

冷轧轧制过程中的轧辊振动研究

Research on the Roller Vibration in the Cold Rolling Process

陈勇

Yong Chen

马鞍山钢铁股份有限公司 中国·安徽 马鞍山 243000

Maanshan Iron & Steel Co., Ltd., Maanshan, Anhui, 243000, China

摘要: 论文以冷轧机的垂直振动为研究对象, 建立了一个简化的竖向振动机理模型, 并通过数值模拟分析了轧制过程参数对轧辊压力、摩擦系数和辊缝阻尼的影响。分析结果表明, 减小压下量有利于提高轧机振动的临界速度, 增大辊缝摩擦系数有利于减小轧辊的振动位移, 增加阻尼能有效地减小振动幅度。在此基础上, 提出了抑制冷轧机纵向振动的方法, 如优化各道次压下量, 使轧制临界速度由 1340m/min 提高到 1520m/min; 降低乳化液浓度, 提高轧辊缝的摩擦系数。

Abstract: In this paper, the vertical vibration of cold rolling mill is studied, a simplified vertical vibration mechanism model is established, and the effects of rolling process parameters on roll pressure, friction coefficient and roll gap damping are analyzed by numerical simulation. The results show that decreasing the reduction is beneficial to increasing the critical speed of rolling mill vibration, increasing the friction coefficient of roll gap is beneficial to reducing the vibration displacement of roll, and increasing the damping can effectively reduce the vibration amplitude. On this basis, a method to suppress the longitudinal vibration of cold rolling mill was proposed, for example, the critical rolling speed was increased from 1340m/min to 1520m/min by optimizing the reduction of each pass. Decrease emulsion concentration and increase friction coefficient of roller gap.

关键词: 冷轧机; 垂直振动; 摩擦系数

Keywords: cold rolling mill; vertical vibration; friction coefficient

DOI: 10.12346/etr.v3i6.3705

1 引言

冷轧机在高速轧制过程中经常发生垂直振动。根据振动频率及其结果可将其分为两类: 第一类为 100 到 250Hz 的抖动频率。第二类在 500 到 700Hz 的振动频率被称为五边形振动。在振动作用下, 轧件的厚度无明显差异, 但在轧制件表面形成了光暗相间的条纹, 影响表面质量^[1]。

中国及其他国家学者对冷轧机的竖向振动进行了大量的研究将五自由度垂直振动模型进行建立, 结果表明, 轧制速度和摩擦系数与轧机的垂直振动有着密切的关系, 引入了稳定因子来解释这种关系。阎晓强等人通过对双机架可逆冷轧机的试验, 指出轧辊的振动是由支承辊磨损引起的, 通过提高轧制工艺和精度可以抑制振动。翟志豪等人通过对冷轧机振动源和频率的分析, 指出了轧制条件因轧辊速度增加而发

生振动的主要原因, 这导致了辊缝的负阻尼效应和自激振荡。论文主要从冷轧机轧制参数的角度分析了三倍体频率范围的振动。

2 冷轧机三倍频程振动原理

在某个钢厂冷轧机进行生产的过程中, 频率为 120Hz 的冷轧机在生产过程中经常发生自激振动。其振动机理主要是由于进气张力对辊缝产生的负阻尼作用所致。

在轧制过程中, 由于轴承或轧辊轴承缺陷等外部原因, 在垂直方向上存在波动时, 出口厚度会发生波动。由于第二金属流量相等, 入口也会有波动。它相当于在轧辊之间产生负阻尼, 高速运转时更明显, 使轧机更易发生自激振动。

从轧机设计的角度来看, 可以通过增加系统刚度来抑制

【作者简介】陈勇 (1991-), 男, 助理工程师, 本科, 从事轧钢工艺研究。

振动,但这不适用于轧钢机。因此,可以从轧制参数的角度对轧机的竖向振动控制方法进行分析。

3 冷轧机轧制过程中参数对于垂直振动的影响

对于5机架冷连轧机,在进行轧制的过程中首先F4机架会发生振动,并且F4机架振动的幅度是最强烈的,可以将其作为研究的对象,主要对其进行分析。为了方便对其进行计算以及分析,可以将其简化为九自由度的弹簧质量模型。

建立了轧机振动微分方程,用MTLAB求解了等效质量、等效刚度、固有频率和主振动模态。从压降、摩擦系数和阻尼的角度,通过数值模拟分析了轧制参数对竖向振动的影响。

3.1 压下量对轧机垂直振动的影响

减小F4机架的压降有利于抑制其竖向振动,但是在实际的生产过程中,冷轧机的总压降是一定的,当大幅度减小其中一个机架的压力时,可能会导致其他机架压力的增加,从而导致振动。因此,在满足轧制工艺要求的情况下,对各线的压降进行优化,以优化五座的分布,减小F4机架的压力,保证整体运行稳定。表1是轧机优化前后压降的比较。

