

国外热带钢连轧机 计标机控制

上海科学技术文献出版社

国外热带钢连轧机计算机控制

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12.5 字数 374,000

1979年3月第1版 1979年5月第1次印刷

1979年5月 12.5 12.5,500

书号: 15192·19 定价 1.85 元

说 明

热带钢连轧机的计算机控制在国外是从六十年代初开始发展起来的,其主要优点是使所轧带钢的厚度公差减小,可提高成材率,增加产量。本书着重选译了有关热带钢连轧机的计算机控制和厚度自动控制等方面的文章。同时还介绍了厚度控制的数学模型,终轧温度的控制,活套支撑器及压磁式测压头的原理等内容,供有关单位和读者参考。

由于我们水平有限,对错误之处,望批评指正。

编 者

1978年3月

目 录

厚度自动控制

1. 带钢轧机厚度自动控制系统基础..... 1
2. 现代带钢热轧机的厚度自动控制.....13
3. 带钢热轧机的压下装置和厚度控制.....32
4. 应用模拟方法研究带钢热轧机的厚度控制.....41
5. 带钢热轧机前馈厚度自动控制的研究.....53

计 算 机 控 制

6. 计算机控制的热带钢精轧机.....59
7. 带钢热轧机的计算机控制.....68
8. 从操作者的观点看带钢热轧机的控制与自动化控制中的演变.....85
9. 直接数字控制的位置调节器.....90
10. 新日本钢铁公司大分钢厂 88 英寸带钢热轧机用的电气设备96
11. 带钢热轧机中计算机厚度自动控制最优模拟107
12. 卡尔兰姆冶金公司 88 英寸宽带钢热轧机设计说明书(电气与自动控制部分).....113
13. 带钢热轧机数字厚度自动控制的最优化141

数 学 模 型

14. 带钢热轧机计算机控制用的数学模型148
15. 用于在线计算机控制金属轧制过程的数学模型154
16. 应用计算机控制带钢热轧机的两种设定模型162

活 套 支 撑 器

17. 热带钢精轧机组中主传动与活套支撑器传动装置的自动控制设备173
18. 带钢热轧机的活套支撑器系统178

轧制压力测量设备

19. Pressductor 牌压磁式测力传感器在轧机中的安装要求和应用190
20. ASEA 测量轧制力用的 Pressductor 牌压磁式测力传感器.....224
21. 测力传感器用的 QIPB152 型控制装置.....233

带钢轧机厚度自动控制系统基础

John W. Wallace

在金属轧制工业中,带钢厚度自动控制(A. G. C.)是一个极其重要的部分。在以往各个不同时期所安装的一些带钢轧机都没有任何形式的厚度自动控制系统。可是,有少数几台轧机原来没有装上厚度自动控制装置,而现在亦增添了这种装置,或者是作为一种附加装置来设置的。各种不同类型的轧机所采用的厚度自动控制系统,其形式与复杂程度是不相同的。

金属轧机可以分成若干种类:热轧机、冷轧机,其中有些轧机是设计成为轧制特殊金属材料(例如,钢、铝、铜以及这些金属的合金材料)的轧机,而另外一些轧机设计成为轧制一定厚度范围的产品(如,板材、薄板、带材、薄带材、超薄带箔)的单轧机和连轧机以及其他型式的轧机。

厚度自动控制从一个简单的附加厚度计起直到完整的系统作为轧机传动装置的一部分或由计算机来控制。所有这些系统都有一个共同点,即它们随着对板金属产品尺寸精度要求越来越高而相应发展起来的。

厚度自动控制系统的原理

厚度自动控制是用在轧机上的一个反馈控制系统,它促使轧机轧出恒定厚度的产品。一个控制系统是由若干个主要部分(图1)所组成的。

测厚仪是连续测量通过它的带材的厚度值,并输出一个所测量的厚度值与给定值偏差的信号。通常是采用非接触式吸收型X射线测厚仪。它是把一束给定强度的X射线射到带钢上,测出穿透带钢的射线量,从而给出一个厚度偏差读数。同样,还可以采用放射性物质作为信号源的测厚仪来代替X射线发生器的测厚仪。

在一些低速轧机上可以采用接触式测微仪,其测量辊连续地与带钢相接触。在某些情况下,厚度偏差值可采用安装在轧机牌坊中的轧制力测定装置间接地测量出来。

不论采用那一种测厚仪,其测得的厚度偏差值或误差信号可以作为控制器的一个输入信号。测厚仪是当作基准值、测量装置的控制量及误差总和的连接环节。它将基准值与测量值

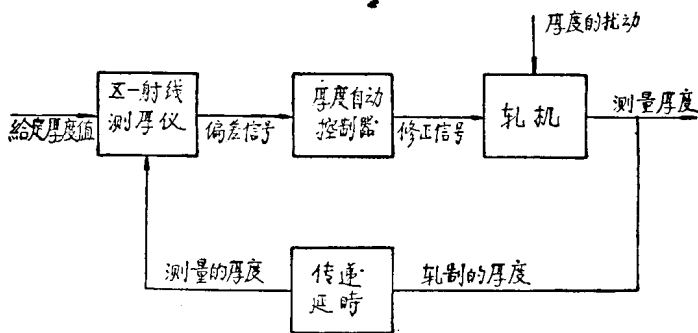


图1 厚度自动控制是由几个功能部件组成一个反馈控制系统。它的作用是促使轧机轧出恒定厚度的带钢

作比较后, 给出一个与两者的偏差值成正比例的输出信号送入控制器。

第二部分是控制器, 它是由放大器和电路系统组成, 接收来自测厚仪的厚度偏差信号, 并产生一个输出信号给轧机传动的主要控制装置, 例如压下控制装置、张力控制装置及轧机速度控制装置。

控制器是厚度自动控制系统的中心环节。它可以精心设计成为一套复杂的装置, 亦可以设计成一套简单的装置, 按使用情况和要求的精度而定。在大多数情况下, 控制器是由许多标准控制器件所组成的, 例如继电器、自整角机、电位器等。另外还可以采用一些特殊的器件, 例如运算放大器、静态逻辑元件、随动机构、限制器等。

