

型钢生产新技术(5) ——型钢开坯轧制新技术

刘 相 华

(东北大学)

扁坯、方坯和异形坯连铸技术的出现及其推广应用,引起型钢开坯工序的相应变化。特别令人注目的是,用连铸扁坯、板坯轧制H型钢的复杂断面型钢开坯轧制新技术及主要为解决连铸与现有小型轧机衔接问题的线棒材开坯轧制新技术。

1 用连铸坯轧制H型钢

用传统方法生产H型钢时,需经铸锭、均热、开出异形坯、再加热、在万能机组上轧制等一系列复杂工序。其缺点是切头损失多、成材率低、能量消耗高,原料和半成品的存放和搬运费用高。而用连铸坯轧制H型钢可省去铸锭、均热、开坯等工序,连铸坯直接在大型轧机上轧制,使成本大幅度降低,因而获得广泛的推广及应用。目前日本一些型钢厂已全部改用连铸坯生产H型钢,使成材率由75%提高到89%、能耗由 $450 \times 10^3 \text{kcal/t}$ 降到 $280 \times 10^3 \text{kcal/t}$,取得良好的效果^[1]。

H型钢的尺寸范围大、产品规格多,而连铸工序要求尽量减少铸坯种数,减少换铸规格次数。为此,开发出了多种用连铸坯生产H型钢的方法,特别是用一种板坯生产出不同腰高、不同边宽、不同厚度的多种规格H型钢的新轧法,从而使问题得到合理解决。

1.1 板坯切条法 (Slab Slit法)

用于轧板的连铸坯用火焰切割机沿宽度方向切成数条,作为生产小尺寸H型钢的坯料。被切板坯的厚度可达180~500mm,切断速度可达140~500mm/min,此法主要用于

生产腰高 $<300\text{mm}$,边宽 $<150\text{mm}$ 的H型钢。

1.2 板坯轧边法 (Slab Edging法)

这种方法在前几个道次对板坯进行大压下强力轧边,利用此时出现的双鼓变形来形成H型钢的边部雏形。然后在工字孔型中进行开坯轧制,最后经万能粗轧机和成品万能轧机轧制成形。其典型孔型系统见图1。这种方法曾用来由270mm厚的板坯轧制边宽200mm系列的H型钢,所能生产的最大规格为 $H600 \times 200\text{mm}$ 。

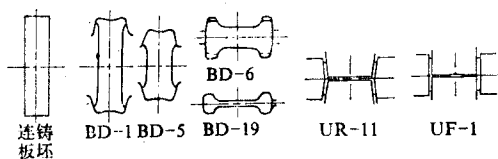


图1 板坯轧边法的孔型系统

BD—开坯轧制; UR—万能粗轧; UF—万能精轧

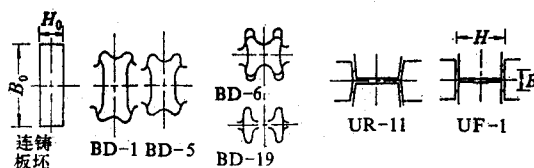


图2 板坯宽向压下法的孔型系统

1.3 板坯宽向压下法 (Slab Widthwise Rolling法)

其孔型系统见图2,它仅适用于用厚板坯轧制大边宽的H型钢。用这种方法可生产 $H250 \times 250\text{mm}$ 、 $H350 \times 250\text{mm}$ 、 $H300 \times$

300mm等H型钢。用这种方法板坯与成品尺寸的关系为： $B_0/B = 2.5 \sim 1.6$ ， $H_0/H = 0.85 \sim 1.2$ 。

1.4 万能开坯法(Universal Blanking法)

