

[冶金]

ABB板形控制系统在四辊精轧机上的改造及应用

文/铜陵金威铜业有限公司 黄永冠

金威公司四辊精轧机配备了ABB板形仪，并完成了板形闭环控制的调试，在实际生产中取得了良好效果。主要介绍ABB板形控制系统的硬件组成、喷嘴电磁阀的国产化改造以及板形系统与轧机PLC系统之间的通信实现方法，并介绍板形系统常见问题及维护心得。

金威公司板带分厂四辊精轧机组是四辊可逆单支架铜冷轧机，于2005年从美国Waterbury Farrel公司引进，并于2008年底调试完成投入使用。WF四辊精轧机主要轧制厚度范围在0.1~0.3 mm之间的各种薄规格紫铜带成品，包括电缆带、太阳能带和光伏带等，是金威公司板带生产线上的关键机组。

为了满足高精度铜板带的生产要求，WF四辊精轧机配备了ABB板型仪。由于各种原因，在设备调试阶段，WF四辊上的板型控制系统只完成了基本的安装工作，未进行送电调试，导致在设备投产后的4~5年时间，WF四辊上配备的板型仪始终未能投入使用，价值千万的设备只能白白闲置，造成极大浪费，同时严重影响生产效率和铜板带产品质量的提升。为把WF四辊上的板形控制系统利用起来，后金威公司经与ABB测量部门北京分公司联系，签订了板形系统的调试合同，并于2013—2015年分两次完成了板形控制系统的调试工作，在这期间还完成了用于板形分段冷却控制的喷嘴电磁阀的国产化改造，使得WF四辊板形控制系统实现了在线闭环控制。

板形控制系统的硬件组成

WF四辊使用的板形系统属于ABB

Stressmeter 6.0 FSA系统，其主要包括板形测量部分和板形控制部分。板形测量部分主要包括轧机两侧配套的各一个板形测量辊及相应的STU单元（即信号传输单元）、联轴器及两个板形测量辊共用的一个空气加湿单元，还有板形控制柜STRcabinet。

WF四辊使用的ABB板形测量辊采用的是压磁式测量原理，其主要由钢制内辊、压磁式测压头传感器以及镶套在内辊的若干测量环组成，测量辊辊径为 $\phi 313$ mm，沿板形辊轴向方向分布有等宽测量区，每区宽度为26 mm，总共有26个测量区，每个测量区沿圆周方向每隔90°装有一个传感器，即每区设置4个传感器。每个测量辊都有配套的STU单元，主要用于在板形辊和板形控制柜之间传输励磁电流和力测量信号，不同的板形辊根据测量区间的不同使用不同的STU单元，WF四辊板形测量辊使用的STU单元可以测量16~32个测量区，实际使用了26个测量区。

板形控制柜是ABB板形系统的重要组成部分，其内主要包括测量辊励磁单元、数字信号处理板DSP、数据采集板DCP及通信板MPC，板形电脑FC1，以及工程师站电脑ES1。其中励磁单元用于给两个板形测量辊提供高频励磁电

流，DSP板用于处理板形测量辊发送来的力测量信号，然后传输给DCP板和MPC板，MPC板通过TCP/IP协议将经过处理的板形信号发送到FC1电脑进行板形控制和计算。其中FC1和ES1两台电脑及其内包含的控制软件，以及用于板形显示和操作的远程HMI操作站，共同组成了板形系统的控制部分。

喷嘴电磁阀的国产化改造

WF四辊板形自动控制的手段主要包括倾辊控制、弯辊控制和轧辊分段冷却控制三种。其中倾辊控制主要用于消除带材轧制中产生的单边浪，弯辊控制主要用于消除带材轧制中产生的中间浪和两边浪等缺陷，而轧制中产生的板形缺陷中的不规则变化部分主要通过轧辊选择性分段冷却的方式进行消除。WF四辊精轧机板形系统的分段冷却调节功能通过轧机机架两侧安装的喷射梁和喷嘴电磁阀实现，其中轧机前后侧分上下总共包含4个喷射梁，每个喷射梁包含13个用于轧辊基本冷却的喷嘴和26个用于工作辊分段冷却控制的喷嘴，每个喷嘴都有一个单独的喷射电磁阀用于控制乳化液的开闭。喷射梁工作示意如图1所示。

