

初轧大圆钢轧制规程设计

付 斌¹, 陈 琳², 潘红波¹, 沈晓辉¹, 章 静¹, 阎 军¹

(1. 安徽工业大学 材料工程学院, 安徽 马鞍山 243002; 2. 宝山钢铁股份有限公司 条钢厂, 上海 201900)

摘 要: 根据初轧大圆钢轧制规程的设计要求, 利用 Visual Basic 算法语言开发了轧制规程设计系统, 进行大圆钢轧制规程的设计。系统具有能用性强、操作灵活方便等特点, 大大提高了设计效率, 系统应用于生产实际取得了良好的效果。

关键词: 大圆钢; 轧制规程; 孔型设计; 计算机辅助设计

中图分类号: TG335 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1447(2006)01-0044-04

Rolling Schedule Design for Large Round Bar

FU Bin¹, CHEN Lin², PAN Hong-bo¹, SHEN Xiao-hui¹, ZHANG Jing¹, YAN Jun¹

(1. School of Material Engineering, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China; 2. Baoshan Iron and Steel Co., Ltd., Shanghai 201900, China)

Abstract: Based on rules of designing large round bar, a design system for round bar was developed with Visual Basic. The system has a lot of advantages, such as excellent compatibility, operation-flexible and high design efficiency. Good results have been achieved in designing of rolling schedule for blooming mill with this system.

Key words: large round bar; rolling schedule; pass design; computer-aided design

大型圆钢在机械制造行业有较大的需求量, 被广泛应用于制作重要的机械零部件。直径在 200 mm 以上的大圆钢通常采用锻造法生产, 相对成本较高。采用轧制法生产大圆钢具有以下优点^[1]: (1) 生产效率高, 轧制圆坯只需 2 ~ 3 min, 锻造圆钢 (不计中间加热) 需要 15 ~ 30 min; (2) 与一般的锻造相比, 尺寸精度高、表面质量好; (3) 低能耗、高成材率。用钢锭或大方坯以锻造法生产一般要经过两至四火成材, 轧制大圆钢比锻造大圆钢的能耗低, 同时轧制成材率比锻造高 5 % 左右; (4) 生产较经济。因此, 在初轧机上开发大圆钢生产技术是非常有意义的, 不仅可以满足市场需求, 还可以解决初轧机闲置的问题。初轧机的特点决定了轧制过程是在无导卫夹持情况下进行, 需保证在无导卫情况下咬入和轧制过程的稳定性。采用 Visual Basic 开发了一套大圆钢轧制规程设计系统, 并用于现场的轧制规程设计。

1 系统功能简介

初轧大圆钢轧制规程设计系统主要是针对大圆钢轧制时的各道次压下量及孔型参数进行优化设计, 设计的结果将通过图表的形式显示在用户界面上。系统功能结构图如图 1 所示。

程序运行时, 用户输入产品尺寸、坯料规格、设备参数、孔型系统以及相关的计算模型等参数。用户可根据实际需要选择经验设计或者优化设计两种方式。优化设计的主要目的是充分发挥轧机的能力, 保证各道次轧制负荷分配比较均匀。

计算完成后, 设计结果将通过图形或表格的形式显示出来。为了提高系统的实用性, 用户可以根据经验或实测参数对设计出的相关参数进行修改, 之后让系统自动进行修正的设计计算。

