

中国工程建设协会标准

玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管 技术规程

(征求意见稿)

(英文)

中国工程建设协会标准

玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管技术规程

(英文)

CECS×××：2018

主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）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 1 8 年 × 月 × 日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017 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[2017]014 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为 9 章，主要内容包括：总则、术语和主要符号、材料、管道水力计算、管道结构计算、构造规定、施工、功能性试验、冲洗消毒、工程验收等。

根据国家计委计标 [1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求，推荐给工程建设、设计、施工等使用单位及工程技术人员采用。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构委员会（TC17）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，请将意见和资料请寄解释单位（上海市中山北二路 901 号，邮政编码 200092）。

主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

副主编单位：杭州介通电缆保护管有限公司

参编单位：浙江省水利水电勘测设计院

同济大学

上海福谕管道技术有限公司

上海东通管业有限公司

农夫山泉股份有限公司

杭州东帆环保科技有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语和主要符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 主要符号.....	3
2.2.1 管道上的作用.....	3
2.2.2 材料性能.....	3
2.2.3 几何参数.....	3
2.2.4 计算系数.....	4
3 材料.....	6
3.1 钢管.....	6
3.2 聚乙烯.....	6
3.3 玻璃纤维增强塑料.....	6
3.4 橡胶垫、橡胶圈.....	7
3.5 法兰.....	7
4 管道水力计算.....	8
5 管道结构计算.....	10
5.1 基本设计规定.....	10
5.2 埋地管道设计.....	11
5.3 明敷管道设计.....	14
6 构造规定.....	16
6.1 钢管.....	16
6.2 管道连接.....	16
6.3 聚乙烯内衬.....	17
6.4 玻璃纤维增强塑料.....	17
7 施工.....	19
7.1 一般规定.....	19
7.2 埋地管道.....	19
7.3 明敷管道.....	20
7.4 管道安装.....	20
8 功能性试验、冲洗消毒.....	23
8.1 功能性试验.....	23

8.2 冲洗消毒.....	23
9 工程验收.....	25
9.1 一般规定.....	25
9.2 工程验收内容.....	25
9.3 竣工验收资料.....	25
附录 A 钢管管道在各种荷载作用下的最大弯矩系数竖向变形系数	26
附录 B 管侧回填土的综合变形模量	27
本规程用词说明.....	29
引用标准名录.....	30
附：条文说明.....	32

(英文)

1 总则

1.0.1 为在玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管管道工程的设计、施工、验收中做到技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建、改建，水温不大于 40℃，工作压力不大于 1.6MPa 的给水排水管道工程的设计、施工和验收。水利水电等工业用给水排水行业可参照本规程执行。

1.0.3 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管管道的设计、施工验收除应符合本规程外，尚应符合现行的有关标准及本地区有关标准的规定。

2 术语和主要符号

2.1 术语

2.1.1 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管

以钢管为基管，经旋塑工艺在钢管内表面形成复合聚乙烯层内壁，再经螺旋缠绕工艺在钢管外表面覆盖复合玻璃钢外壁，形成的能承受一定压力的复合管道。

2.1.2 基管

涂敷内外防腐材料之前的钢管。

2.1.3 聚乙烯层内衬

在钢管内壁采用旋塑工艺形成的聚乙烯内壁。

2.1.4 玻璃钢层外壁

在钢管外表面缠绕由聚酯树脂加无碱玻璃纤维形成的玻璃钢外壁。

2.1.5 公称直径

以基管表示的复合管直径。

2.2 主要符号

2.2.1 管道上的作用

F_{vk} —— 管内真空压力标准值；

F_{wd} —— 管道内工作压力标准值；

$F_{wd,k}$ —— 管道的设计内水压力标准值；

$F_{cr,k}$ —— 钢管管壁截面失稳的临界压力标准值；

$F_{sv,k}$ —— 每延长米管道上管顶的竖向土压力标准值；

$F_{fw,k}$ —— 浮托力标准值；

F_p —— 直线管段的温度轴向力；

G_{1k} —— 钢管管道结构自重标准值；

G_{wk} —— 管道内水重标准值；

q_{vk} —— 地面车辆轮压传递到管顶处的单位面积竖向压力标准值；

q_{mk} —— 地面堆积荷载产生的竖向压力标准值。

2.2.2 材料性能

E_p —— 钢管管材弹性模量；

E_d —— 钢管管侧土的综合变形模量；

f —— 钢管管材或焊缝的强度设计值；

α_t —— 钢管管材的线膨胀系数；

ν_p —— 钢管管材的泊桑比；

ν_s —— 钢管管侧回填土的泊桑比。

g_s —— 回填土重度；

2.2.3 几何参数

- DN—— 管道的公称直径；
- D_0 —— 圆形管道的计算直径；
- D_1 —— 钢管的外径；
- D_n —— 圆形管道的内径；
- A —— 过水断面面积；
- A_n —— 钢管管道计算截面；
- H_s —— 管顶至设计地面的覆土高度；
- L —— 管道长度；
- L_i —— 计算管段管道长度，自固定支撑件起到转弯部位长臂的长度；
- b_0 —— 管壁计算宽度；
- t —— 管壁厚度；
- t_0 —— 管壁计算厚度；
- r_0 —— 管的计算半径；
- $w_{d,max}$ —— 管道在准永久组合作用下的最大竖向变形；

2.2.4 计算系数

- g_0 —— 管道结构重要性系数；
- g_{G1} —— 钢管管道结构自重分项系数；
- $g_{G,sv}$ —— 竖向土压力分项系数；
- g_{Gw} —— 管内水重分项系数；
- g_Q —— 设计内水压力、地面车辆荷载、地面堆积荷载和温度作用的分项系数；
- j —— 弯矩折减系数；
- kgm 、 kvm 、 分别为钢管管道结构自重、竖向土压力和管内水重使
- kwm —— 用下管壁截面的最大弯矩系数；
- k_b —— 竖向压力作用下柔性管的竖向变形系数；
- D_L —— 变形滞后效应系数；
- K_{st} —— 钢管管壁截面的设计稳定性抗力系数；

K_s —— 抗滑稳定性抗力系数；

K_f —— 抗浮稳定性抗力系数；

γ_c —— 可变作用的组合系数；

γ_q —— 准永久值系数。

3 材料

3.1 钢管

3.1.1 钢管的钢材强度等级不应低于 Q235B，其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 的要求。

3.1.2 钢管的焊接材料应符合下列要求：

1 手工焊接用的焊条，应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T5117 的要求。选用焊条型号应与钢管管材力学性能相适应。

2 自动焊或半自动焊应采用与钢管管材力学性能相适应的焊丝和焊剂。焊丝应符合现行国家标准《溶化焊用钢丝》GB/T14957 的要求。

3.1.3 钢管管材和焊缝的强度设计值，应根据现行国家标准《钢结构设计规程》GB50017 的规定采用。

3.1.4 钢材的物理性能指标应按表 3.1.4 采用。

表 3.1.4 钢材的物理性能指标

弹性模量 E_p (N/mm^2)	重度 γ_{st} (kN/m^3)	线膨胀系数 α_t (以每 $^\circ\text{C}$ 计)	泊桑比 ν_p
2.06×10^5	78.5	12×10^{-6}	0.3

