

DB 13

河北省地方标准

DB 13/T 2162—2014

大口径聚乙烯（PE）给水管道工程技术规程

Technical specification of large-diameter polyethylene (PE) pipes
for water supply engineering

2015 - 02 - 11 发布

2015 - 03 - 15 实施

河北省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	2
4 材 料	4
5 管道设计	8
6 管道施工	14
7 水压试验与验收	20
8 管道维修	22
附录 A（规范性附录） 大口径聚乙烯给水管道连接方式	24
附录 B（规范性附录） 大口径聚乙烯给水管道水力坡降表	25
附录 C（规范性附录） 管道各种局部水头损失系数	62
附录 D（规范性附录） 管侧土的综合变形模量	64
附录 E（规范性附录） 管顶竖向压力标准值的确定	66
附录 F（规范性附录） 质量评定表	68
条文说明	72
1 范围	72
4 材料	72
5 管道设计	72
6 管道施工	74
7 水压试验与验收	75

前 言

本规程参考相关国际标准和国外先进经验，在广泛征求意见的基础上制定。本标准的主要技术内容包括：1. 范围；2. 规范性引用文件；3. 术语、符号；4. 材料；5. 管道设计；6. 管道施工；7. 水压试验与验收；8. 管道维修。

本标准中，管材的要求依据《大口径聚乙烯（PE）给水管材》DB 13/T 2027 制定，管件的要求参照《给水用聚乙烯（PE）管道系统第 2 部分：管件》GB/T 13663.2 制定；其他内容主要参照《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101 制定。

本标准规定管材、管件生产采用 PE100 聚乙烯混配料，增加了混配料的“耐慢速裂纹增长”性能要求；取消了 PE80 级原料及产品的内容。

本标准增加了“焊制弯头管件焊接管段切削角度小于等于 7.5° 时，可选用相同公称压力等级的管材进行加工”的内容；删除了管道连接中的热熔承插式连接内容。增加了水力计算和单元工程质量评定表。

本标准适用于以 PE100 给水管材和管件建造的给水管道工程。管材公称外径 1000mm~2500mm、公称压力 0.40 MPa~1.6 MPa。管道工作水温不大于 40°C ，工作压力不大于 1.0MPa。

本标准起草单位：河北省水利科学研究院；
河北泉恩高科技管业有限公司；
河北省水利水电第二勘测设计研究院；
河北水务集团；
邢台市南水北调工程建设委员会办公室；
河北省水利工程局。

本标准主要起草人：朱永涛、安宝宇、马述江、高巍、沈立森、赵伟鑫、耿运生、袁本海、
陆光炯、朱瑞霞、杨蒙、靳翠红、张彦文、王铁强、徐阳、张潮、张志华、
蔡建功、霍志久、王晨澍、周玉涛、张丽、丁卫岩、乔连根、马建超、冯春华、
张彦明、王洪培、张云涛、卢兴江、胡磊、林映辰、陈伟、张波。

大口径聚乙烯（PE）给水管道工程技术规程

1 范围

为规范大口径聚乙烯（PE）给水管道工程设计、施工及验收，做到技术先进、安全适用、经济合理、方便施工、确保工程质量，制定本规程。

本规程适用于PE100材料制造的给水用管材，水温不大于40℃，管道工作压力不大于1.0MPa，公称外径为1000mm～2500mm的大口径聚乙烯（PE）给水管道的工程设计、施工及验收。

大口径聚乙烯（PE）给水管道工程的设计、施工和验收，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 9112 钢制管法兰 类型与参数

GB/T 9113 整体钢制管法兰

GB/T 13663.2 给水用聚乙烯（PE）管道系统第2部分：管件

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性能评价标准

GB/T 20674.1 塑料管材和管件 聚乙烯系统熔接设备 第1部分：热熔对接

GB/T 20674.2 塑料管材和管件 聚乙烯系统熔接设备 第2部分：电熔连接

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50068 建筑结构可靠度设计统一标准

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50289 城市工程管线综合规划规范

GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范

CJJ 101 埋地聚乙烯给水管道技术规程

DB 13/T 2027 大口径聚乙烯（PE）给水管材

ISO/DIS 9642 压力下用于流体的热塑性管材——法兰接头及背压法兰片的配合尺寸

3 术语和定义、符号

3.1 术语

3.1.1

公称外径 nominal outside diameter
管材、管件标定的外径。

3.1.2

公称壁厚 nominal wall thickness
管材、管件壁厚的规定值，相当于任一点的最小壁厚。

3.1.3

公称压力 nominal pressure
管材、管件在20℃时的最大工作压力。

3.1.4

工作压力 working pressure
管道在正常工作状态下，作用在管内壁的最大持续水压力。

3.1.5

水锤压力 surge pressure
管道系统工作中，由于水的流速发生突然变化，而产生的瞬时波动压力。

3.1.6

设计内水压力 design pressure
管道系统工作时，作用于管内壁的最大瞬时压力，是管道持续工作压力与水锤压力之和。

3.1.7

最小要求强度 minimum required strength
管道在水温20℃、50年长期承受内水压力下，聚乙烯管材环向抗拉强度的最低保证值，该值取决于聚乙烯树脂类别。

3.1.8

混配料 compounds
以聚乙烯基础树脂，加入必要的抗氧剂、紫外线稳定剂和颜料制造而成的粒料。

3.1.9

标准尺寸比 (SDR) standard dimension ratio
管材的公称外径 (d_n) 与公称壁厚 (e_n) 的比值。

3.2 符号

3.2.1 管道上的作用

F_w ——管道工作压力（不包括水锤压力）
 F_{wd} ——管材最大设计内水压力
 F_{fw} ——地下水浮力标准值
 F_v ——管内真空压力
 F_f ——支墩底部滑动平面上的摩擦力标准值
 F_{wp} ——在设计内水压力作用下，该处管道承受的水平推力标准值

3.2.2 几何参数

d_i ——管道内径
 e_n ——管材公称壁厚
 D_0 ——管道计算直径
 D_1 ——管道外径

3.2.3 计算参量和系数

f_t ——50年寿命要求，温度对压力的折减系数
 λ ——沿程阻力系数
 L ——管段长度
 Δ ——管道当量粗糙度
 Re ——雷诺数
 v ——管段平均流速
 ν ——水的运动黏滞度
 ζ ——局部水头损失系数
 α_v ——动能修正系数
 Δv ——管道内水的流速变化值
 a ——压力波回流速度
 r_w ——水的重度
 g ——重力加速度
 k ——水的体积模量
 c ——管端固定度
 E_p ——管材的长期弹性模量
 γ_0 ——管道安全重要性系数
 S ——在设计内水压力作用下，作用效应组合的设计值
 R ——管道结构的抗力强度设计值
 σ_θ ——在设计内水压力作用下管壁截面土的环向应力设计值
 γ_{0t} ——聚乙烯管材抗力分项系数
 γ_Q ——设计内水压力的作用分项系数
 K_f ——抗浮稳定性抗力系数
 K_{st} ——聚乙烯管管壁截面抗稳定性抗力系数
 q_v ——管顶处各项不利组合作用下的单位面积上竖向压力标准值
 n ——管壁失稳时的折皱波数
 ν_p ——聚乙烯管材的泊松比
 ν_s ——管道两侧胸腔回填土的泊松比
 E_d ——管侧土的综合变形模量
 K_s ——抗滑移稳定性抗力系数

- P ——支墩作用在地基土上的平均压力
 $P_{\min}$ ——支墩作用在地基土上的最小压力
 $P_{\max}$ ——支墩作用在地基土上的最大压力
 f_a ——经过深度修正的地基土承载力特征值
 $w_{d, \max}$ ——聚乙烯管道在组合作用下，最大竖向变形
 D_t ——变形滞后效应系数
 K_b ——管底弧形土基的基床系数
 I ——管壁纵向截面单位长度截面惯性矩
 q_i ——地面车辆荷载传递到管顶的竖向压力标准值或地面堆积压力标准值的较大者
 ϕ_q ——准永久值系数
 S_p ——管材环刚度
 α ——聚乙烯管的线膨胀系数
 L ——管道纵向自由段的长度
 Δt ——管壁中心处，敷设与使用中的内外介质最大温度差
 V ——试压管总容积
 ΔP ——降压力
 E_w ——水的体积模量
 F_p ——作用在支墩抗推力一侧的被动土压力标准值
 F_{ep} ——作用在支墩迎推力一侧的主动土压力标准值

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 大口径聚乙烯给水管道工程中采用的管材应符合 DB 13/T 2027 的要求；管件应参照 GB/T 13663.2 的规定。

4.1.2 用户在对大口径聚乙烯给水管道中的管材、管件进行验收时，应按照有关的规定对下列项目重点进行检查：

- a) 管材、管件的出厂合格证；
- b) 相关的检测报告；
- c) 使用的聚乙烯原材料级别（PE100）；
- d) 外观；
- e) 颜色；
- f) 长度；
- g) 外径及壁厚；
- h) 生产日期；
- i) 产品标志。

4.1.3 大口径聚乙烯给水管材和管件应选用最小要求强度（MRS）为 10.0MPa 的聚乙烯混配料生产，设计应力的最大允许值 σ_s 不超过 8.0MPa。

4.2 管材

4.2.1 大口径聚乙烯（PE）给水管道使用混配料生产，混配料为蓝色或黑色，其基本性能应符合表 1 的要求。

表1 材料的基本性能要求

项目	要求
炭黑含量 ^a (质量) %	2.5±0.5
炭黑分散 ^a	≤等级3
颜色分散 ^b	≤等级3
氧化诱导时间 (200) °C, min	≥20
熔体质量流动速率 (190°C, 5kg), g/10min	与产品标称值的偏差不应超过±25%
耐慢速裂纹增长 (80°C, 0.92MPa, ≥500h) (以管材型式测定, 管材规格: d _n 110mm, SDR11)	无破裂, 无渗漏
^a 仅适用于黑色管材料。 ^b 仅适用于蓝色管材料。	

4.2.2 使用 PE100 等级材料制造的管材的公称外径和壁厚应符合表 2 的规定。

表2 PE100 级聚乙烯管材公称压力和规格尺寸表

公称外径 d _n (mm)	公称壁厚 e _n (mm)						
	标准尺寸比						
	SDR41	SDR33	SDR26	SDR21	SDR17	SDR13.6	SDR11
	公称压力 (MPa)						
	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.25	1.60
1000	24.5	30.6	38.2	47.7	59.3	72.5	90.9
1200	29.4	36.7	45.9	57.2	67.9	88.2	109.1
1400	34.3	42.9	53.5	66.7	82.4	102.9	—
1600	39.2	49.0	61.2	76.2	94.1	117.6	—
1800	43.8	54.5	69.1	85.7	105.9	—	—
2000	48.8	60.6	76.9	95.2	117.6	—	—
2250	54.9	68.2	86.5	107.1	—	—	—
2500	61.0	75.8	96.2	119.0	—	—	—

4.2.3 管材的平均外径应符合表 3 的规定。

表3 管材的平均外径

单位为: mm

公称外径 d _n (mm)	最小平均外径 d _{em, min}	最大平均外径 d _{em, max}
1000	1000.0	1009.0
1200	1200.0	1210.8
1400	1400.0	1412.6
1600	1600.0	1614.4
1800	1800.0	1816.2
2000	2000.0	2018.0
2250	2250.0	2270.2
2500	2500.0	2522.5

4.2.4 管材的壁厚公差符合表 4 的规定。

表4 任一点的壁厚公差

SDR	SDR11		SDR13.6		SDR17		SDR21		SDR26		SDR33		SDR41	
PE100	1.6MPa		1.25MPa		1.0MPa		0.8MPa		0.6MPa		0.5MPa		0.4MPa	
公称 外径	最小 壁厚	最大 壁厚	最小 壁厚	最大 壁厚	最小 壁厚	最大 壁厚	最小 壁厚	最大 壁厚	最小 壁厚	最大 壁厚	最小 壁厚	最大 壁厚	最小 壁厚	最大 壁厚
1000	90.9	109.0	72.5	86.9	59.3	71.1	47.7	57.2	38.2	45.8	30.6	36.7	24.5	29.3
1200	109.1	118.6	88.2	97.2	67.9	74.8	57.2	63.1	45.9	50.6	36.7	40.5	29.4	32.5
1400	—	—	102.9	113.3	82.4	90.8	66.7	73.5	53.5	59.0	42.9	47.3	34.3	37.9
1600	—	—	117.6	129.5	94.1	103.7	76.2	84.0	61.2	67.5	49.0	54.0	39.2	43.3
1800	—	—	—	—	105.9	116.6	85.7	94.4	69.1	76.2	54.5	60.1	43.8	48.3
2000	—	—	—	—	117.6	129.5	95.2	104.9	76.9	84.7	60.6	66.8	48.8	53.8
2250	—	—	—	—	—	—	107.1	117.9	86.5	95.2	68.2	75.1	54.9	60.5
2500	—	—	—	—	—	—	119.0	131.0	96.2	105.9	75.8	83.4	61.0	67.2

4.2.5 管材的静液压强度应符合表 5、表 6 的规定。80℃静液压强度（165h）试验只考虑脆性破坏。如果在要求的时间（165h）内发生韧性破坏，应按表 6 选择较低的破坏应力和相应的最小破坏时间重新试验。

表5 管材的静液压强度

项目	环向应力（MPa）	要求
20℃静液压强度（100h）	12.4	不破裂，不渗漏
80℃静液压强度（165h）	5.5	不破裂，不渗漏
80℃静液压强度（1000h）	5.0	不破裂，不渗漏

表6 80℃时静液压强度（165h）再试验要求

应力（MPa）	最小破坏时间（h）	应力（MPa）	最小破坏时间（h）
5.4	233	5.1	688
5.3	332	5.0	1000
5.2	476		

表7 管材的物理性能要求

项目		要求
断裂伸长率，		≥350%
纵向回缩率（110℃），		≤3%
氧化诱导时间（200℃），		≥20min
耐候性 ^a （管材累计接收 ≥3.5GJ/m ² 老化能量后）	80℃静液压强度（165h）（试验条件同表 6）	不破裂
	断裂伸长率	≥350%
	氧化诱导时间（200℃）	≥10min
^a 仅适用于蓝色管		

4.2.6 用于饮水用输水管道的管材卫生性能应符合 GB/T 17219 中的相关规定。

4.2.7 直管长度 6m、9m、12m，也可由供需双方商定。长度的极限偏差为长度的+0.4%，不允许有负偏差。管材的内外表面应清洁、光滑，不允许有气泡、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。管端头切割平整，并与管轴线垂直，当管材表面有划伤时，划伤深度不应超过管材壁厚的 10%。

4.3 管件

4.3.1 大口径 PE 管件的连接管件可采用热熔连接、电熔连接和机械连接。热熔连接管件包括热熔对接管件和热熔鞍型管件；电熔连接管件包括电熔承插管件和电熔鞍型管件。

4.3.2 热熔管件应采用与管件同一级别的聚乙烯树脂加工成型，管件本体任何一点壁厚应大于管材壁厚。

4.3.3 管件的机械性能应符合表 8 的规定。

表8 管件的机械性能

特性	要求	试验参数	
		参数	数值
20℃静液压强度	不破裂，不渗漏	试验温度 试验数 试验周期 环向应力 ^a PE100	20℃ 3 100h 12.4MPa
80℃静液压强度	不破裂，不渗漏	试验温度 试验数 试验周期 环向应力 ^a PE100	80℃ 3 165h ^b 5.5MPa
80℃静液压强度	不破裂，不渗漏	试验温度 试验数 试验周期 环向应力 ^a PE100	80℃ 3 1000h 5.0MPa
^a 根据试验组合件中使用的管材直径计算应力值。			
^b 只考虑脆性破坏。再试验步骤查表 6。			

4.3.4 热熔管件的物理力学性能应符合表 9 中的相关规定。

表9 热熔管件物理力学性能

特性	要求	试验参数	
		参数	数值
熔体质量流动速率（MFR） PE100	加工后 MFR 的变化小于 ±20%	时间	10min
热稳定性（氧化诱导时间）	大于或等于 20min	试验温度 试样数	200℃ 3

表 9（续）

特性	要求	试验参数	
		参数	数值
对接管件—插口管件的拉伸强度	试验到破坏为止 韧性：通过 脆性：未通过	试验温度	23℃
鞍型三通的冲击强度	不破坏，不泄露	试验温度 重锤质量 下落高度	(0±2)℃ (2500±20) g (2000±10) mm

4.3.5 聚乙烯 PE100 管材焊制二次加工成型的管件，所选管材的公称压力等级，不应小于管道系统所选管材压力等级的 1.25 倍。当焊制弯头管件焊接管段切削角度小于等于 7.5° 时，可选用相同公称压力等级的管材进行加工。其管件的机械性能和物理力学性能都应符合本规程中表 8、表 9 中的相关要求。

4.3.6 采用松套法兰片时，应首选耐腐蚀的球墨铸铁材质。

4.3.7 采用钢制松套法兰片时，应符合 GB 9112、GB 9113 的规定，松套法兰公称压力或承压性能应不小于管材的压力等级。

4.3.8 当管道系统采用球墨铸铁管件时，其内外表面宜采取 PE 喷塑防腐处理，防腐性能达到 PE 管材同等使用寿命的要求。管件公称压力应不小于管材的压力等级。

4.4 运输和贮存

4.4.1 管材和管件的运输应符合以下规定：

- 管材和管件在运输、装卸和搬运时，应小心轻放，排放整齐，不得受到划伤、抛摔、剧烈的撞击、油污和化学品的污染。管材在吊装时不得采用金属绳索，不得抛、摔、滚、拖；
- 管材运输时，堆放处不得有可能损伤管材的尖凸物，应采用非金属绳捆扎、固定；
- 管件运输时，应按箱逐层叠放整齐、固定牢靠；
- 管材堆放处场地应平整，环境温度不宜大于 40℃，远离热源，长期保存应适当遮盖，并应避免接触腐蚀性试剂或溶剂；
- 管材应水平堆放在平整的支撑物或地面上。直管堆放高度应不大于 4.0m，管件应码放整齐，堆放高度不宜高于 2.0m。在管材、管件堆放场地或库房应放有灭火器和消火栓等消防设施；
- 管材、管件存放时，应按照不同规格尺寸和种类分别存放，并出库应遵循“先进先出”原则。

5 管道设计

5.1 一般规定

5.1.1 聚乙烯类给水管道的布置与敷设应根据建筑物施工环境、结构形式、使用要求、建筑物性质、管径等因素综合确定。

5.1.2 聚乙烯类给水管道不宜穿越建筑物、构筑物基础，当必须穿越时，应采取套管等保护措施。

5.1.3 管道敷设在建筑物、构筑物基础底面标高以下时，不得在受压扩散角 45° 范围内。

- 5.1.4 聚乙烯管道宜敷设在冰冻线以下。
- 5.1.5 聚乙烯类给水管道严禁穿过雨水污水检查井及排水管渠内。
- 5.1.6 聚乙烯管道水温在 20℃ 以上时，管材最大允许工作压力应按式（5.1.6）进行计算：

$$MOP = PN \cdot f_t \dots\dots\dots (5.1.6)$$

式中：
MOP——最大允许工作压力（MPa）；
PN——公称压力（MPa）；
 f_t ——50 年寿命要求，温度对压力的折减系数，应符合表 10 的规定。

表10 50 年寿命要求，20℃~40℃间温度对压力的折减系数

温度（℃）	20	30	40
压力的折减系数	1.00	0.87	0.74

- 5.1.7 管道系统正常工作状态下，选用的管材最大设计内水压力（ F_{wd} ），应按（5.1.7）计算：

$$F_{wd} = 1.5F_w \dots\dots\dots (5.1.7)$$

式中：
 F_w ——管道工作压力（不包括水锤压力）。

5.2 水力计算

- 5.2.1 管道水头损失 h_w 应按式（5.2.1）计算：

$$h_w = h_f + h_j \dots\dots\dots (5.2.1)$$

式中：
 h_f ——管道沿程水头损失（m）；
 h_j ——管道局部水头损失（m）。

- 5.2.2 管道沿程水头损失 h_f 应按式（5.2.2-1）、（5.2.2-2）、（5.2.2-3）、（5.2.2-4）计算：

$$h_f = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (5.2.2-1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta}{3.72 d_i} \right] \dots\dots\dots (5.2.2-2)$$

$$Re = \frac{v d_i}{\nu} \dots\dots\dots (5.2.2-3)$$

$$\nu = \frac{0.01775}{1 + 0.0337r + 0.000221r^2} \dots\dots\dots (5.2.2-4)$$

式中：
 λ ——沿程阻力系数；
 l ——管段长度（m）；
 d_i ——管道内壁直径（m）；

g ——重力加速度 (9.81m/s^2) ;
 Δ ——管道当量粗糙度 (mm) , 一般取 $0.010\sim 0.015$;
 Re ——雷诺数;
 v ——管段平均流速 (m/s) ;
 ν ——水的运动黏滞度 (cm^2/s) , 宜按表11确定。

表11 不同水温时的运动黏滞度 ν 值($\times 10^{-2}$)

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	0	4	8	12	16	20	24	30	40
ν (cm^2/s)	1.775	1.568	1.387	1.239	1.118	1.010	0.919	0.803	0.659

5.2.3 单位长度水头损失按本规程附录 B 选用。

5.2.4 局部水头损失 h_j 应按式 (5.2.4) 计算:

$$h_j = \zeta \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (5.2.4)$$

式中:
 ζ ——局部水头损失系数, 可按本规程附录 C 选用。

5.2.5 对自由出流管道, 管道水头损失还应计入流速水头损失 h_v , 可按式 (5.2.5) 计算:

$$h_v = \alpha_v \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (5.2.5)$$

式中:
 α_v ——动能修正系数, 一般取1.0。

5.2.6 局部水头损失占沿程水头损失比例小于 5%时, 局部水头损失可忽略不计。

5.2.7 水锤压力 ΔP 可按式 (5.2.7-1) 、 (5.2.7-2) 计算:

$$\Delta P = \Delta v \frac{\rho a}{g} \dots\dots\dots (5.2.7-1)$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{r_w}{g} \left(\frac{1}{k} + \frac{c \cdot d_i}{E_p \cdot e_s} \right)}} \dots\dots\dots (5.2.7-2)$$

式中:
 Δv ——管道内水的流速变化值, 可取平均流速 (m/s) ;
 a ——压力波回流速度 (m/s) ;
 r_w ——水的重度 (10kN/m^3) ;
 g ——重力加速度 (9.81m/s^2) ;
 k ——水的体积模量 (MPa) , 可取 2200MPa (20°C) ;
 c ——管端固定度, 可取 $0.75\sim 1.0$;
 E_p ——管材弹性模量;
 d_i ——管道内径 (m) ;
 e_s ——管材公称壁厚 (m) 。

