



北京水生态 服务功能与价值

孟庆义 欧阳志云 马东春 等◎著

Water Ecosystem Service
Assessment and
Valuation in Beijing



科学出版社

北京水生态 服务功能与价值

孟庆义 欧阳志云 马东春 等◎著

Water Ecosystem Service
Assessment and
Valuation in Beijing



科学出版社

北京

内 容 简 介

水生态服务价值研究是对水生态系统的各项服务功能的价值量化评价,是揭示水生态系统对社会经济的支撑作用、全面认识水资源价值的重要环节。本书在分析国内外水生态服务价值评价的最新进展和北京水生态演变的基础上,建立了北京水生态服务功能评价的理论和方法,系统地评估了北京水生态服务功能及其生态经济价值,探讨了北京水生态服务功能管理对策与措施。

本书可供生态规划与管理、生态评价与监测、水资源管理及相关领域科学问题的研究者和有关院所师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

北京水生态服务功能与价值 / 孟庆义等著. —北京:科学出版社, 2012
ISBN 978-7-03-033699-6

I. 北… II. 孟… III. 水环境—生态系统—服务功能—评价 IV. X832
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 035029 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 / 责任校对: 张怡君

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

强 龙 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 4 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2012 年 4 月第一次印刷 印张: 12 1/4 插页: 2

字数: 250 000

定价: 58.00 元

如有印装质量问题, 我社负责调换

《北京水生态服务功能与价值》

编写人员

孟庆义	欧阳志云	马东春
汪元元	王凤春	韩中华
郑 华	江 波	韩鲁杰
白 杨	杨胜利	居 江
赵曙光	周红英	

前 言

水作为一种特殊的生态资源，是支撑整个地球生命系统的基础，是人类生存与发展的重要基础资源。水生态系统不仅提供了人类生活和生产所必需的水资源、鱼类、水电等产品，保障了农林等产业的发展，还具有调节气候、预防地面沉降、净化环境、调蓄洪水、营养物质循环的生态功能，以及改善生活质量、休闲娱乐、传承民族文化等文化服务功能。水生态服务功能是指人类从水生态系统中获得的利益。

在长期水资源开发利用与水管理过程中，人们往往只注重水的产品提供功能，没有充分认识到水的生态调节功能、生态支持功能和文化服务功能，忽视水的生态服务价值，从而导致了水生态系统的不可持续经营以及水生态服务功能的退化和丧失。现在，仍有很多人对水生态系统及其服务功能不甚了解，甚至一无所知。

国际社会及各国政府越来越重视生态系统服务功能的评价和管理，而水生态系统作为其中重要的必不可少的组成部分，尤其得到广泛的重视。2001 年联合国秘书长安南（Kofi Annan）宣布启动“千年生态系统评估”（Millennium Ecosystem Assessment），该项目以生态系统所提供的服务评估为核心，在全球范围内评估生态系统的变化以及对人类福祉的影响，为公众和决策者提供科学信息，以提高生态系统的管理水平，促进社会的可持续发展。

北京城市的高速发展与人口的快速增长对城市可持续发展提出了严峻的挑战和更高的要求。据统计，2010 年，北京市水资源总量为 23.1 亿 m^3 ，常住人口 1961 万，人均水资源量不足 200 m^3 ，属重度缺水地区，水资源供需矛盾日益尖锐，水资源短缺已成为首都经济与社会发展的关键制约因素。1999 ~ 2010 年，北京连续十年干旱少雨（2008 年降雨偏丰），多年平均降雨 473mm，比多年平均降水量少 10%，是新中国成立以来连旱期最长、旱情最严重的时期，水资源紧缺态势进一步加剧。北京采取强化节水、外域调水、动用水库多年库存、牺牲生态环境用水、持续超采地下水、大力推进再生水的使用等多项措施保证了生产与



生活水资源的供需平衡,使有限的水资源保障了经济社会发展。但长期牺牲生态环境用水,导致河流干涸、湿地退化甚至消失、地下水位持续下降,水生态系统严重退化,成为威胁北京生态安全最主要的因素。

