



CECS 223 : 2007

中国工程建设标准化协会标准

**埋地排水用钢带增强聚乙烯
螺旋波纹管管道工程技术规程**

**Technical specification for buried spirally wound
corrugated polyethylene with ribbed steel
reinforced pipes of sewerage engineering**

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

**埋地排水用钢带增强聚乙烯
螺旋波纹管管道工程技术规程**

Technical specification for buried spirally wound
corrugated polyethylene with ribbed steel
reinforced pipes of sewerage engineering

CECS 223 : 2007

主编单位：中国市政工程西南设计研究院
四川森普管材股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：2 0 0 7 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2007 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会〔2005〕建标协字第 38 号《关于印发中国工程建设标准化协会 2005 年第二批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制定本规程。

钢带增强聚乙烯螺旋波纹管是一种把钢和聚乙烯的优势整合为一体的钢塑复合管。这种钢塑复合管在美国、日本广泛使用,由于它具有口径大、环刚度高、防腐省料等突出优势,在仅仅一年多的时间里,国内已有近三十条生产线投入生产。现已在北京、天津、重庆、辽宁、浙江、福建、山东、广东、四川、云南、新疆等省市形成生产能力,并应用在全国十几个省(市)的排水工程中,用户反映良好。

为了避免无统一的工程技术规程而可能造成工程失误,各方迫切需要尽快制定《埋地排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道工程技术规程》,作为工程应用的依据。

本规程是在各地对钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的试验研究及工程应用成果基础上,主要参照《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》CECS 164 和国内外有关标准、规程、资料编制。

根据国家计委〔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《埋地排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道工程技术规程》,编号为 CECS 223 : 2007,推荐给工程设计、施工、监理、使用单位采用。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构委员会 CECS/TC 17 归口管理,由中国市政工程西南设计研究院(成都市星辉中

路 11 号,邮编 610081)负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料寄往解释单位。

主 编 单 位: 中国市政工程西南设计研究院
四川森普管材股份有限公司

参 编 单 位: 煌盛管业集团
营口大成管业有限公司
厦门泓皓管业有限公司
广东联塑科技事业有限公司
天津盛象塑料管业有限公司
浙江枫叶集团有限公司
沧州明珠塑料股份有限公司
云南工程塑料公司
石家庄宝石克拉大径塑管有限公司
湖北银龙管业有限公司
四川金石东方新材料设备有限公司

主要起草人: 熊易华 丁顺琼 万玉成 李文泉 李洪山
李 威 朱世民 巫志国 何龙新 陈国南
张 彦 牛建英 贾晓辉 陈绍江 杨四银
吴精华

中国工程建设标准化协会
2007 年 8 月 14 日

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	材 料	(6)
3.1	管材	(6)
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	(11)
5.3	管道环截面变形验算	(12)
5.4	管道环截面强度计算	(14)
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	管道基础及地基处理	(17)
6.4	管道连接及安装	(18)
6.5	管道的修补	(22)
7	管道与检查井连接	(24)
8	回 填	(27)
8.1	一般规定	(27)

8.2 回填材料及回填要求	(27)
9 质量检验	(30)
9.1 管道严密性检验	(30)
9.2 管道变形检验	(30)
9.3 沟槽回填土密实度检验	(31)
10 管材的运输及贮存	(32)
11 管道工程的竣工验收	(33)
附录 A 满流条件下钢带增强聚乙烯螺旋波纹管 管道水力计算图	(34)
附录 B 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道不同充满度的流水 断面系数表	(36)
附录 C 管侧土的综合变形模量	(38)
附录 D 闭水法试验	(40)
本规范用词说明	(41)
附:条文说明	(43)

1 总 则

1.0.1 为了在埋地排水管道工程中,合理地应用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管材,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 本规程适用于管径为 DN 600~DN 2000 的新建、扩建和改建的无内压作用的埋地排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管道工程的设计、施工及验收。

1.0.3 执行本规程时,排入管道的水温及水质应符合现行行业标准《污水排入城市下水道水质标准》CJ 3082 规定。

1.0.4 本规程是依据《室外排水设计规范》GB 50014、《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 规定的原则进行编制的。

1.0.5 管道工程所用的管材、管道连接材料等必须符合国家现行的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 对于兴建在地震区、湿陷性黄土、膨胀土、多年冻土地区的排水管道工程,尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.7 执行本规程时,尚应符合国家现行的有关标准及本地区的有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管 spirally wound corrugated polyethylene with ribbed steel reinforced pipes

以高密度聚乙烯(HDPE)为基体,用表面涂敷粘接树脂的钢带成型为波形作为主要支撑结构,并与聚乙烯材料缠绕复合成整体的双壁螺旋波纹管。

2.1.2 公称直径 (DN)nominal diameter'

公称直径是管材的标定直径,以管道公称内径表示,单位为mm。

2.1.3 环向弯曲刚度(简称环刚度) ring-bending stiffness

管道抵抗环向变形能力的量度。可采用测试方法或计算方法定值,单位为 kN/m^2 。

2.1.4 管道连接 pipeline connection

将管道上相邻的两个管端连接成一体,在工作状态下达到不出现渗漏的接头。钢带增强聚乙烯螺旋波纹管有热熔挤出焊接连接、电熔带连接、热收缩管(带)连接、卡箍(哈夫套)连接或螺旋口转平口卡箍连接、承插式电熔或密封圈连接等方法。

2.1.5 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,单位为 kN/m^2 。

2.1.6 土弧基础 arc shaped soil bedding,shaped subgrade

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

2.1.7 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实的砂砾层。基础层用以敷设管道,也是管道的持力层。

2.1.8 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材料回填密实,形成土弧基础的弧形支承。

2.1.9 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 2α 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 符 号

2.2.1 管材和土的性能

E_d ——管侧土的综合变形模量;

E_p ——管材聚乙烯短期弹性模量;

S_p ——管材环刚度;

f_{tk} ——管材聚乙烯抗拉强度标准值;

f_t ——管材聚乙烯抗拉强度设计值;

f_y ——管材钢带抗压强度设计值;

ρ_p ——管材聚乙烯质量密度。

2.2.2 管道上的作用

$F_{cr,k}$ ——管壁失稳的临界压力标准值;

$F_{fw,k}$ ——浮托力标准值;

F_{vk} ——管顶竖向作用的不利组合标准值;

Q_{vk} ——车辆的单个轮压标准值;

$W_{d,max}$ ——管道在组合作用下的最大竖向变形量;

$q_{sv,k}$ ——管顶单位面积上的竖向土压力标准值;

q_{vk} ——地面车辆荷载或地面堆积荷载传至管顶单位面积上

的竖向压力标准值；

σ ——管道钢带最大环截面应压力设计值；

ϵ ——管道竖向直径变形率。

2.2.3 几何参数

A_s ——每米管道钢带的截面积；

D_1 ——管道外径；

D_r ——钢带回转轴直径；

H_s ——管顶覆土深度；

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_s ——钢带回转半径。

2.2.4 计算系数

D_L ——变形滞后效应系数；

K_0 ——荷载系数；

K_d ——管道变形系数，应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；

γ_0 ——管道重要性系数；

γ_G ——永久荷载的分项系数；

γ_s ——回填土的重力密度；

γ_Q ——可变荷载的分项系数；

μ_d ——车辆荷载的动力系数；

ψ_q ——可变荷载的准永久值系数。

2.2.5 水力计算参数

A ——水流有效断面面积；

I ——水力坡度；

Q ——设计流量；

Q_s ——允许渗水量；
 R ——水力半径；
 n ——管内壁粗糙系数；
 V ——流速。

3 材 料

3.1 管 材

3.1.1 设计所选用的管材,应符合《埋地排水用钢带增强聚乙烯(PE)螺旋波纹管》CJ/T 225 产品标准的规定。

3.1.2 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管材主要由聚乙烯、钢带、粘接树脂组成。

1 聚乙烯材料的物理力学性能应符合下列要求:

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

短期弹性模量: $E_p \geq 758 \text{MPa}$;

抗拉强度标准值: $f_{tk} \geq 20.7 \text{MPa}$;

抗拉强度设计值: $f_t \geq 16.0 \text{MPa}$ 。

2 钢带的物理力学性能应符合下列要求:

屈服强度 σ_s : 180~235MPa;

抗拉强度 σ_b : 270~500MPa;

伸长率: $\delta_s \geq 26\%$ 。

3 常用钢带的抗压强度设计值按表 3.1.2 取用。

表 3.1.2 钢带抗压强度设计值 f_y (MPa)

