

## 热卷箱在 2250 热连轧不锈钢带生产中的应用

王 刚

(太钢不锈钢股份有限公司制造部,太原 030003)

**摘 要** 热卷箱是置于热连轧钢带生产线上粗轧机与精轧机之间,将中间坯卷取和开卷的一种设备。通过设备和工艺攻关,太钢 2250 热连轧生产线成功地应用热卷箱规模化生产热轧 2~5.2 mm 300 系和 400 系不锈钢带,提高了钢带的表面质量和生产效率。文中探讨了热卷箱应用于不锈钢带生产的优劣势和生产中易出现的划伤和花印等问题。

**关键词** 不锈钢带 热连轧 热卷箱 应用

## Application of Hot Coil-Box in Production of Strip of Stainless Steels by 2250 Hot Strip Mill

Wang Gang

(Production Department, Taigang Stainless Steel Co Ltd, Taiyuan 030003)

**Abstract** Hot-coil box is an apparatus located between roughing mill and finishing mill at hot continuous rolling production line to coil and uncoil the intermediate stripe plate. Hot rolled 300 series and 400 series stainless steel strips with 2~5.2 mm thickness have been successfully produced by using hot coil-box at Taigang 2250 hot strip production line with overcoming difficulties about equipment and process to increase surface quality of strip and production efficiency. The advantages and disadvantages for using hot coil-box in hot stainless steel strip rolling process and the problem occurred in rolling production such as scratch and hot coil-box marks of strip are discussed in this article.

**Material Index** Stainless Steel Strip, Hot Continuous Rolling, Hot Coil-Box, Application

热卷箱是设置于热连轧钢带生产线上粗轧机与精轧机组之间,将中间坯卷取和开卷的一种设备。自 1980 年世界上首台热卷箱在澳大利亚 BHP 公司西港厂宽带钢热连轧机组中投入运行以来,目前全球约有 50 余台热卷箱应用于热连轧生产<sup>[1]</sup>,热卷箱已发展成为热轧钢带生产中的一项成熟技术。20 世纪 80 年代以来,虽然国内多家钢铁企业在宽带钢热连轧机组中采用了热卷箱技术<sup>[1~6]</sup>,但其中仅宝钢股份公司不锈钢分公司 1780 mm 热连轧生产线中的热卷箱应用于不锈钢生产,且限定只在 SUS304、SUS316 等 300 系不锈钢生产中使用热卷箱,而在 SUS409、SUS410、SUS420、SUS430 等 400 系不锈钢生产中则不使用热卷箱<sup>[7]</sup>。

太钢 2250 热连轧生产线年设计产能 400 万 t,其中不锈钢 200 万 t,是目前全球不锈钢产能最大的热连轧生产线。为实现宽、薄规格热轧不锈钢带的高效率、规模化生产,粗轧机与精轧机组之间的保温方式选用了热卷箱。太钢 2250 热连轧生产线投产后,经过一系列攻关,在国内外首次实现了热卷箱在生产 300 系和 400 系等全部不锈钢品种时的成功应用。本文阐述了与保温罩相比,热卷箱应用于热连

轧不锈钢带生产中的优劣势,以及采用热卷箱生产热轧不锈钢带时易产生的问题和对策等。

### 1 热卷箱工作原理

目前,热卷箱已由第 1 代“单工位有芯卷取”热卷箱、第 2 代“双工位有芯卷取”热卷箱发展到了第 3 代“双工位无芯卷取”热卷箱<sup>[8]</sup>。第 3 代热卷箱的工作原理是从粗轧机轧制出的中间坯经热卷箱前侧导板进入热卷箱区,并经导向辊进入上、下弯曲辊之间的辊缝,被弯曲的中间坯头部触及成形辊和卷取托卷辊后向上弯曲,形成完整的卷眼,随着中间坯的送进,逐步形卷且卷径不断加大,并与卷取托卷辊接触,直至卷取结束,原中间坯尾部成为头部。成卷后的中间坯通过托卷辊的浮动被无芯移送至开卷工位,由开卷铲与压辊反向开出钢卷头部并送入夹送辊矫直,已开卷中间坯经飞剪切头和除磷后,送往精轧机组轧制。

### 2 太钢 2250 热连轧生产线热卷箱工艺特点和优劣势

太钢 2250 热连轧生产线采用了最新第 3 代无芯轴带隔热板式热卷箱,其主要技术参数见表 1<sup>[9]</sup>。热卷箱的优势为:

表 1 太钢 2250 热连轧生产线热卷箱技术参数  
Table 1 Technical parameters of hot coil-box in 2250 hot strip mill line at Taigang

型式	中间坯厚度/mm	卷取温度/℃	最高速度/(m·s <sup>-1</sup> )				卷重/t
			入口	卷取	开卷	重卷	
无芯轴带隔热板式	20 ~ 40	900 ~ 1100	4.0	5.0	2.5	2.5	20 ~ 30

