



# 北京市水资源研究

张士锋 陈俊旭 廖强 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

# 北京市水资源研究

张士锋 陈俊旭 廖强 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书在总结国内外近年来关于北京市水资源研究成果的基础上,从水量平衡的角度研究北京市的水资源问题,主要涉及水量平衡模式、降雨径流、水资源供用耗排、水资源供需关系、水风险、水管理等内容。在资料系列上考虑第二次水资源评价结果和近20年来气候变化对水资源的影响。

本书可供水文水资源相关专业人士和对北京市水资源问题感兴趣的科研人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

北京市水资源研究 / 张士锋, 陈俊旭, 廖强编著

— 北京 : 中国水利水电出版社, 2016.3

ISBN 978-7-5170-4227-3

I. ①北… II. ①张… ②陈… ③廖… III. ①水资源—研究—北京市 IV. ①TV211.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第074647号

书 名	北京市水资源研究
作 者	张士锋 陈俊旭 廖强 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.5印张 273千字
版 次	2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	50.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前言

水是生命之源。全球约有 3/4 的面积覆盖着水，地球上水的总体积约有 13.86 亿  $\text{km}^3$ ，其中 96.5% 分布在海洋，在剩余的淡水中，有 87% 是人类难以利用的两极冰盖、高山冰川和永冻地带的冰雪。人类真正能够利用的是江河湖泊以及地下水中的一部分，仅占地球总水量的 0.25% 左右，而且分布不均。有关研究指出，约 65% 的淡水资源集中在不到 10 个国家，按水资源总量位列前几名依次是巴西、俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚、中国、印度。而约占世界人口总数 40% 的 80 个国家和地区却严重缺水。据联合国公布的统计数据，全球目前有 11 亿人生活缺水。

中国的水资源总量较为丰富，但是人均水资源量较少。根据全国第二次水资源评价结果，人均水资源量为  $2074\text{m}^3$ ，相当于世界人均量的 30%。

北京是我国的首都，也是重要的缺水地区。北京在历史上虽然曾经是水资源比较丰富的地区，然而随着社会经济的发展，北京的用水量越来越大，从 20 世纪 80 年代开始出现短缺现象。目前，北京市的人均水资源量仅为  $170\text{m}^3$ ，相当于全国平均水平的 8%。北京市的水资源问题十分复杂，涉及水短缺、水污染、水生态、水管理等问题。2012 年北京市的 7·21 洪水又引发了社会各界和相关领域学者对城市洪水的重大关切。但从现状来看，缺水仍然是主要矛盾。随着 2014 年底南水北调工程引水入京，北京市的本地可供水量增加了 40%，加上中水利用，北京市总体供水能力得到极大增强。因此，可以预见未来北京市水污染问题和气候变化所引发的极端气候问题将会更加突出。

要研究北京市的水资源问题，必须根据水文学研究的基本方法，从水量平衡的角度研究北京市的降雨、径流和蒸散发的特征，水资源供需以及未来的水风险等，并根据目前水资源管理现状和存在的关键问题，提出应对策略。

本书分为七章。第一章介绍北京市的自然与社会经济概况；第二章介绍水量平衡的概念；第三章是降雨径流水文平衡研究，其中蒸散发部分由华东、王翠翠撰稿；第四章是水资源开发利用，其中广义水资源利用部分由刘晓菲撰稿；第五章是水资源供需分析，其中工农业需水预测部分由廖强撰稿，生态需水量部分由门宝辉撰稿；第六章是水风险分析，由李九一、陈俊旭、廖强撰

稿；第七章是水资源管理。全书由张士锋、陈俊旭、廖强统稿。由于作者水平有限，错误在所难免，请各位读者批评指正。

本书的撰写工作得到了刘昌明、张仁华、姜文来、莫兴国、贾绍凤、郑景云、王红瑞、娄华君、袁国富等各位老师的大力帮助，在此一并致谢。

本书是国家自然科学基金“缺水型地区水资源综合风险评价体系研究”（项目批准号 41171032）的主要成果。

作者

2016年1月

# 目录

## 前言

<b>第一章 概论</b> .....	1
<b>第一节 北京市自然和社会经济概况</b> .....	1
一、地形地貌 .....	1
二、地质、土壤与土地利用 .....	2
三、气候 .....	3
四、社会经济概况 .....	4
<b>第二节 主要水系</b> .....	5
一、主要河流 .....	5
二、城市排水河流 .....	8
三、古代引水河道 .....	8
<b>第三节 主要水利工程</b> .....	9
一、密云水库和官厅水库 .....	9
二、主要引水调水工程 .....	10
<b>第四节 主要水问题</b> .....	11
<b>第二章 水量平衡理论</b> .....	13
<b>第一节 水量平衡原理</b> .....	13
一、水文循环 .....	13
二、水量转化 .....	15
三、水量平衡模式 .....	18
<b>第二节 各种尺度的水量平衡方程</b> .....	19
一、通用的水量平衡方程 .....	19
二、各种尺度的水量平衡方程 .....	20
三、其他的水量平衡方程 .....	23
<b>第三节 人类活动与气候变化对水量平衡的影响</b> .....	25
<b>第三章 北京市水循环要素与降水-径流关系</b> .....	28
<b>第一节 蒸发</b> .....	28
一、水面蒸发 .....	28
二、潜在蒸发 .....	30
三、实际蒸散发 .....	32
四、北京市的蒸散发量计算 .....	35

