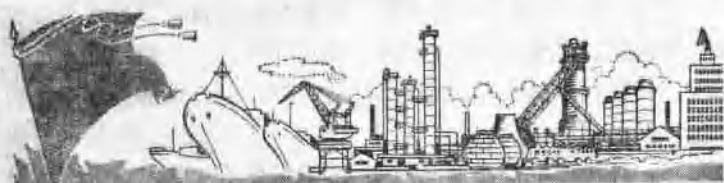


气体熔剂黄铜堆焊

江南造船厂



工业技术资料

第121号

上海人民出版社

气体熔剂黄铜堆焊

随着造船工业的发展，黄铜的消耗量越来越大。为了节约有色金属，几年来，我厂轮机车间职工遵循毛主席关于“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成”的教导，学习了兄弟厂的经验，对气体熔剂堆焊黄铜的工艺进行了反复的摸索和试验，取得了一些初步的成绩。

黄铜焊接的方法很多。但到目前为止，世界各国使用较广的是用氧-乙炔火焰加热，并加硼酸和硼砂等作为熔剂而进行焊接。这种方法比较成熟，但存在着下列缺点：

1. 在施焊过程中，硼砂等熔剂是边焊边加的，所以辅助时间多。

2. 硼砂等熔剂被焊炬吹掉一部分，同时由于熔剂加得不均匀，使熔池得不到很好的保护，影响焊缝质量。而且熔剂易受潮，如不及时烘干，焊接时易生气孔。

3. 在钢制件上堆焊或合金钢钎焊时，容易因渗铜而产生裂缝。

4. 焊缝或堆焊金属晶粒粗大，机械性能变坏。同时因焊缝冷却过程中，熔渣和焊缝金属结合很牢，致使焊缝的抗腐蚀性能降低。

5. 操作时，熔池中熔渣和金属不易分清，焊工掌握困难，技术要求较高。

为了克服上述缺点，近年来各国研究多种熔剂和熔剂输入

熔池的不同方法,例如:粉末熔剂,它是由气体将粉末状的熔剂均匀地送入熔池;自熔剂,它利用在焊丝中加入一定量硼的成分,在熔化过程中焊丝中自身就起熔剂作用;气体熔剂,将熔剂挥发成气体再均匀地送入熔池。

气体熔剂堆焊黄铜是近十多年来得到发展的一种新工艺。几年来,我们通过试验和生产使用,认为利用气体熔剂堆焊黄铜具有下列优点:

1. 熔剂可均匀地送入焊接熔池,不需要再加熔剂而可以连续焊接,提高生产效率 25%。同时也提高了焊接过程的稳定性,保证获得较致密的焊缝。

2. 因锌蒸发而产生气孔的原因得到清除,既保证了质量,又改善了劳动条件。

3. 减少了钢基上因渗铜而产生裂缝的危险,细化了晶粒。

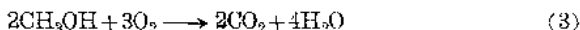
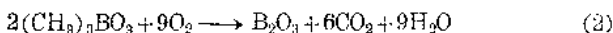
4. 提高了产品的气密性、水密性,提高了接头的机械性能。

5. 焊接过程中熔池表面清晰,操作容易,焊缝成型美观。

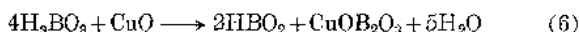
6. 容易实现机械化和自动化。

一、气体熔剂黄铜堆焊的原理及设备

用作气体熔剂堆焊的气体熔剂,是容易挥发的硼酸三甲酯溶液,其沸程为 $67\sim 69^{\circ}\text{C}$ 。它遇水就分解为硼酸和甲醇。甲醇的沸程是 $64\sim 66^{\circ}\text{C}$ 具有毒性。用于气体熔剂焊的熔剂(硼酸三甲酯)是在甲醇[分子式为 CH_3OH]中加入 $70\sim 75\%$ 的硼酸甲酯[分子式为 $(\text{CH}_3)_3\text{BO}_3$] ,二者混合一起形成共沸物,其沸点为 54°C 。液体的沸点越低,挥发性越大,蒸汽压力越高。经过干燥处理后的乙炔通过盛有饱和的这种混合物(气态)的容器时,便携带该蒸气进入到焊枪内,它与氧气燃烧后发生下列多种反应。



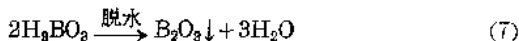
(1)式中生成的硼酸经过部分脱水后生成硼酐和金属的氧化物起作用,见(4)、(5)式,同时硼酸本身也会与金属的氧化物起反应(6)。



