

# 燃气用聚乙烯管道焊接技术规则

Regulation on Welding Technology for Gas Supply  
Polyethylene Pipe

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2006年10月27日

## 目 录

第一章	总 则 .....	(1)
第二章	燃气用聚乙烯管道元件 .....	(1)
第三章	焊接工艺评定 .....	(1)
第四章	焊工考试与管理 .....	(3)
第五章	焊接机具 .....	(4)
第六章	焊接操作基本要求 .....	(5)
第七章	检验与试验 .....	(5)
第八章	附 则 .....	(6)
附件 A	聚乙烯焊接工艺评定参数、检验与试验要求 .....	(7)
附件 B	聚乙烯焊接工艺评定报告 .....	(13)
附件 C	聚乙烯焊工考试内容和要求 .....	(15)
附件 D	聚乙烯焊工考试基本情况表 .....	(18)
附件 E	聚乙烯焊工焊接操作技能考试检验记录 .....	(19)
附件 F	聚乙烯焊接操作过程基本要求 .....	(22)
附件 G	聚乙烯焊接检验与试验 .....	(25)
附件 H	撕裂剥离试验方法 .....	(28)

## 燃气用聚乙烯管道焊接技术规则

### 第一章 总 则

**第一条** 为了规范燃气用和其他流体输送用聚乙烯管道(以下简称管道)的焊接技术工作,保证其焊接质量,根据《特种设备安全监察条例》、《压力管道安全管理与监察规定》的规定,制定本规则。

**第二条** 本规则适用于聚乙烯管道元件制造和管道安装过程中的焊接工作,其他管道焊接工作可以参照本规则执行。

**第三条** 从事管道元件制造和管道安装焊接工作的作业人员(以下简称焊工)必须取得质量技术监督部门颁发的特种设备作业人员证。

焊工考试由国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)确定的考试机构统一组织,由焊工所在地的省(自治区、直辖市)质量技术监督部门(以下简称省级质量技术监督部门)颁发特种设备作业人员证。

**第四条** 进行热熔对接焊接、电熔承插焊接和电熔鞍形焊接的管道焊接,应当按本规则的规定进行焊接工艺评定,焊接应当按评定合格的焊接工艺规程进行。

### 第二章 燃气用聚乙烯管道元件

**第五条** 管道元件的制造必须符合安全技术规范的规定以及 GB 15558.1—2003《燃气用埋地聚乙烯管道系统 第1部分,管材》和 GB 15558.2—2005《燃气用埋地聚乙烯管道系统 第2部分,管件》的要求。

**第六条** 聚乙烯管道建设、安装单位应当选用已经取得特种设备制造许可证的制造单位生产的管道元件。管道元件制造单位应当提供质量证明书,质量证明书的内容必须齐全,并加盖管道元件制造单位的质量检验章。管道安装单位从非制造单位获得聚乙烯管道元件时,必须取得制造单位制造许可证复印件和聚乙烯管道元件质量证明书原件。管道安装单位应当对所采购的管道元件与质量证明书的真实性和一致性负责。

### 第三章 焊接工艺评定

**第七条** 焊接工艺评定的目的是通过对管道热熔对接焊接、电熔承插焊接与电熔鞍

形焊接接头性能的评价,验证拟定焊接工艺及参数的正确性。

**第八条** 管道元件制造单位和管道安装单位进行热熔对接焊接,有以下情况时应当进行焊接工艺评定:

- (一)首次采用本规则推荐的焊接工艺参数(见附件 A)或者其他焊接工艺参数;
- (二)不同原材料级别(例如 PE80 与 PE100)的管道元件互焊;
- (三)同一原材料级别的管道元件,熔体质量流动速率(MFR)差值大于  $0.5\text{g}/10\text{min}$  ( $190^{\circ}\text{C}$ ,  $5\text{kg}$ );
- (四)管道元件对焊接有特殊要求;
- (五)施工环境与焊机工作条件有较大差距。

**第九条** 电熔承插焊接和电熔鞍形焊接的焊接工艺评定由管道元件制造单位在产品定型时进行,管道安装单位应当对其进行验证,验证项目为工艺评定规定的全部项目,验证的检验与试验按照第十条第(五)项规定。

**第十条** 管道元件制造单位或者管道安装单位(以下统称评定单位)进行焊接工艺评定时,应当符合以下基本要求:

- (一)焊接用管道元件符合本规则第二章的要求;
- (二)焊接工艺评定试件由评定单位技能熟练的持证焊工操作;
- (三)焊接机具设备满足本规则第五章的规定,所用仪表在校准的有效期内且处于正常工作状态;
- (四)所用试件的切割、刮削、组对以及清理等工艺措施的操作规程,符合本规则第六章和附件 B 的规定;
- (五)焊接工艺评定试件的检验与试验(见附件 A),由焊工考试机构或者有关机构(以下简称检验机构)进行(有条件的评定单位,也可以自行进行工艺评定试件的检验与试验),检验机构必须做好相关检验与试验记录,出具检验与试验报告,并且对检验与试验质量负责;
- (六)评定单位根据检验与试验报告编写焊接工艺评定报告,焊接工艺评定报告格式见附件 B。

**第十一条** 热熔对接焊的焊接工艺评定覆盖范围如下:

- (一)相同级别原材料的焊接工艺评定可以相互覆盖;
- (二)不同 SDR 系列管道(SDR11, SDR17.6)的焊接工艺评定可以相互覆盖;
- (三)当  $DN \leq 250\text{mm}$  的规格时,在  $110\text{mm} \leq DN \leq 250\text{mm}$  规格范围任选一个规格进行评定可以覆盖  $DN \leq 250\text{mm}$  所有规格;
- (四)当  $250\text{mm} < DN \leq 630\text{mm}$  时,在其范围内任选一个规格进行评定即可覆盖  $250\text{mm} < DN \leq 630\text{mm}$  的所有规格。

注:DN 为管道的公称直径,包括公称通径、公称口径,具体含义按照相关标准,单位为 mm,下同。

**第十二条** 进行电熔焊接工艺评定时,应当符合以下规定:

(一)对所有规格的电熔管件和电熔鞍形管件,管道元件制造单位在设计生产时逐一进行焊接工艺评定,并且向管道安装单位提供相应的焊接工艺参数;

(二)使用同一管道元件制造单位提供的管道元件时,管道安装单位任选一个  $DN \geq 63\text{mm}$  规格进行验证即可覆盖所有规格。

**第十三条** 评定单位应当保存焊接工艺评定有关的技术档案和焊接工艺评定试样直至该焊接工艺失效为止。

#### 第四章 焊工考试与管理

**第十四条** 焊工资格分为热熔对接焊接和电熔焊接两类。热熔焊项目代号为 BW-1 和 BW-2,电熔焊接项目代号为 EW,一般应当在 BW-1 项目考试合格后方可申请 BW-2 项目。具体焊接项目与适用范围见附件 C。

**第十五条** 焊工考试机构及其承担的考试项目,经省级质量技术监督部门同意,由国家质检总局确定。

焊工考试机构应当具备以下条件:

(一)至少有 1 名从事管道焊接工作 3 年以上,并且具有中级职称的人员担任技术负责人;