这种轧法的轧制过程见图3。在万能开坯轧制后，常需再加热，然后经二辊开坯和四辊万能粗、精轧机出成品。这种方法的产品尺寸范围比前3种轧法略宽。

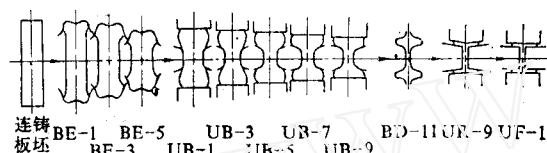


图3 万能开坯法的孔型系统

BE—板坯轧边；UB—万能开坯；
BD—开坯轧制；UR—万能粗轧；UF—万能精轧

1.5 双轧边法(Double Edging法)

双轧边法的示意图见图4。其特点是既利用在板坯轧边阶段的双鼓变形，也在异形坯轧制阶段利用立轧来扩大边部展宽的效果。适用于生产比板坯轧边法成品尺寸更大的H型钢。

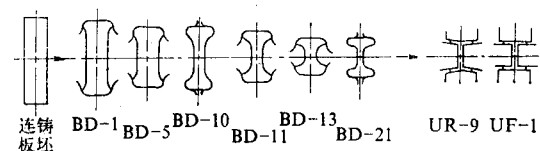


图4 双轧边法的孔型系统图

1.6 切分轧法(Split Rolling法)

这种轧法的特点是利用在板坯轧边道次中孔型中的楔尖把板坯端部切分开，并在后续立轧道次中把切分开的边部轧平，达到大幅度增加边宽的目的，见图5。

上述几种轧制方法所适用产品的尺寸范围如图6所示。比较可见，切分轧法适用的范围最大，且更适于轧制大规格H型钢。

2 用连铸坯轧制线棒材

线棒材轧机采用连铸坯代替初轧坯之

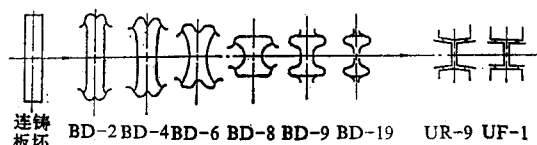
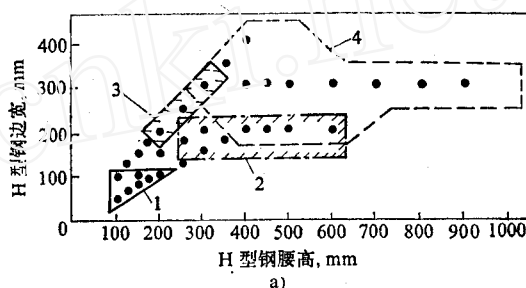
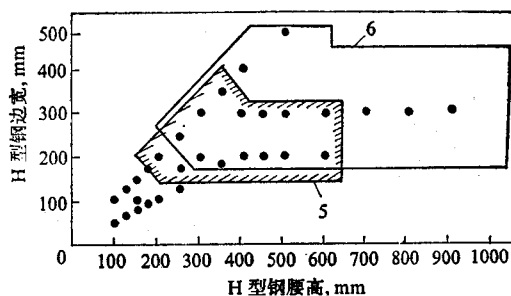


图5 切分轧法的孔型系统图



a)



b)

图6 不同轧制方法的适用产品范围

a) 1—板坯切条法；2—板坯轧边法；3—板坯宽向压下法；4—万能开坯法
b) 5—双轧边法；6—切分轧法

后，有两个值得注意的问题，即连铸与线棒材轧机的热连接及铸坯断面尺寸与原有轧机能力的匹配问题。

2.1 连铸与线棒材轧机的热连接

目前连铸与线棒材轧机之间的连接方式有3种，即冷装、热装热送、直接轧制。

直接轧制的热能利用效率最高，但技术及管理方面的难度最大。采用直接轧制工艺要求整个生产线上的设备都具有很高的可靠性，否则一个环节出现故障，将导致全线停产。据介绍^{〔2〕}，炼钢和连铸的利用率为85%，小型材或线材轧机的利用率为80%，

二者总利用率只有68%。此外,直接轧制不适于组织小批量多品种的生产。考虑到上述情况,在连铸与轧机之间增加某种缓冲环节往往更有利。因此,目前热装热送比直接轧制应用得更广泛些。

