



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109570368 A

(43)申请公布日 2019.04.05

(21)申请号 201811478343.3

G21D 9/00(2006.01)

(22)申请日 2018.12.05

G21D 1/18(2006.01)

G21D 9/50(2006.01)

(71)申请人 重庆江东机械有限责任公司

地址 404120 重庆市万州区五桥百安坝百安大道

申请人 重庆杰品科技股份有限公司  
重庆佛斯坦智能装备有限公司

(72)发明人 李永革 周杰 刘雪飞 汪义高  
向科军 张建生 赵勇

(74)专利代理机构 重庆上义众和专利代理事务  
所(普通合伙) 50225

代理人 孙人鹏

(51)Int.Cl.

B21D 37/20(2006.01)

B23K 31/00(2006.01)

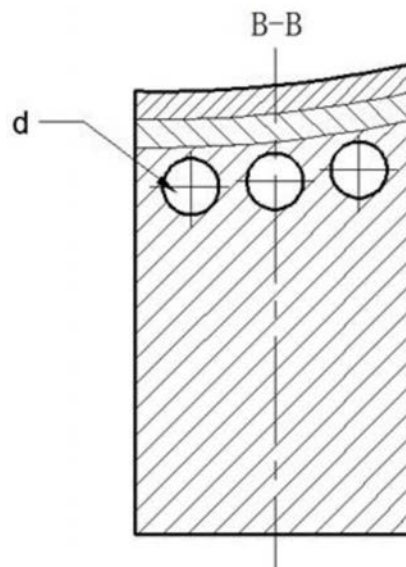
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法

(57)摘要

本发明公开了一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,利用铸钢作为热冲压成形模具基体,基体已铸造或加工出随形水道,通过在基体层上进行双层金属堆焊,再回火去应力,模具最后机加工成型。通过分析梯度结构强度和冷却最佳效率,寻求冷却水道顶部与模具表面的距离的最优值,以提高热冲压的冷却效率。本发明提供了一种既能大幅度提高热冲压成形模具工作区域耐磨损、抗变形等能力,提高模具寿命,又可降低模具制造成本,提高热冲压的生产效率的热冲压成形模具的制备方法;实现了低成本、低能耗、短时间、高利用率和高性能的制造和使用模具,具有很广阔的应用前景和科学研究意义。



1. 一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,包括以下步骤:

(1)、采用铸钢作为模具基体材料浇注出待焊的模具基体(c),模具基体(c)铸造出或加工出随形冷却水道(d),预留堆焊余量厚度;

(2)、在待焊模具基体(c)上沿预留堆焊余量处先一次堆焊热传导效率高的强度和韧性稍好的过渡层(b),焊至模具工作表面厚度为4~6mm;

(3)、在过渡层(b)上二次堆焊强化层(a),所述强化层(a)的厚度在4mm以内;

(4)、将二次堆焊完毕后的模具重复进行两次回火后缓冷工艺,其中回火温度为530℃~570℃,缓冷温度至180℃;

(5)、将第二次缓冷后的模具放置空气中进行空冷至室温;

(6)、对空冷后的模具进行机械加工,使模具各部分尺寸到位。

2. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:所述步骤(1)中预留7~12mm堆焊余量厚度;对浇注出的待焊模具基体(c)进行在920℃淬火并在650℃回火的处理,并油冷至室温。

3. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:所述步骤(2)中堆焊热传导效率高、强度和韧性稍好的过渡层(b)选用铜合金材料。

4. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:所述步骤(2)和(3)堆焊前模具预热至450~500℃,堆焊过程中模具温度保持在300℃以上。

5. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:所述步骤(2)和(3)在堆焊之前对焊模具基体(c)进行表面清洁处理,二次堆焊完成后去除堆焊层表面的氧化皮及焊渣。

6. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:所述步骤(2)和(3)在堆焊过程中断性地敲击模具基体(c)令其振动。

