

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820012702.1

[51] Int. Cl.

B22D 7/04 (2006.01)

B22C 9/10 (2006.01)

B22D 27/04 (2006.01)

B22D 35/04 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 201223926Y

[22] 申请日 2008.5.15

[21] 申请号 200820012702.1

[73] 专利权人 中国科学院金属研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区文化路 72 号

[72] 发明人 李殿中 康秀红 夏立军 傅排先
李依依

[74] 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司

代理人 张志伟

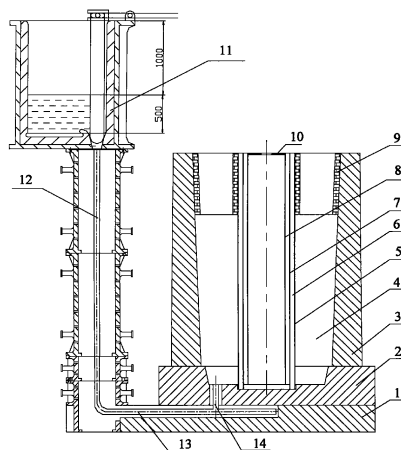
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 实用新型名称

一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置

[57] 摘要

本实用新型涉及 250 吨级以下所有级别大型空心钢锭的铸造过程，具体地说是一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，解决大型空心钢锭制造过程中的偏析问题。该铸造装置的金属型设有下底盘、上底盘和钢锭模，上底盘置于下底盘上，上底盘上安放钢锭模；上底盘开设内浇道，下底盘顶部开设横浇道，内浇道与横浇道相通，横浇道与直浇道相通，直浇道上设有中间包；复合芯设有外芯筒、型砂、中间芯筒和内芯筒，复合芯置于金属型腔的中心，外芯筒、型砂、中间芯筒和内芯筒由外到内依次设置，内芯筒顶部放有盖板，金属型腔顶部的冒口周围设有保温板。它适用于所有采用复合芯浇注大型空心钢锭的制备过程，包括各种形状、规格、材料的空心钢锭的铸造。



1、一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，其特征在于：该铸造装置包括金属型、复合芯、浇注系统，金属型设有下底盘（1）、上底盘（2）和钢锭模（3），上底盘（2）置于下底盘（1）上，上底盘（2）上安放钢锭模（3）；浇注系统设有中间包（11）、直浇道（12）、横浇道（13）、内浇道（14），上底盘（2）开设内浇道（14），下底盘（1）顶部开设横浇道（13），内浇道（14）与横浇道（13）相通，横浇道（13）与直浇道（12）相通，直浇道（12）上设有中间包（11）；复合芯设有外芯筒（5）、型砂（6）、中间芯筒（7）和内芯筒（8），复合芯置于金属型腔的中心，外芯筒（5）、型砂（6）、中间芯筒（7）和内芯筒（8）由外到内依次设置，内芯筒（8）顶部放有盖板（10），金属型腔顶部的冒口周围设有保温板（9）。

2、按照权利要求1所述的复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，其特征在于：还包括液氮引射器装置，液氮引射器装置为三通形结构，一个入口为压缩空气入口，一个为液氮入口，另一个为混合气体出口，液氮引射器装置的混合气体出口与复合芯的内芯筒相通。

3、按照权利要求2所述的复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，其特征在于：该液氮引射器装置设有混合室（15）、液氮喷嘴（16）、液氮入口管（17）、液氮喷嘴盖（18）、喷管（19）、压缩空气入口管（20），喷管（19）一端与压缩空气入口管（20）连通，喷管（19）另一端与液氮喷嘴（16）连通，液氮喷嘴（16）另一端与混合室（15）连通，液氮喷嘴（16）的圆周上均布着小孔；液氮喷嘴（16）外边罩着液氮喷嘴盖（18），液氮入口管（17）与液氮喷嘴盖（18）相通，液氮引射器装置的混合室（15）插在盖板（10）中心。

一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置

技术领域

本实用新型涉及 250 吨级以下所有级别大型空心钢锭的铸造过程，具体地说是一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置。它适用于所有采用复合芯浇注大型空心钢锭的制备过程，包括各种形状、规格、材料的空心钢锭的铸造。

