DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.04.014

无模化数控加工技术在大型铸钢件生产中的应用

李　勇，王　坤，洪起燕
(安徽应流集团霍山铸造有限公司，安徽 霍山 237200)

摘　要：对于小批量或单件的大型铸钢件通常的流程是开模、造型芯，然后再进行后续的工作，因需要制作模具而使得周期长成本高。通过使用无模化数控加工技术来制备铸造型、芯，不仅能够保证尺寸精度，还不需要制作模具，显著缩短了生产周期，省去了模具材料的消耗，减少了铸造的废弃物，降低了制造成本。生产证明，无模化数控加工技术完全可以满足大型铸件的铸造生产对铸型、芯的需要。

关键词：大型铸钢件；无模铸型；数字化无模加工

中图分类号：TG269　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000-8365(2019)04-0388-03

Application of Mould-free Numerical Control Machining Technology in the Production of Large Steel Castings

LI Yong, WANG Kun, HONG Qiyan
(Anhui Yingliu Group Huoshan Casting Co., Ltd., Huoshan 237200, China)

Abstract: For small batch or single piece of large steel castings, the usual process is preparation mold, core, and then the follow-up work, due to the need to make molds, making the cycle long and high cost. Through the use of mould-free CNC machining technology to prepare casting mold, core, not only to ensure the size of precision, but also do not need to make mold, significantly shorten the production cycle, save the consumption of mold materials, reduce the casting waste, reduce the manufacturing cost. The production has proved that the mould-free NC machining technology can completely meet the requirements of mold and core for large castings.

Key words: large steel casting; patternless molding; digitalized patternless machining

反应堆冷却剂泵(简称主泵)是压水反应堆冷却剂系统(RCP)即核电站一回路的主回路中最重要的部件之一，主泵通过泵内叶轮旋转驱动高温高压带放射性的冷却剂在一回路内循环，将堆芯产生的热量传输给蒸汽发生器。某百万千瓦级核电站的主泵泵壳(见图 1 主泵泵壳)结构复杂，尺寸较大，最大长度尺寸约为 3 460 mm，最大宽度尺寸约为 3 100 mm，最大高度约为 2 360 mm，最大厚度近 430 mm，毛坯重近 40 t，材质为 Z3CN20-09M 不锈钢。作为 RCCM 核一级部件，不仅要求材料具有良好的综合力学性能，对铸件的无损检测和水压试验要求也非常严格。为达到铸件的各项要求，首先必须通过工艺筛选确定适合的铸造工艺，可能需要从两个或更多的工艺试验方案中选取一两个方案进行生产验证。如果采用传统的铸造方法，遵循编制铸造工艺后先开模具再造型浇注的生产流程，需要一个较长的开模周期和较大的模具费用，并且还需要承担因铸造工艺选择不适合带来的模具报废的风险。而选择使用数字化无模加工机直接完成铸型的准备，可免去模具的制作，从而缩短因开模带来的生产周期加长及模具报废带来的成本风险。

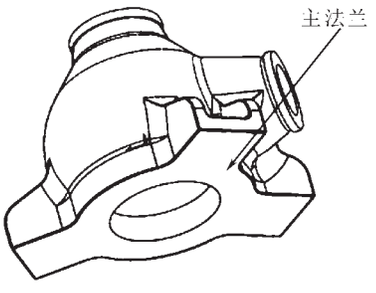

图 1 主泵泵壳
Fig.1 Main pump casing

1　生产工艺说明

1.1　浇注方案的选择及铸造工艺设计

根据铸件的结构来看，我们认为有方案 1–主法兰端向上、方案 2–主法兰端向下和方案 3–主法兰端竖立 3 种浇注方案可以选择，考虑到方案 3 中砂芯固定和主法兰的补缩都很困难而排除了该方案。

收稿日期：2018-12-25
作者简介：李　勇(1962-)，四川天全人，工程师. 主要从事铸造工艺技术及管理工作. 电话：0564-5036563，E-mail：liyong@yingliugroup.com

方案 1 和方案 2 比较如下。

(1)方案 1:大法兰向下。其优点是砂芯稳定,合箱操作方便，能够较好的控制整体的铸件尺寸精度,有利于保证大法兰面的加工后的质量。其缺点是大法兰在下箱,补缩冒口安放较困难,外表面部分接近 50%的面积处于上表面,而上表面形成气孔夹砂等铸造缺陷的概率较大,因而导致总体的铸造缺陷较多。

(2)方案 2:大法兰向上。其优点是容易实现顺序凝固,通过在主法兰上设置顶冒口等措施可较容易的实现补缩。其缺点是砂芯固定操作难度大,对尺寸控制不利。

结合以上两种工艺方案的对比，各有优缺点,很难确定那个更适合生产。考虑到该件为第一次生产没有可参考的经验,我们确定选择操作难度较小的方案 1 进行首次生产试验,如果此方案效果不理想再用方案 2 试制。根据方案 1 的浇注位置通过设计计算,并经凝固模拟软件模拟后制定了最终的工艺方案如图 2 所示。

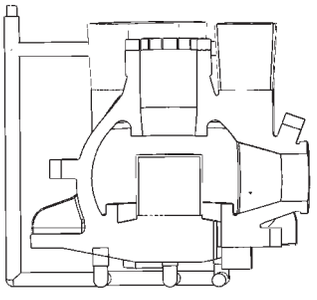

图 2　工艺方案
Fig.2　Process scheme

1.2　造型制芯方案

(1)砂芯的制备方案。考虑到方案 1 及方案 2 所用砂芯主体上基本是相同的,只要将部分结构做成活快就可通用,不管最终选定哪个方案芯盒都可继续使用不会造成浪费,而且砂芯用无模化数控加工方法耗费时间较长,所以决定砂芯先制作芯盒然后制芯。

