



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108889924 B

(45)授权公告日 2020.07.10

(21)申请号 201810842573.7

审查员 张瑞红

(22)申请日 2018.07.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108889924 A

(43)申请公布日 2018.11.27

(73)专利权人 江阴鑫宝利金属制品有限公司

地址 214426 江苏省无锡市江阴市新桥镇

工业园区东园路2号

专利权人 南京工程学院

(72)发明人 刘惠明 王再友 王章忠 姚标

(74)专利代理机构 南京九致知识产权代理事务

所(普通合伙) 32307

代理人 王培松

(51)Int.Cl.

B22C 7/02(2006.01)

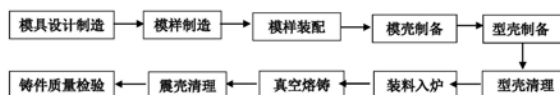
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法

(57)摘要

本发明提供了一种用于改善铸件内在冶金质量、缩短熔模铸造工艺流程的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法,无脱蜡、无浇注工序,采用型壳制备与熔铸成型复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的工艺方法,通过用所制备型壳作熔铸合金坩埚,利用高频真空感应电炉感应加热熔化铁磁性合金在型壳中熔铸成型获得铸件,减少了传统熔模铸造生产工序,缩短铸造工艺流程和铸件生产周期,不仅提高生产效率,节能降耗减材,而且改善铸件质量,提高铸件成品率。



1. 一种铁磁性合金真空熔铸镍基合金叶轮短流程精密铸造方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、根据铸造工艺方案及选用的易气化燃烧模样材料,确定制造模样成型加工模具;

步骤2、采用注塑成形方法用易气化燃烧材料制造塑料模样;

步骤3、将步骤2所得塑料模样装配成整体模样;

步骤4、根据铸件形状结构和铸造合金确定模壳材料,制备面层和背层,运用熔模铸造的传统工艺方法用步骤3所得整体模样替代蜡模制备模壳,即通过上涂料、撒砂、干燥硬化得到模壳;

步骤5、根据模样材料和铸件结构形状确定加热升温速度、焙烧温度和时间以及型壳冷却速度和冷却方式,对步骤4所得模壳在电阻炉中进行焙烧,利用模样气化燃烧消失得到壳型;

步骤6、对步骤5所得型壳进行清理和检验,在确保检验合格后将按照工艺要求称量好的铸件成型用合金装入型壳;

步骤7、将装有合金的型壳置入高频真空感应炉中进行感应加热熔铸,即得铸件。

2. 根据权利要求1所述的铁磁性合金真空熔铸镍基合金叶轮短流程精密铸造方法,其特征在于,所述步骤5中,焙烧温度控制在 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 、焙烧时间为 $5\text{min}\sim 10\text{min}$ 。

3. 根据权利要求1所述的铁磁性合金真空熔铸镍基合金叶轮短流程精密铸造方法,其特征在于,所述步骤4制作模壳过程中,面层和背层的模壳材料包括:面层浆料耐火材料采用锆英粉和熔融石英粉按质量比6:3进行配比,粘结剂为硅溶胶,表面活性剂采用纸浆,消泡剂为硅树脂,面砂选用与面层料浆耐火材料相同;背层料浆耐火材料为莫来粉,粘结剂采用硅溶胶、添加适量的蒸馏水稀释,在沾浆机中搅拌24小时备用;背砂选用与背层料浆耐火材料一致。

4. 根据权利要求3所述的铁磁性合金真空熔铸镍基合金叶轮短流程精密铸造方法,其特征在于,所述步骤2中,通过注塑成形方法用聚乙烯制造圆柱形装料型腔模样、铸件成型注入口模样和叶轮铸件模样,装料型腔模样和注入口模样为一体化注塑成型。

5. 根据权利要求4所述的铁磁性合金真空熔铸镍基合金叶轮短流程精密铸造方法,其特征在于,在步骤3中,将圆柱形装料型腔模样、铸件成型注入口模样和叶轮铸件模样装配成整体模样并进行修整。

