中国工程建设标准化协会标准

埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程

Technical specification for buried unplasticized polyvinyl chloride (PVC – U) pipeline of water supply engineering

CECS 17:2000

主编单位：北京市市政工程设计研究总院
哈尔滨建筑大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2000 年 12 月 1 日



2000 北京

12E-9

前　言

根据中国工程建设标准化协会(96)建标协字第31号《关于下达1996年推荐性标准编制计划的函》的要求，制订本规程。

硬聚氯乙烯(PVC－U)给水管材是当前国家重点应用于城市埋地给水管道工程的化学管材。中国工程建设标准化协会于1990年颁布了《室外硬聚氯乙烯给水管道工程设计规程》CECS 17:90和《室外硬聚氯乙烯给水管道工程施工及验收规程》CECS 18:90两本标准。由于目前PVC－U管材在给水管道工程中广泛推广应用，管材产品规格增加和质量提高，上述规程已不能满足发展的要求，必须进行修订。

本规程是在总结十多年来国内敷设PVC－U给水管道工程的经验，结合1997年开始的各城市PVC－U给水管道工程的试点工作，并参考国外近期资料和相关标准的基础上进行修订的。

为了应用方便，将CECS17和CECS18两本规程合并成一本《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》。

现批准协会标准《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》，编号为CECS 17:2000，推荐给工程建设设计、施工、使用单位采用。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构委员会归口管理，由北京市市政工程设计研究总院(北京市月坛南街乙二号，邮编：100045)负责解释。在使用中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料径寄解释单位。

自本规程批准之日起，CECS 17:90和CECS 18:90同时废止。

主编单位：北京市市政工程设计研究总院
哈尔滨建筑大学
参编单位：上海市政工程设计研究院
化工部长沙设计研究院
建设部科技发展促进中心
上海、济南、青岛、成都、广州、郑州、天津等市自来水公司
江阴大伟塑料公司、江阴化工塑料厂
主要起草人：潘家多、刘灿生、章林伟、李桂芬、翟荣申
张永铨、陈明耀、陈庆荣、刘裕新、辛兆斌
何维华、程锡龄、张湛军、方家麟、高建华

中国工程建设标准化协会
2000年8月15日

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)
3　材料 …… (6)
3.1　管材 …… (6)
3.2　管件 …… (7)
3.3　弹性密封胶圈 …… (8)
3.4　粘接溶剂 …… (9)
3.5　管材的运输及贮存 …… (9)
4　管道水力计算 …… (11)
5　管道结构计算 …… (13)
5.1　基本规定 …… (13)
5.2　强度计算 …… (14)
5.3　变形计算 …… (14)
5.4　稳定验算 …… (15)
5.5　管道纵向温度变形计算 …… (16)
6　管道敷设 …… (17)
6.1　一般规定 …… (17)
6.2　沟槽开挖、敷管、回填 …… (19)
7　管道连接 …… (22)
7.1　一般规定 …… (22)
7.2　胶圈密封柔性接头 …… (22)
7.3　溶剂粘接连接 …… (23)
7.4　过渡连接 …… (24)
8　管道附件和附属构筑物 …… (26)
8.1　伸缩节 …… (26)

8.2 止推墩、固定墩、防滑墩 …… (26)
8.3 附配件和附属构筑物 …… (31)
8.4 支管、进户管与已建管道的连接 …… (33)
9 管道维修 …… (35)
9.1 一般规定 …… (35)
9.2 停水维修 …… (35)
9.3 不停水维修 …… (36)
10 管道系统现场水压试验和冲洗消毒 …… (37)
10.1 一般规定 …… (37)
10.2 试验前准备工作 …… (37)
10.3 管段水压试验 …… (38)
10.4 管段冲洗和消毒 …… (39)
11 管道工程竣工验收 …… (41)
附录A 硬聚氯乙烯给水管道水力坡降表 …… (43)
附录B 管道局部阻力水头损失诺模图 …… (51)
附录C 作用在管道单位长度上的荷载表 …… (52)
附录D 管侧土的综合变形模量 …… (54)
附录E 验收记录表及鉴定书 …… (57)
本规程用词说明 …… (58)
附:条文说明

1 总 则

1.0.1 为了在室外埋地给水管道工程中合理使用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材及管件,做到技术先进、经济合理、稳定水质、便于施工、安全适用、确保工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于一般地质情况下新建、改建和扩建的室外埋地给水管道工程的设计、施工及验收,亦可用于已建管道工程的维修。

本规程适用于水温不低于0℃,不高于45℃的输水和配水管道。

1.0.3 本规程可适用于埋设在酸、碱性等腐蚀性土壤中的给水管道工程。对修建在湿陷性土、膨胀土、永冻土等特殊土层地区的室外埋地给水管道工程,尚应遵守相应专门标准的规定。

1.0.4 管道工程采用的管材、管件和附件、密封胶圈、粘接溶剂等,必须符合国家现行产品标准的要求,并具有出厂合格证、产品许可证等有效的证明文件。

1.0.5 室外埋地给水管道工程除执行本规程的规定外,尚应遵守国家现行标准的有关规定。

2 术语和主要符号

2.1 术语

2.1.1 公称外径 (d_n)nominal outside diameter

硬聚氯乙烯(PVC－U)管道系统所用管材和管件的标定外径。不包括以法兰和用螺纹尺寸标定的管件。

注:本规程中所列公称外径 d_n 为管材最小平均外径,可用作管材设计外径。

2.1.2 公称壁厚 (e_n)nominal wall thickness

规定的管壁厚度。等同于管壁任意一点规定的最小壁厚。

注:本规程中所列公称壁厚 e_n,可用作管材设计壁厚。

2.1.3 公称(额定)压力 (PN)nominal pressure

与管材系统组件的力学性能相关的内水压力指标。

注:本规程中规定的公称压力指标为管材系统组件的长期内水压力的许可应用指标。

2.1.4 工作压力 (F_w)working pressure

给水管道系统在正常工作状态下,作用在管内壁上的最大持续运行压力。不包括水的水锤压力。

2.1.5 水锤压力 ($\triangle F$)surge pressure

在给水管道系统中,由于水的流速发生突然变化而产生的大于工作压力的瞬时压力,亦称波动压力。

2.1.6 设计压力 (F_{wd})design pressure

给水管道系统在运行中,作用在管内壁上的最大瞬时压力。为管道长期运行中的工作压力与残余水锤压力之和。

注:本规程中设计压力采用管道系统的最大现场水压试验压力。

2.1.7 静水应力 hydrostatic stress

在内水压力作用下管壁产生的环向拉应力。

2.1.8 最小要求强度 minimum required strength (MRS)

在水温20℃和50年内压长期作用下,PVC－U管材环向抗拉

强度的最低保证值。该值为PVC－U管材环向抗拉强度的长期静水压设计基础值(hydrostatic design basis,HDB)。

2.1.9 总使用(设计)系数(K) overall service (design) coefficient

根据PVC－U管材特性和管道系统工作条件确定的大于1的设计安全系数。

注:将MRS除以 K,为本规程中规定采用的管材在20℃时的允许环向抗拉强度。

2.1.10 二次加工管件 fittings made from pipe

用PVC－U管材切割成异形短管后,拼装制造的弯管、三通等管件的统称。

2.1.11 过渡件 transition fitting

用于PVC－U管与铸铁管、钢管、其它塑料管等不同材质管道,或与阀门等配件连接用的具有转换性能的一种专用管件的统称。根据管道系统连接的需要,有短管、三通、四通等形式,其规格和尺寸必须符合各端接头的形式和技术要求。

2.1.12 止水栓、分水鞍 tapping saddle tee, tapping sleeve

用于在已建PVC－U管道上开孔安装支管、户管的专用配件。其基本构造是两个可紧固在管道上的半圆管箍,在上部半圆管箍上设置各种开洞和连接设施,可在管道无水或带水条件下开孔接出支管、户管。一般为工厂制作的系列专用产品,如带水打孔立式止水栓、旋转式分水鞍等。

2.1.13 闭合温差 maximum temperature difference between construction and operation

敷设中将管材连接成整体管道时的场地环境温度与运转后管道内外介质温度可能出现的最大温度差。对粘接、熔接类刚性接头,为已连接的管段之间最后闭合时的场地环境温度差;对胶圈密封类柔性接头为每根管材插入时的场地环境温度差。

2.2 主要符号

2.2.1 管道上的荷载

F_w——管道的工作压力;

F_{wd}—管道的设计内水压力；

PN—管材的公称压力；

$\triangle F$—管道的水锤压力；

F_A—管道内的真空压力；

F_C—管道单位长度上，地面车辆轮压传递到管顶处的土压力；

F_{cr}—管壁失稳的临界压力；

F_s—管道单位长度上，地面堆积物传递到管顶处的上压力；

W_c—管道单位长度上，管顶处的竖向土压力。

2.2.2 几何参数

d_n—管材外壁直径；

d_i—管材内壁直径；

e_n—管壁的计算厚度；

d_o—管材截面的计算直径(等于 $d_n - e_n$)；

f_D—管道的最大竖向变位；

r_O—管材截面的计算半径；

B—管道水平中心处的沟槽宽度或两侧回填土的总宽度；

H_s—管顶至设计地面的覆土高度。

2.2.3 计算参量和系数

g—重力加速度；

h_f—管道水流沿程水头损失；

r_s—土的重力密度；

r_w—水的重力密度；

v—管道水的平均流速；

D_L—管道变形滞后效应系数；

E_d—管侧土的综合变形模量；

E_s—管侧回填土的变形模量；

E_n—沟槽两侧原状土的变形模量；

E_p—管材的弹性模量；

f_{pl}—管材的环向抗拉保证强度(最小要求强度 MRS)；

K—管壁环向抗拉设计安全系数；

K_f—管道的设计抗浮稳定安全系数；

K_s—管壁截面的设计稳定安全系数；

λ—管道水力摩阻系数；

σ—内压作用下管壁产生的环向拉应力；

υ—管材的泊桑比；

3 材料

3.1 管材

3.1.1 地埋给水用硬聚氯乙烯(PVC－U)管材的公称压力(PN)、公称外径(d_n)及公称壁厚(e_n),应符合表3.1.1的规定。

表3.1.1 PVC－U管材规格表(mm)

公称外径	PN0.6MPa		PN0.8MPa		PN1.0MPa		PN1.25MPa		PN1.6MPa	
d_n	e_n	d_i	e_n	d_i	e_n	d_i	e_n	d_i	e_n	d_i
20									2.0	16.0
25									2.0	21.0
32							2.0	28.0	2.4	27.2
40					2.0	36.0	2.4	35.2	3.0	34.0
50			2.0	46.0	2.4	45.2	3.0	44.0	3.7	42.6
63	2.0	59.0	2.5	58.2	3.0	57.0	3.8	55.4	4.7	53.6
(75)	2.2	70.6	2.9	69.2	3.6	67.8	4.5	66.0	5.6	64.0
(90)	2.7	84.6	3.5	83.0	4.3	81.4	5.4	79.4	6.7	76.6
110	3.2	103.6	3.9	102.2	4.8	100.4	5.7	98.6	7.2	95.6
(125)	3.7	117.6	4.4	116.2	5.4	114.2	6.0	113.2	7.4	110.0
(140)	4.1	131.8	4.9	130.2	6.1	127.8	6.7	126.6	8.3	123.4
160	4.7	150.6	5.6	148.8	7.0	146.0	7.7	144.8	9.5	140.8
(180)	5.3	169.4	6.3	167.4	7.8	164.4	8.6	162.8	10.7	158.6
200	5.9	188.2	7.3	185.4	8.7	182.6	9.6	181.0	11.9	176.2
225	6.6	211.8	7.9	209.2	9.8	205.4	10.8	203.6	13.4	198.2
(250)	7.3	235.4	8.8	232.4	10.9	228.2	11.9	226.2	14.8	220.4
(280)	8.2	263.6	9.8	260.4	12.2	255.6	13.4	253.4	16.6	246.8
315	9.2	296.6	11.0	293.0	13.7	287.6	15.0	285.0	18.7	277.6
(355)	9.4	336.2	12.5	330.0	14.8	325.4	16.9	323.2		
400	10.6	378.8	14.0	372.0	15.3	369.4	19.1	362.0		
(450)	12.0	426.0	15.8	418.4	17.2	415.8	21.5	507.2		
500	13.3	473.4	16.8	466.4	19.1	461.8	23.9	452.6		
(560)	14.9	530.2	17.2	525.6	21.4	517.2	26.7	506.6		
630	16.7	596.6	19.3	591.4	24.1	581.8	30.0	570.0		

注:括号内管径为非常用规格。

3.1.2 管材的颜色一般采用兰色。

3.1.3 管材物理性能应符合下列规定:

密度:1350～1460kg/m³;

维卡软化温度:不小于80℃;

弹性模量:3000MPa;

轴向线膨胀系数:0.06～0.07mm/m℃。

3.1.4 管材必须在规定的温度和内压下进行试验且不破坏。其环向抗拉强度及试验内压力不得小于表3.1.4的规定。

表3.1.4 管材环向抗拉强度及试验内压

管材		试验温度 ℃	试验时间 h	环向抗拉强度 MPa	试验压力 MPa
平口管		20	1	≥42	/
承口管	d_n＞90mm	20	1	/	3.36×PN
	d_n≤90mm	20	1	/	4.20×PN

注:1.平口管包括溶剂粘接型管材;承口管指采用弹性密封圈的管材。

2.PN为根据设计规定采用的管材压力等级。

3.1.5 对埋设在有酸碱介质环境中的管道,应根据介质的性质要求厂方提供符合防腐要求的管材。

3.2 管件

3.2.1 注塑成型管件必须符合《给水用硬聚氯乙烯管件》GB 10002·2的规定。

3.2.2 二次加工管件所用的管材,其物理力学性能必须符合本规程第3.1节的规定。

3.2.3 注塑成型管件和二次加工管件,在规定的温度和时间内进行的内压试验应符合表3.2.3的规定。

表 3.2.3 管件的试验内压和温度

名称	管径(mm)	温度℃	试验时间 h	试验压力 MPa
注塑成型管件	< 160	20	1	4.20 × PN
	≥160	20	1	3.36 × PN
二次加工管件	≤90	20	1	4.20 × PN
	> 90	20	1	3.36 × PN

3.2.4 灰口铸铁管件材质及物理力学性能必须符合《灰口铸铁管件》GB 3420 的规定。

3.2.5 球墨铸铁管件材质及物理力学性能必须符合《球墨铸铁管件》GB 13294 的规定。

3.2.6 塑钢管件用的钢管必须符合《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3092 及《钢制管法兰、法兰盖及垫片》GB 9112～9113 的规定。

3.2.7 玻璃纤维增强热固性塑料管件(俗称玻璃钢管件)必须符合《离心浇铸玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂夹砂管》JC/T695,《离心浇铸玻璃纤维增强不饱和聚脂树脂夹砂管管件》JC/T696 和《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂夹砂压力管》JC/T838 的规定。

3.2.8 钢、灰口铸铁及球墨铸铁管件必须采取内外防腐措施,其防腐等级应与 PVC－U 管相同。

3.3 弹性密封胶圈

3.3.1 橡胶密封圈应采用模压成型或挤出成型的圆形或异形截面,应由管材生产厂配套供应。

3.3.2 橡胶密封圈的物理力学性能应符合下列规定:

邵氏硬度:45～55 度;

伸长率:不小于 500%;

拉断强度:不小于 16MPa;

永久变形:不大于 20%;

