

## Una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada con niobio-titanio y su método de fabricación.

### Abstracto

Esta invención describe una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada con niobio y titanio, así como su método de fabricación. La barra de refuerzo está compuesta por C, Si, Mn, P, S, Nb, Ti, N y el resto Fe e impurezas. El método de fabricación incluye las siguientes etapas: fundición en convertidor, tratamiento en cuchara, colada continua, calentamiento de la palanquilla y laminación. En la etapa de fundición en convertidor, se añaden ferrosilicio y otras aleaciones para la microaleación de niobio. La etapa de tratamiento en cuchara incluye soplado de argón en una estación de argón y refinación en horno LF. En el proceso de refinación en horno LF, se introduce alambre recubierto de ferrotitanio para la microaleación de titanio. La solución técnica que proporciona esta invención, mediante la adición de ferrosilicio y otras aleaciones para la microaleación de niobio antes del vaciado y la alimentación del alambre recubierto de ferrotitanio en el proceso de refinación en horno LF para la microaleación de titanio, mejora el rendimiento de las aleaciones de niobio-titanio después de que el titanio se funde en el acero fundido, logrando una producción de barras de refuerzo de bajo costo, estable y sostenible.

### Clasificaciones

► [C21C5/28](#) Fabricación de acero en el convertidor

[Ver 8 clasificaciones más](#)

### Paisajes

Ciencias químicas y de los materiales

Ingeniería e Informática

[Mostrar más](#)

Reivindicaciones (9)

CN110257719A

Porcelana

[Descargar PDF](#)

[Encontrar arte previo](#)

[Similar](#)

Otros idiomas: [Inglés](#)

**Inventor:** [Yang Zhizheng](#), [Huang Daochang](#), [Xia Jinkui](#), [Cao Long Qiong](#), [Li Xiangfu](#), [Wang Xian](#), [Zhou Qianxue](#)

**Asignado actual:** Grupo de Hierro y Acero de Wuhan, Compañía de Hierro y Acero Echeng Ltd.

### Aplicaciones a nivel mundial

2019 [CN](#)

### Eventos de la aplicación CN201910709676.0A ©

**2 de agosto de 2019** Solicitud presentada por Wuhan Iron and Steel Group Echeng Iron and Steel Co Ltd.

**2 de agosto de 2019** Prioridad para CN201910709676.0A

**2019-09-20** Publicación de CN110257719A

**Estado** Pendiente

**Información:** [Citas de patentes \(5\)](#), [Citado por \(13\)](#), [Eventos legales](#), [Documentos similares](#), [Solicitudes prioritarias y relacionadas](#)

**Enlaces externos:** [Espacionet](#), [Expediente global](#), [Conversar](#)

[Ocultar dependiente](#) ^

1. Una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada de niobio-titanio, caracterizada porque: los componentes y el porcentaje en peso de la barra de refuerzo incluyen:

C: 0,22-0,25%, Si: 0,30-0,50%, Mn: 1,20-1,50%, P $\leq$ 0,025%, S $\leq$ 0,025%, Nb: 0,012-0,015%, Ti: 0,010-0,018%, N: 0,010-0,012%, siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

2. La barra de refuerzo de grado HRB400 microaleado de niobio-titanio según la reivindicación 1, caracterizada porque: la barra de refuerzo tiene un límite elástico  $ReL \geq 450$ MPa a temperatura ambiente, una resistencia a la tracción  $Rm \geq 600$ MPa y una relación de límite elástico  $Rm/Rel \geq 1,3$ .

3. La barra de refuerzo de grado HRB400 microaleado de niobio-titanio según la reivindicación 1, caracterizada porque: el diámetro de la barra de refuerzo es de 12 a 28 mm.

4. Un método para fabricar barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas de niobio-titanio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque incluye los siguientes pasos: fundición en convertidor, tratamiento en cuchara, colada continua, calentamiento y laminado de palanquillas, en el que en el paso de fundición en convertidor se agregan silicio-manganeso, niobio-hierro y otras aleaciones para el tratamiento de microaleación de niobio, el paso de tratamiento en cuchara incluye soplado de argón en una estación de argón y refinación en horno LF, y en el proceso de refinación en horno LF se alimenta alambre con núcleo de titanio-hierro para el tratamiento de microaleación de titanio.

5. Un método para fabricar barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas de niobio-titanio según la reivindicación 4, caracterizado porque: en la etapa de fundición en convertidor: las materias primas se funden en un convertidor de 130 toneladas con un rango de temperatura final de 1620~1650°C, un contenido final de C de 0,04~0,06%, un contenido de P  $\leq$ 0,02% y un contenido de S  $\leq$ 0,015%; antes del vaciado, se colocan 4~5 kg/t de cal activa en el fondo de la cuchara de acero fundido; después de vaciar 1/3 del acero, se vierten aleaciones como silicio-manganeso y niobio-hierro en la cuchara de acero fundido para la aleación, y se sopla nitrógeno en el fondo de la cuchara de acero fundido durante todo el proceso de vaciado, con un caudal de nitrógeno de 400~500 L/min.

6. El método de fabricación de barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas con niobio-titanio según la reivindicación 4, caracterizado porque: en la etapa de soplado de argón del tratamiento externo: después de que el acero fundido llega a la estación de argón, se sopla nitrógeno continuamente a un caudal de 600~800 L/min, y al mismo tiempo, se agrega aleación de silicio-aluminio-calcio a la superficie del acero fundido para desoxidarlo, con una adición total de 80~100 kg. El proceso de desoxidación dura más de 2 minutos, y luego la cuchara de acero fundido se puede trasladar al proceso de refinación del horno LF para su tratamiento. El tiempo total de tratamiento en la estación de argón es de 4~6 minutos.

