HN1 000 mm × 300 mm 系列型钢孔型设计与轧制*

莫日格吉勒,刘 舵

(内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章以包钢轨梁厂生产 HN1 000 mm × 300 mm 型钢为例,介绍了大型 H 型钢设计过程中孔型系统的选择,坯料选择,孔型设计的方法,介绍了 HN1 000 mm × 300 mm 型钢孔型设计的特点,并阐述了轧制过程。

关键词: 孔型设计; 孔型; 延伸

中图分类号: TG332 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2017)04 - 0027 - 04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.04.007

Pass Design and Rolling of HN1 000 mm × 300 mm Series H - beam

Morigejile, LIU Duo

(*Rail and Beam Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: In this paper, the HN1 000 mm × 300 mm H - beam that produced by Rail and Beam Plant of Baotou Steel is taken as an example to introduce the pass system selection, billet selection and pass design method in the process of large size H - beam design. It also introduces the characteristics of the HN1 000 × 300 H - beam pass design and expounds the rolling process.

Key words: pass design; roll pass; elongation

H 型钢是一种截面面积分配更加优化、强重比更加合理的经济断面高效型材,因其断面与英文字母“H”相同而得名。由于 H 型钢的各个部位均以直角排布,因此 H 型钢在各个方向上都具有抗弯能力强、施工简单、截面模数大、节省金属、结构重量轻等优点,已被广泛应用。我国目前主要以 Q235 与 Q345 材质热轧 H 型钢主要用于工业与民用结构中的桥梁、船舶、起重运输机械、设备基础、支架、基础桩等。因此,H 型钢的生产对国民经济的发展起着至关重要的作用[1]。

1 产品断面特点

目前国内大型 H 型钢生产厂家主要有马鞍山 H 型钢生产厂、津西大型 H 型钢厂、莱芜大型 H 型钢厂、安泰 H 型钢厂以及包钢轨梁厂。包钢轨梁厂的大型 H 型钢生产线于 2012 年设计,同年 12 月 31 日投入生产,可生产的最大 H 型钢规格为 HN1 000 mm × 300 mm 型钢。该规格是标准 GB/T 11263—2010[2] 热轧 H 型钢尺寸、外形、重量及允许偏差中断面最大的产品,形状及断面尺寸见图 1,轧制难度较大。

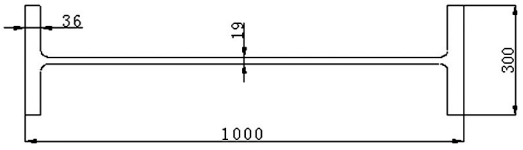


图 1 HN1 000 mm × 300 mm 型钢断面图

* 收稿日期: 2017 - 05 - 08

作者简介: 莫日格吉勒(1985 -),男,蒙古族,内蒙古包头市人,工程师,现从事轧钢技术管理工作。

2 坯料的选择

考虑HN1 000 mm×300 mm系列型钢断面尺寸及形状、单位重量、2#线加热炉参数等，再结合终轧长度要求，选用1 024 mm×390 mm×120 mm×115 mm的异形坯，坯料系统工程表见表1。

表1 HN1 000 mm×300 mm系列型钢坯料及定尺情况

坯料尺寸 /(mm×mm×mm×mm)	坯单重 /kg	坯长 /m	型号尺寸 /(mm×mm×mm×mm)	材单重 /(kg·m^{-1})	终轧长度 /m	定尺倍数 (长度/m×支数)
1 024×390×120×115	1 461	13.20	970×297×16×21	217	86.21	12×7
		12.95	980×298×17×26	248	74.00	12×6
		11.90	990×298×17×31	271	62.23	12×5
		13.60	1 000×300×19×36	310	62.17	12×5
		12.20	1 008×302×21×40	345	50.11	12×4