(二)至少有 5 名焊接技能指导教师或者技师;

(三)有容纳 40 人以上的考试教室和焊接操作技能考试的场地,具备与管道焊接相适应的热熔对接焊接、电熔承插焊接、电熔鞍形焊接的焊接设备和工装、试件及试样的加工设备以及焊接性能测试试验仪器及设备;

(四)有组织 200 名以上焊工考试和管理焊工考试档案的能力;

(五)有适用于不同焊接方法、不同级别材料的基本知识考试题库,有满足焊工考试要求并经评定合格的焊接工艺规程;

(六)有焊工考试细则和相关的管理制度。

**第十六条** 焊工应当向有资格的焊工考试机构提出申请,经同意后方可参加考试。申请考试的焊工应当具有初中以上(含初中)文化程度,身体健康,能够严格按照焊接工艺规程进行操作,独立承担焊接工作。

**第十七条** 焊工考试包括基本知识考试和焊接操作技能考试两部分。焊工基本知识考试采用笔试,基本知识考试合格后,才能参加焊接操作技能考试。

焊工焊接操作技能考试,需要对焊接操作过程和试件检验进行综合评定。考试项目的试件应当先进行焊接过程的考核和宏观(外观)检查,检查合格后再进行其他项目的检验。各项检验都符合要求时,该考试项目方可评定合格。

焊工基本知识考试和焊接操作技能考试的内容和要求见附件 C。

**第十八条** 焊工基本知识考试和焊接操作技能考试的结果应当记入《聚乙烯焊工考试基本情况表》(见附件 D)和《聚乙烯焊工焊接操作技能考试检验记录》(见附件 E)。

**第十九条** 考试机构将《聚乙烯焊工考试基本情况表》和《聚乙烯焊工焊接操作技能考试检验记录》报省级质量技术监督部门,经审核,由省级或者授权的市级质量技术监督部门向合格的焊工签发特种设备作业人员证。

**第二十条** 特种设备作业人员证有效期为 2 年,有效期内特种设备作业人员证在全国同等有效。在有效期满 3 个月前,继续从事焊接工作的焊工,应当向焊工考试机构提出申请,由焊工考试机构安排焊工重新进行复试。复试原则上应当重新进行操作技能考试,但在 2 年有效期内,中断焊接时间不超过 6 个月,焊接质量一直良好且能够提供有效焊接记录的焊工可以免试 1 次。

**第二十一条** 持有特种设备作业人员证的焊工方可允许按本规则规定,承担考试合格项目的焊接工作。中断焊接工作 6 个月以上再从事此项工作时,必须重新进行考试。

**第二十二条** 焊工考试机构应当建立焊工档案,包括焊工考试试卷、试件的检验与试验记录和报告、考核记录等。考试机构应当保存焊工考试试件至少 6 个月。

## 第五章 焊接机具

**第二十三条** 焊接机具包括热熔对接焊机和电熔焊机。焊接机具除满足相应的国家标准外,还应当符合以下要求:

(一)焊接机具正常的工作温度范围为  $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ,如果环境超出此温度范围,则不允许进行焊接工作;

(二)电熔焊机有数据检索存储装置,该装置通过接口将存储的数据下载到电子设备(计算机或者打印机),存储容量至少为 250 个焊口的参数,并且有工作参数自动输入及环境温度自动补偿功能,自动输入的方式可以是条形码、识别电阻、磁卡或者微控芯片。

**第二十四条** 管道热熔对接宜采用全自动焊机。全自动热熔对接焊机应当具有以下功能:

(一)可以实现一致、可靠、可重复的操作;

(二)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;

(三)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;

注:焊口的参数包括焊机型号、焊机编号、环境温度、焊接日期、焊接时间、焊工代号、工程编号、焊口编号、焊接的管道元件类型(原材料级别、公称外径、公称壁厚或 SDR 值)、拖动压力(峰值拖动压力和动态拖动压力)、加热板温度、成边压力、吸热时间、切换时间、焊接压力、冷却时间等。

- (四) 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;
- (五) 自动测量拖动压力(峰值拖动压力和动态拖动压力)以及自动补偿拖动力;
- (六) 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;
- (七) 加热板插入待焊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;
- (八) 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。

## 第六章 焊接操作基本要求

**第二十五条** 管道焊接操作必须符合以下要求:

- (一) 焊接环境应当防范不良的气候影响,风雨天气以及在 $-5^{\circ}\text{C}$ 以下进行焊接时,必须采取适当的保护措施,以保证需要焊接的焊接面有足够的温度;
- (二) 焊接面以及与焊接面接触的所有物品必须清洁和干燥,需要焊接的部位不能有损伤破坏、杂质、污垢(如:污物、油脂、切屑等);
- (三) 确保焊接过程的连续性,焊接完成后必须进行充分的自然冷却,以消除其内应力;
- (四) 对于 $DN \leq 63\text{mm}$ 或者 $S < 6\text{mm}$ 的管道元件不允许使用热熔对接的焊接方法;  
注: $S$ 为公称壁厚,单位为 $\text{mm}$ ,下同。
- (五) 不同SDR系列的管道元件互焊时,推荐采用电熔连接或采用适当的加工方法使焊接处壁厚等厚;
- (六) 焊接时每一个焊口应当有详细的焊接原始记录。

注:热熔对接焊接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、拖动压力、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、冷却时间等。

**第二十六条** 管道焊接操作过程基本要求见附件F。

## 第七章 检验与试验

**第二十七条** 管道焊接检验与试验可分为非破坏性和破坏性检验与试验。非破坏性检验与试验主要手段为宏观(外观)检查,用于管道元件制造过程或者管道安装现场的质量控制和操作人员的自检;破坏性检验与试验主要用于焊接工艺评定及对焊接质量有

争议焊口的试验。

管道焊接检验与试验见附件 G、附件 H。

## 第八章 附 则

**第二十八条** 进口管道元件的性能指标不得低于我国现行的安全技术规范及其相关标准的规定。

**第二十九条** 本规则由国家质检总局负责解释。

**第三十条** 本规则自 2007 年 1 月 1 日起施行。

## 附件 A

## 聚乙烯焊接工艺评定参数、检验与试验要求

## A1 焊接工艺参数

## A1.1 热熔对接焊接关键工艺参数

## A1.1.1 焊接工艺温度

推荐的焊接工艺温度为  $200^{\circ}\text{C} \sim 235^{\circ}\text{C}$  (见表 A-1、表 A-2), 管道元件制造单位或者管道安装单位可以根据具体的工作环境和材料, 适当调整焊接温度。