设计的结果可以导出相应的文件格式进行保存, 或直接打印输出, 孔型图可以直接导出 dxf 文件, 以便用户在 Auto CAD 中进行编辑。

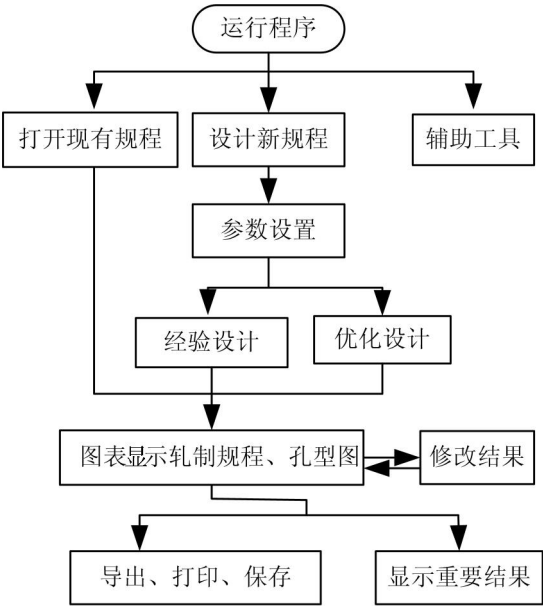


图 1 系统功能结构图

2 系统的设计及计算模型

2.1 轧制规程设计

初轧规程设计实际上是压下规程的设计,和板带轧制规程设计的主要不同点在于初轧规程设计必须考虑轧件两个方向的尺寸变化,因而,初轧规程设计计算比板带压下规程的设计计算更为复杂。初轧大圆钢生产采用平辊轧制(初轧压下规程)和孔型轧制相结合的生产工艺,所以大圆钢轧制规程设计也可分为两个部分(即初轧平辊轧制的翻钢制度及压下分配和有孔型轧制的孔型设计)进行。

初轧大圆钢的关键主要是如何在无导卫夹持的情况下,通过孔型实现稳定轧制。根据大圆钢轧制生产的特点,通过有限元模拟分析的结果,在系统开发的过程中采用了 3 套不同的孔型系统,即六角-八角-圆孔型系统、椭圆-圆孔型系统和箱-箱-圆孔型系统。这些孔型系统能满足不同尺寸的大圆钢在初轧机上稳定轧制的要求。但三种孔型系统各有特点,相比较而言,六角-八角-圆孔型系统的生产操作和产品尺寸的控制比较复杂;箱-箱-圆孔型系统变形方式比较简单,产品尺寸的控制比较方便;椭圆-圆孔型系统轧制的稳定性较好。

孔型设计参数和计算模型的确定主要是根据有限元变形模拟分析的结果和大圆钢轧制生产实践,同时结合现有孔型设计理论,对一些计算公式进行一定的修正。

平辊轧制时的轧制压力相对于有孔型轧制时要大很多,所以优化设计主要针对平辊轧制,优化设计

流程如图 2。

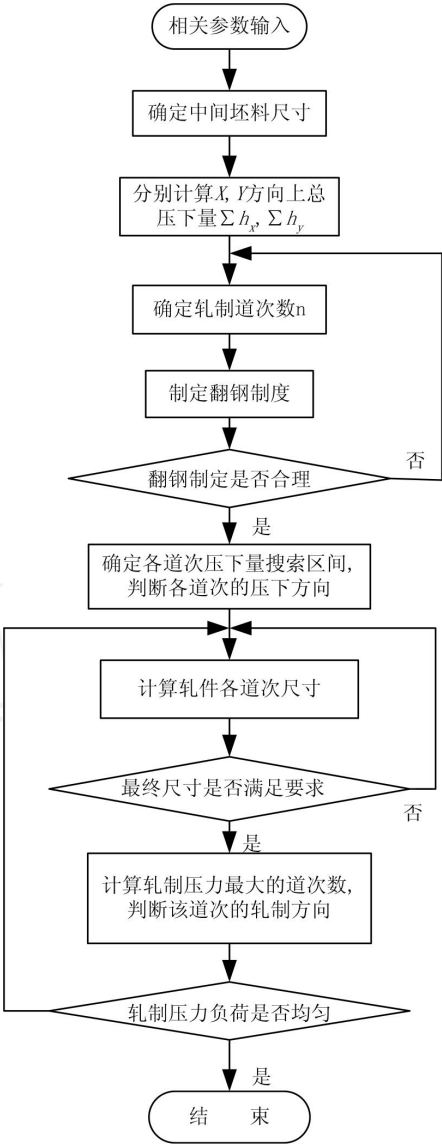


图 2 优化设计流程图

首先根据原料尺寸和中间坯料尺寸计算 2 个方向上的总压下量并初步确定轧制道次数,两个方向上总压下量分别为:

$$X \text{ 方向} \quad h_x = (1 +) (B - b)$$
$$Y \text{ 方向} \quad h_y = (1 +) (H - h)$$