3.1.5 钢管应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091 或现行行业标准《普通流体输送管道用埋弧焊钢管》SY/T5037 的规定。

3.2 聚乙烯

3.2.1 管道内防腐选用的聚乙烯材料应符合国家现行有关标准，使用年限不小于管道设计使用年限。

3.2.2 用于输送饮用水的给水工程管道时，与饮用直接接触的管道材料应满足《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全评价标准》GB/T 17219 的规定。

3.3 玻璃纤维增强塑料

3.3.1 外壁缠绕玻璃钢层用液体不饱和聚酯树脂和玻璃纤维无捻粗纱。

- 3.3.2** 玻璃纤维应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T18369 的规定。
- 3.3.3** 不饱和树脂应符合《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T8237 的规定。
- 3.3.4** 外防腐用树脂材料的防腐性应满足设计和耐久性要求。
- 3.3.5** 玻璃纤维应采用无碱纤维。

3.4 橡胶垫、橡胶圈

- 3.4.1** 法兰连接管道的橡胶密封垫、圈按其接口构造配置相应的橡胶密封垫、圈。
- 3.4.2** 橡胶密封垫、圈应由钢管接头生产厂配套供应。
- 3.4.3** 橡胶密封垫、圈的性能应符合现行国家标准《橡胶密封件 给、排水管道及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T21873。
- 3.4.4** 橡胶密封垫、圈的使用年限应该与管道的使用年限相同，对于埋地法兰连接管道的橡胶垫圈应能满足地下水的腐蚀要求。

3.5 法兰

- 3.5.1** 连接法兰应按现行国家标准《板式平焊钢制管法兰》GB/T9119 的平面、突面板式平焊钢制法兰和《钢制管法兰技术条件》GB/T9124 的钢制管法兰技术条件执行。
- 3.5.2** 埋地玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管，法兰连接用螺栓应满足防腐的要求，使用年限与管道使用年限相同。

4 管道水力计算

4.0.1 管道总水头损失，可按下列公式计算：

$$h_z = h_y + h_j \quad (4.0.1)$$

式中： h_z —— 管道总水头损失（m）；
 h_y —— 管道沿程水头损失（m）；
 h_j —— 管道局部水头损失（m）；

4.0.2 管道沿程水头损失计算，对于内衬塑料的内壁光滑粗糙系数较低的管道应采用公式 4.0.2-1 进行计算

$$h_y = l \cdot \frac{L}{d_j} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4.0.2-1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{l}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{l}} + \frac{\Delta}{3.72 d_j} \right) \quad (4.0.2-2)$$

$$\text{Re} = \frac{v d_j}{u} \quad (4.0.2-3)$$

式中： l —— 沿程阻力系数；
 L —— 管道长度（m）；
 d_j —— 管道的计算内径（m）；
 v —— 管道断面水流平均流速（m/s）；
 g —— 重力加速度， 9.81m/s^2 ；
 Δ —— 当量粗糙度（m），可取 $0.010 \times 10^3 \sim 0.030 \times 10^3$ 之间；如管道内壁有凹凸，参数取用需做实验测定；
 Re —— 雷诺数；
 u —— 运动黏性系数（ m^2/s ）。

4.0.3 管道的局部水头损失宜按下式计算：

$$h_j = \sum x \frac{v^2}{2g} \quad (4.0.3)$$

式中： x —— 局部水头损失系数。

4.0.4 长距离输配水管道，应进行瞬态水力过渡过程分析计算，并进行水锤综合防护技术设计。

4.0.5 排水管道流量、流速可按以下公式计算：

$$Q = Av_p \quad (4.0.5-1)$$

$$v_p = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4.0.5-2)$$

式中： Q —— 流量（ m^3/s ）；

A —— 过水断面面积（ m^2 ）；

v_p —— 流速（ m/s ）；

n —— 管内壁粗糙系数，内壁光滑，取 $n=0.012$ ；内壁有凹凸，根据实测数据确定；

I —— 水力坡度。

5 管道结构计算

5.1 基本设计规定

5.1.1 管道工程结构设计使用年限应满足管道工程系统设计的要求。城镇给水排水工程中地下干管的管道结构设计使用年限不应低于 50 年。

5.1.2 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管的力学性能主要由基管（钢管）确定，各种作用均应由钢管承担。

5.1.3 管道结构上的荷载应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 和行业协会标准《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》CECS141 的要求。

5.1.4 管道结构应按下列两种极限状态进行设计：

1 承载能力极限状态：对应于管道达到最大承载能力，管体因材料强度超过限值而破坏；管道结构因过量变形而不能继续承载或丧失稳定(如横截面屈曲)；管道结构作为刚体失去平衡(如横向滑移、上浮等)；管道地基丧失承载能力而破坏。

2 正常使用极限状态：对应于管道结构超过正常使用的变形量限值。

5.1.5 在确定结构分析模型时，钢管管道按柔性管计算，并按弹性体系计算内力，不考虑非弹性变形引起的内力重分布。

5.1.6 土弧基础设计和施工采用的土弧中心角度，应按下列规定确定：

1 施工采用的土弧中心角，应在结构计算采用的土弧中心角的基础上增加 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ；

2 对素土平基敷设的管道，可按土弧中心角为 20° 计算。

5.1.7 对管壁截面进行稳定验算时，各种作用均应采用标准值，并满足设计稳定性抗力系数 K_{st} 不低于 2.0。

5.1.8 对埋设在地表水或地下水以下的管道，应根据最高地下水水位和管道覆土条件验算抗浮稳定性。验算时各项作用均应取标准值，并应满足抗浮稳定性抗力系数 K_f 不低于 1.1。

5.1.9 管道在准永久组合作用下的最大竖向变形不应超过 $0.04D_0$ 。

5.2 埋地管道设计

5.2.1 管道的强度计算，应满足下列要求：

$$h \cdot s_q \leq f \quad (5.2.1-1)$$

$$g_0 \cdot s \leq f \quad (5.2.1-2)$$

$$s = h \sqrt{s_q^2 + s_x^2} - s_q s_x \quad (5.2.1-3)$$

式中： g_0 ——管道结构重要性系数，应根据表 5.2.1 的规定采用；

s_q ——钢管管壁截面的最大环向应力 (N/mm^2)；

s ——钢管管壁截面的最大组合折算应力 (N/mm^2)；

s_x ——钢管管壁截面的纵向应力 (N/mm^2)；

η ——应力折算系数，可取 0.9；

f ——钢管管材或焊缝的强度设计值，按第 3.1.3 条的规定采用；

表 5.2.1 管道的重要性系数 g_0

管道类别 重要性系数	给水管道		排水管道	
	输水管	配水管	污水管	雨水管
g_0	1.1	1.0	1.0	0.9

注：1 当输水管道设计为双线或设有调蓄设施时，可采用 $g_0 = 1.0$ 。
2 排水管道中的雨水、污水合流管， g_0 值应按污水管采用。

5.2.2 钢管管壁截面的最大环向应力 s_q 应按下列公式确定：

$$s_q = \frac{N}{b_0 t_0} + \frac{6M}{b_0 t_0^2} \quad (5.2.2-1)$$

$$N = \gamma_c g_Q F_{wd,k} r_0 b_0 \quad (5.2.2-2)$$

$$M = j \frac{(g_{G1} k_{gm} G_{1k} + g_{G,sv} k_{vm} F_{sv,k} + g_{Gw} k_{wm} G_{wk} + g_Q \gamma_c k_{vm} q_{ik} D_1) r_0 b_0}{1 + 0.732 \frac{E_d}{E_p} \left(\frac{r_0}{t_0} \right)^3} \quad (5.2.2-3)$$