## A1.1.2 焊接压力与时间

## A1.1.2.1 焊接压力与时间的关系

见图 A-1。

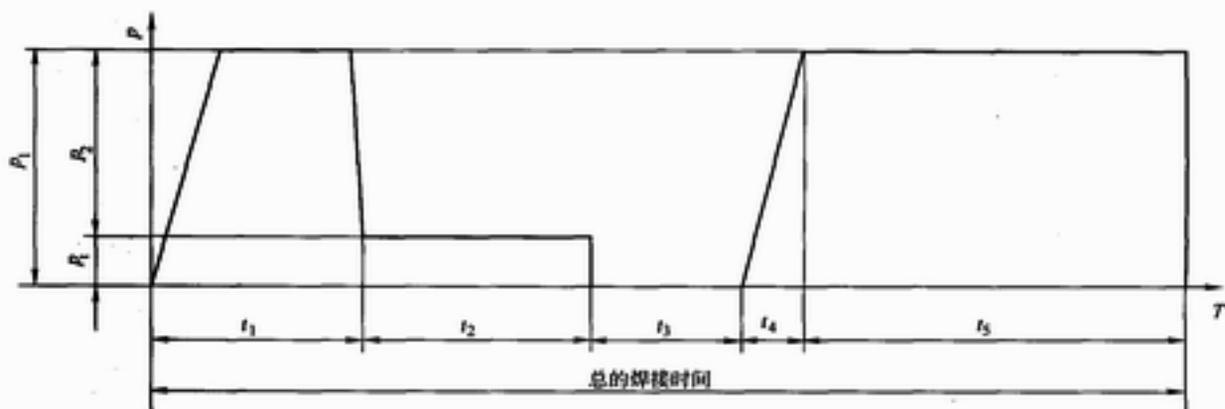


图 A-1 热熔对接焊接工艺

图中:  $p_1$ ——总的焊接压力, MPa;

$p_2$ ——焊接规定的压力, MPa;

$p_3$ ——拖动压力, MPa;

$t_1$ ——卷边达到规定高度的时间, s;

$t_2$ ——焊接所需要的吸热时间 ( $= S \times 10$ ), s;

$t_3$ ——切换所规定的时间, s;

$t_4$ ——调整压力到  $p_1$  所规定的时间, s;

$t_5$ ——冷却时间, min。

A1.1.2.2 焊接压力  $p_1$  和焊接规定的压力  $p_2$ 

分别按下式计算:

$$p_1 = p_2 + p_i$$

$$p_2 = \frac{A_1 \times P_0}{A_2}$$

式中： $A_1$ ——管材的截面积， $\text{mm}^2$ ， $A_1 = \pi \times S \times (DN - S)$ ；

$A_2$ ——焊机液压缸中活塞的有效面积， $\text{mm}^2$ ，由焊机生产厂家提供；

$P_0$ ——作用于管材上单位面积的力， $0.15\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$p_i$ ——拖动压力，MPa。

#### A1.1.2.3 吸热时间与管道元件公称壁厚 $S$ 的关系

推荐的吸热时间与公称壁厚的关系为  $t_2 = S \times 10$ 。当环境条件（温度、风力等）恶劣时，应当根据实际情况适当调整。

#### A1.1.3 热熔对接焊推荐的焊接工艺参数

推荐的焊接工艺参数见表 A-1、表 A-2。

表 A-1 SDR11 管材焊接参数

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

公称直径 $DN$ (mm)	公称壁厚 $S$ (mm)	$p_2$ (MPa)	压力 = $p_1$ 卷边高度 $h$ (mm)	压力 = $p_1$ 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	219/ $A_2$	1.0	68	$\leq 5$	<6	$\geq 10$
90	8.2	315/ $A_2$	1.5	82	$\leq 6$	<7	$\geq 11$
110	10.0	471/ $A_2$	1.5	100	$\leq 6$	<7	$\geq 14$
125	11.4	608/ $A_2$	1.5	114	$\leq 6$	<8	$\geq 15$
140	12.7	763/ $A_2$	2.0	127	$\leq 8$	<8	$\geq 17$
160	14.5	996/ $A_2$	2.0	145	$\leq 8$	<9	$\geq 19$
180	16.4	1261/ $A_2$	2.0	164	$\leq 8$	<10	$\geq 21$
200	18.2	1557/ $A_2$	2.0	182	$\leq 8$	<11	$\geq 23$
225	20.5	1971/ $A_2$	2.5	205	$\leq 10$	<12	$\geq 26$
250	22.7	2433/ $A_2$	2.5	227	$\leq 10$	<13	$\geq 28$
280	25.5	3052/ $A_2$	2.5	255	$\leq 10$	<14	$\geq 31$

续表

公称直径 $DN$ (mm)	公称壁厚 $S$ (mm)	$p_2$ (MPa)	压力 = $p_1$ 卷边高度 $h$ (mm)	压力 $\approx p_1$ 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)
315	28.6	3862/ $A_2$	3.0	286	$\leq 12$	<15	$\geq 35$
355	32.3	4906/ $A_2$	3.0	323	$\leq 12$	<17	$\geq 39$
400	36.4	6228/ $A_2$	3.0	364	$\leq 12$	<19	$\geq 44$
450	40.9	7882/ $A_2$	3.5	409	$\leq 12$	<21	$\geq 50$
500	45.5	9731/ $A_2$	3.5	455	$\leq 12$	<23	$\geq 55$
560	50.9	12207/ $A_2$	4.0	509	$\leq 12$	<25	$\geq 61$
630	57.3	15450/ $A_2$	4.0	573	$\leq 12$	<29	$\geq 67$

注：以上参数基于环境温度为20℃。

表 A-2 SDR17.6 管材的焊接参数

(加热板表面温度: PE80 = 210℃ ± 10℃; PE100 = 225℃ ± 10℃)

公称直径 $DN$ (mm)	公称壁厚 $S$ (mm)	$p_2$ (MPa)	压力 = $p_1$ 卷边高度 $h$ (mm)	压力 $\approx p_1$ 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)
110	6.3	305/ $A_2$	1.0	63	$\leq 5$	<6	9
125	7.1	394/ $A_2$	1.5	71	$\leq 6$	<6	10
140	8.0	495/ $A_2$	1.5	80	$\leq 6$	<6	11
160	9.1	646/ $A_2$	1.5	91	$\leq 6$	<7	13
180	10.2	818/ $A_2$	1.5	102	$\leq 6$	<7	14
200	11.4	1010/ $A_2$	1.5	114	$\leq 6$	<8	15
225	12.8	1278/ $A_2$	2.0	128	$\leq 8$	<8	17
250	14.2	1578/ $A_2$	2.0	142	$\leq 8$	<9	19
280	15.9	1979/ $A_2$	2.0	159	$\leq 8$	<10	20
315	17.9	2505/ $A_2$	2.0	179	$\leq 8$	<11	23
355	20.2	3181/ $A_2$	2.5	202	$\leq 10$	<12	25
400	22.7	4039/ $A_2$	2.5	227	$\leq 10$	<13	28

续表

公称直径 $DN$ (mm)	公称壁厚 $S$ (mm)	$P_2$ (MPa)	压力 = $P_1$ 卷边高度 $h$ (mm)	压力 $\approx P_1$ 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)
450	25.6	5111/ $A_2$	2.5	256	$\leq 10$	$< 14$	32
500	28.4	6310/ $A_2$	3.0	284	$\leq 12$	$< 15$	35
560	31.8	7916/ $A_2$	3.0	318	$\leq 12$	$< 17$	39
630	35.8	10018/ $A_2$	3.0	358	$\leq 12$	$< 18$	44

