UDC

中华人民共和国行业标准

CJJ 63-201x

PJ xx-201x

**聚乙烯燃气管道工程技术规程**

**Technical specification for polyethylene(PE) gaseous fuels**

**pipeline engineering**

**（征求意见稿）**

201X－XX－XX发布 201X－XX－XX实施

中 华 人 民 共 和 国 住 房 和 城 乡 建 设 部 发布

# 前言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标[2014]189号）的要求，编制组在深入调查研究，认真总结国内外科研成果和大量实践经验，并在广泛征求意见的基础上，全面修订了原规程。

本规程的主要技术内容是：1总则；2术语、符号；3材料；4管道设计；5管道连接；6管道敷设；7试验与验收。

本规程修订的主要技术内容是：1. 删除原规程中钢骨架聚乙烯复合管相关技术要求；2. 修订最大允许工作压力，PE100/SDR11 管道，最大允许工作压力由0.7MPa 提高到0.8MPa；3. 修订聚乙烯燃气管道与热力管道的间距要求；4. 修改地面标识、警示、示踪装置要求；5. 修改管材、管件及附件的存放要求；6. 增加管道连接接头质量评定方法；7. 增加特殊场所保护板应用的具体要求；8. 修改热熔连接和电熔连接技术要求和工作流程。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由住房和城乡建设部科技发展促进中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送住房和城乡建设部科技发展促进中心（地址：北京市海淀区三里河路9号；邮政编码：100835）。

本规程主编单位：住房和城乡建设部科技发展促进中心

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目次

[前言 1](#_Toc469900735)

[1总则 1](#_Toc469900736)

[2 术语、符号 4](#_Toc469900737)

[2.1 术语 4](#_Toc469900738)

[2.2 符号 5](#_Toc469900739)

[3 材料 7](#_Toc469900740)

[3.1 一般规定 7](#_Toc469900741)

[3.2运输和贮存 11](#_Toc469900742)

[4 管道设计 14](#_Toc469900743)

[4.1 一般规定 14](#_Toc469900744)

[4.2 管道水力计算 18](#_Toc469900745)

[4.3 管道布置 21](#_Toc469900746)

[5 管道连接 27](#_Toc469900747)

[5.1 一般规定 27](#_Toc469900748)

[5.2 热熔连接 35](#_Toc469900749)

[5.3 电熔连接 43](#_Toc469900750)

[5.4钢塑转换管件连接 47](#_Toc469900751)

[5.5钢塑转换法兰连接 48](#_Toc469900752)

[6 管道敷设 49](#_Toc469900753)

[6.1一般规定 49](#_Toc469900754)

[6.2 管道埋地敷设 50](#_Toc469900755)

[6.3 插入管敷设 57](#_Toc469900756)

[7 试验与验收 60](#_Toc469900757)

[7.1 一般规定 60](#_Toc469900758)

[7.2 管道吹扫 62](#_Toc469900759)

[7.3 强度试验 64](#_Toc469900760)

[7.4 严密性试验 65](#_Toc469900761)

[7.5 工程竣工验收 66](#_Toc469900762)

[本规程用词说明 67](#_Toc469900763)

[引用标准名录 68](#_Toc469900764)

[附录A聚乙烯管道熔接记录表 69](#_Toc469900765)

[附录B焊口编号示意图 70](#_Toc469900766)

[附录C热熔对接焊口卷边切除检查记录表 71](#_Toc469900767)

[附录D示踪线竣工验收检查记录表 72](#_Toc469900768)

# 1总则

1.0.1为使埋地聚乙烯燃气管道工程的设计、施工和验收，做到技术先进、安全适用、经济合理，并确保工程质量和安全供气，制定本规程。

【条文说明】1.0.1聚乙烯燃气管道由于具有良好的耐腐蚀性、柔韧性和可焊接性（热熔连接、电熔连接）等性能，在国内外燃气管网应用中取得了良好效果，受到行业的肯定，占据了相当大的市场份额。而钢丝网或钢带复合的钢骨架聚乙烯复合管因为接头质量难以保证且维修困难，应用机理研究不完善，应用量不是很高，同时钢丝网或钢带复合的钢骨架聚乙烯复合管不属于聚乙烯实壁管道，为与该规程名称相协调，本规程删除了钢骨架聚乙烯复合管内容。对于钢骨架聚乙烯复合管设计、施工等技术要求可参照工程建设标准化协会标准《埋地钢骨架聚乙烯复合管燃气管道工程技术规程》CECS131:2002实施。

高耐慢速裂纹增长聚乙烯材料（PE100-RC）的出现，进一步提高了聚乙烯材料的性能。为适应材料及施工技术发展需要，指导埋地输送燃气的聚乙烯管道的工程设计、施工和验收工作，做到技术先进、经济合理、安全施工，确保工程质量和安全供气，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工作温度在-20℃~40℃，最大允许工作压力不大于0.8MPa，公称外径不大于630mm的埋地聚乙烯燃气管道工程的设计、施工和验收。

【条文说明】1.0.2本条是针对燃气输配工程的特点以及聚乙烯管道的特性，规定了本规程的适用范围。

工作温度规定为-20℃~+40℃，是考虑到聚乙烯是一种高分子材料，温度对其影响较大。温度过低将导致其变脆，抗冲击强度和断裂伸长率下降；相反，温度过高又会使聚乙烯材料耐压强度下降。美国规定聚乙烯管道工作温度为：-29℃～+38℃（-20℉～100℉），英国、法国等欧洲国家以及欧洲标准（EN）和国际标准（ISO）等规定工作温度为-20℃~+40℃。

公称直径规定为不大于630mm，是为了与《燃气输送用聚乙烯（PE）塑料管道系统\_第2部分：管材》ISO4437-2014，《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统第1部分：管材》GB15558.1-2015相适应，并能满足一般燃气工程的需要。

聚乙烯燃气管道在国外已有多年的应用经验，如早在2000年，BS EN 12007-2-2000标准提出10bar压力级别的聚乙烯管道质量要求，《燃气输送用聚乙烯（PE）塑料管道系统\_第2部分：管材)》EN 1555-2:2010 、ISO 4437-2:2014中聚乙烯燃气管道使用范围包括10bar。

最大允许工作压力（MOP）是以20℃、50年的管道设计使用寿命为基础确定，聚乙烯管道系统的*MOP*取决于使用的聚乙烯材料类型（*MRS*）、管材的标准尺寸比（*SDR*）和使用条件（安全系数*C*），以及耐快速裂纹扩展*（RCP*）性能，通过RCP校核*MOP*。故本规程给出工作温度下最大允许工作压力计算公式，如下：

 （1）

式中：*MOPt*——工作温度下的最大允许工作压力；

*MRS*——最小要求强度，PE 80为8.0MPa；PE 100为10.0MPa；

*SDR*——标准尺寸比，国际标准和国家标准中常用的有*SDR*11、*SDR17*等系列。

*C*——总体使用（设计）系数（也称安全系数），GB15558.1、ISO4437、EN1555中规定燃气管道一般取*C*大于等于2.0；

*Df*——不同工作温度下聚乙烯管道工作压力折减系数。

根据《燃气输送用聚乙烯管道》ISO4437、《燃气输送用塑料管道系统》EN1555以及《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统》GB15558-2015产品标准中规定的C大于等于2.0，在不考虑施工因素和温度折减，用式（1）计算可得出：PE100、SDR11系列管材的MOP为1.0MPa。《燃气工程 最大工作压力到１.6 MPa的管道系统 第2部分：（MOP到1.0 MPa）聚乙烯的性能要求》EN12007-2:2012标准中，PE100、SDR11系列管材的MOP为1.0MPa。在实际工程应用中，由于还应考虑施工和使用条件，一般在实际运行中的安全系数高于2.0，即MOP小于1.0MPa。

目前，英国、丹麦、巴西规定PE100、SDR11系列管材的MOP为0.7MPa；法国、西班牙规定PE100、SDR11系列管材的MOP为0.8MPa；德国、匈牙利、摩尔多瓦规定PE100、SDR11系列管材的MOP为1.0MPa；乌克兰、俄罗斯规定PE100、SDR11系列管材的MOP为1.2MPa。

考虑到我国国情及地质条件、施工方式、燃气种类等各种因素，同时考虑安全性能，结合我国近20年来应用聚乙烯燃气管道的使用经验，安全系数（C）取值大于等于2.5，比较经济合理，高于ISO4437、EN1555以及GB15558产品标准中规定的C大于等于2.0，也符合美国应用标准（C大于等于2.5）的规定。因此，本规程规定：对于输送天然气的聚乙烯管道，PE100、SDR11系列管材的最大允许工作压力（MOP）为0.8 MPa，最大允许工作压力值也与欧洲大多数国家实际应用值相符合。

同时将最大允许工作压力改为0.8MPa与《城镇燃气设计规范》GB50028中燃气输配管道次高压燃气管道B压力区间划分一致，方便设计人员选用。

**1.0.3聚乙烯管道严禁用于室内地上燃气管道和室外明设燃气管道**。

【条文说明】1.0.3聚乙烯管道机械强度相对于钢管较低，作为地上明管受碰撞时易破损，导致漏气；不耐高温，发生火灾时易受到高温辐射导致燃气大量泄漏；同时大气环境中紫外线会加速聚乙烯材料的老化，从而降低管道力学性能和耐压强度。因此，作为输送易燃易爆介质的燃气管道，不应将聚乙烯管道作为地上管道。在国外，一般也规定聚乙烯管道只作埋地管使用。

1.0.4聚乙烯燃气管道工程的设计、施工和验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】1.0.4此条是强调埋地聚乙烯管道工程设计、施工和验收不仅要遵循本规程的规定，同时还要符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028、《城市工程管线综合规划规范》GB 50289、现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33等标准规范规定。

# 2 术语、符号

## 2.1 术语

2.1.1聚乙烯燃气管道 polyethylene (PE) gaseousfuelspipeline

由燃气用聚乙烯管材、管件、阀门及附件组成的管道系统。聚乙烯管材是用聚乙烯混配料通过加热熔融挤出成型工艺生产的管材；聚乙烯管件是用聚乙烯混配料通过注塑成型等工艺生产的管件。

2.1.2公称直径 nominal diameter

为便于应用而规定的管道（管材或管件）的标定直径（名义直径），公称直径接近管道真实内径或外径，一般采用整数，单位为毫米(mm)。在本规程中，对于聚乙烯管材，公称直径是指公称外径。

2.1.3 公称外径nominal outside diameter

管材外径的规定数值，单位为毫米(mm)。

2.1.4高耐慢速裂纹增长聚乙烯polyethylene(PE)with high resistance to slow crack growth

对PE100等级原料，通过分子结构设计、新型催化剂和聚合工艺技术开发的新型聚乙烯材料，使管道受压管壁在长时间低应力条件下具有优异的抵抗裂纹引发和扩展能力。

2.1.5 最大允许工作压力maximum allowable operating pressure

聚乙烯管道系统中允许连续使用的最大压力，与工作温度有关。

2.1.6温度对压力折减系数 operating pressure derating coefficients for various operating temperatures

聚乙烯管道在20℃以上工作温度下连续使用时，20℃时最大允许工作压力与该温度下最大允许工作压力相比的系数。

2.1.7热熔对接连接buttfusionjointing

采用专用熔接设备，按技术要求加热待连接的管材或管件的端面，在该部位施加一定压力将熔融端面对接，形成一体的连接方式。

2.1.8电熔连接 electrofusionjointing

采用内埋电阻丝的专用电熔管件，通过专用设备，通过控制内埋于管件中的电阻丝的电压或电流及通电时间，使其达到熔接目的的连接方法。电熔连接方式有电熔承插连接、电熔鞍形连接。

2.1.9钢塑转换管件metal fitting for PE plastic pipe to steel pipe

由工厂预制的用于聚乙烯管道与钢管连接，包括钢管部分和PE管部分的一类机械管件专用管件。

2.1.10示踪线 locating wire

沿管道铺设，可通过专用设备探测达到确定管道位置目的的金属导线。

2.1.11警示带 warning tape

敷设在埋地燃气管道上方，喷涂有警示标识，以提示地下有城镇燃气管道的标识带。

## 2.2 符号

2.2.1管道上的荷载：

*MOP*——管道最大允许工作压力，以20℃为参考工作温度；

*MOPt*——工作温度下的最大允许工作压力；

*P*1——管道起点的压力（绝对压力）；

*P*2——管道终点的压力（绝对压力）；

*P*n——低压燃具的额定压力；

*P*RCP——耐快速裂纹扩展的临界压力；

Δ*P*——管道摩擦阻力损失；

Δ*P*d——从调压装置到压力最不利工况燃具燃具前的管道允许压力损失。

2.2.2几何参数：

*a*——沟底宽度；

*d*——管道内径；

*dn*—— 管道公称外径；

*l*——管道的计算长度；

*L*——管道的计算长度；

*s*——两管之间设计净距；

*SDR*——标准尺寸比。

2.2.3计算参量和系数：

*C* ——设计系数；

*DF*——不同工作温度下的压力折减系数；

lg——常用对数；

*K*——管壁内表面的当量绝对粗糙度；

*MRS*——最小要求强度；

*Q*——管道的设计流量；

*Re*——雷诺数；

*T*0——273.15（K）；

*T*——设计中所采用的燃气温度；

*λ*——管道摩擦阻力系数；

*ρ*——燃气的密度。

# 3 材料

## 3.1 一般规定

3.1.1聚乙烯燃气管道系统中管材、管件和阀门等应符合下列规定：

1 聚乙烯管材应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第1部分：管材》GB 15558.1的规定。

2 聚乙烯管件应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第2部分：管件》GB 15558.2的规定。

3 聚乙烯阀门应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第3部分：阀门》GB 15558.3的规定。

4 钢塑转换管件应符合现行国家标准《燃气用聚乙烯管道系统的机械管件第1部分：公称外径不大于63mm的管材用钢塑转换管件》GB 26255.1和《燃气用聚乙烯（PE）管道系统的机械管件第2部分：公称外径大于63mm的管材用钢塑转换管件》GB 26255.2的规定。

5 其他材料应符合国家现行标准的有关规定。

【条文说明】3.1.1规定此条目的是为了强调聚乙烯管材、管件、阀门及管道附属设备必须符合现行国家标准或行业标准要求；同时应符合设计要求，且应具有出厂合格证、质量证明书等。

对于应用多年的非标准产品或正在制定国家或行业产品标准的产品，根据生产和工程应用经验，提出基本要求，进行相关性能试验*，*以利于保证产品质量，确保工程质量。尤其在聚乙烯原料选择上，应严格按照GB 15558的要求，选择经过定级的PE100或PE80聚乙烯燃气管道专用混配料。

3.1.2在接收管材、管件、阀门等产品入库储存或进场施工时应进行验收，应对检验合格证、检验报告、标志内容等进行检查，并应逐项核实标志内容；当对物理性能、力学性能存在异议时，应委托第三方进行复验。

【条文说明】3.1.2本条规定主要为确保产品质量合格，规格尺寸、颜色和型号符合设计要求。聚乙烯管道元件应按《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统》GB15558系列标准进行检验。在接收管材、管件、阀门时应按有关标准检查下列项目：

1 检验合格证；

2 每一批次出厂检验报告或第三方检测报告；

3 使用的聚乙烯原料级别和牌号；

4 外观；

5 颜色；

6 长度；

7 不圆度；

8 外径或内径及壁厚；

9生产日期；

10产品标志。

检查出厂合格证、第三方检测报告，是为了确认提供的产品是合格产品；检查使用的聚乙烯原料级别和牌号、生产日期、产品标志，是为了方便产品储存和管理，做到分类储存和“先进先出”；检查外观、颜色、长度、不圆度、外径及壁厚，是为了验证该批产品是否符合产品标准要求和订货要求。而标准尺寸比（SDR）由外径和壁厚计算得出。

外观检测时，管材内、外表面应清洁、光滑，不允许有气泡、明显的划伤、凹陷、杂质、颜色不匀等缺陷，管口应平整并与轴线垂直。管材的表面划伤深度不应超过其壁厚的10%。符合要求后方可接收。管件内外表面应清洁、平滑，不应有缩孔（坑）、明显的划痕和不符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统第2部分:管件》GB 15558.2相关要求的其他表面缺陷。