输出电路可以采用磁放大器, 或可控整流式功率电平装置。但是, 一般来说, 将功率电平装置作为传动部分加以控制要比作为厚度自动控制部分适宜。

厚度自动控制系统的第三个主要部分是轧机和传动装置。通常它们都采用电气传动, 但也可以采用液压传动。其中包括驱动轧辊的主传动电动机、控制传动用的设备与调节器, 压下装置的传动电动机及其有关的控制设备, 卷取机的传动设备。

有了设备再加操作者的控制装置, 就能使轧机运转。为了提高轧机的性能, 必须使厚度自动控制器投入工作。

系统的最主要部分是轧机的机械设备。其中包括: 直接与轧件接触并轧出产品的轧辊, 传动轧辊的齿轮、传动轴、轴承等; 支撑轧辊及作为轧机“构架”的轧机机架; 通过轧机机架的反作用力而将作用力传递到轧辊的压下装置; 卷取机部分; 接触或引导运动的带钢使它在辊道中正确地通过轧辊的带钢导卫及辅助机械装置; 轧制时为保持带材与轧辊间有一定的摩擦系数而供给带钢乳液的润滑系统; 为使轧辊保持一定的温度而采用水冲或其他冷却剂的冷却系统; 上述部分均属轧机的机械部分。如果有适当的动力和正确的控制, 就能轧制出优质产品。

机械系统最重要的部分是轧辊的变形区或称为轧辊和带钢实际接触的部分(图2)。轧辊变形区是一个极为复杂的函数, 难以精确地表示。它随着各种参数中的任何一个(例如温度、速度、压力、张力、润滑、轧辊表面状况、咬入角、产品的金相性能、带材的尺寸)的变化而变化。厚度自动控制系统的主要作用是当一个或几个参数变化或已经建立的系统平衡状态被破坏时, 能重新调整轧机的传动, 以便轧出厚度均匀的产品。但是, “开动”轧机的各个操作者所采用的操作方法也各不相同。这种现象在厚度自动控制系统是无法考虑的。

以上这些主要部分联接在一起, 就组成了闭环反馈控制系统, 也就是厚度自动控制系统。

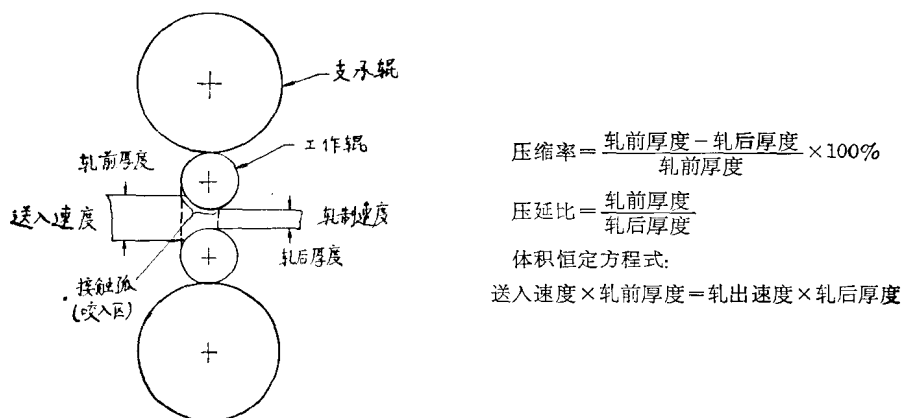


图2 变形区与其各个参数的关系

厚度自动控制系统与一般控制系统的关系

厚度自动控制系统通常是一种微调型的控制,它对由操作者、自动程序器或计算机所作的初始设定进行调整。用这些方法中的一种方法作粗调,而厚度自动控制则在必要时作微调,以便维持恒定的厚度。

厚度自动控制与一般的控制形式相比具有如下几个特点:其一是被控制的变量、厚度的测定与其实出现不在同一时间相位上,由于测厚仪的安装地点与轧辊变形区有一个距离而迟后了。这样,就在反馈信号中产生了一个与轧制速度有关的时间滞后。当带钢的轧制速度较高时,在系统中与其他的滞后相比较,这个值可以忽略不计。但是,在低速时必须加以考虑。在许多情况下,就厚度自动控制的响应速度而言也就成为一个限制因素。

其二是整个系统的轧制参数是很复杂的(图3)。这些参数是在很大的范围内发生变化,尤其是当轧机加速和减速过程中,其变化很快,而且,通常很难预测。但是,即使在轧机以规定的恒定速度运行时,在给定的设定条件下,其值为某个常数也难以预测(图4)。因而,这些参数值对某一轧机来说,一般是凭经验给出的。在这些参数中某个参数是呈线性地而且缓慢变化,结果在系统中仅仅引起增益的变化,可是其他仍保持原值,这对系统的操作有一定的限制。列举下例说明:

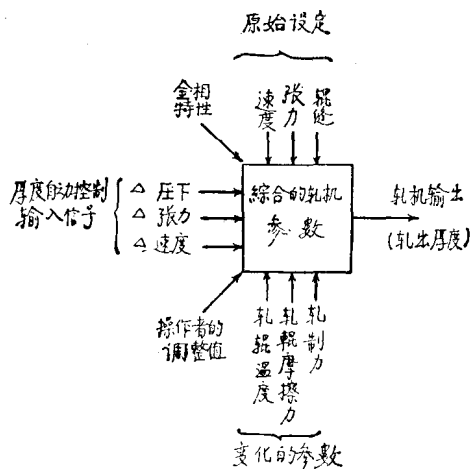


图3 影响厚度的各个因素的示意图

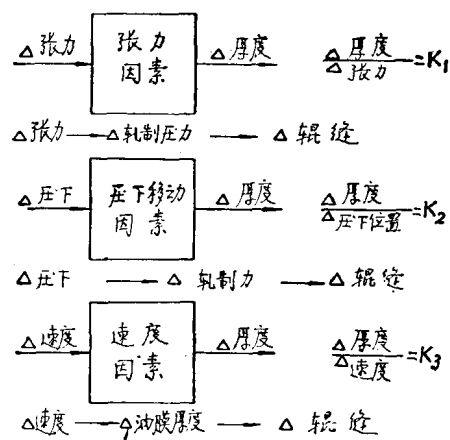


图4 与厚度控制有关的轧机综合参数的示意图

例如轧辊压扁问题。当压下螺丝向下移动时,就引起轧制力的变化,也会使轧辊的压扁度变化。结果可能会引起在轧辊与带材间的接触面积发生变化,以致于作用到带钢上的压力不受影响,或反而减小,这样继续向下移动压下螺丝时,反而使带钢厚度增加。

