

机床行业专题译文集(之四)



最新激光加工技术



机械电子工业部

北京机床研究所信息资料中心

序 言

激光技术是六十年代发展起来的一门高新技术，是二十世纪科学发展的重要标志之一。由于它具有知识密集和技术密集的特点，所以具有很强的渗透性和带动性。光通讯促进了通讯技术的发展；光存贮、激光打印促进了计算机技术的发展；激光植入基因促进了生物工程的发展；激光分离同位素促进核技术的发展；激光印刷将引起印刷技术的变革；激光材料加工促进加工技术的发展。激光技术已广泛用于工业生产、国防建设、科学研究和医疗卫生等方面。

激光材料加工是激光技术应用的重要领域之一。由于激光的单色性高、相干性好、发散度小、亮度强，使得激光加工具有下列特点：

1. 功率密度高，几乎能加工所有的材料，包括普通方法很难加工的硬度高、脆性大、难熔的金刚石、陶瓷、绝大多数金属和非金属。

2. 加热速度快、效率高，加热局限在很小的范围，变形小，不影响基体材料的性能。适合于热敏元件和装置的焊接、电子薄膜的加工、局部热处理和微细加工等。新发展的准分子激光器对材料的加工没有热过程，它是靠打开材料的化学键而实现加工的。可望用于超大规模集成电路的光刻等微细加工。

3. 无物理接触，无工具磨损。根据加工的要求，可在大气下、真空中或各种气氛中进行，某些类型的激光还能穿过透明材料进行加工，而不损伤该透明材料。

4. 激光束电调制方便，易于实现计算机数字控制自动化操作，能精确加工复杂形状工件。

鉴于激光加工的独到特点，各先进工业国家都很重视，不惜投重金开发，发展速度与美国计算机的增长率非常接近。日本在80年代初集中了30余家公司和国家研究机构，由通产省牵头，投资57亿日元，进行柔性激光加工系统研究。1985年欧洲共同体提出的“尤里卡”计划中有13项是属于激光加工的，投资3亿美元，发展工业用激光器成套设备和技术。1987年联邦德国公布资助工业企业和科研机构联合进行激光技术研究，重点是激光切割、焊接和表面处理等激光加工工艺的基础研究。再有东欧的经互会2000年科技发展纲要也把激光加工列为重点发展的高技术产业。

西方世界激光产业的发展始于七十年代，到八十年代持续高速发展，已形成一定规模的新兴产业。1990年激光器销售量比1989年增长15.5%，其中CO₂激光器增长14%，约为3050台，估计1991年为3485台，增长率14.7%，固体(YAG为主)激光器增长17.9%，约2070台，1991年估计为2345台，增长13%。

日本在世界工业激光市场中的地位举足轻重，后来居上。她起步虽然比较晚，但发展极快，增长率已进入高峰期，例如，1989年年增长高率达42%。近两年，虽有所下降(1990年CO₂激光器增长14%，1991年预计YAG激光器增长13%)，也与世界平均增长率相当。到1990年日本在世界激光工业市场中已占42%，而北美和欧洲则分别仅占28.5%和28%。

我国激光技术的研究起步较早，仅迟于美国，与苏联接近，比日本为早。经过“六五”和“七五”攻关，现在已能制造0.3~10kW的CO₂激光器系列产品，30~400W的

YAG激光器系列产品。二轴、三轴乃至五轴控制的激光加工机也相继研制成功，已有少量产品供应。相应的工艺应用研究也取得了丰硕成果。建成了汽缸体、汽缸套，机车主簧片、机床电磁离合器零件等的激光热处理生产线（车间或工段）。激光切割在汽车、航空、交通等行业的生产中已批量应用。金刚石拉丝模激光打孔和手表轴承打孔早已用于生产。金项链、罐头盒和电容器的激光焊接也已应用。有的已取得明显效益。例如，纸盒模板激光切割，在1988~1989年两年间为国家节约外汇350万美元，主簧片激光热处理累计效益达600万元，金项链激光焊接一个厂年创汇一百万美元。我国1987年激光产品产值已达8922万元，1980年为3184万元，平均年增长率为21.8%，比我国同期工业产值增长速度高得多。全国有千瓦级以上的CO₂激光器60余台。一个新兴的激光产业已经在我国萌生。

我国激光加工与国外相比主要是工业化进程缓慢，许多设备都是在高等院校和研究单位作试验研究使用，我国很缺乏像国外那样稳定可靠、配套成龙，自动检测显示，自动化水平高，备品备件齐全，故障率低，能连续二班或三班生产的整机，目前国内激光市场有一半被国外厂商占领。为了尽快改变这种状况，满足国内市场的需要，必须抓住激光技术开发、应用，建立激光产业这个中心。

