



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111633026 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 22

(21) 申请号 202010435010.3

(22) 申请日 2020.05.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111633026 A

(43) 申请公布日 2020.09.08

(73) 专利权人 武汉钢铁有限公司
地址 430083 湖北省武汉市青山区厂前2号
门内

(72) 发明人 徐锋 尹云洋 徐进桥 王晶
刘登文 孙宜强 魏斌 梁文
王立新

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102
专利代理师 钟锋

(51) Int. Cl.

B21B 1/26 (2006.01)

B21B 1/46 (2006.01)

B21B 45/08 (2006.01)

审查员 罗飞

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法,包括如下步骤:1) 采用常规冶炼、连铸后获得直角型连铸坯;2) 连铸坯采用直装方式进行下送生产,入炉温度 $\geq 650^{\circ}\text{C}$;3) 进行板坯再加热;4) 出炉进行高压水除鳞后空过定宽机或进行定宽机小侧压作用;5) 粗轧机R1、R2采用“1+5”道次轧制;6) 粗轧R2除鳞道次为1、5道次;7) 利用E2立辊进行减宽,作用道次1、3、5道次;8) 粗轧中间坯厚度设定为50~58mm,RT2出口温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$;9) 进行七机架精轧后卷取成钢卷。本发明钢卷长度方向上缺陷所占的比例降至2%以下;缺陷距边部的位置降至10mm以下。



1. 一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法,其特征在于包括如下步骤:

- 1) 采用常规冶炼、连铸后获得表面及棱边无缺陷的直角型连铸坯;
- 2) 连铸坯采用直装方式进行下送生产,入炉温度 $\geq 650^{\circ}\text{C}$;
- 3) 进行连铸坯再加热,出炉温度控制在 $1280\sim 1310^{\circ}\text{C}$,高温段在炉时间 $\geq 50\text{min}$;
- 4) 连铸坯出炉进行高压水除鳞后空过定宽机;
- 5) 粗轧机R1、R2采用“1+5”道次轧制;
- 6) 粗轧R2除鳞道次为1、5道次,其他道次关闭除鳞水;
- 7) 利用E2立辊进行减宽,作用道次1、3、5道次;
- 8) 粗轧中间坯厚度设定为 $50\sim 58\text{mm}$,RT2出口温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$;
- 9) 进行七机架精轧后卷取成钢卷;

所述直角型连铸坯尺寸与成品宽度的差值控制在 $+20\sim +50\text{mm}$;

所述“1+5”道次轧制,道次压下率分配比例为: $18\sim 20\%$ 、 $\geq 22\%$ 、 $\geq 20\%$ 、 $15\sim 18\%$ 、 $\leq 12\%$ 、 $\leq 5\%$;

步骤7)中,利用E2立辊进行减宽,保证R2-5出口宽度为设定粗轧出口宽度,且E2总减宽量为R1道次平轧及R2前四道次平轧的全部展宽量,其中E2各道次的减宽量分配模式为:按总减宽量比例 $\geq 60\%$ 、 $\geq 30\%$ 、 $\leq 10\%$ 分别分配至E2-1,E2-3及E2-5减宽道次中。

一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热轧中高碳合金钢轧制工艺控制技术领域,具体涉及一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法,属于热轧工艺技术领域。

背景技术

[0002] 热轧中高碳合金钢主要应用于制造汽车离合器弹簧膜片、锯片、刹车盘等磨损件,热轧原卷经分条、酸洗、冷轧后进行冲裁。一般来说,下游用户对原卷边部剪边后(最大剪边量10mm),按成品尺寸进行原料分条,因此客户若按常规操作,则带钢表面存在距边部10mm以上的缺陷势必会遗传至成品件上,对下游用户安全造成巨大隐患;若客户加大切边量一方面会导致切损过大,另一方面增加客户的生产难度及设备磨损,因此对于该品种的生产必须将边部线状缺陷控制在10mm以下。

