

首钢京唐公司热轧带钢控制冷却技术的应用

户志永

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司, 唐山 063000)

摘要: 卷取温度在很大程度上影响带钢的金相组织, 对成品带钢的力学性能、加工性能以及物理性能有着决定性影响。本文主要分析了京唐公司 2250 热轧控制冷却技术在热轧带钢中的应用及发展, 深入探讨了控制冷却技术的难点。

关键词: 京唐热轧、控制冷却技术、应用

中图分类号: TF713·2 文献标识码: A 文章编号:

一、前言

2250mm 热轧带钢生产线年产热轧钢卷 550 万 t, 成品钢卷 548 万 t。通过对粗轧和精轧塑性变形的控制、精轧机组机架间带钢冷却、层流冷却、快速冷却等工艺制度的控制, 实现多相钢、超微细晶粒钢等的生产。采用灵活控制的高效节能型层流冷却装置, 设置了边部遮挡系统, 使钢板温降更均匀, 可进一步提高产品质量。并预留快速冷却装置, 可实现不同的冷却制度, 满足多品种生产。

二、控制冷却概述

依据目前的控轧控冷形变热处理理论, 热轧钢材的轧后控制冷却, 利用控制钢材相变组织, 可以有效改变钢材强度及韧性, 使热轧材力学性能及加工性能大大提高。控制冷却技术最早在热轧带钢生产中得以应用。现代宽带钢热连轧大多利用层流冷却装置来实现轧后控冷, 主要工艺控制参数之一就是带材的卷取温度。现阶段, 控制冷却已变成宽带钢热连轧计算机控制系统的一项常规控制功能, 因此, 我们必须重视控制冷却精度的提高, 这将是热轧带钢质量控制的重点。

1、控制冷却技术的应用

带钢热连轧完成后, 通过控制开始温度、冷却速度及终止温度 (即冷却过程三要素), 就能获得组织形态及性能各异的带钢。特别是冷却速度, 很大程度上影响带钢组织和性能。国外很早就开始发展控冷技术了, 六十年代之前主要采取由喷嘴喷射的高压水冷却, 随后通过发展, 采用了柱状层流冷却系统以及水幕冷却系统。

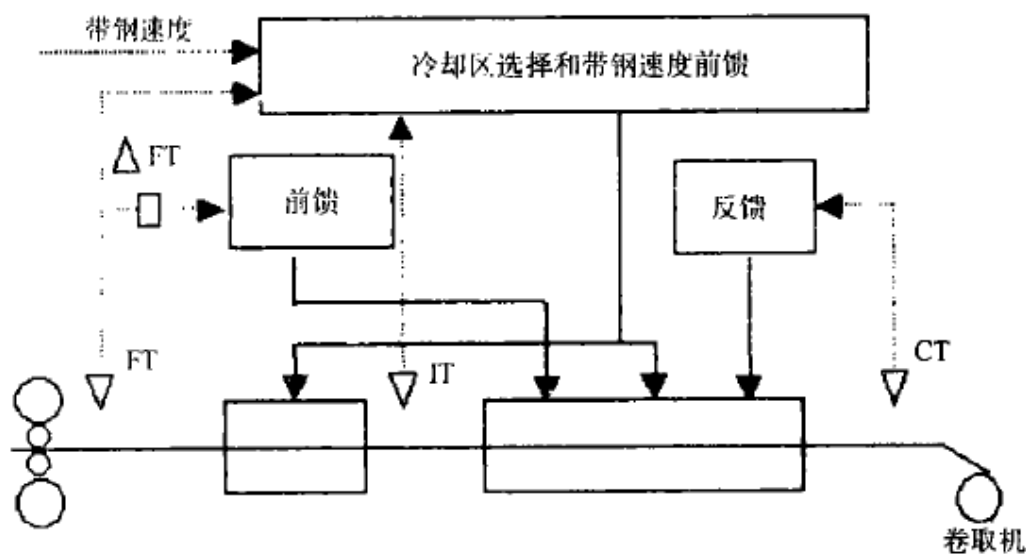
总上世纪七十年代开始, 我国开始了热轧带钢的控制冷却技术的应用。利用热模拟轧机, 武钢钢研所开展了 20g, 16MnQ, 16MnR 低合金钢专用控冷研究, 分析结果得到如下结论: 16MnQ, 16MnR 最大冷却速度控制在 $2-3^{\circ}\text{C}/\text{s}$, 20g 应控制在 $4-5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。鞍钢半边连续轧板厂较早引进应用了水幕冷却系统。左冶钢厂及齐齐哈尔钢厂将控制冷却技术应用在小型轧机上, 进行轴承钢上轧, 使钢材网状碳化物级别得以降低, 并使得其后的球化退火时间大大缩短, 实现了轴承使用寿命的提升。

