

新焊 手冊

美国焊接学会编

国防工业出版社 出版

钎 焊 手 册

(修订第三版)

美国焊接学会钎焊委员会 编著

曹雄夫等 译

粟 滋 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书共包括二十九章,系统地讲述了钎焊的方法、设备和工艺,钎焊材料,各种金属和非金属材料不同组合的钎焊,蜂窝结构、锅炉和压力容器以及导管和管道的钎焊技术。

书后设有附录,为读者提供了一些有用的资料。

本书着重于工程应用,内容较详细具体。适合于航空和空间工业、原子能工业、冶金、石油、化工、制冷、机车车辆、汽车工业中的容器、导管、热交换器、电器及电子器件、刀具、轻工业自行车及家庭用具等各行业从事钎焊工作的技术人员和工人阅读参考。也可供学校焊接专业师生使用。

Brazing Manual (Third Edition, Revised)
American Welding Society Committee on Brazing
and Soldering
American Welding Society, 1976

*

钎 焊 手 册

(修订第三版)

美国焊接学会钎焊委员会 编著

曹雄夫等 译

粟 滋 校

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张13¹/₄ 338千字

1982年2月第一版 1982年2月第一次印刷 印数:0,001—7,800册

统一书号:15034·2284 定价:1.65元

译 序

钎焊虽是一门古老的技艺，但随着现代科技与生产的迅速发展，宇航、原子能等尖端工业的兴起，新材料和新工艺的不断涌现，对钎焊技术提出了越来越高的要求。与此同时，钎焊技术也得到了日新月异的发展，并在国民经济各部门取得日益广泛的应用。

钎焊与熔焊相比具有下列优点：

1. 可以根据不同的钎料自由选择钎焊温度，适应性强。由于钎焊温度比母材（基体金属）的熔点低，所以施工性能良好，并且母材材质的变化和结构的变形都比较小。

2. 有可能进行精密连接，例如由耐热合金薄板制成的宇宙飞船壳体或喷气发动机构件的连接均适于钎焊，从而可以获得高精度的制品。

3. 有可能进行异种材料的连接，大多数的异种金属、金属和陶瓷、金属和石墨之间都可进行连接。此外，对于厚工件和薄工件以及接头形状相差很大的构件也均适用。

4. 能成批生产，工艺过程容易实现机械化和自动化。

本书是由美国焊接学会钎焊委员会组织许多科研单位和制造厂集体编写的。从1955年第一版发表以来，每版都作了很多的修改和补充。全书以硬钎焊（brazing）工艺和工业应用为主，阐述了常见的各种金属和非金属的钎焊技术，内容与所收集的资料均比较丰富，是一本较好的参考书，可供从事钎焊工作的工程技术人员参考。

为了便于选用和对照我国生产的钎料、钎剂等钎焊材料的牌号、成分、性能和应用范围，附录中增补了我国一机部1972年出

版的“焊接材料”产品样本和制造厂部分资料。

参加本书翻译的有蒋雪雅（十一、十二、二十九章），吴仲尧（十三～十七章），何康生（十八章），王作益（十九～二十一章），陈惠慈（二十二、二十三章），李恩明（二十四章），曹素琴（二十五、二十六章），曹雄夫（其余各章）等同志。全书译文经粟滋同志校对。

引 言

钎焊是一项古老的技艺，但是这项技艺的内容和含义正不断地被金属材料及其性能的有增无已的技术资料充实着，到今天人们必须把钎焊既看成是一项技艺，又珍视为一门科学。这本第三版“钎焊手册”包括钎焊的基本概念，还补充了自本书第一版发表以来所取得的许多新进展。

美国焊接学会给钎焊所下的定义是：“钎焊是把材料加热到适当的温度，同时应用钎料而使材料产生结合的一组焊接方法；所用钎料的液相线高于 450°C ，但低于基体金属的固相线温度。钎料依靠毛细吸引作用流布于接头的紧密配合面之间”。

因此钎焊必须同时符合下列三条准则：

1. 钎接零件时，基体金属不得熔化。
2. 钎料的液相线温度必须高于 450°C 。
3. 钎料必须能润湿基体金属表面，并依靠毛细吸引作用被吸入或被保持在接头中。

