



CECS 164 : 2004

---

中国工程建设标准化协会标准

# 埋地聚乙烯排水管道工程 技术规程

Technical specification for buried PE  
pipeline of sewer engineering

中国工程建设标准化协会标准

# 埋地聚乙烯排水管道工程 技术规程

Technical specification for buried PE  
pipeline of sewer engineering

**CECS 164:2004**

主编单位:上海市城市建设设计研究院

批准单位:中国工程建设标准化协会

施行日期:2004年6月1日

## 前 言

根据中国工程建设标准化协会建标协字(2001)第 10 号《关于印发中国工程建设标准化协会 2001 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制订本规程。

国内将聚乙烯(PE)管材推广应用于埋地排水管道工程已经起步,通过各地区的工程实践,效果良好。本规程是在各地对聚乙烯排水管道的试验研究和工程试点应用成果的基础上,参照国内外一些相关标准编制的。目前,国内生产的可用于埋地排水管道的聚乙烯管材,规格品种较多,性能各异,不可能都详述在本规程中。本规程所规定的管材,以在排水管道工程中通用性较强和使用最广的双壁波纹管 and 缠绕结构壁管为主,应用其他类型管材时,可参照条文中相关规定执行。

根据国家计委标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》要求,现批准协会标准《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》,编号为 CECS 164:2004,推荐给工程建设设计、施工、使用单位采用。

本规程第 3.1.1、3.1.2、5.1.2、5.1.3、5.3.3、5.4.2、5.5.1、5.6.2、6.4.1、8.2.2、11.0.1 条建议列入《工程建设标准强制性条文》。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会 CECS/TC17 归口管理,由上海市城市建设设计研究院(上海市西藏南路 1170 号,邮编 200011)负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位:上海市城市建设设计研究院  
北京塑料工业协会

参编单位：天津市市政工程研究院

(以下以企业名笔画为序)

大连东高新型管材股份有限公司

山西塑料总厂

四川森普管材股份有限公司

石家庄宝石克拉大径塑管有限公司

江苏法尔胜新型管业有限公司

江苏星河集团公司

安徽国通高新管业股份有限公司

杭州韩益塑料管材有限公司

青岛德意利机械有限公司

福建亚通塑料有限公司

主要起草人：蔡洁茵 张玉川 孙家珍 徐长彪

张轶群 高复栋 斐廷春 梁慧娟

李文泉 牛建英 恽惠德 匡红卫

吴文利 张妙兴 孙丕寿 魏作友

鲍岳祥

中国工程建设标准化协会

2004年4月25日

## 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语、符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	主要符号 .....	( 4 )
3	材料 .....	( 7 )
3.1	管材 .....	( 7 )
3.2	管道连接材料 .....	( 7 )
4	水力计算 .....	( 9 )
5	管道结构设计 .....	(10)
5.1	一般规定 .....	(10)
5.2	管道结构上的作用 .....	(10)
5.3	管道环截面变形验算 .....	(12)
5.4	管道环截面强度计算 .....	(13)
5.5	管道环截面压屈失稳计算 .....	(14)
5.6	管道抗浮稳定计算 .....	(15)
6	管道施工和敷设 .....	(16)
6.1	一般规定 .....	(16)
6.2	沟槽 .....	(17)
6.3	管道基础 .....	(17)
6.4	管道安装及连接 .....	(18)
7	管道与检查井连接 .....	(20)
8	回填 .....	(22)
8.1	一般规定 .....	(22)
8.2	回填材料和回填要求 .....	(22)

9	质量检验 .....	(25)
9.1	管道密闭性检验 .....	(25)
9.2	管道变形检验 .....	(25)
9.3	沟槽回填土密实度检验 .....	(26)
10	管材的运输和贮存 .....	(27)
11	管道工程竣工验收 .....	(28)
附录 A	满流条件下聚乙烯管道水力计算图 .....	(29)
附录 B	聚乙烯管道不同充满度的流水断面系数表 .....	(31)
附录 C	管侧土的综合变形模量 .....	(33)
附录 D	闭水法试验 .....	(35)
	本规程用词说明 .....	(37)
	附:条文说明 .....	(39)

## 1 总 则

**1.0.1** 为了在埋地排水管管道工程的设计、施工及验收中,合理地应用聚乙烯(PE)管材,贯彻国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、便于施工、确保质量,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建、扩建和改建的无内压作用的埋地聚乙烯(PE)排水管管道工程的设计、施工及验收。

聚乙烯管材包括双壁波纹管以及双壁矩形中空肋壁管,圆形中空肋壁管等缠绕结构壁管等。双壁波纹管的公称直径不宜大于DN1200;缠绕结构壁管的公称直径不宜大于DN2500。

**1.0.3** 执行本规程时,排入管道的水温和水质应符合现行行业标准《污水排入城市下水道水质标准》CJ3082的规定。

**1.0.4** 本规程是依据现行国家标准《室外排水设计规范》GBJ 14、《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268规定的原则编制的。

**1.0.5** 管道工程所用的管材、管道连接材料、密封圈等必须符合国家现行有关产品标准的规定,并具有产品出厂合格证等有效证明文件。

**1.0.6** 对于兴建在 seismic 区、湿陷性黄土、膨胀土、多年冻土地区的聚乙烯(PE)排水管管道工程,尚应符合国家现行有关标准的规定。

**1.0.7** 埋地聚乙烯(PE)排水管管道工程除应执行本规程外,尚应符合国家现行有关标准和本地区有关标准的规定。

## 2 术语、符号

### 2.1 术语

#### 2.1.2 聚乙烯排水管 polyethylene(PE)sewer pipe

以聚乙烯树脂为主,采用挤出或缠绕成型工艺制成的用于无内压作用的热塑性塑料圆管的统称。包括聚乙烯双壁波纹管和各種肋形截面的聚乙烯缠绕结构壁管。

#### 2.1.2 聚乙烯双壁波纹管 PE double wall corrugated pipe

内壁光滑平整,外壁为梯形或弧形波纹状肋,内外壁波纹间为中空采用挤出成型工艺制成的管材。

#### 2.1.3 聚乙烯缠绕结构壁管 PE spirally winding structure wall pipe

为达到某一标准的物理力学和其他性能要求,按照对管壁的最优化设计,采用缠绕成型工艺制成的各种肋型结构壁管材的统称。包括聚乙烯缠绕双壁矩形中空肋壁管和聚乙烯缠绕圆形中空肋壁管等。

#### 2.1.4 聚乙烯缠绕双壁矩形中空肋壁管 PE spirally winding double wall rectangular-hollow ribbed pipe

内外壁平整,管壁中间为矩形中空肋,用挤出成型的中空矩形管在圆形模具上缠绕焊接成型的管材。

#### 2.1.5 聚乙烯缠绕圆形中空肋壁管 PE spirally winding circular-hollow ribbed pipe

用挤出熔融状态的平料带和包覆着圆形中空管的圆形带,在圆形模具上缠绕焊接成型的管材。有内壁光滑、外壁平整、管壁中间为圆形中空肋和内壁光滑、外壁为螺旋状的圆形中空肋两种类型。

### 2.1.6 公称直径 (DN)nominal diameter

热塑性塑料管道系统中管材的标定直径。表示管道内径(DN/ID)、外径(DN/OD)的大小或其近似值。

### 2.1.7 环向弯曲刚度 ring-bending stiffness

管道抵抗环向变形的能力,简称环刚度。可采用测试方法或计算方法定值,单位  $\text{kN/m}^2$ 。

### 2.1.8 管侧土的综合变形模量 soil modulus

管侧回填土和沟槽两侧原状土共同抵抗变形能力的量度。单位 MPa。

### 2.1.9 管道连接 pipeline connection

将管道上相邻的两个管端连成一体,在工作状态下不出现渗漏的接头。聚乙烯排水管有承插式密封圈连接、电熔连接、热熔连接、焊接连接、机械连接等形式。

### 2.1.10 承插式密封圈连接 gasket ring push-on connection

将管道的插口端插入相邻管端的承口端,并在承口和插口管端间的空隙内用配套的橡胶密封圈密封构成的连接,属柔性接头。

### 2.1.11 电熔连接 electric fusion connection

利用镶嵌在连接处接触面的电热元件通电后产生的高温将接触面熔接成整体的连接方法。有承插式和套筒式(带或套)等连接形式。

### 2.1.12 热熔连接 fusion connection

采用专门的热熔设备将连接部位表面加热,使其熔融部分连成整体的连接方法。有对接式和套筒式(带或套)等连接形式。

### 2.1.13 焊接连接 weld connection

采用专门的焊接工具和焊条(焊片或挤出焊料)将相邻管端加热,使其熔融成整体的连接方法。有对接连接和搭接连接等形式。

### 2.1.14 机械连接 mechanical connection

采用机械紧固方法将相邻管端连成一体的连接方法。包括相邻管端用螺栓紧固的法兰连接,相邻管端用螺栓紧固两半外套筒

且在套筒和管外壁间用配套的橡胶密封圈密封的哈夫连接。

### 2.1.15 土弧基础 arc shapped soil bedding, shapped subgrade

圆形管道敷设在用砂砾土回填成弧形基础上的管道结构支承形式。土弧基础由砂砾土回填的管底基础层和管下腋角两部分组成。

### 2.1.16 基础层 bedding

在沟槽底原状地基或经处理回填密实的地基上,用回填材料均匀铺设并压密的砂砾层。基础层用以敷设管道,也是管道的持力层。

### 2.1.17 管下腋角 haunches under pipe(haunching)

在基础层以上和管道水平直径以下的圆弧形空隙部位,在设计要求的土弧基础支承角范围内用砂砾土材料回填密实,形成土弧基础的弧形支承。

### 2.1.18 基础支承角 bedding angle

与回填密实的砂砾料紧密接触的管下腋角圆弧相对应的管截面圆心角。用  $2\alpha$  表示。在此范围内作用有土弧基础的支承反力。管道结构的支承强度与基础支承角大小成正比。

## 2.2 主要符号

### 2.2.1 管材和土的性能

$E_p$ ——管材短期弹性模量;

$S_p$ ——管材环刚度;

$f_t$ ——管材抗拉强度设计值;

$f_{tk}$ ——管材抗拉强度标准值;

$\rho_p$ ——管材质量密度;

$\nu_p$ ——管材泊松比;

$E_d$ ——管侧土的综合变形模量。

### 2.2.2 管道上的作用及其效应

$F_{cr,k}$ ——管壁失稳的临界压力标准值;

$F_{fw,k}$ ——浮托力标准值;

$\Sigma F_{Gk}$ ——各种抗浮作用标准值之和；

$F_{sv,k}$ ——每延长米管道上管顶竖向土压力标准值；

$F_{vk}$ ——管顶在各种作用下的竖向压力标准值；

$Q_{vk}$ ——车辆的单个轮压标准值；

$q_{vk}$ ——地面车辆荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准值；

$\sigma$ ——管壁环向弯曲拉应力；

$W_{d,max}$ ——管道在组合作用下的最大竖向变形量；

$\epsilon$ ——管道竖向直径变形率。

### 2.2.3 几何参数

$D_1$ ——管道外径；

$H_s$ ——管顶至设计地面的覆土高度；

$I_p$ ——管道纵截面每延米管壁的惯性矩；

$a$ ——单个车轮着地长度；

$b$ ——单个车轮着地宽度；

$d_i$ ——管道内径；

$d_j$ ——相邻两个轮压间的净距；

$r_0$ ——管道计算半径(管壁中性轴半径)；

$y_0$ ——管壁中性轴至管材外壁距离。

### 2.2.4 计算系数

$D_f$ ——形状系数，与管道环刚度和回填密实度有关；

$D_l$ ——变形滞后效应系数；

$K_d$ ——管道变形系数，按管道的敷设基础中心角确定；

$K_f$ ——管道的抗浮稳定性抗力系数；

$K_s$ ——管道的环向稳定性抗力系数；

$\gamma_G$ ——永久荷载分项系数；

$\gamma_Q$ ——可变荷载分项系数；

$\gamma_0$ ——管道重要性系数；

$\gamma_s$ ——回填土的重力密度；

$\mu_d$ ——车辆荷载动力系数；

$\psi_q$ ——可变荷载准永久值系数。

### 2.2.5 水力计算参数

$A$ ——水流有效断面面积；

$I$ ——水力坡度；

$Q$ ——流量；

$Q_s$ ——允许渗水量；

$R$ ——水力半径；

$n$ ——管壁粗糙系数；

$v$ ——流速。

## 3 材 料

### 3.1 管 材

3.1.1 设计所选用的管材,应符合国家现行有关产品标准的规定。双壁波纹管应符合现行国家标准《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第1部分:聚乙烯双壁波纹管材》GB/T 19472.1的规定;缠绕结构壁管应符合现行国家标准《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第2部分:聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2的规定。

