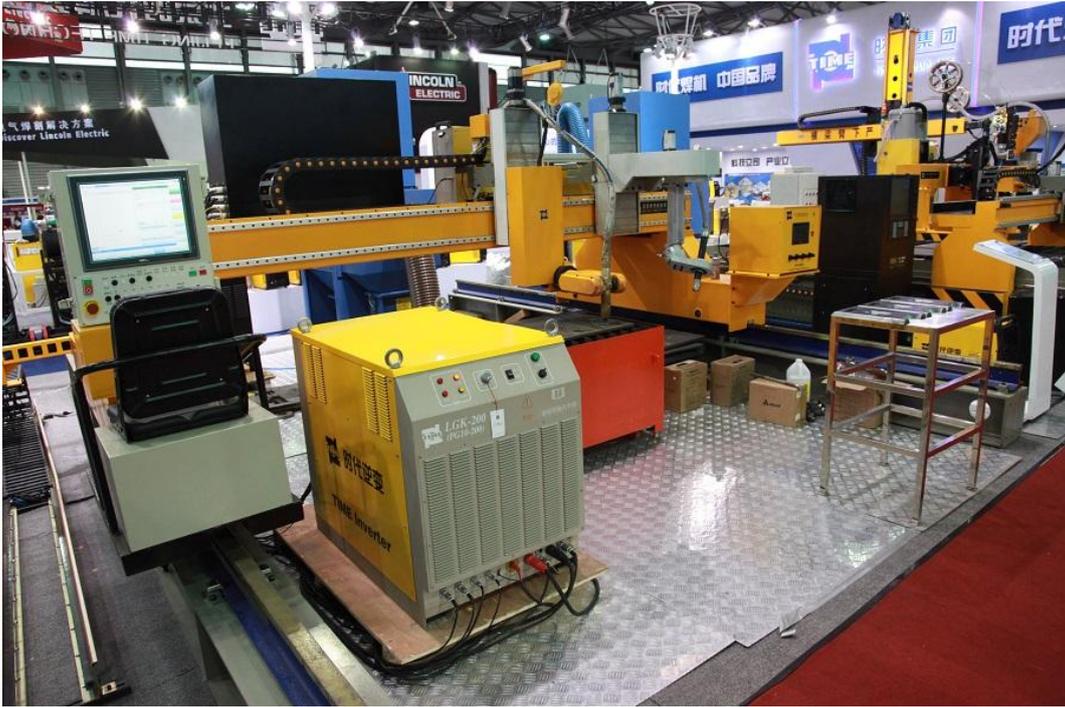


## 影响等离子切割质量的五大因素



数控等离子切割机的加工质量对于企业生产具有十分重要的意义，在目前等离子切割所应用的众多领域里，对切割精度及坡口斜度的改进将为企业的二次加工带来巨大效益。下面为大家详细介绍影响等离子切割质量的五项重要因素，掌握此部分知识，从此切割质量不用愁。



图 1：数控等离子切割机现场应用

### 一、数控等离子切割机工作气体

数控等离子切割机工作气体与流量是影响切割质量效果的一项主要参数，目前所普遍

采用空气等离子切割仅为众多工作气体中的一类，概因使用成本相对较低而得到广泛普及，但从加工效果来说的确有所欠缺，我们所指的数控等离子切割机工作气体包括切割气体和辅助气体，有些设备还要求起弧气体，通常要根据切割材料的种类、厚度和切割方法来选择合适的工作气体。切割气体既要保证等离子射流的形成，又要保证去除切口中的熔融金属和氧化物。过大的气体流量会带走更多的电弧热量，使得射流的长度变短，导致切割能力下降和电弧不稳。过小的气体流量则使等离子弧失去应有的挺直度而使切割的深度变浅，同时也容易产生挂渣。因此，气体流量一定要与切割电流和速度配合的很好。现在的等离子弧切割机大多靠气体压力来控制流量，因为当割炬孔径一定时，控制了气体压力也就控制了流量。切割一定板厚材料所使用的气体压力通常要按照客户提供的数据选择，若有其它的特殊应用时，气体压力需要通过实际切割试验来确定。

