



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103643143 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310583364. 2

(22) 申请日 2013. 11. 20

(71) 申请人 江苏天舜金属材料集团有限公司

地址 212219 江苏省镇江市扬中市八桥镇二
桥工业区

(72) 发明人 吴海洋 姚圣法

(74) 专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 32256

代理人 任立

(51) Int. Cl.

C22C 38/38(2006. 01)

C22C 38/26(2006. 01)

C21D 8/08(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋及其
加工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋及其加工方法,其重量百分比化学成分为:C:0.18 - 0.3%, Si:0.6 - 1.1%, Mn:1.0 - 1.9%, Cr:0.05 - 0.2%, Nb:0.01 - 0.05%, V:0.01 - 0.05%, 余量为 Fe。本发明的高强度钢筋屈服强度达到 600MPa, 屈服平台不随时间延长而消失, 抗拉强度高, 塑性高且加工制造污染少、节省钢材、成本低。

1. 一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其特征在于:其重量百分比化学成分为:C:0.18 - 0.3%,Si:0.6 - 1.1%,Mn:1.0 - 1.9%,Cr:0.05 - 0.2%,Nb:0.01 - 0.05%,V:0.01 - 0.05%,余量为 Fe。

2. 根据权利要求 1 所述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其特征在于:其重量百分比化学成分为:C:0.24%,Si:0.75%,Mn:1.5%,Cr:0.14%,Nb:0.02%,V:0.04%,余量为 Fe。

3. 根据权利要求 1 所述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其特征在于:其重量百分比化学成分为:C:0.18%,Si:0.9%,Mn:1.0%,Cr:0.2%,Nb:0.04%,V:0.02%,余量为 Fe。

4. 根据权利要求 1 所述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其特征在于:其重量百分比化学成分为:C:0.3%,Si:0.6%,Mn:1.9%,Cr:0.08%,Nb:0.05%,V:0.05%,余量为 Fe。

5. 如权利要求 1-4 中任一权利要求所述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋的加工方法,其特征在于:按以下步骤进行:

(一) 将含有上述比例的化学成份作为原料,冶炼后得到钢坯,钢坯加热到 950 ~ 1200℃,开轧温度 930 ~ 1120℃,终轧温度 850 ~ 870℃,将钢坯热轧成表面带有螺纹的钢筋,热轧后弱冷至 840 ~ 980℃,再自然冷却至室温;

(二) 将步骤一中轧制好的钢筋放到空心管感应加热器内快速感应加热到 830-900℃,然后经第一冷却工序冷却到室温;

所述第一冷却工序具体为:采用水雾或压缩空气以每秒 2-5℃的冷却速度先将钢筋冷却到 610-660℃,然后再缓慢冷却到室温;

(三) 将步骤二中冷却好的钢筋经过回火加热到 500-590℃,然后保温 5-7 秒后,通过第二冷却工序冷却到室温;

所述第二冷却工序具体为:采用水冷与空冷结合,先采用水冷以 3.5-3.7℃/s 的冷却速率将钢筋水冷至 420-440℃,然后空冷至 230-350℃,再采用水冷以 2.5-2.7℃/s 的冷却速率将钢筋水冷至 180-200℃,最后空冷至室温;

(四) 将步骤三中冷却后的钢筋加热到 410-430℃保温 45 分钟以上,进行晶粒稳定化处理;

(五) 将经稳定化处理的钢筋进行加载冷却。

6. 如权利要求 5 所述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋的加工方法,其特征在于:所述步骤(五)中的加载冷却,在维持载荷恒定冷却至 100℃以下再卸载。

一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋及其加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢筋及其加工方法,具体涉及一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋及其加工方法。

