客户成功案例分析：矿机控制板超疏水纳米防护技术应用

客户行业：数字货币矿机制造

应用产品：矿机算力主板

一、背景

某美股上市企业，是北美市场领先的数字货币矿机制造商。其矿机算力主板需在矿场常年不间断运行，面临**高温、高湿、多尘**的严苛环境挑战。传统防护方案无法有效应对潮气与粉尘的双重侵袭，导致主板故障率高、维护频繁，严重影响算力稳定性与客户运营效益。客户亟需一种既能提供卓越防护，又不影响散热效能与可维护性的创新解决方案。

二、痛点与挑战

1. 可靠性风险突出：

矿场环境湿度波动大，电路板易受潮导致短路、腐蚀，引发算力丢失甚至设备宕机。

大量粉尘积聚在主板及散热器表面，严重阻碍热量散发，导致芯片过热降频，算力下降。

2. 传统三防漆方案弊端显著：

增重与热障：涂层较厚，增加设备自重，更关键的是形成了热阻隔层，严重影响芯片散热效率。

防护不全面：无法有效防止粉尘渗透与附着，且对凝露现象无抑制作用。

可维护性差：涂层固化后难以无损去除，给故障元器件的检测、维修与更换带来极大困难，基本等同于“一次性防护”。

工艺复杂：喷涂一致性要求高，需精密遮蔽，生产效率低。

三、解决方案：超疏水纳米防护涂层

技术原理：

采用仿生荷叶效应超疏水纳米材料，通过浸涂或喷涂工艺，在算力主板（PCBA）及关键元器件表面形成一层 **1-3μm** 的超薄透明防护膜。该膜层具备极高的接触角（>150°），实现“水珠滚落、粉尘不粘”的效果。

