

浅谈轧机 AGC 控制原理

于旭 游思佳

(唐山钢铁集团微尔自动化有限公司, 河北唐山 063000)

[摘要] 本文简要介绍了首钢京唐 1700 酸轧机组轧机 AGC 控制系统的构成及各种 AGC 控制方式的特点, 简单描述了几种 AGC 控制方式的控制原理。

[关键词] 冷连轧; AGC; 反馈; 秒流量

首钢京唐 1700 酸轧机组轧机使用的是日本日立公司设计的 UCM 轧机, 这种机型能够在高压下量的情况下实现稳定轧制并且保证良好的带钢板形和边缘降。AGC 控制的目的是通过测厚仪对带钢实际轧出厚度进行连续地测量, 并根据速度、张力、辊缝等可调参数的实际值和设定值进行比较得到偏差信号, 通过控制回路、装置和 PLC 控制程序, 消除厚度偏差, 使其达到设定的目标厚度。其 AGC 控制可以分为一机架的压下控制和 2~5 机架的秒流量控制。

1 各 AGC 控制方式之间的特点

1.1 一机架 AGC 控制

因为一机架的压下率较大, 且要求通过一机架后尽量消除硬度偏差和厚度偏差等, 故一机架采用了多种 AGC 控制方式, 它包括 BISRA AGC 控制、前馈 AGC 控制、反馈 AGC 控制、虚拟测厚仪控制 (GM-SMITH)、支撑辊偏心控制 (REC)。其中前馈 AGC 控制和 BISRA AGC 控制属于预控 AGC, 前馈 AGC 控制是通过一机架入口测厚仪直接检测厚度偏差进行控制, 是一种开环控制方式, 而 BISRA AGC 控制则是通过检测一机架轧制力的变化, 通过快速响应的 HYROP 压上系统消除原料的厚度偏差及厚度波动。GM-SMITH 控制和反馈 AGC 控制属于监控 AGC。因为一机架出口测厚仪与一机架之间有 2.5 米的固定距离, 所以从出口测厚仪所测的厚度值在时间上要滞后, 尤其是在低速轧制时这段时间相对就更长, 反馈 AGC 控制是通过出口测厚仪直接测出厚度, 算出厚度偏差后调节 HYROP 压上装置实现厚度控制, 但是它无法克服这段滞后时间, 而 GM-SMITH 控制恰恰可以克服这段滞后时间, GM-SMITH 控制是通过轧制力间接得出一机架的出口厚度, 然后通过出口测厚仪得到一个厚度补偿值, 然后与设定值比较得出厚度偏差后调节 HYROP 压上装置实现厚度控制。在低速轧制时 GM-SMITH 控制效果较好。在高速轧制时, 由于这段滞后时间相对较短, 可忽略不计, 所以就直接用反馈 AGC 控制。支撑辊偏心控制则用于补偿由于压下率较大引起的支撑辊偏心造成的一机架厚度偏差。

1.2 2~5 机架的秒流量控制

秒流量 AGC 是一种先进厚度控制方法, 在京唐 1700 酸轧轧机 2~5 机架使用。在稳定的轧制过程中各机架间秒流量应保持恒定, 即机架入口厚度与入口速度之积应等于出口厚度与出口速度之积。因此, 如果某一机架的入口厚度、入口速度和出口速度已知, 按照秒流量恒定原理可以得到这个机架的出口厚度, 将该厚度与设定目标厚度相减得到出口厚度偏差, 通过调整这个机架辊缝或前一机架的辊速来消除厚度偏差, 达到理想目标厚度。