7. Un método para fabricar barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas de niobio-titanio según la reivindicación 4, caracterizado porque: en el proceso de refinación en horno LF del tratamiento de la cuchara: después de que el acero llega al proceso de refinación en horno LF, se agregan inmediatamente 8~10 kg/t de cal activa a la cuchara de acero fundido, se aplica calentamiento eléctrico para ajustar la temperatura, se agregan partículas de aluminio a la superficie de la escoria para crear rápidamente escoria blanca, y se sopla nitrógeno en el fondo durante todo el proceso. El caudal de nitrógeno durante el proceso de agitación es de 300~400 L/min, el tiempo de tratamiento es de 12~18 min, el rango de temperatura es de 1560~1585°C, y el contenido de oxígeno disuelto del acero fundido es inferior a 10 ppm. El alambre con núcleo de titanio-hierro se alimenta a la cuchara de acero fundido a través de un alimentador de alambre a una velocidad de 4~5 m/min y una cantidad de alimentación de 2~3 m/t de acero. Tras alimentar el alambre, se aplica nitrógeno por soplado inferior a un caudal de 200~300 L/min durante más de 3 minutos. A continuación, la cuchara de acero fundido se eleva hasta la plataforma de colada continua para su vertido.

8. Un método para fabricar barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas de niobio-titanio según la reivindicación 4, caracterizado porque: en la etapa de colada continua: la colada continua se lleva a cabo con colada de protección total, es decir, la cuchara está equipada con una boquilla larga y el cristalizador está sumergido en la boquilla, la velocidad de colada se controla a 2,2~2,8 m/min según la temperatura del acero fundido en el tundish, el enfriamiento secundario adopta un modo de enfriamiento fuerte y el volumen específico de agua es de 1,5~1,6 L/kg.

9. El método de fabricación de barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas de niobio-titanio según la reivindicación 4, caracterizado porque: en las etapas de calentamiento y laminación de la palanquilla: la temperatura de la zona de remojo de la palanquilla es de 1120~1150°C, el tiempo del horno es  $\geq 4$ h, la laminación se lleva a cabo en un modo de enfriamiento no controlado y no se aplica enfriamiento por agua forzado durante el proceso de laminación y al final.

## Descripción

Una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada con niobio-titanio y su método de fabricación.

#### Campo técnico

Esta invención se refiere al campo de la tecnología de fabricación de acero, y en particular a una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada con niobio y titanio y a su método de fabricación.

#### Tecnología de fondo

La barra de refuerzo es el nombre común de las barras de acero corrugado laminadas en caliente. Su grado se compone de H (laminado en caliente), R (corrugado) y B (barras), junto con el valor mínimo de límite elástico. Actualmente, el consumo de acero en China aún presenta características típicas de un país en desarrollo, con los sectores de la construcción e industrial representando aproximadamente el 90% del consumo total de acero, y el acero para la construcción representando más del 50%. Por lo tanto, la barra de refuerzo seguirá siendo el grado de acero con el mayor volumen de producción y ventas en China durante algún tiempo, con tasas de producción y ventas que alcanzan cientos de millones de toneladas en los últimos años. Debido a sus requisitos de equipo relativamente bajos y su dificultad técnica, también es uno de los principales tipos de productos fabricados por las acerías pequeñas y medianas en China.

Para mejorar los productos de barras de refuerzo, se publicó la nueva norma GB/T 1499.2-2018, que entró en vigor el 1 de noviembre de 2018. Esta nueva norma elimina las barras de refuerzo de grado 335 MPa y añade una de grado 600 MPa, satisfaciendo así las necesidades de la construcción sostenible; además, endurece los requisitos de desviación de peso, aclarando que no se pueden volver a realizar las pruebas de desviación de peso; añade disposiciones para los métodos de ensayo de fatiga de las barras de refuerzo, especialmente para la inspección de la estructura metalográfica; y agrega contenido sobre la dureza Vickers de las secciones transversales, la metalografía macroscópica, la microestructura y los métodos de ensayo.

La implementación de la nueva norma nacional para barras de refuerzo ha tenido un impacto significativo en el desarrollo de la industria. En particular, las nuevas normas incluyen disposiciones relativas a la estructura metalográfica y la prueba de dureza Vickers: la microestructura debe consistir principalmente en ferrita y perlita, no debe haber martensita templada en el círculo base, y la diferencia de dureza entre dos puntos en la prueba de dureza Vickers debe ser menor o igual a 40 Hv. Actualmente, la mayoría de las pequeñas y medianas empresas siderúrgicas en China que producen barras de refuerzo utilizan el método de perforación con agua a alta presión para aumentar la resistencia a la fluencia y así ahorrar en costos de aleación. Su estructura metalográfica externa es principalmente martensítica. La implementación de la nueva norma representa un duro golpe para estas empresas y para los procesos de perforación con agua a alta presión, laminación controlada y enfriamiento controlado. Volver a la vía de mejorar la resistencia mediante aleación aumentará significativamente los costos de aleación, lo que supone un desafío importante para el control de costos y la estabilidad de los procesos de las empresas. Actualmente, en mi país se utilizan comúnmente aleaciones a base de vanadio para alear las barras de refuerzo con el fin de mejorar la resistencia del producto final y garantizar que se alcancen las propiedades mecánicas deseadas.

