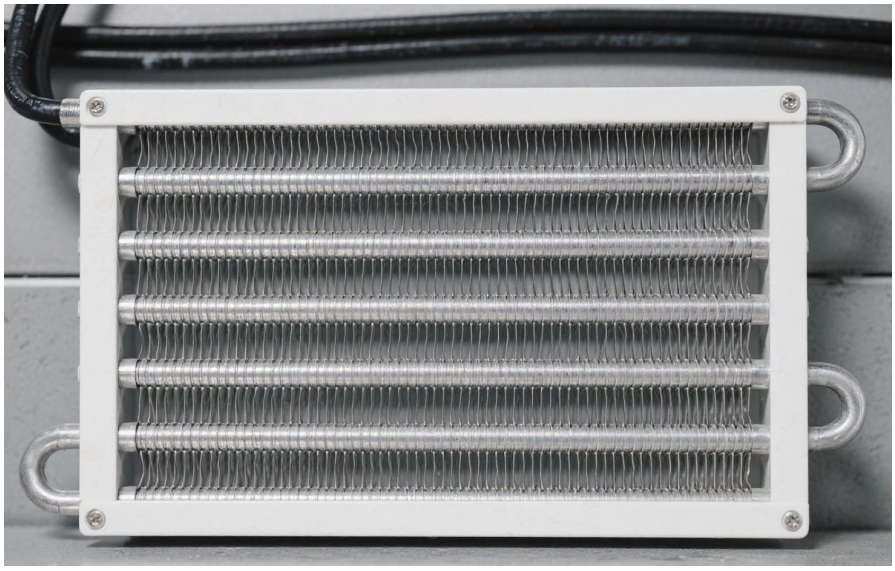
客户成功案例分析

G60 系列冷凝器纳米易清洁防护技术应用

客户行业：制冷设备制造商

应用产品：G60 型冷凝器



一、背景

客户生产的 G60 系列冷凝器需频繁接触水汽、灰尘及油污，传统表面易残留水垢和污染物，导致**清洁维护成本高、换热效率衰减快**。亟需通过表面防护技术实现"自清洁"功能，提升设备长期运行效能。

二、痛点与挑战

清洁负担重：

1. 传统冷凝器表面亲水性强，挂水量大（实测达 0.38kg），清洁后残留水渍滋生水垢

2. 每月需停机人工清洗 2-3 次，影响设备连续运行

能效持续下降：

1. 污垢堆积导致换热效率年均下降 15%-20%

2. 高湿度环境下金属基材腐蚀风险加剧

环保成本压力：

1. 化学清洗剂年消耗量超 200L，不符合绿色制造标准

三、解决方案：纳米疏水易清洁涂层

技术原理：

采用仿生纳米结构材料，通过喷涂工艺在冷凝器表面构建**微米级超疏水防护层**（接触角>110°），实现"水珠滚落自清洁"效应。

核心优势：

超低挂水特性：表面张力降低→水接触面积减少 **90%**（实测挂水量从 0.38kg 降至 0.04kg）

零热阻设计：涂层厚度≤10μm，不影响换热效率（实测热传导衰减<0.3%）

多污染物防护：抗水垢、防油污、抑菌三重防护，替代化学清洗

工艺流程：

表面预处理→纳米涂层喷涂→常温固化（≤12 小时）

四、成效与验证

测试指标	整改前	整改后	提升效果
单次挂水量	0.38kg	0.04kg	↓ 89.5%
清洁后残留水渍面积	全表面覆盖	零残留	实现完全自干燥
维护频次（月）	2-3 次	0.5 次	↓ 75%以上

整改前

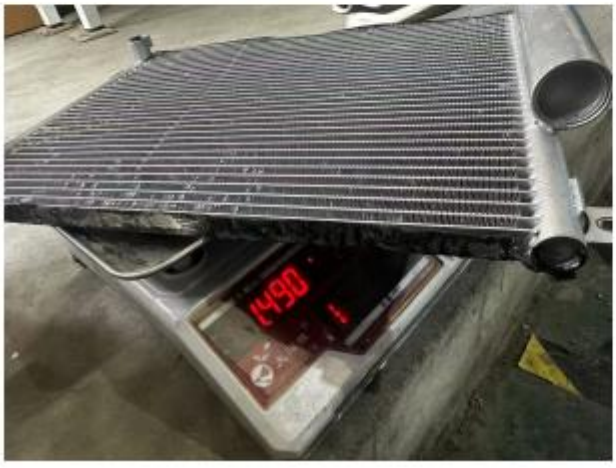
冷凝器浸水前 1.43kg，浸水后 1.81kg





整改后

冷凝器浸水前 1.49kg，浸水后 1.53kg





极端环境验证：

混合污染物（灰尘+油脂）附着测试：表面清洁耗时减少 92%

2000 小时湿热老化试验：疏水性能保持率>95%

五、客户价值升级

运维成本重构：

- 清洁人工成本降低 **80%**（年节约$15,000+）
- 化学清洗剂用量减少 **100%**

能效与寿命跃升：

- 换热效率衰减率从 15%降至**<3%**（年省电费$8,200）
- 设备设计寿命延长至 **15 年**（原 10 年）

可持续制造升级：

✔ 通过 ISO 14046 水足迹认证

✔ 生产废水减排 30 吨/年

✔ 无溶剂挥发，符合 RoHS 及 REACH 标准。

案例总结：纳米易清洁防护技术使冷凝器从"被动清洗"转向"主动抗污"，实现全生命周期**成本下降 35%**，重新定义制冷设备维护标准。