背景技术

近年来，能源、石油化工业发展迅速，产业规模不断扩大，客观上要求相关企业进行大规模的设备改造和主体设备更新。尤其是大型筒形件的需求量增加，如大型加氢反应器、核电主管道、水轮机大轴等。过去，由于只有少数几个国家掌握空心钢锭制造技术和筒形件锻造技术，所以大型加氢反应器等设备主要依赖进口。我国装备制造业的迅速发展，万吨水压机的数量和锻造能力的增加，使锻造大型筒类铸件成为可能。

大型筒类件锻造所采用的钢锭有两种，一种是实心钢锭，一种是空心钢锭。利用实心钢锭进行筒类件的锻造，首先要进行大型钢锭的镦粗，钢锭镦粗到一定高度后，才可以进行冲孔。冲孔需要在专用模具上进行，利用钢棒将钢锭中心金属冲出，形成中心圆孔。这个过程需要 2~3 个火次。再将钢锭放在马杠上进行拔长，形成筒形件。而利用空心钢锭进行筒形件锻造，只需要进行加热拔长，所以与用实心钢锭锻造筒形件相比，可以节省 2~3 个火次，可以减少大量的能源消耗和材料烧损。利用实心钢锭锻造筒形铸件，钢锭的利用率一般不到 65%，而利用空心钢锭进行筒形件的锻造，钢锭的利用率可以达到 80% 以上。

宏观偏析是大型钢锭制造过程中最难解决的问题，空心钢锭在铸造过程中，由于芯子和钢锭模同时对金属液进行冷却，所以钢锭最后凝固的位置在空心钢锭壁厚中心位置，或接近中心位置上。空心钢锭的偏析带在锻造过程中，很难在锻件的内表面露出来，所以利用空心钢锭锻造的锻件，焊接性能和使用性能都好于实心钢锭锻造的筒形锻件。正因为如此，世界上有些大型制造公司，在进行大型筒形件设计时，明确要求筒形锻件必须用空心钢锭锻造。

世界上空心钢锭开发比较早的国家主要有法国和日本，法国的克鲁索公司已经成功浇注了 250t 空心钢锭，日本的川崎公司成功浇注了 300t 空心钢锭。而我国的空心钢锭开发较晚，技术还不是十分成熟，尤其是在钢锭偏析带位置控制方面的研究较少。由于大型空心件需求量巨大，而大型空心钢锭的生产能力有限，所以开发大型空心钢锭制造技术，进行大型空心钢锭生产，具有很大的市场潜力。大型空心钢锭浇注钢水量大，设备要求严格，工装准备困难，质量影响因素多，偏析位置不易控制；另外，钢水在大气下浇注，容易产生二次氧化，内在质量难于控制，锻件探伤容易出现超标缺陷。

实用新型内容

本实用新型的目的在于提供一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，解决大型空心钢锭制造过程中的偏析问题，以及钢水在大气下浇注容易产生二次氧化、内在质量难于控制、锻件探伤容易出现超标缺陷等问题。本实用新型利用平稳充型浇注系统设计技术、先进的计算机模拟技术进行空心钢锭开发，尤其采用大温差冷却技术开发了大型空心钢锭，收到了较好效果。

本实用新型的技术方案是：

一种复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，该铸造装置包括金属型、复合芯、浇注系统，金属型设有下底盘、上底盘和钢锭模，上底盘置于下底盘上，上底盘上安放钢锭模；浇注系统设有中间包、直浇道、横浇道、内浇道，上底盘开设内浇道，下底盘顶部开设横浇道，内浇道与横浇道相通，横浇道与直浇道相通，直浇道上设有中间包；复合芯设有外芯筒、型砂、中间芯筒和内芯筒，复合芯置于金属型腔的中心，外芯筒、型砂、中间芯筒和内芯筒由外到内依次设置，内芯筒顶部放有盖板，金属型腔顶部的冒口周围设有保温板。

所述的复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，还包括液氮引射器装置，液氮引射器装置为三通形结构，一个入口为压缩空气入口，一个为液氮入口，另一个为混合气体出口，液氮引射器装置的混合气体出口与复合芯的内芯筒相通。

