



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102649123 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201110045798. 8

CN 101049745 A, 2007. 10. 10,

(22) 申请日 2011. 02. 25

CN 102848135 A, 2013. 01. 02,

JP 特开 2005-297013 A, 2005. 10. 27,

(73) 专利权人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路 885 号

审查员 王斐

(72) 发明人 袁向前 苗雨川 焦四海 白岩

鲁志政 孔伟

(74) 专利代理机构 上海开祺知识产权代理有限

公司 31114

代理人 竺明

(51) Int. Cl.

B32B 15/01(2006. 01)

B21B 1/38(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2005-152998 A, 2005. 06. 16,

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

非对称复合轧制生产特厚复合板的方法

(57) 摘要

非对称复合轧制生产特厚复合板的方法, 其包括如下步骤 :a) 备板, 准备三块板坯, 即第一、第二、第三板坯, 三板坯结合面表面清理, 第一、第二、第三板坯厚度 H1、H2、H3 满足下列要

求 :总厚度 H H1+H2+H3 > 600mm, $\frac{1}{5} < \frac{H1}{H} < \frac{1}{2}$,

$\frac{1}{5} < \frac{H3}{H} < \frac{1}{2}$;b) 真空焊接, 在真空环境下对三

板坯接合面四周焊接, 并将接合面周围密封 ;c) 加热, 加热温度 1100℃~1250℃, 保温时间大于 4 小时 ;d) 轧制, 开轧温度 1000℃~1200℃, 终轧温度处于再结晶温度范围, 道次压下量 5~60mm。本发明将结合界面放置于板坯厚度的 1/2~1/5 位置, 板坯结合面获得较大变形, 结合面附近较大幅度地发生再结晶, 从而得到结合较好的复合质量。

1. 非对称复合轧制生产特厚复合板的方法,其包括如下步骤:

1) 备板,准备三块板坯,即第一、第二、第三板坯,三块板坯的结合面需要经过表面清理,第一、第二、第三板坯的厚度 H_1 、 H_2 、 H_3 应满足下列要求:总厚度 $H=H_1+H_2+H_3>600\text{mm}$,

$$\frac{1}{5} < \frac{H_1}{H} < \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{5} < \frac{H_3}{H} < \frac{1}{2};$$

2) 真空焊接,在真空环境下对三块板坯结合面的四周采用焊接,并将结合面周围密封,即所述三块板坯结合面的四周采用真空焊接,板坯与板坯之间形成负压,保证板坯在加热和轧制过程中,不出现焊口开裂;

3) 加热,加热温度为 $1100^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$,保温时间大于 4 小时,使得板坯芯部热透;

4) 轧制,开轧温度 $1000^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$,终轧温度处于钢种的再结晶温度范围内,道次压下量范围 $5 \sim 60\text{mm}$ 。

2. 如权利要求 1 所述的非对称复合轧制生产特厚复合板的方法,其特征是,所述第一、第二板坯为一块板坯。

3. 如权利要求 1 所述的非对称复合轧制生产特厚复合板的方法,其特征是,所述第二、第三板坯为一块板坯。

非对称复合轧制生产特厚复合板的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及复合厚板制造技术,特别涉及一种非对称复合轧制生产特厚复合板的方法。

背景技术

[0002] 特厚板的制造方法如日本发明 JP2005-152998A 公开的“超极厚钢板及其制造方法”、JP2005-177817A “超极厚钢板的制造方法”和 JP2005-297013A “极厚钢板及其制造方法”。这些专利都采用了一致的方案,即通过两块或以上等厚钢板叠在一起,接触面的四周焊接封闭,然后对板坯进行加热和轧制。

[0003] 在上述专利中,轧制过程中复合板坯的变形参数通过下式计算:

$$[0004] \quad S_{eff} = \sum [(\sigma_{tc \max}/k_0) - 1]$$

[0005] Σ 表示各个道次的变形参数求和,当 $(\sigma_{tc \max}/k_0) - 1 < 0$ 时,不加算。

$$[0006] \quad \sigma_{tc \max}/k_0 = 1.67 \times (l_d/h_m) + 0.5$$

[0007] l_d :投影接触弧长度

[0008] h_m :平均板厚(入口处板厚和出口处板厚的平均)

