

銀 焊

A. И. 罗 金 著



國防工業出版社

銀 焊

A.И. 罗 金 著

孙 潤 章 譯



國防工業出版社

本書闡述在仪表制造業中使用气焊槍进行銀焊料钎焊的先进經驗。

書內列举了标准銀焊料、某些中間焊料、熔剂和一些最簡單的钎焊夾具。

本書還引述了各种零件和組件的許多钎焊实例。

本書供钎焊工人和从事钎焊工作的工藝師参考之用。

А.И.Родин
ПАЙКА
СЕРЕБРЯНЫМИ ПРИПОЯМИ
В ПЛАМЕНИ
ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКИ
Государственное
издательство оборонной промышленности
Москва 1954

本書係根据苏联国防工業出版社
一九五四年俄文版譯出

銀 焊

[苏] 罗金 著
孙 潤 草 譯

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第074号
北京新中印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 1/32 • 2 1/16 印張 • 42,000字

一九五六年十二月第一版

一九五六年十二月北京第一次印刷

印数:1—5,070册 定价:(10)0.34元

前 言

使用焊料的钎焊在精密仪表制造业的工艺方面占有重要地位。用钎焊方法连接各种金属和合金，能获得可靠的强度，目前常常以钎焊方法来代替熔焊。

钎焊的优点是：基本金属不熔化且加热温度不高，因此在许多情况下能保持基本金属的化学成分、机械性能和结构不发生变化；所获得的接头清洁；能保持住制件的形状；钎焊过程简单且用费便宜。

特别是硬钎焊或银焊料钎焊，在仪表制造业中应用更广。银焊料是含银10~75%的难熔焊料。这种焊料与黄铜及青铜的电位差很小，用它所焊出的焊缝具有良好的抗蚀性，且能获得相当坚固的接头。银焊料由于具有上述性质，因而优越于仪表生产中所用的其他焊料。

在正确地进行钎焊的情况下，焊料的消耗量很小。接头上最适宜的焊料层厚度仅为0.03~0.08公厘。

本书研究了利用气焊枪火焰的银焊料钎焊法。用此方法钎焊黄铜和铜巴黄铜制的重要精密组件时，必须由具有一定专业素养的钎焊工非常仔细地来进行操作。

目 录

前言

焊料及熔剂.....	1
标准銀焊料	1
特殊工作用的中間焊料	2
熔剂的配制	3
钎焊前的准备.....	7
夾具和卡胎的应用.....	8
对钎焊零件結構的一般要求.....	9
使用气焊槍火焰的钎焊.....	15
钎焊的实例.....	16
敲修.....	57
钎焊时的間隙.....	59
钎焊时的焊料消耗.....	59
钎焊質量的檢驗.....	60

焊料及熔剂

标准銀焊料

銀焊料通常是銀、銅和鋅的合金。銀焊料具有可鍍性和韌性，在很多情況下，用这种焊料所焊得的焊縫能和被焊金屬一樣堅固。

表 1 列出几种現今在仪表制造業中所采用的銀焊料的成分和性能。

表 1

銀焊料的成分和性能

焊料 牌 号	化 学 成 分						Zn	点 熔	在的 鑄造 状态 中重 量	在的 鑄造 状态 中重 量	在的 鑄造 状态 中重 量
	Ag		Cu		杂 質						
	标准 含量 (%)	公差 (%)	标准 含量 (%)	公差 (%)	Pb 不多 (%)	总 共 不 多 (%)					
HCp-10	10	±0.3	53	±1	0.5	1	其余	820	370	8.55	20.5
HCp-12	12	±0.3	36	±1	0.5	1	"	375	—	8.5	—
HCp-25	25	±0.3	40	±1	0.5	1	"	765	—	8.9	—
HCp-45	45	±0.5	30	±0.5	0.3	0.5	"	675	745	9.15	24.4
HCp-65	65	±0.5	20	±0.5	0.3	0.5	"	740	—	9.6	—
HCp-70	70	±0.5	26	±0.5	0.3	0.5	"	780	775	9.3	77.1

附注：1) HCp-10、HCp-12 和 HCp-25 牌号的銀焊料制成 1 ~ 3 公厘的顆粒狀，其他牌号的銀焊料制成絲狀和棒狀（尺寸按訂貨單上的規定），均按重量供应。