所述的复合芯低偏析大型空心钢锭的铸造装置，该液氮引射器装置设有混合室、液氮入口管、液氮喷嘴、液氮喷嘴盖、喷管、压缩空气入口管，喷管一端与压缩空气入口管连通，喷管另一端与液氮入口管连通，液氮入口管与混合室连通；液氮入口管外罩液氮喷嘴盖，液氮喷嘴盖上设有与液氮入口管相通的液氮喷嘴，液氮引射器装置的混合室插在盖板中心。

本实用新型主要是指在 250 吨以下级大型空心钢锭制备过程中，提供一种复合芯低偏析大型空心钢锭的制造方法，它包括平稳充型浇注系统设计技术、计算机模拟技术等，主要采用了复合芯成孔技术、大温差冷却技术、窄间隙型砂技术、下注分散浇口引流技术、厚大底盘强制冷却技术及液氮引射器装置，并设计了相应模具和设备，浇注了不同材质钢水，制备了低偏析空心钢锭。

1、复合芯成孔技术

(1) 复合芯成孔技术：利用钢板和型砂组合复合芯子，在空心钢锭的铸造过程中，首先制成复合芯，将复合芯固定在钢锭模上底盘上，外面放上钢锭模，在钢锭模和复合芯之间形成环形空腔。浇注时，钢水在钢锭模的环形空腔中凝固，就形成空心钢锭。

(2) 主要结构：采用型砂与钢板多层复合结构形成芯子主体，钢板有三层，型砂一层。三层钢板形成同心圆芯筒，外层钢板与中间层钢板之间空隙用型砂填充，内层钢板与中间层钢板之间空隙用肋板相连；将复合芯固定在钢锭模上底盘上，外面放上钢锭模，上底盘置于下底盘上，在钢锭模和复合芯之间形成环形铸件型腔，钢水经过浇注系统进入铸件型腔，凝固结束后形成空心钢锭。

外层钢板 5~25mm 厚，中间层钢板 5~25mm 厚，内层钢板 5~25mm 厚；外层钢板与中间层钢板之间空隙 5~50mm，该空隙用型砂填充；内层钢板与中间层钢板之间空隙 5~80mm，两者之间用 8~24 个肋板相连。

(3) 主要效果：当浇注 1~10 分钟后，在复合芯中间通入混合气体进行冷却。钢水外侧由钢锭模起冷却作用，内侧由芯子进行冷却。钢水内外侧同时冷却，所以钢水的最后凝固位置接近于壁厚中间位置，而偏析的位置主要出现在钢水最后凝固位置，这样就控制了钢水偏析位置。

(4) 使用方法：首先制造三层钢板的同心圆芯筒，准备相应数量的筋条。三个钢板芯筒制造完成后，将中间层与内层及筋条焊在一起，再与外层芯筒套在一起，保持同心。在外层钢板与中间层钢板之间用铬铁矿砂填充，粘结剂为碱性酚醛树脂，加入量为铬铁矿砂重量的 0.5%~3%，铬铁矿砂为 40~120 目。填满型砂后，进行干燥，型砂硬化后，即可使用。

2、大温差冷却技术

(1) 大温差冷却技术：采用低温混合气体对高温型芯进行冷却。利用气体的低温吸热能力，增加气体冷却强度，保证型芯长时间处于低温状态。

(2) 技术特点: 与正常的气体冷却技术相比, 该技术所使用的气体为压缩空气和液氮的混合气体, 气体温度可以达到 -50°C 以下。

(3) 主要作用: 低温气体带走大量热量, 使复合芯内壁保持较低温度, 保证了复合芯的刚度, 使其在大的钢水静压力作用下, 不发生变形。使复合芯在钢水凝固之后, 能顺利取出。同时, 使钢水的结晶潜热大量从复合芯一侧散出, 保证了钢水从内外两侧向中间同时凝固, 有利于控制钢锭的偏析。

(4) 使用方法: 钢水浇注开始, 即向复合芯中通入压缩空气, 当钢水浇注 1~10 分钟后, 开始通入液氮, 使用液氮在压缩空气作用下在复合芯中雾化, 形成低温混合气体, 对复合芯进行冷却。

