

DISA 线生产优质铸件的工艺技术与应用

任现伟

(洛阳古城机械有限公司, 河南洛阳 471023)

摘要: 随着铸造工艺技术的不断创新和进步, 特别是先进铸造设备的开发和应用水平的提高, 使得我国铸造行业向机械化、电子化和智能化方向发展的力度不断增大。从如何应用DISA无箱射压自动造型机生产优质铸件为出发点, 研究与之相关的工艺技术和生产应用过程中的控制要点, 以期能为铸造企业生产优质铸件提供借鉴。

关键词: DISA线; 工艺技术; 铸造

DISA无箱射压自动造型机以其自动化程度高、生产效率高、经济性好以及所生产的铸件总体质量优良等特点, 已经成为很多铸造企业的主流生产设备。由于不同型号的DISA线模板尺寸不同, 所能生产铸件的尺寸大小也不同。目前DISA大部分型号造型机所能生产的铸件属于湿型砂小型件。从统计数据来看, 铸铁件是目前DISA线生产中最为普遍和常见的铸造合金类型。在DISA线上可以生产常见的汽车用钳体、支架、转向节、飞轮、压盘等微小型铸件^[1], 也可以生产发动机缸体、缸盖、高铁配件, 以及其他工业用小型铸件。在DISA线上生产的合金类型除了灰铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁以及铸钢等黑色铸件以外, 还可以生产铸铝、铸铜等有色合金铸件, 生产的铸件单重可以小到0.4 kg, 大到100 kg左右; 壁厚在3~80 mm的铸件均能在DISA线上生产。一般在DISA线上生产铸件的工艺流程见图1所示。

正是由于DISA线上述的优点, 为了能够生产出优质的铸件, 必须从砂处理、熔炼、造型、浇注等工序着手, 对铸造过程中的工艺技术进行深入地研究并应用到实际的生产过程中。

1 砂处理

砂处理通常被我们称之为混砂或者是配砂, 是制备用于造型材料的混砂加工程序。经过砂处理的湿型砂可以为造出的型腔提供必要的热物理性能和耐高温性能, 它的各项指标和性能必须能够满足铸造过程所需的工艺规范, 使金属液在型腔中凝固后得到所需形状和力学性能的铸件。混碾后的型砂的砂粒间具有一定的孔隙度, 确保型腔具有一定透气性, 当与高温金属液接触后, 在型腔内使金属液受热急剧膨胀形成的大量气体和型砂本身存在的气体能顺畅地逸出。因此, 需要从以下几个方面对湿型砂的混制技术进行研究。

1.1 回用砂

1.1.1 回用砂含水量

回用砂水分的高低直接决定着砂处理过程是否顺畅, 并且影响着最终的型砂性能。多年来的生产实践经验表明, 想要使砂处理过程可控、能够得到良好的型砂性能, 从一开始就应对回用砂的水分进行有效的管控, 采用相关的措施, 在铸件落砂过程中或者落砂后尽早向回收砂中均匀地加入足够量的水分, 在降低砂温的同时将回用砂的水分稳定在一个合理范围内。同时, 要有足够的回用砂量和用于储存回用

作者简介:

任现伟(1980-), 男, 工程师, 主要从事铸造工艺和材料的研究、开发与应用工作。电话: 13525453437, E-mail: lyrenxianwei@163.com

中图分类号: TG24

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2019)07-0777-05

收稿日期:

2019-03-18 收到初稿,
2019-04-24 收到修订稿。

砂的砂库容积,用于延长回用砂的循环周期,使加入进去的水分有充足的时间与回用砂中的各组分互相浸润和渗透,从而使砂粒表面已经脱水干燥的有效膨润土能以充分的润湿,表面充分润湿的砂粒可以提高膨润土的裹覆度,这也是提高湿型砂强度的关键因素。

1.1.2 回用砂温度和状态

目前的砂处理系统在回用砂进入储砂库前大部分都具有对其进行调整的功能。型砂与高温金属接触后会有一部分膨润土失去结晶水,丧失应有的粘结力,这时候就需要加入一些新的膨润土。在大多数砂处理系统中,回用旧砂中有85%~93%的膨润土在混砂过后可再次发挥效能。因此,回用砂的状态对膨润土的复水作用及性能恢复至关重要。如果落砂后返回到储砂库时温度低于40℃^[2],含水量在1.4%~1.9%,并能在砂库内停留3h以上,则型砂性能的恢复效果就会大大提高。只要经过一定的时间,水分就会附着在膨润土晶层表面的理想位置上。但必须尽量控制回用砂的水分不能超过2.1%,否则会给后续的沸腾冷却装置和混砂过程带来麻烦。一般DISA自动造型线所需的回用砂指标如表1所示。