## 铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于精密铸造技术领域,具体涉及型壳制备、合金熔炼和充型凝固的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法,是一种用于改善铸件内在冶金质量、缩短熔模铸造工艺流程、型壳制备与熔铸成型复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的铸造工艺方法。

### 背景技术

[0002] 熔模铸造是一种近净成形工艺,也是精密铸件生产最常用的铸造方法。熔模铸造是用易熔材料制造模样,在易熔模样涂覆多层耐火材料,待其硬化干燥后,将模样熔化去除而制成型壳,型壳经高温焙烧后进行浇注,从而获得铸件的精密铸造方法。熔模铸造又称失蜡铸造,蜡模制造和熔模脱蜡是熔模铸造必不可少的生产工序,蜡模因强度低而在脱模、运输、组焊和模壳制备过程中易发生变形,熔模脱蜡易造成型壳产生裂纹,直接影响铸件质量,严重时甚至造成型壳报废。

[0003] 镍基合金叶轮等精密铸件采用熔模铸造方法生产,铸造工艺流程长,生产工序多,涉及制造蜡模、上涂料和撒砂制造模壳、模壳硬化和干燥、熔模脱蜡、型壳焙烧、合金熔炼和浇注充型、冷却凝固、脱壳清理和铸件精整等工序,型壳须在高温下进行浇注充型,否则,高温金属液热冲击作用下型壳易产生开裂甚至发生爆裂,造成铸件产生浇不足缺陷,且合金熔炼和浇注充型存在氧化烧损和吸气问题,直接影响铸件内在冶金质量,导致铸件出现夹杂和气孔类缺陷,造成铸件报废。

[0004] 铸造是装备制造业的基础,也是国民经济的基础产业。近年来,随着装备制造业的发展和科学技术的进步,我国在精密铸造新工艺、新技术开发与应用等方面也取得了长足进展。ZL200310103188.4公开了一种利用发泡塑料模制成高强度硬模壳的精密铸造工艺方法,将发泡塑料聚苯乙烯经发泡、熟化后制成发泡塑料模,经制壳、焙烧、高强度模壳清理、浇注充型等工序完成铸件生产,简化了生产程序,缩短了制做型壳的周期,降低了生产成本;ZL2014 1 0274926.X公开了一种利用模壳焙烧模样气化燃烧制备整体壳型的方法,用注塑成型方法制造的塑料模样替代蜡模制备模壳,然后将所得模壳进行焙烧,得到整体壳型,最后将所得壳型进行清理和浇注,获得铸件,解决了壳型铸造浇注时刺激性气味和铸件皮下气孔等问题,避免了消失模铸造铸钢件增碳和铸铁件皱皮等缺陷。

[0005] 虽然上述两种精密方法较好地 将熔模铸造与消失模铸造有机结合起来,在工艺上省去熔模铸造脱蜡工序,但模壳或壳型须在高温下注入金属熔液,否则,高温金属热冲击下模壳或壳型易出现开裂甚至爆裂,且无法解决合金熔炼和浇注过程中氧化烧损和吸气问题,浇注充型存在液态合金温度损失问题,不能有效改善铸件内在冶金质量。因此,对于镍基合金叶轮等精密铸件内在冶金质量要求高的铸造工艺方法亟待发掘。

### 发明内容

[0006] 本发明目的在于提供一种用于改善铸件内在冶金质量、缩短熔模铸造工艺流程的

铁磁性合金精密铸造方法,旨在通过型壳制备与熔铸成型技术复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的铸造工艺方法,利用高频真空感应电炉可感应加热熔化铁磁性合金,用所制备铸件成型用型壳作坩埚,通过高频真空感应电炉加热熔合金在型壳中熔铸成型获得铸件,无传统铸造浇注工序,避免了浇注充型引起的型壳开裂和液态合金温度损失问题,解决了合金熔炼及浇注过程中氧化烧损和吸气问题,减少了熔模铸造生产工序,节能降耗减材,浇不足、夹杂和气孔类缺陷明显降低,改善铸件内在冶金质量。

