

电 子 工 业

焊 接 工 艺 资 料 选 编

上海市仪表电讯工业局科技处
上海市仪表电讯工业局科技情报研究所

说 明

在电子工业生产中，焊接是一项十分重要的工艺技术。随着电子工业的发展，新的焊接工艺、设备和材料亦在不断出现，它们直接影响电子产品的可靠性和劳动生产率的提高。为了提高焊接工艺技术水平，我们选编了这本资料供有关单位参考。

本资料由我局所属单位供稿，并由范贤丰、徐廷松、张忠方等同志校对。由于时间仓促和我们水平有限，难免存在错误和不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

一九八〇年八月

目 录

国外情况介绍

罗马尼亚电子计算机生产焊接工艺介绍.....上海电子计算机厂 范贤丰 (1)

焊 剂

助焊剂性能的测试与分析.....上海市电子设备工业公司焊剂专业小组 (17)

光敏阻焊.....上海无线电二十厂 诸君菁 (40)

无腐蚀阻焊剂的关键和测试方法.....上海无线电四厂 徐廷松 (47)

“三S” 漠光助焊剂的研制和 应 用.....上海无线电二厂 蔡钧达 江慧萍 (54)

工艺和设备

焊接工艺和设备.....上海无线电二厂 袁兆德 (57)

波峰焊工艺的几个重要环节.....上海无线电十八厂 朱伯瀛 (92)

波峰焊装置及工艺.....上海一〇一厂 孙宝云 (94)

其 他

干簧管红外聚光烧结.....上海无线电八厂 戴 钰 (98)

关于阻容元件引出线可焊性问题的探讨 上海无线电六厂 陈彰秀 (102)

激光焊接 上海电子计算机厂 范贤丰 (108)

罗马尼亚电子计算机生产焊接工艺介绍

上海电子计算机厂 范贤丰

焊接工艺直接地影响了计算机生产的质量和生产率，目前国外在计算机中采用了新的焊接技术，下面就罗马尼亚布加勒斯特电子计算机厂的焊接工艺作一介绍。

一、波峰焊

插件板上电路和分立元件的焊接应用了波峰焊，焊后的板子清洗。

1. 波峰焊工艺与设备

该厂计算机所用的插件板的焊接都是在加拿大ELECTROVERT厂生产的10米长的波峰焊机上进行。目前波峰焊按图1检验的合格率为75~80%。

(一) 波峰焊工艺

(1) 喷泡沫助焊剂：泡沫助焊剂是从英国进口的，它含有80%的 α -809和20%的810稀

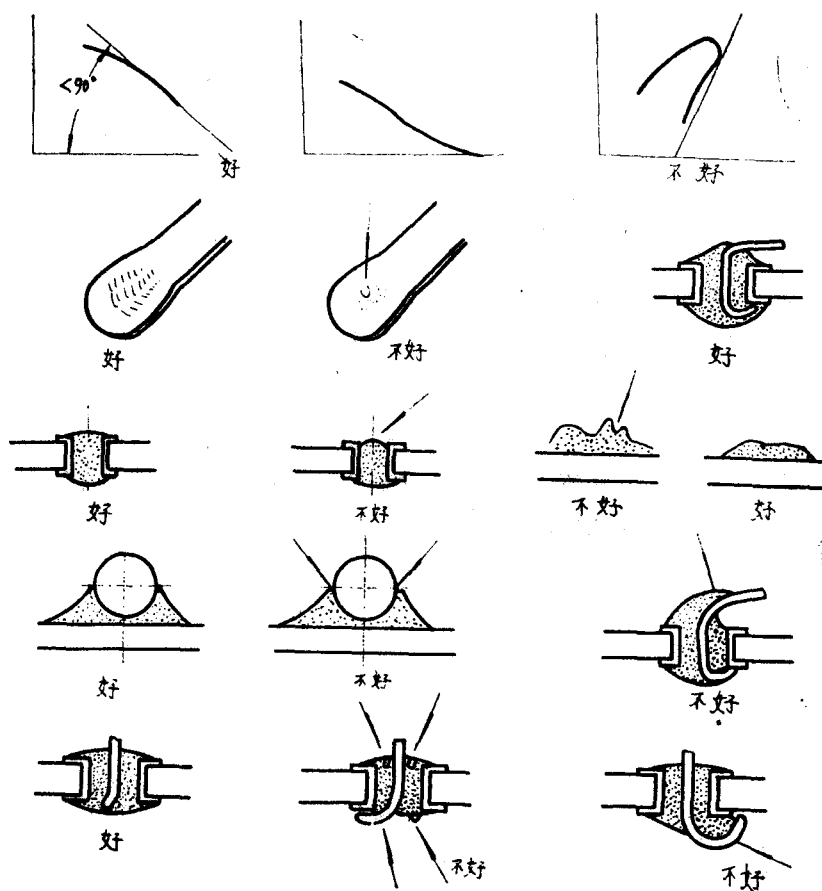


图1 波峰焊后检验标准

释剂，比重是0.87， α -809含30%松香和70%酒精及其它。

(2) 第一次予热：第一次予热的板面温度是62℃。

(3) 第二次予热：第二次予热的板面温度是100℃。

(4) 波峰焊：焊接时该厂选用的波峰宽度是240毫米，波峰长度是650毫米，波峰高度是15毫米。

锡锅中焊料没有用防氧化剂。

焊料的成份是63度锡，容量为900公斤，加热到250~260℃的时间为3.5~4小时。

板子传送带的斜度可调，一般为6°。它的传送速度从0~304.8厘米/分内无级可调。该厂使用的速度是143厘米/分。表1是插件板的传送速度、时间和通过波峰宽度的选用表。

