiC) 的特征相符。无任何迹象表明该客户为中国国内 SiC 晶圆厂、中国 EV 整车厂或第三方测试服务商

汽车 OEM 的 WaferPak 认证订单 - 买方：“**全球最大汽车公司之一**” (直接向 Aehr 下单) - 内容：多枚 WaferPak，用于对多家 SiC 器件供应商进行下一代 EV 平台的认证测试 - 性质：认证级别订单 (非量产扩容)，买方为汽车 OEM

首个台湾 SiC 客户赢单 - Aehr 赢得台湾首个 SiC 客户的系统订单，在竞标中击败 SemiNexus Test (中国源头，马来西亚注册) - 赢单依据：“技术优越性、成本竞争力及在汽车行业的声誉”

出口管制 (ECCN 3B002) 分析

Aehr 在所有公开文件中**均未披露**针对中国订单的具体 BIS 许可证类型、有效期、数量限制、取消条款或预付款结构。现有框架推断：- FOX-XP **整台系统**在 ECCN 3B002 框架下出口中国需 BIS 许可证 - **WaferPak 耗材** (接触器组件) 的 ECCN 分类可能不同于整台系统，可能以较宽松条件处理 (如 EAR99 或低级别 ECCN) ——这解释了 Aehr 可在无出口管制声明的情况下公开宣布该耗材订单 - 2024 年 10 月和 12 月 BIS 更新规则则进一步收紧 ECCN 3B002，但 WaferPak 作为消耗性零部件是否被纳入同等管控存在法律解释空间 - **风险**：若 BIS 未来将 WaferPak 重新归入受控物项，中国 SiC 客户的耗材复购将面临许可证申请要求，影响 FOX-XP 板块的中国恢复逻辑

2.3 FOX-XP 单位经济学现状

Contractors 营收结构与骤降根因

财年	Contractors 营收	YoY
FY2023	约 \$37M+ (峰值)	峰值年
FY2024	约 \$37.6M	基本持平
FY2025	\$30.85M	-18%
FY2026	\$14.89M	-52%
FY2026 Q3 单季	\$3.0M	低谷
FY2026 Q4 单季	\$5.79M	+93% QoQ (恢复信号)

骤降根因分析 (按重要性排序):

1. **首要原因: SiC 产能利用率崩塌**——现有安装 FOX-XP 系统开机率下降, WaferPak 磨损减缓, 客户减少更换频次。
WaferPak 是用量驱动 (use-driven) 消耗品, 利用率越低, 复购越少
2. **次要原因: 新 WaferPak 设计订单冻结**——产线扩张停滞, 无新器件设计变化触发新 WaferPak 赢单
3. **非原因——竞争蚕食:** FY2026 Q4 Aehr 在台湾直接击败 SemiNexus, 中国专利局维持核心专利, 无证据显示 Contractors 下滑由竞争造成
4. **非原因——客户延长更换周期:** 管理层未提及此因素

Contractors 毛利率 (推断): FY2023 WaferPak 主导期整体 GAAP 毛利率 50.4%, 隐含 WaferPak 毛利率约 55-70%。当前低产能利用率环境下, 耗材绝对量减少但毛利率本身无证据显示结构性下移——主要是量的损失而非价的损失。

FOX-XP 系统 ASP

来源	ASP 估算
SemiAnalysis (2022 年)	9 晶圆配置约 \$2.5M
HF Financial	含初始 WaferPak 约 \$4.5M
管理层 Q4 FY2026	“每台数百万美元, 含 WaferPak 可达 \$6M+”
综合区间	系统硬件 \$2.5M-\$4.5M; 含初始 WaferPak 配套 \$4M-\$6M

8 英寸升级 ASP 溢价: 未公开。新尺寸 WaferPak 需全新设计 (约 \$60K-\$150K/张), 每次升级触发额外 WaferPak 配套采购, 但系统本身 ASP 变化无量化数据。

