



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105312540 B

(45)授权公告日 2017.12.22

(21)申请号 201510771147.5

10及说明书第2页第12行至第4页第5行及附图5-10.

(22)申请日 2015.11.12

CN 101239359 A, 2008.08.13, 说明书第3页第13行至第4页最后1行及附图1.

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105312540 A

CN 101125362 A, 2008.02.20, 权利要求1-10及说明书第2页第12行至第4页第5行及附图5-10.

(43)申请公布日 2016.02.10

CN 101417380 A, 2009.04.29, 说明书第2页第1行至第3页第22行.

(73)专利权人 丹阳恒庆复合材料科技有限公司
地址 212300 江苏省镇江市丹阳市丹北镇
新桥镇高桥村丹阳恒庆复合材料科技
有限公司

CN 103624084 A, 2014.03.12, 全文.

(72)发明人 丁家伟 丁刚 耿德英 鹿微微
鹿策 施孟达 孔军

JP 2009-74137 A, 2009.04.09, 全文.

(51)Int.Cl.

CN 204700253 U, 2015.10.14, 说明书第2页第0008段至第3页第0015段.

B22D 19/16(2006.01)

CN 101134237 A, 2008.03.05, 全文.

(56)对比文件

CN 101053899 A, 2007.10.17, 全文.

审查员 邓进俊

CN 101125362 A, 2008.02.20, 权利要求1-

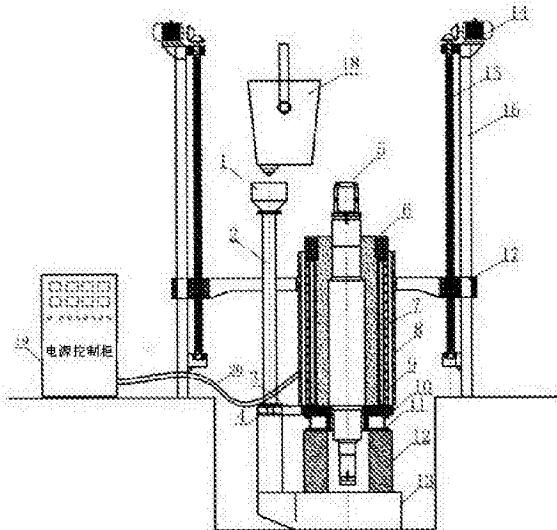
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺及设备

(57)摘要

本发明公开了一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺及设备,采用感应加热器对安装在组合式水冷结晶器内的厚壁空心钢管芯棒整体加热到800~1000℃,浇入辊轴工作层熔液,继续加热10~50分钟,启动升降装置将加热器以一定速度向上提升,经5~15分钟升到保温圈停止,继续加热10~50分钟,对冒口进行补缩,停止加热后通水冷却30分钟~24小时。采用热镶嵌工艺将复合辊套和芯轴联接成整体,工艺简单,生产效率高,安全可靠,使用寿命长。实现了辊芯的循环利用,其利用率在60%以上,节省了材料和能源的浪费,减少了环境污染。



1. 一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺,其特征在于:首先将制造好的所需材质和尺寸的厚壁空心钢管内层材料表面进行除油、除锈处理后,在其表面均匀涂覆一层防氧化涂料,放入加热炉内进行预热到500℃~700℃后,通过支承底座、底水箱和浇注底板的中心圆孔固定在结晶器的中心,启动区域定向凝固升降装置,将电磁感应加热器下降到结晶器的底部,打开水冷结晶器和底水箱的进出水管,启动电磁感应加热电源,通过安装在水冷结晶器外部的感应加热器对厚壁空心钢管内层材料进行表面加热,待加热到800℃~1000℃后,将冶炼好的所需复合成分的轧辊复合辊套外层金属液倒入浇注包内,将浇注包内的金属液按照所预定的浇注程序通过浇注漏斗、中注管、浇铸流道浇入结晶器内与厚壁空心钢管内层材料之间的空隙中,在浇注过程中,电磁感应加热器不停止加热,金属液浇注完毕后,感应加热器继续进行加热10~50分钟,使所浇注的金属液在一定的时间内保持液态,以增加液固时间,使界面形成冶金结合,启动区域定向凝固升降装置将电磁感应加热器以一定的速度向上提升,逐步脱离电磁感应加热的辊套复合层由下向上逐层顺序凝固,并根据质量要求在不同的区域内控制不同的上升速度,形成区域定向凝固,经5~15分钟升到保温圈处停止,继续对保温圈进行加热10~50分钟,对冒口进行补缩,达到预定时间后停止加热,继续通水冷却30分钟~24小时,将铸造好的外层为高耐磨材料,内层为高韧性、高强度材料的双金属复合辊套从结晶器内取出;

将熔铸的复合辊套经机械加工至成品尺寸,将复合辊套进行热处理,然后将100~200目的具有多棱尖角的且硬面韧的颗粒,采用粘结剂分别均匀的粘结到复合辊套的内孔表面和芯轴的外表面,将辊套预热到低于辊套回火温度400~550℃,保温时间8~12小时后直接压装到芯轴上,多棱尖角且硬面韧的颗粒在辊套冷却后嵌入辊套内层和芯轴外层的表面,提高了界面结合强度,使复合辊套与芯轴联结成一个有机整体构成辊套轧辊,装配完毕后的复合轧辊入炉随炉冷却至室温;

所述的可循环利用辊芯的复合轧辊由复合轧辊辊套外层、复合轧辊辊套内层和芯轴三部分组成,复合轧辊辊套外层材料为球墨铸铁、石墨钢、镍铬钼合金铸铁、高铬铸铁、高铬钢、合金铸钢、高硼合金钢、高速钢、模具钢耐磨材料;复合轧辊辊套内层材料为轧制、锻造或者铸造的低碳钢、低合金钢、中碳钢;

所述芯轴采用报废的各种材质轧辊。

2. 根据权利要求1所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺,其特征是:所述防氧化涂料的成分为Na₂B₄O₇,SiO₂,Na₂O,K₂O,Al₂O₃,CaO其中的一种或多种成分组成。

3. 根据权利要求1所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺,其特征是:所述的多棱形尖角的且硬面韧的颗粒为SiC、WC、Al₂O₃或莫来石。

4. 一种实现如权利要求1所述的可循环利用辊芯的复合辊制造工艺的设备,其特征是:该设备有一龙门式区域定向凝固升降设备,在龙门式区域定向凝固升降设备上安装有升降台,在升降台的上面安装有电磁感应加热器,通过升降电机(14)转动升降螺杆或液压设备带动升降台以所设定的速度上下移动,在龙门式区域定向凝固升降设备的侧面安装电磁感应电源控制柜,电磁感应电源控制柜的两个输出端通过水冷电缆与电磁感加热器的两端相连接,在龙门式区域定向凝固升降设备的下部有一底座支架、在底座支架上安装有支承底座,在支承底座的上面安装有水冷底水箱,底水箱的中心为圆形通孔,在底水箱的上面安装有中心为圆形通孔的浇注底板,在浇注底板的上面安装有组合式水冷结晶器,在水冷结晶

