

# 密封继电器底座与外壳的钨极氩氢混合气体保护焊

邮电五四二厂 刘岳臣

## 摘要

本文以JRC系列密封继电器为例,介绍了采用脉冲Ar+H<sub>2</sub>混合气体保护焊方法,实现了密封继电器底座与外壳的焊接,文中重点阐述了矩形环缝的回转机构,控制原理以及焊接工艺。

## 一 前 言

在密封继电器的制造工艺中,底座与外壳的封焊通常均采用电烙铁进行手工锡焊密封的,接缝形式如图1(a)所示。底座由可伐合金制成,采用玻璃封结的方法,固定着继电器的引出端。外壳由黄铜或德银制成。底座与外壳均镀银,以利锡焊。由于封焊系最终一道装配工序,故残留的焊剂不可清洗,既造成一定程度的污染以致锈蚀,影响继电器触点的可靠性。此外,这种封焊方法生产效率较低。

为了有效地改善这一传统工艺,以适应高技术大生产日益发展的需要,我们自行设计

了非熔化极混合气体(Ar,92.5~93%, H<sub>2</sub>7~7.5%)保护自动焊装置,对JRC系列密封继电器盖板与外壳的熔焊过程实行自动控制。为了适合微弧熔焊,改进了继电器底座与外壳的连接结构如图1(b)所示。底座呈台阶形,外壳翻边,这样,焊缝离玻璃封结处间距有所增加,有利于减少焊接电弧热对玻璃的不良影响。由于黄铜和德银含锌,对混合气保焊不利,故外壳材料改用铜镍合金。

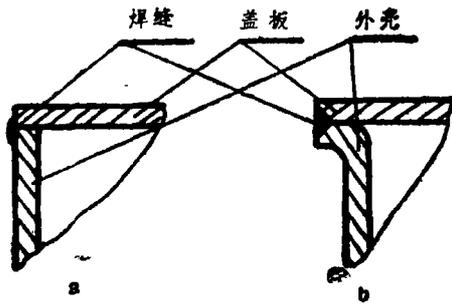


图1 焊缝结构形式

## 二 结构及原理

整个装置由机械传动及电气控制两部分组成。机体上部是机械传动部分。其机架的内部装有焊接电源及动作执行线路。控制箱中有JCK—16程控器和继电顺序控制器。

### 1. 主要技术数据

电源电压380V、三相50Hz、焊机功率2.8kVA、维弧空载电压110V,焊接空载电压65V、维弧电流2~5A、焊接电流8~45A、最大矩形焊缝尺寸155×45mm、焊接

速度  $5 \sim 13 \text{ mm/s}$ ，电流衰减时间  $1 \sim 6 \text{ s}$ 。

## 2. 机械结构

机械部分主要由减速箱，装在主轴上的转盘和装在转盘上的x、y向平动机构等组成。转盘的外围还设有固定环，在转盘与固定环上共设置了八个限位开关。控制电路通过这些限位开关使x、y两方向的平动和转动巧妙地结合起来，实现矩形环缝的自动回转。减速箱的主轴是空心的，配以特制的转动式连接器，解决了转盘上伺服电动机和限位开关与电源及控制系统的电气连接问题。转盘下侧设置了刹车，可使转盘于停止瞬间固定不动，防止转盘由于滑块的平动和减速箱齿间间隙所引起的微小转动。夹持焊枪的升降架可以调节焊枪作上下、左右和前后运动，以便对准焊缝。为了减少焊接电弧热对电容器的影响，不仅外壳被夹在夹具中，而且底座也配有紫铜冷却块。因冷却块和夹具之间不能有任何机械连接，故采用了尾架结构，一方面尾架顶住冷却块，此外冷却块底部有滚珠，可在尾架顶板上作任意方向的运动。焊接起弧的一极是继电器底座和外壳，另一极是钨丝。

