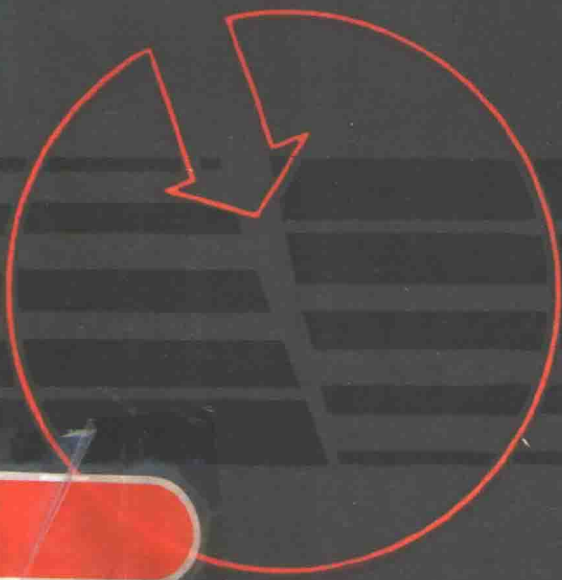


日本钎焊事故选

彭连昌 编译



电子工业出版社

日本钎焊事故选

彭连昌 编译

电子工业出版社

内 容 简 介

本书是结合钎焊事故总结钎焊工艺技术诀窍的专著,原文作者是日本颇负盛名的钎焊技术权威、日本电气(NEC)公司现顾问田中和吉。所选77例事故均是他30年来从事无线电焊接工艺技术与指导过程中,亲身经历并亲自处理的各种典型问题。因而本书富于实践性、系统性、理论性和实用性。在编译整理时,将每一事例分为“现象与问题”、“原因”、“措施与方法”三部分,而具有简明扼要、通俗易懂、查阅方便的特点。

本书内容广泛,涉及到整机焊装,印制板电路加工,印制板焊接,各种引出线的可焊性、通孔焊接技术,各种材料的物理化学性能及其结合机理,元器件保管,焊锡、助焊剂、烙铁等的选用及其管理,焊接状态检验方法等等。

本书可供无线电焊装工艺师、工程师、工人以及无线电修理工参考。

日 本 钎 焊 事 故 选

彭 连 昌 编译

责任编辑 王昌喜

• 电子工业出版社出版(北京市万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京海丰印刷厂印刷

• •

开本 787×1092 1/32 印张 3.5 字数: 78.6千字

1986年3月第1版 1986年4月第1次印刷

印数 0—3,400册 定价: 0.70元

统一书号 15290·335

前 言

无线电焊装工艺是保证电子产品质量可靠性的重要一环。在保证元器件质量的基础上，无线电焊接是保证整机可靠性的决定因素。近几年来，随着微电子技术的飞跃发展，对焊装工艺技术的要求也更加严酷了。因此，它引起了技术发达国家的高度重视，像美国、日本等国，对焊接技术都有专门的管理体系和检验标准。

为提高我国电子产品的可靠性，加强质量管理，提高焊装工艺技术水平，特根据日本公认的钎焊技术权威田中和吉先生的长篇连载——“防钎焊事故诀窍”（《电子技术》，1981第1期至1982第12期）一文，编译整理了《日本钎焊事故选》一书，供我国电子行业有关人员参考。

田中和吉是日本电气公司产品制造部专务工程师（现为顾问），从事钎焊工艺技术与指导达三十年之久，有着丰富的实践经验与深厚的理论基础，经常被其他公司请去解决各种事故与难题，以及传授钎焊技术理论与诀窍。在日本享有很高声誉。

收进本书的77个例子，均是他亲身经历并亲自处理的日本各主要公司的典型事例。事故内容极为广泛，涉及到整机焊装，印制板电路加工、印制板焊接，各种引出线的可焊性，通孔焊接技术，各种元器件的保管，焊锡、助焊剂、烙铁等的选用及其管理，各种材料的物理化学性能及其结合机理，焊接状态质量检验方法及标准等等。叙述详细，理论分

