



高强铝合金螺栓

一站式紧固连接方案



产品简介



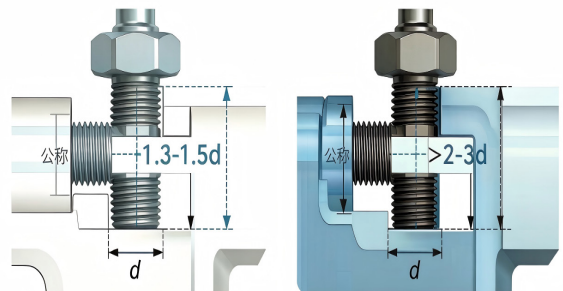
核心定义：铝制紧固件是采用铝合金材料加工制成的螺栓类连接件，行业内通常简称为“铝螺栓”。

本质属性：以铝合金为基材，通过金属加工工艺成型，具备螺栓的基础连接功能，同时兼具铝合金材料特性。

产品优势

1、短啮合长度

铝螺栓用于镁 / 铝部件时，啮合长度为 $1.3-1.5d$ (d 为螺纹公称直径)。相较于钢制螺栓（啮合长度 $>2-3d$ ），具有短啮合长度的特点。



产品优势

2、无电化学腐蚀优势

铝螺栓与镁质部件电势相近，二者之间的电化学腐蚀现象几乎得以避免；铝螺栓与铝质部件电势相同，螺栓与铝质部件之间不会发生电化学腐蚀。

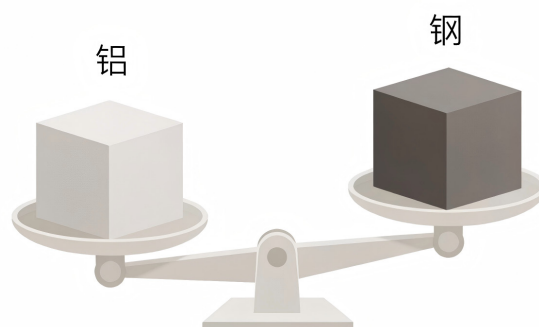


3、拧紧特性

钢制螺栓拧紧过程中，从拉伸弹性变形到屈服，应力随应变变化较为明显。铝螺栓拧紧时同样有拉伸弹性变形到屈服的过程，但在屈服区内应变变大时，应力变化较小，曲线比较平稳。

4、轻量化

铝合金螺栓材料密度仅为钢螺栓的1/3，在相同规格下可显著降低连接部件的整体重量。相较于钢制螺栓，铝合金螺栓凭借低密度特性，材料减重效果明显，有助于汽车动力系统实现轻量化目标。



