



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110665965 A

(43)申请公布日 2020.01.10

(21)申请号 201910987001.2

(22)申请日 2019.10.17

(71)申请人 山东钢铁集团日照有限公司

地址 276800 山东省日照市岚山区疏港大道

(72)发明人 杨贵玲 李贺 文雄 石润涛

班晓阳 张吉庆 王鹏 袁婷婷

隋东冶 万佳峰 贾世忠 刘杨

(74)专利代理机构 济南舜科知识产权代理事务

所(普通合伙) 37274

代理人 杜忠福

(51)Int.Cl.

B21B 1/26(2006.01)

B21B 15/00(2006.01)

B21B 37/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法

(57)摘要

本发明公开了一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,包括以下步骤:所用坯料的化学成分、辊期过渡、加热、粗轧、精轧以及卷取;本发明有效提升常规热轧产线极限薄规格冷轧基料在热轧产线的生产稳定性,它从轧制规格,过渡顺序,加热工艺制度,粗轧和精轧工艺,卷取张力等多方面进行了优化,用于指导现场的生产操作,提高轧件板形质量,有效提高轧制稳定性;实现了生产难度极大的极限薄规格冷轧基料在热轧产线的批量稳定生产,实现降本增效的目的。

1. 一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,其特征在于,包括以下步骤:所用坯料的化学成分、辊期过渡、加热、粗轧、精轧以及卷取;

所述化学成分的质量分数%计为:0.045%的C、 $\leq 0.02\%$ 的Si、0.17%的Mn、 $\leq 0.015\%$ 的P、 $\leq 0.01\%$ 的S、0.02%的Als以及主要成分Fe和其他微量成分;

辊期过渡时在辊形热凸度良好时进行轧制,且坯料的轧制厚度从2.0mm开始,按照2.0mm、1.7mm、1.5mm、1.4mm、1.35mm、1.3mm、1.2mm的过渡顺序;

加热采用短的坯料,长度由原来的11m减短至8.5m-9m,这样减少20%的轧制时间,避免尾部温降过大造成精轧甩尾,坯料在炉时间190min,出炉温度1240℃~1250℃;

粗轧时采用定宽压力机空过轧制,将R2粗轧机五道次轧制速度由2.5-2.5-2.8-3.0-3.5 (m/s) 调整为2.5-3.8-4.5-5.5-5.5 (m/s),R1粗轧机和R2粗轧机的第一、二道次启用对坯料对中的对中装置,R2粗轧机的温度控制在1100℃;

精轧时采用以下方式:1) 负荷分配,轧制坯料厚度为1.35mm及以下规格时,将震动轧机负荷比例降低10%,其余轧机负荷阶梯形下降,2) 控制甩尾,轧制坯料厚度为1.5mm及以下规格时,将机架间张力增加20%,3) 优化抛尾速度,抛尾速度最大值由15m/s限制为12.5m/s,轧制坯料厚度为1.5mm及以下规格时将精轧抛尾减速率由 $-0.4\text{m/s}^2$ 调整为 $-0.6\text{m/s}^2$ ,4) 调整机架F1-F7精轧侧导板开口度余量,且对精轧侧导板进行标定,确保显示值与实测值差值在2mm以内,5) 投用机架F5-F7轧制抑尘水,除机架F5、机架F6反喷水以外,其余机架的机架间反喷水全部关闭,坯料厚度 $\leq 1.5\text{mm}$ 时,开启单排除磷,在轧制1.5mm及以下厚度时,投入机架F1-F4轧制润滑,油量设定80ml/min,6) 精轧温度控制,精轧入口温度控制在1080℃~1090℃,终轧温度控制在890℃,7) 投用尾部辊缝补偿功能,机架F2-F7辊缝在抛钢时上抬0.25mm,投用AGC负荷再分配功能。

卷取采用的压头风机压力提升至1.35倍,开启时序提前至机架F7咬钢信号,卷取机张力增加15%~20%,卷取温度控制为640℃,形成冷轧基料。

2. 根据权利要求1所述的热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,其特征在于,所述辊期均排在10km后,同宽轧制不超过30km,总辊期不超过30km。

3. 根据权利要求1所述的热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,其特征在于,所述R2粗轧机五道次轧制加快轧制速度后,精轧入口温度FET升高10℃。

4. 根据权利要求1所述的热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,其特征在于,所述AGC负荷再分配功能为当单个机架AGC负荷过大时,负荷将自动分配至其余机架,用于增加机架间张力20%,降低抛尾速度。