GaN 市场机会

事件	时间	细节
首个 GaN 量产订单	2025 年 1 月	“主要 GaN 功率半导体供应商 (一线汽车半导体供应商)”; 从 FOX-NP 评估升级至 FOX-XP 量产; 应用横跨汽车、工业、太阳能、数据中心
12 种 WaferPak 设计	Q4 FY2026	覆盖 12 种 GaN 器件类型; 客户” 预计进入量产”
300mm GaN WLBI 突破	Q4 FY2026	“全球首个 300mm GaN 晶圆级 burn-in 解决方案”

GaN vs. SiC 测试参数差异: GaN MOSFET 工作电压通常较低 (100V-650V vs. SiC 650V-1,200V+), 但 HTGB/HTRB 方法论一致; FOX-XP 的 BVCM 和 VHVC 模块支持两者不同电压需求。

2.4 竞争地位分析

SiC WLBI 竞争格局

竞争方	产品	市场定位	威胁程度
SemiNexus Test (马来西亚注册, 中国源头)	SiC WLBI 系统 (20 晶圆/台, 6" 和 8")	全球 SiC WLBI, 尤其中国市场	高 (直接竞品; Aehr 对其发起多司法管辖区专利诉讼)
Semight Instruments (中国)	WLBI3810 (9 晶圆)、WLBI370A (20 晶圆)	中国国内 SiC/GaN	中低 (无国际胜案)
POMME Technologies (台湾)	声称有 WLBI Tester	初创, 无公开技术规格或客户	低 (当前)
Cohu	Neon (SiC 封装/裸晶级, 非晶圆级)	单颗 SiC 已切割裸晶; 2,500V, 3,000W, 150 DUT/载具	低 (不同市场层级)
Advantest、Teradyne	ATE 功能测试	非 burn-in	极低

Aehr 专利护城河

- 约 50 项已授权美国专利, 覆盖至 2038 年 (最新)
- 核心 IP: WaferPak 全晶圆级接触技术 (同时接触 300mm 晶圆上数千颗 SiC 颗粒)、高压弧防技术 (SiC 精细间距绝缘难题)、主动热控制晶圆级架构
- 专利执行: 对 SemiNexus 跨司法管辖区诉讼进行中; 2026 年中北京专利局维持两项中国专利 (CEO 称“对我们的诉讼至关重要”)

日本、欧洲: 无已知生产就绪的 SiC WLBI 竞争方。中国国内: Semight 和 SemiNexus 是主要威胁, 但均受制于 Aehr 的专利壁垒和技术成熟度差距。

2.5 近期季度趋势信号

Contactors 营收走势: 底部信号已现, 但非确认

- Q4 FY2026 单季 \$5.79M (+93% QoQ vs. Q3 的 \$3.0M)
- July 2026 \$8M SiC 耗材订单 (大概率于 FY2027 Q1 开始确认)
- 合计形成底部形成的早期信号——但 Yole 数据显示上游利用率仍约 50%, 管理层措辞仍为“鼓励性复苏迹象”, 而非正式宣告触底

\$100.6M Effective Backlog 中 FOX-XP 构成推断

Aehr 未公开 backlog 拆分。按 FY2027 指引 (AI ~70%, Silicon Photonics 15-20%, Power Semiconductors ~10-15%) 逆推: - Sonoma/AI 相关: 约 \$80M-\$85M - Silicon Photonics: 约 \$15M-\$20M - SiC/GaN (FOX-XP 相关): 约 \$10M-\$15M - July 2026 \$8M 订单: 管理层描述为“\$100.6M 之外的额外增量” (“just the last month”)

FY2027 FOX-XP 板块贡献

管理层未单独给出 FOX-XP/SiC 营收指引。按“Power Semiconductors ~10-15% of \$130M-\$150M” 估算: 约 \$13M-\$22.5M。July 2026 订单以耗材为主, 新系统采购重启可能在 FY2027 Q3-Q4 最早出现。

