

国内外城市排水系统的回顾与展望

王文远 王超

(河海大学水文水资源及环境学院 南京 210098)

摘要 从国外城市排水系统各个发展阶段的特点及其最新进展出发,通过对比、分析找出国内外的差距,提出一些初步想法;适当的调整政策,并加大投资,以加快发展;引入城市排水管理的新观念,全面规划,提高效益;选择污水截流加处理作为改造现存直排式合流制的主要方案;积极创造条件,修订设计规范;建立我国的城市暴雨径流过程的计算机方法。

关键词 城市排水系统 城市管理 暴雨 污水截流

1 国外发展概况

近代城市排水系统的产生及发展与工业化及城市化的进程密不可分,其发展进程大致可分为三个相对独立又相互交错的阶段。

第一阶段是早期阶段。19世纪中期西方国家的工业和城市迅速发展,为了对付水污染所传播的疾病,人们先后发展了现代城市的给水排水系统。早期的排水系统只是建造管渠工程,以收集、输送污水及雨水,且未作处理就直排水体,逐渐导致城市河流等水体被污染。于是,在本世纪初人们不得不在污染严重的地区修建污水处理厂。例如到1911年德国就已建成70个污水厂^[1]。由于当时人们环保意识淡薄,即使二战后的经济腾飞也未使人们对防止水污染给予多大关注。例如,1957年西德的家庭污水入网率仅50%^[1];1961年日本东京仅为21.2%。

第二阶段是点源治理阶段。60年代开始,西方国家经济的快速发展对环境造成的严重危害明显的暴露出来。在污染治理不力的国家和地区,如日本,多次发生爆炸性公害,公众抗议声浪不断高涨。为了生存和发

展,西方各国不得不投入大量财力铺设污水管道、建设处理厂、站,强化污水处理,提高污水的收集率和处理率;并对工业污水、污水厂尾水的排放作了严格的控制。例如1979年东京的污水入网率达到70%;1987年前西德污水的入网率已达95%,处理率达86.5%,城市居民人均污水管长达4m^[1]。此项工作又称为“点源”治理。

第三阶段是暴雨雨水的管理阶段。实践证明,点源治理有它的局限性。为了进一步改善城市水体的水质,70年代起西方国家便将暴雨雨水的管理,又称“非点源”治理,提到日程上来,直到今天都在致力于此项工作。对暴雨雨水的管理是基于观念的转变。因为“尽快地将雨、污水收集、输送、排放”的老做法已经难以应付当今城市化带来的径流量增加和水体污染的新问题。非点源治理的作法可以分为两部分。第一是所谓“源控制”。它是在排水系统的上游各子流域内,将雨水或就地渗入地下,或延长其排放时间,或暂时蓄存,以收到削峰、减流、净化雨水径流、补充地下径流之效果。其工程设施有渗塘、地下渗渠、地表透水铺面、屋面或庭院或停车场的受

第一作者简介:王文远,男,副教授,从事给水排水工程研究,曾发表《污水截流工程中截流倍数选择的研究》等论文。

控雨水排放口、以及各种“干”或“湿”的池塘或小型水库等^[2]。在这方面,西欧国家以及以马里兰州为代表的美国一些州都有完整的设计、施工、管理规程及相关法令。如一些地方的当局要求,新拟定的土地开发规划,必须将开发所引起的超出原天然状态的径流量,部分或全部就地渗入地下。第二是所谓“下游控制”。首先,它是对一般污染地区的雨水或混合污水的水量调节及附带处理。在排水系统的中下游沿线适当地点,将雨水径流或雨污混合污水蓄于天然或人工的调节池、塘、地下隧洞等,以减少合流污水的溢流次数和水量、去除某些污染物以改善出流水质;暴雨过后,被蓄存的混合污水靠重力或泵提升经管渠送污水厂处理后再排放。“下游控制”要求,溢流的合流雨污水对水体的影响应控制在一定的水质目标之内。例如美国一些州当前正在进行的项目,要求混合污水在溢流之前就地作一级处理,并对溢流口溢流未加处理的混合污水的次数加以限制,华盛顿州规定为每个溢流口每年一次,旧金山市为4次^[3]。其次,是对污染严重地区雨水径流的排放要作更严格的水质控制。如工业区、高速公路、机场等处的暴雨雨水,要求经过沉淀、撇油等处理后可以排放。

西方国家的实践表明,在改善接纳水体水质的各种可选方案中,将合流制改造为分流制费用高昂而效果有限,而在合流制系统中建造上述“控制”设施则较为经济而且有效。所以,在国外当前排水系统的构成中,设有污水处理厂的合流制仍占相当高的比例。如前西德1987年的统计,其比例为71.2%。该国专家认为,在通常情况下,应优先采用合流制;只有在条件有利时才采用分流制。因为分流制要建造两套完整的管网,耗资大,困难多^[1,4]。前西德至80年代末,建成的调节池已达计划容量的20%。虽然其效果难以量化,但是截送到处理厂的污泥量增加了,河湖的水质有了显著的改善^[1,4]。

