

·生产技术·

完善济钢 1700mm热连轧生产工艺的探讨

贾泽民,刘韶山

(济南钢铁集团总公司热连轧厂,山东济南250101)

摘要:介绍了济钢1700mm热连轧生产线的主要工艺设备情况,结合目前国内外热连轧先进技术的应用情况,为进一步提高产能、降低能耗、扩大品种、提高产品实物质量等,提出了增加3#加热炉和3#卷取机以充分发挥轧机能力、采用飞剪优化剪切技术、热轧润滑轧制工艺、完善热轧板形控制系统、尽快增加平整分卷配套工序等工艺改进的主要技术路线。

关键词:热连轧机;工艺完善;润滑轧制;优化剪切

中图分类号:TG335.5*6

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2006)04-0017-03

1 济钢 1700mm 热连轧工艺设备概况

济南钢铁集团总公司(简称济钢)热连轧生产线由鞍钢总承包,采用了国内首家具有自主知识产权的鞍钢ASP(Angang Strip Product)生产工艺和技术,工艺先进、合理,项目于2004年11月6日奠基开工,2006年1月16日一次通板成功。热连轧形成规模产量后将为后序的冷轧、镀锌等工序提供足量优质原料卷,提高济钢薄板系列产品的附加值和档次,多品种规格的商品板材对全面优化济钢的产品结构,增强济钢市场竞争力,实现“十一五”规划具有重要意义。

1.1 产品及原料

产品为热轧钢卷,钢种主要有:低碳钢、优质碳素结构钢、低合金钢、耐候钢、管线钢。带钢厚度1.5~12.7mm,带钢宽度900~1550mm,钢卷重量最大27.8t,钢卷内径762mm,钢卷外径1000~2000mm,单位宽度卷重最大18kg/m,设计年产量250万t。原料板坯由济钢第三炼钢厂2#、3#连铸机提供,标准板坯厚135mm,最厚可达150mm,板坯长度12.9~15.6m,坯重最大28.3t。板坯由连接辊道800以上热送热装。

1.2 主轧线设备组成

轧线主要设备有:两座步进梁式长板坯加热炉,一架带立辊四辊可逆式粗轧机,一台切头飞剪,六机架精轧机组,一套带钢层流冷却装置,两台地下卷取机,一套钢卷检查线,一套钢卷运输系统及自动打捆、喷印系统等。

1.3 采用的主要先进技术

连铸坯直接热装(CC-DHCR),带坯宽度自动控制(H-AWC),精轧机全液压下(H-APC),厚度及

板形控制(H-AGC、弯辊AFC、板形FF-ASC),自由轧制技术(WRS),卷取机自动跳步控制(AJC),电机全交流化、主传动全数字化控制,两级自动化控制系统(预留三级)。

1.4 1700mm 热连轧工艺仍需完善

济钢1700mm热连轧采用了鞍钢1700ASP生产工艺和技术。鞍钢ASP热轧生产线是在“少投入、快产出、高效益”的原则下考虑设备利旧的改造项目,受当时条件限制,当今在热连轧机组上应用已较为成熟有效的一些先进工艺和技术并未采用。因此,进一步完善济钢1700mm热轧工艺,提升装备水平,扩大品种,提高产能仍有很大空间,尽早开展这方面的研究,确定方案择机实施,将使1700mm热连轧工艺及装备水平进一步提高,更好地发挥热连轧生产线的综合效益。

2 1700mm 热轧线工艺分析及改进建议

学习研究国内外热连轧厂在新建和改造时采用的新技术、新工艺,在认真分析1700mm热连轧设计工艺水平的基础上,提出进一步完善济钢热连轧工艺水平的主要思路。

2.1 增加3#加热炉和3#卷取机

一般来说,热连轧厂进入正常生产阶段,随着系统逐步稳定、作业率提高和各工序能力的挖潜,实际产能均会超过设计产能,但产能到一定水平进一步提高的余地不大。按设计的两座加热炉、两台卷取机,预计整个系统稳定运行后通过挖潜年产能可突破300万t。通过济钢1700mm轧机负荷能力和工序小时能力计算可知,2.0mm以下带钢生产的瓶颈工序在精轧,2.0mm以上带钢生产的瓶颈工序在加热炉。而2.0mm以上产品占总产量的90%以上,轧制2.0mm以上规格时粗轧机、精轧机小时能力基本相当,约为680th,而此时两座加热炉的供坯能力仅为408th,严重制约轧机能力的发挥。为充分发挥轧机能力,进一步提高轧机负荷率,可增加3#加热炉,提

