

# 测量 CO<sub>2</sub> 激光功率用的积分球 高温涂层的研制

张亚奇

(中国科学院力学所)

郝彤 杨书敏 马龙铭 费鹏 章秀荣

(北京化工研究院)

**提要:** 实验研究了采用 100~360 目的青铜粉以烧结法制备的多孔金属涂层。对 10.6 微米的 CO<sub>2</sub> 激光光源实现了近似理想的漫反射, 涂层材料的熔点可达 1000°C 以上, 是目前同类积分球涂层中熔点最高的; 涂层的机械和物理化学性质稳定; 散热性能好, 满足了高功率 CO<sub>2</sub> 激光光源高温测量的要求。

## Development of high temperature integrating coating for CO<sub>2</sub> laser power measurement

Zhang Yaqi

(Institute of Mechanics, Academia Sinica)

Hao Tung Yang Shuming Ma Longming Fei Juan Zhang Xiurong

(Beijing Research Institute of Chemical Industry)

**Abstract:** Porous metal coating sintered at high temperature with 100~360 mesh bronze powder has been studied experimentally. This coating exhibits as a nearly perfect diffuser for the 10.6 μm wavelength of CO<sub>2</sub> laser; its melting point is up to 1000°C, the highest of the known sphere coatings; it has stable physical and chemical properties; good mechanical and heat transfer characteristics; and can be used in a low pressure system.

目前已经使用的积分球涂层有 MgO、BaSO<sub>4</sub>、S<sup>[1]</sup> 和 NaCl<sup>[2]</sup> 等。

和以往各种光源不同, CO<sub>2</sub> 激光光源辐射出 10.6 微米红外波段的单色光。适用于这种光源的积分球涂层, 除具备常规球涂层的特点外, 还必须具有耐高温的特点。我们选择在红外波段反射率为 93%, 熔点达 1000°C 以上的铜合金粉末作为涂层材料, 采用预粘结及在高温下烧结的方法使涂层成型为表面

多孔金属涂层。

表面多孔涂层是将微细的金属粉末烧结在金属板上, 它可以根据金属粉颗粒的大小、形状、成型方法及烧结条件, 在很宽的范围内调节涂层的厚度、孔径、孔隙率及表面状态, 以便进行最佳条件的选择, 达到对 CO<sub>2</sub> 激光光源实现理想漫反射的要求。

铜合金粉末烧结的多孔涂层, 本身传热

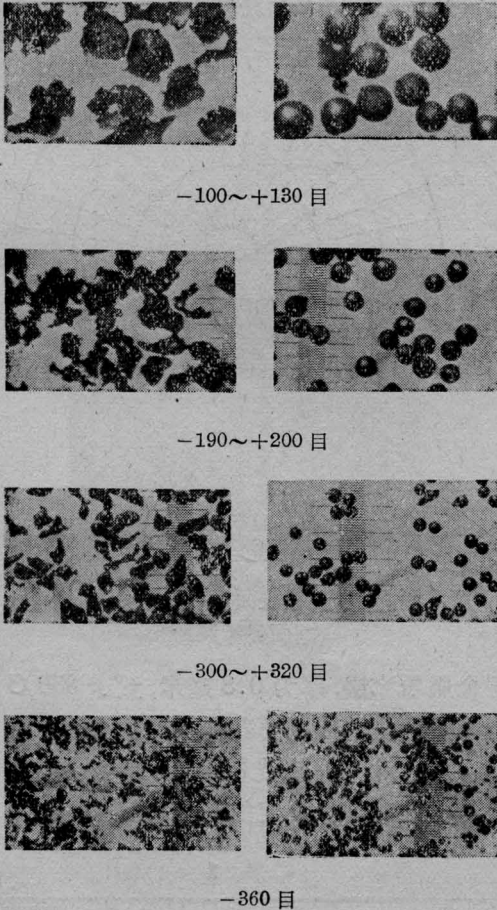
收稿日期: 1979 年 11 月 26 日。

性能是好的,再选用导热性能良好的材料做球腔,同时解决了积分球的散热问题。

实验样品采用  $60 \times 30$  毫米,厚 1 毫米的紫铜、黄铜、碳钢等金属板作为底材,在其上烧结一层金属粉末涂层,涂层厚  $0.8 \sim 1$  毫米。

涂层在烧结前,采用粘结剂将金属粉预粘结于底材上,然后将预粘结成型的涂片置于烧结炉内,在还原性气体保护下,升温  $840 \sim 850^\circ\text{C}$  烧结成型。

