

5 管道连接

5.1 一般规定

5.1.1 制定本条的目的是核对工程上使用的管材、管件及附属设备规格尺寸、材料级别、SDR及型号是否与设计要求相符；核对管材、管件外观是否符合现行国家标准的要求，防止不合格管材、管件混入工程中使用。

在工程施工中，管材有可能受到轻微划伤，国外相关标准规定和实践证明划痕深度不超过管材壁厚的10%，4mm相当于 d_n450 管径壁厚的10%，对管道使用影响不大。在《燃气用塑料管道系统 聚乙烯（PE）》ISO 4437和《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统 第1部分：管材》GB/T 15558.1中的管材的耐慢速裂纹增长试验已考虑了划伤对管材性能的影响。

5.1.2 本条规定了聚乙烯管道的几种连接方式，其目的是保证管道接头的质量。聚乙烯管道的使用的效果如何，很大程度上是与所选用的接头结构和装配工艺过程的参数有关（除外来损坏）。目前国际上聚乙烯燃气管的连接普遍采用不可拆卸的焊接接头，即本条规定的热熔连接或电熔连接。一般来说，采用本条规定的几种连接方式连接的聚乙烯管接头的强度都高于管材自身强度。

考虑多年来聚乙烯连接的经验，以及为确保燃气管道的高安全度要求，本标准热熔连接不包括热熔承插连接和热熔鞍形连接方式。热熔承插连接一般用于小口径（小于63mm）管道连接，热熔鞍形连接用于管道分支连接，这两种连接方式和采用的设备、加热工具和操作工艺都有严格要求，对操作工技能要求较高，受人为因素影响较大。近几年来，国内外聚乙烯燃气管道已基本不采用热熔承插连接和热熔鞍形连接。因此，本标准规定的

热熔连接不包含热熔承插和热熔鞍形连接方式。

1 不得采用螺纹连接，是因为聚乙烯材料对切口极为敏感，车制螺纹将导致管壁截面减弱和应力集中，而且，聚乙烯材料为柔韧性材料，螺纹连接很难保证接头强度和密封性能，因此，要求不得采用螺纹连接；不得采用粘接，是因为聚乙烯是一种高结晶性的非极性材料，在一般条件下，其粘接性能较差，一般来说粘接的聚乙烯管道接头强度要低于管材本身强度，目前还没有适合于聚乙烯的胶粘剂，因此，要求不得采用粘接。

2 法兰连接由于橡胶垫容易发生蠕变，或由于地基沉降导致接头扰动，导致漏气，因此埋地敷设时需要设置检查井检测。

3 本款规定的不同级别和熔体质量流动速率差值不小于 $0.5\text{g}/10\text{min}$ (190°C , 5kg) 的聚乙烯原料制造的管材、管件和管道附件，以及焊接端部标准尺寸比 (SDR) 不同的聚乙烯燃气管道连接时，必须采用电熔连接，是因为 PE80 与 PE100 的管道热熔对接，通常会形成不对称的卷边，或者由于熔体流动速率相差较大，熔接条件也不同，采用热熔对接，在接头处会产生残余应力。外径相同、SDR 值不同的管材、管件采用热熔连接，接头处因壁厚不同，冷却时收缩不一致而会产生较大的内应力，易导致断裂，不利于焊接质量的评价与控制。

国内外多年实践经验证明，熔体质量流动速率 (MFR) 差值在 $0.5\text{g}/10\text{min}$ (190°C , 5kg) 以内聚乙烯管道热熔对接连接能获得较好的效果。

焊接端部标准尺寸比 (SDR) 不同，指 SDR11 管材与 SDR17 或 SDR17.6 管材连接。

根据《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006 中的第六章第二十五条第 (四) 点规定制定的，公称直径小于等于 $d_n 63\text{mm}$ 的聚乙烯管材、管件连接宜使用电熔连接，同时考虑到在实际施工中，小口径聚乙烯管道壁厚小，错边量影响变

大，采用热熔对接机具连接不方便手工对接连接质量不易保证，同时内壁卷边会造成通径减小，局部阻力增大，对输送能力影响比较明显。同时考虑实际情况，公称外径扩大到90mm。

