



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103276172 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201310177187. 8
 (22) 申请日 2013. 05. 14
 (73) 专利权人 武汉钢铁(集团)公司
 地址 430080 湖北省武汉市武昌友谊大道
 999 号 A 座 15 层
 (72) 发明人 杨奕 韩斌 魏兵 刘洋 汪水泽
 谭文 汪荣 陈丽娟
 (74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104
 代理人 胡镇西 李满

CN 102345057 A, 2012. 02. 08, 权利要求 1、
 3.
 CN 102513725 A, 2012. 06. 27, 权利要求 6.
 JP S5757837 A, 1982. 04. 07,
 CN 101967543 A, 2011. 02. 09,
 CN 102899470 A, 2013. 01. 30,
 DE 19622164 C1, 1997. 05. 07,
 审查员 李琼芳

(51) Int. Cl.
C21D 8/02 (2006. 01)
C22C 38/14 (2006. 01)
C22C 38/12 (2006. 01)
C22C 38/04 (2006. 01)

(56) 对比文件
 CN 101805873 A, 2010. 08. 18, 权利要求 1、
 2.

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称
 基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法

(57) 摘要
 本发明所设计的一种基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法, 包括如下步骤: 将低合金钢板坯依次经过加热炉预热处理、加热炉加热处理、加热炉均热处理、粗轧前除鳞、粗轧、精轧、层流冷却和卷取工序, 即完成整个低合金钢板坯的轧制; 本发明通过降低加热炉的加热温度, 使低合金钢板坯在常规轧制温度履历与轧制临界温度之间进行轧制, 生产出满足组织力学性能要求的低合金钢的热轧板带。另外, 上述轧制过程中的工艺控制方法在保证轧制效果的同时有效地降低了加热温度, 减少了加热能耗, 节约了热轧带钢的生产成本。

CN 103276172 B

1. 一种基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法,包括将低合金钢板坯依次经过加热炉预热处理、加热炉加热处理、加热炉均热处理、粗轧前除鳞、粗轧、精轧、层流冷却和卷取工序的步骤,其特征在于:

所述低合金钢板坯在加热炉预热处理时的预热时间为 50 ~ 100min,预热温度为 800 ~ 1000℃;

所述低合金钢板坯在加热炉加热处理时的加热时间为 50 ~ 100min,加热温度为 1200 ~ 1280℃;

所述低合金钢板坯在加热炉均热处理时的加热时间为 15 ~ 40min,均热温度为 1170 ~ 1220℃;

所述低合金钢板坯在粗轧时的粗轧出口温度为 1020 ~ 1060℃;

所述低合金钢板坯在精轧时的精轧入口温度为 980 ~ 1040℃,所述精轧出口温度为 820 ~ 870℃;

所述低合金钢板坯在卷取时的温度为 580 ~ 650℃;

所述低合金钢板坯的化学成分按质量百分比 wt% 为 C :0.10 ~ 0.16%、Si :0.01 ~ 0.30%、Mn :1.20 ~ 1.6%、S ≤ 0.030%、P ≤ 0.030%、Nb ≤ 0.03%、Ti ≤ 0.05%,其余为铁和不可避免的杂质;

所述低合金钢板坯在加热炉预热处理时的空燃比为 1.0 ~ 1.2;所述低合金钢板坯在加热炉加热处理时的空燃比为 0.9 ~ 1.1;所述低合金钢板坯在加热炉均热处理时空燃比为 1.0 ~ 1.4;

所述加热炉的炉内压力为 10 ~ 25Pa;

所述粗轧前除鳞处理过程中的除鳞道次为 4 ~ 8;

在低合金钢板坯层流冷却处理时采用边部遮挡技术。

2. 根据权利要求 1 所述的基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法,其特征在于:所述低合金钢板坯在加热炉的总在炉时间为 150min ~ 200min。

3. 根据权利要求 1 所述的基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法,其特征在于:所述低合金钢板坯在精轧时的轧制速度为 5 ~ 12m/s。

基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热轧板带生产技术领域,具体地指一种基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法。

