

UDC

中华人民共和国行业标准



CJJ 101 - 2016

J 362 - 2016

P

埋地塑料给水管道工程技术规程

Technical specification for buried plastic
pipeline of water supply engineering

2016 - 04 - 20 发布

2016 - 11 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

埋地塑料给水管道工程技术规程

**Technical specification for buried plastic
pipeline of water supply engineering**

CJJ 101 - 2016

**批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 6 年 1 1 月 1 日**

中国建筑工业出版社

2016 北 京

中华人民共和国行业标准
埋地塑料给水管道工程技术规程
Technical specification for buried plastic
pipeline of water supply engineering
CJJ 101-2016

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3¼ 字数：102 千字

2016 年 8 月第一版 2016 年 8 月第一次印刷

定价：19.00 元

统一书号：15112·28824

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1082 号

住房城乡建设部关于发布行业标准 《埋地塑料给水管道工程技术规程》的公告

现批准《埋地塑料给水管道工程技术规程》为行业标准，编号为 CJJ 101 - 2016，自 2016 年 11 月 1 日起实施。其中，第 6.1.8 条为强制性条文，必须严格执行。原《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101 - 2004 同时废止。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2016 年 4 月 20 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发 2012 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标 [2012] 5 号) 的要求, 规程编制组经广泛调查研究, 认真总结实践经验, 参考有关国际标准和国外先进标准, 并在广泛征求意见的基础上, 修订本规程。

本规程的主要技术内容是: 1 总则; 2 术语和符号; 3 材料; 4 管道系统设计; 5 管道工程施工; 6 水压试验、冲洗与消毒; 7 竣工验收。

本次修订的主要技术内容是: 1 调整了本规程框架结构, 将原管道连接、管道敷设两章合并为管道工程施工, 删除了管道维修一章; 2 在聚乙烯 (PE) 管基础上, 增加了硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管、抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管、钢骨架聚乙烯塑料复合管、孔网钢带聚乙烯复合管和钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管的内容; 3 增加了管道附件和支墩设计要求, 管道连接质量检验要求和管道附件和附属设施施工要求; 4 修订了管道结构设计计算和水压试验方法。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文, 必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释, 由住房和城乡建设部科技发展促进中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议, 请寄送住房和城乡建设部科技发展促进中心 (地址: 北京市海淀区三里河路 9 号; 邮政编码: 100835)。

本 规 程 主 编 单 位: 住房和城乡建设部科技发展促进中心

本 规 程 参 编 单 位: 北京市市政工程设计研究总院有限公司

深圳市水务（集团）有限公司
上海城投水务（集团）有限公司
北京中环世纪工程设计有限责任公司
达濠市政建设有限公司
广东联塑科技实业有限公司
枫叶控股集团有限公司
宁波市宇华电器有限公司
泉州兴源塑料有限公司
康泰塑胶科技集团有限公司
淄博洁林塑料制管有限公司
浙江伟星新型建材股份有限公司
永高股份有限公司
武汉金牛经济发展有限公司
浙江中财管道科技股份有限公司
山东胜邦塑胶有限公司
亚大集团公司
江阴大伟塑料制品有限公司
福建纳川管材科技股份有限公司
福建亚通新材料科技股份有限公司
煌盛集团有限公司
广东东方管业有限公司
哈尔滨斯达维机械制造有限公司
天津盛象塑料管业有限公司
福建恒杰塑业新材料有限公司

本规程主要起草人员：高立新 宋奇臣 林文卓 蔡倩
郑小明 丁亚兰 林凯明 代春生
尹学康 张志浩 陈然 刘谦
杨毅 陈国南 张慰峰 杨科杰
孙斌 郑仁贵 林云青 薛彦超
李大治 黄剑 郭兵 陈建春

景发岐	王志伟	方搏人	刘荣旋
许盛光	李广忠	林津强	牛铭昌
李效民	许建钦		
本规程主要审查人员：	刘雨生	陈湧城	刘锁祥
	田宝义	王全勇	赵远清
	安关峰	苏河修	魏若奇
			王占杰

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	材料	7
3.1	一般规定	7
3.2	质量要求	7
3.3	设计计算参数	9
3.4	运输与贮存	11
4	管道系统设计	13
4.1	一般规定	13
4.2	管道布置和敷设	14
4.3	管道水力计算	16
4.4	管道结构设计	17
4.5	管道附件和支墩	23
5	管道工程施工	26
5.1	一般规定	26
5.2	沟槽开挖与地基处理	27
5.3	管道连接	29
5.4	管道敷设	36
5.5	沟槽回填	37
5.6	管道附件安装和附属设施施工	39
5.7	支管、进户管与已建管道的连接	41
6	水压试验、冲洗与消毒	43
6.1	一般规定	43

6.2 水压试验	44
6.3 冲洗与消毒	47
7 竣工验收	49
附录 A 管侧回填土的综合变形模量	51
本规程用词说明	53
引用标准名录	54
附：条文说明	57

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Materials	7
3.1	General Requirements	7
3.2	Materials Requirements for Quality	7
3.3	Design Parameters of Materials	9
3.4	Materials Transport and Storage	11
4	Pipeline System Design	13
4.1	General Requirements	13
4.2	Pipeline Layout and Laying	14
4.3	Pipeline Hydraulic Calculation	16
4.4	Pipeline Structural Calculation	17
4.5	Pipe Appurtenances and Butress	23
5	Pipeline System Construction	26
5.1	General Requirements	26
5.2	Trench Excavation and Soil Treatment	27
5.3	Pipe Connection	29
5.4	Pipe Laying	36
5.5	Trench Backfill	37
5.6	Pipe Appurtenances and Auxiliaries Installation	39
5.7	Connection of Branch Pipe/Service Pipe to Existing Pipe	41
6	Water Pressure Test, Flushing and Disinfection	43
6.1	General Requirements	43

6.2	Water Pressure Test	44
6.3	Flushing and Disinfection	47
7	Construction Completion and Final Acceptance	49
Appendix A Deformation Modulus for the Pipe Lateral		
	Earth	51
	Explanation of Wording in This Specification	53
	List of Quoted Standards	54
	Addition: Explanation of Provisions	57

1 总 则

1.0.1 为在埋地塑料给水管道工程设计、施工及验收中，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水温不大于 40℃ 的新建、扩建和改建的埋地塑料给水管道工程的设计、施工及验收。

1.0.3 埋地塑料给水管道工程设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 埋地塑料给水管道 buried plastic pipeline for water supply engineering

由高分子材料或高分子材料与金属材料复合制成，用于埋地方式输送给水的管道的总称。本规程中的埋地塑料给水管道品种包括：聚乙烯（PE）管道、聚氯乙烯（PVC）管道和钢塑复合（PSP）管道三类。聚乙烯（PE）管道分为PE80管和PE100管；聚氯乙烯（PVC）管道分为硬聚氯乙烯（PVC-U）管和抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）管；钢塑复合（PSP）管道分为钢骨架聚乙烯塑料复合管、孔网钢带聚乙烯复合管和钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管。

2.1.2 温度对压力折减系数 operating pressure derating coefficients for various operating temperatures

管道在20℃以上工作温度下连续使用时，其工作压力与在20℃时工作压力相比的系数。

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

将管材的插口端插入相邻管材或管件的承口端，并通过承口内橡胶圈密封连接部位的连接方法。

2.1.4 胶粘剂连接 solvent cement connection

采用聚氯乙烯管道专用胶粘剂涂抹在聚氯乙烯管道的承口内表面和插口外表面，使聚氯乙烯管道粘接成一体的连接方法。

2.1.5 热熔对接连接 butt fusion connection

采用专用热熔设备将管道端面加热、熔化，对正待连接件，在外力作用下使其连成整体的连接方法。

2.1.6 电熔连接 electrofusion jointing

采用内埋电阻丝的专用电熔管件，通过专用设备，控制通过内埋于管件中的电阻丝的电压、电流及通电时间，使其达到熔接目的的连接方法。电熔连接方式分为电熔承插连接、电熔鞍形连接。

2.1.7 法兰连接 flange connection

采用法兰盘把具有根形管端的塑料管段与待接管材或管件的法兰端，通过螺栓紧固，实现密封的连接方法。

2.1.8 钢塑转换接头连接 polyethylene (PE) pipe to steel pipe transition fitting connection

采用由工厂预制的用于聚乙烯管道与钢管连接的专用管件连接聚乙烯管道和钢管的连接方法。

2.1.9 聚乙烯焊制管件 polyethylene (PE) fitting from butt fusion

从聚乙烯管材上切割管段，采用角焊机热熔对接焊制的管件。

2.1.10 示踪装置 locating device

安装在管道上方或周边，可在地面上通过专用设备探测到管道位置的装置。

2.1.11 警示带（板） warning tape/plate

提示地下有管道的标识带（板）。

2.2 符 号

2.2.1 管道上的荷载：

F_{wk} ——管道的工作压力标准值；

$F_{wd,k}$ ——管道的设计内水压力标准值；

$F_{cr,k}$ ——管壁截面环向失稳的临界压力；

F_f ——管道所受浮托力标准值；

$\sum F_{ik}$ ——各项永久作用形成的抗浮作用标准值之和；

$F_{pw,k}$ ——在设计内水压力标准值作用下，管道承受的推力标准值；

$F_{sv,k}$ ——管顶处的竖向土压力标准值；
 F_{vk} ——管道内的真空压力标准值；
 $M(OP)$ ——管道的最大工作压力；
 P ——试验压力；
 ΔP ——水压试验时降压量；
 PN ——管道的公称压力；
 q_{vk} ——地面作用传递至管顶的压力标准值；
 $q_{sv,k}$ ——管顶单位面积竖向土压力标准值；
 σ_p ——管道内设计压力作用下，管壁环向拉应力设计值；
 σ_m ——管道在外压力作用下，管壁最大的环向弯曲应力设计值。

2.2.2 几何参数：

B ——管道沟槽底部的开挖宽度；
 b_1 ——管道一侧的工作面宽度；
 b_2 ——有支撑要求时，管道一侧的支撑厚度；
 D_0 ——管道计算直径；
 D_i ——管材的外径， i 为 1, 2, 3...；
 d_n ——管材公称直径；
 d_i ——管道内径；
 e_n ——管材公称壁厚；
 h_d ——管底以下部分人工土弧基础厚度；
 L ——管段长度；
 ΔL ——由温差产生的纵向变形量；
 S ——两管之间的设计净距；
 SDR ——管材的标准尺寸比；
 t ——管壁计算厚度；
 V ——试验管道总容积；
 ΔV ——降压所泄出的水量；
 ΔV_{max} ——允许泄出的最大水量；
 $w_{d,max}$ ——管道在作用效应准永久组合下的最大长期竖向

变形。

2.2.3 计算参量和系数:

C_p ——管材线膨胀系数;

D_f ——管道的形状系数;

D_L ——变形滞后效应系数;

E_d ——管侧土的综合变形模量;

E_c ——管侧回填土在要求压实密度时的变形模量;

E_n ——沟槽两侧原状土的变形模量;

E_p ——管材的弹性模量;

E_{pk} ——作用在支墩抗推力一侧的被动土压力合力标准值;

E_{ak} ——作用在支墩推力一侧的主动土压力合力标准值;

E_w ——水的体积模量;

F_{fk} ——支墩底部滑动平面上的摩擦阻力标准值;

f_m ——管材弯曲强度设计值;

f_p ——管材拉伸强度设计值;

f_n ——经过深度修正的地基承载力特征值;

f_t ——管道的温度对压力的折减系数;

g ——重力加速度;

h_y ——管道沿程水头损失;

h_l ——管道局部水头损失;

h_z ——管道总水头损失;

I_p ——管壁纵向截面单位长度截面惯性矩;

K_d ——竖向压力作用下管道的竖向变形系数;

K_f ——抗浮稳定性抗力系数;

K_s ——抗滑稳定性抗力系数;

K_{st} ——管壁截面环向稳定性抗力系数;

n ——管壁失稳时的褶皱波数;

P_T ——埋地塑料给水管对支墩产生的推力;

P_{T1} ——推力 P_T 在水平方向分力;

P_{T2} ——推力 P_T 在垂直方向分力;

p ——支墩作用在地基上的平均压力；
 p_{\min} ——支墩作用在地基上的最小压力；
 p_{\max} ——支墩作用在地基上的最大压力；
 q ——允许渗水量；
 Re ——雷诺数；
 r_c ——管道的压力影响系数；
 SN ——管道的刚度等级；
 T ——水温；
 Δt ——管壁处施工安装与运行使用中的最大温度差；
 v ——管道内水流的平均流速；
 ν_p ——管材的泊桑比；
 ν_s ——管侧土体的泊桑比；
 Δ ——管道当量粗糙度；
 λ ——管道水力摩阻系数；
 ζ ——管道局部阻力系数；
 ζ_0 ——综合修正系数；
 α_1 ——管材拉伸强度设计值与弯曲强度设计值的比值；
 γ ——水的运动黏滞度；
 γ_n ——管道的重要性系数；
 γ_G ——永久荷载分项系数；
 γ_Q ——可变荷载分项系数；
 ϕ_n ——地面作用传递至管顶压力的准永久值系数；
 ϕ_c ——管道强度计算的荷载组合系数；
 η ——管道压力计算调整系数；
 η_E ——管材弹性模量的长期性能调整系数。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 埋地塑料给水管道系统所用的管材、管件、及配件及相关材料卫生性能应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的有关规定。

3.1.2 管道系统中与管材连接的管件和橡胶密封圈、胶粘剂等配件应配套供应。

3.2 质 量 要 求

3.2.1 管道系统中的管材应符合下列规定：

1 聚乙烯 (PE) 管材应符合现行国家标准《给水用聚乙烯 (PE) 管材》GB/T 13663 的有关规定，且耐快速裂纹扩展和耐慢速裂纹增长性能应符合表 3.2.1 的要求。

表 3.2.1 耐快速裂纹扩展和耐慢速裂纹增长性能

序号	性能	要求	试验参数	试验方法
1	耐快速裂纹扩展 (RCP)	$P_{CT,SI} = M(OP) / 2.1 - 0.072$ (MPa)	0℃	《流体输送用热塑性塑料管材 耐快速裂纹扩展 (RCP) 的测定 小尺寸稳态试验 (SI 试验)》GB/T 19280
2	耐慢速裂纹增长： $e_n \leq 5\text{mm}$ (锥体试验)	$< 10\text{mm} \cdot 24\text{h}$	80℃	《聚乙烯管材 耐慢速裂纹增长锥体试验方法》GB/T 19279
	耐慢速裂纹增长： $e_n > 5\text{mm}$ (切口试验)	$\geq 500\text{h}$ 无破坏、 无渗漏	PE80, SDR11, 80℃, 0.8MPa (试验压力) PE100, SDR11, 80℃, 0.92MPa (试验压力)	《流体输送用聚乙烯管材 耐裂纹扩展的测定 切口管材裂纹慢速增长的试验方法 (切口试验)》GB/T 18476

2 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材应符合现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材》GB/T 10002.1 的有关规定。

3 给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材应符合现行行业标准《给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材及管件》CJ/T 272 的有关规定。

4 钢骨架聚乙烯塑料复合管材应符合现行行业标准《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 123 的有关规定。

5 孔网钢带聚乙烯复合管材应符合现行行业标准《给水用孔网钢带聚乙烯复合管》CJ/T 181 的有关规定。

6 钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管材应符合现行行业标准《钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管材及管件》CJ/T 189 的有关规定。

3.2.2 管道系统中采用的塑料管件应符合下列规定：

1 聚乙烯 (PE) 管件应符合现行国家标准《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统 第2部分：管件》GB/T 13663.2 的有关规定。

2 聚乙烯 (PE) 柔性承插式管件应符合现行行业标准《给水用聚乙烯 (PE) 柔性承插式管件》QB/T 2892 的有关规定。

3 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管件应符合现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管件》GB/T 10002.2 的规有关定。

4 抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管件应符合现行行业标准《给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材及管件》CJ/T 272 的有关规定。

5 钢骨架聚乙烯塑料复合管件应符合现行行业标准《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 124 的有关规定。

6 钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管件应符合现行行业标准《钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管材及管件》CJ/T 189 的有关规定。

3.2.3 管道系统当采用球墨铸铁管件时，管件性能应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的有关规定。

3.2.4 管道系统使用的橡胶密封圈宜采用三元乙丙橡胶 (EPDM)、丁腈橡胶 (NBR) 或硅橡胶, 并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/T 21873 的有关规定, 且橡胶密封圈的邵氏硬度宜为 50 ± 5 ; 伸长率应大于 400%; 拉伸强度不应小于 16MPa; 永久变形不应大于 20%; 老化系数不应小于 0.8 (70°C 、144h)。

3.2.5 管道系统使用的聚氯乙烯胶粘剂应符合现行行业标准《硬聚氯乙烯 (PVC-U) 塑料管道系统用溶剂型胶粘剂》QB/T 2568 的有关规定。

3.3 设计计算参数

3.3.1 埋地塑料给水管道的材料弹性模量可按表 3.3.1 的规定取值。

表 3.3.1 埋地塑料给水管道的材料弹性模量

管道名称		弹性模量 (MPa)
聚乙烯 (PE) 管	PE80	800
	PE100	1000
聚氯乙烯 (PVC) 管	PVC-U	3000
	PVC-M	

3.3.2 钢塑复合给水管道的金属材料的弹性模量可按表 3.3.2 的规定取值。

表 3.3.2 钢塑复合给水管道的金属材料的弹性模量

管道名称	弹性模量 (MPa)
钢管架聚乙烯塑料复合管	2.06×10^5
孔网钢带聚乙烯复合管	
钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管	

3.3.3 聚乙烯 (PE) 管、聚氯乙烯 (PVC) 管和钢塑复合管温度对压力折减系数 (f_t) 可按表 3.3.3-1~表 3.3.3-3 的规定取值。

表 3.3.3-1 聚乙烯 (PE) 管温度对压力折减系数

温度 T ($^{\circ}\text{C}$)	$0 < T \leq 20$	$20 < T \leq 25$	$25 < T \leq 30$	$30 < T \leq 35$	$35 < T \leq 40$
压力折减系数 f_t	1.00	0.93	0.87	0.80	0.71

表 3.3.3-2 聚氯乙烯 (PVC) 管温度对压力折减系数

温度 T ($^{\circ}\text{C}$)	$0 < T \leq 25$	$25 < T \leq 35$	$35 < T \leq 45$
压力折减系数 f_t	1.00	0.80	0.63

表 3.3.3-3 钢塑复合管温度对压力折减系数

温度 T ($^{\circ}\text{C}$)	$0 < T \leq 20$	$20 < T \leq 30$	$30 < T \leq 40$	$40 < T \leq 50$
压力折减系数 f_t	1.00	0.95	0.90	0.86

3.3.4 管道的材料密度、当量粗糙度、泊桑比、线膨胀系数可按表 3.3.4 的规定取值。

表 3.3.4 管道的材料密度、当量粗糙度、泊桑比、线膨胀系数

管道名称		密度 (kg/m^3)	当量粗糙度 (mm)	泊桑比	线膨胀系数 ($\text{m}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$)
聚乙烯 (PE) 管	PE80	950	0.01	0.45	18×10^{-5}
	PE100				
聚氯乙烯 (PVC) 管	PVC-U	1400	0.01	0.40	7×10^{-5}
	PVC-M				

3.3.5 管道的材料拉伸强度设计值应按表 3.3.5 的规定取值。

表 3.3.5 管道的材料拉伸强度设计值

管道名称	拉伸强度设计值 (MPa)
聚乙烯 (PE) 管	PE80 6.3
	PE100 8.0
聚氯乙烯 (PVC) 管	PVC-U 15.6
	PVC-M 17.5

3.3.6 管道的材料弯曲强度设计值应按表 3.3.6 的规定取值。

表 3.3.6 管道的材料弯曲强度设计值

管道名称		弯曲强度设计值 (MPa)
聚乙烯 (PE) 管	PE80	16.0
	PE100	
聚氯乙烯 (PVC) 管	PVC-U	20.3
	PVC-M	

3.4 运输与贮存

3.4.1 埋地塑料给水管材、管件的运输应符合下列规定：

1 管材搬运时应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖。当采用机械设备吊装时，应采用非金属绳或带吊装。

2 管材运输时应水平放置，采用非金属绳或带捆扎和固定，并应采取防止管口变形的保护措施。堆放处不得有损伤管材的尖凸物，并应有防晒、防高温措施。

3 管件运输时，应逐层叠放整齐、固定牢靠，并应有防雨淋措施。

3.4.2 埋地塑料给水管材、管件的贮存应符合下列规定：

1 管材、管件宜存放在通风良好的库房或棚内，并远离热源；管材露天存放应有防晒措施。

2 管材、管件不得与油类或化学品混合存放，库区应有防火措施。

3 管材应水平堆放在平整的支撑物或地面上，并应采取防止管口变形的保护措施。当直管采用梯形堆放或两侧加支撑保护的矩形堆放时，堆放高度不宜大于 1.5m；当直管采用分层货架存放时，每层货架高度不宜大于 1m，堆放总高度不宜大于 3m。

