

文章编号:1003-8345(2005)02-0052-05

湿型铸铁件生产中一些与型砂有关的问题解答 (一)

——与粘砂和煤粉有关的问题

于震宗

(清华大学 北京 100084)

中图分类号:TG221 TG250.6

文献标识码:B

Answers to Some Moulding Sand-Related Questions in Green Sand Mould Iron Castings Production(I)

——Questions related with penetration/burn-in defect and coal dust

YU Zhen-zhong

(Tsinghua University , Beijing 100084 ,China)

近年来,笔者接触到一些湿型铸铁工厂提出

收稿日期 2003-07-18

作者简介:于震宗(1924.1-)男,清华大学教授,博士生导师,长期从事铸造材料及铸造工艺领域的教学和科研工作,成果卓著,现已退休。

有关型砂和铸件表面质量的实际问题。这些问题影响到产生各种表面缺陷,给生产带来很多困难。实际上,只要采取适当措施,这些困难都有可能减少,甚至可以彻底解决。考虑到可能还有其他工厂

难于清理。故选用铝矾土和石英粉组合使用,双峰级配合。使其透气性较高。

(2) 粘结剂:低温粘结剂乳白胶,高温粘结剂硅溶胶两者组合使用。

(3) 悬浮剂:锂基膨润土或钠基膨润土。

(4) 溶剂:水。

(5) 附加物:表面活性剂和消泡剂。聚异丙二醇醚和正丁醇,为增加涂料对模样的润湿性。根据模样表面情况需要也可加微量脱脂剂。

(6) 锂辉矿粉:增加涂料的悬浮性,还起着助熔剂和助剂作用,防止粘砂形成脆碎玻璃状渣膜易于清理,使铸件表面光洁。

2 混制工艺

耐火骨料(铝矾土200目或260目加石英粉)+
悬浮剂(膨润土)+锂辉矿粉(精细级200目)

干搅拌(中速) → 硅溶胶+乳白胶+附加物(活性
0.5~1.0 h

剂、消泡剂)+水 → 湿混 → 高速-低速 1~2 h → 出料。

3 配比

根据铸铁牌号和铸件厚薄大小而变动,铝矾土90%~70%,石英粉10%~30%,乳白胶1%~3%,硅溶胶4%~6%;膨润土1%~3%,锂辉矿粉3%~5%(锂辉矿粉加到30%则减少铝矾土,石英粉配量,由本地组合配比成本而选择),附加物微量。

4 混制后的涂料性能

密度(20°C) $1.50\sim 1.80\text{ g/cm}^3$ 悬浮能力 24 h的 $>90\%$ 流杯粘度 $17\sim 20\text{ s}$ 固体含量 $70\%\sim 80\%$ 波美度 $95\sim 105$ PH值 $8\sim 10$

5 效果

涂料经球铁管件厂,灰铸铁泵体厂等多家使用效果比较好,强度高,透气性好,涂挂牢固,不粘砂,铸件表面光洁,易于清理。

也存在类似情况,因此将各种问题回忆整理,并归纳成几类,冒昧提出个人不成熟见解,供业界同仁参考,并望多加指正。

1. 辽宁省某厂生产出口湿型铸铁件,但铸件表面有粘砂缺陷。外国客户认为工厂型砂所用内蒙原砂的二氧化硅含量只有90%左右,比起德国铸铁用原砂的二氧化硅高达99%低得多,所以推论该厂的粘砂属于化学粘砂,建议改用含二氧化硅更高的石英砂。究竟怎样分辨各种粘砂类型?使用内蒙硅砂生产铸铁件会产生粘砂吗?

铸件粘砂最常见的有化学粘砂和机械粘砂两种。其中化学粘砂的产生原因是金属氧化物(主要为氧化铁)与型砂的二氧化硅起化学反应生成硅酸亚铁(铁橄榄石)。这是一种低熔点化合物,能够向型砂深层渗透。而且硅酸亚铁凝结后对铸件和型砂都具有强力的黏着性,能够将型砂层牢固地粘附到铸件表面而成化学粘砂。化学粘砂主要发生于铸钢件(特别是厚壁大件)。水玻璃砂型由于含有氧化钠促使产生低熔点化合物,也会使铸件形成化学粘砂。因此生产上述铸件时,砂型表面都采用刷耐火涂料将金属液与砂型的石英隔离开来,防止生成化学粘砂。机械粘砂是金属液直接钻入砂型颗粒间孔隙深处,靠凝固后金属的包围和钩连作用与型砂机械地连结在一起,没有发生化学反应。区别两种粘砂类型的简易试验方法如下:用万能电表测定粘砂块与铸件本身之间的电阻,如基本上没有明显电阻,表明粘砂块主要是金属形成的,属于机械粘砂。铲下一小块粘砂浸入浓盐酸中,如果经过一夜后观察到粘砂块消失,只余下少量砂粒,表明粘砂属于机械粘砂,金属部分已溶于盐酸中形成氯化铁。凡是与上述两试验结果不同的则属于化学粘砂。铸铁件的铁液含碳,不会产生大量氧化铁,湿型砂中又含有相当多的煤粉,浇注时产生的还原性气氛防止金属氧化物的产生,因此不生成化学粘砂。

