

文章编号:1005-0523(2000)01-0007-05

关于自动喷水灭火系统管径的设计

王全金, 管晓涛

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 在自动喷水灭火系统设计中, 系统配水管网管径的设计是十分重要的, 它不仅关系到整个系统的造价, 更关系到系统消防的安全性。通过算例分析, 说明了管径设计参数——设计流速不大于 3 m/s, 设计比较安全、经济、合理。

关键词: 自动喷水; 管径; 流速; 作用面积

中图分类号: TU991.33 **文献标识码:** A

0 引言

自动喷水灭火系统在国外已有近百年的历史, 使用已很普遍, 但在我国是从 70 年代末期才开始逐渐推广使用。目前我国安装自动喷水灭火系统的建筑, 都是重要、火灾危险性大、发生火灾后损失严重的民用和工业建筑。如何使自动喷水灭火系统的设计更安全、经济、合理, 是我国给排水工作者几年来所探索的一个重要问题。

自动喷水灭火系统最主要的组成部分是配水管道, 而配水管道管径的确定, 不仅影响到整个系统的造价, 更关系到系统消防的安全性。在流量确定的条件下, 流速是确定管径的重要参数, 《自动喷水灭火系统设计规范》规定, 自动喷水灭火系统配水管道设计流速 $\leq 5\text{m/s}$, 很多工程技术人员以此为控制参数来确定管径。这样确定的配水管支管管径往往偏小, 管网水头损失大。造成在设计流量下, 喷头实际保护面积满足不了规范有关作用面积的要求。另外, 由于管径小, 管网水头损失大, 消防水泵扬程大, 喷头喷水极不均匀, 其出水量必然过大, 将迅速用完消防贮水。

笔者通过算例说明配水支管设计流速按 $\leq 3\text{m/s}$ 设计, 才能满足规范有关作用面积的要求。尤其是水力计算采用作用面积估算法时更应严格控制流速。同时提出管径设计参考值, 供设计参考。

1 配水管径设计参数的确定

自动喷水系统配水管道管径是通过水力计算确定的, 水力计算公式

$$q = K \sqrt{H} \quad (1)$$

收稿日期: 1999-08-27; 修订日期: 1999-03-26

中国知网 <https://www.cnki.net>

作者简介: 王全金 (1956—), 女, 河南获嘉人, 华东交通大学副教授。

式中: q 为喷头出水量, $L \cdot s^{-1}$; H 为喷头工作压力, mH_2O ; K 为喷头流量特性系数, $K = 0.42$ ($DN = 15$ mm, 玻璃球喷头)。

水泵的扬程

$$H_b = Z + \sum h + h_p + h_k \quad (2)$$

式中: Z 为最不利喷头与吸水池最低水位高程差, m ; $\sum h$ 为计算管路总水头损失, m ; h_p 为最不利喷头的工作压力, m ; h_k 为报警阀水头损失, m [13]

自动喷水系统管网水力计算方法有沿途计算法和作用面积计算法 [13] 种计算方法不同之处是:作用面积计算法是假定在作用面积内各喷头节点的出水量相等,计算简便 [13] 而实际喷头的出水量与喷头节点的水压力有关,如式(1)所示,各喷头节点的水压不相同,故各喷头的出水量是不相等的,尤其是管径较小,管道水头损失较大时,喷头出水量差值越大 [13] 沿途计算法是按公式(1)逐个计算作用面积内各喷头的出流量,故计算较准确合理 [13] 本文将举一算例,在文献[1]中,采用了作用面积计算法,笔者在本文中采用沿途计算法进行复核,看其设计的管径在设计流量条件下,实际喷头工作面积是否满足规范要求 [13]

例:某办公大楼,建筑高度 36 m,地下一层,按高规要求,在走廊、办公室及地下室设喷头保护 [13] 系统按中危险级,玻璃球闭式喷头保护,采用临时高压供水,管网水力计算见图 1 [13]

