



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103341498 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 09

(21) 申请号 201310219854. 4

(22) 申请日 2013. 06. 05

(71) 申请人 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(武钢科技创新部)

(72) 发明人 韩斌 蔡珍 李国彬 黄全伟  
谭文 杨奕 刘洋

(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

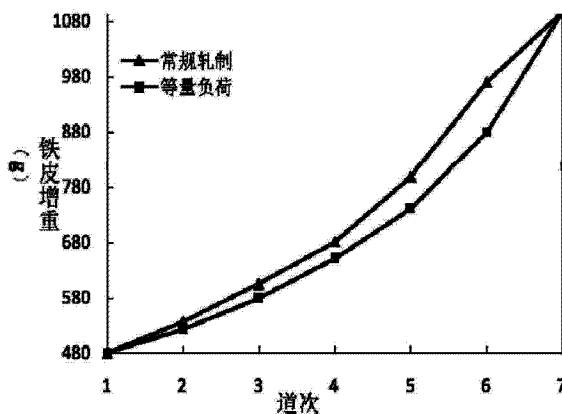
(51) Int. Cl.  
B21B 37/00(2006. 01)  
B21B 37/74(2006. 01)  
B21B 37/16(2006. 01)

权利要求书1页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称  
减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,包括连铸坯粗轧前除磷和控制粗轧,粗轧总变形量为 70% ~ 85%,控制粗轧各个道次的压下量相等。本发明通过控制粗轧过程,重新分配道次负荷,使各个道次压下量相等,随着温度的降低,板坯的体表比逐渐增加,在粗轧总变形量相同的前提下,本发明方法中板坯在每一个道次的体表比都较压下量逐道次递减的轧制方法中相应道次的体表比小,从而达到减少氧化铁皮厚度和氧化铁皮压入的目的,从而提高了热轧钢板的表面质量,减少了后续工序酸洗用酸量和酸洗时间,提高了生产效率和金属成材率;采用本发明方法可以减小再结晶奥氏体晶粒尺寸,有利于得到均匀的微观组织,提高钢板的强度和塑韧性。



1. 一种减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,包括连铸坯粗轧前除磷和控制粗轧,其特征在于:所述粗轧总变形量为 70% ~ 85%,控制粗轧各个道次的压下量相等。

2. 根据权利要求 1 所述的减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,其特征在于:所述连铸坯加热温度为 1200 ~ 1250℃,粗轧前除磷温度  $\geq 1170^\circ\text{C}$ ,粗轧开轧温度为 1150 ~ 1200℃。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,其特征在于:所述连铸坯厚度为 220 ~ 250mm,所述粗轧总变形量为 78% ~ 85%。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,其特征在于:所述连铸坯厚度为 200 ~ 220mm,所述粗轧总变形量为 70% ~ 78%。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,其特征在于:所述粗轧设备为一架四辊可逆式轧机组成的半连续式轧机,或为二辊轧机和四辊轧机组成的连续式或半连续式粗轧机组。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,其特征在于:在粗轧过程中进行粗轧除磷。

## 减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轧钢过程控制技术,具体地指一种减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法。

### 背景技术

[0002] 目前,热轧技术的发展主要集中在板形、厚度精度、温度与性能的精准控制等方面,而随着汽车、家电行业的快速发展,下游用户对钢材表面质量的要求越来越苛刻,企业经常由于表面氧化铁皮控制不当引发质量异议甚至退货,严重阻碍了产品档次的提高。表面处理过去一直采用酸洗,冷轧,热镀锌或涂层等工艺,近年节能减排方针的提出促使下游行业需满足越来越严格的环保要求,酸洗除锈工艺受到限制,而无论酸洗还是镀涂工艺的生产成本都较高,因此,热轧钢板表面质量控制技术将逐渐成为行业研究的热点。

[0003] 高温下典型的氧化铁皮结构是由最外层较薄的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  层、中间  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  层和靠近基体最厚的  $\text{FeO}$  层组成。根据  $\text{Fe-O}$  平衡相图,在  $570 \sim 1371^\circ\text{C}$  时,  $\text{FeO}$  处于稳定状态;在  $570^\circ\text{C}$  以下时,  $\text{FeO}$  发生共析反应生成  $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_3\text{O}_4$  的混合物,氧含量进一步提高时,会生成红色的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。图 1 为  $\text{Fe-O}$  平衡相图。氧化铁皮酸洗难易程度为  $\text{FeO}$  层最易被酸分解,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  次之,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  最难被酸分解。温度越高,氧化铁皮生成速率越大,氧化铁皮层越厚,越难被还原分解。图 2 为铸坯在不同温度下的氧化增重曲线。