5. 根据权利要求1所述的热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,其特征在于,所述坯料为厚度范围在1.2mm-1.5mm的带钢。

## 一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及带钢生产技术领域,具体涉及一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法。

### 背景技术

[0002] 热轧极限薄规格产品指厚度范围在1.2-1.5mm的热轧带钢,代表产品为冷轧基料SPHC, SPHD, SAE1006B等,此厚度产品热轧产线生产难度很大,主要表现为易甩尾,板型难以控制,温降快,在轧制过程中轧机震动导致带钢表面出现震痕,严重时会出现堆钢事故,生产成本很高。本发明针对极限薄规格的生产特点,采用特殊工艺控制手段,可实现热轧工序极限薄规格冷轧基料的批量稳定生产。

[0003] 热轧极限薄规格冷轧基料生产的类似发明:发明“弯曲加工性优良的冷轧钢板及其制造方法以及使用该冷轧钢板的部件”(申请号:CN201080010706):本发明提供一种弯曲加工性优良的冷轧钢板及其制造方法以及使用该冷轧钢板的部件,所述冷轧钢板廉价,并且即使薄规格化也能够进行冲孔前端曲率为2R以下的严格的90度弯曲加工。这种弯曲加工性优良的冷轧钢板的特征在于,具有包含以质量%计为0.025%以下的C、0.1%以下的Si、0.05~0.5%的Mn、0.03%以下的P、0.02%以下的S、0.01~0.1%的sol. Al且其余部分由Fe及不可避免的杂质构成的成分组成并具有作为铁素体轧制组织的微观组织,拉伸强度TS为390MPa以上,板厚为0.4mm以上,且板厚方向极限变形能为1.3以上;在此,板厚方向极限变形能是指在进行钢板的拉伸试验时,试验前的钢板板厚 $t_0$ 与试验后的钢板断裂面的板厚 $t_1$ 之比的自然对数 $\ln(t_0/t_1)$ 。该发明针对冷轧钢板的弯曲加工性,仅提出了实现要求特性的生产工艺,并不涉及极限薄规格冷轧用钢在常规热轧产线生产的稳定性问题,薄规格产品,尤其是1.5mm厚度以下的极限薄规格产品的生产难度要远远大于普通规格产品。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,包括以下步骤:所用坯料的化学成分、辊期过渡、加热、粗轧、精轧以及卷取;

[0006] 所述化学成分的质量分数%计为:0.045%的C、 $\leq 0.02\%$ 的Si、0.17%的Mn、 $\leq 0.015\%$ 的P、 $\leq 0.01\%$ 的S、0.02%的Als以及主要成分Fe和其他微量成分;

[0007] 辊期过渡时在辊形热凸度良好时进行轧制,且坯料的轧制厚度从2.0mm开始,按照2.0mm、1.7mm、1.5mm、1.4mm、1.35mm、1.3mm、1.2mm的过渡顺序;

[0008] 加热采用短的坯料,长度由原来的11m减短至8.5m-9m,这样减少20%的轧制时间,避免尾部温降过大造成精轧甩尾,坯料在炉时间190min,出炉温度1240℃~1250℃;

[0009] 粗轧时采用定宽压力机空过轧制,将R2粗轧机五道次轧制速度由2.5-2.5-2.8-3.0-3.5 (m/s)调整为2.5-3.8-4.5-5.5-5.5 (m/s),R1粗轧机和R2粗轧机的第一、二道次启

用对坯料对中的对中装置,R2粗轧机的温度控制在1100℃;

[0010] 精轧时采用以下方式:1) 负荷分配,轧制坯料厚度为1.35mm及以下规格时,将震动轧机负荷比例降低10%,其余轧机负荷阶梯形下降,2) 控制甩尾,轧制坯料厚度为 1.5mm及以下规格时,将机架间张力增加20%,3) 优化抛尾速度,抛尾速度最大值由 15m/s限制为 12.5m/s,轧制坯料厚度为1.5mm及以下规格时将精轧抛尾减速率由 $-0.4\text{m/s}^2$ 调整为 $-0.6\text{m/s}^2$ ,4) 调整机架F1-F7精轧侧导板开口度余量,且对精轧侧导板进行标定,确保显示值与实测值差值在2mm以内,5) 投用机架F5-F7轧制抑尘水,除机架F5、机架F6反喷水以外,其余机架的机架间反喷水全部关闭,坯料厚度 $\leq 1.5\text{mm}$ 时,开启单排除鳞,在轧制1.5mm及以下厚度时,投入机架F1-F4轧制润滑,油量设定80ml/min,6) 精轧温度控制,精轧入口温度控制在1080℃~1090℃,终轧温度控制在890℃,7) 投用尾部辊缝补偿功能,机架F2-F7辊缝在抛钢时上抬0.25mm,投用AGC负荷再分配功能。