为了实现对暴雨雨水的管理,必须对雨

水径流过程有更深入的认识、准确的预测和模拟。这方面的进展集中体现在当今众多的、可在计算机上运行的城市污水、暴雨雨水模型、程序和计算方法。当前西方最著名的成果有:①英国环境部及全国水资源委员会的沃林福特程序(wallingford procedure)^[5],其最新版本称为沃若斯(WALLRUS,1989);②美国陆军工程师兵团水文学中心的“暴雨”模型(STORM);③美国环保局的雨水管理模型(SWMM)等^[6,7]。这些程序及模型的功能各有差别,能部分或全部实现以下各项模拟:雨洪径流及其挟带的污染物质从地面、经过排水管网、贮蓄和处理设施,最终到达接纳水体的整个运动、变化的复杂过程;可作单一事件或长期连续时期的模拟。除此以外,西方各国还有许多此类模型,以满足各种不同应用水平和要求。在西方国家城市排水工程的设计与管理中计算机的应用早已非常普遍。例如早在1975年英国就有96%的雨水管渠设计使用了TRRL程序(wallingford procedure的前身)。而在现阶段的暴雨雨水管理中,更是离不开计算机及相关的软件了。

高效率的暴雨雨水管理必然要求对排水系统进行实时控制。它将系统中的各种调节、控制设施及管道的富裕容量进行综合调度,以达到减少溢流的次数及水量、减少溢流的污染负荷、减少管道超载和地面淹水、均衡污水厂的人厂水量、水质等多重目标。为此要对系统内的各控制点的降雨、流量、水位等的信息,和堰、闸阀、水泵等设备进行遥测、通讯、遥控。这些测、控设备通过通讯与中心计算机连接,通过预定的程序以最佳方案进行调度。现在西方国家许多大城市的排水系统都在不同程度上进行实时控制。为了配合实行“源”和“下游”控制,工程技术人员研制和开发了许多新型的结构和设备;各国的国家及地方对排水系统的设计、运行也制定或修订了各种法令、法规、以及有关的工作程序。

2 我国与国外的差距

改革开放以来我国的城市排水系统有了

较大的发展。特别是沿海经济发展较快的地区,面临经济发展对城市基础设施的需求、水环境污染造成的水质型缺水 and 城市居民生活质量下降等等压力,对排水系统重要性的认识不断提高,新建改建了许多排水工程。但是,因历史欠帐太多,总的水平仍然非常落后。从全国来看,城市排水管总长 1995 年为 7.5 万 km。若城市人口按 2 亿人估算,人均仅 0.375 m。城市污水处理率 1994 年为 6.7%。即使沿海发展较快的地区,城市排水设施的水平也不高。如广州市现日排污水 200 多万 m^3 ,主要的城市污水处理设施只有一座日处理污水 15 万 m^3 的大坦沙污水厂。该厂近期将扩建到日处理 30 万 m^3 ,加上其它小厂,全市的污水处理率仍然不到 20%。近年来我国城市污水处理能力的年增长,低于污水排放量的年增长。因此,今后一个时期内我国的城市污水的平均处理率可能难以提高。有关资料显示,为了控制水污染我国每年需新增处理能力 20.7 亿 m^3 ,所需投资为 102 亿元。而目前的年投资远低于此(如 1994 年仅 38 亿元),资金缺口很大^[8]。这与世界发达国家的情况相比,不但现状差距很大,前景也不容乐观。

3 加快发展的几点想法

3.1 适当调整政策、加大投资、加快发展

我国近期急需加快城市排水工程的建设,而其关键是加大资金的筹集和投入、发挥科技在提高投资和管理效益的作用。长期以来,在计划经济体制下,城市供水采用低价政策;城市排水则是国家包下来。这种做法延续到今天,其弊端已十分明显。所以要加大资金的筹集和投入必须改革旧的体制。众所周知,与土地、矿产等其他资源一样,水也是一种资源,而且是有限的、宝贵的资源。原水经过净化加工后的产品——自来水也是一种商品,理应享有商品的属性和市场定价。另一方面,由于人口和生产的发展,水资源已经非常紧张。用过的水,必须经过适当的收集、

处理再排放,在自然环境下再生,才能保证水的持续使用;这笔费用也应该由水的消费者负担。如果消费者不负担,国家又无力负担,污水得不到妥善的治理,等城市附近水域的水质下降到了不宜取用的那一天,人们付出的代价将会增加数倍以致数十倍。今天我国东部的许多城乡,已经面临着这种局面,即水质型缺水。尽管这个道理不难理解,但是这涉及人们的观念的转变和政策的调整,实行起来还是有相当的难度。近来,给排水界关于建立中国水工业体系的讨论,使人们看到了扭转被动局面的契机和改革的方向。专家们从“水的可持续利用”这个战略高度,提出建立我国产业化的水工业,把水的开发利用和保护再生统管起来;建立市场机制与政府宏观调控相结合的管理体系和法律体系等等。这些观点体现了我国的国情,符合国际水工业发展的潮流,具有深刻的科学内涵^[9~11]。

