**CECS： XXXX**

**中国工程建设协会标准**

**埋地用高模量聚丙烯排水管道工程技术规程**

**（征求意见稿）**

2015 上海

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2014年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2014]28号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容包括：总则、术语和符号、材料、水力计算、管道施工与敷设、回填、质量检验、装卸、运输和堆放和管道工程的竣工验收。

本规程由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会（CECS/TC8）归口管理，由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司（地址：上海市中山北二路901号，邮编：200092）。

主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

 顾地科技股份有限公司

参编单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司

 北京市市政工程设计研究总院有限公司

 武汉建筑设计院

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总则 5](#_Toc436727265)

[2 术语和符号 6](#_Toc436727266)

[2.1 术语 6](#_Toc436727267)

[2.2 符号 7](#_Toc436727268)

[3材料 11](#_Toc436727269)

[3.1一般规定 11](#_Toc436727270)

[3.2 管材 11](#_Toc436727271)

[3.3管道连接材料 12](#_Toc436727272)

[4管道水力计算 14](#_Toc436727273)

[5管道结构设计 17](#_Toc436727274)

[5.1 一般规定 17](#_Toc436727275)

[5.2管道荷载计算 17](#_Toc436727276)

[5.3正常使用极限状态计算 21](#_Toc436727277)

[5.4管道承载能力计算 22](#_Toc436727278)

[5.5管道的稳定计算 24](#_Toc436727279)

[6管道施工与敷设 26](#_Toc436727280)

[6.1 一般规定 26](#_Toc436727281)

[6.2沟槽开挖 27](#_Toc436727282)

[6.3 管道基础 30](#_Toc436727283)

[6.4管道安装 30](#_Toc436727284)

[6.5管道修补 33](#_Toc436727285)

[6.6管道与检查井连接 34](#_Toc436727286)

[7回填 38](#_Toc436727287)

[7.1 一般规定 38](#_Toc436727288)

[7.2回填材料 39](#_Toc436727289)

[7.3回填要求 39](#_Toc436727290)

[8 质量检验 41](#_Toc436727291)

[8.1 沟槽回填土密实度检验 41](#_Toc436727292)

[8.2 管道变形检验 41](#_Toc436727293)

[8.3 管道密闭性检验 42](#_Toc436727294)

[9 管材的装卸、运输和贮存 45](#_Toc436727295)

[10 管道工程的竣工验收 47](#_Toc436727296)

[附录A PP热态管和PP-HM管简图及沟槽回填施工大样图 49](#_Toc436727297)

[附录B 满流条件下PP热态管道和PP-HM道的水力计算表 51](#_Toc436727298)

[附录C PP热态排水管道和PP-HM排水管道在不同充满度的流水断面系数表 65](#_Toc436727299)

[附录D管侧土的综合变形模量 67](#_Toc436727300)

[附录E 闭水法试验 69](#_Toc436727301)

[本规程用词说明 71](#_Toc436727302)

Contents

1 General Provisions........................................................................................................................ 5

2 Terms and symbols..................... ...............................................................................6

2.1 Terms.................................................................................................................. 6

2.2 Symbols...............................................................................................................7

3 Material.................................................................................................……………..11

3.1 General requirement..........................................................................................11

3.2 Pipes.......................................................................................…………………11

3.3 pipe connection..................................................................................................12

4 Hydraulic calculation.................................................................................................14

5 Pipeline structure design................................... .......................................................17

5.1 General requirement..........................................................................................17

5.2 Pipe load calculation..........................................................................................17

5.3 Pipe serviceability limit states.............................................................. ..............21

5.4 Pipelines carrying capacity calculation.............................................................. 22

5.5 Pipeline stability calculation............................................................................... 24

6 Pipeline construction and installation.................................................. ................... 26

6.1 General requirement......................................................................................... 26

6.2 Groove excavation............................................................................................ 27

6.3 Pipe base............................................................. ................………...................30

6.4 Pipe installation..................................................................................................30

6.5 Pipe repair.................................... ..... ..............................……………...............33

6.6 The pipe connected to the inspection well........................................................ 34

7 Backfill....................................... .............................................................................. 38

7.1 General requirement....... ................................................................................. 38

7.2 Backfill material............................... ................................................................. 39

7.3 Backfilling requirement...................................................................................... 39

8 Quality inspection and pipe engineering acceptance..................... ......................... 41

8.1 Trench backfill soil compaction degree test......................................... ..............41

8.2 The pipe deformation test.................................................................................. 41

8.3 Pipe sealing test................................................................................................ 42

9 Loading and unloading, transport and storage of pipe........ .... ... ... ........................45

10 The checking and acceptance of pipeline engineering......................... ...... ......... 47

Appendix A PP tube diagram and trench backfilling construction details........ . . ....... 49

Appendix B full flow under the condition of PP tube pipeline hydraulic calculation diagram............................................................................................................. ............51

Appendix C PP pipes with different degrees of water cross section coefficient table......................................... ..................................................................... ................65

Appendix D tube side composite modulus of deformation of soil................ ............... 67

Appendix E closed water test.................................................................... ................ 69

Explanation of wording in this code......................... ................................ .................... 71

# 1 总则

1.0.1为使埋地用高模量聚丙烯（PP）热态缠绕结构壁管（以下简称PP热态管）和聚丙烯（PP-HM）双壁波纹管（以下简称PP-HM管）在管道施工过程中实现安全可靠、确保工程质量，编制本规程。

1.2 本规程适用于室外埋地敷设PP热态管材，公称直径为DN300mm---DN4000mm。管材环刚度等级为SN2、SN4、SN8、SN10、SN12.5、SN16；以及室外埋地敷设PP-HM管材，公称直径为DN/ID 200mm~1800mm，管材环刚度等级为SN4、SN6.3、SN8、SN10、SN12.5、SN16。

1.3 本规程规定的PP热态管材和PP-HM管适用于水温不大于55℃的市政、建筑、工业、道路、矿场、农业、园地雨水污水工程及铁路、公路电缆、光缆的保护管。PP热态管材特别适用于沿海地段及高铁类要求环刚度较高的工程；PP-HM管特别适用于地质易沉降、酸碱度较大、输送介质温度较高的工程或对环刚度要求较高的工程，如沿海地区、化工园区、核电站、高铁等。排水管道排水管道的水质应符合现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2010）的规定。

1.4 本规程规定进行设计、施工的PP热态管道、PP-HM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。

1.5 管道工程的施工应按《给水排水管道工程施工验收规范》GB50268-2008规定执行。

# 2 术语和符号

**2.1 术语**

2.1.1 高模量聚丙烯(PP)热态缠绕结构壁管 High-modulus polypropylene (PP) hot coil structure wall Pipeline engineering discipli

高模量聚丙烯（PP）热态缠绕结构壁管是一种新型异形结构壁管材，采用聚丙烯热缠绕成型工艺制成。产品以聚丙烯树脂为原料，以PP波纹管做辅助支撑管，采用热缠绕成型工艺生产的聚丙烯超大口径缠绕增强管。

2.1.2埋地用高模量聚丙烯（PP-HM）双壁波纹管 Buried with high modulus polypropylene (PP-HM) double-wall corrugated pipe

采用高模量（弯曲模量≥1500 MPa）聚丙烯树脂为主要原料，内壁光滑平整，外壁呈独特的环状波纹，内外壁波纹间为中空，采用挤出成型工艺制成的管材。管材的环刚度最大可达到SN16。

2.1.3 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。

2.1.4 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KN/㎡。

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MPa或KN/m2。

2.1.6 电热熔丝承插式连接 Electric heating wire socket connection

 利用辅助工具将管材两端的承口与插口拉紧相连，再用电热熔丝承插专用工具，通电使两根管材热熔成整体的方法。

2.1.7 土弧基础 arc shaped soil bedding, shaped 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。

2.1.8 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。

2.1.9 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。

2.1.10 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2a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水力计算参数

