

无线电专题译丛

继电器会议论文集

(一)

无线电工业技术编辑部

1965年6月

出 版 說 明

本文集系根据1962年美国第十届继电器会议录选譯的，有一定的参考价值。对于这类資料，今后还将有計劃地陸續予以編譯出版。这是首次尝试，在选編和譯校方面都一定存在不少問題，务請讀者多多指正，俾便今后改正。

目 录

1. 特殊武器用密封轉換裝置的污染
2. 继电器的可靠性測定
3. 寿命試驗中的錯誤
4. 微小型磁保持继电器脈冲动作的研究
5. 起弧接点附近迅速增长的触鬚
6. 接点抖动指示器
7. 最佳继电器中热轉移原理的应用
8. 继电器在低电平轉換时的接触电阻測試
9. 一些貴金属的有益的机械物理特性
10. 耐650°F高温的继电器的研制
11. 继电器用測量仪器
12. 采用钡鉄氧的舌簧继电器
13. 可靠性——一个設計和制造的实例MM—22軍用继电器
14. 对水銀湿式继电器电接通時間的分析
15. 一种新型直流干电路的試驗技术
16. 頻敏光簧——一种无接点的继电器件
17. 小型化的优缺点
18. 頻率灵敏开关——共振式舌簧继电器
19. 继电器制造的可靠性及其与动作現象的关系
20. 大气对继电器可靠性的影响

特殊武器用密封轉換裝置的污染

PAUL MAHLER

引 言

接点表面污染能使电路电阻不规则地变化或电路偶而发生故障，污染可由下面各原因之一所引起：

- (1) 转换组件所产生的有机蒸汽。
- (2) 操作时带来的有机物或无机物。
- (3) 电镀层中所吸收的有机物或无机物。
- (4) 钎焊或熔焊时放出金属蒸汽。
- (5) 电镀层中原来就有的可氧化金属或由于贱金属转移而淀积在膜表面的可氧化金属。
- (6) 强化塑料转换零件所产生的无机固体。
- (7) 密封或封填外壳縫时所带来的有机或无机杂质。

目 的

本文的目的是说明起反应的金属蒸汽是在钎焊或熔焊时带进来的，这种蒸汽能污染接点表面，这就解释了某些已知电路接点未被有机污染但常常观察到其电路电阻的反常现象。

問題的发现与解决

焊接时接点表面能被金属污染是用间接方法发现的，用普通的方法也发现了这个现象。在这种情况下，使导弹飞行时起动所需点火的临界电路将发生故障。当系统中的转换装置不正确的作用时，多半要发生这种故障。

众所周知，当发生这个不幸事件后，密封的有机污染常常要使电路失效，把它们放在罩外面是个很有效的办法。因此，当发现系统中的继电器由于漆包线和某几个热不稳定排气转换组件含有油质，进而获得清洗方法时，可以满怀信心期望这个特殊的问题将会很容易得到解决。无疑，为了使一些继电器的接点不污染，才把它们相互分开装备。因而在电方面应予以很可靠的一些项目列于表1。

有些人不同意我们关于污染问题的概念，即接点仍会被污染，而作者则认为它们仅将不受有机污染。为解决这个争端，可将继电器打开，如果再将继电器密封，则其常闭电路电阻

(3) 就非常高且在贮藏后显著上升。

污染形迹用肉眼在任何地方都看不到，溶剂未能降低高电阻。这表面上证实了有机污染不存在这个争论，仅只注意到的这些不普通的事还不足以比较电路中的接点表面，难道这意味着接点压力由于在弯曲接点臂处未消除的应力而降低了么？用弯曲上接点臂使得接点表面相互平行来增加接点压力的办法就能降低接触电阻么？

上述各种处理的结果和其他适当的数据示于表2，这个数据表明：

(1) 暴露到空气中，电路电阻在某个电路中急速地上升，而在另几个电路中只稍微有点变化。

(2) 溶剂对电阻无影响。

(3) 增加接点压力能急剧降低高的电阻。

过几週后，为进一步讨论这个问题，还要提到所感兴趣的部分。曾认为弯曲金属簧片的不完全消除应力未必能引起麻烦。假如果真如此，将会发现更多的电路会有无穷大的电阻和远较55%为少的才是满意的电阻。