老化系数:不小于 0.8(70℃,144h)。

3.3.3 输送饮用水管道所用橡胶圈应采用食品级橡胶,其卫生指标必须符合《食品用橡胶制品卫生标准》GB 4806.1 的规定。

3.4 粘接溶剂

3.4.1 粘接溶剂宜由管材生产厂配套供应,其卫生性能不得影响生活饮用水水质,其物理化学指标应符合下列规定:

粘度为 100～110 厘泊,含固量为 11.9%～12%;

色度小于 1°,混浊度小于 0.5°,无异味;

残余氯减量小于 0.7mg/l,氯化物不得检出;

挥发酸类小于 0.005mg/l,高锰酸钾消耗量小于 1mg/l。

3.4.2 粘接连接接头的剪切强度不得低于 5MPa。

3.5 管材的运输及贮存

3.5.1 管材应按不同规格分别进行捆扎,管端宜采用适当保护性包装,每捆长度应一致,重量不宜超过 50kg。

3.5.2 管材和管件在运输、装卸和搬动时应轻拿轻放、排列整齐,避免油污。不得受到剧烈撞击及尖锐物品碰触,不得抛、摔、滚、拖。

3.5.3 管材和管件均应存放在温度不超过 40 ℃及有良好通风的库房或棚内,不得露天存放和在阳光下长期曝晒,距热源不得小于 1m。

3.5.4 管材应水平堆放在平整且夯实的地面上,公称外径 d_n 不大于 200mm 管的支垫间距不得大于 1m,外悬端不得超过 0.5m;公称外径 d_n 不小于 225mm 管可适当放大。堆放高度,不宜超过 1.5m。插口及承口宜交替平行堆放,不得垂直堆放,承口部分应悬出插口端部。

3.5.5 管件不得叠置过高,凡能立放的管件,均应逐层码放整齐,不能立放的亦应顺向使其承插口相对地整齐排列。堆放高度不宜超过 1.6m。

3.5.6 不同直径与不同壁厚的管子宜分类堆放。与管材配套供

应的密封胶圈不得与管材分开放置，其贮存条件与管材相同。

3.5.7 胶粘剂、丙酮等易燃品，宜存放于危险品仓库中。在存放、运输和使用时必须远离火源。存放处应阴凉干燥、安全可靠，严禁明火。

3.5.8 当管材从生产到使用的存放期超过18个月时，宜对管材的物理力学性能重新进行检测，合格后再使用。

4 管道水力计算

4.0.1 管道沿程水头损失 h_f 应按下式计算：

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{4.0.1}$$

式中 λ——水力摩阻系数；

L——管段长度(m)；

d_i——管道内径(m)；

v——平均流速(m/s)；

g——重力加速度，9.81m/s^2。

4.0.2 水力摩阻系数 λ 可按下式计算：

$$\lambda = \frac{0.304}{R_e^{0.239}} \tag{4.0.2}$$

式中 R_e——雷诺数。

4.0.3 雷诺数 R_e 应按下式计算：

$$R_e = \frac{v \cdot d_i}{\upsilon} \tag{4.0.3}$$

式中 υ——水的运动粘滞度(m^2/s)，在不同温度时可按表4.0.3采用。

表4.0.3 水在不同温度时的 υ 值($\times 10^{-6}$)

水温℃	0	5	10	15	20	25	30	40
υm^2/s	1.78	1.52	1.31	1.14	1.00	0.89	0.80	0.66

4.0.4 管道设计流速不宜大于1.5m/s。公称外径 d_n 为 20～630mm 的管道在各种流量时的水力坡降可按附录A中表A采用。

4.0.5 管道局部阻力水头损失可要求生产厂提供相应数据，几种常用的管配件局部阻力损失可按附录B诺模图查出的折算管长计算。采用其它材质管件时，可按相应材质的管件局部阻力损失计

算。

4.0.6 水锤压力($\triangle F$,m)可按下式计算:

$$\triangle F = \frac{a}{g}\triangle v \qquad (4.0.6-1)$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{\gamma_w}{g}(\frac{1}{k}+\frac{c\cdot d_i}{E_p\cdot e_n})}} \qquad (4.0.6-2)$$

式中 $\triangle v$——管内水的流速,可取平均流速 v(m/s);

a—— 压力波回流的速度(m/s);

γ_w——水的重力密度,取 10kN/m³;

K——水的体积模量,20℃时为 2200MPa;

c——管端固定度,可取 0.9;

E_p——管壁的弹性模量,可取 3000MPa;

e_n——管壁的计算厚度 m。

5 管道结构计算

5.1 基本规定

5.1.1 PVC-U 管道应按柔性管进行计算。设计使用寿命不得低于 50 年。

5.1.2 结构设计应进行下列计算:

(1) 在内压作用下管截面的强度计算;

(2) 在外压作用下的竖向变形计算;

(3) 管道运行中出现真空压力时对管壁截面的稳定性验算;

(4) 管道的抗浮稳定验算;

(5) 管道纵向温度变形计算。

注:公称外径不大于 90mm 的管道,可不进行本条中(2)、(3)、(4)款的计算。

5.1.3 PVC-U 管的环向抗拉保证强度[f_{pt}]应采用 25MPa;设计系数 K 在公称外径 d_n 不大于 90mm 时采用 2.5,在 d_n 不小于 110mm 时采用 2.0。

5.1.4 管道设计内水压力 F_{wd}应按下式计算:

$$F_{wd} = 1.5F_w/\alpha \qquad (5.1.4)$$

式中 F_w——管道内水工作压力(MPa);

α——管内水温大于 20℃时 PVC-U 管的应力下降系数,可按表 5.1.4 采用。

表 5.1.4 水温增高时应力下降系数 α 值

水温 t℃	α	水温 t℃	α	水温 t℃	α
$0\leqslant t\leqslant 25$	1	$25<t\leqslant 35$	0.8	$35<t\leqslant 45$	0.63

5.1.5 作用在管道上的设计外压荷载应包括作用在管道上的竖向土压力、地面车辆荷载及堆积荷载。车辆荷载和堆积荷载不叠

加计算，应取其大者。车辆荷载等级应按实际行车情况采用。

5.1.6 作用在管道上的设计竖向土压力 W_c 及地面车辆荷载压力 F_c 可按附录 C 采用。

5.1.7 作用在管道上的堆积压力 F_s 可取 $10kN/m^2$。

5.1.8 管道在运行过程中可能产生的真空压力 F_A 可取0.05MPa。

5.2 强度计算

5.2.1 PVC－U 管的强度计算，应满足下式要求：

$$\sigma \leqslant f_{st} \tag{5.2.1}$$

式中 σ——设计内水压力作用下管截面上的环向拉应力（MPa）；

f_{st}——管材环向许可长期抗拉强度，$d_n \leqslant 90mm$ 时采用 10MPa；$d_n \geqslant 110mm$ 时采用 12.5MPa。

5.2.2 设计内水压力 F_{wd} 产生的管材环向拉应力 σ 可按下式计算：

$$\sigma = \frac{F_{wd} d_e}{2 e_n} \tag{5.2.2}$$

式中 e_n——公称壁厚，可按表 3.1.1 中相应 PN 的管壁厚度采用；

d_e——管截面的计算直径。

5.3 变形计算

5.3.1 管道在外压荷载作用下的竖向变形不得大于管截面的计算直径 d_e 的 5%。

5.3.2 管道在外压荷载作用下的竖向变形量 f_D 可按式(5.3.2)计算：

$$f_D = D_L \frac{K_b \gamma_0^3 (W_c + F_c)}{E_p I_P + 0.061 E_d \gamma_0^3} \tag{5.3.2}$$

式中 D_L——变形滞后效应系数，可取 1.2～1.5。当设计要求管侧回填土压实系数大于 95% 时，D_L 可取 1.5；

K_b——管底弧形土基的基床系数，当土基支承角 $\geqslant 90°$ 时，一般可取 0.1；

W_c——管道单位长度上管顶处的竖向土压力（kN/mm），可按附录 C 采用；

F_c——管道单位长度上地面车辆轮压传递到管顶处的竖向压力（kN/mm），可按附录 C 采用；

E_p——管材的弹性模量，可取 3000MPa(3kN/mm²)；

E_d——管侧土的综合变形模量（kN/mm），按附录 D 规定取值。

5.3.3 当附录 C 中对应的地面堆积压力 F_s 值大于地面车辆轮压 F_c 值时，式(5.3.2)中应采用 F_s 值替代 F_c 值计算竖向变形量 f_D。

5.4 稳定验算

5.4.1 管道在组合荷载作用下的管壁截面稳定验算，应满足管壁截面稳定安全系数 K_s 不小于 2.0 的要求。

5.4.2 管壁截面的环向稳定，可按下式验算：

$$\frac{F_{cs}}{F_w + F_A} \geqslant K_s \tag{5.4.2-1}$$

$$F_{cs} = \frac{2 F_P}{(1 - \upsilon_p^2)} \cdot \left(\frac{e_n}{d_e}\right)^3 \tag{5.4.2-2}$$

式中 F_{cs}——管壁截面的失稳临界压力(N/mm²)；

F_V——管顶作用的各项竖向压力（见附录 C），等于 $W_c + F_c$ 或 $W_c + F_s$，取其大值(N/mm²)；

F_A——管内真空压力(N/mm²)，取 0.05N/mm²；

υ_p——管材泊桑比，可取 0.38；

5.4.3 管道的抗浮稳定安全系数 K_f 不得小于 1.10。

5.4.4 管道的抗浮稳定，可按下式验算：

$$\frac{\gamma_s H_{s1} + \gamma_s' H_{s2}}{\gamma_w Z} \geqslant K_f \tag{5.4.4}$$

式中 H_{s1}——管顶地下水位以上复土层高度(m)；

H_{s2}——管顶至地下水位标高土层厚度(m)；

Z——可能出现的最高地下水位标高至管底高度(m)；

γ_s——管顶回填土重力密度，可取 18kN/m³；

γ_s'——地下水位以下回填土的有效密度，可取 8kN/m³；

γ_w——水的重力密度，可取 10kN/m³。

5.5 管道纵向温度变形计算

5.5.1 采用承插式弹性密封圈柔性接头的管道，可不进行管道纵向温度变形计算。

5.5.2 采用粘接接头的管道，应根据敷设和使用时的温度变化进行由内外介质温差引起的纵向变形计算。

5.5.3 管道由温差引起的纵向变形量可按下式计算：

$$\triangle L = 0.07L \cdot \triangle t \qquad (5.5.3)$$

式中 $\triangle L$——由温差产生的纵向变形量(mm)；

0.07——管材线膨胀系数(mm/m℃)；

$\triangle t$——敷设与使用中内外介质温度差℃；

L——管段长度(m)。

6 管道敷设

6.1 一般规定

6.1.1 PVC－U 管道与相邻管道之间的水平净距不宜小于施工及维护要求的开槽宽度及设置闸门井等附属构筑物要求的宽度。与热力管等高温管道和高压燃气管等有毒气体管道之间的水平净距不宜小于 1.5m。饮用水管道不得敷设在排水管道和污水管道下面。

6.1.2 PVC－U 管道中线与建(构)筑物外墙(柱)皮之间的水平距离不宜小于下列规定：公称外径 d_n 不大于 200mm 时为 1m；公称外径 d_n 大于 200mm 时为 3.0m。

6.1.3 PVC－U 管道基础埋深低于建(构)筑物基础底面时，管道不得敷设在建(构)筑物基础下地基扩散角受压区以内，扩散角可采用 45°。

6.1.4 PVC－U 管道穿越铁路、高速公路等路堤时，应设置钢筋混凝土、钢、铸铁管等材料制作的保护套管，不通行的套管内径不宜小于 PVC－U 管外径加 300mm，套管结构设计应按路堤主管部门的规定执行。穿越河道时还应在保护套管外部采取包混凝土等措施。

6.1.5 PVC－U 管道不得从建(构)筑物下面穿越。当必须穿越时，应采取外加套管等可靠的保护措施。

6.1.6 PVC－U 管道在其它管道上部跨越时，管底与下面管道顶部的净距不得小于 0.2m，并应按设计规定进行地基处理；当设计无规定时，可参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定处理。

6.1.7 当设计无规定时，PVC－U 管道不得采用 360°满包混凝土进行地基处理或增强管道承载能力。

6.1.8 在道路下管顶埋深不宜小于 1.0m；在人行道下，公称外径 d_n 大于 63mm 时，不宜小于 0.75m；公称外径 d_n 不大于 63mm 时，不宜小于 0.5m。在永久性冻土或季节性冻土地层中，管顶埋深应在冰冻线以下。

6.1.9 利用管材弹性进行弯曲敷设时，弯曲半径不宜小于管外径的300倍，管材长度不得小于6m，公称外径 d_n 不得大于160mm。管端坐标偏移值可按图6.1.9中的公式计算。

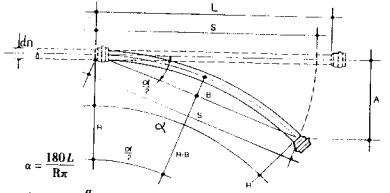


图 6.1.9

6.1.10 利用管道柔性接头进行折线形敷设时，接头在不渗漏条件下的允许转角 α 应由管材制造厂提供。其坐标偏移值 A 可按图6.1.10中的公式计算。在一般情况下，转角 α 不宜大于1°。

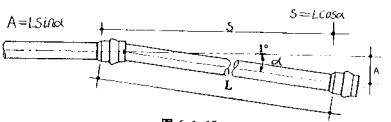


图 6.1.10

6.1.11 管道弯曲敷设和折线形敷设可连续交替进行。施工环境温度小于5℃时，不得进行弹性弯曲敷设。

6.1.12 管道敷设完毕后，可在沿管顶上部回填土内埋置可用金属探测器测管道位置的金属示踪线，或在地面上设置《给水管道》标志碑。

6.2 沟槽开挖、敷管、回填

6.2.1 管道公称外径 d_n 大于63mm时，开槽槽底宽度不宜小于管外径加0.5m，且总宽度不得小于0.7m。

6.2.2 在含水地层或软土、不稳定地层内开槽时，须进行施工排水、设置沟槽支撑或采取地基处理等措施者，应进行施工设计。在一般情况下，可参照《给水排水管道工程施工验收规范》GB 50268执行。

6.2.3 槽底深度应按设计标高开挖，设计未规定时槽底深度不得小于管外径加砂基础厚度，管底砂基础厚度不得小于100mm。

6.2.4 开挖沟槽时应严格控制槽底标高和防止扰动槽底原状土，槽底超挖部分必须用砂砾土回填密实。槽底为岩石时应将岩石挖深不小于150mm，挖深部分用砂砾土回填密实。槽底有孤石等坚硬物体时，必须清除后用砂砾土回填处理。

6.2.5 管道必须敷设在原状土地基上，或开挖后经过回填处理使压密系数达到设计要求的回填层上。对高于原状地面的填埋式管道，管底的回填处理层必须落在达到支承能力的原状土层上。

6.2.6 敷管时可将管材沿管线方向排放在沟槽边上，依次放入沟底砂层上。在一般情况下，插口插入方向应与水流方向一致。沟槽不深时，采用粘接接头的管道可在槽边连接成一定长度后用弹性敷管法下管；承插式柔性接头管道，宜在沟槽内连接，接头处基床挖深部分应就地现挖，使位置正确，且挖深部分必须用砂砾土回填密实。

6.2.7 管道按要求标高及中线敷设后必须尽快回填。先将管下支承角范围内的肋角部分用砂砾土回填密实，其高度不得小于 $0.2d_n$。然后用砂砾土或符合要求的原土回填管道两侧。每次回

填密实后的厚度不宜小于100mm，不得大于200mm，且必须从管两侧同时回填，同时夯密后再回填上一层，直至回填到管顶以上0.3m处。在回填中，运土、倒土、夯土时均不得损伤管节及其接口，不得出现管道移位、转动等现象。

