

第六届国际轧钢会议
译文集
2

中国金属学会轧钢学会

第6届国际轧钢会议译文集出版说明

由德国钢铁协会主办的第6届国际轧钢会议于1994年6月20日~24日在德国杜塞尔道夫市召开。会议主题是板带生产新技术。与此同时举行的还有第2届欧洲连铸会议和94年国际冶金技术和装备博览会。有41个国家的1158名代表参加了这次会议，共发表轧钢方面论文（包括连铸连轧）84篇。中国金属学会派代表出席了这次国际轧钢会议。

近年来，由于连铸和轧钢技术的最新发展，更加密切了连铸与轧钢的相互依赖关系，特别明显地反映在近终形连铸技术方面，连铸—连轧已成为钢铁工艺流程的重要组成部分。会议在新的连铸工艺技术基础上，研讨了带材的新生产工艺流程。这是国际轧钢界最高水平的重要学术会议。

为了让我国轧钢工作者尽快了解第6届国际轧钢会议的情况，冶金部科技司和中国金属学会轧钢学会共同组织翻译、出版了会议论文集，并得到了鞍山钢铁公司、本溪钢铁公司、北京科技大学等的大力支持。特向参加翻译、编辑、出版工作的同志们表示感谢。

译文集分3集陆续出版。第1集为连铸连轧部份；第2集为热轧板带部份；第3集为冷轧板带部份。因版面限制，译文的参考文献全部省略。部份图片由于原件不清晰，受到影响，请读者谅解。

冶金工业部科技司

中国金属学会轧钢学会

1994年11月

目 次

(第2集)

布林斯沃恩厂热带钢轧机全面生产跟踪·····	英国 (1)
蒂森热带钢轧机现代化改造及新技术引进·····	德国 (3)
南非钢铁公司北厂热带钢轧机的设计和性能·····	英国、南非 (13)
威尔顿 1370mm 热带钢轧机的改造·····	美国 (22)
扩大热卷取箱的应用领域·····	加拿大 (33)
热带钢厂先进的产品管理系统·····	意大利 (42)
厚板用特殊工艺设计最大程度满足用户的要求·····	德国 (48)
洛林连轧公司热带钢轧机精轧机高速钢轧辊的应用·····	法国 (57)
高速工具钢热轧工作辊的特性·····	日本 (63)
轧机轧辊磨损统计模型的开发、证实和应用·····	美国 (70)
中厚板轧机板形控制的开发·····	日本 (81)
中厚板轧机改善板形控制、收得率和灵活性的新发展·····	意大利 (91)
成对交叉辊轧机的板形和凸度控制·····	日本 (96)
中厚板轧机头部挠曲在线控制·····	韩国 (105)
在产品的设计方面、钢板冷却、矫直过程的平直度现代化改造·····	德国 (109)
中厚板轧机和带钢精轧机的矫直模型及其应用·····	法国、德国 (115)
塔兰托 2 号热带钢轧机提高产品质量的现代化改造·····	意大利 (122)
洛林连轧公司产品厚度全面分析·····	法国 (126)
热带钢轧机厚度、温度和横断面的连续实时测量新技术·····	美国 (134)
现代化改造的热带钢精轧机高精度断面和平直度控制·····	比利时、德国 (140)
霍义文斯热带钢轧机改善板凸度性能·····	荷兰 (145)
热轧过程中各种凸度控制轧机的比较·····	日本 (153)
Carlam 热带钢轧机带卷的修整、平整和矫直·····	比利时 (163)
改善热带钢轧机的卷取操作·····	比利时 (167)
热带钢轧机的超速冷却·····	比利时 (174)
霍义文斯厂改造输出辊道冷却装置, 以满足未来质量要求·····	荷兰 (178)
和歌山热带钢轧机卷取温度控制的发展·····	日本 (185)
GTSi 公司厚板轧机加速冷却的应用·····	法国 (190)
快速冷却时 0.1%C 钢的显微组织和机械性能·····	法国 (197)

布林斯沃尔热带钢轧机全面生产跟踪

I. HOBSON

(英 国)

摘 要 布林斯沃尔厂50%以上生产的是汽车工业专用的冷、热带钢。这些产品安全、可靠性的评价水平是至关重要的。

除了两座推钢式加热炉的出钢系统是用手动或光学控制系统外,全厂范围内跟踪轧件都用“QA”系统。“QA”系统的优点是自动化,使用感应线圈并将其埋在加热炉的炉膛内。为了精确地跟踪轧件,通过线圈与智能转换设备相连接能达到此目的。

由于有了这些装置,跟踪故障以及随之而来的产品或轧件混号的彻底排除,就为Brinsworth钢厂提供了生产操作的可靠性,进而得到用户的普遍赞誉。

1 前言

为了跟踪轧制线上的轧件,布林斯沃尔厂已经花费了大量资金,在压力传感器和红外线装置方面的投资已经给轧制跟踪提供了有效可靠的系统,但炉子区域大量的还是人工光学系统,不象轧制自动化系统那么可靠。光学检测器提供基本跟踪,但是,由于板坯的氧化铁皮残留在出炉辊道上,使得光学检测器为轧制跟踪提供的依据是不可靠的。由于加热炉的热闪光使视频跟踪也失去作用。两种系统的主要缺点(除了可靠性之外)就是不能跟踪从加热炉出来的冷板坯。

由于没有可用于工业的系统,布林斯沃尔厂发明了一项革新设备,就是使用埋在出炉端内的感应线圈。此系统对所有的生产参数都考虑到了(温度、板坯尺寸、钢质、氧化铁皮)。

2 布林斯沃尔厂生产的详细介绍

该厂能生产200多个钢种,从简单的软钢到高强度钢、中碳钢和1.25%C的高碳钢、合金钢、不锈钢以及有色金属。根据用户要求,成品尺寸能够在轧制过程中进行调整,质量和数量也能在轧件轧制过程中得到连续调整。

为了顺利轧制,必须保证供给轧机的板

坯钢号顺序正确,而且板坯要在加热炉中加热近1个小时左右的时间才能推出。两座推钢式的加热炉给轧机提供板坯,炉内装有许多板坯,在通过加热炉出炉时,推到出炉辊道上送给轧机轧制。

过程控制计算机在加热炉装炉侧记录板坯装炉顺序,并保持在炉板坯的记录,确定下一块板坯将由哪座加热炉推出。不幸的是有这种可能性(在此系统安装之前),由于人为的错误,引起了生产和工艺的混乱,推钢操作是手动的,工厂计算机不能检查推出的板坯是否正确,这种错误带来的危害是非常明显的。

3 跟踪系统

这一系统由下列三个图解来描述。

图1(a)是Brinsworth热带钢厂加热炉出炉端落料简图。

图1(b)是图1(a)布置简图。图2是1#加热炉出钢的控制电路图。

现在看一下图1,轧钢生产工艺线(1),板坯的前进方向送去轧成钢带(2),钢坯(3)在加热炉(4)中加热,使用两座加热炉。为了方便起见,加热炉的总长度由折断线(5)断开。

