

P—M*焊新焊枪和起弧方法

W.G.Essers 等

研制了一种等离子阳极在焊炬内部的P—M焊枪,为避免采用高频及减少飞溅,使用了一种软起弧装置。

在电离气体包围中的MIG焊(例如P—M焊),对焊枪有特殊要求,既要给焊丝传输电流,又要为焊丝周围的等离子弧传输电流。产生等离子的阳极是焊枪的一部分,焊枪直接与可能达13000°K的高温气体相接触,因此,必须具有最佳冷却系统。假如冷却系统不是处于最有效的状态,焊枪各部分,包括导电嘴、等离子阳极、一些与之紧密相接的等离子中心环和气罩,都将会受到剧热。

本文介绍了兼顾焊枪尺寸及冷却要求的研究成果;论述了一种无飞溅的起弧方法;用高速摄影照片对P—M焊与MIG焊进行了比较,尤其是论述了新焊枪所具有的一些优点。用这二种焊接方法焊铝时,对工件阴极雾化和焊丝向工件的金属过渡两方面也进行了比较。

早期P—M焊枪,重要部分采用间接水冷。这种冷却方法,适合于相对来说比较低的焊接电流。目前,P—M焊工艺在厚板焊接和堆焊方面正在不断地扩大应用,电流相应增大,因此,有必要进一步发展能满足大功率要求的新焊枪。其要求可归纳如下:

- 1.即使使用大电流,焊枪寿命也长。
- 2.等离子阳极不受填充金属污染。
- 3.等离子弧稳定性极高。
- 4.呈层状气流。
- 5.工件阴极雾化作用良好。

为满足上述第一项要求,本焊枪各重要部分都采用直接水冷,而且尽可能地靠近发热点进行冷却。冷却系统由单独的闭合管路组成,整个焊枪仅有一个进水和出水口。要求冷却水在压力6巴时流量为2.2升/分,而且所用之水必须是消电离的。

设计中对易损件要求能便于更换,然而,最佳冷却系统使这些易损件的损耗明显地比以前的焊枪小得多。导电嘴只在接触很差,焊丝与导电嘴壁间产生电弧时,才有很小的损耗。等离子阳极的损耗也非常小,因为飞到直接冷却的铜阳极上的飞溅物不易与之熔合。这一点又满足了上述第2项要求。

当然,直接水冷的最主要的优点之一,是焊枪能使用高达300安的等离子弧电流,通过焊丝的电流可达400安。

现在所用的最好的P—M焊方法是用喷嘴作阳极,由焊丝周围磁场引起的作用在等离子中载荷子上的洛伦兹力,使等离子弧保持在焊丝周围。

虽然,磁场可能受到很多因素的干扰(例如丝极不直等),会造成等离子弧柱不稳定。但在新焊枪中,由于在环形等离子电极和工件之间还有另一个环(等离子中心环),使问题得到解决,等离子弧得到稳定。

这样产生的等离子弧,具有特别好刚性,要使其偏离中心位置是很困难的。事实上已具备了早期P—M焊的焊接条件,只不过现在

*P—M 焊为等离子—熔化极气体保护焊缩写

用环状电极代替了原先的棒状电极。环状电极由一个装有碳质嵌入物的无氧铜环构成。

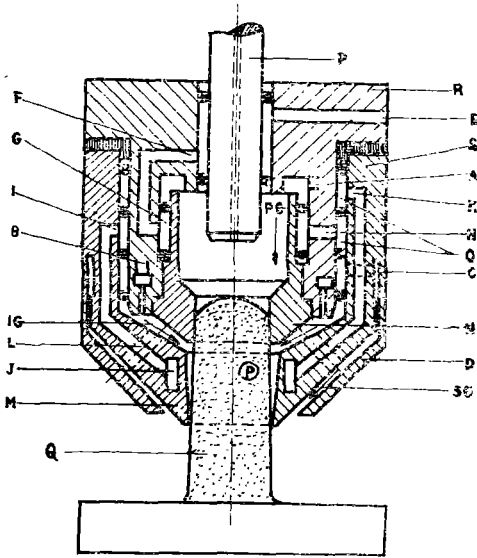


图1 P-M焊新焊枪结构图

新焊枪结构如图1所示。在一个等离子铜套R内装有等离子阳极N和焊丝导电嘴P。铜套外压套外罩S，等离子中心喷嘴M即在外罩上，它与气罩D均为外罩一部分。等离子气体通过一个直接管道从等离子阳极上而径向送入（图1 A点）。焊枪还使用了一种“中间气体”，通过两喷嘴之间的分配环从B点送入。保护气体则通过气室C和分配环从气罩D环绕等离子弧送出。

由于整个系统采用单一冷却线，所以焊枪各部分的冷却管道截面都是相同的。冷却水从E点送入焊枪，首先冷却导电嘴和等离子铜套，然后流经F到G，并围绕等离子阳极流动，而后，通过H流经I，这样，既围绕等离子铜套进行冷却，又冷却着外罩。最后，水流入等离子中心喷嘴J，进行冷却，通过K点排出。用标准的O形环密封等离子铜套和外罩之间的冷却管道，导电嘴和等离子铜套之间的管道也用同样密封，使三者相互电气绝缘。

供气方法有几种可能。按等离子气体（PG），中间气体（IG）和保护气体（SG）是

单独供给或混合供给，若排除PG + SG的混合，则有以下四种实际可能。

1. PG、IG和SG单独供气

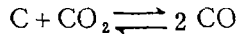
这本是最好的方法，操作者能控制每一气体的流量，根据需要进行调节。然而，相对来说难以实现，特别是中间气体的流量处于高临界状态。在任何情况下，此气体必须在中心喷嘴壁和等离子流之间得到它的通道，如果气流不能精确地调节，等离子流会变得严重地紊乱而不稳定。在钢和不锈钢的焊接和堆焊中，影响尚不严重。焊铝时，这种气流处于临界范围之间，而范围很小，因而等离子电流或者电压的很小变化也会导致等离子弧不稳定，直接影响到焊缝成形及质量。