燃气管材颜色应为黑色（PE80或PE100）、黄色（PE80）或橙色（PE100）。PE80黑色管材上应共挤出至少三条黄色条，PE100黑色管材上应共挤出至少三条橙色条，色条应沿管材圆周方向均匀分布。

长度、外径或内径及壁厚应在（23±2）℃的标准环境下经状态调节后测量，GB15558规定产品不圆度应在生产地点测量并符合要求，故验收时应考虑运输、储存过程中的实际情况导致管材、管件变形，宜考虑状态调节及借助工具的复原，以使管材/管件复原后的不圆度达到标准要求。

3.1.3对于在本规程3.2.2条规定条件下存放超过6年电熔管件和从生产到使用前的期间内受到的累积太阳能辐射量超过3.5GJ/m2非黑色聚乙烯的管材、管件和阀门；，应抽样进行检验，性能符合要求方可使用。

管材的抽检项目应包括：静液压强度（165h/80℃）、电熔接头的剥离强度和断裂伸长率；管件的抽检项目包括：静液压强度（165h/80℃）、热熔对接连接的拉伸强度或电熔管件的熔接强度；阀门的抽检项目应包括：静液压强度（165h/80℃）、电熔接头的剥离强度、操作扭矩和密封性能试验。

【条文说明】3.1.3聚乙烯是一种热塑性高分子材料，在室外自然条件下，由于受到太阳紫外线、热、氧、臭氧、水分、工业有害气体及微生物等外界环境因素的作用而老化，产生变色、性能下降乃至于失去使用价值，严重影响产品的使用寿命。实验表明，波长290nm～400nm的紫外线尤其是波长300nm左右的紫外线，是导致聚乙烯劣化的主要因素。聚乙烯吸收此紫外线后，分子链断裂，发生降解。

聚乙烯材料老化反应速度与温度也有关系，温度的升高会加速和促进塑料的光化学反应。一般来讲，老化速度与温度的关系大体符合范特霍夫规则：温度每升高10K，其反应速率就增加1倍～3倍。因此要求管道贮存条件满足3.2.2条温度、避光、无臭氧等要求；管件良好包装，具有密封塑封袋及外包装箱等防护措施。

为了提高耐老化性能，一般在聚乙烯原料中加入光屏蔽剂、光稳定剂、热稳定剂和抗氧剂等。将良好分散的炭黑作为光屏蔽剂加入聚乙烯原料生产出的黑色管材，在室外阳光照射条件下可以长时间保持性能稳定。而非黑色管添加额外的抗UV稳定剂（受阻胺类）和UV吸收剂，这两种助剂同时又增强了抗热氧化的效果。

混配料中添加的紫外线稳定剂和热稳定剂，可减缓氧化及分子结构发生变化，管道产品在常温和常规条件下的储存是非常稳定的，在90℃以上，才开始进入熔程；且聚乙烯管道在运输时要求防止曝晒，在存放时要求堆放在库房或棚内，有效地减少了日照辐射量。GB15558.1-2015中材料及管材的SCG（耐慢速裂纹增长）性能要求中，管材的切口试验由GB15558.1-2003中165h提升至GB15558.1-2015的500h（高耐慢速裂纹增长的聚乙烯为 8760h），进一步提高了性能要求。

GB 15558.1-2015和ISO 4437-2014规定了聚乙烯混配料（以管材形式测定）的耐候性能：在受到累计太阳能辐射≥3.5GJ/m2后，由其制作电熔接头的剥离强度、管材断裂伸长率和静液压试验仍应符合其标准的相关要求。本条规定主要是参考聚乙烯燃气管产品标准ISO4437-2014、GB15558.1-2015规定的耐老化性能试验。

3.5GJ/m2相当于西欧地区（如：法国巴黎、英国伦敦）一年的太阳能辐射量，相当于我国大部分地区6~8个月的太阳能辐射量，我国日照时数及年辐照量分布如下：

表1中国日照时数及年辐照量分布

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地区  分类 | 年日照时数  （h） | 年辐照量  （GJ/m2） | 包括地区 | 与国外  相当的地区 |
| 一 | 2800~3300 | 6.7~8.37 | 宁夏北部、甘肃北部、新疆东南部、青海西部和西藏 | 印度和巴基斯坦北部 |
| 二 | 3000~3200 | 5.86~6.7 | 河北北部、山西北部、内蒙和宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆 | 印度尼西亚的雅加达一带 |
| 三 | 2200~3000 | 5.02~5.86 | 北京、山东、河南、河北东部、山西南部、新疆北部、云南、陕西、甘肃、广东 | 美国的华盛顿地区 |
| 四 | 1400~2200 | 4.19~5.02 | 湖北、湖南、江西、浙江、广西、广东北部、陕西、江苏和安徽的南部、黑龙江 | 意大利的米兰地区 |
| 五 | 1000~1400 | 3.35~4.19 | 四川和贵州 | 法国的巴黎、俄罗斯的莫斯科 |

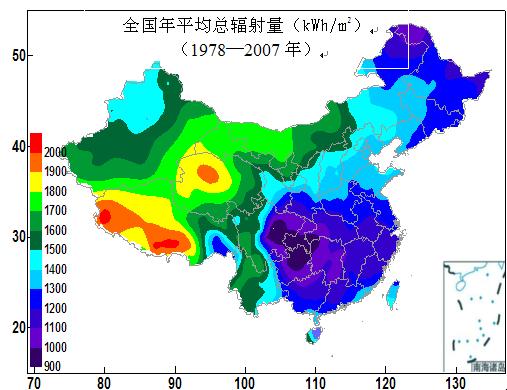


图1 国家气象局风能太阳能资源中心提供的中国1978~2007年平均的总辐射年总量空间分布（kWh/m2）

对于电熔管件，通常采用装箱或塑料密封包装，存储于室内，无热源或温度显著变化的地方，避免了免受气候影响、紫外线辐射，按国外经验及相关研究，存放时间可达10年。但长时间存放的电熔管件表面变化将影响其熔接性能，因此存放时间从10年缩减为**6**年，但是本条款强调的是在满足3.2.2条贮存条件。

对于超过规定保存期限的管材、管件抽样要求，组成抽样检验批的管道元件应具备相似存放条件，存放条件差异大的不应组成同一个检验批次。

耐老化性能检验方法主要是按GB15558耐老化性能试验要求进行，管材抽检项目包括：静液压强度（165h/80℃）、电熔接头的剥离强度和断裂伸长率；管件抽检项目包括：静液压强度（165h/80℃）、电熔接头的剥离强度、热熔对接连接的拉伸强度或电熔管件的熔接强度；阀门抽检项目包括：静液压强度（165h/80℃）、电熔接头的剥离强度、操作扭矩和密封性能试验。

管材和管件每批次抽取2个试样进行检验。如1次抽样检验不合格，可加倍抽样检验。1次抽样检验或加倍抽样检验全部合格的，该检验批次的全部材料合格；否则，应判为不合格。

国内外相关用户及制造商对超过4年甚至更长时限的管材/管件进行相应的测试，结果显示均能达到相关性能要求且无明显降低。但这些不意味着管材可以随时在场外暴晒，无论哪一种颜色管材场外堆放时必须做好遮盖物遮挡，防日晒、雨淋。

## 3.2运输和贮存

3.2.1管材、管件和阀门的运输应符合下列规定：

1 管材、管件和阀门搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖。当采用机械设备吊装管材时，应采用非金属绳（带）绑扎管材两端后吊装。

2 管材运输时，应水平放置在带挡板的平底车上或平坦的船舱内，堆放处不得有损伤管材的尖凸物，应采用非金属绳（带）捆扎、固定，管口应采取封堵保护措施。

3 管件、阀门运输时，应按箱逐层码放整齐、固定牢靠。

4在运输过程中不应受到曝晒、雨淋、油污及化学品污染。

【条文说明】3.2.1规定本条目的是为了防止管材、管件和阀门在运输过程中受到损伤。PE管材表面易被尖锐物品等划伤，而表面划伤是管道系统运行使用中产生应力开裂的重要诱因。抛、摔或剧烈撞击容易使塑料管道产生裂纹和损伤，特别在冬季或低温状态下塑料管道脆性增强，因此搬运时应当小心轻放。塑料材质比较柔软，采用非金属绳（带）吊装是考虑到金属绳容易损伤管材。

塑料管材刚性相对于金属管较低，运输途中平坦放置有利于减少管道局部受压和变形，并应采取管口支撑等方式，减少管口变形；管材在运输途中捆扎、固定是为了避免其相互移动的挫伤。堆放处不允许有尖凸物是防止在运输途中管材相对移动时，尖凸物划伤、扎伤管材。

运输过程中采取封堵或遮挡措施可减少泥沙和灰尘进入管材内部，影响管道吹扫。管口采用塑料封堵盖封堵不但起到减少杂物进入管道，还可起到保护管口防止变形的作用。

塑料管道在光、热作用下，容易老化发脆，因此需要考虑防晒、防高温措施。

3.2.2管材、管件和阀门的贮存应符合下列规定：

1管材、管件和阀门应按不同类型、规格和尺寸分别存放，并应遵照“先进先出”原则。

2管材、管件和阀门应存放在仓库（存储型物流建筑）或半露天堆场（货棚）内。仓库（存储型物流建筑）或半露天堆场（货棚）的设计应符合国家现行标准的有关规定，仓库的门窗洞口应有防紫外线照射措施。

3管材、管件和阀门应远离热源，严禁与油类或化学品混合存放。

4管材应水平堆放在平整的支撑物或地面上，管口应采取封堵保护措施。当直管采用梯形堆放或两侧加支撑保护的矩形堆放时，堆放高度不宜超过1.5m；当直管采用分层货架存放时，每层货架高度不宜超过1m。

5管件和阀门应成箱存放在货架上或叠放在平整地面上；当成箱叠放时，高度不宜超过1.5m。在使用前，不得拆除密封包装。

6管材、管件和阀门在室外临时存放时，管材管口应采用保护端盖封堵，管件和阀门应存放在包装箱或储物箱内，并应采用遮盖物遮盖，防日晒、雨淋。

【条文说明】3.2.2本条规定了管材、管件和阀门的贮存条件。规定管材、管件和阀门存放时，应按不同规格尺寸和不同类型分别存放，是为了便于管理和拿取方便，避免施工期间使用时拿错，影响施工进度和工程质量。遵守“先进先出”原则，是为了管材、管件贮存不超过存放期。

聚乙烯材料及制品属于易燃固体，其火灾危险性为乙类。其贮存用仓库（存储型物流建筑）或半露天堆场（货棚）设计应符合《建筑防火设计规范》GB50016-2014和《物流建筑设计规范》GB51157-2016的要求；《建筑防火设计规范》GB50016-2014和《物流建筑设计规范》GB51157-2016标准中对仓库（存储型物流建筑）或半露天堆场（货棚）的结构、耐火等级、防火间距、给排水、通风等均作出了规定。油类对管道在施工连接时有不利影响；化学品有可能对聚乙烯材料产生溶胀，降低其物理、力学性能；此外，聚乙烯属可燃材料。因此，严禁与油类或化学品混合存放，库区应有防火措施。

阳光中紫外线和雨水中的杂质对聚乙烯材料的老化和氧化作用，降低其使用寿命；应在远离阳光和具有高含紫外线的强人工光源贮存，如果贮存区有窗户或装有玻璃的开口，应使用红色或橙色遮盖物遮蔽。

贮存区内不应有能产生臭氧的设备，如汞蒸气灯、高压电设备及其他可能产生电火花或电荷的设备。

聚乙烯材料受温度影响较大，长期受热会出现变形，以及产生热老化，会降低管道的性能。油类对管道在施工连接时有不利影响；化学品有可能对聚乙烯材料产生溶胀，降低其物理、力学性能。

规定管材和管件的存放方式及高度，是由于聚乙烯材料的刚性相对于金属管较低，因此堆放处，应尽可能平整，连续支撑为最佳。若堆放过高，由于重力作用，可能导致下层管材出现变形（椭圆），影响焊接质量，且堆放过高，易倒塌。本条规定的高度参考了ISO/TC 138/SC4《聚乙烯管道敷设推荐性规范》及ISO/TS 10839《燃气输送用聚乙烯管材和管件设计、搬运和安装规范》。管件逐层码放，不宜叠放过高，是为了便于拿取和库房管理，并且叠放过高容易倒塌，摔坏管件。

在施工期间，施工现场远离库房时，管材、管件可能要在室外临时堆放，为了防止风吹、日晒、雨淋和污染，管材、管件在户外临时堆放时应有遮盖物，如帆布。采用端盖可有效防止杂物进入管内。

# 4 管道设计

## 4.1 一般规定

4.1.1管材、管件的材料和壁厚的选择，应根据输送燃气的种类、设计压力、设计温度、施工方法以及环境条件等，经技术经济比较后确定。

【条文说明】4.1.1 因燃气的种类不同，组分不同，对于不同材料、不同系列的PE管，其最大允许工作压力不同，管道壁厚不同；另外管道的设计压力不应大于管道最大允许工作压力；而聚乙烯管道的最大允许使用压力是根据管材在20℃时长期强度确定的，由于聚乙烯材料对温度较为敏感，在较高温度下其耐压强度降低，为了保证管道系统使用的安全性，必须要降低工作压力，故管道、管件的材料和壁厚选择时，要综合考虑各种因素，经技术经济比较后确定。在一些特殊敷设环境（如无沙床回填）或采用非开挖施工方式时，优先考虑采用PE100-RC材料聚乙烯燃气管。

4.1.2管道的设计压力不应大于在工作温度下的管道最大允许工作压力，管道最大允许工作压力可按下式计算：

** （4.1.2-1）

 （4.1.2-2）

式中*MOPt*——工作温度下的管道最大允许工作压力（MPa）；

*MOP*——管道最大允许工作压力，以20℃为参考工作温度；

*MRS* ——最小要求强度（MPa），PE 80取8.0MPa；PE 100取10.0MPa；

*C*——设计系数，聚乙烯管道输送不同种类燃气的C值可按本规程表4.1.2-1选取；

*SDR*——标准尺寸比；

*P*RCP——耐快速裂纹扩展的临界压力（MPa）。

*DF*——工作温度下的压力折减系数，应符合表4.1.2-2的规定。

表4.1.2-1 设计系数C值取值表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 燃气种类 | | 设计系数C值取值 |
| 天然气 | | ≥2.5 |
| 液化  石油气 | 混空气 | ≥4.0 |
| 气态 | ≥6.0 |
| 人工  煤气 | 干气 | ≥4.0 |
| 其他 | ≥6.0 |

表4.1.2-2工作温度下的压力折减系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工作温度（*t*） | 20℃ | 30℃ | 40℃ |
| 温度对压力折减系数（*D*F） | 1.0 | 1.1 | 1.3 |

注：表中工作温度是指管道工作环境的年平均温度。对于中间的温度，可使用内插法计算。

【条文说明】4.1.2本规程给出工作温度下最大允许工作压力计算公式。最大允许工作压力（*MOP*）是以20℃、50年的管道设计使用寿命为基础确定，聚乙烯管道系统的*MOP*取决于使用的聚乙烯材料类型（*MRS*）、管材的*SDR*值和使用条件（安全系数*C*），并通过耐快速裂纹扩展*（RCP*）性能校核*MOP*。由于聚乙烯材料对温度较为敏感，在较高温度下其耐压强度降低，为了保证管道系统使用的安全性，必须要降低工作压力；在低温下（-20~0℃范围内），聚乙烯材料耐压能力提高，但抗冲击强度、断裂伸长率、抗裂纹扩展能力略有下降。考虑到管道是埋地敷设，管道受冲击的可能性较小，为方便使用，将-20～20℃作为一个温度范围，按20℃考虑。

当管道工作温度相对较高，可能超过20℃，在设计时要考虑较高工作温度对管道运行的不利影响，采用压力折减系数对20℃时的最大允许工作压力进行折减。该条文与国际标准ISO13761《塑料管材和管件20℃以上使用的聚乙烯管道的压力折减系数》及ISO/TS10839对压力折减系数、计算公式一致。*P*RCP数值由混配料供应商或管材生产厂商提供。

本规程规定工作温度为年度平均数值，与《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第1部分：管材》GB15558.1-2015标准中附录C “工作温度为考虑了内外环境的管材的年度平均温度”的说法一致，也与ISO/TS 10839、ISO 4437-5:2014、EN 1555-5:2010标准一致。工作温度为输送流体平均温度，当不能得到输送流体平均温度时，采用土壤年平均温度。