根据多家工厂的生产经验,用内蒙砂混制的湿型砂生产铸铁件只形成机械粘砂而不会形成化学粘砂。甚至使用江西砂和黄河风积砂(二氧化硅分别 w_B 约88%和82%)的湿型生产中小铸铁件也不形成化学粘砂。只要型砂中加入足够量优良品质的煤粉,砂型紧实程度适当,就能够消除机械粘砂缺陷。

2. 我厂用手工造型生产的铸铁件中有高速列车用球墨铸铁刹车盘,现在刹车盘的金相组织、力学性能都已全部符合铁道部的要求。曾考虑生产出口铸件,只是湿型铸件整体表面有不同程度的粘砂,难以被外商客户接受。粘砂的原因是什么?怎样才能使铸件表面不产生粘砂,而且表面光滑?

铸铁件表面的机械粘砂原因有多种可能性:

浇注温度过高,但是你厂用冲天炉熔化,没有感应电炉双联熔炼,还要进行球化处理,浇注温度不可能过高。型砂透气性过高,最好用型砂透气仪测定一下,手工造型希望透气性在70~100。但你厂缺少仪器,无法从透气性数值判断粘砂原因。不过你厂的原砂来源是内蒙砂,粒度大致为70/140,透气性不会过高。煤粉品质不好和煤粉加入量不足,最好请其他单位检验一下型砂的发气量。希望每克型砂发气在26~28 mL,如果发气量过低,就可能是铸件表面粘砂和不够光滑的主要原因。

3. 我厂用煤粉一直是一家关系密切的个体商供应,湿型单一砂混砂时煤粉加入量大约2%。铸件表面有些毛糙,必须整体砂轮打磨才能交货。是否应当再增多混砂时的煤粉加入量?

你厂的单一砂混砂的煤粉加入量已经很多,而铸件仍然表面毛糙。除非浇注温度和型砂透气性有问题,只能归咎于该个体煤粉供应商的产品品质不佳。曾见到有的个体商加工所用的原煤本来就是不适合供湿型砂使用的劣质煤。也有的向原煤中故意掺入杂质。还有的将炼焦煤洗选出来的矸石废料当作煤粉售给铸造工厂。遇到你厂的问题,最简单的解决办法,不是增多型砂的混砂煤粉量,而是改为购买货真价实的好煤粉。常见的劣质煤粉的特征之一是灰分过高。灰分检测方法按照国标GB/T212-91,一般铸造工厂的化学分析室都有条件进行检验。希望煤粉的灰分(w_B)不超过10%,有的劣质煤粉的灰分(w_B)超过15%,甚至高达30%~76%,千万不可使用。

4. 什么煤粉能防止湿型铸铁件表面粘砂?工厂化验室怎样分辨煤粉的好坏?

煤粉的作用在于:浇注时发出大量还原性气体,能够防止铁液氧化,避免与石英砂产生化学反应,煤粉受热后成为固、液、气三相的胶质体,能够堵塞砂粒孔隙,使铁液难以钻入,煤粉的挥发分在高温下气相热解,析出微细结晶的光亮碳沉积在

