

冷轧生产线焊接设备升级记： 解决焊不牢、焊穿难题

Reimagining Welding on the Cold Rolling Line: Fixing Weak Joints and Weld Penetration

供稿|丛伟, 赵红, 丛林雨, 鄂立新, 张伟勃, 崔岚 / CONG Wei, ZHAO Hong, CONG Linyu, E Lixin, ZHANG Weibo, CUI Lan

内容导读

某钢铁企业冷轧生产线上的关键焊接设备（“3号重卷焊机”）服役多年，老化严重，遇到了不少令人头疼的“焊接病”：涂层钢板焊不牢、焊轮上总是粘着锌渣、焊接时火花飞溅像“放烟花”、钢板动不动就被焊穿，设备本身也常被火花打坏。这些问题严重影响了高端汽车钢板的生产。

为了“治愈”这些顽疾，工厂给这台焊机来了个“大手术”。工程师们首先摸清了它的工作原理，然后对焊机的“筋骨”——关键结构进行了大刀阔斧的优化升级：比如把复杂的双焊轮变成简洁高效的单焊轮并配上自动清洁装置；把老旧的工频焊接电源换成更精准、更节能的中频直流电源；给焊机增加了“退火”功能来提升高强钢焊接后的韧性；还改进了夹钳、升降装置等部件，让焊接过程更稳定、更听话。

手术效果显著！改造后，那些恼人的焊接问题——锌渣粘轮、火花飞溅、钢板焊穿、设备损伤——统统被搞定。更重要的是，这台“焕然一新”的焊机胃口大开，能稳稳地焊接各种不同规格（厚度0.3~2.5 mm）和类型的钢板（包括普通钢和高端汽车用钢），实现了产品全覆盖。这次成功的设备升级经验，为其他冷轧生产线解决类似焊接难题提供了宝贵的参考。

本钢浦项冷轧厂由本钢板材股份有限公司与韩国浦项制铁集团公司于2004年共同出资兴建，其中3号重卷机组由美国吉尔森公司设计并制造^[1-2]。该厂主要负责生产连退、热镀锌、电镀锌供板材等产品，由于设备老化，原生产线已无法满足高端板材

的生产需求。为解决此问题，该厂于2022年末启动生产线的升级改造，以期生产高端汽车板材。改造工程于2023年1月启动，4月生产第1卷冷轧板，其中机械设备由常州宝菱重工机械有限公司设计制造，电气设备由上海亘宝电气技术有限公司提

作者单位：本钢浦项冷轧薄板有限责任公司，辽宁 本溪 117000

供,采用武汉凯奇 FMY-280-O-1870T 型窄搭接中频滚压缝焊机替换原焊机。

焊机改造后的焊接工艺如下:带钢头部和尾部(以下简称带头、带尾)被牵引至焊机剪切位→焊机压紧带头、带尾→同时剪切带头、带尾→带尾搭接在带头上达到设定的搭接量→焊轮(合金铜)碾压轮下压→焊接小车从传动侧向工作侧依次焊接→碾压形成合格焊缝。

焊机工作原理及重卷品种与工艺参数

工作原理

改造后的窄搭接缝焊实现原理基于电阻滚压焊焦耳定律^[3]:向钢板通入焊接电流(I),电流经过头尾2块钢板搭接成的接触面(焊接电阻 R)产生电阻热效应,导致搭桥区域温度升高至熔点,从而使钢板熔化。在一定压力下,钢板熔为一体,冷却后其强度达到或略高于基材强度,完成焊接过程。焊接热量公式如式(1)所示:

$$Q = I^2 R t \quad (1)$$

式中: Q 为焊接热量, W; I 为焊接电流, A; R 为焊接电阻, Ω ; t 为通电焊接时间, s。焊接时,焊接电流、焊接电阻及焊接时间均可调整,调整这3个参数是控制热量的关键。其中焊接电流由焊接控制器控制;由于改变焊轮压力可改变焊接电阻值(压力大则焊接电阻值减小,压力小则焊接电阻值增大),可将焊接电阻值的控制转变为对焊轮压力的控制;焊接时间由焊轮转动速度控制。

