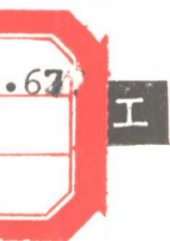


机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

塑料焊接

张静政 王文亭 编著



机械工业出版社

内容提要 本书主要介绍塑料焊接技术，着重讲解塑料热空气焊、热压焊等操作工艺；另外对塑料摩擦焊和感应焊等特种工艺、塑料焊缝的检验和焊缝缺陷的修复等也作了扼要的介绍。

本书可供从事塑料焊接的工人和技工学校师生参考。

塑 料 焊 接

张静政 王文亭 编著

责任编辑 俞逢英

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京新村印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $17/8$ · 字数 44 千字

1985年6月北京第一版·1985年6月北京第一次印刷

印数 00,001-27,000 · 定价 0.34元

*

科技新书目： 96-113

统一书号：15033·5917

目 次

一	概述	(1)
1	塑料的性能及其用途(1)——2 塑料连接的方法(2)——3 几种常用塑料的焊接(2)	
二	热空气焊接	(9)
1	热空气焊接的基本原理(9)——2 热空气焊接工艺(10)——3 热空气焊接设备(20)——4 生产实例(25)	
三	热压焊和热对挤焊	(27)
1	塑料热压焊和热对挤焊的基本原理(27)——2 热压焊的设备和工艺(27)——3 热对挤焊的设备和工艺(31)	
四	特种焊接简介	(36)
1	摩擦焊(36)——2 电热丝焊接(39)——3 感应焊接(39)——4 超声波焊接(40)——5 热封焊接(43)——6 熔融挤压焊接(46)——7 溶剂焊接(46)——8 胶接(49)	
五	各种焊接方法的比较	(50)
六	焊缝缺陷的检验、防止和修复	(52)
1	焊缝缺陷的种类、产生原因和防止措施(52)——2 焊缝缺陷的检验方法(54)——3 硬聚氯乙烯塑料焊缝缺陷的修复(55)	

一 概 述

1 塑料的性能及其用途 塑料是一种以合成树脂为主要成分的高分子化合物。制造合成树脂的原料是石油、天然气和煤等。到目前为止，已投入工业生产使用的塑料有60多种。

常用塑料分类的方法有两种：一种是按高分子化合物的性质和加工性能分，分为热固性和热塑性塑料；另一种是按塑料的使用范围分，分为通用塑料、工程塑料和其它塑料。

热固性塑料在加热时，不能变为熔化状态，也不能被溶解。所以这种塑料是不能焊接的，更不能用于焊接产品和焊接结构。酚醛塑料、氨基塑料等属于热固性塑料。常用的电器插头、插座就是用热固性塑料制成的。热固性塑料俗称“电木”。

热塑性塑料在受热时变软，冷却后变硬，再受热，又变软，冷却再变硬；可以多次重复成型，但其性能基本不变。热塑性塑料可以用各种方法焊接。常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、氯化聚醚、聚苯乙烯、聚酰胺及氟塑料等。

塑料在机器制造业、农业、建筑业、航天工业、医疗器械工业、运输业、邮电工业、化学工业、造船工业及日用品工业等部门都得到了日益广泛的应用。很多产品从零部件到整体，都是用塑料制造的。塑料最突出的优点是比重小，平均比铝轻 $1/2$ ，比有色金属轻 $2/3 \sim 4/5$ 。尽管塑料比重小，但强度却比木材、玻璃和陶瓷等要高得多。许多塑料比铸铁、铸铝还结实，某些塑料的强度甚至可和普通碳钢媲美。塑料几乎是不可腐蚀的，其耐腐蚀的寿命比金属长得多。塑料比金属容易成形加工，制造零件的成本要比金属低得多。

随着科学技术的发展，塑料将成为各工业部门不可缺少的材料。

2 塑料连接的方法 塑料连接的方法有胶接和焊接两种。塑料的焊接比胶接具有工时省、效率高、质量好和成本低的优点。所以在工业生产上，大部分重要的塑料连接结构是采用焊接的方法制造的。

