

水下焊割中电焊机的选择

海军潜艇学院防险救生系 (山东青岛 266071) 段宇 陈晓强 邢世龙

【摘要】 根据水下湿法焊接与水下电-氧切割的实际作业情况,分析了目前所用电焊机的不足,提出了水下焊割用电焊机的选择要求。

水下湿法焊接与水下电-氧切割技术是水下工程领域经常使用的两种作业技术。

(1) 水下湿法焊接是陆地焊条电弧焊的水下应用,基本设备和操作方法与陆地焊条电弧焊相类似,焊接时一般采用反极性,主要用于水下阳极装置的更换及水下构件漏洞封堵等作业。

(2) 水下电-氧切割则要采用特制割炬,利用电弧产生的热量在水中将金属熔化,再利用高压氧将熔化的金属吹除来实现切割。切割时一般采用正极性,主要用于水下钢结构件的清除。

这两种水下作业技术中最重要的设备就是电焊机。目前,市场上还没有专门用于水下焊割作业的电焊机,一般都是使用现有的陆地电焊机。由于水下作业的特殊性,在进行水下湿法焊接与电-氧切割作业时会对电焊机提出特殊的要求。使用者要根据水下作业的实际情况选择电焊机,以实现安全、高效和便捷的水下作业。

1. 电焊机的主要类型

根据输出电流的类型,电焊机电源可分为:直流焊接电源和交流焊接电源。

交流电焊机主要使用弧焊变压器;直流电焊机一般又可分为弧焊发电机、弧焊整流器和弧焊逆变器。

(1) 弧焊变压器 弧焊变压器是把网络的交流电变成适用于弧焊的低压交流电的一种电焊机,主要由主变压器及所需的调节部分和指示装置等组成。

弧焊变压器的主要特点是:结构简单、易于维修、成本低廉、效率高但电弧稳定性差等。由于水下作业所需要的电焊机必须为直流电源,所以弧焊变压器不能在

水下电-氧切割和 underwater 湿法焊接作业中使用。

(2) 弧焊发电机 弧焊发电机是一种电动机和特种直流发电机的组合体。其主要特点是:空载损耗较大、磁偏吹现象较明显、效率低、噪声大、造价高且维修难等。基于以上原因,弧焊发电机已被原国家经济委员会于1992年起宣布为淘汰产品,1993年6月停止生产。

另一种弧焊发电机是柴油(汽油)机和特种直流发电机的组合体,用以产生适用于焊条电弧焊的直流电,多用于野外没有电源的地方进行焊接施工。由于水下焊割作业要求一定的机动性,所以对此类电焊机有一定的需求。

(3) 弧焊整流器 弧焊整流器是把交流电经降压后整流成直流电的一种电焊机,主要由主变压器、半导体整流元件以及调节装置等组成。特点是:制造方便、价格低、空载损耗小和噪声小等。这种类型的电焊机是目前海军进行水下焊割作业的主要电源。

(4) 弧焊逆变器 弧焊逆变器是一种把单相(或三相)交流电经整流后,由逆变器转变为几百至几万赫的中频交流电,再经降压后输出交流或直流电的一种电焊机。其特点是:高效节电、质量轻、体积小、功率因数高、控制性能及焊接性能好等。弧焊逆变器目前在海军水下作业中使用较少。

2. 水下焊割作业使用电焊机的主要问题

目前,水下湿法焊接和 underwater 电-氧切割作业所用电焊机种类主要是直流弧焊发电机和弧焊整流器两大类,弧焊逆变使用的相对比较少。笔者曾经使用过的可进行焊割作业的电焊机型号比较多,例如 BX1—250—1、AX7—500—1、AX9—500、ZX5—630A、ZX—400A 和

ZXG—250 等几种型号的电焊机，这几种电焊机各有特点，但由于是为陆地焊接设计和制造的，所以将其应用

于水下作业时表现出一定的欠缺和不足。这几种焊机的主要技术参数如下表所示。

电焊机技术参数表

电焊机型号	类型	额定焊接电流 /A	电流调节范围 /A	空载电压 /V	工作电压 /V	不同负载持续率下的电流/A			重量 /kg
						100%	60%	40%	
BX1—250—1	弧焊变压器	250	50 ~ 250	78	30	194	250	—	116
AX7—500—1	弧焊发电机	500	120 ~ 600	40 ~ 90	25 ~ 40	300	500	—	600
AX9—500	弧焊发电机	500	100 ~ 600	70 ~ 90	24 ~ 44	385	500	600	700
ZX5—630A	弧焊整流器	630	120 ~ 630	79	24 ~ 44	488	630	—	290
ZX—400A	弧焊整流器	400	80 ~ 400	80	23 ~ 36	310	400	—	325
ZXG—250	弧焊整流器	250	30 ~ 300	70	30	192	250	—	195

