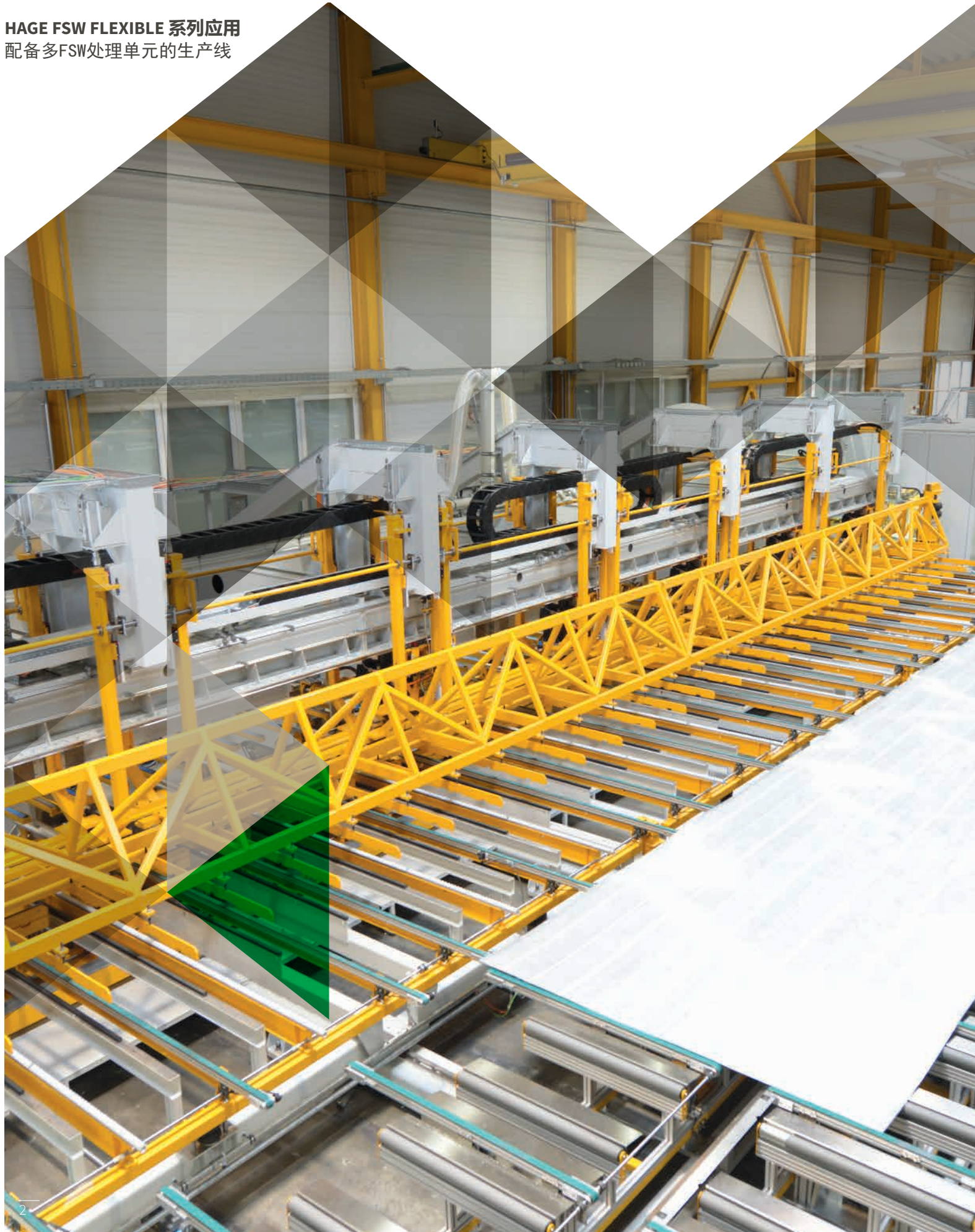


# 创新的 FSW 解决方案

HAGE

HAGE FSW FLEXIBLE 系列应用  
配备多FSW处理单元的生产线



# 具有独特优势的 HAGE FSW 全自动化解决方案

工程建设 FSW 技术研发能力中心  
量身定制的一站式解决方案  
全自动化  
家族企业  
专有的设备结构设计

太空技术的应用  
多轴龙门加工系统  
超过 35 年的相关经验

铁路工业的大范围应用

奥地利制造  
享誉全球

应用于汽车工业  
革新领导者  
值得您信赖的高品质

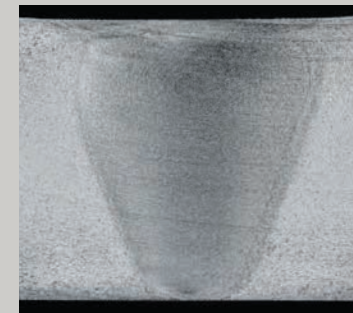
# 搅拌摩擦焊接 技术说明

- ▶ 更高的焊接速度
- ▶ 全自动化焊接过程监控和控制
- ▶ 更高的焊缝强度
- ▶ 更高的可重复生产性
- ▶ 由于热量输入较低，几乎没有任何焊接变形
- ▶ 无需任何焊接耗材
- ▶ 无需保护气体
- ▶ 焊接工艺更简单
- ▶ 各种接头形式焊接成为可能

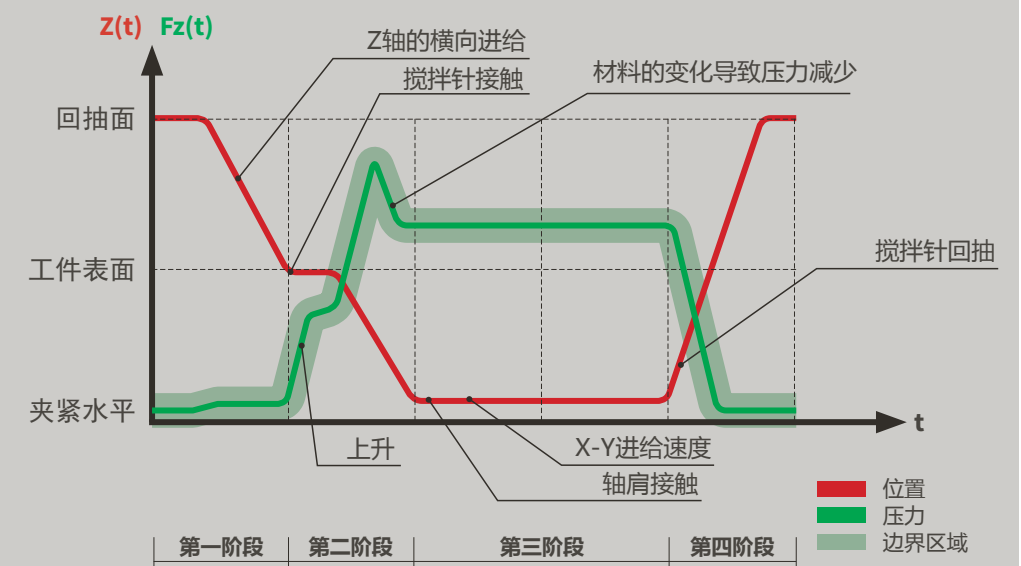
在搅拌摩擦焊接技术中，带有特殊形状搅拌针和轴肩的耐磨搅拌焊接头通过旋转加压进入焊接接头间隙，轴肩下方的材料通过焊接头和工件之间的搅拌摩擦进行加热，从而使接合区域的温度升高以降低流动应力，搅拌过程中所产生的热量使材料塑化（低于熔点）。

