



编辑视点:

2010年,是激光发展50周年,风雨半个世纪,从最初被发明时的“无用武之地”,到给工业发展带来变革,再到走进人们日常生活中的医食住行。几十年的发展,让人们认识到了激光的作用,但是我们可能仍然低估了激光的潜力和它将带来的冲击,由此我们期待它在本世纪仍可为人们的带来更多的惊喜...

1960年:第一束激光。

1961年:激光首次在外科手术中用于杀灭视网膜肿瘤。

1962年:发明半导体二极管激光器。

1969年:激光用于遥感勘测。

1971年:激光进入艺术世界,用于舞台光影效果,以及激光全息摄像。

1974年:第一个超市条形码扫描器出现。

1990年:激光用于制造业。

1991年:第一次用激光治疗近视,海湾战争中第一次用激光制导导弹。

2008年:使用广导纤维激光和微创手术技术治疗了脑瘤。

2010年:192束激光束束缚核聚变的反应原料。

目录

新闻聚焦

CCTV《新闻联播》对炬光公司进行新闻采访报道
国内首台全固态激光治疗血管瘤设备研制成功
Rofin-Sinar 公布 2010 年第二财季业绩报告

技术动态

澳研发出世界上迄今效率最高激光量子存储技术
美首次在室温下成功演示电磁激子发出激光现象
能够探测出隐藏炸药的新型激光技术
超快激光快速诊断癌细胞

激光器

美 kaai 公司发布 522nm 振荡绿色半导体激光器
德国 Jenoptik 推出紧凑型医用激光器
Rofin 面向高能材料微加工推出系列激光器
相干推出独立式可见光 Genesis MX 系列激光器

激光设备系统

Trulaser-Cell 高速 3D 激光加工机床
Isotech 推出多用途激光打标与切割系统
恒德激光金属深度激光雕刻机

激光加工及应用

法利莱穿透检测功能在激光切割厚板中的作用
三维激光加工在汽车车身中的应用
氮气辅助气体发生器降低激光切割不锈钢成本

新闻聚焦

◆ CCTV《新闻联播》对炬光公司进行新闻采访报道

2010年6月24日,在CCTV《新闻联播》的“加快经济转变方式—调研行”系列报道中,以“创新体制,小企业激变大产业”为题,对西安炬光科技有限公司进行了新闻报道。

之前的6月23日,CCTV新闻记者一行四人,就激光产业和激光器的应用与市场等专题,对公司董事长刘兴胜及公司有关人员进行了采访,参观了公司生产车间和实验室,并观看了激光产品的演示。

央视记者还就激光产业的发展和体制创新等内容,采访了陕西省发改委副主任权永生和陕西省高功率激光器及应用产业联盟的有关单位。



关于炬光科技:

西安炬光科技有限公司是专业从事高功率半导体激光器及系统研发、生产、销售与应用的高新技术企业。公司拥有国际一流的人才团队、完善的封装结构设计—封装工艺—测试表征—光学整形和耦合—系统集成生产线,可为客户提供高功率、长寿命、大批量、OEM设计的9大系列100多种激光产品,技术指标达到国际先进水平

◆ 国内首台全固态激光治疗血管瘤设备研制成功

863计划新材料技术领域支持下,由中国人民解放军总医院(301医院)牵头,在长春新产业、心润心公司和上海交大九院三家合作单位密切配合下,国内首台《全固态激光治疗血管瘤设备》研制成功、在取得国家安全认证后,已完成临床试验。已投入临床试验的设备,经上百例临床治疗病例验证,有效率为100%。这一成果使我国成为不仅独有国际领先的、完全自主知识产权的鲜红斑痣治疗技术,同时配备了国际先进的完全自主知识产权的全固态连续激光治疗设备,为鲜红斑痣这种良性血管瘤疾病的首选治疗方案奠定了坚实的基础。本课题自立项以来,经过课题组共同努力,已实现如下阶段性成果:

1. 整机及光源工作已提前、超指标完成;
2. 临床试验工作已提前开展,经上百例临床验证,取得了满意的治疗效果;
3. 探索出一条以临床需求为中心,将临床应用、关键器件研发及整机工程化研究有机结合的高端激光医疗设备产业化模式。

本课题将通过临床验证获取更多性能及人性化设计的持续改进,努力实现先进激光医疗设备创新制造,促进产业链快速、高水平发展,不断扩大国产高端激光医疗设备的市场份额。

OFweek 激光网月刊

◆ Rofin-Sinar 公司公布 2010 年第二财季业绩报告

Rofin-Sinar 公司公布了其 2010 年第二财季（截止到 2010 年 3 月 31 日）和 2010 年前 6 个财政月的业绩报告。

Rofin-Sinar 公司总裁兼 CEO Gunther Braun 表示：“2010 年第二财季，我们取得了大为鼓舞人心的业绩，订单量、销售额和净收入分别比去年同期增长了 75%、27% 和 299%。这一结果不仅显示了工业激光材料加工市场需求正在获得改善，同时也显示了我们积极推广广泛的产品组合和拓展全球市场的战略的成功执行。在机器工具领域，市场对我们的大量产品都需求旺盛，此外，我们的标记业务也受到了来自医疗设备、半

导体和电子产品市场的正面影响。不断增加的订单和正在进行的销售活动，都将为今后稳固的业绩增长奠定坚实的基础。”

截止到 2010 年 3 月 31 日结束的第二财季，Rofin-Sinar 的净销售额为 9590 万美元，比 2009 年第二财季增加了 2030 万美元，增长幅度为 27%。这其中，美元对欧元的贬值，导致第二财季的净销售额增加了 430 万美元。毛利为 3720 万美元，占净销售额的 39%，而去年同期的数字分别为 2790 万美元和 37%。净收入为 470 万美元，占净销售额的 5%，去年同期的数字分别为 120 万美元和 2%。

技术动态

◆ 澳研发出世界上迄今效率最高激光量子存储技术

澳大利亚国立大学领导的研究小组研发出了世界上迄今效率最高的激光量子存储技术，使我们朝着研制出超快速的量子计算机和提升通信安全指数的方向又迈进了一步。相关论文发表在 6 月 24 日出版的《自然》杂志上。

