

负压实型铸造用涂料的组成及其对透气性的影响

西安交通大学(陕西省西安市 710049) 王恩泽 徐学武 何纪运
甘肃工业大学 阎峰云

摘 要 针对负压实型铸造要求涂料具有高透气性的特点,研究了涂料组成中粘结剂种类与加入量、耐火粉料粒形、发泡剂对涂料透气性的影响。揭示了这些因素对涂料透气性的作用原理,确定了为获得高透气性涂料的组成原则。

关键词: 负压实型铸造 涂料组成 透气性

The Effects of the Composition of the Coating Used in VEP Casting on Its Permeability

Wang Enze Xu Xuewu He Jiyun

(Xian Jiaotong University)

Yan Fengyun

(Gansu University of Tech.)

Abstract In order to make the coating used in vacuum evaporation-pattern casting possess with good permeability, the effects of the coating composition (binders, refractory fillers and foaming agent) on the permeability of the coating have been investigated. The action mechanisms of these factors to the permeability have been studied. The principles of determining the composition of the coating have been presented.

Key words: Vacuum evaporation-pattern casting Coating composition Permeability

负压实型铸造是在所需形状的泡沫塑料表面上刷一层涂料,干燥后埋在干砂中,在负压状态下浇注形成的铸件。由于它所生产的铸件具有质量高、成本低等优点,被认为是最有发展前景的铸造新工艺。在该过程中,泡沫气化并通过涂料层排出去才能使液体金属充填型腔,若涂料透气性太差,气化产物不能即时排出去,液体金属便不能顺利充填型腔而使铸件产生缺陷,资料[1、2]报导,使用该工艺所生产铸件的缺陷中,有40%与涂料的透气性有关,如冷隔、皱皮、气孔、增碳等,因此,可以说涂料透气性高低是决定该工艺成败的关键因素之一。然而,目前在这方面的研究报导很少,Martinez O. A.^[3]只是定性地分析了对负压实型铸造用涂料的基本要求,Goria C. A.^[4]在其工作中较系统地研究了由于涂料透气性太差所引起的各种铸造缺陷。从而进一步表明涂料透气性是该工艺中的关键因素。本文在前期的研究中仅探索过涂料中的组成之一——粘结剂加入量与其透气性的关系^[5],且当时所用涂料透气性测试方法较粗糙,所以在科学可靠的涂料透气性测试方法建立起来之后^[6],较系统地研究了涂料中各组成的特性或对比对涂料透气性的影响。

1 实验条件

1.1 实验过程

将一定配比的涂料原料在实验室小型碾轮式混砂机中混碾1小时后即得配好涂料,将配好的涂料均匀刷在泡沫塑料上,厚度尽量控制在1mm左右,然后放在温度为 60 ± 5 烘箱中保温1小时,待冷却后,用力使塑料泡沫变形使涂料片从泡沫塑料上剥落,得到测其透气性的试片。将厚度为 h (cm)的涂料试片用黄油贴于压强为 P_b 的真空室的进气口上,打开进气阀使外界空气通过涂料片进入真空室,记录下真空室内气压从 P_b 上升到 P_e 所需时间 t (min),则可由下式得涂料透气性

$$K = 547.7 \text{ h/t} \quad (\text{cm}^4/\text{g min})$$

该式的详细推导及 P_b 、 P_e 等测试参数的确定参见文献[6]。

1.2 实验用材料

生产中用得最多的是水基涂料,因其价格便宜、使用安全、保存性好。水基涂料除水以外还有耐火材料、粘结剂、悬浮剂及附加物四大基本组成,根据前期的研究结果^[6]与分析,所选材料分别如下:

(1) 耐火材料

270目石英粉,为考察耐火材料粒形对透气性的影响又选270目鳞片状石墨粉作为对比。

(2) 粘结剂

SF-15 型碱性水溶性酚醛树脂,聚醋酸乙烯乳液(白乳胶)