给轧机提供板坯的过程就是在加热炉

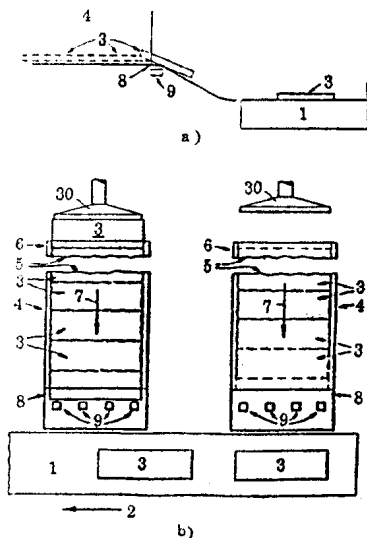


图1(a) 加热炉出炉端落差简图
(b) 加热炉平面布置简图

的装料端(6)装入一个冷板坯的过程,并且这个冷板坯被推钢机(30)沿箭头(7)的方向推入。推动这个冷板坯进入加热炉的过程就是这个板坯一边被加热,一边被输送出加热炉的过程,直到板坯出炉为止。

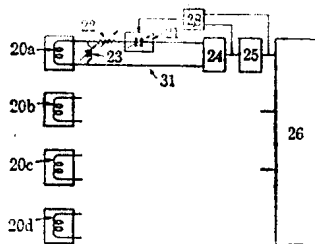


图2 加热炉出钢控制电路图

为了跟踪出钢的工艺过程,以便轧机的计算机设定,在加热炉的出口安装一些感应线圈能够确定板坯是由哪座加热炉推出。每座加热炉的四个线圈情况如(9)所示,根据具体情况,这些感应线圈可永久地装在加热炉基础内,因此要防止对其热损伤和机械损伤。

现在再看一下图2,加热炉的感应线圈用图中20a、20b、20c和20d表示。线圈20a、20b和20c是起基本作用,线圈20d是备用的。当检查或者维修时需使用线圈20d,直到

检修完了。线圈由6圈 $\phi 2.5\text{mm}$ 的铜线绕制而成,线圈被绝热到 400°C 的工作温度。线圈尺寸为 $300\text{mm} \times 450\text{mm}$,带电线圈具有 1.2Ω 的电阻,48微亨的电感。

操作电路31的各个元件,仅以图2中20a为例,线圈20b和20c是相同的。线圈20a在一个调谐电路中,电路中有一个可变电容,一个手动调整镇流电阻22和一个镇流电感23,这个电路的特点是考虑了电阻,电感可以手动调整。

4 系统的操作

在操作方面,电路共振是基本条件,这一点由检测器24监控,这个方法就是给调谐电路注入一个扫描频率,并且测得电路的反应,电路里的频率被提供给比较器25,使之与原来检测的频率通常是 400Hz 进行比较。如果检测的频率与 400Hz 的偏差大于预设定量的话,那么正的输出就提供给显示仪器,表示有板坯存在。当三个感应线圈之中有两个输出是正信号,那么输出信号就被输送到过程机30。

操作时,因外部环境改变,电路的共振频率可能变化或者漂移。漂移的原因包括热膨胀带来的变化。另外,氧化铁皮的生成影响“正常”频率,由于这个原因从频率检测器反馈一个电流,这个电流由可变电容器21提供。这种安排可以使从一个检测电路发出的输出信号在5s多的时间里是正确的。电容值发生变化将频率重新调到 400Hz ,即电路又回到“正常”的操作条件,例如氧化铁皮的作用以及漂移都被排除。当加热炉处于热状态时,虽然用板坯出炉控制和加热状况的实例将系统的操作介绍清楚了,但当加热炉是冷状态时系统也能使用,如维修加热炉时。这对保证推出炉的冷板坯一直跟踪到板坯库是非常重要的。

另外,系统的突出优点是能检测有色金属,如正在轧机上轧制的不锈钢、铜板坯。

5 系统的可靠性和节约性

在装置此系统之前,为了防止出现跟踪失误问题,必须严格遵守工艺程序和快速传送轧制信息。

由于跟踪的问题,每年钢厂内部挑出的废品造成的损失是 $5.6 \times 10^4 \text{ £}$ 。

装上此系统之后,下游工序的检测大大减少了,因为跟踪失误和由此而造成的产品或材质混乱现象彻底消除。

自1992年安装该系统和经过2个月的调试以来,没有发生任何错误。该系统在正常条件下,也有跟踪失败的可能性。三年来只

有一次出错。

6 结束语

提供给Brinsworth热带钢厂的加热炉跟踪系统,使得用户在生产时感到非常满意。不需要快速传递信息和严格检测程序,生产的每个带卷都是跟踪的。同时也能对所有工艺参数提出质疑。该系统也能监视轧件的运行,提高编制生产计划的效率。

这个系统的投资经过两个月的生产就可以全部回收,并且维修费用是微不足道的,加热炉的跟踪系统已经申请了欧洲专利。

关 菊 译 沈 桦 校

蒂森热带钢轧机现代化改造及新技术引进

M.Espenhahn, K.E.Friedrich, H.Osterburg, P.Tese, W.Wolpert

(德 国)

摘 要:象热带钢轧机这样的大型生产设备,在使用过程中需要改造,以便满足现代化的要求。市场需求变化、扩大产品范围、开发轧制工艺、提高生产能力和质量以及降低成本,都是改造和更新生产设备的理由,而不是单纯更换磨损的轧机部件。蒂森的两个热带钢厂始终关注这些因素。这两个带钢厂的长期改造方案,从开工到1988年,在以前的文章中曾详细介绍过。

本文将详细介绍最近五年完成的改造措施计划。

概括地说是:

- 布鲁克赫森热带钢厂的全面自动化和比克沃斯热带轧钢厂过程计算机更新;
- 比克沃斯热带钢厂粗轧机组的改造;
- 比克沃斯热带钢厂精轧机组采用CVC技术和随意计划轧制工艺。

1 布鲁克赫森热带钢厂的全面自动化和比克沃斯热带钢厂过程计算机系统更新

布鲁克赫森热带钢厂全面自动化的计划始于1985年。该热带钢厂自1955年投产以来,在某些区域由自动化子系统控制。引进过程机控制技术主要的目的是提高质量,即使频繁换规格也能提高尺寸精度,增加收得率。