3 孔型设计

型钢孔型设计的主要内容包括三个方面：①断面孔型设计：根据坯料尺寸、断面形状和产品断面形状和尺寸及产品性能的要求，确定孔型系统、轧制道次和各道次的变形量，以及各道次的孔型形状和尺寸。②轧辊设计：确定孔型在各机架上的分配以及在轧辊上的配置方式，以保证轧件能顺利的轧制、操作便捷、产品质量好、轧机产量高等。③轧辊附件设计(导卫装置的设计)：导卫装置应保证轧件能够按照工艺所要求的状态正常的进出孔型，或者使轧件在孔型以外发生一定的变形[3]。HN1 000 mm×300 mm型钢的孔型设计同样包括上述三个内容。

3.1 孔型设计的原则

正确的孔型设计可以使轧制异形断面型钢所不能避免的不均匀变形尽可能在前几个孔型中，而不是在全部孔型中。在前几个孔型中，金属的温度较高，其变形抗力较低，并且塑性较好。在其它几个孔型中，必须尽可能采用均匀的压缩和断面各部位均匀的延伸，因为只有在这样的条件下才能得到形状正确的、内应力较小的最终产品，而动力消耗、轧辊消耗都最小。

3.2 孔型系统的选择

包钢轨梁厂2#生产线工艺布置形式是一架BD1初轧机、一架BD2开坯机、一架UR万能粗轧机、一架E轧边机以及一架万能UF精轧机，UR、E、UF轧机为三机架连轧布置。依据国内外生产H型钢的经验以及轧梁厂的轧机布置形式，确定了轧制HN1000 mm×300 mm型钢的孔型系统。开坯机上选用工字型对称孔型，CCS机组上使用万能X-H轧制法的万能孔型。实践证明该孔型系统轧制稳定，轧制节奏合理，变形分配得当，能保证产品质量及产量。

3.2.1 成品孔(UF)的设计

根据HN1 000 mm×300 mm型钢的标准断面，考虑热涨系数及公差尺寸设计成品孔(UF孔型)，具体设计形状、尺寸见图2。

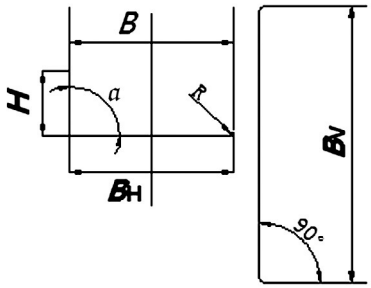


图2 UF万能轧机孔型尺寸示意图

$$B_H = (C_H + dH_{max}/2 + dT_{min}\text{绝对值}) \times (1.005 \sim 1.010) = 940\ \text{mm} \quad (1)$$

式(1)中：C_H——成品标准内腔尺寸[2]，取928 mm；

dH_{max}——高度公差最大值；

dT_{max}——翼缘厚度负公差的绝对值[2]；

1.005～1.010——热收缩系数，小型型钢取1.005；大型型钢取1.010。

$$H = X + (\text{成品单腿长度}[2] \times 1.010) = 165\ \text{mm} \quad (2)$$

式(2)中：X取23 mm。

$$B = H \times 2\tan(a - 90°) + B_H = 942\ \text{mm} \quad (3)$$

$$B_V \geqslant \text{标准腿宽}[2] + 30\ \text{mm} \geqslant 330\ \text{mm} \quad (4)$$

图2中，R=18 mm[2]，a角为内角，考虑车削与轧件脱槽等取90.2°

3.2.2　成品前孔(UR)的设计

具体设计形状尺寸见图 3。

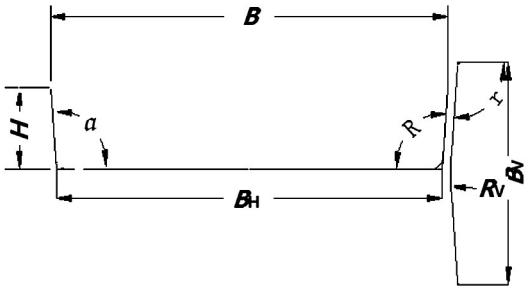


图 3　UR 万能轧机孔型尺寸示意图

$$B_H = B_{HUF} - 0.16R = 937 \text{ mm} \quad (5)$$

其中:B_{HUF} 为 UF 内腔尺寸,R 为腹板和翼缘连接圆弧值。

$$H = H_{UF} = 165 \text{ mm} \quad (6)$$

其中:H_{UF} 为 UF 水平辊对应尺寸。

$R = R_{UF} = 18$ mm

a 角,即内角,一般取 90 + (5 ~ 6)° 之间,取 95°;