Con la implementación de la nueva norma nacional para barras de refuerzo, la mayoría de los fabricantes de barras de refuerzo han comenzado a fortalecer su acero agregando aleaciones de vanadio. Sin embargo, las aleaciones de vanadio son un recurso escaso en mi país, y sus precios se han mantenido altos y han aumentado significativamente con la implementación de la nueva norma nacional. Mi país tiene abundantes recursos de titanio, procesos de producción maduros y precios de mercado estables. Además, el efecto de fortalecimiento de las aleaciones de titanio se ha verificado en muchos aceros. Se han realizado algunos estudios sobre el uso de microaleaciones de titanio en barras de refuerzo nacionales, pero existen los siguientes problemas: (1) El uso de ferronitruro de titanio para la microaleación de titanio es beneficioso para la precipitación de TiN durante el laminado para lograr un efecto de fortalecimiento, pero el precio del TiN es demasiado alto y su contribución al control de costos es limitada; (2) Las aleaciones de titanio, como el ferronitruro de titanio, se agregan durante el proceso de colada o mediante la entrada de argón, lo que resulta en un rendimiento bajo y fluctuaciones graves; (3) Después de la adición de niobio, la tasa de fugas de acero y los defectos de grietas en la palanquilla de colada continua han aumentado significativamente.

#### Resumen de la invención

El objetivo de esta invención es proponer una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada con niobio y titanio, junto con su método de fabricación, para solucionar los problemas de baja resistencia, alto costo de producción y bajo rendimiento del titanio y el nitrógeno en las barras de refuerzo existentes. Este método de fabricación utiliza la microaleación de titanio o de un compuesto de niobio y titanio en sustitución de la microaleación de vanadio para producir barras de refuerzo de grado HRB400. El diámetro de la barra oscila entre 12 y 28 mm. La barra presenta un límite elástico  $ReL \geq 450$  MPa, una resistencia a la tracción  $Rm \geq 600$  MPa y una relación de límite

elástico  $R_m/Rel \geq 1,3$  a temperatura ambiente. Ofrece ventajas como alta resistencia, baja variación de peso y buena estabilidad, y cumple con los requisitos de rendimiento de la nueva norma nacional.

Para lograr los objetivos mencionados, esta invención propone una barra de refuerzo de grado HRB400 microaleada de niobio-titanio, cuya composición y porcentaje en peso incluyen:

C: 0,22-0,25%, Si: 0,30-0,50%, Mn: 1,20-1,50%,  $P \leq 0,025\%$ ,  $S \leq 0,025\%$ , Nb: 0,012-0,015%, Ti: 0,010-0,018%, N: 0,010-0,012%, siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

Preferiblemente, la barra de refuerzo tiene un límite elástico  $ReL \geq 450$  MPa a temperatura ambiente, una resistencia a la tracción  $R_m \geq 600$  MPa y una relación de límite elástico  $R_m/Rel \geq 1,3$ .

Preferiblemente, el diámetro de la barra de refuerzo es de 12 a 28 mm.

Además, para lograr los objetivos mencionados, esta invención propone un método para fabricar barras de refuerzo de grado HRB400 microaleadas con niobio y titanio, que comprende los siguientes pasos: fundición en convertidor, tratamiento en cuchara, colada continua, calentamiento y laminado de palanquillas, donde el tratamiento de microaleación de niobio se realiza agregando aleaciones como silicio, manganeso y ferroniobio en la etapa de fundición en convertidor, la etapa de tratamiento en cuchara incluye soplado de argón en una estación de argón y refinación en horno LF, y el alambre con núcleo de titanio-hierro se alimenta al proceso de refinación en horno LF para el tratamiento de microaleación de titanio.

优选地, 所述转炉冶炼步骤中: 原料在130吨转炉进行铁水冶炼, 终点温度范围1620~1650°C, 终点C含量0.04~0.06%, P含量 $\leq 0.02\%$ , S含量 $\leq 0.015\%$ ; 出钢前, 在钢水罐底置入4~5kg/t钢的活性石灰, 出钢1/3后, 向钢水罐中冲入硅锰、铌铁等合金进行合金化, 且出钢全程钢水罐底吹氮气, 吹氮流量为400~500L/min。

优选地, 所述炉外处理的氩站吹氩步骤中: 钢水到氩站后, 继续以流600~800L/min底吹氩气, 同时向钢液表面加入硅铝钙合金脱氧, 加入总量为80~100kg, 脱氧过程达到2min以上, 即可将钢水罐移至LF炉精炼工序处理, 氩站总处理时间为4~6min。

优选地, 所述炉外处理的LF炉精炼工序中: 钢到LF炉精炼工序后, 立即向钢水罐中加入活性石灰8~10kg/t钢, 送电加热调温, 向渣面加入铝粒快速造白渣, 全程底吹氮气搅拌, 搅拌处理过程的氮气流量为300~400L/min, 处理12~18min, 温度范围在1560~1585°C范围内, 钢液溶解氧含量在10ppm以下时, 通过喂线机向钢水罐喂入钛铁包芯线, 喂线速度4~5m/min, 喂入量2~3m/t钢, 喂线后, 采用底吹氮气流量200~300L/min软吹3min以上, 之后将钢水罐吊运至连铸平台进行浇铸。

