

·水文环境地质·

# 北京地区的水资源

郑桂森,吕金波

(北京市地质调查所,北京 102206)

**提 要** :北京市是中华人民共和国的首都,人均水资源占有量不足 $400\text{ m}^3$ ,严重制约着首都经济的发展。北京多年平均降水量 $626\text{ mm}$ ,地表水多年平均径流量 $26\text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ,地下水多年平均补给量 $39.51\text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ,地下水平均年可供水量 $26.33\text{ 亿 m}^3$ 。这些数据告诫我们,必须开源节流。

**关键词** :水资源;地表水;地下水;北京

北京市是严重缺水的城市,人均水资源占有量不足 $400\text{ m}^3$ ,相当于全国人均占有量的 $1/6$ ,世界人均占有量的 $1/25$ 。

北京地处华北平原的西北端。西部山地属太行山脉;北部山地属燕山山脉;东南部为冲洪积物组成的北京山前倾斜平原。北京的河流属海河流域,从东到西分布有:蓟运河、潮白河、北运河、永定河和大清河等5条水系,它们均由北山、西山流入东南平原区,是北京平原区地下水的重要补给来源。北京气候属温带大陆性季风气候,四季分明,年平均气温 $12^\circ\text{C}$ 左右。多年平均降水量 $626\text{ mm}$ ,年降水量集中于6~9月份,占全年降水量的80%以上。丰枯水年降水量相差3倍,1959年降水量为 $1008\text{ mm}$ ,1965年降水量仅为 $355\text{ mm}$ 。在北京市平谷县东北部、怀柔县中部山区及房山区山前地带等为降水中心,年降水量一般大于 $700\text{ mm}$ ,向北部山后地区降水量逐步减少。

这些降水形成的地表径流为 $13\sim 79\text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ,加上入境水 $7\sim 37\text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ,可为北京市提供地表水可供水量 $8\sim 15\text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ,渗入地下后形成的地下水可采资源为 $26.33\text{ 亿 m}^3/\text{a}$ 。其中,地表水年际变化大,地下水具有良好的多年调节作用。平年时,地下水可采水量约占全市供水量的 $2/3$ ;枯水年,地下水的可采水量则占全市供水量的 $3/4$ 强。

## 1 地表水资源

全市年平均降水量为 $626\text{ mm}$ ,在 $16800\text{ km}^2$ 面积上,年均降水总量为 $105.2\text{ 亿 m}^3$ 。其中山区( $10400\text{ km}^2$ )降水量为 $622.5\text{ mm}$ ,降水总量为 $64.74\text{ 亿 m}^3$ ,占61.6%;平原( $6400\text{ km}^2$ )降水量为 $631.7\text{ mm}$ ,降水总量为 $40.43\text{ 亿 m}^3$ ,占38.4%(表1)。

北京市地表水资源主要指河川天然径流资源,湖泊水资源比较少,其补给和利用可忽略不计。据1956~1979年统计,河川天然年径流资源为 $25.99\text{ 亿 m}^3$ (约 $26\text{ 亿 m}^3$ ),其中山区为 $18.1730$

亿 $m^3$ ,占全市径流总量的69.9%;平原为7.820亿 $m^3$ ,占全市径流总量的30.1%(表2)。

北京市地表水资源分布不均,山区多于平原,相差2.3倍。按水系分布也是不平衡的,潮白河

水资源最多,占39.4%,既受流域面积大的影响,又受山区面积大、产流多的作用。其次是北运河水系,水资源占24.3%。水资源最少的是蓟运河水系,仅占8.8%。北京地表水资源的地区分布特征是以环北京的百花山—军都山—平谷山地山脊为界,山前为一多水带,山后和平原为两个少水地区,大兴、通州南部地区,是北京地区产流量最小的地区。

表1 北京市各水系山区、平原年降水量(mm)

水系	大清河	永定河	北运河	潮白河	蓟运河	全市
山区	648.8	543.2	635.6	627.2	697.4	622.5
平原	628.7	591.3	623.4	665.0	666.8	631.7
全河	643.4	553.3	626.2	634.0	682.2	626.0

