

UDC

中国土木工程学会标准

P

T/CCES X—20XX

## 聚乙烯燃气管道带气接切线技术规程

Technical specification for stopping and branching off live PE gas pipeline

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国土木工程学会 发布

中国土木工程学会标准

# 聚乙烯燃气管道带气接切线技术规程

Technical specification for stopping and branching off live PE gas pipeline

**T/CCES X—20XX**

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：20XX 年 X 月 X 日

20XX 北 京



# 前 言

本规程是根据中国土木工程学会学术与标准工作委员会《关于发布〈2021 年中国土木工程学会标准立项计划〉的通知》（学标委〔2021〕25 号）要求，由北京市燃气集团有限责任公司会同有关单位编制完成。

在本规程编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了近几年国内外燃气行业聚乙烯燃气管道带气接切线工作的实践经验，参考了国内外有关标准，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本规程共分 8 章，主要技术内容包括：1.总则；2.术语、符号与参考标准；3.基本规定；4.作业准备；5.开孔；6.封堵；7.接切线与通气；8.记录。

本规程由中国土木工程学会学术与标准工作委员会负责管理，由北京市燃气集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议，请寄送北京市燃气集团有限责任公司（地址：北京市西城区西直门南小街 22 号，邮编：100035）。

本规程主编单位：XXXX

本规程参编单位：XXXX

本规程主要起草人员：XXXX

本规程主要审查人员：XXXX

# 目 次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1 总 则 .....        | 3  |
| 2 术语、符号与参考标准 ..... | 4  |
| 2.1 术 语 .....      | 4  |
| 2.2 符 号 .....      | 4  |
| 2.3 参考标准 .....     | 5  |
| 3 基本规定 .....       | 6  |
| 4 作业准备 .....       | 9  |
| 5 开 孔 .....        | 10 |
| 5.1 开孔封堵机开孔 .....  | 10 |
| 5.2 鞍形旁通开孔 .....   | 11 |
| 5.3 支线开孔机开孔 .....  | 11 |
| 6 封 堵 .....        | 13 |
| 6.1 开孔封堵机封堵 .....  | 13 |
| 6.2 压扁截气 .....     | 13 |
| 7 接切线与通气 .....     | 16 |
| 8 记 录 .....        | 18 |
| 本规程用词说明 .....      | 19 |
| 条文说明 .....         | 20 |

# Contents

|     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 1   | General Provisions.....                           | 3           |
| 2   | Terms, Symbols and Reference Standard.....        | 4           |
| 2.1 | Terms .....                                       | 4           |
| 2.2 | Symbols .....                                     | 4           |
| 2.3 | Reference Standard.....                           | 5           |
| 3   | Basic Requirements .....                          | 6           |
| 4   | Work Preparation.....                             | 9           |
| 5   | Tapping .....                                     | 10          |
| 5.1 | Tapping and Plugging Machine.....                 | 10          |
| 5.2 | Tapping Tee .....                                 | 错误!未定义书签。 1 |
| 5.3 | Branch Tapping Machine.....                       | 错误!未定义书签。 1 |
| 6   | Plugging.....                                     | 错误!未定义书签。 3 |
| 6.1 | Tapping and Plugging Machine.....                 | 错误!未定义书签。 3 |
| 6.2 | Squeeze-off Equipment .....                       | 错误!未定义书签。 3 |
| 7   | Stopping and Branching .....                      | 错误!未定义书签。 6 |
| 8   | Recording .....                                   | 错误!未定义书签。 8 |
|     | Explanation for Wording in The Specification..... | 299         |
|     | Explanation of Provisions.....                    | 20          |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范聚乙烯燃气管道带气接切线（以下简称“带气接切线”）技术要求，保证安全施工和工程质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于公称外径不大于  $d_n400$ ，运行压力不大于 0.4MPa 的埋地聚乙烯燃气管道的带气接切线。

**1.0.3** 带气接切线除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语、符号与参考标准

### 2.1 术语

#### 2.0.1 带气接切线 hot plugging and tapping

利用开孔、封堵等专用设备或管件在带气聚乙烯燃气管道上进行接支管、换管等接线作业，以及改线等切线作业。

#### 2.0.2 开孔封堵机 tapping and plugging machine

由机架、开孔器、封堵器等组成的，开孔与封堵一体式的整套设备。利用闸板阀安装和拆卸开孔器与封堵器，以机械方式实现带气聚乙烯燃气管道上开孔和封堵。

#### 2.0.3 鞍形旁通 tapping tee

具有辅助开孔分支端及一个可以切透主管材壁的组合切刀的电熔鞍形管件。其在安装后切刀仍留在鞍形体内，常用于带气作业。

#### 2.0.4 鞍形直通 branch saddle

不具备辅助开孔分支端，通常需要辅助切削工具，在连接的主管材上钻孔的电熔鞍形管件。

#### 2.0.5 支线开孔机 branch tapping machine

通过阀门的启闭安装和拆卸开孔器，以机械方式在带气聚乙烯燃气管道上进行开孔的设备，由开孔专用杆、开孔刀、法兰等组成，一般用于接支线作业。

#### 2.0.6 压扁器 squeeze-off equipment

一种使用机械、液压或气动进行抑流操作的完整装置，通过横梁挤压 PE 管材来控制流经管道的气体流动。

### 2.2 符号

$d_n$ ——管道公称外径；

$SDR$ ——标准尺寸比。

## 2.3 参考标准

- 1 《波纹金属软管通用技术条件》 GB/T 14525
- 2 《橡胶制品贮存指南》 GB/T 20739
- 3 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 GB/T 29639
- 4 《聚乙烯燃气管道工程技术标准》 CJJ 63
- 5 《城镇燃气标志标准》 CJJ/T 153
- 6 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
- 7 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》 TSG D2002

### 3 基本规定

**3.0.1** 带气接切线包括开孔、封堵、接切线、通气等工序，应按照不同作业类别、工艺类型的要求进行。

**3.0.2** 带气接切线工艺类型分为开孔封堵机、支线开孔机、鞍形旁通管件和压扁器，工艺类型的适用条件应符合表 3.0.2 的要求：

表 3.0.2 带气接切线工艺设备的适用条件

| 工艺类型  | 在役管道的最高工作压力<br>(MPa) | 在役管道公称外径<br>(mm)     | 作业类别      |
|-------|----------------------|----------------------|-----------|
| 开孔封堵机 | ≤0.4                 | $d_n110 \sim d_n400$ | 接支线、换管、改线 |
| 支线开孔机 | ≤0.4                 | $d_n90 \sim d_n400$  | 接支线、接旁通管  |
| 鞍形旁通  | ≤0.4                 | $d_n40 \sim d_n400$  | 接支线、接旁通管  |
| 压扁器   | ≤0.4                 | $d_n20 \sim d_n400$  | 接支线、换管、改线 |