低温混合气体在压力作用下, 通过复合芯的内层钢板与中间层钢板的空隙(无通气孔, 内层钢板与钢锭模底部有空隙, 气体从底部返上来), 气体在通过该空隙的过程中, 带走大量热量, 对复合芯外层产生冷却作用, 使空心钢锭最后凝固位置接近钢锭壁厚中心, 提高冷却速度, 降低偏析。

其中, 压缩空气的流量为 $1\sim 5\text{kg/s}$, 压缩空气的压力为 $3\sim 8\text{atm}$ (大气压); 液氮的流量为 $0.2\sim 1.5\text{kg/s}$ 。

3、窄间隙型砂技术

(1) 窄间隙型砂技术: 利用专用木条在钢板之间进行撞砂。木条长与复合芯长度相同, 宽度 50mm, 厚度小于钢板间隙。

(2) 撞砂方法: 首先利用定位销将复合芯内外层定位, 保证内外层钢板筒同心。再在钢板之间填砂, 利用厚度小于钢板间隙的木条进行撞砂。每次上砂不超过 300mm, 撞实一层, 再上下一层, 填满为止。

(3) 主要作用: 利用这种方法, 可以将比较高和比较窄的间隙填满填实型砂, 使型砂起到增加复合芯抵抗热冲击的能力。

4、下注分散浇口引流技术

(1) 下注分散浇口引流技术: 浇注系统由直浇道、横浇道、至少两个内浇道连通构成, 内浇道均匀分布在上底盘上, 下底盘顶部开设与内浇道相通的横浇道。

(2) 主要作用: 内浇道分成两个以上, 保证金属液进入型腔时流动平稳, 不出现喷射。内浇道均匀分布, 使金属液在型腔中各个位置匀速上升, 不出现紊流。

(3) 使用方法: 在造型过程中, 先将耐火砖按下底盘浇道位置摆好横浇道, 在横浇道上量出内浇道位置, 摆好内浇道上升砖, 合上上底盘, 用泥料固定好,

烘干，组装后即可浇注。

5、厚大底盘强制冷却技术

(1) 厚大底盘冷却技术：空心钢锭模具设计过程中，采用厚大的上底盘和下底盘。根据钢锭吨位和所需要的蓄热能力，设计钢定模底盘。底盘总体厚度 400~1000mm 厚，钢锭上底盘的厚度在 200mm 以上，钢锭下底盘的厚度在 150mm 以上。

(2) 主要作用：增加底盘蓄热能力，强化激冷效果，增加钢锭的顺序凝固。

(3) 使用方法：设计过程中，将下底盘和上底盘根据实际设计要求，参考钢锭吨位及计算机模拟结果，设计上、下底盘厚度。下底盘上设计横浇道槽，上底盘上设计内浇道孔。

6、液氮引射技术

液氮引射器装置为三通形结构，一个入口为压缩空气入口，一个为液氮入口，另一个为混合气体出口，液氮引射器装置的混合气体出口与复合芯内层钢板的圆桶相通。

压缩空气入口管直径为 $\varnothing 5\sim 80\text{mm}$ ，液氮入口管直径为 $\varnothing 5\sim 50\text{mm}$ ，混合气体出口直径为 $\varnothing 30\sim 300\text{mm}$ 。

本实用新型中，大型空心钢锭是指 30~250 吨的空心钢锭。

本实用新型中，“平稳充型浇注系统设计技术”可参见中国发明专利申请（公开号：CN1552542A），提及的一种无气隙平稳充型浇注设计方法及所用浇注系统。

本实用新型中，采用计算机模拟手段合理地设计了钢锭模具、浇注系统。“计算机模拟技术”可参见：中国发明专利申请（公开号：CN 1388444A）提及的一种铸件充型过程模拟方法。以及，中国发明专利申请（公开号：CN 1631579 A）提及的一种可视化铸造方法。以及，中国发明专利申请（公开号：CN1597180A）提及的一种铸钢支承辊整体铸造方法。