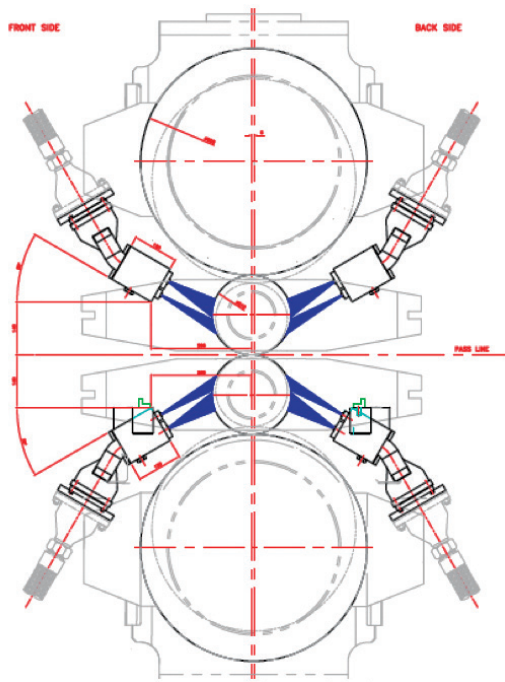


图1 喷射梁工作示意图

WF四辊精轧机原来采用的是莱克勒制造的喷淋冷却控制系统，在板形系统调试之前的生

产过程中，由于板形系统未投入使用，所以喷射梁内的所有喷嘴保持常通状态就可以，为防止轧制过程中因喷嘴不通影响带面质量，之前曾拆除了所有喷嘴内喷射电磁阀的阀芯，这些阀芯后来都因保管不当丢失。在WF四辊板形控制系统开始调试之后，为实现板形分段冷却控制的闭环控制功能，需恢复所有参与控制的喷射阀。我们开始与莱克勒联系，他们提供报价较高，完全修复约需60多万元，为节约设备改造费用，考虑对喷嘴电磁阀进行国产化改造，最终采用了苏州有色金属研究院提供的小间距全电磁喷射阀。改造的具体方法为：仅修复参与冷却控制的喷射阀，保留原喷射梁梁体和不参与分段冷却控制的缺芯喷射阀，同时继续使用原来的喷淋控制系统，由苏州院参照原喷射阀外形尺寸及性能设计新的电磁阀，喷射阀前段使用原来喷射梁上的喷嘴。改造合计使用了104个全新设计的喷射阀，总费用为14万元左右，仅此可节约备件费用50万元左右。经实践检验，新采用的喷射阀在响应速度、控制精度以及运行稳定性上，都满足了ABB板形控制系统分段冷却控制的使用要求。

板形控制系统与轧机PLC之间的通信实现方法

四辊ABB板形控制系统与轧机PLC之间的通信原来设计是通过TCP/IP协议进行通信，由于轧机设备制造商的原因，之前板形系统与轧机PLC之间的接口控制程序未能编写完成并使用，所以在板形控制系统重新调试后，只能自行设计并完成板形系统与轧机PLC之间的通信。为降低接口控制程序编写难度和稳妥起见，采用PROFIBUS-DP通信方式与板形系统进行通信，取代原来的TCP/IP通信方式，实现方法是：在板形控制柜增加一个通信转换模块ANYBUS-X，把ANYBUS-X作为一个从站点接入轧机PLC系统的PROFIBUS-DP通信网络，并在轧机PLC控制程序中重新进行硬件组态，而ANYBUS-X模块与板形控制系统的通信采用的是TCP/IP通信方式。ANYBUS-X模块在PLC程序中的硬件组态示意图如图2所示，其采用的DP地址为：88，输入有12个字，输出21个字。

