

钎焊指南

第 二 版

北京 9200 信箱 21 分箱

钎 焊 指 南

美国焊接协会、钎焊委员会编

关 中 原 译

北京 9200 信箱 21 分箱

目 录

第 一 章	钎焊方法、设备和工艺	1
第 二 章	基体金属的性能	16
第 三 章	钎料 (钎焊填充金属)	28
第 四 章	钎剂和保护气体	49
第 五 章	设计实践	68
第 六 章	接头的设计	70
第 七 章	钎焊前的清理和表面准备	85
第 八 章	装配	90
第 九 章	钎焊技术	94
第 十 章	钎焊后的工序	118
第 十 一 章	检验	120
第 十 二 章	铝和铝合金	131
第 十 三 章	镁和镁合金	145
第 十 四 章	铜和铜合金	154
第 十 五 章	低碳钢和低合金钢	168
第 十 六 章	工具钢	173
第 十 七 章	铸铁	180
第 十 八 章	不锈钢	187
第 十 九 章	镍基合金和含钴的合金	198
第 二 十 章	钛钴和钛基合金	208
第 二 十 一 章	钨钼钽和铌基合金	214
第 二 十 二 章	贵金属触点	228
第 二 十 三 章	硬质合金	233

第二十四章	陶瓷和石墨·····	238
第二十五章	蜂窝结构的钎焊·····	243
第二十六章	电子管和真空设备的钎焊·····	256
第二十七章	安全和保健·····	262
	附录·····	265

第一章 钎焊方法、设备和工艺

钎焊方法和设备

钎焊方法习惯上是根据热源或加热方法来命名。现今用于工业的钎焊方法有：

1. 火焰钎焊
2. 炉中钎焊
3. 感应钎焊
4. 电阻钎焊
5. 浸沾钎焊
6. 红外线钎焊

无论用那种方法，钎料的液相线都高于 800°F ，但低于基体金属的液相线，在毛细管吸力的作用下渗入接头。必须注意到本书中的钎料不再局限于有色金属的材料。

常用的钎料在第三章中讨论。各种基体金属的钎焊方法包括在各自基体金属的章节中。

火焰钎焊

顾名思义，火焰钎焊是利用气焊枪或火焰喷灯进行加热。根据所需要的温度和热量、燃料（乙炔、丙烷、城市煤气、天然气等）可以与空气，压缩空气或氧气混合燃烧。

钎料有环状、垫圈状、带状、块状以及粉末状等；可以放置在钎焊的零件上，或者在钎焊过程中，手持钎料（通常是丝或棒）送到钎焊的零件上去。在任何情况下，对零件进行适当地清理和涂钎剂是很重要的。

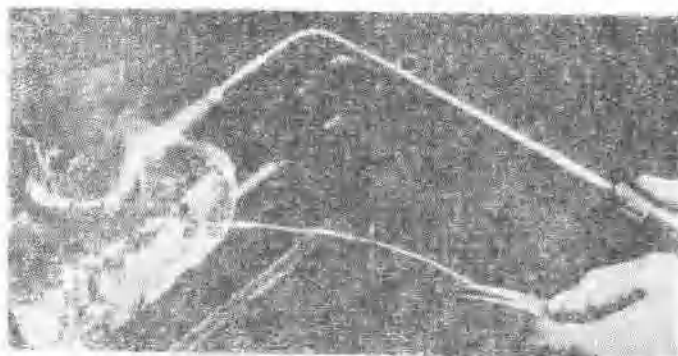


图 1.1 用多火焰焊嘴的焊枪手工钎焊

手工火焰钎焊，如图 1.1 所示，可采用单火焰焊嘴或多火焰焊嘴的焊枪。对于钎焊由不同质量或不同导热率的零件组成的组合件，用手工火焰钎焊方法特别合适。根据生产效率的要求，当需用单火焰焊嘴或多火焰焊嘴的一个或几个焊枪时，可以建立如图 1.2 所示那样的机械化操作。钎焊机可以设计成工件运动或者焊枪运动，或两者同时运动。对于利用城市煤气或天然气和空气混合燃烧的火焰，则要用耐火材料制成的焊枪（图 1.3）。

