



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101008043 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610023713.5

(22) 申请日 2006.01.27

(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果园

(72) 发明人 余海峰 王伟明 毛惠刚 田勇

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 楼仙英

(56) 对比文件

JP 2001-288544 A, 2001.10.19, 全文.

JP 62-199721 A, 1987.09.03, 全文.

JP 57-064402 A, 1982.04.19, 全文.

JP 2000-273548 A, 2000.10.03, 全文.

CN 1241221 A, 2000.01.12, 全文.

CN 1224070 A, 1999.07.28, 全文.

审查员 庞立敏

(51) Int. Cl.

*C21D 8/00* (2006.01)

*C21D 11/00* (2006.01)

*B21B 37/00* (2006.01)

*B21B 37/74* (2006.01)

*B21B 37/56* (2006.01)

*B21B 37/58* (2006.01)

*B21C 47/02* (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

铁素体不锈钢的生产方法

(57) 摘要

一种改进的铁素体不锈钢生产方法,包括对铸坯进行加热、除磷、粗轧、除磷、精轧、冷却、卷曲、酸洗和冷轧的步骤,其中,加热温度控制在 1000-1200℃ 范围内;粗轧出口温度控制在 900-1100℃,且粗轧时相对压下率向后分配,增加粗轧阶段带钢变形储能,促经带钢再结晶;增加粗轧工序与精轧工序间的中间辊道 10-100s 的摆钢,保证中间坯再结晶的时间和条件;精轧入口温度控制在 850-1050℃,精轧出口温度控制在 750-950℃,精轧时相对压下率向后分配,增加精轧带钢变形储能,促进精轧带钢再结晶;轧后带钢冷却到 600-800℃ 的温度进行卷取。

1. 一种改进的铁素体不锈钢生产方法,省略了热轧后的退火工序,包括对铸坯进行加热、除磷、粗轧、除磷、精轧、冷却、卷取、酸洗和冷轧的步骤,其特征在于,加热温度控制在 1000-1200℃ 范围内;粗轧出口温度控制在 900-1100℃,将粗轧累计压下率控制在 75% -85%,且粗轧时相对压下率向后分配,粗轧初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.18-0.43,粗轧初道次相对压下率控制在 7% -13%,中间道次相对压下率逐步平滑递增,粗轧终道次相对压下率控制在 30% -40%,增加粗轧阶段带钢变形储能,促进带钢再结晶;粗轧工序与精轧工序间在中间辊道摆钢 10-100s,保证中间坯再结晶的时间和条件;精轧入口温度控制在 850-1050℃,精轧出口温度控制在 750-950℃,精轧时相对压下率向后分配,精轧入口相对压下率与出口相对压下率的比值控制在 1.07-3.0,精轧入口相对压下率控制在 30% -45%,中间相对压下率逐步平滑递减,精轧出口相对压下率控制在 15% -28%,增加精轧带钢变形储能,促进精轧带钢再结晶;轧后带钢冷却到 600-800℃ 的温度进行卷取;轧后带钢的冷却方式为层流冷却。

## 铁素体不锈钢的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种不锈钢的生产方法,特别涉及一种铁素体不锈钢的生产方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,由于铁素体不锈钢成本远低于含 Ni 的奥氏体不锈钢,且在某些领域及性能方面可取代奥氏体不锈钢的使用,因而在日常生活用具、食品、装潢、汽车排气管、电梯面板等领域具有广阔的应用前景。

[0003] 目前,传统的铁素体不锈钢生产工艺为:铸坯经过加热、除磷、粗轧、除磷、精轧、层流冷却、卷取、退火、酸洗、冷轧的步骤生产出铁素体不锈钢。因铁素体不锈钢自身固有特性在热轧工序阶段很难实现良好的再结晶,热轧带钢主要表现为典型的热轧变形组织,带钢强度、硬度较高并有碳化物析出,在冷轧工序前需要进行退火酸洗,目的是使其被拉长的变形晶粒转变为再结晶等轴晶粒(见图 1),使带钢软化并调整晶粒度同时使析出的碳化物充分均匀扩散。对于部分铁素体不锈钢种,因含有 C、N 等奥氏体形成元素,在热轧后冷却过程中会发生马氏体转变,使钢硬化,因此这类钢的退火目的还包括使形成的马氏体分解为铁素体和颗粒状或球状碳化物,以达到软化的目的。因此,铁素体不锈钢的传统生产工艺具体包括如下步骤:连铸坯冷装到加热炉,经过 1000-1250℃ 的加热后,除磷,5 道次或 7 道次粗轧(粗轧出口温度一般在 900-1150℃),除磷,直接进 7 机架精连轧(精轧入口温度一般在 850-1100℃,精轧出口温度一般在 750-1000℃),轧后带钢经层流冷却到 400-850℃ 的卷取温度进行卷取,得到热轧黑皮卷成品,再经退火酸洗,供冷轧。