[0003] 对于热轧带钢的边部线状缺陷的形成机理及控制方法国内外学者研究较多,在连铸坯本身无缺陷的情况下,热轧过程产生该类缺陷主要原因为两个:一、连铸坯棱边在轧制过程中处于三维传热状态,温度显著低于其他部位,在轧制过程中由于翻平宽展,导致原始铸坯棱边轧后翻平至距边部一定位置,形成黑线(或边裂);二、轧制过程中边部接触设备如定宽机、立辊等由于辊型不良、设备状态不合要求导致的擦划伤等。因此,针对以上两个原因,国内外众多研究人员提出采用钝角连铸坯、弧形定宽机、立辊孔型优化设计等手段解决某些钢种的这类问题,如超低碳IF钢、低碳低合金钢、硅钢等钢种的边部线状缺陷问题。但是,经实践证明,以上方法均不适用于热轧中高碳钢的边部线状缺陷控制,甚至会进一步恶化该类钢种的边部线状缺陷问题(包括加大距缺陷边部的距离、缺陷深度等)。

[0004] 经检索,公开号为CN 110180895 A的中国发明专利申请公开了一种解决热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的方法。其主要是通过控制加热工艺过程得到温度均匀性较好的连铸坯,然后控制轧制减宽量为50-200mm、中间坯厚度32-46mm及精轧入口板坯边部温度 $\geq 940^{\circ}\text{C}$,其方法极其常规,经我方实践证明对热轧中高碳钢的边部线状缺陷控制无明显效果,且边部入口温度一般无测量仪器,更无反馈控制系统,可操作性不强。

[0005] 另外,公开号为CN 107096795 A的中国发明专利申请公开了一种减少热轧带钢边部缺陷的制造方法,其仅通过减少E1第一道次的负荷1-5mm,优化分配至E1第三道次和E2第一、第三道次及优化立辊冷却水量至小于等于70%,降低边部温降来减小边部缺陷,从其实施效果来看:边部缺陷改判量仅降低60%,而且并未具体量化缺陷减小的程度,也未言明针对的钢种,经实践该方法不适用于热轧中高碳合金钢的边部线状缺陷控制。

[0006] 针对优化连铸坯角部形状如采用钝角连铸坯(中国发明专利申请公开号:CN 110405163 A)、采用弧形定宽机(中国专利公告号:CN204583863U、CN110293136A)经实践表明由于中高碳特殊的合金成分体系采用该类方法不仅无法减轻边部线状缺陷的产生,甚至恶化了该类缺陷,使得该类缺陷距边部的距离从20~22mm增加至30~35mm位置。

[0007] 因此,针对热轧中高碳钢的边部线状缺陷问题,必须发明一种专用的热轧工艺规程将该钢种的边部线状缺陷控制在10mm以下。

发明内容

[0008] 本发明针对热轧中高碳钢的边部线状缺陷问题,提供一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法,以期望大幅降低边部缺陷的发生机率,同时将可能出现的缺陷控制在距边部10mm以下,满足用户的使用要求。

[0009] 本发明具体是这样实现的:

[0010] 一种减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法,包括如下步骤:

[0011] 1) 采用常规冶炼、连铸后获得表面及棱边无缺陷的直角型连铸坯;

[0012] 2) 连铸坯采用直装方式进行下送生产,入炉温度 $\geq 650^{\circ}\text{C}$;

[0013] 3) 进行板坯再加热,出炉温度控制在 $1280\sim 1310^{\circ}\text{C}$,高温段在炉时间 $\geq 50\text{min}$;

[0014] 4) 出炉进行高压水除鳞后空过定宽机或进行定宽机小侧压作用;

[0015] 5) 粗轧机R1、R2采用“1+5”道次轧制;

[0016] 6) 粗轧R2除鳞道次为1、5道次,其他道次关闭除鳞水;

[0017] 7) 利用E2立辊进行减宽,作用道次1、3、5道次;

[0018] 8) 粗轧中间坯厚度设定为 $50\sim 58\text{mm}$,RT2出口温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$;

[0019] 9) 进行七机架精轧后卷取成钢卷。

[0020] 更进一步的方案是:

[0021] 所述直角型连铸坯尺寸与成品宽度的差值控制在 $+20\sim +50\text{mm}$ 。

[0022] 更进一步的方案是:

[0023] 所述“1+5”道次轧制,道次压下率分配比例为: $18\sim 20\%$ 、 $\geq 22\%$ 、 $\geq 20\%$ 、 $15\sim 18\%$ 、 $\leq 12\%$ 、 $\leq 5\%$ 。

[0024] 更进一步的方案是:

[0025] 当使用定宽机时所述定宽机形状为:直角形;同时,所述设定定宽机出口宽度与设定粗轧出口宽度相同。

[0026] 更进一步的方案是:

[0027] 步骤7)中,利用E2立辊进行减宽,保证R2-5出口宽度为设定粗轧出口宽度,且E2总减宽量为R1、R2前四道次平轧的全部展宽量,其中E2各道次的减宽量分配模式为:按总减宽量比例的 $\geq 60\%$ 、 $\geq 30\%$ 、 $\leq 10\%$ 分别分配至E2-1、E2-3及E2-5减宽道次中。

[0028] 本发明的主要工艺原理如下:

[0029] 1.采用直角型连铸坯主要是因为经过棱边金属流动规律研究发现,直角连铸坯棱边相对于钝角连铸坯来说,其棱边轧后距边部位置更近。而钝角连铸坯虽然有利于改善棱边散热问题,但是对于本发明中针对中高碳钢成分体系却基本无益处,同时研究表明钝角连铸坯上棱边轧后距边部位置较直角连铸坯更远,因此本发明中要求采用直角连铸坯进行生产;要求设定连铸坯坯宽尺寸必须在 $+20\sim +50\text{mm}$ 以内,是因为定宽侧压量越小则边部产生“狗骨”高度越小,后续平轧过程中宽展量较小,有利于控制黑线更靠近边部。

[0030] 2.连铸坯采用直装方式进行下送生产,并规定入炉温度 $\geq 650^{\circ}\text{C}$ 。主要是因为该中高碳合金钢属于冷裂纹敏感钢种,在缓冷工艺不当的情形下极易造成板坯裂纹,特别是棱边部位。而采用该工艺,可以保证连铸坯在较高的塑性条件下入炉再加热,确保出炉轧制前连铸坯表面、棱边无缺陷。

[0031] 3.进行板坯再加热,出炉温度控制在 $1280\sim 1310^{\circ}\text{C}$,高温段在炉时间 $\geq 50\text{min}$ 。为

避免粗轧过程中棱边边部散热快,进入两相区导致变形不均产生折叠黑线,将出炉温度尽量提高,同时确保高温段在炉时间充足,获得温度铸坯内外均匀一致的连铸坯。

[0032] 4. 针对配置定宽机热轧产线来说,定宽机主要用来对铸坯进行调宽控制,但是对于该类中高碳合金钢而言,由于定宽机与板坯边部温差极大,同时定宽机与板坯作用时间较长极易导致棱边过冷,导致后续轧制时棱边变形抗力大,形成黑线问题,因此本发明中要求不进行定宽机作用,降低棱边与其他部位的温差;同时必须进行定宽机侧压作用时则必须采用直角定宽机,同时定宽机出口宽度设计与粗轧成品宽度相同。

[0033] 5. 粗轧机R1、R2采用“1+5”道次轧制,道次压下率分配比例为:18~20%、 $\geq 22\%$ 、 $\geq 20\%$ 、15~18%、 $\leq 12\%$ 、 $\leq 5\%$ 。由于国内部分产线的R1属于不可逆轧机,且设备能力限制,因此采用“1+5”道次进行轧制,同时针对R1、R2的压下量根据轧机能力和各道次所处的温度进行该比例分配主要是因为:在高温段进行大压下,棱边温度与其他部分温差小,变形均匀性更好;同时高温对于前期轧制过程中形成的细小边部缺陷具有弥合作用。因此本发明要求尽量将压下量进行前移至高温段。

