

焊接安全技术

杨 文 杰

内 容 目 录

一、气焊安全技术

1. 乙炔发生器
2. 乙炔发生器着火爆炸的原因
3. 乙炔发生器安全性能基本要求
4. 回火防止器
5. 卸压孔及面积
6. 乙炔发生器使用的 安全要求
7. 液化石油气
8. 气瓶减压器的安全使用
9. 焊、割炬的安全要求

二、电弧焊安全技术

1. 电焊及电弧发生的机理
2. 气体保护焊和等离子弧焊的安全特点
3. 接触焊的安全特点
4. 发生触电事故的原因
5. 防止触电的安全措施
6. 焊接电源和电缆的安全要求
7. 焊钳
8. 焊工安全操作和个人防护用具
9. 化工燃料易燃容器和登高作业中的焊接安全操作

焊接是现代工业生产中发展很快的一种工艺。世界上由焊接制成的产品约占一个国家钢铁产品的45%，1980年用于焊接结构的钢材达四亿吨，此外有色金属、铝及其合金结构焊接比重也不断增加。以制造现代船体为例，其全部内外结构几乎都是采用焊接的，焊接工时占整个船体建造总工时的40%，万吨级船舶的焊缝总长达几十公里。近一、二十年来，焊接新工艺不断更新，诸如：气体保护焊、等离子弧焊、电子束、激光焊等。焊接在许多生产部门以及在海洋、水下工程中得到广泛的应用。

焊接工艺的发展，已在原来的基础上，进一步寻求高热量、高密度的焊接方法。实际上把电、热、声、光、磁等物理能量都应用于焊接。目前世界上有半数的机器人用于提高焊接生产效率和改善焊工安全、卫生等条件。随着我国工业生产，建设事业的发展，焊接应用范围日益扩大，青年焊工大量增加。由于焊工作业中要与各种易燃易爆气体、压力容器和电机电器接触，同时还会产生有毒气体、有害粉尘、弧光、幅射等因素。操作时可能发生爆炸、火灾、烫伤、中毒（急性中毒）、触电和高空坠落等事故以及职业危害，这不仅直接危害焊工及其他生产人员的安全和健康，而且还给生产和国家财产遭受重大损失。焊接属于特殊工种，因此要求广大焊工和有关生产人员了解焊接过程中可能发生不幸事故和影响健康的因素，以及消除工伤事故和职业危害的各项安全防护措施，是十分必要的，这对更好地贯彻党的安全生产方针，具有重要意义。

下文就焊接工艺中普遍采用的气焊、电弧焊设备有关操作、管理等基本安全、卫生要求，作一简要的介绍。

一、气焊安全技术

气焊是利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰对金属进行加热的一种熔焊方法。可燃气体与氧气的混合是通过焊炬来完成。气焊所用的可燃气体主要有乙炔和液化石油气等。

气焊应用的设备包括乙炔发生器(或乙炔瓶、液化石油气瓶)、氧气瓶, 器具包括: 焊炬、减压器及橡皮管等。

气割所用的氧气和乙炔气源和设备, 除割炬与焊炬有所不同外, 其余均与气焊相同。

气焊、气割主要设备的安全技术

1. 乙炔发生器:

乙炔发生器是利用电石与水相互作用而产生乙炔气的设备。

乙炔是不饱和的碳氢化合物, 化学分子式为 C_2H_2 , 在常温常压下是易燃烧和爆炸的气体。乙炔的自燃点温度低 ($305^{\circ}C$), 点火能量小 (0.019 毫焦耳), 当乙炔压力和温度增加, 加速乙炔的聚合和分解而发生爆炸。乙炔与空气、乙炔与氧气或氯气等混合时, 能增加其爆炸危险性, 而且爆炸极限范围宽: 乙炔与空气为 (2.2—81%)、乙炔与氧气为 (2.8—93%)。乙炔与纯铜、银、水银等金属长期接触会生成乙炔铜和乙炔银等爆炸性化合物, 当受到摩擦或冲击时就会发生爆炸。因此, 凡用于乙炔的器件(仪器、管段、表、阀等), 都禁止用含铜量高于70%以上的铜合金制作。

