

## 第十四章 铝及铝合金电阻点焊技术

### 第一节 铝合金电阻点焊的工艺特点

电阻点焊是利用电流通过电阻产生的热量和在设备压力共同作用下实现局部焊接的一种工艺方法。电阻点焊技术在机车车辆工业广泛采用，主要用于补锈钢车体、碳钢车体及部分铝合金车体部件的焊接，点焊技术在铝合金车体制造技术上应用较少，主要是由铝合金车体的点焊技术难点决定的：

#### 一、铝合金导电好、电阻低，产生电阻热困难

铝合金点焊是通过电极对相接触的两个铝板进行通电、加压形成致密熔核，根据焦耳定律，焊接区的总热量  $Q=I^2Rt$ ， $R$  的大小，直接决定了产生热量的大小，铝合金是良导体，局部产生的热量会有很大一部分丧失，在局部汇聚足够的能量具有一定的困难。为加大接触电阻，表面氧化膜的适当保留和电极接触面的合适大小是必要的，只有这样才能形成最大的电阻热，产生焊核。

#### 二、铝合金导热快、造成焊核形成困难

电阻热  $Q=I^2Rt$ ，据此理论， $t$ （时间）的增加，可以带来  $Q$  的增加，但热量散失快，综合结果是点焊时间的增加会带来能量的减少，因此，铝合金点焊设备要求点焊设备加压系统动作越快越好，设备为达到此目标，一般加压系统采用薄膜风缸系统，可以在极短的时间内完成加压、焊接过程。

#### 三、铝合金点焊要求能量高

铝合金点焊设备要求极高的能量，如果采用可控硅焊接电源，变压器的能量损失会很大，因此，铝合金点焊设备要使用中频、逆变焊接电源，实现较高的能量转换。图 14-1 是铝合金点焊电源的工作示意，中频逆变电源可以将焊接电源制作的尺寸大幅缩小。



图 14-1 铝合金点焊设备示意

#### 四、焊核容易形成裂纹

断电后熔核开始冷却，铝合金焊核的收缩速度快，易引起缩孔和裂纹等缺陷。

### 第二节 焊接参数设置的基本原理和步骤

#### 一、焊接过程的描述

铝合金点焊过程一般经历五个阶段，分别为初级加压阶段、焊接阶段、顶锻预热处理阶段、维持阶段和休止阶段。

第一阶段为初期加压阶段（INI FORCE），此阶段可实现工件间紧密靠严，但在该过程不施加焊接电流，此参数可在 SLI-300 控制器的主菜单 **DATA SET** 中设置，在设置时设置的参数有以下两个内容：

INI FORCE	__ KN	INI TIME	__ CYC
-----------	-------	----------	--------

INI FORCE 的数值可以通过查找焊接参数表中的焊接压力参数进行设定，此值的大小可以和焊接压力值相同或不同，如果相同，设置的 SQUEEZE TIME 数值为零。如果不同，SQUEEZE TIME 的值应该设置一个合理的参数。对于施加时间和焊接时间的确定可以参照图 14-2 中所显示的规则进行操作。在图 14-2 中的纵坐标表示电流（I）和电极压力（P），横坐标表示时间（T）。

