

# 双电磁机构锤击系统的高频调控及试验

崔彩云, 赵建国, 马跃进\*

(河北农业大学机电工程学院, 保定 071000)

**摘要:** 针对现有随焊锤击装置电磁锤锤击频率低 (1~3 Hz), 难以满足生产要求的现状, 该文开发了双电磁机构锤击系统。以电磁理论为基础, 设计了双电磁锤击装置; 以 AT89C52 单片机为控制核心, 设计了高频锤击控制电路、键盘输入及显示电路, 并对程序进行调试、试验。试验表明: 锤击装置可实现 6~8 Hz 的高频锤击; 与对照组相比, 当锤击频率为 3 Hz 时, 魏氏组织晶粒视场面积为原来的 23.9%, 晶粒仍较大, 组织性能改善不太明显; 当频率为 7 Hz 时, 魏氏组织晶粒视场面积为原来的 3.8%, 组织明显得到细化, 晶粒细小, 组织的塑性韧性提高, 改善了焊缝的力学性能。

**关键词:** 焊接, 频率调制, 金相组织, 双电磁机构, 高频锤击, 高频率

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.10.010

中图分类号: TG409

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-10-0059-06

崔彩云, 赵建国, 马跃进. 双电磁机构锤击系统的高频调控及试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(10): 59-64.

Cui Caiyun, Zhao Jianguo, Ma Yuejin. High frequency modulation and test of hammer system with double electromagnetic mechanism[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(10): 59-64. (in Chinese with English abstract)

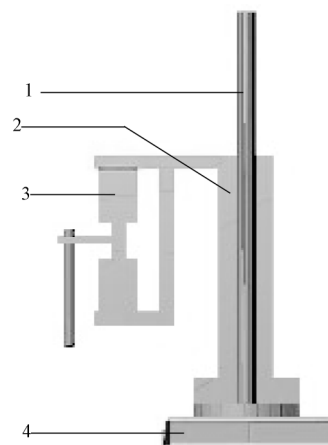
## 0 引言

农业机械维护与维修工作是农业工程机械化的一个重要组成部分, 它能够使机械保持和恢复到良好的技术状态, 保证其具有较高作业效率和延长机具使用寿命的服务性活动<sup>[1]</sup>。如何解决农业动力装备和机床车身铸铁材料、不锈钢等材料焊接裂纹问题, 一直是工程技术专家们的研究热点。锤击法早在 20 世纪 20 年代在美国就被用于焊接工艺, 但当时有关锤击处理工艺的要求和规则并没有科学的根据。20 世纪 40 年代, 美国加利福尼亚大学和华盛顿大学对锤击处理进行了研究, 认为锤击处理能够降低焊接残余应力, 防止焊接裂纹的产生, 消除焊接变形<sup>[2]</sup>。20 世纪 50 年代, 美国船舶工程国家试验室和海军试验室联合研制了第 1 台锤击处理装置, 并对锤击处理对焊接结构的力学性能 (韧性、硬度) 和金相组织的影响进行了研究, 发现试件经过锤击处理后硬度升高<sup>[3]</sup>, 20 世纪 80 年代以来, 随着对铸铁焊接的广泛研究, 锤击法消除应力也得到了发展<sup>[4]</sup>。锤击可以有效地降低焊接残余应力, 甚至可以在锤击处理金属表面及一定深度范围内形成压应力区, 从而改变焊接区的应力状态。西安交大、天津大学和哈尔滨工业大学对随焊锤击的工艺进行研究<sup>[5-7]</sup>, 现有成型的随焊锤击设备采用气体作为动力, 实现半自动化随焊锤击的目的, 但此装置附加设备

较多、控制精度不高且成本较高<sup>[8]</sup>。河北农业大学设计了完整的自动随焊锤击装备, 但其锤击设备频率只在 3 Hz 左右。一般认为, 锤击处理消除焊接残余应力是使被处理金属通过锤击, 在体内局部产生一定的塑性伸长, 释放焊接过程产生的残余拉伸弹性应变, 从而达到释放焊接残余应力的目的。试验证明, 随焊锤击状态下, 随着锤击频率的提高, 可明显地细化晶粒, 有助于焊接应力的释放。针对此问题, 本文采用双电磁机构, 设计相应的电路, 实现电磁锤 6~8 Hz 较高频率的控制<sup>[9-10]</sup>。