[0009] k_0 :变形抗力

[0010] 当 $S_{eff} > 0.3$ 和压下比小于 2 的条件下,实现板坯轧制复合,通过这种方法,生产 200mm 厚以上的复合厚板。

[0011] 国内以济钢为代表,通过双 135mm 厚度的 Q235 连铸坯复合成 265mm 厚度的钢坯,轧制成 90mm 和 140mm 的厚板。

[0012] 厚板在轧制过程中,变形在板坯厚度方向分布不均匀。如图 2 所示,为 800mm 厚板坯单道次压下 50mm 后等效应变在板坯厚度方向分布情况,表明变形集中分布在板坯表面一定厚度范围内,当板坯厚度超过 200mm 时,芯部的变形量随着板坯的厚度增加而降低。

[0013] 同种钢板热轧成复合厚板,板坯之间界面的结合,可以充分利用界面再结晶。通过设计合理的轧制温度范围和压下量,促使界面反复发生再结晶,从而提高复合质量。

[0014] 发生再结晶的两个条件是温度和变形。首先,轧制温度需要处于再结晶温度范围内。其次,变形量越大,提供发生再结晶的能量越大,再结晶程度越高,界面处新生成的晶粒可以促进复合面的结合强度。

[0015] 通过上述分析,可以看出,日本三项专利和济钢通过双层连铸坯轧制生产厚板的方法都有一定的局限性。从图 1 中可以看出,当同种板坯复合轧制成复合板的厚度在 200mm 左右时,板坯中心可以获得较大的变形,通过发生再结晶,从而得到结合较好的复合质量。而随着复合板厚度的进一步提高,板坯芯部的变形量减少,势必会影响结合面的复合质量。

发明内容

[0016] 本发明的目的在于提供一种非对称复合轧制生产特厚复合板的方法,通过改变结合界面处于厚度中心位置,可以突破现有技术的局限性,板坯中心可以获得较大的变形,通

过发生再结晶,从而得到结合较好的复合质量。特别可以生产厚度 300mm 以上的厚板。

[0017] 为达到上述目的,本发明的技术方案是:

[0018] 非对称复合轧制生产特厚复合板的方法,其包括如下步骤:

[0019] 1) 备板,准备三块板坯,即第一、第二、第三板坯,三块板坯的结合面需要经过表面清理,第一、第二、第三板坯的厚度 H_1 、 H_2 、 H_3 应满足下列要求:

[0020] 总厚度 H $H_1+H_2+H_3 > 600\text{mm}$,

[0021] $\frac{1}{5} < \frac{H_1}{H} < \frac{1}{2}$, $\frac{1}{5} < \frac{H_3}{H} < \frac{1}{2}$;

[0022] 2) 真空焊接,在真空环境下对三块板坯结合面的四周采用焊接,并将结合面周围密封,保证板坯在加热和轧制过程中,不出现焊口开裂;

[0023] 3) 加热,加热温度为 $1100^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$,保温时间大于 4 小时,使得板坯芯部热透;

[0024] 4) 轧制,开轧温度 $1000^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$,终轧温度处于再结晶温度范围内,道次压下量范围 $5 \sim 60\text{mm}$ 。

[0025] 进一步,所述三块板坯结合面的四周采用真空焊接,板坯与板坯之间形成负压。

[0026] 又,所述第一、第二板坯为一块板坯。

[0027] 所述第二、第三板坯为一块板坯。

[0028] 当 $H_1/H = 1/2$ 时,为传统方案,本发明需要避免将复合面处于厚度中位置。而 H_1/H (H_3/H) $< 1/5$ 时,第一板坯和第三板坯过薄,对于制造厚板没有太大的意义,因此,本发明对板坯的厚度做了特别要求。

[0029] 本发明三块板坯结合面的四周通过焊接连接,把结合面置于整体厚度的 $1/5 \sim 1/2$ 层面上。而传统的复合轧制中,通过两块等厚的钢板焊接连接,把结合面置于厚度的 $1/2$ 层面处。

[0030] 图 1 示出了厚板轧制过程中,厚度方向上从钢板表面到钢板中心的变形量 (PEEQ) 分布。从图 1 可以看出,距离钢板表面小于 100mm 厚的范围内,可以获得较大的变形。而距离钢板表面 100mm 以上,钢板内部的变形分布随着与钢板表面的距离越大而越来越小,钢板厚度中心位置 (即 $1/2$ 厚度位置),是变形量是最小的地方。

[0031] 由于复合厚坯在轧制过程中的复合,需要依靠钢板结合面处发生再结晶,在结合面处生成新的晶粒,起到连接结合面上下两块钢板的作用。再结晶的程度越大,结合效果越好。而影响再结晶程度的重要因素之一就是变形量的大小,变形量越大,再结晶的程度越大。

[0032] 根据上述讨论,传统的复合轧制技术,是将两块等厚钢板焊接后复合轧制,结合面处于 $1/2$ 厚度层面,在轧制过程中是变形量最小的位置,达到的复合效率和效果也是较差的,最终的产品厚度只能达到 200mm。