塑料的焊接方法很多，常用的有热空气焊接、热压焊接、热对接焊接、摩擦焊和超声波焊接等等。图1是这些加热方法的分类。

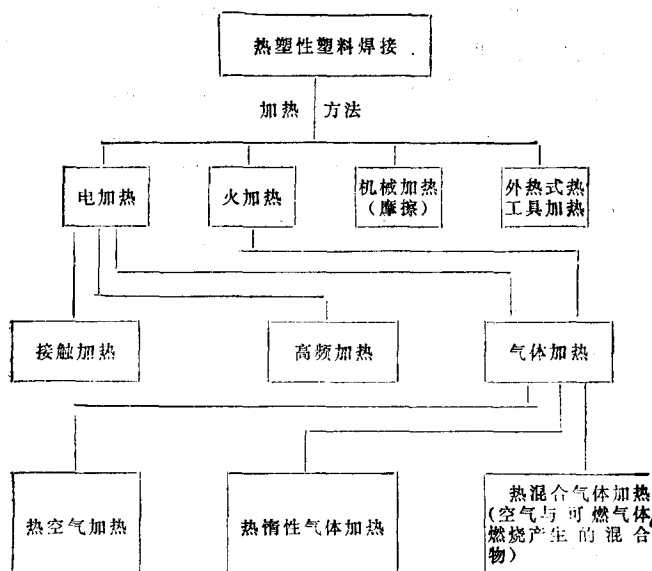


图1 塑料焊接方法分类

3 几种常用塑料的焊接

一、聚乙烯 聚乙烯是一种较坚硬的角质材料，像石蜡一样

呈乳白色，它是塑料中最轻的一种。聚乙烯有很高的耐寒性（低于 -80°C 时才完全失去韧性）和耐热性（使用温度可达 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ ），还具有很好的介电性质和高的耐酸、耐浓碱和耐油等耐腐蚀性。因此广泛应用于化学工业中，可用来制造酸、碱贮槽和反应器以及耐腐蚀管道等设备。

聚乙烯的熔融温度为 $125\sim 131^{\circ}\text{C}$ ，因此用热空气焊接时，焊枪温度也必须相应提高，才能使聚乙烯塑料充分熔融。聚乙烯熔融后的粘度较小，因此风量不宜太大，以免造成焊缝溢浆吹毛现象。同时，由于聚乙烯塑料的收缩性较大，被焊枪中喷出的热空气加热的面积要大一些，即加大焊枪上下摆动的幅度（特别当焊接厚的板材时），以免造成局部收缩而产生裂纹。

焊接聚乙烯塑料时，可以用滚轮施加压力。如果用手按压焊条，必须待熔接区冷却到不透明时再松手。

热空气焊接时，如果用氮气代替空气，则能避免氧化，可提高焊接质量。聚乙烯塑料也适宜用热对挤焊法。

二、聚氯乙烯 硬聚氯乙烯，在技术上通常指的是一种以不含增塑剂的聚氯乙烯树脂制成的塑料。

硬聚氯乙烯具有一定的机械强度和较高的冲击韧性，自身不会燃烧。就化学稳定性来说，硬聚氯乙烯几乎超过了现有的大部分非金属耐腐蚀材料。实际上，硬聚氯乙烯在所有任何浓度的酸、碱及盐溶液的作用下，都是稳定的。除了芳香烃及氯化了的碳氢化合物外，硬聚氯乙烯塑料在许多有机溶剂中都是不溶解的。

当硬聚氯乙烯被加热到 $130\sim 140^{\circ}\text{C}$ 即成柔软状态，这时只要用简单的模型加以不大的压力，即可制成各种零部件。当它被加热到更高的温度（ $200\sim 240^{\circ}\text{C}$ ）时，就变为韧性流动状态，这时在焊条上施加不大的压力，就可用焊枪进行焊接。因此，焊接是

连接硬聚氯乙烯各种零部件的主要方法。

硬聚氯乙烯广泛应用于石油化工工业，用以制造塔、罐及管道等。此外，日常生活用品中也有大量的聚氯乙烯塑料制品。对于聚氯乙烯塑料的焊接，人们已掌握了较丰富的经验。

制造化工设备时，一般用软聚氯乙烯板材作设备的衬里。施工中除了使用胶接工艺外（用有微毒的过氯乙烯胶水和聚氨脂粘剂），还可以采用软聚氯乙烯焊条进行热空气焊接。它与硬聚氯乙烯塑料焊接相比，有下列不同之处：