器的上部安装有保温圈，辊轴芯棒通过支承底座、底水箱和浇注底板的中心圆孔固定在结晶器的中心，在浇注底板的一侧联接有浇铸流道，浇铸流道安装在底座支架上并与浇注坐砖相连接，浇注坐砖上面安装有中注管，在中注管的顶部安装有浇铸漏斗，在浇注漏斗的上面有浇注包。

5. 根据权利要求4所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺的设备，其特征是：水冷结晶器由在结晶器圆周上均匀分布的2或3整数倍的组合式结晶器弧形水冷箱体组件组成，在每个弧形水冷箱体组件的下部联接有进水管，在每个弧形水冷箱体组件的上部联接有出水管，通过联接螺栓将弧形水冷箱体组件连接成圆桶形整体。

6. 根据权利要求4所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺的设备，其特征是：电磁感应电源为工频感应电源、中频感应电源、高频感应电源，频率为500Hz～3000Hz。

7. 根据权利要求4所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺的设备，其特征是：保温圈由耐火材料制造。

8. 根据权利要求4所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺的设备，其特征是：所述的组合式结晶器通过添加或减少不同尺寸的弧形水冷箱体组件即可以实现轧辊内直径尺寸在一定范围内的调整，满足不同直径尺寸复合辊轴的制造。

9. 根据权利要求4所述一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺的设备，其特征是：在水冷底水箱的侧面分别有进水管和出水管。

一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺及设备

技术领域

[0001] 本发明属于金属压力加工技术领域,特别涉及一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺及设备,适用于轧钢行业中复合轧辊的制造。

背景技术

[0002] 轧辊被誉为“钢材之母”,是钢、铝、铜等金属压延生产中使金属材料产生塑性变形的工具,是决定轧机生产效率和轧材质量及经济性的重要的大型部件,是轧机轧制不可或缺的关键性部件和最主要的大宗消耗部件,其消耗成本约为轧钢生产成本的5%~15%。如果考虑因轧辊消耗而带来的生产停机、降产和设备维护增加等因素,则其所占生产成本的比重会更高。

[0003] 轧机是金属压力加工生产中的重要设备,是衡量一个国家钢铁发展技术水平的显著标志。而轧辊又是轧机的主要组成部分,是轧钢生产中大量消耗的关键部件,是决定一个国家轧制技术发展水平的基本保证,是一个国家金属材料设计、材料成型技术、加工制造和热处理等基础工业综合技术水平的直观体现。在轧钢工业生产中,每一种轧材无一不是依靠轧辊的轧制而成形,这就是说“无辊不成材”,所以,轧辊的质量和作用至关重要。

[0004] 轧辊质量不仅关系到轧钢生产成本和轧机生产作业率,还在很大程度上影响轧材质量。随着轧钢技术的发展,轧机速度和自动化程度不断提高,对轧辊质量特别是轧辊的耐磨性、强度及韧性等提出了更高的要求。进一步提高轧辊性能以适应轧机的需要,实现钢铁型材的节能降耗生产,是轧辊研制者面临的新目标。

[0005] 我国轧辊制造业经过几十年的发展和壮大,目前已成为世界轧辊产量大国,轧辊制造技术和材质品种方面有很大的发展。在轧辊材质方面,从球墨铸铁、合金无限冷硬铸铁发展到现在的针状组织球墨铸铁、高合金无限冷硬铸铁、高铬铸铁、硬质合金、半高速钢和高速钢等。在铸造工艺方面也从常规浇铸单一材质和溢流法浇铸复合材质,发展到离心复合浇铸工艺。目前国内轧辊供应能力已达到100 万吨以上,设计制造能力可以达到120~150 万吨。随着我国轧钢装备的改造和不断从国外引进先进的轧机,轧机向自动化、连续化、重型化方向发展,对轧辊的组织和性能提出了更高的要求。

[0006] 然而,我国自行研制的冶金轧辊轧制钢材平均消耗与发达国家相比尚有较大的差距。来自中国钢铁协会的最新统计,2014年我国钢材产量已经达到112557万吨,占全球钢产量40% 以上,按照吨钢消耗轧辊1.0~1.2 kg/t钢计算,年消耗轧辊110~130多万吨,年消耗轧辊资金200 亿元以上。为了满足轧钢生产的实际需要,我国每年都需要花费大量外汇进口轧辊,仅2010 年进口优质轧辊约3.0 万多吨,消耗外汇约2 亿多美元。我国轧辊的大量消耗,造成了资源和能源的巨大浪费。另外,国外轧辊年消耗量也超过百万吨,市场需求量大。如此大的报废量无论从轧钢厂的轧制成本,还是从我国的能源和资源消耗方面来看都是一项巨大的浪费,对环境和资源造成巨大压力。因此,提高轧辊质量,延长轧辊寿命,不仅能节省大量外汇,而且还可以节省大量的轧辊材料,开发优质长寿命轧辊材料及其成形技术,不仅可满足国内需求,而且还可实现出口创汇。

[0007] 目前国内外现有的轧辊，大多采用整体的铸钢轧辊和铸铁轧辊。铸铁轧辊与铸钢轧辊相比，其耐磨性较好，但是强度较差，容易断辊。为了提高轧辊表面硬度，近年来应用了轧辊的离心铸造技术，离心铸造轧辊的辊面和辊心分别采用不同成分的金属铸造，以求得轧辊表面硬度和轧辊辊身强度的统一。由于这种轧辊的制造成本高，轧辊一次性报废造成材料的极大浪费等原因，离心轧辊的应用受到极大限制。随后，出现了组合式轧辊，组合轧辊在一定程度解决了材料浪费等问题，并且组合轧辊采用耐磨合金辊套，轧辊寿命提高了很多，但是其辊轴与辊套的联接方式多采用键联接或焊接方式，在实际生产中，崩套、滚键等事故频繁发生。此外，现有发明技术制得的轧辊基本上都存在着外层材料磨损后，辊芯只有重新熔炼才能实现循环利用的问题，造成材料和能源的浪费。

[0008] 目前我国现有轧辊结构除小部分特殊形状的轧辊如万能轧机水平辊、立辊，管线部分轧辊，型材矫直辊、悬臂式轧机轧辊采用循环使用分体结构轧辊外，90%以上的各类型轧辊都是整体结构。造成了轧辊材料的极大浪费。