[0004] 根据热轧流程中带钢氧化铁皮形成的不同阶段可以将氧化铁皮分为三种:加热炉内生成的“一次氧化铁皮”、粗轧区域生成的“二次氧化铁皮”,及精轧过程中和卷曲后生成的“三次氧化铁皮”。一次氧化铁皮碰到高压除磷水后由于热应力产生内裂,高压水会进入钢基体界面上的空穴,使得一次氧化铁皮较易去除,常规除磷工艺对“三次氧化铁皮”也有较好的去除效果,而二次氧化铁皮受到水平轧制的影响,厚度较薄且界面应力小,在常规除磷工艺下难以完全去除,残余氧化铁皮在精轧过程中容易形成氧化铁皮压入缺陷,进而降低钢板的表面质量。

[0005] 因轧钢设备轧制能力的限制,传统粗轧机组的压下量分配一般是高温大压下量,第一道考虑咬入能力和厚度波动,压下量略小,第二道绝对值压下量最大,随后压下量逐道减小,以充分利用钢的高温塑性。近年来,我国轧钢技术水平突飞猛进,轧制设备的轧制能力有了很大提高,而上述在轧机能力较弱时的压下量分配方式却沿用至今。

[0006] 目前,关于热轧钢板表面质量控制技术的报道较多,鞍钢股份有限公司刘源等发明的“一种控制中厚板表面氧化铁皮的方法(CN 102825073 A)”提出板坯加热温度控制在  $1150^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ ,入除磷机温度  $\leq 1150^\circ\text{C}$ ,粗轧开轧目标温度  $\leq 1100^\circ\text{C}$  以减缓除磷后高温板坯二次氧化铁皮的生成速度;攀钢集团钢铁钒钛股份有限公司左军等发明的“一种减少热轧钢板表面生成氧化铁皮的制备方法(CN 101947557 A)”提出控制出炉温度为  $1150^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ ,精轧开轧温度控制在  $950 \sim 1050^\circ\text{C}$ ,终轧温度控制在  $830^\circ\text{C} \sim 900^\circ\text{C}$ ,前段以  $20 \sim 60^\circ\text{C}/\text{s}$  的冷却速度冷却到  $650 \sim 780^\circ\text{C}$ ,后段以  $2 \sim 20^\circ\text{C}/\text{s}$  的冷却速度冷却到  $550 \sim 650^\circ\text{C}$ ,以实现减少氧化铁皮生成的目的;山西太钢不锈钢股份有限公司常斌等发明的“一

种提高热轧钢卷表面质量的方法(CN 102367508A)”提出冶炼低合金钢种时,钢中硅含量控制在 0.10 ~ 0.12% 以下,避免在 1200 ~ 1250℃ 长时间停留,应控制加热时间不超过 160 分钟以减少热轧带钢氧化铁皮产生厚度;东北大学刘振宇等发明的“一种薄板坯连铸连轧易酸洗热轧带钢的制备方法(CN 102699030A)”提出对精轧的板坯先后进行超快冷和层流冷却,最终获得氧化铁皮 FeO 的含量低于 10wt%,氧化铁皮厚度减薄 5 ~ 10 μm,结构均匀的易酸洗热轧带钢。此外,还有一些专利公开了氧化铁皮清除装置,如“一种热轧带钢表面的处理方法及专用装置(CN 1396011)”和“连铸坯除磷装置(CN 2635236)”等。

[0007] 然而,上述方法存在以下问题:1)降低板坯加热温度或保温时间,不利于钢中合金元素的均匀化,容易造成枝晶偏析和带状组织等缺陷;2)降低粗轧、精轧温度会影响后续的冷却过程以及组织均匀性,精轧温度过低,容易造成混晶;3)对硅含量的控制提高了冶炼难度,且会对钢种最终的力学性能造成影响;4)控制前段快速冷却对现有的冷却装备提出了更高的要求;5)添加氧化铁皮清除装置增加了设施和投入。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是针对上述问题提供一种减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,该方法能在保证钢板成分、组织均匀性,及其力学性能的前提下,减少氧化铁皮厚度和氧化铁皮压入可能性,从而优化热轧钢板的表面质量。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种减少热轧钢板表面氧化铁皮厚度的方法,包括连铸坯粗轧前除磷和控制粗轧,所述粗轧总变形量为 70% ~ 85%,控制粗轧各个道次的压下量相等。

[0010] 进一步地,所述连铸坯加热温度为 1200 ~ 1250℃,粗轧前除磷温度  $\geq 1170^{\circ}\text{C}$ ,粗轧开轧温度为 1150 ~ 1200℃。

[0011] 进一步地,所述连铸坯厚度为 220 ~ 250mm,所述粗轧总变形量为 78% ~ 85%。厚度为 220 ~ 250mm 的连铸坯,可在 3/4 连续式或半连续式粗轧机上实现等量负荷粗轧;粗轧总变形量为连铸坯在粗轧过程中的总压下量与连铸坯第一道次入口厚度的比例。