技术背景

[0002] 在热轧生产过程中,钢坯加热能耗一般占工序能耗的 70%~80%,用于轧制的能耗仅占 20%~30%,因此降低热轧能耗的潜力主要来源于钢坯加热炉的能耗。在现有的热轧带钢生产过程中,坯料在轧制前,要将原料进行加热,提高钢的塑性,降低变形抗力及改善金属内部组织和性能,以便于轧制加工。但是高温及不正确的加热制度可能引起钢的强烈氧化、脱碳和过烧等缺陷,降低钢的质量,甚至导致废品。因此,钢的加热温度应该根据各种钢的特性和轧制工艺要求,从保证钢材质量和产量出发进行确定。

[0003] 现有的热轧板带生产技术中,也有关于降低加热温度的相关报道。如文献“黄传清,陈建荣等,宝钢 2050mm 热连轧低温轧制技术应用简析,《宝钢技术》”介绍了宝钢在低温轧制技术的应用,将加热温度降低到 1200℃,通过优化粗轧的轧制规程和除鳞道次,增加除鳞挡水链等措施,减少在粗轧阶段的温降,保证精轧的入口温度。但是这种低温轧制方法,加热温度虽然比原有的常规加热温度 1250℃要低,但还是主要对加热温度进行了考虑,并没有对整个轧制过程进行全局和系统性的考虑。专利号为 CN200480013648.7 的中国专利《温轧方法》,介绍了一种新型多方向温轧方法,主要用于棒线材的轧制,制造具有平均粒径小于 3 μm 的超微细晶粒组织的超微细晶粒钢,在温度范围为 350℃~800℃ 的温度区间进行孔型轧制。专利号为 CN94105768.2 的中国专利《螺纹钢的温轧方法》也提出了一种利用热轧后余热再进行温轧螺纹钢的生产方法,将热轧后的 钢材在冷床上降温至 300℃~600℃,由保温装置将钢材送至粗轧机轧制,轧后的盘条再进行精轧减径刻纹。以上两项专利应用于线棒材的生产,只对轧制过程的温度进行了考虑,同样也没有对整个轧制过程的低温轧制做一个全局性和系统性的考虑。

[0004] 另外,专利号为 CN201010607955.5 的中国专利《一种 Q345 钢板的控温轧制方法》,提出了将 Q345 钢板坯在推钢式加热炉中预热段、加热段、均热段后出炉,除去氧化铁皮,在 1000℃~1050℃进行第一阶段轧制,然后用空冷或水冷待温至 900℃~950℃进行第二阶段轧制。这种轧制方法,还是采用控轧空冷工艺思路来保证 Q345 钢板的力学性能,并没有采用临界温度思想,对加热温度和整个轧制过程进行节能方面的考虑。因此,也是一种非系统的和局域性的轧钢生产过程。

[0005] 综上所述,现有的热轧板带生产方法,主要还是常规的高温加热,然后进行轧制的思路。也有从降低能耗考虑,降低加热温度的尝试,但都是从加热、或者轧制等轧钢过程的各个孤立点去考虑。效果并不是很明显。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是要提供一种基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法,该方法

针对低合金钢的特点,提出了系统性和全局性的低温轧制生产方法,既能保证良好的组织、力学性能水平,又能有效的降低加热能耗,降低生产成本。

[0007] 为实现此目的,本发明所设计的基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法,包括将低合金钢板坯依次经过加热炉预热处理、加热炉加热处理、加热炉均热处理、粗轧前除鳞、粗轧、精轧、层流冷却和卷取工序的步骤,其特征在于:

[0008] 所述低合金钢板坯在加热炉预热处理时的预热时间为 50~100min,预热温度为 800~1000℃;

[0009] 所述低合金钢板坯在加热炉加热处理时的加热时间为 50~100min,加热温度为 1200~1280℃;

[0010] 所述低合金钢板坯在加热炉均热处理时的加热时间为 15~40min,均热温度为 1170~1220℃;

[0011] 所述低合金钢板坯在粗轧时的粗轧出口温度为 1020~1060℃;