注:以上参数基于环境温度为20℃。

**A1.2 电熔承插焊接及电熔鞍形焊接关键工艺参数**

电熔承插焊接及电熔鞍形焊接的关键工艺参数包括电压、加热时间、冷却时间、电阻值。

电熔承插焊接及电熔鞍形焊接的关键工艺参数由管道元件制造单位提供。

**A2 焊接工艺评定检验与试验要求****A2.1 热熔对接焊接工艺评定检验与试验**

要求见表A-3。

表A-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)	/	附件G,G1.1	附件G,G1
2	卷边切除检查	/	附件G,G1.2	
3	卷边背弯试验	/	不开裂、无裂纹	
4	拉伸性能	$23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$	试验到破坏为止: (1)韧性,通过; (2)脆性,未通过	GB/T 19810
5	耐压(静液压)强度试验	(1)密封接头:a型; (2)方向:任意; (3)调节时间:12h; (4)试验时间:165h; (5)环应力: ①PE80=4.5MPa ②PE100=5.4MPa (6)试验温度:80℃	焊接处无破坏,无渗漏	GB/T 6111

## A2.2 电熔承插焊接工艺评定检验与试验

要求见表 A-4。

表 A-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)	/	附件 G, G3	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	附件 G, G4.1
3	$DN < 90$ 挤压剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%	GB/T 19806
4	$DN \geq 90$ 拉伸剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%	GB/T 19808
5	耐压(静液压)强度试验	(1)密封接头:a型; (2)方向:任意; (3)调节时间:12h; (4)试验时间:165h; (5)环应力: ①PE80 = 4.5MPa ②PE100 = 5.4MPa (6)试验温度:80°C	焊接处无破坏, 无渗漏	GB/T 6111

## A2.3 电熔鞍形焊接工艺评定检验与试验要求

要求见表 A-5。

表 A-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)	/	附件 G, G5.1	附件 G, G5.1
2	$DN \leq 225$ 挤压 剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%	GB/T 19806—2005
3	$DN > 225$ 撕裂 剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%	附件 H

#### A3 焊接工艺评定试件数量及合格要求

焊接工艺评定试件数量为 2 组。当宏观(外观)检验 2 组都不合格时,则判定该焊接工艺不合格;其他检验项目有一项不合格时,则判定该焊接工艺不合格。

#### A4 本规则所引用的标准

- (1) GB/T 19810—2005 《聚乙烯(PE)管材和管件 热熔对接接头 拉伸强度和破坏形式的测定》;
- (2) GB/T 6111—2003 《流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法》;
- (3) GB/T 19806—2005 《塑料管材和管件 聚乙烯电熔组件的抗压剥离试验》;
- (4) GB/T 19808—2005 《塑料管材和管件 公称外径大于或等于 90mm 的聚乙烯电熔组件的拉伸剥离试验》。

附件 B

# 聚乙烯焊接工艺评定报告

## 一、聚乙烯焊接工艺评定报告——热熔对接

评定单位:

工艺评定编号:

试件名称及编号	规格系列		检验标准							
检验与试验单位	送样数量		送样日期							
管道元件制造单位	原材料		牌号: 等级:		生产厂家:					
焊工姓名及编号	焊机型号		焊接日期							
焊接工艺	焊接温度 (°C)	卷边高度 (mm)	卷边压力 (MPa)	吸热时间 (s)	吸热压力 (MPa)	切换时间 (s)	增压时间 (s)	冷却压力 (MPa)	冷却时间 (min)	环境温度 (°C)
	宏观(外观)	卷边切除检查	卷边的背弯试验	拉伸性能试验	耐压(静液压)强度试验					
检验项目										
检验结果										
结论										
评定结论:										
备注:										

报告:

审核:

批准:

报告日期:

附: 检验与试验单位的报告原件。

## 二、聚乙烯焊接工艺评定报告——电熔焊接

评定单位:

工艺评定编号:

试件名称及编号	规格系列	检验标准	
检验与试验单位	送样数量	送样日期	
管道元件制造单位	原材料	牌号:	生产厂家:
焊工姓名及编号	焊机型号	焊接日期	
焊接工艺	焊接电压(V)	焊接时间(s)	冷却时间(min)
			环境温度(℃)
检测项目	宏观(外观)	拉伸剥离	挤压剥离
检验结果			撕裂试验
结论			耐压(静液压)强度试验
评定结论:			
备注:			

报告:

审核:

批准:

报告日期:

附:检验与试验单位的报告原件。

## 附件 C

## 聚乙烯焊工考试内容和要求

## C1 焊工资格范围

焊工资格范围见表 C-1。

表 C-1 焊工资格范围

焊接方法	适用范围	焊工项目代号
热熔对接焊接	$DN \leq 250\text{mm}$	BW-1
	$DN > 250\text{mm}$	BW-2
电熔焊接	规格尺寸不限	EW

注：允许同时申请 BW-1、BW-2 考试，两项均合格时方可取得 BW-2。

## C2 焊工考试内容

## C2.1 焊工基本知识

C2.1.1 燃气压力管道安全知识、安全技术规范及常见施工规范；

C2.1.2 聚乙烯管道原材料的有关基本知识；

C2.1.3 聚乙烯管材、管件的标准和技术要求；

C2.1.4 焊接设备、焊接辅具、量具的种类、名称、使用、工作原理和维护；

C2.1.5 各种管件的焊接方法和特点、焊接工艺参数、焊接流程、注意事项、操作方法及其对焊接质量的影响；

C2.1.6 缺陷种类及产生的原因和危害；

C2.1.7 焊接质量的影响因素和预防措施；

C2.1.8 焊接质量的检验方法和要求，非破坏性检验和破坏性检验方法特点和要求。

## C2.2 焊接操作技能

按照以下要求进行焊接操作技能考试：

(1) 焊接操作技能考试前，由考试机构确定焊工考试代号，并在试件上标注焊工考试代号和考试项目代号；

(2) 考试试件的规格和数量应当符合表 C-2 的要求，考试试件的形式见图 C-1 至 C-5；

- (3) 焊工考试用的所有管道元件,应当由焊工进行切割取样;  
 (4) 焊工应当按评定合格的焊接工艺焊接考试试件;  
 (5) 考试用管道元件必须符合本规则第二章要求,电熔管件应当是原包装;  
 (6) 考试所用的焊机必须符合本规则第五章的要求;  
 (7) 试件的检验与试验要求见表 C-3,并且符合本规则第六章、第七章的有关要求。

表 C-2 试件的规格尺寸和数量

试件形式	试件数量 不少于	试件尺寸(mm)				材料
		DN	L	L <sub>1</sub>	S	
热熔对接焊	2  注(1)	110 ≤ DN ≤ 250	应当满足 安装和试 验要求		≥ 6	PE80 或 PE100
	2	≥ 315			/	
电熔焊	承插焊 2  注(2)	≥ 63			DN = 63 (按 SDR11)	
	鞍形焊 1  注(3)	≥ 110			/	

注:(1)分别为图 C-1 和图 C-3;

(2)分别为图 C-2 和图 C-4;