第二节 降水和径流 .....	37
一、降水 .....	37
二、径流 .....	41
三、降水与径流的关系 .....	43
四、出入境水量 .....	45
<b>第四章 北京市水资源开发利用 .....</b>	<b>48</b>
第一节 水资源 .....	48
一、水资源评价 .....	48
二、水资源量 .....	53
三、近年来的水资源特征 .....	54
四、气候变化和人类活动对北京市水资源的影响 .....	58
第二节 供水和用水 .....	59
一、供水 .....	59
二、用水 .....	65
三、供用水的损耗 .....	71
四、水资源与水资源开发利用特点 .....	73
第三节 耗水和排水 .....	73
一、农业耗水 .....	73
二、工业耗水 .....	74
三、生活耗水 .....	74
四、排水与中水回用 .....	75
第四节 广义的水资源开发利用 .....	75
一、水足迹的概念 .....	75
二、水足迹的计算方法 .....	76
三、北京市水足迹的计算结果 .....	79
<b>第五章 北京市水资源供需关系 .....</b>	<b>85</b>
第一节 需水预测 .....	85
一、工业需水量 .....	85
二、农业需水量 .....	87
三、生活需水量 .....	87
四、生态环境需水量 .....	89
第二节 典型年份的水资源供需平衡 .....	96
一、缺水判断方法 .....	96
二、平水年份水量平衡分析 .....	96
三、偏枯年份水平衡分析 .....	99
四、特枯年份水平衡分析 .....	101
第三节 可供水量与水平衡分析 .....	104

一、可供水量的概念 .....	104
二、不同来水条件下的水资源可利用量 .....	105
三、供需平衡分析 .....	107
<b>第六章 北京市水资源保障风险评价与应对 .....</b>	<b>108</b>
<b>第一节 水资源保障风险概述 .....</b>	<b>108</b>
一、水资源保障风险的产生 .....	109
二、水资源保障风险因子分析 .....	109
三、水资源保障风险辨识 .....	110
四、水资源保障风险评估方法 .....	111
五、水资源保障风险处理与控制 .....	114
<b>第二节 水资源保障风险评价模型构建 .....</b>	<b>116</b>
一、水资源保障风险驱动因素辨识体系 .....	116
二、水资源保障风险评价模型 .....	117
<b>第三节 北京市水资源保障风险评价 .....</b>	<b>118</b>
一、水资源保障风险指数的计算 .....	118
二、水资源供需变化下的水资源保障风险评价 .....	120
三、未来水资源保障风险预测 .....	125
<b>第四节 水资源保障风险损失的定量分析 .....</b>	<b>126</b>
一、水资源保障风险损失评估模型 .....	126
二、产业部门用水特征分析 .....	130
三、水资源密集型产业识别 .....	132
四、水资源优化配置 .....	133
五、水资源影子价格与水资源风险损失 .....	136
<b>第五节 水资源保障风险应对与决策 .....</b>	<b>137</b>
一、决策指标体系 .....	137
二、指标计算与等级划分 .....	138
三、水资源风险决策表与风险防范适用方案 .....	139
<b>第七章 水资源管理 .....</b>	<b>141</b>
<b>第一节 供水管理 .....</b>	<b>141</b>
一、供水计划的制定 .....	141
二、供水方案及执行 .....	143
三、供水效果的评估 .....	143
四、供水管理体制 .....	145
五、供水水源的保护和管理 .....	146
<b>第二节 用水管理 .....</b>	<b>148</b>
一、工业用水定额管理 .....	148
二、用水定额的制定 .....	149



三、用水定额在企业用水指标制定上的应用 .....	149
四、工业用水管理中的问题 .....	151
第三节 北京市极端干旱应对战略 .....	151
一、极端干旱事件集合应对系统 .....	152
二、极端干旱应对战略的制定原则 .....	153
三、应对极端干旱的重大战略 .....	154
四、应对极端干旱的关键措施 .....	157
五、应对极端干旱的建议 .....	159
附录 1 北京市主要河流 .....	162
附录 2 全国各省（自治区、直辖市）水资源量和用水量 .....	164
参考文献 .....	165

