

后半笼可拆卸防滚架 做工说明

后半笼可拆卸防滚架用螺栓与车身连接，可装可卸、不破坏车身。在结构形式相近的前提下，不同产品的差别主要体现在做工——焊前清理、焊接工装与氩弧焊焊缝细节。本页用实拍图对这几处工艺作对比说明。



- FIA 认证 4130 铬钼无缝钢管
- 数控弯管 $\pm 0.3^\circ$
- 氩弧焊 + 专用焊接工装

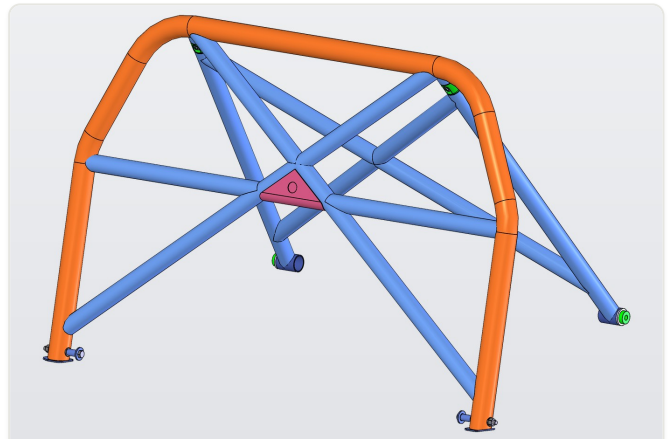
— 01 / 产品

后半笼可拆卸防滚架

后半笼保留前舱视野与空间，将强度集中在驾驶舱与后部；可拆卸指整架用螺栓与车身连接，可装可卸、不破坏车身。适用于既需要赛规认可的安全结构、又希望保留进出便利与日常实用的车型。



两段式快拆。整架可拆为两段，配合面带定位角度，每个接头一颗 M10 螺丝锁定，重复拆装定位稳定。



结构模型。各车型后半笼按真车数据定制，已覆盖保时捷、宝马、丰田、本田等品牌多款车型(图为 BMW M4 G82)。

— 02 / 做工对比

做工对比：三处关键工艺

下面三组实拍，左为其他品牌、右为 PAR。焊缝质量直接影响结构强度，差别主要体现在以下三处。

一·焊前清理

施焊前去除氧化皮、油污与镀层，使母材露出洁净金属本体，关系到熔深、气孔与焊缝强度。

● 其他品牌



焊接位置基本未作清理。母材表面的轧制氧化皮、油污未去除，焊缝周围存在明显氧化色。

● PAR



下料后露出金属本色，焊前再作打磨。坡口与待焊面去除氧化层与杂质后施焊。

二·焊接工装与一致性

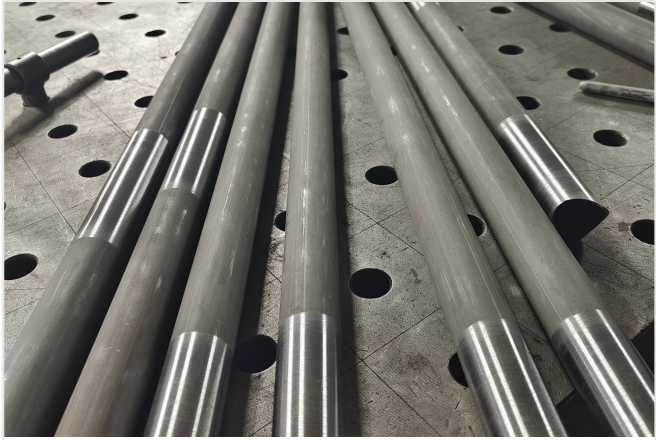
专用焊接工装将每根管、每个接头固定在确定的空间位置上施焊，用于控制热变形带来的尺寸偏差。

● 其他品牌



未见完整的焊接工装。更接近散件拼焊定位，热变形较难控制，批次间尺寸一致性受影响。

● PAR



在专用焊接工装上整架施焊。每根管、每个接头定位施焊，包角由专用模具压制，批量产品尺寸一致。

三·氩弧焊焊缝细节

氩弧焊(TIG/GTAW)是焊接 4130 的常用工艺，热输入可控。焊缝成形的均匀度与热影响区大小，反映施焊水平。

● 其他品牌



焊缝细节较差。焊点高低不一，热影响区氧化发蓝发褐、范围偏大。

● PAR



焊点均匀、连续。焊材 ER70S-6(国标 ER50-6)，焊缝强度接近母材；多管交汇节点处理一致。

// 镀锌、油漆、氧化皮若不清理直接施焊，易产生气孔、焊缝疏松、强度下降；镀锌层受热还会产生锌烟。

03 / 材料

FIA 认证 4130 铬钼钢，按 AMS6361F 订制

主体采用 FIA 赛规指定的 4130 铬钼无缝钢管，按 AMS6361F 标准订制——即航空级 4130 无缝管，成分、壁厚一致性与力学性能均有标准依据。

规范 **AMS 6361F**

成分 **0.95Cr-0.20Mo**

含碳 **0.28-0.33%**

最小抗拉 **≈862 MPa (125 ksi)**

无缝管 **无焊缝薄弱线**

铬提升淬透性与耐蚀性，钼提升韧性；强度/重量比优于普通碳钢。4130 出货前已作**正火处理**消除冷轧应力，一般不作整管热处理、不加热弯管，局部加热会改变管材机械性能。

