

大量病毒,给出病毒数目随病毒大小的分布图,可对不同大小病毒含量进行分析。

4 结束语

在生物学历史上,所有领域的发展都在某种程度上依赖于科学技术的进步^[4]。在生理科学中,技术上的进步尤为重要。本文介绍的方法,其优点在于它具有非常高的鉴别和分析亚微观粒子的能力。从化学和生物学来讲,过滤性病毒处于生物和非生物之间的中间状态,虽然病毒不存在固有的新陈代谢活动,但具有遗传信息和在活体细胞内成倍繁衍的能力。生理学家们还发现,病毒具有转换细胞核性质的能力,其机制是人们研究的热点。据估计这可能是病毒的遗传物质、电荷侵入细胞后永久地改变细胞的遗传成分和性质所致。因此,在寻找

和研究动物和人类的致癌病毒方面,用适当的仪器表征不同病毒的特征,在已知的生理条件下测量这些病毒的增殖能力,是十分必要而有价值的工作。本文介绍的方法,具有自动、快速和电脑化等优点,结合免疫学方法有可能发展为一种新的病毒快速诊断方法,必将为寻找和研究过滤性病毒、动物和人类的致癌病毒的特性、新的未知病毒的鉴别、卫生防疫及医院临床诊断、海关检疫等领域提供一种新的病毒检测手段。

参 考 文 献

- [1] 上海卫生防疫站编著,卫生防疫检验,上海科学技术出版社,(1964),194.
- [2] 斯·尼古劳著,病毒学,科学出版社,(1956),19.
- [3] 杭振德、蔡文琴,电子显微镜术在临床医学的应用,重庆出版社,(1988),14.
- [4] G. E. 艾伦著,谭茵、田铭、王云松译,二十世纪的生命科学,北京师范大学出版社,(1984),251.

激 光 加 工 技 术 及 其 应 用¹⁾

邓 树 森

(中国大恒公司,北京 100080)

摘要 阐述了激光加工的基本原理及激光热加工与“冷加工”的概念,并将激光加工与传统加工方法作了对比,从中可看出激光加工的特点;其后介绍了激光热处理、焊接、切割的工艺参数及典型应用举例;最后介绍了国内外激光加工的市场及发展状况。

关键词 激光加工,激光加工原理,激光加工应用,激光加工市场

1 激光加工原理

激光是一种应用面很宽的高技术,有的是利用它的单色性,有的是利用相干性或方向性,有的则是利用其高功率密度。对于工业加工用的激光,人们关心的主要是功率、波长(单色性)、空间-时间特性以及偏振性。

将激光束照射到金属或非金属工件上,会瞬时使被辐照材料熔化甚至汽化,以完成各种加工,这种基于热效应的加工称为热加工。某一

类波长的激光束照射到聚合物一类的材料,则可产生光化学反应的刻蚀加工,这种加工称为“冷加工”。

激光加工有热加工和“冷加工”之分,决定因素是光子能量的大小,光子能量与光波频率成正比,与其波长成反比。表1给出了加工常用激光器的有关参数。

CO₂、CO 和 YAG 激光器均输出红外光。红外光的光波长而光子能量小。红外光子作用

1) 1994年6月8日收到。

表1 加工用激光器的主要性能^[1]

性能	CO ₂ 激光器	CO激光器	YAG激光器	准分子(KrF)激光器
波长(μm)	10.6	5.4	1.06	0.249
光子能量(eV)	0.12	0.23	1.16	4.9
最高(平均)功率(W)	25000	10000	1800	250
输出方式	连续或脉冲	连续或脉冲	连续或脉冲	脉冲
调制方式	气体放电	气体放电	闪光灯或电光调Q或声光调Q	气体放电
脉冲功率(kW)	<10 ¹		<10 ³	<2×10 ⁴
脉冲频率(kHz)	<5		<1(闪光灯)或<50(声光调Q)	<1
模式	基模或多模		多模	多模
发散角全角(mrad)	1—3		5—20	1—3
总效率%	12	8	3	2

于固体物质,一般只能激发其振转能级,受激电子通过碰撞使晶格振动,导致被辐照物体温度升高,以至熔化或汽化,从而产生各种加工效果。在红外光作用下的激光加工过程本质上都是热作用过程,即这种激光是作为特种加热工具而使用的。

准分子激光器则不同,它输出紫外光,其光子能量达 5eV,高于某些物质(如聚合物)分子的结合能。物质在紫外光光子的作用下可以发生电子能带跃迁,对于某些聚合物,还可以出现互斥的电子状态,打破或削弱分子间的结合键,从而实现对该种材料进行刻蚀加工。其作用机理是光化学作用,可以排除热影响,得到极高的加工质量。

如前所述,激光热加工,实际上是将激光束经过光学系统聚焦,形成合适光斑,提高其功率密度,当工件吸收光能后,瞬时升温,在适于金属材料产生相变时,即移动光斑,由工件基体传热,形成淬火,即机械工业的热处理。当温度再高,使工件照射区熔化即可完成焊接。温度更高,使工件照射区达到汽化时,若辅以气体吹动,可完成切割、打孔工序。