4 管件应成箱贮存存放在货架上或叠放在平整地面上；当成箱叠放时，堆放高度不宜超过 1.5m。

5 管材、管件存放时，应按不同规格尺寸和不同类型分别

存放，并应遵守先进先出原则。

3.4.3 埋地塑料给水管材、管件不宜长期存放。管材从生产到使用的存放时间不宜超过 18 个月，管件从生产到使用的存放时间不宜超过 24 个月。超过上述期限，宜对管材、管件的物理力学性能重新进行抽样检验，合格后方可使用。

4 管道系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 埋地塑料给水管道系统设计除应符合本章规定外,尚应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的有关规定。

4.1.2 管道应按管土共同工作的模式进行内力分析。

4.1.3 管道设计使用年限不应低于 50 年,结构安全等级不应低于二级。

4.1.4 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,尚应采用分项系数设计表达式进行计算。

4.1.5 管道不应采用刚性管基基础。对设有混凝土保护外壳结构的塑料给水管道,混凝土保护结构应承担全部外荷载。

4.1.6 管道系统设计内水压力不应大于管材最大工作压力。管道的最大工作压力应按下式计算:

$$MOP = PN \cdot f_t \quad (4.1.6)$$

式中: MOP ——管道的最大工作压力 (MPa);

PN ——管道的公称压力 (MPa);

f_t ——管道的温度对压力的折减系数,应按本规程表 3.3.3-1~表 3.3.3-3 的规定选取。

4.1.7 管道系统正常工作状态下,不同管道设计内水压力标准值计算应符合下列规定:

1 聚乙烯 (PE) 管和聚氯乙烯 (PVC) 管的设计内水压力标准值应按下式计算:

$$F_{wd,k} = 1.5F_{wk} \quad (4.1.7-1)$$

式中: $F_{wd,k}$ ——管道的设计内水压力标准值 (MPa);

F_{wk} ——管道的工作压力标准值 (MPa)。

2 钢塑复合管的设计内水压力标准值应按下列公式计算:

$$F_{wd,k} \geq 0.9 \text{ MPa} \quad (4.1.7-2)$$

$$F_{wd,k} = F_{wk} + 0.5 \quad (4.1.7-3)$$

4.1.8 钢塑复合管 (管径不大于 630mm) 的压力等级可按设计内水压力标准值的 1.2 倍以上选取。

4.1.9 聚乙烯给水管道系统中采用聚乙烯管材焊制而成的焊制管件时,应符合下列规定:

1 焊制管件应在工厂预制。

2 焊制弯头的每段管材切割角不应大于 15° 。切割角小于等于 7.5° 时,管件压力折减系数宜取 1.0;切割角大于 7.5° 时,管件压力折减系数宜取 0.8。

3 焊制三通管件的压力折减系数宜取 0.5。

4.1.10 管道应有削减水锤的措施。

4.1.11 管道敷设时应随走向设置示踪装置;距管顶不小于 300mm 处宜设置警示带 (板),并应有“给水管道”等醒目提示字样。

4.2 管道布置和敷设

4.2.1 管道不得穿越建筑物基础。

4.2.2 管道不得在雨污水检查井及排水管道内穿越。

4.2.3 管道敷设在冰冻风险地区时,应采取防冻措施。

4.2.4 管道埋设的最小覆土深度应符合下列规定:

1 埋设在机动车道下,不宜小于 1.0m。

2 埋设在非机动车道和人行道下,不宜小于 0.6m。

4.2.5 管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距,应符合表 4.2.5-1 和表 4.2.5-2 的规定,并应确保给水管道周围土温度不高于 40°C 。当直埋蒸汽热力管道保温层外壁温度低于 60°C 时,水平净距可减半。

表 4.2.5-1 管道与热力管道之间的水平净距 (m)

直埋热力管	热水	≥ 1.0
	蒸汽	≥ 2.0
热力管沟		≥ 1.0 (至沟外壁)

表 4.2.5-2 管道与热力管道之间的垂直净距 (m)

给水管在热力直埋管上方	≥ 0.5 (加套管, 从套管外壁计)
给水管在热力直埋管下方	≥ 1.0 (加套管, 从套管外壁计)
给水管在热力管沟上方	≥ 0.1 或 ≥ 0.2 (加套管, 从套管外壁计)
给水管在热力管沟下方	≥ 0.3 (加套管, 从套管外壁计)

管道与其他管线及建(构)筑物之间的水平净距和垂直净距,应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。

4.2.6 在住宅小区、工业园区及工矿企业内敷设的给水管道,当公称直径小于等于 200mm 时,可沿建筑物周围布置,且与外墙(柱)净距不宜小于 1.00m;当公称直径大于 200mm 时,与外墙(柱)净距应为 3.00m。

4.2.7 管道系统中采用刚性连接的管道末端与金属管道连接时,连接处宜设置锚固措施。

4.2.8 管道穿越高等级路面、高速公路、铁路和主要市政管线设施时,宜垂直穿越,并应采用钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管等作为保护套管。套管内径不得小于穿越管外径加 200mm,且应与相关单位协调。

4.2.9 管道通过河流时,可采用河底穿越,并应符合下列规定:

- 1 管道应避免锚地,管内流速应大于不淤流速。
- 2 管道应设有检修和防止冲刷破坏的保护设施。

3 管道至河床的覆土深度,应根据水流冲刷、航运状况、疏浚的安全余量等条件确定。不通航的河流覆土深度不应小于 1.0m;通航的河流覆土深度不应小于 2.0m,同时还应考虑疏浚和抛锚深度。

4 管道埋设在通航河道时,在河流两岸管道位置的上、下游应设立警示标志。

4.3 管道水力计算

4.3.1 管道总水头损失可按下式计算:

$$h_z = h_y + h_i \quad (4.3.1)$$

式中: h_z ——管道总水头损失 (m);

h_y ——管道沿程水头损失 (m);

h_i ——管道局部水头损失 (m)。

4.3.2 管道沿程水头损失可按下列公式计算:

$$h_y = \lambda \frac{L}{d_i} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4.3.2-1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta}{3.72 d_i} \right] \quad (4.3.2-2)$$

$$Re = \frac{v d_i}{\gamma} \quad (4.3.2-3)$$

$$\gamma = \frac{0.01775}{1 + 0.0337T + 0.00022T^2} \times 10^{-1} \quad (4.3.2-4)$$

式中: λ ——管道水力摩阻系数;

L ——管段长度 (m);

d_i ——管道内径 (m);

v ——管道内水流的平均流速 (m/s);

g ——重力加速度 (m/s^2), 取 $9.81 m/s^2$;

Δ ——管道当量粗糙度 (m), 可取 $0.010 \times 10^{-3} m \sim 0.013 \times 10^{-3} m$;

Re ——雷诺数;

γ ——水的运动黏滞度 (m^2/s);

T ——水温 ($^{\circ}C$)。

4.3.3 管道局部水头损失可按下式计算:

$$h_i = \sum \frac{\xi v^2}{2g} \quad (4.3.3)$$

式中： ζ ——管道局部阻力系数。

当计算资料不足时，市政给水管网管道局部水头损失可按管网沿程水头损失的8%~12%计算；住宅小区给水管网管道局部水头损失可按管网沿程水头损失的12%~18%计算。

4.4 管道结构设计

4.4.1 管道上的荷载作用分类、作用标准值、代表值和准永久值系数均应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332的有关规定。

4.4.2 管道的结构设计文件应包括管材规格、管道基础、连接构造，以及对管道工程各部位回填土的技术要求。

4.4.3 管道结构的内力分析，均应按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所引起的塑性内力重分布。

4.4.4 管道在荷载作用下管壁极限承载力强度应满足下式要求：

$$\gamma_0(\psi_c\sigma_p + \alpha_1 r_c \sigma_m) \leq f_t \cdot f_p \quad (4.4.4-1)$$

$$\alpha_1 = f_p / f_m \quad (4.4.4-2)$$

$$r_c = 1 - F_{wk}/3 \quad (4.4.4-3)$$

式中： γ_0 ——管道的重要性系数；对于输水管道，当单线输水且无调蓄设施时应取1.1，当双线输水时应取1.0；对于给水配水管道应取1.0；

ψ_c ——管道强度计算的荷载组合系数，取0.9；

σ_p ——管道内设计压力作用下，管壁环向拉应力设计值(MPa)；

α_1 ——管材拉伸强度设计值与弯曲强度设计值的比值；

r_c ——管道的压力影响系数；

σ_m ——管道在外压力作用下，管壁最大的环向弯曲应力设计值(MPa)；

f_t ——管道的温度对压力的折减系数，应按本规程表3.3.3-1~表3.3.3-3的规定取值；

f_p ——管材拉伸强度设计值 (MPa), 应按本规程表 3.3.5 的规定取值;

f_m ——管材弯曲强度设计值 (MPa), 按本规程表 3.3.6 的规定取值。

4.4.5 管道内设计内水压力产生的管壁环向拉应力可按下列式计算:

$$\sigma_p = \frac{\gamma_Q \eta F_{w,k} D_0}{2t} \quad (4.4.5)$$

式中: γ_Q ——可变荷载分项系数, 此处为管道的内水压力分项系数, 应取 1.4;

η ——管道压力计算调整系数, 聚乙烯 (PE) 管道可取 0.8, 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管道可取 1.0, 抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管道可取 0.9;

D_0 ——管道计算直径 (mm), 即管道外径减壁厚;

t ——管壁计算厚度 (mm)。

4.4.6 管道在外压力作用下, 管壁最大的环向弯曲应力可按下列公式计算:

$$\sigma_m = 0.88 D_t E_p \frac{t(\gamma_G q_{w,k} + \gamma_Q q_{v,k}) D_1 K_d}{D_0^3 (8SN + 0.061 E_d)} \quad (4.4.6-1)$$

$$SN = \frac{E_p I_p}{D_0^3} \quad (4.4.6-2)$$

式中: D_t ——管道的形状系数, 可按表 4.4.6-1 的规定采用;

E_p ——管材的弹性模量 (MPa);

γ_G ——永久荷载分项系数, 此处为管道顶覆土荷载分项系数, 应取 1.27;

$q_{w,k}$ ——管顶单位面积竖向土压力标准值 (N/mm²);

γ_Q ——可变荷载分项系数, 此处为管道顶地面荷载分项系数, 应取 1.40;

$q_{v,k}$ ——地面作用传递至管顶的压力标准值 (N/mm²);

D_1 ——管材的外径 (mm);

E_d ——管侧土的综合变形模量 (MPa), 可按本规程附录 A 的规定取值;

K_d ——竖向压力作用下管道的竖向变形系数, 应根据管底土弧基础的中心角按表 4.4.6-2 的规定确定;

SN ——管道的刚度等级 (N/mm^2);

I_p ——管壁纵向截面单位长度截面惯性矩 (mm^4/mm)。

表 4.4.6-1 管道的形状系数

管材环刚度 (kN/m^2)	2.5	4	5	6.3	8	10	12.5	15	16
砾石	压实系数 ≥ 0.90	5.5	4.8	4.5	4.2	4.0	3.8	3.5	3.1
砂	压实系数 ≥ 0.90	6.5	5.8	5.5	5.4	4.8	4.5	4.1	3.4

表 4.4.6-2 竖向压力作用下管道的竖向变形系数

土弧基础中心角	20°	60°	90°	120°	150°
变形系数 K_d	0.109	0.103	0.096	0.089	0.085

4.4.7 当管道公称直径不大于 630mm 时, 管壁极限承载力强度计算中, 可不考虑外压荷载效应。

4.4.8 当管道埋设在地下水或地表水位以下时, 应根据地下水位和管道覆土条件验算抗浮稳定性, 并应符合下式要求:

$$\frac{\sum F_{cik}}{F_l} \geq K_f \quad (4.4.8)$$

式中: $\sum F_{cik}$ ——各项永久作用形成的抗浮作用标准值之和 (kN);

F_l ——管道所受浮托力标准值 (kN);

K_f ——抗浮稳定性抗力系数, K_f 不应小于 1.1。

4.4.9 管道应根据各项作用的不利组合, 验算管壁截面的环向稳定性。验算时各项作用均应取标准值, 并应符合下式要求:

$$F_{cr,k} \geq K_{st}(F_{s,k} + q_{vk} + F_{vk}) \quad (4.4.9)$$

式中: $F_{cr,k}$ ——管壁截面环向失稳的临界压力 (N/mm^2);

K_{st} ——管壁截面环向稳定性抗力系数, K_{st} 不应小于 2.0;

$F_{sv,k}$ ——管顶处的竖向土压力标准值 (N/mm^2);

q_{vk} ——地面作用传递至管顶的压力标准值 (N/mm^2);

F_{vk} ——管道内的真空压力标准值 (N/mm^2)。

4.4.10 管道管壁截面环向失稳的临界压力应按下列公式计算:

$$F_{cr,k} = \frac{2\eta E_p(n^2 - 1)}{(SDR - 1)(1 - \nu_p^2)} + \frac{E_d}{2(n^2 - 1)(1 + \nu_s^2)} \quad (4.4.10)$$

式中: η ——管材弹性模量的长期性能调整系数; 对于不同管材应分别取值, 聚乙烯 (PE) 管材可取 0.25, 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材可取 0.45, 抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管道可取 0.5;

E_p ——管材的弹性模量 (MPa);

n ——管壁失稳时的褶皱波数, 其取值应使管壁截面环向失稳的临界压力 ($F_{cr,k}$) 为最小值, 并应为大于等于 2.0 的整数;

SDR ——管材的标准尺寸比, 即管材的公称直径与公称壁厚之比 (经圆整);

ν_p ——管材的泊桑比, 对于不同管材应分别取值, 聚乙烯 (PE) 管材可取 0.45, 聚氯乙烯 (PVC) 管材可取 0.40;

E_d ——管侧土的综合变形模量 (MPa);

ν_s ——管侧土体的泊桑比, 根据土工试验确定。

4.4.11 管道采用承插式接口时, 敷设方向改变处应采取抗推力措施, 并进行抗滑稳定验算, 应符合下列公式要求:

$$E_{pk} - E_{sk} + F_{fk} \geq K_s F_{pw,k} \quad (4.4.11-1)$$

$$p \leq f_s \quad (4.4.11-2)$$

$$p_{min} \geq 0 \quad (4.4.11-3)$$

$$p_{max} \leq 1.2 f_s \quad (4.4.11-4)$$

式中: E_{pk} ——作用在支墩抗推力一侧的被动土压力合力标准值 (kN), 可按朗金土压力公式计算;

E_{ak} ——作用在支墩推力一侧的主动土压力合力标准值 (kN)，可按朗金土压力公式计算；

F_{fk} ——支墩底部滑动平面上的摩擦阻力标准值 (kN)，只计入永久作用形成的摩擦阻力；

K_s ——抗滑稳定性抗力系数，应大于 1.5；

$F_{pw,k}$ ——在设计内水压力标准值作用下，管道承受的推力标准值 (kN)；

p ——支墩作用在地基上的平均压力 (kPa)；

f_a ——经过深度修正的地基承载力特征值 (kPa)，按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定采用；

p_{min} ——支墩作用在地基上的最小压力 (kPa)；

p_{max} ——支墩作用在地基上的最大压力 (kPa)。

4.4.12 管道在作用效应准永久组合下的最大长期竖向变形应符合下式要求：

$$w_{d,max} \leq 0.05D_0 \quad (4.4.12)$$

式中： $w_{d,max}$ ——管道在作用效应准永久组合下的最大长期竖向变形 (mm)；

D_0 ——管道计算直径 (mm)，即管道外径减壁厚。

4.4.13 管道在土压力和地面荷载作用下产生的最大长期竖向变形可按下式计算：

$$w_{d,max} = \frac{D_1(q_{sv,k} + \psi_1 q_{vk})D_1 K_d}{8\eta_e SN + 0.061E_d} \quad (4.4.13)$$

式中： D_1 ——变形滞后效应系数，可取 1.2~1.5；

$q_{sv,k}$ ——管顶单位面积竖向土压力标准值 (kN/m²)；

ψ_1 ——地面作用传递至管顶压力的准永久值系数；

q_{vk} ——地面作用传递至管顶的压力标准值 (kN/m²)；

D_1 ——管材的外径 (m)；

K_d ——竖向压力作用下管道的竖向变形系数，应根据管底土弧基础的中心角按本规程表 4.4.6-2 确定；

η ——管材弹性模量的长期性能调整系数,对于不同管材应分别取值:聚乙烯(PE)管材可取0.25,硬聚氯乙烯(PVC-U)管材可取0.45,抗冲改性聚氯乙烯(PVC-M)管道可取0.5;

SN ——管材的刚度等级(N/mm^2);

E_d ——管侧土的综合变形模量(MPa)。

4.4.14 埋地塑料给排水管道接口的连接方式应根据管道的受力状态、管道沿线工程地质条件等因素,按本规程第5.3节的有关规定确定。

4.4.15 管道应采用中、粗砂铺垫的人工土弧基础。管底以下部分人工土弧基础厚度应符合下式要求:

$$h_d \geq 0.1(1 + d_n) \quad (4.4.15)$$

式中: h_d ——管底以下部分人工土弧基础厚度(m),不宜小于150mm;

d_n ——管材公称直径(m)。

4.4.16 管道管底以上部分人工土弧基础的尺寸,应根据工程结构计算的支承角值增加 30° 确定,人工土弧基础的支承角不宜小于 90° 。

4.4.17 管道的管周围回填土的压实系数,应在有关设计文件中明确规定。管底以下部分人工土弧基础的压实系数应控制在0.85~0.90;管底以上部分人工土弧基础和管两侧胸腔部分的回填土压实系数不应小于0.95。

4.4.18 埋地塑料给排水管道系统中采用承插式弹性密封圈柔性连接时,可不进行管道纵向温度变形计算,其他连接形式均应进行管道纵向温度变形计算。管道由温差产生的纵向变形量可按下式计算:

$$\Delta L = C_p \cdot L \cdot \Delta t \quad (4.4.18)$$

式中: ΔL ——由温差产生的纵向变形量(m);

C_p ——管材线膨胀系数($m/(m \cdot ^\circ C)$);

L ——管段长度(m);

Δt ——管壁处施工安装与运行使用中的最大温度差 (°C)。

4.5 管道附件和支墩

4.5.1 当管道系统采用柔性连接时,在水平或垂直向转弯处、改变管径处及三通、四通、端头和阀门处,应根据管道设计内水压力计算管道轴向推力。当轴向推力大于管道外部土体的支承强度和管道纵向四周土体的摩擦力时,应设置止推墩。

4.5.2 管道推力计算应符合下列规定:

1 管道端头及正三通处推力 P_T 可按下式计算:

$$P_T = 0.785 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd,k} \quad (4.5.2-1)$$

式中: P_T ——埋地塑料给水管道对支墩产生的推力 (N);

d_n ——管材公称直径 (m)。

2 管道水平方向弯头处推力 (图 4.5.2-1) P_T 可按下式计算:

$$P_T = 1.57 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd,k} \cdot \sin(\alpha/2) \quad (4.5.2-2)$$

3 管道水平方向三通处推力 (图 4.5.2-2) P_T 可按下式计算:

$$P_T = 0.785 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd,k} \cdot \sin\alpha \quad (4.5.2-3)$$

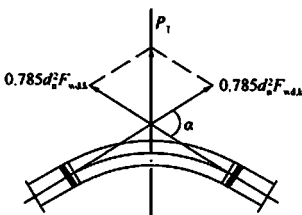


图 4.5.2-1 管道水平方向
弯头推力图

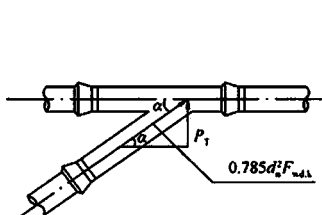


图 4.5.2-2 管道水平方向
三通推力图

4 渐缩管轴向推力 P_T 可按下式计算:

$$P_T = 0.785 \cdot (d_{n1}^2 - d_{n2}^2) \cdot F_{wd.k} \quad (4.5.2-4)$$

式中: d_{n1} ——进水处大管外径;

d_{n2} ——出水处小管外径。

5 管道垂直方向上弯弯头及下弯弯头推力 (图 4.5.2-3)

P_T , 及其水平和垂直方向分力 P_{T1} 、 P_{T2} 可按下列公式计算:

$$P_T = 1.57 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd.k} \cdot \sin(\alpha/2) \quad (4.5.2-5)$$

$$P_{T1} = P_T \cdot \sin(\alpha/2) \quad (4.5.2-6)$$

$$P_{T2} = P_T \cdot \cos(\alpha/2) \quad (4.5.2-7)$$

式中: P_{T1} ——推力 P_T 在水平方向分力 (N);

