



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107641768 A

(43)申请公布日 2018.01.30

(21)申请号 201710807413.4

G22C 38/06(2006.01)

(22)申请日 2017.09.08

G21D 8/02(2006.01)

(71)申请人 河钢股份有限公司邯郸分公司

地址 056015 河北省邯郸市复兴区复兴路
232号

(72)发明人 刘红艳 李玉谦 杜琦铭 管连生
许建波 连妙芳 姚宙 侯俊涛

(74)专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所
有限公司 13108

代理人 赵红强

(51)Int.Cl.

G22C 38/38(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/28(2006.01)

G22C 38/26(2006.01)

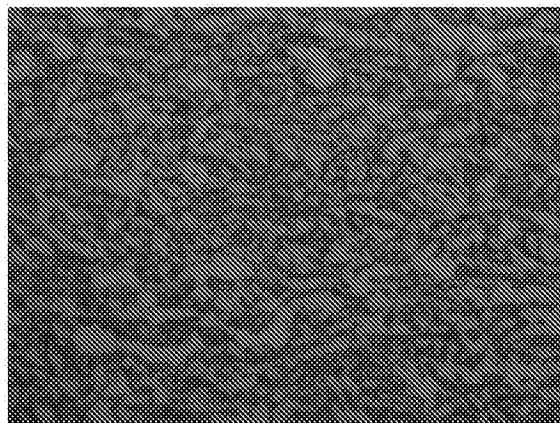
权利要求书1页 说明书9页 附图15页

(54)发明名称

大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法

(57)摘要

本发明公开了一种大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法,其包括炼钢-连铸、加热、轧制、冷却和矫直工序,所述炼钢-连铸工序:连铸所得铸坯成分的重量百分含量为:C:0.03%~0.07%, $Si \leq 0.10\%$, $Mn: 1.5\% \sim 1.7\%$, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.002\%$, $Als: 0.015\% \sim 0.045\%$, $Cr: 0.20\% \sim 0.30\%$, $Nb: 0.055\% \sim 0.070\%$, $Ti: 0.010\% \sim 0.030\%$,余量为Fe和不可避免的杂质。本方法生产的大壁厚管线钢母材产品,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置力学性能均匀,金相组织类型、晶粒尺寸差异性小;经过制管后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差 $0.1mm \sim 1.2mm$,钢管管端圆度偏差范围 $0.5mm \sim 4.5mm$,圆度指标提高55%~70%;本方法产品具有同板力学性能均匀性较高,后续制管成型后圆度偏差小、指标高等特点。



1. 一种大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法,其包括炼钢-连铸、加热、轧制、冷却和矫直工序,其特征在于,所述炼钢-连铸工序:连铸所得铸坯成分的重量百分含量为:C:0.03%~0.07%, $\text{Si} \leq 0.10\%$, $\text{Mn}:1.5\% \sim 1.7\%$, $\text{P} \leq 0.015\%$, $\text{S} \leq 0.002\%$, $\text{Als}:0.015\% \sim 0.045\%$, $\text{Cr}:0.20\% \sim 0.30\%$, $\text{Nb}:0.055\% \sim 0.070\%$, $\text{Ti}:0.010\% \sim 0.030\%$,余量为Fe和不可避免的杂质;

所述加热工序:加热段温度为 $1150^{\circ}\text{C} \sim 1190^{\circ}\text{C}$,均热段温度 $1100^{\circ}\text{C} \sim 1140^{\circ}\text{C}$,均热段保温 $40\text{min} \sim 90\text{min}$,加热段温度与均热段的温度差值为 $30^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$;

所述轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;

所述冷却工序:采用DQ+ACC工艺分段快速冷却工艺。

2. 根据权利要求1所述的大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法,其特征在于:所述轧制工序中,第一轧程的开轧温度 $1050^{\circ}\text{C} \sim 1120^{\circ}\text{C}$,结束道次温度 $1000^{\circ}\text{C} \sim 1040^{\circ}\text{C}$,结束道次压下率 $\geq 25\%$ 。

3. 根据权利要求2所述的大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法,其特征在于:所述第一轧程结束道次的压下率为 $25\% \sim 30\%$ 。

4. 根据权利要求1、2或3所述的大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法,其特征在于:所述冷却工序,DQ段喷淋集管全部开启,钢板头部进入DQ段之后0.1秒~1.8秒、钢板尾部离开DQ段之前0.1秒~1.8秒,DQ段上集管冷却水流量为 $500\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2 \sim 680\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$;ACC段组喷淋集管 $50\% \sim 100\%$ 开启,钢板头部进入ACC之后0.1秒~1.8秒、钢板尾部离开ACC段之前0.1秒~1.8秒,ACC段上集管冷却水流量为 $400\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2 \sim 600\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 。

大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种管线钢板,尤其是一种大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法。

背景技术

[0002] 大口径大壁厚、高输送压力、长输送距离和多输送介质是管线工业技术进步的主要标志,也是管线工业发展的总趋势,管线工业的长足进步对材料科学、冶金技术、制管工艺等提出了更高的要求。油气长输管线采用直缝埋弧焊管是管线工业发展的必然趋势。UOE (Uing-Oing 成型工艺)是利用宽厚钢板制造大口径直缝焊管的一种工艺技术,UOE钢管是目前国际市场上质量最好、可靠性最高、口径范围最宽的管线用管。UOE 制管工艺流程如下:宽厚钢板→刨边开坡口→纵向弯边→U成形→O成形→点焊→内焊→外焊→超声波检查→X光检查→扩径→水压试验→后续检测等步骤。

[0003] 管线钢母材在成型过程中,O成型结束后焊接工序,大壁厚(即钢板厚度 $\geq 25\text{mm}$)经常出现焊缝不齐、或者焊接后钢管圆度超出标准要求,最终尺寸检测后,需要重新对钢管进行圆度校对,影响了钢管厂整体的生产节奏和提升了生产成本。给制管企业和母材生产厂带来了较大的困扰。

[0004] 经过统计分析,O成型结束后焊接工序,经常出现焊缝不齐、或者焊接后钢管圆度超出标准要求,关键的影响因素为母材同板力学性能差异性,包括钢板宽度方向上、长度方向上、厚度方向上,尤其是钢板厚度方向上力学性能不均对后续制管成型后圆度影响最大,所以,提高厚规格母材同板力学性能的均匀性,尤其是厚规格钢板厚度方向上的均匀性刻不容缓。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种同板力学性能均匀的大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:其包括炼钢-连铸、加热、轧制、冷却和矫直工序,所述炼钢-连铸工序:连铸所得铸坯成分的重量百分含量为:C:0.03%~0.07%,Si $\leq 0.10\%$,Mn:1.5%~1.7%,P $\leq 0.015\%$,S $\leq 0.002\%$,Als:0.015%~0.045%,Cr:0.20%~0.30%,Nb:0.055%~0.070%,Ti 0.010%~0.030%,余量为Fe和不可避免的杂质;

所述加热工序:加热段温度为1150℃~1190℃,均热段温度1100℃~1140℃,均热段保温40min~90min,加热段温度与均热段的温度差值为30~60℃;

所述轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;

所述冷却工序:采用DQ+ACC工艺分段快速冷却工艺。

[0007] 本发明所述轧制工序中,第一轧程的开轧温度1050℃~1120℃,结束道次温度1000℃~1040℃,结束道次压下率 $\geq 25\%$ 。所述第一轧程结束道次的压下率最好为25%~30%。

[0008] 本发明所述冷却工序,DQ段喷淋集管全部开启,钢板头部进入DQ段之后0.1秒~

1.8秒、钢板尾部离开DQ段之前0.1秒~1.8秒,DQ段上集管冷却水流量为 $500\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 680\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$;ACC段组喷淋集管50%~100%开启,钢板头部进入ACC之后0.1秒~1.8秒、钢板尾部离开ACC段之前0.1秒~1.8秒,ACC段上集管冷却水流量为 $400\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 600\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 。