[0012] 进一步地,所述连铸坯厚度为 200 ~ 220mm,所述粗轧总变形量为 70% ~ 78%。厚度为 200 ~ 220mm 的连铸坯,可在 3/4 连续式或半连续式粗轧机上实现等量负荷粗轧。

[0013] 优选地,所述粗轧设备为一架四辊可逆式轧机组成的半连续式轧机,或为二辊轧机和四辊轧机组成的连续式或半连续式粗轧机组。粗轧机为二辊轧机和四辊轧机组成的连续式或半连续式粗轧机组时,进入四辊轧机的第一个道次按实际经验分配,其余道次压下量相等。

[0014] 进一步优选地,在粗轧过程中进行粗轧除磷。在等量负荷粗轧过程中同时进行粗轧除磷有利于进一步减少钢板表面最终生成的氧化铁皮的厚度。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0016] 其一,本发明通过控制粗轧过程,重新分配道次负荷,相比传统压下量逐道次递减的方式,本发明的粗轧过程中各个道次压下量相等,随着温度的降低,板坯的体表比(表面积/体积)逐渐增加,板坯在较低温度下展开延伸,温度降低时氧化铁皮生成速率随之减缓,即:板坯在氧化铁皮生成速率较慢的情况下展开延伸;在粗轧总变形量相同的前提下,本发明方法中板坯在每一个道次的体表比都较压下量逐道次递减的轧制方法中相应道次的

体表比小,体表比小则氧化面积小,从而氧化铁皮增重也较传统轧制少,从而达到减少氧化铁皮厚度的目的。

[0017] 其二,钢材产品表面氧化铁皮薄,出现氧化铁皮压入和红色氧化铁皮的几率就相应降低,从而提高了热轧钢板的表面质量,减少了后续工序酸洗用酸量和酸洗时间,提高了生产效率和金属成材率。

[0018] 其三,采用本发明方法可以减小再结晶奥氏体晶粒尺寸,有利于得到均匀的微观组织,提高钢材的强度和塑韧性。

[0019] 其四,本发明不增加额外的设施,投资少,见效快,操作方便,充分利用了轧机的轧制能力,可广泛应用于各种板厚的板材生产。

### 附图说明

[0020] 图 1 为 Fe-O 平衡相图。

[0021] 图 2 为钢坯在不同温度下的氧化增重曲线。

[0022] 图 3 为实施例 1 和对比例 1 中钢坯的体表比随道次的变化曲线图。

[0023] 图 4 为实施例 1 和对比例 1 中钢坯的氧化铁皮增重随道次的变化曲线图。

[0024] 图 5 为实施例 2 和对比例 2 中钢坯的体表比随道次的变化曲线图。

[0025] 图 6 为实施例 2 和对比例 2 中钢坯的氧化铁皮增重随道次的变化曲线图。

### 具体实施方式

[0026] 以下结合实施例对本发明作进一步的说明,但是本发明并不限于下述实施例。

[0027] 本发明方法中具体轧制规程的确定包括以下步骤:

[0028] 1) 计算中间坯厚度,按经验选择轧制道次,分配各道次压下量,并算出相对压下量。

[0029] 2) 制定速度制度,计算轧制时间并确定逐道次轧制温度。

[0030] 3) 计算逐道次轧制力、轧制力矩和总传动力矩。

[0031] 4) 校验轧辊等部件的强度,核算主电机能力。

[0032] 当出现轧制力或主电机功率超限情况,修正轧制道次和速度制度,重复以上步骤。

[0033] 该轧制方法的特点在于相对压下量逐道次减小的常规轧制,板坯在较低温度下展开延伸。氧化铁皮厚度  $\alpha$  由下式计算:

$$[0034] \quad \alpha = \frac{\omega}{\rho} \quad (1)$$

[0035] 其中  $\omega$  为单位面积氧化铁皮重量,  $\rho$  为氧化铁皮密度。

[0036] 粗轧阶段单位面积氧化铁皮重量:

$$[0037] \quad \omega = A \cdot e^{-\frac{E_a}{Rt}} \quad (2)$$

[0038] 其中  $E_a$  为铁的氧化活化能,  $A$  为常数,  $t$  为氧化时间。二次氧化铁皮不能完全去除,粗轧结束时的氧化铁皮厚度:

$$[0039] \quad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^n (1-\varepsilon_i) \cdot S_i \cdot \omega_i}{S_n \cdot \rho} \quad (3)$$

[0040] 其中 S 为板坯表面积, n 为粗轧道次,  $\varepsilon_i$  为 i 道次粗轧后的除鳞效率且  $\varepsilon_i < 1$ , 将公式(2) 带入公式(3) 可以得出公式(4):

$$[0041] \quad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^n (1-\varepsilon_i) \cdot S_i \cdot A e^{-\frac{Ea}{RT_{it}}}}{S_n \cdot \rho} \quad (4)$$