[0007] 为实现改善精密善铸件内在冶金质量、缩短熔模铸造工艺流程的目的,本发明提供一种无脱蜡、无浇注工序的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤1,根据铸造工艺方案及选用的易气化燃烧模样材料,设计制造模样成型加工模具;

[0009] 步骤2,采用注塑成形方法用易气化燃烧材料制造塑料模样;

[0010] 步骤3,根据铸造工艺设计要求,将步骤2所得塑料模样装配成整体模样;

[0011] 步骤4,根据铸件形状结构和铸造合金等技术条件选用合适的粘结剂和耐火材料等模壳材料,制备面层料浆和背层料浆,运用熔模铸造的传统工艺方法用步骤3所得整体模样替代蜡模制备模壳,即通过上涂料、撒砂、干燥硬化得到模壳;

[0012] 步骤5,根据模样材料和铸件结构形状确定加热升温速度、焙烧温度和时间以及型壳冷却速度和冷却方式,焙烧温度控制在 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 、焙烧时间为 $5\text{min}\sim 10\text{min}$ ,将步骤4所得模壳在电阻炉中进行焙烧,利用模样气化燃烧消失得到壳型;

[0013] 步骤6,对步骤5所得型壳进行清理和检验,在确保检验合格后将按照工艺要求称量好的铸件成型用合金装入型壳;

[0014] 步骤7,将装有合金的型壳置入高频真空感应炉中进行感应加热熔铸,即得铸件。

[0015] 本发明提供的铁磁性合金精密铸造方法,其显著优点在于利用型壳制备与熔铸成型技术复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的铸造工艺方法,无脱蜡、无浇注工序,缩短铸造工艺流程,节能降耗减材,改善铸件质量,提高铸件成品率。在铸件生产过程中,一方面利用熔模铸造的传统工艺方法用塑料模样替代蜡模制备模壳,通过焙烧模壳获得型壳,可有效解决模样在脱模、运输、装配和模壳制备过程中变形问题,避免熔模脱蜡引起的型壳裂纹问题;另一方面利用高频真空感应电炉可感应加热熔化铁磁性合金,用所制备铸件成型用型壳作坩埚,通过高频真空感应电炉加热熔合金在型壳中熔铸成型获得铸件,无传统铸造浇注工序,避免了浇注充型引起的型壳开裂和液态合金温度损失问题,解决了合金熔炼和浇注过程中氧化烧损和吸气问题。

[0016] 本发明提供的铸造方法是一种无脱蜡、无浇注工序的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法。这种新的铸造工艺方法可改善铸件内在冶金质量,并减少熔模铸造生产工序,缩短铸件生产周期,避免了熔模铸造蜡模易变形和浇注液态合金温度损失问题,解决了合金熔炼和浇注过程中氧化烧损和吸气以及浇注充型引起的型壳开裂问题,节能降耗减材,改善铸件质量,浇不足、夹杂和气孔类缺陷明显降低,尤其适用于生产件内在冶金质量要求高的镍基合金叶轮等铁磁性合金精密铸件。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法的流程示意图。

## 具体实施方式

[0018] 为了更好地了解本发明的技术内容,下面结合具体实例对本发明进行进一步说明。

[0019] 结合图1所示,本发明旨在改善铸件内在冶金质量、缩短熔模铸造工艺流程,而提出一种新的铁磁性合金精密铸造方法,总体上通过型壳制备与熔铸成型技术复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的铸造工艺方法,利用高频真空感应电炉可感应加热熔化铁磁性合金,用所制备铸件成型用型壳作坩埚,通过高频真空感应电炉加热熔化合金在型壳中熔铸成型获得铸件。

[0020] 如图1所示的示例,本发明提出的无脱蜡、无浇注工序的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法,包括以下步骤:

[0021] 步骤1,根据铸造工艺方案及选用的易气化燃烧模样材料,设计制造模样成型加工模具;

[0022] 步骤2,采用注塑成形方法用易气化燃烧材料制造塑料模样;

[0023] 步骤3,根据铸造工艺设计要求,将步骤2所得塑料模样装配成整体模样;