中共中央、国务院在1987年批准了包括激光技术在内的我国高技术研究发展计划纲要。在全国统一安排，同行们的团结合作，发挥各自特长，相关行业的大力支持下，在“八五”期间将会在实用化和工业化的道路上取得明显的成效。

本所作为激光加工战线的一员，将为推动我国激光加工的发展，早日实现其工业化而不懈地努力。翻译出版这本译文集，也算是尽一点心意。

本册译文集收入了1990年日刊发表的13篇激光加工论文，反映了日本在激光加工领域的某些最新成就。内容包括CO₂、YAG和准分子激光器、激光加工整机和激光加工工艺技术等，论述了设备的技术规格、结构特点、功能、加工技术以及适用范围等。供从事激光加工科研生产的技术人员和管理干部参考。

张魁武

一九九一年六月

目 录

二氧化碳激光加工机——F—1	(1)
高速三坐标二氧化碳激光加工机——LT5—3206H	(8)
LU系列YAG激光加工机	(16)
焊接加工用的小型YAG激光装置	(25)
激光刻写装置——“Light Writer”	(29)
装备有CO ₂ 激光的CNC薄板加工中心	(33)
切割厚板的“全自动二氧化碳激光加工系统”	(35)
使用激光加工机构成板金FMS	(41)
准分子激光器的开发和应用	(43)
三坐标激光加工机的多功能化技术	(49)
YAG激光加工硬脆材料	(54)
使用CO ₂ 激光器进行钢材的高效率淬火	(63)
激光使陶瓷蒸镀装置实用化	(69)

二氧化碳激光加工机——F—1

用传统的激光加工机进行切割，由于受到激光加工机本身性能的限制，以及受工件形状的制约，因而不能充分发挥振荡器的性能。也就是说有两条路：一是降低切割速度以确保精度，另一条路是牺牲精度而以高速切割。

三菱重工业公司以独自的方法来解决这一技术课题，对于最能发挥激光加工特点的薄板切割问题，该公司发表了一种新型的二氧化碳激光加工机，该机实现了零伺服误差的高速高精度切割，从而获得各方面的好评（表1）。

这里介绍其概要及加工例

1. 实现伺服零误差的高速、高精度切割

激光加工机的切割能力取决于振荡器的输出功率。在1kW振荡器的条件下，如果厚度是1mm的铁板，则以6m/min以上的高速切割是可能的。但是，在已往的机器上，当高速切割圆弧和转角部位时，则控制系统的伺服误差将增大，得不到正确的轮廓精度。即使按正确的轮廓来动作，在转角部分从物理上不得不减速，由于激光输到工件的热量过多，工件将产生熔损，造成切割质量极端低下。

现就该公司开发的高速激光控制装置“KL—1”加以说明，该装置同时解决了这两个课题。

(1) 用光导精度控制实现伺服零误差

图1(1)表示执行圆弧指令时产生伺服误差的原理。例如，在切割速度为600mm/min和6m/min时，伺服误差将增至100倍，在本机器，为了消除这个误差，采用了先导精度控制方式。

图1(2)表示先导精度控制的原理。控制装置先读入输入数据，然后重新生成补偿控制的指令数据，再往数控装置发出指令，这种补偿控制的指令数据与速度有关，对相当于该速度下所产生的伺服误差量进行偏移，补偿后的新的数控指令数据，如图中虚线所示。在以虚线指令的条件下，结果所产生的伺服误差，希望轨迹同实际机械的运动轨迹一致，表观上可以实现零伺服误差控制。

图2表示用DBB装置测定的激光加工机圆弧精度，当用KL—1来控制时，即使以6m/min的圆周速度移动R150mm，显然圆度误差在10μm以内，如果没有KL—1控制，由于伺服误差的关系，圆度误差超过50μm。

表1 二氧化碳激光加工机——F-1的规格

项 目	形 式	LA33	LA36	LA48
最大工件尺寸 (mm)		1,000 × 1,000	1,000 × 2,000	1,250 × 2,500
最大加工厚度 (软钢) (mm)		1,000	9	2,500
有效行程 (mm)		1,000	2,000	1,250
控制方式 (mm)		三轴控制 (同时二轴)	300	
切割进给速度 (mm/min)	X Y轴	1~1,500		
快速进给速度 (mm/min)	X Y轴	15,000		
定位精度 (mm)	Z轴	5,000		
重复精度 (mm)		X Y Z轴均为0.01/500		
		X Y Z轴均为±0.01		
电 源 电 压		AC 200/220V ±10%	3相50/60Hz	
电 耗 电 力 (KVA)		28	28	30
总 重 量 (Kg)		5,000	6,000	8,300
额定输出 (W)		500	1000	
输出可变换范围 (W)		50~500	100~1,000	
输出稳定性		TEM ₀₀ 状态主要成分	±2%	
光束状态		Ø18 Ø20		
输出光束直径 (mm)		1.5以下 (全角和0.5~5m)		
光束发散角 (mrad)		~2.5		
脉冲频率 (kHz)		0~100		
脉冲功能 (脉冲率)				

