

60AT 轨轧制工艺设计

攀钢轨梁厂 陶功明

【摘要】 结合攀钢轨梁厂工厂特点及 60AT 轨断面特点,论述了 60AT 轨轧制工艺设计,着重阐述了针对孔型系统存在的问题如何从孔型参数进行优化,同时设计了导卫装置等。生产表明,孔型优化合理,解决了孔型系统本身存在的问题,并一次试轧成功高速 60AT 轨。

【关键词】 60AT 轨 轧制工艺设计 孔型系统 导卫装置

1 引言

随着铁路向高速、重载发展,耐磨性成为轨道用钢的重要课题。与 U71Mn 和 U74 钢质生产的钢轨相比,采用微合金 PD3 钢质生产可显著减少钢轨的波浪磨损,延长上道使用周期。因此铁道部确定由 PD3 钢生产的 60kg/m 重轨为我国高速铁路用轨,与之配套的高速 AT 轨也必须用 PD3 钢质生产。1999 年 9 月 20 日铁道部要求,攀钢必须在 25 天内研制出高速 60AT 轨,才有生产高速轨铁路用轨的资格,而 950 轧辊的加工时间至少 30 天。为此,采用大型工具尽量与现有重轨品种共用、计算机优化孔型设计等工艺设计思路,一次试轧成功高速 60AT 轨,并提前 6 天将产品发往用户。

2 产品断面特点

60AT 轨断面见下图。与 43kg/m 以上的线路轨比:

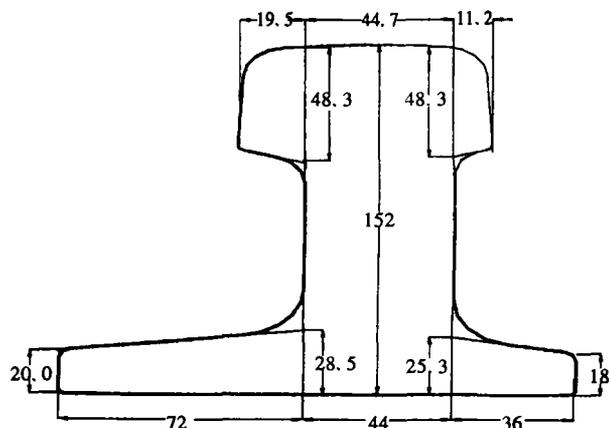


图 1 60AT 轨产品断面图

(1)长腿内侧斜度 11.1%,而腿长达 72mm;线路轨腿内侧斜度为 25 ~ 33.2%,腿长 48 ~

66.75mm。腿内侧斜度越小,腿长越长轧制中越不易充满。

(2)长、短腿长度相差较大。钢轨平放时,长腿与水平面的斜度达 37.14%,短腿与水平面的斜度仅为 17.86%,线路轨与水平面斜度为 17.46 ~ 23.76%。与水平面斜度越大,轧制中出现移钢翻倒及自重扭转的可能性越大。

(3)头、腰、底的中心线互不重合。底与头的垂直中心线相错达 14mm, X 轴、Y 轴均不对称。各部分延伸变形不易控制,出现变形扭转的可能性大。

3 60AT 轨轧制工艺设计

3.1 钢轨孔型系统选择及存在问题

3.1.1 钢轨孔型系统选择

我厂共有 4 架二阶横列式布置的轧机,950 开坯机单独一列,800X2/850 三架轧机布成一行。据设备特点及生产经验,选用轧制钢轨的孔型系统轧制 AT 轨,主要构成是:箱形孔—梯形孔—帽形切深孔—帽形延伸孔—轨形切深孔—轨形孔延伸孔—成品轨形孔。

根据 60AT 的断面特点,将长腿向上短腿向下设计,短腿与辊道面的倾斜度只有 17.86%,轧件重心的下移可以解决轨形轧件移钢倾翻、自重扭转及腿尖加工质量,还可减轻轧件不均匀变形的扭转。通过在轨形切深孔及下一孔中利用长腿的连续开口保证长腿金属量,从而避免 950 梯形孔上下不对称出现尾部倒钢。这种方案必须新开 950 轧辊。

950 轧辊材质为锻钢,最少加工时间为 30 天。800/850 轧机轧辊按试制最小量准备,在 16 天之内能够加班完成。为保开发期 950 轧辊只能考虑简单改制,而不能新开。经分析 60AT 轨 950 孔型系统在 50AT 轨孔型系统上修改是最佳方案。受 950 孔

型系统的限制,60AT 轨 800/850 轧机也只能选用与 50AT 轨相同的孔型系统。

因此 60AT 轨的孔型系统为:

950 孔型系统 2 个箱形孔 + 1 个梯形孔 + 1 个帽形切深孔;

