重钢2 700 mm中厚板分段剪自动控制

文/杨秋梅
北京金自天正智能控制股份有限公司

热分段剪是中厚板轧机工程中的一个重要组成部分，属于大型精密机械，其联锁多、控制精度高、节奏快，是整个控制系统的难点。从控制角度可分为辊道控制系统、轮廓仪优化系统、剪切系统、换刀系统、自动测长系统、液压系统和润滑系统等几个子系统。

重钢在2020年对2 700 mm中厚板生产线进行升级改造，于2021年3月投产，自动化控制系统分为三级。热分段剪于2021年6月份调试完成，正式交付使用。热分段剪属于大型精密机械，其联锁多、控制精度高且节奏快，是整个控制系统的难点。从控制角度可分为辊道控制系统、轮廓仪优化系统、剪切系统、换刀系统、自动测长系统、液压系统和润滑系统等几个子系统。该系统基础自动化部分采用SIMENS公司的S7-1518，交流辅传动系统选用ABB公司的7cS880 NultiBrive多传动系统，操作员站采用集中操作控制平台，与主CPU S7-1518相连接。

工艺概述

经过2#矫直机的钢板，由2#矫直机输出辊道送至轮廓仪处，进行钢板轮廓检测，根据实际板型及三级、二级设定数据下发给分段剪优化剪切数据，同时钢板送至分段剪前辊道，L_1按照从L_2或轮廓仪接收到的钢板数据，热分段剪将按照钢板的的切头和分段的数据，自动调整刀缝和摆动辊道的位置，由测量辊和通过热检检测计算出的检测长度后自动进行分段剪切，剪切后的钢板通过摆动辊道、输出辊道将钢板送至冷床。

控制功能说明

1）2#矫直机输出辊道控制。用于将钢板输送至分段剪输入辊道。

2）分段剪输入辊道控制。用于将钢板输送至分段剪。

3）分段剪自动剪切控制。液压控制，用于钢板分段。根据产品规格和生产计划确定优化剪切方案，与优化剪切系统形成闭环，准确进行剪切。

4）分段剪摆动辊道控制。辊道上摆指令与上剪刃处于上位条件联锁，剪刃上位条件不成立，辊道不能上摆。摆动辊道必须处于下摆状态才执行剪切。

5）分段剪输出辊道控制。将分段后的钢板输送到冷床输入辊道。

剪切定长方案

1. 划线小车与激光测距仪方式

剪切机入口辊道最后一根辊子装有增量编码器（252BWL01），编码器与辊道同速，根据测量辊道速度便于剪切定长。

剪后现有激光划线小车用于安装热金属检测仪，用来准确检测出口处钢板不规则头部的最前端。同时出口处设置一个激光测距仪

（249BFZ02），装有热金属检测仪的小车在待机状态下处于靠近剪切机的前极限附近。当接到来料分切长度信息后，小车自动向出口方向移动，激光测距仪会实时测量与小车的距离。直到满足热金属检测仪检测点与剪切线的距离等于设定的分切长度后，小车停止。来料的头部到达此处即为分切长度，热金属检测仪触发，辊道停止运送，开始剪切。若来料需要两次以上分切，可随时根据设定的分切长度调整小车距离，满足每次停车位置热金属检测仪检测点与分切定长位置吻合，激光测长定尺示意图如图1所示。

激光测距仪反光板位于小车上，在安装时确保反光板与热金属检测仪检测中心位置一致。保证激光测距检测反射板的距离基本上是热检测仪检测点的距离。根据实测的检测距离，当检测距离为如图L_1（mm）时，L_0-L_1即为定尺长度L。此外，通过设置小车两个极限距离L前、L后，可通过激光测距检测来自动限定小车两个极限位。

