



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101487098 B

(45) 授权公告日 2010.09.01

(21) 申请号 200910300492.5

C21C 7/10(2006.01)

(22) 申请日 2009.02.20

B22D 11/11(2006.01)

B22D 11/115(2006.01)

(73) 专利权人 攀钢集团研究院有限公司

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
天朗路1号

审查员 彭梅香

专利权人 攀枝花钢铁(集团)公司

攀枝花新钢钒股份有限公司

(72) 发明人 柯晓涛 雷秀华 邓通武 陈永

曾建华 代华云

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所 51124

代理人 武森涛

(51) Int. Cl.

C22C 38/14(2006.01)

C22C 33/04(2006.01)

C21C 5/28(2006.01)

C21C 7/072(2006.01)

C21C 7/076(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

一种 N80 钢管用管坯及其制造方法

(57) 摘要

本发明属于管坯技术领域,涉及 N80 级钢管用管坯及其制造方法。本发明所要解决的技术问题是提供一种成本较低并具有较高性能的大规格非调质 N80 级钢管用管坯,其化学成分(wt%)为 C:0.36~0.41%,Si:0.30~0.50%,Mn:1.60~1.80%,V:0.06~0.12%,Nb:0.03~0.05%,Ti:0.01~0.04%,其余为 Fe 和杂质,制造方法包括转炉冶炼、炉外精炼、大方坯连铸和大规格管坯轧制步骤。本发明的管坯在热轧状态满足 API 标准要求,轧制得到的钢管达到非调质 N80 级钢管的性能要求。

1. N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:管坯的化学成分以重量百分比计为 C: 0.36 ~ 0.41%, Si :0.30 ~ 0.50%, Mn :1.60 ~ 1.80%, V :0.06 ~ 0.12%, Nb :0.03 ~ 0.05%, Ti :0.01 ~ 0.04%, 其余为 Fe 和杂质;制造方法包括以下步骤:

a、转炉冶炼:以脱硫铁水为原料冶炼,终点碳 0.03% ~ 0.25%, 出钢温度 1650 ~ 1750°C, 出钢初期加入脱氧剂进行预脱氧, 然后加入合金调整铁水成分, 出钢时间 \geq 4min; 出钢完后进行钢包吹氩, 同时向钢液内喂 Al 线进行二次脱氧;

b、炉外精炼:通过钢包底部吹氩初步精炼去除夹杂和脱气;钢水进入 LF 电加热工位后,先加热化渣,然后加高碱度精炼渣进行精炼,再加热至钢水温度为 1600 ~ 1615°C 时出站;钢水进入 RH 真空处理工位进行真空处理 12 ~ 15min, 采用提升氩气流量为 1200 ~ 1400NL/min, 其间加入合金调整钢水成分, 均匀化时间 5 ~ 10min, 真空处理结束时钢水温度控制为 1570 ~ 1585°C;

c、大方坯连铸:采用大方坯连铸机全程保护浇铸, 中包目标温度:1530 ~ 1550°C, 铸坯拉速:0.4 ~ 0.7m/min, 目标拉速 0.6m/min;

d、大规格管坯轧制:连铸坯加热至 1260 ~ 1300°C, 均热温度 1240 ~ 1280°C, 轧制成所需规格的圆管坯, 经热锯切、堆垛缓冷即得。

2. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:步骤 a 脱硫铁水成分为 C :4.73%、Si :0.134%、Mn :0.24%、P :0.067%、S :0.018%、其余为 Fe。

3. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:步骤 a 铁水入炉时温度为 1230 ~ 1500°C, 脱氧剂成分为 FeSi :15%、CaC₂ :85%, 二次脱氧时 Al 线用量为 200 ~ 300 米。

4. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:步骤 b 高碱度精炼渣的主要成分为 CaO :65%、Al₂O₃ :1%、SiO₂ :4%、MgO :3%、CaF₂ :10%, 用量为 700 ~ 900kg。

5. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:钢水真空处理时,真空度 \leq 3mbar 的处理时间为 10 ~ 15min。

6. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:步骤 c 铸坯断面尺寸为 360mm × 450mm。

7. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:步骤 c 浇铸过程采用结晶器电磁搅拌,电磁搅拌参数为 600A, 2.4Hz。

8. 根据权利要求 1 所述 N80 级钢管用管坯的制造方法,其特征在于:步骤 d 加热器为蓄热步进式加热炉。

一种 N80 钢管用管坯及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于管坯技术领域,特别涉及 N80 级管坯及其制造方法。

背景技术

[0002] 根据 API 标准要求, N80 级石油钢管(包括套管和油管)除硫、磷含量外,对其它化学成分不作要求,只规定了力学性能指标(如屈服强度 552 ~ 758MPa,抗拉强度不小于 689MPa,纵向 V 型冲击功不小于 23J,横向 V 型冲击功不小于 15J),对是否进行热处理也未作规定。因此,各钢厂一般都通过设计不同的化学成分组合的管坯来满足对钢管性能的要求,或者通过正火或正火 + 回火等热处理手段在由管坯制造钢管过程中改善力学性能,以满足 API 标准的要求。

[0003] 公开号为 CN1088998A 的专利介绍了一种利用微钙合金化原理设计的高韧性高强度石油钢管用管坯,其化学成分为 (wt%) C : 0.25 ~ 0.50, Si : 0.15 ~ 0.35, Mn : 1.0 ~ 1.4, Cr : 0.3 ~ 0.6, Al : 0.01 ~ 0.05, Ca : 0.005, 以及少量 Cu、Mo、Ni,特征是采用 Cr 强化手段,配合 Ca 处理改善钢的夹杂物形貌以提高韧性。

[0004] 公开号为 CN101020986A 的专利介绍了一种非调质钢生产 N80 钢级管坯及其工艺,其设计的化学成分为 (wt%) C : 0.34 ~ 0.38, Si : 0.25 ~ 0.35, Mn : 1.65 ~ 1.85, V : 0.08 ~ 0.12, N : 0.0130 ~ 0.0145, Ti : 0.015 ~ 0.025, Al : 0.02 ~ 0.05,其特征是采用 V、N 微合金化方式来提高钢的强度。

[0005] 公开号为 CN1940368A 的专利介绍了一种 N80 1 外加厚油管管坯及其制造方法,其化学成分为 (wt%) C : 0.32 ~ 0.42, Si : 0.2 ~ 0.7, Mn : 1.20 ~ 1.65, V : 0.05 ~ 0.20, N : 0.010 ~ 0.025,特征也是采用 V、N 微合金化方式来提高钢的强度。

[0006] 公开号为 CN1502425A 的专利介绍了一种高性能无缝钢管的制造方法,其管坯化学成分为 (wt%) C : 0.22 ~ 0.40, Si : 0.1 ~ 0.5, Mn : 1.0 ~ 2.0, V : 0.05 ~ 0.25, N : 0.015 ~ 0.030, Al : 0.005 ~ 0.05,还可加入 Mo、Nb、Ti 等合金元素,其特征是采用了多元微合金元素组成来达到强化的目的。

[0007] 公开号为 CN1532300A 专利介绍了一种非调质无缝钢管,其管坯化学成分为 (wt%) C : 0.10 ~ 0.20, Si : 0.05 ~ 0.10, Mn : 0.5 ~ 2.5, Cr : 0.5 ~ 1.5, V : 0.03 ~ 0.30, N : 0.001 ~ 0.020, Al : 0.003 ~ 0.10,此外可以添加 Ni、Mo、Cu、B 中的 1 种或 2 种, Ti、Nb 中的 1 种或 2 种,特征也是采用了多元微合金元素组成来达到强化的目的。

[0008] 从以上公布专利的管坯化学成分设计原理来看,可分为两类,一是以 V、N 微合金化技术为主的,除常规元素外基本不含其它强化元素,如公开号 CN101020986A 和 CN1940368A 专利;另一类是含 Cr 的多元合金化方案,其中可以含 V、N、Cu、Mo、Ni、B、Ti、Al、Nb 等中的 1 种或几种,如公开号 CN1088998A 和 CN1532300A 专利。因此可以看出 N80 级石油管只通过管坯化学成分的优化组合,取消后部热处理同样可以达到钢管规定的力学性能要求,即采用所谓的非调质钢生产技术生产 N80 级石油管已成为发展趋势。但目前还未出现化学成分简单、成本低并同时具有较高性能的非调质 N80 级管坯。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的第一个技术问题是提供一种成本低并且具有较高性能的 N80 级钢管用管坯。

