

Φ10mm 带肋钢筋四线切分轧制 技术的开发与应用

袁永文

(山东石横特钢集团轧钢厂, 山东 肥城 271612)

摘 要:介绍了 Φ10mm 热轧带肋钢筋四线切分工艺孔型系统的设计、导卫系统的选择以及轧制过程中调整操作要点。同时,介绍了山东石横特钢集团轧钢厂 Φ10mm 带肋钢筋四线切分轧制的技术经济指标,经济效益显著。

关键词:带肋钢筋;切分轧制;孔型设计;导卫选择;调整操作

中图分类号: TG335.64 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-9996(2009)02-0028-04

Development and Application of Four-stands Splitting Rolling Technology for Φ10mm Ribbed Bar

YUAN Yong-wen

(Shandong Shiheng Special Steel Group, Feicheng 271612, China)

Abstract: The pass design, guide and guard selection and adjustment operation key points during rolling process were introduced to produce Φ10mm ribbed bar by four-stands splitting rolling technology. Meanwhile, the economic indexes of production were introduced too, and good effects were obtained.

Key words: ribbed bar; splitting rolling; pass design; guide and guard selection; adjustment operation

1 前言

山东石横特钢集团轧钢厂棒材生产线始建于2004年,2005年5月投产,设计生产能力60万t/a,终轧速度16m/s。经不断创新改进,目前该生产线实际生产能力已超过100万t/a,产品为Φ16~Φ32mm热轧带肋钢筋和Φ16~Φ42mm圆钢,钢坯设计规格150mm×150mm×1200mm,经改造现采用165mm×165mm×12000mm钢坯。该生产线加热炉为双蓄热步进梁式,原设计最大冷坯加热能力120t/h,改造后冷坯加热能力为150t/h,全线共有18架高刚度短应力线轧机,平立交替布置,其中16#、18#轧机为平立交替式。冷床为锯齿步进式,有效面积为96m×12.5m^[1]。

初始设计Φ16mm带肋钢筋为二线切分生产,其余规格为单线生产。随着市场形势的变化,

山东石横特钢集团逐步转向生产小规格材,并先后开发了Φ14、Φ12mm带肋钢筋二线切分、三线切分工艺,以及Φ12mm带肋钢筋的四线切分工艺。2007年9月份着手开发Φ10mm带肋钢筋四线切分工艺,2007年底首次试轧取得成功。

2 Φ10mm 热轧带肋钢筋切分工艺设计

2.1 四线切分工艺特点

切分轧制技术随着切分数量的增加,其难度成倍增加,二线切分技术相对容易,三线切分对孔型设计、导卫设计、调整要求增加,难度加大,切分后3线相互影响,但仍可通过料型调整控制3线尺寸差^[2-4]。四线切分由于中间2线完全依赖于孔型设计、加工精度,孔型、导卫设计难度更大,且一旦中间2线尺寸差别大,基本无法调整,故对孔型设计及加工要求严格。

此外随着轧制规格的减小,切分难度加大。

收稿日期:2008-10-06

收修改稿日期:2008-12-03

作者简介:袁永文(1972-),男(汉族),山东泗水人,工程师,轧钢厂副厂长。

$\Phi 10\text{mm}$ 小规格材切分轧制中,中间轧件轻微的变化都将影响成品材的尺寸、线差大小,影响轧制过程的稳定性,轧件切偏、顶出口、不进等故障明显增多,且对切分后辊道设计、加工装配精度要求严格,否则将经常出现辊道扎钢、乱钢等故障。故目前国内 $\Phi 10\text{mm}$ 带肋钢筋的四线切分轧制技术应用较少,能成熟稳定生产的厂家更少。

在四线切分工艺孔型设计中,有2种思路^[5]:一种是在轧机架次允许的前提下,设计2道

预切分孔型,1道切分孔型,见图1a,即 K_1 、 K_2 孔为成品孔、成品前孔, K_3 孔为切分孔, K_4 孔为预切分孔Ⅱ, K_5 孔为预切分孔Ⅰ, K_6 孔为扁孔。此思路可分配预切分道次轧制负荷,但故障点增多,能耗增加。另一种是设计1道预切分孔型和1道切分孔型,见图1b。该思路采用 K_1 、 K_2 孔为成品孔、成品前孔, K_3 孔为切分孔型, K_4 孔为预切分孔型, K_5 孔为箱孔。此思路轧制道次少,能耗低,故障点少。

