



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102618782 B

(45) 授权公告日 2013.12.25

(21) 申请号 201210090957.0

审查员 连速

(22) 申请日 2012.03.30

(73) 专利权人 莱芜钢铁集团有限公司

地址 271104 山东省莱芜市钢城区府前大街  
99号

(72) 发明人 付常伟 袁鹏举 张思勋 韩蕾蕾  
邓存善 郭跃华 霍喜伟 刘春伟  
朱京军 方金林 高祥明 孔令坤  
孙晓庆

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限  
公司 11286

代理人 郭鸿禧 薛义丹

(51) Int. Cl.

G22C 38/12(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102041432 A, 2011.05.04,

CN 102330023 A, 2012.01.25, 全文.

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种大规格 Z 向 H 型钢及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种大规格 Z 向 H 型钢及其制备方法,所述大规格 Z 向 H 型钢的化学成分的重量百分数为:C 0.12~0.22%、Si 0.10~0.40%、Mn 1.1~1.50%、P ≤ 0.020%、S < 0.008%、V 0.02~0.05%,其余为铁和微量杂质。本发明主要通过降低硫含量,仅添加微量 V 进行合金化,没有添加其他的元素,连铸过程采用浸入式扁平水口全保护浇铸,轧后不控冷且不需进行热处理。因异型坯连铸机的复杂性,不采用铝脱氧。因此,完成大规格 Z 向 H 型钢的成分设计及生产。

1. 一种大规格 Z 向 H 型钢的制备方法,所述制备方法包括铁水预脱硫、转炉冶炼、LF 精炼、异型坯全保护连铸、轧制,其特征在于,

1) 铁水预脱硫:脱硫后保证铁水中的硫含量为 $\leq 0.007\text{wt}\%$ ;

2) 转炉冶炼:采用顶底复吹转炉冶炼,采用低硫炼钢渣料且 $S \leq 0.07\text{wt}\%$ ;

3) LF 精炼:精炼过程中先充分搅拌化渣,造黄白渣,确保终渣碱度大于 2.4,精炼时间 $\geq 52\text{min}$ ;

4) 异型坯全保护连铸:采用浸入式扁平水口全保护浇铸;

5) 轧制,其中,加热炉的均热温度为 $1240 \sim 1270^\circ\text{C}$ ,开轧温度在翼缘外侧为 $1170^\circ\text{C}$ 、在腹板中央为 $1150^\circ\text{C}$ ,终轧温度在翼缘外侧为 $950^\circ\text{C}$ 、在腹板中央为 $830^\circ\text{C}$ ,在精轧完成后不进行水冷控制且不进行热处理而在冷床自然冷却以得到所述大规格 Z 向 H 型钢,

其中,制备的耐低温结构用热轧 H 型钢的化学成分的重量百分数为 $\text{C}0.12 \sim 0.22\%$ 、 $\text{Si}0.10 \sim 0.40\%$ 、 $\text{Mn}1.1 \sim 1.50\%$ 、 $\text{P} \leq 0.020\%$ 、 $\text{S} < 0.008\%$ 、 $\text{V}0.02 \sim 0.05\%$ ,其余为铁和微量杂质。

2. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于在转炉冶炼步骤中,采用大渣量低枪位操作,吹炼过程,采用低硫炼钢渣料且 $S \leq 0.07\text{wt}\%$ ,渣料分两批加入且首批加入 $2/3$ 渣料;钢包采用底吹良好的红净钢包,烘烤温度 $\geq 800^\circ\text{C}$ ;采用硅锰、中锰、钒氮进行合金化;钢水中合金元素的目标值按相应元素范围的中间值控制;采用硅钙钡脱氧,加入量 $1.5 \sim 2.0\text{kg/t}$ 钢;出钢过程中加入合成渣 $6\text{--}10\text{kg/t}$ 钢;当钢水出至 $1/4$ 时开始均匀、依次加入硅锰、中锰、硅钙钡、钒氮合金,钢水出至 $3/4$ 时加完,合金对准钢流冲击区加入。

3. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于 LF 精炼步骤还包括精炼软吹氩之前喂 CaFe 线,CaFe 线喂入量为 $100 \sim 150\text{m/炉}$ ;精炼后保持渣面微动小氩气量搅拌 $12\text{min}$ 以上,确保终渣碱度大于 2.4,精炼时间 $\geq 52\text{min}$ ,

