

镀锌钢管沿程水头损失计算的试验研究

陈礼洪¹ 程宏伟² 蔡礼权¹ 董斌¹ 陈鲲¹

(1 福建工程学院环境与设备系,福州 350007; 2 福建省建筑设计研究院,福州 350001)

摘要 目前国内规范推荐的计算镀锌钢管沿程水头损失的公式包括舍维列夫公式和海澄 - 威廉公式,但其计算结果之间存在较大差异。通过试验分析探讨了舍维列夫公式和海澄 - 威廉公式用于镀锌钢管沿程水头损失计算的适用性,提出了海澄 - 威廉公式($C=100$)更适合于镀锌钢管沿程水头损失计算。

关键词 舍维列夫公式 海澄 - 威廉公式 水头损失

Experimental research on hydraulic calculation of galvanized steel pipeline

Chen Li-hong¹, Cheng Hong-wei², Cai Li-quan¹, Dong Bin¹, Chen Kun¹

(1. Department of Environment and Equipment Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350007, China; 2. Fujian Architecture Design and Research Institute, Fuzhou 350001, China)

Abstract: For hydraulic calculation of galvanized steel pipeline, two formulae composed by Shieveliev F A and Hazen-Williams are always recommended in this country. The results calculated by these two formulas are not very approximated. We examined the results of these two formulas by way of experimental research and believed that the result of Hazen-Williams formula (when $C=100$) might be more convenient to the galvanized steel pipeline.

Keywords: Shieveliev F A formula; Hazen-Williams formula; Head loss

1 试验目的

对给水管材沿程水头损失的计算,多采用经验公式。用于镀锌钢管沿程水头损失计算的经验公式主要有式(1)(舍维列夫公式)^[1]和式(2)(海澄 - 威廉公式)^[2]。舍维列夫公式只能用于镀锌钢管沿程损失的计算,而海澄 - 威廉公式可适用于不同的管材(需根据不同的管材取不同的海澄 - 威廉系数)。在现行规范中,《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)推荐采用海澄 - 威廉公式计算镀锌钢管沿程水头损失,并明确海澄 - 威廉系数 $C=100$;《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2001)规定镀锌钢管沿程水头损失应按舍维列夫公式计算。当海澄 - 威廉系数 $C=100$ 时,海澄 - 威廉公式计算值比舍维列夫公式计算值小很多,且流量越大,差值越大。水头损失计算结果的精确程度直接关系到供

水系统的安全性和运行费用。因此,对于镀锌钢管水头损失的计算,哪个公式计算的结果更精确是值得思考和验证的。为此,进行了此项试验研究。

$$i = 0.0107 \frac{v^2}{d_j^{1.3}} = 0.01736 \frac{Q^2}{d_j^{5.3}} \quad (1)$$

$$i = 105 C^{-1.85} d_j^{4.87} Q^{1.85} \quad (2)$$

式中 i ——单位长度管道的水头损失, kPa/m;

v ——流速, m/s;

Q ——流量, m³/s;

d_j ——管道计算内径, m;

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

2 试验方法

2.1 试验装置

试验装置如图 1 所示,试验设备包括容量 3 m^3 的水箱 1 个、立式水泵 1 台(型号 65DL-2, $Q=30\text{ m}^3/\text{h}$, $H=32\text{ m}$)、DN50 B 涡轮流量计(包括传感器) 1 台、测压计 1 台。测试对象为使用年限 18 年的 DN32、DN40、DN70 三种规格的给水镀锌钢管,测试管上的测压管间距均为 2 000 mm。为保证水箱水位的稳定,出水管的水回流到水箱。为降低局部紊流对流量传感器、测压管计量精度的影响,流量传感器和测压管前后均确保不小于 1 000 mm 的直线管段。