(1)减少了中间坯进入精轧机组的头尾温差。采用热卷箱时,中间坯头尾温差可控制在 30 ℃ 以内;而采用保温罩时,头尾温差可达到 70 ~ 110 ℃。

(2)可实现薄、宽规格热轧不锈钢带的规模生产:由于采用热卷箱时的中间坯头尾温差小,精轧机组可采用恒速轧制或采用小的加速度轧制,因此在同等电机容量下可实现更薄、更宽规格热轧不锈钢带的生产。目前太钢 2250 热连轧生产线已实现了 2.0 mm × 1 535 mm、3.5 mm × 1 835 mm、4.0 mm × 2 040 mm 等规格 SUS304 热轧不锈钢带的批量生产。经测算,若采用保温罩方式保温,则在同样设备、工艺及保证轧制稳定性的前提下,仅能生产 3.0 mm × 1 535 mm、4.5 mm × 1 835 mm、5.2 mm × 2 040 mm 等规格的 SUS304 热轧不锈钢带。热轧不锈钢带的薄化对冷轧生产更薄的宽幅不锈钢、提高冷轧生产效率、降低成本具有重要的意义。

(3)精轧机组轧制过程中减小钢带头、尾轧制压力变化,提高轧制稳定性:在相同轧制工艺下,当分别采用热卷箱和保温罩方式生产 3.0 mm × 1 240 mm 规格 SUS304 热轧不锈钢带时,精轧机组各机架轧制压力的变化如表 2 所示。由表 2 可以看出,与采用保温罩相比,使用热卷箱时精轧机组轧制压力波动程度降低 12.8% ~ 72.4%,轧制稳定性明显提高。

(4)由于中间坯进入精轧机组温度较高,轧辊磨损较小,改善了热轧不锈钢带表面质量,特别是边部质量。

表 2 采用热卷箱和保温罩生产不锈钢带时精轧机组轧制压力的变化 ( $\Delta F_i = |F_{i\_头} - F_{i\_尾}|$ )

Table 2 Change of rolling force of finishing train in stainless steel strip production line by using hot coil-box and insulation cover,  $\Delta F_i = |F_{i\_TOP} - F_{i\_BOTTOM}|$

轧制压力	热卷箱/t	保温罩/t	轧制压力波动降低程度/t	轧制压力波动降低率/%
ΔF1	312	504	192	38.1
ΔF2	125	410	285	69.5
ΔF3	108	392	284	72.4
ΔF4	95	290	195	67.2
ΔF5	107	265	158	59.6
ΔF6	136	156	20	12.8
ΔF7	96	140	44	31.4

(5)当精轧机组出现故障时,未轧制的中间卷可送入中间卷加热炉再加热后返回轧线继续轧制,减少轧线废品,提高了热轧不锈钢带成材率。

(6)采用热卷箱时可实现低温加热,降低燃料消耗;热卷箱可起到一定保温作用,降低中间坯温降,降低精轧机组功率;采用热卷箱时精轧机组可实现恒速轧制,避免了加速轧制过程中的尖峰负荷,减小了主电机功率,降低了电耗。因此采用热卷箱可达到节能降耗目的。

(7)采用热卷箱可缩短粗轧机与精轧机组之间的距离,缩短中间辊道的长度,精轧机组可采用恒速轧制或采用小的速度轧制,对主电机功率的裕量要求小,从而降低轧线投资。

热卷箱的劣势为:

(1)尽管采用热卷箱时的中间坯头尾温差小,但进入精轧机组轧制过程中仍存在头尾厚度波动现象,因此对头部厚度设定精度要求高,AGC (Automatic Gauge Control) 控制难度大。

(2)由于中间坯整体温度高、暴露在空气中的时间较长,因此表面氧化情况较采用保温罩时严重,热轧不锈钢带表面氧化铁皮较厚。

(3)由于采用恒速轧制或较小的加速度轧制,产量略有降低。

(4)在生产线上增加了故障点,存在一定故障率,对设备管理精度和日常维护要求较高。机械、液压、电气和检测部件出现故障,控制时序出现异常,开卷时出现严重的叩头、翘头时,均可导致废钢。热卷箱出现故障不能正常投入时,只能采用空过方式生产,导致无法按计划生产薄规格产品,加大了生产组织难度。

(5)一次性投资和维护成本较高。

### 3 400 系热轧不锈钢带生产中热卷箱划伤

由于 400 系不锈钢材质较软,因此在热卷箱卷取、开卷过程中极易导致划伤缺陷,导致批量废品。国内外配置热卷箱的热连轧生产线在生产铁素体不锈钢时均采用热卷箱空过方式,以防止划伤缺陷的产生。

太钢 2250 热连轧生产线通过采用优化热卷箱控制参数、加强对热卷箱各工作辊表面的管理等措施,在国际上率先实现了全部 400 系热轧不锈钢带均采用热卷箱进行生产,解决了 400 系热轧不锈钢带生产中热卷箱划伤、钢带边部粗糙和氧化铁皮压

