



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109266964 B

(45) 授权公告日 2021.03.05

(21) 申请号 201811246787.4 *G22C 38/12* (2006.01)

(22) 申请日 2018.10.25 *G22C 38/58* (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号 *G22C 38/48* (2006.01)
 申请公布号 CN 109266964 A *G21D 1/02* (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.01.25 *G23C 22/47* (2006.01)
G23G 1/08 (2006.01)

(73) 专利权人 青岛天赢智能工业股份有限公司
 地址 266109 山东省青岛市城阳区惜福镇
 街道李辛社区666号

(72) 发明人 马之良 杜青云

(51) Int.Cl.
G22C 38/02 (2006.01)
G22C 38/04 (2006.01)
G22C 38/44 (2006.01)
G22C 38/46 (2006.01)
G22C 38/42 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 107217211 A, 2017.09.29
 CN 104178613 A, 2014.12.03
 CN 104696379 A, 2015.06.10
 CN 108277077 A, 2018.07.13
 CN 103014527 A, 2013.04.03
 JP 2016141821 A, 2016.08.08

审查员 牛培利

权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种钢锻件生产加工工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种钢锻件生产加工工艺,涉及金属热处理技术领域,其技术方案要点是包括以下步骤:(1)下料;(2)锻造成型:将圆钢加热至1080~1150℃,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在800~900℃;(3)控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入冷却设备以1~2.5℃/S快速冷却至600~700℃,然后再以低于0.75℃/S缓慢冷却5~25min后出炉;(4)切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料切除;(5)抛丸。本发明解决了传统钢锻件生产铸造后冷却至室温然后加热进行调质处理造成浪费能源的同时生产效率低的问题,利用锻造余热并控制冷却速度进行热处理加工,节约能源,提高加工效率。



1. 一种钢锻件生产加工工艺,其特征在于:所述钢锻件为碳钢,碳钢的化学成分质量百分比为:0.15~0.18%C、0.25~0.35%Si、0.65~0.85%Mn、1.25~1.40%Cr、0.30~0.60%Ni、0.30~0.50%Mo、0.30~0.50%V、0.05~0.10%Cu,其中 $0.015\text{Mo}+0.005\text{Cr}+0.025\text{V}\geq 0.023$,余量为Fe;

包括以下步骤:

(1) 下料;

(2) 锻造成型:将圆钢加热至1080~1150℃,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在800~900℃;

(3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入冷却设备以1~2.5℃/s 快速冷却至600~700℃,然后再以低于0.75℃/s 缓慢冷却5~25min后出炉;

(4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料切除;

(5) 抛丸;

(6) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥,所述防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:22~25%二乙醇胺、12~15%氢氧化钾、5~8%草酸、5~8%柠檬酸、5~8%磷酸、2~5%四硼酸钾,余量为去离子水。

2. 根据权利要求1所述的一种钢锻件生产加工工艺,其特征在于:步骤(3)中钢锻件毛坯初始温度 $\geq 800^\circ\text{C}$,以1~2.5℃/s 快速冷却2~3min至600~650℃,然后保温处理5min,降温至600℃之后以低于0.75℃/s 缓慢冷却5min后出炉。

3. 根据权利要求1或2所述的一种钢锻件生产加工工艺,其特征在于:步骤(5)之后对钢锻件进行如下处理:

探伤检测;机加工。

4. 根据权利要求1所述的一种钢锻件生产加工工艺,其特征在于:所述防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:25%二乙醇胺、15%氢氧化钾、5%草酸、5%柠檬酸、5%磷酸、2%四硼酸钾,余量为去离子水。

一种钢锻件生产加工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及金属热处理技术领域,更具体的说,它涉及一种钢锻件生产加工工艺。

背景技术

[0002] 为使金属材料得到所需的金相组织和机械性能,通常在金属产品锻造成型后对齐进行热处理加工,尤其对于非调质钢(如38MnVS、30MnVS)或优质碳素结构钢、低合金钢,对其进行的热处理加工通常是正火处理或调质处理。

[0003] 现有技术参考授权公告号为CN102251084B的中国发明专利,其公开了一种深海采油设备液压缸用钢锻件性能热处理工艺,包括以下步骤:①以马氏体沉淀硬化型不锈钢为液压缸锻件材料;②将经机械粗加工的液压缸锻件置入井式电阻加热炉中加热至 $1060\pm 5^{\circ}\text{C}$,并在此温度范围保温180分钟,出炉油冷至 32°C 以下;③将经过固溶处理的液压缸锻件置入井式电阻回火炉中加热至 $620\pm 5^{\circ}\text{C}$,并在此温度范围保温360分钟,出炉空冷至室温;④将步骤③经过时效处理的液压缸锻件置入井式电阻加热炉中加热至 $1040\pm 5^{\circ}\text{C}$,并在此温度范围保温140分钟,出炉油冷至 32°C 以下;⑤将步骤④经固溶处理的液压缸锻件置入井式电阻加热炉中加热至 $580\pm 5^{\circ}\text{C}$,并在此温度范围保温360分钟,出炉空冷至室温。