7. 根据权利要求6所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:在堆焊过程中断性地敲击模具基体(c)令其振动,振动频率为20~40次/分钟。

8. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:将二次堆焊完毕后的模具重复进行两次回火后缓冷工艺,其中回火温度为530℃~570℃,缓冷温度至180℃,将第二次缓冷后的模具放置空气中进行空冷至室温。

9. 根据权利要求1所述一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,其特征在于:所述步骤(2)和(3)堆焊时需通CO<sub>2</sub>、Ar混合气体进行保护,所述气体比例为:Ar80%~90%,CO<sub>2</sub>10%~20%;焊接时焊丝送丝速度为5~8m/min,焊接电流360~440A,焊接电压35~36V。

## 一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种热冲压成形模具的制备方法,具体涉及一种基于铸钢基体的双层金属堆焊制备热冲压成形模具的方法。

### 背景技术

[0002] 目前,车用高强度和超高强度钢板有着质轻和高强度的特点,在汽车行业中越来越受关注,并已经成为满足汽车减重和增加碰撞性能和安全性能的重要途径。而要想实现高强度或超高强度钢板冲压具有良好的成形性能,离不开热冲压成形工艺。热冲压模具设计是热冲压成形工艺的核心技术,板料的成形和淬火都是热冲压模具中完成,因此热冲压模具不仅要能够满足零件的成形需要,而且还要具有优异的冷却能力,以保证零件获得良好的机械性能和尺寸精度。由此可见,热冲压模具的设计在热成形工艺中占有非常重要的地位,从而也相应的要求热冲压模具拥有更高的耐磨性、耐热疲劳性、耐高温等。然而依靠传统的方法制备热冲压成形模具,即使拥有良好的强硬度、韧性和耐高温等综合性能,能够满足热冲压成形模具工况的要求,但普遍价格很高,制备工艺流程较多,周期较长,而且模具的寿命也不能保证。

[0003] 综上所述,现有的热冲压成形模具中,模具的性能和成本往往不能同时得到很好的满足。能满足热冲压成形模具工况需求的材料价格通常很昂贵,模具制造工艺过程多。因此,寻求一种能满足热冲压成形模具强度、韧性、耐热疲劳性等性能的要求,同时又能减少模具制造成本和提高模具寿命的热冲压成形模具制备的方法,成为了本技术领域亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种既能满足热冲压成形模具在强度、韧性、耐热疲劳性等性能的要求,且制造成本,制造周期短,提高模具寿命的热冲压成形模具制备的方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种制备超高强度钢板热冲压成形模具的方法,包括以下步骤:

[0007] (1)、采用铸钢作为模具基体材料浇注出待焊的模具基体(c),模具基体(c)铸造出或加工出随形冷却水道(d),预留堆焊余量厚度;

[0008] (2)、在待焊模具基体(c)上沿预留堆焊余量处先一次堆焊热传导效率高的强度和韧性稍好的过渡层(b),焊至模具工作表面厚度为4~6mm;

[0009] (3)、在过渡层(b)上二次堆焊强化层(a),所述强化层(a)的厚度在4mm以内;该层强硬度和韧性均比过渡层高,延伸率、收缩率、冲击韧性和高温性能良好,为耐磨与抗热疲劳性能层,在热冲压成形模具工作中起主要作用。强化层采用高温合金材料,在室温和500℃时的力学性能差别不是很大,加热到500℃时,仍能保持很高的硬度。各梯度层结合强度高,强化工作部位对回火脆性并不敏感,从500℃缓慢冷却下来以后,冲击韧性仅稍有降

