

① 33-36, 39

热轧 H 型钢的技术进步和 在马钢 H 型钢生产线的应用

林镇钟

(马鞍山钢铁股份有限公司)

TG 335.42

摘 要 论述了世界上轧制 H 型钢在产品开发、万能轧机、工艺布置、轧制方法和计算机自动控制应用等各个方面所取得的巨大进步。介绍了我国在建设、开发、应用热轧 H 型钢的进展情况和生产规模、品种规格范围。重点介绍了高新技术在马钢 H 型钢生产线的应用情况。

关键词 热轧 H 型钢 技术进步 国内应用

万能轧机 工艺布置

TG 335.11

TECHNICAL PROGRESS OF HOT ROLLED H-BEAM PRODUCTION AND ITS APPLICATION AT MAANSHAN IRON AND STEEL CO., LTD.

LIN Zhenzhong

(Maanshan Iron and Steel Co., Ltd.)

ABSTRACT This paper describes the great progress of hot rolled H-beam production worldwide in aspects of product development, universal mill design, process layout, rolling method and automatic computer control application etc.. The domestic progress of construction of H-beam base development and application of hot rolled H-beam as well as production capacity and size specification are presented. More details are given to the application of new-tech in Masteel H-beam mill plant.

KEY WORDS hot rolled, H-beams, technical progress, domestic application

近年来,在我国钢铁产品结构调整时期,马钢等钢铁企业引进国外先进技术和装备建成了 H 型钢生产线并生产出优质的 H 型钢系列产品,实现了我国型钢产品的重大突破,这不但填补了我国钢材产品的空白,改变了我国型钢生产技术的落后面貌,而且将对我国建筑、钢结构产业产生重要影响。

本文主要介绍世界热轧 H 型钢生产重大技术进步和在我国的应用。

1 热轧 H 型钢生产重大的技术进步

1.1 装备技术的进步

万能轧机是生产 H 型钢的核心设备。

要求产品轻量化、尺寸精度越来越高已是一种趋势,提高轧机刚性成为重点攻关技术,新型结构形式的万能轧机不断涌现,主要有闭口组合式、UD 预应力式、SC 连接板式和紧凑型机架等。

闭口式机架的主要特点是:可承受较大的轧制力,换辊时辊子是从牌坊的窗口侧抽出,故窗口的尺寸宽,机架重量大。常见的是开轭式机架,最新的一种是开轭式组合机架,换辊时将横轭打开,辊系通过换辊小车从牌坊侧进行快速交换。

UD 预应力轧机采用开口组合式设计,它是按轧辊及其轴承座的位置分上、中、下三部分机架组成,由四根液压预应力拉杆联在一起。轧辊是从顶部吊出,机架窗口尺寸只与辊颈轴承座的尺寸大小有关,故窗口宽度、立柱高度减少了很多,重量减轻,机架的刚性大大提高。

SC 连接板式轧机的主要特点是:轧机两片牌坊是布置在轧辊的前后,用连接板将牌坊与上下横梁连为一体。这样,牌坊承受轧制力是处于平面受力状态,使整个机架的强度和刚度得到提高。这种机架采

用偏心机构调节辊缝并位于轧机侧面,故机架的总高和基础深度均很小,调节范围小,适合生产中小规格的 H 型钢。

紧凑型机架没有普通的轧机牌坊,承受轧制负荷的部件是一个高刚度的封闭式框架,水平辊垂直方向的压力由上下四只横梁用预应力拉杆联结在一起的系统吸收,四根压下螺丝与拉杆联成一体,可以对上下横梁作对称于轧制线的调整。这种结构可使应力线保持最短的长度,轧机的刚性很高,重量仅是普通闭口式机架的三分之二。

以上轧机均可以更换成普通两辊式轧机,以适应扩大轧制品种的要求。

在热轧 H 型钢生产中,品种规格更换较频繁,故如何缩短换辊时间对提高轧机作业率有举足轻重的作用。

目前,先进的换辊方式主要有吊装式、整机架交换式和辊系交换式三种。待用辊、水、电、液压润滑等管线的组装调整均预先进行,故真正停车换辊的时间很短。一般 20~60 min 可完成。

如今,更换轧辊及导卫的年工作时间可缩短到 10% 以下。

1.2 产品大纲的确定更加灵活,产品开发有新的进展

随着轧钢生产工艺技术的不断发展和日臻完善,设备设计和制造技术的日益提高,以计算机为代表的自动控制技术在冶金行业应用的巨大进步,给 H 型钢生产线产品大纲的选定提供了更宽广、更灵活的空间。

