

**T/CECS XXX-202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道工程技术规程

**Technical specification for self-locking and anti-loose wave form enwound polyethylene pipes of drainage engineering**

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXXX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

**自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道工程技术规程**

**Technical specification for self-locking and anti-loose wave form enwound polyethylene pipes of drainage engineering**

**T/CECS XXX-20\*\***

|  |  |
| --- | --- |
| **主编单位：** | **东南大学建筑设计研究院有限公司**  **江苏狼博管道制造有限公司** |
| **批准部门：** | **中国工程建设标准化协会** |
| **施行日期：** | **2022年X月X日** |

中国计划出版社

**20XX** 北 京

# **前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021年第一批工程建设协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字〔2021〕11号）文件要求，编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，结合相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章和1个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、材料、设计、施工、试验、验收等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由东南大学建筑设计研究院有限公司和江苏狼博管道制造有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有意见和建议，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：江苏省南京市玄武区四牌楼2号 东南大学建筑设计研究院有限公司，邮编：210096

主编单位：东南大学建筑设计研究院有限公司

江苏狼博管道制造有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总 则 1](#_Toc109142899)

[2 术语和符号 2](#_Toc109142900)

[2.1 术 语 2](#_Toc109142902)

[2.2 符 号 3](#_Toc109142903)

[3 管 材 6](#_Toc109142904)

[3.1 一般规定 6](#_Toc109142905)

[3.2 管材、配件 7](#_Toc109142906)

[3.3 管道接口 10](#_Toc109142907)

[4 设 计 11](#_Toc109142908)

[4.1 一般规定 11](#_Toc109142909)

[4.2 管道布置 12](#_Toc109142910)

[4.3 水力计算 16](#_Toc109142911)

[4.4 荷载计算 17](#_Toc109142912)

[4.5 承载能力极限状态计算 19](#_Toc109142913)

[4.6 正常使用极限状态计算 24](#_Toc109142914)

[5 施 工 26](#_Toc109142915)

[5.1 一般规定 26](#_Toc109142916)

[5.2 管道运输及储存 27](#_Toc109142917)

[5.3 沟槽开挖 28](#_Toc109142918)

[5.4 地基处理 29](#_Toc109142919)

[5.5 管道安装 31](#_Toc109142920)

[5.6 沟槽回填 32](#_Toc109142921)

[6 试 验 36](#_Toc109142922)

[6.1 密闭性试验 36](#_Toc109142923)

[6.2 变形检测 36](#_Toc109142924)

[6.3 回填土密实度检验 37](#_Toc109142925)

[7 验 收 38](#_Toc109142926)

[附录A 管侧土的综合变形模量 39](#_Toc109142927)

[附录B 闭水试验 41](#_Toc109142928)

[本规程用词说明 42](#_Toc109142929)

[引用标准名录 43](#_Toc109142930)

[条文说明 44](#_Toc109142931)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc77194030)

[2 Terms and symbols](#_Toc77194031) 2

[2.1 Terms](#_Toc77194032)  2

[2.2 Symbols](#_Toc77194033) 3

[3 Pipes](#_Toc77194034) 6

[3.1 General requirement](#_Toc77194035) 6

[3.2 Pipe pipe accessories](#_Toc77194035) 7

[3.3 Pipe connection](#_Toc77194035) 10

[4 Pipeline system design](#_Toc77194036) 11

[4.1 General requirement](#_Toc77194037) 11

[4.2 Pipeline layout](#_Toc77194038) 12

[4.3 Hydraulic calculation](#_Toc77194039) 16

[4.4 Load calculation](#_Toc77194040) 17

[4.5 Ultimate limit state calculation](#_Toc77194041) 19

[4.6 Serviceability limit state ccalculation](#_Toc77194042) 24

[5 Construction](#_Toc77194043) 26

[5.1 General requirement](#_Toc77194044) 26

[5.2 Pipeline transport and storage](#_Toc77194045) 27

[5.3 Trench excavation](#_Toc77194046) 28

[5.4 Soil treatment](#_Toc77194047) 29

[5.5 Pipe installation](#_Toc77194048) 31

[5.6 Trench backfill](#_Toc77194049) 32

[6. Inspection](#_Toc77194050) 36

[6.1 Leak test](#_Toc77194044) 36

[6.2 Deformation examination](#_Toc77194044) 36

[6.3 Backfill compaction test](#_Toc77194044) 37

[7. Acceptance](#_Toc77194051) 38

[Appendix A Deformation modulus for the pipe lateral earth](#_Toc77194057)  39

Appendix B Water tight test 41

[Explanation of wording in this code](#_Toc77194058) 42

[List of quoted standards 43](#_Toc77194059)

Addition:Explanation of provisions 44

1. 总 则
   * 1. 为了在自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道工程设计、施工及验收中，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保工程质量，制定本规程。

【条文说明】自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管解决了目前塑料排水管连接存在的问题，特点在于韧性和环刚度并存的管体，接口环刚度大于管体强度、只进不出的锁止防脱接口使得橡胶密封稳定可靠，并在承口内设有位移补偿区域，有效解决安装时的温差、瞬间冲击以及施工不规范导致的位移，以及回填后发生沉降所需的长度补偿。

自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管充分解决隐蔽性工程的困扰，避免室外排水系统塌、扁、漏、堵而导致的地面开裂、塌陷、积水等现象。因此，为确保自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管工程质量，使工程设计、施工和验收做到技术先进、经济合理，特制定本规程。

* + 1. 本规程适用于新建、扩建和改建的无压自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道工程的设计、施工及验收。

【条文说明】《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008的规定，无压管道是指工作压力小于0.1MPa的管道，因此，本规程可适用工作压力小于0.1MPa的自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道工程。

* + 1. 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道输送的污水应符合现行国家标准《污水排入城市下水道水质标准》GB/T 31962的规定。

【条文说明】塑料管到对温度比较敏感，工作温度一般不应超过40°C；此外芳香烃类化学物质对塑料管道有降解、溶胀作用，因此，自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道对输送的污水的水温和水质要有要求，满足《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T31962-2015要求的污水，用自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道输送是安全的

* + 1. 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道工程的设计、施工及验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道工程的设计、施工及验收不仅要遵循本规程规定，同时还要符合现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB50289、《室外排水设计规范》GB50014、《建筑给水排水设计规范》GB50015、《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的规定。在地震区建设埋地聚乙烯排水管时，还应符合国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032；在岩溶区、湿陷性黄土、膨胀土、永冻土地区建设埋地塑料排水管时，还应符合国家现行有关标准的规定。

1. 术语和符号

【条文说明】本章有关术语和符号是参考现行国家标准《热塑性管材、管件和阀门通用术语及其定义》GB/T19278-2018、中国工程建设标准化协会标准《管道工程结构常用术语》CECS83：96、《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332-2002、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008等标准规范，以及国外文献中或国内生产企业引进国外技术所采用相应术语、定义和符号列出。

## 术 语

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管 self-locking and anti-loose wave form enwound polyethylene pipes for sewer engineering

采用缠绕成型工艺，以聚烯烃材料作为输助支撑结构，经加工管道接口形成有锁止防脱落构造的管材。

### 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。

### 土弧基础 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。

### 基础中心角 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中心角。用2α表示。在此范围内有土弧基础的支承反力作用，管道结构的支承强度与基础中心角大小成正比。

## 符 号

### 管材和土的性能

——管侧土的综合变形模量；

——管材弹性模量；

——管道环向弯曲抗(拉)压强度设计值；

——管道自重标准值；

——管材环刚度；

——管材泊松比。

### 管道上的作用及其效应

——管壁失稳临界压力标准值；

——浮托力标准值；

FG,k——抗浮永久作用标准值；

Fvk——管顶在各种作用下的竖向压力标准值；

——单位面积上管顶竖向土压力标准值；

——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；

——车辆的单个轮压标准值；

——管道在外压作用下的长期竖向挠曲值；

——管道在组合作用下的最大竖向变形量；

σ——管道最大环向(拉)压应力设计值；

——管壁环向最大弯曲应力设计值；

ρ——管道竖向直径变形率；

[ρ]——管道允许竖向直径变形率。

### 几何参数

As——每延米管道管壁钢带的截面面积；

a ——单个车轮着地长度；

B ——管道沟槽底部的开挖宽度；

b ——单个车轮着地宽度；

b1——管道一侧的工作面宽度；

b2——管道一侧的支撑厚度；

di——管道内径；

dj——相邻两个轮压间的净距；

D0——管道的计算直径；

D1——管道外径；

DN——管道的公称直径；

Hs——管顶覆土深度；

Hw——管顶以上地下水的深度；

hd——管底以下部分人工土弧基础的厚度；

Ip——管道纵截面每延米管壁的惯性矩；

y0——管壁中性轴至管道外壁距离。

### 计算系数

Df——形状系数；

DL——变形滞后效应系数；

K0——荷载系数；

Kd——管道变形系数；

Kf——管道的抗浮稳定性抗力系数；

Ks——管道的环向稳定性抗力系数；

γG——管顶覆土荷载分项系数；

γQ——管顶地面荷载分项系数；

γ0——管道重要性系数；

γs——回填土的重力密度；

γ'——地下水范围内的覆土重力密度；

γw——地下水的重力密度；

ξ ——管壁失稳计算系数；

μd——车辆荷载的动力系数；

ψq——可变荷载准永久值系数。

### 水力计算参数

A ——过水断面面积；

I ——水力坡度；

Q ——流量；

R ——水力半径；

N ——管壁粗糙系数。

1. 管 材

## 一般规定

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道工程采用的管材应符合现行《排水用自锁防脱波形缠绕聚乙烯管》团体标准的规定。

【条文说明】《排水用自锁防脱波形缠绕聚乙烯管》团体标准规定自锁防脱波形缠绕聚乙烯管为内径系列，直径范围为200mm～3000mm，物理力学性能见表1, 锁止防脱接口的力学性能符合表2的要求。

**表1 自锁防脱波形缠绕聚乙烯管的物理力学性能**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 环刚度（kN/㎡） | SN8 | ≥8 | GB/T9647 |
| SN12.5 | ≥12.5 |
| SN16 | ≥16 |
| 2 | 冲击性能 TIR% | | ≤10 | GB/T14152 |
| 3 | 环柔性 | | 试样圆滑，无反向弯曲，无破裂，试样沿肋切割处开始的撕裂允许小于0.075DN/ID或75mm（取较小值） | GB/T39385 |
| 4 | 蠕变比率 | | ≤4 | GB/T18042 |
| 5 | 熔接处的拉伸力/N | DN/ID≤300  400≤DN/ID≤500  600≤DN/ID≤700  800≤DN/ID≤1700  1800≤DN/ID≤2400  DN/ID≥2600 | ≥380  ≥510  ≥760  ≥1020  ≥1428  ≥2040 | GB/T8804.3 |