6.2.8 沟槽各部位回填土土质及压实系数(%)应符合图6.2.8的规定。

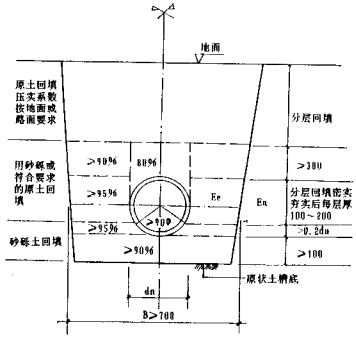


图6.2.8 沟槽回填土要求(单位：mm)

6.2.9 填埋式管道两侧回填土的宽度，在管道水平中心处每侧不得小于$2d_n$，管道两侧回填土区域内各部位土质及压实系数(%)应符合图6.2.9的规定。回填土区域外土堤回填宜与管侧回填同时进行，其回填宽度不宜小于1.0m。

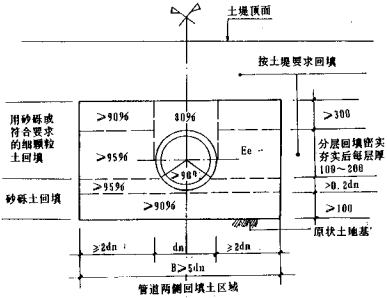


图6.2.9 填埋式管道两侧回填土要求(单位：mm)

6.2.10 回填土内不得含有机物、冻土、砖块及大于20mm的石子。

6.2.11 在管道试压前，管顶以上回填土高度不宜小于0.5m，可留出管道接头处0.2m范围内不进行回填。

6.2.12 管道试压合格后的大面积回填，宜在管道内充满水的情况下进行。管道敷设后不宜长期处于空管状态。采用机械回填土时，机械不得在管道上方行驶。

7 管道连接

7.1 一般规定

7.1.1 管道连接可采用弹性密封圈插入式柔性接头，或插入式溶剂粘接接头、法兰接头等刚性接头。

7.1.2 承插式橡胶圈接头适用于公称外径 d_n 不小于 63mm 的管道，套筒式活接头(快速连接件)可用于各种管径的管道。

7.1.3 溶剂粘接接头适用于公称外径 d_n 为 20～200mm 的管道。公称外径 d_n 大于 90mm 的管材，其溶剂粘接接头的连接宜在提供管材的生产厂进行；在施工现场制作溶剂粘接接头时，公称外径 d_n 不宜大于 90mm。溶剂粘接接头一般采用工厂制造的承口管；当采用平口管在现场加工承口时，施工单位提供的加工方法及设施应得到建设和监理单位许可后方可使用。

7.1.4 法兰连接一般用于与铸铁管、钢管等不同材质管材或阀门、消火栓等管道附件的过渡性连接。

7.1.5 管材在敷设中需切割时，切割面要平直。插入式接头的插口管端应削倒角，倒角坡口后管端厚度一般为管壁厚的 1/3～1/2，倒角一般为 15°。完成后应将残屑清除干净，不留毛刺。

7.2 胶圈密封柔性接头

7.2.1 检查管材、管件及胶圈质量，清理干净承口内侧(包括胶圈凹槽)和插口外侧，不得有土或其它杂物，将橡胶圈安装在承口凹槽内，不得扭曲，异形胶圈必须安装正确，不得装反。

7.2.2 管端插入长度必须留出由于温差产生的伸量，伸量应按施工时闭合温差计算确定，在一般情况下可按表 7.2.2 采用。

表 7.2.2 管长 6m 时管端的温差伸量

插入时最低环境温度℃	设计最大升温℃	伸量 mm
≥15	25	10.5
10～15	30	12.6
5～10	35	14.7

注：(1)表中，管道运行中内外介质最高温度按 40℃计算；当大于 40℃时应按实际升温计算。

(2)管长不是 6m 时，伸量可按管道适实际长度依比例增减。

7.2.3 插入深度确定后，必须按插入长度要求在管端表面划出一圈标记。连接时将插口端对准承口并保持管道轴线平直，将其一次插入，直至标线均匀外露在承口端部。

7.2.4 小管径管道插入时宜用人力。在管端垫木块用撬棍将管子推入到位的方法可用于公称外径 d_n 不大于 315mm 的管道；公称外径更大的管道，可用手动葫芦等专用拉力工具。严禁用挖土机械等施工机械推、顶管子插入。

7.2.5 如插入时阻力过大，应拔出检查胶圈是否扭曲，不得强行插入。插入后用塞尺顺接口间隙沿管圆周检查胶圈位置是否正确。

7.2.6 当采用润滑剂降低插入阻力时，润滑剂必须采用管材生产厂提供的经检验合格的润滑剂。润滑剂必须对管材、弹性密封圈无任何损害作用。对输送饮用水的管道，润滑剂必须无毒、无味、无臭，且不会发育细菌。

7.2.7 涂刷润滑剂时，可用毛刷将润滑剂均匀地涂在装嵌在承口内的胶圈和插口外表面上；不得将润滑剂涂在承口内。

7.3 溶剂粘接连接

7.3.1 检查管材、管件质量。必须将管端外侧和承口内侧擦拭干净，使被粘接面保持清洁、无尘砂与水迹。表面沾有油污时，必须

用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。

7.3.2 采用承口管时，应对承口与插口的紧密程度进行验证。粘接前必须将两管试插一次，使插入深度及松紧度配合情况符合要求，并在插口端表面划出插入承口深度的标线。管端插入承口深度可按现场实测的承口深度。

7.3.3 涂抹粘接溶剂时，应先涂承口内侧，后涂插口外侧，涂抹承口时应顺轴向由里向外涂抹均匀、适量，不得漏涂或涂抹过量。

7.3.4 涂抹粘接溶剂后，应立即找正方向对准轴线将管端插入承口，并用力推挤至所画标线。插入后将管旋转 1/4 圈，在不少于 60s 时间内保持施加的外力不变，并保证接口的直度和位置正确。

7.3.5 插接完毕后，应及时将接头外部挤出的粘接溶剂擦拭干净。应避免受力或强行加载，其静止固化时间不应少于表 7.3.5 的规定。

表 7.3.5 静止固化时间(min)

d_n	管材表面温度	
mm	18℃～40℃	5℃～18℃
≥50	20	30
63～90	45	60

注：工厂加工各类管件时，粘接固化时间由生产厂技术条件确定。

7.3.6 粘接接头不得在雨中或水中施工，不宜在 5℃以下操作。所使用的粘接剂须经过检验，不得使用已出现絮状物的粘接剂，粘接剂与被粘接管材的环境温度宜基本相同，不得采用明火或电炉等设施加热粘接剂。

7.4 过渡连接

7.4.1 可采用过渡件串连两端不同材质的管材或阀门、消火栓等附配件。过渡件两端接头构造必须与两端连接接头形式相适应。

7.4.2 过渡件一般采用特制的管件，与各端管道或附配件的连接

应遵守下列规定：

1 阀门、消火栓或钢管等为法兰接头时，过渡件与其连接端必须采用相应的法兰接头，其法兰螺栓孔位置及直径必须与连接端的法兰一致。

2 连接不同材质的管材采用承插式接头时，过渡件与其连接端必须采用相应的承插式接头，其承口的内径或插口的外径及密封圈的规格等必须符合连接端承口或插口的要求；当不同材质管材为平口端时，宜采用套筒式接头连接，套筒内径必须符合两端连接件不同外径的规定。

3 与 PVC－U 管管端的连接宜采用柔性接头，并优先采用套筒式、活接头等快速连接件。当连接的 PVC－U 管管端为承插式接头时，过渡件应采用相应的承口或插口连接。

7.4.3 过渡件宜采用工厂制作的产品，并优先采用 PVC－U 注塑成型或二次加工成型的管件。如生产厂不能提供 PVC－U 材质管件，必须用钢制过渡件，其材质、规格、误差等均应符合相应接头的标准。

7.4.4 钢制过渡件应采取相应的防腐措施。宜采用喷塑(工厂制作过渡件)、卷材、涂料等符合要求的防腐蚀材料，并按相应的施工验收规程施工。对法兰、螺栓等需要卸、装的部分，可采用涂锌螺栓或不锈钢螺栓，用防腐油涂抹后外包塑料膜。

7.4.5 法兰连接时相邻两个法兰(盘)的螺栓孔位置及直径必须一致，其中垫片或垫圈位置必须正确，拧紧时应按对称位置相间进行。应防止拧紧过程中产生的轴向拉力导致两端管道拉裂或接头拉脱。

8 管道附件和附属构筑物

8.1 伸缩节

8.1.1 采用胶圈密封柔性接头的管道一般不设置伸缩节。采用粘接连接的管道应设置伸缩节。伸缩节之间的距离应根据施工时闭合温度与管道敷设过程中或运行后管道环境介质可能出现的最高温度差计算确定。

8.1.2 管道由温度降低引起的纵向收缩长度可按本规程第5.5节公式计算。在一般情况下，施工闭合温度不超过20℃时，管道上伸缩节之间距离不宜大于150m；施工闭合温度不超过15℃时，伸缩节距离不宜大于200m；施工闭合温度不超过10℃时，伸缩节距离不宜大于250m。

8.1.3 伸缩节可用套筒式、卡箍式、活箍等形式，伸缩量不宜小于12cm。如采用伸缩量大的伸缩节，伸缩节之间的距离可按计算确定。安装伸缩节时，插入深度可按伸缩量确定，上下游管端插入伸缩节长度应相等，其管端间距不宜小于4mm。

8.1.4 管道的闭合温度不宜大于20℃，夏天施工时宜在晚间低温情况下闭合。

8.1.5 管道转变处，伸缩节宜等距离设置在弯头两侧。

8.2 止推墩、固定墩、防滑墩

8.2.1 管道在水平或垂直向转弯处、改变管径处、三通四通端头和阀门处，均应根据管内压力计算轴向推力并设置止推墩。

8.2.2 公称外径 d_n 不大于90mm、采用溶剂粘接连接的管道，般可不设止推墩。

8.2.3 采用承插式柔性接头的管道一般不考虑管道接头的轴向抗拉力。

8.2.4 止推墩一般采用混凝土浇筑的重力式结构，其尺寸及形式应按沟槽形状、土质及支承强度等条件根据设计计算确定。管道平面系统中不同部位止推墩的形式，可按图8.2.4采用。

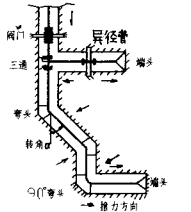


图8.2.4 管道平面系统止推墩的布置

8.2.5 管道端头及正三通处轴向推力 P 可按下式计算：

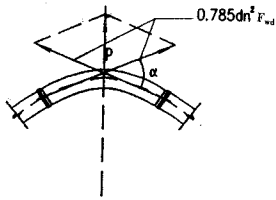
$$P = 0.785 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd} \tag{8.2.5}$$

8.2.6 管道水平方面弯头处推力 P(图8.2.6)可按下式计算：

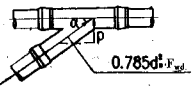
$$P = 1.57 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd} \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \tag{8.2.6}$$

8.2.7 管道水平三通处推力 P(图8.2.7)可按下式计算：

$$P = 0.785 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd} \cdot \sin\alpha \tag{8.2.7}$$



8.2.6 水平弯头推力 P 图



8.2.7 水平三通推力图

8.2.8 渐缩管轴推力 P 可按下式计算：

$$P = 0.785 \cdot (d_{n1}^2 - d_{n2}^2) \cdot F_{wd} \qquad (8.2.8)$$

式中：d_{n1}——进水处大管外径；

d_{n2}——出水处小管外径。

8.2.9 管道垂直方向弯头处上弯弯头向下及下弯弯头向上推力 P，及其水平和垂直方向分力 P_1、P_2 可按下式计算(图 8.2.9)：

$$P = 1.57 \cdot d_n^2 \cdot F_{wd} \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \qquad (8.2.9-1)$$

$$P_1 = P\sin\frac{\alpha}{2} \qquad (8.2.9-2)$$

$$P_2 = P \cdot \cos\frac{\alpha}{2} \qquad (8.2.9-3)$$

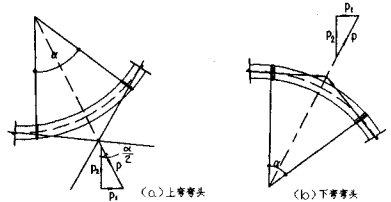


图 8.2.9

8.2.10 止推墩的混凝土不宜低于 C15 级，应现场浇筑在开挖的原状土地基和槽坡上；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必须浇筑在弯头的底部，可按管道混凝土基础要求浇筑，管道下支承角不得小于 120°，宽度不得小于管外径加 200mm，管底处最小厚度不得小于 100mm。

8.2.11 止推墩应有足够的支承面积，在缺乏土质试验资料时，几种典型土的水平向许可承载力可按表 8.2.11 采用。对轴向力很大的大管径管道宜根据土质试验确定土的承载力。在不稳定土层中，应采取相应的提高土壤承载力和加固处理或换土等措施。垂直弯头下混凝土墩的支承强度可采用地基原状土的许可承载力。

表 8.2.11　几种典型土的水平向许可承载力

土质	许可承载力 kPa(t/m²)
软粘土	25(2.5)
粉土、粘性土、砂土、红粘土	50(5.0)
砂砾	75(7.5)
碎石土	100(10.0)

注：当设计和施工人员有实践经验时，可根据土质参照表中许可承载力适当提高或降低。

8.2.12　水平向止推墩作用在土坡上的面积不得小于管道水平推力 P 除以土的水平向许可承载力。

8.2.13　垂直弯头下混凝土墩作用在土坡上的面积不得小于管道水平推力的分力 P_1 除以土的水平向许可承载力。上弯弯头下混凝土墩的底面积不得小于管道向下垂直分力 P_2 及混凝土墩自重及其上部作用的管道及土等的总重除以地基的许可承载力。下弯弯头下混凝土墩重量不得小于管道向上的垂直分力 P_2。

8.2.14　固定下弯弯头的管箍总拉力必须大于管道弯头处总推力（上拔力）P。管箍必须固定在混凝土墩内预埋的锚固件上。钢制管箍必须采取相应的防腐处理。

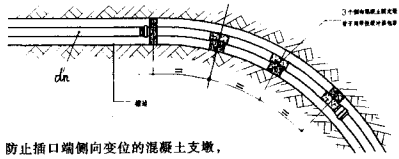
8.2.15　管道和水平向混凝土止推墩、管箍等锚固件之间，应设置塑料或橡胶等弹性缓冲层，厚度宜采用 3mm。

8.2.16　当管道转角 α 不大于 10°、管道周围回填土大于 95% 密实度时，可不设止推墩。

8.2.17　采用冷弯曲敷设管道时应浇筑固定管道弧度的混凝土或砖砌固定墩。固定墩形式与位置可参照图 8.2.17。

8.2.18　当管道坡度大于1:6（纵 1 横 6）时，应浇筑防止管道下滑的混凝土防滑墩。防滑墩基础必须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。混凝土防滑墩宽度不得小于管外径加 300mm；长度不得小于 500mm。基础齿墙宽度不得小于 200mm；深度：粘性土层不得小于 300mm；岩石中不得小于 150mm。



