



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103240282 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 14

(21) 申请号 201310157302. 5

(22) 申请日 2013. 04. 28

(71) 申请人 首钢总公司

地址 100041 北京市石景山区石景山路 68 号

(72) 发明人 马长文 董占斌 王立坚 郭伟 姜中行 丁文华

(74) 专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限公司 11207

代理人 刘月娥

(51) Int. Cl.

B21B 38/00 (2006. 01)

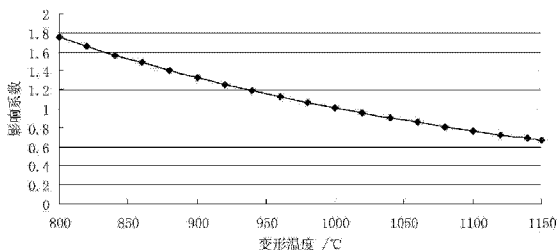
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法

(57) 摘要

一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法, 属于轧钢技术领域。将变形抗力分解为参考屈服应力、变形温度影响系数、变形速率影响系数、变形程度影响系数 4 个独立的参数并分别确定, 参考屈服应力采用热模拟试验测量变形温度 1000℃、变形程度 10%、变形速度 10s⁻¹时的变形应力, 变形温度影响系数、变形速率影响系数、变形程度影响系数分别在一定范围内变化确定其与变形抗力的关系, 得到描述变形抗力的通用公式。本发明建立了确定材料变形抗力的全套试验方法, 对轧制温度、变形量、变形速率在大范围内变化的情形全部适用, 测定实验简单可行且结果精度很高。



1. 一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法,其特征在于:将变形抗力 K_f 分解为参考屈服应力 σ_0 、变形温度影响系数 K_T 、变形速率影响系数 K_u 、变形程度影响系数 K_ϵ ,由这4个独立的参数共同描述变形抗力:

$$K_f = \sigma_0 \cdot K_T \cdot K_u \cdot K_\epsilon \quad (1)$$

4个参数确定步骤如下:

1) 采用热模拟试验,测量变形温度 1000°C 、变形程度 10%、变形速度 10s^{-1} 时的变形应力作为参考屈服应力 σ_0 ;

2) 测量变形程度 10%、变形速度 10s^{-1} 、变形温度在 $800\text{--}1150^\circ\text{C}$ 范围的变形应力 σ_T ,得到 K_T 即 σ_T/σ_0 随变形温度变化的曲线,该曲线回归公式:

$$K_T = e^{(a+b \cdot T)} \quad (2)$$

3) 测量变形温度 1000°C 、变形速度 10s^{-1} 、变形程度在 1%–40% 范围的变形应力 σ_ϵ ,得到 K_ϵ 随变形量变化的曲线,该曲线回归公式:

$$K_\epsilon = c + d \epsilon^e \quad (3)$$

4) 测量变形温度 1000°C 、变形量 10%、变形速率在 $1\text{--}40\text{s}^{-1}$ 范围的变形应力 σ_u ,得到 K_u 随变形速率变化的曲线,该曲线回归公式:

$$K_u = f + g \epsilon'^h \quad (4)$$

a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 、 g 、 h 为待定系数,在实数范围内取值;

5) 将板坯轧制过程的温度、变形量、变形速率参数输入公式(2)~(4),分别确定 K_T 、 K_ϵ 、 K_u ,再将 K_T 、 K_ϵ 、 K_u 和 σ_0 带入公式(1)即求出该轧制条件下的变形抗力。

一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轧钢技术领域,特别是提供了一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法,适用于中厚板生产中,轧制温度、变形量、变形速率在较大范围内变化的轧制过程板坯变形抗力的预测。

背景技术

[0002] 自动化轧钢是轧钢技术的发展趋势,其前提是对轧制过程中的轧制力进行准确的计算。在影响轧制力的各个因素中,板坯的变形抗力是最关键的,变形抗力预测的准确性直接决定了轧制力计算的准确性,因此板坯变形抗力的预测对自动化轧钢的应用效果有着重要的意义。变形抗力与材料特性、轧制温度、变形量、变形速率等都有关系,目前的研究依靠生产数据进行反推计算或者试验研究都无法得到各种轧制条件下的规律。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法,解决了建立一种板坯轧制过程中变形抗力的预测方法,该预测方法适用于各种轧制工况,涉及到的所有参数可以通过试验测定,带入轧制工艺参数可直接确定板坯的变形抗力。

[0004] 本发明解决其技术问题采取的技术方案是:

[0005] 首先建立变形抗力的描述公式,将变形抗力 K_f 分解为参考屈服应力 σ_0 、变形温度影响系数 K_T 、变形速率影响系数 K_u 、变形程度影响系数 K_ϵ ,由这 4 个独立的参数共同描述变形抗力:

$$[0006] \quad K_f = \sigma_0 \cdot K_T \cdot K_u \cdot K_\epsilon \quad (1)$$

[0007] 4 个参数完全独立,分别通过试验测定,测定方法如下:

[0008] 1) 采用热模拟试验,测量变形温度 1000°C 、变形程度 10%、变形速度 10s^{-1} 时的变形应力作为参考屈服应力 σ_0 。

[0009] 2) 测量变形程度 10%、变形速度 10s^{-1} 、变形温度在 $800\text{--}1150^\circ\text{C}$ 范围的变形应力 σ_T ,得到 K_T (即 σ_T / σ_0) 随变形温度变化的曲线,该曲线回归公式采用如下形式:

$$[0010] \quad K_T = e^{(a+b \cdot T)} \quad (2)$$

[0011] 其中 T 是温度, a 、 b 是待定的参数,在实数范围内取值。

[0012] 3) 测量变形温度 1000°C 、变形速度 10s^{-1} 、变形程度在 1%–40% 范围的变形应力 σ_ϵ ,得到 K_ϵ 随变形量变化的曲线,该曲线回归公式采用如下形式:

$$[0013] \quad K_\epsilon = c + d \epsilon^e \quad (3)$$

[0014] 其中, T 是变形量, c 、 d 、 e 是待定的参数,在实数范围内取值。

[0015] 4) 测量变形温度 1000°C 、变形量 10%、变形速率在 $1\text{--}40\text{s}^{-1}$ 范围的变形应力 σ_u ,得到 K_u 随变形速率变化的曲线,该曲线回归公式采用如下形式:

$$[0016] \quad K_u = f + g \epsilon'^h \quad (4)$$

[0017] 其中 T 是变形速率, f 、 g 和 h 是待定的参数,在实数范围内取值。

[0018] 5) 将板坯轧制过程的温度、变形量、变形速率参数输入公式(2)~(4),分别确定 K_T 、 K_ϵ 、 K_u ,再将 K_T 、 K_ϵ 、 K_u 和 σ_0 带入公式(1)即求出该轧制条件下的变形抗力。

[0019] 技术效果

[0020] 本发明与现有技术相比,具有以下主要的优点:

[0021] 1) 建立了确定材料变形抗力的全套试验方法,该方法对轧制温度、变形量、变形速率在大范围内变化的情形全部适用;

[0022] 2) 将变形抗力的各个影响因素分别独立,测定实验简单可行;

[0023] 3) 对板坯轧制过程变形抗力的计算具有很高的精度。

附图说明

[0024] 图 1 为拟合得到的变形温度影响系数。

[0025] 图 2 为拟合得到的变形量影响系数。

[0026] 图 3 为拟合得到的变形速率影响系数。

具体实施方式

[0027] 以 Q345 板坯轧制为例,计算其在 1100℃、变形程度在 20%、变形速度 $8s^{-1}$ 条件下的变形抗力,对本发明的具体实施方式进行说明。

[0028] 首先建立 Q345 板坯变形抗力的描述公式,将变形抗力 K_f 分解为参考屈服应力 σ_0 、变形温度影响系数 K_T 、变形速率影响系数 K_u 、变形程度影响系数 K_ϵ ,由这 4 个独立的参数共同描述变形抗力:

$$[0029] \quad K_f = \sigma_0 \cdot K_T \cdot K_u \cdot K_\epsilon \quad (1)$$

[0030] 4 个参数完全独立,分别通过试验测定,测定方法如下:

[0031] 1) 采用热模拟试验,测量 Q345 板坯在变形温度 1000℃、变形程度 10%、变形速度 $10s^{-1}$ 条件下的变形应力作为参考屈服应力 σ_0 ,实际测量得到 110MPa。

[0032] 2) 测量变形程度 10%、变形速度 $10s^{-1}$ 条件下的变形应力,变形温度在 800-1150℃ 范围内,以 20℃ 为一个步长测量变形应力 σ_T ,得到 K_T (即 σ_T / σ_0) 随变形温度变化的曲线,对该曲线采用如下形式进行回归:

$$[0033] \quad K_T = e^{(a+b \cdot T)} \quad (2)$$

[0034] 其中, T 是温度, a 、 b 是待定的参数。得到回归曲线如图 1 所示,公式为

$$[0035] \quad K_T = e^{(2.752 - 0.00274 \cdot T)}$$

[0036] 3) 测量变形温度 1000℃、变形速度 $10s^{-1}$ 条件下的变形应力,变形程度在 1%-40% 范围内,以 1.5% 为一个步长测量变形应力 σ_ϵ ,得到 K_ϵ 随变形量变化的曲线,该曲线回归公式采用如下形式进行回归:

$$[0037] \quad K_\epsilon = c + d e^{-\epsilon} \quad (3)$$

[0038] 其中, ϵ 是变形量, c 、 d 是待定的参数。得到回归曲线如图 2 所示,公式为 $K_\epsilon = 1.1 - 0.009 e^{-\epsilon}$ 。

