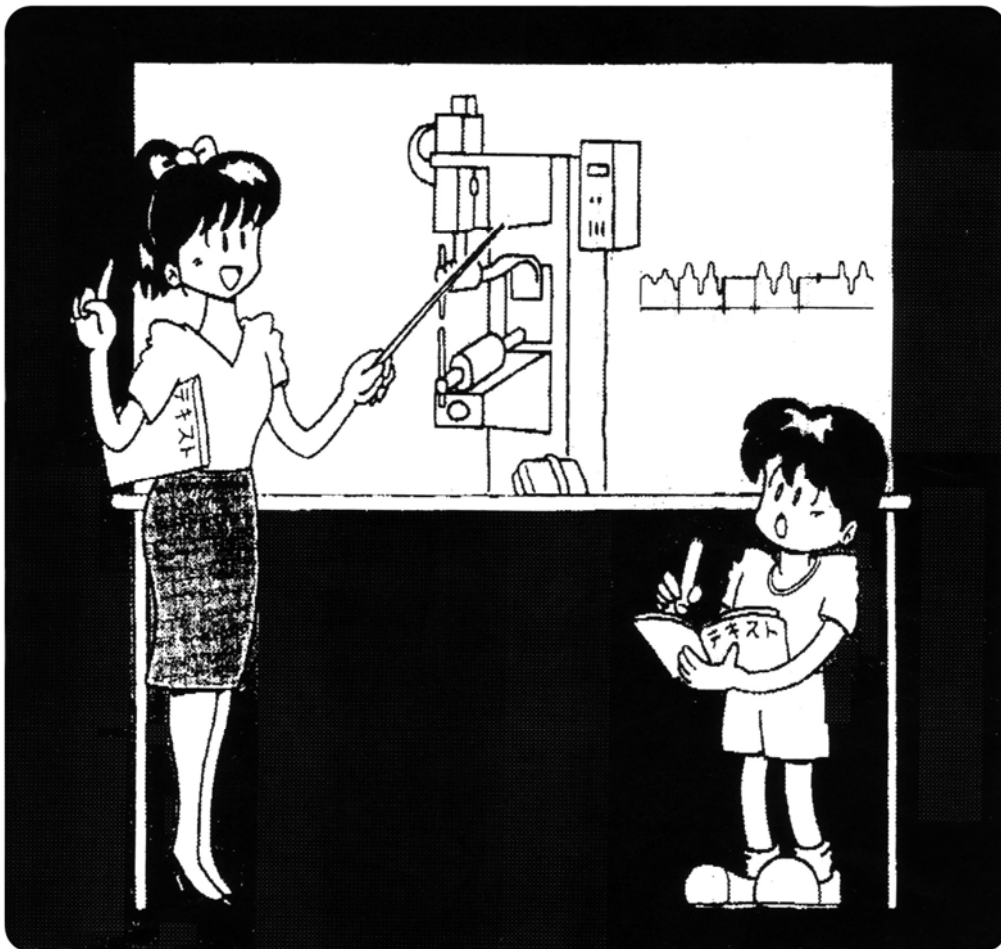


Panasonic®

电阻焊接基础知识

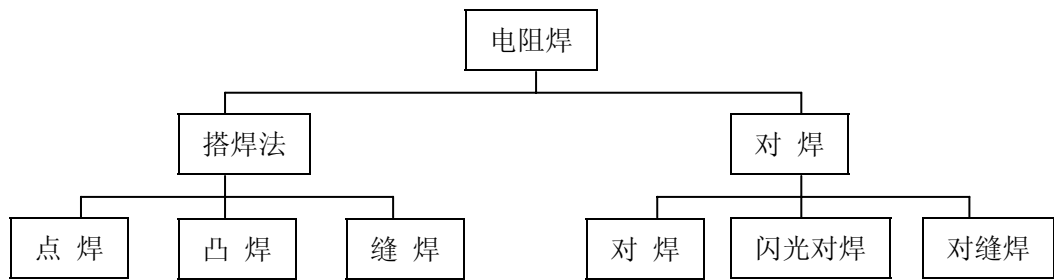
基础篇



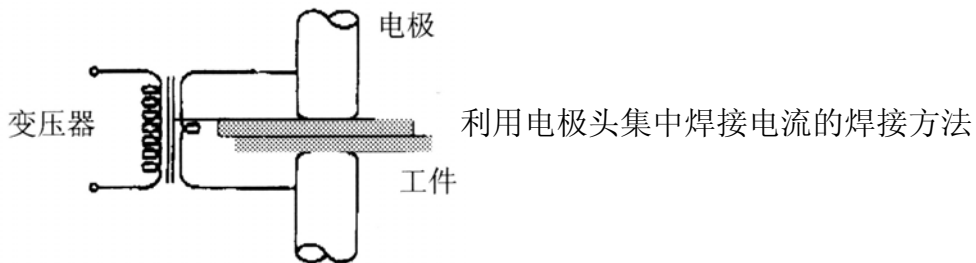
唐山松下产业机器有限公司

1. 电阻焊机的分类

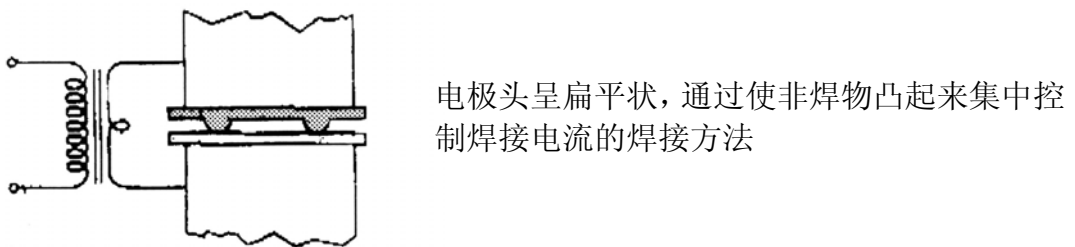
1-1 按焊接方法分类



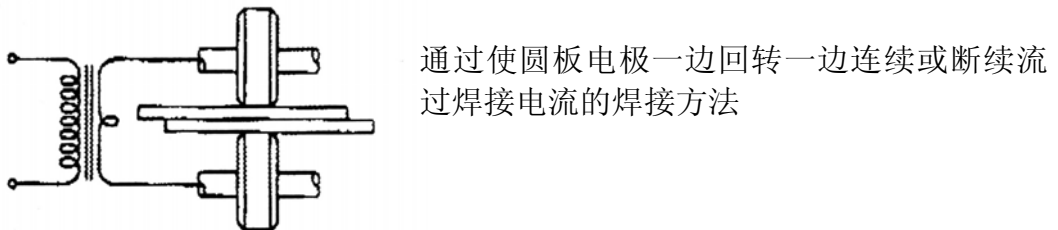
点焊法



凹凸法