2、自动控制冷却系统

上世纪八十年代使用的水幕冷却装置 (CWC) 的控制系统有以下两个特点:

- (1) 控制卷取温度;
- (2) 都是通过控制相应的 CWC 水量来实现对输出辊道上冷却速度的控制。

在对卷取温度进行控制时, 由在线模型计算每个取样点的温度是, 取样点以固定间隔沿带钢长度排列, 且每个冷却区的水量根据预定的卷取温度相应给出。如图 1 所示。



FT—终轧温度,CT—卷取温度,IT—中间温度

图 1 冷却控制系统的框图

每个冷却区的水量按如下的三个信号变化：

(1) 以终轧温度的波动对滑道黑印的影响进行补偿；

(2) 以带钢速度对轧机的加/减速进行补偿；

(3) 在最末的冷却区采用测量温度的反馈。结果表明，明显改善了卷取温度精度。

同时开始应用了缝隙层流冷却系统及管层流冷却系统，以下是其控制系统的控制方式：

(1) 初期设定；

(2) 反馈控制；

(3) 控制注水能力。

通过系统，在较短时间内使卷取温度自动化控制得以实现，适用率高达 99%，使控制精度提升 25%。

3、控制冷却方式

目前主要有高压喷嘴冷却、水幕冷却、层流冷却、喷淋冷却、雾化冷却、板湍流冷却等几种钢材冷却方式。每种冷却方式有其优点也有其缺点，如表 1 所示。

现阶段世界上较多采用的是水幕冷却方式和层流冷却。水幕冷却是上世纪七十年代开始应用的一种较新的冷却方法，冷却能力较强，具有均匀的横向冷却效果，设备较为简单。采取层流冷却具体过程是使在带钢上表面平稳贴附大流量的低压水，从而成为一层薄薄的水膜，与带钢的前进同步的是侧向喷出中压水，吹动水膜并使其不断更新，带走热量，实现冷却的目标。

表 1 几种主要冷却方式的特点

冷却方式	优 点	缺 点
高压喷嘴冷却	水为连续的,呈紊流状态喷到钢板表面;其穿透性好,适用于水汽膜较厚的环境。	用水量大,水的飞溅严重,冷却不均匀;对水质的要求较高,喷嘴容易堵塞,水的利用率较低。
层流冷却	水流保持层流状态,可获得很强的冷却能力,冷却均匀。	冷却区距离长,对水质的要求较高,水嘴容易堵塞,难维护。
水幕冷却	水流保持层流状态,冷却速度大,冷却区距离短,对水质的要求不高,易维护。	可调节的冷却速度范围较小。
雾化冷却	用压缩空气使水流成雾状来冷却钢板,冷却均匀,冷却速度的调节范围较大,可实现单独风冷、弱水冷和强水冷。	需要供风、供水两套系统。设备的路线复杂,噪音大,车间的雾气大,设备易腐蚀。
喷淋冷却	水为破断式,形成液滴群冲击被冷的钢板,比高压喷嘴冷却均匀,冷却能力较大	需要的压力较高,调节冷却能力的范围较窄,对水质的要求较高。
板湍流冷却	轧后钢板直接进入水中进行淬火,冷却速度可达到 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。	冷却速度的调节范围较窄,水量较大。