同时考虑到我国国情及地质条件、施工方式、燃气种类等各种因素，为进一步提高安全性能，也给出不同聚乙烯材料类型、不同系列输送不同种类燃气时的设计系数C值。对于输送液化石油气和人工煤气的聚乙烯管道，由于液化石油气和人工煤气中存在芳香烃类物质，因此，要考虑燃气中的芳香烃类物质（如：苯、甲苯、二甲苯等）对聚乙烯材料的溶胀作用，导致管道耐压能力下降。国外一些试验证明：聚乙烯材料在苯溶液中的饱和吸收量在9%左右，聚乙烯材料屈服强度降低17%~19%，但吸收的成份释放以后，能恢复原有的物理性能，且聚乙烯材料结构无变化。气态芳香烃类物质对聚乙烯材料的影响要比液态芳香烃类物质小得多。因此，在本规程中，聚乙烯管道输送液化石油气和人工煤气时，比输送天然气又加大了安全系数。从表4.1.2-1可看出，本规程规定的安全系数均高于ISO4437、EN1555以及GB15558产品标准中规定的*C*大于等于2.0，也符合美国应用标准（*C*大于等于2.5）的规定。最大允许工作压力值也与欧洲大多数国家实际应用值相符合。

4.1.3聚乙烯燃气管道系统中不得采用由聚乙烯管材焊制成型的管件。

【条文说明】4.1.3原CJJ63条文规定：“在聚乙烯管道系统中采用焊制成型的焊制管件时，其系统工作压力不宜超过0.2MPa；焊制管件应在工厂预制，焊制管件选用管材的公称压力等级不应小于管道系统中管材压力等级的1.2倍，并应在施工过程中对聚乙烯焊制管件采用加固等保护措施。”

聚乙烯管材焊制成型的焊制管件属于非标准产品，焊制管件由于存在多个与轴向不垂直的焊缝，在内压和外荷载作用下，焊缝会受力不均，造成局部应力集中，不利于长期运行，存在长期力学性能不明朗等问题。国际标准、欧洲标准和中国相关标准也没有规定此类管件的技术要求。但是，在国内外燃气工程中，由于受连接的特殊性、尺寸等影响，需要使用焊制管件来解决工程中的连接问题，通常做法是采取增加壁厚或降低工作压力；以及在焊制管件外部采取加固等措施。在国外，焊制管件一般用在中、低压管道系统（小于等于0.4MPa）。据国外资料和经验介绍，焊制管件工作压力一般要比焊制管件所选用的管材公称压力降低25%左右，同时，要求在施工时对焊制管件采取加固措施，以提高耐压能力，使其与管道系统压力一致。从聚乙烯管材上切割管段，采用角焊机热熔对接制作的管件叫做焊制PE管件。由于该类管件焊口多，弯头角度不同，缺乏统一标准，产品质量控制难度较大。工程上通常采用增加管材壁厚和压力折减的办法保证使用安全。目前国内已经有相当数量厂家具备生产dn630以下一次性注塑管件的条件，质量更加可靠，规格品种也完全可以满足市场要求。此外，实际燃气工程中目前也很少采用焊制管件，因此，取消PE焊制管件是可行的。

4.1.4沿管道走向应设置有效的示踪、警示、保护措施，并应符合下列规定：

1 地面标志的设置应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的规定；

2次高压B聚乙烯管道应设置保护板，中低压聚乙烯管道宜设置保护板；

3设置保护板的聚乙烯燃气管道，可不敷设警示带，保护板上应具有警示标识。

【条文说明】4.1.4本条在原CJJ63-2008中的4.1.8条的基础上进行了修改，原条文为：随管道走向应设计示踪线（带）和警示带。本次修订修改为：应沿管道走向设置有效的示踪、警示、保护装置。设计示踪装置是为了运行管理时，探测管道位置；设置警示和保护装置是为了保护PE管道避免被第三方施工破坏。通常将金属示踪装置置于管道正上方与塑料管道一起埋入，为间接探测管道位置提供物理前提。

目前国内燃气管网已埋设但情况不明且无详细准确竣工资料的燃气管线仍占不小的比例，为查清已埋设的燃气管网，便于今后调度、维护、施工、抢险等工作的顺利进行，在燃气管道安装时，在管路上布置示踪线、示踪器或存储有地下燃气管线的平面位置、高程、埋深、走向、规格、施工日期以及附近相关设施等数据信息的电子标识器，方便后期的运行维护中，配合管线探测仪，寻找这些点及了解管道信息。

1从安全角度讲，地面标志是防止第三方破坏的第一道屏障；城市地下管道错综复杂，地形、地貌变化较快，从燃气设施管理、抢险角度讲，地面标志能方便管理，提高抢险速度。聚乙烯管道的地面标志，与钢管所要求的相同。因此，本条规定地面标志应符合《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的要求。

2可采用带绝缘层的导线作为示踪线，不会对聚乙烯管道造成损坏。同时示踪线的方法受施工质量影响较大，必须要继续导通性验收和可探性验收，严把质量关，才可以起到较好的管线定位作用。

不少燃气公司在实际工程中也发现，必须进行导通性验收和可探性验收，才能很好地起到示踪的作用。本条不将示踪线作为唯一的管道位置探测方式。

3电子标识器宜埋设在表示管线方向变化的拐点、三通、管道末端、测试桩的连接点等位置。

4 当采用测绘仪器准确测定燃气管线敷设坐标和埋深，应做好纸质和电子存档时。其中《城市地下管线探测技术规程》CJJ61-2003 3.0.12 规定了埋地线管线测绘精度要求如下：

（1）地下管线隐蔽管线点的探查精度：平面位置限差δts：0.10h；埋深限差δth：0.15h。（式中h为地下管线的中心埋深，单位为厘米，当 h＜100cm 时则为以100cm代入计算）；

（2）地下管线点的测量精度：平面位置中误差*m*s不得大于±5cm（相对于邻近控制点），高程测量中误差*m*h不得大于±3cm（相对于邻近控制点）；

（3）地下管线图测绘精度：地下管线与邻近的建筑物、相邻管线以及规划道路中心线的间距中误差 mc不得大于图上±0.5mm。

采用测绘仪器测绘燃气管道坐标、埋深，具有数据准确，在国内燃气管道工程已有实际应用，其中高程误差为2cm，水平误差1cm。

5 目前各燃气公司采用的保护板形式较多，包括PE保护板、钢筋混凝土板、玻璃纤维保护板等。通常干管及枝状管线宜采用混凝土板，保护效果较好。保护板在铺设时应遮盖住管道。保护板宽度可根据管线压力、重要程度、遭受第三方破坏的概率等实际情况设计，但不应小于管道外径。北京市燃气集团有限责任公司采用的一种带示踪、警示功能的保护板，可以用金属探测器探测定位，同时，其剪切强度≥14.2MPa，拉伸强度≥10.0MPa，可以有效抵御人工镐锤挖掘对PE管道的破坏，同时，保护板上方有“下有燃气，严禁开挖”的警示标识，兼有示踪和警示的功能。当采用这种保护板时，无需再另行敷设示踪、警示装置。

## 4.2 管道水力计算

4.2.1 管道计算流量应按计算月的小时最大用气量计算，小时最大用气量应根据所有用户燃气用气量的变化叠加后确定。

【条文说明】4.2.1 为了满足用户小时最大用气量的需要，城镇燃气管道的设计流量应按计算月的小时最大用气量计算。居民生活、商业用户、工业企业、采暖空调以及燃气汽车用气等宜按GB 50028计算，同时考虑远期发展，设计给予预留。本条参照GB 50028制定。

4.2.2 管道单位长度摩擦阻力损失应按下列公式计算：

1 低压燃气管道：

 （4.2.2.-1）

 （4.2.2-2）

式中*ΔP* —— 管道摩擦阻力损失（Pa）；

*l*——管道的计算长度（m）；

*Q*——管道的设计流量（m3/h）；

*d*——管道内径（mm）；

*ρ*——燃气的密度（kg/m3）；

*T*——设计中所采用的燃气温度（K）；

*T*0——273.15（K）；

*λ*——管道摩擦阻力系数；

lg——常用对数；

*K*——管壁内表面的当量绝对粗糙度（mm），聚乙烯燃气管道一般取0.01；

*Re*——雷诺数（无量纲）。

2 次高压B、中压燃气管道：

 （4.2.2-3）

式中*P*1 —— 管道起点的压力（绝对压力，kPa）；

*P*2 —— 管道终点的压力（绝对压力，kPa）；

*L*——管道的计算长度（km）。

【条文说明】4.2.2 本条参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定，用柯列勃洛克公式代替原来的阿里特苏里公式，柯氏公式是世界各国在众多专业领域中广泛采用的一个经典公式，它是普朗德半经验理论发展到工程应用阶段的产物，有较扎实的理论和试验基础。

公式中的当量粗糙度*K*，参照国内外的一些试验数据和相关规定确定，聚乙烯燃气管道一般取值为0.01mm。

4.2.3 管道的允许压力降可由该级管网的入口压力至次级管网调压装置允许的最低入口压力之差确定，燃气流速不宜大于20m/s。

【条文说明】4.2.3管道的允许压力降可由管道系统入口压力至次级管网调压装置允许的最低入口压力差来决定，但对管道流速应有限制。国内外对气体管道流速的规定如下（不是针对管道材质限定的流速）：

炼油装置压力管线 *V*＝15～30m/s

美国《化工装置》中乙烯与天然气管道 *V*＜30.5 m/s

液化石油气气相管 *V*＝8～15m/s

焦炉气管 *V*＝4～18m/s

英国高压输气钢管线 *V*≤20m/s

国外对聚乙烯燃气管道流速一般都没有具体规定，很难查到最大流速值，但从有关资料中可查出典型最大流量，如：美国煤气协会（AGA）编辑出版的《塑料煤气管手册》1977年版和2001年版中列出了在60磅/英寸2（0.4MPa）天然气输送系统中的典型最大流量：

表5 在60磅/英寸2（0.4MPa）天然气输送系统中的典型最大流量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公称直径  （英寸） | 最大流量  （千英尺3/小时） | 公称直径  （英寸） | 最大流量  （千英尺3/小时） |
| 2 | 17.4 | 6 | 163.0 |
| 3 | 43.5 | 10 | 555.6 |
| 4 | 81.1 | — | — |

由表5可推算出：在美国，聚乙烯管道燃气流速大于20m/s。

由于塑料管电阻率较高，管内介质流动时所产生的静电荷会积聚起来，当气流夹带粉尘时，在燃气管道内流动与管壁摩擦将产生静电，在节流点、弯头、压管点及泄漏点等处更易造成静电积聚，同时流速过高还会产生噪音和损伤管道内壁，因此，燃气流速设计不宜过高；相反，燃气流速过低，聚乙烯管道的技术经济性就得不到体现，市场竞争能力下降。因此，本规程将流速定为不宜大于20m/s。该值基本能满足中、低压燃气管道工程的需要。

4.2.4 管道局部阻力损失可按管道摩擦阻力损失的5%~10%计算。

【条文说明】4.2.4 本条规定是参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定。

4.2.5 低压管道从调压装置到压力最不利工况燃具前的的管道允许压力损失可按下式计算：

*ΔP*d= 0.75*P*n +150 （4.2.5）

式中*ΔP*d —— 从调压装置到压力最不利工况燃具燃具前的管道允许压力损失（Pa），*ΔP*d含室内燃气管道允许压力损失；

*P*n —— 低压燃具的额定压力（Pa）。

【条文说明】4.2.5 本条规定与《城镇燃气设计规范》GB 50028一致。本条所述的低压燃气管道是指和用户燃具直接相接的低压燃气管道（其中间不经调压器）。目前中低压调压装置有区域调压站和调压箱，出口燃气压力保持不变，由低压分配管网供应到户就是这种情况。公式4.2.5是根据国内使用情况和国外相关资料，结合调研、测试参数规定，具体可参见《城镇燃气设计规范》GB 50028条文说明。

## 4.3 管道布置

4.3.1聚乙烯燃气管道不得从建筑物或大型构筑物的下面穿越（不包括架空的建筑物和立交桥等大型构筑物）；不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越；不得与非燃气管道或电缆同沟敷设。

**【条文说明】**4.3.1规定管道不得穿越建筑物是为保证管线施工和安全运行以及建（构）筑物的结构安全。一方面管道在建（构）筑物下方穿越时容易破坏基础的承载力或建（构）筑物的结构。其次当建（构）筑物发生沉降、变形时，将挤压管道，造成管道变形甚至破损，燃气漏损后进入建筑物，影响建筑安全，并损害建物结构或地基基础。且穿越基础的管道也不便于维护人员的检修和维护。

地下燃气管道在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面通过时，不但增加管道负荷和容易遭受侵蚀，而且当发生事故时相互影响，易引起次生灾害。

4.3.2聚乙烯燃气管道与市政热力管道之间的水平净距和垂直净距，不应小于表4.3.2-1和表4.3.2-2的规定，并应确保燃气管道周围土壤温度不大于40℃；与建筑物、构筑物或其他相邻管道之间的水平净距和垂直净距，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028的规定。当直埋蒸汽热力管道保温层外壁温度不大于60℃时，水平净距可减少50%。

当聚乙烯燃气管道与蒸汽管、温度大于130℃的高温热水管平行敷设时，应进行技术、安全、寿命期和经济等论证，合理确定净距。

表4.3.2-1 聚乙烯燃气管道与热力管道之间的水平净距

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 地下燃气管道（m） | | | |
| 低压 | 中压 | | 次高压 |
| B | A | B |
| 热力管 | 直埋 | 热水 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 |
| 蒸汽 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 |
| 在管沟内(至外壁) | | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 2.0 |

表4.3.2-2 聚乙烯燃气管道与热力管道之间的垂直净距

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 地下燃气管道（当有套管时，从套管外径计）（m） |
| 热力管 | 燃气管在直埋管上方 | 0.5（加套管） |
| 燃气管在直埋管下方 | 1.0（加套管） |
| 燃气管在管沟上方 | 0.2（加套管）或0.4（无套管） |
| 燃气管在管沟下方 | 0.3（加套管） |

注：1、套管敷设要求应与《城镇燃气设计规范》GB 50028一致；2、当采取措施，保证土壤温度小于40℃，可适当减少管道与热力管道之间垂直净距。

【条文说明】4.3.2本条规定热力管道是指符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ34规定的城镇供热管道。

聚乙烯管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平净距（除热力管）按GB 50028确定。聚乙烯管道与热力管道的水平净距，取决于热力管道在其周围的土壤温度场。一般情况下，热力管道的保温外壁的表面最高温度不高于60℃。聚乙烯管道与供热管道的水平净距应保证聚乙烯管处于40℃以下的土壤环境中使用，且在20℃～40℃的土壤环境中使用时，应按本规程表4.1.2规定的压力折减系数降低最大允许工作压力。

聚乙烯燃气管道与蒸汽管、超过130℃高温热水管平行敷设时，应进行技术、安全、寿命期和经济等论证，合理确定净距。设计和施工时应采取隔热措施，如隔热材料隔开，可有效保证燃气管道安全，避免因为一段燃气管道与热力管道平行敷设的水平净距较近而造成整个聚乙烯管道系统降压运行。

在受地形限制条件下，经与有关部门协商，按聚乙烯管道铺设的土壤及热力管实际运行情况确定温度场分布，并对管道或管道周围土壤采取隔热保温措施，可适当缩小净距。

垂直净距（除热力管）按GB 50028确定。热力管垂直净距的确定依据同上，加套管是为了对聚乙烯管道加以保护。

4.3.3聚乙烯燃气管道埋设的最小覆土厚度（地面至管顶）应符合下列规定：

1 埋设在车行道下，不得小于0.9m；

2 埋设在非车行道（含人行道）下，不得小于0.6m；

3 埋设在机动车不可能到达的地方时，不得小于0.5m；

4 埋设在水田下时，不得小于0.8m。

5 当埋深达不到上述要求时，应采取保护措施。

【条文说明】4.3.3本条规定埋设的最小覆土深度参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289和《城镇燃气设计规范》GB 50028相关条款制定。由于塑料管道特性，承压性能低于钢管，为防止塑料管道压坏，其中车行道下埋设覆土深度由0.9m，防止塑料管道损坏。条文中提出埋设在机动车不可能到达的地方时，不得小于0.5m是为了防止第三方破坏，故在GB 50028要求的0.3m的基础上增大到0.5m。