$$j = 1 - \frac{F_{wd}}{3} \quad (5.2.2-4)$$

式中： b_0 ——管壁计算宽度(mm)；

j ——弯矩折减系数；

- t_0 ——管壁计算厚度 (mm)，取 $t_0=t-1$ ；
- r_0 ——管的计算半径 (mm)；
- M ——在荷载组合作用下钢管管壁截面上的最大环向弯矩设计值 (N·mm)；
- N ——在荷载组合作用下钢管管壁截面上的最大环向轴力设计值 (N)；
- E_d ——钢管管侧土的综合变形模量 (N/mm²)，当为单线敷设时可按附录 B 采用；当为双线敷设或与其他管线合槽施工时，其取值应根据实际情况确定；
- E_p ——钢管管材弹性模量 (N/mm²)；
- k_{gm} 、 k_{vm} 、 k_{wm} ——分别为钢管管道结构自重、竖向土压力和管内水重使用下管壁截面的最大弯矩系数，可按附录 A 确定；
- D_1 ——钢管的外径 (mm)。
- g_{G1} ——钢管管道结构自重分项系数，取 1.2；
- $g_{G,sv}$ ——竖向土压力分项系数，取 1.27；
- g_{Gw} ——管内水重分项系数，取 1.2；
- g_Q ——设计内水压力、地面车辆荷载、地面堆积荷载和温度作用的分项系数，取 1.4；
- G_{1k} ——钢管管道结构自重标准值 (kN/m)；
- F_{wd} ——管道内工作压力标准值 (kN/m²)；
- $F_{wd,k}$ ——管道的设计内水压力标准值 (kN/m²)；
- $F_{sv,k}$ ——每延长米管道上管顶的竖向土压力标准值 (N/mm)，

$$F_{sv,k}=g_s H_s D_1$$
- g_s ——回填土重度 (kN/m³)；
- H_s ——管顶至设计地面的覆土高度 (m)；
- G_{wk} ——管道内水重标准值；
- y_c ——可变作用的组合系数，取 0.9；

q_{ik} ——地面车辆荷载 q_{vk} 或地面堆积荷载 q_{mk} ，应根据设计条件采用其中较大值。

q_{vk} ——地面车辆轮压传递到管顶处的单位面积竖向压力标准值；

q_{mk} ——地面堆积荷载产生的竖向压力标准值。

5.2.3 钢管管壁截面的稳定性验算，应满足下式要求：

$$F_{cr,k} \geq K_{st} \left(\frac{F_{sv,k}}{2r_0} + q_{ik} + F_{vk} \right) \quad (5.2.3)$$

式中： $F_{cr,k}$ ——钢管管壁截面失稳的临界压力标准值（N/mm²）；

F_{vk} ——管内真空压力标准值（N/mm²）；

K_{st} ——钢管管壁截面的设计稳定性抗力系数，可取 2.0。

5.2.4 钢管管壁截面的临界压力应按下列式计算：

$$F_{cr,k} = \frac{2E_p(n^2-1)}{3(1-n_p^2)} \left(\frac{t}{D_0} \right)^3 + \frac{E_d}{2(n^2-1)(1+n_s^2)} \quad (5.2.4)$$

式中： n ——钢管管壁失稳时的折绕波数，其取值应使 $F_{cr,k}$ 为最小值，并为等于、大于 2.0 的整数；

v_s ——钢管管侧回填土的泊桑比；

v_p ——钢管管材的泊桑比；

D_0 ——钢管管道的计算直径，可取钢管管壁中线距离（mm）。

5.2.5 钢管管道的抗浮验算，应满足下列式的要求：

$$\sum F_{Gk} \geq K_f \cdot F_{fw,k} \quad (5.2.5)$$

式中： $\sum F_{Gk}$ ——各种抗浮作用标准值之和；

$F_{fw,k}$ ——浮托力标准值；

K_f ——抗浮稳定性抗力系数，应不低于 1.1。

5.2.6 钢管管道在准永久组合作用下的最大竖向变形验算，应满足下列式要求：

$$w_{d,max} \leq j_d D_0 \quad (5.2.6)$$

式中： $w_{d,max}$ ——管道在准永久组合作用下的最大竖向变形

j_d —— 变形百分率，按第 5.1.9 节的规定采用。

5.2.7 钢管管道在准永久组合作用下的最大变形竖向 $w_{d,max}$ ，应按下列式计算：

$$w_{d,max} = D_L \frac{k_b r_0^3 (F_{sv,k} + Y_q q_{ik} D_0)}{E_p I_p + 0.061 E_d r_0^3} \quad (5.2.7)$$

式中： D_L —— 变形滞后效应系数，可取 1.0~1.5 计算；

k_b —— 竖向压力作用下柔性管的竖向变形系数，按附录 A 确定；

I_p —— 钢管管壁纵向截面单位长度的截面惯性矩 (mm^4/mm)；

Y_q —— 准永久值系数，取 0.5；

5.3 明敷管道设计

5.3.1 明敷管道应设置支、吊架，管道敷设宜利用管道折角自由臂补偿管道的伸缩；当不用利用自然补偿或补偿器时，管道支架均应为固定支架。

5.3.2 管道支架应符合承载能力，固定支架承载力应满足管道因温度变化引起的轴向力。

5.3.3 当计算固定支架承载力时，直线管段的温度轴向力可按下列式计算：

$$F_p = \pm a_t \cdot A_n \cdot E_p \cdot \Delta t \quad (5.3.3)$$

式中： F_p —— 直线管段的温度轴向力 (N)；

A_n —— 钢管管道计算截面 (mm^2)；

a_t —— 钢材线膨胀系数 [$\text{mm}/(\text{mm} \cdot ^\circ\text{C})$]，可取 12×10^{-6} ；

E_p —— 钢管管材弹性模量 (N/mm^2)；

Δt —— 运行平均温度与安装温度的差值 ($^\circ\text{C}$)。

5.3.4 横管和立管的支、吊架间距应计算确定。

5.3.5 明敷管道应根据管道温度变形采取技术措施。管道的伸缩补偿装置，应按直线长度、管材的线膨胀系数、环境温度、管内水温变化和管道节点的位移量等因素计算确定。

5.3.6 自由管道应温差引起的轴向变形量可按下列公式确定：

$$\Delta L = L_1 \cdot a_t \cdot (0.65 \Delta t_s + 0.1 \Delta t_g) \quad (5.3.6)$$