背景技术

[0002] 目前,由于房产事业、机械事业等的发展,钢铁的需求量大大提高,人们对钢铁的要求也越来越高,国家钢铁工业“十二五”规划中就提出“加速淘汰 335 兆帕级螺纹钢”、“加强高强钢筋和高强混凝土结构构件抗震性能的研究,开展 600 兆帕级及以上螺纹钢产品研发”,现在很多大钢厂试生产的 HRB600 级螺纹钢主要通过添加“V”或“VN”合金来达到提高强度的目的,添加量达到 0.15% 左右,众所周知,添加合金成本将提高 300-400 元,而大规模化生产该品种钢筋时,由于受合金成份变化、生产速度、冶炼及轧制工艺等因素的限制,所生产的产品质量也不稳定,经常出现强度低、强屈比不合格的现象,特别是 14mm 以下规格的产品更严重。发明专利(申请号:201110086374.6)中公开的钢材经过成份配比、加热、冷却、淬火、回火工艺生产,该工艺选择了钢材成份改变和经过两次升温过程,一定程度上提高了冶炼成本和电耗成本,但是其塑性低且强屈比较小,易发生瞬间断裂,造成整体断裂等事故,此外,现有的热处理高强度钢筋加工方法存在严重环境污染、浪费电能和钢材资源、生产成本较高等缺点。一种能克服以上缺陷的 600MPa 及以上高强度钢筋及其加工方法成为本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是,克服现有技术的缺点,提供一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋及其加工方法,屈服强度到 600MPa,屈服平台不随时间延长而消失,抗拉强度高,塑性高且加工制造污染少、节省钢材、成本低。

[0004] 本发明解决以上技术问题的技术方案是:

一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其特征在于:其重量百分比化学成分为:
C:0.18 - 0.3%,Si:0.6 - 1.1%,Mn:1.0 - 1.9%,Cr:0.05 - 0.2%,Nb:0.01 - 0.05%,V:0.01 - 0.05%,余量为 Fe。

[0005] 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋的加工方法,按以下步骤进行:

(一)将含有上述比例的化学成份作为原料,冶炼(炉外精炼)后得到钢坯,钢坯加热到 950 ~ 1200℃,开轧温度 930 ~ 1120℃,终轧温度 850 ~ 870℃,将钢坯热轧成表面带有螺纹的钢筋,热轧后弱冷至 840 ~ 980℃,再自然冷却至室温;

(二)将步骤一中轧制好的钢筋放到空心管感应加热器内快速感应加热到 830-900℃,然后第一冷却工序冷却到室温;

第一冷却工序具体为:采用水雾或压缩空气以每秒 2-5℃的冷却速度先将钢筋冷却到 610-660℃,然后再缓慢冷却到室温;

(三)将步骤二中冷却好的钢筋经过回火加热到 500-590℃,然后保温 5-7 秒后,通过第

二冷却工序冷却到室温；

第二冷却工序具体为：采用水冷与空冷结合，先采用水冷以 $3.5\text{--}3.7^{\circ}\text{C/s}$ 的冷却速率将钢筋水冷至 $420\text{--}440^{\circ}\text{C}$ ，然后空冷至 $230\text{--}350^{\circ}\text{C}$ ，再采用水冷以 $2.5\text{--}2.7^{\circ}\text{C/s}$ 的冷却速率将钢筋水冷至 $180\text{--}200^{\circ}\text{C}$ ，最后空冷至室温；

(四) 将步骤三中冷却后的钢筋加热到 $410\text{--}430^{\circ}\text{C}$ 保温 45 分钟以上，进行晶粒稳定化处理；

(五) 将经稳定化处理的钢筋进行加载冷却。

[0006] 本发明进一步限定的技术方案是：

前述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋，其重量百分比化学成分为：C:0.24%，Si:0.75%，Mn:1.5%，Cr:0.14%，Nb:0.02%，V:0.04%，余量为 Fe。

[0007] 前述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋，其重量百分比化学成分为：C:0.18%，Si:0.9%，Mn:1.0%，Cr:0.2%，Nb:0.04%，V:0.02%，余量为 Fe。

[0008] 前述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋，其重量百分比化学成分为：C:0.3%，Si:0.6%，Mn:1.9%，Cr:0.08%，Nb:0.05%，V:0.05%，余量为 Fe。

[0009] 前述的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋，步骤(五)中的加载冷却，在维持载荷恒定冷却至 100°C 以下再卸载。

[0010] 本发明的有益效果是：

(1) 该钢筋的化学成份中没有添加大量贵重的合金，降低了钢筋的成本，选择性的加入微量合金元素 Cr:0.05 - 0.2%，Nb:0.01 - 0.05%，以及 V:0.01 - 0.05% 中的任意一种或两种以上的组合；Cr 的加入主要是增加钢的淬透性，显著提高强度、硬度和耐磨性，也增加了钢的耐蚀性和抗氧化能力；