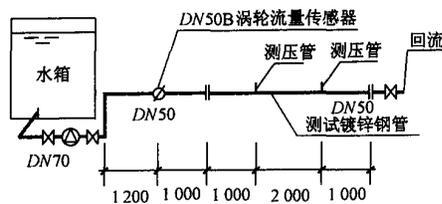


图 1 试验装置示意

2.2 试验方法

安装好测试管,打开水泵出水阀,开启水泵,再打开测试管末端阀门,且将末端阀门开启到最大,排除测压管中的空气,调整阀门开启度,待流量计和测压计读数显示稳定后,读取流量计和测压计读数,然后,调小测试管末端阀门的开启度,依次读取流量计和测压计读数。重复上述试验,测试相同流量时的水头损失。将两次测试的水头损失的平均值作为水头损失的试验值。

3 试验结果及分析

本次试验测试的 DN32、DN40、DN70 三种规格镀锌钢管在测压管间的管长均为 2 000 mm。试验测试所得的沿程水头损失值见表 1~表 3。

将各种管径对应的测试流量分别采用式(1)、式(2)计算水头损失。鉴于《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)推荐海澄-威廉系数 $C=100$,而《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2001)条文说明中提到“《美国工业防火手册》规定:管径大于 2 in 时 $C=120$;日本资料介绍:当管径大于 50 mm 时,湿式自动喷水系统钢管取 $C=120$ ”(1 in=25.4 mm),故式(2)分别取 $C=100$ 和 $C=120$ 两种情况进行计算。

由试验结果与采用公式计算的水头损失对比分析可知(见表 1~表 3):采用式(1)计算的沿程水头损失值比试验值大很多,且其差值随着流速的增大而增大,因此,采用式(1)计算镀锌钢管沿程水头损失偏于保守,计算结果势必造成设备选型加大,进而增加工程造价和运行费用;采用式(2)($C=100$ 时)计算的沿程水头损失值比试验值稍大,且其差值相对恒定,若考虑镀锌钢管使用寿命在 20 年以上,其实际水头损失会比本次试验中使用年限仅为 18 年的镀锌钢管水头损失大这一因素,则采用式(2)($C=100$ 时)计算的沿程水头损失值与试验值差值将更小;采用式(2)($C=120$ 时)计算沿程水头损失值时, DN32 镀锌钢管计算值接近试验值,而 DN40、DN70 镀锌钢管计算值均低于试验值,因此,若采用式(2)($C=120$ 时)计算镀锌钢管沿程水头损失,计算结果势必影响供水的安全性。

综上所述,采用式(2)($C=100$ 时)计算镀锌钢管

表 1 DN32 镀锌钢管水头损失试验值与公式计算值比较结果

序号	流量 /L/s	流速 /m/s	试验值 /kPa	式(1)计算值			式(2)计算值					
				水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%	海澄-威廉系数 $C=100$			海澄-威廉系数 $C=120$		
							水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%	水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%
1	1.89	1.99	3.4	6.71	3.31	97.2	4.89	1.49	43.8	3.49	0.09	2.6
2	2.64	2.78	6.4	13.08	6.68	104.4	9.07	2.67	41.8	6.48	0.08	1.2
3	3.06	3.23	8.3	17.58	9.28	111.8	11.92	3.62	43.6	8.51	0.21	2.5
4	3.47	3.66	10.65	22.6	11.95	112.2	15.04	4.39	41.3	10.74	0.09	0.8
5	3.86	4.07	13.1	27.97	14.87	113.5	18.32	5.22	39.9	13.08	-0.02	-0.2
6	4.92	5.19	20.65	45.44	24.79	120.1	28.7	8.05	39	20.48	-0.17	-0.8
7	5.45	5.75	25.3	55.76	30.46	120.4	34.68	9.38	37.1	24.75	-0.55	-2.2
8	6.11	6.44	31.65	70.08	38.43	121.4	42.85	11.2	35.4	30.58	-1.07	-3.4