5.3 管道布置

5.3.1 聚乙烯埋地给水管道管顶最小覆土深度，在人行道下不宜小于 0.6m，在轻型车道下不宜小于 1.0m。

5.3.2 管道与建筑、构筑物和其他管线之间最小净间距应符合以下规定：

- a) 与建筑物间距宜为 4.5m；
- b) 与雨污水管间距宜为 2.0m~2.5m；
- c) 与燃气管间距，中低压管为 1.5m，高压管为 2.5m~3.0m；
- d) 与电力电缆、电信电缆、通信照明电缆间距为 2.0m；
- e) 与乔木、灌木间距为 2.0m；
- f) 与高压铁塔基础间距为 3.5m；
- g) 与道路侧石边缘间距为 1.5m；
- h) 与铁路坡脚间距为 7.0m。

当上述间距难以保证时，应采取必要的安全保护技术措施。

5.3.3 管道与热力管道间的距离，应在保证聚乙烯管道表面温度不超过 40℃的条件下计算确定。最小不得小于 4.0m。

5.3.4 管道穿越高等级路面、高速公路、铁路和其他主要市政管线设施，应采用钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管等套管，套管内径不得小于穿越管外径加 400mm，且不得大于穿越管外径加 500mm，同时应与相关部门协调。

5.3.5 当管道敷设与其他管线交叉时，其交叉点净距不应小于 0.2m，且可按 GB 50268 有关条款采取相应技术措施。

5.3.6 管道采用热熔、电熔连接时，如有分支、连接消火栓、构筑物进水口或其他用水点，管道侧端应有一段长度不宜小于 1.0m 的无分支直管段。

5.3.7 管道系统应根据管径、水压、环境温度、连接形式、敷设及回填土条件等情况，在转弯、三通、变径及阀门处，采取防推脱的混凝土支墩或金属卡箍拉杆等措施；焊制的三通、弯管管件部位应采取混凝土包覆措施。

5.3.8 管道敷设后宜沿管道走向埋设金属示踪线，管顶宜埋设标有醒目提示字样的警示带，距管顶距离不应小于 0.3m。

5.4 管道结构设计

5.4.1 聚乙烯管道应按柔性管进行计算，设计使用寿命不得低于 50 年。

5.4.2 聚乙烯管道结构计算应符合下列规定：

- a) 聚乙烯管道的结构设计采用以概率为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，除验算管道整体稳定外，均采用分项系数的设计表达式进行设计。
- b) 聚乙烯管道的结构计算应按下列规定进行：
 - 1) 聚乙烯管道结构的强度计算应采用式 (5.4.2) 极限状态计算表达式：

$$Y_0 S \leq R \quad \cdots \cdots \cdots (5.4.2)$$

式中：

γ_0 ——管道安全重要性系数：

输水管道为单线时, γ_0 应取 1.1; 输水管道为双线或单线设有调节池时, 以及配水管道, γ_0 应取 1.0;

S——在设计内水压力作用下, 作用效应组合的设计值;

R——管道结构的抗力强度设计值; 应根据管材的抗力分项系数及强度标准值确定, 其强度标准值应是管道在水温 20℃, 50 年长期承受内水压力下环向抗拉强度的最低保证值。该值应由厂方提供, 并出具原材料检测报告。

- 2) 对埋设在地下水位以下的聚乙烯管道, 应根据设计条件计算管道结构的抗浮稳定性。计算时各项作用均应取标准值, 并满足抗浮稳定性抗力系数 K_f 不低于 1.1。
- 3) 埋地聚乙烯管道, 应根据各项作用的不利组合, 计算管壁截面的环向稳定性。计算时各项作用均应取标准值, 并满足环向稳定性抗力系数 K_{st} 不低于 2.0。
- 4) 聚乙烯管道采用柔性接口时, 在其敷设方向改变处, 应做抗滑稳定验算。计算时各项作用均取标准值, 其抗滑验算的稳定性抗力系数 K_s 不应小于 1.5。
- 5) 聚乙烯管道结构在正常使用极限状态下, 应进行管道环向截面竖向变形计算。在组合作用下的最大竖向变形不应大于 0.05D。
- 6) 聚乙烯管道的结构设计还应包括管体间的连接构造及管周各部位回填土的压实系数设计要求。

5.4.3 聚乙烯管道结构的强度计算应符合下列规定:

- a) 聚乙烯管道结构的强度计算, 应按式 (5.4.3-1) 的要求计算:

$$Y_0 \sigma_\theta \leq Y_{0t} f \quad \dots\dots\dots (5.4.3-1)$$

式中:

σ_θ ——在设计内水压力作用下管壁截面上的环向应力设计值 (N/mm²);

γ_{0t} ——聚乙烯管材抗力分项系数, 可根据不同水温 t , 按表 12 确定;

f ——管材环向长期抗拉强度标准值, 取 $f=10\text{N/mm}^2$ 。

表 12 不同水温时的聚乙烯管材抗力分项系数

温度 (°C)	20	25	30	35	40
γ_{0t}	0.96	0.89	0.84	0.77	0.71

- b) 设计内水压力作用下管壁环向应力设计值 σ_θ , 可按式 (5.4.3-2) 计算:

$$\sigma_\theta = \frac{\gamma_Q F_{wd} D_0}{2e_n} \quad \dots\dots\dots (5.4.3-2)$$

式中:

γ_Q ——设计内水压力的作用分项系数, 取 1.2;

F_{wd} ——管道设计内水压力标准值 (N/mm²), 应采用管道工作压力的 1.5 倍计算;

D_0 ——管截面计算直径 (mm);

e_n ——管壁计算厚度 (mm)。

5.4.4 当聚乙烯管道埋设在地下水位以下时, 应按式 (5.4.4) 进行抗浮稳定验算:

$$\sum F_g \geq K_f F_{fw} \quad \dots\dots\dots (5.4.4)$$

式中:

$\sum F_g$ ——各项抗浮作用的标准值之和 (kN);

K_f ——抗浮稳定性抗力系数, 应按第 5.4.2 条的规定采用;

F_{fw} ——地下水浮力标准值 (kN)。

5.4.5 埋地聚乙烯管道的管壁截面环向稳定性计算, 应按式 (5.4.5-1)、(5.4.5-2) 的要求计算:

$$F_{cv} \geq K_{st}(q_v + F_v) \quad \text{..... (5.4.5-1)}$$

$$F_{cv} = \frac{2E_p(n^2-1)}{3(1-\nu_p^2)} \left(\frac{e_n}{D_s} \right)^3 + \frac{E_s}{2(n^2-1)(1+\nu_s)} \quad \text{..... (5.4.5-2)}$$

式中:

F_{cv} ——聚乙烯管道管壁截面的临界压力标准值 (N/mm²);

K_{st} ——聚乙烯管管壁截面抗稳定性抗力系数, 应按第5.4.2条规定采用;

q_v ——管顶处各项不利组合作用下的单位面积上竖向压力标准值, 包括竖向土压力、地面堆积荷载或地面车辆荷载 (N/mm²), 可按附录E计算;

F_v ——管内真空压力, 可取0.05MPa计算;

n ——管壁失稳时的折皱波数, 其取值应使 F_{cv} 为最小值, 并为不小于2的整数;

E_p ——管材的长期弹性模量 (N/mm²);

ν_p ——聚乙烯管材的泊松比, 可取 $\nu_p=0.4$;

ν_s ——管道两侧胸腔回填土的泊松比;

E_d ——管侧土的综合变形模量 (N/mm²), 可按附录D采用。

5.4.6 管道敷设沿水平方向改变处采用重力式支墩抵抗水平推力时, 其稳定验算应按式 (5.4.6-1)、(5.4.6-2)、(5.4.6-3)、(5.4.6-4) 进行:

$$F_p - F_{ep} + F_f \geq K_s F_{wp} \quad \text{..... (5.4.6-1)}$$

$$p \leq f_a \quad \text{..... (5.4.6-2)}$$

$$p_{\min} \geq 0 \quad \text{..... (5.4.6-3)}$$

$$p_{\max} \leq 1.2f_a \quad \text{..... (5.4.6-4)}$$

式中:

F_p ——作用在支墩抗推力一侧的被动土压力标准值 (kN);

F_{ep} ——作用在支墩迎推力一侧的主动土压力标准值 (kN);

F_f ——支墩底部滑动平面上的摩擦力标准值 (kN);

K_s ——抗滑移稳定性抗力系数, 应按第5.4.2条的规定采用;

F_{wp} ——在设计内水压力作用下, 该处管道承受的水平推力标准值 (kN);

P ——支墩作用在地基土上的平均压力 (kN);

$P_{\min}$ ——支墩作用在地基土上的最小压力 (kN);

$P_{\max}$ ——支墩作用在地基土上的最大压力 (kN);

f_a ——经过深度修正的地基土承载力特征值, 应按GB 50007的规定确定。

5.4.7 聚乙烯管道在组合作用下, 最大竖向变形的计算应按式 (5.4.7-1)、(5.4.7-2)、(5.4.7-3) 计算:

$$w_{d,\max} \leq 0.05D_0 \quad \text{..... (5.4.7-1)}$$

$$w_{d,max} = \frac{D_1 K_b D_0^3 (F_w + \varphi_q q_s D_1)}{8 E_s I + 0.488 E_s D_0^3} \dots\dots\dots (5.4.7-2)$$

$$\text{或 } w_{d,max} = \frac{D_1 K_b (F_w + \varphi_q q_s D_1)}{8 S_p + 0.061 E_s} \dots\dots\dots (5.4.7-3)$$

式中:

- $w_{d,max}$ ——聚乙烯管道在组合作用下, 最大竖向变形 (mm);
- D_1 ——变形滞后效应系数, 可取1.0~1.5。当设计要求管侧回填土压实系数大于0.95时, D_1 可取1.5;
- K_b ——管底弧形土基的基床系数, 应按敷设管道基础中心角确定; 对土弧基础, 当中心角为90°时可采用0.096; 对素土平基可采用0.109;
- D_0 ——管道计算半径 (mm);
- D_1 ——管道外径 (mm);
- I ——管壁纵向截面单位长度截面惯性矩 (mm⁴/mm);
- F_{sv} ——管道单位长度上管顶处的竖向土压力标准值 (kN/m), 可按本规程附录E确定;
- q_s ——地面车辆荷载传递到管顶的竖向压力标准值或地面堆积压力标准值 (kN/m²) 的较大者。可按本规程附录D确定;
- φ_q ——准永久值系数, 可取0.5;
- S_p ——管材环刚度 (N/mm²)。

5.4.8 自由段管道由季节温差引起的纵向变形量 ΔL , 可按式 (5.4.8) 计算

$$\Delta L = \alpha L \Delta t \dots\dots\dots (5.4.8)$$

式中:

- α ——聚乙烯管的线膨胀系数 (mm/m·°C), 可取值0.15 mm~0.20 mm/m·°C;
- L ——管道纵向自由段的长度 (mm);
- Δt ——管壁中心处, 敷设与使用中的内外介质最大温度差 (°C)。

5.4.9 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合理确定。

5.4.10 聚乙烯管道宜采用弧形人工砂基, 管底以下垫层部分的厚度不宜小于 100mm。

5.4.11 聚乙烯管道的回填土应压实, 其压实系数应在有关设计文件中明确规定, 对弧形人工砂基管底垫层应控制在 0.90。

6 管道施工

6.1 一般规定

6.1.1 连接聚乙烯给水管道前应对管材、管件及管道附件等管道设施按设计要求进行核对, 并在施工现场对此进行外观质量检查, 管材表面划伤深度不应超过管材壁厚的 10%, 符合本规程 4.1 要求方可使用。

6.1.2 聚乙烯管材与管件连接, 必须根据不同连接方式选取专用的连接工具。连接时, 管材与管件不得采用螺纹连接和粘接, 严禁采用明火加热。

6.1.3 聚乙烯给水管道中管材、管件及管道附件的连接采用热熔连接、电熔连接、法兰连接等, 不同 SDR 系列的聚乙烯管材不得采用热熔对接连接; 聚乙烯给水管道与金属管道或金属管道附件的连接, 应采用法兰连接。

6.1.4 管道热熔的环境温度宜在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 范围内。当在环境温度低于 -5°C 或者风力大于5级的条件下进行热熔连接操作时,应采取保温、防风措施,并调整连接工艺;当在炎热的夏天施工时,应采取遮阳措施。

6.1.5 管道连接时应采用同种牌号、压力等级相同的管材、管件及管道附件。当采用不同牌号、压力等级的管材、管件及管道附件时应进行试验,试验结果判定连接质量能达到保证后,方可使用连接。

6.1.6 当聚乙烯管材、管件存放处与施工现场温度相差较大时,连接前应将管材、管件在施工现场放置一段时间,使其温度与施工现场温度相接近时方可进行连接。

6.1.7 管道连接时,聚乙烯管材切割应采用专用割刀或切管工具,切割断面应保持平整、光滑、无毛刺,端面应垂直于管轴线。

6.1.8 管道连接时,每次收工,管口处应采取封堵措施。

6.1.9 管道连接结束时,应按照相关规定进行管道连接质量检查,不合格者必须返工,返工后应重新进行接头质量检查。

6.2 热熔连接

6.2.1 热熔连接工具的温度控制应精确,加热面温度分布应均匀,加热面结构应符合焊接工艺要求。熔接前、后应使用洁净的棉布擦净加热面上的污物。

6.2.2 热熔连接加热时间、加热温度和施加的压力以及保压、冷却时间,应符合热熔连接工具生产企业和聚乙烯管材、管件以及管道附件生产企业的规定。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。

6.2.3 热熔对接还应符合下列规定:

- a) 两待连接件的连接端应伸出焊机夹具一定自由长度,并校直两对应的待连接件,使其在同一轴线上。错边不宜大于壁厚的10%;
- b) 管材、管件以及管道附件连接面上的污物应使用洁净棉布擦净,并铣削连接面,使其与轴线垂直;
- c) 待连接件的断面应使用热熔对接连接工具加热;
- d) 加热完毕后,待连接件应迅速脱离加热工具,检查待连接件的加热面熔化的均匀性和是否有损伤。然后,用均匀力使连接面完全接触,并翻边形成均匀一致的凸缘,凸缘的高度和宽度应符合有关规定。

6.2.4 热熔鞍型连接应符合下列规定:

- a) 热熔鞍型连接应采用机械装置固定干管连接部位的管段,应保持直线度和圆度;
- b) 干管连接部位和鞍型管件连接部位上的污物应使用洁净棉布擦净,并用刮刀刮除干管连接部位表皮;
- c) 干管连接部位和鞍型管件连接部位应使用鞍型加热工具加热;
- d) 待加热时间达到工艺要求后,应迅速撤出加热工具,检查待连接件的加热面熔化的均匀性和是否有损伤后,再用均匀力将鞍型管件压到干管连接部位,使连接面周围形成均匀凸缘。

6.3 电熔连接

6.3.1 电熔连接机具输出电流、电压应稳定,符合电熔连接工艺要求。

6.3.2 电熔连接机具与电熔管件应正确连通，连接时，通电加热的电压和加热时间应符合电熔连接机具和电熔管件生产企业的规定。

6.3.3 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。

6.3.4 电熔承插连接还应符合下列规定：

- a) 测量管件承口长度，并在管材插入端标出插入长度标记，用专业工具刮除插入段表皮；
- b) 用洁净棉布擦净管材、管件连接面上的污物；
- c) 将管材插入管件承口内，直至长度标记位置；
- d) 通电前，应校直两对应的待连接件，使其在同一轴线上，用整圆工具保持管材插入端的圆度。

6.3.5 大口径电熔鞍型管件安装操作应符合下列规定：

- a) 电熔鞍形连接应采用机械装置固定干管连接部位的管段，使其保持直线度和圆度；
- b) 干管连接部位上的污物应使用洁净棉布擦拭，并用专用工具刮除干管连接部位表皮；
- c) 通电前，应将电熔鞍形连接件管用机械装置固定在干管连接部位。

6.4 法兰连接

6.4.1 聚乙烯管端法兰盘（背压松套法兰）连接，应先将法兰盘（背压松套法兰）套入待连接的聚乙烯法兰连接件（跟形管端）的端部，再将法兰连接件（跟形管端）平口端与管道按本规程规定的热熔或电熔连接的要求进行连接。

6.4.2 两法兰盘上螺孔应对中，法兰面相互平行，螺孔与螺栓直径应配套，螺栓长短应一致，螺帽应在同一侧；紧固法兰盘上螺栓时应按对称顺序分次均匀紧固，螺栓拧紧后宜伸出螺帽 1~3 丝扣。

6.4.3 法兰垫片材质应符合本规程 4.3.7 条的规定。

6.4.4 法兰盘应采用钢质法兰盘且经过防腐处理。

6.5 管道敷设

6.5.1 管道敷设前，应具备下列条件：

- a) 工程设计施工图及其它技术文件应齐全，并通过会审；
- b) 具备批准的施工方案和施工组织设计，并进行了技术交底；
- c) 施工人员了解聚乙烯给水管道和一般物理力学性能，掌握施工程序和连接技术，并经考核合格后方可上岗；
- d) 施工机具、现场用水、用电、材料储存等设施能满足施工要求；
- e) 施工材料相关的资料已核实准确，产品已验收合格，符合设计及施工要求。

6.5.2 应按设计施工图要求进行放线定位、槽底标高测量。

6.5.3 当管道敷设在地下水位较高、软土或不稳定土层内时，应进行施工排水，并设置槽边支撑，施工技术措施应符合 GB 50268 的有关规定。

6.5.4 采用热熔对接或电熔连接的管材进行弯曲敷设时， $d_n 1000\text{mm} \sim d_n 1400\text{mm}$ 的管道，转弯半径与管径的比取 170； $d_n 1600\text{mm} \sim d_n 2000\text{mm}$ 管道，转弯半径与管径的比取 190； $d_n 2500\text{mm}$ 的管道，转弯半径与管径的比取 210。

6.5.5 聚乙烯电熔、热熔连接管道可在槽底宽度范围内蜿蜒敷设。

6.5.6 管道架空或明设时，应采取防紫外线保护措施。

6.5.7 管道穿越河底时，应符合下列规定：

- a) 管道至规划河底的覆土厚度，应根据水流冲刷条件、航运状况、疏浚的安全余量，并与航运管理部门协商确定；
- b) 必须在埋设聚乙烯给水管道位置的河流上、下游两岸分别按规定设立标志。

6.5.8 雨期施工或地下水位较高地区管道敷设时，应防止管道上浮，采取抗浮技术措施。

6.5.9 管沟断面形式应根据现场施工环境、施工设备、土质条件、沟槽深度、气象条件和施工季节等因素综合确定。

6.5.10 沟槽底部的开挖宽度，应符合设计要求；设计无要求时，可参照 GB 50268 中 4.3.2 规定要求。

6.5.11 沟槽的开挖应符合下列规定：

- a) 沟槽的开挖断面应符合施工组织设计（方案）的要求。槽底原状地基土不得扰动，机械开挖时槽底预留 200mm~300mm 土层由人工开挖至设计高程，整平；
- b) 槽底不得受水浸泡或受冻，槽底局部扰动或受水浸泡时，宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填；槽底扰动土层为湿陷性黄土时，应按设计要求进行地基处理；
- c) 槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应全部挖除并按设计要求进行地基处理；
- d) 槽壁平顺，边坡坡度符合施工方案的规定；
- e) 在沟槽边坡稳固后设置供施工人员上下沟槽的安全梯。

6.5.12 管道基础或垫层应符合下列规定：

- a) 管道必须敷设在原状土地基上，局部超挖部分应回填夯实。当沟底无地下水时，超挖在 0.15m 以内时，可用原土回夯实，其压实系数不应低于原地基天然土的压实系数，超挖在 0.15m 以上时，可用石灰土或砂填层处理，其压实系数不应低于 0.95。当沟底有地下水或沟底土层含水量较大时，可用天然砂回填；
- b) 沟底遇有废旧构筑物、硬石、木头、垃圾等杂物时，必须在清除后铺一层砂土或素土，厚度不小于 0.15m，且平整夯实；
- c) 管道附件或阀门，管道支墩位置应垫碎石，夯实后按设计要求设混凝土找平层或垫层；
- d) 对软弱管基及特殊性腐蚀性土，应按设计要求进行处理；
- e) 对岩石基础，应铺垫砂层，厚度不小于 0.15m。

6.6 管道回填

6.6.1 管道应根据施工组织设计分段施工，管材应沿管线敷设方向排列在沟槽边。

6.6.2 电熔、热熔连接管道分段在槽边进行连接后，以弹性敷管法移入沟槽。

6.6.3 管道移入沟槽时，不得损伤管材，表面不得有明显划痕，应采用非金属绳索下管。

6.6.4 管道穿越重要道路、铁路等需设置金属或混凝土套管时，除应符合本规程 5.3.4 条的规定外，还应符合下列规定：

- a) 套管应伸出路边或路基 1.0m~1.5m；
- b) 套管内应清洁无毛刺，管道穿过套管时，不得使管道表面产生明显拉痕，必要时管道表面应加护套保护；

- c) 穿越的管道应采用电熔、热熔连接，经试压且验收合格后，方可与套管外管道连接；
- d) 寒冷地区穿越管应采取必要的保温措施；
- e) 管道在涵洞内通过时，涵洞宜留有通行宽度。

6.6.5 管道分段敷设结束后，进行系统闭合连接时，宜选择运行水温与施工环境温度差最小的时段进行。

6.6.6 管道沟槽回填时，应符合下列规定：

- a) 管道铺设后应及时进行回填，回填时应留出管道连接部位，连接部位应待管道水压试验合格后再行回填，回填前应按本规程 5.3.7 条规定，对管道系统进行加固；
- b) 管道基础采用中粗砂垫层。应按设计要求填实管道支撑角范围，回填压实时，管道两侧应对称进行，且不得使管道发生位移或损伤；
- c) 管底铺设 150mm 的中粗砂垫层，压实系数不小于 0.90；管底 180° 范围内，回填中粗砂，压实系数不小于 0.90；管底 180° 范围以上至管顶范围原土回填，压实系数不小于 0.95；管顶至地面以下 0.5m 范围内原土回填，压实系数不小于 0.90；表层 0.5m 耕植土不压实并预留自然沉降高度，其余部位压实系数不低于 0.85（上部有交通道路时，应按路基填筑要求压实）；
- d) 槽底至管顶以上 50cm 范围内，不得含有机物、冻土以及大于 30mm 的砖、石等硬块；
- e) 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内；回填其他部位时，应均匀运入槽内，不得集中推入。需要拌合均匀的回填料，应在运入槽前拌合均匀，不得在槽内拌合；
- f) 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内，应采用轻型设备薄层夯实。管道两侧填土夯实应对称均匀上升，高差不得大于 20cm；
- g) 回填作业区每层土的压实遍数应按压实系数要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，经现场碾压试验确定；
- h) 构筑物外围回填土，应在混凝土达到设计抗压强度标准值后，方可进行，填土时墙后不得有积水，填土压实系数不低于 0.90。

