

# 展望全球激光产业趋势

文 | 邱庆龙

因应国际产业需求的发展，激光产业与技术开始往 5G 半导体、智慧车辆制程需求发展，国内激光产业以发展多年，已经深具基础，但是为持续跟上国际脚步，激光技术自主化需要加紧进行。本文将分析目前国外激光产业发展趋势，并介绍国际激光智能制造的概念与应用，让读者明了国际激光产业发展趋势，作为未来发展参考。

## 激光应用打造光制造世代

激光的产生是透过外在能量激发共振腔内的介质产生光子，再藉由共振腔的结构将光子数量放大输出，所输出的激光束可以藉由控制方式产生不同作用时间长度的激光光束，用以进行加工、检测、侦测、影像处理等工作。过去几十年激光最主要的应用是以光通讯与光储存为主，例如 CD/DVD 光盘机读取头，近几年因为激光源技术的突飞猛进，激光加工应用已经超越光通讯与光储存成为全球激光最大的应用领域，再加上激光源的可控性，使得激光可以很容易与

自动化模块或设备链接，透过系统整合成为材料加工的利器之一。

2019 年全球机床工具市场为 831 亿美元，同期全球激光加工系统营收约 179 亿美元，约占机床市场的 21.5%，但激光加工系统在材料加工领域扮演重要的角色，由欧洲 Optech Consulting 的数据显示（图 1），近 20 年（1998 ~ 2018）机床产业其复合年

增长率是 4.4%，激光加工系统的复合年增长率 9.4%，为 2 倍速的稳定增长。

根据全球激光产业指针杂志《Laser Focus World》与《Industrial Laser Solution》的统计，2019 年全球激光源的营收为 151.3 亿美元，比前一年（2018 年）小幅增长约 1.7%，相较于 2017 ~ 2018 年全球制造业景气高增长，2019 年反而在加工应用方

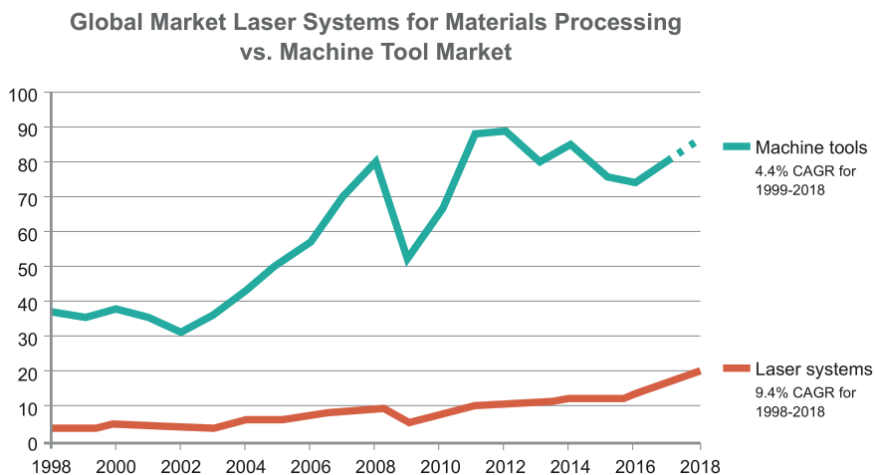


图 1 全球激光源市场产值

面呈现一个小幅减少的现象，这个现象可以从图 3 加工用激光源营收看出。在《Laser Focus World》与《Industrial Laser Solution》前一年的产业预测与观察认为，贸易战争对全球制造业产生不小的影响，但是对于主要的激光源及设备制造商而言，因为已经发展成为制造场所分散的跨国公司，分散生产已经成为各主要公司的对应策略，但是在 2019 年真正面临到贸易战与关税带来的影响时，部分激光应用领域正处于不小的衰退当中，造成激光加工应用领域整体表现下滑。特别是对于大功率激光源，随着 2019 年市场的紧缩与中国市场的饱和，大功率激光源单价正在下降，加上机床市场减弱，紧紧靠着 6kW 以上的大功率激光源支撑市场。2020 年全球遭遇疫情冲击之际，对于长期采用低单价相关零件模块（如 50W 以下的激光源及其光路组件等）的激光设备，其供货程度会受到影响，相对的国产激光设备以精微激光加工设备为多数，多数采用欧美日精密模块零件，因此预估在光电半导体应用的激光精微加工市场部分将不受太大影响。

