



# 火灾时建筑消防水池补水量的合理计算

陈礼洪

(福建工程学院 环境与设备系, 福州 350007)

摘要: 在消防水池补水量的计算方面, 设计人员通常采用假定进水管流速的方法来计算, 这种计算方法缺乏理论依据, 其计算所得结果必然影响消防给水系统的安全性、投资。从理论上探讨了补水量合理计算的问题, 并推导出补水量的计算公式, 简化了水力计算, 计算结果也更合理。

关键词: 消防水池; 补水量; 合理计算; 计算公式

中图分类号: TU821.7 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2005)01-0084-02

水源是影响火灾扑救效果的主要因素, 足够的水量是可靠的消防给水系统扑救火灾的前提和保障。为保证消防用水, 《建筑设计防火规范》(GBJ 16-87(2001 年版))(以下称《建规》)第 8.3.3 条及《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045-95)(以下称《高规》)第 7.3.2 条均明确了设置消防水池的条件。在过去很长的一段时间, 由于我国城市市政给水管网不够完善, 供水安全性低, 为保证火灾时消防用水的需要, 许多建筑都设置了消防水池。大体积的消防水池不但占用了建筑面积, 增加了投资, 还影响水质, 且定期的换水既浪费水资源, 又增加建筑日常的管理费用。因此, 在保证消防用水的前提下如何减小消防水池的容积一直是给排水设计人员思考和探讨的问题。《建规》第 8.3.4 条第二点及《高规》条文说明中第 7.3.3 条第二点说明: “当在火灾情况下能保证连续送水时, 消防水池的容量可减少火灾延续时间内补充的水量”。笔者认为: 随着我国各城市市政给水管网的不断完善, 市政供水可靠性的不断提高, 许多工程项目已能满足规范要求的火灾时能保证连续送水的条件, 消防灭火时可利用市政给水管网补充消防用水。这样, 既可减小消防水池容积, 又可避免消防灭火出现超水量时, 就近没有水源消防车需远距离运水的情况。

当市政给水管网满足火灾情况下连续送水的条件时, 合理的确定补水量大小是问题的关键。在具体设计时, 由于影响补水量大小的因素较多, 计算较复杂, 许多手册<sup>[1]</sup>、教材<sup>[2]</sup>的计算实例及设

计人员都是假定进水管流速来计算补水量, 这种计算方法显然缺乏依据, 其计算所得补水量的合理性也就值得质疑。为便于设计人员合理确定补水量, 简化水力计算, 笔者通过理论推导方法来探讨补水量合理计算的问题。

## 1 补水量的理论计算

为便于公式推导, 根据工程中常用的水池进水方式进行探讨(消防水池进水管原理见图 1)。

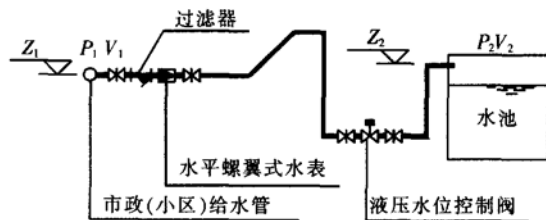


图 1 消防水池进水管原理

列接管点处与水池进水管出水口处能量方程:

$$Z_1 + P_1/\gamma + v_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + v_2^2/2g + h_w/10 \quad (1)$$

式中:  $Z_1, Z_2$ ——进水管接管点处、出水口处位置水头, m;

$P_1/\gamma, P_2/\gamma$ ——进水管接管点处、出水口处压强水头, m;

$v_1^2/2g, v_2^2/2g$ ——进水管接管点处、出水口处流速水头, m;

$h_w$ ——进水管水头损失, kPa;

(1)式整理得:

$$10 \times v_2^2/2g + h_w = 10 \times (Z_1 - Z_2) + 10 \times (P_1/\gamma - P_2/\gamma) + 10 \times v_1^2/2g \quad (1a)$$



式中： $10 \times (P_1/\gamma - P_2/\gamma)$ 即为市政(小区)给水管接管点处可利用最低水头  $H$  (kPa)；市政(小区)给水管流速水头  $v_1^2/2g$  均大于 0，因此，可忽略  $v_1^2/2g$ ，则(1a)式可简化为：

$$10 \times v_2^2/2g + h_w = H + 10 \times (Z_1 - Z_2) \quad (1b)$$

令： $H + 10 \times (Z_1 - Z_2) = H_0$  为综合可利用最低水头，kPa；

则(1b)式可简化为：

$$10 \times v_2^2/2g + h_w = H_0 \quad (1c)$$

$$\text{又：} h_w = h_{\text{沿}} + h_{\text{局}} + h_{\text{水表}} \quad (2)$$

式中： $h_{\text{沿}}$ ——进水管沿程水头损失，kPa；

$h_{\text{局}}$ ——进水管上各管件局部水头损失 kPa，其值可按当量长度计算（各管件当量长度可参照有关手册<sup>[3]</sup>和规范<sup>[4]</sup>，其中液位控制阀可参照流态相近的截止阀的当量长度值）；