常用钢材牌号	SC1	SC2	SC3
钢材标准	GB/T 5213	GB/T 5213	GB/T 5213
强度设计值 f_y	190	160	160

注:其他牌号钢材型号应符合《深冲压用冷轧薄钢板及钢带》GB/T 5213 标准或《碳素结构钢》GB/T 700 标准。

3.1.3 管材的环刚度分为 SN8、SN12.5 和 SN16 三个等级,环刚度应根据管材承受外部荷载情况计算选用。

3.1.4 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管缝能承受的最小拉应力不

应低于聚乙烯母材的抗拉强度设计值。

3.1.5 管材截面特性,可按生产企业提供的管材截面特性数据(管道的外径 D_1 、内径 d_1 、钢带回转半径 r_s 和每米管道的钢带截面积 A_s)采用。

3.2 管道连接材料

3.2.1 管道连接所用聚乙烯材料的物理力学性能不应低于母材的要求。

3.2.2 热熔挤出焊接连接所采用的焊丝为聚乙烯材料,其材质应与管道用聚乙烯材料相同,保证焊接接头性能与管材性能一致。

3.2.3 电熔带连接采用的电熔带应由管材生产厂配套供应。电熔带由聚乙烯和电热网制成。聚乙烯材料应符合本节 3.2.1 条的要求;电热网应采用以镍铬为主要成分的合金材料,电热网应无短路、断路,电阻值不大于 20Ω 。电熔带的强度应按国家现行相应产品标准采用,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 热收缩管(带)的外观应平整、无气泡、夹渣或裂口,基材可由聚乙烯或聚烯烃和增强纤维并经交联后制成,外表面喷涂有示温涂料,内表面涂有热熔胶。热收缩管(带)的各项性能指标应符合中华人民共和国石油天然气行业标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》SY/T 0413 的要求。

3.2.5 管道连接所采用的钢件,应做防腐、防锈处理,其材质应符合国家标准《碳素结构钢》GB 700 中的 Q235 钢,防腐层质量应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的要求。

3.2.6 管道连接采用的弹性橡胶圈,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 ± 5 ；伸长率应大于 400%；拉断强度不应小于 16MPa。

3.2.7 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。

4 水力计算

4.0.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管排水管道的流速、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 ——设计流量(m^3/s)；

A ——水流有效断面面积(m^2)；

v ——流速(m/s)；

n ——管内壁粗糙系数；

R ——水力半径(m)；

I ——水力坡度(‰)。

4.0.2 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管排水管道的管内壁粗糙系数 n ，应根据试验资料综合分析确定。当无试验资料时，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，钢带增强聚乙烯螺旋波纹管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 A(当 $n \neq 0.010$ 时，应根据实际 n 值进行修正)。在非满流时，应依据不同充满度按附录 B 进行换算。

4.0.4 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管排水管道的最大设计流速宜为 5.0m/s ；污水管道的最小设计流速，在设计充满度下应为 0.6m/s ；雨水管道和合流管道的最小设计流速，在满流时应为 0.75m/s 。

5 管道结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管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,均采用含分项系数的设计表达式进行计算。

5.1.2 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管应按无内压重力流设计。

5.1.3 城镇永久性排水管道结构设计使用年限不得低于 50 年,农田排灌和其他用途的管道结构设计使用年限应按相应规定确定。

5.1.4 在钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道结构设计时,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:包括管道结构环截面强度计算;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。

5.1.5 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管应按埋地柔性管道理论计算,各项作用均应由钢带承担。

5.1.6 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道结构设计应提出埋设条件和对运行工况的要求,包括管体、管道基础、管道连接、沟槽回填土的类别与密实度等。

5.1.7 施工时采用的土弧基础中心角应在结构计算采用的敷设基础中心角(2α)的基础上增加 30° 。

5.1.8 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的线膨胀系数可采用 $0.2\text{mm}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

5.1.9 承载力极限状态计算和正常使用极限状态验算均应按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的各项规定。

5.2 管道结构上的作用

5.2.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管所受作用的分类和作用代表值,均应按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定采用。

5.2.2 管道上的永久作用为管顶覆土压力,其管顶单位面积上的覆土压力标准值,可按下列公式计算:

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

式中 $q_{sv,k}$ ——单位面积上管顶竖向土压力标准值(kN/m²);

γ_s ——回填土的重力密度,一般情况下可取 18kN/m³;当地下水高于管顶时,地下水位以下土的重力密度,计算管道环截面变形可取 10kN/m³,强度计算时可取 20kN/m³;

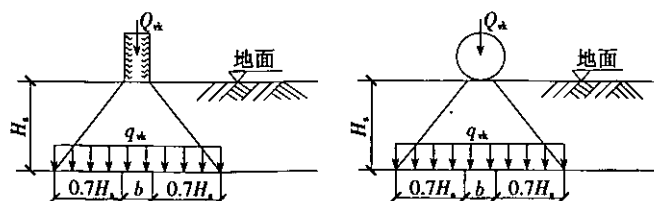
H_s ——管顶覆土深度(m)。

5.2.3 管道上的可变作用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应同时考虑,而应选用荷载效应较大者。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 地面车辆单个轮胎的传递分布

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):

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

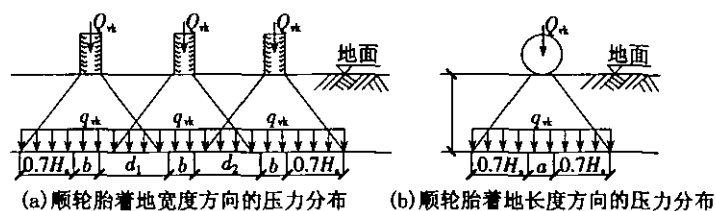


图 5.2.4-2 地面车辆两个以上单排轮压综合影响的传递分布

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(kN/m^2);

μ_d ——车辆荷载的动力系数,可按表 5.2.4 选用;当车辆荷载采用“城-A”、“城-B”级时,可取 $\mu_d=1.0$;

Q_{vk} ——车辆的单个轮压标准值(kN);

a ——单个车轮着地长度(m);

b ——单个车轮着地宽度(m);

n ——轮压数量;

d_j ——相邻两个轮压间的净距(m)。

表 5.2.4 动力系数 μ_d

覆土厚度(m)	≤ 0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	≥ 0.70
动力系数 μ_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 q_{vk} 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 管道环截面变形验算的荷载组合应按准永久组合计算。

5.3.2 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管在外压作用下,其竖向直径的

变形量可按下列公式计算：

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

式中 $W_{d,\max}$ ——管道在组合作用下最大竖向变形量(mm)；

K_d ——管道变形系数,应根据管道的敷设基础计算中心角按表 5.3.2 选用；

$q_{sv,k}$ ——管顶单位面积上的竖向土压力标准值(kN/m²),按(5.2.2)式计算；

q_{vk} ——地面车辆荷载或地面堆积荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准值(kN/m²),应按 5.2.3 条~5.2.5 条确定；

D_L ——变形滞后效应系数,可根据管道胸腔回填密实度取 1.20~1.50；

ψ_q ——可变荷载的准永久值系数,可取 0.5；

S_p ——管环刚度(kN/m²)；

E_d ——管侧土的综合变形模量(kN/m²),应由试验确定,如无试验资料时,可按附录 C 采用；

D_1 ——管道外径(mm)。

表 5.3.2 管道变形系数 K_d

敷设基础计算中心角	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 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管在外压荷载作用下,其竖向直径的变形率不应大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：

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

式中 ϵ ——管道竖向直径变形率；

d_i ——管道内径(mm)。

5.4 管道环截面强度计算

5.4.1 管道环截面强度计算应按荷载基本组合进行。

5.4.2 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管在外压荷载作用下,其钢带最大环截面压应力设计值不应大于钢带抗压强度设计值 f_y 。管道环截面强度计算应采用下列极限状态表达式:

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

式中 σ ——钢带最大环截面压应力设计值(MPa);

γ_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_y ——钢带抗压强度设计值(MPa),按表(3.1.2)取用。

5.4.3 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管钢带最大环截面压应力设计值可按下列公式计算:

$$\sigma = 0.72 \frac{(K_0 \gamma_{G,sv} q_{sv,k} + \gamma_Q q_{vk}) D_1}{A_s} \quad (5.4.3)$$

式中 K_0 ——荷载系数,当管顶覆土深度 $H_s < D_1$ 时, $K_0 = 1.0$;
 $H_s \geq D_1$ 时,可取 $K_0 = 0.86$;

$\gamma_{G,sv}$ ——管顶覆土荷载分项系数,应取 1.27;

γ_Q ——管顶地面荷载分项系数,应取 1.40;

