

附录 A 管道沿程水头损失计算

说 明

1 海澄—威廉公式 (A.1.1)

适用于冷水和常温水管道，为《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)推荐公式，该公式计算简便且对管材的适应较广，可以替代各有关标准和手册中根据不同管材和流态推导和采用的不同计算公式。

冷水和常温水管道也可采用流体力学基本公式(A.2.3)，但计算较复杂。

2 自动喷水灭火系统管道

《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084-2001)中采用以下公式

$$i=0.0000107 \frac{V^2}{d_j^{1.3}} \quad (\text{A.0.1})$$

式中 i ——每米管道的水头损失 (MPa/m)；

V ——管道内水的平均流速 (m/s)；

d_j ——管道的计算内径 (m)。

基于以下因素，推荐采用海澄—威廉公式(A.1.1)替代上式进行自动喷水灭火系统的水力计算：

1) 《自动喷水灭火系统设计规范》采用公式(A.0.1)的原因之一是与室内给水系统管道水力计算公式一致，但目前《建筑给排水设计规范》已经改为采用海澄—威廉公式。

2) 式(A.0.1)仅适用于镀锌钢管，海澄—威廉公式还适用于铜管、不锈钢管和涂覆其他防腐内衬的钢管。

3) 英、美、日、德等国的自动喷水灭火系统规范均采用海澄—威廉公式。

4) 《美国工业防火手册》介绍，经过实测，自动喷水灭火系统管道在使用20~25年后，其水头损失接近采用海澄—威廉公式的设计值。

注：以上4点均来自《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084-2001)条文说明。

5) 由于海澄—威廉公式和公式(A.0.1)计算结果有较大差距，而管件的局部阻力系数是一确定的数值，当采用不同的沿程阻力计算公式折算为当量长度时出现不同的数值；但《自动喷水灭火系统设计规范》提供的局部阻力当量长度表是按照海澄—威廉公式 $C_h=120$ 时的折算数值编制的，与式(A.0.1)配合使用有较大误差。

6) 如采用公式(A.0.1)，系统阻力计算数值比实际数值大，水泵扬程选择过高，实际运行时水量过大不能保证在火灾延续时间内连续喷水，也是不利因素。

当水池贮水量比设计计算的贮水量富裕较多，并考虑计算数值应偏于安全时，也可采用公式(A.0.1)。

3 生活热水管道

根据《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)的规定，生活热水计算采用海澄—威廉公式，并参考有关资料按水温对计算结果进行修正。

4 流体力学基本公式 (A.2.3)

适用于不同温度、各种管材、不同密度流体的管道，对采暖空调热水管道、通风管道、燃气管道，有关规范和手册仍推荐采用公式(A.2.3)。但计算中需判定流态，计算较复杂；其中管道摩擦阻力系数 λ 的柯列勃洛克公式是适用于整个紊流区的半经验公式，但 λ 值不能直接解出，手算困难，因此适用于利用计算机程序计算或查阅有关手册中计算表中的计算结果。根据有关教科书和手册，对公式中水管的摩擦阻力系数 λ 值的计算，另介绍一些常用简化公式，供手算时使用。

A.1 海澄—威廉公式

A.1.1 冷水和常温水管道沿程水头损失计算

冷水和常温水管道沿程水头损失计算可采用海澄—威廉公式，适用于给水、消火栓、自动喷水（喷雾）灭火、低压细水雾灭火、压力流（虹吸式）雨水管道，以及空调冷水管道系统。

$$H_i = 105 C_h^{1.85} \frac{d_j^{-4.87} q_g^{1.85} L}{\quad} \quad (A.1.1)$$

式中 H_i ——计算管段的沿程水头损失（kPa）；

d_j ——管道计算内径（m），采用钢管和铸铁管时见表 A.1.1-2，给水采用塑料、内衬（涂）

塑料管、铜管、不锈钢管时，可直接采用管道的内径 d 或计算内径 d_j ，见表 A.1.1-3 ~ A.1.1-9，其他塑料类管材的计算内径 d_j 可查取有关的技术规程；

q_g ——设计秒流量（ m^3/s ）；

L ——计算管段的长度（m）；

C_h ——海澄—威廉系数，可根据管道类型按表 A.1.1-1 确定。

表 A.1.1-1 海澄—威廉系数

| 管道类型 | 塑料管、内衬（涂）塑管 | 铜管、不锈钢管 | 衬水泥、树脂的铸铁管 | 较新的钢管 | 旧钢管、铸铁管 |
|-------|-------------|---------|------------|-------|---------|
| C_h | 140 | 130 | 130 | 120 | 100 |