Q——流量（m3/s）；

A——水流有效断面面积（m2）；

V——流速（m/s）；

n——管壁粗糙系数；

R——水力半径（m）；

I——水力坡度（‰）；

2.2.2管道上的作用

Fsv.k ——每延长米管道上管顶的竖向土压力标准值（KN/m）；

——回填土的重力密度，可采用18 KN/m3；

Hs——管顶至设计地面的覆土深度（m）；

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/m2）；

μd——车辆荷载的动力系数；

Qvk ——车辆的单个轮压标准值（KN）；

a——1个车轮着地长度（m）；

Hs——管顶至设计地面的覆土深度（m）；

b——i个车辆着地宽度（m）；

N——轮压数量；

dbj——沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个轮压间的净距（m）；

Hs——管顶至设计地面的覆土深度（m）；

ma——沿车轮着地分布宽度方向的车轮排数；

mb——沿车轮着地分布长度方向的车轮排数；

daj——沿车轮着地分布长度方向，相邻两个轮压间的净距（m）；

——管道在荷载准永久组合作用下的最大竖向变形量（mm）；

DL——变形滞后效应系数，取1.0～1.5；

ψq——可变荷载准永久值系数；

Do——管道的计算直径（m）；

2.2.3管材与土的性能

Sp——管材环刚度（KN/m2）；

Ed——管侧土的综合变形模量（KN/m2）；

Kd——管道变形系数，管道基础中心角；

ε——管道直径变形率（%）；

[ε]——管道允许变形率（%），取5%；

 D0——管材的计算直径（管壁截面中性轴直径）(m)；

ΔD——管道在组合荷载作用下管径的竖向直径变形量（mm）

ε0——管材的弹性直径变形率（%），由压扁试验决定

K——安全系数，一般可取1.5。

σ——外荷压力作用下管壁环向弯曲拉应力（KN/m2）；

——管道重要性系数，污水管及雨污合流管取1.0，雨水管取0.9；

 ft——管材允许弯曲抗拉强度值（KN/m2）；

——管壁i截面处的折算应力（MPa）；

——管壁i截面处由组合作用产生的环向应力（MPa）；

——管壁i截面处由组合作用产生的纵向应力（MPa）；

——管壁失稳的临界压力标准值（KN/m2）；

——管顶在各项作用下的竖向压力标准值（KN/m2）；

Ks ——管道的环向稳定性抗力系数；

2.2.4管道抗浮参数

∑FGk——各项抗浮永久作用标准值之和(KN/m2)；

——浮托力标准值(KN/m2)；

Kf——管道的抗浮稳定性抗力系数，取1.1；

——地下水位以上回填土的重力密度，可取18KN/m3；

——地下水位以下回填土的有效密度，可取8KN/m3；

——水的重力密度，可取10KN/m3；

——地下水位以上覆土厚度(m)；

——管顶至地下水位标高的土层厚（m）；

z——管底至地下水位标高的厚度（m）。

# 3材料

**3.1一般规定**

3.1.1 PP热态管道工程所选用的管材，应有生产厂家质检部门的产品合格证、性能测试报告等有效质量证明文件。管材、管件产品应有永久性标志。管材、管件应标明商标、材料名称、产品规格、标准编号和生产日期。

3.1.2 与管材配套的连接管件、接口用的清洁剂、橡胶密封圈及其他带有金属嵌件等，应由同一生产企业配套供应，并对其质量负责。

**3.2 管材**

3.2.1 PP和PP-HM热态管材的外观质量应符合下列要求：

1 管材一般为绿色，不允许有色泽不均及分解变色线；

2 管材、管件的内表面应平整，外部肋应规整；

3 管材、管件内外壁应无气泡和可见杂质，熔缝无脱开。在切割后的断面应修整，无毛刺。

4 管材插口外径、承口内径的尺寸及圆度必须符合产品标准的规定。

3.2.2 PP和PP-HM热态管材的材料性能应符合表3.2.2的要求：

表 3.2.1管材原材料的性能要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 内压试验（80℃，4.2MPa，140h） | 无破坏、无渗漏 |
| 内压试验（95℃，2.5MPa，1000h） | 无破坏、无渗漏 |
| 维卡软化点，℃ | ≥140 |
| 密度，kg/m³ | 900-950 |
| 弯曲模量，MPa | PP管≥1450；PP-HM管≥1500 |
| 拉伸强度，MPa | ≥25 |

3.2.3 PP和PP-HM热态管材的物理力学性能见表3.2.3-1和表3.2.3-2。

表3.2.3-1 PP热态管材物理性力学能表

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 环刚度（KN/m2） | SN2 | SN4 | SN8 | SN10 | SN12.5 | SN16 |
| ≥2 | ≥4 | ≥8 | ≥10 | ≥12.5 | ≥16 |
| 环柔度 | 试样圆滑，无反向弯曲，无破裂，两壁无脱开 |
| 冲击性能（TIR）% | ≤10 |

表3.2.3-2 PP-HM管材物理性能表

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 环刚度（kN/m2） | SN4 | SN6.3 | SN8 | SN10 | SN12.5 | SN16 |
| ≥4 | ≥6.3 | ≥8 | ≥10 | ≥12.5 | ≥16 |
| 环柔度 | 试样圆滑，无反向弯曲，无破裂，两壁无脱开 |
| 冲击性能 | TIR≤10% |
| 烘箱试验 | 无气泡，无分层，无开裂 |
| 蠕变比率 | ≤4% |

**3.3管道连接材料**

3.3.1 管道连接所用聚丙烯材料的物理力学性能不应低于母材的要求。

3.3.2 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。

3.3.3 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、耐酸、耐碱、污水腐蚀性能的合成橡胶，其性能应符合行业标准《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 3091-2000的规定。橡胶密封圈的邵氏硬度宜采用60士5，伸长率应大于400%，拉伸强度应不小于16MPa。

# 4管道水力计算

4.0.1 管道管壁的粗糙系数，应根据试验资料综合分析确定，无试验资料时，PP热态管可采用n=0.01。

4.0.2 PP热态排水管道和PP-HM的流速、流量应按下式计算：

Q= A·V

V=1/n·R2/3I1/2

式中： Q—流量（m3/s）；

A—水流有效断面面积（m2）；

V—流速（m/s）；

n—管壁粗糙系数；

R—水力半径（m）；

I—水力坡度（‰）。

4.0.3在满流条件下，PP热态排水管道不同管内径的水力坡度、流速、流量关系见附录B；在非满流条件下的水力特性系数见附录Ｃ；PP-HM排水管道不同管内径的水力坡度、流速、流量关系见附录E；在非满流条件下的水力特性系数见附录F。

4.0.4 最大设计流速不宜超过5m/s。

4.0.5 排水管道最小设计流速，应遵守下列规定：

1 污水管道，在设计充满度时为0.6m/s；

2 按满流设计的雨水管道与合流管道，最小流速为0.75m/s；

3 水利工程管道当输送高含沙水流时，最小设计流速应大于泥沙的不於流速。

4.0.6 建筑小区外的PP热态管道和PP-HM管道的最小管径与相应最小设计坡度宜符合表4.5-1的规定，最小管径与相应最小设计坡度宜符合表4.5-2的规定。

表4.5-1 建筑小区外市政热态管道的最小管径与相应最小设计坡度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管 道 类 别 | 最小管径（mm） | 相应最小设计坡度 |
| 污水管 | 300 | 0.002 |
| 雨水管和合流管 | 300 | 0.002 |
| 雨水口连接管 | 200 | 0.01 |
| 压力输泥管 | 150 | － |
| 重力输泥管 | 200 | 0.01 |

 注：在计算污水管道充满度时，不包括短时突然增加的污水量，但当管径小于或等于300mm时，应按满流复核。

表4.5-2 建筑小区PP热态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内主道路下 | 160 | 0.005 |
| 进化粪池污水管 | — | 200 | 0.007 |
| 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 | 200 | 0.010 |
| 小区内主道路下 |
| 支管 | 建筑物周围 | 160 | 0.003 |
| 干管 | 小区内主道路下 | 300 | 0.003 |

# 5管道结构设计

**5.1 一般规定**

5.1.2 PP热态管道和PP-HM管道结构按柔性管道计算，PP热态管道的设计采用以概率理论为基础的极限状态设计法，在对管道整体稳定验算的同时，还应采用分项系数设计表达式进行计算。

5.1.3 PP热态管和PP-HM管道结构设计应按下列两种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 PP热态管道结构设计包括管体、管道基础、管井连接、管道连接、沟槽回填土密实度等。

5.1.5 PP热态管材型式简图见附录A.1。

5.1.6 车行道下埋地PP热态管道和PP-HM管道，管顶最大覆土厚度不宜超过8m。管顶覆土厚度超过8m时，应通过设计验算管道的环刚度。

**5.2管道荷载计算**

5.2.1 作用在PP热态管道和PP-HM管道管道上的荷载标准值分为永久作用标准值和可变作用标准值，前者主要指作用在管道上的竖向土压力和管道自重，后者包括地面车辆荷载或地面堆积荷载和自重。车辆荷载与堆积荷载不叠加计算，两者中取其大者。

5.2.2 管道上的永久作用标准值应为作用在管道每延长米上的竖向土压力标准值，按下式计算：

Fsv.k=.Hs .D1

式中：Fsv.k —每延米管道上管顶的竖向土压力标准值（KN/m）；

—地下水位以上回填土的重力密度，可采用18 KN/m3；

Hs—管顶至设计地面的覆土深度（m）；

D1—管道的外径。

5.2.3 作用在管道上的地面车辆荷载等级应按城市道路设计标准采用，其标准值可按下列公式计算，并取其最大值。覆土厚度（m））与动力系数μd按表5.2.3的数据采用。

1.单个轮压传递到管顶部的竖向压力标准值公式 (式5.2.3-1) 和地面车辆单个轮压的传递方向（图5.2.3-1）。

 （式5.2.3-1）



图4.4.3-1地面车辆单个轮压的传递方向

2.两个以上单排轮压综合影响传递到管顶部的竖向压力标准值公式（式4.4.3-2）和地面车辆两个以上单排轮压综合影响的传递分布图（图4.4.3-2）。

 （式4.4.3-2）



图4.4.3-2地面车辆两个以上单排轮压综合影响的传递分布

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/m2）；

μd——车辆荷载的动力系数，可按表5.2.3采用；当车辆荷载采用“城— A”、 “城—B”级时，可取μd=1.0

Qvk ——车辆的单个轮压标准值（KN）；

a ——1个车轮着地长度（m）；

Hs——管顶至设计地面的覆土深度（m）；

b ——1个车辆着地宽度（m）；

N——轮压数量；

dbj——沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个轮压间的净距（m）。

表5.2.3 覆土厚度与动力系数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 |

3 多排轮压综合影响传递到管顶的竖向压力标准值公式（式5.2.3-3）。

 (式5.2.3-3)