析透彻。从各种钎焊事故的分析中，找出了原因和解决方法，从而提出了保证焊接质量的合理工艺技术及其诀窍。是一部结合事故总结钎焊技术经验的宝贵资料。

编译整理之际，考虑到读者查阅方便，根据事故类型将77例事故分为三大类，即材料与管理、操作与管理、钎焊技术诀窍三章。同时，把每一事例分为“现象与问题”、“原因”、“措施与方法”三部分，以图简明扼要，一目瞭然。

由于水平有限，错误之处一定很多，敬请广大读者指正，不胜感激。

编译者 1985年4月26日 于洛阳

目 录

第一章 材料与管理	(1)
1.1 铜线切断后不得放置一天以上.....	(1)
1.2 纸袋内保存的金属表面硫化现象.....	(1)
1.3 橡胶制品对金属表面的影响.....	(2)
1.4 镀锡导线为什么可焊性差了.....	(3)
1.5 镀锡的黄铜端脚润湿性劣化.....	(4)
1.6 改善黄铜本身的焊接特性.....	(5)
1.7 金属表面的焊接特性降低与保管环境.....	(6)
1.8 使用的助焊剂要检验.....	(7)
1.9 印制板上的助焊剂发白现象.....	(8)
1.10 聚苯乙烯介质电容器的失透现象.....	(9)
1.11 医用和试剂用乙醇的清洗效果不同.....	(10)
1.12 磷青铜板的黑化与清洗液的管理.....	(10)
1.13 印制板焊接用助焊剂的研制.....	(11)
1.14 镀焊锡引出线的研究.....	(12)
1.15 使用氯素系清洗液时的注意事项.....	(14)
第二章 操作与管理	(15)
2.1 落在锡锅中的铜螺钉和“冰柱”现象.....	(15)
2.2 元件引出线成形加工与特性不良.....	(16)
2.3 烙铁的特性管理与晶体管特性劣化现象与 问题.....	(17)
2.4 模制接线柱绝缘不良(怎样清洗电烙铁)...	(18)

2.5	细绕线线圈断线与烙铁温度管理·····	(20)
2.6	聚氨基甲酸乙酯线焊接用的电烙铁·····	(22)
2.7	聚氨基甲酸乙酯被覆绕线线圈的焊接·····	(23)
2.8	印制板特性不稳定与助焊剂·····	(24)
2.9	印制板端子接触不良与清洗·····	(25)
2.10	焊接引起的电容器特性不良·····	(26)
2.11	由于镀金焊锡润湿性不良·····	(27)
2.12	焊锡退光问题·····	(28)
2.13	锡锅中焊锡的喷出·····	(28)
2.14	锡锅中分析用采样的取法·····	(29)
2.15	锡锅不搅拌锡量就减少·····	(30)
2.16	分析用焊锡试样不得过分搅拌·····	(31)
2.17	沾在接线柱上的松脂·····	(32)
2.18	直径0.6毫米的导线头引起的大事故·····	(33)
2.19	射束焊接的温度与基板移动速度·····	(33)
2.20	玻璃端子的焊接裂缝·····	(35)
2.21	渗入晶体管下面的助焊剂·····	(37)
2.22	镀锡引线的刮磨·····	(38)
2.23	用热敏电阻做发热体的电烙铁·····	(40)
2.24	不用退光来检验焊接状况的新方法·····	(42)
2.25	切割机切断后的引线头不沾焊锡·····	(42)
2.26	锡锅漏焊锡引起加热器电源短路·····	(43)
2.27	溶剂起火引起排气通风器着火·····	(44)
2.28	不要堵塞开孔端子的孔·····	(45)
2.29	元件的安装与松动现象·····	(47)
2.30	正确的补焊方法·····	(48)