管道壁厚小于6mm时，考虑到对接面积小，热熔连接错边量易超过10%，应采用电熔连接。

5.1.3 聚乙烯管道采用专用连接机具能有效保证连接质量，因此，要求根据不同连接形式选用专用连接机具；严禁使用明火加热，是因为聚乙烯材料是可燃性材料，明火会引起聚乙烯材料燃烧和变形，而且，明火加热也不能保证加热温度的均匀性，影响接头连接质量，因此，要求严禁使用明火加热。

根据现行国家标准《塑料管材和管件 燃气和给水输配系统用聚乙烯（PE）管材及管件的热熔对接程序》GB/T 32434的有关规定，热熔对接连接设备宜使用全自动焊接设备，加热卷边、吸热、切换、加压熔接、保压冷却等操作自动完成，不推荐使用手动焊接设备。

全自动热熔对接焊机应具有以下功能：

- 1) 可以实现一致、可靠、可重复的操作；
- 2) 系统将控制监视并记录焊接过程各阶段的主要参数，以判断每一焊口的状况；
- 3) 焊机有数据检索存储装置和数据下载接口，存储容量至少为200个焊口的参数；
- 4) 铣削管道元件端面后，能够自动检查管道元件是否夹装牢固；
- 5) 自动测量拖动压力（峰值拖动压力和动态拖动压力）以及自动补偿拖动压力；
- 6) 自动监测加热板温度，如果加热板温度没有在设定的工作温度范围内，焊机应该无法进行焊接；
- 7) 加热板插入待焊接管道元件之后的所有阶段（加压、成边、降低压力、吸热、切换、加压、保压、冷却）

自动进行；

- 8) 微处理器采用闭环控制系统，在焊接过程中突然出现不符合焊接参数时，焊机能够自动中断焊接并报警；
- 9) 全自动热熔对接焊机原始记录至少包括环境温度、焊工代号、焊口编号、管道元件规格类型、焊接压力、加热板温度、卷边高度、吸热时间、切换时间、增压时间、冷却时间、冷却压力等；电熔焊接原始记录至少应当包括环境温度、焊工代号、焊口编号、管道元件规格类型、焊接电压、焊接时间、冷却时间、初始电阻、输入能量等。

自动热熔对接焊机应满足以下要求：

- 1) 机架应坚固稳定，并应保证加热板和铣削工具切换方便及管材或管件方便地移动和校正对中。
- 2) 夹具应能固定管材或管件，并应使管材或管件快速定位或移开。
- 3) 铣刀应为双面铣削刀具，应将待连接的管材或管件端面铣削成垂直于管材中轴线的清洁、平整、平行的匹配面。
- 4) 加热板表面结构应完整，并保持洁净，温度分布应均匀，允许偏差应为设定温度的 $\pm 7^{\circ}\text{C}$ 。
- 5) 压力系统的压力显示分度值不应大于 0.1MPa 。
- 6) 焊接设备使用的电源电压波动范围不应大于额定电压的 $\pm 15\%$ 。

电熔连接设备应符合《塑料管材和管件 聚乙烯系统熔接设备 第2部分：电熔连接》GB/T 20674.2的有关规定，并应符合下列规定：

- 1) 电熔连接设备的能量输出控制类型及参数应符合电熔管件的要求。聚乙烯燃气管道焊接机具应为全自动焊机，并具有中文显示、环境温度自动补偿和焊接信息存储、输出功能。

- 2) 电熔连接机具应在国家电网供电或发电机供电情况下,均可正常工作。输入电压的允许偏差不得超出额定电压的 $\pm 15\%$,当电网电压不符合要求时必须选择发电机供电。
- 3) 外壳防护等级不应低于 IP54,所有线路板应进行防水、防尘、防震处理,开关、按钮应具有防水性。
- 4) 输入和输出电缆,当超过 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 工作范围时,应能保持柔韧性。
- 5) 环境温度传感器精度不应低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,并应有防机械损伤保护。
- 6) 输出电压的允许偏差应控制在设定电压的 $\pm 1.5\%$ 以内,但不得超出 $\pm 0.5\text{V}$;输出电流的允许偏差应控制在额定电流的 $\pm 1.5\%$ 以内;熔接时间的允许偏差应控制在理论时间的 $\pm 1\%$ 以内。

在选择电熔连接机具时,还要注意电缆线不宜过长和过细,否则,容易造成欠压,影响焊接质量。需要临时电源时,宜使用超过 5mm^2 的铜线,临时电源线长度不宜过长,防止电熔焊机欠压,同时保证用电安全。根据实际经验,使用 5mm^2 的铜线,长度不宜超过 50m ,使用 6mm^2 的铜线,长度不宜超过 100m 。