窄搭接焊机工作原理如图1所示,其中B1为上双轮焊接变压器,B2为下双轮焊接变压器, R' 为钢板+搭接(本体)电阻, R'' 为焊接变压器二次回路(上下汇流排、焊轮电极等)的电阻之和,整个焊机的总电阻由本体电阻和二次回路电阻组成($R=R'+R''$)。为了减少金属材质(非超导材料)的热量损耗,应尽可能减小二次回路电阻值;若二次回路电阻过大,则会增加金属材质的热量损耗,从而降低有效焊接所需热量,对焊接效果产生不利影响。

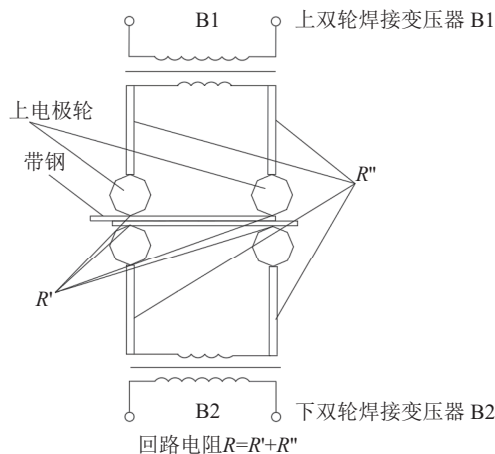


图1 窄搭接焊机工作原理示意图

重卷机组生产品种及其主要工艺参数

3号重卷机组用于生产连退、镀锌、电镀锌等原料,其最大运行速度为300 m/min,生产的带钢厚度为0.3~2.5 mm,宽度为800~1870 mm,其产能如表1所示。

表1 3号重卷机组生产产品规格

项目	生产能力/万t	带钢/mm		钢卷/mm		钢卷最大质量/t
		厚度	宽度	内径	外径	
原料	15	0.3~2.5	800~1870	508、610	800~2150	31
成品	外板:10;普板:5	0.3~2.5	800~1850	508、610	800~1600	15

3号重卷机组的生产钢种包括普碳钢(CQ)、冲压用钢(DQ)、深冲用钢(DDQ)、超深冲用钢(EDDQ)、超超深冲用钢(SEDDQ)、高速钢(HSS,抗拉强度 ≤ 980 MPa),其加工工艺及相关性能如下:锌层质量:热镀锌原料(双面)60~287 g/m²,电镀锌原料(双面)60~450 g/m²;冷轧带

钢抗拉强度 ≤ 590 MPa,镀锌带钢抗拉强度 ≤ 980 MPa;涂油量每面均按0.2~2.5 g/m²控制。

改造方案

改造前使用的焊机为第一代国产冷轧板窄搭接焊机,截至改造时该焊机已运行20 a,设备老化导

致精度不足,焊接质量低下。该焊机在压力、电源、夹钳力、焊缝退火以及在线修磨方面无法达到镀锌板、高强钢的生产要求;针对镀锌和电镀锌板原料,焊机无修轮功能,导致涂层料无法有效修磨焊轮;焊轮端面常粘附锌渣,无法实现连续生产。如图 2(a) 所示,焊轮端面附着锌渣,导致焊轮打火,铁水飞溅,无法保证焊缝质量,焊渣溅至带钢和设备表面产生质量缺陷。涂层料焊成率较低,仅

能焊接厚度 ≤ 1.0 mm 的薄镀锌板,无法焊接厚料。如图 2(b) 所示,打火现象会导致镀锌钢板被焊穿,造成焊缝质量差。同时,打火还会焊穿冷轧钢板,如图 2(c) 所示。图 2(d)~2(f) 分别为打火烧损焊极箱轴瓦、打火烧损焊极铜底座以及打火损伤焊接变压器汇流排的现象。焊接质量不佳会导致机组整体质量下降,产量降低,因此迫切需要进行技术改造。

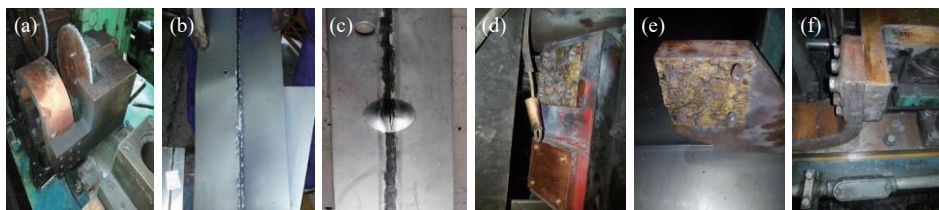


图 2 改造前存在的问题: (a) 焊轮端面粘锌渣; (b) 打火焊穿镀锌钢板; (c) 打火焊穿冷轧钢板; (d) 打火烧损焊极箱轴瓦; (e) 打火烧损焊极铜底座; (f) 打火损伤焊接变压器汇流排

