

沧州城区暴雨积水成因分析及减灾对策

张志悦,段现辉,刘国强

(河北省沧州水文水资源勘测局,河北 沧州 061000)

摘要 分析沧州城区排水能力和近几年强降雨后的积水情况,认为水文气象因素、排水设施建设不合理、地势低洼、部门之间协调不足是造成城区暴雨积水的主因,并针对沧州的实际情况提出可能的工程和非工程减灾措施,以期改善沧州城区暴雨积水状况,供类似地区城区防洪减灾参考。

关键词 内涝积水 排水管网 减灾 沧州市

中图分类号 :TU998.4

文献标识码 :A

文章编号 :1006-7647(2011)S1-0038-04

近年,我国城市街道的暴雨洪水或严重积水事件频繁发生,且有日益增多的趋势,如 2004 年 7 月中旬,北京、上海、广州 3 个特大型城市相继发生严重的城区暴雨积水;2007 年中旬,济南市城区发生严重暴雨洪水,仅 2 h 的特大暴雨,就造成 20 余人死亡和巨大的经济损失。城区积水是城市防汛中经常出现的问题,强降雨引起的城区积水,往往有一定历时,对城区交通和居民出行、工作及生活带来较大影响,是城市防汛面临的一个现实而亟待解决的问题。

1 沧州市城区积水概况

沧州地处河北平原东南部,滨临渤海,地势低平。纵贯市区的南运河将市区排水分为运东、运西 2 个部分,市区内地势由南运河河堤向东西两侧逐渐降低。

沧州市区多年平均降水量为 571.1 mm,其中汛期 6~9 月降水量约占年降水量的 80%,每年汛期遇强降雨时市区积水严重甚至造成一定灾害。2003 年 10 月 10—12 日,受台风影响,市区降水量达 136 mm,市区所有道路几乎全部积水,部分道路交通中断,个别道路低洼段积水深度超过 1 m,如解放路清真寺段最大积水为 1.1 m,维康路积水深度达 1.3 m 民族路两侧平房室内积水深 0.5 m,床铺、家具、家用电器等被淹 部分街道积水时间超过 3 d,居民经济损失严重^[1]。又如 2008 年 7 月 5 日暴雨,市区降水量为 79.8 mm,期间 6 日 8—10 时,2 h 降水量达 56.4 mm,造成市区大范围积水,其中黄河路立交桥积水深达 2 m,维明路市医院、解放路清真寺等路

段积水 60 cm,降雨停止后部分路段积水时间长达 7 h,且新华西路中豪家具城门市、民族路两侧居民室内进水,并造成一定损失。

2 排水现状

沧州市城区排水设施基础薄弱,城市防洪排水设施建设经历了城市形成初期的失调和无序、污水任意排放,到全面科学规划,协调发展。随着经济的快速发展和城市化进程的加快,排水设施的建设逐步完善,市区排水能力不断提高。20 世纪 80 年代初期沧州市区的排水系统全部是雨污合流制,分 7 个排水区域,每个区域有的靠泵站强排,有的靠明渠自流^[2]。排水系统经过 20 余年不断建设,目前,市区已建成各种排水管道 44 条,排水管网长度达 244 km。沧州市区的排水以南运河为界分为运东和运西 2 个排水区域,老城区排水方式仍为雨污合流制,并在排水管网改造时,逐步实施雨污分流,新城区排水方式为雨污分流。排水去向为小流津渠、沧浪渠和南运河 3 条河道,其中向南运河排放的主要是运河两岸的汛期路面积水。

3 排水能力

a. 南运河以东区域。工业、生活污水和雨水分分别沿沧浪渠北支、沧浪渠中支、沧浪渠南支和王西鲁排干 4 条渠道排泄,最后汇入沧浪渠。为尽快排泄雨水和污水,在沧浪渠北支、中支、南支分别建有津德路泵站、鞠官屯泵站和小代庄泵站(东泵站),3 个泵站共装有潜水排污泵 13 台,外排水能力为

