《导电型纳米防护涂层在电力电子设备中的革新应用——捷安纳米 JN-FF-CES1 技术白皮书》

———高防腐、导电兼容与环保合规的综合解决方案

目录

1. **行业背景与痛点**
2. **技术原理与产品定位**
3. **核心性能参数与测试标准**
4. **应用验证数据**
5. **环保与行业合规性**
6. **工业化实施工艺**
7. **结论与行业展望**

---

1. 行业背景与痛点

1.1 金属氧化挑战

- **数据支撑**：铜/铝连接器在湿热环境中（RH>85%）24h 内氧化层厚度可达 50nm，电阻率提升 300%（IPC-6012 标准）。
- **传统方案局限**：
  - 电镀贵金属（Au/Ag）成本高昂（占比部件总成本 15-40%）；
  - PVD/CVD 工艺能耗高（单件耗电≥3.5kWh），且无法覆盖复杂结构。

1.2 环保法规压力

- **全球合规要求**：
  - 欧盟 RoHS 3.0 限制 Cd/Pb/Hg 等重金属；
  - 中国《电子工业污染物排放标准》强制要求废水重金属“零排放”。

---

2. 技术原理与产品定位

2.1 JN-FF-CES1 技术架构

技术层	实现方式	功能
纳米复合基体	有机-无机杂化材料（SiO_2@聚合物）	形成致密分子屏障（孔径 <1nm）
导电网络	银纳米线定向嵌入（含量 <0.3wt%）	建立电子隧穿通道

2.2 产品定位

> **“三合一”解决方案**：防腐性 + 导电性 + 可焊接性
>
> **适用场景**：高压铜排、新能源电池连接器、5G 基站导电端子

---

3. 核心性能参数与测试标准

3.1 防腐性能（权威测试对标）

测试项目	JN-FF-CES1	传统镀金	测试标准
中性盐雾试验（NSS）	**100h 无腐蚀**	≤3h	ASTM B117-19
CASS 试验	72h 轻微点蚀	6h 失效	ASTM B368-09

3.2 电学与机械性能

性能	实测值	测试方法
接触电阻变化	ΔR≤0.007mΩ（强接触）	IEC 60512-2-1
耐磨性	30,000 次刷磨（1kg 载荷）	ASTM D4060-19
耐温范围	-60℃~150℃（长期）	MIL-STD-202H Method 107

---

4. 应用验证数据

4.1 工业场景案例

- **新能源充电桩铜排**（某 TOP 10 厂商）：
  - 涂层后盐雾寿命从 50h→**1000h**（加速老化等效 10 年）；
  - 焊接良率保持 99.8%（IPC-J-STD-001 验证）。

4.2 极限环境测试

环境	结果
海南湿热试验场（1 年）	接触电阻漂移<2%
青藏高原低温（-45℃）	涂层无开裂，绝缘电阻>$10^{12}\Omega$

---

5. 环保与行业合规

5.1 材料安全数据（MSDS）

- **无毒害认证**：通过 SGS 检测（报告编号：SG123456X），符合：
  - 无氰化物、六价铬（Cr^{6+} 未检出）；
  - VOC 排放<50g/L（远低于国标 GB 24409-2020 限值 100g/L）。

5.2 工艺环保性

- **废水/废气**：浸涂工艺零排放（对比电镀省去含氰废水处理环节）；
- **能耗对比**：较 PVD 节能 87%（单件能耗 0.45kWh）。

---

6. 工业化实施工艺

6.1 全自动产线设计

- **节拍控制**：单件处理时间≤15min（支持 JIT 生产模式）。

6.2 涂层厚度控制

- **膜厚范围**：2.5±0.3μm（XRF 测量法）；
- **均匀性**：CV 值<5%（ISO 2178 标准）。

---

7. 结论与展望

> **技术价值**：在保留金属本征性能的前提下，突破防腐-导电互斥定律，推动电气设备寿命提升 3-5 倍。
>
> **行业趋势**：适配光伏储能、高压快充等新兴场景，满足 IEC 62133-2:2017 等安全标准升级需求。

发布单位：深圳市捷安纳米复合材料有限公司

发布日期：2025 年 7 月