注：采用钢管时 C_h 值可如下取值：

- 1 给水、消火栓系统可取 $C_h = 100$ ；
- 2 自动喷水（喷雾）灭火系统可取 $C_h = 120$ ；
- 3 压力流（虹吸式）雨水系统可取 $C_h = 100$ ；
- 4 空调冷水开式系统可取 $C_h = 100$ ，空调冷水闭式系统可取 $C_h = 120$ 。

表 A.1.1-2 钢管、铸铁管计算内径（mm）

| 公称直径 DN | 钢管 | | | 铸铁管 | |
|---------|--------|---------------|---------------|------|---------------|
| | 内径 d | 计算内径 d_{j1} | 计算内径 d_{j2} | 内径 d | 计算内径 d_{j1} |
| 15 | 15.75 | 14.75 | 13.25 | 50 | 49 |
| 20 | 21.25 | 20.25 | 18.75 | 75 | 74 |
| 25 | 27.00 | 26.00 | 24.50 | 100 | 99 |
| 32 | 35.75 | 34.75 | 33.25 | 125 | 124 |
| 40 | 41.00 | 40.00 | 38.50 | 150 | 149 |
| 50 | 53.00 | 52.00 | 50.00 | 200 | 199 |
| 70 | 68.00 | 67.00 | 65.00 | 250 | 249 |
| 80 | 80.00 | 79.00 | 77.00 | | |
| 100 | 106.00 | 105.00 | 103.00 | | |
| 125 | 131.00 | 130.00 | 127.00 | | |
| 150 | 156.00 | 155.00 | 152.00 | | |
| 175 | 174.00 | 173.00 | 174.00 | | |
| 200 | 199.00 | 198.00 | 195.00 | | |
| 225 | 224.00 | 223.00 | 220.00 | | |

| | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--|--|
| 250 | 253.00 | 252.00 | 249.00 | | |
| 275 | 279.00 | 278.00 | 275.00 | | |

注：对于小于 300mm 的钢管和铸铁管应考虑锈蚀和沉垢对管道内径的影响，管道计算内径 d_j 宜如下取值：

- 1 补水进行软化的系统（例如采暖、空调热水管）可采用管道内径 d ；
- 2 补水不进行软化的冷水和常温水系统（例如给水、空调冷水、消防、雨水管道等）可采用计算内径 d_{j1} ；
- 3 补水不进行软化的热水系统（例如生活热水管道等），可采用计算内径 d_{j2} ；

表 A.1.1-3 热塑性塑料管通用壁厚与内径 (mm)