核心优势：

极致散热与防护兼得：

超薄涂层几乎不增加热阻，确保芯片热量高效导出。

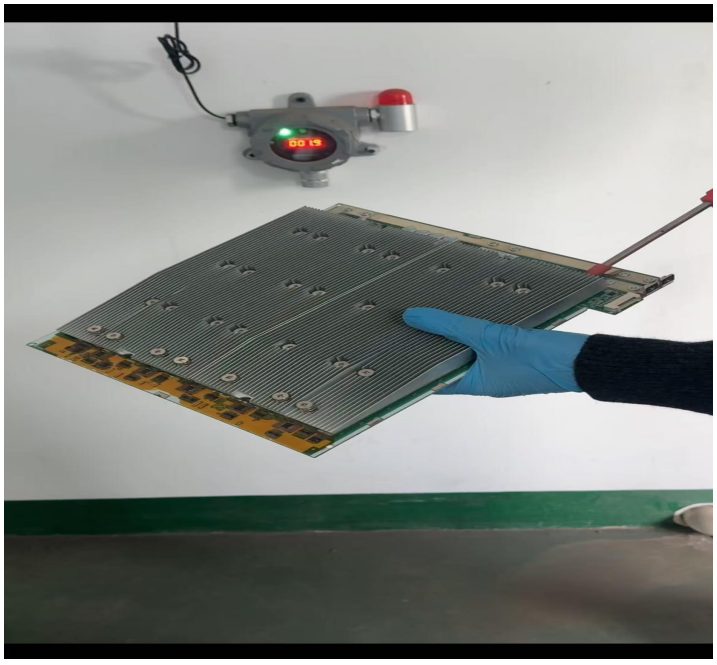
超疏水特性有效隔绝液态水、潮气，并显著减少粉尘在表面的黏附，保持散热面清洁。

全方位防护：

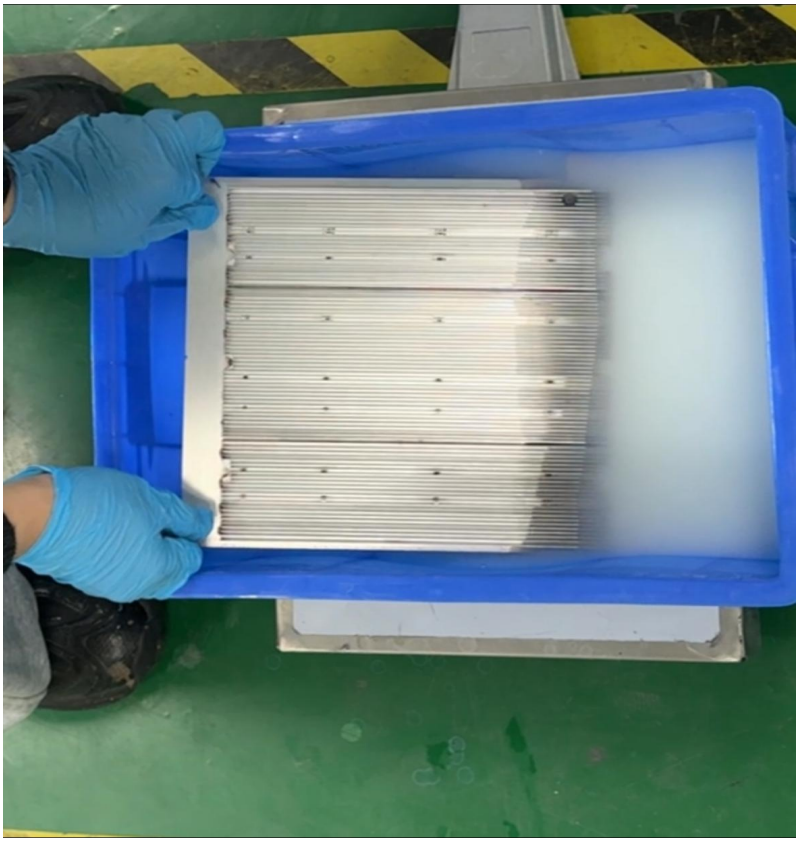
防潮、防凝露、防短路、防尘、防腐蚀（抗弱酸碱），一涂搞定。

施工便捷，支持返修：

前处理，在涂覆前，需将基材表面的灰尘、油污等杂质清除干净。



第二步：可用浸涂、喷涂、刷涂三种施工方式。其中浸涂效果最佳，能确保涂层 均匀且厚度适中。



第三步：施工后，产品可自干固化，实干 3 - 5 分钟。



绿色环保：

无溶剂、无 VOC 排放，符合 RoHS/REACH 等国际环保指令。

工艺流程：

PCBA 清洁 → 浸涂/喷涂 → 常温固化（3-5 分钟）→ 检测验收

四、成效与验证

通过严格的测试验证，纳米涂层方案性能远超传统三防漆：

测试项目	整改前（三防漆）	整改后（纳米涂层）	提升效果
防护等级	IP54 (防尘、防溅水)	IP65 (防尘、防喷水)	防护能力全面提升
盐雾测试	未通过 96h	**> 100h 无腐蚀**	满足严苛环境要求
双 85 测试 (85℃/85%RH)	性能衰退明显	**> 1200h 性能保持率 >98%**	长期湿热环境可靠性飞跃
粉尘黏附测试	严重积尘，难清理	**灰尘吸附量减少 >90%**	有效保障散热持续性
年度维护频次	4-6 次（清洁、检修、更换）	**1-2 次**	**降低约 70%**

极端环境模拟验证：

- **高低温循环测试**（-40℃ ~ 125℃）：500 次循环后涂层无开裂、剥离。
- **冷凝水环境测试**：连续运行 168 小时，主板无任何凝露导致的电气故障。
- **散热性能对比**：在同等负载下，涂覆纳米涂层的芯片结温比使用传统三防漆**低 8-12℃**。

客户价值提升：

- **算力稳定性与设备寿命提升：**

o 主板受潮与尘积导致的故障率下降**超 85%**，保障矿机持续稳定输出算力。

o 设备综合使用寿命预期延长 **30%以上**。



综合运营成本下降：

o 维护频次与强度大幅降低，单台矿机年维护成本节约**约 65%**。

o 因散热改善带来的能耗节约，预计可降低整体运营电费 **1-3%**。

生产与市场优势：

o 施工工艺简单，生产效率提升，支持快速交付。

o 产品可靠性成为开拓高湿、多尘地区市场的核心竞争力。

五、案例总结

该企业通过引入**超疏水纳米防护涂层**技术，成功解决了矿机算力主板在恶劣环境下的**防潮、防尘、散热与可维护性**难题。该方案实现了从“增加热阻的被动包裹”到“超薄透气的主动防护”的技术跨越，不仅极大提升了矿机在极端工况下的**可靠性与出勤率**，更通过降低维护成本和能耗，为客户带来了显著的**经济效益**，巩固了其在北美市场的领先地位。