优选地, 所述连铸步骤中: 连铸实行全保护浇注, 即装备钢水罐长水口和结晶器浸入式水口, 拉速根据中包钢水温度控制在2.2~2.8m/min, 二次冷却采用强冷模式, 比水量为1.5~1.6L/kg。

优选地, 所述铸坯加热及轧制步骤中: 铸坯均热段温度为1120~1150°C, 在炉时间 $\geq 4$ h, 轧制按非控冷模式进行, 轧制过程及结束均不强行穿水冷却。

本发明提供的技术方案中, 通过在出钢前加入硅锰、铌铁等合金进行铌微合金化处理, 且在LF炉精炼工序中喂入钛铁包芯线进行钛微合金化处理, 钛熔入钢液后, 可明显降低已经溶解于钢液中的N元素的活度, 减少钢液中N元素的逸散, 即达到固氮作用, 采用钛或铌钛复合微合金化替代钒微合金化生产HRB400级螺纹钢, 适当的铌、钛微合金化处理, 提高了铌钛合金的收得率, 实现了HRB400级螺纹钢低成本的稳定可持续生产。

本发明的所述铌钛微合金化HRB400级螺纹钢具有以下有益效果:

- (1) 所述螺纹钢强度级别高, 钛微合金化钛和氮的收得率高, 生产成本低, 实现了HRB400级别螺纹钢低成本的稳定可持续生产;
- (2) 所述螺纹钢在出钢前加入铌后, 连铸过程中的漏钢发生率、连铸坯裂纹缺陷均明显降低;
- (3) 所述螺纹钢螺纹钢的直径为12~28mm, 常温下的屈服强度 $Rel \geq 450$ MPa, 抗拉强度 $R_m \geq 600$ MPa, 屈强比 $R_m/Rel \geq 1.3$ , 金相组织中不出现马氏体、贝氏体, 各项性能指标均能达到新国标要求。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

图1为本发明一种铌钛微合金化HRB400级螺纹钢的制造方法一实施例的流程示意图。

本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

#### 具体实施方式

需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者系统不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者系统中还存在另外的相同要素。

下述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

在本文中，单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

本发明提出的一种铌钛微合金化HRB400级螺纹钢，其组分及重量百分比含量包括：

C: 0.22~0.25%，Si: 0.30~0.50%，Mn: 1.20~1.50%，P≤0.025%，S≤0.025%，Nb: 0.012~0.015%、Ti: 0.010~0.018、N: 0.010~0.012，其余为Fe和不可避免的杂质。

本发明中各组分的作用及控制具有以下特征：

C: C是提高钢材强度最有效的元素，随着C含量的增加，钢中Fe<sub>3</sub>C增加，淬硬性也增加，钢的抗拉强度和屈服强度提高。但是，增加钢中C含量，韧性和可焊性将变差，钢的焊接性能变坏，所以C含量不宜过高，因此控制在0.22~0.25%。

Si: Si与碳的亲合力很弱，在钢中不与碳化合，但能溶入铁素体，产生固溶强化作用，使得铁素体的强度和硬度提高，但塑性和韧性却有所下降。当Si含量增大时，会促进岛状马氏体形成，对焊接热影响区韧性有害，降低可焊性。因此控制在0.30~0.50%。

Mn: Mn: Mn是固溶强化和提高钢抗拉强度的重要元素，对贝氏体转变有较大的促进作用，提高钢中Mn含量能扩大γ区，降低γ→α转变温度，扩大轧制范围，使铁素体晶粒的长大机会大大减少，因而促进了晶粒细化，增加了钢的强韧性。锰在钢的基体中起到固溶强化的作用，还可以消除硫对钢材的影响，且成本低廉。考虑到本发明钢的强度范围，因此控制在1.20~1.50%。

P和S: 都属于钢种有害夹杂元素，易形成夹杂、偏析等缺陷，影响钢的冲击韧性、延伸率。硫含量高时，对焊接性能不利。因此控制P≤0.025%，S≤0.025%。

Nb: 铌可以显著提高钢的奥氏体再结晶温度，扩大未再结晶区范围，便于实现高温轧制。铌还可以抑制奥氏体晶粒长大，具有显著地细晶强化和析出强化作用。在高强度贝氏体钢中，添加过量的铌会促使M-A岛的形成，降低焊接热影响区的韧性。本发明加入0.012~0.015%的Nb以获得对应性能的金相组织。

Ti: 钛与铌在钢中的作用类似，都是强氮化合物形成元素，它们的细小析出相可细化组织，提高钢的强度和韧性，尤其可以提高低温冲击韧性，降低韧脆转变温度。有较强的细晶强化和析出强化作用。Ti含量过高会导致析出相过分长大，恶化冲击性能。本发明的Ti含量控制在0.010~0.018%。

N: N能提高钢的强度，低温韧性和焊接性，增加时效敏感性。与钢中其他元素化合，有沉淀硬化作用，在低碳钢中残留N会导致时效脆性。因此为了降低N的时效脆化，将N含量控制在0.010~0.012%。

