



铝电解多功能机组斗体的焊接工艺制定

赵宏明 王欢

【摘要】 本文对铝电解多功能机组（PTM）主要装置之一的斗体的材质性能和焊接性进行了分析，并详尽的介绍了斗体的焊接工艺，在此焊接工艺的有效指导下，斗体的焊接质量能够得以保证。

1. 概述

随着当今世界工业和经济的迅速发展，制铝行业的发展突飞猛进。铝电解多功能机组（PTM）是现代预焙阳极大型铝电解槽专用的关键工艺加工作业设备，它是集铝电解生产的打壳、更换阳极、覆盖氧化铝、出铝、抬母线、捞渣、设备安装和检修等多功能于一体的高技术设备。

PTM主要组成结构包括大车、工具小车、出铝小车及电气控制系统等。捞渣装置是工具小车的重要组成结构之一，其主要用于捞出掉落在电解槽槽壳内的壳面块及碎阳极块。捞渣装置主要由升降部件、固定部件和安装支撑架等部分组成。斗体装置（见图1）属于升降部件中的关键部分，通常属于焊接结构，在实际工作时，斗体伸进电解槽槽壳内的液体中，直接接触壳面块及碎阳极块，进行抓取和捞渣工作。由于电解槽槽壳内的液体

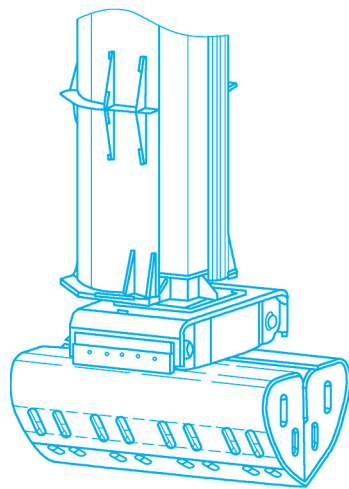
温度很高，而且带有一定的腐蚀性，因此为了满足其工作性能，对斗体的材质选用及焊接质量都具有很高的要求。

2. 斗体的材质及焊接性分析

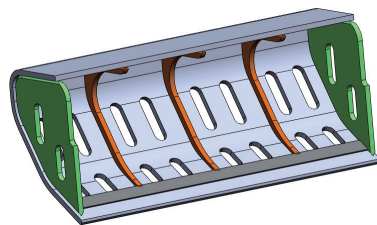
由于PTM的斗体（见图1）在使用时需要经受电解槽槽壳内液体的高温（1000℃左右）和腐蚀影响，因此，斗体的制作材料应该具有一定的耐高温和耐腐蚀特性。我公司生产的斗体，其结构多样，本文仅以一种典型结构作为介绍。斗体材质选用0Cr25Ni20（见表1），属于奥氏体不锈钢，以Cr、Ni为主要合金元素，具有优良的耐腐蚀性能和耐热性能，塑性、韧性较好，由于含Ni量较高，其奥氏体组织十分稳定。该钢的焊接性良好，但由于其属于奥氏体不锈钢，其热导率小，线膨胀系数大，若焊接工艺不当，焊接后焊缝在冷却过程中会产生残余应力，还容易产生热裂纹及再热裂纹等缺陷。因

此对焊接工艺的要求极为严格。

为了保证焊接质量，一般通过冶金措施及工艺措施进行控制。热裂纹及再热裂纹的产生一方面由于受到杂质的不良影响，



(a) 斗体装置



(b) 半斗体结构

图1 结构三维示意

表1 0Cr25Ni20的化学成分(质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
0.08	1.50	2.00	0.045	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00

特别是S、P等杂质元素的增加易于在晶间形成低熔点共晶聚集凝固在枝晶间,在冷却收缩过程中产生开裂。另一方面由于在组对、焊接过程中始终存在着一定应力集中,在应力集中与焊接过程中的不均匀性点热源热循环共同作用下,导致晶界弱化开裂。此外,热输入过大也是产生裂纹及再热裂纹的原因之一。为防止热裂纹及再热裂纹的产生,应严格控制S、P等有害杂质的含量,还应在保证强度的前提下控制C的含量。在不锈钢的焊接过程中,应严格控制热输入,减少热输入可以降低焊接熔池温度,进而使冷却速度加快,抑制高温对焊缝金属及近缝区产生的不利影响,防止了热裂纹的产生。