采用本手册介绍的任一钎焊方法时，为了获得优质的接头，必须把零件做适当清洗，必须在加热过程中用钎剂或保护气体加以保护，以防过度氧化。零件接头设计必须考虑在妥当装配后对钎料具有一定的毛细作用；还须选择一种合适的加热方法，以便能保证适当的钎焊温度和热量分布。

然而，对任何一门正在不断完善中的学科，不能期望它是完美无缺的，任何学科也不可能具有使专业人员样样满意的全面性。因而，在特殊的应用场合下，常常要靠反复试验和不断摸索来弥补现有资料的不足。然而，我们希望，由于有本手册作指导，将使反复试验的次数减少。

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	15
第三章	钎料	26
第四章	钎剂和保护气体	68
第五章	制图室的实践	88
第六章	接头设计	94
第七章	钎焊前的清洗和表面处理	133
第八章	装配和夹具	138
第九章	钎焊技术	144
第十章	钎焊后的处理工序	179
第十一章	检验	181
第十二章	铝和铝合金	194
第十三章	镁和镁合金	209
第十四章	铜和铜合金	222
第十五章	低碳钢和低合金钢	247
第十六章	工具钢	252
第十七章	铸铁	259
第十八章	不锈钢	265
第十九章	镍基合金和含钴合金	275
第二十章	钛、锆和铍基合金	285
第二十一章	钨、钼、钽和铌基合金	296
第二十二章	贵金属触点	310
第二十三章	碳化物硬质合金	314
第二十四章	陶瓷和石墨	322

第二十五章	蜂窝结构的钎焊	330
第二十六章	电子管和真空器件的钎焊	342
第二十七章	ASME锅炉和压力容器法规中有关钎焊的规 定事项	352
第二十八章	大管道和小管道	357
第二十九章	安全和健康保护	368
附录	可钎焊的金属和合金的性能	375

第一章 钎焊方法、设备和工艺

钎焊方法和设备

钎焊方法通常按热源或加热方法来称呼。目前具有工业应用价值的钎焊方法有：

(1) 火焰钎焊，(2) 炉中钎焊，(3) 感应钎焊，(4) 电阻钎焊，(5) 浸渍钎焊和 (6) 红外线钎焊。无论用哪一种方法，钎料的熔点都高于 450°C ●，低于基体金属的液相线，并借助于毛细吸引作用而流布在接头中。第三章将讨论常用于各种基体金属的钎料和钎焊方法。

火焰钎焊

顾名思义，火焰钎焊是用一个或多个气体火焰加热而完成钎焊的。根据所需要的温度和热量，可把可燃气体（乙炔、丙烷、城市煤气等）与空气、压缩空气或氧气混合进行燃烧。

钎料可以以环状、垫片状、带状、条状和粉末状等形式预先安置，也可以手工送料，即手持丝状或棒状形式的钎料进行给送。在任何情况下，都要做适当的清洗和添加钎剂。

手工火焰钎焊的焊炬可以装上一个单孔或多孔的焊嘴（图 1-1）。手工火焰钎焊特别适用于截面质量不等的组件。在生产率高、要求使用装有单孔或多孔焊嘴的单焊炬或多焊炬的情况下，宜建立机械化火焰钎焊（图 1-2）。这种钎焊焊机可以设计成工件运