[0004] 近年来,国内部分冷轧市场为追求降低生产成本,取消了热轧卷退火工序,采用将热轧黑皮卷直接进行酸洗冷轧的工艺。众所周知,铁素体不锈钢在拉深或深冲加工时表面易产生平行于轧制方向的起皱条纹缺陷,这是铁素体不锈钢的共性,也是铁素体不锈钢板拉深或深冲加工最严重的问题之一。国内外解决这一问题的成熟工艺思路是在成分设计基本相同的条件下,从连铸、热轧(包括退火)及冷轧(包括退火)工序同时进行工艺控制,以尽可能保证带钢充分再结晶,打乱原有铸坯柱状晶的不利影响,尽可能改善或消除最终深冲制品的表面起皱条纹缺陷。在此情况下,取消热轧后退火直接冷轧将导致最终制品表面起皱条纹比较严重(见图 2、图 4A 和图 5A),极大影响产品质量。

[0005] 因此,迫切需要提出一种铁素体不锈钢的改进生产工艺,可以在减少一道退火工序、降低生产成本的情况下依然保证产品质量,避免铁素体不锈钢制品表面出现起皱条纹等缺陷。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明的目的是提出一种改进的铁素体不锈钢生产方法,可以在减少一道退火工序、降低生产成本的情况下依然保证产品质量,避免铁素体不锈钢制品表面出现起皱条纹等缺陷。

[0007] 为达到上述目的,本发明提供一种改进的铁素体不锈钢生产方法,取消传统的退

火工艺,通过对其它部分工艺的改进来实现其组织形能达到传统热轧卷退火酸洗后的白皮卷性能。

[0008] 具体的,本发明提供一种改进的铁素体不锈钢生产方法,包括对铸坯进行加热、除磷、粗轧、除磷、精轧、冷却、卷曲、酸洗和冷轧的步骤,其中,加热温度控制在 1000-1200℃ 范围内;粗轧出口温度控制在 900-1100℃,且粗轧时相对压下负荷向后分配,增加粗轧阶段带钢变形储能,促经带钢再结晶;增加粗轧工序与精轧工序间的中间辊道 10-100s 的摆钢,保证中间坯再结晶的时间和条件;精轧入口温度控制在 850-1050℃,精轧出口温度控制在 750-950℃,精轧时相对压下负荷向后分配,增加精轧带钢变形储能,促进精轧带钢再结晶;轧后带钢经层流冷却到 600-800℃ 的温度进行卷取。

[0009] 优选的,粗轧初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.18-0.43,粗轧初道次相对压下率控制在 7% -13%,中间道次相对压下率逐步平滑递增,粗轧终道次相对压下率控制在 30% -40%。精轧入口相对压下率与出口相对压下率的比值控制在 1.07-3.0;粗轧累计压下率控制在 75% -85%。精轧入口相对压下率控制在 30% -45%,中间相对压下率逐步平滑递减,精轧出口相对压下率控制在 15% -28%。

[0010] 连铸坯冷装到加热炉,经过 1000-1200℃ 的改进加热后,除磷,5 道次或 7 道次改进的粗轧(粗轧出口温度一般在 900-1100℃,粗轧相对压下负荷向后分配,增加粗轧阶段带钢变形储能,促经带钢再结晶),增加粗轧工序与精轧工序间的中间辊道 10-100s 的摆钢,保证中间坯再结晶的时间和条件,除磷,进 7 机架经改进的精轧工艺进行精连轧(精轧入口温度一般在 850-1050℃,精轧出口温度一般在 750-950℃,精轧机架间相对压下负荷向后分配,增加精轧带钢变形储能,促进精轧带钢再结晶),轧后带钢经改进的层流冷却到 600-800℃ 的卷取温度进行卷取,得到热轧黑皮卷成品,其组织性能接近传统热连轧工艺热轧黑皮卷充分退火的成品,省掉了热轧后的退火工序,直接酸洗,供冷轧。

