

# TMEIC窄搭接直流焊机搭接量补偿量原理及控制方法浅析

王科研

包钢稀土钢板材公司冷轧作业部

**摘要：**连退、镀锌生产机组入口段常采用日本TMEIC窄搭接直流焊机实现带头带尾的焊接，此类型焊机搭接量与补偿量的控制精度是影响焊缝质量好坏的重要因素，本文主要介绍搭接焊机焊接原理，搭接工艺及设备功能，分析搭接量与补偿量原理及控制方法。

**关键词：**TMEIC窄搭接焊机；搭接量补偿量；原理及控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.118

## 前言

冷轧生产线为保证生产的连续性和高效性多采用双平台、双开卷机输送带钢（或板材），并在合线处设置在线焊机实现连续生产。日本TMEIC公司生产的窄搭接直流电阻焊机能够满足生产线的工艺要求，其焊接电流稳定，带钢定位精准，焊缝质地均匀，表面平滑度高，厚度仅为1.1-1.2倍的母材厚度，韧性大、强度高，断带率事故率低，尤其在搭接量与补偿量的控制方面有其独特之处，下面将就其原理及控制方式进行详细的分析<sup>[1]</sup>。

## 一、窄搭接直流焊机的焊接原理

窄搭接直流焊机是电阻式焊机的一种，其工作原理是将单相380V交流电经整流调压后变为低电压大电流（5-25kA）的直流电源，焊接时瞬时将电流和压力通过电极轮施加在前后叠加的两片带钢（即搭接量）上，产生的热量使两片带钢融合在一起形成一道搭接焊缝，焊缝如图1.1（b）所示<sup>[2]</sup>。焊接原理根据焦耳定律 $Q=I^2Rt$ ，其中I：焊接电流；R：搭接电阻；t：焊接时间（取决于焊接小车的速度）；Q：焊接产生的热量，焊接原理图如图1.1（a）所示。

## 二、搭接量与补偿量

搭接量为带头带尾衔接处的重叠部分，如图2（a）所示。搭接量的大小根据带钢厚度和材质的变化而变化，一般来说，带钢越厚、强度越高搭接量设定会越大。冷轧生产线处理带钢厚度在0.3-2.5mm之间，相应搭接量设计在0-3mm之间。焊接时搭接量作为焊接参数之一，如果设置不合理将会影响焊缝质量，导致断带事故发生，给生产线或企业带来经济损失，因此，搭接量精度控制的精确性尤为重要。

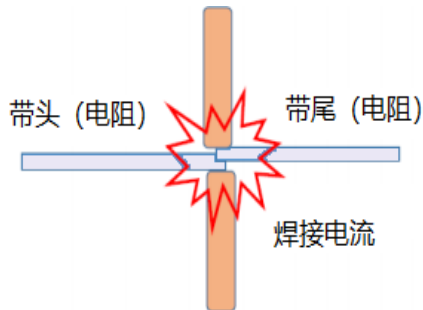


图1.1 (a) 焊接原理图



图1.1 (b) 搭接焊缝

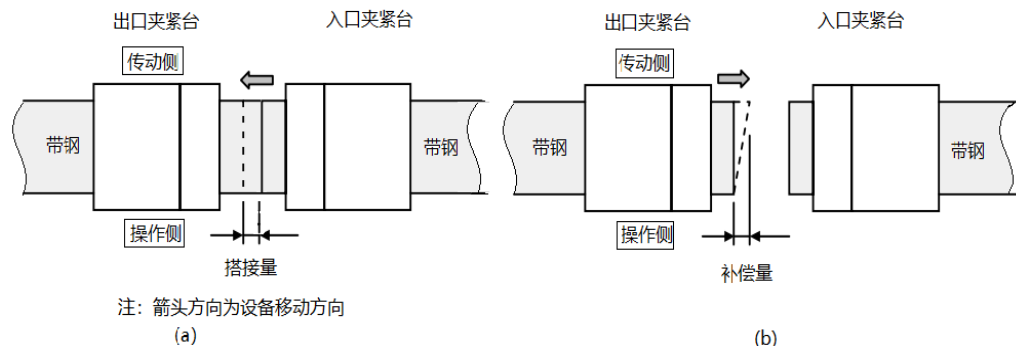


图2 搭接量与补偿量

焊接过程中电极轮从操作侧旋转到传动侧的加压运动及焊接过程中的热膨胀均会造成传动侧搭接量减少，补偿量便是为了消除这个问题而做的适当补偿，大小设计在0.2-2.0 mm之间，如图2 (b) 所示。补偿量设定不当同样会影响焊缝质量造成断带，断带位置通常发生在传动侧。

### 三、搭接量与补偿量工艺及设备

搭接量与补偿量是焊机焊接前的准备条件，生产线首先将带头带尾输送到焊机入口、出口夹紧台，经对中、剪切后执行搭接及补偿动作。首先，出口夹紧台倾斜抬起一定角度，然后，入口夹紧台向出口夹紧台方向移动，最后，出口夹紧台落下，搭接和补偿过程完成。然后，焊机进入焊前准备状态，电极轮下落开始焊接<sup>[3]</sup>。