$r = 95°$

$R_V = 500$ mm(一般翼缘宽度 > 150 mm 时取 500 mm;一般翼缘宽度 ≤ 150 mm 时取 300 mm)

$B_V \geqslant 330$ mm 即可。

3.2.3　轧边机(E)孔型设计

具体设计形状尺寸如图 4。

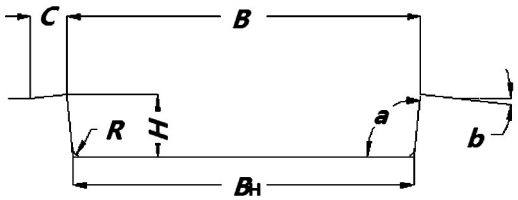


图 4　E 轧边机孔型尺寸示意图

$B = B_{UR}$ − 系数 = 962 mm

其中:B_{UR} 为 UR 孔型相应尺寸,系数一般取(3 ~ 5 mm)

H = 成品单腿长度[2] × 1.010 − 系数 = 139 mm　(7)

式(8)中,系数一般取 1.5 ~ 3.5 mm,

图 4 中,$R = R_{UR} = R_{UF}$,B_H 根据 a 角和 B 值取 928 mm;

C = 开坯轧机区供料腿尖厚度 + 经验值(10 ~ 15 mm) = 100 mm

a 角考虑 E 进 UF 时避免角部产生折叠等,取 97°,b 角取 5°。

由于 UR 孔型尺寸已定,再考虑轧制能力等的综合因素,制定 CCS 轧机的轧制表,从而确定 A 孔的具体尺寸。

3.3　二辊开坯机的孔型设计

3.3.1　开坯机最终道次孔型(A 孔)设计

根据产品外形尺寸、坯料外形尺寸及万能轧机轧制能力,制订万能轧机的压下规程,制订压下规程时应使腰部压下系数略小于腿部压下系数,从而保证产品质量。万能轧机的压下规程制订后,确定了供万能轧机所需坯料的腹板厚度及平均翼缘厚度。

腹板厚度取 45 mm,翼缘厚度取 113 mm,

内腔宽度 = B_{HUR} − 系数 = 914 mm　(9)

式中,B_{HUR} 为 UR 孔型内腔宽度尺寸,系数取 15 ~ 25 mm。

翼缘高度 = 标准腿宽[2] + (5 ~ 30) = 312 mm

通常,内壁斜度取 10% ~ 20%,外壁斜度 5% ~ 15%,从而可求得孔型总宽度:H = 1 190 mm。

3.3.2　开坯机上配备的其它孔型

开坯机主要对异形坯厚度进行减薄,并根据需要对异形坯的内宽进行拓展或压缩,以供给万能轧机合适的中间坯料。坯料内宽的拓展由异形孔实现,而坯料内宽的压缩则由立压箱型孔来实现,。为了减小轧辊直径、降低轧辊储备资金的占用,应选用开口孔型设计并减少异形过渡孔,使一套开坯机轧辊上配制数个型号的异形孔。由于 HN1 000 mm × 300 mm 是最大断面,不需要立压孔,考虑到该断面腰拉腿的作用较大,对腿厚的减薄特别明显,因此开坯机采用了三个异型孔的孔型系统。

根据 A 孔的形状与尺寸,并考虑辊身长度及各道次的咬入条件、压下量等,前两个孔型配置在 BD1 开坯机上,最后一个孔型(A 孔)配置在 BD2 轧机上;这三个孔型的作用是延长腹板高度、对腰部进行压缩,得到供 CCS 机组的标准尺寸。BD1、BD2 轧机的配辊图见图 5,图 6。