• 装有1000W振荡器的场合

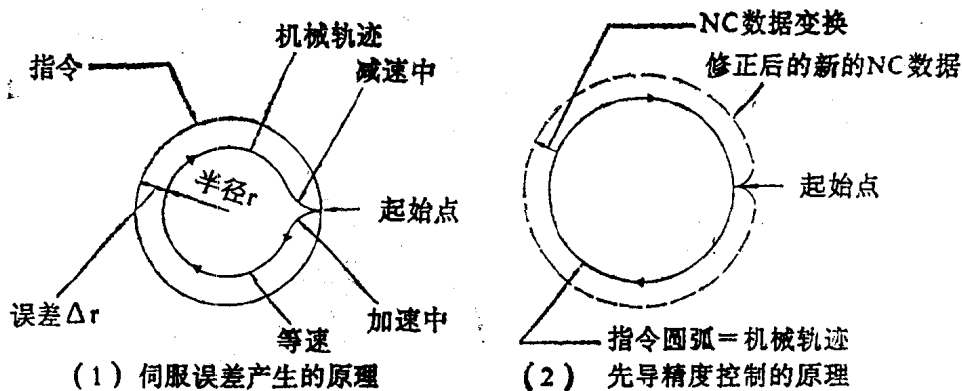
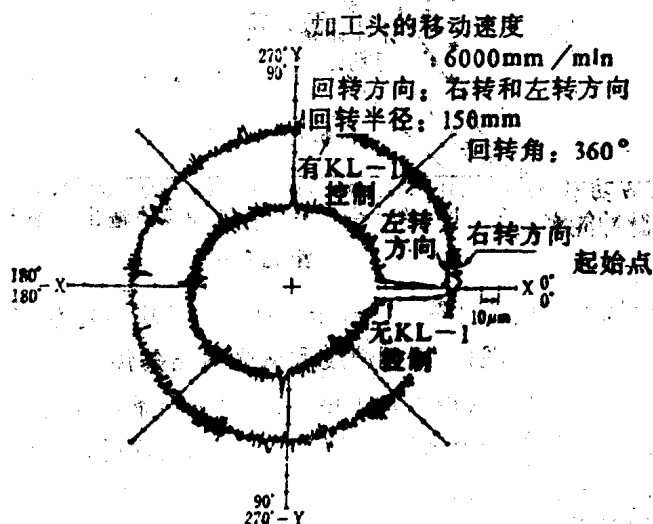


图1 伺服误差和先导精度控制原理

在没有先导精度控制的NC装置的情况下。如(1)所示，当进行圆弧插补时，将产生伺服误差，消除这个伺服误差的是先导精度控制。



利用DBB法测定加工机的运动精度，将右转和左转方向的测量结果合在一起表示。

图2 有KL—1控制和无KL—1控制情况的圆弧精度

(2)与切割速度同步的振荡输出功率控制

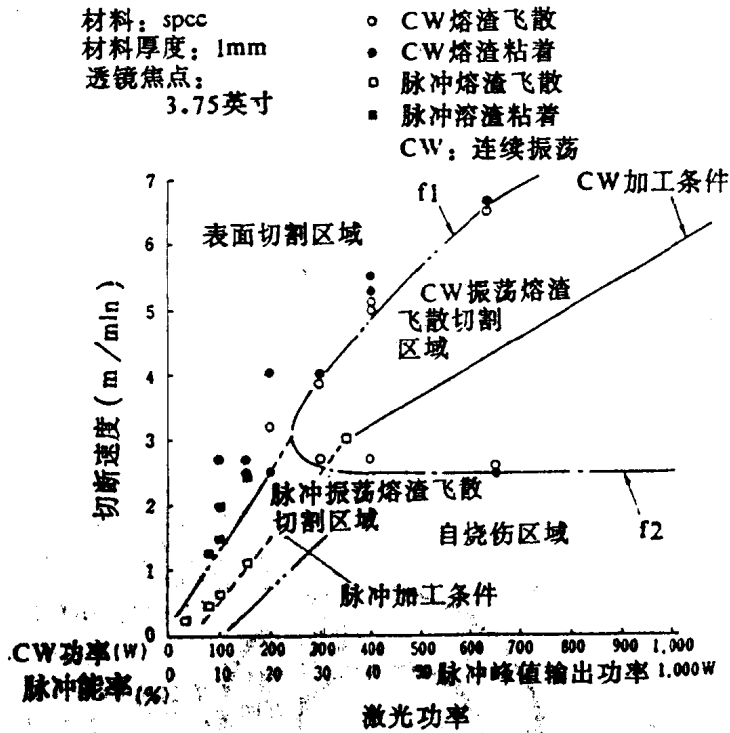
本装置可以在切割速度作大范围、急剧变化(如加工的起点和终点、转角部分等)情况下取得同步，按输出形态(连续振荡和脉冲振荡)、峰值输出功率、能率、频率对振荡功率进行控制。振荡输出的控制特性曲线，根据大量的切割数据，作为切割速度的函数而求取，并把它作为加工数据，预先登录在机械控制杠的主计算机MMC(人——机控制器)上。