电石是碳化钙的俗称 (CaC_2), 因电石与水接触即产生乙炔属于遇水易燃烧的危险品, 而且电石又极易从大气中吸收潮气和水份生成乙炔同时放出热量, 遇明火即着火爆炸。所以要求电石储藏

在密封的金属桶内，存放在不易与水接触或不易浸水而又通风良好的地方。

(1) 乙炔发生器的工作原理和安全要求。

乙炔发生器按所制取乙炔压力的不同，可分为低压式（乙炔压力在 0.07 公斤力/厘米²以下）和中压式（乙炔压力为 $0.07\sim 1.5$ 公斤力/厘米²）两种。在国内中压式乙炔发生器被广泛采用。根据其发气量不同，可分为 0.5 、 1 、 3 、 5 及 10 米³/小时五种，一般是前两种制成移动式（轻便式），后三种制成固定式。乙炔消耗量较大的工厂，一般都设有乙炔站，站中装设二、三台 $20\sim 30$ 米³/小时的低压式乙炔发生器，产生的乙炔由贮气柜贮存，再用离心泵增压，通过管道供给全厂使用。

乙炔发生器按照电石和水接触方式的不同，可分为排水式，电石入水式，水入电石式、联合（排水与浸离）式以及浮桶式等多种。目前国内生产使用的仍以中压 1 米³/小时，移动型排水式乙炔发生器最为普遍，乙炔发生站多采用 $5\sim 10$ 米³/小时联合式

①QB—1型中压乙炔发生器

QB—1型是移动式中压乙炔发生器，其结构属于排水式类型。它主要由发气室5、回火防止器10、贮气桶11和发生器外壳3等主要部件组成，如图一所示。

这种发生器的优点是使用方便，可根据需要进行人工和自动调节压力，压力也比较稳定；发气室和贮气桶都装有足够的泄压膜，比较安全可靠；而且乙炔含硫量和杂质较少。缺点是装电石时需要中断生产，乙炔气的温度高等。

②浮桶式低压乙炔发生器

目前某些工厂、基建施工单位，尚在使用浮桶式发生器，一般都由使用单位自己制造。其结构如图二所示。它主要由定桶1、浮桶2和电石篮3等组成。

这种发生器的优点是结构简单，制作和使用方便；乙炔含硫量低；压力稳定。主要缺点是劳动强度大，装换料时要拔放浮桶，不仅操作费力，而容易与桶壁摩擦，碰撞产生火花，造成爆炸事故。由于设计落后，操作极不安全，国外早已先后淘汰。浮桶工作时，电石篮仅：部分同水面接触电石分解不良，分解后的电石灰不能及时落到水中，造成篮内电石搭桥。当停止焊接时，电石篮仍同水面接触，电石表面潮湿，继续产生乙炔气，超压的乙炔从浮桶内逸出，使工作环境存在爆炸性混合气。装换电石时劳动强度大，而且定桶、浮桶以及电石篮之间容易发生摩擦碰撞，产生火星，引起爆炸着火事故。这类发生器是低压式的，压力低一般为400~600毫米水柱，操作中容易发生回火。此外，浮桶式发生器缺少可靠的必要安全装置，多数桶盖没有足够面积的泄压孔，泄压效果较差。发生爆炸事故时，往往造成浮桶上天或桶体炸裂，造成严重后果。从安全角度考虑，应该采用其他中压发生器代替浮桶式发生器。