[0012] 所述低合金钢板坯在精轧时的精轧入口温度为 980~1040℃,所述精轧出口温度为 820~870℃;

[0013] 所述低合金钢板坯在卷取时的温度为 580~650℃。

[0014] 进一步地,所述低合金钢板坯的化学成分按质量百分比 wt% 为 C:0.10~0.16%、Si:0.01~0.30%、Mn:1.20~1.6%、S ≤ 0.030%、P ≤ 0.030%、Nb ≤ 0.03%、Ti ≤ 0.05%,其余为铁和不可避免的杂质。

[0015] 进一步地,所述低合金钢板坯在加热炉预热处理时的空燃比为 1.0~1.2;所述低合金钢板坯在加热炉加热处理时的空燃比为 0.9~1.1;所述低合金钢板坯在加热炉均热处理时空燃比为 1.0~1.4。

[0016] 进一步地,所述低合金钢板坯在加热炉的总在炉时间为 150min~200min。

[0017] 进一步地,所述加热炉的炉内压力为 10~25Pa。

[0018] 再进一步地,所述粗轧前除鳞处理过程中的除鳞道次为 4~8。

[0019] 更进一步地,所述低合金钢板坯在精轧时的轧制速度为 5~12m/s。

[0020] 本发明采用上述轧制过程中的工艺控制方法,通过降低加热炉的加热温度,使低合金钢板坯在常规轧制温度履历与轧制临界温度之间进行轧制,生产出满足组织力学性能要求的低合金钢的热轧板带。另外,上述轧制过程中的工艺控制方法在保证轧制效果的同时有效地降低了加热温度,减少了加热能耗,节约了热轧带钢的生产成本。

具体实施方式

[0021] 以下结合具体实施例对本发明作进一步的详细说明:

[0022] 常规热轧板带轧制过程中的加热温度和轧制过程温度一般较高,因此,在实际热轧板带生产过程中,由于过高的加热温度导致板坯在加热炉加热时的能源消耗较多。本发明提出了一种基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法,该方法在保证原有低合金钢板坯力学性能的基础上制定所需轧制过程的临界温度,在临界温度的基础上制定出低合金钢的轧制方法。低合金钢板坯轧制过程临界温度由以下公式确定:

[0023] 临界温度确定公式:

[0024] $RH = \text{Max}[T(\text{热脆}), T(\text{C 固溶}), T(\text{Mn 固溶}), T(\text{Nb 固溶}), T(\text{Ti 固溶}), T(\text{除鳞})]$

[0025] $RT = \text{Max}[T(\text{粗轧机力能}), T(\text{轧机的咬入}), T(FT0 + \Delta T \text{ 运输过程温降} + \Delta T \text{ 除鳞温降})]$

[0026] $FT0 = \text{Max}[T(FT7 + \Delta T \text{ 轧制过程温降}), T(\text{精轧机力能}), T(\text{再结晶分数})]$

[0027] $FT7 = \text{Min}[T(\text{Ar3}), T(\text{NbC 析出}), T(\text{TiC 析出}), T(\text{TiN 析出})]$

[0028] $CT = T(\text{相变温度})$

[0029] 上述公式中： T 为温度， RH 为均热段加热临界温度、 RT 为粗轧出口临界温度、 $FT0$ 为精轧入口临界温度、 $FT7$ 为精轧出口临界温度、 CT 为卷取临界温度。

[0030] 本发明设计的基于临界温度的低合金钢节能型轧制方法，它包括如下步骤：将低合金钢板坯依次经过加热炉预热处理、加热炉加热处理、加热炉均热处理、粗轧前除鳞、粗轧、精轧、层流冷却和卷取工序，即完成整个低合金钢板坯的轧制；上述步骤使轧制方法具有系统性和全局性；

[0031] 所述低合金钢板坯在加热炉预热处理时的预热时间为 $50 \sim 100 \text{min}$ ，预热温度为 $800 \sim 1000^\circ\text{C}$ ；

[0032] 所述低合金钢板坯在加热炉加热处理时的加热时间为 $50 \sim 100 \text{min}$ ，加热温度为 $1200 \sim 1280^\circ\text{C}$ ；