[0024] 步骤4,根据铸件形状结构和铸造合金等技术条件选用合适的粘结剂和耐火材料等模壳材料,制备面层料浆和背层料浆,运用熔模铸造的传统工艺方法用步骤3所得整体模样替代蜡模制备模壳,即通过上涂料、撒砂、干燥硬化得到模壳;

[0025] 步骤5,根据模样材料和铸件结构形状确定加热升温速度、焙烧温度和时间以及型壳冷却速度和冷却方式,焙烧温度控制在 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 、焙烧时间为 $5\text{min}\sim 10\text{min}$ ,将步骤4所得模壳在电阻炉中进行焙烧,利用模样气化燃烧消失得到壳型;

[0026] 步骤6,对步骤5所得型壳进行清理和检验,在确保检验合格后将按照工艺要求称量好的铸件成型用合金装入型壳;

[0027] 步骤7,将装有合金的型壳置入高频真空感应炉中进行感应加热熔铸,即得铸件。

[0028] 上述方案在制备铁磁性合金铸件具有显著的优势,其工艺过程中无传统铸造浇注工序,避免了浇注充型引起的型壳开裂和液态合金温度损失问题,解决了合金熔炼及浇注过程中氧化烧损和吸气问题,减少了熔模铸造生产工序,节能降耗减材,浇不足、夹杂和气孔类缺陷明显降低,改善铸件内在冶金质量。

[0029] 下面本发明的各个实施例以汽车涡轮增压器涡轮叶轮为例,更加具体的介绍上述工艺过程的具体实现,但铸件种类不限于此,且发明内容不限于此,具体实施可根据精密铸件大小和形状结构及铸造合金的不同采用相应的生产工艺。

### [0030] 【实施例一】

[0031] 利用本发明的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法,试制汽车涡轮增压器涡轮叶轮,例如J130B涡轮叶轮,包括以下步骤:

[0032] 步骤1,根据叶轮形状结构确定铸造工艺方案,一型3件,在相同水平面位置呈 $120^{\circ}$ 均匀分布,模样材料采用聚丙烯,设计制造模样成型加工模具。

[0033] 步骤2,通过注塑成形方法用聚苯乙烯制造圆柱形装料型腔模样、铸件成型注入口模样和叶轮铸件模样,装料型腔模样和注入口模样为一体化注塑成型。

[0034] 步骤3,将圆柱形装料型腔模样、铸件成型注入口模样和叶轮铸件模样按照工艺设计要求装配成整体模样并进行修整。

[0035] 步骤4,将整体模样装配好后依次进行浸涂面层料浆、甩浆、撒面砂、干燥26~28小时,如此制作面层;面层在干燥后进行浸涂背层料浆、撒砂、干燥6~8小时,并重复2次,制作背一层和背二层;然后封浆,封浆料浆采用背层料浆,浸渍后撒蛭石粉,时间控制在2min~3min,然后干燥36~40小时。其中,面层浆料耐火材料采用锆英粉和熔融石英粉按质量比5:2进行配比、粘结剂为硅溶胶,表面活性剂采用纸浆,消泡剂为硅树脂;面砂选用与面层料浆耐火材料相同;背层料浆耐火材料为莫来粉,粘结剂采用硅溶胶、添加适量的蒸馏水稀释,在沾浆机中搅拌24小时备用;背砂选用与背层料浆耐火材料一致。

[0036] 步骤5,在模壳充分干燥硬化后,将模壳放入电阻炉内进行焙烧制备型壳,焙烧加热升温速度控制在60℃~80℃/h,焙烧温度为1150℃,焙烧时间控制在8min,焙烧后型壳随炉冷至600℃出炉空冷。

[0037] 步骤6,对型壳进行型腔清理和质量检验,在确保无裂纹、型腔洁净和无残留物后将称量好的镍基合金装入型壳。

[0038] 步骤7,将装料型壳置入高频真空感应炉进行加热熔铸,合金冷却凝固后获得铸件。

[0039] 最后,我们依次进行震壳、喷砂清理和荧光探伤等铸件质量检验。

#### [0040] 【实施例二】

[0041] 采用传统的方式熔模铸造生产汽车涡轮增压器涡轮叶轮J130B,包括以下步骤:

[0042] 步骤1,根据叶轮形状结构确定铸造工艺方案,一型3件,在相同水平面位置呈120°均匀分布,设计浇注系统,蜡模采用中温蜡制作,设计制造蜡模成型模具。

[0043] 步骤2,用中温蜡制作浇口杯、直浇道、内浇道和铸件蜡模。

[0044] 步骤3,根据铸造工艺设计要求,将浇口杯、直浇道、内浇道和叶轮铸件模样组焊成整体蜡模组并进行修整。

[0045] 步骤3,将组焊好的整体蜡模依次进行浸涂面层料浆、甩浆、撒面砂、干燥26~28小时,制作面层;面层在干燥后进行浸涂背层料浆、撒砂、干燥6~8小时,并重复2次,制作背一、背二层;封浆料浆采用背层料浆,浸渍后撒蛭石粉,时间控制在2min~3min,然后干燥36~40小时。其中,面层浆料耐火材料采用锆英粉和熔融石英粉按质量比5:2进行配比、粘结剂为硅溶胶、表面活性剂采用纸浆、消泡剂为硅树脂;面砂选用与面层料浆耐火材料相同;背层料浆耐火材料为莫来粉、粘结剂采用硅溶胶、添加适量的蒸馏水稀释,在沾浆机中搅拌24小时备用;背砂选用与背层料浆耐火材料一致。

[0046] 步骤5,在模壳充分干燥硬化后,将模壳放入脱蜡釜内进行熔模脱蜡获得硅溶胶型壳,脱蜡温度为170℃,保温时间15min。

[0047] 步骤6,脱蜡后将型壳放入电阻炉进行焙烧,焙烧加热升温速度控制在60℃~80℃/h,焙烧温度为1150℃,焙烧时间控制在8min,焙烧后型壳随炉冷至600℃出炉空冷。

[0048] 步骤7,对型壳进行型腔清理和质量检验,确保型壳无裂纹、型腔洁净和无残留物。

[0049] 步骤8,熔炼合金,将型壳焙烧至1150℃~1200℃以确保在高温下进行浇注,待浇入合金冷却凝固后即得铸件,然后依次进行震壳、喷砂清理和荧光探伤等铸件质量检验。

#### [0050] 【实施例三】

[0051] 利用本发明的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法,试制汽车涡轮增压器涡轮叶轮,例如K418superalloy SJ50涡轮叶轮,包括以下步骤:

[0052] 步骤1,根据叶轮形状结构确定铸造工艺方案,一型6件,分布在两个不同水平面位置上,每个水平面位置3件呈120°均匀分布,两个不同水平面位置上铸件呈60°交叉排列,模样材料采用聚乙烯,设计制造模样成型加工模具。

[0053] 步骤2,通过注塑成形方法用聚乙烯制造圆柱形装料型腔模样、铸件成型注入口模样和叶轮铸件模样,装料型腔模样和注入口模样为一体化注塑成型。

[0054] 步骤3,将圆柱形装料型腔模样、铸件成型注入口模样和叶轮铸件模样按照工艺设计要求装配成整体模样并进行修整。

[0055] 步骤4,将整体模样装配好后依次进行浸涂面层料浆、甩浆、撒面砂、干燥22~25小时,制作面层;面层在干燥后进行浸涂背层料浆、撒砂、干燥5~7小时,并重复2次,制作背一、背二层;封浆料浆采用背层料浆,浸渍后撒蛭石粉,时间控制在2min~3min,然后干燥32~36小时。其中,面层浆料耐火材料采用锆英粉和熔融石英粉按质量比6:3进行配比、粘结剂为硅溶胶、表面活性剂采用纸浆、消泡剂为硅树脂;面砂选用与面层料浆耐火材料相同;背层料浆耐火材料为莫来粉、粘结剂采用硅溶胶、添加适量的蒸馏水稀释,在沾浆机中搅拌24小时备用;背砂选用与背层料浆耐火材料一致。