## 1 系统锤击装置组成

锤击装置主要由电磁锤和夹具组成。电磁锤采用 2 个对称的电磁铁驱动衔铁来实现, 设计了工装夹具, 将其固定在焊接小车上, 电磁锤装配示意图如图 1 所示。



1. 焊机支柱 2. 夹具 3. 电磁锤 4. 焊接小车

图 1 电磁锤装配示意图

Fig.1 Schematic diagram of electromagnetic hammer assembly

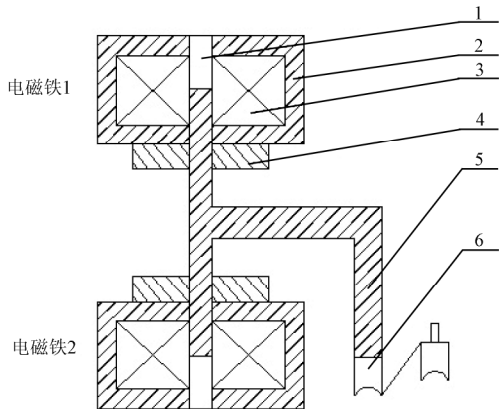
收稿日期: 2011-11-04 修订日期: 2012-04-01

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (项目编号: E2006000528)

作者简介: 崔彩云 (1986-), 女, 河北保定人, 主要从事机械制造及其自动化研究。保定 河北农业大学机电工程学院, 071000。

\*通信作者: 马跃进 (1958-), 男, 河北肃宁人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要研究方向为表面改性方面的研究。保定 河北农业大学机电工程学院, 071000。Email: myj@hebau.edu.cn

电磁锤双电磁机构如图 2 所示，该机构由电磁铁 MQ1-15N、导向管、衔铁、锤杆、锤头组成，其中电磁铁 1 与电磁铁 2 完全对称。



1. 空隙 2. 硅钢片 3. 线圈 4. 导向套 5. 衔铁 6. 锤头  
图 2 双电磁铁机构示意图

Fig.2 Structure drawing of double electromagnetic institutions

锤击过程中，2 个牵引电磁铁通、断电相反，各自间断产生电磁吸力，带动衔铁上下移动，达到频率要求，完成锤击。由于通、断电周期相反，产生相反的磁力，在工作时能够消除由于磁滞影响所形成锤子在上或下方不动的现象。此外，双电磁机构的设计省去了储能回位弹簧，使得锤击力控制准确，磁滞影响小，实现高频锤击。

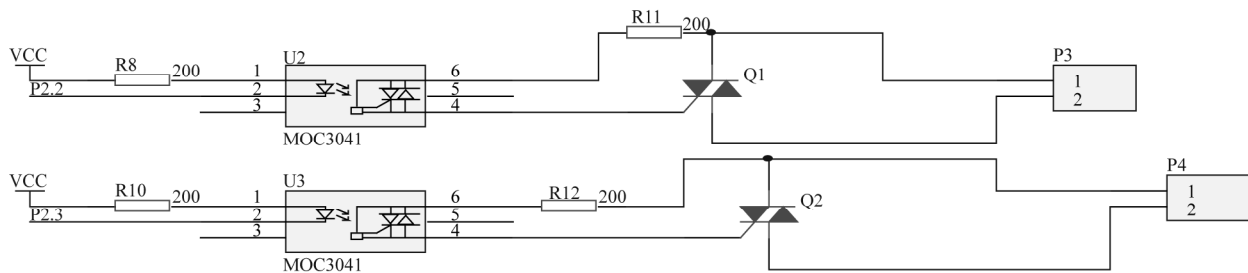
双电磁铁机构工作时，前半周期电磁铁 1 通电，电磁铁 2 断电，衔铁上移，锤子处于上方；后半周期电磁铁 1 断电，电磁铁 2 通电，衔铁 5 下落，实现 1 次锤击，往复运动完成锤击过程。电磁锤的锤头是内凹的，锤击时 2 个对称凸缘以一定的冲击力冲击焊缝两侧的焊趾部位，分解的纵向挤压力会迫使焊趾处的金属沿纵向延展，而横向挤压力会迫使金属从焊趾处向焊缝中心流动，达到改变结晶度、防止焊接热裂纹的目的<sup>[10]</sup>。焊件材料和焊道形状不同，锤击参数不同，对锤头的要求也不同，因此设计了内凹度不同的锤头。