[0009] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:本发明生产的大壁厚管线钢母材产品,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置力学性能均匀,金相组织类型、晶粒尺寸差异性小;经过制管后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差 $0.1\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$,钢管管端圆度偏差范围 $0.5\text{mm}\sim 4.5\text{mm}$,圆度指标提高55%~70%。因此,本发明产品具有同板力学性能均匀性较高,后续制管成型后圆度偏差小、指标高等特点。

附图说明

[0010] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0011] 图1是本发明实施例1所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向0/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图2是本发明实施例1所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向2/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图3是本发明实施例1所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向4/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图4是本发明实施例1所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置屈服强度检测数值的曲线图;

图5是本发明实施例1所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置抗拉强度检测数值的曲线图;

图6是本发明实施例1所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置延伸率检测数值的曲线图;

图7是本发明实施例2所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向0/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图8是本发明实施例2所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向2/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图9是本发明实施例2所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向4/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图10是本发明实施例2所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置屈服强度检测数值的曲线图;

图11是本发明实施例2所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置抗拉强度检测数值的曲线图;

图12是本发明实施例2所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置延伸率检测数值的曲线图;

图13是本发明实施例3所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向0/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图14是本发明实施例3所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向2/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图15是本发明实施例3所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向4/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图16是本发明实施例3所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置屈服强度检测数值的曲线图;

图17是本发明实施例3所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置抗拉强度检测数值的曲线图;

图18是本发明实施例3所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置延伸率检测数值的曲线图。

[0012] 图19是本发明实施例4所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向0/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图20是本发明实施例4所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向2/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图21是本发明实施例4所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向4/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图22是本发明实施例4所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置屈服强度检测数值的曲线图;

图23是本发明实施例4所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置抗拉强度检测数值的曲线图;

图24是本发明实施例4所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置延伸率检测数值的曲线图。

[0013] 图25是本发明实施例5所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向0/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图26是本发明实施例5所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向2/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图27是本发明实施例5所得钢板垂直于轧制方向取样,沿着钢板厚度方向4/4位置的微观组织照片(x1000倍);

图28是本发明实施例5所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置屈服强度检测数值的曲线图;

图29是本发明实施例5所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置抗拉强度检测数值的曲线图;

图30是本发明实施例5所得钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置延伸率检测数值的曲线图。

具体实施方式

[0014] 本大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法包括炼钢-连铸、加热、轧制、冷却和矫直工序,各工序工艺如下所述:

(1)炼钢-连铸工序:通过冶炼得到纯净的钢水,连铸采用恒拉速控制,通过电磁搅拌、动态轻压等技术减少铸坯成分偏析、中心疏松,均匀分布夹杂物得到无缺陷的铸坯;所得铸坯成分的重量百分含量为:C:0.03%~0.07%,Si≤0.10%,Mn:1.5%~1.7%,P≤0.015%,S≤

0.002%,Als:0.015%~0.045%,Cr:0.20%~0.30%,Nb:0.055%~0.070%,Ti:0.010%~0.030%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0015] (2)加热工序:加热段温度为1150℃~1190℃,均热段温度1100℃~1140℃,均热段保温40min~90min。采用上述低温加热工艺,能防止原始奥氏体晶粒过度长大,加热段温度与均热段温度差值范围30℃~60℃,较大的温度差可以快速消除铸坯厚度方向上温度梯度,使加热更均匀、更高效。

[0016] (3)轧制工序:采用TMCP(Thermo Mechanical Control Process,热机械控制工艺)双轧程控制轧制工艺;第一轧程采用高温大压下工艺,开轧温度1050℃~1120℃,结束道次温度(结束道次温度是指末道次压下前的温度)1000℃~1040℃,结束道次压下率 \geq 25%,提高了中间坯厚度方向上原始奥氏体晶粒变形均匀性、尺寸均匀性;第二轧程,开轧温度为900℃~940℃,终轧温度830℃~870℃。

[0017] 第一轧程结束道次压下率采用下述方法进行确定:第一轧程结束道次施加15%~30%范围的压下率,然后快速冷却至室温,保留原始奥氏体晶粒形态,检测不同压下率中间坯沿厚度方向0/4、2/4、4/4位置原始奥氏体晶粒尺寸、形状等形态,研究得到沿厚度方向上均匀的原始奥氏体晶粒所需要的轧制变形率,为最终产品厚度方向上均匀的力学性能提供基础;具体实验结果如下表1所示。

[0018] 表1:第一轧程结束道次不同压下率的原始奥氏体晶粒形态

序号	第一轧程结束道次压下率%	原始奥氏体晶粒形态		
		厚度方向 0/4	厚度方向 2/4	厚度方向 4/4
1	15	平均直径31.4微米;准多边形。	平均直径37.8微米;准多边形。	平均直径31.5微米;准多边形。
2	20	平均直径28.2微米;多边形,部分晶粒被压扁。	平均直径30.1微米;准多边形。	平均直径29.6微米;多边形,部分晶粒被压扁。
3	25	平均直径27.9微米;多边形,部分晶粒被压扁。	平均直径28.1微米;多边形,部分晶粒被压扁。	平均直径27.4微米;多边形,部分晶粒被压扁。
4	30	平均直径26.7微米;多边形,部分晶粒被压扁。	平均直径27.0微米;多边形,部分晶粒被压扁。	平均直径26.9微米;多边形,部分晶粒被压扁。

从表1可以看出:

A、随着第一轧程结束道次压下率的增加,中间坯原始奥氏体晶粒尺寸逐渐减小。

[0019] B、随着第一轧程结束道次压下率的增加,中间坯沿着厚度方向上0/4、2/4、4/4原始奥氏体晶粒尺寸、形状的差异性逐渐减小。

[0020] C、当第一轧程结束道次压下率增加到20%时,中间坯沿厚度方向上0/4、4/4位置出现部分被压扁的晶粒,但是2/4位置为准多边形晶粒,意味着中间坯2/4位置变形程度低于

0/4、4/4,即轧制变形并未完全渗透至中间坯芯部,不能满足沿厚度方向上均匀的原始奥氏体晶粒形成的条件。

[0021] D、当第一轧程结束道次压下率增加到25%~30%时,中间坯沿厚度方向上0/4、2/4、4/4位置出现部分被压扁的晶粒,即轧制变形并完全渗透至中间坯芯部,能满足沿厚度方向上均匀的原始奥氏体晶粒形成的条件。所以本方法工艺要求最好为第一轧程结束道次压下率 $\geq 25\%$ 。

[0022] (4)冷却工序:采用DQ(直接淬火)+ACC(加速冷却)工艺分段快速冷却工艺;具体为,DQ段喷淋集管全部开启,对于同一厚度规格的大壁厚管线钢母材产品,DQ段下集管冷却水量恒定 $1000\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 1180\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$,上集管采冷却水量采用分段冷却,钢板头部尾部冷却强度轻微减弱,即钢板头部进入DQ段之后0.1秒~1.8秒、钢板尾部离开DQ段之前0.1秒~1.8秒,DQ段上集管冷却水流量 $500\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 680\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$,比正常水量降低 $30\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 80\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 。ACC段组喷淋集管50%~100%开启,对于同一厚度规格的大壁厚管线钢母材产品,ACC段下集管冷却水量恒定 $1000\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 1250\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$,上集管采冷却水量采用分段冷却,钢板头部尾部冷却强度轻微减弱,即钢板头部进入ACC之后0.1秒~1.8秒、钢板尾部离开ACC段之前0.1秒~1.8秒,ACC段上集管冷却水流量 $400\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 600\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$,比正常水量降低 $50\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2\sim 80\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 。

[0023] 本方法DQ、ACC段,钢板头部、尾部均采用分段冷却,头、尾在控冷阶段冷却强度降低,弥补了钢种在轧制和辊道运送过程中头、尾温降大带来的温度损失,最终得到力学性能均匀的管线钢母材产品。

[0024] (5)矫直工序:对钢板进行1~5道次矫直,保证钢板平直;即可得到厚度规格25mm~35mm的大壁厚管线钢板。

[0025] (6)性能检测:采用上述工艺生产的大壁厚高强中厚板管线钢母材产品,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行金相检测,结果显示:厚度方向0/4位置微观组织为:针状铁素体+贝氏体,晶粒直径5.6微米~8.8微米;厚度方向2/4位置微观组织为:针状铁素体+贝氏体,晶粒直径5.6微米~9.4微米;厚度方向4/4位置微观组织为:针状铁素体+贝氏体,晶粒直径5.8微米~9.2微米。