2.31	通孔润湿不良与毛细管现象·····	(50)
2.32	在烙铁头上熔化焊锡的弊病·····	(51)
2.33	锡球引起短路故障·····	(52)
2.34	螺钉固定元件产生焊接裂缝的原因·····	(54)
2.35	印制板浸焊锡后无光泽·····	(55)
2.36	印制板翘曲的原因·····	(56)
2.37	要保持射束焊接用锡锅的焊锡液面高度··	(58)
第三章	钎焊技术诀窍·····	(60)
3.1	使用索眼的双面印制板的焊接裂缝·····	(60)
3.2	使用引出端的双面基板的裂缝·····	(61)
3.3	印制板通孔的可焊性劣化因素·····	(62)
3.4	接线柱直径和通孔直径的径差设计现象与 问题·····	(63)
3.5	SJ电缆的脱焊·····	(63)
3.6	产生焊接裂缝的诸因素·····	(65)
3.7	装于印制板上的滤波器的焊接裂缝·····	(68)
3.8	旋转式接线柱和双面基板间产生的气孔··	(69)
3.9	陶瓷上的电路电极膜剥落·····	(70)
3.10	陶瓷电容器的微小孔内迁移现象·····	(71)
3.11	汽车用电子器件的焊接裂缝·····	(73)
3.12	印制板和接触元件的焊接·····	(75)
3.13	微型电子器件的焊接注意事项·····	(76)
3.14	电源断路开关中发生的银迁移现象·····	(79)
3.15	原因不明的故障·····	(79)
3.16	助焊剂浓度影响焊接吗? ·····	(80)
3.17	预焊的界面现象与润湿·····	(81)

3.18	电气元件的耐热特性.....	(84)
3.19	印制板上残留下来的锡球.....	(85)
3.20	射束焊机与焊接缺陷.....	(87)
3.21	印制板上的元件引线润湿不良 (补焊) ...	(92)
3.22	通孔中发生气孔的原因.....	(93)
3.23	焊接的结合介质与焊锡不沾现象.....	(95)
3.24	焊锡润湿不良与焊锡剥落.....	(96)
3.25	金属须成因探讨.....	(99)

第一章 材料与管理

1.1 铜线切断后不得放置一天以上

现象与问题

一次,现场报告说:装在印刷板上的炭膜电阻引出线怎么也焊不好。经现场查询得知,这批电阻是几天前装在板上的,等到现在进行焊接时,竟焊不上了。

原因

铜,一日之间可产生几微米的氧化膜。梅雨季节更快。因此,上述炭膜电阻的引出线产生了氧化膜,可焊性变差。

措施与方法:

铜引出线一经切断必须尽快地焊接起来,以防氧化影响焊接。

1.2 纸袋内保存的金属表面硫化现象

现象与问题

电子仪器使用的元件中,有些易损件,装置安装后需作微调用的零、备件,常常要作为备用件,或维修用件单独包装,并同整机一起发给用户。一次,在整机装完检查备件时,发现装在纸袋内的镀银金属元件表面变黑了。

原因

在查找原因的过程中,突然想起:夹古书的铁夹子,靠纸那面生了一层红锈。可能是纸的缘故吧?于是向人询问纸

的制造过程，得知果然是纸的问题。

原来，纸由原材料（木材等）加工纸浆的过程中，要使用亚硫酸钠(Na_2SO_3)和亚硫酸钙($\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)进行精制。这些物质遗留下来，蒸发后同空气中的水分作用，浸入金属表面。上述现象就是这些遗留物质浸入镀银层，形成硫化银而变黑的。后经试验证实了这种结论的正确性。并证实湿度越高，硫化得越快。

措施与方法

所有的金属零备件都不得用纸袋装。而改用聚乙烯塑料袋装。对特殊的零备件，还需放入干燥剂——硅胶。效果很好。

上述方法，对所有元件保管都是适用的。

1.3 橡胶制品对金属表面的影响

现象与问题

某印制板流水装配作业现场的工人报告：近来元件引出线的可焊性差，特别是连续休息两天以后，可焊性更差。

赴现场调查，发现工作台上铺着80毫米×40毫米×2毫米的浅黄色橡胶垫。问题就在这里。

原因

橡胶是由生胶加硫进行硫化后制成的。硫磺成分气化后，使附近的金属硫化，影响焊接。

为了证实这一点，用10个镀银件做实验：把其中的5个放在橡胶垫上，另5个放在其它地方保管起来。两天后检查发现放在橡胶垫上的有些发黑，而放在别处保管的则各种性能良好。

