

反光膜用玻璃微珠的研制

杨 满 蓉 陶 永 义 任 兵

摘要 阐述了反光膜用玻璃微珠的制造工艺,经试验已研制出高质量的直径为(0.04~0.09)mm的玻璃微珠。

一、前 言

随着我国交通事业的迅速发展,现代化道路标志的设置就提到日程上来了。据国际道路联合会的统计数字表明:在导致伤亡的交通事故中,有1/3以上是发生在黑夜中。回归反光型交通标志,夜间在汽车前灯的照射下可发出明亮的回射光,降低了夜间交通事故的发生率。回归反光型交通标志所用的器件是多种多样的,回归反光膜就是常用的一种。现在最常用的回归反光膜的结构如图1。

玻璃微珠是回归反光膜的关键元件。它是透明的实心圆球体,其折射率 n_D 一般在1.7至2.0之间,直径在0.04mm至1.0mm之间。由于制造反光膜工艺上的要求,其折射率高些为好(详见反光膜的研制一文)。为此我们选用了我所光学玻璃部研制的 $n_D = 2.02$ 的钛钡系光学玻璃。用它做原料成功的制成了玻璃微珠,并已进行了中间生产试验。

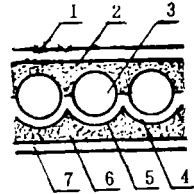


图1 回归反光膜的结构

- | | |
|---------|--------|
| 1—表面复层; | 2—透明胶; |
| 3—玻璃微珠; | 4—隔离层; |
| 5—反射层; | 6—胶层; |
| 7—保护底纸 | |

二、实 验 与 设 备

(一) 玻璃微珠研制工艺

玻璃微珠研制工艺包括制粉和烧结二部分,分别叙述如下。

1. 制粉

根据需要微粉的数量可以从下面二种方法中选用一种。

(1) 干法制粉,适用于实验室少量用粉的制造。工序是碾碎→筛选→合格粉。其特点是设备简单,制粉工序少,但工作环境差,对工作人员身体健康不利。

2. 湿法制粉

首先把原料用水碾机(或压力机)粉碎,用水力分级装置进行分级,把合格粉送入高速离心机进行脱水,大颗粒的不合格粉再送回水碾机重新粉碎。合格粉脱水后送到烘箱进行烘干。然后用震动筛筛分,得到合格粉,超差粉回炉重熔。

此种方法适用于批量生产。

3. 成型

玻璃微珠成型系统配置如图 2。经筛分得到的一定粒径范围的玻璃细粉,由电磁振动给粉器按一定量送到吸射式喷粉器的吸入口,玻璃粉吸入后送到炉膛下部中央的喷射器,喷射到高温火焰中,微粉在炉膛中随火焰灼热气流上升的过程中融化,靠玻璃本身表面张力变成圆珠,继续随热气流上升离开炉膛进入塔筒,在塔筒降温固化。成珠在上升到一定高度后,由于动能消失而开始沉降,最后落在塔筒下部的集珠盘中,少部分直径较小的玻璃珠随同废气被抽出塔筒,经离心分离再次收集,烟气则由烟囱排放出来。

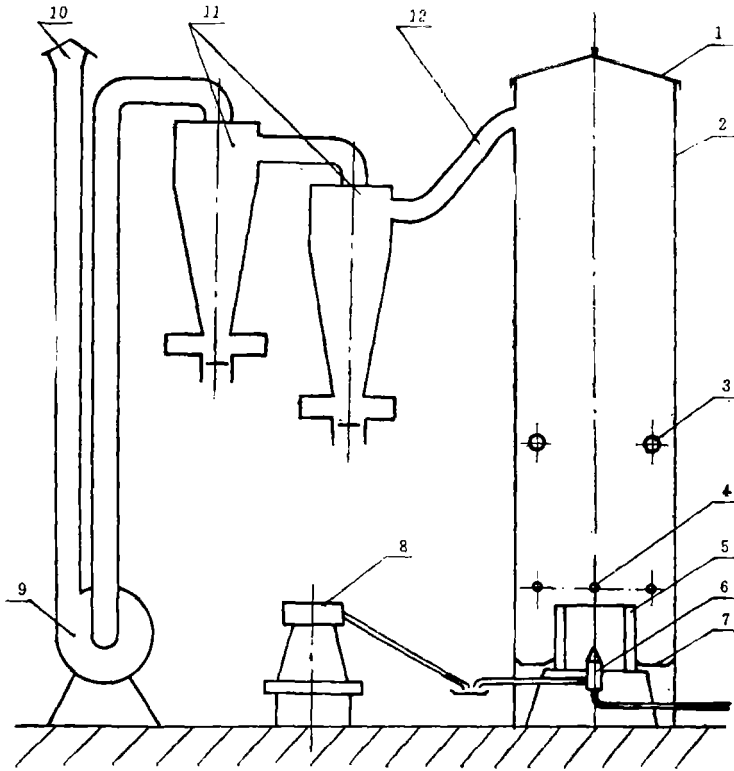


图 2 玻璃微珠成型系统配置图

1—防爆帽; 2—塔筒; 3—观察孔; 4—通气孔; 5—烧成炉; 6—吸射式喷粉器; 7—集珠盘;
8—振动送粉器; 9—离心通风机; 10—烟囱; 11—分离器; 12—排气管