(3) 悬浮剂

膨润土,胶质价为 93 ml,膨胀倍数为12.5 ml。

(4) 附加物

十二烷基苯磺酸钠

2 实验结果与分析

2.1 粘结剂对涂料透气性的影响

文献[6]表明,在涂料的四大组成中,粘结剂对涂料透气性的影响最为显著,因此在 270 目石英粉 100%,膨润土 3%,白乳胶分别为 1%、2%的条件下,通过改变酚醛树脂加入量,考察了粘结剂对涂料透气性的影响,结果如图 1 所示。由此看出,酚醛树脂量过多或过少其透气性都较低,树脂加入量合适,涂料可获得最高透气性。1%白乳胶时,树脂量为 1.4%时透气性也达最高值;2%白乳胶时,树脂量为 0.8%时透气性也达最高值,且二者最高值相近。这说明涂料能够达到的最高透气性是由耐火骨料决定的,是否能获得其最高透气性还取决于粘结剂的种类与加入量。粘结剂为何有如此大的影响呢?对配比为白乳胶 2%、酚醛树脂分别为 0.5%、0.8%、1.7%的三种涂料用扫描电镜进行了微观形貌分析,结果如图2(a)、2(b)、2(c)所示。由此可以看出,树脂量为 0.5%时,涂料层上部虽较疏松,但下部很致密,这是使涂料透气性降低的因素,因此透气性在该配比下较小,当树脂量为 0.8%时,涂料整个断面都较疏松,存在较多孔洞,因此透气性较好,当酚醛树脂量增加到 1.7%时,涂料层下部虽较疏松,但上部致密,因而透气性下降,所以透气性数值表现出如图 1 所示的变化趋势。树脂量为何会影响到耐火粉料的宏观分布?粘结剂在涂料中是溶解于水中的,粘结剂量的高低将影响其水溶液的粘度,粘结剂越多,其

水溶液粘度越大,耐火粉料在其中的悬浮性将越好,则越不易聚沉。因此当树脂量为 0.5%时,水溶液粘度低,粉料沉积在涂料层下部而使其下部变得较致密,导致其透气性下降。树脂量为 0.8%时,水溶液粘度较大,对粉料的悬浮性较好,粉料不易聚沉,因此在涂料整个断面内都较疏松,所以其透气性较好。当树脂量增加到 1.7%时,虽然粉料不易沉积,涂料层下部也存在不少孔洞,但由于水溶液中粘结剂量太多,其结膜性较强,因此在涂料上部由于存在较致密的粘结剂膜而导致涂料透气性下降。根据这样的实验事实与分析,比重越小的耐火粉料,最大透气性对应的粘结剂量应越低,为了证实这一点,作者用比重量较低的石墨粉(其密度为 2.2 g/cm^3 ,石英粉的密度为 2.7 g/cm^3)在相同实验条件下检测了其透气性随酚醛树脂量的变化,结果如图 3 所示。由此可见,石墨粉涂料最高透气性所对应的树脂量为 0.8%,比石英粉涂料最高透气性对应的树脂量 1.4%低。

为何石英粉涂料最高透气性比石墨粉涂料最高透气性大得多?这说明耐火骨料的其它特性还影响着涂料的透气性,因此又进行了如下研究工作。

2.2 耐火粉料粒形对涂料透气性的影响

石英粉涂料与石墨粉涂料的透气性有如此大的差别,是由于其粒形上的差别引起的。通过对石英粉涂料与石墨粉的扫描电镜微观形貌分析发现,石英粉

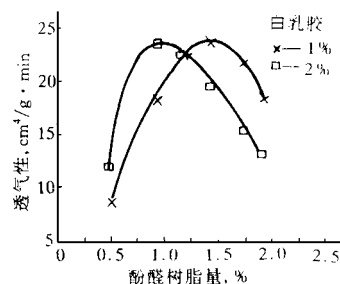


图 1 酚醛树脂量对涂料透气性的影响

Fig. 1 Influence of phenolic resin content on the permeability

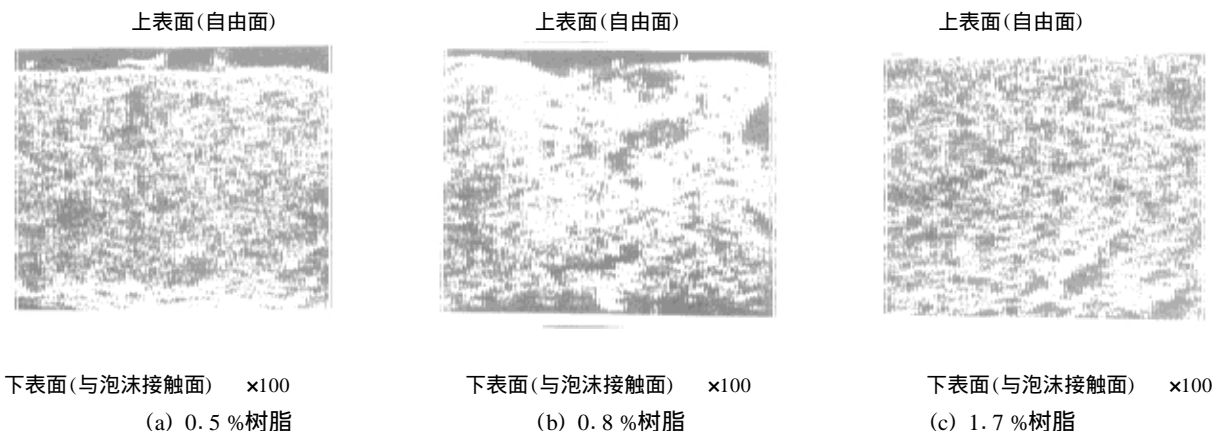


图 2 涂料断面形貌 Fig. 2 Morphology of coating section

粒形近似等轴状,而石墨粉粒形呈长条的片状,如图4、5所示。等轴状的石英粉涂料在涂刷过程中呈无序随机分布,而长条片状石墨涂料在涂刷的剪切力作用下呈长条平行于涂刷方向分布,这种分布使沿涂料厚度方向的孔隙率减少,并使气路曲折而增加了气体