## 第一节 北京市自然和社会经济概况

北京市位于我国华北平原西北端,全市地理坐标南起北纬 $39^{\circ}28'$ ,北至北纬 $41^{\circ}05'$ ,南北跨度 $159\text{km}$ ,西起东经 $115^{\circ}25'$ ,东至东经 $117^{\circ}30'$ ,东西跨度 $157\text{km}$ ,总面积 $16800\text{km}^2$ 。

### 一、地形地貌

北京市地貌形态由西向东、由北向南倾斜,由中山、低山、丘陵过渡到冲积台坡地、冲积洪积扇平原、洪积冲积倾斜平原,直到冲积平原,地势下降明显。从 $800\sim 1400\text{m}$ 到 $50\text{m}$ 等高线只有几十公里。

北京西、北、东三面环山,自古就有“北枕居庸,西峙太行,东连山海,南俯中原”之说。其地形骨架形成于中生代的燕山运动,山脉连绵,大小有名者近百座。西部山地从南口的关沟,到拒马河一带,统称西山,属太行山余脉,由一系列东北-西南走向、大致平行的褶皱山脉组成,山脊平均高程为 $1400\sim 1600\text{m}$ 。太行山从山西经河北至北京南口,绵延数百里,历史上被称为“神京右臂”。北部山地统称军都山,属燕山山脉,是有着若干山间盆地的断块山地,山脊平均高程为 $1000\sim 1500\text{m}$ ,其地势由南而北呈阶梯状逐级上升,而后进入蒙古高原,向东直达渤海之滨。这两条山脉在南口附近交会,形成一个向东南展开的半圆形大山弯,被称为“北京弯”,它所环抱的平原即北京小平原。

与平原相接的边缘山地为低山区,海拔 $200\sim 500\text{m}$ ,西部山地海拔一般在 $1000\sim 1500\text{m}$ ,最高峰是门头沟区与河北省交界的东灵山,海拔 $2303\text{m}$ ,有“京都第一峰”之称。北部山地海拔一般为 $800\sim 1000\text{m}$ ,最高峰是延庆的海坨山,海拔 $2241\text{m}$ ,是北京的第二高峰。

#### 1. 军都山

燕山山脉是冀北山地南部的重要山脉,位于河北省和北京市北部,南临华北平原,并以桑干河一线与太行山交界,北以冀北中部山地过渡到内蒙古高原,东西走向长约 $350\text{km}$ ,宽 $100$ 多 $\text{km}$ ,中段南部的军都山构成北京北部山区的主体。燕山山脉以低山和中山为主,海拔 $2000\text{m}$ 以上的高峰有海坨山、大南山、雾灵山、汗海梁等,且山间分布有宣化、怀来、承德等断陷盆地。山区原始植被多遭破坏,除中山尚存小片落叶阔叶林和山地草甸外,大部分地区的植被覆盖比较低,多为次生林和灌木丛,部分山地有人工针叶林,南麓一带为温带水果产地,古长城沿山脊蜿蜒分布。

军都山西起关沟,东到昌平、延庆、怀柔、密云等区(县),北接冀北中部山地,南

临北京小平原，面积约 7000km<sup>2</sup>，约占全市面积的 43%，大致呈东西向延伸，长 100 多 km，宽数十公里。军都山主体由两支山脉构成，北支为海坨山-佛爷岭-卯镇山，南支为燕羽山-风蛇梁-云蒙山，且山间镶嵌着一系列断陷盆地，主要有延庆盆地、十三陵盆地等。军都山以低山为主，山体分散，相对高差较小，山势略缓，较高的山峰有海坨山、南猴顶、云蒙山、梧桐树沟顶、黑坨山等。白河、潮河等斜穿山区，深切峡谷，曲流发育。山区建有密云、怀柔、海子等大中型水库。植被主要为次生落叶阔叶林及灌丛，部分山地有人工油松林。海坨山、云蒙山的自然植被保存较好，已划为自然保护区。南麓低山丘陵区有著名的板栗产地。长城沿山脊蜿蜒分布，在八达岭、慕田峪、古北口等处保存较好，为主要的游览地段。十三陵盆地周围有明陵环列，为重要的旅游区。

## 2. 西山

太行山是中国东部地区的重要山脉和地理分界线，北起北京关沟，南止于黄河谷地，西接山西高原，东临华北平原；走向北北东，长 4000 多 km，宽约 100km。北段的西山构成北京西部山地的主体，主要由古老的变质岩及岩浆岩构成，以中山为主，平均海拔在 1000m 以上，海拔 2000m 以上的高峰有小五台山、灵山、太白山、东灵山、南培山、曲阳山、白石山等；山势东陡西缓，西翼连接山西高原，东翼由中山、低山、丘陵过渡到平原；自然植被大多已遭破坏，2000m 上下出现高山草甸；东部山麓一线为古今重要的交通要道。