式中： Hs——管顶至设计地面的覆土深度（m）

 ma——沿车轮着地分布宽度方向的车轮排数

 mb——沿车轮着地分布长度方向的车轮排数

 daj——沿车轮着地分布长度方向，相邻两个轮压间的净距（m）

5.2.4 地面堆积荷载标准值可按10KN/m2计算，其准永久值系数ψq可取0.5 。

5.2.5 人行道人群荷载标准值可按4KN/m2计算，其准永久值系数Ψq可取0.3。

**5.3正常使用极限状态计算**

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 PP热态排水管道和PP-HM管排水管道在外荷压力作用下，其竖向直径的变形量按式4.5.2计算：

 （式5.3.2）

式中：

——管道在荷载准永久组合作用下的最大竖向变形量（mm）；

DL——变形滞后效应系数，取1.0～1.5；

ψq——可变荷载准永久值系数，取ψq=1.0；

Do——管道的计算直径（m）;

Sp——管材环刚度（KN/m2）;

Ed——管侧土的综合变形模量（KN/m2），由试验确定。无试验资料时，按附录D采用。

Kd——管道变形系数，管道基础中心角2α按表5.3.2对应采用；

表5.3.2 土弧基础中心角2α与变形系数Kd

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土弧基础中心角2α | 0° | 30° | 60° | 90° | 120° | 150° | 180° |
| 变形系数Kd | 0.110 | 0.108 | 0.103 | 0.096 | 0.089 | 0.085 | 0.083 |

5.3.3. PP热态排水管道和PP-HM管道排水管道在外荷压力作用下，其直径的变形率应小于管道直径允许变形率5%，施工回填中初始变形率应不大于3%。

管道直径变形率可按下列公式（式5.3.3-1、式5.3.3-2）计算：

 （式5.3.3-1）

ε≤[ε] （式5.3.3-2）

式中：ε——管道直径变形率（%）。

ΔD——管道在组合荷载作用下管径的竖向直径变形量（mm）

D0——管材的计算直径（管壁截面中心轴的直径）（mm）

[ε]——管道允许变形率（%），取5%。

ε0——管材的弹性直径变形率（%），由压扁试验决定

K——安全系数，一般可取1.5。

**5.4管道承载能力计算**

5.4.1 PP热态管和PP-HM管结构按承载能力极限状态进行强度计算时，应采用作用效应的基本组合。结构上的各项作用均应采用作用设计值。作用设计值，应为作用代表值与作用分项系数的乘积。

5.4.2 PP热态管和PP-HM管排水管道在外荷压力作用下，其环向弯曲拉应力应小于管材允许弯曲抗拉强度值ft（式5.4.2）。

σ≤ft （式5.4.2）

式中：σ——外荷压力作用下管壁环向弯曲拉应力（KN/m2）；

——管道重要性系数，污水管及雨污合流管取1.0，雨水管取0.9；

ft——管材允许弯曲抗拉强度值（KN/m2）。

5.4.3管壁环向弯曲拉应力可按下列公式计算:

(5.4.3-1)

或

(5.4.3-2)

式中： — 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；

 — 管壁中性轴至管材外壁距离(m)；

 — 永久荷载分项系数，取1.27；

 — 可变荷载分项系数，取1.4。

表5.4.3 形状系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管材环刚度kN/m2 | 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 |

5.4.4 对采用焊接、熔接的热态管管道，除应计算组合作用下的环向应力，还应计算管壁的纵向应力，其环向与纵向组合折算应力可按式5.4.4计算：

 （式5.4.4）

式中： —管壁i截面处的折算应力（MPa）；

—管壁i截面处由组合作用产生的环向应力（MPa）；

* —管壁i截面处由组合作用产生的纵向应力（MPa）。

**5.5管道的稳定计算**

5.5.1 管道环截面压屈失稳计算

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。计算时各项作用均应取标准值，并应满足环向稳定性抗力系数Ks不低于2.0的要求。

2. PP热态管和PP-HM管排水管道在外荷压力作用下，管壁截面的环向稳定性计算应符合式5.5.1-1的要求：

 （式5.5.1-1）

式中：——管壁失稳的临界压力标准值（KN/m2）；

 ——管顶在各项作用下的竖向压力标准值（KN/m2）；

 Ks  ——管道的环向稳定性抗力系数, Ks不低于2.0，RPM管Ks取2.5，钢带增强HDPE管Ks取2.0。

3.管顶在各项作用下的竖向压力标准值可按式5.5.1-2计算：

 Fvk= Hs+qvk （式5.5.1-2）

式中：——回填土重力密度，可取18KN/m3；

 Hs——管顶至设计地面的覆土深度（m）；

 qvk——地面车载或堆载传递到管道上的竖向压力标准值（ KN/m2）。

4.管壁失稳的临界压力可按式5.5.1-3计算：

 （式5.5.1-3）

式中：SP ——管材环刚度（KN/m2）；

 Ed ——管侧土综合变形模量（KN/m2），计算见附录D；

——管材泊松比，取0.4。

5.5.2 PP热态管和PP-HM管抗浮稳定计算

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。

2.钢带管排水管道的抗浮稳定计算应符合式5.5.2的要求：

 （式5.5.2-1）

其中：  （式5.5.2-2）

 （式5.5.2-3）

式中： ∑FGk——各项抗浮永久作用标准值之和(KN/m2)；

——浮托力标准值(KN/m2)；

Kf ——管道的抗浮稳定性抗力系数，取1.1;

——地下水位以上回填土的重力密度，可取18KN/m3；

——地下水位以下回填土的有效密度，可取8KN/m3；

——水的重力密度，可取10KN/m3；

——地下水位以上覆土厚度(m)；

——管顶至地下水位标高的土层厚（m）；

z——管底至地下水位标高的厚度（m）。

# 6管道施工与敷设

**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PP热态管和PP-HM管道穿越铁路和公路时，应设置钢筋混泥土、钢、铸、铁等材料制作的保护套管，套管内径应大于PP热态管和PP-HM管道外径300mm。对埋设在铁路和公路下的管道，套管设计应按有关铁路等的规定执行。PP热态管和PP-HM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PP热态管和PP-HM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。PP热态排水管和PP-HM管道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《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268和本地区排水管道技术规程的有关规定执行。

**6.2沟槽开挖**

6.2.1 沟槽开挖方式和断面型式应根据现场地形、周边环境、土质情况、地下水位高低及管道埋置深度等条件确定。沟槽的断面型式可参照下列条件选择：

1 开挖深度小于1.5m，施工周期较短，土质较好且无地下水影响的沟槽可不设支护，直槽明挖；

2 在地形空旷，不受地面建筑物影响，土质较好，地下水埋藏较深，开挖深度不大于3.0m的沟槽，可不设支护，采用梯形槽明挖；

3 当开挖深度大于3.0m时，宜采用混合型断面分层开挖，即采用上层梯形断面、下层直槽断面开挖，层间留宽1.0m左右马道。直槽开挖是否需设支撑，视土质情况而定。每层开挖深度，人工开挖不宜超过3.0m，机械开挖根据机械性能而定。梯形断面边坡坡度应符合表6.2.3的规定；

4 施工场地狭窄，地下管线密集，土质松软且地下水位较高的地段，应采用加支护的直槽开挖，并辅以降水措施。

6.2.2 槽底宽度应根据管径、管道两侧回填材料、夯实方法、沟槽支护及排水方式等条件确定。当设计无要求时可按下式计算。

B= D1+2(b1+b2) （式6.2.2）

式中： B—管道沟槽底部开挖宽度（mm）；

D1—管道外径（mm）；

b1—管道一侧工作面宽度（mm）可按表6.2.2选取，当沟槽底需设排水沟时，b1可按排水沟要求相应增加；

b2—管道一侧支撑厚度（mm） 可取150mm-200mm。

**表6.2.2 管道一侧工作面宽度**

|  |  |
| --- | --- |
| 管径DN（mm） | 管道一侧工作面宽度b1（mm） |
| DN≤500 | 300 |
| 500＜DN≤1000 | 400 |
| 1000＜DN≤1500 | 500 |
| 1500＜DN≤3000 | 700 |

注：当沟槽深度超过4m时，沟槽宽度应增加200mm。

6.2.3 梯形断面开挖边坡坡度可根据不同土质状况和施工环境，参照表6.2.3的规定。

**表6.2.3 梯形槽开挖边坡**

|  |  |
| --- | --- |
| 土 类 | 边坡坡度 |
| 坡顶无荷载 | 坡顶有静载 | 坡顶有动载 |
| 中密砂土 | 1:1.00 | 1:1.25 | 1:1.50 |
| 粉质粘土、淤泥质粘土 | 1:0.75 | 1:1.00 | 1:1.25 |
| 粘 土 | 1:0.33 | 1:0.50 | 1:0.75 |

6.2.4 雨水管道与污水管道在如图6.2.4条件下同槽施工时，应符合下列规定：



图6.2.4 雨水管道与污水管道同槽开挖示意图

1 两管中心距B ≥（Dy+Dw）/2+1.0+h；

式中： B —雨水管与污水管的中心距（m）；

Dy—雨水管外径（m）；

Dw—污水管外径（m）；

1.0—富余值（m）；

h—雨、污管底高差（m）。

2 雨水管与污水管的管底高差h应小于1.0m；

3 最大深度H不大于4.0m的沟槽，槽底开挖宽度不得大于4.5m；最大深度H大于4.5m的沟槽，应采取支撑加固措施；

4 当h＞1.0m时，宜采用“先深后浅、先挖后填”的施工方法。深管沟槽土方回填验收合格后,方可进行浅管的施工。

**6.3 管道基础**

6.3.1 PP热态排水管道和PP-HM管系统中承插接口部位的凹槽，宜在管道铺设时随铺随挖。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。

6.3.2 PP热态管道和PP-HM管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，在达到规定的在基承载能力后，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150m。

