

锡 焊 手 册

〔英〕 B. M. 艾伦 著

金 国 樵 译

单 家 祥 校

人 民 邮 电 出 版 社

SOLDERING HANDBOOK

B.M.ALLEN

内 容 提 要

书中第1部分较详细地叙述了锡焊操作人员如何使用锡焊方法和锡焊材料；第2部分讨论了设计人员如何选择正确方法和材料，解决各种锡焊问题；第3部分提供了锡焊常用图表。

各章节中说明的锡焊物理原理，对初学者具有一定的指导意义。

锡 焊 手 册

〔英〕B.M.艾伦 著

金 国 樵 译

单 家 祥 校

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津市第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1979年9月第一版

印张：3 16/32 页数：56 1979年9月天津第一次印刷

字数：77千字

印数：1—96,000册

统 书 号：15045·总2321—有5128

定 价：0.30元

前 言

锡焊是在金属部件之间熔化另一种易熔金属而把它们连接起来的方法，它是一种很古老的工艺，由于便宜，用途广和可靠，目前仍非常广泛地用于工业生产过程中。其基本要求始终十分简单。要焊接的部件表面必须清洁；必须供给足够的热量；必须使用适当种类的优质焊料；并需使用助焊剂以保持焊接时的表面清洁。

这样，大量的手工技巧再加上对为数不多的简单焊料和焊剂的一点了解，这就构成了五十年前的传统工艺。后来，特别是电子工业的崛起，极大地刺激了锡焊技术的发展。属于这个时期发展的有电烙铁、多芯焊条、印刷电路、多品种的锡焊料合金、以及非腐蚀性的活性焊剂等。同时，锡焊过程的机械化，减少了（但并不意味着消除）对于手工技巧的需要。

为操作者所写的本书的第1部分，叙述了如何使用现今适用的较为普通的锡焊方法和锡焊材料；但愿这一部分对于工业焊工以及业余爱好者将都有所裨益。此外，还注意到为编写培训大纲提供所需要的某些基本知识。第2部分讨论了设计人员和工程师如何选择正确方法和材料，以解决特定的锡焊问题。为了帮助做出这种选择，第3部分提供了若干有关材料性质和技术规范的表格。全书的重点自始至终放在实际知识方面，而不是理论上的了解。本书可供没有锡焊基本知识的读者阅读。

目 录

第 1 部分 锡焊技术

1.1 连接金属的方法	1
1.2 锡焊	1
1.3 锡焊工具	
1.3.1 焊烙铁	2
1.3.2 喷灯	4
1.3.3 焊浴槽	5
1.3.4 其它工具	6
1.4 锡焊材料	
1.4.1 焊料	8
1.4.2 焊剂	9
1.4.3 焊剂芯焊条和液体焊剂	10
1.5 锡焊方法	
1.5.1 烙铁焊接	12
1.5.2 喷灯焊接	14
1.5.3 浸渍焊接	16
1.6 锡焊接头	
1.6.1 金属工件接头	18
1.6.2 电子线路装配	19
1.7 锡焊接头的质量	22

第 2 部分 锡焊方法及材料的选择

2.1 引言	25
2.2 锡焊的用途	26
2.3 接头形式	

2.3.1	接头强度	26
2.3.2	接头间隙	28
2.4	锡焊料	
2.4.1	概述	31
2.4.2	锡—铅焊料	32
2.4.3	锡焊料中的铋	33
2.4.4	锡焊料中的杂质	34
2.4.5	其它锡焊料合金	35
2.5	焊剂	
2.5.1	热量传递	38
2.5.2	清除锈污	39
2.5.3	焊剂选择	41
2.5.4	使用焊剂的方法	43
2.5.5	焊剂的腐蚀性	44
2.6	工件材料	
2.6.1	焊料对金属的润湿	46
2.6.2	清除锈蚀	47
2.6.3	电镀工件的焊接	49
2.6.4	可焊性	51
2.7	焊接程序	
2.7.1	可利用的焊接方法	57
2.7.2	机器焊接	60
2.7.3	印刷电路的焊接	61
2.8	接头加热	
2.8.1	接头处的温度变化	75
2.8.2	控制接头处的温度	78
2.8.3	加热设备	79
2.8.4	接头附近的温度控制	81
2.8.5	热流	83

第3部分 参考图表

3.1 接头式样	86
3.2 焊料	
3.2.1 焊料性质	92
3.2.2 焊料的典型应用	93
3.3 标准	
3.3.1 焊料标准	94
3.3.2 焊剂标准	97
3.3.3 其他标准	98
3.4 换算图表	
3.4.1 华氏—摄氏	99
3.4.2 标准线规—英寸—毫米	100
3.4.3 磅，盎司—公斤，克	101
3.4.4 吨，英担，夸特，磅—公斤	101
3.4.5 品脱，液量盎司—立方厘米	102
3.4.6 加仑—升	103
3.5 名词解释	104