一些人仍感到接点被有机污染了，並解释溶剂对高电阻电路起的负影响如下：焊接时飞溅的松香已氧化，因而不能溶解。但如前所述，这些继电器装备得能排除它们有机污染的可能性，因而，这个争论应不予考虑。

然而，当以后发现某些底座严重变色时，有关飞溅的观察就有其意义了。因它们是镀金的就不应发生这种情况。然而，假如焊接时金属也会飞溅，焊料含有银一瑕疵象是银暗晦，因而，如果电路晚些时暴露在空气中，它们将变色的话，电阻的增加就可以解释了。自用银焊料以来，如果弱氰化物溶液的清洗能把高的电阻降低到正常值，那么，这就强烈指出银污染已发生，这可从表3中的数据看出。

表1 常闭电路电阻分配次数百分比

电 阻 (毫欧)	密 封 后	12 天 后
低于计算电路		
电 阻, 3.2—4.5毫欧	25.00	0.00
7毫欧和10毫欧之间	2.50	13.75
超过允许极限, 15毫欧	7.50	12.50
超过100毫欧	1.25	12.50
无穷大	1.25	2.50
总 合	37.50	41.25

表 2

处 理	处 理 目 的	常 闭 电 路 电 阻 (毫欧)			
		1	2	3	4
密封后		6.3	5.0	70	5.4
12天后		11.0	5.2	2000	5.4
暴露到空气中后		12.5	9.4	3400	20.0
在热TCE*中浸渍	清除树脂	8.2	6.2	开路	5.2
用酒精喷雾清洗	清除其他有机污染	20.5	6.8	开路	3.6
空气吹洗后	清除所吸收的酒精	5.5	5.4	开路	5.2
弯曲上接点臂(3)后	增加接点压力			12	
				8	
				21	
				22	
				16	

* 三氯乙烯

表 3

处 理	处 理 目 的	常 闭 电 路 电 阻 (毫欧)			
		1	2	3	4
密封后		2.0	4.6	5.5	5.4
12天后		5.2	5.6	9.0	6.0
空气中暴露20天后		6.9	14.0	2800	750
在1%氰化溶液中浸渍 2秒,然后用水清洗,空气 中干燥	溶解银污点	4.2	5.8	8.4	5.9

现在,毫无疑问剩下的是反应金属所产生的接点表面污染,为确实证实焊接时能产生这种型式污染和此污染是可防止的,做了下面的实验。

在把接点臂焊到底座接线端子上之前,油脂涂擦在底座上的所有接点上(可以合理的假定飞溅的金属在达到接点表面之前,就被捕捉到油脂层上),由于认为石油在焊接时能溶解

或蒸发，因而使接点表面保护处理失效，所以在实验中用了聚硅氧油脂。

在发现这个被试样品中所有常闭电路的电阻每个都很低并且一样时，就另外再做了五个。在此，用石油做为保护剂，焊接时的最高温度应低于它的熔点。这些试验结果列于表4。

从表5中的电阻变化数据可看出接点抗污染处理的效能与焊接时的保护和非保护电路有关。

将用来溶解石油的Varsol中的不溶物进行摄谱分析会证实保护剂中含有银的成份。

在空气中暴露长达一週之后，电路电阻低达1/1000毫欧，而且在油脂中发现银，这些事实必须加以接受，以证明焊接时非保护接点表面能被反应金属所污染。这样所得到的污染程度随着接点与焊接范围的阳阴距离、焊接技术和焊料周围工作面积上的通风情况而变化。因此，象图1的继电器接点污染可能要比图2的继电器容易得多。

