

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910073968.6

[51] Int. Cl.

C22C 38/12 (2006.01)

C22C 33/06 (2006.01)

B22D 11/108 (2006.01)

[43] 公开日 2009年8月19日

[11] 公开号 CN 101509097A

[22] 申请日 2009.3.23

[21] 申请号 200910073968.6

[71] 申请人 唐山钢铁股份有限公司

地址 063016 河北省唐山市路北区滨河路9号唐钢技术中心知识产权科

共同申请人 河北钢铁集团有限公司

[72] 发明人 陈春生 王云阁 孔庆福 陈兴伟
齐长发 冯润明 周研 张晓光
张海芹 杨树

[74] 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务有限公司

代理人 曹淑敏 周晓萍

权利要求书1页 说明书4页

[54] 发明名称

一种 Q460 级低合金高强度角钢及生产工艺

[57] 摘要

一种 Q460 级低合金高强度角钢及生产工艺，属钢铁冶炼技术领域，用于解决提高电网铁塔用角钢的强度和冲击韧性问题。特别之处是其化学成分配比为：C 0.13~0.19%，Mn 1.30~1.50%，Si 0.30~0.50%，S、P≤0.040%，V%0.050~0.090，余量 Fe，Ceq≤0.46%。本发明生产工艺包括炼钢采用 VN 微合金化方式生产，连铸配合结晶器喂丝工艺，并通过控轧控冷工艺获得具有高强度、高冲击韧性的角钢。检测指标表明，本发明产品可达到高强度、高冲击韧性的要求，将其用于输变电铁塔制造，在保证强度和冲击韧性要求的前提下，可降低杆塔的厚度和尺寸，节省钢材用量，降低铁塔自重。

1. 一种 Q460 级低合金高强度角钢，其特征在于：化学成分配比如下：C 0.13~0.19%，Mn 1.30~1.50%，Si 0.30~0.50%，S、P \leq 0.040%，V% 0.050~0.090，余量 Fe， $C_{eq}\leq 0.46\%$ 。

2. 根据权利要求所述的 Q460 级低合金高强度角钢，其特征在于，力学性能指标如下：

屈服强度 Rel: > 450 Mpa

抗拉强度 Rm : 560~720 Mpa

断后伸长率 A: $\geq 23\%$ ：

冲击韧性 AKV: ≥ 34 J

180° 冷弯：厚度 a ≤ 16 mm 时 d=2a；厚度 a 为 16~35 mm 时 d=3a 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的 Q460 级低合金高强度角钢生产工艺，它包括炼钢、连铸、轧制工序，其特征在于：所述炼钢工序中采用 80VN 合金配 V 微合金化方式生产，合金加入顺序为 Si-Mn、80VN 合金，在出钢 1/3 时开始加入 80VN 合金，并在后续工序中吹氮气。

4. 根据权利要求 3 所述的 Q460 级低合金高强度角钢生产工艺，其特征在于：所述连铸工序采用结晶器喂铝丝工艺，喂入 $\phi 3$ mm 铝-稀土包芯线，连铸坯拉速为 1.19-1.24m/min，喂丝速度为 6~9m/min。

5. 根据权利要求 4 所述的 Q460 级低合金高强度角钢生产工艺，其特征在于：所述轧制工序中连铸坯加热温度均匀，阴阳面温度差不大于 50℃，加热段温度不超过 1250℃，开轧温度小于 1150℃。

一种 Q460 级低合金高强度角钢及生产工艺

技术领域

本发明型涉及一种低合金高强度钢及生产工艺，特别是屈服强度 460Mpa 级低合金高强度角钢及生产工艺，属钢铁冶炼技术领域。

背景技术

近年来，随着经济快速发展，各行业对电力需求日益增加，由此带来输变电铁塔及变电站钢结构用材的高峰。国家电网公司把铁塔强度升级作为一项推动输变电工程科技进步、降低成本的重要举措，明确提出在今后推广应用铁塔高强钢时要采用 Q420B 以上级别角钢。对此，相关钢铁企业不断研究探讨开发符合要求的低合金高强度钢，在满足电网发展的需求同时也可为企业创造了良好的经济效益。目前，低合金高强度钢常规冶炼技术是钒微合金化，按照这种常规技术冶炼的低合金高强度钢其冲击韧性难以达到较高指标，当将其用于电网输变电铁塔制造时，为保证强度和冲击韧性要求，需增加用材的厚度尺寸，使得铁塔自重增加，成本增加。因此，对于制造电网铁塔的低合金高强度钢亟需解决的问题是：在保证强度要求的同时，提高冲击韧性。