其中,所述渣面微动小氩气量是指氩气流量为 $50\text{--}150\text{NL/min}$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于在连铸步骤中,中间包烘烤温度为 $1100^\circ\text{C}$ ,结晶器对弧,使用浸入式水口全保护保护浇注,

其中,二冷采用弱冷,结晶器采用非正弦振动,中间包采用低碳碱性覆盖剂,覆盖剂加入量为 $1 \sim 1.5\text{kg/t}$ 钢,液相线温度为 $1511^\circ\text{C}$ ,中间包过热度按 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 控制,中包第一炉温度控制在 $1540 \sim 1550^\circ\text{C}$ ,连浇炉次控制在 $1530 \sim 1540^\circ\text{C}$ ,铸坯规格为 $555\text{mm} \times 440\text{mm} \times 90\text{mm}$ ,拉速为 $0.8 \sim 0.9\text{m/min}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于轧材的规格为 $\text{H}300 \times 300\text{H}$ 型钢。

## 一种大规格 Z 向 H 型钢及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术,属于低合金 Z 向 H 型钢,具体涉及一种大规格 Z 向 H 型钢及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着建筑用 H 型钢使用的不断大型化,对使用的钢铁材料提出了更高的要求。目前,建筑用 H 型钢均无 Z 向性能要求,当承载较大 Z 向载荷时,安全性能将大幅降低。

[0003] 大规格 Z 向 H 型钢主要应用于具有抗震要求的建筑、桥梁、电站设备、水利、能源、化工、起重运输机械及其他较高抗震要求的钢结构。此钢材夹杂的非金属材质少,具有较高的 Z 向性能。同时,产品一次热轧成型,不需焊接,可提高整体钢结构的综合性能。

[0004] 近年来,国内 Z 向钢板生产技术日渐成熟,已经形成规模化生产,但是因 H 型钢生产的特殊性,在大规格 H 型钢生产过程中,连铸、轧制、轧后冷却以及轧后热处理等工序无法达到板材生产的控制水平,限制了大规格 Z 向 H 型钢的生产,严重制约了我国建筑用高品质 H 型钢的发展。因此,开发一种工艺相对简单、并易于实现稳定生产的 H 型钢生产方法,实现大规格 Z 向 H 型钢生产,已成为我国高品质建筑用钢发展亟待解决的问题。

[0005] 中国发明专利申请 CN1106070(申请号 94110049.9)公开了一种耐低温可焊接细晶粒厚度方向钢板,此发明涉及一种用于造船、锅炉、压力容器行业的耐低温可焊接细晶粒厚度方向钢板,其成分按重量百分比计为:C 0.12~0.17%、Mn 1.20~1.70%、Si 0.30~0.50%、P 0.015%、S ≤ 0.005%、V 0.02~0.04%、Cu 0.12~0.16%、Cr 0.08~0.15%、Mo 0.04~0.09%、Ni 0.10~0.30%、Fe 96~98%。此发明通过使废钢进入平炉初炼,后转入炉外精炼炉精炼,浇成八角锭,将八角锭锻成轧坯,按钢板厚度要求轧坯,在四辊可逆式轧机上轧制,热处理采用亚临界处理,出炉后风冷,得到的产品具有较好的 Z 向性能。在此发明的钢种成分中,严格控制 P、S 含量,且合金添加种类多,添加量大,生产成本较高。

[0006] 中国发明专利申请 CN101967597A(申请号 201010501298.6)公开了一种大厚度 Z 向钢板的生产方法。此发明主要通过 LF 精炼炉精炼、真空脱气炉真空处理、电渣重熔、冷却后扩氢处理,并经过正火等一系列严格的工艺控制,得到大厚度 Z 向钢板。此发明主要具有两个突出优点:1) 抗层状撕裂性能好,厚度 1/4 处和中心处  $\Psi_z \geq 35\%$ ;钢板的断面收缩率达到下列目标,按 GB5313 检验  $\Psi_z = 39 \sim 75\%$ ,按 EN10164 检验  $\Psi_z = 46 \sim 79\%$ ;2) 钢板的最大厚度可达 300mm。但此发明应用范围为钢板,且生产工艺过于复杂,同时 P、S 含量控制要求过低 ( $P \leq 0.008\%$ ,  $S \leq 0.002\%$ ),难以在型钢生产过程中应用。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于解决大规格 Z 向 H 型钢在成分、冶炼及轧制过程中的难题,提供一种大规格 Z 向 H 型钢及其制备方法。