3. 焊接工艺及过程控制

(1) 设备 焊接设备选用米加尼克Sigma500数字化逆变脉冲MIG焊机,如图2所示。

(2) 焊接材料 焊接材料根据等成分、等强度原则选择焊接性良好的牌号H0Cr26Ni21实芯焊丝,该焊丝具有优异的耐热和耐腐蚀性能,适合于该钢的焊接;选取焊丝直径为1.2mm,焊

丝成分符合YB/T 5092—2005标准,如表2所示。

(3) 焊前清理 焊前必须将焊件焊接坡口内外两侧 $\geq 20\text{mm}$ 范围内的锈、油污等杂质清理干净。

(4) 焊接过程及要点 焊接过程分为结构体的组对定位焊和结构体的正式焊接(焊缝连续焊接)两个过程。结构体的组对定位焊即将各单件按设计图样尺寸及位置按顺序进行定位焊,形成组合式结构体。定位焊采用焊条电弧焊,使用焊条A402(牌号),规格 $\phi 4.0\text{mm}$ 。定位焊的焊缝长度为 $10\sim 15\text{mm}$,余高为 $3\sim 5\text{mm}$,应保证定位焊的焊缝质量,以防止对正式焊接时的焊缝产生不良影响。定位组对焊形成组合结构

体后,将各组合的单件之间进行连续性焊接,形成连续焊缝。

焊条A402焊前须经 150°C 烘焙1h,放置于保温桶内,随取随用。

首先,斗体结构体组对焊接的顺序及过程: 组焊顺序一,件1、4定位焊:先将件1(已成形)和件4按图样位置进行组对定位焊,形成件1、4组合结构体,如图3a所示。件1、4正式焊接:将件1、4进行连续焊接,形成连续焊缝。接头形式如图3b所示。焊接参数如表3所示。

组焊顺序二,件1、2定位焊:将件1和件2进行组对定位焊,组对间隙 $\leq 2\text{mm}$;如图4所示。件1、3定位焊:将件1和件3进行组对定位焊,组对间隙 $\leq 2\text{mm}$;如图5所示。件2、3与件1正式焊接:件2、3分别完成与件1组对定位焊后,件2、3分

表2 H0Cr26Ni21焊丝化学成分(元素含量) (%)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
≤ 0.08	≤ 0.65	$1.00\sim 2.50$	≤ 0.03	≤ 0.03	$25.00\sim 28.00$	$20.00\sim 22.50$	≤ 0.75	≤ 0.75