另一个很重要的方面,当压下螺丝移动时,带钢的张力可能变化。如果在张力已保持恒定时再移动压下螺丝,就会在轧辊变形区产生一抵消作用,并要防止带钢厚度变化。

在通用的反馈控制系统中还带有其他的一些部件,例如速度、电压或电流调节器,并使系统的参数有良好的限幅,并在工作范围内保持相当稳定的数值,一个厚度控制系统应该设计成在各种不同的操作条件下有足够的灵活性,以及对各种可能产生的相互影响能给予补偿。

轧机操作人员在很大程度上亦会影响厚度自动控制系统的效果。操作人员是一个大型的

装有人工控制装置的控制台前控制轧机。大部分厚度自动控制系统也是模拟操作人员的操作程序来对轧机进行控制的。因此,如果操作人员在工作中不善于判断并及时调整轧机,那就会引起厚度偏差,并会妨碍厚度自动控制的工作。厚度自动控制的使用成功与否,在很大程度上取决于操作人员对轧机初始设定情况如何。一般来说,一旦轧机以给定速度运转时,操作人员应尽量少操纵控制器。

辅 助 系 统

金属轧机的型式是多种多样的,但它们的操作方法却是相似的,而现在控制厚度的方法实际采用的不多。以下举例说明几个主要的厚度自动控制的辅助系统。

厚度自动控制的控制技术——在讨论一个厚度自动控制系统之前,需要考虑所采用的基本控制技术。

用于厚度控制的反馈控制系统所实现的功能之一是信息处理。晶体管运算放大器是用来实现这个功能的装置。它基本上是一个稳定的高增益的直流放大器。通过适当的输入和反馈阻抗匹配能精确地完成加法、微分、积分等运算。在放大器具有足够的放大倍数时,其传递函数的精确度达到 0.1%。

逻辑装置、程序装置及启动装置是水银式继电器组成的,其优点是工作寿命长,而且可以采用简单的继电器线路,还能迅速地反复操作。

电压检测器是采用偏压晶体管放大器组成的。当信号回路需要隔离时,则采用具有独立控制线圈的双稳态磁放大器。

定时功能是由时间继电器,或是晶体管定时放大器来完成的。一般是按反复操作、可调性能和联锁要求来决定。

张力型的厚度自动控制电路——轧机厚度控制的基本方法之一,是调节后张力(图 5)。这种方法一般用于冷轧机,在轧制较薄的带钢时,或特别当轧辊产生压扁现象时,多采用这种系统。

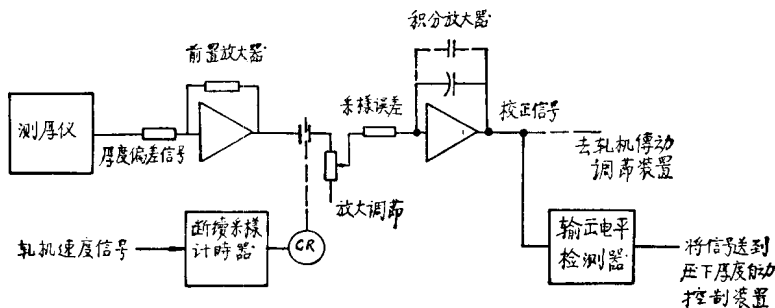


图 5 采用一个采样数字积分控制器的张力型厚度自动控制线路

在连轧机上即是两机架间的张力,这时校正电压将用于相邻两个机架之一,使机架间张力作相应变化。如果是单机架轧机,则给开卷机一个信号,从而使张力产生变化。

在张力厚度自动控制中如果用一个开关式采样系统,那是有利的。厚度偏差信号送入前置放大器,然后通过一个偏差采样继电器再送入积分放大器。这个放大器的输出信号就是校正电压,该电压供给轧机的张力调节的传动装置。积分放大器的工作与随动积分器或由变速

电动机驱动的变阻器相类似。电动励磁时变阻器则被移动。但是,当电动机的输入信号消除之后,变阻器保持其原有的位置。因此,当输入信号消除时,输出信号仍然被保持着。一旦电动机的输入电压很高时,电动机将使变阻器迅速移动,这时,将非常迅速地达到一个较大的输出电压。积分放大器的工作与上述非常相似,但是,它是一个静态装置。输入的误差信号越大,输出的校正信号值的形成也越快。当输入误差值被采样继电器接通时,输出信号将保持在最后所达到的数值上。这种数值将一直保持到产生新的误差值,或是当钢卷结束后,至重新进行调整控制动作为止。这里所采用的调节系统被称为无差系统。因为它不需要用一个输入信号来维持输出校正信号。