3.1.2 管材的物理性能应符合下列规定:

质量密度:  $\rho_v \geq 0.93\text{g/cm}^3$ ;

短期弹性模量:  $E_p \geq 758\text{MPa}$ ;

抗拉强度标准值:  $f_u \geq 20.7\text{MPa}$ ;

抗拉强度设计值:  $f_t \geq 16.0\text{MPa}$ 。

3.1.3 管材截面特性,可按生产厂提供的管材截面尺寸确定。

### 3.2 管道连接材料

3.2.1 密封圈插接所用的弹性密封橡胶圈,应由管材生产厂配套供应,并应符合下列要求:

1 弹性密封橡胶圈的外观应光滑平整,不得有气孔、裂缝、卷褶、破损、重皮等缺陷;

2 弹性密封橡胶圈应采用耐油的合成橡胶,其性能应符合现行行业标准《橡胶密封件 给排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》HG/T 3091的规定。橡胶密封圈的邵氏硬度宜采用 $50 \pm 5$ ;伸长率应大于400%;拉断强度应不小于16MPa。

3.2.2 电熔连接采用的电热熔带应由管材生产厂配套供应。电

热熔带的外观应平整,电热网嵌入应平顺、均匀、无褶皱、无影响使用的严重翘曲;电热熔带的基材为聚乙烯,其材质应符合 3.1 中有关材料特性的要求;中间的电热元件应采用以镍铬为主要成分的电热网,电热网应无短路、断路,电阻值不大于  $20\Omega$ 。电热熔带的强度应按国家现行相应的产品标准采用,对尚无标准的产品,可按制造厂提供的经有关标准化主管机构备案的企业标准采用。

**3.2.3 热熔连接采用的热收缩套(带)**,应由管材生产厂配套供应。热收缩套(带)的外观应平整、无气泡、夹渣或裂口;热收缩套(带)由聚烯烃和增强纤维经交联后制成,再在其内表面涂上热熔胶,其强度应按国家现行相应的产品标准采用,对尚无标准的产品,可按制造厂提供的经有关标准化主管机构备案的企业标准采用。

**3.2.4 承插式电熔连接采用的电热元件**应由管材生产厂配套供应,并在管材出厂前预装在管体上。电热元件宜由黄铜线材制成,表面应光滑、无裂缝、起皮及断裂;呈折叠状的电热元件宜预装在承口端内面,并应安装牢固。电热元件的强度应按国家现行相应的产品标准采用,对尚无标准的产品,可按制造厂提供的经有关标准化主管机构备案的企业标准采用。

**3.2.5 焊接连接采用的焊接材料**应为聚乙烯材料,其材质应符合本章第 3.1.2 条的要求,并采用专用焊接设备焊接。

**3.2.6 机械连接采用的金属材料**,应做防腐、防锈处理,其材质要求应符合国家现行有关标准的规定。

## 4 水力计算

4.0.1 聚乙烯排水管道的流速、流量可按下列公式计算：

$$Q = Av \quad (4.0.1-1)$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad (4.0.1-2)$$

式中  $Q$ ——流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )；

$A$ ——水流有效断面面积( $\text{m}^2$ )；

$v$ ——流速( $\text{m}/\text{s}$ )；

$n$ ——管壁粗糙系数；

$R$ ——水力半径( $\text{m}$ )；

$I$ ——水力坡度( $\%$ )。

4.0.2 聚乙烯排水管道的粗糙系数,应根据试验综合分析确定。当无试验资料时,双壁波纹管管道可采用  $n=0.010$ ;缠绕结构壁管管道可采用  $n=0.010\sim 0.011$ 。

4.0.3 按公式(4.0.1-1)、(4.0.1-2)计算时,在满流条件下,聚乙烯排水管道不同管内径的水力坡降、流速、流量在  $n=0.010$  时的关系见附录 B(当  $n \neq 0.010$  时,应根据实际  $n$  值进行修正)。

4.0.4 聚乙烯排水管道的最大设计流速宜为  $5.0\text{m}/\text{s}$ ;污水管道的最小设计流速,在设计充满度下宜为  $0.6\text{m}/\text{s}$ ;雨水管道和合流管道的最小设计流速,在满流时宜为  $0.75\text{m}/\text{s}$ 。

## 5 管道结构设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 埋地聚乙烯排水管道结构设计采用以概率理论为基础的极限状态设计法,以可靠指标度量管道结构的可靠度。除对管道验算整体稳定外,均应采用分项系数设计表达式进行计算。

5.1.2 埋地聚乙烯排水管道应按无内压重力流设计,设计使用年限不得低于50年。

5.1.3 埋地聚乙烯排水管道结构设计应按下列两种极限状态进行计算和验算:

1 承载能力极限状态:包括管道环截面强度计算、管道环截面压屈失稳计算、管道抗浮稳定计算;

2 正常使用极限状态:包括管道环截面变形验算。

5.1.4 埋地聚乙烯排水管道结构设计应包括管体、管道基础、管道连接、沟槽回填土的密实度设计等。

5.1.5 埋地聚乙烯排水管道截面设计应按柔性管计算。

5.1.6 管道的设计土弧基础支承角 $2\alpha$ 不宜小于 $90^\circ$ 。施工回填的土弧基础中心角不得小于 $2\alpha+30^\circ$ 。

5.1.7 管道放置在素土平基上时,土弧基础支承中心角可按 $20^\circ$ 计算。

5.1.8 当管道采用熔接连接、机械连接时,宜采取对管道及时覆土、设置柔性接头等措施降低或补偿管道的纵向收缩量。聚乙烯排水管的线膨胀系数可采用 $0.2\text{mm}/\text{m}^\circ\text{C}$ 。

### 5.2 管道结构上的作用

5.2.1 埋地聚乙烯排水管道所受作用的分类和作用代表值应按

《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定采用。

5.2.2 管道上的永久作用标准值应为作用在管道每延米上的竖向土压力标准值,可按下列公式计算:

$$F_{sv,k} = \gamma_s \cdot H_s \cdot D_1 \quad (5.2.2)$$

式中  $F_{sv,k}$ ——每延米管道上管顶的竖向土压力标准值(kN/m);

$\gamma_s$ ——回填土的重力密度,可取  $18\text{kN/m}^3$ ;

$H_s$ ——管顶至设计地面的覆土高度(m);

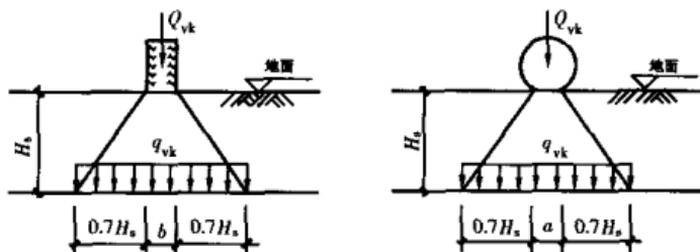
$D_1$ ——管道的外径(m)。

5.2.3 管道上的可变作用标准值应包括作用在管道上的地面车辆荷载或堆积荷载。车辆荷载与堆积荷载不叠加计算,应取两者中荷载效应较大者。车辆荷载等级应按实际行车情况采用。

5.2.4 作用在管道上的地面车辆荷载标准值,可按下列公式计算,其准永久值系数可取  $\psi_q = 0.5$ :

1 单个轮压传递到管顶处的竖向压力(图 5.2.4-1):

$$q_{vk} = \frac{\mu_d Q_{vk}}{(a + 1.4H_s)(b + 1.4H_s)} \quad (5.2.4-1)$$

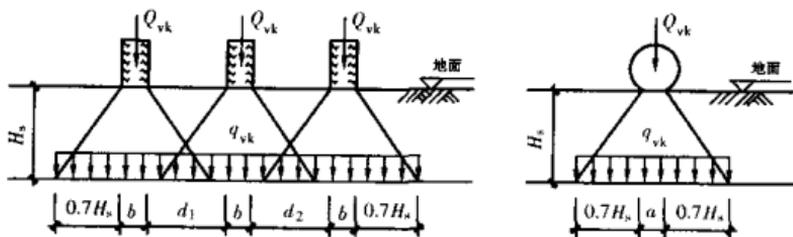


(a) 顺轮胎着地宽度方向的压力分布 (b) 顺轮胎着地长度方向的压力分布

图 5.2.4-1 地面车辆单个轮压的传递分布

2 两个以上单排轮压综合影响传递到管顶处的竖向压力(图 5.2.4-2):

$$q_{vk} = \frac{n\mu_d Q_{vk}}{(a + 1.4H_s)(nb + \sum_{i=1}^{n-1} d_i + 1.4H_s)} \quad (5.2.4-2)$$



(a) 顺轮胎着地宽度方向的压力分布 (b) 顺轮胎着地长度方向的压力分布

图 5.2.4-2 地面车辆两个以上单排轮压综合影响的传递分布

式中  $q_{vk}$ ——地面车辆荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准值( $\text{kN}/\text{m}^2$ );

$\mu_d$ ——车辆荷载的动力系数,可按表 5.2.4 采用;

$Q_{vk}$ ——车辆的单个轮压标准值( $\text{kN}$ );

$a$ ——单个车轮着地长度( $\text{m}$ );

$b$ ——单个车轮着地宽度( $\text{m}$ );

$n$ ——轮压数量;

$d_1$ ——相邻两个轮压间的净距( $\text{m}$ ).

表 5.2.4 动力系数  $\mu_d$

覆土厚度( $\text{m}$ )	$\leq 0.25$	0.30	0.40	0.50	0.60	$\geq 0.70$
动力系数 $\mu_d$	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

5.2.5 地面堆积荷载标准值可按  $10\text{kN}/\text{m}^2$  计算,其准永久值系数可取  $\psi_q = 0.5$ 。

### 5.3 管道环截面变形验算

5.3.1 管道环截面的变形验算应按荷载准永久组合计算。

5.3.2 埋地聚乙烯排水管道在外压作用下,其竖向直径的变形量可按下列公式计算:

$$W_{d,\max} = D_1 \frac{K_d (F_{sv,k} + \psi_q q_{vk} D_1)}{E_p I_p / r_0^3 + 0.061 E_d} \quad (5.3.2-1)$$

$$\text{或} \quad W_{d,\max} = D_1 \frac{K_d (F_{sv,k} + \psi_q q_{vk} D_1)}{8S_p + 0.061E_d} \quad (5.3.2-2)$$

式中  $W_{d,\max}$ ——管道在荷载准永久组合作用下的最大竖向变形量(m);

$K_d$ ——管道变形系数,根据管道敷设基础中心角  $2\alpha$  按表 5.3.2 选用;

$D_1$ ——变形滞后效应系数,可根据管道胸腔回填密度取 1.2~1.5;

$\psi_q$ ——可变荷载准永久值系数,取 0.5;

$E_p$ ——管材短期弹性模量(kN/m<sup>2</sup>),按 3.1.2 取用;

$I_p$ ——管道纵截面每延米管壁的惯性矩(m<sup>4</sup>/m);

$r_o$ ——管道计算半径(管壁中性轴半径)(m);

$S_p$ ——管材环刚度(kN/m<sup>2</sup>);

$E_d$ ——管侧土的综合变形模量(kN/m<sup>2</sup>),由试验确定,当无试验资料时,可按附录 D 采用。

表 5.3.2 管道变形系数  $K_d$

敷设基础中心角 $2\alpha$	20°	45°	60°	90°	120°	150°
变形系数	0.109	0.105	0.102	0.096	0.089	0.083

5.3.3 埋地聚乙烯排水管道在外压力作用下,其竖向直径的变形率应小于管道直径允许变形率 5%。

管道竖向直径变形率可按下列公式计算:

$$\epsilon = \frac{W_{d,\max}}{D_1} \times 100\% \quad (5.3.3)$$

式中  $\epsilon$ ——管道竖向直径变形率。

## 5.4 管道环截面强度计算

5.4.1 管道环截面的强度计算应按荷载基本组合计算。

5.4.2 埋地聚乙烯排水管道在外压力作用下,其环向弯曲应力应小于管材抗拉强度设计值  $f_t$ :

$$\gamma_0 \sigma \leq f_t \quad (5.4.2)$$

式中  $\sigma$ ——管壁环向弯曲拉应力(kN/m<sup>2</sup>);

$\gamma_0$ ——管道重要性系数,污水管取 1.0,雨水管取 0.9,雨污合流管取 1.0;