相反,比克沃斯热带钢厂自70年代中

期就开始使用过程机。该系统由于软件的扩充,在应用有限的情况下,已运行很长的时间。引进新的硬件系统备品就成了薄弱环节。

由于这些原因,布鲁克赫森热带钢厂同时作出了像比克沃斯热带钢厂用现代化的高容量系统取代现有过程机那样的改造计划。

两方面的分析结果认为,只要轧机结构

允许，两个热轧带钢厂采用相同的自动化结构具有更大优点。

图1以简单的表格形式表示出比克沃斯热带钢厂现已被更新代替的原有过程机系统

结构。
图2表示两个热带钢厂新系统的结构对比图。对比证明，在很大程度上保留了各独立层次的功能分布。

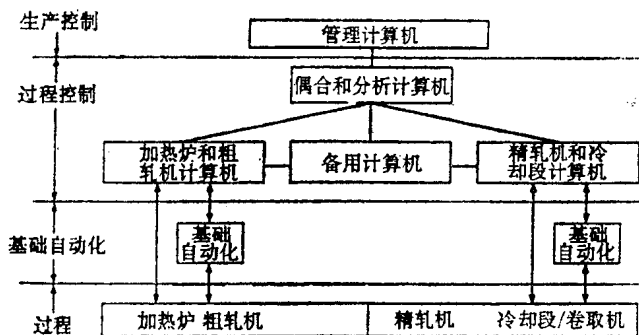


图1 比克沃斯热带钢厂的旧自动化系统

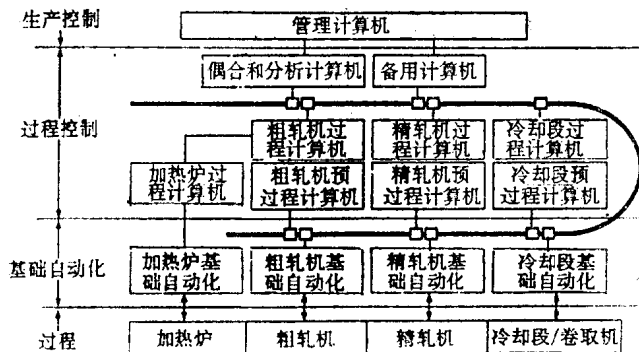


图2 布鲁克赫和比克沃斯热带钢厂新自动化系统的结构

新的结构可按水平及垂直方向安排。水平安排包括基础自动化和过程控制层次的功能。所有时间要求不严格的功能，例如：用模型计算参考值、协议输出、物料跟踪、轧制程序控制、分类、质量数据收集等，都分配在过程控制层次。垂直方向安排包括与轧机设备有关的功能。每台轧机设备都可以手动操作、半自动或全自动操作。但是，手动操作仅用于维修时单机操作。不计划用手动方式生产。

偶合的和分析计算机形成过程控制级别与生产控制级别（管理计算机）之间的链接单元。另外，它记录评估和传递各热带钢选择的数据到次级评估系统。例如，过程计算

机根据目标规模和轧机的限制选定热带钢机组的设定值。预处理计算机循环搜集测量值，并用统计法处理搜集的测量值。基础自动化的功能有：顺序控制、位置控制、轧制辊缝和厚度控制、活套控制等。出故障时，备用计算机可以代替过程计算机的所有基本功能。另外，备用机可用做测试和开发计算机。

2 比克沃斯粗轧机组的改造

80年代后期，比克沃斯热带钢厂开始实施改造粗轧机组的计划，该机组在当时是唯一的、自1964年热带钢厂投产以来没有经过重大改造的机组。原粗轧机组包括1台二辊可逆轧机和2台四辊不可逆轧机，该机组结

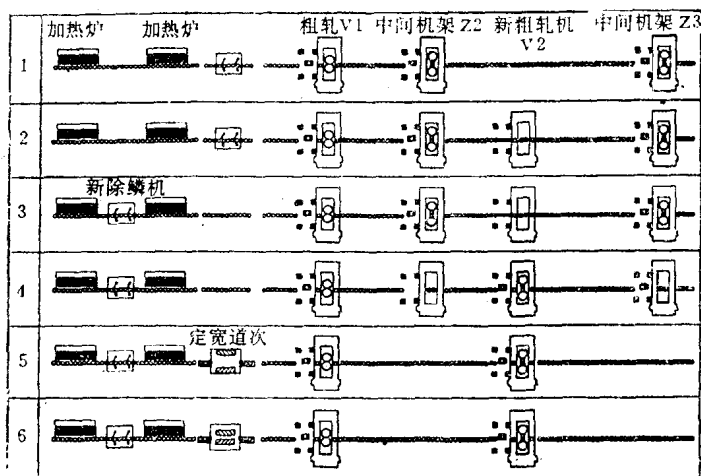


图3 改造各阶段新粗轧机情况

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1-1989年末工厂原状; | 4-1991年4月调试; |
| 2-1990年初安装V2机架和辊道; | 5-1991年8月安装定宽机,并拆除Z2、Z3机架; |
| 3-1990年5月安装新除鳞机; | 6-1992年1月定宽机调试 |

构不能满足下列操作需求。

- 一大的侧压;
- 一严格的宽度精度;
- 一在整个轧制过程中,强有力的温降控制。

改造包括建1台新的大能力四辊可逆轧机取代2台不可逆轧机,建1台新的板坯挤边机。投资批准后,计划分两个阶段实施。旧轧机的布置和两个阶段的改造范围见图3。

1989年开始建重型的四辊可逆轧机V2,1991年4月新轧机投产。与此同时,新的挤边机的前期工作开始着手,与此相关的,第一架粗轧机,也就是二辊可逆轧机V1前的旧除鳞箱,必须首先被拆除,取而代之的是1号和2号加热炉之间的新除鳞箱。紧接着安排挤边机并于1992年完工。)

新粗轧机轧制顺序立体图如图4所示。板坯从五座推钢式加热炉(1)的一座中

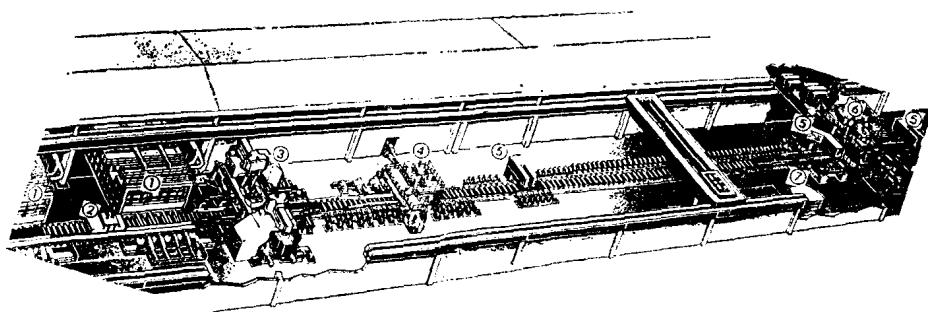


图4 新粗轧机组的立体图

- | | |
|----------------|----------------|
| ①板坯加热炉; | ⑤板坯/带坯测量装置; |
| ②高压水除鳞箱; | ⑥配有前立辊的四辊可逆轧机; |
| ③板坯挤边机; | ⑦除鳞箱、挤边机、轧机控制室 |
| ④配有前立辊的二辊可逆轧机; | |

