



城市雨涝问题及其对策

□ 北京建筑工程学院城建系 李俊奇 车 武 □ 平顶山工学院市政工程系 李宝宏

雨涝是指因大雨、暴雨或持续降雨使低洼地区淹没、滞水的现象。雨涝常和洪水灾害有密切关系，往往同时或连续发生在同一地区，有时统称为洪涝灾害。其实二者在概念上是有区别的，洪水灾害指的是因暴雨急流或河湖泛滥所造成的灾害；而雨涝是指因淹没、滞水造成的灾害。城市雨涝的主要危害是破坏建筑、厂房、交通设施、水利工程设施、电力设施等，进而中断交通、通讯等，并造成不同程度的人员伤亡。

在城市，雨涝灾害常被忽视。事实上，与洪水灾害相比，雨涝灾害更为频繁。而且由于城市人口密度和财产的密度加大，同样的涝灾一旦发生将造成更大的生命、财产损失。如1998年长江发生大水时，武汉市军民严防死守，确保了大堤的安全，但7月21日的一场暴雨，由于城市路面覆盖率高，市内湖泊、水域萎缩，蓄水容积减少，雨水汇流加快，

加上排水不畅，造成了市内严重内涝，市内交通、电力、通讯等生命线工程瘫痪，损失严重。2004年7月10日北京突降暴雨，5小时城区平均降雨量达73mm，造成70多个路段严重积水，数千部汽车受损，数十条交通线路中断，道路多处塌陷，近5000间房屋进水、漏水，部分危房倒塌，损失和影响极大。

事实上，城市雨涝的危害除了首先表现为城市排水系统过水能力不足，以致引起城市内涝及其下游洪水泛滥，造成交通中断、地下通道淹没、房屋和财产受破坏和损失等之外，还会产生水土流失流失加剧、污染环境、地面塌陷等危害。

城市雨涝灾害除了损失重、影响大之外，还有连发性强、灾害损失和城市发展同步增长等特点。近年来，城市雨涝发生的频次和损失灾害有增大趋势。随着城市的快速发展，如不处理好相关问题，雨涝灾害还将继续增大。

〔 〕 成因分析

城市雨涝灾害的形成有多种原因，有些是技术问题，有些是非技术问题；有些是设计问题，有些则是意识和管理问题。这些原因可以归纳为自然原因和人为原因两大类。自然原因包括降雨分布不均、不透水面积比例加大、城市雨岛效应愈发明显、降雨异常频率增加等，人为原因包括：排水管网设计标准偏低、城市排水管网建设落后、维护管理不到位、设计思想陈旧、缺乏新技术的开发和应用等。

年际和年内降雨分布不均

与世界同纬度地区相比，我国境内降水年际和年内分布极为不均。

年际降水量可用年降水量的极值比 K_a （实测年降水量的最大值与最小值之比）来表示， K_a 的常见范围是：西北地区，一般在8以上，个别

干旱区达10倍以上;华北地区为4—6;东北地区为3—4;南方湿润地区相对北方来讲要小,一般为1.5—2。

受季风气候影响,我国降水量年内分配也极不均匀,大部分地区年内连续4个月降水量占全年降水量的60—80%。图1是北京、上海、巴黎、纽约四城市降雨量的年内变化比较。

降水量的年际剧烈变化和年内高度集中是造成城市水涝灾害频繁的主要原因之一,也决定了我国城市水涝灾害防治的艰巨性和复杂性。

不透水面积增加,汇流时间缩短,峰流量加大

城市化的进程增加了城市的不透水面积,如屋顶、街道、停车场等,使相当部分流域为不透水表面所覆盖,致使雨水无法直接渗入地下,洼地蓄水大量减少。近年来,北京城区不透水地面的面积占城区总面积的80%。每场雨后,70—80%的降雨都形成径流,汇流至低洼处,然后通过市政管系排入河道。

一般来说,天然地表洼地蓄水,砂地可达5mm,粘土可达3mm,草坪可达4~10mm,甚至有报告已观测到了在植物密集地区可高达25mm的记录,而光滑的平水泥地面在产生径流前只能保持1mm的水,这些土地利用情况的改变造成从降雨到产流的时间大大缩短,产流速度和径流量都大大增加,原有管线可能会不满足要求。