2. 乙炔发生器着火爆炸的主要原因

(1) ①结构设计不合理，冷却用水不足，或没有按时换水等造成电石过热。

②缺少必要的安全装置或安全装置失灵。

③发生器罐体或胶管连接处漏气。

④装料换料时遇明火，或发生器运动部分的机件互相摩擦碰撞，产生火花。

⑤在发生器罐体或胶管中形成乙炔与空气（或氧气）混合气。

⑥由于回火而引起。

⑦由于电石含磷过多、颗粒太细或含有硅铁。

⑧发生器的压力或温度过高。

（2）乙炔发生器的爆炸事故有

①装电石时发生的燃爆事故

这类事故往往是由于电石含磷过多、其它明火或电石含有硅铁、电石篮同器壁摩擦碰撞产生火星等原因，引起乙炔——空气混合气体的燃烧爆炸。这类事故一般都发生于发气室内。但有些发生器的发气室与集气室相互连通，或门孔尚敞开时；有些虽有水封但已失灵，致使发气室的爆炸波传到集气室（罐），引起集气室的连爆。当没有足够的泄压孔面积时，往往把发生器炸坏。

②换料时的爆炸事故

换料时往往由于电石过热，或遇到其它明火，引起发气室内乙炔——空气混合气爆炸

③回火的爆炸事故

在焊接操作过程中发生的这类事故有两种情况：一是加料后工作刚开始时，乙炔——空气混合气的爆炸；另一是工作过程中发生的乙炔——氧气混合气的爆炸。回火可能引起回火防止器、集气室或主罐的爆炸损坏。

3. 乙炔发生器安全性能基本要求

（1）应设置必要的安全装置。例如回火防止器、安全阀、卸压膜面积、压力表、水位计和温度计等。而且安全装置的装设部位应符合安全要求。

(2) 保证有良好的冷却条件。发生器必须有足够的冷却水量, 根据条件许可, 应尽可能让电石在大量水中分解。

在电石分解区, 水的温度不得超过 60°C 。发气室的温度及输出的乙炔温度应符合下列要求:

对于移动式乙炔发生器, 在周围介质温度超过 30°C 的情况下, 允许从乙炔发生器中输出的乙炔温度比周围空间的气温高 10°C 。

(3) 发生器的结构及其运动部件不得在工作时因碰撞、摩擦而引起火花的现象。

(4) 乙炔发生器结构的设计, 要能排除器内结构任何空间中滞留的乙炔混合气。

4. 回火防止器 (水封安全器)

回火防止器是防止焊接、气割时回火或氧气倒流入乙炔皮管而使乙炔发生器燃爆的最重要的安全装置, 它有水封式和干式的两种, 常用的是水封式的; 此外还可根据工作压力分为低压的和中压的两类, 每一类又根据安装的部位和使用的目的分为岗位式的和集中式的两种。

(1) 水封式回火防止器: 此种回火防止器的工作原理如图三所示。当发生回火时, 爆炸的混合气产生的冲击波压向回火防止器的水面, 将水分别压入进气管和水封安全管, 器内一部分水沿水封管排出。此时器内原来的水位急剧下降, 因为水封安全管末端插入水封液面较浅, 水封安全管露出水面, 爆炸的混合气体就通过水封管排入大气; 而进气管插入水内较深, 形成水封, 阻止爆炸的混合气进入乙炔发生器。

低压水封式回火防止器如使用不当，或无水、缺水，都会失灵，仍能引起乙炔发生器爆炸，使用时必须注意下列事项：

①回火防止器的水位不得低于水位阀门，也不要过高。水位过低了，水封安全管露出水面，乙炔就会从水封安全管泄出，使回火防止器不起安全作用。

②不可以两把焊枪同时用一个回火防止器。

③在冬季工作完毕时，应把回火防止器内的水全部放掉并冲洗干净，以免冻结。

④回火防止器应垂直放置，以免水位倾斜时失去安全作用。

⑤使用前必须首先排除回火防止器中的乙炔和空气的混合气。

(2) 图四是中压水封式回火防止器，它主要是通过器体底部的逆止阀球5和水封来阻止爆炸混合气的火焰进入乙炔发生器内。器体顶部装有足够面积的卸压膜孔4，当发生回火爆炸时能及时卸出爆炸压力。

(3) 干式回火防止器：水封式回火防止器在严冬室外使用时常会失效，干式回火防止器则无此缺点。干式回火防止器适用于中压乙炔发生器，其结构如图五所示。它用陶瓷微孔止火管起熄灭混合气火焰、防止回火的作用，并在发生回火时切断乙炔的通路。由于发生器中产生的乙炔气可能含微量水气，故应在干式回火防止器前尽量除去乙炔气中的水分，以免陶瓷管微孔积水而冻结。