聚乙烯管道连接设备的机械部分会磨损、变形;传感器及元器件会老化、漂移;因此需要定期进行校准和检定,周期不超过1年。校准内容参考现行国家标准《塑料管材和管件 聚乙烯系统熔接设备》GB/T 20674.1~20674.2系列标准。

欠压和过压对焊接性能有较大影响,因此需要在电压不稳地区增加电压稳压装置。

5.1.4 本条将《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ 63-2008中规定的 45°C 修改为 40°C ,修改的依据是:1) 现行国家标准《塑料管材和管件聚乙烯(P.E)管材/管材或管材/管件热熔对接组件的制备》GB/T 19809附录B中规定的最低熔接环境温度为 -5°C ,最高熔接环境温度为 40°C 。2) G5+管件标准中规定热

熔管件和电熔管件试验组件制备时，焊接允许的最低环境温度为 -5°C ，最高环境温度为 40°C 。

1 在温度低于 -5°C 环境下进行熔接操作，工人工作环境恶劣，操作精度很难保证；

2 在大风环境下进行熔接操作，大风会严重影响热交换过程，易造成加热不足和温度不均，因此，要采取保护措施，比如在低温情况下采用热补偿等方式；

3 强烈阳光直射则可能使待连接部件的温度远远超过环境温度，使焊接工艺和焊接设备的环境温度补偿功能出现偏差，并且可能因曝晒一侧温度高、另一侧温度低而影响焊接质量，因此，要采取遮挡措施；

4 焊接应在干燥环境下进行。焊接面不得有水分，防止在焊接时水分挥发吸收能量和产生气泡，影响焊接性能。聚乙烯管道表面水分在焊接操作前应自然干燥或吹干。如有结露现象，可规定在焊接前加热管材至比环境温度高 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，以驱除湿气、防止结露。

当条件不能满足时暂停作业或采取相应措施。

5.1.5 本条对聚乙烯管切断后管材端面提出的要求，是为了便于熔接对接；采用专用割刀或切圆工具对端面进行平整，是为了保证管材插入端的整个圆周能够插入到位，以避免因切割端面不平整导致的管材插入不到位、电阻丝移位、对中性差和进而造成的熔接缺陷。

5.1.6 每次收工时的管口封堵是为了防止杂物、雨水、地下水、泥沙等进入管道，影响管道吹扫。管口临时封堵可采用塑料管帽封堵密封的方式，下雨天或时间超过24h，应采用管帽焊接密封的方式。

5.1.7 国家质量监督检验检疫总局颁布的《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006中热熔对接连接接头焊接工艺评定检验与试验要求如下，可作为连接质量检验参照，见表3。

国家质量监督检验检疫总局颁布的《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》(TSG D2002-2006)中电熔承插连接接头焊接工艺评定检验与试验要求见表4。

表3 热熔对接焊接工艺评定检验与试验要求

序号	检验与试验项目	检验与试验参数	检验与试验要求	检验与试验方法
1	宏观 (外观)	—	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》 TSG D 2002-2006 附件 G, G1.1	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》 TSG D 2002-2006 附件 G, G1
2	卷边切除 检查	—	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》 TSG D 2002-2006 附件 G, G1.2	
3	卷边背弯 试验	—	不开裂、无裂纹	
4	拉伸性能	23℃±2℃	试验到破坏为止： (1) 韧性，通过； (2) 脆性，未通过	GB/T 19810
5	静液压强 度试验	1) 密封接头，a型； 2) 方向，任意； 3) 试验时间，165h； 4) 环应力： ① PE80，4.5MPa； ② PE100，5.4MPa； 5) 试验温度，80℃	焊接处无破坏， 无渗漏	GB/T 6111

表 4 电熔承插焊接工艺评定检验与试验要求

序号	检验与试验项目	检验与试验参数	检验与试验要求	检验与试验方法
1	宏观 (外观)	—	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002 - 2006 附件 G, G3	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002 - 2006 附件 G, G3
2	电熔管件剖面检验	—	电熔管件中的电阻丝应当排列整齐, 不应当有涨出、裸露、错行, 焊后不游离, 管件与管材熔接面上无可见界线, 无虚焊、过焊气泡等影响性能的缺陷	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002 - 2006 附件 G, G4.1
3	$d_n < 90$ 挤压剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比不大于 33.3%	GB/T 19806
4	$d_n \geq 90$ 拉伸剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比不大于 33.3%	GB/T 19808
5	静液压试验	1) 密封接头, A 型; 2) 方向, 任意; 3) 试验时间, 165h; 4) 环应力: ① PE80, 4.5 MPa; ② PE100, 5.4 MPa; 5) 试验温度 80°C	焊接处无破坏, 无渗漏	GB/T 6111