## 2 系统控制电路设计

在于凤坤设计电磁锤基础上<sup>[11]</sup>对电磁机构改进，设计了相关电路图，整体框图如图 3 所示。

### 2.1 键盘设计

键盘电路如图 4 所示，控制键盘采用 4×4 矩阵式键



注：VCC为单片机供电电源；P2.2、P2.3为单片机I/O口；MOC3041为双向光电耦合晶闸管；R8、R10、R11、R12为限流电阻；Q1、Q2为 BT138双向可控硅；P3、P4为电磁铁。

图 5 频率控制电路图

Fig.5 Circuit diagram of frequency control

盘<sup>[12]</sup>，可以对温度、频率、锤击力和焊接材料进行设置。程序控制采用中断的方式，由单片机输入/输出 (I/O) P0 口 8 个引脚 (P0.0~P0.7) 输入数据从而使程序处理按键申请更加灵活，占用更少的 I/O 资源。

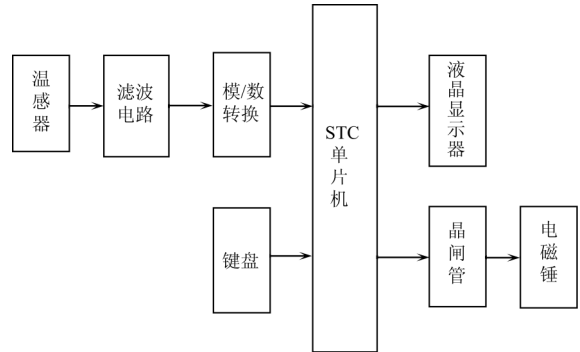
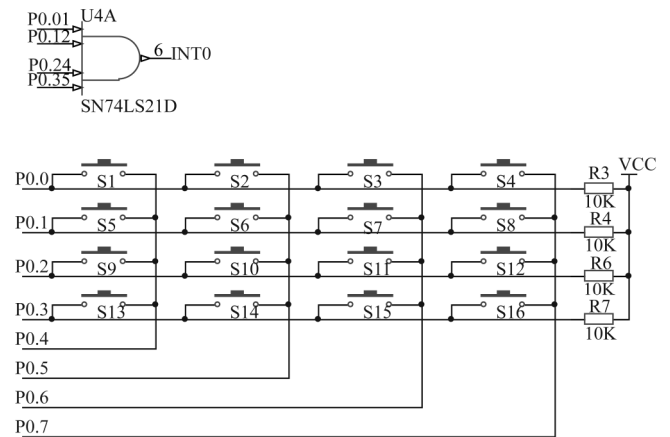


图 3 系统总体框图

Fig.3 Overall diagram of system



注：VCC 单片机供电电源；P0.0~P0.7 单片机 I/O 口；R3、R4、R6、R7 限流电阻；S1~S16 为 16 个按键。

图 4 键盘电路图

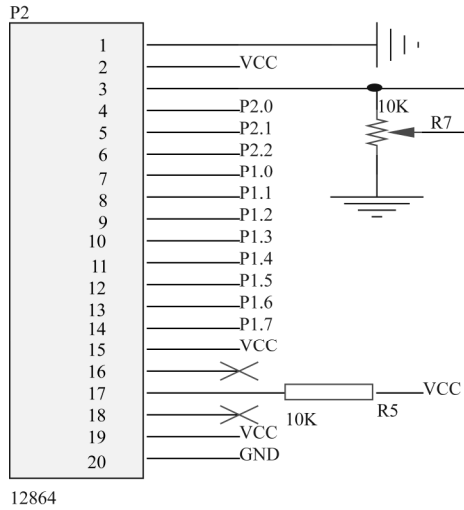
Fig.4 Circuit diagram of keyboard

### 2.2 高频锤击控制电路设计

频率控制电路如图 5 所示，通过调节晶闸管通断周期的大小实现锤击频率实时调节。频率控制电路选用双向光电耦合晶闸管 MOC3041，采用双向可控硅 BT138 实现电磁锤的通断。MOC3041 为双向光电耦合晶闸管，带过零检测电路，输入输出的控制电流为 15 mA，输出额定电压 400V，控制其导通角可实现输出为 0~400 V 可调电压，并选用 BT138 满足该机构的需求<sup>[13]</sup>。由 P2.2、P2.3 输出 PWM 控制信号。

