

实型铸造车间白区工程设计要领

Main points for designing white area of lost foam foundry

471039 机械工业部第四设计研究院 王亚峰

主题词: 箱体铸铁件 消失模 白区

Key word: large amount production, case-shape iron castings, lost foam, white area

机械工业部第四设计研究院设计的一个年产 5000t 箱体铸件(变速箱体、变矩器壳体、离合器壳体等灰铁铸件)的消失模铸铁车间于 1999 年下半年成功建成并投入批量生产。本文主要介绍该实型铸造车间的白区(即制模工部)设计要领和经验。

1 白区工艺流程

白区担负着向造型浇注工部(黑区)提供合格发泡模束的任务。该工部是实型铸造车间所特有的工部。工部的工艺流程如下:

外购珠粒进厂→冷藏→予发泡→珠粒熟化→模片成型→模片时效→模片粘合→浇道粘合→模束上涂料→热

风烘干→输送至造型浇注线。

2 珠粒的冷藏及防爆

不论是何种珠粒,如可发性聚苯乙烯珠粒(EPS),可发性聚甲基丙烯酸甲脂(EPMMA),或者是 EPS 与 EPMMA 的共聚物等,在其制作过程中均加入了低沸点碳氢化合物或卤代化合物如戊烷等作为发泡剂。低温储存的主要目的是减缓发泡剂的挥发散失,延长珠粒的可使用时间。一般在发泡剂含量挥发至低于 5% 后珠粒就很难应用于铸造生产中。

在大批量生产条件下,应设专用的珠粒冷藏装置(柜)。珠粒冷藏温度要不高于 18℃。由于发泡剂是易燃易爆物品,珠粒冷藏装置(柜)放置在主车间外,珠粒冷藏室要通风良好,室内的电机风机电器要

收稿日期: 2003—02—22

风扇叶片,用一般的两开模很难生产,而且还需要下很大的型芯。因此沿用该产品提供者原有的专门技术,即三箱电动漏模造型技术,这样采用专用的圆形砂箱,型砂耗量很少,还自带型芯,既经济又实用。

为了克服曲轴由于石墨球化膨胀造成组织的疏松,沿用曲轴产品提供者原有的覆膜砂铁模覆砂造型工艺,这一工艺是我国上世纪 80 年代开发的新工艺,与砂型相比,铸件的内外质量水平均可提高一个档次。

3 制芯工艺

由于曲轴采用覆膜砂铁模覆砂造型工艺后,使制芯工艺的选用变得简单了,亦相应采用覆膜砂壳芯工艺。覆膜工艺除了能显著提高铸件质量之外,覆膜砂可由专业厂大批量生产,长期储存而不影响使用,因此可从市场进行采购,使铸造生产过程得到简化。

4 砂处理工艺

根据型砂周转量不大,又采用二班制生产的特点,采用图 2 所示砂处理工艺流程。

如图 2 示,整个砂处理工艺过程相当完备,不失

为一条现代化的砂处理生产线。从图 1 工艺平面布置看,整个系统又相当简单,设备用得很少,占地面积很小。如整个输送系统仅用了 5 条带式输送机 and 2 台斗式提升机,其中落砂机下来的旧砂和中间斗出来的旧砂,湿新砂和干新砂分别共用 1 台提升机分时段完成各自的提升,并共用 1 条带式输送机分时段完成到混砂机砂斗的输送;再如采用了高速转子式混砂机省掉了松砂机,因前者的线速度 17~18m/s,大大超过了后者 12~12m/s 的速度,所混出来的型砂松散度已超过了松砂机所能达到的松散程度。

5 清理工艺

清理采用传统的工艺,即小件用抛丸清理滚筒清理,大件用双钩抛丸清理室清理,打磨采用台式砂轮机 and 手提式风动砂轮机,底漆采用简易的浸漆室浸涂。

综上所述,在缅甸铸铁车间的工艺设计中,较集中采用了我国改革开放以来铸造行业所取得的一些成果,同时也作了一些有益的尝试,但愿她能为中缅铸造业中技术交流架起一座沟通的桥梁。