（1）板材焊缝处不需要开坡口，可直接用软聚氯乙烯焊条焊上；

（2）焊接温度略低于硬聚氯乙烯，且与硬聚氯乙烯塑料相比，其压缩空气的风量稍小一些，如果风量过大，则会吹毛焊缝附近的表面，影响其强度和美观。

三、氯化聚氯乙烯 聚氯乙烯塑料在使用中最大的缺点是工作温度不高（最高工作温度为 60°C ），因此目前在研究用改性氯化聚氯乙烯，来提高聚氯乙烯塑料的耐热性。这样就可以大大扩大聚氯乙烯塑料的使用范围。

氯化聚氯乙烯塑料的焊接工艺与硬质聚氯乙烯基本相同，所不同的仅是在焊接氯化聚氯乙烯塑料过程中有一种刺激性气体逸出，因此必须注意通风。另外，氯化聚氯乙烯塑料较脆，在加工坡口时应特别注意。

四、聚丙烯 聚丙烯是六十年代发展起来的一种塑料，它具有较高的平均分子量。聚丙烯的特点是：分子结构有一定的规律性，结晶程度很高。从外观上看，聚丙烯是一种白色粉末，与低压聚乙烯相似。聚丙烯和低压聚乙烯同样有较高的结晶程度，因此它具有较高的机械性能，当外部载荷达到一定数值时，聚丙烯便发生断裂。它在断裂前只产生弹性变形。当温度低于 150°C 且

没有外力作用下，聚丙烯结构的外形能够保持不变。聚丙烯的耐腐蚀性能好，对无机酸、有机酸、碱或盐溶液（除氧化性介质、浓硝酸、发烟硫酸和浓醋酸外）一般均有良好的耐腐蚀性能，对醇、酚、醛和酮也呈稳定状态。国外都采用这种塑料制造大型管道，贮槽和容器等设备。

聚丙烯塑料的焊接，基本上和聚氯乙烯焊接相类似，但应注意如下的几个特点：

（1）由于聚丙烯具有等规聚合和高结晶度，只有当它的温度接近熔点，并达到结晶熔融温度区时，才会软化而有可塑性。这是聚丙烯具有较好耐热性的一个原因。但是，这一狭窄的塑性温度范围，也就给板材的热加工带来困难。

（2）聚丙烯可采用热空气焊接，与聚氯乙烯塑料相比，它的焊接温度要稍高一些（约 $200\sim 270^{\circ}\text{C}$ 之间），由于熔融后的粘度较低，风量要稍小一些。聚丙烯在高温下易氧化，所以采用氮气或二氧化碳等气体较好，用普通空气也可以。手工焊接的速度比聚氯乙烯稍慢些，约 $100\sim 120$ 毫米/分。此外，热对挤焊对聚丙烯塑料也是合适的，特别适合于聚丙烯管道的焊接。

（3）特别应该指出的是聚丙烯和聚乙烯等塑料不能用高频电流焊接，因为材料具有高的绝缘性能及特别低的介电损失。

五、氯化聚醚 氯化聚醚也叫做聚氯醚。它是六十年代出现的一种新型热塑性塑料，是一种浅色半透明的结晶型高分子聚合物。它具有高熔点、高结晶性和其他良好的物理和机械性能。其突出的优点是：化学稳定性好，仅次于氟塑料；对多种酸、碱和溶剂有良好的耐蚀能力；价格低于聚四氟乙烯，而且容易加工，吸水率极小，尺寸稳定，可制成精确而没有内应力的制件。由于具有以上的特性，因此氯化聚醚广泛用来制造化工防腐设备和精密零件等。

氯化聚醚可以进行各种切削加工，其切削用量和铝、镁等轻金属相仿，切削时可用乳化液或机油冷却。氯化聚醚板材可以用冲压或剪切加工，但必须加热到 $90\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，否则板材易于碎裂。