图3表示切割速度和良好切割的试验数据例子。把它表示成函数(如实线和虚线所

示)，取作振荡输出控制的加工数据。

(3) 借助操作台的MMC进行简单输入

高速激光控制装置“KL-1”装在机械控制柜内，由装在同一机械控制柜内的主计算机MMC对它进行控制。操作人员按照MMC画面的指示，一旦指定NC程序、工件的材料和板厚，KL-1便自动地编制精度控制和振荡输出控制的数据。



f_1 表示与表面切割区域的边界， f_2 表示与自烧伤区域的边界。

图3 切割速度和激光输出条件

输入NC程序的特点是只要指出加工速度、振荡输出条件就行，例如指出加工的可能最高速度，以及振荡输出的一个条件。这个特点可以这样说，用户方面供给其它类似机器NC程序，也可以容易地用到此装置上。

2. 充实的自动编程装置

激光切割中所必要的NC程序，由内装式自动编程装置（编程装置标准装备在机械操作板上），机械操作员一边使机械自动运转，一边就完成程序编制（多重任务功能）。如果利用外装式自动编程装置（实现真正的CAD/CAM），那么，利用其丰富的制图功能、嵌套功能、NC运行中的自动切割条件设定功能等，则有可能实现高效率的程序设计。

(1) 内装式自动编程装置（标准）

表2左边列出了它的规格

这个装置的最大特点，是机械操作员一边让机械自动运转，一边进行下一个加工零件的编程（多重任务功能），力求所谓机械控制的单人化。

因为文件容量是512 KB，它能预先装入相当量的加工程序。又由于带IC卡片机，

表2 自动编程装置

项 目	规 格	内 装 式 自动编程装置 (标 准)	外 装 式 自动编程装置 (任 选)
输入方式	对 话 方 式	键 盘 输 入	图 形 要素 输入
显示方式	14 英寸彩色图形CRT	640×432个点 可显示汉字	1120×780个点 可显示汉字
数 据 库	1. 切割条件数据文件 2. 形状数据文件 3. NC数据文件	· 文件数量有限 · (512KB)	· 各种材料的数据准备 · 硬盘+软盘几乎 unlimited
切割形状的定义	1. 形状的定义 2. 形状的编辑	· 圆、直线的组合 · 回转、平行移动、复制、放大	· 圆、直线、任意曲线的组合 · 回转、平行、移动、复制、放大
嵌 套	1. 自动嵌套 2. 手动嵌套	· 不可 · 回转、平行移动、放大	· 可能 · 回转、平行、移动、放大
NC数据的生成	切割形状、由嵌套数据生成 NC 数据	· 可能 (切割路线手动给定)	· 可能 (切割路线手动给定)
语 言	高 级 语 言	C (DR, C)	FORTRAN

将加工程序保存在IC卡片上也是可能的。

(2) 外装式自动编程装置(任选)

表2右边列出了它的规格。这种装置具有丰富的作图功能(展开图功能等除外)、嵌套功能(多品种工件的自动嵌套, NC切割中加工条件的自动设定功能除外)等, 同内装式自动编程装置比较, 它可以实现更高功能的自动编程。

3. 效果良好的悬臂立柱结构

重新估价已往处于主流地位的龙门结构, 采取了悬臂立柱结构, 从而便于接近工作台。在布局上, 考虑到操作者动作路线的合理性, 在悬臂立柱的前端装有副操作台, 从工件搬入、搬出到加工操作、装卸都方便顺手。此外, 工件夹紧、工件起吊操作作用的脚踏开关, 亦作了相应考虑, 无论是在主操作台一侧, 还是在副操作台一侧, 都能调换使用。

关于悬臂立柱结构而引起的机械刚性问题, 通过有限元法的结构计算, 以及将验证刚性的各种刚性试验结果, 应用于结构设计, 本装置所采取的结构, 即使在高速时仍然具有良好的刚性。

即使是以 $6\text{m}/\text{min}$ 的圆周速度高速移动机械, 都几乎不出现XY象限转换时的空转、stick motion和其它异常动作, 这表示其运动接近真圆, 这正如从激光加工机的圆弧精度读取的一样, 而这些数据是用图2所示的DBB装置测定的, 这一点表明, 不仅KL-1控制性能优良, 即使在机械刚性这一点, 本装置也是很优越的。