[0042] 随着温度的降低, 板坯表面积逐渐增加, 相比于常规轧制方法, 等量负荷轧制的板坯在每一个道次的表面积都较小, 导致氧化铁皮增重也比常规轧制的少, 因此, 粗轧结束时, 等量负荷轧制板坯的氧化铁皮厚度较小, 氧化铁皮压入和红色铁皮出现的可能性减少, 由公式(4) 可计算得出氧化铁皮厚度。

[0043] 本发明方法中, 连铸板坯加热温度为 1200 ~ 1250℃, 粗轧前除鳞温度  $\geq 1170^\circ\text{C}$ , 粗轧开轧温度为 1150 ~ 1200℃。

[0044] 实施例 1:

[0045] 粗轧机为附带立辊的四辊可逆式粗轧机组, 其最大轧制压力为 5000t, 主传动电机容量为  $2 \times 7500\text{kW}$ ; 连铸坯厚度 230mm, 宽度 1600mm, 长度为 10000mm, 中间坯厚度 38mm, 宽度 1562mm。

[0046] 首先将连铸坯用立辊除磷; 然后进行粗轧, 粗轧道次设为 8 道次, 控制各道次的压下量均为 25.11mm, 粗轧总变形量为 84.6%, 实施例 1 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 1。

[0047] 另设置一个用常规粗轧方法轧制的例子作为实施例 1 的对比例 1, 首先将连铸坯用立辊除磷; 然后进行粗轧, 粗轧道次设为 8 道次, 第一道次和第二道次考虑咬入能力和厚度波动, 压下量略小, 第三道压下量最大, 然后控制各道次的压下量逐道次递减, 并保证粗轧总变形量为 84.6%, 对比例 1 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 2。

[0048] 表 1

[0049]

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度 (°C)
1	237.31	212.20	25.11	0.11	1181
2	212.20	187.09	25.11	0.12	1167
3	187.09	161.99	25.11	0.13	1161
4	161.99	136.88	25.11	0.16	1152
5	136.88	111.77	25.11	0.18	1140
6	111.77	86.66	25.11	0.22	1141
7	86.66	61.55	25.11	0.29	1109
8	61.55	36.45	25.11	0.41	1085

[0050] 表 2

[0051]

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度 (°C)
1	237.31	205.43	31.88	0.13	1186
2	205.43	173.48	31.95	0.16	1170
3	173.48	140.12	33.36	0.19	1164
4	140.12	112.01	28.11	0.20	1157
5	112.01	87.17	24.84	0.22	1142
6	87.17	66.95	20.22	0.23	1142
7	66.95	50.04	16.92	0.25	1105
8	50.04	36.45	13.59	0.27	1081

[0052] 实施例 1 (等量负荷轧制) 和对比例 1 (常规轧制) 中钢坯的体表比(表面积 / 体

积) 随道次的变化如图 3 所示, 实施例 1 和对比例 1 的氧化增重随道次的变化如图 4 所示, 结合表 1 和表 2 数据可以看出, 随着钢板粗轧过程的进行, 体表比逐渐增大, 与常规轧制不同的是, 本发明等量负荷轧制的钢坯在前几个道次体表比增长缓慢, 在后面几个道次增速越来越快, 而且本发明钢坯在各道次的体表比总是小于常规轧制过程中相应道次体表比, 这说明采用等量负荷轧制的钢板在较低温度下展开延伸; 氧化铁皮增重随道次变化的规律与体表比相似, 增重曲线的面积代表整个粗轧过程中产生氧化铁皮的总重量, 等量负荷轧制钢板的氧化铁皮重量明显小于常规轧制过程中产生的铁皮重量, 在第 5 个道次进行一次粗轧除磷后, 对比例 1 采用常规轧制方法轧制的钢板最终生成的氧化铁皮厚度为  $26\ \mu\text{m}$ , 而采用等量负荷轧制方法生成的氧化铁皮厚度仅为  $23\ \mu\text{m}$ 。

[0053] 实施例 2:

[0054] 粗轧机为四辊可逆式轧机, 最大轧制压力为 58854kN, 最大轧制力矩 5493kJ, 主传动电机容量为  $2 \times 4600\text{kW}$ ; 连铸坯厚度 200mm, 宽度 1550mm, 长度为 3100mm, 中间坯厚度 60mm, 宽度 2600mm。

[0055] 首先将连铸坯进行常规除磷; 然后进行粗轧, 粗轧道次设为 7 道次, 先横轧使板坯宽度等于钢板的宽度, 然后转  $90^\circ$  纵轧到底, 控制各道次的压下量均为 20.00mm, 粗轧总变形量为 70%, 实施例 2 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 3。

[0056] 另设置一个用常规粗轧方法轧制的例子作为实施例 2 的对比例 2, 首先将连铸坯常规除磷; 然后进行粗轧, 粗轧道次设为 7 道次, 第一道次考虑咬入能力和厚度波动, 压下量略小, 第二道压下量最大, 然后控制各道次的压下量逐道次递减, 并保证粗轧总变形量为 70%, 对比例 2 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 4。