发明内容

本发明旨在解决已有技术之缺陷而提供一种用于输变电铁塔具有高强度、高冲击韧性的 Q460 级低合金高强度角钢及生产工艺。

本发明所称问题是由以下技术方案解决的：

一种 Q460 级低合金高强度角钢，特别之处是，化学成分配比如下：C 0.13~0.19%，Mn 1.30~1.50%，Si 0.30~0.50%，S、P \leq 0.040%，V% 0.050~0.090，余量 Fe，Ce_q \leq 0.46%。

上述 Q460 级低合金高强度角钢，力学性能指标如下：

屈服强度 Re_l：> 450 Mpa

抗拉强度 R_m：560~720 Mpa

断后伸长率 A： \geq 23 %：

冲击韧性 AKV: ≥ 34 J

180° 冷弯: 厚度 $a \leq 16$ mm 时 $d=2a$; 厚度 a 为 16~35 mm 时 $d=3a$ 。

上述 Q460 级低合金高强度角钢生产工艺, 它包括炼钢、连铸、轧制工序, 所述炼钢工序中采用 80VN 合金配 V 微合金化方式生产, 合金加入顺序为 Si-Mn、80VN 合金, 在出钢 1/3 时开始加入 80VN 合金, 并在后续工序中吹氮气。

上述 Q460 级低合金高强度角钢生产工艺, 所述连铸工序采用结晶器喂铝丝工艺, 喂入 $\phi 3$ mm 铝-稀土包芯线, 连铸坯拉速为 1.19-1.24m/min, 喂丝速度为 6~9m/min。

上述 Q460 级低合金高强度角钢生产工艺, 所述轧制工序中连铸坯加热温度均匀, 阴阳面温度差不大于 50°C, 加热段温度不超过 1250°C, 开轧温度小于 1150°C。

本发明产品 460 级低合金高强度角钢的主要化学成分设计中给出了碳当量的要求, 从而保证了角钢的可焊接性。本发明生产工艺以 VN 微合金化方式生产, 并配合结晶器喂丝工艺, 通过控轧控冷工艺获得具有高强度、高冲击韧性的角钢。其采用合理的 VN 配比, 降低微合金化成本; 采用结晶器喂铝丝工艺, 既能解决连铸堵塞大包及中间包水口问题, 又使钢水保持一定量的铝含量, 保证钢水夹杂物变性、减少钢中氧含量、细化铸坯晶粒, 从而保证钢材的冲击性能。本发明产品用于输变电铁塔制造, 在保证强度和冲击韧性要求的前提下, 可降低杆塔的厚度和尺寸, 节省钢材用量, 降低铁塔自重。

具体实施方式

本发明主要特点体现在如下三个方面: 1. 成分配比中突破《GB/T1591-1994 低合金高强度结构钢》及《YBT4163-2007 铁塔用热轧角钢》标准, 给出了碳当量的要求, 从而保证角钢的可焊接性要求。

2. 炼钢工序采用 VN 微合金化方式生产。一般来讲, N 在钢中是有害的元素, 在钢铁材料的冶金生产过程中, 除非采用极高成本的精炼脱除方式, 否则很难将其去除干净。普通钢铁结构材料, 氮元素在晶界等组织缺陷处聚集会产生时效现象, 使钢材的强度上升, 韧性下降。V 微合金化元素的固 N 作用, 可以清除氮元素引起的时效现象, 同时在钒钢中增氮可以促进钒的强化作用, 使 V 的析出物愈加弥散, 起到细化晶粒的作用。在钢铁材料中, V 与 N 有一个理想的化学配比, 即 1: 3.64。本发明采用的 80VN 合金配 V 微合金化生产, 使 V、N 比基本保持在理想配比范围。80VN 为市售产品, 这种合金中钒的质量分数为 80%, 氮的质量分数为 16%和碳的质量分数为 4%; 利用 80VN 进行钢的微合金

