

# 宽厚板轧机自动控制系统速度控制的设计实现

## The design of the speed control in the Auto control system

文 / 济钢宽厚板厂 岳临萍

摘要：本文着重介绍了轧机自动控制系统中，速度系统的控制和设计组成。对速度的设定，不同分类的控制方式及旁通辊道的控制速度的设计进行了详细的分析和说明。

### 1 前言

在宽厚板轧机进行的一级自动化控制的系统中，钢板的物料跟踪 TRACK 模型起到十分重要的作用。同时，为了满足 TRACK 模型跟踪的准确性，以及钢板轧制过程中运行的稳定性，都会运用到另一个重要的模型 SPEED 速度模型。它对钢板的控制轧制、控制冷却以及物料跟踪都起到十分重要的作用。

### 2 速度系统（PLC 主斜坡发生器）

当物料控制系统根据不同的控制区域为自动过程产生速度给定值时，这些给定必须平稳并将其分配给相应的控制驱动系统。这些功能在“PLC 的主斜坡发生器”逻辑功能单元中实现。基础自动化系统的主斜坡函数发生器主要有以下几个功能：

- (1) 根据控制模式和自动化过程控制的不同传动系统，速度给定值被单独的分配给辊道或者主传动
- (2) 单个传动系统的人工干预或者操作模式的转变（自动/手动）。
- (3) 提供平稳的速度改变
- (4) 提供与传动设备的接口（如变频器等），包括速度方向的改变。
- (5) 提供速度的相关功能如超前滞后因数，机架和轧机之间的压力控制，平衡负荷控制，雪橇头形成的速度控制等。

#### 2.1 速度设定值的产生

PLC 主斜坡发生器负责与所有传动控制设备的通讯，同时负责计算轧机每个单独传动系统的给定值。不停的计算所有速度给定值并循环发送给相应的传动控制系统或者主传动控制。根据不同的辊径和速率，计算速度给定值。

在轧制过程中将相应的传动系统改变为要求的速度给定值。这些给定值是自动或者手动设定的。斜坡功能发生器提供平稳的将速度改变到给定值。PLC 主斜坡发生器接收到所

有辊道以及主传动的速度自动给定值，同时接收物料控制系统的控制字，根据控制字，不同的传动部分能够分配到不同的速度设定值。

每个传动部分的给定值都要单独计算，操作工可以进行人工干预，将给定值直接传给 PLC 主斜坡控制器。此时自动速度设定值被干扰，只能人工强制将速度值重新选回到自动模式。如图 1 所示为自动速度系统的原理图。