西山北以南口附近的关沟为界，南抵房山区拒马河谷，西至市界，东临北京小平原，面积 3000 多 km<sup>2</sup>，约占全市面积的 17%，走向北东，长约 90km，宽约 60km。地势由西北向东南逐级下降，依次有东灵山-黄草梁-笔架山、百花山枣髻髻山-妙峰山、九龙山-香峪大梁、大洼尖-猫耳山等 4 列山脉。永定河横切山体，为泥石流多发区。植被多为次生落叶阔叶林及灌丛，局部地区有人工针叶林，1900m 以上出现山地草甸。百花山、东灵山、龙门涧等地已划为北京市自然保护区。低山及山麓一带多为名胜古迹，如上方山、香山、八大处、潭柘寺、戒台寺、石花洞、云居寺、十渡等京西著名游览地。

## 二、地质、土壤与土地利用

北京地区的地质构造单元属燕山纬向褶皱构造带，太行山北东向龙骑构造带及华北平原沉降带的复合部位断裂结构较为发育，大断层之间往往分布着许多小的断裂破碎带，属地震活动较为频繁和强烈的地区。发达的岩层裂隙和断层成为地下水、地下热水及温泉的赋存条件。

在岩性分布方面，山区为坚硬岩石，主要有岩浆岩、沉积岩和变质岩等；平原区为松散堆积物，其厚度从山前的数米向东南逐渐增加至数百米，主要为各类壤土、沙壤土、砂及卵砾石。

北京郊区的土壤覆盖率为 82%，土壤面积为 2067 万亩，其中山区占 53%，平原占 47%。山区土壤以砾质轻壤土为主，砾质沙壤土及中壤土次之。由高到低，依次为草甸土、棕壤和褐土，其中厚度小于 30cm 的薄土层和粗骨土占山地土壤面积的 47.3%。因坡地雨大和历时原因，山地林木植被遭到严重破坏，水土流失严重，局部地区易发泥石流。平原区土壤主要是洪积冲积物，以轻壤土为主，沙壤土、中壤土次之，砂质重壤土较少。

其分布规律是，山麓阶地及洪积冲积扇中，上部为褐土（黄土）、潮褐土（黑黄土），冲积扇末端及洼地则多为砂浆潮土、湿潮土和水稻土，城近郊区为菜园褐土，东部及东南部平原是盐碱地集中的地区，为以硫酸盐类为主、重碳酸盐类次之的硫酸盐潮土和苏打盐潮土。

北京市的土地利用划分为耕地、园地、林地、草地、交通用地、城镇工矿用地、水域及水利设施用地和其他用地等八大类。各类土地利用类型所占比重见表 1-1。

表 1-1 北京市各类土地利用类型所占比重 %

年份	土地 利用类型	耕地	园地	林地	草地	交通用地	水域及 设施用地	其他用地	城镇工矿 用地
	1996		21.0	6.1	38.4	8.1	2.2	5.5	5.4
2005		14.2	7.6	42.1	8.7	2.8	5.3	3.0	16.3

### 三、气候

北京市位于华北地区，属典型的大陆性季风气候。冬季受蒙古高压影响，盛行偏北风，天气寒冷而少雨；夏季处于热带低压范围内，盛行太平洋东南气流和印度洋西南气流，炎热多阴雨天；春秋季节天高气爽，温度适宜。因此，北京具有“春旱多风，夏热多雨，秋高气爽，冬寒晴燥”和“四季分明，冬季最长，夏季次之，春秋短促”的特点。多年平均气温 11.7℃，夏季最高气温可达 43.5℃（1961 年 6 月 10 日，房山区），冬季最低气温可达 -27.4℃（1966 年 2 月 22 日，北京气象台）。

山前平原区的年平均气温为 11~12℃，随着高程的增高，年平均气温不断降低，大约每升高 100m，年平均气温下降 0.7℃。随着人类活动的增加，城市工业的发展，以及城区大量人为热源的影响，出现了较明显的城市热岛效应，城区的平均气温比郊区偏高 1.1~1.4℃。

根据北京气象台 1951—1990 年的资料统计，年平均水汽压为 10.3hPa，较大水汽压集中在 7—8 月，与暴雨同期，年最大水汽压为 40hPa，年最小水汽压为 0。

北京地区的多年平均降水量为 585mm，其中山区为 577mm，平原区为 597mm；年平均风速为 2~3m/s，春季风速最大，平均达 3.5~4m/s，冬季风速次之，夏秋最小，日平均风速大于 17m/s 的大风日数为 20~30d，冬春两季占其中的 60%~70%；日照时数为 2600~2800h；年水面蒸发值为 1120mm，年陆地蒸散发平原地区为 500mm，西部山地及延庆盆地为 400~500mm；平原地区无霜期为 190~195d，延庆盆地仅 150d。