氯化聚醚可以用热空气焊接。焊条材料可与本体相同，也可以使用氯化聚醚加 5% 的苯二甲酸二醇酯作为焊条。焊枪喷嘴喷出的热空气温度控制在 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

氯化聚醚的薄膜和板材大量用作耐腐蚀容器设备的衬里。以合成橡胶为基础的粘接剂，能使氯化聚醚和黑色金属有较牢固的粘接力。在氯丁橡胶浆中加入 5~10% 的三异氰酸三苯基甲烷，在温度 50°C 硫化 50 小时，可得到 $4\sim 6$ 公斤力/厘米² 的剥离强度。它比纯氯丁橡胶粘接强度高 4~5 倍。用聚酰胺-环氧胶粘接剂与酚醛-氯丁胶，则使氯化聚醚与钢有相当突出的粘接强度，可达 $30\sim 50$ 公斤力/厘米²。

氯化聚醚用聚氨酯粘接，能获得 56 公斤力/厘米² 以上的粘接强度，用不饱和聚酯-苯乙烯胶接剂可达 44 公斤力/厘米² 以上，用聚硫-环氧胶可达 35 公斤力/厘米²。

应该指出，氯化聚醚可用各种喷涂方法获得性能良好的涂层，因而广泛地用来制造化工防腐设备。

六、聚碳酸脂 聚碳酸脂是透明、呈轻微淡黄色的塑料。但可制得接近无色透明的制品，也可染成各种颜色。它具有较高的尺寸稳定性，因此可以用来制造精确的零件。聚碳酸脂的最大优点是冲击强度特别高，和酚醛或聚酯玻璃钢相近。聚碳酸脂具有良好的耐热性和耐寒性，可在 $-60\sim 120^{\circ}\text{C}$ 温度范围内长期使用。脆化温度为 -100°C ，其熔点为 $220\sim 230^{\circ}\text{C}$ 。聚碳酸脂与润滑油、油和酸是不发生作用的，但遇碱、胺、酮、酯和芳香烃要受到侵蚀。聚碳酸脂在较大的温度范围内和潮湿条件下仍具有优良的电

绝缘性能，适用于制造各种电器零件及医疗用具等。

聚碳酸脂可以采用热空气焊接，热对挤焊接，摩擦焊和超声波焊接等。

用热空气焊接聚碳酸脂，其方法和聚氯乙烯板基本相同。热空气的温度需 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ ，热空气的风量以 50 升/分左右为宜，焊接速度一般在 200 毫米/分。焊条材料用 $\phi 3\sim\phi 4$ 毫米的聚碳酸脂圆条。应该指出，焊接前，焊件和焊条应保持干燥，其表面不能有油污。用热空气焊接的焊缝强度可达到制品的抗拉强度的 80%，但冲击韧性有所下降。

聚碳酸脂也可用热对挤焊焊接。加热板的温度在 $340\sim 350^{\circ}\text{C}$ 左右，将待焊的两对接面与平坦的加热板接触 $2\sim 5$ 秒钟后，待对接面部分呈发粘状态时，立即将两对接面压接。用这种方法所得到的焊缝强度可达制品抗拉强度的 80%。

摩擦焊仅用于管件的焊接。焊接聚碳酸脂管子时，其圆周速度均在 6 米/秒内，压力约 $14\sim 30$ 公斤力/厘米²。焊接时应注意接触面熔融后，管件的旋转运动应立即刹住，否则焊缝会被扭断。

聚碳酸脂用超声波焊接时，超声波的频率约为 20 千赫，两焊接面之间的压力取 $0.7\sim 7$ 公斤力/厘米²。超声波焊接的优点是焊接速度快，焊缝质量高，焊缝强度可与制品接近。

无论采用哪种方法焊接，被焊部分都要熔融，因此聚碳酸脂制品焊接前必须保持充分干燥。焊接后还必须进行热处理，以减少焊缝的内应力。在设计聚碳酸脂焊接结构时，应尽量减少焊缝，焊缝多了，将会影响其机械性能，特别是冲击韧性将会大大下降。