**6.4管道安装**

6.4.1 PP热态管道和PP-HM管道安装应符合下列规定：

1 待用的管材应按产品标准逐支进行质量检验，不符合标准不得使用，并应做好记号，另行处理。

2 管材现场应由人工搬运，搬运时应轻抬轻放。

3 下管前，凡规定须进行管道变形检测的断面的管材，应预先量出该断面管道的实际直径，并做出记号。

4 下管可用人工或起重机吊装进行。人工下管时，由地面人员将管材传递给沟槽内施工人员；对放坡开挖的沟槽也可用非金属绳索系住管身两端，保持管身平衡均匀溜放至沟槽内，严禁将管材由槽顶边滚入槽内；起重机下管吊装时，应用非金属绳索扣系住，严禁串心吊装。

5 管材应将插口顺水流方向，承口逆水流方向安装，安装应由下游往上游进行。

6.4.2 PP-HM管的接口连接应符合下列规定：

1 接口前，应先检查橡胶圈是否配套完好，确认橡胶圈安放位置及插口的插入深度。安装时宜采用两个胶圈。

2 接口前，先将承口的内壁清理干净，并在承口内壁及插口橡胶圈上涂润滑剂（首选硅油），然后将承插口端面的中心轴线对齐。

3 接口时，用两个手扳葫将管材拉动就位，接口合拢时，管材两侧的手扳葫芦应同步拉动，使橡胶密封圈正确就位，不扭曲、不脱落。

4 为防接口合拢时已排设管道轴线位置移动，需采用稳管措施。具体方法可在编织袋内灌满黄砂，封口后压在已排设管道的顶部，其数量因管径大小而异。管道接口后，应复核管道的高程和轴线使其符合要求。

5 雨季施工应采取防止管材漂浮措施。可先回填到管顶一倍管以上的高度。管安装完毕尚未回填土时，一旦遭到水泡，应进行管中心线和管底高程复测和外观检查，如发现位移、漂浮、拔口现象，应返工处理。

6.4.3 PP热态电热熔丝承插连接（见图6.4.3）是在生产管材时，在管材的承口端预先埋入电热元件，在工地施工时，将两根管子承插连接好，给电热元件通电，使材料熔化将两根管子连接在一起的一种连接方式。



图6.4.3电热熔丝承插连接

6.4.4 PP热态管应采用电热熔丝承插连接，与其它材质的管道连接时，宜采用检查井连接或专用管件连接。电热熔丝承插连接具体连接方法如下：

 1 将PP热态管专用电熔焊接机，连接电源待用。检查电源线及插座与焊机的功率是否相匹配；

 2 管材在运输过程中，出现承口、插口发生形变时，施工前应进行校圆，校圆应采用专用校圆器；

 3 将管道承口与插口相对，插口方向应顺水流方向。分别将手拉葫芦固定于待接的管道上；

 4 管道的承口与插口需用棉布擦试干净，不应有泥沙、灰尘、水等。如有油污需用汽油擦试，两端口清洁完闭后，并在插口标记好插入深度；

 5 将管道放置于地基上，对齐管道，管道连接处的地基上要挖有适合连接操作的操作坑，管底深度一般宜为20cm。并使管道保持在同一轴线上，然后应采用两套手拉葫芦将管道拉入到标记为止；

 6 将待用的专用电熔焊接机的正负极分别夹在承口的电阻丝上，开始加热，加热至参数设定温度。在加热过程中可能有一定的连续稳定升压过程，但不得有升降突变。并且升压的数据不应大于给定的参数。以免造成质量安全事故；

 7 焊接完毕后，应进行自然冷却。冷却时间为2小时，冷却过程中不得移动手拉葫芦，并保证接头不受外力作。

6.4.5 当管道采用刚性连接（电热熔丝承插连接）时，应采取对管道及时覆土等措施降低管道的纵向收缩量。

**6.5管道修补**

6.5.1 管道敷设后，受意外因素发生局部损坏，当损坏部位的长或宽不超过管周长的1/12时，可采取修补措施。

6.5.2 管道的外壁发生局部或较小部位裂缝或孔洞在0.02m—0.1m时，可先将管内水排除，用棉纱将损坏部位清理干净，然后用等同大的PP热态管和PP-HM管换上，再用挤出焊枪将破损部位焊接牢固。固化24小时后即可覆土。

6.5.3 管道的外壁损坏部位呈现管壁破碎或破损部位在0.1m以上孔洞时，应采用新管材将该段换下。

6.5.4 管道修补完成后，必须对管底的挖空部位按支承角2α的要求用粗砂回填密实。

**6.6管道与检查井连接**

6.6.1 PP热态管道和PP-HM管与混凝土或砖砌检查井连接时，宜采用刚性连接。

6.6.2 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l00mm，强度等级不得低于C20。

6.6.3 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l00mm。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。

6.6.4 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。PP热态管和PP-HM管在下游出口端不宜将承口部分插入与井壁连接。

6.6.5 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。

6.6.6 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的规定回填密实。

6.6.7 PP热态管道和PP-HM管与检查井连接还应符合下列要求：

1 可采用中介层法施工，即在管外壁均匀涂刷一层粘接剂,撒一层干粗砂,固化后在管材与墙体间采用加膨胀剂的水泥砂浆嵌固（见图6.6.7-1）；



图6.6.7-1

2 当管顶覆土厚度大于3.0m，管径大于800mm时，可采用混凝土外包管法施工，即在短管上加套遇水膨胀橡胶圈，外包C20混凝土圈（现浇、预制均可）。混凝土圈厚度不得小于10cm，宽度不小于检查井井壁的厚度（见图6.6.7-2）；



图6.6.7-2

3 软土地基或低洼、沼泽、地下水位高的地段、不均匀地层的柔性连接的PP-HM管道与检查井的连接方式如图6.6.8-1、6.6.8-3。连接处采用短管过渡，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1500～2000mm。柔性连接宜采用承插式橡胶密封圈接口。过渡段与检查井采用刚性连接。



图6.6.7-3

6.6.7-3 PP热态管和PP-HM管与塑料检查井连接时除符合本规程6.6.7要求外，还应符合下列要求：

1 PP热态管严禁与不同材质塑料检查井直接连接。应采取砖砌检查井或混凝土检查井过渡连接；如图6.6.8-1



图6.6.8-1

2 PP热态管与PP塑料检查井连接，宜采用电热熔丝承插连接；。如图6.6.8-2。



图6.6.8-2

3 PP-HM管与PP塑料检查井连接，应采用胶圈连接。如图6.6.8-3。



图6.6.8-3

6.6.9 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回填

**7.1 一般规定**

7.1.1 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。

7.1.2 沟槽回填从管底砂垫层基础及支承角部位至管顶以上0.5m范围内，必须采用人工回填，用木、铁夯或小型机具夯实。严禁采用机械推土回填，重型机械压实。

7.1.3 车行道下管顶覆土厚度小于0.8m的管道，应按设计要求进行管道加固处理。

7.1.4 管顶0.5m以上部位的回填，可用机械从管道轴线两侧同时回填，夯实或碾压。

7.1.5 沟槽回填前应排除槽内的积水。不得回填淤泥、有机质土及粒径大于25mm的土块。在管周50cm范围内，回填土中严禁含有石块、砖及其它带有棱角的坚硬杂物。

7.1.6 回填时应分层对称进行，每层回填高度不大于0.2m，以确保管道及检查井不产生位移。

**7.2回填材料**

7.2.1 下列土类严禁用作回填土：低液限有机土、高液限土、高有机土、冻土、软土、膨胀土等。

7.2.2 设计管基础支承角2α范围内必须用中粗砂填充密实。

7.2.3 从管底到管顶以上0.5m范围内的沟槽回填材料，可采用碎石屑、粒径小于40mm的沙砾、中粗黄砂、粉煤灰或开挖出来的易于夯实的良质土。

**7.3回填要求**

7.3.1 管道位于车行道下，铺设后即修筑路面或管道位于软土地层以及低洼、沼泽、地下水位高的地区时，沟槽回填应先用中粗砂将管底腋角部位填充密实后，再用中粗砂或石屑分层回填至管顶以上0.5m，在往上可回填良质土。

7.3.2 回填土的压实度详见表7.3.2及附录A2。管顶0.5m以上若修建道路则按道路规范要求执行。

**表7.3.2 沟槽回填土压实度要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 槽内部分 | 最佳压实度% | 回填土质 |
| 超挖部分 | ≥95 | 砂石料或最大粒径小于40mm |
| 管道基础 | 管底以下 | ≥90 | 中砂、粗砂、软土地基 |
| 管底腋角2α范围 | ≥95 | 中砂、粗砂 |
| 管两侧 | ≥95 | 中砂、粗砂、碎石屑、最大粒径小于40mm的沙砾或符合要求的原状土 |
| 管顶以上0.5m | 管顶两侧 | ≥90 |
| 管顶部位 | ≥80 |
| 管顶以上0.5m-1.0m | 按地面或道路要求但不得＜90 | 原土回填 |