17.3 m³/s。运河以东向南运河排泄雨水,主要通过水月寺、南湖 2 个泵站,2 个泵站共装有潜水排污泵 4 台,排泄雨水能力为 4 m³/s。运东排水管网相互串通,日常只有鞠官屯泵站运行,向运东污水处理厂提供污水,经处理达标后,实现水资源的第 2 次利用。遇大雨或暴雨市区积水严重时,各泵站机泵全部开启,向市外排泄雨水和污水,向南运河排泄雨水,以缩短市区积水时间。因此,暴雨期间市区运东区外排水能力可达 21.4 m³/s。

b. 南运河以西区域。工业、生活污水和雨水主要沿一排干、二排干、三排干和光荣路排水渠、代家园排水渠 5 条沟渠排泄,最后汇入小流津干渠,并在光荣路排水渠和代家园排水渠建有外排水泵站。2 个泵站共装有 8 台潜水排污泵,总排水能力为 5.44 m³/s。南运河以西区域向南运河排放雨水是通过育红路泵站和公园泵站,2 个泵站共装有潜水排污泵 4 台,排水能力为 2.94 m³/s。日常只有代家园和光荣路泵站运行,遇有大雨或暴雨积水严重时,开启育红路泵站和公园泵站机泵向南运河排放路面积水。因此,暴雨期间市区运西总排水能力可达 8.38 m³/s。

综上所述,整个沧州市区仅排水泵站向市区外排水能力达 29.8 m³/s。

4 积水成因分析

相对传统的农田排水而言,城市排水系统要求高,管网规划、建设和运行管理要求更高。一般情况下,引起城市积水主要是在强降雨条件下地面径流通过管网来不及排出所致,而其积水甚至成灾原因是多因素的综合作用。由近几年城市水文实践分析,造成沧州城区积水主要有以下 4 个方面的原因。

4.1 水文气象因素

城市特征之一是具有高密度钢筋混凝土的建筑群体,是人类高密度居住生活区。夏季,城市形成的“热岛效应”使大气对流活动在城区附近得以加强,大幅度增加了局部暴雨发生的几率。这主要是由于 ①“热岛效应”使市区及其下风方向的对流强度加大。②城市地面粗糙度较大,所产生的阻滞作用使降水系统移速减缓,雨时增长。③城市空气污染严重,凝结核丰富,易促使水汽凝结成云致雨,于是常出现市区降水比郊区偏多的现象^[4]。目前沧州城市“热岛效应”虽不明显,但是随着城市化进程的加快,这一效应会越来越显著。从发生时间看,暴雨造成的市区积水多发生在汛期的 7—8 月。在降雨强度上,沧州市区 1 h 降雨量超过 30 mm 或 2 h 降雨量超过 50 mm 就会对市区造成较大影响,甚至因积水成灾。如 2008 年 7 月 6 日 8—10 时,2 h 降水量为

56.4 mm,致使市区大范围积水。

除了气象上的城市“热岛效应”之外,城市水文因素更为重要。城市大规模建设和快速扩展,使不透水面积成比例增长,显著改变了城区原有的下垫面条件,使可通过土壤调蓄的部分水量直接变成了径流,导致城区暴雨径流系数增大。据相关分析,目前沧州市城区暴雨径流系数已高达 0.75 左右。在城市化进程中,城区内坑塘、洼淀、沟渠大量填埋,取而代之的是鳞次栉比的高楼大厦,河渠水系遭到破坏,降低了对城区暴雨洪水的滞蓄和宣泄能力,增大了城市排水系统的压力和城区内涝的可能性。如市区水月寺大街原有相当规模的洼淀,水月寺大街及周边区域的雨水主要由该洼淀调节、滞蓄,20 世纪 80 年代中期这些洼渠被填平,取而代之的是一栋栋楼房,形成了今天该区域每逢大到暴雨必定积水的现状。