[0011] 卷取采用的压头风机压力提升至1.35倍,开启时序提前至机架F7咬钢信号,卷取机张力增加15%~20%,卷取温度控制为640℃,形成冷轧基料。

[0012] 具体的是,所述辊期均排在10km后,同宽轧制不超过30km,总辊期不超过30km。

[0013] 具体的是,所述R2粗轧机五道次轧制加快轧制速度后,精轧入口温度FET升高10℃。

[0014] 具体的是,所述AGC负荷再分配功能为当单个机架AGC负荷过大时,负荷将自动分配至其余机架,用于增加机架间张力20%,降低抛尾速度。

[0015] 具体的是,所述坯料为厚度范围在1.2mm-1.5mm的带钢。

[0016] 本发明具有以下有益效果:

[0017] 本发明设计的热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法有效提升常规热轧产线极限薄规格冷轧基料在热轧产线的生产稳定性,它从轧制规格,过渡顺序,加热工艺制度,粗轧和精轧工艺,卷取张力等多方面进行了优化,用于指导现场的生产操作,提高轧件板形质量,有效提高轧制稳定性;实现了生产难度极大的极限薄规格冷轧基料在热轧产线的批量稳定生产,实现降本增效的目的。

## 具体实施方式

[0018] 以下对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地进一步详细的说明。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 本发明技术术语解释:

[0020] 辊期:轧机上的轧辊轧制带钢的长度,一般用公里数来表示;

[0021] 粗轧机:是指在热轧板带生产线中的粗轧机,经过1-5道次的反复轧制,将较厚的板坯或铸坯轧制成相对较薄的中间坯,即本发明提到的R1粗轧机和R2粗轧机五道次;

[0022] 精轧机组:是指在热轧板带生产线中的精轧轧机,7机架连轧,将较厚的中间坯轧制成目标厚度的成品,即本发明提到的机架F1-F7;

[0023] 卷取机:试制热轧产线中的地下卷取机,用于将精轧轧出的带钢卷取成钢卷。

[0024] 一种热轧极限薄规格冷轧基料稳定生产方法,包括以下步骤:所用坯料的化学成分、辊期过渡、加热、粗轧、精轧以及卷取;

## [0025] 1. 化学成分

[0026] 表1化学成分(质量分数) %

[0027]	C	Si	Mn	P	S	Als
	0.045	≤0.02	0.17	≤0.015	≤0.010	0.020

## [0028] 2. 辊期过渡

[0029] 轧制时必须安排合理的烫辊材和过渡材,保证轧制时辊形的稳定,便于板型的稳定控制,辊期均排在10km后,同宽轧制不得超过30km,总辊期不得超过30km,在辊形热凸度良好时进行轧制。从2.0mm开始,按照2.0mm、1.7mm、1.5mm、1.4mm、1.35mm、1.3mm、1.2mm的过渡顺序,具体轧制计划编排如表2所示:

[0030] 表2极限薄规格轧制计划编排

轧制顺序	轧制规格	
	轧制厚度/mm	轧制宽度/mm
[0031] 1	2.0	1250
2	2.0	1250
3	1.7	1250
4	1.5	1250
5	1.4	1250
[0032] 6	1.35	1250
7	1.3	1250
8	1.3	1250
9	1.2	1250

## [0033] 3. 加热

[0034] 正常铸坯尺寸为11m长,在轧制极限薄规格产品时,为尽量减少带钢尾部温降,防止精轧甩尾,全部采用短坯料,长度由原来的11m减短至8.5m-9m,这样减少20%的轧制时间,避免尾部温降过大造成精轧甩尾。板坯在炉时间190min,出炉温度1240℃~1250℃。

## [0035] 4. 粗轧

[0036] 1) 定宽压力机空过,因定宽机投用时,会对板坯拍打20~30次进行控宽,导致板坯在线时间延长,温度有所降低,为尽量保证板型稳定,控制温降,定宽压力机采用空过轧制。