化处理，充分发挥了钢中氮的作用，由于 80VN 合金 V N 原子比稳定，还有合理的成分设计，再加上 V、N 的吸收率稳定，可保证 V、N 比基本保持在理想配比范围，既细化了晶粒又避免因氮含量多引发的时效。提高了钢的力学性能，还具有良好的经济效益。以该方法生产的高强角钢强度、冲击韧性明显高于常规 V 微合金化的同规格产品。

3.在连铸工序无保护浇注措施时采用结晶器喂铝丝，既能解决连铸堵塞大包及中间包水口问题，又使钢水保持一定量的铝含量，保证钢水夹杂物变性、减少钢中氧含量、细化铸坯晶粒，从而保证钢材的冲击性能。稳定、合适的喂丝速度是该工序的关键。喂丝速度由钢种 Al_s 要求量、铝丝单重（规格）、铸坯拉速、铸坯断面决定。上述参数有如下关系：

$$V_{\text{喂}}=V_{\text{拉}}MG/g$$

式中：V_喂-铝丝喂入速度，m/min；V_拉-拉坯速度，m/min；

M-铸坯单重，t/m；G-根据钢种含铝量要求设定的铝加入量，g/t；

g-铝丝单重，g/m。

考虑连铸机性能及坯型，V_拉控制在 1.19-1.24m/min，根据以上公式确定 V_喂在 6~9m/min。

以下提供几个实施例：

表 1：Q460 级低合金高强度角钢化学成分(wt%)及轧制规格(mm)

实施例	C	Mn	Si	S	P	V	Fe	Ceq	轧制规格
1	0.13	1.38	0.36	0.025	0.019	0.070	余量	0.38	160×14
2	0.16	1.40	0.41	0.027	0.027	0.080	余量	0.42	160×14
3	0.19	1.48	0.50	0.026	0.019	0.075	余量	0.46	160×14
4	0.15	1.30	0.35	0.030	0.024	0.050	余量	0.38	140×12
5	0.17	1.35	0.41	0.035	0.016	0.070	余量	0.42	140×12
6	0.18	1.45	0.37	0.022	0.020	0.085	余量	0.44	140×12
7	0.14	1.38	0.40	0.031	0.024	0.080	余量	0.39	125×10
8	0.19	1.50	0.30	0.022	0.020	0.090	余量	0.46	125×10

本发明主要生产工艺如下：转炉炼钢工序实施高拉碳、强制脱氧，采用包内脱氧及合金化，Si-Mn 合金配 Mn，Si 以 C-Si 补齐，用 Si-Ba-Ca 终脱氧，规定吨钢加入 1~1.2kg。为保证钢水均匀，充分去除夹杂，出钢全过程吹氮气，并保证出完钢后底吹时间大于 3 分钟。采用 80VN 合金配 V，为了充分利用钢包底部 Si-Mn 合金的脱氧作用以及钢包中钢水的冲击环流作用，出钢约 1/3 时开始加入 80VN，吨钢 1.21kg，注意稳定出钢量，可保

证 V-N 合金的加入量，并在后续工序中吹氮气，以避免 N 的局部富集。连铸工序控制中包液面高度，避免下渣，根据连铸坯断面确定拉速 1.19-1.24m/min。连铸时采用喂丝工艺，喂 ϕ 3mm 铝-稀土包芯线，在拉速为 1.19-1.24m/min 时对应的喂丝速度选择 6~9m/min。连铸坯加热温度均匀，阴阳面温度差不大于 50℃，加热段温度不超过 1250℃，开轧温度小于 1150℃。

按照上述方法生产的 Q460 级低合金高强度角钢机械性能见表 2:

表 2: 各实施例试样机械性能

实施 例	拉伸试验 ^a (N/mm ²)		断后 伸长 率 A (%)	冲击试验 ^a (V 型缺口) AKV (J)	180° 弯曲试验 ^a d: 弯心直径, a: 试样 厚度
	屈服强度 R _{el} ^b	抗拉强度 R _m		+20℃	d=3a
1	485	640	25	66	完好
2	530	650	27	46	完好
3	550	700	24.5	55	完好
4	510	625	25	55	完好
5	550	670	23	47	完好
6	555	705	23	34	完好
7	530	660	25	34	完好
8	565	700	24	35	完好