低。堆焊强化部位淬透性好,每个梯度层的断面各部位硬度几乎一致。

[0010] (4)、将二次堆焊完毕后的模具重复进行两次回火后缓冷工艺,其中回火温度为 $530^{\circ}\text{C}\sim 570^{\circ}\text{C}$ ,缓冷温度至 $180^{\circ}\text{C}$ ;这是因为模具在焊接热影响区会产生马氏体、奥氏体等不稳定组织,同时存在较大内应力。并且如果模具冷却速度过快,很容易产生淬硬组织,从而出现裂纹等缺陷。所以堆焊后模具要回火缓冷处理,得到稳定的回火马氏体,提高组织稳定性,使模具在使用过程中不再发生组织转变,从而使其几何尺寸和性能保持稳定。同时消除内应力,以便改善模具的使用性能并稳定其几何尺寸。也提高其延性或韧性,调整模具的力学性能以满足使用要求。为了防止第一类回火脆性的产生,采用了高温回火,即回火温度控制在 $530^{\circ}\text{C}\sim 570^{\circ}\text{C}$ ;为了防止第二类回火脆性的产生,采用了二次回火缓冷工艺。

[0011] (5)、将第二次缓冷后的模具放置空气中进行空冷至室温;

[0012] (6)、对空冷后的模具进行机械加工,使模具各部分尺寸到位。模具堆焊后的部位,具有较高的硬度,一般的机械加工方法无法保证尺寸。堆焊后的模具工作表面很不平整,可先用平面磨床或数控加工的盘刀加工出平面,钳工按图纸要求划线,先用电脉冲机床加工成形,再用数控铣削进行小余量的切削,或直接用砂轮打磨,使模具的各部分尺寸到位。

[0013] 上述步骤(1)中预留 $7\sim 12\text{mm}$ 堆焊余量厚度;对浇注出的待焊模具基体(c)进行在 $920^{\circ}\text{C}$ 淬火并在 $650^{\circ}\text{C}$ 回火的处理,并油冷至室温。这样,可消除残余铸态组织,又可使组织不致过热,避免得到退火组织,使其综合机械性能满足产品要求。同时浇注出的模具表面不平整,可增加焊接时焊材与基体材料的结合强度,能大大提高最终得到的锻模模具的整体性能要求。

[0014] 上述步骤(2)中堆焊热传导效率高、强度和韧性稍好的过渡层(b)选用铜合金材料。过渡层能与基体结合良好,提高了铸钢基体的可焊接特性和强度,有效连接基体层与抗热疲劳性能层,降低焊材成本。

[0015] 上述步骤(2)和(3)堆焊前模具预热至 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ ,堆焊过程中模具温度保持在 $300^{\circ}\text{C}$ 以上。这样,模具在堆焊时保持一定温度,使熔敷金属与母材之间降低温度差的影响,避免从热影响区带来种种缺陷。如果焊接处不进行预热,由于焊接热的激热剧冷,其结果会使高碳铸钢母材生成马氏体,焊接处淬硬,组织、机械性能变坏,甚至产生裂缝等致命事故。

[0016] 上述步骤(2)和(3)在堆焊之前对焊模具基体(c)进行表面清洁处理,二次堆焊完成后去除堆焊层表面的氧化皮及焊渣。其中所述表面清洁处理指清除沙、氧化皮、油污、铁锈、毛刺以及铸造缺陷。具体地说可用碳弧气刨去除缩孔、龟裂等铸造缺陷,再用风砂轮枪清除沙、氧化皮、油污及铁锈、毛刺等,清洁模具表面。

[0017] 上述步骤(2)和(3)在堆焊过程中断性地敲击模具基体(c)令其振动。

[0018] 在堆焊过程中断性地敲击模具基体(c)令其振动,振动频率为 $20\sim 40$ 次/分钟。这样可达到使熔敷金属延伸,防止氢脆,细化强化部位晶粒,圆滑棱角,减少应力集中,提高尺寸精度稳定性,消除堆焊表层的微小裂纹和熔渣缺陷,抑制裂纹出现的目的,使堆焊金属疲劳寿命提高。其中细化晶粒不仅可以提高材料的强度,还可以改善其塑性和韧性。使得双层金属堆焊强化过程产生的应力得到较好的释放,令各堆焊层强硬性、韧性结合的