按照上述组分及重量百分比含量制造的所述铌钛微合金化HRB400级螺纹钢，通过在出钢前加入硅锰、铌铁等合金进行铌钛微合金化处理，且在LF炉精炼工序中喂入钛铁包芯线进行钛微合金化处理，钛熔入钢液后，可明显降低已经溶解于钢液中的N元素的活度，减少钢液中N元素的逸散，即达到固氮作用，采用钛或铌钛复合微合金化替代钒微合金化生产HRB400级螺纹钢，适当的铌、钛微合金化处理，实现了螺纹钢低成本的稳定可持续生产。所述螺纹钢的直径为12~28mm，常温下的屈服强度Rel≥450MPa，抗拉强度Rm≥600MPa，屈强比Rm/Rel≥1.3，金相组织中不出现马氏体、贝氏体，各项性能指标均能达到新国标要求。所述螺纹钢铌钛微合金制造方法的铌钛铌钛收得率高，生产成本明显降低，冶金过程可控，冶金质量稳定。

本发明还提出一种铌钛微合金化HRB400级螺纹钢的制造方法，图1为本发明一种铌钛微合金化HRB400级螺纹钢的制造方法一实施例的流程示意图，包括如下步骤：转炉冶炼、炉外处理、连铸、铸坯加热及轧制，且所述转炉冶炼步骤中加入硅锰、铌铁等合金进行铌微合金化处理，所述炉外处理步骤包括氩站吹氩和LF炉精炼，所述LF炉精炼工序中喂入钛铁包芯线进行钛微合金化处理。具体地：

步骤S10，所述转炉冶炼步骤中：原料在130吨转炉进行铁水冶炼，终点温度范围1620~1650°C，终点C含量0.04~0.06%，P含量≤0.02%，S含量≤0.015%；出钢前，在钢水罐底置入4~5kg/t钢的活性石灰，出钢1/3后，向钢水罐中冲入硅锰、铌铁等合金进行合金化，且出钢全程钢水罐底吹氩气，吹氮流量为400~500L/min。

步骤S20，所述炉外处理的氩站吹氩步骤中：钢水到氩站后，继续以流600~800L/min底吹氩气，同时向钢液表面加入硅铝钙合金脱氧，加入总量为80~100kg，脱氧过程达到2min以上，即可将钢水罐移至LF炉精炼工序处理，氩站总处理时间为4~6min。

步骤S30，所述炉外处理的LF炉精炼工序中：钢到LF炉精炼工序后，立即向钢水罐中加入活性石灰8~10kg/t钢，送电加热调温，向渣面加入铝粒快速造白渣，全程底吹氩气搅拌，搅拌处理过程的氩气流量为300~400L/min，处理12~18min，温度范围在1560~1585°C范围内，钢液溶解氧含量在10ppm以下时，通过喂线机向钢水罐喂入钛铁包芯线，喂线速度4~5m/min，喂入量2~3m/t钢，钛熔入钢液后，可明显降低已经溶解于钢液中的N的活度，减少钢液中N的逸散，即达到固氮作用。喂线后，采用底吹氩气流量200~300L/min软吹3min以上，使钢液混合均匀。之后将钢水罐吊运至连铸平台进行浇铸。

Ti在螺纹钢钢液N含量较高的条件下，易于析出TiN，析出后这些高硬度颗粒可有效抑制奥氏体晶粒长大，起到细晶强化的作用，而由于TiN析出温度高，在钢液凝固过程中，远早于NbN的析出，因此可有效减少与Nb结合的N含量，减轻NbN在奥氏体晶界的析出，保证钢在连铸过程中的热塑性，避免连铸坯内外部裂纹缺陷，提高铸坯质量。

步骤S40，所述连铸步骤中：连铸实行全保护浇注，即装备钢水罐长水口和结晶器浸入式水口，拉速根据中包钢水温度控制在2.2~2.8m/min，二次冷却采用强冷模式，比水量为1.5~1.6L/kg。使低于Ti-N溶度积而析出的TiN微细颗粒快速凝固固定，减少其长大趋势，以在达到析出强化作用的同时，减少对钢材性能的危害，同时，由于Ti与N更易结合为TiN且析出更早，可明显减少NbN在晶界的析出，改善NbN析出引起的晶界开裂和铸坯裂纹。

步骤S50，所述铸坯加热及轧制步骤中：铸坯均热段温度为1120~1150°C，在炉时间≥4h，轧制按非控冷模式进行，轧制过程及结束均不强行穿水冷却。

上述铌钛微合金化HRB400级螺纹钢及其制造方法设计的关键在于，通过在出钢前加入硅锰、铌铁等合金进行铌微合金化处理，且在LF炉精炼工序中喂入钛铁包芯线进行钛微合金化处理，钛熔入钢液后，可明显降低已经溶解于钢液中的N元素的活度，减少钢液中N元素的逸散，即达到固氮作用，采用钛或铌钛复合微合金化替代钒微合金化生产HRB400级螺纹钢，适当的铌、钛微合金化处理，提高了铌钛合金的收得率，实现了螺纹钢低成本的稳定可持续生产。

采用上述元素组分含量及加工工艺步骤制造的所述铌钛微合金化HRB400级螺纹钢，所述螺纹钢的直径为12~28mm，所述螺纹钢常温下的屈服强度 $ReL \geq 450$ MPa，抗拉强度 $Rm \geq 600$ MPa，屈强比 $Rm/Rel \geq 1.3$ ，金相组织中不出现马氏体、贝氏体，各项性能指标均能达到新国标要求。

以下结合具体实施例和附图对本发明的技术方案作进一步详细说明，应当理解，以下实施例仅仅用以解释本发明，不用于限定本发明。

所述一种铌钛微合金化HRB400级螺纹钢的组分及其重量百分比含量为：C：0.22~0.25%，Si：0.30~0.50%，Mn：1.20~1.50%，P≤0.025%，S≤0.025%，Nb：0.012~0.015%，Ti：0.010~0.018，N：0.010~0.012，其余为Fe和不可避免的杂质。