焊轮结构和总成改进

改造前,焊接装置采用双焊轮结构,其焊轮总成由焊轮、回火轮及碾压轮 3 部分构成;改造后,焊接装置变为单焊轮结构,集成在线修轮及碾压轮功能,实现整体结构的紧凑化设计,如图 3(a) 所示。改造过程中,回火轮被移除,从而有足够空间布置在线修轮装置;通过气液缸的推动,修磨轮将焊轮端面粘附的锌渣修磨掉。改造前,焊轮厚度为 12.5 mm,改造后增至 15 mm;改造前,焊轮总成结构复杂且维护工作繁琐,改造后核心件导电轴瓦从电极轮支座内移至外侧,结构简单,维护方便;改造前,更换导电轴瓦时需拆除大量配件,而改造后只需拆除很少部件,设备维护效率高,避免维护不周导致精度下降,且焊轮导电性优良,内部构造为油水分离,故障率低,通过油缸的辅助,焊接压力得到提高,从而能够轻易焊接 2.5 mm 厚的镀锌板。

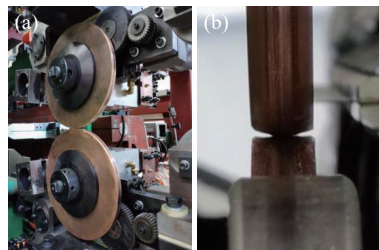


图 3 改造后焊接装置示意图: (a) 单焊轮总成; (b) 上、下单焊轮受压搭接无偏摆

改造后的焊接装置结构得到简化,维护空间增大,其上、下单焊轮受压搭接时无偏摆,如图 3(b) 所示。

焊轮升降装置改进

焊轮升降装置要保证上、下焊轮接触点在垂直和水平 2 个方向的位置精度符合公差要求。焊接时,上焊轮的升降由预设压力参数精准调节,下焊轮的升降则由水平位置控制,同时承受上焊轮传递的载荷,随着使用时间的累积,焊轮会出现磨损和窜动位移,影响焊接效果。改造前,焊轮升降结构采用导向杆(铜套导向杆),改造后用滚珠花键轴替代导向杆,节省空间的同时提高上、下焊轮接触点对中与导向精度。相较于平键轴,花键轴在强度和工艺上更具优势,连接部位受力更均衡,配合过盈装配工艺可增大升降时的接触面积,从而承受更大的载荷;其对中和导向性均较好,能够传递更大的扭矩。改造后,因接触精度提高,焊接时上、下焊轮接触旋转后扭矩更大,焊接稳定性更好,并能减少机械磨损和上、下焊轮的接触偏摆,搭接量更可控。上、下焊轮升降一致,有效防止焊轮受压搭接偏摆,焊接效果良好。改造后的搭接量设定如下:传动侧不小于操作侧,传动侧越接近操作侧,对机械结构和精度的要求越高。焊接时,上、下焊轮搭接,通电旋转后从传动侧缝焊熔接至工作侧,如

图 4(a) 所示, 其前后搭接量如图 4(b) 所示。上、下焊轮搭接量受焊接碾压工艺参数影响产生波动, 搭接量小, 焊接电阻小, 焊接热量就小, 因此保证搭接量稳定非常关键。

采用改造前后不同搭接量焊接效果对比分析如

图 5 所示。改造前, 因焊缝搭接量不稳定, 焊缝受热不集中, 其整体较宽, 焊缝杯凸受拉后呈不均匀纵断和横断交织形貌; 改造后, 焊缝受力集中, 形貌均匀细致, 杯凸试验中呈现良好的横断形貌。采用表 2 中的方法避免了焊接时外力对搭接量的影响。