第1部分 锡焊技术

1.1 连接金属的方法

各种金属都能用下述方法连接起来：

- 带螺母的螺钉、螺钉或铆钉；
- 粘合剂；
- 电焊、铜焊或硬钎焊；
- 软焊。

本书只讨论软焊，即通常所说的锡焊，它是将焊料熔入金属工件间的缝隙使其连接的一种焊接方法。

如果焊料没有坚实地粘结在两个工件上，并完全填满工件之间的缝隙，那么这样的焊接就不会牢固。要使工件焊接牢固，必需彻底清洁准备焊接的工件接头，并在焊接处涂敷焊剂。焊剂是一种易熔物质，能帮助熔融的焊料迅速流遍工件界面。

金属工件可借助在工件接合面之间流动的熔融焊料进行连接

焊料必须完全熔融

工件接合面必须清洁

没有焊剂，焊料不会流动

1.2 锡 焊

锡焊料实际上能焊接任何金属或合金，唯含有大量铬或铝



弱接头



强接头

图 1

的合金不能用锡焊，必须用电气焊、钎焊或其它焊接。

锡焊料之所以叫做软焊料，是因为这种焊料是由较软的金属锡和铅所组成的。这种焊料不如其它金属坚固，所以被焊工件的接头应做成某种形状，使工件互相咬合或者说增大接合面积以产生较大的焊接强度。

锡焊料与其它大多数金属相比可在很低的温度下熔化，所以进行锡焊或修理锡焊接头都不困难；但是在使用中会变得很热的部位上不可做锡焊接头，因为，甚至在接头的焊锡完全熔融之前，锡焊接头的强度就可能减弱了。

铬或铝合金不能用锡焊

不能期望锡焊可以满足所有必需的接头强度

使用时会遇到高温的工件不能用锡焊

1.3 锡焊工具

1.3.1 焊烙铁

焊小工件时，用于加热工件的最好工具是电烙铁。可采用加热功率为25~150瓦的电烙铁，而且在240伏单相电源时，要加3安培的熔丝保护。烙铁头直径为5/32英寸的25瓦电烙铁适宜于电子器件和小金属器皿的焊接。对于焊接大的接头（例如变压器接线头等）和中等尺寸的金属器件，则应采用烙铁头直

径为3/8英寸的80瓦电烙铁。

电烙铁的加热元件安装在手柄内或杆身内。烙铁头的作用是把热量从杆身传到焊接工件上，所以烙铁头通常用十分容易导热的铜制成。烙铁头必须要足够大，以使焊料在流动时，为焊点保持热而有足够的热量。

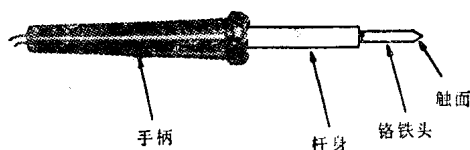


图 2

在烙铁头触面上镀上一层锡或锡焊料，有助于把热量从触头传到工件。工作时触面上涂的锡或锡焊料会覆盖一层氧化皮或烧焦的焊剂，这层覆盖物导热不良，因此在锡焊过程中必须常常用湿海绵擦拭触面，以清除这层覆盖物。如果触面上涂的锡已经完全烧掉，必须重新涂上一层焊料，然后在湿海绵上擦拭一下，保持烙铁头清洁。

铜制的触头，在使用中会逐渐受到焊锡的磨蚀而很快出现凹坑，此时可用锉刀重新整形。采用适当的锡焊料合金，可以大大地减少这种磨损，有些烙铁头是用马口铁包着，也能大大地减少触面的磨损率。但这种烙铁头不能用锉刀修理，一旦锉掉包铁，触面就会很快磨损，因而必须更换新烙铁头。

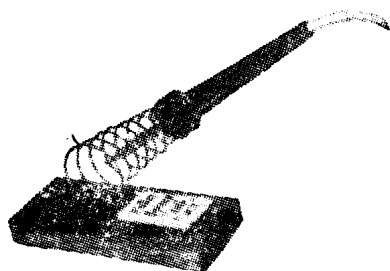


图 3

烙铁头虽然不象火焰那么热，但还是够热的，足以产生严重的灼伤。所以，不能将焊烙铁直接放在工作台上，而要放进烙铁头防护座内。图3所示为一种适宜的防护座。无论使用什么样的防护座，必须注意，当烙铁头在防护座中时，保证不触及任何东西，否则会浪费热量。

