

排水管网水力计算与设计规范

——兼与张绍园同志商榷

彭永臻 王淑莹 张自杰

(哈尔滨建筑大学)

张绍园同志在《中国给水排水》1994年第2期上发表的“排水管网设计中最优方案的探讨”^[1](简称“探讨”)一文中,主要对原PSG程序^[2]提出一个问题,即地面平坦或坡度小的情况下应当按照《给水排水设计手册》第5册^[3]中提出的最小计算充满度和不淤流速的标准(也称“后一种标准”)进行排水管网水力计算,因为它能降低管道埋深、施工费用和工程造价。本文拟从以下几个方面简要地回答这个问题。

① 对于地面平坦区域进行排水管道计算,在管径为300~1500mm以上采用“后一种标准”的0.40~0.60m/s的最小设计流速,比采用起始为0.6m/s的最小设计流速(从上游至下游流速应逐渐增加)能大大减小各管段的埋深与工程造价,还可以使其下游所有管道埋深在此基础上相应减小。如果下游管道也采用上述的不淤流速,将能使整个排水管网的埋深

和工程造价大幅度减小。如果采用比上述流速更小的设计流速进行计算,将得到更小的管道埋深。问题的关键是采用这种所谓不淤流速是否可行?运行管理费用如何?设计规范是如何规定的?

应指出,在PSG程序运算时,管道的起始流速是个输入变量^[2]。如果按满足不淤流速为0.4~0.6m/s,相应的最小计算充满度为0.25~0.35的“后一种标准”计算,用“探讨”一文中表3的原始数据,PSG程序的输入初始流速为0.4m/s。由于PSG程序采用两相优化法,所以不仅得到流速和埋深比“探讨”中表3的还小,而且管径也大为减小,其结果自然是工程造价更低,主要计算结果见表1。这虽然满足“后一种标准”,但同“探讨”中的表3一样,也违背了设计规范的规定,并且其管道坡度太小,施工时难于保证精度。

表1 采用“后一种标准”的两相优化法主要计算结果(原始数据相同)

NO. N	L(N)	QS(N)	D(N)	I(N)	V(N)	H/D(N)	HM1(2)	HM1(1)	TZ(N)
N	(m)	(L/s)	(mm)	(%)	(m/s)	(m/m)	SHANG	XIA	(RMB)
7-6	110.0	25.00	350	.69	.400	.619	2.00	1.98	10895.5
6-5	250.0	38.20	450	.55	.410	.567	2.01	2.10	35820.0
5-4	170.0	39.52	450	.57	.420	.572	2.10	2.15	24357.7
4-3	220.0	61.10	500	.47	.430	.680	2.23	2.24	34755.6
3-2	240.0	67.10	500	.53	.460	.697	2.24	2.27	37915.2
2-1	240.0	84.69	500	.84	.580	.697	2.27	2.37	37915.2

“探讨”中用PSG程序得到的算例表2,其起始设计流速为0.7m/s,这不是最小设计流速0.6m/s,该算例是为了说明在同样起始流速和原始数据并且都满足设计规范(原来的规范)的

条件下,与《排水工程》(上册)教材中的算例相比能减小埋深和工程造价。如果起始流速降至0.6m/s,当然还能继续降低埋深。

② 分流制排水管道中的生活污水和工业

废水会有各种有机和无机悬浮固体,容易堵塞管道。管道能否淤积用概率表示较为合适,流速较大的管道淤积的概率小或接近零,但需要较大的管道坡度;反之流速小,淤积的概率大或等于1(即肯定淤积),但需要较小的坡度,工程造价较低,清淤等维护管理的费用很高。这个问题说到底是一个最优化问题,对于各种不同情况也是很复杂的。为此,我国制定了“工程建设标准规范——建筑给排水设计规范”^[3]GBJ15—88(简称“规范”),于1989年4月1日施行,同时废除1974年制定的规范。新规范规定:“污水管道的最小设计流速在设计充满度下应为0.6m/s。”当然,在增设清淤措施后设计流速可以不满足最小设计流速,尤其对管径 $\leq 300\text{mm}$ 的非计算管段;但管径为350~1000mm的计算管段的设计流速取0.4~0.5m/s后,其淤积的概率非常大。

③ 有必要指出,《给水排水设计手册》是1985年编写完毕的,采用的设计规范是1974年制订的。新设计规范做了一些修订,例如不同管径的最大设计充满度,由原来的0.60~0.80改为0.55~0.75^[3,4],最小设计流速仍为0.6m/s,没有不淤流速的概念。

还应当指出,“探讨”一文采用其表1的“后一种标准”^[1]中“最小计算充满度”(为0.25~0.35)的概念难于理解。一是设计规范中没有最小计算充满度这一术语,二是工程设计人员为了降低排水管道的工程造价,选取一个尽可能小的设计流速之后,根据设计流量就得到了一定的过水断面面积 w 。因为圆管的充满度为0.81时其水力半径 R 最大、水力条件最好,其对应的管道坡度最小;又因为最大设计充满度为0.55~0.75,所以在过水断面面积 w 一定时,尽可能选择接近最大设计充满度的管径,这既可使管径尽可能缩小,又能使水力半径尽可能大,管道坡度和工程造价尽可能减小。但其约束条件是设计充满度不能大于最大设计充满度,这也是PSG程序设计的基本思想之一^[2]。另外,在地面坡度大的条件下,也不会追求尽可能小的设计充满度,因为即使不考虑管道坡度的