水生态系统退化,导致水生态服务功能的衰退。河流、湿地的水体自净能力和水环境容量大大降低,湿地生境丧失、动植物种类减少,干涸的河床成为北京的风沙源。地下水位下降引发的地面沉降(大于 50mm)面积达到 2815km²,玉泉山泉群、樱桃沟泉等一些北京著名泉水景观消失,城区湖泊完全依靠人工补水维持。水资源过度开发与地下水下降也加剧了大运河、永定河等历史文化遗迹的损毁与破坏。水生态服务功能的退化已成为北京经济社会可持续发展、建设宜居城市的主要障碍。

北京水资源紧缺形势严峻,2014 年南水北调引江水到京前的几年,将是北京水供需矛盾最尖锐的时期,如何以有限的水资源支撑北京经济社会又好又快地发展,同时,保障生态环境需水量、维持水生态服务功能,是摆在我们面前最现实、最紧迫和最艰巨的任务。北京市水务局贯彻市委、市政府确立的建设“人文北京、科技北京、绿色北京”的发展思路,结合北京的水情实际,从战略高度确立了建设“民生水务、科技水务、生态水务”的工作目标,更好地推动了水资源的保护、利用和管理,保障北京城市生活与生产用水和基本生态需水,为北京经济社会的发展提供支撑和生态保障。开展水的经济、社会和生态的综合价值研究,尤其是对水的生态服务价值的研究,揭示水生态系统对北京社会经济的支撑作用,可以为更好地管理水和利用水提供科学基础。

北京水生态服务功能与价值研究是首次全面开展的北京水生态服务价值研究。研究目标是以北京水生态系统为研究对象,从理论上阐明北京水生态系统服务功能的本质、北京水生态系统服务功能发挥作用的机制和北京水生态系统服务的内涵,以北京水生态系统的产品提供功能、生态调节功能、生态支持功能和文化服务功能(如提供水资源、水资源调蓄、预防地面沉降、气候调节、休闲娱乐、景观价值、水文化价值和生物多样性保护等)为研究切入点,确定北京水生态系统服务功能评价指标和评价方法,提出北京水生态系统服务的价值化的核算方法,为北京水生态功能区划分和管理、水生态区域统筹和网格化精细管理、水生态恢复与建设、生态补偿机制和综合水资源生态环境经济的国民经济综合核算体制的实施提供科学依据和决策支持。

在北京市水务局的支持下,本研究围绕北京“生态水务”的基础科学问题,

在分析国内外水生态服务功能评价理论与方法的最新进展和北京生态环境问题的基础上,建立北京水生态服务功能评价的理论和方法,分析北京水生态功能作用机制与功能表现,评价北京水生态服务功能及其生态经济价值,探讨北京水生态功能管理策略。本书的主要内容如下。

(1) 水生态系统服务功能价值化理论与方法。研究水生态系统服务价值理论基础、水生态系统服务价值的基本分类、水生态系统服务价值评估方法论基础。

(2) 国内外水生态系统服务功能的研究概况。分析国内外水生态系统服务功能研究进展。

(3) 北京水生态系统服务内涵与评价指标体系。针对北京水生态对经济社会发展具有支撑作用的特征,研究北京水生态服务功能内涵,建立北京水生态系统服务功能评价指标体系,分析北京水生态服务功能的特征与演变过程。

(4) 北京水生态服务功能价值评价。研究北京水生态服务功能价值化方法,核算北京水生态服务价值。

(5) 北京水生态对农业与产业贡献的服务功能及价值研究。通过对功能的广义内涵进行进一步深入分析,对其贡献价值进行核算,为水生态管理提供全面客观的依据。

(6) 北京水生态服务功能价值与应用研究。对北京的水生态服务功能的优化管理提出对策和管理思路。

在课题研究和本书编写过程中,我们得到了北京市水务局程静局长、陈铁总工程师、杨进怀副巡视员、冉连起处长、孙凤华处长和戴育华处长的大力支持。在研究中,我们参考和借鉴了许多国内外专家和学者的研究成果,在此一并表示诚挚的感谢。本书结合北京当前实际,力求对北京水生态系统服务功能与价值进行科学计算和深入探讨,但由于生态系统服务功能评价是生态学前沿领域,理论和方法还处在不断发展的过程中,同时由于编写者的水平和时间有限,书中难免存在一些不足之处,恳请读者和专家批评指正。