最常用的工作气体有：空气、氧气、氮气、氩气以及 H35、氩-氮混合气体等。

1. 空气中含有体积分数约 78%的氮气，所以利用空气切割所形成的挂渣情况与用氮气切割时很相像；空气中还含有体积分数约 21%的氧气，因为氧的存在，用空气切割低碳钢材料的速度也很高；同时空气也是最经济的工作气体。但单独使用空气切割时，会出现挂渣、切口氧化、增氮等问题，而且电极和喷嘴的寿命较低也会影响工作效率和切割成本。

2. 氧气可以提高切割低碳钢材料的速度。使用氧气进行切割时，切割模式与火焰切割很相像，高温高能的等离子弧使得切割速度更快，但是必须配合使用抗高温氧化的电极，同时对电极进行起弧时的防冲击保护，以此延长电极的寿命。

3. 氢气通常是作为辅助气体与其它气体混和作用，如著名的气体 H35（氢气的体积分数为 35%，其余为氩气）是等离子弧切割能力最强的气体之一，这主要需利于氢气。由于氢气能显著提高电弧电压，使氢等离子射流有很高的焓值，当与氩气混合使用时，其等离子射流的切割能力大大提高。一般对厚度 70mm 以上的金属材料进行切割，常用氩和氢作为切割气体。若使用水射流对氩+氢气等离子弧进一步压缩，还可获得更高的切割效率。

4. 氮气是一种常用的工作气体，在有较高电源电压的条件下，氮气等离子弧有较好的稳定性和比氩气更高的射流能量，即使是切割液态金属粘度大的材料(如不锈钢、镍基合金)时，切口下缘的挂渣量也很少。氮气可以单独使用，也可以同其它气体混和使用，如自动化切割时经常使用氮气或空气作为工作气体，这两种气体已经成为高速切割碳素钢的标准气体。有时氮气还被用作氧等离子弧切割时的起弧气体。

5. 氩气在高温时几乎不与任何金属发生反应，氩气等离子弧很稳定，而且所使用的喷嘴与电极有较高的使用寿命。但氩气等离子弧的电压较低，焓值不高，切割能力有限，与空气切割相比其切割的厚度大约会降低 25%。另外，在氩气保护环境，熔化金属的表面张力较大，要比在氮气环境下高出约 30%，所以会有较多的挂渣问题。即使使用氩和其它气体的混合气切割也会有粘渣倾向。因此，现已很少单独使用纯氩气进行等离子切割。

## 二、数控等离子切割机切割速度

除了工作气体对切割质量有影响外，切割速度对数控等离子切割机的加工质量也有重要影响。切割速度：最佳切割速度范围可按照设备说明选定或用试验来确定，由于材料的薄厚度、材质、熔点高低、热导率大小以及熔化后的表面张力等因素的影响，切割速度也会发生相应的变化。

其主要表现为：

1. 切割速度适度地提高能改善切口质量，即切口略有变窄，切口表面更平整，同时可减小变形。

2. 切割速度过快使得切割的线能量低于所需的量值，切缝中射流不能快速将熔化的切割熔体立即吹掉而形成较大的后拖量，伴随着切口挂渣，切口表面质量下降。

3. 当切割速度太低时，由于切割处是等离子弧的阳极，为了维持电弧自身的稳定，阳极斑点或阳极区必然要在离电弧最近的切缝附近找到传导电流的地方，同时会向射流的径向传递更多的热量。因此，会使切口变宽，切口两侧熔融的材料在底缘聚集并凝固，形成不易清理的挂渣，而且切口上缘因加热熔化过多而形成圆角。