为了不破坏叙述的连接性，关于为什么其他因素要影响污染程度以及表4、5数据的进一步探讨将留在后面讨论。

在很多新继电器中（人们欣然保证这些继电器的接点是清淨的），当线圈端头是用电容式焊接来连接时，则本文可作进一步的讨论。从理论上讲，在电容式焊接时不应该产生火花或飞溅，在这种情况下，不应害怕接点表面污染。但是，不久以前的可怕经验已留下它的痕迹，而不能失掉这些极重要的事实，这首先决定于事实与理论相近的程度。这应按下列步骤进行：沿每个焊区的对边放一条四氟乙烯塑料片，这就在连接处附近形成楔状保护层，保护层在正面是打开的，以便操作者将电极附加到接线上，并且在向底座中心的方面逐渐变窄时约为1/16"发生如下情况：

- (1) 每次产生火花。
- (2) 火花强度变大。
- (3) 飞溅噪音电平显著变化。
- (4) 保护层内部决不是没有黑褐色沉淀物。
- (5) 用研磨能很容易将沉淀物从保护层表面擦除。

表 4

部件号	常 闭 电 路 电 阻 (毫欧)				最大电阻变化	电阻变化(±毫欧)
	1	2	3	4		
1	3.473	3.546	4.024**	3.256	0.768	0.33
2	3.338	5.625**	3.667	4.023	1.287	1.10
3	3.389	3.659	3.207	3.305	0.452	0.20
4	3.751	3.492	3.513	3.133	0.618	0.27
5	3.073	3.750	3.335	3.381	0.687	0.25
6*	3.860	3.773	4.489**	3.864	0.716	0.33

* 保护剂—聚硅氧

** 完全相似

(6) 沉淀物下面的四氟乙烯塑料不变黑。

(7) 在几种情况下, 光亮的金属粒子斑点是可见的。

(8) 沉淀物包括来自底座接线端的铁、来自电极的铜以及锌。

现在我们面临下列困境:

(1) 如果接点不是完全保护, 则当线圈引出端焊到各自的底座接线端上时, 接点表面可能发生重新污染。

(2) 用以证明金属蒸汽是焊接时蒸发出来的试验中的保护层不阻止一些蒸汽在边缘周围漏出且通过保护层顶尖的开口。

(3) 图 1 中底座—接点—线圈部件的有限空间不允许保护剂涂在接点表面上。

表 5 电 阻 的 变 化

平均变化 (毫欧)	% 次 数 分 配	变化范围(±毫欧)	电 路
0.275 0.412	80 100	0.198—0.330 0.198—1.110	保护的常闭电路
1.57 8.60	55 95*	0.98—42.9	无保护的密封的常闭电路
3.08 20.30	65 95*	0.70—614	无保护的暴露的常闭电路
0.32 0.76	80 100	0.32—2.50	无保护的密封的常开电路
1.02 8.67	85 100	0.46—52.1	无保护的暴露的常开电路

* 5 %常开电路

表 6 每个电路的分配次数

变化范围 (毫欧)	常 闭 电 路				常 开 电 路			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0	14	28	14	36	50	22	43	50
0—0.1	29	43	14	79	64	50	50	72
0—0.2	57	72	29	86	79	93	79	86
0—0.5	57	79	29	86	93	100	100	86
0—1.0	86	79	36	93	100			93
0—2.0	86	86	43	100				

表 7 电路组平均分配次数

变化范围 (毫欧)	第一 批 所有的常闭	第二 批 所有的常闭	常闭1.2.4.	第一 批 所有常开	第二 批 所有常开
0	0	22	26	0	42
0—0.1	0	40	50	0	59
0—0.2	0	57	72	0	84
0—0.5	0	59	74	77	95
0—1.0	14	74	86	77	99
0—2.0	38	77	98	77	99
0—5.0	63	77	98	93	
0—5.0	82	77		93	
0—200	95	77		99	