[0033] 而本发明把复合层面放置于 $1/5 \sim 1/2$ 厚度层面内,则可以大幅提升结合面处的变形,从而加大了结合面处的再结晶程度,最终提高结合面的结合效率和结合效果,最终可以实现产品厚度达到 300mm。

[0034] 在轧制过程中,厚度方向变形量分布关于结合面不对称,故称为“非对称复合轧制技术”,也与当前传统的复合轧制技术区别开来。

[0035] 通过本发明方法,可实现 300mm 复合厚板的生产。

附图说明

[0036] 图 1 为厚板轧制过程中变形量 (PEEQ) 在厚度方向的分布示意图。

[0037] 图 2 为本发明的板坯配置示意图。

具体实施方式

[0038] 下面结合实施例对本发明做进一步说明。

[0039] 试验方案一：

[0040] 三层组坯厚度共 720mm, 生产 300mm 厚板。

[0041] 准备三块板坯, 厚度 240mm+240mm+240mm, 总厚度 720mm, 复合层面位于全厚度的 1/3 处。

[0042] 将 3 块板坯结合面进行表面清理, 然后进行真空焊接。将焊接后复合坯放入加热炉加热至 1230℃, 保温 5 小时后开轧。开轧温度 1190℃, 各个道次压下量范围 15 ~ 30mm, 终轧温度 1100℃。

[0043] 对轧制后的复合厚板, 根据《中华人民共和国国家标准 - 厚钢板超声波检验方法 GB/T 2970-2004》进行探伤, 符合国标二级标准。

[0044] 试验方案二：

[0045] 双层不等厚组坯厚度共 720mm, 生产 360mm 的厚板。

[0046] 为了与传统的方案进行对比, 准备 3 组复合坯。每组两块钢板, 控制各块钢板厚度, 使得复合层面在厚度方向上位于不同的位置。

[0047] 第一组 (对比例) 板坯复合层面处于全厚度的 1/2 处, 两块钢板的厚度为 360mm+360mm, 即传统的两块等厚钢板配置, 以便作为试验效果对比。

[0048] 第二组 (实施例) 板坯复合层面处于全厚度的 1/3 处, 两块钢板的厚度为 240mm+480mm。

[0049] 第三组 (实施例) 板坯复合层面位于全厚度的 1/5 处, 两块钢板的厚度为 144mm+576mm。

[0050] 将 3 组板坯经过表面清理, 然后进行组坯真空焊接。将三组复合坯放置在加热炉内加热至 1200℃, 在 1200℃ 均热 5 小时后开轧。三组复合坯的热轧工艺相同, 开轧温度 1170℃, 各个道次压下量范围 25 ~ 35mm, 终轧温度 980℃。

[0051] 上述试验方案, 在实验室根据相似比原理按照 1/3 相似比进行实施。

[0052] 对实验室轧制后的复合厚板, 根据《中华人民共和国国家标准 - 厚钢板超声波检验方法 GB/T 2970-2004》进行探伤。

[0053] 结果表明, 传统的复合轧制法得到的钢板探伤达到国标三级合格, 通过本发明非对称复合轧制技术生产厚板质量达到了国标二级合格, 表明通过本发明生产的复合厚板质量好于传统的复合轧制技术生产的厚板。

[0054] 表 1 方案二组坯参数及探伤结果

[0055]

序号	厚度配置 mm	厚度参数	参数值	探伤结果	注
第一组	360+360	$H1/H, H3/H$	$360/720$ =1/2	国标三级合格	对比例(传统)
第二组	240+480	$H1/H, H3/H$	$240/720$ =1/3	国标二级合格	本发明实施例
第三组	144+576	$H1/H, H3/H$	$144/720$ =1/5	国标二级合格	本发明实施例

[0056] 试验方案三：

[0057] 双层不等厚组坯厚度共 600mm, 单道次轧制。

[0058] 第一组(对比例)板坯复合层面处于全厚度的 1/2 处, 两块钢板的厚度为 300mm+300mm, 即传统的两块等厚钢板配置, 以便作为试验效果对比。

[0059] 第二组(本发明实施例)板坯复合层面处于全厚度的 1/3 处, 两块钢板的厚度为 200mm+400mm。

[0060] 第三组(本发明实施例)板坯复合层面位于全厚度的 1/5 处, 两块钢板的厚度为 120mm+480mm。

[0061] 上述各组钢板经过表面清理, 真空焊接, 形成复合坯, 将复合坯放置于加热炉内加热至 1150℃, 然后保温 4 小时后开轧。三组复合坯均进行了单道次轧制, 轧制温度 1130℃, 压下量 60mm。