从 1981—2012 年的气象数据看，气温持续升高，空气饱和差增加，日照时数和净辐射减少，而风速基本没有什么变化。

北京地区形成暴雨的天气系统有蒙古低涡低槽、西南低涡、切变线、回流、内蒙古低涡、东北低涡、台风、西来槽、西北低涡等 9 类，其次是西北低涡和内蒙古低涡在一定环流形势天气系统影响下，加上特殊地形的作用而产生的。每当夏季，东南风、西南风夹带大量水汽从海洋输送到大陆，其方向几乎与太行山燕山的走向垂直，当水汽到达北京后受到西山、军都山的阻挡，使水汽抬升，导致暴雨。从 1883—1984 年有记录的 43 次特大暴

雨来看,暴雨中心绝大多数位于山前迎风区,只有1927年7月12日的暴雨中心在官厅地区。暴雨最早出现的时间是4月上旬(1964年4月5日),最晚出现在10月下旬(1977年10月29日),暴雨的最集中期是7月下旬到8月上旬。日平均暴雨为70~95mm,最大日(或24h)降水量为609mm(1891年7月23日,东直门站),最大1h降水量为150mm(1976年7月23日,密云县田庄)。

北京市各项气象要素的年代际变化见表1-2。

表1-2 北京市气象要素的年代际变化

年代	平均风速 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )	平均气温 / $^{\circ}\text{C}$	平均水汽压/hPa	平均相对湿度/%	日照时数 /h	日最低气温/ $^{\circ}\text{C}$	日最高气温/ $^{\circ}\text{C}$	平均气压 /hPa
1950—1960年	2.19	11.32	10.41	59.8	7.57	6.28	17.44	1010.4
1961—1970年	2.54	11.58	10.64	58.7	7.65	5.99	17.72	1011.7
1971—1980年	2.79	11.36	10.81	61.2	7.62	6.09	17.27	1012.7
1981—1990年	2.3	12.45	10.36	54.5	7.32	7.43	17.98	1010.6
1991—2000年	2.41	13.01	10.66	54.9	7.02	8.09	18.33	1011.4
2001—2012年	2.3	13.21	10.25	52.4	6.69	8.45	18.43	1012.6

#### 四、社会经济概况

北京是我国社会经济较为发达的地区,2010年调整行政区划以后北京市划分为16个区县,分别是东城区、西城区、朝阳区、海淀区、石景山区、丰台区、门头沟区、房山区、大兴区、昌平区、通州区、顺义区、平谷区、怀柔区、密云县和延庆县。北京市2010年实现社会经济总产值13778亿元,其中,第一产业增加值124.3亿元;第二产业增加值3323.1亿元;第三产业增加值10330.5亿元。三次产业的比重为1:24:75。

全国第二次水资源评价结果显示,北京市多年平均水资源量为37.3亿 $\text{m}^3$ ,其中地表水17.7亿 $\text{m}^3$ 、地下水19.7亿 $\text{m}^3$ 。按照2010年常住人口1961万人计算,多年平均的人均水资源量约为190 $\text{m}^3$ ,相当于全国平均水平的9%。

近十年以来(2001—2010年),由于气候波动原因,北京市实际降水量显著减少,10年平均降水量为489mm,区域自产水资源量仅有22.3亿 $\text{m}^3$ ,分别下降了16%和40%。人均水资源量更是减少到110 $\text{m}^3$ /(人·年),北京市的水资源紧张形势进一步加剧。

2010年,北京市的降水量为523.3mm,水资源总量为23.1亿 $\text{m}^3$ ,其中地表水资源量为7.2亿 $\text{m}^3$ ,地下水资源量为18.9亿 $\text{m}^3$ 。全市总用水量35.2亿 $\text{m}^3$ ,其中,城镇生活用水12.7亿 $\text{m}^3$ 、农村生活用水2.6亿 $\text{m}^3$ 、工业用水5.1亿 $\text{m}^3$ 、农业灌溉用水7.9亿 $\text{m}^3$ 、林牧渔业用水2.9亿 $\text{m}^3$ 、环境用水4.0亿 $\text{m}^3$ 。利用地下水21.2亿 $\text{m}^3$ ,其中深层水1.2亿 $\text{m}^3$ ;利用地表水7.2亿 $\text{m}^3$ ,其中从黄壁庄、王快等水库集中输水3.3亿 $\text{m}^3$ ;利用再生水6.8亿 $\text{m}^3$ 。

全市万元地区生产总值水耗为29.9 $\text{m}^3$ 。“十一五”期间,全市万元地区生产总值水耗累计下降39.54%。2010年,全市处理污水11.4亿 $\text{m}^3$ ,削减污染物化学需氧量46万t,污水处理率为81%,城六区污水处理率达到95%,郊区达到53%;全市城市绿化覆盖率达到45%,林木绿化率达到53%;全年自来水销售量8.7亿 $\text{m}^3$ ,其中,生产运营用水

