北京市“7·21”特大暴雨对城市水土保持和监测工作的启示

陈吉虎

（水利部 综合事业局，北京 100053）

摘　要：2012 年 7 月 21 日，北京市遭遇新中国成立以来最大的暴雨洪涝灾害。从北京“7·21”洪灾的雨洪特点、灾害情况以及水土保持设施受损情况出发，通过对水土保持植物措施对“7·21”暴雨的减灾和生态调控作用，小流域综合治理对暴雨洪水减灾作用的调查和分析，提出了如下建议：加强水土保持常规监测工作和城市水土保持工作，加快建立水土保持生态环境监测预报模型以及加快水土保持监测预警系统等防御措施的建设。

关键词：暴雨洪灾；水土保持监测；城市水土保持；北京市

文献标识码：A　　**文章编号**：1000-288X(2013)06-0313-04　　**中图分类号**：S157.1

Enlightenment of Torrential Rains on 21st July in Beijing City on Urban Soil and Water Conservation and Monitoring

CHEN Ji-hu

(*Comprehensive Business Bureau, Ministry of Water Resources, Beijing* 100053, *China*)

Abstract: On 21st July in 2012, the most severe disaster resulted from extra torrential rains since 1949 happened in Beijing City. Based on the traits of the floods and rains and the disaster situation, as well as the damage of soil and water conservation facilities, the vegetation measures for both disaster mitigation and ecological regulation and the function of watershed management on storms disaster reduction were analyzed. The proposals of strengthening the efforts of regular monitoring on soil and water conservation and accelerating the constructions of defensive measures on monitoring and predicting model, as well as monitoring, and warning system of soil and water conservation were put forward.

Keywords: disaster of torrential rains; monitoring on soil and water conservation; urban soil and water conservation; Beijing City

暴雨是北京地区夏季主要的灾害性天气之一，常给人民生命财产及工农业生产带来严重危害。随着北京市城市建设的迅猛发展和人口的急剧增长，城市运行对强降水的敏感性也日益增强[1]。经调查，北京地区长期开展的水土保持治理措施在消减洪峰、保护土壤等方面发挥了巨大效益，也对减轻下游地区社会经济的损失发挥了显著作用[2-6]。但同时也发现局部区域存在水土保持措施损坏较严重的情况，考虑到以往水土流失治理多为按常规规范标准设计，较少考虑到特大暴雨洪水的影响。鉴于此，本研究拟根据北京发生于 2012 年的“7·21”洪灾情况，深入分析受灾原因，从水土保持植物措施对“7·21”暴雨的减灾和生态调控作用，小流域综合治理对暴雨洪水的减灾作用的角度出发，提出加强水土保持常规监测工作和城市水土保持工作，加快建立水土保持生态环境监测预报模型和加快水土保持监测预警系统等防御措施的建设，以期为减轻未来极端天气下的水土流失灾害损失提供建议。

1　北京“7·21”特大暴雨的基本情况

1.1　数据来源

数据来源主要为两个方面。相关气象降雨数据主要来源于北京市气象局，受灾状况数据主要来源于北京市防汛抗旱指挥部。

1.2　雨洪特点

2012 年 7 月 21 日，北京市遭遇新中国成立以来

收稿日期：2013-10-22　　修回日期：2013-11-29

作者简介：陈吉虎(1976—)，男(汉族)，山东省聊城市人，博士，主要从事水利风景区管理、水土保持监测和水土保持方案技术评审等工作。E-mail：chenlihuxiu_110@163.com。