该校物理与工程研究院激光物理中心的科学家首次通过阻断和控制激光来控制晶体中的电子。这一系统史无前例的高效率和高精度度可使激光精妙的量子特性被存储、操控和忆起。

研究主导者摩根·贺吉斯说，新技术大大减少了激光穿越过程中光子的损失，使其从单光子水平的微弱相干态调整至 500 个光子水平的亮态，并能将存储效率提升至 69%，而传统的量子存储效率一般为 17%，最高不超过 45%。

由于量子力学固有的不确定性，激光在穿越晶体过程中会遗失部分的信息，并能将存储的信息以三维全息图的方式即刻呈现

出来。处于量子相干态时，仅能输入 30 个或更少的光子。而新技术将打破量子不可克隆定理，即单量子或未知量子态不能被克隆的限制，使更多的输入信息可被寻回，而非遗失或损坏，在实际应用中可显著提升通信的安全指数。

此外，研究人员表示，激光存储还可用于测试和诠释基础物理现象，例如奇异的量子纠缠现象与爱因斯坦相对论存在着怎样的关联。主要研究人员马修·塞拉斯介绍说：“我们能够在两种晶体存储器间实现量子纠缠。根据量子力学，无论双方相距多远，它们都保有特别的关联性，读取一个存储器内的信息必将即刻改变另一个存储器中所储存的信息；而根据相对论，存储器的移动方式将影响经过它的时间的长短。使用性能良好的量子存储器将大大降低测量和解释这些基础物理效应的难度，使其变得‘平易近人’。”

研究小组此前曾成功地将晶体中的光束阻断了 1 秒多的时间，为当时最好成绩的 1000 倍。将光束“冻住”的时间大大延长，

OFweek 激光网月刊

意味着可能据此找到实用方法，以制造出光子计算机或量子计算机所需的存储设备。下

一步研究团队还将再接再厉，在兼顾提升存储效率的同时，使储存时间延长至若干小时。

◆ 美首次在室温下成功演示电磁激子发出激光现象

据物理学家组织网 6 月 21 日报道，美国研究人员在最新一期《自然·光子学》杂志上发表报告称，他们首次在室温条件下成功演示了期盼已久的电磁激子发出激光现象。该研究或有助于研发可用于通讯和量子计算等领域的更加高效、灵活的激光器。

这是研究人员首次在室温条件下，在一个有机半导体材料上实现了让电磁激子（Polariton，又称为极化声子）发出激光。

电磁激子并不是真正意义上的粒子，但是，其行为如同粒子。它是一种介于受激分子和光子之间的“耦合量子力学态”。

负责该项研究的美国密歇根大学副校长、物理学教授斯蒂芬·福里斯特表示，“十多年来，人们一直希望能在室温条件下观察到电磁激子发出激光。现在，我的学生史蒂芬·凯纳-科恩在实验室中花了 5 年时间成功地做到了这一点。他找到了在高反射镜子间生长出晶体有机材料的新方法，然后使用比万亿分之一秒还短的光脉冲完成了复杂的测量工作”。

◆ 能够探测出隐藏炸药的新型激光技术

据英国广播公司（BBC）6 月 8 日（北京时间）报道，英国科学家宣称，他们研发出了一种能够探测出隐藏炸药的新型激光技术。科学家相信，依靠这项技术，机器人将很快取代人来搜寻地雷等爆炸装置，该技术也可用于改进机场的安检工作。

英国圣安德鲁斯大学的研究团队将光源发出的光子作用于名为聚芴（polyfluorene）的塑料上，研究人员发现，通常情况下这种作用可导致激光

该研究团队正在着力研发有机激光器，这种激光器就像目前的很多无机激光器一样，将由电而不是光来激发。虽然电泵激光器比光泵激光器更高效，使用范围也更广，但到目前为止，有机半导体还过于脆弱，无法经受作为激光器运行所需的大量电流的“刺激”。

研究团队将电磁激子视作在极低电流条件下实现有机半导体电泵浦的新途径。虽然此次实验仍旧采用了光泵的方式，但研究人员的下一步工作就是要找到更好的材料、更高质量的光学谐振腔，最终实现对有机半导体进行电泵使其发出激光。

福里斯特认为，与无机半导体相比，有机半导体的特性更丰富，更便于用作特定用途。而且，有机半导体在通信和计算领域尚有许多未经开发的潜能。

该实验于密歇根大学的纳米制造设施中心完成，并得到了美国环宇显示技术公司和美国空军科学研究办公室的资助。环宇显示技术公司目前正在申请授予该技术的专利，福里斯特是该公司的创办者兼科学咨询委员会成员。

产生，可一旦聚芴遭遇三硝基甲苯（TNT）等炸药的挥发物，激光光束便随即消失。

圣安德鲁斯大学的物理学家格拉哈姆·特恩布尔是该研究的领导者之一，他在《先进功能材料》杂志上撰文指出，新型激光器的优势在于它创造了一种能够感应与 TNT 类似的炸药分子的新机制。聚芴膜即使只捕获到微量与 TNT 类似的炸药分子，也会迅即做出反应，让激光不再发出。这是因为与 TNT 类似的炸药

OFweek 激光网月刊

分子同聚合物链之间的相互作用产生了一种全新的阻止激光工作的方式。

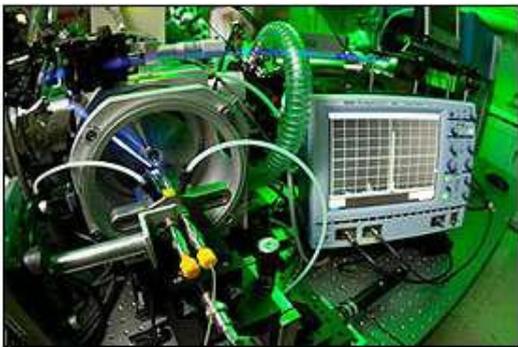
该研究报告的另一个作者，圣安德鲁斯大学物理学教授艾弗·塞缪尔称，运用该机制可研发出能感应到任何类型爆炸装置（包括路边炸弹）的技术。

塞缪尔认为，这项成果非常重要，由于聚合物激光器由塑料制成，这就使

得应用廉价设备探测低浓度炸药分子成为可能。

科学家相信，这类激光可用在远程操控车上，人们无需以身犯险就能够“嗅”到炸药挥发物的“气息”；该系统也可用于机场安检，探测行李中可能隐藏的爆炸物。新型激光器的另一个卖点是其制造成本相当低，因为聚芴这种塑料成本并不高。