[0004] 该发明存在以下不足:在锻件锻造后,冷却至室温,然后再重新加热进行正火处理或者调质处理,然后再冷却至室温,这种热处理方式耗电量大,并且锻件需要多次置入到电阻加热炉中加热并出炉,导致生产效率降低。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于提供一种钢锻件生产加工工艺,利用锻造余热对钢锻件进行热处理,节约能源消耗,缩短生产周期。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下技术方案:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0007] (1) 下料;

[0008] (2) 锻造成型:将圆钢加热至 $1080\sim 1150^{\circ}\text{C}$,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$;

[0009] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入冷却设备以 $1\sim 2.5^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 快速冷却至 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$,然后再以低于 $0.75^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 缓慢冷却 $5\sim 25\text{min}$ 后出炉;

[0010] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料切除;

[0011] (5) 抛丸。

[0012] 通过采用上述技术方案,利用钢锻件的锻造余热进行控温冷却处理,免去了锻件重新奥氏体化的缺陷,不但充分利用锻造余热,显著节约能源,而且简化了锻件处理工艺,缩短生产周期。

[0013] 本发明进一步设置为:所述钢锻件为碳钢,碳钢的化学成分质量百分比为: $0.15\sim 0.18\%\text{C}$ 、 $0.25\sim 0.35\%\text{Si}$ 、 $0.65\sim 0.85\%\text{Mn}$ 、 $1.25\sim 1.40\%\text{Cr}$ 、 $0.30\sim 0.60\%\text{Ni}$ 、 $0.30\sim$

0.50%Mo、0.30~0.50%V、0.05~0.10%Cu,其中 $0.015\text{Mo}+0.005\text{Cr}+0.025\text{V}\geq 0.023$,余量为Fe。

[0014] 通过采用上述技术方案,碳钢锻件具有良好的抗拉强度和屈服强度,提高锻件的机械性能。各元素含量和作用如下:

[0015] C:C元素是获得高的强度、硬度所必需的。高的C含量虽然对钢的强度、硬度等有利,但对钢的塑性和韧性极为不利,且使屈强比降低、脱碳敏感性增大,恶化钢的抗疲劳性能、加工性能和高温塑性。尤其是当碳含量过高时,钢的AC1点温度较低,易导致反复加热冷却过程中产生奥氏体-马氏体转变,导致钢锻件导热系数急剧降低,摩擦系数不均匀变化,降低碳钢锻件冷热疲劳性能。因此,应适当降低钢中的C含量,将其控制在0.20%以下。然而,C含量较低时,其强度不足,为了获得所需的高强度,C含量须在0.15%以上,因而C含量宜控制为0.15~0.18%,既能保证钢具有较高的强度,同时其塑韧性又不会出现明显的降低。

[0016] Si:Si是钢中主要的脱氧元素,具有很强的固溶强化作用,但Si含量过高将使钢的塑性和韧性下降,C的活性增加,促进钢在锻造和控温冷却过程中的脱碳和石墨化倾向,并且使冶炼困难和易形成夹杂物,恶化钢的抗疲劳性能。因此控制Si含量为0.25~0.35%。

[0017] Mn:Mn除了作为合金元素能够提高强度之外,在一定的范围含量之内添加Mn还对提高钢的韧性有一定的帮助。当Mn含量较低时,其提高强度的表现不足,当Mn含量较高时,即超过一定的范围含量时,既不利于提高钢的韧性,也不利于提高钢的强度,因而控制Mn含量在0.65%~0.85%。

[0018] Cr:Cr能够有效地提高钢的淬透性和回火抗力,以获得所需的高强度;同时Cr还可降低C的活度,可降低加热、锻造和控温冷却过程中的钢材表面脱碳倾向,有利用获得高的抗疲劳性能和良好的高温性能。但含量过高会恶化钢的韧性,因而控制Cr含量为1.25~1.40%。

[0019] Ni:Ni可提高钢的淬透性、耐蚀性和保证钢在低温下的韧性。但过高Ni含量易导致反复加热冷却过程中产生奥氏体-马氏体转变,降低钢锻件冷热疲劳性能,因此Ni含量为0.30~0.60%。

[0020] Mo:Mo在钢中的作用主要为提高淬透性、提高回火抗力及防止回火脆性。此外,Mo元素与Cr元素的合理配合可使淬透性和回火抗力得到明显提高,Mo含量过低则上述作用有限,Mo含量过高,则上述作用饱和,且提高钢的成本。因此,控制Mo含量为0.30~0.50%。

[0021] Cu:通过析出 ϵ -Cu实现析出强化,提高钢的强度,此外,加入适量的Cu元素,还能够增加钢的耐大气腐蚀性能,因此,Cu含量应控制在0.05~0.10%。

[0022] V:V是重要的析出强化元素。向钢中加入V含量过低,其强化效果并不明显。适量添加V含量可以在不影响钢的塑韧性的情况下,在铁素体和奥氏体中的析出物能够大幅度地提高了钢材料的强度,不过,添加太多的V就会增加合金添加成本。因此,V含量的控制范围为0.30~0.50%。