最大的雨，北京全市平均降水量 170 mm，城区平均 215 mm(附图 8)，总体达到特大暴雨级别(表 1)。一天内，北京市气象台连发 5 个预警，暴雨级别最高上升到橙色。该次降水的特点为：(1) 降雨总量之多历史罕见，全市平均降雨量 170 mm，城区平均降雨量 215 mm，为新中国成立以来最大一次降雨过程，房山、城近郊区、平谷和顺义地区平均雨量均在 200 mm 以上，降雨量在 100 mm 以上的面积占北京市总面积的 86%以上；(2) 强降雨历时之长历史罕见，强降雨一直持续近16 h；(3) 局部雨强之大历史罕见，全市最大点房山区河北镇为 460 mm，接近 500 年一遇，城区最大点石景山模式口 328 mm，达到百年一遇，山区降雨量达到 514 mm，小时降雨超 70 mm 的站数多达 20 个；(4) 局部洪水流量之巨历史罕见，拒马河最大洪峰流量达 2 500 m^3/s，北运河最大流量达 1 700 m^3/s。

表 1 降水量等级划分(中国气象局)

降水等级	12 h 降水总量/mm	24 h 降水总量/mm
小 雨	0.1～4.9	0.1～9.9
中 雨	5.0～14.9	10.0～24.9
大 雨	15.0～29.9	25.0～49.9
暴 雨	30.0～69.9	50.0～99.9
大暴雨	70.0～139.9	100.0～249.9
特大暴雨	≥140.0	≥250.0

1.3 灾害情况

这次暴雨洪涝灾害导致北京市受灾面积 1.6×10^4 km^2，成灾面积 1.4×10^4 km^2。造成受灾人口 190 万人，其中房山、通州、石景山等 11 区(县)12.4 万人受灾，紧急转移 9 万余人，造成 79 人遇难。直接经济损失超过 140 亿元。主要表现在：(1) 对基础设施造成重大影响。全市主要积水道路 63 处，积水 30 cm 以上路段 30 处，路面塌方 31 处，3 处在建地铁基坑进水，轨道 7 号线明挖基坑雨水流入，5 条运行地铁线路的 12 个站口因漏雨或进水临时封闭，机场线东直门至 T3 航站楼段停运，1 条 110 千伏站水淹停运，25 条 10 千伏架空线路发生永久性故障，降雨造成京原等铁路线路临时停运 8 条。(2) 对居民正常生活造成重大影响。全市共转移群众 9 万余人，其中房山区转移 20 990 人；发生 2 起泥石流灾害，分别为房山区霞云岭乡庄户鱼骨寺泥石流灾害，造成 1 人失踪，1 人受伤，房山区河北镇鸟语林景区泥石流，未造成人员伤亡；平房漏雨 1 105 间次，楼房漏雨 191 栋，雨水进屋 736 间，积水 496 处，地下室倒灌 70 处，共补苫加固房屋 649 间，疏通排水 141 处。(3) 对水利工程造成的重大影响。主要包括河道堤防损毁 485 处 49 km，护岸损坏近万处，决口 53 处，河道淤积 243 处，总方量超过 2.0×10^7 m^3。损坏水井 891 眼，泵站 117 座，灌溉设施 44 处，水文设施 40 处。水利工程损毁造成直接经济损失 31 亿元。

1.4 水土保持设施受损情况

暴雨后，通过调查发现，房山、门头沟、平谷 3 区受灾最为严重，共计 196 条小流域受灾，其中房山受损小流域为 84 条，门头沟 83 条，平谷 29 条。受灾形式主要有洪水溢沟，冲毁道路、村庄、农田及建筑物，沟道工程、跨河路桥损坏，引排水沟道沟底冲蚀下切、沟岸坍塌，山体滑坡，梯田阶坎垮塌等 6 种。同时，损坏积雨树盘 120 万个，拦沙坝 1 552 座，挡土墙 13.4×10^4 m 等。