### 2.3 显示电路设计

液晶显示电路如图 6 所示，显示器采用 12864 液晶显示<sup>[14]</sup>，实现材料、锤击温度、锤击力和锤击频率的输出显示。如果所用材料不在预置数据存储库里，则不显示材料代号。



注：12864 为液晶显示器；VCC 单片机供电电源；GND 单片机地线；P1.0~P1.7、P2.0~P2.2 单片机 I/O 口；R5、R7 限流电阻。

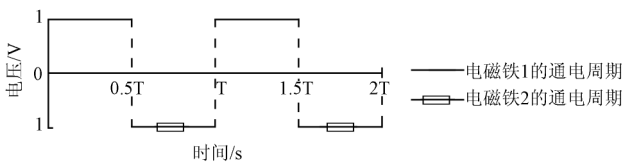
图 6 液晶显示电路图

Fig.6 Curcuit diagram of liquid crystal display

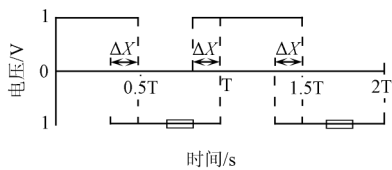
## 3 频率及锤击力的调节

### 3.1 频率的调节

通过单片机内部定时器来调节频率，定时器 0、定时器 1 分别控制电磁铁 1、2 的通断电。双电磁铁通断电相反，使得 2 电磁铁相间通电，在电磁力的作用下，磁滞影响不太明显。由于频率的不断提高，通电时间较短，磁滞的影响越来越明显，使得锤击不稳定，针对此问题，进行了周期错位处理，改变周期错位量  $\Delta X$ ，来调试电磁锤的稳定性，当电磁铁 1 通电未结束时电磁铁 2 通电，以保证电磁铁 1 断电后，电磁铁 2 产生的磁力使衔铁及时下移，两者时间差为  $\Delta X$ ，即错位量。定时器产生 PWM (pulse width modulation) 波，如图 7 所示，来控制晶闸管的通断。



a. 1~5 Hz 的 PWM 波



b. 6~8 Hz 的 PWM 波

注： $\Delta X$  为周期错位量。

图 7 单片机输出 PWM 波

Fig.7 Output PWM wave of micro controller unit

频率在 5 Hz 以下通过对双电磁铁通断电相反直接实现，对于 6~8 Hz 较高频锤击实现则需要对通断电周期进行错位处理，来抵消磁滞影响，在程序中改变错位量  $\Delta X$  的大小，进行试验，调试结果如表 1。

表 1 因素水平表

Table 1 Factors and levels

频率 $f/\text{Hz}$	周期错位量 $\Delta X/\mu\text{s}$	稳定锤击时间 $t/\text{min}$
6	0	4
	400	9
	500	>10
	600	8
	490	9
	480	8
	510	9
	520	8
7	0	3
	250	7
	300	>10
	350	6
	290	9
	280	8
	310	8
	320	8
8	0	1
	100	5
	150	>10
	200	6
	140	8
	130	7
	160	9
	170	8

频率较高时，磁滞的影响相对明显，使得衔铁动作不稳定。经调试，在实现不同频率时，周期错位量过大或过小对锤击的稳定性都有影响。频率为 6 Hz 时，错位量  $500 \mu\text{s}$  时能稳定锤击，错位量占有效周期（约  $104\ 167 \mu\text{s}$ ）的 0.48%；频率为 7 Hz 时，错位量  $300 \mu\text{s}$  时能稳定锤击，错位量占有效周期（约  $71\ 429 \mu\text{s}$ ）的 0.42%；频率为 8 Hz 时，错位量  $150 \mu\text{s}$  时能稳定锤击，错位量占有效周期（ $62\ 500 \mu\text{s}$ ）的 0.24%。针对电磁铁本身特点，试验不同的错位量，最终得出实现 6~8 Hz 周期错位量分别为  $500$ 、 $300$ 、 $150 \mu\text{s}$  较佳。

