



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104148587 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410415708. 3

B22C 9/20(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 08. 22

F16D 65/12(2006. 01)

(66) 本国优先权数据

201410247789. 0 2014. 06. 06 CN

(71) 申请人 中设集团装备制造有限责任公司

地址 100000 北京市西城区广安门外大街  
178号5层

(72) 发明人 安朝阳

(74) 专利代理机构 北京驰纳智财知识产权代理

事务所(普通合伙) 11367

代理人 孙海波

(51) Int. Cl.

B22C 9/08(2006. 01)

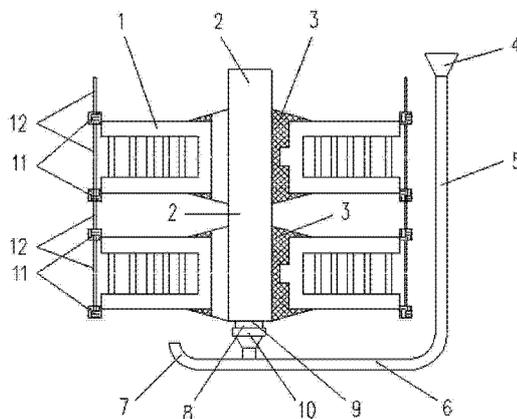
权利要求书1页 说明书14页 附图3页

(54) 发明名称

制动盘盘体的铸造方法和装置及由此制得的  
制动盘盘体

(57) 摘要

本发明公开了一种制动盘盘体的铸造方法和装置,及由此制得的制动盘盘体,其浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的冒口替代上一层的浇注系统,冒口中心置于铸件内侧壁至铸件几何中心的任一位置,采用底返引入金属液的方式进行串浇,金属液由下一层底部进入该层型腔,待该层型腔充满后由该层的冒口进入上一层型腔。本发明的铸造方法能实现铸件的顺序凝固和完全补缩,有效防止铸件在铸造过程中出现缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等缺陷,确保铸件性能各向同性,同时适用于大包浇注下具有高质量制动盘盘体的大批量生产,金属的使用率提高了30-60%,生产成本降低了30-60%,工作效率提高了40-60%。



1. 一种制动盘盘体的铸造方法,其按照先后顺序包括以下步骤:

(1) 通过计算机模拟软件对所述制动盘盘体的铸造工艺和铸造装置进行模拟分析,确定浇注系统和补缩系统的位置,所述浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口替代上一层的浇注系统,所述冒口中心置于铸件内侧壁至铸件几何中心的任一位置;

(2) 根据步骤(1)的模拟分析结果,制定所述制动盘盘体的铸造工艺,采用底返引入金属液的方式进行串浇,其中金属液由下一层底部进入该层型腔,待该层型腔充满后由该层补缩系统的冒口进入上一层型腔;

(3) 制作铸造装置,其浇注系统和补缩系统的位置符合步骤(1)中模拟分析的结果;

(4) 制作型芯;

(5) 合箱;

(6) 熔炼浇注;

(7) 打箱落砂并清理;

(8) 对铸件进行粗加工和热处理;

(9) 对铸件进行调质处理和精加工。

2. 如权利要求1所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:至少有一组串浇系统,每组串浇系统的层数不少于两层。

3. 如权利要求2所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的0.3-1.5倍。

4. 如权利要求2所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:每组串浇系统的冒口数量为一个,且冒口中心置于铸件几何中心的位置。

5. 如权利要求2所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:每组串浇系统的冒口数量为一个,且冒口中心置于距离铸件几何中心为10-15mm的位置。

6. 如权利要求2所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且均匀分布在以铸件几何中心位置为中心的同一个圆周上。

7. 如权利要求2所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且冒口中心置于铸件内侧壁的位置。

8. 如权利要求2所述的制动盘盘体的铸造方法,其特征在于:每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且冒口中心置于距离铸件几何中心为 $(1/2)R$ 的位置,其中R为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离。

9. 一种制动盘盘体的铸造装置,其包括浇注系统和补缩系统,所述浇注系统包括浇口杯、直浇道、横浇道、内浇道和整流过滤装置,所述补缩系统包括冒口和补贴,其特征在于:所述浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口替代上一层的浇注系统,所述冒口中心置于铸件内侧壁至铸件几何中心的任一位置。

10. 一种制动盘盘体,其特征在于:由权利要求1-8中任一种铸造方法制成。

## 制动盘盘体的铸造方法和装置及由此制得的制动盘盘体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种铸造方法,尤其涉及一种适用于大包浇注条件下的大批量生产高速列车制动盘盘体的铸造方法和装置,及由此制得的制动盘盘体。

### 背景技术

[0002] 制动盘盘体是高速列车的关键部件,在列车制动时起重要作用。由于其工作环境复杂恶劣,维修更换不便。要求制动盘产品必须有稳定的质量和较长的使用寿命。

[0003] 大量研究表明,在材质一定的情况下,铸造制动盘盘体失效的主要原因是盘体中存在缩孔、缩松、砂孔、裂纹等铸造缺陷。

[0004] 250km/h 以上速度的高速列车,对制动盘盘体的质量提出了更高的要求,对缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷的容忍度进一步降低,同时,对材质中的气体及夹杂物的含量也做出了严格的限制。这都要求必须有相应合理的浇注系统和补缩系统来保证。

[0005] 由于制动盘盘体单件质量轻,单件或少数量铸件于一箱浇注时,占用造型场地大;为满足铸件质量要求,必须采用小包浇注;又由于制动盘盘体对材料要求高,化学成分控制严格,特别是对夹杂物及 N、H、O 气体含量要求严格,必须在精炼炉内熔炼,不能进行或要避免进行倒包等操作。目前,市场对该铸件的需求数量大,使用 5T 以内小包浇注生产效率低,很难满足市场要求。因此,急需开发一种能使用 5T 乃至 15T 以上大包浇注的高效率生产工艺和生产方法。

[0006] 公开号为 CN103317099A 的发明专利公开了一种制动盘的重叠浇注工艺,先制作底模、主模、盖模,设计上下串通连体的浇注、进水和补缩系统;然后制作底板、套卷、盖板等金属工装;再将模型组装到射芯机上,利用射芯机的气压将砂压满模型内,通过加热固化成型后,取出码放备用;最后将上述各部分组装起来,并安放浇注补缩杯,等待浇注。该发明专利的铸造工艺效率高,但也只能制备材质为铸铁的适用于汽车的制动盘。