P_{T2} ——推力 P_T 在垂直方向分力 (N)。

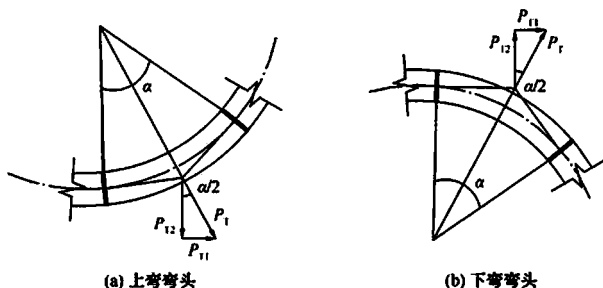


图 4.5.2-3 管道垂直方向上弯弯头及下弯弯头推力图

4.5.3 柔性连接的管道敷设坡度大于 1:6 时, 应浇筑混凝土防滑墩。防滑墩间距可按表 4.5.3 的规定采用。

表 4.5.3 防滑墩间距

管道坡度 i (高:宽)	间 距
$1:6 \leq i < 1:5$	每隔 4 根管子
$1:5 \leq i < 1:4$	每隔 3 根管子
$1:4 \leq i < 1:3$	每隔 2 根管子
$i \geq 1:3$	每隔 1 根管子

4.5.4 管道上设置的阀门、消火栓、排气阀等管道附件，其重量不得由管道支承，应设置固定墩。固定墩应有足够的体积和稳定性，并应有锚固装置固定附配件。

5 管道工程施工

5.1 一般规定

5.1.1 埋地塑料给水管道系统工程施工除应符合本章规定外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

5.1.2 管道施工前，施工单位应编制施工组织设计，并应按规定程序审批后实施。

5.1.3 管道连接的施工人员应经专业技术培训后方可上岗。

5.1.4 埋地塑料给水管材、管件进场时应进行检验，并应符合现行国家标准《城镇给水排水技术规范》GB 50788 的有关规定。当对质量存在异议时，应委托第三方进行复检。

5.1.5 施工现场材料堆放、管道安装用地、施工用电应满足工程施工的需要。

5.1.6 管道连接前，应将管材沿管线方向排放在沟槽边。当采用承插连接时，插口插入方向应与水流方向一致。

5.1.7 管道系统的胶粘剂连接、热熔对接、电熔连接，宜在沟边分段连接；承插式密封圈连接、法兰连接、钢塑转换接头连接，宜在沟底连接。

5.1.8 管道连接时，应清理管道内杂物。每日完工和安装间断时，管口应采取临时封堵措施。

5.1.9 管道连接完成后，应检查接头质量。不合格时应返工，返工后应重新检查接头质量。

5.1.10 管道在地下水位较高的地区或雨期施工时，应采取降低水位或排水措施，并应及时清除沟内积水。管道在漂浮状态下不得回填。

5.1.11 管道系统应在管段覆土 1d~2d 后进行闭合连接。闭合

连接时施工现场环境温度不宜超过 20℃，南方地区夏季施工宜在夜间低温时段进行。

5.2 沟槽开挖与地基处理

5.2.1 沟槽开挖前，应复核设置的临时水准点、管道轴线控制桩和高程桩。

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

5.2.3 沟槽侧向的堆土位置距槽口边缘不宜小于 1.0m，且堆土高度不宜大于 1.5m。

5.2.4 沟槽底部的开挖宽度应符合设计要求。当设计无要求时，可按下列公式计算：

1 沟底连接：

1) 单管敷设：

$$B = D_1 + 2(b_1 + b_2) \quad (5.2.4-1)$$

式中：B——管道沟槽底部的开挖宽度 (mm)；

D_1 ——管材的外径 (mm)；

b_1 ——管道一侧的工作面宽度 (mm)，可取 200mm～300mm；当沟槽底需设排水沟时， b_1 应按排水沟要求相应增加；

b_2 ——有支撑要求时，管道一侧的支撑厚度，可取 150mm～200mm。

2) 双管同沟敷设：

$$B = D_1 + D_2 + S + 2(b_1 + b_2) \quad (5.2.4-2)$$

式中：S——两管之间的设计净距 (mm)。

2 沟边连接：

1) 单管敷设：

$$B = D_1 + 300 \quad (5.2.4-3)$$

2) 双管同沟敷设：

$$B = D_1 + D_2 + S + 300 \quad (5.2.4-4)$$

5.2.5 沟槽的开挖应控制基底高程，不得扰动基底原状土层。基底设计标高以上 200mm~300mm 的原状土，应在铺管前用人工清理至设计标高。槽底遇有尖硬物体时，应清除，并应用砂石回填处理。

5.2.6 地基基础宜为天然地基。当天然地基承载力不能满足要求或遇不良地质情况时，应按设计要求进行加固处理。

5.2.7 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不小于 150mm 中、粗砂基础层。

2 对软土地基，当地基承载能力不满足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，达到规定的地基承载能力后，再铺垫不小于 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。

4 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，且土工布单位面积质量不宜小于 250g/m²。

5 在同一敷设区段内，当地基刚度相差较大时，应采用换填垫层或其他措施减少塑料给水管道的差异沉降，垫层厚度应视场地条件确定，但不应小于 300mm。

5.2.8 当遇槽底局部超挖或基底发生扰动时，地基处理应符合下列规定：

1 超挖深度小于 150mm 时，可采用挖槽原土回填夯实，其压实系数不应低于原地基土的密实度。

2 槽底地基土含水量较大，不适宜压实时，应换填天然级配砂石或最大粒径小于 40mm 的碎石整平夯实。

5.2.9 当排水不良造成地基基础扰动时，地基处理应符合下列规定：

1 扰动深度在 100mm 以内时,宜填天然级配砂石或砂砾处理。

2 扰动深度在 300mm 以内,但下部坚硬时,宜填卵石或最大粒径小于 40mm 的碎石,再用砾石填充空隙整平夯实。

5.3 管道连接

5.3.1 管道连接前应按设计要求核对管材、管件及管道附件,并应在施工现场进行外观质量检查。

5.3.2 不同种类管道的常用连接方式可按表 5.3.2 的规定采用。其他连接方式在安全可靠得到验证后,也可使用。

表 5.3.2 不同种类管道的常用连接方式

管道类型		柔性连接	刚性连接				
		承插式密封圈连接	胶粘剂连接	热熔对接连接	电熔连接	法兰连接	钢塑转换接头连接
聚乙烯 (PE) 管	PE80 管	√ ¹	—	√	√	√	√
	PE100 管						
聚氯乙烯 (PVC) 管	硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	√	√ ²	—	—	√	—
	抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管						
钢塑复合 (PSP) 管	钢骨架聚乙烯塑料复合管	—	—	—	√	√	—
	孔网钢带聚乙烯复合管	—	—	—	√ ³	√	—
	钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管	—	—	—	√ ³	√	—

注: 1 表中“√”表示可采用;“—”表示不推荐采用。

2 表中①承口端需采用刚度加强,且仅适用于公称直径 90mm~315mm 的管道。

3 表中②胶粘剂连接仅适用于公称直径不大于 225mm 的聚氯乙烯管道。

4 表中③一般场合可单独采用电熔连接,特殊场合需热熔对接连接+电熔连接。

5.3.3 管道系统的连接，应根据不同连接形式选用专用的连接工具，不得采用螺纹连接。连接时，不得采用明火加热。

5.3.4 管道连接时，管材的切割应采用专用割刀或切管工具，切割端面应平整并垂直于管轴线。钢塑复合管切割后，应采用聚烯烃材料封焊端面，不得使用端面未封焊的管材。

5.3.5 管道连接的环境温度宜为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。在环境温度低于 -5°C 或风力大于5级的条件下进行连接操作时，应采取保温、防风措施，并应调整连接工艺；在炎热的夏季进行连接操作时，应采取遮阳措施。

5.3.6 当管材、管件存放处与施工现场环境温差较大时，连接前应将管材、管件在施工现场放置一定时间，使其温度接近施工现场环境温度。

5.3.7 埋地聚乙烯给水管道系统的连接应符合下列规定：

1 聚乙烯管材、管件的连接应采用热熔对接连接、电熔连接（电熔承插连接、电熔鞍形连接）或承插式密封圈连接；聚乙烯管材与金属管或金属附件连接，应采用法兰连接或钢塑转换接头连接。

2 公称直径小于90mm的聚乙烯管道系统连接宜采用电熔连接。

3 不同级别和熔体质量流动速率差值大于 $0.5\text{g}/10\text{min}$ （ 190°C ，5kg）的聚乙烯管材、管件和管道附件，以及SDR不同的聚乙烯管道系统连接时，应采用电熔连接。

4 承插式密封圈连接仅适用于公称直径90mm~315mm聚乙烯管道系统。承插式管件性能应符合现行行业标准《给水用聚乙烯（PE）柔性承插式管件》QB/T 2892的有关规定，且管件承口部位应采取加强刚度措施，连接件应通过了系统适应性试验。

5.3.8 埋地聚氯乙烯给水管道系统的连接应符合下列规定：

1 聚氯乙烯管材、管件连接应采用承插式密封圈柔性连接或胶粘剂刚性连接；聚氯乙烯管材与金属管或金属附件连接应采

用法兰连接。

2 承插式密封圈连接适用于公称直径 d_n 不小于 63mm 的聚氯乙烯管道系统。

3 胶粘剂连接适用于公称直径 d_n 不大于 225mm 的聚氯乙烯管道系统。

5.3.9 承插式密封圈连接操作应符合下列规定：

1 连接前，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应插入承口的深度，插口端面与承口底部间应留出伸缩间隙，伸缩间隙的尺寸应由管材供应商提供，管材供应商无明确要求的宜为 10mm。插口管端应加工倒角，倒角后坡口管壁厚不应小于 0.5 倍管壁厚，倒角宜为 15° 。确认插入深度后应在插口外表面做出插入深度标记。

2 连接时，应先将承口内表面和插口外表面清洗干净，将橡胶圈放入承口凹槽内，不得扭曲。在承口内橡胶圈及插口外表面上应涂覆符合卫生要求的润滑剂，然后将承口、插口端面的中心轴线对正，一次插入至深度标记处。

3 公称直径不大于 200mm 的管道，可采用人工直接插入；公称直径大于 200mm 的管道，应采用机械安装，可采用 2 台专用工具将管材拉动就位，接口合拢时，管材两侧的专用工具应同步拉动。

5.3.10 承插式密封圈连接质量检验应符合下列规定：

1 插入深度应符合要求，管材上插入深度标记应处在承口端面平面上。

2 承口与插口端面的中心轴线应同心，偏差不应大于 1.0° 。

3 密封圈应正确就位，不得扭曲、外露和脱落；沿密封圈圆周各点与承口端面应等距，其允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$ 。

4 接口的插入端与承口环向间隙应均匀一致。

5.3.11 胶粘剂连接操作应符合下列规定：

1 粘接前，应对承口与插口松紧配合情况进行检验，并在插口外表面做出插入深度标记。

2 粘接时,应先将插口外表面和承口内表面清洗干净,不得有油污、尘土和水迹。

3 在承口、插口连接表面上用毛刷应涂上符合管材材性要求的专用胶粘剂。先涂承口内表面,后涂插口外表面,沿轴向由里向外均匀涂抹,不得漏涂或涂抹过量。

4 涂抹胶粘剂后,应立即校正对准轴线,将插口插入承口,至深度标记处,然后将插口管旋转 $1/4$ 圈,并应保持轴线平直,维持 $1\text{min}\sim 2\text{min}$ 。

5 插接完毕应及时将挤出接口的胶粘剂擦拭干净,静止固化。固化期间不得在连接件上施加任何外力,固化时间应符合设计要求或现场适用条件要求。

5.3.12 胶粘剂连接质量检验应符合下列规定:

1 插入深度应符合要求,管材上插入深度标记应处在承口端面平面上。

2 承口与插口端面的中心轴线应同心,偏差不应大于 1.0° 。

3 接口的插入端与承口环向间隙应满填胶粘剂。

5.3.13 热熔对接连接操作应符合下列规定:

1 应根据管材或管件的规格,选用夹具,将连接件的连接端伸出夹具,自由长度不应小于公称直径的 10% ,移动夹具使连接件端面接触,并校直对应的待连接件,使其在同一轴线上,错边不应大于壁厚的 10% 。

2 应将管材或管件的连接部位擦拭干净,并应铣削连接件端面,使其与轴线垂直;连续切屑平均厚度不宜大于 0.2mm ,切削后的熔接面不得污染。

3 连接件的端面应采用热熔对接连接设备加热,加热时间应符合设计要求或现场适用条件要求。

4 加热时间达到工艺要求后,应迅速撤出加热板,检查连接件加热面熔化的均匀性,不得有损伤;并应迅速用均匀外力使连接面完全接触,直至形成均匀一致的对称翻边。

5 在保压冷却期间不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

5.3.14 热熔对接连接质量检验应符合下列规定：

1 连接完成后，应对接头进行 100% 的翻边对称性、接头对正性检验和不少于 10% 的翻边切除检验。

2 翻边对称性检验的接头应具有沿管材整个圆周平滑对称的翻边，翻边最低处的深度（A）不应低于管材表面（图 5.3.14-1）。

3 接头对正性检验的焊缝两侧紧邻翻边的外圆周的任何一处错边量（V）不应超过管材壁厚的 10%（图 5.3.14-2）。

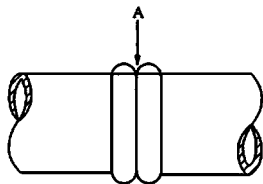


图 5.3.14-1 翻边对称性示意

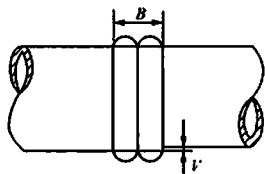


图 5.3.14-2 接头对正性示意

4 翻边切除检验应使用专用工具，并应在不损伤管材和接头的情况下，切除外部的焊接翻边（图 5.3.14-3），且应符合下列规定：

- 1) 翻边应是实心圆滑的，根部较宽（图 5.3.14-4）。
- 2) 翻边下侧不应有杂质、小孔、扭曲和损坏。

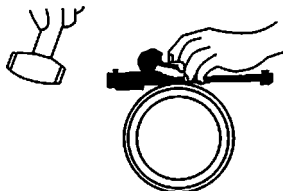


图 5.3.14-3 翻边切除示意

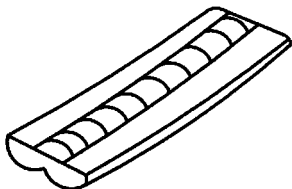


图 5.3.14-4 合格实心翻边示意

- 3) 每隔 50mm 应进行 180° 的背弯试验 (图 5.3.14-5), 且不应有开裂、裂缝, 接缝处不得露出熔合线。

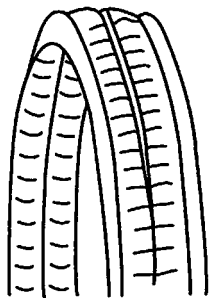


图 5.3.14-5 翻边背弯试验示意

5.3.15 电熔承插连接操作应符合下列规定:

- 1 应将连接部位擦拭干净, 并应在插口端划出插入深度标线。
- 2 当管材不圆度影响安装时, 应采用整圆工具进行整圆。
- 3 应将刮除氧化层的插口端插入承口内, 至插入深度标线位置, 并应检查尺寸配合情况。
- 4 通电前, 应校直两对应的连接件, 使其在同一轴线上, 并应采用专用工具固定接口部位。
- 5 通电电压、加热及冷却时间应符合设计要求或电熔管件供应商的要求。

6 电熔连接冷却期间, 不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

5.3.16 电熔承插连接质量检验应符合下列规定:

- 1 电熔管件端口处的管材周边应有明显刮皮痕迹和明显的插入长度标记。
- 2 接缝处不应有熔融料溢出。
- 3 电熔管件内电阻丝不应挤出 (特殊结构设计的电熔管件

除外)。

4 电熔管件上观察孔中应能看到有少量熔融料溢出，但溢料不得呈流淌状。

5.3.17 电熔鞍形连接操作应符合下列规定：

1 应采用机械装置固定于管连接部位的管段，使其保持直线度和圆度。

2 应将管材连接部位擦拭干净，并应采用刮刀刮除管材连接部位表皮氧化层。

3 通电前，应将电熔鞍形连接管件用机械装置固定在管材连接部位。

4 通电电压、加热及冷却时间应符合相关标准规定或电熔管件供应商的要求。

5 电熔连接冷却期间，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

5.3.18 电熔鞍形连接质量检验应符合下列规定：

1 电熔鞍形管件周边的管材上应有明显刮皮痕迹。

2 鞍形分支或鞍形三通的出口应垂直于管材的中心线。

3 管材壁不应塌陷。

4 熔融料不应从鞍形管件周边溢出。

5 鞍形管件上观察孔中应能看到有少量熔融料溢出，但溢料不得呈流淌状。

5.3.19 法兰连接操作应符合下列规定：

1 应首先将法兰盘套入待连接的塑料法兰连接件的端部。

2 塑料法兰连接件与塑料管连接应符合本规程第 5.3.2 条的有关规定。

3 两法兰盘上螺孔应对中，法兰面相互平行，螺栓孔与螺栓直径应配套，螺栓规格应一致，螺母应在同一侧。

4 紧固法兰盘上的螺栓应按对称顺序分次均匀紧固，螺栓拧紧后宜伸出螺母 1~3 丝扣。

5 法兰盘、紧固件应采用钢质法兰盘且应经过防腐处理，

并应达到原设计防腐要求。

6 金属端与金属管连接应符合金属管连接要求。

5.3.20 法兰连接质量检验应符合下列规定：

1 法兰接口的金属法兰盘应与管道同心，螺栓孔与螺栓直径应配套，螺栓应能自由穿入，螺栓拧紧后宜伸出螺母 1~3 丝扣。

2 法兰盘、紧固件应经防腐处理，并应符合原设计要求。

3 当管道公称直径小于或等于 315mm 时，法兰中轴线与管道中轴线的允许偏差应为 $\pm 1\text{mm}$ ；当管道公称直径大于 315mm 时，允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ 。

4 法兰面应相互平行，其允许偏差不应大于法兰盘外径的 1.5%，且不应大于 2mm；螺孔中心允许偏差不应大于孔径的 5%。

5.3.21 钢塑转换接头连接应符合下列规定：

1 钢塑转换接头塑料端与塑料管连接应符合本规程第 5.3.2 条的有关规定。

2 钢塑转换接头钢管端与金属管道连接应符合设计要求。

3 钢塑转换接头钢管端与钢管焊接时，在钢塑过渡段应采取降温措施。

4 钢塑转换接头连接后应对接头进行防腐处理，并应达到原设计防腐要求。

5.4 管道敷设

5.4.1 管道应在沟底标高和管沟基础质量检查合格后，方可敷设。

5.4.2 下管时，应采用非金属绳（带）捆扎和吊运，不得采用穿心吊装，且管道不得划伤、扭曲或产生过大的拉伸和弯曲。

5.4.3 接口工作坑应配合管道敷设进度及时开挖，开挖尺寸应满足操作人员和连接工具安装作业空间的要求，并应便于检验人员检查。

5.4.4 埋地聚乙烯给水管道宜蜿蜒敷设，并可随地形自然弯曲，弯曲半径不应小于 30 倍管道公称直径。当弯曲管段上有管件时，弯曲半径不应小于 125 倍管道公称直径；其他塑料管道宜直线敷设。

5.4.5 管道穿越铁路、高速公路、城市道路主干道时，宜采用非开挖施工，并应设置金属或钢筋混凝土套管，且应符合下列规定：

- 1 套管伸出路基长度应满足设计要求。
- 2 套管内应清洁无毛刺。
- 3 穿越的管道应采用刚性连接，经试压且验收合格后方可与套管外管道连接。
- 4 严寒和寒冷地区穿越的管道应采取保温措施。
- 5 稳管措施应符合设计要求。

5.5 沟槽回填

5.5.1 管道敷设完毕并经外观检验合格后，应及时进行沟槽回填。在水压试验前，除连接部位可外露外，管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0.5m；水压试验合格后，应及时回填其余部分。

5.5.2 管道回填前应检查沟槽，沟槽内的积水和砖、石、木块等杂物应清除干净。

5.5.3 管道沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行，管道不得产生位移。必要时应对管道采取临时限位措施，防止管道上浮。

5.5.4 管道系统中阀门井等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，应留阶梯形接茬。
- 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 不得在槽壁取土回填。