### 3.2 锤击力的调节

由于牵引电磁铁的电磁场类似于螺管式电磁阀，电磁力的计算可借助螺管式电磁阀电磁力的计算方法求得理论值。螺管式电磁阀电磁力  $F$  的计算公式为<sup>[15]</sup>

$$F = \frac{u_0 s_0 d_0^4 U^2}{8 \rho^2 (D_1 + D_2)^2 \delta^2} \times 10^6 \quad (1)$$

式中， $F$  为螺管式电磁阀电磁力，N； $u_0$  为空气磁导率，H/m； $s_0$  为气隙面积， $\text{mm}^2$ ； $d_0$  为漆包线直径，mm； $U$  为通电电压，V； $D_1$  为绕线外径，mm； $D_2$  为绕线轴直径，mm； $\delta$  为气隙长度，mm； $\rho$  为铜的电阻率， $\Omega \cdot \text{m}$ 。

由公式 (1) 可知电磁引力与  $U^2$  成正比，牵引电磁铁 MQ1-15N 在额定电压下额定吸力 150 N，设计工装卡具

时将电磁锤工作行程设定为  $x=10\text{ mm}$ ，锤杆衔铁及锤头总质量  $2\text{ kg}$ ，即重力为  $20\text{ N}$ ，电磁铁 2 通电期间电磁力为  $150\text{ N}$ ，此时衔铁所受力为电磁力和重力之和，即  $170\text{ N}$ 。由公式

$$F = ma \quad (2)$$

可知  $a=85\text{ m/s}^2$ 。假设均以此加速度下落，由公式

$$x = \frac{1}{2}at^2 \quad (3)$$

可得下落时间  $t \approx 15\text{ ms}$ 。当频率为  $8\text{ Hz}$  时，锤子下落通电时间约为  $T/2$ ，即  $62.5\text{ ms}$ ，在频率调节过程中下落通电时间最低为  $62.5\text{ ms}$ ，大于  $15\text{ ms}$ ，所以频率的改变不影响下落的运动状态。由此可将锤子下落的过程近似为以  $85\text{ m/s}^2$  加速的匀加速运动。

由文献[16]知球与钢板碰撞时间大约几十微秒，本文研究的锤击碰撞为面与面的接触，可假设锤击碰撞时间为  $3\text{ ms}$ 。由公式

$$v^2 = 2ax \quad (4)$$

计算锤击前的速度，将其带入公式

$$mv = Ft \quad (5)$$

计算得额定电压下锤击力，即锤击力最大值

$$F_{c\max} = \frac{m\sqrt{2ax}}{t} \quad (6)$$

将各值代入公式 (6) 可得  $F_{c\max}=869\text{ N}$ 。

由于材料不同需要的锤击力不同，通过调节电磁铁 2 的有效电压来实现，在电磁铁 2 的通电半周期内，将其分为有限个小周期，如图 8 所示，在通电的半个周期内，又分成若干个小的通、断周期，使得通电时间可控制，控制 PWM 波的占空比  $\alpha$  ( $\alpha=T_{on}/T$ )，来控制有效通电时间使得电压的有效值改变，控制电磁力的大小，进而调节锤击力的大小。当电压为  $220\text{ V}$  时得出  $F_{c\max}=869\text{ N}$ ，当实际电压为  $U$  时，由公式 (1) 推导得锤击力  $F_c$  公式为

$$F_c = \frac{F_{c\max} \cdot U^2}{220^2} \quad (7)$$

式中， $F$  为锤击力， $\text{N}$ ； $U$  为通过控制电磁铁 2 的实际电压， $\text{V}$ 。 $U$  大小由通电周期中高电平时 PWM 波的占空比  $\alpha$  来实现，进而控制锤击力的大小。 $U=220\alpha$ ，改变  $\alpha$  就能改变实际通电电压，来控制锤击力的大小，带入公式 (7) 得  $F_c=F_{c\max}\alpha^2$ 。