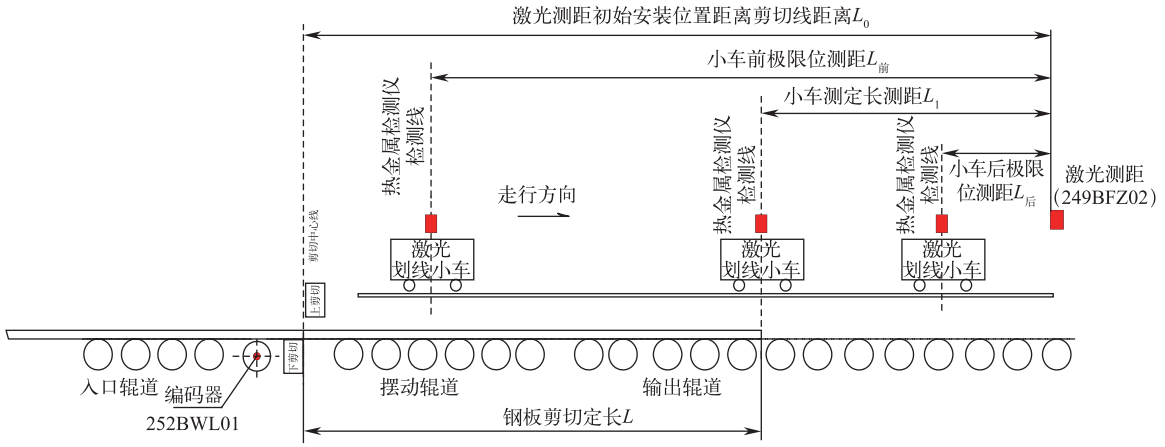


图1　热分剪后激光测长定尺示意图

2. 编码器与热检方式

热分段剪入口辊道最后一根辊子装有增量编码器（252BWL01），编码器与辊道同速，跟踪计算的钢板头部距离分段剪剪切中心线距离。

剪切刀数为一刀时，当HMD308检得时，开始辊道编码器的计数，计数值乘以脉冲对应长度即算得带钢长度。以为辊道的速度不能完全等同于带钢速度，如果带钢存在打滑等情况，就会造成带钢长度计算出现偏差，所以利用划线小车上面的扫描式热检进行长度计算校正，为保证剪切长度的准确性，划线小车所停位置距离越接近于剪切长度越准确，但也要留出校正长度的空间，经过和现场多次实际比对，基本上把划线小车的距离定位在剪切长度1 000 mm的位置上，既留出有效的校正时间，又能保证准确性。

剪切刀数为两刀时，第一刀剪切完毕，摆动辊道抬到生产位置，与分段剪后输出辊道先行运转1 s时间，与第二块子板留出一定距离，然后分段剪前输入辊道与摆动辊道、分段剪后输出辊道同步运行，启动APC定位使能，开始辊道编码器的计数，采用与切一刀同样的方法计算带钢长度。

切两刀可选用是否采用叠钢方式，叠钢方式下，切完第二刀，摆动辊道和分段剪后输出辊道不转，分段剪前输入辊道先运行，延时叠钢长度/辊道速度的时间后摆动辊道和分段剪后输出辊道再运行。编码器与热检方式如图2所示。

速度控制

1. 通用速度控制

（1）2#矫直机空过

2#矫直机空过为1，且2#矫直出口热检上升沿到来，2#矫直机输出辊道1#交权请求、2#矫直机输出辊道2#交权请求设置为1（SR触发器），且2#矫直机输出辊道1#交权回应、2#矫直机输出辊道2#交权回应为1时，2#矫直机输出两组辊道=APC最大速度。HMD307下降沿时，复位2#矫直机输出辊道1#交权请求、2#矫直机输出辊道2#交权请求。速度控制如图3所示。