水下湿法焊接和水下电-氧切割作业中，考虑到安全和效率的原因，一般要求电焊机要具有以下特点：

(1) 必须为直流电源 水下作业时，潜水员身体所能承受直流电的感知电流、摆脱电流和致命电流均比交流电要小很多，出于安全考虑，必须使用直流电焊机。另外，在陆地使用交流电焊机时，电弧不能稳定燃烧，在水下的恶劣环境中电弧更难保证稳定。因此，弧焊变压器 BX1—250—1 虽然重量轻、价格低，但还是不能用于水下作业。

(2) 电焊机的空载电压要低 海军潜水规则要求电焊机的空载电压要 < 80V。空载电压过高可能使潜水员在使用过程中“麻电”，甚至遭受到严重电击。多数电焊机的空载电压在 80V 左右，部分容量比较小的电焊机空载电压 < 80V。

从实际使用情况来看，如果潜水员能严格遵守操作程序，并保证水下作业设备绝缘完好，即使空载电压略高于 80V，也不会产生严重的伤害。而且，略高的空载电压还有利于潜水员水下引弧，提高工作效率。

AX7—500—1、AX9—500、ZX5—630A、ZX—400A 及 ZXG—250 这几种电焊机均可用于水下作业，但 ZX5—630A、ZX—400A 和 ZXG—250 的空载电压符合海军潜水规则的要求，其他几种电焊机的空载电压偏高。

(3) 电焊机输出电流要高 水下湿法焊接时一般要求电焊机的输出电流 ≥ 200A，水下电-氧切割时一般要求输出电流 ≥ 400A。

为了提高作业效率并保证潜水员的作业安全，水下焊割作业往往需要在水下长时间连续进行。所以，一般要求电焊机的额定输出电流要 > 400A，以保证在较长时

间内当电流超出额定电流时，电焊机不会出现故障。

AX7—500—1、AX9—500、ZX5—630A 及 ZX—400A 这几种电焊机既可用于水下湿法焊接，也可以用于水下电-氧切割；ZXG—250 则只能用于水下湿法焊接，若在水下电-氧切割时使用这种焊机，要注意工作时间一定要短，以避免焊机过热损坏。

(4) 重量应尽可能轻，并可用于无法提供电源输入的情况下 由于水下焊割作业往往是一些应急性任务，作业地点条件一般都比较差，提供一个专门的水下作业平台相对比较复杂和昂贵，一般都是将大型救生船作为作业平台来实施水下焊割作业。但在一些特殊情况下，例如海区水深较浅，救生船无法提供支持，就需要采用小艇甚至渔船作为作业平台。在这种情况下，需要电焊机的重量要尽可能轻，以方便搬运和运输，并且电焊机应是柴油或汽油机驱动的弧焊发电机。以上 6 种电焊机重量都很大，有的甚至达到了 700kg，并且都是需要三相交流电输入，不能满足上述要求。

3. 结语

根据以上分析，水下焊割作业所使用的电焊机与陆地焊接所使用的电焊机有一定的不同，在输出电流极性、空载电压、输出电流和重量等方面都有特殊的要求。弧焊变压器不能用于水下焊割作业，弧焊整流器和普通弧焊发电机虽然可以用于水下焊割作业，但并不是最理想的电焊机。

水下焊割作业所使用的电焊机应从以下两类电焊机选择：

(1) 弧焊逆变器 弧焊逆变器可以输出直流电、空

(下转第 70 页)

缝表面进行磁粉检测并符合 I 级要求, 合格后返修部位和返修情况记入质量证明书。

焊接采取平焊位置, 纵缝两端点焊引弧板, 试板应处在纵缝延长部位。采取两种焊接方式: 正面首先采用焊条电弧焊, 用 E5015、 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条打底焊 1 层, 再用 $\phi 4\text{mm}$ 焊条焊 1 层, 然后采用埋弧焊, 用 H10Mn2、 $\phi 4\text{mm}$ 焊丝焊两层, 并清理熔渣、飞溅, 见图 2。加强圈与壳体焊接采取焊条电弧焊, 即采用牌号为 E5015、 $\phi 4\text{mm}$ 焊条焊两层, 焊脚高度为 10mm。