表1 传送速度、时间和通过波峰宽度选用表

$\begin{matrix} S \\ b \\ V \end{matrix}$	2	2.5	4	5	6	7.5	8	10
15	8	10	16	20	24	30	32	40
30	4	5	8	10	12	15	16	20
60	2	2.5	4	5	6	7.5	8	10
90	1.32	1.64	2.64	3.28	3.96	4.92	5.28	6.6
120	1	1.75	2	2.5	3	3.75	4	5
150	0.8	1	1.6	2	2.46	3	3.2	4
180	0.8	0.82	1.32	1.33	1.98	2.46	2.64	3.2
210	0.57	0.71	1.14	1.43	1.71	2.14	2.79	2.36
240	0.5	0.63	1	1.26	1.5	1.89	2	2.5
270	0.455	0.58	0.89	1.1	1.36	1.67	1.78	2.22
300	0.4	0.5	0.8	1	1.2	1.5	1.6	2

b—通过波峰宽度(厘米)

S—通过波峰时间(秒)

V传送速度(厘米/分)

*为该厂波峰焊选用的参数

焊装置内设自动加料装置，在锡锅上面设液面控制机构(见图3)，加料时液面达到一定高度，浮块在锡液作用下处于平衡状态，锁紧轴在摆动轴的作用下使锁紧轮制动，从而使链轮制动停止加料。液面控制机构在加料时使用。

波峰焊的波峰高度是通过调节轴流泵叶轮高度来调节。图4是调节波峰高度机构。

波峰焊的波峰形状由波峰焊装置的喷口决定的。图5是波峰焊喷口。

(2) 清洗部分(型号AF-24-TRIPLEX CLEANER)，清洗部分的清洗液容量是240~250升。该部分有三对滚动的刷子，并有清洗液的回收装置，利用加热器对使用过的清洗液加热，冷却回收。

此外在清洗部分还设三个清洗液喷口和一个压缩空气喷口。

在波峰焊机上用二根链带来传输插件板，二链带的宽度根据板子的宽度可调。插件板在焊接时不需要夹具(为了保护镀金部分用聚四氟乙烯制成的套，插在插件板插头镀金部分)，直接放在带钛爪的传送带上。