小、中型工件使用焊烙铁

保持端面清洁并在端面上仔细镀锡

端面磨损时要修锉整形或更换新烙铁头

（包铁的烙铁头不能修锉）

电烙铁不用时放在防护架上

1.3.2 喷灯

工件太大不能用电烙铁加热时可使用喷灯，或将工件直接用火焰加热，或者用火焰加热一个大的铜烙铁头。当用大烙铁头焊接工件时，其方法以及对烙铁头的注意事项与电烙铁完全相同。

不管有烙铁头或无烙铁头，喷灯都不能应用于焊接电气设备或电子设备。一方面是由于喷灯火焰的纷乱方向会引起电气设备或电子设备的损坏，另一方面是因为喷灯火焰产生的水蒸汽会凝集在焊接点附近较冷的金属部件上，引起设备腐蚀并影响其绝缘性能。

有些喷灯温度能依靠喷灯中空气和瓦斯流量的控制进行调节，但是不管什么类型的喷灯，施加到工件上的热量都可以利用喷灯火焰中的不同部位来改变。喷灯蓝色火焰的尖端最热。

采用城市瓦斯或用大罐供应瓦斯的喷灯要用吊钩悬挂吹管。使用乙醇（含甲醇的酒精）作燃料的喷灯一般都设计成不易翻倒的自立式。小瓦斯瓶放在手柄内的新型小喷灯使用很方便。

便，但必须有支架或吊钩，以免不用时跌翻。喷灯喷出的火焰不易看清楚，尤其是在强光下更不易看清，所以在使用喷灯时要注意安全。

大型工件使用喷灯

电气或电子工件不要使用喷灯

要利用火焰的恰当部位

小心！——喷灯能迅速起火

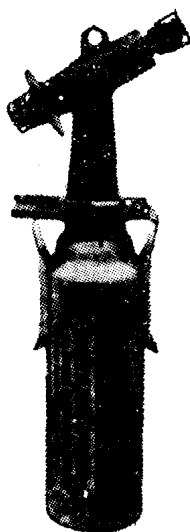


图 4

1.3.3 焊浴槽

因有些工件接头需用焊料填充的空隙很深，焊接时甚难保证焊料恰好灌入焊缝。在这种情况下，最好在组合焊接头之前分别用焊料涂敷各个工件。这称之为“预涂锡”。预涂锡是先用液体焊剂涂敷工件接合面，等焊剂干燥，然后在熔融焊料的焊浴槽中浸渍几秒钟。预涂锡的工件，浸渍后如果有足够多的焊料留在接头上，我们常可简单地用加热的办法把工件焊接在一起，这种锡焊法称为“熔焊”。

焊浴槽也广泛用于大型设备上同时焊接许多接头。这称为“群焊”。为了进行群焊需要用大到几英尺长的矩形焊浴槽；但对于小的预先镀过锡的工件则可利用直径只约 1 英寸的坩埚。它们一般都采用电加热，各种类型的焊浴槽往往是自动锡焊机的一个组成部分，较详细的叙述见 2.7 节。

往焊浴槽浸渍任何工件以前，要用铝或不锈钢片制做的刮

刀，把焊浴槽内熔融焊料表面上的渣滓（氧化物）刮去。如果使用铝刮刀或刮刀较小，容易烫手，因此要装上一个木柄。在熔融焊料表面上遮盖一层油脂或树脂，如多芯 PC41 防氧化剂焊料膜，可避免焊料产生氧化渣滓。

熔融的焊料极易溅泼，且溅得很远。工作时切勿在焊浴槽内掉下或扔入任何东西，特别是不能让湿东西落进去；水或焊剂在焊浴槽中的突然沸腾，能使熔融的焊料发生剧烈飞溅。在使用焊浴槽时应带上护目镜，以便保护眼睛。测量焊浴槽温度，禁止用水银温度计，一旦温度计破裂，水银就会在焊液中剧烈沸腾，将熔融的焊料溅出焊浴槽，所以测量焊液温度必须用热电偶温度计。

用焊浴槽进行预涂及群焊

临浸渍前焊浴槽表面要撒渣

带护目镜

任何东西不能掉进焊浴槽

1.3.4 其它工具

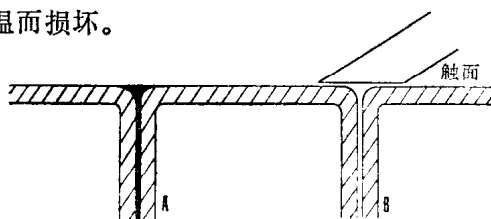
在工件刚焊接到一起时，尤其是焊点正在冷却的时候，禁止移动工件。因为锡焊接头需要冷却到室温几分钟后才能达到它的完全强度。由于焊接操作者忙于使用烙铁和焊料，为保持被焊工件固定不动，焊前要准备一些钳子和夹子。如果是焊许多同类型的接头，值得制作一些适合于那种接头的专门夹子，我们称其为夹具。