七、聚四氟乙烯 聚四氟乙烯是一种结晶性的高分子化合物，它是氟塑料的一种。氟塑料与其它塑料相比，具有更优越的耐高低温、耐腐蚀、耐候性、电绝缘性、不吸水以及低的摩擦系

数等特性，其中，尤以聚四氟乙烯最为突出。聚四氟乙烯的长期使用温度范围为 $-180\sim 260^{\circ}\text{C}$ 。聚四氟乙烯即使在高温下与浓酸、浓碱或强氧化剂也不起作用，它的化学稳定性甚至超过金、铂、玻璃、陶瓷等。聚四氟乙烯在浓硫酸、硝酸、盐酸甚至在王水中均不受侵蚀，可在潮湿条件下保持良好的电绝缘性能，且不受频率和温度的影响。因此聚四氟乙烯广泛用于化工机械设备的耐腐零件和密封零件，在电工及无线电技术方面用它作为绝缘材料。

因为聚四氟乙烯在加热后不发粘，不呈粘流状态，焊接性较差，所以不能用焊接聚氯乙烯或其它塑料的方法来焊接聚四氟乙烯，但用类似“锻焊”的方法还是可以的。即将两块聚四氟乙烯极其紧密地压合在一起，并加热到 370°C ，待其冷却后，两块塑料便焊接在一起。达到优质焊接的主要困难，在于使整个焊接表面完全紧密无间地接合，如果接合不严密，便没有把握达到焊接效果。这个困难可以用溶剂填充焊接表面的所有不平整处来解决。溶剂的配制方法是取65%重的氟油和35%重的聚四氟乙烯细粉末调合即可。氟油在室温下的粘度很大，为了便于调合，必须将它预热到 70°C 。为了降低溶剂粘度，便于涂敷，使用时也可将溶剂加热到 70°C 。

焊接时，在准备焊接的两个表面上各涂一层溶剂，并用夹箍、压机或其它装置压合。压合后，必须保证焊接表面受到均匀的压力。压力大小为 $2.5\sim 3.5$ 公斤力/厘米²。压力过高，焊接加热时可能破裂。加热应均匀，当温度到达 $870\pm 10^{\circ}\text{C}$ 时，需保温一段时间，以便使氟油蒸发。加热温度不能超过 400°C ，否则会使聚四氟乙烯零件热解损坏。焊后应缓慢冷却，当焊件温度低于 70°C 时可去除压力，并将焊缝中挤出的过量溶剂清除干净。

聚四氟乙烯的薄片进行焊接时，只能采取搭接或咬口型式的

焊缝。

由于聚四氟乙烯具有非常好的化学稳定性，所以很难使用胶接方法来连接工件。只有在临时需要或者要求不高的场合才使用胶接。胶接是用分子量为30000~40000的聚异丁烯胶接剂来实现。这种分子量的聚异丁烯在干燥状态时也具有粘性，将它溶于甲苯或汽油中，其溶液浓度约为50%，将此溶液涂于工件的表面上并进行干燥，然后将两工件表面相互压合即可。

由于聚四氟乙烯塑料的焊接是十分困难的，因此在设计时应尽可能地避免采用焊接结构。

二 热空气焊接

1 热空气焊接的基本原理 热空气焊接塑料时，把压缩空气通过油水分离器，再经过特殊的电热焊枪，而被加热成热压缩空气，它从焊枪喷嘴中喷出的温度可达200~300℃。借助这股热空气可加热焊条和母材，这时焊条头部软化发粘，但不形成熔滴；同时母材被焊处也被加热而发粘。在粘稠状态下，加不大的压力使焊条和母材连接在一起，冷却后形成焊缝。用这种方法焊接塑料，叫做塑料热空气焊接。

塑料热空气焊接时，一般用电热丝通电加热。电热丝可加热空气，也可以加热氮气或二氧化碳。在一般情况下，加热的气体是空气，除非焊接的塑料容易被氧化。硬聚氯乙烯塑料通常采用热空气焊接。

