

• 水业导航 •

提高收集系统效率 重视排水管网建设

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司总工 张 辰

城镇排水管网建设严重滞后于经济社会的发展,滞后于污水处理厂的建设,已建排水收集系统的效率亟待提高。基础设施建设的规律“先地下、后地上”这一原则,越来越受到只注重表面政绩观的挑战。无论从城市内涝防治,还是污水有效收集及面源污染控制考虑,都应重视排水管网的建设,贯彻源头治理原则,开展扎实有效的工作,提高收集系统效率。

1 城市排水管网存在的问题

1.1 雨水系统建设滞后且标准偏低致内涝频发

2010 年对全国 351 个设市城市内涝情况的调查结果表明,2008~2009 年发生内涝的城市有 213 个,占被调查城市的 61%;2010 年前 9 个月,我国发生内涝的城市有 237 个,超过前两年的总和。其中,发生内涝灾害超过 3 次以上的城市有 137 个,内涝灾害最大积水深度超过 50 cm 的占 74.6%,积水深度超过 15 cm 的(可能淹没小客车的排气管而影响交通)多达 90%;积水时间超过半小时的城市占 78.9%,其中有 57 个城市的最大积水时间超过 12 h。近几年频发的城市内涝灾害,呈现出积水深度大、积水时间长的特点,不仅造成了巨大的经济损失,还严重威胁城市安全。

统计结果表明,近 80% 的城镇内涝发生的原因是排水系统建设滞后和标准偏低。

老旧管网得不到及时更新,新建管网跟不上城市扩张速度,排水系统的建设和完善滞后于城市化发展;排水系统标准也偏低,现行《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)规定的城市雨水管渠的设计重现期一般地区为 0.5~3 a,重要地区为 3~5 a,而在系统建设过程中,大部分城市普遍采取下限,甚至低于设计标准。全国排水系统设计重现期的统计情况如图 1 所示。

由图 1 可知,70% 以上的城市设计重现期小于 1 a,90% 老城区的重点区域甚至低于规范下限。

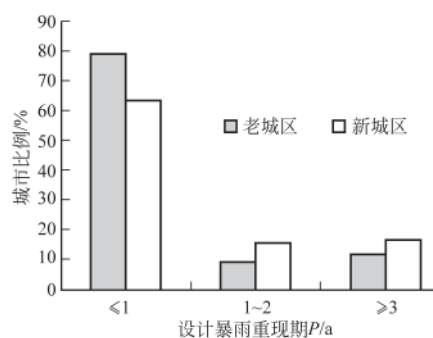


图 1 全国排水系统设计重现期统计

1.2 污水收集效率偏低影响污水处理厂效能

城市污水处理厂的设计进水水质是根据调查资料确定,已有的调研数据表明,我国南方地区不少污水处理厂的运行水质低于设计值,比如广州大坦沙污水处理厂进水不到设计值的 50%,福建洋里污水处理厂进水仅为设计值的 55%,污水的浓度直接决定了污水处理厂工艺的选择和构筑物的容积大小,当实际进水水质远低于设计水质时,污水处理厂的投资效益得不到充分发挥,污水处理厂的投资和运行效益均大打折扣。

污水处理厂实际进水水质偏低,一方面可能是设计人员对水质偏于保守的估算,另一方面是由于城镇污水收集管道渗漏严重,在南方城镇地下水位高的地区,由于管道接口、检查井的设计施工因素以及管道的年久失修,地下水入渗量大;在上海,部分地区的地下水入渗量已达到平均污水量的 30%~40%,远远超过设计时采用的 10%,使管道的实际输送能力大大下降,同时降低了污水处理厂的进水水质浓度,有些地区甚至管道和河道连通,严重影响了污水收集系统、泵站和污水处理厂对污染物质的输送和处理效能。

1.3 雨污混接加剧城镇面源污染控制难度

完全的分流制排水系统应该包括一套独立的污水系统和一套独立的雨水系统,从而避免了合流制排水系统雨天排江时溢流污水对受纳水体的污染。

但由于建设进度、设计方法、施工管理和用户习惯等方面的原因,目前城镇分流制排水系统很多存在雨污混接现象。以上海为例,上海市分流制排水系统存在较为严重的旱流排江现象,2008年武川泵站旱天放江量为 611万m^3 、曹杨泵站旱天放江量为 424万m^3 。大量的、经常性的高浓度污水直排河道,城镇面源污染控制难度大,已成为长期困扰城市水环境健康发展的主要因素之一。