2) 表內化学成分是根据 OCT 2982 示出的。

① 大概的数据。

HCp-10 焊料含銀 10%——在硬鈐焊用的焊料中实际上是最少的含量。此种焊料用来連接工作中可加热到800°C的鋼制零件和有色合金的零件，例如煤油爐嘴子。如果零件在施焊后須于較高的温度（但不超过焊料的熔点）下經受热处理，那么采用这种焊料是适宜的。HCp-12 焊料用来鈐焊銅含量为58%或更多的黃銅。

HCp-25焊料应用于要求鈐焊处特別清潔的薄件。但用HCp-25 焊料所焊出的焊縫，抵抗冲击負荷的性能不良，并在对接焊时产生裂紋。所以，厚度在 3 公厘以下的零件，在对接焊时，使用銀含量远多于上述焊料的 HCp-45 焊料是較為可靠的。HCp-45 焊料可用来鈐焊銅、青銅、鋼和鎳材料的零件。此焊料是淡黃色的，具有韌性、流动性和良好的抗蝕性。用它所焊得的焊縫，其抗击和抗振的性能良好。

HCp-65焊料用来鈐焊帶鋸；而HCp-70焊料，則在必須不显著降低鈐焊处的导电率的情况下，用来鈐焊導綫。

制造厂通常都是供应板狀銀焊料，以后再將其切成所需尺寸的小条。以熔合法取得的焊料塊，可用輾压机輾制成厚度为1.5~2公厘（或者更薄——依鈐焊方法而定）的板狀焊料，然后切成小条。邊緣因受輾压而不均匀的焊料边条（較寬的），可在鈐焊需要多量焊料的大型零件（具有長焊縫）时利用。

施焊后剩下已不能用手持着使用的短焊料棒，須焊于另一焊料棒上或焊在黃銅絲上，以便將其用尽。

連接仅需少量焊料的小型薄零件时，适宜采用寬 0.5 ~ 3 公厘的焊料条。

特殊工作中間焊料

表 1 所示的那几种銀焊料，是在精密仪表制造業中鈐

焊复杂組件和零件时最常应用的。

但是应当指出，这些銀焊料近来已不能完全滿足生产的要求。結構复杂的組件要求采用阶段硬焊方法，这种阶段硬焊在应用气焊槍的条件下是不能仅用同一种焊料来进行的，因为預先經過钎焊的組件由于各焊縫的部位彼此鄰近而在加热时便要开焊。所以便提出了采用熔点为 500~600°C 的中間焊料的要求。在試驗室条件下，研究和获得了这种焊料，并在試驗中得到良好的結果。这便大大地減輕了組件的钎焊工作。这种新型焊料的成分是：

銀.....	30%	鋅.....	16.7%
銅.....	20%	鎳.....	33.3%

它的熔点为500~560°C。这种焊料因本身具有脆性，所以只能用来钎焊不受振动的制件。

以ПCp-45 焊料钎焊的長管，在焊后仔細敲修时于钎焊处的焊縫上产生了裂紋。为了不發生裂紋，曾研究一种如下成分的焊料：

銀.....	52%
銅.....	28%
鋅.....	20%

此焊料具有非常良好的流动性，用它所焊出的焊縫能抵抗数次振动負荷。焊后須于焊縫附近加以敲修的复杂钎焊，采用这种焊料是非常适宜的。

熔剂的配制

熔剂对金屬的钎焊有很大意义。熔剂能清除被焊表面的污垢，溶解或还原表面上的氧化膜，并保护金屬在钎焊时不受氧化。熔剂还有一种重要的功用——降低液体金屬（即熔融焊料）的表面張力。在熔剂作用下，焊料的流动性

和附着于金属的性能便有所增大，这就显著地改善钎焊质量。选择熔剂时，必须使所选择的熔剂对金属表面不起有害的化学作用，且不溶解于金属中。

在下列表 2 ① 中示出几种熔剂的重要物理性能。

表 2

几种熔剂的物理性能

性 能	硼 酐 B_2O_3	硼 砂 $Na_2B_2O_7 \cdot 10H_2O$	氟 化 锂 LiF	氟 化 钾 KF	氟 化 钠 NaF	氟 化 钙 CaF_2	氯化 锂 $LiCl$	氯化 钾 KCl	氯化 钙 $CaCl_2$	氯化 钠 $NaCl$
熔点(°C)	577	741	842	846	988	1375	606	763	775	800
沸点(°C)	—	—	1676	1505	1695	—	1382	1417	—	1450
生成热量 (大卡)	282	—	144.7	134	136	289	92	105.6	191	97.7
比 重	1.8	—	2.6	2.4	2.7	3.16	2.1	2.8	2.15	2.2