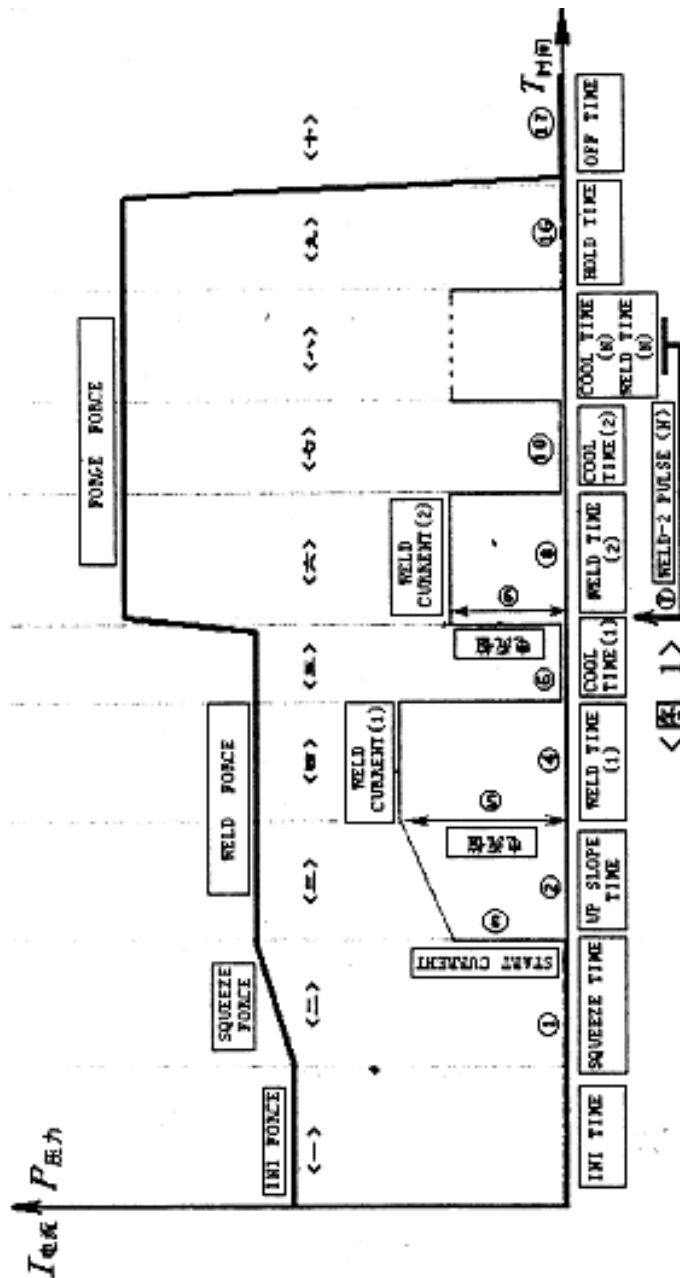


图 14-2 电流压力与时间关系图

对于图中内容的文字描述如下：

第<一>过程：在 INI TIME 的过程中，电流为 0，所施加力为 INI FORCE（焊前压力）。

第<二>过程：在 SQUEEZE TIME（焊前压力到焊接压力的过渡时间）的过程中，电极压力从 INI FORCE 向 WELD FORCE 递增。

第<三>过程：在 UP SLOPE TIME（电流缓慢上升时间）过程中，首先在 SQUEEZE TIME 结束后出现一个 START CURRENT（启动电流），在该时间内电流从 START CURRENT（启动电流）上升到 WELD CURRENT 1（焊接电流 1）该过程电极压力一直保持 WELD FORCE（焊接压力）。

第<四>过程：在 WELD TIME 1（焊接时间 1）压力继续保持 WELD FORCE（焊接压力）不变，电流采用 WELD CURRENT 1（焊接电流 1）。

第<五>过程：在 COOL TIME 1（冷却时间 1）内，电流降为 0，电极压力保持 WELD FORCE（焊接压力）不变。

第<六>过程：用 WELD CURRENT 2（焊接电流 2）再次加热焊核，同时加大压力 FORGE FORCE（顶锻压力）顶压焊核，实现焊接。

第<七>过程：在 COOL TIME 2（冷却时间 2）内，电流降为 0，电极压力保持 FORGE FORCE（顶锻压力）不变。

第<八>过程：重复<六>、<七>过程，实现二次加热循环，循环次数用 WELD-2 PULSE 来控制，输入数字 2 则表示将<六>、<七>过程循环两次。

第<九>过程：在将第<八>过程循环后，在 FORGE FORCE（顶锻压力）不变的情况下，保持压力时间达到 HOLD TIME（维持时间）设定值后，进入第<十>过程。

第<十>过程：OFF TIME（休止时间），在休止时间过程中电极压力和焊接电流的数值均为 0，电极退回到原位置等待下一个焊点过程的开始。

### 第三节 焊接操作步骤

#### 一、SLI-300 控制器上设置参数的操作

##### 1 焊接前需要按照以下的主要步骤进行参数的设定：

- (1) 先按下 **MAIN** 键，检查“故障显示菜单”中是否出现“红色”故障显示。
- (2) 然后按下 **DATA. SET** 键，“压力数值设定菜单”对压力参数进行设定。
- (3) 按下 **PRESS RANGE SET** 键，“压力偏差范围设定菜单”进行压力偏差的范围设定。
- (4) 在焊接完毕后按下 **MONITOR** 键检查“压力偏差监控菜单”，比较压力设定值与实际的偏差，以便进一步修改焊接参数。
- (5) 当设备出现异常报警时，按下 **ALARM** 键，检查“报警显示菜单”查找故障原因，进行排除。
- (6) 若需要检查故障记录须按下 **ALARM LOG** 键，查阅“故障记录显示菜单”，用于比较和查找以往故障出现时的记录。