[0011] 根据本发明的一种改进的铁素体不锈钢生产方法,铁素体不锈钢在热连轧线上进行的控制轧制工艺是关键,其主要工艺控制的关键点如下:

[0012] 1. 针对不同铁素体不锈钢钢种,严格控制热轧工序各关键节点温度:

[0013] 在加热步骤中,加热温度控制在 1000℃ -1200℃,控制在此温度区域,既能保证铁素体不锈钢的充分软化使后面轧制过程能顺利进行,又不致太过于软化而导致板坯在加热炉内塌钢而无法抽钢;

[0014] 粗轧出口温度 RDT 控制在 900℃ -1100℃,太低则不足以保证足够的精轧轧制温度,太高则无法保证要求控制的精轧出口温度;

[0015] 精轧入口温度 FET 控制在 850℃ -1050℃,使得热轧带钢精轧工序既能保持较低的变形抗力,又能保证要求的精轧出口温度;

[0016] 精轧出口温度 FDT 控制在 750℃ -950℃,使带钢具有良好的再结晶温度条件;

[0017] 卷取温度 CT 控制在 600℃ -800℃。

[0018] 2. 调整粗轧与精轧间的累计压下率的分配,加大精轧累计压下率,减小粗轧累计压下率,将粗轧累计压下率控制在 75% -85%。加大精轧变形,以增加带钢在相同总压下率条件下的变形储能;

[0019] 3. 改进粗轧轧制工艺,调整各道次相对压下分配比,使负荷向后分配,初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.18-0.43,粗轧初道次相对压下率控制在 7% -13%,中间

道次相对压下率逐步平滑递增,粗轧终道次相对压下率控制在 30% -40%。也就是说,粗轧初道次相对压下率从现有技术的 12% -18%调整为 7% -13%,粗轧终道次相对压下率从现有技术的 25% -35%调整为 30% -40%,加大粗轧中间坯形变储能;

[0020] 4. 在粗轧结束后、精轧咬钢前,增加中间辊道摆钢 10s-100s,保证中间坯再结晶的时间和条件;

[0021] 5. 改进精轧轧制工艺,调整 7 机架间相对压下分配比,使负荷向后分配,入口机架与出口机架相对压下率的比值控制在 1.07-3.0,精轧入口机架相对压下率控制在 30% -45%,中间机架相对压下率逐步平滑递减,精轧出口机架相对压下率控制在 15% -28%,精轧入口机架相对压下率从现有技术的 30% -50%调整为 30% -45%,精轧出口机架相对压下率从现有技术的 7% -22%调整为 15% -28%,进一步加大精轧带钢形变储能;

[0022] 6. 精轧出口带钢,经改进的层流冷却进行前段集中冷却,控制到要求的卷取温度,经卷取后,得到再结晶情况良好的直接退火热轧黑皮卷。

[0023] 本发明的有益效果:

[0024] 本发明实现了在铁素体不锈钢生产的热轧工序达到直接退火的效果,即通过热连轧线进行控制轧制,充分创造条件促进热轧带钢再结晶,使热轧卷未经退火即产生良好的再结晶组织,使带钢软化,给下游采用不退火直接冷轧工艺的不锈钢冷轧企业提供组织和性能较好的热轧卷,改善或消除铁素体不锈钢冷轧成品深冲制品表面产生的起皱条纹缺陷,从而降低其生产成本。

## 附图说明

[0025] 图 1A-图 1B 分别为 409L 铁素体不锈钢传统热连轧工艺热轧态带钢充分退火后沿带钢厚度表面层 200X 和沿带钢厚度中心层 200X 的组织。该组织表明,传统热连轧工艺得到的热轧黑皮卷,经充分退火后,其热轧带钢变形组织完全被转变为退火后的等轴状再结晶组织,沿带钢整个厚度方向完全再结晶,带钢强度、硬度较低,组织良好,延伸率较高,符合下游冷轧工序对带钢的要求。

[0026] 图 2A-图 2B 分别为 409L 铁素体不锈钢传统热连轧工艺(无退火)的典型热轧态带钢沿带钢厚度表面层 200X 和沿带钢厚度中心层 200X 组织。该组织表明,传统热连轧工艺得到的热轧黑皮卷呈现典型的热轧带钢变形组织,原始铸坯晶粒均被拉长成扁平条带状,基本看不到再结晶晶粒,带钢强度、硬度较高,组织较差,延伸率较低。