更好。

[0019] 将二次堆焊完毕后的模具重复进行两次回火后缓冷工艺,其中回火温度为 $530^{\circ}\text{C}$ ~ $570^{\circ}\text{C}$ ,缓冷温度至 $180^{\circ}\text{C}$ ,将第二次缓冷后的模具放置空气中进行空冷至室温。

[0020] 上述步骤(2)和(3)堆焊时需通 $\text{CO}_2$ 、Ar混合气体进行保护,所述气体比例为:Ar80%~90%, $\text{CO}_2$ 10%~20%,采取通入 $\text{CO}_2$ 、Ar混合气体,可保护熔池和熔滴,将它们与空气隔绝,防止焊缝产生气孔等缺陷。电弧在保护气流的压缩下热量集中,焊接速度较快,熔池较小,热影响区窄,焊件焊后变形小。由于采用了富氩混和气方式,焊接过程中的飞溅也明显减少,提高焊接质量;焊接时焊丝送丝速度为 $5\sim 8\text{m}/\text{min}$ ,焊接电流 $360\sim 440\text{A}$ ,焊接电压 $35\sim 36\text{V}$ 。上述参数范围的选取是因为,当焊接电压太低时,有粘连母材的倾向。电压太高,电弧现象明显增加,熔池不稳定,飞溅也增大;焊接电流增加,焊道的熔深、熔宽、余高均随这增加,而稀释率略有下降,但电流过大,飞溅会增加;而随着焊接速度的增加,焊道的熔宽和余高减小,熔深和稀释率增加,焊速过高,会使电弧发生率增加,为控制一定的稀释率,保证堆焊层性能,焊接速度一般控制在 $5\sim 8\text{m}/\text{min}$ 。合适的焊接参数,可稳定熔池,防止飞溅,控制稀释率等,提高得到的堆焊层性能。

[0021] 选用的普通铸钢经过淬火十回火处理后,显微组织为回火索氏体和少量贝氏体。常温下表面硬度 $20\sim 30\text{HRC}$ 左右,高温条件下硬度及冲击韧性下降严重,淬透性、高温强度、耐热疲劳性能差,不能直接用作模具钢使用。因此,采用双层金属堆焊技术,对其表面进行强韧化处理,使工作区域达到甚至超过普通热冲压成形模具的性能,实现降低成本、节能降耗、提高模具寿命的目的。

[0022] “双层金属堆焊技术”是选用有很高红硬性的高温合金,堆焊在模具易于疲劳的部位,使热冲压成形模具的工作区域的强度、硬度、耐磨性和红硬性都大大提高,实际形成了一种“双层金属强化模具”。该项技术使得模具使用单位新开模具数量大大减少,产品成本大幅度降低,节能降耗效果明显,为企业和国家带来显著的经济效益和社会效益,有利于资源的节约及模具材料的循环利用,对整个模具行业的结构调整具有带动性作用。

[0023] 采用在低成本铸钢基体上双金属梯度堆焊制备超高强度钢板热冲压成形模具镶块的新方法,通过分析梯度结构强度和冷却最佳效率,寻求冷却管道顶部与模具表面的距离的最优化设计方法,从而在满足与新制热冲压成形模具同等强度作用下,可以适当减小冷却管道顶部与模具表面的距离,使热冲压成形模具的冷却效率增加,热冲压成形件快速获得马氏体组织的能力得到提高,工件在热冲压成形模具中的保压时间缩短,从而缩短每一个冲压件的生产时间,提高整个冲压生产过程的生产效率。