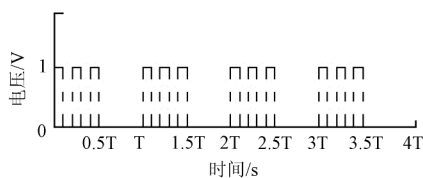


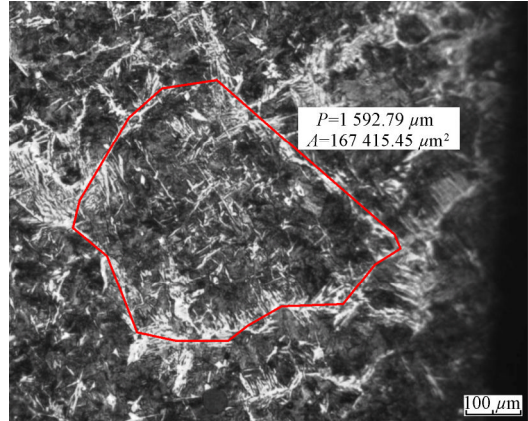
图 8 电磁铁 2 的 PWM 波

Fig.8 PWM of Electromagnet 2

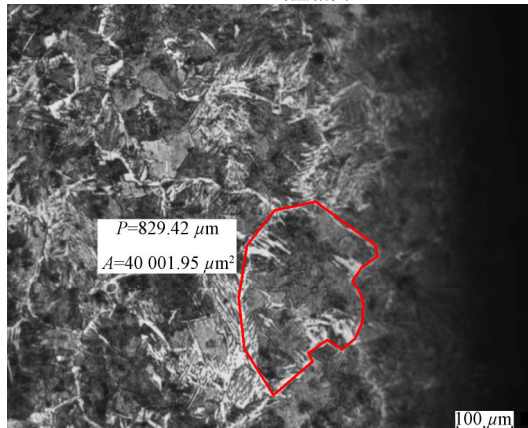
#### 4 结果与分析

通过对现有设备 MZ-1000 埋弧焊机进行改进，在其工作平台上加装随焊锤击装置，在 45 钢试件表面进行了焊接试验，埋弧焊丝  $2.5\text{ mm}$ ，电压  $300\text{ V}$ ，电流  $25\text{ A}$ ，

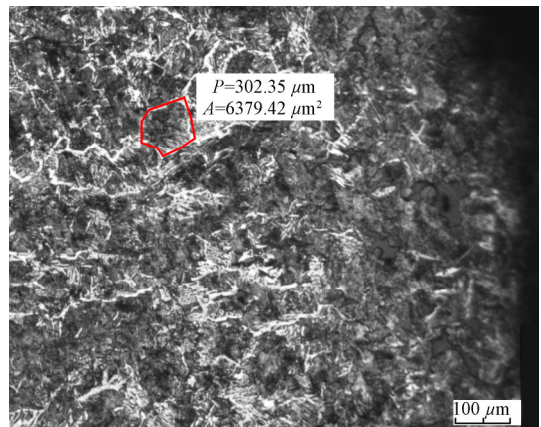
速度  $20\text{ m/h}$ ，锤击温度  $750\text{ }^\circ\text{C}$ 。焊接时，分别对焊道进行 0、3 和  $7\text{ Hz}$  3 种锤击试验。用德国徕卡公司生产的徕卡光学显微镜 LaicaDM4000M 观察焊道的显微组织<sup>[17-19]</sup>，并用其软件的几何测量法测量了魏氏组织的面积。显微镜有 50、100、200、500、1 000 五个放大倍数，焊道放大 500 倍的金相图如图 9 所示。



a. 0 Hz 锤击金相图



b. 3 Hz 锤击金相图



c. 7 Hz 锤击金相图

P: 魏氏组织多边形周长 A: 魏氏组织多边形面积。

图 9 焊道金相组织图

Fig.9 Weld microstructure

图 9a 是未做锤击处理试件的金相图， $P=1\ 592.79\ \mu\text{m}$ ， $A=167\ 415.45\ \mu\text{m}^2$ ，该图中晶粒粗大，魏氏组织大且明显，针状铁素体插入珠光体，脆性大，力学性能较差；图 9b 是锤击频率为  $3\text{ Hz}$  时的试件金相图，