式中： ΔL —— 计算管段管道的伸缩长度（mm）；

L_i —— 计算管段管道长度，自固定支撑件起到转弯部位长臂的长度（mm）；

Δt_s —— 管道内水温变化最大值（℃）；

Δt_g —— 管道外围周环境温度变化最大值（℃）；

5.3.7 当采用管道折角自由臂自然补偿时，最小自由臂长度按下式确定：

$$L_z = K \cdot (\Delta L \cdot D_0) \quad (5.3.7)$$

式中： L_z —— 自由臂最小长度（mm）；

K —— 材料比例系数，一般可取 40~60；

D_0 —— 圆形管道的计算直径（mm）。

5.3.8 给水管的加压系统应根据水泵扬程、管道走向、流量变化等因素，设置水锤消除装置。

5.3.9 室外明设的给水管道，应避免受阳光直接照射。

5.3.10 管道敷设在室外时，应结合当地的气温条件采取防冻保温措施。

6 构造规定

6.1 钢管

6.1.1 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管的公称直径（DN）由钢管公称直径确定，有效内径应扣除内防腐层的厚度并满足设计要求。

6.1.2 钢管管道的厚度，应根据计算需要确定。

6.1.3 钢管应进行表面预处理去除钢塑结合面的铁锈、内毛刺和污垢。

6.1.4 基管外壁毛刺残留高度不超过 0.2mm，基管内壁毛刺残留高度不超过 0.5mm。

6.1.5 带法兰等连接口的玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管应在内外防腐前对基管组焊连接口。

6.1.6 管道连接可采用法兰连接、焊接等。

6.1.7 管道施工制作的下列指标，应在有关的设计文件中规定

1 管道制作的椭圆度不得大于 $0.01D_1$ ；在管节的安装端不得大于 $0.005D_1$ 。

2 对接管节的管端切口角应吻合，误差不应超过壁厚的 $1/4$ 。管端接口间隙不得大于 2.5mm，当不符合要求时应补加短管连接。

3 对接管口的中心偏差，当管径小于 1200mm 时不得大于 1mm；当管径不小于 1200mm 时不得大于 2mm。

4 钢管的对接焊缝应予以焊透。制作时，其对接焊缝的质量等级不低于二级并符合设计文件的要求，施工安装时其对接环向焊缝的质量应符合《给水排水管道施工及验收规范》GB50268 的规定。

6.1.8 管道长度应根据管线的土质和施工运输条件确定，定尺长度为 6m 或 12m，其全长偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ，非定尺管长度及公差由供需双方协商确定。

6.2 管道连接

6.2.1 法兰的压力等级应与管道工作压力相匹配。

6.2.2 法兰连接的管道聚乙烯内防腐层应覆盖至法兰面外边缘，并与外防腐搭接。

6.2.3 管道法兰连接之间应设置密封垫/圈，密封圈接缝防水性能应达到 2 倍设计压力。

6.2.4 钢管对接焊，基管接口处的内外防腐应预留不小于 250mm，按设计要求现场焊连接并完成热处理后，内部采用相同厚度的聚乙烯板材进行内防腐层修补，后敷聚乙烯板材应与基管内衬热熔连接，并确保板材与钢管粘结密贴，外部采用玻璃布和不饱和树脂进行等厚度外防腐修补。

6.2.5 不锈钢承口对接焊，在钢管端头焊接相同直径的 304 以上不锈钢管，不锈钢管管长不小于 250mm，不锈钢管内应有一个带斜度的不锈钢挡圈，内防腐时使聚乙烯料熔入不锈钢管与挡圈的斜度中间，使聚乙烯层与钢管之间缝隙绝对密封。两根管道通过端头的不锈钢管对接焊连接，不需要对接头进行防腐修补。

6.2.6 不锈钢过渡短管应与钢管的强度和刚度相同，其材质应符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T20878 的规定。

6.2.7 不锈钢过渡管和钢管之间应选用不会产生电腐蚀的焊条，并符合现行国家标准《不锈钢焊条》GB/T983 的规定。

6.3 聚乙烯内衬

6.3.1 聚乙烯内衬厚度应根据管道输送介质的腐蚀性和管道耐久性要求确定。

6.3.2 对于管径大于 600mm 的管道，聚乙烯内衬和管道内壁之间应设有机械咬合措施，确保聚乙烯内衬与钢管的结合。

6.3.3 对于管径小于 600mm 管道，若聚乙烯内衬和管道内壁之间没有防脱落措施，聚乙烯内衬的厚度应满足在聚乙烯内衬与管道脱开的情况下，在负压工况条件下能保持内衬稳定。

6.3.4 大口径管道接DN100~200的支管或设备时可采用机械现场开孔，开孔后内防腐层损坏由现场施工人员立即进入管内进行热熔修补。

6.4 玻璃纤维增强塑料

6.4.1 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管内外壁的防腐层厚度应根据管道敷设环境和耐久性要求确定。

6.4.2 输送饮用水的给水工程管道防腐材料的卫生性能应符合 3.2.2 条的规定。

6.4.3 管道外层上应有清晰、耐久性标志。标志内容应至少包括：生产企业名称（或代号）、钢管公称外径、壁厚、材质、长度、执行标准、管号、生产年月等。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管管道工程的施工及质量验收要求，除本规程规定的条文外，还应执行现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的有关规定。

7.1.2 管道各部位结构和构造形式、所用管节、管件、橡胶圈及主要工程材料等应符合第3章的规定、设计文件要求和有关产品质量标准的规定。

7.1.3 储存、搬运管材和管件时，应包装良好、小心轻放、避免油污，严禁剧烈撞击、与尖锐物品碰触和抛、摔、滚、拖。

7.1.4 生产厂商提供的管材和管件应附有产品安装说明书和产品质量保证书。

7.2 埋地管道

7.2.1 开挖沟槽与支护、地基处理、沟槽回填应符合设计要求，并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的规定。

7.2.2 管顶覆土厚度应满足下述条件：

- 1 管顶最小覆土厚度不宜小于 0.70m；
- 2 道路下铺设的管道其最小覆土厚度不宜小于 1.0m。不能满足以上要求时，在管顶覆土时应采取荷载分散的结构加强措施或加固管道；
- 3 管顶应在冰冻线以下，当无法实现时，应有可靠的防冻保护措施；
- 4 覆土厚度应保证管道放空时在地下水位最高的情况下不发生漂浮。

7.2.3 管线穿越河道时，其埋深应同时满足相应防洪标准的冲刷深度和规定疏浚深度，并预留安全埋深。

7.2.4 回填前应检查管道的外防腐层有无损伤，发现后及时进行修补。回填时，水压试验前除接口处外，管道两侧及管顶以上应先行回填，其管顶回填土高度不应小于 0.50m，且满足抗浮要求；水压试验合格后，应及时回填其余部分。沟槽回填土压实度应符合设计要求，当设计无要求时应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 沟槽回填土压实度标准

