

激光焊机 X 轴激光焦点系统结构分析与维护

宋锡友^① 齐杰斌¹ 段新丽¹ 陈建华¹ 赵立本¹ 白雪¹
胡连伟¹ 杨志乐¹ 玄利剑¹ 司泽¹ 王鹤²
(1:首钢股份公司迁安钢铁公司 河北迁安 064400;
2:首钢股份公司顺义冷轧公司 北京顺义 100000)

摘要 以首钢迁钢冷轧 1450 酸轧机组配备的 TMEIC 激光焊机为研究对象,介绍了 X 轴激光焦点系统在 TMEIC 激光焊机中的应用,并重点分析了 TMEIC 焊机中 X 轴激光焦点系统的结构组成、焦点偏移影响因素、焦点位置计算调整及零位标定,掌握这些调整及标定方法对保证焊机 X 轴激光焦点系统的稳定精准运行至关重要。

关键词 激光焦点 X 轴 激光焊机 零位调整
中图分类号 TG155.4 **文献标识码** A
doi:10.3969/j.issn.1001-1269.2016.06.011

Structure Analysis and Maintenance of X-axis Laser Focus System in Laser Welder

Song Xiyou¹ Qi Jiebin¹ Duan Xinli¹ Chen Jianhua¹ Zhao Liben¹ Bai Xue¹
Hu Lianwei¹ Yang Zhile¹ Xuan Lijian¹ Si Ze¹ Wang He²
(1:ShouGang Qian'an Iron & Steel Co., Ltd., Qian'an 064400;
2:ShouGang Shunyi Cold-Rolling Co., Ltd., Beijing 100000)

ABSTRACT Based on the laser welder of 1450 PL-TCM line of Shougang Qian'an cold rolling plant, the paper introduces application of x-axis laser focus system in TMEIC laser welder. Especially the paper analyzed system configuration, factors affecting focus position deviation, focus position adjustment and zero adjustment of x-axis laser focus system. It is very important for stabilization of x-axis laser focus system to master these methods of adjustment.

KEYWORDS Laser focus X-axis Laser welder Zero adjustment

1 前言

激光焊机是酸连轧机组中的重要设备,它的主要功能是将前后两卷带钢的带头、带尾经双切剪剪切后进行焊接,从而保证整个酸轧机组的连续生产^{[1][2]}。首钢迁钢冷轧 1450 酸轧机组采用的是日本 TMEIC 东芝三菱公司的 8kW 激光焊机,由于激光焦点位置在带钢对接焊接中的重要性及精确定位要求^{[3][4]},TMEIC 激光焊机的 X 轴

激光焦点系统采用高精度的伺服控制系统,很好地解决了激光焦点的精确定位问题,保证了焊机的焊接质量。

2 X 轴激光焦点系统简介

2.1 X 轴激光焦点系统结构简介

TMEIC 激光焊机 X 轴激光焦点系统是用来调整激光焦点在 X 轴方向(即带钢运行方向)位置的一整套控制系统,也是 TMEIC 激光焊机的核

① 作者简介:宋锡友,男,1985 年出生,毕业于东北大学,硕士研究生,电气设计工程师,从事冶金工业自动化及传动控制工作

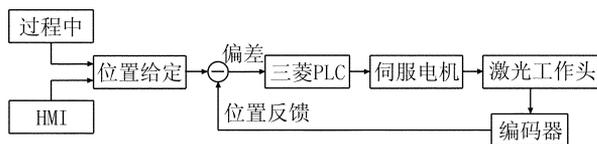


图 1 X 轴焦点位置控制原理框图

心控制系统之一。TMEIC 激光焊机采用反射镜聚焦,激光焦点必须准确打在前后带钢对接的中心点才能将前后带钢完全熔接且保证焊缝质量好,一旦激光焦点在 X 轴方向上偏离中心位置焊

缝质量便会急剧下降,该问题是酸连轧机组焊缝断带的主要原因之一。

X 轴激光焦点位置由三菱 PLC 控制,通过伺服放大器控制伺服电机驱动滚珠丝杠来带动激光工作头进行位置调整,其控制原理如图 1 所示。X 轴焦点位置的调整范围为 $\pm 1\text{mm}$,调整精度为 0.1mm ,其调整机构主要由伺服电机、滚珠丝杠、联轴器、滑块等组成,如图 2 所示。