采样系统是采用两个计时器组成,它能连续不断地使控制器轮换在“开”与“关”的状态。当“开”时,误差信号门处于开通状态,这时积分放大器即反应出任何存在的误差值。“开”的时间间隔是固定的,通常给定为被控制的传动系统的响应时间。当超过这个时间之后,“开”计时器就转换到“关”计时器。“关”计时器的时间间隔是自动地按轧机速度信号值被调整到等于带钢从轧辊移到测厚仪所需要的时间。在“关”的时间间隔内,误差信号门是处于关断状态。这时积分放大器就保持在前一个“开”时间间隔时所具有的输出电平。当“关”计时器的时间间隔过去后,误差信号门又转到处于开通状态。在整个操作过程中,系统一直这样重复循环。积分器反映了实际的误差值,在“开”时间结束后输出值的变化等于整个“开”时间间隔内的误差平均值。给定的误差修正率是由积分常数和“开”的时间来决定。积分常数应尽量整定到能够校正一个“开”时间间隔内的总误差。

只有当积分器能达到极限值时,才有可能进行大量的校正。这时可从电压检测器获得一个输出信号,使压下厚度自动控制系统投入工作,并保持这个厚度值直到张力厚度自动控制系统恢复到应有的范围内为止。如果误差值的符号有变化时,积分器也将相应变化符号,并重新回到原来的范围内,直到重新驱动到它的一个极限值范围之内为止。

压下型的厚度自动控制——目前有两种常用的电气压下传动方式,在较老式的轧机上最常用的是恒电压直传动,其电动机是由母线供电。电动机的加速是采用电枢分级串连电阻,而压下位置只能缓慢地变化,因为没有采用速度调节器。而通常所用的系统是采用可调电压传动,电动机是由一个可调电压发电机或静态电源供电。电源电压的变化使电动机加速或减速,这也就达到了速度调节的作用。可调电压形式的压下传动提供了多样化的传动方式,而且还能够与厚度自动控制更好地配合。恒电压的压下装置必须很仔细地调整才能得到正确的位置,然而,可调电压传动可以很方便地得到精确的控制。

恒电压压下型的厚度自动控制——在大多数厚度自动控制系统中采用恒电压压下控制(图6)。压下螺丝在一定的时间间隔内慢慢移动去校正一个给定的厚度偏差。在有些控制中,时间周期是和被校正的误差值成正比的。由于压下螺丝的位置变化不直接是时间的函数,因而这种方法不能提供最精确的控制。位置变化要求校正厚度是和误差成正比例。若要达到精确控制,必须使延时为误差的函数,这样,位置变化才能近似地与误差成比例,而不是与延时本身成正比。

以上现象可以采用几种方法加以介决。下面将介绍其中一种方法。电压检测器系统接收到来自X射线测厚仪的误差信号,如果该误差值超过最大允许值,逻辑系统将反映出该误差的方向及其大小,使压下螺丝动作。压下螺丝将在规定的时间内移动,并消除存在的误差。通常是给出三个误差检测电平(例如近似于1%,2%,5%)。对应于每一个检测电平各具有一

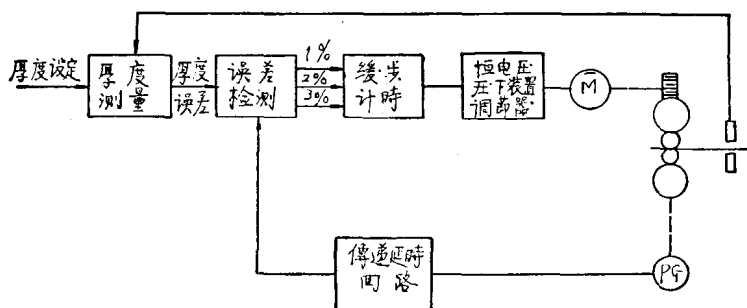


图6 恒定电压压下厚度自动控制的简单系统

个定时回路。它用来校正时控制“开通”计时器或延时。“关断”计时器接入，压下装置的电动机随即停止。在“关断”的时间间隔内压下螺丝是没有任何移动。当轧辊咬入区中要修正厚度的带钢经过一定的时间抵达X射线束以后，回路复位为下一个工作循环作准备。“关断”的时间间隔是自动地由轧机速度主令发送器来调节，并与信号传递时间相等。

可调电压压下型的厚度自动控制——采用可调电压的压下传动装置可以使压下螺丝更精确地定位(图7)。虽然可以将恒电压压下所采用的厚度自动控制系统用到可调电压的压下系统中,但一般不这样做。可运用更多的传动方法建立更多的厚度自动控制系统方案,其方法之一是在系统中采用一个压下位置反馈,以使压下位置变化与厚度偏差相等。当一次校正完成之后,而另一个新的校正还未发生之前,引进一个时间间隔。如果定位系统能精确地加以校准,则厚度偏差在传递时间延时结束时是逐渐地趋近于零,直到有新的误差出现,再开始下一次校正周期。在这种系统中,压下螺丝只需移动一次即能迅速校正厚度偏差。

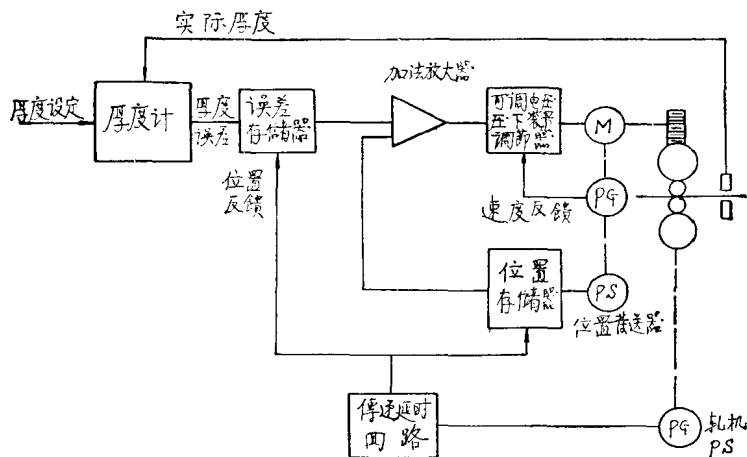


图7 可调电压压下厚度自动控制系统,这个系统是最常用的控制方式,可使压下螺丝更精确地定位

另一个系统中,有时不采用位置反馈,只是使压下螺丝移动到厚度偏差趋于零,或至少在一很小的非灵敏区。连续线性反馈控制系统的效果不如数据采样系统,为了保持稳定性及防止超调,连续线性反馈控制系统的增益比数据采样系统稍为低一些。因此,其响应时间可能是位置数据采样系统的2~4倍。尤其在低速时,在反馈回路中有一个大的传递时间滞后。