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供了一种大规格 Z 向 H 型钢,所述大规格 Z 向 H 型

钢的化学成分的重量百分数为 :C 0.12 ~ 0.22%、Si 0.10 ~ 0.40%、Mn 1.1 ~ 1.50%、 $P \leq 0.020\%$ 、 $S < 0.008\%$ 、V 0.02 ~ 0.05%，其余为铁和微量杂质。

[0009] 优选地,所述大规格 Z 向 H 型钢的化学成分的重量百分数为 :C 0.15 ~ 0.18%、Si 0.20 ~ 0.35%、Mn 1.30 ~ 1.50%、 $P \leq 0.015\%$ 、 $S < 0.005\%$ 、V 0.01 ~ 0.02%，其余为铁和微量杂质。

[0010] 为了实现本发明的目的,本发明还提供了一种大规格 Z 向 H 型钢的制备方法,所述制备方法包括铁水预脱硫、转炉冶炼、LF 精炼、异型坯全保护连铸、轧制,其特征在于,1) 铁水预脱硫:脱硫后保证铁水中的硫含量为  $\leq 0.007\text{wt}\%$ ;2) 转炉冶炼:采用顶底复吹转炉冶炼,采用低硫炼钢渣料且  $S \leq 0.07\text{wt}\%$ ;3) LF 精炼:精炼过程中先充分搅拌化渣,造黄白渣,确保终渣碱度大于 2.4,精炼时间  $\geq 52\text{min}$ ;4) 异型坯全保护连铸:采用浸入式扁平水口全保护浇铸;5) 轧制,其中,制备的耐低温结构用热轧 H 型钢的化学成分的重量百分数为 C 0.12 ~ 0.22%、Si 0.10 ~ 0.40%、Mn 1.1 ~ 1.50%、 $P \leq 0.020\%$ 、 $S < 0.008\%$ 、V 0.02 ~ 0.05%，其余为铁和微量杂质。

[0011] 在本发明的实施例中,在转炉冶炼步骤中,采用大渣量低枪位操作,吹炼过程,渣料分两批加入且首批加入 2/3 渣料;钢包采用底吹良好的红净钢包,烘烤温度  $\geq 800^\circ\text{C}$ ;采用硅锰、中锰、钒氮进行合金化;钢水中合金元素的目标值按相应元素范围的中间值控制;采用硅钙钡脱氧,加入量 1.5 ~ 2.0kg/t 钢;出钢过程中加入合成渣 6-10kg/t 钢;当钢水出至 1/4 时开始均匀、依次加入硅锰、中锰、硅钙钡、钒氮合金,钢水出至 3/4 时加完,合金对准钢流冲击区加入。

[0012] 在本发明的实施例中,LF 精炼步骤还可包括精炼软吹氩之前喂 CaFe 线,CaFe 线喂入量为 100 ~ 150m/ 炉;精炼后保持渣面微动小氩气量搅拌 12min 以上,其中,所述渣面微动小氩气量是指氩气流量为 50-150NL/min。

[0013] 在本发明的实施例中,在连铸步骤中,中间包烘烤温度为  $1100^\circ\text{C}$ ,结晶器对弧,使用浸入式水口全保护保护浇注,其中,二冷采用弱冷,结晶器采用非正弦振动,中间包采用低碳碱性覆盖剂,覆盖剂加入量为 1 ~ 1.5kg/t 钢,液相线温度为  $1511^\circ\text{C}$ ,中间包过热度按  $20 \sim 30^\circ\text{C}$  控制,中包第一炉温度控制在  $1540 \sim 1550^\circ\text{C}$ ,连浇炉次控制在  $1530 \sim 1540^\circ\text{C}$ ,铸坯规格为  $555\text{mm} \times 440\text{mm} \times 90\text{mm}$ ,拉速为  $0.8 \sim 0.9\text{m}/\text{min}$ 。