加工过程中，通过内部搅拌摩擦产生热量，使焊接头周围形成塑形流动区域。被焊接材料围绕搅拌针进行流动，并在冷凝过程中形成均匀的金属连接。

FSW是一种不需要任何焊接辅料的固相焊接技术。一个很重要的关键因素：来自底部的支撑用以吸收焊接过程中所产生的应力。



焊接接头的金相显微照片



FSW焊接各阶段中焊接头的压力和行程位置变化曲线图

## 搅拌摩擦焊接技术 一种新型的固相焊接技术

FSW工艺适用于铁路工业、航空航天、汽车工业、船舶和工程结构等具有轻量化要求的工业产业，是一种可信赖的新兴焊接技术。为满足FSW工艺的要求，HAGE FSW 系列致力于实现高刚性结构的机床设计理念，并根据客户的具体要求“单独”量身定制。

# HAGE FSW 工艺

## 01

HAGE

### 咨询

- ▶ 基于我们长期的经验总结
- ▶ 针对客户特定要求提供量身定制的解决方案：
  - 高刚性结构的机床设计理念
  - 工件几何接头形式优化
  - 夹具夹紧概念的提出
  - 确定工艺参数和加工节拍
- ▶ 基于FSW技术标准DIN EN ISO 25239 - 第1-5部分

用户

### 咨询

- ▶ 部件/工件的优化设计建议
- ▶ 选择最适合的工艺流程，提供选项和备选方案
- ▶ 加工工艺生产参数的确定
- ▶ 开发相关概念

## 02

### 初步测试

- ▶ 在HAGE研发中心进行初步测试
- ▶ 恒行程及恒压模式焊接测试
- ▶ 焊接几何接头测试
- ▶ 初步确定焊接工艺和参数
- ▶ 开发夹具夹紧概念
- ▶ 生产初始样件

### 选项

- ▶ 生产可行性评估
- ▶ 样品零件生产
- ▶ 生产总则确定
- ▶ 成本/收益分析

## 03

### 定制化设备的构建

- ▶ 设备所在厂房的条件及要求确定
- ▶ 灵活的生产线构建-适用于单一用途或多用途的FSW加工
- ▶ 夹具夹紧装置（半自动或全自动）

### 综合化考量

- ▶ 必要的基础设施评估（空间、能源需求.....）
- ▶ 接口和系统集成的定义

## 04

### 焊接加工工艺开发

- ▶ 于HAGE研发中心进行FSW工艺参数的研究确认
- ▶ FSW焊接头开发
- ▶ 加工工艺稳定性及其优化
- ▶ 受力分析研究
- ▶ 特殊工艺要求的研究确认（如，自回抽搅拌头，双轴肩搅拌头等）

### 初始阶段

- ▶ 获取相关技术储备/经验值
- ▶ 进行员工技术培训和认证
- ▶ 准备程序指令

## 05

### 焊接加工工艺优化

- ▶ 缩短加工节拍
- ▶ 增加焊接速度
- ▶ 延长焊接头寿命
- ▶ 工艺流程确定
- ▶ 操作培训

### (批量)生产

- ▶ 系统性增加工艺稳定性
- ▶ 存档和监控工艺
- ▶ 设备安全防护性检查
- ▶ 优化FSW加工工艺和组件

## 06

### 加工工艺过程监控

- ▶ 实时加工工艺过程监控
- ▶ 针对于各工艺参数（压力、扭矩、位置、速度等）进行实时数据采集，测量频率 高达100 kHz
- ▶ 焊接缺陷诊断分析
- ▶ 与设备控制系统进行实时通信
- ▶ 焊缝的三维几何扫描

# HAGE FSW 专业解决方案

可靠的焊接工艺解决方案和精确的工件定位是我们始终的核心。在现有生产过程中实施新技术是一项重大挑战。我们将在我们的内部技术中心检查您的要求是否适合FSW焊接，以确保您选择了正确的焊接工艺。我们的FSW专家拥有多年的经验，并将为您提供支持，确保您的期望得到充分满足。

## HAGE龙门加工系统 ( HAGE FSW技术研发能力中心 包括工艺监控系统 )

用于开发、演示和作业订单生产目的

工作范围：  
20米X3米X1.6米



## HAGE FSW 技术研发 能力中心的FSW系统

- ▶ 工件几何形貌测试
- ▶ 加工工艺及参数研究
- ▶ 恒行程及恒压模式焊接测试
- ▶ 开发夹具夹紧概念
- ▶ 生产原型

# FSW 焊接头

HAGE FSW专家拥有长期的工程专业知识，这意味着我们可以为您开发（并应用）量身定制的焊接头。焊接头的要求非常多样化，要求所使用的材料在高焊接温度下不会失去其强度，且需要增加耐磨性以保证长期持续的焊接加工。所以，经过适当热处理的耐热低碳钢通常用于轻金属焊接情形，例如，铝合金或镁合金材料。

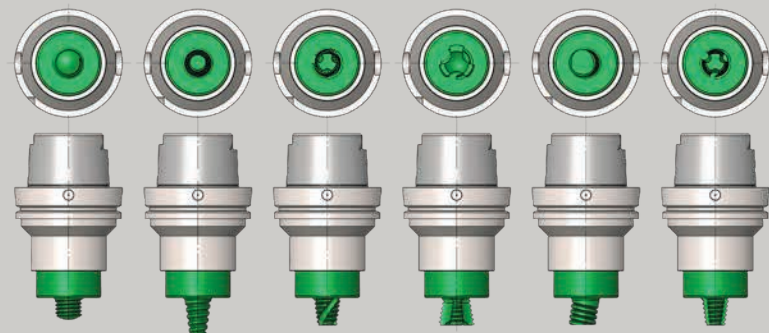
焊接头的材料对于焊接头的寿命起着关键作用。它可以为单件式、多件式，或者也可以专为点焊而设计。