2 激光加工的特点

激光对被加工对象的材质、形状、尺寸、加工环境的自由度都很大。激光的空间控制性(光束的方向变化、旋转、扫描等)和时间控制性(开、关、脉冲间隔)容易控制,特别适合于自动

化加工。激光加工系统与计算机数控技术相结合,可构成高效自动加工设备,为优质、高效、低成本的加工开辟了广阔的前景。

与传统加工方法比较,激光加工有如下主要特点:

(1) 加工程序多: 在同一台机床上可完成切割、打孔、焊接、表面处理等多种加工;既可分步加工,又可在几个工位同时进行加工。

(2) 适应性强: 可加工各种材料,包括高硬度、高熔点、高强度及脆性材料;既可在大气中,又可在真空中进行加工。

(3) 加工质量好: 由于能量密度高和非接触式加工,并可在瞬时内完成,工件热变形极小,且无机械变形,对精密小零件的加工非常有利。例如,金属波纹管及密封继电器采用高频脉冲激光焊接,其气密性可达 5×10^{-10} Torr. l/s,比原工艺提高几个量级。

(4) 加工精度高: 对微型陀螺转子,采用激光动平衡技术,其平衡精度可达百分之一或千分之几微米的质量偏心值。

(5) 加工效率高: 在某些情况下,用激光切割可提高效率 8—20 倍;用激光进行深熔焊接时生产效率比传统方法提高 30 倍。用激光微调薄膜电阻,可提高工效 1000 倍,提高精度 1—2 个量级。用激光强化电镀,其金属沉积率可提高 1000 倍。金石拉丝模用机械方法打孔,要花 24h,用 YAG 激光器打孔,只需 2s,提高工效 43200 倍。

(6) 经济效益高: 与其他方法相比,激光

器打孔的直接费用可节省 25%—75%，间接加工费用可节省 50%—75%；与其他切割法相比，用激光切割钢件可降低加工费用。

(7) 节能和节省材料：激光束的能量利用率为常规热加工工艺的 10—1000 倍。激光切割可节省材料 15%—30%。

(8) 无公害和污染：激光束不会发生像电子束那样的 X 射线，而且无加工污染。

3 激光加工的应用

3.1 激光热处理

随着大功率多模 CO₂ 激光器技术的发展，人们可以进行各种形式的表面处理。它是引起材料组织结构变化的冶金学过程，其加热时间在 10⁻³—10⁻⁷s，功率密度为每平方米大于 0.1 kW。目前它主要用于汽车、冶金、石油、重型机械、农业机械等存在严重磨损的机器行业。例如，美国通用汽车公司建成 13 台千瓦级及四台 0.5kW 级 CO₂ 激光热处理机，对换向器壳内壁局部硬化，日产 3 万套，提高工效 10 倍。又例如，我国采用 2kW 级 CO₂ 激光器对汽车发动机进行缸孔内壁强化处理，可延长发动机大修里程到 15 万公里以上，使一台汽缸等于三台不经处理的汽缸。在激光合金化中，即在表面添加铬钴或其他合金元素，使其激光形成多种合金层表面，以便提高耐磨，耐腐蚀。例如，在柴油发动机铸铁阀座上进行铬基表面涂覆，可获得良好的不锈钢表面。激光涂覆与激光合金化工艺相似，但不同的是不加入另外合金，使金属表面熔化随即快速冷却凝固，从而得到细微的接近均匀的表层组织，对于某些共晶合金，还可得到非晶态表层，具有极好的抗腐蚀性能。

3.2 激光焊接

焊接过程属传导型焊接，即激光束辐照被加工表面，其接收能量通过热传导向内部扩散，通过控制激光功率或脉冲的脉宽、能量、峰值功率和重复频率等参数，使工件达到一定熔池深度，而表面又无明显汽化。有的焊接场合采用基于小孔效应的深熔焊接，消除了金属高反射

物理

率以及焊接过程中形成的等离子体所造成的壁障，这种壁障使得激光功率耦合不到工件表面，利用小孔效应可得到较理想的深熔焊接。一般焊接加热时间为 10⁻²—10⁻³s，功率密度每平方米达 1—100kW。国内外成功的应用是对汽车变速箱的同步环与齿轮的焊接。例如，南京汽车厂引进意大利依维柯车的变速箱，指定要采用激光焊，目前由国内技术力量建成一条激光焊接生产线，已达到每分钟焊两件，年产 21 万件的生产能力。意大利采用此技术焊接比用老设备工效提高 5—7 倍。