6.6.7 当管道覆土较深，且管道回填土质及压实系数设计无规定时，其回填土土质及压实系数应符合图 1 和图 2 的要求，管底应有 0.1m 以上、压实系数 0.90 的垫层；管道两侧每 0.2m 分层回填夯实，压实系数大于等于 0.95；管顶 0.3m 内压实系数应大于等于 0.90。

6.6.8 当管道覆土较浅时，其回填土土质及压实系数应根据地面要求确定；当修筑道路时，应满足路基要求。

6.6.9 回填时各类机具对应的每层回填土虚铺厚度应符合表 13 规定。

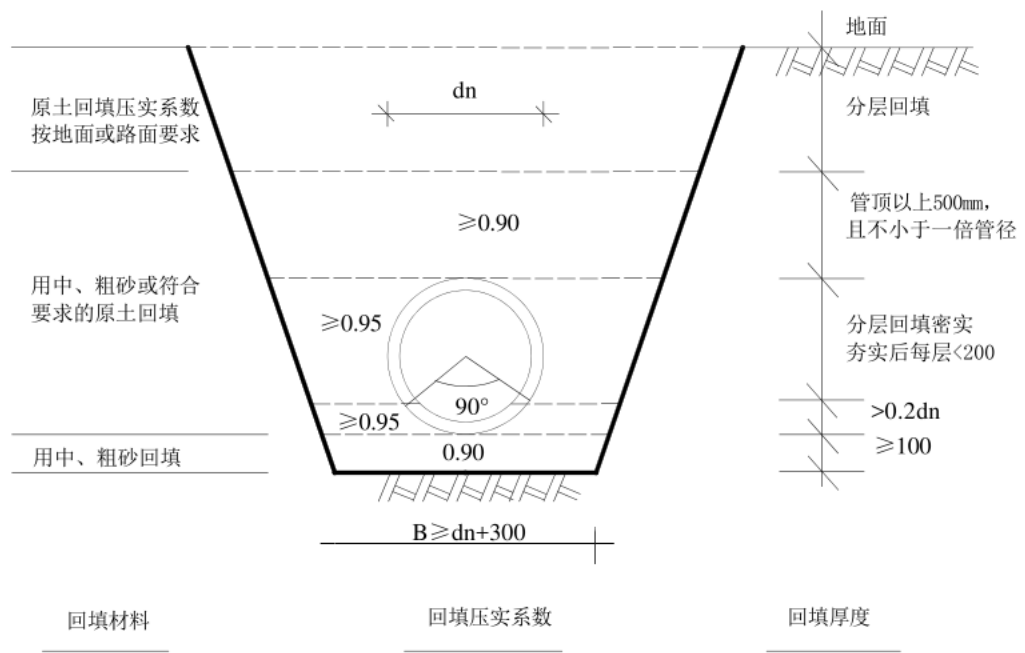


图1 管道回填土土质及压实系数要求（mm）

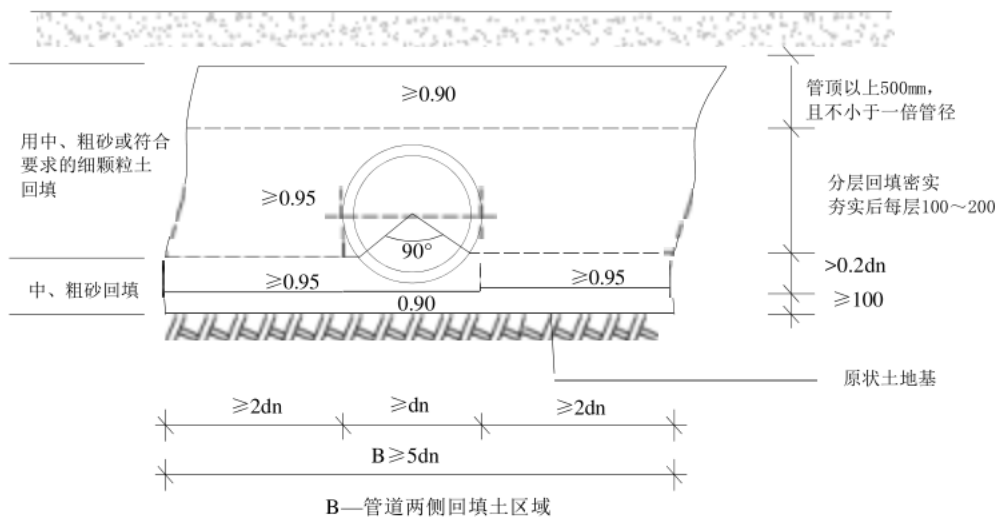


图2 填埋式管道两侧回填土要求（mm）

表13 每层回填土虚铺厚度 单位为：m

机具种类	虚铺厚度	机具种类	虚铺厚度
木夯、铁夯	≤0.2	压路机（轻型）	0.2~0.3
蛙式夯、火力夯	0.2~0.3	振动压力机	≤0.4

6.6.10 管道经试压合格，隐蔽工程通过验收，人工回填至管顶 0.5m 以上后，方可采用机械夯实，但不得在管道上方行驶，且应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。

6.6.11 各类管道阀门井等周边回填应符合以下规定：

- a) 应采用砂砾、石灰土等材料，宽度应不小于 0.4m；

- b) 回填后沿管道中心线对称分层夯实，其压实系数应不低于管沟内分层要求。路面位置的管道井，管顶 0.5m 以上应按路面要求回填。

6.7 质量等级评定

合格：保证项目符合质量标准；基本项目不少于70%的检查点符合质量标准。

优良：保证项目符合质量标准；基本项目不少于90%的检查点符合质量标准。

管道安装工程施工质量等级评定表见附录F。

7 水压试验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 大口径聚乙烯给水管道系统应进行水压试验。

7.1.2 给水管道试压前应进行充水浸泡，时间不应小于 12h。管道充水后应对未回填的外露连接点（包括管道与管道附件连接部位）进行检查，发现渗漏应进行排除。

7.1.3 水压试验静水压力不应小于管道工作压力的 1.5 倍，不得将气压试验代替水压试验。

7.1.4 管道水压试验长度不宜大于 1000m，对中间设有附件的管段，水压试验分段长度不宜大于 500m，系统中有不同材质的管道应分别进行试压。

7.1.5 管道水压试验前应编制试压工程设计方案，其内容应包括以下项目：

- a) 管端后背堵板及支撑设计；
- b) 进水管路、排气管路及排气孔设计；
- c) 加压设备及压力表选用；
- d) 排水疏导管路设计及布置。

7.1.6 对试压管段端头支撑挡板应进行牢固性和可靠性的检查，试压时，其支撑设施严禁松动崩落。不得将阀门作为封板。

7.1.7 加压宜采用带计量装置的机械设备，当采用弹簧压力表时，其精度不应低于 1.5 级，量程范围宜为试验压力 1.3~1.5 倍，表盘直径不应小于 150mm。

7.1.8 试压管段不得包括水锤消除器、室外消火栓等管道附件。系统包含的各类阀门，应处于全开状态。

7.2 水压试验

7.2.1 聚乙烯（PE）给水管道试验应分预试验与主试验两个阶段进行水压试验。

7.2.2 预试验阶段，应按以下步骤进行，并应符合下列规定：

- a) 先将试验管内的压力降至大气压力，并持续 60min。期间确保不使空气进入管道；
- b) 缓慢地将管道压力升至试验压力并稳压 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。如有渗漏现象应中止试压，并查明原因采取相应措施后重新组织试压；

- c) 停止注水补压并稳定 60min，若 60min 后压力下降不超过试验压力的 70%，则预试验阶段工作结束。当 60min 后压力降低于试验压力的 70%，应停止试验，度应查明原因采取相应措施后再试压；

7.2.3 主试验阶段，应按以下步骤进行，并符合下列规定：

- a) 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%。期间应准确计量出所泄出的水量，设为 ΔV 。按式（7.2.3）计算允许泄出的最大水量 $\Delta V_{\max}$ ；

$$\Delta V_{\max} = 1.2V\Delta P \left\{ 1/E_w + d_i / (e_n \cdot E_p) \right\} \cdots \cdots \cdots (7.2.3)$$

式中：

- V——试压管总容积（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14采用；
- E_p ——管材弹性模量（MPa），与水温及试压时间有关；
- d_i ——管材内径（m）；
- e_n ——管材公称壁厚（m）。

若 ΔV 大于 $\Delta V_{\max}$ ，应停止试压。泄压后应排除管内过量空气，再从预试验阶段的“步骤2”开始重新试验。

- b) 每隔 3min 记录一次管道剩余压力，持续记录 30min。当 30min 内管道剩余压力有上升趋势时，则水压试验结果合格；
- c) 30min 内试压管道内剩余压力无上升趋势时，则应再持续观察 60min。当在整个 90min 内压力下降不超过 0.02MPa，则水压试验结果合格；
- d) 当主试验阶段上述两条均不能满足时，则水压试验结果不合格。应查明原因并采取相应措施后再组织试压。

表14 温度与体积模量关系

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

7.2.4 试压合格后应按本规程 6.6.6 条要求，全面回填到与地面相平。

7.3 冲洗与消毒

7.3.1 管段试验合格后，应对整条管道进行冲洗消毒。

7.3.2 管道冲洗、消毒前应做实施方案。

7.3.3 冲洗水应清洁，浊度应在 5NTU 以下，冲洗流速应大于 1.0m/s，直至冲洗水的排放水与进水的浊度相一致为止。冲洗后应用含氯水浸泡消毒，经有效氯浓度不低于 20mg/L 的清洁水浸泡 24h 后冲洗，并末端取水检验，当水质不合格则应重新进行含氯水浸泡消毒、再冲洗，直至水质管理部门取样化验合格为止。

7.4 管道系统竣工验收

7.4.1 大口径聚乙烯给水管道工程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。

7.4.2 隐蔽工程验收，应包括下列各项内容，并应填写中间验收记录。

- a) 管材、管件、附属设备到工地的检查；
- b) 管道及附属构筑物的地基和基础；
- c) 管道支墩设置，井室等构筑物的砌筑情况；
- d) 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，采用金属阀门的防腐情况；
- e) 管道穿越铁路、公路、河流等工程的情况；
- f) 地下管道的交叉处理；
- g) 管道分段水压试验；
- h) 管道回填土压实系数检验记录；
- i) 随管道埋地铺设的示踪线及警示带的记录和资料；
- j) 管道消毒后水质检验报告。

7.4.3 竣工验收应提交以下资料：

- a) 竣工图及设计变更文件；
- b) 材料和设备的出厂合格证、试验记录及相关技术参数的设备卡；
- c) 隐蔽工程验收记录及有关资料；
- d) 管道系统的试压记录；
- e) 冲洗及消毒后水质化验报告；
- f) 工程质量评定记录；
- g) 工程质量事故处理记录。

7.4.4 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。对下列项目应做出鉴定，并填写竣工验收鉴定书。

- a) 管道的位置、高程及管材规格尺寸；
- b) 管道上设置的阀门、消火栓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；
- c) 管道的冲洗及消毒；
- d) 外观质量。

7.4.5 管道工程应由主管单位组织施工、设计、建设和其他有关单位联合验收。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。

7.4.6 分项、分部及隐蔽工程验收，可根据施工情况由建设单位会同施工单位共同验收，并做出验收记录。

8 管道维修

8.1 一般规定

8.1.1 大口径聚乙烯给水管道在施工验收或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。

8.1.2 更换损坏的管材及管件应按照施工敷设要求进行。

8.1.3 因管道地基沉降、温度变化、外部荷载变化等外部原因造成的管道破坏，在管道修复后还应采取相应措施消除各种外部因素。

8.2 管道维修方法

8.2.1 聚乙烯管材、管件电熔、热熔连接的接口漏水时，应切断管材，按施工要求重新对管材、管件进行热熔、电熔连接。

8.2.2 当管道损害范围很小时，采用电熔套筒或改造的鞍型电熔管件修理法，将管材损坏处切断，然后用电熔套筒或改造的鞍型电熔管件连接起来。

8.2.3 当管道损害范围较大时，必须切除损坏管段而用新管替换，接口处可采用电熔、热熔连接或法兰连接，但最后一个焊口一定要用电熔套筒连接或法兰连接。

附 录 A
(规范性附录)
大口径聚乙烯给水管道连接方式

A.1 大口径聚乙烯给水管道连接方式见表A.1。

表A.1

序号	管件结构及连接方式示意图		材料
1	热熔连接		管件由与管材材质相同的 PE 注塑成型
2	电熔连接		管件由与管材材质相同的 PE 注塑成型
3	机械连接		法兰连接件材料由与管材材质相同的PE或PE-RT注塑成型，法兰片材料为钢质，并且表面经防腐处理

附 录 B
(规范性附录)
大口径聚乙烯给水管道水力坡降表

B.1 大口径聚乙烯给水管道水力坡降表见表B.0.1。

表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR11							
		1000		1200					
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.7371	0.4372						
1550	430.56	0.8161	0.5268						
1700	472.22	0.8951	0.6242						
1850	513.89	0.9740	0.7292						
2000	555.56	1.0530	0.8419	0.7338	0.3503				
2150	597.22	1.1320	0.9618	0.7889	0.4003				
2300	638.89	1.2110	1.0898	0.8439	0.4529				
2450	680.56	1.2899	1.2241	0.8989	0.5089				
2600	722.22	1.3689	1.3669	0.9540	0.5674				
2750	763.89	1.4479	1.5162	1.0090	0.6295				
2900	805.56	1.5269	1.6730	1.0640	0.6941				
3050	847.22	1.6058	1.8362	1.1191	0.7620				
3200	888.89	1.6848	2.0071	1.1741	0.8323				
3350	930.56	1.7638	2.1861	1.2292	0.9059				
3500	972.22	1.8428	2.3715	1.2842	0.9828				
3650	1013.89	1.9217	2.5630	1.3392	1.0614				
3800	1055.56	2.0007	2.7631	1.3943	1.0558				
3950	1097.22	2.0797	2.9694	1.4493	1.1373				
4100	1138.89	2.1587	3.1818	1.5043	1.3170				
4250	1180.56	2.2377	3.4033	1.5594	1.4075				
4400	1222.22	2.3166	3.6311	1.6144	1.5019				
4550	1263.89			1.6694	1.5988				
4700	1305.56			1.7245	1.6967				
4850	1347.22			1.7795	1.7985				
5000	1388.89			1.8346	1.9044				
5150	1430.56			1.8896	2.0112				
5300	1472.22			1.9446	2.1222				
5450	1513.89			1.9997	2.2357				
5600	1555.56			2.0547	2.3517				

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR11							
		1000		1200					
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
5750	1597.22			2.1097	2.4701				
5900	1638.89			2.1648	2.5909				
6050	1680.56			2.2198	2.7141				
6200	1722.22			2.2749	2.8423				
6350	1763.89			2.3299	2.9730				
6500	1805.56			2.3849	3.1033				

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR13.6							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.6773	0.3561						
1550	430.56	0.7499	0.4291						
1700	472.22	0.8225	0.5085						
1850	513.89	0.8950	0.5941						
2000	555.56	0.9676	0.6854	0.6751	0.2862				
2150	597.22	1.0402	0.7830	0.7257	0.3268				
2300	638.89	1.1128	0.8872	0.7764	0.3701				
2450	680.56	1.1853	0.9967	0.8270	0.4155				
2600	722.22	1.2579	1.1121	0.8776	0.4633				
2750	763.89	1.3305	1.2336	0.9283	0.5140	0.6820	0.2432		
2900	805.56	1.4031	1.3613	0.9789	0.5669	0.7192	0.2680		
3050	847.22	1.4756	1.4940	1.0295	0.6217	0.7564	0.2943		
3200	888.89	1.5482	1.6332	1.0802	0.6798	0.7936	0.3212		
3350	930.56	1.6208	1.7773	1.1308	0.7399	0.8308	0.3497		
3500	972.22	1.6933	1.9281	1.1814	0.8021	0.8680	0.3788		
3650	1013.89	1.7659	2.0858	1.2321	0.8670	0.9052	0.4095	0.6930	0.2142
3800	1055.56	1.8385	2.2466	1.2827	0.9340	0.9424	0.4408	0.7215	0.2306
3950	1097.22	1.9111	2.4144	1.3333	1.0030	0.9796	0.4735	0.7500	0.2475
4100	1138.89	1.9836	2.5872	1.3840	1.0749	1.0168	0.5075	0.7785	0.2653
4250	1180.56	2.0562	2.7674	1.4346	1.1488	1.0540	0.5419	0.8070	0.2833
4400	1222.22	2.1288	2.9526	1.4853	1.2247	1.0912	0.5778	0.8355	0.3018
4550	1263.89			1.5359	1.3038	1.1284	0.6152	0.8639	0.3211
4700	1305.56			1.5865	1.3849	1.1656	0.6529	0.8924	0.3411
4850	1347.22			1.6372	1.4681	1.2028	0.6922	0.9209	0.3614
5000	1388.89			1.6878	1.5532	1.2400	0.7324	0.9494	0.3824
5150	1430.56			1.7384	1.6402	1.2772	0.7735	0.9779	0.4035
5300	1472.22			1.7891	1.7308	1.3144	0.8155	1.0063	0.4259
5450	1513.89			1.8397	1.8234	1.3516	0.8584	1.0348	0.4483
5600	1555.56			1.8903	1.9180	1.3888	0.9031	1.0633	0.4712
5750	1597.22			1.9410	2.0147	1.4260	0.9486	1.0918	0.4950
5900	1638.89			1.9916	2.1133	1.4632	0.9951	1.1203	0.5188
6050	1680.56			2.0422	2.2138	1.5004	1.0425	1.1487	0.5436
6200	1722.22			2.0929	2.3184	1.5376	1.0908	1.1772	0.5688
6350	1763.89			2.1435	2.4227	1.5748	1.1400	1.2057	0.5945
6500	1805.56					1.6120	1.1911	1.2342	0.6212
6650	1847.22					1.6492	1.2421	1.2627	0.6478

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR13.6							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
6800	1888.89					1.6864	1.2951	1.2912	0.6749
6950	1930.56					1.7236	1.3491	1.3196	0.7030
7100	1972.22					1.7608	1.4040	1.3481	0.7310
7250	2013.89					1.7980	1.4584	1.3766	0.7601
7400	2055.56					1.8352	1.5151	1.4051	0.7896
7550	2097.22					1.8724	1.5741	1.4336	0.8197
7700	2138.89					1.9096	1.6326	1.4620	0.8502
7850	2180.56					1.9468	1.6920	1.4905	0.8811
8000	2222.22					1.9840	1.7522	1.5190	0.9125
8150	2263.89					2.0212	1.8151	1.5475	0.9444
8300	2305.56					2.0584	1.8771	1.5760	0.9776
8450	2347.22					2.0956	1.9418	1.6045	1.0104
8600	2388.89					2.1328	2.0055	1.6329	1.0436
8750	2430.56					2.1700	2.0721	1.6614	1.0782
8900	2472.22					2.2072	2.1375	1.6899	1.1123
9050	2513.89							1.7184	1.1479
9200	2555.56							1.7469	1.1840
9350	2597.22							1.7753	1.2194
9500	2638.89							1.8038	1.2564
9650	2680.56							1.8323	1.2939
9800	2722.22							1.8608	1.3319
9950	2763.89							1.8893	1.3690
10100	2805.56							1.9177	1.4078
10250	2847.22							1.9462	1.4471
10400	2888.89							1.9747	1.4868
10550	2930.56							2.0032	1.5270
10700	2972.22							2.0317	1.5677
10850	3013.89							2.0602	1.6088
11000	3055.56							2.0886	1.6519
11150	3097.22							2.1171	1.6940
11300	3138.89							2.1456	1.7364
11450	3180.56							2.1741	1.7793
11600	3222.22							2.2026	1.8226

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR17							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.6374	0.3073						
1550	430.56	0.7057	0.3703						
1700	472.22	0.7739	0.4389						
1850	513.89	0.8422	0.5123						
2000	555.56	0.9105	0.5916	0.6751	0.2862				
2150	597.22	0.9788	0.6754	0.7257	0.3268				
2300	638.89	1.0471	0.7653	0.7764	0.3701				
2450	680.56	1.1154	0.8597	0.8270	0.4155				
2600	722.22	1.1837	0.9593	0.8776	0.4633				
2750	763.89	1.2520	1.0641	0.9283	0.5140	0.6820	0.2432		
2900	805.56	1.3203	1.1733	0.9789	0.5669	0.7192	0.2680		
3050	847.22	1.3885	1.2889	1.0295	0.6217	0.7564	0.2943		
3200	888.89	1.4568	1.4077	1.0802	0.6798	0.7936	0.3212		
3350	930.56	1.5251	1.5334	1.1308	0.7399	0.8308	0.3497		
3500	972.22	1.5934	1.6620	1.1814	0.8021	0.8680	0.3788		
3650	1013.89	1.6617	1.7979	1.2321	0.8670	0.9052	0.4095	0.6930	0.2142
3800	1055.56	1.7300	1.9366	1.2827	0.9340	0.9424	0.4408	0.7215	0.2306
3950	1097.22	1.7983	2.0813	1.3333	1.0030	0.9796	0.4735	0.7500	0.2475
4100	1138.89	1.8666	2.2303	1.3840	1.0749	1.0168	0.5075	0.7785	0.2653
4250	1180.56	1.9349	2.3835	1.4346	1.1488	1.0540	0.5419	0.8070	0.2833
4400	1222.22	2.0032	2.5431	1.4853	1.2247	1.0912	0.5778	0.8355	0.3018
4550	1263.89			1.5359	1.3038	1.1284	0.6152	0.8639	0.3211
4700	1305.56			1.5865	1.3849	1.1656	0.6529	0.8924	0.3411
4850	1347.22			1.6372	1.4681	1.2028	0.6922	0.9209	0.3614
5000	1388.89			1.6878	1.5532	1.2400	0.7324	0.9494	0.3824
5150	1430.56			1.7384	1.6402	1.2772	0.7735	0.9779	0.4035
5300	1472.22			1.7891	1.7308	1.3144	0.8155	1.0063	0.4259
5450	1513.89			1.8397	1.8234	1.3516	0.8584	1.0348	0.4483
5600	1555.56			1.8903	1.9180	1.3888	0.9031	1.0633	0.4712
5750	1597.22			1.9410	2.0147	1.4260	0.9486	1.0918	0.4950
5900	1638.89			1.9916	2.1133	1.4632	0.9951	1.1203	0.5188
6050	1680.56			2.0422	2.2138	1.5004	1.0425	1.1487	0.5436
6200	1722.22			2.0929	2.3184	1.5376	1.0908	1.1772	0.5688
6350	1763.89			2.1435	2.4227	1.5748	1.1400	1.2057	0.5945
6500	1805.56					1.6120	1.1911	1.2342	0.6212
6650	1847.22					1.6492	1.2421	1.2627	0.6478

