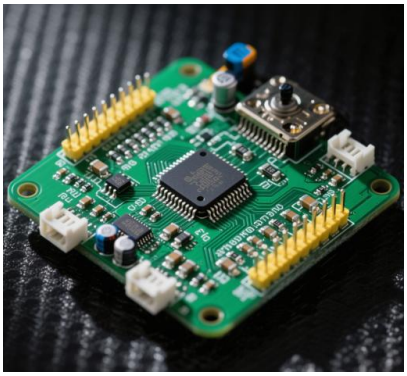
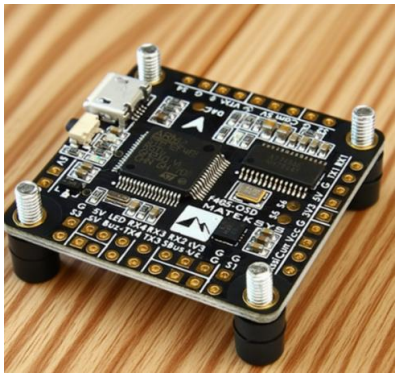
客户成功案例分析：无人机控制板超疏水纳米防护技术应用

客户行业：低空经济 / 无人机研发制造

应用产品：无人机飞控主板





一、背景：

客户为国内领先的工业无人机厂商，其飞控主板在雨天、高湿、凝露等环境中易受潮短路，尤其在农业植保、物流配送等场景中，面临雨水、农药喷雾、盐雾等多重腐蚀威胁。传统三防漆防护能力有限，且施工复杂、成本高，客户亟需一种高效、易施工、长效防水的防护方案。

二、痛点与挑战

电气安全风险高：

飞控主板接触雨水或凝露后易短路，导致飞行失控、炸机等严重事故

农业无人机喷洒酸性/碱性农药，加速元器件腐蚀

维护成本高：

三防漆增重明显，影响设备轻量化设计；

每月需拆机检查、烘干或更换受损主板，单次维护成本超¥3000

传统三防漆防护周期短，需频繁重涂

环保与工艺瓶颈：

部分三防漆含溶剂，不符合 RoHS 及 VOC 排放要求

派瑞林（Parylene）镀膜工艺复杂、周期长、成本极高

三、解决方案：超疏水纳米防护涂层

技术原理：

采用仿生荷叶微纳结构超疏水材料，通过浸涂或喷涂工艺，在 PCBA 表面形成一层 3-5μm 的超疏水防护膜，接触角达 160°，实现“水珠滚落、滴水不沾”效应。

核心优势：

✓ **超强防水防短路：**

接触角增大→形成空气隔离膜，使 PCBA 表面形成空气膜，隔绝水分侵蚀。

✓**防凝露特性：**

抑制水汽凝结，从根本上杜绝潮湿环境下的短路风险

✓ **全防护覆盖：**

防潮、防凝露、防短路、防霉菌四重防护，替代传统三防漆。

✓ **多环境兼容：**

抗酸碱、防盐雾、防霉菌、防灰尘，适用农业、海事、高原等多种场景

工艺流程：

PCBA 清洗 → 浸涂/喷涂 → 常温固化（3-5 分钟）→ 检测验收

四、成效与验证

通过多项严苛测试验证可靠性：

测试项目	整改前	整改后	提升效果
防水等级	IP64（三防漆）	IP67（纳米涂层）	防水性能显著提升
盐雾测试时间	96h（派瑞林）	2000h（纳米涂层）	↑ 1980%
凝露抑制效果	无	完全抑制	实现干燥运行
维护频次（年）	6 次	1 次	↓ 83.3%

极端环境验证：

- 酸性农药喷雾测试：涂层无腐蚀、无脱落
- 双 85 测试（85℃/85%RH）：500 小时性能保持率 > 95%
- -40℃~105℃高低温循环：800 次无开裂、无剥离

客户价值提升：

安全性与可靠性提升：

飞控主板短路风险降低 99%

适用环境扩展至雨林、沿海、农药作业等高风险场景

综合成本下降：

年度维护成本减少 80%（年节约¥2.5 万+）

无需派瑞林镀膜设备，单板成本降低 90%

绿色制造与合规性：

✔ 无溶剂、无挥发，符合 RoHS/REACH 标准

✔ 通过 ISO 14644-1 洁净度认证

✔ 支持客户出口欧盟、北美市场

案例总结：超疏水纳米防护技术助力无人机控制板实现从“被动防护”到“主动抗环境”的跨越，全面提升飞行安全性与设备可靠性，为客户打造低维护、长寿命、高兼容的无人机系统提供了核心技术支撑。