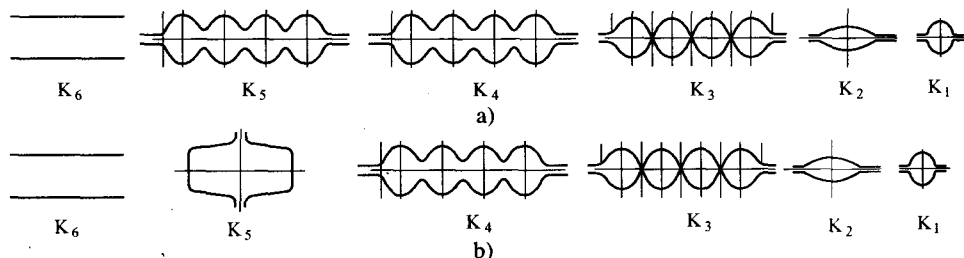


图1 四线切分孔型设计思路

a) 设计2道预切分孔; b) 设计1道预切分孔

利用导卫装置实现4根并联轧件的分开设计中,也有2种思路:一种思路为“一分三,三变四”,如图2a,即轧件在 K_3 切分道次轧出进入切分导卫后,切分导卫先以三线切分的思路把轧件中间两根看为一根用切分轮把两边2线轧件切开,然后再把中间两根并联轧件看成二线切分,借切分轮把中间两轧件分开,完成“一分三,三变四”的四

线切分过程。另一种思路为“一分二,二变四”。如图示2b。即轧件经 K_3 切分孔型进入切分导卫后,导卫装置先以二线切分的思路以中间为线把两边2根轧件看成“1”根轧件,利用二线切分原理把四线并联轧件分成2根2联轧件,之后对2根2联轧件分别用二线切分导卫切分原理分开,完成“一分二,二变四”切分过程。

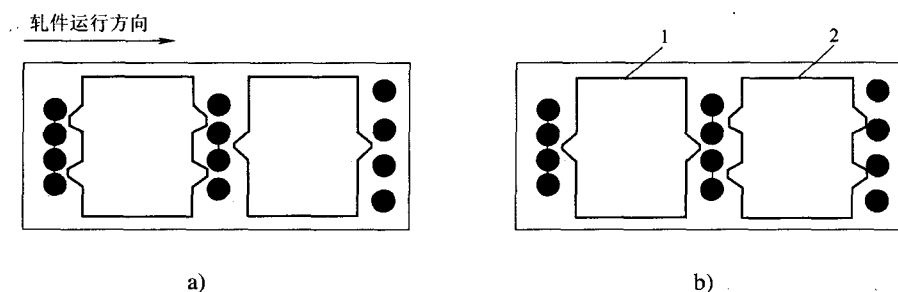


图2 导卫装置对轧件切分的设计思路

a) 一分三,三变四; b) 一分二,二变四

1—前排导轮; 2—后排导轮

四线切分工艺对各机架导卫装置的设计、制造、安装要求很高,切分导卫内部各零部件设计十分关键,加工精度要求高,引导嘴、前、后切分轮,引导板等直接影响轧件能否顺利进入切分轮和导出切分导卫,成品及成品前导卫四线的制造、安装

必须一致,否则,一线出现故障,会造成整条生产线停产。

2.2 孔型系统

该棒材生产线共18架轧机,采用 $165\text{mm} \times 165\text{mm}$ 方坯,考虑到道次限制及切分孔型设计两

中国

魔

环

导

卫

浙江沪环机械有限公司

TEL:0576-7552101 Fax:0576-7552616

种思路的优缺点,选择第 2 种孔型设计思路,即采用:“单道次预切分”设计孔型系统。孔型系统如

图 3 所示。

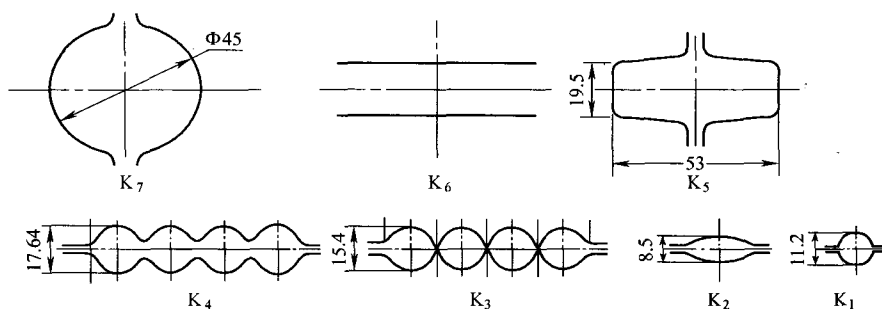


图 3 Φ10mm 带肋钢筋四线切分轧制孔型系统

孔型系统设计如下:

(1) K_2 采用浅椭圆孔型。

(2) K_3 为切分孔,由 4 个并联孔构成。其作用是对轧件 4 线料型进行规整,形成 4 联体轧件。此道次延伸系数最佳范围为 1.10~1.25,设计要点是切分楔角度、切分带厚度、基圆尺寸。切分带厚度必须控制在 0.8~1.0mm 之间,若切分带过厚过宽,则在 K_2 道次压不合,造成成品孔型较早出现轧痕,同时切分轮受力过大,出现导卫烧轴承事故;若切分带过薄,则可直接被碾到 K_2 料表面,在成品道次出现折叠现象。切分楔角度设计为 $50^\circ \sim 60^\circ$,切分楔圆角半径 r 设计为 0.70~1.0mm,若 r 过小则切分楔强度不够。

(3) K_4 为预切分孔型,此道次延伸系数最佳范围为 1.25~1.35。在设计时,考虑稳定性等因素,中间 2 线面积比两侧略大,一般大 6%~8%。切分楔设计也非常关键,两楔间距过小,此处压下系数远大于槽底压下系数,造成磨损严重;而间距过大,会造成切分孔切分楔磨损过快,甚至崩槽,在成品表面形成折叠。预切分楔角度设计时应考虑与 K_3 孔切分楔角度的配合及耐磨性,一般设计为 $75^\circ \sim 85^\circ$,切分楔圆角半径 r 一般设计为 1.0mm,若 r 过小则切分楔强度不够。

(4) K_5 为立箱孔型,侧壁斜度直接设计为 0.10,圆角半径 R 设计为 3mm,槽底宽设计为 13~14mm,槽口宽设计为 16.75mm。

(5) K_6 孔型为平孔。

(6) K_7 孔型直接设计为圆孔、以利于 6# 机架的稳定咬入。

2.3 导卫系统

导卫系统的设计如下:

(1) K_1 进口采用滚动导卫,4 线导卫可单独调整,导卫前端加鼻尖,出口采用导管。

(2) K_2 进口采用滑动导卫,4 线可单独调整,出口导卫采用扭转导卫,单线可调,从而弥补孔型加工、孔型磨损、轧件单线故障处理等难题。

$K_1 \sim K_2$ 间采用 4 线导槽,计划改进为 4 线活套器。

(3) K_3 采用切分导卫,采用“一分三,三变四”形式,切分轮楔尖距离与切分孔型楔尖距离基本一致,切分轮楔角角度应比孔型楔角大 $15^\circ \sim 20^\circ$ 。因此严格地说,轧件在切分轮中是被“撕”开,而不是被“切”开的。否则将造成切分故障。

切分装置引导嘴设计成孔型形状,楔尖距离与孔型一致,但高度不能太大,否则将造成引导嘴粘铁。

分料盒与前部切分总成、后面与导槽对应,以免产生堆钢故障。

$K_2 \sim K_3$ 间采用导槽,以利于轧件的疏导。

(4) K_4 预切分孔进口采用双排滚动导卫,出口采用滑动导卫。

(5) K_5 扁箱孔进口采用滚动导卫,出口为滑动导卫。

(6) K_6 平孔进出口均采用滑动导卫。

在 $K_3 \sim K_4$ 、 $K_4 \sim K_5$ 、 $K_5 \sim K_6$ 、 $K_6 \sim K_7$ 均采用单线活套器。

3 四线切分生产控制、装配要点

3.1 生产操作总结为 8 字诀

(1)“料”:首先料型尺寸精度要高(中轧料型

波动不超过0.5mm,精轧料型波动不超过0.3mm)、形状规矩并具有高对称性、料不扭不错、辊缝一致,前后道次料型要匹配,确保15#轧机料型尺寸、表面质量及对称性。