[0027] 图 3A-图 3B 分别为根据本发明的 409L 铁素体不锈钢控制轧制热连轧工艺的典型热轧态带钢沿带钢厚度表面层 200X 和沿带钢厚度中心层 200X 组织。该组织表明,经控制轧制热连轧工艺得到的热轧黑皮卷已几乎完全呈现退火带钢组织,沿带钢厚度方向表面层完全是等轴状再结晶晶粒,仅中心层还保留少量未能充分再结晶的变形晶粒,带钢明显软化,组织较好,延伸率大大提高。

[0028] 图 4A-图 4B 分别为 409L 铁素体不锈钢传统热连轧工艺(无退火)和根据本发明的控制轧制热连轧工艺的热轧带钢进行直接冷轧后退火模拟拉伸的表面起皱条纹照片。该图表明,传统热连轧工艺和根据本发明的控制轧制热连轧工艺的热轧带钢进行直接冷轧后退火,得到的标准样条经 15%变形拉伸后,前者明显沿轧制方向表面起皱,而后者起皱不明

显。

[0029] 图 5A-图 5B 分别为 409L 铁素体不锈钢传统热连轧工艺（无退火）和根据本发明的控制轧制热连轧工艺的热轧带钢进行直接冷轧后退火模拟拉伸的表面起皱条纹粗糙度仪测试曲线。该图表明，传统热连轧工艺拉伸样条的起皱高度为 37.76um，根据本发明的控制轧制热连轧工艺拉伸样条的起皱高度仅为 13.48um，起皱程度改善了 64.3%。

### 具体实施方式

[0030] 本发明涉及到在热连轧线通过控制热轧工艺实现铁素体不锈钢热轧中实现直接退火，其组织和性能基本接近传统热连轧工艺热轧卷退火酸洗后的白皮卷，可以不退火直接酸洗冷轧，为国内部分冷轧市场追求降低生产成本、取消热轧卷退火工序直接冷轧提供基础。

[0031] 以下是本发明实例 1-5 的具体说明。

[0032] 铁素体不锈钢在热连轧线上进行控制轧制工艺参数见表 1：

[0033] 表 1

[0034]

实例	控制要点						
	加热温度/ ℃	粗轧进出口厚度 及出口温度/℃	粗轧压下 分配	辊道摆钢 /s	精轧入口温度/ ℃	精轧压下 分配	卷取/℃
1	1200	200-50mm,1100	负荷向后 分配	100	1050, 950	负荷向后 分配	800
2	1100	200-45mm,980	负荷向后 分配	60	940, 870	负荷向后 分配	700
3	1050	200-35mm,930	负荷向后 分配	40	900, 830	负荷向后 分配	650
4	1030	200-30mm,910	负荷向后 分配	20	880, 800	负荷向后 分配	630
5	1000	200-30mm,900	负荷向后 分配	10	850, 750	负荷向后 分配	600

[0035] 实施例 1：

[0036] 所述的工艺流程及参数是：

[0037] 1) 抽钢温度 ET 控制在 1200℃，粗轧出口温度 RDT 控制在 1100℃，精轧入口温度 FET 控制在 1050℃，精轧出口温度 FDT 控制在 950℃，卷取温度 CT 控制在 800℃；

[0038] 2) 铸坯厚度为 200mm，通过轧机辊缝设定，粗轧出口厚度控制在 50mm，精轧出口厚度控制在 2mm-10mm，粗轧的累计压下率控制为 75%；

[0039] 3) 改进粗轧轧制工艺，调整 7 道次相对压下分配比，提高后道次相对压下率，使负荷向后分配，初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.18，粗轧初道次相对压下率控制为 7%，中间道次相对压下率逐步平滑递增，粗轧终道次相对压下率控制为 40%（因为只需

定出初道次和终道次的相对压下率,而中间道次的相对压下分配相对比较灵活,可以有一定的调整弹性);

[0040] 4) 在粗轧结束后、精轧咬钢前,增加中间辊道摆钢 100 秒;