在轧机与板形系统之间的控制接口程序

中, 轧机PLC给ABB板形系统发送的过程数据主要包括带宽、入口出口厚度和张力设定值、AGC压下系统倾斜量给定值和实际值、工作辊弯辊实际值和人工调节量, 还有轧制方向、倾辊弯辊自动控制投入命令以及许可信号、乳化液喷淋冷却投入信号等, 在每个道次结束时, 还可以给板形系统发送倾辊及弯辊自动调节量

清零信号, 使得下道次轧制时, 板形自动控制可以重新开始调节, 避免叠加。板形系统给轧机发送的过程数据主要包括倾辊弯辊自动调节量, 以及选择性分段冷却喷射阀控制命令。值得注意的是, 由于PROFIBUS-DP只支持整数进行通信, 所以轧机PLC与板形系统之间通信的过程数据最后都需转换为整数。

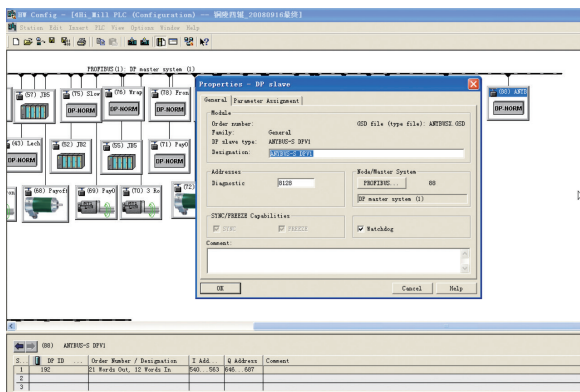


图2 ANYBUS-X模块硬件组态示意图

板形系统常见问题及维护心得

ABB板形控制系统以其高性能和运行稳定性得以在国内众多冷轧机组广泛使用, 但其高昂的备品备件价格一定程度上也影响到了板形系统的日常维护, 增加了使用成本。因此做好板形系统的日常维护工作非常有必要。目前金威公司一共使用了3套ABB板形控制系统, 从多年使用情况看, 其常见问题主要包括STU单元故障、MPC板故障及工控机故障。

STU单元故障会造成板形测量不准确, 在板形辊空载转动时能明显看到板形辊测量的应力信号会出现较大突变, 其原因一般是由于空气加湿单元使用的气源不够干净, 或者加湿单元使用的过滤器未起效, 导致STU单元内部的轴套进油, 这种情况下一般只能把STU单元送到ABB更换新轴套, 或者直接更换新的STU单元。一只新的STU单元单价高达80万元, 维修一次也需20万元左右, 维修价格不菲。解决该问题只能是平时做好STU单元和空气加湿单元的检查维护, 主要是STU单元碳刷的清洁, 以及空气加湿单元进气口增加油水分离装置, 定期检查更换空气加湿柜内的所有过滤器, 注意加湿空气和冷却空气的压力设定并调整到额定值。还有一个办法是对STU单元进行升级改造, 目前ABB公司最新的板形控制系统已经推出DTU单元(数字传输单元)取代传统的STU

单元, 运行稳定性得到极大的提高, 不过旧的板形系统要使用DTU单元也相当麻烦, 需对板形控制柜内的元器件一同进行升级改造, 极大增加了改造成本。

MPC板故障会造成板形系统无法连接到BMS, 需更换新的MPC板和更改地址, 重新导入系统数据和辊数据。该问题没有好的应对办法, 只能是平时做好MPC板的备件, 一块新的MPC板约需13万元左右, 而且备件交货期很长。

板形控制柜内的ES1和FC1两台工控机原来采用的是一体式计算机, 经长年使用后一般都会出现元器件老化问题, 比如散热风扇不转、主板和硬盘存在问题等, 而原产的计算机已无法买到。针对该问题, 建议是提前进行工控机的升级改造, 可以定做相同尺寸的国产一体机进行替代。目前金威公司已完成所有板形系统工控机的国产化升级改造。

结束语

ABB板形控制系统在WF四辊精轧机上的成功改造和应用, 实现了板形自动闭环控制, 提高了铜板带材表面质量和成品率, 降低了操作人员的工作强度, 取得了较好的经济效益和社会效益。EA

(收稿日期: 2019.04.16)

(编辑: 朱金凤)