作者

2011年8月

目 录

前言

第一章 北京水生态演变	1
第一节 自然与经济社会概况	1
第二节 水文特征	4
第三节 水系构成	5
第四节 水资源特征	8
第五节 水生态演变	10
第二章 水生态服务价值评估进展	23
第一节 水生态服务功能内涵	23
第二节 水生态服务价值研究进展	26
第三节 水生态服务评价方法	29
第三章 北京水生态服务功能内涵及形成机理	33
第一节 北京水生态服务功能的内涵与分类	33
第二节 提供产品功能	34
第三节 调节功能	46
第四节 支持功能	63
第五节 文化服务功能	70
第六节 北京水生态服务功能量	81
第四章 北京水生态服务价值	84
第一节 北京水生态服务价值评价指标体系	85
第二节 北京水生态服务价值评价方法	85



北京水生态服务功能与价值

第三节 北京市水生态系统服务价值计算方法	88
第四节 北京水生态服务价值核算	104
第五章 北京水生态系统的农业及产业贡献服务功能及价值	114
第一节 北京水生态的农业服务及产业贡献服务功能	114
第二节 德尔菲法与调查的实施	117
第六章 北京水生态服务管理对策	124
第一节 水生态服务功能在北京经济社会发展中的作用	124
第二节 北京水生态服务管理的问题	128
第三节 北京水生态服务功能管理的对策	130
参考文献	137
附录 1 北京湿地及其附近鸟类分布名录	145
附录 2 北京水文化价值调查评估研究专题	154
1 研究方法和结论	154
2 居民基本信息细分研究	156
3 北京水文化认知度研究	159
4 北京水文化建设满意度研究	162
5 北京水文化接触度研究	169
6 北京水文化支付意愿研究	177

图 目 录

图 1-1	1951 ~ 2008 年多年平均月气温变化图	2
图 1-2	1951 ~ 2008 年多年平均月降水量变化图	3
图 1-3	北京地区 1999 ~ 2008 年降水情况	3
图 1-4	北京市五大水系流域分布示意图	6
图 1-5	2007 年与 2008 年及多年平均流域分区径流量比较图	9
图 1-6	北京水生态演变阶段	11
图 1-7	北京湿地资源分布示意图	16
图 1-8	2008 年北京各类湿地占总湿地面积的比例	18
图 1-9	官厅水库入库水量情况	18
图 1-10	密云水库入库水量情况	19
图 1-11	2000 ~ 2008 年官厅、密云水库蓄水量变化图	19
图 1-12	北京市地下水降落漏斗发展变化图	21
图 1-13	1980 ~ 2008 年降雨量、地下水埋深演变趋势图	21
图 3-1	北京水生态系统服务功能示意图	34
图 3-2	北京市水生态系统提供产品功能构成	35
图 3-3	1988 ~ 2008 年北京城区生活用水占总用水量的比重	37
图 3-4	1988 ~ 2008 年北京市农业用水占总用水量的比重	38
图 3-5	1988 ~ 2008 年北京市工业用水占总用水量的比重	40
图 3-6	1999 ~ 2008 年北京城区自来水售水中第三产业用水量变化情况	41
图 3-7	1990 ~ 2008 年北京市渔业产量变化情况	43
图 3-8	下马岭水电站	44
图 3-9	十三陵抽水蓄能电站	45
图 3-10	北京市水生态系统调节功能构成	46
图 3-11	北京市水资源调蓄示意图	48
图 3-12	1999 ~ 2008 年北京市地下水资源量变化	52



图 3-13 北京市水生态系统支持功能构成	64
图 3-14 北京市水生态系统文化服务功能构成	71
图 3-15 北京地热田分布示意图	76
图 3-16 北京市主要温泉酒店分布示意图	77
图 3-17 转河沿岸的水景房	79
图 4-1 北京水生态服务价值评价指标体系	85
图 4-2 北京水生态服务价值（按功能分类）价值比例示意图	109
图 4-3 北京水生态系统文化服务功能价值构成示意图	110
图 4-4 北京水生态系统调节功能价值构成示意图	111
图 4-5 北京水生态系统支持功能价值构成示意图	112
图 4-6 北京水生态系统提供产品功能价值构成示意图	113
图 5-1 专家研究领域分布图	120
图 5-2 水对农林产业生态价值贡献分摊专家评分分布示意图（一）	120
图 5-3 水对产业贡献的分摊比例专家评分分布示意图（一）	121
图 5-4 水对农林产业生态价值贡献分摊专家评分分布示意图（二）	122
图 5-5 水对产业贡献的分摊比例专家评分分布示意图（二）	122
图 6-1 北京水生态系统的服务功能在经济社会发展中的作用示意图	125
图 6-2 北京生态服务功能与生态北京的关系示意图	125
图 6-3 北京生态服务价值广义与狭义评价范畴	128
图 6-4 水生态资本构成示意图	131
图 6-5 北京水生态补偿模式	133
图 6-6 北京水生态服务功能管理服务于生态北京示意图	135