[0041] 5) 改进精轧轧制工艺,调整 7 机架间相对压下分配比,提高后机架相对压下率,使负荷向后分配,入口机架与出口机架相对压下率的比值控制在 1.07,精轧入口机架相对压下率控制为 30%,中间机架相对压下率逐步平滑递减,精轧出口机架相对压下率控制为 28%;

[0042] 6) 精轧出口带钢,经改进的层流冷却进行前段集中冷却,控制到 800℃ 的卷取温度,经卷取后,得到再结晶情况良好的直接退火热轧黑皮卷。

[0043] 热轧带钢性能见下表 2-1:

[0044] 表 2-1

[0045]

试样	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 /%	硬度 HV	拉伸起皱高度 /um
实施例 1	294	464	33	148	18

[0046] 实施例 2:

[0047] 所述的工艺流程及参数是:

[0048] 1) 抽钢温度 ET 控制在 1100℃,粗轧出口温度 RDT 控制在 980℃,精轧入口温度 FET 控制在 940℃,精轧出口温度 FDT 控制在 870℃,卷取温度 CT 控制在 700℃;

[0049] 2) 铸坯厚度为 200mm,通过轧机辊缝设定,粗轧出口厚度控制在 45mm,精轧出口厚度控制在 2mm-10mm,粗轧的累计压下率控制为 77.5%;

[0050] 3) 改进粗轧轧制工艺,调整 7 道次相对压下分配比,提高后道次相对压下率,使负荷向后分配,初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.24,粗轧初道次相对压下率控制为 9%,中间道次相对压下率逐步平滑递增,粗轧终道次相对压下率控制为 37%;

[0051] 4) 在粗轧结束后、精轧咬钢前,增加中间辊道摆钢 60s;

[0052] 5) 改进精轧轧制工艺,调整 7 机架间相对压下分配比,提高后机架相对压下率,使负荷向后分配,入口机架与出口机架相对压下率的比值控制在 1.35,精轧入口机架相对压下率控制为 31%,中间机架相对压下率逐步平滑递减,精轧出口机架相对压下率控制为 23%;

[0053] 6) 精轧出口带钢,经改进的层流冷却进行前段集中冷却,控制到 700℃ 的卷取温度,经卷取后,得到再结晶情况良好的直接退火热轧黑皮卷。

[0054] 热轧带钢性能见下表 2-2:

[0055] 表 2-2

[0056]

试样	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 /%	硬度 HV	拉伸起皱高度 / $\mu\text{m}$
实施例 2	295	463	32	150	16

[0057] 实施例 3

[0058] 所述的工艺流程及参数是：

[0059] 1) 抽钢温度 ET 控制在 1050℃, 粗轧出口温度 RDT 控制在 930℃, 精轧入口温度 FET 控制在 900℃, 精轧出口温度 FDT 控制在 830℃, 卷取温度 CT 控制在 650℃；

[0060] 2) 铸坯厚度为 200mm, 通过轧机辊缝设定, 粗轧出口厚度控制在 35mm, 精轧出口厚度控制在 2mm-10mm, 粗轧的累计压下率控制为 82.5%；

[0061] 3) 改进粗轧轧制工艺, 调整 7 道次相对压下分配比, 提高后道次相对压下率, 使负荷向后分配, 初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.35, 粗轧初道次相对压下率控制为 11%, 中间道次相对压下率逐步平滑递增, 粗轧终道次相对压下率控制为 35%；

[0062] 4) 在粗轧结束后、精轧咬钢前, 增加中间辊道摆钢 40s；

[0063] 5) 改进精轧轧制工艺, 调整 7 机架间相对压下分配比, 提高后机架相对压下率, 使负荷向后分配, 入口机架与出口机架相对压下率的比值控制在 1.80, 精轧入口机架相对压下率控制为 36%, 中间机架相对压下率逐步平滑递减, 精轧出口机架相对压下率控制为 20%；

[0064] 6) 精轧出口带钢, 经改进的层流冷却进行前段集中冷却, 控制到 650℃ 的卷取温度, 经卷取后, 得到再结晶情况良好的直接退火热轧黑皮卷。

[0065] 热轧带钢性能见下表 2-3；

[0066] 表 2-3

[0067]

试样	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 /%	硬度 HV	拉伸起皱高度 / $\mu\text{m}$
实施例 3	292	462	33	145	15