##### 2 焊接压力设置步骤

(1) 在接通电源后，压力显示屏将出现如图 14-3 所示菜单：

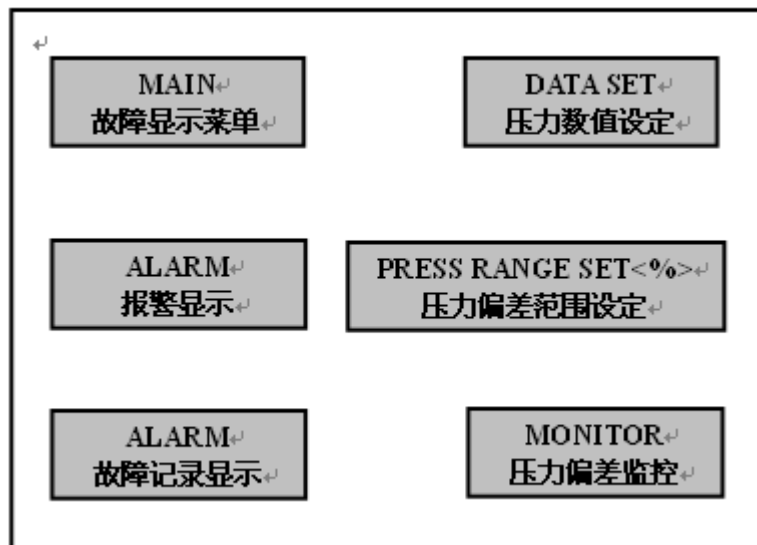


图 14-3 压力显示屏示意

(2) 如图 14-3 所示，进入压力数值设定操作界面：

- 按下 **DATA. SET** 键
- 将出现如图 14-4 所示界面以下界面：

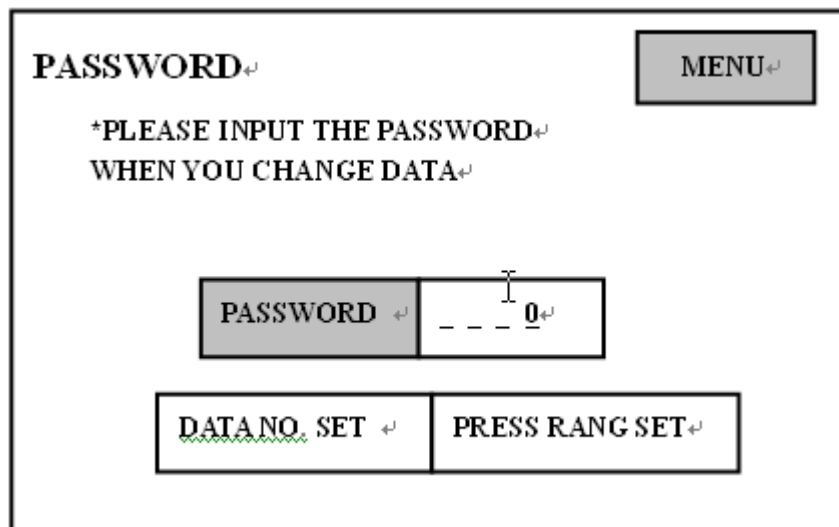


图 14-4 压力设置口令界面

- 选择 **PASSWORD**  “数值设定”密码对话框
- 按下数值键部分 **PASSWORD**
- 出现图 14-5 所示数字键对话框

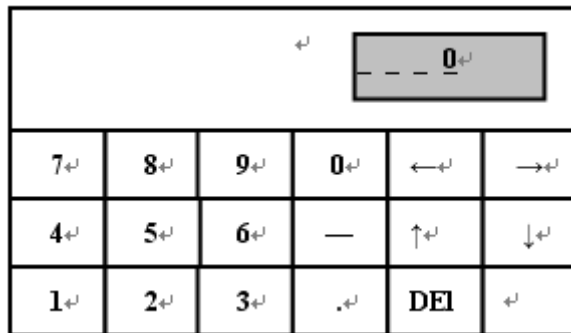



图 14-5 密码框图

- 按下数字键对话框上的数字，键入“1111”（对话框上的“DEL”键用于退格和修改）。
- 按下  “回车”键，完成数字输入的确认为

- 选择数值序号设置键   按下

- 出现图 14-6 所示对话框：

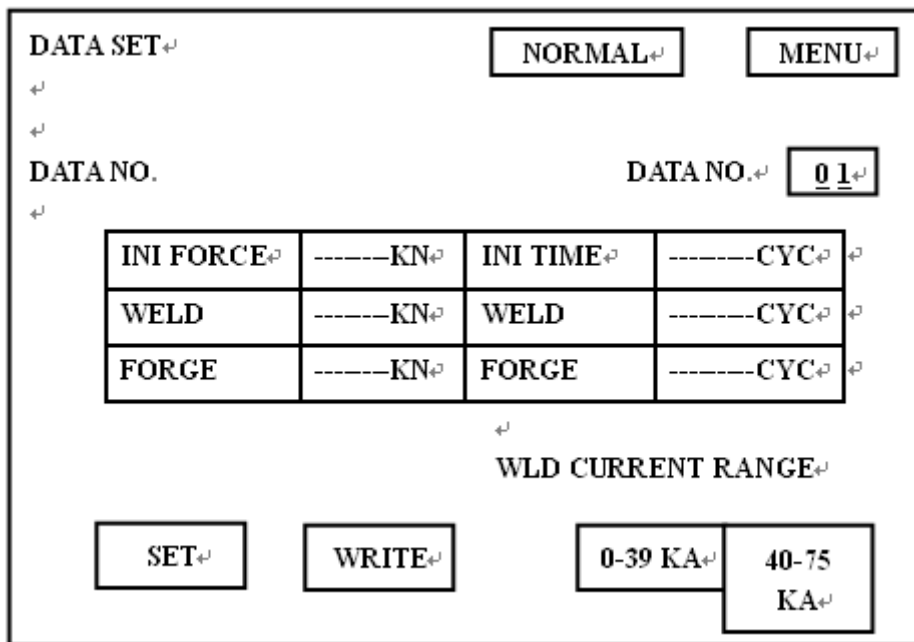




图 14-6 参数设置图

(3) 对图 14-6 对话框上的各参数项的数值修改操作步骤

- 先按下  键
- 按下需要修改数值部分的数值键，例如需要对“预压力”INI FORCE 的数值进行设置，按下数值部分 

- 出现图 14-7 数字键盘

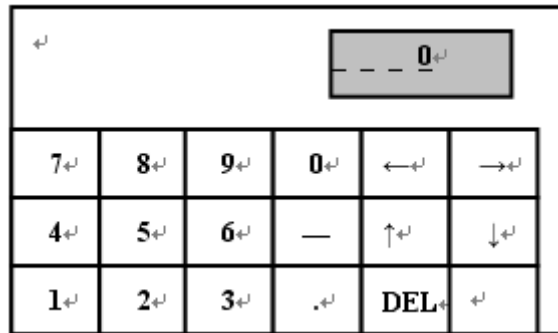


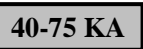


图 14-7 数字键盘

- 输入修改的数值（对话框上的“DEL”键用于退格和修改），
  - 按下  “回车”键，完成数字输入の確認。
- (4) 修改“WELD CURRENT RANGE”内容的操作步骤
- 在“0-39KN”或“40-75KN”两项中选择其一，按下：  即完成了此项内容的修改。
- (5) 完成所有修改数据写入的操作步骤

在完成了以上所有数据的修改后，最后按下“WRITE”键两秒钟，完成以上所有数据的写入。按下“MENU”键返回主菜单。