◆ 超快激光快速诊断癌细胞



超快激光用于组织细胞测试的示意图

美国天普大学高等光子研究中心（CAPR）最近发展出一种新颖的测试癌细胞的方法，他们利用超快激光使组织细胞气化，再用电喷射质谱仪测其重量，则可在几秒钟时间内判断是否是癌细胞，而当前的方法可能要用几小时，几天甚至一周才能判断出来。他们的结果已经发表在《Rapid Communications in Mass Spectrometry》杂志上。

用飞秒激光作用在薄板的样品上使之汽化并释放出分子到空气中，而无需考虑

其尺寸和气压，而后这些分子被电喷射吞没。CAPR 的首席强场化学家 Robert Levis 说：“这就像对汽车进行喷漆，从滴管里面出来的水滴被充电，然后被吸引到 5kV 的高压中使之镀上一层薄膜。实验中，带电分子进入一个约 1m 长的通道中，然后对其需要撞击电荷探测器的时间进行计数，传输时间即反应了这些分子的质量。” 目前为止，Levis 小组已经检验了氧可酮和维生素 B12 分子，其研究生 John Brady 和 Elizabeth Judge 用激光照射到凤仙花植物的不同部分，得知其茎、叶和花瓣的质谱信号不相同。他们也用这种方法分析了血斑，通过质谱仪可以看到所有的血红素，从而区分组织类型。因此，Levis 认为用超快激光的方法也可用于区分癌细胞和正常细胞。如果可以建立一个组织细胞质谱信号的数据库，那么利用这种测试方案则可以实时得知被测组织的类型。他们现在正在寻求其他合作研究人员展开对肝病和肺病的研究。

◆ 美 kaai 公司发布 522nm 振荡绿色半导体激光器

美国风险企业 kaai 在投影机相关研讨会“projection summit 2010”（2010年6月7~8日，美国拉斯维加斯）上，介绍了微型投影机光源用绿色半导体激光器的开发情况。该公司是由美国加州大学圣巴巴拉分校（ucsb）教授中村修二等设立的风险企业。一直致力于研发利用 gan 结晶“半极性面”及“非极性面”结晶面的绿色及蓝色半导体激光器。此次公开了该公司研发的最新成果。

绿色半导体激光器的振荡波长为 522nm，连续振荡时的输出功率提高到了 30mw 左右。

输出功率为 30mw 时的驱动电流约为 400ma，驱动电压约为 10v。与原产品相同，采用普通的直径为 3.8mm 的 can 封装。

另外，关于蓝色半导体激光器，该公司试制出了连续振荡时输出功率高达 550mw 的单模产品。目前正在样品供货的蓝色半导体激光器的光输出功率为 60mw。550mw 产品的阈值电流为 35ma，阈值电压为 4.1v。该公司称，与输出功率为 220mw 时的输入电能相对应的光输出效率（wpe）为 17%。

◆ 德国 Jenoptik 推出紧凑型医用激光器

近日，德国 Jenoptik 公司宣布推出新型 JenLas D2.mini 激光器。这是一款采用二极管泵浦的、绿光薄碟片激光器，产品结构紧凑，性能牢固，非常适合于医疗和表演应用。

D2.mini 激光器基于 Jenoptik 公司原有的 JenLas D2.x 技术开发而来。与之前的产品相比，JenLas D2.mini 的外观体积显著缩小，非常易于集成到用户的 OEM 系统中。JenLas D2.mini 的输出波长为 532nm，输出功率 2W，其可靠的性能和紧凑的外观，使其尤其在医疗应用领域中颇具吸引力。在医疗应用中，除了用于激光眼科治疗外，该产品还有望进一步拓展到激光内窥镜和皮肤病治疗等应用领域。该产品为用户带来的其他

优势包括：能实现有效大规模生产，性能牢固可靠，易于集成到 OEM 系统中。目前，该产品已经在德国耶拿投入量产。



JenLas D2.mini 激光器

◆ Rofin 面向高能材料微加工推出系列激光器

Rofin 公司专门面向需要高平均功率和高脉冲能量的材料微加工应用推出了包含 Q 开关的固体激光器系列——PowerLine L 系列。该系列激光器可用于去除玻璃基底以及柔性材料上的薄膜、介电层消融、硅片加工、钻孔和切割等。

PowerLine L 300 激光器的输出波长为 1064nm，可用于太阳能电池制造过程中的去边应用。PowerLine L 300 能在 10kHz 频率下提供超过 200W 的激光功率，并采用芯径为 400 μ m 的正方形光纤输出。与圆形光纤相比，正方形光纤能够提供更高的耦合效率。

其中，PowerLine L 100 SHG 适用于晶硅太阳能电池制造中的多种应用。经过倍频的 PowerLine L 100 SHG 能为太阳能电池制造中的大规模生产提供优化的光束质量和足够高的功率。波长 532nm 的绿色激光，在硅片加工中能够实现人们期望的近表面吸收，并可与广泛的光学元件和光纤联合使用。利用优化的光纤，还可以实现顶帽光束特性，实现整个光斑范围内的同质能量分布。

PowerLine L 系列 Nd:YAG 激光器采用半导体激光器泵浦，具备工业应用中 24/7 运行的可靠性。其 Q 开关设置，能获得比连续波激光器高出 1000 倍的峰值脉冲功率。该系列提供的标准配置包括一根连接到激光头的输出光纤，可选配件包括光纤输出耦合器和扫描速度超过 10m/s 的扫描头。



◆ 相干推出独立式可见光 Genesis MX 系列激光器

相干公司的 GenesisTM 长寿命可见光激光器系列又添新丁——面向最终用户、符合 CDRH 标准的 GenesisTM MX 产品系列。基于相干公司特有的光泵半导体激光器（OPSL）技术，已有的 Genesis 系列可以获得从 355nm 到 639nm 的激光波长输出。而新



的 Genesis MX 系列将最先推出 532nm（高达 8W）和 577nm（高达 5W）两种波长，接下来将陆续推出其他常用波长。所有波长均可选择基横模和多横模两种光斑输出。

在推出 MX 系列之前，Genesis 系列仅有用于集成的 OEM 版激光器。新的 M 系列包含最终用户使用所需的电源、激光

OFweek 激光网月刊

头、前面板接口、活动光开关和外置的互锁控制。该产品系列可选择风冷和水冷冷却方式。所有 Genesis 激光器，包括新的 MX 系列都提供 1 年/5000 小时的保修服务。