Nb 与 C 的亲合力比较大，Nb 加入钢中后优先于 C 结合生成碳化铌 (NbC)，有效防止晶间腐蚀；

Nb、V 的加入：a、在轧钢后的钢筋随着加热温度的提高及保温时间的延长，奥氏体晶粒越来越大时形成他们的碳、氮化物弥散的小颗粒对奥氏体晶界起固定作用，阻止奥氏体晶粒长大，提高钢的粗化温度；b、在轧制的进行中温度逐渐降低时，Nb、V 的碳、氮化物在奥氏体中的溶度积减小，加之形变诱导析出的作用，其碳、氮化物在奥氏体向铁素体转变之前弥散析出，成为铁素体的形核剂，使铁素体在较小的过冷度下大量形成，不易长大，从而细化了铁素体晶粒，提高屈服强度和抗拉强度；c、加入 Nb、V 一方面可在减少碳当量含量的同时提高强度，另一方面，将不纯物质如氧、氮、硫等固定起来，从而改善钢的可焊性。

[0011] (2) 本发明加工方法中在冶炼过程时采用炉外精炼可提高钢的质量，缩短冶炼时间，简化工艺过程并降低生产成本，钢坯加热到 $950\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，开轧温度控制在 $930\sim 1120^{\circ}\text{C}$ ，终轧温度控制在 $850\sim 870^{\circ}\text{C}$ ，热轧后弱冷至 $840\sim 980^{\circ}\text{C}$ ，再自然冷却至室温，确保轧制后钢筋的晶粒度达到 9 级以上，同时轧制后的钢筋通过快速的感应加热阻止奥氏体晶粒度的长大，保持细晶粒状态，保证了后续热处理后成品钢筋的晶粒度达到 11 级以上；细晶化处理可迅速提高屈服强度和抗拉强度的同时保持超高塑性。

[0012] (3) 本发明加工方法中第一冷却工序采用缓慢冷却方式将空气与水雾冷却或压缩空气相结合冷却，促进极细铁素体的形成，改变了珠光体的温度转变点，使其介于层片状与粒状形貌，这种珠光体组织在稍微牺牲部分强度的同时提高了塑性。

[0013] (4) 本发明加工方法中第一冷却工序缓慢冷却与后续第二冷却工序快速冷却相结合的技术方案,使原有轧制钢筋中渗碳体明显碎化,但保持一定的有序排列,同时让铁素体形成连续结构,使其在形变时位错滑移变得较容易,有利于提高塑性。

[0014] (5) 高温回火降低强度,提高塑性,可促使热处理钢筋稳定化,由于该工艺技术未形成高密度的位错,从而形成屈服平台。

[0015] (6) 经过后续的钢筋晶粒稳定化处理,可保持该钢筋的屈服平台不随时间延长而消失,起到碳再平衡的作用。

[0016] (7) 由于现有技术中,需要连续拉拔,为了便于连续拉拔就必须有酸洗磷化工序,而本申请无需连续拉拔,先冶炼后轧成带有螺纹的 HRB400 的钢筋送入感应器加热,无需酸洗磷化工序,不使用盐酸或硫酸进行酸洗和磷化,避免污染具有绿色环保的优点。

具体实施方式

[0017] 实施例 1

本实施例提供的一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其重量百分比化学成分为: C:0.24%, Si :0.75%, Mn:1.5%, Cr:0.14%, Nb:0.02%, V:0.04%, 余量为 Fe。

[0018] 本实施例的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋的加工方法,按以下步骤进行:

(一) 将含有上述比例的化学成份作为原料,冶炼后得到钢坯,钢坯加热到 970℃,开轧温度 930℃,终轧温度 870℃,将钢坯热轧成表面带有螺纹的钢筋,热轧后弱冷至 840℃,再自然冷却至室温;

(二) 将步骤一中轧制好的钢筋放到空心管感应加热器内快速感应加热到 830℃,然后第一冷却工序冷却到室温;