**3.0.3** 根据管道管径、压力等选择合适的开孔、封堵工艺类型后，应制定作业方案，作业方案应包括作业内容、组织与分工、作业设备、配合工作、危险源辨识及应对措施、作业步骤等内容。

**3.0.4** 燃气生产经营单位应制定生产安全事故专项应急预案或现场处置方案，专项应急预案和现场处置方案的编制程序、内容和要素等应符合现行国家标准《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639 的有关规定，并按有关规定进行备案、演练及评定。

**3.0.5** 带气接切线设备操作人员需经过专业培训合格后方可上岗。

**3.0.6** 带气接切线采用鞍形管件焊接时，应按照《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002 的规定进行焊接工艺评定。

**3.0.7** 带气接切线作业环境应符合下列规定：

- 1 开孔封堵机、支线开孔机、鞍形旁通管件宜在环境温度为 $-5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内使用；压扁器宜在环境温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内使用。如无法满足，应采取保护措施；
- 2 在风力大于 5 级环境条件下进行作业时，应采取挡风措施；
- 3 雨天与雷电天气不应进行作业，如遇紧急抢修等情况，应采取防雨防雷措施。

**3.0.8** 开孔、封堵设备及相关仪器的使用、维护及保养应按照制造商提供的操作指引，并符合下列规定：

1 开孔、封堵设备应每月进行一次维护保养，并应进行年检；

2 封堵皮碗的贮存应符合现行国家标准《橡胶制品贮存指南》GB/T 20739 的要求，并应定期更换。

3 仪表、可燃气体检测仪等应定期进行校准。

**3.0.9** 压力表量程应为管道运行压力的 1.5 倍~2 倍，精度不低于 0.4 级。

**3.0.10** 检测、照明、通风、通讯等设备应为防爆型；工具宜为铜制工具，如使用铁制工具，应涂抹黄油。

**3.0.11** 聚乙烯燃气管道连接应采用全自动焊机。焊机应定期校准，并应符合下列规定：

1 应具有中文显示、参数自动输入、环境温度自动补偿和焊接信息存储、输出等功能；

2 校准周期至少应为每年 1 次。

**3.0.12** 作业现场应符合下列规定：

1 应配备 2 具 5kg 及以上的干粉灭火器；

2 不应有火种；

3 作业管段应采取防静电措施。

4 应设置围挡与警示牌，夜间作业时应设置符合警示要求的灯光指示标志。标志设置还应符合现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 的规定。

**3.0.13** 作业现场应至少设置 1 名专职安全员；参与作业的人员应配备安全防护设备和安全防护用品，并应保证所有安全防护设备和安全防护用品有效。

**3.0.14** 对作业管段进行放散时，放散管应采用金属管道，并将放散管引出工作坑外，由专人对放散点进行监护。

**3.0.15** 作业区域内应对燃气和氧气浓度持续进行监测，燃气浓度应小于爆炸下限的 20%，氧气浓度应大于 19.5%。如无法满足，应采取通风等措施，直至符合要求方可继续进行施工。

**3.0.16** 作业过程中应做现场记录。现场记录的要求应符合第 8 章的规定。

## 4 作业准备

**4.0.1** 作业前应对设备与工具进行检查，并应符合下列规定：

- 1 设备、工具、材料应齐全，外观应完好，密封圈应无划伤、变形、裂纹等缺陷；
- 2 检测、照明、通讯等设备电量应充足；
- 3 作业用机械设备应调试完成。

**4.0.2** 工作坑的尺寸应根据管道外径、需断管的长度、设备尺寸及操作空间确定。

**4.0.3** 工作坑深度大于 2m 或土质较差、周边环境复杂不能满足要求时，应设边坡；工作坑深度大于或等于 3m，应制定基坑工程专项施工方案；工作坑深度大于或等于 5m，应根据周边环境、土层性状和地下水等条件确定支护形式，边坡支护应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定，且基坑工程专项施工方案应通过专家论证。

**4.0.4** 工作坑应设置逃生通道，深度大于 1m 的工作坑两侧应至少各设置 1 处逃生通道，出入口处不应有障碍物。

**4.0.5** 工作坑坑底与管道管底的距离应满足操作空间的要求。

**4.0.6** 工作坑边临时堆土高度不应超过 1.5m；距坑边距离不宜小于 1m，且不应靠墙堆土。

**4.0.7** 当地下水位较高或工作坑附近有污水管道渗漏时，应采取排水或阻水措施。

**4.0.8** 作业前应对带气接切线现场的下列情况进行核查：

- 1 管道位置；
- 2 管道运行压力、管径、SDR；
- 3 地上及地下市政设施情况；
- 4 工作坑尺寸；
- 5 工作坑堆土、边坡支护情况；
- 6 放散点的周边环境；
- 7 焊机电源电压情况；
- 8 其他内容。

# 5 开孔

## 5.1 开孔封堵机开孔

**5.1.1** 开孔封堵机开孔应按照安装鞍形直通、安装开孔器、开孔的程序进行。

**5.1.2** 鞍形直通应选择水平管段上进行安装，并应避开管道接头；管材表面不应有凹陷、裂口和明显的痕纹，划痕深度应小于管道壁厚的 10%，且不应超过 4mm。

**5.1.3** 鞍形直通的安装应符合下列规定：

- 1 鞍形管件的 SDR 应与在役管道一致；
- 2 应清洁鞍型直通安装部位的管道表面，并根据鞍形直通的尺寸在聚乙烯管道上标记安装位置；
- 3 应检查连接位置处管道的不圆度，必要时应采用整圆工具对其进行整圆；
- 4 刮除所有管道连接部位表皮的氧化层，刮削厚度宜为 0.1mm~0.2mm，刮除氧化皮的部位应保持洁净。刮除氧化皮后方可拆除鞍形直通的包装袋；
- 5 根据鞍形管件制造商的安装要求将其固定在管道上，鞍形直通鞍形面与在役管道之间的缝隙不应大于管道公称外径的 1%且不应大于 2mm；如不满足要求，应拆除鞍形直通，对管道复圆后重新安装；
- 6 电熔连接时，通电加热的电压、加热时间等焊接参数应符合电熔连接机具和电熔鞍形管件的使用要求；
- 7 连接接头应自然冷却。在冷却期间，不应拆开夹具，不应移动鞍型直通或在其上施加任何外力。