**表2 锁止防脱结构拉力值**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 公称内径  （DN/ID） | 拉力值  kN，≥ | 序号 | 公称内径  （DN/ID） | 拉力值  kN，≥ |
| 1 | 200 | 5 | 12 | 1300 | 88 |
| 2 | 300 | 8 | 13 | 1400 | 95 |
| 3 | 400 | 14 | 14 | 1500 | 102 |
| 4 | 500 | 17 | 15 | 1600 | 109 |
| 5 | 600 | 30 | 16 | 1800 | 122 |
| 6 | 700 | 35 | 17 | 2000 | 136 |
| 7 | 800 | 54 | 18 | 2200 | 150 |
| 8 | 900 | 61 | 19 | 2400 | 163 |
| 9 | 1000 | 68 | 20 | 2600 | 177 |
| 10 | 1100 | 75 | 21 | 2800 | 190 |
| 11 | 1200 | 82 | 22 | 3000 | 204 |

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的力学性能应符合表3.1.2的规定。

表3.1.2 管材弹性模量、抗拉强度标准值及设计值（MPa）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 管材名称 | 弹性模量 | 抗拉强度标准值 | 抗拉强度标准值 |
| 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道 | ≥800 | 20.7 | 16 |

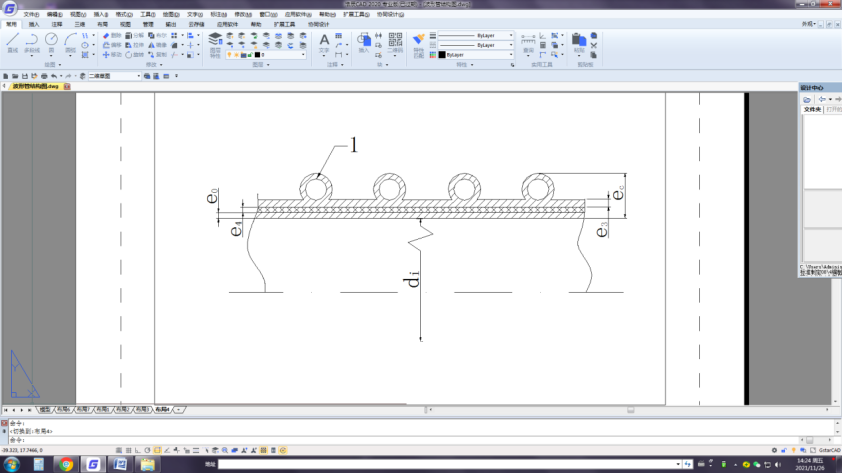
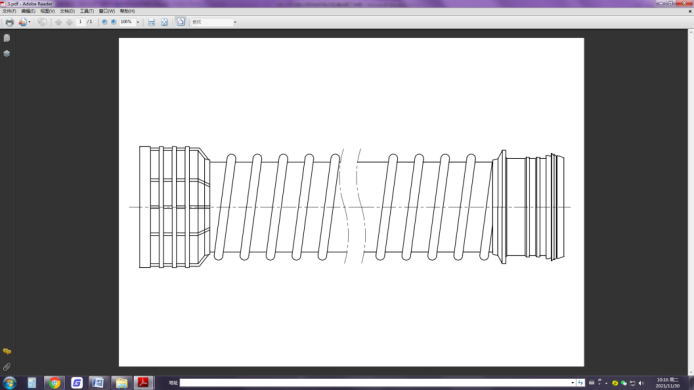
【条文说明】 为了便于塑料排水管道工程设计，对本规程所涉及的各种塑料管道列出其主要力学性能指标，主要包括：弹性模量、强度标准值、强度设计值等。

  对于聚乙烯(PE)类管材，根据现行国家标准《高密度聚乙烯树脂》GB 11116-89的规定，挤塑类高密度聚乙烯材料的抗拉屈服强度均在21MPa以上，此外，美国聚乙烯波纹管协会在《聚乙烯波纹管的结构设计方法》中推荐聚乙烯的抗拉强度按20.7MPa采用，综合考虑我国当前聚乙烯管材加工及使用情况，本规程采用美国聚乙烯波纹管协会的推荐值。

采用PE80、PE100挤塑成聚乙烯(PE)类管材，其弹性模量应分别取值800MPa、900MPa用于工程计算。

## 管材、配件

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯管材结构图可参照图3.2.1（a），管壁结构由内层聚乙烯、中间层增韧纤维、外层聚乙烯，以及增强几何结构筋肋组成可参照图3.2.1（b）。规格尺寸应符合表3.2.1的规定。



（a）管材外形图 （b）管壁结构图

—内径；—结构高度；—内层壁厚；—外层壁厚；—增韧纤维壁厚

注1：管材、管件的平均外径和结构高度由生产厂商确定

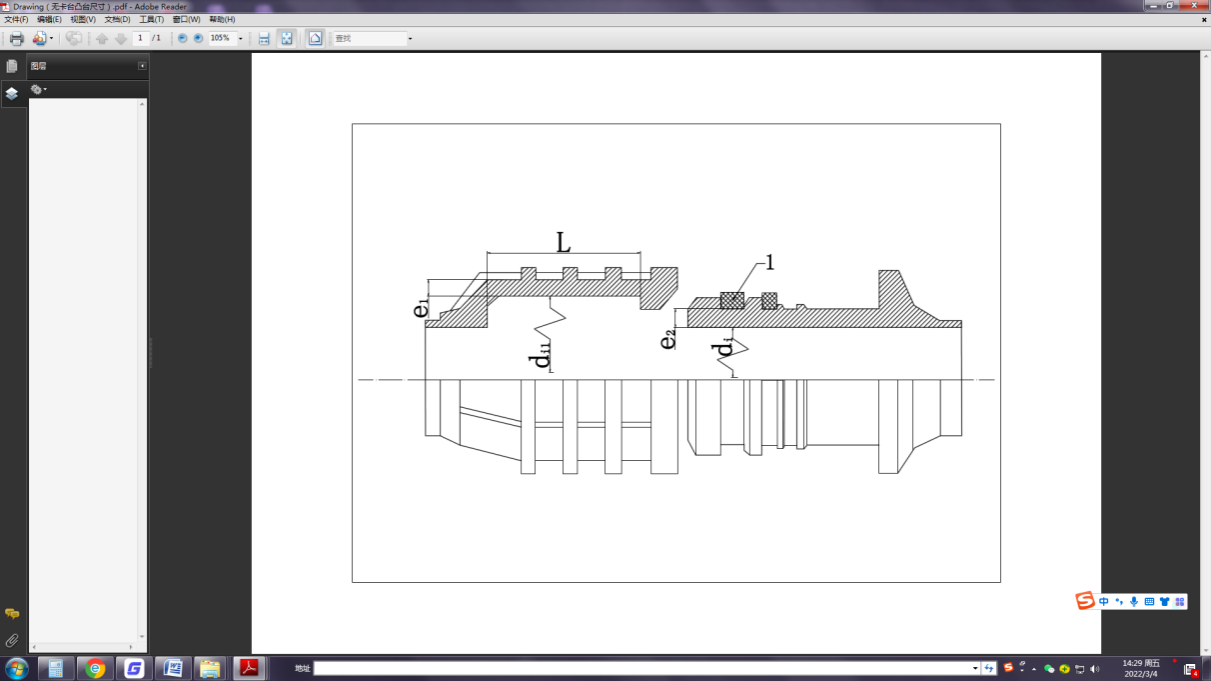
图3.2.1 自锁防脱波形缠绕聚乙烯管材示意图

表3.2.1 管材规格尺寸(mm)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公称尺寸DN/ID | 最小平均内径 | 最小内层壁厚 | 最小外层壁厚 |
| 200 | 195 | 1.5 | 0.8 |
| 300 | 294 | 1.8 | 1.2 |
| 400 | 392 | 2.3 | 1.5 |
| 500 | 490 | 2.7 | 1.8 |
| 600 | 588 | 3.2 | 2.1 |
| 700 | 673 | 3.6 | 2.4 |
| 800 | 785 | 3.8 | 3.0 |
| 900 | 885 | 4.5 | 3.0 |
| 1000 | 985 | 4.5 | 3.0 |
| 1100 | 1085 | 4.5 | 3.0 |
| 1200 | 1185 | 4.5 | 3.0 |
| 1300 | 1285 | 4.5 | 3.0 |
| 1400 | 1385 | 4.5 | 3.0 |
| 1500 | 1485 | 5.0 | 3.3 |
| 1600 | 1585 | 5.0 | 3.3 |
| 1800 | 1785 | 5.4 | 3.6 |
| 2000 | 1985 | 5.4 | 3.6 |
| 2200 | 2185 | 6.3 | 4.2 |
| 2400 | 2385 | 8.1 | 5.4 |
| 2600 | 2585 | 9.0 | 6.0 |
| 2800 | 2785 | 9.0 | 6.0 |
| 3000 | 2985 | 9.0 | 6.0 |
| 注1：玻璃纤维机织单向布增韧厚度应为0.5mm～1mm。 | | | |

