

连铸坯在线大侧压 调宽技术及其应用

冯宪章 著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

连铸坯在线大侧压调宽 技术及其应用

冯宪章 著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2008

内 容 简 介

本书系统地分析和论述了连铸坯在线大侧压调宽技术及其原理、定宽设备的动态特性等。全书共分7章,包括:绪论、非线性有限元理论及其应用、SSP压力调宽机构分析、SSP压力调宽机侧压过程热力耦合有限元模拟、SSP压力调宽机动态性能分析、SSP压力调宽机关键零部件受力分析、SSP压力调宽机侧压过程的工业实验研究等。

本书可供从事轧制理论与轧制技术研究的科研人员和工程技术人员以及高等学校有关专业师生阅读,也可作为有关专业研究生的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

连铸坯在线大侧压调宽技术及其应用/冯宪章著.

—北京:冶金工业出版社,2008.2

ISBN 978-7-5024-4494-5

I. 连… II. 冯… III. 连铸坯—侧压力—机械压力机
IV. TG315.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 039543 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 张登科 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4494-5

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008 年 2 月第 1 版;2008 年 2 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32;8 印张;211 千字;242 页;1-3000 册

28.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

为了满足用户对带钢宽度尺寸的特殊要求，生产厂家要根据市场需求小批量、多规格地组织生产，就必须提供不同规格的连铸坯，这样就不得不增加连铸设备。为了适应激烈的市场竞争，降低成本，减少连铸坯的种类，实现连铸和热轧之间板坯宽度上的连接，大侧压调宽技术应运而生，并得到了很大发展。热轧 SSP 定宽侧压机是热轧生产线上的关键设备，相对于立辊轧机的一系列优点，因其轧线的轧机布置实际情况，其状态的稳定性直接关系到热轧生产的顺利进行。

为了系统地总结板坯大侧压在线调宽技术的研究成果，推动该研究领域技术进步，作者在多年研究成果的基础上撰写了本书，希望借此与同行进行交流，并起到抛砖引玉的作用。

本书主要研究的内容包括：为了研究 SSP 压力调宽机模块的有效行程，利用矢量理论和优化理论建立了模块有效行程的数学模型。为了进一步增大模块的有效行程，本书提出了在同步机构上增加一曲柄滑块的方法，建立了改造后模块有效行程的数学模型，并进行了优化分析，使得模块的有效行程得到极大的增加。通过分析调宽机模块的运动特性，可获得板坯侧压的位移和速度边界条件。利用热力耦合和弹塑性非线性有限元理论对板坯的侧压过程做了全面的模拟，并分析了板坯的不同初始温度、初始宽度、侧压量、模块角度和倾角对板坯截面形状、轧制力和温度场的影响。利用有限元和冲击理论建立了 SSP 压力调宽机含间隙的刚体和弹性体的动力学模型。分析了调宽机在工作状态和空载状态下，机

构运动副中的间隙、摩擦、轧制力的冲击和侧压连杆弹性变形对运动副的受力和模块运动的影响。分析了板坯侧压过程中侧压连杆动应力、动应变和时间的变化规律,研究了侧压框架和同步框架在同步方向上间隙不同时,接触力在时域和频域内的变化规律。为了分析衬板断裂的原因并提出相应的改造方案,结合板坯侧压过程模块倾角对轧制力的影响和模块在侧压方向上的运动,利用小变形理论建立了衬板在重力方向上的受力分析模型。为了进一步分析衬板内部应力的分布和变化规律,利用非线性有限元理论建立了衬板受力分析的有限元模型,经过大量的数据分析,为衬板的改造提供了理论上的支持。

本书以非线性有限元法、优化理论、冲击理论、疲劳理论和刚弹耦合计算为理论体系,内容有详有略,重点研究了定宽机构的动态特性和板坯侧压过程以及截面尺寸和力能参数波动规律等。

本书在编写和出版过程中得到了郑州航空工业管理学院博士专著出版基金的支持,冶金工业出版社的责任编辑对本书的编写给予了诸多指导。本书的有关研究工作得到了导师刘才教授和课题组同事们多年来的大力支持和协助,在此一并深表感谢!另外,还要特别感谢本书参考文献的作者们!