炉中钎焊

炉中钎焊（如图 1.4 所示）广泛地用来钎焊装配好的零件，钎料是预先放在接头处或接头附近。这种方法生产效率很高。预先放置的钎料可以是丝材、箔材、金属屑、金属块、粉末、膏状等形状。炉中钎焊常常要用钎剂；但是，如果向炉中专门通入保护气体能起到钎剂的作用时，则可不用钎剂。

大多数高生产效率的钎焊是在一种还原性气体（例如，氢和放热或吸热的可燃性气体）中进行。为了得到特殊的气体保

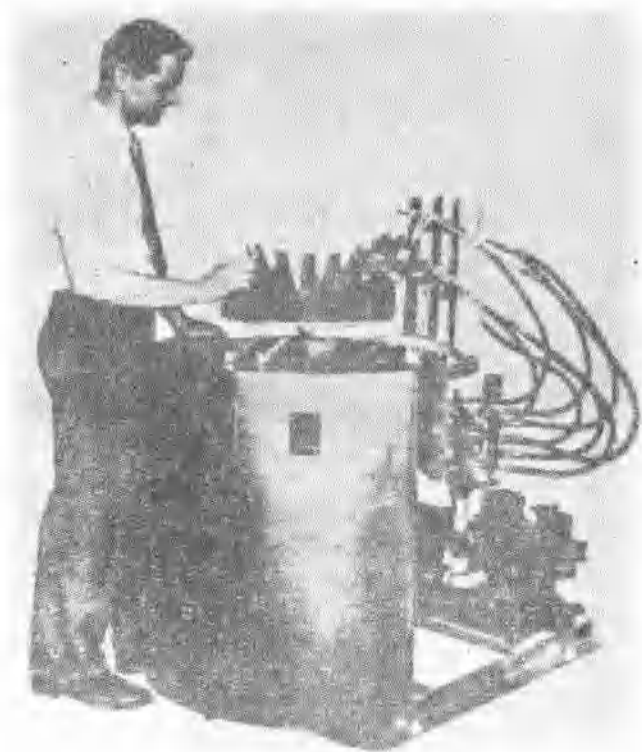


图 1.2 多火焰焊嘴的机械化钎焊

护性能，则使用纯净而干燥的惰性气体，如氩和氦。

大量的炉中钎焊是在真空中进行，既防止氧化，而且常常不用钎剂。真空钎焊在航空工业和核领域内已广泛应用，这里钎焊的零件是易起反应的金属，或不允许残留钎剂。如果用真空泵不断地抽气，保持真空，就可以去除在钎焊过程中放出的挥发性气体。有些基体金属和钎料在真空钎焊中因它们有低沸