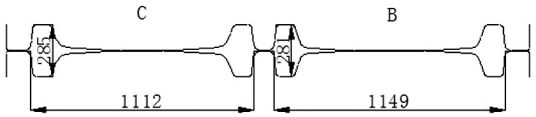


图5 BD1 配辊简图

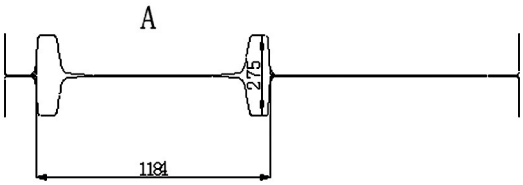


图6 BD2 配辊简图

4 导卫装置的设计

4.1 BD 区导卫设计

对 BD 区月由于使用对称的开口孔型，轧件变形均匀，且轧件自重较大，用托板防止下轧，用推床限制轧件咬钢与出钢时的旁弯及可满足轧制要求，托板见图7。

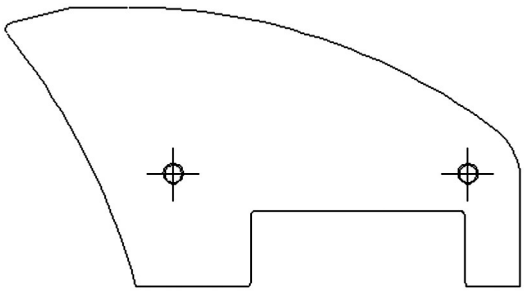


图7 BD 区托板简图

4.2 CCS 区导卫设计

CCS 轧机区由于轧制温度较低、轧制道次多、变形复杂、多机架可逆连轧，且使用张力轧制，因此设计了每机架入口及出口卫板，设计原则是宽度尺寸要考虑各道次轧件顺利轧制；厚度尺寸要满足轧制过程中轧件对卫板的冲击；长度要满足提升辊道和相邻机架导卫安装尺寸；导卫装置安装标准为满足轧件进、出轧机平滑顺利为宜。CCS 导卫板图略。

5 试制及生产情况

经过充分准备，本产品于 2013 年 1 月 25 日开始试制，并经过 4 次孔型、压下规程的修改，于 2013 年 6 月 27 日，轧制成功。BD1 轧机轧制 9 道次，5 次轧制出钢状态及尺寸正常。BD2 轧机轧制 1 道次，尺寸及出钢状态正常。CCS 轧机轧制 9 道次，各道次全部使用扭矩控制微张力轧制，经过四次修改及优化轧制图表后，目前各道次出钢正常，取样测量断面尺寸符合标准要求。产品断面尺寸、表面质量良好。断面尺寸、质量指标情况见表2。

表2 断面尺寸情况 mm

断面	最大值	最小值	平均值	标准值[3]
高度	1 003.6	999.8	1 001.7	1 000 ±4
宽度	302.1	297.8	299.9	300 ±3
翼缘厚度	35.9	34.9	35.4	36 ±1.7
腹板厚度	18.7	19.6	19.2	19 ±1

从表2看出，断面尺寸均控制在标准范围内，取样酸洗和现场逐支表面检查，表面质量良好。

6 结束语

孔型系统的选择是成功的，孔型设计精确，生产出的产品断面尺寸、表面质量满足标准要求。制订的开坯机规程、CCS 万能轧机规程合理，各道次的轧制稳定。导卫的设计合理，保证了各道次出钢平直。

参 考 文 献

[1] 吴琼，刘卫华. H 型钢孔型设计技术 [J]. 轧钢，1999，(5)：24.

[2] GB/T 11263—2010，热轧 H 型钢和剖分 T 型钢 [S].

[3] 孙秉云，闫志国. 25# 热轧普型工字钢孔型设计与轧制 [J]. 包钢科技，2006，(1)：47－49.