本实用新型具有如下有益效果：

1、本实用新型是 250 吨以下级大型空心钢锭的铸造技术，它除了利用计算机模拟手段合理地设计了钢锭模具、浇注系统外，主要采用了复合芯成孔技术、大温差冷却技术、窄间隙型砂技术、下注分散浇口引流技术、厚大底盘强制冷却技术、液氮引射器装置等，保证了空心钢锭的顺序凝固，减少了缩孔、疏松、夹杂缺陷，控制偏析位置，使空心钢锭的偏析带处于中间位置，提高了空心钢锭的利

用率和使用范围。

2、本实用新型适用于 250 吨以下各种型号和规格的大型空心钢锭的制造过程，可以制造低偏析大型空心钢锭，使得采用空心钢锭制造大型筒形锻件成为可能。

3、本实用新型采用复合芯成孔技术、大温差冷却技术，使空心钢锭成孔方便，凝固迅速，最后凝固位置可控，降低了钢锭的偏析，避免了实心钢锭锻造空心件周期长、材料利用率低、能耗大等缺点。

4、本实用新型采用下注分散浇口引流技术、厚大底盘强制冷却技术，保证了空心钢锭浇注过程中钢水平稳，减少了卷气、夹杂缺陷，增加了钢锭的顺序凝固，减少了缩孔、疏松缺陷，提高了空心钢锭的质量。

附图说明：

图 1 本实用新型复合芯大型空心钢锭铸造装置示意图；

其中：1—下底盘；2—上底盘；3—钢锭模；4—空心钢锭；5—外芯筒；6—型砂；7—中间芯筒；8—内芯筒；9—保温板；10—盖板；11—中间包；12—直浇道；13—横浇道；14—内浇道。

图 2 本实用新型液氮引射器装置示意图；

其中：15—混合室；10—盖板；16—液氮喷嘴；17—液氮入口管；18—液氮喷嘴盖；19—喷管；20—压缩空气入口管。

具体实施方式

下面结合附图及实施例详述本实用新型。

如图 1 所示，本实用新型复合芯大型空心钢锭铸造装置示意图。该铸造装置包括金属型、复合芯、浇注系统等，金属型由下底盘 1、上底盘 2 和钢锭模 3 构成，上底盘 2 置于下底盘 1 上，上底盘 2 上安放钢锭模 3；浇注系统由中间包 11、直浇道 12、横浇道 13、内浇道 14 构成，上底盘 2 开设内浇道 14，下底盘 1 顶部开设横浇道 13，内浇道 14 与横浇道 13 相通，横浇道 13 与直浇道 12 相通，直浇道 12 上设有中间包 11；复合芯由外芯筒 5、型砂 6、中间芯筒 7 和内芯筒 8 构成，复合芯置于金属型腔的中心，外芯筒 5、型砂 6、中间芯筒 7 和内芯筒 8 由外到内依次设置，内芯筒 8 顶部放有盖板 10，金属型腔顶部的冒口周围设有保温板 9，

由上底盘 2、钢锭模 3、外芯筒及保温板 9 形成的空腔为空心钢锭 4。经过精炼的钢水首先浇入中间包 11 中，然后通过浇注系统的直浇道 12、横浇道 13 和内浇道 14 进入铸件型腔，凝固结束后形成空心钢锭 4。

如图 2 所示，液氮引射器装置为三通形结构，一个入口为压缩空气入口，一个为液氮入口，另一个为混合气体出口，液氮引射器装置的混合气体出口与复合芯内层钢板的圆桶（内芯筒）相通，具体结构如下：该液氮引射器装置设有混合室 15、液氮喷嘴 16、液氮入口管 17、液氮喷嘴盖 18、喷管 19、压缩空气入口管 20，喷管 19 一端与压缩空气入口管 20 连通，喷管 19 另一端与液氮喷嘴 16 连通，液氮喷嘴 16 另一端与混合室 15 连通，液氮喷嘴 16 的圆周上均布着小孔；液氮喷嘴 16 外边罩着液氮喷嘴盖 18，液氮入口管 17 与液氮喷嘴盖 18 相通。在钢水浇注开始，液氮引射器装置的混合室 15 插在盖板 10 中心，通过图 2 所示液氮引射器装置的压缩空气入口管 20 向复合芯中通入压缩空气，当钢水浇注 1~10 分钟后，开始通过液氮入口管 17 通入液氮，液氮进入液氮喷嘴盖 18 后，经液氮喷嘴 16 的小孔进入液氮喷嘴 16，然后与经喷管 19 进入液氮喷嘴 16 的压缩空气一起进入混合室 15，最后进入复合芯，液氮在压缩空气作用下在复合芯中雾化，形成低温混合气体，对复合芯进行冷却，使空心钢锭最后凝固位置接近钢锭壁厚中心，提高冷却速度，降低偏析。