在使用气焊枪钎焊时，通常都采用经过煅烧的硼砂做为熔剂，该硼砂呈粉末状填于钎焊处。但该熔剂有着严重缺点：由于本身的熔点高而长时间保持粉末状态，所以易被气焊枪火焰从被连接的表面上吹掉，因此就必须对零件表面和钎焊处施以补充加工。

为使熔剂存留在被焊表面上，将硼砂用水煮沸，然后用刷子将所取得的溶液涂在接头上，并使其置干。于是在表面上便留有一层与金属层紧密贴附的白色硼砂，该硼砂层不让预先清理过的钎焊处受到氧化。

① 此表取自苏联机械工业出版社 1945 年出版的 Г. И. 鲍戈金·阿历克谢耶夫(Погодин-Алексеев)著“Теория сварочных процессов”(焊接过程理论)一书。

但是，在钎焊要求高精确度的細小零件时，焊工是不希望使用这种熔剂的，因为硼砂的高的熔点使钎焊工作变得复杂。例如，使用熔点低于硼砂的 ИСр-45 焊料进行钎焊时，有可能發生熔剂結渣的現象。

由于进行了多次試驗，現已研究出且已采用糊膏狀的熔剂，它是用水或酒精（用酒精較好）混合而成的，其成分如下：

硼砂.....	50%
硼酸.....	35%
氟化鉀.....	15%

配制熔剂的工艺程序如下：

1) 將氟化鉀盛于不銹鋼制的盤內，于250°C温度下进行脫水。脫水時間为4~5小时；

2) 按配方称出熔剂的各种成分，仔細地混合在一起，然后进行熔化。

3) 用瓷棒或鋼棒攪拌熔化的熔剂，然后將其倒于鋼平台上；

4) 將熔剂打碎成小塊，并于瓷球磨机內碾碎，直到成为粉狀为止；

5) 用 №0.25~0.14 篩子过篩，然后集盛于玻璃罐內，并盖上磨口的玻璃塞子或膠皮塞子，因为熔剂是有吸湿性的。

使用此熔剂能获得良好的結果。

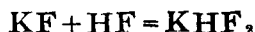
大約在加热到 600°C 时熔剂便开始熔化，于是便为焊料清理了钎焊处。焊料不沿整个表面流散，而仅留在預先敷上了熔剂层之处。熔剂越均匀和越准确地塗敷在被焊表面上，則越能节省焊料。

一些零件修銼端接接头时在填滿焊縫間隙的焊料內不應有任何空隙，对这些零件的钎焊，应采用一种特制的熔剂进行。这种熔剂是由等分的四氟硼酸鉀，氟化鉀和硼酸所組成的。

配制此种熔剂所必須的四氟硼酸鉀有两种配制方法。

方法 I 將氟化鉀裝于白金杯內，并用20%的氫氟酸溶液溶解。

此时进行下列反应：



根据反应式，按分子量来計算各該組成成分的必需数量。氟化鉀溶解之后，將所取得的溶液在砂浴中蒸發到形成氟酸鉀（ KHF_2 ）的晶体。使該晶体与溶液一起冷却。然后用布赫涅尔（Бухнер）漏斗使晶体与溶液分离，用酒精洗2~3次，并加以干燥。

此后，配制濃硼酸溶液。將配成的濃硼酸溶液盛于白金杯內，并在攪拌中往該溶液內加入預先取得的干氟酸鉀。

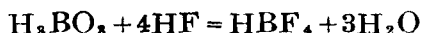
此时进行下列反应：



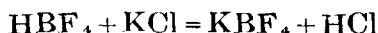
根据反应式，按分子量来計算各該組成成分的必需数量。將所取得的溶液在砂浴內蒸發到形成四氟硼酸鉀（ KBF_4 ）的沉淀物。使該沉淀物与溶液一起冷却。然后用布赫涅尔漏斗使沉淀物与溶液分离，用蒸餾水洗数次，并于100°C温度的干燥櫃內干燥45~60分鐘。

方法 II 在白金杯內，或在里面敷以石腊的玻璃杯內，用20%的氫氟酸溶液將硼酸溶解到获得饱和溶液。

此时进行下列反应：



飽和過程要在室溫中進行，為此須用冷水冷卻白金杯或玻璃杯。往所取得的氟硼酸溶液加入在加熱中飽和的KCl或KNO₃或K₂CO₃的溶液，一直加到四氟硼酸鉀的沉淀物停止析出為止。此時進行下列反應：