收稿日期:2006-04-24

作者简介:贾泽民(1966-),男,山东菏泽人,1989年毕业于昆明工学院热能工程专业。现为济钢热连轧厂高级工程师,主要从事人力资源管理等工作。

高加热能力；同时为适应轧机能力和轧制节奏的提高，还需增加3#卷取机。目前济钢正同步进行提高上游铸机能力的工作，若增加3#加热炉和3#卷取机后，且铸机供坯能力满足轧线需要，则1700mm热轧年产量可望达到400万t以上，相当于一条以200mm以上厚度板坯为原料、1700mm 3/4连轧机组的生产能力。

2.2 采用润滑轧制技术

热轧润滑轧制工艺的原理是通过喷嘴将油水混合液以一定压力均匀地喷射到轧辊表面形成牢固的油膜，并咬入辊缝来改变辊面与带钢表面的摩擦状态，减小摩擦系数，使轧制力降低，由此带来多方面的综合效果。油水混合喷射分支撑辊和工作辊喷射两种。热轧润滑轧制技术有许多优势：

(1)降低轧制力。不同机架、不同规格、不同材质、不同油品、不同应用浓度轧制力降幅不同，一般降幅在10%~20%^[1]，见图1（Q235B，带钢规格3.0×1250）。

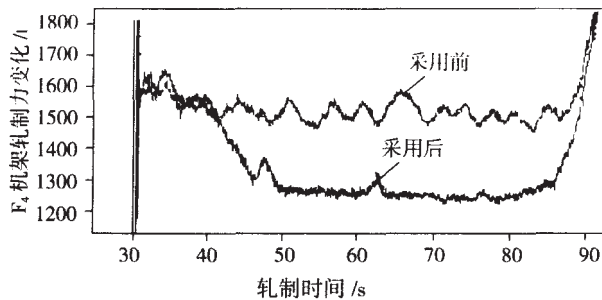


图1 某热连轧机组采用润滑轧制后F₄机架轧制力变化

(2)降低电耗。随着轧制力降低，电机的负荷也相应减小，从而降低了轧机电能的消耗。这也是热轧工艺润滑最直接产生经济效益的方面。

(3)延长轧制公里数。采用工艺润滑后，在轧辊表面形成的一层薄薄的氧化膜将工作辊与带钢隔开，在使轧制力明显降低的同时，轧辊磨损较为均匀，从而轧辊磨削量也明显减少，轧制公里数可延长，换辊次数减少，生产率得到提高^[2]。

(4)降低辊耗，减少磨辊费用。由于轧制公里数的延长，磨削次数的减少，辊耗降低，磨辊的各种费用也相应地减少。最直接的好处就是可以减少备辊的数量，提高资金的利用率，见图2。

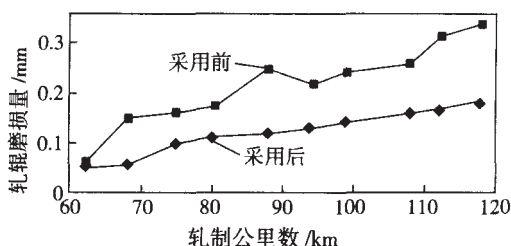


图2 某连轧厂采用润滑轧制前后轧辊磨损情况

(5)提高带钢表面质量。工艺润滑的应用有利于减少轧制过程中二次氧化铁皮的生成，从而可以提高冷轧的酸洗的生产效率，降低酸洗的成本。由于轧辊磨损的降低，提高了辊形精度，使轧制计划后期的产品表面质量得到提高。