【条文说明】3.2.1 管材长度一般为6m，可根据设计条件管材长度为12m；管材长度越长，工程造价越低、质量越好。

### 自锁防脱接口尺寸可参照图3.2.2及图3.3.2。规格应符合表3.2.2的规定。



—承口内径；—插口内径；—承口壁厚；—插口壁厚；—承口补偿长度；1—弹性密封圈及密封槽

图3.2.2 自锁防脱结构示意图

表3.2.2 承插口和弹性密封区尺寸(mm)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称尺寸DN/ID | 承插口长度 | 弹性密封区长度 | 承口补偿长度 | 承口内径 | 内径 | 承口壁厚 | 插口壁厚 |
| 200 | 115 | 55 | 95 | 224 | 200 | 5.5 | 5 |
| 300 | 125 | 60 | 100 | 328 | 300 | 8.2 | 6.5 |
| 400 | 132 | 60 | 107 | 432 | 400 | 10.9 | 6.5 |
| 500 | 160 | 60 | 132 | 546 | 498 | 12 | 11.5 |
| 600 | 175 | 65 | 145 | 652 | 598 | 13.7 | 12 |
| 700 | 190 | 72 | 160 | 754 | 698 | 13.7 | 12 |
| 800 | 200 | 72 | 170 | 854 | 796 | 13.8 | 13 |
| 900 | 210 | 75 | 180 | 952 | 892 | 14 | 14 |
| 1000 | 220 | 75 | 190 | 1058 | 992 | 15 | 16 |
| 1100 | 230 | 78 | 200 | 1156 | 1090 | 15 | 16 |
| 1200 | 245 | 78 | 215 | 1256 | 1190 | 16 | 16 |
| 1300 | 260 | 85 | 230 | 1363 | 1290 | 16 | 18 |
| 1400 | 260 | 85 | 230 | 1465 | 1390 | 18 | 19 |
| 1500 | 260 | 85 | 230 | 1565 | 1490 | 18 | 19 |
| 1600 | 260 | 85 | 230 | 1665 | 1590 | 18.5 | 19 |
| 1800 | 260 | 85 | 230 | 1865 | 1790 | 18.5 | 19 |
| 2000 | 260 | 85 | 230 | 2065 | 1990 | 19 | 19 |
| 2200 | 265 | 90 | 230 | 2270 | 2190 | 20 | 20 |
| 2400 | 265 | 90 | 230 | 2470 | 2390 | 20 | 20 |
| 2600 | 265 | 90 | 230 | 2670 | 2590 | 20 | 20 |
| 2800 | 265 | 90 | 230 | 2870 | 2790 | 20 | 20 |
| 3000 | 265 | 90 | 230 | 3070 | 2990 | 20 | 20 |

【条文说明】3.2.1 自锁防脱承插口卡台高度、凸台高度可参照现行《排水用自锁防脱波形缠绕聚乙烯管》团体标准的规定。

### 橡胶密封圈材料应符合现行国家标准《橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范》GB/T21873的规定。

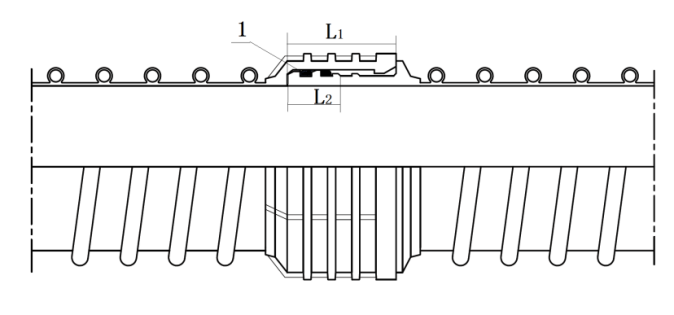
【条文说明】弹性密封橡胶圈是埋地硬聚氯乙烯排水管道连接 的重要材料，对确保接头可靠连接起着重要作用，本条规定了对弹性密封橡胶圈质量要求 ，并提出应由管材生产企业配套供应。规定弹性密封橡胶圈应由管材生产企业配套供应，其目的是为了增强密封圈与管材的配套性，确保接头连接密封、可靠 。

目前市场上橡胶圈采用天然橡胶、氯丁橡胶和三元乙丙橡胶制作。天然橡胶在常温下具有较高的弹性及耐碱性，添加了防老化剂后具有耐老化特点。氯丁橡胶弹性良好且具有 良好的压缩变形能力，具有抗动物油及植物油的特性，适合用于接触大气、阳光和臭氧的工作条件。三元乙丙橡胶具有良好的耐候性、抗水性及抗氧化性，但材料价格高。

### 玻璃纤维材料应采用玻璃纤维机织单向布，并应符合现行国家标准《玻璃纤维机织单向布》GB/T29754的规定。

## 管道接口

### 自锁防脱接口连接，可参照图3.3.1。



—承口长度；—插口弹性密封区长度；—弹性密封圈

图3.3.1 自锁防脱承插口弹性密封连接示意图

【条文说明】3.3.1 图3.3.1连接示意图应为安装完成的结构，补偿受外力引起的位移。

### 管堵应采用与承口等径的聚乙烯板材热熔焊接。

### 法兰连接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/T19472.2的规定。

1. **设 计**

## 一般规定

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道平面位置和高程应根据地形、土质、地下水位、道路情况和规划的地下设施以及管线综合、施工条件等因素综合考虑确定。

【条文说明】自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道应设计合理、方便施工，根据各种边界条件，综合考虑管径、管位、标高等因素，进行平面、横断面、纵断面等设计，确保地下各种市政管道、其他市政设施及道路的安全。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道宜采用直线敷设，当采用曲线敷设时，管道连接应采用柔性接口连接，且单个接口可用转角值不应大于接口允许转角的1/2，接口的允许转角可按表4.1.2选用。

表4.1.2 接口允许转角

|  |  |
| --- | --- |
| 管道公称直径(mm) | 允许转角(°) |
| DN≤300 | 2.0 |
| 300<DN≤600 | 1.5 |
| 600<DN≤1200 | 1.0 |

【条文说明】4.1.2 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管材为柔性管材，管材自身及接口对角变位有一定的适应性，接口允许转角应满足不渗漏的要求，其数据应由管材生产厂提供。在生产厂未提供确切数据，可根据“表4.1.2接口允许转角”中所列数据的50%。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道设计使用年限不应小于50年。

【条文说明】塑料排水管道在国外应用已有50年以上的经验，实践证明，按产品标准生产、按规范施工，自锁防脱波型缠绕塑料排水管道结构设计使用年限不低于50a是可以保证的。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道结构设计应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。

【条文说明】自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道结构设计是根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153和《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068规定的原则，釆用以概率理论为基础的极限状态设计方法,并符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332相关的规定。

### 自锁防脱波形缠绕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** 对承载能力极限状态，应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** 对正常使用极限状态，应包括管道环截面变形验算。

【条文说明】参照现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332的相关条款制定，承载能力极限状态计算和验算是为了确保管道结构不致发生强度不足而破坏，以及结构失稳而丧失承载能力；正常使用极限状态计算和验算是为了控制管道结构在运行期间的安全可靠和必要的耐久性，其使用寿命符合规定要求。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道应按无压重力流设计，并应按柔性管道设计理论进行管道的结构计算。

### 管道土弧或砂石基础计算中心角(2α)应在土弧或砂石基础设计中心角的基础上减30°。管道土弧基础或砂石基础设计中心角不宜小于120°。

【条文说明】管道土弧基础或砂石基础设计中心角不宜小于120°是根据工程设计经验总结出来的，已被各大市政设计院普遍采用。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道不得采用刚性管基基础，严禁采用刚性桩直接支撑管道。

【条文说明】自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道是柔性管道，设计依据的是“管土共同作用”理论，如采用刚性基础将破坏周围土的连续性，从而引起管壁应力的突变，并可能超出管材的极限抗拉强度导致破坏。

### 对设有混凝土保护外壳结构的自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道，混凝土保护结构应承担全部外荷载，并应采取从检查井到检查井的全管段连续包封。

【条文说明】混凝土包封结构是为了弥补塑料排水管的强度或刚度不足，凡采用混凝土包封结构的管段，混凝土包封结构应按承担全部的外部荷载，若从结构专业设计划分，这显然不属于塑料管道结构设计范畴。本规程明确规定凡需混凝土包封的塑料排水管道，应采用全管段连续包封，目的同样是为了消除管壁应力集中的问题。

（补充案例）

## 管道布置

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道与其他地下管道、建筑物、构筑物等相互间位置应符合下列规定：

**1** 敷设和检修管道时，不应相互影响。

**2** 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道损坏时，不应影响附近建筑物、构筑物的基础，不应污染生活饮用水。

**3** 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道不应与其他工程管线在垂直方向重叠直埋敷设。

**4** 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道不宜在建筑物或大型构筑物的基础下面穿越。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距不应小于表4．2．2的规定。

表4.2.2 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距限值(m)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 水平净距 | 垂直净距 |
| 热力管 | 直埋 | 热水 | ≥1.5 | ≥1.0  或0.5加套管 |
| 蒸汽 | ≥2.0 |
| 在管沟内（至外壁） | | ≥1.5 | ≥0.5 |

【条文说明】参照《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101-2004和《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ63-2008相关条款制定，并根据热源在土壤中的温度场分布，用《传热学》中的源汇法，经计算和绘制的热力管的温度场分布图确定的。计算表明，保证热力管道外壁温度不高于60℃条件下，距热力管道外壁水平净距lm处的土壤温度低于40℃。东北某城市对不同管径、不同热水温度的热力管道周围土壤温度实测数据也表明，距热力管道外壁水平净距lm处的土壤温度远低于40℃。当然，有条件的情况下，塑料排水管道与供热管道的水平净距应尽量加大一些，以避免各种不可预见的问题发生。

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实际运行情况确定温度场分布，并对管道或周围土壤采取隔热保措施可适当缩小净距。聚乙烯管道与供热的水平净距应保证处于40℃以下的土壤环境中使用。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道与其他地下管线之间的水平净距和垂直净距应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014、《建筑给水排水设计标准》GB 50015和《城市广场管线综合规划规范》GB50289的有关规定；与建筑物、构筑物外墙之间的水平净距应符合下列规定：

**1** 当自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道公称直径不大于300mm时，水平净距不应小于1m。

**2** 当自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道公称直径大于300mm时，水平净距不应小于2m。

【条文说明】本条规定与建筑物、构筑物外墙之间的水平净距是为了防止当塑料排水管道发生漏水时，不对建筑物、构筑物产生较大影响，以及便于抢修和维护。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道宜埋设在土壤冰冻线以下。在人行道下，管顶覆土厚度不宜小于0.6m；在车行道下，管顶覆土厚度不宜小于1.0m。

【条文说明】本条参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB50289、《室外排水设计规范》GB50014和《建筑给水排水设计标准》GB50015相关条款制定。

冰冻地区的排水管道宜设在冰冻线以下，当该地区或条件相似地区有浅埋经验或采取相应措施时，也可以埋设在冰冻线以上，其浅埋值应根据该地区经验确定，但应保证排水管道安全运行。生活排水管道埋设深度不得高于土壤冰冻线以上0.15m且覆土深度不宜小于0.30m，当生活排水管道采用通用坡度，满足设计充满度下不淤流速，可以适当浅埋。

管顶覆土厚度除考虑管道承受的外部荷载外，还必须考虑筑路时的临时荷载。在车行道下当管顶覆土厚度小于1.0m时，管顶0.5m填土范围已进入道路的结构层，路基釆用机械压实时可能会对管道结构造成较大影响。因此，在车行道下，管顶覆土不宜小于1.0m，当不满足此要求时，应采取增设套管、采用结构加强管材或采用结构加强等措施。

