

马钢 H 型钢万能轧机辊型设计和配置

张文满 吴恩结 周光理

(马鞍山钢铁股份有限公司)

摘要 根据马钢 H 型钢万能轧机布置及其特点,详细地介绍了万能轧机和轧边机孔型设计的方法和思路及其各机架间的孔型配置。

关键词 H 型钢 万能轧机 轧辊 设计 配置

Design and Configuration of Roll Crown of Universal Mill at H-beam Mill of Ma Steel

Zhang Wenman Wu Enjie Zhou Guangli

(Maanshan Iron & Steel Co. Ltd.)

Abstract The method and thinking of the groove design of the universal mill and edger mill and the pass positioning between the stands are introduced in detail according to the layout and the features of H-beam universal mill of Ma Steel.

Key words H-beam universal mill roll design configuration

1 前言

马钢 H 型钢厂设计年产量为 60 万 t,以生产 H 型钢为主,采用目前最先进的串列轧制工艺 1-3-1 布置,首先是一架开坯机,中间是两架万能粗轧机和一架轧边机形成的三机架可逆式连轧机组,最后是一架万能精轧机。这种轧机布置形式在辊型设计方面不但要考虑各架轧机轧辊宽度大小,而且还要考虑各架轧机轧辊宽度之间的匹配,否则,在轧制过程中会出现各种轧制缺陷,如尺寸超差、腹板或翼缘波浪、圆角折叠和腹板偏心等,甚至出现轧制事故如堆钢。本文将对万能轧机的辊型设计及其配辊方案做进一步的介绍。

2 万能轧机的辊宽设计

马钢 H 型钢能够生产 H 值在 200~800 范围内的所有系列规格,每个系列对应一种轧辊宽度,因此,合理的设计万能轧辊辊型显得非常重要。

2.1 万能精轧机的辊型设计

H 型钢的成品断面尺寸如图 1 所示。尺寸允许偏差见表 1。

$$WF_{\max} = [H + \alpha - 2 \times (T - \beta) - \epsilon] \times (1 + \mu_1 \times$$

$$t_1) \div (1 - \mu_2 \times t_2) \quad (1)$$

$$WF_{\min} = [H - \alpha - 2 \times (T + \beta) - \epsilon] \times (1 + \mu_1 \times t_1) \div (1 - \mu_2 \times t_2) \quad (2)$$

$$GF \geq (B + \beta) \div 2 \quad (3)$$

式中, μ_1 为轧辊的热膨胀系数; μ_2 为轧件的热膨胀系数; t_1 为轧辊本身的温度; t_2 为轧件的终轧温度,WF 为万能精轧机的轧辊宽度;GF 为精轧机轧辊斜面高度; ϵ 为矫直机的宽展量。

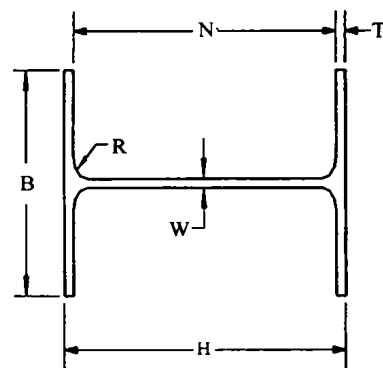


图 1 H 型钢断面尺寸

表 1 尺寸允许偏差

项目	H	B	W	T
公差	$\pm\alpha$	$\pm\beta$	$\pm\gamma$	$\pm\delta$

作者简介:张文满,助理工程师,安徽省马鞍山市(243000)马钢 H 型钢厂

为了保证万能精轧机轧制结束时脱孔方便,另外,万能精轧机的仅轧制一道次,相对来说,磨损不是很严重。因此,在设计万能精轧机的孔型时,侧壁斜度一般为 0.25° 左右,轧辊圆角则根据标准进行制定。万能精轧机辊型见图 2。