### 3 压力偏差范围设置操作规程

(1) 进入图 14-8 所示压力偏差数值设定操作界面：

- 按下： 键
- 将出现图 14-8 界面：

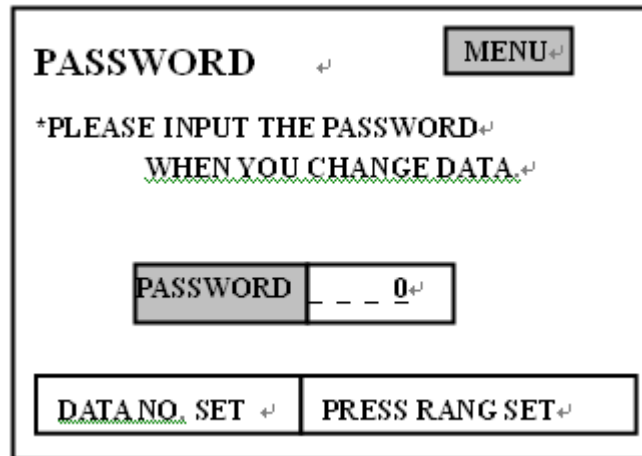


图 14-8 压力范围设置界面

- 选择 

PASSWORD	_ _ _ 0
----------	---------

 “数值设定” 密码对话框
- 按下数值键部分 

PASSWORD	_ _ _ 0
----------	---------

- 出现图 14-9 数字键对话框

↵					
0↵					
7↵	8↵	9↵	0↵	←↵	→↵
4↵	5↵	6↵	—	↑↵	↓↵
1↵	2↵	3↵	.↵	D	↵

图 14-9 数字键盘

- 按下：数字键对话框上的数字，键入“9999”（对话框上的“DEL”键用于退格和修改）。
- 按下：

↵
---

 “回车”键，完成数字输入确认。
- 选择“压力偏差范围设置”键，按下：

DATA NO. SET	PRESS RANG SET
--------------	----------------

- 出现图 14-10 对话框：

PRESS RANGE SET↵		
	UPPER BONUD	LOWER BONUD↵
INI FORCE↵	<u>1 2 0</u> %↵	<u>8 0</u> %↵
WELD FORCE↵	<u>1 2 0</u> %↵	<u>8 0</u> %↵
FORGE FORCE↵	<u>1 2 0</u> %↵	<u>8 0</u> %↵
↵		

图 14-10 压力设置界面



(2) 压力参数项的数值修改和操作步骤

- 按下需要修改数值部分的数值键，例如：  
需要对“预压力”INI FORCE 的数值进行设置，按下需要设定的数值部分

INI FORCE	<u>1 2 0</u> %	<u>8 0</u> %
-----------	----------------	--------------

- 出现数字键盘



- 输入修改的数值“XXXX”（数字键对话框上的“DEL”键用于退格和修改）
- 按下  “回车”键，完成数字输入の確認。
- 按下  “MENU”键，返回主菜单。