7.3.3回填顺序应符合下列规定：

1 支承角范围回填中粗砂前，应在管顶压砂袋稳管，稳管砂袋数量多少视管径大小及采用何种夯实工具而定；

2 管道两侧沟槽应同时均匀回填，管道两侧填土的高差不应大于20cm；

3 施工回填中，支承角范围宜为180°；

4 检查井及构筑物周围不小于50cm范围内，宜采用砂砾料及石灰土回填，回填夯实应沿检查井四周对称进行。

7.3.4 沟槽回填土方时，土的含水量指标应控制在最佳含水量附近。沟槽回填中粗砂可采用灌水法使之密实，灌水密实施工应在震实中粗砂过程中不间断抽水。

7.3.5 沟槽土方回填应分层进行。每层填土的虚铺厚度，应根据夯实机具性能及压实度要求，经试验确定。沟槽回填土方的虚铺厚度及夯实机具适用范围可执行表7.3.5的规定。

**表7.3.5 回填土（砂）每层虚铺厚度（mm）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 压 实 工 具 | 虚 铺 厚 度 | 适 用 范 围 |
| 木夯、铁夯 | ≤200 | 管顶上0.5m以内 |
| 平板振动器、蛙式夯、火力夯 | 200～250 | 砂垫层、胸腔两侧 |
| 平面压路机 | 250～300 | 管顶0.5m以上 |
| 振动压路机 | ≤400 | 管顶0.8m以上 |

7.3.6 在软土地基、沉降不均匀槽基、地下水位高的管段，回填可采用土工布加固处理。具体处理措施应遵守设计和现行国家标准的规定。

7.3.7 采取了支护措施的沟槽在回填过程中，应在保证管道安全、沟槽边坡安全和填筑施工安全的条件下，一边填筑一边拆除支护，拆除支护后的空隙及桩孔应及时用砂回填。

# 8 质量检验

**8.1 沟槽回填土密实度检验**

8.1.1 沟槽回填土的密实度应符合第7.3.2条的规定。

8.1.2 沟槽内本规程未规定的其他部位回填密实度可按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008的规定执行。

8.1.3 沟槽回填土的密实度可采用环刀法检验。

**8.2 管道变形检验**

8.2.1 当回填土至设计高程后，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。

8.2.2 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。

8.2.3 管材的直径变形率及允许直径变形率按下式计算：

 ε=ΔD/D0×100%

 [ε]﹦ε0/K

式中： ΔD—管道在组合荷载作用下管径的竖向直径变形量（mm）；

　　 D0—管材的计算直径（管壁截面中心轴的直径）（mm）；

 [ε]—允许直径变形率；

ε0—管材的弹性直径变形率（%），由压扁试验决定；

K—安全系数，一般可取1.5。

8.2.4 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，直道符合要求为止。

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 复测竖向管道直径的初始变形率。

**8.3 管道密闭性检验**

8.3.1 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。

8.3.2 管道密闭性检验可按沟槽回填条件进行，接头部位宜外露观察。

8.3.3 PP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。

8.3.4 管道密闭性检验应按闭水试验法，操作可按本规程附录E进行。

8.3.5 管道密闭性检验时，经外观检查，不得有漏水现象。管道漏水量应满足以下计算

QS≤0.0046di

式中： QS—每1Km管道长度24h的漏水量（m3 m3/24h·km）；

di—管道内径（mm）。

8.3.6实测渗水量按（8.3.6）式计算：

 q = W／T·L （8.3.6）

式中： q — 实测渗水量（L／h·m）；

 W — 试验时注入的水量（L）；

 T — 闭水试验观察时间（h）；

 *L* — 试验段两堵头间的距离（m）。

8.3.7 将实测渗水量与允许渗水量进行比较，实测渗水量小于允许渗水量，闭水试验合格；反之为不合格。

8.3.8 管道闭水试验时的允许渗水量可按表8.3.8的规定选用。

**表8.3.8管道闭水试验时的允许渗水量**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管内径DI（mm） | 允许渗水量Q（L／h·m） | 管内径DI（mm） | 允许渗水量Q（L／h·m） | 管内径DI（mm） | 允许渗水量Q（L／h·m） |
| 225 | 0.043 | 1700 | 0.326 | 3000 | 0.575 |
| 300 | 0.058 | 1800 | 0.345 | 3100 | 0.594 |
| 400 | 0.077 | 1900 | 0.364 | 3200 | 0.613 |
| 500 | 0.096 | 2000 | 0.383 | 3300 | 0.633 |
| 600 | 0.115 | 2100 | 0.403 | 3400 | 0.652 |
| 800 | 0.134 | 2200 | 0.422 | 3500 | 0.671 |
| 1000 | 0.153 | 2300 | 0.441 | 3600 | 0.690 |
| 1100 | 0.173 | 2400 | 0.460 | 3700 | 0.709 |
| 1200 | 0.192 | 2500 | 0.479 | 3800 | 0.728 |
| 1300 | 0.211 | 2600 | 0.498 | 3900 | 0.748 |
| 1400 | 0.268 | 2700 | 0.518 | 4000 | 0.767 |
| 1500 | 0.288 | 2800 | 0.537 |  |  |
| 1600 | 0.307 | 2900 | 0.556 |  |  |

# 9 管材的装卸、运输和贮存

9.1 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。

9.2 PP排水管道的运输应符合下列规定：

 1 搬运时应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖。当采用机械设备吊装时，应采用非金属绳（带）吊装。

 2 运输时应水平分层交错放置，并应采用非金属绳（带）捆扎、固定，在缆绳固定处和管端宜用软质材料妥加保护。

9.3 在运输贮存过程中，管材、管件应保持清洁。

9.4 PP排水管道的储存应符合下列规定：

 1 管材、管件如需长时间存放，应置于库房内，存放地点必须远离热源，并有防水、防火措施；管材、管件不得露天存放，若无法避免必须采取遮盖措施防止暴晒。

 2 严禁与油类或化学品混合存放，库区应有防火措施和消防设施。

3 应水平堆放在平整的支撑物或地面上，带有承口的管材应两端交替堆放，高度不宜超过3m，并应有防倒塌、防管道变形的安全措施。

4管材堆放场地应地面平整，直管部分应有木垫块，垫块宽度应不小于200mm，间距不大于1500mm。堆放时管材应交替堆放，堆放高度不宜超过3m，并应有防倒塌、防管道变形的安全措施。

 5 应按不同规格尺寸和不同类型分别存放，并应遵守先进先出的原则。

9.7 管材、管件自生产之日起，存放时间不宜长于18个月。

# 10 管道工程的竣工验收

10.1 管道工程竣工后必须进行竣工验收，合格后方可交付使用。

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

10.3 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。

10.4 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。

10.5 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。

10.6 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 PP热态管和PP-HM管简图及沟槽回填施工大样图



A.0.1-a PP热态管简图



A.0.1-b PP-HM管简图

地面

≥90％

≥95％

≥90％

≥85±2％

≥90％

≥90％

中、租砂回填

中、粗砂回填

分层回填密实，压实后

每层厚度100～200mm

符合要求的原土或中、粗砂、碎石

屑，最大粒径＜40mm的砂砾回填

原土分层回填

≥95％

≥95％

≥95％

管顶500～1000mm

管顶以上500mm，

且不小于一倍管径

管道两侧

2α+30°范围

管底基础，一般大

于或等于150mm

2α+30°

图A.0.2-a PP热态管沟槽回填大样图

*Di*



图A.0.2-b PP-HM管沟槽回填大样图

附录B 满流条件下PP热态管道和PP-HM道的水力计算表

表B.0.1 满流条件下PP热态管道的管径、坡度、流速、流量关系表（n＝0.01）













|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公称直径DN(mm) | 3800  | 3900  | 4000  |
|
| 管内径Di(mm) | 3800  | 3900  | 4000  |
|
| 坡度 I(‰) | v  | Q  | v  | Q  | v  | Q  |
| m/s | m3/s | m/s | m3/s | m/s | m3/s |
| 0.1 | 0.966  | 10.954  | 0.983  | 11.740  | 1.000  | 12.560  |
| 0.2 | 1.367  | 15.492  | 1.391  | 16.603  | 1.414  | 17.763  |
| 0.3 | 1.674  | 18.973  | 1.703  | 20.334  | 1.732  | 21.755  |
| 0.4 | 1.933  | 21.909  | 1.967  | 23.480  | 2.000  | 25.120  |
| 0.5 | 2.161  | 24.495  | 2.199  | 26.251  | 2.236  | 28.085  |
| 0.6 | 2.367  | 26.833  | 2.408  | 28.757  | 2.449  | 30.766  |
| 0.7 | 2.557  | 28.982  | 2.601  | 31.061  | 2.646  | 33.231  |
| 0.8 | 2.733  | 30.984  | 2.781  | 33.206  | 2.828  | 35.525  |
| 0.9 | 2.899  | 32.863  | 2.950  | 35.220  | 3.000  | 37.680  |
| 1 | 3.056  | 34.641  | 3.109  | 37.125  | 3.162  | 39.718  |
| 1.1 | 3.205  | 36.331  | 3.261  | 38.937  | 3.317  | 41.657  |
| 1.2 | 3.348  | 37.947  | 3.406  | 40.669  | 3.464  | 43.509  |
| 1.3 | 3.484  | 39.496  | 3.545  | 42.329  | 3.606  | 45.286  |
| 1.4 | 3.616  | 40.987  | 3.679  | 43.927  | 3.742  | 46.995  |
| 1.5 | 3.743  | 42.426  | 3.808  | 45.469  | 3.873  | 48.645  |
| 1.6 | 3.866  | 43.817  | 3.933  | 46.960  | 4.000  | 50.240  |
| 1.7 | 3.984  | 45.166  | 4.054  | 48.405  | 4.123  | 51.786  |
| 1.8 | 4.100  | 46.475  | 4.172  | 49.809  | 4.243  | 53.288  |
| 1.9 | 4.212  | 47.749  | 4.286  | 51.174  | 4.359  | 54.748  |
| 2 | 4.322  | 48.989  | 4.397  | 52.503  | 4.472  | 56.170  |
| 2.2 | 4.533  | 51.380  | 4.612  | 55.066  | 4.690  | 58.912  |
| 2.4 | 4.734  | 53.665  | 4.817  | 57.514  | 4.899  | 61.531  |
| 2.6 | 4.928  | 55.856  | 5.014  | 59.863  | 5.099  | 64.044  |
| 2.8 | 5.114  | 57.965  | 5.203  | 62.122  | 5.292  | 66.461  |
| 3 | 5.293  | 59.999  | 5.386  | 64.303  | 5.477  | 68.794  |
| 3.5 | 5.717  | 64.807  | 5.817  | 69.455  | 5.916  | 74.306  |
| 4 | 6.112  | 69.281  | 6.219  | 74.250  | 6.325  | 79.436  |
| 4.5 | 6.483  | 73.484  | 6.596  | 78.754  | 6.708  | 84.255  |
| 5 | 6.833  | 77.459  | 6.953  | 83.014  | 7.071  | 88.813  |

