



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106636917 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(21)申请号 201611104442.6

(22)申请日 2016.12.05

(71)申请人 河钢股份有限公司承德分公司

地址 067000 河北省承德市双滦区滦河镇
金融广场A座520

(72)发明人 靳刚强 乔国平 韩春良 张俊粉
翁玉娟 马海峰

(74)专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所
有限公司 13108

代理人 陈丽

(51)Int.Cl.

G22C 38/04(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/12(2006.01)

G21D 8/08(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋及生
产方法

(57)摘要

本发明公开了一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋及其生产方法,其化学成分及其重量百分比为:C:0.23~0.30%,Si:0.5~0.8%,Mn:1.20~1.60%,V:0.15~0.20%, $P \leq 0.035\%$, $S \leq 0.030\%$,N:0.015~0.025%,其余为Fe和不可避免的杂质;其生产方法包括转炉或电炉冶炼、炉外精炼、连铸、铸坯加热、轧制和冷床空冷。本发明通过控制钢中的V、N含量,促进了V(C,N)细小颗粒的形成及析出,并对炼钢和轧钢工艺参数的严格控制,显著提高了钢筋的强度且具有一定的抗氢腐蚀能力,钢筋各项指标达到了抗震钢筋的要求,具有节能减排,安全环保的现实意义。

1. 一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋,其特征在于,所述钢筋化学成分及重量百分含量如下:C:0.23~0.30%,Si:0.5~0.8%,Mn:1.20~1.60%,V:0.15~0.20%, $P \leq 0.035\%$, $S \leq 0.030\%$,N:0.015~0.025%,其余为Fe和不可避免的杂质。

2. 根据权利要求1所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋,其特征在于,所述钢筋屈服强度630~720MPa,抗拉强度790~910MPa。

3. 根据权利要求1所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋,其特征在于,所述钢筋强屈比 ≥ 1.25 ,断后伸长率 $A \geq 15\%$,最大伸长率 $A_{gt} \geq 10\%$ 。

4. 基于权利要求1-3任意一项所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述生产方法包括转炉或电炉冶炼工序、炉外精炼工序、连铸工序、铸坯加热工序、轧制工序和冷床空冷工序。

5. 根据权利要求4所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述转炉或电炉冶炼工序,终点成分重量百分含量控制为 $C \geq 0.08\%$, $P \leq 0.020\%$,终点温度1650~1680℃。

6. 根据权利要求4所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述炉外精炼工序,精炼结束后保证软吹氩时间 $\geq 8\text{min}$,精炼起吊温度为1570~1590℃。

7. 根据权利要求4所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述连铸工序,采用连铸全程保护浇铸,中包稳定控制在1520~1540℃;拉速为1.7~1.9m/min;二冷比水量为0.9~1.3L/kg钢。

8. 根据权利要求4-7任意一项所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述铸坯加热工序,加热温度为 $1050 \pm 50\text{℃}$ 。

9. 根据权利要求4-7任意一项所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述轧制工序,开轧温度为1020~1080℃,终轧温度为950~1000℃。

10. 根据权利要求4-7任意一项所述的一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,其特征在于,所述转炉或电炉冶炼工序,出钢过程加入硅铁、氮化锰铁、硅锰合金和钒氮合金进行硅、锰、钒合金化;所述炉外精炼工序,精炼终点喂钙铁线进行钙处理。

一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋及生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,具体涉及一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋及生产方法。

背景技术

[0002] 随着建筑工业的迅速发展,城市市政工程和高层建筑等工程结构对钢筋性能的要求越来越高,建筑结构的安全性、抗震性问题引起了普遍关注,而提高建筑安全性和抗震性的关键是提高钢筋的强度和综合性能。在国家大力提倡节能减排、绿色环保的背景下,作为资源消耗大户的建筑业,普通强度钢筋作为建筑用钢主材的状况已无法满足建设发展的需要,发展低成本高性能钢筋并研究其工程应用已成为迫切需要解决的课题。因此,研制一种强度高和综合性能好的钢筋,是未来钢筋混凝土结构在建筑工程领域发展的必然趋势。多年来,我国为推广应用高强钢筋,采取了修订规范、开展示范工程等多项措施,但是高强钢筋在实际工程应用中仍存在许多问题。目前,与发达国家相比,我国建筑行业所用钢筋强度普遍低1~2个等级。因此,为了提高目前建筑业的整体水平,扭转我国建筑用钢落后的局面,推广和使用高强钢筋是我国建筑发展的必然趋势。