$f_t$ ——管材抗拉强度设计值,按 3.1.2 取用。

5.4.3 管壁环向弯曲拉应力可按下列公式计算:

$$\sigma = \frac{0.44 D_t E_p \gamma_0 K_d (\gamma_G F_{sv,k} + \gamma_Q q_{vk} D_1)}{r_0^2 (E_p I_p / r_0^3 + 0.061 E_d)} \quad (5.4.3-1)$$

$$\text{或} \quad \sigma = \frac{0.44 D_t E_p \gamma_0 K_d (\gamma_G F_{sv,k} + \gamma_Q q_{vk} D_1)}{r_0^2 (8 S_p + 0.061 E_d)} \quad (5.4.3-2)$$

式中  $D_t$ ——形状系数,与管材环刚度和回填密实度有关,按表 5.4.3 选用;

$\gamma_0$ ——管壁中性轴至管材外壁距离(m);

$\gamma_G$ ——永久荷载分项系数,取 1.27;

$\gamma_Q$ ——可变荷载分项系数,取 1.4。

表 5.4.3 形状系数  $D_t$

管材环刚度(kN/m <sup>2</sup> )		2	4	6.3	8	12.5	16
砾石	轻度夯实	4.8	4.0	3.7	3.5	3.1	2.7
	中度至高度夯实	6.0	4.8	4.2	4.0	3.5	3.1
砂	轻度夯实	5.3	4.2	3.8	3.7	3.3	2.9
	中度至高度夯实	7.0	5.8	5.4	4.8	4.1	3.4

## 5.5 管道环截面压屈失稳计算

5.5.1 管道环截面压屈失稳计算时,应根据各项作用的不利组合,计算管壁截面的环向稳定性。计算时各项作用均取标准值,并应满足环向稳定性抗力系数不低于 2.0 的要求。

5.5.2 埋地聚乙烯排水管道在外压力作用下,管壁截面的环向稳定性计算应符合下式要求:

$$\frac{F_{cr,k}}{F_{vk}} \geq K_s \quad (5.5.2)$$

式中  $F_{cr,k}$ ——管壁失稳的临界压力标准值(kN/m<sup>2</sup>)；  
 $F_{vk}$ ——管顶在各项作用下的竖向压力标准值(kN/m<sup>2</sup>)；  
 $K_s$ ——管道的环向稳定性抗力系数。

5.5.3 管顶在各项作用下的竖向压力标准值可按下列公式计算：

$$F_{vk} = \gamma_s H_s + q_{vk} \quad (5.5.3)$$

5.5.4 管壁失稳的临界压力可按下列公式计算：

$$F_{cr,k} = \frac{2}{r_0} \sqrt{\frac{E_p I_p E_d}{r_0 (1 - \nu^2)}} \quad (5.5.4-1)$$

或 
$$F_{cr,k} = 4 \sqrt{\frac{2 S_p E_d}{1 - \nu_p^2}} \quad (5.5.4-2)$$

式中  $\nu_p$ ——管材泊松比，取 0.4。

## 5.6 管道抗浮稳定计算

5.6.1 对埋设在地表水或地下水以下的管道，应根据设计条件计算管道结构的抗浮稳定，计算时各项作用均应取标准值。

5.6.2 埋地聚乙烯排水管道的抗浮稳定计算应符合下式要求：

$$\sum F_{Gk} \geq K_f F_{Fw,k} \quad (5.6.2)$$

式中  $\sum F_{Gk}$ ——各项抗浮永久作用标准值之和；  
 $F_{Fw,k}$ ——浮托力标准值；  
 $K_f$ ——管道的抗浮稳定性抗力系数，取 1.1。

## 6 管道施工和敷设

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 管道敷设前,施工单位应编制施工组织设计。
- 6.1.2 管道应敷设在原状土地基或经开槽后处理回填密实的地基上。当管道在车行道下面时,管顶覆土不宜小于0.7m。
- 6.1.3 施工时,管顶的最大允许覆土,应按设计规定对管材环刚度、沟槽及其两侧原状土的情况进行核对,当发现与设计要求不符时,可要求改变设计或采取相应的保证管道承载能力的技术措施。
- 6.1.4 当聚乙烯排水管道穿越铁路时,应设置钢筋混凝土、钢、铸铁等材料制作的保护套管,套管内径应大于聚乙烯管外径300mm。对埋设在铁路下的管道,套管设计应按有关铁路等的规定执行。聚乙烯排水管道不得在建筑物和各类构筑物的基础下面穿越。
- 6.1.5 在地下水位高于开挖沟槽槽底高程的地区,地下水位应降至槽底最低点以下。管道在敷设、回填的全部过程中,槽底不得积水或受冻。必须在工程不受地下水影响,基础达到强度和管道达到抗浮要求时方可停止降低地下水。
- 6.1.6 当聚乙烯排水管道作为管道交叉倒虹管使用时,其工作压力除应符合管材的产品标准外,还应小于0.05MPa。聚乙烯排水管不宜用于穿越河道的倒虹管。
- 6.1.7 管道应直线敷设。当遇到特殊情况需利用柔性接口转角或利用管材柔性进行折线或弧形敷设时,其偏转角度和弯曲弧度应符合生产厂规定的允许值。
- 6.1.8 管道的施工测量、降水、开槽、沟槽支撑和管道交叉处理、管道合槽施工等的技术要求,应按现行国家标准《给水排水管道施

工及验收规范》GB 50268 和本地区排水管道技术规程的有关规定执行。

**6.1.9** 对采用承插式接头的管道,插口插入的方向应与水流方向一致。

## 6.2 沟 槽

**6.2.1** 沟槽槽底净宽度,可按各地区的具体情况并根据管径大小、埋设深度、施工工艺等确定。当管径不大于 450mm 时,管道每边净宽不宜小于 300mm;当管径大于 450mm 时,管道每边净宽不宜小于 500mm。

**6.2.2** 沟槽形式应根据施工现场环境、槽深、地下水位、土质情况、施工设备及季节影响等因素制定。

**6.2.3** 开挖沟槽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 0.2~0.3m 的原状土,应在铺管前用人工清理至设计标高。如遇超挖或发生扰动,可换填 10~15mm 天然级配砂石料或最大粒径小于 40mm 的碎石,并整平夯实,其密实度应达到基础层密实度要求,严禁用杂土回填。槽底如有尖硬物体必须清除,用砂石回填处理。

**6.2.4** 槽底不得受水浸泡,若采用人工降水,应待地下水位稳定降至沟槽底以下时方可开挖。

## 6.3 管道基础

**6.3.1** 管道应采用土弧基础。对一般土质,应在管底以下原状土地基或经回填夯实的地基上铺设一层厚度为 100mm 的中粗砂基础层;当地基土质较差时,可采用铺垫厚度不小于 200mm 的砂砾基础层,也可分二层铺设,下层用粒径为 5~32mm 的碎石,厚度 100~150mm,上层铺中粗砂,厚度不小于 50mm。基础密实度应符合本规程表 8.2.5 的规定。对软土地基,当地基承载力小于设计要求或由于施工降水等原因,地基原状土被扰动而影响地基承

载能力时,必须先对地基进行加固处理,在达到规定的地基承载力后,再铺设中粗砂基础层。

**6.3.2** 在管道设计土弧基础支承角范围内的腋角部位,必须采用中粗砂或砂砾土回填密实。回填范围不得小于支承角  $2\alpha$  加  $30^\circ$ , 回填密实度应符合本规程表 8.2.5 的规定。

**6.3.3** 管道基础中在承插式接口、机械连接等部位的凹槽,宜在铺设管道时随铺随挖(图 6.3.3)。凹槽的长度、宽度和深度可按管道接头尺寸确定。在接头完成后,应立即用中粗砂回填密实。

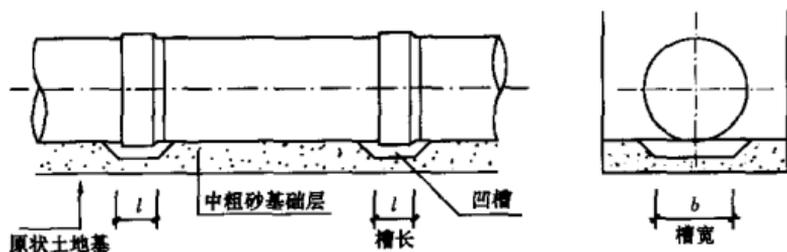


图 6.3.3 管道接口处的凹槽

**6.3.4** 对由于管道荷载、地层土质变化等因素可能产生管道纵向不均匀沉降的地段,应在管道敷设前对地基进行加固处理。

**6.3.5** 聚乙烯排水管道地基处理宜采用砂桩、块石灌注桩等复合地基处理方法。不得采用打入桩、混凝土垫块、混凝土条基等刚性地基处理措施。

## 6.4 管道安装及连接

**6.4.1** 管材下管前,必须按产品标准逐节进行外观检验,不符合产品标准者,严禁下管敷设。

**6.4.2** 应根据管径大小、沟槽和施工机具装备情况,确定用人工或机械将管材放入沟槽。下管时应采用可靠的吊具,平稳下沟,不得与沟壁、沟底激烈碰撞。吊装时应有二个支撑吊点,严禁穿心吊。

6.4.3 承插式密封圈连接、套筒(带或套)连接、法兰连接等采用的密封件、套筒件,法兰连接用的法兰、紧固件等配套用件,必须由管材生产厂配套供应。热熔连接、电熔连接、焊接连接采用的专用电器设备和挤出焊接设备和工具,当施工单位不具备符合要求的设施及技术时,应由管材生产厂提供并进行连接技术指导。当连接时需要采用润滑剂等辅助材料时,这类材料亦应由管材生产厂提供。

6.4.4 管材连接时必须对连接部位、密封件、套筒等配件清理干净,不得附有土和其他杂质。机械连接用的钢制套筒、法兰、螺栓等金属制品,应根据现场土质并参照相应的标准采取防腐措施。

6.4.5 承插式密封圈连接宜在环境温度较高时进行,插口端不得插到承口底部,应留出不小于10mm的伸缩空隙。在插入前,应在插口端外壁做出插入深度标记。插入完毕后,插入长度和承插口圆周间空缝应均匀,并保持连接管道轴线平直。

6.4.6 电熔连接、热熔连接、机械连接宜在环境温度较低或接近最低时进行。电、热熔连接时对电热设备的温控、时控,挤出焊接时对焊接设备的操作等,必须严格按接头要求的技术指标和设备规定的操作程序进行。

6.4.7 管道敷设后,因意外造成的管壁局部损坏,当局部损坏的孔径不大于60mm或环向、纵向裂缝不超过管周长的1/12时,可采用焊枪进行修补。当局部损坏超过以上范围时,应切除破损管段,采取换管或砌筑检查井、连接井等措施。

6.4.8 雨期施工时应采取防止管材上浮的措施。当管道安装完毕尚未覆土而遭到水泡时,应进行管中心和管底高程的复测和外观检测,如发现位移、漂浮、拔口等现象,应及时返工处理。

## 7 管道与检查井连接

7.0.1 管道与混凝土或砖砌检查井连接时,宜采用刚性连接。

7.0.2 当管道已敷设到位,在砌筑砖砌检查井井壁时,宜采用现浇混凝土包封插入井壁的管端。混凝土包封的厚度不宜小于100mm,强度等级不得低于C20(图7.0.2)。

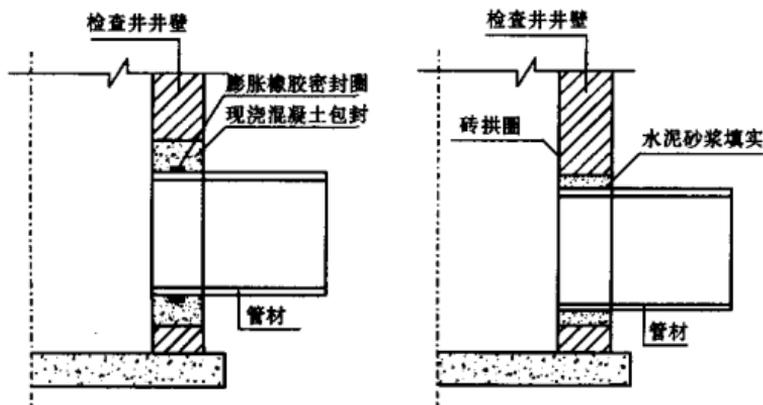


图 7.0.2 现浇混凝土包封连接 图 7.0.3 管道与检查井预留洞的连接

7.0.3 当管道未敷设,在砌筑检查井时,应在井壁上按管道轴线标高和管径开预留洞口。预留洞口内径不宜小于管材外径加100mm。连接时用水泥砂浆填实插入管端与洞口之间缝隙。水泥砂浆的配合比不得低于1:2,且砂浆内宜掺入微膨胀剂。砖砌井壁上的预留洞口应沿圆周砌筑砖拱圈(图7.0.3)。