表 目 录

表 1-1	2008 年北京市流域分区水资源总量表	8
表 1-2	北京湿地分类体系	15
表 1-3	1984 ~ 2008 年北京市各类湿地比例	17
表 2-1	湿地生态系统服务功能类型	26
表 2-2	生态系统服务功能主要价值评价方法	31
表 2-3	水生态服务价值评估方法的比较	32
表 3-1	1988 ~ 2008 年北京城区生活用水情况	36
表 3-2	1988 ~ 2008 年北京市农业用水情况	38
表 3-3	1988 ~ 2008 年北京市工业用水情况	39
表 3-4	1999 ~ 2008 年北京城区自来水售水中第三产业各个行业用水情况 ...	40
表 3-5	2008 年北京市第三产业中各行业的用水量	41
表 3-6	1990 ~ 2008 年北京市渔业养殖面积和产量	42
表 3-7	北京市水电站概况	43
表 3-8	1999 ~ 2008 年北京市平均水资源量基本情况	47
表 3-9	1999 ~ 2008 年北京市出入境水量表	47
表 3-10	1999 ~ 2008 年北京市降雨量与地表水资源量状况	49
表 3-11	官厅、密云水库入库水量与当年降雨情况	50
表 3-12	1980 ~ 2008 年北京市地下水埋深与当年降雨量	53
表 3-13	2000 ~ 2008 年北京市 COD 排放量	55
表 3-14	北京市河道调蓄能力表	58
表 3-15	北京市水库防洪库容统计表	60
表 3-16	北京市降尘量和水域面积表	63
表 3-17	2000 ~ 2007 年全市平均娱乐服务支出增长率	72
表 3-18	2001 ~ 2008 年北京市旅游行业信息表	72
表 3-19	北京市著名涉水旅游景区	73



表 3-20	北京市主要休闲水域目的地	74
表 3-21	北京水生态服务功能量汇总	82
表 4-1	价值评价方法在北京水生态服务价值研究中的应用	86
表 4-2	北京水生态服务价值评价指标体系	89
表 4-3	北京市各行业用水水价	90
表 4-4	COD 处理费用表	93
表 4-5	鸟类物种价格	96
表 4-6	休闲娱乐价值计算方法	97
表 4-7	北京市温泉酒店套票价格表	100
表 4-8	2008 年昆玉河畔房地产楼盘价值增值表	101
表 4-9	全市河畔房地产价值增值表	102
表 4-10	提供产品功能价值汇总表	104
表 4-11	调节功能价值汇总表	105
表 4-12	支持功能价值汇总表	106
表 4-13	文化服务功能价值汇总表	107
表 4-14	北京市水生态服务功能及价值汇总表	108
表 5-1	北京市水生态服务价值计算表	115
表 5-2	问卷分析结果 (一)	121
表 5-3	专家评分方差表	123
表 5-4	问卷分析结果 (二)	123
表 5-5	北京水生态的农业生态服务及产业贡献服务价值	123
表 6-1	北京水生态服务 (广义) 价值总量	128

第一章 北京水生态演变

第一节 自然与经济社会概况

北京市位于华北大平原的北端，东部与天津接壤，其余皆与河北省毗邻。其地理坐标为东经 $115^{\circ}25'$ ~ $117^{\circ}30'$ ，北纬 $39^{\circ}26'$ ~ $41^{\circ}05'$ ，全市总面积为 $16\,410.54\text{km}^2$ 。2008 年，北京市常住人口为 1695 万人，人均国内生产总值（GDP）达到 6.3 万元，但年可利用水资源量为 34.2 亿 m^3 ，人均水资源量仅为 200m^3 ，属资源型重度缺水地区。