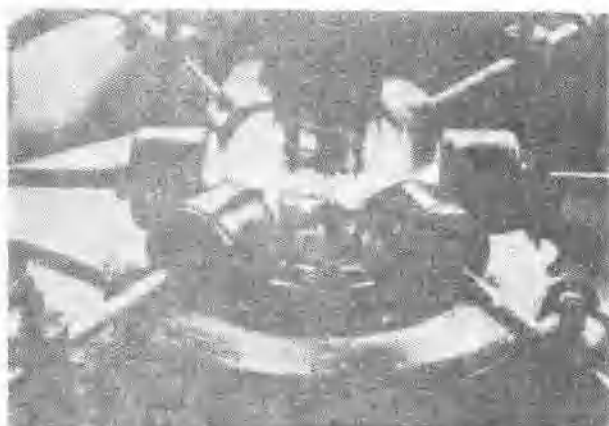


图 1.3 城市煤气、空气混合燃烧所用的耐火材料焊枪

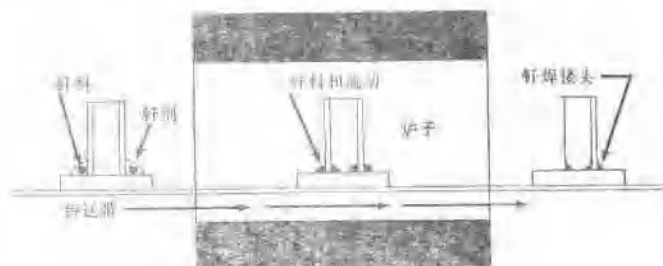


图 1.4 炉中钎焊工艺的示意图

点或高的蒸汽压的成份，而引起部分金属损耗。

常用的钎焊炉有箱式，传送带式，甑式和钟罩式四种。这些炉子经常由电阻元件、煤气或油来加热，并且应当有时间和温度的自动控制装置。由冷却室进行冷却，这个室位于热甑的上部或为整个炉子的一部分。另外一种冷却方法是通入保护气体。工件可以单个地，成批地装炉，或者放在一条连续的传送带

上。

感应钎焊

这种钎焊方法所需要的热量是由钎焊零件的感应所产生的电流而得到。因而，称为感应钎焊。感应钎焊时，将零件放在一个交流线圈内或其附近，如图 1.5 所示，但它不构成电路的一部分。

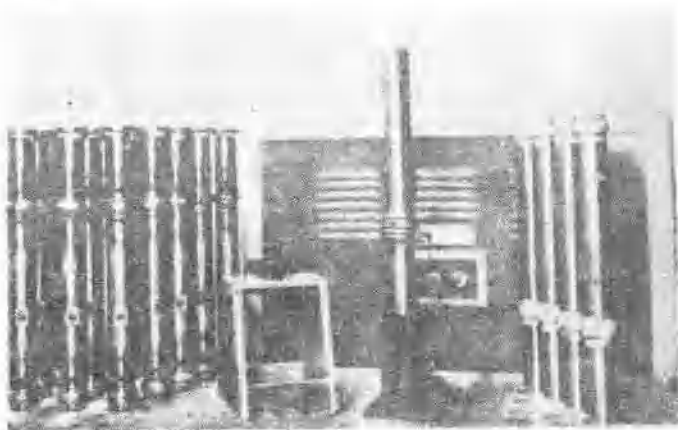


图 1.5 感应钎焊装置

通常是在钎焊前放上钎料。所以仔细地设计接头和线圈对保证接头所有部份的表面同时加热到钎焊温度是必要的。典型的线圈设计如图 1.6 所示。除非专门加入保护气体能完成钎剂作用时，通常都采用钎剂。

感应钎焊所使用的三种普通的高频电流的电源是：电动机-发电机组、火花间隙振荡器和真空管振荡器。

电阻钎焊

电阻钎焊所需要的热是电流经过电极和钎焊接头电阻而获



图 1.6 典型的感应钎焊线圈



图 1.7 用焊钳电阻钎焊

得的。构成接头的零件也是电路的一部分。

预先放置一种适当形状的钎料，或者手工送进钎料。加钎剂时，需注意钎剂的导电性（多数钎剂在干燥时是绝缘体）。除特地采用能起钎剂作用的气体时，通常都采用钎剂。

被钎焊的零件夹在两个电极之间，并加适当的压力和电流。压力保持到接头凝固为止。在一些情况下，如果用合适的垫板，以维持需要的压力，则两电极可以位于接头的同一边。

电阻钎焊设备由夹具或焊钳构成，它的钳柄末端与电极相连（图 1.7）。钳柄为带电的导体，用导线与变压器连接。为了防止过热，最好用水冷却焊钳。电阻钎焊也可以使用电阻焊机。