7.0.4 对现浇混凝土包封连接,宜采用自膨胀橡胶密封圈,可在浇筑混凝土前,将橡胶圈套在插入井壁管端的中间部位。

7.0.5 在检查井井壁与插入管端的连接处,浇筑混凝土或填实水

泥砂浆时管端圆截面不得出现扭曲变形。当管径较大时,施工时可在管端内部设置临时支撑。当采用承插口管时,在下游出口端不宜将承口部分插入与井壁连接。如无双插口管,可将承口切除。采用专用管件与检查井连接时,专用管件应由管材生产厂配套供应。

**7.0.6** 管道与检查井连接完毕后,必须在管端连接部位的内外井壁做防水层,并符合检查井整体抗渗漏的要求。

**7.0.7** 当管道敷设在软土地基或不均匀地层上时,检查井与管道连接可采用过渡段。过渡段由不少于2节短管柔性连接而成,每节短管长600~800mm。过渡段总长度根据地质条件确定,可取1500~2000mm。柔性接头可采用承插式、套筒式(平口管)等橡胶密封圈接头。过渡段与检查井宜采用刚性连接。

注:过渡段也适用于管道与构筑物进出水管道的连接。

**7.0.8** 检查井与上下游管道连接段的管底超挖(挖空)部分,在管道连接完成后必须立即用砂石回填,并按设计土弧基础支承角根据本规程第6.2.3条的规定回填密实。

## 8 回 填

### 8.1 一 般 规 定

8.1.1 管道敷设后应立即进行沟槽回填。在密闭性检验前,除接头部位可外露外,管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于0.5m;密闭性检验合格后,应及时回填其余部分。

8.1.2 沟槽回填应从管道、检查井等构筑物两侧同时对称进行,并确保管道和构筑物不产生位移。必要时宜采取临时限位措施,防止上浮。

8.1.3 从管底基础至管顶以上0.5m范围内,必须采用人工回填,严禁用机械推土回填。

8.1.4 管顶0.5m以上沟槽采用机械回填时应从管轴线两侧同时均匀进行,并夯实、碾压。

8.1.5 回填时沟槽内应无积水,不得带水回填,不得回填淤泥、有机物和冻土,回填土中不得含有石块、砖及其他杂硬物体。

8.1.6 当沟槽采用钢板桩支护时,在回填达到规定高度后,方可拔除钢板桩。钢板桩拔除后应及时回填桩孔,并应采取措施填实。当采用砂灌填时,可冲水密实;必要时也可采取用边拔桩边注浆的措施。

8.1.7 沟槽回填时应严格控制管道的竖向变形。当管径较大、管顶覆土较高时,可在管内设置临时支撑或采取预变形等措施。回填时,可利用管道胸腔部分回填压实过程中出现的管道竖向反向变形来抵消一部分垂直荷载引起的管道竖向变形,但必须将其控制在设计规定的管道竖向变形范围内。

### 8.2 回 填 材 料 和 回 填 要 求

8.2.1 从管底基础层至管顶以上0.5m范围内的沟槽回填材料,

可按表 8.2.5 的规定采用。

8.2.2 管底基础层必须铺设在符合承载能力要求的地基土层上。

8.2.3 在管道的土弧基础中心角  $2\alpha$  加  $30^\circ$  范围内的管底腋角部位必须用中砂或粗砂填充密实,并与管壁紧密接触,不得用土或其他细颗粒材料填充。

8.2.4 沟槽应分层对称回填、夯实,每层回填高度不宜大于 0.2m。在管顶以上 0.5m 范围内不宜用夯实机具夯实。

8.2.5 回填土的密实度应符合设计要求。当设计无规定时,应按表 8.2.5 和图 8.2.5 的规定执行。

表 8.2.5 沟槽回填土的密实度要求

槽内部位		最佳密实度(%)	回填土质
超挖部分		95	砂石料或最大粒径小于 40mm 级配碎石
管道基础	管底基础层	85~90	中砂、粗砂,软土地基按本规程第 6.3.1 条规定执行
	土弧基础中心角 $2\alpha$ 加 $30^\circ$	95	中砂、粗砂
管道两侧		95	中砂、粗砂、碎石屑、最大粒径小于 40mm 级配砂砾或符合要求的原土
管顶以上 0.5m 范围	管道两侧	90	
	管道上部	85	
管顶 0.5m 以上		按地面或道路要求,但不小于 80	原土

注:当管道沟槽位于城市道路或公路路基范围内时,管顶 0.5m 以上应分别按城市道路和公路路基密实度要求填实。

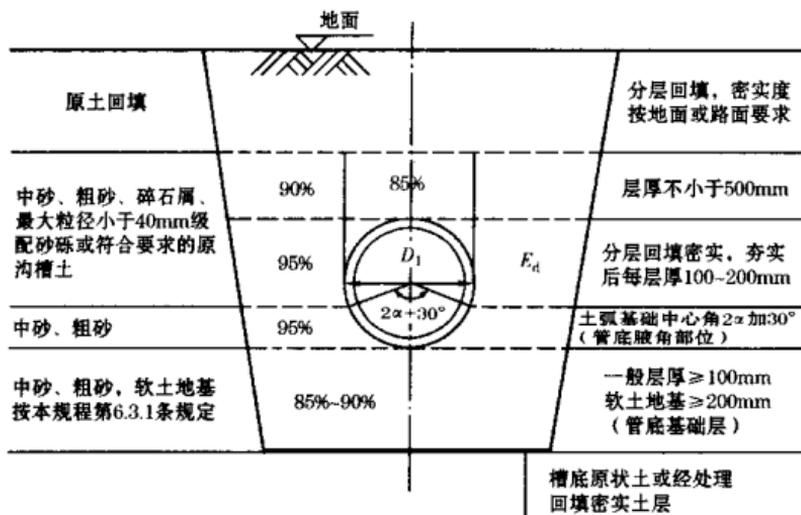


图 8.2.5 沟槽回填土要求

8.2.6 在地下水位高的软土地基上敷设管道时,可在管道基础层和沟槽回填土内铺设土工布对管道的横向和纵向进行加固。在地基不均匀的管段,宜在管底基础层及其两侧回填土内铺设土工布;在高地下水位的管段,可在管顶和两侧的回填土内铺设土工布;在地下水流动区段内可能发生细颗粒土流动与转移时,宜沿沟槽底和两侧边坡上铺设土工布。

## 9 质量检验

### 9.1 管道密闭性检验

9.1.1 管道敷设完毕且经检验合格后,应进行管道密闭性检验。

9.1.2 管道密闭性检验可按 8.1.1 规定的沟槽回填条件进行,接头部位宜外露观察。

9.1.3 管道密闭性检验应按井距分隔,长度不宜大于 1km,带井试验。

9.1.4 管道密闭性检验可采用闭水试验法。操作可按本规程附录 D 的规定进行。

9.1.5 管道密闭性检验时,经外观检查,不得有漏水现象。管道的渗水量应满足下式要求:

$$Q_s \leq 0.0046d_i \quad (9.1.5)$$

式中  $Q_s$ ——每 1km 管道长度 24h 的渗水量( $m^3$ );

$d_i$ ——管道内径(mm)。

### 9.2 管道变形检验

9.2.1 当回填至设计高程后,在 12h 至 24h 内应测量管道竖向直径的初始变形量,并计算管道竖向直径初始变形率,其值不得超过管道直径允许变形率的 2/3。

9.2.2 管道的变形量可采用圆形心轴或闭路电视等方法进行检测,测量偏差不得大于 1mm。

9.2.3 当管道竖向直径初始变形率大于管道直径允许变形率的 2/3,且管道本身尚未损坏时,可按下列程序进行纠正,直至符合要求为止:

- 1 挖出沟槽回填土至露出 85%管道高度处,管顶以上 0.5m

范围内必须采用人工挖掘；

2 检查管道,当有损伤时,可进行修补或更换；

3 采用能达到密实度要求的回填材料,按要求的密实度重新回填密实；

4 复测竖向管道直径的初始变形率。

### 9.3 沟槽回填土密实度检验

9.3.1 沟槽回填土的密实度应符合第 8.2.5 条的规定。

9.3.2 除 9.3.1 的规定外,沟槽内本规程未规定的其他部位回填土密实度可按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定执行。

9.3.3 沟槽回填土的密实度可采用环刀法检验。

## 10 管材的运输和贮存

**10.0.1** 管材、管件在装卸、运输、堆放时,应轻抬轻放,严禁抛落、拖滚和相互撞击。

**10.0.2** 管材成批运输时,承口、插口应分层交错排放,用缆绳捆绑成整体,并固定牢固。在缆绳固定处和管端宜用软质材料妥加保护。

**10.0.3** 管材、管件如需长时间存放,应置于库房内;当露天堆放时,必须加以遮盖,防止曝晒;存放地点必须远离热源,并有防水、防火措施。

**10.0.4** 管材、管件自生产之日起,存放时间不宜长于18个月。

**10.0.5** 在运输、贮存过程中,管材、管件应保持清洁。

**10.0.6** 管材存放场地应平整,堆放应整齐;管材堆放时两侧应采用木楔和木板挡住,防止滑动,并应注明类型、规格和数量。

**10.0.7** 管材叠放不宜过高,叠放层数应根据不同管径按制管厂的企业标准执行。

**10.0.8** 不同直径与不同壁厚的管材宜分类堆放。与管材配套供应的密封胶圈不得与管材分开放置。

## 11 管道工程竣工验收

**11.0.1** 管道工程竣工后必须进行竣工验收,合格后方可交付使用。

**11.0.2** 管道工程的竣工验收必须在各工序、部位和单位工程验收合格的基础上进行。

**11.0.3** 竣工验收时,应核实竣工验收资料,进行必要的复验和外观检查。对管道的位置、高程、管材规格和整体外观等,应填写竣工验收记录。

**11.0.4** 施工单位在管道工程完工后,应提交下列文件和资料:

- 1 竣工图和设计变更文件;
- 2 管材和管件的出厂合格证明和检验记录;
- 3 工程施工记录、隐蔽工程验收记录和有关资料;
- 4 管道的密闭性检验记录;
- 5 管道变形检验记录;
- 6 工程质量事故处理记录。

**11.0.5** 验收隐蔽工程时应具备下列施工记录和中间验收记录:

- 1 管道及其附属构筑物的地基和基础验收记录;
- 2 管道穿越铁路、公路、河流等障碍的工程记录;
- 3 沟槽回填土的材料使用记录;
- 4 沟槽回填土密实度的检验记录。

**11.0.6** 管道工程的验收应由建设主管单位组织施工、设计、监理和其他有关单位共同进行。验收合格后,建设单位应将有关设计、施工及验收的文件和资料立卷归档。

附录 A 满流条件下聚乙烯管管道水力计算图

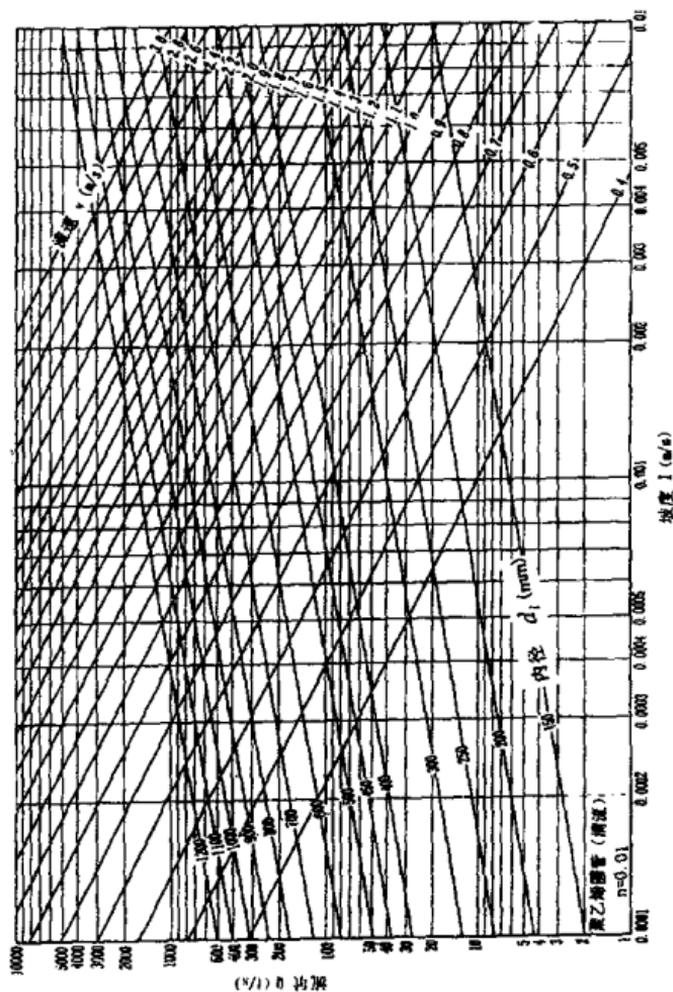


图 A.0.1 满流条件下聚乙烯管管道水力计算图(内径 150~1200)