(3)为图 C-5。

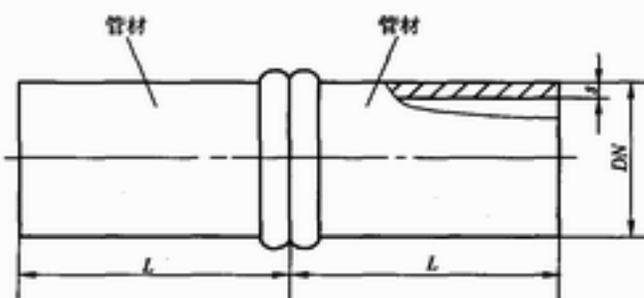


图 C-1 管材与管材对接焊试件

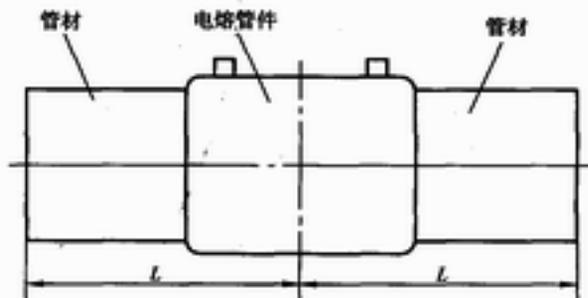


图 C-2 管材与管材电熔焊试件

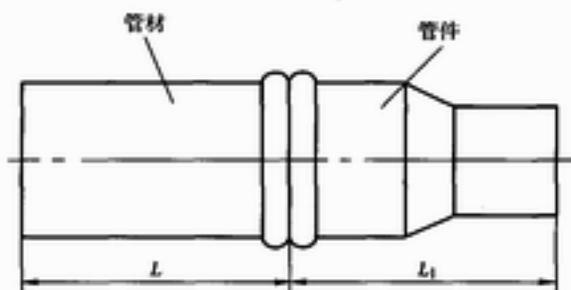


图 C-3 管材与管件对接焊试件

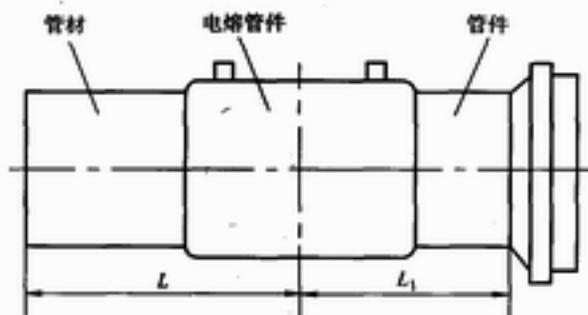


图 C-4 管材与管件电熔焊试件

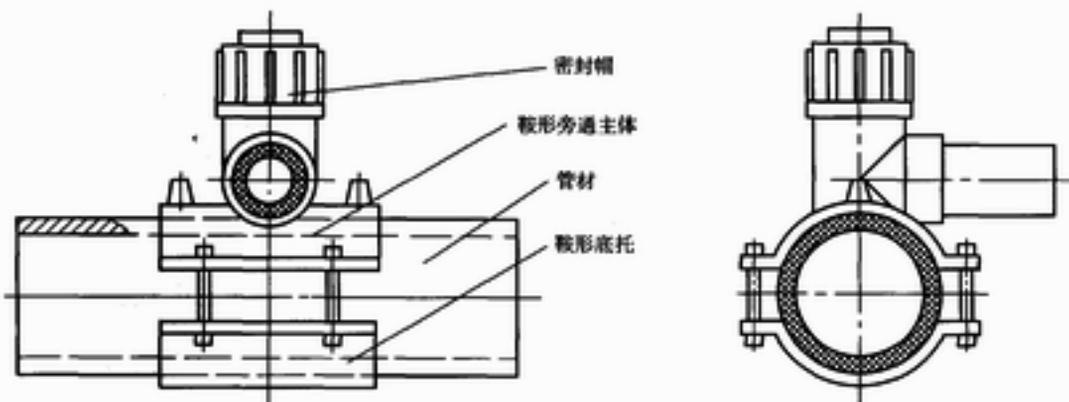


图 C-5 管材与鞍形旁通焊接试件

表 C-3 试件的检验与试验要求

项目	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
热熔 对接 焊接	宏观(外观)	/	附件 G, G1.1	附件 G、G1
	拉伸性能	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	试验到破坏为止： (1) 韧性, 通过； (2) 脆性, 未通过	GB/T 19810
电熔 承插 焊接	宏观(外观)	/	附件 G, G3	附件 G, G3
	$DN < 90\text{mm}$ 挤压剥 离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比 小于等于 33.3%	GB/T 19806
	$DN \geq 90\text{mm}$ 拉伸剥 离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比 小于等于 33.3%	GB/T 19808
电熔 鞍形 焊接	宏观(外观)	/	附件 G, G5.1	附件 G, G5.1
	$DN \leq 225\text{mm}$ 挤压 剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比 小于等于 33.3%	GB/T 19806
	$DN > 225\text{mm}$ 撕裂 剥离试验	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	剥离脆性破坏百分比 小于等于 33.3%	附件 H

## 附件 D

聚乙烯焊工考试基本情况表

编号:

姓 名		性 别			
身份证号		电 话			
工作单位					
地 址					
文化程度		首次取证时间			
原有焊工资格	热熔对接焊接 $DN \leq 250\text{mm}$ <input type="checkbox"/> , $DN > 250\text{mm}$ <input type="checkbox"/> ; 电熔焊接 <input type="checkbox"/>				
现申请资格	热熔对接焊接 $DN \leq 250\text{mm}$ <input type="checkbox"/> , $DN > 250\text{mm}$ <input type="checkbox"/> ; 电熔焊接 <input type="checkbox"/>				
考试性质	初考 <input type="checkbox"/> , 重考 <input type="checkbox"/> , 补考 <input type="checkbox"/>				
重考原因		焊工考试代号			
基本知识考试	考试日期		考试项目代号 BW-1 <input type="checkbox"/> ; BW-2 <input type="checkbox"/> ; EW <input type="checkbox"/>		
	试卷编号		考试成绩		
焊接操作技能考试	考试日期		原材料 合格 <input type="checkbox"/> , 不合格 <input type="checkbox"/>		
	试件加工及尺寸	合格 <input type="checkbox"/> , 不合格 <input type="checkbox"/>	考场纪律 遵守 <input type="checkbox"/> , 不遵守 <input type="checkbox"/>		
	焊接设备	普通对接焊机	型号	状态	
		自动对接焊机			正常 <input type="checkbox"/> , 不正常 <input type="checkbox"/>
		全自动电熔焊机			正常 <input type="checkbox"/> , 不正常 <input type="checkbox"/>
	焊工施焊要求	合格 <input type="checkbox"/> , 不合格 <input type="checkbox"/>	测试设备	合格 <input type="checkbox"/> , 不合格 <input type="checkbox"/>	
检测人员资质	合格 <input type="checkbox"/> , 不合格 <input type="checkbox"/>	其他			
备注(包括不正常情况记载):					
监考人员:		日期:			

## 附件 E

## 聚乙烯焊工焊接操作技能考试检验记录

焊工:

考试代号:

试件编号:

焊接方法	热熔对接焊	手动 <input type="checkbox"/> ,自动 <input type="checkbox"/>			
	电熔焊	手动 <input type="checkbox"/> ,自动 <input type="checkbox"/>			
焊机名称	热熔对接焊机	型号:			
	全自动电熔焊机	型号:			
管材	规格:				
	材料级别:PE80 <input type="checkbox"/> ,PE100 <input type="checkbox"/>	标准尺寸比:SDR11 <input type="checkbox"/> ,SDR17.6 <input type="checkbox"/>			
管件	规格:				
	材料级别:PE80 <input type="checkbox"/> ,PE100 <input type="checkbox"/>	标准尺寸比:SDR11 <input type="checkbox"/> ,SDR17.6 <input type="checkbox"/>			
热熔对接焊接过程的评定					
项目号	评定项目	评定结果	项目号	评定项目	评定结果
1	焊接前准备	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>	4.1	测量拖动压力	MPa
1.1	清洁接头		4.2	检查间隙	mm
1.2	测量电压	V	4.3	检查错边	
1.3	热板检查		4.4	检查夹紧	
1.4	热板预热 10min		5	端面平整吸热	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>
2	装夹焊件	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>	5.1	端面平整压力	MPa
2.1	设置吸热/冷却时间	s/ min	5.2	圆周卷边	
2.2	清洁管表面		5.3	吸热计时	s
3	铣削焊接面	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>	6	切换对接	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>
3.1	放铣刀锁安全锁		6.1	切换时间	s
3.2	形成连续屑		6.2	冷却计时	min
3.3	降压、开机架、停刀		7	拆卸	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>
3.4	清屑		7.1	降压松夹具	
4	测拖动压力及检查	合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>			

共 页 第 页

续表

电熔焊接过程的评定					
项目号	评定项目	评定结果	项目号	评定项目	评定结果
1	焊接前准备		4	去氧化皮	
1.1	测量电压	V	5	承插管件及轴线	
1.2	辅具准备		6	手动或自动模式	
2	管材截取		7	输入焊接参数	
3	划线		8	冷却时间	min
热熔对接焊试件宏观(外观)检查			电熔焊试件焊缝宏观(外观)检查		
项目号	检查项目	检查结果	项目号	检查项目	检查结果
1	焊缝圆周卷边		1	承插尺寸	
2	中心焊缝高度	mm	2	同轴度	
3	是否有浮渣		3	刮氧化皮	
4	是否有缺口		4	观察孔	
5	缩孔		5	熔融材料流出	
6	冷却时间	min			
7	错边量	mm			
8	磕碰痕迹				
热熔对接焊接宏观(外观)检查结果: 合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>			电熔焊接宏观(外观)检查结果: 合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>		
备注(不正常情况记载):					
热熔对接焊接过程的评定结果:合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>					
				监考人员(签字):	日期:
电熔焊接过程的评定结果:合格 <input type="checkbox"/> ,不合格 <input type="checkbox"/>					
				监考人员(签字):	日期:

共 页 第 页

续表

热熔对接焊接试件拉伸试验			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1;□□-2;□□-3
检测结果		试验结论	合格□,不合格□
检验员:		日期:	
电熔焊接试件挤压剥离试验( $DN < 90\text{mm}$ )			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1;□□-2;□□-3
检测结果		试验结论	合格□,不合格□
检验员:		日期:	
电熔焊接试件挤压剥离试验( $DN \geq 90\text{mm}$ )			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1;□□-2;□□-3
检测结果		试验结论	合格□,不合格□
检验员:		日期:	
电熔鞍形焊接试件挤压剥离试验( $DN \leq 225\text{mm}$ )			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1;□□-2;□□-3
检测结果		试验结论	合格□,不合格□
检验员:		日期:	
电熔鞍形焊接试件撕裂剥离试验( $DN > 225\text{mm}$ )			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1;□□-2;□□-3
检测结果		试验结论	合格□,不合格□
检验员:		日期:	
本考试机构确认该焊工的焊接操作技能考试和检验的数据正确,记录无误。			
该项目焊接操作技能考试结果评为_____ (合格,不合格)。			
评定人员:	日期:	校核人员:	日期:

附:试验单位报告。

共 页 第 页

## 附件 F

## 聚乙烯焊接操作过程基本要求

## F1 热熔对接焊的操作过程

## F1.1 焊接前准备

- (1) 清洁油路接头,正确连接焊机各部件;
- (2) 测量电源电压,确认电压符合焊机要求;
- (3) 检查清洁加热板,当涂层损坏时,加热板应当更换,加热板表面聚乙烯的残留物只能用木质工具去除,油污油脂等必须用洁净的棉布和酒精进行处理;
- (4) 按照焊接工艺正确设置吸热、冷却时间和加热板温度等参数,焊接前,加热板应当在焊接温度下适当预热,以确保加热板温度均匀。

## F1.2 装夹管道元件

用辊杠或者支架将管垫平,调整同心度,利用夹具校正管材不圆度,并且留有足够的焊接距离。

## F1.3 铣削焊接面

铣削足够厚度,使焊接端面光洁、平行,确保对接端面间隙小于 0.3mm,错边量小于焊接处壁厚的 10%。重新装夹时必须重新铣削。

## F1.4 拖动压力的测量及检查

每次焊接时必须测量并且记录拖动压力( $p_1$ )。

## F1.5 加热

放置加热板,调整焊接压力( $p_1$ ) = 拖动压力( $p_1$ ) + 焊接规定压力( $p_2$ )。

当加热板两侧焊接处圆周卷边凸起高度达到规定值时,降压至拖动压力( $p_1$ )或者在确保加热板与焊接端面紧密贴合的条件下,开始吸热计时。

## F1.6 切换对接

在规定的时间内抽出加热板,立即贴合焊接面,迅速将压力匀速升至焊接压力( $p_1$ ),严禁高压碰撞。

## F1.7 拆卸管道元件

达到冷却时间后,将压力降至零,拆卸完成焊接的管道元件。

## F2 电熔焊的焊接操作过程

## F2.1 焊接前准备

- (1) 测量电源电压,确认焊机工作时的电压符合要求;

- (2) 清洁电源输出接头, 保证良好的导电性;
- (3) 检查焊机的输出端尺寸是否和管件的接线柱匹配。

### F2.2 管材截取

管材的端面应垂直轴线, 其误差小于 5mm。(见图 F-1)。

### F2.3 焊接面清理

测量电熔管件的长度或者中心线, 在焊接的管材表面上划线标识(见图 F-2), 将划线区域内的焊接面刮削 0.1mm ~ 0.2mm 深, 以去除氧化层。

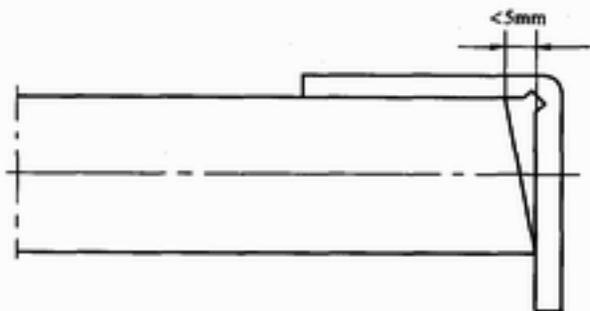


图 F-1 截取接头误差

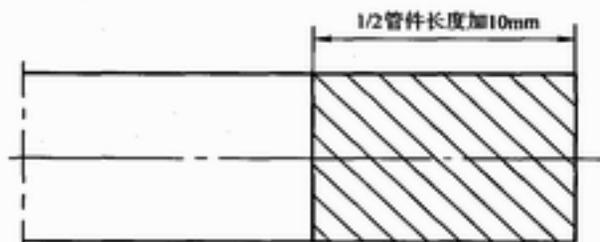


图 F-2 管材表面划线标识

### F2.4 管材与管件承插

在管材上重新划线, 位置距端面为 1/2 管件长度。将清洁的电熔管件与需要焊接的管材承插, 保持管件外侧边缘与标记线平齐。安装电熔夹具, 不得使电熔管件承受外力, 管材与管件的不同轴度应当小于 2%。