2 水土保持措施在暴雨洪水条件下的作用评价

水土保持措施主要包括工程措施、生物措施和临时措施等。水土保持措施对于暴雨洪水的作用主要表现在以下几方面：一是减轻洪涝灾害的发生，改变小地形和地面覆盖可以增加入渗、拦蓄、截留和滞缓作用，减少或防止坡面径流形成，汛期调节洪峰流量，使山洪安全排泄，提供防洪能力，同时枯季补给径流。二是防治沟头前进、沟岸扩张、沟床下切，减缓沟床纵坡，通过水土保持措施拦泥拽沙，减少水库、河道等淤积，增加塘库蓄水，提高工程效能，起到涵养水源的作用。三是减少滑坡、泥石流灾害，通过水土保持综合治理，可以防治重力侵蚀的产生，减少固体物质含量，减轻对生产和生活设施的损坏。根据首都圈生态站的全程自动观测系统记录的水文、土壤、气象、生物等生态因子的实时数据。7 月 21 日午后至 22 日凌晨，北京地区发生特大暴雨，首都圈生态站主站降雨达 164.4 mm，累计降雨时间达 14 h，降雨强度亦达特大暴雨级别。然而，未有明显的水土流失、泥石流和山洪等灾害现象，充分表明了北京市实施多年的植物措施起到了良好的水土保持功能，极大减轻了水土流失和其它地质灾害的发生。

总之，以前关注点多在山区的水土保持问题，此次也在城市区域凸显出来，说明经济社会的发展离不开水土保持生态建设的保障作用。确保城市，特别是大型城市的社会安全、生态安全，必须大力开展水土保持，特别是城市水土保持建设，这对于综合应对暴雨洪水等灾害性天气具有十分重要的现实意义和长远的指导意义。

3 北京市“7·21”特大暴雨对城市水土保持治理技术的启示

由于北京市水土流失是由多种原因造成的，水土

流失对生态环境的影响也是多方面的,因此,采取的技术措施也应是综合性的。不仅要重视山区的水土保持工作,同时更要把城区的水土保持工作纳入到议事日程上。北京市共有 1 085 个小流域,其中山区 567 个,拟在 3 a 内恢复 142 条山区小流域受损水土保持设施的功能,保证农业生产正常、农民生活稳定、村庄生态环境恢复,保障流域防洪安全、生态安全、水源安全,促进区域经济社会可持续发展。城区水土保持工作已成为难点和热点,本研究重点分析城市水土保持问题。城市水土保持措施是指在城市区域内,从水土流失的特点和城市居民对物质文化的需求出发,所进行的防治水土流失、保护利用水土资源和美化环境的技术措施。城市应该重视的水土保持生态文明建设工作,出台了相关的城市水土保持治理、节约水资源、绿化、环保等各项政策,为大力推动生态环境建设奠定了良好的基础。

3.1　制定城市水土保持规划

制定城市水土保持规划是搞好城区水土保持工作的基础。城市水土保持规划应以城市总体规划为指导,以水土保持法律、法规为依据,按照水土保持的有关技术规范和要求,建立城区 3 道防线,第一道防线是在建和已建的居民小区和企事业单位,第二道防线城市洪水蓄排系统,第三道防线为城市河湖。将这 3 道防线贯穿于城市的规划管理和各项开发建设之中。第一道防线的主要措施有下渗路面、低于路面的下凹式绿地,树根处建积雨式树盘,灌溉绿地修蓄水池、挡墙、护坡、排水设施等,这些措施是实现雨洪资源化的初级阶段。第二道防线主要是在排水系统的渠道、管网,采取"长藤结瓜"形式,在有利地形的地下设置水窖、水柜、蓄水池等,先蓄后排,科学调度使用雨水,蓄排结合,使雨水蓄完后再排走,蓄水池中可以用于灌溉绿地、室外卫生冲洗、厕所马桶冲洗、刷洗汽车和厂房等等,实现雨洪资源化利用,这个阶段有很大的节水潜力可挖。第三道防线主要是严禁占用河道,河道沟渠要及时清淤,采用植物过滤带、裸地覆绿、近自然河道建设等,这一阶段在汛期及时将洪水排出,在非汛期,可以建设橡胶坝,形成水面,改善生态环境。城市水土保持规划既要结合城市总体规划确定的城市功能和空间布局,又要反映水土流失和水土保持的特点,完善预防和保护措施。

