

# ABB板形测量系统介绍和应用

丁 震

(唐山钢铁集团微尔自动化有限公司 河北 唐山)

【摘 要】在冷轧带钢的生产过程中,随着冷轧板材在各个生产领域的应用和技术的发展,对于冷轧带钢的板形质量提出了更高的要求,板形控制成为带钢轧制过程中非常重要的环节。ABB板形测量系统可以为生产过程的板型控制提供高精度高可靠性的板形测量数据,本文将对ABB板形仪系统和它的应用进行介绍。

【关键词】ABB板形仪 板形辊 控制系统 应用

随着冷轧板材在各个领域的不断应用和冷轧技术的不断发展,这就需要一台高精度,高可靠性的板型测量仪器来采集板形数据反馈给轧机控制系统来实现。ABB板型仪很好的满足了生产工艺的要求,为冷轧生产提供了有力支持,下面我将介绍我所维护的1700冷轧酸轧线所装备的ABB板型仪的系统组成和实际应用。

## 一、板形的主要指标

板形是指产品带钢断面形状和平直度两项指标。断面形状和平直度是两个独立的指标,但相互之间也存在着密切的联系。

断面形状实际上是厚度在带钢宽度方向上的分布规律。轧机通过调节辊缝来控制产品厚度,由于轧辊弯曲挠度远大于压扁变形,因此,断面形状可以用抛物线形状的曲线来进行描述。

平直度指的是带钢翘曲,主要表现是带钢浪形,有中浪,边浪等类型。来料凸度变化时,若轧机保持原有压上控制量不变,产品带钢的板形就会随之相应的变化,不能很好的保持良好板形,所以需要不断根据需要修改压上量来减小来料凸度变化对板形所带来的影响。

所以在生产过程中我们需要精密的仪器实时测量钢带的板形变化,实时反馈给轧机控制系统进行调节消除各因素的影响。

## 二、板形仪的组成和测量原理

ABB板形控制系统主要包括:板形辊,信号传输单元(STU),电气控制柜,空气加湿单元等几个主要部分。这里我将主要介绍1700酸轧线采用ABB板形仪进行钢带板形的检测测量部分。

### (一)板形辊构造

在测控系统最基本的部分便是测量传感器,传感器的精度和可靠性将直接决定整个测量系统的好坏。在ABB板型仪中,现场测量部分就是板型辊,板形辊中间是一个钢质核心,上面有四个互相之间成90°的凹槽,传感器就安装在凹槽内,这样就可以更好的保护传感器,外面是保护钢环紧紧套在钢核心的外面,这个钢环要具有足够的强度,同时还要具有足够的弹性形变性能,才能更好的把测量力传递到传感器上面。每一个钢环之间都是独立测量的,它们之间有很小的缝隙。下图1是板形辊的构造图:



图1 板形辊构造图

### (二)传感器工作原理

板形辊内部的四个传感器(如图2所示)是基于压磁效应的原理进行设计的,它的构造和变压器非常相似,传感器内部有四个孔,初级线圈和次级线圈相互垂直的角度绕制,当没有机械载荷的时候,初级线圈和次级线圈之间没有发生磁耦合,而当其加载上机械载荷后,初级线圈和次级线圈之间就会发生磁耦合,引起次级线圈上面感应电压的变化,输出一个变化的电压值,我们将其对应转换为实际测得的压力值作为结果输出,这个测得压力实际是带钢表面张力在板形辊表面的分力。我们所得到的力和电压值之间成线性关系的。