由以上工艺流程可知，实现搭接量与补偿量功能的主要设备是入口出口夹紧台，对应进给量的大小由夹紧台基座（夹紧台可相对基座移动）上的楔形块位置决定。楔形块安装在夹紧台基座的滑道上，由电机驱动可实现操作侧、驱动侧方向的移动，位置信号由绝对值编码器返回。在楔形块的同轴线上有一导向块，与夹紧台一体，作用是当夹紧台移动时与楔形块接触并被限位。由此可知，当楔形块位置（PLC程序设定）确定后，搭接量大小随即确定。夹紧台移动由液压缸驱动，电磁阀控制<sup>[4]</sup>。

### 四、搭接量与补偿量控制原理

#### (一) 控制原理

如图3所示，控制搭接量及补偿量的楔形块斜率为1/40，可知当楔形块在操作侧至传动侧方向移动40mm，实际搭接量为1mm。楔形块位移与搭接量大小的对应关系如图4. 1所示。图中最小机械硬极限为编码器的零位标定值，对应的操作面板上显示的搭接量为-1.5mm。标定编码器零位仅在编码器故障或更换编码器时执行。

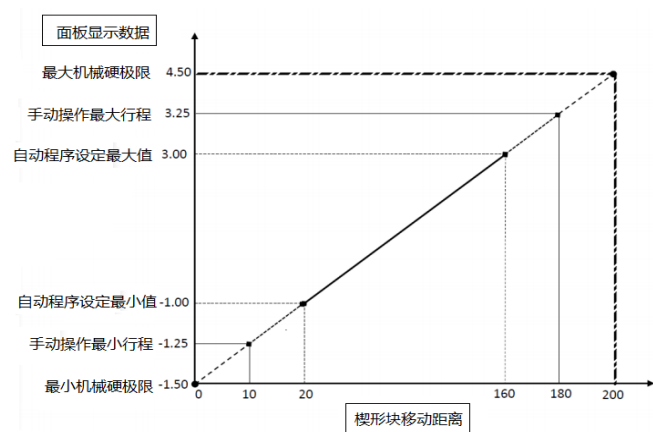


图3 楔形块移动距离与搭接量移动距离的关系图

在自动程序控制中搭接量最大值为3mm，超出将不允许设定。手动操范围相对自动范围稍大一些，一般在设备精度检查及维护时使用。搭接量补偿量的控制精度在0.2mm内，超出则需要检查设备机械部件及电气检测元件的精度。

#### (二) 控制系统及内部运算

TMEIC窄搭接直流焊机采用三菱Q系列PLC (Q06UDEH CPU)，传动采用FR-D740变频器，搭接量电机0.4kW，补偿量电机0.1kW，编码器为NSD公司的VLS-256PWB绝对值编码器，输出信号为格雷码。

PLC通过QX42数字量输入模块读取编码器数据到CPU，经程序计算完成定位及控制，如图4所示。运算关系由程序中的相应指令完成，D和R为三菱PLC数据寄存器，D1200将编码器数据读入到PLC<sup>[5]</sup>。

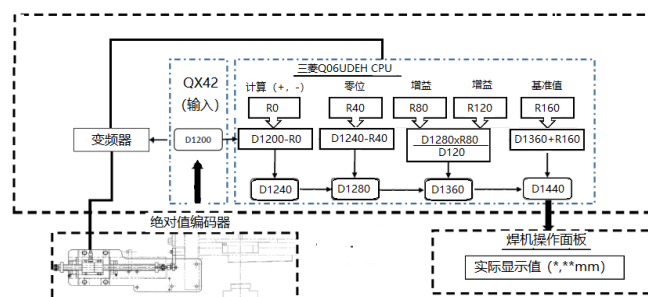


图4 搭接量控制系统图

(1) R0的值由生产线的运行方向决定。当生产线的方向为由右向左R0=“0”，生产线的方向为由左向右R0=“32767”

(2) R40为搭接量的机械原位，手动将搭接量移动到机械最小极限位时操作面板所显示的编码器数据。

(3) R80=1000, R120=5120, R160=-1500均为固定参数直接代入关系式即可<sup>[6]</sup>。

#### (三) 程序的执行

当焊机PLC接收到带尾定位完成信号后会从数据库内调用焊接参数，包括电流、电极轮压力、压轮压力、焊接小车速度、搭接量、补偿量，根据设定值执行搭接量与补偿量的动作，楔形块开始按设定值移动，根据编码器反馈值进行定位，当顺控程序执行到补偿量、搭接量动作时夹紧台移动并经由导向块将位置锁定。

### 结语

综上所述，日本TMEIC窄搭接直流焊机搭接量与补偿量的控制原理简单、控制精度高。搭接量与补偿量原理及控制方法的分析对判断焊缝质量有一定的帮助，为焊机故障排查提供思路，对焊机的维护及保养工作也十分的重要。

### 参考文献

[1] 韩国明. 现代高效焊接技术[J]. 机械工业出版社, 2018. 04  
 [2] 张光先. 逆变焊机原理与设计[J]. 机械工业出版社, 2008. 05  
 [3] 孙一康, 童朝南, 彭开香. 冷轧生产自动化技术[J]. 冶金工业出版社, 2006. 08  
 [4] 夏翠莉. 冷轧带钢生产[J]. 冶金工业出版社, 2011. 11  
 [5] 张树江. 三菱PLC编程基础及应用[J]. 化学工业出版社, 2020. 11  
 [6] 李方园. 三菱FX/Q系列PLC从入门到精通[J]. 电子工业出版社, 2019. 09