选用防爆型。

3 预发泡机的选择

预发泡机按照加热方式不同可以分为直热式和间接加热式两种。

间接加热式予发泡机使用较少。其发泡室为夹层结构，夹层内热介质间接加热预发缸的壁并且给预发缸抽真空而使珠粒发泡。优点是由于真空的作用可以获得较低密度的珠粒，予发后珠粒不含水分。缺点是难以实现对密度的准确控制，且发泡时需加入少量粉状润滑剂。

目前包装行业常用的是蒸汽直热式预发泡机。其原理是将蒸汽直接通入预发缸内，直接接触珠粒加热使其发泡。直接加热式预发泡机的结构及操作较简单。发泡室预热完毕后加入一定量的珠粒，通入蒸汽使其发泡至预定的体积。这样可以实现准确控制密度。

即使对大批量生产的铸造车间，其珠粒发泡量也远低于包装行业的用量。包装行业还有连续式预发泡机。综合多种因素，最适合铸造行业的预发泡机应是直热间歇式蒸汽预发泡机。

目前国际上先进的直热间歇式蒸汽预发泡机可实现自动定量加料，发泡倍率、温度、压力和时间预先设定、程序自动控制。并辅以预发后珠粒干燥、破碎、筛分、气力输送等装置。该车间设计中即选用了具有上述功能的直热间歇式蒸汽预发泡机。

4 珠粒熟化

熟化的机理：珠粒在高温下软化、微孔内气体膨胀的同时，蒸汽也向内渗透，导致珠粒体积增大，遇冷后微孔内水蒸汽凝结，气体收缩使其压力低于大气压，珠粒处于受压状态，这种压力可能使珠粒表面产生不可恢复的变形。因此，预发后的珠粒要防止激冷并存放一段时间，使空气能渗透到微孔内，同时微孔内的凝结水也逐渐蒸发，珠粒干燥，内外压力达到平衡，这个过程一般称为熟化。

熟化工序对模片成型有重要作用。未经熟化的珠粒，泡孔内处于负压状态，受挤压就会被压扁并不能复原，故不能进行发泡成型。熟化过程使珠粒具有弹性和再膨胀能力，发泡得到的模型表面光洁，同时熟化后珠粒变得“结实”，增加了模型脱模时抗外力变形能力。此外，因去除了水份也有利于成形工序的加料操作。

熟化工艺参数：熟化温度，常为20~25℃，温度过高会使发泡剂损失增加，温度过低则限制了空气的渗入；熟化时间，熟化时间是影响模样质量的重要因素。预发泡后珠粒熟化时间太短，制模时膨胀性较

差，使模样表面不光洁，某些部位珠粒还会破裂。最少熟化时间取决于预发泡机种类、相对湿度、温度和珠粒密度，使用真空预发泡机一般为2h，蒸汽预发泡机为4h。熟化时间也不能太长，时间长发泡剂逸出多，在制模片时会因发泡剂过少而发泡不良。珠粒不同，熟化后的可使用时间也不同，一般EPS可使用时间为2~12h，EPMMA可使用时间为48h到半年，共聚物使用时间为48h到2个月。

在大批量生产的车间，一般采取设2个（或更多的）预发珠粒储存仓，用透气的稀布料或纱布制成。一个用于珠粒熟化，一个用于储存熟化后可使用珠粒。采用自然熟化方式，根据季节调整熟化时间。

5 发泡成型机及模具

发泡成型机按分模方法可以分为水平分模（又称立式）和垂直分模（又称卧式）两种成型机。水平分模成型机的优点是模具安装简单，抽芯机构安装维护方便，缺点是出模时容易破损，下边的气室排水不顺畅，影响蒸汽加热的效果。