(2)铸型尺寸很大而且采用不同的浇注方案后很难共用模型,因此选择采用无模化数控加工方法制作铸型。

(3)对采用铸型数控成型加工机加工的铸型,选用的原砂粒度越细加工出的铸型表面的光洁度就会越高,考虑到单独准备型砂会给生产带来较多的困难,而且选用较细的原砂后铸型的透气性会受到影响，因此型砂直接选用当前造型用的树脂砂,原砂粒度 40~70 目,加工出的铸型表面与用模型造出的铸型表面相比需要增加涂料层数来满足铸型表面的质量要求。

1.3　无模化数控加工方案设计及实施

(1)应用 solidworks 三维软件,按照客户图纸要求及工艺要求绘制出铸件的工艺三维图,见图 3。

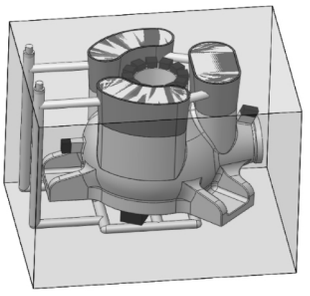

图 3　工艺 3D 图
Fig.3　3D processing model

(2)综合考虑产品尺寸及砂箱尺寸,确定砂型建模体积,用最大加工能力为 L(长) 6 000 mm 、W(宽) 5 000 mm 、H(高)2 500 mm 的铸型数控成型加工机[1]加工砂型,鉴于设备的参数,确定对砂型进行阶段性分型加工方案,见图 4。

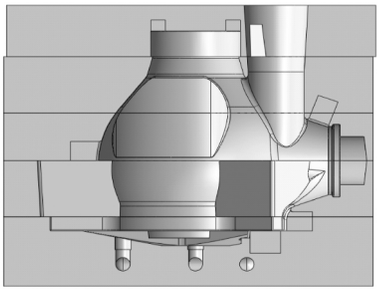

图 4　分型加工方案
Fig.4　Multi-section sand mold machining scheme

(3)使用数控加工编程软件进行加工程序的编制,如图 5。

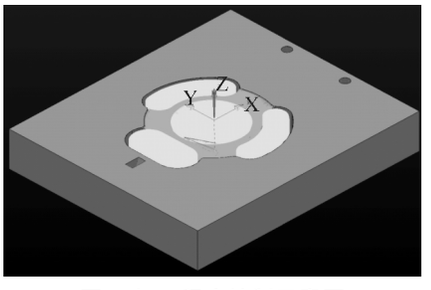

图 5　加工程序编制示意图
Fig.5　Schematic diagram of machining programming

(4)根据已经设计好的铸造加工程序要求,将浇注系统预埋好后造出砂块,由于砂块较大,砂型外围用砂箱，即可减少加工铸型的工作量又可方便铸型的转运等操作，砂块造好后送入铸型数控成型加工机加工,如图 6。

1.4　合箱和浇注

砂型加工完成后，根据制定的铸造工艺要求进

图 6 加工砂型
Fig.6 Machining of sand mold

行冒口安放、涂刷涂料、合箱、熔炼和浇注。开箱后铸件如图 7。

图 7 开箱后铸件
Fig.7 Casting after knockout

2 产品检验

铸件开箱后经清砂、热处理、切割、打磨后进行相关的力学性能检验、尺寸检验、目视检验、100%射线探伤检验、100%液态渗透检验等多项检验。从检验结果看，铸件表面与模具造型浇注的铸件表面质量相当，铸件尺寸精度高于模具造型得到铸件尺寸精度。另外，在铸件的上表面出现了较多的夹渣缺陷，会给后续打磨增加一定的工作量，这与预期是一致的。由于主法兰部位冒口较大且布置在芯内切割冒口时发现切割难度大大增加了。这些结果对于主泵泵壳铸件工艺最佳方案的最后确定起到了重要作用。图 8 为精整后的铸件。

图 8 精整后的铸件
Fig.8 Casting being finished

3 结束语

质量要求高、难度大的大型铸钢件，通过使用数字化无模加工技术进行试生产来代替传统的先制作模具再造型的生产方式，可以省去模具费用和制作模具的时间，是一种低成本快速的铸型准备工艺方法。

参考文献：

[1] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册 铸造工艺[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

RX 榕霞®

福建省榕霞石英砂有限责任公司
漳浦县榕霞矿业开发有限公司

公司简介
Company

我公司创办于1976年，是国内较早从事石英砂系列产品生产、销售一体化经营的综合性企业。公司拥有丰富的优质石英砂矿产资源，矿区面积1000多亩，年开采量可达40万吨。公司生产的石英砂产品具有SiO2含量高，含泥量低、角形系数小等特点，是高品位的天然石英砂。

“榕霞”天然石英砂系列产品现广泛应用于国内铸造行业、机械制造行业、全国各水处理行业及玻璃制造、钢铁冶金行业等，质量达到国际先进水平。公司已通过ISO9001、ISO14001管理体系认证，先进的生产工艺及完善的品质保障体系确保了产品质量的长期稳定，专业的销售团队为客户提供优质完善的售后服务。

产品主要理化性能

Sio2 > 98%	角形系数 < 1.3
灼烧减量 < 0.5%	含泥量 < 0.3%
含水量(干砂) < 0.2%	耐温 > 1700℃

地址:福建省晋江市金井 电话:0595-85332410 85332410 传真:0595-85331410 www.rxsgy.com E-mail:rxsgy@163.com