(4) 几种不安全的回火防止器：图六中的(a)、(b)、(c)、(d)四种回火防止器的进气管插入水中深度很小，在回火时不能起水封的作用，特别是在缺水或无水条件下使用时，根本不能隔爆和阻止回火，因此是不安全的。

5. 卸压孔面积

在乙炔发生器的爆炸事故中，往往出现器体破裂和零件飞出现象，这都是由于没有尽快卸出爆炸压力而引起的。如果乙炔发生器设有卸压孔，爆炸时能保证器体安全完好，这是因为在乙炔混合气体燃爆和激烈膨胀升压的过程中，当压力升高到容器所能承受的强度以前，卸压膜提前破裂卸出压力。多次试验证明，卸压孔的面积同乙炔发生器空间（储气桶、回火防止器、电石发气室）的体积有一定比例。每升容器空间体积所需要的卸压孔面积（平方厘米）叫卸压率。根据试验结果，对不同的空间体积采用如下卸压率是安全的。

（1）乙炔发生器中的回火防止器、贮气桶等空间在操作中往往有可能形成乙炔——氧气混合气，一旦发生回火爆炸，需要尽快卸出爆炸压力，故在此要采用4~6平方厘米/升的卸压率。

（2）乙炔发生器的发气室、是产生乙炔气的部位，室内乙炔含量高，操作中大多数情况下仅能形成乙炔浓度高的乙炔——空气混合气，发生燃、爆时，由于空气量少、氧气助燃不足，燃烧反应不完全，游离出大量炭黑，这时产生的压力比乙炔——氧气混合气的压力低，所以在此要采用2~4平方厘米/升的卸压率。

卸压孔设置的部位也很重要，应设在回火传爆点或易发生引爆的部位上。膜片材料最好选用脆性的、反应灵敏的材料。铝膜片厚0.1毫米；在表压约2.5公斤力/平方厘米时破裂，用于乙炔发生器上比较理想。选用膜片的强度为正常工作压力时的1.5倍。膜片不宜用橡胶板制作，因为橡胶富于弹性变形，会延缓破裂时间，造成膜片和器体同时破损，甚至出现容器破裂了而膜片仍然完好的现

象。

6. 乙炔发生器使用安全要求

发生器的操作人员必须是受过专门训练，熟悉发生器的结构、作用及维护规则，并经安全技术考试合格者。发生器的使用需注意下列安全要求。

(1) 乙炔发生器的布设原则

移动式发生器可以安置在室外，但禁止安置在锻工、铸工和热处理等热加工车间、正在运行的锅炉房等。固定式发生器应布置在单独的房间或专用棚子内。

乙炔发生器不应布设在高压线下和吊车滑线下等处。不准靠近空气压缩机、通风机的吸口处，乙炔发生器与明火、散发火花地点、高压电源线及其它热源应保持水平距离10米以上。不准安放在剧烈震动的工作台和设备上。夏季使用移动式发生器时严禁在烈日下暴晒。

(2) 使用前的准备工作

首先应检查发生器的安全装置、管路、阀门和操纵机构等，确定正常后才能灌水和加入电石。冬季使用如发生冻结，只能用热水或蒸汽解冻，严禁用明火或烧红的铁烘烤，更不准用金属等易产生火花的物体敲击。

(3) 乙炔发生器的起动和停用

发生器起动前要检查回火防止器的水位等，待一切正常后，才能打开进水阀给电石送水，或通过操纵杆让电石篮下降与水接触产生乙炔。这时应检查观察压力表、各处接头及安全阀等是否正常。