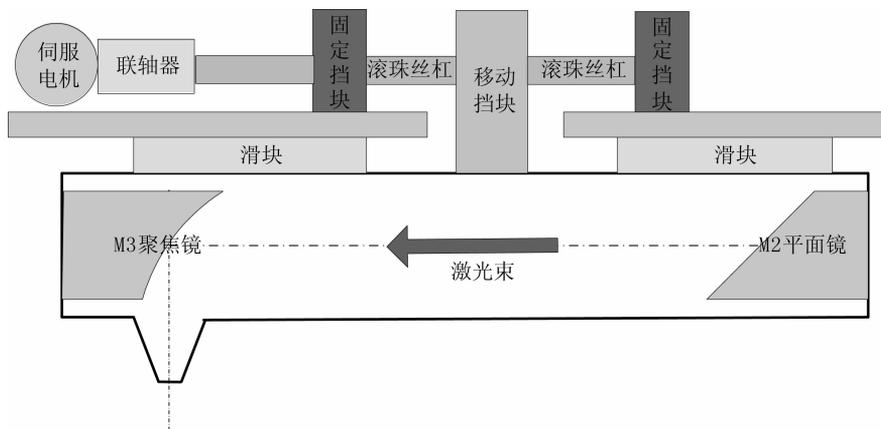


图 2 X 轴焦点系统调整机构简图

2.2 影响 X 轴激光焦点位置偏移的因素分析

激光焊机 X 轴焦点作为影响焊缝质量的主要因素之一,其在实际生产过程中经常出现偏离对接中心位置的问题,导致焊缝频繁断带,经过现

场长时间的摸索及经验积累,逐步将影响 X 轴焦点位置发生偏移的因素找出并解决,如表 1 所示为影响迁钢冷轧 TMEIC 激光焊机 X 轴焦点位置偏移的主要因素及相应的控制措施。

表 1 影响 X 轴焦点位置偏移的重要因素及控制措施

序号	影响因素	故障发生次数	控制措施
1	聚焦镜镜面灰尘较多	7	定期清洗聚焦镜
2	零位传感器支架松动	5	将传感器支架用固定销钉在工作头上
3	反射镜镜面灰尘较多	3	定期清洗反射镜
4	伺服电机联轴器松动	2	联轴器定期紧固
5	激光源内部光路偏移	2	对光路定期检查/校正
6	滚珠丝杠卡阻	2	更换丝杠并将丝杠所处空间用压缩空气正压吹扫防止粉尘粘固在丝杠表面

3 X 轴激光焦点位置的计算及调整方法

3.1 X 轴激光焦点位置的计算方法

TMEIC 激光焊机 X 轴激光焦点位置的设定值需 PLC 程序经过一系列的计算得出,并不是人为进行直接设定得到,该设定值与前后带钢对接间隙 GAP 值关联性较大,其计算方法具体分为以

下两种情况:

1) 当 GAP 值小于零时,如图 3 所示为 X 轴焦点位置计算简图,此种情况下 X 轴设定值计算公式如下:

$$X = -1 \times SC_{EX} \pm X_S + X_{Cl} + X_{C2} \quad (1)$$

式中 SC_{EX} —出口剪刀间隙设定值;

- X_s —二级设定中的 X 轴偏移量;
- X_{Cl} —焊接参数表中的 X 轴补偿值;
- X_{C2} —X 轴机械刚度补偿值;
- \pm —前卷带钢厚度 \geq 后卷带钢厚度时为 +, 前卷带钢厚度 $<$ 后卷带钢厚度时为 -。

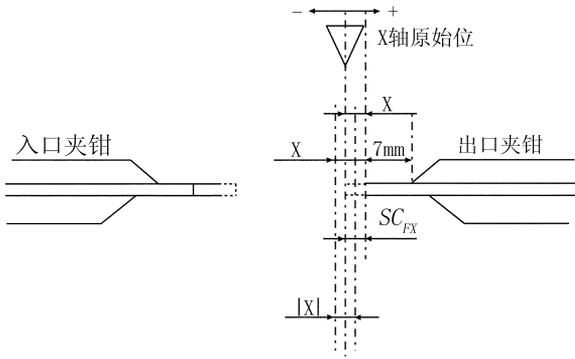


图 3 X 轴焦点位置简图 (GAP < 0)