[0009] 针对组合轧辊实际应用中出现的问题，中国专利号CN1142993A 公开了一种高能量组合轧辊，克服当前组合轧辊现有技术的不足，很好的解决了组合轧辊使用过程中崩套，剥落的问题。其主要是介绍了一种在制造和装配过程中依压轧力为基准对轧辊有效工作部位输入能量，使其最大限度地提高强度、刚度、抗剥落性和耐磨性的高能量轧辊。但是，经实际调查，该高能量轧辊在生产中鲜有应用，因为它存在以下缺点：该高能量组合轧辊的辊套与辊轴的装配操作过程复杂；辊套的卸载难度大；装配和卸载均要依靠专门为此产品设计的液压设备，由于整套的液压设备使得生产成本大幅升高；该高能量组合轧辊工作过程中因长期振动，辊套形变(能量)减小时，必须将轧辊卸下重新装配，费时费力；轧辊辊套卸载时易造成辊轴外表面和轧辊辊套内表面的刮伤，极大缩短了辊轴的使用寿命。中国专利CN2129657Y“预应力组合轧辊”、CN1059482A“钢铁胶粘组合轧辊工艺”、CN1092992A“组合式空心轧辊及其制造方法”、ZL02223546.9“辊环复合轧辊”等也分别公开了制造镶套复合轧辊技术；这些组合式辊环（辊套）轧辊以各种不同方式将耐磨合金辊环（辊套）与芯轴连接在一起。他们均没有提到辊环必须是“外硬内韧”，从而在确保轧辊安全使用的前提下提高使用寿命，在实际使用中这些轧辊会存在崩套、破坏等现象，因而没有大面积推广。

[0010] 随着轧钢行业技术的不断进步，为了保证轧辊使用安全性，要求轧辊在使用过程中芯部要有较高的韧性；与此同时，为了提高钢材产量与产品表面质量，钢铁企业对轧辊的使用寿命及耐磨性的要求也日益提高，这就需要轧辊工作层采用硬度高的耐磨材料。为此，国内外科技工作者一直在做辊环轧辊的探讨和实践工作。开发了镶套复合轧辊。

[0011] 复合镶套轧辊是轧辊类型之一。是将辊身和辊芯及辊颈两部分用不同方法分别制作好后，采用机械镶嵌工艺通过热装过盈配合将其组装成一体，可以同时满足耐磨性和抗断裂性这两种矛盾的性能要求。占总量60%以上的辊芯可以循环应用，而占整个轧辊重量在40%以下的轧辊辊套在达到报废标准后经更换新的轧辊辊套既可以再循环应用。与传统的整体轧辊相比，复合镶套再制造轧辊不但质量好而且还能降低轧辊的成本。

[0012] 目前国内外所开发的复合辊环制造工艺，大多采用离心复合铸造法制造，由于受制造工艺的限制，所制造的复合辊套内层材料均为球墨铸铁，尚无法制造钢质材料的内层。而采用镶铸工艺大多采用将复合辊套内层材料在加热炉内预热至300~800℃，放入型砂中，然后合箱浇入辊套外层复合材料，该工艺的主要缺点为：在加热炉中加热，由于加热时

间长,被加热件易氧化,尽管可以通过在固体表面涂敷保护剂来保护固体表面不受氧化,但要彻底防止固体表面的氧化非常困难。另外,由于预热件从加热炉中取出到浇注,这中间的时间一般不易控制,导致复合前预热件的实际温度变化较大,无法稳定地保证复合界面的质量。而采用高温金属液对固体部分进行长时间的冲刷,加热效率非常低,既浪费大量的高温金属造成能源和材料的无谓浪费。同时由于固体部分的激冷作用,在液体金属浇入铸型后靠近固体部分的液体金属立即在固体表面凝固,这层快速凝固的金属极易出现裂纹,实际应用中裂纹扩散。

发明内容

[0013] 本发明的目的在于针对已有技术的不足,提出一种生产工艺简单、设备投资小、生产效率高、成本低、性能好的一种可循环利用辊芯的复合辊制造工艺及设备,简化复合辊套制造工艺,提高复合辊套性能和生产效率,降低生产成本和设备投资。

[0014] 解决其技术问题的设备方案是:该设备有一龙门式区域定向凝固升降设备16,在龙门式区域定向凝固升降设备6上安装有升降台17,在升降台17的上面安装有电磁感应加热器8,通过升降电机14转动升降螺杆15或液压设备带动升降台17以所设定的速度上下移动,在龙门式区域定向凝固升降设备16的侧面安装电磁感应电源控制柜19,电磁感应电源控制柜19的两个输出端通过水冷电缆20与电磁感加热器8的两端相连接,在龙门式区域定向凝固升降设备16的下部有一底座支架、在底座支架13上安装有支承底座12,在支承底座12的上面安装有水冷底水箱11,底水箱11的中心为圆形通孔,在底水箱11的上面安装有中心为圆形通孔的浇注底板10,在浇注底板10的上面安装有组合式水冷结晶器7,在水冷结晶器7的上部安装有保温圈6,辊轴芯棒5通过支承底座12、底水箱11和浇注底板12的中心圆孔固定在结晶器7的中心,在浇注底板10的一侧联接有浇铸流道3,浇铸流道3安装在底座支架13上并与浇注坐砖4相连接,浇注坐砖4上面安装有中注管2,在中注管的顶部安装有浇铸漏斗1,在浇注漏斗1的上面有浇注包18。

[0015] 在水冷底水箱11的侧面分别有进水管23和出水管24;水冷结晶器7由在结晶器圆周上均匀分布的2或3整数倍的组合式结晶器弧形水冷箱体组件7组成,在每个弧形水冷箱体组件7的下部联接有进水管21,在每个弧形水冷箱体组件7的上部联接有出水管22,通过联接螺栓9将弧形水冷箱体组件7连接成圆桶形整体;保温圈6由耐火材料或者纤维增强耐火材料制造;电磁感应电源为工频感应电源、中频感应电源、高频感应电源,频率为500Hz~3000Hz。

[0016] 解决其技术问题采用的工艺技术方案是:首先将制造好的所需材质和尺寸的厚壁空心钢管内层材料表面进行除油、除锈处理后,在其表面均匀涂覆一层防氧化涂料,放入加热炉内进行预热到500℃~700℃后,通过支承底座、底水箱和浇注底板的中心圆孔固定在结晶器的中心,启动区域定向凝固升降装置,将电磁感应加热器下降到结晶器的底部,打开水冷结晶器和底水箱的进出水管,启动电磁感应加热电源,通过安装在水冷结晶器外部的感应加热器对厚壁空心钢管内层材料进行表面加热,待加热到800℃~1000℃后,将冶炼好的所需复合成分的轧辊复合辊套外层金属液倒入浇注包内,将浇注包内的金属液按照所预定的浇注程序通过浇注漏斗、中注管、浇铸流道浇入结晶器内与厚壁空心钢管内层材料之间的空隙中,在浇注过程中,电磁感应加热器不停止加热,金属液浇注完毕后,感应加热器

继续进行加热10~50分钟,使所浇注的金属液在一定的时间内保持液态,以增加液固时间,使界面形成冶金结合,启动区域定向凝固升降装置将电磁感应加热器以一定的速度向上提升,逐步脱离电磁感应加热的辊套复合层由下向上逐层顺序凝固,并根据质量要求在不同的区域内控制不同的上升速度,形成区域定向凝固,经5~15分钟升到保温圈处停止,继续对保温圈进行加热10~50分钟,以延迟保温冒口凝固时间,对冒口进行补缩,使复合层金属液中的气体和夹杂物充分上浮,消除复合层金属铸造缺陷,达到预定时间后停止加热,继续通水冷却30分钟~24小时,将铸造好的外层为高耐磨材料,内层为高韧性、高强度材料的双金属复合辊套从结晶器内取出;