[0026] 对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行力学检测,结果显示:厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,屈服强度波动范围 $0\text{MPa}\sim 5\text{MPa}$;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,抗拉强度波动范围 $0\text{MPa}\sim 7.6\text{MPa}$;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,延伸率波动范围 $0\%\sim 1.7\%$ 。

[0027] 本方法所得钢板经过制管成型后,钢管管端口最大直径与最小直径之差 $0.1\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$,钢管管端圆度偏差范围 $0.5\text{mm}\sim 4.5\text{mm}$,圆度指标提高了55%~70%。

[0028] 实施例1:本大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法采用下述具体工艺。

[0029] (1)炼钢-连铸工序:铸坯成分的重量百分含量为:C:0.03%,Si:0.045%,Mn:1.7%,P:0.014%,S:0.0016%,Als:0.015%,Cr:0.30%,Nb:0.070%,Ti:0.030%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0030] (2)加热工序:加热段温度为 1190°C ,均热段温度 1140°C ,保温90min,加热段温度与均热段温度差值 50°C 。

[0031] (3)轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;第一轧程,开轧温度 1120°C ,结束道

次温度1040℃,结束道次压下率25.0%;第二轧程,开轧温度范围为900℃,终轧温度范围830℃。

[0032] (4)冷却和矫直工序:采用西马克公司的DQ+ACC快速冷却设备;DQ段喷淋集管全部开启,DQ段下集管冷却水量恒定1180L/min·m²;当钢板头部进入DQ段之后1.8秒、钢板尾部离开DQ段之前1.8秒,DQ段上集管冷却水流量680L/min·m²,比正常水量降低30L/min·m²。ACC段组集管100%开启,ACC段下集管冷却水量恒定1250L/min·m²;当钢板头部进入ACC之后1.8秒、钢板尾部离开ACC段之前1.8秒,ACC段上集管冷却水流量600L/min·m²,比正常水量降低50L/min·m²。对钢板进行5道次矫直,即可得到厚度规格35mm的管线钢板。

[0033] (5)本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行金相检测,金相照片见图1、2和3,由图可见:厚度方向0/4位置微观组织为针状铁素体+贝氏体,晶粒直径8.8微米;厚度方向2/4位置微观组织为针状铁素体+贝氏体,晶粒直径9.4微米;厚度方向4/4位置微观组织为针状铁素体+贝氏体,晶粒直径9.2微米。

[0034] 本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行力学检测,检测结果的曲线图见图4、5和6,结果显示:厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,屈服强度波动3.6MPa;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,抗拉强度波动范围4.6MPa;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,延伸率波动1%。

[0035] 本实施例所得管线钢板,经过制管成型后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差0.1mm,钢管管端圆度偏差范围0.5mm,圆度指标提高70%。

[0036] 实施例2:本大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法采用下述具体工艺。

[0037] (1)炼钢-连铸工序:铸坯成分的重量百分含量为:C:0.04%,Si:0.038%,Mn:1.62%,P:0.010%,S:0.0010%,Als:0.031%,Cr:0.28%,Nb:0.067%;Ti:0.027%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0038] (2)加热工序:加热段温度为1182℃,均热段温度1130℃,保温76min,加热段温度与均热段温度差值52℃。

[0039] (3)轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;第一轧程,开轧温度1112℃,结束道次温度1031℃,结束道次压下率26.3%;第二轧程,开轧温度范围为910℃,终轧温度范围845℃。

[0040] (4)冷却和矫直工序:采用西马克公司的DQ+ACC快速冷却设备;DQ段4组集管全部开启,DQ段下集管冷却水量恒定1160L/min·m²;当钢板头部进入DQ段之后1.2秒、钢板尾部离开DQ段之前1.2秒,DQ段上集管冷却水流量620L/min·m²,比正常水量降低50L/min·m²。ACC段组集管85%开启,ACC段下集管冷却水量恒定1200L/min·m²;当钢板头部进入ACC之后1.2秒、钢板尾部离开ACC段之前1.2秒,ACC段上集管冷却水流量550L/min·m²,比正常水量降低60L/min·m²。对钢板进行4道次矫直,即可得到厚度规格33mm的管线钢板。

[0041] (5)本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行金相检测,金相照片见图7、8和9,由图可见:厚度方向0/4位置微观组织为针状铁素体+贝氏体,晶粒直径8.0微米;厚度方向2/4位置微观组织为针状铁素体+贝氏体,晶粒直径8.7微米;厚度方向4/4位置微观组织为针状铁素体

十贝氏体,晶粒直径8.4微米。

[0042] 本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行力学检测,检测结果的曲线图见图10、11和12,结果显示:厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,屈服强度波动1.8MPa;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,抗拉强度波动2.7MPa;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,延伸率波动1%。

[0043] 本实施例所得管线钢板,经过制管成型后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差0.6mm,钢管管端圆度偏差范围2.7mm,圆度指标提高65%。

[0044] 实施例3:本大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法采用下述具体工艺。

[0045] (1) 炼钢-连铸工序:铸坯成分的重量百分含量为:C:0.05%,Si:0.029%,Mn:1.6%,P:0.012%,S:0.0008%,Als:0.037%,Cr:0.25%,Nb:0.064%;Ti:0.025%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0046] (2) 加热工序:加热段温度为1168℃,均热段温度1125℃,保温64min,加热段温度与均热段温度差值43℃。

[0047] (3) 轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;第一轧程,开轧温度1110℃,结束道次温度1025℃,结束道次压下率27.5%;第二轧程,开轧温度925℃,终轧温度855℃。

[0048] (4) 冷却和矫直工序:采用西马克公司的DQ+ACC快速冷却设备;DQ段4组集管全部开启,DQ段下集管冷却水量恒定1140L/min·m²;当钢板头部进入DQ段之后0.9秒、钢板尾部离开DQ段之前0.9秒,DQ段上集管冷却水流量580L/min·m²,比正常水量降低60L/min·m²。ACC段组集管78%开启,ACC段下集管冷却水量恒定1150L/min·m²;当钢板头部进入ACC之后0.9秒、钢板尾部离开ACC段之前0.9秒,ACC段上集管冷却水流量500L/min·m²,比正常水量降低70L/min·m²。对钢板进行3道次矫直,即可得到厚度规格30mm的管线钢板。

[0049] (5) 本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行金相检测,金相照片见图13、14和15,由图可见:厚度方向0/4位置微观组织为:针状铁素体+贝氏体,晶粒直径7.7微米;厚度方向2/4位置微观组织为:针状铁素体+贝氏体,晶粒直径7.5微米;厚度方向4/4位置微观组织为:针状铁素体+贝氏体,晶粒直径7.2微米。

[0050] 本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行力学检测,检测结果的曲线图见图16、17和18,结果显示:厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,屈服强度波动1.5MPa;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,抗拉强度波动0.7MPa;厚度方向0/4位置、2/4位置、4/4位置,延伸率波动1%。

[0051] 本实施例所得管线钢板,经过制管成型后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差0.2mm,钢管管端圆度偏差范围1.2mm,圆度指标提高63%。

[0052] 实施例4:本大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法采用下述具体工艺。

[0053] (1) 炼钢-连铸工序:铸坯成分的重量百分含量为:C:0.06%,Si:0.015%,Mn:1.55%,P:0.015%,S:0.002%,Als:0.042%,Cr:0.23%,Nb:0.059%;Ti:0.020%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0054] (2) 加热工序:加热段温度为1160℃,均热段温度1100℃,保温50min,加热段温度与均热段温度差值60℃。

[0055] (3) 轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;第一轧程,开轧温度1085℃,结束道