800/850 孔型系统 2 个帽形延伸孔 + 1 个轨形切深孔 + 5 个轨形延伸孔。

3.1.2 孔型系统的特点及存在问题

(1) 孔型系统的特点

950 孔型系统设计一个梯形孔,梯形孔“大头”部分形成轨底,为充分保证腿部金属量将形成腿的部分用凸台加高。梯形孔在轧辊采用无斜度配置。

采用 5 个轨形孔轧制,轨形切深孔在下轧制线,孔型各部分变形差异较大。轨形孔长腿朝下短腿朝上配置,以利于长腿的形成,但轧件与辊道面斜度达 37.14%。轨形孔在轧辊上的配置斜度随轧制顺序减小,与线路轨大致相同为 8%~15%。

(2) 孔型系统存在的问题

1) 梯形孔倒钢。由于采用无斜率配置,轧件在辊道面上的斜度与孔型配置斜度差即为轧件在辊道面上的斜度达 15.34%。出钢时,当推床夹持力无法控制轧件“小头”金属的自重时,未出孔型的部分便受到自重力的强制倾翻,出现“扭尾”现象,形成耳子或咬铁丝缺陷。X 轴、Y 轴均不对称,加剧了轧件“扭尾”的产生。

2) 轨形切深孔轧件扭转。AT 轨断面的复杂性,主要在轨形切深孔中成型,因孔型各部分延伸极不对称,出现严重扭转,导卫装置无法控制。影响金属在孔型中的充填稳定性及下一孔进钢。

3) 轨形孔轧件扭转。长腿在下,头底与辊道面形成的斜度与孔型配置斜度(一般 8%~15%)相差大,轧件出孔后因头部自重存在强烈的扭转变形,造成进钢困难或无法进钢。在轨形切深孔之后的 1~2 个轨形孔中因轧件宽度小而腿又长,轧件扭转更严重。

4) 轧件移钢倾翻。轨形切深孔轧件在辊道上的斜度大,宽度小,断面重心高。轧件进下一孔时因移动距离大,出现轧件倾翻。

由于孔型系统存在上述缺点,50AT 轨按普通标准的试制合格率也仅有 52.6%。

3.2 钢坯设计

钢坯的设计主要考虑坯到材的压缩比、钢坯长度满足加热炉、成品定尺及缺陷切除等要求。用

11.25 吨锭型轧制成两支 372mm×280mm 钢坯即可满足。

3.3 轧制道次设计

根据轨梁厂轧机布置特点,950 开坯机只能轧奇数道次,950 共配置 4 个孔型,按 7 道次轧制,最大压下量 88mm。

800 I、II 架和 850 轧机各配有 3、3、1 个孔型,800 I、II 及 850 轧机各轧制 3-3-1 道次。

3.4 翻钢程序

在 950 第 1 个箱形孔进第 2 个箱形孔时翻钢,进帽形切孔的梯形轧件翻钢。800/850 机列仅帽形轧件进轨形切深孔时翻钢,翻钢由 800 I 架 3 孔机前的翻钢机完成。翻钢头设计主要参照轨形切深孔前的帽形延伸孔形状及尺寸进行。

3.5 导卫板设计

根据 60AT 钢轨的孔型配置斜率,其导板选用 GB60 钢轨改制。

卫板根据现有轧机结构和配辊尺寸设计。卫板尖离轧辊上表面距离按 10~15mm 确定。

卫板尖样板的设计是根据孔型尺寸及卫板坯尺寸确定的。

3.6 60AT 钢轨孔型设计

3.6.1 成品孔设计

成品孔设计依据是钢轨断面尺寸及偏差。头部踏面与两侧连接部分均为圆弧过渡,孔型头部开口只能在中间位置。

确定成品孔各尺寸参数时,其综合热收缩系数按 1.013 考虑。

3.6.2 轨形延伸孔的设计

设计中应考虑满足以下关系:

(1) 当开口腿进闭口腿槽时,为使闭口腿槽充满以保证足够的闭口腿高,应保证前一孔开口腿尖进下一孔闭口腿尖时应无侧压。但在其根部可允许一定的侧压。

(2) 当闭口腿进开口腿槽时,应使 $b_{b(i-1)} - b_{ki} > a_{b(i-1)} - a_{ki}$, $a_{b(i-1)}/a_{ki} > b_{b(i-1)}/b_{ki}$ (b_{ki} ——开口腿根厚度, $b_{b(i-1)}$ ——上一孔闭口腿根厚度, a_{ki} ——开口腿尖厚度, $a_{b(i-1)}$ ——上一孔闭口腿尖根厚度)。