常用钢管规格(外径 × 壁厚, MM)	说明
50.00×2.0 44.45×2.0 40.00×2.0	主环、斜撑、横撑等按构件与车型选用
弯管半径 ≥ 管径 3 倍	常用壁厚为 2.0mm，与 FIA 强制规格存在差异

// 上述为常用规格，壁厚 2.0mm 与 FIA 强制规格不完全一致，实际按车型、赛事规则与客户要求选用。

04 / 设计

基于真车三维扫描数据设计

后半笼与车身的贴合度取决于前期数据。钢管下料前，整套结构先在数字模型中完成建模与验证。

STEP 01

三维激光扫描

手持三维激光扫描仪采集整车车身数据。

STEP 02

逆向提固定点

从点云提取 A 柱、B 柱根部、减震塔顶等钣金固定点。

STEP 03

SolidWorks 建模

管路走向、接头位置、与车身配合一次性确定。

STEP 04

Altair 有限元

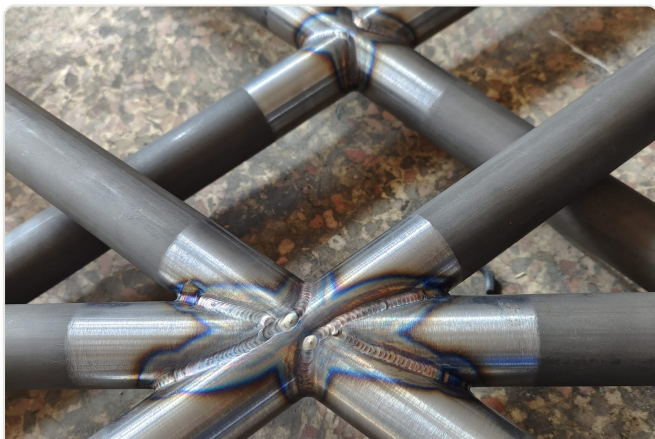
验证结构强度，找出受力集中/刚度薄弱处并优化节点。

在设计阶段完成结构验证，可减少装车后的返工；固定点数据准确是后续工序的基础。

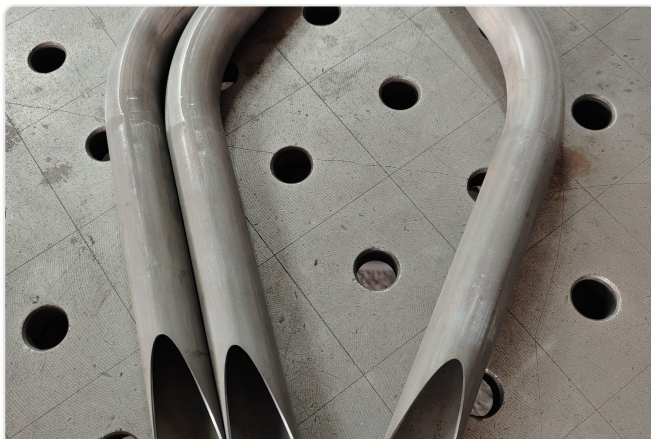
05 / 下料与弯管

激光开坡口，数控弯管角度偏差 $\leq 0.3^\circ$

坡口配合精度影响焊缝熔深与强度，是下料环节的关键。



数控激光开坡口。连接位置坡口由激光切割，轮廓贴合、间隙均匀。



数控弯管 $\pm 0.3^\circ$ 。4130 冷弯不加热，弯管半径遵循赛规(≥ 3 倍管径)，弯角不褶皱、不开裂。

06 / 工艺要点

做工要点小结

以上工艺可归纳为以下四个可核查的要点。

- **焊前清理：**焊缝周围是否去除氧化皮与油污、打磨见金属本色。
- **焊接工装：**是否依靠专用工装整架定位，影响批量产品的尺寸与装车贴合度。

- **焊缝细节：**氩弧焊焊点是否均匀连续、热影响区是否克制，多管交汇节点是否一致。
- **材料与下料：**是否为 FIA 认证 4130 无缝管，坡口是否激光加工、弯管是否数控成型。