一、地质、地貌

（一）地质

北京地区断裂结构比较发育，地震活动比较频繁而且强烈，其地质构造单元属太行山北东向隆起构造带、燕山纬向褶皱构造带以及华北平原沉降带的复合部位（颜昌远，1999）。岩层在构造运动中产生弯曲变形和断裂，形成褶皱、节理、断层等地质构造特征，为地下水、地热和温泉赋存了条件。经过多期地壳运动，北京地区形成了地表山脉的隆起和平原的沉降，呈现出由西向东，由北向南的中山、低山、丘陵，过渡到洪积台坡地和平原的地貌（北京市水利局，1999）。

（二）地貌

北京的地势西北高耸，东南低缓。西部、北部和东北部是连绵不断的群山，西部为西山，属太行山山脉，山脊平均高程为 $1400 \sim 1600\text{m}$ ，北部和东北部为军都山，属燕山山脉，山脊平均高程为 $1000 \sim 1500\text{m}$ ，两条山脉相连，形成一个向

东南展开的半圆形大山湾，即“北京湾”；东南部是一片缓缓向渤海倾斜的平原，主要由河流冲洪积扇和洪积、冲积平原联合组成。北京境内最高处为门头沟区的东灵山，海拔高程 2303m，最低处为通州区东南边界，海拔高程不足 10m（颜昌远，1999）。

二、气候特征

北京属暖温带半干旱半湿润气候区，具有春旱多风、夏热多雨、秋高气爽、冬寒晴燥的特点。夏季受大陆热低压影响，盛行偏南风，多阴雨天气；冬季受蒙古高压影响，盛行偏北风，天气晴朗而少雨雪。因此，这里四季分明、春秋短促、冬夏较长（颜昌远，1999）。

由于地区高程不同，北京地区气温各异，山前平原区，年平均气温在 11 ~ 12℃，海拔越高，年平均气温越低，大约每升高 100m，气温降低 0.7℃。随着城市的快速发展，城区温度在不断升高（颜昌远，1999）。据统计，2008 年北京市平均气温为 13.4℃，其中 1 月最冷，平均气温 -3.0℃，7 月最热，平均气温 27.2℃（图 1-1）。

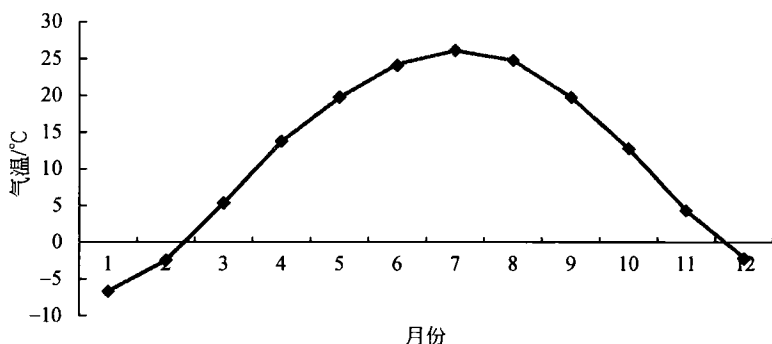


图 1-1 1951 ~ 2008 年多年平均月气温变化图

资料来源：中国气象局网站。

北京市降水主要集中在夏季的 7 月下旬至 8 月中旬（图 1-2）。据统计，新中国成立以来（1949 ~ 2008 年），多年平均降水量为 585mm，形成年可利用水资源量 37.4 亿 m^3 。但 1999 ~ 2008 年的 10 年间，北京市遭遇了连续干旱，年平均降水量为 450mm，比多年平均减少了 25%，年均形成的可利用水资源量只有