| 公称外径 d_n | | 管系列 | | | | | | | |
|---------------|--------|------|------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|------|
| | | S2 | S2.5 | S3.2 | S4 | S5 | S6.3 | S8 | S10 |
| 12 | 壁厚 | 2.4 | 2.0 | 1.7 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | 内径 d | 7.2 | 8.0 | 8.6 | 9.2 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| 16 | 壁厚 | 3.3 | 2.7 | 2.2 | 1.8(2.0) ^B | 1.5(1.8) ^A | 1.3(1.8) ^A | 1.3 | 1.3 |
| | 内径 d | 9.4 | 10.6 | 11.6 | 12.4(12) | 13(12.4) | 13.4(12.4) | 13.4 | 13.4 |
| 20 | 壁厚 | 4.1 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9(2.0) ^B | 1.5(1.9) ^A | 1.3 | 1.3 |
| | 内径 d | 11.8 | 13.2 | 14.4 | 15.4 | 16.2(16) | 17.0(16.2) | 17.4 | 17.4 |
| 25 | 壁厚 | 5.1 | 4.2 | 3.5 | 2.8 | 2.3 | 1.9(2.0) ^C | 1.5 | 1.3 |
| | 内径 d | 14.8 | 16.6 | 18.0 | 19.4 | 20.4 | 21.2(21) | 21.4 | 22.4 |
| 32 | 壁厚 | 6.5 | 5.4 | 4.4 | 3.6 | 2.9 | 2.4 | 1.9 | 1.6 |
| | 内径 d | 19 | 21.2 | 23.2 | 24.8 | 26.2 | 27.2 | 28.2 | 28.8 |
| 40 | 壁厚 | 8.1 | 6.7 | 5.5 | 4.5 | 3.7 | 3.0 | 2.4 | 2.0 |
| | 内径 d | 23.8 | 26.6 | 29 | 31 | 32.6 | 34.0 | 35.2 | 36.2 |
| 50 | 壁厚 | 10.1 | 8.3 | 6.9 | 5.6 | 4.6 | 3.7 | 3.0 | 2.4 |
| | 内径 d | 29.8 | 33.4 | 36.2 | 38.8 | 40.8 | 42.6 | 44.0 | 45.2 |
| 63 | 壁厚 | 12.7 | 10.5 | 8.6 | 7.1 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | 3.0 |
| | 内径 d | 37.6 | 42.0 | 45.8 | 48.8 | 51.4 | 53.6 | 55.4 | 57 |
| 75 | 壁厚 | 15.1 | 12.5 | 10.3 | 8.4 | 6.8 | 5.6 | 4.5 | 3.6 |
| | 内径 d | 44.8 | 50.0 | 54.4 | 58.2 | 61.4 | 63.8 | 66.0 | 67.8 |

注：1 此表根据《热塑性塑料管材通用壁厚表》（GB/T10798-2001）及各种管材标准整理。
2 括号内数字为下列管材考虑到刚性与连接的要求，壁厚增大后的尺寸：
A：PE-X管、B：PP-R及PE-RT管、C：PE-RT管。
3 S8 和 S10 系列以及外径为 d_{12} 的 S3.2 ~S10 系列均为 PB 管的壁厚，当需要考虑刚性时，也应增大壁厚，热熔时壁厚不应小于 1.9mm。

表 A.1.1-4 铝管搭接焊式铝塑复合管部分尺寸 (mm)

| 公称外径 d_n | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 75 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 参考内径 d | 8.3 | 12.1 | 15.7 | 19.9 | 25.7 | 31.6 | 40.5 | 50.5 | 59.3 |
| 铝管层最小壁厚 e_a | 0.18 | 0.18 | 0.23 | 0.23 | 0.28 | 0.33 | 0.47 | 0.57 | 0.67 |

注：摘自《铝塑复合压力管第一部分：铝管搭接焊式铝塑管》（GB/T 18997.1-2003）。

表 A.1.1-5 铝管对接焊式铝塑复合管部分尺寸 (mm)

| 公称外径 d_n | 16 | 20 | 25 (26) | 32 | 40 | 50 |
|-------------------|------|------|-------------|------|------|------|
| 参考内径 d | 10.9 | 14.5 | 18.5 (19.5) | 25.5 | 32.4 | 41.4 |
| 铝管层壁厚 e_a (公称值) | 0.28 | 0.36 | 0.44 | 0.6 | 0.75 | 1.0 |

注：摘自《铝塑复合压力管第二部分：铝管对接焊式铝塑管》

(GB/T 18997.2-2003)。

表 A.1.1-6 超薄壁不锈钢塑料复合给水管壁厚与内径 (mm)

| 公称外径 d_n | | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 75 | 90 | 110 | |
|------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PE 类 | 管壁总厚 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | |
| | 内径 d | 12 | 16 | 20 | 26 | 33 | 42 | 53 | 63 | 76 | 94 | |
| 聚氯类 | 管壁总厚 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | |
| | 内径 d | 13 | 17 | 21 | 27 | 35 | 44 | 56 | 67 | 81 | 100 | |
| 各 层 厚 度 | 不锈钢 | 0.25 | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | |
| | 粘接层 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | |
| | 塑料 | PE 类 | 1.65 | 1.65 | 2.12 | 2.60 | 3.05 | 3.40 | 4.35 | 5.30 | 6.20 | 7.15 |
| | | 聚氯类 | | | | | | 1.15 | 1.15 | 1.62 | 2.10 | 2.85 |