[0010] 本发明的 N80 级钢管用管坯的化学成分 (wt%) 为 C:0.36 ~ 0.41%, Si:0.30 ~ 0.50%, Mn:1.60 ~ 1.80%, V:0.06 ~ 0.12%, Nb:0.03 ~ 0.05%, Ti:0.01 ~ 0.04%, 其余为 Fe 和杂质;杂质为 P、S 等。

[0011] 本发明通过 V、Nb 固溶析出原理和复合强化手段提高了 N80 级钢管用管坯的性能,使其在热轧状态满足 API 标准要求,轧制得到的钢管达到大规格非调质 N80 级钢管的性能要求。此外本发明的管坯简化了合金元素组成(减少了 N 元素的添加),降低了成本较高的 V 元素含量,大大降低了生产成本,属于低成本 N80 级钢管用管坯。

[0012] 本发明所要解决的第二个技术问题是提供上述 N80 级石油钢管用管坯的制造方法。

[0013] 具体包括以下步骤:

[0014] a、转炉冶炼:以脱硫铁水为原料冶炼,终点碳 $\geq 0.05\%$,出钢温度 $\geq 1670^\circ\text{C}$,出钢初期加入脱氧剂进行预脱氧,然后加入合金调整铁水成分,出钢时间 $\geq 4\text{min}$;

[0015] 出钢完后进行钢包吹氩,氩气流量以控制钢液不大翻为宜,同时向钢液内喂 Al 线进行二次脱氧,以尽可能降低钢液氧活度。

[0016] b、炉外精炼:通过钢包底部吹氩的初步精炼去除夹杂和脱气;钢水进入 LF 工位后,先加热化渣,然后加高碱度精炼渣进行精炼,再加热至钢水温度为 $1600 \sim 1615^\circ\text{C}$ 时出站;

[0017] 钢水提升氩气流量至 $1200 \sim 1400\text{NL}/\text{min}$ 进行真空处理 $\geq 12\text{min}$,加入合金调整钢水成分,均匀化时间 $\geq 5\text{min}$,结束时钢水温度控制为 $1570 \sim 1585^\circ\text{C}$ 。

[0018] c、大方坯连铸:采用大方坯连铸机全程保护浇铸,中包目标温度: $1530 \sim 1550^\circ\text{C}$,铸坯拉速: $0.4 \sim 0.7\text{m}/\text{min}$,目标拉速 $0.6\text{m}/\text{min}$ 。

[0019] d、大规格管坯轧制:连铸坯加热至 $1260 \sim 1300^\circ\text{C}$,均热温度 $1240 \sim 1280^\circ\text{C}$,轧制成所需规格的圆管坯,热锯切、轧制圆钢后堆垛缓冷即得。

[0020] 进一步的,步骤 a 脱硫铁水成分为 C:4.73%、Si:0.134%、Mn:0.24%、P:0.067%、S:0.018%、其余为 Fe。铁水入炉时温度为 1235°C ,脱氧剂成分为 FeSi:15%、 CaC_2 :85%。所述合金为 Fe-Mn、Si-Mn、Fe-V、Fe-Nb 合金等。二次脱氧时 Al 线用量为 300 米。

[0021] 步骤 b 高碱度精炼渣成分为 CaO :65%、 Al_2O_3 :1%、 SiO_2 :4%、 MgO :3%、 CaF_2 :10%,用量为 $700 \sim 900\text{kg}$ 。钢水真空处理时真空度小于 3mbar 的处理时间应大于 10min。

[0022] 步骤 c 铸坯断面尺寸为 $360\text{mm} \times 450\text{mm}$ 。浇铸过程采用结晶器电磁搅拌,电磁搅拌参数为 600A,2.4Hz,采用动态轻压下模式。

[0023] 步骤 d 加热器为蓄热步进式加热炉。

[0024] 本发明方法采用大型氧气顶吹转炉冶炼、LF 精炼、RH 真空处理、大方坯连铸和大型型钢轧机轧制大规格圆管坯(最大 $\phi 350\text{mm}$),可以满足大规格无缝钢管生产的需要。