4.2 排水设施建设不合理 标准偏低

a. 老城区排水管网不配套、排水标准偏低。老城区排水管网建于 20 世纪 70 年代前后,排水方式均为雨污合流,设计是以排放生活污水为主。随着城市化进程的加快,不透水面积成倍增加,原有管道排水能力明显不足,近些年虽然对老城区排水管道进行了局部改造,但对整个老城区排水管网系统的排水能力提升并不大。同时受城市“热岛效应”的影响,短历时强降雨频率和强度有不断增加的趋势,过去设计用的数值偏小,不足以解决短历时强降雨的排水问题。在重点区域,排水标准明显偏低,如市区文明路市医院段、维康路等,排水管网不但雨污合流,且管道直径仅为 800 mm。

b. 局部区域排水管网高低不分。市区内地势低洼区域,在城市建设过程中,其排水管网与周边“高地”管网相连,高水下压,大幅度超出了洼地管网排水标准,引起洼地积水。市区南运河两侧均存在这种情况,积水较严重的水月寺路段,该区域排水管网与比地势高出 1 m 多的华信小区、华北商厦一线的排水管网相连,解放路清真北大寺区域排水管网与比之高出近 1 m 的南北大街的排水管网串通,这种高低不分的管网布局,使地势低洼区域在遭遇大到暴雨时严重积水,这是目前城区积水最重要的原因之一。

c. 管网无序接入,降低了排水标准。某一区域按照一定排水标准建设管网,区域周边城市化后,后续管网必须接入已铺就的干管,但干管管径没有扩大,实际降低了整个区域的排水标准,造成新建地域及城郊结合部遭遇暴雨时大面积积水。如运西排水区域,由于御河西路建设将三排干截断,原三排干上

游区域署西街一带的排水管网改道并入光荣路管网,增加了其他管网的排水压力,降低整个区域的排水标准,也是目前光荣路、御河路积水的主要原因。

4.3 地势低洼,自然排水不畅

沧州市水资源短缺,为解决水资源不足问题,20世纪70年代以来大量开采深层地下水。由于长期超采,形成了以市区为中心的深层地下水降落漏斗,造成了地面沉降、河道行洪能力降低等不良后果。到2003年市区沉降中心累计沉降量达2 236 mm,地面沉降量大于2 000 mm的范围已经覆盖了整个沧州市区。从地形上看,沧州市区形成了形同“锅底”的地势,使河流的坡降减缓甚至形成倒坡,增加了排水难度,延缓了市区雨期排水时间,加剧了市区积水的严重程度。地面下的排水管网在地面下沉的同时,管道高程也发生相应变化,改变了原来的管道设计坡度,甚至使局部区域排水管道形成倒坡,降低了排水管网设计标准,是市区宜形成积水的原因之一,也是市区内排水管网年年改造却成效不大的主要原因。

4.4 市内、市外防汛排水系统衔接不畅,部门之间协调不足

目前市区内的排水系统和市区外河道防汛分属2个部门管理,市内排水由城市管理局负责,市区外的河道防汛管理则有水利部门负责,2个部门之间缺乏足够的协调,影响城区排水能力的充分发挥,致使暴雨期间市区排水不畅。如运西代家园泵站下游的代家园排水渠,市区外村民挤占渠道、私筑拦水坝阻水现象较为普遍,原10余米宽的排水渠道,现在仅有3~4 m宽,大幅度降低了渠道的泄水能力,即使遇有强降雨市内积水严重时,该泵站排水也不能满负荷运转,否则渠道两岸雨水、污水四溢。类似情况还有光荣路泵站下游的明水渠、运东的王希鲁干渠等。王希鲁干渠下游的小园排干,在小园村附近建有节制闸,汛期常因闸门开启高度不够或闸门关闭,导致王希鲁排干汇水区域排水不畅引起积水。

5 治理及减灾对策

内涝积水是城市的自然灾害之一,灾害损失的严重程度与城市的发展同步增长,与当地经济规模成正比。因此,城市积水治理及减灾对策应遵循以防为主,防抗救相结合、城市减灾与城市建设相结合、工程措施与非工程措施相结合、长远规划与应急治理相结合的原则。实行统筹规划,因地制宜,分步实施,综合治理,才能减少或消除城区积水。结合沧州市的实际情况,从减灾策略方面建议如下。