第一冷却工序具体为:采用水雾或压缩空气以每秒 4℃ 的冷却速度先将钢筋冷却到 650℃,然后再缓慢冷却到室温;

(三) 将步骤二中冷却好的钢筋经过回火加热到 580℃,然后保温 5 秒后,通过第二冷却工序冷却到室温;

第二冷却工序具体为:采用水冷与空冷结合,先采用水冷以 3.5℃ /s 的冷却速率将钢筋水冷至 440℃,然后空冷至 320℃,再采用水冷以 2.7℃ /s 的冷却速率将钢筋水冷至 190℃,最后空冷至室温;

(四) 将步骤三中冷却后的钢筋加热到 410℃ 保温 50 分钟,进行晶粒稳定化处理;

(五) 将经稳定化处理的钢筋进行加载冷却,在维持载荷恒定冷却至 90℃ 再卸载。

[0019] 实施例 2

本实施例提供的一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋,其重量百分比化学成分为: C:0.18%, Si :0.9%, Mn:1.0%, Cr:0.2%, Nb:0.04%, V:0.02%, 余量为 Fe。

[0020] 本实施例的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋的加工方法,按以下步骤进行:

(一) 将含有上述比例的化学成份作为原料,冶炼后得到钢坯,钢坯加热到 1200℃,开轧温度 1110℃,终轧温度 850℃,将钢坯热轧成表面带有螺纹的钢筋,热轧后弱冷至 890℃,再自然冷却至室温;

(二) 将步骤一中轧制好的钢筋放到空心管感应加热器内快速感应加热到 850℃,然后第一冷却工序冷却到室温;

第一冷却工序具体为：采用水雾或压缩空气以每秒 3℃ 的冷却速度先将钢筋冷却到 630℃，然后再缓慢冷却到室温；

(三) 将步骤二中冷却好的钢筋经过回火加热到 550℃，然后保温 7 秒后，通过第二冷却工序冷却到室温；

第二冷却工序具体为：采用水冷与空冷结合，先采用水冷以 3.7℃ /s 的冷却速率将钢筋水冷至 420℃，然后空冷至 300℃，再采用水冷以 2.5℃ /s 的冷却速率将钢筋水冷至 200℃，最后空冷至室温；

(四) 将步骤三中冷却后的钢筋加热到 420℃ 保温 65 分钟，进行晶粒稳定化处理；

(五) 将经稳定化处理的钢筋进行加载冷却，在维持载荷恒定冷却至 75℃ 再卸载。

[0021] 实施例 3

本实施例提供的一种 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋，其重量百分比化学成分为：C:0.3%，Si :0.6%，Mn:1.9%，Cr:0.08%，Nb:0.05%，V:0.05%，余量为 Fe。

[0022] 本实施例的 600MPa 级绿色热处理高强度钢筋的加工方法，按以下步骤进行：

(一) 将含有上述比例的化学成份作为原料，冶炼后得到钢坯，钢坯加热到 1000℃，开轧温度 980℃，终轧温度 860℃，将钢坯热轧成表面带有螺纹的钢筋，热轧后弱冷至 940℃，再自然冷却至室温；

(二) 将步骤一中轧制好的钢筋放到空心管感应加热器内快速感应加热到 890℃，然后第一冷却工序冷却到室温；

第一冷却工序具体为：采用水雾或压缩空气以每秒 5℃ 的冷却速度先将钢筋冷却到 610℃，然后再缓慢冷却到室温；

(三) 将步骤二中冷却好的钢筋经过回火加热到 510℃，然后保温 6 秒后，通过第二冷却工序冷却到室温；

第二冷却工序具体为：采用水冷与空冷结合，先采用水冷以 3.6℃ /s 的冷却速率将钢筋水冷至 430℃，然后空冷至 250℃，再采用水冷以 2.6℃ /s 的冷却速率将钢筋水冷至 180℃，最后空冷至室温；

(四) 将步骤三中冷却后的钢筋加热到 430℃ 保温 70 分钟，进行晶粒稳定化处理；

(五) 将经稳定化处理的钢筋进行加载冷却，在维持载荷恒定冷却至 40℃ 再卸载。

[0023] 除上述实施例外，本发明还可以有其他实施方式。凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案，均落在本发明要求的保护范围。