## 3. 电气原理

电气原理框图如图2所示。三相变压器是降压变压器，接法是Y/△型。它有二个次级绕组，一个是维弧绕组，空载电压100V，另一个是焊接绕组，空载电压48V。维弧绕组经过三相全波整流器，提供110V的直流空载电压；焊接绕组经过内桥内反馈六元件的磁饱和放大器，提供65V的直流空载电压，并具有下降的外特性。磁饱和放大器由饱和电抗器，反馈元件和整流器组成，在电流调节和衰减电路的控制下，可以调节电流大小及衰减时间。采用高压脉冲引弧器引弧，高压脉冲变压器的次级串接于维弧电路中，并产生频率为50Hz，峰值在3000V以上的高压脉冲，击穿焊枪和工件之间的间隙，使之产生电弧。电弧一旦建立，焊枪和工件之间电压即由110V降到25V。此时，箝位电路的继电器使接触器JP接通，于是，饱和放大器提供的焊接电流即通过主回路加到电弧上，焊接开始进行。与此同时，箝位电路还切断高压脉冲引弧器的触发电路，以利安全。若电极与工件短路，箝位电路的继电器使JP失电，焊接电源即被切断而保护了主回路。若偶然断弧，箝位电路也使JP失电，以便重新引弧。

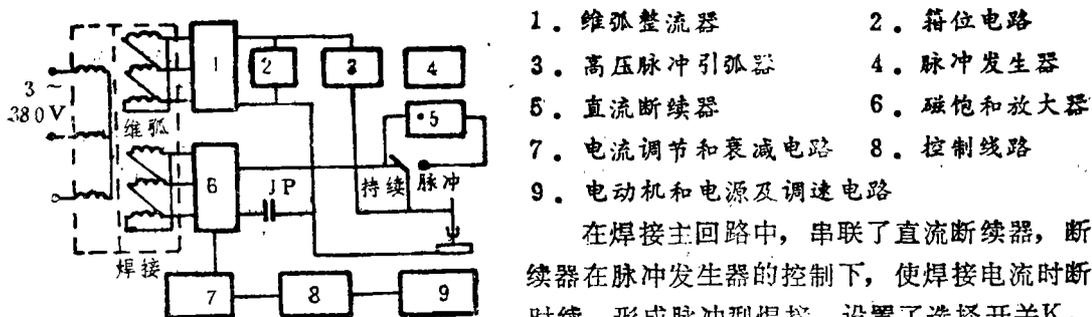


图2 电气原理方框图

在焊接主回路中，串联了直流断续器，断续器在脉冲发生器的控制下，使焊接电流时断时续，形成脉冲型焊接。设置了选择开关K，当不需要脉冲型的焊接电流时，K转至“持续”挡，即可切断直流断续器，得到持续的焊接电流。脉冲发生器的脉冲时间和间隙均可调节。控制电路控制高压脉冲引弧器，X、

y向平动和转动三部电动机的电源,使矩形工件自动回转。在回转一周后,又控制焊接电流的衰减并切断电源。

### 三 矩形环缝的回转机构

回转机构的作用是使卧置的工件自动翻转,使相邻两边的焊缝圆滑过渡,自动衔接,四个圆角处的焊接速度和回条直线段的焊接速度均可调节,使整个环缝的加热熔化均匀

#### 1. 机构组成

转盘装在减速箱的主轴上,转盘上有x方向的丝杆,由装在转盘上的电动机—蜗杆—蜗轮带动。x方向滑块上也有一根丝杆,即y方向的丝杆,受装在x方向滑块上的电动机—蜗杆—蜗轮带动。y方向的滑块上有一个夹具,可以夹住被焊继电器的外壳。三部伺服电动机的电源通过动作执行电路可以换向,所以工件可以作正反转,x方向正反向平动和y方向的正反向平动。在x、y的正反方向上都设置了限位开关,这些限位开关均可通过手轮—小丝杆—小滑块进行调节,以确定各向的行程。在转盘的外围,有一个固定在机座上的固定环,其上装有四只均布的转动限位开关,转盘圆周面上伸出一个触头,转盘每转动 $90^\circ$ ,即触动一个转动限位开关。所有这些转动和平动的限位开关,都起到两个方面的作用,一是切断电动机的电源,使原有程序停止;另一作用则是作为控制电路的程序转换的外接输入,以保证回转运动的自动进行。