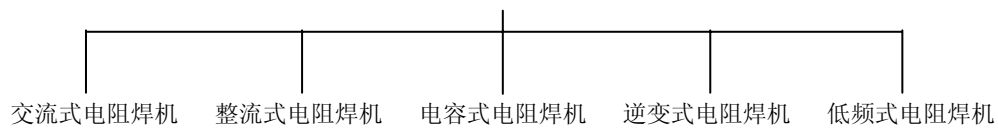


缝焊法

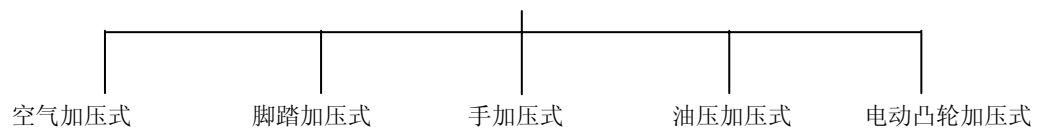


1-2 按通电方式·加压方式分类

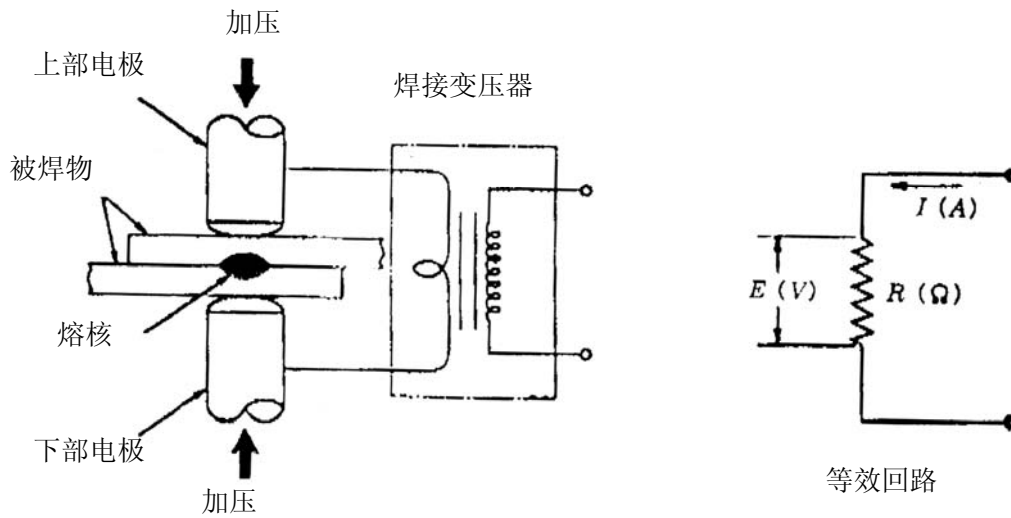
按通电方式分



按加压方式分



2. 电阻焊机的原理



电阻焊接原理图

电阻焊是使金属搭接、对接部位流过电流，利用金属的接触电阻和固有电阻的发热，使接触部位达到金属的熔融温度，并以适当方式方法给焊接部加压的压力焊。即，电阻焊是利用金属流过电流时的金属中的电阻发热（焦耳热），对金属进行局部加热，并做加压接合，产生的热量值用如下公式表示：