次温度1020℃,结束道次压下率28.4%;第二轧程,开轧温度范围为933℃,终轧温度范围862℃。

[0056] (4)冷却和矫直工序:采用西马克公司的DQ+ACC快速冷却设备;DQ段4组集管全部开启,DQ段下集管冷却水量恒定1120L/min·m²;当钢板头部进入DQ段之后0.1秒、钢板尾部离开DQ段之前0.5秒,DQ段上集管冷却水流量550L/min·m²,比正常水量降低70L/min·m²。ACC段组集管68%开启,ACC段下集管冷却水量恒定1100L/min·m²;当钢板头部进入ACC之后0.5秒、钢板尾部离开ACC段之前0.1秒,ACC段上集管冷却水流量450L/min·m²,比正常水量降低75L/min·m²。对钢板进行2道次矫直,即可得到厚度规格28mm的管线钢板。

[0057] (5)本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行金相检测,金相照片见图19、20和21,由图可见:各位置的微观组织均为针状铁素体+贝氏体;厚度方向2/4位置的晶粒直径为6.4微米,厚度方向2/4位置的晶粒直径为6.8微米;厚度方向4/4位置的晶粒直径为6.3微米。

[0058] 本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行力学检测,检测结果的曲线图见图22、23和24,结果显示:厚度方向的屈服强度波动为0.1MPa;厚度方向的抗拉强度波动为3.3MPa;厚度方向的延伸率波动为1.7%。

[0059] 本实施例所得管线钢板,经过制管成型后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差1.2mm,钢管管端圆度偏差范围4.5mm,圆度指标提高55%。

[0060] 实施例5:本大壁厚直缝埋弧焊管线钢板的生产方法采用下述具体工艺。

[0061] (1)炼钢-连铸工序:铸坯成分的重量百分含量为:C:0.07%,Si:0.10%,Mn:1.5%,P:0.009%,S:0.0012%,Als:0.045%,Cr:0.20%,Nb:0.055%;Ti:0.010%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0062] (2)加热工序:加热段温度为1150℃,均热段温度1120℃,保温40min,加热段温度与均热段温度差值30℃。

[0063] (3)轧制工序:采用TMCP双轧程控制轧制工艺;第一轧程,开轧温度1050℃,结束道次温度1000℃,结束道次压下率30%;第二轧程,开轧温度范围为940℃,终轧温度范围870℃。

[0064] (4)冷却和矫直工序:采用西马克公司的DQ+ACC快速冷却设备;DQ段4组集管全部开启,DQ段下集管冷却水量恒定1000L/min·m²;当钢板头部进入DQ段之后0.3秒、钢板尾部离开DQ段之前0.1秒,DQ段上集管冷却水流量550L/min·m²,比正常水量降低80L/min·m²。ACC段组集管50%开启,ACC段下集管冷却水量恒定1000L/min·m²;当钢板头部进入ACC之后0.1秒、钢板尾部离开ACC段之前0.3秒,ACC段上集管冷却水流量400L/min·m²,比正常水量降低80L/min·m²。对钢板进行1道次矫直,即可得到厚度规格25mm的管线钢板。

[0065] (5)本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行金相检测,金相照片见图25、26和27,由图可见:各位置的微观组织均为针状铁素体+贝氏体;厚度方向2/4位置的晶粒直径为5.6微米,厚度方向2/4位置的晶粒直径为5.6微米;厚度方向4/4位置的晶粒直径为5.8微米。

[0066] 本实施例所得管线钢板,对于同一批次钢板,垂直于轧制方向和平行于轧制方向,沿着钢板厚度方向0/4、2/4、4/4位置进行力学检测,检测结果的曲线图见图28、29和30,结