还有一些因素会影响回用砂的复水效果,并且其作用取决于系统型砂的成分。如砂芯粘结剂中的含碳添加剂和有机凝聚物在型砂系统中聚集过多,就会成为复水过程的阻碍。过量的凝聚物会产生防水层,防水层在膨润土的结构中会妨碍复水作用。过量的可溶和不可溶于水的微粒会迅速汲取水分,势必与膨润土争夺水分。因此,必须通过尽量少地使用覆膜砂等砂芯和减少回用砂中混入的瞬时随流孕育剂等去控制这些微粒在型砂中的含量。

1.2 原砂

大多数的DISA自动造型线铸造企业使用的造型用型砂,都是在擦洗砂或者水洗砂^[3]中加入一定量的膨润土、煤粉、水以及其他添加剂,经过混碾制成的合成型砂。在混砂过程中加入原砂的目的是补充铸造生产过程中有效砂粒的减少和损失,冲淡型砂中的灰分,稳定型砂的粒度、含泥量、透气性等指标,从而保证混制出具有一定强度和其他性能的、符合造型需要的型砂。原砂质量的控制指标如表2所示。

1.3 膨润土

膨润土是以蒙脱石为主要成分的非金属矿物,它遇水就会得以迅速膨胀。因此,在铸造生产中,我们主要利用的是膨润土矿物的膨胀性。在砂处理过程中加入膨润土的目的是使型砂具有足够的黏结力。膨润土在提高型砂的湿拉强度、热湿拉强度等性能的同时,还可以提高型砂抗热稳定性。由于我国天然的钠基膨润土资源非常稀少,因此,大多数铸造企业用的膨润土基本都是经

过碳酸钠加钙基膨润土制成的活化膨润土,或者是经过人工钠化处理的钠基膨润土,很少有铸造企业使用价格昂贵的进口天然钠基膨润土。我们在选择膨润土种类的时候,首选蒙脱石含量高的钠质膨润土或者是经过人工钠化处理的钠基膨润土。对于使用DISA自动造型机的企业,膨润土质量的控制指标一般如表3所示。

1.4 煤粉

在砂处理过程中加入煤粉的主要目的是使所生产的铸件表面光滑、减少粘砂、夹砂、凸瘤等外观缺陷^[4]。铸造用湿型砂加入煤粉后最大的缺点是污染环境和恶化劳动条件,因此,必须做好砂处理工序的污染防治工作。选用煤粉时我们应该按照机械行业标准JB/T 9222—2008《湿型铸造用煤粉》和国家标准GB/T 212—2008《煤的工业分析方法》,对煤粉的挥发分、水分含量等指标进行测定,确保选用的煤粉满足铸造所需的基本要求。煤粉质量的控制指标如表4所示。

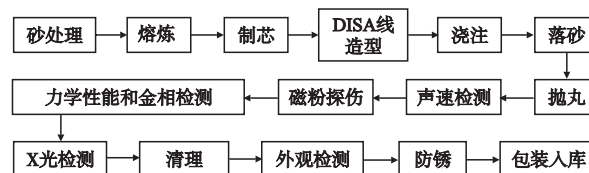


图1 DISA线铸件生产工艺流程

Fig. 1 Production process of DISA line castings

表1 回用砂指标

Table 1 Return sand indexes

水分/%	含泥量/%	有效膨润土/%	烧损/%	砂温/℃
1.4~2.1	9~11	7~8	3~4	≤40

表2 原砂指标

Table 2 Raw sand indexes

SiO ₂ /%	含泥量/%	微粒含量/%	水分/%	平均粒度/目	pH值
≥90	≤0.3	≤0.5	≤0.3	50~100	≥8.5

表3 膨润土指标

Table 3 Bentonite indexes

蒙脱石 /%	湿压 强度/kPa	热湿拉 强度/kPa	吸蓝量 g/100g	水分 /%	200目 粒度/%	pH值 特性
≥70	≥120	≥3.5	≥38	≤12	90	≥8.5级