(5) 第一次清洗，清洗液为三氯乙烯。清洗液由轴流泵把它通过置于喷口内的刷子之间形成波峰，板子通过波峰后就完成了清洗工作，板子另一面用清洗液喷射。

(6) 第二次清洗，其过程和第一次清洗相同。

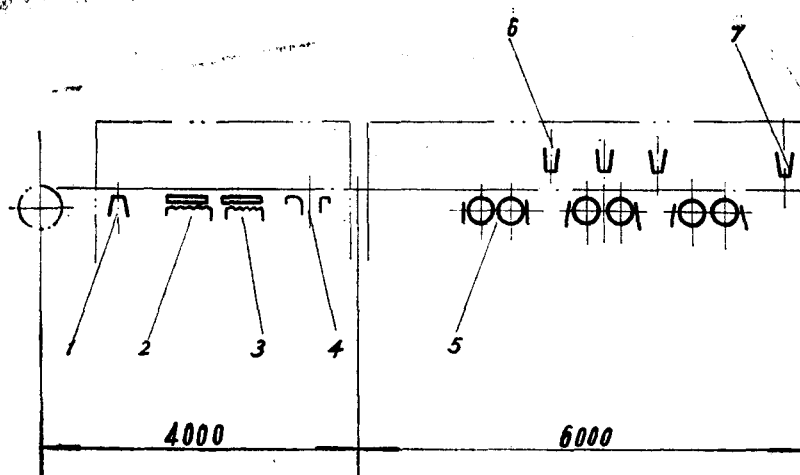
(7) 压缩空气吹干。

图2是波峰焊机流程图。

(二) 波峰焊机

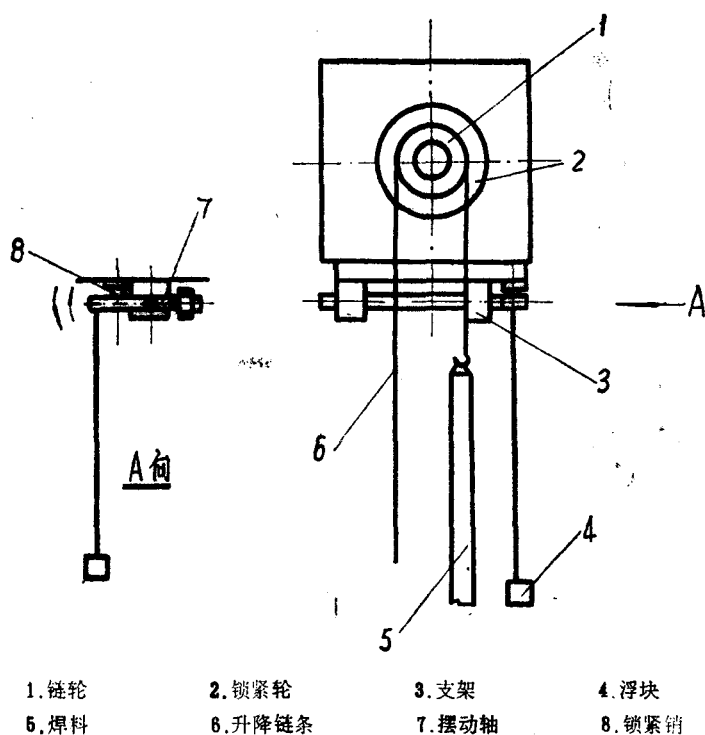
10米长的波峰焊机分二个部分：波峰焊部分(长4米)，清洗部分(长6米)。

(1) 波峰焊部分(型号364-24/AFTI)：波峰焊部分由泡沫助焊剂发生器、予热器①、予热器②、波峰焊装置组成。泡沫助焊剂发生器、予热器和我国相似。波峰



1. 泡沫助焊剂喷嘴 2. 予热 < 1 > 3. 予热 < 2 > 4. 波峰焊喷嘴
5. 清洗液喷嘴 6. 清洗液喷嘴 7. 压缩空气喷嘴

图2 波峰焊机流程图



1. 链轮 2. 锁紧轮 3. 支架 4. 浮块
5. 焊料 6. 升降链条 7. 摆动轴 8. 锁紧销

图3 液面控制机构

(三) 保证焊接质量的措施

(1) 印制板在焊前进行检查，不能有氧化层，在生产准备阶段发现有氧化的板子就用玻璃纤维刷子擦去氧化层。

(2) 每周更换一次助焊剂，每二天加一次稀释剂。

(3) 每二天去除锡锅的氧化层一次，以保证焊料的正常使用。

1. 调节螺杆
2. 平皮带轮
3. 支承套
4. 轴流泵叶轮轴
5. 锡锅盖
6. 支架

图4 调节波峰高度机

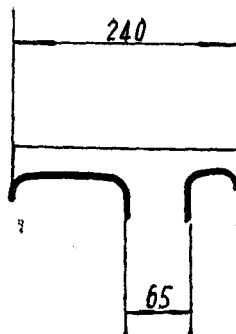
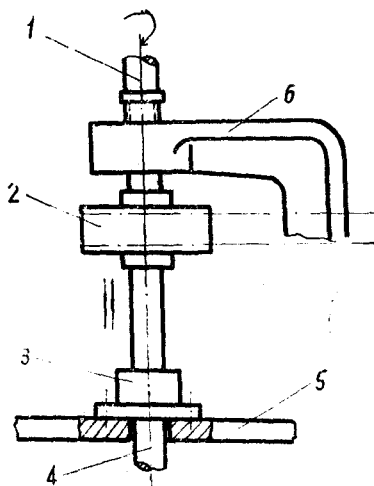
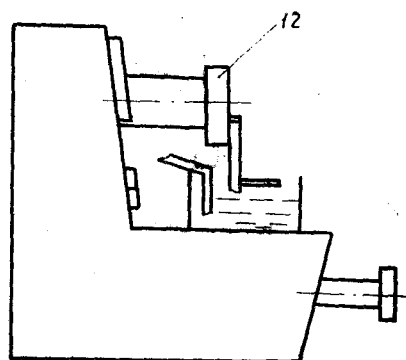
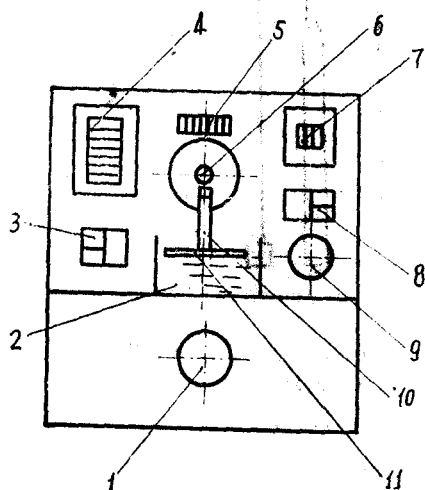


图5 波峰焊喷嘴

- (4) 发现焊点质量问题应立刻化验焊料成份，使其保持63%锡、37%铅。
- (5) 发现虚焊或焊点不饱满时应及时加焊料。
- (6) 保证二次预热温度 62°C 、 100°C 。控制焊料温度 $250\sim 260^{\circ}\text{C}$ 。
- (7) 保证元件的切脚长度和弯脚角度。

(8) 保证元件及插件板的可焊性，进行可焊性试验。元件引线的可焊性及印制板的可焊性是在可焊性试验仪器中测试。型号 WE MOORE (RAYLEIGH) LTD RAYLEIGH ESSEX ENGLAND 图6是可焊性试验台。被测元件引线在锡锅中浸3秒钟，取出后目测检查其可焊性的情况。印制板可焊性检验时，被测物体在锡锅中浸5秒钟，检验标准见图7。图中最佳为(4)、(5)若出现(0)、(1)、(2)、(3)则允许值为图中百分比。

2. 插件板的测试



- | | | | |
|--------------|------------|--------------|-----------|
| 1. 锡锅位置升降控制 | 2. 锡锅 | 3. 指示灯 | 4. 锡锅温度指示 |
| 5. 锡锅中停留时间指示 | 6. 转动轴 | 7. 控制停留时间的编码 | 8. 开关 |
| 9. 速度控制 | 10. 放置元件的臂 | 11. 被测件 | 12. 马达 |