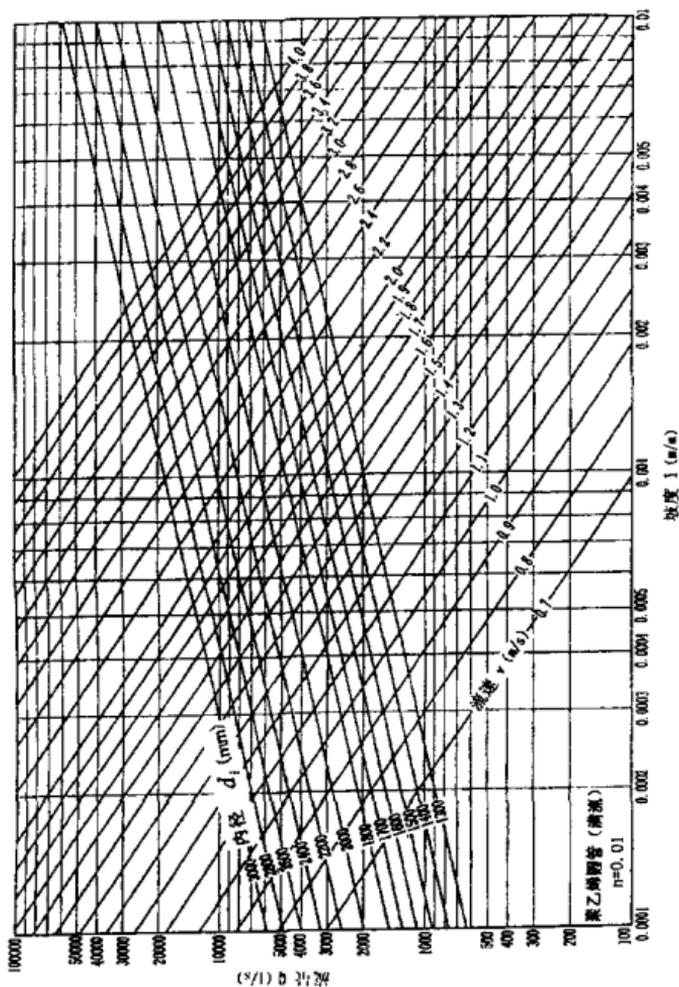


图 A.0.2 满流条件下聚乙烯管道水力计算图(内径 1300~3000)

# 附录 B 聚乙烯管道不同充满度的流水断面系数表

表 B.0.1 聚乙烯管道不同充满度的流水断面系数表

$h/d$	$\theta$ (°)	$\theta$ (rad)	$\sin\theta$	$\alpha$	$\alpha$ 比 (断面比)	$\beta$	$\beta^{0.667}$	$\beta^{0.667}$ 比 (流速比)	$\alpha \cdot \beta^{0.667}$ 比 (流量比)
1.000	360.0	6.2832	0.0000	0.7854	1.0000	0.2500	0.3967	1.0000	1.0000
0.983	333.0	5.7695	-0.5000	0.7824	0.9982	0.2717	0.4193	1.0570	1.0530
0.950	308.3	5.3808	-0.7848	0.7707	0.9813	0.2865	0.4344	1.0590	1.0745
0.933	300.0	5.2359	-0.8660	0.7627	0.9711	0.2913	0.4392	1.1071	1.0751
0.900	286.3	4.9968	-0.9598	0.7446	0.9481	0.2980	0.4460	1.1243	1.0659
0.854	270.0	4.7124	-1.0000	0.7111	0.9082	0.3031	0.4510	1.1369	1.0337
0.810	256.6	4.4784	-0.9728	0.6814	0.8676	0.3043	0.4522	1.1399	0.9890
0.750	240.0	4.1887	-0.8660	0.6318	0.8044	0.3017	0.4497	1.1336	0.9119
0.700	227.2	3.9653	-0.7337	0.5874	0.7479	0.2963	0.4443	1.1200	0.8376
0.600	203.1	3.5447	-0.3923	0.4921	0.6266	0.2777	0.4255	1.0726	0.6721
0.500	180.0	3.1416	0.0000	0.3927	0.5000	0.2500	0.3967	1.0000	0.5000
0.400	156.9	2.7384	0.3923	0.2933	0.3734	0.2142	0.3578	0.9019	0.3368
0.300	132.8	2.3178	0.7337	0.1980	0.2521	0.1709	0.3078	0.7759	0.1956
0.250	120.0	2.0944	0.8660	0.1536	0.1956	0.1466	0.2779	0.7005	0.1370
0.200	106.2	1.8535	0.9603	0.1117	0.1422	0.1205	0.2438	0.6146	0.08740
0.150	91.1	1.5900	0.9998	0.0738	0.0940	0.0928	0.2048	0.5163	0.04853
0.147	90.0	1.5708	1.0000	0.0714	0.0909	0.0908	0.2019	0.5090	0.04627
0.100	73.7	1.2863	0.9598	0.0408	0.0520	0.0635	0.1590	0.4008	0.02084

1. 符号:

$h$ ——管内水深(m);

$d_i$ ——管道内径(m);

$h/d_i$ ——管道水流充满度;

$\theta$ ——管道断面水深圆心角;

$$\alpha = \frac{1}{8}(\theta - \sin\theta);$$

$\alpha$  比(断面比)——不同  $h/d_i$  时的  $\alpha$  值与  $h/d_i=1$  时的  $\alpha$  值的比值;

$$\beta = \frac{1}{4} \left( 1 - \frac{\sin\theta}{\theta} \right);$$

$\beta^{0.667}$  比(流速比)——不同  $h/d_i$  时的  $\beta^{0.667}$  值与  $h/d_i=1$  时的  $\beta^{0.667}$  值的比值;

$\alpha \cdot \beta^{0.667}$  比(流量比)——不同  $h/d_i$  时的  $\alpha \cdot \beta^{0.667}$  值与  $h/d_i=1$  时的  $\alpha \cdot \beta^{0.667}$  值的比值。

2. 说明:

附录 A 为聚乙烯管( $n=0.01$ )在满流条件下,不同管径、不同水力坡降的流速、流量关系。附录 B 是管内水流在不同充满度时的水流有效断面面积、流速、流量与管内满流状态的水流有效断面面积、流速、流量的比值关系。设计时,可按充满度查出相应的流速比( $\beta^{0.667}$  比)和流量比( $\alpha \cdot \beta^{0.667}$  比),乘以附录 A 中满流时不同管径、不同水力坡降的流速、流量,即可得出不同管径、不同水力坡降在不同充满度时的流速、流量。当管道内径与附录 A 中管道内径不同时,则应按本规程(4.0.1-1)式和(4.0.1-2)式重新计算满流量的流速、流量。

## 附录 C 管侧土的综合变形模量

**C.0.1** 管侧土的综合变形模量应根据管侧回填土的土质、压实密度和沟槽两侧原状土的土质,综合评价确定。

**C.0.2** 管侧土的综合变形模量  $E_d$ ,可按下列公式计算:

$$E_d = \zeta \cdot E_c \quad (\text{C.0.2-1})$$

$$\zeta = \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 \frac{E_c}{E_n}} \quad (\text{C.0.2-2})$$

式中  $E_c$ ——管侧回填土在要求压实密度时相应的变形模量(MPa),应根据试验确定;当缺乏试验数据时,可按表 C.0.2-1 采用;

$E_n$ ——沟槽两侧原状土的变形模量(MPa),应根据试验确定;当缺乏试验数据时,可按表 C.0.2-1 采用;

$\zeta$ ——综合修正系数;

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ ——与  $B_r$ (管中心处沟槽宽度)和  $D_1$ (管外径)的比值有关的计算参数,可按表 C.0.2-2 确定。

**C.0.3** 对于埋地式敷设的管道,当  $B_r/D_1 > 5$  时,可取  $\zeta = 1.0$  计算。此时,  $B_r$  应为管中心处按设计要求达到的压实密度的填土宽度。

表 C. 0. 2-1 管侧回填土和槽侧原状土变形模量 (MPa)

土的种类	回填土压实系数 (%)	85	90	95	100
	原状土标准贯入锤击数 $N_{63.5}$	$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	$> 50$
砂砾、砂卵石		5	7	10	20
砂砾、砂卵石 细粒土含量不大于 12%		3	5	7	14
砂砾、砂卵石 细粒土含量大于 12%		1	3	5	10
黏性土或粉土 ( $W_L < 50\%$ ) 砂粒含量大于 25%		1	3	5	10
黏性土或粉土 ( $W_L < 50\%$ ) 砂粒含量小于 25%			1	3	7

- 注:1 表中数值适用于 10m 以内覆土;当覆土超过 10m 时,表中数值偏低;  
 2 回填土的变形模量  $E_r$  可按要求的压实系数采用;表中的压实系数 (%) 系指设计要求回填土压实后的干密度与该土在相同压实能量下的最大干密度的比值;  
 3 基槽两侧原状土的变形模量  $E_n$  可按标准贯入度试验的锤击数确定;  
 4  $W_L$  为黏性土的液限;  
 5 细粒土系指粒径小于 0.075mm 的土;  
 6 砂粒系指粒径为 0.075~2.0mm 的土。

表 C. 0. 2-2 计算参数  $\alpha_1$  及  $\alpha_2$

$\frac{B_r}{D_1}$	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
$\alpha_1$	0.252	0.435	0.572	0.680	0.838	0.948
$\alpha_2$	0.748	0.565	0.428	0.320	0.162	0.052

## 附录 D 闭水法试验

**D.0.1** 闭水试验时水头应满足下列要求：

1 当试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 计。

2 当试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计。

3 当计算出的试验水头超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准。

**D.0.2** 试验中，试验管段注满水后的浸泡时间不应少于 24h。

**D.0.3** 当试验水头达到规定水头时开始计时，观测管道的渗水量，直到观测结束时应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于 30min。

**D.0.4** 在试验过程中应做记录。记录表格式可参照表 D.0.4。

表 D.0.4 管道闭水试验记录表

工程名称					试验日期	年 月 日
管段位置						
管径(mm)		管材种类		接口种类		试验段长度(m)
试验段上游设计水头(m)			试验水头(m)		允许渗水量( $m^3/24h \cdot km$ )	
渗水量测定记录	次数	观测起始时间 T1	观测结束时间 T2	恒压时间 T(min)	恒压时间内的补水量 W(L)	实测渗水量 q(L/min/m)
	1					
	2					
	3					
	折合平均实际渗水量( $m^3/24h \cdot km$ )					
外观记录						
评语						

施工单位:

试验负责人:

监理单位:

设计单位:

使用单位:

记录员:

## 本规程用词说明

一、为便于在执行本规程条文时区别对待,对于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”或“可”;

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明应按其他有关标准执行时,写法为“应按……执行”或“应符合……的要求(或规定)”。

中国工程建设标准化协会标准

埋地聚乙烯排水管道工程  
设计规程

**CECS 164 : 2004**

条文说明

## 目 次

1	总 则 .....	(43)
2	术语、符号 .....	(44)
2.1	术语 .....	(44)
2.2	主要符号 .....	(44)
3	材料 .....	(45)
3.1	管材 .....	(45)
3.2	管道连接材料 .....	(51)
4	水力计算 .....	(52)
5	管道结构设计 .....	(53)
5.1	一般规定 .....	(53)
5.2	管道结构上的作用 .....	(53)
5.3	管道环截面变形验算 .....	(54)
5.4	管道环截面强度计算 .....	(54)
5.5	管道环截面压屈失稳计算 .....	(55)
5.6	管道抗浮稳定计算 .....	(55)
6	管道施工和敷设 .....	(56)
6.1	一般规定 .....	(56)
6.2	沟槽 .....	(57)
6.3	管道基础 .....	(57)
6.4	管道安装及连接 .....	(57)
7	管道与检查井连接 .....	(60)
8	回 填 .....	(61)
8.1	一般规定 .....	(61)
8.2	回填材料和回填要求 .....	(61)