三、两个板块的交叉分析

3.1 Contactors 生态系统的可迁移性

WaferPak → BIM 耗材模式可迁移性评估

维度	FOX-XP WaferPak	Sonoma BIM	可迁移性
更换驱动因素	物理磨损（晶圆接触次数）——高频	AI 芯片换代（每 1-2 年新 ASIC）——低频 + 部分物理磨损	部分可迁移 （飞轮机制不同）
毛利率	约 55-70%（高）	未披露（推测 40-55%）	不确定
安装基础规模需求	SiC 高峰期安装基础大，耗材飞轮已验证	当前安装基础约 20-30 台（早期建设阶段）	需 2-3 年积累
大额订单中耗材占比	WaferPak 曾超过系统营收（FY2024）	\$41M 订单中 BIM 约占 30-50%	方向一致

管理层战略展望：\$500M 耗材在 \$1B TAM 中占比 50%，说明 BIM 耗材飞轮被视为长期营收支柱，但实现需要安装基础在 2-3 年内大幅累积。

3.2 制造与供应链约束

FY2027 大幅放量的制造匹配性

指标	FY2026（实际）	FY2027（指引/目标）	约束评估
总营收	\$50M	\$130M-\$150M	增幅约 +160-200%
制造产能（Sonoma）	<40 台/月理论上限	同等（管理层确认已充足）	非瓶颈
Capex	\$2.07M	未明确（预计适度增加）	轻资产模式延续
关键零部件	高功率电源模块成本上涨 40%（CEO 披露）	供货数量充足，成本压力已知	成本风险，非供货风险

FOX-XP 与 Sonoma 的零部件冲突：两产品线核心耗材（WaferPak vs. BIM）相互独立，制造层面的直接冲突风险较低。主要执行风险在客户验收节奏，而非产线产能。

3.3 营收确认时间节奏

Aehr 的具体营收确认政策未在研究中找到逐字披露。从行业惯例和管理层表述推断：- **系统营收**：很可能在客户正式验收（FAT/SAT）后确认——管理层明确指出 FY2027 revenue cadence 高度依赖“客户验收进度”，若为发货确认则无需额外说明 - **耗材营收（WaferPak / BIM）**：通常发货后确认，无复杂验收流程

对 FY2027 指引可信度的影响：- \$100.6M Effective Backlog 覆盖 \$140M 指引中点的约 72%——合同可见度较高 - 但 Backlog → 营收需通过客户验收；Q2 FY2027“非常强”的集中交付窗口若出现延迟，全年指引存在向下修正风险 - 管理层精细化的季度 cadence 指引（Q1/Q2/Q3/Q4 分别定性）反映对验收进度有较高可见度，但此类前瞻性判断对于 AI 设备首次大规模量产部署，历史验证基准有限

板块深度问题清单

以下 7 个问题是两个核心板块最重要、但本次研究仍未完全回答的问题。每个问题均需判断而非纯事实检索。

Q1. Sonoma BIM 耗材飞轮能否复制 WaferPak 规模？关键变量在哪里？

\$41M 订单包含 BIM（估计占比 30-50%），但 WaferPak 由物理磨损驱动（高频复购），BIM 主要由 AI 芯片换代驱动（低频、高 ASP per event）。**判断重点**：当 Sonoma 安装基础达到 60-80 台后，年化 BIM 耗材收入能否超过 \$20M（对标 SiC WaferPak 峰值约 50%）？若 AI ASIC 换代节奏为每 12-18 个月一代，则 BIM 是否形成“换代触发式”而非“磨损触发式”复购——这两种模式的年化价值差异可能超过 2-3 倍。

Q2. AEM Holdings AMPS-BI 的” Plan-of-Record” 胜单是否与 Aehr 的超大规模云厂商存在重叠或分层？

若 AEM 的未披露 HPC/AI 客户与 Aehr 的超大规模云厂商属于同一生态系统（甚至是同一买家），则双方均获市场扩张；若为不同客户，则封装级 burn-in 已形成”双寡头”，Aehr 的定价权将在 FY2028+ 实质性受压。**判断重点：**AEM 在 Intel Foundry 生态的深度合作（2025 年 5 月）是否指向 Intel 自研 AI 芯片（Gaudi/Falcon Shores）客户，与 Aehr 超大规模云厂商（倾向于 ARM 架构 ASIC）的客户集合重叠有限？

