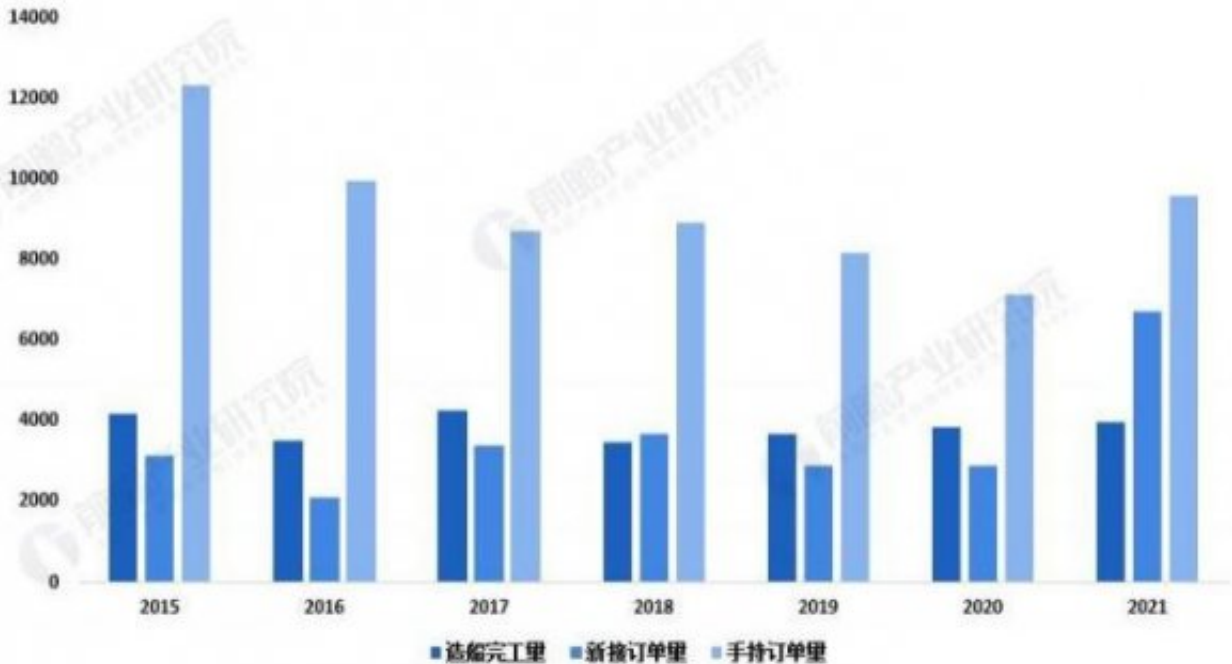


船舶制造业：激光替代传统，进入“光制造”时代

2021年，我国造船完工量、新接订单量、手持订单量三大指标保持全球领先。新接订单量增幅高于全球20个百分点以上。造船完工量、新接订单量、手持订单量以载重吨计分别占世界总量的47.2%、53.8%和47.6%，与2020年相比分别增长4.1、5.0和2.9个百分点。

2021年全国造船完工3970.3万载重吨，同比增长3.0%。承接新船订单6706.8万载重吨，同比增长131.8%。截至2021年12月底，手持船舶订单9583.9万载重吨，比2020年底手持订单量增长34.8%。

图表1：2015-2021年中国造船行业三大指标(单位：万载重吨)



资料来源：英国克拉克松 前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

据ResearchAndMarkets.com预测，至2025年全球造船市场将达到1866亿美元。随着船舶行业需求逐步增加，船舶制造业迎来蓬勃发展。日益激烈的竞争带动市场对船舶智能制造工序、造船材料安全性、可靠性及质量等要求的提升。激光被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”，因其高精度、高效率等特点，其技术应用已经在造船业智能制造过程中占据中流砥柱的位置。

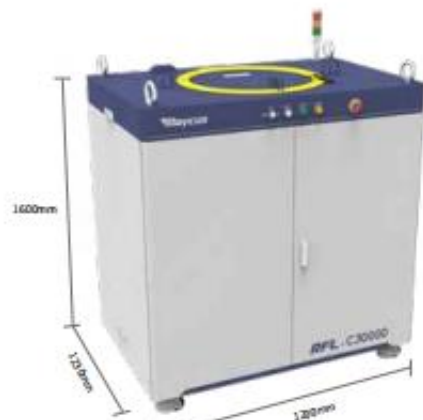
1、激光切割应用

钢材是船舶制造领域常见的材料，船用钢材不可避免地会根据船体的设计进行切割。但造船板材切割工艺要求较高，板材切割中出现的细微歪斜、毛刺等问题，都可能会导致整船事故。当前在船舶制造工艺中，主要的切割加工工艺方式包括火焰切割、等离子切割、剪切加工以及激光切割。其中火焰切割常被应用于厚板切割，仅局限于碳钢板，对于4mm以下的板材无法进行精密切割，且切割效率较低；等离子切割适用于所有金属板材切割，但又存在运行成本较高、易挂渣、薄板切割时变形较大等问题。因此，在切割中具有对原料无影响、精度高、安全系数高的激光切割机应用逐步广泛。