图4表示机械本体的结构分析模型。它以管式结构作基础, 因为采用热对称结构, 所以, 抗热变形强。

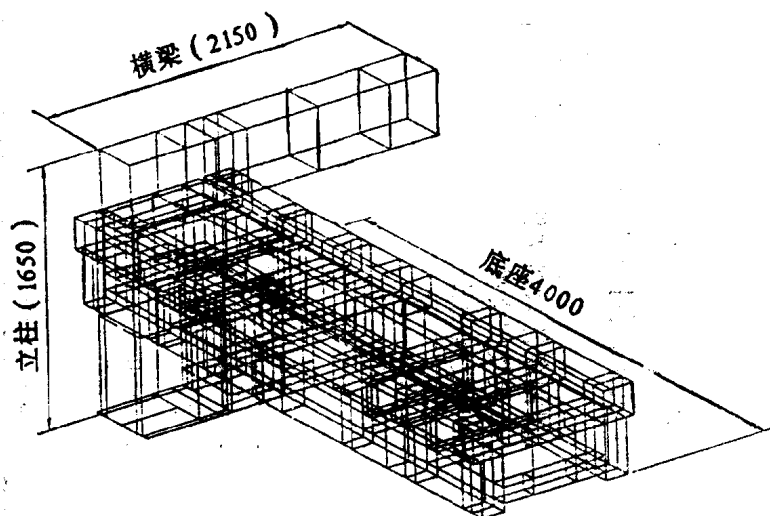
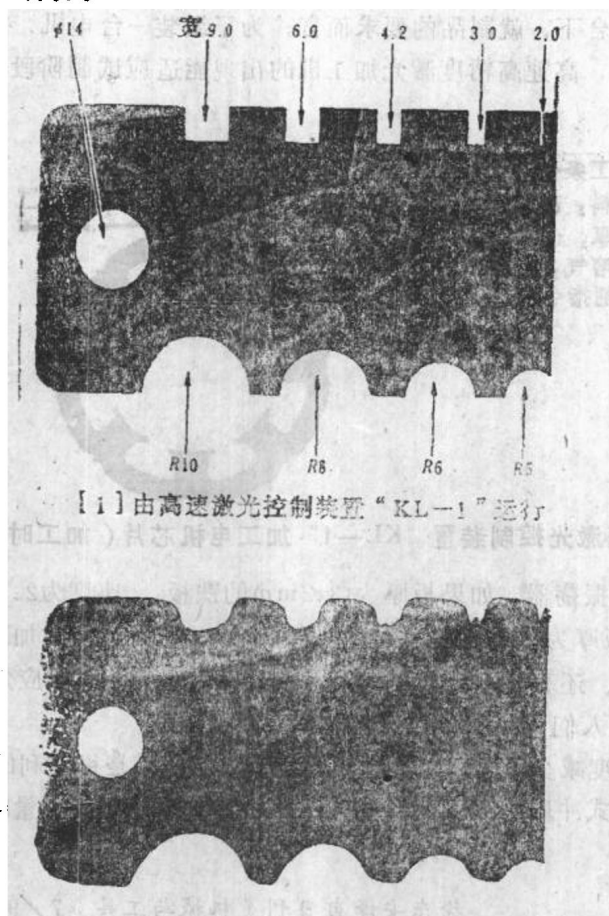


图4 机械本体结构分析模型(管式结构为基础的高刚性设计)

4. 加工例子

(1) 厚板和R样板(材料: SUS304、 $t=1.0\text{mm}$ 、空气切割)

照片1表示由同一加工条件，用KL-1运行以及用NC运行的加工例子。制品是样板，板厚样板部分，其宽度为：9.0、6.0、4.2、3.0、2.0mm，R样板部分，其R为10、8、6、5、4、3、2，以及 $\phi 14$ 的圆，总共16处（135×50mm），照片表示放大的一部分。



[1] 由高速激光控制装置“KL-1”运行

[2] 由NC运行

<加工条件> (通用)

材料：SUS304

板厚：1.0mm

助熔气：空气

切割指令速度：4500mm/min

可以清楚地看到，在KL-1运行条件下描绘出的正确的轨迹。

照片1 利用高速激光控制装置“KL-1”加工板厚·R样板

切割指令速度为4500mm/min时，当以空气切割，其加工时间是22秒，属高速切割，在KL-1运行时描绘出正确的轨迹。另一方面，由NC运行时，在同样加工条件下，简直不像制品。如果要得到同样的精度，加工速度大约要降低到原来的1/10，属低速度切割，还必须进行精加工。