表1 优化前后的压下量对比(mm)

轧机架次	1	2	3	4	5
优化前压下量	0.331	0.469	0.441	0.406	0.028
优化后压下量	0.350	0.477	0.448	0.369	0.031

在原本的压下量进行轧制的过程中,F4机架的轧制速度如果达到了1340m/min的时候,那么F4机架会产生振动,如果继续将其速度上升,那么会产生剧烈的振动,因此,需要经常对其进行降速调整。将压下量进行优化以后,F4机架的轧制速度达到1520m/min的时候,没有产生较强振动,当继续把F4机架的轧制速度上升,那么F4机架的产生振动幅度会渐渐减小,其余的机架如果没有发生振动,那么出于安全来考虑,不要进行提速的试验。通过对各架次的压下量进行优化,轧制临界的速度将有效提高,但是仍然需要对其进一步调整,从而使轧制临界的速度达到最高。

3.2 辊缝摩擦系数对轧机垂直振动的影响

提高辊缝摩擦系数有利于减小轧辊的振动位移,抑制轧机的垂直振动。所以摩擦系数不应该增加太多,应该保持在一定的范围内。在轧制试验中,通过改变乳化液的浓度来提高轧辊的摩擦系数,以抑制振动。但是,实验没有达到预期的结果,在调整乳液的基础上,并且当F4机架的轧制速度达到了1340m/min时,会开始发生振动,振动的幅度也会越来越大。对其问题进行分析,可能是由于乳化液到处流窜所导致,因此,要在其基础上适当的对F3、F5机架的乳化液浓度进行调整,调整的幅度要小于F4机架,并继续进行试验^[2]。

3.3 辊缝阻尼对轧机垂直振动的影响

在高速轧制过程中,轧辊缝的负阻尼是由轧件参数的变化引起的,从而使自激振荡更易形成。增加辊子之间的正阻尼,使其比负阻的影响更大,从而抑制了辊间的振动。辊缝阻尼c分别是0.080/0.084/0.088。

可以看出,提高辊缝的阻尼可以有效地减小轧机振动的幅度,抑制轧辊的振动。对于已经在线生产的轧机,主要目的是增加其结构的阻尼设置。常用的方法是使用液压衬垫阻尼器,液压衬垫被放置在支承辊的支座与齿条拱之间。轧机轧制时,衬板中充满了高压油^[3]。通过摩擦压下车轴,加入较大的摩擦阻尼来抑制轧机的振动。对于安装液压衬垫减振器有限的冷轧机,论文提出了另一种提高轧辊缝阻尼的方法,即采用多孔电阻阻尼器。在轧机拱外侧安装了多孔电阻减振器,并与轴承座连接,利用薄孔对液压油的阻尼作用抑制工作辊和支承辊的垂直振动。

4 轧制参数对轧机垂直振动的综合分析

通过对轧制压力、摩擦系数和轧辊阻尼的工艺参数进行分析,发现这三种工艺条件均可在一定范围内调整,具有一定的抑制效果。辊缝摩擦系数的减小是由轧制压力减小引起的,但其减振效果远远大于负效应。然而,在调整过程中的许多因素,辊的摩擦系数应增加,以抵消减少。从主动和被动两方面分别提高了轧辊缝摩擦系数和轧制缝阻尼,有利于抑制轧机的垂直振动。

5 结语

①减小轧机的压下量能够在一定程度上提高轧机振动临界的速度,并对各个道次的压下量进行优化,轧制临界的速度会由1340m/min提高到1520m/min。

②增加辊缝的摩擦系数能够有效减小轧辊的振动位移,也能够更好地解决如乳化液的流窜问题,抑制振动的效果也会越来越明显。

③增加辊缝的阻尼能够有效降低振动的幅值,同时根据轧机结构的不同,也可以安装液压衬板减振器或者是多孔电阻减振器,两者都可以有效的抑制轧机的垂直振动。

参考文献

- [1] 罗平尔.冷轧机轧制过程中的轧辊振动研究[J].锻压技术,2016,41(12):102-106.
- [2] 朱月.含动态轧制力的冷轧机非线性垂直振动特性及控制研究[D].秦皇岛:燕山大学,2013.
- [3] 徐巍,孔建益,王兴东,等.连续热镀锌生产线中锌层重量影响因素模拟与优化[J].仪器仪表学报,2019,40(7):64-72.