图6 可焊性试验台

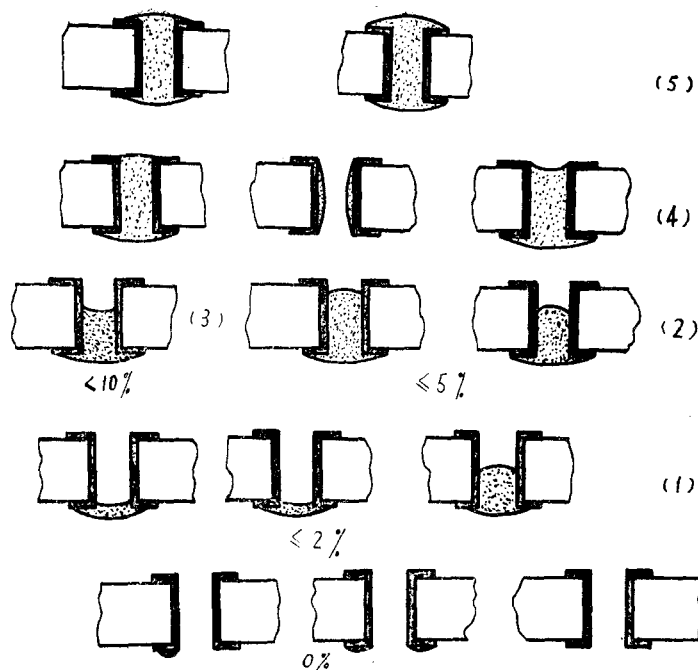


图7 金属化孔的可焊性检验标准 (孔径 ≥ 1.6 毫米)

插件板的测试是在法国制造的TESTEUR DE PLAQUETTES QL67半自动测板机上完成。图8是测试台的方框图。计数器可输出64个脉冲,译码板随被测插件板的不同而不同,它把计数器输出的脉冲信号准确地送到标准插件观察座标准插件各点,同时也送到被测插件观察座和被测插件各被测点上。插件观察座用来观察输入输出波形的,每个插座有52个观察点。每一种被测板都有一种标准板,被测插件板与标准插件板通过比较线路比较后由显示器指示,显示器由52个指示灯组成。指示灯亮表示插件板上的元件有问题,这样测试者根据指示灯的指示去查元件。

举例:若显示器中01、00绿灯亮,板子故障指示红灯亮。在图9中查出是元件20的第13、14脚有问题,由于插件板上的元件排列是有一定规律的(1-20),所以可确定是那个元件损坏,以后再用示波器的探针把第13、14脚和相应的标准元件通过示波器进行波形比较。

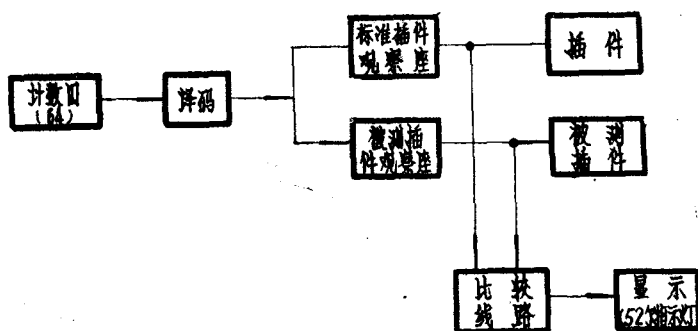


图8 测试台方框图

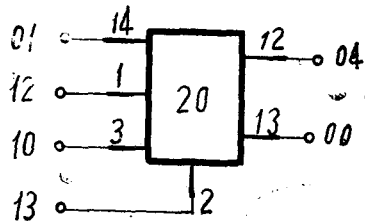


图9 电路连接图

二、绕 接

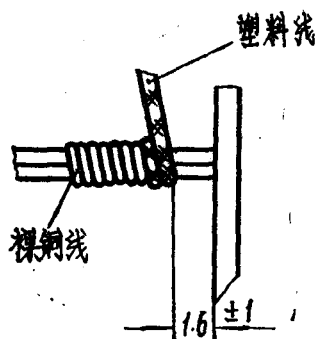


图10 加固线绕接示意图

计算机工厂的底组板都是用绕接工艺，并用计算机半自动查线。

该厂采用加固线绕接，它和普通绕接的区别是在绕接的始端多绕1.5圈带塑料皮导线，这样加固线绕接始端曲率半径大，弯曲应力小，能提高导线的疲劳强度并起防震作用（见图10）。

加固线绕接与其它几种焊接的导线在振动试验后，其故障率曲线见图11。曲线纵坐标为故障率，横坐标为振动时间。曲线①为单股线锡焊，②为普通绕接，③为多股线锡焊，④为加固线绕接。据此加固线绕接当振动时间大于120小时后故障率最小。

图12是绕接后经过模拟试验得到的寿命曲线。曲线纵坐标为拉脱力，横坐标为时间。曲线①表示导线与插针绕接后两种金属分子之间扩散结合力与时间关系。曲线②表示导线绕在插针上，经过长时间力的作用而产生松弛使拉脱力下降。据介绍曲线①和②相互作用，可保持40年或更长时间。40年以后约有万分之一引线的接触电阻大于100毫欧，拉脱力也有所下降。

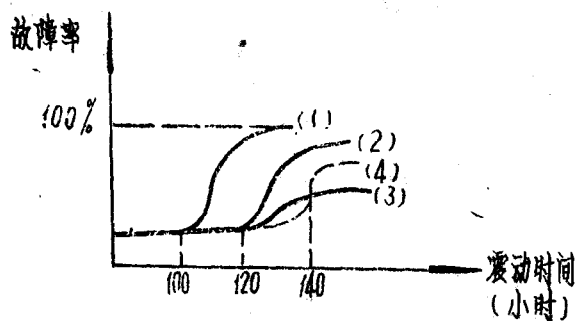


图11 故障率曲线

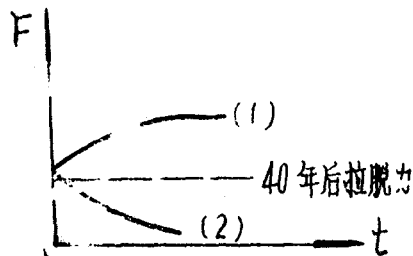


图12 绕接点寿命曲线

1. 绕接工艺

（一）手工绕接

手工绕接三个或三个以下的底组块采用规则走线；三个以上底组块采用乱走线。每个插针允许绕三层，先绕单股线后绕双绞线（结距10毫米）。接线表用永久磁铁（可移动）吸附在铁板上，按表从绕接工作台的装线筒（见图13）内取线。装线盒共有63种规格导线。取出