CuOB_2O_3 和 ZnOB_2O_3 等金属络合物都以薄膜形式浮在熔池表面,有效地防止了锌的蒸发,并保护液体金属不再受氧化,而且能很好地被液体黄铜所浸润。

熔剂内的甲醇在焊枪内完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O 。

硼酸甲酯遇水会水解产生硼酐,硼酐遇火焰内产生的水蒸汽潮解为硼酸,硼酸脱水后又形成硼酐沉淀,见(7)式。它凝结在基体和焊料金属上,建立它们的有效气体保护。



为了防止硼酸甲酯的水解,故在用乙炔发生器直接供给乙炔时,需在管路内接入一干燥装置,尽可能地防止乙炔将水分带入熔剂发生器。

我厂使用的气体熔剂气焊设备由熔剂发生器、防止倒流装置、干燥器和普通焊枪等组成。

熔剂发生器

熔剂发生器是使气体熔剂、硼酸三甲酯饱和可燃气体和乙炔气均匀混合后输送到焊枪的设备。我们使用的熔剂发生器结构比较简单,使用和制造都比较方便。

熔剂发生器的结构简图见图1中左图。

熔剂发生器一般容量为 3000 毫升。熔剂一般保持在 1000~1500 毫升左右即可。筒盖用螺钉固定，便于维修。筒体和进出管道均用不锈钢制成，这可减少因硼酸甲酯常发生水解产生硼酐而堵塞孔道的可能。用一般碳钢也可，但效果较差。经过干燥后的乙炔，由进气管 5 经过阀门 4（关闭阀门 7）进入熔剂筒 1 与气体熔剂混合，再由出气管 6 进入焊枪。

防止倒流装置

防止倒流装置结构简图见图 1 的中图。

防止倒流装置的材料同熔剂发生器，容积为 1500 毫升左右，安置高度略高于熔剂发生器。

乙炔经过防止倒流装置的大致情况如下：

当关闭阀门 7，打开阀门 8，乙炔气体即经过防止倒流装置进入熔剂发生器；当关闭阀门 8 和 4，打开阀门 7 时，不带气体熔剂的乙炔气即直接可进入焊枪。所以该装置可起如下二个作用：

1. 当不需要使用气体熔剂时，比如加热、气割时，只要完全关闭阀门 8 和阀门 4，打开阀门 7 即可。
2. 当熔剂挥发量过大时，可稍打开阀门 7，同时略关小阀门 8 来进行调节，直到达到满意为止。

气体熔剂挥发量与温度的关系

气体熔剂挥发量与温度的关系，经过试验，可用图 2 所示的曲线近似地表示。试验表明，温度在 38℃ 以下时，随着温度的上升，熔剂的挥发量增长不大，此时，当温度在 $\pm 3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 变化时，不用改变熔剂流量，仍能得到优质的焊缝。

生产中，用大号焊炬头进行堆焊时，熔化 1 千克黄铜丝，硼酸三甲酯的消耗量约为 40 克。小号焊炬头钎焊时，熔化 1 千克黄铜丝，硼酸三甲酯消耗量为 25 克。

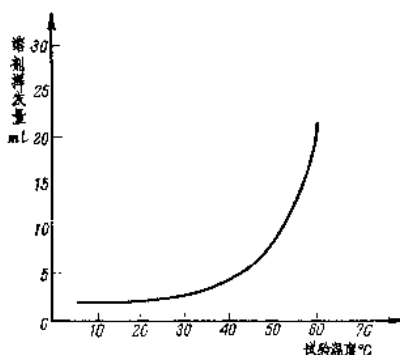


图2 温度与溶剂挥发量的关系

干燥器

干燥器为一吸收乙炔气体中水分的装置，以防止硼酸甲酯水解。其结构简图见图1的右图。

为了有效地吸收水分，筒体可制作得稍大些，筒内底层放置部分玻璃丝，余下部分由硅胶填满。

整套设备可以排列在同一架上。其示意图见图1。

二、焊 接 工 艺

在钢制件上堆焊时，熔剂在加热金属的表面形成灰白色的硼酐结晶挥发物，在温度 600°C 时熔化过渡成透明的玻璃状薄膜，此薄膜保证得到光亮的还原基体金属表面，并且很好地被液体黄铜所浸润。