3.2　城市水土保持植物措施布局

在城市基本建设方面,坚持把改善人居环境作为重中之重,着力提升城市的形象。城市建设围绕创建国家水土保持生态城市的目标,加快旧城改造、绿化的步伐。城市水土保持植物措施应合理选择树、草种,适当安排组成和配置,适时开展整地,适度掌握密度,科学选用造林季节和方法,做好日常抚育管理,有效增加城市林草覆盖率。在城市居住区要加快小区园林化建设,对于城市居民小区和工矿用地要尽最大可能地增加绿化面积,确保居民和工矿用地具有一定的绿化率;对于建设用地暂时不进行生产建设的,应采取临时性绿化措施;对于长期闲置的建设用地,有条件的采取复耕,没条件的进行植树造林;对于开采土石料致使地表裸露的,应加大植被建设,恢复绿地面积;对与城市空闲地、弃渣第和废弃地区域,应该开展土地整治,能复垦的尽力复垦,不能复垦的还林还草;对于公路、铁路、轻轨等两侧,应选择适宜的树草种,开展植树种草,提高城市植被覆盖率。目前,北京市的城市绿化覆盖率达到了 42.5%,森林覆盖率达到了 35.5%,人均公共绿化面积达到了 12 m^2。

3.3　城市水土保持工程措施

治理城市水土流失除采用植物措施以外,还可以选择水土保持工程措施,尤其是在采用水土保持植物措施无法达到效果的时候,对于水土流失强度较大的居民和工矿用地(第一道防线),多采用水土保持的土地整治、护坡、挡墙、截排水设施、防风固沙、泥石流防治等工程措施来防治水土流失。城市中一般房屋、硬化地面面积大于绿地,而且硬化地面都低于花草树木,个别树与地面平,但根部只留少量裸地,这种情况下雨水 70%左右流失,而花草树木却依靠自来水喷灌,水资源消耗量巨大,因此,尽量在工程措施中采用透水材料进行施工,避免不透水材料硬化地面。同时,对于北京市上千公里的排水管网系统,应开展改造,在改造中尽力能把雨污水分离,加强雨水利用,适度增设水窖、水柜、蓄水池等集雨设施,建成洪水蓄排系统,实现洪水资源化利用。北京市已确定将于年内在 20 多个桥区建设蓄水池,加强下沉式桥区抵御暴雨的能力。北京市作为特大型的防洪城市,其防洪标准为 200 年一遇;城区北护城河、南护城河为 20 年一遇设计,50 年一遇校核;城近郊区 4 条主要排涝河道的清河和凉水河按 20 年设计、50 年一遇洪水校核进行河道疏挖整治;通惠河上段高碑店闸以上按 20 年一遇洪水设计、100 年一遇洪水整治,下段高碑店闸以下按 20 年一遇洪水设计、50 年一遇洪水整治。

4　北京市"7·21"特大暴雨对水土保持监测工作的启示

4.1　加强水土保持常规监测工作

水土保持常规监测工作是整个监测工作的重要基础,它具有全面、长期和普遍的特点。开展这些常

规监测工作，可以确定水土流失发生发展的规律，不仅对目前开展的水土保持预防监督、措施规划设计、水土流失治理、水土保持研究等具有十分重要的基础性意义，而且对于城市洪水灾害有着极其重要的价值。所以，水土保持常规监测应在现有基础上进行加强和扩展，在国家建设的一、二期监测站网的基础上，各城市宜适当根据检测目的、监测因子、监测设施、数据管理等增加一些城市水土保持的内容。

目前水土保持常规监测站网一般主要侧重于山区、丘陵区等，而且重点是对侵蚀强度在中度以上区域的监测，方法主要通过小区和小流域卡口控制站，开展对于坡面侵蚀和沟道侵蚀规律的研究。由于城市一般所处的平原区或者山丘区水土流失治理程度相对较高，这些区域的监测项目开展较少，因此，应该将常规监测的逐步扩大到城市，尤其是宜于产生水土流失的城市，开展的监测项目应包括水土流失、林草面积、植被结构、硬化的渗透情况、蓄水池、排水沟、护坡、挡墙、治理效益、措施保存等情况，监测方法应该在常规监测方法的小流域控制站、径流小区等的基础上，配合一些蓄水池测量、排水沟监测等其它监测方法。