由于作者水平有限,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2007年10月28日

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	定价(元)
铜加工技术实用手册	268.00
铜加工生产技术问答	69.00
铝合金熔铸生产技术问答	49.00
铜水(气)管及管接件生产、使用技术	28.00
冷凝管生产技术	29.00
铜及铜合金挤压生产技术	35.00
铜及铜合金熔炼与铸造技术	28.00
铜合金管及不锈钢管	20.00
现代铜盘管生产技术	26.00
高性能铜合金及其加工技术	29.00
铝加工技术实用手册	248.00
镁合金制备与加工技术	128.00
薄板坯连铸连轧钢的组织性能控制	79.00
彩色涂层钢板生产工艺与装备技术	69.00
铝合金材料的应用与技术开发	48.00
大型铝合金型材挤压技术与工模具优化设计	29.00
连续挤压技术及其应用	26.00
多元渗硼技术及其应用	22.00
铝型材挤压模具设计、制造、使用及维修	43.00
金属挤压理论与技术	25.00
金属塑性变形的实验方法	28.00
复合材料液态挤压	25.00
型钢孔型设计(第2版)	24.00
简明钣金展开系数计算手册	25.00
控制轧制控制冷却	22.00
金属塑性变形力计算基础	15.00
金属塑性加工有限元模拟技术与应用	35.00
板带铸轧理论与技术	28.00
高精度板带轧制理论与实践	70.00
板带轧制工艺学	79.00

目 录

1 绪论	1
1.1 板坯大侧压调宽技术对现代钢铁工业生产的意义	1
1.2 板坯侧压调宽技术的研究及发展现状	4
1.3 板坯侧压调宽的数值模拟技术	11
1.3.1 立辊侧压板坯调宽数值模拟	11
1.3.2 调宽压力机板坯侧压数值模拟	13
1.4 调宽压力机的机构动力学分析	16
1.4.1 机构多刚体动力学	16
1.4.2 机构弹性体动力学分析	19
1.5 课题的研究内容	20
1.5.1 问题的提出	20
1.5.2 研究内容	21
2 非线性有限元理论及其应用	22
2.1 引言	22
2.2 有限元法基本问题	26
2.2.1 基本流程	26
2.2.2 基本方程	29
2.2.3 虚功方程	30
2.2.4 本构方程	31
2.2.5 刚度矩阵	31
2.3 弹塑性变形过程分析	33
2.3.1 弹塑性阶段	34
2.3.2 刚塑性有限元法	38

2.4	塑性理论的三大准则	40
2.5	接触问题的有限元理论	46
2.5.1	柔度方程	46
2.5.2	坐标变换	47
2.5.3	接触点的相容方程及增量形式	48
2.5.4	接触问题的无穿透约束	50
2.5.5	刚体与变形体之间的接触约束	52
2.5.6	法向接触力模型	53
2.5.7	切向摩擦力模型	53
2.6	非线性问题的求解方法	55
2.6.1	迭代法(总载荷法)	58
2.6.2	迭代收敛判据与增量步长选择	61
2.7	收敛准则	63
2.8	三维实体有限元方程建立过程	63
2.8.1	单元的位移	63
2.8.2	单元的应变矩阵与位移场的关系	67
2.8.3	单元的应变能	69
2.8.4	利用最小势能法导出刚度矩阵	69
2.9	有限元商用软件的发展	70
2.10	本章小结	77
3	SSP 压力调宽机机构分析	78
3.1	SSP 压力调宽机的组成	78
3.2	SSP 压力调宽机模块运动学方程的建立	80
3.2.1	同步框架运动学方程的建立	81
3.2.2	侧压框架运动学方程的建立	82
3.3	SSP 压力调宽机模块运动学模拟结果分析	84
3.3.1	SSP 压力调宽机模块的位移分析	84
3.3.2	SSP 压力调宽机模块的速度分析	85
3.3.3	SSP 压力调宽机模块的加速度分析	85