### 全球激光源最大应用市场“材料加工”

从图 4 的激光源应用市场数据来看，材料加工（占 33%）已经是全球激光源最大的应用市场，未来随着制造业的需求不断增加，材料加工用激光源市场将有持续的增长空间。根据《Laser Focus World》的看法，目前材料加工所使用的激光源以光纤激光源为主，其次是直接二极管激光源（Direct Diode

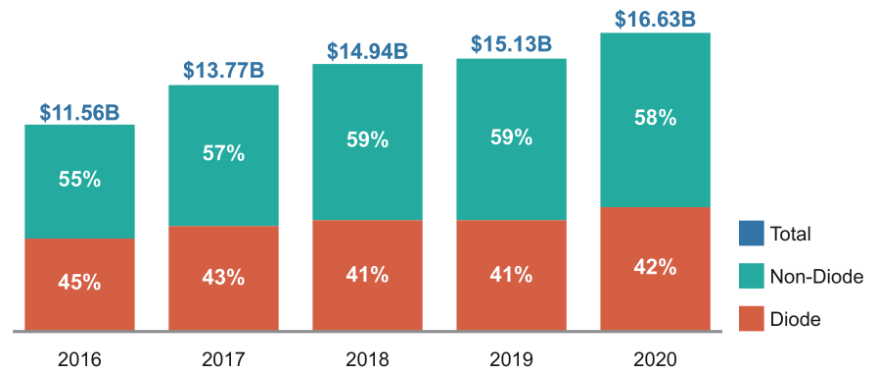


图 2 全球激光源市场产值

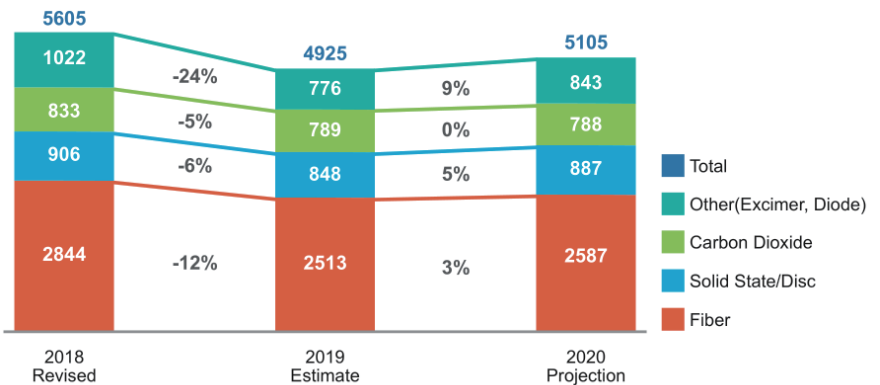


图 3 全球加工用激光源产值

Laser) 因应高功率 (>1kW) 加工市场的高占比而逐年增长。在高功率加工市场方面，2019 年市场规模约为 29.7 亿美元，为全球最大激光源应用市场，国际市场预测未来将持续引领增长，其中以金属切割为高功率加工最主要的应用领域，2019 年约有 20.9 亿美元，比 2018 年增长 1%，其主要原因在于目前高功率激光源因为竞争缘故，激光功率规格不断的提高，在数年前普遍常见的 1 ~ 2kW 功率已经被 3 ~ 4kW 激光源取代，而更多配备 4 ~ 6kW 以上的激光切割机更是不断的出现在市场上，这样的增长与进步将会带动金属加

工产业制程上的变动，好处是对应用端而言，产品的制作更加快速、质量更加优良、成本可能降低，坏处是对加工厂而言，将会造成杀价竞争与设备竞赛造成的成本垫高，因此未来几年，激光功率的提升将会是金属切割应用领域发展的焦点。高功率加工领域其次的应用是金属焊接，因为 2019 年全球金属焊接市场需求大增，从 2018 年 13% 占比提高到 18% 占比，其原因在高功率的金属焊接在未来的新能源车产业将会有大量的应用机会，特别是针对电池组件与系统的加工及高刚性车体焊接等加工应用，预估将会有大量的增长机会，这