垂直分模成型机排水顺畅，加热均匀。但是模具安装比较困难，抽芯机构比较难于工作。

在消失模铸造过程中，制模工序是一个至关重要的过程。这是因为一旦模样在这一阶段作出来，其质量状况如尺寸精度是不可能后续环节中予以调整的。除了珠粒质量和模具精度外，发泡模的质量很大程度上取决于成型机的性能。

对于大批量生产叉车、汽车、发动机等行业所需的内腔复杂的箱体类铸铁件，壁薄且不均匀，一般要分层制出模片，然后再用粘结机粘结成完整的模样。为使珠粒能充填均匀那奇形怪状的型腔，就要求成型机有多个射枪同时射料。国内最常用的成型机无论是蒸缸式还是单双丝杠式，射料过程都是手工完成，一般仅有两个射料口，且同时只有一个射料枪射料，仅适用于比较简单的模样。

除了对射枪数的要求外，大批量生产条件下对成型机还有如下技术要求：

- 1) 整体可靠性高；
- 2) 安装模具的空间大，有快换锁紧模具机构，整机模块化设计方便接触维修；
- 3) 蒸汽室优化设计使其容积最小以节约能源，并可实现2付以上模具组模生产；
- 4) 配备真空系统，用于快速除去型腔内残余水分，及负压吸取发泡模样；
- 5) 应设有工艺参数（如蒸汽、压缩空气、循环水的压力、温度、工作时间等）的测量显示和控制系统，可根据不同模具对相关参数进行优化或预置。应可实现从珠粒输送至发泡模送出的全自动运行。

目前我国成型机研发制造水平较低,还没有卧式发泡成型机。该车间选用了德国 Teubert 公司的卧式发泡成型机。

关于配套模具。模具在发泡成型环节至关重要,其对发泡模的质量影响较大。箱体类铸铁件模具设计除考虑尺寸精度收缩率外,重点要考虑如下环节:如何分片,射枪数量及位置,排气塞的数量和位置等。另外应考虑如何与成型机进行衔接。在简单的成型机上,模具一般要自备蒸汽室。在较完备的成型机上模具和成型机的模底框间可自然形成蒸汽室。

6 模片时效

模片时效也称模片熟化,成型后 30min 内模片极软,模片内 90% 以上都是中空孔隙,其中充满了空气、水和发泡剂,必须谨慎操作以防变形。刚从模具中取出的模片约含 5%~10% 水份,并马上收缩,然后略有膨胀,再继续收缩。模片在空气中停放 24h,水份可减少到对铸件质量无影响的程度。收缩在最初一周内可达总收缩量的 75%,但将持续到 30 日左右。一般认为模片收缩是由于残留水份的挥发及空气向珠粒内渗透所致,强制干燥可缩短收缩时间。

据资料介绍, EPS 模片冷却引起空隙中的水和残留的约 1.5% 的戊烷凝结而使模片收缩的量约 0.4%,泡沫应力松弛引起的长期收缩量为 0.7%~0.9%。

在生产批量不大的情况下,可以考虑采取自然时效的方式。自然时效为常温下 (20~25℃) 放置 1 周。在大批量生产复杂的箱体类铸铁件时,就要设置低温时效炉。时效工艺为:温度 < 40℃, 时效时间根据模片厚度为 2~12h。该车间设计中配备了 1 台房间式低温时效炉。

7 模片胶合及粘结机

箱体类铸铁件形状比较复杂时,一般把发泡模样分层制出,然后再用胶把各层模片粘结成一个完整模样。由于消失模粘结用胶的发气量一般是发泡模样的三倍,所以必须控制采用尽可能少的胶量来保证实现铸件模样分型面的严密粘合。常用的有三种粘结方法:手工直接粘结,适用于批量小、模样刚度较大的场合;胎模手工粘结,适用于批量小、模样容易变形的场合;大批量生产复杂的箱体类铸铁件时必须用粘结机粘结。