5.5.5 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。

5.5.6 管道管基设计中心角范围内应采取中、粗砂填充压实，其压实系数应符合设计要求。

5.5.7 沟槽回填时，回填土或其他回填材料应从沟槽两侧对称运入槽内，不得直接回填在管道上，不得损伤管道及其接口。

5.5.8 每层回填土的虚铺厚度，应根据所采用的压实机具按表 5.5.8 的规定选取。

表 5.5.8 每层回填土的虚铺厚度

压实机具	虚铺厚度 (mm)
木夯、铁夯	≤200
轻型压实设备	200~250
压路机	200~300

5.5.9 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。当对周围环境影响有要求时，可采取边拔桩边注浆措施。

5.5.10 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，应在管内设置临时竖向支撑或采取预变形等措施。

5.5.11 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，应采用人工回填，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，并应夯实、碾压。

5.5.12 管道回填作业每层土的压实遍数，应根据压实系数要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，经现场试验确定。

5.5.13 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，并经计算确定。

5.5.14 岩溶区、湿陷性黄土、膨胀土、永冻土等地区的塑料给排水管道沟槽回填，应符合设计要求和当地的有关规定。

5.5.15 管道沟槽回填土压实系数与回填材料应符合设计要求，设计无要求时，应符合表 5.5.15 的规定。

表 5.5.15 沟槽回填土压实系数与回填材料

填土部位		压实系数 (%)	回填材料
管道基础	管底基础	85~90	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 40 mm 的砂砾或符合要求的原土
管顶以上 0.5m 内	管道两侧	≥90	
	管道上部	85±2	
管顶 0.5m 以上		≥90	原土

注：回填土的压实系数，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%。

5.6 管道附件安装和附属设施施工

5.6.1 伸缩补偿器安装应符合下列规定：

1 伸缩补偿器可采用套筒、卡箍、活箍等形式，伸缩量不宜小于 12mm。当采用伸缩量大的补偿器时，补偿器之间的距离应按设计计算确定。

2 补偿器安装时应与管道保持同轴，不得用补偿器的轴向、径向、扭转等变形来调整管位的安装误差。

3 安装时应设置临时约束装置，待管道安装固定后再拆除临时约束装置，并应解除限位装置。

4 管道插入深度可按伸缩量确定，上下游管端插入补偿器长度应相等，其管端间距不宜小于 4mm。

5 管道转弯处，补偿器宜等距离设置在弯头两侧。

5.6.2 阀门安装应符合下列规定：

1 阀门安装前应检查阀芯的开启度和灵活度，并应对阀门进行清洗、上油和试压。

2 安装有方向性要求的阀门时，阀体上箭头方向应与水流方向一致。

3 阀门安装时，与阀门连接的法兰应保持平行，安装过程中应保持受力均匀，不得强力组装。阀门下部应根据设计要求设置固定墩。

4 直埋的阀门应按设计要求对阀体、法兰、紧固件进行防腐处理。

5.6.3 支墩设置应符合下列规定：

1 止推墩宜采用混凝土现场浇筑在开挖的原状土地基和槽坡上，强度等级不应低于 C25。支承管道水平方向推力的止推墩可浇筑在管道受力方向的一侧，槽坡上开挖土面应与管道作用力方向垂直，作用力合力应位于止推墩中心部位；支承管道垂直方向的止推墩混凝土应浇筑在弯头底部，可按管道混凝土基础要求浇筑，管道下支承角不得小于 120° ，宽度不得小于管道外径加 200mm，管底处最小厚度不得小于 100mm。

2 防滑墩应采用混凝土浇筑，其强度等级不应低于 C25。防滑墩基础应浇筑在管道基础下开挖的原状土内，并将管道锚固在防滑墩上。防滑墩宽度不得小于管道外径加 300mm，长度不得小于 500mm。

3 固定墩可采用混凝土浇筑、砖砌等刚性支墩。混凝土支墩强度等级不应低于 C25；砖砌支墩应采用烧结砖，用水泥砂浆砌筑。固定墩内应设置锚固件。

4 管道和水平向混凝土止推墩、管箍等锚固件之间，应设置塑料或橡胶等弹性缓冲层，厚度宜为 3mm。

5.6.4 井室砌筑应符合下列规定：

1 管道系统中设置阀门井等井室时，井室平面净空尺寸可按阀门规格、设备规格、维护检修要求确定。

2 井底与管底的净距不宜小于 200mm。井底无混凝土底板时，可在井底铺设不小于 150mm 的垫层。

3 管道穿越井室时，与井墙宜采用刚性连接。可采用专用穿墙套管埋在墙内的穿管部位，待管道敷设就位后，采用干硬性细石混凝土分层填实。在已建管道上砌筑砖井墙时，可在管道周围留出不小于 50mm 空隙，采用干硬性细石混凝土分层浇筑填实。砖墙内套管可用混凝土制造；混凝土墙内应用带止水肋的钢制套管。穿墙管内径不得小于管道外径加 100mm。

4 当井室内设置排水（泥）管时，排水（泥）管应按排水管道要求敷设并接入指定的排水井内。排水井的井底应比接入排水管的管底低不小于 0.3m。消火栓、排泥阀、泄水阀等附件排水（泥）时，不得在排放过程中冲刷附件的基础。

5 井室内的阀门、阀底座部应有垫墩，阀座两侧应采取卡固措施，防止阀门启闭时的扭力影响管道的接口。

5.7 支管、进户管与已建管道的连接

5.7.1 支管、进户管与已建管道连接宜在已施工管段水压试验及冲洗消毒合格后进行。

5.7.2 支管、进户管与已建管道连接可采用止水栓、分水鞍（鞍形分支）或三通、四通等管件连接。不停水接支管、进户管宜采用可钻孔的止水栓或分水鞍（鞍形分支）。

5.7.3 埋地塑料给水管道的弯头和弯曲段上不得安装止水栓或分水鞍（鞍形分支）。在已建管道上开孔时，孔径不得大于管材外径的 1/2；在同一根管材上开孔超过一个时，相邻两孔间的最小间距不得小于已建管道公称直径 7 倍；止水栓或分水鞍（鞍形

分支)离已建管道接头处的净距不宜小于0.3m。

5.7.4 在安装支管、进户管处需开槽时,工作坑宽度可按管道敷设、砌筑井室、回填土夯实等施工操作要求确定。槽底挖深不宜小于已建管道管底以下0.2m。

5.7.5 支管、进户管安装完毕后,应按设计要求浇筑混凝土止推墩、井室基础、砌筑井室及安装井盖等附属构筑物,或安装阀门延长杆等设施。

5.7.6 进户管穿越建筑物地下墙体或基础时,应在墙或基础内预留或开凿不小于管外径加150mm的孔洞,并安装硬质套管保护进户管,待管道敷设完毕后,将管外部空隙用黏性土封堵填实。进户管穿越建筑物地下室外墙时,应按设计要求施工。

6 水压试验、冲洗与消毒

6.1 一般规定

6.1.1 埋地塑料给水管道安装完毕后，除接口部位外，管道两侧和管顶以上的回填应符合本规程第 5.5.1 条的有关规定。当管道系统中最后一个接口连接的焊接冷却时间或粘接固化时间达到要求后，方可进行水压试验。

6.1.2 水压试验应分为预试验和主试验两个阶段。试验合格的判定依据应分为允许压力降值和允许渗水量值，并应按设计或用户要求确定。设计或用户无要求时，应根据工程实际情况，选用其中一项值或同时采用两项值作为试验合格的最终判定依据。

6.1.3 水压试验分段长度不宜大于 1.0km。对中间设有附件的管道，水压试验分段长度不宜大于 0.5km。

6.1.4 管道系统采用两种或两种以上管材时，宜按不同管材分别进行水压试验；不具备分别水压试验条件或设计无具体要求时，应采用其中水压试验控制最严的管材标准进行水压试验。

6.1.5 水压试验的试验压力应符合下列规定：

1 聚乙烯（PE）管道和聚氯乙烯（PVC）管道试验压力不应小于工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.8MPa；

2 钢塑复合（PSP）管道试验压力应大于工作压力 0.5MPa，且不应小于 0.9MPa。

6.1.6 当水压试验环境温度低于 5℃ 时，应采取防冻措施，试验完毕应及时放水降压。

6.1.7 水压试验过程中，在试验区域应设置警示隔离带，后背顶撑、管道两端不得站人。

6.1.8 埋地塑料给水管道在水压试验合格，并网运行前应进行冲洗、消毒，经水质检验满足要求后，方可允许并网通水投入

运行。

6.1.9 埋地塑料给水管道水压试验、冲洗与消毒，除应符合本章规定外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

6.2 水压试验

6.2.1 水压试验前，施工单位应编制水压试验方案，并应包括下列内容：

- 1 后背及堵板的设计；
- 2 进水管路、排气孔及排水孔的设计；
- 3 加压设备、压力计的选择及安装的设计；
- 4 排水疏导措施；
- 5 升压分级的划分及观测制度的规定；
- 6 试验管道的稳定措施和安全措施。

6.2.2 水压试验前准备工作应符合下列规定：

- 1 管道及附属设备、管件、管段的后背及堵板等固定或加固支撑措施应安装合格，并应达到承载力要求。
- 2 除接口位置外，管道两侧及管顶以上应按要回填。
- 3 试验管段不得用闸阀做堵板，不得含有消火栓、水锤消除器、安全阀等附件，系统包含的阀门，应处于全开状态。
- 4 加压设备应有不少于两块压力计。采用弹簧压力计时，弹簧压力计应在校准有效期内，使用前应经校正，且精度不得低于1.5级，最大量程范围宜为试验压力的1.3倍~1.5倍，表壳的公称直径不宜小于150mm。

5 管道内的杂物应清理干净。

6 试验管段所有敞口应封闭，不得有渗漏水现象。

6.2.3 试验管段注水应从下游缓慢注入，注入时在试验管段上游的管顶及管段中的高点应设置排气阀，并应将管段内的气体排除。

6.2.4 管段应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及

接口,无异常现象时再继续升压。管段升压时,管段内的气体应排除;升压过程中,发现弹簧压力计表针摆动、不稳,且升压较慢时,应重新排气后再升压。

6.2.5 埋地塑料给水管道预试验阶段应符合下列规定:

- 1 将试验管段内水压应缓缓地升至试验压力并稳压 30min。
- 2 期间如有压力下降可注水补压,但不得高于试验压力。
- 3 当管道接口、配件等处有漏水、损坏现象时,应及时停止试压,查明原因并应采取相应措施后重新试压。

6.2.6 聚乙烯(PE)管道主试验阶段应符合下列规定:

1 允许压力降值法:

预试验阶段结束,停止注水补压并稳定 30min 后,压力下降不应大于 60kPa,再稳压 2h 后压力下降不应大于 20kPa,水压试验结果应判定为合格。

2 允许渗水量值法:

- 1) 预试验阶段结束后,停止注水补压并稳定 60min 后,压力下降应小于试验压力的 30%,否则应停止试压,查明原因并采取相应措施后重新试压。
- 2) 当压力下降小于试验压力的 30%时,应迅速将管道泄水降压,降压量为试验压力的 10%~15%,并应计量降压所泄出的水量(ΔV)。允许泄出的最大水量应按下式计算:

$$\Delta V_{\max} = 1.2V\Delta P \left(\frac{1}{E_w} + \frac{d_i}{e_n E_p} \right) \quad (6.2.6)$$

式中: ΔV_{\max} ——允许泄出的最大水量 (L);

V ——试验管道总容积 (L);

ΔP ——降压量 (MPa);

E_w ——水的体积模量,不同水温时 E_w 值可按表 6.2.6 的规定采用;

d_i ——管道内径 (m);

e_n ——管材公称壁厚 (m);

E_p ——管材弹性模量 (MPa)。

当 $\Delta V \leq \Delta V_{\max}$ 时, 应按本款的第 3)、4) 项进行作业; 当 $\Delta V > \Delta V_{\max}$ 时应停止试压, 排除管内过量空气再从预试验阶段开始重新试验。

3) 应每隔 3min 记录一次管道剩余压力, 并应记录 30min; 当 30min 内管道剩余压力有上升趋势时, 水压试验结果应判定为合格。

4) 当 30min 内管道剩余压力无上升趋势时, 应继续观察 60min。当 90min 内压力下降不大于 20kPa 时, 水压试验结果应判定为合格。

5) 当上述两条均不能满足时, 水压试验结果应判定为不合格, 并应查明原因、采取相应措施后重新组织试压。

表 6.2.6 不同温度下水的体积模量

温度 (°C)	体积模量 (MPa)	温度 (°C)	体积模量 (MPa)
5	2080	20	2170
10	2110	25	2210
15	2140	30	2230

6.2.7 聚氯乙烯 (PVC) 管道、钢塑复合 (PSP) 管道主试验阶段应符合下列规定:

1 允许压力降值法:

预试验阶段结束后, 停止注水补压并稳定 15min 后, 压力下降不应大于 20kPa, 再将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min, 压力不降、无渗漏, 水压试验结果应判定为合格。

2 允许渗水量值法:

预试验阶段结束后, 保持规定的试验压力 1h, 压力下降可注水补压, 并测定补水量。补水量应为管道的实际渗水量, 且不应大于允许渗水量。允许渗水量应按下式计算:

$$q = 3 \cdot \frac{d_i}{25} \cdot \frac{P}{0.3f_i} \cdot \frac{1}{1440} \quad (6.2.7)$$

式中: q —允许渗水量[L/(min·km)];

d_i ——管道内径 (mm);

P ——试验压力 (MPa);

f_t ——管道的温度对压力的折减系数。

6.2.8 水压试验结束后, 释放试验管段压力应缓慢进行。

6.2.9 水压试验时, 不得修补缺陷。遇有缺陷时, 应做出标记, 卸压后应进行修补。

6.2.10 重新试压应在试验管段压力释放 8h 后方可重新开始。

6.3 冲洗与消毒

6.3.1 管道冲洗与消毒应符合下列规定:

1 不得取用受污染的水源进行管道冲洗。施工管段处于污染水水域较近时, 应防止污染水进入管道。

2 管道冲洗与消毒前, 应编制冲洗与消毒实施方案, 内容应包括: 冲洗水源、消毒方法、排水去向、取样口设置以及其他安全保障措施。

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 采用自来水冲洗时, 应避开用水高峰期。

6.3.2 管道冲洗与消毒前准备工作应符合下列规定:

1 用于冲洗管道的清洁水源已确定;

2 消毒方法和用品已确定, 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取样口;

5 照明和维护等措施已落实。

6.3.3 管道冲洗与消毒操作应符合下列规定:

1 冲洗水源应清洁, 冲洗流速不得小于 1.0m/s, 并应保持连续冲洗。

2 管道第一次冲洗应采用清洁水冲洗至出水口, 水样浊度小于 3NTU 时应结束冲洗。

3 管道第二次冲洗应在第一次冲洗后进行，并应采用有效氯含量不小于 20mg/L 的清洁水浸泡 24h，再用清洁水进行冲洗，直至水质检测合格为止。

7 竣工验收

7.0.1 埋地塑料给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。

7.0.2 质量检验项目和要求，除应符合本规程的相关规定外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.0.3 竣工验收应按要求填写中间验收记录表，并应在分项、分部、单位工程验收合格的基础上进行。

7.0.4 竣工验收时，应核实竣工验收资料，并按设计要求进行复验和外观检查。内容应包括管道的位置、高程、管材规格、整体外观、标志桩以及阀门、消火栓的安装位置和数量及其在正常工作压力条件下的启闭方向与灵敏度等，并应填写竣工验收记录。竣工技术资料应包括下列内容：

- 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、工程质量整改通知单、工程联系单等其他往来函件；
- 7 管道及其附属构筑物地基和基础的验收记录；
- 8 沟槽回填及回填压实系数的验收记录；
- 9 管道、弯头、三通等的连接情况记录，止推墩、固定墩、防滑墩设置情况记录，穿井室等构筑物的情况记录，采用金属管配件的防腐情况记录；
- 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，管道连接质量检验记录；
 - 16 管道分段水压试验记录；
 - 17 管道的冲洗消毒记录及水质化验报告；
 - 18 管道变形检验资料；
 - 19 随管道埋地铺设的示踪装置及警示带的记录和报告；
 - 20 全套竣工图、初验整改通知单、终验报告单及验收会议纪要。
- 7.0.5** 验收合格后，建设单位应组织竣工备案，并应将有关设计、施工及验收文件和技术资料立卷归档。

附录 A 管侧回填土的综合变形模量

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 管侧土的综合变形模量可按下列公式计算：

$$E_d = \zeta_n E_c \quad (\text{A. 0.2-1})$$

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

式中： E_d ——管侧土的综合变形模量 (MPa)；

ζ_n ——综合修正系数；

E_c ——管侧回填土在要求压实密度时的变形模量 (MPa)，应根据试验确定，当缺少试验数据时，可按表 A. 0.2-1 的规定采用；

α_1 、 α_2 ——与管中心处槽宽 B 和管材外径 D_1 的比值有关的参数，可按表 A. 0.2-2 的规定确定；

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

表 A. 0.2-1 管侧回填土和沟槽两侧原状土的变形模量 (MPa)

回填压实系数 (%)		85	90	95	100
原状土标贯数 (N)		$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	$N > 50$
土的类别	砾石、碎石	5	7	10	20
	砂砾、砂卵石 细粒土含量小于等于 12%	3	5	7	14
	砂砾、砂卵石 细粒土含量大于 12%	1	3	5	10

续表 A.0.2-1

回填压实系数 (%)		85	90	95	100
原状土标贯数 (N)		$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	$N > 50$
土的类别	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 以下覆土；

2 回填土的变形模量 E_s 可按要求的压实系数采用；表中压实系数 (%) 系指设计要求回填土压实后的干密度与该土在相同压实能量下的最大干密度的比值；

3 基槽两侧原状土的变形模量 E_0 可按标准贯入度试验的锤击数确定；

4 W_L 为黏性土的液限；

5 细粒土系指粒径小于 0.075mm 的土；

6 砂粒系指粒径 0.075mm~2.000mm 的土。

表 A.0.2-2 计算参数 α_1 及 α_2

$\frac{B_r}{D_1}$	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
α_1	0.252	0.435	0.527	0.680	0.838	0.948
α_2	0.748	0.565	0.428	0.320	0.162	0.052

A.0.3 填埋式敷设的管道，当 $\frac{B_r}{D_1} > 5$ 时，管侧土的综合变形模量应按 $\zeta=1.0$ 计算。此时， B_r 应为当填土达到设计要求的压实密度时管中心处的填土宽度。

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

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《室外给水设计规范》GB 50013
- 3 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 4 《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332
- 5 《城镇给水排水技术规范》GB 50788
- 6 《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 10002.1
- 7 《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件》GB/T 10002.2
- 8 《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295
- 9 《给水用聚乙烯(PE)管材》GB/T 13663
- 10 《给水用聚乙烯(PE)管道系统 第2部分: 管件》
GB/T 13663.2
- 11 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》
GB/T 17219
- 12 《流体输送用聚烯烃管材 耐裂纹扩展的测定 切口管
材裂纹慢速增长的试验方法(切口试验)》GB/T 18476
- 13 《聚乙烯管材 耐慢速裂纹增长锥体试验方法》
GB/T 19279
- 14 《流体输送用热塑性塑料管材 耐快速裂纹扩展(RCP)
的测定 小尺寸稳态试验(S4 试验)》GB/T 19280
- 15 《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
- 16 《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 123
- 17 《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 124
- 18 《给水用孔网钢带聚乙烯复合管》CJ/T 181
- 19 《钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管材及管件》CJ/T 189

- 20 《给水用抗冲改性聚氯乙烯(PVC-M)管材及管件》
CJ T 272
- 21 《硬聚氯乙烯(PVC-U)塑料管道系统用溶剂型胶粘剂》
QB/T 2568
- 22 《给水用聚乙烯(PE)柔性承插式管件》QB/T 2892

中华人民共和国行业标准

埋地塑料给水管道工程技术规程

CJJ 101 - 2016

条文说明

修 订 说 明

《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101-2016 经住房和城乡建设部 2016 年 4 月 20 日以第 1082 号公告批准发布。

本规程是在《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101-2004 的基础上修订而成，上一版的主编单位是北京中环工程设计监理有限责任公司，参编单位是上海现代建筑设计集团有限公司技术中心、亚大塑料制品有限公司、深圳市水务集团有限公司、江阴大伟塑料制品有限公司、浙江中元枫叶管业有限公司、福建亚通新材料科技股份有限公司、山西东盛塑胶管道有限公司、温州超维工程塑料有限公司、上海市北自来水公司、广州市自来水公司、珠海市供水总公司、济南自来水普利供水工程有限公司、成都市自来水总公司，主要起草人员是丁亚兰、应明康、韩德宏、宋林、韩梅平、程锡龄、刘汉昌、陈庆荣、李伟、贡爱国、梁向东、方家麟、魏作友、傅志权。

本规程修订过程中，编制组对我国埋地塑料给水管道工程的实践经验进行了总结，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，对各种埋地塑料给水管道的设计、施工及验收等分别作出了规定。