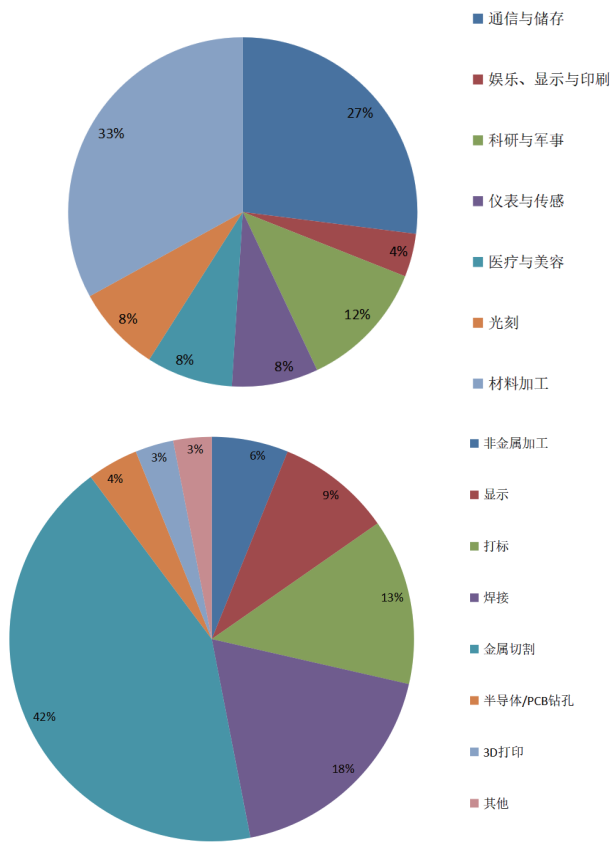


图 4 2019 全球激光源应用领域及材料加工用激光源分布

个现象可以从 2019 德国慕尼黑激光展当中，许多厂商展出激光焊接用的蓝光激光源，Nunuru、Laserline 更展出千瓦等级的蓝光激光源观察到激光焊接应用的增长。

在微加工市场方面，2019 年全球激光微加工市场规模大约为 13.4 亿美元，稍微下降 8.8%。目前激光微加工最大的应用市场仍在光电半导体 /PCB/ 显示器等产业，特别是新兴的 5G 通信及自驾车产业需求。市场上对于 5G 高速通信的期望在以高频、紧致的电子元件满足工业 4.0 智能制造产业需要的

高速实时数据交换，需要新兴技术针对高频基材、复合基板等功率半导体进行高效率高良率的加工，另外，高速精密金属加工的需求也随着上述应用制程中的需要而增加，特别是金属模具的高速精微切割与焊接。另一个在激光微加工应用领域受注目的是，显示产业的吸睛产品 Mini-LED/Micro-LED，加上 OLED 显示器的需要，相关制程技术所使用的激光源也跟着快速发展起来，正由于如此，皮秒、飞秒等级的脉冲超快激光源成为此产业应用的主要激光源，加入传感器与精准光束控制的模块搭配

超快激光源，正提供光电显示器产业一个高速发展的解决方案。

## 慕尼黑国际激光展一窥激光制造趋势

全球激光产业的指针展览，两年一度为期四天的国际激光展 (Laser World of Photonics 2019) 于德国慕尼黑展开，全球激光的发展趋势通常可以从这个两年一度的展览当中看出端倪，2019 年的展览当中有两大重点，分别为激光加工在智能制造与电动车的应用。

在此次展览的研讨会“Laser Material Processing”当中，激光源领导厂商 Coherent 发表如何透过软件仿真与建模，将激光加工过程中光束与材料的作用机制与各种参数的变化做预测，以降低加工过程所耗费的大量时间，同时可提升加工良率与加工质量。Coherent 使用激光丝化技术加工玻璃，透过模拟比较不同的光束行径与丝化，发现丝化的构成处于动态不稳定现象，而切割表面比较粗糙的玻璃可以得到更好的丝化效果。因此对于激光导入智能制造上，透过仿真预测、拓朴优化及在线量测的整合，将带来激光智能制造的虚实整合趋势。

由于电动车有望成为下一代汽车产业的未来发展趋势，而汽车的能源、动力将成为关键因素，马达与电池就变得非常重要，激光加工在电动车上有比传统汽车更多的应用空间。在会展中，激光源领导厂商 Coherent 与 TRUMPF 皆展出激光在电动车上的应用概念。激光加工在汽车上应用涵盖相当广泛，包含后车厢盖、车身、照后视镜玻璃、电池