推出并经除鳞箱(2)除鳞,1号加热炉出来的板坯首先要返到除鳞箱之前。除鳞后轧坯在

挤边机(3)被加工。在侧压较小($<30\text{mm}$)的情况下,空过挤边机,而在V1二辊可逆轧机

(4) 轧0~3道次, 这取决于板坯尺寸、材质和侧压下量。板坯在V2四辊可逆轧机(6)最后轧3~7道次, 轧成的中间坯低碳钢平均厚度为40mm左右, 不锈钢厚约30mm。

新的粗轧机组装备了一组检测仪(5), V1粗轧机后的测宽仪可测量经过挤边机和V1粗轧机后的板坯沿长度方向的宽度值, 以便优化V2粗轧机中立辊轧机的控制。同样, V2机架前的测宽仪测量中间坯的中间宽度。粗轧出口侧的检测仪提供了中间坯所有的测量数据, 如温度、宽度、厚度、板形及楔形等, 这些数据都送入精轧机组的道次计算表。

图5表示挤边机的进入侧及其主要工



图5 挤边机入口侧照片及主要技术参数

技术数据:

板坯宽度, 最大2100mm	定宽力, 最大30MN
最小700mm	每一冲程定宽长度,
板坯厚度, 最大265mm	最大400mm
板坯长度, 最大10.0m	冲程频率, 最大30min ⁻¹
最小3.6m	
板坯温度, 1050~1280℃	板坯速度, 最大200mm/s
宽向压缩, 300mm	换模时间, ~10min

艺参数, 单道次最大侧压量是300mm, 这种灵活性使连铸机与热带钢轧机可以很好地同步生产, 尤其适用于直接热装炉。

图6示出挤边机基本构造简图, 在两个水平放置的牌坊中, 挤压滑块随曲柄滑动, 它由两侧的两个主轴驱动, 两个连杆把滑块和冲头一起向前和向后运动, 因此产生实际的挤压行程。板坯的宽度用普通的电动压下

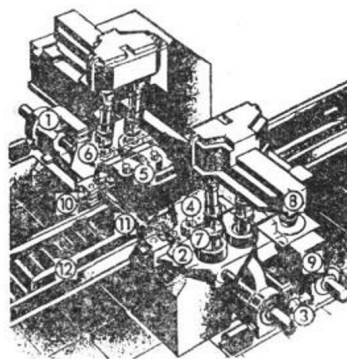


图6 挤压机主要结构示意图

- 1-机架; 2-定宽块; 3-侧压系统; 4-冲头块; 5-定宽冲头; 6-连接杆; 7-偏心轴; 8-齿轮装置; 9-主传动电机; 10-送料缸; 11-夹辊装置; 12-板坯对中侧导板

设定。挤边机由两台同步电机驱动。

为了更好地理解挤压过程, 图7重点说明了挤边机冲头的运动及挤压过程都是由4个曲柄产生的。板坯在两冲头之间夹空中挤压。首先挤成斜形形状, 然后在冲头平行部分挤成最后的平行形状。借助于送进缸滑块和冲头一起在板坯长度方向运动, 这样, 其速度与板坯挤压过程中的一样。板坯以200m/s恒定速度前行, 当冲头不再与板坯接触时, 滑块和冲头由送进缸按板坯前进相反的方向拉回, 这种操作方式称为“飞挤”。

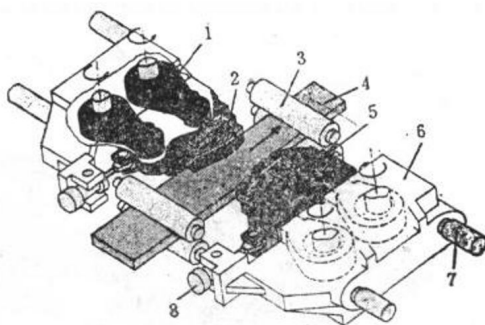


图7 挤边机运动机理

- 1-连接杆; 2-冲头; 3-夹辊装置; 4-板坯; 5-冲头块; 6-定宽块; 7-侧压丝杠; 8-送料缸

虽然挤边机可按“停一启”操作方式挤压, 冲头没有平行于板坯的运动, 只有实际的挤边运动, 板坯在每一个挤压行程中都必须停住, 然后向前移动400mm以进行下一

次挤压。每一个挤压行程周期是2s，与采用的方式无关。这两种方式的板坯平均速度及挤压时间都是相同的。

在挤边机“飞挤”操作时，该方式具有这样的优点，即重板坯在每个挤压冲程中，不需在短时间内加速和减速。这可以避免由此产生的附加负荷，尤其是在夹紧辊上，以及在板坯表面上形成局部冷的暗影。

图8示出挤边机作业的发展情况。很明显，它可在短时间内稳定地投入使用。1992年及1993年3月两个低谷点是由于送料系统出故障造成的，此故障已查出并消除了。1992年6月以后，挤边机完全投入运行。1993年试运转结束后，可以挤边的板坯逐步达到最大量，所有的板坯都能挤边，平均挤边的板坯量稳步增长，其发展过程示于图9中。

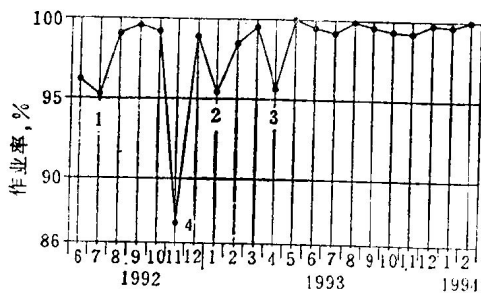


图8 挤边机开工和最初阶段的作业率

- 1-夹辊入口位置转换器和导板PQ阀故障；
- 2-平衡系统PQ故障；
- 3-送料驱动故障，位置转换器故障；
- 4-送料驱动液压泵故障

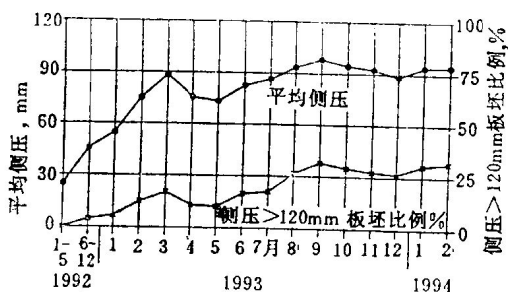


图9 平均侧压量及侧压大于120mm的板坯比例的发展趋势

板坯在立辊轧机上的侧压大，轧后板坯横断面的形状就成了“狗骨”状。挤边机与立辊轧机相比，挤边机的优点是在侧压量大的情况下，大大减少“狗骨”状的凸度。这点由图10中的测量结果得以证实，两块原始宽度相同的板坯分别在挤边机中和新的可逆轧机立辊中做侧压实验，侧压量皆为120mm，“狗骨”状测量结果清楚表明，与立轧相比，挤边的“狗骨”凸度非常平坦。