防止插口端侧向变位的混凝土支墩，
管子用弹性缓冲层包裹

图 8.2.17　冷弯曲敷设 PVC－U 管的固定墩

8.2.19　防滑墩与上部管道的锚固可采用管箍固定，管箍必须固定在埋在墩内的锚固件上。采用钢制管箍时应作相应的防腐处理。

8.2.20　防滑墩间距可按管道坡度设置。当设计无规定时，可按表 8.2.20 的规定。

表 8.2.20　防滑墩间距

管道坡度	间距
≥1:6	每隔 4 根管子
≥1:5	每隔 3 根管子
≥1:4	每隔 2 根管子
≥1:3	每隔 1 根管子

8.3　附配件和附属构筑物

8.3.1　管道上设置阀门、消火栓、排气阀等附配件时，其重量不得

由管道支承，必须设置混凝土、砖砌等刚性支墩。支墩应有足够的体积和稳定性，并有锚固装置固定附配件。支墩混凝土强度等级不得低于C15，砖支墩必须采用机制粘土砖，用水泥砂浆砌筑。

8.3.2 管道上设置阀门井时，平面净空尺寸可按阀门规格、维护检修要求确定。

8.3.3 阀门井采用整体板式基础时，阀门支墩应支承在阀门井的混凝土基础底板上。底板上用插筋锚固支墩时，底板可与支墩共同承受阀门关闭时产生的轴向推力。

8.3.4 阀门井内无基础底板时，阀门支墩必须按本规程第8.3.1条设置独立的支墩。当阀门关闭可能产生轴向推力时，支墩还应具有支承轴向推力的能力。当支墩重量及阀度不足以支承轴向推力时，必须在管道上采取其它有效止推措施。

8.3.5 井底与管外底的净距不宜小于200 mm。井底无混凝土底板时，应在井底铺不小于150mm厚的卵石层。

8.3.6 阀门井基础必须浇筑在原状地基或经过回填密实的地层上。混凝土结构的混凝土强度等级不得低于C15；砖砌体必须采用不低于M75水泥砂浆砌筑；砖材必须用机制粘土砖。在地下水位以下的砖砌井室外壁必须做封闭的水泥砂浆抹面防水层。

8.3.7 阀门井顶部宜采用连成一体的灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁井盖及支座；亦可采用工厂生产的符合标准的纤维混凝土、玻璃纤维增强树脂（玻璃钢）等复合材料制造的井盖及支座。井内踏步宜采用可锻铸铁、球墨铸铁踏步；钢制踏步必须采用钢材外部注塑的塑钢踏步。

8.3.8 管道穿越阀门井时，与井墙宜采用刚性连接。一般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，用于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，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外径加100mm。

8.3.9 混凝土水池的进出水管，不得采用PVC－U管直接浇筑在

池壁内；必须采用钢制带止水肋穿墙套管预埋留洞，在水池工程完成后安装进出水管。人墙管段必须采用专用PVC－U管件或钢制管件，安装定位后用干硬性水泥砂浆分层填实至墙内外皮25mm处，再用聚硫类防水嵌缝材料填实密封。

8.3.10 在管道伸出闸门井、水池池壁等构筑物外0.3～0.5m处应设置柔性接头，可用套筒式、活接头等管件连接。管道及建筑物位于软土地层时，宜从第一个柔性接头起第1.5～2.0m连续设置两个以上柔性接头。

8.3.11 连接构筑物的管道下超挖的槽深部分，必须用砂砾土回填密实并按管道敷设要求做不小于90°弧形土基。

8.3.12 当阀门井内设置排水（泥）管时，排水（泥）管必须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涮附件的基础。

8.3.13 阀门、消火栓、排气阀等附配件采用直埋敷设时，埋在土中围护阀门杆的套筒必须支承在回填密实的土层上。采用混凝土管、铸铁管等作套筒时，应在套管下浇筑混凝土或砖砌基础，套筒四周回填土必须夯实。套筒上部开启部分的配件，可根据各地具体情况设置。

8.4 支管、进户管与已建管道的连接

8.4.1 管道内无水施工时，支管、进户管的连接宜在已施工管段水压试验及冲洗消毒合格后进行。采用止水栓、分水鞍等连接支管、进户管时，可先在管道上开孔后安装，亦可先安装后再开孔。采用三通、四通等管件时，必须先将已建管段切割掉相应长度，三通、四通与管道连接宜采用套筒式、活箍等柔性连接。

8.4.2 管道不停水接支管、进户管时应采用工厂制作的专用设备，在管道有压状态下宜采用可打孔和连接支管的立式止水栓。

8.4.3 在管道的弯头和弯曲段上不得开孔安装止水栓。在已建

管道上开孔时，孔径不得大于管外径的$\frac{1}{2}$。在同一根管子上开孔超过一个时，相邻两孔间的最小间距不得小于已建管道直径的七倍，并不得小于止水栓安装要求的长度加0.3m。止水栓离管道接头处的净距不宜小于0.3m。

8.4.4 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、回填土夯密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。

8.4.5 对开孔部位的管道表面应进行清理，管材表面泥土等附着物均应擦拭干净。止水栓、分水鞍应安装正确、牢固，支管接口角度应正确。可用止水栓上配套的钻具或符合钻孔要求的其它钻具钻孔，钻头直径应比支管孔径小2mm。

8.4.6 钻孔完成钻头退到原位后，应关闭止水栓出水口阀门，进行支、户管安装。

8.4.7 支、户管安装完毕后，应按设计要求浇筑混凝土止推墩、井室基础及砌筑井室、安装井盖等附属构筑物，或安装开关延长杆等设施。井底及井室四周的回填土必须分层回填密实。

8.4.8 入户管穿越建筑物地下墙体或基础时，必须在墙或基础内预留或开凿不小于管外径加150mm的孔洞。待管道敷设完毕后，将管外部空隙用粘性土封堵填实。入户管穿越建筑物地下室外墙时，必须按设计要求施工。

9 管道维修

9.1 一般规定

9.1.1 管道在施工及运行中发生管壁漏水、管材破裂和接头渗漏等情况，应根据管道损害程度、部位及破坏原因确定修补方法。

9.1.2 管道在施工中需进行维修时，宜采用停水修补；管道在运行中宜采用不停水维修。

9.1.3 停水维修时，更换损坏的管材或管件应按照施工敷设要求执行。

9.1.4 因管道地基沉降、温度变化、外荷载变化等外部原因造成管道破坏时，在管道修复后应采取相应措施消除各种外部原因。

9.2 停水维修

9.2.1 管道管身破坏时，应切除全部损坏的管段，插入相同长度的直管段，插入管与管道两端可采用套筒式活接头等管件与管道柔性连接，在连接前先将管件套在连接处的管端上，待新管道就位后将连接管件平移到位。

9.2.2 管道上弯头、三通等管件破坏时，应切除管件及其连接的直管段。切除的直管段不宜小于0.5m。插入新管件时，应与配套直管连接合格后整装放入，在直管段之间可用套筒式活接头等管件连接。

9.2.4 插入管两端与已敷设管道管端连接亦可采用工厂制造的专用连接配件。

9.2.5 管道和管件在不影响结构安全条件下的轻微渗漏，可采用PVC－U焊条焊接修补。焊补时必须保持焊接部位干燥，且环境温

度不得低于5℃。

9.3 不停水维修

9.3.1 管道接头渗水可采用二合包承口管箍(两个半圆组成的拼装式管箍),用螺栓拧紧密封。

9.3.2 管身小孔和环向、纵向裂缝可采用二合包管箍,用螺栓拧紧密封。

9.3.3 管箍长度应比破口长度长0.3m。管箍与管道间的密封胶垫厚度可采用3mm。

9.3.4 采用化学止水剂堵漏时,止水剂必须通过试验确认可靠后应用。

10 管道系统现场水压试验和冲洗消毒

10.1 一般规定

10.1.1 管道工作压力不小于0.1MPa时,应检验管道及其配件的强度并进行严密性的现场水压试验。

10.1.2 水压试验的静水压力不得小于按本规程第5.1.4条计算的设计内水压力(F_{wd}),且不得小于0.8MPa。

10.1.3 进行严密性试验时,对公称外径 d_n 不小于110mm的输、配水管道,应采用测定管道渗水量的方法判定。管道总长度小于100m时,可采用压降方法判定。对公称外径 d_n 不大于90mm的管道,一般采用压降方法判定。

10.1.4 管道严密性及强度试验必须以水为介质,采用水压试验法试验。严禁以气体为介质用气压试验法试验。

10.1.5 试压管段的长度,对无阀门等中间连接的管道不宜大于1.0km;对有中间连接件的管道可根据其位置分段进行试压。采用两种或两种以上材质的管道,应按不同材质的试压要求分段进行试验。

10.1.6 对长距离的PVC-U给水管道工程,如使用单位有要求,在开始敷设管道长度达到400m时,施工单位应立即进行水压试验,通过检验合格后再继续敷设。

10.1.7 现场水压试验前应做好水源引接及排水疏导路线的设计。寒冷地区冬季进行水压试验时,应采取防冻措施,试验完毕后应及时放水降压。

10.2 试验前准备工作

10.2.1 试压管段除管道接口处外露外，管顶必须符合本规程第6.2.6条回填不小于0.5m复土层的要求。

10.2.2 应编制水压试验设计，其内容包括：

1 后背堵板及支撑的设计；

2 进水管路、排气孔及排水孔的设计；

3 加压设备、压力表的选择及安装设计；

4 排水疏导措施；

5 安全措施。

10.2.3 支承应设在原状土或人工后背上，土质松软时应采取加固措施。后背墙面应平整并与管道轴线垂直。

10.2.4 管径较大时试压管段端部的第一个接头宜采用柔性接头，或采用特制的柔性堵板。

10.2.5 当采用弹簧压力计时，其精度不应低于1.5级，最大量程宜为试验压力的1.3～1.5倍，表壳的公称直径不应小于150mm，使用前应校正。

10.2.6 水泵、压力计应安装在试验段低点的端部与管道轴线相垂直的进水管上。

10.2.7 管道的支墩应达设计强度，并对锚固设施的牢固性进行认真检查。未设支墩及锚固设施的管件，应采取加固措施。

10.2.8 试压管段不得采用闸阀做堵板，不得有消火栓、水锤消除器等附件。已设置的这类附件必须设堵板，控制阀必须在试验过程中全部开启。试压管段所有敞口应堵严，不得有渗水现象。

10.3 管段水压试验

10.3.1 管道灌水应从低点缓慢灌入，灌入时在试验管段的高点管顶及管段中的凸起点设排气阀排除管道内的气体。

10.3.2 管道充满水后，宜在不大于工作压力条件下浸泡不少于12h后进行试压。

10.3.3 管道升压时，管道内气体应排除。升压过程中，如发现弹

簧压力计表针摆动、不稳且升压较慢，应重新排气后再升压。

10.3.4 应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，当无异常现象时再继续升压。水压试验时，严禁对管身、接头进行敲打或修补缺陷。遇有缺陷时，应做出标记，卸压后修补。

10.3.5 升压达到设计压力值时，应进行管道强度试验。在保持恒压1h条件下检查管道各部位及所有接头、附配件等是否有渗漏或其它不正常现象。为保持管道内压力，可向管内补水。若无上述情况，可判定为合格。

10.3.6 强度试验合格后，应停止进行加压，并将全部排气、排水阀门关闭，在保持恒压2h内进行渗水量测定的严密性试验。

10.3.7 如在保持恒压的前1h内出现压力下降，应向管道内补水，使其保持规定的试验压力；在恒压的后1h内应测定压降及补水量，该补水量为管道的实际渗水量。

10.3.8 管道测定的补水量不得大于按式(10.3.8)计算的允许渗水量：

$$Q = 3 \times \frac{d_i}{25} \times \frac{P_{sd}}{0.3} \qquad (10.3.8)$$

式中 Q——每公里每日(24h)管道的允许补水量(l)；

d_i——管内径(mm)；

P_{sd}——试验内压，采用设计内压(MPa)。

注：式中3为每25mm管内径、每0.3MPa内压时，每公里每天的允许渗水量；单位为公升(l)。

10.3.9 在严密性试验时，对公称外径 d_n 不小于110mm、管道总长度小于100m和公称外径 d_n 不大于90mm的管道，在恒压的二个1h内，如压降不超过0.05MPa，可判定为合格。

10.4 管道冲洗和消毒

10.4.1 管道试压合格后，在竣工验收前应进行冲洗消毒。

10.4.2 冲洗水应清洁，浊度应在10ntu以下，流速不得小于

1.0m/s。必须进行连续冲洗，直至出水口处浊度、色度与入水口进水相当为止。冲洗时应保证排水管路畅通、安全。

10.4.3 冲洗后应用含量不低于20～50 mg/l氯离子浓度的清洁水浸泡24h，再次冲洗，直至水质管理部门取样化验合格为止。

11 管道工程竣工验收

11.0.1 管道工程施工应经过竣工验收合格后，方可投入使用。隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一工序。

11.0.2 竣工验收应提交下列文件：

1 竣工图及设计变更文件；

2 材料、制品和设备的出厂合格证和试验记录；

3 隐蔽工程验收记录及有关资料；

4 管道系统的试压记录；

5 冲洗及消毒后水质化验报告；

6 工程质量检验评定记录；

7 工程质量事故处理记录。

11.0.3 验收下列隐蔽工程时，应具备下列中间验收记录及施工记录资料：

1 管道及附属构筑物的地基和基础；

2 管道止推墩、支墩设置；井室等构筑物的防水层情况；

3 管道的弯头、三通等管件的连接情况，穿井室等构筑物的情况，采用钢、铸铁等管件的防腐情况；

4 管道穿越铁路、公路、河流等工程的情况；

5 管道回填土压实度的检验记录；

6 随管道埋地铺设的示踪金属线的记录和资料。

11.0.4 竣工验收时，应核实竣工验收资料，并进行必要的复验和外观检查。对下列项目应作出鉴定，并填写竣工验收鉴定书，其格式见附录E。

1 管道的位置、高程及管材规定尺寸；

2 管道上设置的阀门、消火栓、安全阀等配件在正常工作压力条件下启闭的灵敏度及安装的位置和数量，开启方向的说明书

和标志；

3 冲洗及消毒；

4 外观。

11.0.5 管道工程应由主管单位组织施工、设计、建设和其它有关单位联合验收，验收后建设单位应将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。

11.0.6 分项、分部和隐蔽工程，可根据施工情况由建设单位会同施工单位邀请有关单位共同验收，并作出验收记录。

附录 A 硬聚氯乙烯给水管道水力坡降表

表 A·1

Q \ d_n		20		25		32		40	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
0.15	0.04	0.20	9.05						
0.25	0.07	0.35	22.26	0.20	4.45				
0.34	0.09	0.45	38.25	0.27	7.65				
0.47	0.13	0.65	67.66	0.37	13.54	0.21	3.38		
0.60	0.17	0.83	104.00	0.48	20.80	0.27	5.20		
0.75	0.21	1.04	154.06	0.60	30.82	0.34	7.70	0.20	2.32
0.99	0.28	1.38	251.20	0.79	50.24	0.44	12.56	0.27	3.78
1.23	0.34	1.71	368.15	0.98	73.63	0.55	18.40	0.33	5.53
1.60	0.44			1.27	113.66	0.72	28.42	0.44	8.56
1.96	0.54			1.56	167.26	0.88	41.82	0.53	12.57
2.40	0.67			1.90	273.07	1.08	68.27	0.65	20.53
3.01	0.84					1.35	89.01	0.82	26.77
3.85	1.07					1.72	137.30	1.05	41.29
4.90	1.36							1.33	63.14
6.50	1.80							1.77	103.85

