

打毛机发生器的硬件结构

李 旭 孙占跃 王文涛
首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北 唐山 063200

摘 要：电火花打毛机在钢板轧制过程中占有重要角色。通过电火花打毛机毛化出的轧辊表面具有一定的耐磨性，可以提高带钢表面的性能及耐久度。电火花打毛机主要是利用发生器控制电极放电，在轧辊表面形成一定的凹坑，达到轧辊所需粗糙度；对其发生器的硬件结构的了解程度直接关系到轧辊表面质量的控制提升。

关键词：发生器；打毛机；控制原理；硬件结构

引言

电火花打毛机主要是对磨削好的轧辊进行表面毛化处理。在毛化过程中，电极和轧辊浸泡在电介质液中，电极上通有正极性或负极性的脉冲直流电，轧辊的电势为零，电介质液在电介质液未通电的时候呈现电绝缘性能，通电后呈现导电性，于是电极与轧辊之间生成一个脉冲电势差，电极瞬时通电时与轧辊之间产生一个电火花，每个电火花在轧辊表面形成一个麻坑。脉冲电流连续通断，轧辊表面逐渐被毛化^[1]。在整个毛化过程中，电火花打毛机需要具备CPU、电流控制、间隙控制、供电控制等功能。电火花打毛机发生器在设计上将这些功能集于一体，高度集中自动化，结构也更为复杂。

1 发生器的组成

发生器由供给电源、电容器单元、功率发生器控制单元三部分组成。供给电源输出两个等级的电压，一一是为点火阶段提供的直流230V；二是为持续供电阶段提供的直流100-230V。两种供给方式都使用了低功耗的PWM脉冲宽度调制技术。电容器单元由9个可编程选择的电容器组成。通过编程可获得0.02MFD至10.54MFD之间的任何电容值。功率发生器控制单元由CPU模块、伺服模块、点火模块、4个电源模块组成，CPU模块的微控制器控制整个工艺过程，包括脉冲发生、和PLC之间的通讯及电压、电流监控。伺服模块通过检测电极电压来调节伺服阀输出以控制电极和轧辊之间的间隙，确保间隙恒定（0.02~0.2mm）。点火模块提供230V的固定直流电，通过编程选择3个电流单位1.2A，2.2A，3A。4个电源模块提供100V至230V的可变电源。通过编程选择4个档位的不同组合可以得到9种设定电流，4.5A，6A，9A，2A，15A，18A，21A，24A。

2 发生器控制的系统原理

发生器在打毛机控制系统中属于执行机构，它按照下位机S7-300通过CAN网发出的报文指令执行，同时将

本身状态反馈给下位机。其通讯报文格式如下：

通讯报文格式								
注：——→发至 PLC ←——发自发生器								
ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
急停								
发生器使能	位命令控制字							
计时器	导通时间		关断时间					
结构化数据	电流选择	电容容量	控制模式	直流电压				
伺服控制数据	伺服增益		伺服参考					
发生器状态	正常状态	异常状态	高版本号	低版本号	本地选择			
电压反馈	电压反馈							
电源状态	正常状态		高版本号	低版本号	本地选择			
看门狗信号								

图1 发生器通讯图

通过上图并结合发生器控制系统图可见：发生器通过CAN网接受S7-300的控制指令，微控制器处理后，由主电源控制单元根据控制信息控制电源供给的通断及电容单元极性的改变、电容容量的选择；由功率控制单元根据控制信息控制点火模块的输出电流，保持点火模块输入电流电压230V恒定，以及电源模块的输入电压（100~230V）；由时钟发生器完成对S7-300输入看门狗信号的处理并将处理后的信息反馈给微控制器；微控制器将接受的伺服控制的控制信息由CAN网传输给伺服控制模块，伺服控制模块根据控制信息及电压检测出书的电压反馈完成打毛头电极位置上午闭环控制，确保间隙恒定（0.02-0.2mm）。同时，微控制器将发生器状态通过CAN网反馈给S7-300。

3 电容单元控制原理

电容单元接收点火模块或电源模块的输出，由主电源控制单元输出的继电信号控制极性改变；由主电源控制单元通过背板总线传输给继电单元的控制信号改变继电器的状态，从而控制电容存储器，固定电容能任意选择，可以通过编程获得0.02MFD至10.54MFD之间的任何电容值容量。并且由电压检测电源检测点火模块或电源模块的输出电压，并将检测信号发送给伺服控制单元和

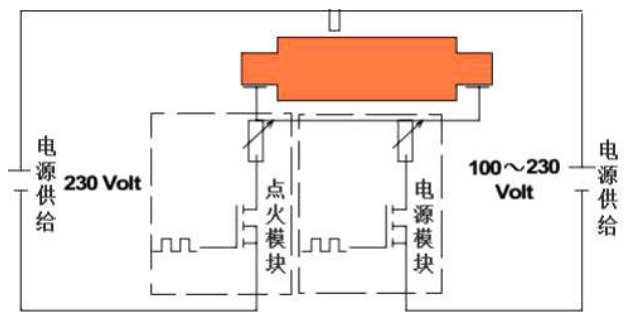
电压表。

在打毛期间,需要电极和轧辊之间的缝隙是恒定的(0.02-0.2mm)。因此,每一个打毛头装备一套伺服驱动。伺服装置驱动电极靠近轧辊表面,在打毛过程中依照预设缝隙电压值保持间隙距离。通过监测电极调节伺服阀以孔子电极和轧辊之间的缝隙。由伺服系统的间隙调节示意图和伺服控制原理图可知,伺服控制单元接受电压检测单元发送的电压反馈信号经高频滤波后输入电压反馈信号处理模块,处理后的信号和CAN网输入设定值比较,其差值通过比例增益可调的P/I调节器(用于保持伺服控制的精确性和补偿外部干扰,以使电极间的变化保持最小)调节后,输出信号经输出放大器放大输出到伺服阀,控制伺服阀工作。其中,P/I调节器的比例增益是由S7-300给定的。在打毛开始阶段,间隙调整分析功能块根据间隙电流和间隙电阻信息计算出最大伺服输出,以便使电极能够快速接近轧辊。P/I调节器的工作状态由短路跟踪功能块和继电控制功能块控制,当检测到发生器故障时,P/I调节器停止工作。避免对电极、轧辊表面或电路的损害。