轧制道次数为:

$$n = \frac{h_x + h_y}{h_c}$$

式中, h_x 、 h_y 为 X、Y 方向上的总压下量; 为宽展系数, $= b'/h$; h_c 为道次平均压下量。

然后根据计算的轧制道次数来制定翻钢制度。为保证最终轧件尺寸满足要求,先根据 2 个方向上的轧制道次数和各方向上的总压下量分别确定 2 个

方向上压下量的搜索区域,然后根据翻钢的情况来判断各道次轧制是在 x 方向还是 y 方向进行。如果计算得出的轧件最终尺寸在 x (或 y) 方向上不满足要求,则对 x (或 y) 方向轧制道次的压下量进行调整。对满足最终尺寸的压下规程再进行轧制负荷均匀分配的优化设计。具体为先判断最大轧制压力的道次数和此道次是 x 方向还是 y 方向,然后将此道次的压下量做适当减少,相应地增加该方向其它轧制道次的压下量。当各道次最大轧制压力和最小轧制压力相差在一定范围时停止计算。

2.2 计算模型

设计计算的主要模型有宽展模型、温度模型、轧制压力模型。宽展计算在轧制工艺的制定中有着重要的作用,巴赫契诺夫宽展模型考虑了摩擦系数、相对压下量、变形区长度及轧辊形状对宽展的影响,也考虑了轧件宽度及前滑的影响。实践证明,巴赫契诺夫宽展模型计算平辊轧制和箱形孔型宽展可以得到与实际相近的结果^[2]。在实际系统设计时,根据有限元模拟分析的结果和实际生产的经验进行适当的修正。

轧制温降按辐射散热计算,以轧件尾部为准,认为对流和传导散热与变形功转化的热量相抵消^[2]。在实际温度计算时根据现场的实际生产情况进行了一定的修正。

对轧制压力的计算提供了斋藤模型、志田茂模型^[3]三种计算模型供用户自行选择计算。

3 应用实例及效果

本系统通过在宝钢条钢厂的应用实践表明,实用性强,运行可靠,能够满足大圆钢轧制规程设计的要求。

以宝钢条钢厂2机架椭圆-圆孔型系统轧制 $\phi 300$ mm 大圆钢为例。图3为系统设计的孔型图,从试轧的结果来看,此套孔型可以满足实际现场轧制大圆钢的生产要求。图4为轧制规程曲线,图中反映了各道次轧件的高度和宽度、轧制温度、轧制压力、轧制扭矩及电机扭矩。从优化设计计算出的轧制压力曲线可以看出,轧制压力沿各道次分布比较均匀,达到了充分发挥轧机能力的目的。

