

JS-2 红外涂料与 95 号玻璃复合体 高热辐射强度的研究

靳新全 王丽娟 彭秀哲 李国珍 杜永强 陈峰云

(锦州师范学院化学系, 辽宁, 锦州, 121003)

摘要 将作者研制的 JS-2 红外涂料涂复在 95 号硬质玻璃载体上构成复合体, 与乳白石英玻璃相比较, 在相同的条件下, 其热辐射强度可提高 10% 以上。

关键词 红外涂料, 热辐射强度, 发射率。

引言

红外涂料随着红外加热技术的发展而发展^[1]。我们曾研制了 JS-1 高发射率红外涂料, 然后将该涂料涂复在玻璃载体上制成红外加热器, 其热辐射强度达到了乳白石英加热器的热辐射强度。在此基础上, 我们改进了 JS-1 红外涂料的组成及制备工艺, 又研制出 JS-2 红外涂料。将该涂料涂复在 95 号玻璃管内壁构成复合体, 经过处理后制成红外辐射加热器, 与乳白石英加热器相比, 在相同的条件下, 热辐射强度有较大提高。

1 原理

95 号玻璃加上 JS-2 涂层以后, 其热辐射强度超过乳白石英, 这主要是由于它们的组成和结构等原因造成的。

95 号玻璃本身具有良好的物理性能, 是一种发射率较高的红外材料。它的组成包括 SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 Fe_2O_3 等, 其含量分别为: 78.4%、14.2%、1.7%、0.44%、0.18%、0.12%、0.54%、0.085%^[2]。95 号玻璃样品的光谱发射率 $\epsilon(\lambda)$ 曲线由中国科学院上海技术物理研究所测试 (见图 1)。由图 1 可见, 它的光谱在 $2.8\ \mu\text{m}$ 处有一较强的辐射峰, 对应于 OH 基的伸缩振动, 与水在 $3\ \mu\text{m}$ 处强吸收峰形成一个明显的辐射与吸收选择性匹配。在 $3.5\sim 8\ \mu\text{m}$ 处有一个既强又宽的辐射带, 这个带较乳白石英辐射带宽; 在 $4\ \mu\text{m}$ 以下乳白石英的辐射曲线比较平坦。95 号玻璃涂上 JS-2 涂料后, 表面组成有所变化, 辐射性能进一步得到改善, 在短波段及长波段的延伸段得到加强, 特别是在 $7.7\sim 16.7\ \mu\text{m}$ 处有明显的增强, 所以它的总发射率提高了, 见中国科学院

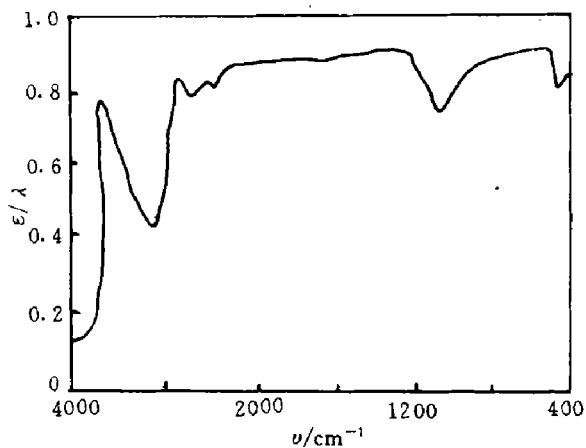


图 1 95 号玻璃光谱发射率 $\varepsilon(\lambda)$ 曲线
($t=500^{\circ}\text{C}$)

Fig. 1 Spectral emissivity curve of
No. 95 glass ($t=500^{\circ}\text{C}$)

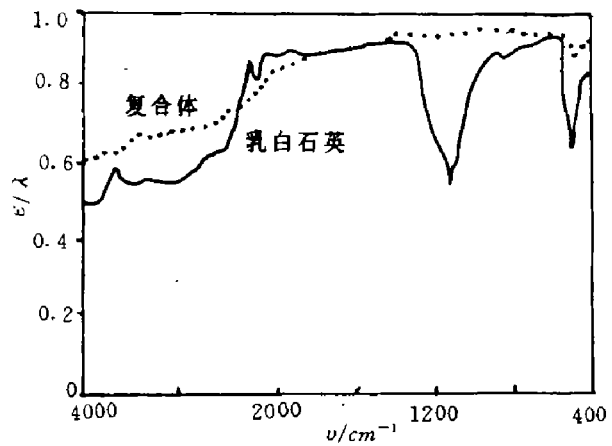


图 2 复合体与乳白石英光谱发射率 $\varepsilon(\lambda)$ 曲线
($t=500^{\circ}\text{C}$)

Fig. 2 Spectral emissivity curves of the
complex and the opal quartz ($t=500^{\circ}\text{C}$)

上海技术物理研究所测试结果 (图 2), 另外, 涂层吸收电阻丝的热辐射, 使玻璃的表面温度提高, 也增强了它的辐射强度.

乳白石英玻璃是由纯石英制成的, 组成单一, 只含 SiO_2 一种成分, 其中, 四价硅与 4 个氧原子以共价键形式结合, 形成四面体构型; 硅与硅之间以氧桥相连, 其分子从总体讲成电中性, 而 95 号玻璃除 SiO_2 外, 还含有其它金属氧化物, 一些金属离子取代了部分 Si(IV) 的位置, 使一些氧桥断裂, 如出现了 —Si—O—M— 的结构, 分子呈现出极性.