[0037] 2) 优化粗轧轧制速度,为保证薄规格精轧的轧制温度,尽量提升粗轧的轧制速度。R2轧机五道次轧制由2.5-2.5-2.8-3.0-3.5(m/s)调整为2.5-3.8-4.5-5.5-5.5(m/s),加快粗轧轧制速度,减少中间坯温降,调整后精轧进钢温度比调整前升高10℃。

[0038] 3) 粗轧机R1及R2第一、二道次侧导板对中功能投用,为减少甩尾事故,投用R2粗轧机第二道次对中功能,粗轧的多道次对中,控制中间坯的中心线偏移,对带钢在精轧机内轧制时的尾部偏移起到预防作用。

[0039] 4) R2粗轧机终轧温度控制在1100℃。

[0040] 5) 操作根据轧制情况及时调整板型。

## [0041] 5. 精轧

[0042] 极限薄规格带钢轧制,精轧是关键工序,也是难点工序,主要是薄规格在精轧轧制

时,由于温降快易导致负荷增加,同时薄规格轧制速度很快,尾部调整不及时会造成甩尾事故,对轧辊造成损害,影响后续生产。当温度过低或不均匀、负荷分配过重时,轧制压力明显增加,变形时的不均匀变形增加,带钢在机架间的稳定性降低,带钢尾部的跑偏更加严重,直接导致甩尾。同时,温度的不均匀还会引起AGC动作量大,使活套角度不稳、负荷状态不稳定。因此精轧工序主要围绕减少温降,降低轧机震动,减少甩尾事故的目的来进行。

[0043] 1) 负荷分配,在轧制极限薄规格产品时,轧机可能会出现震动,并在带钢表面形成震痕,为减小轧机震动,轧制1.35mm及以下规格时,将震动轧机负荷比例降低10%,其余轧机负荷阶梯形下降,降低震动轧机的负荷后,降低的负荷由其余轧机分担。

[0044] 2) 为减少甩尾事故,对于厚度 $<1.5\text{mm}$ 规格,在原基础上,将机架间张力增加20%,机架间张力增大,有利于带钢抛钢过程的稳定性,降低抛钢后带钢在机架间跑偏的幅度。

[0045] 表3优化前机架间张力设定情况(MPa)

宽度层别 (mm)	厚度层别(mm)	FE	F1-F2	F2-F3	F3-F4	F4-F5	F5-F6	F6-F7
[0046] 1150 $\leq$ h $<$ 1300	1.2 $\leq$ h $<$ 1.3	1.0	6.2	7.2	7.0	9.2	10.9	17
	1.3 $\leq$ h $<$ 1.5	1.0	6.2	7.2	6.9	9.2	10.7	15.9
	1.5 $\leq$ h $<$ 1.7	1.0	6.2	7.2	6.9	9.2	10.5	15.0
	1.7 $\leq$ h $<$ 1.9	1.0	6.2	7.2	6.9	9.2	10.3	14.3

[0047] 表4优化后机架间张力设定情况(MPa)

宽度层别(mm)	厚度层别(mm)	FE	F1-F2	F2-F3	F3-F4	F4-F5	F5-F6	F6-F7
[0048] 1150 $\leq$ h $<$ 1300	1.2 $\leq$ h $<$ 1.3	1.0	7.4	8.6	8.4	11.0	13.1	20.4
	1.3 $\leq$ h $<$ 1.5	1.0	7.4	8.6	8.3	11.0	12.8	19.1
	1.5 $\leq$ h $<$ 1.7	1.0	7.4	8.6	8.3	11.0	12.6	18.0
	1.7 $\leq$ h $<$ 1.9	1.0	7.4	8.6	8.2	11.0	12.3	17.2

[0049] 3) 优化抛尾速度,薄规格甩尾的主要原因是轧制速度快,出现跑偏时操作往往难以及时调整,调整一般在机架抛钢时进行,为保证操作有足够的时间进行调整,将薄规格抛尾速度最大值由15m/s限制为12.5m/s,厚度 $\leq 1.5\text{mm}$ 时将精轧抛尾减速率由 $-0.4\text{m/s}^2$ 调整为 $-0.6\text{m/s}^2$ ,通过限制抛钢速度和加大减速率来增加操作人员的调整时间,如表5所示。