发生器停用时应先将电石篮提高脱离水面，或关闭进水阀使电

石停止发气，然后再关闭出气管阀门，停止乙炔输出。

工作结束（包括换电石时）打开发生器盖子，若发生着火时，应立即盖上盖子，使隔绝空气，并立即提升电石篮离开水面，待冷却降温后，才能再开盖和放水。

冬季在露天作业完毕后，应将发生器各罐体的水和电石渣全部排出，冲洗干净，以免冻结。

7. 液化石油气

在标准状态下，石油气的比重为 $1.8—2.5$ 公斤/米³，比空气重。其液体的比重则比水轻。

石油气燃烧的温度比乙炔火焰温度低，丙烷在氧气中燃烧的温度为 $2000—2850^{\circ}\text{C}$ 。用于气割时，金属预热时间需稍长，但可减少切口边缘的过烧现象，切割质量较好，切割速度比用乙炔快 $20—30\%$ 。石油气除越来越广泛地应用于钢材的切割外，还用于焊接汽车水箱、有色金属等。国外还有采用乙炔与石油气混合，作为焊接气源。

石油气的几种主要成分均能与空气或氧气构成具有爆炸性的混合气体，但其爆炸极限范围较小，例如丙烷与空气混合的爆炸极限为 $2.1—9.5\%$ ，丁烷为 $1.5—8.5\%$ ，丁烯为 $1.7—9.6\%$ 。因此，比使用乙炔较为安全。石油气与氧气混合的爆炸极限范围则比较宽，约为 $3.2—64\%$ 。

气态石油气比空气重，易滞留在低洼处和水面上，使用时应加注意。

液化石油气用于气焊、气割时，它同氧气预混合后使用。工作时必须保持供气系统是正压状态，如果系统出现负压供气时，就会

发生回火现象。此外，还禁止直接使用胶管同液化石油气瓶阀连接来用气，一定要通过减压器连接胶管使用。

石油气使用时，如供应的氧气不足，燃烧不充分，会产生CO，使人中毒。

石油气有一定的毒性。在空气中含量很少时（例如0.5%），一般不会中毒。当浓度较高时，就有使人中毒的危险。

石油气对普通橡胶导管和衬垫有腐蚀作用，容易造成漏气。

关于乙炔瓶的安全要求和使用中应注意的事项，上一节课中已讲到。这里，着重把现场使用时易被忽视的地方再提出引起注意。

溶解乙炔气瓶一定要垂直存放牢靠后使用，因为乙炔瓶躺倒卧放时会流出溶解液体（丙酮），瓶内丙酮流出，瓶内空间会出现高压状态，发热具有危险性。因此要求乙炔瓶的搬运和装卸，均应该轻放、轻卸尽量避免撞击，以免瓶内充装的多孔填料振碎压实而下沉，使瓶内空出多余空间而出现高压状态的乙炔气。目前建筑工地开始用乙炔瓶，往往卸在工地上的乙炔气瓶，躺倒放在工地，甚至就直接使用，这是不符合安全要求。对于躺卧的乙炔瓶使用时应垂直放置牢靠后，静止十五分钟再接上减压表（器）开气使用，瓶上不准放置任何其他器物。

焊接常用的高压气瓶有氧气、氮、氢、二氧化碳气瓶等。在锅炉、压力容器等专业安全技术课中会有详细的介绍，这里不再作介绍。

8. 气瓶减压器的安全使用

减压器是调节气瓶压力不可缺少的一个重要附件，必须正确操作和维护，以保证气瓶的正常使用。

应用于气焊与气割的任何一种减压器，它的工作原理都不外乎是在工作过程中，把气瓶内的较高压力的气体，减压到所需的工作压力，并保持压力稳定供气。

安装减压器之前，要略打开气瓶阀门，吹除污物，以防尘屑和水分带入减压器。气瓶阀嘴开启时不能朝向人体或有火源方向。装卸减压器时必须注意防止管接头丝扣滑扣，以免旋装不牢而射出。

拧开减压器时，动作必须缓慢，否则当迅速打开阀门时，减压器工作部分的气体受绝热压缩而温度大大提高，可能使有机材料制成的零件如硬橡胶填料、橡皮薄膜、纤维质衬垫等着火烧坏，并可能导致减压器的完全烧坏。放气过快产生的静电火花以及减压器有油脂沾污等，也会引起着火烧坏减压器零件。