不透水面积的增加直接导致雨水汇流时间缩短,风流量加大。例如,北京1959年8月6日和1983年8月4日发生的两场降雨的雨量相似,总雨量分别为103.3mm和97.0mm,最大一小时雨量为39.4mm和38.4mm,但二者的洪峰流量分别为202m³/s和398m³/s,后者较前者增大了近1倍。

城市雨岛效应日益明显,降水异常频率增加

城市化对气候条件的变化也对降水造成了较大影响。然而,由于决定城市气候的物理过程的复杂性,

城市化对其影响的程度就很难作出精确计算。但在城市建设中,地表的改变,使地表上的辐射平衡发生变化,影响了空气运动。工业和民用供热将水汽和热量也带入大气中。建筑物引起的机械湍流、各种热源引起的热湍流以及城市上空形成的凝结核可以影响当地的云量和降雨量。研究表明,城市化可使暴雨中降雨总量和平均雨强增大。在给定的历时长内,特定的平均降雨强度较常出现,这将使城市发生洪涝灾害的机会增加,排水系统负荷加重。如近年来,北京城区降水量大于郊区平原的趋势在不断增加。自上世纪90年代以来,城区年降水比郊区多60毫米。降水异常现象增多可能会造成原有工程设计标准偏低。

城区排水管网建设滞后

从北京7月10日雨涝发生的主要地段来看,有相当一部分积水严重的地区是在旧城区,大多管线排水管网是在解放前设计建造的,排水标准较低,排水能力不够。据报道,北京城区目前有合流制排水管道1000km,约占全部排水管道总长度的1/3。随着城市的快速发展,雨水管道等市政建设与城市改造还存在着不同步的现象。很多新建居民小区未按标准新建排水设施,而是接入原有的市政管线,加大了排水负荷。一旦瞬时径流雨水量超过排水系统设计能力,就会导致道路排水不畅。

设计思想陈旧,技术创新不够

雨水管系的设计多年来一直沿用传统的雨水排放制度,其指导思想是尽快将雨水排出,大多数设计过于僵化和教条,缺少新的技术和创新。传统高绿地、低道路的竖向设计客观上使水土流失更易发生。河道中流速的增大,增加了悬浮固体和污染物的输送量,也加剧了河床冲刷。这些又会导致雨涝的进一步加剧。事实上,雨水系统可以采用雨水集蓄利用、渗透、多功能调蓄等多种措施和技术手段,加以利用,也可采用屋面花园、低势绿地等方法减

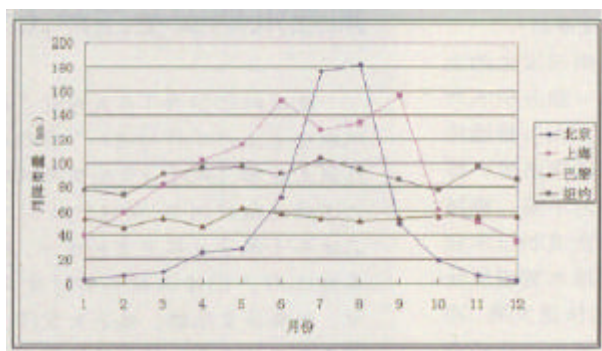


建设部： 加强汛期安全生产工作

建设部2004年7月发布的“关于加强汛期安全生产工作的通知”中指出：各级建设主管部门要进一步加强汛期安全生产工作的组织领导,增强防洪水、滑坡、泥石流和大风等自然灾害的意识。在组织对在建工程、已建工程和临时建筑的排查中,既要注重地铁、地下大空间、深基础施工等结构复杂、技术风险突出、施工难度大的工程项目及施工环节,又要加强对土方、模板、脚手架和塔吊拆装等施工过程中易发生事故的分部分项工程的专项整治。

各级建设主管部门还应结合高温期安全生产特点,加强燃气、公交、城市市政公用设施的安全检查,对易受洪水侵袭、雨水浸泡的市政道路、桥梁、供水、供气等市政公用设施以及危旧房屋,及时进行检测并采取必要的加固措施。对市政管道的施工、维修和维护要采取措施,严防中毒,确保生产、运行(营)安全。