硬聚氯乙烯塑料焊接后，会降低机械性能。降低的幅度与坡口型式、热空气的温度和流量、母材厚度、焊条质量，焊接位置及焊工操作熟练程度等有关。

2 热空气焊接工艺

一、坡口准备 焊接硬聚氯乙烯塑料时，为了使塑料能很好地结合，并有较高的焊缝强度，焊前对厚度大于2毫米的板材必须开坡口。坡口要求平直，沿焊缝全长均匀一致，但不宜过于光滑。必要时对坡口可用砂皮或粗锉刀打磨成粗糙的表面，以增加焊缝强度。当硬聚氯乙烯塑料板厚度为2~5毫米时，可采用单面坡口，坡口角度为 $60^\circ \sim 70^\circ$ 。大于5毫米时，最好加工成双面坡口，坡口角度为 $70^\circ \sim 90^\circ$ 。钝边尺寸均为1~1.5毫米。

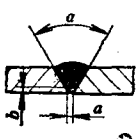
加工焊件坡口所用的设备一般与木材加工机床及木工工具相同。可用手工刨、锉、刮，也可用机床加工，或用专用的刨边机进行加工。

硬聚氯乙烯塑料的焊缝强度与焊件、焊条的表面清洁程度有关。因此，在焊前应将焊条表面及坡口处清理干净，若有油污，可用二氯乙烷或丙酮擦洗。

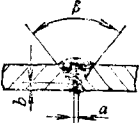
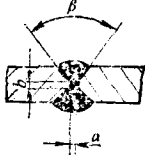
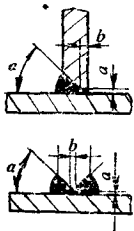
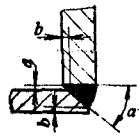
在大多数情况下，焊缝形式是由制件的结构所决定，当然也要考虑施焊方便与经济性。焊接坡口的型式、坡口角度及工件装配间隙大小，都会影响焊缝强度。

各种焊缝坡口型式断面尺寸及适用范围见表1。

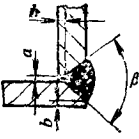
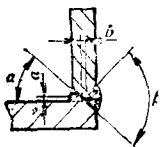
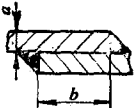
表1 焊缝坡口型式、断面尺寸及适应范围

坡口型式	板厚及坡口尺寸				应用说明
	板厚 (毫米)	间隙 a (毫米)	钝边 b (毫米)	角度 $\frac{\alpha}{\beta}$ (度)	
	≤ 5	0.5~1.5	1~1.5	$60^\circ \sim 70^\circ$	适用于只能在一面焊接的场合，焊缝背面可能产生未焊透，焊缝强度降低，易应力集中。一般用于板厚不超过6毫米的焊缝
	> 5			$70^\circ \sim 90^\circ$	

(续)

坡 口 型 式	板厚及坡口尺寸				应用说明
	板厚 (毫米)	间隙 a (毫米)	钝边 b (毫米)	角度 $\frac{\alpha}{\beta}$ (度)	
	≤ 5	0.5~1.5	1~1.5	$60^\circ \sim 70^\circ$	适用于双面都能进行焊接的场合，每面焊一道焊缝，可焊透，应力集中不明显，焊缝强度较高。一般用于板厚不超过10毫米的焊缝
	≥ 5			$70^\circ \sim 90^\circ$	
	≥ 5	0.5~1.5	1~1.5	$70^\circ \sim 90^\circ$	适用于双面都能进行焊接的场合，是对接焊缝中用料最省，化时最少，强度最高的一种坡口型式，一般用于板厚不小于6毫米的焊缝
		0.5~1	1~1.5	$45^\circ \sim 55^\circ$	用于安装在塔或贮槽内的架子、隔板等零件的焊缝；不宜作塔或贮槽等底部焊缝，即不能用作主要结构的焊缝
	≤ 6	0.5~1	1~1.5	$45^\circ \sim 55^\circ$	用于焊接塔或贮槽底部的焊缝

(续)

坡口型式	板厚及坡口尺寸				应用说明
	板厚 (毫米)	间隙 a (毫米)	钝边 b (毫米)	角度 α β (度)	
	>6	$0.5 \sim 1$	$1 \sim 1.5$	$30^\circ \sim 90^\circ$	用于焊接塔或贮槽 底部的焊缝
	≥ 10	$0.5 \sim 1$	$1 \sim 1.5$	$\alpha = 45^\circ \sim 55^\circ$ $\beta = 80^\circ \sim 90^\circ$	用于焊接塔或贮槽 底部的焊缝
		$b \leq 3a$			不宜用于焊接由薄片层压成的板材。且由于两板的中心线不重合，故受外力时产生弯矩，一般很少单独使用，大多用作辅助焊缝，以加强其它焊缝的气密性