表 8 相对于污染程度的分配次数

变化范围	污 染 度	常 开 电 路				常 闭 电 路			
		1	2	3	4	1	2	3	4
0	沒有	50	22	43	50	14	28	14	36
0—0.1	甚轻	14	28	7	22	15	15	0	43
0—0.2	很轻	15	43	29	14	28	29	15	7
0—0.5	轻到中等	14	7	21	14	0	7	0	0
0—1.0	中等到严重	7	0	0	0	29	0	1	7
1.0—2.0	严重到很严重	0	0	0	0	0	7	7	7
2.0到无穷大	很严重到开路	0	0	0	0	14	14	57	0

二种表面抗污染方法（后面要叙述）沒有一种被及时考虑。在某点上，这是饶幸的，因为已有的两种方法都被应用且如所期望的那样工作，现在认为问题已被解决，但是，新故障所揭露出的重要东西尚未能研究，或至少不象早期那样。

这些故障能从表 6 的数据和表明每个电路的附加的 % 分配次数对不同电阻变化范围的图 1 中的相应曲线图中推出。变化是以继电器密封后立刻读出的每个电路的三个连续电阻值的数组为基础。

表 7 和表 8 中的数据以及它们在图 1 和图 2 中的各个曲线图表明：

1. 常开电路污染比常闭电路少得多，因此，在焊接试验中，41% 常开电路不污染，而

常闭电路只有23%不污染。反之, 37%和24%常闭电路分别为严重、很严重污染, 而常开电路污染相应的只有2%和0%。

2. 污染控制参数之一在常闭电路中比常开电路中变化广泛得多, 这可从电阻分配曲线图看出, 在常开电路情况下, 全部分配点都落在一条曲线上, 而对常闭电路却不是如此。

常闭电路№3有比其他常闭电路污染更多的趋向。

这些结论对钎焊时污染的电路也成立么?

钎焊时继电器电路的污染

应该指出在这个试验中希望继电器不受污染, 因此不需要每时每刻作多次的电阻测量, 况且, 由于明显的原因, 连续进行电阻的测量反会引起麻烦。因此, 为确定这些电路的相对污染程度, 连续进行电阻测量是不合适的。获得几个电阻测量值中的最大值和最小值的差就可用来确定这些电路的相对污染程度, 所提供的每个电路的所有电阻是在理想环境条件下测得的, 因此, 这个方法可用来估价(由表9数据)焊接时常开电路和常闭电路的相对污染程度。

表9中的数据 and 图3曲线表明:

1. 电阻范围小于1毫欧的可认为实际上不受污染, 有5%的常开电路属于此类, 而常闭电路则没有。

2. 电阻范围小于2毫欧的可认为很轻度污染, 常开电路几乎是常闭电路的三倍。

表 9

电 阻 范 围 (毫欧)	常 开 电 路			常 闭 电 路		
	№	%	累计的%	№	%	累计的%
少 于0.1	2	2.5	2.5	0	0.0	0.0
0.1	2	2.5	5.0	0	0.0	0.0
0.1—0.2	7	8.8	13.8	4	5.0	5.0
0.2—0.3	12	15.0	28.8	6	7.5	12.5
0.3—0.4	7	8.8	37.6	6	7.5	20.0
0.4—0.5	5	6.1	43.7	0	0.0	20.0
0.5—0.6	10	12.5	56.2	3	3.8	23.8
0.6—0.7	4	5.0	61.2	1	1.2	25.0
0.7—0.8	4	5.0	66.2	2	2.5	27.5
0.8—0.9	3	3.8	70.0	2	2.5	30.0
0.9—1.0	3	3.8	73.8	2	2.5	32.5
	总计59			26		

表10

初 始 电 阻	常 闭 电 路				常 开 电 路			
	1	3	2	4	1	2	3	4
1.6	5							
1.7	15							
2.0	35							
2.1	40							
2.2	65							
2.4	70							
2.6	80							
2.8		10						
3.0		15						
3.1		20						
3.2		25						
3.4		35				5		
3.5		40						
3.6		50					15	
3.7		65			5	20		10
3.8		70	5		25	30		
3.9				5	30		65	20
4.0			10	15	50	45		35
4.1						50	75	40
4.2			15	30	55	60		
4.3			25	35	60	75	80	50
4.4			40	50		85		55
4.5			45	55		90		65
4.6			55	65		95	90	85
4.7			60				95	
4.8					65		100	90
4.9				70	70			
5.0			70		80			100
5.2			75	75				
5.4			85	80				
5.5			95					
5.9					85			
6.0						100		
6.3				85	90			