$q_{sv,k}$ ——管顶单位面积上的竖向土压力标准值(kN/m²),应按(5.2.2)式计算;

q_{vk} ——地面车辆荷载或地面堆积荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准值(kN/m²),应按 5.2.3 条~5.2.5 条确定;

A_s ——每米管道钢带的截面积(mm²/m);

D_1 ——管道外径(mm)。

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 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管在外压力作用下,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/m²);

F_{vk} ——管顶在各项作用下的竖向压力标准值(kN/m²);

K_s ——管道的环向稳定性抗力系数, $K_s \geq 2.0$ 。

5.5.3 管顶竖向作用不利组合标准值可按下列公式计算:

$$F_{vk} = q_{sv,k} + q_{vk} \quad (5.5.3)$$

式中 $q_{sv,k}$ 、 q_{vk} 同公式 5.4.3。

5.5.4 管壁失稳的临界压力标准值可按下列公式计算:

$$F_{cr,k} = 4 \sqrt{2E_d S_p} \quad (5.5.4)$$

式中 E_d 、 S_p 同公式 5.3.2。

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 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管排水管道的抗浮稳定性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(kN);

$F_{fw,k}$ ——浮托力标准值(kN);

K_f ——管道的抗浮稳定性抗力系数,应取 1.10。

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开槽后处理回填密实的地基上。当管道在车行道下时,管顶覆土不宜小于 0.7m。

6.1.3 施工时,应根据管顶的最大覆土,对管材环刚度进行复验,如管材环刚度与设计要求不符时,应采取退换货处理;对沟槽及其两侧原状土的情况应进行核对,当发现与设计要求不符时,应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 当钢带增强聚乙烯螺旋波纹管穿越铁路和公路时,应设置套管等措施,套管设计应按铁路和公路有关规定执行。

6.1.5 在地下水位高于开挖沟槽槽底时,地下水位应降至槽底 0.5m 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,管道达到抗浮要求时才可停止降低地下水。

6.1.6 当钢带增强聚乙烯螺旋波纹管与其他管道交叉作倒虹管使用时,其工作压力除应符合管材产品标准外,还应小于 0.05MPa。

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线敷设时,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 管道施工的测量、降水、开槽、沟槽支撑和管道交叉处理、管道合槽施工等技术要求,应按现行国家标准《给水排水管道施工及验收规范》GB 50268 及本地区排水管道技术规程有关规定执行。

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,应符合设计文件要求;当设计文件无要求时,可视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。当管径大于等于 DN600mm 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确定。

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,应在铺管前人工开挖并清理至设计标高。如遇超挖或发生扰动,可填天然级配砂石料,其最大粒径不大于 400mm,并整平夯实,其密实度不应低于 95%。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。当雨季施工时,应采取沟槽防泡措施,防止管道漂浮、沟壁坍塌等事故发生;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 管道基础及地基处理

6.3.1 管道基础应采用土弧基础。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。

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回填密实。其密度应符合本规程表 8.2.5 的规定。

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

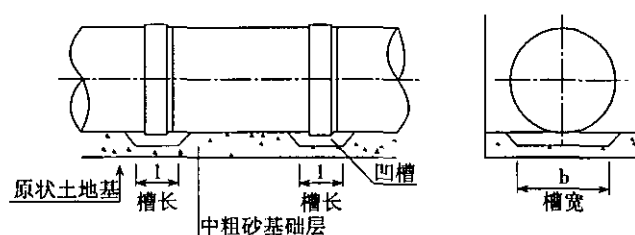


图 6.3.3 管道接口处的凹槽

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。地基处理宜采用复合地基处理方法,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。

6.3.5 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要求后,再铺设中粗砂基础层。

6.4 管道连接及安装

6.4.1 管材下管前,必须按产品标准逐节进行外观检验,管材断口处必须进行密封,不符合标准者,严禁下管敷设。

6.4.2 根据管径大小、沟槽和施工机具装备情况,确定用人或机械将管材放入沟槽,下管时须采用可靠的吊具,平稳下沟,不得与沟壁、沟底激烈碰撞,吊装应有两个支撑吊点,严禁穿心吊。

6.4.3 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管材产品的管端口面形式,通常分为螺旋形和垂直轴线的平面形两种,相应管材的连接方式、方法应根据其端口面形式分别按以下方式确定:

1 螺旋形端口系在生产时周向沿螺旋形的波谷(此处无钢带)切开,然后将波峰(此处有钢带)割断并封头。

2 垂直轴线的平面形端口系在缠绕生产的螺旋端口管材两

端焊接上特制的聚乙烯管状连接件,该连接件的一侧端口为平面。

6.4.4 螺旋端口的连接,可采用热熔挤出焊接、电熔带连接、热收缩管(带)连接和卡箍连接等方法;连接时应将管材的螺旋端口对齐,尽量减小缝隙。

1 热熔挤出焊接连接(图 6.4.4-1)应通过专用挤出焊接工具及挤出焊条将相邻管端加热,使其聚乙烯材料熔融成整体,属刚性连接方法。

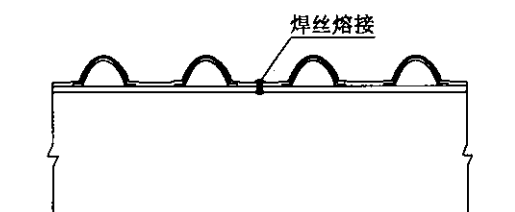


图 6.4.4-1 热熔挤出焊接连接

2 电熔带连接(图 6.4.4-2)应通过对镶嵌在电熔带内表面的电热网加热,使电熔带与管材波谷间的聚乙烯层熔融成为整体,属刚性连接方法。

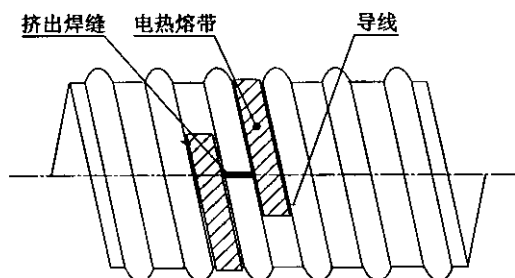


图 6.4.4-2 电熔带连接

3 热收缩管(带)连接(图 6.4.4-3)应通过对热收缩管(带)进行火焰加热,使其收缩后内表面的热熔胶与管材外表面粘接成一体;热收缩管(带)冷却固化形成恒定的包紧力,属刚性连接方法。

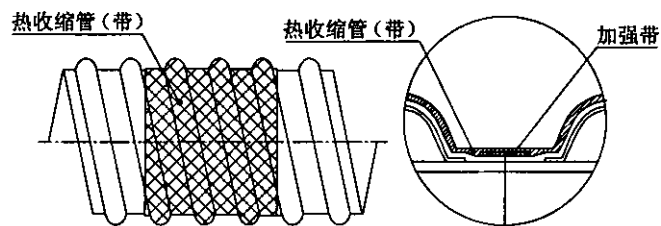


图 6.4.4-3 热收缩管(带)连接

4 卡箍连接(图 6.4.4-4)应通过螺栓卡紧两个半圆形外套筒,从而使相邻管端紧固,并采用套筒和管壁间的橡胶塞达到密封要求,属刚性连接方法。

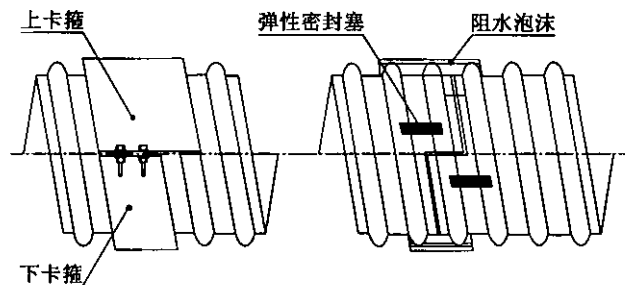


图 6.4.4-4 卡箍连接

6.4.5 平端口连接,可采用法兰端卡箍连接、法兰端热熔对接连接、承插式电熔连接和承插式密封圈连接等方法。

1 法兰端卡箍连接(图 6.4.5-1)应通过法兰端连接构件转化为平口端(与卡箍接触的法兰面应加工成锥面),并采用内槽为锥面的金属卡箍将待连接的法兰卡紧,使嵌入端面的 O 形橡胶圈达到密封作用,属刚性连接方法。