铝螺栓工艺流程

冷镦



清洗



热处理（固溶处
理 + 时效硬化）



选别



包装



冷镦机



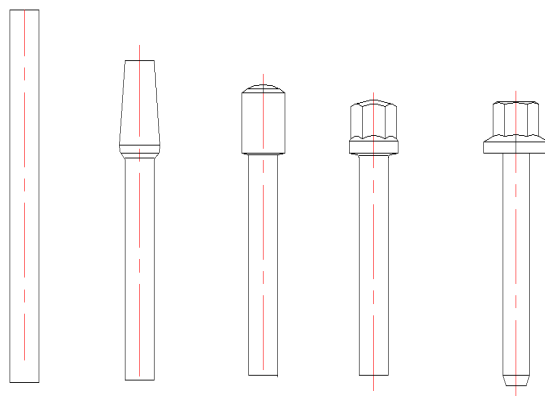
搓丝机

铝螺栓关键工序

成型工艺

冷镦工艺

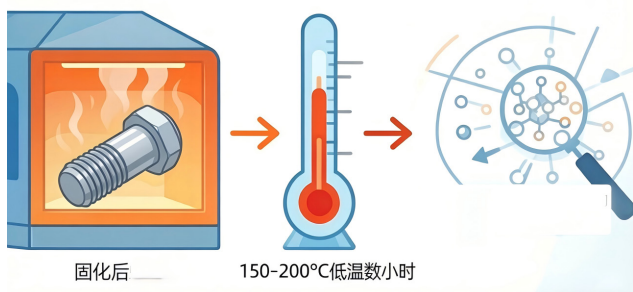
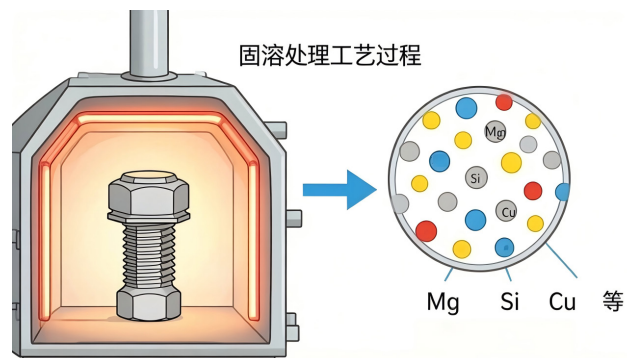
可高效制造铝螺栓，如汽车发动机用铝螺栓常采用此工艺。



热处理工艺

1、固溶处理工艺过程

将螺栓加热至 480-530℃，使合金元素 (Mg、Si、Cu 等) 充分溶解于铝合金基材，形成过饱和固溶体，为后续强化奠定基础。



2、时效硬化工艺过程

将固溶处理后的螺栓在 150-200℃ 低温下保温数小时，促使溶质原子析出细小弥散的强化相 (如 Mg_2Si 、 Al_2Cu)，提升材料强度。

对性能的关键影响

通过固溶与时效的协同作用，铝螺栓抗拉强度可达 630MPa，屈服强度 500MPa 左右，满足汽车动力系统对连接强度的要求。

铝螺栓关键工序

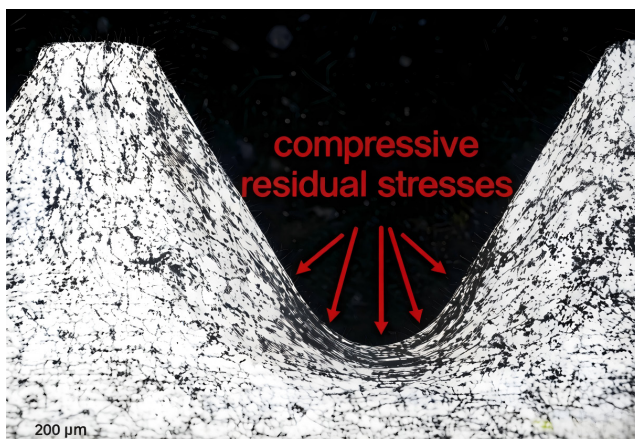
搓丝工艺

产品要求热处理后搓丝，原因如下：

- 1、提高机械性能
- 2、降低晶间腐蚀的敏感度。
- 3、增加螺纹牙谷部分的压应力以提高疲劳强度（减轻缺口效应）
- 4、降低牙伤风险



搓丝板



压缩残余应力

工艺控制要点

需严格控制搓丝过程中的摩擦系数与压力，避免因铝合金材料塑性较高导致的螺纹变形或表面损伤，保障啮合长度（1.3-1.5d）符合连接安全性要求。

工序核心作用

通过搓丝板挤压铝合金螺栓，加工形成符合设计要求的螺纹结构，确保螺纹精度与表面质量，是实现螺栓连接功能的关键工序。

铝螺栓化学成分及性能要求

化学成分

标准依据

依据大众集团标准 VW60469 (2017-9)，铝螺栓牌号选择 AW6056 (EN AW-ALSiMgCuMn, 代号 AL9)。

6056 主要元素含量范围

Si: 0.7-1.2%, Fe: \leq 0.25%,
Cu: 0.65-0.85%, Mn: 0.55-0.65%,
Mg: 0.6-1.0%, Zn: 0.15-0.25%,
Zr: 0.1-0.17%, Cr、Ti 均 \leq 0.05%, 其余为 Al。

ZT68 (不在此处展开)