(二) 试验用设备

1. 烧成炉, (其结构如图 3)

它是自行设计的关键设备。炉体是由不锈钢制成的夹层结构。一次助燃空气流过夹层时预热到(300~400℃),这样既保证得到较高热效率,又对炉壁起到了冷却作用提高了炉体的使用寿命。预热的一次助燃空气与液化石油气混合后经喷嘴进入炉膛。燃烧喷嘴也是由不锈钢制成的。它由多关节的输气管支承,能方便的调整角度。工作时火焰中心区的温度可达1300℃,炉膛内壁温度约为700℃。

2. 给料系统

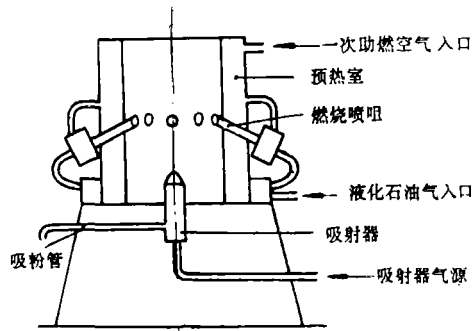


图3 烧成炉结构图

它是由电磁震动送粉器、喷射式喷粉器及供气系统组成。电磁震动送粉器由一个内壁有螺旋槽的圆筒和电磁铁驱动器组成。圆筒由弹簧支承，粉料在震动力的作用下沿螺旋槽上升，由出料管送出。出粉的速率由筒体的振幅决定，调节电磁铁的电流大小，可改变筒体的振幅，从而控制出粉速率。送出的粉粒落在一个面积不大的托盘上。喷射式喷粉器是自行设计的另一关键装置。压缩空气自喷嘴喷出，在周围形成负压区。在负压作用下粉料被吸入，随即喷射到炉膛火焰中心，被高温火焰瞬间加热到熔融温度，在自身表面张力作用下形成球体。

3. 塔筒及收集系统

塔筒由金属薄板制成。顶部设有防爆帽，上部有排气口，筒身是二个半圆筒拼合而成，便于开启。筒壁有观察孔，供给观察炉火工作状态、取样和测温用。烧成炉架在塔筒下部。在烧成炉周围设一环形收集盘，直径较大的成珠就沉降在此盘上；直径较小的成珠经排气管进入分离器进行第二级收集。

4. 监控和测试仪器设备

液化石油气的流量是用Dg15手操纵开关控制，压力是用膜合压力计测定，其量程为600 mm水柱。助燃气体的流量是用玻璃流量计测定。塔筒排气管的流量及压力是用毕托管及斜管微压计测量。温度的测定是依据被测对象的温度高低分别采用玻璃温度计、表面温度计和热偶温度计。

(三) 烧成工艺试验

1. 助燃空气与燃料的用量及配比

试验用微粉的粒度为(0.04~0.09)mm。

助燃空气和液化石油气用量及其比例对玻璃微珠质量有决定性的作用，并且直接影响到产品的价格。为此进行了多次试验，其结果如表1。

表1 助燃空气与燃料对比对微珠质量的影响

助燃空气量 m ³ /h	燃料量 m ³ /h	炉 温 ℃	微 珠 质 量
16	0.7	1050—1100	出现玻璃碴
	0.9	1100、不完全燃烧	呈淡灰色
	1.1	1100、不完全燃烧	呈淡灰色透明度不好

续表

助燃空气量 m^3/h	燃料量 m^3/h	炉 温 $^{\circ}C$	微 珠 质 量
18	0.7	1100~1220	有少量不圆珠
	0.9	1280—1300	合 格
20	0.7	1050—1080	不圆珠较多
	0.9	1220	仍有少量不圆珠
	1.1	1250—1280	合 格
22	0.9	1200	有少量不圆珠
	1.1	1250—1280	合 格
	1.3	1250—1300	合 格

从上述试验可以看出,当液化石油气取 $0.9m^3/h$,助燃空气取 $16m^3/h$ 时,燃料没完全燃烧,玻璃微珠呈淡灰色,透明度差;随着空气量增加炉温也提高了,得到了合格微珠。但当空气量进一步增加时,炉温又略有降低,开始出现不圆珠。这时为了提高炉温,相应的要增加液化石油气,但这对微珠质量并无明显的改善。可是由于多消耗了燃料,自然也就提高了成本,这是不允许的。当液化石油气低于 $0.9m^3/h$ 时,炉温降低,出现不圆珠。