H 型钢生产线产品大纲的确定主要从品种结构、H 型钢尺寸范围、经济性来考虑。

按品种结构组成基本分成三种类型:全部 H 型钢产品;H 型钢加普通型钢;H 型钢加重轨。

按热轧 H 型钢尺寸范围,经近百年实践已形成规格范围大致三种档次的轧制大纲。

(1) 中小型 H 型钢轧机

腹板高 ≤ 350 mm

翼缘宽 ≤ 175 mm

(2) H 型钢与普通型钢或重轨混合轧机

腹板高 ≤ 600 mm

翼缘宽 ≤ 350 mm

(3) 重型 H 型钢轧机

腹板高 ≤ 1200 mm

翼缘宽 ≤ 530 mm

按以上轧制大纲,从技术和经济界限考虑,现水

平辊直径已形成以下的三种对应模式:

中小型万能轧机辊径 $\leq \phi 1200$ mm

大型万能轧机辊径 $\phi 1300 \sim 1400$ mm

重型万能轧机辊径 $\phi 1500 \sim 1650$ mm

近一二十年来,以建筑为首的一些行业迫切要求降低单位面积的耗钢量,更便于加工、施工和提高性能,故一些新型 H 型钢产品不断问世。其中,欧美已把壁厚不大于 6 mm 的轻型、超轻型薄壁系列的 H 型钢纳入标准,这种产品与普通系列的 H 型钢相比在等同使用的条件下可减轻 25%~40% 的重量;前几年,日本又推出了一种外部尺寸一定的 H 型钢,这种产品能使钢梁连接变得更方便、省料,属于新一代的产品。在钢种方面,除了一般结构用的普碳、低合金 H 型钢外,还开发了高强度焊接、桥梁、不锈钢、耐候、耐火钢以及各种表面涂层的 H 型钢。

1.3 轧机配置和布置更加新颖、高效

热轧 H 型钢已走过了近一个世纪的历程,传统的 H 型钢生产工艺布置均是采用跟踪可逆式布置,轧机的数量由生产规模决定,但最基本配置为 1 架开坯机(BD)、一组由一架万能轧机(U_r)及一架轧边机(E)组成的万能粗轧机组,一架万能精轧机(U_f),即 BD— U_r E— U_f 布置,俗称 1—2—1 布置。这种布置陈旧,已缺少竞争力。

70 年代,由于计算机自动控制技术的飞速发展、微张力控制技术的开发以及生产规模扩张的需要,连轧生产方式在中小规格 H 型钢生产线上得到应用。如君津连续中型厂 H 型钢年产曾达到 168 万 t,这是 H 型钢生产技术的重大突破和飞跃。但是,连轧(包括半连轧)存在投资大、生产品种规格范围有限及大型工器具准备量大的缺点,限制了它的广泛采用。

与此同时,出现一种投资较省、生产品种规格范围较大的串列式可逆轧机工艺布置,这就是在传统的万能粗轧机组中增加一架万能轧机,在万能精轧机前增加一架轧边机,万能轧机区呈 $U_{r1}EU_{r2}-E_fU_f$ 即 3—2 布置。由于这时的万能粗轧机组具有连轧的功能,故产量提高幅度较大。80 年代,又出现了三机架“X—H”紧凑型串列式可逆轧制新工艺,它撤除原 E_fU_f 机组,把第二架万能轧机 U_{r2} 配成直腿的“H”形精轧孔型。这种布置可缩短厂房和减少许多设备,节省了很多投资。现在又发展成把异型坯连铸、热送、均热保温、三机架“X—H”串列式可逆轧制、冷却精整到成品联成一体的、能显著节能的紧凑型短流程工艺生产线。这是一种占地少、低投资、低能耗、低成

本、高效率 and 很强竞争力、生命力的工艺生产方式,是 H 型钢生产的又一次飞跃,对 H 型钢的进一步发展将产生深远影响。

1.4 H 型钢生产全部采用连铸坯

坯料选择的合理性是轧钢生产十分重要的一环。用连铸坯淘汰钢锭或初轧坯作生产 H 型钢的原料具有质量好、节省资源能源等优点,是必然选择。60 年代末,出现了用连铸工字形异型坯轧制 H 型钢技术,后来又开发了连铸板坯轧制大规格 H 型钢技术,这两种轧制技术的出现,打通了 H 型钢生产全部采用连铸坯的路径。

(1) 连铸异型坯轧制 H 型钢

使用和产品形状相似的工字形异型坯来轧制 H 型钢是十分合理的,它可大大减少轧制道次和产品中心偏移缺陷。通过对轧件定心特性和腰部腿部展宽、延伸轧制技术的研究,创造了用一种工字坯轧制多种 H 型钢的新工艺,即:腰部扩展轧制;缘宽保持轧制;腰部压缩轧制;缘宽压缩轧制。如今只要用一个、最多两个异型坯即可覆盖一条热轧 H 型钢生产线的全部 H 型钢产品规格。