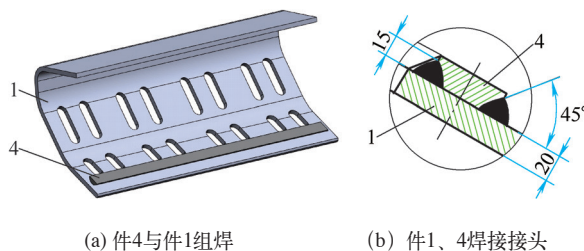


图3 件1、4组焊示意

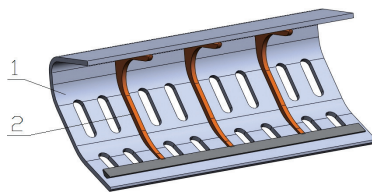


图4 件2与件1组焊

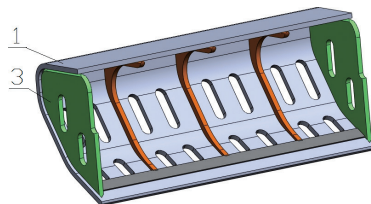


图5 件3与件1组焊



图2 焊接设备

别与件1进行连续焊接，形成连续焊缝。焊接接头形式如图6所示。焊接参数如表4是说。

其次，焊接工艺要点及过程控制。正式焊接采取脉冲MIG焊，直流反接（焊丝接正极，工件接负极），选取混合气体98%Ar+2%O₂做保护气体，气体流量控制在20~25L/min。如果选择单一的惰性气体Ar作为保护气体，熔滴、熔池的表面张力较大，对熔滴过渡产生不利影响，会造成电弧不稳定，还容易产生焊接飞溅。通过加入2.5%的O₂，可以起到增加活性的作用，减小熔池表面张力，利于熔滴过渡，能使焊接电弧保持平稳，进而使焊缝成形美观。采用脉冲，焊接电源的输出电流能以一定的频率和幅值变化来控制熔滴有节奏地过渡到熔池，可在平均电流小于临界电流值的条件下获得射流过渡，稳定地实现一个脉冲过渡一个（或多个）熔滴的理想状态，使得熔滴过渡无飞溅。并具有较宽的电流调节范围，适合工件的全位置焊接，尤其对不锈钢等热敏感性较强的材料，可有效地控制热输入量，使热量传递均匀，改善接头性能，有效防止了热裂纹的产生。由于脉冲电弧具有较强的熔池搅拌作用，可以改变熔池的冶金性能，有利于消除气孔和未熔合等焊接缺陷。

焊接时应做好环境防风措施，进行第1层打底焊时，焊缝厚度应尽量薄，需与根部熔合良好，应控制好收弧，防止弧坑缺陷。焊接时应采取小的热输入、快速焊，控制小的热输入，焊接时焊枪不应该做过大的摆动，应

控制为窄焊缝的操作。焊接第2~n层时，要等前一层焊缝冷却后再焊接后一层焊缝，控制层间温度不宜过高，以避免焊缝过热。

(5) 焊后效果 通过执行以上焊接工艺焊接完成的产品如图7所示，外形美观，质量可靠。

4. 结语

采用上述工艺进行的不锈钢抓斗焊接，焊接效率高，焊缝成形美观，焊接质量可靠，能够表明不锈钢实芯焊丝半自动脉冲MIG焊是一种优质高效的焊接方式。经用户实际使用后反馈，按

此工艺焊接制作的不锈钢抓斗，在工业电解铝生产车间实际使用效果良好，保证了斗体的有效寿命，得到用户的一致好评。

参考文献：

- [1] 李亚江.焊接冶金学-材料焊接性[M].北京：机械工业出版社，2006.
- [2] 中国机械工程学会焊接学会.焊接手册.北京：机械工业出版社，2001，
- [3] 赵宝琨.MIG焊接工艺在不锈钢焊接中的应用[A].云南省机械工程学会2010年年会论文集[C]，2010.

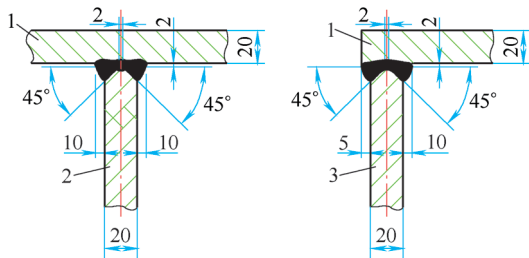


图6 件2、3与件1焊接的焊接接头

表3 焊接参数

焊接方法	焊丝牌号	焊丝直径/mm	电流类型	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min ⁻¹
MIG	H0Cr26Ni21	1.2	直流反接	220~260	23~26	290~330

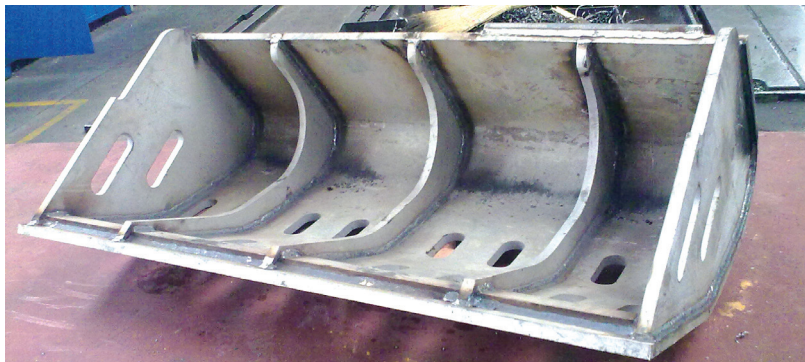


图7 半斗体焊接后的实际照片

作者简介：赵宏明等，中国有色（沈阳）冶金机械有限公司。

MW 20160304