表B.0.2 满流条件下PP-HM管道的管径、坡度、流速、流量关系表（n＝0.01）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径DN(mm) | 200 | 225 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|
| 管内径Di(mm) | 200 | 225 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|
| 坡度 I(‰)  | v  | Q  | v  | Q  | v  | Q  | v  | Q  | v  | Q  | v  | Q  |
| ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) |
| 0.1 | 0.1357 | 0.0043 | 0.1468 | 0.0058 | 0.1778 | 0.0126 | 0.2154 | 0.0271 | 0.25 | 0.0491 | 0.2823 | 0.0798 |
| 0.2 | 0.1919 | 0.006 | 0.2076 | 0.0083 | 0.2515 | 0.0178 | 0.3047 | 0.0383 | 0.3536 | 0.0694 | 0.3992 | 0.1128 |
| 0.3 | 0.2351 | 0.0074 | 0.2543 | 0.0101 | 0.308 | 0.0218 | 0.3732 | 0.0469 | 0.433 | 0.085 | 0.489 | 0.1382 |
| 0.4 | 0.2714 | 0.0085 | 0.2936 | 0.0117 | 0.3557 | 0.0251 | 0.4309 | 0.0541 | 0.5 | 0.0981 | 0.5646 | 0.1596 |
| 0.5 | 0.3035 | 0.0095 | 0.3283 | 0.013 | 0.3977 | 0.0281 | 0.4817 | 0.0605 | 0.559 | 0.1097 | 0.6313 | 0.1784 |
| 0.6 | 0.3324 | 0.0104 | 0.3596 | 0.0143 | 0.4356 | 0.0308 | 0.5277 | 0.0663 | 0.6124 | 0.1202 | 0.6915 | 0.1954 |
| 0.7 | 0.3591 | 0.0113 | 0.3884 | 0.0154 | 0.4705 | 0.0332 | 0.57 | 0.0716 | 0.6614 | 0.1298 | 0.7469 | 0.2111 |
| 0.8 | 0.3839 | 0.0121 | 0.4152 | 0.0165 | 0.503 | 0.0355 | 0.6094 | 0.0765 | 0.7071 | 0.1388 | 0.7985 | 0.2257 |
| 0.9 | 0.4072 | 0.0128 | 0.4404 | 0.0175 | 0.5335 | 0.0377 | 0.6463 | 0.0812 | 0.75 | 0.1472 | 0.8469 | 0.2393 |
| 1 | 0.4292 | 0.0135 | 0.4642 | 0.0184 | 0.5624 | 0.0397 | 0.6813 | 0.0856 | 0.7906 | 0.1551 | 0.8927 | 0.2523 |
| 1.1 | 0.4501 | 0.0141 | 0.4869 | 0.0193 | 0.5898 | 0.0417 | 0.7145 | 0.0897 | 0.8292 | 0.1627 | 0.9363 | 0.2646 |
| 1.2 | 0.4702 | 0.0148 | 0.5086 | 0.0202 | 0.6161 | 0.0435 | 0.7463 | 0.0937 | 0.866 | 0.17 | 0.978 | 0.2764 |
| 1.3 | 0.4893 | 0.0154 | 0.5293 | 0.021 | 0.6412 | 0.0453 | 0.7768 | 0.0976 | 0.9014 | 0.1769 | 1.0179 | 0.2877 |
| 1.4 | 0.5078 | 0.0159 | 0.5493 | 0.0218 | 0.6654 | 0.047 | 0.8061 | 0.1012 | 0.9354 | 0.1836 | 1.0563 | 0.2985 |
| 1.5 | 0.5256 | 0.0165 | 0.5686 | 0.0226 | 0.6888 | 0.0487 | 0.8344 | 0.1048 | 0.9682 | 0.19 | 1.0934 | 0.309 |
| 1.6 | 0.5429 | 0.017 | 0.5872 | 0.0233 | 0.7114 | 0.0503 | 0.8618 | 0.1082 | 1 | 0.1963 | 1.1292 | 0.3191 |
| 1.7 | 0.5596 | 0.0176 | 0.6053 | 0.0241 | 0.7333 | 0.0518 | 0.8883 | 0.1116 | 1.0308 | 0.2023 | 1.164 | 0.3289 |
| 1.8 | 0.5758 | 0.0181 | 0.6229 | 0.0248 | 0.7545 | 0.0533 | 0.914 | 0.1148 | 1.0607 | 0.2082 | 1.1977 | 0.3385 |
| 1.9 | 0.5916 | 0.0186 | 0.6399 | 0.0254 | 0.7752 | 0.0548 | 0.9391 | 0.118 | 1.0897 | 0.2139 | 1.2306 | 0.3478 |
| 2 | 0.607 | 0.0191 | 0.6565 | 0.0261 | 0.7953 | 0.0562 | 0.9635 | 0.121 | 1.118 | 0.2194 | 1.2625 | 0.3568 |
| 2.2 | 0.6366 | 0.02 | 0.6886 | 0.0274 | 0.8342 | 0.0589 | 1.0105 | 0.1269 | 1.1726 | 0.2301 | 1.3242 | 0.3742 |
| 2.4 | 0.6649 | 0.0209 | 0.7192 | 0.0286 | 0.8713 | 0.0616 | 1.0555 | 0.1326 | 1.2247 | 0.2404 | 1.383 | 0.3908 |
| 2.6 | 0.692 | 0.0217 | 0.7486 | 0.0297 | 0.9068 | 0.0641 | 1.0986 | 0.138 | 1.2748 | 0.2502 | 1.4395 | 0.4068 |
| 2.8 | 0.7182 | 0.0226 | 0.7768 | 0.0309 | 0.9411 | 0.0665 | 1.14 | 0.1432 | 1.3229 | 0.2596 | 1.4938 | 0.4222 |
| 3 | 0.7434 | 0.0233 | 0.8041 | 0.032 | 0.9741 | 0.0688 | 1.18 | 0.1482 | 1.3693 | 0.2687 | 1.5463 | 0.437 |
| 3.5 | 0.8029 | 0.0252 | 0.8685 | 0.0345 | 1.0521 | 0.0743 | 1.2746 | 0.1601 | 1.479 | 0.2903 | 1.6702 | 0.472 |
| 4 | 0.8584 | 0.027 | 0.9285 | 0.0369 | 1.1248 | 0.0795 | 1.3626 | 0.1711 | 1.5811 | 0.3103 | 1.7855 | 0.5046 |
| 4.5 | 0.9104 | 0.0286 | 0.9848 | 0.0391 | 1.193 | 0.0843 | 1.4452 | 0.1815 | 1.6771 | 0.3291 | 1.8938 | 0.5352 |
| 5 | 0.9597 | 0.0301 | 1.0381 | 0.0413 | 1.2576 | 0.0888 | 1.5234 | 0.1913 | 1.7678 | 0.3469 | 1.9962 | 0.5641 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径DN(mm) | 700 | 800 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |
|
| 管内径Di(mm) | 700 | 800 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |
|
| 坡度 I(‰) | v | Q | v | Q | v | Q | v | Q | v | Q | v | Q |
| ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) | ( m/s) | (m3/s) |
| 0.1 | 0.3129 | 0.1203 | 0.342 | 0.1718 | 0.3969 | 0.3115 | 0.4699 | 0.4463 | 0.4979 | 0.5629 | 0.5252 | 0.6968 |
| 0.2 | 0.4425 | 0.1702 | 0.4837 | 0.243 | 0.5612 | 0.4406 | 0.6645 | 0.6312 | 0.7042 | 0.796 | 0.7428 | 0.9854 |
| 0.3 | 0.5419 | 0.2084 | 0.5924 | 0.2976 | 0.6874 | 0.5396 | 0.8138 | 0.773 | 0.8624 | 0.9749 | 0.9097 | 1.2069 |
| 0.4 | 0.6257 | 0.2407 | 0.684 | 0.3436 | 0.7937 | 0.6231 | 0.9397 | 0.8926 | 0.9959 | 1.1257 | 1.0505 | 1.3936 |
| 0.5 | 0.6996 | 0.2691 | 0.7647 | 0.3842 | 0.8874 | 0.6966 | 1.0507 | 0.998 | 1.1134 | 1.2586 | 1.1744 | 1.5581 |
| 0.6 | 0.7664 | 0.2948 | 0.8377 | 0.4209 | 0.9721 | 0.7631 | 1.1509 | 1.0932 | 1.2197 | 1.3787 | 1.2865 | 1.7068 |
| 0.7 | 0.8278 | 0.3184 | 0.9048 | 0.4546 | 1.05 | 0.8242 | 1.2432 | 1.1808 | 1.3174 | 1.4892 | 1.3896 | 1.8435 |
| 0.8 | 0.8849 | 0.3404 | 0.9673 | 0.486 | 1.1225 | 0.8811 | 1.329 | 1.2623 | 1.4084 | 1.592 | 1.4856 | 1.9708 |
| 0.9 | 0.9386 | 0.361 | 1.026 | 0.5155 | 1.1906 | 0.9346 | 1.4096 | 1.3389 | 1.4938 | 1.6886 | 1.5757 | 2.0904 |
| 1 | 0.9894 | 0.3806 | 1.0815 | 0.5433 | 1.255 | 0.9851 | 1.4859 | 1.4113 | 1.5746 | 1.7799 | 1.6609 | 2.2034 |
| 1.1 | 1.0377 | 0.3991 | 1.1343 | 0.5699 | 1.3162 | 1.0332 | 1.5584 | 1.4802 | 1.6515 | 1.8668 | 1.742 | 2.311 |
| 1.2 | 1.0838 | 0.4169 | 1.1847 | 0.5952 | 1.3747 | 1.0792 | 1.6277 | 1.5461 | 1.7249 | 1.9498 | 1.8194 | 2.4138 |
| 1.3 | 1.1281 | 0.4339 | 1.2331 | 0.6195 | 1.4309 | 1.1232 | 1.6941 | 1.6092 | 1.7953 | 2.0294 | 1.8937 | 2.5123 |
| 1.4 | 1.1706 | 0.4503 | 1.2796 | 0.6429 | 1.4849 | 1.1656 | 1.7581 | 1.6699 | 1.8631 | 2.106 | 1.9652 | 2.6072 |
| 1.5 | 1.2117 | 0.4661 | 1.3245 | 0.6654 | 1.537 | 1.2065 | 1.8198 | 1.7285 | 1.9285 | 2.18 | 2.0342 | 2.6987 |
| 1.6 | 1.2515 | 0.4814 | 1.368 | 0.6873 | 1.5874 | 1.2461 | 1.8795 | 1.7852 | 1.9917 | 2.2515 | 2.1009 | 2.7872 |
| 1.7 | 1.29 | 0.4962 | 1.4101 | 0.7084 | 1.6363 | 1.2845 | 1.9373 | 1.8402 | 2.053 | 2.3207 | 2.1656 | 2.8729 |
| 1.8 | 1.3274 | 0.5106 | 1.451 | 0.729 | 1.6837 | 1.3217 | 1.9935 | 1.8935 | 2.1126 | 2.388 | 2.2283 | 2.9562 |
| 1.9 | 1.3638 | 0.5246 | 1.4907 | 0.7489 | 1.7298 | 1.3579 | 2.0481 | 1.9454 | 2.1704 | 2.4535 | 2.2894 | 3.0372 |
| 2 | 1.3992 | 0.5382 | 1.5294 | 0.7684 | 1.7748 | 1.3932 | 2.1013 | 1.9959 | 2.2268 | 2.5172 | 2.3489 | 3.1161 |
| 2.2 | 1.4675 | 0.5645 | 1.6041 | 0.8059 | 1.8614 | 1.4612 | 2.2039 | 2.0934 | 2.3355 | 2.6401 | 2.4635 | 3.2682 |
| 2.4 | 1.5327 | 0.5896 | 1.6754 | 0.8417 | 1.9442 | 1.5262 | 2.3019 | 2.1865 | 2.4394 | 2.7575 | 2.5731 | 3.4136 |
| 2.6 | 1.5953 | 0.6136 | 1.7438 | 0.8761 | 2.0235 | 1.5885 | 2.3959 | 2.2757 | 2.539 | 2.8701 | 2.6781 | 3.553 |
| 2.8 | 1.6555 | 0.6368 | 1.8097 | 0.9092 | 2.0999 | 1.6484 | 2.4863 | 2.3616 | 2.6348 | 2.9784 | 2.7792 | 3.6871 |
| 3 | 1.7136 | 0.6592 | 1.8732 | 0.9411 | 2.1736 | 1.7063 | 2.5736 | 2.4445 | 2.7273 | 3.0829 | 2.8768 | 3.8165 |
| 3.5 | 1.8509 | 0.712 | 2.0233 | 1.0165 | 2.3478 | 1.843 | 2.7798 | 2.6404 | 2.9458 | 3.33 | 3.1073 | 4.1223 |
| 4 | 1.9787 | 0.7611 | 2.163 | 1.0867 | 2.5099 | 1.9703 | 2.9717 | 2.8227 | 3.1492 | 3.5599 | 3.3218 | 4.4069 |
| 4.5 | 2.0988 | 0.8073 | 2.2942 | 1.1526 | 2.6622 | 2.0898 | 3.152 | 2.9939 | 3.3402 | 3.7758 | 3.5233 | 4.6742 |
| 5 | 2.2123 | 0.851 | 2.4183 | 1.2149 | 2.8062 | 2.2028 | 3.3225 | 3.1559 | 3.5209 | 3.9801 | 3.7139 | 4.9271 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径DN(mm) | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 |
|
| 管内径Di(mm) | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 |
|
| 坡度 I(‰) | v | Q | v | Q | v | Q | v | Q | v | Q |
| m/s | m3/s | m/s | m3/s | m/s | m3/s | m/s | m3/s | m/s | m3/s |
| 0.1 | 0.5518 | 0.849 | 0.5778 | 1.0205 | 0.6032 | 1.2122 | 0.6281 | 1.4249 | 0.6525 | 1.6595 |
| 0.2 | 0.7804 | 1.2007 | 0.8171 | 1.4433 | 0.8531 | 1.7143 | 0.8882 | 2.0151 | 0.9227 | 2.3469 |
| 0.3 | 0.9558 | 1.4706 | 1.0008 | 1.7676 | 1.0448 | 2.0996 | 1.0879 | 2.468 | 1.1301 | 2.8744 |
| 0.4 | 1.1037 | 1.6981 | 1.1556 | 2.0411 | 1.2064 | 2.4244 | 1.2562 | 2.8498 | 1.305 | 3.319 |
| 0.5 | 1.2339 | 1.8985 | 1.292 | 2.282 | 1.3488 | 2.7106 | 1.4044 | 3.1862 | 1.459 | 3.7108 |
| 0.6 | 1.3517 | 2.0797 | 1.4153 | 2.4998 | 1.4775 | 2.9693 | 1.5385 | 3.4903 | 1.5982 | 4.065 |
| 0.7 | 1.46 | 2.2464 | 1.5287 | 2.7001 | 1.5959 | 3.2072 | 1.6618 | 3.7699 | 1.7263 | 4.3907 |
| 0.8 | 1.5608 | 2.4015 | 1.6343 | 2.8865 | 1.7061 | 3.4286 | 1.7765 | 4.0302 | 1.8455 | 4.6938 |
| 0.9 | 1.6555 | 2.5471 | 1.7334 | 3.0616 | 1.8096 | 3.6366 | 1.8842 | 4.2747 | 1.9574 | 4.9785 |
| 1 | 1.745 | 2.6849 | 1.8272 | 3.2272 | 1.9075 | 3.8333 | 1.9862 | 4.5059 | 2.0633 | 5.2478 |
| 1.1 | 1.8302 | 2.8159 | 1.9163 | 3.3848 | 2.0006 | 4.0204 | 2.0831 | 4.7259 | 2.164 | 5.504 |
| 1.2 | 1.9116 | 2.9412 | 2.0016 | 3.5353 | 2.0896 | 4.1992 | 2.1757 | 4.936 | 2.2602 | 5.7487 |
| 1.3 | 1.9896 | 3.0613 | 2.0833 | 3.6796 | 2.1749 | 4.3706 | 2.2646 | 5.1375 | 2.3525 | 5.9835 |
| 1.4 | 2.0647 | 3.1768 | 2.1619 | 3.8185 | 2.257 | 4.5356 | 2.3501 | 5.3315 | 2.4413 | 6.2093 |
| 1.5 | 2.1372 | 3.2883 | 2.2378 | 3.9525 | 2.3362 | 4.6948 | 2.4326 | 5.5186 | 2.527 | 6.4273 |
| 1.6 | 2.2073 | 3.3962 | 2.3112 | 4.0822 | 2.4128 | 4.8488 | 2.5123 | 5.6996 | 2.6099 | 6.638 |
| 1.7 | 2.2752 | 3.5007 | 2.3823 | 4.2078 | 2.4871 | 4.998 | 2.5897 | 5.875 | 2.6902 | 6.8423 |
| 1.8 | 2.3412 | 3.6022 | 2.4514 | 4.3298 | 2.5592 | 5.1429 | 2.6647 | 6.0453 | 2.7682 | 7.0407 |
| 1.9 | 2.4054 | 3.7009 | 2.5186 | 4.4484 | 2.6293 | 5.2839 | 2.7377 | 6.211 | 2.8441 | 7.2336 |
| 2 | 2.4678 | 3.797 | 2.584 | 4.564 | 2.6976 | 5.4211 | 2.8089 | 6.3723 | 2.918 | 7.4216 |
| 2.2 | 2.5883 | 3.9824 | 2.7101 | 4.7868 | 2.8293 | 5.6857 | 2.946 | 6.6834 | 3.0604 | 7.7838 |
| 2.4 | 2.7034 | 4.1594 | 2.8306 | 4.9996 | 2.9551 | 5.9385 | 3.077 | 6.9806 | 3.1965 | 8.1299 |
| 2.6 | 2.8138 | 4.3293 | 2.9462 | 5.2038 | 3.0757 | 6.181 | 3.2026 | 7.2656 | 3.327 | 8.4619 |
| 2.8 | 2.92 | 4.4927 | 3.0574 | 5.4002 | 3.1919 | 6.4144 | 3.3235 | 7.5399 | 3.4526 | 8.7813 |
| 3 | 3.0225 | 4.6504 | 3.1647 | 5.5897 | 3.3039 | 6.6395 | 3.4402 | 7.8045 | 3.5738 | 9.0895 |
| 3.5 | 3.2647 | 5.023 | 3.4183 | 6.0376 | 3.5686 | 7.1715 | 3.7158 | 8.4298 | 3.8601 | 9.8178 |
| 4 | 3.4901 | 5.3698 | 3.6543 | 6.4545 | 3.815 | 7.6666 | 3.9723 | 9.0119 | 4.1266 | 10.496 |
| 4.5 | 3.7018 | 5.6955 | 3.876 | 6.846 | 4.0464 | 8.1317 | 4.2133 | 9.5585 | 4.377 | 11.132 |
| 5 | 3.902 | 6.0036 | 4.0857 | 7.2163 | 4.2653 | 8.5715 | 4.4412 | 10.076 | 4.6137 | 11.735 |