当埋深达不到上述要求时，可采用管沟、套管或混凝土涵等一系列保护措施。

4.3.4聚乙烯燃气管道的地基宜为无尖硬土石的原土层的天然地基。当地基不满足使用要求时，应进行处理：

1当地基承载力不能满足设计要求时，应进行地基加固处理；

2对可能引起管道不均匀沉降的地段，地基应进行处理或采取其他防沉降措施。

3 当原土层遇有石块或尖硬物体时，必须清除，除应满足本规程4.3.3规定的最小覆土厚度外，还应至少超挖150mm，沟底铺垫一层厚度不小于150mm的中粗砂或素土。

【条文说明】4.3.4管道地基要求是参照GB 50028制定。由于聚乙烯材料硬度比金属低，尖硬土石易损伤管道，一般碰到岩石、硬质土层或砾石时，沟底应填以中粗砂或素土，防止管道划伤。

4.3.5聚乙烯管道在输送湿燃气时，应埋设在土壤冰冻线以下，并设置凝水缸。管道坡向凝水缸的坡度不宜小于0.003。

【条文说明】4.3.5管道坡度要求是参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定。输送湿燃气的管道应敷设在冰冻线以下，是为了防止燃气中的冷凝液结冰，堵塞管道，影响正常供应。并且，在地下水位较高地区，无论输送干气或湿气都应考虑地下水从管道不严密处或施工时灌入管道的可能，故为防止地下水在管内积聚也应敷设有坡度，使水或冷凝液容易排除。目前国内外采用的燃气管道坡度值大部分都不小于0.003。但在很多旧城市中的地下管线一般都比较密集，往往有时无法按规定坡度敷设。在这种情况下允许局部管段坡度采取小于0.003的数值，故本条规程用词为“不宜”。

4.3.6聚乙烯燃气管道不得进入热力管沟。当聚乙烯燃气管道穿过排水管沟、联合地沟及其他各种用途沟槽（不含热力管沟）时，应符合现行国家标准GB50028的规定。

【条文说明】4.3.6本条要求是参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定。由于聚乙烯燃气管道对热的敏感性，随着温度的提高，其承压能力急剧下降，因此规定聚乙烯燃气管道不得进入热力管沟。地下燃气管道不宜穿过地下构筑物，以免相互产生不利影响。

对于穿越构筑物时需要做套管保护时，要求如下：

1 应将聚乙烯管道敷设于钢管或钢筋混凝土套管内，钢套管应防腐处理；

2 套管伸出构筑物外壁不应小于本规程第4.3.2条规定的水平净距；

3 套管与构筑物间应采用柔性的防腐、防水材料密封；

4 套管与燃气管道之间应采用柔性的防腐、防水材料密封。

考虑到套管与构筑物的交接处形成薄弱环节，若伸出构筑物外壁长度较短，构筑物在维修或改建时容易影响燃气管道的安全，且对套管与构筑物之间采取防水、防渗措施的操作较困难。套管设置时应伸出构筑物外壁的水平净距应不小于第4.3.2条相应的水平净距，目的是为了更好的保护套管内的燃气管道和避免相互影响。

当需要穿过时，穿过构筑物内的地下燃气管应敷设在套管内，并将套管两端密封，其一，是为了防止燃气管破损泄漏的燃气沿沟槽向四周扩散，影响周围安全；其二，若周围泥土流入安装后的套管内后，不但会导致路面沉陷，而且燃气管的表层也会受到损伤。

4.3.7当聚乙烯燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时，宜垂直穿越，且应符合国家现行标准《城镇燃气设计规范》GB 50028和《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250的规定。

【条文说明】4.3.7本条参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定，同时还应符合《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》(CJJ/T250-2016)的规定。

4.3.8当聚乙烯燃气管道通过河流时，可采用河底穿越，在埋设聚乙烯燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志，并应符合现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250的规定。

【条文说明】4.3.8本条要求是参照《城镇燃气设计规范》GB 50028和《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》(CJJ/T250-2016)制定。目的是不使管道裸露于河床上。另外根据有关河、港监督部门的意见要求进行设计。部分要求如下:

1水域穿越工程等级与设计洪水频率的划分应满足规范和《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250的规定。

2穿越水域的燃气管道的最小覆土厚度，应根据工程等级与相应设计洪水冲刷深度或疏浚深度要求确定，并符合《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》(CJJ/T250-2016)的规定。。

3若开挖敷设需采取稳管措施时，稳管措施应根据计算确定。

4若采用水平定向钻法穿越时，应满足《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》(CJJ/T250-2016)的规定。

5 在埋设聚乙烯管道位置的河流两岸上、下游应设立标志。由于聚乙烯管道重量比较轻，埋于河底必须有稳固措施。在上下游设置标志，提示船只过往和河道疏竣时注意管道，避免造成破坏。

4.3.9在次高压B以及中压聚乙烯燃气干管上，应设置分段阀门，并宜在阀门两侧设置放散管；在低压聚乙烯燃气管道支管的起点处，宜设置阀门。

【条文说明】4.3.9本条要求是参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定。在次高压B、中压燃气干管上设置分段阀门，是为了便于在维修或接新管操作时切断气源，其位置应根据具体情况而定，一般要掌握当两个相邻阀门关闭后受它影响而停气的用户数不应太多。

在低压燃气管道上，切断燃气可以采用橡胶球阻塞等临时措施，故装设阀门的作用不大，且装设阀门增加投资、增加产生漏气的概率和日常维修工作量，故对低压管道是否设置阀门不做硬性规定。聚乙烯管道还可以夹扁切断。对于夹扁后管道应作标志，同一位置不得重复夹扁。

将阀门设置在支管起点处，是因为当切断该支管供应气时，不致影响干管停气；当新支管与干管连接时，在新支管起点处设置阀门，也可起到减小干管停气时间的作用。

4.3.10聚乙烯燃气管道的检漏管、阀门、凝水缸的排水管，应设置护罩或护井。

【条文说明】4.3.10本条要求是参照《城镇燃气设计规范》GB 50028制定。设置护罩或护井是为了避免检漏管、凝水缸的排水管遭受车辆重压，同时，设置护罩或护井也便于检测和排水时的操作。

阀门由于在检修和更换时人员往往要到底下操作，设置护井可方便维修人员操作。当采用直埋阀时，可设置手井代替人井。

4.3.11聚乙烯燃气管道出地面不得裸露，并应采取防止管道外部破坏的措施，且不应直接引入建筑物内。当聚乙烯管道穿越建（构）筑物基础、外墙时，应采用硬质套管保护，并应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028的规定。

【条文说明】4.3.11由于聚乙烯燃气管道一般只做埋地使用，见本规程第1.0.3条，因此不宜地上敷设或引入建筑物内。当必须引出地面或必须直接与建筑物墙面或墙内安装的调压箱接管相连时，则应对敷设在地面以上的聚乙烯燃气管道采取硬质套管包裹，采用填沙或聚氨酯泡沫等方式填充，起到保护和密封作用，防止碰撞、受压，避免空气中紫外线、氧气和其他因素对聚乙烯燃气管道产生不利影响。

另外，对于别墅区居民用户、单位热饭点或值班用的小负荷用气点等情况，用气位置靠近建筑物外墙，用气房间又无地下室，为了减少引入口处的接口数量，可以将聚乙烯燃气管道直接穿越建（构）筑物基础引入用气房间靠近建筑物外墙的地下管井或小室内，管井或小室内采用钢塑转换接头并填沙处理。

当聚乙烯管道穿越建（构）筑物基础、外墙或敷设在墙内时，必须采用硬质套管保护。硬质套管可以采用钢管或钢筋混凝土管，套管与聚乙烯燃气管道之间应填充柔性密封材料。

# 5 管道连接

## 5.1 一般规定

5.1.1管道连接前，应按设计要求在施工现场对管材、管件及管道附属设备进行查验。外观检查时，管材表面划伤深度不应超过管材壁厚的10%，管件及管道附属设备的外包装应完好，符合要求方可使用。

【条文说明】5.1.1制定本条的目的是为了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%，对管道使用影响不大。在ISO 4437和GB 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聚乙烯燃气管道的连接应符合下列规定：

1 聚乙烯管材与管件、阀门的连接应采用热熔对接或电熔连接（电熔承插、电熔鞍形连接）方式，不得采用螺纹连接或粘接；连接应采用专用设备加热， 严禁采用明火加热。

2聚乙烯管道与金属管道或金属附件连接时，应采用钢塑转换管件连接或法兰连接；当采用法兰连接时，应设置检查井。

3 下列情况应采用电熔连接：

1）不同级别（PE80与PE100）聚乙烯管道连接：

2）熔体质量流动速率差值大于等于0.5g/10min（190℃，5kg）的聚乙烯管道连接；

3）焊接端部标准尺寸比（*SDR*）不同的聚乙烯燃气管道（SDR11与SDR17）连接；

4）公称外径小于90mm或壁厚小于6mm的聚乙烯管道连接。

【条文说明】5.1.2本款规定了聚乙烯管道的几种连接方式，其目的是为了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，本规程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，本规程规定的热熔连接不包含热熔承插和热熔鞍形连接方式。

由于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；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粘合剂，因此，要求不得采用粘接；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。

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0.5g/10min（190℃，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0.5g/10min（190℃，5kg）以内聚乙烯管道热熔对接连接能获得较好的效果。

4本款规定是根据《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dn63mm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聚乙烯管道连接应根据不同连接形式选用专用的电熔连接机具和全自动热熔对接焊机。热熔对接焊机的性能应符合现行国家标准《塑料管材和管件聚乙烯系统熔接设备第1部分热熔对接》GB20674.1的规定；电熔焊机的性能应符合现行国家标准《塑料管材和管件聚乙烯系统熔接设备第2部分电熔连接》GB20674.2的规定。焊机应定期进行校准和检定，周期不应超过1年。

【条文说明】5.1.3根据《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》GB32434-2016要求，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，但不得使用手动焊接设备。

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±7℃。

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±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/T20674.2的规定，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±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-10～40℃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±1℃，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±1.5%以内，但不得超出±0.5V；输出电流的允许偏差应控制在额定电流的±1.5%以内；熔接时间的允许偏差应控制在理论时间的±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5mm2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5mm2的铜线，长度不宜超过50米，使用6mm2的铜线，长度不宜超过100米。

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《塑料管材和管件聚乙烯系统 熔接设备》GB20674。

5.1.4聚乙烯管道热熔或电熔连接的环境温度宜在-5℃～40℃范围内，并防止风雨等不良天气影响。当不满足时，应停止施工或采取相应的措施：

1在环境温度低于-5℃或风力大于5级时，应采取保温、防风措施；

2 在炎热的夏季进行热熔或电熔连接操作时，应采取遮阳措施；

3 在雨天进行热熔或电熔连接操作时，应采取防雨措施。

【条文说明】5.1.4本条将CJJ63-2008版中规定的45℃修改为40℃，修改的依据是：1、现行国家标准《塑料管材和管件 聚乙烯（PE）管材/管材或管材/管件热熔对接组件的制备》GB/T 19809-2005附录B中规定的最低熔接环境温度为-5℃，最高熔接环境温度为40℃。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℃，最高环境温度为40℃。在温度低于-5℃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；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。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。

2 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。聚乙稀管道表面水份在焊接操作前应自然干燥或吹干。如有结露现象，可规定在焊接前时加热管材至比环境温度高3~5℃，以驱除湿气、防止结露。

3 当条件不能满足时暂停作业。

5.1.5管道连接时，聚乙烯管材的切割应采用专用割刀或切管工具，切割端面应垂直于管道轴线，并应平整、光滑、无毛刺；切割端口的不圆度应符合要求。

【条文说明】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；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。切割端口不圆度不满足焊接要求时，应进行整圆。

5.1.6聚乙烯管道连接作业每次收工时，应对管口进行临时封堵。

【条文说明】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24小时，应采用管帽焊接密封的方式。

5.1.7管道熔接完成后，应按本规程5.2节、5.3节的有关规定进行接头质量检查。不合格者应返工，返工后还应重新进行接头质量检查。当对焊接质量有争议时，应按表5.1.7-1、表5.1.7-2、表5.1.7-3的规定进行检验。

表5.1.7-1 热熔对接焊接的检验与试验要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 拉伸性能 | 23℃±2℃ | 试验到破坏为止：  (1)韧性，通过；  (2)脆性，未通过 | 《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》GB/T 19810 |
| 2 | 耐压（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：  ①PE80， 4.5 MPa  ②PE100，5.4 MPa  (5)试验温度，80℃ | 焊接处无破坏，无渗漏 | 《流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法》GB/T 6111 |

表5.1.7-2 电熔承插焊接的检验与试验要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 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 D2002 |
| 2 | <*DN*90挤压剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比≤33.3% | 《塑料管材和管件聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》GB/T 19806 |
| 3 | ≥*DN*90拉伸剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比≤33.3% | 《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》GB/T 19808 |
| 4 | 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：  ①PE80，4.5MPa；  ②PE100，5.4MPa；  (5)试验温度80℃ | 焊接处无破坏，无渗漏 | 《流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法》GB/T6111 |

表5.1.7-3 电熔鞍形焊接的检验与试验要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | ≤*DN*225挤压剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比≤33.3% | 《塑料管材和管件聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》GB/T 19806 |
| 2 | >*DN*225撕裂剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比≤33.3% | 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006 |

【条文说明】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：

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 D2002-2006  附件G，G1.1 | 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006  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 D2002-2006  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：  ①PE80， 4.5 MPa  ②PE100，5.4 MPa  (5)试验温度，80℃ | 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 D2002-2006）中电熔承插连接接头焊接工艺评定检验与试验要求如下：

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 D2002-2006 附件G，G3 | 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006 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 D2002-2006 附件G，G4.1 |
| 3 | <*DN*90挤压剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比不大于33.3% | GB/T 19806 |
| 4 | ≥*DN*90拉伸剥离试验 | 23℃±2℃ | 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：  ①PE80， 4.5 MPa；  ②PE100，5.4 MPa；  (5)试验温度80℃ | 焊接处无破坏，无渗漏 | GB/T6111 |

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）中电熔鞍形连接接头焊接工艺评定检验与试验要求如下：

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 D2002-2006 附件G，G5.1 | 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002-2006 附件G，G5.1 |
| 2 | ≤*DN*225挤压剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比≤33.3% | GB/T 19806-2005 |
| 3 | >*DN*225撕裂剥离试验 | 23℃±2℃ | 剥离脆性破坏百分比≤33.3% | 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002 |

## 5.2 热熔连接

5.2.1热熔对接的连接工艺应符合现行国家标准《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/T32434或其他相关标准的规定。

【条文说明】5.2.1 GB/T32434-2015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。GB/T32434-2015的附录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图如下：