热装热送的方式简述如下。

2.1.1 保温箱热送

采用保温箱热送时的工艺布置如图7。

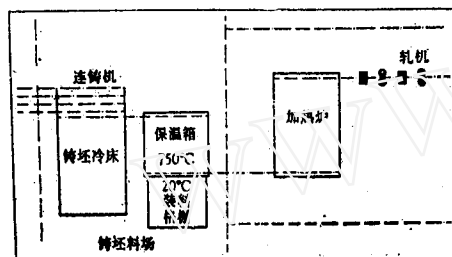


图7 用保温箱热送

保温箱可以存放连铸机在不同时间浇铸的坯料,达到一定批量后再送入加热炉。在保温箱收集坯料时,加热炉可以装入冷铸坯。这种操作方式的问题是有时会发生热、冷铸坯的加热程度不一致。

2.1.2 用保温箱和预热炉热送

如在前述工艺布置中增加1台低温炉,见图8,将冷铸坯加热到相当于热送温度的750°C,第2台加热炉再把分别从2条线上上来的铸坯加热到轧制温度。

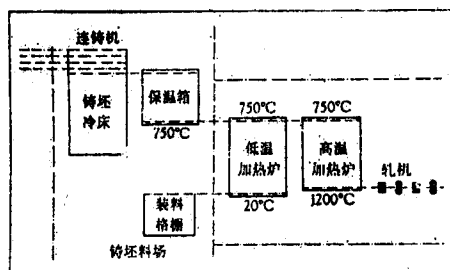


图8 用保温箱和再加热炉热送

2.1.3 用感应加热系统热送

采用感应加热器代替高温加热炉,既可以加热经保温箱直接来的热坯,也可以把经低温炉预热过的铸坯加热到轧制温度。感应

加热器的优点是氧化、脱碳少,加热时间短;缺点是成本高、冷却水耗量大。

2.1.4 间接热送工艺

间接热送工艺布置如图9,其特点是在连铸机与轧机之间建1个利用热铸坯来给冷坯加热的加热器。这种加热器内部由2层料架组成,下层为由连铸机来的热坯,上层为冷坯,2层坯料呈逆向运行,通过热幅射进行传热。冷坯通过加热器后温度可升到500~700°C,然后经高温加热炉加热到轧制温度。这种工艺进一步避免了连铸与轧机之间的互相牵制,几乎可以实现100%的热装,故其节能效果明显,加热成本也较低,见图10。与冷装料相比,间接热送工艺的加热成

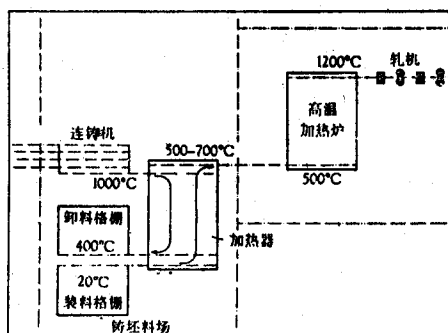
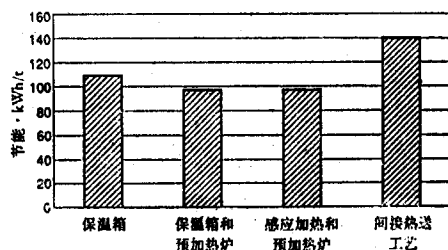
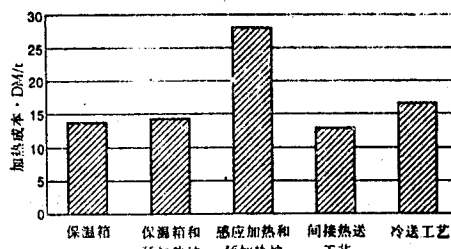


