



高线无孔型轧制难点分析及解决措施

肖立军,王长生,周志军,马长亮,李大伟
(山东石横特钢集团有限公司,山东 肥城 271612)

摘要:石横高线通过对无孔型轧制生产过程中的难点分析,采用合理料型设计、改进导卫、增设刻痕装置和方法设计、轧辊水冷装置改型等,解决了无孔型轧制过程中的咬入难、轧制稳定性差、轧制缺陷、轧辊冷却难度大等诸多技术难题,成功实现无孔型轧制技术在高线生产线的稳定生产,成材率由98.55%提高到98.81%,轧辊消耗由0.254 kg/t降低到0.10 kg/t,年降低工艺更换时间11 460 min。

关键词:高线;无孔型轧制;技术难点;咬入;稳定性

中图分类号: TG335.6³

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2012)03-0018-02

1 前言

山东石横特钢集团有限公司2004年9月建成投产的摩根六代机型(带有减定径机)高速线材生产线(简称石横高线),产品规格为 $\phi 5 \sim \phi 25$ mm,设计年产量50万t,最小保证速度112 m/s。主要生产品种为 $\phi 6 \sim \phi 10$ mm超细晶粒带肋钢筋盘条、硬线钢、轴承钢、易切削钢、焊丝钢等。粗中轧1~14架为高刚度短应力线立交替轧机,15~30架为摩根六代全连续无扭轧机。

自2009年开始,石横高线开始致力于无孔型轧制工艺技术开发,经过1 a多的时间,通过技术改进,解决无孔型轧制过程中的咬入难、轧制稳定性差、轧制缺陷、轧辊冷却难度大等诸多技术难题,成功实现无孔型轧制技术在高线生产线的稳定生产。

2 无孔型轧制难点分析

2.1 轧辊咬入条件差

石横高线用坯断面尺寸为165 mm \times 165 mm,为同类型机组国内外最大钢坯断面。采取无孔型轧制工艺,轧辊直径下降明显,最大降低100 mm,轧件咬入角增加,咬入条件恶化;高线采取低温开轧工艺,1#飞剪设计能力偏小,限制了6#轧机轧出断面不能太大;光面轧辊咬入能力比孔型轧辊小30 mm左右。根据轧制理论^[1],小截面轧机光滑辊最大咬入角 $22^\circ \sim 24^\circ$,箱型孔道次孔型辊最大咬入角 $28^\circ \sim 34^\circ$,光面辊允许最大咬入角低 6° 。国内有采取表面堆焊的办法改善光面轧辊咬入的方式,而优特钢生产不允许采取这种方式。

收稿日期:2012-01-04

作者简介:肖立军,男,1977年生,1999年毕业于沈阳大学金属压力加工专业;2007年毕业于辽宁科技大学材料科学与工程专业。现为山东石横特钢集团有限公司轧钢厂技术科科长,高级工程师,从事轧钢工艺技术工作。

2.2 轧制稳定性不好

孔型轧辊自身对轧件有找正和夹持扶正作用,而无孔型光面轧辊对轧件无任何找正和夹持扶正作用,这样控制转钢只能依靠合理的料型宽高比设计和导卫功能,而轧件横移只能依靠进口导卫和出口导卫的间隙设计和安装来保证。如何做到不倒不扭,是料型设计、导卫设计的关键。

2.3 料型宽展控制难度大

孔型轧辊的轧件宽展为孔型限制宽展,而无孔型光面轧辊的轧件宽展由滑动宽展、翻平宽展、鼓形宽展3部分组成。鼓形宽展又有单鼓形和双鼓形之分,且不同的压下量3部分的组成有差别,新轧辊和旧轧辊轧件的宽度差别变大,没有现成的料型宽展模型可以直接使用。这也造成轧机之间张力设定难度增大。

2.4 轧制缺陷难控制

根据有关研究,无孔型轧制易发生角部尖化现象^[2],双鼓形凹面中心易产生纵向拉应力微裂纹。采取何对策从而使产品尤其是优特钢棒线材符合下游用户的要求成为难点之一。

2.5 轧辊冷却难度大

孔型轧辊冷却水基本可以控制在轧槽内,而无孔型轧辊冷却水沿辊面流失,轧辊实际冷却效果下降。冷却水沿辊面流下后,使轧机轴承密封难度增加,轧辊冷却装置需改造。

3 解决措施

3.1 合理设计料型尺寸

石横高线粗轧机组带孔型轧制时的轧制特点为:轧辊直径为 $\Phi 610 \sim \Phi 520$ mm,使用边长为165 mm的连铸坯,6#轧机断面为 $\Phi 71$ mm,6机架的总延伸系数达到6.88,平均延伸系数为1.379,相邻机架间的中心距为2.25 m,1#、2#轧机主电机功率为400 kW,3#~6#轧机主电机功率为600 kW。