具体实施方式

[0025] 本发明的钒铌微合金化非调质 N80 级石油管用管坯采用以下工艺流程制造：

[0026] 转炉冶炼→炉后吹氩→LF 精炼→RH 真空处理→大方坯连铸→步进式加热炉加热连铸坯→轧制成材。

[0027] 实施例 1 非调质 N80 级石油管用管坯的制造

[0028] 转炉冶炼：采用脱硫铁水为原料进行钢的冶炼，铁水重量为 135 吨，入炉铁水成分为 C：4.73%、Si：0.134%、Mn：0.24%、P：0.067%、S：0.018%、其余为 Fe，入炉铁水温度为 1235℃。冶炼结束时的终点 C 为 0.082%，转炉出钢温度为 1695℃，出钢初期根据出钢碳含量加入 200～400kg 的 P1 脱氧剂（成分为 FeSi：15%、CaC₂：85%）进行预脱氧，出钢到 1/3 时依次加入 Fe-Mn、Si-Mn、Fe-V、Fe-Nb、Fe-Ti 合金，出钢到 2/3 时加完，出钢时间≥4min。

[0029] 出钢完后进行钢包吹氩，氩气流量以控制钢液不大翻为宜，同时向钢液内喂 300 米 Al 线进行二次脱氧，以尽可能降低钢液氧活度。

[0030] 炉外精炼：精炼工艺包括钢包吹氩，LF 精炼，RH 真空脱气处理。通过初步精炼（钢包底部吹氩）脱气并去除夹杂；钢水进入 LF 工位后，先加热化渣，然后加 800kg 高碱度精炼渣（成分为 CaO：65%、Al₂O₃：1%、SiO₂：4%、MgO：3%、CaF₂：10%、其它 17%）进行精炼，再加热，出站时钢水温度为 1613℃。

[0031] 钢水进入 RH 真空脱气工位进行钢液脱气和成分微调。提升气体氩气流量为 1235NL/min，真空纯处理时间为 13min，真空度≤3mbar 的处理时间为 10.5min。真空处理后期加入合金对成分进行调整，均匀化时间为 6min。真空处理结束后钢水温度为 1582℃。

[0032] 大方坯连铸：采用铸坯断面尺寸为 360mm×450mm 的大方坯连铸机浇注。全程保护浇铸。中包目标温度：1530～1550℃，铸坯拉速：0.4～0.7m/min，目标拉速 0.6m/min，采用中低碳钢结晶器保护渣（成分为 SiO₂：33%、CaO：35%、Al₂O₃：5%、F⁻：10%、MgO：8%、C：5%、其它：4%）以保证铸坯表面质量。浇铸过程采用结晶器电磁搅拌，参数为 600A，2.4Hz，采用动态轻压下模式。

[0033] 大规格管坯轧制：采用蓄热步进式加热炉对连铸坯进行加热，加热温度 1280℃，均热温度 1265℃，大型 950 轧机轧制成材，轧制规格 φ350mm 圆钢。热锯机锯切定尺，台架冷却方式收集。制得的管坯产品特征如下：

[0034] 表 1 产品除铁外还含有以下化学成分 /wt%

[0035]

C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Ti
0.37	0.40	1.66	0.017	0.004	0.08	0.04	0.026

[0036] 制得产品的化学成分在所述 N80 级钢管用管坯的化学成分范围内，符合要求。

[0037] 表 2 低倍评级 / 级

[0038]

类别	一般疏松	中心疏松	中间裂纹	中心裂纹	其它
产品评级	1.0	1.0	1.5	1.0	无

类别	一般疏松	中心疏松	中间裂纹	中心裂纹	其它
技术标准要求	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0	无

[0039] * 其它是指低倍缺陷,如缩孔、白点等。

[0040] 从低倍评级结果看,制得产品的低倍评级完全满足管坯技术条件的要求,表明管坯质量良好。

[0041] 表 3 非金属夹杂评级 / 级

[0042]

类别	A 类	B 类	C 类	D 类
产品评级	0.5	0.5	1.0	0.5
技术标准要求	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0