国家质量监督检验检疫总局颁布的《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002 - 2006 中电熔鞍形连接接头焊接工艺评定检验与试验要求见表 5。

表 5 电熔鞍形焊接工艺评定检验与试验要求

序号	检验与试验项目	检验与试验参数	检验与试验要求	检验与试验方法
1	宏观（外观）	—	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002 - 2006 附件 G, G5.1	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002 - 2006 附件 G, G5.1
2	$d_n \leq 225$ 挤压剥离试验	$23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$	剥离脆性破坏百分比 $\leq 33.3\%$	GB/T 19806
3	$d_n > 225$ 撕裂剥离试验	$23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$	剥离脆性破坏百分比 $\leq 33.3\%$	《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D 2002

5.2 热熔连接

5.2.1 现行国家标准《塑料管材和管件 燃气和给水输配系统用聚乙烯（PE）管材及管件的热熔对接程序》GB/T 32434 中规定，热熔对接一般分为两种：单一低压热熔对接程序、双重低压热熔对接程序。国内焊机常用的焊接程序为单一低压热熔对接程

序。其中，现行国家标准《塑料管材和管件燃气和给水输配系统用聚乙烯（PE）管材及管件的热熔对接程序》GB/T 32434 - 2015 附录 C 和附录 D 分别规定了两种焊接程序的焊接参数。单一低压热熔对接程序工艺如图 1 所示。

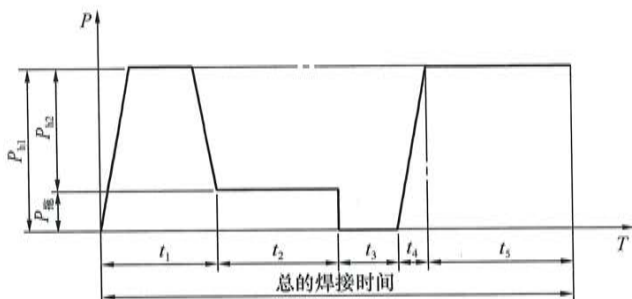


图 1 单一低压热熔对接焊接工艺

P_{h1} ——总的焊接压力(表压)(MPa)， $P_{h1} = P_{h2} + P_{拖}$ ；

P_{h2} ——初始卷边压力(表压)(MPa)， $P_{h2} = A_1 \times P_0 / A_2$ ；

$P_{拖}$ ——拖拽压力(表压)(MPa)；

t_1 ——初始卷边时间(s)；

t_2 ——吸热时间(s)， $t_2 = \text{管材壁厚} \times 10$ ；

t_3 ——切换时间(s)；

t_4 ——热熔对接升压时间(s)；

t_5 ——焊机内保压冷却时间(min)。

A_1 ——管材或管件的横截面积(mm^2)， $A_1 = \pi \times \text{管材或管件壁厚} \times (d_n - \text{管材壁厚})$ ；

