

21 世纪首都水问题的对策与建议

The Water Problem in Beijing in the 21st Century and Its Solutions

张寿全

(中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029)

水资源是社会经济可持续发展中至关重要的,又是不可替代的自然资源。目前,我国人均水资源占有量仅为世界人均的 $1/4$,其排位约在世界 110 位左右,是一个水资源贫乏的国家。当人口达到 16 亿的时候(2030 年左右)我国尤其北方地区将面临更严重缺水的挑战。北京是世界上水资源严重短缺的大都市之一,水问题将成为首都未来可持续发展中最突出的重大问题。

一、首都水问题的现状

1. 水资源紧缺,供需矛盾尖锐 目前,北京市可利用淡水资源人均占有量不足 300m^3 ,为全国人均的 $1/8$,世界人均的 $1/30$ 。据有关部门预测,2010 年北京市可供水量为 $34 \sim 41 \text{ 亿 m}^3$ (一次水资源平衡),平水年将缺水 11.82 亿 m^3 。即使在最新的规划中,计划在 2010 年以前安排若干工程 and 政策措施,总投资 176.18 亿元(不含环保规划建设水厂和市政规划自来水管线的费用),也只能在平水年基本实现供需平衡,偏枯水年仍将缺水 3.92 亿 m^3 ,枯水年则缺水达 7.68 亿 m^3 。显然,21 世纪初,首都将面临更加严峻的缺水局面。

2. 水污染严重,水环境日趋恶化 全市每年约有 10 亿 m^3 未经处理的污水排入河道、渗井、渗坑,加之过量施用化肥和农药以及垃圾的不合理堆放,使得河湖水体和地下水受到严重影响。据对 81 条 2150km 的河段监测,有 56.4% 的水体受到不同程度的污染;城市下游河道多为超 V 类水体,基本没有生物存活;河道长期断流,湖泊萎缩,湿地干涸;城近郊区地下水水质较差和极差(Ⅲ 级和Ⅳ 级)的占测点总数的 47.31%,郊区地下水符合饮用水标准的也仅占一半;地下水超采超过 40 亿 m^3 ;东郊地面沉降面积已达 800km^2 ,累计最大沉降量 850mm ,并仍在扩展之中。水污染加剧了水资源的危机,地面沉降又制约了深部地下水的开发。

3. 水管理体制不顺、水价不合理、浪费严重 北京市的水管理体制表现为条块分割、相互制约、职责交叉、权属不清、行政关系复杂,水资源的开发、利用和保护缺乏统一的规划和系统的管理;水价长期

偏低不利于节水、不利于环境保护、不利于供水企业的正常发展、不利于水资源的合理配置;由于管理和输水器具质量问题,公共设施中自来水的跑、冒、滴、漏现象严重;滥用饮用自来水喷灌园林、花木、绿地以及洗车极为普遍,一些高级宾馆人均日用水量高达 1500 升 以上,浪费严重。

4. 产业结构与水资源和水环境的承载力不适应 50 年的建设与发展,北京已成为一个大型的工业城市,有较发达的冶金、化工、机械、电力、纺织、钢铁、石油化工等,并且大都集中在城近郊区。工业的高度和集中和过度发展,不仅是造成供水紧张、生态环境恶化的主要原因之一,而且也制约着北京作为首都城市功能的发挥;北京的农业与华北其它地区无异,均以种植业为主,用水量占全市年总用水量的 50% 以上,而且化肥施用量较大,不符合未来都市农业的发展方向。此外,人口的增长和过度集中也进一步增加了城区的供水压力。

二、对策与建议

笔者认为,要缓解北京市缺水状况,进一步增强 21 世纪水资源危机挑战的应对能力,应以立足本地为主,采取综合措施。应进一步树立流域系统的观念、可持续发展的思想、市场经济的意识;应加强科学研究和技术开发;应实施节流—制污—开源—调整产业结构—改革管理体制等全方位解决水问题的战略。具体建议如下。