挤边过程中产生的“狗骨”在随后水平轧机的平轧下展平，侧压时产生“狗骨”凸度的一部分又展宽出去。图11示出板坯在确实挤压300mm时的“狗骨”形状，旁边的简图示出板坯在挤压前、后及平轧后的横断面状况。

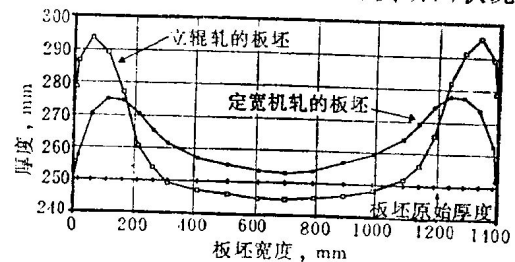


图10 板坯在立轧和挤边前后的横向厚度

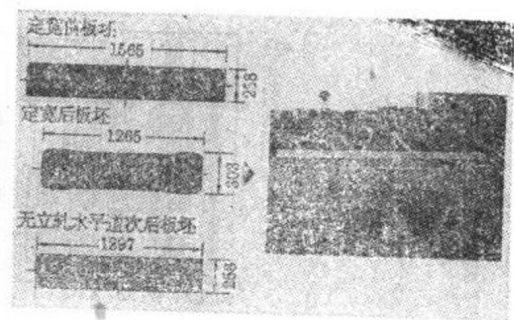


图11 板坯挤边前后及平轧后消除“狗骨”的横断面

图12示出新的四辊可逆轧机 V_2 及它的主要技术参数。该轧机具有现代化的控制手段，如短行程控制（SSC）及自动宽度控制（AWC），使中间坯可得到最佳宽度。该轧机的压下为电动和液压组合。电动压下的特点是调整速度很高，允许快速设定辊缝。液压压下用于工作辊精调及厚度自动控制（AGC）。



图12 新的四辊可逆轧机及主要技术参数

四辊可逆轧机数据:

工作辊直径: 最大1225mm, 最小1080mm

支持辊直径: 最大1550mm, 最小1350mm

辊身长: 2250mm

支持辊轴承: 油膜轴承

额定功率: $2 \times 7500\text{kW}$

轧制速度: 最大 5.0m/s

轧制力: 最大 45000kN (可控)

立辊数据:

立辊直径: 最大1100mm, 最小1000mm

额定功率: $2 \times 1500\text{kW}$

侧压力: 最大 7000kN

总之, 新的粗轧机组有很多优点, 主要为:

一侧压量明显增加。减少连铸宽度的变

化, 提高连铸机的能力;

一减少粗轧机组的薄弱环节, 这意味着增加热带钢厂轧机的生产能力;

一灵活性大, 板坯库存少, 对实现直接热装炉很重要;

一宽度公差窄。

图13示出由于宽度超差不符合原订货要求的热带钢的变化。V2的宽度控制功能优化和挤边机投产以来, 报废的带钢由0.4%减至0.2%。图14示出由于宽度超差在送热带钢轧机之前需经火焰切割的板坯的百分数下降情况。

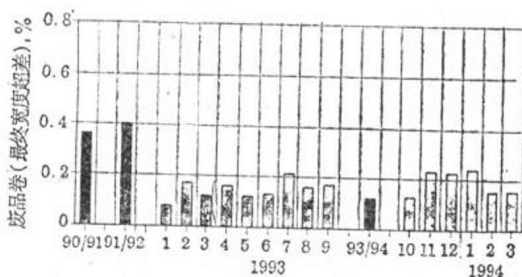


图13 由于宽度超差报废的带钢变化

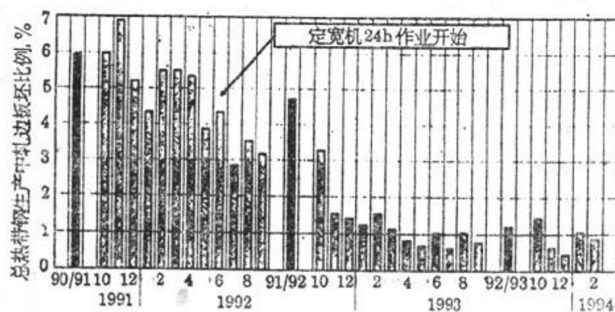


图14 板坯边部清理相对减少

3 比克沃斯精轧机组改造采用CVC技术并引进随意计划轧制技术

用了相当长的时间才掌握了现代化热带钢轧机设备影响带钢板形、带钢截面形状和平直度的技术及硬件。

板形, 即带钢中间与边部的厚度差; 另一方面, 带钢截面形状是指带钢沿宽度方向

厚度的实际分布。

使用控制带钢截面形状的技术, 即所谓的随意计划轧制(SFR), 能更灵活的执行轧制计划。

由于以上原因, 比克沃斯热带钢厂精轧机组近几年在 F2~F7 机架上进行了下列改造 (见图15)。

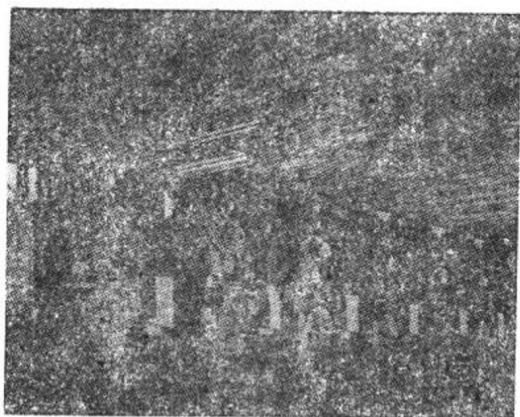


图15 比克沃斯厂带有CVC技术的精轧机组

1984年试验阶段:

首次试验的轧制条件在F4上安装了包括工作辊弯辊系统的CVC横移系统。

1987年第一期改造:

板形及平直度控制

F3~F5安装了包括工作辊弯辊系统(1000kN)的CVC横移系统($\pm 100\text{mm}$);

F6~F7安装了工作辊弯辊系统(860kW)

1993年第二期改造:

板形及平直度控制

F2安装了包括工作辊弯辊系统(1000kW)的CVC横移系统($\pm 100\text{mm}$)

支持随意计划轧制的带钢截面形状及平直度控制;

F6~F7安装包括工作辊弯辊系统(1500kN)的CVC横移系统($\pm 150\text{mm}$);

F2~F4采用CVC磨辊配以横移系统,用于按目标控制板形(板形控制),借助F2~F7工作辊弯辊系统控制机架间和成品带钢的平直度(平直度控制)。F5~F7横移系统用于实现随意计划轧制,控制带钢横截面,同时扩大轧制计划(横截面控制)。