### 发明内容

[0007] 为解决现有技术中存在的问题,本发明提供一种制动盘盘体的铸造方法,其按照先后顺序包括以下步骤:

(1) 通过计算机模拟软件对所述制动盘盘体的铸造工艺和铸造装置进行模拟分析,确定浇注系统和补缩系统的位置,所述浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口替代上一层的浇注系统,所述冒口中心置于铸件内侧壁至铸件几何中心的任一位置;

本发明选用的模拟软件包括适用于材料加工工程及制造领域中的任何模拟软件,如 Magma、ProCast、NovaCast、AnyCast、Flow 3D、华铸 CAE、Ansys、Abaqus、Marc 等。打开模拟软件,建立实体模型,在模型上划分网格,设定参数,进行模拟分析;根据模拟结果调试参数,然后使用新的参数再次进行模拟分析。本发明经过大量模拟,最终确定了浇注系统和补

缩系统的位置,所述浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口替代上一层的浇注系统,所述冒口中心置于铸件内侧壁至铸件几何中心的任一位置。模拟结果显示,由此制备的制动盘盘体中没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷。从模拟分析结果看,当浇注系统和补缩系统的位置设计合理,且相互配合,才能有效地防止制动盘盘体在铸造过程中出现缺陷,使得铸件充型均匀密实,其综合性能和整体质量大幅度提高。

[0008] 本发明的浇注系统与补缩系统垂直串叠在一起,部分共用。金属液由整流过滤装置底部进入内浇道,然后进入第一层(最底层)制动盘盘体的型腔,当第一层的型腔充满后,金属液通过第一层的补缩系统的冒口进入第二层制动盘盘体的型腔,当第二层的型腔充满后,金属液通过第二层的补缩系统的冒口进入第三层制动盘盘体的型腔,以此类推,逐层充型与补缩。冒口既对下一层的铸件起到补缩的作用,又充当了上一层的浇注系统。

[0009] 本发明的浇注系统能有效确保金属液平稳均衡充型,防止金属液在充型过程中因紊流飞溅和对型腔的冲蚀等原因而使铸件产生砂孔、渣孔、气孔等铸造缺陷;补缩系统中的冒口与补贴配合能实现铸件的顺序凝固,同时确保其在凝固过程中实现完全补缩,防止铸件出现缩孔、缩松等缺陷,保证铸件性能各向同性。

[0010] (2) 根据步骤(1)的模拟分析结果,制定所述制动盘盘体的铸造工艺,采用底返引入金属液的方式进行串浇,其中金属液由下一层底部进入该层型腔,待该层型腔充满后由该层补缩系统的冒口进入上一层型腔;

在制动盘盘体的实际铸造过程中,金属液进入型腔的方式、位置、流速等各个参数均要符合模拟结果。

[0011] (3) 制作铸造装置,其浇注系统和补缩系统的位置符合步骤(1)中模拟分析的结果;在实际的铸造装置中,浇注系统和补缩系统的位置、形状、尺寸、组数、层数、相邻两层之间的距离、冒口尺寸及数量等各个参数均要符合模拟结果。

[0012] (4) 制作型芯;

(5) 合箱;

(6) 熔炼浇注;

(7) 打箱落砂并清理,切除冒口部分;

(8) 对铸件进行粗加工和热处理;

(9) 对铸件进行调质处理和精加工。

[0013] 热处理的目的是消除铸件组织中的柱状晶、粗大的等轴晶和树枝状偏析,消除残余应力和部分缺陷,改善铸件的力学性能。调质处理为淬火和高温回火的双重热处理,其目的是保证铸件具有优良的综合机械性能,既具有较高的强度又具有较高的塑性和韧性。对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。通过上述铸造方法制备的制动盘盘体,其屈服强度  $\sigma_{0.2} \geq 950\text{MPa}$ 。

[0014] 优选的是,至少有一组串浇系统,每组串浇系统的层数不少于两层。根据生产场地的大小可设计多组串浇系统,每组串浇系统可垂直叠加多层,每次可同时浇注若干个铸件,因此在保证没有缩孔缩松、夹渣、裂纹等缺陷的同时,可大幅度提高生产效率,降低生产成本。

[0015] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 0.3-1.5 倍。相邻两层之间的距离是指下一层的上表面与上一层的下表面之间的距离,该距

离与铸件的尺寸、砂型的强度等有关。单个铸件的高度为 50-150mm。

[0016] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量为一个,且冒口中心置于铸件几何中心的位置。

[0017] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量为一个,且冒口中心置于距离铸件几何中心为 10-15mm 的位置。

[0018] 当冒口为一个时,冒口底部对应一个内浇口,冒口中心和内浇口中心均置于铸件几何中心或铸件几何中心附近的位置。金属液由内浇口向四周流动,实现平稳均衡的充型,所制备的制动盘盘体中没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷。

[0019] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且均匀分布在以铸件几何中心位置为中心的同一个圆周上。

[0020] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且冒口中心置于铸件内侧壁的位置。

[0021] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且冒口中心置于距离铸件几何中心为 $(1/2)R$ 的位置,其中 R 为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离。

[0022] 当冒口为多个时,并不是每一个冒口底部都对应一个内浇口,可以分段设置内浇口。冒口中心和内浇口中心均置于铸件内侧壁或距离铸件几何中心一定距离的位置。金属液由各个内浇口向四周流动,实现平稳均衡的充型,所制备的制动盘盘体中没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷。

[0023] 在上述任一方案中优选的是,所述冒口的数量为六个或八个。

[0024] 在上述任一方案中优选的是,内浇口置于所述冒口的底部,并与铸件相连。内浇口位于补缩铸件的冒口之下,与冒口连接为一体,实现充分补缩。

[0025] 在上述任一方案中优选的是,所述金属液在内浇口的流速小于等于 50cm/s,确保金属液平稳均衡的充型。

[0026] 在上述任一方案中优选的是,所述金属液在铸件中的上升速度为 15-35mm/s,确保金属液平稳均衡的充型。

[0027] 金属液在内浇口的流速和在铸件中的上升速度与铸件的高度、铸件的重量、串浇系统的尺寸等有关。

[0028] 本发明的制动盘盘体的铸造方法能实现铸件的顺序凝固和完全补缩,有效防止铸件在铸造过程中出现缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等缺陷,确保铸件性能各向同性,同时适用于大包浇注下具有高质量制动盘盘体的大批量生产,金属的使用率提高了 30-60%,生产成本降低了 30-60%,工作效率提高了 40-60%。