（2）2#矫直机不空过

2#矫直机空过为0，且2#矫直机开始矫直信号为1，2#矫直机输出两组辊道速度跟随2#矫直机的速度。

HMD308无钢时（脉冲），热分段剪输入辊道

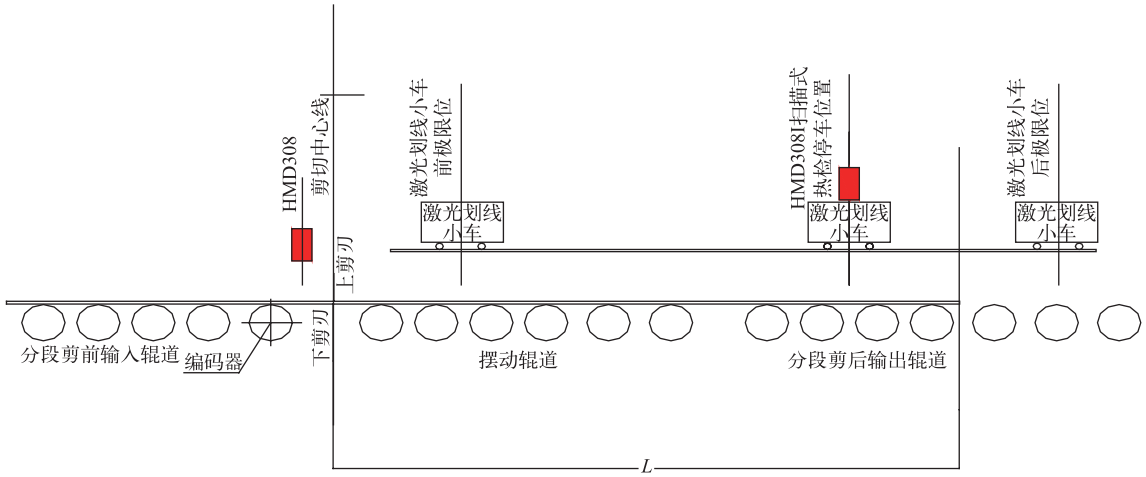


图2　编码器与热检方式

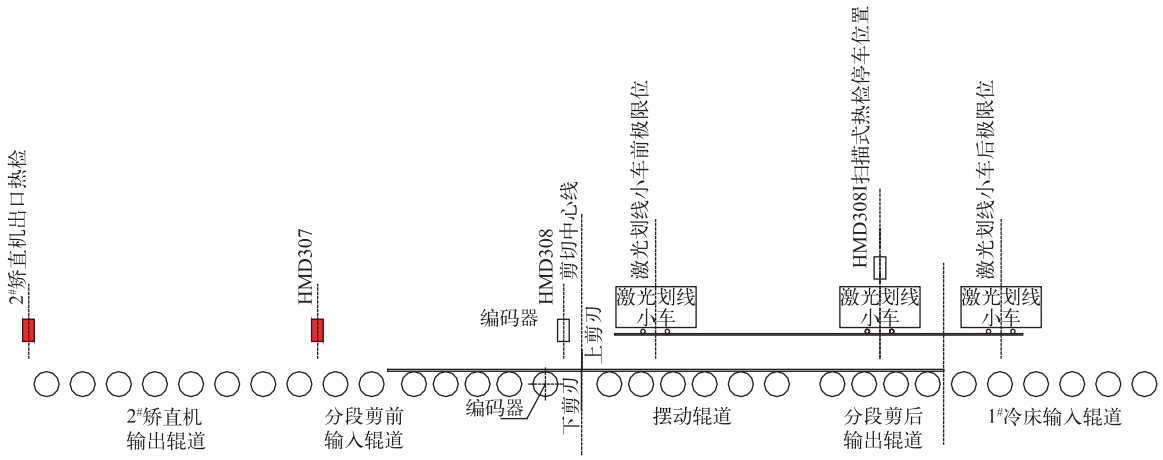


图3　速度控制

交权回应设置为1（SR触发器），热分剪输入辊道速度跟随2#矫直机输出辊道2的速度。

2#矫直机空过为0，2#矫直机开始矫直信号为0，2#矫直机输出辊道1#交权请求、2#矫直机输出辊道2#交权请求设置为1（SR触发器），且2#矫直机输出辊道1#交权回应、2#矫直机输出辊道2#交权回应为1时，2#矫直机输出两组辊道=APC最大速度。HMD307下降沿时，复位2#矫直机输出辊道1#交权请求、2#矫直机输出辊道2#交权请求。

2#矫直机空过为0，且热分段剪输入辊道交权请求下降沿，热分段剪输入辊道交权回应设置为0（SR触发器），热分剪输入辊道速度、摆动辊道、输出辊道=APC最大速度。

2. 切零刀

HMD307下降沿，2#矫直机输出辊道1#交权请求、2#矫直机输出辊道2#交权请求设置为0（SR触发器），此时2#矫直机输出两组辊道的速度由2#矫直机控制。

HMD308无钢，分段剪输入辊道速度设定为0。

HMD309无钢，摆动辊道、分段剪输出辊道设定为0。

3. 切一刀

按照现场实际要求，两块子板长度大于25 m，则单排传送；若两块子板长度小于25 m，则双排传送。

HMD308上升沿，开始启动APC控制，目标距离设为1#子板分段剪切线位置。2#矫直机两组辊道、分段剪输入辊道、摆动辊道及分段剪输出辊道速度设定为APC的速度输出。