注：摘自《建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管管道工程技术规程》（CECS 135：2002）。

表 A.1.1-7 钢塑复合给水管计算内径与壁厚 (mm)

| 公称直径 DN | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 计算内 径 d_j | 衬塑钢管 | 12.8 | 18.3 | 24.0 | 32.8 | 38.0 | 50.0 | 65.0 | 76.5 | 102 | 128 | 151 |
| | 涂塑钢管 | 14.8 | 23.3 | 26.0 | 34.8 | 40.0 | 52.0 | 67.0 | 79.5 | 105 | 131 | 155 |
| 钢管层厚度 | | 2.75 | 2.75 | 3.25 | 3.25 | 3.50 | 3.50 | 3.75 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.50 |

注：摘自《建筑给水钢塑复合管管道工程技术规程》（CECS 125：2001）。

表 A.1.1-8 建筑给水铜管壁厚与内径 (mm)

| 公称 直径 DN | 管外径 | 钎焊、卡套、卡压连接 | | | | | | 沟槽连接 | |
|----------------|-----|-------------|------|-------------|------|-------------|------|------|------|
| | | 工作压力 1.0MPa | | 工作压力 1.6MPa | | 工作压力 2.5MPa | | 最小壁厚 | 计算内径 |
| | | 壁厚 | 计算内径 | 壁厚 | 计算内径 | 壁厚 | 计算内径 | | |
| 6 | 8 | 0.6 | 6.8 | 0.6 | 6.8 | | | | |
| 8 | 10 | 0.6 | 8.8 | 0.6 | 8.8 | | | | |
| 10 | 12 | 0.6 | 10.8 | 0.6 | 10.8 | | | | |
| 15 | 15 | 0.7 | 13.6 | 0.7 | 13.6 | | | | |
| 20 | 22 | 0.9 | 20.2 | 0.9 | 20.2 | | | | |
| 25 | 28 | 0.9 | 26.2 | 0.9 | 26.2 | | | | |
| 32 | 35 | 1.2 | 32.6 | 1.2 | 32.6 | | | | |
| 40 | 42 | 1.2 | 39.6 | 1.2 | 39.6 | | | | |
| 50 | 54 | 1.2 | 51.6 | 1.2 | 51.6 | | | 2.0 | 50 |
| 65 | 67 | 1.2 | 64.6 | 1.5 | 64 | | | 2.0 | 63 |
| 80 | 85 | 1.5 | 82 | 1.5 | 82 | | | 2.5 | 80 |
| 100 | 108 | 1.5 | 105 | 2.5 | 103 | 3.5 | 101 | 3.5 | 101 |
| 125 | 133 | 1.5 | 130 | 3.0 | 127 | 3.5 | 126 | 3.5 | 126 |
| 150 | 159 | 2.0 | 155 | 3.0 | 153 | 4.0 | 151 | 4.0 | 151 |
| 200 | 219 | 4.0 | 211 | 4.0 | 211 | 5.0 | 209 | 6.0 | 207 |
| 250 | 267 | 4.0 | 259 | 5.0 | 257 | 6.0 | 255 | 6.0 | 255 |
| 300 | 325 | 5.0 | 315 | 6.0 | 313 | 8.0 | 309 | 6.0 | 313 |

注：本表根据《建筑给水铜管管道工程技术规程》（CFCS171：2004）整理。

表 A.1.1-9 超薄不锈钢给水管壁厚与内径 (mm)