$P=829.42\ \mu\text{m}$ ,  $A=40\ 001.95\ \mu\text{m}^2$ , 面积为未锤击时魏氏组织的 23.9%。魏氏组织有所减少, 但晶粒仍较大, 组织得到一定改善; 图 9c 是频率为 7 Hz 时的金相图,  $P=302.35\ \mu\text{m}$ ,  $A=6\ 379.42\ \mu\text{m}^2$ , 面积为未锤击时魏氏组织的 3.8%。此时, 晶界被打破, 魏氏组织得到进一步细化, 晶粒变小, 组织的塑性韧性提高, 其力学性能得到了改善。

## 5 结 论

1) 本文设计了双电磁机构和工装卡具, 该机构结构紧凑、工作可靠, 降低了磁滞对系统高频锤击的影响。

2) 系统实现了 6~8 Hz 的高频率锤击调节。在高频率调节中, 采用周期错位处理使电磁铁相互抵消部分磁滞作用, 锤击稳定。经试验调试, 错位量的最佳值: 6 Hz 时为 500  $\mu\text{s}$ ; 7 Hz 时为 300  $\mu\text{s}$ ; 8 Hz 时为 150  $\mu\text{s}$ 。

3) 焊接锤击试验表明, 与未锤击相比, 当频率为 7 Hz 时, 锤击能明显的改善组织结构、细化晶粒的面积为原来的 3.8%, 可有效提高焊缝的力学性能。

### [参 考 文 献]

- [1] 刘吉珍. 农机维修工程的现状和发展[J]. 南方农机, 2005, (6): 11—12.  
Liu Jizhen. The status quo and development of farm machinery repair engineering[J]. South agricultural machinery, 2005, (6): 11—12. (in Chinese with English abstract)
- [2] 张建斌, 马勤, 樊丁, 等. 工业纯钛喷丸强化研究[J]. 稀有金属材料与工程, 2001, 30(5): 365—368.  
Zhang Jianbin, Ma Qin, Fan Ding, et al. Investigation on the shot peening of commercial pure-titanium[J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2001, 30(5): 365—368. (in Chinese with English abstract)
- [3] 邹增大, 王新洪, 曲仕尧. 锤击消除焊接接头残余应力的数值模拟[J]. 中国机械工程, 1999, 10(4): 466—468.  
Zou Zengda, Wang Xinhong, Qu Shiyao. The numerical simulation of the peening effect on welding residual stress [J]. China Mechanical Engineering, 1999, 10(4): 466—468. (in Chinese with English abstract)
- [4] 徐文立. 随焊锤击控制铝合金薄板焊接应力变形及接头质量的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2001.  
Xu Wenli. Welding with Trailing Peening Control Welding Stress Deformation and Joint Quality[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2001. (in Chinese with English abstract)
- [5] 王东坡. 改善焊接接头的疲劳强度超声冲击方法的研究[D]. 天津: 天津大学, 2001.  
Wang Dongpo. Improve the Joints Fatigue Strength Ultrasonic Peening Method[D]. Tianjin: Tianjin University, 2001. (in Chinese with English abstract)
- [6] 苏彦江, 林德深, 余传禧. 锤击处理延长焊接接头疲劳寿命的研究[J]. 兰州铁道学院学报, 2000, 19(3): 28—30.  
Su Yanjiang, Lin Deshen, Yu Chuanxi. Research on extending fatigue life of welding-joint by hammer peening[J]. Journal of Lanzhou Railway Institute, 2000, 19(3): 28—30. (in Chinese with English abstract)
- [7] 于凤坤, 马跃进, 赵建国, 等. 随焊锤击自动控制系统的电路设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 117—119.  
Yu Fengkun, Ma Yuejin, Zhao Jianguo, et al. Design of the circuit for automated control system of welding with trailing peening[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2009, 25(1): 117—119. (in Chinese with English abstract)
- [8] 谭浩强. C 程序设计[M]. 清华大学出版社, 2005.
- [9] 戴仙金. 51 单片机及其 C 语言程序开发实例[M]. 清华大学出版社, 2008.
- [10] 赵建国, 樊云飞, 马跃进, 等. 电磁控制的随焊锤击系统设计及试验[J]. 农业机械学报, 2008, 39(3): 163—166.  
Zhao Jianguo, Fan Yunfei, Ma Yuejin, et al. Design and experiment of welding with trailing peening system based on electromagnetism control[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(3): 163—166. (in Chinese with English abstract)
- [11] 于凤坤. 随焊锤击设备自动控制系统研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2007: 13—30.  
Yu Fengkun. Study on Automation Control System of Welding with Trailing Peening Equipment[D]. Baoding: Agricultural University of Hebei, 2007: 13—30. (in Chinese with English abstract)
- [12] 蔡振江. 单片机原理及应用[M]. 电子工业出版社, 2006.
- [13] 谢维成, 杨加国. 单片机原理与应用及 C51 程序设计[M]. 清华大学出版社, 2009: 199—201.
- [14] 马成, 何培祥, 李庆东. 图形点阵式液晶显示模块与 51 单片机的接口设计[J]. 国外电子测量技术, 2007, 26(5): 76—78.  
Ma Cheng, He Peixiang, Li Qingdong. Graphicdot-matrix LCD module and 51 single-chip microcomputer interface design[J]. Foreign Electroni Measurement Technology, 2007, 26(5): 76—78. (in Chinese with English abstract)
- [15] 张正原, 胡妮. 电磁阀设计中电磁力自动计算方法[J]. 现代机械, 2001, (3): 20—23.  
Zhang Zhengyuan, Hu Ni. Methods of electromagnetic force automatic calculation method[J]. Modern Machinery, 2001, (3): 20—23. (in Chinese with English abstract)
- [16] 凌邦国, 朱兆青, 周玲. 碰撞过程的研究[J]. 物理实验, 2004, 24(6): 10—12.  
Ling Bangguo, Zhu Zhaoqing, Zhou Ling. Study of collision process[J]. Physics Experiment, 2004, 24(6): 10—12. (in Chinese with English abstract)
- [17] 孙维连, 魏凤兰. 工程材料[M]. 中国农业大学出版社, 2005: 30—79.
- [18] 魏世同, 陆善平, 何广忠, 等. 热处理工艺对含 Nb 焊缝金属组织与力学性能的影响[J]. 金属学报, 2009, 45(9): 1063—1069.  
Wei Shitong, Lu Shanping, He Guangzhong, et al. Effects of Heat Treatment on the Microstructure and Mechanical Property of Weld Metal with Nb Addition[J]. Acta

