

砂石基础接触均匀无空隙。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.3.4 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。

示踪线上的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。示踪线必须进行导通性试验，防止施工过程中被拉断。

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现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 和《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 的要求。

保护板应具有足够的韧性，抗变形、抗冲击能力，一般应能够抵御人工镐锤挖掘破坏；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。

6.3.5 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现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250 公式一致，也与《燃气输送用聚乙烯管材和管件 设计、搬运和安装规范》ISO/TS 10839: 2000、《燃气基础设施 最大工作压力小于等于 16bar 的管道》EN 12007 等标准规定一致。其中 EN 12007 标准规定按下式计算：

$$F \leq \frac{14\pi d_n^2}{3SDR} \quad (2)$$

式中：F——允许拖拉力 (N)；

d_n ——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%。

《燃气基础设施 最大工作压力小于等于 16bar 的管道》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 MPa~24MPa，具体数值由管材生产厂商提供。

部分专家认为对于允许拖拉力应当考虑管道混配料级别，引入管材的屈服强度，与现行行业标准《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 规定相一致，计算公式如下：

$$F = \frac{\sigma}{N} \times \frac{\pi(D_1^2 - D_0^2)}{4} \approx \frac{\sigma}{N} \times \frac{\pi D_1^2}{SDR} \quad (3)$$

- 式中： F ——允许拖拉力（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。

6.4 沟槽回填

6.4.1 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。同时覆土可以减少太阳直射导致管道温度上升，影响压力变化。

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。

6.4.2 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。

6.4.3 规定回填土中不得含有石块、砖及其他杂硬物体，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。

6.4.4 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。

6.4.5 沟槽回填土压实系数与回填材料示意图 2。

地面		
原土分层回填	$\geq 90\%$	管顶500mm以上
中粗砂、素土或符合要求的原土	$\geq 90\%$ $\geq 90\%$ $\geq 90\%$	管顶以上500mm, 且不小于一倍管径
分层回填密实, 压实后每层厚度(100~200)mm	$\geq 95\%$ $\geq 95\%$	管道两侧
中粗砂或素土回填	$\geq 95\%$ $\geq 95\%$	$2\alpha+30^\circ$ 范围
需要时, 中粗砂或素土换填	$\geq 90\%$	管底基础, 一般 ≥ 150 mm
槽底, 原状土或经处理回填密实的地基		

图 2 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。

6.4.6 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标准第 1.0.2 条的规定, 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, 以防燃气管道沟槽受到破坏。

7 试验与验收

7.1 一般规定

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的一些特殊要求，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》CJJ 33的规定。

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。

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

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 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 $d_n \geq 90$ 及以上管道，可采用海绵球清管，能取得良好效果。聚乙烯阀门的放散口如采用 PE 阀门时，不应作为试验介质的进、出气口，以防放散口失效或存在安全隐患。但放散口采用金属阀门时，又无其他位置可做实验介质的进、出气口，放散口经加固处理后，可作为实验介质的进、出气口使用。但放散口金属阀门在实验过程中应始终处于全开状态，由另行安装的实验用金属阀门控制进、出气。

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。

7.1.6 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，其原因是肥皂液或洗涤液价格便宜且易得。但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 本条是强制性条文。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 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接口出现，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，还应进行 100% 卷边切除检查，以保证接口的熔接质量。

7.2 管道吹扫

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 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。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 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过大或吹扫管段与被吹扫口管段不采取平缓过渡对焊连接，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 规定此条目的是为了为了保证附属设备不被损坏。

7.3 强度试验

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，

不宜超过 1000m 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，会导致压力不易上升。

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，观察压力表计不应少于 30min，无明显压力降为合格”是根据现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 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 管段相互连接的接头外观检验，对于热熔对接连接，按本标准第 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，按本标准第 5.3 节电熔连接的规定进行。

7.4 严密性试验

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现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 的规定，效果良好。因此，本标准严密性试验直接引用现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 的严密性试验要求。

7.4.2 对于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。全国各地因地区和季节的不同，温度差异较大。温度低，管道径向膨胀稳定的时间就短，各地可根据自己的经验确定该时间。