#### 2. 运动分析

假设转盘上有一个x0y直角坐标系,如图3所示,坐标的原点即转盘的中心。矩形环缝的四个圆角的中心分别为 $0_1 \sim 0_4$ ,  $\overline{0_4 0_1} = \overline{0_2 0_3} = a$ 、 $\overline{0_1 0_2} = \overline{0_3 0_4} = b$ 。开始时,继电器圆角中心 $0_4$ 位于转盘中心,继电器方位如图1实线所示。首先,使继电器沿 $x_+$ 向移动,当移动距离a时,继电器的位置如图1虚线所示,圆角中心 $0_1$ 和转盘中心重合,此时滑块触动限位开关 $K_{x+}$ ,于是 $x_+$ 向的平动停止,转盘沿逆时针方向转动,如图2所示。图中实线所示的位置,即前图虚线所示的位置(下同)。转动 $90^\circ$ 后,转盘上的触头触动了转动限位开关 $K_{转1}$ ,于是转动停止,继电器的位置如虚线所示。然后,继电器沿 $y_+$ 向移动,如图3所示。当移动距离b时,继电器的位置如虚线所示,圆角中心和转盘中心重合,此时滑块触动限位开关 $K_{y+}$ ,于是 $y_+$ 向的平动停止,转盘沿逆时针方向转动,如图4所示。转动 $90^\circ$ 以后,转盘上的触头触动了转动限位开关 $K_{转2}$ ,于是转动停止,继电器的位置如虚线所示。然后继电器沿 $x_-$ 向移动,当移动距离a时,又进入转动,如此类推,直至最后一个转动,即回复到图1实线所示的位置上,自动完成了一个回转周期。

#### 3. 控制电路

根据焊接操作和回转机构的要求,这里设计了焊机的动作执行线路,如图4所示。所有这些动作均有手动按钮,以便调节。焊接时,首先合上 $K_{11}$ 、 $J_1$ 使电磁气阀接通,

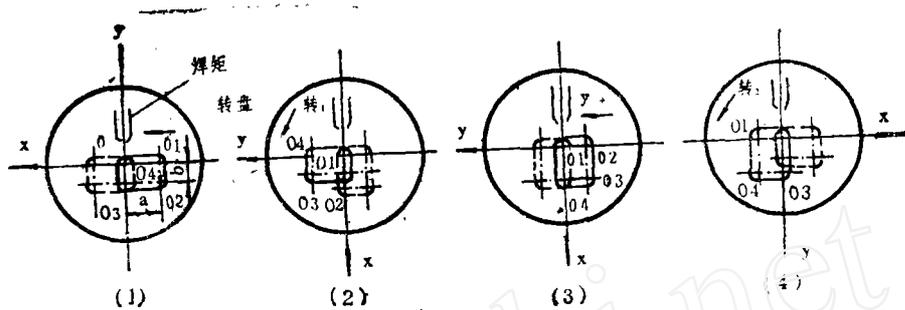


图3 回转机构运动分析图

保护气体通入焊枪，同时为引弧作好准备。按一下AN<sub>1</sub>，三相变压器接通电源，按一下K<sub>14</sub>，即可引弧焊接。此后的各程序均可自动控制。控制的方法有两种，一种是利用JCK-16简易程序控制器进行控制；另一种是利用自行设计的继电器顺序控制器进行控制。前者通用性强，控制程序的增减和变换均较方便，但性能还不甚稳定，可用于调试，后者的控制稳定可靠，但程序固定不可变换，可用于生产。