为便于广大设计、施工、科研、学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，《埋地塑料给水管道工程技术规程》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，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总则	60
2	术语和符号	62
3	材料	63
3.1	一般规定	63
3.2	质量要求	63
3.3	设计计算参数	75
3.4	运输与贮存	76
4	管道系统设计	78
4.1	一般规定	78
4.2	管道布置和敷设	81
4.3	管道水力计算	83
4.4	管道结构设计	84
4.5	管道附件和支墩	86
5	管道工程施工	88
5.1	一般规定	88
5.2	沟槽开挖与地基处理	90
5.3	管道连接	91
5.4	管道敷设	95
5.5	沟槽回填	96
5.6	管道附件安装和附属设施施工	98
6	水压试验、冲洗与消毒	100
6.1	一般规定	100
6.2	水压试验	101
6.3	冲洗与消毒	111

1 总 则

1.0.1 塑料给水管道具有重量轻、施工方便、耐腐蚀、内壁光滑、水流阻力小、接口密封性好、工程综合经济性能好等特点。近年来,随着塑料管道原料合成、管材管件生产制造技术、管道设计理论和施工技术等方面发展和完善,使得塑料管道在城镇市政给水管道工程中占据了相当重要的地位。目前工程上应用的给水塑料管道类型较多,材料的物理力学性能存在差异,其次埋地塑料给水管道设计、施工工艺也在发展。原行业标准《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101-2004 中的设计方法和施工工艺不能满足现有塑料给水管道发展和应用的需要。因此,为适应城镇市政给水管网和埋地塑料给水管道发展需要,确保埋地塑料给水管道工程质量,使工程设计、施工及验收做到技术先进、经济合理,对行业标准《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101-2004 进行修订。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建的市政、住宅区、公共建筑区和工业区的埋地塑料给水管道工程设计、施工及验收。

对于塑料给水管道工作温度,由于塑料管道对温度比较敏感,因此参照国内外一般规定,限定工作温度一般不宜超过 40℃。

本规程规定的埋地塑料给水管道包括:聚乙烯(PE)管、硬聚氯乙烯(PVC-U)管、抗冲改性聚氯乙烯(PVC-M)管、钢骨架聚乙烯塑料复合管、孔网钢带聚乙烯复合管、钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管,不包括:玻璃纤维增强塑料夹砂管等其他塑料管道。具体范围在本规程第 2.1.1 条中有规定。

1.0.3 本条规定埋地塑料给水管道工程设计、施工及验收不仅要遵循本规程的规定,同时还要符合现行国家标准《城市工程管

线综合规划规范》GB 50289、《室外给水设计规范》GB 50013、《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 等规定。在有抗震设防要求的地区建设埋地塑料给水管时，还应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的规定；在岩溶区、湿陷性黄土、膨胀土、永冻土地区建设埋地塑料给水管时，还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

本章规定的术语是对本规程出现的、容易引起歧义的术语，参考有关标准规范和技术文献给出了定义。

本章规定的符号是在本规程出现的主要符号，按管道上的荷载、几何参数、计算参量和系数分成 3 类，参考现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013、《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268等标准规范和相关技术文献列出。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 为防止管道系统管道材料污染水质,确保供水的卫生质量,特要求埋地给水塑料管材、管件及附配件卫生性能应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的有关规定。

3.1.2 埋地塑料给水管道系统中与管材连接的管件、橡胶圈、胶粘剂等附配件是给水塑料管道连接的重要材料,对保证管道系统安全、接头连接可靠起着重要的作用。本条规定与管材连接的管件、橡胶圈、胶粘剂等附配件应由管材生产企业配套供应,主要是为了增强配件与管材的配套性,确保接头连接密封、可靠。

3.2 质 量 要 求

3.2.1 埋地塑料给水管道品种较多,且各自有自己的特点。为确保产品质量合格,要求其应符合相应产品标准的规定。

1 国家标准《给水用聚乙烯(PE)管材》GB/T 13663-2000 规定聚乙烯(PE)管为外径系列,材料等级分为 PE63、PE80、PE100 三个等级,直径范围:16mm~1000mm,尺寸系列:SDR11~SDR33,压力等级:PN3.2~PN16。由于目前国内聚乙烯给水管生产和工程应用管道直径已达到 1600mm,直径超过 1000mm 管材可按《塑料管道系统 给水用聚乙烯(PE)管材和管件 第 2 部分:管材》ISO 4427.2-2007 及相关标准执行。《给水用聚乙烯(PE)管材》GB/T 13663-2000 规定的物理力学性能见表 1。

表1 聚乙烯 (PE) 管材物理力学性能

序号	项 目			要 求
1	静液 压强 度	20℃ 静液压强度 (100h)	PE63, 8.0MPa	不破裂、不渗漏
			PE80, 9.0MPa	
			PE100, 12.1MPa	
		80℃ 静液压强度 (165h)	PE63, 3.5MPa	
			PE80, 4.6MPa	
			PE100, 5.5MPa	
		80℃ 静液压强度 (1000h)	PE63, 3.2MPa	
			PE80, 4.0MPa	
			PE100, 5.0MPa	
2	断裂伸长率			≥350%
3	纵向回缩率 (110℃)			≤3%
4	氧化诱导时间 (200℃)			≥20min
5	耐候性 ¹⁾ (管材累计接受 ≥3.5GJ/m ² 老化 能量后)	80℃ 静液压强度 (165h), PE63、 PE80、PE100 管材 分别在 3.5、 4.6、5.5MPa 环向应力条件下		不破裂、不渗漏
		断裂伸长率		≥350%
		氧化诱导期 (200℃)		≥10min

注: 1) 仅适用于蓝色管材。

为防止聚乙烯管道由于施工时管道的表面划伤以及杂质、焊接质量问题等原因, 在内压双重作用下出现裂纹开裂造成工程事故, 在国家标准《给水用聚乙烯 (PE) 管材》GB/T 13663 - 2000 未更新前, 依据现行的国际标准, 增加了耐快速裂纹扩展 (RCP) 和耐慢速裂纹增长性能要求。

2 国家标准《给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材》GB/T 10002.1 - 2006 规定给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材为外径系列, 直径范围为 20mm ~ 1000mm, 压力等级分为: PN6.3、PN8、PN10、PN12.5、PN16、PN20、PN25 七个系列。物

理力学性能见表2。

表2 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材物理力学性能

序号	项 目		技术指标
1	密度		(1350~1460) kg/m ³
2	维卡软化温度		80℃
3	纵向回缩率		≤5%
4	二氯甲烷浸渍 (15℃, 15min)		表面变化不大于1N
5	落锤冲击 (TH)		≥5J
6	液压试验	$d_n \leq 10$	温度 20℃ 下, 36MPa 环应力, 试验时间 1h, 无破裂、无泄漏; 温度 20℃ 下, 30MPa 环应力, 试验时间 100h, 无破裂、无泄漏; 温度 60℃ 下, 10MPa 环应力, 试验时间 1000h, 无破裂、无泄漏
		$d_n > 10$	温度 20℃ 下, 33MPa 环应力, 试验时间 1h, 无破裂、无泄漏; 温度 20℃ 下, 30MPa 环应力, 试验时间 100h, 无破裂、无泄漏; 温度 60℃ 下, 10MPa 环应力, 试验时间 1000h, 无破裂、无泄漏
7	系统适用性试验	连接密封试验	无破裂、无泄漏
		偏角试验	无破裂、无泄漏 (仅适用于弹性密封圈连接方式)
		负压试验	无破裂、无泄漏 (仅适用于弹性密封圈连接方式)

3 行业标准《给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材及管件》CJ/T 272-2008 规定给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材为外径系列, 直径范围 20mm~800mm, 压力等级分为: PN6.3、PN8、PN10、PN12.5、PN16、PN20 六种系列。物

理力学性能见表 3。

表 3 给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材物理力学性能

序号	项 目	技术指标
1	密度	(1350~1160) kg/m ³
2	维卡软化温度	≥80℃
3	纵向回缩率	≤5%
4	二氯甲烷浸渍 (15℃ ± 1℃ , 30min)	表面无变化
5	落锤冲击试验 (0℃)	TIR≤5%
6	高速冲击试验 (22℃) ($d_n > 110\text{mm}$)	不发生脆性破坏
7	液压试验	温度 20℃ 下, $d_n \leq 63$ 管材, 试验压力为 36MPa, $d_n > 63$ 管材, 压力为 38MPa, 试验时间 1h, 无破裂、无渗漏; 温度 60℃ 下, 压力为公称压力 12.5MPa, 试验时间 1000h, 无破裂、无渗漏
8	切口管材液压试验	无破裂、无渗漏
9	C 环刚度试验	韧性破坏
10	长期液压试验	$\sigma_{LTH} \geq 21.5\text{MPa}$

4 行业标准《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 123 - 2004 规定钢骨架聚乙烯塑料复合管材为内径系列, 直径范围: 50mm~600mm, 压力等级: PN10、PN16、PN25、PN40 四个系列。物理力学性能见表 4。

表 4 钢骨架聚乙烯塑料复合管材物理力学性能

序号	项 目	性能要求
1	受压开裂稳定性	压至复合管直径的 50%, 无裂纹现象

续表 4

序号	项 目		性能要求
2	纵向尺寸收缩率 (110℃, 保持 1h)		$\leq 0.1\%$
3	氧化诱导时间 (200℃)		$\geq 20\text{min}$
4	短期静液压强度试验	温度: 20℃, 时间: 100h, 压力: 公称压力 $\times 1.5$	不破裂、不泄漏
		温度: 80℃, 时间: 165h, 压力: 公称压力 $\times 1.5 \times 0.6$	
5	爆破强度试验		爆破压力 \geq 公称压力 $\times 3$
6	耐候性试验 ¹⁾ (复合管累计接受 $\geq 3.5(\text{kJ/m}^2)$ 老化能值后)		满足短期静液压强度试验、氧化诱导时间的要求

注: 1) 耐候性试验仅适用于非黑色复合管。

5 行业标准《给水用孔网钢带聚乙烯复合管》CJ/T 181 - 2003 规定孔网钢带聚乙烯复合管材为外径系列, 直径范围: 50mm~630mm, 压力等级: PN20、PN16、PN12.5、PN10 四个系列, 物理力学性能见表 5。

表 5 孔网钢带聚乙烯复合管材物理力学性能

序号	项 目		性能要求
1	环刚度		$> 8\text{kN/m}^2$
2	扁平试验		不破裂
3	纵向回缩率 (110℃, 保持 1h)		$\leq 0.3\%$
4	液压试验	温度: 20℃, 时间: 1h, 压力: 公称压力 $\times 2$	不破裂
		温度: 80℃, 时间: 165h, 压力: 公称压力 $\times 2 \times 0.71$	

续表 5

序号	项 目		性能要求
5	爆破压力试验	温度: 20℃, 爆破压力: 公称压力 $\times 3$	爆破
6	氧化诱导时间 (200℃)		$\geq 20\text{min}$
7	耐候性 ¹⁾ (管材累计接受 $\geq 3.5\text{GJ/m}^2$ 老化能量后)	液压试验, 条件同第 1 项	不破裂
		爆破试验, 条件同第 5 项	爆破
		氧化诱导时间 (200℃)	$\geq 10\text{min}$

注: 1) 仅适用于蓝色复合管。

6 行业标准《钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管材及管件》(CJ/T 189-2007) 规定钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管材为外径系列, 直径范围: 50mm~630mm, 压力等级: PN8~PN35 七个系列。物理力学性能见表 6。

表 6 钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管材物理力学性能

序号	项 目	性能要求
1	短期静液压力试验	温度 20℃ 下, 压力为公称压力 $\times 2$, 试验时间 1h, 不破裂、不渗漏; 温度 80℃ 下, 压力为公称压力 $\times 2 \times 0.6$, 试验时间 165h, 不破裂、不渗漏
2	爆破压力	温度 20℃ 下, 爆破压力 \geq 公称压力 $\times 3$
3	受压开裂稳定性	压至复合管直径的 50%, 无裂纹和开裂现象
4	剥离强度	$\geq 100\text{N/cm}$
5	复合层静液压稳定性	在 20℃、公称压力 $\times 1.5$ 、时间 165h 条件下, 切割环形槽不破裂、不渗漏
6	耐候性 ¹⁾ (管材累计接受 $\geq 3.5\text{GJ/m}^2$ 老化能量)	短期液压强度试验条件同第 1 项, 不破裂、不渗漏

注: 1) 黑色管材、管件除外。

3.2.2 管件作为埋地塑料给水管道系统管材之间连接的重要部件，对保证系统安全可靠运行作用巨大。为保证管件产品质量，本条规定了不同管件产品标准和性能要求。

1 国家标准《给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管件》GB/T 13663.2-2005 规定按连接方式分为：熔接连接管件、机械连接管件、法兰连接管件。其中熔接连接管件分为：电熔管件、插口管件、热熔承插连接管件。直径范围：电熔管件 20mm~630mm；插口管件（对接焊）20mm~630mm；热熔承插管件 16mm~125mm；法兰接头 20mm~1000mm。聚乙烯管件力学性能见表7。聚乙烯管件物理机械性能见表8。

表7 给水用聚乙烯（PE）管件力学性能

序号	项 目	环向应力			性能要求
		PE63	PE80	PE100	
1	20℃ 静液压强度（试验时间 100h）	8.0MPa	10.0MPa	12.1MPa	无破裂、无渗漏
2	80℃ 静液压强度（试验时间 165h）	3.5MPa	4.5MPa	5.1MPa	
3	80℃ 静液压强度（试验时间 1000h）	3.2MPa	4.0MPa	5.0MPa	

表8 给水用聚乙烯（PE）管件物理机械性能

序号	项 目	性能要求
1	熔体质量流动速率（MFR）（190℃，5kg）	MFR 的变化小于材料 MFR 值的 ±20%
2	氧化诱导时间（200℃）	≥20min
3	电熔管件的熔接强度	脆性破坏所占百分比≤33.3%
4	插口管件 对接熔接管件的熔接强度	不发生脆性破坏
5	鞍形旁通的冲击强度（0℃，2.5kg，2m）	无破坏、无渗漏

2 行业标准《给水用聚乙烯 (PE) 柔性承插式管件》QB/T 2892-2007 规定聚乙烯 (PE) 柔性承插式管件为外径系列, 直径范围: 90mm~315mm, 物理力学性能见表 9。

表 9 聚乙烯 (PE) 柔性承插式管件物理力学性能

序号	项 目		性能要求
1	熔体质量流动速率 (MFR)		在试验温度 190℃ 下, 负荷 5kg, MFR 的变化小于材料 MFR 值的 ±20%
2	氧化诱导时间 (200℃)		≥20min
3	烘箱试验		符合 GB/T 8803-2001 规定, 同时内衬与钢板不应出现分层或剥离
4	管件热熔对接处的拉伸强度		在试验温度 23℃ 下, 试验到破坏, 显示为韧性破坏
5	静液压强度		在 20℃ 下, 试验压力 12.4MPa, 试验时间 100h, 无破裂、无渗漏; 在 80℃ 下, 试验压力 5.4MPa, 试验时间 165h, 无破裂、无渗漏; 在 80℃ 下, 试验压力 5.0MPa, 试验时间 1000h, 无破裂、无渗漏
6	系统适用性	负压密封试验	每个 15min 试验时间内, 负压的变化不超过 0.005MPa
		偏角密封试验	在整个试验周期内连接部位无渗漏
		密封性长期压力试验	10℃、1.2PN, 1000h, 连接部位无渗漏

3 国家标准《给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管件》GB/T 10002.2-2003 规定硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管件按连接方式不同分为粘接式承口管件、弹性密封圈式承口管件、螺纹接头管件和法兰连接管件, 直径范围: 胶粘连接 20mm~225mm, 弹性密封圈连接 63mm~630mm。物理力学性能见表 10。

表 10 给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管件物理力学性能

序号	项 目		性能要求
1	维卡软化温度		$\geq 74^{\circ}\text{C}$
2	烘箱试验		满足 GB/T 8803 - 2001
3	坠落试验		无破裂
1	液压试验	$d_n \leq 90$	温度 20°C 下, 试验压力为 $P_N \times 1.2$, 试验时间 1h, 无破裂、无渗漏; 温度 20°C 下, 试验压力为 $P_N \times 3.2$, 试验时间 1000h, 无破裂、无渗漏
		$d_n > 90$	温度 20°C 下, 试验压力为 $P_N \times 3.36$, 试验时间 1h, 无破裂、无渗漏; 温度 20°C 下, 试验压力为 $P_N \times 2.56$, 试验时间 1000h, 无破裂、无渗漏
5	系统适用性试验	连接密封试验	无破裂、无泄漏
		偏角试验	无破裂、无泄漏 (仅适用于弹性密封圈连接方式)
		负压试验	无破裂、无泄漏 (仅适用于弹性密封圈连接方式)

4 行业标准《给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管材及管件》(CJ/T 272 - 2008 规定按连接方式分为弹性密封圈式和溶剂粘接式连接。管件尺寸应符合 GB/T 10002.2 的规定, 直径范围: 胶粘连接 20mm ~ 225mm, 弹性密封圈连接 63mm ~ 800mm。管件物理力学性能见表 11。

表 11 给水用抗冲改性聚氯乙烯 (PVC-M) 管件的物理力学性能

序号	项 目	性能要求
1	维卡软化温度	$\geq 72^{\circ}\text{C}$
2	烘箱试验	符合 GB/T 8803

续表 11

序号	项 目		性能要求
3	坠落试验		管材公称直径 $d_n \leq 75\text{mm}$ ，坠落高度 $(12.00 \pm 0.05)\text{m}$ ，无破裂； 管材公称直径 $d_n > 75\text{mm}$ ，坠落高度 $(7.00 \pm 0.05)\text{m}$ ，无破裂
4	液压试验	$d_n \leq 63$	温度 20°C 下，试验压力为 $PN \times 1.2$ ， 试验时间 1h，无破裂、无渗漏； 温度 20°C 下，试验压力为 $PN \times 3.2$ ， 试验时间 1000h，无破裂、无渗漏
		$d_n > 63$	温度 20°C 下，试验压力为 $PN \times 3.36$ ， 试验时间 1h，无破裂、无渗漏； 温度 20°C 下，试验压力为 $PN \times 2.56$ ， 试验时间 1000h，无破裂、无渗漏
5	系统适用性试验	连接密封试验	无破裂、无泄漏
		偏角试验	无破裂、无泄漏（仅适用于弹性密封圈连接方式）
		负压试验	无破裂、无泄漏（仅适用于弹性密封圈连接方式）

5 行业标准《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 124-2004 规定钢骨架聚乙烯塑料复合管件分为电熔连接式套筒、双承口管件等类型，品种包括：弯头、三通、异径三通、异径管、法兰管件等。其连接方式有法兰连接、电熔连接、双承口管件连接或热熔对接等。

电熔连接式套筒（与平口相配）直径为 50mm~300mm；电熔连接式套筒（与锥形口相配）直径为 50mm~500mm。给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件性能要求见表 12。

表 12 给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件性能要求

序号	项 目	性能要求
1	短期静液压强度试验	温度 20℃ 下, 压力为公称压力 $\times 1.5$, 试验时间 100h, 不破裂、不泄漏; 温度 80℃ 下, 压力为公称压力 $\times 1.5 \times 0.6$, 试验时间 165h, 不破裂、不泄漏
2	爆破强度试验	爆破压力 \geq 公称压力 $\times 3$
3	密封性能试验	温度 20℃ 下, 压力为公称压力 $\times 1.5$, 试验时间 1h, 不破裂、不泄漏; 温度 80℃ 下, 压力为公称压力 $\times 1.5 \times 0.6$, 试验时间 1h, 不破裂、不泄漏
4	撕裂试验	常温下, 脆性撕裂长度 $\leq 33.3\%$

6 行业标准《钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管材及管件》(CJ/T 189-2007)规定钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管件分为塑料电熔管件、钢骨架塑料复合电熔管件、钢骨架塑料复合管件、机械连接管件。塑料电熔管件直径为 50mm~630mm; 钢骨架塑料复合电熔管件直径为 50mm~500mm; 钢骨架塑料复合电熔管件直径为 50mm~630mm。钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管件物理力学性能见表 13。

表 13 钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管件物理力学性能

序号	项 目	性能要求
1	短期静液压压力试验	温度 20℃ 下, 压力为公称压力 $\times 2$, 试验时间 1h, 不破裂、不渗漏; 温度 80℃ 下, 压力为公称压力 $\times 2 \times 0.6$, 试验时间 165h, 不破裂、不渗漏
2	爆破压力	温度 20℃ 下, 爆破压力 \geq 公称压力 $\times 3$
3	耐候性 ¹⁾ (管材累计接受 $\geq 3.5\text{GJ/m}^2$ 老化能量)	短期液压强度试验条件同第 1 项, 不破裂、不渗漏