材料性能要求及意义

选择要素

铝螺栓合金牌号选择需考虑抗拉强度 / 屈服强度、延伸率、高温蠕变性能这三个关键要素。

常见铝合金牌号

常见的铝合金牌号包括 AW-6056、ZT68 等, 不同铝合金材料在性能上存在差异, 需根据具体应用场景选择。

性能指标范围

针对 M6-M12 螺纹的铝螺栓。
6056: 抗拉强度 420MPa 左右, 屈服强度 350-600MPa 左右, 断裂延伸率 \geq 7%;

ZT68: 抗拉强度 630MPa 左右, 屈服强度 500MPa 左右, 断裂延伸率 \geq 6%;

性能要求意义

抗拉强度保证螺栓承载能力, 屈服强度确保连接稳定性, 断裂延伸率反映材料塑性, 三者共同保障铝螺栓在动力系统中的可靠应用。

铝螺栓测试

ZT68

温室拉伸性能

试样编号	Rm (MPa)	Rp0.2 (MPa)	A (%)	曲强比
1	632	536	6	0.85
2	634	540	6	0.85
3	632	545	6	0.86
均值	633	540	6	0.85

热暴露后室温力学性能—拉伸强度

	Rm	Rp0.2	A	曲强比	热暴露	热暴露后强度保持率
1.	615	525	8.9	0.85	150°Cx6h	97.16
2.	613	514	8.9	0.84		
3.	617	510	8.9	0.83		
均值	615	516	8.9	0.84		
1.	610	506	8.9	0.83	150°Cx8h	96.37
2.	609	512	9.4	0.84		
3.	611	507	9.5	0.83		
均值	610	508	9.3	0.83		
1.	606	506	10.3	0.84	150°Cx12h	95.58
1.	605	509	10.2	0.84		
2.	603	505	9.5	0.84		
均值	605	507	10	0.84		

铝螺栓测试

ZT68

热暴露后室温力学性能—显微维氏硬度

	点1硬度 (HV)	点2硬度 (HV)	均值	热暴露工艺
1.	193	193	191.3	150°Cx8h
2.	187	185		
3.	198	192		
4.	198	196	198.5	150°Cx12h
5.	204	200		
6.	200	193		
7.	198	190	193.8	150°Cx16h
8.	193	188		
9.	198	196		