- Metallurgica Sinica, 2009, 45(9): 1063—1069. (in Chinese with English abstract)
- [19] 舒玮, 王学敏, 李书瑞, 等. 焊接热影响区针状铁素体的形核长大及其对组织的细化作用[J]. 金属学报, 2011, 47(4): 435—441.

Shu Wei, Wang Xuemin, Li Shurui, et al. Nucleation and growth of intragranular acicular ferrite and its effect on grain refinement of the heat-affected-zone[J]. Acta Metallurgica Sinica, 2011, 47(9): 435—441. (in Chinese with English abstract)

## High frequency modulation and test of hammer system with double electromagnetic mechanism

Cui Caiyun, Zhao Jianguo, Ma Yuejin<sup>\*</sup>

(Mechanical and Electrical college, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

**Abstract:** Because the frequency of the welding with the electromagnetic hammer device was low with only 1 to 3 Hz and it can not meet the production requirements, hammering system of double electromagnet mechanism was developed. Double electromagnetic hammer device was designed based on electromagnetic theory. Using MCU (micro controller unit) AT89C52 as controlling core, the circuit, the keyboard input and display circuit of high frequency control were designed, and the program was debugged. The experiment results showed that high frequency hammering of the hammer mechanism from 6 to 8 Hz was realized. Compared with the control group, when hammering frequency was 3 Hz, the visual area of widmanstatten structure was 23.9% of the control group, but crystal was still bigger and the improvement of organizational performance was not obvious; when the frequency was 7 Hz, the visual area of widmanstatten structure was 3.8% of the control group, it was obviously to be refined and had fine grain, and mechanical properties, plasticity and toughness obviously was improved.

**Key words:** welding, frequency modulation, metallographic microstructure, double electromagnetic mechanism, high frequency hammering, high frequency