[0014] 在本发明的实施例中,在轧制步骤中,加热炉的均热温度为  $1240 \sim 1270^\circ\text{C}$ ,开轧温度在翼缘外侧为  $1170^\circ\text{C}$ 、在腹板中央为  $1150^\circ\text{C}$ ,终轧温度在翼缘外侧为  $950^\circ\text{C}$ 、在腹板中央为  $830^\circ\text{C}$ ,轧材在冷床自然冷却,轧材的规格为 H300  $\times$  300H 型钢。

### 具体实施方式

[0015] 针对现有技术中存在的问题,本发明提出了一种大规格 Z 向 H 型钢及其制备方法。

[0016] 根据本发明的总体构思,本发明主要通过降低硫含量,主要利用钒进行微合金化,不添加其他的元素,连铸过程采用浸入式扁平水口全保护浇铸。此外,因异型坯连铸机的复杂性,不采用铝脱氧。

[0017] 根据本发明实施例,耐低温结构用热轧 H 型钢的化学成分的重量百分数为 C 0.12 ~ 0.22%、Si 0.10 ~ 0.40%、Mn 1.1 ~ 1.50%、 $P \leq 0.020\%$ 、 $S < 0.008\%$ 、V 0.02 ~ 0.05%，其余为铁和微量杂质。

[0018] 在大型 H 型钢生产实践过程中发现, 由于异型坯断面复杂, 如使用铝脱氧, 极易造成浇注过程中出现“套眼”现象, 导致无法连续正常生产; 而在不使用铝脱氧时, 钢材产品 Z 向性能明显降低, 为确保产品具有 Z25 以上的 Z 向性能要求, 钢水成分必须添加 Nb、V 等合金元素, 导致产品成本较高。本成分设计特点是 P、S 含量低、V 合金加入量低, 在保证产品具有较高 Z 向性能的前提下, 实现低成本生产。成分设计采用低碳 + 钒微合金化 + 低 P、S 控制的设计思路, 低碳可以提高产品综合延伸性能; 添加微量钒合金, 可有效提高产品强度, 并保持产品的低成本效果; 低 P、S 控制意在提高钢水纯净度, 降低钢中有害夹杂, 确保产品 Z 向性能的稳定性的。

[0019] 可选地, 根据本发明的耐低温结构用热轧 H 型钢的化学成分的重量百分数优选为: C 0.15 ~ 0.18%、Si 0.20 ~ 0.35%、Mn 1.30 ~ 1.50%、 $P \leq 0.015\%$ 、 $S < 0.005\%$ 、V 0.01 ~ 0.02%, 其余为铁和微量杂质。

[0020] 根据本发明实施例, 大规格 Z 向 H 型钢的制备方法包括脱硫、转炉冶炼 (例如, 120 吨顶底复吹转炉冶炼)、LF 精炼、异型坯全保护连铸、轧制 (例如, 1-3 轧机布置型式生产线轧制)。

[0021] 具体地讲, 在根据本发明实施例的耐低温结构用 H 型钢的制备方法中, 连铸过程采用浸入式水口全保护浇铸。此外, 由于异型坯连铸机的复杂性, 根据本发明实施例的耐低温结构用 H 型钢的制备方法不采用铝脱氧。

[0022] 本发明未提及的工序, 均可采用现有技术。

[0023] 下面结合具体实施例对本发明做进一步说明, 但不限于此。

[0024] 实施例

[0025] 工艺路线为:

[0026] 铁水预脱硫 → 转炉冶炼 → LF 精炼 → 异型坯全保护连铸 → 1-3 轧机布置型式生产线轧制 → 检验入库。

[0027] 制备方法主要工艺措施:

[0028] (1) 铁水到脱硫站, 脱硫后保证铁水中的硫含量为  $\leq 0.007\text{wt}\%$ 。

[0029] (2) 转炉冶炼: 入炉原料必须满足以下要求: 铁水含硫量  $\leq 0.007\text{wt}\%$ ; 采用大渣量低枪位操作, 吹炼过程, 采用低硫炼钢渣料 ( $S \leq 0.07\text{wt}\%$ ) 渣料分两批 (首批加入 2/3 渣料) 加入, 全程渣子化好、化透; 钢包采用底吹良好的红净钢包, 烘烤温度  $\geq 800^\circ\text{C}$ 。采用硅锰、中锰 (FeMn78C2.0)、钒氮进行合金化。要求合金干净、干燥; 钢水中合金元素的目标值按相应元素范围的中间值控制; 采用硅钙钡脱氧, 加入量 1.5 ~ 2.0kg/t 钢; 出钢过程中加入合成渣 6-10kg/t 钢; 当钢水出至 1/4 时开始均匀、依次加入硅锰、中锰 (FeMn78C2.0)、硅钙钡、钒氮合金, 钢水出至 3/4 时加完, 合金对准钢流冲击区加入。本领域技术人员可以根据实际需要选择合适的化合物或组合物作为合成渣和改性剂, 只要成分含量符合要求即可。