轧制力-压下型的厚度自动控制——这种厚度自动控制系统采用测压仪所测量得到的轧

制力作为输入信号, 其他部分类似于可调电压的压下系统(图 8)。测得的轧制力通常难以精确地表示出实际的被测厚度, 但它能较好地表示出厚度的变化。因此, 测厚仪通常用作系统的校准环节。这就是采用一个监控系统周期地校准实际的厚度和修正操作点上的轧制力。有些厚度误差不是轧制力厚度自动控制所能校正的(例如, 由于速度变化和轧辊发热所引起的辊缝变化)。它是由于某些作用而不是由于厚度本身所引起的。监控系统就是用来补偿这些变化所造成的误差。

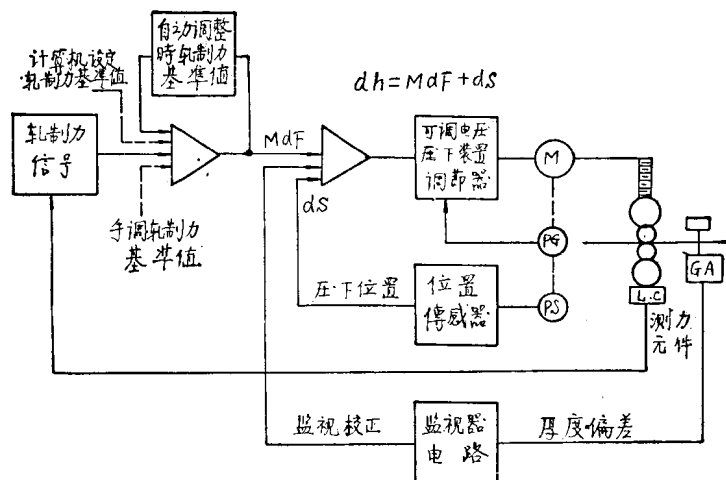


图 8 以轧制力作为输入信号的轧制力——压下厚度自动控系统

当带材进入轧辊咬入区时, 厚度自动控制系统就自动地投入工作检测一个轧制力信号。必须立即确定以保持带钢规定厚度的轧制力基准值。这个基准值是在带钢头部进入轧机时通过锁定轧制力值的方法由人工或自动地设定, 在可能情况下由一台计算机来设定。厚度自动控制系统必须采用一个监控系统对轧制力进行修正, 这样才能得到相应于各轧制力的厚度值。如果这时所得到的厚度值是理想的, 也就是说所选定的基准值是合适的, 那就将给定的基准值整定在这个数值上。然后锁定头部厚度值对保持正确的厚度是有很有效的。

带材厚度的增大会使金属对轧辊的压力增加。这时, 厚度自动控制就检测出这个轧制力增量, 并致使压下螺丝按增大轧制力方向移动, 这样就能保持原有给定厚度。而当带材厚度减小时, 情况则相反。只有将轧辊开口度作为轧制力及轧机刚度系数的函数加以调整后, 才能使带材保持恒定的厚度值。厚度变化值 dh 将按下面的轧制力方程式调整, 使其趋近于零值。

$$dh = MdF + dS$$

M 是轧机刚度系数, 其值可通过计算或在安装测压仪之后由试验决定。相对初始基准值的轧制力变化量为 dF 。相对于初始位置的压下螺丝位置变化量为 dS 。

采用运算放大器可精确地获得轧制力方程式的总和。而放大器的输出比例就是直接测量的厚度变化值 dh (以 10^{-3} 英寸为单位或以微米为单位)。

为了减少压下螺丝的频繁移动, 可规定一个不灵敏区, 只有当 dh 的值超过某一个给定值时, 压下装置的调节器才投入工作。当 dh 值超过不灵敏区时, 其输入信号值足以驱动压下装置的调节器, 这样, 就规定了调节器只有当 dh 值处于不灵敏区上下范围时才工作。

上述这些辅助系统是目前轧机厚度控制使用的最基本方法, 而且最完整的厚度自动控制系统均包含有一个或几个这样的辅助系统。

综合的厚度自动控制系统

冷 连 轧 机

一台冷连轧机(图9)采用的厚度自动控制系统是由若干个辅助系统组成的,通常包括三个部分:一般在第一或第二架轧机出口处有一控制厚度的粗调厚度自动控制系统;在最后一架轧机的出口处有一控制厚度的精调厚度自动控制系统;另外在轧机加速或减速过程中由于速度变化而引起的厚度变化进行补偿的系统。