2) 当 GAP 值大于等于零时, 如图 4 所示为 X 轴焦点位置计算简图, 此种情况下 X 轴设定值计算公式如下:

$$X = -1 \times (G/2 + SC_{EX}) \pm X_s + X_{Cl} + X_{C2} \quad (2)$$

- 式中 G —带钢对接间隙值 GAP;
- SC_{EX} —出口剪刀间隙设定值;
- X_s —二级设定中的 X 轴偏移量;
- X_{Cl} —焊接参数表中的 X 轴补偿值;
- X_{C2} —X 轴机械刚度补偿值;
- \pm —前卷带钢厚度 \geq 后卷带钢厚度时为 +, 前卷带钢厚度 $<$ 后卷带钢厚度时为 -。

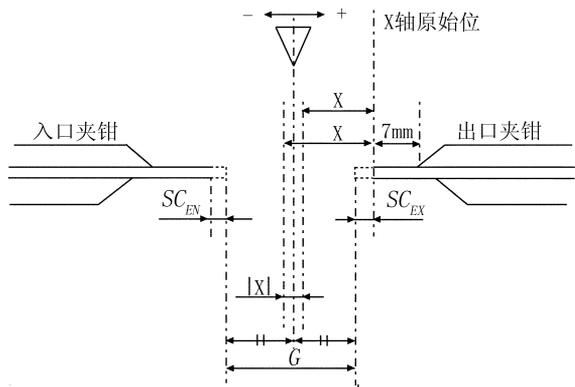


图 4 X 轴焦点位置简图 (GAP \geq 0)

3.2 X 轴激光焦点位置的调整方法

当通过三点测试方法发现 X 轴激光焦点偏离前后带钢对接中心位置时, 需要对 X 轴焦点位置

置进行补偿调整, 补偿调整共有两种方法:

- 1) 焊接参数补偿法: 直接在焊接参数表中对所有钢种的 X 轴补偿值进行修改。
- 2) X 轴机械刚度补偿法: 由于焊接参数补偿法中 X 轴补偿值的范围为 $[-0.3\text{mm}, +0.3\text{mm}]$, 当偏差值超出该范围时便不能采用此方法, 此时可采用 X 轴机械刚度补偿法。如图 5 所示为 X 轴机械刚度补偿界面, 根据三点测试时带钢的厚度, 对相应的 X 轴位置进行补偿, X 轴机械刚度补偿范围为 $[-0.5\text{mm}, +0.5\text{mm}]$, 其中 LOW 行对应的带钢厚度范围为 $[1.6\text{mm}, 2.0\text{mm}]$; MIDDLE 行对应的带钢厚度范围为 $[2.0\text{mm}, 4.0\text{mm}]$; HIGH 行对应的带钢厚度范围为 $[4.0\text{mm}, 6.0\text{mm}]$ 。

如果通过以上两种方法均无法将 X 轴激光焦点位置调整到带钢对接中心, 则需要对 X 轴的零点位置进行重新标定。

X AXIS MACHINE RIGIDITY COMPENSATION	
EXIT CLAMP PRESSURE	MACHINE RIGIDITY COMPENSATION (mm)
LOW	[0.34]
MIDDLE	[0.34]
HIGH	[0.34]

图 5 X 轴机械刚度补偿界面

3.3 X 轴激光焦点零位标定

当 X 轴激光焦点零位偏离原位置时需要重新对零位进行重新标定, 在实际生产运行过程中, 一般只有在 X 轴相关设备更换、补偿值超范围时才进行零位标定。X 轴激光焦点零位标定的具体操作步骤如下:

- 1) 将零位标记传感器 PX417 调整到 X 轴整个行程的中心部位, 并且务必保证此步骤的调整精度在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内。
- 2) 将原始位置偏移量设定值修改为 0, 原始位置偏移量设定值位于 PWM 操作屏 PN523 界面 QM75M4 参数的第 53 项, 地址 address 为 234, 如图 6 所示。
- 3) 将 X 轴返回原始位置。
- 4) 打开红光, 测量红光光轴中心和出口上夹钳边部之间的距离 A 。注: 红光装置是专门用来代替激光束进行相关测量调整的设备, 红光发生器也位于激光源发生器内部, 与激光束完全重合。

(转 47 页)