的导线剥去两端塑料皮，放入绕枪内。绕枪是ok MACHINE and TOOL CORP. NEW TORK N.Y 10475 u.S.A. 它的参数是：交流 220伏、50赫、0.35 安培、80 瓦、3000转/分。绕接时枪与插针垂直，绕完第一层后检验绕接质量；绕接第二层时，可调节枪头上的限制套来控制距离。

绕接双绞线时，按接线表要求放大 5 毫米截取线的长度并剥两端塑料皮，绕接时将地线（蓝色）绕在信号线（白色）附近的的地线插针上。

（二）半自动绕接

半自动绕接在法制的 SYN—5000或SYN—5001绕机上进行的，绕枪是直流 24 伏、80 瓦、3000转/分，它由控制线路驱动。

图14是半自动绕接机方框图。

导线存放箱设有64种规格的贮线盒，每个盒附近装指示灯一个。双绞线有一个单独指示灯。

控制箱内有电源、逻辑控制线路。

图15是操作面板，上面布有启停、按键开关、指示灯、测试插孔等。底组板放在操作面板上进行绕接。

图16是绕接机电气原理图，它包括阅读纸带输入器、绕接位置指示灯、控制比较等逻辑线路。

半自动绕接的操作过程如下：把被绕接的底组板放入操作面板上，固紧后用推拉器把转接板推入插座使之与被绕接的底组板连通。程序纸带放入阅读机中，打开启动按键，踩脚踏开关（或按测试按键可连续绕接）纸带阅读机步进一次，这时面板的底组块、插座、插针区、序号数指示灯亮，同时导线指示灯亮，操作者根据指示位置取线寻点绕接。操作者还应注意面板上正确指示灯是否亮，亮点正确，不亮则错，同时绕枪马达也不转动。

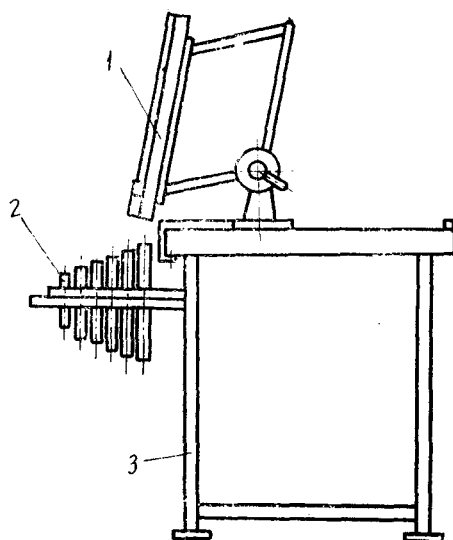
脚踏开关每踩一次就发出一次信号，纸带就步进到下点，若绕得不好，用退绕器拆除绕线重绕。这时就按面板上纸带倒退开关，纸带就返回原点。

绕接机最多可绕 3 个底组块，3 个以上由手工绕接。

（三）绕接后的检验要求

在三倍放大镜下目测检验：

（1）绕接点有无松脱，各线的走向、松紧情况。



1. 支架 2. 装线筒 3. 工作台

图13 手动绕接工作台

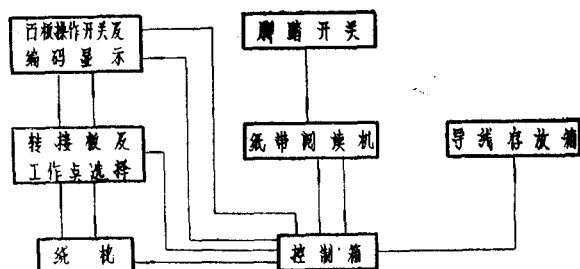


图14 半自动绕接机方框图

(2) 圈与圈是否重叠。

(3) 绕接圈数: $7 + 1$ 圈, 塑料皮 1.5 ± 0.5 圈。

(4) 用厚薄塞规测量每层间距应为 1.6 ± 1 毫米。

(5) 拉脱力抽验: 用拉力计CHATILLON测量其拉脱力, 当导线直径0.25毫米时, 拉脱力为3公斤; 直径0.5毫米时, 拉脱力为5公斤。

(6) 接触电阻一般为4毫欧, 最小可达0.1毫欧(测试电流 $I = 1$ 安培, 毫伏表指示4毫伏)。

(四) 绕接的振动老化条件

(1) 振动: 频率50赫芝、10分钟、振幅1毫米。其接触电阻变化小于20%。

(2) 老化: 温度 140°C , 时间100小时其接触电阻变化小于20%。拉脱力不小于75%。

(五) 对绕接导线和插针的要求

对绕接导线的要求:

(1) 延伸率: 当导线直径 ≥ 0.63 毫米时, $\delta = 20\%$

当导线直径 ≤ 0.5 毫米时, $\delta = 15\%$

导线和插针的压力为10000公斤/厘米², δ 是延伸率。

(2) 绕接导线铜镀银, 插针是铜镀金, 要求导线和插针镀层材料硬度相等为佳。

(3) 绕接用导线与圈数要求

导线直径(毫米)