(2)“中”:即对中,一是各架轧机的轧制线要对中(方法有光源对中法和绳线对中法),二是每架轧机的进口、轧槽、出口要对中(尤其是16#轧机的切分出口导卫要对中,方法是反向找中法),生产过程中对4线料型差的调整也要确保导卫横移对中。

(3)“隙”:各架轧机的进出口导卫的开口度要求极其严格,粗轧为2~3mm、中轧为1.0~1.5mm、精轧为0.1~0.5mm。中、精轧区要严格用标准样料调整,尤其是要严格执行14#、15#、16#轧机的进出口间隙标准,确保16#轧机切分后料型对称,并能较好地消化由切分原理产生的镰刀弯现象。

(4)“张”:即张力,前11架轧机是微张力轧制,通过电流曲线法、钢棒敲击法、曲线观察法将前11架轧机的张力控制到最小,为精轧区轧制创造好的基础条件;11#~18#轧机是无张力轧制,套量设定、套量稳定性、冲击速降补偿很重要,16#~18#轧机之间活套在四线切分试轧初期一般不投入,主要依靠CP2操作来解决。张力调整的目的之一是对轧槽磨损进行动态补偿。

(5)“水”:即冷却水,轧槽的冷却效果、导卫尤其是切分轮切分刀的冷却是保证稳产高产的重要条件。

(6)“齐”:即4线料型差,应最大限度地减少4线料型差,4线料型差与调整有关、与孔型设计

有关;4线料型差关系重大,是生产稳定、高负差率、提高齐头效果、避免冷床入口波浪弯的前提。

(7)“温”:即钢温,一是开轧温度要稳定,波动范围控制在50℃内,最高温度应小于1080℃,以避免切分温度及温升过高。这与切分轧制工艺本身所带来的组织变化、成分变化、温度变化密切相关的。

(8)“扭”:即17#轧机出口扭转导辊的角度,要做到4线扭转角度一致,且扭转角度与间隙匹配合理。

3.2 装配和加工3字要诀

(1)“刚”:轧机径向刚性要高,弹跳小于0.2mm;轧机轴向刚性要高,轴窜小于0.05mm;轧机进出口横梁要牢固,横纵向位置始终如一。

(2)“精”:轧机装配精度、导卫装配精度要高,16#机架出口切分箱的装配要有严格制度,严格确保轧机及切分箱各连接件的高精度连接;15#~18#机架轧槽加工精度要高,横向位置偏差小于0.05mm,轧槽尺寸偏差要小于0.05mm,轧辊的端跳值、径跳值、同轴度要小于0.05mm,17#~18#机架轧槽必须用连体样板验收,15#~18#机架各线轧槽对正性要好。

(3)“洁”:轧机轴承、导卫轴承的清洁度要保证可靠,进出口导卫梁工作面要光洁,导卫纵调、横调要灵敏,油气润滑管路要畅通。

4 Φ10mm 热轧带肋钢筋开发效果

自2007年12月首次开发成功,经3次试轧、总结、优化,Φ10mm带肋钢筋四线切分工艺生产走向成熟,2008年上半年生产Φ10mm带肋钢筋6万t,技术经济指标见表1。

表1 Φ10mm带肋钢筋四线切分技术经济指标

综合成材率/%	机时产量/t·h ⁻¹	电耗/kWh·t ⁻¹	定尺率/%	煤耗/kg·t ⁻¹	作业率/%
103.2	113	95.9	99.50	32.5	86.05

Φ10mm带肋钢筋四线切分轧制技术的开发,为山东石横特钢集团增加了效益增长点,解决了连轧棒材线生产Φ10mm小规格带肋钢筋效率低、经济效益差的缺点。

参考文献:

[1]陈立勇,柴建铭,袁永文,等. BHRB600 热轧高强韧树脂锚杆钢筋的开发[J]. 轧钢,2007,24(4):66-69.

[2]李公达,杨乐彬,朱国民. 小型半连轧Φmm钢筋三切分轧制工艺[J]. 轧钢,2008,25(3):58-59.

[3]朱正勤,鲁兴宏. 三线切分孔型系统中预切分孔的设置[J]. 轧钢,2006,23(3):62-63.

[4]徐海仁. Φ10mm带肋钢筋三切分轧制工艺控制要点[J]. 轧钢,2005,22(5):24-25.

[5]夏朝开,杨延,周汝文. 棒材线切分轧制技术的开发与应用[J]. 轧钢,2004,21(2):32-34.