[0057] 表 3

[0058]

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度 ( $^\circ\text{C}$ )
1	200.00	180.00	20.00	0.10	1156
2	180.00	160.00	20.00	0.11	1151
3	160.00	140.00	20.00	0.13	1149
4	140.00	120.00	20.00	0.14	1146
5	120.00	100.00	20.00	0.17	1140
6	100.00	80.00	20.00	0.20	1132
7	80.00	60.00	20.00	0.25	1123

[0059] 表 4



道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度(°C)
1	200.00	180.00	20.00	0.10	1156
2	180.00	155.00	25.00	0.14	1154
3	155.00	133.00	22.00	0.14	1152
4	133.00	114.00	19.00	0.14	1148
5	114.00	92.00	22.00	0.19	1139
6	92.00	72.00	20.00	0.22	1130
7	72.00	60.00	12.00	0.17	1117

[0061] 实施例 2 (等量负荷轧制)和对比例 2 (常规轧制)中钢坯的体表比(表面积 / 体积)随道次的变化如图 5 所示,实施例 2 和对比例 2 的氧化增重随道次的变化如图 6 所示,结合表 3 和表 4 数据可以看出,随着钢板粗轧过程的进行,体表比逐渐增大,与常规轧制不同的是,本发明等量负荷轧制的钢坯在前几个道次体表比增长缓慢,在后面几个道次增速越来越快,而且本发明钢坯在各道次的体表比总是小于常规轧制过程中相应道次体表比;氧化铁皮增重随道次变化的规律与体表比相似,增重曲线的面积代表整个粗轧过程中产生氧化铁皮的总重量,等量负荷轧制钢板的氧化铁皮重量明显小于常规轧制过程中产生的铁皮重量,在粗轧过程中不进行除磷的情况下,对比例 2 按常规轧制方法轧制的的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度为 37  $\mu\text{m}$ ,而实施例 2 采用等量负荷轧制方法生成的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度仅为 35  $\mu\text{m}$ 。

[0062] 实施例 3 :

[0063] 粗轧机组为二辊不可逆轧机和四辊可逆式轧机组成的半连续式粗轧机。二辊轧机的工作辊直径为 1200 ~ 1350mm,最大轧制压力为 3000t,主传动电机容量为 2×5000kW;四辊轧机的工作辊直径为 1100 ~ 1200mm,最大轧制压力为 4500t,主传动电机容量为 2×7500kW;连铸坯厚度为 240mm,宽度为 1400mm,长度为 11900mm,中间坯厚度 38mm,宽度 1289mm。粗轧总变形量为 84.3%。

[0064] 首先将连铸坯进行常规除磷;然后进行粗轧,粗轧道次设为 6 道次,其中,二辊轧机轧制 1 道次,四辊轧机轧制 5 道次,进入四辊轧机的第一个道次压下量为 30.21 mm,控制其余各道次的压下量均为 35.16mm,粗轧总变形量为 84.3%,实施例 3 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 5。

[0065] 另设置一个用常规粗轧方法轧制的例子作为实施例 3 的对比例 3,首先将连铸坯常规除磷;然后进行粗轧,粗轧道次设为 6 道次,第一道次和第二道次考虑咬入能力和厚度

波动,压下量略小,然后控制各道次的压下量逐道次递减,并保证粗轧总变形量为 84.3%,对比例 3 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 6。

[0066] 表 5

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度(°C)
1	244.49	209.33	35.16	0.14	1200
2	209.33	179.12	30.21	0.14	1167
3	179.12	143.96	35.16	0.20	1159
4	143.96	108.80	35.16	0.24	1150
5	108.80	73.65	35.16	0.32	1134
6	73.65	38.49	35.16	0.48	1115

[0067]

[0068] 表 6

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度 (°C)
1	244.49	205.65	38.84	0.16	1204
2	205.65	175.44	30.21	0.15	1177
3	175.44	133.79	41.65	0.24	1162
4	133.79	97.07	36.72	0.27	1148
5	97.07	65.18	31.89	0.33	1124
6	65.18	38.49	26.69	0.41	1102

[0069]

[0070] 在粗轧过程中不进行除磷的情况下,对比例 3 按常规轧制方法轧制的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度为 33  $\mu\text{m}$ ,而实施例 3 采用等量负荷轧制方法生成的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度仅为 3431  $\mu\text{m}$ 。

[0071] 实施例 4:

[0072] 粗轧机为附带立辊的四辊可逆式粗轧机组,其最大轧制压力为 5000t,主传动电机

容量为  $2 \times 7500\text{kW}$  ;连铸坯厚度 220mm,宽度 1600mm,长度为 10000mm,中间坯厚度 45mm,宽度 1562mm。