3.4 SSP 压力调宽机模块运动学优化分析	86
3.4.1 优化目标函数的确定	86
3.4.2 目标函数变量的确定	87
3.4.3 目标函数约束条件的确定	87
3.4.4 优化方法的选取	88
3.4.5 复合形法简介	88
3.4.6 SSP 压力调宽机同步机构大小偏心对匀 速段区间的影响	89
3.4.7 SSP 压力调宽机侧压机构位置优化 结果分析	91
3.4.8 SSP 压力调宽机优化前后模块运动学 结果分析	94
3.5 SSP 压力调宽机改造后模块运动学优化分析	95
3.5.1 SSP 压力调宽机改造后运动学方程的建立	96
3.5.2 改造后优化目标函数的确定	101
3.5.3 改造后目标函数变量确定	102
3.5.4 改造后约束条件的确定	102
3.5.5 改造后 SSP 压力调宽机模块运动学优化 结果分析	103
3.6 本章小结	106
4 SSP 压力调宽机侧压过程热力耦合有限元模拟	107
4.1 板坯侧压有限元模型	107
4.1.1 SSP 压力调宽机模块的选取	107
4.1.2 板坯侧压有限元模型的建立	108
4.2 板坯侧压有限元模拟的结果分析	111
4.2.1 板坯温度场有限元模拟结果分析	111
4.2.2 热力耦合场轧制力模拟结果分析	127
4.2.3 热力耦合场位移模拟结果分析	140
4.2.4 热力耦合应力应变场模拟结果分析	148

4.2.5 模块形状影响研究	151
4.3 本章小结	158
5 SSP 压力调宽机动态性能分析	160
5.1 SSP 压力调宽机动力学模型的建立	160
5.2 含间隙 SSP 压力调宽机刚体动力学方程的建立	161
5.2.1 SSP 压力调宽机同步机构动力学模型的建立	162
5.2.2 SSP 压力调宽机侧压机构含间隙动力学模型 的建立	164
5.3 含间隙刚体动力学仿真结果及分析	168
5.3.1 同步机构运动副受力仿真结果分析	169
5.3.2 侧压机构运动副接触力仿真结果分析	172
5.4 SSP 压力调宽机弹性动力学方程	174
5.4.1 SSP 压力调宽机弹性运动学方程的建立	174
5.4.2 SSP 压力调宽机弹性动力学方程的建立	176
5.5 含间隙弹性体动力学仿真结果及分析	182
5.5.1 同步机构运动副受力仿真结果分析	182
5.5.2 侧压机构运动副接触力仿真结果分析	185
5.5.3 侧压框架接触力模拟结果分析	188
5.5.4 SSP 压力调宽机主连杆动力有限元分析	192
5.6 模块运动学分析	197
5.7 本章小结	200
6 SSP 压力调宽机关键零部件受力分析	201
6.1 衬板受力分析	201
6.1.1 侧压框架 Z 方向上受力模型的建立	201
6.1.2 侧压框架 Z 方向上受力模型的数学描述	202
6.1.3 侧压框架 Z 方向上支反力的计算结果和 分析	203
6.1.4 衬板受力有限元分析	204

6.1.5 改善衬板应力分布的对策研究	208
6.2 SSP 轧机主偏心轴轴承寿命分析	208
6.2.1 SSP 轧机主偏心轴轴承的工作特点	209
6.2.2 轴承寿命计算结果分析	211
6.3 本章小结	214
7 SSP 压力调宽机侧压过程的工业实验研究	215
7.1 引言	215
7.2 测试内容和所需设备及主要有关仪器	215
7.2.1 测试内容	215
7.2.2 测试所需设备及主要仪器	215
7.3 衬板应变测试和疲劳试验研究	217
7.3.1 衬板应变测试研究	217
7.3.2 衬板疲劳试验研究	219
7.4 轧制力在线测试研究	227
7.5 板坯侧压后的截面形状分析	228
7.5.1 板坯头部失宽的测试结果分析	228
7.5.2 板坯“狗骨”高度的测试结果分析	229
7.6 模块加速度在线测试分析	230
7.7 本章小结	231
参考文献	233