砂粒表面,使砂粒不被铁液润湿,不能借助表面张力向砂粒孔隙中渗透。因此,湿型铸铁件的型砂中加入良好品质的煤粉可以防止机械粘砂,而且使铸件表面光滑美观。

对铸造工厂而言,效果较好的煤粉具有以下几种特性:灰分(w_B)不高于10%;挥发分(w_B)30%~38%;胶渣特征4~6级;光亮碳(w_B)量10%~18%;硫分(w_B)不大于0.6%。前三项的检验方法根据国标GB/T212-91,在工厂的型砂实验室中都可以方便地完成。光亮碳量的检验只能由专门实验室进行。不过测定了前三项就已经基本上可以判断煤粉品质好坏了。例如过去国内曾经广为应用的一种山西北部煤粉,品质指标中灰分(w_B)约12%~14%,挥发分(w_B)26%~28%,胶渣特征2级,光亮碳量(w_B)3%~4%。虽然也能用于防止铸件粘砂缺陷,但是型砂中加入量需要更多些。因而使型砂需水量增多,性能偏脆。如果用于生产高密度造型铸件和品质要求高的铸件,就会增大产生气孔和砂孔缺陷的倾向,现已较少应用。目前使用较多的、符合以上五项指标的良好品质煤粉产品有两种:一是“优质煤粉”,由内蒙两种原煤配合磨粉制成。灰分(w_B)低于9%、挥发分(w_B)高于33%、焦渣特征4~5级、光亮碳(w_B)量10%~13%。另一种是“高效煤粉”,由河南原煤加入高软化点石油沥青共同磨粉制成。灰分(w_B)不超过10%、挥发分(w_B)不低于35%、焦渣特征5~6级、光亮碳(w_B)量12%~15%。

5. 用湿型生产铸铁件,砂型不刷涂料,铸件最大质量可达到多少?

笔者40年前在湿型砂中只加普通煤粉、扫地面粉和重油液,砂型不刷涂料,生产276 kg柴油机气缸体,抛丸前铸件表面已相当光洁。另一工厂采用类似型砂配方,曾成功地浇注出质量高达三百余公斤的气缸体。笔者认为,如今高品质原材料有了充分供应,使用高密度造型方法,只要控制好型砂透气性,单靠加入最优品质煤粉,砂型表面不需涂料,也有把握生产出200 kg和更重的表面光洁铸件。如果确有需要,面砂中再加入少量一淀粉,生产的铸件质量300 kg左右也不成问题。

6. 煤粉污染环境,也使工作条件恶化。听说有的工厂采用无污染和清洁的单一材料代替煤粉,有无此事?

人所共知,煤粉的缺点是污染环境和恶化工作条件,因而国内外有些单位多年前就曾致力于研究浅色或白色的煤粉代用品。例如国外个别工厂曾使用白色聚苯乙烯粉末代替煤粉。但因对型砂性能有不良影响,而且价贵,不久即又恢复使用煤粉。国内某厂曾使用白色聚乙烯醇等有机物的混合物代替煤粉,用后型砂韧性显著提高,流动性下降,引起铸件表面粗糙,也又改回使用煤粉。国内有一工厂多年使用一淀粉代替煤粉,防粘砂效果大体相当于优质煤粉。不过产生还原性挥发分不够,不可用来生产球墨铸铁件,否则铸件可能产生皮下气孔缺陷。一淀粉另一不足之处是价格较高,不便大规模推广使用。至今,除煤粉以外,尚无其它更为理想的防粘砂材料。

7. 市上推销有多种所谓“煤粉代用品”,都不说明它们是些什么成分。这种复合煤粉有什么优缺点?

许多造型材料供应厂商推销的“煤粉代用品”商品大多是黑色的。因为其主要成分仍为煤粉,另外还会掺入少量其它材料。例如可能掺有以下几种材料中的一两种:一淀粉或面粉厂扫地小麦面粉,为的是提高型砂的韧性和起模润滑性。

石墨粉在煤粉中掺入少量石墨粉,据称是为了改善型砂的流动性。废机油或其它矿物油与煤粉合用也起辅助的防粘砂作用。但是加入量只可少量,否则会过粘而影响混砂给料器定量。煤焦油沥青抗粘砂效果很好,只不过在浇注时会排放出有害健康的气体,如3,4-苯并吡等致癌物。膨润土,只对提高型砂强度有好处,与抗粘砂性能无关系。其它矿物粉末,只是提高商品质量,不起抗粘砂作用,而且对型砂性能有害。

总之,到目前为止,国内外都没有更新的防铸铁件粘砂理论,也没有什么新的秘密材料。将上述几种辅助材料与煤粉任意混配一起算不得专利配方。国内有些对铸件品质要求极高的外资铸造工厂和管理严格的本国铸造工厂都愿选用优质煤粉或高效煤粉,而不使用其它代用材料。只是确有需要时,在面砂中掺入少量一淀粉。

8. 我厂刚开始使用进口高密度造型机时,由于没掌握型砂技术,一种出口美国的铸件表面十分毛糙。自从接受专家建议,改用高效煤粉来代替当地个体户生产的劣质煤粉后,铸件表面光洁,而且其它缺陷也大为改善,我们自己感到相当满意。

但是最近有一家经营铸件出口公司的工程师,要求我厂改用他推荐的某种“煤粉代用品”。这个建议正确吗?“煤粉代用品”在国内主要工厂中的应用效果如何?