[0073] 首先将连铸坯用立辊除磷;然后进行粗轧,粗轧道次设为 7 道次,控制各道次的压下量均为 25.6mm,粗轧总变形量为 80%,实施例 4 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 7。

[0074] 另设置一个用常规粗轧方法轧制的例子作为实施例 4 的对比例 4,首先将连铸坯用立辊除磷;然后进行粗轧,粗轧道次设为 7 道次,第一道次和第二道次考虑咬入能力和厚度波动,压下量略小,第三道压下量最大,然后控制各道次的压下量逐道次递减,并保证粗轧总变形量为 80%,对比例 4 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 8。

[0075] 表 7

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度(°C)
1	224	198.4	25.6	0.11	1156
2	198.4	172.8	25.6	0.13	1141
3	172.8	147.2	25.6	0.15	1130
4	147.2	121.6	25.6	0.17	1122
5	121.6	96	25.6	0.21	1109
6	96	70.4	25.6	0.27	1100
7	70.4	44.8	25.6	0.36	1095

[0077] 表 8

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度(°C)
1	224	195.4	28.6	0.13	1163
2	195.40	166.29	29.11	0.15	1146
3	166.29	133.77	32.52	0.20	1133
4	133.77	104.10	29.67	0.22	1127
5	104.10	79.12	24.98	0.24	1108
6	79.12	59.74	19.38	0.24	1097
7	59.74	44.80	14.94	0.25	1089

[0079] 在粗轧过程中不进行除磷的情况下,对比例 4 按常规轧制方法轧制的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度为 35  $\mu\text{m}$ ,而实施例 4 采用等量负荷轧制方法生成的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度仅为 32  $\mu\text{m}$ 。

[0080] 实施例 5 :

[0081] 粗轧机为四辊可逆式轧机,最大轧制压力为 50000kN,最大轧制力矩 5000kJ,主传动电机容量为 2 $\times$ 6000kW;连铸坯厚度 250mm,宽度 1500mm,长度为 2800mm,中间坯厚度 37mm,宽度 1552mm。

[0082] 首先将连铸坯进行高压水除鳞;然后进行粗轧,粗轧道次设为 7 道次,控制各道次的压下量均为 30.6mm,粗轧总变形量为 85%,实施例 5 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 9。

[0083] 另设置一个用常规粗轧方法轧制的例子作为实施例 5 的对比例 5,首先将连铸坯进行高压水除鳞;然后进行粗轧,粗轧道次设为 7 道次,第一道次考虑咬入能力和厚度波动,压下量略小,第二道压下量最大,然后控制各道次的压下量逐道次递减,并保证粗轧总变形量为 85%,对比例 5 的连铸坯在各道次的轧制数据如表 10。

[0084] 表 9

[0085]

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度 (°C)
1	252.00	221.40	30.60	0.12	1189
2	221.40	190.80	30.60	0.14	1175
3	190.80	160.20	30.60	0.16	1163
4	160.20	129.60	30.60	0.19	1152
5	129.60	99.00	30.60	0.24	1138
6	99.00	68.40	30.60	0.31	1126
7	68.40	37.80	30.60	0.45	1117

[0086] 表 10

[0087]

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	压下量 (mm)	压下率	温度 (°C)
1	252.00	219.88	32.12	0.13	1193
2	219.88	181.68	38.20	0.17	1180
3	181.68	146.22	35.46	0.20	1168
4	146.22	113.50	32.72	0.22	1154
5	113.50	83.54	29.96	0.26	1140
6	83.54	57.74	25.80	0.31	1131
7	57.74	37.80	19.94	0.35	1125

[0088] 粗轧过程中,在第 4 个道次进行一次粗轧除磷后,对比例 5 按常规轧制方法轧制的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度为  $29\ \mu\text{m}$ ,而实施例 5 采用等量负荷轧制方法生成的钢板最终生成的氧化铁皮的厚度仅为  $26\ \mu\text{m}$ 。