我们将每个区域的测得值与平均的应力之间求得偏差,就可以很明确的表示出每一个区域上带钢表面的平直度。图3表示出了测量辊上张力的分布情况。

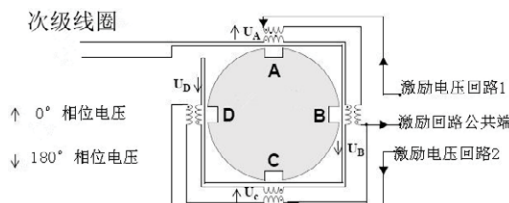


图2 板形辊内部传感器原理图

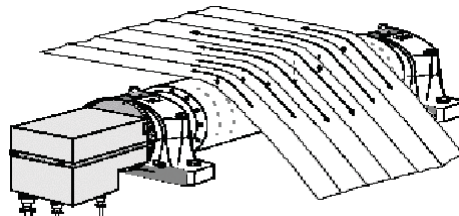


图3 测量辊表面张力分布

### 电气控制柜

电气控制柜接收传输回来的测量信号,并进行处理,结果将以图形的方式显示在柜内的显示器上面,如下图4

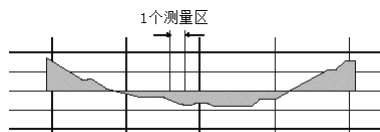


图4 柜内显示器板形显示

下面详细介绍一下图形的绘制,横坐标为区域分部数,纵坐标为平直度,单位为I-unit。

在绘制曲线时,我们所测得的值是每个区域上面的力 $F_i$ ,以及板形辊表面区域力的平均值,将其带入下面的公式中即可求得该区域的平直度 $\Delta \sigma$

$$\Delta \sigma_i = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \cdot \frac{T}{w \cdot t}$$

其中:  $T$ 为带钢张力(单位N),  $w$ 为带钢宽度(单位mm),  $t$ 为带钢厚度(单位mm),再将其带入下面的公式中,其中 $I$ 的单位为I-unit:

(下转第31页)

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \varepsilon$$

上式中,  $\varepsilon$ 表示的是预冷器与蒸发器的能量配合比, 当此值取较大时, 预冷器回收的冷量就较大, 同时可以减小蒸发器的负荷, 并且也可以减少压缩机的容量, 但是, 其也存在一定的问题, 就是使得预冷器的造价变高, 而且预冷系统的适应力较差, 因此,  $\varepsilon$ 值所取的最大值为1。

4. 计算压缩空气冷冻式干燥机中被处理的空气的出口状态。上面已经给出了含湿量 $d$ 的计算公式, 并且可以假设在蒸发器中所去除的水分可以在气液分离器中进行全部分离, 因此含湿量相等, 这时, 便可以利用能量守恒原理, 及可以认为进入冷冻式干燥机预冷器中的热气流在预冷器中所释放出来的热量与出蒸发器的冷气流在预冷器中所获得的能量是相等的。则可以利用含湿量的公式计算出压缩空气在出冷冻式干燥机的饱和含湿量以及出冷冻式干燥机的被处理空气的相对湿度。

### (二) 制冷系统的热力计算

在实际的制冷循环当中, 其循环过程是相当复杂的, 在进行制冷系统的热力计算中, 一般情况下采用的模型便是蒸汽压缩式制冷理论循环。而与实际制冷循环相比较, 理论循环能够获得的制冷量增大, 所消耗的功率有所减少, 而其制冷系数也比实际循环当中的制冷系数较大。在对冷冻式干燥机的制冷系统的性能进行理论分析时, 采用蒸汽压缩制冷的理论循环作为其数学模型, 不仅使得计算大大简化, 而且能够在很大程度上满足实际工程的需要。

1. 对制冷系统中的蒸发温度进行确定。而蒸发温度 $t_e$ 与被压缩处理的空气压力露点 $t_{dp}$ 之间的关系为,  $t_e = t_{dp} - \Delta t$ , 其中,  $\Delta t$ 的取值范围一般为2~5℃, 当其值取得越小, 则蒸发温度高, 蒸发器的换热面积就变大, 相对来说, 当其取值越大, 则蒸发温度就较低, 而蒸发器的换热面积就变小。

2. 确定其冷凝温度, 而冷凝温度的大小等于环境温度和进水温度与 $\Delta t$ 的差值, 而 $\Delta t$ 一般情况下取15℃, 但是假如冷凝器采用的水较冷时, 其一般会取8~10℃。

3. 确定制冷压缩机中的吸气温度。为了使得制冷压缩机中的吸气不带液, 通常制冷压缩机的吸气要有一定的过热

度, 而其过热度在一般情况下会取5℃。

4. 确定制冷系统中的过冷温度。为了使得热力膨胀阀工作稳定而且能够保证增加一定量的单位制冷工况的制冷量, 通常情况下, 会在冷凝器的出口处留有一定的过冷度, 其一般情况下的取值范围为5~8℃。

5. 计算出单位质量的制冷量。根据上面所列出的焓的计算公式, 计算出制冷压缩机中进口的焓的大小。

6. 求得制冷系统中的制冷质量流量以及制冷压缩机的排气状态。根据已知的压缩机吸气状态, 并且按照绝热的压缩过程, 从而求出绝热压缩条件下的压缩机的排气状态。

7. 求得制冷压缩机压缩功率以及输入功率。其中, 可以根据制冷压缩机的压缩功率求出制冷压缩机的轴功率, 进而求出制冷压缩机的输入功率。而压缩空气冷冻式压缩机通常选用的制冷压缩机为封闭式的制冷压缩机。