大小,也应避免浪费管材。这就是说,不必规定一个最小计算充满度以防人们选取更小的充满度。三是如果该最小计算充满度是指最小流量下的充满度也大可不必要,因为历次设计规范都没要求用污水最小流量去复核(当 $D \leq 300\text{mm}$ 时,要求按满流复核),也不必去进行这样的复核。如果按惯例用平均流量(不是设计流量)的一半作为最小流量去复核最小计算充满度,那么,对流量小的支管几乎都不能满足这个最小计算充满度的要求。实际上,在街坊管道或街道支管上的夜间生活污水最小流量接近零。

④ 顺便对“探讨”中表3^[1]的计算结果谈三点意见:一是在七个计算管段中的6段采用了550mm的管径,工程上没有这样规格的管径。二是七个计算管段的坡度(1.11~0.65)不仅大大低于最小设计流速所应具有坡度,而且也大大低于作者自己所采用“后一种标准”规定的坡度(1.70~1.10),这更是不可取的。这样小的设计流速和坡度,自然会大大降低管道的埋深。三是最后一个设计管段的管径为550mm,而坡度仅为0.00065,即每100m管道的降落高度仅为6.5cm,还没有管壁厚!这在管道施工中难于保证精度。如果照此计算下去,主干管管径达1200mm以上时,其管道坡度必将低于0.0003,即每100m管道的降落高度不到3cm。应当看到上述计算结果是在设计流量下得到的,在通常流量下管道内的流速还要小。

⑤ 笔者在本刊1989年第4期上发表的“排水管网计算程序的两相优化法设计”及其相应的PSG程序中确实有很多不完善的地方,也存在一些问题。这些问题主要反映在局部地面坡度很大或非常大,而其下游地面又较平坦的特殊情况下的计算方法上。对此,我们已进行了大量的修改与完善,引入了全局优化技术和人机对话方法加以解决,见本刊1994年第4期“排水管网程序设计的全局优化”^[5],其源程序见中国建筑工程出版社出版的统编教材《给水排水工程计算机程序设计》^[6]。如果说PSG程序有某些优点,则恰恰表现在它对地面坡度很小(普遍情况不是特殊情况)或平坦或逆坡的管

道计算采用两相优化法,能够尽可能选择小的设计流速和大的设计充满度,以便降低管道坡度、埋深和工程造价^[2]。当然,如果选择更小的设计流速作为起始流速,PSG 程序完全可以使管道埋深和施工费用降低,但是其淤积疏通管道等管理费将增加。更重要的是,这涉及如何执行设计规范的问题。

当前,应用软件维护(修改与完善等)的费用,比软件开发与硬件费用的总和还多^[6]。这就意味着随着科学技术的飞速发展,要求软件的功能与之相适应,另外,软件本身的不断完善,几乎是无止境的。排水管网计算应用软件的维护也应如此。排水管网是给水排水工程的一个重要分支,虽然它的常规计算方法较简单,但是如何在各种地形及地形变化条件下对其设计参

数进行最优化选择,是一个相当复杂的问题,对此展开更深入的讨论也是非常必要的。

参考文献

1. 张绍园,排水管网设计中最优方案的探讨《中国给水排水》,10(2),(1994);
2. 彭永臻等,排水管网计算程序的两相优化法设计,《中国给水排水》,5(4),(1989);
3. 北京市市政设计院主编,《给水排水设计手册》(第五册),中国建筑工业出版社(1986);
4. 本社编,建筑给排水设计规范,中国计划出版社(1991);
5. 彭永臻、王淑莹、王福珍,排水管网程序设计的全局优化,《中国给水排水》10(4),(1994);
6. 彭永臻主编,《给水排水工程计算机程序设计》,中国建筑工业出版社,(1994)。

作者通讯处:150006 哈尔滨南岗区海河路2号 哈尔滨建筑大学新区 607[#]

《中国建设动态》征订通知

《中国建设动态》是建设部主管,建设部办公厅和建设部信息中心联合主办,交流指导全国建设工作的建设政务信息期刊,同时也将作为全国建设政务信息工作网络的网刊,是全国建设领域的综合性期刊。

本刊将集中报道党和国家领导人关于建设工作的指示批示及讲话,国务院及各部门最新出台的政策法规,各地建设事业改革的新举措及工作发展新趋向,建设企事业单位经营管理和改革的作法与成效,基层干部职工关注的热点问题与呼声、建议等。本刊还作为刊登建设部政策和法规性文件,及部领导有关建设工作的重要讲话、工作报告的唯一指定期刊,故具有很强的权威性、综合性、指导性和实用性。

本刊为月刊,16开本,每月10日出版,国内统一刊号为CN11-3547。每期单价4.00(含邮费),订阅时间从1994年10月至1995年12月,共15期60元。凡订阅本期刊者,请认真填写“《中国建设动态》征订单”,并同时将订费汇至《中国建设动态》编辑部。本刊常年办理订阅邮购本刊业务。

从邮局汇款:

北京市三里河路九号建设部,《中国建设动态》编辑部何秀兰收。邮政编码:100835

从银行汇款:

户名:《中国建设动态》编辑部

开户银行:中国农业银行北京分行阜成门分理处(行号:39869)

帐号:80130019-60

本刊电话:01-8393290,8393716,8323217