5.1 增强城区防洪抗涝的减灾意识

提起“防洪抗涝”人们多以为是农田和江河湖泊

的事情,对城区“内涝”考虑得较少,其实不然,由于城市人口密度大,经济实体大量聚集,一旦发生极端天气,造成的损失更大。这就要求人们对此要有充分的认识,要求各级政府和有关部门必须加强对城区防汛减灾工作的领导,要充分利用宣传媒体和其他形式活动广泛开展全民减灾教育,形成一个全社会抓减灾的舆论环境,要求市民自觉遵守城市建设和环境保护的有关法规,积极主动参与减灾工作^[3]。

5.2 建立有效的防汛排水体系

有效的排水体系是城市赖以生存和发展的基础设施之一,是促进经济发展、保障社会平安的一个前提。

a. 疏浚下游排水渠道,提高渠道的排水能力。保障接纳城区雨水的排水干渠畅通无阻是宣泄城区雨水的外部条件。为此,城市管理局和下游郊、县水利部门加强沟通协调,清除拦水坝,并对渠道进行改造、加宽,提高干渠的设计标准,确保排水泵站满负荷运行和自排干渠畅通宣泄雨水。

b. 因地制宜,分类治理积水。在做好城市防洪及排水规划的同时,对现有管网布局及走向认真调查,进行分类治理。对干道及支干道道路积水问题主要改造管道提高排水能力,或者将排水区域重新分割,增强原有管网的排水能力。对区域洼地积水问题,最有效的方法是高、低分开,实行高水高排,低水低排。建议疏通三排干恢复其排水区域,并在三排干上建设排水泵站,大雨或暴雨时实行强排水月寺低洼区域排水,则实行高、低水分开的方式,将华北商厦及其以南区域的排水改道向南进入南湖,水月寺单独排泄雨水,可有效解决该区域积水问题。

c. 加大资金投入,提高市内排水设施标准。沧州市基础设施底子较薄,在城市设施建设上又存在“地面发展快,地下欠账多”的情况,尤其在老城区排水管网改造上投入力度明显不足。老城区管网管径细、淤塞、老化破损严重,是目前城区积水的主要原因之一,由于资金短缺,一些预建和改建项目不能及时实施,只能修修补补,治标不治本。随着城市的快速发展,城区下垫面条件发生了明显变化,从城市水文角度,应及时进行排水设计的计算复核,统一暴雨计算及设计标准,保证排水设施能满足城区变化后的排水需要。考虑极端气候变化目前处于增强阶段的因素,在暴雨强度公式计算中,要用近年的暴雨资料复核,并考虑参数略微放大,适当留有余地。

d. 强化管理,提高排水应急反应速度。城市排水管网调蓄雨水的空间不大,要消除积水,更需要提高应急反应速度。天气预报有大到暴雨时,及时与环保局沟通,提前开启鞠官屯、津德路、小代庄(东泵

站)泵站的机泵,释放管道中的污水,将排水管道的污水降至最低,以迎接暴雨的来临(因环境保护的需要,运东几个排污泵站,没有环保局同意,不能擅自向市郊排放污水)。其次应加强管网的日常和应急管理,定期疏通管网,尽量减少淤积,发生强降雨时,排水管理部门要及时加大清掏收水口的力度,确保收水口畅通。

e. 保护城市生态,增加绿化空间。在城市建设中,尽可能注意人与自然的和谐,注意生态保护。绿地既能有效调节径流量又能减少雨水初期污染,坑塘对地面径流起到滞蓄调节作用。因此,在老城区改造和新区建设中,减少城区不透水面积,并尽量减少城区坑塘的填圉,从而减少城区雨涝的可能性。

5.3 加大雨水资源利用的力度

沧州市一方面资源型缺水,实行跨流域长距离调水,另一方面暴雨往往造成内涝灾害,雨水资源又白白排泄掉。因此,雨水资源利用是变害为利,既可实现节约保护水资源又可实现减轻城区排水系统压力,减轻内涝灾害和改善生态环境等。目前,国内外许多城市已开展雨水资源利用工作,沧州市仅在局部进行尝试性工作,力度明显不够。相关部门应加大支持力度和资金投入,并制定相应政策,保护、鼓