工作时必须注意不要使夹具过分临近工件的焊接部位，否则烙铁传到接头的热量会较快地受到夹具的散失，那样接头必然得不到焊料流动时所需的足够的热量。如果夹具必须紧靠工件接头，则需用软石棉板垫在夹具和工件之间，以减少热量的

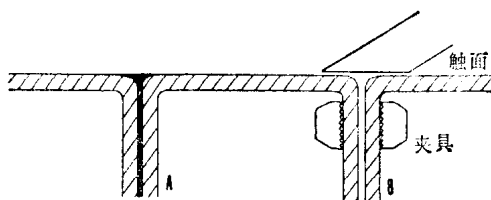
散失。普通木制衣夹对于焊接小工件是一种很好的绝热夹具；由于塑料衣夹在高温下会变形，所以不能用作焊接夹具。

如果工件上的某个部位必须避免受热，则可在紧靠该部位的地方加一个不带绝热体的大夹子；这个大夹子此时起一个“散热器”的作用，以制止热量流向不希望受热的部位。

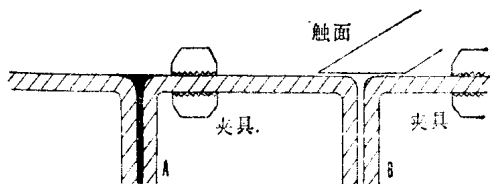
大扁嘴钳可用于固定进行涂锡的工件。电工尖嘴钳除了用于将电子设备的引线插入加焊前的部位以外，也能用作“散热器”，在焊接象晶体管一类的元件时对它们进行保护，以免使它们受高温而损坏。



错误：焊接 B 点时接头 A 可能受热而熔化



错误：夹具妨碍接头 B 获得足够热量



正确：工件被牢固夹住，且接头 A 可避免过热熔化

图 5

在焊接电气或电子设备前，对于准备绝缘线，剥线器和剪线钳这类工具是很有用的。图 6 表示这种钳子。工作时绝缘电线先用钳子上的剪口在所需长度处切断，钳子闭合后再用螺丝刀调节钳子上的螺丝，使钳口内 V 形槽留下的空隙足够让裸电线通过，然后将 V 形槽紧压电线用力一拉即可剥去电线绝缘外皮。另一种型式的电工钳上备有一个选择轮，用手指直接调节

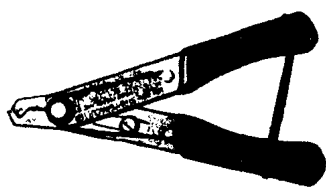


图 6

V 形槽空隙大小。

在可能部位夹紧工件

需要时用夹具做散热器

不要让夹具冷却接头本身

浸焊时用钳子夹持工件

在准备引线时采用剥线钳

1.4 锡焊材料

1.4.1 焊料

在工业上虽有许多种类的焊料可供设计者选用，但大多数情况下只选用三种焊料就已足够了。这三种焊料是：

40/60锡/铅——这种焊料在相当高的温度下会熔化并且较软。用于焊接或修理铜、黄铜、钢、马口铁等金属制品。

60/40锡/铅——这种合金比较昂贵，能在较低温度下熔化，焊接强度较大。最适用于浸焊，多用于电子工件。如果经常焊接电子线路，铜制烙铁头磨损较快，以使用包铁烙铁头为宜。

Savbit 1 ——这种焊料比60/40锡/铅的熔化温度略高但价格则稍低，且具有与60/40锡/铅同样的焊接强度。Savbit 1 内含少量铜，可防止铜烙铁头受焊料侵蚀。因此它最适于用普

通铜烙铁头焊接电子元件。

40/60用于金属制品

60/40用于浸焊及使用包铁烙铁头时的焊接

Savbit 1 适合于使用普通铜铬铁头的电子工件

1·4·2 焊剂

大多数金属,如果表面洁净,锡焊料就能非常坚固地粘着在上面。锡焊料粘不到生锈或污垢的金属表面上,因为这种焊料是靠与工件金属形成合金而粘接在一起的,如果焊接面上有一层氧化膜、铁锈或污垢,焊料就不能与工件金属形成合金。