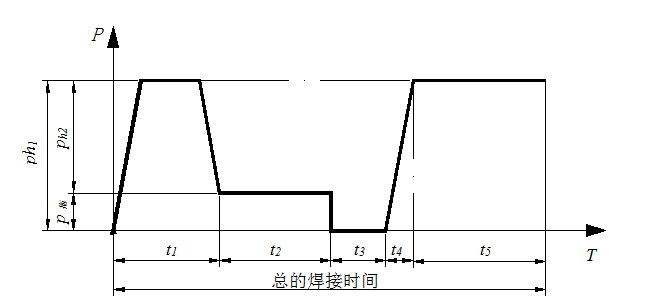


图2 单一低压热熔对接焊接工艺

p

Ph1——总的焊接压力（表压）（MPa），Ph1=Ph2+P拖；

Ph2——初始卷边压力（表压）（MPa），Ph2= A1×P0/A2；

P拖——拖动压力（表压）（MPa）；

t1——初始卷边时间（s）；

t2——吸热时间（s），t2＝管材壁厚×10；

t3——切换时间（s）；

t4——热熔对接升压时间（s）；

t5——焊机内保压冷却时间（min）。

A1 ——管材或管件的横截面积，mm2，A1=π×管材或管件壁厚×（dn-管材壁厚）；

A2 ——热熔设备液压缸中活塞的有效面积，mm2，由生产厂家提供；

P0 ——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*SDR*11管材热熔对接焊接参数（单一低压热熔对接程序）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称外径  *dn*  (mm) | 管材  壁厚  *e*  (mm) | *Ph*2  （MPa） | 压力＝*Ph*1  凸起高度  *h*  (mm) | 压力≈*P*拖  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 |  | 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*管材热熔对接焊接参数（单一低压热熔对接程序）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径  *dn*  (mm) | 管材  壁厚  *e*  (mm) | *Ph*2  (MPa) | 压力＝*Ph*1  凸起高度*h*  (mm) | 压力≈*P*拖  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 | 6.6 |  | 1.0 | 66 | ≤5 | ＜6 | 9 |
| 125 | 7.4 | 1.5 | 74 | ≤6 | ＜6 | 10 |
| 140 | 8.3 | 1.5 | 83 | ≤6 | ＜6 | 11 |
| 160 | 9.5 | 1.5 | 95 | ≤6 | ＜7 | 13 |
| 180 | 10.7 | 1.5 | 107 | ≤6 | ＜7 | 14 |
| 200 | 11.9 | 1.5 | 119 | ≤6 | ＜8 | 15 |
| 225 | 13.4 | 2.0 | 134 | ≤8 | ＜8 | 17 |
| 250 | 14.8 | 2.0 | 148 | ≤8 | ＜9 | 19 |
| 280 | 16.6 | 2.0 | 166 | ≤8 | ＜10 | 20 |
| 315 | 18.7 | 2.0 | 187 | ≤8 | ＜11 | 23 |
| 355 | 21.1 | 2.5 | 211 | ≤10 | ＜12 | 25 |
| 400 | 23.7 | 2.5 | 237 | ≤10 | ＜13 | 28 |
| 450 | 26.7 | 3.0 | 267 | ≤10 | ＜14 | 32 |
| 500 | 29.7 | 3.0 | 297 | ≤12 | ＜15 | 35 |
| 560 | 33.2 | 3.0 | 332 | ≤12 | ＜17 | 39 |
| 630 | 37.4 | 3.5 | 374 | ≤12 | ＜18 | 44 |

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。

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。

德国焊接协会（DVS 2207:2014）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8。

表8 HDPE、MDPE管道热熔对接焊接工艺参数典型值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 壁厚*e*  （mm） | 加热卷边高度*h*  （mm） | 加热时间*t*2  （*t*2=10×*e*）  （s） | 允许最大切换时间*t*3  （s） | 增压时间*t*4  （s） | 保压冷却时间*t*5  （min） |
| ＜4.5 | 0.5 | 45 | 5 | 5 | 6.5 |
| 4.5～7 | 1.0 | 45～70 | 5～6 | 5～6 | 6.5~9.5 |
| 7～12 | 1.5 | 70～120 | 6～8 | 6～8 | 9.5~15.5 |
| 12～19 | 2.0 | 120～190 | 8～10 | 8～11 | 15.5~24 |
| 19～26 | 2.5 | 190～260 | 10～12 | 11～14 | 24～32 |
| 26～37 | 3.0 | 260～370 | 12～16 | 14～19 | 32～45 |
| 37～50 | 3.5 | 370～500 | 16～20 | 19～25 | 45～61 |
| 50～70 | 4.0 | 500～700 | 20～25 | 25～35 | 61～85 |

注：加热温度（T）210℃±10℃；加热压力（P1）：0.15MPa；加热时保持压力（P拖）：0.02MPa；保压冷却压力（P1）：0.15 MPa。

目前，熔接条件（工艺参数）国内通常是由热熔对接连接设备生产厂或管材、管件生产厂在技术文件中给出。

5.2.2 热熔对接连接的操作应符合下列规定：

1 应根据聚乙烯管材、管件或阀门的规格选用适应的机架和夹具。

2在固定连接件时，应将连接件的连接端伸出夹具，伸出的自由长度不应小于公称外径的10%。

3移动夹具使连接件的端面接触后，应将其校直到同一轴线上，错边量不应大于壁厚的10%。

4在对连接部位进行擦拭使之干净，并保持干燥，铣削连接件端面，使其与轴线垂直。连续切屑的平均厚度不宜大于0.2mm，切削后的熔接面应保持洁净。

5铣削完成后，移动夹具使连接件对接管口闭合，再次检查连接件的错边量，并使其不大于壁厚的10%。接口端面对接面最大间隙应符合表5.2.2的规定。

表5.2.2接口端面对接面最大间隙

|  |  |
| --- | --- |
| 管道元件公称外径dn（mm） | 接口端面对接面最大间隙（mm） |
| dn≤250  250＜dn≤400  400＜dn≤630 | 0.3  0.5  1.0 |

6吸热时间达到规定要求后，应检查连接件加热面熔化的均匀性，不得有损伤。

7在接口保压自然冷却期间，不得拆开夹具，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

【条文说明】5.2.2 本条规定了热熔对接连接具体操作要求。

2待连接件伸出夹具的长度是根据铣削要求和加热、焊接卷边宽度的要求确定，国内外的经验是一般不小于公称直径的10%。

3校直两对应连接件，是为了防止两连接件偏心错位，导致接触面过少，不能形成均匀的凸缘。错边量过大会影响卷边均匀性、减小有效焊接面积，导致应力集中，影响接头质量，国内外的经验是一般不大于壁厚的10%。

4擦净管材、管件连接面上污物和保持铣削后的熔接面清洁，是为了防止杂物进入焊接接头，影响焊接接头质量。热熔连接时应保持铣刀、加热板表面清洁。为保证焊接时加热板的清洁，在正式焊接之前，需要采用加热板加热废弃的管材，使得管材端口形成熔融的卷边，将加热板上的污渍吸附带走，从而达到清洁加热板的目的。此方法称之为卷边形成清洁法。在下列情况下采用加热卷边法清洁加热板：

（1）当天进行第一次热熔连接前；

（2）更换不同直径管材、管件热熔连接前；

（3）采用其他方法清洁加热板之后。

用干净的无纺布、无水酒精清洁铣刀及加热板表面清洁待连接管材或管件的内外表面，去除所有杂质（灰尘、油污等）。清洁时应确保加热板已冷却并已切断电源。当加热板温度低于180 ℃或更换管材或管件焊接规格时，建议在每次初始焊接前使用同规格的管材或管件制作两个空焊，以移除加热板上的细小污染颗粒物。

铣削连接面，使其与管轴线垂直，是为了保证连接面能与加热板紧密接触。切屑厚度过大可能引起切削振动，或停止切削时扯断切屑而形成台阶，影响表面平整度。连续切削平均厚度不宜超过0.2mm，是根据工程施工经验确定。热熔对接管段两侧一般铣削连续整3圈以上。

5对对接面间隙做了规定，保证焊接质量。

6要求卷边形成均匀一致的对称凸缘，是因为形成均匀的卷边是保证接头焊接质量的重要标志之一。卷边的宽度与聚乙烯材料类型、生产工艺（挤出或注塑）、加热温度，以及焊接工艺等有关，因而，很难给出统一的确定值。国外一般建议在确定的（相同的）条件下，进行几组试验，取其平均值，用于施工现场质量控制，要求实际卷边宽度不超过此平均值的±20%。

7保压、冷却期间，不得移动连接件和在连接件上施加任何外力或快速冷却，是因为聚乙烯管连接接头，只有在冷却到环境温度后，才能达到最大焊接强度。冷却期间其他外力会使管材、管件不能保持在同一轴线上，导致不能形成均匀的凸缘，造成接头内应力增大，从而影响接头质量。

5.2.3 热熔对接连接接头的质量检验应符合下列规定：

1热熔对接连接完成后，应对接头进行100%卷边对称性和接头对正性检测，并应对不少于15%的接头进行卷边切除检测。

2 卷边对称性检验时，沿管道元件整个圆周内的接头卷边应平滑、均匀、对称，卷边融合线的最低处（*A*）不应低于管道元件的外表面（图5.2.3-1）。

3接头对正性检验时，接口两侧紧邻卷边的外圆周上任何一处的错边量（*V*）不应超过管道元件壁厚的10%（图5.2.3-2）。

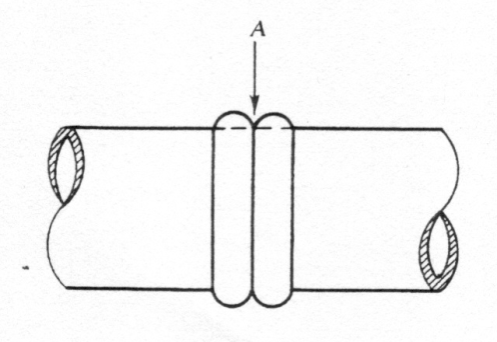
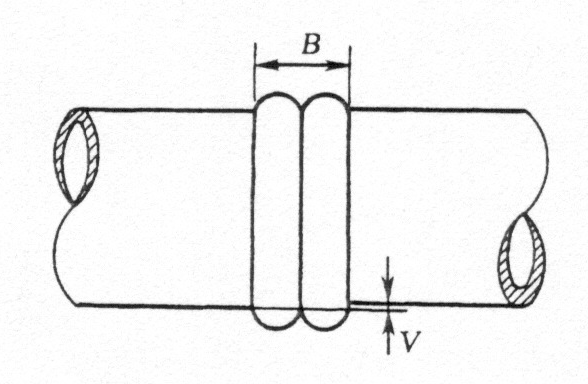


图5.2.3-1 卷边对称性示意图



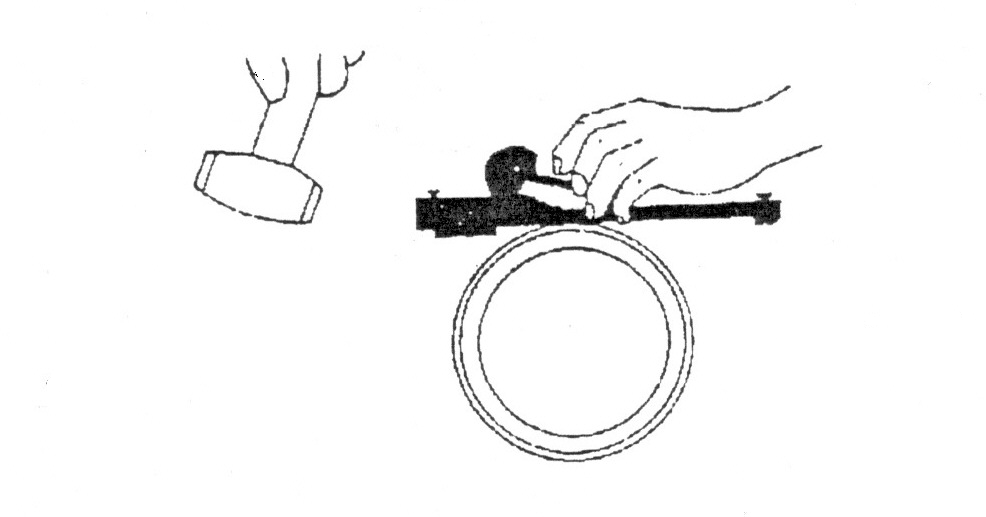
5.2.3-2 接头对正性示意图

4卷边切除检验时，在不损伤对接管道元件的情况下，应使用专用工具切除接口外部的熔接卷边（图5.2.3-3）。卷边切除检验应符合下列要求：

1）卷边应是实心圆滑的，根部较宽（图5.2.3-4）。

2）卷边切割面中不应有夹杂物、小孔、扭曲和损坏。

3）每隔50mm进行一次180º的背弯检验（图5.2.5-5），卷边切割面中线附近不应有开裂、裂缝，也不得露出熔合线。



5.2.3-3 卷边切除示意图

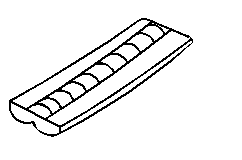


图5.2.3-4 合格实心卷边示意图

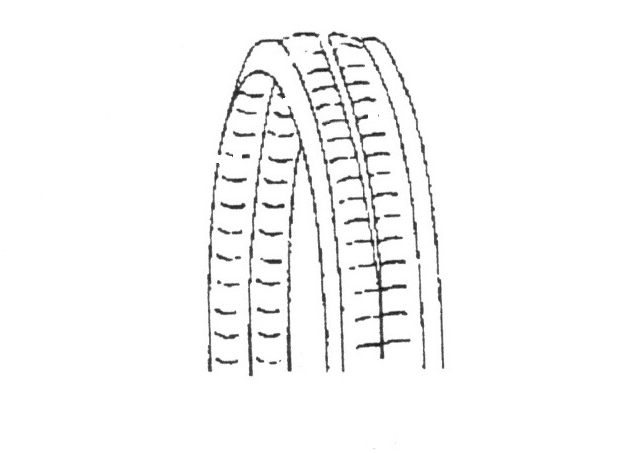


图5.2.3-5 切除卷边背弯试验示意

5当抽样检验的接口全部合格时，可认为该批次接口全部合格。当出现不合格情况时，则判定该批次接口不合格，并应按下列规定加倍抽样检验：

1）当出现一个不合格接口时，应加倍抽检该焊工所焊的同一批接口，按本规程的规定进行检验。

2）当第二次抽检仍出现不合格接口时，则应对该焊工所焊的同批次接口全部进行检验。

6当对焊接质量有争议时，应按本规范第5.1.7条的规定进行检验。

【条文说明】5.2.3本条规定的卷边对称性、接头对正性检验和卷边切除检验是参考ISO/TS 10839制定。

由于卷边对称性检验和接头对正性检验是接头质量检查的最基本方法，也是比较简便和比较容易实现方法，因此，要求100%进行此项检查。15%卷边检验为焊接质量的概率保证，同时检验比较复杂，因此，要求抽样15%进行此项检验。当条件许可时，可采用100%卷边切除检验。

其他非破坏性检验方法，可考虑通过超声波和X射线探测等常规非破坏性检测方法来进行接头质量的评估。虽然超声波和X射线探测等常规非破坏性检测方法检测技术有可能检测不到所有在热熔对接接头上存在的缺陷，但可以检测出受污染和存在气泡的区域。因此，应考虑使用此类技术，以进一步确认热熔对接接头的质量。

## 5.3 电熔连接

5.3.1当管材、管件及电熔焊机存放处的温度与施工现场的温度相差较大时，连接前应将管材、管件、电熔焊机在施工现场放置一定时间，使其温度接近施工现场温度。

【条文说明】5.3.1由于聚乙烯管道的连接主要是通过熔融聚乙烯材料进行连接，熔接条件（温度、时间）是根据电熔焊机检测环境温度调节的，若管材、管件从存放处运到施工现场，其温度高于现场温度时，会导致加热时间过长。反之，加热时间不足，两者都会影响接头质量。电熔焊机存放处与施工现场温差较大时，其内置温度传感器将会作出错误的温度补偿。同时，如果待连接的管材和管件，从不同温度存放处运来，两者温度不同，而产生的热胀冷缩不同也会影响接头质量。

5.3.2 电熔承插连接的操作应符合下列规定：

1应将管材的连接部位擦拭干净，并保持干燥；管件应在焊接时再拆除封装袋。

2当管材的不圆度影响安装时，应采用整圆工具对插入端进行整圆。

3测量电熔管件承口长度，并在管材或插口管件的插入端标出插入长度后，应刮除插入段表皮的氧化层，刮削表皮厚度宜为0.1mm~0.2mm，并保持洁净。

4将管材或插口管件的插入端插入电熔管件承口内至标记位置，同时应对配合尺寸进行检查。

5应校直待连接的管材和管件，使其在同一轴线上，并应采用专用夹具固定后，方可通电焊接。

6 通电加热焊接的电压或电流、加热时间等焊接参数的设定应符合电熔焊机和电熔管件生产企业的规定。

7 在焊接后的冷却期间，不得拆开夹具，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

【条文说明】5.3.2本条规定了电熔承插连接的具体操作要求。

1擦净管材、管件连接面上污物，是为了防止杂物进入焊接接头，影响焊接接头质量。采用干净的无纺布、无水酒精擦洗能取得较好效果。

2不圆度检查及整圆要求，应在所有工作之前进行。使用整圆工具对插入端进行整圆是为避免不圆度造成配合间隙不均而影响焊接。

3标记插入长度是为了保证管材或管件插入端有足够的熔融区，避免插入不到位或插入过深。刮除表皮是为了完全去除表皮上的氧化层，表皮上的氧化层厚度一般为0.1mm～0.2mm。