3.2 全面规划,提高效益

当前我国城市排水系统的改、扩建任务很重,认真研究国外近 30 年来的经验,作好全面、长远的规划,提高效益,可以使有限的资金投入发挥出更大的作用。国外关于城市暴雨雨水的“源”控制及“下游”控制的“蓄排结合”作法,与我国水利界几十年来对江河流域的治理很相似。但由于城市排水系统情况复杂,难度较大,投资相对更少,我国市政工程在这方面的实践不多。蓄排结合的作法可以在地区上和时间上分散投资的负担,提高排水管渠的功能和效率,使污水厂的规模更加合理,从而可以更加有效地改善城市的水环境,值得我们借鉴。在我国城市排水的规划中,常常涉及现有直排式合流系统改造问题。国内外的实践说明,采用污水截流加处理的方案是适宜的。同时,方案中应对暴雨雨水的全面控制管理作出适当安排,长期规划,分期实施,逐步达到受纳水体的水质目标。不必盲目追求分流制。

3.3 加快理论研究和成果转化

我国雨水管渠的设计一直沿用推理公式的最大流量法。1974年试行的、1987年修订的室外排水设计规范都是如此规定,并没有因为它的局限性而限制其使用范围。国外的研究显示,推理公式内涵着用适当选用的径流系数,来补偿流域地表蓄存径流量的影响。其计算精度不易准确把握,有时计算的结果比实测值大1倍。因此将该方法的适用范围限制在受地表蓄流影响较小的小流域,美国规定其适用面积为 $40 \sim 80 \text{ hm}^2$;英国规定其适用的设计管径不大于 600 mm 。英、美等国家较大流域的管渠设计,自70年代就使用基于计算机的过程线方法(如上文所述的各种计算模型)^[5,7]。这些先进的方法为他们带来了巨大的经济和社会效益。

为了改变我国在这方面的落后状况,建议从两方面着手。

a. 按照我国国情,修正推理公式,合理地界定其适用范围。要使径流系数和汇流时间的选择尽可能地反映流域的地形、气候、土壤、地面覆盖等情况,并提高其精确性。英国沃林福特程序中的修正的推理方法已经作到这一切,其适用范围已扩大到 150 hm^2 ,值得借鉴。

b. 采取积极步骤,准备条件,规范我国城市暴雨径流计算的过程线方法,以利于计算机的应用。目前我们常常可以见到国内关于城市暴雨径流的研究报道,如北京市政设计院在北京百万庄小区的观测研究;水利水电科学研究院在北京太平湖及安定门两个试验小区,对美国SWMM模型的应用研究;以及深圳市排水处在罗湖小区排水系统中对暴雨雨水的实时控制等等。这些研究和实践都是非常可贵的,可惜规模不大,效益有限。希望国家有关主管部门能尽早加以组织,制定规划,在更广泛、深入研究的基础上,制定出规范的方法,供全国参照使用,使其产生规模效益,将我国排水工程的发展推上一个新台阶!

参考文献

- 1 Hansjoery Brombach. Combined-sewer-overflow control in West Germany—History, practice and experience. Design of Urban Runoff Quality Controls. New York: ASCE, 1989
- 2 Louis Blendermann. Controlled storm water drainage. New York: Industrial Press Inc, 1979
- 3 US EPA. Municipal wastewater treatment technology: Recent developments. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1993
- 4 卡尔·克劳斯·英霍夫. 城市排水工程手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993
- 5 Department of Environment U K. Design and analysis of urban storm drainage—the wallingford procedure. Oxfordshire: Hydraulics Research Limited, 1989
- 6 Stephan J Nix. Urban stormwater modeling and simulation. Boca Raton: CRC Press Inc, 1994
- 7 Urban Water Resources Research Council of the ASCE. Design and construction of urban stormwater management system. New York: ASCE, 1992
- 8 邬扬善. 城市污水处理发展近况和问题. 给水排水, 1995, 31(12): 40~42
- 9 余健. 也谈中国水工业. 给水排水, 1996, 32(6): 49~51
- 10 建设部科技司. 中国2000年水工业可持续发展战略: 水工业科技产业化. 给水排水, 1995, 31(5): 31~35
- 11 宋序彤. 关于我国城市给排水科技优先发展领域的探讨. 中国给水排水, 1995, 11(2): 25~29

(收稿日期: 1997-06-25 编辑: 许宇鹏)