金属粉选用  $-100 \sim +130$  目、 $-190 \sim +200$  目、 $-300 \sim +320$  目、 $-360$  目的青铜粉、青铜球、紫铜球等(其显微照片见图 1)。



粒状青铜粉                      球形青铜粉  
图 1 烧结涂层用的青铜粉显微照片  
(标尺单位为 10 微米)

实验测定了不同材质,不同目数金属粉涂层的漫反射性能。仅以紫铜板为底材,烧结  $-360$  目青铜粉样品为例,并按照测定的平均值绘制了涂层反射光流分布如图 2。

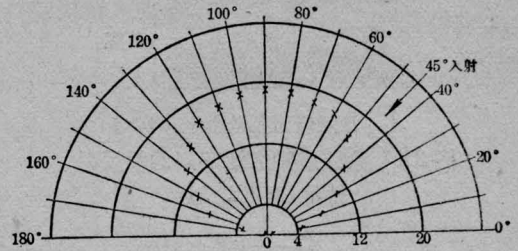


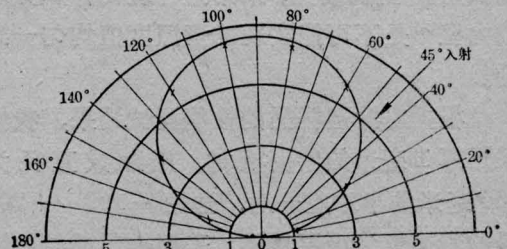
图 2  $-360$  目青铜粉漫反射光流分布

对各种目数样品广泛测定结果表明:粒度为  $-100$  目以下至  $-360$  目的青铜、黄铜粉,采用烧结法制备的多孔金属涂层,对于  $\text{CO}_2$  激光光源均实现了近似理想的漫反射。

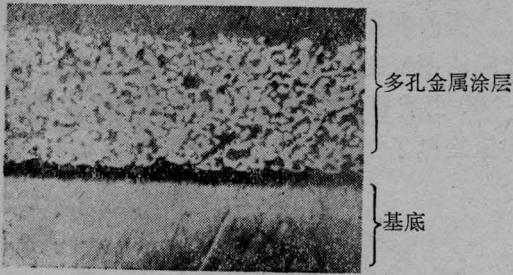
实验还表明:即使采用同种底材,同种材料及粒度的金属粉,由于涂层的成型方法不同,其漫反射性能亦有很大差别;特别是当粘结剂含量较高时,在烧结过程中,由于粘结剂的分解挥发,涂层孔隙率较大,致使涂层表面起伏,这样制得的多孔表面,当入射光射到“空洞”上时,可能会出现沿入射光方向的反射,使涂层的漫反射性能受到影响(参看图 3B<sub>2</sub>)。

当金属粉为球形,粒度较大时,也会出现类似的现象。

图 3 为两组不同工艺方法成型的样品断面显微照片(A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>)及漫反射性能(A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>)的比较。

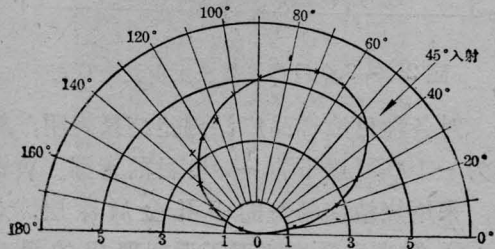


A<sub>1</sub>  $-360$  目青铜粉涂层漫反射性能

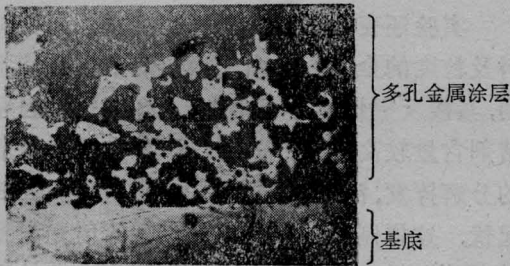


A<sub>2</sub> 涂层断面显微照片(100×)

图 3A 涂层成型方法不同的漫反射性能(表面均匀)



B<sub>1</sub> 涂层漫反射性能(22#)



B<sub>2</sub> 涂层断面显微照片(100×)

图 3B 涂层成型方法不同的漫反射性能(表面不均)