如果是1kW的振荡器，即使是以运行成本较低的空气切割，对板厚为1mm的SUS材料，在4500mm/min的条件下也是有加工能力的。如果装有KL-1装置，就能充分发

挥这个振荡器的能力，实现高效率加工。

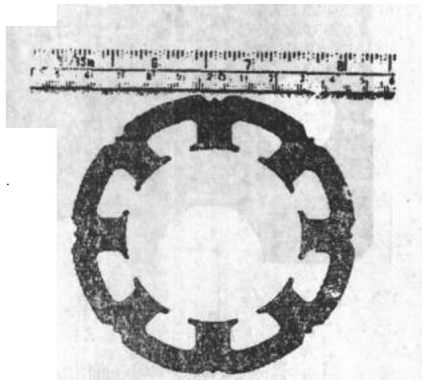
(2)电机芯片(硅钢片, $t0.35\text{mm}$ 、空气切割)

照片2表示厚度为 $t0.35\text{mm}$ 的硅钢片电机芯片加工例子。切割指令速度为 $6000\text{mm}/\text{min}$ ，当以空气切割时，加工时间是28秒。

在电机芯片的场合下，就制品的要求而言，为了组装一台电机，需要很多片同一尺寸的电机芯片。所以，高速高精度激光加工机的出现能适应试制阶段尺寸的变化，这是有很大意义的。

加工条件

材料：硅钢片
板厚： $t0.35\text{mm}$
助熔气：空气
切割指令速度：
 $6000\text{m}/\text{min}$



照片2 利用高速激光控制装置“KL—1”加工电机芯片(加工时间28秒/个)

用 1kW 激光振荡器，如果板厚为 $t3.2\text{mm}$ 的铁板，速度为 $2.5\sim 3.2\text{m}/\text{min}$ (助熔气：氧气)。如果板厚为 $t6\text{mm}$ 的铁板，速度为 $1.0\sim 2.0\text{m}/\text{min}$ 的加工速度，则零伺服误差的切割是可能的。还有，不但对金属，对非金属的切割亦有相应效果。至于其它用途，其效果也正在被人们所接受。

本装置由于大幅度减少了实际加工时间，对于重复产品是很有利的。在切割的场合下，原来只属于转塔式冲压机天下的领域，当冲压零件达到相当数量时，采用激光加工也将是有利的。

徐东安译自日刊《机械与工具》7/90

高速三坐标二氧化碳激光加工机——LT5—3206H

自激光振荡于1960年被确认以来，它就成了这个世纪最大的发明与谈论的话题，目前正以超过预想的速度向前发展着。

起初，激光应用在通讯、测量、医疗等领域，以后逐渐向加工领域普及发展。其应用也从实验性使用，转到灵活地利用激光加工特点，在多品种小批量工厂进行精密加工，随着技术的迅速进步，现已发展到大批量生产的试制阶段。

近年来，由于消费需求追求个性化，制品随之向多样化发展，开始了从已往的大批量生产向多品种中批量或小批量生产的时代性转移。以汽车为例，随着汽车品种的增加，甚至出现了每种车的产量仅有 $1,000\sim 2,000$ 台/月的情况，这就希望出现一种高速三坐标二氧化碳激光加工机，这种激光加工机能够引入到高速生产型的生产线上，它可以取代原来用金属模在冲床上进行加工的方法(图1)。

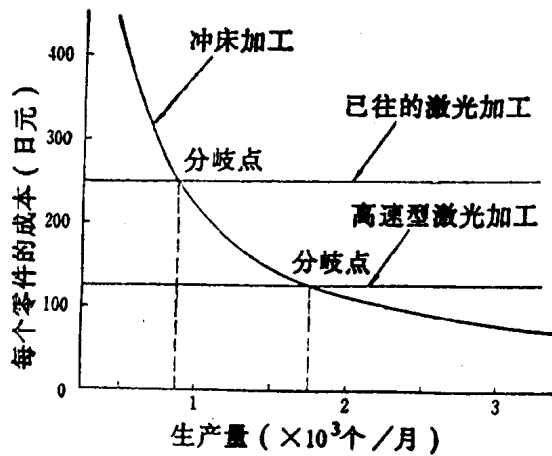


图1 冲床加工和激光切割的比较

这里所介绍的高速三坐标二氧化碳激光加工机，已被用作生产设备。它作为新一代的性能价格比高的加工方法而受到重视，它表明了满足现代需求的一种解决方案。

1. 加工机概要

表1列出的是丰田工机公司最新的高速三坐标二氧化碳激光加工机——LT5—3206H的规格。

该机设计方案采用简单的龙门结构，在三坐标空间定位方面由X轴、Y轴、Z轴的正交轴系构成，在顶端手腕部分，决定割炬姿势的还有转轴系的两个轴，总共由五轴构成。

另外，在割炬部分的顶端，具有联机间隙传感器的仿形轴，可得到良好的切断面，本机的特点叙述如下。（见表1）

2. 采用轻型高刚度移动框架及气动滑板实现高速化

(1) 快速进给速度高达70m/min

为了在高速情况下实现高精度动作，一方面要确保刚性，另一方面要力求移动框架的轻量化。利用有限元法对框架进行了刚度分析，采用了最合理的薄板箱式结构，使本移动体的重量降低了大约40%。