[0034] 6. 粗轧R2除磷道次为1、5道次,其他道次关闭除磷水,热轧中高碳钢一般情况下,用户会进行后续加工需进行氢还原退火处理,因此对表面氧化铁皮不做要求。同时除磷水作用加大棱边散热导致边部温度过低,因此本发明中设计只开1、5道次的除磷水,尽可能提高粗轧结束温度。

[0035] 7. 利用E2立辊进行减宽,作用道次1、3、5道次,保证R2-5出口宽度为设定粗轧出口宽度,且E2总减宽量为R1、R2前四道次平轧的全部展宽量,其中E2各道次的减宽量分配模式为:按总减宽量比例的 $\geq 60\%$ 、 $\geq 30\%$ 、 $\leq 10\%$ 分别分配至E2-1、E2-3及E2-5减宽道次中%。经研究表明,热轧中高钢黑线主要为粗轧过程产生后,翻平宽展至表面所致,因此必须将粗轧过程宽展的量全部用E2作用的三个道次“吃掉”,因此,当定宽机出口宽度设定为同R2-5出口宽度均为粗轧成品设定宽度时,R1及R2-1、R2-2、R2-3、R2-4的平轧展宽量全部被E2的三个道次“吃掉”了,这样一来,即使产生了黑线,也更加靠近边部,使其控制在10mm以下。减宽量分配前移是为了保证最后一道R2-5宽展量较小。

[0036] 8. 粗轧中间坯厚度设定为50~58mm,RT2出口温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$ 。经研究表明,热轧中高碳钢的边部线状缺陷主要是由于轧制过程中的翻平宽展造成,因此应尽可能增加中间坯厚度,减小翻平宽展的机会。而将剩余的压下量放至精轧工序主要是由于精轧工序有活套的拉力作用促进金属几乎全部向轧向流动,宽展的几率极小,可避免精轧过程产生边部黑线问题。因此本发明中将中间坯厚度设定至产线的极致,但也需根据成品厚度及精轧机能力进行匹配;RT2的出口温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$,可以保证棱边部位保持在 900°C 以上。降低棱边进入两相区可能,增加棱边与其他部位变形的均匀性。

[0037] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:1) 不需要增加设备或对设备进行改型;2) 钢卷长度方向上缺陷所占的比例由改进前约50%发生比例降至2%以下;3) 缺陷距边部的位置由改进前距边部约20~30mm的位置降至10mm以下。

附图说明

[0038] 图1为常规工艺生产热轧中高碳钢边部黑线缺陷形貌图;

[0039] 图2为本发明工艺生产热轧中高碳钢边部黑线形貌图。

具体实施方式

[0040] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。

[0041] 本发明各实施例采用的具体减少热轧中高碳合金钢边部线状缺陷的控制方法,包括如下步骤:

[0042] 1) 采用常规冶炼、连铸后获得表面及棱边无缺陷的直角型连铸坯,铸坯尺寸与成品宽度的差值控制在+20~+50mm;

[0043] 2) 连铸坯采用直装方式进行下送生产,入炉温度 $\geq 650^{\circ}\text{C}$;

[0044] 3) 进行板坯再加热,出炉温度控制在1280~1310 $^{\circ}\text{C}$,高温段在炉时间 $\geq 50\text{min}$;

[0045] 4) 出炉进行高压水除鳞后空过定宽机或进行定宽机小侧压作用;

[0046] 5) 粗轧机R1、R2采用“1+5”道次轧制,道次压下率分配比例为:18~20%、 $\geq 22\%$ 、 $\geq 20\%$ 、15~18%、 $\leq 12\%$ 、 $\leq 5\%$;

[0047] 6) 粗轧R2除鳞道次为1、5道次,其他道次关闭除鳞水;

[0048] 7) 利用E2立辊进行减宽,作用道次1、3、5道次,保证R2-5出口宽度为设定粗轧出口宽度,且E2各道次的减宽量分配比例为 $\geq 60\%$ 、 $\geq 30\%$ 、 $\leq 10\%$;