所述一种铌钛微合金化HRB400级螺纹钢的制造方法的步骤为：

步骤S10，所述转炉冶炼步骤中：原料在130吨转炉进行铁水冶炼，终点温度范围1620~1650°C，终点C含量0.04~0.06%，P含量≤0.02%，S含量≤0.015%；出钢前，在钢水罐底置入4~5kg/t钢的活性石灰，出钢1/3后，向钢水罐中冲入硅锰、铌铁等合金进行合金化，且出钢全程钢水罐底吹氩气，吹氮流量为400~500L/min。

步骤S20，所述炉外处理的氩站吹氩步骤中：钢水到氩站后，继续以流600~800L/min底吹氩气，同时向钢液表面加入硅铝钙合金脱氧，加入总量为80~100kg，脱氧过程达到2min以上，即可将钢水罐移至LF炉精炼工序处理，氩站总处理时间为4~6min。

步骤S30，所述炉外处理的LF炉精炼工序中：钢到LF炉精炼工序后，立即向钢水罐中加入活性石灰8~10kg/t钢，送电加热调温，向渣面加入铝粒快速造白渣，全程底吹氩气搅拌，搅拌处理过程的氩气流量为300~400L/min，处理12~18min，温度范围在1560~1585°C范围内，钢液溶解氧含量在10ppm以下时，通过喂线机向钢水罐喂入钛铁包芯线，喂线速度4~5m/min，喂入量2~3m/t钢，喂线后，采用底吹氩气流量200~300L/min软吹3min以上，之后将钢水罐吊运至连铸平台进行浇铸。所述钛铁包芯线包芯用外皮材料见表1，芯粉成分见表2，包芯线芯粉含量为300±5g/m。

步骤S40, 所述连铸步骤中: 连铸实行全保护浇注, 即装备钢水罐长水口和结晶器浸入式水口, 拉速根据中包钢水温度控制在2.2~2.8m/min, 二次冷却采用强冷模式, 比水量为1.5~1.6L/kg。

步骤S50, 所述铸坯加热及轧制步骤中: 铸坯均热段温度为1120~1150°C, 在炉时间≥4h, 轧制按非控冷模式进行, 轧制过程及结束均不强行穿水冷却。

表1包芯用外皮材料 (08Al)

表2 钛铁包芯线粉芯成分

采用上述工艺步骤制造的所述铌钛微合金化HRB400级螺纹钢, 采用钛或铌钛复合微合金化替代钒微合金化生产HRB400级螺纹钢, Ti收得率为60~70%, Nb收得率为90~100%。目前市场上50%钒铁的价格约为25万/吨, 50%铌铁约为20万/吨, 30%钛铁约为1万/吨, 常规情况下, HRB400采用钒系合金, 成品需要0.0025%的V含量, 假设Ti收得率为60%, V、Nb收得率为100%, 则可得吨钢可节约成本40~70元。

在实际应用中, 根据螺纹钢生产规格和批次不同, 具有控制范围内的不同组分含量、具体工艺控制条件、以及对应的力学性能指标, 为了更好地说明和解释本发明, 表3和表4中将发明例 (本发明涉及的钢种) 和对比例 (现有钢种) 的组分、工艺条件及力学性能罗列出来进行对比。

表3 本发明各实施例化学成分 (wt%)

表4 本发明各实施例力学性能列表

Como se muestra en las Tablas 3 y 4, esta invención logra la microaleación de niobio mediante la adición de aleaciones de silicio-manganeso y ferroniobio antes del vaciado, y la microaleación de titanio mediante la alimentación de alambre con núcleo de titanio-hierro al proceso de refinación en horno LF. Después de que el titanio se funde en el acero fundido, reduce significativamente la actividad del nitrógeno ya disuelto en el acero, reduciendo así la fuga de nitrógeno del acero fundido y logrando la fijación de nitrógeno. La microaleación adecuada de niobio y titanio mejora el rendimiento de las aleaciones de niobio-titanio, lo que permite una producción de barras de refuerzo de bajo costo, estable y sostenible. La barra de refuerzo tiene un diámetro de 12-28 mm, un límite elástico Rel  $\geq$  450 MPa a temperatura ambiente, una resistencia a la tracción Rm  $\geq$  600 MPa, una relación de límite elástico Rm/Rel  $\geq$  1,3, y no presenta martensita ni bainita en su microestructura. Todos los indicadores de rendimiento cumplen con los requisitos de la nueva norma nacional.

La descripción anterior constituye únicamente una realización preferida de la presente invención y no limita su alcance patentable. Cualquier transformación estructural equivalente realizada a partir del contenido de la presente invención y sus dibujos, bajo el concepto inventivo de la misma, o sus aplicaciones directas o indirectas en otros campos técnicos relacionados, quedan comprendidas dentro del alcance de la protección patentable de la presente invención.