[0062] 上述试验方案, 在实验室根据相似比原理按照 1/5 相似比进行实施。

[0063] 对实验室轧制后的复合板参考国标《中华人民共和国力学及工艺性能试验方法 GB/T 6396-2008》加工成剪切力学拉伸试样进行剪切结合强度力学检测。

[0064] 结果表明, 本发明方案得到的复合板剪切结合强度均好于传统方案得到的复合板剪切结合强度。

[0065] 表 2 方案三组坯参数及力学拉伸结果

[0066]

序号	厚度配置 mm	厚度参数	参数值	力学拉伸 MPa	注
第一组	300+300	$H1/H, H3/H$	$300/600$ =1/2	252	对比例(传统)
第二组	200+400	$H1/H, H3/H$	$200/600$ =1/3	317	本发明实施例
第三组	120+480	$H1/H, H3/H$	$120/600$ =1/5	376	本发明实施例

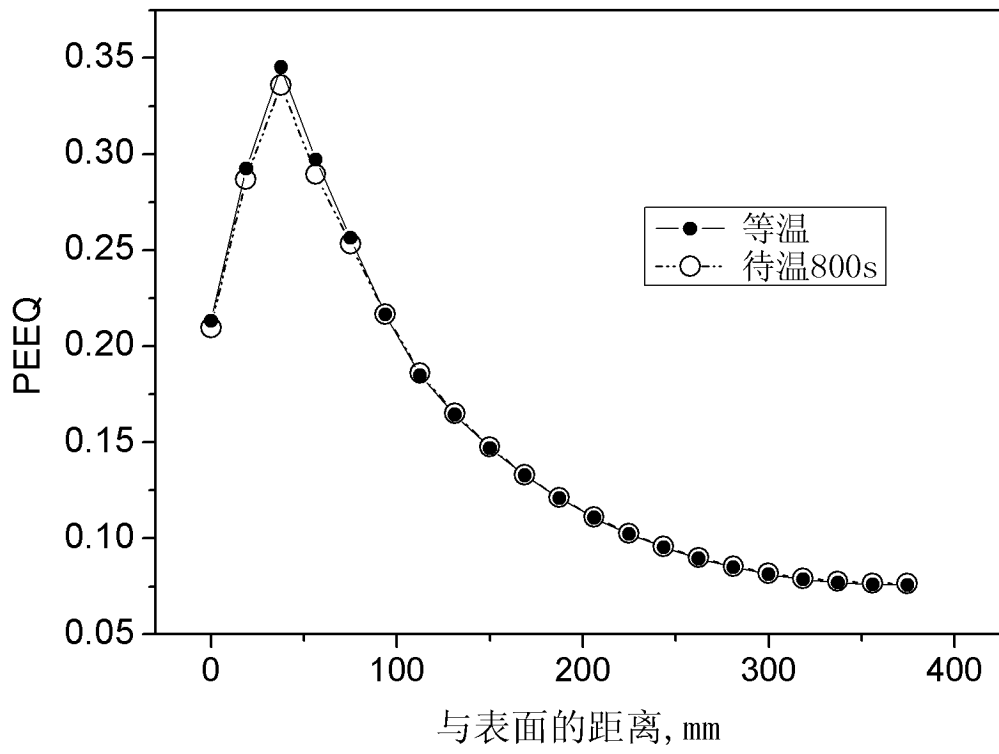


图 1

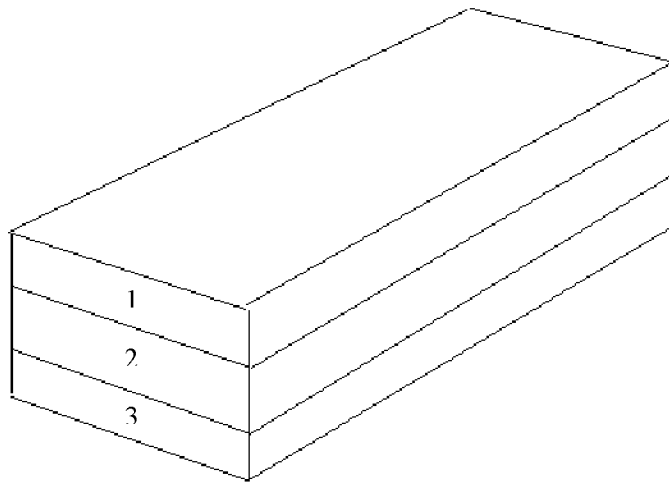


图 2