## 为您带来的优势:

- ▶ 更高的焊接速度
- ▶ 更高的焊接质量
- ▶ 更长的焊接头寿命
- ▶ 组件的优化配置

## 正确的焊接头选择:

- ▶ 加工工件的公差
- ▶ 焊接速度的选择（优化）
- ▶ 焊接接头类型
- ▶ 焊深



对接接头



角接头



双T型搭接接头



搭接接头



复合搭接接头

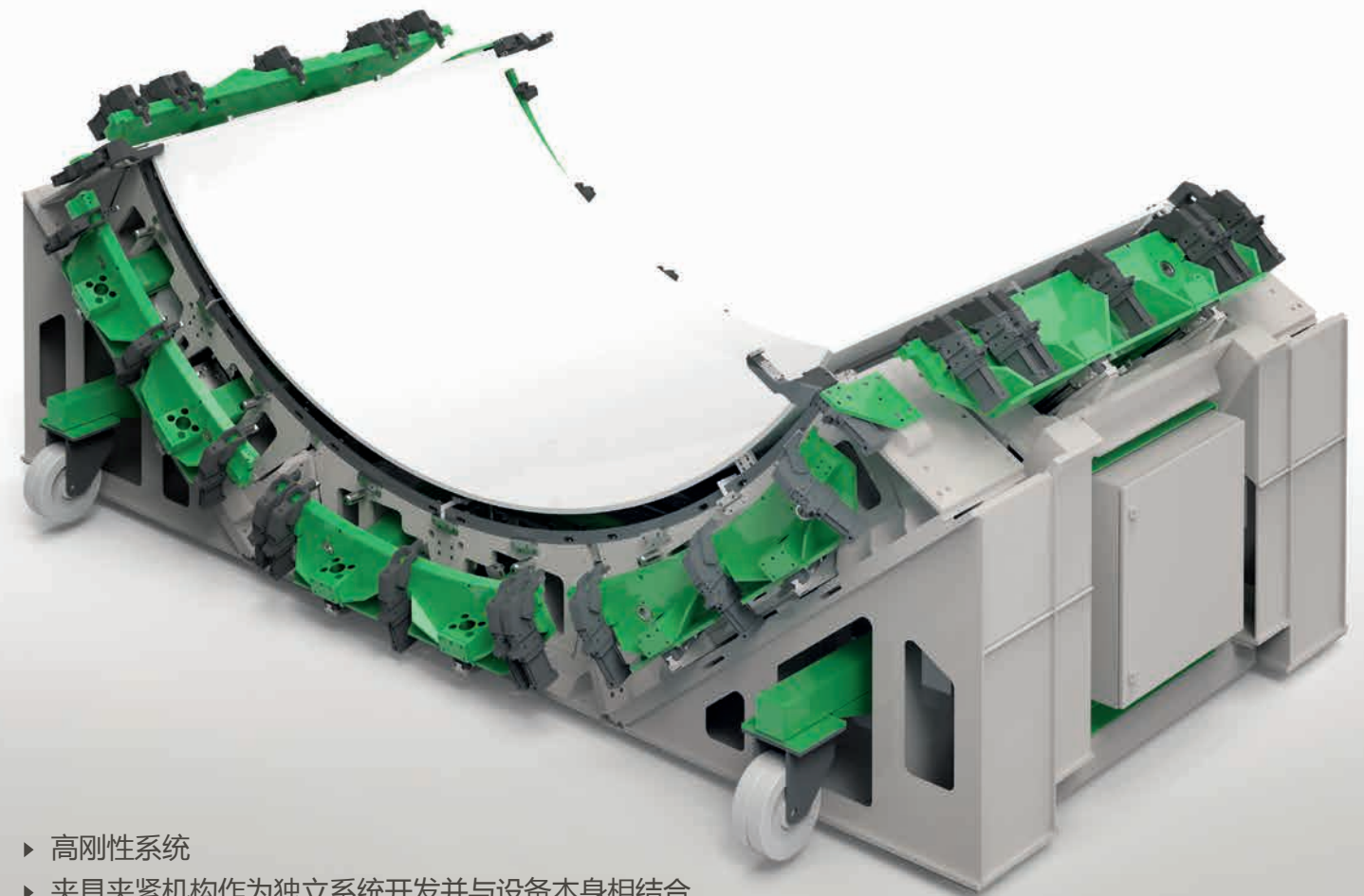


T型搭接接头



# FSW 夹具

夹具夹紧装置是精密零件制造中相当重要的环节。我们将根据您的具体要求，开发针对FSW工艺最优的定位夹紧系统。针对FSW工艺所开发的夹具夹紧系统需要与设备完美配合，以减少在焊接过程中所产生的应力，吸收焊接过程中产生的热能并需要最大限度的低变形量来支撑和夹紧被焊接工件，其复杂性不言而喻。我们将为您提供从纯手动到全自动化的一系列夹具解决方案，力求将最适合的解决方案提供给您。

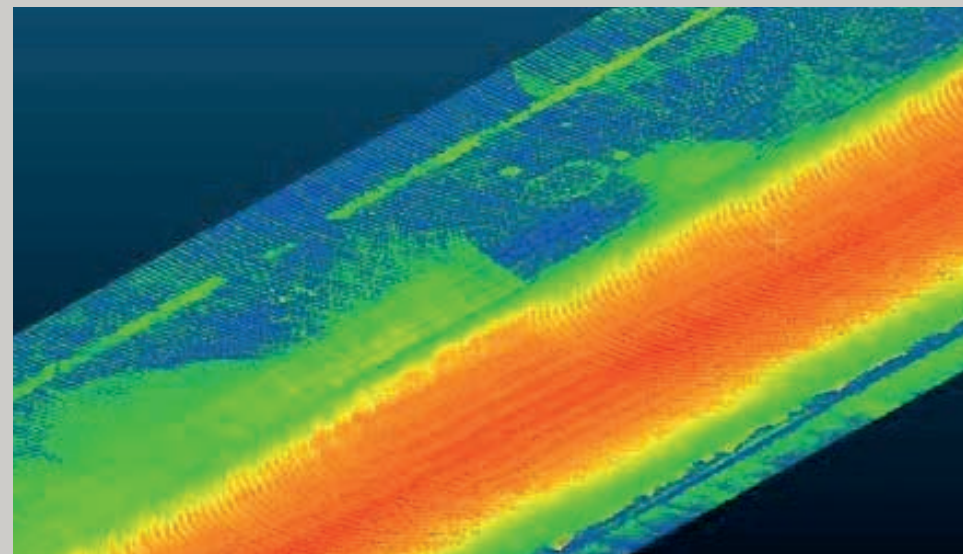
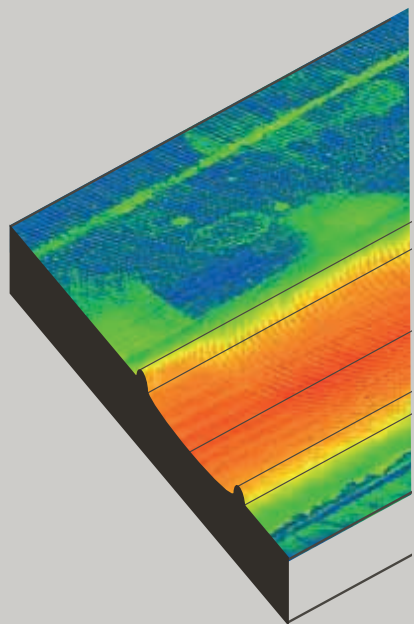


- ▶ 高刚性系统
- ▶ 夹具夹紧机构作为独立系统开发并与设备本身相结合
- ▶ 夹具夹紧机构与设备控制系统相耦合（半自动或全自动夹具）
- ▶ 夹具夹紧机构结合液压，气动及电气校准技术
- ▶ 为获得和保持所需加工公差要求所进行的优化设计

# HAGE FSW WELDCHECK 监控系统

“WeldCheck”监控系统将针对客户特定工艺流程进行最佳定制，可获取系统的所有相关工艺参数，实时评估并负责每个FSW焊缝的焊接质量保证。WeldCheck和设备控制系统之间的双向通信接口还可以报告焊接缺陷并触发设备问题（如防碰撞）的即时响应。

- ▶ 所有焊缝的无误识别
- ▶ 在线工艺流程监控和错误分析
- ▶ 焊接几何形貌采集（作为焊接质量特性）用于加工工艺过程优化
- ▶ 实时可视化所获取的工艺参数
- ▶ 根据工艺标准进行实时评估
- ▶ 用于质量保证的长期可存档工艺流程文件（日志）
- ▶ 全自动创建后处理器数据
- ▶ 原始数据存储，用于脱机查看和脱机处理



实时可视化焊缝深度评估



# HAGE FSW WELD GUN

HAGE FSW WeldGun是一种灵活的搅拌摩擦焊点焊（简称FSSW）解决方案，是一种特殊形式的搅拌摩擦焊接应用技术。摩擦焊点焊焊枪可根据您的要求固定或安装在工业机器人上，目前已应用于汽车工业的白车身焊接上（替代传统电阻焊）。