以上提到的控制系统是在辅助计算机上实现的,在精轧机组过程计算机设定计算的基础上,计算机模型确定控制板形、带钢横截面形状及平直度的设定值。除了弹性变形外,要计算每块带钢的工作辊磨损及热凸

度,带钢之间的工作辊横移位置及工作辊弯辊预设值,都是从这样预先按目标值精确确定的。

通过在线轧制力检测,还有在线热凸度计算,以及相应的弯辊系统调整,保证带钢板形沿长度方向恒定。

带钢平直度由平直度测量装置获得,当偏离规定的平直度值时,相应的纠正信号送给弯辊系统。

3.1 第一期改造:板形及平直度控制

比克沃斯热带钢厂操作结果表明,无CVC系统时,带钢板形按目标生产受到限制,见图16。沿带钢长度轧制力的变化,热凸度连续增加,以及轧辊磨损都决定沿总轧制长度的带钢板形的变化。CVC技术提供的有效方法按目标值校正板形,同时得到良好的平直度。

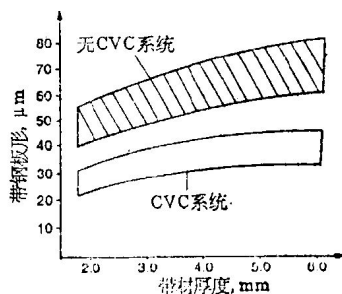


图16 采用CVC改善带钢板形

第一期改造F3~F5采用CVC系统是基于下列要求:

一带钢之间计划目标是带钢板形目标设定值的函数;

一确保要得到的平直度;

一补偿沿带钢长度不良的板形和平直度的变化。

所有这些要求必须同时实现,这意味着沿整个长度保持带钢头部的板形。由于这个原因,借助于CVC系统预设值辊缝是非常必要的,该系统足够精确地从带钢头部一开始便能够获得所要的基准板形。

板形及平直度控制操作结果

使用与不使用CVC系统得到的板形对比明显地表明板形及平直度控制的效果如图17所示。第一期改造中,得到的板形明显变平且能对来自外界对轧制的干扰进行调整。F2额外的改造有更多的优点,进入F2的带钢能增厚,金属可横向流动以及可扩大板形调整范围。

在图18举出的例子中,板形的影响由板形曲线描绘。连续轧两块同样的1809×3.59mm带钢,第一块(编号626)板形为60μm,第二块(编号627)板形参考值由60μm变到40μm,是通过过程模型得到的。即改变F2~F4的CVC横移位置和F2~F7工作辊弯辊力。其结果,测出的板形为38μm。

3.2 第二期改造:带钢横截面及平直度控制

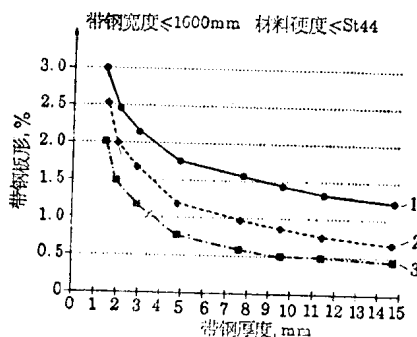


图17 采用CVC系统的板形

1—无CVC系统; 2—F3~F5带CVC系统;
3—F2装CVC系统后

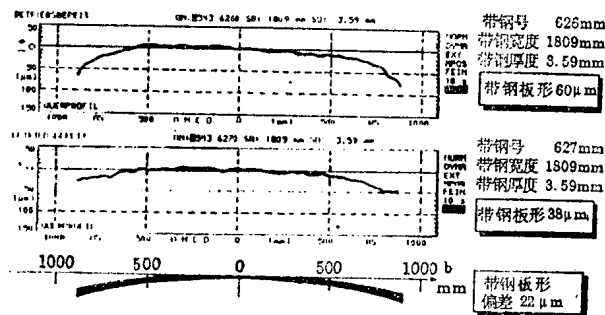


图18 带钢和带钢之间板形影响

尤其是由于热凸度及工作辊磨损的结

果,严格按照轧制计划结构管理热轧钢轧机,以免板形异常及不平直。对宽度结构而言,通常以“楔型”(一个轧制单元)为基础,在此轧制单元内,必须按照许可的宽度进行轧制。相同宽度带钢的数量不能超出允许量这点也很重要。

现代经济轧制战略目标盯在越来越减少这些限制,同时不仅能避免板形异常且能按目标得到所要求的带钢截面形状。

F5~F7安装横移系统实现了控制截面形状和平直度的目的。

目标主要分为三点:

- 扩展轧制计划;
- 扩展轧制计划中相同宽度的轧制量;
- 轧制随意变化的宽度。

为了同时妥善处理这些要求,工作辊简单的横移是不够的。相反,必须采用高能力在线过程模型和有效调整系统。为此目的的截面形状和平直度控制模型已编入现有板形及平直度控制系统的模型内。

与前面机架的横移系统相同的后三架精轧机工作辊横移系统用做调整系统。采用普通工作辊凸度的轧辊或在需要的机架上也可采用CVC磨辊的轧辊。

板形异常的形成

所有偏离要求的带钢截面形状都叫做板形异常,在操作过程中,主要是边部增厚,在边部区域局部起脊,这应避免。

图19清楚示出在没有截面形状控制下轧同一宽度带钢时边部起脊(增厚)的形成。本文以计划轧制的50块1000×2.3mm低碳钢为例。这里先假设最初的热凸度及工作辊磨损为零。

在轧最初几块带钢期间热凸度增加较快,然后渐渐达到恒定。图19a带钢边部区域的热凸度情况发展,对带钢截面形状尤为重要。随着轧制带钢数量的增加,这里的第10、25、50号带钢,热凸度下降如此陡,以至于带钢的边部与这种陡区吻合。

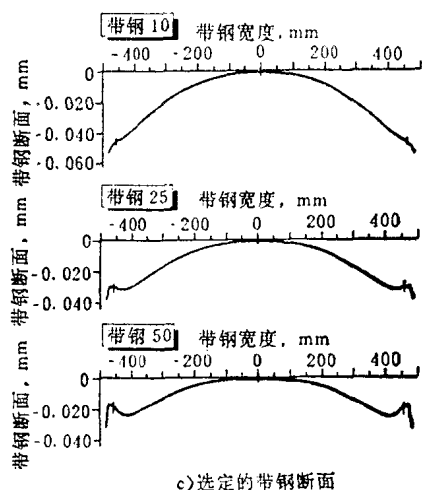
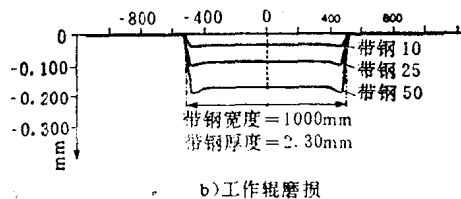
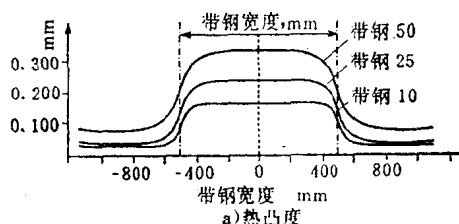