3. 在1毫欧的电阻范围——这是为估计电可靠性项目从前所订的标准一常开电路为常闭电路的2.26倍。

焊接时，每个常闭和每个常开电路所受到的污染程度的差别、以及其接点表面金属污染的类型，可从表10中的数据和图3的曲线推断出来。这些表明了用于这个目的的初始电阻测量的累计百分比次数、在同样环境条件下获得的每个单独的电路。

表11

电	路	%
常	闭3	30
常	闭1	20
常	闭4	15
常	开1	10
常	闭2	5
常	开2.3.4.	0

这些数据和曲线表明：

1. 当常闭1和常闭3电路分别为80%和35%时，它们具有比计算或理论为低的电阻值—3.5到4.5毫欧，而其他常闭和常开电路电阻都较大。

2. 大多数常闭电路有几个大于10毫欧的初始电阻测量值，大多数常开电路都不是这样。

表11和图3表明每个电路的电阻测量值百分数都在这个范围内。

这个继电器接点污染程度与其在底座上的位置有关，这可由表12和13中的数据表现出来。这些数据表明有很多电路，它们自分属于不同程度污染类型中，对于范例来说，为了更确当起见，污染定义如下：

当在理想环境条件下所进行的几个电路电阻测量值的最大值和最小值之间的差如同“电阻”下的指示值，则指示的污染程度将适合：

电 阻	污 染 程 度	编 码
不超过0.5毫欧	甚 轻	a
不超过0.75毫欧	很 轻	b
不超过1.0毫欧	轻	c
10与100毫欧之间	中 等	d 当 天
		e 12 天 后
		f 暴 露 后
超过100毫欧	严 重	g 当 天
		h 12 天 后
		i 暴 露 后

这些数据表明:

1. 焊接时, 该继电器的常闭电路和常开电路被污染到不同程度, 顺序如下:

常闭 1 最大限度污染

常闭 3

常闭 2 = 常闭 4

常开 1 = 常开 2 = 常开 3 = 常开 4 最小限度污染

2. 常开电路每个都污染到同样程度; 少于1%的电路遭到中等或严重污染。

结果讨论

至今所提出的数据允许提出下面几个问题:

1. 为什么在熔焊或钎焊时, 常闭电路比常开电路更易污染?
2. 失常低电阻读数的意义是什么?
3. 为什么某些常闭电路给出低初始电阻读数比其他的更频繁?
4. 为什么贮藏以及电路暴露于空气中后, 金属污染电路的电阻增加?
5. 怎样解释常闭电路No3的不合理的性态?

在假定金属蒸汽是在熔焊和钎焊时放出来的前提下, 就能很容易回答这些问题。对这个争论有什么实用性吗?

1. 为了增加接点电路的电阻, 必须减少它的电的接触表面, 这就意味着不导电材料将沉积在表面上。

2. 对任何材料而言, 在常闭电路中, 为了得到这些表面, 微粒的尺寸必须是分子大小的数量级。蒸汽满足这个要求; 而液体微粒, 无论怎样小, 都不行。

3. 焊接时在保护层上所形成的薄膜, 有均匀的组织, 这与蒸汽凝聚而形成的沉积物有关, 但是没有液体微粒凝固所形成的丘疹状沉积物, 这就证实了人们的猜测, 即如果焊接时金属失落, 则就成为蒸汽而飞走。