| 公称直 径 DN | I 系列卡压式管件连接 | | | II 系列卡压式管件连接 | | | 压缩式等管件 | | |
|-------------|-------------|-----|--------|--------------|-----|-------|--------|-----|--------|
| | 管外径 | 壁厚 | 计算内径 | 管外径 | 壁厚 | 计算内径 | 管外径 | 壁厚 | 计算内径 |
| 10 | | | | | | | 10.00 | | 8.80 |
| 15 | 18.00 | 1.0 | 16.00 | 15.88 | 0.6 | 14.68 | 14.00 | 0.6 | 12.80 |
| 20 | 22.00 | 1.2 | 19.60 | 22.22 | 0.8 | 20.62 | 20.00 | 0.8 | 18.80 |
| 25 | 28.00 | | 25.60 | 28.58 | | 26.98 | 25.40 | | 23.80 |
| 32 | 35.00 | 1.5 | 32.00 | 34.00 | 1.0 | 32.00 | 35.00 | 1.0 | 33.00 |
| 40 | 42.00 | | 39.00 | 42.70 | | 40.70 | 40.00 | | 38.00 |
| 50 | 54.00 | | 51.00 | 48.60 | | 46.60 | 50.00 | | 59.00 |
| 65 | 76.10 | | 73.10 | | | | 67.00 | 1.2 | 64.60 |
| 80 | 88.90 | 2.0 | 84.90 | | | | 76.10 | 1.5 | 73.10 |
| 100 | 108.00 | | 104.00 | | | | 102.00 | 2.0 | 99.00 |
| 125 | 133.00 | | 129.00 | | | | 133.00 | 2.0 | 129.00 |
| 150 | 159.00 | 3.0 | 153.00 | | | | 159.00 | 3.0 | 153.00 |

注： 1 本表根据《建筑给水薄壁不锈钢管管道工程技术规程》整理。
2 采用 II 系列卡压式管件连接， DN 大于 50mm 时，采用 I 系列卡压式管件连接。
3 管道工作压力为 1.6MPa。

A.1.2 生活热水管道沿程水头损失计算

生活热水管道单位长度沿程水头损失可采用公式 (A.1.1) 按给水系统进行计算，并乘以表 A.1.2 的温度修正系数（局部阻力也应相应修正）。

表 A.1.2 水头损失温度修正系数

| 水温 (°C) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 修正系数 | 1.0 | 0.94 | 0.90 | 0.86 | 0.82 | 0.79 | 0.77 | 0.75 | 0.73 | 0.72 |

注：生活热水应按计算管路的平均水温取值，一般宜取 50~55°C（按加热器出口 60°C，配水点水温 50°C 考虑），见 3.1 节的有关规定。

A.2 采暖和空调热水管道沿程水头损失计算

A.2.1 采用钢管时管道摩擦阻力系数 λ 的计算

1 层流区 ($Re \leq 2000$)

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (A.2.1-1)$$

2 紊流区 ($Re > 2000$)

1) 柯列勃洛克公式

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K/d_j}{3.72} \right) \quad (A.2.1-2)$$

2) 莫迪公式

$$\lambda = 0.0055 \left[1 + \left(20000 \frac{K}{d_j} + \frac{10^6}{Re} \right)^{1/3} \right] \quad (A.2.1-3)$$

3) 阿里特苏里公式

$$\lambda = 0.11 \left(\frac{K}{d_j} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25} \quad (\text{A.2.1-4})$$

注：莫迪公式和阿里特苏里公式为手算时采用的近似公式。

4) 雷诺数计算

$$Re = \frac{v \cdot d_j}{\gamma} \quad (\text{A.2.1-5})$$

公式 (A.2.1-1) ~ (A.2.1-5) 中

λ ——管段的摩擦阻力系数；

Re ——雷诺数；

d_j ——管子计算内径 (m)，见式 (A.1.1)；

K ——管壁的当量绝对粗糙度 (m)，采用钢管的室内采暖热水和闭式空调热水管路 $K = 0.2 \times 10^{-3} \text{m}$ ，室外供热管网 $K = 0.5 \times 10^{-3} \text{m}$ ；

v ——热媒在管内的流速 (m/s)；

γ ——热媒的运动粘滞系数 (m^2/s)，可按表 A.2.1 确定。

表 A.2.1 水的运动粘滞系数

| | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水温 (°C) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| γ ($10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$) | 1.792 | 1.519 | 1.308 | 1.140 | 1.007 | 0.897 | 0.804 | 0.727 |
| 水温 (°C) | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| γ ($10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$) | 0.661 | 0.605 | 0.556 | 0.477 | 0.415 | 0.367 | 0.328 | 0.296 |

注：空调采暖热水温度应考虑供暖水温的质调节，采用整个供暖期的平均水温；95/70°C 或 85/60°C 热水供暖时可取 60°C，60/50°C 空调热水时可取 50°C，采用热泵机组、地板采暖等低温热水时宜按实际供回水温度的平均值取值。