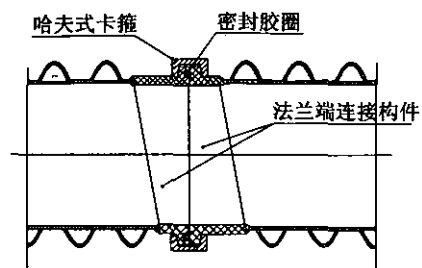


图 6.4.5-1 法兰端卡箍连接

2 法兰端热熔对接连接(图 6.4.5-2)应通过法兰端熔接构件转化为平口端,并采用聚乙烯管材对接熔焊机和工艺将法兰端热熔对接,属刚性连接方法。

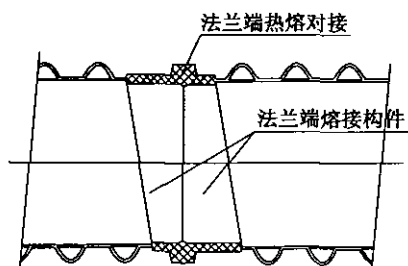


图 6.4.5-2 法兰端热熔对接连接

3 承插式电熔连接(图 6.4.5-3)应将管材两端的连接构件分别加工成承口和插口,连接时将预先埋入承口中电热元件通电,使材料熔化将两管整接,属刚性连接方法。

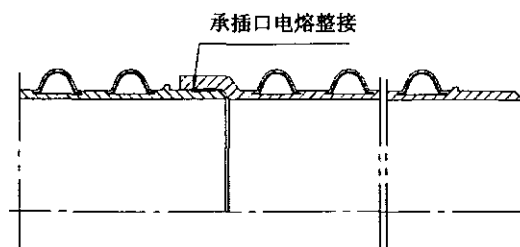


图 6.4.5-3 承插式电熔连接

4 承插式密封圈连接(图 6.4.5-4)应将管材两端的连接构件分别加工成承口和插口,利用套入插口槽中的橡胶圈的弹性变形达到密封连接,属柔性连接方法。

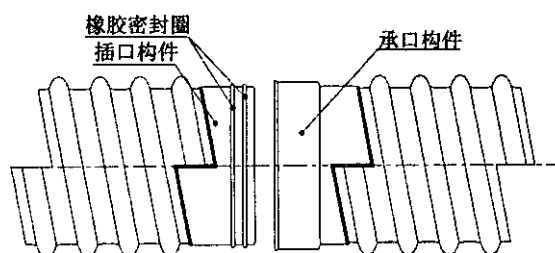


图 6.4.5-4 承插式密封圈连接

6.4.6 上述连接方法可组合使用,以满足设计要求。

6.4.7 当管道采用刚性连接时,宜采取对管道及时覆土等措施降低管道的纵向收缩量。

6.4.8 雨期施工时应采取防止管道上浮的措施。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。

6.5 管道的修补

6.5.1 管道在安装过程中,因意外造成的管壁局部损坏,当损坏处直径不大于 60mm 或环向裂缝不超过管周长的 $1/12$ 时,可以用与管材同样材质的聚乙烯片材进行热熔修补。

6.5.2 管道损坏面积大于 6.5.1 条的规定或管道的管身破坏,应切除全部损坏管段,接入相同长度的短管,短管长度不应少于 3 个螺距并按本规程 6.4 节的方法连接,或采用砌筑检查井、连接井等措施。

6.5.3 管道外表面的聚乙烯防腐层损坏,应将损坏周围打磨干净,先将热熔胶涂在钢带表面,再用挤出焊接或用与管材同样材质

的聚乙烯片材进行热熔修补。

6.5.4 管道切断后,在波峰的钢带断口部位,应采用挤出焊接或用与管材同样材质的聚乙烯片材进行断口密封和防腐处理。

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,连接部位的长度宜为 2~4 个螺距。

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。混凝土包扎的厚度不宜小于 100mm,强度等级不得低于 C20(图 7.0.2)。

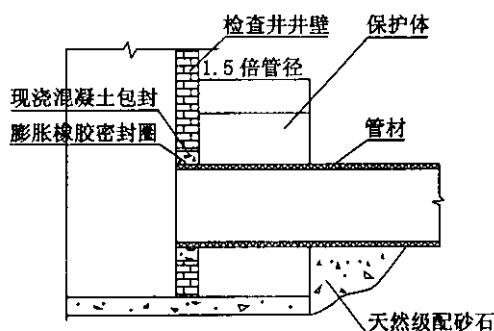


图 7.0.2 现浇混凝土包封连接

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的缝隙。水泥砂浆的强度等级不得低于 M10,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)

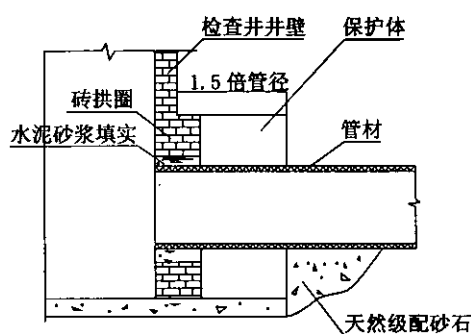


图 7.0.3 管道与检查井预留洞的连接

7.0.4 对现浇混凝土包封连接,宜采用自膨胀橡胶密封条,可在浇筑混凝土前,将橡胶条嵌在插入井壁管端中间部位的波谷内,橡胶条的长度应大于管材波谷周长的 1.25 倍。

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。管径较大时,施工时可在管端内部设置临时支撑。采用专用管件与检查井连接时,专用管件应由管材生产厂家配套供应。

7.0.6 管道与检查井连接完毕后,沿管道中心的井壁外侧应浇筑不少于 1.5 倍管径的 C15 混凝土或砖砌保护体,检查井井底基础也应相应延伸(见图 7.0.2、图 7.0.3),并应在管、井连接部位的内外井壁做防水层,以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。过渡段应由不少于 2 节短管柔性连接组成,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。过渡段与检查井宜采用刚性连接。不均匀沉降范围应采用柔性连接。

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 6.2.3 条的规定回填密实(见图 7.0.2、图 7.0.3)。

8 回 填

8.1 一 般 规 定

8.1.1 管道敷设完成后应立即进行沟槽回填。在严密性检验前,除接头部位可外露以外,管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0.5m;严密性检验合格后,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,确保管道和构筑物不产生侧移,必要时宜采取临时限位措施,防止上抬。

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、有机物及冻土,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,在回填高度达到规定高度后,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;当对地面沉降有控制要求时,宜采取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的管道竖向变形范围内。

8.2 回填材料及回填要求

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

和密实度要求,宜按表 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 管道的土弧基础中心角 2α 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,不得用土或其他材料填充。

8.2.4 沟槽应分层对称回填、夯实,每层回填高度应不大于 0.2m。在管顶以上 0.5m 范围内夯实时,不宜采用机械夯实。

8.2.5 回填土的密实度应符合设计要求。当无设计要求时,应按表 8.2.5 和图 8.2.5 的规定执行。

表 8.2.5 沟槽回填土密实度要求

槽内部分		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 6.3.1 条的规定
	土弧基础 中心角 2α	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。

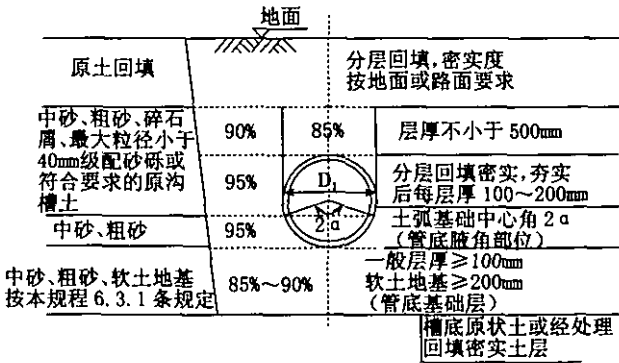


图 8.2.5 沟槽回填土要求

8.2.6 在高地下水位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。在地基不均匀的地段,宜在管底基础层及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 管道严密性检验

9.1.1 管道敷设完毕且经检验合格后,应进行管道严密性检验。

9.1.2 管道严密性检验可按本规程 8.1.1 条规定的沟槽回填条件进行,接头部位宜外露观察。

9.1.3 管道严密性检验应按井距分隔,长度不宜大于 1.0km,带井试验。

9.1.4 一般可采用闭水试验法检验管道的严密性。操作可按本规程附录 D 的规定进行。管道的渗水量应满足《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 规定的要求。在有条件时,也可采用闭气法试验。

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,测量精度偏差不得大于 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,但管道本身尚未损坏时,可按下列程序进行纠正,直至满足要求为止:

1 挖出回填土至露出 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,如有损伤,可以进行修补或更换;

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本规程 8.2.5 条的规定。

9.3.2 除本节 9.3.1 条规定外,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。

9.3.3 沟槽回填土的密实度可采用环刀法检验。

10 管材的运输及贮存

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,应采用缆绳捆扎成整体,并固定牢固;缆绳固定处及管端宜用软质材料妥加保护。当管材有承插口时,承口、插口应分层交错排放。