电极可以用碳、石墨、难熔金属或铜合金制成，根据要求的导电率而定。

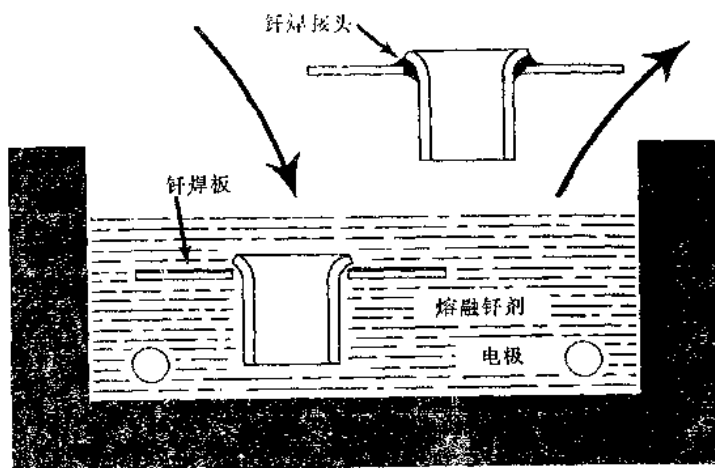


图 1.8 化学槽浸沾钎焊示意图

浸沾钎焊

浸沾钎焊有两种方法：化学槽浸沾钎焊和熔融金属槽浸沾钎焊。

化学槽浸沾钎焊时，预先放上适当形状的钎料，然后，将装配好的组合件沉浸入融溶的盐槽中如图 1.8 所示。盐槽保证钎焊必要的热量，并防止零件氧化；否则，应当采用适当的钎剂。

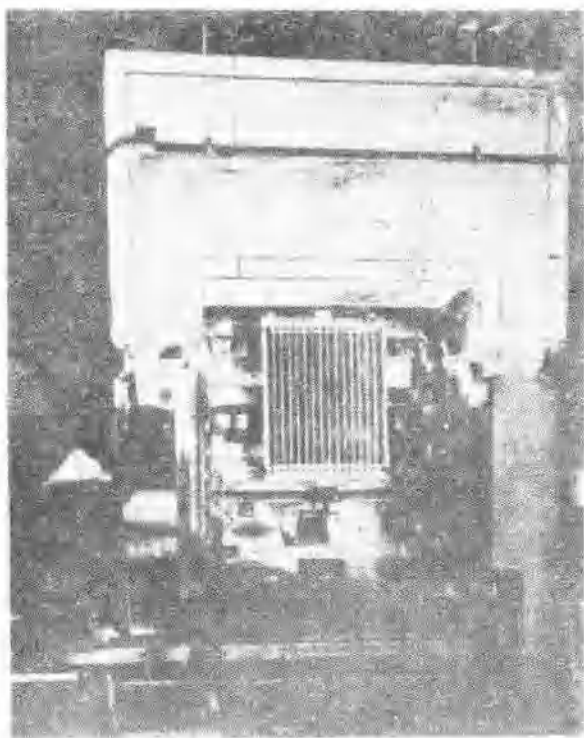


图 1.9 化学槽浸沾钎焊

盐槽为一金属容器或其他合适的坩埚。亦称盐浴炉（见图 1.9）。加热方法有：1）从外面加热坩埚壁；2）用装在盐槽中的电阻元件；3）通过盐槽身的 I^2R 的电阻热。