胶合粘结机主要有热胶和冷胶两种形式。热胶粘结机一般是通过沾满热胶的仿形胶板给模片上胶。该机的优点是能迅速达到粘结强度和最大强度,粘后模样可立即转入下道工序。缺点是需要随着产品的更换而经常更换上胶板,使用过程中胶池需要一直不间断进行加热等。一般适用于粘结面形状比较简单的模片。

冷胶粘结机一般是通过数控装置控制出胶口使其沿

着模片粘合面运动而上胶。这种粘结机的优点是:可以对任意形状的粘结面上胶,在更换产品的时候只需要更改控制程序即可,且不需要对胶进行加热。缺点是设备较复杂,粘结后达到粘结强度和最大强度的时间较长。

综合比较后,我们选择了冷胶粘结机。该冷胶粘结机可对已涂胶并合拢的上下模片通热空气以加快胶的固化。模片在冷胶粘结机固化约 1min 即可被取下,再在常温下存放约 30min 胶合面即达到正常使用的强度要求。

8 浇道制备及粘合

通常直浇道由专门的简易成型机制成。横(内)浇道可在铸件模片上带出或单独制出。浇道与铸件模样的粘合,即使在大批量生产的条件下多数也是手工完成的。常用的粘合方式有热焊和胶粘 2 种方式。

对底注式浇道,为减少发气量,还可采用空心的直浇道。

9 涂料浸涂及烘干

目前国内外有关消失模铸造涂料的研究已日趋成熟,涂料已完全商品化,铸造车间所应配备的仅是供模样浸涂的涂料稀释搅拌装置。值得一提的是该涂料搅拌装置应具有对涂料进行加热及保温的功能。

模束上涂料方式以浸涂为主。国外在大批量生产的条件下采用工业机器人(手)辅以专用夹具(笼子)来完成浸、甩、淋工序。为节约投资,我们设计了专用机械装置。考虑到发泡模束重量轻、强度低、比重小浮力大及国内劳动力较便宜等因素,人工半浸半浇的上涂料方式更简便易行。

涂料的烘干。涂挂后的模组可自然干燥也可烘干,一般在 50~60℃ 的循环热空气烘干炉中烘干。烘干最高温度不许超过 65℃,以防止模束软化变形,一般烘干时间为 2~4h。自然干燥时间为 24~48h。另外在设计中应考虑烘干后模束的返潮问题。

我们采用了 3 个房间式炉子,平行布置,交替用于首次烘干和保存待用。

由于模型内腔空气不易流动且模型本身导热性差,内腔温度上升缓慢,不易干燥,对于箱体件去除 80% 水份所用时间仅占烘干时间的 20%。而微波穿透能力强且对已干燥的部分无影响,可将热风炉与微波炉结合起来烘干涂料。国外已有将贯通式热风炉与 1.4kW 微波炉组合使用的事例,烘干时间可大大缩短。

10 车间工程设计的其他注意事项

以上所述主要是对白区工艺设计方面而言的。在车间工程设计的公用设施建筑设计方面,消失模白区有其特殊要求。

TJ23 B

HANSBERG 射压造型线液压系统改造

The Transformation of Hydraulic Pressure System to HANSBERG Injection Molding Line

261001 潍坊柴油机厂铸锻厂 薛万龙 相益德 张济勋 李 德

摘要：本文通过对 HANSBERG 射压造型线的介绍，指出了设备存在的问题，并针对所存在的问题进行了改进。

关键词：射压造型线 液压系统 改造设计

Abstract: With introduction of HANSBERG injection molding line, the existent problems of the equipment have been pointed out then improvement aiming at these problems have been done.