表4 煤粉参数

Table 4 Coal powder indexes

挥发分 /%	含灰分 /%	水分 /%	残留物量 /%	粒度140目 /%	焦渣 特性
≥30	≤7	≤4	≤1	95	4~6级

1.5 砂处理过程控制

在砂处理过程中,根据作业指导书中的配比要求,首先将一定量的回用砂、原砂和水加入到混砂机中进行预混,然后加入称量好的膨润土和煤粉进行全面混制,混砂总时间一般控制在120~200 s。如果混砂时间太短有可能混砂不匀,达不到所需型砂的性能,反之,如果时间太长则使砂温明显升高,水分丧失严重,从而恶化型砂性能。因此,必须根据所生产铸件的实际需求选择不同的混砂时间,以最终铸件质量,特别是铸件表面质量为参考依据。混砂完毕并达到所

表5 型砂参数
Table 5 Molding sand parameters

有效膨润土/%	烧损/%	含泥量/%	水分/%	砂温/℃
7~9	3.5~5.5	9.5~12.5	3.1~3.5	10~45

需要的型砂尽可能在最短的时间内能通过输砂皮带进入造型机,输砂皮带应该安装有防水分蒸发装置,避免水分过多蒸发,影响造型后的型腔质量。砂处理完毕后的型砂参数和性能见表5和表6所示。

表6 型砂性能
Table 6 Molding sand properties

湿压强度/MPa	湿拉强度/MPa	抗裂强度/MPa	湿抗拉强度/MPa	紧实率/%	透气性	破碎指数/%
0.17~0.21	>0.02	>0.03	>0.002	35~44	100~140	≥75

2 造型过程

2.1 模具

模具是铸造成合格零件的模型,它的质量是铸件表面质量的最大前提,因此,在铸造生产前必须严格检查和控制模具质量,尤其是模具表面质量,避免带有负拔模、多料和不完整的模具投入生产。在有充足照明灯具的环境下,采用手工触摸的方法检查模具易拔模不良的部位,确保模具表面符合造型需求。另外,在造型前还应对模具进行加热处理,一般是在造型机旁边的加热炉内进行加热,造型前加热后的模具表面温度应控制在40~70℃之间,避免因模具温度过低造成的拔模不良等现象发生,影响型腔质量和造型效率。造型过程中脱模剂的喷涂必须做到雾化状态,并且尽量喷涂均匀,不管是水基脱模剂还是油基脱模剂,在型腔表面遇到高温金属液时都会瞬间产生大量气体,如果这些气体不能被及时、顺畅地排外型腔外,也极有可能使铸件产生气孔类缺陷,因此,在保证铸型质量的前提下,尽量不用或少使用脱模剂。

2.2 造型

首先,在DISA造型机控制面板中输入诸如模板厚度、模样高度等模具的基本参数,然后将模具正压板和反压板分别装上造型机,并设置好射砂压力、挤压压力、合模压力、压型器压力和脱模速度以及压缩比后,启动DISA造型机开始造型操作。

型腔造出后,使用照明灯具对加热板上的模具和最先做出的型腔逐一进行目视检查,以确保铸型没有掉砂、缺块等缺陷。然后从分型面拉开已经合型完毕的正压板型腔和反压板型腔,确认没有明显的错芯、错模和挤砂现象。对于使用砂芯的铸型,在下芯后还

应当检查砂芯在型腔中的状况,拿出型腔中的砂芯检查砂芯是否有裂纹、断裂和掉块等情况发生,以便及时调整下芯机下芯框的下芯位置、下芯速度等参数。对有检查不合格的铸型要在其上面标记出不浇注记号,以免被误浇注造成废品铸件产生。

根据所生产铸件的实际形状和尺寸决定输入的铸型厚度,一般的铸型厚度不应低于150 mm,最大的铸型厚度视DISA自动造型机的型号所限而定。使用铸型表面硬度计或者是强度计,对造好的铸型表面,尤其是凸起和凹深部位的铸型表面进行测量,取3个以上部位多点检测,要求平均的铸型表面硬度≥90。

2.3 铸型串

铸型串是指在造型过程中造型、下芯、合模完毕,由自动铸型输送机向浇注机方向移动的型腔串。造型过程中,要注意观察自动铸型输送机的工作状态,确保夹持板表面没有因铁液溢流在其上面冷却后造成的凸起金属物,如果发现夹持板表面有这种凸起的金属物,必须及时清除,避免铸型串被夹偏引起的左、右错型现象发生。在清除夹持板表面的异物时,同时检查自动铸型输送机底板是否也有这种凸起金属物,如果有,也必须一并清除,避免铸型上、下或者是倾斜错模。