熔融金属槽浸沾钎焊，就是把零件浸没在适当坩埚里的熔融钎料中，如图 1.10 所示。如果需要，零件必须清洗和涂钎剂。在熔融钎料槽表面必须覆盖钎剂。

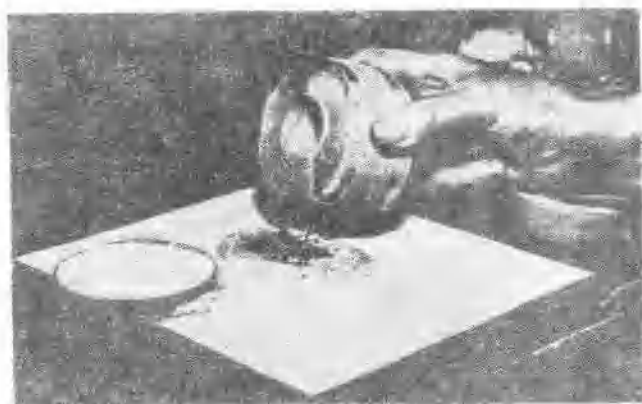


图 1.10 熔融金属槽浸沾钎焊

这种钎焊方法仅限于钎焊小型零件，例如导线或窄的金属带。当把钎焊的导线或零件由槽中取出直到钎料完全固化时为止，它们的端部必须牢固地夹紧在一起。

有时，把钎焊件密封在容器中，把容器抽成真空或者充以惰性气体。然后把容器沉没在槽里。

红外线钎焊

长期以来，红外线已当作热源使用，然而，随着高强度石英灯的发展，用它来钎焊蜂窝结构已经具有重要的工业意义。红外热是来自光谱中红射线以外的辐射热。每当有一个“不可见

光”热源时，就有一些可见的光线，红外线加热主要是靠不可见光的辐射。能释放出 5000 瓦辐射能的热源（石英灯）已能利用了。加热零件所受的辐射热量与零件到热源的距离的平方成反比，如果不采用集中反射器（Concentrating reflector），那么石英灯不能保持和所要加热部分的外形相符合。

钎焊的组合件要固定在一个位置上，以便使光能可以辐射到零件上。组合件和石英灯装在可以抽成真空或充满惰性气体的钟罩或甑内。然后把组合件加热到预定的温度，温度用热电偶测量。一种试验装置如图 1.11 所示。

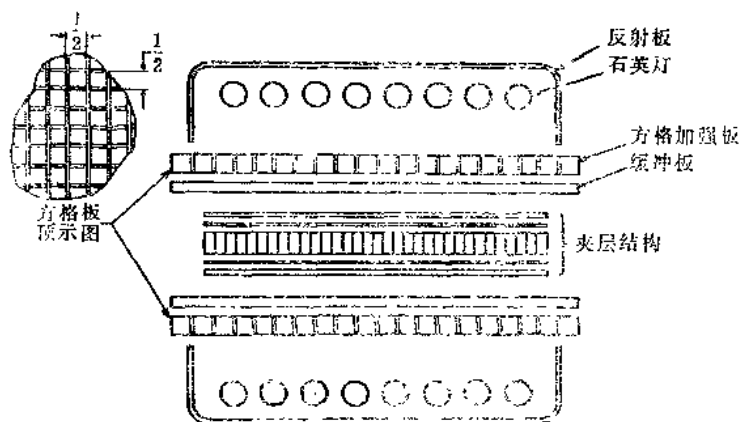


图 1.11 为红外线钎焊蜂窝壁板的示意图

电热毡钎焊是另外一种钎焊蜂窝结构的方法。电热毡用电阻加热，大部分的热量靠传导和辐射两种方式传递给工件，后者对传递热量起主要作用。

钎焊工艺

记录钎焊工艺的一种格式如表 1.1 所列。

表 1.1 建议使用的钎焊工艺卡片

钎焊工序 No: _____

接头: _____

(画出草图, 标明零件的形状和厚度; 钎焊接头的间隙和钎料的放置位置; 零件装配, 包括工夹具)

基体金属: _____

(注明牌号或其他代号)

钎焊前的清理: _____

(注明清理用具: 钢丝刷, 金刚砂布或清洗剂的名称或成份。注明清理工艺, 包括: 时间、温度、清洗液等。如果采用表面处理, 则应注明表面处理过程)

钎料: _____

(注明牌号或其他代号以及尺寸和形状)

钎剂或保护气体: _____

(注明美国焊接协会的型号或其他代号及使用部位和方法)

钎焊过程: _____

(注明钎焊方法和规程, 钎焊温度, 预热温度 (如果需要); 火焰钎焊时, 注明焊嘴的尺寸和燃气; 电阻钎焊时的电流和压力; 感应钎焊时的频率和感应线圈的类型和数量等)