Genesis MX 激光器主要应用于生物医学领域，包括流式细胞仪、DNA 测序和共聚焦显微。因 Genesis MX 系列实现的高功率

输出，增加了信号输出，同时多波长选择使同时观察几个荧光基因成为现实，这些特点均大大有助于基于生物荧光技术的应用。

Genesis 的其他应用涉及基于物理和化学的许多分支研究。

激光设备系统

◆ Trulaser-Cell 高速 3D 激光加工机床

针对灵活性方面的考虑，加之生产率的较高要求，Trulaser-Cell 公司专门研制了 7000 系列机器。机器的设计采用模块式结构，组装时具有很大的自由度，可以灵活地改变用途。

加工时人们都想得到平整而无毛刺的切割面、无扭曲的焊接、通过堆焊或补焊将表面进行优化处理，但也常常会遇到一些问题，比如一会儿是单个零件，一会儿又是大批量加工，有时材料和厚度也不同。这样，机器在两年之内就会有很大变动。针对灵活性方面的考虑，加之生产率的较高要求，Trulaser-Cell 公司专门研制了 7000 系列机器。机器的设计采用模块式结构，组装时具有很大的自由度，可以灵活地改变用途。定位速度提高一倍，加之激光的功率为 7kW，在高速切割时，切割速度可以提高 30%。



图 1 动态性能和精密度在 3D 激光加工中最为重要

Trumpf 公司新型 3D 激光加工机床 Trulaser-Cell 7040 给人的第一印象是，工作空间非常宽敞，操作人员可以在里面游刃有余地进行操作。工作空间大并不意味着机器结构不够紧凑，相反两者是相辅相成的。在普通机床需要的运行路径为 3m 的底面积上，新型机床的 X 轴运行路径则达 4m。

能否充分有效地利用面积是机器设计成功与否的关键因素，最经济的方案是实行二站工作制。通过简单地加上一道隔墙就可以通过控制装置来识别，而且可以自动切换到机床的这个状态下，这样一来，一个 4×1.5m 的大型工作台就一下子变成了两个同样大的工作台，可以在一个站上加工零件的同时，让另一个站进行安装调整。

自动化可以灵活补充加装

工作台可以电动或手动驱动，可以向两边和前方运动。不仅便于操作，而且也便于安装在各种各样的加工生产线上。除此之外，还可以采用旋转变换器。使用旋转变换器时，零件在装卸时总是在同一个位置上，因而机器人可以简单地抓取和放下。安装机器人所需要的控制接口机床上已经预装好了。

根据客户本身的需要，自动化装置今后就可以灵活加装。工作台的驱动方案只需要在结构上做极小的改动，因而也可以用手工推动的工作台开始生产。同时，旋转变换器也可以进行手工装卸。

OFweek 激光网月刊

可是有很多意外结果却常常出现，有时加工结果甚至不符合人们的基本要求，有时激光头还会对着夹具运行，除了生产废品外，严重时就意味着整个激光射束的校准也存在问题。Trumpf 公司对此则有许多高招。首先是激光头自动识别，激光头的参数每台机床和每个加工头测量一次，测好后加以存储。激光头的更换则由机床自动识别，同时调出相应的激光头参数。这样就可以不发生操作错误。

工作间里相同的射束条件

激光头的更换不仅使操作更加安全，而且也使加工过程更快了。磁耦合器将顶尖套筒与加工头耦合在一起，若干个定位元件负责精确地定中心。发生碰撞时，激光头与套筒之间的接触立即被断开，并启动安全停车，然后将激光头重新定位在套筒。整个过程结束后，几秒钟内加工即可继续进行。

一台机床的动态性能取决于轴的加速情况。机器轴的运动意味着巨大质量的运动，它大大限制了机器的动态性能。Trumpf 公司研制了一种动态性能极好的加工头，采用这种加工头，往往只需运行聚焦镜和喷嘴即可。这样加速度可达 3 g。其优点首先表现在加工薄板零件上，它需要多个切入过程；或者表现在加工半径极小的复杂内外轮廓时。

新型激光射束控制的主要优点是，在加工间的任何一个位置上，均可取得同样的加工结果。在工作区的任一位置上，激光聚焦的位置和半径都是恒定的。这样，激光射束条件到处都是一样的。因而加工质量也都是同样高的。Trumpf 公司把整套技术都保存在了激光技术表中：从表中可以查到最佳加工结果的调整情况。这种机床可以迅速适应

不断变化的要求，不管是材料种类的变化还是厚度的变化。



图 2 装有 6D 鼠标的教学屏方便了激光设备的编程

操作台可以自由移动

操作台最好是置于合适的位置，而且还不能碍事。因为操作台可以在整个工作宽度上沿机器门进行推移。编程是在 PC 机上在线进行的，或者也可以直接通过教学进行。教学屏采用 6D 鼠标，非常轻巧，而且操作也很容易学会。对于日常运行来说，机器上装有多功能按键。该按键安装在机器间旁边的操作盘上（在紧急停车键和装料回应键旁边）。根据机床不同的运转状态，多功能按键也具有不同的功能。当机床门关闭时，可以用这个键打开。当机床门敞开时，则可以用这个多功能键关闭。对于整个生产过程来说也是这样，生产过程可以用这个按键中断，也可以用该键继续。

◆ Isotech 推出多用途激光打标与切割系统



激光打标与切割系统

Isotech 宣布推出一系列成本低、效率高的多用途激光打标与切割系统。所有激光打标系统提供两种不同配置，适用于生产线或桌面工作站，功能多样，包括退火、烧蚀、蚀刻、热化学反应以及雕刻。便携式和全工作站式的配置具有很高的灵活性，可以标记或处理几乎任何材料，包括但不限于阳极电镀和非阳极电镀金属、玻璃、塑料、橡胶以及纸张。如果用于定制产品打标应用，两种