## Citas de patentes (5)

Número de publicación	Fecha de prioridad	Fecha de publicación	Cesionario	Título
<a href="#">CN102172816A</a> *	14/01/2011	7 de septiembre de 2011	Lengshuijiang Hierro y Acero Co., Ltd.	Método para la producción de barras de refuerzo enrolladas laminadas en caliente de alta resistencia.
<a href="#">CN103898407A</a> *	9 de abril de 2014	2 de julio de 2014	Corporación de Hierro y Acero de Wuhan (Grupo)	Barras de acero corrugado laminadas en caliente de 600 MPa y su método de preparación.
<a href="#">CN109628829A</a> *	28-12-2018	16 de abril de 2019	Hunan Tieying New Materials Co., Ltd.	Una barra de acero roscada y su método de preparación
<a href="#">CN109694980A</a> *	18/12/2018	30-04-2019	Grupo de Hierro y Acero Handan, Ltd.	Método de fundición de barras de refuerzo microaleadas de aleación compuesta con alto contenido de nitrógeno y grado 500MPa

CN109735682A *	18/12/2018	10 de mayo de 2019	Grupo de Hierro y Acero Handan, Ltd.	Método de fundición de barras de refuerzo microaleadas de aleación compuesta con alto contenido de nitrógeno y grado 400MPa
Citaciones de familia a familia				

\* Citado por el examinador, † Citado por un tercero

### Citado por (13)

Número de publicación	Fecha de prioridad	Fecha de publicación	Cesionario	Título
CN110512046A *	8 de octubre de 2019	29/11/2019	Grupo de Hierro y Acero de Wuhan, Compañía de Hierro y Acero Echeng, Ltd.	Un método de fabricación de bajo costo para barras de refuerzo
CN110592483A *	16 de octubre de 2019	2019-12-20	Grupo de Hierro y Acero de Wuhan, Compañía de Hierro y Acero Echeng, Ltd.	Una barra de refuerzo HRB500E microaleada de niobio-titanio y su método de preparación.
CN110607413A *	1 de noviembre de 2019	24/12/2019	Grupo de Hierro y Acero de Wuhan, Compañía de Hierro y Acero Echeng, Ltd.	Un método de bajo costo para fundir acero con alto contenido de nitrógeno.
CN111235350A *	2019-11-20	2020-06-05	首钢水城钢铁（集团）有限责任公司	一种建筑钢筋冶炼过程中添加钒钛球的强化方法
CN111270126A *	2020-03-10	2020-06-12	阳春新钢铁有限责任公司	一种钒钛氮和钛氮复合微合金化hrb400e钢筋及其生产方法
CN111304404A *	2020-03-31	2020-06-19	鞍钢股份有限公司	一种用于真空感应炉氧化物冶金 的包芯线及使用方 法
CN111363986A *	2020-04-22	2020-07-03	河南金亿冠热能设备材料有限公司	一种cfb锅炉水冷壁防磨用导流板及其生产方法
CN111534751A *	2020-01-11	2020-08-14	武钢集团昆明钢铁股份有限公司	一种hrb400e超细晶高强韧直条抗震钢筋及其制备方法
CN112226682A *	2020-09-22	2021-01-15	石横特钢集团有限公司	一种螺纹钢钒微合金化生产工艺
CN111455282B *	2020-05-11	2021-03-16	武汉钢铁有限公司	采用短流程生产的抗拉强度≥1500MPa淬火配分钢 及方法
CN113897533A *	2021-10-13	2022-01-07	联峰钢铁（张家港）有限公司	一种600MPa级钒铌钛氮复合强化钢筋及其冶炼方 法
CN116694991A *	2023-05-26	2023-09-05	包头钢铁（集团）有限责任公司	一种钒钛微合金化hrb500e螺纹钢及其制备方法
CN117269449A *	2023-09-22	2023-12-22	湖南华菱涟源钢铁有限公司	一种螺纹钢中氮溶解度的测定方法
Family To Family Citations				

\* Cited by examiner, † Cited by third party, ‡ Family to family citation

## Similar Documents

Publication	Publication Date	Title
<a href="#">CN110257719A</a>	2019-09-20	一种铌钛微合金化hrb400级螺纹钢及其制造方法
<a href="#">CN111455262B</a>	2021-06-01	一种超细晶高强韧600MPa级抗震钢筋及其制备方法
<a href="#">CN101418363B</a>	2011-06-01	一种低碳高韧性x60/x65管线钢的生产方法
<a href="#">CN101311288B</a>	2010-05-26	一种1770MPa级桥梁斜拉索镀锌钢丝用盘条及其制造方法
<a href="#">CN102383042B</a>	2013-06-05	一种含铬氮微合金化hrb400e钢筋及其生产方法
<a href="#">CN104630625B</a>	2017-05-17	一种耐低温热轧h型钢及其制备方法
<a href="#">CN102409260A</a>	2012-04-11	一种具有良好低温韧性的压力容器用厚板及其生产方法
<a href="#">CN109097680B</a>	2020-07-28	一种使用50t中频感应炉冶炼制得的高锰高铝无磁钢板的制造方法
<a href="#">CN110408845A</a>	2019-11-05	一种钒微合金化热轧700MPa级高强度钢筋及其制备方法
<a href="#">CN110541108B</a>	2021-08-03	一种Nb、V复合700MPa级高强抗震钢筋用钢及其生产方法
<a href="#">CN108193136B</a>	2019-11-01	一种40Cr热轧圆钢及其生产方法
<a href="#">CN107236905A</a>	2017-10-10	600MPa级高强度低屈强比结构钢板及其制造方法
<a href="#">CN102796962A</a>	2012-11-28	铌钛硼微合金hrb600高强度抗震钢筋及其制备
<a href="#">CN101307414A</a>	2008-11-19	一种高性能含锰工程机械轮体用钢及其制备方法
<a href="#">CN109385576A</a>	2019-02-26	一种基于镁处理的低成本x65管线钢及其制造方法
<a href="#">CN111575587A</a>	2020-08-25	一种钒铬微合金化生产hrb600高强热轧带肋钢筋的方法
<a href="#">CN111471937B</a>	2021-09-14	一种低成本含铬q460mc钢板及其生产方法
<a href="#">CN101348881A</a>	2009-01-21	一种低成本高性能x70管线钢及生产方法
<a href="#">CN106811684B</a>	2019-07-19	屈服强度750Mpa级集装箱用热轧钢板及其制造方法
<a href="#">CN114015848A</a>	2022-02-08	一种针状铁素体型高强钢筋及其制备方法