对于住宅小区等地面荷载较小且无重载车辆荷载的情况，当管材刚度较大时，管顶覆土可以酌减，故本条未做严格规定。

### 建筑小区外的市政自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的最小管径与相应最小设计坡度宜符合表4．2．5-1的规定，建筑小区内自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的最小管径与相应最小设计坡度宜符合表4．2．5-2的规定。

表4.2.5-1 建筑小区外市政自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的最小管径与相应最小设计坡度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管道类型 | 最小管径（mm） | 最小设计坡度 |
| 污水管 | 300 | 0.002 |
| 雨水（合流）管 | 300 | 0.002 |

表4.2.5-2 建筑小区内自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的最小管径与相应最小设计坡度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管道类型 | | 敷设位置 | 最小管径（mm） | 最小设计坡度 |
| 生活排水管 | 支管 | 建筑物周围绿化带内或小区支路下 | 200 | 0.006 |
| 干管 | 小区内主道路下 | 200 | 0.004 |
| 雨水排水管 | 雨水口连接管 | 建筑物周围或小区内主道路下 | 200 | 0.010 |
| 支管 | 建筑物周围 | 200 | 0.003 |
| 干管 | 小区内主道路下 | 300 | 0.003 |

【条文说明】表4.2.5-1参照现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014相关条款制定，表4.2.5-2参照现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015相关条款制定。为保证排水管在设计充满度下保证最小设计流速，规定最小设计坡度。

随着城镇建设发展，街道楼房增多，排水量增大，应适当增大最小管径、并提高最小设计坡度。

《室外排水设计规范》GB50014-2021中3.3.6条“城镇已建有污水收集和集中处理设施时，分流制排水系统不应设置化粪池。”取消化粪池的地区，有条件的应适当放大管径、提高坡度，加强养护，避免淤积。当城镇排水管网接管标高等条件不具备时，可适当减小管道坡度，起点排水管段中的流速不能满足不淤流速要求时，应有防淤、清淤的措施。

例如：当只有一个大便器排水时，此时污水排水工况最为不利，流速低，携污能力弱，采用DN200埋地聚乙烯管并选用坡度为0.006，计算结果见表3。

表3 排水管计算结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 排水工况 | 设计流量  q（L/s） | 管径  DN（mm） | 坡度  i | 流速  v（m/s） |
| 自闭式冲洗阀  大便器 | 1.2 | DN200 | 0.006 | 0.54 |
| 冲洗水箱  大便器 | 1.5 | 0.57 |

从计算结果可以看出，只有一个大便器排水时，流速已接近0.60m/s不淤流速，污水输送的距离会更远。除最不利工况在其他排水工况下，排水管内的排水流量会加大，会产生大于不淤流速的流速，可以冲刷最不利工况沉积的污物。

### 当自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道穿越铁路、高速公路时，应设置保护套管，套管内径应大于聚乙烯管道外径300mm。套管设计应符合铁路、高速公路管理部门的有关规定。

【条文说明】设置保护套管首先是为了满足被穿越的铁路、高速公路等设施的安全，其次是便于自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的常规维护管理。

### 当自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道穿越河流时，可采用河底穿越，并应符合下列规定：

**1** 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道至规划河底的覆土厚度应根据水流冲刷条件确定。对不通航河流覆土厚度不应小于1.0m；对通航河流覆土厚度不应小于2.0m，同时还应考虑疏浚和抛锚深度。

**2** 在埋设自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道位置的河流两岸上、下游应设立警示标志。

【条文说明】本条参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB50289-2016中4.1.8条规定：在I级至V级航道下面敷设，其顶部高程应在远期规划航底标高2m以下；在VI级、VII级航道下面敷设，其顶部高程应在远期规划航道底标高1m以下；在其他河道下面敷设，其顶部高程应在远期规划航道底标高1m以下；当在灌溉渠道下面敷设，其顶部高程应在远期规划航道底标高0.5m以下。除满足上述要求外，其位置和距离还必须与当地航运管理等部门协商，确定河道规划的有关情况，对冲刷河道还应考虑抛石等防冲措施。

### 当自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道用于倒虹管时，应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014的规定，并应采取相应技术措施。

【条文说明】塑料排水管道用于倒虹管，需满足《室外排水设计规范》GB50014-2006的相关条款要求，并需符合河道管理部门对各类河道安全的有关规定。由于倒虹管道相对敷设难度大，一次敷设完成后，应尽量确保管道安全性 ，减少维修工作量。考虑到基础地质沉降、河道疏浚等因素可能对管道造成的不利影响。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道系统应设置检查井。检查井应设置在管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处、跌水处以及直线管段上每隔一定距离处。检查井在直线管段的最大间距宜符合表4.2.9的规定。

表4．2．9 直线管段检查井最大间距

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称直径DN（mm） | 最大间距（m） | |
| 污水管 | 雨水（合流）管 |
| DN200 | 30 | 30 |
| DN300 | 30 | 40 |
| DN400 | 40 | 50 |
| 500≤DN≤600 | 50 | 75 |
| 700≤DN≤1000 | 80 | 100 |
| 1100≤DN≤1500 | 100 | 150 |
| 1600≤DN≤2000 | 120 | 200 |

【条文说明】关于自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道直线管段检查井最大间距的规定。本条参照现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014、《建筑给水排水设计标准》GB50015和行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ143-2010、《埋地硬聚氯乙烯排水管道管线技术规程》TCECS122-2020的相关条款制定。

## 水力计算

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的流速、流量可按下列公式计算：

Q＝Aν （4.3.1-1）

ν＝1/n R2/3I1/2 （4.3.1-2）

式中： Q——流量(m³/s)；

A——过水断面面积(㎡)；

ν——流速(m/s)；

n——管壁粗糙系数；

R——水力半径(m)；

I——水力坡度。

【条文说明】本条规定的计算公式与现行国家标准《室外排水设计规范））GB 50014的规定一致。其中，水力半径指某输水断面的过流面积A与水体接触的输水管道边长ρ(即湿周)之比，即R=A/ρ。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的管壁粗糙系数n值的选取，应根据试验数据综合分析确定，可取0.009～0.011。当无试验资料时，宜按0.011取值。

【条文说明】塑料排水管管壁粗糙系数n值与管材的材质、结构形式有关。美国PVC管协会推荐：重力流污水管系统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为0.010~0.012；日本下水道协会 JSWAS标准中n值采用0.010。对于缠绕结构壁管，由于管道是采用缠绕工艺生产的，管道内壁有许多搭接缝，其管壁粗糙度要大于挤出成型的塑料管，目前没有具体试验数据，一般认为n≥0.011。因此，本规程规定：塑料排水管道的管壁粗糙系数力值的选取，应根据试验数据综合分析确定，一般为0.009〜0.011。当无试验资料时，采用n=0.011。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的最大设计流速不宜大于5.0m/s。污水管道的最小设计流速，在设计充满度下不应小于0.6m/s；雨水管道和合流管道的最小设计流速，在满流时不应小于0.75m/s。

【条文说明】条文中规定最大设计流速是为了防止排水对管壁的冲刷；规定最小设计流速是为了防止管内淤积。本规程的取值依据是现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014的有关规定。

## 荷载计算

### 作用在自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道顶部的竖向土压力标准值可按下式计算：

qsv,k＝γs（Hs－Hw）＋（γ＇＋γw）Hw （4.4.1）

式中：qsv,k —— 单位面积上管顶竖向土压力标准值(kN／㎡)；

γs —— 回填土的重力密度，可取18kN／m³；

γ＇ —— 地下水范围内的覆土重力密度，可取10kN／m³；

γw —— 地下水的重力密度，可取10kN／m³；

Hs —— 管顶覆土深度(m)；

Hw —— 管顶以上地下水的深度(m)。

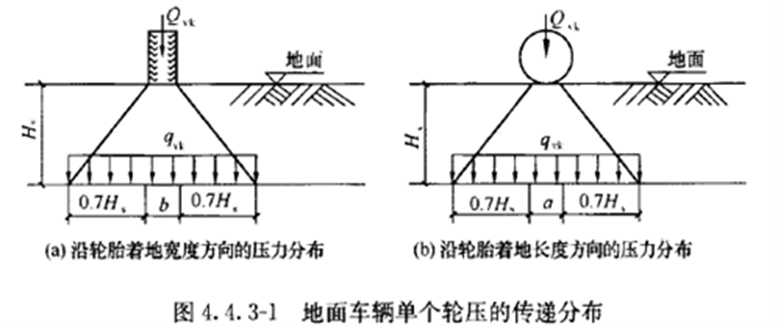
【条文说明】管道顶部的竖向土压力标准值计算公式包含了地下水范围内的覆土，考虑水土共同作用。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道上的可变作用荷载应包括作用在管道上的地面车辆荷载和堆积荷载。车辆荷载与堆积荷载不应同时考虑，应选用荷载效应较大者。车辆荷载等级应按实际情况确定。

【条文说明】车辆荷载等级中的“实际情况”是指与道路桥涵的荷载等级一致。由于排水管道结构毕竟与道路桥涵有很大不同，更应关注的是车辆轴重或轮压力的大小。

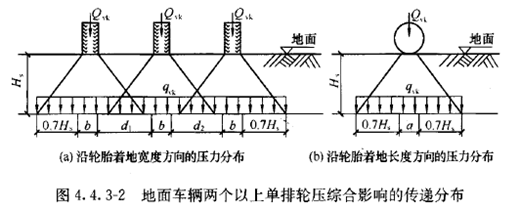
### 地面车辆荷载传递到自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道顶部的竖向压力标准值可按下列方法确定(其准永久值系数可取ψq=0.5)：

**1** 单个轮压传递到管顶部的竖向压力标准值(图4．4. 3-1)，可按下式计算：



 （4.4.3-1）

**2** 两个以上单排轮压综合影响传递到管道顶部的竖向压力标准值(图4．4．3-2)，可按下式计算：



 （4.4.3-2）

式中：qvk——地面车辆荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准值(kN/㎡)；

Μd——车辆荷载的动力系数，可按本规程表4．4．3的规定取值；

Qvk——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；

dj——相邻两个轮压间的净距(m)。

表4．4．3 动力系数μd

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 覆土厚度（m） | ≤0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | ≥0.70 |
| 动力系数μd | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.15 | 1.05 | 1.00 |