表 A·2

Q \ d_n		50		63		75		90	
m^3/h	l/s	v m/s	1000i	v m/s	1000i	v m/s	1000i	v m/s	1000i
1.23	0.34	0.21	1.71						
1.60	0.44	0.27	2.65						
1.96	0.54	0.33	3.89	0.20	1.19				
2.40	0.67	0.40	6.37	0.24	1.95				
3.01	0.84	0.50	8.30	0.31	2.54	0.21	1.07		
3.85	1.07	0.64	12.80	0.39	3.91	0.27	1.66		
4.90	1.36	0.82	19.58	0.50	5.97	0.35	2.55	0.24	1.07
6.50	1.80	1.09	32.20	0.66	9.82	0.46	4.18	0.32	1.77
8.02	2.23	1.34	53.28	0.82	14.22	0.57	6.06	0.40	2.56
10.20	2.83	1.71	71.19	1.04	21.72	0.72	9.24	0.50	3.91
13.56	3.77			1.38	35.87	0.96	15.26	0.67	6.45
17.68	4.91			1.80	57.22	1.26	24.35	0.87	10.29
23.42	6.51					1.66	39.35	1.16	16.88
28.09	7.80							1.39	23.25
36.01	10.00							1.78	41.15

表 A-3

Q \ d_n		110		125		140		160	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
8.02	2.23	0.26	0.97						
10.20	2.83	0.34	1.49						
13.56	3.77	0.45	2.46	0.35	1.35				
17.68	4.91	0.58	3.92	0.45	2.14	0.37	1.24		
23.42	6.51	0.77	6.43	0.60	3.52	0.48	2.04		
28.09	7.80	0.93	8.86	0.72	4.85	0.57	2.81	0.45	1.50
36.01	10.00	1.19	15.69	0.92	8.58	0.73	4.37	0.56	2.31
46.02	12.78	1.52	21.14	1.18	11.56	0.94	6.72	0.72	3.56
55.58	15.44	1.83	29.48	1.42	16.11	1.13	9.36	0.86	4.96
68.80	19.11			1.76	22.99	1.40	13.36	1.07	7.08
79.20	22.00					1.61	17.47	1.24	9.26
83.11	23.09					1.69	19.02	1.30	10.08
90.00	25.00					1.83	21.89	1.40	11.60
103.50	28.75							1.61	14.84
117.00	32.50							1.82	18.41

表 A-4

Q \ d_n		180		200		225		250	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
36.01	10.00	0.44	1.32						
46.02	12.78	0.57	2.03						
55.58	15.44	0.68	2.84	0.56	1.73				
68.80	19.11	0.85	4.04	0.69	2.50	0.54	1.42		
79.20	22.00	0.98	5.29	0.79	3.20	0.62	1.83		
83.11	23.09	1.02	5.76	0.83	3.49	0.65	1.99	0.53	1.19
90.00	25.00	1.11	6.62	0.90	4.01	0.71	2.29	0.57	1.37
103.50	28.75	1.28	8.47	1.03	5.14	0.82	2.92	0.66	1.75
117.00	32.50	1.44	10.52	1.17	6.38	0.92	3.63	0.79	2.17
130.10	36.14	1.60	12.68	1.30	7.68	1.03	4.38	0.83	2.62
140.40	39.00	1.73	14.50	1.40	8.78	1.11	5.01	0.90	3.00
154.80	43.00	1.91	17.22	1.55	10.43	1.22	5.95	0.99	3.56
163.93	45.54			1.64	11.55	1.29	6.58	1.05	3.94
176.40	49.00			1.76	13.13	1.39	7.49	1.12	4.48
207.53	57.65					1.64	9.64	1.32	5.79
216.00	60.00					1.70	10.69	1.38	6.40
230.40	64.00					1.82	11.97	1.47	7.17
248.40	69.00					1.96	13.67	1.59	8.19
255.73	71.04							1.63	8.61
270.00	75.00							1.72	9.48
288.00	80.00							1.84	10.61
306.00	85.00							1.95	11.81

表 A·5

Q \ d n		280		315		355		400	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
103.50	28.75	0.53	1.04						
117.00	32.50	0.60	1.28						
130.10	36.14	0.66	1.54						
140.40	39.00	0.71	1.77	0.56	1.01				
154.80	43.00	0.78	2.10	0.62	1.20				
163.93	45.54	0.83	2.32	0.66	1.33				
176.40	49.00	0.90	2.64	0.71	1.51	0.55	0.83		
207.53	57.65	1.06	3.52	0.84	2.00	0.65	1.10		
216.00	60.00	1.10	3.78	0.87	2.15	0.68	1.19		
230.40	64.00	1.17	4.23	0.93	2.41	0.72	1.33		
248.40	69.00	1.26	4.83	1.00	2.75	0.78	1.52	0.61	0.86
255.73	71.04	1.30	5.08	1.03	2.90	0.80	1.59	0.63	0.90
270.00	75.00	1.37	5.59	1.09	3.19	0,.84	1.75	0.67	1.00
288.00	80.00	1.47	6.26	1.16	3.57	0.90	1.97	0.71	1.11
306.00	85.00	1.56	6.97	1.23	3.97	0.96	2.18	0.75	1.24
324.12	90.03	1.65	7.70	1.30	4.40	1.01	2.42	0.80	1.37
338.40	94.00	1.72	8.08	1.36	4.61	1.06	2.54	0.83	1.48
349.20	97.00	1.78	8.78	1.40	5.01	1.09	2.76	0.86	1.56
356.40	99.00	1.81	9.11	1.43	5.20	1.12	2.86	0.88	1.63
367.20	102.00	1.87	9.60	1.48	5.48	1.15	3.02	0.91	1.71
381.60	106.00	1.94	10.27	1.53	5.86	1.19	3.23	0.94	1.83
399.90	111.08			1.61	6.37	1.25	3.51	0.99	1.99
410.40	114.00			1.65	6.67	1.28	3.67	1.01	2.08
424.80	118.00			1.71	7.08	1.33	3.89	1.05	2.20
439.20	122.00			1.77	7.51	1.37	4.13	1.08	2.34
453.60	126.00			1.82	7.95	1.42	4.38	1.12	2.48
468.00	130.00			1.88	8.40	1.46	4.62	1.15	2.62
482.40	134.00			1.94	8.86	1.51	4.88	1.19	2.76
501.85	139.40					1.57	5.23	1.24	2.96
518.40	144.00					1.62	5.53	1.28	3.14
532.80	148.00					1.67	5.81	1.31	3.30
547.20	152.00					1.71	6.09	1.35	3.45

续表 A·5

Q \ d n		280		315		355		400	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
561.60	156.00					1.76	6.39	1.38	3.62
583.20	162.00					1.82	6.82	1.44	3.86
619.20	172.00					1.94	7.56	1.53	4.28
640.80	178.00							1.58	4.56
662.40	184.00							1.63	4.83
684.00	190.00							1.69	5.11
705.60	196.00							1.74	5.40
720.00	200.00							1.77	5.60
752.40	209.00							1.85	6.05
784.80	218.00							1.93	6.51
806.40	224.00							1.99	6.83

表 A·6

Q \ d n		450		500		560		630	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
306.00	85.00	0.60	0.71						
324.12	90.03	0.63	0.78						
338.40	94.00	0.66	0.85						
349.20	97.00	0.68	0.90						
356.40	99.00	0.69	0.93	0.56	0.56				
367.20	102.00	0.72	0.97	0.58	0.59				
381.60	106.00	0.74	1.05	0.60	0.63				
399.90	111.08	0.78	1.13	0.63	0.68				
410.40	114.00	0.80	1.19	0.65	0.72				
424.80	118.00	0.83	1.26	0.67	0.76				
439.20	122.00	0.86	1.34	0.69	0.81				
468.00	130.00	0.88	1.41	0.72	0.86				

续表 A·6－1

Q / d_n		450		500		560		630	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
482.40	134.00	0.94	1.58	0.76	0.95	0.61	0.56		
501.85	139.40	0.98	1.69	0.79	1.03	0.63	0.60		
518.40	144.00	1.01	1.80	0.82	1.08	0.65	0.63		
532.80	148.00	1.04	1.88	0.84	1.13	0.67	0.66		
547.20	152.00	1.07	1.97	0.86	1.20	0.69	0.70		
561.60	156.00	1.09	2.07	0.89	1.25	0.71	0.73		
583.20	162.00	1.14	2.20	0.92	1.34	0.73	0.78		
619.20	172.00	1.21	2.45	0.98	1.49	0.78	0.87	0.62	0.49
640.80	178.00	1.25	2.60	1.01	1.57	0.81	0.92	0.64	0.52
662.40	184.00	1.29	2.76	1.05	1.67	0.83	0.97	0.66	0.56
684.00	190.00	133.	2.92	1.08	1.77	0.86	1.03	0.68	0.59
705.60	196.00	1.38	3.08	1.11	1.87	0.89	1.09	0.70	0.62
720.00	200.00	1.40	3.20	1.14	1.94	0.91	1.12	0.72	0.64
752.40	209.00	1.47	3.46	1.19	2.09	0.95	1.22	0.75	0.70
784.80	218.00	1.53	3.72	1.24	2.26	0.99	1.32	0.78	0.75
806.40	224.00	1.57	3.91	1.27	2.36	1.01	1.38	0.80	0.78
828.00	230.00	1.61	4.09	1.31	2.47	1.04	1.44	0.82	0.82
860.40	239.00	1.68	4.38	1.36	2.65	1.08	1.54	0.85	0.89
882.00	245.00	1.72	4.54	1.39	2.75	1.11	1.61	0.88	0.92
914.40	254.00	1.78	4.87	1.44	2.95	1.15	1.72	0.91	0.98
936.00	260.00	1.82	5.07	1.48	3.07	1.18	1.79	0.93	1.02
968.40	269.00	1.89	5.39	1.53	3.26	1.22	1.90	0.96	1.08
990.00	275.00	1.93	5.61	1.56	3.39	1.25	1.98	0.98	1.12
1022.40	284.00	1.99	5.93	1.61	3.58	1.29	2.10	1.02	1.19
1054.80	293.00			1.66	3.79	1.33	2.21	1.05	1.26
1087.20	302.00			1.72	4.00	1.37	2.33	1.08	1.33
1108.80	308.00			1.75	4.14	1.40	2.42	1.10	1.38
1130.40	314.00			1.78	4.28	1.42	2.49	1.12	1.42
1152.40	320.00			1.82	4.43	1.45	2.58	1.15	1.48
1180.80	328.00			1.86	4.62	1.49	2.70	1.17	1.54
1210.00	336.00			1.91	4.83	1.52	2.81	1.20	1.61
1295.00	360.00					1.63	3.17	1.29	1.81
1350.00	375.00					1.70	3.41	1.34	1.95
1420.00	394.44					1.79	3.73	1.41	2.13
1500.00	416.67					1.89	4.11	1.49	2.34

续表 A·6－2

Q / d_n		450		500		560		630	
m^3/h	l/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1595.00	443.06							1.58	2.61
1680.00	466.67							1.67	2.86
1760.00	488.89							1.75	3.10
1850.00	513.89							1.84	3.39
1920.00	533.33							1.90	3.62
2000.00	555.56							1.99	3.88

注：①本表所列的 i 值是水温为 10℃、额定压为 0.60MPa 时不同管径管道的水力坡降。

②如果水温不是 10℃；测 i 值均应乘以修正系数 K_1(见表 A·11)。

③当额定压力为 1.00MPa、水温不为 10℃时，表中 i 值均应乘以修正系数 K_2(见表 A·12)。

④当计算额定压力为 1.00MPa、水温不为 10℃时，表中 i 值同时乘以 K_1 与 K_2。

⑤当流量 Q 为中间值时，可采用插入法计算；

⑥表 A 中公称外径 d_n 的单位为 mm。

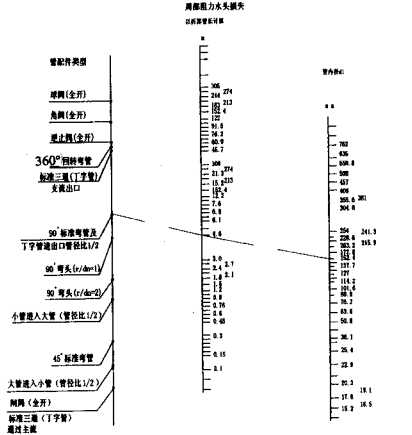
表 A·11　水温修正系数 K_1

水温℃	0	4	5	10	15	20	25	30	40
K_1	1.08	1.05	1.03	1.00	0.96	0.93	0.91	0.89	0.85

表 A·12　额定压力 1.00MPa 时不同管径管道的 i 值修正系数 K_2

外径 d_n	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180
K_2	1.19	1.14	1.10	1.08	1.18	1.17	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20	1.19
外径 d_n	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	600	630	
K_2	1.19	1.20	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	

附录 B　管道局部阻力水头损失诺模图



注：本图算法举例

1：图中虚线为 90°标准弯管，di 为 150mm 时的水头损失，近似于 5m 的折算管长。

2：图中 90°弯头是指用二次加工管件，r 为弯头转弯半径；标准管件是指注塑成型的管件。

附录 C　作用在管道单位长度上的荷载(kN/m)

管外径 d_n(mm)	荷载类型	复土高度 H(mm)								
		0.6	0.8	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0
160	竖向土压力 W_e	1.4	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.8	7.2	8.6
	汽车－15级重车 F_c	–	–	3.9	2.9	2.4	2.0	1.7	1.3	1.0
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	4.5	3.7	3.2	2.8	2.5	2.0	1.6
	堆积压力 F_s	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
200	竖向土压力 W_e	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	9.0	10.8
	汽车－15级重车 F_c	–	–	4.9	3.7	3.0	2.5	2.1	1.6	1.2
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	5.7	4.6	4.0	3.5	3.1	2.4	2.0
	堆积压力 F_s	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
225	竖向土压力 W_e	2.0	3.0	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	10.1	12.2
	汽车－15级重车 F_c	–	–	5.5	4.1	3.4	2.8	2.4	1.8	1.4
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	6.4	5.2	4.5	3.9	3.5	2.8	2.2
	堆积压力 F_s	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
315	竖向土压力 W_e	2.8	4.3	5.7	7.1	8.5	9.9	11.3	14.2	17.0
	汽车－15级重车 F_c	–	–	7.8	5.8	4.7	3.9	3.3	2.5	1.9
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	8.9	7.3	6.3	5.5	4.8	3.8	3.1
	堆积压力 F_s	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
400	竖向土压力 W_e	3.6	5.4	7.2	9.0	10.8	12.6	14.4	18.0	21.6
	汽车－15级重车 F_c	–	–	9.9	7.4	6.0	4.9	4.2	3.1	2.4
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	11.3	9.2	8.0	7.0	6.1	4.9	4.0
	堆积压力 F_s	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

附录 C　续表

管外径 d_n(mm)	荷载类型	复土高度 H(mm)								
		0.6	0.8	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0
500	竖向土压力 W_e	4.5	6.8	9.0	11.3	13.5	15.8	18.0	22.5	27.0
	汽车－15级重车 F_c	–	–	12.3	9.7	7.4	6.2	5.2	3.9	3.1
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	1.41	11.5	10.0	8.7	7.7	6.1	5.0
	堆积压力 F_s	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
630	竖向土压力 W_e	5.7	8.5	11.3	14.2	17.0	19.9	22.7	28.4	34.0
	汽车－15级重车 F_c	–	–	15.5	11.6	9.4	7.8	6.6	4.9	3.8
	汽车－超20级重车 F_c	–	–	17.8	14.5	12.6	11.0	9.7	7.7	6.3
	堆积压力 F_s	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3