3.3 激光切割

将聚焦光斑尺寸在 0.1—0.5mm 的激光束照射到被切割工件上，用以熔化、汽化被切材料。与此同时，要有一股同光轴的气流喷出，将熔化或汽化了的材料由切口吹出。随着激光束与被切工件的相对运动，产生切口。一般激光束使工件升温时间为 10⁻¹—10⁻³s，功率密度为每平方米 1—10 kW，切口很窄，有的可达 0.1mm 左右，无需后整形加工，速度快，易于与计算机结合作各种复杂图形的切割，替代模具冲材。如德国大众汽车公司采用激光切割形状复杂的车身薄板及各种车身表面覆盖件，切割厚 0.7—1 mm 的薄板速度可达每分钟 1—10m。国内对电梯平板形零件得到很成功的应用，如果它采用冲压便会使平板变形而报废，唯有采用激光切割所得零件既平整且光滑，速度又快。激光切割约占整个激光加工应用的 70% 以上。

激光加工还可用于打孔、划片、调阻、雕刻、标记、毛化等，近年来在微电子工业生产中激光加工应用发展很快，目前正在开拓用激光加工微光学、微机械的零件。

4 国外激光加工近况

从国际市场上看，激光器在加工的应用占其他 11 类激光应用销售总额的 30%（如 1993 年 12 类激光应用中销售额为 8.9 亿美元，而激光加工所用激光器销售额为 2.92 亿美元），因此西方发达国家包括美国、日本、欧共体国家都

先后制订计划,大力发展激光加工产业。美国的“星球大战”计划,欧洲的“尤里卡”计划,日本的“加工大计划”中都投以巨资发展激光加工产业。例如,欧洲“尤里卡”计划中有一项为“欧洲激光”计划,其中很大部分是研究激光加工技术,包括10—100kW CO₂激光器, YAG激光器及机器人的配套使用;日本已投资七千万美元发展大功率激光综合加工系统。

从工业激光器的拥有量来看,美国现有8000台激光器用于材料加工,预计到2000年将达到2万台;日本汽车工业约有1000台YAG激光器和500台CO₂激光器用于材料加工。美国福特汽车公司有150余台激光加工机用于切割、焊接及热处理。在香港一生产二极管、三极管的公司大约有100台激光打标机用在生产线上。

由如下几点也可看出国外激光加工已形成产业:

(1) 销售值较大:1991年,5200台套的售价为2.44亿美元;1992年,6599台套的售价为3.376亿美元^[2];1993年,8947台套的售价为2.92亿美元^[2]。

激光加工系统销售值较难统计精确,估计为14亿美元。

(2) 市场分布:北美24%,欧洲25%,日本50%,其他1%。

(3) 产品已商品化、系列化:有350家公司,250种型号产品,并有相当一部分用在生产线上。

(4) 对外进行加工服务的中心发展快:美国362家,日本500余家,欧洲324家。

5 我国激光加工的发展状况

一般说来,激光加工关键技术有三方面:高功率激光器、多自由度(柔性)加工设备和激光加工工艺。前两方面结合为一体组成加工机(系统),相当于激光加工的“硬件”,而激光加工工艺相当于“软件”。

我国“六五”、“七五”、“八五”期间,国家都

把激光加工技术列为攻关项目,重点放在CO₂激光器及YAG激光器的攻关上,部分重点放在激光加工工艺及少量加工设备。

通过攻关,在加工用的激光器方面取得了许多重要进展,例如CO₂激光器(0.3—10kW)以及YAG激光器(0.03—0.4kW)已经形成系列产品样机,并且已建成年产30台能力的千瓦级CO₂激光器专业生产厂。从1986年起到1991年仅0.5kW, 1kW, 1.5—2kW, 5kW据不完全统计就售出60余台,产值接近1500万元,中、小功率固体激光器售出150台,产值为900万元。中、小功率准分子激光器产品样机已开发成功。射频、微波激励CO₂激光器、板状结构YAG激光器、YAP激光器、CO激光器,以及高功率0.1—0.2kW级的准分子激光器都正在开展研究,已取得相当进展。

我国研制开发的激光加工整机已有二坐标,三坐标、五坐标等多种,据不完全统计有CO₂数控切割机、CO₂激光焊接机、YAG激光拉丝模打孔机、激光金项链焊接机、激光卷烟嘴打孔机、激光微调机、激光划片机、激光打标机、激光热处理机、掩膜激光修整机、汽车发动机缸体汽缸套活塞环热处理机等近200台套。

在工业中应用的激光加工生产线有:东风型机车柴油机缸套激光热处理生产线(大连机车车辆厂);机车主簧片激光热处理生产线(大连机车车辆厂);锭杆零件激光热处理生产线(重庆纺织专件厂);拖拉机柴油机缸套激光热处理生产线(西安内燃机配件厂);汽车发动机缸体激光热处理生产线(北京内燃机总厂及首都汽车公司);显像管阴极激光焊接生产线(咸阳显像管厂及长沙曙光电子管厂);7.3m石油抽油泵泵筒激光热处理生产线(铁岭石油机械厂);电磁离合器片激光处理生产线(天津机床电器总厂);金项链激光焊接生产线(上海宇宙金银饰品厂);汽车齿轮激光焊接生产线(南昌齿轮厂)。就激光加工工艺应用情况看,全国已形成一个激光加工示范网,在十几个城市有30多个单位从事较深入的激光加工工作。

(下转第119页)