【条文说明】本条是参照现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332有关条款制定。作用在管道上的车辆荷载，其准永久值系数一般情况取代=0.5，当管道敷设于某些特殊场合（例如大型停车场、堆料场等）时，亦可适当提高该系数。

当地面设有刚性混凝土路面时，一般可不计地面车辆轮压对下部埋设管道的影响，但应计算路基施工时运料车辆和碾压机械的轮压作用影响。

地面运行车辆的载重、车轮布局、运行排列等规定，应按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTGD60或《城市桥梁设计规范》CJJ11的规定采用。

### 地面堆积荷载标准值qvk可按10kN/㎡计算；其准永久值系数可取ψq＝0.5。

【条文说明】本条的“地面堆积荷载”是指一般道路和绿地情况，可按10kN/m2计算。当管道用于某些特殊场合时如重型车停车场、堆料场等，其取值应根据实际可能的堆积荷载确定。

## 承载能力极限状态计算

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道按承载能力极限状态进行管道环截面强度计算时，应按荷载基本组合进行，各项荷载均应采用荷载设计值。

【条文说明】参照现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332有关条款制定。荷载组合值的选用见该标准相关条文。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道在外压荷载作用下，其最大环截面(拉)压应力设计值不应大于抗(拉)压强度设计值。管道环截面强度计算应采用下列极限状态表达式：

γ0σ≤ 1000f (4．5．2)

式中：σ—— 管道最大环向(拉)压应力设计值(kN/㎡)，按本规程公式(4．5．3—1)计算；

γ0—— 管道重要性系数，污水管(含合流管)可取1.0；雨水管道可取0.9；

f —— 管道环向弯曲抗(拉)压强度设计值(MPa)，可按本规程表3．1．2的规定取值。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道最大环向弯曲应力设计值可分别按下列公式计算：

**1** 热塑性塑料管道应按下列式计算：

 （4.5.3-1）

 （4.5.3-2）

式中: σcr—— 管壁环向最大弯曲拉应力设计值(kN/㎡)；

Df——形状系数，按本规程表4．5．3的规定取值；

Kd—— 管道变形系数，应根据土弧基础计算中心角2α按本规程表4．6．2的规定取值；

D0—— 管道计算直径(m)；

D1—— 管道外径(m)；

Sp—— 管材环刚度(kN/㎡)；

y0—— 管壁中性轴至管道外壁距离(m)；

Ep—— 管材弹性模量(kN/㎡)；

Iρ—— 管道纵截面每延米管壁的惯性矩(m4/m)；

Ed—— 管侧土的综合变形模量(kN/㎡)，应由试验确定，当无试验资料时，可按本规程附录A的规定采用；

γG—— 管顶覆土荷载分项系数，取1.27；

γQ—— 管顶地面荷载分项系数，取1.40；

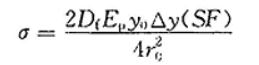
qsv,k—— 单位面积上管顶竖向土压力标准值(kN/㎡)，按本规程公式(4．4．1)计算；

qvk—— 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/㎡)，按本规程第4．4．3条和第4．4．4条的规定采用。

表4．5．3 形状系数Df

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管材环刚Sp(kN/㎡) | | 2.5 | 4 | 5 | 6.3 | 8 | 10 | 12.5 | 15 | 16 |
| 砾石 | 中度至高度夯实  （压实度≥0.90） | 5.5 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 4.0 | 3.8 | 3.5 | 3.2 | 3.1 |
| 砂 | 6.5 | 5.8 | 5.5 | 5.4 | 4.8 | 4.5 | 4.1 | 3.5 | 3.4 |

【条文说明】热塑性塑料管道最大环向弯曲应力设计值计算公式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。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抛物线形。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：



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，故调整系数取为1.76。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。

沟槽回填土夯实程度与密实度之间的对应关系：轻度夯实，85％≤密实度＜90％；中度夯实，90％≤密实度＜95％；高度夯实，密实度≥95％。

管道环刚度可按本条公式计算，也可按平板加载试验确定。

计算案例：

埋设条件：DN300的PE80自锁防脱波型缠绕塑料排水管道埋设于车辆荷载为城-A级的道路车行道下，采用开槽埋管施工，管中心处沟槽宽度Br为0.9m，管顶覆土深度为1m，管侧采用粗砂回填，压实度为95%，其变形模量值取Ee=7MPa，沟槽原状土变形模量取En=10MPa，管基础采用砂砾垫层基础，设计支承脚为120°，管材环刚度采用8kN/m2，形状系数Df=4.8，管壁厚度4mm。

求：1、埋设条件下管道最大环向(拉)压应力设计值

2、埋设条件下管道竖向直径变形率

3、埋设条件下、管道环截面稳定性

4、埋设条件下、管道抗浮稳定性

解：1、埋设条件下管道最大环向(拉)压应力设计值

1. 城A两个单排轮压重叠，竖向土压力标准值



qvk=31.9kN/m2

1. 管侧土的综合变形模量Ed

Ed=7.74336Mpa

1. 管道最大环向(拉)压应力设计值



小于管道环向弯曲抗(拉)压强度设计值16MPa，符合要求。

2、埋设条件下管道竖向直径变形率

竖向直径变形量按下列公式计算：





小于管道允许竖向直径变形率0.05，符合要求。

3、埋设条件下、管道环截面稳定性







管道的环向稳定性抗力系数Ks大于2，符合要求。

4、埋设条件下、管道抗浮稳定性

1. 抗浮永久作用标准值



浮托力标准值为0.693kN。

满足抗浮稳定性要求。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道截面压屈稳定性应依据各项作用的不利组合进行计算，各项作用均应采用标准值，且环向稳定性抗力系数不得低于2.0。

### 在外部压力作用下，自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道管壁截面的环向稳定性计算应符合下式要求：

 （4.5.5）

式中：Fcr,k——管壁失稳临界压力标准值(kN/㎡)，应按本规程公式(4．5．7)计算；

Fvk—— 管顶在各项作用下的竖向压力标准值(kN/㎡)，应按本规程公式(4．5．6)计算；

Ks—— 管道的环向稳定性抗力系数。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道管顶竖向作用不利组合标准值可按下式计算：

Fvk＝qsv,k＋qvk  (4.5.6)

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道管壁失稳的临界压力标准值可按下式计算：

 (4.5.7)

式中：Fcr,k——管壁失稳临界压力标准值(kN/㎡)；

νp—— 管材泊松比，对于热塑性塑料管取νp＝0.4；

ξ—— 管壁失稳计算系数，取5.66；

Sp—— 管材环刚度(kN/㎡)；

Ed—— 管侧土的综合变形模量(kN/㎡)。

【条文说明】本条是参照《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332-2002第4.2.12条和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》有关内容制定的。管道环截面压屈失稳取决于管侧回填土变形模量和管材环刚度。美国公式为：



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0.722√(PS)＝4√(2S)。

### 对埋设在地表水位或地下水位以下的自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道，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。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的抗浮稳定性计算应符合下列要求：

FG,k≥KfFfw,k (4.5.9-1)

FG,k＝∑Fsw,k＋∑F＇sw,k＋Gp (4.5.9-2)

式中：FG,k—— 抗浮永久作用标准值(kN)；

∑Fsw,k—— 地下水位以上各层土自重标准值之和(kN)；

∑F＇sw,k—— 地下水位以下至管顶处各竖向作用标准值之和(kN)；

Gp —— 管道自重标准值(kN)；

Ffw,k—— 浮托力标准值，等于管道实际排水体积与地下水密度之积(kN)；

Kf—— 管道的抗浮稳定性抗力系数，取1.10。

【条文说明】考虑无论地表水或地下水的水位变异性大，设计中很难精确计算，因此本条文规定抗浮稳定性抗力系数应控制在不低于1.10。

## 正常使用极限状态计算

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道环截面变形验算的荷载组合应按准永久组合计算。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道在外压作用下，其竖向变形量可按下式计算：

（4.6.2）

式中：ωd,max——管道在组合作用下最大竖向变形量(m)；

Kd—— 管道变形系数，应根据管道的敷设基础计算中心角2α按表4．6．2的规定取值；

qsv,k—— 管顶单位面积上的竖向土压力标准值(kN/㎡)，应按本规程公式(4．4．1)计算；

qvk—— 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/㎡)，应按本规程第4．4．3条和第4．4．4条的规定采用；

DL—— 变形滞后效应系数，可根据管道胸腔回填压实度取1.20～1.50；

ψq—— 可变荷载的准永久值系数，取0.5；

Sp—— 管材环刚度(kN/㎡)；

Ed—— 管侧土的综合变形模量(kN/㎡)，应由试验确定，当无试验资料时，可按本规程附录A的规定采用；

D1—— 管道外径(m)。

表4．6．2 管道变形系数Kd

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土弧管基计算中心角2α | 20° | 45° | 60° | 90° | 120° | 150° |
| 变形系数 | 0.109 | 0.105 | 0.102 | 0.096 | 0.089 | 0.083 |

【条文说明】本规程的变形公式釆用了美国斯潘格勒(Spangler)公式，符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332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。

管道的敷设基础计算中心角2a示意图见图1。

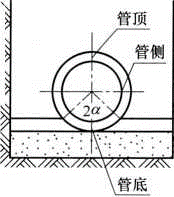


图1管道敷设基础计算中心角2a示意图

### 在外压荷载作用下，自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道竖向直径变形率不应大于管道允许变形率[ρ]=0.05，即应满足下式的要求。

** （4.6.3）**

**式中：ρ—— 管道竖向直径变形率；**

**[ρ]—— 管道允许竖向直径变形率；**

**wd—— 管道在外压作用下的长期竖向挠曲值(mm)，可按本规程公式(4．6．2)计算；**

**D0—— 管道计算直径(mm)。**

【条文说明】塑料排水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％；本条是参照现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332-2002的规定缺定的。

考虑到国内各类型管材产品性能不一，有的管材弹性变形极限较小，如允许变形率都按5%控制，则会导致有些情况下安全系数过低，因此，当遇到这种情况时，为安全计，依据生产厂提供管材的实际弹性变形极限值来确定允许变形率更为宜。

1. **施 工**

## 一般规定

### 排水管道施工前，施工单位应编制施工组织设计和专项施工方案。管道施工应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的有关规定。

【条文说明】施工组织设计是保证塑料排水管道工程施工质量的重要文件之一，必须按规定程序审批后方能实施。

### 排水管道施工过程中，当发现场地地质条件与设计文件不一致或遇到异常情况时，应根据现场地质条件与建设单位、设计单位等协商处理。

【条文说明】管顶最大覆土厚度是按本规程第4章“设计”中有关自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道结构设计的规定，根据埋设管道的地质条件，通过对埋设管道的强度和变形计算确定的。因此 ，在编制施工组织设计时，应对沿线土质进行核对。