4. 熔焊或钎焊时被污染的电路有同样的电阻特性这一事实证实了金属蒸汽是由于二种焊接操作时放出的意见。

5. 不出所料, 高速运动的蒸汽是焊接时放出的, 并且毫无困难通过空隙, 例如常开接点间的空隙。

6. 常开电路污染远比常闭电路少这个事实又证实了焊接时金属蒸汽而不飞溅这个争论。

7. 一旦金属蒸汽进入常开接点电的接触表面之间的间隙, 他们从外壳中跑出的机会实际上就等于零 (在“气体材料所造成的接点表面污染”一文中很仔细的阐述了这些问题, 文中叙述了该课题的这些和类似的方面)。

在原先叙述的基础上, 让我们再回到这些问题上来。

1. 如果金属蒸汽在碰到电接触表面之前没有氧化, 则电路电阻将降低且能得到小于理论值的电阻。

2. 如果蒸汽在碰到接触表面之前已氧化, 则电路电阻可小于、等于或大于理论值。

3. 如果金属沉积物中有游离金属, 外壳内没有将氧抽净, 则贮藏时电阻将上升。

4. 如果电路暴露在空气中后, 游离金属仍存在, 则电阻将继续上升直到电接触面积上所有金属都氧化为止。这个形态使人们能证明某些常开电路在焊接时也受到污染 (见表14)。

在第二组熔焊试验中，没有一个常开电路表示出有相类似的电阻增加的这个事实，象似表明了当电容或焊接时蒸发的金属蒸汽较当钎焊时转移的速度为快。

5. 为什么常闭电路2和4没有不氧化的金属是不能解释的。

6. 常闭电路3的不正常形状（见图3）必须归因于镀铈，因为这是唯一的静接点镀铈的电路，而其他的都镀金。这似乎指出镀铈层的特殊吸收能力（如同现在所呈现的那样）很高。而作者的“污染对继电器特性的影响”一文中所涉及的相似情况在接点表面受有机蒸汽污染时也能遇到。

接点表面抗污处理

由于金属或在焊接或熔焊时所形成的金属氧化膜只能用化学方法溶解，故用中性化学溶剂做最后清洗不能将它们除掉。因此，当蒸汽在接近熔焊或钎焊连接处时，除非采取保护措施阻止金属蒸汽碰到接点表面上，要不就可能得到不正常的电阻测量值。

为阻止这种类型的接点表面污染，提出两种方法，它们是：

a) 用类似石油的油脂材料涂在接点表面上，该种材料不论在熔焊或钎焊时既不溶解也不蒸发，而且在各种便于得到的溶剂中极易溶解。

这个方法在钎焊时防止接点表面不受污染效果很好，所以没有理由断定熔焊时防止接点表面污染不能得到同样的效果。在后一种情况下，将保护剂涂在接点表面上而不用涂擦的方法，这一事实是不应该反对的。然而由于保护剂的吸收作用而重新污染电镀层的可能性是存在的。

b) 象(a)一样提供同样的接点抗污程度而无前述缺点的方法是：当线端连接被熔焊或钎焊时，惰性气体流过接点，其时接触面积附近的熔焊或钎焊区周围同时保持一较低的压力。在这种情况下，放出的金属蒸汽将被迫离开接点。