2 国外城市排水管网建设的先进经验

2.1 采用先进的分析研究手段

欧盟的排水设计规范要求当排水系统汇水面积大于 2km^2 或管道内流行时间大于 15min 时,应采用非恒定流模拟进行城市雨水管网设计水力计算。采用非恒定流模拟技术作为城市雨水管网设计水力计算的基础,是对传统的城市雨水管网设计方法的一种改进,一般包括设计降雨模型、地表径流模型、管内汇流过程计算、确定设计流量的方法和管网设计等五个部分。设计过程以流量过程线为核心,计算每一个设计过水断面的流量过程线,采用运动波模拟技术可以从上游向下游依次进行设计计算,并可以保证具有相当高的计算精度。

采用非恒定流模拟技术进行城市雨水管网设计的优点在于,在设计阶段就可以计算出每一设计断面和各个径流调节设施处的流量过程线,增加了管网设计、调节池设计和泵站设计的科学性。设计状态与管网实际运行状态较为吻合,提高了管网设计的可靠性。美国计算雨水调蓄池容积的详细计算方法包括一系列的计算机降雨径流模拟模型,任何工程师都可以轻易地获取并使用这些模型。以流域特性、输送系统特性以及记录的降雨为基础,这些模型可以对考虑水质或不考虑水质的径流进行模拟,如果记录的降雨不易获得,那么模型也可以根据设计暴雨进行应用。

2.2 采用较高的防汛排涝标准

日本、美国、德国等国家在城镇防汛设施上的投入较大,防汛体系比较完善,标准较高。雨水排水系统管道普及率在 90% 以上,城市雨水系统的设计重现期一般为 $5\sim 10\text{a}$ 。在美国,许多州都将排水主干系统的设计重现期定为 100a ,排水系统其他设施分别具有不同的设计重现期。

一些历史悠久的城市老城区排水系统采用的设计重现期较小,管道翻排重建又比较困难,因此这些城市的设计重现期并没有达到上述要求。例如,芝加哥市雨水系统的设计重现期标准为 5a ,对应的暴雨强度为 45.7mm/h 。针对老城区排水标准偏低的情况,日本、美国通过大规模建设调蓄隧道、雨水滞留池等措施,削峰调量,控制洪水灾害。

以大阪市为例,大阪年均降雨量约 1300mm ,规划排水重现期为 10a (60mm/h)。但由于城市化高速发展,径流系数的提高,目前排水标准尚不能达到规划重现期。为应对气候变化等造成的暴雨积水问题,大阪市开展了“浸水应对措施项目”,主要是通过大规模排水干管和泵站建设,减少积水现象,规划建设干管 56 条,总长度 156km ,目前已完成 108km ,这些干管管径多在 $2\sim 3\text{m}$,埋深 20m 左右,通过这些工程措施,可以使大阪的排水标准达到规划重现期。

2.3 采用全过程面源污染控制理念

源头控制和末端治理相结合,从减量的角度出发,采用低影响开发理念(LID),在雨水进入排水管道前或在雨水径流输送过程中,促进雨水蓄渗、利用;在雨水排入接纳水体前,采用截流处理等手段,削减排江污染负荷,控制面源污染。

美国BMPs所采取的各项工程性和非工程性措施即是对雨水径流污染的源头控制,从流量削减、水质控制、对各种土地的适用条件、设计技术难度、操作维护要求等方面对各种最优化管理方法进行评价,结果表明,适合美国情况的最优化管理方法包括:尽可能减少直接连接不透水面积、延时滞留调节池、截流调节池、湿地和渗透性铺面等。日本建设省自1980年开始推行雨水储存渗透计划,采用的渗透设施主要有渗透池、渗透管、渗透井、透水性下垫面、多功能调蓄池和绿地等,有关部门对东京附近 22hm^2 范围内进行长达 5 年的观测和调查,平均降雨量 69.3mm 的地区在进行“雨水渗透”后,其平均出流量由原来的 37.59mm 降到 5.48mm 。