实施例 1

本实施例的材质为 25 号钢，浇注金属液重量 45 吨，浇注速度每分钟 9 吨。

本实用新型的实施情况如下：采用平稳充型浇注系统设计技术、先进的计算机模拟技术等进行了工艺设计，主要采用了复合芯成孔技术、大温差冷却技术、窄间隙型砂技术、下注分散浇口引流技术、厚大底盘强制冷却技术、液氮引射器装置等。具体工艺如下：

1) 复合芯由三层钢板和一层型砂组成，外层钢板（外芯筒）15mm 厚，中间层钢板（中间芯筒）15mm 厚，内层钢板（内芯筒）15mm 厚。外层钢板与中间层钢板之间空隙 25mm，该空隙用铬铁矿砂填充，粘结剂为碱性酚醛树脂，加入量为铬铁矿砂重量的 1.5%，铬铁矿砂粒度为 50~100 目。内层钢板与中间层钢板之间空隙 40mm，两者之间用 16 个肋板相连。

2) 浇注系统由1个直浇道和1个横浇道,3个均布的内浇道连通构成,内浇道均匀分布在上底盘上,下底盘顶部开设与内浇道相通的横浇道。

3) 钢锭底盘(上底盘和下底盘)采用厚大底盘,底盘总体厚度700mm;本实施例中,上底盘和下底盘厚度分别为350mm。

4) 液氮引射器装置的压缩空气入口管为直径为50mm,液氮入口管直径为20mm,混合气体出口直径为150mm。本实施例中,压缩空气的流量为3kg/s,压缩空气的压力为5atm,液氮的流量为1kg/s。

先进的计算机模拟技术保证了工艺设计的合理性,采用复合芯成孔技术和大温差冷却技术,使钢锭完成了顺序凝固,并且控制了偏析位置。

第一次浇注顺利成功,钢水上升平稳,没有卷气现象。钢锭锻造后,形成的空心件经探伤没有超标缺陷,完全符合探伤标准。

实施例2

本实施例的材质为25号钢,浇注金属液重量55吨,浇注速度每分钟10吨。

本实用新型的实施情况如下:采用平稳充型浇注系统设计技术、先进的计算机模拟技术等进行了工艺设计,主要采用了复合芯成孔技术、大温差冷却技术、窄间隙型砂技术、下注分散浇口引流技术,厚大底盘强制冷却技术、液氮引射器装置等。具体工艺如下:

1) 复合芯由三层钢板和一层型砂组成,外层钢板25mm厚,中间层钢板25mm厚,内层钢板25mm厚。外层钢板与中间层钢板之间空隙40mm,该空隙用铬铁矿砂填充,粘结剂为碱性酚醛树脂,加入量为铬铁矿砂重量的3%,铬铁矿砂粒度为70~120目。内层钢板与中间层钢板之间空隙70mm,两者之间用24个肋板相连。

2) 浇注系统由1个直浇道和1个横浇道,3个均布的内浇道连通构成,内浇道均匀分布在上底盘上,下底盘顶部开设与内浇道相通的横浇道。

3) 钢锭底盘采用厚大底盘,底盘总体厚度1000mm。本实施例中,上底盘600mm和下底盘厚度分别为400mm。

4) 液氮引射器装置的压缩空气入口管为直径为80mm,液氮入口管直径为50mm,混合气体出口直径为300mm。本实施例中,压缩空气的流量为5kg/s,压缩空气的压力为3atm,液氮的流量为1.5kg/s。