注: 1) 黑色管材、管件除外。

3.2.3 部分埋地塑料给水管道系统没有大口径管件，因此采用球墨铸铁管件替代。当采用球墨铸铁管件时，性能应符合国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 - 2008 的有关规定。该标准规定球墨铸铁管件分为承接管件、盘接管件、法兰盘三种类型。球墨铸铁管件力学性能指标见表 14。

表 14 球墨铸铁管件力学性能

序号	项 目	要 求
1	断后伸长率 A	$\geq 5\%$
2	抗拉强度 R_m	$\geq 120\text{MPa}$
3	布氏硬度	具有可以用标准工具对其进行切割、钻孔、打眼及机械加工的硬度
4	水压试验	$d_n 10 \sim d_n 300$ ，试验压力 2.5MPa，无渗漏； $d_n 350 \sim d_n 600$ ，试验压力 1.6MPa，无渗漏； $d_n 700 \sim d_n 2600$ ，试验压力 1.0MPa，无渗漏

3.2.4 由于三元乙丙（EPDM）、丁腈（NBR）或硅橡胶三种材质的密封性能、弹性、耐候性、耐老化等性能优秀，同时卫生性能较好，满足埋地塑料给水管道系统使用需要。因此，在埋地塑料给水管道系统中推荐使用该三种材质的密封圈。本条规定了橡胶密封圈的质量要求，应满足现行国家标准《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/T 21873 的有关规定，并针对给水系统要求明确了性能要求。

3.2.5 胶粘剂连接是聚氯乙烯管道连接的常用方式，胶粘剂的黏度和粘结强度性能指标对接头的密封性和可靠性至关重要。本条规定了胶粘剂的质量应满足现行行业标准《硬聚氯乙烯（PVC-U）塑料管道系统用溶剂型胶粘剂》QB/T 2568 的要求，用于生活饮用水输配水系统的胶粘剂固化后形成的胶膜应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的要求。

3.3 设计计算参数

本节参考有关标准和技术资料，列出了埋地给水塑料管道的弹性模量、温度对压力折减系数（ f_t ）、密度、当量粗糙度、泊桑比、线膨胀系数等计算参数和典型值，以及列出材料拉伸强度标准值和设计值、材料弯曲强度标准值和设计值，供埋地给水塑料管道系统工程设计计算和工程施工时使用。

3.3.5 给水塑料管道材料的拉伸强度为长期性能指标，依据管道长期静液压强度确定。拉伸强度设计值采用材料最小要求强度（MRS）为拉伸强度标准值，以总体使用系数为材料分项系数确定。最小要求强度根据相应管材标准取值，总体使用系数根据现行国家标准《热塑性塑料压力管材和管件用材料分级和命名 总体使用（设计）系数》GB/T 18475 确定。表 3.3.5 中列出的为拉伸强度设计值 σ_s ，其值为：

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C} \quad (1)$$

式中： σ_s ——拉伸强度设计值（MPa）；

C ——总使用（设计）系数，考虑了未在预测下限中体现出的使用条件和管道系统配件等组成部分的性质；

MRS ——最小要求强度（MPa）。

对于输送 20℃ 的水， C 值最小值取值如下：

表 15 PE、PVC 材质 C 值最小值

管道名称		最小要求强度 (MPa)	总体使用系数	拉伸强度设计值 (MPa)
聚乙烯 (PE) 管	PE80	8.0	1.25	6.3
	PE100	10.0	1.25	8.0
聚氯乙烯 (PVC) 管	PVC-U	25.0	1.6	15.6
	PVC-M	21.5	1.1	17.5

3.3.6 对于弯曲强度设计值，国家现行标准对给水排水用PVC-U、PE管材产品中未作规定。给水塑料管道材料的弯曲强度为长期性能指标，其标准值取值与现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》(CJJ 143 规定协调一致。

3.4 运输与贮存

3.4.1 塑料管道表面易被尖锐物品等划伤，而表面划伤是管道系统运行使用中产生应力开裂的重要诱因，本条规定了塑料给水管的运输条件，以减少塑料给水管在运输过程中受到的损伤。

抛、摔或剧烈撞击容易使塑料管道产生裂纹和损伤，特别在冬季或低温状态下塑料管道脆性增强，因此搬运时应当小心轻放。采用非金属绳（带）吊装是考虑到金属绳容易损伤管材，而塑料材质比较柔软。

塑料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，并应采取管口支撑等方式，减少管口变形；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。其次，塑料管道在光、热作用下，容易老化发脆，因此需要考虑防晒、防高温措施。

3.4.2 塑料材料受温度影响较大，长期受热会出现变形，以及产生热老化、光老化，会降低管道的性能。因此，塑料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。

油脂类化学物质对管道在施工连接时有不利影响；化学品有可能对塑料材料产生溶胀，降低其物理、力学性能；此外，塑料属可燃材料，因此，严禁与油类或化学品混合存放，库区应有防火措施。

规定管材存放方式及高度，是由于塑料材料的刚性相对于金属管较低，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。

规定管材应按不同规格尺寸和不同类型分别存放，是为了便于管理和拿取方便，避免施工期间使用时拿错，影响施工进度和工程质量。遵守“先进先出”原则，是为了管材、管件贮存不超过存放期。

3.4.3 塑料管道对紫外线非常敏感，长期存放容易受到紫外线影响，产生老化现象，降低管材、管件使用性能。因此，参考国内外通常做法，规定管材从生产到使用的存放时间不宜超过 18 个月，管件从生产到使用的存放时间不宜超过 24 个月。如果贮存条件好，未受紫外线影响，超过上述期限，管材、管件使用性能也不会有太大影响，可以继续使用，但为安全起见，宜对管材、管件的物理力学性能重新进行检验，合格后方可使用。

4 管道系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 埋地塑料给水管道系统设计基本原则，首先是应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的相关规定，其次是对埋地塑料给水管道特点提出设计要求。

4.1.2 埋地塑料给水管道属柔性管道，设计依据的是“管土共同工作”理论。目前埋地塑料给水管道设计施工中存在许多问题，一些管道由于设计得不合理，使用中出現损坏和漏損；另一方面由于管道设计过于保守，造成材料的浪费。产生这些现象的重要原因没有对埋地塑料给水管道受力特性进行合理分析，没能合理地考虑土体与塑料管道接触相互作用，计算过程中把土体作为简单的恒定荷载。

4.1.3 塑料管道的结构刚度较低，根据国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 - 2002 第 4.1.3 条和 4.1.4 条规定，塑料管道结构刚度与管周土体刚度的比值 $\alpha < 1$ ，塑料管道应按照柔性管道设计。

根据国家标准《城镇给水排水技术规范》GB 50788 - 2012 第 6.1.2 条规定：“城镇给排水设施中主要构筑物的主体结构和地下干管，其结构设计使用年限不应低于 50 年；安全等级不应低于二级。”而经国外应用经验表明，塑料管道按产品标准生产、按规范施工，使用寿命不低于 50 年是可以保证的。与现行国家标准《城镇给水排水技术规范》GB 50788 要求一致。

4.1.4 本条与国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 - 2002 第 4.1.1 条一致。埋地塑料给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》GB 50153 和

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068 规定的原则, 采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》(GB 50332 的有关规定。

4.1.5 埋地塑料给水管道依靠管土共同作用对抗荷载, 如采用刚性管座基础将破坏围土的连续性, 从而引起管壁应力的突变, 并可能超出管材的极限拉伸强度导致破坏。混凝土包封结构是为了弥补塑料给水管的强度或刚度的不足, 凡采用混凝土包封结构的管段, 包封结构应按承担全部的外部荷载, 或采用全管段连续包封, 消除管壁应力集中的问题。

4.1.6 本规程所包含的塑料管道均为热塑性材料, 管材强度对温度敏感, 一般随着温度增加, 承压能力降低, 因此, 工作温度高, 折减系数 f_t 小。PVC-U 和 PVC-M 管材在 $0\sim 25^{\circ}\text{C}$ 时, 系数等于 1.0; 大于 25°C 时, 系数小于 1.0。PE 和 PE 复合管以 20°C 为界, $0\sim 20^{\circ}\text{C}$ 时, 系数等于 1.0; 大于 20°C 时, 系数小于 1.0, 偏于安全。

工作温度指输送水介质的温度, 因水温季节变化较大, 特别是以地表水为水源的饮用水, 本规定采用的折减系数, 选用年最高月平均水温为计算温度。埋地塑料给水管最大工作压力要在公称压力基础上乘以折减系数。

4.1.7 管道设计内水压力标准值 ($F_{wl,k}$) 要大于管道工作压力是考虑了在运行中水锤残余压力及其他因素影响, 本条参照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 - 2002 中规定: 化学建材管道考虑 1.4 倍~1.5 倍。

钢塑复合管道承压主要依靠钢丝/钢板, 承压能力较高, 具有钢管特性, 因此, 本条参照国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 - 2002 中规定, 钢管: $F_{wl} = F_{wk} + 0.5 \geq 0.9\text{MPa}$ 。

4.1.8 本条考虑了 630mm 钢塑复合管外荷载和长期拉升强度控制要求。对于 630mm 以下管道, 外荷载效应较低, 管道弯曲荷载效应对管道安全不起控制作用, 所以可不计入结构设计。另

外，对于塑料管材在设计计算中必须考虑塑料材料松弛效应的影响，塑料材料应力松弛必然使得管材钢材料部分的应力增加。目前还没有实验数据明确分配比例关系，因此本规程根据现阶段经验，按短期塑料材料在所承担拉伸强度大于 70% 考虑，取长期塑料所承担的拉伸强度设计值不大于总荷载效应的 10% 控制。

本规程中包含的钢塑复合管道最大直径不大于 630mm，同时为保证长期拉升强度控制需要，因此在压力等级计算的时候可直接按设计内水压力标准值的 1.2 倍选取。

4.1.9 目前，我国聚乙烯管道市场 $d_n \leq 800\text{mm}$ 以下各种管件均可注塑成型，可不需焊制管件，但 $d_n > 800\text{mm}$ 以上的弯头、三通等管件，由于用量少、成本高，国内极少有企业生产，一般需要采用焊制成型管件。聚乙烯管材焊制成型的焊制管件属于非标准产品，焊制管件由于存在多个与轴向不垂直的焊缝，在内压和外荷载作用下，焊缝会受力不均，造成局部应力集中，不利于长期运行，存在长期力学性能不明朗等问题。国际标准、欧洲标准和中国相关标准也没有规定此类管件的技术要求。但是，在国内外给水工程中，由于受连接的特殊性、尺寸等影响，当需要使用焊制管件来解决工程中的连接问题时，通常做法是采取增加壁厚或降低工作压力；以及在焊制管件外部采取加固等措施，此条规定当采用焊制管件时必须在工厂焊制，以保证产品质量。并参照《塑料管道系统 给水用聚乙烯（PE）管材和管件 第 3 部分：管件》IS() 4427.3 - 2007 确定焊制管件压力折减系数。

4.1.10 本条规定与国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 - 2006 第 7.1.12 条一致，为避免压力管道因开、停泵，开、关阀等流量调节造成管内流速的急剧变化，而产生的水锤危及管道安全。一般在设计时应采取削减水锤的有效措施，使在残余水锤作用下的管道设计压力小于管道试验压力，以保证管线安全。

4.1.11 由于塑料管道本身不导电，不导磁，目前没有十分有效的方法直接探测其地下的空间位置，为避免施工机械挖断、挖漏管道由此造成工程事故，也为了便于后期维护，国内外常采用在

铺设过程中，将金属示踪装置置于管道正上方与塑料管道一起埋入，为间接探测管道位置提供物理前提。因此本条规定，在管道设计时需同时考虑示踪装置。

为保护管线在日后运行，不受人造的意外损坏，防止土方开挖时误挖管段，造成事故，因此规定在塑料管道管顶处需要埋设警示带起警示作用。警示带与管道一样，应具有不低于 50 年的寿命，同时标有醒目的提示字样。

4.2 管道布置和敷设

4.2.1 本条参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 和《室外给水设计规范》GB 50013 相关条款制定。规定管道不得穿越建筑物基础是为保证管线施工和安全运行以及建筑物的结构安全。一方面由于市政给水管道穿越建筑物基础时容易破坏基础的承载力。其次当基础发生沉降、变形时，将挤压管道，造成管道变形甚至破损，输送水漏损后进入建筑物，影响建筑物使用功能，并损害建筑物结构或地基基础。且穿越基础的管道也不便于检修和维护。当管道需要穿越道路、高速公路、铁路等构筑物基础时，应做好相应的保护措施，护套管可采用钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管，具体可见本规程第 4.2.8 条。

4.2.2 埋地塑料给水管不得在雨污水检查井及排水管道内穿越，是为了保证供水水质卫生安全，避免雨污水检查井及排水管道淤积操作时，可能损伤塑料给水管；避免塑料给水管破损时，检查井及排水管道内雨污水渗入供水管网，造成饮用水污染等供水安全事故。因此，塑料给水管应当避开有毒污染场所，严禁在雨污水检查井及排水管道内穿越。

4.2.3 为确保埋地塑料给水管安全运行，在严寒或寒冷地区等具有冰冻风险的地区和条件时，埋地管道一般应埋设在土壤冰冻线以下。当受地下构筑物、其他管线等影响，可能导致管道浅埋或出现管道跨越的要求时，应进行热力计算，并做好管道保温防冻措施，保证管道在正常输水和事故停水时管内水不冻结。

4.2.4 本条规定埋设的最小覆土深度参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 和《室外给水设计规范》GB 50013 相关条款制定。由于塑料管道特性，为防止塑料管道压坏，其中车行道下埋设覆土深度由 0.7m 提高到 1.0m，防止塑料管道损坏。

4.2.5 由于塑料管道对温度极为敏感，因此，埋地塑料给水管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距，参照现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143 和《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ 63 相关条款制定，并根据热源在土壤中的温度场分布，采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 1m 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 1m 处的土壤温度远低于 40℃。当然，有条件的情况下，塑料给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。

4.2.6 本条参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 和《室外给水设计规范》GB 50013 相关条款制定。规定与建（构）筑物的水平净距，要保持一定的安全距离，防止塑料给水管道发生漏水事故时在建（构）筑物产生较大影响，以及便于抢修维护，同时考虑了管线井、闸等构筑物的尺寸大小。

4.2.7 塑料管道热膨胀系数与金属管道变形系数差异较大，热胀冷缩时变形量不一致。设置锚固措施是为了平衡管道径向和轴向推力，实现固定管道，防止接口脱落。

4.2.8 管道与重要道路、铁路交叉敷设应按设计要求，且应与有关部门协调，按相应规定施工。垂直穿越是为了缩短距离；采用钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管等作为保护套管是为了提高套管承载力；套管内部应光滑平整，防止穿越时划伤管材表面；根据实际施工经验，套管内径应大于穿越管径 200mm 以上，是

方便管道穿越施工。

4.2.9 本条依据现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289, 参照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的相关条款制定, 考虑了在通航河道清淤或整治河道时与管线使用不互相影响, 对不同规划航道分别规定了不同的覆土深度, 避免妨碍河道的整治和管线安全; 塑料管道较轻, 容易漂移, 需要采取稳管措施; 在上下游设置标志, 提示船只过往和河道疏浚时注意管道, 避免造成破坏。

4.3 管道水力计算

4.3.1 本条与国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 - 2006 第 7.2.1 条一致, 总水头的损失分为沿程损失和局部水头损失, 而后叠加。

4.3.2 埋地塑料给水管道沿程水头损失 (h_f) 计算是参照现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 相关条款制定, 采用魏斯巴赫-达西公式。

λ 系数的取值与管道断面形状、管材、水流状态、水温等因素有关, 有很多不同的计算公式。不同公式的适用范围不同, 计算结果也略有不同。供水管道水力计算公式常用的有满宁公式、海曾-威廉公式、达西公式、柯尔勃洛克-怀特公式、舍维列夫公式等。美国一般选用海曾-威廉公式; 英国一般使用柯尔勃洛克-怀特公式; 日本曾广泛使用 Weston 公式, 目前较多使用海曾-威廉公式。

据芬兰凯威赫公式提供的技术资料, HDPE、MDPE、PP 管, 柯尔勃洛克-怀特公式最为适用。钢管、球铁管、推荐选用海曾-威廉公式和满宁公式。资料显示, 英国 PE 管水力计算选用的也是柯尔勃洛克-怀特公式, 其 Δ 值取值为 0.003mm ~ 0.015mm。

行业标准《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101 - 2004 规定聚乙烯管道 λ 按柯尔勃洛克-怀特公式。

也可采用海曾-威廉公式简化计算:

$$h_f = i \cdot L = \frac{10.67 q^{1.852}}{C_h^{1.852} d_i^{4.87}} \cdot L \quad (2)$$

式中: i 管道单位长度水头损失 (kPa/m);

L 管段长度 (m);

d_i 管道计算内径 (m);

q 给水设计流量 (m^3/s);

C_h 海曾-威廉系数, 塑料管道取 140~150。

4.3.3 该局部水头损失 (h_j) 为通用公式, 不同配件的阻力系数 ξ 值应由生产厂家提供。如需精确计算, 请查阅有关文献。当塑料管连接时, 每隔一定距离将在管内壁形成一定起伏, 增加了水流阻力, 其值究竟为多少, 也缺少必要的试验资料。在计算资料不足的情况下, 可采用按沿程水头损失的百分比来计算管道局部水头损失。

4.4 管道结构设计

4.4.1 埋地塑料给水管道上的作用分类、作用标准值、代表值和准永久值系数的确定原则和取值均应与现行国家标准《给水排水管道工程结构设计规范》(GB 50332) 的有关规定保持一致, 为减少条文重复, 直接引用。

4.4.2 本条明确了埋地塑料给水管道结构设计文件应包含的基本内容。塑料管材型号应能明确定义管道的性能, 其主要包括材料的类型、材料的分级数、管道的压力等级或管道的壁厚与直径比 (SDR)。本条与国家标准《给水排水管道工程结构设计规范》GB 50332-2002 第 4.1.5 条的规定保持一致。

4.4.3 塑料管道具有应变蠕变性和应力松弛性, 因此管道结构设计必须考虑长期力学性能。根据管道材料标准和国际相关标准的相关规定, 材料的长期性能均采用短期材料应力的长期效能表示, 即管道初期荷载效应的管壁应力值应低于长期荷载效应下管壁破坏的应力值。而塑料管道的短期荷载效应符合弹性材料性

能，即满足应力与应变的线弹性关系。所以，塑料管道的结构设计中，可以采用弹性体系的计算方式，通过材料设计值的取值、管道形变调整的形状系数等设计参数，综合体现管道长期性能的影响，可以满足塑料管道的工程安全。

4.4.4 塑料管道环向管壁截面应力由两部分共同作用的荷载效应组成。内水压力产生的环向轴拉应力和外荷载产生的环向弯曲应力。内水压力作用按设计压力取值计算确定，由于设计压力为管道系统控制的最大内水压力，因此，在与外荷载组合时考虑了荷载组合的影响，采用荷载组合系数对内水压力的荷载效应进行折减。考虑管壁在内水压力作用下呈现变形回圆现象，采用回圆系数折减外荷载效应。采用管材拉伸强度设计值与弯曲强度设计值之比值，协调管道材料拉伸强度与弯曲强度的差异。

4.4.5 塑料管道管材抗力存在蠕变特性。短期材料抗力远高于长期荷载作用下的材料抗力。水锤压力作用时间以秒计算，管材短期抗力效应明显，所以，针对以长期荷载效应为对象的材料抗力值，本规程采取折减短期荷载效应，以便与长期材料抗力设计值的设计条件协调。钢塑复合管管材抗力以金属材料为主，塑料材料的蠕变对长期性能影响较小，所以，不考虑管道压力的折减调整。

按照与国家现行标准的综合设计安全度一致原则。对于聚乙烯管道，原规程设计系数包括管道设计内水压力标准值与工作压力转化系数 1.50，设计内水压力的荷载分项系数 1.20，以及聚乙烯管道抗力分项系数，因此综合上述系数可得综合设计系数为 $1.50 \times 1.20 / 0.96 = 1.875$ 。规程修订后，综合设计系数中管道设计内水压力标准值与工作压力转化系数不变（1.50），设计内水压力的荷载分项系数由 1.20 提高为 1.40，增加了管道强度计算的荷载组合系数（0.9）、材料分项系数（该值为材料标准值与设计值之比）、管道压力计算调整系数（按管材确定）。对于聚乙烯管道，规程规定压力调整系数取 0.8，材料抗拉强度分项系数取 1.25，因此规程修订后综合设计系数为 $1.50 \times 1.40 \times 0.9 \times 1.25$

$\times 0.8 = 1.89$ ，与原规程安全度接近。

4.4.6 本条与现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规范》CJJ 143 协调一致。由于给水塑料管道均为均质实壁断面，因此，将原公式中截面中和轴至管壁外侧尺寸 y_0 由 $r/2$ 替代。