● 由于向国际单位制 (SI) 过渡，美国焊接学会 (AWS) 所属的定义、符号和公制委员会已重新规定：区分钎焊和锡焊之间的界线为 450°C 。

动或者焊枪运动，或两者同时运动。对于预先混合好的城市煤气-空气火焰，可采用难熔型的焊嘴（图 1-3）。



图1-1 手工火焰钎焊

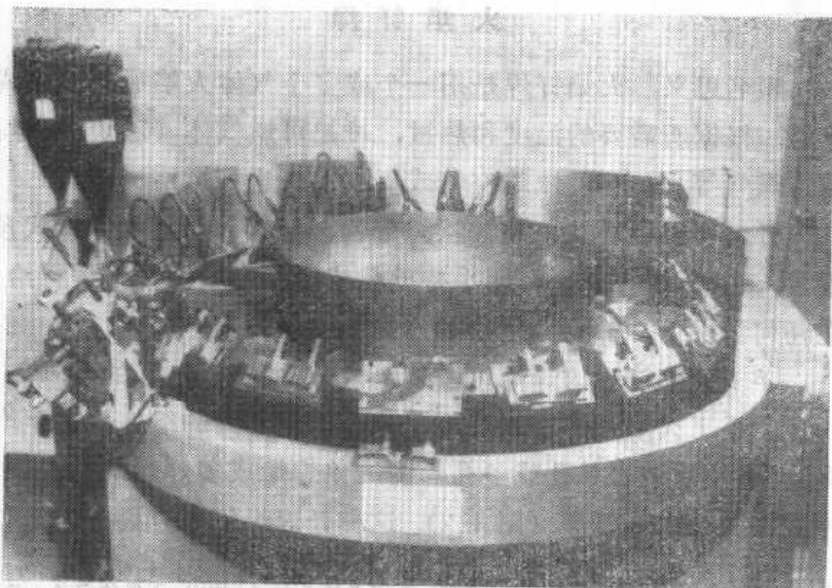


图1-2 机械化多嘴钎焊

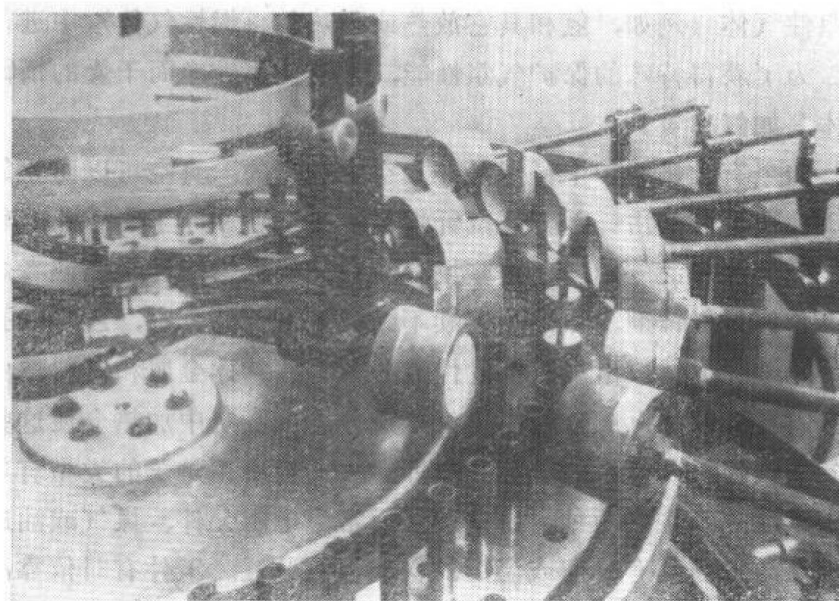


图1-3 使用城市煤气-空气混合气体的难熔型焊嘴

炉 中 钎 焊

如图 1-4 所示，炉中钎焊广泛用于钎焊已装配好的零件，这时钎料预先放置在接头附近或放入接头内。这种方法生产率高。预先放置的钎料可以是丝、箔、锉屑、棒、粉末、膏和带等形式。炉中钎焊要使用钎剂，但是，如果向炉中专门通入能起到钎剂作用

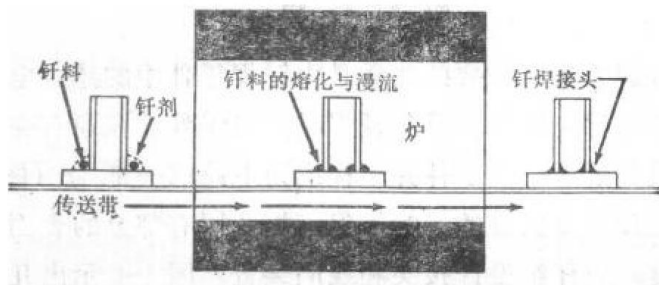


图1-4 炉中钎焊工作示意图

的保护气体时，则可不用钎剂。大多数高生产效率的钎焊都是在还原性气体（例如，氢和其它放热或吸热的可燃性气体）中进行的。为了获得特殊的保护气氛性能，常常使用纯净而干燥的惰性气体，如氩和氦。