**5.1.4** 鞍形直通连接接头质量外观检查应符合下列规定：

- 1 鞍型直通周边的管道表面上应有明显的氧化层刮削痕迹；
- 2 管道管壁不应塌陷，熔融料不应从鞍型直通周边溢出；
- 3 观察孔内顶出的熔融料不应呈流淌状，且不应变色。

**5.1.5** 焊接完毕后，鞍形直通的分支应竖直并垂直于管道的中心线，并采用水平仪测量鞍形直通的水平度。

**5.1.6** 安装机架与开孔器时，机架与开孔器应分别与鞍形直通的分支保持同心。

**5.1.7** 开孔器安装时，应根据管道管径选定开孔刀规格。开孔刀宜满足无屑开孔的要求，并与中心钻应紧固到位。

**5.1.8** 在鞍形直通安装完毕或开孔器安装完毕后，应进行压力试验。试验介质应采用氮气或空气，试验压力应为管道设计压力的 1.5 倍且不小于 0.2MPa。当压力升至试验压力时，应先稳压 10min，采用检漏液检查接口位置，无泄漏后再持续观察 15min，无可见气泡为合格。

**5.1.9** 开孔进刀时，旋转操作手柄直至转动轻松无阻力后应停止进给。

**5.1.10** 对闸板阀进行开启操作前，闸板阀两侧压力应平衡。

**5.1.11** 完全退刀后，关闭闸板阀，机架内的燃气放散至表压为 0，并持续观察 1min，压力不升高为放散合格。

**5.1.12** 旁通管宜采用波纹金属软管，并应符合现行国家标准《波纹金属软管通用技术条件》GB/T 14525 的规定。金属软管的公称尺寸应符合下列规定：

- 1 小于等于  $d_n160$  的管道应采用不小于 DN50 的金属软管；
- 2 大于  $d_n160$  的管道应采用不小于 DN80 的金属软管。

**5.1.13** 开孔后应采用气泡检漏法对旁通管接口进行检查，无可见气泡为合格。

## 5.2 鞍形旁通开孔

**5.2.1** 鞍形旁通开孔包括安装管件、连接旁通管、连接支管、开孔等工序，应按照不同作业类别的要求进行。

**5.2.2** 鞍形旁通的安装及接头质量检查应符合本标准第 5.1.3 条~第 5.1.4 条的规定。

**5.2.3** 焊接完毕后，鞍形旁通的分支应垂直于管道的中心线，并采用水平仪测量鞍形旁通的水平度。

**5.2.4** 鞍形旁通开孔位置与焊缝的距离应不小于  $2.5d_n$ 。

**5.2.5** 在鞍形旁通安装完毕、开孔前应进行压力试验，并应符合本标准第 5.1.8 条的要求。

**5.2.6** 鞍形旁通开孔时应确保管道上管壁被钻穿而不破坏管道下管壁。

**5.2.7** 鞍形旁通接旁通管时，应采用气泡检漏法对旁通管接口进行检查，无可见气泡为合格。

**5.2.8** 鞍形旁通接支线时，在中压燃气支管的起点处应设置阀门。

**5.2.9** 鞍形旁通刀头处与防护帽的连接宜采用电熔连接。

### **5.3 支线开孔机开孔**

**5.3.1** 支线开孔机开孔应按照安装鞍形直通、安装阀门、安装开孔器、开孔的程序进行。

**5.3.2** 鞍形直通的安装及接头质量检查应符合本标准第 5.1.3 条~第 5.1.4 条的规定。

**5.3.3** 焊接完毕后，鞍形直通的分支应垂直于管道的中心线，并采用水平仪测量鞍形直通的水平度。

**5.3.4** 阀门安装前，应检查阀门启闭的灵活性，检查后阀门应处于开启状态。阀门的通径与开孔器应匹配。

**5.3.5** 阀门与鞍形直通分支端的连接采用电熔连接或法兰连接时，连接操作与接头质量检验应符合《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63 的要求。

**5.3.6** 在开孔器安装完毕后，应对鞍形接口、阀门及开孔器的整体密封性进行压力试验，并应符合本标准第 5.1.8 条的要求。

**5.3.7** 开孔进刀时，旋转操作手柄直至转动轻松无阻力后，应继续旋转操作手柄 3~4 圈或旋进 3mm~5mm 后停止进给。

**5.3.8** 刀头退出后，应关闭阀门，开启放散阀门至表压为 0，并持续观察 1min，压力不升高方可拆除刀头。

## 6 封堵

### 6.1 开孔封堵机封堵

**6.1.1** 封堵应按照安装封堵器、安装旁通管、封堵、放散的程序进行。

**6.1.2** 封堵前应对在役管道封堵区域进行清扫。

**6.1.3** 安装封堵器时应选择与管道  $d_n$  及  $SDR$  相匹配的皮碗封堵头，并应在皮碗封堵头与管道接触的部位均匀涂抹润滑脂，皮碗封堵头的选用宜符合表 6.1.3 的要求：

表 6.1.3 皮碗封堵头的选用

| 序号 | 适用管道公称外径 $d_n$ | 皮碗封堵头形式  |
|----|----------------|----------|
| 1  | $d_n \leq 200$ | 对折式皮碗封堵头 |
| 2  | $d_n \geq 250$ | 三折式皮碗封堵头 |

**6.1.4** 封堵时应按先封堵上游侧、后封堵下游侧的顺序操作。

**6.1.5** 将封堵器送入管道时，封堵器的安装方向应正确。

**6.1.6** 封堵完成后，应对作业管段进行放散，检查封堵密封性，封堵严密方可进行下一步操作。

**6.1.7** 封堵器的拆除应符合下列规定：

- 1 应按先下游侧，后上游侧的顺序操作；
- 2 取出封堵头前，封堵头两侧压力应平衡；
- 3 拆除封堵器后，应安装鞍形直通的堵塞，并应对堵塞接缝处进行泄漏检测，无泄漏为合格。