系统都可以形成永久彩色图像，对比度高，解析度大，无需使用染料、油墨、化学物品、溶剂和纸张或者塑料标签。由于产品具有这种功能且整个生产工艺的能耗低，因此极其环保。

公司声称，对于所有应用，全激光打标工作站和桌面激光打标系统工作可靠，重复性高，无需使用传统打标工艺要求的工具、掩膜、冲印或印版。桌上型激光打标系统可以安装到任何桌面或稳定表面。产品适用于各种厚度（0-15 毫米）的元件以及平面和复杂部件，生产过程中不会出现中断，因为设备在标记一个产品的同时，载入将要标记的下一个产品。这种设备的 Smart Focus System 软件可以生成聚焦控制的全面图像，因此形成更精确的图像。产品的另一个优点是最佳图像强度控制，用于反射性或吸收颜色的材料/表面十分理想。

为了达到更高产出要求，全激光打标工作站采用模块化设计，可以精密、准确地标记材料，速率高达 1000 字符/秒，可以简便集成于生产线应用。

◆ 恒德激光金属深度激光雕刻机

ETL-40S 是东莞市恒德激光技术有限公司推出的 2010 年新式金属深度激光雕刻机，能满足汽车摩托车零部件、模纹模具、五金制品、锁具、炊具、灯具、礼品行业、不锈钢器械、医疗器械、钟表首饰、工业轴承等众多深度标刻行业领域。ETL-40S 能耗极低，其激光功率只有 40 瓦，ETL-40S 结构紧凑，打标质量高，深度标刻既深且速度也快，能满足绝大多数金属深度标刻的需求。



ETL-40S 金属深度雕刻机突破传统激光金属雕刻深度不够、速度慢、质量不高、雕刻边缘毛刺瑕疵、底面凹凸不平等缺点。该机采用专有技术和独特的工作模式，在同样的“光电转换”

能量的情况下，工作效能被提高十倍，雕刻图案平整圆润光滑，没有锋利的锐角和毛刺，轻松实现金属雕刻工艺效果。适合于加工如下材料：各类钢、不锈钢、铁、铝、铜等金属材料。

OFweek 激光网月刊

- 最大激光功率：40W，100W；
- 激光波长：1064nm；
- 冷却方式：水冷；
- 标刻范围：70×70，110×110；
- 最大雕刻深度 \geq 5mm（根据材料和速度确定）；
- 直线扫描速度：7000mm/s；
- 最小线宽：0.05mm；
- 最小字符：0.3mm；
- 重复精度： \pm 0.005mm；
- 电源：380V/50Hz，4.5kw。



激光加工及应用

◆ 法利莱穿透检测功能在激光切割厚板中的作用

激光切割厚钢板运用越来越普遍，用户越来越关心厚板切割的速度与效率。专家认为，穿孔的速度和质量是影响厚板激光切割的最大因素。

华工法利莱独特的穿透检测功能，是指激光在切割钢板打孔穿刺时，高功率脉冲激光作用在钢板上形成一个起刀孔，当没有完全打穿时被切割的材料对激光的反射程度有一定的差别，法利莱激光切割设备的切割头上有三个感光元件可以实时监测反射光的强度来鉴别是否穿透，并及时给出控制系统信号来进行下一步动作，整个穿刺控制时间是个动态的过程。这样，可以有效避免激光穿刺时浪费的时间，改善切割质量，提高工作效率。

影响切割质量有诸多因素，激光与材料的相互作用对各种外部条件非常敏感，为了获得最佳的切缝质量，激光切割过程中各个工艺参数被限制在一个很窄的范围内，对激光切割而言，如何在不同的切割条件下寻找最优的切割参数并使之在整个切割过程中保持稳定就显得尤为重要。华工法利莱作为激光技术国家代表队和激光技术领先企业对激光切割和焊接工艺技术拥有多年的研究经验，积累了大量技术数据，不仅开发出了针对国内企业所常用的各种板材的专家数据库，大大缩短了激光操作者摸索工艺参

数的难度，在厚板切割时的独有的穿透检测功能更是为广大用户带来了极大的便利并创造了更多的效益。一般说来，影响切割质量的因素主要来源于四个方面：

一是激光器本身的影响因素：激光束的偏振、激光束的聚焦、脉冲波光束、激光切割入射角、激光切割入射角等；二是切割机床的影响因素：喷嘴设计、工件固定、外光路系统的影响；三是材料的影响因素：材料表面反射率、材料表面状态；四是切割过程中参数的影响因素：切割速度、辅助气体、模式和功率。

除开激光器和切割机本身的因素，考虑操作的影响因素，切割速度是关键量，而其他的因素都对决定切割速度有或多或少的影 响，因此判定切割速度是切割参数的重要研究对象。而影响切割速度的主要因素是在切割过程中激光束与材料相互作用时小孔形成的时间。华工法利莱公司依托华中科技大学多学科交叉优势和激光技术国家重点实验室以及澳洲法利莱公司强大的技术背景，针对市面上大部分激光切割设备无法自动判断所加工材料的厚度、质地、所需最佳功率、切割单位厚度所需的时间这一现状，应用了激光穿透检测技术，它能够对激光切割质量进行实时检测并进而对其进行实时控制，最终可以实现最优参数控制，同时可

OFweek 激光网月刊

以对切割缺陷及时反应，不再需要在对不同材料进行加工时，必须人工进行多次工艺试验，同时也避免了设定的固定穿刺时间内无法真正穿透而导致废品的情况。

随着激光的普及应用，大功率激光切割作为一种新兴的精密下料方式正在取代传统的加工方式。法利莱在高功率激光应用方

面所做的贡献一直引领着行业的变革。例如，我们在激光切割石油筛缝管时，可以实现10mm厚钢板1.6秒穿孔，一根石油筛管长12米，每根上需要切割大约要打孔4000多次，每次打孔即使节约0.9秒钟，即可节约1个多小时，每天就可以多切割0.6到1.5根石油筛管，它所带来的效益是非常明显的。

◆ 三维激光加工在汽车车身中的应用

柔性是激光最大的优势

由于板坯厚度变化、冲压模具磨损等一些不可控制的因素，车身冲压件的实际尺寸同设计尺寸之间存在着一些细微的、但却不可预测和控制的误差。而激光加工要求激光束的焦点位置精密控制在冲压件表面，因此，将激光加工引入到汽车车身加工领域的难度是很大的。1979年，在世界上第一台三维激光切割机问世时，它还只能进行汽车内饰件的切割，而无法加工金属冲压件。1982年，普瑞玛工业公司创造性地将电容式传感器集成到了三维激光切割设备中，使机床可以自动“适应”冲压件弹性变形造成的误差，从而使三维激光切割技术真正成为了汽车车身加工的一种新的精密、灵活的加工手段。