焊剂是略带酸性的物质,加热时熔化,焊剂熔化时能熔解掉焊接面上的铁锈和污垢,留下一个完全洁净的表面,从而使焊料能牢固地与工件结合。

焊剂不能太强烈,否则会腐蚀金属本身;因此不能指望使用焊剂来清除接合面上很厚的污物层。工件上的污物、厚铁锈、铁屑或污垢,必须先用锉刀彻底清除。油脂或油污可用无色酒精或快干清洗液除去。焊剂只能除去薄层污垢,同时保护接合面防止焊接时再生污垢层。

常用的焊剂有两类:

盐类焊剂——用于金属制品。这类焊剂稍带腐蚀性,焊接后的残渣必须除去,或者接头冷却后洗去,或者在接头灼热时用烙铁烧去。盐类焊剂中最出名的是氯化锌溶液(残渣不能烧去)。腐蚀性最小的盐类焊剂是ARAX焊剂,这种焊剂足以焊接绝大多数的不锈钢工件,用足够的热量可完全烧去焊剂残渣,亦能用热水洗去。

松香焊剂——用于焊接所有电气和电子工件。以前曾单纯用普通松香作焊剂,但作用慢,而且只能焊马口铁以及完全洁

净的铜件。为了取得良好的效果，必须在普通松香中添加活性剂。优良的活化松香焊剂，必须是非腐蚀性的，但活化程度要能焊接铜、黄铜以及作为电气连接件的其他金属。ERSIN焊剂就是一种活性很强的非腐蚀性松香型焊剂。活性松香焊剂的残渣很易溶解于含甲醇的酒精、专用清洗液或快干清洗液。

焊料通过与工件界面形成合金而得到焊接

焊料不能与覆有污垢，油脂和氧化层的金属形成合金

带污垢的工件焊接前必须彻底清洗

用焊剂对工件接合面进行最后清洁，并在进行焊接时保护表面不被氧化

金属制品使用ARAX 焊剂（盐类焊剂）

电气和电子工件使用ERSIN焊剂（松香型焊剂）

1.4.3 焊剂芯焊条和液体焊剂

把焊剂和焊料分开使用不甚方便。为了避免这种情况通常总把焊剂与焊料结合在一起制成焊剂芯焊条，用几个焊剂芯贯穿焊条全长。焊条的这种多芯结构，能保证焊剂对焊料的每个小部分始终有恰当的比例，并且当焊条熔化时能使焊剂迅速流遍焊接表面。

四芯ARAX焊剂的40/60锡/铅焊条可用于焊接铜、黄铜、钢、马口铁和不锈钢工件。五芯ERSIN焊剂的40/60锡/铅或Savbit 1焊条适用于电气和电子工件，焊接的金属通常是铜或黄铜，可以是不加镀复的，也可以是镀有锡、焊料或镍的工件。

需用焊条的直径要由焊接头的大小来决定。在英国，焊条的直径通常用S.W.G（标准线规）表示，其数字越大表示线径

越细。例如，焊接较大的工件接头，用14swg（0.080英寸，2.0厘米）的焊条；焊接较小的接头则用16swg（0.064英寸，1.6厘米）的焊条；焊接印刷电路板用22swg（0.028英寸，0.7厘米）的焊条。

浸焊不能使用焊剂芯焊条。浸焊前先把要焊的接头在液态焊剂内浸渍一下，拿出来使其晾干，不等到快干时不要往焊浴槽浸渍，防止焊液溅泼，否则就要在焊浴槽旁设置防护罩，保护操作人员的安全。因此，浸焊最好不要使用含水的液态焊剂，因为晾干这种焊剂所需的时间太长，而应该使用溶于酒精中的松香型焊剂（如ERSIN液态焊剂）。

酒精溶剂容易挥发，不用时 ERSIN 液态焊剂要保持在密封容器里。酒精为可燃液体，因此焊剂要隔离热源、火花或火焰。这种焊剂的蒸汽无毒，但有很轻微的麻醉性，类似于稀释的油漆，如果没有好的通风条件不要在小屋内进行长时间的工作。

最好使用焊剂芯焊条，不要分开使用焊剂

焊接金属制品，采用14swg或16swg四芯ARAX焊剂的40/60锡/铅焊条

焊接电子器件采用18或22swg的 Savbit 1 焊条或五芯ERSIN焊剂的60/40锡/铅焊条

浸焊采用 ERSIN液态焊剂

1.5 锡焊方法

注意：这一节很重要，初学者在进行实际焊接前应先仔细看几遍，事后再看几遍。规则不是固定不变的，但初学者应该认真遵循这些规则。有经验的工人