第二次浇注顺利成功,在规定的时间内,完成了浇注。并按要求进行了混合

气体冷却，所生产的空心钢锭锻造成管模锻件，锻件经探伤没有发现超标缺陷，符合探伤标准。

实施例3

本实施例的材质为25号钢，浇注金属液重量40吨，浇注速度每分钟8吨，材质25号钢。

本实用新型的实施情况如下：仍然采用平稳充型浇注系统设计技术、先进的计算机模拟技术等进行了工艺设计，主要采用了复合芯成孔技术、大温差冷却技术、窄间隙型砂技术、下注分散浇口引流技术、厚大底盘强制冷却技术、液氮引射器装置等。具体工艺如下：

1) 复合芯由三层钢板和一层型砂组成，外层钢板5mm厚，中间层钢板5mm厚，内层钢板5mm厚。外层钢板与中间层钢板之间空隙10mm，该空隙用铬铁矿砂填充，粘结剂为碱性酚醛树脂，加入量为铬铁矿砂重量的0.5%，铬铁矿砂粒度为40~70目。内层钢板与中间层钢板之间空隙10mm，两者之间用8个肋板相连。

2) 浇注系统由1个直浇道和1个横浇道，3个均布的内浇道连通构成，内浇道均匀分布在上底盘上，下底盘顶部开设与内浇道相通的横浇道。

3) 钢锭底盘采用厚大底盘，底盘总体厚度400mm。本实施例中，上底盘和下底盘厚度分别为200mm。

4) 液氮引射器装置的压缩空气入口管为直径为20mm，液氮入口管直径为15mm，混合气体出口直径为40mm。本实施例中，压缩空气的流量为1kg/s，压缩空气的压力为8atm，液氮的流量为0.5kg/s。

第三次浇注顺利成功，在规定的时间内，完成了整套浇注任务。所生产的大型空心钢锭锻造成空心锻件，经探伤后没有发现超标缺陷，符合探伤标准。说明钢锭的冒口补缩能力达到了设计要求没有大的缩孔、疏松缺陷。

本实用新型工作过程及结果：

利用本实用新型在大型空心钢锭的制造过程中，采用采用了复合芯成孔技术、大温差冷却技术，有效控制了偏析，使钢锭的偏析带处于中间位置。利用窄间隙型砂技术、下注分散浇口引流技术，厚大底盘强制冷却技术、液氮引射器装置等，成功实施了大型空心钢锭的浇注，空心钢锭通过了性能、成分、组织的测试，没有超标夹杂等缺陷。利用空心钢锭锻造的锻件达到了国家标准，经使用发现锻件使用性能良好。