1.3 亿  $m^3$ 、居民家庭用水 4.2 亿  $m^3$ 。

2010 年全国第六次人口普查结果显示，北京市有常住人口 1961 万人，其中，城市居民 1686 万人（占 86%），农村居民 275 万人（占 14%）。

## 第二节 主要水系

### 一、主要河流

北京市境内有五大水系（图 1-1），从东向西分布有沟河、潮白河、北运河、永定河和拒马河，分别属于海河流域的蓟运河、潮白河、北运河、永定河和大清河水系（附录 1）。除北运河发源于本市以外，蓟运河、潮白河和大清河三大水系发源于河北省，永定河发源于山西省和内蒙古自治区。各河流的流域面积见表 1-3。

表 1-3 北京市各河流的流域面积

水系	面积/ $km^2$		
	山区	平原	合计
蓟运河	669	688	1377
潮白河	4605	1008	5613
北运河	1000	3423	4423
永定河	2491	677	3168
大清河	1615	604	2219
全市	10400	6400	16800

#### 1. 蓟运河

沟河是蓟运河支流，发源于河北省兴隆县跑马场乡、茅山乡，于偏桥子西北入市境，西流至平谷县城东折向南，在马坊乡东店村出市境汇入蓟运河。沟河全长 206km，流域面积 1712 $km^2$ ，市境内总长 66km，流域面积 952 $km^2$ ，支流有错河、金鸡河、州河及还乡河。1958 年以后，河北省、北京市先后在沟河上修建城下水库、海子水库及三河分水闸。沟河战国时期开通水运，明永乐年间为鼎盛期。民国初年沟河加深，在平谷县境内设寺渠、芮营、英城三大渡口，一般船载重量可达 10t，是平谷与外地通商的唯一航道。1939 年改用公路运输，水运遂止。

#### 2. 潮白河

潮白河位于北京市东郊，是北京市的五大水系之一，也是海河水系的主要支流；流经密云、怀柔、顺义、通州，于通州大沙务村出市境进入河北省香河县；在市界内全长 84.5km，河床最宽处为 2000m。潮白河上游主要支流为潮河与白河。潮河发源于河北丰宁县草碾沟南山，自密云县古北口入本市境内。白河发源于河北沽源县，经赤城县，折向东流，经延庆、怀柔、密云等区（县）。潮河、白河在密云县河槽村汇合后始称潮白河。在北京市境内的支流有红门川河、小东河、怀河、城北减河、南彩排洪沟、箭杆河、运潮减河等。总流域面积 19560 $km^2$ ，其中山区面积占 85%。市境内流域面积 5613 $km^2$ 。潮白河在历史上经常泛滥，1939 年曾使 500 多万亩地受灾。1942 年开始在顺义县河南村以下