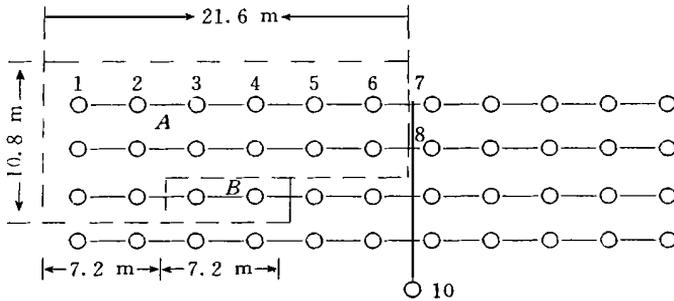


图1 管网水力计算简图

规范中危险级作用面积 $200 m^2$, 计算流量 $20 l/s$ 表 1 为作用面积计算法计算结果 [1]。

表 1 作用面积计算法计算结果

| 管段编号 | 计算流量 / $L \cdot s^{-1}$ | 流速 / $m \cdot s^{-1}$ | 管径 / mm | 沿程水头损失 / m |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------|------------|
| 2 - 1 | 1.33 | 2.50 | 25 | 2.77 |
| 3 - 2 | 2.66 | 2.79 | 32 | 2.38 |
| 4 - 3 | 3.99 | 4.19 | 32 | 5.36 |
| 5 - 4 | 5.32 | 4.26 | 40 | 4.54 |
| 6 - 5 | 6.65 | 3.13 | 50 | 1.76 |
| 7 - 6 | 7.98 | 3.75 | 50 | 1.28 |
| 8 - 7 | 7.98 | 3.75 | 50 | 2.56 |
| 9 - 8 | 14.63 | 2.98 | 80 | 0.90 |
| 10 - 9 | 21.28 | 2.45 | 100 | 3.6 |
| 水池最低 水位 - 10 | 26.00 | 1.41 | 150 | 0.10 |

如设计管径不变,按沿途法进行复核,其水力计算表如下¹⁹。

表 2 沿途法水力计算结果

| 节点 | 管段 | 管长 /m | 喷头处 水压 /m | 喷头处 流量 /(L·s ⁻¹) | 管道 流量 /(L·s ⁻¹) | 流速 /(m·s ⁻¹) | 管径 /mm | 管道比阻 | 沿程水 头损失 /m |
|----|-----------------------|----------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------------|
| 1 | | | 10 | 1.33 | | | | | |
| | 2-1 | 3.6 | | | 1.33 | 2.50 | 25 | 0.4367 | 2.78 |
| 2 | | | 12.78 | 1.50 | | | | | |
| | 3-2 | 3.6 | | | 2.83 | 2.97 | 32 | 0.093 86 | 2.70 |
| 3 | | | 15.48 | 1.65 | | | | | |
| | 4-3 | 3.6 | | | 4.48 | 4.70 | 32 | 0.093 86 | 6.78 |
| 4 | | | 22.26 | 1.98 | | | | | |
| | 5-4 | 3.6 | | | 6.46 | 5.17 | 40 | 0.044 53 | 6.69 |
| 5 | | | 28.95 | 2.26 | | | | | |
| | 6-5 | 3.6 | | | 8.72 | 4.10 | 50 | 0.011 08 | 3.03 |
| 6 | | | 31.98 | 2.38 | | | | | |
| | 7-6 | 1.8 | | | 11.10 | 5.21 | 50 | 0.011 08 | 2.46 |
| | 8-7 | 3.6 | | | 11.10 | 5.21 | 50 | 0.011 08 | 4.92 |
| | 9-8 | 3.6 | | | 22.97 | 4.69 | 80 | 0.001 168 | 2.22 |
| | 10-9 | 3.6 | | | 26 | 2.99 | 100 | 0.000 268 | 5.42 |
| | 水池 最低 水位 -10 | 48 | | | 26 | 1.38 | 150 | 0.000 033 | 1.10 |
| 合计 | | | | | | | | | 38.09 |

喷头实际保护面积最大为(图 1 中 A 面积)

$$F = 7.2 \times 21.6 + 3.6 \times 7.2 = 181.44 \text{ m}^2 < 200 \text{ m}^2$$

水泵扬程

$$H_b = Z + \sum h_l + h_p + h_k = 38.5 + 1.2 \times 38.09 + 0.59 + 10 = 94.8 \text{ mH}_2\text{O}$$

由计算结果可见,喷头的实际最大保护面积(181.44 m²) 小于规范规定值(200 m²),且管网水头损失大,喷头喷水极不均匀(最小值 1.33 L/s,最大值 2.38 L/s),消防水泵扬程大¹⁹。

在满足喷头喷水强度的条件下,在规定的流量的条件下,为使设计能满足规范有关作用面积的规定,使设计安全、合理,应调整设计参数¹⁹现将设计流速控制在 3 m/s 以内,按沿途法计算,则得出以下结果.参见表 3¹⁹。

喷头实际保护最大面积(图 1 中 A + B 的面积)

$$F = 7.2 \text{ m} \times 21.6 \text{ m} + 3.6 \text{ m} \times 14.4 \text{ m} = 207.36 \text{ m}^2 > 200 \text{ m}^2$$