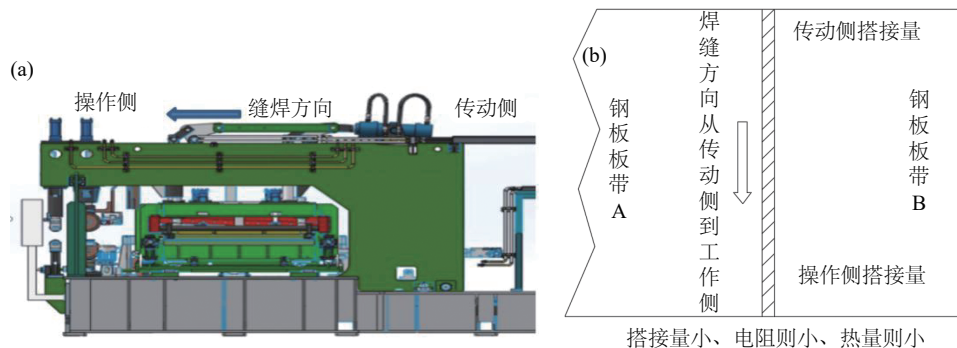


图 4 改造后的安装有焊轮升降装置的 O 型架小车设备总成 (a) 和搭接焊接示意图 (b)



图 5 改造前后不同搭接量焊接效果对比分析图: (a) 改造前; (b) 改造后

表 2 改造提升焊机搭接量的方法和效果

控制项目	原结构	改造方案	工艺对比分析	改造后效果
搭接量	电机驱动斜块进行位移控制	伺服阀直接闭环控制	由斜块结构改为直接位移控制, 伺服阀内设置位移传感器	消减斜块磨损, 搭接量精度更高
焊轮升降	平键轴+导柱结构	滚珠花键结构	导柱机械间隙大, 滚珠花键轴提升焊轮升降导向的稳定性	焊轮无偏摆, 提升搭接量精度
入出夹钳	夹钳压紧靠近钳口	夹钳压紧靠近钳口中心轴	改造后压紧装置处于前后钳口中心轴, 压紧受力均匀	避免搭接量变化, 提升薄料焊接效果
焊接车走行	T型直线丝杠	进口直线丝杠	改造后用进口滚珠丝杠, 摩擦系数小, 载荷均匀分布在滚珠轴承上	焊接车稳定走行的直线度提高, 提升焊接质量

焊接电源改进

焊接电源改造前采用 2 台交流工频焊接变压器, 改造后采用 1 台直流中频变压器 (焊接直流电流为 38 kA), 装在焊机车体框架柱外侧, 由导电块与焊轮相连, 并增设 1 台冷水机确保冷却。直流中频变压器具有直流集束作用, 使焊接电流和焊接热量集中, 热影响区小, 镀锌料焊接时无锌渣黏附堆积效应, 无焊接打火和铁水熔液飞溅现象, 不会焊穿钢板, 极大地提高了焊接质量和成功率。中频焊接电源还具有以下优势: 焊接电流稳定, 焊接变压器体积小, 维护空间大, 功率因数高, 节能效果显

著, 运行成本低, 性价比高。中频与工频焊机电源关键技术对比分析如表 3 所示, 焊接电源改造前后运行效果分析如表 4 所示, 可见中频焊机具有较大优势, 是高端汽车板产线的首选。

增设焊后焊缝退火新工艺

改造前, 在生产高强钢和厚度 ≥ 1.5 mm 厚料钢板时, 由于钢板焊接后焊缝热影响区域内金属结构中晶粒组织粗大, 钢板焊缝处受到张力拉伸后极易断裂, 导致机组建张车启动后频繁断带, 难以保证连续生产。为解决此问题, 增设焊缝退火处理的感应加热炉, 通过对焊接后的焊缝立即进行退火处

表 3 中频与工频焊机电源关键技术对比分析

工频电源	中频电源	中频焊机优势
每周期电流输出2次过零效应；焊接热量损失严重；电源利用率低	输出的直流电流纹波极小，无过零效应；热量几乎无损失；可降低25%~30%的电流	焊接电流无过零效应
因趋表效应，焊接电流发散；产生焊接熔液飞溅	有电流集束效应，焊接热量集中热影响区小；极少产生焊接熔液飞溅	具有电流集束作用
因制造材料不同，质量和体积大	结构紧凑，质量轻，为同容量工频的1/5~1/3	变压器轻、体积小
单相供电，破坏电网三相平衡；需配专用变压器	三相供电，不影响电网三相平衡；可采用现有普通变压器	电源三相负载平衡
功率利用率为0.3~0.5，供电容量大；次级回路电感作用不明显，受感抗变化影响，焊接电流不稳定；电网电缆截面积大	功率利用率为0.95，供电容量减少1/2；次级回路电感作用明显，不受感抗变化影响，焊接电流稳定；电网电缆截面积可大幅减少	功率因素高
可控硅移相控制	无可控硅移相控制；电流控制精准，可靠性强	控制精度高，响应快、分析准