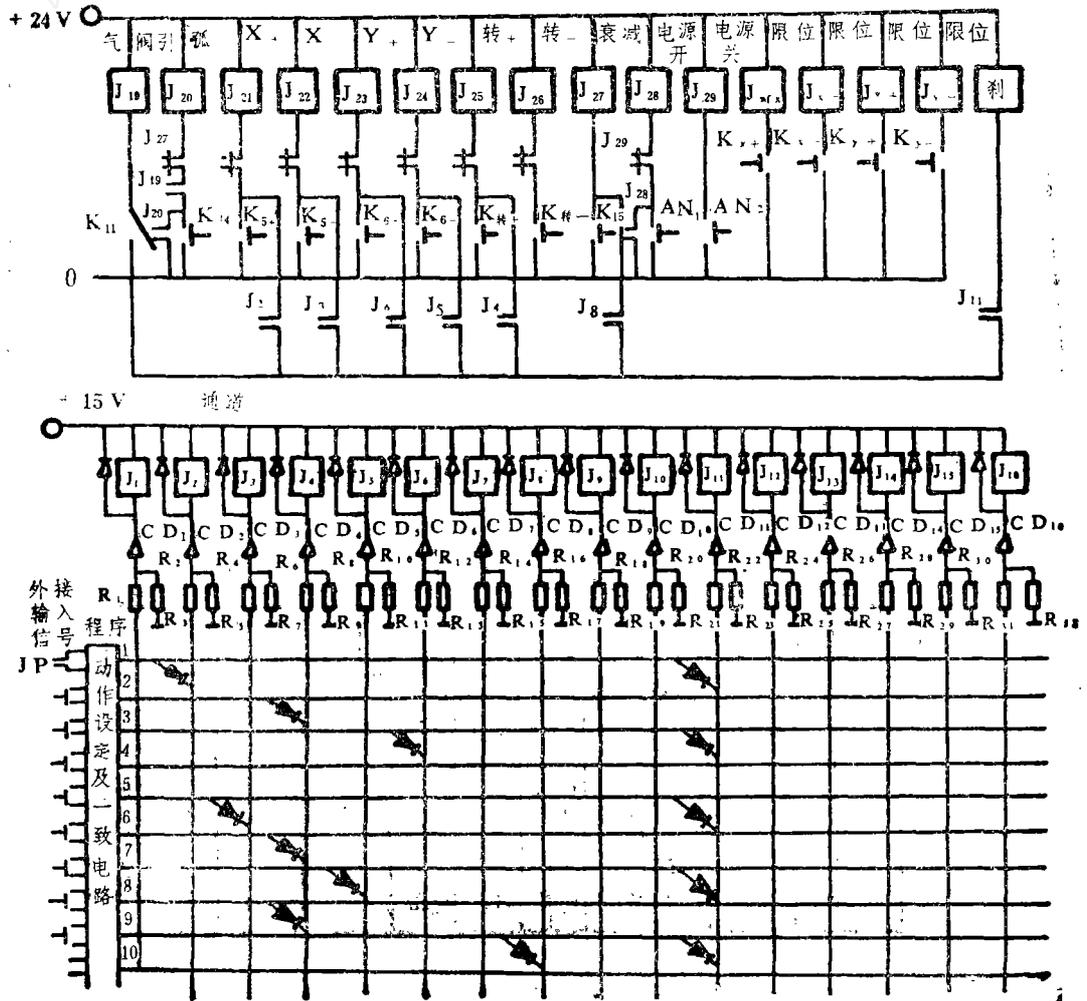


图4 动作执行线路

(1) 利用JCK—16程控器的自动控制方法。JCK—16程控器由集成电路逻辑元件制成，其功能介于继电控制和电子计算机控制之间。它可控制16个程序，每个程序最多可控制8个动作（通道）。程序的转换可以利用本身的时间计数器进行时间设定，也可利用限位开关进行外接输入。由于矩形环缝回转装置在各个方向上的速度不可调至完全一致，所以不能采用时间设定，而应当采用外接输入。程序与通道之间的组合，采用二极管矩阵的方法，如图4所示。