对于改造难度大或用地紧张的老城区,当源头控制措施难以较快推进时,采取末端调蓄或截流等

措施是在短期内削减排水系统排江污染负荷的重要举措。调蓄隧道、地下调蓄池、排放口涡流处理、消毒处理等在合流制排水系统雨天溢流污染控制中得到广泛的应用。随着施工技术的快速发展,隧道调蓄由于调蓄量大、受场地影响小、不影响土地利用等特点,在美国、日本等土地资源紧缺、排水系统改造难度大的城市成为控制雨水径流污染并提高防汛标准的一项有效措施。

3 我国城市排水管网建设应重视的工作

3.1 及时调整修订规范和标准

针对近年来我国很多城镇内涝频发、面源污染加剧等一系列问题,排水行业亟待因地制宜地建立健全相关标准,以引领规划、指导建设。

目前正在修订的《室外排水设计规范》将提出一般地区的重现期确定为 $1\sim 3a$,特别重要地区可采用 $10a$ 或以上的标准,有些城市应该采用规范的上限。还要求结合当地实际情况,借鉴国外先进经验,校核城镇排水系统排除地面积水的能力,一般采用 $3\sim 5a$,特别重要地区可采用 $50a$,对排水系统进行校核,不能满足要求时,应加大管径或采取其他措施达到排除积水的目的。

同时新增了低影响开发、雨水调蓄池和雨水渗透设施等雨水综合管理的内容,提出“应按照低影响开发理念采用源头削减、过程控制、末端处理的方法进行雨水综合管理,控制面源污染、防治内涝灾害、提高雨水利用程度”;在径流系数控制方面,提出“应严格执行规划控制的综合径流系数,综合径流系数高于 0.7 的地区应采用渗透、调蓄措施”。为提高城镇内涝防治和面源污染控制提供了指导。

3.2 加强基础研究和技術储备

对城镇排水系统基础理论、计算方法、工程设备的研究是完善标准、制定规划、防治内涝的技术支撑。

应加大资金投入,加强基础研究。城市排水系统的基础研究理论性强,内容庞杂,包括基础数据采集和分析、管网模型的建立和求解、典型区域的理论验证等多方面内容,应加大科研项目和资金投入,并计划地向基础研究倾斜,摸清降雨规律,更新完善

雨水系统计算方法,为相关标准的编制和更新提供理论支撑。

3.3 注重建设和管理并举

设施建设和维护管理是提高排水标准和控制污染排放不可或缺的两个方面。而政策和法规建设又是加强管理的必要基础,排水系统的很多建设目标是需要通过制度的运作才能实现的,比如综合径流系数的控制、完全分流制排水系统的建设等。

综合径流系数是管出来的。径流系数是表征城市地表覆盖和雨水径流损失的参数,与设计流量成正比。因此,应制订相关政策和标准,在土地开发和再开发过程中,像控制容积率一样,严格控制小区开发强度,控制屋面、道路等不透水面积的比例,使小区开发后的地块综合径流系数不高于规划要求,可以充分利用小区资源,大力开展屋顶绿化,延缓径流出流时间,小区设置雨水利用设施,开发非常规水源;建设透水路面和蓄渗设施,降低径流系数。

分流制排水系统是管出来的。应在规划层面,充分评估建成区合流制排水系统改造成分流制排水系统的可行性,包括地块开发进度、资金投入和工程可行性等,避免造成新的雨污混接;在设计层面,应明确合流制排水系统和分流制排水系统边界管道设计原则,明确小区排水采取完全分流制的设计原则;在维护管理层面,对于存在混接的系统边界管道,利用 CCTV 电视摄像系统,寻找混接点,采取工程措施,进行改接。

4 结语

排水系统是城市重要的基础设施,是城市的重要生命线,与给水、电力、燃气具用同等的地位。全球气候变化、城市化高速发展、水资源日益紧缺和水环境质量的恶化,都对城市排水设施提出了更高的要求,很多城市,包括上海这样的国际化大都市,其原有的排水系统也已不堪重负。在城市经济持续发展的今天,应高度重视排水收集系统的建设,借鉴国外排水管网的先进经验,及时调整修订规范标准,开展必要的理论研究,进行技术储备,注重建设和管理并举,提高收集系统的效率。