[0068] 实施例 4

[0069] 所述的工艺流程及参数是：

[0070] 1) 抽钢温度 ET 控制在 1030℃, 粗轧出口温度 RDT 控制在 910℃, 精轧入口温度 FET 控制在 880℃, 精轧出口温度 FDT 控制在 800℃, 卷取温度 CT 控制在 630℃；

[0071] 2) 铸坯厚度为 200mm, 通过轧机辊缝设定, 粗轧出口厚度控制在 30mm, 精轧出口厚度控制在 2mm-10mm, 粗轧的累计压下率控制为 85%；

[0072] 3) 改进粗轧轧制工艺, 调整 7 道次相对压下分配比, 提高后道次相对压下率, 使负荷向后分配, 初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.43, 粗轧初道次相对压下率控制为 13%, 中间道次相对压下率逐步平滑递增, 粗轧终道次相对压下率控制为 30%；

[0073] 4) 在粗轧结束后、精轧咬钢前, 增加中间辊道摆钢 20s；

[0074] 5) 改进精轧轧制工艺, 调整 7 机架间相对压下分配比, 提高后机架相对压下率,

使负荷向后分配,入口机架与出口机架相对压下率的比值控制在 3.0,精轧入口机架相对压下率控制为 45%,中间机架相对压下率逐步平滑递减,精轧出口机架相对压下率控制为 15% ;

[0075] 6) 精轧出口带钢,经改进的层流冷却进行前段集中冷却,控制到 630℃ 的卷取温度,经卷取后,得到再结晶情况良好的直接退火热轧黑皮卷。

[0076] 热轧带钢性能见下表 2-4 :

[0077] 表 2-4

[0078]

试样	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 /%	硬度 HV	拉伸起皱高度 /um
实施例 4	298	465	31	160	14

[0079] 实施例 5 :

[0080] 所述的工艺流程及参数是 :

[0081] 1) 抽钢温度 ET 控制在 1000℃,粗轧出口温度 RDT 控制在 900℃,精轧入口温度 FET 控制在 850℃,精轧出口温度 FDT 控制在 750℃,卷取温度 CT 控制在 600℃ ;

[0082] 2) 铸坯厚度为 200mm,通过轧机辊缝设定,粗轧出口厚度控制在 30mm,精轧出口厚度控制在 2mm-10mm,精轧的总压下率控制为 75% -95% ;

[0083] 3) 改进粗轧轧制工艺,调整 7 道次相对压下分配比,提高后道次相对压下率,使负荷向后分配,初道次与终道次相对压下率的比值控制在 0.28,粗轧初道次相对压下率控制为 10%,中间道次相对压下率逐步平滑递增,粗轧终道次相对压下率控制为 36% ;

[0084] 4) 在粗轧结束后、精轧咬钢前,增加中间辊道摆钢 10s ;

[0085] 5) 改进精轧轧制工艺,调整 7 机架间相对压下分配比,提高后机架相对压下率,使负荷向后分配,入口机架与出口机架相对压下率的比值控制在 1.50,精轧入口机架相对压下率控制为 33%,中间机架相对压下率逐步平滑递减,精轧出口机架相对压下率控制为 22% ;

[0086] 6) 精轧出口带钢,经改进的层流冷却进行前段集中冷却,控制到 600℃ 的卷取温度,经卷取后,得到再结晶情况良好的直接退火热轧黑皮卷。

[0087] 热轧带钢性能见下表 2-5 :

[0088] 表 2-5

[0089]

试样	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 /%	硬度 HV	拉伸起皱高度 /um
实施例 5	290	460	34	140	10

[0090] 表 3 为 409L 铁素体不锈钢传统热连轧工艺 (无退火工艺)、充分退火的传统热连轧工艺热轧态带钢、本发明方法控制轧制热连轧工艺的热轧带钢的力学性能。

[0091] 表 3

[0092]

试样	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 /%	表面硬度 HV	拉伸起皱 高度 /um
传统热连轧	377-407	507-526	15-24	180-195	50
传统热轧热处理 (充分退火)	216-224	392-403	34-35	120-140	10
控制轧制热连轧	290-298	460-465	31-34	140-160	10-20

[0093] 表 3 的结果充分说明,经本发明实施的控制轧制热连轧工艺,得到的热轧黑皮卷性能,基本接近传统热连轧黑皮卷充分退火后的性能,且拉伸样条的起皱高度也大大低于传统热连轧(无退火),比较接近充分退火后的拉伸样条。这说明,本发明所实施的控制轧制热连轧工艺,完全可以省掉了热轧后的退火工序,直接酸洗,供冷轧。