4.2 加快建立水土保持生态环境监测预报模型

水土流失监测预报模型越来越成为定量和定性开展水土保持监测、评价水土流失危害和水土保持防治效益的核心。近年来，随着先进的信息技术、地球技术和计算机科学等的迅猛展，监测方法和监测工具有了很大的进步，全国水土保持监测网络第一、二期工程的建设，为我国水土保持监测的发展构建了非常大的框架。监测信息管理技术、观测技术的研究和应用推广，将与该项建设密切结合，以进一步推动我国水土保持监测工作的开展。但水土流失监测模型还很不成熟，没有得到很好地应用和推广，尤其是定量化研究仍没有取得较大突破。在水土保持监测领域，最为急迫就是研发适宜于我国的水土流失监测预报模型（包括区域水土流失监测模型、城市水土流失监测模型）。

4.3 加强城市水土保持监测工作

随着我国城市化进程的加快和经济社会的高速发展，城市建设日新月异，随之将产生了非常严重的城市水土流失问题。尤其是在生产建设项目集中地区和城乡结合部等开展了大规模城市生产建设，造成土地大面积的扰动，道路、场地、厂房、楼盘、管道等修建和维护增多，大面积地面的硬化，不仅严重破坏了地表的植物和结皮，而且阻挡了降雨和径流下渗，导致地下水补给不足、地表沉陷、水源枯竭等问题的出现。同时，城市中建筑垃圾、裸露松动的地表已成为城市水土流失的主要物质来源，产生了城市排水沟、排洪管道和河道泥沙淤积和扬尘等水土流失危害，严重破坏了城市生态和环境，同时给城市带来了水源、排洪、沉陷等隐患，威胁着城市生态安全。因此，需要加强城市水土流失监测工作，尤其是要对城市能够指导水土保持预防监督、水土流失治理、规划设计和生态环境改善等提供依据。城市水土流失监测的项目主要包括大型工矿区、大型居民小区、交道道路新区、旅游开发区、水利工程建设区、排洪管线区等多种重点区域，主要监测内容是对地形、地貌、植被、土壤的破坏，项目弃土弃渣场地的监测，通常采用典型区域、路段、边坡等开展定点监测与抽样，同时对城市排洪设施区开展专项监测。通过这些典型定点与抽样、专项调查监测结果，对城市水土流失的基本情况进行预测、预报。

4.4 水土保持监测预警

首先要根据已有的监测数据和资料分析区域的水土流失发生规律，并建立水土流失相关的数据数据库，及时开展为各级领导决策和采取相关措施提供相对精确的水文、气象、水土流失数据。二是在雨情和水情的基础上，做好水土流失的监测预警工作，尤其是滑坡和泥石流等灾害的预报，最好能够通过广播、电视、手机登多种媒介，将水土流失情况尽可能的传递给相关地区、相关单位和群众，便于政府部门组织有关部门及时启动水土流失相关应急预案，积极采取技术指导、抢先分工方案、群众转移等必要的防灾措施。

[参 考 文 献]

[1] 孙继松，何娜，王国荣，等. “7·21”北京大暴雨系统的结构演变特征及成因初探[J]. 暴雨灾害，2012，31(3)：218-225.

[2] 阳文兴，叶芝菡，常国梁，等. “7·21”北京特大暴雨对北京市小流域治理的启示[J]. 北京水务，2013(1)：6-8.

[3] 姜付仁，姜斌. 北京“7·21”特大暴雨影响及其对策分析[J]. 中国水利，2012(15)：19-22.

[4] 森林的作用在北京大暴雨中“凸显”[EB/OL]. (2012-10-18)[2013-02-22]. http://news.jxgdw.com/jszt/2012bjby/zxdt/1833821.html.

[5] 王礼先，朱金兆. 水土保持学[M]. 北京：中国林业出版社，2005.

[6] 党维勤. 水土流失区生态灾害问题的对策及作用[J]. 陕西农业科学，2008(4)：124-128.