钎焊后的清理: _____

(注明清理用具和清洗方法)

钎焊后热处理: _____

(除与钎焊规范一致的热处理方法外, 注明加热速度、温度和冷却速度等)

检验要求: _____

(注明试验要求; 检验取样频率, 试验种类和规范, 例如, 压力试验的压力, 射线照像检验允许的缺陷及钎缝的尺寸等)

备注*: _____

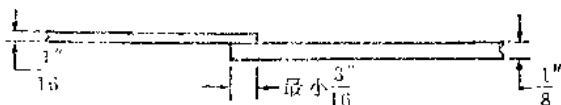
(注明特别需要注意的事项, 工艺和其他与钎焊有关的不包括在卡片中的情况)

* 这项内容记在卡片的背面

表 1.2 填好的工艺卡片(供示范用)

钎焊工序 №: A

接头: 102



基体金属: 上面-脱氧铜; 下面-1020 铜

(注明牌号和其他代号)

钎焊前的清理: 浸入除油液“A”中 19 分钟, 干燥, 用 000 号金刚砂布彻底打磨掉氧化皮。

(注明清理用具: 钢丝刷, 金刚砂布或清洗剂的名称或成份。注明清理工艺, 包括时间、温度、清洗液等, 如采用镀复, 则应注明镀复过程)

钎料: BAg-1

(注明牌号或其他代号以及尺寸和形状)

钎剂或保护气体: 美国焊接协会 3 A 号钎剂

(注明美国焊接协会的牌号或其他代号及使用部位和方法)

钎焊过程: 氧乙炔火焰钎焊, 不预热, 4 号焊嘴 氧气压力为 4 磅/英寸²; 乙炔压力为 4 磅/英寸²(注明焊嘴的种类)。火焰集中在铜零件上, 需要完全焊透。

(注明钎焊方法和规范; 钎焊温度, 预热温度 (如果需要); 火焰钎焊时, 焊嘴的尺寸和燃气; 电阻钎焊时的电流和压力; 感应钎焊时的频率和感应线圈的类型和数量等)

钎焊后的清理: 钎焊接头冷却到 900°F, 然后浸入冷水中。用刷子刷去钎缝上任何残余钎剂。全部清除钎剂很重要。
(注明清理和清洗方法)

钎焊后热处理: 否
(除与钎焊规范一致的热处理方法外; 注明加热速度、温度和冷却速度等)

检验要求: 目视检查每一条焊缝, 查明每一面上是否完全焊透, 形成圆根。从 100 个接头中选出一个接头进行破坏试验。拉力不小于 2800 磅/英寸², 接头应在铜上破坏。

(注明试验要求: 取样频率, 试验种类和规范, 例如, 压力试验的压力, 射线照像检查允许存在的缺陷、圆根的尺寸等备注:*)

(注明特别需要注明的事项, 工艺和其他与钎焊有关的不包括在卡片内的情况) 无

* 这项内容记在卡片的背面。

钎焊工艺卡片的作用是规定工艺过程中所有参数的条件和范围, 使钎焊好的成品规格一致并完全符合设计要求。钎焊工艺卡片对于生产部门更好地理解 and 实现设计者的意图很有用。工艺卡片亦可以用于检验的目的, 确定哪些规定应当在生产中执行。例如检验员借助工艺卡片可以断定采用了哪一种钎料、哪一种基体金属并核实在生产过程中是否采用了它们。在工作结束后, 将工艺卡片存档, 供以后进行相同工作时再用。表 1.1 中所有项目不是每一项工作都需要的, 在进行某些工作时, 那些不需要填写的就空着。需要的各项应尽可能详细填写, 以保证达到预期的效果。下面对表 1.1 中各项加以讨论。它可以作为正确和完善地填写卡片的指南。

草图: 草图应当表示出接头的详细几何形状和尺寸, 在需