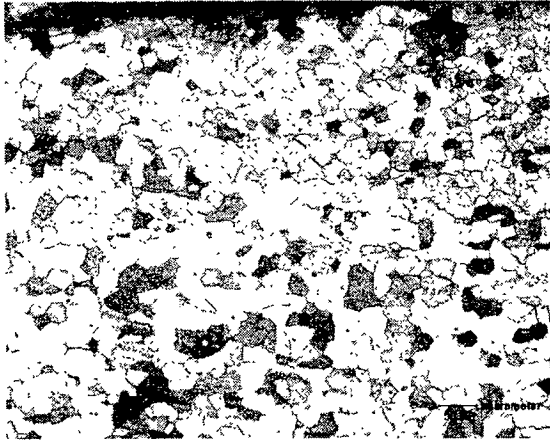


图 1A

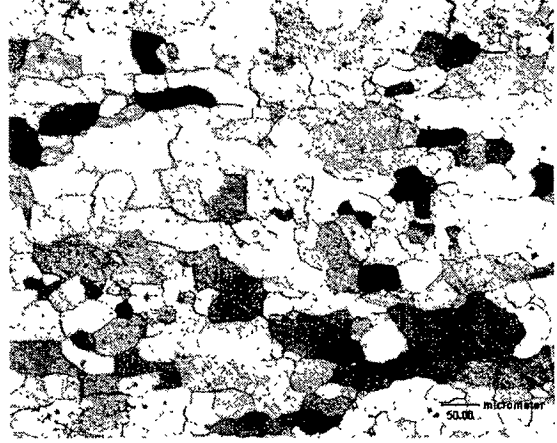


图 1B

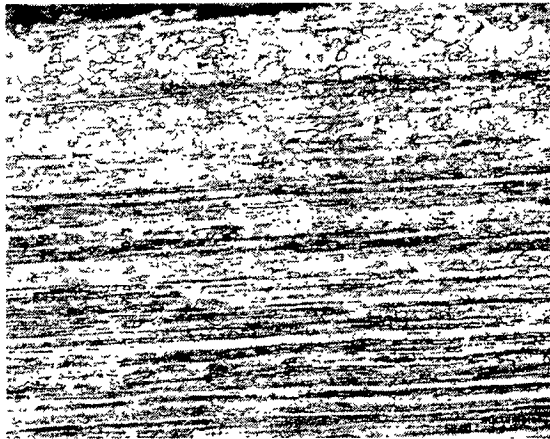


图 2A

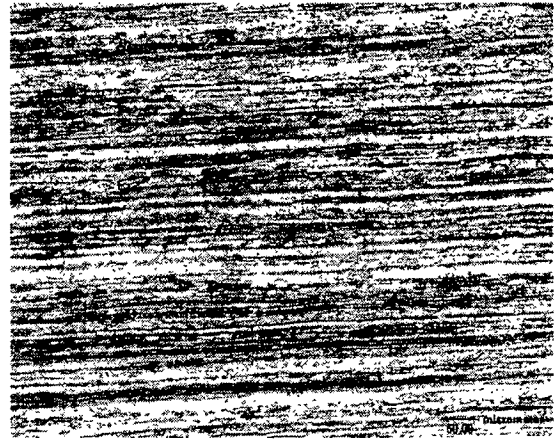


图 2B

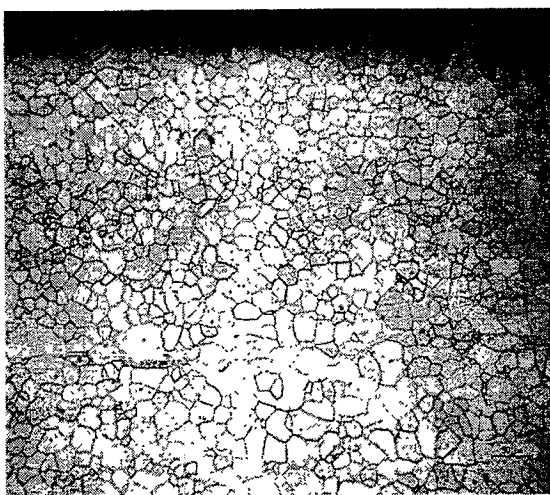