使 R 电阻流过 $1A$ 的电流

$$P = I^2 R \text{ (瓦特)}$$

在 t 秒间的电能消耗

$$Q = I^2 R t \text{ (焦耳)}$$

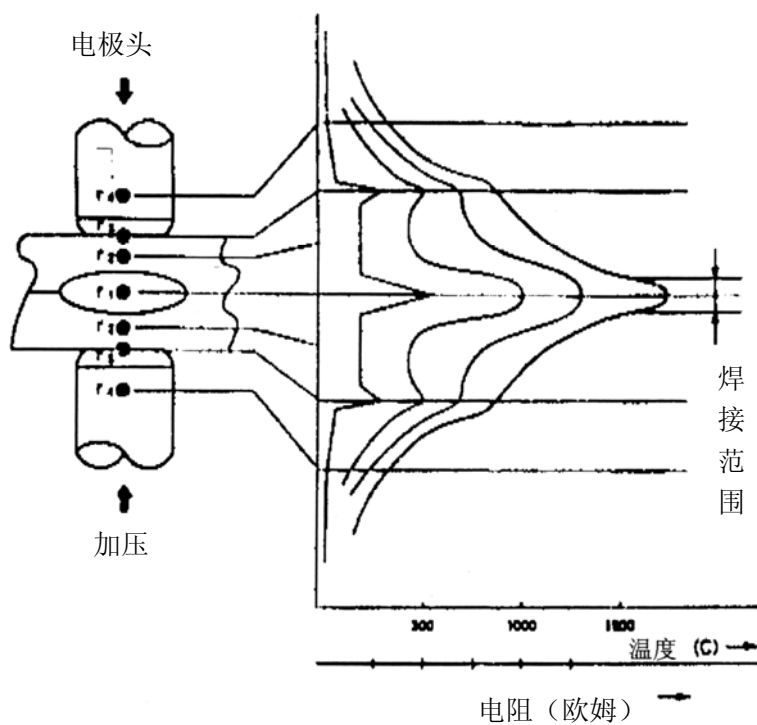
用卡表示产生的热量

$$Q = 0.24 I^2 R t \text{ (卡)}$$

焦耳与卡的换算关系

$$1 \text{ 焦耳} = 0.24 \text{ 卡}$$

下面的温度图为两块低碳钢板的电焊实例，表中为金属的熔点

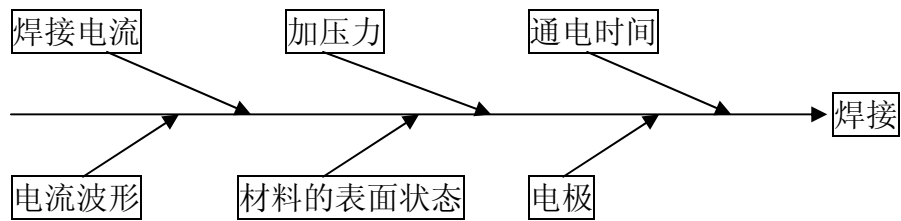


各处电阻值与温度分布

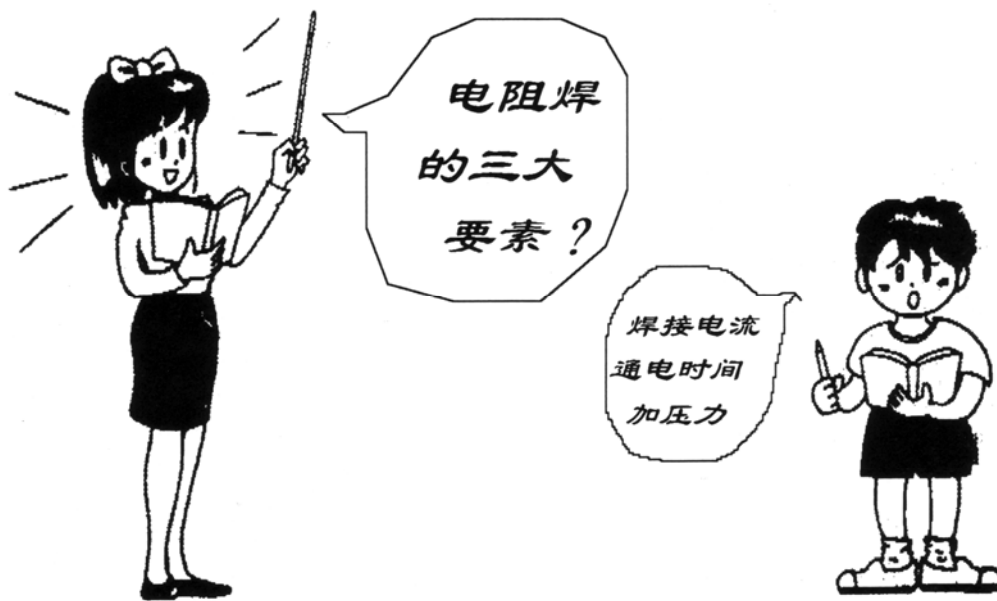
各种金属熔点

金属	Fe	Ni	Mo	Ti	Cu	W	SUS	BBP	Al	Zn
熔点 (°C)	1538	1455	2625	1820	1083	3410	1415	905	660	410

大多数的电阻焊是在数十个周期的极短的时间内完成的，而且因为是发生在金属接触内部的现象，很难在焊接中边观察边控制电流以及其他影响焊接的诸因素，因此，实际焊接时都是通过对下图的诸因素进行事前研究、把握、实验、观察来决定最适用的组合条件。