A.2.2 塑料管和内衬 (涂) 塑料管的摩擦阻力系数 λ ，可近似统一按下式计算：

$$\lambda = \left\{ \frac{1.312(2-b) \lg 3.7 \frac{d_j}{K} + \frac{b}{2} \lg Re_s - 1}{\lg \frac{3.7 d_j}{K}} \right\}^2 \quad (\text{A.2.2-1})$$

式中 $b = 1 + \frac{\lg Re}{\lg Re_z}$ (A.2.2-2)

$$Re_s = \frac{v \cdot d_j}{\gamma} \quad (\text{A.2.2-3})$$

$$Re_z = \frac{500d_j}{K} \quad (\text{A.2.2-4})$$

公式 (A.2.2-1) ~ (A.2.2-4) 中

λ —— 管段的摩擦阻力系数;

b —— 水的流动相似系数;

Re —— 实际雷诺数;

Re_z^s —— 阻力平方区的临界雷诺数;

K —— 管子的当量绝对粗糙度 (m), 对塑料管和内衬(涂)塑料管, $K=1 \times 10^{-5}$ (m);

d_j —— 同式 (A.1.1);

γ —— 同式 (A.2.1-5)。

A.2.3 管道沿程损失计算

$$H_i = \frac{L \lambda \rho v^2}{d_j 2} \quad (\text{A.2.3})$$

式中 H_i —— 计算管段的沿程水头损失 (kPa);

L —— 计算管段长度 (m);

λ —— 管段的摩擦阻力系数;

d_j —— 管子计算内径 (m), 见式 (A.1.1);

ρ —— 水的密度 (kg/m^3), 可按表 A.2.3 确定;

—— 热媒在管内的流速 (m/s)。

表 A.2.3 一个大气压下水的密度

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水温 (°C) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 密度 ρ (kg/m^3) | 1000 | 999.7 | 999.1 | 998.2 | 997.1 | 995.7 | 994.1 | 992.2 | 990.2 | 988.1 |
| 水温 (°C) | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 密度 ρ (kg/m^3) | 985.7 | 983.2 | 980.6 | 977.8 | 974.9 | 971.8 | 968.7 | 965.3 | 961.9 | 958.4 |

A.3 通风管道沿程水头损失计算

A.3.1 管道摩擦阻力系数 λ 的计算

采用柯列勃洛克公式:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K/d_e}{3.72} \right) \quad (\text{A.3.1})$$

A.3.2 管道沿程损失计算

$$\Delta P = L \frac{\lambda}{d_e} \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (\text{A.3.2})$$

公式 (A.3.1) 和 (A.3.2) 中

λ —— 管段的摩擦阻力系数;

d_e —— 风管当量直径 (m), 对于圆形风管 $d_e = d$, 对于矩形风管 $d_e = \frac{2ab}{a+b}$,

d —— 圆形风管直径 (mm),

a 、 b —— 矩形风管宽、高 (mm);

K —— 风管的当量绝对粗糙度 (m), 钢板风道 $K = 0.15 \times 10^{-3}$ m, 表面光滑的砖风道 $K = 4 \times 10^{-3}$ m, 混凝土风道 $K = 1.5 \times 10^{-3}$ m, 其他风道应按产品说明确定;

R_e —— 雷诺数, 按公式 (A.2.1-5) 进行计算, 其中; 空气的运动粘滞系数 γ 在标准状态时为 15.06×10^{-6} m²/s ;

ΔP —— 计算管段的沿程水头损失 (kPa);

L —— 计算管段长度 (m);

ρ —— 空气的密度 (kg/m³), 在标准状态时为 1.2Kg/m³;

v —— 空气在管内的流速 (m/s)。

A.4 燃气管道沿程水头损失计算

A.4.1 管道摩擦阻力系数 λ 的计算

采用柯列勃洛克公式:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2.51}{R_e \sqrt{\lambda}} + \frac{K/d}{3.72} \right) \quad (\text{A.4.1-1})$$