各建设、施工和监理等单位要针对夏季雷雨、大(台)风多发的特点,加强汛期施工现场重点设施设备、重点部位的检查,特别是:深基坑、管沟(槽)和地下作业的排水、放坡和支护情况;临时用电设施的防水防触电装置等,违反有关标准规范的,应立即整改。



■图1 北京、上海、巴黎、纽约四城市降雨量的年内变化

少径流量，达到削减洪峰和减少径流量之目的。

设计标准偏低

城市防洪、排涝系统是防止雨水径流危害城市安全的主要工程措施。城市雨水管系设计标准的高低直接决定排水系统的安全性。我国许多城市的旧区排水设计能力偏低。我国目前《城市排水工程规划规范》(GB50318-2000)规定，重要干道、重要地区和短期积水能引起严重后果的地区，重现期宜采用3—5年，其它地区重现期宜采用1—3年。实际设计时，应根据城市性质、重要性以及汇水地区类型（广场、干道、居住区等）、地形特点和气候条件等因素综合确定。对封闭区域和低洼地区因采取可靠的防护措施，其设防标准不应低于所在城市设防的相应等级。另一方面，设计标准的提高会使管系的投资增加，应进行细致的技术经济比较最终确定设计标准。对一些设计标准偏低的建成区，可以考虑采用渗透铺装、径流调节、管系改造、雨水分流、雨水利用等多种措施。

维护管理制度和预警防灾措施还需进一步完善

排水系统设计建造后，使用过程中应有完善的维护管理措施。维护管理应明确职责部门和负责人。每年雨季，雨水口、雨水管渠、河道中都沉积了大量的淤泥等污物，如不及时清通，遇暴雨就会造成排水不畅。

如果城市防洪、排涝系统不完善，只靠城市排水工程解决不了城市遭受雨洪威胁的可能。因此，还应建立完善的预警防灾制度，使市政、水利、园林、环卫等部门相互协调，按各自功能充分发挥其作用。此外，还应广泛宣传，提高全民的防灾意识，杜绝往雨水口和河道中倾倒垃圾、污物等现象。为了保证排水系统正常运行，还可采取一些举报监督、经济处罚、行政处罚等多种措施，建立一整套完整的维护制度、管理制度和监督制度。从长远来看，还应建立检测预警制度、雨水排放收费制度等，通过行政手段、经济手段和科学管理制度等多种措施来协同解决城市雨涝问题。

对策分析

城市雨涝问题的解决和管理是一项复杂的系统工程。其目标是减轻城市暴雨径流的量和质产生的不良后果。主要措施包括工程和非工程两大类。本文列举几种较为有效并可以广泛应用的工程措施，可根据城市和工程的具体情况加以选用。其指导思想是充分利用一些铺装、地形、地势、洼地、池塘等作为雨水调节措施，把雨水径流的高峰流量减小或暂存其内，待最大流量下降后，再从调节设施中慢慢排出，这样可以大大提高雨水系统的安全性。

调整绿地的竖向设计，建造下凹式绿地

将传统的高绿地、低道路的设计改为下凹式绿地，将周围不透水铺装地面上的径流雨水汇集进来，不但充分利用了绿地的下渗能力，而且充分利用了绿地的蓄水能力。蓄水能力随下凹深度的增加而增强。当下凹深度为50—150mm，下凹式绿地占全部集水面积比例为20%时，可以使外排径流雨水量减少30—90%，甚至实现无外排雨水。在北京的典型土质条件下，最长蓄水时间小于24h，小于绿地一般植物耐淹时间，不影响绿地植物的生长。

加大渗透铺装面积的比例

渗透铺装可以作为解决城市雨涝问题的主要方法之一。它可以使地面径流雨水分散，就地排放；使有限的雨水通过排水设施排放，城市内河潮汐的可能性减少；可以补充地下水，使植物生长用水充足；还可节约水利建设的投入。透水铺装的材料可以是沥青混凝土，嵌草砖或无砂混凝土透水砖等。不同渗透铺装材料削减径流量的幅度不同，一般可达30—60%。沥