序号	槽内部位		压实度 (%)	回填材料	检验频率		检验方法
					范围	点数	
1	管道基础	管道基础	90 (0,-2)	中、粗砂	每 100m	每层每侧一组 (每组 3 点)	用环刀法检查或采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T50123 中其他方法
2		管道支撑角范围	≥95				
3	管道两侧		≥95	中、粗砂、最大粒径小于 20mm 的碎石屑、砂砾或符合要求的原土	两井之间或每 400m ²		
4	管顶以上 500mm	管道两侧	≥90				
5		管道上部	87±2				
6	管顶以上 500~1000mm 范围内		≥90	素土回填			

注：砂的最大干密度试验方法详见《土工试验方法标准》GB/T 50123。

7.2.5 当管道覆盖较浅，或原土回填达不到设计要求要求的压实度时，应在管道两侧及沟槽位于路基范围内的管道顶部以上，回填石灰土、砂、砂砾或其他可以达到要求压实度的材料。

7.2.6 新建管道与其他管道交叉部位的回填应符合压实度要求，并使回填材料与支承管道紧贴，或按有关规定进行加固处理。

7.3 明敷管道

7.3.1 管道采用金属管卡或支、吊架时，金属管卡与管道之间应采用塑料带或橡胶等软物隔垫，厚度不小于 2mm。

7.3.2 管道折角转弯时，应在折角部位不大于 500mm 的位置设置固定支架。

7.3.3 管道立管下端的水平转角部位应设置支墩或其他固定措施。

7.3.4 补偿装置和支、吊架安装应符合设计文件、产品技术文件和国家现行有关标准的规定。

7.4 管道安装

7.4.1 管道安装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、《工业金属管道工程施工规范》GB50235 等规范的规定。

7.4.2 法兰密封面应平整、光洁，无挠曲、径向划痕缺陷。

7.4.3 管道连接应符合下列规定：

1 管道接口的连接配件，应由管节生产厂家配套供应。

2 管道连接时应对连接部位、密封件等配件清理干净，法兰连接用的法兰、螺栓等金属制品应根据现场土质并参照相关标准采取防腐措施。

3 管道安装完后，应对管道的中心线和高程进行复测，复测合格后应及时采取稳管措施。

7.4.4 法兰接口的法兰应与管道同心，螺栓自由穿入，高强度螺栓的终拧扭矩应符合设计要求和有关标准规定。

7.4.5 法兰接口的法兰中轴线与管道中轴线的允许偏差应符合：DN 小于或等于 300mm 时，允许偏差小于或等于 1mm；DN 大于 300mm 时，允许偏差小于或等于 2mm。

7.4.6 连接的法兰之间应保持平行，其允许偏差不大于法兰外径的 1.5‰，且不大于 2mm；螺孔中心允许偏差应为孔径的 5%。

7.4.7 沟槽内焊接时，应采取有效技术措施保证管道底部的焊缝质量。

7.4.8 管道安装前，管节应逐根测量、编号，宜选用管径相差最小的管节组对对接。

7.4.9 下管前应先检查管节的内外防腐层，合格后方可下管。

7.4.10 管节组成管段下管时，管段的长度、吊距，应根据管径、壁厚及下管方法确定。

7.4.11 管节组对焊接时应先修口、清根，管端端面的坡口角度、钝边、间隙，应符合设计要求，设计无要求时应符合表 7.4.11 的规定；不得在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。

表 7.4.11 电弧焊管端倒角各部尺寸

倒角形式		间隙 b (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 α (°)
图示	壁厚 t (mm)			
	3~9	0~2	0~2	60~65
	9~26	0~3	0~3	55~60

7.4.12 对口时应使内壁齐平，错口的允许偏差应为壁厚的 10%。

7.4.13 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不宜大于 3mm。不同管径的管节相连时，两管径相差大于小管管径的 15% 时，可用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的 2 倍，且不应小于 200mm。

7.4.14 焊接方式应符合设计和焊接工艺评定的要求，管径大于 800mm 时，应采用双面焊。

8 功能性试验、冲洗消毒

8.1 功能性试验

8.1.1 给水排水管道安装完成后应按进行管道功能性试验。

8.1.2 压力管道水压试验应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的规定执行。

8.1.3 无压管道应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的规定进行管道的严密性试验，严密性试验分为闭水试验和闭气试验，按设计要求确定；设计无要求时，应根据实际情况选择闭水试验或闭气试验进行管道功能性试验。

8.1.4 寒冷地基环境温度低于 5℃时，水压试验或进行通水能力检验时应采取可靠的防冻措施。

8.2 冲洗消毒

8.2.1 给水管道冲洗与消毒应符合下列基本要求：

1 给水管道严禁取用污染水源进行水压试验、冲洗，施工管段处于污染水域较近时，应严格控制污染水进入管道；如不慎污染管道，应由水质检测部门对管道污染水进行化验，并按其要求在管道并网运行前进行冲洗与消毒；

2 管道冲洗与消毒应编制实施方案；

3 施工单位应在建设单位、管理单位的配合下进行冲洗与消毒；

4 冲洗时，应避开用水高峰，冲洗流速不小于 1.0m/s，连续冲洗。

8.2.2 给水管道冲洗消毒准备工作应符合下列规定：

1 用于冲洗管道的清洁水源已经确定；

2 毒方法和用品已经确定，并准备就绪；

3 排水管道已安装完毕，并保证畅通、安全；

4 冲洗管段末端已设置方便、安全的取样口。

5 照明和维护等措施已经落实。

8.2.3 管道冲洗与消毒应符合下列规定：

1 管道第一次冲洗应用清洁水冲洗至出水口水样浊度小于 3NTU 为止。出水口冲洗流速应大于 1.0m/s。

2 管道第二次冲洗应在第一次冲洗后，用有效氯离子含量不低于 20mg/L 的清洁水浸泡 24h 后，再用清洁水进行第二次冲洗直至水质检测、管理部门取样化验合格为止。