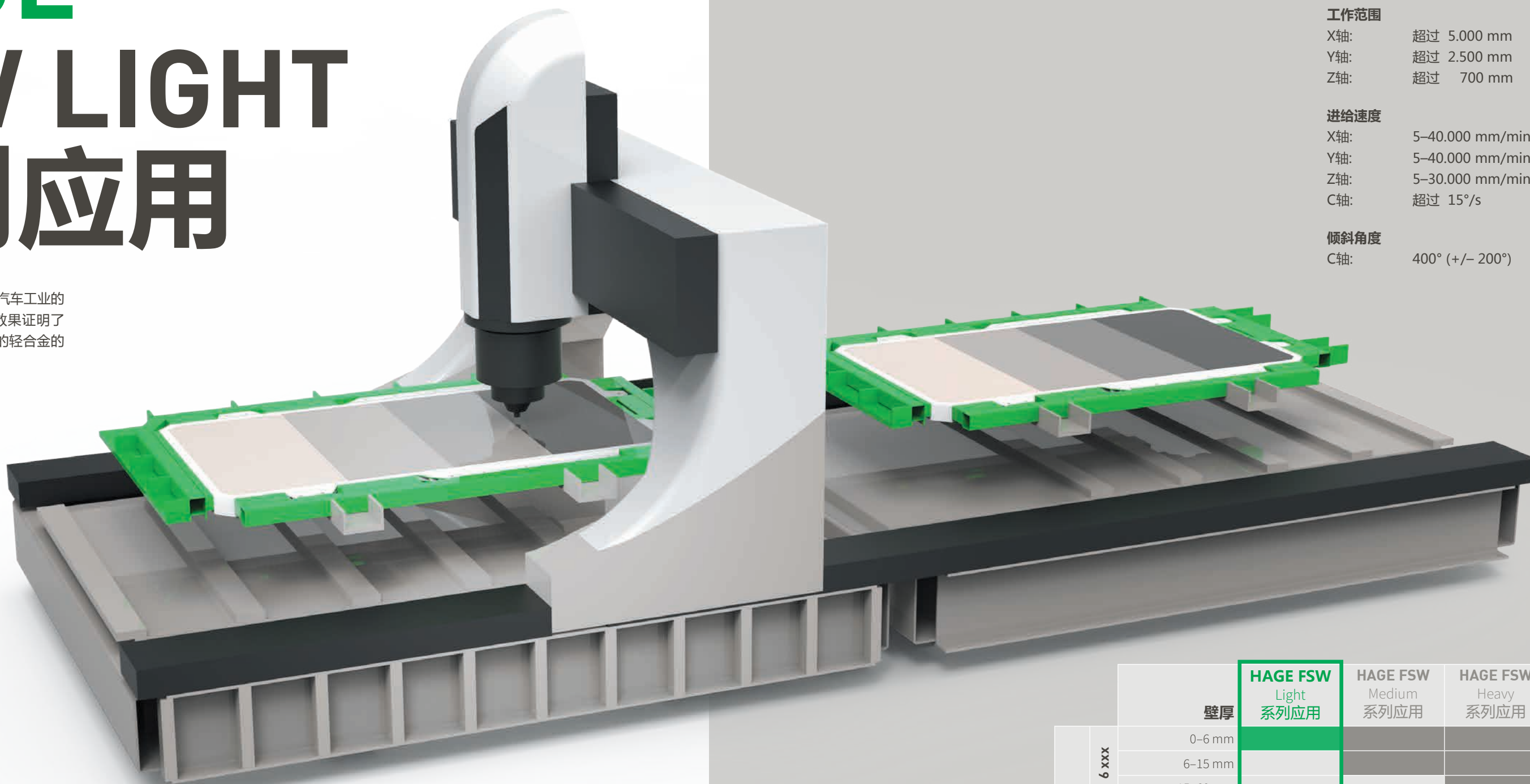
WeldGun焊枪也特别适用于阶梯焊接，其特殊结构使焊点能够置于工件的内部，可见表面没有传统电阻焊接所产生的焊接凹陷

## 技术参数:

最大轴向压力:	8 kN
开放行程:	150 mm
回转速度:	3.500 rpm
焊接节拍:	2-3 秒/焊点
总重量:	80 kg

# HAGE FSW LIGHT 系列应用

HAGE FSW Light系列专为满足汽车工业的需求而开发，通过完美的焊接效果证明了自己。目标是实现壁厚达6毫米的轻合金的高精度连接。



## 技术参数:

### 工作范围

X轴: 超过 5.000 mm  
Y轴: 超过 2.500 mm  
Z轴: 超过 700 mm

### 进给速度

X轴: 5-40.000 mm/min  
Y轴: 5-40.000 mm/min  
Z轴: 5-30.000 mm/min  
C轴: 超过 15°/s

### 倾斜角度

C轴: 400° (+/- 200°)

## 特点:

- ▶ 经过有限元计算的高刚性机床设计理念
- ▶ Siemens 840D sl或FANUC数控系统，安全集成
- ▶ 压力测量系统
- ▶ 压力和路径控制
- ▶ 可调整的摆动轴（数控轴作为选项）
- ▶ 用于重新调整FSW主轴头的 C 轴
- ▶ HAGE FSW WeldCheck即时工艺监控系统

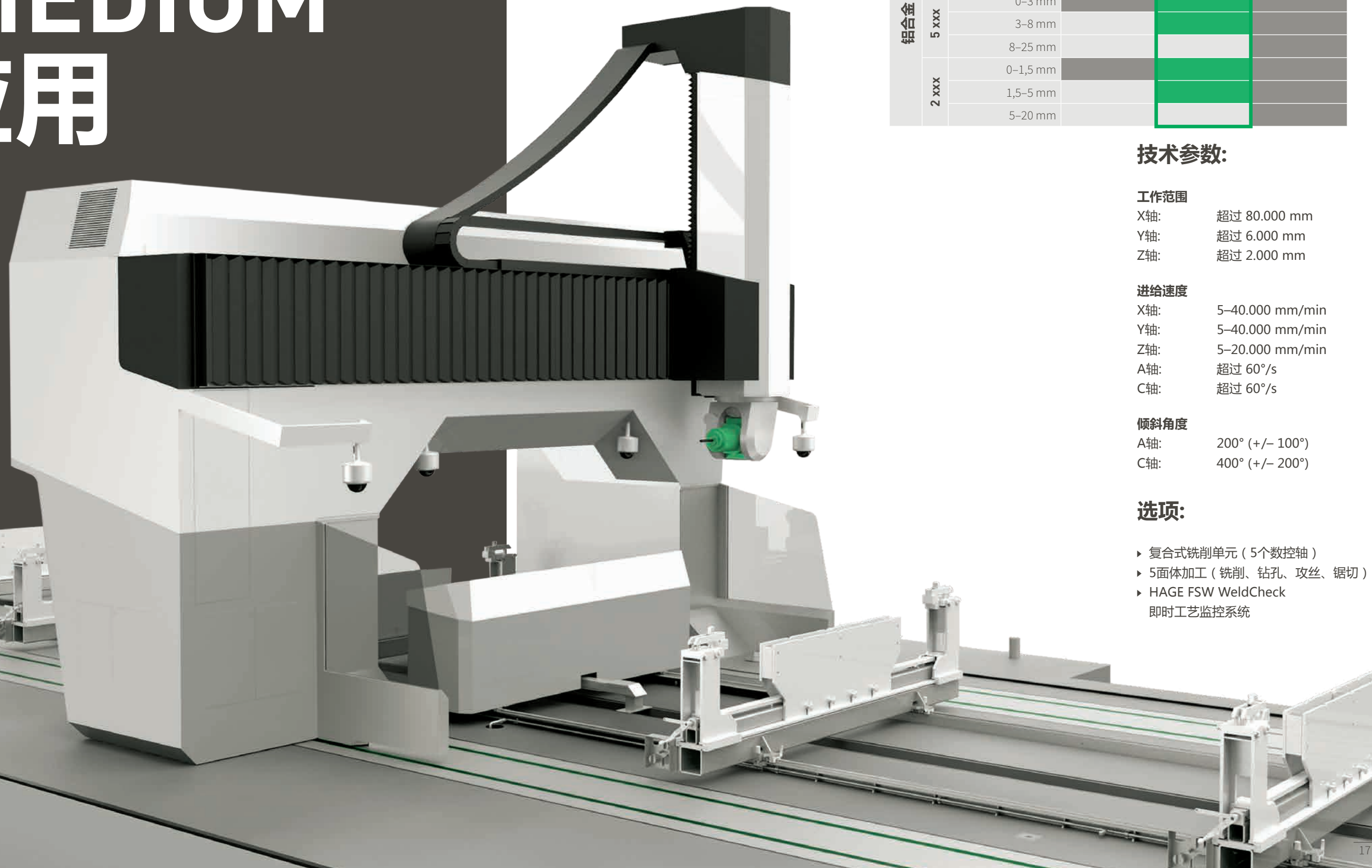
		壁厚	HAGE FSW Light 系列应用	HAGE FSW Medium 系列应用	HAGE FSW Heavy 系列应用
铝合金	6 xxx	0-6 mm			
		6-15 mm			
		15-60 mm			
2 xxx	5 xxx	0-3 mm			
		3-8 mm			
		8-25 mm			
2 xxx	2 xxx	0-1,5 mm			
		1,5-5 mm			
		5-20 mm			