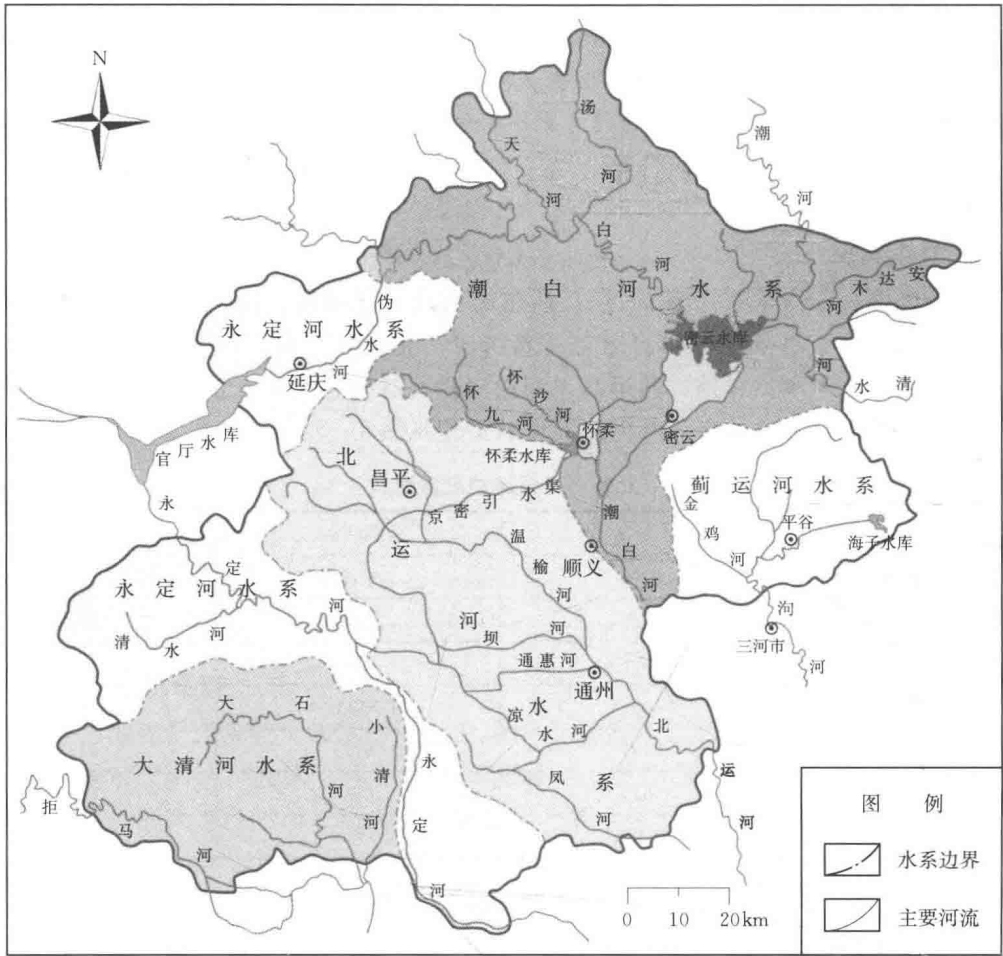


图 1-1 北京市水系图

右岸陆续筑堤。1956 年进行加固。1978—1979 年再次进行全线复堤。流域内建有密云、怀柔、北台上、大水峪、沙厂等水库。1984 年 11 月建成向阳闸枢纽工程。跨河建有牛栏山、向阳闸、俸伯、京榆、友谊等 5 座公路桥，以及京承、大秦铁路桥 2 座。

### 3. 北运河

温榆河位于北京市东北部。自沙河水库至通州北关拦河闸，是京杭运河的上游，发源于北京市昌平区军都山麓。上游由东沙河、北沙河、南沙河 3 条支流汇合而成。温榆河流域面积 2478km<sup>2</sup>，全长 47.5km，其间又有蔺沟河、清河、龙道河、坝河、小中河汇入。1970—1972 年曾两次整治，沿河筑堤，并建闸 4 座。蔺沟河口以上防洪标准按 50 年一遇设计，洪峰流量 400m<sup>3</sup>/s；蔺沟河口以下按 20 年一遇设计，50 年一遇校核，洪峰流量 1562m<sup>3</sup>/s。灌溉农田 20 万亩。温榆河古称湿余水、温余水。

北运河位于北京市东郊，自通州北关拦河闸南流至牛牧屯村出北京市界，经河北省香河、武清两县至天津市大红桥入海河，为京杭（南北）运河的北段，是海河北系四大河流之一。北运河发源于燕山南麓昌平、海淀一带，在通州北关上游称温榆河，且在通州、河

北、天津又有通惠河、凉水河、凤港减河、龙凤河等汇入；全长 120km，流域面积 5300km<sup>2</sup>，在北京市境内长 38km，流域面积 4423km<sup>2</sup>，灌溉农田 34 万亩。北运河古称白河、沾水和潞河，曾用于漕运。

#### 4. 永定河

永定河位于北京市西郊，从河北省怀来县幽州村南流入北京市，流经门头沟、石景山、丰台、房山、大兴，于大兴崔指挥营村东出市境。市境内主河道全长 189km，河床最宽处为 3800m，设计卢沟桥以下最大流量达 2500m<sup>3</sup>/s。永定河上游主要支流为桑干河、洋河，分别发源于山西省、内蒙古自治区境内，于河北省怀来县朱官屯村汇合为永定河。在北京市境内的主要支流有妫水河、清水河、天堂河、门头沟等。市境内流域面积为 3168km<sup>2</sup>，占全市面积的 18.9%，其中山区面积 2491km<sup>2</sup>。永定河同北运河、潮白河、拒马河、蓟运河一起，统称为北京市的五大水系。它还是海河北系的主要支流之一。永定河，《水经注》称湿水、治水、漯水，又称浑河、卢沟河，俗称无定河。清康熙三十七年（1698 年）在卢沟桥以下至狼城河口两岸筑堤后改为现名。永定河在三家店进入平原地区后经常改道，历史上屡次成灾。1949 年后修建了官厅水库、卢沟桥分洪枢纽工程、三家店至卢沟桥段左堤加固工程等，可抵御万年一遇的洪水。1985 年该河被列为中国四大重点防洪河道之一。河上有大、中型桥梁 48 座，京广铁路、京原铁路、丰沙铁路等跨河而过。沿河名胜古迹有卢沟桥、珍珠湖、金门闸等。

#### 5. 大清河

拒马河流经房山区境内，为北京市五大水系之一，是清河支流，发源于河北省涞源县西北太行山麓，在北京市房山区十渡镇套港村入市界，流经十渡风景区、张坊镇、南尚乐乡。在张坊镇张坊村分为南北两支。北支为北拒马河，流经南尚乐乡，于二合庄村东出市境，至东茨村以下称白沟村，在白沟村与南拒马河汇合入大清河。拒马河干流长 254km，白沟村以上流域面积 1000km<sup>2</sup>。市境内干流长 61km，流域面积 433km<sup>2</sup>。河床宽 200~1000m。