### 排水管道应进行进场检验，应查验材料供应商提供的产品质量合格证和检验报告；应按设计要求对管材及管道附件进行核对；应按产品标准及设计要求逐根检验管道外观；应重点抽检规格尺寸、环刚度、环柔度、冲击强度等项目，符合要求方可使用。

【条文说明】本条规定了塑料排水管道进场检验的具体内容。

### 排水管道连接时，应对管道内杂物进行清理，每日完工时，管口应采取临时封堵措施。

【条文说明】塑料排水管道施工应做到“做一段，清一段”，保证管内不残留杂物。

### 排水管道连接完成后，应进行接头质量检查。不合格者必须返工，返工后应重新进行接头质量检查。

【条文说明】本条是为了保证每一管接头连接密封性能而提出的要求。

### 排水管道与检查井连接前，应首先对井底地基进行验收，当发现基底受到扰动、超挖、受水浸泡现象，或存在不良地基、不良土层时，应经处理达到设计要求后，方可进行检查井连接施工。

【条文说明】检查井的槽底一般比管道深，容易受到扰动、超挖、受水浸泡等，使槽底土的强度降低，导致管道与检查井之间产生较大的差异沉降和转角，最终影响管道与检查井的连接质量。出现上述情况时，应进行处理，使槽底地基土的强度满足设计要求。

### 排水管道与检查井连接时，管道连接段的管底超挖(挖空)部分，应在管道连接前及时用砾石或级配砂石分层回填夯实，压实度应符合本规程第5.6.12条的规定。

【条文说明】本条规定了检查井与上下游管道连接段的管底超挖(挖空)部分回填要求，包括回填材料和压实度的要求，目的是确保基础稳固，提高接头连接可靠性。

### 管道基础的埋深低于建（构）筑物基础底面时，管道不得敷设在建（构）筑物基础下地基扩散角受压区范围内。

### 管道在敷设、回填的过程中，槽底不得积水或受冻。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不小于0.5m。

【条文说明】槽底积水或受冻将影响塑料排水管道的施工质量，因此，要求塑料排水管道在敷设、回填的过程中，槽底不得积水或受冻。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不小于0.5m，目的也是如此。

### 管道施工的测量、降水、开槽、沟槽支撑和管道交叉处理等技术要求，应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268及本地区排水管道技术规程中有关规定执行。

## 管道运输及储存

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管材运输时应水平放置，不应抛、摔、滚 、拖管材。当采用机械设备 吊装时 ，应采用非金属绳 (带 )吊装。捆扎、固定处及管端宜采用软质材料保护 。

【条文说明】本条规定是为了防止塑料排水管在运输过程中受到损伤。用非金属绳(带)吊装是考虑到塑料材质比较柔软，金属绳容易损伤管材。

由于塑料排水管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;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，尖凸物划伤 、扎伤管材。

### 自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管材的储存应符合下列规定:

1 管材应存放在通风良好的库房或棚内，并远离热源 ;露天

存放应采取防晒措施 。

2 管材存放处不应有尖凸物损伤管材 。

3 管材存放的库房或棚内应有消防设施，管材不应与油类或化学品混合存放。

4 管材应水平堆放，带有承口的管材应两端交替堆放 ，最大高度宜为3m，并应采取防倒塌、防管材变形的安全措施。堆放层数应符合表 5.2.2 的规定。

**表 5.2.2 管材堆放层数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管径DN(mm) | 200 | 300~400 | 500~700 | 800~1200 | >1200 |
| 堆放层数 | 5 层 | 4 层 | 3 层 | 2层 | 1层 |

5 应按不同规格尺寸分别存放 ，并应遵守先进先出原则。

6 管材自生产之日起在库房或棚内最长存放时间宜为18个月。

【条文说明】本条规定了自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管的储存条件。

1 塑料排水管受温度影响较大，长期受热会出现变形，以及产生热老化，会降低管道的性能。因此，排水管应存放在通风良好的库房或棚内，远离热源，并有防晒、防雨淋的措施。

3 油类对管道在施工连接时有不利影响:化学品有可能对塑料排水管产生溶胀，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 。

4 本款规定管材堆放方式及高度，是由于塑料排水管的刚度相对于金属管较低，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)，对施工连接不利，且堆放过高，易倒塌。

5 本款规定管材应按不同规格尺寸和不同类型分别存放 ，是为了便于管理和使用方便 ，影响施工进度和工程质量。遵守“先进先出”原则，是为了管材储存不超过存放期 。

6 本款规定存放时间不宜超过18个月 ，是为了保证管材质量 ，防止管材老化，性能降低。

### 橡胶圈在保存中不应受挤压变形，其储存条件与管材相同，并标明相配套的管材规格和管材配套供应的生产厂。

## 沟槽开挖

### 塑料排水管道沟槽底部的开挖宽度应符合设计要求，当设计无要求时，可按下式计算：

**B=D1+2(b1+b2)** (5.3.1)

式中：B——管道沟槽底部的开挖宽度(mm)。

   D1——管道外径(mm)。

b1——管道一侧的工作面宽度(mm)，可按表5.3.1选取。当沟槽底需设排水沟时，b1应按排水沟要求相应增加。

   b2——管道一侧的支撑厚度，可取150mm～200mm。

**表5.3.1  管道一侧的工作面宽度**

|  |  |
| --- | --- |
| 管道外径D1（mm） | 管道一侧的工作面宽度b1（mm） |
| D1≤500 | 300 |
| 500<D1≤1000 | 400 |
| 1000<D1≤1500 | 500 |
| 1500<D1≤3000 | 700 |

【条文说明】参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008的有关条款制定，槽底开挖宽度除考虑了管道外径，还考虑了管道两侧工作面宽度，以及有支撑要求时，管道两侧支撑厚度。

### 塑料排水管道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。

【条文说明】强调要综合考虑施工现场环境、条件确定沟槽形式，做到安全、经济、方便。

### 塑料排水管道沟槽侧向的堆土位置距槽口边缘不宜小于1.0m，且堆土高度不宜超过1.5m。

【条文说明】规定堆土位置和高度，是为了确保沟槽开挖安全。

### 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0.2m~0.3m的原状土，应在铺管前人工清理至设计标高。如遇局部超挖或基底发生扰动，不得回填泥土，可换填最大粒径10mm~15mm的天然级配砂石料或最大粒径小于40mm的碎石，并应整平夯实，其压实度应达到基础层压实度要求。槽底如有坚硬物体必须清楚，用砂石回填处理。

【条文说明】本条强调沟槽开挖时，不得扰动基底原状土层，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20cm～30cm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砂石或其他建筑材料，分层夯实到设计标高。

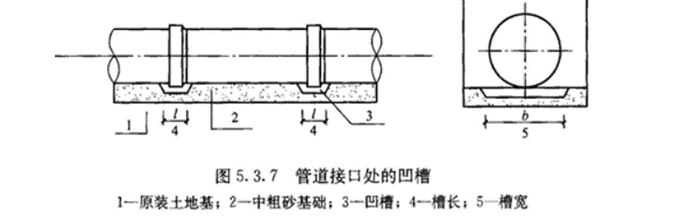
### 雨季施工时，应尽可能缩短开槽长度，且成槽快、回填快，并采取防泡槽措施。一旦发生泡槽，应将受泡的软化土层清除，还应填砂石料或中粗砂。

【条文说明】本条强调雨季施工保证施工质量措施。

### 人工开槽时，宜将槽上部的混杂土与槽下部可用于沟槽回填的良质土分开堆放，且堆土不得影响沟槽的稳定性。

【条文说明】本条强调保证回填土施工质量措施。

### 塑料排水管道系统中承插式接口等部位的凹槽，宜在管道铺设时随铺随挖(图5.3.7)。凹槽的长度、宽度和深度可按管道接头尺寸确定。在管道连接完成后，应立即用中粗砂回填密实。



## 地基处理

### 塑料排水管道地基基础应符合设计要求，且地基承载能力特征值(fak)不应小于80kPa。当管道天然地基的强度不能满足设计要求时，应按设计要求加固。

【条文说明】本条强调管道地基基础宜为天然地基，承载能力特征值应满足设计要求。当地基承载能力达不到要求应进行加固处理，确保地基基础质量。

### 塑料排水管道地基处理应符合下列规定：

### 1 对一般土质，应在管底以下原状土地基上铺垫150mm中粗砂基础层。

### 2 对软土地基，当地基承载能力小于设计要求或由于施工降水、超挖等原因，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150mm中粗砂基础层。

### 3 当沟槽底为岩石或坚硬物体时，铺垫中粗砂基础层的厚度不应小于150mm。

【条文说明】本条针对一般土质，提出了地基处理的常规做法，以确保地基基础质量。

### 在地下水位较高、流动性较大的场地内，当遇管道周围土体可能发生细颗粒土流失的情况时，应沿沟槽底部和两侧边坡上铺设土工布加以保护，且土工布密度不宜小于250g/㎡。

【条文说明】塑料排水管道是柔性管道，按管土共同工作原理共同承担外部荷载的作用力，管底垫层和周围土的密实度，决定了“管道-土”系统的负载能力，所以管底土必须认真处理。

### 在同一敷设区段内，当遇地基刚度相差较大时，应采用换填垫层或其他有效措施减少自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的差异沉降，垫层厚度应视场地条件确定，但不应小于0.3m。

【条文说明】本条要求管道地基要清除坚硬的物块，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。

### 塑料排水管道基础应采用中粗砂或细碎石土弧基础。管底以上部分土弧基础的尺寸，应根据管道结构计算确定；管底以下部分人工土弧基础的厚度可按下式计算确定，且不宜大于0.3m。

### hd≥0.1(1+DN) (5．4．5)

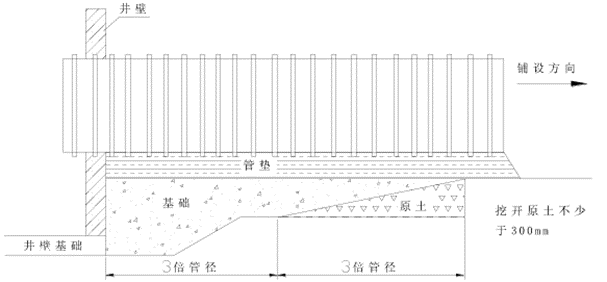
### 式中：hd—— 管底以下部分人工土弧基础的厚度(m)；

### DN—— 管道的公称直径(m)。

【条文说明】塑料管属柔性管，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。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。