表 4 焊接电源改造前后运行效果分析

改造前	改造后	运行效果		
		运行稳定性	运行成本	维护成本
工频电源三相不平衡，可控硅移相，利用率低	中频电源三相均衡，利用率高，对电网无干扰，可直连电机控制中心变压器	中频逆变直流集束作用热影响区小，减少铁水飞溅，焊轮伤害小，电源不影响电网三相平衡，电流控制精准	不用专用变压器，中频电源功率因数高，逆变直流因素为0.95，焊接电流比普通工频降低30%	质量、体积小，安装方便，输入电缆横截面大幅减小，工频焊可控硅移相受限，电流最小波动周期为20 ms，而中频为1 ms，中频更精准，取消可控硅，故障点少

理，使焊缝热影响区内金属结构中的晶粒发生纤维细化效应，增强焊缝区域的金属塑性，从而确保高强度钢和厚料生产的稳定性。

焊轮标高装置改进

改造前，焊轮标高装置安装在传动侧，不利于操作。改造后，焊轮标高装置移至操作侧，在操作侧现场通过人机接口（HMI）触摸屏操作，便于生产。

进出口夹钳同步机构改进

改造前，焊机夹钳装置前后钳口受力不均，压紧缸中心点偏向后钳口，前钳口无法压紧钢板，导致焊接过程中搭接量产生变化，影响焊接质量。改造后，夹钳压紧缸采用中间绞轴形式，通过绞座安装在上横梁上，降低了夹钳装置的总高度，便于将其伸入焊接小车，缩短垂直距离和夹钳水平中心的距离。压紧缸作用力点与前后钳口形成等腰三角形，受力形态均衡稳定，保证钢板焊接时搭接量始终不变，从而提高了焊接质量。

出入口上夹钳宽 2000 mm，仅利用液压调整难以同步升降，且液压调整不稳定。在上夹钳增设齿

轮、齿条、连杆同步结构，确保上夹钳同步升降，钳口夹持钢板稳定伸出进行搭接，保证焊接时搭接量的实际值与设定值一致，不因外力而变化，显著提升超厚板的焊接效果。

焊机底座及焊接小车结构改进

增加底座高度，提高其力学强度及稳定性，底座呈阶梯形，操作侧高，传动侧低，便于维护焊机车体的行走轮和张紧轮。通过静应力模拟，计算车体的受力变形，分析数据并优化车体板厚度。车体框架频繁受焊机剪切钢板双刃剪作用，随着使用周期延长，车体框架因受力逐渐发生形变，因此在车体上增加勾板结构，以减少车体受剪时的变形量，延长设备寿命。改造前，为固定勾板，在车体框架侧面开有螺丝孔；改造后，勾板设在底座上方，有效承受剪切力，结构更加稳固耐用，并减小了安装加工难度。

剪切钢板双刃剪改进

改造前，上、下剪刀片为间隙可调形式，改造后为固定间隙形式，剪口间隙准确且稳定不变，上、下剪座替换成接触面更大的定位形式，剪切动

作准确且不易损坏。改造后,剪切钢板双刃剪消除直流磁化作用,剪切后废钢板不易被吸附在剪刀刃口上。

焊机液压系统改进

改造前,液压系统与其他设备共用,无法满足新焊机的要求。改造后,液压系统性能提升,独立成站,以高强度的型钢作为框架,布置合理,功能完备,空间大,更换方便。

焊机电控系统改进

改造前采用西门子 S7-300/400 可编程序控制器(PLC),改造后采用西门子 S7-1500 可编程序控制器,有效改善程序结构和响应时间;改造前响应时间为 5 ms,改造后为 2~3 ms,提升了中央处理器的整体性能。改造改善了通信以太网络的拓扑结构,改造前采用分布式外围设备(DP)串行网络结构,网络拓扑中任意一点出现问题就会导致整个网络联网失败。改造后采用星型网络结构,从以太网(Ethernet)到交换机,由交换机到各通信网点,不管哪里出问题都不影响其他网点正常运行。同时新焊机采用的工业以太网(PN)星型网络,比老焊机的 DP 串行网络传输速度快,硬件性能提升,易于维护。