[0017] 将熔铸的复合辊套经机械加工至成品尺寸,将复合辊套进行热处理,然后将100~200目的具有多棱尖角的且硬面韧的颗粒,采用粘结剂分别均匀的粘结到复合辊套的内孔表面和芯轴的外表面,将辊套预热到低于辊套回火温度400~550℃,保温时间8~12小时后直接压装到芯轴上,多棱尖角且硬面韧的颗粒在辊套冷却后嵌入辊套内层和芯轴外层的表面,提高了界面结合强度,使复合辊套与芯轴联结成一个有机整体构成辊套轧辊,装配完毕后的复合轧辊入炉随炉冷却至室温。

[0018] 所述的可循环利用辊芯的复合轧辊由复合轧辊辊套外层、复合轧辊辊套内层和芯轴三部分组成,复合轧辊外层材料为球墨铸铁、石墨钢、镍铬钼合金铸铁、高铬铸铁、高铬铸钢、合金铸钢、高硼合金钢、高速钢、模具钢耐磨材料;辊套内层材料为轧制、锻造或者铸造的低碳钢、低合金钢、中碳钢或球墨铸铁、合金铸铁。

[0019] 所述芯轴采用报废的各种材质轧辊或铸钢件或锻钢件或铸铁件。

[0020] 所述过盈配合采用H7/s6 过盈配合。

[0021] 所述的多棱形尖角的且硬面韧的颗粒为SiC、WC、Al₂O₃或莫来石。

[0022] 所述的组合式结晶器通过添加或减少不同尺寸的弧形水冷箱体组件既可以实现组合式结晶器内直径尺寸在一定范围内的调整,满足不同不同直径尺寸复合辊套的制造,从而降低了成型模具费用。

[0023] 所述芯棒表面防氧化涂料的成分为Na₂B4O₇,SiO₂,Na₂O,K₂O,Al₂O₃,CaO其中的一种或多种成分组成。

[0024] 有益效果

[0025] 本发明的可循环利辊芯的镶套式复合轧辊及制造方式,与现有技术相比其主要特点是:

[0026] 1、使用该发明工艺制造复合辊轴,由于特殊的铸造方法使熔融的金属自下而上凝固,有利于液体金属的补缩,克服了离心铸造法易产生组织偏析的缺陷,所制造的复合辊轴材料没有密度偏析,结晶组织优良,组织均匀,晶粒细小致密度高,使以前不能用离心铸造法生产的材料的生产成为可能。芯棒和复合层材料的选择范围宽,可以根据不同的使用要求自由的选择不同强度要求的锻造或铸造芯棒材料和不同性能的复合层材料,轧辊外层可以采用高合金材质,使其具有良好的红硬性和高温耐磨性。

[0027] 2、采用电磁感应加热器在浇注前对轧辊芯轴在结晶器内直接进行预热,浇注后对轧辊芯轴和所浇注的金属液进行保温,减少了辊芯与外层金属液之间的温度差,有利于双金属材料的良好复合,具有良好的机械性能。另一方面为了减少铸造缺陷,让金属复合材料实现至下而上顺序凝固,金属液自动由上向下的流动,有利于金属液自上而下补缩,从而缩

短了补缩区的长度,减少了铸造缺陷,形成致密无缩孔的复合轧辊;在浇注过程中继续对复合材料进行电磁感应加热,可以降低被复合材料的预热温度,减少复合材料的氧化,可以增加液固时间,促使两相材料的扩散更加充分,同时可以利用电磁搅拌作用,增加液体金属对被芯棒材料表面的冲刷,促进两相材料之间的物质和能量交流,使复合层界面易于控制,从而极大的提高了界面的结合强度,界面质量好,可以实现良好的冶金结合界面。

[0028] 3、本发明采用水冷结晶器取代金属型成型,在辊套成型过程中,由于辊套外层金属液是在水冷结晶器内冷却凝固,冷却速度高,形核能力强,可以获得晶粒细小的凝固组织,组织致密度高,硬度均匀,力学性能好,改善了轧辊的强韧性和热疲劳抗力,具有较高的耐磨性和耐冷、热疲劳性及现代轧辊工作层材料所需具备的各项性能,且具有优良的切削加工性能,可实现以铸代锻,提高了轧辊的使用寿命,从而满足了现代轧钢业对高性能轧辊的要求。经该工艺制造的复合辊套单次使用寿命超过原所用材质新轧辊20~30%以上。综合寿命提高50%以上。

[0029] 4、采用水冷结晶器取代金属型成型,铸件的工艺收得率高,液体金属耗量减少,可比金属型铸造节约15~30%,金属利用率高,节约了材料。

[0030] 5、由于采用水冷结晶器成型,模具的使用寿命高达几千次甚至几万次,极大的节省了造型材料,降低了模具成本,由于不用型砂造型,节约了大量型砂和造型工时,提高了劳动效率。节约了大量的制造费用,降低了制造成本,减少了资源和能源的浪费和环境的污染。

[0031] 6、采用镶铸的方法实现高耐磨的辊身和高韧性、高强度钢管衬层的牢固复合,避免结合面开裂。而辊套则能确保整体淬透、淬硬,因而使用寿命更高,轧制效果更好。而且当轧辊外层材料磨损后,只要更换复合辊套,辊芯无需更换,变废为宝,可将现有的大量废轧辊循环使用,其利用率在60%以上,实现了辊芯的循环利用,节省了材料和能源的浪费,减少了环境污染。

[0032] 7、采用多棱尖角且硬面韧的颗粒嵌入加过盈配合联接工艺,轧辊结构稳定,联接方式简单,界面结合强度高,安全可靠性高,使用中不会出现辊套的松动、破裂现象,从而简化了加工工艺,降低了生产成本。

[0033] 8、由于整体轧辊体积大而无法确保热处理效果,而辊套则能确保整体淬透、淬硬,因而较大幅度的提高了轧辊使用寿命,轧制效果更好。

[0034] 9、轧辊工作层外套耐磨材料的选择与设计范围更宽,即使是用同样的材料,使用寿命更高;当用于新轧辊的制造时,芯轴材料的选择范围宽,可以采用高强度、高韧性的锻钢、铸钢材料,从而提高了轧辊抗冲击性能,使轧钢生产中无断辊,解决了合金铸铁辊芯易断辊难题。

[0035] 10、使用该工艺和设备制造复合辊套具有比离心工艺更高的生产效率,且克服了离心复合铸造工艺所存在的成分偏析和无法制造锻钢辊颈轧辊的弊端,可控工艺参数少,生产工艺简单易于操作,生产效率高,电耗小,生产成本比电渣重熔法低1/2,比埋弧焊堆焊法低2/3,设备简单投资小,适用范围广。

