



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101956137 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201010508220. 7

2.

(22) 申请日 2010. 10. 12

CN 101845939 A, 2010. 09. 29, 全文.

US 4226645, 1980. 10. 07, 全文.

(73) 专利权人 衡阳华菱钢管有限公司

CN 1094756 A, 1994. 11. 09, 全文.

地址 421001 湖南省衡阳市蒸湘区大栗新村  
10 号

CN 101787420 A, 2010. 07. 28, 全文.

审查员 王迪

(72) 发明人 龙功名 李阳华 陈绍林 冉旭  
张敏

(74) 专利代理机构 衡阳市科航专利事务所  
43101

代理人 邹小强

(51) Int. Cl.

*B21B 23/00* (2006. 01)

*C22C 38/24* (2006. 01)

*G21D 8/10* (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101275207 A, 2008. 10. 01, 全文.

JP 昭 57-192247 A, 1982. 11. 26, 权利要求

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种用于制造空心芯棒的无缝钢管及生产方法

(57) 摘要

一种用于制造空心芯棒的无缝钢管及生产方法, 无缝钢管的成分以质量%计, 具体有 :C : 0. 28 ~ 0. 33、Si :0. 45 ~ 0. 65、Mn :0. 40 ~ 0. 60、P :0. 025 ≤、S :0. 02 ≤、Cr :3. 00 ~ 3. 30、Mo : 0. 45 ~ 0. 55、V :0. 20 ~ 0. 30、Cu :0. 15 ≤、Ni : 0. 20 ≤, 其余部分为 Fe 及不可避免的杂质。其生产方法包括 :管坯下料→环形炉加热→曼式穿孔机穿孔→皮尔格轧机轧管→切皮尔格头→步进式炉加热→定径机定径→热处理→矫直→锯切→内外表面处理→人工检验→超声涡流自动组合探伤→人工复检→清洁、标识、包装→入库。

1. 一种用于制造空心芯棒的无缝钢管生产方法,所述无缝钢管的成分以质量%计,具体有:C:0.28 ~ 0.33、Si:0.45 ~ 0.65、Mn:0.40 ~ 0.60、P:0.025 ≤、S:0.02 ≤、Cr:3.00 ~ 3.30、Mo:0.45 ~ 0.55、V:0.20 ~ 0.30、Cu:0.15 ≤、Ni:0.20 ≤,其余部分为Fe及不可避免的杂质;其特征是:它包括:管坯下料→环形炉加热→曼式穿孔机穿孔→皮尔格轧机轧管→切皮尔格头→步进式炉加热→定径机定径→热处理→矫直→锯切→内外表面处理→人工检验→超声涡流自动组合探伤→人工复检→清洁、标识、包装→入库;

其具体步骤如下:

A、钢坯加热分预热、加热、均热过程,预热温度随炉温,时间5~6小时;加热分为四段:加热一段温度 $1020^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时,加热二段温度 $1150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时,加热三段温度 $1220^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时,加热四段温度 $1280^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时;均热段温度 $1270^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时;

B、轧管采用曼式穿孔机穿孔、周期轧管机组轧制,周期轧管机组轧制变形是基于锻、轧、挤三位一体的变形方式,在生产大直径合金厚壁钢管方面具有明显的优势,设计了周期轧管机组 $\Phi 273 \sim \Phi 720\text{mm}$ 大孔型,包括锻轧段、精轧段、终轧段的曲线方程的确定,设计了轧制壁厚在40~120mm时的轧制参数,控制毛管喂入量在30~100mm,轧辊转速在22~52rpm之间,风压在4.5~6bar,以保证大口径厚壁钢管的成形;

C、调质处理,淬火温度: $920^{\circ}\text{C} \sim 940^{\circ}\text{C}$ 、时间按壁厚系数2.0~2.5min/mm计算进行控制,回火温度: $640^{\circ}\text{C} \sim 660^{\circ}\text{C}$ 、时间3~6小时。

## 一种用于制造空心芯棒的无缝钢管及生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金行业无缝钢管的生产领域,具体涉及一种用于制造空心芯棒的合金化高强度高韧性调质无缝钢管及生产方法。

### 背景技术

[0002] 芯棒是轧管机组最重要的变形工具之一,芯棒与轧辊共同作用,将穿孔后的管坯轧制成各种尺寸的无缝钢管。轧制过程中芯棒的服役条件十分恶劣,其表面承受着压应力、摩擦力和冷热交变应力,其工作状态为高压和高温,同时与管坯内壁接触产生摩擦磨损。因此,对芯棒的使用性能要求非常高,需要高强度、高硬度、高韧性、耐磨性以及抗疲劳抗腐蚀性。目前,使用的大直径芯棒大多是实心的,经锻造成型,特别是  $\Phi 280\text{mm}$  以上规格的大口径芯棒制造难度更大。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是克服现有技术的上述不足而提供一种用于制造空心芯棒的无缝钢管及生产方法。