硼酐的蒸气和堆焊金属的氧化物形成硼酸盐，浮在熔池表面成一种渣壳。熔剂太多，形成渣壳较厚，阻碍由熔池排出气体，从而增加了焊层的气体夹杂，多层堆焊时且可能形成夹渣。为了防止夹渣的产生，一方面以严格控制送入熔池的剂量（我们以手感为准），保证稳定的焊接过程。这样，既防止了锌的蒸发，

又不妨碍由熔池排出气体；另一方面，在大面积工件的施焊，焊丝在熔池中可以打圈式推进，这样既可保证焊缝的平洁，也能防止夹渣的产生。

考虑到堆焊过程中钢制件的应力集中、形变等因素，对于不同钢制件的堆焊，相应地采用不同焊接规范，以保证得到优质的堆焊层。对于大面积工件的堆焊，如果一次不能全部焊好，下次继续堆焊时预热要均匀，以防止黄铜和钢因热胀系数不同而造成“脱壳”现象。

在焊接过程中，我们有如下几点体会：

1. 气体熔剂焊的火焰与平常氧-乙炔火焰不一样，看上去与带冷空气的氧-乙炔火焰相仿，长而无力，颜色呈明亮的翠绿色。施焊过程中宜用中性焰。碳化焰容易造成气孔。

2. 熔剂挥发量与乙炔温度有关，乙炔温度越高，硼酸三甲酯的挥发量越大，反之，挥发量越小。我们在冬天使用焊丝 221 进行气体熔剂施焊时，开始感觉到保护不够好，有微量气孔和气泡，后来在干燥器外壳用温水加热，熔剂的挥发量显著增加，保护效果也就好。

3. 在焊接时黄铜的流动性非常好，在熔池上面有一层较薄的随着熔池流动而移动的熔剂保护层，使液态铜和空气隔开，锌也不易蒸发。因此，由液态到固态过程中熔池十分稳定。

4. 随着堆焊层高度的增加，硼酞覆盖层的影响也增加，热量被熔剂隔离开，黄铜的熔化稍受影响，此时可适当关小混合气体的阀门，稍打开乙炔阀门。

5. 施焊过程中，焊件温度不宜过高，超过 900°C 时，晶粒要变粗，甚至使液态铜沸腾。

6. 气孔造成的原因：

(1) 堆焊过程中，焊件温度过高。

(2) 乙炔和硼酸三甲酯的混合气体中，硼酸三甲酯的含量过少。

(3) 用碳化焰施焊。

三、生产实例

焊件：长约 3500 毫米，直径 94 毫米之杆件。其中施焊部分长 800 毫米。见图 3。

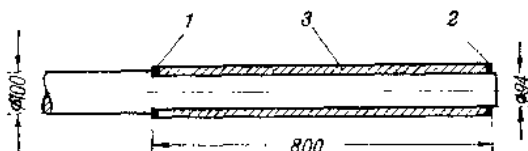


图 3 施焊件示意图

1、2—堆焊前预焊部分；3—堆焊部分

要求：在施焊部分堆焊黄铜至直径 100 毫米，保证工件的耐磨性和耐腐蚀性。

准备工作：钎接表面的清洗、脱脂、浸蚀和装配等，有时还需将零件预镀覆盖物。

1. 清洗：若钎接表面有泥土、油脂、氧化物、油漆等污迹，这些物质阻碍钎料的浸流，并渗透到钎缝中去，影响钎缝的质量。故必须预先清洗。

对此焊件，我们在没有油污的情况下，仅用砂布擦净表面灰尘和铁锈。如有油污，则用汽油去除油污后再清除掉表面的灰尘和铁锈。

2. 考虑到施焊部分比较长，为了防止焊件在施焊过程中因受热而发生变形，我们采取了二个措施。

(1) 分段梯形接头焊法：将施焊部分（长 800 毫米）分成四段进行焊接。焊接的接头采用梯形接头分层焊。见图 4。

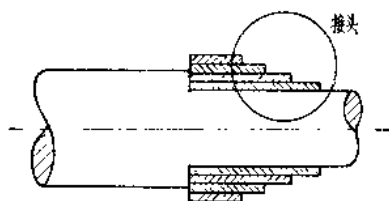


图4 焊件的分层焊梯形接头

采用梯形接头可以保证后段焊缝与前段焊缝的致密结合，提高接头处的机械性能。

(2) 合理地选用支点：合理地选用支点，是减小杆件形变的重要措施。根据力矩原理，施焊第一段和第二段时，杆件最易发生弯曲形变（焊接顺序和方向如图5）。因此，我们采用了如图6的支点支承法。即一般将支撑滚轮放在施焊部分的两外端，但也不要离施焊段太远，以免因重力而发生弯曲形变。