在生产过程中,必须定期对DISA自动造型机的错模精度进行检测,以便及时调整各个定位销的位置和间距,保证铸型在规定的错模数值范围内。另外,还应使用错箱模模具定期或者是定模数对实际的设备错模量进行检测。方法是:①将错箱模模具正压板和反压板分别装到DISA自动造型机的正、反压板对应加热板上进行造型;②对使用错箱模模具做出的型腔进行浇注;③检测浇注出的错箱模铸件在3点钟、6点钟、9

点钟和12点钟这4个部位实际错模量；④根据实测的错箱模铸件上、下、左、右各部位的实际平均壁厚差，调整DISA自动造型机的定位基准。从而保证所生产的铸件错模量在最小的控制范围内。错箱模模具设计见图2、图3所示。

3 熔炼

熔炼是利用金属液铸造成型过程的关键。通过熔炼工艺的执行，得到化学成分和出炉温度合格并能满足浇注所需的金属液。熔炼过程中的炉料配比取决于所生产铸件的合金类型、合金牌号和铸造车间的实际生产经验。熔炼完毕后出炉操作前，金属液的化学成分必须经过碳硅热分析仪和光谱仪检测合格后才能执行出炉操作。在这里需要强调两点：①出炉温度的高低必须考虑金属液合金化处理、孕育和运转过程中的温度损失，到达浇注机的金属液必须在作业指导书的规定范围内；②必须要明确控制出炉重量的公差范围，如果出炉重量低于或高于作业指导书规定的控制范围，可能会造成金属液在经过合金化和孕育处理后的化学成分不合格，最终影响铸件质量。

4 浇注

浇注是将温度、化学成分和纯净度合格的金属液通过浇注系统注入型腔的过程。不管是采用倾转式浇注机还是底注式浇注机都应该注意浇注包的实际降温趋势，在浇注过程中必须加盖保温，尽量减少浇注过程中的温度损失。控制好每一包的浇注时间，尤其是在生产球墨铸铁和蠕墨铸铁过程中，要确保球化或蠕化完毕后的金属液在规定的时间内浇注完毕，以防球化衰退或蠕化衰退、孕育衰退造成的铸件不合格现象发生。另外，浇注温度过长导致金属液温度低也可能造成铸件冷隔、冷豆、渗碳体和碳化物等缺陷的产生。

在浇注过程中为了使最终的铸件力学性能达到所生产铸件的技术要求，往往会在浇注过程中随金属液进行瞬时随流孕育，瞬时随流孕育剂的颗粒一般在 $0.2 \sim 0.6 \text{ mm}^{[5]}$ ，如果浇注机上的瞬时随流孕育装置出故障或不能与造型机和浇注机同步，加上金属液的高温气流作用，很有可能将大量细小的孕育剂颗粒洒向铸型表面，导致孕育失效，同时铸型表面的孕育剂颗粒如果不能被及时清理，就会随着回用砂一起进入砂处理系统，最终恶化型砂性能，甚至会给砂处理系统的正常运转带来安全隐患。