励、支持企事业单位在新建、改建和扩建工程以及居民住宅小区,积极开展雨水资源利用。

5.4 加强城市防汛减灾基础工作的研究

沧州市同全国许多城市一样,所面临的水文问题十分严重,特别是水环境污染和防洪排涝能力过低,严重威胁着城市的发展及城市居民的生活和安全。城市水文作为城市防汛减灾的基础工作,过去由于观测资料不足,未能及时开展城市水文的研究,致使一些问题积聚成堆。因此,必须加强城市防汛减灾的基础工作研究和城市水文监测工作,针对城市的具体情况开展有关的分析研究,加强城区暴雨积水预警预报建设和应用,提高预测减灾水平,为城市的规划设计、控制管理和健康发展提供可靠的资料,做到更好地为城市建设服务。

参考文献：

[1] 王秀稳,王辉. 沧州市旧城区排水管道改造简介[J]. 河北市政,2004(1) 35-36.
[2] 王秀稳. 对城市规划建设的思考[J]. 河北市政,2001(3) : 42-44.
[3] 方龙龙,俞连根,吴林祖,等. 杭州城市暴雨积水成因与减灾对策[J]. 科技通报,1997,13(3) :137-142.

(收稿日期 2010-12-27 编辑 方宇彤)

(上接第 34 页)建设力度,如沉淀池、水预处理设施、监测系统等。可以将引配水与生态修复措施相结合,提高引配水的成效。加强市区河网水量水质监测网络体系建设,扩大监测点数量,提高监测频率,优化监测结构,重点开展能反映区域水质状况和跨界交接断面的监测,实现水量水质的实时性、精确化调度,为科学配水提供支撑。逐步建立对主要引配水泵站、闸门的实时监控网络,掌握引配水设施的运行情况,作为日常调度管理工作的评价依据。

参考文献：

[1] 杭州市城市规划设计研究院. 杭州市城市总体规划(2001-2020 年)[R]. 杭州 杭州市城市规划设计研究院,2007.
[2] 杭州市城市规划设计研究院. 杭州市区河道交通航运规划[R]. 杭州 杭州市城市规划设计研究院,2007.
[3] 杭州市国土资源局. 杭州市土地利用总体规划(2006-2020 年)[R]. 杭州 杭州市国土资源局,2010.
[4] 杭州市统计局. 杭州市统计年鉴[R]. 杭州 杭州市统计局,2004.
[5] 杭州市统计局. 杭州市统计年鉴[R]. 杭州 杭州市统计局,2005.
[6] 杭州市统计局. 杭州市统计年鉴[R]. 杭州 杭州市统计局,2006.
[7] 杭州市统计局. 杭州市统计年鉴[R]. 杭州 杭州市统计

局,2007.
[8] 杭州市统计局. 杭州市统计年鉴[R]. 杭州 杭州市统计局,2008.
[9] 杭州市统计局. 杭州市统计年鉴[R]. 杭州 杭州市统计局,2009.
[10] 浙江省水利厅,浙江省环保局. 浙江省水功能区水环境功能区划分方案[R]. 杭州 浙江省水利厅,2005.
[11] 杭州市林业水利局. 杭州市水资源公报[R]. 杭州 杭州市林业水利局,2004.
[12] 杭州市林业水利局. 杭州市水资源公报[R]. 杭州 杭州市林业水利局,2005.
[13] 杭州市林业水利局. 杭州市水资源公报[R]. 杭州 杭州市林业水利局,2006.
[14] 杭州市林业水利局. 杭州市水资源公报[R]. 杭州 杭州市林业水利局,2007.
[15] 杭州市林业水利局. 杭州市水资源公报[R]. 杭州 杭州市林业水利局,2008.
[16] 杭州市林业水利局. 杭州市水资源公报[R]. 杭州 杭州市林业水利局,2009.
[17] 浙江省水利勘测设计研究院. 钱塘江河口水资源配置规划报告[R]. 杭州 浙江省水利勘测设计研究院,2009.
[18] 吴芝瑛,吴洁,虞左明. 杭州西湖水生高等植物的恢复与水生生态修复[J]. 环境污染与防治,2005(1) 38-40.

(收稿日期 2010-12-06 编辑 方宇彤)