9	质量检验 .....	(64)
9.1	管道密闭性检验 .....	(64)
9.2	管道变形检验 .....	(66)
9.3	沟槽回填土密实度检验 .....	(67)
10	管材的运输和贮存 .....	(68)
11	管道工程竣工验收 .....	(69)

## 1 总 则

**1.0.1** 聚乙烯(PE)管材属于化学管材,且有重量轻、耐腐蚀、管壁光滑、过流能力大、密封性能好、使用寿命长、运输安装方便和施工速度快等特点。用作埋地排水管道时,具有良好的使用性能,但在设计、施工上有不同于其他排水管材的特殊要求。本规程只适用于埋地敷设的聚乙烯排水管道,因为聚乙烯管不适于室外露天敷设。在国外,这种管材已广泛应用于排水管道,并已制定相应的设计施工手册;在国内已推广应用,需要制定相应的技术规程。

**1.0.2** 本条明确了本规程适用范围。根据《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 第 10 章的有关规定,工作压力小于 0.1MPa 的管道为无压管道。条文中提出的两种管材,都可用于承受外压力的埋地排水管道工程。双壁波纹管 and 缠绕结构壁管与平壁管相比,在管径和截面相同的情况下具有较大的环刚度,承受外压力能力强,综合性能好,价格较低,适宜作排水管材。从目前国内外的使用情况看,聚乙烯双壁波纹管直径在 1200mm 以下居多。根据我国聚乙烯管材生产情况和使用经验,并从工程造价方面考虑,本规程规定双壁波纹管公称直径为 DN110~DN1200。对缠绕结构壁管,目前有些生产厂已能制造最大直径达 3500 的管材,但这部分比例不大,且大口径管材的特性与中小口径管材的特性不同,故本规程未作推荐,如需使用,可参照本规程的有关要求和生产厂的技术规定专门设计。

**1.0.3~1.0.7** 明确了本规程与其他技术标准关系,便于工程技术人员掌握应用。

## 2 术语、符号

### 2.1 术语

**2.1.1~2.1.14** 列出了本规程中采用的管材专用名词,与其对应的英文名称是参照中国工程建设标准化协会标准《管道工程结构常用术语》CECS 83:96 和美国 ASTM 标准《塑料管系统标准术语》F412—01 制订的。

**2.1.15~2.1.18** 为土弧基础专用术语。土弧基础是埋地 PE 排水管道工程结构的组成部分。术语明确了土弧基础各部位的含义,功能及技术要求。

### 2.2 主要符号

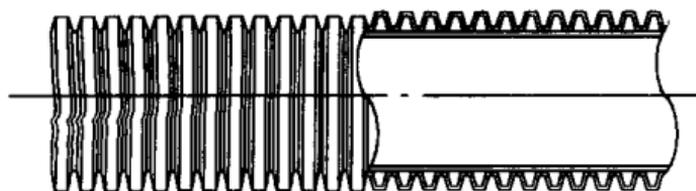
主要符号是参照现行国家标准《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132—90 和《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083—97确定的。

## 3 材 料

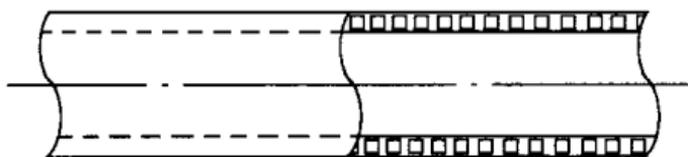
### 3.1 管 材

**3.1.1** 本条规定双壁波纹管应符合现行国家标准《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第1部分:聚乙烯双壁波纹管材》GB/T 19472.1的规定;缠绕结构壁管应符合现行国家标准《埋地用聚乙烯结构壁管道系统 第2部分:聚乙烯缠绕结构壁管材和管件》GB/T 19472.2的规定。上述两本标准中给出的4种聚乙烯排水管材,其形式、规格尺寸和环刚度如下:

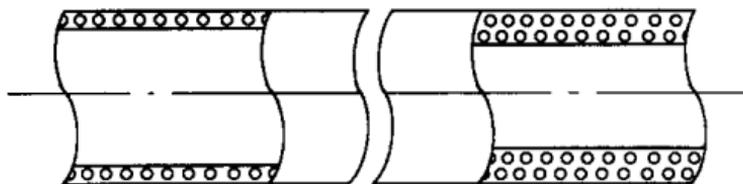
1 聚乙烯管材的形式：



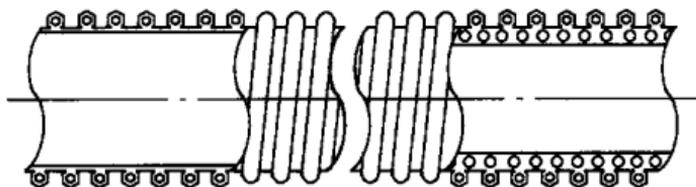
(a) 双壁波纹管



(b) 缠绕双壁矩形中空肋壁管



(c) 缠绕圆形中空肋壁管A型



(d) 缠绕圆形中空肋壁管B型

图 E3.1.1 聚乙烯排水管材的形式

## 2 规格尺寸

### (1) 双壁波纹管

表 E3.1.1-1 双壁波纹管管内径规格系列(mm)

公称内径 DN/ID	最小平均 内径 $d_{im,min}$	最小层压 壁厚 $e_{min}$	最小内层 壁厚 $e_{l,min}$	最小承口 深度 $A_{min}$
100	95	1.0	0.8	32
125	120	1.2	1.0	38
150	145	1.3	1.0	43
200	195	1.5	1.1	54
225	220	1.7	1.4	55
250	245	1.8	1.5	59
300	294	2.0	1.7	64
400	392	2.5	2.3	74
500	490	3.0	3.0	85
600	588	3.5	3.5	96
800	785	4.5	4.5	118
1000	985	5.0	5.0	140
1200	1185	5.0	5.0	162

表 E3.1.1-2 双壁波纹管外径规格系列(mm)

公称 外径 DN/OD	最小平 均外径 $d_{em,min}$	最大平 均外径 $d_{em,max}$	最小平 均内径 $d_{im,min}$	最小层 压壁厚 $e_{min}$	最小内 层壁厚 $e_{l,min}$	最小承 口深度 $A_{min}$
110	109.4	110.4	90	1.0	0.8	32
125	124.3	125.4	105	1.1	1.0	35
160	159.1	160.5	134	1.2	1.0	42
200	198.8	200.6	167	1.4	1.1	50
250	248.5	250.8	209	1.7	1.4	55
315	313.2	316.0	263	1.9	1.6	62

表 E3.1.1-2

公称 外径 DN/OD	最小平 均外径 $d_{em,min}$	最大平 均外径 $d_{em,max}$	最小平 均内径 $d_{im,min}$	最小层 压壁厚 $e_{min}$	最小内 层壁厚 $e_{1,min}$	最小承 口深度 $A_{min}$
400	397.6	401.2	355	2.3	2.0	70
500	497.0	501.5	418	2.8	2.8	80
630	626.3	631.9	527	3.3	3.3	93
800	795.2	802.4	669	4.1	4.1	110
1000	994.0	1003.0	837	5.0	5.0	130
1200	1192.8	1203.6	1005	5.0	5.0	150

## (2) 缠绕结构壁管

表 E3.1.1-3 缠绕结构壁管规格系列(mm)

公称内径 DN/ID	最小平均内径 $d_{im,min}$	最小壁厚	
		A型 $e_{3,min}$	B型 $e_{4,min}$
150	145	1.0	1.3
200	195	1.1	1.5
300	294	1.7	2.0
400	392	2.3	2.5
500	490	3.0	3.0
600	588	3.5	3.5
700	673	4.1	4.0
800	785	4.5	4.5
900	885	5.0	5.0
1000	985	5.0	5.0
1100	1085	5.0	5.0
1200	1185	5.0	5.0
1300	1285	6.0	5.0
1400	1385	6.0	5.0

续表 E3.1.1-2

公称内径 DN/ID	最小平均内径 $d_{in, min}$	最小壁厚	
		A 型 $e_{5, min}$	B 型 $e_{4, min}$
1500	1485	6.0	5.0
1600	1585	6.0	5.0
1700	1685	6.0	5.0
1800	1785	6.0	5.0
1900	1885	6.0	5.0
2000	1985	6.0	6.0
2100	2085	6.0	6.0
2200	2185	7.0	7.0
2300	2285	8.0	8.0
2400	2385	9.0	9.0
2500	2485	10.0	10.0

注: A 型缠绕结构壁管为缠绕双壁矩形中空肋壁管和内壁光滑、外壁平整的缠绕圆形中空肋壁管, B 型缠绕结构壁管为内壁光滑, 外壁为螺旋状、环状的圆形中空肋的缠绕圆形中空肋壁管。

### 3. 管材环刚度分类

表 E3.1.1-4 管材的环刚度分类(kN/m<sup>2</sup>)

级 别	SN2	SN4	(SN6.3)	SN8	(SN12.5)	SN16
环刚度	2	4	(6.3)	8	(12.5)	16

注: 环刚度测试方法按《热塑性塑料管—环刚度的测定方法》GB/T 9647—2003

3.1.2 管材的质量密度是按国家标准《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第1部分: 聚乙烯双壁波纹管材》GB/T 19472.1 的规定取用。

根据美国 Massachusetts 大学对聚乙烯管的研究结论, 从第一次加载起, 不论时间过了多久, 每次施加新的荷载, 管材总是按短期强度性能反应; 聚乙烯管材是黏弹性材料, 具有两个与时间关联的特性, 即蠕变和应力松弛。由于应力松弛尚未量化, 在设计中

没有考虑其效果,因此设计聚乙烯管材的弹性模量按短期弹性模量考虑是安全的。美国聚乙烯波纹管协会《聚乙烯波纹管的结构设计方法》中推荐聚乙烯短期弹性模量为 785MPa;燕化树脂所委托“国家石化有机原料合成树脂质量监督检验中心”按国家标准《塑料弯曲性能试验方法》GB/9341-2000,对国内聚乙烯双壁波纹管目前应用较多的几个品种(金山石化的 480,美国雪佛龙菲利普斯化工 CPChem 的 490 和 144 和燕化的 6100M)进行短期性模量检测,结果见表 E3.1.2-1。

表 E3.1.2-1 聚乙烯材料的短期弹性模量

样品品种	短期弹性模量(MPa)
6100M	995
114	826
480	768
490	859

检测结果说明,聚乙烯埋地排水管常用材料的短期弹性模量实测结果都在 758MPa 以上,故在本规程中采用此值。

美国聚乙烯波纹管协会《聚乙烯波纹管的结构设计方法》中推荐聚乙烯抗拉强度值为 20.7MPa;根据国家标准《高密度聚乙烯树脂》GB 11116-89 的规定,挤塑类高密度聚乙烯的拉伸屈服强度都在 21MPa 以上(表 E3.1.2-2),因此本规程也采用了美国资料的推荐值。

表 E3.1.2-2 聚乙烯材料的拉伸屈服强度

挤塑类	拉伸屈服强度(MPa)
PE-EA 57D003	22~24
PE-EA 57D012	22~24
PE-FA 50D012	21~23
PE-FA 50D200	21~23
PE-GA 50D006	22~24

续表 E3.1.2-2

挤塑类	拉伸屈服强度(MPa)
PE-GA 57D006	22~24
PE-GA 57D012	22~24
PE-LA 56D012	22~24
PE-LA 57D006	22~24

**3.1.3** 对聚乙烯管材,因生产工艺不同,其截面尺寸尚未统一规定,设计时所采用的管材截面惯性矩  $I$  和截面尺寸  $y_0$  (管壁中性轴至管材外壁距离)应由管材生产厂提供。

### 3.2 管道连接材料

**3.2.1** 本条规定了对管道接口用弹性密封橡胶圈的质量要求。

**3.2.2~3.2.5** 电熔连接所用的电热熔带、热熔连接所用的热收缩套(带)、承插式电熔连接所用的电热元件、焊接连接所用的的焊接片,目前尚无国家标准,本条的规定是参照专门生产管件厂的企业标准制定的。厂家在提供产品时,应提供可靠的技术鉴定材料。本条有待在应用中逐步完善。如本条的规定与将来发布的国家标准有矛盾,应以国家标准为准。