本机最大重量在X轴导向部分，由于采用该公司开发的气动滑板支承，同已往的机器相比，其摩擦力减少了70%，并防止空动，同时实现了三坐标加工机的最高的快速进给速度。

(2) 在圆角部位加工速度的高速化

已往，在三坐标的零件加工中，对圆角部位加工时，要求加大正交轴的移动速度，这一速度较之割炬顶端速度还要大，如图2及(1)式所示。所以，在正交轴的最高速度条件下，加工速度便受到限制。由于最高速度已达到70m/min，所以比已往的机器提高~3倍的加工速度便变成可能的了（图3）。

表1 加工机的规格

坐标形式		直角坐标系					独立
动作自由度		5					C轴
动作范围		1轴(X) 3000mm	2轴(Y) 1800mm	3轴(Z) 650mm	4轴 ±270°	5轴 ±90°	±7.5mm
计算机控制最大速度		70m/min		60m/min		π rad/sec	
最大加速度		0.7G					0.7G
动作控制功能		利用电子计算机进行程序控制 伺服控制, 利用点位示教计算机控制 速度、加速度控制					
示教功能		操纵箱或信息终端 操纵箱或信息终端 CMDS电池后备存储器 160千字节					
位置设定数 程序数目 内含计测机能 自诊断功能 外部输入输出信号 允许环境条件 电源		最大3200点(能扩展) 最大99段(能扩展) 绝对的旋转变压器 有 输入40点 输出24点 0~45°C 交流200、220V±10% 50/60Hz					

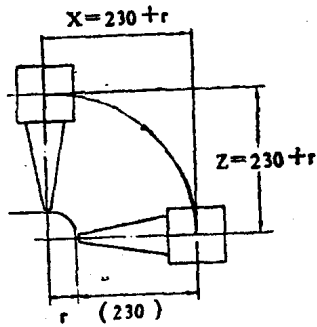


图2 割炬部分

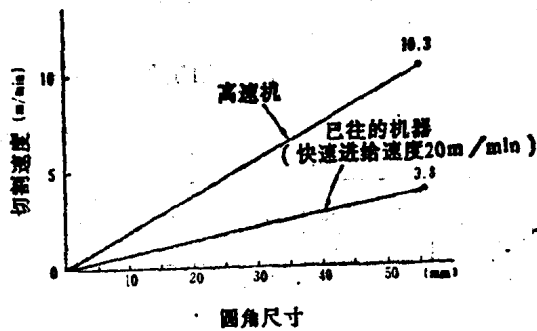


图3 已往的机器和高速机圆角部位加工速度的比较

在圆角部位割炬的加工速度

$$U_r = U_M \times \frac{r}{r + 230} \quad (1)$$

其中, U_r : 圆角部割炬顶端的加工速度 (m/min)

U_M : 快速进给速度 (m/min)

r : 加工轨迹R (mm)

(3) 利用装有间隙式传感器实现高速切割

该公司的非接触式联机间隙式传感器, 其结构是在顶端割炬部分装有仿形1轴, 由静电电容传感器经常对加工过程中所产生的微小变形, 对由加工物的弹性变形恢复等因素而产生的喷嘴与加工物上面的距离进行测定, 对间隙的变化高速跟踪, 就能得到一定的间隙量。一般来说, 随着加工速度变快, 相对于基准间隙将变狭。熔渣飞散区如图4所示, 能够正确地保证这个间隙, 就能得到良好的切断面。图5所示为间隙式传感器的系统图。

此外, 割炬部分要尽可能的小径化, 因为这样能更好地接近工件, 并能较容易地确保工件表面和割炬的垂直性, 在近壁切割时, 能减少烧伤粘着熔渣。

3. 由高速运算实现高精度化

在数控装置中, 当有动作指令时, 由于移动体整个系统的惯性和刚性大小不同, 指

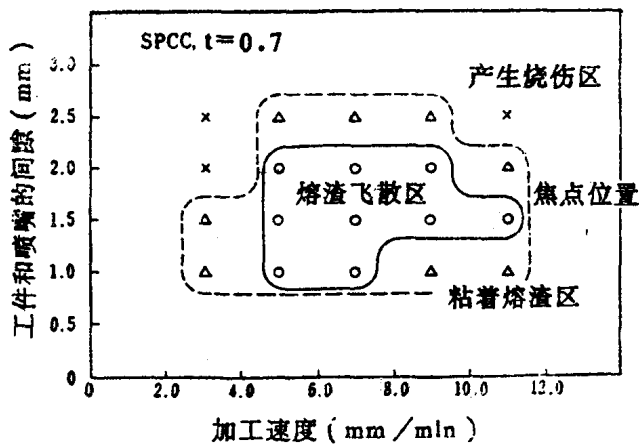


图4 加工区 (一例)