图 3A

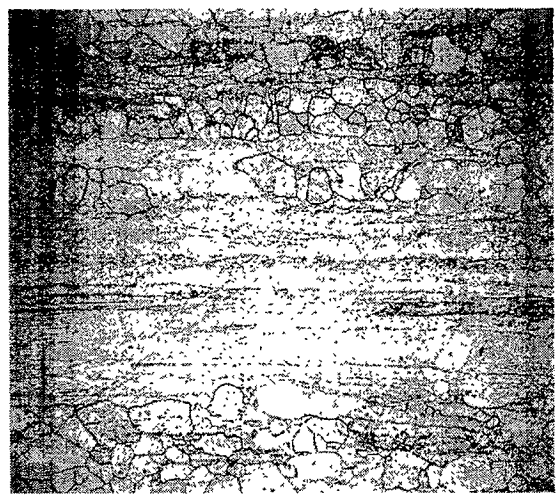


图 3B



图 4A

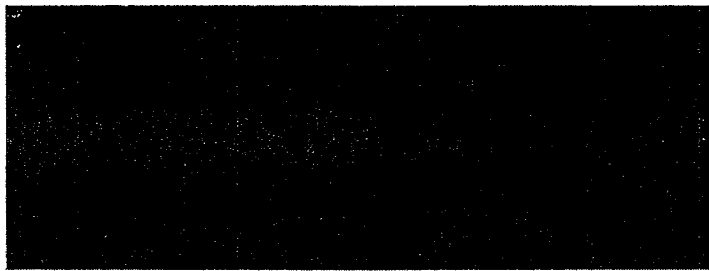


图 4B

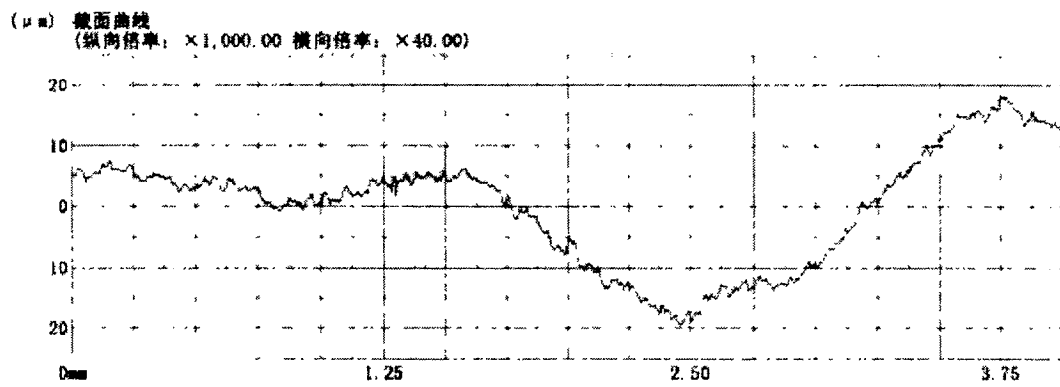


图 5A

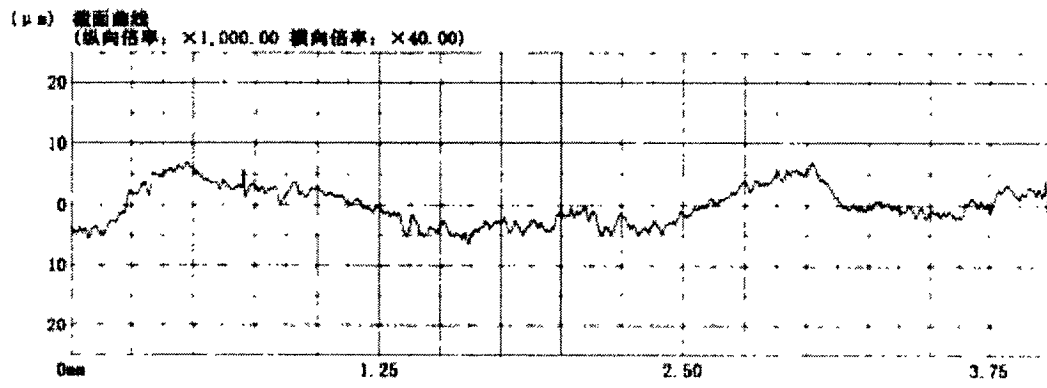


图 5B