2. PG + IG + SG混合供气

这种供气方法在钢特别是不锈钢的焊接与堆焊时，有很多问题。因为在各种情况下，都必须使用CO₂和氩的混合物。而等离子稳定性只有当CO₂含量非常少时（≤0.1%）才是满意的，此处，等离子电压会很快上升到最大值，等离子阳极的铜和碳也会受到从CO₂中分解出来的氧所腐蚀。

3. IG + SG混合供气

即单独输送PG、IG与SG混合供气。这在焊铝时得到显著的成效。在M位置等离子弧压力P决定着能通过中心喷嘴的中间气体的瞬时流量，其剩余部分即被用于保护，结果产生一个非常稳定的等离子弧。但也有不利的方面，在钢和不锈钢的焊接和堆焊时，保护气体和中间气体中的CO₂会同等离子喷嘴中的铜和碳接触，尽管有良好的冷却，但喷嘴内壁（接触等离子弧）仍处于较高温度。特别是内壁由碳制成时，由于下述反应：



会使喷嘴损耗相当快。正如前面指出的那样，铜也会被CO₂的分解物所腐蚀。

4. PG + IG混合供气

用这种方法能够向保护气体提供必要的

CO₂，且CO₂不会与等离子喷嘴接触。但这种方法仍有不利的方面。等离子压力P仍控制着在M处的中间气体流量，而且也因此影响到压力本身。压力P增加引起中间气体流量下降，进而又影响压力P，因为总的气体流量保持不变。

根据以上分析，本设计作了重要改进（如图1）。在中心环壁离等离子弧一定距离的一些地方开孔（L），使得当等离子压力增大时，中间气体能流入保护气体中。这样，就等离子气体与中间气体混合供气在枪内的气流而言，形成了一完全自调的系统。一部分气体通过等离子送入，剩余部分被用作中间气体和保护气体、与等离子电流、电压以及焊丝电流（焊丝电流在等离子周围施加洛伦兹力，因而影响其直径）成比例。在这种情况下，可以任意选择保护气体以适应焊缝需要而不致损坏等离子喷嘴。

新焊枪以上述第四种方法供气，进行长时间焊接后，意想不到的毛病产生了。在O形环之间的冷却水道位置，等离子铜套直径减小了0.4毫米。

在焊接时，等离子阳极以至等离子铜套，对工件具有40伏电压，在这种情况下，Q点的等离子电位是23伏，故等离子喷嘴以至等离子外罩承受23伏电压，因而在冷却管道O点处存在着17伏的电位差，这意味着等离子铜套对外罩处于正电位。特别是使用非电离水作冷却水时，由于电解作用而发生铜从等离子铜套到外罩的迁移，然后随冷却水排出。这种电解作用造成的损耗值得注意。

实验表明，当等离子铜套和铜外罩之间的电位差为17伏时，在O点通过水的电流为40毫安。如果由于电解作用形成二价铜Cu⁺⁺（带有40毫安的电流），那么每秒钟会有 1.3×10^{-5} 克的铜从等离子铜套分解掉。因此，经过许多小时的焊接后，将有相当数量的铜被迁移掉，等离子铜套直径会明显减小。

为防止这种损耗，对冷却管道的这一范围，在等离子铜套上加一层防损耗的绝缘层，如特殊成份的漆层，看来是有效的。

早期的P—M焊设备，采用附加高频放电起弧，有好多缺点。为此进行了另一种无干扰和无飞溅的起弧方法的研究。

这种所谓“软弧”的起弧过程是：开始焊丝按预定的低速直接送向工件（图2a），与工件接触发生短路（图2b），这时焊丝电流相应降低（100安），焊丝不再送进，并以较高速度提起（图2c），然后MIG弧又被一个较小的电流点燃，甚至在焊丝端部很难形成小熔滴。当焊丝末端提到等离子阳极下端面时，又重建等离子弧，MIG弧熄灭，焊丝速度减小到零（图2d）。这些动作都是事先给设备编好程序的。当操作者给出一个MIG弧重复起弧的指令时，焊丝即按正常速度送进，焊接电流也完全达到调整值（图2e），然后在完全无飞溅的状态下进行焊接。

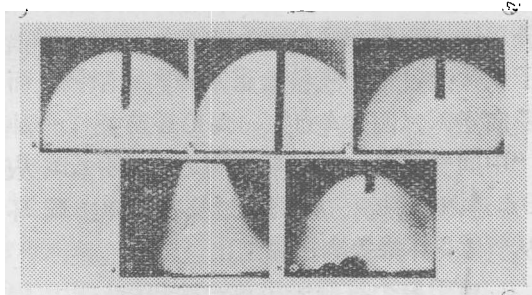


图2 软起弧的高速摄影照片

- a—焊丝向工件移动 b—短路 c—焊丝以很高速度缩回
d—MIG弧熄灭等离子弧形成，焊丝速度减小到零。
e—MIG弧重新点燃，焊丝送进开始

PZ4101/10型新焊枪在瑞典进行了大量的弯板机轧辊堆焊，采用 $\phi 1.2$ 毫米的实芯焊丝，熔化率为12公斤/小时，管状焊丝熔化率为10公斤/小时。焊接过程全自动。

王小宝 译自《Metal construction》

1981, № 1, P36—42

李庆翰 校 （本刊有删节）