1 绪 论

1.1 板坯大侧压调宽技术对现代钢铁工业生产的意义

钢铁行业和国民经济密切相关,钢铁产品的质量直接影响到家电、汽车、电子、建筑、造船、航空航天等行业,因此钢板和带钢产品质量的好坏已经成为衡量一个国家钢铁工业水平的重要标志之一^[1]。

我国热连轧带钢采用多项先进技术,其中主要包括^[2~24]:

(1) 连铸坯的直接热装和直接轧制技术:该项技术可实现两个工序间的连续化。连铸坯热送热装工艺具有节能降耗、提高加热炉产量、降低二次烧损、减少钢坯库存量和堆存面积以及缩短生产周期等一系列优点,在工业生产上效果较为显著。所以,热送热装工艺也是合金钢轧机建设面临的课题之一。

目前很多钢厂都采用了炼钢—精炼—连铸—轧钢紧凑式布置生产工艺,轧钢与连铸间通过热送辊道、提升装置及保温输送辊道,直接热送热装。

(2) 步进式加热炉技术:该项技术可大幅度减少步进式加热炉中钢坯的黑印,以及提高轧制材的宽厚精度。在冶金工业中,习惯上加热炉是指在轧制前把金属加热到轧制温度的工业炉,包括连续加热炉和室式加热炉等。金属热处理用的加热炉另称为热处理炉。初轧前加热钢锭或使钢锭内部温度均匀的炉子称为均热炉。广义而言,加热炉也包括均热炉和热处理炉。

广义上说,连续加热炉包括推钢式炉、步进式炉、转底式炉、分室式炉等连续加热炉,但习惯上常指推钢式炉。连续加热炉多数用于轧制前加热金属料坯,少数用于锻造和热处理。其主要特点是:料坯在炉内依轧制的节奏连续运动,炉气在炉内也连

续流动；一般情况，在炉料的断面尺寸、品种和产量不变的情况下，炉子各部分的温度和炉中金属料的温度基本上不随时间变化而仅沿炉子长度变化。连续加热炉通常使用气体燃料、重油或粉煤，有的烧块煤。为了有效地利用废气热量，在烟道内安装预热空气和煤气的换热器，或安装余热锅炉。

在锻造和轧制生产中，钢坯一般在完全燃烧火焰的氧化气氛中加热。采用不完全燃烧的还原性火焰来直接加热金属，可以达到无氧化或少氧化的目的。这种加热方式称为明火式或敞焰式无氧化加热，成功地应用于转底式加热炉和室式加热炉。

推钢式连续加热炉是靠推钢机完成炉内运料任务的连续加热炉。料坯在炉底或在用水冷管支撑的滑轨上滑动，在后一种情况下可对料坯实行上下两面加热。炉底水管通常用隔热材料包覆，以减少热损失。为减小水冷滑轨造成的料坯下部的“黑印”，近年来采用了使料坯与水管之间具有隔热作用的“热滑轨”。有的小型连续加热炉采用了由特殊陶质材料制成的无水冷滑轨，支撑在由耐火材料砌筑的基墙上，这种炉子称为“无水冷炉”。

步进式连续加热炉是靠炉底或水冷金属梁的上升、前进、下降、后退的动作把料坯一步一步地移送前进的连续加热炉。炉子有固定炉底和步进炉底，或者有固定梁和步进梁。前者叫做步进底式炉，后者叫做步进梁式炉。轧钢用加热炉的步进梁通常由水冷管组成。步进梁式炉可对料坯实现上下双面加热。20 世纪 70 年代以来，由于轧机的大型化，步进梁式炉得到了广泛应用。同推钢式炉相比，它的优点是：运料灵活，必要时可将炉料全部排出炉外；料坯在炉底或梁上有间隔地摆开，可较快地均匀加热；完全消除了推钢式炉的拱钢和黏钢故障。

(3) 板坯定宽压力机实现在线调宽：板钢宽度大侧压经历大立辊侧压、大立辊与二辊轧机构成组合式轧机侧压，发展到了全新概念的板坯定宽压力机。板坯定宽压力机克服了以往大立辊侧压一次侧压量小、大侧压后板坯形状不好、切损大的缺点。新型的板坯定宽压力机一道次最大侧压量可达 300 ~ 350mm，侧压