依据实验结果选定,最佳空气量为 $17^{+1}m^3/h$,液化石油气流量为 $0.9^{+0.06}m^3/h$ 助燃空气与燃料比值约为 $18.5:1$,略低于理论值($20:1$),这是因为吸入和喷射玻璃粉时从炉膛下部还要供给少量空气。

2. 喷粉负压值和所需空气量

试验采用的喷粉嘴的直径 $\phi = 6mm$ 。压缩空气自喷咀喷出时在吸口处形成一定负压,由于负压大小不同,吸入玻璃微粉的和喷出的速度也不一样,而这二个因素对玻璃微珠的质量有很大的影响。试验结果如表2。

表2 喷粉负压对微珠质量的影响

负压腔压力 (毫米水柱)	45	55	60	70	80
微珠质量	吸入管出现 堵塞现象	合 格	合 格	合 格	出现未经烧结 玻 璃 粉

当负压腔压力为 $45mm$ 水柱时,由于负压太小吸力不够,吸入粉量太少使生产率降低。同时由于吸入速度太低,会产生堵塞现象。当负压腔压力超过 $70mm$ 水柱时,由于吸力太大,吸入微粉量过多,部分玻璃微粉经过火焰区时没达到融化温度而没成珠,甚至有些就是原来的玻璃微粉,大大地影响了成珠的质量。当负压腔压力为 $(50\sim 70)mm$ 水柱时,喷射速度适中,得到合格的玻璃微珠。

经试验确定,最佳喷粉负压为 $(50\sim 60)mm$ 水柱,耗气量在 $(1\sim 2)m^3/h$ 范围内。

3. 微珠检测

(1) 外观,白色透明。见图4。

(2) 形状,球状颗粒缺陷珠 $<10\%$ 。缺陷珠指熔合珠、失透珠和不圆珠。

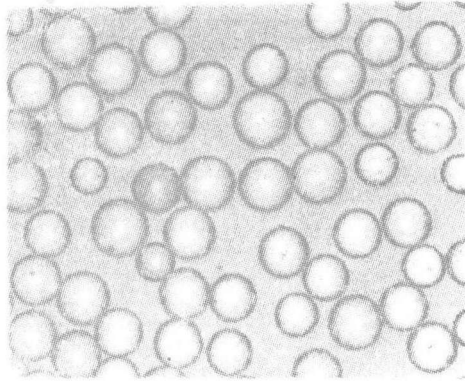


图4 微珠的外貌

选取十个测视点，每个测视点微珠总数不能少于200对每一测视点进行显微镜观察并照像，查出每张照片上缺陷珠总数，求出其百分率。十个测视点缺陷珠百分率的平均值就是检测值。

(3) 失透率 $\leq 5\%$

(4) 耐水性试验是参照JIS进行的。把10g玻璃微珠，放入三角烧瓶中，加入100ml蒸馏水，煮沸1小时。然后过滤观察微珠表面。其表面与原始珠无差别。

三、中间生产试验

为了取得连续生产条件下工艺与设备的有关设计参数和验证上述工艺方案的可行性，在澄海进行了中间生产试验。主要的技术指标是平均投料量为2kg/h，成品率为90%，连续工作时间为3.5小时。

由于没有连续筛分机，只能采用人工筛分，不宜大量投料试验，每次试验时间为(30~60)分，共进行了十七次试验。最后一次试验连续工作时间为5.5h，投料量为11kg，得到成品珠为9.49kg，成品率为86.3%。

通过这次中间生产试验，证明了本文采取的工艺方案是可行的，系统和各部分的设计是合理的。

四、结 论

1. 采用了自行设计的设备成功的制成了 $n_D = 2.02$ 的玻璃微珠，并经过了中间生产试验。国内虽然有的单位已进行了鉴定，但工艺严格保密，这很不利于互相交流。本文详细的叙述了微珠的成型工艺，供同行参考。

2. 用钛钡系玻璃制得的粒径为(0.04~0.09)mm的玻璃微珠，已能满足制造回归反光膜的要求。成品珠白色透明，缺陷珠 $< 10\%$ 。

3. 用液化石油气作燃料时，助燃空气的温度是一个关键性因素。其温度最低要在(300~400) $^{\circ}\text{C}$ ，否则会降低炉温，严重影响成珠的质量。

4. 助燃空气与燃料的用量和比例是影响玻璃微珠质量的另一重要因素，应严格控制。

本文得到马之琪同志大力支持，在此表示感谢。

A Study of Glass Beads for Reflecting Films

Yang Manrong, Tao Yongyi and Ren Bing

Abstract

This paper discusses formative technology of glass beads for reflecting films. High quality glass beads with diameters of 0.04—0.09 mm have been developed.