[0029] 本发明还提供了一种制动盘盘体的铸造装置,其包括浇注系统和补缩系统,所述浇注系统包括浇口杯、直浇道、横浇道、内浇道和整流过滤装置,所述补缩系统包括冒口和补贴,所述浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口替代上一层的浇注系统,所述冒口中心置于铸件内侧壁至铸件几何中心的任一位置。该浇注系统和补缩系统实现了制动盘铸件呈多层串叠浇注。

[0030] 本发明的浇注系统与补缩系统垂直串叠在一起,部分共用。金属液由整流过滤装置底部进入内浇道,然后进入第一层(最底层)制动盘盘体的型腔,当第一层的型腔充满后,金属液通过第一层的补缩系统的冒口进入第二层制动盘盘体的型腔,当第二层的型腔充满

后,金属液通过第二层的补缩系统的冒口进入第三层制动盘盘体的型腔,以此类推,逐层充型与补缩。冒口既对下一层的铸件起到补缩的作用,又充当了上一层的浇注系统。

[0031] 本发明的浇注系统能有效确保金属液平稳均衡充型,防止金属液在充型过程中因紊流飞溅和对型腔的冲蚀等原因而使铸件产生砂孔、渣孔、气孔等铸造缺陷;补缩系统中的冒口与补贴配合能实现铸件的顺序凝固,同时确保其在凝固过程中实现完全补缩,防止铸件出现缩孔、缩松等缺陷,保证铸件性能各向同性。

[0032] 优选的是,所述浇注系统还包括横浇道溢流段。横浇道溢流段是横浇道的延伸部分,用来收集最初阶段进入浇注系统中的金属液,这些金属液因冲刷清洗浇注系统而温度下降,同时变得不清洁,将其收集起来是为了避免该部分冷而不清洁的金属液进入型腔而影响铸件质量。

[0033] 在上述任一方案中优选的是,所述浇注系统还包括集渣溢流片和集渣排气棒。集渣溢流片用于收集充型时流程最长的冷而不清洁的金属液;集渣排气棒有利于充型时型腔的排气,防止气体在铸件内产生气孔。

[0034] 在上述任一方案中优选的是,所述浇口杯、直浇道、横浇道和横浇道溢流段依次相连,便于金属液在进入型腔前流通顺畅,能够平稳的进入内浇道,进而进入型腔;所述冒口与补贴相连,补贴与铸件相连,补贴可作为补缩通道,二者配合补偿铸件在凝固时的收缩,避免产生缩孔、缩松等缺陷。

[0035] 在上述任一方案中优选的是,所述内浇道置于冒口的下方和横浇道的上方。

[0036] 在上述任一方案中优选的是,内浇口置于所述冒口的底部,并与铸件相连。

[0037] 在上述任一方案中优选的是,所述整流过滤装置置于内浇道与横浇道之间。

[0038] 整流过滤装置主要起到清除金属液中的夹渣物质和整理金属液流态的作用。金属液在进入型腔前,经过整流过滤装置,可减小金属液对型腔的直接冲击,同时金属液通过整流过滤装置后能将杂乱的紊流流态改变为平静的层流流态,从而防止因充型而造成的渣孔、砂孔、气孔等缺陷。

[0039] 在上述任一方案中优选的是,至少有一组串浇系统,每组串浇系统的层数不少于两层。该装置每次可同时浇注若干个铸件,在保证没有缩孔缩松、夹渣、裂纹等缺陷的同时,可大幅度提高生产效率,降低生产成本。

[0040] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的0.3-1.5倍。

[0041] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量为一个,且冒口中心置于铸件几何中心的位置。

[0042] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量为一个,且冒口中心置于距离铸件几何中心为10-15mm的位置。

[0043] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且均匀分布在以铸件几何中心位置为中心的同一个圆周上。

[0044] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且冒口中心置于铸件内侧壁的位置。

[0045] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统的冒口数量至少为两个,且冒口中心置于距离铸件几何中心为 $(1/2)R$ 的位置,其中R为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离。

[0046] 在上述任一方案中优选的是,所述冒口的数量为六个或八个。

[0047] 在上述任一方案中优选的是,所述浇口杯、直浇道、横浇道和横浇道溢流段由耐火材料制成,比如陶瓷管和 / 或陶瓷砖等。

[0048] 上述任一方案中优选的是,所述内浇道由耐火材料制成或由砂型形成。耐火材料包括陶瓷管和 / 或陶瓷砖等,砂型也具有良好的保温效果。

[0049] 在上述任一方案中优选的是,所述补贴由金属材料或保温耐火材料形成。补贴是补缩的通道,与冒口配合,对铸件起到补偿的作用。补缩时,若增加铸件的形状,则补贴由金属材料形成,该金属材料与铸件的材料相同;补缩时,若不增加铸件的形状,则补贴由保温耐火材料形成,起到保温发热的作用。

[0050] 在上述任一方案中优选的是,所述集渣溢流片置于铸件外侧的上下边缘。

[0051] 在上述任一方案中优选的是,所述集渣排气棒置于铸件外侧,并与上下边缘的集渣溢流片相连。

[0052] 在上述任一方案中优选的是,每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,每组串浇系统至少设置一个集渣排气棒。本发明的集渣排气棒不仅具有排气的作用,还起到拉筋的作用,可防止铸件变形。

[0053] 在上述任一方案中优选的是,所述冒口的形状为圆柱体、腰圆体或多面体。冒口横截面可为圆形、腰圆形、梯形、五边形、六边形等。

[0054] 本发明的制动盘盘体的铸造装置结构简单,操作方便,能实现铸件的顺序凝固和完全补缩,有效防止铸件在铸造过程中出现缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等缺陷,可提高金属的使用率,降低生产成本,提高工作效率。

[0055] 本发明还提供一种制动盘盘体,由上述任一种铸造方法和铸造装置制成。所制备的制动盘盘体没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷,且性能各向同性,具有较高且均匀的力学性能。

[0056] 本发明的铸造方法和 / 或铸造装置的浇注系统和补缩系统可适用于铸钢及其他合金的高速列车制动盘盘体的生产,且实现了以串浇方式进行浇注的铸造工艺。

## 附图说明

[0057] 图 1 为按照本发明的制动盘盘体的铸造方法的工艺流程图;