改造前,焊机电源为单相工频 50 Hz 交流,改造后为 1000 Hz 三相中频直流,中频直流焊机输出波纹小,直流通过焊接区时的集束作用使得焊接热量集中,焊点周围热影响区小,对镀锌、电镀锌多层板和厚板的焊接尤为重要。改造前,交流焊机电源采用交流电斩波方式,电流不连续,峰值高,易产生铁水飞溅,导致焊件表面被破坏。中频直流焊机输出连续直流电,电流平稳,控制精度高,直流集束作用能够避免铁水飞溅,相较于工频交流焊机优势明显。

改造前,电源利用率仅为 30%~50%;改造后,电源利用率>90%。电源利用率大幅提高。改造前,焊机配备 630/800 kW 单相变压器,冲击电流达到 1100~1200 A;改造后,焊接功率为 280 kW,再加上 70 kW 的驱动设备,变压器总功率仅为 350 kW,有效减少用电负荷。改造前,单相焊机对电网冲

击大,其与传动设备连接易致电网三相不平衡,降低电网电压,造成其他高精度用电设备缺相或二次谐波冲击电网,严重时会导致高压侧跳闸;改造后,焊接回路的交流电改为直流电,对电网冲击小,有效维持电网供需能量平衡,极大地提高了焊接能力,并优化了焊接工艺参数,大幅改善焊接质量。

改造后的焊机配置

焊机由主机、辅机、电控和流体 4 部分组成。

➤ 主机部分

主机部分包括固定和移动 2 部分,其中固定部分由底座部件、入口部件和出口部件组成。底座部件包含凹形底座、轨道、剪切勾板、焊机车传动和标高检测装置;入口部件包含支撑座、横向和纵向移动入口夹钳(液压)、上夹钳驱动油缸及缸体支架、上夹钳同步机构、操作侧和传动侧搭接量自动调节装置;出口部件包含仰卷出口夹钳(气动)、上夹钳驱动油缸及支架、上夹钳同步机构。

移动部分(凹形底座上移动的焊机车)包括双刃剪(油缸驱动)、冲孔装置、自动废料输送(电机驱动)装置、焊接装置、在线修轮装置以及焊缝温度检测装置。焊接装置由上、下焊轮总成、焊轮旋转液压马达、焊轮升降驱动装置组成,其中焊轮总成为悬臂结构,轴承座为圆柱轴承,通过锥铜套和锥轮轴导电,轮轴内通冷却水,适合 0.3~2.5 mm 厚的带钢焊接,焊接压力经比例阀自动调节,焊轮高度可自动调整,由电机驱动;在线修轮装置由修轮气动马达+气液摆动进刀在线修轮和粉尘接渣盒组成;焊缝温度检测装置包括上下碾压轮、退火装置、焊接电源、下焊轮自动标高检测装置。

➤ 辅机部分

出入口对中及挑套装置可插入月牙剪。对中装置用交流电机驱动将被焊接的钢板向机组中性线移动靠板,对中托板为斜形,便于穿带;挑套装置由带钢下方的挑套辊构成,气缸驱动挑套辊顶升带钢形成活套,便于带头对中以及满足搭接所需的移动量。

月牙剪位于焊机出口对中装置后,焊机旁配备离线修轮机。当宽板与窄板焊接后,两边都存在板

头不齐的情况，导致焊接处应力集中，容易断裂，且钢带前进时易刮板，应剪去不齐的板头。月牙剪由液压油缸驱动，自动执行月牙形冲切作业，剪下的废料经输送皮带自动送入废料仓。

➤ 电控部分

电控部分主要由以下系统装置组成：焊接电源及焊接电流控制系统、焊机驱动系统、焊接动作过程控制系统、温度+位置+保护信号检测系统、电源系统、操作站（手操按钮及 HMI 显示屏）系统、执行驱动（电磁阀、电机驱动）系统、焊机与机组一级自动化通信系统以及上位机系统。