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,存放时间不宜大于 12 个月。超过 12 个月的管材应重新作出厂检验。

10.0.5 运输、贮存过程,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;管材堆放时两侧应用木楔和木板挡住,防止滑动;并注明类型、规格及数量。

10.0.7 管材叠放高度不宜过高,叠放层数应根据不同管径按照制管厂家企业标准执行。

11 管道工程的竣工验收

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分部、分项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成后,应提交下列文件和资料:

- 1 设计文件、设计变更文件和竣工图;
- 2 管材和管件的出厂合格证明和检验记录;
- 3 管材和管件的进场复验记录;
- 4 工程施工记录、隐蔽工程验收记录和有关资料;
- 5 管道的严密性检验记录;
- 6 管道变形检验记录;
- 7 工程质量事故处理记录。

11.0.5 验收隐蔽工程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、河流等障碍的工程情况;
- 3 沟槽回填土材料使用记录;
- 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,应按有关规定履行备案手续并移交竣工资料。

附录 A 满流条件下钢带增强聚乙烯 螺旋波纹管管道水力计算图

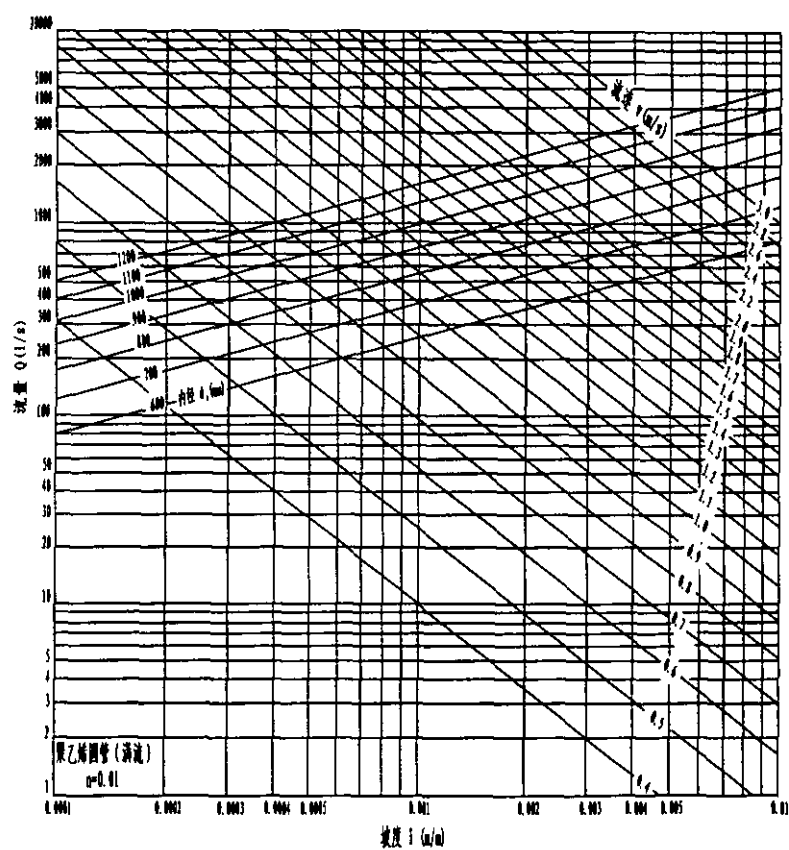


图 A.0.1 满流条件下钢带增强聚乙烯
螺旋波纹管管道水力计算(内径 600~1200)

附录 B 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道 不同充满度的流水断面系数表

表 B.0.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管
管道不同充满度的流水断面系数表

h/d_i	θ (°)	θ (rad)	$\sin\theta$	α	α 比 (断面比)	β	$\beta^{0.667}$	$\beta^{0.667}$ 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	0.9962	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	-1.000	0.7141	0.9092	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	0.000	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);

$\frac{h}{d_i}$ ——管道水流充满度;

θ ——管道断面水深圆心角;

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

α 比(断面比)——不同 $\frac{h}{d_i}$ 时的 α 值与 $\frac{h}{d_i}=1$ 时的 α 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 为钢带增强聚乙烯螺旋波纹管($n=0.01$)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)式重新计算满流时的流速、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、压实系数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:

$$E_d = \zeta \cdot E_c \tag{C.0.2-1}$$

$$\zeta = \frac{1}{a_1 + a_2 \frac{E_c}{E_n}} \tag{C.0.2-2}$$

式中 E_c ——管侧回填土在要求压实密度时相应的变形模量(kN/m²),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(kN/m²),应根据试验确定;当缺乏试验数据时,可按表 C.0.2-1 采用;

ζ ——综合修正系数;

$a_1、a_2$ ——与 B_1 (管中心处沟槽宽度)与 D_1 (管外径)的比值有关的计算参数,可按表 C.0.2-2 确定。

表 C.0.2-1 管侧回填土和槽侧原状土变形模量(kN/m²)

土 的 类 别	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	5000	7000	10000	20000
砂砾、砂卵石 细粒土含量不大于 12%	3000	5000	7000	14000
砂砾、砂卵石 细粒土含量大于 12%	1000	3000	5000	10000

续表 C.0.2-1

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
土的类别				
黏性土或粉土($W_L < 50\%$) 砂粒含量大于 25%	1000	3000	5000	10000
黏性土或粉土($W_L < 50\%$) 砂粒含量小于 25%		1000	3000	7000

- 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_0 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_0 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 α_1 及 α_2

B_r/D_1	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
α_1	0.252	0.435	0.572	0.680	0.838	0.948
α_2	0.748	0.565	0.428	0.320	0.162	0.052

C.0.3 对于填埋式敷设的管道,当 $\frac{B_r}{D_1} > 5$ 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。

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(m)		管材种类		接口种类	
				试验长度(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 T_1	观测结束时间 T_2	恒定时间 $T(\text{min})$	恒定时间内的补水量 $W(\text{L})$
	1				实测渗水量 $q[L/(\text{min} \cdot m)]$
	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：

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中国工程建设标准化协会标准

埋地排水用钢带增强聚乙烯
螺旋波纹管管道工程技术规程

CECS 223 : 2007

条 文 说 明

目 次

1	总 则	(47)
2	术语和符号	(48)
2.1	术语	(48)
2.2	符号	(48)
3	材 料	(49)
3.1	管材	(49)
3.2	管道连接材料	(51)
4	水力计算	(53)
5	管道结构设计	(54)
5.1	一般规定	(54)
5.2	管道结构上的作用	(54)
5.3	管道环截面变形验算	(55)
5.4	管道环截面强度计算	(56)
5.5	管道环截面压屈失稳计算	(59)
5.6	管道抗浮稳定计算	(60)
6	管道施工和敷设	(61)
6.1	一般规定	(61)
6.2	沟槽	(62)
6.3	管道基础及地基处理	(62)
6.4	管道连接及安装	(62)
6.5	管道的修补	(65)
7	管道与检查井连接	(66)
8	回 填	(67)
8.1	一般规定	(67)

8.2	回填材料及回填要求	(67)
9	质量检验	(70)
9.1	管道严密性检验	(70)
9.2	管道变形检验	(70)
9.3	沟槽回填土密实度检验	(71)
10	管材的运输及贮存	(72)
11	管道工程的竣工验收	(73)

1 总 则

1.0.1 埋地排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管属于柔性化学管材,它将钢材的高强度、高弹性模量与聚乙烯材料的耐腐蚀、耐磨损有机地结合起来,具有高环刚度,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(包括纯塑料的化学管材)的特殊要求。本规程仅适用于埋地敷设的排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管。这种管材在国内已经推广使用,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。条文中提出的管材,可用于承受外压力的埋地排水管道工程。

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

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1~2.1.5 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协会标准《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》CECS 164 制定的。

2.1.6~2.1.9 为土弧基础专用术语。土弧基础是埋地塑料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 符 号

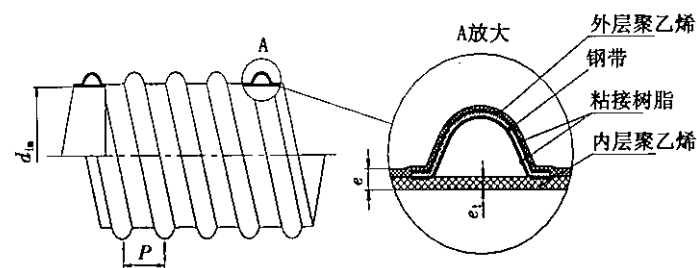
主要符号是参照现行国家标准《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132 和《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083 确定的。