4.4.7 对于公称直径 630mm 以下管道，管道截面相对较小，土体本构关系容易形成，因此外荷载效应较低。同时，聚乙烯管道的应力松弛效应特性，使得管道在长期管内压力与外土荷载共同作用条件下，管壁环向弯曲应力效应减弱，所以，管道弯曲荷载效应对管道安全不起控制作用，可不计入结构设计。

4.4.8 本条与国家标准《给水排水管道工程结构设计规范》(GB 50332-2002 第 4.2.10 条的规定保持一致。各项永久作用形成的抗浮作用一般包括管道自重、管顶土柱压力（地下水位以下部分应取浮容重）、抗浮配重构件重。

4.4.9、4.4.10 与《给水排水管道工程结构设计规范》(GB 50332-2002 第 4.2.11 条和第 4.2.12 条的规定相协调。由于塑料管道的壁厚较厚，材料弹性模量较低，材料具有蠕变特性，使其不能早现管壁压缩屈曲破坏现象，而管道弯曲失稳屈曲破坏现象成为控制条件。美国 AWWA M55 聚乙烯塑料管道设计资料，所采用的管道屈曲稳定计算表达式适用于褶皱数大于 3，且管周土体约束较好的设计条件。根据我国规范采用的管周土体综合变形模量取值，本规程采取了屈曲稳定的基本公式。屈曲稳定系数为 2.0。塑料管材的蠕变性使管道弹性模量下降，参考美国 AWWA M55 有关规定，本规程取短期弹性模量的 $1/4$ 。

4.4.12、4.4.13 根据国家标准《给水排水管道工程结构设计规范》GB 50332-2002 第 4.3.2 条的规定确定。考虑塑料管材的蠕变性使管道弹性模量下降，参考美国 AWWA M55 有关规定，本规程管道刚度等级考虑了长期弹性模量为短期弹性模量的 $1/4$ 。

4.5 管道附件和支墩

4.5.1 给水压力管道中，当水流方向、速度发生变化时，在转

弯处、三通、四通、端头、阀门甚至消防栓处均会产生轴向推力，而推力会造成接头分离，导致接头漏水甚至爆裂。为克服管线运行时流体对管件的冲力，防止给水管道拉断、接头拉脱或阀门移动等问题出现，须采取平衡这部分推力的措施，而在工程上常采用止推墩方式。

对于管道四周土体的摩擦力可按作用在管道上的土压力计算确定，土与管壁的摩擦系数可根据经验确定。

对于支墩设计施工，要求地基承载力、位置符合设计要求。支墩应紧靠原状土，不得设在松土上。在不稳定土层中应采取相应措施，保证支墩无位移、沉降，支墩尺寸形式应按沟槽形状、土质及支撑强度等条件确定，且支墩与管道连接处应设塑料或橡胶垫片弹性缓冲层，防止管道破坏。其具体设计施工可参考国家标准图集《柔性接口给水管道支墩》10S505。

4.5.3 当大坡度长距离输水时，柔性连接管道需要设置防滑墩，每根管子以 6m 计。对于防滑墩的设置，防滑墩基础必须浇筑在管道基础下的原状土内，并将管道锚固在防滑墩上。防滑墩与上部管道的锚固可采用管箍固定，管箍必须固定在墩内锚固件上，采用钢质管箍时应做相应的防腐处理，连接处应加塑料或橡胶垫片弹性缓冲层。其次防滑墩应有足够的宽度和长度，宽度不得小于管径加 300mm，长度不得小于 500mm，及嵌入管道土弧基础下原状土内齿墙宽度不得小于 300mm。防滑墩深度在黏性土层中不得小于 300mm，在岩石中不得小于 150mm。

4.5.4 由于塑料管道为柔性管道，刚性较小，承受附件重量下容易产生纵向变形，因此设置固定墩支撑附件重量，防止这些管道附件因自身的重量而引起下沉。

5 管道工程施工

5.1 一般规定

5.1.1 埋地塑料给水管道系统工程施工包括沟槽开挖、管道敷设、沟槽回填、路面修复等一系列工作，与其他给水管道施工基本一致，因此本条规定塑料给水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》GB 50268的有关规定，目的是统一施工质量检验和验收的标准，做到与国家规范协调一致。

5.1.2 施工组织设计是保证施工质量的重要文件，因此，要求施工前应编制埋地给水塑料管道施工组织设计。对于施工组织设计和施工方案应按程序报审，相关单位签证认定后再实施。

5.1.3 对于塑料管道施工，由于具有一定的技术要求，因此本条强调施工人员应经专业的塑料管道安装技术培训后，使施工人员进场前掌握塑料管道安装特点和注意事项，熟悉各设备性能和操作方法。

5.1.4 国家标准《城镇给水排水技术规范》GB 50788-2012第2.0.5条规定：“城镇给排水设施必须采用质量合格的材料与设备，城镇给水设施的材料与设备还必须满足卫生安全要求”。为保证进场管材质量，本条规定埋地塑料给水管材、管件应执行进场检验和复检制，并规定了检验的具体项目，验收合格后方可使用。进场管材重点检查项目包括：①检验合格证；②检测报告；③材料类别；④公称压力等级；⑤外观；⑥颜色；⑦长度；⑧圆度；⑨外径及壁厚；⑩生产日期；⑪产品标志；⑫涉及饮用水卫生安全产品卫生许可批件。

当施工方或甲方对管道产品物理力学性能存在异议时，现场

不能检验，应委托第三方具有相应检测资质的检测机构进行检验，保证检验结果的权威性。

5.1.5 本条对施工场地、用电做了规定。塑料管道施工进场前，应考虑具有管道堆放空间，并且场地平整，并做好防晒防雨淋措施；对于电熔等管道配件应室内堆放；同时场地应当满足热、电熔焊机 etc 设备的用电要求。

5.1.6 对于现场排管应根据施工环境、管材种类、管径、管长、沟槽等情况选定排管方式。管材沿管线方向排放在沟槽边上是方便了管道连接和下管；规定用承插连接时的插口插入方向，是为了减少接头部位的阻力。

5.1.7 本条根据不同连接方式特点和操作要求，将管道连接分为沟边分段连接和在沟底连接。对于胶粘剂连接、热熔对接、电熔连接方式，需要一定的操作空间，可以在沟边分段连接；承插式密封圈连接、法兰连接、钢塑转换接头连接操作空间要求较少，其次防止吊管过程中，连接管件发生错位或变形影响管道密封性，宜在沟底连接。

5.1.8 埋地塑料给水管道施工过程中，应及时清理管中杂物。连接完毕管口采取封堵措施，目的是防止泥浆等杂物进入管内。

5.1.9 在埋地塑料给水管道施工中，管材之间的接口处最容易出现的问题，导致出现漏水事故，影响整条管线使用的可靠性和寿命。为确保管路质量，应在施工过程中做好检查，以保证管道连接的可靠性。

5.1.10 当管沟内有积水时，会使得管道处于漂浮状态，影响管底标高和安装位置，且不利于土体固结，影响管道基础强度；其次污水会影响管道熔接、焊接的质量。

对于施工降排水，可以根据现场情况，采取排井（坑）、井点降水、井管降水等降水措施。

5.1.11 由于夏、冬两季日夜温差较大，管道热胀冷缩较为明显，管段覆土完毕后放置 1d~2d 再进行管道闭合连接，有利于消除温度变化对管道产生的应力。

5.2 沟槽开挖与地基处理

5.2.1 本条参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定制定，其目的是确保沟槽开挖位置、开挖深度准确无误。

5.2.2 管道开挖施工沟槽可采用梯形槽、直槽或混合槽，不同边坡形式的选择应具体由施工工期施工季节的影响、地质条件、地下水位等一系列因素考虑，以做到安全、易行、经济合理。

5.2.3 本条规定槽边堆土位置和高度为了施工安全考虑，在槽边、沟槽两侧临时堆土或施加其他载荷时，不得影响管线和其他设施安全；同时堆土高度不宜过高是考虑了土的承载力和边坡的稳定性。

5.2.4 本条参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定制定。槽底开挖宽度除满足安装尺寸要求以外，还应考虑管道不受破坏，不影响工程试验和验收工作。由于各施工单位的技术水平、施工机具和施工方法各不相同，以及施工现场环境不同，沟底宽度可根据具体情况确定。本条同时推荐了可参考执行的计算公式。

5.2.5 当沟槽采用原状土地基时，不能超挖扰动基底原状土层，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。

5.2.6 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。

5.2.7 本条针对五类不同情况，提出了地基处理的常规做法，以确保地基基础质量。埋地给水塑料管道是柔性管道，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。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。

5.2.8、5.2.9 列出了当地基土层受扰动或超挖时的处理措施和常规做法，以确保地基基础质量符合要求。

5.3 管道连接

5.3.1 管道连接前根据设计要求再次核对管材、管件及管道附件规格、数目，检查耐压等级、外表面质量、材质一致性等，符合要求方可使用。

5.3.2 根据管道连接后接头的可挠性将管道连接分为刚性连接和柔性连接两大类。本条列举了刚性连接和柔性连接的六种常用连接方式。同时根据不同塑料管道的特性，参考国内外相关标准规范，提出了不同塑料管道常用的典型连接方式。同时，为了促进新技术的发展和应用，规定其他连接方式在安全可靠得到验证后也可使用。

5.3.3 由于采用专用连接工具能有效保证连接质量，因此，要求根据不同连接形式选用专用的连接工具。塑料材料对切口极为敏感，车制螺纹将导致管壁截面减弱和应力集中，而且，塑料材料比较柔软，螺纹连接很难保证接头强度和密封性能，因此，要求不得采用螺纹连接。不得使用明火加热，是因为塑料材料是可燃性材料，明火会引起塑料材料燃烧和变形，而且，明火加热也不能保证加热温度的均匀性，可能影响接头连接质量，因此，要求不得使用明火加热。

5.3.4 本条规定了管道切断后端面的要求，是为了便于连接和避免因切割端面不平整导致连接质量缺陷。钢塑复合管封焊端面是为了保证管道内外表面及端面结构完整性，防止管道中钢带/钢丝/钢板腐蚀。

5.3.5 聚乙烯材料受温度的影响较大，在寒冷气候下进行熔接操作，达到熔接温度的时间比正常情况下要长，连接后冷却时间

也要缩短；在温度较高情况下，会产生相反的效果。因此，焊接工艺设置的工作环境一般在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。在温度低于 -5°C 环境下进行熔接操作，工人工作环境恶劣，操作精度很难保证；在大风环境下进行熔接操作，大风会严重影响热交换过程，易造成加热不足和温度不均，因此，要采取保护措施，并调整熔接工艺。强烈阳光直射则可能使待连接部件的温度远远超过环境温度，使焊接工艺和焊接设备的环境温度补偿功能丧失补偿依据，并且可能因曝晒一侧温度高另一侧温度低而影响焊接质量，因此，要采取遮阳措施。

5.3.6 由于聚乙烯管道和钢塑复合管道的连接主要是采用熔融聚乙烯材料进行连接，熔接条件（温度、时间）是根据施工现场环境调节的。若管材、管件从存放处运到施工现场，其温度高于现场温度时，会产生加热时间过长，反之，加热时间不足，两者都会影响接头质量。对于PVC-U、PVC-M管道采用承插式密封圈连接和粘接，如果待连接的管材和管件，从不同温度存放处运来，两者温度不同，而产生的热胀冷缩不同也会影响接头质量。

5.3.7 本条规定了聚乙烯管道连接的具体要求。

1 本款规定了聚乙烯管道的几种连接方式，其目的是为了保证管道接头的质量。聚乙烯管道使用的效果如何，很大程度上是与所选用接头结构和装配工艺过程的参数有关（除外来损坏）。国内外使用经验表明，接头是聚乙烯管道最易损坏的部位。目前国际上聚乙烯给水管的连接普遍采用热熔对接连接、电熔连接，以及施工较为方便的承插式柔性连接。本规程热熔连接不包括热熔承插连接和热熔鞍形连接方式。热熔承插连接一般用于小口径（小于63mm）管道连接，热熔鞍形连接用于管道分支连接，这两种连接方式和采用的设备、加热工具和操作工艺都有严格要求，对操作工技能要求较高，受人为因素影响较大。近几年来，国内外聚乙烯给水管道已基本不采用热熔承插连接和热熔鞍形连接。因此，本规程规定的热熔连接不包含热熔承插和热熔鞍形连接方式。对于聚乙烯管道与金属管道或金属附件的连接，一般采

用钢塑转换接头或法兰连接。钢塑转换接头连接一般用于中小口径的管道；法兰连接一般用于中大口径的管道。

3 本款规定的不同级别、熔体质量流动速率差值不小于 0.5g/10min (190℃, 5kg) 的聚乙烯原料制造的管材、管件和管道附件, 以及焊接端部标准尺寸比 (SDR) 不同的聚乙烯燃气管道连接时, 应采用电熔连接, 是因为由于熔体流动速率相差较大, 熔接条件也不同, 采用热熔对接, 在接头处会产生残余应力。外径相同、SDR 值不同的管材、管件采用热熔连接, 接头处因壁厚不同, 冷却时收缩不一致而会产生较大的内应力, 易导致断裂, 不利于焊接质量的评价与控制。国内外多年实践经验证明, MFR 差值在 0.5g/10min (190℃, 5kg) 以内聚乙烯管道热熔对接连接能获得较好的效果。

4 本款规定聚乙烯承插式密封圈连接, 是指在聚乙烯管材端部焊接一个带承口的承插接头, 承口部位复合钢带或塑料, 增强承口刚度, 解决聚乙烯材料刚度较低问题。国内外工程实践证明公称直径 90mm~315mm 的聚乙烯管材连接质量可靠。

5.3.8 本条对埋地硬聚氯乙烯承插式密封圈连接和胶粘剂连接适用管径范围作了规定。埋地硬聚氯乙烯管道之间的连接, 在小口径以粘接为优, 较大口径时则胶圈连接优于粘接。本条规定与现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材》GB/T 10002.1 的规定一致。

5.3.9、5.3.10 规定了承插式密封圈连接操作步骤和要求。PVC-U、PVC-M 管道承插式密封圈连接包括: 管材—管材、管材—管件; PE 管道承插式密封圈连接仅包括 90mm~315mm 的管材—管材。

5.3.13 规定了聚乙烯 (PE) 管道热熔对接连接具体操作要求。

1 待连接件伸出夹具的长度是根据铣削要求和加热、焊接翻边宽度的要求确定。国内外的经验是一般不小于公称直径的 10%。校直两对应连接件, 是为了防止两连接件偏心错位, 导致接触面过少, 不能形成均匀的凸缘。错边量过大会影响翻边均匀

性、减小有效焊接面积，导致应力集中，影响接头质量，国内外的经验是一般不大于壁厚的10%。

2 擦净管材、管件连接面上污物和保持铣削后的熔接面清洁，是为了防止杂物进入焊接接头，影响焊接接头质量。铣削连接面，使其与管轴线垂直，是为了保证连接面能与加热板紧密接触。切屑厚度过大可能引起切削振动，或停止切削时扯断切屑而形成台阶，影响表面平整度。连续切削平均厚度不宜超过0.2mm，是根据工程施工经验确定。

3 选用热熔对接连接专用连接设备，更有利于保证接头的焊接质量。

4 要求翻边形成均匀一致的对称凸缘，是因为形成均匀的翻边是保证接头焊接质量的重要标志之一。翻边的宽度与聚乙烯材料类型、生产工艺（挤出或注塑）、加热温度，以及焊接工艺等有关，因而，很难给出统一的确定值。国外一般建议在确定的（相同的）条件下，进行几组试验，取其平均值，用于施工现场质量控制，要求实际翻边宽度不超过此平均值的±20%。

5 保压冷却期间，不得移动连接件和在连接件上施加任何外力，是因为聚乙烯管连接接头，只有在冷却到环境温度后，才能达到最大焊接强度。冷却期间其他外力会使管材、管件不能保持在同一轴线上，或不能形成均匀的凸缘，会造成接头内应力增大，从而影响接头质量。

5.3.15 规定了电熔承插连接的具体操作要求。

1 擦净管材、管件连接面上污物，是为了防止杂物进入焊接接头，影响焊接接头质量；标记插入长度是为了保证管材插入端有足够的熔融区，避免插入不到位或插入过深。

2 使用整圆工具对插入端进行整圆是为避免不圆度造成配合间隙不均而影响焊接。

3 刮除表皮是为了去除表皮上的氧化层，表皮上的氧化层厚度一般为0.1mm~0.2mm；检查配合尺寸，是为了防止不匹配的管材与管件进行连接，影响接头质量。

4 校直待连接的管材、管件使其在同一轴线上,是为了防止其偏心,造成接头熔接不牢固,气密性不好。使用夹具固定管材和管件,是为了避免连接过程中连接件的移动,影响焊接接头质量。

5 通电加热时间应符合相关标准规定,是为了防止加热时间不足和过长,影响焊接质量。

5.3.17 规定了电熔鞍形连接的具体操作要求。

1 采用机械装置(如专用托架支撑)固定干管连接部位的管段,是为了使其保持直线度和圆度,以便两连接面能完全结合。

2 刮除管材连接部位表皮是为了去除待连接面的氧化层,清除连接面上污物,并使连接面打毛,以便获得最佳连接效果。

3 固定电熔鞍形管件,是防止在连接过程中管件移动,影响焊接质量。

5.3.19 规定了法兰连接的具体操作要求。两法兰盘上螺孔应对中,法兰面相互平行,是为了安装方便,防止损坏配件;按对称顺序分次均匀紧固法兰盘上的螺栓,是为了防止发生扭曲和消除聚乙烯材料的应力。

5.3.21 规定在钢塑过渡段应采取降温措施,是为了要求操作人员在钢管焊接时,注意焊弧高温对聚乙烯管道的不良影响,因为聚乙烯管道软化点在 120°C 左右,熔点在 210°C 左右,过高的温度会使聚乙烯管与其接合部位软化,达不到密封效果,影响钢塑转换接头的连接性能。采取降温措施是为了防止因热传导而损伤钢塑转换接头。

5.4 管道敷设

5.4.1 本条是埋地给水塑料管道敷设前提。对于管底标高,可通过设置标高控制点,控制点之间拉通线找平,并用水准仪复测,保证基底标高符合设计位置。对于标高不符合设计要求的,应对管沟修整后,再对管底标高复测。

对于原状土地基的质量检查,包括管基密实度和有无对管道不利的废旧构筑物、硬石、垃圾等杂物,密实度对管道不均匀沉降有较大影响,杂物容易损伤管道。最终使得管道铺设后外壁与原状地基、砂石基础接触均匀无空隙。

5.4.2 管道表面较柔软,使用非金属绳(带)吊装是防止塑料管道表面划伤。划伤管道在运行过程中受外力作用,或遇到溶剂或表面活性剂,会加速伤痕扩展,导致管道破坏。

不允许穿心吊是因为塑料管道刚性较低,使用穿心吊容易造成管口变形或损坏。

5.4.4 聚乙烯管道的线膨胀系数较大,为钢管 10 倍以上,蜿蜒状敷设起到一定热胀冷缩的补偿作用,适应管道热胀冷缩的变化。因此可利用聚乙烯管道柔性,蜿蜒敷设或随地形自然弯曲敷设。而聚氯乙烯管道、钢塑复合管虽然也有一定的柔性,但不及聚乙烯管大,通常能满足管底平缓起伏形成的自然弯曲,但不宜蜿蜒敷设。

5.4.5 当埋地给水塑料管道穿越铁路、高速公路、城市道路主干道时,应向管理部门报备,组织有关人员现场查勘,研究穿越的可能性,确定具体位置、标高及护套管的孔径类型等。

穿越施工应采取非开挖施工,不影响正常交通。护套管所承受荷载应符合道路荷载标准,一般采用金属或钢筋混凝土套管。套管管径应满足养护使用单位检查维修护套管及管线需要,同时应在路基外侧增设阀门,以便必要时切断供水,进行整治抢修。

5.5 沟槽回填

5.5.1 管道沟槽尽快回填是尽可能减小环境温度变化对已连接管道纵向伸缩的影响,并防止管道受到意外损伤。对回填高度做规定,是考虑到水压试验安全和试验可操作性,回填土及压实能有效抵抗水压试验时管道内水压另外防止水压试验时管道移动。

5.5.2 埋地给水塑料管道是柔性管道，按管土共同工作原理共同承担外部荷载的作用力，管底垫层和周围土壤的密实度，决定了“管道-土”系统的负载能力，所以管底土应认真处理。清除坚硬的物块，避免管道受到集中应力的作用。

5.5.3 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。其次由于塑料管道密度较小，管沟内有积水时，应采取临时限位措施，使得管道埋设深度和位置符合设计要求。