后的板坯形状好，切损比大立辊约少一半。这种压力调宽机具有移动式水平成对的高速压力调宽装置，由于采用了移动式压力调宽机，不需要特殊的板坯运送装量；板坯头尾采用预成形程序，切损量小；宽度侧压时可防止翘曲，压力调宽机前后设置强力侧导板，可使板坯获得无弯曲的平面形状，压力调宽后，对板坯增厚和狗骨形的厚度分布有补偿功能。

带坯边部加热器采用电感应加热器提高带坯边部温度，是近 10 年来发展的新工艺，主要目的是改善钢坯断面温度分布和金相组织，防止薄带钢和硅钢片的边部裂纹，减少轧辊发生不均匀磨损的几率。

日本、韩国现有及新建热带钢轧机大部分都设置了带坯边部加热器，国内新建的 2250mm 热带钢轧机预留了带坯边部加热器。带坯边部加热器多数采用感应加热，并且多设置在切头飞剪前。已经采用的感应加热器功率大多在 4000 ~ 5000kW，频率约 500Hz，结合中间辊道保温罩一起使用，可以有效减少带坯的头尾温差及中部与边部的温差。

带坯边部感应加热器通常在带坯的单侧使用上下两组感应器。上下两组感应器装载到台车上，可根据带坯宽度移动。边部加热器适用于加热轧制的所有品种，包括冷轧原料、硅钢、不锈钢、高碳钢以及小于 2.5mm 的热轧商品卷。

边部加热器可将带坯边部 25mm 处的温度提高 30 ~ 50℃，但加热器的温度不能太高，边部温度不能大于中部温度，否则会出现质量问题。

当两侧的感应加热器的感应线圈进入板带两侧边部时，通以交流电流，则在带钢边部产生涡流并加热，其加热温度是根据被加热物体的材质、电流频率、功率大小等进行控制的。加热后边部温度上升到几乎与中间部分相同的基准温度，离边部越近温度越高。

另外先进的热轧技术还包括：宽度自动控制，精轧机全液压厚度自动控制系统，板形控制技术，热卷箱和保温罩以减少温降

和缩小带钢头尾温度差,除鳞技术,控制轧制和控制冷却、层流冷却技术,全液压卷取机、交流传动技术,3级或4级计算机控制,可有效防止产生边部裂纹等缺陷的边部加热装置,以及实现薄板坯连铸连轧生产超薄带钢的技术。

近年来,随着连铸和连轧技术的迅速发展,以及适应激烈的市场竞争,连铸板坯宽度调整技术得到了广泛的应用,调宽技术作为连铸和连轧的中间环节,在整个轧制生产线上起着重要的作用。从某种意义上可以说,调宽技术是钢板轧制生产线的咽喉,是实现钢板大批量连续化生产的关键技术。近年来,连铸和连轧技术发展迅速,采用连铸坯可以简化工艺,降低能耗,提高产品质量和生产率。为了适应用户对带钢宽度尺寸的需求,必须提供多种规格的连铸坯,厂家必须根据市场需求小批量、多规格地组织生产。这样,不但增加了设备,而且影响了产量。为了实现连铸与连轧之间坯料宽度上的衔接,轧制时对板坯进行在线调宽是采取的有效措施之一。采用适当的板坯宽度调整技术^[25~42],如广泛使用的立辊轧制及大侧压调宽技术,可以适应轧制过程中板坯宽度的频繁调整和更换^[43~48]。

随着对高质量钢板需求的日益增长,对高技术装备以及控制技术的需求也在不断提高。因此,连铸和连轧技术得到了广泛的应用,这种技术不仅提高了轧制设备的生产效率,而且提高了板材质量。

常用的在线调宽技术有两类,即大立辊轧制调宽技术和 SSP 轧机大侧压调宽技术。SSP 轧机的开发和应用大大提高了调宽效率,降低了板坯头尾的切损。但是,SSP 轧机调宽变形改变了立辊轧制调宽板坯连续变形的状态,使板坯变形间断进行,因而具有自身的特点,需要进行理论与试验研究。