4 压力偏差监控查阅的操作步骤

- 在主菜单中选择  MONITOR 键，按下。
- 出现图 14-11 对话框：

MONITOR ↵			MENU ↵
	SETTING DATA	ACTUAL DATA	
INI FORCE ↵	13.50 KN ↵	13.50 KN ↵	↵
WELD FORCE ↵	13.50 KN ↵	13.50 KN ↵	↵
FORGE FORCE ↵	13.50 KN ↵	13.50 KN ↵	↵


图 14-11 压力偏差监控界面

（说明：此表不能被修改，表上的数值，在踩下脚踏的开关后，重新显示更新后的数值。）

- 按下：  “MENU”键，返回主菜单。

5 故障显示菜单功能的操作使用

(1) 进入“故障显示菜单”的步骤

- 在主菜单中选择  键，按下
- 出现图 14-12 对话框

MAIN ↵					03/11/13 14:50 ↵	MENU ↵
CONTROL ↵	AIR ↵	WATER ↵	AREA ↵	NORMAL ↵		
POWER ↵	ABNORMAL ↵	ABNORMAL ↵	SEN.OFF ↵			
WELD ↵	ELECTR. ↵	STROKE ↵				
OFF ↵	CLOSE ↵	LARGE ↵				
DATA ↵		01 ↵	SPOT 0123 ↵			
NO. ↵			COUNT ↵			

图 14-12 故障显示界面


(对话框上的任意一键变成“红”色,表示相应的功能出现故障,如:出现“WATER ABNORMAL”表示冷却水系统出现故障。)

(2) 对于“DATA NO.”键和“SPOT COUNT”键相应内容修改的操作例如:“DATA NO.”设置

- 按下需要修改的数字部分: 

DATA NO.	01
----------	----
- 出现数字键盘,输入修改的数值“XXXX”(数字键盘对话框上的“DEL”键,用于退格和修改)

输入修改的数值“XXXX”(数字键盘对话框上的 DEL 键,用于退格和修改)

- 按下:  “回车”键,完成数字输入的确认。
- “SPOT COUNT”键相应数字修改的操作参照,“DATA NO.”键的操作。

二、 TP-70E (编程控制盒) 设置焊接参数的操作

1、 控制面板的形式如图 14-13 所示:

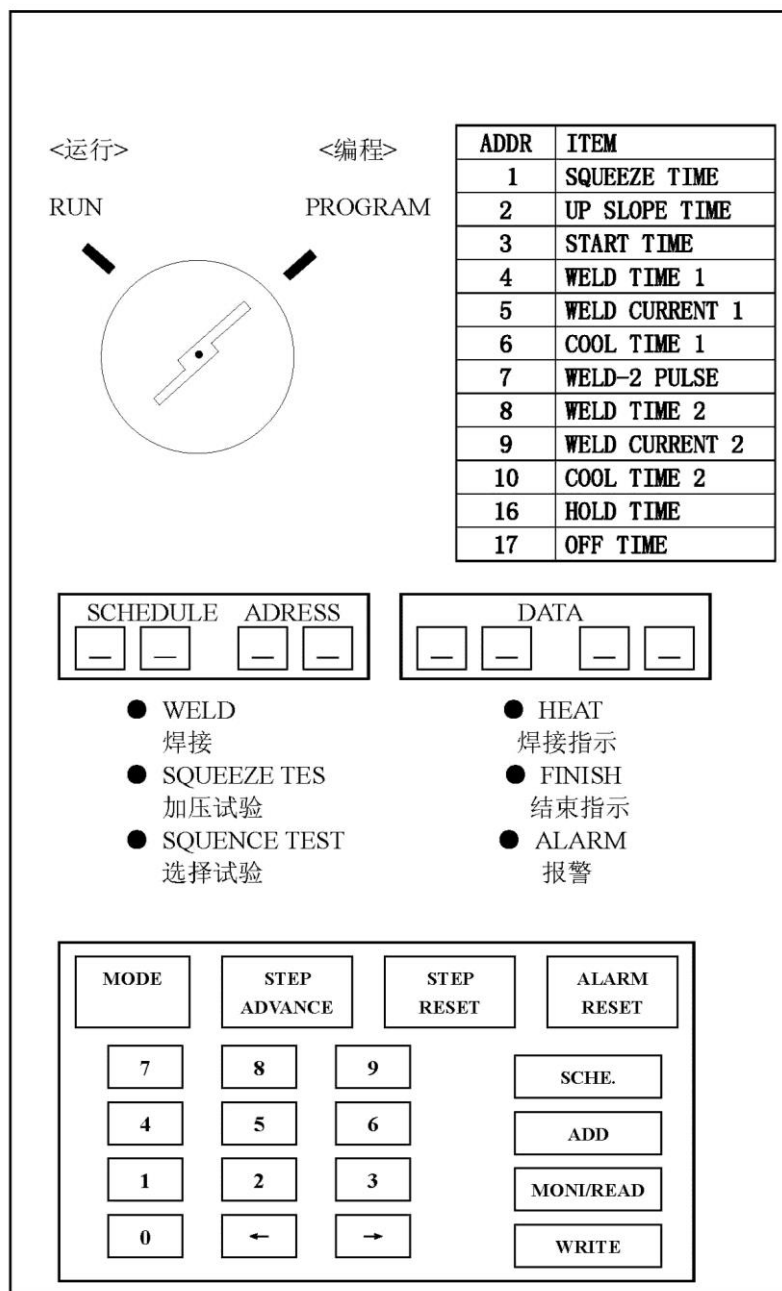


图 14-13 控制面板示意

(以下的各项操作都应参照此图)