果显示:厚度方向的屈服强度波动为5.0MPa;厚度方向的抗拉强度波动为7.6MPa;厚度方向的延伸率波动为0.1%。

[0067] 本实施例所得管线钢板,经过制管成型后,钢管管端端口最大直径与最小直径之差0.8mm,钢管管端圆度偏差范围3.4mm,圆度指标提高60%。

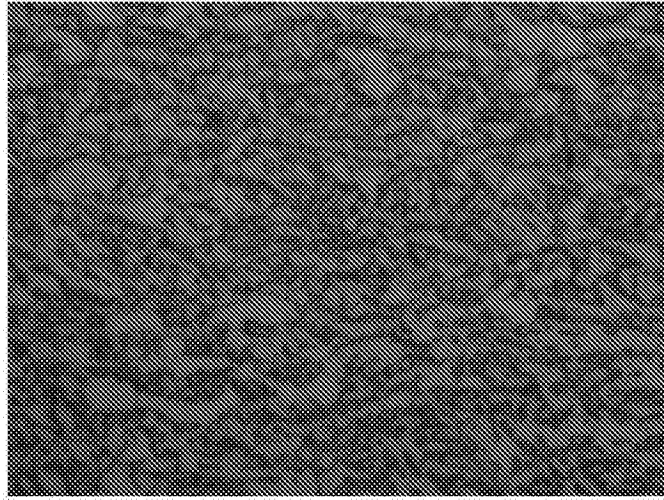


图1

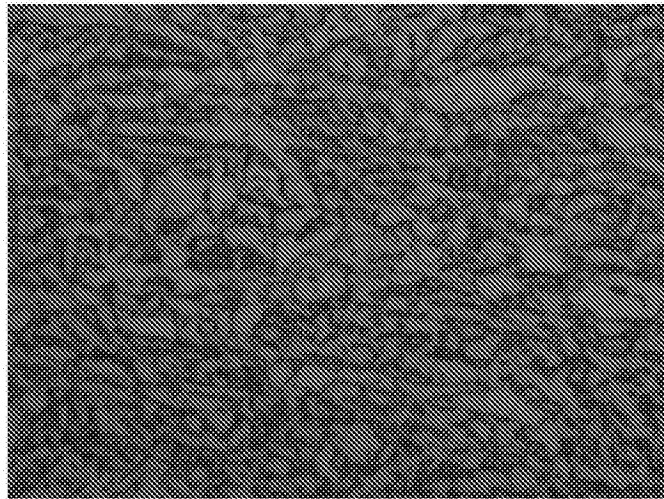


图2

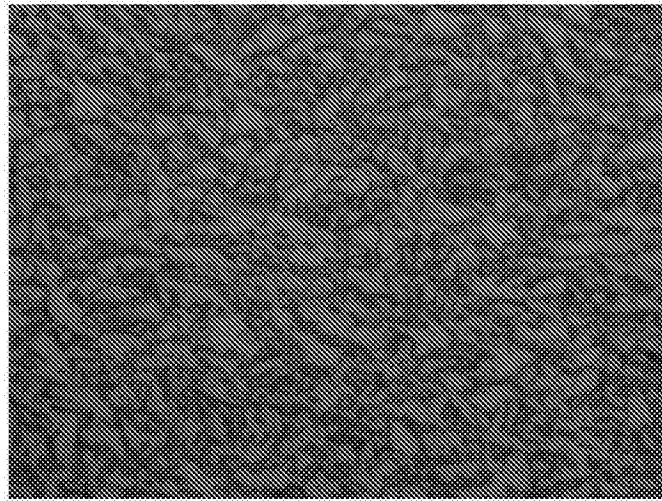


图3

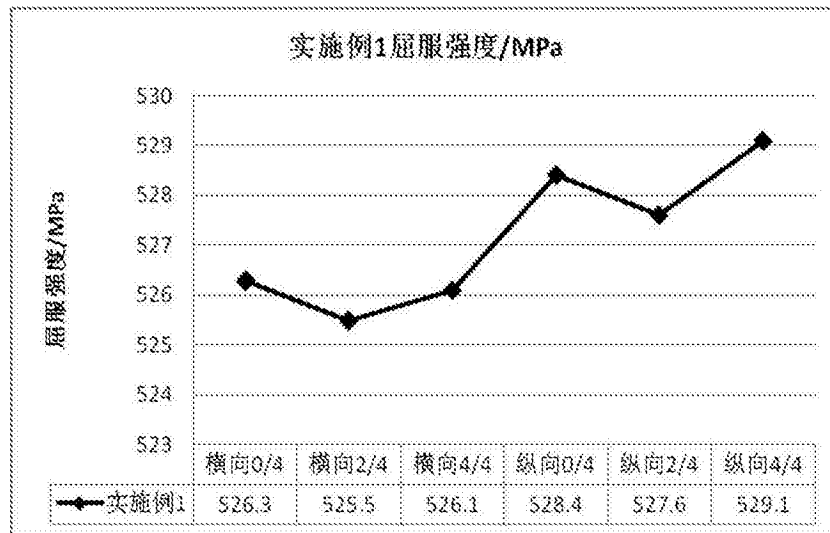


图4

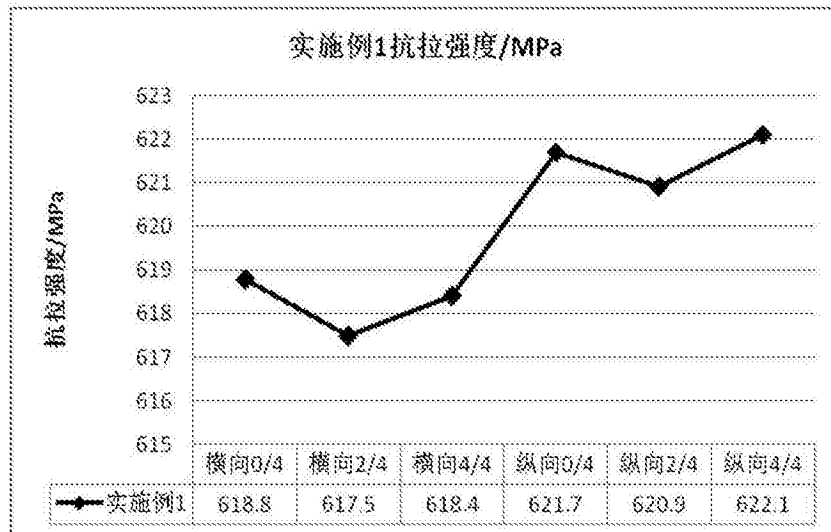


图5



图6