表2 北京市各河系水资源及组成

河 系		大清河	永定河	北运河	潮白河	蓟运河	全 市
项 目							
山区	面积( $km^2$ )	1615	2491	1000	4605	689	10400
	年径流量(亿 $m^3$ )	3.100	2.926	1.522	9.013	1.612	18.173
	占全市水资源百分比(%)	11.9	11.300	5.900	34.700	6.200	69.900
	产流量[万 $m^3/(a \cdot km^2)$ ]	19.2	11.8	15.200	19.600	23.400	17.500
平原	面积( $km^2$ )	604	677	3423	1008	688	6400
	年径流量(亿 $m^3$ )	0.651	0.468	4.782	1.216	0.685	7.820
	占全市水资源百分比(%)	2.500	1.800	18.400	4.700	2.600	30.100
	产流量[万 $m^3/(a \cdot km^2)$ ]	10.800	7.200	14.000	12.100	10.000	12.200
合计	面积( $km^2$ )	2219	3168	4423	5613	1377	16800
	年径流量(亿 $m^3$ )	3.751	3.412	6.304	10.229	2.297	25.993
	占全市水资源百分比(%)	14.400	13.100	24.300	39.4	8.800	100.000
	产流量[万 $m^3/(a \cdot km^2)$ ]	16.900	10.800	14.300	18.2	16.700	15.500

## 2 地下水资源

全市地下水多年平均补给量约为39.51亿 $m^3/a$ (表3),地下水平均年可开采量约26.33亿 $m^3/a$ 。

### 2.1 区域水文地质条件

北京地区地下水主要赋存于平原区第四系砂砾卵石层和山区碳酸盐岩地层中,其富水性受地层岩性、地质构造、地形地貌和水文气象等条件的控制和影响。

#### 2.1.1 山区水文地质条件

山区地下水主要赋存于中新元古界及下古生界碳酸盐岩地层中,其富水性不仅与地层岩性有关,同时受地质构造、地形地貌的控制和影响。地下水类型复杂多变,含水岩组富水性不均一,水位埋深及变化幅度大,地下水运动状态复杂,开采条件差。现根据含水岩组岩性及地

表3 北京市地下水天然资源汇总表 单位:亿 m<sup>3</sup>/a

地区 项目	城近郊区	通州区	大兴县	昌平区	房山区	顺义区	密云县	怀柔县	平谷县	延庆县	多年均值
山区	3.56			1.28	2.67	0.08	2.73	3.07	1.54	2.21	17.14
平原	5.77	1.78	3.20	3.20	4.40	2.62	2.98	1.52	2.58	1.62	29.61
山区与平原重复量	2.11			1.08	1.23	0.08	0.55	0.32	1.26	0.61	7.24
总计	7.22	1.78	3.20	3.40	5.84	2.62	5.16	4.27	2.86	3.22	39.51

下水赋存状态,划分为如下几种含水岩组:

- ①碳酸盐岩岩溶裂隙含水岩组。
- ②碎屑岩裂隙孔隙含水岩组。
- ③火成岩裂隙孔隙含水岩组。
- ④变质岩裂隙含水岩组。

### 2.1.2 平原区水文地质条件

北京平原主要是由河流冲洪积物堆积形成的山前倾斜平原。平原区地下水为第四系松散层孔隙水,水文地质条件主要受永定河、潮白河、温榆河、洳河和大石河等冲积洪积作用所控制,含水层特征具有明显的水平分带性:即大致由西北向东南,其含水层的岩性颗粒由粗变细,含水层次由单一砂卵石层逐渐变成多层砂砾石层、砂层,由潜水区逐渐过渡为潜水—承压水区,透水性及富水性由强变弱,水质由好变差。

北京平原区第四系含水层富水性,依据单井抽水水位降深5 m时的出水量进行富水性分区。即:

①极富水区:富水性大于5000 m<sup>3</sup>/d地区,分布在各冲积扇中上部地下水溢出带附近地区,含水层岩性为单一砂卵石层,透水性强,径流条件好,易接受大气降水和地表水的直接补给,水位埋深浅易开采,是冲积扇地下水资源最丰富的地区,又是地下水主要开采区。

②富水区:富水性3000~5000 m<sup>3</sup>/d地区,主要分布在地下水溢出带外围地区,含水层岩性颗粒变细,层次为2~3层,主要为承压水区。地下水资源丰富,也是地下水重要开采区。