### F2.5 输出接头连接

焊机输出端与管件接线柱牢固连接, 不得虚接。如果输出端尺寸与管件接线柱尺寸不同, 应使用专用的转换插头。

### F2.6 焊接模式设定

按焊机说明书要求, 将焊机调整到“自动”或“手动”模式。

### F2.7 焊接数据输入

按自动或者手动方式输入焊接数据。

### F2.8 焊接

- (1) 启动焊接开关, 开始计时;
- (2) 手动模式下焊接参数应当按管件产品说明书确定。

### F2.9 自然冷却

冷却时间应当按管件产品说明书确定, 冷却过程中不得向焊接件施加任何外力, 冷却后, 拆卸夹具。

### F3 电熔鞍形管件的焊接操作过程

#### F3.1 焊接前准备

同 F2.1(电熔焊)。

#### F3.2 划线

在管材上划出焊接区域。

#### F3.3 焊接面清理

将划线区域内的焊接面刮削 0.1mm ~ 0.2mm, 以去除氧化层, 刮削区域应大于鞍体边缘。

#### F3.4 管件安装

用管件制造单位提供的方法进行安装, 确保管件与管材的两个焊接面无间隙。修补水用电熔鞍形管件必须对中, 且电热丝区域不得安装在被修补的孔上。

#### F3.5 焊接数据输入

同 F2.7(电熔焊)。

#### F3.6 焊接

同 F2.8(电熔焊)。

#### F3.7 自然冷却

接头在冷却过程中应当处于夹紧状态。鞍形旁通的冷却时间应当大于 60min 或者按产品说明书进行开孔操作。

#### F3.8 封堵

按照管件产品说明书进行。

## 附件 G

## 聚乙烯焊接检验与试验

## G1 热熔对接焊的非破坏性检验

## G1.1 宏观(外观)检查

应当符合以下要求:

- (1)几何形状:卷边应沿整个外圆周平滑对称,尺寸均匀、饱满、圆润,翻边不得有切口或者缺口状缺陷,不得有明显的海绵状浮渣出现,无明显的气孔;
- (2)卷边(见图 G-1)的中心高度  $K$  值必须大于零;
- (3)焊接处的错边量不得超过管材壁厚的 10%。

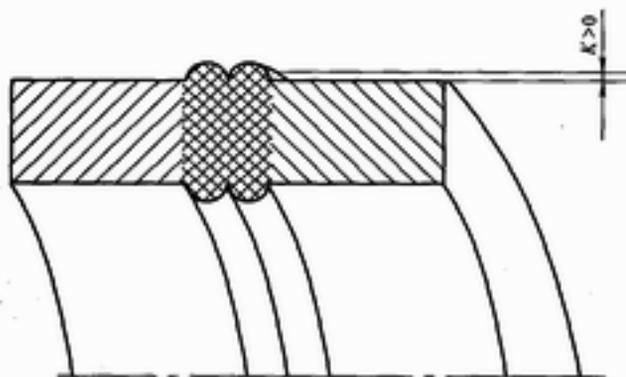


图 G-1 对接焊卷边示意图

## G1.2 卷边切除检查

## G1.2.1 宏观(外观)检查

使用外卷边切除刀切除卷边,卷边应当是实心圆滑的,根部较宽(见图 G-2)。卷边底面不得有污染、孔洞等。若发现杂质、小孔、偏移或者损坏时,则判定为不合格。

## G1.2.2 卷边背弯试验

将卷边每隔几厘米进行 180° 的背弯试验,进行检查。当有开裂、裂缝缺陷时,则判定为不合格(见图 G-3)。

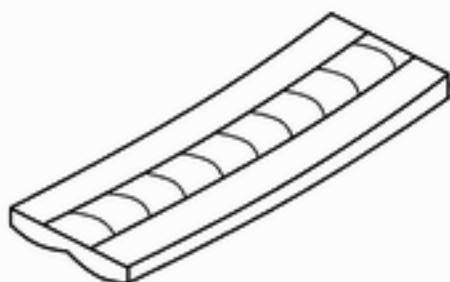


图 G-2 合格实心的卷边

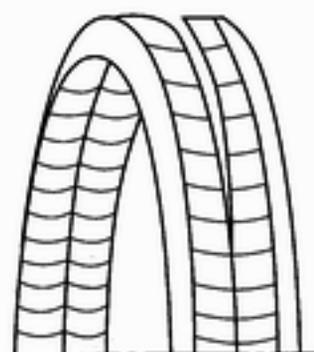


图 G-3 卷边背弯试验开裂示意图

## G2 热熔对接焊的破坏性检验

### G2.1 拉伸性能试验

拉伸性能试验测试方法按 GB/T 19810 标准进行。

### G2.2 耐压(静液压强度)试验

耐压(静液压强度)试验方法按 GB/T 6111 标准进行。

## G3 电熔焊的非破坏性检验

电熔焊的非破坏性检验主要为宏观(外观)检查,包括以下内容:

- (1)电熔管件应当完整无损,无变形及变色;
- (2)从观察孔应当能看到有少量的聚乙烯顶出,但是顶出物不得呈流淌状,焊接表面不得有熔融物溢出;
- (3)电熔管件承插口应当与焊接的管材保持同轴;
- (4)检查管材整个圆周的刮削痕迹。

## G4 电熔焊的破坏性检验

### G4.1 电熔管件剖面检验

取电熔后的组件,用锯条与熔接组件端面成 $45^\circ$ 角进行切开,组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应当无可见界线。

### G4.2 拉伸剥离试验

拉伸剥离试验方法按 GB/T 19808 标准进行。

### G4.3 挤压剥离试验

挤压剥离试验方法按 GB/T 19806 标准进行。

### G4.4 耐压(静液压强度)试验

耐压(静液压强度)试验方法按 GB/T 6111 标准进行。

## G5 电熔鞍形管件焊接的检验

### G5.1 宏观(外观)检查

宏观(外观)检查要求如下:

(1)电熔鞍形管件与管材焊接后,不得有熔融物流出管件表面,从观察孔应当能看到有少量的聚乙烯顶出,但是顶出物不得呈流淌状;

(2)电熔鞍形管件应当与管材轴向垂直;

(3)鞍形管件焊接处周围应当有刮削痕迹。

### G5.2 撕裂剥离试验

撕裂剥离试验方法见附件 H。

### G5.3 挤压剥离试验

挤压剥离试验方法按 GB/T 19806 标准进行。

## 附件 H

## 撕裂剥离试验方法

## H1 范围

本方法用于测试管材的电熔承插、鞍形连接的连接强度的试验方法。

## H2 原理

本方法通过撕裂焊接面的破坏性质的百分比,分裂的外形特征及分裂的位置来测定的连接强度。试验环境温度控制在  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