[0030] (3) LF 精炼: 在 LF 钢包进行精炼, 精炼过程中先充分搅拌化渣, 然后取一次样, 全分析, 造黄白渣, 确保终渣碱度大于 2.4, 精炼时间  $\geq 52\text{min}$ 。根据一次样分析的结果, 进行成分微调, 精炼软吹氩之前喂 CaFe 线 100 ~ 150m/ 炉。精炼后保持渣面微动小氩气量搅拌 12min 以上。所述的微动小氩气量是指氩气流量为 50-150NL/min。

[0031] (4) 连铸: 中间包烘烤温度为  $1100^\circ\text{C}$ , 结晶器对弧, 水口对中符合要求, 冷却水效

果良好,使用浸入式水口全保护保护浇注。二冷采用弱冷。结晶器采用非正弦振动。中间包采用低碳碱性覆盖剂,加入量按照 1 ~ 1.5kg/t 钢执行。液相线温度为 1511℃,中间包过热度按 20 ~ 30℃控制,中包第一炉温度控制在 1540 ~ 1550℃,连浇炉次控制在 1530 ~ 1540℃,连铸机为一机三流,铸坯规格为 555mm×440mm×90mm,拉速为 0.8 ~ 0.9m/min。

[0032] (6) 加热炉的均热温度为 1240 ~ 1270℃,开轧温度在翼缘外侧为 1170℃、在腹板中央为 1150℃,终轧温度在翼缘外侧为 950℃、在腹板中央为 830℃,轧材出精轧机;后不进行水冷控制,在冷床自然冷却,轧材的规格为 H300×300H 型钢。

[0033] (7) 钢的化学成分重量百分比见表 1,转炉冶炼过程记录表见表 2,精炼过程记录表见表 3,连铸过程记录表见表 4,轧材力学性能记录表见表 5。

[0034] 表 1:钢的化学成分重量百分比%

[0035]

实施例	C	Si	Mn	P	S	V
1	0.15	0.29	1.34	0.013	0.003	0.013

[0036] 表 2 转炉冶炼过程记录表

[0037]

实施例	装入量/t		渣料/kg			合金/kg				合成渣
	铁水	废钢	石灰	白云石	烧结矿	硅锰	硅钙钡	高锰	钒氮	
1	133.2	2.62	6326	2074	3687	1986	180	557	20	300

[0038] 表 3:连铸过程记录表

[0039]

实施例	大包温度℃	中包温度℃			过热度	拉速(m/min)		
						1流	2流	3流
1	1565	1531	1529	1529	19	0.92	0.92	0.85

[0040] 表 4:轧材力学性能记录表

[0041]

实施例	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	延伸率(%)	Z向性能(%)		
				1	2	3
1	347	491	30.0	32.0	34.3	37.5

[0042] 同目前大规格 H 型钢生产比较,本发明技术方案的特点在于:

[0043] 1) 生产的铸坯为大型异型坯,在采用浸入式扁平水口全保护保护浇铸条件下,生产出大规格 Z 向 H 型钢;

[0044] 2) 产品不添加 Nb 合金,可以降低异型坯的铸坯裂纹敏感性,显著改善铸坯表面质量,可实现大规格 Z 向 H 型钢的连续稳定生产;

[0045] 3) 仅添加微量V合金,轧后不控冷且不需进行热处理,完成大规格Z向H型钢的成分设计及生产,降低生产成本;

[0046] 4) 本发明的Z向性能良好,  $\Psi_z \geq 25\%$ 。

[0047] 最后需要说明的是:以上实施例仅用以说明而非限制本发明的技术方案,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,依然可以对本发明进行修改或者等同替换,而不脱离本发明的精神和范围的任何修改或局部替换,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。