根据北京市第一次水务普查有关资料（表 1-4），北京市共有流域面积 10km<sup>2</sup> 以上的河流 425 条，总长度为 6414km；流域面积 50km<sup>2</sup> 以上的河流 108 条，总长度为 3619km；流域面积 100km<sup>2</sup> 以上的河流 59 条，总长度为 2712km；流域面积 200km<sup>2</sup> 以上的河流 29 条，总长度为 1839km；流域面积 500km<sup>2</sup> 以上的河流 13 条，总长度为 1196km；流域面积 1000km<sup>2</sup> 以上的河流 9 条，总长度为 973km；流域面积 3000km<sup>2</sup> 以上的河流 2 条，总长度为 431km。

表 1-4

北京市各水系河流数量

单位：条

水系	流域 面积/km <sup>2</sup>	河流数量						
		≥10	≥50	≥100	≥200	≥500	≥1000	≥3000
蓟运河		42	11	6	2	2	1	0
潮白河		138	27	17	9	4	3	1
北运河		110	33	19	9	3	2	0
永定河		75	22	9	6	3	2	1
大清河		60	15	8	3	1	1	0
合计		425	108	59	29	13	9	2



## 二、城市排水河流

北运河水系是唯一发源于北京市的河流，北京市主要城区也位于北运河流域，因此城市用水的排水河流也位于该流域范围内。北运河上游是温榆河，温榆河流经昌平、海淀、顺义、朝阳、通州等五个区，从沙子营开始由北向南依次吸纳温榆河右岸的清河、坝河、通惠河和凉水河等主要河流，形成北京市的城市排水河流。

### 1. 清河

清河位于市区北郊，系市区主要排洪河道。水源为沿北旱河汇入的西山泉水或下游山洪以及沿北长河于安河桥汇入的玉泉山水，流经圆明园、清河镇，在立水桥以东入温榆河，全长 23.8km，流域面积 150km<sup>2</sup>。

### 2. 坝河

坝河位于北京市东郊，源于东城区东北护城河，自西向东在朝阳区东郊边界入温榆河，属北运河水系，主要支流有北小河、亮马河和北土城沟等，主河道全长 21.63km，流域面积 158.4km<sup>2</sup>。坝河是元代开凿的运粮河，后被通惠河取代，成为排水沟，河道建有蓄水闸 7 座。

### 3. 通惠河

通惠河位于北京市通州区和朝阳区。从东便门大通桥至通州区入北运河这段河道，全长 20km。通惠河是元代挖掘的漕运河道的一部分，由郭守敬主持修建。元至元二十九年（1292 年）开工，至元三十年（1293 年）完工。最早开挖的通惠河自昌平县白浮村神山泉经瓮山泊（今昆明湖）至积水潭、中南海，自崇文门外向东，在今朝阳区杨闸村向东南折，至通州高丽庄（今张家湾村）入潞河（今北运河故道），全长 82km。其中从瓮山泊至积水潭这一段河道在元代称为高粱河。

### 4. 凉水河

凉水河源于丰台区后泥洼村，流经丰台、大兴、通州，于榆林庄闸上游汇入北运河，是北运河的一条主要支流，全长 58km，流域面积 629.7km<sup>2</sup>，有草桥河、马草河、马草沟、大羊坊沟、萧太后河等支流。20 世纪 50 年代中期拓宽治理后，河道上建有大红门、马驹桥、新河、张家湾 4 座拦河闸，可蓄水 400 多万 m<sup>3</sup>，灌溉农田 20 多万亩。

## 三、古代引水河道

### 1. 白浮泉引水工程

白浮泉位于北京城北昌平区化庄村东龙山东麓，又名龙泉，是白浮引水工程的源头。元代著名科学家郭守敬为引水济漕，解决大都城的漕运，引白浮泉水作大运河北端上游水源，于至元二十九年（1292 年）建成白浮堰。白浮泉又名龙泉，当年建有水池，水流出处有青石雕刻的九个龙头，取名九龙池。水自龙口喷出，有“九龙戏水”“九龙喷玉”之称。都龙王庙位于龙山之巅，明洪武年间建，明清时是著名的祈雨之所。

白浮泉引水工程自昌平区白浮村引神山泉西折而南，过双塔、榆河、一亩、玉泉诸水，经瓮山泊至西水门入都城，“南汇为积水潭，东南出文明门（今崇文门），东至通州高丽庄（今张家湾村）入白河”（《元史·河渠志》）最后入于潞河，全长 82km，因此白浮泉引水工程就是原来的通惠河，而白浮泉实际上是通惠河的源头。