9 工程验收

9.1 一般规定

9.1.1 管道系统应按设计要求和本规程及国家现行标准的有关规定实施中间验收和竣工验收，竣工验收合格后方可交付使用。

9.1.2 隐蔽工程的管道系统，暗敷前应进行施水压试验和通水能力检验，合格后才能敷设。

9.1.3 中间验收应由施工单位会同设计单位和工程监理单位联合进行；竣工验收应由建设单位或委托工程监理单位进行验收，必要时请设计单位进行联合验收。

9.1.4 中间验收、竣工验收前施工单位应进行自检。

9.1.5 中间验收和竣工验收必须做好记录、签署文件、立卷归档的工作

9.2 工程验收内容

9.2.1 对管道支、吊架应检查安装位置的间距和牢固性、管道保温材料的厚度。

9.2.2 对管道应检查坐标、标高和坡度的准确性、管道连接点或接口的牢固和密封性。

9.2.3 应检查管道支墩设置和井室等构筑物的砌筑情况。

9.3 竣工验收资料

9.3.1 施工图、竣工图基设计变更文件；

9.3.2 管材、管件和主要管道附件等的出厂合格证、现场验收记录；

9.3.3 隐蔽工程验收记录和中间验收记录；

9.3.4 水压试验和通水能力检验记录；

9.3.5 工程质量检验评定记录好工程质量事故处理记录。

附录 A 钢管管道在各种荷载作用下的最大弯矩系数竖向变形系数

管道在各种荷载作用下的最大弯矩系数和竖向变形系数，可按表 A 采用。

表 A 最大弯矩系数和竖向变形系数

项 目		土弧基础中心角				
		20°	60°	90°	120°	150°
弯矩系数	管道自重 k_{gm}	0.202	0.134	0.102	0.083	0.077
	竖向土压力 k_{vm}	0.255	0.189	0.157	0.138	0.128
	管内水重 k_{wm}	0.202	0.134	0.102	0.083	0.077
变形系数	竖向压力 k_b	0.109	0.103	0.096	0.089	0.085

附录 B 管侧回填土的综合变形模量

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

B.0.2 管侧土的综合变形模量 E_d 可按下列公式计算：

$$E_d = z \cdot E_e \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$z = \frac{1}{a_1 + a_2 \left(\frac{E_e}{E_n} \right)} \quad (\text{B.0.2-2})$$

式中： E_e —— 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，当确乏试验数据时，可参照表 B.0.2-1 采用；

E_n —— 基槽两侧原状土的变形模量（MPa），应根据试验确定，当确乏试验数据时，可参照表 B.0.2-1 采用；

ζ —— 综合修正系数；

a_1 、 a_2 —— 与 B_r （管中心处槽宽）和 D_1 （管外径）的比值有关的计算参数，可按表 B.0.2-2 确定。

表 B.0.2-1 管侧回填土和槽侧原状土的变形模量

回填土压实系数	0.85	0.90	0.95	1.00
标贯数				
土的种类	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
黏性土或粉土($W_L < 50\%$)，砂粒含量大于 25%	1	3	5	10
黏性土或粉土($W_L < 50\%$)，砂粒含量小于 25%	—	1	3	7

注：1、表中数值适用于 10m 以内覆土，对覆土超过 10m 时，上表数值偏低；

2、回填土的变形模量 E_e 可按要求的压实系数采用；表中的压实系数指设计要求回填土压实后的干密度与该土相同压实能量下的最大干密度的比值；

3、基槽两侧原状土的变形模量 E_n 可按标准贯入试验锤击数确定；

3、 W_L 为黏性土的液限；

5、细粒土指粒径小于 0.075mm 的土；

6、砂粒指粒径为 0.075~2.0mm 的土。

表 B.0.2-2 计算参数 a_1 及 a_2

B_r/D_1	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
a_1	0.252	0.435	0.572	0.680	0.838	0.948
a_2	0.748	0.565	0.428	0.320	0.162	0.052

B.0.3 对于埋式敷设的管道，当 $B_r/D_1 > 5$ 时，应取 $\zeta = 1.0$ 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。

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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑给水排水设计规范》 GB50015
- 《钢结构设计规程》 GB50017
- 《工业金属管道工程施工规范》 GB50235
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB50268
- 《给水排水工程管道结构设计规范》 GB50332
- 《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》 CECS141
- 《建筑给水钢塑复合管管道工程技术规范》 CECS125
- 《埋地聚乙烯排水管管道工程技术规程》 CECS164
- 《给水钢塑复合压力管管道工程技术规程》 CECS237
- 《钢板网》 QB/T295
- 《碳素结构钢》 GBT700
- 《不锈钢焊条》 GB/T983
- 《低压流体输送用焊接钢管》 GB/T3091
- 《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》 GB/T8237
- 《板式平焊钢制法兰》 GB/T9119
- 《钢制管法兰技术条件》 GB/T 9124
- 《球墨铸铁管》 GB/T13295
- 《给水用聚乙烯(PE)管材》 GBT13663.2
- 《燃气用埋地聚乙烯 (PE) 管道系统 第 1 部分：管材》 GBT15558.1
- 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全评价标准》 GB/T17219
- 《玻璃纤维无捻粗纱》 GB/T18369
- 《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》 GB/T20878
- 《钢塑复合管》 GB/T28897
- 《给水涂塑复合钢管》 CJT120
- 《玻璃纤维缠绕钢塑复合 (FSP) 压力管》 Q/HJT012

中国工程建设标准化协会标准

玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管技术规程

CECS×××：2018

条文说明

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和主要符号.....	2
3 材料.....	3
3.1 管材.....	3
3.2 聚乙烯.....	3
3.3 玻璃纤维增强塑料.....	4
3.4 橡胶垫、橡胶圈.....	4
3.5 法兰.....	4
4 管道水力计算.....	5
5 管道结构计算.....	6
5.1 基本设计规定.....	6
5.2 埋地管道设计.....	7
5.3 明敷管道设计.....	7
6 构造规定.....	9
6.1 钢管.....	9
6.2 管道连接.....	9
6.3 聚乙烯内衬.....	9
6.4 玻璃纤维增强塑料.....	9
7 施工.....	11
7.2 埋地管道.....	11
7.3 明敷管道.....	11
7.4 管道安装.....	11
8 功能性试验、冲洗消毒.....	12
8.1 功能性试验.....	12
8.2 冲洗消毒.....	12
9 工程验收.....	12

1 总 则

1.0.2 根据钢管生产技术和工程应用情况,确定本规程主要适用于工作压力不大于 1.6MPa 的工况,超过技术范围的管道可以参照执行。根据《给水用聚乙烯(PE)管道系统》GB/T13663,聚乙烯的管材适用于水温不大于 40℃的工作环境,化学管材均呈现随温度增高力学性能下降的特性。

1.0.3 在地震区或特殊岩土场地,应执行国家有关的规定。以下是一些常用的相关规范:

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032;

《湿陷性黄土地区建筑规范》GB50025;

《膨胀土地区建筑技术规范》GB50112。

2 术语和主要符号

2.1.1~2.1.6 均为本规程中所采用的管道专用名词，其对应的英文名称是在国外文献中或国内生产厂引进国外技术所采用的名称。

2.2 本节给出的主要符号，其构成方法以及主体符号和上、下标用字等，均按照《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ132-90 的规定确定。

3 材料

3.1 管材

3.1.1 本条规定了钢管管道的钢材，一般均采用 Q235B 钢，其力学性能和化学成份应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 的要求。对于重要的城市给水工程的输水管道，宜选用性能优良的平炉和氧化转炉生产的镇静钢。