3 材 料

3.1 管 材

3.1.1 本条规定了钢带增强聚乙烯螺旋波纹管在工程建设中的产品标准。该标准为中华人民共和国城镇建设行业标准。管材的规格尺寸见表 1。

1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的形式如下：



2 常用规格尺寸

表 1 管材常用规格(mm)

序号	公称直径 DN	最小平均 内径 $d_{in \cdot min}$	最小内层 壁厚 $e_{1 \cdot min}$	最小层压 壁厚 e_{min}	最大螺距 p_{max}	最小钢带 厚度 t_{min}	最小防腐层 厚度 $e_{2 \cdot min}$
1	600	588	4.0	6.0	85	0.5	3.0
2	700	673	4.0	6.0	110	0.5	3.5
3	800	785	4.5	6.5	120	0.7	3.5
4	900	885	5.0	7.0	135	0.7	3.5
5	1000	985	5.0	7.0	150	0.7	3.5
6	1100	1085	5.0	7.0	165	0.7	3.5

续表 1

序号	公称直径 DN	最小平均 内径 $d_{\text{in}} \cdot \text{min}$	最小内层 壁厚 $e_1 \cdot \text{min}$	最小层压 壁厚 e_{min}	最大螺距 p_{max}	最小钢带 厚度 t_{min}	最小防腐层 厚度 $e_{2\text{min}}$
7	1200	1185	5.0	7.0	180	0.7	3.5
8	1300	1285	5.0	7.0	190	1.0	4.0
9	1400	1385	5.0	7.0	200	1.0	4.0
10	1500	1485	5.0	7.0	210	1.0	4.0
11	1600	1585	5.0	7.0	210	1.0	4.0
12	1800	1785	5.0	7.0	210	1.0	4.0
13	2000	1985	6.0	8.0	210	1.0	4.0

注：管材长度为 6000、8000、9000、10000、12000，也可根据供需双方合同约定，管材的长度不允许有超过 1/2 螺距的负偏差。

- 3.1.2 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的主要材料**由聚乙烯、钢带、粘接树脂组成。聚乙烯材料的性能依据 CJ/T 225 的规定。常用钢材的性能应符合 GB/T 5213 标准的要求，在生产中采用冷轧薄钢板及钢带材料，其牌号为 SC1、SC2、SC3，该标准中无抗压强度设计值，本规程中采用的钢带抗压强度设计值为屈服强度除以抗力分项系数 1.1。其他牌号的钢材（如 Q195、Q215、Q235）应符合《碳素结构钢》GB700 标准和《钢结构设计规范》GB 50017 的要求。
- 3.1.3 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的环刚度**最小为 8kN/m^3 ，环刚度的分类见表 2。

表 2 管材的环刚度分类 (kN/m^3)

级别	SN8	SN12.5	SN16
环刚度	≥ 8	≥ 12.5	≥ 16

- 3.1.4 管缝的强度**不应低于母材强度要求。
- 3.1.5 生产企业提供的产品说明书**中应包括管道外径 D_1 、内径 d_1 、钢带回转半径 r 和每米管道的钢带截面积 A_s 及钢带牌号等设计需要的数据。

3.2 管道连接材料

3.2.1 本条规定了当采用聚乙烯材料作为连接材料时,对连接材料的总体质量要求。

3.2.2、3.2.3 对热熔挤出焊接连接、电熔带连接所用的焊丝和电熔带的质量要求,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矛盾,应以国家标准为准。

3.2.4 本条规定了对热收缩管(带)连接所用的热收缩材料和热收缩管(带)的质量要求。热收缩管(带)在石油钢管连接后的保护中广泛采用,本规程采用中华人民共和国石油天然气行业标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》SY/T 0413 行业标准,该标准对热收缩管(带)基材性能和热收缩管(带)热熔胶性能的要求见表 3 和表 4。

表 3 热收缩管(带)基材性能

序号	项目	试验条件(方法)	要求
1	拉伸强度(MPa)	GB/T 1040	≥ 20.7
2	断裂伸长率	GB/T 1040	$\geq 400\%$
3	耐环境应力开裂	GB/T 1842	$\geq 1000\text{h}$
4	周向收缩率	$(200 \pm 2)^{\circ}\text{C}, 15\text{min}$	$\geq 15\%$
5	轴向长度变化率	$(200 \pm 2)^{\circ}\text{C}, 15\text{min}$	$\pm 10\%$
6	热色转换	$300^{\circ}\text{C}, 5\text{min}$	完全转换
7	拉割裂性	$(200 \pm 2)^{\circ}\text{C}, 15\text{min}$	割裂不扩展
8	抗化学溶剂	10% HCl, 168h 10% NaCl, 168h 10% NaOH, 168h	破裂强度 $\geq 1350\text{N}$
9	脆化温度		$\leq -65^{\circ}\text{C}$

表 4 热收缩管(带)热熔胶性能

序号	项目	试验条件	要求
1	胶软化点	环球法	$\geq 90^{\circ}\text{C}$
2	剥离强度 PE/PE	$(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$	$\geq 70\text{N/cm}$
3	剪切强度 PE/PE	$(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$	$\geq 1.0\text{MPa}$
4	吸水率	$(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 水中,48h	$\leq 1\%$

3.2.5 本条规定了当管道连接中有金属材料时,对金属材料的材质要求和防腐性能要求。

3.2.6 本条规定了当管道连接采用承插式密封圈连接时,对密封圈材料的质量要求。

3.2.7 本条规定了当管道连接采用承插式电熔连接时,对承插式电熔连接的质量与性能要求。

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》GB 50014 的规定相一致。

4.0.2 聚乙烯(PE)排水管道管壁粗糙系数 n 值并非常数,应由试验确定。钢带增强聚乙烯螺旋波纹管因制管工艺原因,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》GB 50014 的规定确定。

5 管道结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管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 的规定,采用了以概率理论为基础的极限状态设计方法。

5.1.2~5.1.7 均按照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的相关条款制定。

5.1.8 聚乙烯(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°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 $\pm 200\text{mm}$ 。排水管道的沟槽回填土完成后长期使用过程中,管道内外介质的环境温差比较小;但在施工敷设过程中经常出现较大的温差,如北方地区的日差可达 15°C 以上,因此在施工敷设时,对刚性连接的管道,要尽可能减小管道的温差影响。当检查井与管道为刚性连接时,尤其要尽可能防止降温使管道纵向回缩而产生拉应力的影响。本规程第 6.4.7、6.4.8 条对管道连接时闭合温度的要求和本规程第 8.1 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 的相关条款制定的。其中,对作用在管道上的竖向压力,当地下水位于管顶以上时,在计算管道环向变形和截面压应力应有不同取值,前者地下水压力是有利的可不计入,而后者对结构承压不利,故应予以计入。

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 和第 4.3.8 条制定的。

5.3.2 本规程的变形量公式采用了美国 Spangler 氏公式,符合 GB 50332 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 排水管道管的允许直径变形率,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 中小于 5% 的规定确定的。由于排水管外径不统一,而管道内径相对统一和便于实际中测量,因此钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的允许直径变形率选用管道内径 d_i ;另一方面,相对外径而言,采用内径对钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的允许直径变形率控制加严。

根据管道环截面变形验算公式,可确定管道管顶的最大覆土深度。管道管顶的最大覆土深度取决于下列条件:

- 1 管材自身的环刚度 S_p (kN/m²);
- 2 管道基础计算中心角 2α (度);
- 3 管侧土的综合变形模量 E_d (kN/m²);
- 4 管道竖向直径的允许变形率,取 5%。

当管道竖向直径变形率为 5% 时,不同等级环刚度的管道,在不同敷设条件下(管侧土的综合变形模量 E_d)的管顶最大覆土深度,列于表 5,供设计时参考。

表 5 管道管顶的最大覆土深度 $H_{t,max}$ (m)

$\begin{matrix} E_d \\ 2\alpha \\ S_p \end{matrix}$	1000				3000			
	60°	90°	120°	150°	60°	90°	120°	150°
8.0	1.97	2.11	2.30	2.49	4.14	4.42	4.78	4.80
12.5	2.62	2.79	3.03	3.27	4.78	5.10	5.51	5.93
16.0	3.11	3.32	3.60	3.88	5.28	5.63	6.09	6.54

续表 5

$\begin{matrix} E_s \\ 2\alpha \\ S_p \end{matrix}$	5000				7000			
	60°	90°	120°	150°	60°	90°	120°	150°
8.0	6.31	6.72	7.27	7.81	8.48	9.02	9.75	10.47
12.5	6.95	7.46	8.00	8.59	9.11	9.70	10.48	11.26
16.0	7.44	7.92	8.57	9.20	9.61	10.23	11.05	11.87