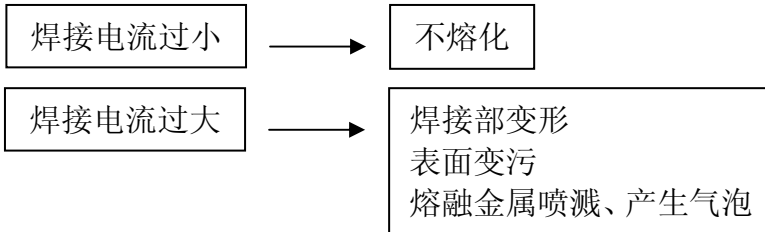
※焊接电流、加压力、通电时间被称为电阻焊接的三大要素。



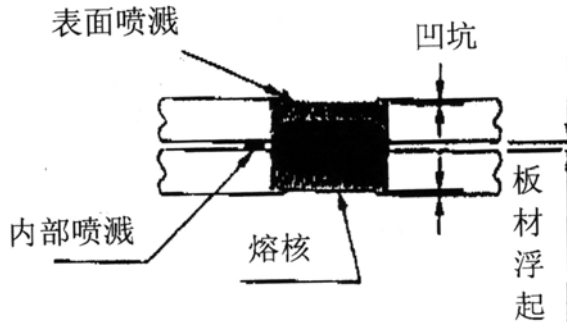
3. 电阻焊的影响因素

● 焊接电流

由于电阻产生的热量与通过的电流的平方成正比，因此焊接电流是产生热量的最重要的因素。焊接电流的重要性还不单纯指焊接电流的大小，电流密度的高低也是很重要的。

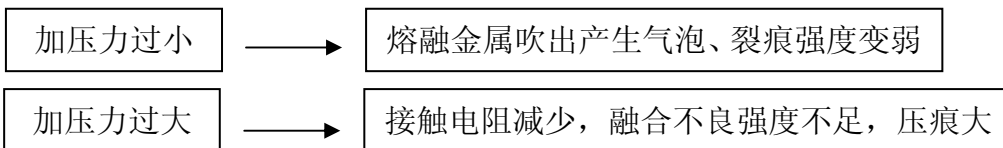


※熔核：指搭接电阻焊时，产生在接合部的熔融后凝固的金属部分。



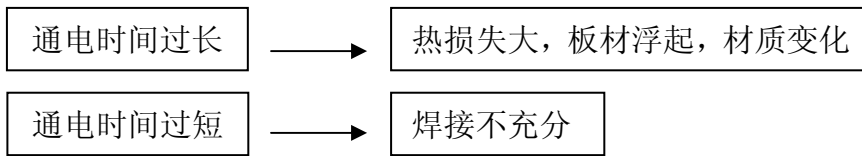
● 加压力

加压力是热量产生的重要因素。加压力是施加给焊接处的机械力量，通过加压力使接触电阻减少，使电阻值均匀，可防止焊接时的局部加热，使焊接效果均匀。



- 通电时间

通电时间也是产生热量的重要因素，通电产生的热量通过传导来释放，即使总的热量一定，由于通电时间的不同，焊接处的最高温度就不同，焊接结果也不一样。