碳钢厚度 (mm)	火焰切割速度 (m/min)	等离子260A切割速度 (m/min)	20kW激光氮气切割速度 (m/min)	20kW激光氧气切割速度 (m/min)
6~8	0.2~0.6之间, 速度均较低	4.6~6.3	15~20	-
9~11		4.2~5	8~14	-
12~14		3.6~4	6~10	-
15~17		2.5~3.3	4~6	-
18~20		2.1~2.4	2.7~4	-
21~23	-	1.8~2.1	-	1.3~1.6
24~26		1.6~1.8	-	1.2~1.5
27~30		1.2~1.5	-	1.1~1.3

不同切割方式对比

锐科激光研制的20kW/30kW多模组连续光纤激光器产品，具有电光转换效率高、光束质量好、能量密度高、调制频率宽、可靠性高、寿命长、运行免维护等优点，因而采用这款多模连续光纤激光器进行船舶板材切割，主要具备4大优势：（1）割缝窄，精度高，割缝断面粗糙度好、锥度小，材料切割后通常无需后道工序的再处理；（2）激光切割因其高能量密度，切割效率高，热作用时间短，因而材料的热影响区小，热变形小，热应力小，特别适合薄板切割；（3）激光的自动化程度高，可以全封闭加工，无污染，噪声小，安全环保；（4）光路系统及控制系统稳定可靠，维护成本低，并且切割质量稳定。