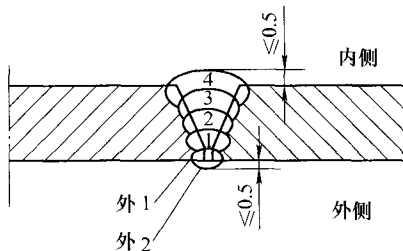


图 2

焊缝表面应圆滑过渡, 不得有裂纹、气孔、夹渣、咬边和弧坑等缺陷。外观检验合格后, A、B 类焊缝进行 100% X 射线检测, 按 JB/T 4730 标准评定, II 级合格。DN < 250mm 接管对接焊缝及 D 类焊缝进行表面磁粉检测, 按 JB/T 4730 标准中 I 级要求, 经检验符合要求。

X 射线检测合格后, A、B 类焊缝表面应进行打磨与母材平齐, 精度达到 GB 8923 中 C 级要求, 见图 3。经检验符合要求。

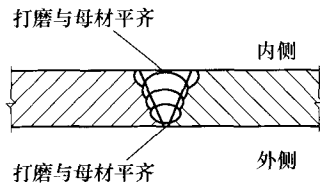


图 3

4. 整体热处理

按 GB 150 要求, 设备与其试板应同炉进行热处理。设备进炉时炉内温度不得高于 400°C , 炉温升至 400°C 之后, 加热升温速度应控制在 $180 \sim 200^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。升温期间, 加热区内任意长度为 5000mm 内的炉温温差不得大于 120°C , 热处理温度控制在 $(620 \pm 20)^{\circ}\text{C}$, 保温时间不得少于 40min。保温期间加热区内最高与最低温度差不得大于 65°C , 升温 and 保温期间应控制加热区气氛, 防止设备表面过度氧化。在温度高于 400°C 时, 加热区降温速度应控制在 $(220 \sim 260)^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。设备出炉时, 炉温

不得高于 400°C , 出炉后应在静止的空气中冷却, 见图 4。做好热处理记录, 并出具热处理报告。热处理后, 除垫板和裙座外, 其余部位不得进行施焊。

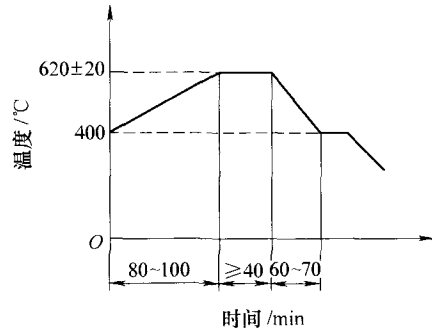


图 4

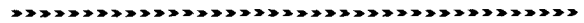
5. 水压和气密性试验

(1) 水压试验 产品试板应进行拉伸、弯曲和冲击试验并确认为合格, 试验时压力应缓慢上升至 0.05MPa 并保压 5min, 对所有接头和连接部位进行检查, 无泄漏后再继续缓慢升至 0.475MPa , 其后按每级 0.1MPa 的级差逐级增 0.95MPa 压力, 保压 10min 后将压力降至 0.83MPa , 并保持足够长的时间进行泄漏检查。如有泄漏, 修补后再按上述规定重新进行试验。

(2) 气密性试验 水压试验合格后进行气密性试验。试验时压力应缓慢上升, 达到 0.735MPa 保压足够长的时间, 对所有焊接接头和连接部位进行泄漏检查。如有泄漏, 修补后再按上述规定重新进行试验。

6. 结语

严格执行工艺文件, 保证质量体系正常运转, 为每道工序加工的部件合格打下基础, 整台产品质量达到优良, 施工工期大大缩短。MW (20080702)



(上接第 66 页)

载电压低、重量轻, 即使是输出电流比较大的大容量弧焊逆变器, 重量也在 200kg 以下, 两三个人就可以搬运, 比较适合在水下焊割作业中使用。

(2) 柴油或汽油驱动的弧焊发电机 对于无法提供三相交流输入的情况, 柴油或汽油驱动的弧焊发电机是一个比较理想的选择。近几年, 柴油或汽油驱动的弧焊发电机有了比较大的发展, 无论是重量, 还是噪声都得到了有效的控制, 比较适用于在无法提供输入电源的地方实施水下焊割作业。MW (20080927)