[0050] 表5抛尾减速率和抛尾速度设定值

厚度层别/mm	抛尾减速率 ( $\text{m/s}^2$ )	抛尾速度 (m/s)	抛尾降速停止机架
1.2 $\leq$ h $<$ 1.3	-0.6	12.5	7
1.3 $\leq$ h $<$ 1.5	-0.6	12.5	7
1.5 $\leq$ h $<$ 1.7	-0.6	12.5	7
1.7 $\leq$ h $<$ 1.9	-0.4	12.5	7
1.9 $\leq$ h $<$ 2.25	-0.4	12.5	7
2.25 $\leq$ h $<$ 2.5	-0.4	10.5	6
2.5 $\leq$ h $<$ 2.75	-0.4	10.5	6

[0052] 4) 精轧侧导板开口度余量。

[0053] 当侧导板出现开口度过大时,侧导板对带钢的夹持作用消失,带钢跑偏时的跑偏量增大,且各机架间具有跑偏放大的效果,实际生产中就出现,前段轻微跑偏,到后机架就严重跑偏的现象。如果侧导板不对中,则带钢进入轧机后将偏离轧制中心线,出现宽度方向上厚度不对称,再进入下一机架时,传动侧和工作侧延伸不均匀,也会引发甩尾,因此轧制

极限薄规格时,需要对精轧侧导板进行标定,确保显示值与实测值差值在2mm 以内。同时,侧导板余量不应太大,实际轧钢时,侧导板开口度余量如表6所示。

[0054] 表6精轧侧导板开口度余量mm

位置	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
等待位 (mm)	55	50	50	50	55	55	55
轧制位 (mm)	35	35	35	35	35	35	35
抛尾位 (mm)	35	35	35	35	35	35	35

[0056] 5) 精轧开水情况,极限薄规格为了保证轧制稳定性,开水情况也需要进行变动,以尽量少开水,减小温降为目的,提升轧制稳定性,生产时:投用F5-F7轧制抑尘水,用来控制薄规格带钢轧制过程中的烟尘,除F5、F6反喷水以外,其余机架的机架间反喷水全部关闭,这样一方面减少反喷水对温度的影响,另一方面,下游机架开启反喷,可避免上游机架的杂质,异物等带入下游机架,影响表面质量。厚度 $\leq 1.5\text{mm}$ 时,精轧开启单排除鳞,目的仍然是提升温度,目前系统除鳞压力设计为25MPa,较高的除鳞压力可以保证在薄规格上采用单排除鳞,并不会影响其除鳞效果,且采用单排除鳞比双排除鳞,可使得精轧入口温度提升10℃。在轧制1.5mm及以下厚度时,投入轧制润滑,油量F1-F4 设定80ml/min,轧制薄规格时投用轧制润滑投用可以降低轧制力,从而减轻轧机震动。

[0057] 6) 精轧温度控制,精轧入口温度FET控制在1080~1090℃左右;终轧温度设定 890℃。

[0058] 7) 优化尾部防跑偏,投用尾部辊缝补偿功能,F2-F7辊缝在抛钢时上抬0.25mm,此功能使得带钢尾部较目标厚度偏厚,降低跑偏幅度,防止甩尾现象,F6,F7机架投用尾部防跑偏功能,即在检测到轧制力偏差过大时,系统进行自动调平补偿,投用AGC负荷再分配功能,即当单个机架AGC负荷过大时,负荷将自动分配至其余机架。

[0059] 5. 卷取

[0060] 优化压头风机的压力和投用时序,将压头风机压力提升至1.35倍,开启时序提前至 F7咬钢信号,避免头部起套现象。极限薄规格的卷取机张力控制适当增加15%~20%,避免卷取卸卷后出现扁卷,塌卷的现象,卷取温度控制为640℃。

[0061] 本发明有效提升常规热轧产线极限薄规格冷轧基料在热轧产线的生产稳定性,它从轧制规格,过渡顺序,加热工艺制度,粗轧和精轧工艺,卷取张力等多方面进行了优化,用于指导现场的生产操作,提高轧件板形质量,有效提高轧制稳定性;实现了生产难度极大的极限薄规格冷轧基料在热轧产线的批量稳定生产,实现降本增效的目的。

[0062] 本发明不局限于上述实施方式,任何人应得知在本发明的启示下作出的结构变化,凡是与本发明具有相同或相近的技术方案,均落入本发明的保护范围之内。

[0063] 本发明未详细描述的技术、形状、构造部分均为公知技术。