如今有大量的炉中钎焊是在真空中进行的，真空可以防止氧化，往往不需使用钎剂。真空钎焊在航空工业和原子能工业的领域中已得到广泛应用，在这些场合，往往要钎焊活性金属或者焊后不允许残留钎剂。如果用连续不断抽气来保持真空，还可以去除钎焊过程中释放出来的挥发性成分。有些基体金属和钎料，由于它们具有低沸点成分或高蒸气压成分，在真空中加热会使这些成分损失掉，因而不能进行真空钎焊。一般所用炉子的类型有单批生产或连续生产两种。这些炉子通常由电阻元件、煤气或油进行加热，应当具有时间或温度的自动控制装置。工件有时依靠冷却室进行冷却，冷却室有些位于加热室的上方，有些作为整个炉子的一部分。冷却的另一种方式是强迫通入保护气体。工件可以单个地、成批地或放在连续传送带上装入炉中。

真空是一种能精确控制钎焊气氛的比较经济的方法。真空能使工件表面达到所需要的清洁度，从而使钎料不用钎剂就有良好的润湿性和流动性。含铬和硅的基体金属甚易进行真空钎焊，如不采用真空钎焊，则需要使用一种很纯的低露点的保护气体才能进行钎焊。

感 应 钎 焊

这种钎焊方法所需要的热量是由钎焊零件中的感应电流获得的，因此称为感应钎焊。感应钎焊时，将工件放在通有交流电的感应圈内或其附近，但工件并不构成电路的一部分（图 1-5）。钎料通常是预先安放好的。为了保证接头所有部分的表面同时达到钎焊温度，应仔细设计接头和线圈装置。图 1-6 示出几种典型的感应线圈结构。除非专门通入与钎剂起同样作用的保护气体，