绕接圈数

0.2

8

0.25

8

0.28

7

0.32

7

0.4

6

0.5

5

对插针的要求(见图17):

(1) 插针上端倒角 $30^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 。

(2) 插针平面不平度小于0.02毫米。

(3) 插针棱角半径 R 小于0.05毫米。

(4) 插针在20毫米长度时不垂直度不超过50微米。

(二) 半自动查线机(法制BANC DE CONTROLE JM57)

绕接后的底组板由半自动查线机查线, 该机由主机柜和机械部分组成。主机柜内装有电源、逻辑控制线路。柜外的面板(见图18)装有纸带阅读机、数码显示器、各种操作开关。

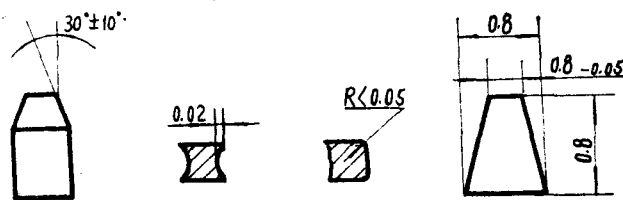
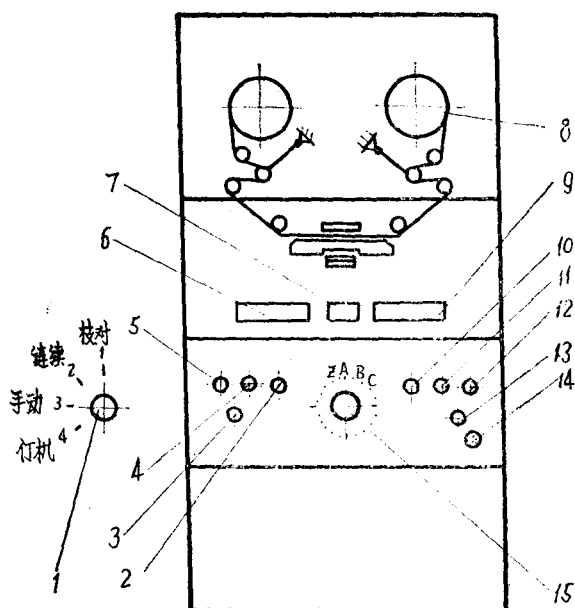


图17 对绕接插针要求示意



- | | | | | |
|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| 1. 打印机开关 | 2. 阅读按钮 | 3. 固定点换位按钮 | 4. 全部消除按钮 | 5. 加电压按钮 |
| 6. 固定点显示 | 7. 符号显示 | 8. 纸带阅读机 | 9. 活动点显示 | 10. 部分消除按钮 |
| 11. 显示器工作按钮 | 12. 工作结束按钮 | 13. 放大器故障按钮 | 14. 外接遥控插头 | 15. 变组合块开关 |

图18 主机面板布置图

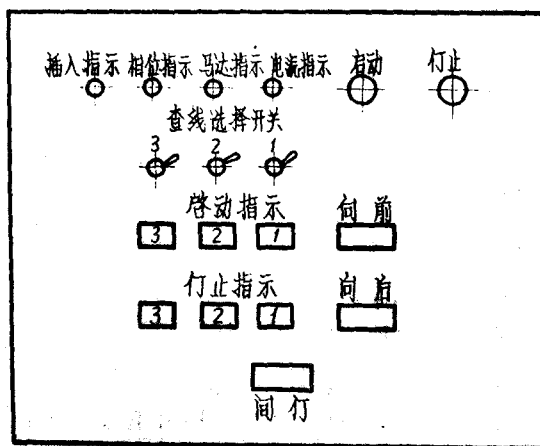


图19 机械插板部分面板布置图

主机柜通过电缆和机械部分相连。机械部分单独有电控箱，它将与主机柜连接的转接板送入被查插座组成自动查线。一般在10分钟内可查一个底组板（由三个组合块组成）连线。每个组合块有32个52芯插座。

图19是机械插板部分面板布置图。图20是机械插板原理图，查线机的方框图见图21。

通过机械传动，在被查的底组板的插座上全部插上转接板，启动纸带阅读机，将信息送入主机。通过有关线路在底组板上确定固定点，由扫描寻找活动点，然后根据点间的电阻大小，并通过逻辑线路与纸带送来的信息、进行比较判断连线是正确的，还是多线或少线。每