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR17							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
6950	1930.56					1.7236	1.3491	1.3196	0.7030
7100	1972.22					1.7608	1.4040	1.3481	0.7310
7250	2013.89					1.7980	1.4584	1.3766	0.7601
7400	2055.56					1.8352	1.5151	1.4051	0.7896
7550	2097.22					1.8724	1.5741	1.4336	0.8197
7700	2138.89					1.9096	1.6326	1.4620	0.8502
7850	2180.56					1.9468	1.6920	1.4905	0.8811
8000	2222.22					1.9840	1.7522	1.5190	0.9125
8150	2263.89					2.0212	1.8151	1.5475	0.9444
8300	2305.56					2.0584	1.8771	1.5760	0.9776
8450	2347.22					2.0956	1.9418	1.6045	1.0104
8600	2388.89					2.1328	2.0055	1.6329	1.0436
8750	2430.56					2.1700	2.0721	1.6614	1.0782
8900	2472.22					2.2072	2.1375	1.6899	1.1123
9050	2513.89							1.7184	1.1479
9200	2555.56							1.7469	1.1840
9350	2597.22							1.7753	1.2194
9500	2638.89							1.8038	1.2564
9650	2680.56							1.8323	1.2939
9800	2722.22							1.8608	1.3319
9950	2763.89							1.8893	1.3690
10100	2805.56							1.9177	1.4078
10250	2847.22							1.9462	1.4471
10400	2888.89							1.9747	1.4868
10550	2930.56							2.0032	1.5270
10700	2972.22							2.0317	1.5677
10850	3013.89							2.0602	1.6088
11000	3055.56							2.0886	1.6519
11150	3097.22							2.1171	1.6940
11300	3138.89							2.1456	1.7364
11450	3180.56							2.1741	1.7793
11600	3222.22							2.2026	1.8226

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR17							
		1800		2000					
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
4550	1263.89	0.6380	0.1539						
4700	1305.56	0.6590	0.1633						
4850	1347.22	0.6800	0.1731						
5000	1388.89	0.7011	0.1830						
5150	1430.56	0.7221	0.1931						
5300	1472.22	0.7431	0.2038						
5450	1513.89	0.7642	0.2144						
5600	1555.56	0.7852	0.2256	0.6359	0.1352				
5750	1597.22	0.8062	0.2370	0.6530	0.1418				
5900	1638.89	0.8273	0.2482	0.6700	0.1488				
6050	1680.56	0.8483	0.2600	0.6870	0.1559				
6200	1722.22	0.8693	0.2721	0.7041	0.1629				
6350	1763.89	0.8904	0.2844	0.7211	0.1703				
6500	1805.56	0.9114	0.2970	0.7381	0.1778				
6650	1847.22	0.9324	0.3097	0.7552	0.1854				
6800	1888.89	0.9535	0.3227	0.7722	0.1932				
6950	1930.56	0.9745	0.3358	0.7892	0.2011				
7100	1972.22	0.9955	0.3492	0.8063	0.2091				
7250	2013.89	1.0166	0.3635	0.8233	0.2177				
7400	2055.56	1.0376	0.3773	0.8403	0.2260				
7550	2097.22	1.0586	0.3913	0.8574	0.2344				
7700	2138.89	1.0797	0.4063	0.8744	0.2433				
7850	2180.56	1.1007	0.4207	0.8914	0.2520				
8000	2222.22	1.1217	0.4361	0.9085	0.2608				
8150	2263.89	1.1428	0.4509	0.9255	0.2701				
8300	2305.56	1.1638	0.4668	0.9425	0.2791				
8450	2347.22	1.1848	0.4820	0.9596	0.2888				
8600	2388.89	1.2059	0.4984	0.9766	0.2980				
8750	2430.56	1.2269	0.5149	0.9936	0.3079				
8900	2472.22	1.2479	0.5308	1.0107	0.3180				
9050	2513.89	1.2690	0.5478	1.0277	0.3276				
9200	2555.56	1.2900	0.5650	1.0447	0.3379				
9350	2597.22	1.3110	0.5814	1.0618	0.3484				
9500	2638.89	1.3321	0.5990	1.0788	0.3583				
9650	2680.56	1.3531	0.6169	1.0958	0.3690				
9800	2722.22	1.3741	0.6350	1.1129	0.3799				

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR17							
		1800		2000					
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
9950	2763.89	1.3951	0.6534	1.1299	0.3908				
10100	2805.56	1.4162	0.6719	1.1469	0.4019				
10250	2847.22	1.4372	0.6907	1.1640	0.4124				
10400	2888.89	1.4582	0.7084	1.1810	0.4238				
10550	2930.56	1.4793	0.7275	1.1980	0.4352				
10700	2972.22	1.5003	0.7469	1.2151	0.4469				
10850	3013.89	1.5213	0.7665	1.2321	0.4586				
11000	3055.56	1.5424	0.7863	1.2491	0.4705				
11150	3097.22	1.5634	0.8064	1.2662	0.4825				
11300	3138.89	1.5844	0.8266	1.2832	0.4946				
11450	3180.56	1.6055	0.8470	1.3002	0.5068				
11600	3222.22	1.6265	0.8694	1.3173	0.5192				
11750	3263.89	1.6475	0.8903	1.3343	0.5317				
11900	3305.56	1.6686	0.9113	1.3513	0.5443				
12050	3347.22	1.6896	0.9326	1.3684	0.5570				
12200	3388.89	1.7106	0.9541	1.3854	0.5698				
12350	3430.56	1.7317	0.9758	1.4024	0.5828				
12500	3472.22	1.7527	0.9977	1.4195	0.5970				
12650	3513.89	1.7737	1.0197	1.4365	0.6103				
12800	3555.56	1.7948	1.0441	1.4535	0.6236				
12950	3597.22	1.8158	1.0666	1.4706	0.6371				
13100	3638.89	1.8368	1.0893	1.4876	0.6506				
13250	3680.56	1.8579	1.1121	1.5046	0.6643				
13400	3722.22	1.8789	1.1375	1.5217	0.6794				
13550	3763.89	1.8999	1.1607	1.5387	0.6934				
13700	3805.56	1.9210	1.1842	1.5557	0.7074				
13850	3847.22	1.9420	1.2079	1.5728	0.7215				
14000	3888.89	1.9630	1.2342	1.5898	0.7358				
14150	3930.56	1.9841	1.2582	1.6068	0.7516				
14300	3972.22	2.0051	1.2825	1.6239	0.7661				
14450	4013.89			1.6409	0.7807				
14600	4055.56			1.6579	0.7970				
14750	4097.22			1.6750	0.8119				
14900	4138.89			1.6920	0.8268				
15050	4180.56			1.7090	0.8419				
15200	4222.22			1.7261	0.8587				

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR17							
		1800		2000					
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
15350	4263.89			1.7431	0.8740				
15500	4305.56			1.7601	0.8894				
15650	4347.22			1.7772	0.9067				
15800	4388.89			1.7942	0.9223				
15950	4430.56			1.8112	0.9380				
16100	4472.22			1.8283	0.9557				
16250	4513.89			1.8453	0.9716				
16400	4555.56			1.8623	0.9897				
16550	4597.22			1.8794	1.0058				
16700	4638.89			1.8964	1.0220				
16850	4680.56			1.9134	1.0405				
17000	4722.22			1.9305	1.0569				
17150	4763.89			1.9475	1.0757				
17300	4805.56			1.9645	1.0923				
17450	4847.22			1.9816	1.1114				
17600	4888.89			1.9986	1.1282				

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR21							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.6051	0.2711						
1550	430.56	0.6699	0.3265						
1700	472.22	0.7348	0.3866						
1850	513.89	0.7996	0.4517						
2000	555.56	0.8644	0.5212	0.6002	0.2153				
2150	597.22	0.9293	0.5955	0.6452	0.2457				
2300	638.89	0.9941	0.6743	0.6902	0.2780				
2450	680.56	1.0589	0.7575	0.7352	0.3124				
2600	722.22	1.1237	0.8453	0.7803	0.3484				
2750	763.89	1.1886	0.9377	0.8253	0.3863	0.6063	0.1828		
2900	805.56	1.2534	1.0339	0.8703	0.4260	0.6393	0.2015		
3050	847.22	1.3182	1.1348	0.9153	0.4673	0.6724	0.2211		
3200	888.89	1.3831	1.2405	0.9603	0.5105	0.7055	0.2415		
3350	930.56	1.4479	1.3501	1.0053	0.5557	0.7385	0.2627		
3500	972.22	1.5127	1.4647	1.0504	0.6024	0.7716	0.2846		
3650	1013.89	1.5776	1.5831	1.0954	0.6506	0.8047	0.3077	0.6160	0.1609
3800	1055.56	1.6424	1.7053	1.1404	0.7009	0.8377	0.3313	0.6413	0.1732
3950	1097.22	1.7072	1.8327	1.1854	0.7534	0.8708	0.3558	0.6667	0.1861
4100	1138.89	1.7721	1.9639	1.2304	0.8067	0.9039	0.3810	0.6920	0.1993
4250	1180.56	1.8369	2.1007	1.2754	0.8623	0.9370	0.4073	0.7173	0.2129
4400	1222.22	1.9017	2.2394	1.3204	0.9193	0.9700	0.4339	0.7426	0.2268
4550	1263.89			1.3655	0.9787	1.0031	0.4620	0.7679	0.2413
4700	1305.56			1.4105	1.0386	1.0362	0.4904	0.7932	0.2561
4850	1347.22			1.4555	1.1010	1.0692	0.5194	0.8186	0.2715
5000	1388.89			1.5005	1.1649	1.1023	0.5496	0.8439	0.2871
5150	1430.56			1.5455	1.2314	1.1354	0.5804	0.8692	0.3032
5300	1472.22			1.5905	1.2982	1.1684	0.6120	0.8945	0.3198
5450	1513.89			1.6356	1.3677	1.2015	0.6448	0.9198	0.3366
5600	1555.56			1.6806	1.4387	1.2346	0.6777	0.9451	0.3538
5750	1597.22			1.7256	1.5112	1.2676	0.7119	0.9705	0.3717
5900	1638.89			1.7706	1.5852	1.3007	0.7468	0.9958	0.3896
6050	1680.56			1.8156	1.6606	1.3338	0.7824	1.0211	0.4082
6200	1722.22			1.8606	1.7375	1.3668	0.8187	1.0464	0.4272
6350	1763.89			1.9056	1.8175	1.3999	0.8556	1.0717	0.4465
6500	1805.56					1.4330	0.8932	1.0970	0.4661
6650	1847.22					1.4661	0.9324	1.1224	0.4861

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR21							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
6800	1888.89					1.4991	0.9713	1.1477	0.5064
6950	1930.56					1.5322	1.0118	1.1730	0.5276
7100	1972.22					1.5653	1.0529	1.1983	0.5491
7250	2013.89					1.5983	1.0948	1.2236	0.5704
7400	2055.56					1.6314	1.1374	1.2489	0.5926
7550	2097.22					1.6645	1.1806	1.2743	0.6151
7700	2138.89					1.6975	1.2245	1.2996	0.6380
7850	2180.56					1.7306	1.2691	1.3249	0.6613
8000	2222.22					1.7637	1.3143	1.3502	0.6849
8150	2263.89					1.7967	1.3601	1.3755	0.7088
8300	2305.56					1.8298	1.4080	1.4008	0.7331
8450	2347.22					1.8629	1.4551	1.4262	0.7577
8600	2388.89					1.8960	1.5044	1.4515	0.7833
8750	2430.56							1.4768	0.8086
8900	2472.22							1.5021	0.8341
9050	2513.89							1.5274	0.8609
9200	2555.56							1.5527	0.8879
9350	2597.22							1.5781	0.9145
9500	2638.89							1.6034	0.9423
9650	2680.56							1.6287	0.9704
9800	2722.22							1.6540	0.9979
9950	2763.89							1.6793	1.0267
10100	2805.56							1.7046	1.0558
10250	2847.22							1.7300	1.0853
10400	2888.89							1.7553	1.1151
10550	2930.56							1.7806	1.1453
10700	2972.22							1.8059	1.1758
10850	3013.89							1.8312	1.2067
11000	3055.56							1.8565	1.2378
11150	3097.22							1.8819	1.2693
11300	3138.89							1.9072	1.3011

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR21							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
4550	1263.89	0.6067	0.1363						
4700	1305.56	0.6267	0.1446						
4850	1347.22	0.6467	0.1531						
5000	1388.89	0.6667	0.1621						
5150	1430.56	0.6867	0.1711						
5300	1472.22	0.7067	0.1804						
5450	1513.89	0.7267	0.1899						
5600	1555.56	0.7467	0.1996	0.6048	0.1197				
5750	1597.22	0.7667	0.2096	0.6210	0.1257				
5900	1638.89	0.7867	0.2199	0.6372	0.1318				
6050	1680.56	0.8067	0.2302	0.6534	0.1381				
6200	1722.22	0.8267	0.2409	0.6696	0.1444				
6350	1763.89	0.8467	0.2518	0.6858	0.1509				
6500	1805.56	0.8667	0.2629	0.7020	0.1576				
6650	1847.22	0.8867	0.2741	0.7182	0.1642				
6800	1888.89	0.9068	0.2856	0.7344	0.1711				
6950	1930.56	0.9268	0.2973	0.7506	0.1782				
7100	1972.22	0.9468	0.3094	0.7668	0.1853	0.6059	0.1046		
7250	2013.89	0.9668	0.3215	0.7830	0.1926	0.6187	0.1087		
7400	2055.56	0.9868	0.3340	0.7992	0.2001	0.6315	0.1129		
7550	2097.22	1.0068	0.3464	0.8154	0.2075	0.6443	0.1171		
7700	2138.89	1.0268	0.3593	0.8316	0.2153	0.6571	0.1215		
7850	2180.56	1.0468	0.3724	0.8478	0.2231	0.6699	0.1258		
8000	2222.22	1.0668	0.3857	0.8640	0.2309	0.6827	0.1303		
8150	2263.89	1.0868	0.3992	0.8802	0.2390	0.6955	0.1349		
8300	2305.56	1.1068	0.4129	0.8964	0.2472	0.7083	0.1395		
8450	2347.22	1.1268	0.4267	0.9126	0.2555	0.7211	0.1441		
8600	2388.89	1.1468	0.4408	0.9288	0.2639	0.7339	0.1489		
8750	2430.56	1.1668	0.4554	0.9450	0.2727	0.7467	0.1537	0.6048	0.0922
8900	2472.22	1.1868	0.4699	0.9612	0.2813	0.7595	0.1587	0.6152	0.0951
9050	2513.89	1.2068	0.4845	0.9774	0.2901	0.7723	0.1637	0.6256	0.0981
9200	2555.56	1.2268	0.4997	0.9936	0.2989	0.7851	0.1687	0.6359	0.1011
9350	2597.22	1.2468	0.5147	1.0098	0.3082	0.7979	0.1737	0.6463	0.1042
9500	2638.89	1.2668	0.5303	1.0260	0.3173	0.8107	0.1790	0.6567	0.1073
9650	2680.56	1.2868	0.5457	1.0422	0.3268	0.8235	0.1842	0.6670	0.1104
9800	2722.22	1.3068	0.5617	1.0584	0.3361	0.8363	0.1895	0.6774	0.1136

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR21							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
9950	2763.89	1.3268	0.5779	1.0746	0.3458	0.8491	0.1949	0.6878	0.1168
10100	2805.56	1.3468	0.5938	1.0908	0.3556	0.8619	0.2003	0.6981	0.1200
10250	2847.22	1.3668	0.6104	1.1070	0.3652	0.8747	0.2059	0.7085	0.1234
10400	2888.89	1.3868	0.6272	1.1232	0.3753	0.8875	0.2116	0.7189	0.1268
10550	2930.56	1.4068	0.6441	1.1394	0.3854	0.9003	0.2171	0.7292	0.1301
10700	2972.22	1.4268	0.6613	1.1556	0.3957	0.9131	0.2229	0.7396	0.1336
10850	3013.89	1.4468	0.6787	1.1719	0.4057	0.9259	0.2288	0.7500	0.1370
11000	3055.56	1.4668	0.6962	1.1881	0.4162	0.9387	0.2347	0.7604	0.1406
11150	3097.22	1.4868	0.7140	1.2043	0.4268	0.9515	0.2405	0.7707	0.1442
11300	3138.89	1.5068	0.7319	1.2205	0.4376	0.9643	0.2465	0.7811	0.1478
11450	3180.56	1.5268	0.7500	1.2367	0.4484	0.9771	0.2527	0.7915	0.1514
11600	3222.22	1.5468	0.7683	1.2529	0.4593	0.9899	0.2588	0.8018	0.1550
11750	3263.89	1.5668	0.7867	1.2691	0.4704	1.0027	0.2651	0.8122	0.1587
11900	3305.56	1.5868	0.8054	1.2853	0.4815	1.0155	0.2714	0.8226	0.1625
12050	3347.22	1.6068	0.8250	1.3015	0.4933	1.0283	0.2777	0.8329	0.1663
12200	3388.89	1.6268	0.8440	1.3177	0.5047	1.0411	0.2841	0.8433	0.1702
12350	3430.56	1.6468	0.8632	1.3339	0.5161	1.0539	0.2906	0.8537	0.1741
12500	3472.22	1.6668	0.8825	1.3501	0.5277	1.0667	0.2974	0.8640	0.1780
12650	3513.89	1.6868	0.9029	1.3663	0.5394	1.0795	0.3040	0.8744	0.1819
12800	3555.56	1.7068	0.9227	1.3825	0.5518	1.0923	0.3107	0.8848	0.1861
12950	3597.22	1.7268	0.9426	1.3987	0.5637	1.1051	0.3174	0.8951	0.1901
13100	3638.89	1.7468	0.9636	1.4149	0.5757	1.1179	0.3241	0.9055	0.1942
13250	3680.56	1.7668	0.9838	1.4311	0.5883	1.1307	0.3313	0.9159	0.1983
13400	3722.22	1.7868	1.0052	1.4473	0.6006	1.1435	0.3382	0.9262	0.2024
13550	3763.89	1.8068	1.0258	1.4635	0.6129	1.1563	0.3451	0.9366	0.2068
13700	3805.56	1.8268	1.0476	1.4797	0.6259	1.1691	0.3525	0.9470	0.2110
13850	3847.22	1.8468	1.0685	1.4959	0.6384	1.1819	0.3595	0.9574	0.2152
14000	3888.89	1.8668	1.0907	1.5121	0.6517	1.1947	0.3666	0.9677	0.2197
14150	3930.56	1.8868	1.1120	1.5283	0.6644	1.2075	0.3742	0.9781	0.2240
14300	3972.22	1.9068	1.1345	1.5445	0.6779	1.2203	0.3814	0.9885	0.2283
14450	4013.89			1.5607	0.6908	1.2331	0.3891	0.9988	0.2329
14600	4055.56			1.5769	0.7045	1.2459	0.3964	1.0092	0.2373
14750	4097.22			1.5931	0.7177	1.2587	0.4042	1.0196	0.2420
14900	4138.89			1.6093	0.7316	1.2715	0.4117	1.0299	0.2464
15050	4180.56			1.6255	0.7457	1.2843	0.4196	1.0403	0.2509
15200	4222.22			1.6417	0.7591	1.2971	0.4271	1.0507	0.2557

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR21							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
15350	4263.89			1.6579	0.7734	1.3099	0.4352	1.0610	0.2605
15500	4305.56			1.6741	0.7878	1.3227	0.4433	1.0714	0.2651
15650	4347.22			1.6903	0.8015	1.3355	0.4510	1.0818	0.2700
15800	4388.89			1.7065	0.8161	1.3483	0.4592	1.0921	0.2747
15950	4430.56			1.7227	0.8308	1.3611	0.4671	1.1025	0.2796
16100	4472.22			1.7389	0.8448	1.3739	0.4754	1.1129	0.2844
16250	4513.89			1.7551	0.8598	1.3867	0.4839	1.1232	0.2894
16400	4555.56			1.7713	0.8748	1.3995	0.4918	1.1336	0.2945
16550	4597.22			1.7875	0.8900	1.4123	0.5004	1.1440	0.2993
16700	4638.89			1.8037	0.9053	1.4251	0.5090	1.1544	0.3045
16850	4680.56			1.8199	0.9198	1.4379	0.5177	1.1647	0.3096
17000	4722.22			1.8361	0.9353	1.4507	0.5259	1.1751	0.3146
17150	4763.89			1.8523	0.9509	1.4635	0.5346	1.1855	0.3198
17300	4805.56			1.8685	0.9666	1.4763	0.5435	1.1958	0.3251
17450	4847.22			1.8847	0.9824	1.4891	0.5524	1.2062	0.3304
17600	4888.89			1.9009	0.9984	1.5019	0.5614	1.2166	0.3355
17750	4930.56					1.5147	0.5698	1.2269	0.3409
17900	4972.22					1.5275	0.5789	1.2373	0.3463
18050	5013.89					1.5403	0.5881	1.2477	0.3518
18200	5055.56					1.5531	0.5973	1.2580	0.3573
18350	5097.22					1.5659	0.6066	1.2684	0.3625
18500	5138.89					1.5787	0.6159	1.2788	0.3681
18650	5180.56					1.5915	0.6253	1.2891	0.3737
18800	5222.22					1.6043	0.6347	1.2995	0.3794
18950	5263.89					1.6171	0.6442	1.3099	0.3851
19100	5305.56					1.6299	0.6532	1.3202	0.3908
19250	5347.22					1.6427	0.6628	1.3306	0.3966
19400	5388.89					1.6555	0.6725	1.3410	0.4024
19550	5430.56					1.6683	0.6822	1.3514	0.4078
19700	5472.22					1.6811	0.6920	1.3617	0.4136
19850	5513.89					1.6939	0.7019	1.3721	0.4195
20000	5555.56					1.7067	0.7118	1.3825	0.4255
20150	5597.22					1.7195	0.7218	1.3928	0.4314
20300	5638.89					1.7323	0.7318	1.4032	0.4374
20450	5680.56					1.7451	0.7419	1.4136	0.4435
20600	5722.22					1.7579	0.7520	1.4239	0.4496