附录C PP热态排水管道和PP-HM排水管道在不同充满度的流水断面系数表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h/d | θ | θ | Sinθ | α | α比 | β | β0.667 | β0.667比 | αβ0.667比 |
| (°) | （rad） | (断面比) | (流速比) | (流量比) |
| 1 | 360 | 6.2832 | 0 | 0.7854 | 1 | 0.25 | 0.3967 | 1 | 1 |
| 0.983 | 333.0 | 5.7695 | -0.5000 | 0.7824 | 0.9962 | 0.2717 | 0.4193 | 1.0570 | 1.0530 |
| 0.95 | 308.3 | 5.3808 | -0.7848 | 0.7707 | 0.9813 | 0.2865 | 0.4344 | 1.0950 | 1.0745 |
| 0.933 | 300 | 5.2359 | -0.866 | 0.7627 | 0.9711 | 0.2913 | 0.4392 | 1.1071 | 1.0751 |
| 0.9 | 286.3 | 4.9968 | -0.9598 | 0.7446 | 0.9481 | 0.298 | 0.446 | 1.1243 | 1.0659 |
| 0.854 | 270 | 4.7124 | -1.000 | 0.7141 | 0.9092 | 0.3031 | 0.451 | 1.1369 | 1.0337 |
| 0.81 | 256.6 | 4.4784 | -0.9728 | 0.6814 | 0.8676 | 0.3043 | 0.4522 | 1.1399 | 0.9890 |
| 0.75 | 240 | 4.1887 | -0.866 | 0.6318 | 0.8044 | 0.3017 | 0.4497 | 1.1336 | 0.9119 |
| 0.7 | 227.2 | 3.9653 | -0.7337 | 0.5874 | 0.7479 | 0.2963 | 0.4443 | 1.120 | 0.8376 |
| 0.6 | 203.1 | 3.5447 | -0.3923 | 0.4921 | 0.6266 | 0.2777 | 0.4255 | 1.0726 | 0.6721 |
| 0.5 | 180 | 3.1416 | 0.000 | 0.3927 | 0.500 | 0.250 | 0.3967 | 1.000 | 0.5000 |
| 0.4 | 156.9 | 2.7384 | 0.3923 | 0.2933 | 0.3734 | 0.2142 | 0.3578 | 0.9019 | 0.3368 |
| 0.3 | 132.8 | 2.3178 | 0.7337 | 0.1980 | 0.2521 | 0.1709 | 0.3078 | 0.7759 | 0.1956 |
| 0.25 | 120.0 | 2.0944 | 0.866 | 0.1536 | 0.1956 | 0.1466 | 0.2779 | 0.7005 | 0.1370 |
| 0.2 | 106.2 | 1.8535 | 0.9603 | 0.1117 | 0.1422 | 0.1205 | 0.2438 | 0.6146 | 0.0847 |
| 0.15 | 91.10 | 1.590 | 0.9998 | 0.0738 | 0.094 | 0.0928 | 0.2048 | 0.5163 | 0.04853 |
| 0.147 | 90.00 | 1.5708 | 1.000 | 0.0714 | 0.0909 | 0.0908 | 0.2019 | 0.5090 | 0.04627 |
| 0.1 | 73.70 | 1.2863 | 0.9598 | 0.0408 | 0.0520 | 0.0635 | 0.1590 | 0.4008 | 0.02084 |