措施与方法

为了减轻元件的碰伤，决定改用聚四氟乙烯垫。

1.4 镀锡导线为什么可焊性差了

现象与问题

镀锡导线（即镀锡软铜线），常作为端子间的搭接线或跨接线使用。一次，布线员诉苦说：镀锡导线可焊性（既润湿性）差，怎么也弄不好。

一时找不到原因何在。后来，无意中拿起镀锡导线轴一看，原来这是一年前的产品。镀锡导线劣化的原因终于找到了。

原因

镀锡导线劣化，除了因表面产生氧化外，还有里面的铜扩散到表面的镀锡层上，形成了 Cu_6Sn_5 的问题。

这种扩散现象，可以说是相互的。它们在常温下也照常产生扩散，从而，在镀锡导线表面的金属间产生 Cu_6Sn_5 化合物。而可焊性则随着这种化合物的增加而逐渐变差。这种扩散现象的速度，是温度和时间函数（参照右图）。

措施与方法

通常，镀锡导线存放六个月以上，可焊性就变差，所以，应该规定库存时间。最好不要积存六个月。

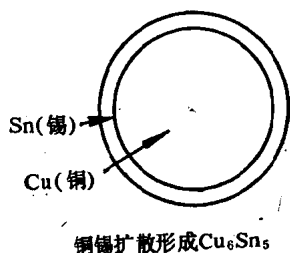


图1.1 铜和锡随着温度和时间相互扩散，使焊锡的润湿性降低

1.5 镀锡的黄铜端脚润湿性劣化

现象与问题

此例仍与焊接润湿性有关。现场报告说：往印制板上焊接的端脚可焊性差，几次修补均未奏效，不是铜箔电路浮动，就是铜箔熔化。

现场发现：镀锡导线表面已氧化，失去光泽。

原因

锡本来是难于氧化的金属，在保管过程中，只要注意湿度，一般是不会轻易变色的。上述端脚只是镀锡后时间稍长了些（一年多）。

黄铜镀上锡后，黄铜中的锌成分与铜和锡的特点一样，也是相互扩散的。并且金属表面上产生出来的锌是易氧化金属。这样，来自内部的扩散和表面上的锌氧化，促使焊接特性迅速劣化。如黄铜本身，经过酸洗后具有良好的可焊性，可是过几小时后可焊性就开始变低，放置一天，若不使用较强的助焊剂就焊不上去。

措施与方法

为防止相互扩散，在黄铜电镀锡时，可用只在表面产生

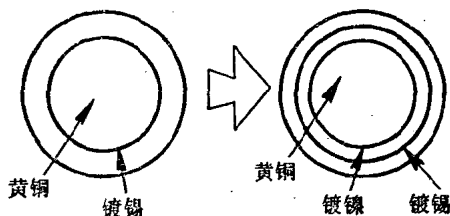


图1.2 改善黄铜端脚保存性的方法

扩散的镍作预镀处理。由于锌析出表面需很长时间，故保存性可得到一定的改善。或者电镀上含锌量多的锡-锌系焊锡，其保管性也可得到改善（参见图1.2）。

可是黄铜端脚经预镀镍再镀锡后，放置时间不能超过半年。并且，因为镍是磁体，在有关高频装置上使用，要特别慎重。所以这些地方，用含铅量多的镀锡端脚比较合适。

解决此例端脚可焊性差的办法是：用活性度稍强的助焊剂预焊后，再焊装在印制板上。

1.6 改善黄铜本身的焊接特性

现象与问题

在上例中我们叙述了黄铜制端脚的镀锡问题。现在考虑一下如何改善黄铜本身的焊接特性问题。

就黄铜本身而言，其可焊性并不好，因此在焊接这类金属时，通常是使用无机系助焊剂进行焊接，焊后立即进行冷、热水浴及干燥等处理。或者在焊接之前进行酸洗，除去金属表面的氧化膜后再焊接。这两种办法，都要花时间和成本，而且需要进行良好的管理。

原因

黄铜表面产生的氧化膜，使焊接时不产生润湿，是焊接特性不良的主要原因。

措施与方法

主要的方法是将其表面同空气隔离开来。隔离的办法，是在金属表面涂上薄膜。如速干型亮漆或其它物质。如能将这层膜直接作为助焊剂用，就更好了。但是在把助焊剂作保护剂用时，涂到金属表面后，若不尽快地使其干燥蒸发，它