减压器冻结时，应当用热水或蒸汽解冻，严禁用火焰或红铁烘烤。减压器加热后，必须吹除其中残留的水分。

9. 焊、割炬的安全要求

可燃气与氧气的混合是通过焊、割炬来完成的，它能调节可燃气体与氧气以一定的比例混合而形成焊、割需用的火焰和发热量。在焊接过程中，由于某些原因会导致焊炬的火焰向乙炔胶管或氧气胶管内倒燃而造成回火，发生燃烧爆炸事故。

焊炬使用前必须检查其射吸性能。其方法是先将氧气管连接在焊炬的氧气接口上，接通后，次开启乙炔针阀，用手指按在乙炔接口上，如手指感到有一股吸力，则表明焊炬具有正常的射吸能力。经过检查合格后才能点火使用。一般开启点火顺序：先开乙炔气点火次开氧气；停止使用时先关乙炔手轮，然后关氧气手轮。

焊炬及其零件均不许沾染油脂、防止氧气遇到油脂而剧烈燃

烧。

焊、割操作中间停歇时，均应注意切断气源，并把焊、割炬放在空气流通的地方，严禁放在空器、桶、柜、舱口等处，或焊割工作台座的孔洞上，以免枪炬泄漏出的易燃混合气停留在这些部位，而造成燃爆事故。

焊炬停止使用后，应彻底切断同氧气、乙炔气等的气源。并挂在空气流通的适当地点，或拆卸下胶管，严禁射带气源的焊炬存放在工具箱内。

二、电弧焊——电焊

1885年，十九世纪80年代即距今100年前开始有了碳棒电弧放电，为电焊工艺开创了途径。电弧的发现和应用，极大地推动了工业和科学技术的发展，从本质上改变了金属的结合方式使金属结构的形式更趋于完善和合理，并极大的提高劳动生产率。电弧焊中，电弧使能量高度的集中，成为炽热的电热体，温度可达5000—3万度及绝对温度(K)。通过电弧的形式把电能转换成热能，实质上是一种电—热能量转换器。

1. 电焊及电弧发生的机理

(1) 电弧的发生如图七所示，如在两个导电极间充满了空气(或保护气体)，在回路中没有电流通过的现象，两个电极之间是不导电、绝缘的。说明空气是良好的绝缘体。如将两极之间的气体适当加热，使空气逐渐升温，达到某一程度后，发现回路逐渐有一点微弱的电流通过，空气温度再提高，电流值随之增大，从微弱放电(暗、火花、辉光放电)，直到发生电弧放电而高温闪亮电

弧，直至发生导电现象。当将两极间的电压提到击穿间隙程度，或将两极互相接触后，再分开都可以产生电弧。

电弧是一种强烈的气体放电，它的特点是电流大（几个安培到几千安培），而两极间的电压都比较低（10几伏到50伏）。从外貌上看，像一团炽热化的火焰。由电极形成的电弧弧柱（阴、阳和弧柱）。

$$\text{电弧的总长度} = L = l_{\text{阴}} + l_{\text{阳}} + l_{\text{柱}}$$

都非常短小 $1/1000 - 1/100000$ （厘米）可忽略不计

（2）手工电弧焊就是利用这个原理，通过焊机调节电流参数，满足焊接工艺的要求，使焊条和工件被焊部位熔化，获得牢固的结合。如图八所示：图中焊件3—为一极焊条2为另一电极。由焊接电缆4通过引弧后电弧导电，由连接于焊件的夹具6形成焊接电路。

（3）电弧焊操作时接触电的机会比较多，在整个工作过程中都需要接触电器装置——移动和调节焊接电源以及其它电器装置（闸刀开关、导线、电缆和焊钳等），电就在手上，就在身边，如果焊工站在焊件上操作，电就在脚下。在更换焊条时，焊工的手要直接接触电极，焊机的空载电压一般在60—90伏左右。如果焊机和电器装置有毛病、防护用品有缺陷或违反安全操作规程等，都可能发生触电事故。尤其在容器管道、船舱夹底操作，四周都是金属导体，其触电危险性更大。