(6)有利于轧制更薄规格产品。不采用工艺润滑，在轧制薄规格产品时轧机有剧烈振动现象，采用后振动问题明显减少甚至消失；采用工艺润滑前有些超薄规格不能轧制，采用后，为这些超薄规格的轧制提供了可能。

采用润滑轧制技术的效果已得到众多热轧企业的普遍认同，20世纪90年代后新建机组多数在设计时就考虑了润滑轧制工艺，如宝钢1580mm、鞍钢的1780mm、马钢CSP、涟钢CSP等，近年来原设计未采用此项技术的热轧线也都在增加润滑轧制系统，如宝钢2050mm、梅钢1422mm、攀钢1450mm、邯钢CSP，包括鞍钢ASP也早已开始润滑轧制工艺试验，并取得很大进展。目前，济钢已开始润滑轧制工艺技术交流和设备选型等工作。

2.3 飞剪采用优化剪切技术

济钢1700mm连轧线飞剪只有定长剪切功能（自动和手动），不能根据中间带坯头尾形状进行最佳化剪切，使连轧线成材率的提高受到限制。现有粗轧AWC功能除实现带钢自动宽度控制外，还能够通过SSC短行程控制，补偿带坯头尾失宽，更好地控制带钢头尾形状。在此基础上，飞剪系统采用优化剪切技术可以更有效地发挥优化剪切的作用。

实施优化剪切的主要技术路线，是在粗轧机出口侧增加中间坯头尾形状测量装置、中间坯速度测量装置，在飞剪入口侧的中间坯速度测量装置、扫描式中间坯检测器和飞剪控制器，构成中间坯优化剪切控制系统，即可实现高精度的中间坯头尾优化剪切。项目实施不需对现有飞剪机械、电气设备本体进行改造，只需带坯速度和头尾形状测量系统、跟踪系统和飞剪控制器与现有飞剪基础自动化系统能够进行数据交换，对现有飞剪基础自动化系统改动不大。优化剪切系统仍保留自动定长剪切和手动剪切功能。

飞剪优化剪切控制技术已日臻成熟，目前可进行系统设计的主要有加拿大的KELE、德国的PSYSTEME和国内的北京冶金自动化研究院。采用优化剪切和定长剪切相比，剪切精度提高，热轧成材率一般可提高0.2%。按济钢1700mm热轧设计年产250万t计算，每年可多成材5000t，直接经济效益可达1000万元以上。产能提高到350万t以上时效益更可观。

2.4 完善精轧板形控制系统

热连轧带钢的板形控制是指对带钢全长的凸度和平直度的控制。济钢 1700mm 热连轧板形控制系统包括二级模型设定(SSU)和一级板形控制功能(弯辊 AFC、板形 FF-ASC、串辊 WRS)。

完善的 SSU 设定功能是二级计算机根据板形控制目标、带钢材质、规格、辊形参数、轧制力和一定的板形控制策略给出弯辊力、串辊量的设定计算结果,在中间带坯进入精轧前下达给一级^[1]。一级参与板形控制的功能除弯辊 AFC、串辊 WRS 外,还有前馈 FF-ASC、反馈 FB-ASC。FF-ASC 的作用是 AGC 投用时,带钢全长的凸度和平直度能够锁定在头部设定值而不被 AGC 破坏。FB-ASC 是根据精轧末架后平直度仪的板形实测结果,通过反馈调节精轧最后一架或两架的弯辊力来控制板形的^[1]。因平直度仪对带钢板形的检测仅在卷取机与精轧末架建张前有效,且现阶段从平直度仪采集板形信息通过 FB-ASC 实现一级闭环控制的影响因素十分复杂,在实际使用中效果并不理想。