3.1.2 本条规定了钢管焊接材料的质量要求，以保证钢管适接材料的强度等指标不低于母材的相关指标。

3.1.3 本条文规定，钢管的强度设计值应按照现行国家标准《钢结构设计规程》GB50017 的规定采用。

3.1.4 本条给出了钢材的物理力学性能指标。

3.2 聚乙烯

3.2.1 聚乙烯材料因配料、工艺不同，物理性能有一定的区别，以下的三种材料性能来源于现行规范和相关企业资料。

(1) 线性低密度聚乙烯材料 (LLDPE) 的物理性能可参考表 1 线性低密度聚乙烯的物理性能，数据来源于 2014 年美国埃克森和中石化镇江炼化分公司提供的线性低密度聚乙烯 (LLDPE) 粉末和性能报告。

表 1 线性低密度聚乙烯的物理性能

项目	指标
密度 (g/cm ³)	>0.9
拉伸强度 (MPa)	>9.8
断裂伸长率 (%)	>300
维卡软化点 (°C)	>107
不挥发物含量	>99.5

(2) 现行行业标准《埋地聚乙烯排水管管道工程技术规程》CECS164 对聚乙烯管材的物理性能要求见表 2 聚乙烯的物理性能：

表 2 聚乙烯的物理性能

项目	指标
质量密度	$r_p \geq 0.93\text{g/cm}^3$

短期弹性模量	$E_p \geq 785\text{MPa}$
抗拉强度标准值	$f_{tk} \geq 20.7\text{MPa}$
抗拉强度设计值	$f_t \geq 16.0\text{MPa}$

(3) 现行国家标准《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统 第 2 部分: 管材》GB/T 13663.2 的表 7 对聚乙烯管材的物理力学性能有详细的要求。

3.2.2 依据《城镇给水排水技术规范》GB 50788-2012 第 2.0.5 条规定, 城镇给水设施的材料与设备必须满足卫生安全要求。

3.3 玻璃纤维增强塑料

3.3.4 管道位于腐蚀性环境中时, 外防腐树脂类材料应根据腐蚀性介质的性质、浓度和作用条件, 由设计明确其材料要求, 并符合《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046 的要求。

3.4 橡胶垫、橡胶圈

3.4.1~3.4.4 橡胶密封圈的质量、外观、尺寸、贮存、运输等的规定要求, 应符合现行国家标准的规定:

- 1 《橡胶密封件 给、排水管道及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T21873;
- 2 《橡胶制品的公差_第 1 部分_尺寸公差》GB/T3672.1;
- 3 《橡胶制品 贮存指南》GB/T20739;
- 4 《橡胶 管道接口用密封圈制造质量的建议 疵点的分类与类别》GB/T17604。

3.5 法兰

3.5.1 管道法兰连接是广泛应用的管道连接方式, 可直接按国家标准《板式平焊钢制管法兰》GB/T9119 和《钢制管法兰技术条件》GB/T9124 的技术条件执行。

3.5.2 地面的管道用法兰联接以提高安装和维修速度, 埋在地下的法兰容易受到水及其他化学物质腐蚀, 法兰结合面的密封层及联接螺栓被腐蚀后不起到密封作用, 导致管道泄漏, 发生泄漏以后不容易被察觉, 也不容易维修, 因此必须对螺栓的防腐性能提出要求, 保证螺栓与管道相同的使用年限。目前埋地法兰用螺栓比较常见的有镀锌螺栓、不锈钢螺栓等。

4 管道水力计算

4.0.1 规定了水头损失的计算公式，该公式参照现行国家标准《室外给水设计规范》GB50013 中的规定。

4.0.2 式 4.0.2-1 适用于钢管内衬涂塑，粗糙程度类似于塑料管的情况。

4.0.3 ζ 值为管道局部水头损失系数，该系数的取用可参照《给水排水设计手册》第 1 册《常用资料》第二版，中国建筑工业出版社出版。特殊管配件可要求生产厂家提供相应数据。

4.0.4 本条参照现行国家标准《室外给水设计规范》GB50013 中相关公式。目前长距离输水管道尚未有确切的界定，因此本条内容适用范围是：城镇生活用水、输水形式为封闭式管道，并且一般指输水距离较长，断面较大、压力较高的工程。长距离输水管道水锤的分析可根据工程的规模、重要性以及不同的设计阶段采用相应的方法，目前采用电算方法较普遍

4.0.5 规定了排水管渠流量和流速的计算公式，该公式参照现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014 中的规定。

5 管道结构计算

5.1 基本设计规定

5.1.1 《城镇给水排水技术规范》GB 50788-2012 第 6.1.2 条规定，城镇给水排水设施中主要构筑物的主体结构和地下干管的管道结构设计使用年限不应低于 50 年。《工程结构可靠度设计统一标准》GB50153-2008 对房屋建筑结构规定（附录第 A.1.3 条），易于替换的结构构件设计使用年限可为 25 年，普通房屋和构筑物可为 50 年，重要性建筑可为 100 年。

城镇给水排水工程管道多采用地埋式敷设安装，检修、维护和更换比较困难，建设后运行周期较长。但考虑采用过长的使用年限，势必增大工程一次性投资。因此，本规程依据《城镇给水排水技术规范》GB50788 的规定，参考原规范管道设计准则和房屋建筑结构的规定，确定城镇给水排水工程中地下干管的管道结构设计使用年限不低于 50 年。对于工程检修和运行维护困难，或有特殊要求的管道工程可提高设计使用年限，应与管道工程系统的整体设计使用年限协调确定。

5.1.3 本条根据《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的原则，对钢管管道按承载能力和正常使用两种极限状态进行设计。承载能力极限状态是以钢管结构的内力是否超过其承载力为依据；正常使用极限状态是以钢管结构的竖向变形是否超过允许限值为依据。

5.1.4 埋地钢管管道进行内力分析时，应按柔性管计算。根据《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定，对于埋设在地下的圆形钢管道结构刚度与

管周土体刚度比 $a_s = \frac{E_p}{E_d} \left(\frac{t}{g_0}\right)^3$ 来判别属于刚性管道或柔性管道：

其中： E_p — 管材的弹性模量；

E_d — 管倒土的综合变形模量；

t — 钢管的管壁厚度；

g_0 — 钢管结构的计算半径。

当 $a_s \geq 1$ 时按刚性管道计算；当 $a_s < 1$ 时，按柔性管道计算。而钢管径核算

$a_s < 1$ 。因此钢管道应按柔性管道计算。

5.1.6 本条考虑到施工中可能出现的不利因素，土弧基础的中心角度在计算中心角的基础上加大 $15\sim 20^\circ$ 。

5.1.7 对钢管管壁环向稳定验算作了规定，参考《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》CECS141 和《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定。

5.1.8 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，因此条文规定抗浮稳定性抗力系数应控制在不低于 1.10。

5.1.9 本条参照《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的要求，采用延性良好的防腐涂料作为内衬的金属管道的变形允许值。

5.2 埋地管道设计

5.2.1 本条参照《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规范》CECS141 中钢管管道的强度计算公式。

重要性系数按照现行《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的要求执行。

5.2.2 钢管管壁截面的最大环向应力计算按照《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规范》CECS141 的规定确定。玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管内外均有防腐层，管壁计算厚度 $t_0 = t - 1$ 用于考虑钢管壁厚的负公差；若钢管壁厚是正公差，则管壁计算厚度 $t_0 = t$ 。