# HAGE FSW MEDIUM 系列应用

HAGE FSW Medium系列5轴龙门加工中心，用于大型型材的加工制造。是将高速铣削工艺和搅拌摩擦焊接工艺相结合的一体化加工平台，通过集成的刀具自动更换系统实现高速铣削与FSW两种加工工艺方式的相互切换。

凭借模块化的系统理念，我们可以根据您的要求实现每台加工设备的灵活定制。



		壁厚	HAGE FSW Light 系列应用	HAGE FSW Medium 系列应用	HAGE FSW Heavy 系列应用
铝合金	6 xxx	0-6 mm			
		6-15 mm			
		15-60 mm			
5 xxx	5 xxx	0-3 mm			
		3-8 mm			
		8-25 mm			
2 xxx	2 xxx	0-1,5 mm			
		1,5-5 mm			
		5-20 mm			

## 技术参数:

### 工作范围

X轴: 超过 80.000 mm  
Y轴: 超过 6.000 mm  
Z轴: 超过 2.000 mm

### 进给速度

X轴: 5-40.000 mm/min  
Y轴: 5-40.000 mm/min  
Z轴: 5-20.000 mm/min  
A轴: 超过 60°/s  
C轴: 超过 60°/s

### 倾斜角度

A轴: 200° (+/- 100°)  
C轴: 400° (+/- 200°)

## 选项:

- ▶ 复合式铣削单元 (5个数控轴)
- ▶ 5面体加工 (铣削、钻孔、攻丝、锯切)
- ▶ HAGE FSW WeldCheck  
即时工艺监控系统

# HAGE FSW HEAVY 系列应用

HAGE FSW HEAVY 系列5轴龙门加工中心，用于加工所有轻合金金属的大型型材。在这方面，系统结合了目前所有成熟的搅拌摩擦焊接工艺技术并同样可与高速铣削工艺相结合，不同的工艺方式通过数控轴自行控制。

与所有的HAGE系统产品一样，HAGE FSW Heavy系列也将根据您的要求量身定制。

## 特点:

- ▶ 包含7个数控轴的龙门焊接系统 (5个线性轴, 2个回转轴)
- ▶ 独立的搅拌针/轴肩数控轴
- ▶ 路径/压力控制,用于搅拌针和轴肩控制轴
- ▶ 用于测量所有相关工艺变量的测量系统 - Fz, Fy, Fx, Msp, n, .....
- ▶ 自回抽/双轴肩搅拌头
- ▶ 焊缝的在线3维扫描系统
- ▶ 自动生成NC代码, 实现最佳飞边去除
- ▶ HAGE FSW WeldCheck即时工艺监控系统

## 选项:

- ▶ 高速铣削加工单元 (5个数控轴)
- ▶ 5面体加工 (铣削、钻孔、攻丝、锯切)

## 技术参数:

### 工作范围

X轴: 超过 80.000 mm  
Y轴: 超过 6.000 mm  
Z轴: 超过 2.000 mm

### 典型的FSW主轴头

速度范围: 1.500 rpm  
扭矩: 302 Nm  
最大轴向力: 80 kN  
最大径向力: 30 kN

### FSW工艺各轴进给速度

X轴: 40.000 mm/min  
Y轴: 10.000 mm/min  
Z轴: 10.000 mm/min  
A轴: 3°/s  
C轴: 10°/s

### 高速铣削工艺各轴进给速度

X轴: 40.000 mm/min  
Y轴: 40.000 mm/min  
Z轴: 20.000 mm/min  
A轴: 60°/s  
C轴: 60°/s



		壁厚	HAGE FSW Light 系列应用	HAGE FSW Medium 系列应用	HAGE FSW Heavy 系列应用
铝合金	6 xxx	0-6 mm			
		6-15 mm			
		15-60 mm			
5 xxx	5 xxx	0-3 mm			
		3-8 mm			
		8-25 mm			
2 xxx	2 xxx	0-1,5 mm			
		1,5-5 mm			
		5-20 mm			

# HAGE FSW HEAVY 系列应用

## 立式版

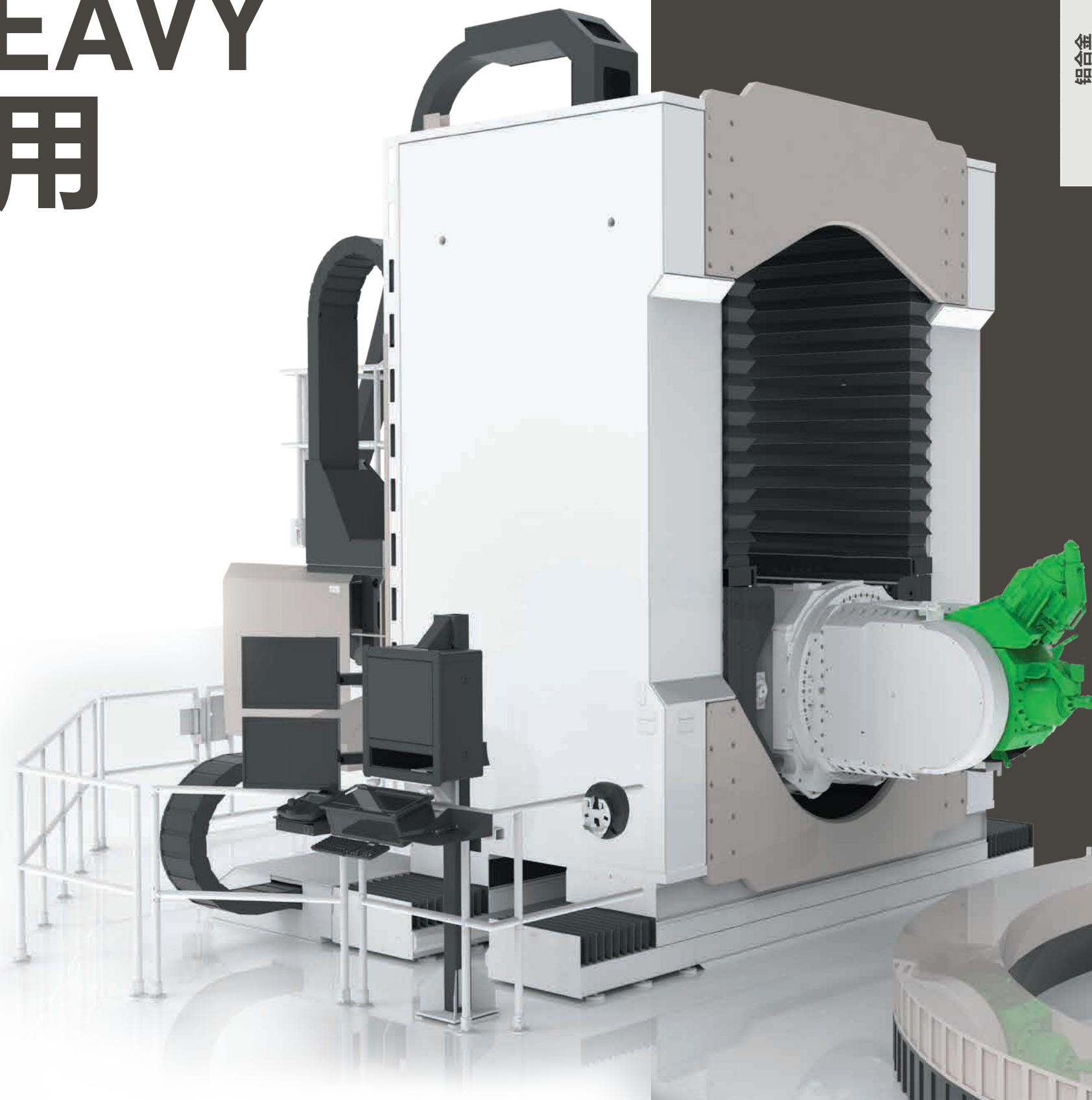
HAGE FSW解决方案还提供7轴立式系列。在功能方面，同样结合了搅拌摩擦焊接工艺和可选的高速铣削工艺。立式结构同样可以根据您的技术要求进行单独定制。