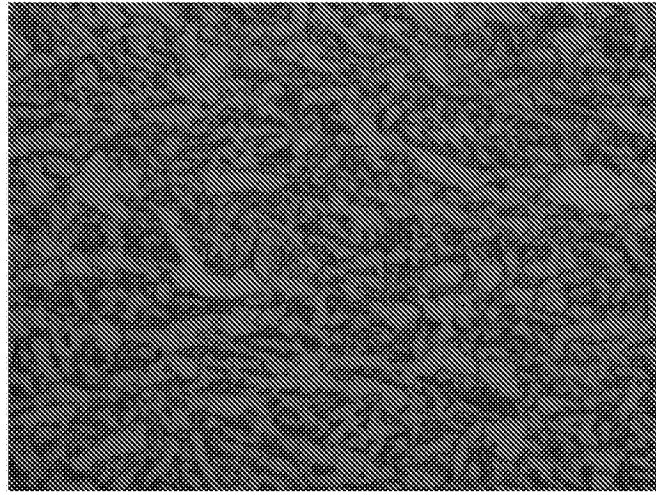


图7

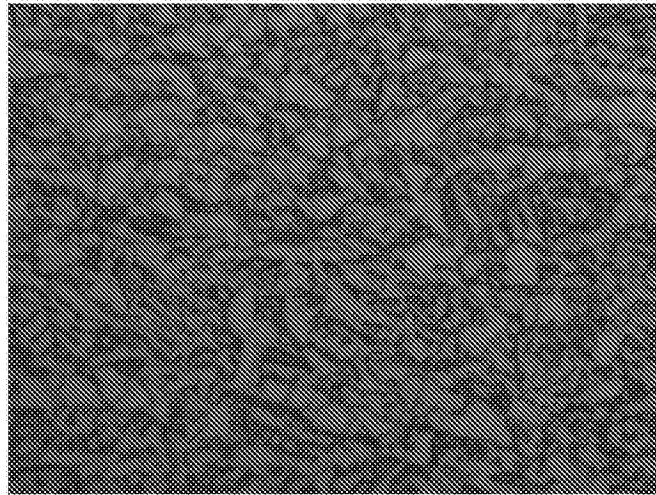


图8

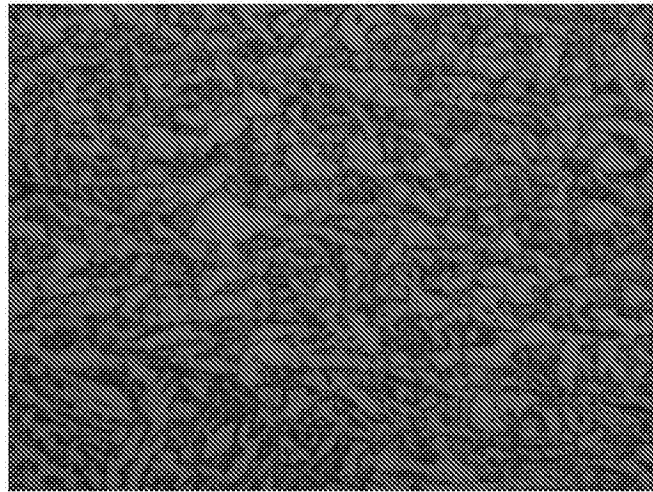


图9

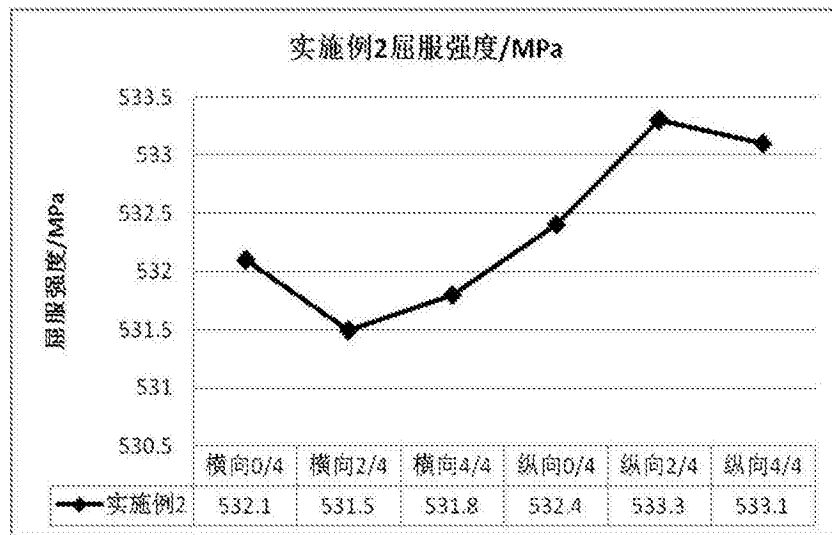


图10

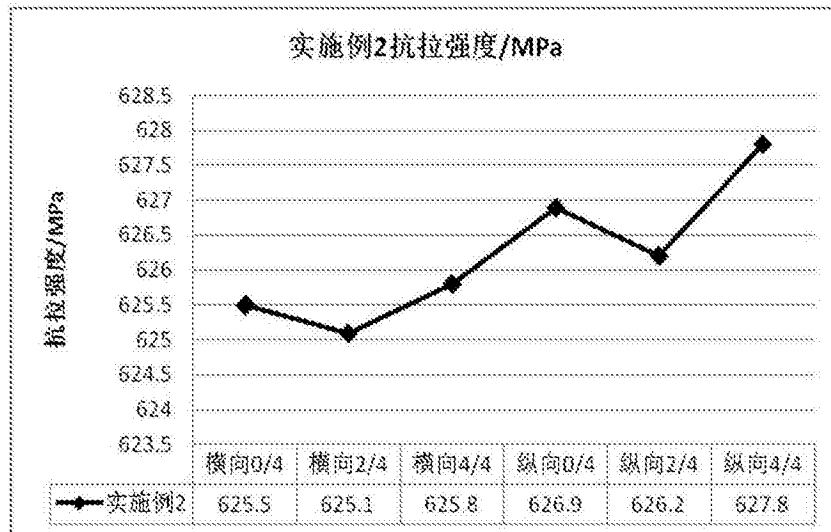


图11

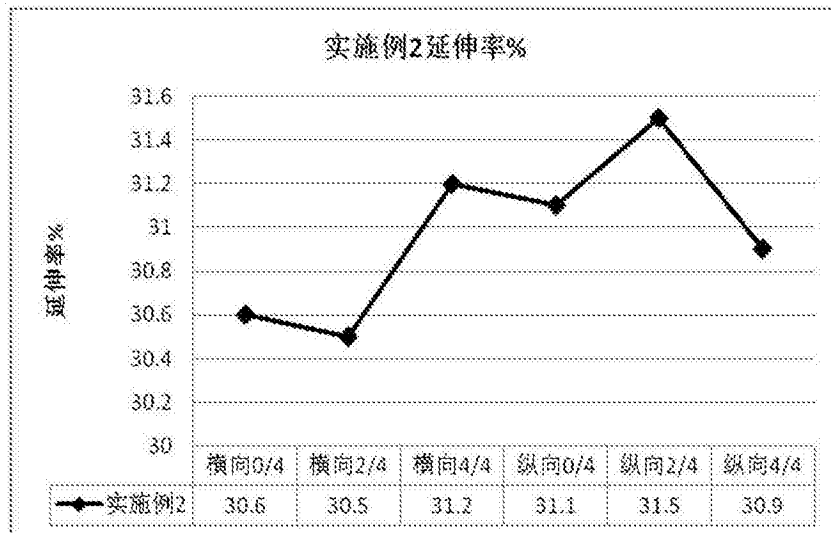


图12

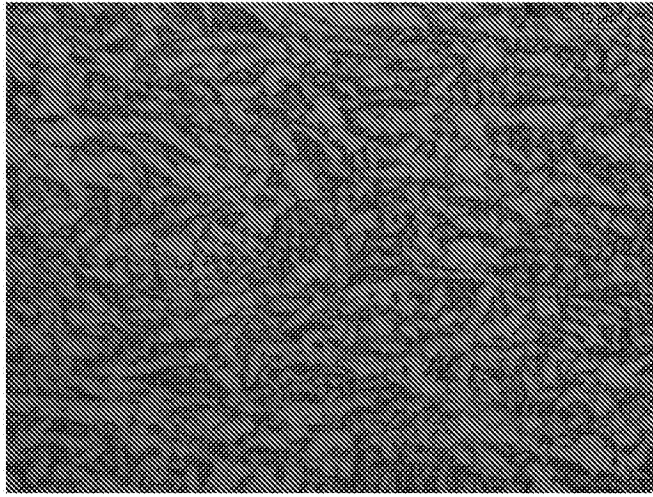


图13

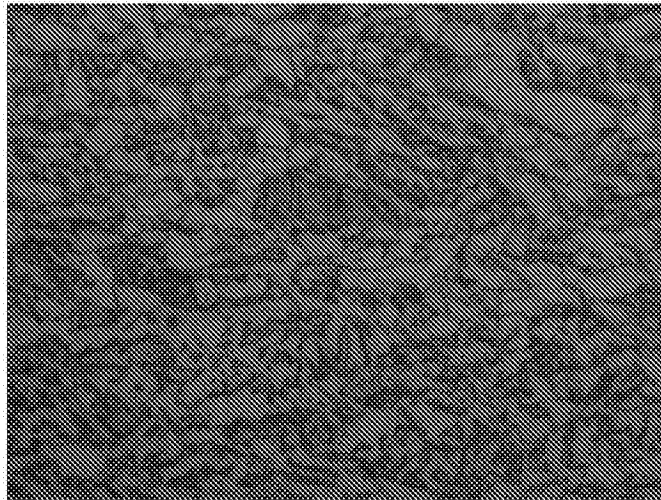


图14