將四氟硼酸鉀的沉淀物用布嚇涅爾漏斗濾出，用水洗至洗液不再對氯離子發生反應（借助硝酸銀）為止，并于100°C的干燥櫃內干燥45~60分鐘。

所述之含有四氟硼酸鉀的熔劑有一本質上的缺點——它不附着于熱零件上。因此，在進行鉗焊前的準備工作時，必須使冷零件預先塗敷熔劑。

此熔劑的另一缺點是：它會從焊縫沿外部表面寬闊地流出，這便引起焊料的過多消耗。

當鉗焊要求清潔和焊縫完全焊透的重要組件時，還採用由下列成分組成的熔劑：

四氟硼酸鉀.....	70%
硼砂.....	30%

用此熔劑所得的結果不壞，並且配制簡單。

鉗焊前的準備

待連接的表面在鉗焊前必須清除污垢、油脂、氧化物、油漬以及機械加工時所使用的冷卻液。

以化學方法或機械方法從表面除掉污垢和氧化膜等。

化學方法——除油和酸浸，其後，零件必須很好地清洗和干燥。

機械方法——先用抹布（布頭）仔細地擦淨表面，然後

用180~240号的細砂布打光零件的钎焊处，亦可用銼打光。

通常都以机械方法进行清理。化学方法是用来处理那些具有复杂外形因而以机械方法不易清理的零件。

在組件的裝配和焊前准备工作当中，預先在被結合的表面上塗敷熔剂。

裝配好的零件必須相当牢固地固定，为此須采取如下措施：用弓形夾子压緊；用金屬絲固定；擰上螺絲或在被連接的零件上采用工艺螺紋孔；或者利用特种夾具來消除零件在钎焊过程加热时可能發生的位移。

与钎焊 关的表面，特別是钎焊用夾具的表面，在裝配时須敷以用白堊或石墨（或用二者的混合物）配制的塗膏，或敷以用水混合氧化鉄研磨粉而配制的塗膏，以避免焊料附着在表面上。

在正常的钎焊过程中，焊料被吸入邊緣間的小間隙中形成一薄层，借以實現連接。热源不直接作用于邊緣，而邊緣是借基本金屬的导热性逐漸被加热的。

夾具和卡胎的应用

有很多簡單而又便宜的夾具和卡胎，都能使钎焊工作大大地簡易化。

采取一切方法来减少热量消耗，这是非常重要的。钎焊不宜直接在金屬工作台和其他导热性強的工作台上进行。在使用上述工作台的情况下，通常在被焊零件的下面墊以石棉板。在被焊零件的周圍，宜安置用耐火磚或石棉板制成的圍屏。

用气体火焰钎焊时，火焰的温度虽然足够，但它究竟

还不是能使零件在短時間內即可达到所需加热 程度 那样高，因此，采用圍屏是必要的。圍屏裝置能显著縮短钎焊時間。

以适当方法經過加工（鉗制，插制）的耐火磚是最簡單的零件定位夾具。

有时制造用于細小零件的垫模，該垫模是用65%的炭粉和35%的耐火土（搗成細碎的）制成的。往混合物加入由50克稻米粉和250立方公分水配制的熱漿。將零件压入預先裝在石槽或磚槽內的垫模中，然后取出零件，將垫模放在爐內干燥，其后再把零件放在垫模上，于是即可进行钎焊。

采用預先压入法、螺樁安裝法或螺釘固定法以及其他固定方法，能大大减少零件及組件互相定位所必需的夾具数量。零件彼此配合时，經常利用弓形夾子將零件固定在必需的位置上，用钎焊方法在数处（在数点）上进行定位焊，然后卸下弓形夾子，并以一般的方法进行钎焊。

对钎焊零件結構的一般要求

钎焊接头——焊縫应符合一系列的要求。首先，焊縫必須是坚固的。钎焊处的机械強度具有很大意义。焊縫还必须是致密的——保証接头的气密性。

导电零件钎焊处的导电性不应降低。

为了获得高質量的接头，正确地選擇焊料是非常重要的。

選擇焊料时必须考虑到：

- 1) 被焊金屬的种类；
- 2) 以制件工作条件来决定的焊縫的必需強度和致密性；

3) 結構的要求;