90 年代初,又推出了近终形异型坯的轧制工艺,坯料腰部厚度已减少到 50 mm 左右,能最大限度减少轧制道次,配在短流程工艺线上使用会产生极高的生产率。

(2) 连铸板坯轧制大规格 H 型钢

对于超大型 H 型钢需要连铸板坯作原料,主要是通过楔孔立轧对板坯进行横向轧边使其两端形成凸缘,轧成所谓“狗骨坯”,再采用分腰轧制法或采用腰部扩展轧制法轧出成品。目前,板坯采用的厚度约为 250 mm。

全部使用连铸坯或连铸异型坯轧制 H 型钢是现代 H 型钢轧制工艺的重大创新。

1.5 以计算机为代表的自动控制技术在 H 型钢生产中的应用

高速度、高效率、高质量生产钢材是轧钢生产追求的根本目标,以计算机为代表的自动控制技术在 H 型钢生产中的应用是实现这种目标的根本途径。现在,热轧 H 型钢生产可实现到三级计算机管理系统,即以数据采集、显示监视、报警、逻辑顺序控制、位置控制、张力控制、辊缝自动调整等技术为基础的一级(基础)自动化系统;以物料跟踪、程序管理和优化、数据分配、分析/状态统计为主要内容的二级(生产过程)自动化系统;以编制生产计划、物料协调、质量分析与控制等为主要内容的三级(工厂管理)自动

化系统。

1.6 重要技术在热轧 H 型钢生产中的应用

- (1) 用万能法轧制重轨和普通型钢技术;
- (2) 耐磨镶套式复合轧辊制造技术;
- (3) 微张力控制技术;
- (4) 辊缝调整液压 AGC 技术;
- (5) 定尺优化锯切技术;
- (6) 可变节距辊式矫直机;
- (7) 带翻立钢步进式冷床;
- (8) 新型高效的热锯机和冷锯机及快速、精确定位定尺挡板;
- (9) 电动升降导卫和快速对中装置;
- (10) 自动堆垛、打捆、标号机和电子秤;
- (11) 高响应、高精度的液压比例技术;
- (12) 主传动交变频技术。

2 高新技术在马钢大 H 型钢生产线的应用

马钢 H 型钢厂是我国引进的一条热轧生产腹板高 200~700 mm H 型钢及 T 形钢、工字钢、U 形钢板桩、球扁钢、L 形钢、等边角钢、槽钢等普通大型型钢的生产线。由德国曼内斯曼·德马格 (DEMAG) 公司,西门子 (SIEMENS) 公司和美国依太姆 (ITAM) 公司提供技术和主要设备,具有 90 年代初的先进水平。一期工程年生产能力 60 万 t,二期工程年生产能力 100 万 t。

2.1 概况

主体厂房建筑面积 11.2 万 m²。设备总重量 2 万余 t,电气装机容量 5.2 万 kW。

主体设备包括:一座加热能力 200 t/h 的步进梁式加热炉,一架 $\phi 1200$ mm 二辊可逆式开坯机,由二架 $\phi 1400$ mm 万能轧机和一架 $\phi 950$ mm 轧边机组成的串列式万能粗轧机组,一架 $\phi 1400$ mm 万能精轧机组,三台 $\phi 2200$ mm 热锯机,一座宽 60 m、长 38 m 步进梁式冷床,一架 $\phi 1200 \sim 2200$ mm 9 辊变节距悬臂式矫直机,一台 650 t 压力矫直机,两台 $\phi 2200$ mm 冷锯机以及标号、堆垛、打捆机和电子秤等。生产全过程由计算机控制,系统共分三级:基础控制级,过程控制级,工厂管理控制级。

2.2 生产工艺流程

连铸坯经加热炉加热和高压水除鳞送入轧机区轧成成品,最大长度可达 120 m,轧件经测长测温在 6~25 m 的范围内被热锯切成定尺后进入冷床均匀冷却,再送入辊式矫直机进行矫直,而后进行质量检查,每根钢材表面喷印标志,在堆垛线被堆垛成齐尺的矩形包,用钢带捆扎,捆形尺寸最大为 1100 mm

× 600 mm, 每捆重 5~10 t, 经称重、挂标牌, 吊入成品库储存、发货。

2.3 H 型钢全部采用连铸异型坯生产

该生产线使用 750 mm×450 mm×120 mm、500 mm×300 mm×120 mm 二种工字形连铸坯, 坯长 4~11 m, 重量最大约 13 t。