图 2 为按照本发明的制动盘盘体的铸造方法的一优选实施例的缩孔缩松缺陷模拟显示图;

图 3 为按照本发明的制动盘盘体的铸造装置的一优选实施例的剖面图;

图 4 为按照本发明的制动盘盘体的铸造装置的另一优选实施例的立体结构图;

图 5 为按照本发明的制动盘盘体的铸造装置的另一优选实施例的立体结构图;

图 6 为按照本发明的制动盘盘体的铸造装置的图 5 的优选实施例的 45° 仰视立体结构图。

[0058] 图中标注说明:1- 铸件,2- 冒口,3- 补贴,4- 浇口杯,5- 直浇道,6- 横浇道,7- 横浇道溢流段,8- 内浇道,9- 内浇口,10- 整流过滤装置,11- 集渣溢流片,12- 集渣排气棒,13- 缩孔缩松。

## 具体实施方式

[0059] 为了更进一步了解本发明的发明内容,下面将结合具体实施例详细阐述本发明。

[0060] 实施例一:

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轴盘盘体(外径为 610mm,内径为 240mm,)为例,其适用于大包浇注条件下的大批量高效率生产的铸造方法的工艺流程如图 1 所示,其按照先后顺序包括以下步骤:

(1) 通过计算机模拟软件对制动盘盘体的铸造工艺和铸造装置进行模拟分析,确定浇注系统和补缩系统的位置,浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口 2 替代上一层的浇注系统,冒口 2 中心置于铸件 1 几何中心的位置;

(2) 根据步骤(1)的模拟分析结果,制定制动盘盘体的铸造工艺,采用底返引入金属液的方式进行串浇,其中金属液由下一层底部进入该层型腔,待该层型腔充满后由该层补缩系统的冒口 2 进入上一层型腔;

(3) 制作铸造装置,其浇注系统和补缩系统的位置符合步骤(1)中模拟分析的结果;

(4) 制作型芯;

(5) 合箱;

(6) 熔炼浇注;

(7) 打箱落砂并清理,切除冒口部分;

(8) 对铸件进行粗加工和热处理;

(9) 对铸件进行调质处理和精加工。

[0061] 选用 Magma 模拟软件进行模拟分析,根据最佳模拟结果,制定实际的铸造工艺流程和实际的铸造装置。在制动盘盘体的实际铸造过程中,金属液进入型腔的方式、位置、流速等各个参数均要符合模拟结果。在实际的铸造装置中,浇注系统和补缩系统的位置、形状、尺寸、组数、层数、相邻两层之间的距离、冒口尺寸及数量等各个参数均要符合模拟结果。

[0062] 有一组串浇系统,其层数为两层,即有两个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 50mm,串浇系统中两层之间的距离为铸件高度的 0.3 倍。

[0063] 串浇系统的冒口 2 数量为一个,其形状为圆柱体,直径为 140mm,高度为 140mm。冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件 1 几何中心的位置。金属液由内浇口 9 向四周流动,实现平稳均衡的充型,所制备的制动盘盘体中没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷。如图 2 所示,铸件及冒口在凝固后缩孔缩松缺陷的显示,模拟表明,所有缩孔缩松 13 都集中在冒口 2 中,铸件 1 内部均匀致密,没有缩孔缩松 13。金属液在内浇口 9 的流速等于 50cm/s,金属液在铸件 1 中的上升速度为 15mm/s。

[0064] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=950\text{MPa}$ 。

[0065] 如图 3 所示,一种制动盘盘体的铸造装置,其包括浇注系统和补缩系统,浇注系统包括浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、内浇道 8 和整流过滤装置 10,补缩系统包括冒口 2 和补贴 3,浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口 2 替代上一层的浇注系统,冒口 2 中心置于铸件 1 几何中心的位置。金属液由整流过滤装置 10 底部进入内浇道 8,然后进入第一层(最底层)制动盘盘体的型腔,当第一层的型腔充满后,金属液通过第一

层的补缩系统的冒口 2 进入第二层制动盘盘体的型腔。冒口 2 既对第一层的铸件起到补缩的作用,又充当了第二层的浇注系统。

[0066] 浇注系统还包括横浇道溢流段 7、集渣溢流片 11 和集渣排气棒 12。浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 依次相连,冒口 2 与补贴 3 相连。内浇道 8 置于冒口 2 的下方和横浇道 6 的上方。内浇口 9 置于冒口 2 的底部,并与铸件 1 相连。整流过滤装置 10 置于内浇道 8 与横浇道 6 之间。冒口 2 为圆柱体,直径为 140mm,高度为 140mm。

[0067] 有一组串浇系统,其层数为两层,即有两个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 50mm,串浇系统中两层之间的距离为铸件高度的 0.3 倍。

[0068] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 由耐火材料制成;内浇道 8 由耐火材料制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

集渣溢流片 11 置于铸件外侧的上下边缘;该组串浇系统中第一层与第二层的集渣排气棒依次相连,形成两个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0069] 一种制动盘盘体,该盘体由上述铸造方法和铸造装置制成。所制备的制动盘盘体没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷,且性能各向同性,具有较高且均匀的力学性能。

[0070] 实施例二:

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轴盘盘体(外径为 610mm,内径为 240mm,)为例,其适用于大包浇注条件下的大批量高效率生产的铸造方法的工艺流程如图 1 所示,其按照先后顺序包括以下步骤:

(1) 通过计算机模拟软件对制动盘盘体的铸造工艺和铸造装置进行模拟分析,确定浇注系统和补缩系统的位置,浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口 2 替代上一层的浇注系统,冒口 2 中心置于铸件 1 几何中心的位置;

(2) 根据步骤(1)的模拟分析结果,制定制动盘盘体的铸造工艺,采用底返引入金属液的方式进行串浇,其中金属液由下一层底部进入该层型腔,待该层型腔充满后由该层补缩系统的冒口 2 进入上一层型腔;

(3) 制作铸造装置,其浇注系统和补缩系统的位置符合步骤(1)中模拟分析的结果;

(4) 制作型芯;

(5) 合箱;

(6) 熔炼浇注;

(7) 打箱落砂并清理,切除冒口部分;

(8) 对铸件进行粗加工和热处理;

(9) 对铸件进行调质处理和精加工。

[0071] 选用 AnyCast 模拟软件进行模拟分析,根据最佳模拟结果,制定实际的铸造工艺流程和实际的铸造装置。

[0072] 有两组串浇系统,每组层数分别为三层,即有六个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 100mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1.5 倍。