[0049] 8) 粗轧中间坯厚度设定为50~58mm,RT2出口温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$;

[0050] 9) 进行七机架精轧后卷取成钢卷。

[0051] 本发明各实施例和对比例的相关工艺参数取值见表1、表2和表3,本发明各实施例的边部缺陷改善效果见表4。

[0052] 表1本发明中各实施例相关工艺参数取值列表(一)

实施例	钢种	成品厚度/mm	成品宽度/mm	连铸坯厚度/mm	连铸坯宽度/mm	铸坯与成品宽度差值 Δ	定宽机减宽量/mm	定宽机出口宽度/mm	粗轧R2-5出口宽度/mm
1	50CrV4	2.5	1220	230	1250	30	11	1239	1239
2	50Mn2V	3.2	1200	230	1250	50	31	1219	1219
3	50Mn2V	3.8	1300	230	1350	50	30	1320	1320
[0053] 4	75Cr1	4.3	1275	230	1300	25	7	1293	1293
5	50CrV4	4.8	1125	230	1150	25	8	1142	1142
6	50CrV4	5.2	1365	230	1400	35	15	1385	1385
7	50Mn2V	5.5	1280	230	1300	20	0	1300	1300
8	65Mn	6.1	1265	230	1300	35	15	1285	1285
9	75Cr1	6.9	1125	230	1150	25	8	1142	1142
10	50CrV4	7.5	1320	230	1350	30	11	1339	1339

[0054] 表2为本发明中各实施例相关工艺参数取值列表(二)

实施例	钢种	成品宽度/mm	直装入炉温度/ $^{\circ}\text{C}$	均热温度/ $^{\circ}\text{C}$	保温时间/ $^{\circ}\text{C}$	中间坯厚度/mm	RT2出口温度/ $^{\circ}\text{C}$
[0055]							

[0056]

1	50CrV4	1220	710	1290	65	50	1100
2	50Mn2V	1250	820	1280	60	50	1080
3	50Mn2V	1300	650	1300	70	50	1103
4	75Cr1	1275	700	1305	50	50	1108
5	50CrV4	1145	825	1310	55	50	1110
6	50CrV4	1365	768	1289	60	55	1089
7	50Mn2V	1280	863	1295	71	55	1093
8	65Mn	1290	665	1298	69	58	1101
9	75Cr1	1125	670	1309	80	58	1096
10	50CrV4	1320	705	1288	76	58	1089

[0057] 表3为本发明中各实施例相关工艺参数取值列表(三)

[0058]

实施例	钢种	R1 道次分配率/%	R21 道次分配率/%	R22 道次分配率/%	R23 道次分配率/%	R24 道次分配率/%	R25 道次分配率/%	E21 减宽量分配比例/%	E23 减宽量分配比例/%	E25 分配比例/%
1	50CrV4	20	22	23.5	17.5	12	5.0	60	32	8
2	50Mn2V	19	23	21.5	18	11.5	4.8	63	30	7
3	50Mn2V	20	24.5	23.2	17.5	11.6	4.6	62	32	6
4	75Cr1	20	26.2	20	18	12	4.2	61	30.5	8.5
5	50CrV4	18.0	25	23.8	17.5	12	3.7	60.5	32	7.5
6	50CrV4	19.1	24.6	22.8	17.8	11.1	4.6	61.5	31	8.5
7	50Mn2V	19.8	24.8	23.5	17.3	10.8	3.8	60	32	8.0
8	65Mn	19.5	24.9	23.5	15.0	11.8	2.5	63	30	7
9	75Cr1	18.8	23.5	22.8	17.9	12	5.0	60	30	10
10	50CrV4	19.4	24.2	22.3	17.9	11.5	4.7	64	32	4.0

[0059] 表4本发明各实施例边部缺陷改善效果列表

[0060]

实施例	钢种	成品厚度/mm	成品宽度/mm	缺陷距边部的位置/m	存在缺陷的部位长度/m	钢卷总长度/mm	缺陷部位比例%
1	50CrV4	2.5	1220	/	0.00	927.54	0