2.4 轧机采用串列式布置

生产线 5 台轧机呈 BD—U₁EU₂—U₁ 三列布置, 俗称“1—3—1”布置。其中, 第二列配置三机架串列式可逆带小张力控制的万能粗轧机组。万能轧机均为开轱式闭口组合机架, 采用辊系换辊方式, 耗时 30~45 min。可变换成二辊轧机轧制普通型材。

2.5 性能优越的加热炉

步进梁式加热炉, 有效长度 30.5 m、宽度 12.3 m, 分 3 个区域, 8 个燃烧控制段; 可单排或双排布料; 燃料为混合煤气。加热炉的炉料跟踪和定位、燃烧、温度等可实现全自动控制。

2.6 为提高产品精度和表面质量而采用的最新技术

(1) 防止 H 型钢腰部中心偏移的最新技术

① 采用固化万能轧机机组轧制中心线的新技术。万能轧制 4 台机架全部固定, 机组前后配置了总长 55 m 的三段连接式可水平升降的输送辊道, 很容易通过调整辊道面高度使轧件断面的中心线和机组的轧制线一致;

② 使用初始截面对称度好的连铸异型坯;

③ 机前机后配置了快速的、高精度的对中装置和电动偏心轴调节式腹板导卫, 可以准确地把红坯导入孔型。

(2) 提高产品断面尺寸精度的新技术

① 高精度辊缝调整技术的应用。轧辊滚动轴承和辊缝“0 位”自动调整、轧辊压靠及计算机控制技术的采用, 使轧机辊缝值的调整精度可达 ±0.01 mm;

② 轧辊轴向动态调整技术的应用可防止翼缘厚度尺寸不均。开坯机下辊可轴向调整 ±8 mm, 万能轧机上辊均可作动态轴向自动调整, 调整量为 ±5 mm, 轧边机上辊轴向调整量为 ±10 mm;

③ 万能精轧配有 AGC 辊缝自动控制装置;

④ 轧机可带负载动态提速。如精轧机可迅速提高到 10 m/s, 从而缩短轧制时间、缩小轧件头尾温差, 避免产品头、尾尺寸偏差出格。

(3) 控制弯曲度的新技术

钢材的弯曲变形主要由变形不均匀应力和温度

应力等残余应力引起, 主要控制措施:

① 采用异型坯, 轧件断面各部位变形均匀;

② 冷床的设计能使轧件得到均匀冷却;

③ 采用结构新颖的变节距辊式矫直机, 矫直辊节距可根据被矫钢材的品种规格在 1200~2200 mm 内连续可调, 同时整个矫直机高度也可调。

(4) 钢材表面质量控制技术

① 轧件在生产线上全部采用辊道、横移小车、步进梁式机构、托臂、托链进行输送, 不作滑动, 从而避免了轧件刮伤、划痕等各种表面缺陷产生, 同时也减少噪音的污染;

② 辊式矫直机的 5 个被动下辊装有助动液压马达, 可使上、下辊转速在轧件咬入时能与轧件速度一致, 从而保护轧件端部表面质量;

③ 16 MPa 高压水将冲刷掉钢坯表面的氧化铁皮, 可克服、避免因氧化铁皮所造成的各种缺陷。

2.7 世界首创的 H 型钢优化锯切生产工艺

为了提高成材率、定尺率, 马钢技术人员首创了用二台热锯同时锯切 H 型钢的优化锯切生产工艺, 在 6~25 m 的范围内, 用户可任意选定定尺长度订货。锯切长度的精度可达到 ±20 mm 以内。

2.8 高新电气自动化控制技术

本厂可实现从原料入库直到成品出库全过程的自动化控制, 目前处于世界型钢生产的领先水平。

(1) 全套的全数字化交流矢量控制、直流传动控制系统和电机以及动态无功补偿技术。

(2) 工业计算机自动化系统的应用。计算机控制系统是以 DEC 公司的 Alpha2100 计算机作为二、三级控制系统的主体, 西门子公司可编程控制器 S5-155U 及相应的工作站作为基础自动化控制系统的主体, 通过 ETHENET 网联结各工作站, 由网桥联结各子网, 形成三级生产管理控制网络, 从而把全厂功能分散的控制器、各种传动控制系统及远程输入/输出组件、各类位置检测装置等联接, 形成不同层次又相互联系、功能强劲的局域网, 实现信息的集中管理, 完成工厂生产过程自动控制和经营管理各种主要功能。

3 我国 H 型钢的开发、应用和进展情况

3.1 我国热轧 H 型钢的生产能力和品种规格

根据有关部门及一些单位对我国 H 型钢市场的几次调查, 预测我国到 2000 年左右, 对 H 型钢的需求量为 60~80 万 t。

90 年代, 我国马钢, 莱钢等企业引进国外技术

(下转第 39 页)