在浇注过程中确保浇注温度在作业指导书要求的范围内，还必须严格控制单个铸型的浇注时间变化。每个铸型浇注完毕的同时，关闭浇注口，以防浇入过

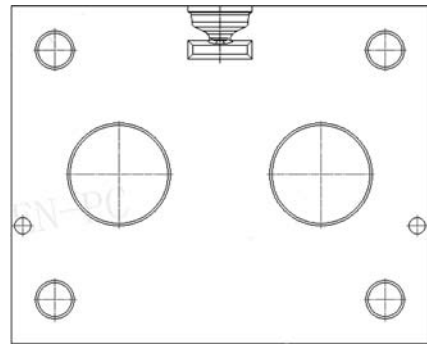


图2 错箱模模具正压板

Fig. 2 Squeeze plate of mismatch mold

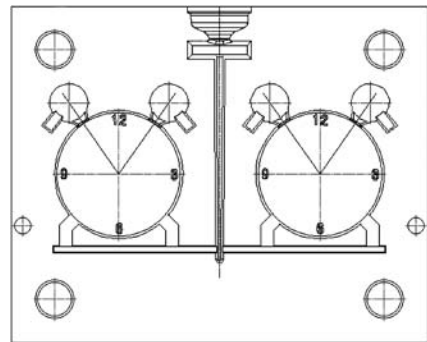
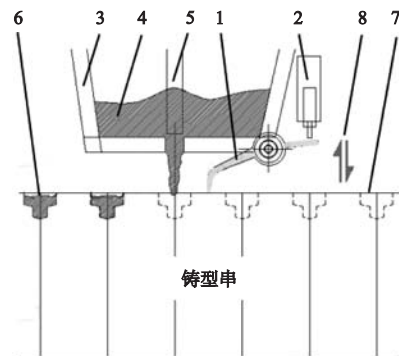


图3 错箱模模具反压板

Fig. 3 Swing plate of mismatch mold



1. 挡板 2. 气缸 3. 浇注包 4. 金属液 5. 塞杆 6. 已浇注铸型
7. 未浇注铸型 8. 气缸上、下运动方向指示箭头

图4 在浇注机下方的挡板装置设计

Fig. 4 Design of baffle under pouring machine

多的金属液溢流进下一个尚未浇注的型腔内，造成铸件冷隔、冷豆、浇不足等缺陷的发生。对于二次浇注、浇注溢流、跑火等的铸型必须在相应铸型上做好浇注异常标记，用于落砂前对这样异常的铸件进行准确的隔离。由于大多数DISA自动造型机都是无箱垂直分型或水平分型造型机，因此，在对无箱的铸型进行浇注时，因为没有箱挡的存在，极易因单箱浇注过多

溢流进下一个尚未浇注的型腔内,产生冷隔类缺陷,我们都清楚这类缺陷对于铸件来说是非常致命的,必须从铸造过程中加以避免,因此针对该缺陷,建议铸造车间在浇注机上装置一个用于防溢流的挡板装置。挡板设计如图4所示。

浇注过程中还必须对金属液取样分析,使用显微镜和光谱对试样进行金相组织和化学成分检测,确保能够达到铸件基体组织要求和满足最终铸件的力学性能。

由于篇幅所限,本文对影响DISA自动造型机铸造生产过程中的落砂、抛丸、清理等工序的研究未在其中进行详细的描述,但并不代表浇注以后的铸造工序不是重点研究和关注的对象。从应用DISA自动造型机生产优质铸件的角度出发,我们还应对铸造工艺设计、浇注系统设计、铸造模具设计、材料化学成分设计、后处理等诸多工序的应用和创新进行深入的研究,以便为进一步提高应用DISA自动造型机的铸造水平和开发配套的铸造生产设备与装置做更为深入的研究铺垫和技术支撑。

5 结束语

在引进、吸收和使用DISA自动造型机等先进设备的同时,应开发与之配套的生产设备与装置,尤其是要研发出我国自主知识产权的铸造生产和检测设备。不但要提高铸件产量和质量,还应强化铸造装备和装备技术能力。必须不断加大向机械化、电子化和智能化方向进军的力度,使我国成为铸造强国。

参考文献:

- [1] 吴志超,叶升平,邓其秀,等.汽车制动器铸件DISA线模具的快速制造[J].铸造,2003,52(12):1192-1194.
- [2] 胡占军,白图雅,贺金祥.垂直分型无箱射压造型线设计问题探讨[J].铸造,2009,58(7):750-751.
- [3] 刘伟华,金广明,吕德志,等.铸造用硅砂国家标准的修订[J].铸造,1998,58(9):52-54.
- [4] BROWN A,向青春.过筛煤粉在铸铁件湿型砂铸造生产中的作用[J].铸造,2011,60(6):610-613.
- [5] 盛达.瞬时孕育剂的形态对孕育效果的影响[J].现代铸铁,2004(1):38-40.

Production Process and Application of DISA Molding Line for High Quality Castings

REN Xian-wei

(Luoyang Gucheng Machinery Co., Ltd., Luoyang 471023, Henan, China)

Abstract:

With the continuous innovation and progress of casting process, especially the development and application of advanced foundry equipment, the development of China's foundry industry towards mechanization, electronization and intelligence is increasing. Starting from how to produce high quality castings with DISA box-less injection and pressure automatic molding machine, this paper introduces the related technologies and control points in the process of production and application, with a view to providing reference for the enterprises of casting production.

Key words:

DISA line; process technology; casting