本表是根据管道的不同环刚度按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定的最大管道直径变形率 5% 和按本规程附录 C 选取了常用的土质条件、回填土的压实系数及常用的管道计算基础中心角 (2α) 编制的 (计算中取变形滞后效应系数 $D_L = 1.20$), 使用中如不符合这些条件, 应根据工程情况进行复核验算。

5.4 管道环截面强度计算

5.4.1、5.4.2 按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定制定。

5.4.3 本条是参照美国钢铁协会 (AISI) 出版的《排水和高速公路用钢结构产品手册》(1994) 中有关波纹钢管的内容制定的。

美国犹他州立大学曾对聚乙烯钢肋螺旋管埋地后的受力和变形情况作了大量的试验研究。试验结果表明, 聚乙烯钢肋螺旋管的工作性状和荷载-变形曲线与低刚度的波纹钢管相类似。美国钢铁协会 (AISI) 在《排水和高速公路用钢结构产品手册》(1994) 中载有波纹钢管的设计内容, 其中给出了对圆形波纹钢管按圆拱压力理论进行强度设计的计算方法。该《手册》认为, 强度设计应按下式进行:

$$\sigma = \frac{PD}{2A} = \frac{f_b}{N}$$

式中 σ ——管道环向应力;

P ——管顶单位面积的土柱压力;

D ——波纹钢管直径；

A ——单位管长的管壁面积；

f_b ——管壁材料的极限强度，当 $\frac{D}{r} < 294$ 时， $f_b = \sigma_s$ ；

σ_s ——管壁材料的屈服强度；

r ——管壁波纹的回转半径，可近似地取波纹高度的一半；

N ——安全系数。

由此，可得出以下表达式：

$$\sigma = \frac{NPD}{2A} \leq \sigma_s$$

我国《钢结构设计规范》GB 50017 中规定钢的屈服强度和强度设计值间有如下换算关系：

$$f_y = \frac{\sigma_s}{\gamma_R}$$

式中 f_y ——钢材的强度设计值；

γ_R ——钢材的抗力分项系数。对 Q235 钢， $\gamma_R = 1.087$ ；对 Q345 钢、Q390 钢、Q420 钢， $\gamma_R = 1.111$ （在本规程公式推算中取 $\gamma_R = 1.10$ ）。

由此，得出下列公式：

$$\sigma = \frac{NPD}{2A\gamma_R} \leq f_y$$

根据美国犹他州立大学对螺旋波纹管的试验成果，管顶垂直土压力与管周填土的密实度有关。据此，美国 AISI 在其手册中给出了土的压实系数与荷载系数的关系；土的压实系数为 85% 时，荷载系数为 0.86；压实系数为 90% 时，荷载系数为 0.75；压实系数为 95% 时，荷载系数为 0.65。本规程出于对施工质量方面的考虑，采用了较高的荷载系数。

美国 AISI 建议安全系数取 2.0，认为该值是适当的，并偏于安全。考虑到我国土压力采用设计值，有一分项系数 1.27，而美国 AISI 中土压力采用标准值。经推算，公式中的系数为 0.72。

公式 5.4.3 的适用条件是：

$$\frac{D_r}{r_s} < 294$$

式中 D_r ——钢带回转轴直径(mm), $D_r \approx \frac{D_1 + d_i}{2}$

r_s ——钢带回转半径(mm), $r_s \approx \frac{D_1 - d_i}{4}$

这是管道生产企业采用的波形钢带的波高必须满足的条件。为便于计算, D_r 、 r_s 采用了用管道外径 D_1 和内径 d_i 表达的近似计算方法。

根据管道环截面强度计算公式, 可确定管道的每米最小钢带截面积。管道每米最小钢带截面积取决于下列条件：

- 1 管道外径 D_1 (mm)；
- 2 管道的荷载系数 K_0 ；
- 3 按管道竖向直径允许变形条件确定的管顶的最大覆土深度 $H_{s, \max}$ (m)；
- 4 钢带的抗压强度设计值 f_y (MPa)。

当管道竖向直径变形率为 5%、覆土压实系数不小于 85% (荷载系数 $K_0 \leq 0.86$) 时, 不同直径、不同等级环刚度的管道, 不同钢材的每米管道最小钢带截面积列于表 6, 提供管道生产企业参考。

表 6 每米管道钢带截面面积最小值 $A_{s, \min}$ (mm²/m)

管环刚度 S_p (kN/m ²)		8.0		12.5		16.0	
管顶的最大覆土深度 $H_{s, \max}$ (m)		10.47		11.26		11.87	
DN	D_1	f_y		f_y		f_y	
		160	190	160	190	160	190
600	653	646	544	692	582	727	612
700	775	767	646	821	691	863	726
800	875	866	729	927	780	974	820
900	978	968	815	1036	872	1089	917

续表 6

管环刚度 S_p (kN/m ²)		8.0		12.5		16.0	
管顶的最大覆土深度 $H_{s,max}$ (m)		10.47		11.26		11.87	
DN	D_1	f_y		f_y		f_y	
		160	190	160	190	160	190
1000	1096	1084	913	1161	978	1220	1027
1100	1214	1201	1011	1286	1083	1351	1138
1200	1328	1314	1106	1407	1184	1478	1245
1300	1434	1419	1195	1519	1279	1596	1344
1400	1540	1523	1283	1631	1374	1714	1444
1500	1648	1630	1373	1746	1470	1834	1545
1600	1752	1733	1460	1855	1563	1950	1642
1800	1974	1953	1644	2091	1761	2197	1850
2000	2186	2163	1821	2315	1950	2433	2049

每米管道最小钢带截面积,是当管道埋设后,竖向直径变形率达到 5% 时每米管道所需的最小钢带截面积,它是管道能够达到表 5 的最大覆土深度的必要条件。因此,生产企业在生产不同直径、不同环刚度的钢带增强聚乙烯螺旋波纹管时,都必须满足每米管道最小钢带截面积的要求。

根据当前企业生产的常用管径,本规程仅列出了 DN600mm~DN2000mm 管径每米管道的最小钢带截面积。

当工程中遇到超过表 5 最大覆土深度的情况,则应根据管道埋设的土质条件,通过调整钢带螺距、厚度等措施增加每米管道钢带截面积并进行覆土深度的复核算。

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 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，取值 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： $S = 0.0186 PS = 1/53.7 PS$ ，故 $0.772 \sqrt{PS} = 4 \sqrt{2S}$ 。

又根据 5.1.5 条各项作用均由钢带承担的规定，即不考虑聚乙烯的作用，而钢带在其正交方向不连续，故取其泊松比为 0。

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 第 4.2.10 条制定的。

6 管道施工和敷设

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,其中要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,需对管道采用相应的加固措施。

6.1.3 管顶最大覆土深度是按第 5 章“管道结构设计”的规定,根据埋管地质条件,通过对管道加强和变形计算确定的,因此在敷设前要对管材环刚度和沟槽土质进行核对。

6.1.4 本条是为不开挖所穿越的铁路和公路,保证铁路公路安全,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。钢带增强聚乙烯螺旋波纹管在施工中有抗浮稳定等要求,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,因此要规定最大内压,如倒虹管内压超过 0.05MPa 时,宜采用聚乙烯(PE)给水压力管。目前在水下铺设排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管尚缺乏实践经验,故不宜将其用于水下管道。

6.1.7 根据《室外排水设计规范》GB 50014 要求,埋地排水管应直线敷设,当管道发生转角时,设置检查井。

钢带增强聚乙烯螺旋波纹管为柔性管材,其柔性接口对角变

位有一定的适应性,由制管厂提供管道的允许偏转角度及弯曲弧度。

6.1.8 本规程是针对钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的特点编写的,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 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管具有安装方便、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 管道基础及地基处理

6.3.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管属柔性管材,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。为了便于控制管道高程,保证管底与基础的紧密结合,对于一般地基应敷设一层砂砾石基础层。

6.3.2 本条是参照协会标准《埋地聚乙烯排水管管道工程技术规程》CECS 164 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。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。地基处理方法宜由设计、施工单位根据土质条件制定。

6.4 管道连接及安装

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 本条将管道连接方法分为两大类,是参考国内外钢带增强

聚乙烯螺旋波纹管施工的有关规程、规定,并结合我国目前的施工实际情况作出的规定。目前,对管道的连接方法各地都在探索与实践,总的来看,将管材分为螺旋口和平接口是适用的。