### 特点:

- ▶ 7个数控轴的焊接设备 (5个线性轴, 2个回转轴)
- ▶ 独立的搅拌针/轴肩数控轴
- ▶ 路径/压力控制,用于搅拌针和轴肩控制轴
- ▶ 用于测量所有相关工艺变量的测量系统 - Fz、Fy、Fx、Msp、n.....
- ▶ 自回抽/双轴肩搅拌头
- ▶ 焊缝的在线3维扫描系统
- ▶ 自动生成NC代码, 实现最佳飞边去除
- ▶ HAGE FSW WeldCheck即时工艺监控系统

### 选项:

- ▶ 高速铣削加工单元 (5个数控轴)
- ▶ 5面体加工 (铣削、钻孔、攻丝、锯切)



		壁厚	HAGE FSW Light 系列应用	HAGE FSW Medium 系列应用	HAGE FSW Heavy 系列应用
铝合金	6 xxx	0-6 mm			
		6-15 mm			
		15-60 mm			
5 xxx	2 xxx	0-3 mm			
		3-8 mm			
		8-25 mm			
2 xxx	5 xxx	0-1,5 mm			
		1,5-5 mm			
		5-20 mm			

### 技术参数:

#### 工作范围

X轴: 超过 60.000 mm  
Y轴: 超过 5.000 mm  
Z轴: 超过 2.000 mm

#### 进给力

X轴: 超过 80 kN  
Y轴 (垂直): 超过 80 kN  
Z轴 (水平): 超过 80 kN

#### 典型的FSW主轴头参数

速度范围: 1.500 rpm  
扭矩: 302 Nm  
最大轴向力: 80 kN  
最大径向力: 30 kN

#### FSW工艺各轴进给速度

X轴: 20.000 mm/min  
Y轴: 10.000 mm/min  
Z轴: 10.000 mm/min  
A轴: 超过 3°/s  
C轴: 超过 10°/s

#### 倾斜角度

A轴: 200° (+/- 100°)  
C轴: 400° (+/- 200°)

#### 加速度

超过 1,0 m/s<sup>2</sup>

# HAGE

# FSW FLEXIBLE

# 系列应用

用于大型货车地板制造的  
HAGE FSW FLEXIBLE系列应用

- 原材料堆栈
- 校准工位
- 上料用辊式传送机构
- 输送系统
- 夹具夹紧装置
- FSW工艺
- 切边工艺
- 排屑机构
- 安全防护系统



HAGE FSW Flexible系列应用将为您提供全自动化解决方案，用于生产客户特定的工件，提供最高水平的个性化。FSW工艺可以作为附加工艺集成到您的自动化生产线当中。

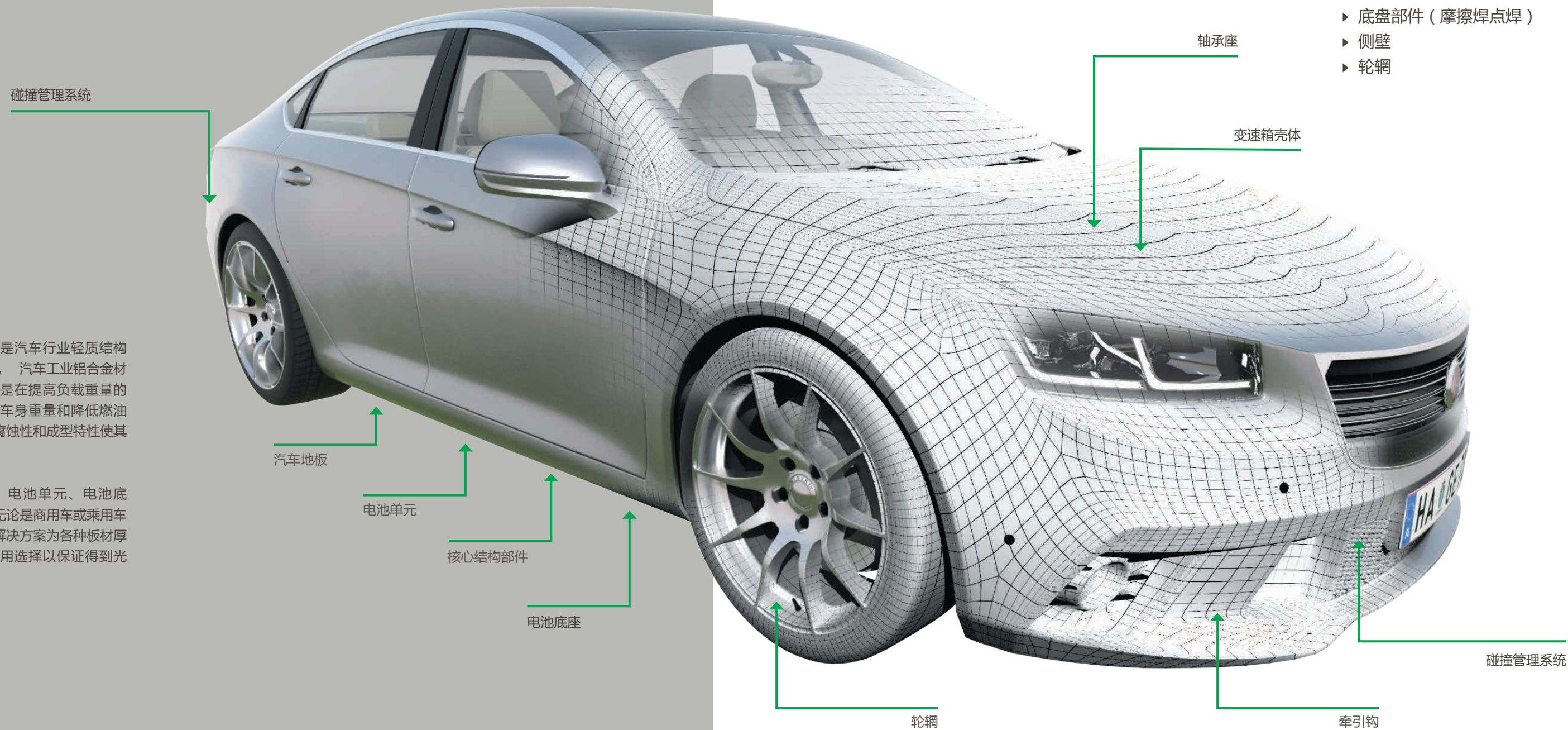
为了增加您的生产效率，该解决方案可配置全自动上下料工位，例如，建立自动上料工位，成品堆栈工位并将其直接堆叠到运输工具中等等。另外对于FSW工艺，可以通过建立校准工位和预准备工位对于超差的原始材料进行优化筛选。