Q3. 超大规模云厂商第三款 AI ASIC 选择 FOX-XP WLBI，对两个板块的相对营收影响如何量化？

CEO 明确提及该客户正在为第三款 AI ASIC 评估 WLBI。FOX-XP ASP（\$4M-\$6M/台，含初始 WaferPak）显著高于 Sonoma（\$600K-\$2M/台），且 WaferPak 毛利率（55-70%）高于 BIM（估计 40-55%）。**判断重点：**WLBI 与 PPBI 的测试结果是否互为补充（从而触发双线采购），还是 WLBI 覆盖 KGD 筛选后降低封装后 burn-in 需求（从而 PPBI 减少）？从第一款到第三款设备的”阶梯式迁移”是 Aehr 板块间的升级（总 ASP 上升），还是 Sonoma 部分被 FOX-XP 替代（总 ASP 不变但组合转移）？

Q4. SiC Contactors Q4 FY2026 的 \$5.79M 单季反弹是持续性复苏还是一次性脉冲？

Q4 FY2026 耗材收入环比 +93%，加上 July 2026 \$8M 耗材订单。**判断重点：**此次反弹是 onsemi 等主要客户产能利用率实质上升驱动（持续性），还是：(a) 汽车 OEM 认证用 WaferPak（一次性认证需求）；(b) 新平台切换前的库存补充（一次性）；(c) 台湾新客户的首批系统 +WaferPak 配套（一次性）？需追踪 FY2027 Q1-Q2 耗材数据才能判断是否真正形成向上拐点，而非季节性采购集中效应。

Q5. SemiNexus Test 的专利诉讼走向如何影响 FOX-XP 在中国市场的可持续性？

北京专利局维持 Aehr 两项中国专利，但中国司法实践中”专利维持”与”禁令执行”之间存在较大落差。**判断重点：**即便 Aehr 最终在中国法院获得禁令，SemiNexus 是否已通过 design-around（规避设计）实现独立 WLBI 技术路线，使其在中国本土 SiC 制造商（尤其有政策背景的企业）中形成无法被禁令阻止的市场地位？中国 SiC 制造商在政策压力下的国产化替代意愿，对 Aehr FOX-XP 中国市场份额的实际侵蚀幅度如何量化？

Q6. WaferPak 耗材的出口管制法律风险边界在哪里？

\$8M 订单以 WaferPak 耗材为主，Aehr 在无出口管制声明的情况下公开宣布，暗示 WaferPak 可能以较宽松 ECCN 分类处理。**判断重点：**在 2024 年 BIS 规则收紧背景下，WaferPak 接触器单独出口时是否构成”专用于受控设备的零部件（specially designed components for ECCN 3B002 equipment）”；从而面临被重新归类为受控物项的实质法律风险？若重新归类，中国 SiC 客户的 WaferPak 复购将需申请 BIS 许可证，FOX-XP 板块的中国恢复逻辑将从”低门槛持续”变为”高不确定性依赖许可”。

Q7. GaN 客户管线从”逾 12 种 WaferPak 设计”转化为量产的时间条件与营收量级是否已具备基础？

Aehr 描述 GaN 客户”预计进入量产”，但”预计”并非”已下订单”。**判断重点：**(a) 汽车 GaN MOSFET（主要用于 800V OBC 和 DC/DC 转换）的量产时间线是否与 SiC（主要用于主驱逆变器）存在正相关关系——若 800V EV 平台加速，两者可能同步放量，形成 FOX-XP 双线复苏；(b) 300mm GaN WLBI 的首个商业客户确认时间节点；(c) GaN 器件市场规模约为 SiC 的 20-30%，即便全面商业化，GaN WaferPak 贡献能否在 FY2028+ 达到 \$5M-\$10M 量级，成为 FOX-XP 板块复苏的实质性补充？

研究截止日期：2026 年 8 月 4 日。主要信息来源：Aehr Test Systems SEC EDGAR (10-K FY2026、10-Q FY2026 Q3、8-K 新闻稿 2024-2026 年)、FY2026 Q4 财报电话会议记录 (2026 年 7 月 14 日)、Yole Group SiC 行业报告 (2025 年 12 月)、AEM Holdings 产品发布、Cohu / Advantest SEC 文件及产品公告、BIS ECCN 相关法规分析。