考虑到带钢运行状况、卷取的难易程度、钢的材质等情况,层流冷却大多采取图 2 中的四种不同的冷却模式。

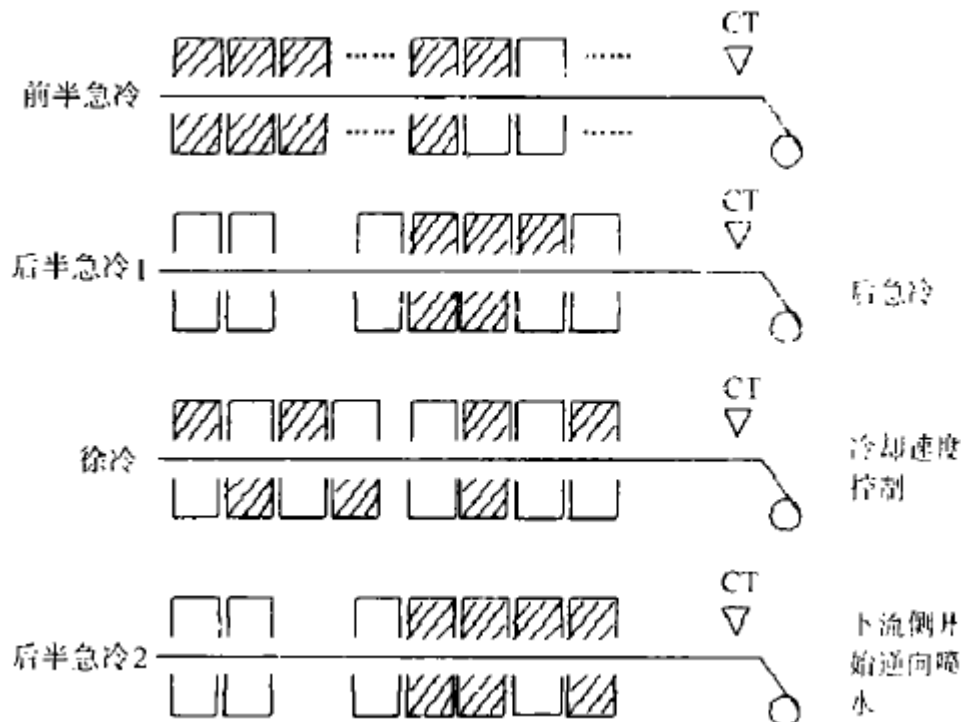


图 2 层流冷却的四种模式

三、控制冷却技术的难点

在通过计算机控制带钢热连轧中,一个较为复杂和困难的问题是如何提升控制冷却的精度。主要存在以下几个方面难点:

1、就工艺设备而言,有以下几个问题:

(1) 对控制冷却精度产生影响的因素较多且较为复杂:速度、厚度、带材材质、终轧温度、对流、热传导、冷却水水量、辐射的条件、水压及水流运动形态以及层流冷却装置的设备状况等都能够对控制冷却精度产生影响。以上因素大多时变性较强,影响机理较为复杂,很难通过线数学模型解决。

(2)层流冷却装置在一定长度的输出辊道上下方分布,实际上控制冷却是在很大空间的范围内对处于变速及高速运行中的带材沿长度方向逐点实施的,这就导致控制冷却变成一个复杂的分布控制问题。

(3)冷却水量的调节通常是非连续的,由一个阀来控制其“粒度”。本质上控制精度受粒度大小影响,尤其是薄材,更加敏感。

2、就控制算法而言,由于工艺设备的限制,目前的控制冷却系统基本上以设定控制为主。在这种控制方式下,冷却控制精度主要取决于模型结构和参数的选择。

3、对于以上难点,国外目前大多采用以下方法:

(1)为了确保宽度方向和长度方向的均匀冷却,采取边部遮蔽和头尾水量控制,根据板厚、板宽、水量来构筑边部遮蔽设定模式和头尾冷却设定模式。

(2)扩大冷却水冲击区。使冲击区在钢板表面覆盖均匀,最大程度使上下两面冲击区对称,保证上下冷却对称。由于冷却开始、板厚、板宽、终止温度及上下水量的影响,构筑上下水量比的模式,使钢板翘曲得以解决。

(3)控制冷却系统的冷却水流量可调。

四、结语

控制冷却技术是当代发展较快的一种新技术,被很多国外专家称为在线热处理技术,对钢材的综合力学性能有明显的改善作用。国内许多钢板生产厂商应用该技术,通过管层流对中板进行在线控制冷却,取得了良好的使用效果,既提高了钢板的综合性能,又在一定程度上降低了生产成本,增强了产品的市场竞争力。

参考文献:

- [1] 张辉宜 王小林 冯建晖 苏世怀:《控制冷却技术在中板生产中的应用》,《钢铁研究学报》, 2004 年 02 期
- [2] 雷鹏 谢利群:《控制冷却技术的发展和应⤵用》,《冶金丛刊》, 2001 年第 6 期
- [3] 徐小青 韩庆 周石光:《新型热轧带钢层流冷却工艺控制系统》,《冶金自动化》, 2012 年 S1 期
- [4] 彭良贵 刘相华 王国栋:《热轧带钢控制冷却技术的发展》,《钢铁研究》, 2007 年 02 期