4 CPU 模块控制原理

CPU控制模块是发生器的控制核心。它可以完成以下几种控制功能:(1)和S7-300之间的通讯。CPU通过8位的连接接口拨码开关设置的站点地址,通过CAN(控制局域网)通讯接口完成发生器和S7-300之间的信息交互。(2)信息处理。发生器的程序储存在可编程可擦写只读存储器中,发生器控制器控制电上电后,系统初始化,初始化完成程序镜像到RAM(随机存储器)中,CPU接受到控制信息,经程序处理后,通过接口模块将信息传输到相应的执行功能模块。主要有如下几个方向:1)改变电源极性及改变电容存储器的容量。CPU将信息发送到控制电容单元的继电器模块,由电容单元的继电器模块根据接受信息改变相关继电器的状态,实现控制需求。2)控制点火模块或电源模块的电流。CPU根据温度和短路监控模块的监控信息决定发生器是否工作,正常工作时,CPU接受PLC的控制信息结合PWM信号电源的信息,调用可编程逻辑器件16V8的固化程序,生成调制波信号,调制波信号通过光耦模块传输到点火和功率输出控制模块;同时CPU发控制信息给振荡发生器和电压调节补偿单元,结合电压监控单元检测到的电压,调用可编程逻辑器件20V8的固化程序,生成载波信号通过光耦模块传输到点火和功率输出控制模块,点火和功率输出控制模块根据载波和调制波发出控制脉冲信号,脉冲信号通过背板总线传输到点火模块或电源模

块,从而控制电源输出。3)电极位置的控制。控制信息在8254可编程定时计数器定时处理后,伺服参考和增益输出模块通过CAN网将信息传输到伺服模块。同时,将电压反馈、检测信息传输到CPU。



发生器点火模块的电源供给电压为230V相对(比电源模块)较高,但输出功率相对较低。在该电压下,电压能够使电极与轧辊之间的电介质液迅速击穿,产生火花放电。在点火阶段仅适用脉冲模式。有3档工作电流可供选择,范围从1.2到3A。电流的改变是通过选择点火模块的一个或者多个电阻配合完成的。电源模块比点火模块的供给电压低而输出功率高。电压通常为100v。但在电容模式下也可编程至230V。对于粗糙度要求低的轧辊,只需点火模块工作,电源模块关闭。电源模块输出在阶段有9档工作电流可供选择,电流范围为3至24A,电流的改变同样是通过选择电源模块的一个或者多个电阻配合完成的,加工电流直接从电源经由场效应晶体管输出到电极。通过设定的开/关时间控制场效应晶体管通断,从而更好地控制电流等级和持续时间,以达到轧辊粗糙度的要求^[2]。

5 在轧制中的应用

在轧制中,由于毛化后的轧辊改变了辊与板之间的接触状态,由光面对光面转变成由毛面对光面,在轧制力的作用下摩擦系数明显提高,且毛化后的轧辊表面是通电流放热熔化形成,能使轧辊表面硬度高达1000HV左右,也就是说毛化技术不仅有毛化功能,还有强化功能,能明显提高轧辊的耐磨性。具体表现在:①能提高轧制速度,降低轧制力。②能减少打滑带来的划伤、边浪,有利于提高板型质量。③由于轧辊耐磨性的提高,可延长换辊时间,使轧辊的寿命提高一倍以上。④由于轧辊寿命的延长十分有利于提高轧机产量和稳定板面质量^[3]。在后续加工中,由于电火花轧辊轧制的板表面分布有许多均匀的互不相通的小凹坑,在后续机械加工中能形成一个密密麻麻的小油池,十分有利于降低摩擦力、挤压力、拉伸力、剪切力。在后续的深加工中由于毛化技术能有效控制板面的毛面和光面的比例,同时毛

面能增大板面的表面面积（特别是凹坑带来的表面面积），能延长用户的模具、刀具使用寿命，提高用户的产品合格率（特别是深冲和超深冲产品），便于用户开发出不同的镜面板、漫发射板、防伪板等，能明显增加板面的附着力，有利于后续的镀珞、彩涂工艺，能节约后续加工中的润滑油和涂层材料^[4]。

结束语

电火花打毛机发生器能够根据预设值，自动调节在毛化过程中的电压配置，根据轧辊与电极之间的实际距离调整间隙电压，从而保证每一次轧辊与电极之间的电流热气泡一致，致使轧辊表面形成的麻坑一致，保持粗糙度的稳定性。多种电容配置，能够毛化不同规格粗糙

度的轧辊，实用性高，稳定性强，对轧辊表面处理具备多元化处理能力，也进一步提高了带钢的质量。

参考文献

- [1]王刚、侯慧印.电火花打毛机用于轧辊表面处理及其自动化控制.[J]金属世界,2007(4).
- [2]黄润文.电火花毛化机床的应用研究装备应用与研究.[J]2013(3).
- [3]张燕涛.电火花打毛机床集成“砂带超精抛光”技术探讨.[J]
- [4]董铨.电火花毛化技术的加工试验及其机理研究.[J]上海交通大学2012