[0023] $0.015\text{Mo}+0.005\text{Cr}+0.025\text{V}\geq 0.023$:保证在锻造和控温冷却过程中,钢中的C均以合金碳化物形式存在,抑制奥氏体-马氏体转变,提高钢锻件冷热疲劳性能。

[0024] 本发明进一步设置为:步骤(3)中碳钢锻件毛坯初始温度 $\geq 800^\circ\text{C}$,以 $1\sim 2.5^\circ\text{C}/\text{S}$ 快速冷却 $2\sim 3\text{min}$ 至 $600\sim 650^\circ\text{C}$,然后保温处理 5min ,降温至 600°C 之后以 $0.75^\circ\text{C}/\text{S}$ 缓

慢冷却5min后出炉。

[0025] 通过采用上述技术方案,对于横截面积较小的钢锻件,快速冷却和较长的保温时间,使得内部成分均匀性的同时,可以保证一定的晶粒尺寸,较长的保温时间还可以保证钢中碳化物充分析出和长大,降低钢中固溶C含量和碳化物表面能尽可能低,从而使得控温冷却过程中组织稳定性。使得控温冷却后锻件机械性能能够达到传统固溶处理的效果,节省能源,提高生产效率。

[0026] 本发明进一步设置为:所述钢锻件为非调质钢,非调质钢的化学成分质量百分比为:0.35~0.40%C、0.50~0.60%Si、1.45~1.55%Mn、0.10~0.15%V、0.02~0.03%Nb、0.008~0.012%N,其中C+Mn+V \geq 1.95%,余量为Fe。

[0027] 通过采用上述技术方案,非调质钢的综合机械性能较好。

[0028] Nb:向钢中添加的Nb元素所形成的NbN或Nb(N,C),由于熔点较高,是稳定的第二相粒子,能够阻止奥氏体再结晶时的晶粒长大,起到细化晶粒的作用。可是当Nb含量低于0.02%时,在锻造过程中抑制晶粒长大的作用并不明显;当Nb含量超过0.03%时,在晶界上析出的粒子过多而弱化了晶界,降低了材料的韧性。因此,Nb元素含量控制为0.02-0.03%。

[0029] N:N与合金元素V、Nb等容易生产氮化物或氮碳化物,将晶粒细化,进而通过析出强化来提高钢的强韧性;反之,钢中的N含量过高,则容易产生空隙缺陷。因此,N的含量控制在0.008-0.012%的范围之间。

[0030] C、Mn和V是非调质钢的主要强化元素。实验发现,当C+Mn+V<1.95%时,微观组织中的铁素体含量较高,由此获得的非调质钢的强度不足。

[0031] 本发明进一步设置为:步骤(3)中非调质钢锻件毛坯初始温度 \geq 800 $^{\circ}$ C,以1~2.5 $^{\circ}$ C/S快速冷却至650~700 $^{\circ}$ C,然后以低于0.75 $^{\circ}$ C/S缓慢冷却15~25min后出炉。

[0032] 通过采用上述技术方案,使得控温冷却后非调质钢锻件机械性能能够达到传统固溶处理的效果,节省能源,提高生产效率。

[0033] 本发明进一步设置为:所述钢锻件为不锈钢,不锈钢的化学成分质量百分比为:0.02~0.05%C、0.7~1.0%Si、1.5~1.8%Mn、12.5~13.5%Cr、0.30~0.60%Ni、0.02~0.03%Nb,余量为Fe。

[0034] 通过采用上述技术方案,不锈钢的综合机械性能较好。

[0035] 本发明进一步设置为:步骤(3)中不锈钢锻件毛坯初始温度 \geq 850 $^{\circ}$ C,冷却设备中冷却介质为水,水温控制 \leq 70 $^{\circ}$ C,冷却时间为5~10min。

[0036] 通过采用上述技术方案,利用不锈钢的防锈性能使用水冷控温,机械性能能够达到传统固溶处理的效果,节省能源,提高生产效率。

[0037] 本发明进一步设置为:步骤(5)之后对钢锻件进行如下处理:

[0038] (6) 探伤检测;

[0039] (7) 机加工;

[0040] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。

[0041] 通过采用上述技术方案,探伤检测能够分辨出锻造产生的裂纹缩松等缺陷,提高锻件合格品质量。防锈处理能够提高钢锻件的耐锈蚀能力,存放时间长。

[0042] 本发明进一步设置为:所述防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:22~25%二乙醇胺、12~15%氢氧化钾、5~8%草酸、5~8%柠檬酸、5~8%磷酸、2~5%四硼酸