流动路径的长度,因此涂料的透气性降低。所以在耐火骨料的粒形方面,选用等轴的耐火粉料有利提高涂料的透气性。当然,若采用喷涂法,消除剪切力的作用,这种粒形的影响就不会显示出来。

2.3 发泡剂对涂料透气性的影响

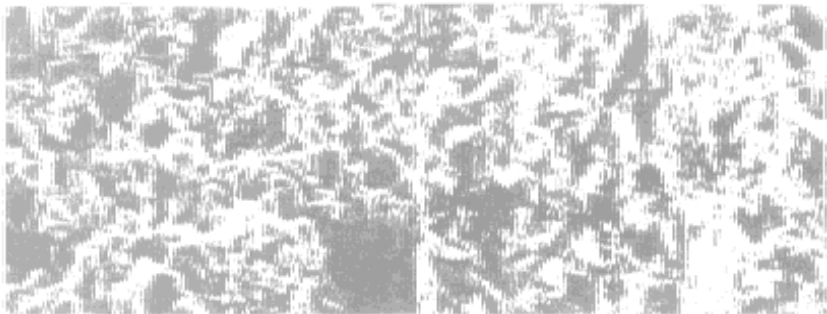


图3 石英粉与石墨粉涂料透气性对比

Fig. 3 The permeability with different refractory fillers

图4 石英粉涂料层断面形貌 ×500

Fig. 4 Morphology of coating section with quartz power

图5 石墨粉涂料层断面形貌 ×500

Fig. 5 Morphology of coating section with graphite power

发泡剂作为一种附加物可使涂料中产生气泡,增加涂料中的气流通道,可提高涂料透气性。为此用发泡能力强的十二烷基苯磺酸钠进行了实验,结果如表1所示。其实验条件是,石英粉100%,酚醛树脂1.4%,膨润土3%。由此可见,随着发泡剂量的增加透气性总是增加的,且透气性越低的涂料,加发泡剂后透气性增加的幅度越大。发泡剂形成的孔洞,如图6所示。

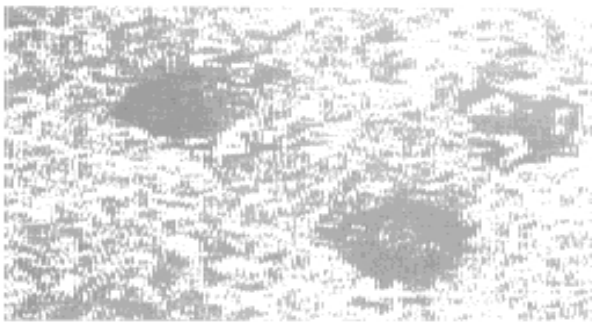


图6 发泡剂在涂料中形成的孔洞 ×200

Fig. 6 The holes resulting from foaming agent in coating

涂料中的孔洞增多,强度会下降,所以发泡剂的加入量要适当控制。

3 结论

研究了涂料中粘结剂种类与加入量、耐火粉料粒形及发泡剂对涂料透气性的影响,得到如下认识:

(1) 涂料要获得高的透气性,要求粘结剂加入量要适中。粘结剂量太低时由于其水溶液的粘度低而导致粉料易沉积,使涂料透气性下降;粘结剂量太高时由于形成厚且连续的粘结剂膜而使涂料透气性降

表1 发泡剂对涂料透气性的影响

白乳胶量, %	透气性, cm ⁴ /g·min			
	发泡剂量, %			
	0.1	0.2	0.3	0.4
1	20.60	21.94	22.74	24.10
2	13.65	14.72	16.32	20.10

低。最高透气性要求的粘结剂量与耐火粉料及粘结剂特性有关。

(2) 耐火粉料粒形对涂料透气性有较大影响,长条片状粒形会形成沿涂刷方向的取向排列,这会减少排气通道、增长排气路径而使涂料透气性下降。等轴耐火粉料有利提高涂料透气性。

(3) 涂料中加发泡剂可有效地提高涂料透气性。

参考文献

1 付其霖,愈德顺. 真空实型铸造. 新世纪出版社,1991. 143 ~ 162
2 梁光泽. 实型铸造(第三版). 上海:科学技术出版社,1990. 24 ~ 32
3 Martingez O. A. . A F S. Transactions,1990,98:241 ~ 244
4 Goria C. A. Serramoglia C. . A F S. Transactions,1986,94:589 ~ 600
5 王恩泽,何纪运,阎峰云,沈 军. 特种铸造及有色合金,1993(6), 1 ~ 3
6 王恩泽,徐学武,何纪运,阎峰云. 铸造技术,1997(1),19 ~ 21

收稿日期:1997—01—14