[0043] 由表 3 可以看出制得的管坯非金属夹杂评级均满足技术要求,表明钢质纯净,内部质量良好,满足生产大规格无缝钢管的要求。

[0044] 前述制得的管坯产品可以采用常规生产方法进一步得到大规格非调质 N80 级无缝钢管,其力学性能指标均符合 API 标准要求。

[0045] 实施例 2

[0046] 转炉冶炼:采用脱硫铁水为原料进行钢的冶炼,铁水重量为 138 吨,入炉铁水成分为 C:4.30%、Si:0.37%、Mn:0.22%、P:0.063%、S:0.022%、其余为 Fe,入炉铁水温度为 1334℃。冶炼结束时终点 C 为 0.06%,转炉出钢温度为 1705℃,出钢初期根据出钢碳含量加入 200~400kg 的 P1 脱氧剂(成分为 FeSi:15%、CaC₂:85%)进行预脱氧,出钢到 1/3 时依次加入 Fe-Mn、Si-Mn、Fe-V、Fe-Nb、Fe-Ti 合金,出钢到 2/3 时加完,出钢时间 ≥ 4min。

[0047] 出钢完后进行钢包吹氩,氩气流量以控制钢液不大翻为宜,同时向钢液内喂 300 米 Al 线进行二次脱氧,以尽可能降低钢液氧活度。

[0048] 炉外精炼:精炼工艺包括钢包吹氩,LF 精炼,RH 真空脱气处理。通过初步精炼(钢包底部吹氩)脱气并去除夹杂;钢水进入 LF 工位后,先加热化渣,然后加 800kg 高碱度精炼渣(成分为 CaO:65%、Al₂O₃:1%、SiO₂:4%、MgO:3%、CaF₂:10%、其它 17%)进行精炼,再加热。出站时钢水温度为 1615℃。

[0049] 钢水进入 RH 真空脱气工位进行钢液脱气和成分微调。提升气体氩气流量为 1230NL/min,真空纯处理时间为 14min,真空度 ≤ 3mbar 的处理时间为 11min。真空处理后对成分进行调整,合金加入后均匀化时间为 5min。真空处理结束后钢水温度为 1580℃。

[0050] 大方坯连铸:采用铸坯断面尺寸为 360mm×450mm 的大方坯连铸机浇注。全程保护浇铸。浇铸过程采用结晶器电磁搅拌,参数为 600A,2.4Hz,目标拉速 0.6m/min,采用中低碳钢结晶器保护渣(成分为 SiO₂:32%、CaO:37%、Al₂O₃:4%、F⁻:10%、MgO:8%、C:5%、其它 4%)以保证铸坯表面质量。

[0051] 大规格管坯轧制:采用蓄热步进式加热炉对连铸坯进行加热,加热温度 1285℃,均热温度 1260℃,大型 950 轧机轧制成材,轧制规格 φ350mm 圆钢。热锯机锯切定尺,台架

冷却方式收集。制得的管坯产品特征如下：

[0052] 表 4 产品除铁外还含有以下化学成分 /wt%

[0053]

C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Ti
0.38	0.38	1.67	0.013	0.006	0.08	0.05	0.029

[0054] 表 5 低倍评级 / 级

[0055]

类别	一般疏松	中心疏松	中间裂纹	中心裂纹	其它
产品评级	0.5	1.5	1.0	无	无
技术标准要求	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0	无

[0056] * 其它是指低倍缺陷,如缩孔、白点等。

[0057] 从低倍评级结果看,制得产品的低倍评级完全满足管坯技术条件的要求,表明管坯质量良好。

[0058] 表 6 非金属夹杂评级 / 级

[0059]

类别	A 类	B 类	C 类	D 类
产品评级	0.5	0.5	1.0	1.0
技术标准要求	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0

[0060] 由表 6 可以看出制得管坯的非金属夹杂评级均满足技术要求,表明钢质纯净,内部质量良好,满足生产大规格无缝钢管的要求。

[0061] 前述制得的管坯产品可以采用常规生产方法进一步得到大规格非调质 N80 级无缝钢管,其力学性能指标均符合 API 标准要求。