## 4 水力计算

**4.0.1** 计算公式与国家标准《室外排水设计规范》GBJ 14-87 的规定相一致。

**4.0.2** PE 排水管管壁粗糙系数  $n$  值并非常数,应由试验确定。对 PE 双壁波纹管参照了天津市市政工程研究院对相近类型的热塑性管道、公称直径 DN200 的 UPVC 双壁波纹管在清水中的水力特性试验结果,管内壁的粗糙系数  $n$  值为 0.00789~0.00891;美国 Uni-bellPVC 管协会推荐的重力流污水管系统水力设计  $n$  值为 0.009;美国聚乙烯波纹管协会 CPPA 资料,犹他州州立大学水研究实验室确定的光滑内壁的聚乙烯波纹管  $n$  取值为 0.010~0.012;日本下水道协会 JSWAS 标准中  $n$  值采用 0.010。综合以上数据,考虑到管道接头、管内流动介质的影响,本规程规定双壁波纹管可采用  $n=0.010$ ;缠绕结构壁管因制管工艺的原因其内壁不很光滑,粗糙系数从外观看,要比双壁波纹管大一些,但从国外生产厂提供的资料, $n$  值都不大于 0.01,因目前无国内试验资料,故采用了  $n=0.010\sim 0.011$ 。当制管工艺可使管材内表面较光滑时,可取小值;如有试验资料,可按试验值采用。

**4.0.3** 最小设计流速是为了防止管内淤积,本规程的取值系按国家标准《室外排水设计规范》GBJ 14-87 的规定确定。

## 5 管道结构设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 聚乙烯管道结构设计是按照国家标准《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153—92 的规定,采用了以概率理论为基础的极限状态设计方法。

5.1.2 日本及欧美等国多年来的研究成果证明,聚乙烯管道使用寿命按 50 年设计是可以保证的。

5.1.3~5.1.7 均按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 的相关条款制定。

5.1.8 PE 排水管的线膨胀系数为  $0.2\text{mm}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ ,亦即每 100m 长管道每升降  $1^{\circ}\text{C}$  时,其纵向伸缩量为  $\pm 20\text{mm}$ 。当温差达  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  时,伸缩量达  $\pm 200\text{mm}$ 。排水管道在沟槽回填土完成后的长期使用过程中,管道内外介质的环境温度温差比较小;但在施工敷设过程中经常出现较大的温差,如北方地区的日温差可达到  $\pm 15^{\circ}\text{C}$  以上,因此在施工敷设时,对采用熔接连接,机械连接等刚性接头的管道,要尽可能减小管道温差影响。当检查井与管道为刚性连接时,尤其要防止降温使管道纵向收缩而产生拉应力的影响。本规程第 6.4.5、6.4.6 条对管道连接时闭合温度的要求和本规程第 8.11 节对回填土的要求等,都是为了尽可能在管道敷设过程中减小温度影响的措施。

### 5.2 管道结构上的作用

5.2.1~5.2.5 条文是按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 的相关条款制定的。

### 5.3 管道环截面变形验算

5.3.1 本条是按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 第 4.3.8 条制定的。

5.3.2 本规程的变形公式采用了美国 spangler 氏公式,符合 GB 50332—2002 的规定。公式中的变形滞后效应系数可依沟槽管道胸腔部位回填土的密实度取值,密实度大取大值,密实度小取小值。

5.3.3 PE 排水管管道的允许直径变形率,在美国及欧洲的有关资料中都规定不大于 7.5%;本规程是按 GB 50332—2002 中小于 5% 的规定确定的。

由于管材环刚度  $S_p$  必须满足公式(5.3.2)的要求,也就是应根据沟槽回填土综合变形模量由设计计算来确定管材的  $S_p$ 。据介绍,国外有不少 PE 排水管道工程采用的  $S_p$  都在 2~4 之间,因此在本规程条文中,对管材的最小  $S_p$  未作规定。

### 5.4 管道环截面强度计算

5.4.1 本条是按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 第 4.2.1 条制定的。

5.4.2 本条是按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 第 4.2.2 条制定的。

5.4.3 本条是参照美国聚乙烯波纹管协会资料《聚乙烯波纹管的结构设计方法》的有关内容制定的。管道环截面的强度按柔性管的理论计算,管两侧的侧向土抗力由管道在竖向荷载作用下管径侧变形的大小确定。侧向土抗力的图形采用 spangler 抛物线型,管道在外压力作用下的弯曲应力通过在竖向变形下管材的应变来计算。美国公式为:

$$\sigma = \frac{2 D_t E_p \Delta y}{4 r_0^2} y_0 (SF)$$

式中  $SF$  为安全系数,原取 1.5,因美国公式中材料抗拉强度和荷载采用标准值,而本规程材料抗拉强度采用设计值,其比值为  $20.7/16=1.294$ ,荷载采用基本组合,其值差一个荷载分项系数,综合原公式中的系数 2、安全系数 1.5、本公式中的荷载分项系数、材料抗拉强度标准值与设计值的比值及分母系数 4,故调整系数取为 0.44。对于变形公式中的滞后效应系数取为 1.0,是考虑到黏弹性材料具有应力松弛的特性。

## 5.5 管道环截面压屈失稳计算

**5.5.1~5.5.3** 本条是按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 第 4.2.11 条规定的。

**5.5.4** 本条是参照美国聚乙烯波纹管协会资料《聚乙烯波纹管的结构设计方法》的有关内容制定的。管道环截面的压屈失稳取决于管侧回填土的弹性模量和管材的环刚度。美国公式为:

$$P_{cr} = \frac{0.772}{SF} \left[ \frac{E_d PS}{1 - \nu^2} \right]^{1/2}$$

式中  $SF$  为安全系数,原取 2.0,现压屈稳定系数也取 2.0;式中  $PS$  为美国 ASTM 标准中定义的管刚度,它与 ISO 标准中的环刚度的关系是: $S=0.0186PS=1/53.7PS$ ,故  $0.772 \cdot \sqrt{PS}=4 \cdot \sqrt{2 \cdot S}$

## 5.6 管道抗浮稳定计算

**5.6.1~5.6.2** 条文是按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 第 4.2.10 条制定的。

## 6 管道施工敷设

### 6.1 一般规定

6.1.1 制定施工组织设计是保证排水管道工程质量的重要措施。

6.1.2 管顶覆土厚度包括路面结构层厚度、管顶最小覆土厚度的确定,要考虑各方面的因素。首先是管道变形量,其次是外部荷载,其中还必须考虑筑路时的临时荷载,另外冰冻地区还应考虑冰冻深度的影响。综合各方面因素及施工实际情况,规定管道在车行道下覆土厚度不宜小于0.7m。当埋深不满足最小覆土厚度时,需对管道采取相应的加固措施。

6.1.3 管顶最大覆土厚度是按第5章“管道结构设计”的规定,根据埋管地质条件,通过对管道强度和变形计算确定的,因此在敷设前要对沟槽土质进行核对。

6.1.4 本条是为不开挖所穿越的铁路,保证铁路安全,便于检查和更换管道的常规做法。

6.1.5 本条是排水管道工程施工时为确保质量的常规做法。聚乙烯管在施工中有抗浮和稳管等要求,需格外注意,并采取适当的措施。

6.1.6 压力管道不属于本规程的范围。但管道交叉需做倒虹管,必然产生一定的内压,因此要规定最大的内压。如倒虹管内压超过0.05MPa时,宜采用PE给水压力管。目前在水下铺设排水PE结构壁管缺乏实践经验,故不宜将其用于水下管道。

6.1.7 聚乙烯管材为柔性管材,其柔性接口对角变位有一定的适应性,但由于管道种类很多,管壁结构形式和管道接口方式也各不相同,因此不宜具体规定,可根据各种管道管径和接口形式由制管厂提供技术要求。

6.1.8 本规程是针对聚乙烯管道的特点编写的,为了避免条文内容重复过多,对测量、沟槽开挖、排水降水、支撑等共性内容,可参照相应的现行国家标准及地方标准的规定施工。

## 6.2 沟 槽

6.2.1 聚乙烯管材具有安装方便、施工快速等特点,它对沟槽宽度的要求也比较小,但沟槽宽度过小,影响管道接头施工质量及沟槽回填密实度,故本条款作出了相应限制。

6.2.2~6.2.4 条文是排水管道工程施工时为确保质量的常规做法。

## 6.3 管道基础

6.3.1 聚乙烯管属柔性管材,对应的管道基础应采用土弧基础。国内外通常的做法都是采用砂砾石基础;土质良好的地方也可采用原土基础,但管底标高、坡度及管底与土基的结合难以保证。为了便于控制管道高程,保证管底与基础的紧密结合,对于一般地基仍应敷设一层砂砾石基础层;在地质条件极差的软土地区,管道基础应按地质条件进行专门的设计,对地基进行改良和处理,当达到承载能力要求后方可铺设基础层。

6.3.2 本条是参照协会标准《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS122:2001的规定制定的,也是为了保证施工实际支承角不小于设计支承角。这与混凝土管土弧基础的规定相同。

6.3.3~6.3.5 条文是排水管道工程施工时为确保质量的常规做法。地基处理方法宜由设计、施工单位根据土质条件制定。

## 6.4 管道安装及连接

6.4.1~6.4.2 条文是为保证管道工程所用管材的质量而制定。

6.4.3 本条的管道连接方法,是参考国内外不同结构形式的聚乙烯管道施工的有关规程、规定,并结合我国目前的施工实际情况作

出了规定。对熔接、焊接连接采用的设施及工具,以及操作技术,均要求由管材生产厂提供并指导。

**6.4.5** 单承口密封圈连接是目前常用的管道连接方式。管材的一端为承口,另一端为插口,连接前应先检查橡胶圈是否配套完好,确认胶圈安放位置及插入承口的深度。接口作业时,应先将承口和插口的工作面用棉纱清理干净,不得留有泥沙等杂物,并在承口工作面上涂上润滑剂,然后立即将插口端的中心对准承口端的中心就位,润滑剂一般由制管厂配套供应。双承口密封圈连接的管材,两端都视为插口,分别有一个密封圈,采用双承口管件将管材连接。施工方法同上。

**6.4.6** 承插式电熔连接是在生产管材时,在承口端埋入电热元件。连接前,应先清除承插口工作面的污垢,检查电热网焊线是否完好,并确认插口应插入承口的深度。通电前先用锁紧扣带在承口外扣紧,然后根据不同类型的管道设定电流及通电时间。接通电源期间,不得移动管道或在连接件上施加任何外力,通电时要特别注意连接电缆线不能受力,以防短路。通电完成后,适当收紧扣带,并保持一定的冷却时间。在自然冷却期间,不得移动管道。套筒式(带或套)电热熔带连接在二根管子平口对接的外侧包裹电热熔带或套,施工方法同上。

对接式热熔连接是先将两根管子夹持固定在装备液压系统的焊接设备上,用特制的切削刀将管端削平,然后将电热板放置于两管端之间,以特定的压力将两管端在电加热板上保持一定时间,在管端材料熔化后抽出电热板,将两管端对压在一起,形成对熔连接,并保持一定的冷却时间。在自然冷却期间,不得移动管道,连接的压力和时间须符合制管厂的相关技术要求。套筒式(带或套)热熔连接所有的加强纤维热收缩带或套由制管厂配套供应。套管的施工环境温度应为 $0\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。若环境温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,应对套管采取保温措施。管材连接处表面的灰尘和脏物应清理干净,并使之对接无缝。应用液化石油气喷枪火焰从热收缩套中间沿圆周方向

均匀加热,并使加强纤维热收缩套完全收缩后再分别向两端延伸加热。加热时,套管允许受热温度不得超过 250℃。在局部收缩完后再重新加热表面凹凸不平的其他部分,直至使其完全平整。最后应对收缩套的两端各 50mm 处再加热一遍,以使两端热熔胶充分熔化。

焊接连接是用专用的挤出式焊枪,使用与管材同材质的焊条,在管道对接处进行均匀焊接,连接形式包括承插式、平口式和 V 形焊接连接,焊接的质量应符合制管厂的相关技术要求。

哈夫连接和法兰连接的连接件应有防腐、防锈要求,密封圈应满足本规程 3.2.1 的要求。

**6.4.7** 由于聚乙烯管道可用焊接连接,故当管道出现较小面积的局部损坏时,可采用焊枪进行修补;但当破损超过一定范围时,应切除破损管段,采取换管措施,以确保管道质量。

**6.4.8** 本条是雨期施工时为保证施工质量而采取的措施。

## 7 管道与检查井连接

7.0.1 目前国内排水管道检查井还是以砖砌井室为多,有些城市已开始采用混凝土井室。砖砌与混凝土井室与 PE 管道连接一般均为刚性接头。如井室与管道连接要做成柔性接头,则须开发各种专用连接管件,如图 E7.0.1 的形式。目前生产厂开发这类产品的为数还不多。