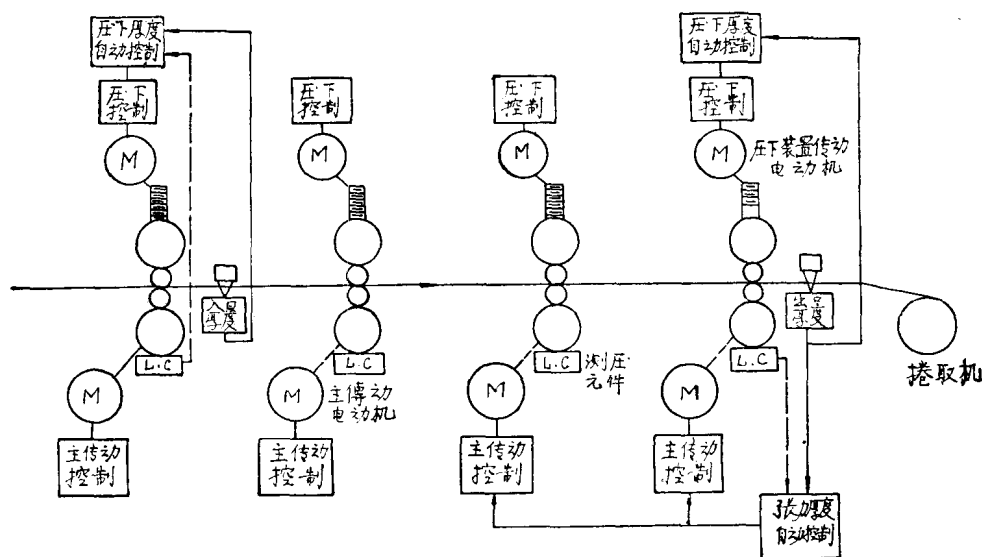


图9 由几个装置组成的冷连轧机的厚度自动控制系统

粗调厚度自动控制通常是一个压下型的系统,在此端,厚度的变化较大。厚度自动控制装置从第一机架后面的测厚仪或从装在第一机架上的测压仪得到误差信号。这个系统主要是校正进入轧机的带钢原有厚度偏差,以减轻精调厚度自动控制的负担。

精调厚度自动控制系统由所轧制的金属材料以及带钢厚度决定既用压下型厚度自动控制又用张力型厚度自动控制。轧制较薄的带钢时使用张力型厚度自动控制,轧制较厚的带钢时使用压下型厚度自动控制。其信号是由置于最后一个机架后面的测厚仪或是由最后一个机架上的测压仪同测厚仪联合使用而给出的。

精调厚度自动控制系统是一个微调系统,其作用是检测轧机所生产的轧材的厚度质量。

当轧机加速或减速时,厚度的变化较大,而且与速度的变化有关。速度变化而引起的厚度误差是随金属材料、轧件厚度和轧机的机械特性所决定,其范围为25%到400%。在加速或减速期间所轧制的产品公差对大多轧机而言,都是一个大问题。

轧件的厚度变化与速度变化一样,也是一个连续变量,通常的厚度自动控制系统是无法及时地在这个期间稳定厚度变化。因此,在这个期间,上述系统的操作方式可以修改,以便忽略延时,而偏重提前处理厚度误差。同样,可以特地移动压下螺丝和改变张力来补偿由于速度变化而引起的厚度变化。

可逆冷轧机

在这种类型的轧机上的厚度自动控制,存在着某些特殊的设计问题(图10)。因为这种轧机不仅是经常加速和减速,还要考虑到带钢在每个道次中的厚度是不相同的,而且其性能随加工硬度而变化。

在许多情况下,在轧机的两端都采用测厚仪,而测压仪同样是用来获得厚度误差信号。在大的压下量的道次中采用压下型的厚度自动控制,当带钢逐渐变薄时,则转入采用张力型的厚度自动控制,它使用开卷机的电流调节器来改变输入端的张力。有时候,也采用综合系统,它既控制张力,又控制压力,这由被校正厚度误差的大小而定。

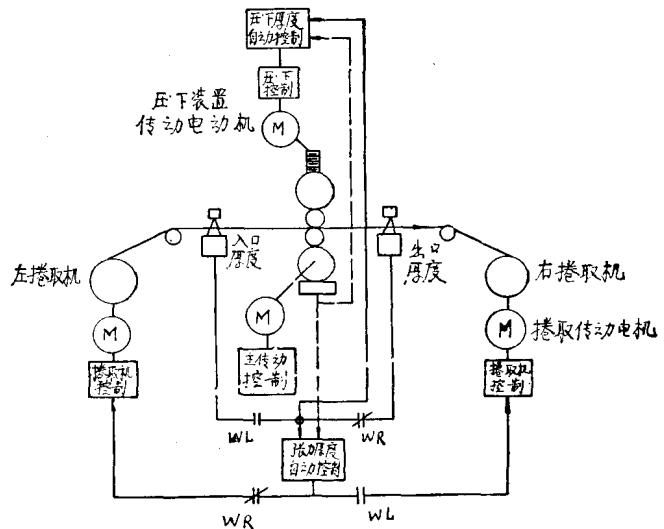


图10 可逆冷轧机的厚度自动控制系统

在可逆冷轧机上的速度变化问题和冷连轧机相比稍有不同。这是由于可逆冷轧机上的速度变化是阶梯式的,所以厚度值可以稳定在每一个速度级上,直到速度有新的变化为止。因而,在速度变化时便于补偿厚度的变化,也就是当加速与减速时可以获得更均匀的厚度。