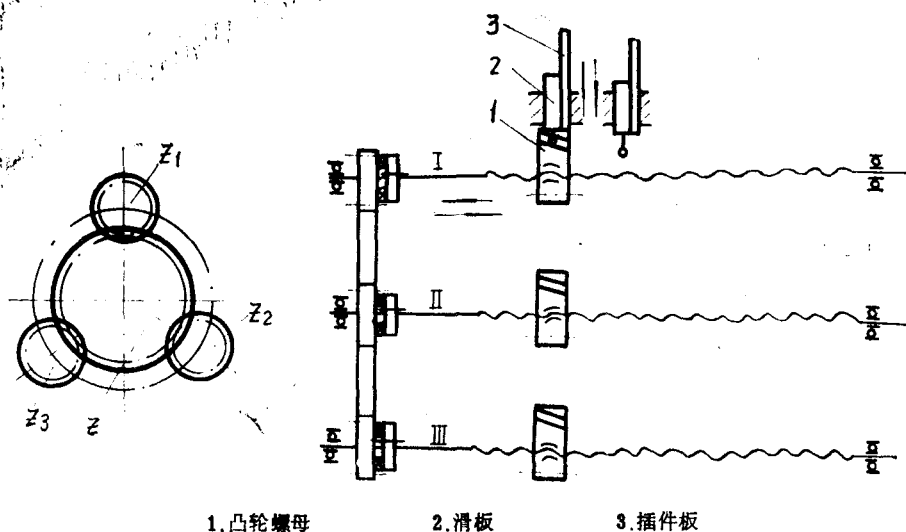


图20 半自动查线机械插板原理图

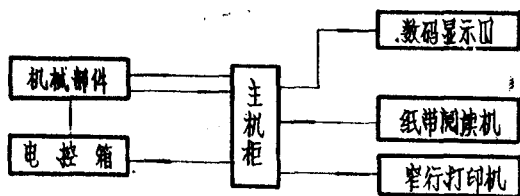


图21 查线机方框图

位置				状态	校验	
1	2	3	4	5	6	7
	○			•	○	○
		○	○	•	○	
	○	○	○	•	○	○
	○	○		•	○	
				•		
				•		

29B51

图22 程序纸带

进行一个逻辑的操作，阅读机自动启停等待打印。操作者可从数码显示器上观察到固定点和活动点的变化，以及多线少线的显示。

查线顺序从底组板插座上方到下方，从左边到右边。纸带输送完检查即完，并按清除信号键。

在主机面板布置图中假设面板左边显示10A05，中间显示为“+”号，右边显示32A28。即固定点为10A05，到活动点32A28多一条线。同时由打印机打印在纸带上，依此返修。

查线机使用的穿孔纸带是7单位的（和半自动绕接机用同一程序纸带）。它4排表示一个点的位置（见图22）。

若有一个点29B51，“29”是表示插座号，“B”表示组合块号，“51”表示插针号。点29B51分为二个部份即29和B51。从表2、3中查出用二进制表示这二个部份的代号，由

表 2

0000	1	9	17	25
0001	2	10	18	26
0010	3	11	19	27
0011	4	12	20	28
0100	5	13	21	29
0101	6	14	22	30
0110	7	15	23	31
0111	8	16	24	32
	0000	1000	0100	1100

于每一个部份由二个座标位置决定的,所以纸带的前二项(即0111和0011)和后二项(即0111和0110)分别表示“29”和“B51”(“B51”由B区查出)。

7单位纸带中的前4位表示上述编码,第5、6位表示点的状态,即“01”表示固定点,“10”表示活动点,“11”表示已查点,第7位是奇数校验位,就是要使纸带每一排上孔数均为奇数。

三、压接及其它焊接

1. 压接

电源生产中在放缆型前,根据设计要求对一般线径较粗的导线和端头焊片均用冷压钳压接。各种端头焊片有相应的冷压钳。各种冷压钳见图23。端头焊片和导线压接后就套上打印编号的热塑套管,此套管受热风的作用收缩,

包紧焊片保证连接的可靠性(见图23e)。

图24是打印机结构图,它是用作热塑套管打字的专用设备。图25是套管打印钳示意图。

表 3

	A				B				C				D			
0000	0	16	32	48	12	28	44	9	24	40	4	20	36			
0001	1	17	33	49	13	29	45	9	25	41	5	21	37			
0010	2	18	34	50	14	30	46	10	26	42	6	22	38			
0011	3	19	35	51	15	31	47	11	27	43	7	23	39			
0100	4	20	36	0	16	32	48	12	28	44	8	24	40			
0101	5	21	37	1	17	33	49	13	29	45	9	25	41			
0110	6	22	38	2	18	34	50	14	30	46	10	26	42			
0111	7	23	39	3	19	35	51	15	31	47	11	27	43			
1000	8	24	40	4	20	36	0	16	32	48	12	28	44			
1001	9	25	41	5	21	37	1	17	33	49	13	29	45			
1010	10	26	42	6	22	38	2	18	34	50	14	30	46			
1011	11	27	43	7	23	39	3	19	35	51	15	31	47			
1100	12	28	44	8	24	40	4	20	36	0	16	32	48			
1101	13	29	45	9	25	41	5	21	37	1	17	33	49			
1110	14	30	46	10	26	42	6	22	38	2	18	34	50			
1111	15	31	47	11	27	43	7	23	39	3	19	35	51			
	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100			