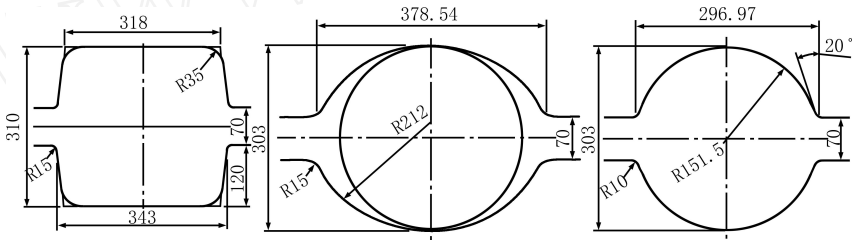


图 3 $\phi 300$ mm 椭圆-圆孔型系统孔型图

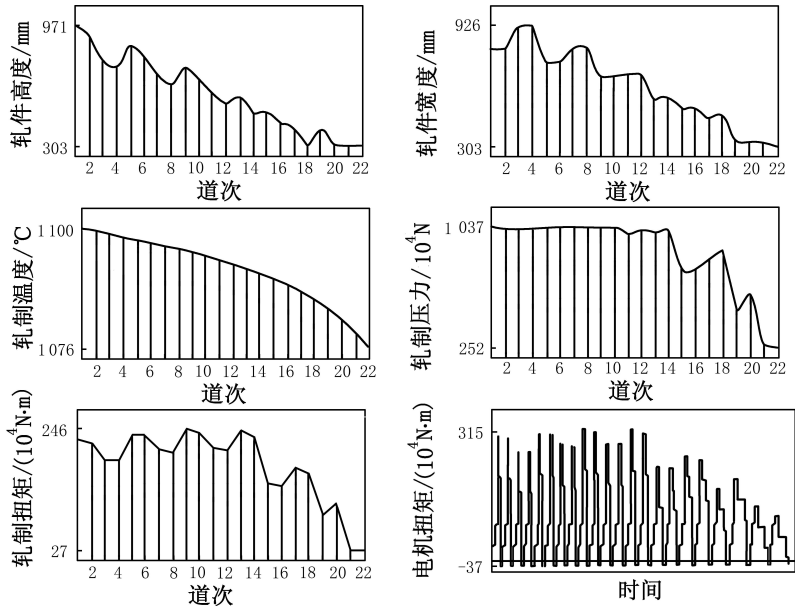


图 4 轧制规程曲线

4 结 论

根据初轧机生产大圆钢的实际特点,为保证大圆钢在无导卫夹持情况下通过孔型时轧制的稳定性,采用六角-八角-圆孔型系统、椭圆-圆孔型系统和箱-箱-圆孔型系统。结合不同孔型系统的变形特点,开发了大圆钢轧制规程设计系统,该系统结构设计合理,操作方便,计算精度较高,提高了设计的效率,在实际应用中,也取得了较好的效果。

[参考文献]

- [1] 康如尧. 大型圆钢在初轧机上的生产[J]. 特钢技术, 2002, (1): 29 ~ 34.
- [2] 王廷溥. 轧钢工艺学[M]. 北京:冶金工业出版社,1981.
- [3] 周纪华,管克智. 金属塑性变形阻力[M]. 北京:机械工业出版社,1989.

(收稿日期:2005-04-30)

2006 年韩国钢铁消费量小幅增至 4 740 万 t

由于造船业、汽车业和制造业需求强劲,2006 年韩国钢铁消费量将从 2005 年的 4 690 万 t 增加到 4 740 万 t。其中,市场需求增幅量大的将是厚板,需求量将从 2005 年的 770 万 t 增至 790 万 t,而钢棒的需求量有望从 270 万 t 增至 280 万 t。由于其国内建筑业不景气,2006 年钢筋消费量可能从 2005 年的 970 万 t 减少到 930 万 t,型材将从 380 万 t 减少到 370 万 t。

另外,钢铁出口量有望小幅增长,进口将下降。出口量将从 2005 年的 1 610 万 t 增至 1 660 万 t,进口量预计从 2005 年的 830 万 t 小幅减少至 810 万 t。出口量增长主要归因于其国内长材产品消费量下跌。

(摘自中国冶金信息网)

2006 年国内钢材供大于求过亿 t

国务院发展研究中心“中国产业发展跟踪研究”课题组最近撰写的钢材供需形势预测报告指出,2006 年钢材供过于求的态势将进一步加剧。受经济增速放缓和固定资产投资增速放缓的影响,2006 年大多数用钢行业对钢材的需求增长势头都继续回落。预计 2006 年各行业对钢材的总需求将达 33 685.44 万 t,同比增加 3 096.12 万 t,增幅为 10.12%,较 2004 年和 2005 年的增幅有所回落。另一方面,钢铁产能继续释放,加上 2006 年我国钢材进口量将持续回升,出口有所下降的影响,预计 2006 年我国钢材的国内供给量可达 45 336.25 万 t,同比增长 48.03%,供给超过需求 11 650.81 万 t。钢材供大于求将压迫明年钢价进一步下跌,钢铁行业利润将会有较大幅度回落,特别是中低附加值钢材产品,供大于求的局势将越来越严峻。

(摘自中国冶金信息网)