[0056] 步骤5,在模壳充分干燥硬化后,将模壳放入电阻炉内进行焙烧制备型壳,焙烧加热升温速度控制在60℃~80℃/h,焙烧温度为1100℃,焙烧时间控制在6min,焙烧后型壳随炉冷至600℃出炉空冷。

[0057] 步骤6,对型壳进行型腔清理和质量检验,在确保无裂纹、型腔洁净和无残留物后将称量好的K418superalloy合金装入型壳。

[0058] 步骤7,将装料型壳置入高频真空感应炉进行加热熔铸,合金冷却凝固后获得铸件。

[0059] 最后,我们还可以依次进行震壳、喷砂清理和荧光探伤等质量检验。

#### [0060] 【实施例四】

[0061] 采用传统方式熔模铸造汽车涡轮增压器涡轮叶轮K418superalloy SJ50,包括以下步骤:

[0062] 步骤1,根据叶轮形状结构确定铸造工艺方案,一型6件,分布在两个不同水平面位置上,每个水平面位置3件呈120°均匀分布,两个不同水平面位置上铸件呈60°交叉排列,设计浇注系统,蜡模采用中温蜡制作,设计制造蜡模成型模具。

[0063] 步骤2,用中温蜡制作浇口杯、直浇道、内浇道和铸件蜡模。

[0064] 步骤3,根据铸造工艺设计要求,将浇口杯、直浇道、内浇道和叶轮铸件模样组焊成整体蜡模组并进行修整。

[0065] 步骤4,将整体模样装配好后才运用熔模铸造的传统工艺方法制备模壳,依次进行浸涂面层料浆、甩浆、撒面砂、干燥22~25小时,制作面层;面层在干燥后进行浸涂背层料浆、撒砂、干燥5~7小时,并重复2次,制作背一、背二层;封浆料浆采用背层料浆,浸渍后撒蛭石粉,时间控制在2min~3min,然后干燥32~36小时。其中,面层浆料耐火材料采用锆英粉和熔融石英粉按质量比6:3进行配比、粘结剂为硅溶胶、表面活性剂采用纸浆、消泡剂为硅树脂;面砂选用与面层料浆耐火材料相同;背层料浆耐火材料为莫来粉、粘结剂采用硅溶胶、添加适量的蒸馏水稀释,在沾浆机中搅拌24小时备用;背砂选用与背层料浆耐火材料一致。

[0066] 步骤5,在模壳充分干燥硬化后,将模壳放入脱蜡釜内进行熔模脱蜡获得硅溶胶型壳,脱蜡温度为170℃,保温时间15min。

[0067] 步骤6,脱蜡后将型壳放入电阻炉进行焙烧,焙烧加热升温速度控制在60℃~80℃/h,焙烧温度为1100℃,焙烧时间控制在6min,焙烧后型壳随炉冷至600℃出炉空冷。

[0068] 步骤7,对型壳进行型腔清理和质量检验,确保型壳无裂纹、型腔洁净和无残留物。

[0069] 步骤8,熔炼合金,将型壳焙烧至1150℃~1200℃以确保在高温下进行浇注,待浇入合金冷却凝固后即得铸件,然后依次进行震壳、喷砂清理和荧光探伤等铸件质量检验。

[0070] 在上述具体实例中,分别采用本发明的铁磁性合金真空熔铸短流程精密铸造方法和熔模铸造方法批量生产了两种型号汽车涡轮增压器涡轮叶轮,生产对比结果表明,本发明的工艺方法与熔模铸造相比,不仅简化了生产操作,而且明显改善铸件质量。虽然铸件主要铸造缺陷都是变形、浇不足、夹杂和气孔类缺陷,但采用本发明的工艺方法生产的铸件废品率明显降低。表1是在具体实施中叶轮铸件废品率统计结果。

[0071] 表1叶轮铸件废品率对比

叶轮型号	实施方式	叶轮铸件废品率 (%)					
		铸件变形	浇不足	夹杂	气孔	其它缺陷	总废品率
J130B	实施例一	0.4%	0.5%	1.6%	0.7%	0.3	3.5%
	实施例二	1.1%	1.4%	3.3%	2.3%	0.5	8.6%
SJ50	实施例三	0.3%	0.7%	1.5%	1.0%	0.2	3.7%
	实施例四	0.9%	1.8%	3.5%	2.6%	0.4	9.2%