表2 DN40 镀锌钢管水头损失试验值与公式计算值比较结果

序号	流量 /L/s	流速 /m/s	试验值 /kPa	式(1)计算值			式(2)计算值					
				水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%	海澄-威廉系数 C=100			海澄-威廉系数 C=120		
							水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%	水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%
1	2.3	1.83	2.95	4.71	1.76	59.7	3.54	0.59	20.1	2.53	-0.42	-14.3
2	2.8	2.23	4.27	6.98	2.71	63.5	5.1	0.83	19.4	3.64	-0.63	-14.8
3	3.3	2.63	6	9.7	3.7	61.6	6.91	0.91	15.2	4.93	-1.07	-17.8
4	4.1	3.26	8.97	14.97	6	66.9	10.32	1.35	15.1	7.37	-1.6	-17.9
5	4.7	3.74	11.32	19.67	8.35	73.8	13.29	1.97	17.4	9.49	-1.83	-16.2
6	5.5	4.38	15.4	26.94	11.54	74.9	17.78	2.38	15.4	12.69	-2.71	-17.6
7	6.2	4.93	18.8	34.23	15.43	82.1	22.19	3.39	18	15.84	-2.96	-15.8
8	6.9	5.49	23.53	42.4	18.87	80.2	27.04	3.51	14.9	19.3	-4.23	-18

表3 DN70 镀锌钢管水头损失试验值与公式计算值比较结果

序号	流量 /L/s	流速 /m/s	试验值 /kPa	式(1)计算值			式(2)计算值					
				水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%	海澄-威廉系数 C=100			海澄-威廉系数 C=120		
							水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%	水头损失 /kPa	差值 /kPa	差值比 /%
1	5.3	1.5	1.15	1.63	0.48	41.3	1.35	0.2	17.1	0.96	-0.19	-16.4
2	5.8	1.65	1.35	1.95	0.6	44.2	1.59	0.24	17.8	1.14	-0.21	-15.9
3	6.7	1.9	1.76	2.6	0.84	47.6	2.08	0.32	18	1.48	-0.28	-15.8
4	7.2	2.04	1.98	3	1.02	51.5	2.37	0.39	19.8	1.69	-0.29	-14.5
5	8.1	2.3	2.45	3.8	1.35	54.9	2.95	0.5	20.4	2.11	-0.34	-14
6	8.9	2.52	2.97	4.58	1.61	54.3	3.51	0.54	18.3	2.51	-0.46	-15.6
7	9.3	2.64	3.24	5	1.76	54.5	3.81	0.57	17.6	2.72	-0.52	-16.1
8	9.9	2.81	3.6	5.67	2.07	57.5	4.28	0.68	18.8	3.05	-0.55	-15.2

沿程水头损失比较合适。与式(1)相比较,式(2)(C=100时)用于镀锌钢管沿程水头损失计算,其计算结果既能保证供水的安全性,又能合理减少工程投资并节省运行费用。

4 结语

(1) 基于本次试验测试装置的精确性及试验管材的代表性,试验测试结果仅宜作为定性判断。

(2) 通过试验测试及分析,建议《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2001)采用式(2)(海澄-威廉系数 C=100)作为镀锌钢管沿程水头损失计算公式。这样,即可保持与《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)中管道水力计算公式的一致性,也使计算结果更接近于实际水头损失。

参考文献

- 1 中华人民共和国公安部. GB 50084—2001 自动喷水灭火系统设计规范. 北京:中国计划出版社,2001
- 2 上海市建设和管理委员会. GB 50015—2003 建筑给水排水设计

规范. 北京:中国计划出版社,2003

电话:(0591)83560954

收稿日期:2006-04-13

修回日期:2006-08-28

《南京市水资源保护条例(草案)》提交审议

《南京市水资源保护条例(草案)》9月19日提交南京市人大常委会第24次会议首次审议,今后南京市一级、二级水源保护区内运动、旅游、娱乐、餐饮项目一概不许兴建。

条例(草案)将南京市地表水饮用水源地分设一级、二级保护区进行保护。规定在饮用水源保护区内禁止以下行为:设置排污口;新建建码头、砂场、船厂等污染水源的建设项目;排放工业废水和生活污水等污染水体的水上经营活动。根据条例(草案),在饮用水源保护区内擅自设立排污口的,要限期改正,按照情节轻重处1万元以上10万元以下罚款。在饮用水源保护区内新建、扩建污染水源建设项目的,将责令停业或者关闭。条例(草案)还将江宁汤山及浦口汤泉地区地热水资源列入了控制开采之列。