### 6.2 压扁截气

**6.2.1** 压扁截气前应根据管道  $d_n$  选用相匹配的压扁器，压扁器应具有压缩限位功能，压缩水平应符合表 6.2.1 的要求：

表 6.2.1 压缩水平

| 序号 | 管道公称外径 $d_n$         | 压缩水平 |
|----|----------------------|------|
| 1  | $d_n \leq 250$       | 80%  |
| 2  | $250 < d_n \leq 400$ | 90%  |

注：压缩水平为压扁器固定杆与可移动杆之间的距离与 2 倍管材最小壁厚之间的百分比（图 6.2.1）。

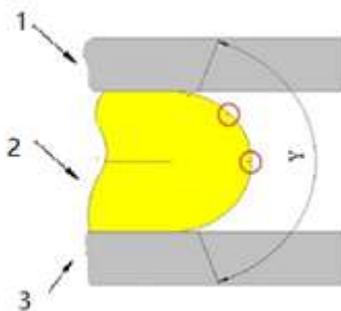


图 6.2.1 聚乙烯管道压扁示意图

1—压扁器可移动杆；2—聚乙烯管道；3—压扁器固定杆

**6.2.2** 压扁器投用前，应采用适用管材进行压扁测试操作，检查限位装置锁紧装置等构配件的匹配性和有效性。

**6.2.3** 压扁器与聚乙烯管道接触的部位应洁净，目视检查应无砂砾、石块等杂质。压扁设备的动力设备和压扁作业处 PE 管材应进行有效接地。

**6.2.4** 压扁位置应符合下列规定：

- 1 在管道的同一位置上不应重复进行压扁；
- 2 两处压扁位置之间、压扁位置与管道焊口位置、压扁位置与断管位置的净距均应大于  $3d_n$ ，且应大于 30cm；
- 3 压扁前应检查压扁关键区域（见图 6.2.1 中 Y 区域）表面，表面应无划痕。如无法避免需在有划痕的部位压扁时，划痕深度应小于管道壁厚的 10%，且不应超过 4mm，并应采用刮削工具从划痕的根部完全去除划痕。

注：压扁关键区域是指压扁操作时 PE 管受力最大的部位，位于压扁设备横梁正下方，在 3 点钟和 9 点钟位置，轴向长度是管道公称直径  $d_n$  的 0.5 倍，环向是 4 倍的公称壁厚。

**6.2.5** 压扁操作应缓慢进行，并应符合下列规定：

1  $d_n \geq 90$  及以上的管道进行压扁时，当管道压扁至  $1/2d_n$  处、 $3/4d_n$  处和压扁至管内壁相碰，均应暂停 1min；当管道压扁至压缩限位装置处时，应停止压扁；暂停过程中，应检查压扁位置管道、周边管道裂纹变化以及电熔、热熔接口情况，并进行泄漏检测，如有异常情况，应立即停止作业；

2 冬季压扁操作的暂停时间应为 2min；

3 管道压扁到位后，应再次确认紧固安全保护装置，防止动力来源失效。

**6.2.6** 当满足以下条件之一时，宜采用双压扁截气模式，两压扁设备之间应设置放散管，放散管宜设置阻火器。

1 管道工作压力大于 0.01MPa；

2 管道公称外径大于 160mm；

3 管道壁厚大于 10mm；

4 单侧单个压扁设备无法保证截断气源，影响到正常作业。

**6.2.7** 两个压扁截气位置之间的距离不应小于 6 倍管道公称外径，且不小于 300mm。

**6.2.8** 采用双夹扁模式接支管时，应先压扁内侧两压扁器，将压扁管道内的燃气放散稳定后，方可压扁外侧两压扁器。同侧两压扁设备之间不得有任何接口。

**6.2.9** 压扁器的拆除应符合下列规定：

1 应先松开上游侧的压扁器，待接头处经检测无泄漏后，再松开下游侧的压扁器；

2 应缓慢进行，松开至管内壁分离、 $1/4d_n$  处和  $1/2d_n$  处时均应暂停 1min；暂停过程中，应检查压扁位置管道、周边管道裂纹变化以及电熔、热熔接口情况，并进行泄漏检测，如有异常情况，应立即停止作业。

3 拆除压扁器后，应对管道进行复圆，并应在压扁位置处做上标记。

## 7 接切线与通气

**7.0.1** 断管时应采用专用切管工具，切口端面应平整，并垂直于管道中心线。

断管后应立即在断管处安装管帽或按照 7.0.2 要求连接新管道。

**7.0.2** 聚乙烯管道连接时应采用电熔连接，连接操作与接头质量检验应符合《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63 的要求。电熔连接接头质量外观检查合格后，方可拆除封堵器或压扁器。

**7.0.3** 作业完毕后，应对作业管段进行置换。在末端的放散口处检测天然气浓度应高于 90% VOL 以上为合格。

**7.0.4** 置换合格后，应对作业管段所有焊口与堵塞进行泄漏检测，无泄漏为合格。当鞍形旁通刀头处与防护帽的连接采用螺纹连接时，泄漏检测合格后，应在堵塞安装防护帽。

**7.0.5** 回填时应在作业管段上方安装保护板，保护板的安装应符合现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63 的规定。

**7.0.6** 回填后应设置地面标志或地上标志。标志的设置应符合现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 的规定。

## 8 记 录

**8.0.1** 聚乙烯燃气管道带气接切线的现场记录应至少包含下列项目：

- 1 焊接原始数据，包括焊接电压、冷却时间等；
- 2 鞍形管件与管道连接接头处压力试验，包括试验压力、稳压时间、检测结果；
- 3 电熔连接接头质量外观检查结果；
- 4 接线作业时新建管道末端放散口的可燃气体浓度；
- 5 作业管段压力升至运行压力后的连接接头与堵塞处的泄漏检测方法与检测结果；
- 6 管道接线点的坐标位置。

**8.0.2** 记录应清晰、准确，并应在燃气管道服役期内长期保存。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其它有关标准执行时的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中国土木工程学会标准

聚乙烯燃气管道带气接切线技术规程

T/CCES X—20XX

条文说明

## 制订说明

《聚乙烯燃气管道带气接切线技术规程》T/CCES XXX-20XX，经中国土木工程学会 XXXX 年 XX 月 XX 日以 XX 号函文批准发布。

本规程制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了行业内聚乙烯燃气管道带气接切线实践经验，同时参考了相关先进技术法规、技术标准，通过试验取得了压力试验及稳压时间等重要技术参数。

为便于广大检测、设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，本规程编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。需要注意的是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