CN109182904A	2019-01-11	一种钢筋混凝土用耐火钢筋及其制备方法
CN114855090A	2022-08-05	一种高强韧性风电齿轮钢及其制备方法
CN104131238B	2016-08-24	高成型高耐候极薄规格热轧钢板及其csp生产工艺
CN114107825A	2022-03-01	一种低碳当量含钛q420md钢板及其制备方法
CN118389937A	2024-07-26	一种公称直径40mm HRB600E含高铬钒高强度热轧抗震钢筋的制备方法

## Priority And Related Applications

### Priority Applications (1)

Application	Priority date	Filing date	Title
<a href="#">CN201910709676.0A</a>	2019-08-02	2019-08-02	一种铌钛微合金化hrb400级螺纹钢及其制造方法

### Applications Claiming Priority (1)

Application	Filing date	Title
<a href="#">CN201910709676.0A</a>	2019-08-02	一种铌钛微合金化hrb400级螺纹钢及其制造方法

## Legal Events

Date	Code	Title	Description
2019-09-20	PB01	Publication	
2019-09-20	PB01	Publication	
2019-10-22	SE01	Entry into force of request for substantive examination	
2019-10-22	SE01	Entry into force of request for substantive examination	
2020-07-17	CB02	Change of applicant information	<p><b>Address after:</b> No. 215, Wuchang Avenue, Hubei, Ezhou, Hubei</p> <p><b>Applicant after:</b> Baowu group Echeng Iron and Steel Co., Ltd</p> <p><b>Address before:</b> No. 215, Wuchang Avenue, Hubei, Ezhou, Hubei</p> <p><b>Applicant before:</b> WUHAN IRON AND STEEL GROUP ECHENG IRON AND STEEL Co.,Ltd.</p>

2020-07-17	CB02	Change of applicant information	
2021-07-30	RJ01	Rejection of invention patent application after publication	<b>Application publication date:</b> 20190920
2021-07-30	RJ01	Rejection of invention patent application after publication	

## Concepts ▲

machine-extracted

[Download](#) Filter table ▼

Name	Image	Sections	Count	Query match
► Steel		title,claims,abstract,description	148	0.000
► steel		title,claims,abstract,description	148	0.000
► titanium		title,claims,abstract,description	68	0.000
► niobium		title,claims,abstract,description	53	0.000
► manufacturing process		title,claims,abstract,description	36	0.000
► titanium		claims,abstract,description	74	0.000
► niobium		claims,abstract,description	54	0.000
► method		claims,abstract,description	52	0.000
► Argon		claims,abstract,description	50	0.000
► processing		claims,abstract,description	42	0.000
► Titanium		claims,abstract,description	35	0.000
► argon		claims,abstract,description	25	0.000
► refining		claims,abstract,description	25	0.000
► alloy		claims,abstract,description	23	0.000
► alloy		claims,abstract,description	23	0.000
► continuous casting		claims,abstract,description	20	0.000
► rubber tapping		claims,abstract,description	17	0.000
► Smelting		claims,abstract,description	16	0.000

rolling process	claims,abstract,description	16	0.000
Ferroniobium	claims,abstract,description	14	0.000
iron niobium	claims,abstract,description	14	0.000
Silicomanganese	claims,abstract,description	13	0.000
sulfur	claims,abstract,description	12	0.000
phosphorus	claims,abstract,description	10	0.000
heat treatment	claims,abstract,description	8	0.000
manganese	claims,abstract,description	6	0.000
impurity	claims,abstract,description	5	0.000
Atomic nitrogen	claims,description	61	0.000
nitrogen	claims,description	32	0.000
process	claims,description	23	0.000
blowing	claims,description	16	0.000
iron	claims,description	16	0.000
alloying	claims,description	12	0.000
water	claims,description	10	0.000
cooling	claims,description	9	0.000
Citrus aurantifolia	claims,description	8	0.000
Tilia x europaea	claims,description	8	0.000
lime	claims,description	8	0.000
slag	claims,description	8	0.000
stirring	claims,description	8	0.000
iron	claims,description	6	0.000
aluminium	claims,description	4	0.000
aluminium	claims,description	4	0.000

atomic oxygen	claims,description	4	0.000
biological transmission	claims,description	4	0.000
casting	claims,description	4	0.000
flushing procedure	claims,description	4	0.000
milling	claims,description	4	0.000
oxygen	claims,description	4	0.000
oxygen	claims,description	4	0.000
raw material	claims,description	4	0.000
soaking	claims,description	4	0.000
dinitrogen	claims	1	0.000
niobium atom	Resumen, descripción	17	0.000
recuperación	Resumen, descripción	12	0.000
Niobio-titanio	Resumen, descripción	5	0.000
carbón	Resumen, descripción	2	0.000
Niobio Titanio	abstracto	1	0.000
<a href="#">Mostrar todos los conceptos de la sección de descripción</a>			