图19 轧制同一宽度带钢（无断面控制）板形异常的例子

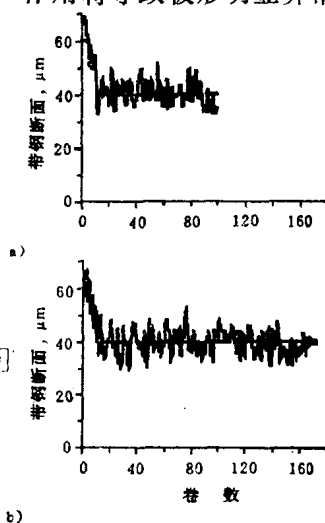
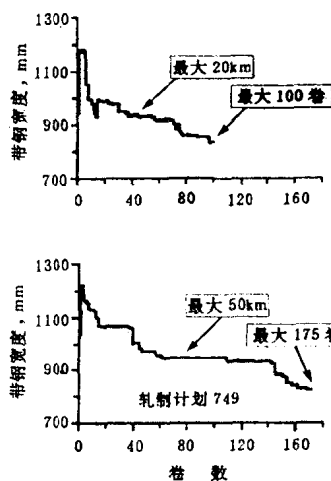


图20 扩展轧制计划及轧制同一宽度
a) 无SFR措施; b) 有SFR措施

同时, 工作辊磨损不断地逐块增加, 如图19b所示, 带钢左右窜动使轧辊磨成梯形箱槽, 带钢边部范围的磨损比中心严重。

如果不使用调整带钢截面形状的系统, 热凸度及工作辊磨损导致带钢边部板形异常。如图19c所示, 25号带钢边部增厚非常明显, 50号带钢增大得更严重。

扩展轧制计划和扩展轧制同一宽度的计划

扩展轧制计划及扩展轧制同一宽度的计划示出的热凸度及工作辊磨损的特性决定了当今应用的轧制计划设计参数。图20a示出典型的无随意计划轧制 (SFR) 的窄带钢轧制计划结构, 整个计划长度一般限制在100~200卷, 轧制一定的产品同一宽度的轧制不许超过20km。

使用截面形状控制及平直度控制可显著减少这些限制, 如图20b所示, 如整个轧制计划的长度从100卷增至175卷, 同时, 轧制同一宽度的带钢长度从20km增至50km。

借助模拟模型描绘相同的轧制计划下的截面形状控制及平直度控制操作方法如图21所示。

不控制热凸度及工作辊磨损的自由相互作用将导致板形明显异常。如果用工作辊单

纯循环横移方案解决这些问题的话, 磨损是均衡的。但是, 大多数带钢仍不能避免板形异常。

只有使用截面形状控制和平直度控制, 才有可能按目标避免板形异常, 借助于截面形状、板形及平直度模型, 末几架采用适当轧辊横移方式。图21示出模型模拟与实际轧制计划中实测的带钢截面形状相应的结果。

轧制不同宽度的带钢

以上描述的操作方法用于扩展轧制计划
和同宽规格轧制量, SFR (随意计划轧制)

的重要性在于各种各样的宽度带钢都能轧制, 变窄和变宽都可。技术上更为困难的是向更宽方向跳跃轧制。

与截面形状、板形和平直度相关的过程模型和末几架截面形状及平直度控制一起也用于轧制不同宽度带钢。

图22中的实验结果深刻地表明了实际应用的可能性。已能编制宽度向宽方向先跳宽100mm, 再跳宽237mm的轧制顺序的轧制计划, 见图22a。

借助于过程模型又得到了最佳的可能横

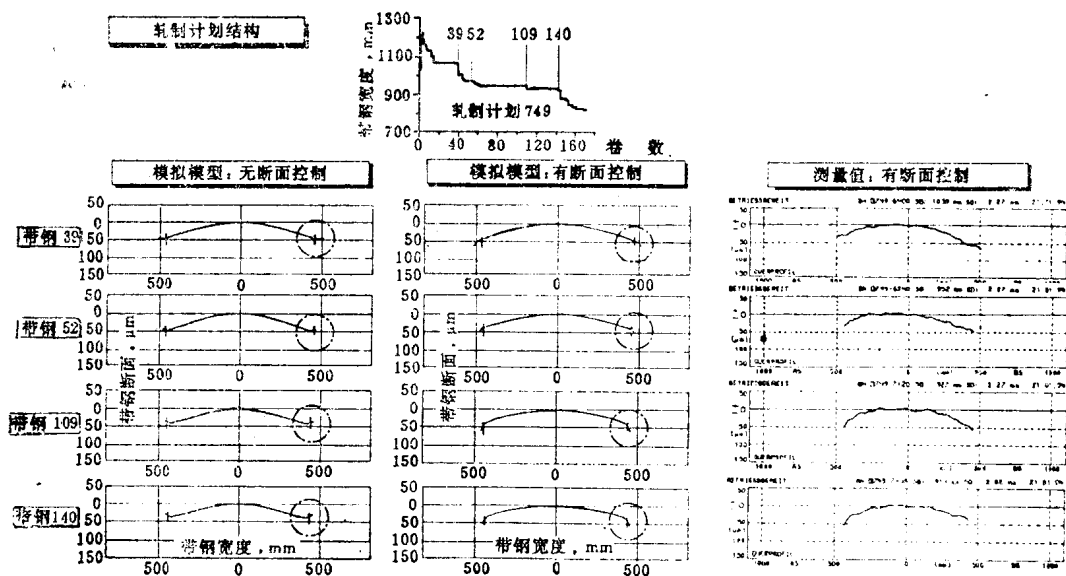
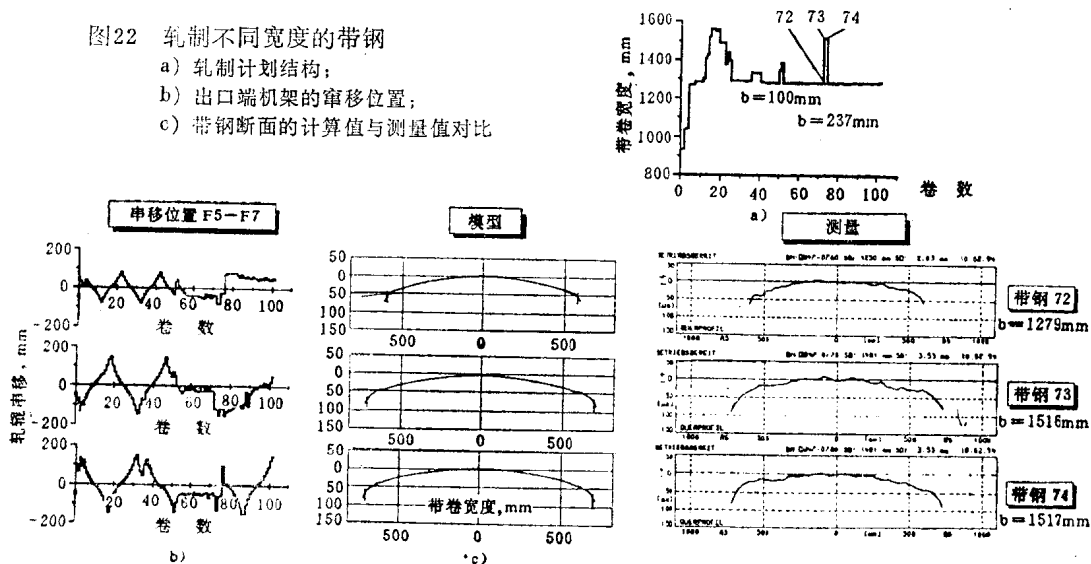