(3) 对于轨形切深孔及其下一个轨形孔,由于变形量较大,设计中要求开口腿的延伸系数一定要大于闭口腿的延伸系数,即 $\mu_k > \mu_b$ 。

(4) 开口腿在闭口腿槽中的拉缩量取值应随轧制道次逐渐减少,主要是腰部压下量逐渐减少,腰拉

腿的现象渐渐轻微所致。

3.6.3 轨形切深孔的设计

轨形切深孔设计精度对轨头、轨底质量影响较大。通过计算楔子位置、大小与成品头、腰、底金属的分配关系,设计出 60AT 钢轨切深楔子和轨形切深孔。

3.6.4 帽形切深孔、梯形孔、箱形孔设计

帽形切深孔的切深楔子应向进轨形切深孔开口腿的底部方向偏移 5mm 左右,以保证轧件长腿金属的形成。

设计梯形孔的小头宽度和孔型斜度应与帽形切深孔顶部尺寸匹配。小头宽度比帽顶小 1~2mm,斜度比帽形切深孔侧壁斜度略小或相等。

箱形孔是钢坯和梯形孔之间的过渡孔型,要保证梯形孔能充满。

950 机架孔型的设计除按上述原则外,还必须兼顾各孔在 50AT 轨相应孔基础上的可改制性。

3.7 针对孔型系统缺陷的参数优化

结合孔型系统存在的问题和断面的特点,利用计算机辅助设计,优化孔型参数。在孔型参数的确定中主要考虑以下几个问题:

3.7.1 950 梯形轧件扭尾

轧件在辊道面的斜度与孔型配置斜度差过大造成梯形孔轧件扭尾。孔型设计时减少形成长腿的凸台高度,减少轧件与辊道面斜度。同时加长长腿侧大头与辊道面接触长度,使梯形孔重心向大头移动,减小小头悬空自重。

3.7.2 轨形切深孔出钢变形扭转

孔型各部分变形不均匀严重造成轨形切深孔轧件扭转。设计时将这种不均匀变形尽量分布在帽形延伸孔中,使头、腿的大部分不均匀变形在温度较高的帽形孔中完成。在轨形切孔中,使头底总变形量及头底上下部分的变形量大致相等。

3.7.3 轨形孔自重扭转

轨形孔的自重扭转与 950 梯形孔扭尾相似。除减少孔型配置斜度与轧件在辊道上的斜度差外,还在长腿长宽度小的前几个轨形孔中减小长腿的设计长度。长腿减少的长度按一定量加在短腿上,通过近终轨形孔的强行压下来增加长腿的长度。

3.7.4 移钢倾翻

其方法同 3.7.3,通过增减腿的长度解决。

3.8 轧辊孔型配置

(1) 800/850 轧机轨形孔均采用斜配。根据轧辊辊身长度及孔型的磨损程度确定不同轧机轧辊孔型配置数目。

800 I 架轧机配 2 种帽形延伸孔(1、2 孔)和轨形切深孔(3 孔)。其中,1 孔配置 1 个孔型,2 孔及 3 孔各配置 2 个孔型。

800 II 架轧机配置 3 种轨形延伸孔(4、5、6 孔),其中,4 孔配置 1 个孔型,5 孔和 6 孔各配置 2 个孔型。

850 轧机配置 3 个成品的精轧孔型。

(2) 950 轧机按 50AT 轨配置 2 个箱形孔、1 个梯形孔和 2 个帽形切深孔。

(3) 为提高试制成功率,在 800 II 架和 850 轧辊上,设计了多个孔型方案的组合。

4 试制效果

工艺设计中,针对孔型系统的缺陷及断面复杂性,利用计算机辅助设计,优化了参数,确定了一次试轧成功,仅用 19 天时间完成高速 60AT 轨的开发。从轧制过程看,950 梯形孔出钢“扭尾”、轨形切深孔变形扭转、轨形孔自重扭转及机架间移钢倾翻均得到解决,基本上克服了 50AT 轨孔型系统带来的缺陷。同时断面形状精度及表面质量也达到了高速 60AT 轨的要求。

6000 余吨高速 60AT 轨生产中,热区平均班产达 174 支,冷区加工班产平均达 350 支,合格率达 75.5%,均与高速 60kg/m 线路用轨生产指标相当。

5 结论

(1) 通过合理的轧制工艺设计,仅用 19 天时间开发成功高速铁路用 PD₃60AT 轨,高速轨合格率达 75.5%。

(2) 针对孔型系统的缺陷及断面复杂性,利用计算机对设计参数进行了优化,克服了孔型系统带来的 950 梯形出钢“扭尾”、轨形切深孔变形扭转、轨形孔自重扭转及机架间移钢倾翻等问题。