[0024] 双层金属堆焊技术具有以下几个方面的优势:1、最大限度的利用模块材料。通过双层金属堆焊可以使模块高度保持不变,理论上可以无数次反复进行,实现模块的“零”报废,从而节约模具材料。2、可以修复因模块尺寸不够而已报废的模具,使其“起死回生”,符合国家提倡的“资源再生”的要求和政策导向。3、节约加工费用。双层金属堆焊一般是在模具的型腔部位进行,其它部位不需再加工,所以与整体下落翻新方法相比节省加工费用。4、提高模具的使用寿命。用双层金属堆焊的模具,还有一个其他方法无可比拟的优势,即可以在一套模具上,根据模具各部位的不同需求,分别选用不同的堆焊材料,使模具各部位的使用寿命相匹配,从而极大的提高整套模具的使用寿命。5、由于双层金属堆焊表面强化使模具的使用寿命提高,减少了换模次数,减少了停机时间,也减轻了工人的劳动强度,

使设备利用率大大提高。

[0025] 综上所述,相比于现有技术,本发明具有如下优点:

[0026] 1.采用较廉价的铸钢作为模具基体材料,整个待强化模具基体直接铸造出或加工出随形冷却水道,与原来新制模具相比,节省锻造工序和机械加工时间,成本降低,基体材料利用率高,新制模具开发周期缩短。

[0027] 2.低成本铸钢基体双层金属堆焊表面强化后,与目前常用的热冲压成形模具相比,在模具表面部位的综合机械性能都比较好。同时通过双层金属堆焊各梯度功能层,每个梯度层起不同功效,综合改善铸钢模具,提高其工作区域强度、韧性等性能。

[0028] 3.低成本铸钢基体双层金属梯度堆焊,在满足热冲压成形模具安全使用性能的条件下,由于梯度金属层结构相较原来热冲压成形模具强度高,从而通过分析梯度结构强度和冷却最佳效率,寻求冷却管道顶部与模具表面的距离的最优值,使冷却效率增加,因此提高了热冲压成形的生产效率。

[0029] 4.通过对热冲压成形模具工作区域的整体焊接可以将一种热冲压件的模具改制为另一种热冲压件的模具,充分利用就模块无需再开新模块。

[0030] 5.本发明必将在热冲压成形模具制造与再制造,关键部位修复,材料制备,资源循环利用,以及绿色循环制造等领域具有广阔的应用价值和发展前景。

[0031] 总之,本发明提供了一种既能大幅度提高热冲压成形模具工作区域耐磨损、抗变形等能力,提高模具寿命,又可降低模具制造成本,提高热冲压生产效率的热冲压成形模具的制备方法;实现了低成本、低能耗、短时间、高利用率和高性能的制造和使用模具,具有很广阔的应用前景和科学研究意义。

## 附图说明

[0032] 图1是本发明中模具基体结构示意图;

[0033] 图2为图1的A-A剖视图;

[0034] 图3为本发明中模具基体堆焊后的结构示意图;

[0035] 图4为图3的B-B剖视图。

## 具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0037] 下面采取一种热冲压成形模具的制备过程,来对本发明做进一步详细说明,因本发明对现有技术作出创造性贡献的地方在于本发明方法的各步骤,而不是在于热冲压成形模具形状和种类的选择,故本具体实施方式中只列举了一种具体结构的热冲压成形模具对本方法进行详细说明,但是本发明方法中的各步骤对于不同形状和种类的热冲压成形模具,均应视为是适合的。

[0038] 本具体实施方式中需制备的热冲压成形模具为普通热冲压成形模具中的镶块,其制备方法包括以下步骤:

[0039] 1)、采用铸钢作为模具基体材料浇注出待焊模具基体c,其中工作区域部分,预留堆焊余量厚度7~10mm。所采用的铸钢选用高碳铬锰钢ZG25MnCrNiMo进行浇注,采用普通浇注工艺,留加工余量,模具基体直接铸造出或加工出随形冷却水道,如图1、2所示。浇注