[0073] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为一个,其形状为圆柱体,直径为 150mm,高度为 650mm。冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件 1 几何中心

的位置。金属液在内浇口的流速等于 40cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 30mm/s。

[0074] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1000\text{MPa}$ 。

[0075] 如图 4 所示,一种制动盘盘体的铸造装置,其包括浇注系统和补缩系统,浇注系统包括浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、内浇道 8 和整流过滤装置 10,补缩系统包括冒口 2 和补贴 3,浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口 2 替代上一层的浇注系统,冒口 2 中心置于铸件 1 几何中心的位置。金属液由整流过滤装置 10 底部进入内浇道 8,然后进入第一层(最底层)制动盘盘体的型腔,当第一层的型腔充满后,金属液通过第一层的补缩系统的冒口 2 进入第二层制动盘盘体的型腔,当第二层的型腔充满后,金属液通过第二层的补缩系统的冒口 2 进入第三层制动盘盘体的型腔。

[0076] 浇注系统还包括横浇道溢流段 7、集渣溢流片 11 和集渣排气棒 12。浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 依次相连,冒口 2 与补贴 3 相连。内浇道 8 置于冒口 2 的下方和横浇道 6 的上方。整流过滤装置 10 置于内浇道 8 与横浇道 6 之间。

[0077] 有两组串浇系统,每组层数分别为三层,即有六个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 100mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1.5 倍。

[0078] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 由陶瓷管制成;内浇道 8 由砂型形成;补贴 3 由保温耐火材料形成。

集渣溢流片 11 置于铸件外侧的上下边缘;每组串浇系统中第一层、第二层和第三层的集渣排气棒依次相连,形成四个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0079] 一种制动盘盘体,该盘体由上述铸造方法和铸造装置制成。所制备的制动盘盘体没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷,且性能各向同性,具有较高且均匀的力学性能。

[0080] 实施例三:

以时速 250km/h 的高速列车铸钢制动盘轴盘盘体(外径为 600mm,内径为 240mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例一基本相同。

[0081] 有四组串浇系统,每组层数分别为六层,即有二十四组制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 75mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 0.9 倍。

[0082] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为一个,其形状为圆柱体,直径为 155mm,高度为 900mm。冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件 1 几何中心为 15mm 的位置。金属液在内浇口的流速等于 30cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 22mm/s。

[0083] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 由陶瓷砖制成;内浇道 8 由砂型形成;补贴 3 由耐火石棉形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成六个集渣排气棒 11,并均布在铸件的外侧。

[0084] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=980\text{MPa}$ 。

[0085] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 50%,生产成本降低了 40%,工作效率提高了 50%。

[0086] 实施例四:

以时速 200km/h 的高速列车铸钢制动盘轴盘盘体(外径为 610mm,内径为 260mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例一基本相同。

[0087] 有六组串浇系统,每组层数分别为八层,即有四十八个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 65mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 0.6 倍。

[0088] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为一个,其形状为圆柱体,直径为 160mm,高度为 950mm。冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件 1 几何中心为 12mm 的位置。金属液在内浇口的流速等于 35cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 30mm/s。

[0089] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 由陶瓷砖制成;内浇道 8 由陶瓷管制成;补贴 3 由陶瓷纤维形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成四个集渣排气棒,并均布在铸件的外侧。

[0090] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1050\text{MPa}$ 。

[0091] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 50%,生产成本降低了 40%,工作效率提高了 50%。

[0092] 实施例五:

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 240mm,)为例,其适用于大包浇注条件下的大批量高效率生产的铸造方法的工艺流程如图 1 所示,其按照先后顺序包括以下步骤:

(1) 通过计算机模拟软件对制动盘盘体的铸造工艺和铸造装置进行模拟分析,确定浇注系统和补缩系统的位置,浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起,下一层的补缩系统的冒口 2 替代上一层的浇注系统,冒口 2 中心置于距离铸件 1 几何中心为  $(1/2)R$  的位置,其中  $R$  为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离;

(2) 根据步骤(1)的模拟分析结果,制定制动盘盘体的铸造工艺,采用底返引入金属液的方式进行串浇,其中金属液由下一层底部进入该层型腔,待该层型腔充满后由该层补缩系统的冒口 2 进入上一层型腔;

(3) 制作铸造装置,其浇注系统和补缩系统的位置符合步骤(1)中模拟分析的结果;

(4) 制作型芯;

(5) 合箱;

(6) 熔炼浇注;

(7) 打箱落砂并清理,切除冒口部分;

(8) 对铸件进行粗加工和热处理;

(9) 对铸件进行调质处理和精加工。

[0093] 有四组串浇系统,每组层数分别为两层,即有八个制动盘盘体垂直串叠在一起同

时浇注。单个铸件高度为 90mm, 每组串浇系统中两层之间的距离为铸件高度的 1.2 倍。

[0094] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为六个, 其形状为多面体, 长度为 160mm, 宽度为 140mm, 高度为 350mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9, 冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件 1 几何中心为  $(1/2)R$  的位置, 其中  $R$  为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离。金属液在内浇口的流速等于 50cm/s, 金属液在铸件中的上升速度为 26mm/s。

[0095] 对铸件进行无损检测, 同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1100\text{MPa}$ 。

[0096] 如图 5 和图 6 所示, 一种制动盘盘体的铸造装置, 其包括浇注系统和补缩系统, 浇注系统包括浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、内浇道 8 和整流过滤装置 10, 补缩系统包括冒口 2 和补贴 3, 浇注系统和补缩系统垂直串叠在一起, 下一层的补缩系统的冒口 2 替代上一层的浇注系统, 冒口 2 中心置于距离铸件 1 几何中心为  $(1/2)R$  的位置, 其中  $R$  为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离。

[0097] 浇注系统还包括横浇道溢流段 7、集渣溢流片 11 和集渣排气棒 12。浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 依次相连, 冒口 2 与补贴 3 相连。内浇道 8 置于冒口 2 的下方和横浇道 6 的上方。整流过滤装置 10 置于内浇道 8 与横浇道 6 之间。

[0098] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 由陶瓷管制成; 内浇道 8 由陶瓷砖制成; 补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