当轧机逆转时,厚度自动控制系统能自动地从一台测厚仪转换到另一台上。

热带钢精轧机组

最初厚度自动控制主要是用于冷轧机上,因为大部分的成品都是由冷轧机生产的。由

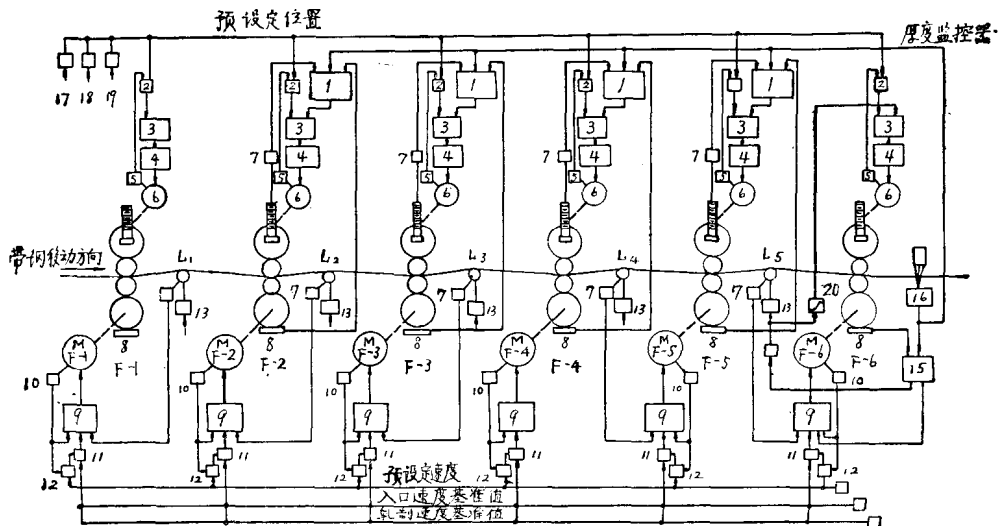


图11 在带钢热轧机上采用最新型的厚度自动控制综合系统

于对带材的厚度公差要求越来越严格, 于是发现有必要缩小从热轧机送到冷轧机的带钢厚度

公差(图 12)。这样, 供给冷轧机的带材厚度误差减小了, 因而在冷轧机上的厚度自动控制系统就能得到更好的产品质量。

近几年来, 在热带钢精轧机组上也开始采用厚度自动控制。大部分热带钢精轧机组上的厚度自动控制是轧制力——压下型或称为厚度计型的系统, 一般安装在第二、第三或第四机架上, 而很少安装在第一或最后一个机架上。

这种控制方案的理由是很多的。轧制低碳钢时, 若机架功率是足够的话, 那么采用两个机架就足够了。实际上, 经常是控制一个机架也能得到良好的产品, 然而当压下螺丝移动一个较大距离时, 机架负荷会突然变化, 两个机架就能分担这些负荷, 三个机架那就更好。当轧制不锈钢或更硬

的钢时, 建议采用四个机架。这些机架应采用何种厚度自动控制系统, 那须按轧机的实际布置和功率而定。

轧制力系统通常是主要的厚度自动控制, 但是还包括其它的控制方法。其中比较重要的是当厚度自动控制需要压下螺丝移动时, 采用一个自动活套位置控制装置来调节张力, 压下螺丝的移动可直接用速度变化加以补偿, 但活套控制更为灵活。

另一个重要的方面是在最后一个机架后面安装一台测厚仪, 因为这样可以对厚度值进行监控并调节各种厚度计系统, 以便获得合适的厚度。

轧制带钢的尾端时还存在另一个特殊问题。这是由于最后的一对机架间的轧件尾端的张力比其余部分的小, 因而厚度变化大。补偿这个误差的方法是当轧制尾端时在前面的几个机架上采用过量的压下量。

热带钢精轧机组的厚度自动控制系统还可以和下列控制装置结合起来使用。例如: 主传动速度调节器、主传动速度自动预设装置、压下位置自动预设装置、压下自动复位装置和其他热带钢精轧机组的控制部件。

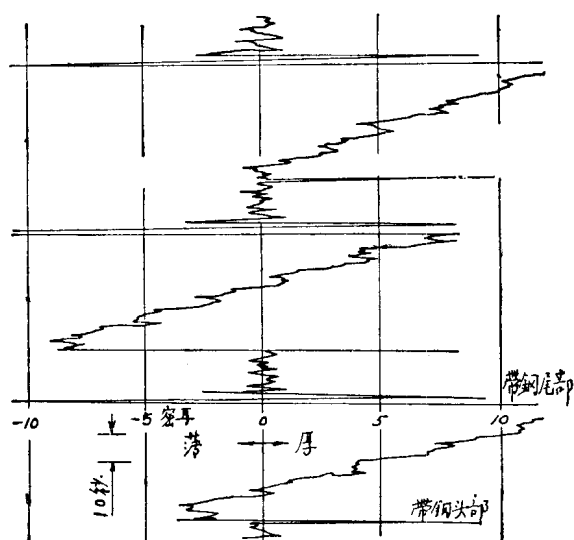


图 12 在一台带钢热轧机上没有采用厚度自动控制轧制 304 不锈钢带的厚度变化情况。板坯宽 940 毫米, 厚 19 毫米, 成品厚度 3.56 毫米

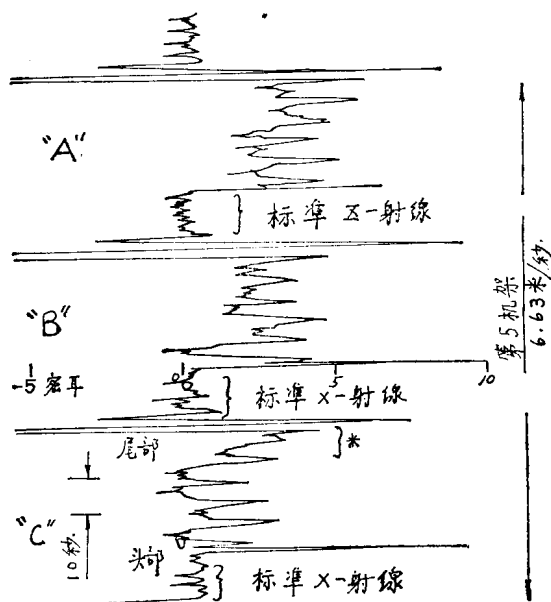


图 13 轧制第一卷钢卷“C”时采用带有 X 射线厚度监控器的轧制力厚度自动控制系统以及轧制第二、第三卷带钢钢卷“A”和“B”时没有采用上述系统所得到的厚度变化情况。第二机架和第四机架减少了对钢卷“A”和“B”的轧制力。轧制钢卷“C”时, X 射线信号是反馈到第二和第四机架的上述系统中。轧件是 304 不锈钢板坯, 宽 940 毫米, 厚 19 毫米, 成品厚度 3.56 毫米(第四机架出口厚度)

图 12 示出热带钢精轧机组对厚度自动控制系统需要程度。图 13 示出了热轧机厚度自动控制的效果。

结 论

显而易见,厚度自动控制的应用是可观的。它提供了多方面解决各种问题的途径。尤其是有助于在各种类型的轧机和轧制多样化产品的轧机上采用厚度自动控制系统。

目前厚度自动控制系统有复杂化的趋向,这样可使系统能更好的工作。一般来说,反过来亦是正确的。

一个厚度自动控制系统应尽可能简单,并能保证必要的功能行之有效。一般从开始就要对很复杂的系统加以简化使之实用。

在轧机上应尽量考虑设计和安装厚度自动控制系统。通常轧机运行方面的资料和经验是提供设计实用的系统的必要条件。实际上不可能有两台轧机各个方面完全相同的。即使有,那它们的运行情况亦不相同。