与传统的模具或手工加工不同，激光切割不但具有切缝窄（0.1~0.3mm）、加工精度高（尺寸偏差<0.1mm）、热影响区小的优点，而且切口光滑平整，没有毛刺和飞边，加工后的零件不会对下一道冲压工序中的模具形成任何损坏。激光加工的另一个突出的特点是：它是一种没有切削力的加工方式，在切割过程中零件本身不受力，因此三维激光切割零件的夹具设计和制造非常简单，可以大大节省夹具的成本和缩短制造周期。

由于这些优点，三维激光加工一经推出就马上被汽车设计公司所采用，在样车试制和小批量试生产中发挥了巨大的作用，并逐渐地被广泛应用于模具制造和小批量的变形车及特种车生产等领域。



在传统的试制阶段，冲压件的切边和冲孔等工作只能依靠手工完成，一般至少需要两到三道工序，分别完成内框、孔、内轮廓和外轮廓的切割。而内框、内轮廓的切割对于手工操作来讲是极其困难的，在切割过程中出现废品的机率较高，而且手工加工无法保证切割件的重复精度，根本无法满足市场上对产品质量越来越苛刻的要求。此外，每个零件必须手工划线，加工时间长，加工后的产品必须逐件进行检验，很难符合车型开发周期越来越短的客观要求。但对于激光加工来说，所有这些问题都不存在：所有的切割（包括孔、槽、内外轮廓等）均可通过数控程序在三维激光切割机上一次完成；无论是加工一件还是一百件，其尺寸均完全相同；加工过程全部自动完成，彻底避免了可能出现的各种人为误操作所导致的废品。最重要的是，激光切割大大提高了零件的生产效率，从开始编程、准备夹具到切割出合格的产品，激光加工只需数小时就可以完成原来人工

OFweek 激光网月刊

需要数周甚至数月的工作量。在“时间就是金钱”、“时间就是市场”的今天，开发周期的长短直接影响着产品能否成功占领市场和生产厂商的成败，因此，在试制阶段采用激光切割技术已经越来越成为各主机厂、设计公司 and 模具公司的唯一选择。

同传统冲压加工相比的成本优势

由于三维激光切割技术在车身试制领域中展现的突出优点，从 20 世纪 90 年代初开始，人们开始逐渐考虑将三维激光切割作为切割模具的替代品，直接用于中小批量、变形车、特种车和备件的生产之中。

同传统的模具冲压相比，激光切割最大的劣势是单件加工周期相对比较长。以轿车车门内侧板为例，从拉伸成型到完成全部冲切工序，采用模具冲压大约需要 6min 左右（半自动冲压线），而如果采用激光加工则需要 10min 左右。但作为柔性加工方式的一种典型代表，激光加工所需的准备时间非常短，通过先进的 CAD/CAM 软件，从数模转换、加工程序生成到工装夹具准备完成，全部过程只需一天的时间，而准备好同样的全部冲切模具则至少需要两到三个月。三维激光加工另一大突出的优点就是大大降低了产品的生产成本。在零件成型后，所有的冲切工作全部可由激光完成，无需准备昂贵的冲切模具，这将大大提高投资回报率。另外，激光加工全部通过数控程序控制，不但可根据需要进行修改，而且一旦需要马上可以切换到其他产品的生产，产品改变所需的成本只是重新编程和准备工装的费用，这同更换全套模具所需的巨额投资相比，完全可以忽略不计。



假设某一个轿车需要 10 个车身覆盖件，如果采用常规的冲切模具进行生产，所需模具的成本大约在 200~400 万美元之间，全部的工装准备、设计调试的人天工作量需要 25 个月，而如果采用三维激光切割设备，全部切割准备的总成本仅为 5 万美元，而所需的时间也仅为 50 天。由此可见，即使三维激光切割机的采购成本高达 100 万美元，生产一个车型所需模具的投资也仅相当于三台大型三维激光切割机床的价格，而且这里还不包括购买压力机所需的费用。

因此，对于中小批量规模生产的车型，完全可以考虑用两到三台激光切割机并行工作，替代全部冲切模具的工作，在保证相同生产效率的同时，不但可以为用户节省巨额的模具开发制作成本，而且还可以大大缩短新车上市的时间。这种并行模式所带来的另一个好处是即使一台设备出现了故障，也不会导致整个生产线停机，而只是损失 1/3 的生产率，大大降低了生产管理风险。最重要的是，一次性购买的激光切割机可以反复用于各种零件的加工，帮助厂家避免了车型改变所带来的投资风险。

OFweek 激光网月刊

新材料、新工艺更需要激光

新世纪的新发展

进入 21 世纪后，在日本、美国及欧洲的汽车工业中，人们越来越关注保持自己在市场中的竞争力尤其是研发能力。小批量生产、订制生产已经成为一种发展方向。这种生产方式融合了手工制造及大批量生产两者的优势，同时避免了手工生产的成本过高以及大批量生产缺乏灵活性的缺点。



在这种条件下就要求激光加工设备的制造商必须不断地对自己的产品进行技术革新并保持自己产品的竞争力，在设计中不仅要注意满足目前汽车覆盖件加工应用中的需要，而且要为用户今后的发展做好准备，即为小批量生产模式预先提供合理的解决方案。针对最近几年中汽车车身工业用户对设备在以下三个方面的性能改进表现出强烈的需求——更快的加工速度、更大的加工范围（特别是目前非常成功的 MPV、SUV、皮卡在这方面需求更加强烈）以及具有灵活性、结构紧凑、操作简明等特点，普瑞玛工业公司专门对其旗舰型三维激光加工机床 OPTIMO 做了全新的设计。新改进的 OPTIMO 机床的行程为 2500mm×4500mm×920mm，是目前市场上加工范围最大的标准三维激光切割机床之一。它采用龙门框架式结构，全部运动部分均架在空中，整个加工区域全部面向用户开放，具有非常好的可接近性，用户可根据自身产品的情况选择从手工到全自动的多种配置方案。在动态性能方面，OPTIMO 也达到了前所未有的水平：其最大定位速度为 84m/min，最大加速度为 0.5g，同老式激光加工机相比，其加工效率提高了至少一倍。同时，OPTIMO 采用集成式结构设计，不但安装简便迅速，还具备可以快速安装及可以在不同的生产部门之间快速重新定位的功能，就像最新型的车床和磨床一样。