20kW/30kW多模组连续光纤激光器

产品特点：

高电光转换效率

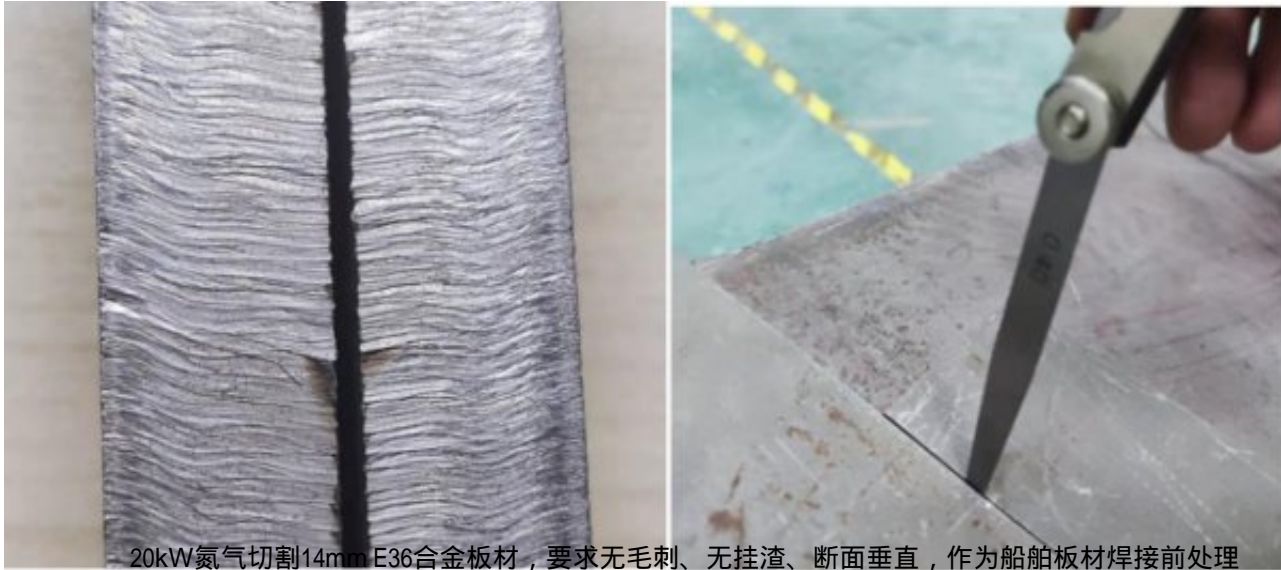
输出光纤长度可定制

输出光缆：QP

免维护运行

宽调制频率范围

产品应用：船舶业板材切割



20kW氮气切割14mm E36合金板材，要求无毛刺、无挂渣、断面垂直，作为船舶板材焊接前处理

备注：氧气切割可做到光滑，但热影响区大，甚至会有氧化皮。焊接成型会产生气泡、裂缝等问题。

2、激光焊接应用

在船舶制造领域，由于板材制造工序对焊接质量要求较高，且焊缝检测的指标多；要通过诸多严苛的检测项，传统的弧焊、埋弧焊等方式存在一定的局限性，激光焊接则优势明显。

当前，欧美国家已经在游轮、滚装船和特种船等民用船舶的智能制造过程大量采用激光焊接技术。下图展示了激光复合焊接板生产线、加强筋板生产线、滚装船和特种船钢板平面对接生产线，从船体甲板焊接图中我们可以明显看到长边和短边的连接焊接。



游轮的船坞大厅



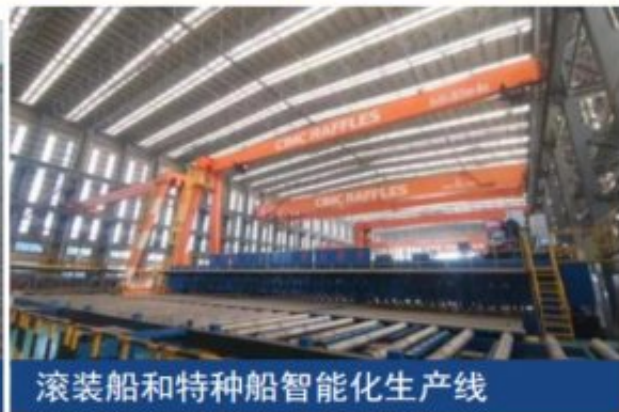
激光复合焊接板



和加强筋肋板



船体甲板焊接



滚装船和特种船智能化生产线

激光焊接的应用不仅使船舶制造技术有了新的突破，还一定程度地促进了船体结构设计的改观。另外，激光焊接可以将板材灵活组成各个模块化舱室的建造材料，大幅度缩短船体建造时间。在民用船舶制造中，厚度为3~12mm的中薄板，主要用于甲板、船舱墙壁/隔板、客舱墙壁和楼梯基座的加工制造。15mm以上的厚板，主要用于船身的加工制造。那么不同厚度的板材的焊接怎么进行激光器选品呢？

一般而言，小于4mm的船板焊接可以用激光自熔焊的方法，可使用1kW~4kW的光纤激光器；大于4mm的船板焊接通常采用激光填丝焊接或者激光-电弧复合焊接，目前单次能够焊接的厚度不大于14mm，可使用6kW~12kW的光纤激光器；大于12mm的船板焊接通常采用坡口焊接，甚至更厚的20mm以上的船板焊接需要采用多焊道焊接，可使用12kW~20kW光纤激光器。

分类	传统电弧焊接	激光焊接	激光-电弧复合焊接
桥接能力	熔化区宽，桥接能力好	熔化区窄，桥接能力差	熔化区宽，桥接能力好
残余应力与变形	线能量高，残余应力与变形大	线能量低，残余应力与变形小	线能量低，残余应力与变形小
生产效率	焊接速度慢，生产效率低	焊接速度快，生产效率高	焊接速度快，生产效率高
裂纹倾向	凝固裂纹倾向高	形成脆硬相，裂纹倾向提高	残余应力降低，裂纹倾向低
冷却速度	冷却速度慢，阻止脆硬相的形成	冷却速度快，气孔数量相对多	冷却速度快，气孔数量少
熔深	相对浅的熔化区，熔深小，多道焊	高能量密度熔深大，厚件单道焊接	熔深大，厚件单道焊接
电弧稳定性	焊接速度快时电弧不稳定，出现驼峰焊道	—	激光和电弧的相互作用使电弧稳定