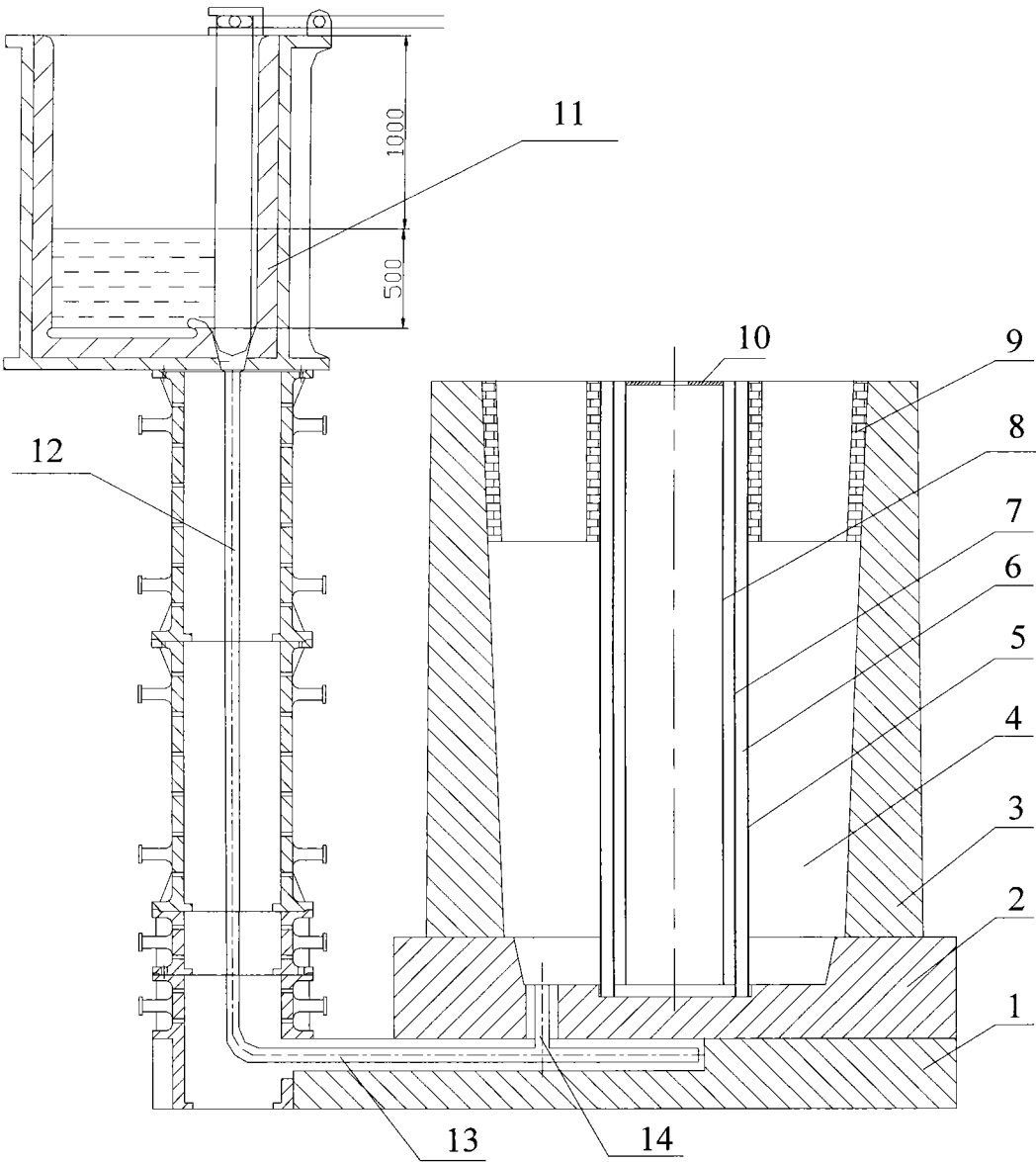


图 1

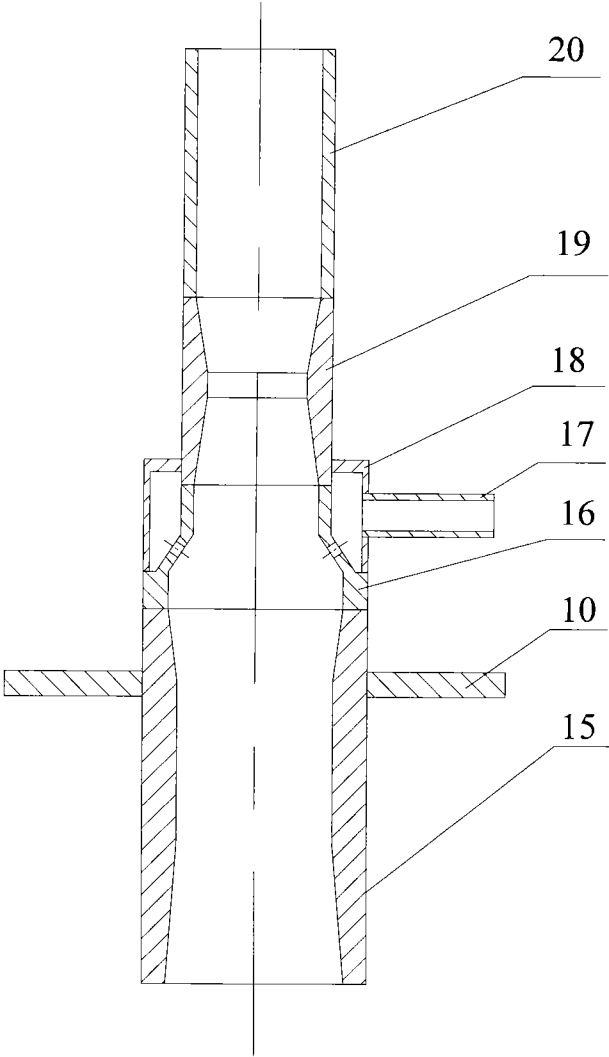


图 2