[0039] 4) 测量变形温度 1000℃、变形量 10% 条件下的变形应力,变形速率在 $1-40s^{-1}$ 范围内,以 $3 s^{-1}$ 为一个步长测量变形应力 σ_u ,得到 K_u 随变形速率变化的曲线,该曲线回归公式采用如下形式进行回归:

[0040] $K_u = f + g \varepsilon'^h$ (4)

[0041] 其中, ε' 是变形速率, f 、 g 和 h 是待定的参数。得到回归曲线如图 3 所示, 公式为 $K_u = 0.5 + 0.24 \varepsilon'^h$

[0042] 5) 将温度 1100°C 、变形程度 20%、变形速度 8s^{-1} 带入公式(2) ~ (4), 计算确定 K_T 为 0.770, K_ε 为 1.055、 K_u 为 0.948, 再将 K_T 、 K_ε 、 K_u 和 σ_0 带入式 1 即可求出该轧制条件下的变形抗力 K_f 为 84.71MPa。

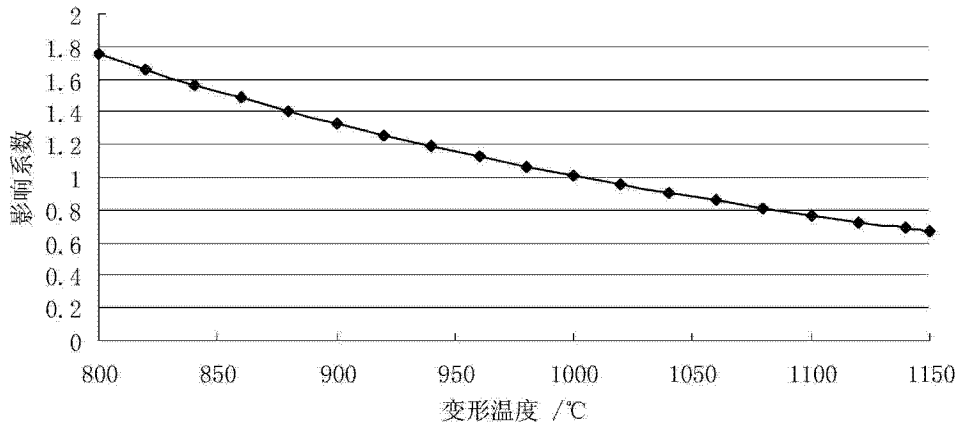


图 1

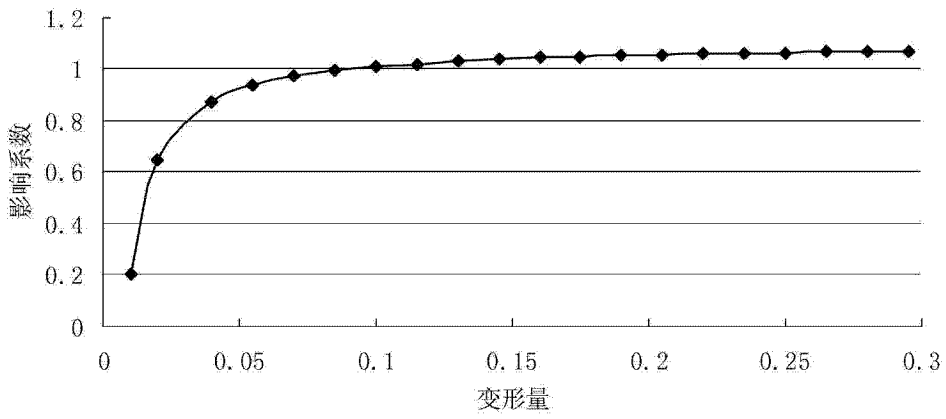


图 2

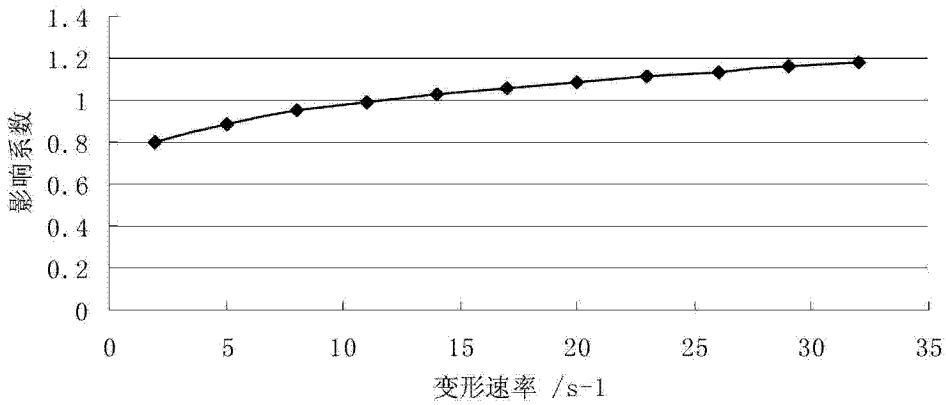


图 3