### 当塑料排水管道与检查井连接时，检查井基础与管道基础之间应设置过渡区段，过渡区段长度不应小于1倍管径，且不宜小于1.0m；直径较大的塑料排水管道，管顶部宜考虑设置卸压或减压构件。

【条文说明】管道与检查井连接处是管道由刚到柔的过渡，需要设置过渡区，保证管道得到均匀的支撑，防止剪切或集中荷载的发生。较大直径的管道在此区段内设置卸压构件，是出于对该处管道受力复杂、施工难度很大、管基及回填土施工的质量不易保证的考虑。（提供大样图）



## 管道安装

### 管道应进行外观质量检测，下管前测量管道断面的直径尺寸，并标记检测断面。

【条文说明】本条规定是为了便于管道变形检测和质量判定。

### 管道安装时应对连接件、密封件等进行清理。

【条文说明】安装时对连接部位、密封件进行清洁处理是为了避免杂质影响接头的密封性。

### 管道应使用带状非金属绳索下管。采用人工方式下管时，不得将管材由槽顶滚入槽内，应平稳溜管入槽;采用机械方式下管时，吊装不应少于两个吊点，不得串心吊装，吊放应平稳，不得与沟壁、槽底撞击。

【条文说明】本条针对自锁防脱波形缠绕聚乙烯排水管道的特点,提出了下管的要求,避免野蛮施工。

### 管道安装时应将插口顺水流方向，承口逆水流方向;宜由水流方向的下游往上游依次进行安装;管道两侧不得采用刚性垫块的稳管措施。

【条文说明】本条规定承插接口顺水流方向是为了减少接头部位阻力,避免接口部位杂物淤积。

### 承插式弹性密封橡胶圈连接应符合下列规定:

1 连接前应检查橡胶圈是否配套完好，确认橡胶圈安放位置及插口应插人承口的深度，插口端面与承口底部间应留出伸缩间隙。确认插人深度后应在插口外壁做出插人深度标记。

2 连接时应清理管道连接部位，在承口内壁及插口橡胶圈上涂覆润滑剂，且将承插口端面的中心轴线对正。

3 公称直径小于或等于 40mm 的管道，可采用人工安装;公称直径大于40mm的管道，应采用机械安装。橡胶密封圈应正确就位，不得扭曲和脱落。

4 管道连接后应进行检查，确保插口与承口圆周间隙均匀，连接的管道轴线保持平直。

【条文说明】本条规定了弹性橡胶密封圈连接的操作要求。其关键点是插入深度要足够、橡胶密封圈要正确就位、连接的管道轴线要保持平直管材供应商无明确要求时,伸缩间隙的尺寸宜为10mm。

### 管道在雨季或地下水位高的地段施工时，应采取防止管道上浮的措施。当发现管道位移、漂浮、拔口等现象时，应进行返工处理。

【条文说明】本条是针对雨期施工或地下水位高的地段施工时,为保证施工质量而采取的措施。

### 管道施工和道路施工同时进行时，若管顶覆土厚度不能满足标准要求，应按道路路基施工机械荷载大小验算管侧土的综合变形模量值，并宜按实际需要采用以下加固方式：

1 对公称直径小于1200mm的塑料排水管道，可采用先压实路基，再进行开挖敷管的方式。当地基强度不能满足设计要求时，应先进行地基处理，然后再开挖敷管。

2 对管侧沟槽回填可采用砂砾、高(中)钙粉煤灰、二灰土等变形模量大的材料。

3 上述两种加固方式同时进行。

【条文说明】本条是针对塑料排水管道施工和道路施工同时进行，塑料排水管道覆土厚度不能满足规定要求时，为提高埋设管道管侧土的抗力而提出的加固措施。

## 沟槽回填

### 塑料排水管道敷设完毕并经外观检验合格后，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。

【条文说明】埋地塑料排水管是按照管土共同作用理论设计计算的，管道四周的回填土分担较大部分荷载，回填土的回填质量是埋地塑料排水管施工质量的重要组成，因此。沟槽回填施工应严格按照本规程的要求进行。

本条规定立即回填是为了尽可能减小环境温度升降对已连接管道纵向伸缩的影响，以及防止管道受到意外损伤。

### 回填前应检查沟槽，沟槽内不得有积水，砖、石、木块等杂物应清除干净。

【条文说明】规定清除沟槽内杂物是为了防止砖、石等硬物损伤塑料排水管道。

### 沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行，不得直接回填在塑料排水管道上，不得损伤管道及其接口。并应保证塑料排水管道不产生位移。必要时应对管道采取临时限位措施，防止管道上浮。

【条文说明】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。

### 检查井、雨水口及其他附属构筑物周围回填应符合下列规定：

### 1 井室周围的回填，应与管道沟槽回填同时进行；不能同时进行时，应留阶梯形接槎。

### 2 井室周围回填压实时应沿井室中心对称进行，且不得漏夯。

### 3 回填材料压实后应与井壁紧贴。

### 4 路面范围内的井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填，且回填宽度不宜小于400mm。

### 5 严禁在槽壁取土回填。

【条文说明】参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268—2008中对管道检查井及其他附属构筑物回填要求制定。

### 塑料排水管道沟槽回填时，不得回填淤泥、有机物或冻土，回填土中不得含有石块、砖及其他杂物。

【条文说明】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、石等硬物损伤塑料排水管道。

### 塑料排水管道管基设计中心角范围内应采取中粗砂填充密实，并应与管壁紧密接触，不得用土或其他材料填充。

【条文说明】规定管基设计中心角范围内应采取中粗砂填充密实，是为了确保土弧基础的管土共同作用。

### 塑料排水管道每层回填土的虚铺厚度，应根据所采用的压实机具按表5.6.8的规定选取。

表5.6.8 每层回填土的虚铺厚度

|  |  |
| --- | --- |
| 压实机具 | 虚铺厚度（mm） |
| 木夯、铁夯 | ≤200 |
| 轻型压实装备 | 200~250 |
| 压路机 | 200~300 |
| 振动压路机 | ≤400 |

【条文说明】参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008有关条款制定。

### 当沟槽采用钢板桩支护时，应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，并应填实。当采用砂灌填时，可冲水密实；当对周围环境影响有要求时，可采取边拔桩边注浆措施。

【条文说明】塑料排水管为柔性管，当采用钢板桩支护沟槽时，板桩中必须将桩孔回填密实，以保证管道两侧回填土具有符合要求的变形模量。上海某工程曾对拔桩前后埋设管道的变形进行检测，发现拔桩后24h内管道的竖向变形率增加了0.5％。为此，应重视拔桩过程对埋设管道的附加变形的影响，宜从拔桩顺序、桩孔及时回填密实等多方面措施加以保证。

### 塑料排水管道沟槽回填时应严格控制管道的竖向变形。当管道内径大于800mm时，可在管内设置临时竖向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，但应将其控制在设计规定的管道竖向变形范围内。

【条文说明】对于大口径塑料排水管道，回填时容易产生竖向变形，本条是控制埋地塑料管道竖向变形的一种施工技术措施。

### 塑料排水管道管区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，必须采用人工回填，轻型压实设备夯实，不得采用机械推土回填。

2 回填、夯实应分层对称进行，每层回填土高度不应大于200mm，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】塑料排水管道是柔性管道。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度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，压实和压实度检验，使之符合设计要求。

### 塑料排水管道回填作业每层土的压实遍数，应根据压实度要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，经现场试验确定。

【条文说明】回填作业每层土的压实遍数应根据实际情况确定，最终要保证每层压实度符合设计要求。

### 塑料排水管道管顶0.5m以上部位回填土的压实度，应按相应的场地或道路设计要求确定，不宜小于90％；管顶0．5m及以下各部位回填土应符合表5.6.3的规定。

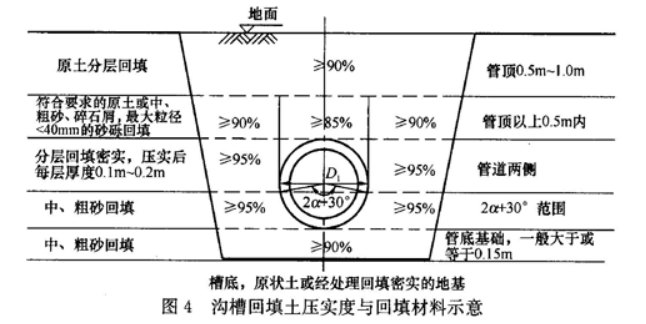
表5.6.3 沟槽回填土压实度与回填材料

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 填土部位 | | 压实度（％） | 回填材料 |
| 管道基础 | 管底基础 | ≥90 | 中砂、粗砂 |
| 管道有效支撑角范围 | ≥95 |
| 管道两侧 | | ≥95 | 中砂、粗砂、碎石屑，最大粒径小于40mm的砂砾或符合要求的原土 |
| 管顶以上0.5m及以内 | 管道两侧 | ≥90 |
| 管道上部 | ≥85 |
| 管顶以上0.5m～1.0m | | ≥90 | 原土 |

注：回填土的压实度，除设计要求用重型击实标准外，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】塑料排水管道是按管土共同作用理论设计计算的，因此必须严格按本规程要求的回填土进行沟槽回填。本条对沟槽各部位回填土密实度的要求是按《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332-2002第5.0.16条的规定制定的，同时也符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008第4.6.3条的规定。

沟槽回填土压实度与回填材料示意见图4。



### 采用重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行驶时，管顶以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应根据压实机械的规格和管道的设计承载能力，经计算确定。

【条文说明】规定此条目的是为了控制施工机械作用对埋设管道产生不良影响。

### 岩溶区、湿陷性黄土、膨胀土、永冻土等地区的塑料排水管道沟槽回填，应符合设计要求和当地工程建设标准规定。

【条文说明】岩溶区、湿陷性黄土、膨胀土、永冻土等特殊地区的沟槽回填，不能完全采用上述回填方式，应根据设计要求和当地工程建设标准规定来做。

1. **试 验**

## 密闭性试验

### 污水、雨污水合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道，必须进行密闭性检验，检验合格后，方可投入运行。

【条文说明】塑料排水管道敷设完毕，投入运行前，进行密闭性检验。对于污水、雨污水合流管道以及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道必须进行密闭性检验，对于一般雨水管道可不做密闭性检验。

