

HPC AI 服务器紧固连接：算力底座里的关键小件

一、算力底座升级，紧固件迎来“高精度+高可靠”双重考验

ChatGPT、Sora 以及国内各类大模型的爆发，推动 HPC（高性能计算）与 AI 服务器进入新一轮建设高峰。单机柜功率从几 kW 迅速攀升至数十 kW，GPU/CPU 封装密度、信号完整性、热管理成为设计核心。与此同时，服务器机箱、主板、液冷管路所需的紧固连接点数量也成倍增加。

对紧固件而言，HPC AI 服务器提出了与传统服务器不同的要求：

- 高振动与长期负载：风扇、硬盘、冷泵持续运转，螺纹连接需具备抗振防松能力；
- 高密度空间限制：主板层数增加、元器件排布紧凑，要求紧固件小型化、可 SMT 自动化贴装；
- 液冷与 IP68 密封：液冷系统普及，接头、柜体连接必须满足无滴漏、高流量、快插和防水防尘；
- 全生命周期成本：一台服务器服役 3~5 年，紧固失效导致的售后返修成本远超采购成本。

紧固件不再是“标准件采购清单”里的一行小字，而是决定整机可靠性与总成本的关键环节。

二、前期 10% 的决策，锁定 90% 的成本：为什么紧固件要“早进场”

在行业实践中，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、前端设计这三个阶段只占用少量时间与资源，却锁定了大部分成本；等到执行阶段再修改，纠错成本会指数级上升。对紧固连接而言，一旦钣金开孔、PCB 布局、液冷管路定型，后期更换紧固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，可能带来的是装配节拍下降、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、HPC AI 服务器一站式紧固连接方案

围绕 HPC AI 服务器的三大核心场景——PCB 主板、钣金柜体、液冷系统，永精精密可提供覆盖铆接、螺纹、快插、密封、防松、导电等需求的系统级紧固连接方案。

3.1 PCB 应用：从导电到固定的一体化设计

AI 服务器主板层数多、电流大、空间紧张，PCB 紧固件需要同时满足电气性能与机械可靠性。

- 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，防止热循环导致的松动；
- 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。

3.2 铆接类：压铆与拉铆，兼顾密封与接地

钣金柜体是服务器结构的基础，铆接类紧固件决定了机箱的装配效率、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 HPC-AI 服务器钣金柜体的紧固连接；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柜体，通过预涂胶或密封结构实现 IP68 密封等级，满足数据中心高湿、多尘环境要求；
- 平头铆钉：用于对平面度要求高的钣金柜面，保证外观平整与后续贴装/散热接触。

3.3 UQD 接头：液冷系统的“快插生命线”

液冷已成为高功耗 AI 服务器的主流散热方案。UQD (Universal Quick Disconnect) 接头是冷板与管路之间的关键连接件，直接决定散热效率与运维安全。

永精精密 UQD 接头具备三大核心特性：

- 无滴漏：断连时液体不泄漏，保护主板与电源；
- 高流量：降低冷媒流动阻力，提升换热效率；
- 快插结构：支持冷板与管路的快速密封连接，方便现场部署与维护。

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连接方式，但也是松动、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，特别适合服务器维护窗口频繁的运维场景。

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，大算力

HPC AI 服务器的竞争，表面是芯片与算力的竞争，底层是散热、结构、可靠性与成本的系统竞争。紧固件虽小，却贯穿 PCB、钣金、液冷三大关键系统，影响着整机的装配效率、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 HPC AI 服务器客户提供一站式紧固连接解决方案，助力算力底座更安全、更高效、更经济。