[0033] 所述低合金钢板坯在加热炉均热处理时的加热时间为 $15 \sim 40 \text{min}$ ，均热温度为 $1170 \sim 1220^\circ\text{C}$ ；

[0034] 上述技术方案中，通过对加热炉各段加热温度和时间参数的选择，使低合金钢在较短的时间内整个板坯温度均匀，并且满足加热温度要求。

[0035] 所述低合金钢板坯在粗轧时的粗轧出口温度为 $1020 \sim 1060^\circ\text{C}$ ；

[0036] 上述技术方案中，精轧入口温度在原有的温度制度上基本保持不变或略有降低，低合金钢板坯在精轧时的精轧入口温度为 $980 \sim 1040^\circ\text{C}$ ，所述精轧出口温度为 $820 \sim 870^\circ\text{C}$ ；

[0037] 所述低合金钢板坯在卷取时的温度为 $580 \sim 650^\circ\text{C}$ 。

[0038] 上述技术方案中，低合金钢板坯在低温轧制过程中，由于变形温度的降低，带钢的力学性能会有有一定的提升；同时，考虑到低温过程会导致除鳞的困难，因此在综合力学性能和表面质量的基础上对低合金钢的化学成分做出了下列规定。所述低合金钢板坯的化学成分按质量百分比 $\text{wt}\%$ 为 $\text{C} : 0.10 \sim 0.16\%$ 、 $\text{Si} : 0.01 \sim 0.30\%$ 、 $\text{Mn} : 1.20 \sim 1.6\%$ 、 $\text{S} \leq 0.030\%$ 、 $\text{P} \leq 0.030\%$ 、 $\text{Nb} \leq 0.03\%$ 、 $\text{Ti} \leq 0.05\%$ ，其余为铁和不可避免的杂质。

[0039] 上述技术方案中，所述低合金钢板坯在加热炉预热处理时的空燃比为 $1.0 \sim 1.2$ ；所述低合金钢板坯在加热炉加热处理时的空燃比为 $0.9 \sim 1.1$ ；所述低合金钢板坯在加热炉均热处理时空燃比为 $1.0 \sim 1.4$ 。

[0040] 上述技术方案中，所述低合金钢板坯在加热炉的总在炉时间为 $150 \text{min} \sim 200 \text{min}$ 。

[0041] 上述技术方案中，所述加热炉的炉内压力为 $10 \sim 25 \text{Pa}$ 的微正压，防止吸入冷风。

[0042] 上述技术方案中，所述粗轧前除鳞处理过程中的除鳞道次为 $4 \sim 8$ 。粗轧过程中需保证低合金钢板坯的表面质量，并采用保温罩减少粗轧过程的温降。

[0043] 上述技术方案中，所述低合金钢板坯在精轧时的轧制速度为 $5 \sim 12 \text{m/s}$ 。通过提升轧制速度，保证精轧出口温度和卷取温度在原有常规热轧工艺上保持不变。

[0044] 上述技术方案中，在低合金钢板坯层流冷却处理时采用边部遮挡技术，减少热轧带钢在冷却过程中的边部温降。

[0045] 下面选取 3 块板坯对低合金钢的轧制生产过程进行说明：

[0046] 成分见表 1

[0047] 表 1 冶炼成分和工艺要点

[0048]

		板坯 1	板坯 2	板坯 3
成分， 质量 百分 比 (wt%)	C	0.123	0.139	0.158
	Si	0.229	0.282	0.195
	Mn	1.521	1.455	1.282
	P	0.020	0.021	0.009
	S	0.004	0.015	0.012
	Nb	0.001	0.006	0.003
	Ti	0.001	0.002	0.018

[0049] 表 2 轧制过程温度

[0050]

轧制过程温度，℃	RH	RT	FT0	FT7	CT
板坯 1	1185	1037	1022	837	631
板坯 2	1200	1055	1023	839	613
板坯 3	1200	1050	1008	856	593