入等问题,为400系热轧不锈钢带表面质量的提升起到了关键作用。

#### 4 采用热卷箱生产的热轧不锈钢带酸洗、冷轧后“花印”缺陷

采用热卷箱生产热轧不锈钢带时,中间坯表面保持较高温度导致二次氧化程度较不使用热卷箱时严重,中间坯在卷取和开卷过程中受机械弯曲力的作用

使部分氧化铁皮脱落,由于脱落不均使中间坯和精轧后钢带表面氧化铁皮厚度不均,导致酸洗、冷轧后钢带出现表面粗糙度和色泽不均现象,称为“花印”现象(图1a)。这种缺陷在冷轧变形率小的情况下不易彻底消除。通过调整加热炉气氛由弱氧化性调整为弱还原性、增加粗轧最后道次除鳞、提高精轧轧制速度20%和提高冷轧压下率10%~20%等措施后,消除了因使用热卷箱产生的“花印”缺陷,改善了冷轧成品表面质量(图1b)。

#### 5 结语

(1)与采用保温罩相比,在热连轧不锈钢带生产中应用热卷箱的主要优势有减小中间坯头尾温差、可实现薄宽规格热轧不锈钢带的规模生产、提高轧制稳定性、改善钢带表面质量、提高热轧成材率、节能降耗和降低轧线投资等;主要不足为AGC控制难度增大、热轧不锈钢带表面氧化铁皮较厚、产量略有降低、对设备管理精度和日常维护要求高以及一次性投资和维修成本较高等。

(2)采用热卷箱生产400系热轧不锈钢带时极易导致划伤缺陷,采用热卷箱生产热轧不锈钢带时也容易产生特殊的“花印”缺陷。通过优化热卷箱控制参数,较好地解决了这两类问题,改善了热轧、冷轧不锈钢带表面质量。

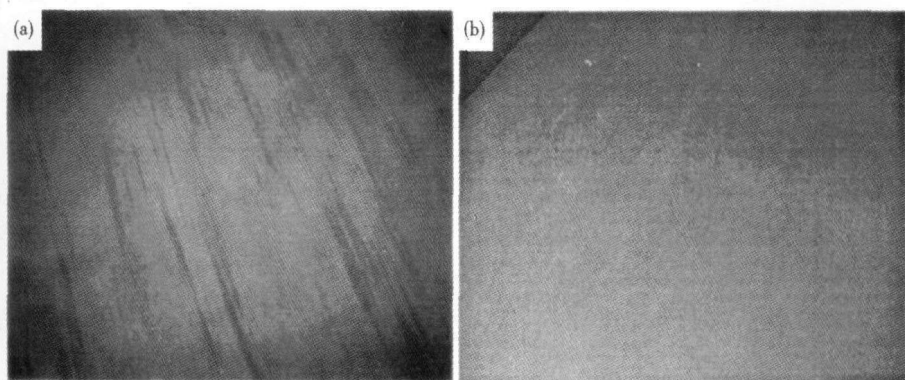


图1 酸洗后3mm热轧不锈钢带典型“花印”缺陷(a)和无“花印”缺陷(b)表面形貌  
Fig.1 Morphology of surface of pickled 3 mm hot-rolled stainless steel strip with “hot coil-box marks” (a) and without “hot coil-box marks” (b)

(3)太钢2250热连轧生产线投产后,经过一系列设备、工艺攻关,达到了用热卷箱规模化生产300系和400系等全部热轧不锈钢带的目标,热卷箱在热连轧不锈钢生产中得到了成功应用,对热轧不锈钢带的薄化、表面质量的提升、生产效率的提高发挥了关键作用。

#### 参考文献

- 1 何茂松,彭燕华.1750 mm 热轧热卷箱的控制技术.中国冶金,2007,17(12):12
- 2 焦景民,王成君,罗付华,等.攀钢1450 mm 热连轧机无芯移送式热卷箱技术及控制.冶金自动化,2006,30(5):63
- 3 张斌.1780 mm 生产线上无芯轴隔热屏热卷箱及其功能.宝钢技术,2004(5):11
- 4 张巍,白莉.热卷箱在鞍钢1700 mm 生产线中的应用.轧钢,2003,20(1):54
- 5 陈应耀,谢向群,夏晓明.梅山1422 mm 热连轧机组的现代化改造.轧钢,2004,21(6):61
- 6 孙丽荣.热卷箱新技术在莱钢1500 热轧带钢生产线的应用.重型机械,2008(4):31
- 7 吴俊.热卷箱控制参数的优化.宝钢技术,2005(4):24
- 8 陈应耀,琚丰,王伟光,等.热卷箱是提高热连轧线竞争能力的最佳选择.轧钢,2007,24(5):1
- 9 胡松涛.太钢2250 mm 不锈钢热连轧生产线的工艺及设备.轧钢,2006,23(5):33

王刚(1969-),男,高级工程师,1991年北京科技大学毕业,不锈钢工艺和品种研发。

收稿日期:2010-06-21

# 欢迎订阅 2011 年《特殊钢》杂志

邮发代号:38-183

定价:16.00 元/期 96.00 元/年

全国各地邮局订阅