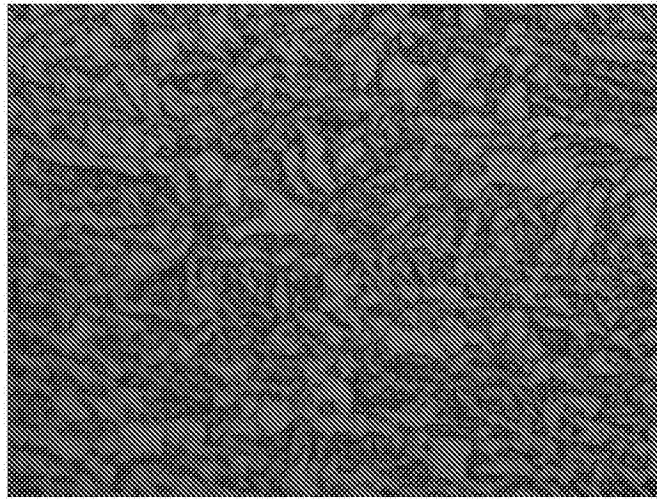


图15

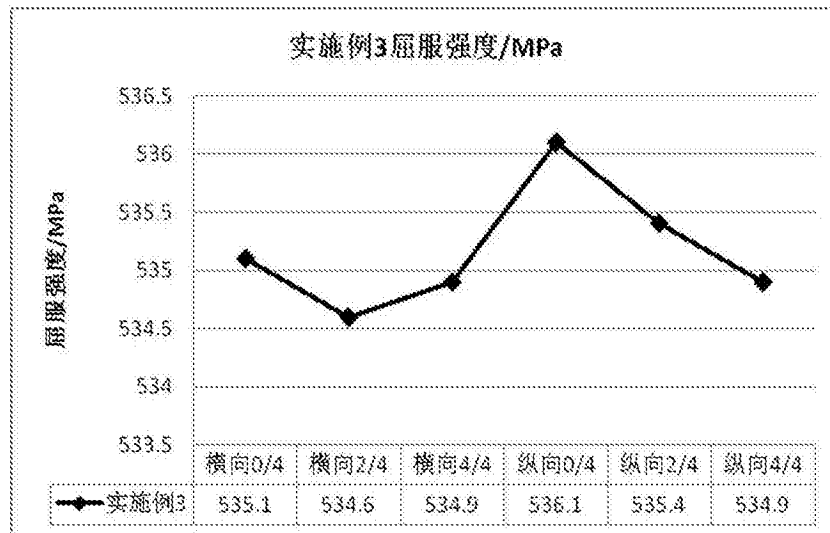


图16

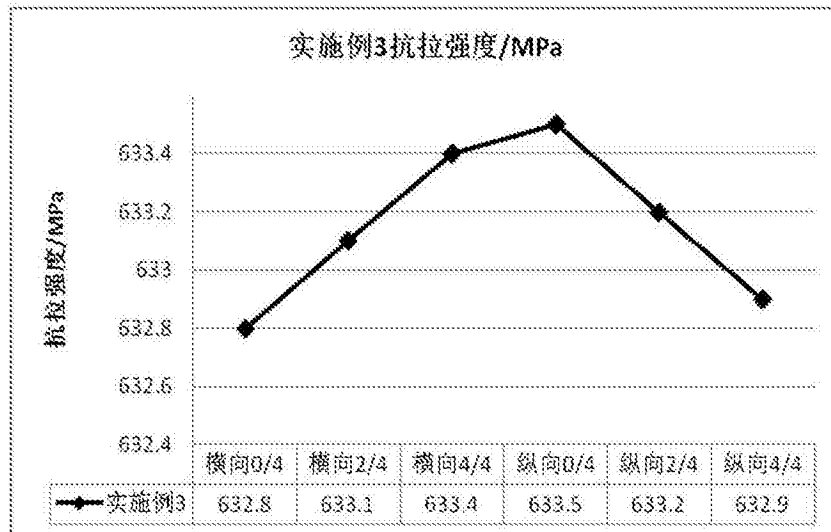


图17

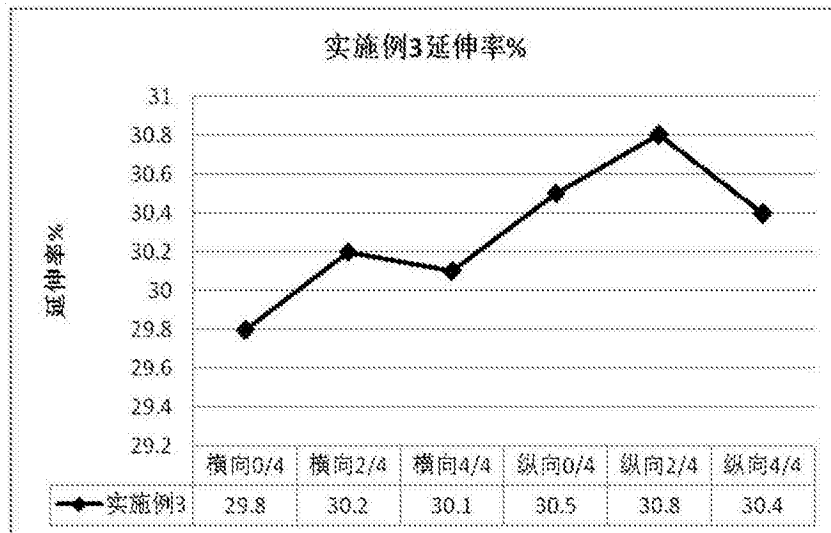


图18

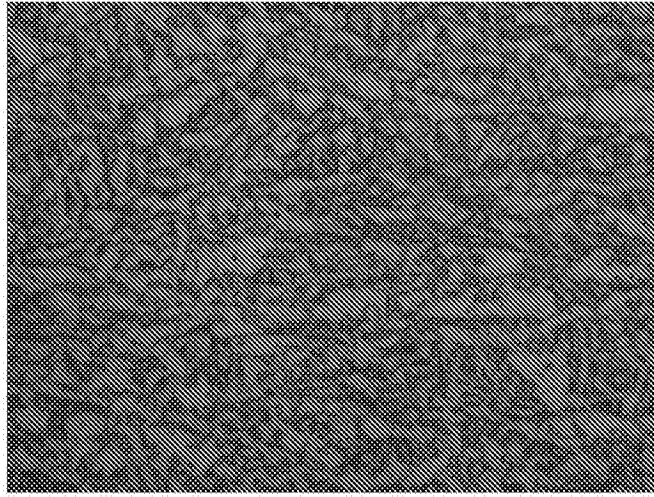


图19

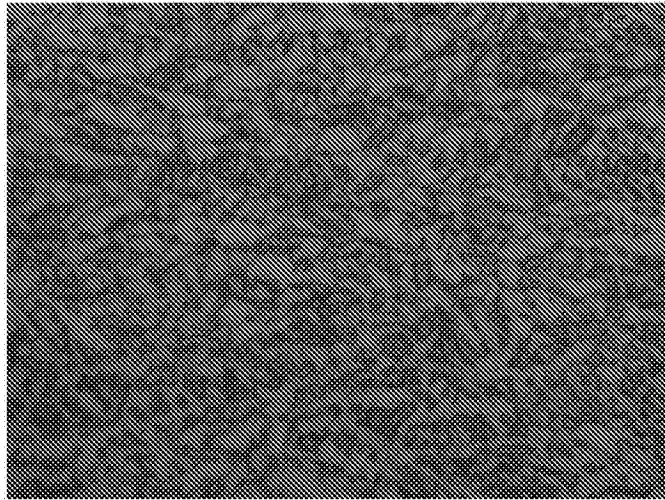


图20

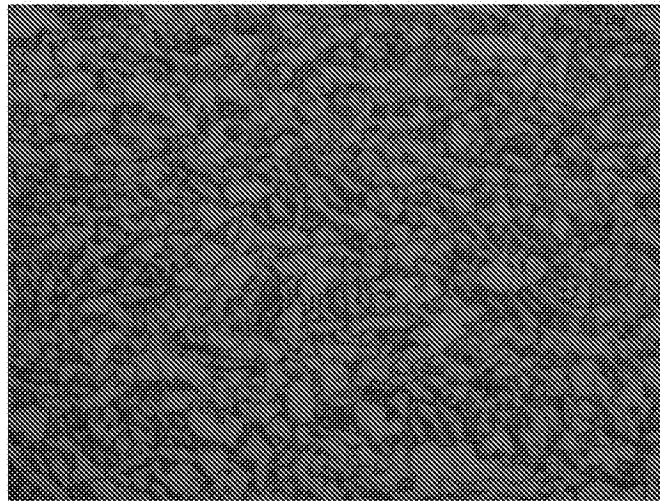


图21

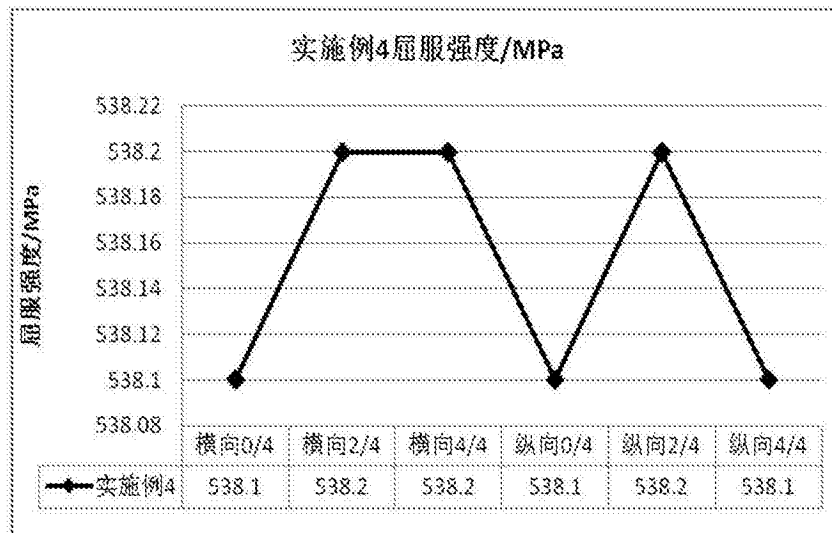


图22