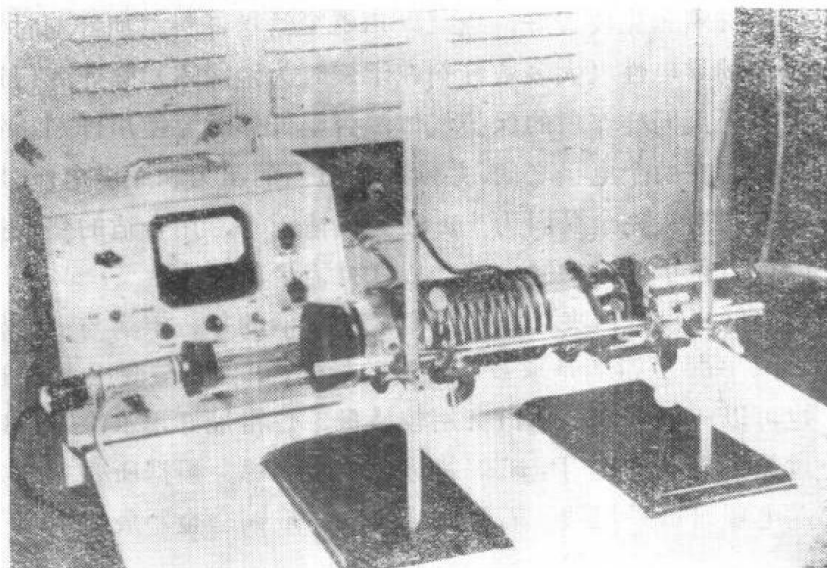


图1-5 感应钎焊装置

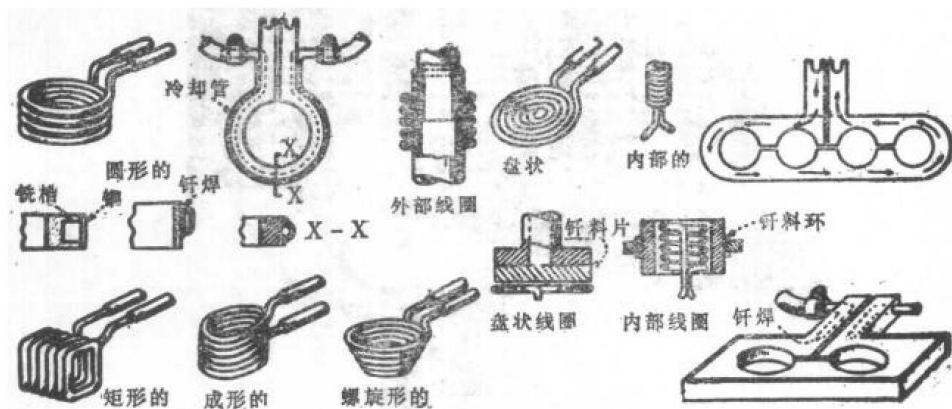


图1-6 典型的感应钎焊线圈和板

否则钎焊时要使用钎剂。感应钎焊所用的三种普通高频电源是：电动机-发电机组，火花间隙谐振器和真空管振荡器。

电阻钎焊

电阻钎焊所需要的热量是由流经电极和钎焊接头的电流产生电阻热而获得的。零件的接头构成电路的一部分。可以把某种适

当形式的钎料预先安置好，也可以用手工给送钎料。加钎剂时需注意钎剂的导电性（大多数钎剂在干燥时为绝缘体）。除非专门通入能起到钎剂同样作用的保护气体，否则钎焊时要使用钎剂。钎焊零件夹持在两个电极之间，并须施加适当的压力和通以电流。压力应保持到接头完全凝固为止。在有些情况下，用合适的垫板把两个电极定位于接头的同一侧，以保持需要的压力。

电阻钎焊设备由夹具或焊钳组成，钳柄的每一末端与一电极相连（图 1-7）。钳柄是承载带电流的导体，用导线与变压器相连接。也可以应用直流电，但费用较昂贵。焊钳最好用水冷却，以防止过热。人们也使用电阻焊机进行电阻钎焊。根据所要求的导电率，电极可以采用碳、石墨、难熔金属或铜合金制成。

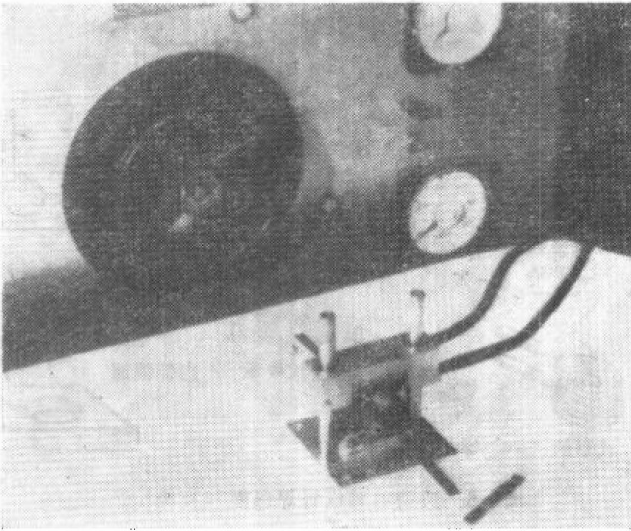


图1-7 用焊钳的电阻钎焊

浸渍钎焊

浸渍钎焊的方法有两种：化学槽浸渍钎焊和熔融金属槽浸渍钎焊（图 1-8、1-9、1-10）。

在化学槽浸渍钎焊时，预先安放好适当形状的钎料，然后将

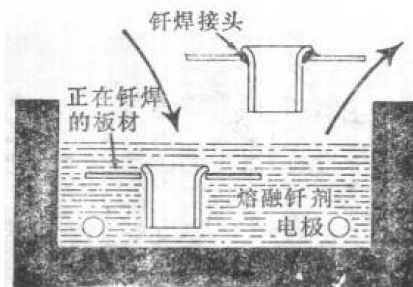


图1-8 化学槽浸渍钎焊示意图



图1-9 化学槽浸渍钎焊

组件浸入熔盐槽中。盐槽供给钎焊所需的热量，通常还能保护工件免受氧化；盐槽如不起保护作用，则需使用适当的钎剂。盐槽为一金属制容器或其它合适的坩埚，亦称盐浴炉(图1-9)，加热方法有：(1)从坩埚壁外面进行加热，(2)用装在盐槽中的电阻元件加热，(3)通过盐池本身 I^2R 电阻热进行加热。