[0051] 表 2 中，RH 为均热段加热温度、RT 为粗轧出口温度、FT0 为精轧入口温度、FT7 为精轧出口温度、CT 为卷取温度。

[0052] 上述板坯 1 在加热过程的总在炉时间为 196min。加热炉炉内保持 25Pa 的微正压，加热炉预热段空燃比保持在 1.2，预热时间为 68min，加热炉加热段空燃比保持在 1.05，加热时间为 100min，加热炉均热段空燃比保持在 1.28，均热温度控制在 1185℃，均热时间为 18min。低合金钢板坯在粗轧轧制过程中采取 3/4 连续式轧机轧制，第一组粗轧机除鳞 1 道，第二组粗轧机轧制 5 道次，除鳞 2 道，第三组粗轧机除鳞 1 道，第四组粗轧机不除鳞，总除鳞道次为 4 道次，采用保温罩减少粗轧过程温降，第四组粗轧机粗轧出口温度为 1037℃。精轧入口温度为 1022℃，轧制速度为 5.4m/s，精轧出口温度为 837℃，卷取温度为 631℃，在层流冷却过程中采用边部遮挡技术，减少热轧带钢在冷却过程中的边部温降。

[0053] 上述板坯 2 在加热过程的总在炉时间为 157min。加热炉炉内保持 20Pa 的微正压，加热炉预热段空燃比保持在 1.1，预热时间为 59min，加热炉加热段空燃比保持在 1.04，加热时间为 79min，加热炉均热段空燃比保持在 1.25，均热温度控制在 1200℃，均热时间为

19min。低合金钢板坯在粗轧轧制过程中采取 3/4 连续式轧机轧制,第一组粗轧机除鳞 1 道,第二组粗轧机轧制 5 道次,除鳞 2 道,第三组粗轧机除鳞 1 道,第四组粗轧机不除鳞,总除鳞道次为 4 道次,采用保温罩减少粗轧过程温降,第四组粗轧机粗轧出口温度为 1055℃。精轧入口温度为 1023℃,轧制速度为 5.06m/S,精轧出口温度为 839℃,卷取温度为 613℃,在层流冷却过程中采用边部遮挡技术,减少热轧带钢在冷却过程中的边部温降。

[0054] 上述板坯 3 在加热过程的总在炉时间为 175min。加热炉炉内保持 22Pa 的微正压,加热炉预热段空燃比保持在 1.1,预热时间为 64min,加热炉加热段空燃比保持在 1.05,加热时间为 90min,加热炉均热段空燃比保持在 1.15,均热温度控制在 1200℃,均热时间 21min。低合金钢板坯在粗轧轧制过程中采取 3/4 连续式轧机轧制,第一组粗轧机除鳞 1 道,第二组粗轧机轧制 5 道次,除鳞 2 道,第三组粗轧机除鳞 1 道,第四组粗轧机不除鳞,总除鳞道次为 4 道次,采用保温罩减少粗轧过程温降,第四组粗轧机粗轧出口温度为 1050℃。精轧入口温度 1020℃,轧制速度为 7.6m/S,精轧出口温度为 856℃,卷取温度为 593℃,在层流冷却过程中采用边部遮挡技术,减少热轧带钢在冷却过程中的边部温降。

[0055] 上述 3 块板坯轧制出的热轧板卷力学性能对比见表 2。

[0056] 表 2 组织、力学性能对比

[0057]

项目	板坯 1	板坯 2	板坯 3
组织	铁素体+珠光体	铁素体+珠光体	铁素体+珠光体
屈服强度 (MPa)	370	390	415
抗拉强度 (MPa)	525	540	585
伸长率, %	26	22	22
常温冲击 AKV	108	106	108

[0058] 可以看出以上 3 块板坯轧制出的钢卷组织和力学性能均满足标准要求。

[0059] 由本实施例可以看出:本发明针对低合金钢的特点,提出了系统性和全局性的低温轧制生产方法,综合考虑了整个加热和轧制生产过程,既能保证低合金钢良好的组织和力学性能水平,又能有效的降低加热能耗,降低生产成本。

[0060] 说明书未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。