钾,余量为去离子水。

[0043] 通过采用上述技术方案,二乙醇胺是良好的表面活性剂,可以很好的去除钢锻件机加工后表面的油污等,方便除锈和防锈;草酸、柠檬酸和氢氧化钾反应,生成的草酸根和柠檬酸根可和铁金属离子络合,容易除去金属表面的锈蚀;磷酸和氢氧化钾反应生成的磷酸根、磷酸氢根、磷酸二氢根可以和铁离子反应生成磷酸铁盐,附着在金属表面,有效防止金属继续腐蚀;四硼酸钾可以在金属表面形成一层特殊的保护层,有效防止金属腐蚀;去离子水主要作用为增加溶解性,使制备的浓缩液更稳定,非去离子水中往往含有钙、镁等金属离子,会影响以上成分的溶解性。

[0044] 本发明进一步设置为:所述防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:25%二乙醇胺、15%氢氧化钾、5%草酸、5%柠檬酸、5%磷酸、2%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0045] 通过采用上述技术方案,防锈剂的除锈能力最好,防锈剂可以用50倍的水稀释使用达到很好的防锈效果,减少用量,节约成本。

[0046] 综上所述,本发明相比于现有技术具有以下有益效果:

[0047] 1.利用钢锻件的锻造余热进行控温冷却处理,免去了锻件重新奥氏体化的缺陷,不但充分利用锻造余热,显著节约能源,而且简化了锻件处理工艺,缩短生产周期;

[0048] 2.适合对碳钢、非调质钢、不锈钢等进行控温冷却处理,使得机械性能达到传统固溶处理效果;

[0049] 3.防锈处理后的钢锻件耐锈蚀能力增强,可长时间存放不锈蚀,有利于存放。

附图说明

[0050] 图1为钢锻件生产工艺流程图;

[0051] 图2为碳钢锻件控制冷却工艺图;

[0052] 图3为非调质钢锻件控制冷却工艺图;

[0053] 图4为不锈钢锻件控制冷却工艺图。

具体实施方式

[0054] 实施例一:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0055] (1)下料:将直径为 $\Phi 30\text{mm}$ 的碳钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,碳钢的成分按质量百分比为:0.165% C、0.30% Si、0.75% Mn、1.325% Cr、0.45% Ni、0.40% Mo、0.40% V、0.05% Cu,余量为Fe。

[0056] (2)锻造成型:将圆钢加热至 1080°C ,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在 800°C 。

[0057] (3)控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入风冷输送设备,调节风速风量使得钢锻件以 $1^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 快速冷却3min至 620°C ,关闭风冷输送设备,然后在 620°C 下保温处理5min,重启风冷输送设备使得钢锻件继续以 $1^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 降温至 600°C ,然后再调低风速,使得钢锻件以 $0.74^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 缓慢冷却5min后出炉空冷至室温。

[0058] (4)切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0059] (5)抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0060] (6)探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足

质量要求。

[0061] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0062] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:22%二乙醇胺、12%氢氧化钾、5%草酸、5%柠檬酸、5%磷酸、2%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0063] 实施例二:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0064] (1) 下料:将直径为 $\Phi 30\text{mm}$ 的碳钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,碳钢的成分按质量百分比为:0.165%C、0.30%Si、0.75%Mn、1.325%Cr、0.45%Ni、0.40%Mo、0.40%V、0.05%Cu,余量为Fe。

[0065] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1150 $^{\circ}\text{C}$,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在900 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0066] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入风冷输送设备,调节风速风量使得钢锻件以2.5 $^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 快速冷却2min至600 $^{\circ}\text{C}$,关闭风冷输送设备,然后在600 $^{\circ}\text{C}$ 下保温处理5min,重启风冷输送设备并调低风速,使得钢锻件以0.5 $^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 缓慢冷却5min后出炉空冷至室温。

[0067] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0068] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0069] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0070] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0071] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:23.5%二乙醇胺、13.5%氢氧化钾、6.5%草酸、6.5%柠檬酸、6.5%磷酸、3.5%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0072] 实施例三:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0073] (1) 下料:将直径为 $\Phi 30\text{mm}$ 的碳钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,碳钢的成分按质量百分比为:0.165%C、0.30%Si、0.75%Mn、1.325%Cr、0.45%Ni、0.40%Mo、0.40%V、0.05%Cu,余量为Fe。

[0074] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1115 $^{\circ}\text{C}$,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在850 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0075] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入风冷输送设备,调节风速风量使得钢锻件以1.5 $^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 快速冷却2.5min至625 $^{\circ}\text{C}$,关闭风冷输送设备,然后在625 $^{\circ}\text{C}$ 下保温处理5min,重启风冷输送设备使得钢锻件继续以1.5 $^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 降温至600 $^{\circ}\text{C}$,然后再调低风速,使得钢锻件以0.6 $^{\circ}\text{C}/\text{S}$ 缓慢冷却5min后出炉空冷至室温。

[0076] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0077] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0078] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0079] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0080] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质

量百分比的原料混合溶解而成:25%乙二醇胺、15%氢氧化钾、8%草酸、8%柠檬酸、8%磷酸、5%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0081] 实施例四:一种钢锻件生产加工工艺,与实施例三的不同之处为碳钢的成分按质量百分比为:0.15%C、0.25%Si、0.65%Mn、1.25%Cr、0.30%Ni、0.30%Mo、0.30%V、0.05%Cu,余量为Fe。