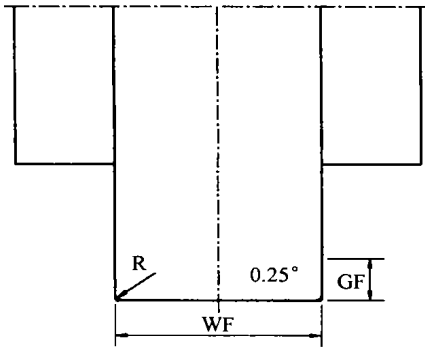
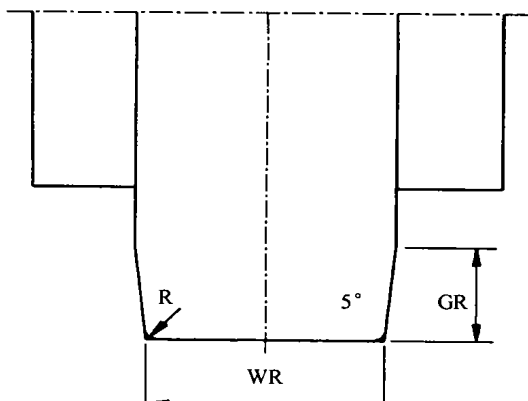


图 2 万能精轧机辊型

2.2 万能粗轧机的辊型设计

万能粗轧机的辊型设计方法与万能精轧机基本相同。但是,由于它们的工作环境和条件的不一致,使得磨损有着较大的差别,从实际磨损情况来看,万能粗轧机的磨损是万能精轧机的近两倍。为了提高轧辊的重车率,降低轧辊消耗,提高轧件咬入状态,更好地与万能精轧机斜度相匹配,在轧辊侧壁斜度的设计上万能粗轧机不同于万能精轧机。一般情况下,万能粗轧机的轧辊侧壁斜度为 5° ,而其圆角则具有承上启下的作用,一般介于开坯机和万能精轧机的圆角之间,比万能精轧机的圆角大 $5\sim 10\text{mm}$ 左右,这样可以防止万能精轧机的轧辊在轧制时圆角容易粘钢,影响成品质量和轧制生产节奏。具体辊型如图 3 所示。



WR—万能粗轧机辊宽;GR—斜面高度

图 3 万能粗轧机辊型

2.3 轧边机的辊型设计

轧边机的作用主要是控制 H 型钢的翼缘端部的形状,也能控制翼缘的宽度,但有一定的限度,对腹板并没有压下量。为此,轧边机的孔型与万能轧机的孔型有所不同。

为了保证轧边机容易咬入,可以将轧边机的侧壁斜度设计成双斜度,其中靠近翼缘端部的斜度与万能粗轧机的斜度一样,均为 5° ,而靠近腹板的部分,其斜度要大于 5° ,根据翼缘高度的不同,其斜度也有所不同,见表 2。

表 2 轧边机侧壁斜度值

翼缘高度/mm	≤ 150	175~200	250~300	≥ 350
$\eta/^\circ$	30	50	70	90

另外,由于轧边机的主电机功率较小,一旦轧边辊压到轧件的腹板时,绝大多数情况下,主机电流都将超出额定电流,因此,在设计轧边机的深度 D 时应考虑上述情况。设计公式如下:

$$WE = WF_{\max} + 1 \quad (4)$$

$$D = (B - W) \div 2 - \xi \quad (5)$$

$$TE = WE - (3 \sim 6\text{mm}) \quad (6)$$

式中,WE 为轧边机的轧辊宽度;D 为轧边机的孔槽深度; ξ 为修正系数,范围为 $2\sim 5\text{mm}$ 。

一般情况下, ξ 不能给的太大,否则,轧件在孔型中晃动,易造成成品的腹板偏心。通常,对于窄翼缘 H 型钢, ξ 值偏下限;而对于中、宽翼缘 H 型钢, ξ 值偏中上限较为合适。另外,设计时,轧边机的圆角一般都比万能粗轧机的圆角大 $2\sim 3\text{mm}$ 。具体轧边机的孔型如图 4 所示,图中的尺寸 A 主要根据开坯机来料的翼缘端部厚度来确定,一般情况下 A 取 $100\sim 120\text{mm}$ 。

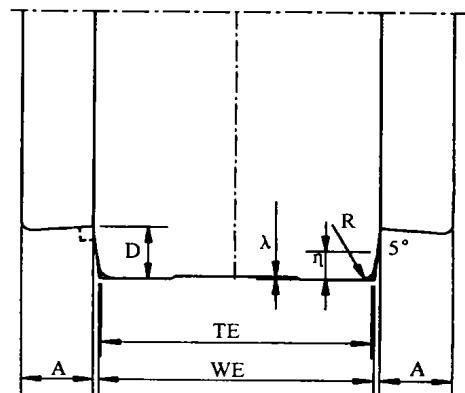


图 4 轧边机辊型

3 万能轧机的孔型配置

根据 H 型钢的特点,各机架轧辊宽度可以在某一个范围内变化,但由于轧制条件、冷却条件、轧制道次等方面的不同,各机架的轧辊宽度不可能同步变化,当这种变化超过轧件在轧制时所能承受的极限时,就会出现各种缺陷和事故,如轧辊圆角粘钢、腹板游动、腹板凹沟、成品圆角折叠等。为了防止和避免以上缺陷和事故的发生,必须进行合理的轧辊配置。