A.4.2 管道沿程损失计算

$$\Delta P = 6.26 \times 10^{-5} \lambda \frac{Q^2}{d^5} \frac{T}{T_0} L \quad (\text{A.4.1-2})$$

式中 λ —— 燃气管道的摩擦阻力系数;

K —— 管壁内表面当量粗糙度 (mm), 对钢管: 输送天然气和气态液化石油气时取 $K = 0.1\text{mm}$, 输送人工煤气时取 $K = 0.15\text{mm}$;

d —— 管道内径 (mm);

R_e —— 雷诺数, 按公式 (A.2.1-5) 进行计算, 其中燃气的运动粘滞系数:

人工煤气取 $\gamma = 25 \times 10^{-6}$ (m²/s)

天然气取 $\gamma = 15 \times 10^{-6}$ (m²/s)

ΔP —— 燃气管道摩擦阻力损失 (Pa);

Q —— 燃气管道的计算流量 (m³/h);

ρ —— 燃气密度 (kg/Nm³);

T —— 燃气绝对温度 (K);

T_0 273.15 (K) ;

L —— 燃气管道的计算长度 (m) ;

A.5 管道内流体流速推荐值

进行管道水力计算时, 管道内流体流速应符合相关规定, 其推荐数值见表

A.5-1 和表 A.5-2。

表 A.5-1 管道内水流速推荐值 (m/s)

| 系统和管道名称 | | 公称直径 DN(mm) | | | | | | | | | |
|----------|---------|-------------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------------|-------------|----|-----------|--|
| | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 ≥ 150 | |
| 室内生活给水 | 管网支干管 | ≤ 1.0 | | | ≤ 1.2 | | | ≤ 1.5 | | ≤ 1.8 | |
| | 水泵吸水管 | — | — | — | — | — | 1.0 ~ 1.2 | | | | |
| | 水泵出水管 | — | — | — | — | — | 1.5 ~ 2.0 | | | | |
| 生活热水管 | | ≤ 0.8 | | | ≤ 1.0 | | | ≤ 1.2 | | | |
| 饮用净水管 | | 0.6 ~ 1.0 | | | | 1.0 ~ 1.5 | | | | | |
| 市政直供 | 生活给水管 | — | — | — | — | — | 1.0 ~ 1.5 | | | | |
| | 生活消防合用管 | — | — | — | — | — | 1.5 ~ 2.0 (2.5) | | | | |
| 消防 | 水泵吸水管 | — | — | — | — | — | — | 1.0 ~ 1.6 | | | |
| | 水泵出水管 | — | — | — | — | — | — | 1.5 ~ 2.0 | | | |
| | 室内消火栓管 | — | — | — | — | — | — | ≤ 2.0 (2.5) | | | |
| | 自动喷水灭火管 | ≤ 5 (10) | | | | | | | | | |
| 室内采暖 | 特殊安静房间 | ≤ 0.5 | ≤ 0.65 | ≤ 0.8 | ≤ 1.0 | ≤ 1.0 | ≤ 1.0 | | | | |
| | 一般房间 | ≤ 0.8 | ≤ 1.0 | ≤ 1.2 | ≤ 1.4 | ≤ 1.8 | ≤ 2.0 | | | | |
| 室内空调冷热水管 | | — | ≤ 0.8 | | ≤ 1.0 | | ≤ 1.2 | ≤ 1.5 | | ≤ 2.0 | |
| 室外热力管 | | — | — | — | 0.5 ~ 1.0 | | 1.0 ~ 2.0 | | | 2.0 ~ 3.0 | |
| 压力排水管 | | — | — | — | — | — | (0.7) ~ 2.0 | | | | |
| 雨水管 | 虹吸式悬吊管 | — | — | — | — | — | ≥ 1 | | | | |
| | 虹吸式立管 | — | — | — | — | — | — | — | — | ≤ 10 | |
| | 排出管 | — | — | — | — | — | — | — | — | ≤ 1.8 | |
| 系统和管道名称 | | 公称直径 DN(mm) | | | | | | | | | |
| | | ≤ 100 | 150 | 200 | 250 | 300 ~ 500 | > 500 | | | | |
| 空调冷热水干管 | | — | — | ≤ 2.0 | | | ≤ 2.5 | ≤ 3.0 | | | |
| 冷却水 | 水泵吸水 | 接集水箱 | 0.6 ~ 0.8 | | 0.8 ~ 1.2 | | | | | | |
| | | 接干管 | 1.0 ~ 1.2 | | | | 1.5 ~ 2.0 | | | | |
| | 水泵出水管 | | 1.2 ~ 1.5 | | | | 1.5 ~ 2.0 | | | | |
| | 干管 | | 1.5 ~ 2.0 | | | | 2.0 ~ 2.5 | 2.5 ~ 3.0 | | | |