## 2、TP-70E 控制盒焊接参数设置操作规程

### (1) 焊接程序号的选择操作

- 将钥匙旋至“PROGRAM”处，使控制盒处于编程状态，在此状态下进行焊接参数的设置。  
操作如下：
- 按下 SCHE 键（切入到程序号的设定状态），按数字键，输入焊接参数程序号（1-99），再按下：SCHE 键，完成了焊接程序号的选择。

(2) 在已选焊接程序下，进行焊接参数设定和修改的操作步骤：

按下：ADDR 键，按下：数字键：1。再按下 ADDR 键，数字屏中：显示地址 1 中的内容，按数字键输入修改的内容，按下：WRITE 键，至此，结束地址 1 中内容的修改。

按下数字键 2，再按下 ADDR 键，则进入地址 2 中，按照此种方法循环操作完成所有地址内容的修改

- 说明：按下“数字键 2”或直接再按一下“WRITE 键”，进入地址 2 中，如箭头旁所示的操作路径，可实现全部地址内容的修改。
- 在对地址中的内容进行修改的过程中，一般只对 1-10 号，16 号，17 号地址中的内容进行修改，其它地址中的内容不必进行修改，特别值得注意的是，在地址 35 中的内容为 40，此数值属于设备出厂时的设置不可以改动。
- 在将已经选定程序号中所有地址的内容修改完毕后，将钥匙旋至“RUN”位置，此时可以进行焊接操作了。

### 三、控制器“一”SLI-300 控制器和“二”TP-70E 控制盒的配合使用

在“一”SLI-300 控制器中，如果电流值超过 39KA 时必须选择两个变压器合并作业，此时焊接电流值和顶锻焊接热处理电流值，必须按照焊接参数表中推荐的电流除以 2 后进行设置。两个 TP-70E 控制盒，编程时参数的输入方法完全一致。此时两个 TP-70E 控制盒上显示的电流参数值，应该为推荐电流参数的一半。

### 四、铝合金点焊推荐的焊接规范

表 14-1 铝合金点焊推荐规范

板厚 (mm)	压力参数 (KN)		时间参数 (CYCLE)		电流参数 (KA)		电极 直径
	Weld force	Forge force	Weld time	Forge time	Weld curr. 1	Weld curr. 2	
0.8	3	7	2	---	29	---	16

1.0	3.5	8.4	3	---	33	---	R100
1.2	4.1	9.8	4	4	37	30	
1.6	5.5	12.7	5	5	44	35	20 R150
2.0	6.6	16.8	7	8	50	41	
2.5	7.9	21.3	8	14	58	47	25 R200
3.0	9.3	26.3	11	19	65	54	
4.0	14.4	36.3	15	33	78	66	
5.0	17.2	49.9	20	54	91	77	

#### 第四节 焊接过程的监控

一、在 TP-70E（编程控制盒）上的焊接参数的监控

- 通过数字键和 **SCHE** 键选择焊接程序号

- 将钥匙旋至 RUN 位置

- 此时显示屏上将显示输出参数，然后按下



可用



键实现三个对话框之间的切换



各符号的含义：

1-HA weld current 1 (KA)

2-HA weld current 2 (KA)

3-HA weld current 3 (KA)

同时显示设定值和实际测定值，实际测量只可能为总电流的一半。

- 继续按



可用键



实现三个对话框之间的切换



各符号的含义:

1-PP PWM 1 (%)

2-PP PWM 2 (%)

3-PP PWM 3 (%)

● 继续按 

MONI
READ

 键

显示如下内容: 

程序号	1—HP
-----	------

可用 

←	→
---	---

 键实现三个对话框之间的切换

程序号	2—HP
程序号	3—HP

各符号的含义:

1-HP weld current 1 (%)

2-HP weld current 2 (%)

3-HP weld current 3 (%)

此项参数显示的是电流测量值与设定值的% (百分数比率)。

● 继续按 

MONI
READ

 键

显示如下内容: 

程序号	1—lv
-----	------

可用 

←	→
---	---

 键实现三个对话框之间的切换

程序号	2—L0
程序号	3—Sv

各符号的含义:

1-Lv 供给电压显示

2- L0 供给频率显示

3-Sv 输出电压显示

二、在 MM-326B 监视器上的参数监控（点焊机二次输出检测装置使用操作规程）

1 控制面板如图 14-14 所示：

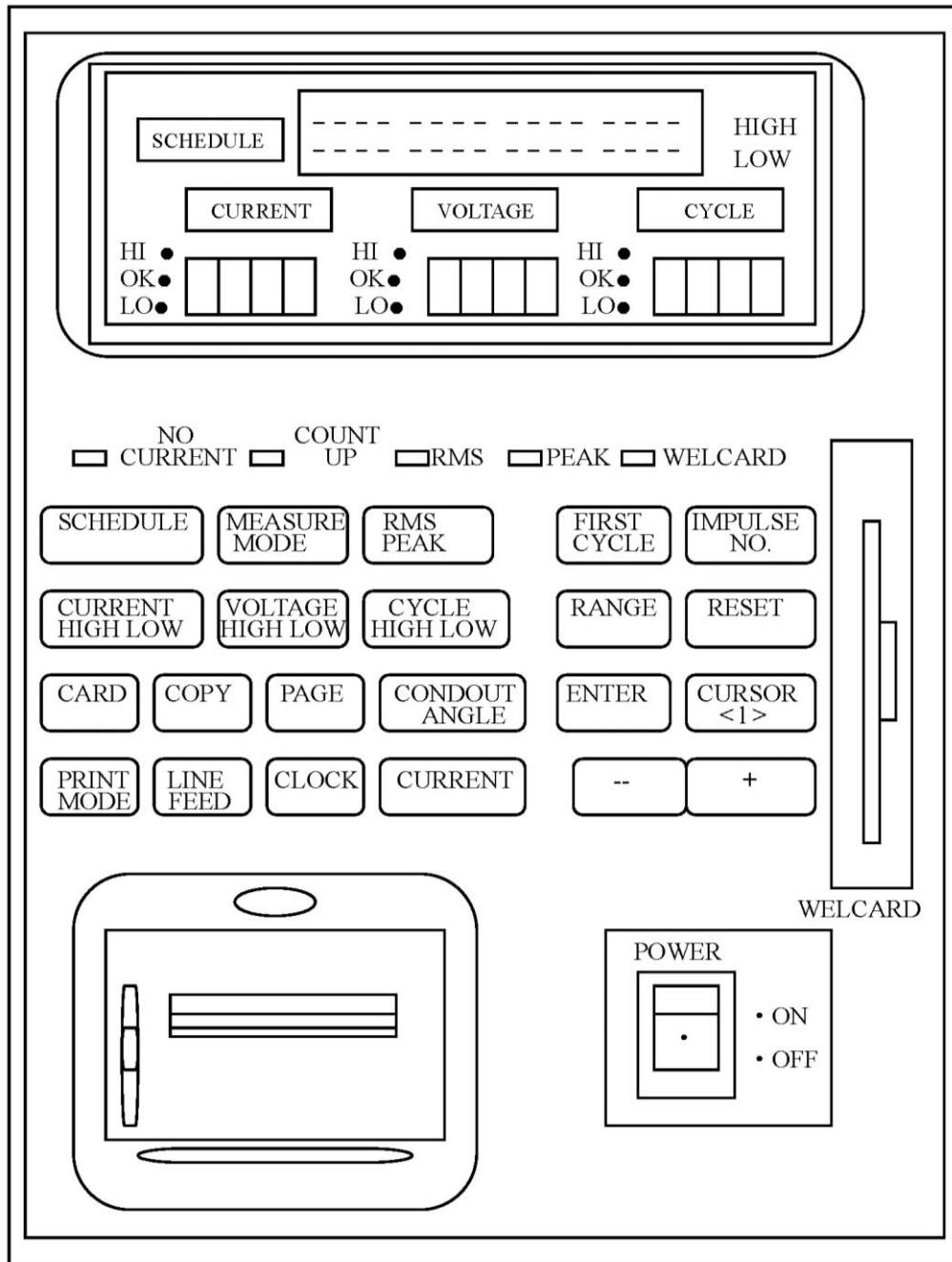


图 14-14 MM-326B 监视器控制面板示意

2 MM-326B 监视器使用操作步骤：

(1) 电流、电压和时间参数值的设定

- 打开电源开关“POWER”

- 任意激活 CURRENT HIGH LOW 键或 VOLTAGE HIGH LOW 键或 CYCLE HIGH LOW 键。
- 按下： SCHEDULE 键，选择程序号，多次按此键可实现程序号之间的切换与选择。
- 再按下 CURRENT HIGH LOW 键或 VOLTAGE HIGH LOW 键或 CYCLE HIGH LOW 键，切换到需要修改参数的项。

例如：需修改电流项的内容：

按下 CURRENT HIGH LOW 键，选择修改“HIGH”上限或者“LOW”下限，用 CURSOR<1>键，选择需要修改的数字位，利用- + 键，进行相应的数字修改。