在油路各关键位置采用压力传感器进行重点监测。图7显示了液压系统中的部分压力传感器。

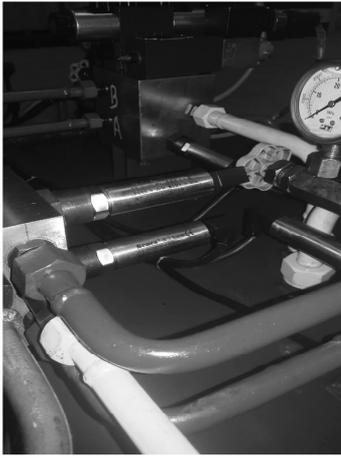


图7 液压系统关键油路压力传感器

5 结论

超大静态扭矩试验台系统的研制成功,最大加载扭矩达到 $12000\text{kN}\cdot\text{m}$ 的超大静态扭矩试验台系统填补了我国在相关领域的空白,为重型载荷传动产品及安全联轴器产品的研发创新提供了试验装备保证。

当然最大扭矩 $12000\text{kN}\cdot\text{m}$ 并不是尽头,目

前应用于冶金工业主轧机上的回转直径达到 $\phi 1300\text{mm}$ 的十字万向轴联轴器最大极限扭矩接近 $20000\text{kN}\cdot\text{m}$ 。将来会在现有试验台基础上继续研发更先进的超大静态扭矩试验台系统以满足更高规格产品的验证需要。同时,在现场测控技术的基础上,为实现传动产品的远程无线监控技术的开发,将来会根据需要逐步考虑增加无线传感器模块并且和网络测控技术相结合,以研究远程遥感监测试验技术的应用。

参考文献

- [1]张德智.超重载型联轴器实验台系统研究.硕士学位论文,2016.
- [2]邓其源.静态试验机技术的现状和发展及物理测试前沿技术在其中的应用[J].理化检验—物理分册,2010,Vol.46(3):171-179.
- [3]邓其源.静态试验机技术的现状和发展及物理测试前沿技术在其中的应用(续)[J].理化检验—物理分册,2010,Vol.46(4):243-250.
- [4]超重载型十字万向联轴器[Z].泰尔重工股份有限公司样本,8-9.

(收稿日期:2016-07-13)

(接 50 页)

Fr. No.	PARAMETER	Address No.	SETTING DATA	Address No.	SETTING DATA	Address No.	SETTING DATA
47	Creep speed	76	012345678901	226	012345678901	376	012345678901
48	OPR retry	78	012345678901	228	012345678901	378	012345678901
50	Movement amount near point dog ON	80	012345678901	230	012345678901	380	012345678901
51	OPR acceleration time selection	82	012345678901	232	012345678901	382	012345678901
52	OPR deceleration time selection	83	012345678901	233	012345678901	383	012345678901
53	OP shift amount	84	012345678901	234	012345678901	384	012345678901
54	OPR torque limit value	86	012345678901	236	012345678901	386	012345678901
56	Speed designation during OPR shift	88	012345678901	238	012345678901	388	012345678901
57	Dwell time during OPR retry	89	012345678901	239	012345678901	389	012345678901

图6 X轴伺服电机的参数调整界面

5)将原始位置偏移量设定值修改为 $(A-7) \times 10000$ 。

6)将X轴返回原始位置后打开红光,确认红光光轴中心和出口上夹钳边部之间的距离为7mm。

7)进行三点测试,根据测试结果对X轴以补偿值的形式进行微调,直至三点测试满足要求。

4 结束语

重点对TMEIC激光焊机中X轴激光焦点系万方数据

统的原理结构及相关维护调整进行了研究分析,包括焦点系统结构组成、焦点偏移因素分析、焦点位置计算、焦点位置调整及焦点零位标定,为现场人员对TMEIC焊机X轴激光焦点系统的维护提供了重要参考。

参考文献

- [1]石建.冷轧薄板厂激光焊机焊接质量的研究[J].信息系统工程,2015(2).
- [2]王露等.三冷酸轧激光焊机的故障分析与改进[J].机械制造,2013(2).
- [3]裴云等.带钢激光焊机常见故障分析和处理[J].中国设备工程,2013(6).
- [4]邢巍等.浅析TMEIC激光焊机主要部件机构原理及功能[J].冶金设备,2015(S1).

(收稿日期:2016-07-15)