注：①其它管外径管道上的荷载，按表中数值线性插入计算；

②车辆荷载和堆积荷载不叠加计算，应取其大者；

③回填土的重力密度取 $18kN/m^3$；

④将表内 W_e、F_c、F_s 乘 $\frac{10}{d_n}$ 为作用在管道上相应的单位竖向压力 N/mm^2，其中 d_n 单位为 mm。

附录 D　管侧土的综合变形模量

D.0.1　管侧土的综合变形模量 E_d 应根据管侧回填土的土质压实系数和沟槽两侧原状土的土质，综合评价确定，可按式(D.0.1)计算。

$$E_d = \zeta \cdot E_s \tag{D.0.1}$$

式中　E_s——管侧回填土有压实系数要求时，相应的变形模量(MPa)可根据试验确定；当缺乏试验数据时，可参照表 D.0.1－1 采用；

ζ——综合修正系数，可按表 D.0.1－2 采用。

表 D.0.1－1　管侧回填土和沟槽两侧原状土的变形模量 MPa(kN/mm²)

回填土压实系数(%) / 原状土标准贯入锤击数 N / 土的类别	85 $63.5 < N \leqslant 50$	90 $11 < N \leqslant 14$	95 $14 < N \leqslant 24$
砾石；碎石	5 (0.005)	7 (0.007)	10 (0.010)
细粒土含量小于 12% 的粗颗粒土，中粗砂，砂夹石，土夹石	3 (0.003)	5 (0.005)	7 (0.007)
细粒土含量大于 12% 的粗颗粒土，中粗砂，土夹石，粘质砂土，粉砂	1 (0.001)	3 (0.003)	5 (0.005)
中到无塑性的细颗粒土(W_L <50%)，粗颗粒土含量大于25%，无机粘土，粉土	1 (0.001)	3 (0.003)	5 (0.005)
中到无塑性的细颗粒土(W_L <50%)，粗颗粒土含量小于25%，无机粘土与粉土混合土		1 (0.001)	3 (0.005)

注：①管侧回填土的变形模量 E_s 可按要求的压实系数采用，表中的压实系数(%)是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；

②沟槽两侧原状土的变形模量 E_s 可按标准贯入度试验的锤击数参照表 D.0.1－1 采用；如无贯入度数据，可按原状土密实度的试验数据确定；

③W_L 为细颗粒土的液限；

④细颗粒土是指粒径小于 0.075mm 的土；

⑤粗颗粒土是指粒径为 0.075～2.0mm 的砂粒；

⑥对表中未列出的没有压密的回填土及 W_L 大于 50% 的中到高塑性的细颗粒土，缺乏可靠的变形模量数据，必须通过评定后在规定的条件下采用。

表 D.0.1-2 参数 ζ 值采用表

	E_s（MPa）	E_m	$\frac{B}{d_m}$ / $\frac{E_s}{E_m}$	2	2.5	3	4	5
			d_m（mm）	500～630	355～450	250～315	180～225	≤160
砂石回填	$E_s=10$	7	1.4	0.80	0.84	0.88	0.95	0.98
		5	2.0	0.64	0.70	0.76	0.86	0.95
		3	3.3	0.45	0.50	0.58	0.73	0.90
		1	10.0	0.16	0.20	0.26	0.40	0.68
原状土回填	$E_s=7$	5	1.4	0.80	0.54	0.88	0.95	0.98
		3	2.3	0.60	0.65	0.70	0.84	0.93
		1	7.0	0.23	0.28	0.34	0.50	0.78
	$E_s=5$	3	1.7	0.73	0.79	0.83	0.92	0.96
		1	5.0	0.30	0.37	0.43	0.60	0.83
	$E_s=3$	1	3.0	0.47	0.54	0.61	0.76	0.90

注：①表中 $\frac{B}{d_m}$ 值，是按设计开槽在管水平直径处槽宽为 d_m+600mm（管两侧净距不小于300mm）制定的近似值；

②表中管侧回填土均按设计要求95%压实系数采用，可根据沟槽土质勘测资料要求回填土类别。当施工中回填土实际压实系数小于95%时，实际 ζ 值大于表 ζ 值，对计算竖向变位（f_0）可不作调整；

③对填埋式敷设及开槽设的管道，当管道中心处两侧水平宽度内回填净宽均大于 $2d_m$ 时，应取 $\zeta=1.0$ 计算。此时，回填土的变形模量应按设计要求达到的回填土压实系数取值。

附录 E 验收记录表及鉴定书

中间验收记录表

工程名称			工程项目	
建设单位			施工单位	
验收日期	年 月 日			
验收内容				
质量情况及验收意见				
参加单位及人员	监理单位	建设单位	设计单位	施工单位

竣工验收鉴定书

工程名称			工程项目	
建设单位			施工单位	
开工日期	年 月 日		竣工日期	年 月 日
验收日期	年 月 日			
验收内容				
复验质量情况				
鉴定结果及验收意见				
参加单位及人员	监理单位	建设单位	设计单位	施工单位
	管理或使用单位			

本规程用词说明

一、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，在条件许可时先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

二、条文中指定应按其它有关标准执行的，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

中国工程建设标准化协会标准

埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程

CECS 17:2000

条 文 说 明

前　言

室外硬聚氯乙烯给水管道工程的设计施工及验收规程(CECS 17:90 和 CECS 18:90)是中国工程建设标准化协会在 1990 年颁布的两本推荐性标准。几年来对国内 PVC－U 管材在室外埋地给水管道工程中的应用起到了促进作用。但由于大口径 PVC－U 管材的开发和生产,这两本规程已不能满足当前和今后的发展要求,如规程中规定管道最大外径 d_n 为 315mm,而近年来在实际工程中应用的管径已超过 500mm,且 1996 年颁布的《给水硬聚氯乙烯管材》GB/T 10002.1－1996 标准中最大外径 d_n 已达 1000mm。给水 PVC－U 管材是当前国家重点推广应用的热塑性塑料管材。1997 年 6 月建设部、化工部、中国轻工总会、国家建材局、中国石化总公司等五个单位联合发布的建科[1997]154 号文《国家化学建材推广应用"九五"计划和 2010 年发展规划纲要》中规定,"到 2000 年新建小区内的户外给水管必须使用塑料管;地市新建供水管工程应优先使用 400mm 以下的塑料供水管"。上述五个单位于 1999 年 11 月联合发布的建科[1999]271 号文《关于加强技术创新推进化学建材产业的若干意见》中规定,"到 2005 年,塑料管道在全国各类管道中的市场占有率达到 50%以上"。因此,对 CECS17－18:90 中的管径规格必须扩大,其中水力计算和结构计算也必须相应补充完善。近几年来各生产厂研制开发了许多管配件,增强了 PVC－U 管道在工程中的适应能力,也方便了施工及维护管理。此外,在管道敷设、水压试验方面通过工程实践都有所发展和改进。为此对 CECS 17－18:90 两本规程进行了修订,并且为了应用方便,在修订中将两本规程合并为《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》。

目　次

1 总则 …… (59)
2 术语和主要符号 …… (60)
3 材料 …… (61)
3.1 管材 …… (61)
3.2 管件 …… (62)
4 管道水力计算 …… (63)
5 管道结构计算 …… (66)
6 管道敷设 …… (70)
6.1 一般规定 …… (70)
6.2 沟槽开挖、敷管、回填 …… (71)
7 管道接头 …… (72)
8 管道附件和附属构筑物 …… (74)
8.1 伸缩节 …… (74)
8.2 止推墩、固定墩、防滑墩 …… (74)
8.3 附配件和附属构筑物 …… (76)
9 管道维修 …… (79)
10 管道系统的水压试验和冲洗消毒 …… (80)

1 总　则

PVC－U管材是一种新型化学管材，其耐腐蚀性能优良，流体阻力小且不结水垢，具有良好的水密性，用作输送原水及饮用水，不产生二次污染，可保证水质稳定且施工方便。

城镇及工矿企业的室外埋地给水管道的水温均在0℃～45℃范围内，水质均属于中性。对一般管材可能产生腐蚀作用的主要是管道外部的介质土壤和地下水，如沿海和西北地区的酸、碱土，而PVC－U管材对这类酸、碱性土具有良好的耐腐蚀性。本章1.0.1、1.0.2、1.0.3条是根据PVC－U管材的特点及适用条件制定的。鉴于埋地给水管道不可能直接接触酸碱类化学物质，因此CECS 17:90中第2.0.5条及附录二的聚氯乙烯耐腐蚀性能表不再列入本规程。

十多年来，给水PVC－U管道已敷设数万公里，管道养护维修已成为管理单位的经常化工作。为此，本规程将“管道维修”单列为第九章。在1.0.2条中也明确了本规程适用于已建管道工程的维修。

1.0.3～1.0.5条为本规程应用中与相关国家、行业、地方标准的协调要求。

2 术语和主要符号

2.1 节所列术语条目均为热塑性塑料管材及管道设计的专用名词，为了统一名词涵义和与已颁布的相关术语相协调一致而制定。

2.1.1、2.1.2、2.1.7、2.1.8、2.1.9 条均为 PVC－U 管材及管道设计中的专用名词，其对应的英文名词均参照国际标准 ISO4422.1－1996 采用，也是《给水用硬聚氯乙烯管材》GB/T10002.1－1996 中的专用名词。

2.1.3、2.1.4、2.1.5、2.1.6 条为管道结构设计的专用名词，也是本规程水力计算和结构计算中必须应用的。

2.1.10、2.1.11、2.1.12 条为管道工程专用管件的名词，在国外相应文献中都有对应的英文名词，目前国内对这类产品的名称不统一，尚未颁布术语标准。本规程是结合目前 PVC－U 管件产品供应情况制定的。

2.0.13 条为管道工程通用术语，是施工中必须掌握的温度参数，是根据 PVC－U 管具体涵义制定的。

2.2 节中对管道上作用的荷载及各种设计参数的符号，均与国内相应的给水排水管道结构设计所用的符号协调一致。在 2.2.2 中有关管材几何尺寸的符号也是按 ISO 4422.1 标准的规定。如公称外径用 d_n，公称壁厚用 e_n，这与现在国内正在编制的其他热塑性塑料管材的符号一致。以往国内对 PVC－U 管曾用的公称外径 d_e、公称壁厚 e 等符号，不宜再在本规程中采用。

3 材料

3.1 管材

在《给水用硬聚乙烯(PVC－U)管材》GB/T10002.1－1996 标准中，管材规格为公称外径 20～1000mm。目前国内小管径管道多采用镀锌钢管，具有污染水质，内壁结垢严重和管道寿命短的缺点，国家已明文规定要禁止使用，并推广采用塑料管。在大管径管材方面，目前各生产厂制造的管子大都不超公称外径 630mm。为此本章表 3.1.1 只列出了 GB/T10002.1－1996 标准中公称外径为 20～630mm 的系列。由于目前国内各城市已敷设的管道工程中，对表中的某些管径基本不用，为了便于设计选用及厂家生产管材参考，本规程将不常用的管材规格用括号表示。本规程未规定应用给水 PVC－U 管道的最大管径，主要是对公称外径 d_n 大于 630mm 的管道还缺乏工程实践的经验。因此，在设计、施工有充分经验和管材产品能满足要求的情况下，本规程也可用于公称外径 d_n 大于 630mm 管道的设计、施工及验收。

PVC－U 给水管道必须采用挤出成型的内外壁均为光滑的平壁管。对 PVC－U 波纹管、肋形管及卷制 T 肋形管等管材，虽然能承受一定的内压，但其截面构造主要是用于支承外压的埋地无压管道。目前国内对这类管材尚未制定用于压力管道的产品标准，因此本规程不适用于这类管材。

表 3.1.4 的规定是满足埋地 PVC－U 管道 50 年使用寿命必须保证的管材短时静水压试验中管壁环向抗拉强度值，此值由生产厂进行试验和提供。表 3.1.4 是按 GB/T10002.1－1996 及 ISO4422(2):1996 制定的。

3.1.5 条是为在化工厂矿等地区，外部酸碱类物质有可能直接接触管道而制定。生产厂应根据设计、使用单位的要求提供管材耐腐蚀性能指标。

3.2 管件

PVC－U管道宜优先采用同样材质的管件，目前公称外径 d_n 不大于200mm的PVC－U注塑管件已基本上配套，可满足应用要求；对公称外径 d_n 大于200mm的管道，如无注塑管件时，宜采用由PVC－U管材制作的管件，表3.2.3是按ISO4422(3)：1996制定。

由于目前国内公称外径 d_n 大于200mm的PVC－U管件缺口较大，在短期内不可能配套，为此本规程规定允许应用钢、铸铁、热固性树脂类等多种材质的管件，同时也规定了应用这类管件时必须符合相应的材质及产品标准。实际上，在十多年的工程实践中，各地自来水公司，如济南、青岛、上海等对常用管材及过渡件配套已创造了不少经验，如研制了改进的钢制过渡件；不少生产厂也开发研制了各种材质的配套管件规格产品，如沈阳久利塑料管公司的铸铁管件和钢管焊制管件；江阴化工塑料厂的塑钢管件；上海氯威塑料公司的球墨铸铁管件等。最近有些厂为了降低管件价格，正在与制造玻璃纤维增强热固性树脂管的厂家研究生产玻璃纤维增强树脂管件的方案。此外，还出现了生产管道分水鞍配件的专业厂，如江阴大伟塑料公司的立式止水栓、柔性连接件；福建亚通塑胶公司、中山环宇实业公司的快速连接件等产品。因此，在PVC－U管道上采用各种材质管件是符合当前国情的。

3.3节弹性密封胶圈和3.4节粘接溶剂均为PVC－U管道接头用配套材料，属于生产厂外购的材料，使用单位无从定购，因此本规程规定应由厂家配套供应。其材质也应由提供厂家检验并保证其质量要求。本规程规定了这类产品的物理力学性能，以便设计施工人员检验。

3.4.2条粘接溶剂接头剪切强度5MPa是参照国外相应规定而制定的。CECS18：90附录二提供的是六种粘接剂配方，其剪切强度值在7.0～15.0MPa之间，因此，本规程规定的剪切强度是切合国内实际的。由于粘接剂由生产厂配套提供并保证质量，其配方不再列入本规程。

4 管道水力计算

本章4.0.1、4.0.2、4.0.3条水头损失的计算公式均沿用CECS 17：90中的公式，4.0.2条勃拉修斯(Blasius)公式 $\lambda = \frac{A}{Re^B}$ 中 A 和 B 二个参数0.304和0.239是由国内对PVC－U管材进行的水力试验确定，在CECS17：90中已有说明。

4.0.4条及附录A水力坡降表中的管径与本规程表3.1.1一致。由于给水管道常用的设计低温为10℃，因此，将CECS 17：90中采用的20℃改为10℃列出，与国内相应的给水设计文献一致。

4.0.5条常用管配件局部阻力损失采用折算管长计算的方法，附录B诺模图考虑了管径的因素，应用方便。该图是参照国外试验研究论文提供的资料制定。

管道管配件局部附加水头损失，目前国内外对各种材质管件的通用计算公式为 $H = \frac{K \cdot v^2}{2g}$，式中 H 为水头损失(m)，v 为液体流速(m/s)，g 为重力加速度(9.81m/s²)，K 为各种不同管件的参数，对PVC－U管件 K 值见下表。

不同管件的 K 值

管件类型	K 值
90°弯头	1.00
45°弯头	0.40
$22\frac{1}{2}$°弯头	0.20
90°弯管	0.20
45°弯管	0.10
$22\frac{1}{2}$°弯管	0.05

续表

管件类型	K 值
90°正三通(主流管方向)	0.35
90°正三通(接入支管方向)	1.20
平板阀门(开)	0.12
平板阀门(1/4 关闭)	1.00
平板阀门(1/2 关闭)	6.00
平板阀门(3/4 关闭)	24.00
碟阀(开)	0.30