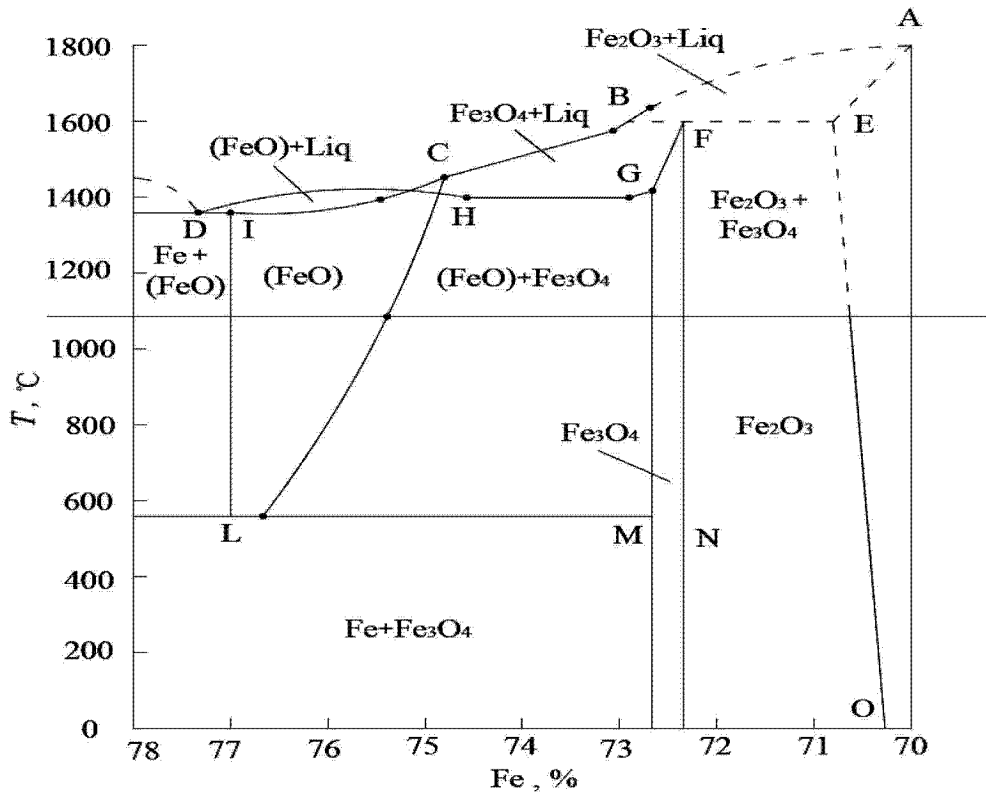


图 1

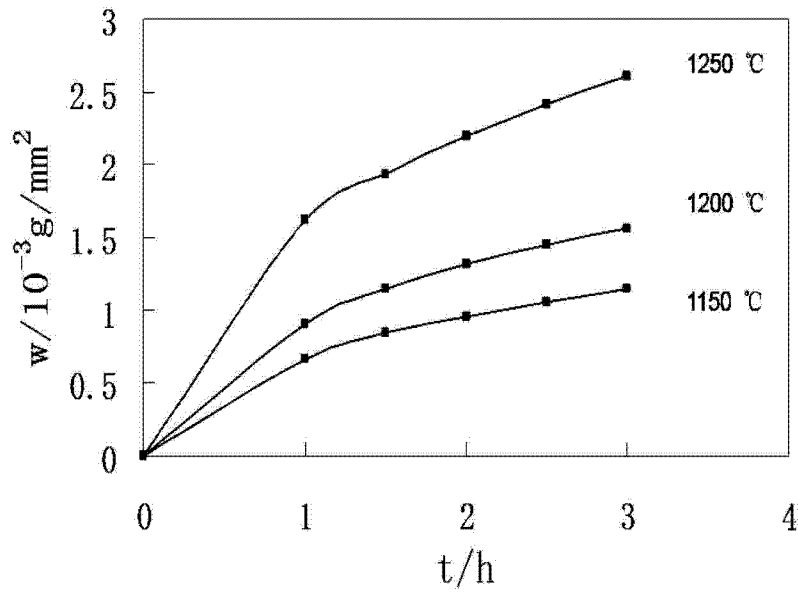


图 2

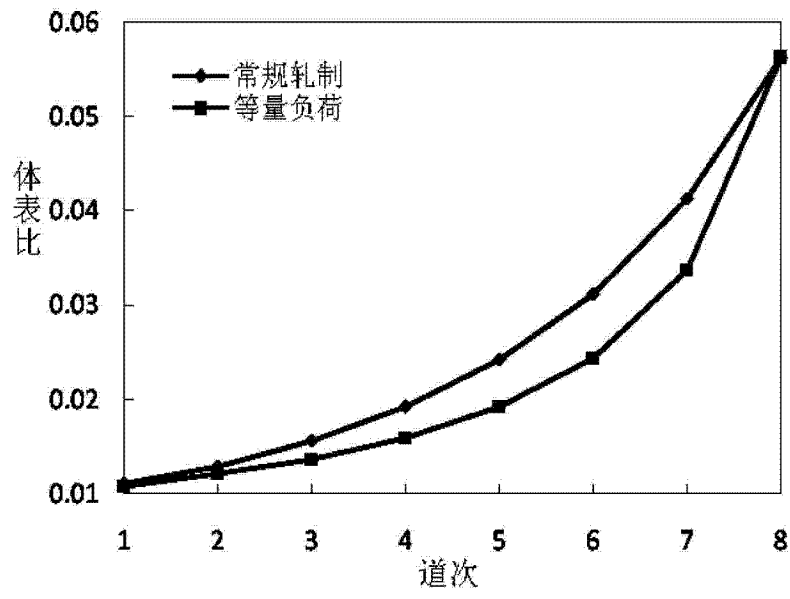


图 3