A_2 ——热熔设备液压缸中活塞的有效面积，(mm^2)，由生产厂家提供；

P_0 ——作用于对接管道横截面上的压强(表压)，0.15MPa(TSG D2002 - 2006 标准)。

焊接参数应符合表 6 和表 7 的规定。

表 6 SDR11 管材热熔对接焊接参数（单一低压热熔对接程序）

公称 外径 d_n (mm)	管材 壁厚 e (mm)	P_{h2} (MPa)	压力= P_{h1} 凸起高度 h (mm)	压力 $\approx P_{h1}$ 吸热时间 t_2 (s)	切换 时间 t_3 (s)	增压 时间 t_4 (s)	压力= P_1 冷却时间 t_5 (min)
75	6.8	$P_0 \frac{A_1}{A_2}$	1.0	68	≤ 5	< 6	≥ 10
90	8.2		1.5	82	≤ 6	< 7	≥ 11
110	10.0		1.5	100	≤ 6	< 7	≥ 14
125	11.4		1.5	114	≤ 6	< 8	≥ 15
140	12.7		2.0	127	≤ 8	< 8	≥ 17
160	14.6		2.0	146	≤ 8	< 9	≥ 19
180	16.4		2.0	164	≤ 8	< 10	≥ 21
200	18.2		2.0	182	≤ 8	< 11	≥ 23
225	20.5		2.5	205	≤ 10	< 12	≥ 26
250	22.7		2.5	227	≤ 10	< 13	≥ 28
280	25.4		2.5	254	≤ 12	< 14	≥ 31
315	28.6		3.0	286	≤ 12	< 15	≥ 35
355	32.2		3.0	322	≤ 12	< 17	≥ 39
400	36.4		3.0	364	≤ 12	< 19	≥ 44
450	40.9		3.5	409	≤ 12	< 21	≥ 50
500	45.5		3.5	455	≤ 12	< 23	≥ 55
560	50.9		4.0	509	≤ 12	< 25	≥ 61
630	57.3		4.0	573	≤ 12	< 29	≥ 67

注：1 以上参数基于环境温度为 20℃，当环境温度低于 -5℃ 或高于 40℃ 时，应适当调整连接工艺、采取保护措施或停止施工；

2 加热板表面温度：PE80 为 210±10℃；PE100 为 225±10℃；

3 A_2 为焊机液压缸中活塞的总有效面积 (mm²)，由焊机生产厂家提供。

表7 SDR17/SDR17.6 管材热熔对接焊接参数（单一低压热熔对接程序）

公称直径 d_n (mm)	SDR17 管材壁厚 e (mm)	SDR17.6 管材壁厚 e (mm)	P_{h2} (MPa)	SDR17 管材压力= P_{hi} 凸起高度 h (mm)	SDR17.6 管材压力= P_{hi} 凸起高度 h (mm)	SDR17 管材压力 \approx P_{ho} 吸热时间 t_2 (s)	SDR17.6 管材压力 \approx P_{ho} 吸热时间 t_2 (s)	SDR17/ SDR17.6 管材切换 时间 t_3 (s)	SDR17/ SDR17.6 管材增压 时间 t_4 (s)	SDR17/ SDR17.6 压力= P_1 冷却时间 t_5 (min)
110	6.6	6.3		1.0	1.0	66	63	≤ 5	< 6	9
125	7.4	7.1		1.5	1.5	74	71	≤ 6	< 6	10
140	8.3	8.0		1.5	1.5	83	80	≤ 6	< 6	11
160	9.5	9.1		1.5	1.5	95	91	≤ 6	< 7	13
180	10.7	10.2	$P_0 \frac{A_1}{A_2}$	1.5	1.5	107	102	≤ 6	< 7	14
200	11.9	11.4		1.5	1.5	119	114	≤ 6	< 8	15
225	13.4	12.8		2.0	2.0	134	128	≤ 8	< 8	17
250	14.8	14.2		2.0	2.0	148	142	≤ 8	< 9	19
280	16.6	15.9		2.0	2.0	166	159	≤ 8	< 10	20

续表 7

公称直径 d_n (mm)	SDR17 管材 壁厚 e (mm)	SDR17.6 管材 壁厚 e (mm)	P_{B2} (MPa)	SDR17 管材压力= P_{hi} 凸起高度 h (mm)	SDR17.6 管材压力= P_{hi} 凸起高度 h (mm)	SDR17 管材压力 \approx $P_{\text{堆}}$ 吸热时间 t_2 (s)	SDR17.6 管材压力 \approx $P_{\text{堆}}$ 吸热时间 t_2 (s)	SDR17/ SDR17.6 管材切换 时间 t_3 (s)	SDR17/ SDR17.6 管材增压 时间 t_4 (s)	SDR17/ SDR17.6 压力= P_1 冷却时间 t_5 (min)
315	18.7	17.9		2.0	2.0	187	179	≤ 8	< 11	23
355	21.1	20.2		2.5	2.5	211	202	≤ 10	< 12	25
400	23.7	22.7		2.5	2.5	237	227	≤ 10	< 13	28
450	26.7	25.6	$\frac{A_1}{P_0 A_2}$	3.0	2.5	267	256	≤ 10	< 14	32
500	29.7	28.4		3.0	3.0	297	284	≤ 12	< 15	35
560	33.2	31.8		3.0	3.0	332	318	≤ 12	< 17	39
630	37.4	35.8		3.5	3.0	374	358	≤ 12	< 18	44