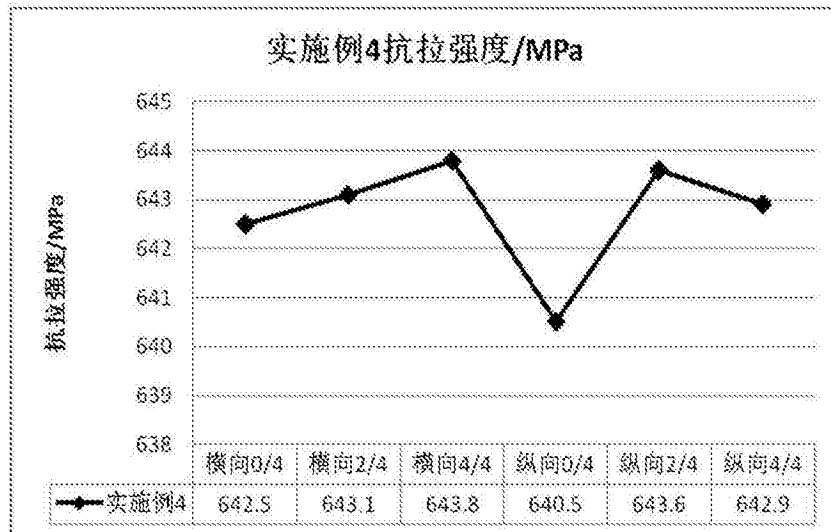


图23

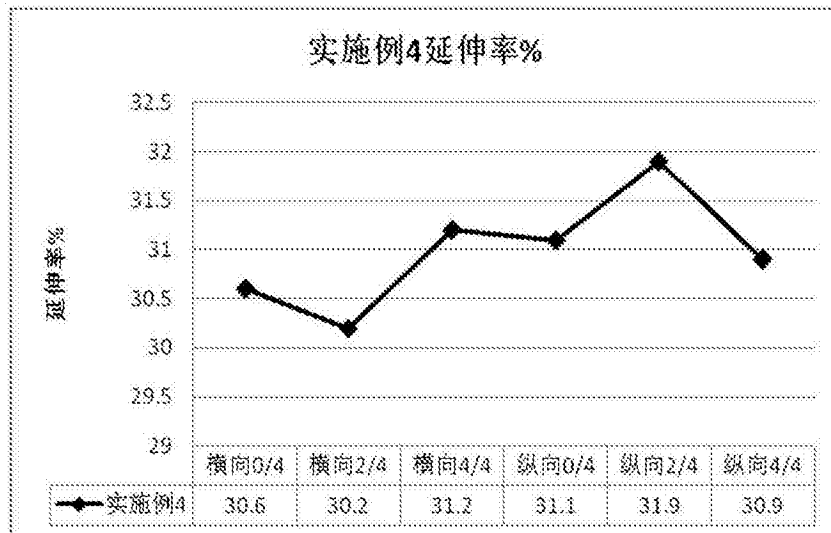


图24

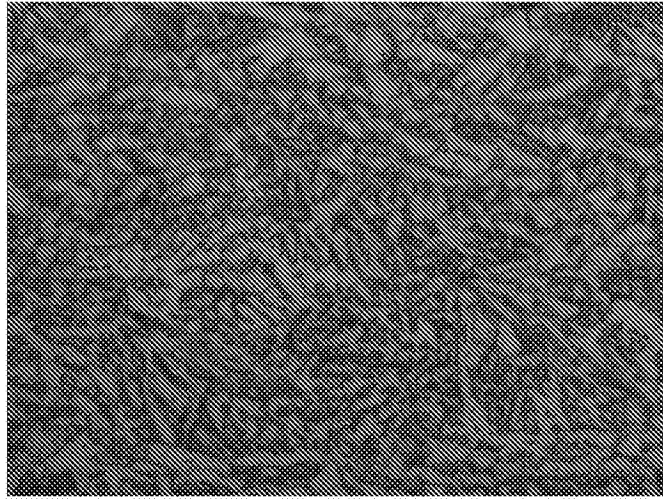


图25

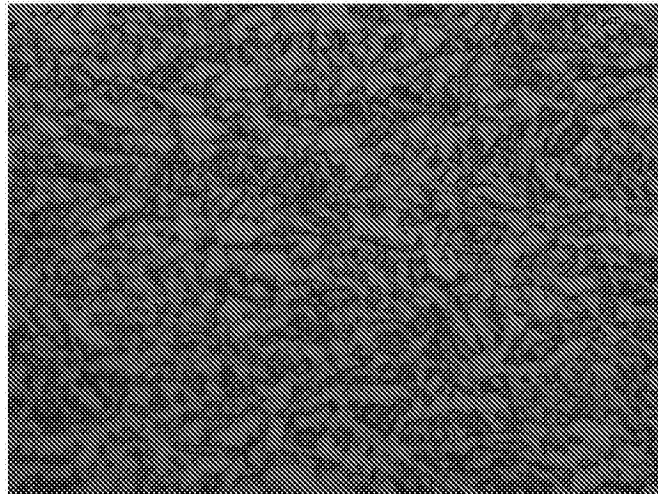


图26

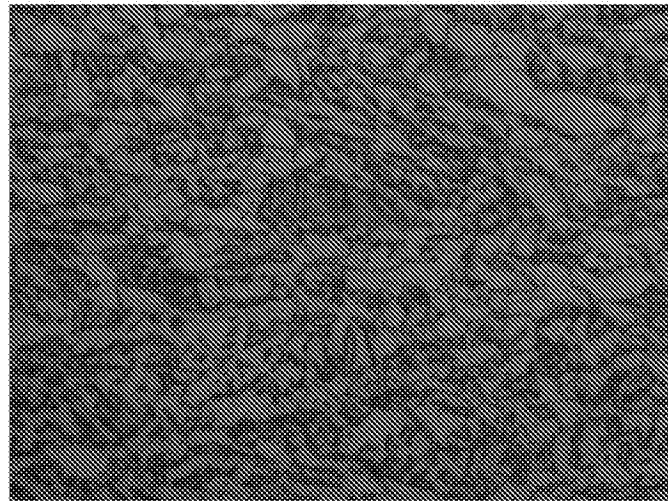


图27

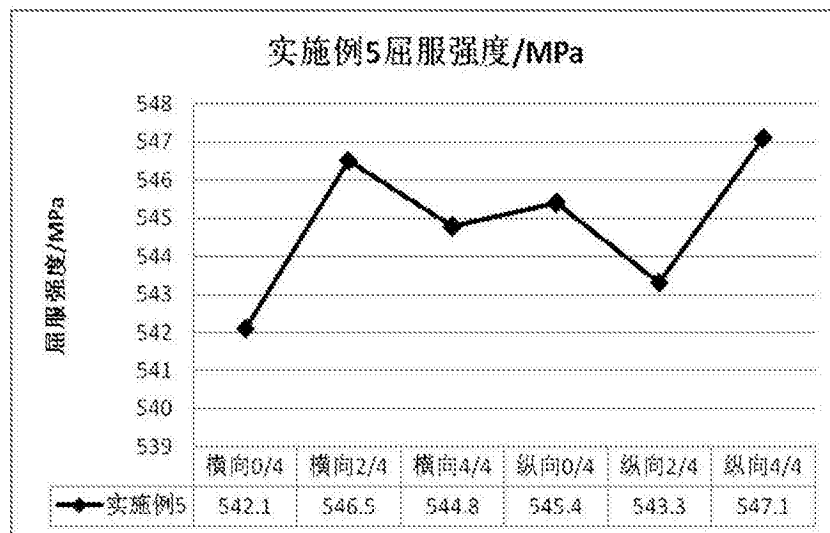


图28

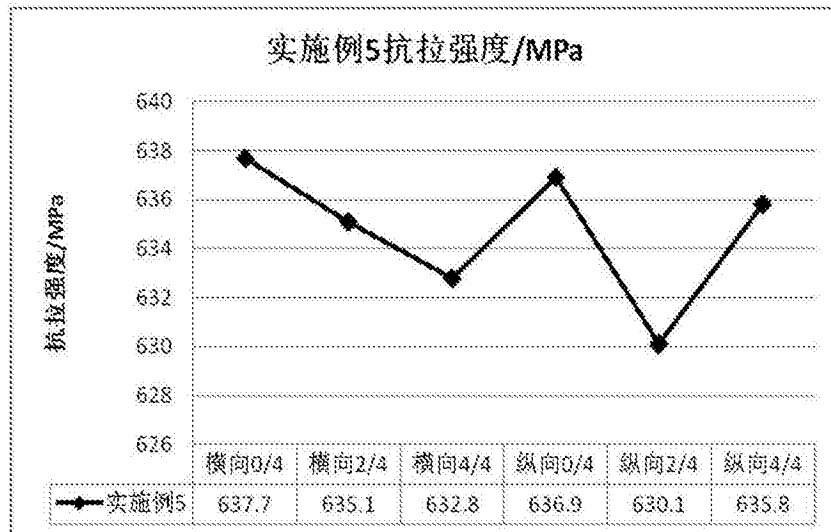


图29

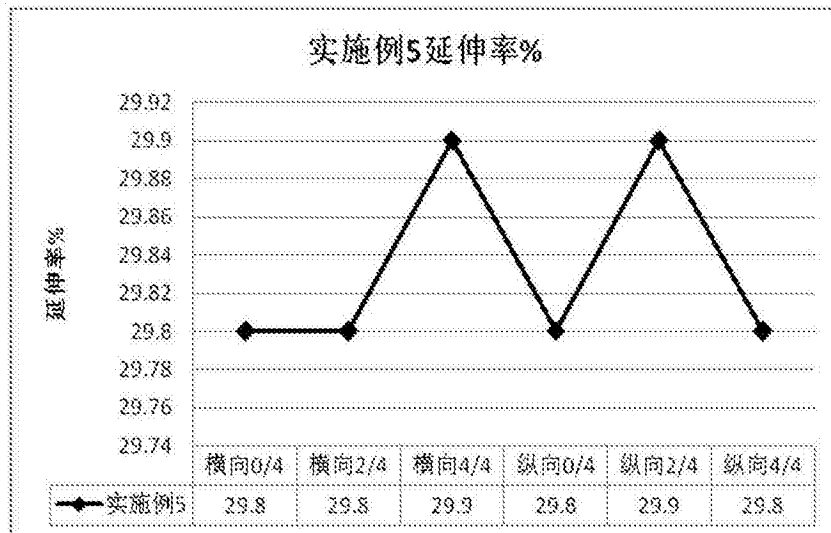


图30