[0082] 实施例五:一种钢锻件生产加工工艺,与实施例三的不同之处为碳钢的成分按质量百分比为:0.18%C、0.35%Si、0.85%Mn、1.40%Cr、0.60%Ni、0.50%Mo、0.50%V、0.10%Cu,余量为Fe。

[0083] 实施例六:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0084] (1) 下料:将直径为 ϕ 30mm的非调质钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,非调质钢的成分按质量百分比为:0.375%C、0.55%Si、1.50%Mn、0.125%V、0.025%Nb、0.01%N,余量为Fe。

[0085] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1080℃,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在800℃。

[0086] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入风冷输送设备,调节风速风量使得钢锻件以2℃/S快速冷却至675℃,然后再调低风速,使得钢锻件以0.74℃/S缓慢冷却20min后出炉空冷至室温。

[0087] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0088] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0089] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0090] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0091] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:22%乙二醇胺、12%氢氧化钾、5%草酸、5%柠檬酸、5%磷酸、2%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0092] 实施例七:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0093] (1) 下料:将直径为 ϕ 30mm的非调质钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,非调质钢的成分按质量百分比为:0.375%C、0.55%Si、1.50%Mn、0.125%V、0.025%Nb、0.01%N,余量为Fe。

[0094] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1150℃,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在900℃。

[0095] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入风冷输送设备,调节风速风量使得钢锻件以1℃/S快速冷却至700℃,然后再调低风速,使得钢锻件以0.5℃/S缓慢冷却25min后出炉空冷至室温。

[0096] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0097] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0098] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0099] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0100] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:23.5%二乙醇胺、13.5%氢氧化钾、6.5%草酸、6.5%柠檬酸、6.5%磷酸、3.5%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0101] 实施例八:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0102] (1) 下料:将直径为 Φ 30mm的非调质钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,非调质钢的成分按质量百分比为:0.375%C、0.55%Si、1.50%Mn、0.125%V、0.025%Nb、0.01%N,余量为Fe。

[0103] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1115 $^{\circ}$ C,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在850 $^{\circ}$ C。

[0104] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入风冷输送设备,调节风速风量使得钢锻件以2.5 $^{\circ}$ C/S快速冷却至650 $^{\circ}$ C,然后再调低风速,使得钢锻件以0.6 $^{\circ}$ C/S缓慢冷却15min后出炉空冷至室温。

[0105] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0106] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0107] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0108] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0109] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:25%二乙醇胺、15%氢氧化钾、8%草酸、8%柠檬酸、8%磷酸、5%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0110] 实施例九:一种钢锻件生产加工工艺,与实施例六的不同之处为非调质钢的成分按质量百分比为:0.35%C、0.50%Si、1.45%Mn、0.15%V、0.02%Nb、0.008%N,余量为Fe。

[0111] 实施例十:一种钢锻件生产加工工艺,与实施例六的不同之处为非调质钢的成分按质量百分比为:0.40%C、0.60%Si、1.55%Mn、0.10%V、0.03%Nb、0.012%N,余量为Fe。

[0112] 实施例十一:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0113] (1) 下料:将直径为 Φ 30mm的不锈钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,不锈钢的成分按质量百分比为:0.035%C、0.85%Si、1.65%Mn、13.0%Cr、0.45%Ni、0.025%Nb,余量为Fe。

[0114] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1080 $^{\circ}$ C,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在850 $^{\circ}$ C。

[0115] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入水冷输送设备,水温控制在70 $^{\circ}$ C,冷却5min后出炉空冷至室温并干燥。

[0116] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0117] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0118] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0119] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0120] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:22%二乙醇胺、12%氢氧化钾、5%草酸、5%柠檬酸、5%磷

酸、2%四硼酸钾,余量为去离子水。

[0121] 实施例十二:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0122] (1) 下料:将直径为 $\Phi 30\text{mm}$ 的不锈钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,非调质钢的成分按质量百分比为:0.035% C、0.85% Si、1.65% Mn、13.0% Cr、0.45% Ni、0.025% Nb,余量为Fe。

[0123] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1150 $^{\circ}\text{C}$,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在850 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0124] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入水冷输送设备,水温控制在70 $^{\circ}\text{C}$,冷却7.5min后出炉空冷至室温并干燥。

[0125] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0126] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0127] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0128] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0129] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:23.5% 二乙醇胺、13.5% 氢氧化钾、6.5% 草酸、6.5% 柠檬酸、6.5% 磷酸、3.5% 四硼酸钾,余量为去离子水。

[0130] 实施例十三:一种钢锻件生产加工工艺,包括以下步骤:

[0131] (1) 下料:将直径为 $\Phi 30\text{mm}$ 的不锈钢圆钢棒使用切割机加工成所需的定长的钢段,非调质钢的成分按质量百分比为:0.035% C、0.85% Si、1.65% Mn、13.0% Cr、0.45% Ni、0.025% Nb,余量为Fe。