图9 间接热送工艺



a) 节能效果



b) 加热成本

图10 不同热送工艺的节能效果和加热成本比较

本可降低12%~21%。

2.2 连铸与现有轧机轧件断面尺寸的衔接

现有轧机改用连铸坯时,坯料断面尺寸往往不匹配,如增加粗轧机又常受场地等条件限制。80年代国外出现的几种紧凑式大压下轧机^[3],为解决这一问题开辟了途径。

2.2.1 美国摩根公司的紧凑式轧机 (Compact Mill)^[3]

这种型式的轧机是将4~6架轧机按平—立交替布置安装在1个C型机架中形成无扭连轧。机架的中心距约为轧辊直径的2倍,可以推钢咬入,实现大压下量轧制。4架轧机的总压下量可达82%~85%。每架轧机单独传动,采用SNTC无张力控制进行连轧速度调节,带有单独快速换辊机构。

2.2.2 HRC轧机 (High Reduction Compact Mill)^[3]

这种轧机由瑞典摩格哈马公司研制,其特点是轧机芯采用该公司设计的短应力线轧机,4组轧辊装在1个小车上,整个小车嵌装在一个矩形机架中,轧辊平—立交替布置,相邻辊距仅为辊径的1.5倍左右,利用推钢咬入实现大压下轧制。

2.2.3 CCC轧机 (Close-Centre-Cartridge Mill)^[3]

美国布兹波罗公司研制的短中心距卡套式轧机,简称CCC轧机。这种机型基本上是将普通的单机架轧机按平—立交替紧凑布置在一起,故机架间距比前两种机型略大一些,可以采用平辊(无孔型)、浅槽或箱形孔及其组合来进行轧制。

2.2.4 ESC轧机 (Energy-Saving-Compact Mill)^[3]

意大利达涅利公司设计的悬臂式紧凑连轧机可以实现低温(1080℃)轧制,每吨钢可节省相当于23度电的热能,因此称为节能轧机。这种轧机的轧辊平、立布置可转换,其孔型排列适应性强,灵活性大。可用作线材的粗轧、中轧和预精轧机。

2.2.5 三辊行星大压下轧机^[4]

德国施罗曼—西马克公司设计的三辊行星轧机,由互成120°的3个锥形轧辊组成。3个辊绕着工件旋转,在工件表面产生一个锥形变形区,可以连续变形,实现大压下轧制。这种轧机1个道次的延伸系数可在10以上,相当于7个常规道次的变形量。

2.2.6 带有不传动立辊的紧凑式轧机^[5]

现有的紧凑式轧机大多采用立辊传动方式,立辊的传动机构复杂,设备笨重,制造成本高。目前日本住友公司正在研制一种立辊不带传动装置的新型紧凑式钢坯轧机,这种轧机由平、立交替布置的5个机架组成(H—V—H—V—H)。利用水平辊的剩余摩擦力把轧件推入被动的立辊机架,实现紧凑式连轧。实验表明,这种立辊机架的极限压下率可达20%以上,而且机架间距越短,所允许的压下率越大。这种轧机具有设备结构简单,轧机调整和控制容易,制造成本低等优点,它为了解决连铸坯与现有轧机原料断面尺寸匹配问题提供了一种新的工艺方案。

3 结语

越来越广泛地使用连铸坯是型钢生产发展的必然趋势。当前,应认真研究国外开发的各种型钢开坯轧制新技术,汲取其中的成功经验,解决好我国一大批现有型钢轧机使用连铸坯所遇到的实际问题,逐步提高我国型钢开坯轧制的工艺水平和装备水平。

参 考 文 献

- 1 Sumitomo Metal Industries, Ltd., New Technology on Large Shape Rolling from Continuous Cast Slab With One Heat process, 住友金属公司技术交流资料
- 2 U. Syejkovsky, 冶金设备和技术, 1993; 48
- 3 邑辰旭, 轧钢通讯, 1986; (66): 4
- 4 L. L. Teoh, SEASIS Quarterly, April 1988; (8)
- 5 H. Shikano, ISIJ Int, 1991; (31): 614