5.2.3 对埋地柔性管道，应根据各项作用的不利组合，管壁截面的环向稳定性计算按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定确定。

5.2.4 埋地柔性圆形管道的管壁截面为受压屈曲时，管壁截面失稳的临界压力计算按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定确定。

5.2.5 当地下水位较高时，在设计及施工中均应进行钢管管道抗浮稳定验算。

5.2.6~5.2.7 按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定确定。

5.3 明敷管道设计

5.3.1~5.3.5 本节参考现行行业标准《给水钢塑复合压力管管道工程技术规程》CECS237 的相关内容，根据其附录 A 给水钢塑复合压力管规格尺寸，该规范适

用于公称直径不大于 400 的管道。本节文字和公式均为基本计算要求，适用性比较广泛，对公称直径大于 400 的管道也可参照执行。

本节明敷管道设计主要适用于沿地面、管廊等支架敷设，直接放置于地面或通过支墩等支撑的大跨度管道，其支墩的间距应根据钢管的材料、壁厚、直径等计算确定。自承式管道可按现行行业标准《自承式给水钢管跨越结构设计规程》CECS214 的规定执行。

5.3.6 公式（5.3.6）取自英国（Durapipe）中计算管道温差是由水温变化和空气变化温差组成，系按 65%管内水温最大变化差值与 10%管道外空气最大变化差值之和计算。

5.3.7 自由臂长度的计算，是自然补偿中用来确定最小弯管长度。公式（5.3.7）引自德国标准 DIN16928 中 Menges 和 Roberg 推导的公式。当材料确定后，其长度与固定端的伸缩量和管外径的乘积的平方根成正比。

6 构造规定

6.1 钢管

6.1.2 钢管管壁的设计厚度，应该在计算厚度的基础上，考虑加工制造误差。有关制造上的允许误差，在《热轧钢板和钢带的尺寸外形》GB/T709-2006 的国家标准中规定，对厚度在 8~15 和 15~25 的钢板，其厚度的允许负偏差值均小于 -0.8mm。玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管内外分别采用了聚乙烯和玻璃纤维增强塑料进行防腐，因此钢管设计厚度不考虑管壁腐蚀因素。

6.1.6 目前玻璃钢纤维缠绕钢塑复合压力管的连接方式主要采用法兰和焊接，承插式等连接方式正在研发和试验中，随着玻璃钢纤维缠绕钢塑复合压力管的推广和应用，其连接形式也会不断的创新和发展。

6.1.7 参照《给水排水管道施工及验收规范》GB50268 的相关要求执行。

6.2 管道连接

6.2.3 随着管径的增大，法兰连接对管道横向变形会愈加敏感，并且目前常规法兰连接均采用密封垫/圈的形式，因此对于玻璃钢缠绕钢塑复合压力管法兰连接应设置密封垫/圈，确保连接的密封性。

法兰连接施工方便、管道连接安装后不用二次修补内外防腐，非常适用于中小管径的玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管的连接。

6.2.4 钢管对接焊连接适用于大管径的玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管连接，需满足工人进入施工的条件。

6.2.5 不锈钢承口对接焊适用于小口径埋地玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管连接，无需二次防腐修补，不锈钢挡圈的高度宜和内防腐层的厚度相当。

6.3 聚乙烯内衬

6.3.1 管道内壁腐蚀介质非常复杂，应根据输送介质按照《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046 相关规定执行。

6.3.2~6.3.3 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管内的聚乙烯厚度较大，具有一定的自稳能力，DN≤600 的管道内部防脱落措施施工比较困难，因此 6.3.3 条认为如果聚乙烯内衬的厚度满足在聚乙烯内衬与管道脱开的情况下，在负压工况条件下能

保持内衬稳定，相当于一根独立的管道，可以不设置防脱落措施。

国家化学建材质量监督检验中心曾对 4 根 DN300 的玻璃纤维缠绕钢塑复合管进行落锤冲击试验（1 米，6.3kg），实验结果聚乙烯层不剥落、不断裂。

公称直径 DN>600 的管道应采取措施，确保聚乙烯层与钢管内壁的结合。参考已有的类似管道的经验，根据管径在管口或管道全长设置钢丝（板）网、抗滑钉等型式的构造措施。

聚乙烯内衬的厚度可参考表 3 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管规格尺寸与防腐厚度，表 5 来源于杭州介通电缆保护管有限公司企业标准《玻璃纤维缠绕钢塑复合（FSP）压力管》Q/HJT012-2016。

表 3 玻璃纤维缠绕钢塑复合压力管规格尺寸与防腐厚度

公称直径 DN	内壁聚乙烯层厚度 (mm)	法兰面覆塑层厚度 (mm)	外壁玻璃钢层厚度 (mm)
≤400	>3.0	>2.5	>2.2
450~500	>3.0	>2.5	>2.5
600~650	>5.0	>3.0	>2.5
700~750	>8.0	>3.0	>2.5
800~900	>10.0	>3.0	>3.0
≥1000	>14.0	>5.0	>3.0

6.4 玻璃纤维增强塑料

6.4.1 玻璃钢层的厚度可参考表 3，应依据《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046 相关规定执行。玻璃钢层表面硬度可按《增强塑料巴柯尔硬度实验方法》GB/T3854 的要求检测。

7 施工

7.2 埋地管道

7.2.2 管道埋设的管顶覆土最小厚度应符合设计要求，且满足当地冻土层厚度要求。柔性管道的管顶覆土无法满足上述要求时，应按设计要求或有关规定进行处理。

7.2.4 管道安装施工完毕经检验合格后及时回填沟槽，这样可减少露槽时间，同时可防止因地下水位上涨或雨水所可能造成的漂管的发生。

本条文规定的目的是防止管道位移，同时起到隔温作用，以消除环境温度变化对管道内水压的影响。但是，在接口处不应回填，以便进行渗漏检查。

7.2.5 本规定中的含水量高的原土主要是指高压缩性、污泥质软土，因其含水量高，渗透系数小，往往难以达到较高的压实度。虽可采用翻晒的方法以降低其含水量，但因施工场地、气候条件、工期限制等原因，往往难以实现。因此，本规定，凡不具备降低原土含水量条件，不能达到要求压实度的部位，应回填石灰土、砂、砾石砂或其他可以达到要求压实度的材料。

7.3 明敷管道

7.3.4 本条参考现行行业标准《给水钢塑复合压力管道工程技术规程》CECS237的要求。

7.4 管道安装

管道安装参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268和《工业金属管道工程施工规范》GB50235的相关要求。

8 功能性试验、冲洗消毒

8.1 功能性试验

8.1.4 本条参考现行行业标准《给水钢塑复合压力管道工程技术规程》CECS237 的要求。

8.2 冲洗消毒

8.2.1~8.2.2 冲洗消毒规定参考了现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 制定。

9 工程验收

本章参照现行行业标准《给水钢塑复合压力管管道工程技术规程》CECS237工程验收章节的相关内容。