1.2 板坯侧压调宽技术的研究及发展现状

20 世纪末期,在英国伦敦举行的第五届国际轧钢会议的议题是轧制产品规格、精度的控制。随着热轧板带板坯的厚度偏差

和板形问题的逐步解决，宽向精度问题越来越受到人们的重视。

和板坯宽度密切相关的课题就是连铸连轧技术的普及和应用。连铸连轧技术的实现，极大地简化生产工艺，降低能耗，提高产品质量和生产率。但是，为了适应日趋激烈的市场竞争，各生产厂家须根据用户需要，小批量、多规格地组织生产。于是连铸和连轧过程中板坯宽度的频繁调整和更换成为一个十分突出的问题。目前虽然开发并应用了连铸坯调宽技术，但频繁地改变连铸坯的宽度将导致连铸机生产率下降。因此为了减少连铸坯宽度种类，板坯的调宽任务很大一部分由热轧的在线调宽承担，以实现连铸连轧间板坯宽度上的衔接。传统的热轧带钢轧机机组中的立辊除鳞机和粗轧机组前的附属立辊压下能力有限，一般压下量仅 50mm 左右，难以承担大侧压调宽任务，压力式调宽机（sizing mill）技术就应运而生。板坯大侧压是应用在连铸和热轧工序间同步生产控制系统中的一项重要技术，经过多年的发展有了很大的改善，其侧压量可达 350mm。

大侧压定宽压力机的优点主要体现在以下几方面：

（1）宽度调整能力大。一道次最大侧压量可达 350mm，平均侧压量为 200mm，通过该项技术有效地减少了连铸板坯的宽度规格和种类。采用定宽压力机后，连铸板坯宽度规格与没有采用定宽压力机前相比，可以减少 50% 以上。该技术还可有效地减少对上流的约束，即减少连铸板坯的规格和种类，同时也提高了连铸设备的生产产能。

（2）板坯侧压速度快。由于连续、快速侧压（40 ~ 50 次/min，400mm/行程），一块 10m 长的连铸坯板坯只需约 30s 就可完成全部侧压，从而提高了定宽机设备的生产力，且能较好地控制板坯表面温度的降低。

（3）利用该项技术对板坯在线侧压后，可有效地减小“狗骨”高度和减少、头部舌头和尾部鱼尾的产生，并减少带钢切损（约比采用大立辊定宽技术减少一半），可获得提高热轧带材成材率的效果。

(4) 大侧压定宽压力机结构复杂, 但维修时间并未比过去增加。定宽压力机设有两对上、下布置压下模块, 可交换使用, 更换时间每对只需 30min。

(5) 对大批量热装和直接轧制生产十分有利, 可缩短热坯的在库时间。因此直接热装比可提高 1 倍。

(6) 使用压力调宽机后, 板坯宽度规格减少, 产量提高 25%; 结晶器宽度变化少, 铸速恒定, 连铸坯表面质量良好; 提高热装比率, 节省加热炉能源达 29%; 此外还可提高成材率。

板坯定宽侧压机的轧制原理是靠模块步进式动作, 在板坯侧面施加压力, 以达到板坯的减宽目的。为实现上述要求、模块有动作和传动系统, 即模块的开口调整、模块的开闭动作、模块与板坯的同步动作。

截止到 1991 年底, 世界上已有 4 套大侧压调宽机投入使用, 如表 1-1 所示。

表 1-1 调宽机分布情况

厂 名	川崎水岛厂	住友鹿岛厂	美国威尔顿钢厂	蒂森贝克福尔特厂
日 期	1987 年投产	1989 年投产	1990 安装	1991 年安装
制造厂家	日立	石川岛	石川岛	西马克
最大侧压力/MN	25	27.9	21	33.06
最大侧压量/mm	300	250	336	300
板坯最大行进速度/mm·s ⁻¹	174	330	270	220
操作方式	启动停止型	连续型	连续型	连续或启动停止型

表 1-1 所示的操作方式, 启动停止型是指在整个操作过程中侧压模块完成开启动作、板坯运送、停止定位和压缩等过程, 通过曲柄滑块机构使主电机的回转运动转变为调宽机模块的往复直线运动, 并最终实现对板坯的侧压。

目前世界上定宽压力机主要有两种形式, 即走停式 (stop