当聚乙烯管带有外层保护，无氧化层情况时，不需要刮削。

4检查配合尺寸，是为了防止不匹配的管材与管件进行连接，影响接头质量。

5校直待连接的管材、管件使其在同一轴线上，是为了防止其偏心，造成接头熔接不牢固，气密性不好。使用夹具固定管材和管件，是为了避免连接过程中连接件的移动并保证连接件同轴性，影响焊接接头质量。

6由于不同厂家生产的电熔连接机具或电熔管件的焊接参数（如：电压、加热时间）可能不同，因此，在电熔连接时，通电加热的电压和加热时间，应按电熔连接机具或电熔管件生产企业提供的参数进行设定。

扫描焊接条形码可以校核管件电阻有无异常，并可以对环境温度进行补偿。因而可避免人为操作失误导致焊接质量事故，手动输入达不到以上目的。

7冷却期间，不得移动接管道元件和在接管道元件施加任何外力，是因为聚乙烯管道电熔连接接头，只有在冷却到环境温度后，才能达到其最大焊接强度。冷却期间其他外力会使管材、管件不能保持在同一轴线上，会造成接头内应力增大，从而影响接头质量。

5.3.3 电熔鞍形连接的操作应符合下列规定：

1 确定鞍型管件与管道连接的位置。

2将管道连接部位擦拭干净，并保持干燥，采用刮刀刮除管道连接部位表皮氧化层，刮削厚度宜为0.1mm~0.2mm。

3检查电熔鞍形管件鞍形面与管道连接部位的适配性，采用支座固定管道连接部位的管段。

4通电前，将电熔鞍形管件用专用夹具固定在管道连接部位。

5 通电加热时的电压或电流、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生产企业的规定。

6焊接完成后应自然冷却，冷却期间，不得拆开夹具，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

7支管进行强度试验和气密性试验合格后，方可钻孔操作。

【条文说明】5.3.3本条参照《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002－2006编制，规定了电熔鞍形连接的具体操作要求。

1确定位置后，采用记号笔沿鞍型管件边缘划线，标志安装范围。

2 刮除管材连接部位表皮是为了去除待连接面的氧化层，清除连接面上污物。通常将未打开包装的鞍形管件放置在管道上，用记号笔粗略地画出需要刮削的范围，在刮削边界内的管道表面画上网格线，采用刮刀刮除管材连接部位表皮。4 固定电熔鞍形管件，是防止在连接过程中管件移动，影响焊接质量。用记号笔沿鞍形管件边缘在管道上画上定位线，以便检查管件在熔合期间有否有移位。

5.3.4 电熔承插连接接头的质量检验应符合下列规定，当出现不符合的情况时，应判定为不合格。

1电熔管件与管材或插口管件的轴线应对正。

2管材或插口管件在电熔管件端口处的周边表面应有明显的刮皮痕迹。

3 电熔管件端口的接缝处不应有熔融料溢出。

4 电熔管件内的电阻丝不应被挤出。

5从电熔管件上的观察孔中应能看到指示柱移动或有少量熔融料溢出，但溢料不得呈流淌状。

【条文说明】5.3.4本条规定了电熔承插连接接头质量检查的具体要求。

1连接件轴线对正性检测，保证电熔管件与管材或插口管件焊接前配合间隙均匀性且无应力，保证接口焊接后质量。

2检查周边刮痕，是为了确认已经去除焊接表面上的氧化层；已经过特殊设计带包覆热塑性防护层的部分管材可不需要刮削。

3 电熔连接是通过电阻丝加热连接部位的聚乙烯材料，使其熔融，然后连为一体，因此，在连接过程中有一定量的熔融料移动，但是，在聚乙烯管道系统的电熔管件设计时，设计有一段非加热区，足以满足正常熔融料移动要求，因此，对于聚乙烯管道系统，接缝处不应有熔融料溢出。

4电熔连接完成后，除特殊结构设计外，电熔管件中内埋电阻丝不应挤出，是因为电熔管件设计有一段非加热长度，即使在熔接过程中存在电阻丝细微位移和溢料，也不应露出电熔管件。若电阻丝存在较大位移，可能导致短路而无法完成焊接。对于特殊结构设计的电熔管件，如：管件的非加热区设计为安装导向段，其承口尺寸大于管材外径，装配后有一定缝隙，就有可能从此缝隙中看到最外匝加热丝向外位移。只要焊接过程中不发生电热丝短路，移出距离不超出管件端口，通常不会影响焊接质量。

5电熔管件上的观察孔是为了观察连接情况而专门设计的，电熔管件一般在两端部均设有观察孔，不宜设单观察孔，观察孔与电熔管件加热段相通，能观察到连接面聚乙烯熔融情况，观察孔指示柱移动或有少量熔融料溢至观察孔，说明电熔连接过程正常，但是，如果熔融料呈流淌状溢出观察孔，说明电熔连接加热过度。

5.3.5电熔鞍形连接接头的质量检验应符合下列规定，当出现不符合的情况时，应判定为不合格。

1电熔鞍形管件周边的管道表面上应有明显的刮皮痕迹。

2鞍形分支或鞍形三通的出口应垂直于管道的中心线。

3管壁不应塌陷。

4熔融料不应从鞍形管件周边溢出。

5从鞍形管件上的观察孔中应能看到指示柱移动或有少量熔融料溢出，但溢料不得呈流淌状。

【条文说明】5.3.5本条规定了电熔鞍形连接接头检查的具体要求。

1检查周边刮痕，原因同电熔承插连接质量检查。

2如果鞍形分支或鞍形三通的出口不垂直于管材的中心线，说明管件的鞍形面与管材的连接面没有完全接触，存在虚焊。

3如果管材壁塌陷，说明可能是因为施压过大，导致管壁塌陷，塌陷之处，管件的鞍形面与管材的连接面也不能完全接触，存在虚焊。

4因为鞍形管件边缘设计有一段非加热面，足以满足正常熔融料移动要求，若鞍形管件周边出现溢料，说明已过焊。

## 5.4钢塑转换管件连接

5.4.1钢塑转换管件的聚乙烯管端与聚乙烯管道或管件的连接应符合本规程热熔连接或电熔连接的相关规定。

5.4.2钢塑转换管件的钢管端与金属管道的连接应符合《工业金属管道工程施工规范》GB50235等标准对钢管焊接或法兰连接的规定。

5.4.3钢塑转换管件的钢管端与钢管焊接时，应对钢塑过渡段采取降温措施，防止塑料与金属接合部位软化。

【条文说明】5.3.3 规定此条的目的是提示操作人员，在钢管焊接时，注意焊弧高温对聚乙烯管道的不良影响，因为聚乙烯管道软化点在130℃左右、熔点在210℃左右，过高的温度会使聚乙烯管与其接合部位软化，达不到密封效果，影响钢塑转换管件的连接性能。采取降温措施是为了防止因热传导而损伤钢塑转换管件。

5.4.4钢塑转换管件连接后应对接头进行防腐处理，防腐等级应符合设计要求，并检验合格。

【条文说明】5.4.4规定此条的目的是强调钢塑转换管件连接后，应对钢管端（焊接、法兰连接、丝扣连接等）连接部位，以及连接过程中破坏的防腐层，按原设计防腐等级进行防腐处理，以保证燃气管道系统能长期使用。常采用防腐材料整体包覆方式，如喷塑等措施。

## 5.5钢塑转换法兰连接

5.5.1金属管端的法兰盘与金属管道的连接应符合《工业金属管道工程施工规范》GB50235等标准对金属管道法兰连接的规定和设计要求。

5.5.2法兰密封选用橡胶垫片，垫片质量应符合《钢制管法兰用非金属平垫片(PN系列)》HG/T 20606的相关规定。

【条文说明】5.4.5法兰垫片应有良好的密封性能、弹性和耐老化等性能。

5.5.3法兰连接件与聚乙烯管道的连接应符合下列规定：

1应将法兰盘套入待连接的法兰连接件的端部。

2应按本规程规定的热熔连接或电熔连接的要求，将法兰连接件平口端与聚乙烯管道进行连接。

5.5.4两法兰盘上螺孔应对中，法兰面相互平行，螺栓孔与螺栓直径应配套，螺栓规格应一致，螺母应在同一侧；紧固法兰盘上的螺栓应按对称顺序分次均匀紧固，不应强力组装；螺栓拧紧后宜伸出螺母1~3丝扣。法兰盘在静置8h～10h后，应二次紧固。

【条文说明】5.5.4本条规定是为了保障法兰连接时，两法兰面保持平行，连接轴线能够同心。法兰面不平行，将给安装和将来的维护管理带来麻烦。按对称顺序分次均匀紧固法兰盘上的螺栓，是为了防止发生扭曲和消除聚乙烯材料的应力。

5.5.5法兰密封面、密封件不得有影响密封性能的划痕、凹坑等缺陷，材质应符合输送城镇燃气的要求。

【条文说明】5.5.5规定法兰密封面、密封件不得有影响密封性能的划痕、凹坑等缺陷，是为了保证法兰连接的密封性；法兰密封面、密封件材质应符合输送城镇燃气的要求，是为了保证其能长期使用。

5.5.6法兰盘、紧固件应经防腐处理，并应符合设计要求。

【条文说明】5.4.6规定法兰盘、紧固件应经过防腐处理，是为了保证其能长期使用。

# 6 管道敷设

## 6.1一般规定

6.1.1 聚乙烯燃气管道敷设除应符合本规程规定外，尚应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的相关规定。

【条文说明】6.1.1 聚乙烯管道的土方工程，即施工现场安全防护、沟槽开挖、沟槽回填与路面修复、管道走向路面标志设置等基本与钢管所要求的相同。因此，本条规定土方工程应符合《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33土方工程的要求。

6.1.2聚乙烯燃气管道水平定向钻法敷设应符合现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250的相关规定。

【条文说明】6.1.2 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016对新建、扩建和改建的城镇燃气管道的穿跨越工程做了技术规定。与聚乙烯燃气管相关的部分条文要求如下：

1当中压和低压燃气管道采用PE 管时，管材性能应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯CPE) 管道系统第1 部分:管材)) GB 15558. 1 的有关规定。

2 PE 管材应采用SDR11 系列管材。

3 曲率半径不应小于PE 管管径的500 倍。

4 聚乙烯燃气管道连接前应对管材按设计要求进行核对，并应在施工现场进行外观检查，管材表面划伤深度不应超过管材壁厚的5%;

5 聚乙烯燃气管道焊接应使用全自动焊机;

6 聚乙烯管道焊接前应进行焊接工艺评定;

7 按要求对对热熔及电熔焊接后的管道进行外观检查，热熔接口应进行100%切边检查；

8 管道回拖前，应对焊接完成的管段进行水压试验；

9 回拖结束后，应将管道放置24h 以上，待管道在穿越过程中的拉伸应力充分释放后，方可与两端管道进行连接。

其他具体施工组织设计、钻进轨迹设计、回拖力计算、设备选型、泥浆配比等设计、施工工序等在《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016钟也有相应的要求。

6.1.3 聚乙烯燃气管道敷设时，管道的允许弯曲半径不应小于25倍公称直径；当弯曲管段上有承插接口时，管道的允许弯曲半径不应小于125倍公称直径。

【条文说明】6.1.3 日本煤气协会编写的《聚乙烯煤气管》中规定：（1）管段上无承插接头时，允许弯曲半径为外径20倍以上；（2）管段上有承插接头时，允许弯曲半径为外径125倍以上。

在美国《General construction specifications using polyethylene gas pipe》中也规定：（1）管段上无承插接头时，允许弯曲半径为25倍公称直径；（2）管段上有承插接头时，允许弯曲半径为125倍公称直径。

ISO/TS 10839：2000《燃气输送用聚乙烯管材和管件设计、搬运和安装规范》中规定：当弯曲半径大于或等于25倍的管材外径时，可利用其自然柔性弯曲；但不得采用机械方法或加热方法弯曲管道，并应考虑管道工作温度对最小弯曲半径的影响。

综合国外相关要求和国内多年实际操作经验，本规程确定为：聚乙烯管道允许弯曲半径不应小于25倍公称直径，当弯曲管段上有承插管件时，管道允许弯曲半径不应小于125倍公称直径。

6.1.4管道在漂浮状态下不得回填；管道在地下水位较高的地区或雨季施工时，应采取降低水位或排水措施，及时清除沟内积水。

【条文说明】6.1.4规定此条目的是为了确保管道安装位置（标高）符合设计要求和确保工程质量。管沟一般也不允许长时间泡水，否则应对管沟基础进行处理。

6.1.5当采用水平定向钻方式敷设时，宜将示踪线牢固绑在管道上一起敷设；当采用插入管方式敷设时，可不敷设警示带和示踪线，但应采用地面标志等方法进行标识。

【条文说明】6.1.5采用水平定向钻敷设和插入管敷设时，无法敷设警示带，虽可随管线敷设示踪线（带），但对于插入管敷设的聚乙烯管道也无法进行探测，为了保证管线安全，应设置地面标志或其他标识方式进行标识。

## 6.2 管道埋地敷设

6.2.1对于开挖沟槽敷设的管道（不包括喂管法埋地敷设），应在沟底标高和管基质量检查合格后，方可敷设。

【条文说明】6.2.1本条是聚乙烯燃气管道敷设前提。对于管底标高，可通过设置标高控制点，控制点之间拉通线找平，并用水准仪复测，保证基底标高符合设计要求。对于标高不符合设计要求的，应对管沟修整后，再进行管底标高复测。

检查管基质量主要包括管基密实度和有无对管道不利的废旧构筑物、硬石、垃圾等杂物，密实度对管道不均匀沉降有较大影响，杂物容易损伤管道。最终使得管道铺设后外壁与原状地基、砂石基础接触均匀无空隙。

喂管法指在机械开槽同时将管道埋入沟槽的敷设方法，常用于地质条件好，且比较宽阔的野外场所。

6.2.2管道沟槽的开挖应严格控制基底高程，不得扰动基底原状土层。基底设计标高以上150mm的原状土，应在铺管前采用人工方式清理至设计标高。

【条文说明】6.2.2 当沟槽采用原状土地基时，不能超挖扰动基底原状土层，防止降低基础强度。原状土的超挖和扰动，常因地基不平，局部或全部地基面高程低于设计标高，或者测量未经复核、无专人指挥开挖工作、操作控制不严、不预留150mm土层直接由机械开挖到底等各种原因造成。当出现超挖或者扰动时，应挖出扰动土并回填挖槽原土或换填中粗砂、素土，分层夯实到设计标高。

6.2.3管道地基的处理应符合下列规定：

1 对于软土地基，当地基承载能力不满足设计要求或由于施工降水、超挖等原因导致地基原状土被扰动而影响地基承载能力时，应按设计要求对地基进行加固处理；在达到规定的地基承载能力后，再铺垫大于或等于150mm中粗砂基础层。

2当沟槽底为岩石或坚硬物体时，铺垫中粗砂基础层的厚度应大于或等于150mm。

3在地下水水位较高、流动性较大的场地内，当管道周围土体可能发生细颗粒土流失的情况时，应沿沟槽在底部和两侧边坡上铺设土工布加以保护，且土工布单位面积的质量不宜小于250 g */* m2。

4当同一敷设区段内的地基刚度相差较大时，应采用换填垫层或其它有效措施减少管道的差异沉降，垫层厚度应视场地条件确定，但不应小于300mm。

【条文说明】6.2.3 本条针对4类不同情况，提出了地基处理的常规做法，以确保地基基础质量。聚乙烯燃气管道是柔性管道，按管土共同工作原理共同承担外部荷载的作用力，管底垫层和周围土壤的密实度，决定了“管道-土壤”系统的负载能力，所以管底土壤必须认真处理。清除坚硬的物块，避免管道受到集中应力的作用；将管底夯实，使管底有足够的支撑力。

6.2.4 管道沟槽的沟底宽度和工作坑尺寸，应根据现场实际情况和管道敷设方法确定，可按下列公式计算：

1 单管敷设（沟边连接）：

*a* = *dn*＋ 0.3 （6.2.3-1）

2 双管同沟敷设（沟边连接）：

*a* = *dn*1 + *dn*2 + *s* + 0.3 （6.2.3-2）

式中*a* —— 沟底宽度（m）；

*dn*—— 管道公称外径（m）；

*dn*1 —— 第一条管道公称外径（m）；

*dn*2 —— 第二条管道公称外径（m）；

*s* —— 两管之间设计净距（m）。

3 当管道必须在沟底连接时，可采用挖工作坑或加大沟底宽度的方法，以满足连接机具工作的需要。

【条文说明】6.2.4 槽底开挖宽度除满足安装尺寸要求以外，还应考虑管道不受破坏，不影响工程试验和验收工作。由于各施工单位的技术水平、施工机具和施工方法各不相同，以及施工现场环境不同，沟底宽度可根据具体情况确定。