青混凝土透水路面孔隙率可达60%。纽约州罗彻斯特市的一个停车场采用了透水性路面后,高峰径流速度减缓83%。应用渗透铺装时要注意径流雨水渗入地下对地下水质的影响。

加大屋顶绿化面积

绿化屋顶可以起到多方面的综合作用。首先绿化屋顶可作为城市的天然节能空调。在夏季,绿化地带和绿化屋顶可以通过土壤水分和生长的植物降低大约80%的自然辐射。在冬季,长有植物和含有空气层基层的绿化屋顶可以显著减缓热传导以利节能,严寒时也对缓冲极端温度起着突出的作用。其次,绿化屋顶提供了储存降水的可能性,同时可以显著减轻城市排水系统的压力。如普通瓦屋顶和沥青油毡屋面的径流系数是0.9,采用绿化屋顶后,可以使径流系数减少到0.3。北京2002年建筑物屋面面积多达25200万 m^2 ,假设有20%的屋顶绿化,则每年可减少径流雨水1810万 m^3 。再次,绿化屋顶的径流水质也会较沥青油毡屋面大大改善。如果把屋顶绿化、地下蓄水池和下渗等措施结合起来,小区域内雨水“零排放”是完全可能的。另外,绿化屋顶还可为蝴蝶、鸟类等提供良好的生存环境。因此,绿化屋顶可以在改善城市的生态环境和雨洪管理方面做出积极的贡献。

因地制宜,积极推进雨水(直接)利用工程

解决好城市雨涝问题的关键使能否针对具体情况解决好渗透、利用和排放的关系。雨水利用不仅可以解决城市水资源短缺的问题,而且还可以起到雨洪调蓄的作用。如北京的三环水系建设于今年全面启动,将在2008年奥运会之前新增水面1500ha,要把人均水面由现在的1.2 m^2 提高到奥运会后的4.2 m^2 。这将为雨洪调蓄提供了可能。此外,北京市节水办和北京市水利局正在实施的雨洪利用工程也将在近年建造一批小区雨水利用工程,也将会对小区域雨水防洪减涝起到重要作用。

在受灾严重的路段,需逐一进行具体情况分析,因地制宜的采取措施。雨水利用还应结合具体情况,将雨水利用与景观、防洪等相结合,建造集景观、运动、休闲、雨洪调蓄等功能于一体的设施,实现生态城市和可持续发展的高标准要求。CST



王岐山： 建汇水工程 善用雨水资源

截至今年7月23日,北京市平均降水269毫米,比去年同期多27%,相当于多年平均的96%。6月1日入汛以来,累计雨量198毫米,比去年同期的99毫米多1倍,接近多年同期平均雨量211毫米。比过去5年同期平均雨量125毫米多58%。北京市市长王岐山7月24日在北京市防汛抗旱指挥部会议上说,要对北京城市建设进行反思,并做好应对再次发生强降雨的各项准备工作。

王岐山指出,北京人天天盼水,水来了又怕水。这暴露出北京城市建设、市政基础设施等方面存在“软肋”。各级领导干部和政府部门要认真总结经验、吸取教训,对气象、交通、市政、洪水管理、雨污分流、协调机制等多方面进行深刻反思,从而能够从容应对各种突发自然灾害。

王岐山说,在实现“新北京、新奥运”战略目标过程中,水成为最突出的资源瓶颈。水是生命之源,是实现社会经济持续、协调、科学发展的先决条件。北京城市发展一定要“量水而入”。从长远看,北京要建立汇水工程,将涓涓细流汇入城市河湖和郊区水库,使雨水变为城市发展可利用的水资源。

仇保兴： 形象工程难掩城市弊病

今后20年,中国将进入城镇化快速发展时期,每年进城的人达到总人口的1%。在城市化进程中要综合考虑城市与农村以及经济、社会环境问题,达到可持续发展的目标,防止新的“城市病”。

仇保兴说,中国城市化发展目前正面临几大问题:

一是水资源、土地资源的短缺。二是城市缺乏特色,千城一面,在城市建设中对历史建筑破坏严重。三是一些大城市的规模不能得到有效控制,交通拥堵、空气污染严重等城市病已经出现,空间布局不能得到有机的疏散,造成城市“摊大饼”,不堪重负,而中小城市又得不到发展。

其中一些城市大搞形象工程、政绩工程,修建大广场、政府大楼等,但是城市基础设施跟不上,供热、供水、排水、排污设施都很差。如某个城市70%的道路没有排水管,由于雨水无法排出,新修的柏油路两年就变得坑坑洼洼,根本达不到15年的正常使用寿命。