水泵扬程

$$H_b = Z + \sum h_l + h_p + h_k = 38.5 + 1.2 \times 10.8 + 0.59 + 10 = 62.05 \text{ (mH}_2\text{O)} .$$

喷头的实际最大保护面积(207.36 m²) 大于规范规定值(200 m²),且管网水头损失较小,喷头喷水不均匀性较小(最小值 1.33 L·s⁻¹,最大值 1.79 L·s⁻¹),消防水泵扬程较小¹⁹可见此

表3 沿途法水力计算结果(设计流速 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

| 节点 | 管段 | 管长 /m | 喷头处 水压 /m | 喷头处 流量 /($\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$) | 管道 流量 /($\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$) | 流速 /($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) | 管径 /mm | 管道比阻 | 沿程水 头损失 /m |
|----|------------------------|-------|-----------------|--|---|---|-----------|-----------|------------------|
| 1 | | | 10 | 1.33 | | | | | |
| | 2 - 1 | 3.6 | | | 1.33 | 2.5 | 25 | 0.436 7 | 2.78 |
| 2 | | | 12.78 | 1.37 | | | | | |
| | 3 - 2 | 3.6 | | | 2.70 | 2.97 | 32 | 0.093 86 | 2.70 |
| 3 | | | 15.48 | 1.65 | | | | | |
| | 4 - 3 | 3.6 | | | 4.48 | 2.1 | 50 | 0.011 08 | 0.80 |
| 4 | | | 16.28 | 1.69 | | | | | |
| | 5 - 4 | 3.6 | | | 6.17 | 2.9 | 50 | 0.011 08 | 1.52 |
| 5 | | | 17.80 | 1.77 | | | | | |
| | 6 - 5 | 3.6 | | | 7.94 | 1.62 | 50 | 0.011 68 | 0.27 |
| 6 | | | 18.07 | 1.79 | | | | | |
| | 7 - 6 | 1.8 | | | 9.73 | 1.98 | 80 | 0.001 168 | 0.20 |
| | 8 - 7 | 3.6 | | | 9.73 | 1.98 | 80 | 0.001 168 | 0.40 |
| | 9 - 8 | 3.6 | | | 19.57 | 2.25 | 100 | 0.000 268 | 0.37 |
| | 10 - 9 | 3.6 | | | 26 | 2.99 | 100 | 0.000 268 | 0.65 |
| | 水池 最低 水位 - 10 | 48 | | | 26 | 2.99 | 100 | 0.000 268 | 1.10 |
| 合计 | | | | | | | | | 10.8 |

设计较安全合理^[13]

笔者推荐中危险等级的设计可按表4估算配水管管径^[13]

表4 中危险等级

| 喷头数 | 1 | 2 | 3 ~ 4 | 5 ~ 9 | ≥ 10 |
|--------|----|----|-------|-------|-----------|
| 管径 /mm | 32 | 40 | 50 | 80 | 100 |

2 结束语

通过计算分析,说明自动喷水灭火系统的配水管道管径设计的大小,关系到系统喷头实际保护面积的大小,关系到消防的安全性等^[13]通过计算表明,对中危险等级的系统,配水管的设计流速如果按不大于 5 m/s 设计,虽然其管材较省,但喷头的实际保护面积满足不了规范作用面积的规定,即满足不了控制灭火的最低要求^[19]而配水支管的设计流速按不大于 3 m/s 设计,则恰好能满足规范作用面积的要求,且根据这个流速设计的配水管网水头损失较小,消防水泵的扬程较小,喷头出水不均匀性较小,消防贮水量可得到合理使用^[19]在管道设计时,设计流速愈接近 3 m/s 愈经济合理^[19]

[参 考 文 献]

- [1] 刘文镜主编¹⁹.给水排水工程快速设计手册[M]¹⁹.北京:中国建筑工业出版社,1990¹⁹.
- [2] 太原工业大学¹⁹.建筑给水排水工程[M]¹⁹.北京:中国建筑工业出版社,1993¹⁹.
- [3] 朗嘉辉编著¹⁹.建筑给水排水工程[M]¹⁹.重庆:重庆大学出版社,1997¹⁹.

On Design of Pipe Diameter for Automatic Sprinkling Fire Extinguisher

WANG Quan-jin, GUAN Xiao-tao

(College of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In designing an automatic sprinkling fire extinguisher system, it is very important to design the pipe diameters in a pipeline network of water supply system, which is related not only to the costs of the whole system but also to the safety of fire extinguisher system. By analyzing examples, it is demonstrated that the design is safe, economical and reasonable when the design parameter of pipe diameter fluid velocity designed is less than 3 m/s .

Key words: automatic sprinkling; diameter of pipes; velocity of fluid; acting area