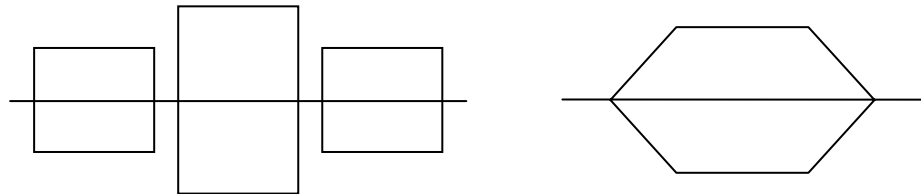


- 电流波形

发热与加压在时间上的最佳组合对电阻焊是非常重要的，为此焊接过程中各瞬间的温度分布必须适当。根据被焊物材质及尺寸，使在一定时间内流过一定的电流，对于接触部的发热，若加压迟缓，将引起局部加热，恶化焊接效果。另外，若电流急剧停止，焊接部骤冷会产生裂痕和材质脆化。因此，应在主电流通过的之前或之后，通以小电流，或在上升和下降电流中加入脉冲。

【例】厚板材及冲压成型品等存在变形和应变，为使板间焊接后紧密结合，在主电流之前先流过小电流进行预热。

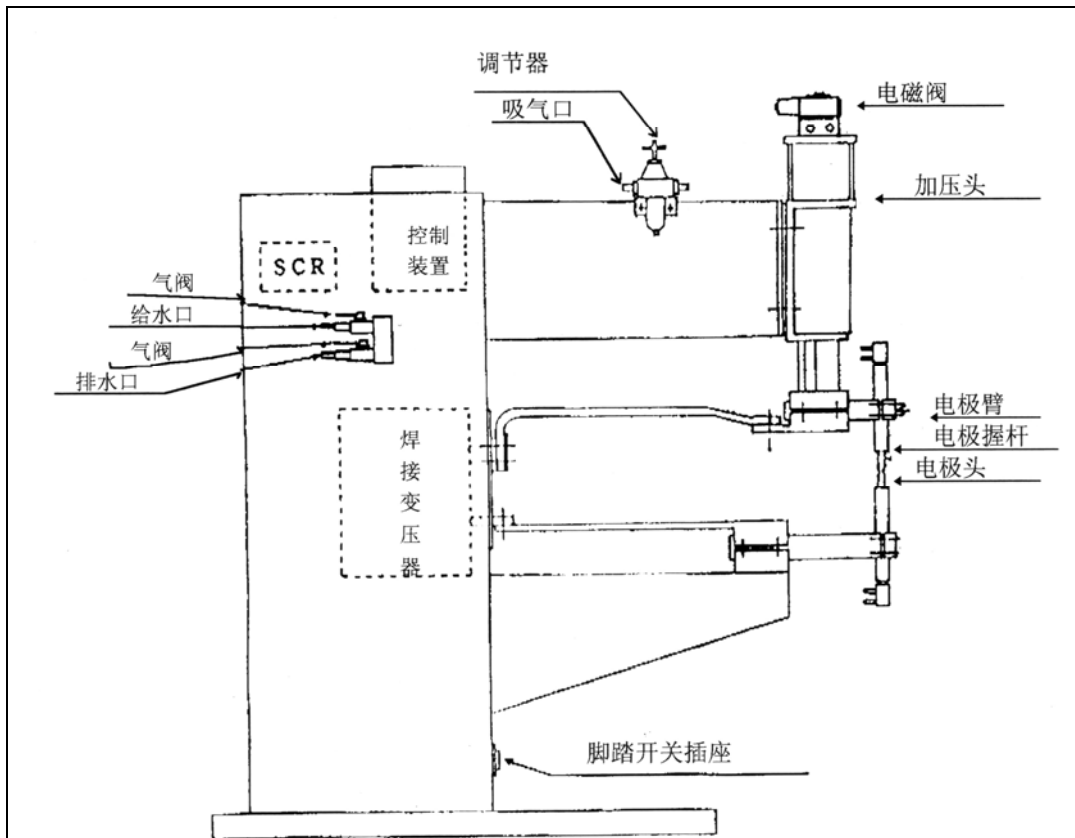
【例】对于会产生热硬化或裂痕的材料，则主电流流过之后，通以小电流进行后热，以达到退火处理。



- 材料的表面状态

接触电阻是与接触部的发热直接相关的因素，在加压力一定时，接触电阻决定与焊接物表面状态，即材质决定后，接触电阻取决于金属表面的细小凹凸与氧化膜。细小凹凸利于得到接触电阻期望的发热范围，但由于氧化膜的存在，使电阻增大，会导致局部加热，所以还是应当清除掉。