15kW多模组连续光纤激光器

产品特点：

高电光转换效率

输出光纤长度可定制

输出光缆：QD

免维护运行

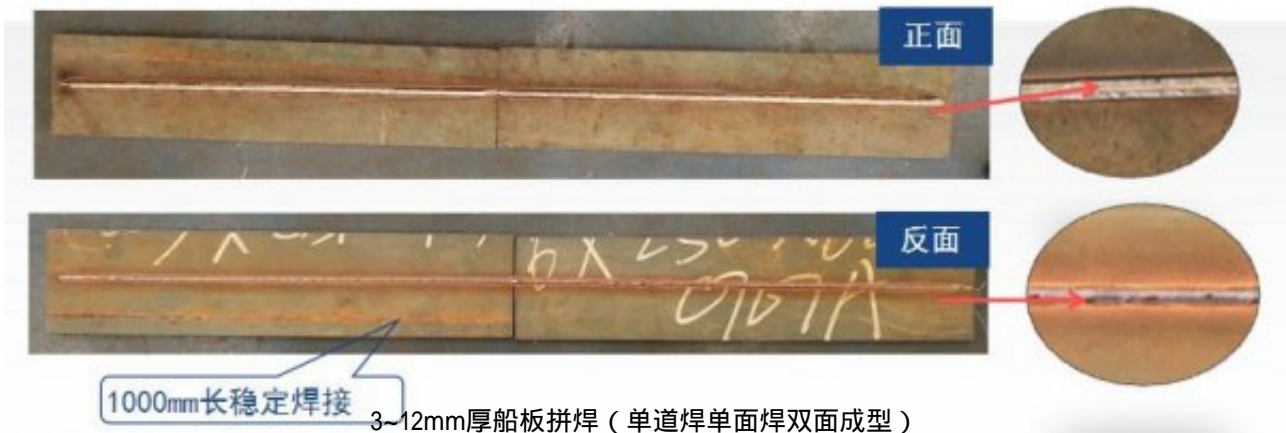
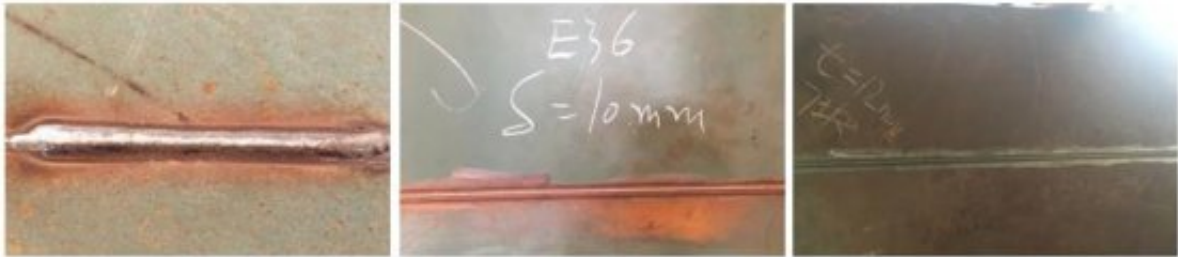
宽调制频率范围

应用案例：



平板对接焊（16kW 大功率激光器）

角接焊（16kW 大功率激光器）



3-12mm厚船板拼焊（单道焊单面焊双面成型）

3、激光清洗应用

在包括船舶制造在内的高端制造领域，板材等工业制品在喷涂、焊接以及装配前，为保证工件的质量，必须除去产品表面的污垢、油脂、灰尘、铁锈等污染物。为满足行业日益扩大的清洗需求，激光清洗技术应运而生。此前，船舶产前清洗主要采用喷砂方法，但由于它容易对周围环境造成严重的粉尘污染，已逐渐被禁用。而采用传统抛丸进行钢板处理时，当钢板行走速度为0-6m/min，处理后表面粗糙度30-75 μm ，抛丸效率 100m²/h；而采用激光清洗代替抛丸工艺，还可验证激光毛化后表面质量是否满足涂装要求、清洗效率和生产节拍，更具备优势。此外，激光清洗因其具有绿色环保、不伤基材、操作简单、省时降本等优势，随着清洗技术的不断提升，使得其在诸多领域逐步代替传统清洗方式。

锐科激光推出全新的高功率脉冲光纤激光器系列产品，具有高平均功率（200-2000W）、高单脉冲能量、方形或圆形匀化光斑输出、使用维护方便等特点，可广泛适用于船舶制造业的船体防锈油漆清洗、钢板激光预处理等。