由图2可知，电弧建立以后，接触器JP合上，空回路即有焊接电流。我们利用JP的一组常开触点，作为JCK—16的第一程序的外接输入，此时第1通道程序线为高电平，其余程序线为低电平。由于第1通道程序线与第2通道（ $x_+$ ）、第11通道（刹车）经由二极管相连，所以第2、11通道线也处于高电平，经 $R_3$ 、 $R_4$ 和 $R_{2.1}$ 、 $R_{2.2}$ 分压后输给驱动器 $CD_2$ 、 $CD_{11}$ ，于是继电器 $J_2$ 、 $J_{11}$ 通电，通过它们的触点，使 $J_{2.1}$ 和刹车吸合，故此时的动作即为：刹车刹住转盘，工件进行 $x$ 正向的平动，当移动距离 $a$ 后，滑块触及限位开关 $K_{x+}$ ，于是JCK—16得到第二个外接输入信号，高电平转至第2程序线，由图可见，第2程序线只与第4通道（ $转_+$ ）相连，所以工件作逆时针方向转动。以此类推，直至第9程序，使焊接电流衰减。最后按一下 $AN_2$ ，可切去三相变压器电源，焊接过程结束。

(2) 继电器顺序控制器。其线路图如图5所示，它的功能与图4所示的JCK—16程控器接线图相同，所以二者的通道接线和外接输入接线可以通用。电弧建立后，JP的一组常开触点使继电器 $J_0$ 和延时继电器 $J_{S1}$ 接通， $J_0$ 触点使 $J_{x+}$ 接通，所以此时工件作 $x$ 正向的平动。 $J_{S1}$ 在延时后发生动作，切断 $J_0$ ，这是因为在整个焊接过程中，JP是闭合的，切断 $J_0$ 即可以保证 $J_{x+}$ 在动作结束后不再通电。当工件沿 $x_+$ 向移动距离 $a$ 后，滑块触动限位开关 $K_{x+}$ ，由于此时 $J_{x+}$ 尚未断电，故 $J_{转+}$ 有一组触点使 $J_{x+}$ 断电，所以平动停止，还有一组触点接替 $J_{x+}$ 的一组触点使 $J_{转+}$ 维持在得电状态，转动 $90^\circ$ 后，转盘上的触头触