③较富水区:富水性1000~3000 m<sup>3</sup>/d地区,分布在冲洪积扇中下部平原区,面积较广,含水层由多层砂砾石、砂层组成,地下水资源比较丰富,是农业主要开采区。

④弱富水区:富水性小于1000 m<sup>3</sup>/d地区,主要分布在各冲洪积扇交汇部位,无良好的含水层,以细颗粒砂层为主,富水性差。

⑤贫水区:富水性不均,又无良好含水层地区。主要分布在山前坡洪积地层中,以粘性土和碎石为主,无良好含水层。但在山前沟谷口往往有砂卵石条带分布,富水性较好,单井出水量可达1000 m<sup>3</sup>/d左右,可解决当地生活供水。

地下水水质特征:平原区地下水主要开采层水质总的是好的,符合国家生活用水卫生标准和工农业生产用水要求。但在城近郊区、通州区、大兴及其它区县部分地区潜水和局部浅层承压水水质受到一定程度污染,影响当地居民生活用水。在顺义、通州区地下水中铁锰含量偏

高。小汤山、温泉、通州区、大兴县南部等地区地下水中氟含量超标,影响当地居民生活供水。另外,北京城区东南约200~300 km<sup>2</sup>范围地下水中硬度及硝酸盐—氮含量超标,影响城市供水。

地下水动态特征:第四系潜水和承压水动态随着开采强度增大,逐渐过渡为人为动态特征,即地下水位动态的最高、最低水位值的出现受人为开采强度的控制和影响。广大平原区潜水主要仍为自然动态特征,最低水位出现在5~6月份,最高水位出现在8~9月份。承压水最低水位出现在7~8月份,最高水位出现在9~10月份,甚至下年度1~2月份。在主要城镇地下水集中开采区地下水位有逐年下降趋势,并形成水位降落漏斗。

平原区隐伏岩溶裂隙水:在海淀、昌平、大兴、通州、顺义和房山等区县第四系下伏碳酸盐岩岩溶裂隙水,主要水文地质单元为大兴隆起,成井资料表明:该含水岩组富水性强,水质好。目前已建立通州区、黄村、昌平及西郊等城镇供水水源地。

## 2.2 地下水资源的时空变化规律及其总量

北京地下水资源是在基本查明区域水文地质条件和水文地质参数的基础上,采用地下水动态均衡法和水均衡法进行全面系统计算的。

### 2.2.1 地下水天然资源

①地下水补给量:北京市地下水多年(1961~1984年)平均补给量为39.51亿m<sup>3</sup>/a,其中平原区29.61亿m<sup>3</sup>/a、山区17.14亿m<sup>3</sup>/a,扣除山区补给平原区的重复量7.24亿m<sup>3</sup>/a。见(表3)。

北京市地下水补给量中:大气降水入渗补给量29亿m<sup>3</sup>/a,占总补给量72%;河水渗漏补给量占18%;渠道水渗漏补给量占3%;灌溉水回归补给量占7%。地下水天然资源主要来自大气降水入渗补给,随着降水量变化而变化。通过对大气降水量与地下水补给量的相关分析,年大气降水量在400~800 mm范围内,地下水补给量与降水量变化呈直线相关关系。当年大气降水量在600 mm时,地下水总补给量为40亿m<sup>3</sup>/a左右;若年大气降水在400 mm时,地下水总补给量为30亿m<sup>3</sup>/a左右;如年大气降水量800 mm时,地下水总补给量为50亿m<sup>3</sup>/a左右。

地下水天然资源主要分布在平原区永定河和潮白河冲洪积扇含水层中。北京平原区地下水补给量29.61亿m<sup>3</sup>/a左右,有利于地下水资源的开发利用,对城市建设和经济发展具有重大作用。

②地下水储存量:北京地区地下水主要储存于平原区第四系含水层和碳酸盐岩岩溶裂隙中。目前只计算了平原区第四系孔隙水,计算下限深度150 m,在第四系厚度小于150 m地区,则只到第四系底板为止。北京市平原区截至1995年底第四系孔隙含水层地下水储存量为650.34亿m<sup>3</sup>,其空间分布情况详见(表4)。