你厂既然铸件表面品质很好,就不必改用其它不知真实成分的“煤粉代用品”。而且其效果多半不及优质煤粉和高效煤粉,价格又大多是优质煤粉和高效煤粉的几倍,不利于降低铸件的生产成本。由于其成分保密,产生铸件缺陷后不易查找原因和采取纠正措施。曾有个别铸造工厂向笔者诉苦。一家山东生产球墨铸铁曲轴的工厂,使用特制光亮剂后,出现型砂粘模板现象而影响生产。又如山西有一家使用进口挤压造型机的铸造工厂,使用某工程师推荐的复合型砂附加材料后,铸件表面出现大量砂孔和气孔缺陷。还有一家北京郊区铸造工厂,按照城里来的工程师的意见,使用“某种代用品”代替煤粉。铸件粘砂严重,废品率达50%。其余铸件也需整体打磨。

9. 铸造工厂怎样判断各种煤粉和“煤粉代用品”的效果好坏呢?

虽然可以在工厂化验室中检验材料的灰分、挥发分和焦渣特征,或者委托专门单位检验光亮碳量。但是对于工厂来说,更为直观的试验方法是浇注试验。试验的关键是使用全部新砂来混制试验用型砂,以免旧砂中所含煤粉等材料干扰试验结果。最好利用型砂实验室中的小型混砂机,混制几种不同配比的型砂进行对比试验。每一碾同样称取5 kg新砂和350 g膨润土,另外分别加入同品种的煤粉或代用品20 g、30 g和40 g,湿混10 min。注意控制型砂湿度都是最佳状态(紧实率45%左右)。将混制好的几种型砂,分别铺在同一砂箱中几个相同典型结构模样的同样部位。造型、浇注和落砂后,观察比较铸件表面,即可分析出使用哪一种煤粉或代用品的铸件局部表面最为光洁,加入量多少才能得到理想效果。

除此以外,还应进行型砂性能检验。尤其应注意型砂的需水量是否增加,透气性有无额外增大或降低,强度有无异常改变,韧性和流动性是否正常,以及是否粘手等。

10. 国外知名的造型材料供应公司也有这样向铸造工厂保密的混合附加物吗?

美国很多大型湿型铸铁件工厂所用膨润土、煤粉、淀粉等材料,是由造型材料公司就近的混配

站按专用配方混合配制成复合型砂附加物,用散料罐车运送到工厂,靠气力输送的车间料库中。完全不需人工搬运,混砂时只需加入一种混合附加物即可,操作简单,省时和省事。复合型砂附加物的配方具有以下特点:配方是由供需双方的工程师相互协商共同制定的。在正式生产中,如果发现有不足之处,就由供需双方工程师共同作出修改方案。配方根据铸件具体生产条件而不同,同一铸造工厂的几条不同造型线的复合型砂附加物的配方都可能有差别。都由供需双方的工程师共同研究讨论后确定。不能不论铸件厚薄、形状不同,造型设备不同,都使用同样的复合附加物。既然复合附加物的配方是公开的,从而商品的成本和售价也都是透明的。

11. 过去曾有煤粉供应公司的广告中宣传:“煤粉的光亮碳量20%以上”。不知你对此有何评论?

关于说到自己公司产品的光亮碳量高的词句,应该了解是什么单位做的检验,并要求出示化验单。全国有光亮碳量检验技术和仪器的单位不超过六、七家。这些单位也都会关心何处出现如此高光亮碳量的煤粉。再者,要使煤粉的光亮碳量超过20%,就需要向优质煤中掺加高软化点石油沥青30%以上,不但提高生产成本。而且从技术上来说,通常使用的煤粉光亮碳量10%~15%,已能浇注出表面极其光洁的铸件,而且更为经济。

12. 有些用户在使用优质膨润土后,随着加入量的大幅减少,型砂的含泥量下降,透气率上升,造成铸件表面粘砂的机会增加。如何来协调相互之间的关系?