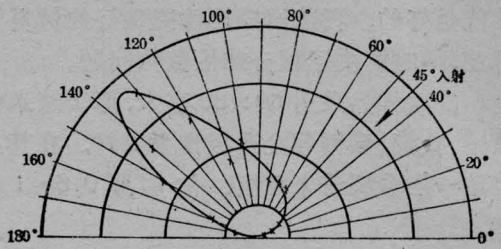


图 4 打毛铝表面反射光流分布及断面显微照片

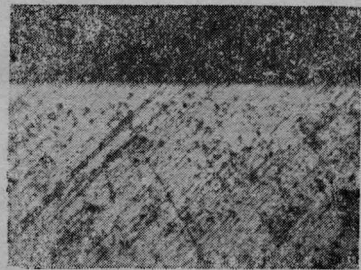
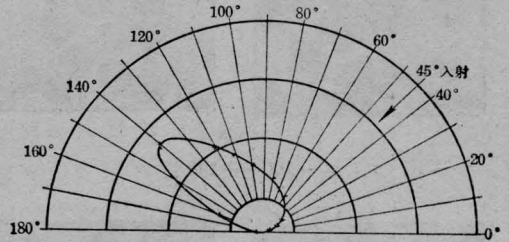


图 5 喷砂铝表面反射光流分布及断面显微照片

图 4、图 5 分别给出打毛和喷砂铝表面的断面显微照片及反射光流分布, 可以看到, 它们与多孔金属涂层有本质的区别, 对 CO<sub>2</sub> 激光光源, 它们只能构成定向散射, 而非漫反射。显而易见, 采用这种表面作积分球的内壁<sup>[3]</sup>是不可能实现球壁照度值均匀一致的。

根据对涂层样品的性能测试结果, 我们采用厚 1 毫米的紫铜板材, 压制成直径为 150 毫米的半球腔一对, 选用 -190~+200 目的青铜粉为涂层材料, 采用金属粉与粘结剂预混合的方法, 在球腔内壁均匀地涂敷一

层金属粉涂层, 厚为 0.8 毫米, 置于 850°C 的烧结炉内烧结成型而获得实验积分球。

用它对 CO<sub>2</sub> 激光器输出功率测量, 其结果与标准功率计测定的一致(见表 1)。

表 1

标准功率计测定值	实验积分球测定值
40 瓦	40.03 瓦

用实验积分球对标准锗片透射率的测定,其结果更好地接近理论值(见表2)。

表 2

锗片透射率 理论值	实验积分球 测定值	标准能量计 测定值
47%	46.9%	43%

用实验积分球采用绝对法对多孔金属涂层反射率的测定结果为86%。

中国科学院力学所傅裕寿、王春奎、李春金、孙传香同志参加了部分涂层漫反射性能测试工作。

### 参 考 文 献

- [1] W. G. Egan, T. Hilgeman; *Appl. Opt.*, 1975, 14, No. 5, 1137.
- [2] G. J. Kneissl; AIAA, Paper No 67-300 (1967).
- [3] 孙祉伟, 陈致英; 《中国科学院科学技术重要成果汇编》, 1977年, 265页第12(2)。

## 简 讯

# 1980年上海激光产品展览会

上海市激光学会主办的“1980年上海激光产品展览会”于8月1日至9月20日在上海市工人文化宫展出。送来展品的有北京、天津、湖南、吉林、贵州、四川和上海等八个省市的32个单位,展出了激光器、元件,应用整机达120余种,其中有部分产品曾获国家科技奖,具有一定水平。

展览会分科普知识、器、元件和应用(医疗、工业、农业及科学实验等)三部分。达到了科普教育、技术交流及业务洽谈的效果,深受欢迎。

展览会期间,全国29个省市中除西藏、台湾外,都派代表前来参观,开展了技术交流,这对全国激光技术进一步推广应用有所促进。同时,展览会的会务台还承接25项的攻关项目,已由学会分别组织协作,基本都已落实,为用户解决了技术问题,为生产厂家找到了业务对象。

本届展览会通过实物的展出进行了现场的评比和竞争,促进了激光器、元件的质量提高和价格的降低。展出单位纷纷表示一定要不断改革生产工艺、提高保用期,为用户提供优质可靠、价廉的激光产品,为激光科学技术的发展贡献力量。

本届展览会直接由研究、生产和使用三者展开业务洽谈,已成交的产品价值达26万元之多,正在酝酿中的销售额可望达一百余万元,开创了历次激光展览会所没有的先例,真正从使用出发,从需要出发,不是只供观赏。

展览会还采取展出单位集体筹资的办法,改变了过去向上级要钱的现象。自筹、自办的方法好,既为国家节约开支,又能促进四化建设。

(上海市激光学会 邵兰星)