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR21							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
20750	5763.89					1.7707	0.7622	1.4343	0.4557
20900	5805.56					1.7835	0.7733	1.4447	0.4618
21050	5847.22					1.7963	0.7836	1.4550	0.4680
21200	5888.89					1.8091	0.7940	1.4654	0.4742
21350	5930.56					1.8219	0.8045	1.4758	0.4804
21500	5972.22					1.8347	0.8150	1.4861	0.4867
21650	6013.89					1.8475	0.8255	1.4965	0.4930
21800	6055.56					1.8603	0.8361	1.5069	0.4999
21950	6097.22					1.8731	0.8468	1.5172	0.5063
22100	6138.89					1.8859	0.8575	1.5276	0.5127
22250	6180.56					1.8987	0.8683	1.5380	0.5191
22400	6222.22							1.5484	0.5256
22550	6263.89							1.5587	0.5321
22700	6305.56							1.5691	0.5387
22850	6347.22							1.5795	0.5453
23000	6388.89							1.5898	0.5519
23150	6430.56							1.6002	0.5591
23300	6472.22							1.6106	0.5658
23450	6513.89							1.6209	0.5725
23600	6555.56							1.6313	0.5792
23750	6597.22							1.6417	0.5860
23900	6638.89							1.6520	0.5928
24050	6680.56							1.6624	0.5997
24200	6722.22							1.6728	0.6072
24350	6763.89							1.6831	0.6141
24500	6805.56							1.6935	0.6210
24650	6847.22							1.7039	0.6280
24800	6888.89							1.7142	0.6357
24950	6930.56							1.7246	0.6427
25100	6972.22							1.7350	0.6498
25250	7013.89							1.7454	0.6569
25400	7055.56							1.7557	0.6640
25550	7097.22							1.7661	0.6719
25700	7138.89							1.7765	0.6791
25850	7180.56							1.7868	0.6863
26000	7222.22							1.7972	0.6936

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR21							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
26150	7263.89							1.8076	0.7016
26300	7305.56							1.8179	0.7089
26450	7347.22							1.8283	0.7163
26600	7388.89							1.8387	0.7244
26750	7430.56							1.8490	0.7319
26900	7472.22							1.8594	0.7393
27050	7513.89							1.8698	0.7468
27200	7555.56							1.8801	0.7551
27350	7597.22							1.8905	0.7626
27500	7638.89							1.9009	0.7702

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR26							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.5805	0.2451						
1550	430.56	0.6426	0.2951						
1700	472.22	0.7048	0.3495						
1850	513.89	0.7670	0.4084						
2000	555.56	0.8292	0.4713	0.5760	0.1948				
2150	597.22	0.8914	0.5385	0.6192	0.2223				
2300	638.89	0.9536	0.6092	0.6624	0.2516				
2450	680.56	1.0158	0.6844	0.7056	0.2825				
2600	722.22	1.0780	0.7638	0.7488	0.3154	0.5500	0.1493		
2750	763.89	1.1402	0.8473	0.7920	0.3496	0.5818	0.1654		
2900	805.56	1.2024	0.9342	0.8352	0.3853	0.6135	0.1823		
3050	847.22	1.2646	1.0254	0.8784	0.4230	0.6452	0.2000		
3200	888.89	1.3268	1.1210	0.9216	0.4621	0.6770	0.2184		
3350	930.56	1.3889	1.2200	0.9648	0.5026	0.7087	0.2378	0.5427	0.1244
3500	972.22	1.4511	1.3236	1.0080	0.5448	0.7404	0.2576	0.5670	0.1348
3650	1013.89	1.5133	1.4306	1.0511	0.5890	0.7722	0.2783	0.5913	0.1457
3800	1055.56	1.5755	1.5410	1.0943	0.6345	0.8039	0.2998	0.6156	0.1568
3950	1097.22	1.6377	1.6562	1.1375	0.6814	0.8356	0.3218	0.6399	0.1683
4100	1138.89	1.6999	1.7748	1.1807	0.7297	0.8674	0.3446	0.6642	0.1803
4250	1180.56	1.7621	1.8968	1.2239	0.7799	0.8991	0.3683	0.6885	0.1926
4400	1222.22	1.8243	2.0239	1.2671	0.8315	0.9308	0.3928	0.7128	0.2054
4550	1263.89	1.8865	2.1544	1.3103	0.8852	0.9625	0.4178	0.7371	0.2185
4700	1305.56			1.3535	0.9395	0.9943	0.4435	0.7614	0.2319
4850	1347.22			1.3967	0.9959	1.0260	0.4702	0.7857	0.2457
5000	1388.89			1.4399	1.0537	1.0577	0.4970	0.8100	0.2598
5150	1430.56			1.4831	1.1128	1.0895	0.5250	0.8343	0.2744
5300	1472.22			1.5263	1.1743	1.1212	0.5535	0.8586	0.2894
5450	1513.89			1.5695	1.2372	1.1529	0.5832	0.8829	0.3046
5600	1555.56			1.6127	1.3003	1.1847	0.6130	0.9072	0.3202
5750	1597.22			1.6559	1.3658	1.2164	0.6439	0.9315	0.3364
5900	1638.89			1.6991	1.4327	1.2481	0.6755	0.9558	0.3526
6050	1680.56			1.7423	1.5009	1.2799	0.7077	0.9801	0.3694
6200	1722.22			1.7855	1.5718	1.3116	0.7405	1.0044	0.3866
6350	1763.89			1.8287	1.6426	1.3433	0.7739	1.0286	0.4040
6500	1805.56			1.8719	1.7163	1.3751	0.8079	1.0529	0.4218
6650	1847.22					1.4068	0.8433	1.0772	0.4399

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR26							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
6800	1888.89					1.4385	0.8785	1.1015	0.4583
6950	1930.56					1.4703	0.9152	1.1258	0.4774
7100	1972.22					1.5020	0.9515	1.1501	0.4965
7250	2013.89					1.5337	0.9894	1.1744	0.5162
7400	2055.56					1.5655	1.0278	1.1987	0.5363
7550	2097.22					1.5972	1.0669	1.2230	0.5567
7700	2138.89					1.6289	1.1066	1.2473	0.5769
7850	2180.56					1.6607	1.1469	1.2716	0.5980
8000	2222.22					1.6924	1.1877	1.2959	0.6193
8150	2263.89					1.7241	1.2303	1.3202	0.6415
8300	2305.56					1.7559	1.2724	1.3445	0.6635
8450	2347.22					1.7876	1.3150	1.3688	0.6857
8600	2388.89					1.8193	1.3595	1.3931	0.7083
8750	2430.56					1.8511	1.4033	1.4174	0.7318
8900	2472.22							1.4417	0.7550
9050	2513.89							1.4660	0.7792
9200	2555.56							1.4903	0.8029
9350	2597.22							1.5146	0.8277
9500	2638.89							1.5389	0.8520
9650	2680.56							1.5632	0.8775
9800	2722.22							1.5875	0.9032
9950	2763.89							1.6118	0.9293
10100	2805.56							1.6361	0.9548
10250	2847.22							1.6604	0.9814
10400	2888.89							1.6847	1.0084
10550	2930.56							1.7090	1.0357
10700	2972.22							1.7333	1.0633
10850	3013.89							1.7576	1.0912
11000	3055.56							1.7819	1.1194
11150	3097.22							1.8062	1.1478
11300	3138.89							1.8305	1.1766

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR26							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
4100	1138.89	0.5251	0.1021						
4250	1180.56	0.5443	0.1090						
4400	1222.22	0.5635	0.1162						
4550	1263.89	0.5827	0.1235						
4700	1305.56	0.6019	0.1311						
4850	1347.22	0.6211	0.1389						
5000	1388.89	0.6404	0.1469	0.5188	0.0882				
5150	1430.56	0.6596	0.1552	0.5344	0.0931				
5300	1472.22	0.6788	0.1635	0.5500	0.0982				
5450	1513.89	0.6980	0.1721	0.5655	0.1033				
5600	1555.56	0.7172	0.1810	0.5811	0.1086				
5750	1597.22	0.7364	0.1899	0.5966	0.1140				
5900	1638.89	0.7556	0.1993	0.6122	0.1196				
6050	1680.56	0.7748	0.2086	0.6278	0.1252				
6200	1722.22	0.7940	0.2183	0.6433	0.1309	0.5083	0.0740		
6350	1763.89	0.8132	0.2282	0.6589	0.1369	0.5206	0.0773		
6500	1805.56	0.8325	0.2383	0.6745	0.1429	0.5329	0.0807		
6650	1847.22	0.8517	0.2485	0.6900	0.1491	0.5452	0.0842		
6800	1888.89	0.8709	0.2589	0.7056	0.1553	0.5575	0.0877		
6950	1930.56	0.8901	0.2695	0.7212	0.1617	0.5698	0.0913		
7100	1972.22	0.9093	0.2805	0.7367	0.1681	0.5821	0.0950		
7250	2013.89	0.9285	0.2914	0.7523	0.1747	0.5944	0.0987		
7400	2055.56	0.9477	0.3027	0.7679	0.1815	0.6067	0.1024		
7550	2097.22	0.9669	0.3140	0.7834	0.1882	0.6190	0.1063	0.5015	0.0638
7700	2138.89	0.9861	0.3257	0.7990	0.1953	0.6313	0.1102	0.5114	0.0661
7850	2180.56	1.0054	0.3376	0.8146	0.2024	0.6436	0.1142	0.5214	0.0685
8000	2222.22	1.0246	0.3496	0.8301	0.2096	0.6559	0.1182	0.5313	0.0710
8150	2263.89	1.0438	0.3619	0.8457	0.2168	0.6682	0.1224	0.5413	0.0735
8300	2305.56	1.0630	0.3743	0.8612	0.2242	0.6805	0.1266	0.5513	0.0759
8450	2347.22	1.0822	0.3869	0.8768	0.2318	0.6928	0.1308	0.5612	0.0785
8600	2388.89	1.1014	0.3996	0.8924	0.2394	0.7051	0.1352	0.5712	0.0811
8750	2430.56	1.1206	0.4125	0.9079	0.2474	0.7174	0.1395	0.5812	0.0837
8900	2472.22	1.1398	0.4260	0.9235	0.2552	0.7297	0.1440	0.5911	0.0864
9050	2513.89	1.1590	0.4392	0.9391	0.2632	0.7420	0.1485	0.6011	0.0891
9200	2555.56	1.1783	0.4526	0.9546	0.2712	0.7543	0.1530	0.6110	0.0918
9350	2597.22	1.1975	0.4666	0.9702	0.2796	0.7666	0.1576	0.6210	0.0945

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR26							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
9500	2638.89	1.2167	0.4803	0.9858	0.2879	0.7789	0.1624	0.6310	0.0973
9650	2680.56	1.2359	0.4947	1.0013	0.2965	0.7912	0.1671	0.6409	0.1002
9800	2722.22	1.2551	0.5092	1.0169	0.3049	0.8035	0.1719	0.6509	0.1031
9950	2763.89	1.2743	0.5234	1.0325	0.3137	0.8158	0.1769	0.6609	0.1060
10100	2805.56	1.2935	0.5383	1.0480	0.3223	0.8280	0.1817	0.6708	0.1090
10250	2847.22	1.3127	0.5534	1.0636	0.3313	0.8403	0.1868	0.6808	0.1120
10400	2888.89	1.3319	0.5686	1.0792	0.3405	0.8526	0.1920	0.6907	0.1151
10550	2930.56	1.3511	0.5834	1.0947	0.3494	0.8649	0.1970	0.7007	0.1181
10700	2972.22	1.3704	0.5990	1.1103	0.3587	0.8772	0.2023	0.7107	0.1213
10850	3013.89	1.3896	0.6147	1.1258	0.3681	0.8895	0.2076	0.7206	0.1245
11000	3055.56	1.4088	0.6306	1.1414	0.3777	0.9018	0.2128	0.7306	0.1276
11150	3097.22	1.4280	0.6467	1.1570	0.3873	0.9141	0.2182	0.7406	0.1308
11300	3138.89	1.4472	0.6629	1.1725	0.3970	0.9264	0.2237	0.7505	0.1341
11450	3180.56	1.4664	0.6793	1.1881	0.4068	0.9387	0.2292	0.7605	0.1374
11600	3222.22	1.4856	0.6966	1.2037	0.4168	0.9510	0.2348	0.7705	0.1407
11750	3263.89	1.5048	0.7133	1.2192	0.4268	0.9633	0.2405	0.7804	0.1441
11900	3305.56	1.5240	0.7302	1.2348	0.4369	0.9756	0.2462	0.7904	0.1475
12050	3347.22	1.5433	0.7473	1.2504	0.4472	0.9879	0.2520	0.8003	0.1510
12200	3388.89	1.5625	0.7645	1.2659	0.4575	1.0002	0.2578	0.8103	0.1544
12350	3430.56	1.5817	0.7826	1.2815	0.4679	1.0125	0.2637	0.8203	0.1580
12500	3472.22	1.6009	0.8002	1.2971	0.4789	1.0248	0.2696	0.8302	0.1615
12650	3513.89	1.6201	0.8179	1.3126	0.4895	1.0371	0.2756	0.8402	0.1651
12800	3555.56	1.6393	0.8358	1.3282	0.5002	1.0494	0.2819	0.8502	0.1687
12950	3597.22	1.6585	0.8546	1.3438	0.5110	1.0617	0.2880	0.8601	0.1726
13100	3638.89	1.6777	0.8728	1.3593	0.5224	1.0740	0.2941	0.8701	0.1762
13250	3680.56	1.6969	0.8920	1.3749	0.5333	1.0863	0.3003	0.8800	0.1800
13400	3722.22	1.7161	0.9105	1.3904	0.5444	1.0986	0.3068	0.8900	0.1837
13550	3763.89	1.7354	0.9301	1.4060	0.5561	1.1109	0.3131	0.9000	0.1875
13700	3805.56	1.7546	0.9489	1.4216	0.5674	1.1232	0.3195	0.9099	0.1915
13850	3847.22	1.7738	0.9688	1.4371	0.5793	1.1355	0.3262	0.9199	0.1953
14000	3888.89	1.7930	0.9880	1.4527	0.5908	1.1478	0.3327	0.9299	0.1992
14150	3930.56	1.8122	1.0083	1.4683	0.6029	1.1601	0.3392	0.9398	0.2033
14300	3972.22			1.4838	0.6145	1.1724	0.3461	0.9498	0.2072
14450	4013.89			1.4994	0.6269	1.1847	0.3527	0.9597	0.2112
14600	4055.56			1.5150	0.6387	1.1970	0.3597	0.9697	0.2154
14750	4097.22			1.5305	0.6512	1.2093	0.3664	0.9797	0.2194

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR26							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
14900	4138.89			1.5461	0.6632	1.2216	0.3735	0.9896	0.2237
15050	4180.56			1.5617	0.6760	1.2339	0.3803	0.9996	0.2278
15200	4222.22			1.5772	0.6888	1.2462	0.3876	1.0096	0.2321
15350	4263.89			1.5928	0.7011	1.2585	0.3945	1.0195	0.2362
15500	4305.56			1.6084	0.7141	1.2708	0.4018	1.0295	0.2406
15650	4347.22			1.6239	0.7273	1.2831	0.4092	1.0394	0.2448
15800	4388.89			1.6395	0.7398	1.2954	0.4163	1.0494	0.2493
15950	4430.56			1.6550	0.7532	1.3077	0.4238	1.0594	0.2536
16100	4472.22			1.6706	0.7667	1.3200	0.4314	1.0693	0.2581
16250	4513.89			1.6862	0.7794	1.3323	0.4386	1.0793	0.2627
16400	4555.56			1.7017	0.7931	1.3446	0.4463	1.0893	0.2670
16550	4597.22			1.7173	0.8068	1.3569	0.4540	1.0992	0.2717
16700	4638.89			1.7329	0.8207	1.3692	0.4614	1.1092	0.2764
16850	4680.56			1.7484	0.8347	1.3814	0.4692	1.1191	0.2808
17000	4722.22			1.7640	0.8479	1.3937	0.4772	1.1291	0.2855
17150	4763.89			1.7796	0.8620	1.4060	0.4851	1.1391	0.2903
17300	4805.56			1.7951	0.8763	1.4183	0.4927	1.1490	0.2948
17450	4847.22			1.8107	0.8907	1.4306	0.5007	1.1590	0.2997
17600	4888.89					1.4429	0.5089	1.1690	0.3045
17750	4930.56					1.4552	0.5171	1.1789	0.3094
17900	4972.22					1.4675	0.5253	1.1889	0.3141
18050	5013.89					1.4798	0.5331	1.1988	0.3190
18200	5055.56					1.4921	0.5414	1.2088	0.3240
18350	5097.22					1.5044	0.5498	1.2188	0.3291
18500	5138.89					1.5167	0.5583	1.2287	0.3341
18650	5180.56					1.5290	0.5668	1.2387	0.3392
18800	5222.22					1.5413	0.5754	1.2487	0.3440
18950	5263.89					1.5536	0.5840	1.2586	0.3492
19100	5305.56					1.5659	0.5927	1.2686	0.3544
19250	5347.22					1.5782	0.6014	1.2785	0.3596
19400	5388.89					1.5905	0.6102	1.2885	0.3649
19550	5430.56					1.6028	0.6191	1.2985	0.3702
19700	5472.22					1.6151	0.6280	1.3084	0.3755
19850	5513.89					1.6274	0.6369	1.3184	0.3808
20000	5555.56					1.6397	0.6459	1.3284	0.3862
20150	5597.22					1.6520	0.6550	1.3383	0.3917

续表 B.0.1

SDR d_n Q m^3/h L/s		SDR26							
		1800		2000		2250		2500	
		v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
20300	5638.89					1.6643	0.6641	1.3483	0.3971
20450	5680.56					1.6766	0.6732	1.3583	0.4026
20600	5722.22					1.6889	0.6825	1.3682	0.4081
20750	5763.89					1.7012	0.6917	1.3782	0.4136
20900	5805.56					1.7135	0.7010	1.3881	0.4192
21050	5847.22					1.7258	0.7104	1.3981	0.4248
21200	5888.89					1.7381	0.7198	1.4081	0.4305
21350	5930.56					1.7504	0.7293	1.4180	0.4361
21500	5972.22					1.7627	0.7388	1.4280	0.4418
21650	6013.89					1.7750	0.7484	1.4380	0.4476
21800	6055.56					1.7873	0.7580	1.4479	0.4533
21950	6097.22					1.7996	0.7677	1.4579	0.4591
22100	6138.89							1.4678	0.4649
22250	6180.56							1.4778	0.4708
22400	6222.22							1.4878	0.4767
22550	6263.89							1.4977	0.4826
22700	6305.56							1.5077	0.4885
22850	6347.22							1.5177	0.4945
23000	6388.89							1.5276	0.5010
23150	6430.56							1.5376	0.5070
23300	6472.22							1.5475	0.5131
23450	6513.89							1.5575	0.5192
23600	6555.56							1.5675	0.5253
23750	6597.22							1.5774	0.5315
23900	6638.89							1.5874	0.5376
24050	6680.56							1.5974	0.5444
24200	6722.22							1.6073	0.5506
24350	6763.89							1.6173	0.5569
24500	6805.56							1.6272	0.5632
24650	6847.22							1.6372	0.5695
24800	6888.89							1.6472	0.5765
24950	6930.56							1.6571	0.5829
25100	6972.22							1.6671	0.5893
25250	7013.89							1.6771	0.5957
25400	7055.56							1.6870	0.6028
25550	7097.22							1.6970	0.6093

续表 B.0.1

Q SDR d_n		SDR26							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
25700	7138.89							1.7069	0.6159
25850	7180.56							1.7169	0.6224
26000	7222.22							1.7269	0.6297
26150	7263.89							1.7368	0.6363
26300	7305.56							1.7468	0.6429
26450	7347.22							1.7568	0.6496
26600	7388.89							1.7667	0.6570
26750	7430.56							1.7767	0.6637
26900	7472.22							1.7866	0.6705
27050	7513.89							1.7966	0.6773

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.5618	0.2264						
1550	430.56	0.6220	0.2728						
1700	472.22	0.6822	0.3232						
1850	513.89	0.7424	0.3773						
2000	555.56	0.8026	0.4354	0.5573	0.1799				
2150	597.22	0.8628	0.4971	0.5991	0.2054				
2300	638.89	0.9230	0.5629	0.6409	0.2323				
2450	680.56	0.9832	0.6324	0.6827	0.2610				
2600	722.22	1.0434	0.7057	0.7245	0.2911	0.5324	0.1380		
2750	763.89	1.1036	0.7828	0.7663	0.3225	0.5631	0.1529		
2900	805.56	1.1637	0.8632	0.8081	0.3557	0.5939	0.1685		
3050	847.22	1.2239	0.9475	0.8499	0.3902	0.6246	0.1849		
3200	888.89	1.2841	1.0349	0.8917	0.4263	0.6553	0.2018		
3350	930.56	1.3443	1.1274	0.9335	0.4640	0.6860	0.2196	0.5252	0.1149
3500	972.22	1.4045	1.2220	0.9753	0.5031	0.7167	0.2381	0.5487	0.1245
3650	1013.89	1.4647	1.3208	1.0171	0.5434	0.7474	0.2572	0.5722	0.1346
3800	1055.56	1.5249	1.4228	1.0589	0.5854	0.7782	0.2769	0.5957	0.1449
3950	1097.22	1.5851	1.5292	1.1007	0.6287	0.8089	0.2974	0.6192	0.1555
4100	1138.89	1.6453	1.6387	1.1425	0.6738	0.8396	0.3185	0.6428	0.1666
4250	1180.56	1.7055	1.7513	1.1843	0.7202	0.8703	0.3405	0.6663	0.1779
4400	1222.22	1.7657	1.8686	1.2261	0.7678	0.9010	0.3627	0.6898	0.1897
4550	1263.89	1.8259	1.9892	1.2679	0.8167	0.9317	0.3858	0.7133	0.2017
4700	1305.56	1.8861	2.1128	1.3097	0.8676	0.9625	0.4099	0.7368	0.2141
4850	1347.22			1.3515	0.9189	0.9932	0.4342	0.7603	0.2270
5000	1388.89			1.3933	0.9722	1.0239	0.4594	0.7839	0.2400
5150	1430.56			1.4351	1.0277	1.0546	0.4853	0.8074	0.2535
5300	1472.22			1.4769	1.0835	1.0853	0.5117	0.8309	0.2673
5450	1513.89			1.5187	1.1415	1.1160	0.5386	0.8544	0.2814
5600	1555.56			1.5605	1.1997	1.1468	0.5666	0.8779	0.2958
5750	1597.22			1.6023	1.2602	1.1775	0.5947	0.9014	0.3105
5900	1638.89			1.6441	1.3219	1.2082	0.6239	0.9250	0.3257
6050	1680.56			1.6859	1.3848	1.2389	0.6536	0.9485	0.3410
6200	1722.22			1.7277	1.4503	1.2696	0.6839	0.9720	0.3568
6350	1763.89			1.7695	1.5156	1.3003	0.7148	0.9955	0.3729
6500	1805.56			1.8113	1.5836	1.3311	0.7462	1.0190	0.3894
6650	1847.22			1.8531	1.6514	1.3618	0.7789	1.0425	0.4061