集渣溢流片 11 置于铸件外侧的上下边缘; 每组串浇系统中第一层与第二层的集渣排气棒依次相连, 形成六个集渣排气棒 12, 并均布在铸件的外侧。

[0099] 一种制动盘盘体, 该盘体由上述铸造方法和铸造装置制成。所制备的制动盘盘体没有缩孔、缩松、砂孔、气孔、渣孔、裂纹等铸造缺陷, 且性能各向同性, 具有较高且均匀的力学性能。

[0100] 实施例六:

以时速 200km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm, 内径为 260mm,)为例, 其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0101] 有五组串浇系统, 每组层数分别为十层, 即有五十个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 55mm, 每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 0.4 倍。

[0102] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为八个, 其形状为腰圆体, 长度为 160mm, 宽度为 120mm, 高度为 850mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9, 冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件几何中心为  $(1/2)R$  的位置, 其中  $R$  为铸件内侧壁至铸件几何中心的距离。金属液在内浇口的流速等于 35cm/s, 金属液在铸件中的上升速度为 28mm/s。

[0103] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6 和横浇道溢流段 7 由陶瓷砖制成; 内浇道 8 由陶瓷管制成; 补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连, 形成六个集渣排气棒 12, 并均布在铸件的外侧。

[0104] 对铸件进行无损检测, 同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1080\text{MPa}$ 。

[0105] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体, 其金属的使用率提高了 50%, 生产

成本降低了 40%，工作效率提高了 50%。

[0106] 实施例七：

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 260mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0107] 有四组串浇系统,每组层数分别为二十层,即有八十个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 70mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 0.8 倍。

[0108] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为两个,其形状为圆柱体,直径为 160mm,高度为 2800mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件几何中心为 40mm 的位置。金属液在内浇口的流速等于 45cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 24mm/s。

[0109] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成六个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0110] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=990\text{MPa}$ 。

[0111] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 55%,生产成本降低了 45%,工作效率提高了 50%。

[0112] 实施例八：

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 260mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0113] 有两组串浇系统,每组层数分别为二十层,即有四十个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 80mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1 倍。

[0114] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为六个,其形状为多面体,长度为 140mm,宽度为 120mm,高度为 3400mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件几何中心为 90mm 的位置。金属液在内浇口的流速等于 45cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 25mm/s。

[0115] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成四个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0116] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1150\text{MPa}$ 。

[0117] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 55%,生产成本降低了 45%,工作效率提高了 50%。

[0118] 实施例九：

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 260mm,)为例,

其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0119] 有三组串浇系统,每组层数分别为十层,即有三十个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 95mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1.4 倍。

[0120] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为六个,其形状为腰圆体,长度为 140mm,宽度为 120mm,高度为 2500mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件内侧壁的位置。金属液在内浇口的流速等于 45cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 25mm/s。

[0121] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成四个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0122] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1105\text{MPa}$ 。

[0123] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 55%,生产成本降低了 45%,工作效率提高了 50%。

[0124] 实施例十:

以时速 250km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 240mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0125] 有两组串浇系统,每组层数分别为八层,即有十六个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 95mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1.4 倍。

[0126] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为四个,其形状为腰圆体,长度为 140mm,宽度为 120mm,高度为 2200mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件内侧壁的位置。金属液在内浇口的流速等于 45cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 25mm/s。

[0127] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成四个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0128] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1200\text{MPa}$ 。

[0129] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 55%,生产成本降低了 45%,工作效率提高了 50%。

[0130] 实施例十一:

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 240mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0131] 有两组串浇系统,每组层数分别为三层,即有六个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 150mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1 倍。

[0132] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为四个,其形状为腰圆体,长度为 140mm,宽度为 120mm,高度为 900mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件内侧壁的位置。金属液在内浇口的流速等于 50cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 35mm/s。

[0133] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成四个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0134] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1300\text{MPa}$ 。

[0135] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 55%,生产成本降低了 45%,工作效率提高了 50%。

[0136] 实施例十二:

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 240mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0137] 有两组串浇系统,每组层数分别为四层,即有八个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 130mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 0.8 倍。

[0138] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为四个,其形状为腰圆体,长度为 140mm,宽度为 120mm,高度为 1000mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件内侧壁的位置。金属液在内浇口的流速等于 48cm/s,金属液在铸件中的上升速度为 32mm/s。

[0139] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成;补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连,形成六个集渣排气棒 12,并均布在铸件的外侧。

[0140] 对铸件进行无损检测,同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1350\text{MPa}$ 。

[0141] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体,其金属的使用率提高了 50%,生产成本降低了 45%,工作效率提高了 55%。

[0142] 实施例十三:

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm,内径为 260mm,)为例,其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0143] 有三组串浇系统,每组层数分别为五层,即有十五个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 120mm,每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1 倍。

[0144] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为六个,其形状为腰圆体,长度为 140mm,宽度为 120mm,高度为 1200mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9,冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于铸件内侧壁的位置。金属液在内浇口的流速等于 38cm/s,金属液在铸件中的上升速度

为 34mm/s。

[0145] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成；补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连，形成八个集渣排气棒 12，并均布在铸件的外侧。

[0146] 对铸件进行无损检测，同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1310\text{MPa}$ 。

[0147] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体，其金属的使用率提高了 55%，生产成本降低了 45%，工作效率提高了 50%。

[0148] 实施例十四：

以时速 350km/h 的高速列车铸钢制动盘轮盘盘体(外径为 610mm，内径为 260mm，)为例，其铸造方法和铸造装置与实施例五基本相同。

[0149] 有两组串浇系统，每组层数分别为二十层，即有四十个制动盘盘体垂直串叠在一起同时浇注。单个铸件高度为 110mm，每组串浇系统中相邻两层之间的距离为铸件高度的 1 倍。

[0150] 每组串浇系统的冒口 2 数量分别为六个，其形状为多面体，长度为 140mm，宽度为 120mm，高度为 4500mm。每个冒口 2 底部对应一个内浇口 9，冒口 2 中心和内浇口 9 中心均置于距离铸件几何中心为 90mm 的位置。金属液在内浇口的流速等于 40cm/s，金属液在铸件中的上升速度为 31mm/s。

[0151] 浇口杯 4、直浇道 5、横浇道 6、横浇道溢流段 7 和内浇道 8 均由陶瓷管制成；补贴 3 由与铸件材料相同的金属材料形成。

每组串浇系统中各层的集渣排气棒依次相连，形成四个集渣排气棒 12，并均布在铸件的外侧。

[0152] 对铸件进行无损检测，同时满足了射线探伤 I 级、超声探伤 I 级和磁粉探伤 I 级的检验要求。制得的制动盘盘体的屈服强度  $\sigma_{0.2}=1108\text{MPa}$ 。