### 管道敷设完毕且经检验合格后，按5.6规定进行沟槽回填经检验合格后，进行管道密闭性试验。

【条文说明】塑料排水管道敷设完毕，应对排水管径、标高、接口等进行检验，合格后进行沟槽回填，要求接头部位外露以便于观察渗漏，在对回填材料、管道变形、填土压实度等检验合格后，进行管道密闭性试验。

### 塑料排水管道密闭性检验应按检查井井距分段进行，每段检验长度不宜超过5个连续井段，并应带井试验。

【条文说明】参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008有关条款制定。规定每个试验段长度不宜超过5个连续井段，是考虑可操作性和准确性。

### 塑料排水管道密闭性检验可采用闭水试验法。操作方法应按本规程附录B的规定采用。

### 管道密闭性试验时，经外观检查，不得有漏水现象。管道的实测渗水量应满足下式要求:

≤0.046 (6.1.5)

式中 ——每1km管道长度24h的渗水量(m3)；

——管道内径(mm)。

【条文说明】允许渗水量计算公式是参考美国《PVC管设计施工手册》，也符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008的规定。每km管道最大渗水量不得超过该值。

## 变形检测

### 当塑料排水管道沟槽回填至设计高程后，应在12h~24h 内测量管道竖向直径变形量，并应计算管道变形量。

【条文说明】埋地塑料管道在施工安装运行过程中有以下三种变形，即施工变形、荷载变形和滞后变形。其中施工变形、荷载变形分别发生在施工安装阶段和沟槽回填至设计高程阶段；滞后变形是指沟槽胸膛回填土的密实度和天然土的密度随时间的变化而引起荷载重新调整过程产生的变形，这一变形的历时可以是几天到若干年，视土类、铺设条件及初始压实度而定。为了使变形检验尽量减少滞后变形因素的影响，故要求回填至设计高程后的12h～24h内，即刻测量管道竖向直径变形量，并计算管道初始变形率。

### 当塑料排水管道内径小于800mm时，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；当塑料排水管道内径大于等于800mm时，可采用人工进入管内检测，测量偏差不得大于1mm。

【条文说明】本条规定了埋地管道变形检测的常用手段和精度控制要求。当管道内径大于800mm，可采用人进入管内测量。

### 塑料排水管道变形率不应超过3％；当超过时，应采取下列处理措施：

**1** 当管道变形率超过3％，但不超过5％时，应采取下列措施：

**1**）挖出回填土至露出85％管道，管道周围0.5m范围内应采用人工挖掘；

**2**）检查管道，当发现有损伤时，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**）重新检测管道变形率，至符合要求为止。

**2** 当管道变形率超过5％时，应挖出管道，并会同设计单位研究处理。

【条文说明】管道初始变形率不超过3％，是为了保证管道长期变形率控制在规范允许范围内。

 1 当管道初始度变形率超过3％，但不超过5％时，挖出后基本可以恢复原状，对敷设过程进行纠正后，该管道的施工质量仍能得到保证。

 2 当管道初始变形率超过5％时，管道有可能出现局部损坏或较大的残余变形，应慎重处理。

## 回填土密实度检验

### 沟槽回填土的密实度应符合第5.6.12条的规定。

【条文说明】塑料排水管道沟槽回填土的压实度应符合本规程第5.6.12条的规定。

本规程第5.6.12条有关塑料排水管道沟槽回填土的压实度的规定是通用要求，如有其它要求，需根据外压荷载作用下，进行管道还截面强度、截面压屈稳定性、抗浮稳定性竖向直径变形率等计算。

### 除6.3.1 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》GB50268的规定执行。

【条文说明】排水管道敷设完成后，沟槽部分或者恢复原地貌，或者修筑道路，故必须对管顶0.5m以上部分沟槽覆土的压实度作出规定。

### 塑料排水管道沟槽回填土的压实度检验应根据具体情况选用检验方法。

【条文说明】沟槽回填土的压实度检验应根据具体情况选用检验方法，环刀法或灌砂法是沟槽回填土压实度常用检测方法。采用其他检测方法时，其压实度应通过对比试验确定。

1. 验 收
   * 1. 塑料排水管道工程完工后应进行竣工验收，验收合格后方可交付使用。
     2. 塑料排水管道工程竣工验收应在分项、分部、单位工程验收合格的基础上进行。验收程序应按国家现行相关法规和标准的规定执行，并应按要求填写中间验收记录表。。
     3. 塑料排水管道竣工验收时，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。竣工技术资料不应少于以下内容：

1 施工合同。

2 开工、竣工报告。

3 经审批的施工组织设计及专项施工方案。

4 临时水准点、管轴线复核及施工测量放样、复核记录。

5 设计交底及工程技术会议纪要。

6 设计变更单、施工业务联系单、监理业务联系单、工程质量整改通知单。

7 管道及其附属构筑物地基和基础的验收记录。

8 回填土压实度的验收记录。

9 管道接口和金属防腐保护层的验收记录。

10 管道穿越铁路、公路、河流等障碍物的工程情况记录。

11 地下管道交叉处理的验收记录。

12 质量自检记录，分项、分部工程质量检验评定单。

13 工程质量事故报告及上级部门审批处理记录。

14 管材、管件质保书和出厂合格证明书。

15 各类材料试验报告、质量检验报告。

16 管道的闭水检验记录。

17 管道变形检验资料。

18 全套竣工图、初验整改通知单、终验报告单及验收会议纪要。

* + 1. 塑料排水管道工程质量检验项目和要求，应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定执行。
    2. 验收合格后，建设单位应组织竣工备案，并将有关设计、施工及验收文件和技术资料立卷归档。

【条文说明】本章为管道工程验收必须遵守的程序，系根据《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008制定。

**附录A 管侧土的综合变形模量**

**A.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。

**A.0.2** 管侧填土的综合变形模量Ed，可按下列公式计算：

Ed＝ξ·Ee (A.0.2-1)

 (A.0.2-2)

式中：Ee—— 管侧回填土在要求压实密度时相应的变形模量(kN/㎡)，应根据试验确定；当缺乏试验数据时，可按表A．0．2—1的规定取值；

En—— 沟槽两侧原状土的变形模量(kN/㎡)，应根据试验确定；当缺乏试验数据时，可按表A．0．2—l的规定取值；

ξ—— 综合修正系数；

α1、α2—— 与 Br (管中心处沟槽宽度) 和D1 (管外径) 的比值有关的计算参数，可按表A．0．2—2的规定取值。

表A.0.2-1 管侧回填土和沟槽侧原状土变形模量(kN/㎡)

| 回填土压实度（％） | 原状土标准贯 入锤击数N 63.5 | 变形模量 | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砂砾、砂卵石 | 砂砾、砂卵石 （细粒土含量≤12％ | 砂砾、砂卵石 （细粒土含量＞12％ | 黏性土或粉土 （W L＜50％）（砂粒含量＞25％） | 黏性土或粉土 （W L＜50％） （砂粒含量＜25％） |
| 85 | 4＜N≤14 | 5000 | 3000 | 1000 | 1000 | — |
| 90 | 14＜N≤24 | 7000 | 5000 | 3000 | 3000 | 1000 |
| 95 | 24＜N≤50 | 10000 | 7000 | 5000 | 5000 | 3000 |
| 100 | ＞50 | 20000 | 14000 | 10000 | 10000 | 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Ee可按要求的压实度采用；表中的压实度(％)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En可按标准贯入度试验的锤击数确定。

4 WL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(0.075～2.0)mm的土。

表A.0.2-2 计算参数α1及α2的取值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

**A.0.3** 对于填埋式敷设的管道，当（Br/D1）＞5时，可取ξ＝1.0计算。此时，Br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B 闭水试验**

### **B.0.1**管道密闭性试验可采用闭水试验法。

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。

### **B.0.2**试验中，试验管段注满水后的浸泡时间不应少于24h。

### **B.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。

### **B.0.4**在试验过程中应做记录，记录表格式可按照表B.0.4采用。

表B.0.4管道闭水实验记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | 试验日期 | | | |  |
| 管段位置 | |  | | | | | | | |
| 管径(mm) | | 管材种类 | | 接口种类 | | | 试验段长度(m) | | |
|  | |  | |  | | |  | | |
| 试验段上游水头(m) | | | | 试验水头(m) | | | 允许渗水量(m3/24h▪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(m3/24h▪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： 记录人员： | | | | | | | | | |

**用词说明**

为便于在执行本技术规程条款时区别对待，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”。

**引用标准名录**

《室外排水设计标准》GB 50014

《建筑给水排水设计标准》GB 50015

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《城市工程管线综合规划规范》GB 50289

《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332

《高密度聚乙烯树脂》GB 11116

《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

《橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范》GB/T 21873

《玻璃纤维机织单向布》GB/T 29754

《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962

《排水用自锁防脱波形缠绕聚乙烯管》CECSXXXX

**中国工程建设标准化协会标准**

**自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道工程技术规程**

**T/CECS XXX-20\*\***

条文说明

**制定说明**

《自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道工程技术规程》CECS XXX-20\*\*经中国工程建设标准化协会2022年X月X日以第\*\*号公告批准颁布。

在规程编制过程中，编制组对我国自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道工程的实践经验进行了总结，对自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道的设计、施工及验收等分别作出了规定。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《自锁防脱波型缠绕聚乙烯管道工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

[1 总 则](#_Toc109050791)

[2 术语和符号](#_Toc109050792)

[3 管 材](#_Toc109050796)

[3.1 一般规定](#_Toc109050797)

[3.2 管材、配件](#_Toc109050798)

[3.3 管道接口](#_Toc109050799)

[4 设 计](#_Toc109050800)

[4.1 一般规定](#_Toc109050801)

[4.2 管道布置](#_Toc109050802)

[4.3 水力计算](#_Toc109050803)

[4.4 荷载计算](#_Toc109050804)

[4.5 承载能力极限状态计算](#_Toc109050805)

[4.6 正常使用极限状态计算](#_Toc109050806)

[5 施 工](#_Toc109050807)

[5.1 一般规定](#_Toc109050808)

[5.2 管道运输及储存](#_Toc109050809)

[5.3 沟槽开挖](#_Toc109050810)

[5.4 地基处理](#_Toc109050811)

[5.5 管道安装](#_Toc109050812)

[5.6 沟槽回填](#_Toc109050813)

[6 试 验](#_Toc109050814)

[6.1 密闭性试验](#_Toc109050815)

[6.2 变形检测](#_Toc109050816)

[6.3 回填土密实度检验](#_Toc109050817)

[7 验 收](#_Toc109050818)