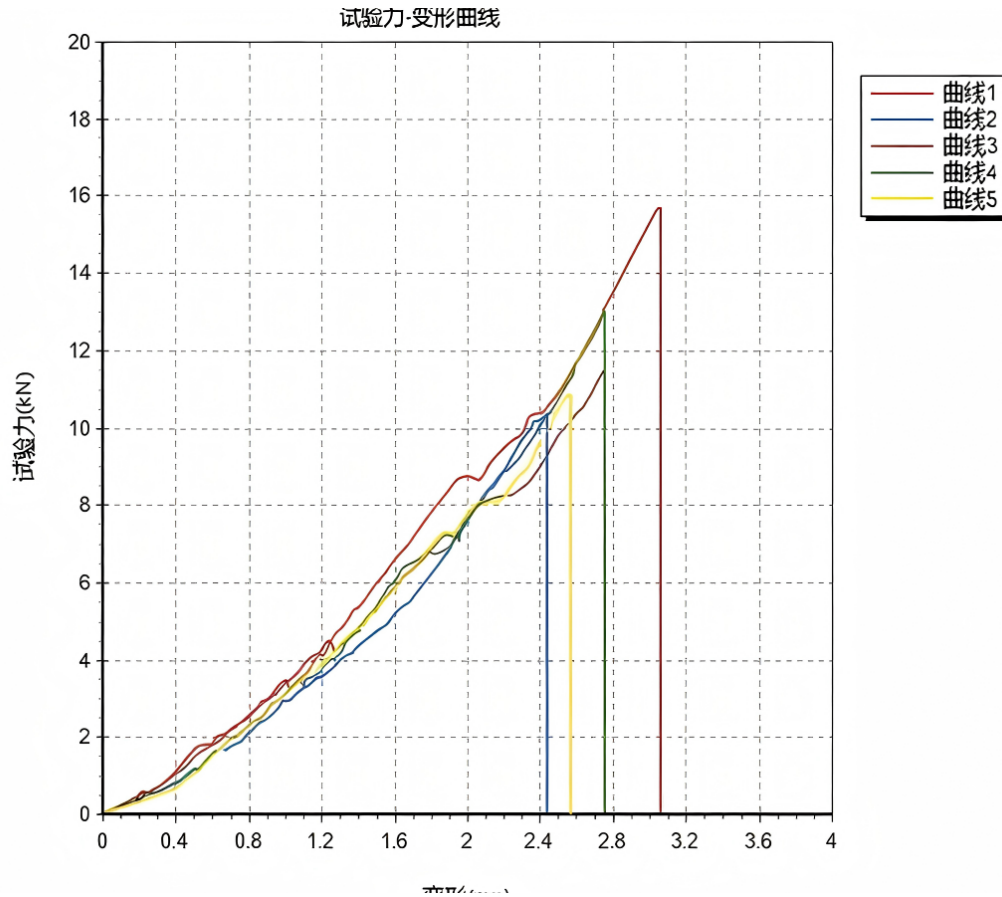
高温拉伸性能

序号	Rm (MPa)	Rp0.2 (MPa)	A (%)	曲强比	测试参数	强度保持 率%
1	610	435	6.8	0.71	110°C x20min	97.9
2	627	461	7.1	0.74		
3	622	442	7.1	0.71		
均值	620	446	7	0.72		
1	614	436	8.6	0.71	130°C x20min	97
2	610	439	8.2	0.72		
3	619	426	7.1	0.69		
均值	614	433	8	0.71		
1	601	424	7.8	0.7	150°C x20min	95.4
2	606	436	7.5	0.72		
3	606	437	7.8	0.73		
均值	604	432	7.7	0.75		

铝螺栓测试

ZT68

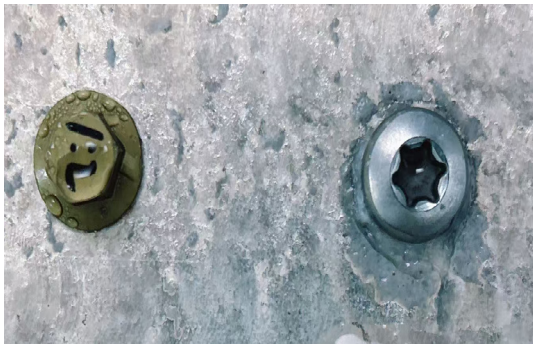
室温下，试验力变形曲线



- 1、抗拉强度基本稳定 630Mpa 左右，屈服强度 500MPa 左右；
- 2、硬度基本稳定 187-204HV，平均 190-198HV。
- 3、热暴露后高温拉伸性能强度保持率 95.58%-97.16%

铝螺栓测试

电化学腐蚀



黄色为 ZT68 材料产品
银色为碳钢新镍合金镀层

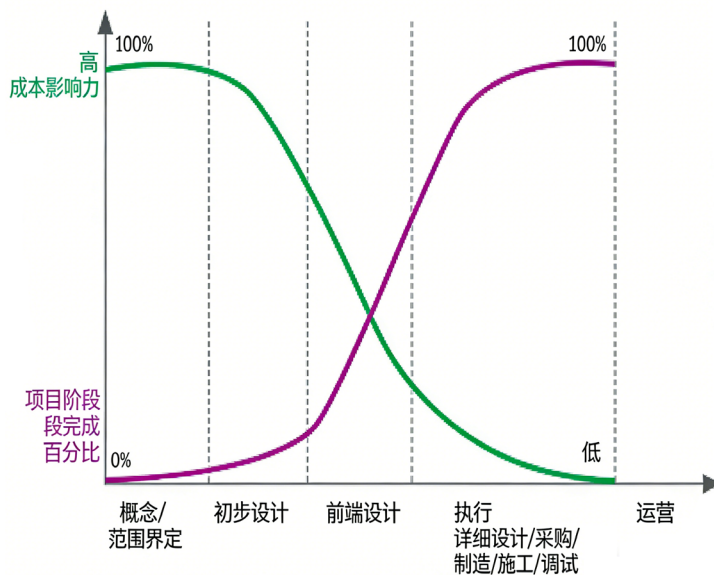
- (1) 铝合金螺栓与 Mg-AZ91 镁合金组孔径周围无明显腐蚀现象。
- (2) 碳钢螺栓与 Mg-AZ91 镁合金孔径周围出现明显腐蚀坑，Mg-AZ91 镁合金孔径棱角出现严重剥落，出现暗黄色腐蚀产物。
- (3) 镁元素和铝元素电位差小于镁元素与铁元素的电位差，碳钢螺栓与镁合金极易发生电偶腐蚀。