出的热冲压成形模具镶块在920℃淬火+650℃回火处理后,油冷至室温,以提高其力学性能。

[0040] 2)、在待焊模具基体c上沿预留堆焊余量处形状先一次堆焊热传导效率高的强度和韧性稍好的过渡层b,过渡层b厚4~6mm。具体实施时,可选择与铸钢基体成分相近,或者经过相同热处理后在硬度和韧性等方面性能相差不多的热传导效率高的低氢型铜合金堆焊焊丝,这样,过渡层能与基体结合良好,提高了铸钢基体的可焊接特性和强度,有效连接基体层与抗热疲劳性能层,降低焊材成本,同时增加模具的导热性。

[0041] 3)、在过渡层b上二次堆焊强化层a,焊强化层a厚度在4mm以内;通常,所述二次堆焊强化层覆盖模具工作区域。具体实施时,可选择硬度高、韧性较好的高温合金低氢型堆焊焊丝,可使该层硬度和韧性均比过渡层b高,延伸率、收缩率、冲击韧性和高温性能良好,作为耐磨与抗热疲劳性能层,在热冲压成形模具工作中起主要作用。强化层a在室温和500℃时的力学性能相差不大,加热到500℃时,仍能保持住很高的硬度。各梯度层结合强度高,强化工作部位对回火脆性并不敏感,从900℃缓慢冷却下来以后,冲击韧性仅稍有降低。堆焊强化部位淬透性好,每个梯度层的断面各部位硬度几乎一致。

[0042] 4)、将二次堆焊完毕后的模具重复进行两次回火后缓冷工艺,其中回火温度为550℃,缓冷温度至180℃。

[0043] 5)、将第二次缓冷后的模具放置空气中进行空冷至室温。

[0044] 6)、对空冷后的模具进行机械加工,使模具各部分尺寸到位。模具堆焊后的部位,具有较高的硬度,一般的机械加工力一法无法保证尺寸。堆焊后的模具工作表面很不平整,可先用平面磨床或数控加工的盘刀加工出平面,钳工按图纸要求划线,先用电脉冲机床加工成形,再用数控铣削进行小余量的切削,或直接用砂轮打磨,使模具的各部分尺寸到位。

[0045] 在具体实施时,在步骤1)中,浇注出的待焊模具基体要求直接加工出随形冷却水道。

[0046] 在上述步骤2)的堆焊之前,需对待焊模具进行堆焊强化前处理,包括:

[0047] ①模具表面清洁处理,清除沙、氧化皮、油污、铁锈、毛刺以及铸造缺陷;

[0048] ②整体预热模具至450℃。

[0049] ③保温材料覆盖模具,将待堆焊的模具表面暴露出来。过程温度 $\geq 300^\circ\text{C}$ 。

[0050] 在步骤2)和步骤3)的堆焊过程中,需:

[0051] ①采用自动CO<sub>2</sub>、Ar混合气体(保护气体比例:Ar80%,CO<sub>2</sub>20%)保护双层金属堆焊工艺,使用米勒焊丝机在模具待强化面上沿工作表面进行过渡层b一次堆焊,焊接送丝速度为7m/min,焊接电流400A,焊接电压36V。该层焊至型腔轮廓线下5mm。

[0052] ②强化过程分多层进行。堆焊上一层合金材料后,去除堆焊层表面的氧化皮及焊渣。

[0053] ③二次堆焊:在表面清理后的一次焊接层上接着堆焊特殊高温合金材料a。焊接送丝速度为7m/min,焊接电流400A,焊接电压36V。该层厚度7mm。

[0054] ④最后去除堆焊层表面的氧化皮及焊渣。

[0055] 整个焊接过程中,模具温度低于300℃,必须重新装炉预热。边焊边用榔头用力敲击。其中,各堆焊层结构如图3和4所示,图中,a为堆焊强化层层,b为堆焊过渡层,c为铸钢模

具基体(以加工出随形冷却水道),d为冷却水道。

[0056] 上述步骤4)和步骤5)是用于完成焊后热处理,具体实施时包括:

[0057] ①第一次去应力回火:堆焊完毕立刻进行回炉升温,采用设备130KW井式电阻炉,装炉温度 $\leq 450^{\circ}\text{C}$ ,升温时间0.4h,加热温度 $550^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ ,保温时间按照镶块的最大几何尺寸每50毫米保温1小时计算,保温时间应确保模具预热热透。

[0058] ②第一次缓冷:第一次去应力回火后,将镶块放置在保温沙坑中。保温沙坑由颗粒平均直径1mm的普通河沙组成,保温沙坑温度维持在 $180^{\circ}\text{C}$ 。用沙子将镶块埋没完全,保温时间 $\geq 12\text{h}$ ,之后将镶块取出沙坑。过程中的温度监测由红外线测温仪完成。

[0059] ③第二次去应力回火:将镶块从保温沙坑中取出进入第二次去应力回火,工艺规范如第一次去应力回火。

[0060] ④第二次缓冷:镶块完成第二次去应力回火后,将镶块放置在保温沙坑中开始第二次缓冷,工艺规范如第一次缓冷。

[0061] ⑤空冷:镶块完成第二次缓冷后温度 $180^{\circ}\text{C}$ ,从保温沙坑中取出后放置在空气中进行空冷至室温。此时模体内大部分残余奥氏体转变为马氏体,并使马氏体消除了内应力。此时,堆焊部位硬度要高于模体硬度。

[0062] 经上述步骤4)和5)后得到的模具镶块最终再经步骤6)进行机械加工,最终制得完整的热冲压成形模具镶块成品(参看图3、4)。其成品模具镶块工作表面硬度平均为50HRC,无裂纹、夹杂等缺陷。过渡层b与基体材料结合良好,力学性能指标与铸钢基体调质处理后相比稍好一些,起到过渡连接作用,同时强化基体模具。强化层a硬度比过渡层b提高很多,延伸率、收缩率、冲击韧性和高温性能良好,起到改善模具工作表面强硬性、韧性的目的。通过各梯度功能层的协同配伍作用,综合改善热冲压成形模具,提高其工作区域强度、韧性等性能,可以代替经整体锻造生产的热冲压成形模具。

[0063] 在本热冲压成形模具实际实验中,模具制造成本可减少50%以上,节约高性能材料;提高了模具寿命,减少了换模次数,减少了停机时间;同时也减轻了工人的劳动强度,使设备利用率大大提高。

[0064] 因为本发明对于现有技术作出创造性贡献的地方最主要的是在于方法步骤的本身,故在具体实施方式中,很多数据或数值是公布的优化值,并没有就每一个具体的数值范围均举出不同的数值进行说明。应该视作只要这些数值属于本发明说明书中所述数值范围,就能够实施本发明并实现发明目的,仅仅只是实施效果可能相对较差些。