[0132] (2) 锻造成型:将圆钢加热至1115 $^{\circ}\text{C}$,然后在模具中锻压形成钢锻件毛坯,终变形温度控制在850 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0133] (3) 控制冷却:将步骤(2)中的钢锻件毛坯置入水冷输送设备,水温控制在70 $^{\circ}\text{C}$,冷却10min后出炉空冷至室温并干燥。

[0134] (4) 切边:将步骤(3)热处理后的钢锻件毛坯的余料使用工具切除。

[0135] (5) 抛丸:将切边后的钢锻件进行抛丸处理。

[0136] (6) 探伤检测:将抛丸后的钢锻件进行超声波探伤检测,缩松裂纹等缺陷等级满足质量要求。

[0137] (7) 机加工:将钢锻件按照图纸要求进行精加工。

[0138] (8) 防锈处理:将钢锻件浸入防锈剂溶液中浸泡1-2h后取出干燥。防锈剂由以下质量百分比的原料混合溶解而成:25% 二乙醇胺、15% 氢氧化钾、8% 草酸、8% 柠檬酸、8% 磷酸、5% 四硼酸钾,余量为去离子水。

[0139] 实施例十四:一种钢锻件生产加工工艺,与实施例十一的不同之处为不锈钢的成分按质量百分比为:0.02% C、0.7% Si、1.5% Mn、12.5% Cr、0.30% Ni、0.02% Nb,余量为Fe。

[0140] 实施例十五:一种钢锻件生产加工工艺,与实施例十一的不同之处为不锈钢的成分按质量百分比为:0.05% C、1.0% Si、1.8% Mn、13.5% Cr、0.60% Ni、0.03% Nb,余量为Fe。

[0141] 对比例1与实施例一不同之处在于锻造成型后直接空冷至室温。

[0142] 对比例2与实施例一不同之处在于锻造成型后空冷至室温然后进行加热进行固溶

处理。

[0143] 对比例3与实施例六不同之处在于锻造成型后直接空冷至室温。

[0144] 对比例4与实施例六不同之处在于锻造成型后空冷至室温然后进行加热进行固溶处理。

[0145] 对比例5与实施例十一不同之处在于锻造成型后直接空冷至室温。

[0146] 对比例6与实施例一不同之处在于未进行防锈处理。

[0147] 各实施例与对比例取样进行性能检测数据如下：

[0148] 表1各实施例与对比例取样机械性能检测结果

类别	性能	Rm/MPa	Re1/MPa	A/%	A _{ku2} /J	HB
	实施例1		1080	1005	17.0	59
实施例2		1085	1007	17.5	59	240
实施例3		1075	1003	16.8	60	238
实施例4		1020	960	15.5	62	237
实施例5		1050	975	16.0	61	241
实施例6		855	553	15.9	41	257
实施例7		851	550	16.1	40	260
实施例8		853	555	16.2	40	258
实施例9		843	541	15.7	39	258
[0149] 实施例10		847	539	15.8	40	259
实施例11		970	875	13.5	120	245
实施例12		976	880	13.8	123	243
实施例13		980	883	13.6	121	246
实施例14		970	870	14.0	115	240
实施例15		965	872	13.9	117	241
对比例1		980	895	15.0	50	235
对比例2		1080	1000	16.9	58	238
对比例3		720	500	15.3	30	255
对比例4		850	550	15.9	40	235
对比例5		980	880	13.5	120	261
对比例6		1080	1005	17.0	59	235

[0150] 分析实施例1-5和对比例1-2可知,Mo、Cr、V配合能够提高碳钢锻件的抗拉强度和屈服强度,克服传统低碳钢软的特性。并且控制冷却处理与传统的固溶处理的机械性能可达到同等水平,减少了再加热工序,提高生产效率,节约能源。

[0151] 分析实施例6-10和对比例3-4可知,Mn、V与Nb配合能够提高非调质钢锻件的抗拉强度和屈服强度,改善冲击值和韧性。并且控制冷却处理与传统的固溶处理的机械性能可达到同等水平,减少了再加热工序,提高生产效率,节约能源。

[0152] 分析实施例11-15和对比例5可知,Mn、Cr、Ni、Nb配合能够提高不锈钢锻件的抗拉强度和屈服强度,改善冲击值和韧性。并且控制冷却处理与传统的固溶处理的机械性能可达到同等水平,减少了再加热工序,提高生产效率,节约能源。

[0153] 取实施例1、对比例1、对比例2和对比例6部件在空气中20%水分条件下露天放置,观察耐锈蚀能力。结果如下:

[0154] 表2不同工艺碳钢耐锈蚀能力结果

[0155]