组件的撕裂强度是对焊接面进行破坏性拉伸试验所得到的撕裂百分比,从分裂的外形、位置可以说明组件的熔接质量。

## H3 试验设备

主要试验设备包括:

- (1) 拉力试验机,能够保证拉伸速度在  $100\text{mm}/\text{min} \pm 10\%$ ;
- (2) 芯轴,其最大外径尺寸比测试管材最小内径小 5%。

## H4 试样

## H4.1 取样

试样为从正常生产中获得的用管材和(或者)管件连接所得到的连接件。

## H4.2 准备试样

试样由一根管材和另一根管材或管件的连接件组成,试样的加工如图 H-1 所示。在电熔连接或者鞍形连接的情况下,应当保证附着管材截面的电阻丝切断后没有明显的减少,勿损伤管材面。

## H4.3 试样的数量

试样数量应当符合相应产品标准中所规定的数量。

推荐试样数量至少为 3 个。

## H5 试验条件

试样应当在焊接完成 24h 后,在  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  条件下最少进行 6h 的状态调节后才可进行试验。

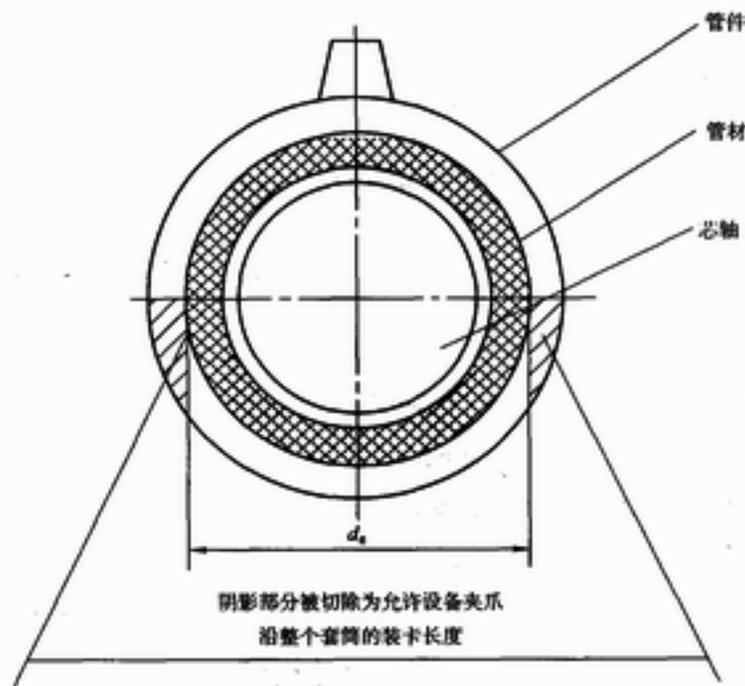


图 H-1 管件的机械加工部分

### H6 试验步骤

- (1) 芯轴插入管材；
- (2) 试验方法按照图 H-2 的安装方式对试样施力；
- (3) 以  $100\text{mm}/\text{min} \pm 10\%$  的拉伸速度施力；
- (4) 记录下整个试验中所施力的变化；
- (5) 继续加载直至试样的某些部位发生完全分离或者撕裂，并且记录所施加的力；
- (6) 检查试样并记录开裂的位置（即在管材上还是在管件上、在电阻丝线圈或界面之间）以及破裂的类型，其中特别需要注意的是破坏界面是脆性破裂还是韧性破裂。

注： $d_s$ ——管材实际外径，mm（下同）。

### H7 试验报告

包括以下内容：

- (1) 试样各部分的材质；
- (2) 管件的规格；
- (3) 管材的尺寸，包括平均外径、不圆度、壁厚、焊接前的长度等；
- (4) 试样的尺寸，管材的自由长度；
- (5) 试样的焊接参数；
- (6) 测试的温度及测量的精度；

- (7) 试样的数量；
- (8) 焊接时间, 预处理的时间；
- (9) 最大分离力；
- (10) 破坏的形式: 界面分离、电阻丝线圈撕开、管材或管件屈服、表面脆性开裂或柔性破坏；
- (11) 试验室名称；
- (12) 测试日期。

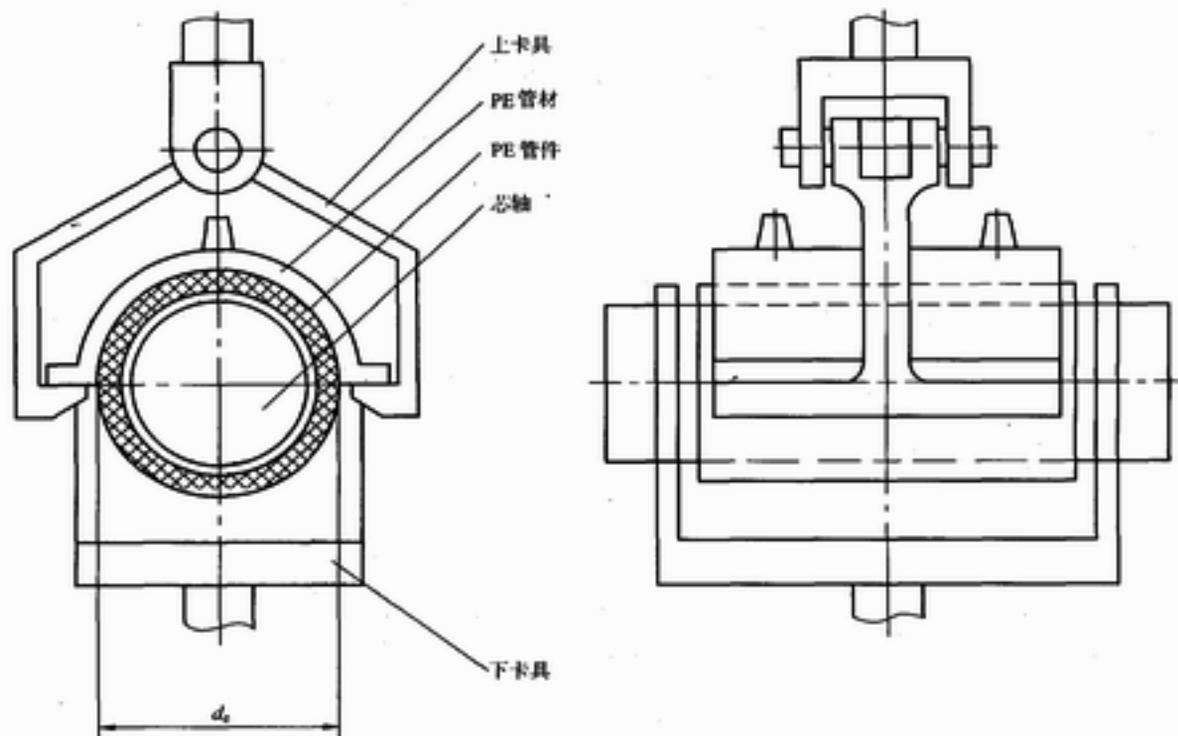


图 H-2 固定管材加力