[0061]

2	50Mn2V	3.2	1250	/	0.00	707.25	0
3	50Mn2V	3.8	1300	5.3	8.04	618.49	1.3
4	75Cr1	4.3	1275	6.5	2.68	536.65	0.5
5	50CrV4	4.8	1145	/	0.00	473.56	0
6	50CrV4	5.2	1365	6.7	4.91	446.39	1.1
7	50Mn2V	5.5	1280	4.5	3.55	417.92	0.85
8	65Mn	6.1	1290	/	0.00	373.89	0
9	75Cr1	6.9	1125	/	0.00	335.29	0
10	50CrV4	7.5	1320	5.8	5.71	308.62	1.85

[0062] 从表4可以看出,按照改进后的工艺生产热轧中高碳合金钢,边部缺陷获得显著控制,钢卷长度方向上缺陷所占的比例由改进前约50%发生比例降至2%以下,缺陷距边部的位置由改进前距边部约20~30mm的位置降至10mm以下(如附图1和2所示)。大幅降低用户原料的切损,提高了原品种成材率。

[0063] 尽管这里参照本发明的解释性实施例对本发明进行了描述,上述实施例仅为本发明较佳的实施方式,本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,应该理解,本领域技术人员可以设计出很多其他的修改和实施方式,这些修改和实施方式将落在本申请公开的原则范围和精神之内。

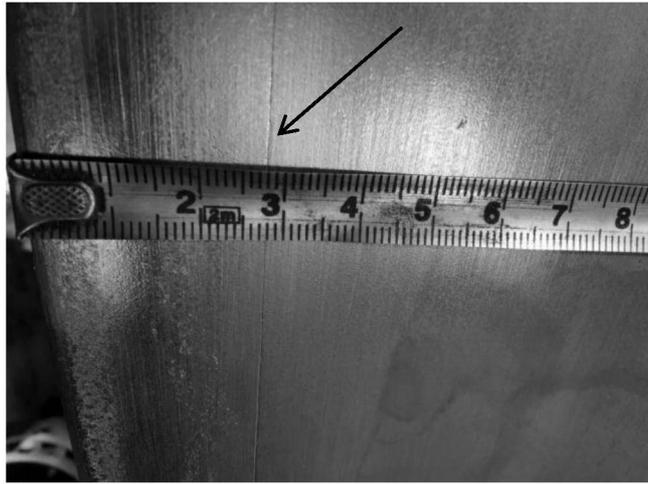


图1

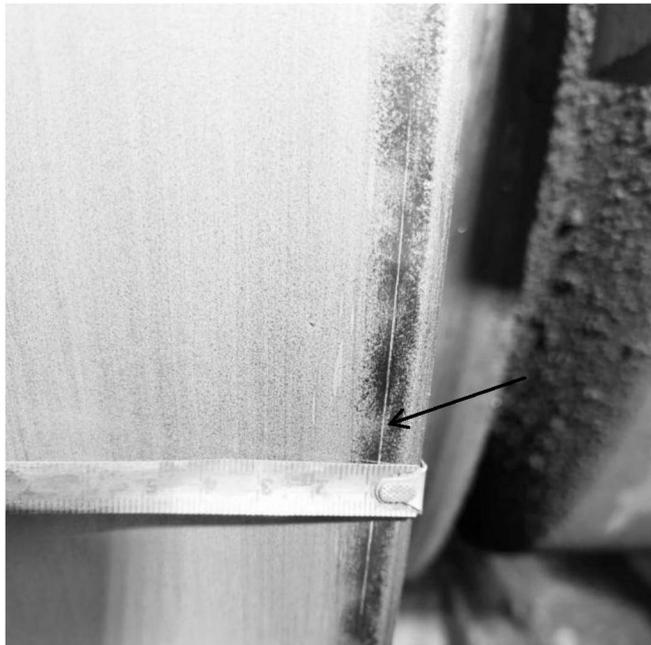


图2