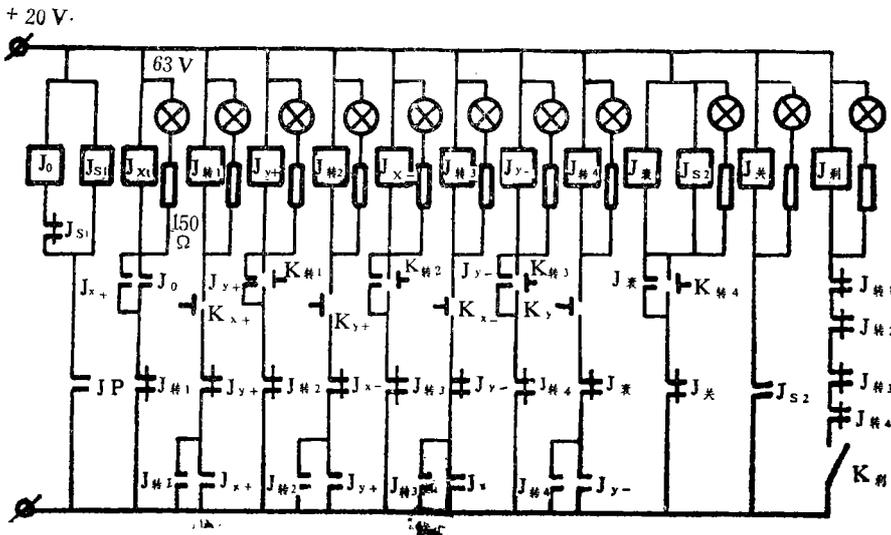


图5 继电器顺序控制器线路图

转动限位开关 $K_{转1}$ ，于是 $J_{r+}$ 得电，使工件作 $y_+$ 向的平动，同时， $J_{x+}$ 有一组触点作 $K_{转1}$ 的自锁触点。因为 $K_{转1}$ 只在瞬间是接通的，还有一组触点使 $J_{转1}$ 失电，所以转动停止。在刹车控制线路中，串联了 $J_{转1} \sim 4$ 的常闭触点，所以只要一转动，刹车就失电，只要不转动，刹车即得电。在完成最后一个运动程序触动 $K_{转4}$ 后， $J_{衰减}$ 和延时继电器 $J_{s1}$ 得电，使焊接电流衰减，并切断 $J_{转4}$ 的电源，停止转动。 $J_{s1}$ 在延时后发生动作，接通 $J_{关}$ ，于是三相变压器电源切断，而 $J_{关}$ 又使 $J_{衰减}$ 和 $J_{s1}$ 失电， $J_{s1}$ 失电反过来又使 $J_{关}$ 失电，于是焊接过程结束。为了使焊缝的起始部分和结束部分有所重叠，可以在回转结束，焊接电流开始衰减时手按 $K_{s+}$ ，使工件继续作 $x_+$ 向的运动，直至断电，然后再按 $K_{s-}$ ，工件退回到起始位置即可卸下。

## 四 焊接工艺

### 1. 限位开关的预先调整

由于转盘中心线与尾架中心线是重合的，所以只要在尾架里插入一个与中心孔相配的顶针，便可进行限位开关的预先调整。首先，在继电器的盖板上找出四个圆角的中心 $0_1 \sim 0_4$ （图3），将继电器外壳和盖板装在夹具上（图6），用 $x$ 、 $y$ 正反向的手工按钮调整继电器的位置，使其圆角中心 $0_4$ 与尾架顶针重合。此时可调整限位开关 $K_{x-}$ ，使之与滑块相接触，并使开关的触点处于断开的状态，然后使工件作 $x_+$ 向的运动，使圆角中心 $0_1$ 与尾架顶针重合，接着调整限位开关 $K_{x+}$ ，使之与滑块接触，且使开关触点处于断开状态，沿逆时针方向转动工件 $90^\circ$ ，用同样的方法调整限位开关 $K_{y-}$ 和 $K_{y+}$ ，最后移动焊枪对准焊缝，焊枪的钨极端部与焊缝间距为 $1.5 \sim 2 \text{ mm}$ 。在控制器中用一个短路插头代替JP接通，使回转机构自行旋转一周，如果整个焊缝在运动中和钨极端部的间距均匀且无短路现象，限位开关的调整即可结束。然后拆去顶针，换上尾座顶板，装好盖板冷却块，拔去控制器上的短路插头，插进JP插头，即可进行焊接。以后焊同样规格的工作时，则不必对限位开关进行调整。

### 2. 气体保护装置

为了加强对工件焊接的气体保护，在焊接区域设置了 $A_2 + H_2$ 混合气体保护装置，如图6所示。在尾架顶板9上装有气体保护罩8，保护罩的上部开有缺口，使焊枪7能进入焊接区域；缺口上有盖板5，并通过塑料套管6与焊枪相连，使气室封闭，焊接时，滑块1带动夹具2、挡板4、继电器外壳，底座10和冷却块11作回转运动，保护罩和盖板的左侧用橡皮12与挡板4保持滑动密封。保护罩用有机玻璃制成，以便观察焊接过程的动态。

### 3. 焊接规范

工件的板厚及体积是决定焊接规范的主要依据。由于外壳的厚度为 $0.6 \text{ mm}$ ，要求盖板边缘宽度为 $0.8 \text{ mm}$ 。实际上，因模具的强度与压力不足，其宽度大于 $1 \text{ mm}$ ，故焊接电流取值较大。开始时，取焊接电流 $25 \sim 28 \text{ A}$ ， $x$ 、 $y$ 两方向焊接速度为 $8.5 \sim 9 \text{ mm/s}$ ，圆角部位的焊速为 $10.5 \sim 11.0 \text{ mm/s}$ ，结果发现焊缝成形不佳，即焊缝波纹不均匀，焊