#### 2.2 选择辊道组

轧机辊道由变频器等传动装置成组控制。也就是一台装

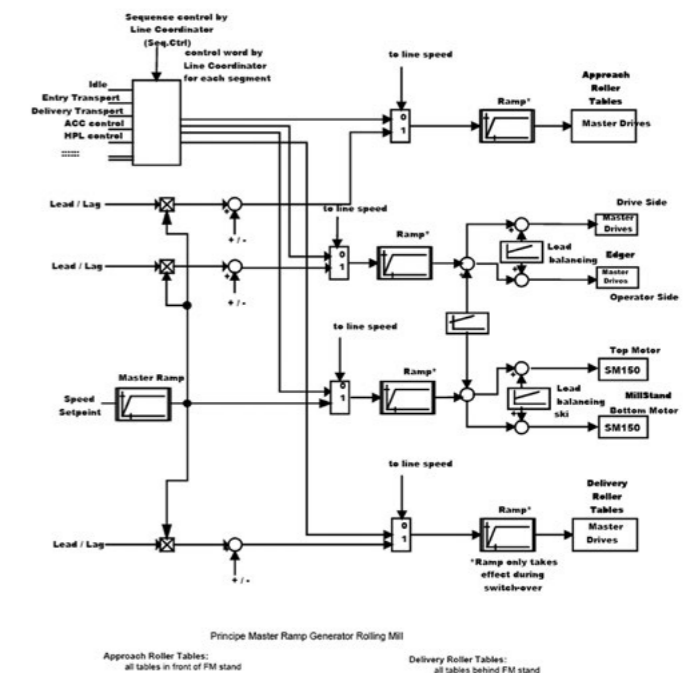


图 1

置可以驱动一台或者多台电机。这些机组是区分速度的最小单元。由于辊道长度和轧制过程的不同，不可能每组辊道都有不同的速度。所以有些装置被分成逻辑上的一组，同时驱动。

每个辊道组以及每个主传动都可以控制在自动或者手动模式。在自动模式下，辊道和主传动在自动算出来的速度下运行。当轧机机架有负荷时，所占用的辊道按照轧机主传动的实际速度进行调节，并由超前滞后因数校正。在手动模式下，每组辊道都可以通过 HMI 操作面板来选择。人工干预时，只有选择的辊道组在工作。辊道的选择与操作模式无关，自动产生速度给定值与选择辊道无关，但自动的速度给定值只在自动模式下有效（在计算机控制下）。

至于辊道组单独传动的编组，这些辊道编组都根据顺序控制系统会赋与不同的速度给定值，可以参考之前发布过的自动控制物料跟踪 TRACK 的相关文章中有详细的描述。

### 2.3 改变速度设定值

物料控制系统将速度选择为自动模式。每个控制顺序产生一个速度给定值。这些单独的速度给定值可以分别来自过程控制计算机，加热炉，MULPIC 冷却系统，或者热矫直机的自动系统。此外，人工给定值在人工干预下选择。在物料控制功能里同样选定不同辊道组的速度给定值。

为防止钢板在辊道上滑动，加速度预设设为  $1.3 \text{ m/s}^2$ ，当机架负载时，相关辊道调整为更高的加速度，大约  $2.5 \text{ m/s}^2$ ，因为所轧物料的加减速主要通过机架负载来决定。坡道的速度设定值被转换成每分钟的转数并分配给速度传动系统。

### 2.4 超前滞后因素

轧机区的每个传动系统根据所处传动区域，需要不同的速度给定值。入口侧的机架辊和传送辊道的速度给定值需要一个滞后因数来调整。出口侧的则需要一个超前因数来调整。

这个因数根据钢板的厚度压下量，辊径和压力计算出来。这个超前滞后因数作为轧制表设定值的一部分通过过程控制计算机来提供。人工通过操作杆干预控制时不会在人工给定值上增加超前滞后因数。人工或者通过脚踏主令的干预速度给定值直接传递给主传动。相关辊道根据该给定值乘以相应的超前滞后因数，就像自动获得的给定值。这样操作工可以借助过程控制计算机计算出的给定值完成手动进行轧制。

### 2.5 爬行速度

轧制时，如果打开了辊道冷却功能，有必要控制辊道转动以确保有效的冷却。如果辊道没被占用并且选定了自动模式，此时机架和工作辊道将打到爬行速度。主机总是以与物料相反的方向爬行以防万一咬入钢坯。爬行速度和方向命令由物料控制功能发出。

爬行速度是较小速度参考值，大约是  $0.6 \text{ m/s}$

### 2.6 游荡速度

如果正常的轧制过程被打断，则钢板在辊道上进行游荡以确保钢板均衡的冷却。游荡速度由物料跟踪模型功能控制，也就是说速度系统不用再考虑游荡速度。游荡速度是一个很小的参考值，大约  $0.6 \text{ m/s}$ 。

## 3 雪橇头和负荷平衡控制

钢板出轧机时头部微微上翘（雪橇头形成）是最合适的，这样可以防止因在传输过程中的冲撞对辊道轴承造成压力。电气执行元件影响雪橇头形成就是在轧钢板头部调节上下辊电机的不同转速。

在钢板刚入轧机时不同的速度是可实现的，这速度差一直保持到轧完合适长度的钢板头部，然后通过坡道速度差变为零。上翘的雪橇头意味着上辊速度减慢，下翘的则是下辊速度减慢。操作工通过 HMI 输入规格和物料长度以次来调节雪橇头。