注: 括号内数字为不得超过的最大流速, 或不得小于的最小流速。

表 A.5-2 风管内风速推荐值 (m/s)

| 系统和管道名称 | | 噪声级 [dB (A)] | | | |
|--------------|----------|------------------|---------|---------|---------|
| | | 25 ~ 35 | 35 ~ 50 | 50 ~ 65 | 65 ~ 85 |
| 一般通风 空调管道 | 风机与消声器之间 | 同干管, 也可采用 8 ~ 10 | | | |
| | 干管 | 3 ~ 4 | 4 ~ 6 | 6 ~ 8 | 8 ~ 12 |

| | | | | | |
|--------------------|-------|-----------|-----|------|------|
| | | ≤ 2 | 2~3 | 3~ 5 | 5~ 8 |
| 厨房排油烟管道 | | (8) ~ 10 | | | |
| 防排烟 | 混凝土管道 | ≤ 15 | | | |
| | 金属管道 | ≤ 20 | | | |
| 注：括号内数字为不得小于的最小流速。 | | | | | |

附录 B 塑料管材的选择

B.1 热塑性塑料管材的选择

B.1.1 确定管材的使用条件等级

应根据工程使用性质，参照表 B.1.1 确定管材的使用条件等级。地板辐射采暖系统应采用使用条件等级 4，供水温度在 85℃以下的散热器采暖系统应采用使用条件等级 5，生活热水系统采用等级 1 或等级 2。

表 B.1.1 使用条件级别

| 级别 | 正常操作温度 | | 工作温度 | | 故障温度 | | 应用举例 |
|----|---------|--------|---------|--------|-------|--------|--------------|
| | 温度 (°C) | 时间 (Y) | 温度 (°C) | 时间 (Y) | 温度 °C | 时间 (h) | |
| | 20 | 50 | | | | | 冷水 |
| 1 | 60 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | 生活热水 (60°C) |
| 2 | 70 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | 生活热水 (70°C) |
| 3 | 30 | 20 | 50 | 4.5 | 65 | 100 | 地板下的低温供热 |
| | 40 | 25 | | | | | |
| 4 | 40 | 20 | 70 | 2.5 | 100 | 100 | 地板下供热和低温采暖 |
| | 60 | 25 | | | | | |
| | 20 | 2.5 | | | | | |
| 5 | 60 | 25 | 90 | 1 | 100 | 100 | 较高温度采暖 |
| | 80 | 10 | | | | | |
| | 20 | 14 | | | | | |

注：1 本表摘自《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》(GB/T 18991-2003)。

2 表中所列的使用条件级别的管道系统同时应满足 20℃、1.0MPa 下输送冷水具有 50年使用寿命的要求。

3 北京地区每年采暖时间至多为半年，其采暖供水温度随室外气温进行调节，在 50年中各种水温下的采暖时间为 25年。不采暖季节的水温均取 20℃，累积也为 25年。

4 北京地区低温热水地板辐射采暖系统供水温度范围与使用条件等级 4基本相同，但使用时间累积只有 25年，与等级 4在正常操作温度 40℃和 60℃时，累积使用时间为 45年相比，使用条件非常有利，故按 4级条件选择管材是非常安全的。3级已基本上不被采用。

5 使用条件等级 5是在正常操作温度 80℃时使用时间为 10年，60℃时为 25年。北京地区，散热器采暖系统设计供回水温度为 85/60℃时，正常操作温度时的使用年限如下：85℃— 6年、80℃— 3年、60℃— 7年；经换算，相当于 80℃— 9.6年，60℃— 25年，20℃— 14.4年；这种使用条件下与使用条件等级 5基本相同。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/98804600026006032>