上述特点决定了:1)受相邻机架间中心距的影响,设计无孔型宽展模型时要考虑适当的宽高比值,否则,轧制咬入角过大,强迫咬入力太大,可能导致轧件隆起堆钢。2)受1[#]、2[#]轧机主电机功率的限制,轧件宽展设计不能使用“RER”圆边矩形轧制

方法,否则电机负荷将不能满足生产要求。

基于以上条件,轧件断面设计为矩—矩形状,这样就既可以保证断面的合理压下设计,又可保证轧制的稳定运行,且设备也无需进行改造。各架次无孔型料型尺寸见表1。

表1 各架次对应的无孔型料型尺寸 mm×mm

架次	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]	10 [#]	11 [#]	12 [#]	13 [#]
料型	118×182	115×140	75×150	85×93	52×117	63×72	37×88	47×54	28.5×69.5	37.5×40.5	23×55	31×32.4	20×42

3.2 改进导卫

导卫设计原则是保证轧件不倒不扭,顺利咬入轧辊。摸索合理的进口滑动导卫装置与轧件的配合间隙,解决奇数道次转钢问题。

改进后的无孔型轧制滑动进口导卫装置,是在现有滑动进口导卫装置的上下夹持部位加工缺口,缺口上安装耐磨块;将导卫装置靠近轧辊端的直线段向轧辊方向延伸,使导卫装置端头与轧件变形区边界线平齐;导卫装置内腔与轧件空隙设计为5~10 mm。滑动进口导卫磨损后只需更换耐磨块,避免了导卫整体报废,提高了在线使用寿命,避免了轧制脱方和转钢现象,提高了产品质量。

改进后的无孔型轧制滚动导卫是在现有滚动导卫装置的前端加装鼻尖,鼻尖的头部靠近轧辊。安装结构是在滚动式导卫装置的前端加工4个螺孔,鼻尖的形状是加工有唇口的人字型,人字型的2腿加工有与4个螺孔相匹配的裸孔,通过螺孔和裸孔用螺栓固定。当轧制时,轧件从鼻尖的唇口中吐出,由于鼻尖的支托作用,避免了轧件倾翻,控制了脱方和转钢问题。2架轧机由滑动导卫改偏心轴式滚动导卫,导卫寿命由8 000 t提高到30 000 t,实现了与轧槽寿命完全匹配。

3.3 设计轧辊刻痕工艺和刻痕装置

为解决大断面(165 mm×165 mm)钢坯的咬入问题,设计轧辊刻痕工艺方法和刻痕装置。刻痕深度为0.5~1 mm,远低于国家标准对连铸坯表面≤2 mm的裂纹深度要求。通过轧辊刻痕工艺,在保证产品质量的前提下很好地解决了大断面连铸坯和全连轧非脱头大间距布置轧机无孔型轧制的咬入问题。

3.4 轧辊水冷装置改型

原管型冷却水管由于孔型自身对于冷却水的包裹效应对于孔型轧制是适宜的,但应用于无孔型轧制则会造成冷却水的利用率降低、冷却效果变差并造成轧机轴承进水,导致轴承提前烧损。为此,将冷却水管由管型改为板型,并对冷却水管进行4面包围性密封改造,减少了冷却水的自由流失问题,解决了轧辊冷却和轴承烧损难题。

3.5 优化轧制工艺,治理钢材表面缺陷

对大量6[#]、12[#]料分析发现,双鼓型料凹槽处有线状微裂纹,该微裂纹是由于附加拉应力造成的。石横高线优化无孔型轧制工艺,把粗中轧机组末架改为孔型,即采用“1~5架无孔型轧制+6架圆形或立椭圆形孔型轧制+7~11架无孔型轧制+12架圆形孔型轧制+13架无孔型轧制+14~成品架孔型轧制”轧制工艺。进行表面质量要求非常高的易切削钢的生产实践表明,生产的钢材表面质量良好。实践证明,机组末架次改为圆形或立椭圆形孔型可以避免和消除坯料的拉应力微裂纹。

3.6 制定工艺制度

制定《1~12架无孔型轧制换辊换槽制度》、《1~12架无孔型轧制轧机调整方法》、《车间无孔型轧制用孔制度及磨孔标准》等有关制度,使得翻平宽展和鼓形宽展稳定,最终实现了料型稳定。

4 改进效果

无孔型轧制项目实施后,石横高线主要技术经济指标明显提升,成材率由98.55%提高到98.81%,轧辊消耗由0.254 kg/t降低到0.10 kg/t,年降低工艺更换时间11 460 min,工艺故障率降低影响作业率提高1%。同时,在高线生产中首次研发成功下列两项技术并用于工业生产。

1)使用大规格(165 mm×165 mm)方坯在非紧凑式小型棒材和高线连轧机1~13架上实现了无孔型轧制工艺的工业化应用,分别生产φ10~φ32 mm和φ5.0~φ22 mm规格产品。

2)在高线连轧机上通过“1~5架无孔型轧制+6架圆形或立椭圆形孔型轧制+7~11架无孔型轧制+12架圆形或立椭圆形孔型轧制+13架无孔型轧制+14~成品架孔型轧制”工艺配置,避免了全无孔型轧制产生的坯料表面微细裂纹缺陷,为优特钢棒线材采用无孔型轧制工艺生产消除了质量瓶颈。

参考文献:

- [1] 康永林.轧制工程学[M].北京:冶金工业出版社,2004.
- [2] 梁爱生.小型连轧及近终型连铸500问[M].北京:冶金工业出版社,1995.