$h_{\text{水表}}$ ——水表水头损失，kPa，可按

$$h_{\text{水表}} = 30Q_g^2/Q_{\text{max}}^2 \text{ 计算}^{[5-6]}。$$

$$\text{则：} h_w = i \times L + 30Q_g^2/Q_{\text{max}}^2 \quad (2a)$$

式中： $i$ ——管道单位长度水头损失，kPa/m；可按(3)式计算：

$$i = 10.5 C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} q_g^{1.85} = 2.77 \times 10^{-5} C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} Q_g^{1.85} \quad (3)$$

$L$ ——管道计算长度(包括管件当量长度)，m；

$q_g, Q_g$ ——进水管设计流量， $q_g$  单位为  $\text{m}^3/\text{s}$ ， $Q_g$  单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$Q_{\text{max}}$ ——水表超载流量(最大流量)， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$d_j$ ——管道计算内径，m；

$C_h$ ——海澄-威廉系数。各种塑料管、内衬(涂)塑管  $C_h = 140$ ；铜管、不锈钢管  $C_h = 130$ ；衬水泥、树脂铸铁管  $C_h = 130$ ；普通钢管、铸铁管  $C_h = 100$ 。

将(2a)式和(3)式代入(1c)式得：

$$10 \times v_2^2/2g + 2.77 \times 10^{-5} C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} Q_g^{1.85} \times L + 30Q_g^2/Q_{\text{max}}^2 = H_0 \quad (4)$$

$$\text{又：} v_2 = 4q_g/\pi d_j^2 = 3.54 \times 10^{-4} Q_g d_j^{-2} \quad (5)$$

将(5)式代入(4)式得：

$$6.39 \times 10^{-8} Q_g^2 d_j^{-4} + 2.77 \times 10^{-5} C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} Q_g^{1.85} \times L + 30Q_g^2/Q_{\text{max}}^2 = H_0 \quad (6)$$

通常， $Q_g > 1$ ，所以， $Q_g^2 > Q_g^{1.85}$ ，因此用  $Q_g^2$  替代(6)式中的  $Q_g^{1.85}$  对计算结果有利，则(6)式可简化为：

$$Q_g = H_0^{0.5} \times (6.39 \times 10^{-8} d_j^{-4} + 2.77 \times 10^{-5} C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} \times L + 30/Q_{\text{max}}^2)^{-0.5} \quad (6a)$$

考虑到理论计算与实际的差异以及未考虑到的其它因素，将式(6a)计算结果乘以一个小于 1

的安全系数  $k$ ， $k$  值的大小可根据具体工程的实际情况确定，通常可取  $k = 0.8 \sim 0.9$ 。这样可得式(6b)：

$$Q_g = k \times H_0^{0.5} \times (6.39 \times 10^{-8} d_j^{-4} + 2.77 \times 10^{-5} C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} \times L + 30/Q_{\text{max}}^2)^{-0.5} \quad (6b)$$

式(6b)可作为消防水池火灾时补水量的理论计算公式，具体工程应用时，根据相应的条件(管材、水表型号)、综合可利用最低水头  $H_0$  和计算管长  $L$  便可求得补水量。

值得注意的是，在使用公式(6b)计算补水量时，应校核水表过载流量和进水管流速是否满足规范要求。通常情况下小时补水量不宜大于水表的过载流量，补水时进水管流速不宜大于  $2.5 \text{ m/s}$ ，若不能符合上述要求时，宜调整水表口径和进水管管径，使其满足规范要求。

## 2 建议

① 工程上有条件时，应充分利用市政给水管网的补水能力来减小消防水池容积和解决消防灭火出现超水量时需远距离运水的问题。

② 由式(6b)可知，当综合可资用最低水头  $H_0$  一定时，补水量大小随进水管管径的增大而增大，因此，有条件时尽可能放大进水管管径(但应小于市政给水干管)。

③ 为方便使用，可根据式(6b)编制成水力计算表。为了便于表的通用性，编制时取  $k = 1.0$ 。使用时，根据相应的条件(管材、水表型号)、综合可资用最低水头  $H_0$  和计算管长  $L$  便可查得一个补水量值，将查得的补水量值乘以该工程的安全系数  $k$ ，所得计算结果为进水管单位时间内能向消防水池补充的水量。

## 参考文献：

- [1] 刘文镜. 给水排水工程快速设计手册 3[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1999.
- [2] 王增长. 建筑给水排水工程(第四版)[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1998.
- [3] 黄晓家，姜文源. 自动喷水灭火系统设计手册[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.
- [4] GB 50084-2001，自动喷水灭火系统设计规范[S].
- [5] JJG 258-88，中华人民共和国国家计量检定规程——水平螺旋式水表[S].
- [6] 鞠远和，菊丽红. 水表水头损失的计算和水表公称直径的选择[J]. 青岛建筑工程学院学报，1995，16(1)：45-49.

作者简介：陈礼洪(1969-)，男，福建浦城人，高级工程师(讲师)，全国注册监理工程师，在职硕士研究生，(电话)0591-3560954(电子信箱)jfceclh@163.com。