Key words: Injection molding line, Hydraulic pressure system, Transformation

目前，我厂使用的 IF/2/RV/7090/320 型 HANSBERG 射压造型线是由意大利 FRITZ HANSBERG 公司于 1980 年 12 月制造，我厂于 1992 年自奥地利 Styer 公司购买的二手设备，主要用于中小铸件的生产。

因该生产线已经使用多年，其机械、液压元件疲劳、磨损严重，导致机械机构定位不准，液压系统内外泄漏严重、供油不足、能量损失过大，油温升高太

快，班后油温达到 95℃，生产线运行节拍失常。该线于 1994 年 7 月投入运行后，一直故障频繁发生，难以维持正常生产。至 1999 年初，班产量不足 200 整型，成为我厂中小铸件生产的一个瓶颈。为此我厂于 1999 年 6 月对该线进行了改造。

1 基本概况

HANSBERG 射压造型线的平面布置为开放式直线型

收稿日期：2002—12—27

10.1 厂房建筑结构方面

- 1) 消失模铸造白区的环境比黑区（熔化浇注清理）要好的多，其消防等级要求也与黑区不同，因此白区在建筑上最好与黑区分开。
- 2) 成型机模具较重。在多品种大批量生产条件下，为方便模具的存放和更换，车间在相关区域最好设置行车。
- 3) 白区最好用水磨石地坪以方便模片的转运。在成型机四周要设浅水沟以避免开模时的散落水给全车间带来影响。

10.2 给排水及消防方面

- 1) 成型机冷却用水要用软化水以避免水垢对模具的不利影响。
- 2) 大批量生产条件下冷却水要循环使用以节水。由于成型机冷却用水是间歇用水，在循环水系统应备

- 溢流阀管。
- 3) 根据白区的生产性质和国家相关防火规范，白区要设置闭式自动喷水灭火系统。

10.3 暖通方面

- 1) 车间若处在北方要采暖，这不仅是劳动卫生的要求，也是生产工艺要求。
- 2) 应加强全室通风，在预发泡、成型区域道风要采用防爆风机。

10.4 能源动力供应方面

预发泡机、成型机对蒸汽、压缩空气均是间歇使用，且瞬间用量较大，因此在大批量连续生产条件下必须安装蒸汽蓄能器和压缩空气储气罐以保证设备正常用汽（气）需求。

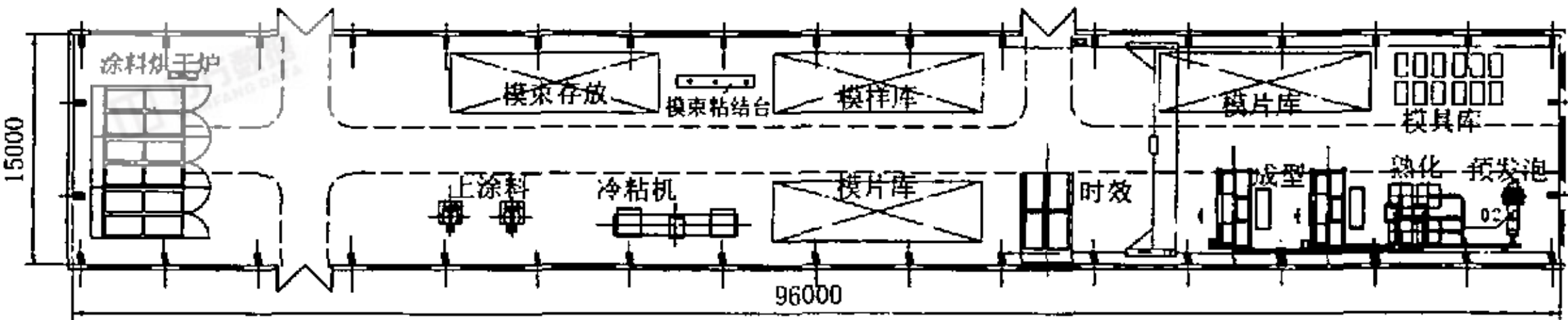


图 年产 5000t 箱体铸件的消失模铸铁车间白区布置示例