# 目 次

|     |                 |    |
|-----|-----------------|----|
| 1   | 总 则.....        | 23 |
| 2   | 术语、符号与参考标准..... | 24 |
| 3   | 基本规定.....       | 30 |
| 4   | 作业准备.....       | 29 |
| 5   | 开 孔.....        | 31 |
| 5.1 | 开孔封堵机开孔.....    | 31 |
| 5.2 | 鞍形旁通开孔.....     | 32 |
| 5.3 | 支线开孔机开孔.....    | 33 |
| 6   | 封 堵.....        | 34 |
| 6.1 | 开孔封堵机封堵.....    | 34 |
| 6.2 | 压扁截气.....       | 34 |
| 7   | 接切线与通气.....     | 41 |

# 1 总 则

**1.0.2** 聚乙烯燃气管道带气作业的环节为开孔、封堵、接线与切线。开孔可以采用开孔封堵机开孔、鞍形旁通开孔和支线开孔机开孔，封堵可以采用开孔封堵机封堵与压扁截气封堵。由于国内还没有相关的国标、行标，本规程主要综合考虑行业聚乙烯燃气管道带气作业所积累的经验编制而成。本标准适用于符合《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第1部分：管材》GB/T 15558.1规定的标准外径聚乙烯管材。

## 2 术语和符号

2.0.2 目前埋地聚乙烯管道带气作业所采用的不停输开孔封堵机是由机架、开孔刀、开孔器、封堵器等组成，设备组成见图 1-4:



图 1 开孔器外形图



图 2 机架外形图



图 3 封堵器外形图

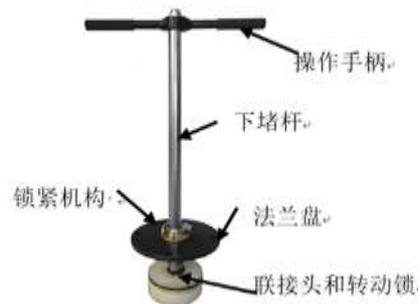


图 4 下堵器外形图

2.0.3~2.0.4 目前与开孔封堵机配套使用的鞍形直通，其分支端口处一般为螺纹的连接方式，用于安装堵塞。支线开孔机的鞍形直通分支端与阀门一般采用电熔套筒连接或法兰连接。与鞍形直通相对比，鞍形旁通带有旁通支管，并且具备组合切刀，可以直接进行开孔，一般用于带气作业。鞍形直通与鞍形旁通外形见图 5-6:

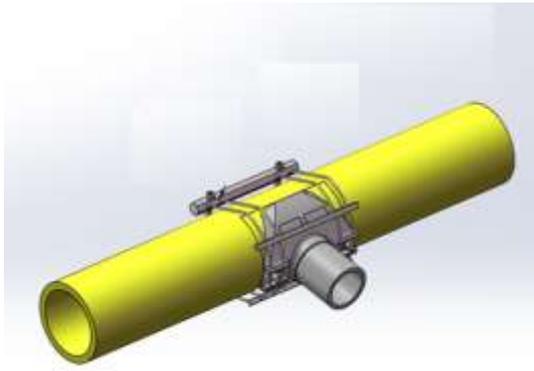


图5 鞍形直通外形图



图6 鞍形旁通外形图

2.0.5 目前在国内，部分燃气公司由采用支线开孔机设备进行开孔，此设备一般用于接支线作业。以下为国内某一品牌的设备组成，见图7：

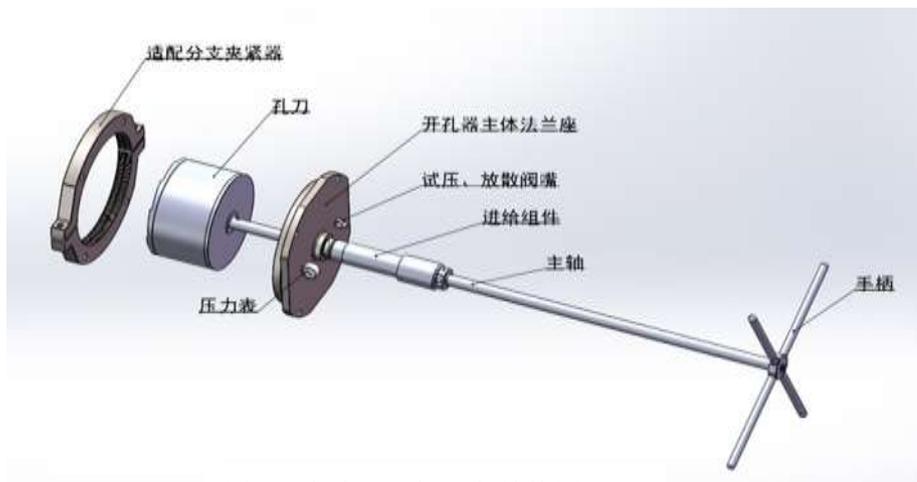


图7 支线开孔机设备结构图

### 3 基本规定

**3.0.2** 本条款规定了聚乙烯燃气管道带气接切线工艺设备的适用条件。目前这几种工艺均可以应用于最高工作压力为 0.4MPa 的在役管道。其中压扁工艺包括了单侧压扁与双侧压扁，当压力较高、口径较大时，从安全方面考虑，需采用双侧压扁。具体要求在本标准第 6.2 节中有所规定。

**3.0.6** 根据《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002 第九条的规定，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的设计定型时进行，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。

**3.0.7** 聚乙烯材料对温度较为敏感，在高温、低温、雨雪环境下，会使焊接工艺和焊接设备的环境温度补偿功能丧失补偿依据，影响焊接质量，并且由于工作环境恶劣，操作精度难以保证。在大风环境下焊接，大风会严重影响热交换过程，造成加热不足和温度不均，也会影响焊接质量。因此建议避开这些恶劣环境，如果遇到抢修抢险的情况无法避开时，就需要采取防护措施，保证工程质量。压扁断气作业的环境温度最低为 0℃，这是参照英国聚乙烯燃气管网施工规范的要求提出。