如果型砂的含泥量(不是旧砂)已经较低(例如低于12%~13%),型砂透气性已经较高(例如高于140~160),应考虑将混砂机除尘系统中的旋流分离器中一部分(甚至全部)粉尘返回到旧砂中。也可以在混砂时加入较细原砂,例如加100/140两筛细砂5%。如果以上措施都不能实现,就只好向型腔表面喷刷砂型涂料。

13. 经常发现在缸体水套砂芯的顶端有残余砂粒无法震动脱落。需用尖头细柄工具捅下,造成很大麻烦,这是否属于粘砂?

生产缸体和缸盖水套砂芯通常用原砂粒度都是50/100,不应太粗。除非局部紧实程度不够,一般不会粘砂。为了弥补在硬化后的砂芯表面局部疏松,可以涂抹用机油或其他粘结剂加石墨粉或

文章编号:1003-8345(2005)02-0056-06

感应电炉的原理、构造和筑炉、修炉方法

金仲信

(三立环保设备工程有限公司 江苏 常州 213101)

中图分类号:TG232.5

文献标识码:E

Principle, Construction of Induction Furnaces and Their Lining Building and Repairing

JIN Zhong-xin

(Sanli Environment Protection Equipment Engineering Co Ltd., Changzhou 213101, China)

我国的铸铁熔炼历来以冲天炉为主。随着我国加入世贸组织,国际铸件市场竞争的日益激烈和铸件出口的逐步增长,顾客对材质稳定性的要求日趋严格;采用感应电炉单独熔炼或与冲天炉等双联熔炼已是一种必要的生产手段。本文介绍感应电炉的类型和熔炼特性、熔化原理和炉型构造、筑炉和修炉方法。

1 感应电炉的熔炼特点

感应电炉与其它熔炼炉相比,除了熔炼原理

之外还有如下的特点:

- (1) 采用电磁感应将材料直接加热,热效率高。
- (2) 由于熔炼中未使用空气,元素烧损少,杂质混入也少。
- (3) 操作简单,成分调整、添加微量元素和温度控制容易。可方便地熔炼成分均匀的高牌号铸铁和合金铸铁。
- (4) 熔炼炉周围的热散发小,烟尘发生量低;作业环境改善,有利于环境保护。
- (5) 占地面积小。
- (6) 电流密度高,适用于高温熔炼。
- (7) 容易实现自动控制,特别是可利用计算机进行程序控制。

收稿日期:2004-12-18

作者简介:金仲信(1948.8-),男,高级工程师,在有关铸造杂志上发表论文、译文百余篇,原从事铸造工艺、铸造熔炼工作,现从事质量管理工作。

其它耐火粉料调制的涂料膏,晾干后即可下芯。当生产内腔清洁度和光洁度要求很高时,必须对砂芯采取整体涂料而后表面烘干。但是在水套砂芯顶端的不易脱落的残砂似乎不属于机械粘砂,因为能被捅下,表明铁液没有钻入砂芯表层中。产生原因可能有以下几种:芯砂中加入氧化铁以防氮针孔,能够降低砂芯的烧结点。为了防止气孔缺陷而将浇注温度过分提高。例如砂型浇注温度提高到1440℃以上。水套顶端的砂芯三面受热,即使二氧化硅含量较高的福建原砂也会轻度烧结。砂型和砂芯表面烧结形成的粘砂可以称为“热粘砂”。通常铸件外表面的热粘砂不难抛丸清除掉落,而内表面就需要由人工用专门细柄工具细心清理。

14. 我厂曾经发生煤粉料斗持续冒烟,不知如

何扑灭。为什么煤粉会自己冒烟呢?应该如何消除和防止?

这就是煤粉发生“自燃现象”。有些煤粉挥发分较高,或配煤的成分中含气煤较多,煤粉在堆积严密,不能透风散热的条件下,就有可能产生自燃现象。笔者认为消灭煤粉料斗冒烟,绝对不可向料斗中吹风,否则燃烧更加猛烈。更不可浇水灭火,以免难于清除。也许可以将用于水玻璃砂型硬化的二氧化碳气瓶取来,自煤粉料斗底部向斗内吹气,排除斗内氧气,使煤粉的燃烧熄灭。以后选购煤粉时也应把是否容易自燃做为条件之一。国外资料介绍煤粉口袋在库房中堆放不可过高,还要注意口袋之间留出通道,以便散热。还有的造型材料供应公司专门供应一种掺入少量(10%左右)膨润土的煤粉,制成混合粉,即可防止自燃。