2 主要 AGC 原理介绍

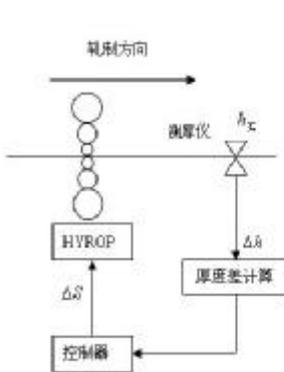
2.1 一机架 BISRA AGC 控制

BISRA AGC 又称为轧机弹性系数控制, 主要是为了消除热轧原料的厚度偏差和硬度波动。这种 AGC 使用轧机弹跳方程 $h=P/K+S$, 当轧制力发生改变时, 通过调节辊缝, 可以保证带钢出口厚度恒定。假设公式 $h_0=P_0/K+S_0$ 表示 AGC 的设定值, 其中 h 为出口钢带厚度, P 为轧制力, S 为辊缝位置, K 为轧机刚度。辊缝位置 S 被控制以使出口厚度偏差 $\Delta h=h-h_0=(P-P_0)/K+(S-S_0)=0$, 可见 BISRA AGC 是通过监测轧制力的大小来调节辊缝, 其中实际轧制力是通过机架上部的压头获得。BISRA AGC 是在 HYROP 压上控制系统中完成的, 响应速度很快, 在控制中没有传输时间延迟, 响应时间比使用出口测厚仪的反馈 AGC 快很多。所以, BISRA AGC 可以有效、快速的改变厚度偏差和硬

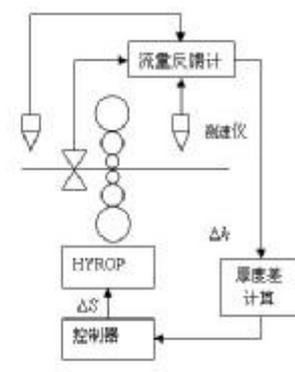
度波动。

2.2 一机架反馈 AGC 控制

一机架反馈 AGC 控制利用安装在轧机出口侧的测厚仪直接测出出口厚度, 然后根据厚度偏差调整 HYROP 压上装置, 改变辊缝值, 据此实现厚度控制。其结构图如下 (图一), 其中 h_c 为测厚仪测出的实际值, Δh 为厚度偏差, Δs 为辊缝变化量。反馈 AGC 控制是最早的一种 AGC 控制形式。反馈 AGC 控制因为轧机出口有测厚仪, 所以能准确地测出轧机出口实际厚度进行反馈 AGC 控制。但是由于轧机结构的限制以及测厚仪维护的需要, 因此测厚仪的安装点离辊缝有一段距离, 这样还可以防止断带损坏测厚仪。但是反馈 AGC 就存在一定时间的滞后, 尤其在 5 机架出口速度很慢的情况下这种滞后性就会放大, 故只有在 5 机架出口速度大于 300m/min 时反馈 AGC 才会投入使用。其控制算为: $\Delta S=(K+Q)\Delta h/K$, 其中 K 为轧机弹性系数, Q 为带钢弹性系数。有上述公式可知, 已知出口厚度, 可以得到辊缝调节量。



图一 反馈 AGC 系统原理图



图二 秒流量 AGC 系统原理图

2.3 秒流量 AGC 控制原理

秒流量 AGC 控制方式依据的是秒体积流量恒定方程, 所谓秒体积流量恒定就是单位时间内通过轧机入口和轧机出口的带钢体积应该相等, 即 $B_{\lambda}V_{\lambda}h_{\lambda}=B_{\text{出}}V_{\text{出}}h_{\text{出}}$, 其中 B 为宽度, V 为速度, h 为厚度。因为冷轧带钢在轧机入口的宽度基本恒定, 故只需要带钢厚度与速度的乘积在轧机前后保持恒定即可, 即 $V_{\lambda}h_{\lambda}=V_{\text{出}}h_{\text{出}}$, 由此可知只要能通过各机架间的测速仪检测轧机入口、出口的带钢速度和测厚仪测出的轧机入口的带钢厚度, 就可计算出轧机的出口厚度。用这种方法检测带钢厚度而构成的 AGC 控制方式称为秒流量 AGC 控制。秒流量 AGC 系统原理如图二所示。秒流量 AGC 的控制精度很高, 应用范围非常广。

3 结语

首钢京唐 1700 酸轧轧机的 AGC 控制系统是由多种 AGC 控制方式构成的综合控制系统, 它是保证带钢质量的重要组成部分。通过这些 AGC 控制方式的协同合作, 最终得到精度很高的产品。

作者简介: 于旭, 毕业于河北理工大学, 本科学历, 现在唐山钢铁集团微尔自动化有限公司工作。

[参考文献]

- [1] 刘博. 轧机一机架 AGC 控制机理的研究[J]. 冶金设备, 2003.
- [2] 王国栋, 刘相华, 王军生. 冷连轧厚度自动控制[J]. 轧钢, 2003.
- [3] 王立平. 1700mm 冷连轧机 AGC 控制策略与算法[J]. 冶金丛刊, 2005.
- [4] 孙一康. 带钢冷连轧计算机控制[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003.