[0003] 与目前主要使用的HRB335、HRB400、HRB500级钢筋相比,可节约用钢量73.3%、44.4%和19.5%。同时推广应用高强钢筋还可以获得巨大的间接经济效益。高强材料的应用,可解决建筑结构中肥梁胖柱问题,这样不仅能增加建筑使用面积,也可以使结构设计更加灵活,提高建筑使用功能。此外,采用高强材料可以提高建筑质量,延长使用年限,减少维护使用费用。因此,研究开发强度高和综合性能好的高强抗震钢筋,是钢铁企业应对未来钢筋混凝土结构在建筑工程领域发展的必然趋势。

发明内容

[0004] 本发明提供一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋及生产方法,所生产的HRB600E钢筋具有强度高、塑韧性及抗震性能良好等特点,综合性能稳定,实现了节能环保的目的。

[0005] 本发明所采取的技术方案是:一种HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋,所述钢筋化学成分及重量百分含量如下:C:0.23~0.30%,Si:0.5~0.8%,Mn:1.20~1.60%,V:0.15~0.20%,P≤0.035%,S≤0.030%,N:0.015~0.025%,其余为Fe和不可避免的杂质。

[0006] 本发明所述钢筋屈服强度630~720MPa,抗拉强度790~910MPa。

[0007] 本发明所述钢筋强屈比 ≥ 1.25 ,断后伸长率 $A \geq 15\%$,最大伸长率 $A_{gt} \geq 10\%$,

本发明还提供一种上述HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,所述生产方法包括转炉或电炉冶炼工序、炉外精炼工序、连铸工序、铸坯加热工序、轧制工序和冷床空冷工序。

[0008] 本发明所述转炉或电炉冶炼工序,终点成分重量百分含量控制为 $C \geq 0.08\%$, $P \leq 0.020\%$,终点温度1650~1680℃。

[0009] 本发明所述炉外精炼工序,精炼结束后保证软吹氩时间 $\geq 8\text{min}$,精炼起吊温度为

1570~1590℃。

[0010] 本发明所述连铸工序,采用连铸全程保护浇铸,中包稳定控制在1520~1540℃;拉速为1.7~1.9m/min;二冷比水量为0.9~1.3L/kg钢。

[0011] 本发明所述铸坯加热工序,加热温度为1050±50℃。

[0012] 本发明所述轧制工序,开轧温度为1020~1080℃,终轧温度为950~1000℃。

[0013] 本发明所述转炉或电炉冶炼工序,出钢过程加入硅铁、氮化锰铁、硅锰合金和钒氮合金进行硅、锰、钒合金化;所述炉外精炼工序,精炼终点喂钙铁线进行钙处理。

[0014] 本发明还提供了上述HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的生产方法,包括转炉或电炉冶炼、炉外精炼、连铸、铸坯加热、轧制和冷床空冷。

[0015] 所述转炉或电炉冶炼步骤中,终点成分重量百分含量控制为C:≥0.08%,P≤0.020%,终点温度1650~1680℃,出钢过程加入硅铁、氮化锰铁、硅锰合金和钒氮合金进行硅、锰、钒合金化。

[0016] 炉外精炼步骤中,精炼终点喂钙铁线进行钙处理,精炼结束后保证软吹氩时间≥8min,精炼起吊温度为1570~1590℃。

[0017] 连铸步骤中,采用连铸全程保护浇铸,中包稳定控制在1520~1540℃;拉速为1.7~1.9m/min;二冷比水量为0.9~1.3L/kg钢。

[0018] 铸坯加热步骤中,加热温度为1050±50℃。

[0019] 轧制步骤中,开轧温度为1020~1080℃,终轧温度为950~1000℃。

[0020] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:

本发明通过对炼钢和轧钢工艺参数的严格控制,钢种化学成分稳定,波动范围较小,同时,向钢中加入氮化锰铁、钒氮合金进行合金化从而控制钢中的V、N含量,促进了V(C,N)细小颗粒的形成及析出,提高了钒在钢中的利用率,在热轧过程中阻止了奥氏体晶粒长大,具有较强的析出沉淀强化和细晶强化作用,显著提高了HRB600E抗震螺纹钢的强度且具有一定的抗氢腐蚀能力。

[0021] 本发明HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋具有强度高、塑韧性及抗震性能良好等特点,其中,屈服强度 $Re1$ 为630~720MPa,抗拉强度 Rm 为790~910MPa,强屈比≥1.25,断后伸长率 A ≥15%,最大伸长率 Agt ≥10%,达到了抗震钢筋要求。本发明的HRB600E抗震钢筋与400MPa、500MPa级抗震钢筋相比,由于强度提高,可节省钢材,降低排筋密度,降低建造成本,增加结构的强度,加大安全储备量,具有节能减排,安全环保的现实意义。

具体实施方式

[0022] 下面结合实施例对本发明做进一步地说明;

在实施例1-7中HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋的工艺流程为:转炉或电炉冶炼→炉外精炼→连铸→铸坯加热→轧制→冷床空冷,具体操作步骤为:

(1) 冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳的重量百分比控制在0.08~0.14%,磷的重量百分含量 P ≤0.020%,终点温度控制在1640~1680℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0023] (2) 炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,

并软吹氩8min以上,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1570~1590℃。

[0024] (3)连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1520~1540℃,拉速为1.7~1.9m/min,二冷比水量为0.9~1.3L/kg钢。

[0025] (4)铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1050±50℃温度下加热保温,控制开轧温度在1020~1080℃,终轧温度在950~1000℃。

[0026] (5)冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0027] 实施例1

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0028] 工艺流程如下:

(1)冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.10%,终点磷0.014%,终点温度控制在1650℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0029] (2)炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩10min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1580℃。

[0030] (3)连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1530℃,拉速为1.9m/min,二冷比水量为1.1L/kg钢。

[0031] (4)铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1050℃温度下加热保温,控制开轧温度在1020℃,终轧温度在950℃。

[0032] (5)冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0033] 实施例2

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0034] 工艺流程如下:

(1)冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.08%,终点磷0.018%,终点温度控制在1680℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0035] (2)炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩11min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1570℃。

[0036] (3)连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1525℃,拉速为1.8m/min,二冷比水量为1.0L/kg钢。

[0037] (4)铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1000℃温度下加热保温,控制开轧温度在1030℃,终轧温度在980℃。

[0038] (5)冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0039] 实施例3

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0040] 工艺流程如下:

(1) 冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.14%,终点磷0.015%,终点温度控制在1670℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0041] (2) 炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩9min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1590℃。

[0042] (3) 连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1535℃,拉速为1.9m/min,二冷比水量为0.9L/kg钢。

[0043] (4) 铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1100℃温度下加热保温,控制开轧温度在1025℃,终轧温度在1000℃。

[0044] (5) 冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0045] 实施例4

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0046] 工艺流程如下:

(1) 冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.08%,终点磷0.012%,终点温度控制在1660℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0047] (2) 炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩8min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1575℃。

[0048] (3) 连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1540℃,拉速为1.7m/min,二冷比水量为1.3L/kg钢。

[0049] (4) 铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1080℃温度下加热保温,控制开轧温度在1045℃,终轧温度在990℃。

[0050] (5) 冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0051] 实施例5

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0052] 工艺流程如下:

(1) 冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.14%,终点磷0.020%,终点温度控制在1665℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0053] (2) 炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩12min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1570℃。