注: 1 以上参数基于环境温度 20°C , 当环境温度低于 -5°C 或高于 40°C 时, 应当调整连接工艺, 采取保护措施或停止施工;

2 加热板表面温度: PE80 为 $210 \pm 10^{\circ}\text{C}$; PE100 为 $225 \pm 10^{\circ}\text{C}$;

3 A_2 为焊机液缸中活塞的总有效面积(mm^2), 由焊机生产厂家提供。

与热熔对接焊接直接有关的参数，有三个：温度、压力、时间。在确定的焊接温度下，焊接工艺可以用压力-时间曲线来表示。

焊接温度的确定，要考虑聚乙烯材料的特性。加热工具温度应在材料的熔融温度或材料粘流态转化温度之上，因为只有在这种情况下，聚乙烯材料才能产生熔融流动，聚乙烯大分子才能相互扩散和缠绕。一般来说，随着工具温度的提高，接头的强度就开始提高而达到最大。实验证明，HDPE 在低于 180℃时，即使熔化时间再长，也不能取得质量好的接头。但是，温度过高，会出现下列不良情况：①卷边的尺寸增大；②聚乙烯熔料对加热工具的粘附；③聚乙烯材料的热氧化破坏，析出挥发性产物，如：二氧化碳、不饱和烃等，使聚乙烯材料结构发生变化，导致焊接接头的强度降低。因此，聚乙烯热熔对接连接的焊接温度一般推荐在 200℃~235℃之间。

加热过程参数（时间、压力）的确定。加热时间是焊接过程中的重要参数，它与加热工具一起，共同决定着焊件内的温度分布及产生工艺缺陷的可能性、形状和结构。管端熔化的最佳时间是随着焊接尺寸的增大而增大，一方面是由于加热面积增大，更重要的是对流和辐射传播的能量会随着管壁厚度的增加而减小。实验证明，聚乙烯管材的壁厚比其外径对加热时间更有实质性影响。加热时压力，能迅速地平整管材端面上的毛刺和不平度，并有效地促进塑化。但压力也不能过大，因为聚乙烯熔料在加热和压紧时压力的作用下，会流向焊端的边缘而形成焊瘤刺，并改变焊接接头的形状，而且会造成焊端熔化层的深度减小，改变了总的温度分布，严重影响焊接质量。因此，要控制好加热压力的大小，并采取阶段施压的方法，即在加热阶段初期采用较高的压力，而在随后的吸热阶段换用较小的压力。

熔接过程参数（压力、时间）的确定。熔接过程中施加压力是为了排除气孔和气体夹杂物，并尽量增加实现相互扩散的面积，消除两连接面之间受热氧化破坏的材料，并能补偿聚乙烯材

料的收缩。反之，没有压力，收缩会导致收缩孔的出现，增大结构的缺陷和残余应力。表面的接触应在压力下保持一段时间，以使两平面牢固结合。

冷却过程参数（压力、时间）的确定。由于聚乙烯材料导热性差，冷却速度缓慢，焊缝材料的收缩、卷边结构的形成过程，是在长时间内以缓慢的速度进行。因而，焊缝的冷却必须在保持压力下进行。

表 6、表 7 根据国家质量监督检验检疫总局颁布的《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006 规定计算得出。

国内有些燃气公司多年来采用一些欧洲成熟的热熔对接工艺参数。英国燃气行业标准 GIS/PL2-3；2006 推荐的中密度和高密度聚乙烯管道热熔对接焊接工艺参数见表 8。

表 8 中密度和高密度聚乙烯管道热熔对接参数典型值

工艺参数	数值
加热板温度, °C	233±3
接合面净压力, MPa	0.15
初始翻边的宽度, mm	
管道外径≤180mm	2
管道外径大于 180mm, ≤315mm	3
管道外径大于 315mm	4
吸热时间, s	10×管道外径的平方根
最长的抽板转换时间, s	
管道外径≤315mm	4
管道外径大于 315mm	8
焊接时间（保压条件下）, s	30×管道外径的平方根
冷却时间（可以在打开夹具后）, min	1.5×管道壁厚平方根（最多 20min）

德国焊接协会标准 DVS 2207；2015 推荐的高密度聚乙烯（HDPE）、中密度聚乙烯（MDPE）管道典型热熔对接焊接工艺参数见表 9。