6.2.5聚乙烯燃气管道下管时，不得采用金属材料直接捆扎和吊运管道，并应防止管道划伤、扭曲，且防止管道出现过大的拉伸和弯曲。

【条文说明】6.2.5管道表面较柔软，使用非金属绳（带）吊装是防止塑料管道表面划伤。划伤管道在运行过程中受外力作用，遇到溶剂或表面活性剂，加速伤痕扩展，导致管道破坏。

6.2.6聚乙烯燃气管道宜呈蜿蜒状敷设，并可随地形在一定的起伏范围内自然弯曲敷设。管道的弯曲半径应符合本规程第6.1.3条的规定，不得使用机械或加热方法弯曲管道。

【条文说明】6.2.6聚乙烯管道的线膨胀系数较大，为钢管10倍以上，蜿蜒状敷设起到一定的热胀冷缩的补偿作用，适应管道热胀冷缩的变化。因此可利用聚乙烯管道柔性，蜿蜒敷设或随地形自然弯曲敷设。

6.2.7示踪线、地面标志、警示带、保护板的敷设和设置应符合以下要求：

1 示踪线应敷设在聚乙烯燃气管道的正上方；并应有良好的导电性和有效的电气连接，示踪线上应设置信号源井，可以利用邻近聚乙烯管道的燃气阀门井做信号源井。

2 地面标志应随管道走向设置，并应符合国家现行标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33和《城镇燃气标志标准》CJJ/T153的相关规定。

3 警示带敷设应符合下列规定：

1）警示带宜敷设在管顶上方300mm～500mm处，但不得在路基或路面里；

2）对于公称外径小于400mm的管道，可在管道正上方敷设一条警示带；对于公称外径大于或等于400mm的管道，应在管道正上方平行敷设2条水平净距100mm～200mm的警示带；

3）警示带宜采用聚乙烯或不易分解的材料制造，颜色应为黄色，且在警示带上印有醒目、永久性警示语。

4 保护板应有足够的强度，且上面应有明显的警示标识；保护板应敷设在管道上方距管顶大于200mm、距地面300mm～500mm处，但不得在路基或路面里。

【条文说明】6.2.7 本条规定了示踪线、地面标志、警示带的安装要求，对其他示踪、标志、警示方式不做规定。

警示装置是为了在第三方施工时，提醒施工人员，挖到此警示装置时要注意下面有燃气管道，小心开挖，避免损坏燃气管道。敷设警示装置对保护燃气管道被意外破坏是十分有效的方法。目前最常用的警示装置是警示带，有的燃气公司也采用警示板等方式。聚乙烯管道的警示带，与钢管所要求的相同。警示带与管道一样，应具有不低于50年的寿命，同时标有醒目的提示字样。因此，本条规定地面标志应符合《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33和《城镇燃气标志标准》CJJ/T153的要求。

保护板应具有良好的韧性，抗变形、抗冲击能力强；保护板敷设位置是考虑了当保护板被局部贯穿时，不会直接伤到PE管。

6.2.8采用拖管法埋地敷设时，在管道拖拉的过程中，沟底不应有可能损伤管道表面的石块和尖凸物，拖拉长度不宜超过300m。最大拖拉力可按下式计算：

** （3）

式中*F* —— 允许拖拉力（N）；

*d*n —— 管道公称外径（mm）；

*SDR* —— 标准尺寸比。

【条文说明】6.2.8拖管法施工是将聚乙烯盘管或已焊接好的聚乙烯直管拖入沟槽，拖管法一般用于支管（盘管敷设）或施工条件受限制的管段的敷设。若沟底有石块和尖凸物等，会对管道造成划伤，划伤的管道在运行中受外力作用，如再遇到表面活性剂（如洗涤剂），会加速伤痕扩展，可能导致管道破坏。

拖管法施工，管道不宜过长或受拉力过大，否则管道的扭曲、过大的拉力和弯曲都会产生附加应力，对管道安全运行不利。因此，本条规定“沟底不应有在管道拖拉过程中可能损伤管道表面的石块和尖凸物，拖拉长度不宜超过300m”。另外，拉力过大会损坏管道。本条最大拉力规定与《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》(CJJ/T250-2016)公式一致，也与ISO/TS 10839：2000《燃气输送用聚乙烯管材和管件设计、搬运和安装规范》和EN 12007《燃气供应系统——最大工作压力超过16巴的管线》标准规定一致。EN 12007《燃气供应系统——最大工作压力超过16巴的管线》标准规定按下列公式计算：

** （2）

式中*F* —— 允许拖拉力（N）；

*d*e —— 管道公称外径（mm）；

*SDR* —— 标准尺寸比；

14为屈服强度，单位为MPa，3为安全系数。

对于拖拉力规定，国外计算方法不同，如在美国煤气协会编写的《塑料煤气管手册—2001年版》中规定：拖拉力不得大于管材屈服拉伸应力的50%。

EN 12007拖拉力公式计算比较保守，不区分PE80和PE100材料等级。而PE80屈服强度一般取14MPa~18MPa，PE100取20~24MPa，具体数值由管材生产厂商提供。

部分专家认为对于最大拖拉力应当考虑管道混配料级别，引入管材的屈服强度，与CJJ/T 147-2010 标准相一致，计算公式如下：

 （3）

式中：*F*—管道能承受的最大回拖力（N）；

*σ*—管材的屈服强度（MPa），PE80管材取16MPa，PE100管材取20MPa，或实测值；

*D*1—管道外径（mm）；

*D*0—管道内径（mm）；

N—安全系数，根据工程情况取2.0~3.0。

6.2.9管道敷设完毕并经外观检验合格后，应及时进行沟槽回填。管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于0.5m。

【条文说明】6.2.9管道尽快回填是尽可能减小环境温度升降对已连接管道纵向伸缩的影响，并防止管道受到意外损伤。对回填高度做规定，是考虑到强度试验安全和试验可操作性，回填土及压实能有效抵抗压力试验时管道内压另外防止压力试验时管道移动。

本条规定与对钢管回填的要求不一致。原因首先是聚乙烯管道不同于钢管需要在压力试验合格后再对接口做防腐，其次是聚乙烯管道接头裸露可能引起管道自身应力变化。强度试验和严密性试验合格后，应及时回填其余部分，以防止行人摔入造成事故或影响交通出行。

6.2.10管道沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行，并应保证管道不产生位移。

【条文说明】6.2.10规定从管道两侧对称均衡回填是为了防止回填时管道产生位移。

6.2.11管道沟槽回填时，不得回填淤泥、有机物或冻土，回填土中不得含有石块、砖及其它杂物。

【条文说明】6.2.11规定回填土中不得含有石块、砖及其它杂硬物体，是为了防止砖、石等硬物损伤塑料管道。槽底至管顶以上500mm范围内，土中不得含有机物、冻土以及大于50mm的砖、石等硬块。冬期回填时管顶以上500mm范围以外可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总体积15%，且冻块尺寸不得超过100mm。最终使得管道铺设后外壁与原状地基、砂石基础接触均匀无空隙。

6.2.12管道回填施工应符合下列规定：

1管底基础至管顶以上0.5m范围内，应采用人工回填和轻型压实设备夯实方式，不得采用机械推土回填。

2回填、夯实应分层对称进行，每层回填土的高度应为200mm~300mm，不得单侧回填、夯实。

3管顶0.5m以上采用机械回填压实时，应从管轴线两侧同时均匀进行，并夯实、碾压。

【条文说明】6.2.12塑料管道是柔性管道，按柔性管道设计理论，应按管土共同作用原理来承担外部荷载的作用力。管区回填从管道基础、管道与基础之间的三角区和管道两侧的回填材料及其压实系数对管道受力状态和变形大小影响极大，必须严格控制，并按回填工艺要求进行分层回填，压实和压实系数检验，使之符合设计要求。

6.2.13管道回填材料、回填土压实系数等应符合设计要求确定，设计无要求时，应符合表6.2.13的规定。

表6.2.13沟槽回填土压实系数与回填材料

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 填土部位 | | 压实系数（%） | 回填材料 |
| 管道  基础 | 管底基础 | 85~90 | 中粗砂、素土 |
| 管道有效支撑角范围 | ≥95 |
| 管道两侧 | | ≥95 | 中粗砂、素土或符合要求的原土 |
| 管顶  以上  0.5m内 | 管道两侧 | ≥90 |
| 管道上部 | 85±2 |
| 管顶0.5m以上 | | ≥90 | 原土 |

注：回填土的压实系数，除设计要求采用重型击实标准外，其他皆以轻型击实标准试验获得最大干密度为100%。

【条文说明】6.2.13沟槽回填土压实系数与回填材料示意见下图：

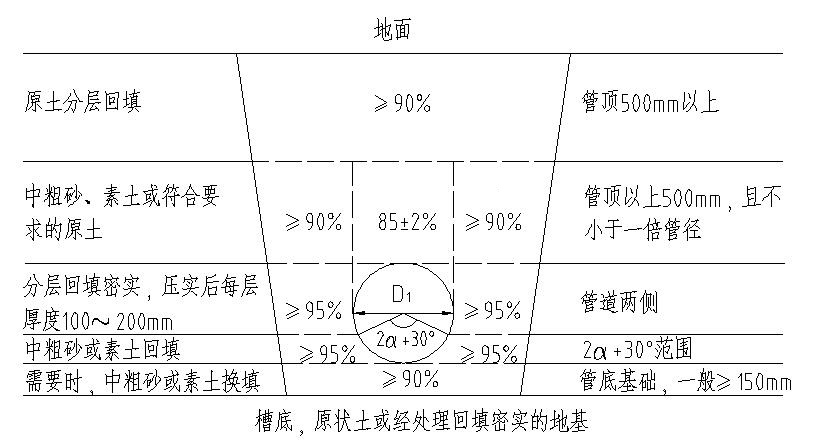


图3 沟槽回填土压实系数和回填材料示意图

注：2α为设计计算基础支承角

6.2.14对于埋深无法满足本规程4.3.3条要求的中压和低压庭院管道，可采取砌筑沟槽保护等方法敷设。当采用砌筑沟槽方式敷设时，沟槽中的管道应自然蜿蜒敷设，且管道四周的沟槽内应填满砂，沟槽上部应加设盖板。对于高出地表的沟槽还应加设醒目标志。

【条文说明】6.2.14随着城市高层建筑的增多，小区庭院地下建设地下停车场的越来越多，燃气管道在庭院中敷设经常需敷设在停车场混凝土顶板之上，埋深无法满足要求，甚至无法埋设。对于这种情况，可以采用砌筑沟槽等保护方法进行敷设。敷设在砖槽内的聚乙烯燃气管道底部与地下停车场混凝土顶板之间至少应有100mm的填砂隔离。应保证工作温度符合本规程1.0.2的规定，而且管道应自然蜿蜒敷设，以减少热胀冷缩对管道的影响。对于高出地面的沟槽，应加设明显标志，以防燃气管道砖槽受到破坏。

## 6.3 插入管敷设

6.3.1 本节适用于外径不大于旧管内径90%的直管段插入管的敷设。插入管敷设除应符合本标准的规定外，还应符合现行行业标准《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T147的相关规定。

【条文说明】6.3.1 插入敷设方法种类很多，常见的有：直接插入法、内衬插入法、爆管插入法等。本节规定的插入法适用于插入管外径不大于旧管内径90%的插入敷设方法。

6.3.2 插入的起止段应开挖工作坑，其长度应满足施工要求，并应保证管道的弯曲半径符合本规程第6.1.2条的规定，每次插入敷设的管道长度不宜超过300m。

【条文说明】6.3.2 规定此条目的是为了便于插入管敷设施工和保证管道弯曲半径不超过其允许弯曲半径。“插入施工的管道长度不宜超过300m”，是考虑插入管在插入过程中与旧管壁摩擦及可能划伤的影响，同时也考虑到与拖管法施工规定的允许拖拉长度相对应。国内外一些燃气管道工程施工证明该尺寸是可靠的。如：北京新华门前760米*DN*400钢管内插*dn*250PE管，分两段内插，每段300多米；美国洛杉矶3公里*DN*300钢管，内插*dn*200PE管平均一次铺设管道547米，最长的一次铺设管道882米。

6.3.3 管道插入前，应使用清管设备清除旧管内壁的沉积物、尖锐毛刺、焊瘤和其他杂物，并采用压缩空气吹净管内杂物。必要时，应采用管道内窥镜检查旧管内壁污物和尖锐毛刺情况，或采用将检查用聚乙烯管段拉过旧管，通过检查表面划痕，判断旧管内壁污物和尖锐毛刺情况。

【条文说明】6.3.3 旧管内壁沉积物、尖锐毛刺、焊瘤和其他杂物，减小了旧管内径，并且在拉管时容易划伤插入管表面，影响插入管敷设，因此要求旧管内壁上的沉积物、尖锐毛刺、焊瘤和其他杂物必须要清除，清除方法很多，只要能达到清除目的均可。吹净旧管内杂物，是为了防止被清除的杂物堵塞管道，同时施工操作人员通过检查吹出的杂物量来判定旧管内沉积物的清除程度。必要时先拉过一段聚乙烯管段来检查和判定旧管内壁对插入管影响程度。

6.3.4 插入敷设的管道采用热熔连接或电熔连接时，应符合本规程第5章的规定。

【条文说明】6.3.4 工程上小口径管一般直接采用盘管插入敷设，需采用热熔连接和电熔连接连接应满足第5章要求。

6.3.5 管道插入前，应对已连接管道的全部焊缝逐个进行检查，热熔对接接头应进行100%焊口卷边切除检查。

【条文说明】6.3.5热熔对接焊口应进行100%焊口卷边切除检查是为了焊口的熔接质量。

6.3.6 插入敷设时，应在旧管插入端口加装一个硬度较小的漏斗形导滑口。

【条文说明】6.3.6 加装一个硬度较小的漏斗形导滑口是为了防止插入施工时，金属旧管端口毛刺损坏插入管表面，因为管道表面划伤是运行过程中产生应力开裂的诱因。

6.3.7插入管伸出旧管端口的长度应满足管道缩径恢复、管道收缩和管道连接的要求，并应稍长于旧的修复管段。

【条文说明】6.3.7规定此条目的是为了插入管之间连接方便和满足管道缩径恢复、收缩的需要。稍长于旧管道能多拉出一段，可对表面划伤情况进行检查。

6.3.8在两个插入段之间应留出冷缩余量和管道不均匀沉降余量，并应在每段的适当位置加以固定。在插入管与旧管之间的环形空间和各管段的端口应采用柔性材料进行封堵。管段之间的旧管开口处应设套管进行保护。

【条文说明】6.3.8由于聚乙烯管道热胀冷缩比钢管大得多，留出冷缩余量和铆固或固定，是为了防止温度下降时产生过大拉力。在各管段端口，插入管与旧管之间的环形空间要求密封是为了防止地下水进入旧管与插入管的夹层，腐蚀旧管内壁，降低旧管对插入管的保护作用，以及积水在冬季结冰挤压插入管。管段之间的旧管开口处规定设套管保护是为了保护插入管。

6.3.9对于两个插入管之间的连接和在插入管上接出支管的操作，应在管道插入至少24h且插入管的应力变形恢复后，方可进行。

【条文说明】6.3.9 由于在插入管施工时，拉应力使插入管伸长，因此，只有在插入管恢复自然后，才能保证接分支管位置准确，连接可靠。一般拖拉长度在300m左右的管道，恢复时间需要24h左右。

# 7 试验与验收

## 7.1 一般规定

7.1.1管道的试验与验收除应符合本规程的规定外，还应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的相关规定。

【条文说明】7.1.1由于聚乙烯管道在试验与验收方面与金属管道相比，很多方面是相同的，为避免标准内容的重复，本节重点规定了针对聚乙烯管道一些特殊要求，其他要求执行现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的规定。