如果加工节拍需要，也可以设置多FSW处理单元进行同步焊接。这意味着可以进一步减少焊接所需要的时间。

# 汽车工业应用

## 应用示例:

- ▶ 电池底座
- ▶ 电池单元
- ▶ 变速箱壳体
- ▶ 轴承座
- ▶ 核心结构部件
- ▶ 汽车地板
- ▶ 牵引钩
- ▶ 碰撞管理系统
- ▶ 底盘部件 (摩擦焊点焊)
- ▶ 侧壁
- ▶ 轮辋



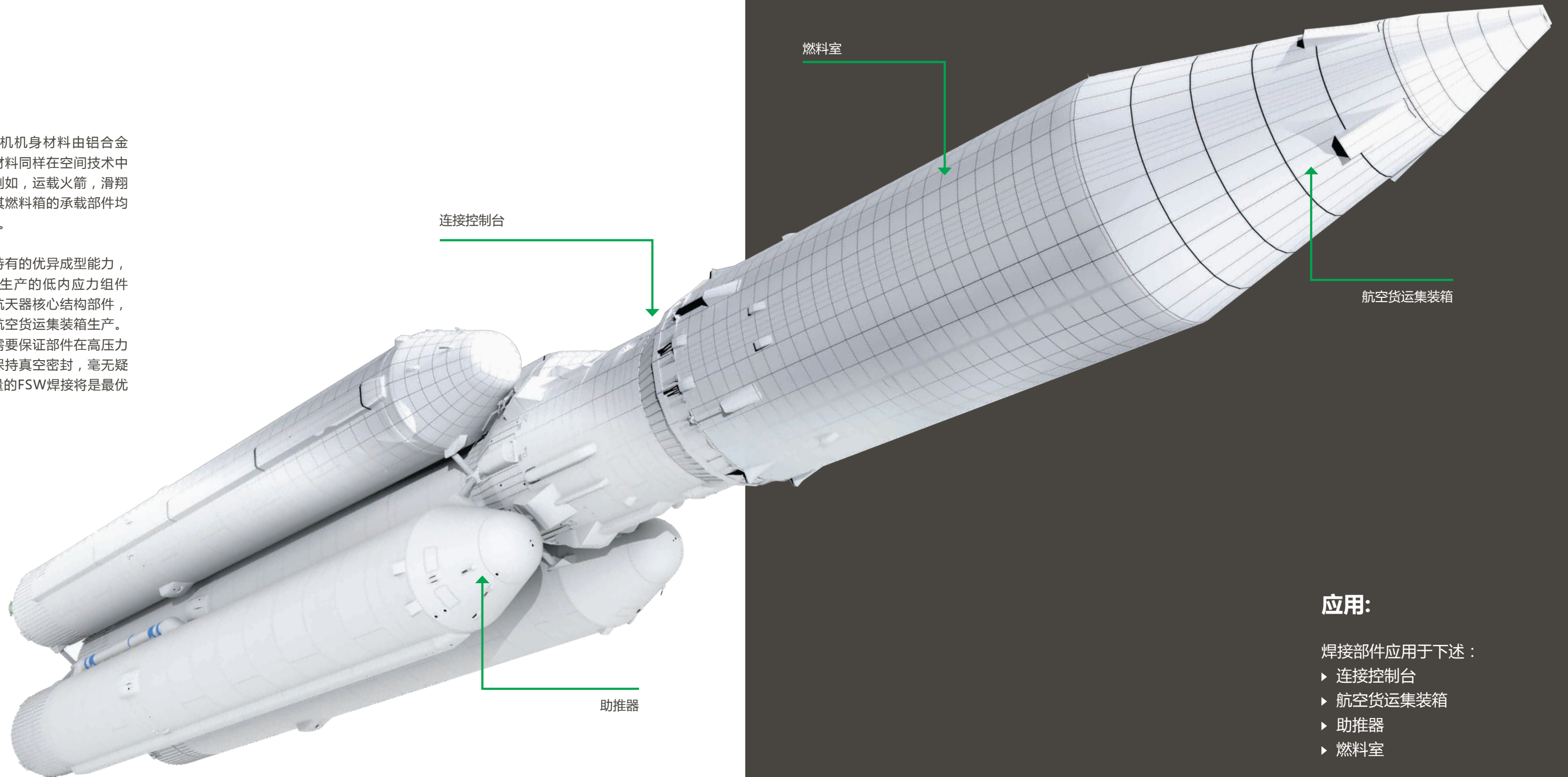
电动汽车的发展并不是汽车行业轻质结构的唯一关键驱动因素，汽车工业铝合金材料的大范围应用主要是在提高负载重量的前提下同时能够减轻车身重量和降低燃油消耗，其优异的耐腐蚀性和成型特性使其成为不二选择。

装载壁、装载底板、电池单元、电池底座、轴承座或轮辋 - 无论是商用车或乘用车领域，HAGE FSW解决方案为各种板材厚度系列提供了各种应用选择以保证得到光滑平整的焊接表面。

# 航空航天工业应用

目前高达80%的飞机机身材料由铝合金材料构成，铝合金材料同样在空间技术中发挥着关键作用。例如，运载火箭，滑翔机，空间探测器及其燃料箱的承载部件均是由铝合金材料制成。

特殊高强铝合金所特有的优异成型能力，及其通过FSW工艺生产的低内应力组件使其大范围应用于航天器核心结构部件，内部装备部件以及航空货运集装箱生产。航天器运行过程中需要保证部件在高压环境下运行并需要保持真空密封，毫无疑问，高精度及高质量的FSW焊接将是最优选择。



## 应用:

焊接部件应用于下述:

- ▶ 连接控制台
- ▶ 航空货运集装箱
- ▶ 助推器
- ▶ 燃料室

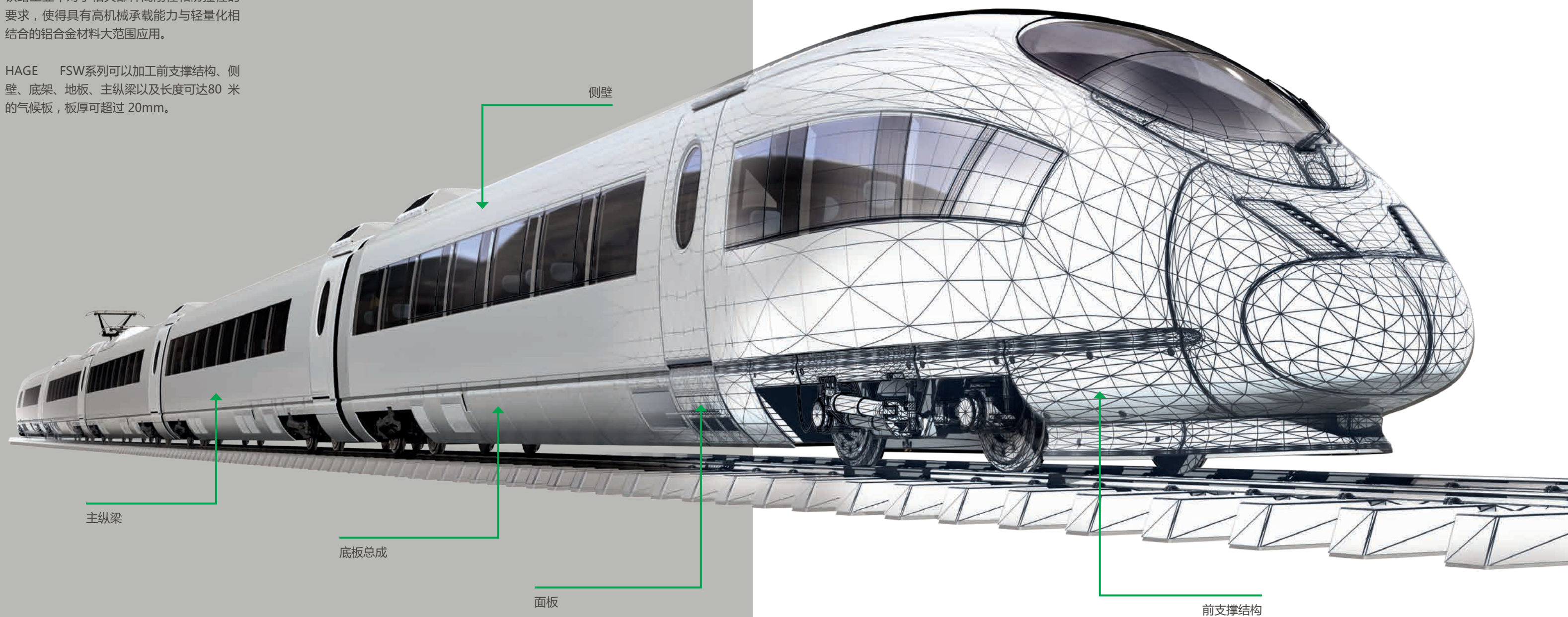
# 铁路（车辆） 工业应用

铁路工业中对于相关部件高刚性和防撞性的要求，使得具有高机械承载能力与轻量化相结合的铝合金材料大范围应用。

HAGE FSW系列可以加工前支撑结构、侧壁、底架、地板、主纵梁以及长度可达80米的气候板，板厚可超过20mm。

## 应用:

- ▶ 前支撑结构
- ▶ 面板
- ▶ 主纵梁
- ▶ 底板总成
- ▶ 侧壁



# 工程建设和其他工业应用

相关工程建设中同样可以看到FSW技术的大量应用。例如，铝合金筒式储料仓广泛用于塑料，食品和化学工业，由于其清洁特性及持久的视觉吸引力而倍受青睐。

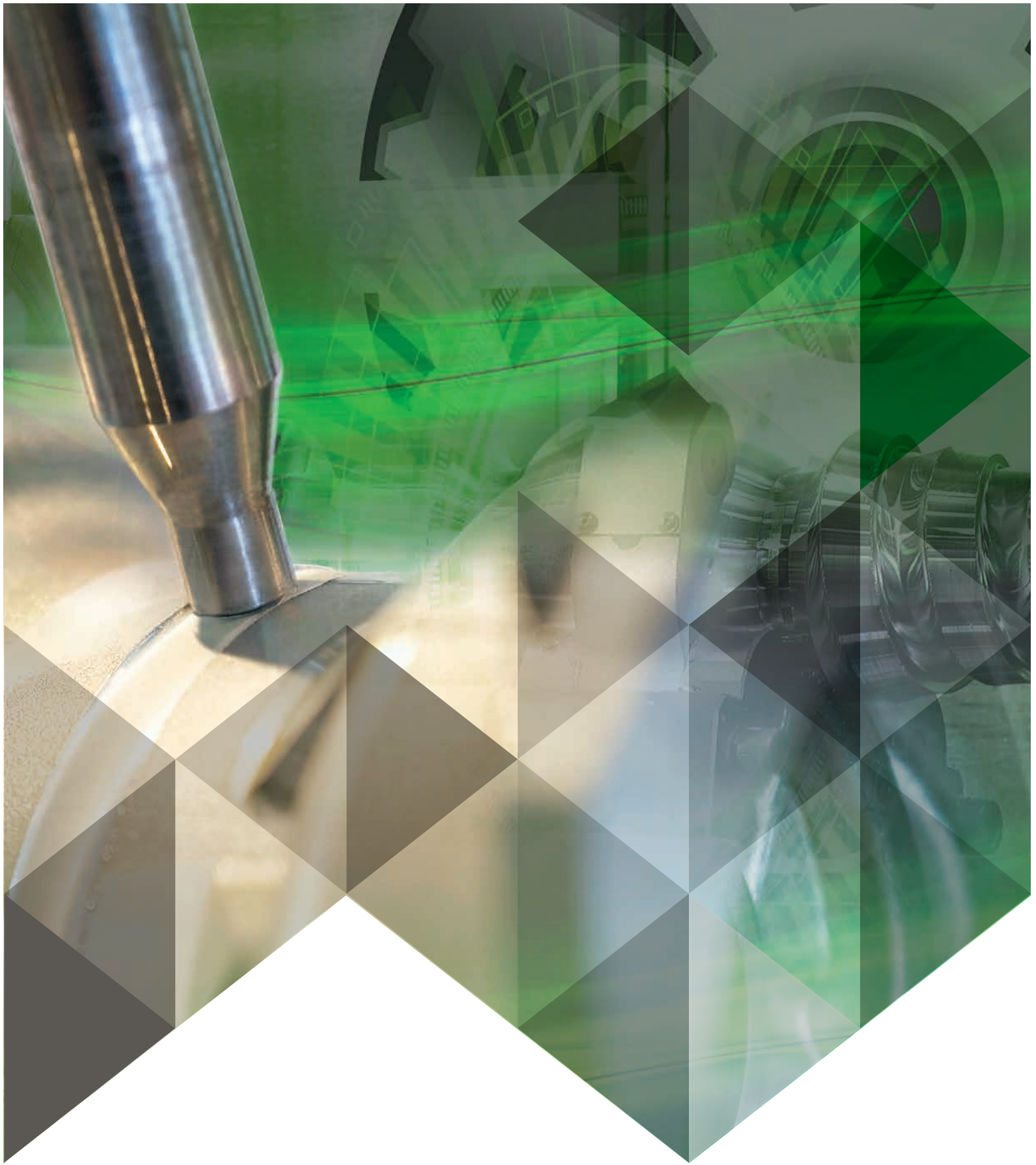
铝合金材料具有轻量化、高承载能力及超高的耐腐蚀性等特征，而FSW工艺技术大大提高了焊接接头的稳定性，耐用性和抗弯强度，两者的结合使其得以大范围应用于海上作业的起重机部件制造，以及造船工业中轮船地板，船身及高达20米的甲板的制造。

## 应用:

- ▶ 起重机部件
- ▶ 船板
- ▶ 油轮







奥地利哈格机械制造有限公司  
奥地利奥布达赫52e街8742号  
电话：+43 (0) 3578 22 09，传真：+43 (0) 3578 22 09 16  
电子邮件：office@hage.at，www.hage.at

**HAGE**