**3.0.10** 检测、照明、通风、通讯等设备为防爆型外，由于焊接面不能沾有黄油，因此作业区域内使用的切管刀也需要为防爆型。其他的扳手等操作工具如为铁制工具，需要提前涂抹黄油，防止使用过程中产生电火花。

**3.0.12 1** 首先确定作业现场的火灾种类和危险等级，参考 GB 50140《建筑灭火器配置设计规范》附录 C 和 D，作业现场危险等级可按严重危险级计算，作业现场火灾种类主要为甲烷气体燃烧的 C 类火灾。

作业现场的最小需配灭火级别应按下列公式计算：

$$Q=K*S/U$$

式中：

Q—作业现场的最小需配置灭火级别（B）；

S—作业现场的保护面积（m<sup>2</sup>）；

U—作业现场单位灭火级别最大保护面积（m<sup>2</sup>/B）。

根据 GB 50140《建筑灭火器配置设计规范》6.2.2 中，B、C 类火灾场所灭火器最低配置基准的要求，见下表。

表 1 B、C 类火灾场所灭火器最低配置基准

| 危险等级                             | 严重危险级 | 中危险级 | 轻危险级 |
|----------------------------------|-------|------|------|
| 单具灭火器最小配置灭火级别                    | 89B   | 55B  | 21B  |
| 单位灭火级别最大保护面积 (m <sup>2</sup> /B) | 0.5   | 1.0  | 1.5  |

K—修正系数，取值如下表所示。

表 2 修正系数取值

| 计算单元  | K   |
|---|-----|
| 未设室内消火栓系统和灭火系统  | 1.0 |
| 设有室内消火栓系统   | 0.9 |
| 设有灭火系统  | 0.7 |
| 设有室内消火栓系统和灭火系统  | 0.5 |
| 可燃物露天堆场甲、乙、丙类液体储罐区可燃气体储罐区                                   | 0.3 |
| 注：歌舞娱乐放映游艺场所、网吧、商场、寺庙以及地下场所等的计算单元的最小需配灭火级别应在计算结果的基础上增加 30%。 |     |

根据公式计算得出作业现场的最小需配置灭火级别，与 GB 50140《建筑灭火器配置设计规范》附录 A 建筑灭火器配置类型、规格和灭火级别基本参数举例，对照相应计算结果得出配置灭火器的规格，见下表。

表 3 手提式灭火器类型、规格和灭火级别

| 灭火器类型        | 灭火剂充装量<br>(规格) |    | 灭火器类型规格代码<br>(型号) | 灭火级别 |      |
|--------------|----------------|----|-------------------|------|------|
|              | L              | kg |                   | A 类  | B 类  |
| 干粉<br>(磷酸铵盐) | —              | 1  | MF/ABC1           | 1A   | 21B  |
|              | —              | 2  | MF/ABC2           | 1A   | 21B  |
|              | —              | 3  | MF/ABC3           | 2A   | 34B  |
|              | —              | 4  | MF/ABC4           | 2A   | 55B  |
|              | —              | 5  | MF/ABC5           | 3A   | 89B  |
|              | —              | 6  | MF/ABC6           | 3A   | 89B  |
|              | —              | 8  | MF/ABC8           | 4A   | 144B |
|              | —              | 10 | MF/ABC10          | 6A   | 144B |

最终计算结果还应符合 GB 50140《建筑灭火器配置设计规范》6.1.1 的规定：一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具。

3 防静电危害是聚乙烯管道带气作业时需要特别注意的问题，聚乙烯管道在运输、安装等环节中的摩擦作用，在运行中受气流带有的粉尘等颗粒物冲刷均可能产生静电。这些静电在聚乙烯管道的内壁及表面均可能聚集，当作业人员接近带静电表面时，静电可能被释放，产生放电现象。在燃气泄漏时，燃气与空气极易形成爆炸性混合气体，若此时发生放电现象，则非常危险。因此为了防止静电积聚，在进行接切线作业前，可利用湿布连接聚乙烯管至地下，将静电导入地下以免积聚在管道外壁而产生危险。因为管道内壁静电一般不会自然消失，为避免管道外壁静电再次积聚，接地的步骤需要在工程的开始便进行，并维持直到整个工程完成为止。

## 4 作业准备

**4.0.2** 工作坑的尺寸是依据广泛调研确定，表 4 中规定的尺寸是最小尺寸，作业时工作坑的开挖尺寸根据实际情况可适当加宽。开孔封堵设备需要的工作坑尺寸可参照下表：

**表 4 开孔封堵机工作坑尺寸 (m)**

| 带气施工形式 | $d_n$                  | 工作坑尺寸 |      |
|--------|------------------------|-------|------|
|        |                        | 最小长度  | 最小宽度 |
| 直碰接线   | $\leq d_n 90$          | 2     | 1.6  |
|        | $d_n 110 \sim d_n 160$ | 3     |      |
|        | $d_n 200 \sim d_n 400$ | 4     | 2    |
| 三通接线   | $\leq d_n 90$          | 2.5   | 1.6  |
|        | $d_n 110$              | 3     |      |
|        | $d_n 160$              | 4     |      |
|        | $d_n 200$              | 4     | 2    |
|        | $d_n 250 \sim d_n 400$ | 5     |      |
| 切线     | $\leq d_n 90$          | 2     | 1.6  |
|        | $d_n 110 \sim d_n 160$ | 3     |      |
|        | $d_n 200 \sim d_n 400$ | 4     | 2    |

**4.0.3** 根据住房和城乡建设部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部令第 37 号）及《住房和城乡建设部办公厅关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》（建办质〔2018〕31 号）的要求，开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程属于危险性较大的分部分项工程，开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，应按照相关管理规定编制专项施工方案，对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，还应组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。

具体指标参照国家标准《城镇燃气输配工程施工及验收标准》表 4.1.7 规定的不设边坡沟槽深度，以及 4.1.9 深度大于或等于 5m 的沟槽，应根据周边环境、土层性状和地下水等条

件确定适宜的开挖方法和支护形式，边坡、支护结构稳定性验算应符合国家现行标准的规定，不设边坡沟槽深度见下表。

**表 5 不设边坡沟槽深度**

| 土的类别                   | 沟槽深度 (m) | 土的类别                   | 沟槽深度 (m) |
|------------------------|----------|------------------------|----------|
| 密实、中密的砂土和碎石类土 (填充物为砂土) | 1.00     | 硬塑、可塑的黏土和碎石类土 (填充物为黏土) | 1.50     |
| 硬塑、可塑的粉质黏土、粉土          | 1.25     | 坚硬的黏土                  | 2.00     |

**4.0.4** 参照国家标准《城镇燃气输配工程施工及验收标准》第 3.3.5 条：在深度大于 1m 的沟槽或基坑施工时，应设置人员上下通道，通道的形式、位置和数量应根据土质、沟槽或基坑的长度或大小、施工人员数量等确定，且不宜少于 2 处。