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
6800	1888.89					1.3925	0.8114	1.0660	0.4234
6950	1930.56					1.4232	0.8453	1.0896	0.4407
7100	1972.22					1.4539	0.8789	1.1131	0.4587
7250	2013.89					1.4846	0.9138	1.1366	0.4765
7400	2055.56					1.5154	0.9494	1.1601	0.4951
7550	2097.22					1.5461	0.9855	1.1836	0.5139
7700	2138.89					1.5768	1.0221	1.2071	0.5330
7850	2180.56					1.6075	1.0593	1.2307	0.5525
8000	2222.22					1.6382	1.0971	1.2542	0.5722
8150	2263.89					1.6689	1.1364	1.2777	0.5922
8300	2305.56					1.6997	1.1753	1.3012	0.6125
8450	2347.22					1.7304	1.2147	1.3247	0.6330
8600	2388.89					1.7611	1.2558	1.3482	0.6538
8750	2430.56					1.7918	1.2962	1.3718	0.6756
8900	2472.22					1.8225	1.3385	1.3953	0.6969
9050	2513.89							1.4188	0.7193
9200	2555.56							1.4423	0.7412
9350	2597.22							1.4658	0.7641
9500	2638.89							1.4893	0.7866
9650	2680.56							1.5128	0.8100
9800	2722.22							1.5364	0.8338
9950	2763.89							1.5599	0.8579
10100	2805.56							1.5834	0.8814
10250	2847.22							1.6069	0.9060
10400	2888.89							1.6304	0.9309
10550	2930.56							1.6539	0.9561
10700	2972.22							1.6775	0.9816
10850	3013.89							1.7010	1.0073
11000	3055.56							1.7245	1.0334
11150	3097.22							1.7480	1.0597
11300	3138.89							1.7715	1.0862
11450	3180.56							1.7950	1.1131
11600	3222.22							1.8186	1.1413

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
4100	1138.89	0.5071	0.0938						
4250	1180.56	0.5257	0.1002						
4400	1222.22	0.5442	0.1068						
4550	1263.89	0.5628	0.1135						
4700	1305.56	0.5813	0.1205						
4850	1347.22	0.5999	0.1277						
5000	1388.89	0.6184	0.1350	0.5010	0.0810				
5150	1430.56	0.6370	0.1426	0.5160	0.0855				
5300	1472.22	0.6555	0.1502	0.5310	0.0902				
5450	1513.89	0.6741	0.1582	0.5461	0.0950				
5600	1555.56	0.6926	0.1663	0.5611	0.0998				
5750	1597.22	0.7112	0.1746	0.5761	0.1047				
5900	1638.89	0.7297	0.1831	0.5912	0.1099				
6050	1680.56	0.7483	0.1917	0.6062	0.1150				
6200	1722.22	0.7669	0.2006	0.6212	0.1203	0.4909	0.0680		
6350	1763.89	0.7854	0.2097	0.6362	0.1257	0.5027	0.0711		
6500	1805.56	0.8040	0.2190	0.6513	0.1313	0.5146	0.0741		
6650	1847.22	0.8225	0.2284	0.6663	0.1369	0.5265	0.0773		
6800	1888.89	0.8411	0.2379	0.6813	0.1427	0.5384	0.0806		
6950	1930.56	0.8596	0.2477	0.6964	0.1485	0.5502	0.0839		
7100	1972.22	0.8782	0.2575	0.7114	0.1544	0.5621	0.0872		
7250	2013.89	0.8967	0.2678	0.7264	0.1605	0.5740	0.0906		
7400	2055.56	0.9153	0.2780	0.7414	0.1667	0.5859	0.0941		
7550	2097.22	0.9338	0.2886	0.7565	0.1729	0.5977	0.0976	0.4842	0.0586
7700	2138.89	0.9524	0.2994	0.7715	0.1794	0.6096	0.1013	0.4938	0.0608
7850	2180.56	0.9709	0.3100	0.7865	0.1858	0.6215	0.1049	0.5034	0.0629
8000	2222.22	0.9895	0.3211	0.8016	0.1924	0.6334	0.1086	0.5130	0.0652
8150	2263.89	1.0080	0.3323	0.8166	0.1992	0.6452	0.1124	0.5227	0.0675
8300	2305.56	1.0266	0.3437	0.8316	0.2060	0.6571	0.1163	0.5323	0.0697
8450	2347.22	1.0451	0.3552	0.8466	0.2129	0.6690	0.1201	0.5419	0.0721
8600	2388.89	1.0637	0.3673	0.8617	0.2200	0.6809	0.1241	0.5515	0.0745
8750	2430.56	1.0823	0.3792	0.8767	0.2271	0.6927	0.1281	0.5611	0.0769
8900	2472.22	1.1008	0.3912	0.8917	0.2343	0.7046	0.1322	0.5708	0.0793
9050	2513.89	1.1194	0.4033	0.9068	0.2418	0.7165	0.1364	0.5804	0.0818
9200	2555.56	1.1379	0.4160	0.9218	0.2492	0.7284	0.1406	0.5900	0.0843
9350	2597.22	1.1565	0.4285	0.9368	0.2567	0.7402	0.1448	0.5996	0.0869

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
9500	2638.89	1.1750	0.4415	0.9519	0.2645	0.7521	0.1491	0.6092	0.0894
9650	2680.56	1.1936	0.4543	0.9669	0.2721	0.7640	0.1536	0.6189	0.0920
9800	2722.22	1.2121	0.4676	0.9819	0.2801	0.7759	0.1579	0.6285	0.0947
9950	2763.89	1.2307	0.4812	0.9969	0.2880	0.7877	0.1625	0.6381	0.0974
10100	2805.56	1.2492	0.4944	1.0120	0.2962	0.7996	0.1670	0.6477	0.1001
10250	2847.22	1.2678	0.5082	1.0270	0.3042	0.8115	0.1717	0.6573	0.1029
10400	2888.89	1.2863	0.5222	1.0420	0.3125	0.8234	0.1762	0.6670	0.1056
10550	2930.56	1.3049	0.5363	1.0571	0.3210	0.8352	0.1810	0.6766	0.1085
10700	2972.22	1.3234	0.5506	1.0721	0.3296	0.8471	0.1859	0.6862	0.1114
10850	3013.89	1.3420	0.5651	1.0871	0.3379	0.8590	0.1906	0.6958	0.1142
11000	3055.56	1.3605	0.5791	1.1021	0.3467	0.8709	0.1955	0.7054	0.1172
11150	3097.22	1.3791	0.5939	1.1172	0.3555	0.8827	0.2005	0.7151	0.1202
11300	3138.89	1.3977	0.6088	1.1322	0.3644	0.8946	0.2055	0.7247	0.1231
11450	3180.56	1.4162	0.6245	1.1472	0.3735	0.9065	0.2106	0.7343	0.1261
11600	3222.22	1.4348	0.6397	1.1623	0.3826	0.9184	0.2156	0.7439	0.1292
11750	3263.89	1.4533	0.6551	1.1773	0.3918	0.9303	0.2208	0.7535	0.1324
11900	3305.56	1.4719	0.6706	1.1923	0.4011	0.9421	0.2260	0.7632	0.1355
12050	3347.22	1.4904	0.6863	1.2074	0.4105	0.9540	0.2313	0.7728	0.1387
12200	3388.89	1.5090	0.7021	1.2224	0.4204	0.9659	0.2369	0.7824	0.1419
12350	3430.56	1.5275	0.7188	1.2374	0.4299	0.9778	0.2423	0.7920	0.1451
12500	3472.22	1.5461	0.7349	1.2524	0.4396	0.9896	0.2477	0.8016	0.1484
12650	3513.89	1.5646	0.7512	1.2675	0.4493	1.0015	0.2532	0.8112	0.1517
12800	3555.56	1.5832	0.7676	1.2825	0.4591	1.0134	0.2588	0.8209	0.1550
12950	3597.22	1.6017	0.7849	1.2975	0.4695	1.0253	0.2644	0.8305	0.1584
13100	3638.89	1.6203	0.8016	1.3126	0.4795	1.0371	0.2700	0.8401	0.1618
13250	3680.56	1.6388	0.8192	1.3276	0.4896	1.0490	0.2760	0.8497	0.1652
13400	3722.22	1.6574	0.8362	1.3426	0.5003	1.0609	0.2817	0.8593	0.1688
13550	3763.89	1.6759	0.8534	1.3576	0.5105	1.0728	0.2875	0.8690	0.1722
13700	3805.56	1.6945	0.8715	1.3727	0.5209	1.0846	0.2936	0.8786	0.1757
13850	3847.22	1.7131	0.8889	1.3877	0.5318	1.0965	0.2995	0.8882	0.1793
14000	3888.89	1.7316	0.9074	1.4027	0.5423	1.1084	0.3054	0.8978	0.1830
14150	3930.56	1.7502	0.9260	1.4178	0.5535	1.1203	0.3117	0.9074	0.1866
14300	3972.22	1.7687	0.9439	1.4328	0.5642	1.1321	0.3177	0.9171	0.1902
14450	4013.89	1.7873	0.9628	1.4478	0.5755	1.1440	0.3241	0.9267	0.1940
14600	4055.56	1.8058	0.9809	1.4628	0.5863	1.1559	0.3302	0.9363	0.1977
14750	4097.22			1.4779	0.5978	1.1678	0.3367	0.9459	0.2016

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
14900	4138.89			1.4929	0.6089	1.1796	0.3429	0.9555	0.2053
15050	4180.56			1.5079	0.6206	1.1915	0.3495	0.9652	0.2093
15200	4222.22			1.5230	0.6324	1.2034	0.3558	0.9748	0.2130
15350	4263.89			1.5380	0.6436	1.2153	0.3625	0.9844	0.2170
15500	4305.56			1.5530	0.6556	1.2271	0.3689	0.9940	0.2209
15650	4347.22			1.5681	0.6677	1.2390	0.3757	1.0036	0.2250
15800	4388.89			1.5831	0.6792	1.2509	0.3822	1.0133	0.2288
15950	4430.56			1.5981	0.6915	1.2628	0.3891	1.0229	0.2330
16100	4472.22			1.6131	0.7038	1.2746	0.3961	1.0325	0.2369
16250	4513.89			1.6282	0.7156	1.2865	0.4027	1.0421	0.2411
16400	4555.56			1.6432	0.7281	1.2984	0.4098	1.0517	0.2454
16550	4597.22			1.6582	0.7407	1.3103	0.4169	1.0614	0.2494
16700	4638.89			1.6733	0.7535	1.3221	0.4236	1.0710	0.2537
16850	4680.56			1.6883	0.7655	1.3340	0.4309	1.0806	0.2580
17000	4722.22			1.7033	0.7784	1.3459	0.4381	1.0902	0.2621
17150	4763.89			1.7183	0.7914	1.3578	0.4454	1.0998	0.2665
17300	4805.56			1.7334	0.8045	1.3696	0.4524	1.1095	0.2709
17450	4847.22			1.7484	0.8177	1.3815	0.4598	1.1191	0.2751
17600	4888.89			1.7634	0.8310	1.3934	0.4673	1.1287	0.2795
17750	4930.56			1.7785	0.8435	1.4053	0.4748	1.1383	0.2840
17900	4972.22			1.7935	0.8569	1.4171	0.4824	1.1479	0.2886
18050	5013.89					1.4290	0.4900	1.1576	0.2928
18200	5055.56					1.4409	0.4972	1.1672	0.2974
18350	5097.22					1.4528	0.5049	1.1768	0.3021
18500	5138.89					1.4646	0.5126	1.1864	0.3067
18650	5180.56					1.4765	0.5205	1.1960	0.3114
18800	5222.22					1.4884	0.5283	1.2057	0.3161
18950	5263.89					1.5003	0.5363	1.2153	0.3205
19100	5305.56					1.5122	0.5442	1.2249	0.3253
19250	5347.22					1.5240	0.5523	1.2345	0.3301
19400	5388.89					1.5359	0.5603	1.2441	0.3349
19550	5430.56					1.5478	0.5684	1.2537	0.3398
19700	5472.22					1.5597	0.5766	1.2634	0.3447
19850	5513.89					1.5715	0.5842	1.2730	0.3496
20000	5555.56					1.5834	0.5925	1.2826	0.3545
20150	5597.22					1.5953	0.6008	1.2922	0.3595

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
20300	5638.89					1.6072	0.6092	1.3018	0.3645
20450	5680.56					1.6190	0.6176	1.3115	0.3696
20600	5722.22					1.6309	0.6267	1.3211	0.3746
20750	5763.89					1.6428	0.6352	1.3307	0.3797
20900	5805.56					1.6547	0.6437	1.3403	0.3848
21050	5847.22					1.6665	0.6523	1.3499	0.3900
21200	5888.89					1.6784	0.6610	1.3596	0.3952
21350	5930.56					1.6903	0.6697	1.3692	0.4004
21500	5972.22					1.7022	0.6784	1.3788	0.4056
21650	6013.89					1.7140	0.6872	1.3884	0.4108
21800	6055.56					1.7259	0.6960	1.3980	0.4161
21950	6097.22					1.7378	0.7049	1.4077	0.4215
22100	6138.89					1.7497	0.7139	1.4173	0.4268
22250	6180.56					1.7615	0.7228	1.4269	0.4322
22400	6222.22					1.7734	0.7319	1.4365	0.4376
22550	6263.89					1.7853	0.7417	1.4461	0.4430
22700	6305.56							1.4558	0.4484
22850	6347.22							1.4654	0.4539
23000	6388.89							1.4750	0.4599
23150	6430.56							1.4846	0.4654
23300	6472.22							1.4942	0.4710
23450	6513.89							1.5039	0.4766
23600	6555.56							1.5135	0.4822
23750	6597.22							1.5231	0.4879
23900	6638.89							1.5327	0.4935
24050	6680.56							1.5423	0.4998
24200	6722.22							1.5520	0.5055
24350	6763.89							1.5616	0.5112
24500	6805.56							1.5712	0.5170
24650	6847.22							1.5808	0.5228
24800	6888.89							1.5904	0.5292
24950	6930.56							1.6001	0.5351
25100	6972.22							1.6097	0.5410
25250	7013.89							1.6193	0.5469
25400	7055.56							1.6289	0.5528
25550	7097.22							1.6385	0.5594

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR33							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
25700	7138.89							1.6481	0.5654
25850	7180.56							1.6578	0.5714
26000	7222.22							1.6674	0.5775
26150	7263.89							1.6770	0.5841
26300	7305.56							1.6866	0.5902
26450	7347.22							1.6962	0.5964
26600	7388.89							1.7059	0.6025
26750	7430.56							1.7155	0.6093
26900	7472.22							1.7251	0.6155
27050	7513.89							1.7347	0.6218
27200	7555.56							1.7443	0.6287
27350	7597.22							1.7540	0.6350
27500	7638.89							1.7636	0.6413
27650	7680.56							1.7732	0.6483
27800	7722.22							1.7828	0.6547

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR41							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
1400	388.89	0.5475	0.2127						
1550	430.56	0.6061	0.2562						
1700	472.22	0.6648	0.3034						
1850	513.89	0.7235	0.3543						
2000	555.56	0.7821	0.4088	0.5431	0.1690				
2150	597.22	0.8408	0.4671	0.5839	0.1929				
2300	638.89	0.8994	0.5285	0.6246	0.2183				
2450	680.56	0.9581	0.5938	0.6654	0.2452				
2600	722.22	1.0168	0.6627	0.7061	0.2734				
2750	763.89	1.0754	0.7351	0.7468	0.3032	0.5487	0.1436		
2900	805.56	1.1341	0.8106	0.7876	0.3341	0.5786	0.1583		
3050	847.22	1.1927	0.8898	0.8283	0.3668	0.6085	0.1735		
3200	888.89	1.2514	0.9719	0.8690	0.4007	0.6385	0.1896		
3350	930.56	1.3101	1.0578	0.9098	0.4358	0.6684	0.2063		
3500	972.22	1.3687	1.1476	0.9505	0.4725	0.6983	0.2235		
3650	1013.89	1.4274	1.2404	0.9912	0.5104	0.7283	0.2414	0.5576	0.1263
3800	1055.56	1.4860	1.3362	1.0320	0.5498	0.7582	0.2601	0.5805	0.1360
3950	1097.22	1.5447	1.4361	1.0727	0.5905	0.7881	0.2791	0.6034	0.1461
4100	1138.89	1.6034	1.5390	1.1134	0.6329	0.8180	0.2990	0.6263	0.1564
4250	1180.56	1.6620	1.6448	1.1542	0.6759	0.8480	0.3196	0.6492	0.1672
4400	1222.22	1.7207	1.7534	1.1949	0.7212	0.8779	0.3405	0.6721	0.1781
4550	1263.89	1.7793	1.8665	1.2357	0.7672	0.9078	0.3622	0.6951	0.1895
4700	1305.56	1.8380	1.9825	1.2764	0.8142	0.9378	0.3848	0.7180	0.2012
4850	1347.22			1.3171	0.8631	0.9677	0.4076	0.7409	0.2131
5000	1388.89			1.3579	0.9132	0.9976	0.4313	0.7638	0.2253
5150	1430.56			1.3986	0.9645	1.0275	0.4555	0.7867	0.2380
5300	1472.22			1.4393	1.0178	1.0575	0.4803	0.8096	0.2510
5450	1513.89			1.4801	1.0713	1.0874	0.5056	0.8325	0.2642
5600	1555.56			1.5208	1.1270	1.1173	0.5314	0.8555	0.2777
5750	1597.22			1.5615	1.1838	1.1473	0.5583	0.8784	0.2915
5900	1638.89			1.6023	1.2418	1.1772	0.5857	0.9013	0.3058
6050	1680.56			1.6430	1.3009	1.2071	0.6136	0.9242	0.3202
6200	1722.22			1.6837	1.3611	1.2370	0.6420	0.9471	0.3350
6350	1763.89			1.7245	1.4238	1.2670	0.6710	0.9700	0.3502
6500	1805.56			1.7652	1.4863	1.2969	0.7005	0.9929	0.3656
6650	1847.22			1.8060	1.5513	1.3268	0.7305	1.0158	0.3813

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR41							
		1000		1200		1400		1600	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
6800	1888.89					1.3567	0.7618	1.0388	0.3976
6950	1930.56					1.3867	0.7935	1.0617	0.4138
7100	1972.22					1.4166	0.8251	1.0846	0.4307
7250	2013.89					1.4465	0.8579	1.1075	0.4474
7400	2055.56					1.4765	0.8913	1.1304	0.4648
7550	2097.22					1.5064	0.9252	1.1533	0.4825
7700	2138.89					1.5363	0.9596	1.1762	0.5001
7850	2180.56					1.5662	0.9945	1.1992	0.5183
8000	2222.22					1.5962	1.0300	1.2221	0.5368
8150	2263.89					1.6261	1.0659	1.2450	0.5555
8300	2305.56					1.6560	1.1034	1.2679	0.5751
8450	2347.22					1.6860	1.1404	1.2908	0.5944
8600	2388.89					1.7159	1.1778	1.3137	0.6140
8750	2430.56					1.7458	1.2170	1.3366	0.6338
8900	2472.22					1.7757	1.2554	1.3596	0.6544
9050	2513.89					1.8057	1.2956	1.3825	0.6748
9200	2555.56							1.4054	0.6960
9350	2597.22							1.4283	0.7168
9500	2638.89							1.4512	0.7386
9650	2680.56							1.4741	0.7606
9800	2722.22							1.4970	0.7822
9950	2763.89							1.5200	0.8048
10100	2805.56							1.5429	0.8277
10250	2847.22							1.5658	0.8508
10400	2888.89							1.5887	0.8742
10550	2930.56							1.6116	0.8978
10700	2972.22							1.6345	0.9218
10850	3013.89							1.6574	0.9459
11000	3055.56							1.6803	0.9704
11150	3097.22							1.7033	0.9951
11300	3138.89							1.7262	1.0201
11450	3180.56							1.7491	1.0453
11600	3222.22							1.7720	1.0707
11750	3263.89							1.7949	1.0964

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR41							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
4400	1222.22	0.5307	0.1004						
4550	1263.89	0.5488	0.1069						
4700	1305.56	0.5669	0.1133						
4850	1347.22	0.5850	0.1201						
5000	1388.89	0.6031	0.1270						
5150	1430.56	0.6212	0.1341						
5300	1472.22	0.6393	0.1415						
5450	1513.89	0.6573	0.1488	0.5326	0.0894				
5600	1555.56	0.6754	0.1564	0.5473	0.0940				
5750	1597.22	0.6935	0.1642	0.5619	0.0986				
5900	1638.89	0.7116	0.1723	0.5766	0.1034				
6050	1680.56	0.7297	0.1804	0.5912	0.1083				
6200	1722.22	0.7478	0.1887	0.6059	0.1133				
6350	1763.89	0.7659	0.1973	0.6206	0.1183				
6500	1805.56	0.7840	0.2060	0.6352	0.1236				
6650	1847.22	0.8021	0.2148	0.6499	0.1289				
6800	1888.89	0.8202	0.2238	0.6645	0.1343				
6950	1930.56	0.8383	0.2330	0.6792	0.1398	0.5366	0.0789		
7100	1972.22	0.8564	0.2423	0.6938	0.1454	0.5482	0.0821		
7250	2013.89	0.8745	0.2519	0.7085	0.1510	0.5598	0.0853		
7400	2055.56	0.8925	0.2615	0.7232	0.1569	0.5714	0.0886		
7550	2097.22	0.9106	0.2715	0.7378	0.1628	0.5830	0.0919		
7700	2138.89	0.9287	0.2816	0.7525	0.1688	0.5946	0.0953		
7850	2180.56	0.9468	0.2916	0.7671	0.1749	0.6061	0.0988		
8000	2222.22	0.9649	0.3021	0.7818	0.1811	0.6177	0.1022		
8150	2263.89	0.9830	0.3126	0.7965	0.1875	0.6293	0.1058		
8300	2305.56	1.0011	0.3234	0.8111	0.1939	0.6409	0.1095		
8450	2347.22	1.0192	0.3342	0.8258	0.2004	0.6525	0.1130		
8600	2388.89	1.0373	0.3452	0.8404	0.2070	0.6640	0.1168	0.5379	0.0701
8750	2430.56	1.0554	0.3567	0.8551	0.2137	0.6756	0.1206	0.5473	0.0723
8900	2472.22	1.0735	0.3680	0.8697	0.2205	0.6872	0.1244	0.5566	0.0746
9050	2513.89	1.0916	0.3795	0.8844	0.2274	0.6988	0.1284	0.5660	0.0770
9200	2555.56	1.1096	0.3914	0.8991	0.2345	0.7104	0.1323	0.5754	0.0793
9350	2597.22	1.1277	0.4031	0.9137	0.2416	0.7220	0.1363	0.5848	0.0817
9500	2638.89	1.1458	0.4154	0.9284	0.2487	0.7335	0.1403	0.5942	0.0841
9650	2680.56	1.1639	0.4274	0.9430	0.2561	0.7451	0.1445	0.6035	0.0866