4. 电阻焊机的构成



电阻焊机的各部位名称

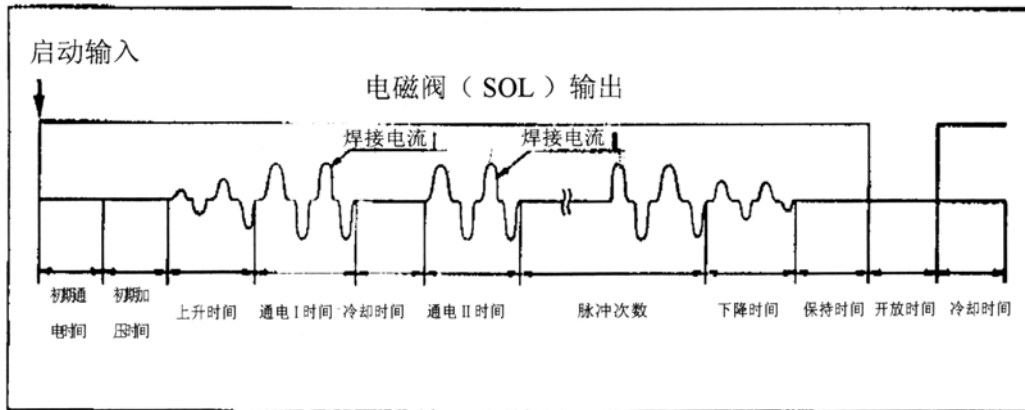


各部位的作用

【控制装置（定时器）】

是电阻焊机的指令塔，掌管程序时间（初期加压时间、通电时间、保持时间、开放时间、冷却时间）、输出电流控制和外部的输出输入控制。

程序图



- 设定脉冲次数时，其次数、冷却时间、通电时间反复。
- 反复焊接时，从第二次以后，即使设定了初期延时时间也将跳过。

初期延时时间 (Tsd)

自启动开关 (ON) 到实际加压时的时间。

初期加压时间 (Ts)

自完全加压到通电时的时间，是为实现稳定加压，防止加压不完全，焊接不良而设计的。

上升时间 (Tu)

自通电开始到达到设定电流的期间，使焊接电流分阶段上升的时间

- (作用)
- 防止飞溅
 - 电镀钢板的不必要镀层的熔解
 - 被焊物接触不焊时，时焊接出紧密接合
 - 退火效果

通电 I 时间

第一次焊接时间。

作用与上升时间相同。

通电 II 时间

第二次焊接时间。

可认为是正式用的焊接时间。

通电 III 时间

第三次焊接时间。

作用可以认同为下降时间。

冷却时间 (Tc)

第一次、第二次焊接电流通过期间的休止时间。

作用，在焊接电流流过之前，凝固熔化的电镀物、稳定被焊物的接合程度的冷却时间

下降时间 (Td)

自焊接电流终了至焊接电流为零期间，使电流分阶段降低的时间。

(作用) • 碳化被焊物时，防止引骤冷引起裂纹 (退火)。

• 对于易感磁的被焊物，防止引焊接电流而感生磁性 (消磁)。

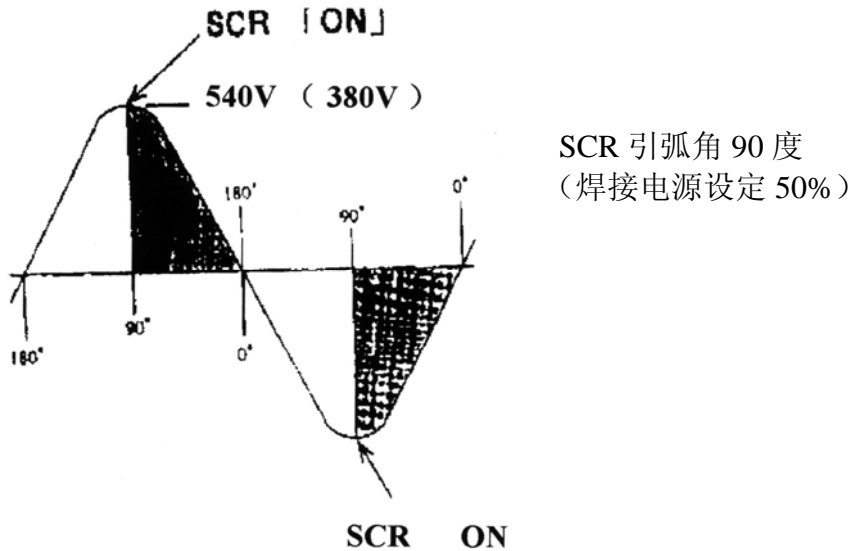
保持时间 (TH)