讨 论

W. E. 密勒: 作者叙述了大部热带钢精轧机组上的厚度自动控制是采用轧制力一压下型或称之为“厚度计”的系统,一般是安装在第二、第三或第四机架上,而且很少装在第一或最后一个机架。

这是带钢热轧机厚度自动控制最初阶段的实际情况。当用户被迫作出这些决定时,还没有大量精确统计的厚度自动控制试验数据。当然现在已经有了。那时,实际上用户添置了一种简单的装置,即廉价的装置,它对于大多数产品来说,还能达到在一程度上改善带钢的厚度偏差。

近几年来,有更加多的钢厂在六机架带钢精轧机组上全部都添置了厚度自动控制系统。由于已经有了六机架带钢热轧机组全部采用轧制力——压下型的厚度自动控制的经验,所以,最近在七个机架带钢热轧机组亦全部设置了厚度自动控制系统。这些决定是建立在用户对以下各项研究的基础上,即产品、轧制表、计算机得出的图表、有关机架轧制负荷的确定、压下螺丝需要的行程、轧制节奏、带钢温度降、水印的影响以及在许多轧机上厚度自动控制所得到大量试验数据的研究。这些资料大多数已发表了,还有许多资料是专利。

在六个机架上全部采用轧制力——压下型的厚度自动控制所得到的好处有如下几个方面:

- (1) 减少了带钢后段由于温降造成厚度偏差的影响。
- (2) 带钢尾部失张造成厚度偏差有所改善。
- (3) 轧机的负荷分配有所改善。
- (4) 借助于活套装置减少需要校正的干扰。
- (5) 带钢的板型和平整度有所改善。
- (6) 由于压下螺丝复位时间较短,轧制间歇时间缩短。
- (7) 即使有一个机架的厚度自动控制退出,还可以进行有效的厚度控制。

以上这受益是很明显的,给七家钢厂提供优质产品,改善成材率和生产率比增加百分之几的附加设备投资还大得多。

J. W. 华莱士(本文作者):目前对带钢热轧机厚度自动控制及自动控制系统引起了很大的重视。虽然,有许多带钢热轧机已经设置了上述的系统,但对运行效果的评述仍是早几年的工业水平。如果计算机研究、计算程序和运行经验目前可以集中到一起,则在所有的轧机上究竟怎样的系统是最好的系统,也就是说有多少机架,这些机架应采用何种控制方式,究竟是厚度计型还是张力型的厚度自动控制系统尚未达到一致的看法。当然最好是有各种控制功能最灵活的装置,但是会增加昂贵的设备和维修费用。

目前对液压弯辊装置引起了很大的重视,这可能对于改进厚度自动控制系统有很大的影响。

译自:《Iron and Steel Engineer》V. 41, No. 9 (1964). 193~202.

转载自:“重型机械快报”,1965。刘咸德 校对和补充。

现代带钢热轧机的厚度自动控制

J. W. Wallace

厚度自动控制 (A. G. C.) 是带钢热连轧精轧机组控制系统不可缺少的一个部分。为了解决带材的全部尺寸问题,曾经提出了许多方法,然而不是任何一种方法就能解决问题。每个系统都必须把每套轧机的具体情况及存在的问题加以考虑。

在最近的五年间,钢铁工业的动向反映了对带钢热轧机的发展引起了很大的重视。几套新的轧机业已建成,而且还有许多老式轧机已经完成了技术改造。

带钢热轧机中最引人注目的区域是带钢热连轧精轧机组。它是热轧带钢生产最重要的中心环节。

厚度自动控制系统和调节张力的活套系统协调工作,目前已成为这种轧机不可缺少的部分。

厚度自动控制的沿革

厚度自动控制是一个附加在轧机基本控制系统上的精调控制系统,用于消除带钢成品厚度的波动。此系统必须和其他控制系统的运行协调一致,亦可以采用一台过程控制计算机确保轧机整个控制系统协调运行。

工作时,把轧机调整到尽可能符合预先给定的轧制表以获得特定的厚度。厚度自动控制是在带钢穿过轧机后才投入工作,进行监控、修正原始厚度偏差以及在轧制过程中所产生的偏差。

厚度自动控制和轧机主传动的速度调节系统及机架间的恒张力活套调节系统共同协调运行,使每一卷热轧带钢成品在整个长度上的绝对厚度保持在尽可能小的公差范围内。它可补偿带钢头尾温差和轧件上的水印 (Skid marks) 所引起温度突然变化的影响。

大多数精轧机组在没有任何厚度自动控制装置的情况下,还能轧出厚度相当均匀的带材。尽管所轧出的整卷带钢的厚度非常均匀,但是这种厚度往往不是所要求的。如果已经轧出均匀的厚度,那为什么还要在轧机上设置厚度自动控制? 因为,在大多数的情况下,带钢的宽度不是像厚度一样均匀,在连轧机中对厚度的补偿是靠机架之间张力的变化来实现的。厚度偏差将引起补偿张力的变化,这是连轧机固有的特性。但是,张力变化亦会产生一个不利的宽度变化。为了获得均匀的宽度,最后带材还需要进行大量的剪边。

虽然许多老式的轧机上都有活套装置,但是,它们不是用来调节主传动速度以控制带钢张力,而且在大多数的情况下是用手动操作,只在出现事故之前起活套挑的作用,以免叠层进钢。

目前恒张力活套调节装置已是带钢热轧机一个标准的部件。这种活套装置是用来减小机架之间的张力,并使张力恒定,从而使带钢宽度变化减至最小。

由于连轧机补偿厚度变化的固有的能力几乎被消除。宽度虽然有所改进,但厚度更加不稳定。