（说明： RANGE 键此时也用于参数的修改，其作用是将当前编辑的数字扩大或缩小 10 倍）

#### （2）测量值的设定

- 按下 MEASURE MODE 键
- 出现下列内容：用于选择测量正半波、负半波和全波的模式。
- 在此按下 MEASURE MODE 键
- 将切换到此模式 可用 CURSOR<1>键，实现直流（DC）和交流（AC）两种模式的选择。
- 再次按下 MEASURE MODE 键
- 将切换到此模式， 可用 CURSOR<1>键，，实现 ON 和 OFF 两种模式的选择。
- 再次按下 MEASURE MODE 键，将切换到原模式。

#### （3） RMS PEAK 键的模式设定

- 模式设定操作参照（中的相关操作。 RMS 表示平均值，当显示灯“RMS”亮时，说明监视器的检测模式为平均值模式。
- PEAK 表示峰值，当显示灯“PEAK”亮时，说明监视器的检测模式为峰值的模式。

#### （4） FIRST CYCLE 键的模式设定

- 模式设定的操作参照（2）中的相关操作。
- 意义：设定参数是指，监视器在计算参数的平均值时，提前去掉的周波数量。

如参数设置为3,则代表监视器在计算平均值时的取值是在焊接开始的4个周波开始计算的。

#### （5） IMPULSE NO. 件的的模式设定

- 模式设定的操作参照（2）中的相关操作。
- 作用是设置在打印状态下时，每次打印的时间参数的设定。如：参数设置为5，则打印的时间是在焊接完5个点后，连续打印5个焊接点的参数值。

#### （6） RESET 件的作用说明

“reset”是指“复位”键，作用是清除目前的参数，返回上一级参数。



(7) PRINT MODE 键的功能

- 按下此键将出现 8 项内容“0-7”号，可连续按 CURSOR<1>键，实现此 8 项内容的切换。
- “0-7”此 8 项内容的说明

<0> print off : 关闭打印

<1> measured data: 测量值的打印

<2> deviation graph: 设定值与实际输出的偏差值打印

<3> all cycles: 所有周波内容打印

<4> current waveform: 输出电流波形打印

<5> voltage waveform: 输出电压波形打印

<6> curr. & volt. waveform: 输出电流、电压关系图打印

<7> shchedule data: 设定焊接程序内容打印

- 选择“1-7”项中任意一项，按 ENTER 键可进行内容的打印，特殊的对于第 7 项内容，在按下 ENTWR 键后，还需选择页码范围，可通过- +键来实现十位和个位间的切换，用 CURSOR<1>键，实现每一位上数字的增减。（页码范围可以从 1 号-15 号）

## 第五节 焊接设备常见的故障和常见的处理方法

一、当由于参数设置错误或设备运行时程序出错等问题出现，而使设备出现报警时，为了恢复数据或者进行恢复操作时，先按下“reset”键。如图 14-15 所示的按键



图 14-15 报警复位示意

当按下此键后，数据将恢复到初始设置的参数，然后，可进行错误的排除操作。但错误未被排除时设备仍然会发出警报。此时需尽快的将错误排除。

二、当设备出现误操作，将导致不可估量的损失时，可使用紧急制动按钮，使用方法是按照

如图 14-16 所示的旋向杆旋转按钮，然后按下，达到紧急制动的目的。



图 14-16 紧急控制按钮

三、当设备输出有误时，如图 14-17 的蜂鸣器“buzzer”按钮就会发出声音，此时按下“RESET”键，可使蜂鸣器停止。

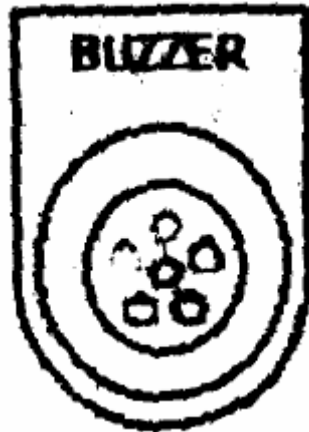


图 14-17 蜂鸣器示意

## 第六节 工件实际焊接过程的操作指南（手工操作）

在焊接参数设定之后，将 TP-70E(编程控制盒)上的钥匙旋至 RUN 位置，然后在 SLI-300 控制器上进行焊接参数的设定，在将以上所有的参数设定完成后，按照以下步骤进行操作：

一、将 SLI-300 控制器面板上的“WELD”按钮旋至“ON”处，如图 14-18 所示位置，此时选择才可以进行焊接操作。



图 14-18 手工控制示意

二、 将备焊的工件放在两电极中间后，找正位置。

三、 然后将“STROKE”旋钮旋至“SMALL”，如图 14-19 所示，此时，上电极将缓慢的匀速向下电极靠拢，但还未夹紧。



图 14-19 电极动作控制示意

四、 踩脚踏开关（超过 INI TIME 时间）进行初期加压操作，这是电极上的指示灯有数字显示（此时指示灯上显示的为瞬时电机压力数值）

五、 当听到“咚”的一声时，设备进入焊接状态，此时上下电极间将通有电流，此时指示灯的数字将骤变为“0”。然后松开脚踏开关等待此焊接循环的结束。