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR41							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
9800	2722.22	1.1820	0.4400	0.9577	0.2634	0.7567	0.1486	0.6129	0.0891
9950	2763.89	1.2001	0.4523	0.9724	0.2710	0.7683	0.1528	0.6223	0.0916
10100	2805.56	1.2182	0.4651	0.9870	0.2788	0.7799	0.1572	0.6317	0.0942
10250	2847.22	1.2363	0.4781	1.0017	0.2863	0.7914	0.1614	0.6411	0.0968
10400	2888.89	1.2544	0.4913	1.0163	0.2942	0.8030	0.1659	0.6505	0.0994
10550	2930.56	1.2725	0.5041	1.0310	0.3022	0.8146	0.1704	0.6598	0.1021
10700	2972.22	1.2906	0.5176	1.0457	0.3099	0.8262	0.1748	0.6692	0.1048
10850	3013.89	1.3087	0.5312	1.0603	0.3181	0.8378	0.1794	0.6786	0.1075
11000	3055.56	1.3268	0.5449	1.0750	0.3263	0.8494	0.1840	0.6880	0.1103
11150	3097.22	1.3448	0.5588	1.0896	0.3346	0.8609	0.1887	0.6974	0.1131
11300	3138.89	1.3629	0.5728	1.1043	0.3430	0.8725	0.1934	0.7067	0.1158
11450	3180.56	1.3810	0.5870	1.1189	0.3515	0.8841	0.1981	0.7161	0.1187
11600	3222.22	1.3991	0.6013	1.1336	0.3601	0.8957	0.2029	0.7255	0.1216
11750	3263.89	1.4172	0.6157	1.1483	0.3688	0.9073	0.2078	0.7349	0.1246
11900	3305.56	1.4353	0.6303	1.1629	0.3775	0.9189	0.2127	0.7443	0.1275
12050	3347.22	1.4534	0.6457	1.1776	0.3864	0.9304	0.2177	0.7537	0.1305
12200	3388.89	1.4715	0.6606	1.1922	0.3953	0.9420	0.2227	0.7630	0.1335
12350	3430.56	1.4896	0.6756	1.2069	0.4043	0.9536	0.2278	0.7724	0.1366
12500	3472.22	1.5077	0.6908	1.2216	0.4138	0.9652	0.2329	0.7818	0.1396
12650	3513.89	1.5258	0.7068	1.2362	0.4229	0.9768	0.2383	0.7912	0.1428
12800	3555.56	1.5439	0.7222	1.2509	0.4322	0.9883	0.2436	0.8006	0.1459
12950	3597.22	1.5619	0.7378	1.2655	0.4415	0.9999	0.2488	0.8099	0.1490
13100	3638.89	1.5800	0.7542	1.2802	0.4514	1.0115	0.2541	0.8193	0.1522
13250	3680.56	1.5981	0.7701	1.2949	0.4609	1.0231	0.2595	0.8287	0.1554
13400	3722.22	1.6162	0.7861	1.3095	0.4705	1.0347	0.2651	0.8381	0.1587
13550	3763.89	1.6343	0.8030	1.3242	0.4806	1.0463	0.2706	0.8475	0.1621
13700	3805.56	1.6524	0.8192	1.3388	0.4903	1.0578	0.2761	0.8568	0.1654
13850	3847.22	1.6705	0.8364	1.3535	0.5001	1.0694	0.2819	0.8662	0.1687
14000	3888.89	1.6886	0.8529	1.3681	0.5105	1.0810	0.2875	0.8756	0.1722
14150	3930.56	1.7067	0.8704	1.3828	0.5205	1.0926	0.2931	0.8850	0.1756
14300	3972.22	1.7248	0.8872	1.3975	0.5311	1.1042	0.2991	0.8944	0.1790
14450	4013.89	1.7429	0.9050	1.4121	0.5412	1.1157	0.3048	0.9038	0.1826
14600	4055.56	1.7610	0.9230	1.4268	0.5519	1.1273	0.3108	0.9131	0.1860
14750	4097.22	1.7791	0.9402	1.4414	0.5622	1.1389	0.3166	0.9225	0.1895
14900	4138.89	1.7971	0.9584	1.4561	0.5732	1.1505	0.3228	0.9319	0.1932
15050	4180.56			1.4708	0.5842	1.1621	0.3287	0.9413	0.1967

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR41							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
15200	4222.22			1.4854	0.5947	1.1737	0.3349	0.9507	0.2005
15350	4263.89			1.5001	0.6059	1.1852	0.3409	0.9600	0.2041
15500	4305.56			1.5147	0.6166	1.1968	0.3473	0.9694	0.2079
15650	4347.22			1.5294	0.6279	1.2084	0.3533	0.9788	0.2115
15800	4388.89			1.5440	0.6394	1.2200	0.3598	0.9882	0.2154
15950	4430.56			1.5587	0.6503	1.2316	0.3663	0.9976	0.2191
16100	4472.22			1.5734	0.6619	1.2432	0.3725	1.0070	0.2230
16250	4513.89			1.5880	0.6736	1.2547	0.3791	1.0163	0.2269
16400	4555.56			1.6027	0.6854	1.2663	0.3857	1.0257	0.2307
16550	4597.22			1.6173	0.6966	1.2779	0.3920	1.0351	0.2347
16700	4638.89			1.6320	0.7086	1.2895	0.3988	1.0445	0.2387
16850	4680.56			1.6467	0.7206	1.3011	0.4055	1.0539	0.2426
17000	4722.22			1.6613	0.7328	1.3126	0.4120	1.0632	0.2467
17150	4763.89			1.6760	0.7443	1.3242	0.4189	1.0726	0.2508
17300	4805.56			1.6906	0.7566	1.3358	0.4258	1.0820	0.2547
17450	4847.22			1.7053	0.7690	1.3474	0.4328	1.0914	0.2589
17600	4888.89			1.7200	0.7815	1.3590	0.4398	1.1008	0.2631
17750	4930.56			1.7346	0.7940	1.3706	0.4464	1.1102	0.2673
17900	4972.22			1.7493	0.8067	1.3821	0.4536	1.1195	0.2713
18050	5013.89			1.7639	0.8194	1.3937	0.4607	1.1289	0.2756
18200	5055.56			1.7786	0.8314	1.4053	0.4680	1.1383	0.2799
18350	5097.22			1.7932	0.8443	1.4169	0.4752	1.1477	0.2843
18500	5138.89			1.8079	0.8573	1.4285	0.4825	1.1571	0.2884
18650	5180.56					1.4401	0.4894	1.1664	0.2928
18800	5222.22					1.4516	0.4968	1.1758	0.2972
18950	5263.89					1.4632	0.5043	1.1852	0.3017
19100	5305.56					1.4748	0.5118	1.1946	0.3062
19250	5347.22					1.4864	0.5193	1.2040	0.3107
19400	5388.89					1.4980	0.5269	1.2133	0.3152
19550	5430.56					1.5095	0.5345	1.2227	0.3198
19700	5472.22					1.5211	0.5422	1.2321	0.3241
19850	5513.89					1.5327	0.5499	1.2415	0.3287
20000	5555.56					1.5443	0.5577	1.2509	0.3334
20150	5597.22					1.5559	0.5655	1.2603	0.3380
20300	5638.89					1.5675	0.5734	1.2696	0.3427
20450	5680.56					1.5790	0.5813	1.2790	0.3475

续表 B.0.1

SDR Q d_n		SDR41							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
20600	5722.22					1.5906	0.5893	1.2884	0.3522
20750	5763.89					1.6022	0.5973	1.2978	0.3570
20900	5805.56					1.6138	0.6053	1.3072	0.3618
21050	5847.22					1.6254	0.6134	1.3165	0.3667
21200	5888.89					1.6369	0.6215	1.3259	0.3715
21350	5930.56					1.6485	0.6297	1.3353	0.3764
21500	5972.22					1.6601	0.6380	1.3447	0.3814
21650	6013.89					1.6717	0.6462	1.3541	0.3863
21800	6055.56					1.6833	0.6545	1.3635	0.3913
21950	6097.22					1.6949	0.6629	1.3728	0.3963
22100	6138.89					1.7064	0.6720	1.3822	0.4013
22250	6180.56					1.7180	0.6804	1.3916	0.4068
22400	6222.22					1.7296	0.6889	1.4010	0.4118
22550	6263.89					1.7412	0.6975	1.4104	0.4170
22700	6305.56					1.7528	0.7060	1.4197	0.4221
22850	6347.22					1.7644	0.7147	1.4291	0.4272
23000	6388.89					1.7759	0.7233	1.4385	0.4324
23150	6430.56					1.7875	0.7328	1.4479	0.4376
23300	6472.22					1.7991	0.7415	1.4573	0.4429
23450	6513.89							1.4667	0.4481
23600	6555.56							1.4760	0.4539
23750	6597.22							1.4854	0.4592
23900	6638.89							1.4948	0.4645
24050	6680.56							1.5042	0.4699
24200	6722.22							1.5136	0.4753
24350	6763.89							1.5229	0.4807
24500	6805.56							1.5323	0.4866
24650	6847.22							1.5417	0.4921
24800	6888.89							1.5511	0.4976
24950	6930.56							1.5605	0.5031
25100	6972.22							1.5698	0.5087
25250	7013.89							1.5792	0.5148
25400	7055.56							1.5886	0.5204
25550	7097.22							1.5980	0.5260
25700	7138.89							1.6074	0.5316
25850	7180.56							1.6168	0.5373

续表 B.0.1

SDR d_n Q		SDR41							
		1800		2000		2250		2500	
m ³ /h	L/s	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i	v (m/s)	1000i
26000	7222.22							1.6261	0.5435
26150	7263.89							1.6355	0.5492
26300	7305.56							1.6449	0.5550
26450	7347.22							1.6543	0.5613
26600	7388.89							1.6637	0.5671
26750	7430.56							1.6730	0.5729
26900	7472.22							1.6824	0.5788
27050	7513.89							1.6918	0.5852
27200	7555.56							1.7012	0.5911
27350	7597.22							1.7106	0.5970
27500	7638.89							1.7200	0.6036
27650	7680.56							1.7293	0.6096
27800	7722.22							1.7387	0.6156
27950	7763.89							1.7481	0.6216
28100	7805.56							1.7575	0.6283
28250	7847.22							1.7669	0.6343
28400	7888.89							1.7762	0.6404
28550	7930.56							1.7856	0.6472
28700	7972.22							1.7950	0.6533
28850	8013.89							1.8044	0.6594
注1：本表所列的<i>i</i>值为20℃时不同管径管道的水力坡降； 注2：如果水温不是20℃；<i>i</i>值均应乘以修正系数<i>K_i</i>（见表B. 0. 2）； 注3：当流量<i>Q</i>为中间值时，可采用线性插入法计算； 注4：公称外径<i>d_n</i>单位为mm。									

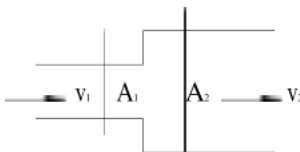
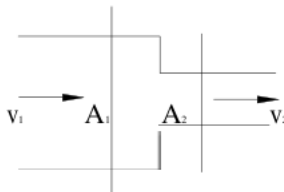
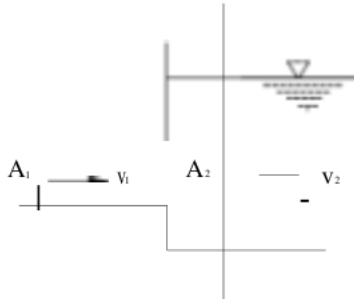
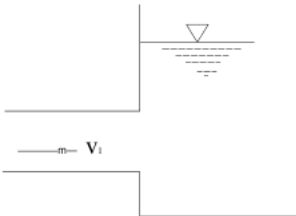
B. 2 水温修正系数*K_i* 见表B. 0. 2。

表 B. 0. 2

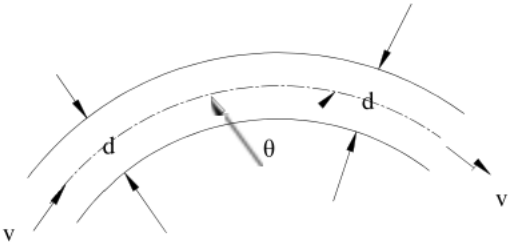
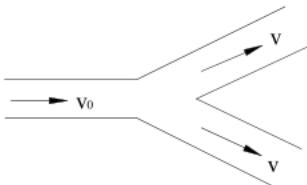
水温 (℃)	0	4	5	10	15	20	25	30	35	40
<i>K_i</i>	1.16	1.13	1.11	1.08	1.03	1.00	0.98	0.96	0.94	0.91

附 录 C
(规范性附录)
管道各种局部水头损失系数

表 C.0.1

序号	管道示意图及公式																																
1	突然扩大	 $\zeta_1 = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1\right)^2 \quad \text{应用公式} \quad h_j = \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g}$$\zeta_2 = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \quad \text{应用公式} \quad h_j = \zeta_2 \frac{v_2^2}{2g}$																															
2	突然缩小	 $\zeta_1 = 0.5\left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2 \quad \text{应用公式} \quad h_j = \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g}$																															
3	出口	 $h_j = \zeta \frac{v_1^2}{2g}$ <table><tr><td>A_1/A_2</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.3</td><td>0.4</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>0.7</td><td>0.8</td><td>0.9</td><td></td></tr><tr><td>ζ</td><td>0.81</td><td>0.64</td><td>0.49</td><td>0.36</td><td>0.25</td><td>0.16</td><td>0.09</td><td>0.04</td><td>0.01</td><td></td></tr></table>										A_1/A_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9		ζ	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01	
A_1/A_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9																								
ζ	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01																								

续表 C.0.1

序号	管道示意图及公式
4	进口  切角进口$\zeta=0.25$ 圆角进口$\zeta=0.1$ 内插进口$\zeta=1.0$ 直角进口$\zeta=0.5$
5	弯管 $h_j = \zeta \frac{v^2}{2g}$$\zeta = \left[0.131 + 0.1632 \left(\frac{d}{P} \right)^{7/2} \right] \left(\frac{\theta}{90^\circ} \right)^{1/2}$
6	岔管 $h_j = \zeta \frac{v_0^2}{2g}$$\zeta = 0.75$

附 录 D
(规范性附录)
管侧土的综合变形模量

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

D.0.2 管侧土的综合变形模量 E_d ，可按式 (D.0.1) 计算：

$$E_d = \xi E_e \dots\dots\dots (D.0.1)$$

式中：

- E_e ——管侧回填土在要求压实压实系数下的变形模量 (MPa)，应根据试验确定；当缺乏试验数据时，可按照表D.0.2-1采用；
- ξ ——与 B_r (管中心槽宽度) 和 D_1 的比值及 E_e 与基槽两侧原状土变形模量 E_n 的比值有关的计算，可按表D.0.2-2确定；
- E_n ——基槽两侧原状土的变形模量 (MPa)，应根据试验确定；当缺乏试验数据时，可按照表D.0.2-1采用。

表D.0.2-1 管侧回填土和槽侧原侧土的变形模量

原状土 标准贯入锤击数 $N_{63.5}$ 土的类别	回填土压实系数			
	0.85	0.90	0.95	1.00
	$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	> 50
砾石、碎石	5	7	10	20
砂砾、砂卵石、细粒土含量不大于 12%	3	5	7	14
砂砾、砂卵石、细粒土含量大于 12%	1	3	5	10
粘性土或粉土 ($W_L < 50\%$) ,砂粒含量大于 25%	1	3	5	10
粘性土或粉土 ($W_L < 50\%$) ,砂粒含量小于 25%	—	1	3	7
注1：表中数值适用于10m以下覆土，对覆土超过10m时，上表数值偏低。 注2：回填土的变形模量E可按要求的压实系数采用；表中的压实系数系指设计要求回填土压实后的干密度与该土在相同压实能量下的最大干密度的比值。 注3：基槽两侧原状土的变形模量E可按标准贯入度试验的锤击数确定。 注4：W_L为粘性土的液限。 注5：细粒土系指粒径小于0.075mm的土。 注6：砂粒系指粒径为0.075mm~2.0mm的土。				

表D. 0. 2-2 计算参数 ξ

$\begin{matrix} B_r/D_1 \\ E_0/E_n \end{matrix}$	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
0.1	3.06	2.04	1.63	1.40	1.17	1.05
0.2	2.50	1.83	1.52	1.34	1.15	1.04
0.4	1.80	1.52	1.35	1.24	1.11	1.03
0.6	1.43	1.29	1.21	1.15	1.07	1.03
0.8	1.18	1.13	1.09	1.07	1.03	1.01
1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.73	0.78	0.82	0.86	0.93	0.98
2.0	0.57	0.64	0.70	0.76	0.86	0.95
2.5	0.47	0.54	0.61	0.68	0.81	0.93
3.0	0.40	0.47	0.54	0.61	0.76	0.90
4.0	0.30	0.37	0.44	0.51	0.67	0.87
5.0	0.25	0.30	0.37	0.43	0.61	0.83

附录 E
(规范性附录)
管顶竖向压力标准值的确定

E.0.1 开槽施工的管道，其管顶竖向土压力标准值应按下列公式计算：

$$F_{sv} = \gamma_s H_s D_1$$

式中 F_{sv} ——每延米管道的管顶竖向土压力标准值 (kN/m)；
 γ_s ——回填土的重度 (kN/m³)；
 H_s ——管顶至设计地面的覆土厚度 (m)；
 D_1 ——管道外径 (m)。

E.0.2 地面车辆荷载传递到埋地管道顶部的竖向压力标准值，可按下列方法确定：

1 单个轮压传递到管道顶部的竖向压力标准值可按下列公式计算 (图E.0.2-1)：

$$q_v = \frac{\mu_d Q_{vi}}{(a_i + 1.4H)(b_i + 1.4H)}$$

式中 q_v ——轮压传递到管顶处的竖向压力 (kN/m²)；
 Q_{vi} ——车辆的*i*个车轮承担的一个轮压 (kN)；
 a_i ——*i*个车轮的着地分布长度 (m)；
 b_i ——*i*个车轮的着地分布宽度 (m)；
 H ——车行地面至管顶的深度 (m)；
 μ_d ——动力系数，可按表E.0.2采用。

2 两个以上单排轮压综合影响传递到管道顶部的竖向压力标准值可按下列公式计算 (图 E.0.2-2)：

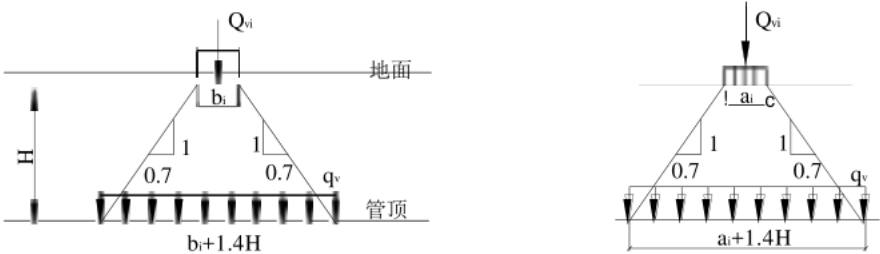
$$q_v = \frac{\mu_d n Q_{vi}}{(a_i + 1.4H) \left(nb_i + \sum_{j=1}^{n-1} d_{bj} + 1.4H \right)}$$

式中 n ——车轮的总数量；
 d_{bj} ——沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个车轮间的净距 (m)。

表E. 0. 2 动力系数 μ_d

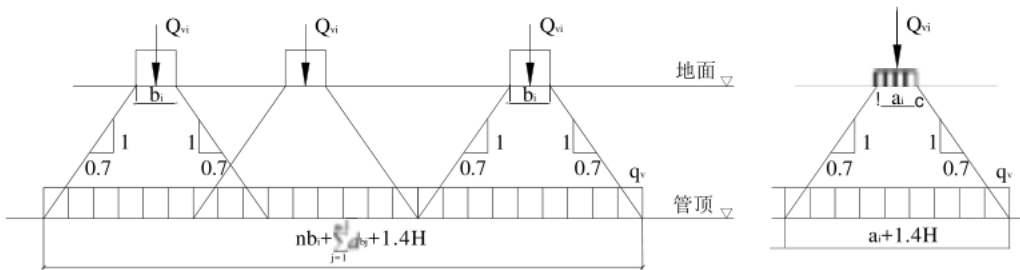
地面在管顶 (m)	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	≥ 0.70
动力系数 μ_d	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

E.0.3 地面堆积荷载标准值可取10kN/m²计算。



(a) 顺轮胎着地宽度的分布 (b) 顺轮胎着地长度的分布

图 E. 0. 2-1 单个轮压的传递分布图



(a) 顺轮胎着地宽度的分布

(b) 顺轮胎着地长度的分布

图E. 0. 2-2 两个以上单排轮压综合影响的传递分布图

附 录 F
(规范性附录)
质量评定表

表F.0.1 聚乙烯给水管道安装工程工序质量评定表

单位工程名称		单元工程量	
分部工程名称		施 工 单 位	
单元工程名称		检 验 日 期	
项次	保 证 项 目	质 量 标 准	检 验 记 录
1	管材及管件的材质、规格、耐压等级符合设计，具备产品质量合格证，安装使用说明书和出厂质量检测报告	管材以 1000m 为一批，管件每种规格检查 5 个，检查管材及管件的材质、规格、耐压等级及质量合格证、安装使用说明书和出厂检测报告，做好施工记录。	
2	管材及管件的外观质量	管材的外表面应清洁、光滑、不允许有气泡、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷，当表面有划伤时，划伤深度不应超过管道壁厚的 10%。管端应切割平整，并与管轴线垂直。	
3	管道连接	管道连接使用热熔连接温度必须与管道材质的熔点相匹配，焊道两侧翻边的形状、大小应均匀一致、无气孔、鼓泡和裂纹，翻边间隙的根部不低于焊管表面，并用管箍或铁丝扎紧。	
4	水压试验	压力达到管材允许工作压力的 1.5 倍，且满足规范中 7.2.3 要求	
项次	基 本 项 目	质量等级	
		合格	优良
1	闸 阀	开启灵活	开启灵活，不漏水
2	管线铺设	低温铺设，留有余温	低温铺设，留有余温，轴线偏差≤40cm
评 定 意 见		单元工程质量等级	
保证项目全部符合要求，基本项目全部合格，其中 项优良。			
施工单位：		建设（监理）单位：	