随着人们对汽车舒适性和安全性等方面的要求越来越高，逐渐增加车身尺寸、考虑使用四轮驱动技术、增加更多的电子设备等在汽车工业中越来越成为趋势，而所有这些都不可避免地会增加整车的重量，并导致同降低油耗这一目标之间的矛盾，唯一的解决办法就是在不影响性能的同时降低车身自身的重量。这一点可以从目前内高压成型零件（IHU）和高硬质钢材料（温热成型钢）在汽车车身领域的广泛使用得到验证。

内高压成型是通过高压乳化液（水和添加剂）使处于模具内的空心件（主要为管状件）外壁完全紧贴模具而成型。用这种方法生产出的零件成型精确高，重量轻，并可将原来需要焊接的多根管材一次成型完成，减少了焊接次数并提高整体强度，其良好的强度重量比和低生产成本使其在车身和底盘结构中也得到了广泛的应用。由于内高压成型件的形状非常复杂，而且有一定数量的孔和槽要切割，因此采用传统的冲切模具是无法加工的，三维激光切割是目前最佳的解决方案之一。

高硬质钢材料（温热成型钢）具有极高的内部张力（1500MPa/mm²），因此弹性变形非常小，非常适合在汽车车身对强度要求高的部位使用，如保险杠支架、前梁、侧梁、加强筋等位置。而在相同的强度要求下，高硬质钢的重量比正常钢板要轻许多，并可减

免很多焊接工序，因此在保证安全的前提下可以有效地降低车身的重量。正是因为这原因，这种材料的零件几乎无法采用传统的冲切模具方式加工，而唯一的解决方式就是三维激光切割。

激光焊接有巨大的发展前景

由于激光焊接技术的焊接速度快、焊缝质量高，已经在越来越多的领域取得了成功，当然也包括汽车车身制造领域。激光不等厚板拼焊就是一个成功的例子。所谓不等厚板拼焊，就是将不同材料或不同厚度的板材通过激光焊接成整张板材，然后进行冲压成型，这样生产的零件既可以满足车身结构局部对强度的要求，又可以降低对强度要求不高的局部的材料重量，达到降低整车重量的目的。激光焊接速度快（可达8m/min），焊接后板材的变形非常小，而且焊缝质量非常好，其焊缝的强度甚至超过了母体。

目前最新应用的焊接技术是遥控激光焊接。它是指焊接头在距离焊点500~700mm的距离进行焊接，以彻底解决焊接过程中工装夹具和焊头之间互相干扰的问题。同时，遥控焊接还具有无与伦比的速度优势：其每个焊点（焊缝）的平均焊接时间仅为0.5s，一台遥控激光焊单元的工作效率相当于10~20台焊接机器人。由于其在效率和降低投资、减轻维护成本等方面的优异表现，目前这一系统已经在车门、车地板、车身侧围和分装组件等装配线上获得了成功的应用。

先进三维激光加工设备的共同点

21世纪的激光加工设备还应该具有一些新的特点，以符合技术不断进步的要求。首先，先进的三维激光切割机应采用全飞行

加工实例：轿车后备厢内侧板
采用钢模拉伸成型（小批量时也可采用树脂模成型）

传统加工方法					革新方法（三维激光切割）				
工序 操作	设备成本估算（千美元）				工序 操作	设备成本估算（千美元）			
	N.	成型	N.	切割		N.	成型	N.	切割
成型（拉伸）	1	50~100	=	=	成型（拉伸）	1	50~100	=	=
切边（外轮廓及内部大型开孔）	=	=	1	50~100	切割（全部）	=	=	1	<5
成型（翻边）	2	50~100	=	=	成型（翻边）	2	50~100	=	=
切割（内部小孔）	=	=	2	50~100					
切割 	=	=	3	50~100					
切割 	=	=	4	50~100					
合计	2	100~200	4	200~400	合计	2	100~200	1	5~10
切割设备成本总计（美元）：200000~400000					切割设备成本总计（美元）：<5000				
切割模具大致设计时间：2~3个月					切割编程准备时间：1天				
					工装设计准备时间：1~2天				
实际工件加工时间：6 min					实际工件加工时间：10 min				

光路技术，即加工过程中工件和夹具保持静止不动，全部的运动由加工头完成，加工过程不受工件重量、尺寸、占地面积及夹具等方面的限制。因为激光加工本身就是一种没有切削力的加工方式，采用飞行光路技术后，工装夹具只起支撑和定位的作用，而无需考虑工件移动带来的定位和固定等问题，可以大大节省用户工装夹具设计的成本和时间。同时，由于工件静止不动，机床的运动部分几乎没有负载，这大大降低了机床自身的磨损，可以保证设备长期稳定可靠的运行。另外，由于采用了飞行光路技术，机床的占地面积大大减少，并可灵活配置各种自动上下料系统以充分利用设备的效率。

三维激光加工设备另一个关键技术就是其加工头的设计。好的五轴加工头不但应该结构紧凑、设计简洁、具有非常好的接近性，同时它还可以实现连续 $n \times 360^\circ$ （无限制旋转）和 120° 的摆动，即使是非常复杂的零件表面（如内高压成型件），也可以非常好地接近加工并减少五轴编程的工作量。

当然，成熟的三维激光设备还应通过欧洲CE和美国CDRH安全标准认证，配置有完善的安全防护系统，在加工过程中将加工区域完全封闭，不但可保证操作人员的安全，还可大大提高加工区域内废气抽风除尘系统的工作效率。目前先进的三维激光切割机