项目	实施例1	对比例1	对比例2	对比例6
耐锈蚀天数	90	10天	20	10天

[0156] 从表2可知,防锈剂具有高效的防锈能力。

[0157] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

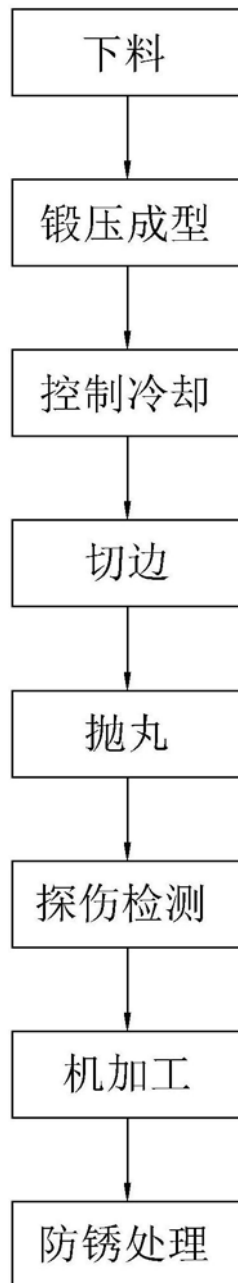


图1

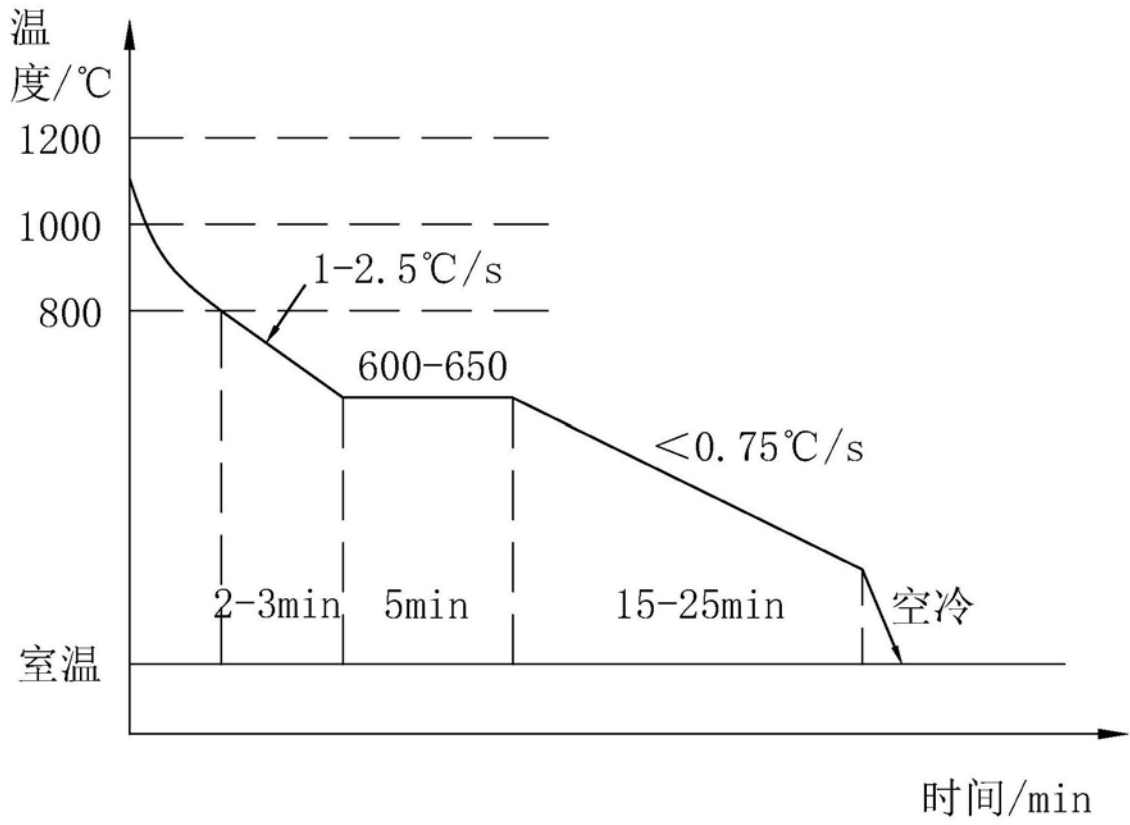


图2

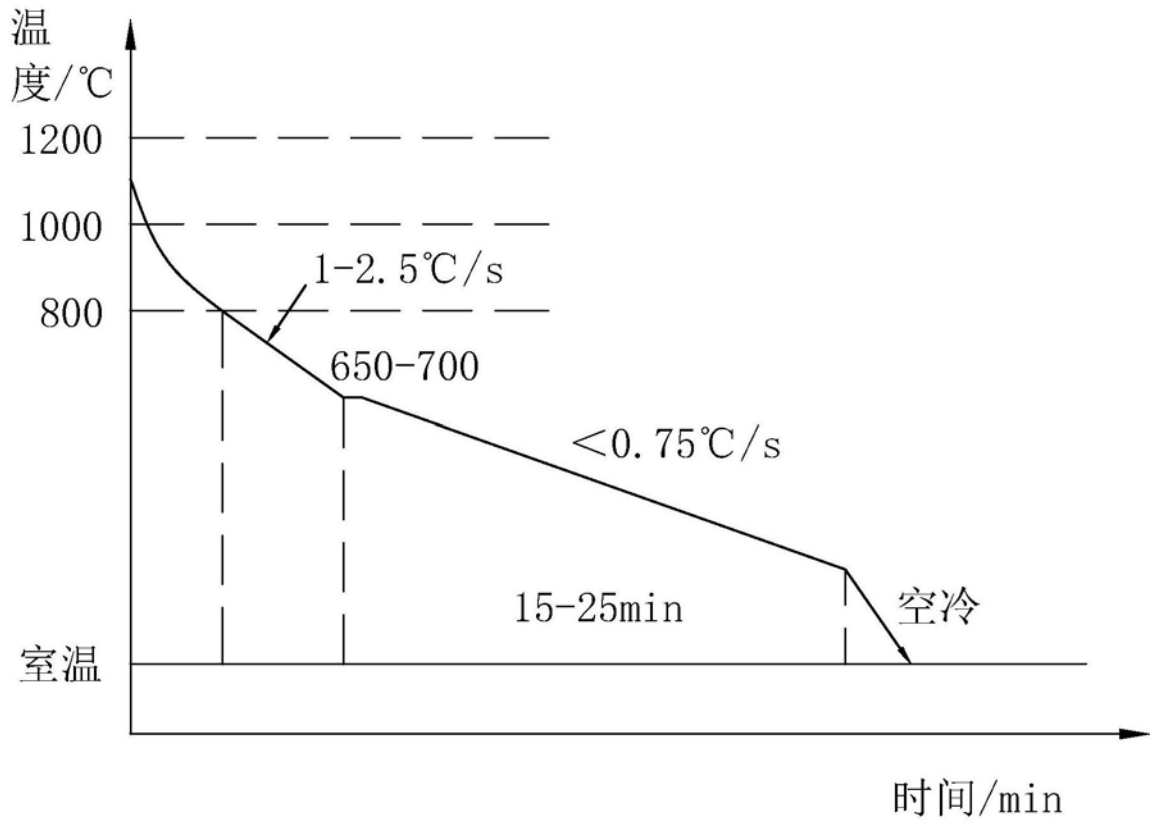


图3

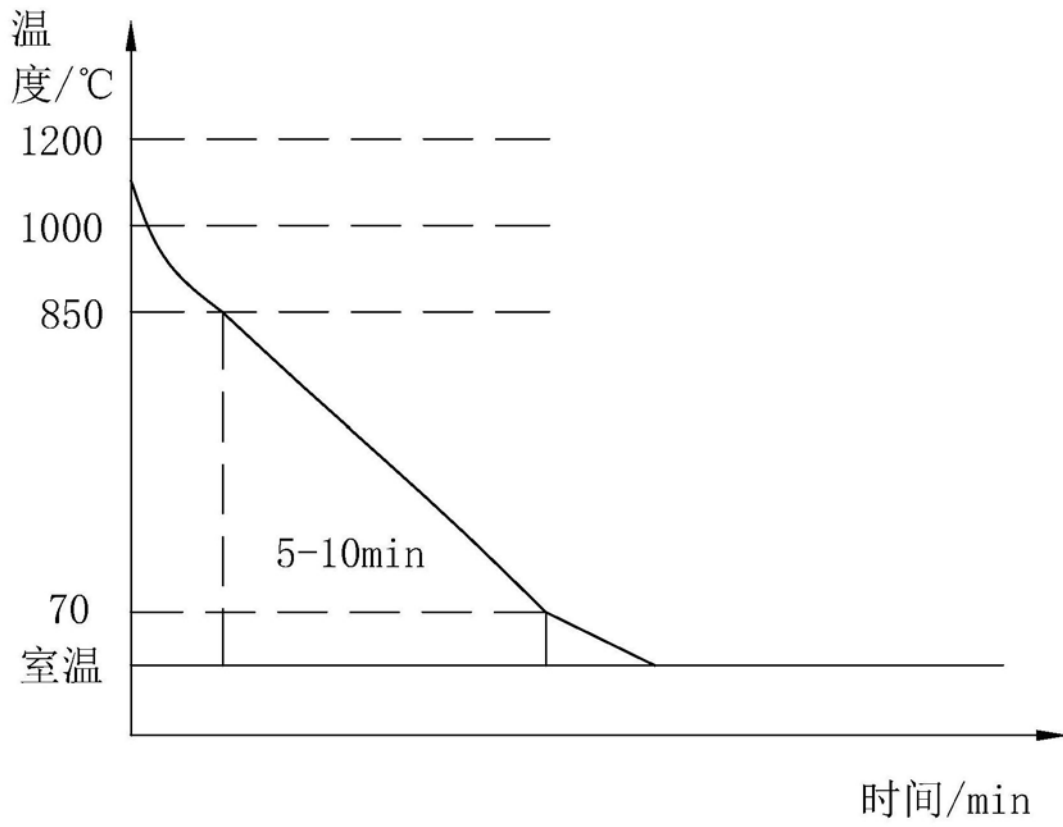


图4