[0036] 11、节能降耗减污。由于辊套重量仅为整体轧辊重量的1/3,与整体轧辊相比,每生产一吨轧辊,铸件将减少60%。如果芯棒重复使用三次,与整体轧辊相比,每轧制一吨钢轧辊相互量降低了70%。我国铸铁件能耗利用率为15~25%,每生产1吨合格铸铁件的能耗为

500~700kg 标煤,占生产成本的15%。全国轧辊产量约120 万吨,由此节约的能源和减少的污染是巨大的。

附图说明

[0037] 图1为本发明设备装配图,其中1为浇注漏斗,2为中注管,3为浇注流道,4为浇注坐砖,5为辊轴芯棒,6为保温圈,7为组合式结晶器,8为电磁感应加热器,9为联接螺栓,10为浇注底板,11为底水箱,12为支承底座,13为底座支架,14为升降电机,15为升降螺杆,16为龙门式区域定向凝固升降设备,17为升降台,18为浇注包,19电磁感应电源控制柜,20为水冷电缆, 23为底水箱进水管,24为底水箱出水管。

[0038] 图2为本发明组合式结晶器结构图,其中7为组合式结晶器。

[0039] 图3为本发明组合式结晶器弧形水冷箱体组件结构俯视图,其中21为组合式结晶器进水管,22为组合式结晶器出水管,7为结晶器弧形水冷箱体组件。

[0040] 图4为本发明底水箱结构图,其中11为底水箱, 为进水管,为出水管。

[0041] 图5为本发明底水箱结构俯视图,其中11为底水箱,23为底水箱进水管,24为底水箱出水管。

[0042] 图6为本发明复合辊套结构图,其中25为复合轧辊辊套外层,26为复合轧辊辊套内。

[0043] 图7为本发明复合轧辊结构图,其中27为复合轧辊镶嵌层,28为复合轧辊芯轴。

具体实施方式

[0044] 结合附图,给出本发明的实施例如下:

[0045] 实施例1:在图1、图2、图3、图4、图5、图6、图7中,该设备有一龙门式区域定向凝固升降设备16,在龙门式区域定向凝固升降设备6上安装有升降台17,在升降台17的上面安装有电磁感应加热器8,通过升降电机14转动升降螺杆15或液压设备带动升降台17以所设定的速度上下移动,在龙门式区域定向凝固升降设备16的侧面安装电磁感应电源控制柜19,电磁感应电源控制柜19的两个输出端通过水冷电缆20与电磁感加热器8的两端相连接,在龙门式区域定向凝固升降设备16的下部有一底座支架、在底座支架13上安装有支承底座12,在支承底座12的上面安装有水冷底水箱11,底水箱11的中心为圆形通孔,在底水箱11的上面安装有中心为圆形通孔的浇注底板10,在浇注底板10的上面安装有组合式水冷结晶器7,在水冷结晶器7的上部安装有保温圈6,辊轴芯棒5通过支承底座12、底水箱11和浇注底板12的中心圆孔固定在结晶器7的中心,在浇注底板10的一侧联接有浇铸流道3,浇铸流道3安装在底座支架13上并与浇注坐砖4相连接,浇注坐砖4上面安装有中注管2,在中注管的顶部安装有浇铸漏斗1,在浇注漏斗1的上面有浇注包18。

[0046] 在水冷底水箱11的侧面分别有进水管23和出水管24;水冷结晶器7由在结晶器圆周上均匀分布的2或3整数倍的组合式结晶器弧形水冷箱体组件7组成,在每个弧形水冷箱体组件7的下部联接有进水管21,在每个弧形水冷箱体组件7的上部联接有出水管22,通过联接螺栓9将弧形水冷箱体组件7连接成圆桶形整体;保温圈6由耐火材料或者纤维增强耐火材料制造;电磁感应电源为工频感应电源、中频感应电源、高频感应电源,频率为800Hz。

[0047] 工作开始时:首先将制造好的所需尺寸的低碳钢厚壁空心钢管芯棒表面进行除

油、除锈处理后，在其表面均匀涂覆一层防氧化涂料，放入加热炉内进行预热到550℃后，通过支承底座、底水箱和浇注底板的中心圆孔固定在结晶器的中心，启动区域定向凝固升降装置，将电磁感应加热器下降到结晶器的底部，打开水冷结晶器和底水箱的进出水管，启动电磁感应加热电源，通过安装在水冷结晶器外部的感应加热器对厚壁空心钢管芯棒进行表面加热，待加热到890℃后，将冶炼好的镍铬钼成分的轧辊复合辊套外层金属液倒入浇注包内，将浇注包内的金属液按照所预定的浇注程序通过浇注漏斗、中注管、浇铸通道浇入结晶器内与厚壁空心钢管芯棒之间的空隙中，在浇注过程中，电磁感应加热器不停止加热，金属液浇注完毕后，感应加热器继续进行加热12分钟，使所浇注的金属液在一定的时间内保持液态，以增加液固时间，使界面形成冶金结合，启动区域定向凝固升降装置将电磁感应加热器以一定的速度向上提升，逐步脱离电磁感应加热的辊轴复合层由下向上逐层顺序凝固，并根据质量要求在不同的区域内控制不同的上升速度，形成区域定向凝固，经6分钟升到保温圈处停止，继续对保温圈进行加热15分钟，以延迟保温冒口凝固时间，对冒口进行补缩，使复合层金属液中的气体和夹杂物充分上浮，消除复合层金属铸造缺陷，达到预定时间后停止加热，继续通水冷却14小时，将铸造好的外层为高耐磨材料，内层为高韧性、高强度材料的双金属复合辊套从结晶器内取出；

[0048] 将熔铸的复合辊套经机械加工至成品尺寸，将复合辊套进行热处理后，然后将80目的具有多棱尖角的且硬面韧的颗粒，采用粘结剂分别均匀的粘结到复合辊套的内孔表面和芯轴的外表面，将辊套预热到低于辊套回火温度450℃，保温时间8小时后直接压装到芯轴上，多棱尖角且硬面韧的颗粒在辊套冷却后嵌入辊套内层和芯轴外层的表面，提高了界面结合强度，使复合辊套与芯轴联结成一个有机整体构成辊套轧辊，装配完毕后的复合轧辊入炉随炉冷却至室温。

