

工业电子紧固连接：EMS 与汽车电子里的“隐形骨架”

一、轻量化与高集成的双重压力，紧固件被推到台前

工业电子正呈现两条清晰主线：一是 EMS 电子制造的规模化与多品种小批量并存，产品结构频繁迭代，对装配节拍与良率高度敏感；二是汽车电子的快速渗透，三电系统、智能座舱、ADAS 大量使用电子件，且整车持续轻量化，镁、铝合金压铸件与型材被广泛采用。

这两类场景对紧固连接提出与传统设备不同的要求：

- 轻金属螺纹可靠性：铝、镁合金强度低、易滑牙，直接在薄壁压铸件上攻丝难以满足反复拆装与高扭矩需求；
- 高密度与小型化：EMS 产品空间紧凑，要求紧固件可 SMT 自动化贴装、占用体积小；
- 严苛环境适应性：汽车电子面临振动、高湿、高低温循环，要求防松、密封与耐腐蚀；
- 全生命周期成本：交付节奏快、返修代价高，紧固失效会直接牵连整线停线与售后索赔。

紧固件虽小，却是连接结构、传导电气、固定模组、实现防护的“隐形骨架”。

二、前期 10% 的决策，锁定 90% 的成本：为什么紧固件要“早进场”

行业实践中，有两个模型反复被验证：

1. 项目周期成本影响力模型

概念/范围界定、初步设计、前端设计三个阶段只占用少量时间与资源，却锁定了大部分成本；到执行阶段再修改，纠错成本指数级上升。对紧固连接而言，一旦压铸件壁厚、PCB 布局、钣金开孔定型，后期更换方案往往意味着模具、治具、装配工艺甚至整机结构的返工。

2. 15-85 定律

很多企业只关注紧固件本身的显性采购成本（约占 15%），却忽视了设计、供应链、仓储、装配、检测、售后等环节构成的隐性成本（约占 85%）。一颗螺丝选型不当，可能带来装配节拍下降、漏装返工、运输松动、现场维保等一系列连锁反应。

因此，永精精密强调“紧固件前置设计”：在客户概念设计阶段就介入，通过材料选型、结构优化、工艺评估，把 85% 的隐性成本控制在设计源头。

三、工业电子一站式紧固连接方案

围绕工业电子与汽车电子的核心场景——轻金属结构、PCB 主板、钣金机箱、可拆卸面板，永精精密可提供覆盖螺纹加强、铆接、导电、密封、防松、松不脱等需求的系统级方案。

3.1 轻合金（镁/铝）螺纹加强：螺纹嵌件技术

轻量化离不开镁、铝合金，但软质金属螺纹孔在反复拆装下极易磨损、滑牙。永精精密通过螺纹嵌件方案解决这一痛点：

- 材质可选：嵌件可选碳钢、不锈钢等材质，嵌入铝、镁合金等轻金属压铸件与型材的螺纹孔中，形成高强度母螺纹；
- 强度跃升：螺纹孔加强后可达 8 级甚至 12 级的螺纹强度等级，满足汽车电子等高扭矩、高可靠场景；
- 工艺友好：适配压铸、注塑、型材等多种基体，兼顾装配效率与长期可靠性。

3.2 PCB 应用：从导电到固定的一体化设计

工业电子主板与模组对电气连接与机械固定双重苛求，PCB 紧固件需同时满足两项性能。

- 铜镀锡螺母 / 小板：通过 SMT 回流焊与 PCB 板形成螺纹连接，也可用于垫高、支撑等场景，支持卷带封装，适配自动化贴片产线；
- 大电流端子：在大电流路径中既承担导电功能，又提供可靠螺纹连接；内外螺纹可预涂防松胶，抑制热循环导致的松动；
- 超级螺丝：用于多层 PCB 板之间的连接，以及 PCB 板与钣金件的跨材质连接，提升整机结构刚度。

3.3 铆接类：压铆与拉铆，兼顾密封与接地

钣金机箱是工业设备与汽车电子控制单元的结构基础，铆接类紧固件决定机箱的装配效率、接地连续性与防护等级。

- 压铆螺母 / 螺柱 & 拉铆螺母 / 拉铆钉：用于工业电子及汽车钣金机箱的紧固连接；压铆接地端子可实现钣金件之间的可靠接地连接；
- 密封压铆螺柱 & 预涂胶拉铆螺母 / 铆钉：针对需要防水的钣金机箱，通过预涂胶或密封结构实现 IP68 密封等级，满足车载与户外高湿、多尘环境；
- 平头铆钉：用于对平面度要求高的钣金面，保证外观平整与后续贴装/散热接触。

3.4 螺丝类：防松、密封、松不脱，覆盖面板到腔体

螺纹连接是最常见的可拆卸方式，也是松动、泄漏、脱落的高发环节。

- 防松螺丝：通过组合结构（物理防松）与预涂螺纹防松胶（化学防松）双重手段，抑制振动导致的松退；
- 密封螺丝：在头部下方或螺纹处预涂密封胶，或搭配密封圈，实现 IP68 级防水防尘；
- 松不脱螺丝（Captive Screw）：在面板拆卸后螺丝仍保留在孔位中，避免小件跌落、丢失，特别适合维护窗口频繁的车载与工控场景。

四、从样件到售后：永精精密的六维服务能力

紧固件方案的价值不仅在于产品本身，更在于能否伴随客户从原型设计走到量产与售后。永精精密提供覆盖全生命周期的服务能力：

- 快速工程样件：缩短客户端设计验证周期；
- 专业设计咨询：紧固件选型、开孔优化、DFM 评估；
- 专业测试服务：扭矩、拉拔、密封、盐雾、振动等可靠性验证；
- 持续工艺优化：通过材料与结构优化降低制造成本；
- 专业拆解分析：对失效件进行根因分析，反哺设计改进；
- 专业培训：面向客户装配与质量团队输出紧固工艺知识。

五、结语：小紧固，大可靠

工业电子的竞争，表面是功能与成本的竞争，底层是结构、可靠性与交付节奏的系统竞争。紧固件虽小，却贯穿轻金属结构、PCB、钣金、面板四大关键系统，影响着产品的装配效率、运行稳定性与全生命周期成本。

永精精密作为专业紧固件制造厂家，将持续以“前置设计+系统方案+可靠制造”为核心，为 EMS 与汽车电子客户提供一站式紧固连接解决方案，助力工业电子产品更轻、更稳、更可靠。