7.1.2管道安装完毕后，应依次进行管道吹扫、强度试验和严密性试验，并应符合以下规定：

1采用开槽敷设的聚乙烯管道应在回填土回填至管顶0.5m以上后，依次进行吹扫、强度试验和严密性试验。

2采用水平定向钻敷设和插入法敷设的聚乙烯管道，应在敷设前对管段依次进行吹扫、强度试验和严密性试验；在吹扫和试验前，应对管道采取临时安全加固措施。在回拖或插入后，应随同管道系统再次进行严密性试验。

3采用管沟敷设的聚乙烯管道应在管道填沙并加盖保护盖板后，依次对管道进行吹扫、强度试验和严密性试验。

【条文说明】7.1.2管道试验时，为了减少环境温度的变化对试验的影响，和压力试验使管道移位，因此，要求埋地管道应回填至管道上方0.5m以上后进行试验。在试验时，焊口是需要进行泄漏检查的，因此不能填埋。

采用水平定向钻敷设和插入法敷设的聚乙烯管道，铺设前对已经连接好的管道依次进行进行吹扫、强度试验和严密性试验检，是为了检查已连接好的管道是否漏气，避免插入后返工。严密性试验可采用肥皂水查找漏点方式进行严密性检查。

采用砌筑沟槽敷设的聚乙烯管道应在管道填沙并加盖保护盖板后进行试验，主要考虑的是安全问题。

7.1.3管道吹扫、强度试验和严密性试验的介质可采用压缩空气、氮气或惰性气体，其温度不宜超过40℃；当采用压缩空气时，在压缩机的出口端应安装油水分离器和过滤器。聚乙烯阀门的放散口不得作为试验介质的进、出气口。

【条文说明】7.1.3吹扫及试验介质采用压缩空气、氮气或惰性气体，是因为聚乙烯管道内壁较干净、光滑，采用气体吹扫效果也较好。国外也有用天然气或水。由于天然气不安全，且浪费燃料；水在冬天容易结冰，而且残留在管道中对运行不利，不建议采用。由于夏天气温较高，尤其是南方地区，气温达30～40℃，此时吹扫要特别注意吹扫气体的温度，尽量不要超过40℃，否则要采取措施，避免管道受到损害。

压缩空气是由压缩机提供，压缩机使用的油和寒冷冬天使用的防冻剂容

易随压缩空气流入管道内，油和防冻剂会对管道产生不良影响，故本条规定在压

缩机出口端安装分离器和过滤器，防止有害物质进入管道。空气压缩机的选用，视试验管道的管径和长度而定。

对于DN90及以上管道，可采用海绵球清管，能取得良好效果。

PE阀门的放散口不得作为试验介质的进、出气口，以防放散口失效或存在安全隐患。

7.1.4在管道吹扫、强度试验和严密性试验时，管道应与无关系统和已运行的系统隔离，并应设置明显标志，不得采用关闭阀门的方式进行隔离。

【条文说明】7.1.4 在吹扫、强度试验和严密性试验时，待试管道与无关管道系统和已运行的管道系统隔离是十分重要，否则试验和验收很难完成。与现已运行的燃气管道隔离，若采用阀门隔离，可能因阀门内漏无法完成试验和验收，还可能因空气进入已运行的燃气管道或已运行的燃气管道内的燃气进入待试管道而发生事故。

7.1.5在进行强度试验和严密性试验前，管道系统应具备下列条件：

1应编制完成强度试验和严密性试验的试验方案。

2 管道系统安装检查应合格。

3 管件的支墩和锚固设施已达到设计强度；未设支墩及锚固设施的弯头和三通已采取加固措施，压力试验的进气口已固定牢固。

4 试验管段的所有敞口应封堵完毕，且不得采用阀门作为堵板。

5 管道试验段的所有阀门应全部开启。

6 管道应吹扫完毕。

7.1.6进行强度试验和严密性试验时，漏气检查可使用洗涤剂或肥皂液等，检查完毕后，应及时用水冲去管道上的洗涤剂或肥皂液。

【条文说明】7.1.6进行强度试验和严密性试验时，一般都是使用肥皂液或洗涤液做检漏液，其原因是因为肥皂液或洗涤液价格便宜、得来容易。由于肥皂液或洗涤液是一种表面活性剂，聚乙烯材料在其内部变形达到某一临界值，肥皂液或洗涤液等表面活性剂会加速聚乙烯材料出现应力开裂，因此检查完毕应及时用水冲去。

7.1.7聚乙烯管道进行强度试验和严密性试验时，必须待压力降至大气压后，方可对所发现的缺陷进行处理，处理合格后应重新进行试验。

【条文说明】7.1.7规定此条目的是为了保证施工安全，带压操作是极其危险的。

7.1.8 对于无法进行强度试验和严密性试验的碰头焊口，应进行带气检漏。对于热熔对接焊口，还应进行100%卷边切除检查。

【条文说明】7.1.8在碰头施工中，经常会有无法进行强度试验和严密性试验的熔口出现，聚乙烯管道无法进行无损检测，只能进行带气检漏。对于此类热熔对接焊口，进行100%卷边切除检查焊口的焊接质量。

7.1.9 阀门和凝水缸在正式安装前，应按其产品标准要求单独进行强度试验和严密性试验检查。

【条文说明】7.1.9根据CJJ33规定编写。聚乙烯阀门实验应按GB15558.3-2008规定进行壳体实验和密封试验。

## 7.2 管道吹扫

7.2.1管道安装完毕后，应由施工单位负责组织吹扫工作，并应在吹扫前编制吹扫方案。

【条文说明】7.2.1制定吹扫方案是为了便于组织实施，吹扫方案包括：吹扫的起点和终点；吹扫压力及压力表的安装位置；吹扫介质及吹扫设备；吹扫顺序及调度方法；调压器、凝水缸、阀门、孔板、过滤网、燃气表的保护措施；吹扫应采取的安全措施及安全培训等。

7.2.2 吹扫口应设置在开阔地段，并应对吹扫口采取加固措施；排气口应采用金属阀门并进行接地。吹扫时，应划定工作区和安全区，吹扫出口处严禁站人。

【条文说明】7.2.2吹扫口采取加固措施是为了防止在吹扫过程中吹扫口被损坏而脱落造成事故，在以往的施工中有过此类教训。吹扫出口是整个吹扫段最应注意安全的地方，设安全区域并由专人负责安全是十分必要的。

排气口采用塑料阀门极易造成阀门损坏，因此应采用金属阀门。排气口应采取防静电措施，如使用钢管接地等，避免静电积聚造成人身伤害或其他危险，静电火花有可能引燃燃气与空气的混合气。

7.2.3吹扫压力不应大于管道的设计压力，且不应大于0.3MPa，气体流速不宜小于20m/s。

【条文说明】7.2.3吹扫压力不应大于0.3MPa，是为了保证吹扫安全和管道不被损伤。吹扫气体的流速过小不能吹净管道中杂物，因此，规定吹扫气体流速不宜小于20m/s。

7.2.4每次吹扫管道的长度，应根据吹扫介质、压力、气量确定，且不宜大于1000m。

【条文说明】7.2.4每次吹扫管段的长度不宜超过1000m，是考虑到采用气体吹扫的方法，过长的管段很难吹扫干净，且考虑到聚乙烯管施工中不会产生焊渣等较重杂物。且聚乙烯管内壁光滑，因此吹扫长度加长至1000m。当超过1000m时，在吹扫时应根据具体情况合理安排，分段吹扫。

7.2.5当管道长度大于200m，且无其他管段或储气容器可利用时，应在适当部位安装分段吹扫阀，采取分段储气，轮换吹扫；当管道长度不大于200m时，可采用管道自身储气放散的方式吹扫。

【条文说明】7.2.5在实际操作中，如管道施工中未有泥沙进入，长度在200m以下采用管道自身储气放散的方式吹扫，吹扫效果都能满足要求。

7.2.6吹扫口与地面的夹角应在30°~45°之间，吹扫口管段与被吹扫管段应采取平缓过渡焊接方式连接，吹扫口直径应符合表7.2.6的规定。

表7.2.6吹扫口直径(mm)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 末端管道公称外径dn | dn＜160 | 160≤dn≤315 | dn≥355 |
| 吹扫口公称外径 | 与管道同径 | ≥160 | ≥250 |

【条文说明】7.2.6吹扫口与地面的夹角过大或吹扫管段与被吹扫管段不采取平缓过渡对焊，吹扫时会增大吹扫管段的受力，影响吹扫口的稳定，甚至损坏吹扫口。吹扫口直径应符合规定，吹扫口过小管道内的气体流速可能达不到吹扫要求，管道内过大的物体不能通过吹扫口，而且造成吹扫口的气体流速过大，影响吹扫口的稳定和造成较大的噪声。

7.2.7 调压器、凝水缸、阀门等装置不应参与吹扫，应待吹扫合格后再进行安装。

【条文说明】7.2.7 规定此条目的是为了保证附属设备不被损坏。

7.2.8 当目测排气无烟尘时，应在排气口处设置白布或涂白漆木的靶板进行检验，5min内靶上无尘土、塑料碎屑等杂物为合格。吹扫应反复进行数次，直至确认吹净为止，同时应做好记录。

7.2.9 在吹扫合格、设备复位后，不得再进行影响管内清洁的作业。

## 7.3 强度试验

7.3.1管道系统应分段进行强度试验，试验管道长度不宜超过1000m。

【条文说明】7.3.1分段进行压力试验是为了缩短在城市施工的占道时间，是考虑到试验管段过长，一旦试验不合格将给查找漏点带来难度。同时聚乙烯管道弹性模量较低，具有一定的柔性，长度过长情况下，会导致压力不稳或上升不去，导致打气过多，具有安全隐患。

7.3.2强度试验用的压力计应在校验有效期内，其量程应为试验压力的1.5倍～2倍，其精度不得低于1.5 级。

【条文说明】7.3.2本条规定参照CJJ33-2005 第12.3.4条编制。

7.3.3 强度试验压力应为设计压力的1.5倍，且最低试验压力应符合下列规定：

1*SDR*11聚乙烯管道不应小于0.40MPa。

2*SDR*17聚乙烯管道不应小于0.20MPa。

【条文说明】7.3.3本条规定参照CJJ33-2005 制定。

7.3.4进行强度试验时，压力应缓慢上升，当升至试验压力的50%时，应进行初检；如无泄漏和异常现象，则应继续缓慢升压至试验压力。达到试验压力后，宜在稳压1h后观察压力计，当在30min内无明显压力降时，可认定为合格。

【条文说明】7.3.4根据管道设计压力的不同，升至试验压力的不同阶段后进行初检以防止意外的发生，初检可观察压力表有无持续下降；接头、管道设备和管件有无泄漏、异常等。“稳压1h后，观察压力计不应少于30min，无明显压力降为合格”是根据CJJ33-2005的规定和工程实践经验确定，并经工程实践检验是可靠的。

7.3.5对于经分段试压合格管段之间的接头，经外观检验合格后，可不再进行强度试验。

【条文说明】7.3.5管段相互连接的接头外观检验，对于热熔对接连接，按本规

程第5.2.3条规定进行卷边对称性检验、接头对正性检验和卷边切除检验；对于电熔连接的外观检查，按本规程第5.3节电熔承插连接的规定进行。

## 7.4 严密性试验

7.4.1聚乙烯管道严密性试验应按现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的规定执行。

【条文说明】7.4.1对于聚乙烯管道的严密性试验，在国外，其试验方法与钢管基本一致，在我国，过去几年内敷设的聚乙烯管道的严密性试验均执行CJJ33的规定，效果良好。因此，本规程严密性试验直接引用现行的CJJ33的严密性试验要求。

管道穿越严密性试验应在强度试验合格后进行，但对于设计未规定作强度试验时，可直接进行严密性试验。

严密性试验的升压速度不宜过快，当管内压力达到试验压力后，应保持一定时间，待管内介质温度和土壤温度平衡，管道径向膨胀稳定后，再进行压力监测。

7.4.2聚乙烯燃气管道严密性试验的稳压时间应在满足下列要求后，方可进行压力记录：

1 当设计压力不大于0.4MPa时，应稳压24h。

2 当设计压力大于0.4MPa时，应稳压48h。

【条文说明】7.4.2 严密性试验的升压速度不宜过快，当管内压力达到试验压力后，应保持一定时间，待管内介质温度和土壤温度平衡，管道径向膨胀稳定后，再进行压力监测。

## 7.5 工程竣工验收

7.5.1聚乙烯燃气管道工程的竣工验收应按现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的规定执行。

【条文说明】7.5.1聚乙烯管道工程竣工验收应符合现行国家行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33-2005第12.5节的规定。工程竣工验收中所依据的相关标准可以是地方或企业标准，但其标准中的要求不得低于国家现行相关标准。

7.5.2工程竣工资料除应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33的规定外，还应包括下列检验合格记录：

1聚乙烯管道熔接记录（见附录A）。

2焊口编号示意图（见附录B）。

3热熔对接焊口卷边切除检查记录（见附录C）。

4示踪线竣工验收检查记录（见附录D）。

5水平定向穿越竣工后，需提交测量报告和测量成果图。

【条文说明】7.5.2本条规定了《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33-2005第12.5节工程竣工验收中未包含的内容。

# 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条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

* + 1. 《城镇燃气设计规范》GB 50028
    2. 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33
    3. 《城镇燃气管道非开挖修复更新工程》CJJ/T 147
    4. 《城镇燃气标志标准》CJJ/T153
    5. 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250
    6. 《流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法》GB/T 6111
    7. 《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统\_第1部分：管材》GB 15558.1
    8. 《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第2部分：管件》GB 15558.2
    9. 《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第3部分：阀门》GB 15558.3
    10. 《塑料管材和管件聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》GB/T 19806
    11. 《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》GB/T 19808
    12. 《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》GB/T 19810
    13. 《塑料管材和管件聚乙烯系统熔接设备第1部分热熔对接》GB20674.1
    14. 《塑料管材和管件聚乙烯系统熔接设备第2部分电熔连接》GB20674.2
    15. 《燃气用聚乙烯管道系统的机械管件第1部分：公称外径不大于63mm的管材用钢塑转换管件》GB 26255.1
    16. 《燃气用聚乙烯（PE）管道系统的机械管件第2部分：公称外径大于63mm的管材用钢塑转换管件》GB 26255.2
    17. 《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/T32434
    18. 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSG D2002
    19. 《钢制管法兰用非金属平垫片(PN系列)》HG/T 20606
    20. 《工业金属管道工程施工规范》GB50235

# 附录A聚乙烯管道熔接记录表

工程名称：工程编号：施工单位：

施工地点：

焊接环境：晴/雨: 气温：风力：焊口使用材料批号:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 熔口  编号 | 焊工  姓名 | 焊工  证号 | 熔接  日期 | 管径/壁厚  （mm） | 熔接  形式 | 熔接温  度或熔  接电压 | 熔接  时间  （s） | 冷却  时间  （min） | 卷边高度/  宽度或插入  深度(mm) | 溢出料  溢出  情况 | 备注 |
|
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 施工员 | |  | | | | 质检员 | |  | 监理（建设单位现场员） | |  |

# 附录B焊口编号示意图

编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 焊口编号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 卷边切除检查编号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 管线长度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# 附录C热熔对接焊口卷边切除检查记录表

编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 卷边切除检查编号 | 卷边切除操作人 | 检查时间 | 焊口切除前检查情况 | | 卷边实心圆滑  根部较宽 | 卷边切除处存在缺陷 | | | | 背弯实验情况 | | |
| 卷边对称性 | 接头对正性 | 杂质 | 气孔 | 扭曲 | 损坏 | 开裂 | 裂缝 | 接缝处熔合线 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 质检员 | |  | | | | 监理 | | |  | | | |

# 附录D示踪线竣工验收检查记录表

工程名称：

施工承包单位：检查日期：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 起点  （信号井编号） | 终点  （信号井编号） | 长度  （m） | 接头数量  （个） | 示踪线外观检查1 | 接头紧密性检查2 | 导电性检查3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 建设单位 | 监理单位 | 施工单位 |

**备注:**

\*1 外观检查:要求示踪线外防腐层无破损、打结。

\*2 接头紧密性检查：应使用专用连接器，连接接头应结合严密，无松脱、金属线裸露等情况。

\*3 导通性检查：通过检测电流或电阻确定，无断路、无电流/电阻值异常为合格。