95 号硬质玻璃表面经化学处理, 在玻璃表面产生了一些空穴, 当涂复 JS-2 涂料后, 由于某些金属离子进入空穴, 使涂料与玻璃成为一体, 同时增大了偶极矩的变化, 因而提高了总的发射率.

2 制备与测量方法

2.1 JS-2 红外涂料与 95 号玻璃的复合体的制备

将各种金属氧化物按一定比例与无机粘合剂混合, 经研磨制成 JS-2 红外涂料. 将该涂料涂在经过化学处理过的 95 号玻璃管内壁, 经烘干、煅烧而制成复合体.

2.2 测量方法

采用 LPE-1 型激光功率计测量辐射能. 该仪器响应光谱为 $0.25\sim 30\ \mu\text{m}$, 在此区间内响应均匀平坦, 灵敏度为 $2\ \text{mJ/grade}$. 用锦州石英玻璃厂生产的一等正品乳白石英玻璃做成管状加热器, 和上述复合体管状加热器在相同条件下进行对比测量. 将功率计置于距辐射器 (乳白石英加热器与复合体加热器) 轴心 $50\ \text{cm}$ 处, 把加热器管中心点定为零点, 在该点的两侧 (坐标为 l) 每相距 $5\ \text{cm}$ 设一测试点.

采用铂铑热电偶配合 PZ-26 型直流数字毫伏计测量表面温度, 先测出各点的电动势, 然后查表得出表面温度。

3 测量和计算结果

选择标称功率为 1000 W、800 W、600 W、400 W 的乳白石英加热器及相同功率的复合体加热器进行测量, 测得的辐射能量 E 见表 1。在室温为 13℃ 时, 标称 1000 W 的不同材质加热器表面温度分布的测量结果见表 2。

表 1 不同功率下辐射能量测试结果

Table 1 Test result of radiation energy under different power

标称功率 (W)	实际功率 (W)	加热器 类型	E (mJ)									
			—	5.6	6.4	5.4	5.0	5.0	5.0	5.4	5.2	
1000	946	乳白	—	5.6	6.4	5.4	5.0	5.0	5.0	5.4	5.2	
1000	957	复合	4.0	5.8	5.6	5.6	6.2	6.0	6.1	6.5	6.5	
1000	968	复合	4.0	5.3	5.35	5.15	5.6	5.7	5.8	5.9	5.6	
800	792	乳白	2.9	4.1	4.2	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	
800	792	复合	—	5.2	4.4	4.5	4.7	5.2	5.5	6.0	4.4	
600	590	乳白	—	3.0	3.6	3.7	3.8	4.1	4.2	4.2	—	
600	590	复合	—	2.7	3.5	3.8	4.2	4.7	5.1	5.1	—	
400	407	乳白	1.5	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.5	
400	407	复合	0.6	1.5	2.1	2.45	2.65	2.75	2.75	1.75	—	
l (cm)			-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	

表 2 1000 W 不同材质加热器表面温度分布的测量结果

Table 2 Test result of surface temperature profile of 1000 W heater made of different materials

l (cm)	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20
乳白石英加热器 表面温度 t (℃) (实际功率 946 W)	317	300	276	270	280	278	280	284	265
复合体加热器 表面温度 t (℃) (实际功率 957 W)	376	333	342	329	334	307	355	322	351

复合体加热器以乳白石英加热器为参照, 其热辐射强度相对增加值可用下式计算:

$$\Delta E(\%) = \frac{E_{\text{复}} - E_{\text{乳}}}{E_{\text{乳}}} \times 100\%, \quad (1)$$

两种加热器功率相对偏差为:

$$\Delta P(\%) = \frac{P_{\text{复}} - P_{\text{乳}}}{P_{\text{乳}}} \times 100\%. \quad (2)$$

计算结果表明, 扣除功率偏差因素后, 复合体加热器的热辐射强度相对于乳白石英加热器在标称功率为 400、600、800 和 1000 W 时分别提高 26.2%、10.5%、17.5% 和 16.2%。

4 结语

JS-2 红外涂料具有高发射率。涂有该涂料的 95 号玻璃复合体加热器, 在标称 400~1000 W 的功率范围内, 相对于同样功率的乳白石英加热器, 其热辐射强度提高的幅度在 10.5%~26.2% 之间。

该涂料还具有粘结牢固、不脱落、不粉化等特点, 是一种很有前途的红外加热涂料, 为 95 号玻璃在红外加热方面的应用提供了广阔前景。

参考文献

- 1 汤定元. 红外辐射加热技术, 上海: 复旦大学出版社, 1992.11
- 2 横田雄三. 远红外线放射特性に優れた組成物及び塗料. 日本, 公开特许 (A), 平 1-190776(2), 1989-7

STUDY OF HIGH THERMAL RADIATION INTENSITY OF THE COMPLEX OF JS-2 INFRARED COATING ON NO. 95 GLASS

Jin Xinquan Wang Lijuan Peng Xiuzhe
Li Guozhen Du Yongqiang Chen Fengyun

(Department of Chemistry, Jinzhou Normal College, Jinzhou, Liaoning 121003, China)

Abstract The performances of the complex of JS-2 infrared coating on No. 95 glass developed by the authors were measured and compared with those of the opal quartz. The results show that under the same condition, the thermal radiation intensity of the complex is higher than that of the opal quartz by over 10%.

Key words infrared coating material, thermal radiation intensity, emissivity.