[0049] 实施例2：在图1、图2、图3、图4、图5、图6、图7中，该设备有一龙门式区域定向凝固升降设备16，在龙门式区域定向凝固升降设备6上安装有升降台17，在升降台17的上面安装有电磁感应加热器8，通过升降电机14转动升降螺杆15或液压设备带动升降台17以所设定的速度上下移动，在龙门式区域定向凝固升降设备16的侧面安装电磁感应电源控制柜19，电磁感应电源控制柜19的两个输出端通过水冷电缆20与电磁感加热器8的两端相连接，在龙门式区域定向凝固升降设备16的下部有一底座支架、在底座支架13上安装有支承底座12，在支承底座12的上面安装有水冷底水箱11，底水箱11的中心为圆形通孔，在底水箱11的上面安装有中心为圆形通孔的浇注底板10，在浇注底板10的上面安装有组合式水冷结晶器7，在水冷结晶器7的上部安装有保温圈6，辊轴芯棒5通过支承底座12、底水箱11和浇注底板12的中心圆孔固定在结晶器7的中心，在浇注底板10的一侧联接有浇铸通道3，浇铸通道3安装在底座支架13上并与浇注坐砖4相连接，浇注坐砖4上面安装有中注管2，在中注管的顶部安装有浇铸漏斗1，在浇注漏斗1的上面有浇注包18。

[0050] 在水冷底水箱11的侧面分别有进水管23和出水管24；水冷结晶器7由在结晶器圆周上均匀分布的2或3整数倍的组合式结晶器弧形水冷箱体组件7组成，在每个弧形水冷箱体组件7的下部联接有进水管21，在每个弧形水冷箱体组件7的上部联接有出水管22，通过联接螺栓9将弧形水冷箱体组件7连接成圆桶形整体；保温圈6由耐火材料或者纤维增强耐火材料制造；电磁感应电源为工频感应电源、中频感应电源、高频感应电源，频率为800Hz。

[0051] 工作开始时：首先将制造好的所需尺寸的低合金钢厚壁空心钢管芯棒表面进行除

油、除锈处理后，在其表面均匀涂覆一层防氧化涂料，放入加热炉内进行预热到650℃后，通过支承底座、底水箱和浇注底板的中心圆孔固定在结晶器的中心，启动区域定向凝固升降装置，将电磁感应加热器下降到结晶器的底部，打开水冷结晶器和底水箱的进出水管，启动电磁感应加热电源，通过安装在水冷结晶器外部的感应加热器对厚壁空心钢管芯棒进行表面加热，待加热到990℃后，将冶炼好的镍铬钼成分的轧辊复合辊套外层金属液倒入浇注包内，将浇注包内的金属液按照所预定的浇注程序通过浇注漏斗、中注管、浇铸通道浇入结晶器内与厚壁空心钢管芯棒之间的空隙中，在浇注过程中，电磁感应加热器不停止加热，金属液浇注完毕后，感应加热器继续进行加热15分钟，使所浇注的金属液在一定的时间内保持液态，以增加液固时间，使界面形成冶金结合，启动区域定向凝固升降装置将电磁感应加热器以一定的速度向上提升，逐步脱离电磁感应加热的辊轴复合层由下向上逐层顺序凝固，并根据质量要求在不同的区域内控制不同的上升速度，形成区域定向凝固，经7分钟升到保温圈处停止，继续对保温圈进行加热20分钟，以延迟保温冒口凝固时间，对冒口进行补缩，使复合层金属液中的气体和夹杂物充分上浮，消除复合层金属铸造缺陷，达到预定时间后停止加热，继续通水冷却18小时，将铸造好的外层为高耐磨材料，内层为高韧性、高强度材料的双金属复合辊套从结晶器内取出；

[0052] 将熔铸的复合辊套经机械加工至成品尺寸，将复合辊套进行热处理后，然后将80目的具有多棱尖角的且硬面韧的颗粒，采用粘结剂分别均匀的粘结到复合辊套的内孔表面和芯轴的外表面，将辊套预热到低于辊套回火温度500℃，保温时间10小时后直接压装到芯轴上，多棱尖角且硬面韧的颗粒在辊套冷却后嵌入辊套内层和芯轴外层的表面，提高了界面结合强度，使复合辊套与芯轴联结成一个有机整体构成辊套轧辊，装配完毕后的复合轧辊入炉随炉冷却至室温。

[0053] 实施例3：在图1、图2、图3、图4、图5、图6、图7中，该设备有一龙门式区域定向凝固升降设备16，在龙门式区域定向凝固升降设备6上安装有升降台17，在升降台17的上面安装有电磁感应加热器8，通过升降电机14转动升降螺杆15或液压设备带动升降台17以所设定的速度上下移动，在龙门式区域定向凝固升降设备16的侧面安装电磁感应电源控制柜19，电磁感应电源控制柜19的两个输出端通过水冷电缆20与电磁感加热器8的两端相连接，在龙门式区域定向凝固升降设备16的下部有一底座支架、在底座支架13上安装有支承底座12，在支承底座12的上面安装有水冷底水箱11，底水箱11的中心为圆形通孔，在底水箱11的上面安装有中心为圆形通孔的浇注底板10，在浇注底板10的上面安装有组合式水冷结晶器7，在水冷结晶器7的上部安装有保温圈6，辊轴芯棒5通过支承底座12、底水箱11和浇注底板12的中心圆孔固定在结晶器7的中心，在浇注底板10的一侧联接有浇铸通道3，浇铸通道3安装在底座支架13上并与浇注坐砖4相连接，浇注坐砖4上面安装有中注管2，在中注管的顶部安装有浇铸漏斗1，在浇注漏斗1的上面有浇注包18。

[0054] 在水冷底水箱11的侧面分别有进水管23和出水管24；水冷结晶器7由在结晶器圆周上均匀分布的2或3整数倍的组合式结晶器弧形水冷箱体组件7组成，在每个弧形水冷箱体组件7的下部联接有进水管21，在每个弧形水冷箱体组件7的上部联接有出水管22，通过联接螺栓9将弧形水冷箱体组件7连接成圆桶形整体；保温圈6由耐火材料或者纤维增强耐火材料制造；电磁感应电源为工频感应电源、中频感应电源、高频感应电源，频率为800Hz。

[0055] 工作开始时：首先将制造好的所需尺寸的低碳钢厚壁空心钢管芯棒表面进行除

油、除锈处理后，在其表面均匀涂覆一层防氧化涂料，放入加热炉内进行预热到650℃后，通过支承底座、底水箱和浇注底板的中心圆孔固定在结晶器的中心，启动区域定向凝固升降装置，将电磁感应加热器下降到结晶器的底部，打开水冷结晶器和底水箱的进出水管，启动电磁感应加热电源，通过安装在水冷结晶器外部的感应加热器对厚壁空心钢管芯棒进行表面加热，待加热到950℃后，将冶炼好的镍铬钼成分的轧辊复合辊套外层金属液倒入浇注包内，将浇注包内的金属液按照所预定的浇注程序通过浇注漏斗、中注管、浇铸通道浇入结晶器内与厚壁空心钢管芯棒之间的空隙中，在浇注过程中，电磁感应加热器不停止加热，金属液浇注完毕后，感应加热器继续进行加热18分钟，使所浇注的金属液在一定的时间内保持液态，以增加液固时间，使界面形成冶金结合，启动区域定向凝固升降装置将电磁感应加热器以一定的速度向上提升，逐步脱离电磁感应加热的辊轴复合层由下向上逐层顺序凝固，并根据质量要求在不同的区域内控制不同的上升速度，形成区域定向凝固，经7分钟升到保温圈处停止，继续对保温圈进行加热20分钟，以延迟保温冒口凝固时间，对冒口进行补缩，使复合层金属液中的气体和夹杂物充分上浮，消除复合层金属铸造缺陷，达到预定时间后停止加热，继续通水冷却24小时，将铸造好的外层为高耐磨材料，内层为高韧性、高强度材料的双金属复合辊套从结晶器内取出；