8. 求得冷凝器的热负荷。

### 三、结束语

压缩空气作为一项重要的动力源, 随着科技的不断发展, 已经广泛应用于食品、医药、机械, 甚至是国防等领域, 而不同的领域对压缩空气气源的要求也大不相同。而随着现代化工业的不断发展, 其不仅对压缩空气要求较大, 其对压缩空气的干燥程度也越来越高, 故而引进了压缩空气冷冻式干燥机, 本文则针对压缩空气冷冻式干燥机的工作机理以及热力计算过程进行了一定的说明, 并且利用采用蒸汽压缩制冷的理论循环作为实际中制冷循环的数学模型, 不仅使得计算大大简化, 而且同时也能够满足实际工程的需要。

### 参考文献:

- [1]蒋其昂, 韩枫, 陈文才, 滕飞, 吴辉, 浅谈压缩空气冷冻式干燥机的热力计算, 压缩机技术, 2001(01)。
- [2]黄虎, 压缩空气冷冻干燥系统工作过程热力计算及实验验证, 南京师范大学学报(工程技术版), 2004(01)。
- [3]陈蕴光, 袁秀玲, 张兴群, 黄东, 姜增辉, 杨一帆, 马军, 压缩空气冷冻式干燥机性能计算与实验研究, 制冷学报, 2002(03)。

(上接第29页)

$$I = \frac{\sigma}{E} \cdot 10^5 (I - \text{unit})$$

公式中的 $E$ 为Young's modulus, 是一个设定的常值, 一般为205000

假如我们所得到的 $\sigma$ 值为20, 那么

$$I = -20/205000 \times 10000 = -9.756 \text{ I-unit}$$

这样我们就可以得到图4所示的图形, 并可以很直观的观察钢带的浪形

通过每一个区域所受力相对平均力的正负来判断该区域钢带的厚度的微小差别。

### 三、ABB板形仪内部的补偿模式

在轧制过程中, 为了使显示的板形曲线负荷实际的带钢板形, 测量值需要补偿来修正。几种必要的补偿模式已经写入ABB板形控制系统中建立了模型。下面介绍目标补偿这种功能。

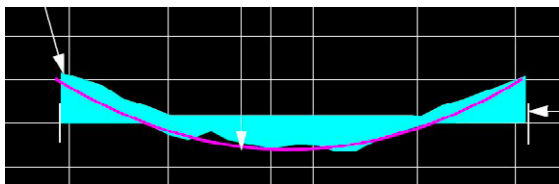


图5 目标板形曲线

#### (一) 目标模型

平直度目标板形曲线模型描绘了所要轧制的带钢预先设定好的目标板形(如图5所示), 由操作人员根据所需要轧制

的板形来进行选择, 在轧制的过程中我们所测得的板形会和目标板形曲线同时显示在页面上, 可以直观的去进行对比, 便于操作人员控制。

#### (二) 目标补偿

在带钢轧制过程中, 各种数据量都是变化的, 例如温度, 带钢凸度, 边部等各种因素, 由操作人员进行选择。目标补偿的目的就是在轧制过程中通过动态调整消除上述因素对于板形的影响, 达到我们所期望的板形。下面介绍其中的温度补偿和凸度补偿:

1. 温度补偿在轧制过程中, 带钢表面的温度沿宽度方向分布是有差别的, 而现在我们对板形的要求非常精密, 温度的差异会导致带钢长度方向的变化, 这样产品的板形就会出现偏差, 为了补偿局部区域的高温, 需要在高温的区域低应力轧制, 这个功能就可以通过选择温度补偿来实现。

2. 带钢凸度补偿在带钢缠绕在卷取机上时候会有过应力现象, 造成带钢在卷取机上有局部的延伸, 带来凸度变化, 而此时带钢已经通过了板形辊, 这个影响板形辊就无法检测到, 这样板形仪系统中就加入了这个对应区域的补偿量, 它会随着带钢卷曲直径的变化相应的改变。

ABB板型控制系统是利用压磁原理来检测带材的板型, 检测精度高, 工作系统稳定, 并且它不受带钢材质的影响, 适应比较恶劣的工作环境, 日常维护较容易, 产品质量可靠, 在冶金行业中得到了广泛的应用。