➤ 流体部分

流体部分由液压系统、气动系统、冷却系统及润滑系统 4 部分组成：

液压系统：油源由机组供给，为双刃剪、夹钳、月牙剪提供动力。

气动系统：压缩空气由机组供给，由于焊机用气量较大（600 L/min），传动侧配置独立储气罐，经气动三联件和控制阀输送至执行气缸，分别驱动出入口挑套、出口夹钳仰卷机构、焊轮和碾压轮等执行单元。

冷却系统：配置 2 套循环制冷型冷却水装置，用于对焊接控制器、中频变压器、整流二极管、上下焊轮轮轴进行循环冷却。

润滑系统：由石墨轴承自润滑和人工注油组成。

改造后焊接工艺参数的设定

改造后，通过不断总结重卷机组的生产过程，形成比较成熟的生产工艺参数，如表 5~6 所示，可适用于冷轧 CQ、DQ、DDQ、EDDQ、SEDDQ、HSS（抗拉强度≤980 MPa）等钢种的生产。对于超深冲压冷轧钢（SPCE）、无间隙原子钢（IF）等深冲钢，

表 5 重卷焊接冷轧料工艺参数设定

带钢厚度/mm	焊接压力/kN	焊接电流		碾压强度/MPa	焊接速度/(m/min)	搭接量/mm	
		调整比例/%	电流/kA			工作侧	传动侧
≤0.6	6	38	18.0	2	10	2	1.5
(0.6, 0.9]	6	39	18.6	2	10	2	1.5
(0.9, 1.2]	6	40	19.1	5	10	2	1.5
(1.2, 1.5]	6	42	20.4	5	10	2	1.5
(1.5, 1.8]	6	44	22.2	7	10	2	1.5
(1.8, 2.0]	8	46	23.2	9	9	2.3	1.8
(2.0, 2.2]	8	48	24.8	9	8	2.3	1.8
(2.2, 2.5]	10	50	25.7	9	8	2.3	1.8

注：调整比例为加工不同厚度带钢实际采用的电流与满功率电流之比。

表 6 重卷焊接镀锌料工艺参数设定

带钢厚度/mm	焊接压力/kN	焊接电流		碾压强度/MPa	焊接速度/(m/min)	搭接量/mm	
		调整比例/%	电流/kA			工作侧	传动侧
≤0.6	5	40	19.6	2	10	2	1.5
(0.6, 0.9]	5	42	20.1	2	10	2	1.5
(0.9, 1.2]	5	44	22.4	5	9	2	1.5
(1.2, 1.5]	7	46	24.2	5	9	2	1.5
(1.5, 1.8]	7	46	24.2	7	9	2	1.5
(1.8, 2.0]	9	48	26.8	9	8	2.3	1.8
(2.0, 2.2]	9	50	25.7	9	7	2.3	1.8
(2.2, 2.5]	11	52	26.4	9	7	2.3	1.8

注：调整比例为加工不同厚度带钢实际采用的电流与满功率电流之比。

可适当将焊接电流降低 200~300 A, 其他参数不变。

结束语

通过研究本钢 3 号重卷焊机, 总结不同规格的焊接工艺参数, 并在改造后进行工艺参数的持续应用, 从根本上消除焊轮粘附锌渣、焊轮打火、铁水飞溅、钢板焊穿的问题。3 号重卷焊机改造后, 质量大幅提升, 并相继为奔驰、上汽、日产、比亚迪等汽车厂批量生产高端板材。本项目的改造方案对冷轧产线重卷焊机改造应用具有较强的借鉴意义。

参考文献

- [1] 王春刚, 康华伟. 冷轧带钢窄搭接焊接技术的改进. 轧钢, 2014, 31(6): 72
- [2] 费彩华, 赵军, 刘佳, 等. 窄搭接焊机厚料焊接调试. 金属世界, 2007(4): 25
- [3] 本钢集团有限公司. 冷轧. 北京: 冶金工业出版社, 2019

作者简介: 丛伟 (1971—), 男, 辽宁省本溪人, 东北大学计算机技术专业硕士, 本钢浦项冷轧设备部业务专家。主要研究方向: 电气自动化仪表。通信地址: 辽宁省本溪市本钢浦项冷轧薄板有限责任公司; E-mail: cw18004142669@163.com。