二、焊条的选用 焊条的成分应和母材相近，用含增塑剂多的焊条进行焊接时，焊缝成形好。但如果焊条中增塑剂含量过多，则容易使焊缝强度降低，耐热性、耐蚀性也差。

焊条直径越大，填满焊缝坡口所需的焊条根数就越少。也就是说，焊接工作效率越高。但直径过大时，由于焊枪喷出的热空气流在短时间内，不能使焊条里外均匀受热，焊接后焊缝内部

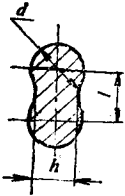
会产生应力。这种应力在母材继续受焊接加热时，就容易引起焊缝收缩并出现裂缝，影响焊接质量。所以在实际焊接工作中，选用的焊条直径不超过4毫米。

焊条分单焊条和双焊条两种。单焊条的规格及应用见表2：双焊条的规格及应用见表3。

表2 单焊条规格

直径(毫米)	适用板材厚度(毫米)	公差(毫米)	长度(米)不短于
2	焊缝根部第一根焊条或2~3	± 0.3	0.5
2.5	4~8	± 0.3	0.5
3			
3.5	8~15	± 0.3	0.5
4	15以上	± 0.3	0.5

表3 双焊条规格

焊条截面	直径 (毫米)	d	l	h	适用板材 的厚度 (毫米)	公差 (毫米)	长度 (米) 不短于
	1.5	1.5	1.5	1.2	8 以下	± 0.3	0.5
	2.0	2.0	2.0	1.7		± 0.3	0.5
	2.5	2.5	2.5	2.2	8 以上	± 0.3	0.5

双焊条系两根单焊条并联起来，中间略呈凹槽，它的断面呈“8”字形。双焊条比单焊条能提高焊接效率约40~60%，同时由于双焊条受热面积大于单焊条，受热较均匀，因此焊缝强度较高，如表4所示。近年来双焊条的使用量已经超过单焊条。

表4 硬聚氯乙烯塑料采用单、双焊条焊接的焊缝抗拉强度

试 样 种 类	抗拉强度平均值 公斤力/厘米 ²	焊缝强度系数(%)
母材本体	66	
单焊条焊接的焊缝	482	70
双焊条焊接的焊缝	665	91

那么在实际工作中，怎样识别合格的硬聚氯乙烯塑料焊条呢？

硬聚氯乙烯塑料焊条系由聚氯乙烯树脂加入稳定剂、润滑剂、着色剂及少量增塑剂，经混合塑化成粒，再挤压成型而制成实心的圆条状制品。焊条质量的好坏将直接影响焊接质量，因此选用合格焊条是保证焊接质量的重要一环。

识别合格的硬聚氯乙烯塑料焊条主要有如下三点：

(1) 焊条表面应光滑，不允许有突出物和杂质，允许有轻微的粗糙的毛刺及椭圆形的截面。黑色焦粒杂质在长1米的焊条上不得多于5处；

(2) 焊条在15℃时进行180°弯曲不应断裂，但允许弯曲处发白；

(3) 焊条表面应呈均匀，紧密状态，不允许有气泡存在。

三、喷嘴的选用 焊枪喷嘴的直径必须与焊条直径相适应。当喷嘴的直径过小，很难使焊条及母材均匀而充分地受热，焊接后焊条本身就会产生应力，这种应力在连续焊接时会使焊缝形成裂缝。如果喷嘴的直径过大，焊条过分受热，则形成的焊缝不平整，影响外观。根据试验数据，列出表5。从表5中可看出，焊枪喷嘴直径接近焊条直径时，焊缝强度最高。同时喷嘴内孔在出口处必须大于10倍孔径的平直段；如图2所示，不宜作成图3的形式。因为这样会使出口处气流扩散，影响焊接速度。