[0004] 本发明的技术方案是:一种用于制造空心芯棒的无缝钢管,成分以质量%计,具体有:C:0.28~0.33、Si:0.45~0.65、Mn:0.40~0.60、P:0.025 $\leq$ 、S:0.02 $\leq$ 、Cr:3.00~3.30、Mo:0.45~0.55、V:0.20~0.30、Cu:0.15 $\leq$ 、Ni:0.20 $\leq$ ,其余部分为Fe及不可避免的杂质。

[0005] 合金化高强度高韧性调质无缝钢管化学成分设计:

[0006] C:C是钢铁材料中提高强度最基本,也是最廉价的合金元素,由C或通过溶入Fe的晶格以固溶强化提高钢的强度,或者由过饱和Fe-C固溶体中析出碳化物以析出强化提高钢的强度。C对提高钢的淬硬性和淬透性的作用十分明显,随着钢中C含量的提高,钢的强度增加,而韧性、焊接性和塑性则随着碳含量增加而降低。

[0007] Mn:Mn是奥氏体稳定化元素,它在临界区时会向奥氏体中扩散,使得Mn和C同时在奥氏体中富集和均匀化,故增加了奥氏体在随后冷却过程中的稳定性以及推迟珠光体的形成。Mn既能以固溶状态存在,也可以进入渗碳体中取代一部分Fe原子,还能形成硫化物,它的作用主要是增强奥氏体稳定化,延长其转变孕育期,降低马氏体转变时的临界冷却速率,提高材料的淬透性。

[0008] Si:Si元素是铁素体形成元素,在临界区加热时, Si更倾向于分布在铁素体而不是奥氏体中,因而奥氏体晶粒边缘Si贫化,当在贝氏体相变区等温时,这个边缘优先向铁素体转变,同时向奥氏体晶粒内部排碳,使奥氏体碳浓度增高,稳定性增强。Si分布在铁素体中,提高铁素体中碳的化学位,促使铁素体中的碳向奥氏体内部扩散,奥氏体中的碳浓度升高,使奥氏体具有更高的稳定化倾向,为淬火工艺作准备。

[0009] Cr:Cr使 $\gamma$ 相区缩小,使铁碳平衡相图中的共析点和碳在奥氏体内的溶解度向低碳方向即相图的左方移动。Cr是强烈形成碳化物的合金元素,它将降低共晶碳量,防止粗大

初生碳化物的产生,保证碳化物形成高硬度的孤立状的(Cr,Fe)C型理想抗磨相。选择好适宜的Cr/C值是十分重要的。同时Cr溶解在奥氏体中,起到强化基体、增加合金淬透性的作用。

[0010] Mo:Mo可使钢的C曲线右移从而显著地提高钢的淬透性,其作用强于铬而次于锰。Mo也使钢的C曲线的珠光体转变部分与贝氏体转变部分发生分离,显著抑制珠光体和铁素体转变,在钢中主要以碳化物的形式存在,弥散地分布在基体中强化基体,提高钢的硬度。Mo在钢中还能够有效细化铸态组织,提高断面的均匀性,稳定提高回火稳定性,在相变过程中能减缓马氏体板状基体结晶周界碳化物析出,从而改善钢的冲击韧度,提高综合性能。

[0011] V:V在提高耐磨性上,V主要是通过VC的析出,把强度和耐磨性进一步提高,VC是一种硬度很高的固溶质点,它的主要作用机理是通过提高基体硬度从而相应地提高耐磨性,尤其是磨料磨损的耐磨性。

[0012] 本发明还提供了一种用于制造空心芯棒的无缝钢管生产方法,它包括:管坯下料→环形炉加热→曼式穿孔机穿孔→皮尔格轧机轧管→切皮尔格头→步进式炉加热→定径机定径→热处理→矫直→锯切→内外表面处理→人工检验→超声涡流自动组合探伤→人工复检→清洁、标识、包装→入库。

[0013] 其具体步骤如下:

[0014] A、钢坯加热分预热、加热、均热过程。预热温度随炉温,时间5~6小时;加热分为四段:加热一段温度 $1020^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时,加热二段温度 $1150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时,加热三段温度 $1220^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时,加热四段温度 $1280^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时;均热段温度 $1270^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间1~1.5小时。