注： h—管内水深

d—管道内径

h/dj—管道水流充满度；

θ—管道断面水深圆心角；

α=1/8（θ－sinθ）

α比（断面比）—不同h/dj时的α值与h/dj=1时的α值的比值；

β=1/4（1－sinθ/θ）

β0.667比（流速比）—不同h/dj时的β0.667值与h/dj=1时的β0.667值的比值；

α·β0.667比（流量比）—不同h/dj时的α·β0.667值与h/dj=1时的α·β0.667值的比值。

附录D管侧土的综合变形模量

D.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。

D.0.2 管侧土的综合变形模量，可按下列公式计算：

 (D.0.2-1）

 （D.0.2-2）

式中 —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D0..2-1采用；

 —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，可参照表D.2-1采用；

—综合修正系数，与Bt和De的比值有关的计算参数，可按表D.2-2确定；

Bt—管中心处的沟槽宽度(m)；

De—管道外径（m）；

、—与Bt和De的比值有关的计算参数，可按表D.2-2确定。

**表D.0.2-1 管侧回填土和槽侧原状土的变形模量（MPa）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  回填土压实系数（％）原状土标准贯入锤击数N63.5土的类别 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 4<N≤14 | 14<N≤24 | 24<N≤50 | >50 |
| 砾石、碎石 | 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 |
| 粘性土或粉土（WL<50%）砂粒含量大于25％ | 1 | 3 | 5 | 10 |
| 粘性土或粉土（WL<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，对覆土超过10m时，上表数值偏低；

 2.回填土的变形模量Ee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En可按标准贯入度试验的锤击数确定;

 4.WL为粘性土的液限;

 5.细粒土粒径不大于0.075mm，砂粒土系指粒径为0.075-2.0mm。

**表D.0.2-2 、α1、α2计算参数表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Bt/DeEe/En | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
|  | 0.1 | 3.06 | 2.04 | 1.63 | 1.40 | 1.17 | 1.05 |
| 0.2 | 2.50 | 1.83 | 1.52 | 1.34 | 1.15 | 1.04 |
| 0.4 | 1.80 | 1.52 | 1.35 | 1.24 | 1.11 | 1.03 |
| 0.6 | 1.43 | 1.29 | 1.21 | 1.15 | 1.07 | 1.02 |
| 0.8 | 1.80 | 1.13 | 1.09 | 1.07 | 1.03 | 1.01 |
| 1.0 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 1.5 | 0.73 | 0.78 | 0.82 | 0.86 | 0.93 | 0.98 |
| 2.0 | 0.57 | 0.64 | 0.70 | 0.76 | 0.86 | 0.95 |
| 2.5 | 0.47 | 0.54 | 0.61 | 0.68 | 0.81 | 0.93 |
| 3.0 | 0.40 | 0.47 | 0.54 | 0.61 | 0.76 | 0.90 |
| 4.0 | 0.30 | 0.37 | 0.44 | 0.51 | 0.67 | 0.87 |
| 5.0 | 0.25 | 0.30 | 0.37 | 0.43 | 0.61 | 0.83 |
| α1 | 0.252 | 0.435 | 0.572 | 0.680 | 0.838 | 0.948 |
| α2 | 0.748 | 0.565 | 0.428 | 0.320 | 0.162 | 0.052 |

D.3 对于填埋式敷设的管道，当Bt /De ＞5时，可取ζ＝1.0计算。此时Bt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E 闭水法试验

E.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。

E.0.2 试验中，试验管段注满水后的浸泡时间不应少于24h。

E.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。

E.0.4 在试验过程中应做记录，如下表。

表E.0.4管道闭水实验记录表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 试 验 日 期 | 年 月 日 |
| 管段位置 |  |
| 管径 | 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（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（m3/24h.km） |  |
| 外 观 记 录 |  |
| 评 语 |  |

施工单位： 实验负责人：

监理单位： 设计单位：

使用单位： 记录员：

# 本规程用词说明

1为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”反面词采用“不宜”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的：采用“可”。

2规程中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应符合‥‥‥的规定”或“应按‥‥‥执行”。