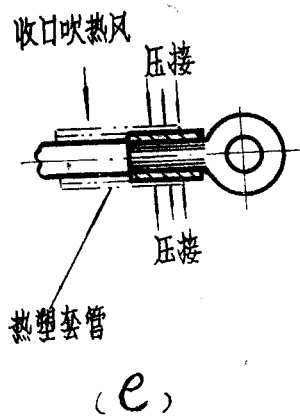
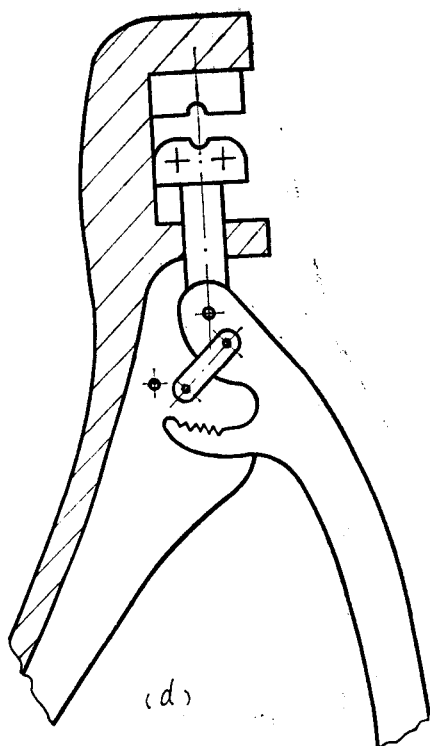
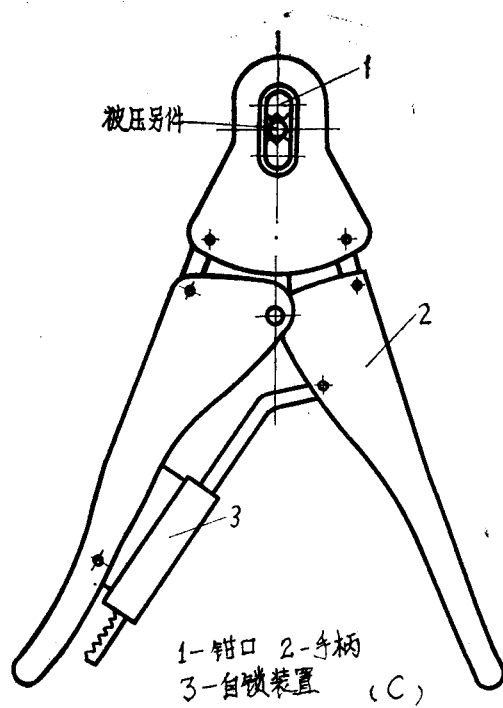
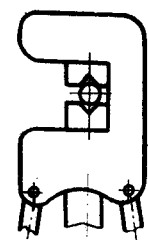
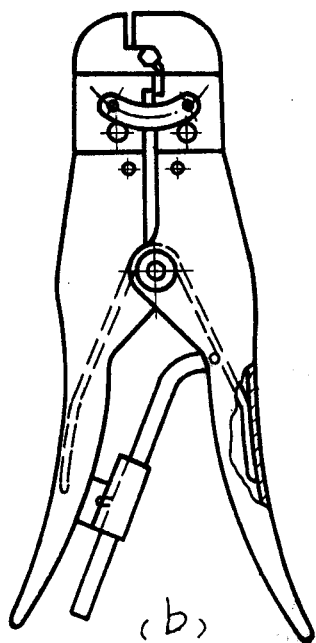
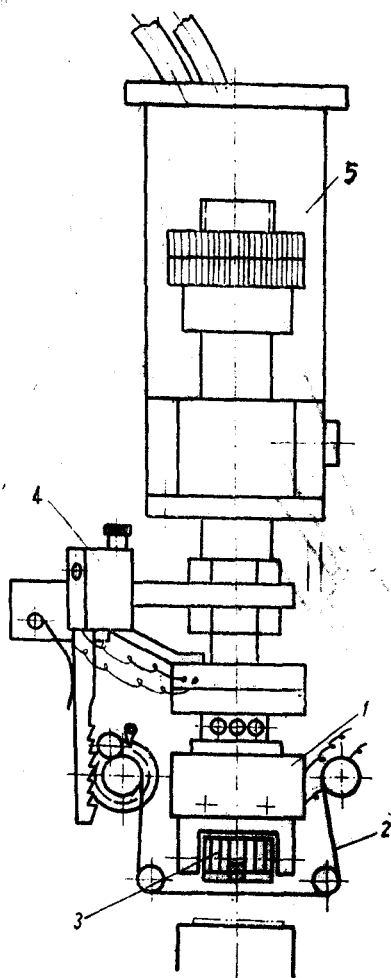
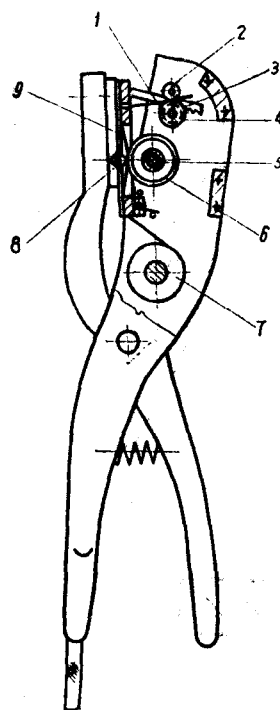


图23 各种冷压钳及套热塑管



1. 加热器 2. 打印器 3. 打印器
4. 温控仪 5. 活塞缸

图24 打印机结构图



- 加热器参数电压 0~14伏功率 20瓦
1. 链轮 2. 压轮 3. 齿条 4. 传动轮
5. 加热器 6. 字轮 7. 带轮 8. 套管
9. 漆带

图25 套管打印钳示意图

图26是吹热风器，它内装电加热器，功率为3千瓦（交流220伏、13.7安培）。当压缩空气通过加热器后其温度可达20℃、220℃、350℃、600℃。

除了导线和端头焊片的连接采用压接外，屏蔽电缆线的屏蔽网和导线的连接均采用压接。

图27是屏蔽网和导线的连接图。屏蔽电缆线剥去外塑料皮，露出屏蔽镀铅锡铜网，用多股导线、铅锡铜网和焊片包在一起用冷压钳压接，然后外套热塑套管。

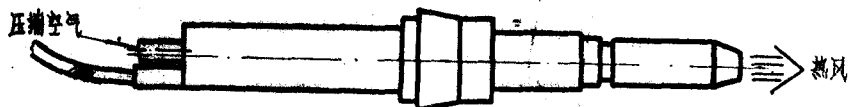


图26 吹热风器