APC定位完成，分段剪输入辊道、摆动辊道和分段剪输出辊道都不运行后，做一键剪切。

剪切复位下降沿，钢板总长度不大于25 m，双排；冷床输入辊道一段交权请求置位1（SR触发器）。冷床输入辊道交权反馈为1，则摆动辊道、分段剪输出辊道，冷床辊道V=max，延时250 ms后（可根据实际情况调延时的时间），输入辊道V=max。

剪切复位下降沿，钢板总长度大于25 m，单排；冷床输入辊道一段交权请求置位1（SR触发器）。冷床输入辊道交权反馈为1，则摆动辊道、分段剪输出辊道，冷床辊道V=max。

HMD308无钢，分段剪输入辊道速度设定为0。

Case2（单排）：HMD309下降沿，冷床输入辊道交权反馈为1，输入辊道V=max。冷床辊道V=max。清零发送给PLC302的子板相关信息。

Case1（双排）：HMD309下降沿第二次到来，冷床输入辊道一段交权请求复位0（SR触发器）。输入辊道、摆动辊道和分段剪输出辊道V=0。

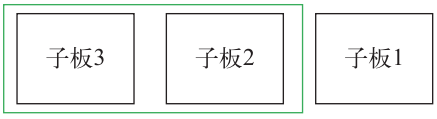
（4）切两刀

按照现场实际要求，两块子板长度大于25 m，则单排传送；若两块子板长度小于25 m，则双排传送，所以切两刀的工况共有以下三种情况。

Case1：子板01+子板02 >25且 子板02+子板03 >25 。

Case2：子板01+子板02≤25（绿色方框表示双排）。

Case3：子板01+子板02>25且子板02+子板03≤25（绿色方框表示双排）。



HMD308上升沿，开始启动APC控制，编码器初始计数值设为HMD308，目标距离设为1#子板分段剪切线位置。2#矫直机两组辊道、分段剪输入辊道、摆动辊道和分段剪输出辊道速度设定为APC的速度输出。

APC定位完成，分段剪输入辊道、摆动辊道和分段剪输出辊道都不运行后，做一键剪切。

冷床输入辊道一段交权请求置位1（SR触发器）。冷床输入辊道交权反馈为1。

Case1：摆动辊道、分段剪输出辊道，冷床辊道V=max。

Case2：摆动辊道、分段剪输出辊道，冷床辊道V=max，延时250 ms后（可根据实际情况调延时的时间），摆动辊道、分段剪输出辊道，冷床辊道V=APC速度。编码器初始计数值设为0，目标距离设为2#子板分段剪切线位置，2#矫直机两组辊道、分段剪输入辊道V=APC速度。HMD308I有钢，做APC的实际头部长度修正。APC定位完成，做一键剪切。冷床输入辊道交权反馈为1，则摆动辊道、分段剪输出辊道和冷床辊道V=max。

CaseE3：摆动辊道、分段剪输出辊道，冷床辊道V=max。

故障分析及处理

1）从分段剪前热检HMD308检得开始编码器计数计算带钢长度与到HMD308I长度校正时偏差较大。原因是这个区域的带钢温度变化较大，对热检的检测影响较大，温度高，钢板红外线辐射，就会提前检得，温度低检得会偏晚，造成带钢长度计算偏差较大。后根据现场实际情况，改用了冷检，效果更好。

2）投用轮廓仪的情况下，自动定位完成，但没有剪切完成的原因为：自动剪切命令已经下发，摆动辊道下降电磁阀已经得电，但迟迟没有下降到位，下降极限信号未到，导致剪切命令不能执行，剪切电磁阀不能动作。

结束语

热分段剪是中厚板轧机工程中的一个重要组成部分，自2021年5月份调试完成交由生产班使用以来，已完成数万吨各种规格钢板的剪切，且剪切质量良好。L_2物料跟踪传输过来的数据传给L_1，L_1自动化系统对数据进行处理，自动完成调整、设置和剪切，并自动输送给冷床，完成整条轧线的物料跟踪传输。EA