表12 污染程度

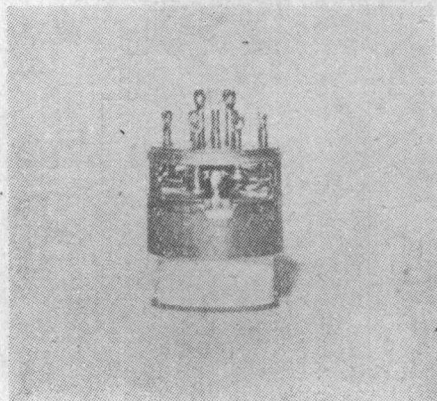
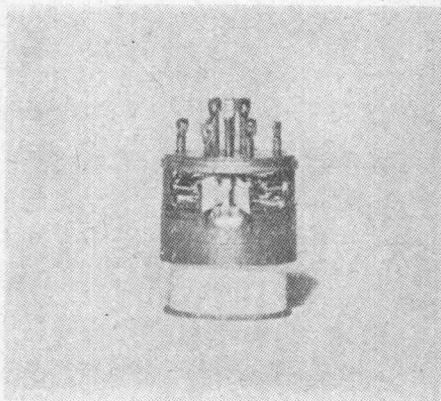
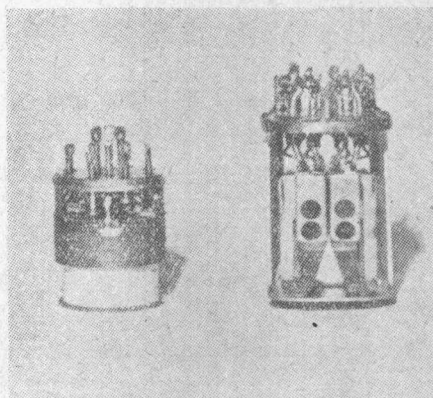
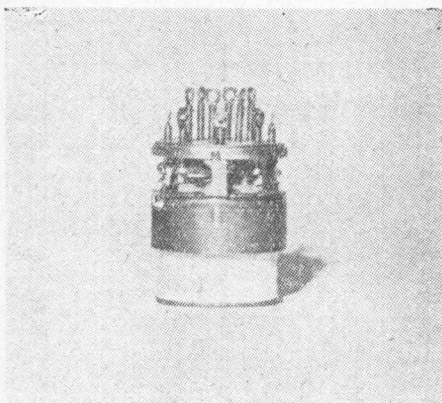
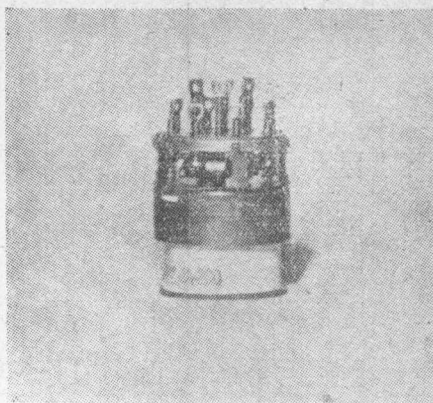
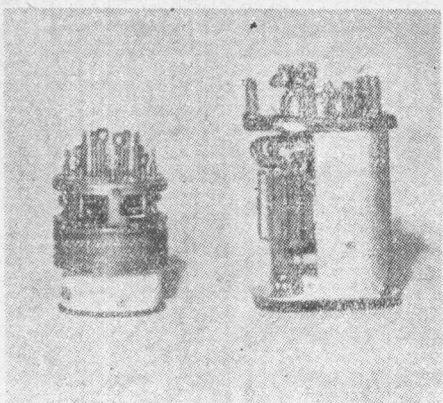
电 路		轻			中 等			严 重		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
常 闭	1	1	1	2	3	1	4	1	3	2
	3	1	1	5	2	3	6	0	0	2
	2	7	9	11	0	3	3	0	0	3
	4	7	9	10	2	5	1	0	0	3
常 开	1	7	14	15		1			1	
	3	10	12	15	1	0	2	0	1	1
	2	7	10	11	全部的常开			全部的常开		
	4	11	16	18						

表13 不同电路间的相对污染程度 (%)

× 对 ×	轻	常闭 I 中等	严 重
常闭3 (100%)	170	139	300
常闭2和4 (100%)	665	119	200
全部常开 (100%)	915	43800 常闭3	47800
常开2和常开4 (100%)	380	158	67
全部常开 (100%)	525	59000 常闭2和常闭4	15900
常开2和常开4 (100%)	136	37300	24000
全部常开 (100%)	137	37300 全部常开	24000
轻 (100%) 对中等		0.50%	
轻 (100%) 对严重		0.33%	
中等 (100%) 对严重		67%	

表14 钎焊时常开电路的污染

电 路	污 染 %	电 路 №	电 阻 范 围
1	3.75	4	10—20 (毫欧)
2	5.00	1	20—30
3	1.25	1	30—40
4	2.50	1	50—60
		2	60—70
	总计 12.50	1	660



— 14 —