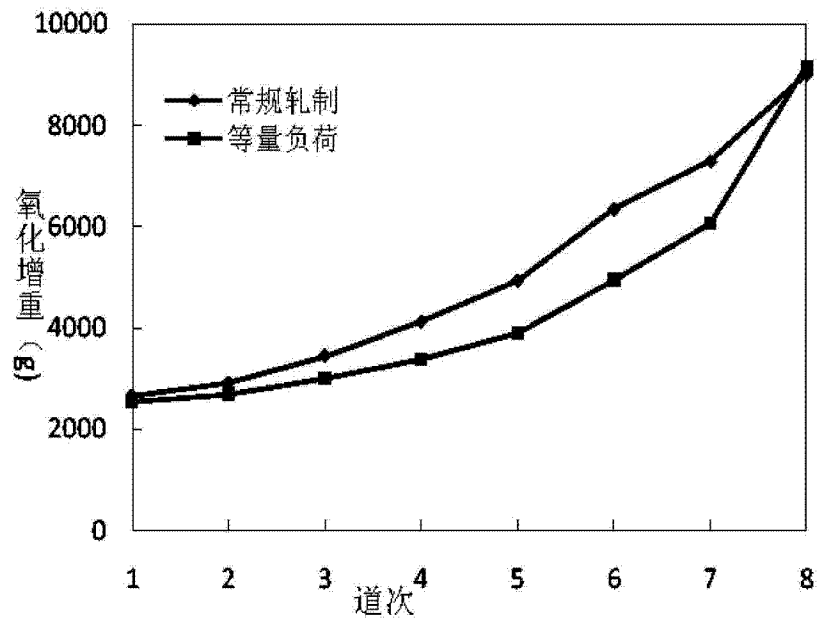


图 4

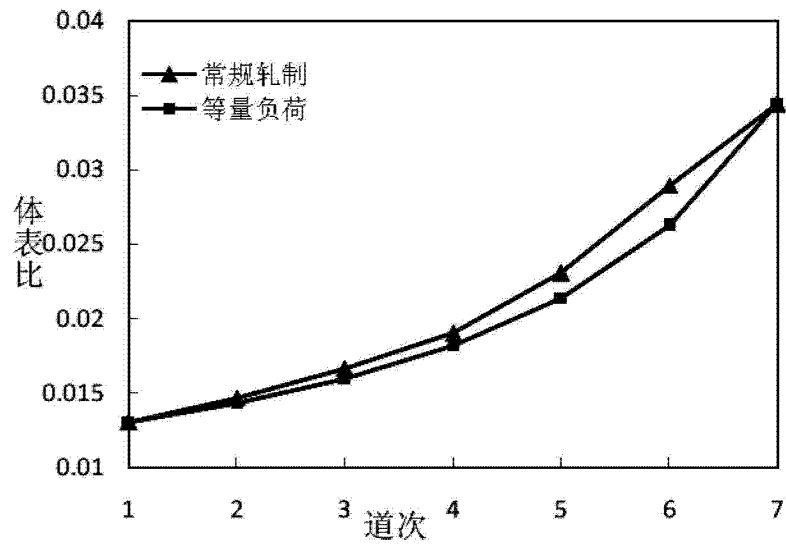


图 5

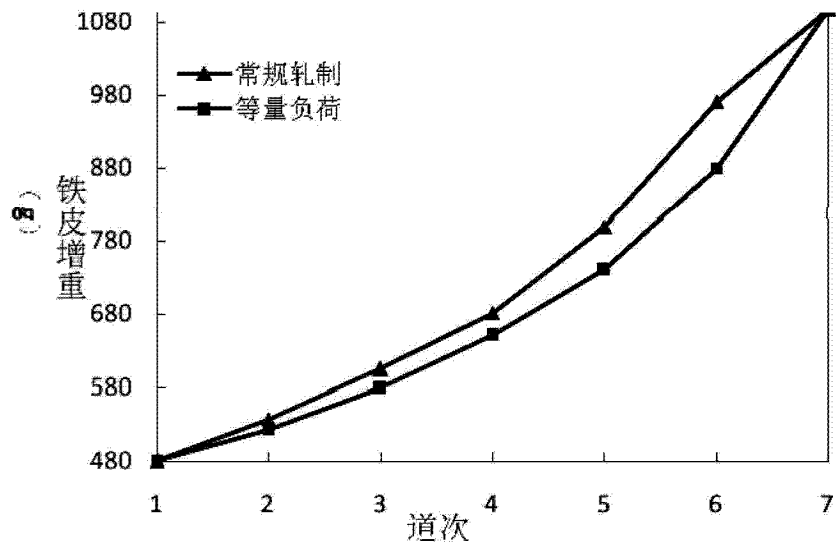


图 6