1. 树立流域系统的观念和可持续发展的思想

每一个河流从源头到河口都是一个统一的整体,在资源开发、环境保护和治理上,应统筹考虑,把水土保持、防洪、灌溉、供水、水环境保护、污水排放、固体废物处理,以及森林、草地、湿地和生态资源的利用和保护作为一个有机联系的系统整体,以可持续发展的思想协调多目标之间的相互关系和矛盾冲突,建立统一的科学的流域水资源规划、开发和管理及环境保护体系,才有可能实现区域内人口、资源、环境与社会经济的良性循环和可持续发展。

北京市属海河流域,密云水库、官厅水库是北京市地表水主要供水水源,占北京市总供水量的 25%。但在流域中,北京市上有山西、河北,下有河

北、天津,北京市水资源和水环境既受制于上游又对下游产生影响。如官厅水库,不仅入库水量由50年代的12亿 m^3 减到90年代的4亿 m^3 ,而且因上游大量的污水排入水库,迫使官厅水库1997年退出饮用水供水系统。而北京市每年约10亿 m^3 未经处理的污水排出,同样会对本区乃至下游的生态环境产生负面影响。密云水库的水质目前虽然良好,但潮白河上游是河北省滦平、丰宁、赤城3个贫困县,经济尚处起步阶段,其未来的发展模式将直接影响密云水库的水质水量。显然,北京要保住密云水库这盆净水,就必须处理好同上述3县的关系;要想改善官厅水库的水质就必须得到上游区域的合作,而且可能还需要中央政府的协调。

实际上,京津冀在水资源上是密切相关的一个系统,在生态环境上是有机联系的一个整体。据我们的初步分析,21世纪的前25年,我国流域内不同区域间因水问题引起的矛盾将会更加突出,尤其北方地区。因此,建议中央政府高度重视这一问题,尽快制定跨区域流域的水资源开发和水环境保护的法规体系,协调流域内不同行政区(省级)之间的相互关系,为流域内水资源的可持续开发利用提供政策和法律保障。

2. 调整产业结构,建立节水型经济体系

不同的经济发展模式对水资源的需求和造成的生态环境后果是截然不同的。从首都的水资源和环境的实际情况,对工、农业结构调整和人口控制提出如下建议。

首先,北京市的农业是用水大户,1995年用水量为20.10亿 m^3 ,但80%用在种植业上。同时,每公顷耕地化肥施用量高达628.6公斤,是美国的近6倍,是世界平均水平的近7倍,生产的成本很高。而且我国加入WTO后,北京的种植业将有可能受到较大影响。此外,北京作为首都,作为迈向现代化的国际大都市,其农业没有必要“以粮为纲”。因此,应该大力调整农业种植结构,压缩粮食种植面积,降低用水量和化肥施用量,并根据首都的特点、优势和市场需求,依靠科技,发展饲料作物、经济作物,发展畜牧业、养殖业,发展农产品加工业,发展两高一优农业、绿色生态农业、都市观光农业等,把节水、蓄水、涵养水土、生态环境建设作为北京现代化农业的重要组成部分,逐步形成符合首都城市功能的有别于周边地区的富有自己特色和竞争力的现代化的节水高效农业结构,并与发展绿色生态经济和旅游这一经济增长点相结合。

其次,北京工业结构重型化特征明显,这与首都的城市性质和功能以及水资源和生态环境的状况是不相适应的。1995年,北京市工业用水量为10.48亿 m^3 ,市区工业用水量为5.644亿 m^3 。其中,电力工业用水量1.9274亿 m^3 ,占市区工业用水总量的34.2%,但其产值仅占市区工业总产值的1%、全市工业总产值的0.67%。市区工业,按万元产值取水量大小排序的前五位是:电力、冶金、煤焦、化工、造纸。我们认为,无论从水资源和城市环境建设的需要看,还是从首都经济发展的战略方向看,城

区工业中的以上五类应进一步加大结构调整、技术改造和迁移的力度。并建议与支持国家西部大开发的战略相结合,加大与西部相关省、区的合作,如经济效益较好但耗水耗能量大的企业可考虑迁往水电资源丰富的西南地区。