26 亿 m^3 ，远远低于多年平均值。2008 年北京市降雨量为 638mm，是 1999 年以来的最高值（图 1-3）。

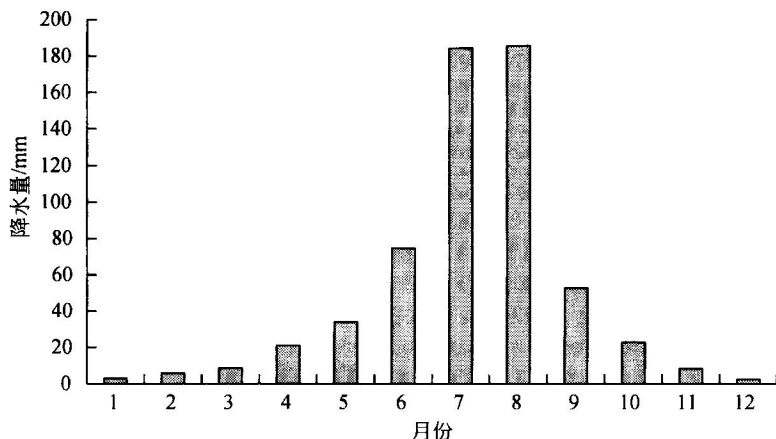


图 1-2 1951 ~ 2008 年多年平均月降水量变化图

资料来源：中国气象局网站。

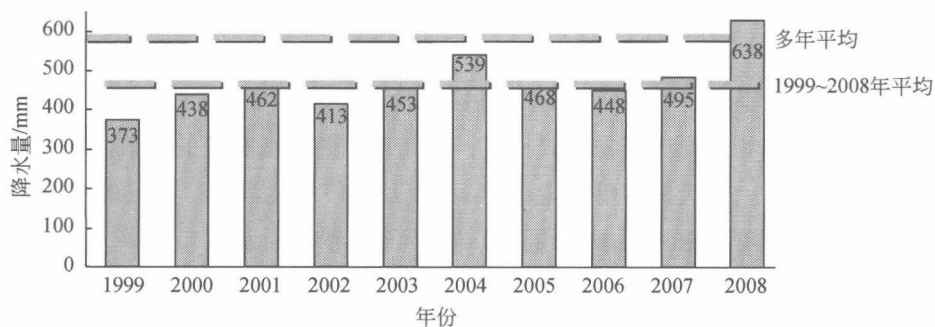


图 1-3 北京地区 1999 ~ 2008 年降水情况

资料来源：北京市水务局统计资料。

三、经济社会概况

北京是中华人民共和国的首都，全国的政治中心、文化中心，世界著名古都和现代国际性城市。

北京市下辖东城区、西城区、朝阳区、丰台区、石景山区、海淀区、门头沟区、房山区、通州区、顺义区、大兴区、昌平区、怀柔区、平谷区、密云县、延



庆县。

截至 2008 年年底,北京市常住人口 1695 万人,其中户籍人口 1229.9 万人,居住半年以上的外来人口 465.1 万人。常住人口密度为 1033 人/km^2 。常住人口中,城镇人口 1439.1 万人,乡村人口 255.9 万人。全市常住人口出生率 8.17‰ ,常住人口死亡率 4.75‰ ,常住人口自然增长率 3.42‰ (北京市统计局,2009)。

2008 年,全市实现地区生产总值 10 488 亿元,其中,第一产业增加值 112.8 亿元,第二产业增加值 2693.2 亿元,第三产业增加值 7682 亿元。全市完成地方一般预算财政收入 1837.3 亿元,比上年增长 23.1% ,地方财政支出 1956 亿元,增长 18.6% (北京市统计局,2009)。

第二节 水文特征

一、降水

1949 ~ 2008 年,北京市多年平均降水量为 585mm。北京地区的降水特征包括以下几点。

(1) 降水变率大,降水年内分配不均。每年汛期 (6 ~ 9 月) 降雨量较大,占全年的 80% ,相对集中,易形成径流,是北京市形成水资源的有效降雨。7 月下旬到 8 月上旬,20 天内降雨占全年的 $1/4$,是本市的主汛期,形成的水资源占全年的 30% 。而春季和冬季降水量少,容易出现干旱。北京市的降水变率大,年降水量 (或汛期降水量) 变化幅度较大。1869 年降水量为 242mm,1959 年降水量为 1406mm,相差 4.8 倍 (北京市水利局,1999)。

(2) 常常连续出现丰水年或枯水年。根据气象资料统计,清乾隆六年至十四年 (1741 ~ 1749 年) 年降水量连续偏枯,发生干旱;清光绪十八年至二十四年 (1892 ~ 1898 年) 汛期降水量连续偏丰,发生水灾 (北京市水利局,1999)。1999 年以来,北京市遭遇连续干旱,年均降水量仅为 450mm。

(3) 降水空间分布差异明显。北京地区暴雨中心多发区分布在燕山、西山的山前迎风带,平均降水量高出全市平均水平 20% 左右 (焦志忠,2008)。其中,枣树林、漫水河等地是特大暴雨发生地,由此向山前、山后,南北逐渐递减。