对万能粗轧机组来说,两机架轧辊宽度的差值不能太大,一般情况下,保证差值在 3mm 以内,尤其对翼缘宽度在 200mm 以下、翼缘厚度较薄的规格。否则,经小辊宽轧制后进入大辊宽机架时,轧件翼缘容易咬入水平辊的辊缝中而出现轧卡事故。另外,两架万能轧机和轧边机的宽度也不能相差太大,尤其是轧边机的辊宽不能太小,因为轧边辊与轧件接触面太小,对轧件的夹持力不够,轧件易在孔型内晃动,不稳定,易造成翼缘波浪。同时,轧边辊的工作面与万能轧辊的工作面有所不同,万能轧辊的径向和轴向都有不同程度的磨损,尤其是轴向,磨损更大,而轧边机的径向比轴向的磨损要大的多。万能轧辊的宽度因消耗而不断的变小,而轧边辊的宽度可以保持不变,在万能轧辊宽度不断变化的过程中,与轧边辊的宽度差值也不断的变大。为了消除这种差值变动,将轧边机的侧壁设计成双斜度,实际轧制

效果非常明显。

为了更好的控制成品翼缘端部的质量,减小翼缘端部的凸度,在万能粗轧机最后一道次轧制时,轧边机下游的万能轧机空过,不参与轧制。这样,使得万能粗轧机 U1 机架的轧辊宽度与精轧机的轧辊宽度的差值在一定的范围内,一般来说,粗轧机 U1 与精轧机 UF 的轧辊宽度差值在 $-3 \sim 1\text{mm}$ 的范围内。若万能精轧机辊宽过大,轧件由 U1 进入 UF 时腹板强迫宽展,轧件腹板表面会出现条状的凹沟。另外,由于强迫宽展,精轧机轧辊两侧圆角磨损较快,轧制量不大时,轧辊圆角会磨成尖角,在成品上反映是圆角出现线状沟槽;若精轧机轧辊宽度过小,成品轧件的圆角部位容易产生折叠。

4 结语

到目前为止,马钢 H 型钢厂已开发了国标、日标、美标和英标等 44 个系列共 163 个规格的 H 型钢,其中每个系列规格的 H 型钢需配置一套万能轧辊,而且每个系列的实际有效轧辊宽度又非常的小,一般只有 $2 \sim 4\text{mm}$ 。因此,万能轧机辊宽设计就显得非常重要,通过近两年的现场经验和实践摸索,基本上掌握了马钢 H 型钢的万能辊型设计和配置的方法,为 H 型钢的发展提供了坚实的基础。

(收稿日期 2003-03-28)

顶吹工艺中氧枪喷嘴射流的液流分析

在炼钢过程中,为了控制转炉吹炼和喷溅现象,了解顶吹氧枪的射流特性是很重要的。然而,此前几乎没有关于氧枪喷嘴射流特征的理论研究。最近,国外一项研究以流体动力学为基础,通过液流分析,研究了单孔和多孔氧枪的射流特征。单孔喷嘴射流计算的核心长度与高精度的测量结果是一致的。

液流分析说明,较高的环境温度将导致较低密度和较高速度的射流,但对动压力几乎没有影响。冷态模型实验的结果证实了分析的准确性。由于射流之间的合并,喷嘴射流的路径与用几何学获得的不同。在复合射流中,作为湍流模型,雷诺应力模型(RSM)比 $k-\epsilon$ 模型更理想;因为在这样的射流中,不可能忽略湍流的各向异性。单孔或多孔氧枪射流的动压力与冷态模型实验十分一致,并且受喷嘴的几何形状(如倾角)和喷嘴数的影响。这项研究最终找到了预测喷嘴倾角和喷嘴数对工业转炉顶吹工艺中射流特性影响的方法。

(摘自《世界金属导报》2003.09.02.)