[0054] (3) 连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1528℃,拉速为1.8m/min,二冷比水量为1.2L/kg钢。

[0055] (4) 铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1030℃温度下加热保温,控制开轧温度在1040℃,终轧温度在960℃。

[0056] (5) 冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0057] 实施例6

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0058] 工艺流程如下:

(1) 冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.12%,终点磷0.013%,终点温度控制在1655℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0059] (2) 炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩10min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1575℃。

[0060] (3) 连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1520℃,拉速为1.7m/min,二冷比水量为1.0L/kg钢。

[0061] (4) 铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1090℃温度下加热保温,控制开轧温度在1080℃,终轧温度在965℃。

[0062] (5) 冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0063] 实施例7

HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋化学成分及百分含量见表1,性能参数见表2。

[0064] 工艺流程如下:

(1) 冶炼:将铁水与废钢、造渣料等一起进行脱碳脱磷冶炼,终点碳0.13%,终点磷0.014%,终点温度控制在1675℃,出钢过程中加入氮化锰铁、硅铁、硅锰合金和钒氮合金进行锰、硅和钒合金化,出钢过程全程吹氩搅拌。

[0065] (2) 炉外精炼:将步骤(1)钢水送至LF炉进行精炼,对钢水温度、成分进行精细化控制,精炼全过程底吹氩搅拌,促进夹杂物上浮,精炼终点对钢液喂钙铁线调节夹杂物类型,并软吹氩14min,促进夹杂物上浮,改善钢材性能;精炼起吊温度为1585℃。

[0066] (3) 连铸:将步骤2送往连铸中间包,连铸全程保护浇铸,中包温度控制在1538℃,拉速为1.9m/min,二冷比水量为1.2L/kg钢。

[0067] (4) 铸坯加热及轧制:将步骤3铸坯在1020℃温度下加热保温,控制开轧温度在1070℃,终轧温度在995℃。

[0068] (5) 冷床空冷:将所得钢材在步进式冷床上自然空冷,之后根据要求进行定尺剪切、入库。

[0069] 实施例1-7的HRB600E钢成分见表1。

[0070] 表1 实施例1-7的HRB600E钢成分/%

编号	规格	C	Si	Mn	P	S	V	N
实施例1	Φ18	0.24	0.55	1.48	0.017	0.006	0.156	0.0196
实施例2	Φ22	0.25	0.60	1.32	0.023	0.012	0.158	0.0187

实施例3	Φ25	0.25	0.66	1.51	0.019	0.015	0.164	0.0215
实施例4	Φ28	0.26	0.76	1.56	0.015	0.008	0.178	0.0236
实施例5	Φ32	0.27	0.72	1.54	0.024	0.004	0.188	0.0223
实施例6	Φ18	0.23	0.50	1.60	0.035	0.009	0.200	0.025
实施例7	Φ22	0.30	0.80	1.20	0.025	0.030	0.150	0.015

对实施例1-7的HRB600E钢筋进行性能检测,检测结果见表2;

表2 实施例1-7的HRB600E钢筋性能

编号	规格	Re1/MPa	Rm/MPa	Rm/Re1	Re1/Re1 ⁰	A/%	Agt/%
实施例1	Φ18	630	800	1.27	1.05	17	15
实施例2	Φ22	655	825	1.26	1.09	19	13
实施例3	Φ25	680	870	1.28	1.13	16	11
实施例4	Φ28	700	890	1.27	1.17	20	16
实施例5	Φ32	720	910	1.26	1.20	18	12.5
实施例6	Φ18	634	812	1.28	1.06	19	14
实施例7	Φ22	712	905	1.27	1.18	16	12

由表2可知,本发明HRB600E含钒高强度热轧抗震钢筋具有强度高、塑韧性及抗震性能良好等特点,其中,屈服强度Re1为630~720MPa,抗拉强度Rm为790~910MPa,强屈比 ≥ 1.25 ,断后伸长率 $A \geq 15\%$,最大伸长率 $Agt \geq 10\%$,达到了抗震钢筋要求。