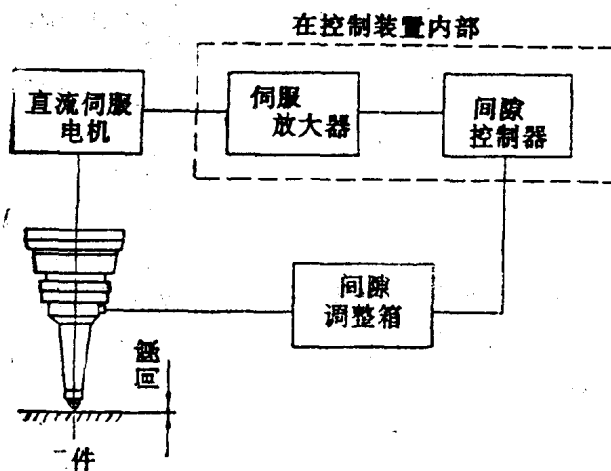


图5 间隙式传感器系统部件图

指令轨迹同实际轨迹之间, 由于定位系统滞后而产生误差。这个误差量与指令速度有关。所以, 一旦实现高速化, 这一误差量将显著地表现出来。图6表示进行圆加工时的误差量。

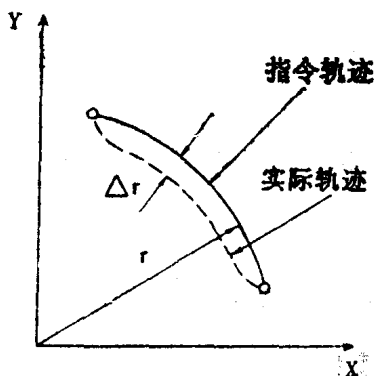


图6 加工圆时半径方向的误差

对于加工速度误差关系，可由下式近似地表示。

$$\Delta r = \frac{1}{2} (T_1^2 + T_2^2) \times \frac{U^2}{r} \quad (2)$$

其中， Δr ：圆半径方向的误差 (mm)

r ：圆半径 (mm)

U ：进给速度 mm/sec

T_1 ：由移动体同驱动系统决定的加减速时间常数 (sec)

T_2 ：由移动体的惯性和刚性等所决定的系统滞后时间常数 (sec)

由(2)式可见，一旦加工速度提高，误差量就增加。因此，为了进行高精度高速加工，便要求有补偿功能，在可以实现高速运算的控制系统中，实时地补偿伺服系统的滞后误差。

(1) 高速运算处理机能

为了使示教点之间按照输入加工程序规定的那样，沿着直线、圆弧、样条曲线等路线动作，需要在每一个采样时间对插补点加以运算。速度越快，插补点的间隔越发离开，曲线部分将产生形状误差，因此，为了尽可能缩短采样时间，采用多CPU方式，它包含有轨迹运算专用CPU，同已往的装置相比，采样时间只是用原来的1/3。

(2) 圆弧补偿功能

当高速加工小圆时，如前所述，由于伺服系统的滞后等原因，轨迹将进入圆弧的内侧，产生所谓内转弯现象，使加工半径变小，圆度变坏。

圆弧补偿功能是通过补偿这个内转弯量，消除形状误差，提高圆度，从而实现小圆的高速加工。

4. 丰富的示教功能

为了提高示教作业的效率，该装置具备以下的丰富功能。

(1) 功能集约式的操纵箱

当进行加工的时候，示教作业是完全必要的，这一作业是通过操纵箱生成相应的数据。为此，通过操作箱在身边进行简单的操作，就可以从示教完成全部必要的操作，如编制程序、JOG、错误诊断、输入/输出监控、往打印机软盘内的输入、输出等，用菜单的方式由操作人员选择作业中所必要的项目，选择内容也用功能键进行，使操作变得十分容易，键入次数减少到已往类似装置的1/3左右。

(2) 提高作业效率的信息终端

除了操纵箱以外，通过同信息终端的连接(该信息终端使用个人计算机)与操作操纵箱作业并行处理，用终端编制程序往软盘里存储、输入等作业也将成为可能，这就能够提高工作效率。

还有，能立刻知道错误信息，加工周期时间等加工机的状态，这对提高维护和管理水平也大有好处。

(3) 自动编程系统