自通电终了至加压头开放时的时间。

作用 在加压头仍压着焊后金属的熔融部时，引电极的冷却效果而急冷时，为凝固压接熔融部及防止熔和周围产生热影响区的时间。

【SCR 装置】

SCR 装置通过 SCR (ON) 区间来调整焊接电流的控制装置。



【焊接变压器】

焊接变压器是进行电阻焊接所用的大电源 (1 万~数万 A) 的必要装置。

$$\text{二次电流} = \frac{\text{初级线圈数}}{\text{次级线圈数}} \times \text{一次电流}$$

$$\text{二次电压} = \frac{\text{次级线圈数}}{\text{初级线圈数}} \times \text{一次电压}$$

电阻焊机的初级线圈=20~40 匝，次级线圈 1 匝。

【加压头 (加压汽缸)】

加压头是给被焊物加压的装置。

- 最大加压力——
- 设定气压 5kg/cm^2 时的加压力
 - 成最大加压力为“几公斤加压力”
 - 500kg 加压头时，若设定气压 2kg/cm^2 ，加压力约 200kg。

【电极头】

- 电极头用来传递加压头的加压力及供给焊接电源。
- 电源头要求具有以下性质：
 - (1) 导电、导热性能好。
 - (2) 高温时，硬度不降低。

【电极材料】

电极材料的物理性质

组别	等级	处理	成分	导电率 (%)	洛氏硬度	使用事例
A	1	加工硬化	Cu, Cd	90	70B	Al 合金 Cu 合金 电镀板
A	2	热处理	Cu, Cr	80	80B	普通的焊接
A	3	热处理	Cu, Be, Co	48	100B	凸焊用
B	10	烧结	Cu, W	53	79B	凸焊用
B	11	烧结	Cu, W	46	98B	凸焊用
B	12	烧结	Cu, W	44	101B	使用率高的凸焊
B	13	烧结	W	32	70A	电阻钎焊

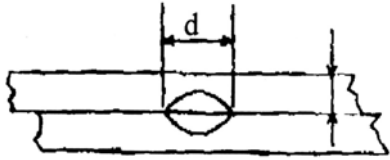
5. 电阻焊的施工要点

5-1 点焊的施工

【焊接规范的选定方法】

大电流·大电压·短时间通电的焊接效果最好。

【熔核的决定方法】

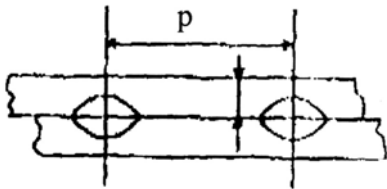


熔核大小决定点焊强度，一般由下式决定。

※ 铁 $d = (4-5)t$

※ 铝 $d = 3(3t+1.5)$

【最小焊接间距】

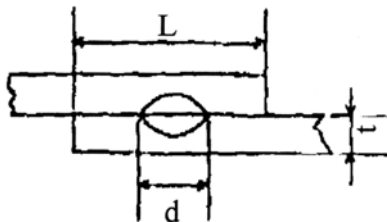


焊接间距小，第二点的焊接电流分流到第一点熔核上，第一点的熔核变小，因此间距应尽可能大。

※ 铁 $p = (10\sim 15)t$

※ 铝 $p = 3(3t+1.5)$

【最小搭接量】



搭接量小，通电时会产生内部喷溅，导致板烧损，因此应尽可能大。

※ $L = 2d$

※ $L = (1.2\sim 3) \times \text{焊接间距}$

【不同板厚时的焊接条件（铁）】

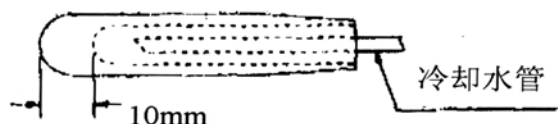
原则上以薄板定条件，比例超过 1: 3 时，考虑到热平衡性，应现场决定焊接规范。

【3 块同厚板材的焊接条件（铁）】

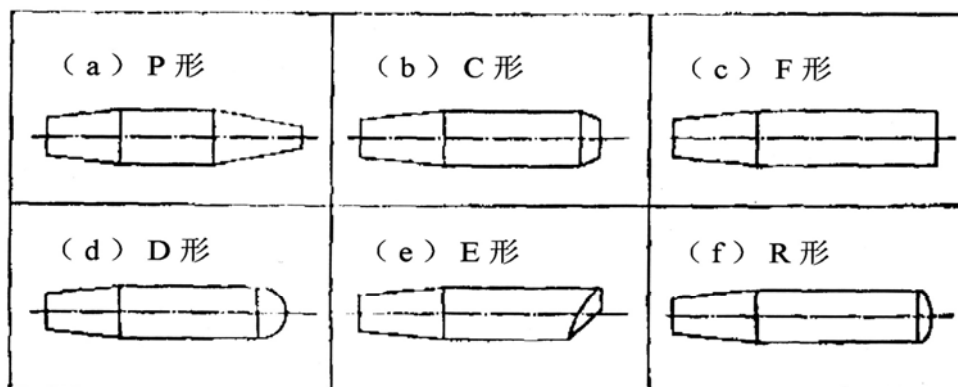
考虑到板材间的密合性，可适度提高加压力、焊接电源，引有分流问题，焊接间距可 30%，搭接量可不变。