济钢 1700mm 板形控制系统设计时也未考虑反馈控制方式,对带钢板形的检测仪表也仅增设了凸度仪,没有配置平直度仪,造成操作人员和质量监测人员只能靠目视了解带钢的浪形情况,没有量化的带钢平直度数据积累,无法进行系统分析。因无平直度仪,更无法对带钢平直度的设计指标进行量化考核。鞍钢 ASP 项目在 2000 年改造时也未安装平直度仪,但出于进一步改善板形质量的考虑,后来增加了 IMS 公司的 Topplan 平直度仪。鉴于冷轧工序和市场对带钢板形要求越来越高,济钢 1700mm 应考虑增加一套平直度仪,以完善精轧板形控制系统,积累分析板形量化数据,优化 SSU 模型设定精度,提高带钢板形质量。

2.5 增加平整分卷机组

热轧工序生产的原生钢卷存在带钢头尾不规则、板形不十分平直、表面质量不理想等缺陷,平整分卷机组可进一步提高热轧钢卷的实物质量,增加产品附加值。

平整分卷机组的主要功能:去除热轧卷头尾及

局部不规则部分;通过 1%~4% 的轻压下矫正板形,调整钢卷单重,满足用户需求,改善热轧带钢力学性能和表面质量;可进行带钢全长表面质量和外观检查,为热轧工序反馈信息,对平整机工作辊进行特殊处理可生产对喷涂质量要求较高的毛化钢板,拓展品种^[2]。

平整分卷机组的主要控制功能:延伸率控制(AEC),液压辊缝控制(HGC),弯辊控制(BND),开卷对中控制(CPC),卷取边部控制(EPC),装备和控制水平高的平整分卷机组还可利用热轧线二级传来的带钢板形信息针对每个钢卷进行板形矫正。

平整分卷机组速度可达 400m/min 以上,目前国内热连轧厂后步工序几乎都配置了平整分卷机组,济钢在建设 1700 项目时已预留了平整分卷机组的位置,现阶段在积极快速调试热轧品种和功能、进一步完善热轧线工序的同时,应尽早着手平整分卷项目的前期工作,为进一步提升热轧产品质量和产品附加值奠定基础。

3 结束语

济钢 1700mm 热连轧整体工艺装备水平虽已达到现代化热连轧水平,但进一步扩大产能、扩大品种、提高产品质量的空间仍很大,目前,济钢有关部门已着手开展这方面的前期工作。在热连轧工艺技术不断完善的今天,超前研究,积极借鉴和采用国内外应用较为成熟的工艺技术,才能全面提升济钢 1700mm 热连轧的工艺水平,从消化吸收开始,为将来在热连轧工艺技术上的自主创新打下坚实的基础,更好地发挥热连轧生产线的作用。

参考文献:

- [1] 《中国金属学会第八届轧钢年会论文集》编写组.《中国金属学会第八届轧钢年会论文集》[A].中国金属学会,2004.
- [2] 《中国热轧宽带钢轧机及生产技术》编写组.中国热轧宽带钢轧机及生产技术[M].北京:冶金工业出版社,2002.
- [3] 镰田正诚,李伏桃,等译.板带连续轧制[M].北京:冶金工业出版社,2002.
- [4] 孙一康.带钢热连轧的模型与控制[M].北京:冶金工业出版社,2002.

Discussion about Perfecting the Production Technology of 1700mm Hot Strip Mill in Jigang

JIA Ze-min, LIU Shao-shan

(Hot Rolled Strip Plant of Jinan Iron and Steel Group General Company, Jinan 250101, China)

Abstract: The existing equipment condition and main production process of Jigang's 1700mm HSM Line and the essentiality of improving them are introduced. In order to improve the production capacity, reduce the energy consumption, enlarge product variety and improve the quality of the products, some improving suggestions are put forward combining the application of the advanced HSM technologies at home and abroad. These suggestions are: adding 3rd heating furnace and 3rd coiling machine for improving the productivity of hot rolling mill, adopting optimizing shear technology and lubrication rolling, perfecting the shape control system and adding hot coil separating line etc.

Key words: hot strip mill (HSM); technology integrity; lubrication rolling; optimizing shear