[0015] B、轧管采用曼式穿孔机穿孔、周期轧管机组轧制,周期轧管机组轧制变形是基于锻、轧、挤三位一体的变形方式,在生产大直径合金厚壁钢管方面具有明显的优势。设计了周期轧管机组 $\Phi 273 \sim \Phi 720\text{mm}$ 大孔型,包括锻轧段、精轧段、终轧段的曲线方程的确定,设计了轧制壁厚在40~120mm时的轧制参数,控制毛管喂入量在30~100mm,轧辊转速在22~52rpm之间,风压在4.5~6bar,以保证大口径厚壁钢管的成形。

[0016] C、调质处理,淬火温度: $920^{\circ}\text{C} \sim 940^{\circ}\text{C}$ 、时间按壁厚系数2.0~2.5min/mm计算进行控制,回火温度: $640^{\circ}\text{C} \sim 660^{\circ}\text{C}$ 、时间3~6小时。

[0017] 采用本发明提供的合金化高强度高韧性调质无缝钢管生产的空心芯棒在生产和使用性能方面具有以下几个优点:

[0018] 1、周期轧管变形区内的金属始终都处于三向压应力状态,有利于抑制变形区金属产生裂纹,可以有效保证钢管的轧制比和内部组织的致密均匀。

[0019] 2、通过大孔型和轧制参数的设计,突破了大口径厚壁管生产规格的瓶颈限制。

[0020] 3、空心芯棒的使用大大的减少了芯棒工模具的消耗,为无缝钢管企业降低生产成本,带来巨大的经济效益。

[0021] 4、钢管具有较高的强韧性和优良的耐磨损能力,综合性能优良,加工成空心芯棒,其使用寿命达到了实心芯棒的同等水平。

[0022] 以下结合具体实施方式对本发明作进一步描述。

## 具体实施方式

[0023] 一种用于制造空心芯棒的无缝钢管,牌号为 30Cr3MoV,成分以质量%计,具体有: C :0.32、Si :0.55、Mn :0.54、P :0.010、S :0.005、Cr :3.24、Mo :0.46、V :0.24、Cu :0.12、Ni0.07,其余部分为 Fe 及不可避免的杂质。

[0024] 一种用于制造空心芯棒的无缝钢管生产方法,它包括:管坯下料→环形炉加热→曼式穿孔机穿孔→皮尔格轧机轧管→切皮尔格头→步进式炉加热→定径机定径→热处理→矫直→锯切→内外表面处理→人工检验→超声涡流自动组合探伤→人工复检→清洁、标识、包装→入库。

[0025] 其具体步骤如下:

[0026] A、钢坯加热分预热、加热、均热过程。预热温度随炉温,时间 5 小时;加热分为四段:加热一段温度  $1020^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间 1 小时,加热二段温度  $1150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间 1 小时,加热三段温度  $1220^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间 1 小时,加热四段温度  $1280^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间 1 小时;均热段温度  $1270^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、时间 1 小时。

[0027] B、轧管采用曼式穿孔机穿孔、周期轧管机组轧制,周期轧管机组轧制变形是基于锻、轧、挤三位一体的变形方式,在生产大直径合金厚壁钢管方面具有明显的优势。设计了周期轧管机组  $\Phi 273 \sim \Phi 720\text{mm}$  大孔型,包括锻轧段、精轧段、终轧段的曲线方程的确定,设计了轧制壁厚在  $40 \sim 120\text{mm}$  时的轧制参数,控制毛管喂入量在  $30 \sim 100\text{mm}$ ,轧辊转速在  $22 \sim 52\text{rpm}$  之间,风压在  $4.5 \sim 6\text{bar}$ ,以保证大口径厚壁钢管的成形。

[0028] C、调质处理,淬火温度: $920^{\circ}\text{C} \sim 940^{\circ}\text{C}$ 、时间按壁厚系数  $2.0 \sim 2.5\text{min/mm}$  计算进行控制,回火温度: $640^{\circ}\text{C} \sim 660^{\circ}\text{C}$ 、时间  $3 \sim 6$  小时。

[0029] 采用本发明设计的化学成分坯料,在衡阳华菱钢管有限公司  $\Phi 720$  分厂进行轧制和热处理,随机取样进行分析,实物尺寸及室温力学性能结果如表 1 所示:

[0030] 表 1 实物尺寸及室温力学性能

[0031]

批号	规格/mm	外径 精度 /mm	壁厚 精度 /mm	$R_{p0.2}/\text{MPa}$	$R_m/\text{MPa}$	$A/\%$	$A_{kv}/\text{J}$	HBW
702390601	$\Phi 351 \times 52$	350.4	51.3	1112	1195	14.5	78/80/72	359/356/355
		~351.6	~52.4	1104	1192	15.4	80/88/80	357/355/353

[0032] 从表 1 可以看出,本发明提供的无缝钢管具有较高的强韧性和优良的耐磨损能力,综合性能优良,加工成空心芯棒,其使用寿命达到了实心芯棒的同等水平。