一般年份只能动用年或多年地下水调节补给量。随着人工回灌补给地下水的高新技术发展,在特殊干旱年份或重要工程供水时可以动用少量地下水储存量,在丰水年采用人工回灌补给地下水,使地下水储存量得以恢复。

表4 北京市平原区第四系地下水储存量统计表

地 区	城近郊	通州	大兴	房山	昌平	延庆	密怀顺	平谷	合计
面积(km <sup>2</sup> )	988	870	1012	654	776	496	1392	340	6528
储存资源(亿 m <sup>3</sup> )	98.03	107.79	104.16	20.13	68.33	29.98	173.40	48.52	650.34

矿体(矿化区)烃类相对贫化,矿化区外缘则相关富集,从而形成晕圈异常。

关于矿体呈倾斜展布的矿床上方,烃类对偶双峰异常中,其主要异常高值区(异常中心)偏向于矿体中下部的成因,则主要与地温及氧化还原环境有关。(1)地温,在矿体中下部,埋深相对较大,地温也相对较高,这有利于有机质的热解作用,产生更多的烃类组分。(2)氧化还原环境,相对地,矿体中下部氧逸度较低,具有较好的还原环境,而在还原环境下,有利于有机质的保存和向烃类转化,提供更多的烃气。而在氧化条件下,烷烃容易被氧化成酮酸,环烷烃氧化成环烷酸、醇等,另一方面,绝大多数情况下,烃气主要通过微裂隙垂直向上运移,因此,在对应于矿体中下部的地表投影部位是烃类对偶异常的主要高值分布区。

#### 参考文献:

- [1]Манская С.М. и Дроздово Т.В. Геохимия Органического Вещества “Наука”, Москово.1964.159~271.  
 [2]Dozy J J. A geological model for the genesis of lead-zinc ores of the Mississippi Valley, USA[J].Trans. Inst. Min. Metal, Sec. B. 1970: 163~170.  
 [3]杨蔚华,刘友梅.滇中中生代层控铜矿床的地球化学[J].中国科学, B辑, 1983.  
 [4]付家谟,刘德汉.有机质演化与沉积矿床成因(II)煤成烃类与层控矿床[J].沉积学报, 1983(4).  
 [5]杨敏之.金矿床新类型、金矿床地球化学、金矿床成矿预测原理(上册)[M].冶金天津地质研究院编.天津:天津出版局, 1989.  
 [6]涂光炽,等.中国层控矿床地球化学(第三卷)[M].北京:科学出版社, 1988.

(上接第48页)

#### 2.2.2 地下水开采资源

地下水开采资源是指在一定经济技术条件下,不严重影响地质环境和不造成地质灾害的前提下,可以开发利用的地下水资源。山区地下水资源的开采条件差,开发利用的社会经济效益也较差,一般不提倡大规模开发利用,仅在缺水山区进行适当开采,以满足当地居民饮水和少量的工农业用水。由于水文地质勘查程度低,未进行山区地下水资源评价,目前地下水资源开采量在1.5~2亿 $m^3/a$ 之间。

北京市平原区地下水开采资源评价是根据地下水补给量、地下水开采状况、地下水资源动态变化趋势、枯水年份地下水的自然消耗量和地下水具有多年调节的特点等,进行综合分析评价确定的。北京市平原区地下水多年平均开采资源量为24.55亿 $m^3/a$ 。

北京市地下水开采资源量为26.33亿 $m^3/a$ ,各区县地下水开采资源量详见(表5)。

表 5 北京市地下水开采资源量统计表

单位:亿  $m^3/a$

地区 项目	城近郊	通州	大兴	房山	昌平	延庆	顺义	密云	怀柔	平谷	合计
山区	0.15			0.46	0.16	0.10		0.37	0.24	0.30	1.78
平原	6.05	1.90	2.80	2.90	2.20	0.90	4.30	0.70	0.80	2.00	24.55
全市	6.20	1.90	2.80	3.36	2.36	1.00	4.30	1.07	1.04	2.30	26.33

北京市地下水开采资源评价数据是经过多年开采和地下水动态观测试验验证的,其开采资源的保证程度较高,已作为市、区县规划建设和开发利用的依据。