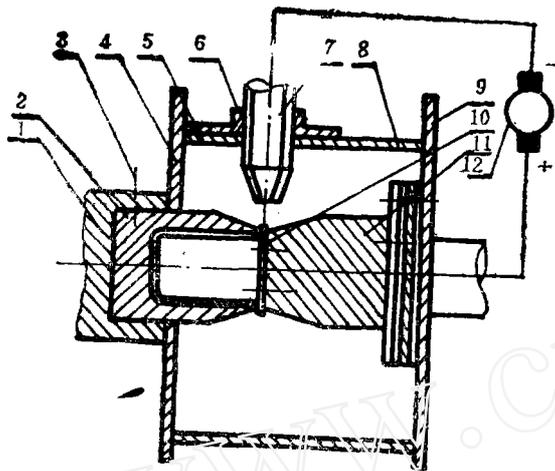


图6 焊接保护装置

- |         |           |
|---------|-----------|
| 1. 滑块   | 2. 夹具     |
| 3. 紧固螺栓 | 4. 挡板     |
| 5. 盖板   | 6. 塑料套管   |
| 7. 焊枪   | 8. 保护罩    |
| 9. 尾架顶板 | 10. 底座    |
| 11. 冷却块 | 12. 弧焊发电机 |

缝表面呈灰色。后来取焊接电流15~16A, x, y向的焊速为3.8~4 mm/s, 圆角部位焊速为6.5~7 mm/s 以此规范焊出的焊缝波纹均匀细密, 表面呈银白色, 无需另加修整。此外, 夹具

对焊接规范也有较大影响。工件裸露部分愈小, 夹具压力愈大, 即可增加散热面, 这就适当增加焊接电流, 工件的裸露部分一般为1~1.2mm, 这样既可有效地导热冷却, 又使焊接电流不致增加过多。焊接结果表明, 冷却效果良好, 焊后工件整体温度低于45°C。保护气体流量为370~385e/h, 焊前应预先通气2~3 min使气室充满保护气体。

#### 4. 试验结果

采用本设备及工艺焊接的密封继电器, 经低温循环(-55°C~+85°C)、振动(200~2000Hz, 15g)、冲击(70g)、离心(50g)以及水检, 氦质谱检等例行检验, 其结果均未发现异常。

#### 参考文献

1. 电容器盖板与外壳的自动氩弧焊 《电力电容器》1989年第2期
2. 电磁铁的脉冲氩氩混合气体保护焊 《电工技术杂志》1987年第3期

(上接29页)  $U_w = U_{c2} + U'_{c2} = W_{Jw} + \rho U$

由于  $U_L > U_{c2}'$  所以  $J_2$  不动作。

当发生部分失磁且励磁电压低于静稳极限值时, 即  $U_L < U_{c2}'$ ,  $D_2$  导通,  $J_2$  动作, 动起  $J_3$  并自保持, 如定子已失步则  $2J$  动作, 经  $2J_3$  和  $J_{3,2}$  起  $2C'J$ , 切换励磁减, 有功等。

这里的  $U_{c2}' = U_{Jw}$  是一个比较电压, 且随负荷的变化, 而相应的变化, 因此, 在重负荷情况下, 出现导致失步的部分失磁时, 保护也能可靠地动作, 从而克服了仅一级转子电压判据不反应重负荷下部分失磁的不足使保护的性能更加完善。

#### 参考文献:

1. 姚晴林、刘典声 “BCB<sub>1</sub>型发电机低励磁失步保护” 电站设备自动化 1979. 3
2. 清华大学等 《晶体管型发电机. 变压器保护继电器原理》