OFweek 激光网月刊

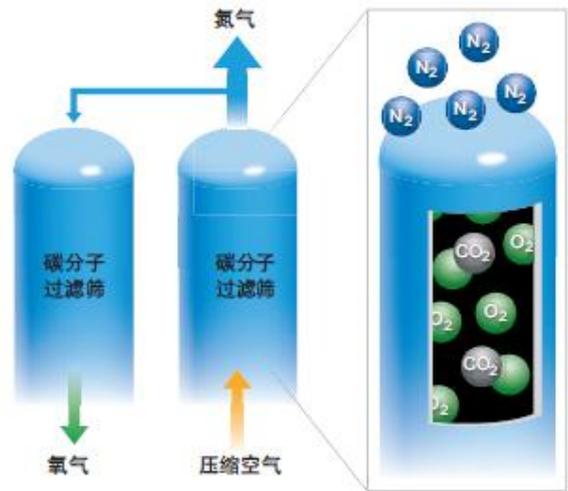
的各数控轴已全部采用光栅尺全闭环反馈控制，其定位精度和重复定位精度比市场上

采用编码器半闭环控制的传统设备提高了一个数量级。

◆ 氮气辅助气体发生器降低激光切割不锈钢成本

一九八零年代后期，随着激光切割钣金技术进入应用领域，切割不锈钢的切割质量和氧化物的形成成为显著问题。使用氧气作为辅助气体时，会产生放热反应，在切割碳钢的时候尤为明显，这种现象被记录在案并被广泛认识。在这一过程中，氧气明显作用于金属表面的激光束投射点，使钢材加热，从而带来放热反应，使该区域的温度升至熔点，熔化的液态金属顺着切割壁流下，与光束作用区脱离。随着金属的消熔和剥离，新鲜的金属露出表面，最终结果是一个相当平滑却带有氧化层的切割表面。

另一方面，不锈钢有着更高的熔点，其特性也较为不同，当切割的质量和厚度都成为需要考虑的因素时，氧气辅助通常是一种不被接受的方法，因为它会在金属表面生成残留的氧化物。为了解决这个问题，在1990年代早期，人们通常采用低压氮气辅助气体。随着后期高压光学元件的出现，使得更高的气体传输压力成为可能，这是一个吸热的过程，本质上是蒸发/消熔的过程，不在切割面上产生任何残余的氧化物，从而提升了切割的质量。因为辅助气体在这一过程中扮演的是从切割区去除熔融金属的作用，气体压力和纯度便成为重要因素。更高的压力意味着更大的气体消耗，这意味着更高的运营成本。喷嘴直径对于气体消耗来说有更大的影响，因为切割更厚的材料需要更大的喷嘴。



人们开始采用氮气替代氧气作为辅助气体的历史并不是很长，一项为激光切割工厂供应氮气的业务开始兴盛起来。采用小型和大型的气罐（圆柱罐和杜瓦瓶）供应氮气的方式已经成为行业标准。现在已经很少见到与生产车间相连接的、高大的液态氮气储藏装置了，以往可以通过这种装置很容易判断这家公司一定需要切割大量的不锈钢以及其他易氧化金属，从而不得不消耗大量氮气。

空气中最主要的组成部分就是氮气（78%），而且空气是免费的。获取氮气的一种可行且便宜的方法是采用氮气发生器而非购买大量的液态或气态氮气。一台氮气发生器能吸入空气，将氮气从中分离出来并用于激光切割设备的加工中。诸如 On Site Nitrogen 这样的公司就拥有这样的设备，能生产出含氧量仅为 0.0005% 或 5PPM 的氮气。使用氮气发生器的成本，除了设备成本之外，就是用来运行空气压缩机所消耗的电费了。相比传统从本地供应商处购买气

OFweek 激光网月刊

体的方式而言，大多数公司都认为使用氮气发生器后节省了大量开支。大多数工厂已经在现场存放了压缩空气，因此只需要将其泵入干燥器，接着进入氮气发生器，然后送入储藏气瓶并加压。这样就得到了用于不锈钢切割的、更廉价的辅助气体。

一些公司如 O2N2 Site 气体系统公司认识到了激光切割用氮气发生系统的需求，于是 10 年前它们开始了向激光切割业提供定制系统的业务。O2N2 Site 公司也认识到，对于加工车间来说，自己生产氮气非常容易，相比外购氮气来说能节省高达 80% 的成本。再加上氮气发生器较低的安装费用和运行成本，以及始终可用的气源（压缩空气）等因素，都成为其用于切割大批量不锈钢和其他易氧化金属时的主要优点。

该公司使用了变压吸附（PSA）或薄膜技术，从空气中分离氮气分子。PSA 利用的压缩空气被输入充满碳分子筛（CMS）的压力仓中。在压力之下，CMS 将分子从空气中分离出来，捕获氮气并将氧气排入空气中。之后，氮气被抽出送入储存罐中。这些定制的发生器能生产流速达 75000CFH（立方英尺/小时）、纯度达 99.9995% 的氮气。可选择变换氮气的纯度流量，使用者只需按一下按钮便可调节不同的氮气纯度。

位于美国加州 Santa Ana 的 Alco Metal Fab 公司，最早于 1948 年开始业务，但在 1962 年被并入 Alco 公司。这家公司运行了四台激光系统：其中三台天田 Amada（2~4kW）系统和一台百超 Bystronic（3kW）系统。该公司主要切割厚度最大为 1 1/4 英寸的软钢和不锈钢。

该公司安装激光设备的主要初衷是最小化设置时间，这是因为其大量的短时间加工订单所决定的。在使用第一台百超激光机的过程中，它们发现每个月的气体成本大约为 8000 美元，一天两班。当它们购入第二台 2kW 激光机（天田）时，每月消耗的气体成本跃升至 10000~12000 美元，这主要是因为切割中采用了高压气体。Alco 公司意识到，使用外购杜瓦瓶气体在大量需要氮气的情况下并不经济。而公司看到了使用大容量低温储气罐的可能性，可用于替代多个杜瓦瓶，但 Santa Ana 地区的法规阻碍了这一想法的实现。

在 2005 年 Alco 决定寻找一种方式来替代罐装气体，于是找到了 On-Site 气体系统公司，双方一起设计并在 Alco 公司现场安装了一台系统，使其能在现场直接产生氮气。Alco 计算出这两台设备的投资能够在 30 个月之内收回。目前为止，该公司在氮气发生器上的投资相比传统的外购运输和存储费用可以说是不值一提。当该公司购买了氮气发生器的同时，也购入了第三台激光机，从而投资回报的周期进一步地下降了。该单位在 2006 年安装完成的同时，Alco 又增加了一台天田的激光切割机。

当 Alco 公司的一位合伙人 Ed Hare 被问及氮气发生器是否能满足四台激光切割机的需求时，他回答说该公司在购买氮气发生器之前的设计阶段就有意预留出了余量，因此后期的激光机增量需求也能得到满足。Hare 先生认为公司目前遇到的唯一问题是需要在 30000 小时后更换高压泵上的垫圈，但这已经使维护费用最小化了。公司选择了一台 400psi 的高压系统用来切割不锈钢厚钢板。（作者：David A. Belforte）