[0073] 从表1中可见,采用本发明的实施例一和实施例三铸件废品率比传统熔模铸造实施例二和实施例四明显降低,实施例一叶轮J130B铸件废品率减少5.1%,仅为实施例二的40.7%,实施例三叶轮SJ50铸件废品率只有实施例四的40.2%,铸件废品率降低5.5%。

[0074] 从表1中还可看出,实施例一和实施例三铸件废品率比实施例二和实施例四显著降低是由于铸件变形、浇不足、夹杂和气孔类缺陷大幅度减少。铸件变形主要与模样在脱模、运输、装配和模壳制备过程中发生变形有关,浇不足是型壳开裂导致的结果,而实施例一和实施例三铸件夹杂和气孔类废品主要与母材合金冶金质量不高有关,实施例二和实施例四铸件夹杂和气孔类废品则主要是合金熔炼氧化烧损和浇注充型吸气造成的。

[0075] 上述结果表明,本发明提供的型壳制备与熔铸成型技术复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的铸造工艺方法具有明显的技术优势,在生产应用中取得了良好的技术效果和经济效益。由于塑料模样在脱模、装配和模壳制备过程中不易损坏和变形,避免了蜡模变形导致铸件报废问题,合金熔铸与铸件成型一体化解决了合金熔炼氧化烧损和浇注充型引起的型壳开裂以及吸气等问题,改善铸件内在冶金质量,铸件成品率高。

[0076] 由以上技术方案和对比例说明可见,本发明利用型壳制备与熔铸成型技术复合的铸造工艺方法,无脱蜡、无浇注生产操作,缩短铸造工艺流程,适用镍基合金镍基合金叶轮等内在冶金质量要求高的铁磁性合金精密铸件生产,铸件结构复杂程度不受限制,避免了传统熔模铸造蜡模在脱模、运输、装配和模壳制备过程中变形和浇注充型过程中液态合金温度损失问题,解决了熔模铸造合金熔炼氧化烧损、熔模脱蜡和浇注充型引起的型壳开裂和吸气等问题,缺陷明显减少,铸件成品率高。



[0077] 而且,利用合金熔铸与铸件成型一体化的铸造工艺方法,采用所制备铸件成型用型壳作坩埚,通过用高频真空感应电炉感应加热熔化铁磁性合金在型壳内熔铸成型获得铸件,解决了熔模铸造在合金熔炼和浇注过程中易产生氧化烧损和吸气问题,铸件夹杂和气孔类缺陷显著降低,提高铸件内在冶金质量。

[0078] 同时,利用高频真空感应电炉可感应加热熔化铁磁性合金,采用型壳制备与熔铸成型复合和合金熔铸与铸件成型一体化相结合的铸造工艺方法,简化生产工序,节能降耗减材,改善铸件质量,适用于生产件内在冶金质量要求高的铁磁性合金精密铸件。

[0079] 浇不足、夹杂和气孔类缺陷显著降低,铸件尺寸精度、内在冶金质量和表面质量均比传统熔模铸造明显提高。

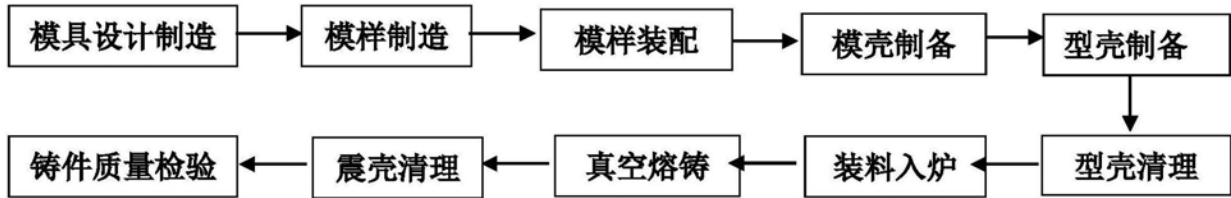


图1