

ZT68-600MPa 冷锻高强铝合金螺栓

——新能源镁合金轻量化专属紧固解决方案

在“双碳”战略与新能源汽车续航升级的双重驱动下，镁合金压铸轻量化方案已广泛应用于电池托盘、电驱壳体及底盘压铸件等核心部件。然而，传统紧固件的适配性短板，已成为制约镁合金轻量化产业化的核心技术瓶颈，主要体现为两大行业痛点：

1. 电偶腐蚀风险：镁合金电极电位（-1.6V）与碳钢（-0.44V）存在巨大电位差。在潮湿、涉水等工况下，易形成原电池反应，导致镁合金基体锈蚀、螺纹溃烂，引发结构失效。
2. 热膨胀失配与预紧力衰减：镁合金热膨胀系数约为钢材的 2 倍。在车辆高温交替及震动工况下，钢螺栓与镁基体形变不一致，导致预紧力持续衰减，引发密封失效、异响及松动问题。

当前行业主流的 6056（420MPa）铝合金螺栓虽能缓解腐蚀问题，但强度不足，难以满足新能源三电系统对高扭矩、高载荷及长寿命的严苛要求。

依托二十余年精密紧固件研发与量产经验，盈锋志诚嘉自主研发的 ZT68-600MPa 冷锻高强铝合金螺栓，通过材料科学与制造工艺的双重突破，一站式解决腐蚀、松脱与强度不足三大核心难题。

一、硬核性能：基于工艺优化的全面升级

以 M8*40 外六角法兰面螺栓为基准，ZT68 螺栓在强度、韧性及稳定性上实现全方位超越，其性能优势根植于先进的制造工艺。

工艺优化核心解析：

1. 强韧抗造：精密热处理与应力防线构建

采用“固溶+淬火+时效”的精密热处理工艺。固溶处理使 Zn、Mg、Cu 等溶质原子充分溶解，淬火后形成过饱和固溶体，为后续析出强化奠定基础。

时效处理促使细小、弥散的强化相（如 $MgZn_2$ ）从过饱和固溶体中均匀析出，有效钉扎位错，大幅提升材料强度。

即使经历 150℃ 高温长效服役，强度仍稳定在 600MPa 以上，无蠕变、不松弛。热后搓丝工艺在螺纹牙谷形成均匀的残余压应力，显著提升疲劳强度。

2. 同源电位：表面处理与微观组织协同防腐

采用阳极氧化表面处理工艺，在螺栓表面形成致密的氧化膜，隔绝基体与腐蚀介质的接触。

微观组织晶界清晰、无连续脆性相析出，阻断了腐蚀介质的渗透路径。

可稳定通过 60 天中性盐雾测试，彻底杜绝电偶腐蚀隐患。

3. 同频形变：从材料本质解决热松脱

选用与镁合金热膨胀系数高度匹配的铝合金材料。

在冷热循环工况下，螺栓与基体实现同步形变，从根本上降低预紧力衰减，解决松动、渗漏及行车异响问题。

4. 高精度一致性：冷镦工艺与摩擦系数精准控制

采用冷镦一体成型工艺，保证金属流线完整性与强度均匀性，避免机加工对材料纤维组织的破坏。

通过专属三级润滑体系，精准调控总摩擦系数（ μ_{tot} ）至 0.09~0.15 的稳定区间，确保拧紧扭矩离散度低，适配全自动装配产线。

5. 轻量化增效：低密度材料与结构设计优化

采用密度仅为 2.7g/cm³ 的铝合金，相比钢螺栓减重约 65%。

螺纹啮合长度可缩短至 1.3-1.5d（d 为公称直径），进一步实现结构紧凑化与减重。

二、核心应用场景与科学依据

ZT68 螺栓专为新能源镁/铝合金轻量化结构定制，完美适配冷热交变、高频震动及潮湿腐蚀等严苛工况。其应用价值不仅在于材料替换，更在于从力学与电化学层面解决了传统连接的固有缺陷。

电驱系统：镁合金电机壳体、减速器法兰、电控外壳紧固连接。

电驱系统长期处于高温（可达 150℃）与高扭矩工况。传统钢螺栓在此环境下，因热膨胀系数与镁合金基体差异巨大，预紧力会随温度循环而显著衰减。研究表明，拧紧试验中螺栓的延伸能力仅为纯拉试验时的约 2/3。ZT68 螺栓通过匹配热膨胀系数，大幅降低了这种因形变不一致导致的预紧力损失，确保了连接在高温下的长期可靠性。

动力电池系统：镁合金电池托盘、箱体边框、水冷板结构连接。

电池包对密封性和抗腐蚀性要求极高。钢螺栓与镁合金托盘形成的电偶腐蚀是导

致密封失效和结构破坏的主要诱因。ZT68 螺栓与镁合金基体电位匹配，从源头上消除了腐蚀驱动力，同时其阳极氧化表面处理进一步增强了防护能力，可稳定通过 60 天中性盐雾测试，保障电池系统的长期密封与安全。

轻量化底盘：镁铝控制臂、转向节、副车架等结构紧固。

底盘部件承受复杂的交变载荷与冲击。螺栓的疲劳强度是决定其寿命的关键。ZT68 螺栓采用热后搓丝工艺，在螺纹牙谷形成均匀的残余压应力，有效抵消服役中的拉应力，显著提升疲劳强度。这与《高强度螺栓接合》中关于“在螺纹牙底形成残余压应力以提升疲劳寿命”的工程原理高度一致。

整车大型镁压铸件：仪表骨架、车身内饰轻量化结构固定。

大型镁压铸件对紧固件的精度和一致性要求极高。ZT68 螺栓采用冷镦一体成型工艺，保证了金属流线的完整性与强度均匀性，避免了机加工对材料纤维组织的破坏。同时，通过精准的摩擦系数控制（ $\mu_{tot}=0.09\sim0.15$ ），确保了装配扭矩的稳定性和离散度低，完美适配自动化产线的高节拍生产需求。

新能源汽车镁合金轻量化已是行业必然趋势。盈锋志诚嘉精密五金（深圳）有限公司的 ZT68-600MPa 高强冷镦铝螺栓，以自研改性铝材、突破性冷镦工艺及全维度严苛检测，打通了镁合金轻量化连接的技术堵点，为车企提供更轻、更强、更稳、更耐久的一体化紧固解决方案，助力整车轻量化升级与品质提质增效。