外壳、电池芯、电动马达、安全气囊、传动元件、塑料件、传感器、照明设计、驾驶舱等等，目前大约 50% ~ 70% 的汽车零件是使用激光制程完成。与传统汽车相比，激光可以达到精微细准的超细致加工，在马达与电池组件的焊接制程上将扮演重要角色。除此之外，应用于电池组件的非铁金属焊接技术，例如更适合焊接铜、铝金属的蓝光激光光源及其焊接设备也有展出，未来这些激光系统将会大量应用造汽车产业的生产在线。

### 激光朝高值整合及智慧化发展

从激光产业与激光展览的趋势来看，未来近几年主要的激光技术将会随着 5G 通信、高亮度固态显示器、自驾车、新能源车等产业的发展扮演重要的角色，因此无论是高功率激光或是超快激光，其切割焊接等技术都将成为不可或缺的技术一环，也将辅助推动这些产业的增长。例如：因应 5G/6G、车电等所使用的 SiC 或是 GaN 等高硬度载板的激光超精微加工；新能源车新型态电池电极或是薄壳的精细激光焊接；甚至高功率激光切割 / 焊接可以缩短金属钣金件加工时间等。

从目前国际上主要的加工应用来看，激光技术不仅为工业制造领域的核心技术之一，也正在不断的高速发展，逐步取代部分传统加工制程技术，成为制造业倚靠的对象。因应现今各主要工业国家积极推动制造产业智慧化政策，激光源由于具备高度的可控性，无论是连续输出的 CW 激光或是脉冲输出的 Pulse 激光，均可以透过控制方式精准

输出激光光束，也由于这个特性，使得激光控制可以很容易与设备系统的控制模块整合。再加上激光具备高精密加工特性，激光加工之应用领域范围广泛，举凡工业制造上的雕刻、切割、焊接、表面处理等，皆因有激光制程之导入而促进传产升级，在人事成本、产量与产值上具有明显加工优势，也使得相关业者对于激光设备之需求愈发精细与多元。另一个激光应用的方向是智能制造，结合感测与模拟预测，可以与其他传统加工设备或模组串联组合，透过高速物联网的联机，搜集传送数据与影像数据，形成一个具规模的智慧制造产线网络。虽然激光源本身市场规模较小，但其为驱动下一代制造业发展之核心力量，能改变整体制造产业之制造型态，带动产业进入新一代高科技世代，其重要性不言而喻。

激光在制程应用方面不仅单单是激光加工制程，因应技术发展与产业需求，已经朝向整合方面发展，随着工业 4.0 及智能制造，国际上已经出现具备激光加工的智能示范工厂出现。目前国际大厂纷纷投入智能化激光设备开发，如日本 MAZAK 的设备具备智能化准备功能、监测功能及切割功能，透过制程智能化，从准备到加工到实时监测提供全智能化，提高加工质量。另外如 DMGMORI 提供从规划到生产维护全功能的解决方案，其他如三菱电机激光设备导入 AI 辅助功能优化加工参数以提高产品质量。德国 TRUMPF 在美国芝加哥创建一个智慧示范工厂，将传统机床、激光积层制造设备及激光加工设备利用物联网串联起来，并导入监测感

测模块，优化制程参数，缩短从客户规格到产品产出的时间，示范了人、机器、自动化装置与软体的智能协作。

### 光制造是精微加工重要利器

未来激光制程技术在制造业将扮演重要角色，而激光可以透过高度整合扩散到半导体、车用电子、车用电池、航天、医材等具创新性及竞争性的产品制程，以因应市场对高端新产品制程与对应设备的迫切需求。虽然激光产业也受到疫情影响，但各国际激光大厂也正在研发新的制程技术，以因应全球制造业将来的需求，待疫情过后产业复苏时，将会带动全球激光产业平稳回复，因此对未来激光产业的发展，多数专家仍抱乐观态度，也认为激光产业将朝向智能化高度整合发展。

面对国际产业的发展，未来中国的设备厂商可借由激光高值应用整合技术之导入，提升加工产业之制程速度与质量，满足国内产业的需求，其对应推动之做法包括：

健全我国光制造技术自主能力：深耕创新激光源与关键零部件技术，协助国内具潜力厂商发展高阶激光源及激光关键零部件。

带动机床设备业及应用端产业布局投资导入激光技术：透过激光源与激光加工系统进行智能化整合，取代国外高单价高能激光，促使现有激光上中下游倍数增长。

建构光制造产业生态链：透过智能专家系统协助，提升激光智能整合能力，并链结产学研合作，提供业者技术养成，协助厂商运用激光技术开创新产品。MFC