注:对其它材质管件的 K 值,可参照相应文献中的数据。

4.0.6 条中水锤压力的计算公式是国内外广泛采用的 Joukowsky 公式。在给水管道上一般均设置水锤消除措施,因此在一般的输配水管道上只须考虑可能出现的水锤残余压力,这在结构设计中已在设计内压中考虑进去。PVC－U 管材的弹性模量比钢管、铸铁管、钢筋混凝土管小,在同样条件下水锤压力比上述管材也相应小 50%以上。从式(4.0.6)可见,水锤压力增值主要决定于流速及管内径 d_i 与管壁厚 e_n 的比值,亦即流速越大,$\frac{d_i}{e_n}$ 比值越小,水锤压力增值越大。按本规程表 3.1.1 各种 PN 系列的 $\frac{d_i}{e_n}$ 比值见下表:

$\frac{d_i}{e_n}$比值表

PN(MPa)	0.6	0.8	1.0	1.25	1.6
d_i/e_n	32～36	24～30	19～24	15～19	11～15

如将上表 $\frac{d_i}{e_n}$ 代入式(4.0.6),在各种流速时产生的水锤压力增值△F 见下表:

水锤压力增值△F 表(m)

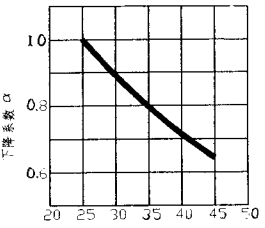
d_i/e_n	流速 v(m/s)							
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
11	26.1	31.4	36.6	41.8	47.0	52.3	62.8	
15	22.8	27.3	31.9	36.5	41.0	45.6	54.7	
19	20.4	24.5	28.6	32.7	36.8	40.9	49.1	
24	18.3	21.9	25.6	29.2	32.8	36.5	43.8	51.1
30	16.5	19.8	23.1	26.3	29.6	32.9	39.5	46.0
32	15.9	19.1	22.3	25.5	28.7	31.9	38.3	44.7
36	15.1	18.1	21.1	24.1	27.2	30.2	36.2	42.3

从上表中可见,当 PN1.0 管材系列,在流速 0.8m/s(管内径 d_i 小于 300mm,设计的经济流速一般不大于 0.8m/s)以下时,△F 不超过 0.3MPa;流速 1.0m/s(管内径 d_i400～600mm,设计的经济流速一般不大于 1.0m/s)以下时,△F 不超过 0.4MPa。给水管道上一般均设置水锤消除设施,因此,在运行中可能出现的水锤残余压力增值不会大于设计压力,即 1.5 倍的工作压力。为此,在一般情况下按设计压力进行管道结构计算可不进行水锤压力的计算。对某些长距离输水管道,在设计流速较大或地形高差大等特殊情况下,有可能出现很大的水锤压力时,是否需要按具体条件进行水锤压力计算,可由设计确定。

5 管道结构计算

PVC－U为高分子有机材料，在长期使用过程中必然产生老化，其强度会随时间延长而降低。但实际的情况是，PVC－U管道在国外已有50年以上实践经验，在国内也有20多年，其材质已达到稳定状态。因此，当管材的物理力学性能和水压试验符合本规程3.1.3、3.1.4两条的规定，并按5.1.3条规定的强度进行结构计算时，50年的使用寿命是可以保证的。埋地PVC－U管道是按管土共同作用的原理进行环向变位计算，其允许最大竖向变位不大于5%计算直径。国内外对这类管道均按柔性管计算，本章5.1.1条即按上述原则制定。

5.1.3条规定的环向抗拉保证强度及总设计系数是按50年使用寿命的要求制定的。从50年使用寿命的要求，设计采用的工作压力及温度等参数也应按使用寿命定位。例如，由于各城镇的具体条件，近期供水水压可能低于0.2MPa，但管道的设计工作压力不应低于长期使用要求0.5MPa。又如，目前采用地下水水源的城市，水温均不超过20℃，而远期改用地表水源后，水温即有可能超过25℃。表5.1.4给出的PVC－U管的管内工作水温大于25℃时的应力下降系数，是根据ISO4422－2:1996的曲线经简化后制定的。ISO中给出的下降系数α曲线图如下：



管道工作温度下的应力下降系数

图中当工作温度为30℃时α为0.9，亦即，本规程表3.1.1中PN1.0MPa管在30℃工作温度时应按PN0.9MPa管材采用。因此，必须按长期使用可能出现的最高温度作为设计依据。

5.2、5.3、5.4、5.5节规定的对管环截面的强度、变形和稳定、抗浮验算以及纵向温度变形计算，均参照《给水排水管道结构设计规范》（报批稿）及相应的设计规范制定，其计算公式均为国内外通用的计算方法。

5.1.3条管材的环向抗拉保证强度$[f_{\varphi t}]$及总设计系数K的数值均参照ISO4422的规定。在GB/T10002.1－96中未具体规定上述数值，但实际上表1的管壁厚度e_n亦是按ISO的规定制定的。

5.1.4条管道设计内水压力F_{wd}是根据《给水排水管道结构设计规范》（报批稿）制定。采用1.5倍工作压力（F_w）是根据管道敷设后强度试验及在运行中考虑水锤残余压力增大两种因素确定，这与国际上一些国家的设计规定一致。

5.1.6、5.1.7条作用在管道上的外荷载W_c、F_e、F_t及本规程附录C的荷载表是根据《给水排水管道结构设计规范》（报批稿）制

定。由于 PVC－U 管道管径较小，为了应用方便，未列入的管径可取其相邻管径的数值。

5.3.2 条式(5.3.2)中变形滞后效应系数 D_L 取 1.5 是根据管土共同作用理论，管侧回填土压密密度要求不小于 95% 的条件确定的。这是因为回填土密实度越大，其初始变位越小，相应的滞后效应系数越大。

5.3.3 条在设计中 E_s 具体采用值可根据回填土测试资料确定，这是原则性的要求。由于管道沿线土层变化较大，一般不可能提供全部回填土的实测资料，因此在设计中可按 E_s 为 90% 的压实系数采用，而要求施工回填土按大于 95% 的密实度回填，这样对管道结构的安全应用起到了保证作用(见本规程附录 D)。

目前国内外有关文献中对 PVC－U 管道在内压和外压共同作用下的组合应力计算均无要求计算的规定，本章对此亦未做相应的规定。对内外压共同作用下管道环向组合应力的计算，必须确定管道环向弯曲抗拉强度的指标，但在《给水用硬聚氯乙烯(PVC－U)管材》GB/T10002.1－1996、《埋地排污、废水用硬聚氯乙烯管材》GB/T10003.1－1996 及其对应的 ISO4422 等给水排水用 PVC－U 管材产品标准中，均未提供管材抗弯强度指标。日本 JSWAS K－1(下水道协会)标准中提供的 PVC－U 管材环向弯曲抗拉短期极限强度为 90MPa，其规定的设计安全系数为 5。参考日本标准的数据，则 PVC－U 管道环截面的设计许可弯曲抗拉强度为 18MPa。如按此值计算，则在管道复土不超过 3m 时，公称外径 d_n 不大于 630mm 的 PVC－U 管道的内外压作用下的组合应力一般不大于上述许可应力。对大口径的 PVC－U 管道且复土较大时，可按通用的截面组合应力计算方法验算。在具体管道工程中，可由设计单位确定是否需要这方面的验算，或采取选用管壁较厚的管材。

必须指出，从给水管道工程 50 年长期使用寿命的要求考虑，城镇给水管道的工作压力 F_w 不应低于 0.5MPa。在长期使用中必然出现的水锤压力、水温变化的因素，对永久性给水 PVC－U 管道，其设计压力 F_{wd} 按 $1.5F_w$，不得低于 0.75MPa，因此在选用管材

等级时，不应选用低于 PN0.8MPa 的管材。如考虑长期工作压力为 0.6MPa，则不应选用低于 PN1.0 的管材。因此，本规程表 3.1.1 中 PN0.6MPa 系列，实际上只能用于临时性低压管道上。目前有不少厂家将给水管材产品定位于 PN0.6 及 PN0.8 系列，对大于 PN1.0 系列不配套，是不够完善的。

6 管道敷设

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.2 条，与其他管道及建筑物之间的水平距离主要从 PVC－U 管道施工及设置阀门井等设施的需要，作了一般性规定。由于城镇道路下各种地下管道对其水平距离都有各自的要求和规定，在道路下布置多种管道时，一般由规划及管线综合部门设计和协调，在城市工程管线综合规划规范 GB50289－98 中有具体规定，为此原 CECS 18:90 中附一"给水管道与构筑物及其它管道的间距表"不再列入本规程。

6.1.3～6.1.7 条均为给水管道敷设中的共性条文，也是 PVC－U 管道敷设中为了保证管道安全使用、检修方便等必须采用的措施。

6.1.8 条是根据城市给水管道的具体条件制定。公称外径 d_n 小于 63mm 等管道属于建筑小区人户管的连通管道，一般均沿建筑敷设，在南方非冻土地区可根据具体情况复土，未作最小复土规定。

6.1.9 条利用了 PVC－U 管材的纵向弹性，规定在小管径管道轴线上遇到小型障碍物时可进行弯曲敷设。敷设时必须按本规程第 8.2.12 条浇筑固定管道弯曲度的固定墩。管道纵向弯曲时管子轴向产生弯曲应力，环截面产生变位，根据国外文献资料提供的设计计算，在纵向弯曲半径为 200 倍管外径时，管材由弯曲产生的轴向应力及环截面变位均不影响管道的安全使用。结合国内情况，本条沿用了 CECS18:90 的规定。对公称外径 d_n 大于 160mm 的管道，由于其纵向刚度相对增大，不宜进行弯曲敷设。

6.1.10 条利用 PVC－U 管道柔性接头进行折线形敷设时，接头的转角变位必须保证管道运行中不渗不漏。在 GB10002.1－1996 标准中，对柔性接头的允许转角没有规定。由于各种柔性接头(包括套筒式、柔性连接、活箍等)允许转角的大小与接头构造和柔性密封圈的截面形式等有关，因此在条文中不宜统一规定，应由生产厂根据其产品试验数据提供各种管径接头的允许转角。英国 PVC 压力管道设计手册中建议柔性接头转角不宜大于 1°，也就是对 6m 长的管子，管端与轴线偏移量约为 100mm。

6.1.11 条，管道弯曲敷设和折线形敷设交替连续进行时，每根管子的弯曲度和转角必须符合本规程 6.1.9、6.1.10 条的规定，但管道的长度及转折的方式不受限制。

6.2 沟槽开挖、敷管、回填

CECS18:90 第三章土方工程中有关测量、沟槽、边坡、支撑等条文的规定，在《给水排水管道工程施工验收规范》GB 50268－97 中均有详细的规定，因此对施工测量、施工排水、沟槽开挖、支撑、管道交叉处理等的通用部分均应按上述国家标准执行，本规程不再重复制定。本规程第 6.2 节有关开挖、敷管、回填等条文均根据 PVC－U 管道的特点并结合多年实践经验制定。柔性管道结构的支承强度是按管土共同工作的理论建立的，因此，对开槽、敷管和回填土的施工必须严格按本规程及 GB 50268－97 的规定操作，以保证 PVC－U 管道工程的安全运行。

7 管道接头

7.1.2 条，承插式橡胶圈接头的小管径定为公称外径 d_n63mm 是按 GB/T10002.1－1996 制定的。目前有些生产厂已开发公称外径 d_n32～50mm 的承插口管，如果生产厂提供的管材符合上述标准的物理力学性能指标及公差要求，并通过相应的鉴定，则可在管道工程中采用。

*CECS*17～18:90 规程中规定粘接接头的允许最大管径为公称外径 d_n160mm，国外对 PVC－U 管道采用粘接接头的最大管径一般为 200mm，《给水用硬聚氯乙烯（PVC－U）管材》GB/T10002.1－1996 标准中粘接接头承口管的最大管径为公称外径 d_n225mm。根据国内多年来的工程实践，在现场操作粘接接头，由于气候及技术条件等因素的影响，效果不够理想，在修编本规程的过程中，许多自来水公司的技术人员提出，对现场操作粘接接头的管径不宜大于公称外径 d_n90mm。对工厂制管管件产品中采用的粘接接头，由于操作条件比较稳定，可以保证粘接质量，因此允许粘接接头的最大管径为公称外径 d_n200mm，与目前国际上应用的管径一致。

粘接接头对承口与插入管端的紧密程度要求很严格，采用工厂加工的承口管时，必须通过插入试验，将符合紧密度管材对号入座敷设。境外有采用直管在现场加工管端承口的方法。由于承口是通过现场加温管端后用管端插入扩口，可保证承口端扩口与插入管端之间的紧密性。因此，现场扩口是一种可以采用的粘接连接方法。为此 7.1.3 条规定了允许采用平口管在现场加工承口，同时也规定了施工单位必须具备加工扩口的技术条件并得到建设单位的同意。

胶圈柔性接头的管道埋设后，内外介质将产生高于施工连接时的环境温度，管子要伸长，因此，在敷管连接时，接头的插入深度

必须留出由于温度引起的最大伸量。本规程 7.2.2 条是按一般的施工环境温度及接头插入深度制定的，如遇特殊施工条件，或有可靠资料，可按计算确定插口预留伸量。对埋设后因管道内外介质温度降低而引起的缩量，在承口总的插入深度内一般均能满足。

对胶圈密封接头所用的润滑剂，目前国内还没有产品标准，因此 7.2.6 条规定了润滑剂必须由管材生产厂配套提供，并保证润滑剂的质量要求。条文中规定的润滑剂对管材及输送水质的要求，是参照国外相应的设计施工手册制定的。

7.4 节，过渡连接实际上就是 PVC－U 管道与不同材质管道及各种管配件（包括已建成和新建的）之间的各种专用管件。由于不同材质管道规格的差别较大，各种管配件规格品种多样，因此目前这类专用过渡件的规格产品很少，大都由施工和建设单位根据实际连接要求制作。在这方面，有些建设单位如青岛、济南、郑州市等自来水公司在给水 PVC－U 管道工程中根据实际需要制作了多种形式过渡件，且不断改进，逐步形成了管件系列，提供了很好的经验。本节规定的对过渡件的连接要求、防腐要求等均为一般的共性的质量要求，对过渡件形式未作具体规定。为了保证管道工程材料的一致性和加工质量，7.4.3 条强调了优先采用 PVC－U 管材及工厂生产的产品，目的是希望生产厂重视过渡件的研制开发，接受管道工程中过渡件的加工任务，为今后提供过渡件产品系列创造条件。

8 管道附件和附属构筑物

8.1 伸缩节

伸缩节是一种调节由于温度变化引起管道轴向伸缩的管配件。胶圈密封柔性接头管道的每根管子都可伸缩位移，因此不须设置专用伸缩节。

粘接接头属于刚性连接，接头不允许伸缩位移。管道埋设后，当管道内外介质出现低于施工连接时的环境温度，且管道轴向不能自由缩短时，管道产生轴向拉应力。轴向拉应力使管道结构应力状态复杂化，甚至造成管道断裂事故，因此必须在管道上设置伸缩节，以消除或减小由于温差引起的轴向拉应力。

8.1.2 条的规定是按埋设后管道内外介质最低温度为 5℃（相应的施工闭合温差为 15℃，10℃和 5℃），且管道为自由收缩状态制定的。实际上，埋地管道四周的回填土与管壁产生的摩擦力对管道收缩和阻力作用，这种阻力可以平衡一部分或大部分由温差产生的管道纵向拉力。但最大温差往往出现在施工尚未全部回土之前，所产生的摩擦力很难在设计时确切计算，对此负责施工的工程技术人员可根据施工中实际闭合温度及实践经验调整伸缩节之间的距离。由于管道纵向刚度很小，对埋设后介质温度升高引起的管道伸量，可由管道纵向微小的弯曲度调整适应，对管道应用没有影响。