当需要雪橇头形成时，上下辊主传动马达的负荷分配将出现不平衡。为了达到速度偏差为零，负荷平衡控制被激活，以保证上下辊的转矩平衡。这些都是基于不同的电机电流的双传动由速度修正系统推导出来的。

同样在轧机的传动侧和操作侧之间，也必须进行负荷分配以保证两侧的负荷平衡。轧机机架上下辊传动之间的负荷分配与此类似。

## 4 精轧机和粗轧机机架之间的张力控制

在轧制变化过程中，如果钢坯足够长的话，钢坯可能同时处于精轧机和粗轧机之间，这时张力控制十分重要以避免钢板在其中具有较低的拉力或者没有拉力。

因此，轧边过程中，存储精轧机的转矩和压力，存储的转矩将作为转矩参考值。轧机咬钢后转矩将通过一个因数进行调整，该因数基于轧辊压力和速度的变化计算出来。此时转矩。

## 5 旁通辊道入口 / 出口运输

在多张钢板同时在生产线上进行热机轧制时，需要控制不同的轧制温度，而不影响各自的轧制时间，这样就需要设置旁通辊道来进行多余钢板的放置，自然冷却。达到一定温度后，再进行相应的轧制模型的控制轧制。这是轧制策略的一个重要难点，同时也是速度控制的重点之一，该游荡的，该轧制的，该运输的等等同时存在不同的速度控制和执行。

### 5.1 运输链的作用

上接84页

入口和出口运输链用于从粗轧机出口辊道或者精轧机入口辊道运输到旁通辊道。或者从旁通辊道运输到粗轧机出口辊道或者精轧机入口辊道。

入口和出口运输链通过杠杆系统驱动液压缸来升降并通过持续链接横移。入口和出口运输车横移传动系统由一个独立的轴组成，每一个运输车都由机械同步电机和带有双向操作的齿轮箱驱动。运输链的位置根据附加到齿轮箱的位置传感器来决定。入口和出口运输链都独立操作。

#### 5.2 入口和出口运输链和旁通辊道的次序控制

根据轧制表和次序，在全自动模式下，轧制区域的物料处理控制指令来操作入口和出口运输车和旁通辊道。操作工可以单独运输钢板到旁通辊道上，通过 HMI 上的按键操作从旁通辊道上分别要求钢板。只有钢板最大长度在 15 米才能运输到旁通辊道上。操作工要求运输钢板到旁通辊道上或从旁通辊道上运输钢板全自动次序：

(1) 当钢板要转移到旁通辊道上，相关的运输（入口或出口）在旁通辊道下的原位和轧机辊道下位置之间横移。

(2) 把运输到旁通辊道的钢板放置在相关运输链的中心，放置在相应的热检 HMD 的检测位置上。

(3) 一旦辊道稳定下来，相关的运输链得到指令，把钢板运输到旁通辊道中心。

(4) 当钢板释放到旁通辊道上，钢板在旁通辊道上游荡，其它由跟踪系统和热检控制的钢板也在旁通辊道上游荡。

(5) 根据钢板尺寸确定的预先冷却时，把要从旁通辊道上移除的钢板放置在粗轧机端部的热检下面或者精轧机端部热检下面检测到。

(6) 放置到旁通辊道上的剩余钢板在辊道上游荡。

(7) 当辊道准备接受运输来的钢板时，粗轧机出口辊道和精轧机入口辊道停止。一旦辊道稳定了，运输链得到指令把钢板运输到辊道的中心。

(8) 一旦运输链达到最低位置，轧机辊道开启，并根据轧制表和次序朝着粗轧机或精轧机运输钢板。

## 6 结束语

利用轧机控制自动系统的速度功能，为钢板轧制策略的实现提供了可靠的保障。对钢板的运输速度、轧制速度、冷却速度、咬入 / 抛出速度，以及钢板的旁通辊道设计等功能进行了自动控制和手动干预控制，提供了现场环境下多方位的操作模式，提高了产品的轧制质量和保证设备的安全性能。