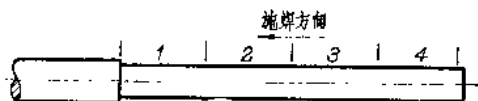


图5 施焊顺序和施焊方向

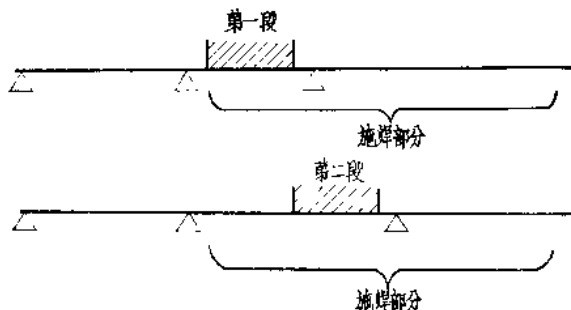


图6 施焊件的支承点

(3) 焊丝的选择：选择适当的焊丝对于防止锌的蒸发，保证焊缝的机械性能和焊缝金属的化学成分是十分重要的。我们选用了 H62、直径 6 毫米丝 221 锡黄铜及直径 5 毫米丝 221 锡黄铜三种焊丝。

H62 焊丝与钢制件的结合力牢，但容易引起锌蒸发，同时施焊时也比较难掌握。所以我们使用 H62 型焊丝作钎料，以提高铜与钢制件的结合力。

直径 6 毫米丝 221 锡黄铜作中间堆焊。直径 5 毫米丝 221 锡黄铜丝作表面焊，主要是为了保证焊缝的平整。

3. 施焊过程：

(1) 施焊前对焊件进行必要的预热。我厂采用自制长型多头预热器，主要是为了保证预热均匀。焊件预热至暗褐色（约 $530\sim 550^{\circ}\text{C}$ ）后再用带有熔剂的火焰加热至暗红色（约 $580\sim 650^{\circ}\text{C}$ ），使金属表面有一层熔剂，增加黄铜的流动性和可焊性。预热时预热器安置在施焊部位下方。

(2) 为了防止将非堆焊部分的钢本身熔化而引起的渗铜现象，在大面积堆焊前对图 3 中 1 和 2 处先用直径 5 毫米丝 221 锡黄铜丝堆焊成型一周。

(3) 分段堆焊。H62 焊丝因含锌较高，易产生锌蒸发，因此必须适当地控制施焊温度，避免锌的蒸发。然后再经过三层直径 6 毫米丝 221 锡黄铜焊丝和直径 5 毫米丝 221 锡黄铜焊丝的盖而，这样，我们一般可将焊件从直径 94 毫米堆铜至直径 108 毫米。

如果焊件需进行第二次施焊时，其预热必须逐步加热，以防止外廓突然受热膨胀而与钢制件脱壳。

整个焊件用去直径 5 毫米 H62 焊丝 2.5 千克，直径 6 毫米丝 221 锡黄铜焊丝 9.7 千克，直径 5 毫米丝 221 锡黄铜焊丝 2.8

千克, 合计 15 千克。比理论计算 15.8 千克(堆焊至直径 108 毫米)少 0.8 千克, 这说明整个堆焊过程比较均匀。

堆焊时其他一些数据如下表:

焊炬规格	火焰长度 (毫米)	工件类别	焊接速度 (毫米/分)	气 体 压 力 (千克/平方厘米)	
				氧 气	乙 炔
#J—4	6	轴	250	4~5	0.7~1

四、存在问题和注意事项

1. 气体熔剂对胶管有腐蚀性。
2. 根据焊接经验, 对焊接铝锰青铜、镍黄铜之类不适应。
3. 硼酸甲酯、甲醇混合液有毒性, 在焊接过程中要加强防护措施。

采用气体熔剂——硼酸三甲酯气焊黄铜, 特别适于大面积的堆焊, 它可以提高生产率, 消除锌蒸发, 得到致密的焊缝组织。同时也适用于黄铜材料相互间的角焊、搭接焊。焊接设备的改装也比较简单。目前, 我们准备对设备进行改革, 使焊接尽可能机械化和自动化。

工 业 技 术 资 料 第 131 号

上海人民出版社出版
(上海绍兴路 5 号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

1973 年 2 月第 1 版 1973 年 2 月第 1 次印刷 定价 0.02 元

印数: 1—21,500