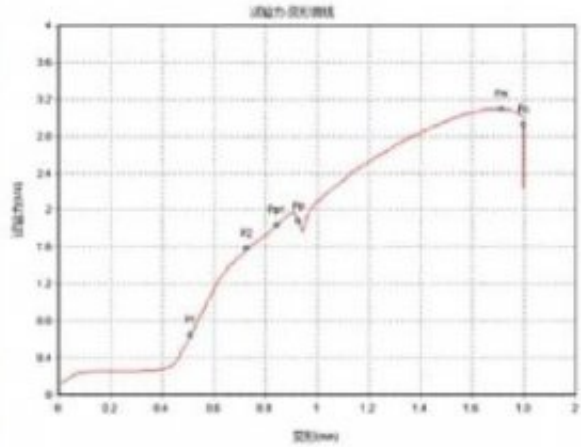
1000W高功率脉冲光纤激光器



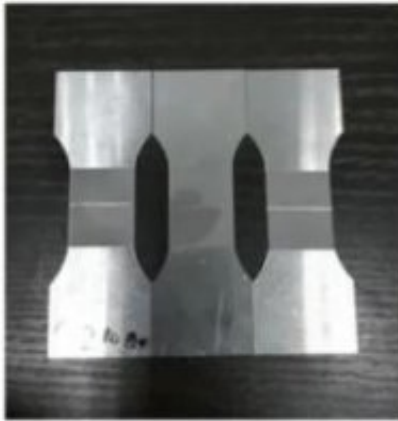
未清洗
(拉伸前)



未清洗
(拉伸后)



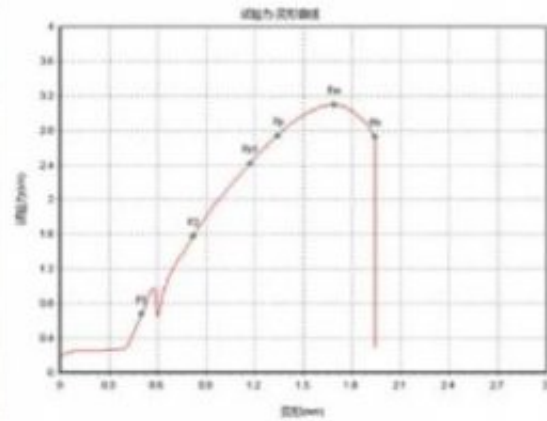
最大拉力2.996kN



激光清洗后
(拉伸前)



激光清洗后
(拉伸后)



最大拉力3.137kN

应用案例：船体防锈油漆清洗、钢板激光预处理等、焊缝清洗。



船体钢板激光除锈、除漆

3、激光熔覆应用

船舶制造的零部件需要用到很多特殊材料。这些零部件由于经常处于海洋环境，容易产生腐蚀、氧化、磨损等失效形式。据统计，每年船舶制造领域约1/3的材料因摩擦磨损而消耗，80%的零件失效直接或间接由腐蚀、磨损及氧化造成。而这些零部件若不定期进行修复可能会造成巨大的危害，尤其是船舶发电机关键部位，诸如运行要求精度高、速度快的转子轴等。



传统的修复工艺主要有普通焊条堆焊、喷涂和电镀等，但它们存在形变大、修复厚度有限、涂层容易脱落等缺点。而对比来看，激光熔覆技术优势显著，主要包括：激光熔覆时可对基体产生较小的热影响区，工件变形较小；熔覆层与基体材料之间可实现冶金结合，且熔覆材料稀释率较低；熔覆层晶粒细小、结构致密，能够获得较高的硬度和耐磨、抗腐蚀等性能；可以做到选择性局部细微修复，有效降低修复成本；粉末材料体系适应性比较高，大多数的常规及特种金属粉末材料都可熔覆到金属零件表面。

修复技术	结合方式	变形大小	覆层致密性	修复成本	层厚	综合性能
弧焊	冶金结合	较大	致密	一般	3~5mm	较优
电镀	离子结合	不变形	较致密	一般	<0.1mm	一般
热喷涂	机械结合	较大	多气孔	较高	1~1.5mm	一般
激光熔覆	冶金结合	较小	致密	较高	0.5~3mm	优

修复技术优势对比

当前，在国际上，以美、德、日为代表的发达国家激光熔覆技术发展速度惊人，在船舶制造领域基本完成了用激光加工工艺对传统加工工艺的替代，并进入了“光制造”时代。在国内，熔覆技术也正因这些优势在船舶制造领域迅速发展。锐科激光已率先打破国外垄断进入船舶制造领域，研制的光纤激光器在船舶激光熔覆应用上大展身手，主要用到的是功率为4000~6000W、纤芯600 μm的直接半导体激光器或多模组连续光纤激光器。

推荐产品1：



6000W光纤输出半导体激光器

推荐产品2：



6000W多模组连续光纤激光器

应用案例：



激光在船舶制造领域的应用随着激光技术的不断发展日益深入。锐科激光作为国内光纤激光器龙头企业，面对船舶行业新发展出现的机遇期，将持续紧跟船舶制造领域新需求，加大研发投入、进行产品创新并逐步扩大品牌优势，为中国船舶智能制造事业的高速发展“保驾护航”。

4月6日，锐科将举行春季新品发布会，一波高端重磅新品将震撼上市，我们一起拭目以待！



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/180296.html>