5.5.5 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、石等硬物损伤塑料管道。槽底至管顶以上 500mm 范围内，土中不得含有机物、冻土以及大于 50mm 的砖、石等硬块。冬期回填时管顶以上 500mm 范围以外可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总体积的 15%，且冻块尺寸不得超过 100mm。最终使得管道铺设后外壁与原状地基、砂石基础接触均匀无空隙。

5.5.6 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。

5.5.7 为了防止管道直接受力，导致管道损伤，因此规定回填土不得直接回填作用在塑料管道上。

5.5.8 参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定制定。由于塑料管道刚性较小，实际工程中发现采用振动压路机容易使得管道变形，所以不能采用振动压路机压实。

5.5.9 塑料管为柔性管，当采用钢板桩支护沟槽时，板桩中应将桩孔回填密实，以保证管道两侧回填土具有符合要求的变形模量。

5.5.10 对于大口径塑料管道，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。

5.5.11 塑料管道是柔性管道，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系数对管道受力状

态和变形大小影响极大，应严格控制，并按回填工艺要求进行分层回填，压实和压实系数检验，使之符合设计要求。

5.5.12 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系数符合设计要求。

5.5.13 规定此条目的是为了施工机械作用对埋设管道产生不良影响。

5.5.14 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。

5.5.15 沟槽回填土压实系数与回填材料示意图 1。

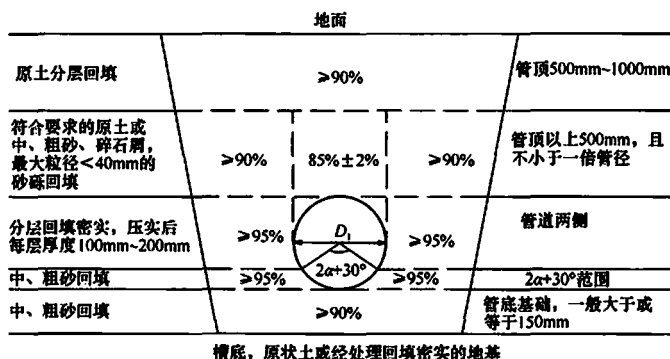


图 1 沟槽回填土压实系数与回填材料示意图

注： 2α 为设计计算基础支承角。

5.6 管道附件安装和附属设施施工

5.6.1 伸缩补偿器是针对塑料管道随环境温度变化产生的纵向形变量，考虑释放形变量的措施。对于胶圈密封承插式管道一般不设置伸缩节，采用粘结刚性连接的管道应设置伸缩节。伸缩节之间距离根据施工闭合温度与管道敷设过程中或运行后管道介质可能出现的最高温差计算后确定。

5.6.2 各阀门具体安装可参考国家标准设计图集《市政给水管道工程及附属设施》07MS101。

5.6.3 支墩的地基应符合设计要求，当天然地基强度不能满足设计要求时应加固。

6 水压试验、冲洗与消毒

6.1 一般规定

6.1.1 水压试验要求在管道两侧和管顶以上 0.5m 回填后方可进行,是考虑到水压试验安全和试验可操作性,因为回填土及压实能有效抵抗水压试验时管道内水压;水压试验要求在管道系统中最后一个接口连接的焊接冷却时间或粘接固化时间达到要求后方可进行,是考虑到若焊接冷却时间或粘接固化时间未达到要求时间,接口强度就不能达到设计要求,水压试验将会使此接口出现漏水等现象。

6.1.2 按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的水压试验方法,规定压力管道水压试验分为预试验和主试验阶段,取代原有相关规范中的强度试验和严密性试验。按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的关于试验合格判定依据的规定,试验合格的判定依据应根据设计要求来确定,设计无要求时,应根据工程实际情况,选用允许压力降值和允许渗水量值中一项值或同时采用两项值作为试验合格的最终判定依据。国内某城市在小口径(公称外径 $\leq 110\text{mm}$)的 PE 管水压试验中,采用允许渗水量法水压试验结果合格的项目,通过对压力变化数据的分析,采用压力降值方法也能满足要求。

6.1.3 本条规定埋地塑料给水管道的试验长度不宜大于 1.0km,这主要是考虑便于试验操作而进行的原则性规定。由于塑料管道刚性较低,当塑料管道过长时,压力不容易上去。

6.1.4 本条规定当管道采用两种(或两种以上)管材时,且每种管材的管段长度具备单独试验条件时,可分别按其管材所规定的试验压力、允许压力降和(或)允许渗水量分别进行试验;管

道不具备分别试验的条件需组合试验时，且设计无具体要求时，应遵守从严的原则选用不同管材中的管道长度最长、试验控制最严的标准进行试验。

6.1.7 为保障水压试验的安全，本条规定在试验区域设置警示隔离带的要求，无关人员应离开试验现场。

6.1.8 本条为强制性条文，规定埋地塑料给水管道必须水压试验合格，生活饮用水并网前进行冲洗消毒，水质经检验达到国家有关标准后，方可投入运行。

6.2 水压试验

6.2.2 对于管道两端试压，支设后背时应加固所试压管段的两端堵板并设后背支撑，当采用原有管沟土当做后背墙时，其长度不得小于5m。后背墙支撑面积，可视土质与试验压力值而定，一般土质按承受0.15MPa考虑。

压力计在使用前应检验校准。压力计的精度不低于1.5级，其含义指最大允许误差不超过最大刻度1.5%。采用最大量程的1.3倍~1.5倍压力计，是按最高的试验压力乘以1.3~1.5，选择压力计的最大读数。为了读数方便和提高试验精度，表盘直径规定不应小于150mm。

管段所有敞口应封闭，对于打泵盖堵、接头以及不同管材、管径接口采用的不同盖堵及支顶应符合设计要求。

6.2.3 对于排气，通常在管段起伏的各顶点设置排气孔，对于长距离水平管段上，需要进行多点开孔排气。注水时应保证排出水流中无气泡，水流速度不变。

6.2.4 升压过程应分级升压，每升一级检查后背、支墩、管身及接口，及时发现问题，保证压力上升。在加压过程中应明确试验时分工，对后背、支墩、接口、排气阀都应有专人负责。

6.2.6 本条第1款规定了允许压力降值方法的试验步骤；第2款规定了允许渗水量值方法的试验步骤。

聚乙烯管材是一种热塑性材料，管材本身具有黏弹性、受压

蠕变及膨胀、失压收缩等特性。与传统材料（如球铁、钢等）管道不同，水压试验过程中，这些特性均有所表现，聚乙烯管材发生蠕变会导致一段时间内压力呈连续下降趋势。另外，水压试验期间温度的变化会引发压力波动。有关文献指出，对于 PE 管道， 10°C 的温度变化，可能引起 $0.05\text{MPa}\sim 0.10\text{MPa}$ 的压力变化。由于试压期间温度变化相对较小，所以压力波动不大。因此，应充分理解 PE 管道在压力试验期间的压力下降现象，充分考虑到压力下降并不一定意味着管道有泄漏。

不同管材的物力化学性能不同，弹性模量不同（钢管 214000MPa 、铸铁管 160000MPa 、钢筋混凝土管 28000MPa 、UPVC 管 3000MPa 、PE 管 $800\sim 1000\text{MPa}$ ），判断水压试验的方法与标准也不尽相同。

一、国外 PE 供水管压力试验标准与方法

目前国际上提出 PE 管道试压标准的组织有 WRC（Water Research Council Committee，英国）、BSI（British Standards Institution）、ASTM（American Society for Testing and Materials，美国）、PPI（Plastic Pipe Institute，美国）、VAP P78（瑞典）、CEN（欧洲标准化协会），各种方法综述如下：

1 WRC 提出的标准与方法最为复杂，主要内容如下：

1) 将压力升至试验压力，升压时间为 T_1 ；

2) 停止加压，观察并记录以下三组数据：

$$T_1 = 0 + T_1 \text{ 时的压力 } P_1$$

$$T_2 = 0 + 7T_1 \text{ 时的压力 } P_2$$

$$T_3 = 0 + 15T_1 \text{ 时的压力 } P_3$$

3) 对 T_1 、 T_2 、 T_3 进行修正：

$$T_{1c} = T_1 + 0.4T_1$$

$$T_{2c} = T_2 + 0.4T_1$$

$$T_{3c} = T_3 + 0.4T_1$$

4) 计算 $N_1 = (\log P_1 - \log P_2) / (\log T_{2c} - \log T_{1c})$

$$N_2 = (\log P_2 - \log P_3) / (\log T_{3c} - \log T_{2c})$$

- 5) 当 N_1 与 N_2 的值在 0.04~0.10 之间时, 表明管道无渗漏。 N_1 与 N_2 值越大, 表明存在漏水的可能性越大, N_1 与 N_2 值越小, 表明管道内可能存在空气。

WRC 还提供了《Water supply. Requirements for systems and components outside buildings》EN 805 提出的另两种试压方法。

2 BSI 在《Specification for design, installation, testing and maintenance of services supplying water for domestic use within buildings and their curtilages》BS 6700 - 1997 中, 提出可选用以下两种方法进行水压试验。

方法一:

- 1) 持续在试验压力 30min, 期间可补水增压;
- 2) 泄压至最大工作压力的 50%;
- 3) 如果压力稳定在 50% 的最大工作压力, 甚至有压力上升现象, 表明无渗漏;
- 4) 再持续进行外观检查 90min, 如仍无渗漏, 则试压合格。

方法二:

- 1) 管道升压至试验压力并稳压 30min, 期间可补水增压;
- 2) 停止补水, 观察 30min, 如压力降小于 60kPa, 可视为系统无渗漏;
- 3) 再持续 120min 进行外观检查, 如仍无渗漏且压力降小于 20kPa, 则试压合格。

3 ASTM 标准主要进行外观检查。

- 1) 管道升压至试验压力;
- 2) 补水维持试验压力 4h;
- 3) 泄压 1.45kPa, 并观察 1h, 期间不要补水增压;
- 4) 如果在此 1h 内没有可见的渗漏, 压力保持稳定 ($\pm 5\%$), 压力试验合格, 否则应检查原因重新试压。

4 日本“配水用聚乙烯管协会”、“日本聚乙烯管道工业会”

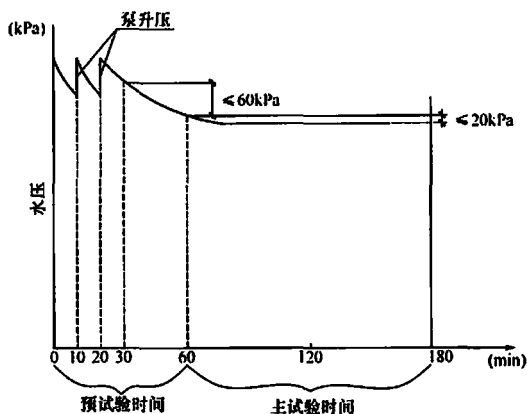


图2 水压试验时间分配和压力示意图

提出的主要也是试压期间管道接头、配件等处不得有渗漏现象这一外观检查项目。

5 PPI 提出的标准要点是：最大试验压力为 1.5 倍的标准压力；试压期间稳压所需的补水量不得超过允许值，参见表 16。

表 16 补水量允许值

公称直径 (in)	允许补水量 (gal/ft)		
	1h	2h	3h
1~1/4	0.06	0.10	0.16
1~1/2	0.07	0.10	0.17
2	0.07	0.11	0.19
3	0.10	0.15	0.25
4	0.13	0.25	0.40
5	0.19	0.38	0.58
5~3/8	0.21	0.41	0.62
6	0.3	0.6	0.9

续表 16

公称直径 (in)	允许补水量 (gal ft)		
	1h	2h	3h
7~18	0.1	0.7	1.0
8	0.5	1.0	1.5
10	0.8	1.3	2.1
12	1.1	2.3	3.4
13~38	1.2	2.5	3.7
14	1.4	2.8	4.2
16	1.7	3.3	5.0
18	2.0	4.3	6.5
20	2.8	5.5	8.0
22	3.5	7.0	10.5
24	4.5	8.9	13.3
26	5.0	10.0	15.0
28	5.5	11.1	16.8
30	6.3	12.7	19.2
32	7.0	14.3	21.5
34	8.0	16.2	24.3
36	9.0	18.0	27.0
42	12.0	23.1	35.3
48	15.0	27.0	43.0
54	18.5	31.4	51.7

6 VAP P78 提出的方法，整个试压过程持续 17h，步骤如下：

预试验：

升压至试验压力并持续 12h，期间不注水补压（管内压力将可能下降）。检查管道接口、配件等，不得有泄漏现象。

主试验：

- 1) 升压至试验压力并稳压至第一个小时末, 期间可补水稳压;
- 2) 稳压于试验压力至第二个小时末, 期间可补水稳压;
- 3) 稳压于试验压力至第三个小时末, 期间可补水稳压。
设这一时间段补水量为 V_1 (L);
- 4) 稳压于试验压力至第四个小时末, 期间可补水稳压;
- 5) 稳压于试验压力至第五个小时末, 期间可补水稳压;
设这一时间段补水量为 V_2 (L);
- 6) 如果试验结果满足下式且试压过程中无渗漏现象, 则试压结果合格。

$$V_2 \leq 0.55V_1 + 0.14Ld_iH \quad (3)$$

式中: L ——试压管道长度 (km);

d_i ——试压管道内径 (m);

H ——试压水头平均值 (m)。

7 CEN 提出的试验方法, 分为两个阶段进行试压。

预试验:

- 1) 将试压管道内的压力降至大气压, 并持续 60min。这一时段内要保证没有空气进入管道。
- 2) 缓慢地将管道升压至试验压力并稳压 30min, 期间如有压力下降可注水补压 (但不得高于试验压力)。检查管道接口、配件等处有无渗漏现象 (如有渗漏现象则试压不合格)。
- 3) 停止注水补压并稳定 60min。若 60min 后压力下降至试验压力的 70% 以上, 则继续下一阶段的工作。如 60min 后压力下降至试验压力的 70% 以下, 则试压不合格, 须查明原因。

主试验:

- 1) 在预试验阶段结束后, 迅速将管道泄水降压, 降压量为试验压力的 10%~15%;
- 2) 准确计量降压所泄出的水量, 设为 ΔV (L);

3) 按下式计算允许泄出的最大水量 ΔV_{\max} (L);

$$\Delta V_{\max} = 1.2V\Delta P[1/E_w + d_i/(e_n \cdot E_p)] \quad (4)$$

式中: V ——试压管道总体积 (L);

ΔP ——降压量 (kPa);

E_w ——水的体积模量。不同水温时 E_w 见表 17;

E_p ——管材的弹性模量 (kPa), 见表 18 (表中所列时间依试压所经过时间来取值)。

表 17 不同水温下水的 E_w 值

温度 (°C)	体积模量 (MPa)	温度 (°C)	体积模量 (MPa)
5	2080	20	2170
10	2110	25	2210
15	2110	30	2230

表 18 管材的弹性模量

温度 (°C)	PE80 弹性模量 E_p (kPa)			PE100 弹性模量 E_p (kPa)		
	1h	2h	3h	1h	2h	3h
5	710000	700000	680000	990000	930000	900000
10	670000	630000	610000	900000	850000	820000
15	600000	570000	550000	820000	780000	750000
20	550000	520000	510000	750000	710000	680000
25	510000	490000	470000	690000	650000	630000
30	470000	450000	430000	640000	610000	600000

4) 若 $\Delta V > \Delta V_{\max}$, 停止试压, 排除管内过量空气;

5) 观察并记录 30min 的管内水压变化情况, 若试压管道剩余压力有上升趋势, 则水压试验结果合格;

6) 如上 30min 内试压管道内剩余水压无上升趋势, 则再持续观察 60min。如在 90min 内压力下降不超过 20kPa, 则水压试验结果合格。

CEN 试压标准与方法, 除欧盟外, 澳大利亚、新西兰也予

采用。

二、国内 PE 埋地给水管水压试验方法应用情况

近几年来，国内某城市来在小区给水管网更新改造中，埋地 PE 管道（PE100、SDR17）得到了广泛的应用，水压试验采用允许渗水量值方法，积累了一些水压试验的实践经验 and 数据，对随机选取了 10 个小区的水压试验数据进行了分析，具体见表 19。

表 19 水压试验数据

序号	d_e	e_n	L	水温	ΔP	ΔV_{max} 允许	ΔV_{max} 实测
1	90	5.1	88	20	0.1	1.4	1.2
	63	4.7	54				
2	90	5.4	125	20	0.1	2.4	1.8
	63	4.7	103				
	50	4.5	128				
3	63	4.7	144	25	0.1	4.3	3.5
	90	5.4	120				
	110	6.6	90				
4	160	10	160	25	0.1	14.2	9.5
	110	6.6	130				
	90	5.4	182				
	63	4.7	440				
5	110	7.1	185	34	0.1	4.3	3.2
	63	4.9	126				
6	160	9.5	340	30	0.1	25	20
	110	6.6	150				
	90	5.4	210				
	63	4.7	490				
	25	3.2	40				

续表 19

序号	d_c	e_n	l	水温	ΔP	ΔV_{max} 允许	ΔV_{max} 实测
7	63	4.7	310	25	0.1	6.5	4.2
	90	5.1	110				
	110	6.6	70				
	160	9.5	30				
8	160	9.5	39	20	0.1	1.5	3.3
	110	6.6	27				
	90	5.1	120				
	63	4.7	179				
9	160	9.5	30	25	0.1	5.6	4.9
	110	6.6	109				
	90	5.1	120				
	63	4.7	52				
10	63	4.7	310	25	0.1	5.1	4.2
	90	5.1	110				
	110	6.6	70				

从表 19 来看, 允许渗水量的计算值和实测值基本接近。通过分析可知, 弹性模量对允许渗水量的计算影响较大, 弹性模量的大小与水温、水压试验时间相关性较大。若采用 3min 短期模量, 上述计算允许渗水量值将小于实测值, 因此在计算允许渗水量值时根据不同的水温和试压时间选择弹性模量更为合理。

另外, 从上述水压试验压力变化来分析, 在预试验阶段 60min 稳压期间, 压力降值基本都低于 80kPa, 与前面提到的 BS 6700 (1997) 中的方法二吻合较好, 可作为允许压力降值方法。

若工程另有规定要求, 可参阅有关资料选择适当的水压试验方法。

6.2.7 本条规定了硬聚氯乙烯管、钢塑复合管等埋地给水塑料管道的水压试验程序和合格标准。《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》CECS 17:2000 中介绍美国、英国以及 ISO 对硬聚氯乙烯压力管道试压允许漏水量规定,具体如下:

1 美国《PVC 管设计施工手册》

$$Q = \frac{ND\sqrt{P}}{7400} \quad (5)$$

式中: Q — 允许漏水量 (gal/h) (美);

D — 公称管径 (in);

P — 内压 (lb/in²);

N — 管道上接头个数。

按照上述公式,试验压力为 150lb/in² (1.03MPa)、管道长 20ft (6m) 的密封胶圈接头,每一英寸管径、每天每英里的漏水量为 10.5gal (美)。折算成公制,近似值为内压 1.0MPa,每 25mm 管径、每天每公里允许漏水量为 24L。

2 英国《PVC 压力管设计手册》

按英国咨询公司允许补水量标准 $Q = 2 \times d_1(\text{m}) \times H(\text{m})$, 亦即允许漏水量为每米管径、每米试验水头每天 2L。按上列同样试压条件计算, $Q = 2 \times 0.025 \times 100 = 5\text{L/次}$, 即每 25mm 管径、每天每公里允许漏水量为 5L。

3 ISO/TR4191 的规定为每 25mm 管内径每 0.3MPa 试压标准每天允许漏水量为 3L。按上列同样试压条件计算, $Q = 3 \times 1 \times 1.0/0.3 = 10\text{L/d}$, 即每 25mm 管径、每天每公里允许漏水量为 10L。

根据国内实践经验,硬聚氯乙烯管允许漏水量采用 ISO 标准比较切合国情,亦符合国际标准。

钢塑复合管的允许渗水量采用埋地硬聚氯乙烯的标准,即每 25mm 管径允许漏水量为 10L/(d · km), 这个标准比《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008 中规定的钢管高 8 倍左右,也就是钢塑复合管水压试验的允许渗水量要比钢管低

得多。

6.3 冲洗与消毒

本节的冲洗与消毒是根据现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定制定。管道初冲洗可根据冲洗水源的实际情况，选用水力、气水脉冲、高压射流或弹性清管器等冲洗方式。

6.3.2 给水管道放水冲洗时应与管理单位联系，确定放水时间、取水样化验时间、用水流量和如何计算用水量等事宜。

6.3.3 消毒前与管理单位联系，取得配合。给水管道消毒通常采用漂白粉进行消毒。对于漂白粉，在使用前应进行检验，再溶解成溶液。由泵向管内压入漂白粉溶液，并根据漂白粉的浓度，压入速度，用闸门调整管内流速，以保证管内有效氯的含量符合要求。



1 5 1 1 2 2 8 8 2 4



统一书号: 15112 · 28824
定 价: 19.00 元