**4.0.8** 作业前，作业人员需要对带气作业现场情况进行检查，检查的内容确认无误后才能开始作业，其中管道位置包括管道的走向和埋深。

## 5 开孔

### 5.1 开孔封堵机开孔

**5.1.2** 为保证开孔、封堵作业的安全性，鞍形直通安装部位（即开孔部位）需要选择在直管段上，并避开管道焊缝，同时鞍形直通安装部位与管道焊缝的距离需确保支架不能安装在管道焊缝上。

鞍形直通安装部位表面不能有较深的划痕、平台、凹槽、气泡、裂口和明显的痕纹、凹陷、色泽不均及分解变色线等缺陷，如果有，会影响焊接质量，

**5.1.3** 焊接鞍形直通前，需要在管道上标出安装的位置，再刮除管道上的氧化层。刮除氧化层后，为了保证焊接质量，要避免用手或其他污物接触刮除氧化层的部位，保持焊接部位的洁净。若管道上留有碎屑，可用干净的抹布擦拭干净。在标记安装位置时，鞍形直通仍处于包装袋内，如果拆掉包装袋，鞍形直通的焊接面很有可能被污染，影响焊接质量。待安装之前，再拆除包装袋。

考虑到旧的管道长期受到土壤载荷、动载荷的影响，很有可能会出现管道不圆的情况，安装前需检查管材表面的不圆度。由于不同的鞍形管件对管材不圆度的要求也不同，因此本标准不再提出具体的管材不圆度指标。如管材不圆度超过鞍形管件的要求，则需要采用整圆工具进行调整。

**5.1.8** 为了保证鞍形直通与管道连接处的焊口质量，在焊接完毕后，需要进行压力试验。试验压力定为管道设计压力的 1.5 倍且不小于 0.2MPa 的原因是为了保证鞍形直通焊口与管道系统同寿命。考虑到带气接支线作业通常是在老旧管材上焊接鞍形直通，为了验证焊口质量，以及老旧管道是否能承受该试验压力而不发生变形，进行了试验论证，选取在不同口径的旧管材上焊接鞍形管件，焊接完毕后进行压力试验。试验压力分别为 0.6MPa、0.5MPa、0.4 MPa，试验过程为先稳压 10min，采用检漏液检查焊口无泄漏后再持续观察 15min，试验结果为焊口处无气泡发生，且老旧管道打压处未发生变形的情况。

**5.1.9** 开孔时，当旋转钻杆进给时，遇到阻力较大时，不能强行给进，应反转几圈，调整后再继续给进，直至明显感觉转动无阻力后，表明已完成开孔，须停止操作，如果继续旋转，则有可能会钻至管道的另一半内壁。

**5.1.12** 考虑到承压能力，旁通管的材质优先选用金属软管。

## 5.2 鞍形旁通开孔

**5.2.4** 鞍形旁通开孔位置与焊缝的距离参照英国聚乙烯管网施工规范的要求确定。

**5.2.8** 在现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 中，明确规定在中压燃气支管的起点处，应设置阀门；当通向中压调压箱的支管阀门距调压箱小于 100m 时，支管阀门和调压箱进口阀门可合为一个；对低压管道是否设置阀门不作硬性规定。

### 5.3 支线开孔机开孔

**5.3.3** 采用支线开孔机接支管时，需要安装阀门，并利用阀门的开启控制开孔机的进程，因此建议鞍形直通垂直于管道中心线安装。

**5.3.5** 阀门与鞍形直通分支端的连接采用电熔连接时，电熔连接前，应清洁管件或阀门连接端面上的污物，标出插入长度，并在插入长度加 10mm 范围内画上网格线，采用刮刀刮除所有网格线部分的氧化皮，刮削氧化皮厚度宜为 0.1mm~0.2mm；阀门与鞍形直通分支端承插时，不应强行组对；通电前，应校直两个对应的待连接件，使其在同一轴线上，阀门处应设置支撑点；通电加热焊接的电压、加热时间等焊接参数的设定应符合电熔管件生产企业的规定；接头应自然冷却。冷却期间，不应拆开夹具，不应移动连接件或在连接件上施加任何外力。

## 6 封 堵

### 6.1 开孔封堵机封堵

**6.1.3** 目前开孔封堵机配套的封堵头有对折式皮碗封堵头与三折式皮碗封堵头两种型式。在皮碗封堵头与管道接触的部位涂抹润滑脂，主要是起到润滑与密封的作用，保护皮碗封堵头不被损伤，并有助于封堵严密。

**6.1.4** 对管线支管进行封堵时，要先封堵上游、再封堵下游。如果先封堵下游，当下游的用气量较大时（如工业用户），有可能会出现封堵头调转的现象，这时下游就被堵死，发生管道断气的现象。

**6.1.5** 封堵器的安装是有方向要求的，目的是确保封堵头的安装方向正确，并且封堵严密。原则是上游的皮碗封堵头的打开方向与来气方向一致，下游的皮碗封堵头的打开方向与来气方向相反。

**6.1.6** 封堵完成，并对作业管段放散完毕后，还需要检查封堵是否严密。如果封堵的不严密，在切线作业时，会有燃气泄漏，有可能对人员造成伤害。封堵严密性的检查有多种方法，可以将放散管放入水中，观察 5min 至 10min，不冒泡为合格，也可以采用检测仪进行检测。

### 6.2 压扁截气

**6.2.1** 美国 PPI 进行了有关美国 PE2406 和美国 PE3408 管材测试，发现如采取正确的工具和方法进行夹管和松开不会对管材的性能产生不利影响，其管材寿命没有缩短。但是如果没有限位装置或改变限位装置，造成过度压扁，管材也有被损坏的可能。因此在压扁截气时，需选用带有压缩限位功能的压扁器，并且限位装置不能随意改变，避免对管材造成损伤，保证压扁复圆后的各项性能指标仍能满足使用要求。压扁器实物图见图 8：