6.4.4 目前螺旋口连接的方法有:热熔挤出焊接连接、电熔带连接、热收缩管(带)连接、卡箍连接。

1 热熔挤出焊接连接是钢带增强聚乙烯螺旋波纹管目前常用的连接方法。该方式必须使用带热风装置的挤出焊机和与管材材质相同的聚乙烯焊条。焊接时一般要求金属断开部位尽可能对齐,减少接口间隙。管径大于 800mm 的管材,一般应进行内外双面焊接,特别是在波峰(钢带断开处)部位必须进行内外双面焊接。焊接时热风装置必须将待焊部位的聚乙烯预热,使挤出的熔融聚乙烯能够与管材融为一体。所有焊接断面必须饱满,不能有漏焊和断口。所有焊接工艺及操作,应按管材生产厂提供的焊接工艺及操作要求进行。

2 电熔带连接是钢带增强聚乙烯螺旋波纹管常用的连接方式。它采用镶嵌在聚乙烯带内表面的电热网作为加热元件,将带与波谷的聚乙烯熔为一体。连接前,应先清除连接表面的污垢,检查电热丝焊线是否完好,并确认待焊面已对齐。通电前先用锁紧扣带将电热带扣紧,然后根据不同型号的管道设定电流及通电时间。为保证安全,严禁带水作业。电熔带长度应大于管材波谷周长的 1.25 倍,且必须对管材波峰钢带断开处进行焊接连接。焊接时应符合热熔挤出焊接连接要求。

3 热收缩管(带)连接所采用的热收缩管(带)由制管厂配套供应。热收缩管应选用经交联的圆管扩胀定型的无缝管,不宜采用由交联带材搭接的有缝管。热收缩管用于 DN1000mm 以上的钢带增强聚乙烯螺旋波纹管连接时,一般宜与热熔挤出焊连接结合使用。连接时应将连接处管材外壁打磨干净,暂时将热收缩管套在需连接的一个管端,在连接的两管端口处先加热缠绕热收缩带,然后按照热收缩管的工艺要求对其加热。加热时既要使热熔

胶充分溶化、热收缩管收缩均匀及平整,又不能烧伤热收缩管。

4 卡箍连接的金属连接件应有防腐、防锈要求。采用卡箍连接时,因为管外壁呈螺旋波纹状,所以必须在待连接管材端的波谷内加填遇水膨胀橡胶塞。哈夫套应有防腐能力和限位装置,保证哈夫套长期性能和不能在管材外壁有位移或滑动。

6.4.5 平端口连接有法兰端卡箍连接、法兰端热熔对接连接、承插式电熔连接和承插式密封圈连接。

1 法兰卡箍连接是近年来发展的管道连接方法。它是通过卡箍的内锥面与法兰的外锥面压紧,法兰中间的密封圈进行密封的连接。操作时要注意两个锥面保持清洁,同时注意卡箍的压紧程度。

2 该方法将法兰端用对接焊机采用 PE 压力管的连接方式,将法兰端熔为一体,连接时要注意对齐,严格按照 PE 压力管的焊接工艺进行操作。

3 承插式电熔连接是对预制在承口内的电热丝加热,使插口外表面和承口内表面聚乙烯熔为一体的连接方法,操作时需要专用的焊接设备,必须按生产厂提供的操作规程进行。

4 承插式密封圈连接是目前常用的管道连接方式。由于钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的成型特点,需要单独生产承插口。管材的一端为承口,另一端为插口,在厂内完成承插口短管的连接。安装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。

6.4.6 在要求较高和特殊地质条件下,采用两种以上的连接方法是必要的。

6.4.7 对塑料管控制其热胀冷缩采取的措施,除接口部位外可以覆土。

6.4.8 本条是雨期施工时为保证施工质量而采取的措施。

6.5 管道的修补

6.5.1、6.5.2 由于钢带增强聚乙烯螺旋波纹管可用焊接连接和热收缩管(带)连接,故当管道出现较小面积的局部损坏时,可采用焊枪和热收缩管(带)进行修补,但当破损超过一定范围时,应切除损管段,采取换管措施,以确保管道质量。

6.5.3 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的钢带外表面的热熔胶和聚乙烯为防腐层,当防腐层破坏时,需要进行修补。

6.5.4 钢带断口已暴露在外时,需要进行防腐处理。

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。砖砌或混凝土井室与钢带增强聚乙烯螺旋波纹管连接一般均为刚性接头。如井室与管道连接要作成柔性接头,则须开发各种专用连接管件。

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,再接入管道的施工要求。亦即是对井墙上预留洞接入管端的施工要求。拱圈和保护体的厚度可视管径的大小而定。

7.0.4、7.0.5 条文是管端与井室连接接头的质量和抗渗要求。

7.0.6 为避免因管道变形或检查井与管道间的不均匀沉降而引起管道与井壁连接处的渗漏,在井壁外增设 1.5 倍管径的保护体,其做法参照了北京市《高密度聚乙烯排水管道工程施工与验收技术规范》DBJ 01—94。

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 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管为柔性管,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形的一种施工技术措施。

8.2 回填材料及回填要求

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,可按本条表 8.2.5 和图 8.2.5 中沟槽各部位的最佳密实度及要求回填。本条对沟槽各部位回填土密实度的要求是按 GB 50332 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 条文用土工布(土工织物)对敷设在高地下水位的软土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 EVN 1046:2000 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 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 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 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。

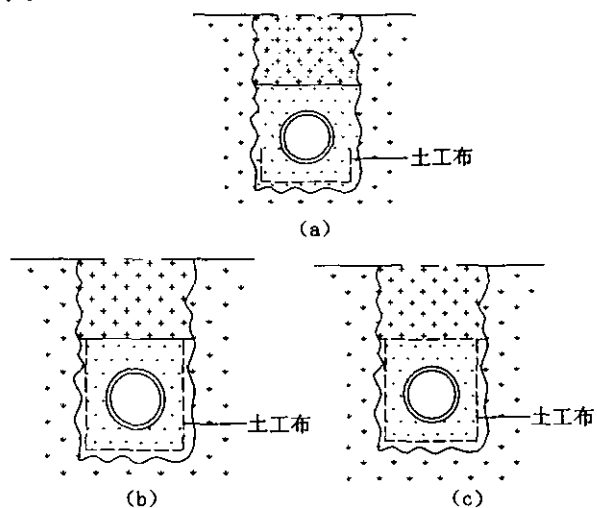


图 1 软土地层中管道的土工布加固方法

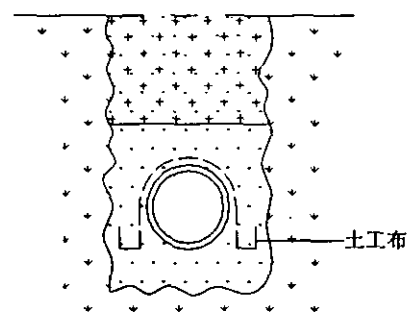


图 2 防管道上浮的土工布包覆方法

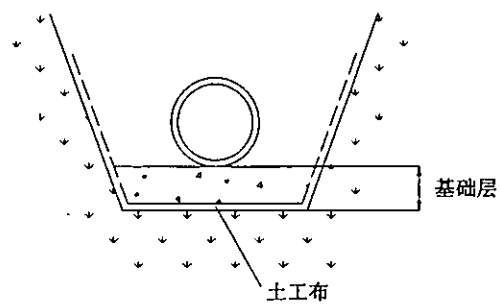


图 3 防细颗粒土流失的土工布包覆方法

9 质量检验

9.1 管道严密性检验

9.1.1~9.1.4 管道严密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 中有有关规定。

管道严密性检验也可采用闭气法检验,可按闭气标准执行。

9.2 管道变形检验

9.2.1 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管为柔性管,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检查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缓慢增加,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各类埋地聚乙烯管道变形率的控制标准和监测资料。欧洲标准 ENV 1046 : 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 prEN 13476—3(2000 年 7 月)中规定,当环刚度为 2.0kN/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%。

考虑柔性管变形率与时间的关系,欲控制埋地聚乙烯管道的终期变形率,其初始变形率不宜过大,结合本规程 5.3.2 条及欧洲标准 EVN 1046:2001、澳大利亚/新西兰标准 AS/NZS 2566.1(增补 1:1998)确定埋地聚乙烯管道竖向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》DBJ 08—234 制定的。

9.2.3 当管道竖向直径初始变形率大于允许变形率的 2/3 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 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管为柔性管,沟槽回填土密实度对控制管道的变形有很大影响。为保护管道结构,故作此项规定。

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 管材的运输及贮存

根据钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的特性,为保证管材、管件的质量不受损害,制定本章。

10.0.4 对于存放时间长于一年的管材,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 管道工程的竣工验收

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 及行业标准《市政排水管渠工程质量检验评定标准》CJJ 3 制定。