(下转第22页)

15°，目的在于避免水射流相互干涉抵消能量；喷头均与钢坯前进方向逆向安装，重叠量均为6 mm。

3.7 高低压水管选型

1) 高压水输送管。当水压20 MPa时，高压管道流速不能超过4.5 m/s。根据经验，管道的流速(v_g)一般限制在3~4 m/s，取4 m/s；体积流量(w_g)根据泵的理论流量38 m³/h乘以效率(e)，取36 m³/h，高压管子内径(d_g)按下式计算^[1]： $d_g=1.13\sqrt{w_g/v_g}$ ，即56.5 mm。取高压管内径为65 mm。按GB 8163-87要求，选取流体输送无缝钢管，壁厚12 mm。

2) 低压供水管。取体积流量40 m³/h，略大于泵的理论流量。低压供水一般水流速度为2 m/s。用与高压管相同的计算公式，计算^[2]得低压管内径为84 mm。取低压管内径为100 mm。按GB/T 3091-1993要求，选取输送流体用焊管，壁厚7 mm。

4 结 语

高压水除鳞系统投用3 a多来，运行稳定，氧化

铁皮去除效果好，钢材表面质量和轧辊孔型使用寿命显著提高，且系统具有以下先进技术：1) 高压泵动力端的曲轴采用4点支承的独特结构设计，增强了在交变载荷工作条件下抗冲击的能力，保证高压泵运行平稳，克服了因受力不均而引起的磨损。2) 高压密封是由5种软硬不同的密封材料组合而成的自紧式密封，结构形式新颖。3) 柱塞杆由碳化钨和不锈钢等粉末冶金材料压制烧结而成，使用寿命达12个月以上。4) 喷嘴采用红宝石镶嵌，使用寿命可达2 a。5) 多边形除鳞环采用锻造不锈钢块经亚弧焊加工而成，前倾角和旋转角定位焊接方便，从而保证了高压水喷射角度准确，提高了鳞皮除尽率，并且使用寿命大幅提高。

参考文献：

- [1] 机械设计手册编委会. 机械设计手册第二卷[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 11-19.
- [2] 缪树启, 刘焱, 王萍辉, 等. 高压水打击力对钢坯除鳞效果的研究[J]. 冶金设备, 2009(4): 1-5.

Process Parameter Design and Application of High Pressure Water Descaling Device

LI Dong-du, YAO Xiao-feng, SU Bin-fang

(The Special Steel Division of Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271105, China)

Abstract: This article introduced the process parameter design of high pressure water descaling unit for Laiwu Steel's small alloy steel production line. The system scheme was: plunger type high pressure pump + frequency converter + descaling valve + water spraying device. The descaling mode was periodic and intermittent spray descaling. Determined descaling water pressure is 18 MPa and the water jet speed is 188 m/s. According to different specifications of steel billet, the sprayers of designed 2 groups of descaling ring are respectively 12 and 10. Temperature drop check showed that allowable descaling time was 10.3 s (is greater than the actual descaling time 3 s). Application showed that the system is stable in operation, descaling effect is good.

Key words: alloy steel production; high pressure water descaling; parameter design; discontinuous sprinkling

(上接第19页)

Difficulty Analysis and Solving Measures of Pass-free Rolling Technology for High Speed Wire Rod

XIAO Li-jun, WANG Chang-sheng, ZHOU Zhi-jun, MA Chang-liang, LI Da-wei

(Shandong Shiheng Special Steel Group Co., Ltd., Feicheng 271612, China)

Abstract: Through the difficulty analysis in pass-free rolling for high speed wire rod, Shiheng Special Steel adopted a series of measures such as reasonable material type design, guide improvement, setting notch device and method design and roll water-cooling device remodeling, so solving many technical difficulties such as biting hard, poor rolling stability, rolling defects and large cooling difficult for roller, and achieving stable production of the pass-free rolling technology in the high-speed wire rod production line. The qualified product ratio increased to 98.81% from 98.55%, the roll consumption decreased from 0.254 kg/t to 0.10 kg/t, and the process change time was reduced by 11 460 min per year.

Key words: high speed wire rod; pass-free rolling; technical difficulties; bite; stability