行业挑战

项目周期成本影响力模型

在当今快速发展的社会中，企业研发面临的核心挑战在于：前期决策窗口极短却锁定了大部分的成本；而后期虽投入巨大纠错成本却极高，导致风险与收益严重错配。这要求企业必须在极早期就做出精准判断以应对市场的不确定性。

项目生命周期中对总成本的影响能力



15-85 定律

当今企业面临的另一个挑战在于：过度聚焦显性的采购成本，却忽视了占比 85% 的隐性成本。企业在设计、供应链、售后等环节往往缺乏系统统筹，导致因前期决策失误引发的高制造成本、返工、质量售后等问题，最终大幅推高了全生命周期总成本。

15%

可见成本

紧固件采购成本

85%

隐性成本

设计和筛选
—
供应商和采购
—
物流和配送
—
仓储
—
质量检测
—
预装配
—
装配
—
售后

志诚嘉六个服务

从原型设计到售后的总成本优化专家



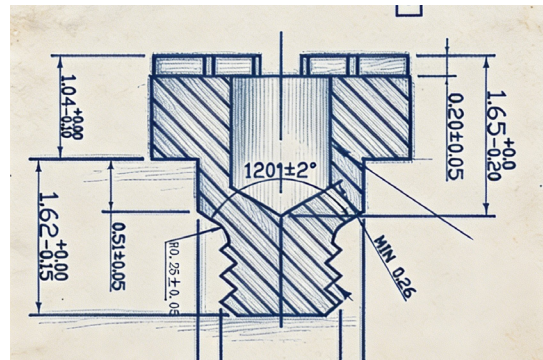
快速工程样件



专业培训



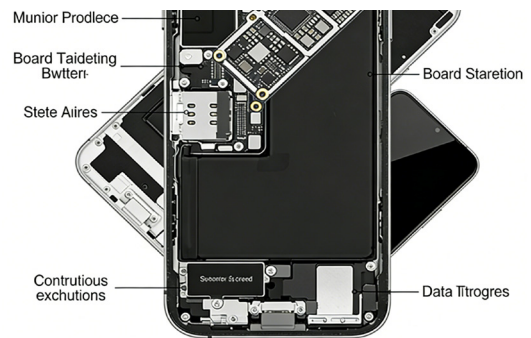
专业测试服务



专业设计咨询

现有方案	优化后方案
<p>优化建议</p> <p>材料工艺改冷锻工艺：成型增加 1改10B21 2：78000元 10万，总产量50万。</p>	
<p>二： 1：4个R5.0角取消，做成直边， 2：根部增加R0.8。</p>	
<p>上条件与工艺都满足的话成本可降0.75元/个，共降本37.5万</p>	

持续工艺优化



专业拆解分析



盈锋志诚嘉精密五金（深圳）有限公司 - 总部

地址：深圳市坪山区坑梓街道中兴路 13 号

电话：0755-84061349

志诚嘉金属科技（襄阳）有限公司 - 汽车专用工厂

地址：湖北省襄阳市谷城县城关镇三岔路经济开发区

电话：0710-7269998

PT Top precision Fastening Insonesia -Oversea factory

Adress：JI,Interchange tol dawuan No.10,CIKAMPEK-41373,

Jawabarat, Indonesia

公司官网：www.zcjtech.com