【电极】

点焊时，电流密度、熔核大小均随电极端头大小、形状的变化而变化，因此在选定电极的同时，对电极的磨损管理也非常重要，而且连续焊接的点熟多少，很大程度上决定于电极头的冷却效果。焊铝时，R形的端头形状为最佳，电极端头应每焊10点左右研磨一次。



电极头的冷却方法



各种电极头的形状

5-2 凸焊的施工

【焊接规范的选定方法】

(1) 单点凸焊

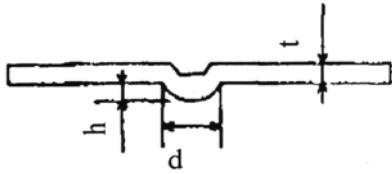
大电流·大加压力·短时间通电时的焊接品质良好。

(2) 多点凸焊

与单点相比，通电时间相同，焊接电流、加压力基本一般为点凸焊电视的数倍。

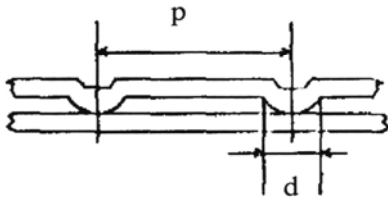
通常做法是减少焊接电流和加压力，延长通电时间。
理由是缩小焊机容量

【凸焊形状的决定方法】



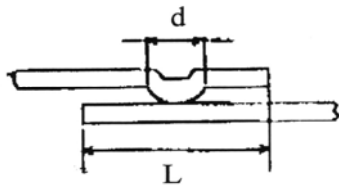
【最小焊接间距】

焊接强度由凸焊直径决定，也受凸焊高度的影响，高度值最好是凸焊直径20%~25%。



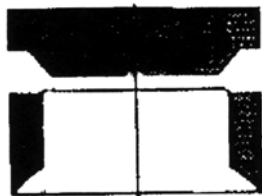
【最小搭接量】

焊接间距较小时，受磁力的影响，凸焊部相互吸引移动，导致焊接强度降低，应注意。



【端面凸焊】

凸焊搭接量最好为凸焊直径3倍以上。



例，左图利用冲制加工的端面进行焊接。

【充分保证上下电极的平行度】

多点凸焊时，平行度不准确会导致加压力不均，焊接电流流通不均匀，焊接效果恶化。可在电极间加方感应纸，以加压痕迹来管理平行度。

【缓慢加压】

凸焊前为防止凸焊不良，形状变大，需缓慢加压。为此需要调整焊机的速度和控制功能。

6. 金属材料的焊接性

各种金属材料点焊的难易度

A: 焊接良好 B: 焊接略好 C: 焊接略差
D: 焊接不良 E: 焊接困难 X: 不可能

材料种类 材料种类	低碳钢“磨”	低碳钢“黑皮”	低碳钢镀锌“镀锡”	低碳钢“镀锌”	不锈钢	铝合金	镁合金	铜板	黄铜	锌白铜	磷青铜	镍合金	钼·钨
低碳钢“磨”		C	B	B	A	E	X	D	C	B	C		
低碳钢“黑皮”	C	D	D	D	D	E	X	E	D	D	E	D	X
低碳钢“镀锡”		D	C	C	C	E	E	D	C	D	D	C	E
低碳钢“镀锌”		D	C	C	C	E	E	E	D	D	D		E
不锈钢		D	C	C	A	X	X	E	D	C	E	C	D
铝合金		X	D	D	X	B	C	D	C	C	D	E	X
镁合金		X	E	E	X	C	B	C	E	E	E	X	X
铜板		E	D	E	E	E	D	C	C	C	C	C	X
黄铜		D	C	D	C	D	E	C	B	C	C		X
锌白铜		D	D	D	C	C	D	C	C	B	C	C	X
磷青铜		E	D	D	E	D	E	C	C	C	C		X
镍合金		D	C	B	C	E	X	C	B	C	B		C
钼·钨		X	E	E	D	X	X	X	X	X	X	C	D

7. 电容式电阻焊机

8. 逆变式电阻焊机

略

唐山松下产业机器有限公司 企画课

2010. 11