表F.0.2 管槽开挖工序质量评定表

单 位 工 程 名 称				单元工程名称											
分 部 工 程 名 称				施 工 单 位											
单 元 工 程 量				检 验 日 期											
项次	保 证 项 目	质 量 标 准										检 验 记 录			
1	管槽开挖	1.按标明的槽底设计标高开挖													
		2.宽度符合施工尺寸要求													
		3.深度应大于当地土壤冻层厚度或应满足设计要求深度													
		4.长度及管槽符合设计尺寸													
		5.管槽每侧临时堆土或施加其他荷载时，应符合以下规定：①不得影响建（构）筑物、各种管线和其他设施的安全；②不得掩埋消火栓、管道闸阀、雨水口、测量标志以及各种地下管道的井盖，且不得妨碍其正常使用；③堆土距管槽边缘不小于 0.8m。													
		6.固定墩坑、阀门井、排污井与管槽开挖同时进行													
2	管槽槽底	1.槽底原状地基土不得扰动，机械开挖时槽底预留 200~300mm 土层由人工开挖至设计高程，整平。													
		2.槽底局部超挖：槽底无地下水时，超挖深度不超过 0.15m 时，可用挖槽原土回填夯实，其压实密度不应低于原地基土的压实系数；超挖在 0.15m 以上时，可用石灰土或砂填层处理，其压实系数不应低于 0.95。当槽底有地下水或槽底土层含水量较大时，可用天然砂回填。													
项次	允许偏差项目	设计值 (mm)	允许偏差 (mm)	实 测 值										合格数	合格率
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	槽底中心线 每侧宽度		±30												
2	槽底高程		±20												
3	管槽边坡		>0.002												
共检测 点，其中合格 点，合格率 %															
评 定 意 见										单元工程质量等级					
保证项目全部符合要求，允许偏差实测项目合格率 %															
施工单位：										建设（监理）单位：					

表F.0.3 管沟槽土方回填工序质量评定表

单 位 工 程 名 称				单元工程名称											
分 部 工 程 名 称				施 工 单 位											
单 元 工 程 量				检 验 日 期											
项次	保 证 项 目	质 量 标 准								检 验 记 录					
1	回填土料	符合设计要求和施工规范的规定													
2	基面清理	砖、石、木块等杂物													
3	铺料夯压	管沟的回填，必须按规定对称分层夯压密实，每层厚度应为 0.2~0.3m，管道两侧及管顶 0.5m 以内的回填土必须人工夯实；当回填土超过管顶 0.5m 时，可用小型机械夯实，每层松土厚度应为 0.25~0.4m。													
项次	允许偏差项目	设计值 (mm)	允许偏差 (mm)	实 测 值										合格数	合格率
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	虚铺厚度		±50												
2	回填高度		不应偏小												
3	回填顶宽度 (由设计中心 线向两边量)		不应偏小												
共检测 点，其中合格 点，合格率 %															
评 定 意 见				单元工程质量等级											
保证项目全部符合要求，允许偏差实测项目合格率 %															
施工单位：				建设（监理）单位：											

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，非这样做不可的用词：
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用词：
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用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，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”。

条文说明

1 范围

大口径聚乙烯给水管是一种绿色环保的新型管材，与传统的水泥、金属管材相比较，具有化学性质稳定、耐腐蚀、摩阻系数小、施工便捷、综合成本低、使用寿命长等优点，在各领域中得到了广泛应用。由于国内标准只是对直径 $\leq 1\text{m}$ 的给水用埋地聚乙烯（PE）管材、高密度聚乙烯缠绕结构壁管材做了相关规定，且大多以欧美标准为依据，而大口径（直径 $\geq 1\text{m}$ ）聚乙烯给水管道的管道制造、热熔熔接、铺设回填等技术标准仍处空白阶段，因此，为确保大口径聚乙烯（PE）给水管道工程质量，使工程设计、施工和验收做到技术先进、经济合理，制定本规程。

大口径聚乙烯（PE）给水管道输送的水温不大于 40°C 。工作压力不大于 1.0MPa ，是指在水温和环境温度小于或等于 20°C 条件下。当水温和环境温度高于 20°C 时，工作压力应乘以小于1.0的温度修正系数。

本管道工程技术规程应与现行国家规范、行业及地方标准相协调。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 强调大口径聚乙烯（PE）给水管材、管道及系统附件必须符合现行国家标准。

4.1.2 用户应重点检查的项目，PE100指最小要求强度（MRS）为 10.0MPa 的聚乙烯管材。

4.1.3 本规程选用的材料等级，有利于提高管道系统的安全可靠性。

4.2 管材

4.2.1 为方便用户使用，本条列出了大口径聚乙烯（PE）管材标准的主要材料基本性能要求。

4.2.2~4.2.4 本条列出了公称外径范围为 $1000\text{mm}\sim 2500\text{mm}$ 聚乙烯给水管道的相關尺寸表。

4.2.5 本条列出了大口径聚乙烯管材标准的主要物理力学性能。

4.3 管件

4.3.1 本条规定按照国家标准《给水用聚乙烯（PE）管道系统第2部分：管件》GB/T 13663.2列出相应的管件品种有电熔管件；电熔承口管件、电熔鞍型管件；插口管件；机械式管件等。管件的材质、材性和机械物理性能均应符合以上标准。松套法兰片和法兰接头尺寸应符合《压力下用于流体的热塑性管材—法兰接头及背压法兰片的配合尺寸》ISO/DIS 9642要求。

4.3.2 本条根据国家标准《给水用聚乙烯（PE）管道系统第2部分：管件》GB/T 13663.2说明了管件本体任何一点壁厚应大于管材壁厚。

4.3.5 大口径聚乙烯（PE）管件利用管材进行二次加工的管件的外形及尺寸应满足相应的产品标准。管件应在企业内制作，且经质量检验和试压符合标准后方可出厂，供工程使用。为减少管件阻力，在工厂焊制的管件应去掉焊口内凸缘。热熔对接管件，焊接强度必须大于管材强度的125%，对接设备应符合《塑料管材和管件 聚乙烯系统熔接设备》GB/T 20674。

5 管道设计

5.1 一般规定

5.1.6 聚乙烯管材为热塑性管道，管材强度对温度敏感，工作温度高，折减系数 f_t 小，当温度小于20℃时折减系数 f_t 大于1.0，偏于安全，表10未列出温度小于20℃的折减系数。工作温度是指输送水介质温度，因水温年内变化较大，特别是以地表水为水源的饮用水，本条规定选用折减系数时，采用年内最高月平均水温为计算温度，相邻间数值，可采用内插法计算得出。

5.2 水力计算

5.2.1 管道水力计算包括沿程水头损失 h_f 与局部水头损失 h_j 。

5.2.2 沿程水头损失 $h_f = \lambda \frac{l}{d_i} \frac{v^2}{2g}$ 是通用公式，而 λ 系数的计算是水头损失计算的关键，其值的确定与管道断面、管材、水流状态、水温等因素有关。给水管道水力计算公式常用的曼宁公式、海曾-威廉公式（美国选用）、达西公式、柯尔勃洛克-怀特公式（英国选用）、舍维列夫公式等，根据不同的水流状态和雷诺数等因素，可选用不同的公式，计算结果也略有不同。

根据芬兰凯威赫公司提供的技术资料，柯尔勃洛克-怀特公式最适用于 PE 管的水力计算，与英国 PE 管水力计算选用公式相同，但其管道当量粗糙度 Δ 的取值为 0.003 mm~0.015mm。

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采用的水力计算公式是勃拉修斯公式，并经国内有关单位试验确定了相关系数，PE管在我国供水行业的应用尚属起步阶段，相关的试验数据缺乏。

因此，在缺少必要的试验数据的基础上，本规程推荐使用柯尔勃洛克-怀特公式。

5.2.4 局部水头损失 $h_j = \zeta \frac{v^2}{2g}$ 是通用公式，不同配件的损失系数 ζ 应由生产厂家提供，如需精确计算，可查阅相关文献。在计算资料不足的情况下，也可采用按沿程水头损失的百分比计算管道局部水头损失。

5.2.7 水锤计算公式 $\Delta P = \Delta v \frac{\rho a}{g}$ 是 1898 年儒可夫斯基（Joukowsky）提出的，为国内外广泛采用。

压力回波速度 a 计算公式中， c 值表征管道固定情况的系数。若管身固定，无轴向运动，则 $c = 1 - \varepsilon^2$ （ ε 为管材泊松比）；若管身可轴向运动， $c=1.0$ 。 c 值越小，水锤压力越高，计算结果偏于保守，此时可取 $c=0.75$ （按 $\varepsilon=0.5$ 计）。

当 $\frac{d_i}{e_n} < 25$ 时，计算水锤时要考虑壁厚影响， c 值可按下式修正：

$$\text{全管固定无轴向运动时, } c = \frac{2e_n(1+\varepsilon)}{d_i} + \frac{d_i(1-\varepsilon^2)}{d_i + e_n}$$

$$\text{管道可轴向运动时, } c = \frac{2e_n(1+\varepsilon)}{d_i} + \frac{d_i}{d_i + e_n}$$

5.3 管道布置

5.3.2 管道与建筑物、构筑物间的距离根据《城市工程管线综合规划规范》GB 50289的规定列出，对于特殊地段，以上规定间距不能满足要求时，应采用安全保护措施。

5.3.4 管道与重要道路、铁路交叉敷设应按设计要求，且应与相关部门协调，按相应规定施工，套管内部应光滑平整，防止穿越时划伤管材表面。套管内径大于穿越管外径，便于施工、维护。

5.3.7 聚乙烯管热膨胀系数较大，无论直接埋地敷设或在管廊内敷设均应考虑纵向变形，因此应采取固定措施。

5.3.8 管道敷设位置一般城市均绘制道路管线综合图，管道相关位置明确，其覆土层是否要设金属带状示综线，宜与当地市政管理部门协调。

5.4 管道结构设计

5.4.2 本规程的编制是根据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068和《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332规定的原则，采用以概率理论为基础的极限状态设计方法。

结构计算主要包括内压作用下的强度计算、管壁截面环向稳定性及管道的整体稳定性计算和控制管道结构运行期间的竖向变形量计算；强调了管道的结构设计应包括联接构造和管周回填土密实等内容。

对柔性管道，尤其要重视管周回填土的质量，管道的变形及稳定计算中，均需考虑土的抗力作用，管道两侧回填土夯实密度的好坏，直接影响土壤抗力的大小，是聚乙烯管道安全、经济、设计、施工的关键环节，应充分重视。

5.4.3 强度计算的表达式采用分项系数的设计表达式，即结构作用效应的参数包括重要性系数、作用分项系数荷载标准值效应。条文给出了设计内水压力的作用分项系数1.2，是参考国内外的相关标准综合分析确定的；结构抗力的参数包括抗力分项系数及管材强度的标准值。由于聚乙烯管材的力学性能受长期荷载作用及温度的影响较大，因此聚乙烯管材的强度标准值，是以管材50年时20℃水温状态下的最低保证值确定的。该值应按产品标准提供。

5.4.5 管侧土的变形模量考虑了沟槽原状土的影响，按综合弹性模量计算；管材的长期弹性模量应采用50年时的弹性模量。

5.4.6 对整体连接的管道，当连接质量有保证时，管道水平推力标准值应计入连接强度的影响。

5.4.7 该条对聚乙烯管道的竖向变形计算做了规定。根据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的要求，采用荷载的准永久组合计算。

5.4.10~5.4.11 管道基础及回填土应符合构造要求，施工中应充分重视管道热胀冷缩的要求。

6 管道施工

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.3 规定了大口径聚乙烯（PE）给水管道的几种连接方式及使用范围，其目的是保证聚乙烯给水管道接头质量及满足管道系统运行工艺的要求。

6.1.2 本条强调采用热熔连接时应使用专用连接工具，以保证接头质量。

6.1.4、6.1.6 由于大口径聚乙烯管的线膨胀系数较大，如在冬季及寒冷地区，若管材、管件从存放处运到施工现场，两者的温度不同，产生的热胀冷缩也不同，因而会影响接头质量。

6.1.7 聚乙烯给水管道切割应采用专业工具，管端切割要平整垂直，保持清洁，才能保证接头质量。

6.1.9 本条目的是为了以防出现不合格的接头。

6.2 热熔连接

6.2.1~6.2.2 对热熔连接提出了基本要求。

6.2.3 热熔对接连接是将与管轴线垂直的两对应端面与加热板接触，加热至熔化，然后撤去加热板，将熔化端压紧，保压、冷却，直至冷却到环境温度。热熔对接焊设备应符合ISO 12176-1要求。同时也对热熔连接提出了基本要求。按6.2.3中的第2条操作程序及要点去做是为了保证接头的质量。

6.2.5 热熔鞍型连接又称侧壁熔接或分支熔接。热熔鞍型连接是同时将管材连接部位的外表面和鞍型管件的內表面加热熔化。然后，撤去鞍型加热工具，将鞍型管件压到管材连接部位，保压，直至冷却到环境温度。热熔鞍型连接一般用于管道分支连接，可在带水情况下操作。

为保证接头质量，对于所有管材尺寸，都要求使用鞍型焊机，鞍型焊机应符合ISO或其他国家标准。鞍型管件有两种类型，一种是从管材侧面分支的鞍型；另一种是从管材顶部分支的鞍型，其中可以包括一个集成在一起的干管切刀。

6.3 电熔连接

6.3.1~6.3.3 对电熔连接提出了基本要求。

6.3.4~6.3.5 对电熔承插连接、电熔鞍型连接进行了规定，目的是为保证连接件有足够的熔融区，使待连接件处于最佳连接条件，从而获得最佳熔接接头。

6.4 法兰连接

法兰连接是管道连接的通用形式，适用于各种管材。本节内容根据聚乙烯管特性及通用法兰连接的基本要求而定。

6.5 管道敷设

6.5.1 本条是根据聚乙烯管道的特性，对管道施工必须具备的条件提出的要求。

6.5.2~6.5.3 在《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中有详细的规定，通用部分均应按上述标准执行。

6.5.5 聚乙烯给水管道的线膨胀系数较大，可利用聚乙烯管道的柔性蜿蜒敷设，以适应热胀冷缩对管道引起的变化。

6.5.6 当管道受阳光照射时，应采取防紫外线措施，防止聚乙烯管老化。聚乙烯管工作温度在-20~40℃范围内，温度过低可导致管道过脆，冰冻地区将影响水的输送，所以冰冻地区应采取保温措施，以保证水的正常运输。由于聚乙烯管的线膨胀系数较大，为防止管道变形过大，还应对管道采取限位稳管措施。

6.5.7 管道在水下穿越河道时必须给管道施加重量，防止管道因浮力或水流而飘离原位。水中管路主要考虑三个因素：①管道内压力；②沉管所需混凝土锚定重量；③锚定距离。

6.5.8 可参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268规定采取排水措施。

6.5.9 沟槽开挖及基础通用部分在《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中均有详细规定，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。本规程只针对聚乙烯管的特性做一些特殊的规定。

6.5.10 管道开挖宽度应符合设计要求，设计无具体要求时，本条给出计算公式和参考宽度。混凝土类管指钢筋混凝土管、顶（自）应力混凝土管和预应力钢筒混凝土管；金属类管钢管和球墨铸铁管。

6.5.11 本条对沟槽的开挖进行了具体规定，强调开挖断面应符合施工组织设计（方案）的要求和采用天然地基时槽底原状土不得扰动；机械开挖时或不能连续施工时，沟槽底应预留200mm~300mm由人工开挖、清槽。

6.6 管道回填

6.6.1~6.6.3 是根据聚乙烯管材特点及聚乙烯供水管在供水、燃气行业应用实践经验制定的，聚乙烯管属柔性管，刚度较低，安装时应避免划痕。

6.6.5 聚乙烯管材线性膨胀系数大，选择水温与环境温差最小时间敷设，可避免热胀冷缩对管路造成的影响，使热应力对管路产生的影响最小。

6.6.6~6.6.11 对管道回填进行了规定，基本参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268，又针对聚乙烯材质特性进行了规定。

7 水压试验与验收

7.1.3 为保证供水系统安全，本规程规定水压试验静水压力为管道工作压力的1.5倍。

7.1.5 压力管道在进行水压试验时，在水压力作用下管端产生巨大的推力，该推力全部作用在试验段的后背上。如果后背不坚固，管端将产生大的纵向位移，导致管道接口拔出，甚至产生环向开裂。故水压试验前必须进行管端后背堵板及支撑设计。

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1.3~1.5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，表盘的直径规定不应小于150mm。

7.2 由于聚乙烯管材与传统的材料（如球铁、钢等）管道不同，水压试验过程中，聚乙烯管材会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对压力波动有影响，温度的变化会引起压力波动，有关文献中说明，对于PE管，10℃的温度变化，可能引起0.05MPa~0.1MPa的压力变化。试压期间温度变化相对较小，因此，水温影响较小。

PE管材的黏弹性、受压蠕变及膨胀、失压收缩等特性，压力试验时这些特性均有所表现。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。

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、BSI、ASTM、PPI、VAP P78(瑞典)、CEN(欧洲标准化协会)，各种方法综述如下。

1.WRC提出的标准与方法较为复杂，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：

$T_1=0+T_1$ 时的压力 P_1

$T_2=0+7T_1$ 时的压力 P_2

$T_3=0+15T_1$ 时的压力 P_3

- 3) 对 T_1 、 T_2 、 T_3 进行修正

$T_{1c}=0+0.4T_1$

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

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

- 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en805提出的另两种试压方法。

2. BSI在BS6700(1997)中，提出可选用以下两种方法进行水压试验。

方法A：

- 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B：

- 1) 管道升压至试验压力并稳压30min，期间可补水增压。
- 2) 停止补压，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) 管道升压至试压压力；

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(±5%)，压力试验合格，否则须检查原因重新试压。

4. 日本“配水用聚乙烯管协会”、“日本聚乙烯管道工业会”提出的也主要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。

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。

$$V_2 \leq 0.55V_1 + 0.14Ld_iH$$

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试验方法，分为两个阶段进行试压。

1) 预试验阶段，步骤如下：

a 将试压管道内的压力降至大气压，并持续60min。这一时间段内要保证没有空气进入管道。

b 缓慢的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）。

c 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。

2) 主试验阶段，步骤如下：

a 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%。

b 准确计量降压所泄出的水量，设为 $\Delta V(L)$

c 按下式计算允许泄出的最大水量 $\Delta V_{\max}(L)$

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

式中 V ——试压管道的总容积(L)；

ΔP ——降压量(kPa)；

E_w ——水的体积模量。不同水温时 E_w 见表1；

E_p ——管材的弹性模量(kPa)，见表2（表中所列时间依试压所经过时间来取值）。

表 1 不同水温时 E_w

温度(℃)	体积模量 E_w (kPa)	温度(℃)	体积模量 E_w (kPa)
5	2080000	20	2170000
10	2110000	25	2210000
15	2140000	30	2230000

表 2 管材的弹性模量

温度(℃)	PE100弹性模量 E_p (kPa)		
	1h	2h	3h
5	990000	930000	900000
10	900000	850000	820000
15	820000	780000	750000
20	750000	710000	680000
25	690000	650000	630000
30	640000	610000	600000

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

e 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。

f 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，如在整个90min内压力下降不超过0.02MPa，则水压试验结果合格。

CEN试压标准与方法，除欧共体外，澳大利亚、新西兰也予采用。

二、国内开展的工作与建议

目前，国内较多供水公司已开始安装使用PE管，并逐渐呈大面积应用之势。安装后管道的水压试验，多参考《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》CECS17的规定，或采用由管材厂家提供的试压标准与方法。

大多数的供水企业在施工聚乙烯管道工程时普遍采用了分阶段补水升压的方法，补水量也不大。如深圳市水务集团2000年某小区管网改造采用聚乙烯管道，水压试验方法和取得的数据如下：

第一段:管道长约260m，含 d_n200 、 d_n160 、 d_n90 管道

升至试验压力1.0MPa（参照UPVC管）

未补水情况下：10min压力降为略小于0.01MPa；

30min压力降为略小于0.02MPa；

60min压力降为略小于0.032MPa；

补水升至1.0MPa压力

10min压力降为略小于0.01MPa；

30min压力降为0.015MPa；

60min压力降为0.028MPa；

第二段:管道长约900m，含 d_n160 、 d_n110 、 d_n90 、 d_n63 管道

升至试验压力1.0MPa

未补水情况下：10min压力降为小于0.005MPa；

30min压力降为小于0.01MPa；

60min压力降为小于0.018MPa；

此次试压并做了管道渗水量实验，渗水量计算结果为 0.0628L/min·km（参照其他传统管材计算结果合格，计算公式 $q=W/(T_1-T_2) \cdot L$ ）。

第三段：管道长约600m，主要含 d_n90 、 d_n63 管道

升至试验压力1.0MPa

未补水情况下：10min压力降为略小于0.00MPa；

30min压力降为略小于0.01MPa；

60min压力降为略小于0.02MPa；

整个试压过程中管道接口及管道末端无渗漏现象。参照UPVC管道试压标准，此次管道试压结果视为合格。

我们认为，国内给水管道使用PE管的时间不长，缺少试验与时间数据，过于繁琐的试压方法与过于严格的标准对推动PE管的应用也未必有益。相对而言，CEN方法较为简单，可操作性强，推荐供水企业安装试压时选用。当工程另有规定要求，可参阅有关资料选择适当的试压方法。

此外，采用焊接方式（电熔、热熔）连接的PE管，与采用承插方式连接的其他材质的管道相比，接口处渗漏的可能性要小的多，这也是进行水压试验时所必须考虑的。

国内某单位采用CEN方法进行过水压试验，试验管材 d_n 110、PE80材料、SDR17、PN0.8，实际外径110.20mm、壁厚6.7~6.8mm、管长30m、水温9~10℃，有关结果如下：

第一次:试验压力0.9MPa

管道内注满水，排尽空气，约3h

管道升压至0.9MPa，保压并补压30min

停止补压并稳压60min，压力降至0.8MPa

在预试验结束后，将管道内压力降至0.67MPa，放水量为250g（小于计算的允许值560g）

3min后，压力升至0.68MPa；

15min后，压力升至0.69MPa；

30min后，压力维持在0.69MPa。

第二次:试验压力0.7MPa

管道内注满水，排尽空气

管道升压至0.7MPa，保压并补压30min

停止补压并稳压60min，压力降至0.635MPa

在预试验结束后，将管道内压力降至0.53MPa，放水量为200g（小于计算的允许的459g）

3min后，压力升至0.54MPa；

15min后，压力升至0.545MPa；

30min后，压力维持在0.545MPa。

计算结果表明，实测泄水量均小于计算最大允许值。试验结果还表明，泄掉一定比例的压力后，确实存在由于管材收缩管内水压上升这一现象。

7.4 大口径聚乙烯（PE）给水管道工程施工完毕后，按照现行国家标准规定进行验收，验收内容和方法除另外说明外，应执行现行国家相关标准。