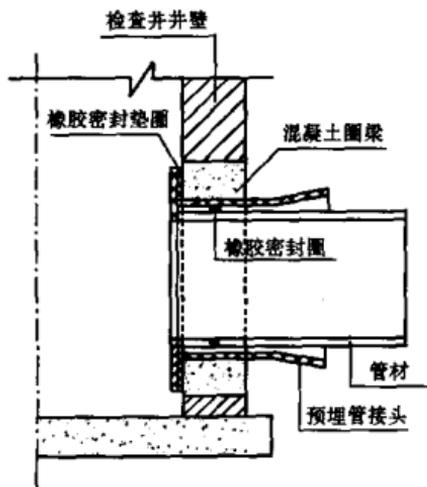


图 E.7.0.1

7.0.2 本条是对先敷设管道后砌井的施工要求。

7.0.3 本条是对先砌筑井室,再接入管的施工要求。亦即是对井墙上预留洞接入管端的施工要求。

7.0.4~7.0.6 条文是管端与井室连接接头的质量和抗渗要求。

7.0.7~7.0.8 条文是管道构筑物与管道连接时处理管道不均匀沉降和保证管道基础支承要求的常规做法。

## 8 回 填

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本条是为了尽可能减小管道敷设后温度升降对管道纵向伸缩的影响。

**8.1.2~8.1.5** 条文参照了 GB 50268 中对管道沟槽回填土的常规要求。

**8.1.6** PE 排水管为柔性管,当采用钢板桩支护沟槽时,在拔桩时必须将桩孔回填密实,以保证管道两侧回填土具有要求的弹性模量。为此,国外资料指出,当不能保证钢板桩拔出后桩孔回填的密实度时,应考虑是否拔出钢板桩的问题。

**8.1.7** 本条是敷设柔性管道时控制管道竖向变位的一种施工技术措施。

### 8.2 回填材料和回填要求

**8.2.5** 柔性管道是按管土共同作用理论设计计算的,因此必须严格按设计要求的回填土进行沟槽回填。当设计未规定时,可按本条的表 8.2.5 和图 8.2.5 中沟槽各部位的最佳密实度及回填土土质的要求回填。本条对沟槽各部位回填土密实度的要求是按 GB 50332—2002 第 5.0.16 条的规定制定的。该条文属于强制性条文,必须严格执行。

**8.2.6** 本条用土工布(土工织物)对敷设在高地下水位的软土地层中的管道进行纵向及横向加固,这是近年来一种比较有效的埋地管道加固措施。国内在这方面的实践和经验还不多,但欧洲预期标准 ENV1046:2000 中已将土工布加固措施列入标准条文中。现简介如下:

1. 在地基土层变动部位防止或减少管道纵向不均匀沉降的敷设方法。土工布包覆后能起到地基梁的作用,可根据土质变化情况及范围采用图 E8.2.6-1 中(a)、(b)、(c)的不同包覆方式。

2. 防止高地下水位管道上浮的土工布包覆方法,见图 E8.2.6-2。

3. 防止土壤中细颗粒土因地下水流动而转移的土工布包覆方法,见图 E8.2.6-3。

注:土工布的搭接,当采用熔接搭接时搭接长度不小于 0.3m;当非熔接搭接时,不小于 0.5m。

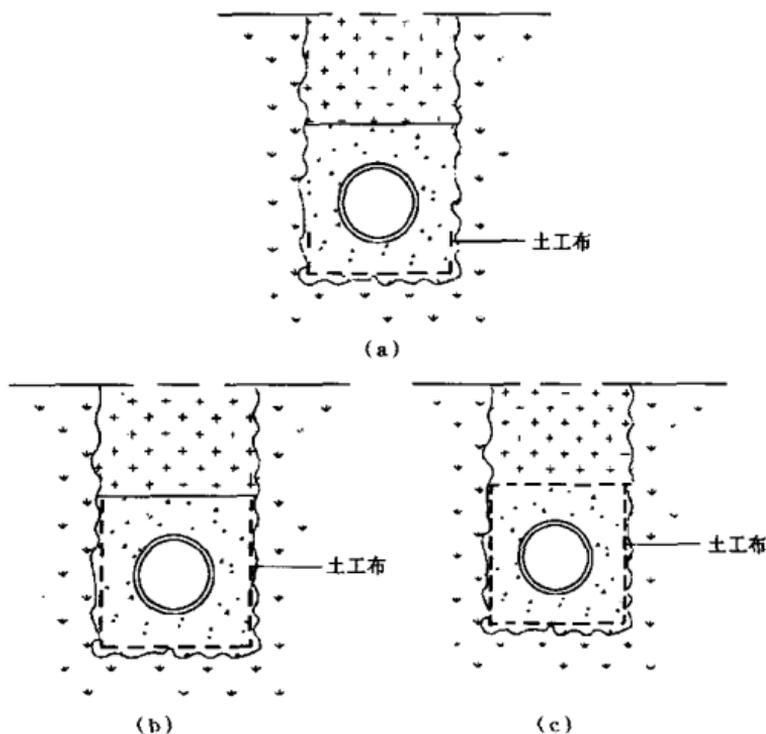
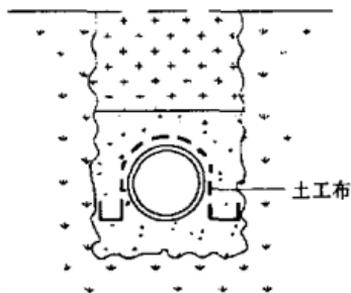
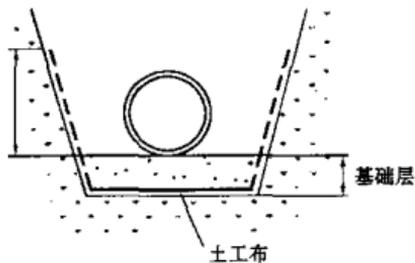


图 E 8.2.6-1 软土地层中管道的土工布加固方法



E 8.2.6-2 防管道上浮的土工布包覆方法



E 8.2.6-3 防细颗粒土流失的土工布包覆方法

## 9 质量检验

### 9.1 管道密闭性检验

9.1.1~9.1.4 管道密闭性检验采用闭水法试验,其检验方法参照国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-97 中的有关规定。

管道密闭性检验也可采用完备气法检验,可按闭气标准执行。

9.1.5 管道密闭性检验中的允许漏水量,我国目前还没有关于聚乙烯排水管道管道的允许渗水量标准和试验研究资料。

在 GB 50268-97 中,对压力管道和无压力管道的允许渗水量分别作出了规定,其中无压力管道系指混凝土、钢筋混凝土管及管渠,其允许渗水量规定为:

$$Q_s \leq 1.25 \sqrt{d_i}$$

式中  $Q_s$ ——每 1km 管道长度 24h 的渗水量( $m^3$ );

$d_i$ ——管道内径(mm)。

在协会标准《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS122:2001 中,管道的允许渗水量是按照美国《PVC 管设计施工手册》执行的,其允许渗水量规定为:

$$Q_s \leq 0.0046d_i$$

式中  $Q_s$ ——每 1km 管道长度 24h 的渗水量( $m^3$ );

$d_i$ ——管道内径(mm)。

在欧洲 EN 16109(1997 年)标准中,管道允许渗水量为每  $m^2$  润湿面积每 30min 的渗水量不大于 0.15L,折算成每 1km 管道长度 24h 允许渗水量为:

$$Q_s \leq 0.02262d_i$$

式中  $Q_s$ ——每 1km 管道长度 24h 的渗水量( $m^3$ );

$d_i$ ——管道内径(mm)。

在欧洲 prEN13476-3(2000年7月)标准中,管道允许渗水量为每  $m^2$  润湿面积每 30min 的渗水量不大于 0.04L,折算成每 1km 管道长度 24h 的允许渗水量规定为:

$$Q_s \leq 0.006032d_i$$

式中  $Q_s$ ——每 1km 管道长度 24h 的渗水量( $m^3$ );

$d_i$ ——管道内径(mm)。

按照上述各标准,对管道的允许渗水量比较如表 E9.1.5。

表 E9.1.5 各标准规定的允许渗水量( $m^3/24h/km$ )比较

管道内径 (mm)	美国 $Q_s \leq 0.0046d_i$	PrEN13476-3 $Q_s \leq 0.006032d_i$	EN1610 $Q_s \leq 0.02262d_i$	GB50268-97 $Q_s \leq 1.25 \sqrt{d_i}$
200	0.92	1.206	4.524	17.60
300	1.38	1.810	6.786	21.62
400	1.84	2.413	9.048	25.00
500	2.30	3.016	11.310	27.95
600	2.76	3.619	13.572	30.60
700	3.22	4.222	15.834	33.00
800	3.68	4.826	18.096	35.35
900	4.14	5.429	20.358	37.35
1000	4.60	6.032	22.620	39.52
1100	5.06	6.635	24.881	41.45
1200	5.52	7.238	27.143	43.30
1500	6.90	9.048	33.930	48.40
1800	8.28	10.858	40.716	53.03
2000	9.20	12.064	45.240	55.90

从上表可以看出,按不同标准计算的管道允许渗水量,其结果相差很大。为了确保埋地聚乙烯排水管道及路基的施工质量,本规程选择了最严格的美国《PVC管设计施工手册》1991年第3版的相关标准,作为管道的允许渗水量标准。

## 9.2 管道变形检验

**9.2.1** 聚乙烯排水管道为柔性管,在实际使用过程中允许存在一定的变形,但这种变形必须不影响管道的使用寿命。当埋地柔性管的变形量超过5%时,管材间的接口及管材与窨井间的接口可能出现渗水,从而造成沟槽回填砂土流失,甚至影响路基安全,因此管道的长期变形必须加以控制。埋地柔性管的变形量随时间增加而增加,但几乎所有的变形增加量都产生在敷设后的第一到第二年,以后变形量就稳定下来,因此控制管道的长期变形量,首先应控制管道的初始变形量。在埋地柔性管允许的变形范围内,竖向管道直径的减少和横向管道直径的增加大致相等,因此在检验过程中通常比较注意竖向管道直径的变形量。

我国目前还没有关于埋地聚乙烯管道变形率的控制标准和监测资料。欧洲标准 ENV1046:2001 中规定,柔性管的平均初始变形率应控制在2%~4%的范围内。欧洲标准 prEN13476-3 (2000年7月)中规定,当环刚度为 $2.0\text{N}/\text{m}^2$ 时,柔性管的平均初始变形率应控制在5%;当环刚度增大时,柔性管的平均初始变形率可以控制在8%。澳大利亚/新西兰标准 AS/NZS 2566.1(增补1:1998)中规定,柔性管的短期变形率不应超过4%。考虑柔性管变形量与时间的关系,欲控制埋地聚乙烯管道的长期变形量,其初始变形率不宜过大,结合本规程 5.3.2 及欧洲标准 ENV1046:2001、澳大利亚/新西兰标准 AS/NZS2566.1(增补1:1998)确定埋地聚乙烯竖向管道直径初始变形率不得超过管道直径允许变形率的 $2/3$ 。

**9.2.2** 控制测量偏差是保证测量精确度的前提,但欧洲标准、澳大利亚、新西兰标准、德国标准、美国聚乙烯波纹管协会 CPPA 等资料中均没有这方面的详细说明。本条是参照上海市《玻璃纤维增强塑料夹砂排水管道施工及验收规程》DGJ 08—234—2001 制定的。

**9.2.3** 当竖向管道直径初始变形率较小时,短时间内管道仍然完好,挖出后可以恢复原状,对敷设过程进行纠正后,该管道的施工质量仍能得到保证。

### **9.3 沟槽回填土密实度检验**

**9.3.1** 聚乙烯排水管道为柔性管,沟槽回填密实度对控制管道的变形有很大影响。为了保护管道结构,故作出此项规定。

**9.3.2** 排水管道敷设完成后,沟槽部分或者恢复为原地貌,或者修筑道路,故必须对管顶 0.5m 以上部分沟槽覆土的密度作出规定。特别是在修筑道路时,保证路基的施工质量非常重要。

## 10 管材的运输和贮存

根据聚乙烯排水管道的特性,为保证管材、管件的质量不受损害,制定本章。

**10.0.4** 对于存放时间长于 18 个月的管材、管件,应按其产品质量标准重新检测,检测合格者方可使用或降级使用。使用时应附有重新检测报告,重新检测不合格者不得使用。

## 11 管道工程竣工验收

本章为管道工程验收必须遵守的程序,系根据国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-97 及行业标准《市政排水管渠工程质量检验评定标准》CJJ3-90 制定。