8.2 止推墩、固定墩、防滑墩

给水压力管道在可能出现由于内压引起的轴向推力的部位，必须采取平衡这部分推力的设施，以防止管道拉断或在接头处拉脱和在安装阀门等设施处滑动。

粘接接头的轴向抗拉强度均不低于管材筒体的强度，可视为整体连接的管道，在其转弯处由内压引起的轴向推力可由管道四周回填土产生的土压力与管外壁的摩擦力来平衡，因此不须浇筑止推墩。这种摩擦力的大小与复土高度、土质、地下水等条件及土与管壁的摩擦系数有关，用其平衡管道轴向推力需要一定的管段长度。各种弯头及三通等产生的轴向推力可按公式(8.2.5)～(8.2.9)计算。土对管道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试验确定。例如管道复土为 1m，设计内压(F_{ed})为 1MPa，土与管外壁摩擦系数采用 0.1，则 90°转弯或正三通处管道来水方向的整体连接长度不宜小于 50m。当管道转弯角度小于 90°时，长度可按轴向推力减小而相应减短。在此长度管段内不允许设置伸缩节或胶圈密封柔性接头。

对柔性接头的管道，由于目前管子长度大多为 6m。土压力作用在 6m 长管子上产生的摩擦力不可能平衡由内压引起的轴向推力，因此必须设置止推墩。混凝土止推墩属于静定挡土结构，可按一般结构力学方法设计计算。

止推墩型式可根据管道线路具体条件布置，其大小及尺寸应根据设计计算确定。管道上各部位的止推墩型式如图 1～12 所示（供参考用）。

止推墩上作用的水平向推力，必须由土的水平向支承强度承担。土的水平向支承强度可利用土的被动土压力，但由于 PVC－U 管道止推墩必须控制其水平方向位移在最小限度内，因此不能采

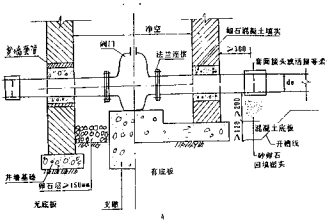
用土体位移达到极限平衡时的被动土压力。本规程表 8.2.11 提供的几种典型土的水平向许可承载力是参照国外相应的规程和有关设计资料制定的，其值相当于土体高度在 1.5～2.0m 时支承原状土体达到极限平衡时被动土压力的 50%～60%。

止推墩与接触土层的摩擦力不作为止推墩的平衡反力计入，主要是压力试验时对还土情况不好估计，止推墩与土体接触面的摩擦系数不好确定。这是从安全角度考虑的。如施工人员对此有实践经验，可根据施工具体条件作相应的调整。

8.3 附配件及附属构筑物

8.3.2 条，对附配件及附属构筑物应根据管道敷设的具体位置及条件，如井室大小深浅、下人不下人等进行具体设计。各城市对给水管道附属构筑物有不少具体做法，本规程对此未作具体规定。

8.3.3、8.3.4、8.3.8 条的规定，主要是阀门井应考虑阀门关闭时阀门上由于内压引起的轴向推力。当轴向推力较大时，可利用阀门井基础及井室的止推作用。因此，进出水管道与井墙宜采用刚性连接。阀门井井室目前多采用砖砌井墙，由于粘土砖属于淘汰产品，因此今后给水管道阀门井将采用混凝土浇筑井室来代替砖砌井室。如阀门井内阀门的进出水管道上必须设置套筒、活箍等活性接头，则阀门关闭时产生的推力必须由阀门支墩或井室基础承担。管道穿墙处采用刚性连接，在施工中容易操作；如采用柔性穿管，目前尚缺乏相应的规格配件。如设计和施工单位有成熟的柔性穿越设施，可根据阀门井设计需要采用。阀门井示意图如下：



阀门井井室及进出水管安装示意图

穿墙管与井壁的固接采用干硬性豆石混凝土填实，应仔细操作。阀门井穿墙管件主要为过渡件，目前过渡件大多数为钢制，可在穿墙管外壁焊一条小肋，以加强管道在井壁内的嵌固度。如采用在工厂制作的 PVC－U 过渡件，可要求厂方在穿墙处管外壁上焊或粘一道小肋。

与管道连接的阀门井、水池等构筑物的沉降量一般比管道大，为了适应管道纵向可能出现的不均匀沉降，8.3.9、8.3.10、8.3.11 等条规定在阀门井外管端 500mm 处，与上下游管道必须采用柔性连接，管底弧形土基的回填要求等均以增强管道对不均匀沉降的适应性。这种柔性接头要求亦适用于 PVC－U 管道与各种构筑物的连接。

8.3.7 条，阀门井井盖及支座，以往大多采用铸铁制作，而各地有不同传统形式。由于近几年来铸铁井盖丢失严重，不少使用单

位及生产厂都在研制新型安全产品。中国建筑标准设计研究所出版的《井盖及踏步标准图图集》97 SI47，可参照应用。对此本规程未作具体规定。

8.3.13 条，阀门、消火栓等附件采用直埋（不砌筑井室）方式，在地下阀门杆处须设置套筒，套筒顶部地面内安装启闭用的套筒盖。这是以往常用的一种管道附属构筑物，在 1977 年颁布《圆形立式阀门井及阀门套筒》标准图 SI43 中有这种做法的安装图。国外资料中亦有直埋套筒的介绍（见图 13～16）。据最近调查，由于施工安装等原因，造成套筒在土中不稳定，影响阀门启闭，因此这种直埋做法在有些地区已不用。为此，本条规定套筒必须支撑在稳固的混凝土或砖砌基础上，四周回填密实。

8.4 节 8.4.2 条，不停水接支管用的专用设备，目前国内已有专厂生产，可提供用于 PVC－U 给水管道的系列产品。例如江阴大传塑料制品有限公司开发研制的“带水打孔立式止水栓”（见图 17），是一种不须砌筑井室，将阀门、阀门杆套筒、启闭盖等组合成一体可在管道受压状态下连接支、户管的专用设备。

9 管道维修

9.2 节，管道停水维修的主要方法是在已建管道上将破损失效的管段或管件换成新的合格的管材。由于已建管道不能受振动、冲击等外力，因此最妥当的办法是将新换上的管材与已建管道采用套筒式、活箍类管件连接。这类管件可先套在连接处管端，待新换管段就位后，将其平移到位。

9.3 节，不停水维修，目前主要采用拼装式管箍，即将管道上出现渗水、漏水或裂缝的部位用管箍包封止水。拼装式管箍长度及型式有一定的规格，一般可用于管身及接头部位，但对弯管、三通等管件部位难于应用，因此，不停水维修只能在目前拼装式管箍产品能供应的条件下采用。

对采用焊条焊接修补必须有可靠的焊接技术；采用化学止水剂必须通过实践认证。因此，这种维修方法应根据管理维护单位的具体技术力量和实践经验采用。

10 管道系统的水压试验和冲洗消毒

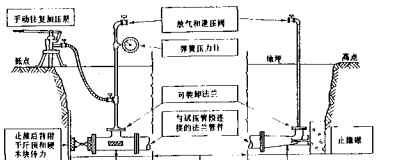
水压试验是管道敷设完毕后最直接有效的检验管道质量的方法。水压试验时管道最低点的试验压力不得大于规定的试验压力，要严格防止试验压力超过管材及其附配件的公称(额定)压力，使其不受损伤。由于目前采用气压试验无法确定气体压力与水压力之间相对应的参数，万一气压试验失败，会造成管道灾难性的后果，因此 10.1.4 条规定严禁用气压试验代替水压试验。

水压试验是一种复杂细致的操作，对各种管径及长度的管道宜区别对待。在这方面尚未见到国外文献有具体规定，一般均由各国根据国内具体条件制定。为了既保证管道工程质量，又对小管径、长度不大的管道适当简化操作，10.1.3 条的规定是参照 CECS18:90 及近年来国内实践制定的。

对试压管段的长度，很难具体规定。由于设置了阀门、消火栓、管道转弯、三通等的止推墩等，在城镇配水管网中，不可能按规定长度进行水压试验。ISO/TR4191:1989(E)中规定其长度不大于 500m。对闸阀及支管很少的输水管道，国外文献中亦不一致，大体上为 800～1000m。结合我国实际情况，认为控制在 1000m 是适宜的，10.1.5 条即是按这些资料制定的。

在一些国外文献中，均要求 PVC－U 管道在开始敷设 300～400m 管段后立即进行水压试验，以检验管道工程的质量，为下一步大面积施工创造经验，并将此要求订在施工承包合同中。我们认为，在中、大型管道工程中，采用试验段方法对提高整个管道工程的质量是有益的措施，为此将规定列入了 10.1.6 条。本条是否执行，可由使用管理单位根据施工单位对 PVC－U 管道的施工经验及技术水平确定。

10.2、10.3 节中要求的水压试验，典型的安装示意图如下：



本章 10.3.8 条强度试验的漏水量指标，在 CECS18:90 中 5.1.5 条的规定是参照苏联标准 CH－478－80 的规定。根据几年来 PVC－U 管道工程的实践，如郑州自来水公司在开发区敷设的 12 条管径 d_n160～500mm、试验压力为 0.7～0.75MPa、总长 11.42km 的 PVC－U 给水管道工程中，持压时间 1h，其压降为 0.01～0.02MPa。该公司在承包的西非冈比亚首都 40km PVC－U 输水管道施工中，按英国咨询公司要求的 1.2MPa 试验标准，分 32 个试压段，每段长 300～3700m 不等，管径 d_n200～500mm，其试压结果为 18 个试压段在 1h 内无压降，14 个试压段在 1h 内有小于 0.02MPa 压降。经补水升压后，其补水量均小于英国咨询公司规定的允许补水量标准。这说明 PVC－U 管道的严密性是很突出的，比铸铁管道及 CECS18:90 中的规定漏水量小 45 倍以上。

目前国外 PVC－U 压力管道试压允许漏水量的规定亦不完全一致，据有关文献介绍的三种规定如下：

1. 美国《PVC 管设计施工手册》

$$\text{允许漏水量 } Q=\frac{ND\sqrt{P}}{7400}$$

式中 Q 美加仑/小时，D 为公称管径，英寸，P 为内压，磅/平方英寸，N 为管道上接头个数。

按上述英制公式，试验压力为 150 磅/平方英寸(1.03MPa)、管子长为 20 英尺(6m)的密封胶圈接头，每一英寸管径，每天每英里的漏水量为 10.5 美加仑。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 24 升。

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 $Q=2\times d_i(\mathrm{m})\times H(\mathrm{m})$，亦即允许漏水量为每米管径每米试验水头每天 2 升。按上列同样试压条件计算，则 $Q=2\times 0.025\times 100=5.0$ 升/次，即每 25mm 管径每天每公里允许漏水量为 5 升。

3. ISO/TR4191 的规定为每 25mm 管内径每 0.3MPa 试压标准每天(24h)允许漏水量为 3 公升。按上列同样试压条件计算，则 $Q=3\times 1\times\frac{1.0}{0.3}=10$ 升/天，即每 25mm 管径每天每公里允许漏水量为 10 升。

上述三种规定，每 25mm 管径，内压 1MPa 时每天每公里允许漏水量为 24,5,10(升)，亦不一致。最大差额为 1:5。根据国内实践经验和本规程审查会上与会专家的意见，一致认为采用 ISO 标准化较切合国情，亦符合国际标准。

本规程中对管道冲洗消毒、管材运输及贮存、竣工验收等有关条文，均与其它相应标准协调一致，不再重复说明。

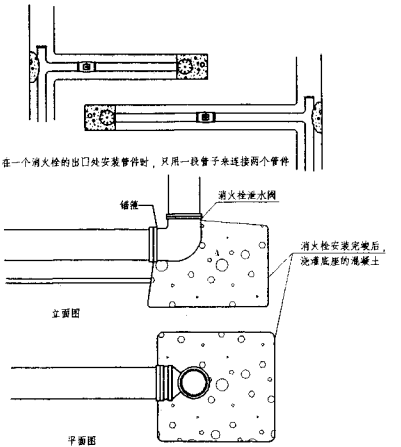
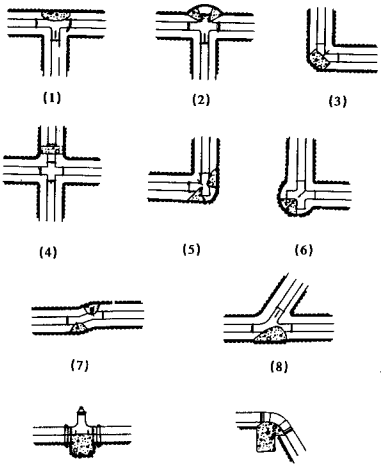


图 1　消火栓基础



1. 三通　2. 用四通代替三通　3. 弯头　4. 渐缩管
5. 用三通代替弯头　6. 用四通代替弯头　7. 乙字管
8. 斜三通　9. 阀门锚墩　10. 下弯弯头锚墩

图 2　止推墩类型

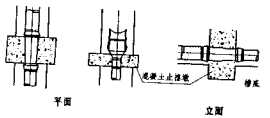


图 3　渐缩管

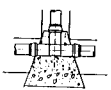


图 4　正三通

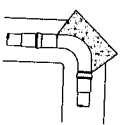


图 5　弯管

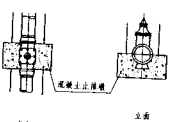


图 6　阀门

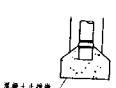


图 7　管端头

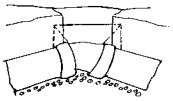


图 8　转弯弯头

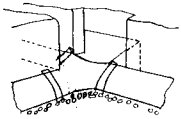


图 9　正三通

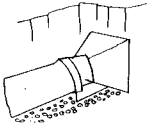


图 10　管端头

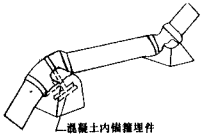


图 11　垂直向转弯

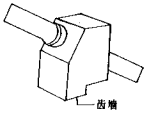


图 12　防滑墩

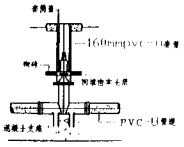


图 13　直埋闸阀

图 14　直埋单排气阀

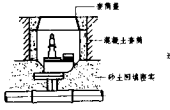


图 15　直埋消火栓

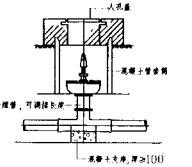


图 16　直埋消火栓及双排气阀

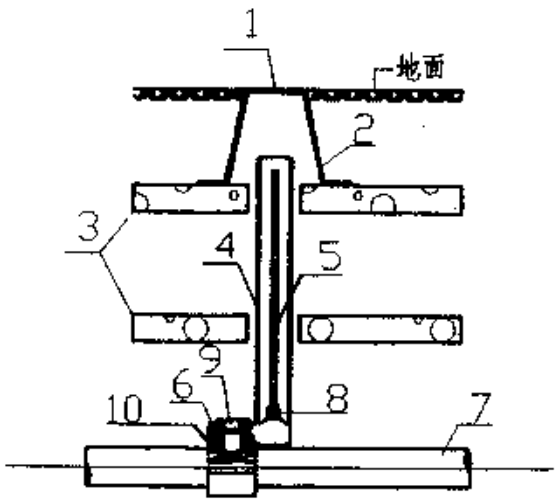


图 17　立式止水栓安装示意图

1. 井盖　2. 阀门箱　3. 混凝土承压板
4. 塑料井管　5. 开关延长杆　6. 止水栓
7. 供水干线　8. 定位螺丝钉　9. 支管出水口
10. 密封垫