4) 有釐焊接頭的零件，能否在低於焊料熔點的溫度下進行熱處理。

製造零件的方法和把各個組成部分連接成半成品的方，對於零件的結構形狀有重大影響。

以釐焊方法連接的零件的結構，應區別於用熔焊、鉚接等方法連接的類似零件的結構。

在設計釐焊接頭時，必須記住：焊縫強度決定於釐焊面積和被連接零件的互相配合（釐焊間隙），所以搭接焊縫比對接焊縫堅固得多。

採用對接釐焊法的情況最多。現在我們來引述幾個例子。對接釐焊方法用來連接細的銅導線的端頭（圖1），該導線在釐焊後為了絕緣須進行包封或塗一層清漆。待拉成較小直徑的導線亦可進行對接釐焊。

薄板與一個帶內螺紋的加強件，可用對接方法釐焊在一起（圖2）。



圖1 銅絲的對接釐焊

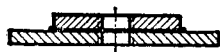


圖2 螺紋加強件在板材上的釐焊

不能用整塊金屬來製造的零件，或因某種原因不應用整塊金屬來製造的零件，亦採用對接方法進行釐焊，例如螺紋圓筒與另一零件孔的連接（圖3）。

管子及角材最常採用對焊法來連接（圖4）。在此種

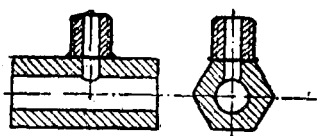


图3 螺紋圓筒的釐焊

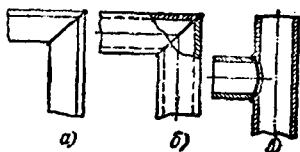


图4 角材和管子的釐焊:

a—角材的釐焊;

b及b—管子的釐焊

情形下的釐焊，对于非精确工件及粗制零件來說是一种簡單的連接方法。当釐焊精确接头时，常常要求采用特种夾具，或者焊后必須在釐焊处进行机械加工、清理及敲修。

支管1与管子2的釐焊（图5），以前是以图4, b所示的連接形式进行的。管子上的孔是按3級精度鏜制的。釐焊后，产生了大的歪扭，支管不同心；零件时常遭致報廢。曾研究出支管的另一种連接方法，如图5所示。管孔帶有焊后机械加工的余量。

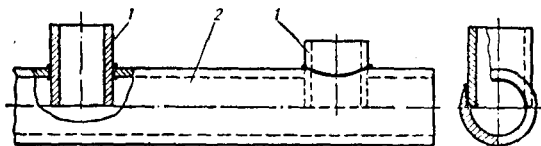


图5 帶工艺孔的管子与支管的釐焊:

1—支管；2—管子

將安裝支管用的基孔鏜至管子的二分之一处，如图所示。釐焊时，預先將支管按管子的中心綫安裝于正确的位置上。

焊料能流到接头的所有各处，在接头上未留有縫隙。

釐焊后，將管子內部的凸出的工艺端头銑到管子的內

壁，然后鍍至所需尺寸。这样的接头結構是正确的，可以适用于具有較高要求的管子与支管的钎焊。

在制造用金屬板弯成的圓管或圓环时，可采用对接焊法来形成焊縫。这种圓环通常用厚度大約为0.3~2公厘的黃銅板制成。

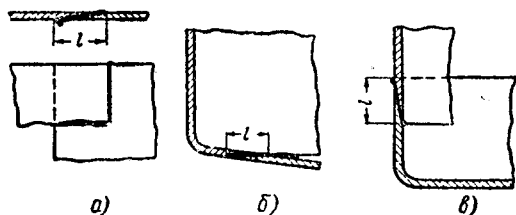


图 6 斜面搭接的焊縫钎焊

对焊方法还用来連接帶鋸的端头；为了避免燒透，帶鋸須部分地用熾热板加热。

图 6 示出斜面钎焊法。此种钎焊方法用来連接厚度在 1 公厘以上的板材（见图 6, a）。

大型銅容器（图 6, b 及 c）的钎焊，可按此种方法来完成。各种不同厚度的板材的斜面搭接長度 l ，按下表来确定：

板材厚度(公厘)	1~1.5	2~3	3.5~5	5~8	8.5~13
斜面搭接長度 (公厘)	10	15	20	25	30

在制造薄壁容器时，即在連接側壁与嵌入的底盖时，在很多的情况下都常采用搭接焊縫(图 7)。圓体壁厚要比底部及盖子的厚度大一些，以減輕制件在钎焊时的歪扭。