4. 当速度极低时，由于切口过宽，电弧甚至会熄灭。

由此可见，良好的切割质量与切割速度是分不开的。

### 三、数控等离子切割机切割电流



图 2：数控等离子切割机切割电源

数控等离子切割机切割电流是重要的切割工艺参数，直接决定了切割的厚度和速度。正确使用数控等离子机进行高质量的快速切割，必须对切割工艺参数进行深刻地理解和掌握。

1. 切割电流增大，电弧能量增加，切割能力提高，切割速度随之增大。

2. 切割电流增大，电弧直径增加，电弧变粗使得切口变宽。

3. 切割电流过大使得喷嘴热负荷增大，喷嘴过早地损伤，切割质量自然也下降，甚至无法进行正常割。

在等离子切割前选用电源的时候，不能选择太大或太小的电源。太大的电源，在切割成本上是一种浪费，因为根本就用不了那么大的电流。但也不能为了节约切割成本预算，选用过小的电源，在实际切割时不能达到切割要求，这样对数控切割机本身是一种很大的伤害！因此，要根据材料的厚度正确选用切割电流和相应的喷嘴。

#### 四、数控等离子切割机喷嘴高度



图 3：数控等离子切割机喷嘴高度

数控等离子切割机喷嘴高度是指喷嘴端面与切割表面的距离，它构成了整个弧长的一部分。由于等离子弧切割一般使用恒流或陡降外特征的电源，喷嘴高度增加后，电流变化很小，但会使弧长增加并导致电弧电压增大，从而使电弧功率提高；但同时也会使暴露在环境中的弧长增长，弧柱损失的能量增多。

在两个因素综合作用的情况下，前者的作用往往完全被后者所抵消，反而会使有效的切割能量减小，致使切割能力降低。通常表现为切割射流的吹力减弱，切口下部残留的熔渣增多，上部边缘过熔而出现圆角等。另外，从等离子射流的形态方面考虑，射流直径在离开切割炬口后是向外膨胀的，喷嘴高度的增加必然引起切口宽度加大。所以，选用尽量低的喷嘴高度对提高切割速度和切割质量都是有益的，但是，喷嘴高度过低时可能会引起双弧现象。采用陶瓷外喷嘴可以将喷嘴高度设为零，即喷口端面直接接触被切割表面，可以获得很好的效果。

#### 五、数控等离子切割机电弧功率

数控等离子切割机为了获得高压缩性的等离子弧切割电弧，切割喷嘴都采用了较小的喷嘴孔径、较长的孔道长度并加强了冷却效果，这样可以使得喷嘴有效断面内通过的电流增

加，即电弧的功率密度增大，但同时压缩也使得电弧的功率损失加大。因此，实际用于切割的有效能量要比电源输出的功率小，其损失率一般在 25%~50%之间，有些方法如水压缩等离子弧切割的能量损失率会更大，在进行切割工艺参数设计或切割成本的经济核算时应考虑这个问题。

在工业中使用的金属板厚大多是在 50mm 以下，在这个厚度范围内用常规的等离子弧切割往往会形成上大下小的割口，而且割口的上边缘还会导致切口尺寸精度下降并增加后续加工量。当采用氧和氮气等离子弧切割碳钢、铝和不锈钢时，当板厚在 10~25mm 范围内时，通常是材料越厚，端边的垂直度越好，其切割棱边的角度误差在 1 度~4 度。当板厚小于 1mm，随板厚的减小，切口角度误差从 3° ~4° 增加到 15° ~25° 。

一般认为，这种现象的产生原因是由于等离子射流在割口面上的热输入不平衡所致，即在割口的上部等离子弧能量的释放多于下部。能量释放的不平衡，与很多工艺参数密切相关，如等离子弧压缩程度、切割速度及喷嘴到工件的距离等。增加电弧的压缩程度可以使高温等离子射流延长，形成更为均匀的高温区域，同时加大射流的速度，可以减小切口上下的宽度差。然而，常规喷嘴的过度压缩往往会引起双弧现象，双弧不但会损耗电极和喷嘴，使切割过程无法进行，而且也会导致切口质量的下降。另外，过大的切割速度和过大的喷嘴高度都会引起切口上下宽度差的增加。

来源：内部稿件