图21 有断面控制和无断面控制的比较

图22 轧制不同宽度的带钢

- a) 轧制计划结构;
- b) 出口端机架的串移位置;
- c) 带钢断面的计算值与测量值对比



移位置。鉴于前面所轧带钢时的轧辊热凸度和磨损以及预计算下块带钢的情况,允许计算末几架轧辊横移的目标位置,如图22b,结果见图22c。截面形状测量值与通过模型的计算值非常相符,没有不合格的形状。

很自然,即使使用截面形状及平直度控制系统时,允许的宽度跳跃也不是无限的。但是与普通的轧制计划相比,允许宽度跳跃的范围变大了许多。正像希望的那样,增大了编排轧制计划的自由度。

4 结论

本文描述了蒂森热带钢轧机改造过程。叙述了机组各部位分期改造的原因和内容。还说明了迄今为止的操作结果。

还简要描绘了采取的各个措施的优点。但是各措施的总体作用还产生了许多由新轧机设想引出的正面效应。

就是说,由于CVC/SFR及新粗轧机组的立轧和挤边能力高,能比较自由地编制轧制计划,带来的好处是:

- 增加连铸能力;
- 减少板坯库存;
- 增加热装率;
- 增加热带钢轧机能力;
- 减少换辊次数,减少调定轧机的时间;
- 缩短了整个生产周期。

近期的目标是,优化新技术及优化逻辑边界条件,以便使上述优越性得以充分实现。

由于比克沃斯热带钢厂的设备是世界上能力最强、最先进的设备之一,因而保证了产品质量最好、最精。

白成辉译 沈华枢校

南非钢铁公司北厂热带钢轧机设计和性能

J.D.Skipworth, E.Van Niekerk

(英国,南非)

摘 要 1988年戴维公司作为主要的承包商,承包了对南非范德比杰尔帕克厂现有6机架2050mm热宽带钢轧机的现代化改造项目。改造的主要目的是提高产量60%,达到月产 29×10^4 t,或年产 350×10^4 t。这要通过引进第二架粗轧机(R1),第七架精轧机和第四座加热炉来实现。第二个目标是通过引进第三台重型地下卷取机来扩大产品规格范围。

本文讨论了设计的特征、想法和目标,以及计划实施的情况。

1 设备的现状及改造

现有设备主要包括:

- ①三座加热能力227t/h煤气加热炉;
- ②一架9000kW粗轧机(R2);
- ③二架1100kW立轧机(E3和E4);
- ④六架精轧机架;
- F1~F5每架7500kW, F6 5200kW;

⑤二台地下卷取机,每台750kW。

该厂的设计包括基础在内是比较特殊的,因为在1973年建厂初期,就在原先安装的粗轧机(E3,R2,E4)前面22.75m处留出了第二架粗轧机(E1,R1,E2)的位置。基础还包括第七架精轧机和第三台地下可抽出的卷取机。设想这些设备和新粗轧机要和现有设备相一致。1985年改造时曾进行过一次研究,结果表明,将来需要更好的、更大能力

a.在7道次压下规程中,立轧能力只有50mm,立轧能力不足,不能适应现代化连铸和热带钢轧机生产的需要。

c.宽度控制能力不足,尤其对需要大侧压的板坯。

1.1 生产方面

b.通过节省材料、能源、人员等几方面来降低生产成本;

d.在6道次上立轧能力至少提高到100mm;

g. 由于立轧能力大, 能生产单位卷重更大的卷带;

i. 热装料;

1.2 质量方面

b. 扩大产品范围:

c.改善板形和凸度;

d.改进终轧和卷取温度控制。

改造的范围涉及下列增加部分, 见图1。

2 两台可逆粗轧机轧制顺序

能达到预计生产能力的计划粗轧顺序和宽度变化分为两组。6道次轧制顺序(图2)在侧压限于100mm的情况下,生产能力可达

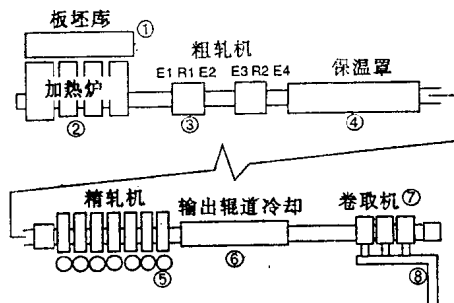


图1 热带钢轧机布置图

- ①板坯处理;
- ②第4台步进梁式加热炉;
- ③第2台可逆式粗轧机R1, 并配有两个附属立辊E1和E2;
- ④中间辊道保温罩;
- ⑤第7架精轧机架;
- ⑥输出辊道辊子驱动;
- ⑦第3台地下卷取机;
- ⑧带卷处理装置。

最大。在此情况下,当宽厚比大侧压有利时,重型立轧辊主要用于第一侧压道上。

利用新轧机轧板坯的第二次侧压是在第4道次,这时的宽厚比不合适,不允许操作人员利用新轧机的大侧压能力。

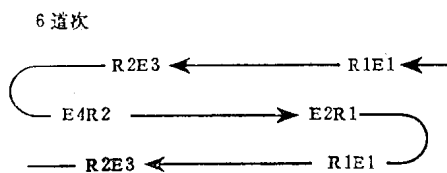


图2 6道次粗轧顺序

使用这种轧制顺序,在最大长度9.5m板坯的后两道次,两架粗轧机就形成连轧关系,而有时也在第3道和第4道次形成连轧关系。

前3道次板坯厚度压下量较小,这样来保证宽厚比的有利条件,使操作员充分利用新轧机R1的大侧压能力。

在第5道次到第6道次和第7道次到第8道次上，这两架粗轧机就形成连轧关系。