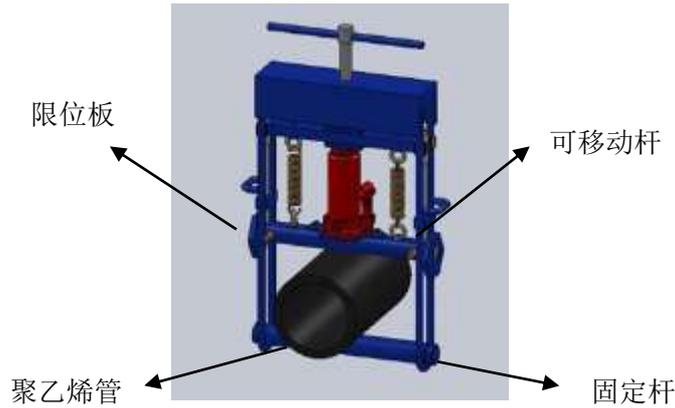


图8 压扁器实物图

**6.2.4 1** 当管道进行过一次压扁、复圆后，在压扁位置有可能会出出现目测难以察觉到的微小裂纹、凹陷，再次压扁就会二次损伤管材。

**2** 接头位置本身就是系统的薄弱点，如热熔对接接头、电熔承插接头、鞍形承插焊口等，因此不能在接头处进行压扁。已经压扁过的部位也是系统薄弱点，压扁时需避开已经压扁过的部位，选择另一适当的位置进行压扁，这两处压扁位置间的距离不能过小。标准中规定的“净距应不小于管道的  $3d_n$ ，且不小于 300mm”参考了美国 API 的建议工序。

**3** 划痕是聚乙烯材料应力集中点，如果压扁部位有划痕，当进行压扁时，极有可能在该处产生开裂。本条款参考了英国聚乙烯管网施工规范的要求。英国聚乙烯管网施工规范提出，压扁之前，应检查管道 Y 区域内表面是否有刻痕，刮痕等损伤，如果没有明显的损伤就可进行压扁。如果损伤明显，但是被认为少于管壁厚的 10%，就可以采用刮削器去除损伤，直到管道 Y 区域内的损伤清除完毕。此外，本条款中可进行刮除的划痕允许深度参考了《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63 中要求，即管材表面划伤深度不应超过管壁厚度的 10%，且不应超过 4mm。

**6.2.5** 此条款参考了美国 PPI 的建议工序。聚乙烯材料的力学性能与施加载荷的速度密切相关，所以夹管的速度和松开的速度对夹管操作非常重要。压扁速度需要足够缓慢，可以使管材释放应力。美国标准《聚烯烃压力管道压扁复圆的标准指南》F1041-02 中提出，经验表明压缩速率不大于每分钟 2in（约 50mm）较为合适，这在寒冷天气管材硬度增大时尤其有益。

**1** 充足的暂停时间，并且在低速的情况下进行，可以让管材吸收和释放由压扁所产生的应力，有利于恢复圆来的管径及物理特性强度。

**2** 温度降低时，也会降低管材的柔韧性，因此在气温低的环境下，夹管时暂停时间要

相应增加。

3 压扁到位后，需确认紧固装置是否正常，如紧固装置失效，应停止压扁作业。

**6.2.6** 课题组针对压扁截气工艺的适用范围进行了重点研究与分析。开展了压扁截气性能测试，依据国外标准《天然气和适宜人工煤气用聚乙烯管材和管件 第7部分 压扁截气工具及设备》GIS/PL2-7，搭建压扁断气性能测试试验台，针对不同公称外径（ $d_n63$ 、 $d_n90$ 、 $d_n110$ 、 $d_n160$ 、 $d_n200$ 、 $d_n250$ ）、强度级别（PE80、PE 100）、SDR17 系列的聚乙烯新管材，在试验压力（0.1MPa、0.2MPa、0.3MPa、0.4MPa、0.6MPa）下开展气密性与静液压强度测试（80℃，1000h）。合格标准为：气密性检测的气体泄漏量应小于 0.1m<sup>3</sup>/h，静液压强度检测（80℃，1000h）应无破坏、无渗漏。

检测结果为小于等于 $d_n160$ 的聚乙烯管道，采用一道压扁截气，密封性能与静液压强度检测均能符合要求；大于等于 $d_n200$ 的聚乙烯管道，采用一道压扁截气，即使在0.1MPa的试验压力下，气体泄漏量也大于0.1m<sup>3</sup>/h，密封性能也不符合标准要求。由检测结果可推测，公称外径大于等于 $d_n180$ （壁厚为10.7mm）的聚乙烯管道，需采用双压扁截气的方式。

同时，针对SDR11系列的聚乙烯管材，当口径大于等于 $d_n110$ （壁厚为10mm）时，采用一道压扁断气，泄漏量也不能符合标准要求，因此本条款提出当壁厚大于10mm时，也需采用双压扁截气的方式。

**6.2.9 1** 拆除压扁器时，先松开来气方向上游的压扁器进行泄漏检测，是为了防止一旦上游的焊口漏气，可以及时发现并处理。

2 松开压扁器时最容易对管材造成破坏，尤其是较厚的管材。因为夹管时会对管材压扁位置的内壁形成最高压力，而当松开时此位置则会形成最大的拉力，因此需要一段较长的时间使管材释放应力，太快的松开则会为管材带来不必要的伤害，破坏管道内壁。美国标准《聚烯烃压力管道压扁复圆的标准指南》F1041-02 中提出，为防止管道材料受损，松开速率应不大于每分钟 0.5in（约 13mm）。

3 对管道进行复圆，最好采用专用的压扁复圆器进行复圆。

## 7 接切线与通气

**7.0.2** 聚乙烯管道连接时应采用电熔连接，电熔连接前，应清洁管材连接端面上的污物，防止杂物进入焊接接头，影响接头质量。标出插入长度，保证管材插入段有足够的熔融区，避免插入不到位或插入过深。并在插入长度加 10mm 范围内画上网格线，并应采用刮刀刮除所有网格线部分的氧化皮，刮削氧化皮是为了清除连接面上的污物，打毛连接面，达到最佳的焊接效果，刮削氧化皮厚度宜为 0.1mm~0.2mm；管材与管件承插时，不应强行组对；通电前，应校直两个对应的待连接件，使其在同一轴线上，并用专用夹具固定管材、管件；通电加热焊接的电压、加热时间等焊接参数的设定应符合电熔管件生产企业的规定；接头应自然冷却。冷却期间，不应拆开夹具，不应移动连接件或在连接件上施加任何外力。

电熔连接接头质量外观应检查：管件与管材或插口管件的轴线是否对正；管件端口处的管材或插口管件周边有明显氧化层刮削痕迹和明显的插入长度标记；观察孔内的指示柱正常顶出，顶出的熔融料不呈流淌状，且不变色；管件内的电阻丝不被挤出；熔融料不从管件周边溢出。