[0056] 将熔铸的复合辊套经机械加工至成品尺寸，将复合辊套进行热处理后，然后将80目的具有多棱尖角的且硬面韧的颗粒，采用粘结剂分别均匀的粘结到复合辊套的内孔表面和芯轴的外表面，将辊套预热到低于辊套回火温度450℃，保温时间8小时后直接压装到芯轴上，多棱尖角且硬面韧的颗粒在辊套冷却后嵌入辊套内层和芯轴外层的表面，提高了界面结合强度，使复合辊套与芯轴联结成一个有机整体构成辊套轧辊，装配完毕后的复合轧辊入炉随炉冷却至室温。

[0057] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受步骤实施例的限制，步骤实施例和说明书中描述的只是本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明的构思可以按其他种种形式实施运用，还会有各种变化和改进，这些变化和改进同样都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

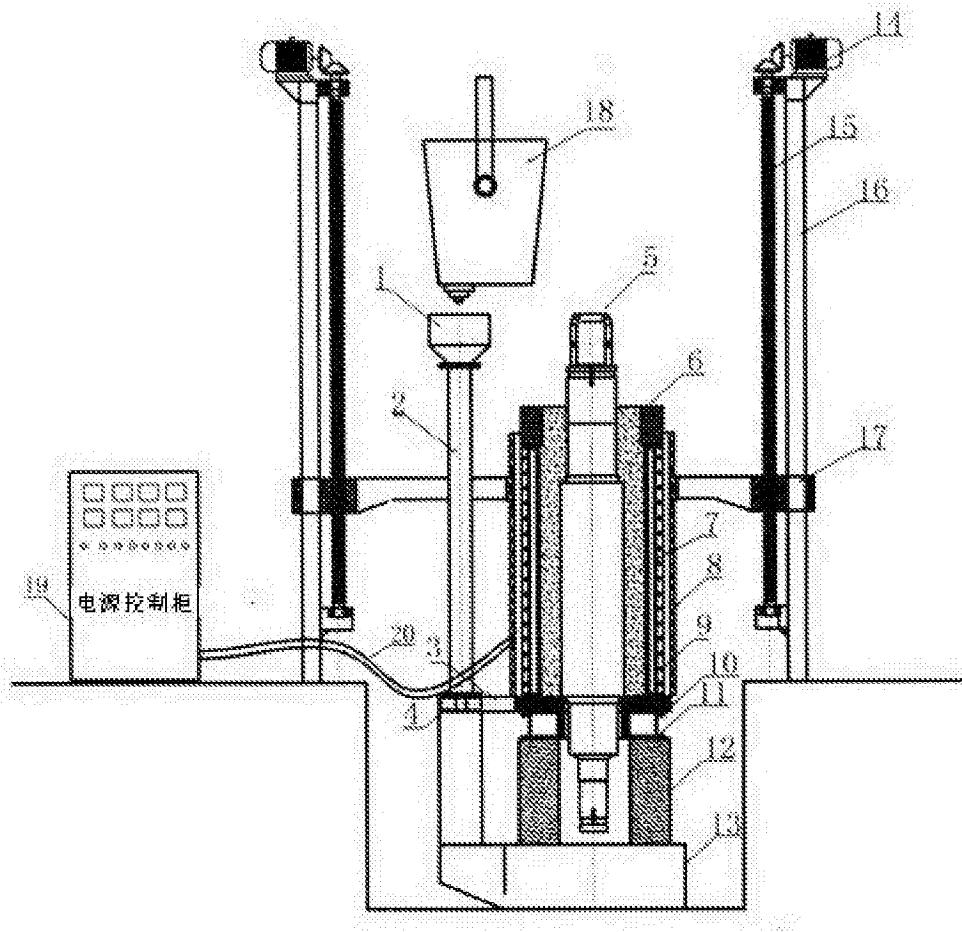


图 1

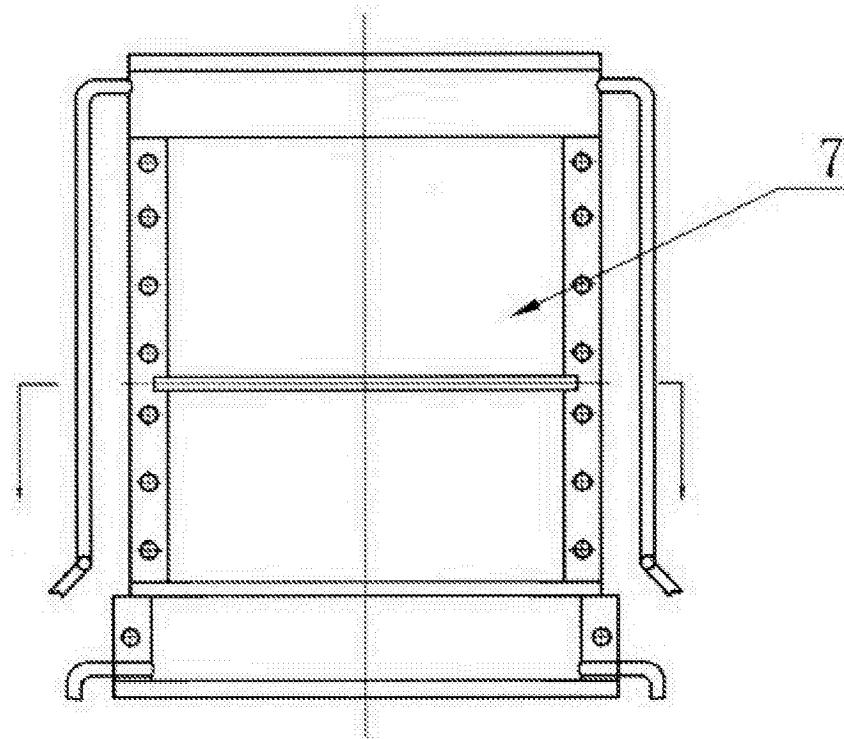


图 2

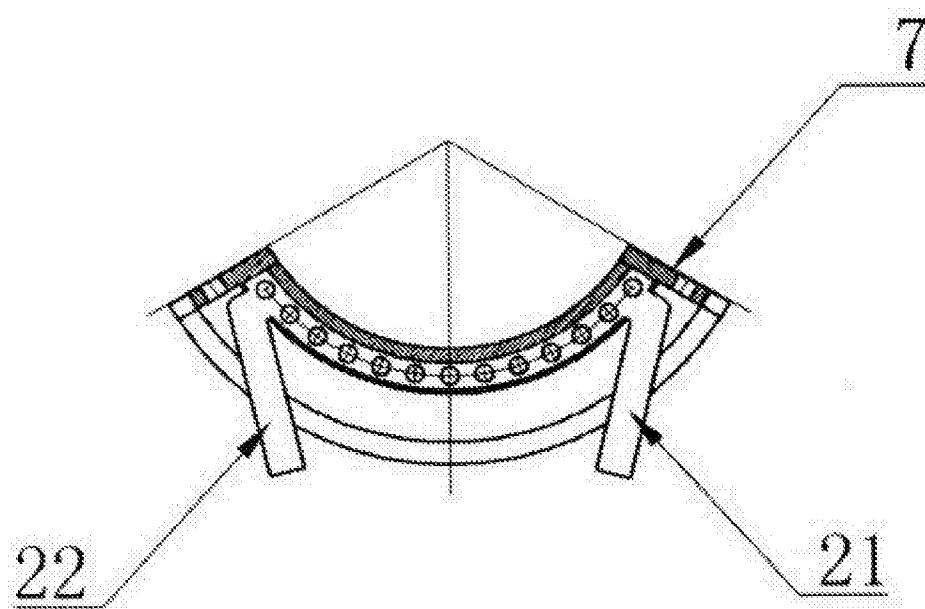


图 3

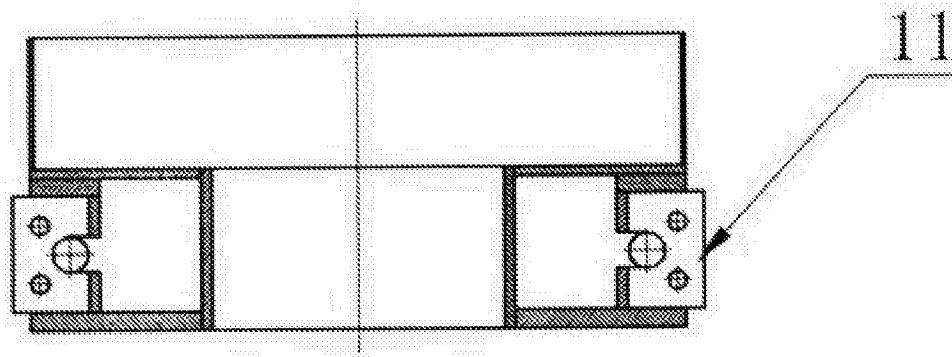


图 4

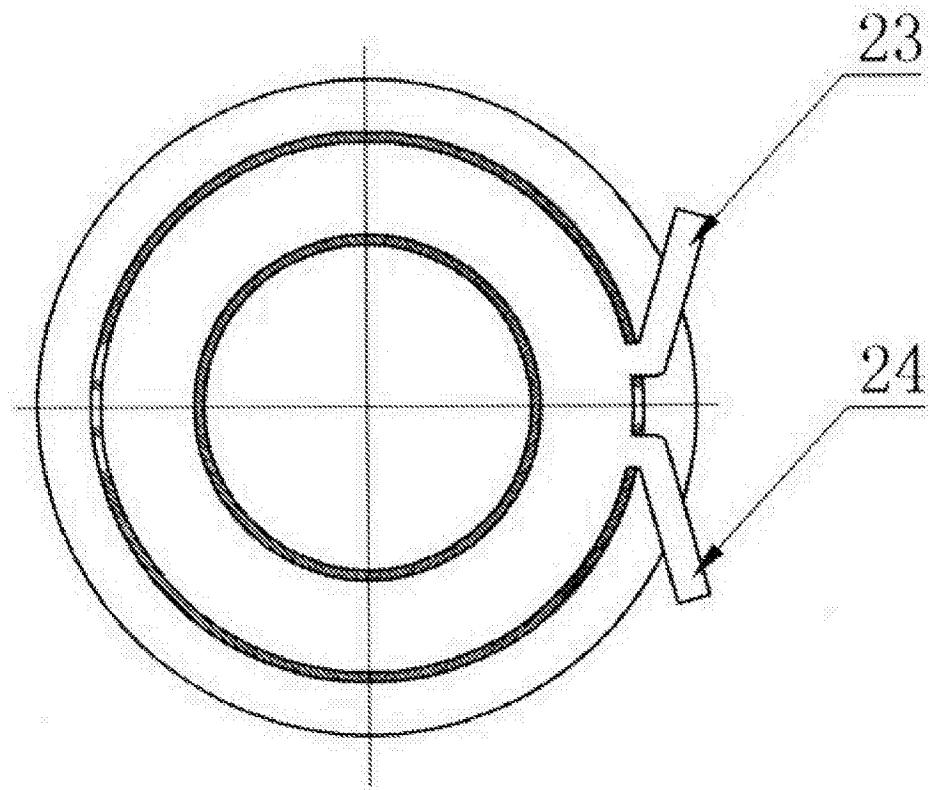


图 5

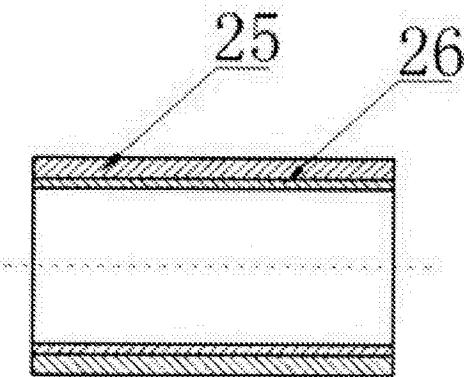


图 6

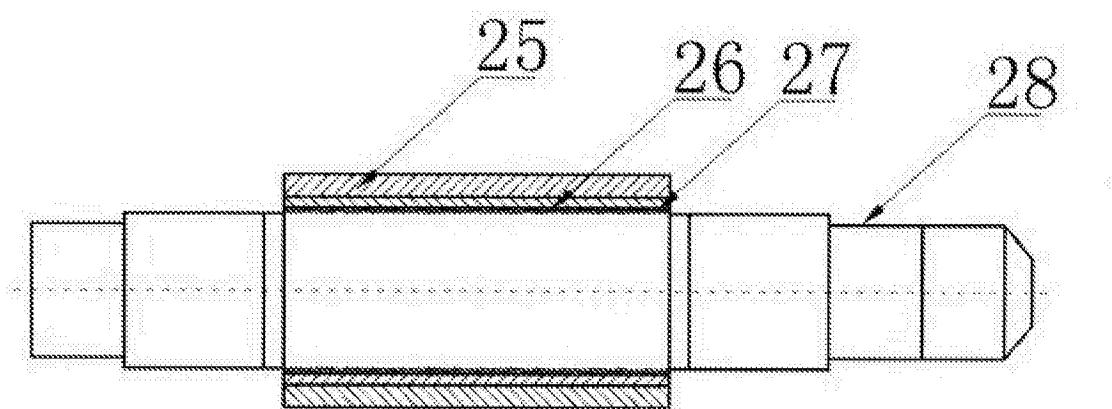


图 7