电弧焊操作过程中，由于焊机、线路、保护性接地或接零装置的毛病，可能引起电气火灾事故。在操作点附近存放有易燃易爆物品，或燃料容器管道的生产检修焊补时，由于防爆防火措施不当，

则容易发生爆炸和火灾事故，重焊件的搬运翻转等操作，有可能发生挤伤、轧伤、摔伤、碰伤及砸伤等机械性外伤。

2. 气体保护焊和等离子弧焊的安全特点

(1) 气体保护电弧焊简称气电焊。气电焊是利用气体作为保护介质的一种电弧熔焊方法。焊接过程中，它直接依靠氩、氦或二氧化碳等气体，在电弧周围造成局部的气体保护层，防止有害于溶滴和溶池的气体侵入，保证了焊接过程的稳定性，从而获得高质量的焊缝。目前在生产上主要采用的气电焊有氩弧焊、二氧化碳气体保护焊和氢原子焊等三种。

氩弧焊是以氩气作为保护气体的一种直接电弧熔焊方法。它是利用从喷嘴流出的氩气在电极及焊接熔池的周围形成连续封闭的气流，保护钨极(或焊丝)和焊接熔池不被氧化，避免了空气对熔化金属的有害作用。同时，由于氩气是惰性气体，它与熔化金属不起化学反应，也不溶解于金属，因此氩弧焊的焊接质量较高。

氩弧焊按照电极的不同分为熔化电极(金属极)和不熔化电极(钨极)两种。

(2) 等离子弧焊

等离子弧焊是现代科学领域中的一项新技术。它是利用高温(16000—33000°C)的等离子弧，来焊接和切割用氧—乙炔焰和普通电弧所不易焊接的难熔金属和非金属，如不锈钢、铝、铜、铸铁、钨、钼以及切割陶瓷、水泥和耐火材料等。它具有质量好，热影响区及变形小，生产率高以及成本低等一系列优点。

等离子电弧：普通电弧焊所产生的电弧，由于弧区内的气体尚未完全电离，能量也不是高度集中，所以电弧温度只是在6000—

8000° C。这种电弧未受到外界约束，称为自由电弧。等离子弧是将通常的自由电弧的弧柱进行强迫“压缩”而获得的。电弧通过喷嘴的细孔，弧柱直径被迫缩小，称为机械压缩效应。此外通过一定压力的冷却气流高速喷出包围弧柱，使弧柱受到强烈冷却，电弧进一步被压缩，称为热收缩效应。带电粒子流在其自身磁场作用下，相互吸力而靠近，弧柱变细称为电磁收缩效应。在三种效应作用下，弧柱被压缩到很细的范围内，这时电弧能量高度集中，温度可达16000° C以上，弧柱内的气体得到高度电离。等离子弧是通过电弧后得到的，又称压缩电弧。

(3) 安全特点：

气体保护焊和等离子弧焊，需要使用氢、氩、氮等压缩气钢瓶，贮存和使用时，存在着气瓶爆炸的危险性。

气电焊和等离子弧焊在操作中也存在着触电危险。在一些特殊情况下，如氩焊弧、等离子弧焊及氢原子焊时，由于保护气体对电弧的冷却作用，气体介质难于电离，电源空载电压可高达200伏和300伏（例如氢原子焊的引弧电压为300伏，工作电压为100伏）。这就增加了发生触电的危险性。目前，这种高压式正在逐步淘汰，如氩弧焊机增设高频振荡器，用以电离气体介质，达到稳弧的目的，从而使焊机的空载电压只有65伏即可。大电流粗丝二氧化碳气体保护焊及大电流氩弧焊时，需使用水冷焊枪，存在有水管泄漏造成触电事故的危险性。

此外，尚有灼烫等不安全因素。

3. 接触焊的安全特点

接触焊是利用电流通过焊件时产生的电阻热作为热源加热焊件