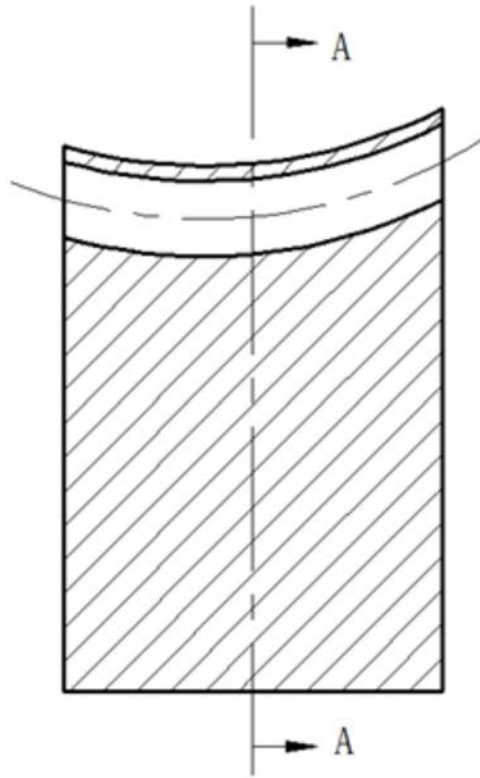


图1

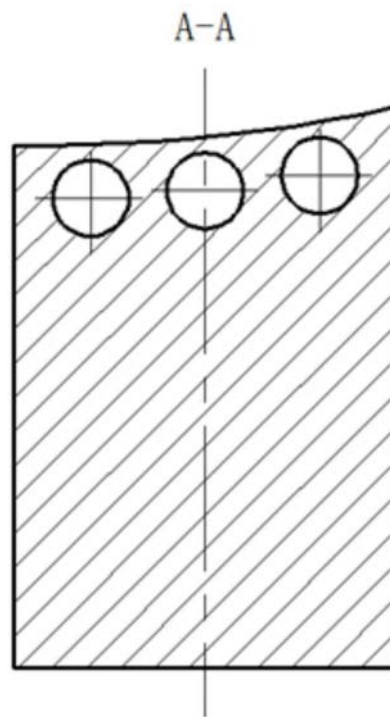


图2

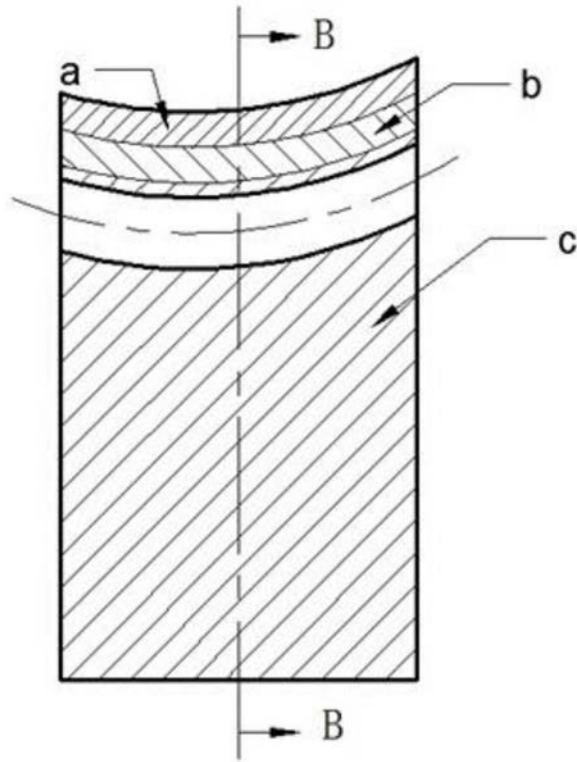


图3

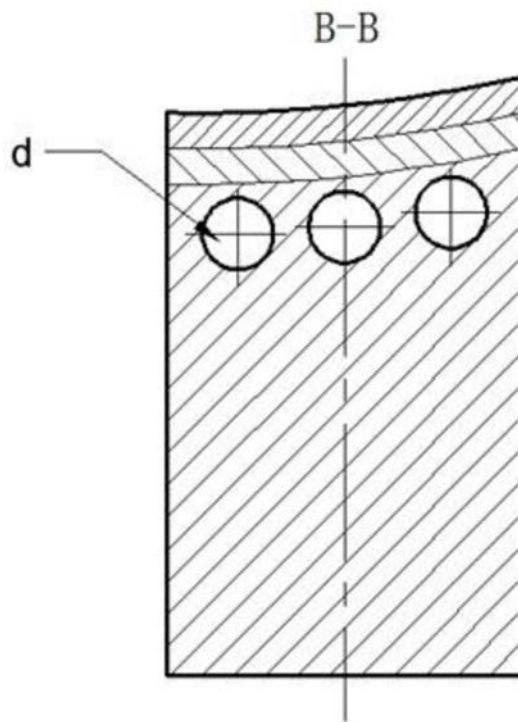


图4