[0153] 采用上述铸造方法和铸造装置制备制动盘盘体，其金属的使用率提高了 55%，生产成本降低了 45%，工作效率提高了 50%。

[0154] 本领域技术人员不难理解，本发明的制动盘盘体的铸造方法和装置及由此制得的制动盘盘体包括上述本发明说明书的发明内容和具体实施方式部分以及附图所示出的各部分的任意组合，限于篇幅并为使说明书简明而没有将这些组合构成的各方案一一描述。本发明的用于铸造制动盘盘体的装置可以有其他变化，如冒口的形状和尺寸及数量、补贴的形状和尺寸、集渣溢流片的形状、集渣排气棒的数量、整流过滤装置的位置、串浇系统的组数及每组的层数等。总之，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

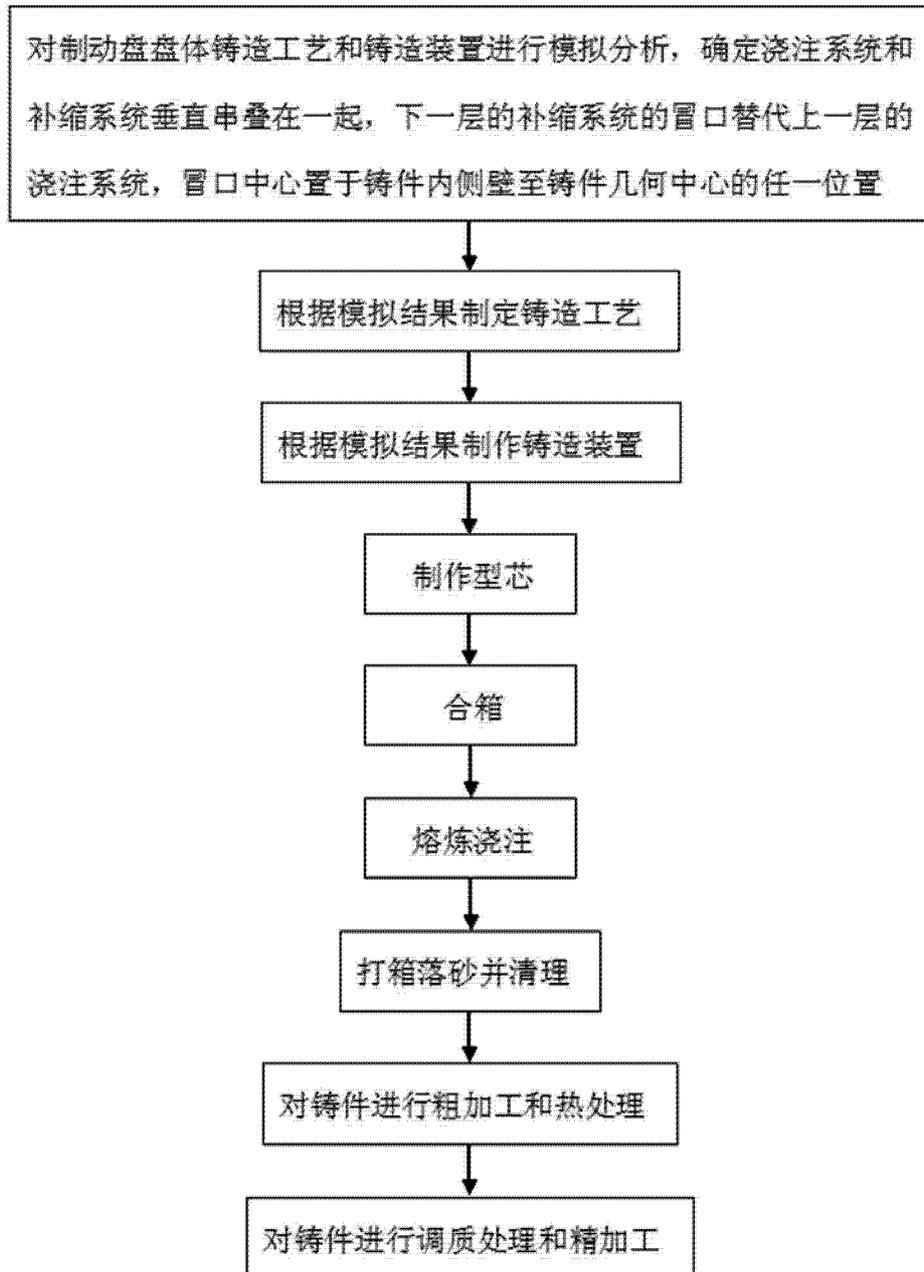


图 1

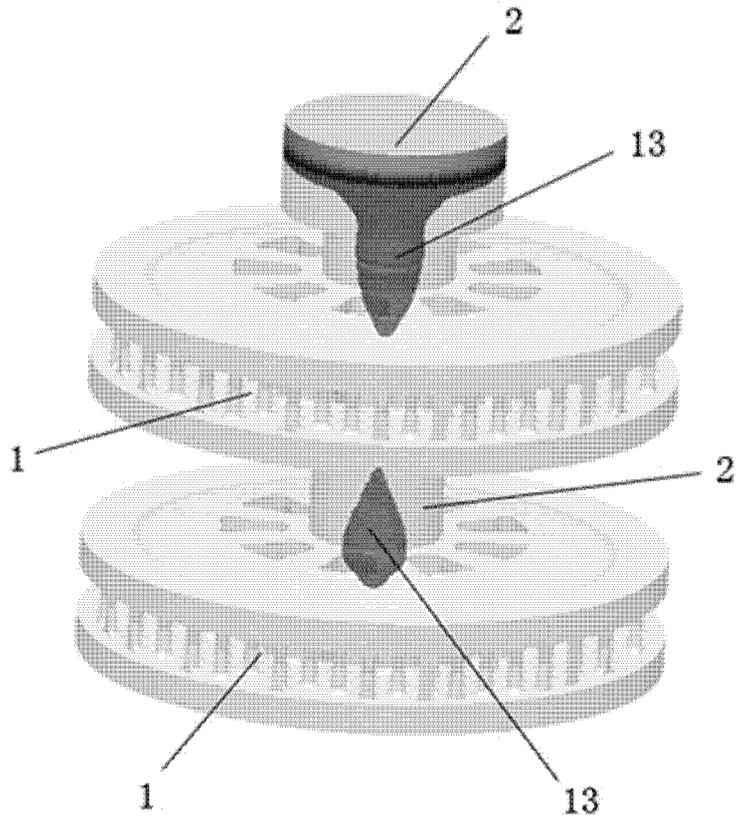


图 2

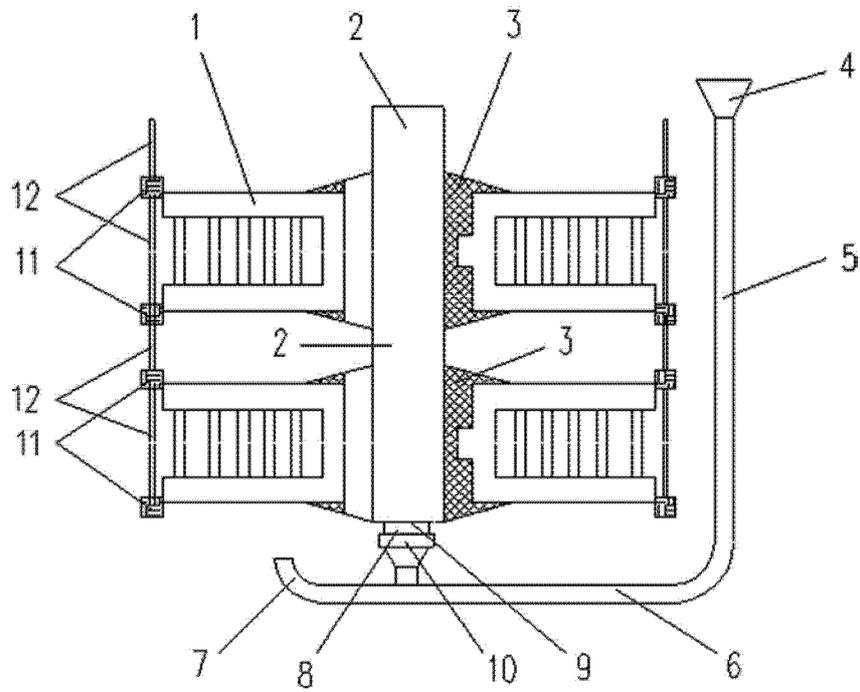


图 3

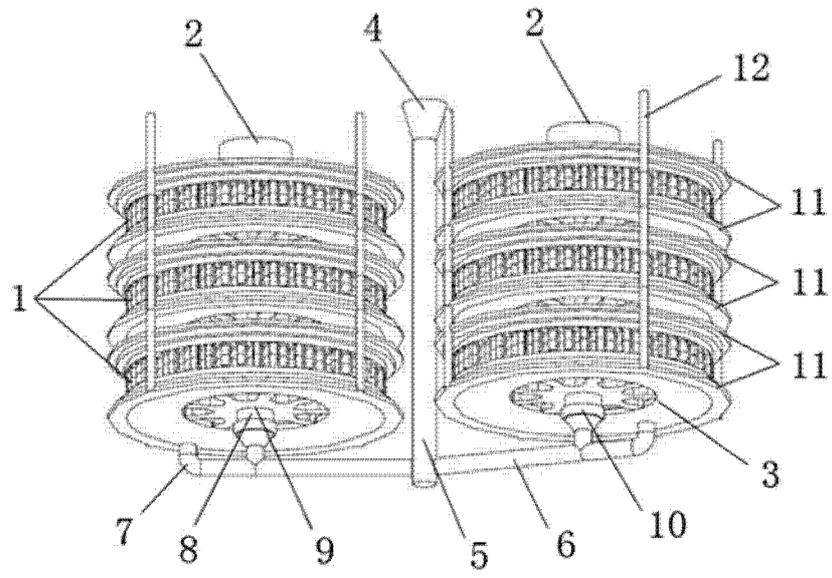


图 4

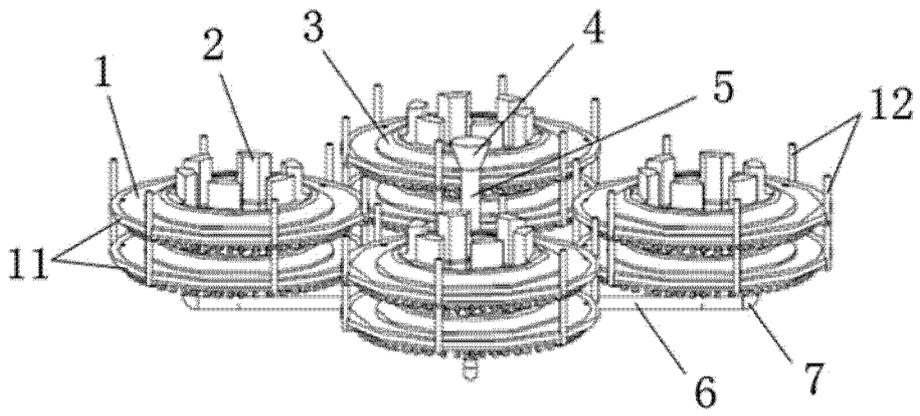


图 5

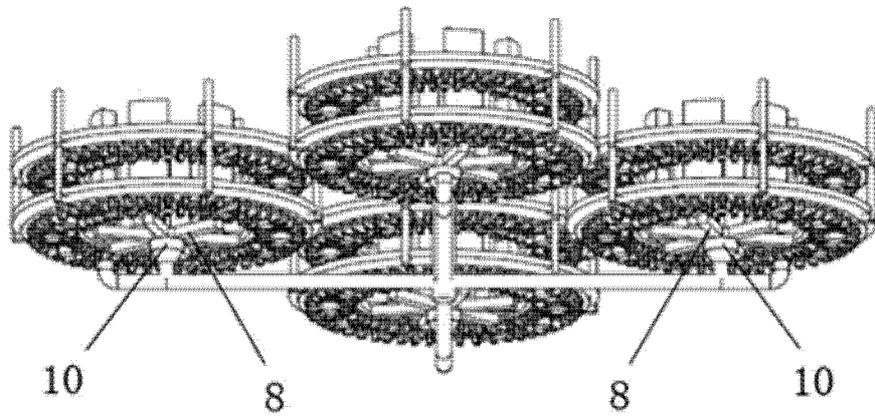


图 6