在熔融金属槽浸渍钎焊时，将零件浸入装有熔融钎料的适当的坩埚中(图1-10)。如有必要，零件应先清洗和涂钎剂。在熔

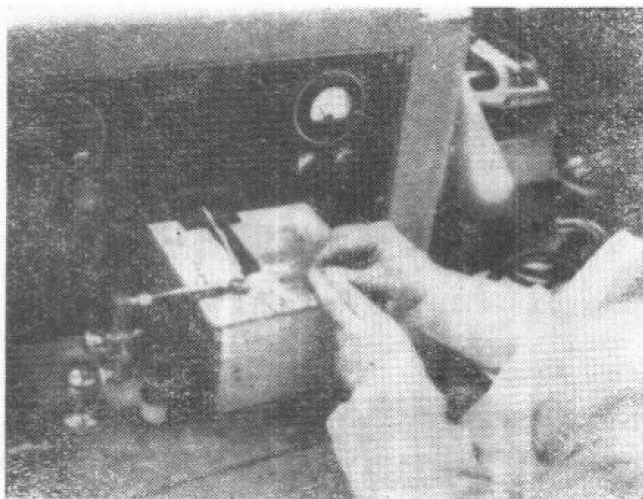


图1-10 熔融金属槽浸渍钎焊

融钎料槽表面上应保持一层钎剂。这种钎焊方法主要限于钎焊小型零件，例如导线或狭窄的金属带。当把钎焊的导线或零件由槽中取出时，工件的端部必须牢固地夹紧在一起，直到钎料完全凝固为止。

红外线钎焊

红外线当作热源使用为时已久，然而，只是随着大功率石英灯的发展，它的应用才具有实用价值。红外线热量是光谱中波长大于红色光线波长的光线产生的辐射热。虽然每一种“黑体”都有某种可见光，但主要的加热作用是由不可见光辐射产生的。能释放出 5000 瓦辐射能的热源（石英灯）在市场上已可买到。如不采用反射器使热量集中，热量输入的大小与离热源距离的平方成反比。即使如此，也不一定需要按照被加热零件的外形来制造石英灯。

钎焊的组件要固定在能使光辐射到零件上去的适当位置上。在某些应用中，只有组件本身是封闭的。但是，也有某些情况需要把组件和石英灯装在可以抽成真空或充入惰性气体的钟罩或容

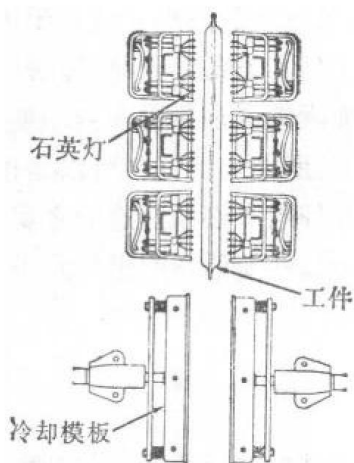
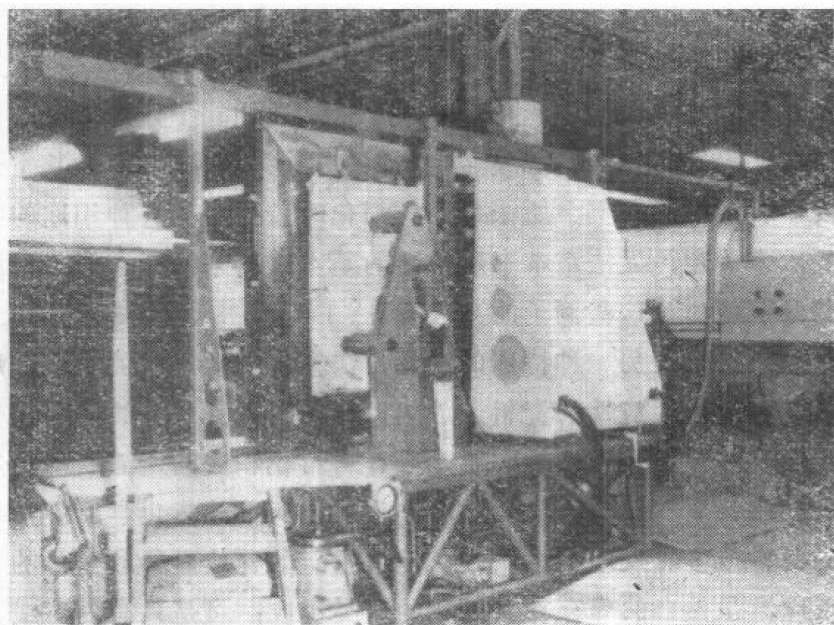


图1-11 石英灯钎焊装置

器内。然后把组件加热到预定温度，温度用热电偶测量。图 1-11 示出一种试验装置。

电热毡钎焊是红外线钎焊的另一种形式。电热毡用电阻加热，传给工件的大部分的热量是靠传导和辐射两种方式，而辐射起主要的热传递作用。