就会腐蚀金属表面。因此，必须尽快地使其凝固，也就是说，在这种情况下必须使用速干性助焊剂。

日本主要采用的方法是：把黄铜件酸洗后涂上速干性助焊剂（这种助焊剂可直接用于焊接作业），其特性改善超出预期效果。

1.7 金属表面的焊接特性降低与保管环境

现象与问题

一般，金属表面的焊接特性，在保管过程中往往要降低。这是一种普遍现象。

原因

- (1) 金属本身的性质引起焊接润湿性降低。
- (2) 加工过程中沾带的杂质引起的降低。
- (3) 周围环境加速其降低。

这几个因素往往是相互影响，连锁反应。

第一种情况，是由一金属与另一金属间的电位梯度关系，即金属之间本来具有的性质构成的。

第二种情况，是由机械加工造成的。或是在镀层加工，物品处理等时遗留下来的腐蚀性物质造成的。

第三种情况，是温度、湿度、空气污染等外界环境引起的。尤其是环境污染，危害最大。空气中的二氧化硫，氯化气体（ ClO_2 ）、硫化气体（ SO_2 ）对金属的腐蚀极为严重，必须引起足够重视。

腐蚀，是化学反应或者电化学反应引起的金属变质破坏现象。它是由金属和溶液的反应产生的。另外，腐蚀可看作是电化学作用的结果。特别是金属中含有的微小杂质，在金

属表面形成许多局部电极，借助电解质形成局部电池。这些也是引起腐蚀的因素。

电解腐蚀，不光是金属表面的电池作用，金属母材间也同样产生化学反应。

上述几种情况，都与环境有着密切的关系。

措施与方法：

(1) 在设计阶段，就对金属的组合提出设计要求，慎重处理其组合配方问题。

(2) 对助长这些化学现象的媒介物，助焊剂残渣的腐蚀程度，以及吸湿性电镀药品的遗留成分，必须事先查明。

(3) 对保管环境进行科学分析，采取妥善措施，切不可掉以轻心。

1.8 使用的助焊剂要检验

一次，一个通信交换机厂使用某助焊剂厂生产的助焊剂焊装的交换机，被全部退货。理由是绝缘不良。该厂听说日本电气公司也买了这种助焊剂，于是前去打听有无发生上述情况及产生的原因是什么。

日本电气公司，只是买了点样品分析，经化验分析，发现不少问题，根本没有使用。

原因

对助焊剂应提出两个方面的指标，一个是化学腐蚀性，另一个是电气特性。

一般有经验的厂家，往往在助焊剂中增添活性剂，以改善可焊性。但这对电气特性有较大影响。活性剂必须控制在一定限度内。因此，在选购时，必须对任何厂家的助焊剂都

进行抽样化验，以确保上述两个指标的要求。

措施与方法

用于定型产品的助焊剂，必须检查化学特性和电气特性。当今，电子产品已向小型化发展，其端子间隙，电路间隔相当狭窄，如果助焊剂特性不符合要求，势必出现故障。因此，对采购员必须加以指导，切不可草率不分析地购买这类用品。

1.9 印制板上的助焊剂发白现象

现象与问题

某年梅雨季节，用户代表在双方会同检验之际，看到印制板上发现白的助焊剂，指出说，“这种现象是不是化学腐蚀的缘故？”日本电气公司顾问回答说：这是水解造成的，不是腐蚀所致。

原因

树脂系助焊剂，一般用得最多的是以松脂系为主体的助焊剂。其性质如下：

湿度高时，在电气作用的影响下，有时会发生水解，产生白粉末状结晶。在用含水量大的乙醇擦拭印制板时，也同样出现这种现象。

措施与方法

印制板焊接用助焊剂，有树脂系和水溶性两种。水溶性助焊剂，焊完后马上用水洗，即可除去遗留的助焊剂；树脂系助焊剂，需用乙醇系溶剂或二氯二氟甲烷及其它溶剂清洗，可去除。

直接把树脂作绝缘体使用时，必须充分检验树脂的化