从国家电力资源的潜力和发展趋势看,北京完全可以通过国家电网得到足够的电能。因此,建议中央政府尽快实施“西电东送”和“南电北送”的战略,并考虑首都严重缺水的特殊情况,优先解决首都的电能问题,使首都能够逐步调整缩减而不是扩建和新建耗水量大的热电厂。北京也应进一步加强与有关省、区合作开发电力资源的力度。

第三,控制人口增长,调整城市布局。1997年底,全市城乡常住户籍人口1085万人,在京常住外来人口约300万人,总人口约1400万人。外来人口的增加是北京市人均水资源占有量急剧下降的又一主要原因。外来人口大多在第三产业、建筑业等领域。因此,北京应加快产业结构调整,促进户籍人口的劳动力向第三产业转移的速度,控制外来人口数量,减少对水资源的需求总量。同时,应加快城市布局的结构调整,加快卫星城镇的建设,减小城市中心区的人口密度,减轻城近郊区的供水和生态环境的压力。

3. 进一步节约用水

节水的意义不仅仅是节约水资源,而且也是减少污水排放、改善和保护生态环境的重要措施之一。

工业节水仍有相当潜力 北京市工业万元产值用水量1995年为64.59 m^3 ,而长春为37.05 m^3 、成都为35.92 m^3 、上海为33.4 m^3 。一些发达国家则更少,如美国为9 m^3 、日本6 m^3 。首钢每吨钢用水量约16 m^3 ,而德国是4.38 m^3 、法国是3.75 m^3 。复用率也还有提高的潜力。

农业灌溉节水潜力较大 北京灌溉面积550万亩,有效灌溉面积485万亩,节水灌溉面积308万亩,其中喷灌166万亩,管道输水灌溉67万亩,衬砌渠道灌溉75万亩。从灌溉技术看,喷灌比明渠输水灌溉省水30~50%,微灌(包括滴灌、微喷灌、涌灌、渗灌)比喷灌省水15~20%。北京应加快发展喷灌和微灌。山地丘陵区应重视发展雨养农业,提高降水利用率。应重视生物节水,通过农业措施提高土壤水的利用率,应重视综合农艺技术和节水管理措施相结合。

生活用水要根据国情市情 北京市1995年生活用水量8.58亿 m^3 。预测2010年生活用水量为13.12亿 m^3 ,其中:规划市区定额360升/人·日,卫星城镇定额300~360升/人·日,中心集镇280升/人·日;而以色列1997年的人均GNP已达到17000美元,但居民生活和城镇公共设施用水量仅为260升/人·日。相比之下,北京市生活用水定量偏高,有相当潜力可挖。此外,目前滥用饮用自来水洗车造成水资源极大浪费,应尽快规范洗车行业,洗车应以用再生水为主,用自来水者必须有循环复用条件方许营业。

提高输、用水器具质量 有关资料表明,目前我国城市自来水系统的跑、冒、滴、漏量占其总供水量的15~25%,有的甚至超过30%。如北京市去冬今春,仅地下水管爆裂事件就有多起(更多的还是未被发现的地下渗漏),造成水资源的极大损失。因此,减少输水管道的渗漏,研究开发和推广节水器具(如节水龙头、节水马桶等),提高输、用水器具的质量,提高探查和监测地下输水管网渗漏的技术等,对于有限水资源的有效利用至关重要。

4. 调整治污战略、构建污水资源化工程体系

污水资源化是北京市水资源潜力的重要方面,北京市年污水排放量12.7亿 m^3 ,如果90%得到处理,70%得到有效利用,则每年可增加供水量8亿 m^3 左右(作为工业、农灌、城市杂用水等)。但由于北京市污水处理主要集中在下游(我国城市大都如此),不仅为再生水的利用带来困难,而且也是城市水系污染的主要原因之一。如北京城区约8亿 m^3 污水入通惠河到高碑店进行集中处理,且不说污水河对沿途周围生态环境的影响,而且即使处理量达到80%,那么处理后的6亿多 m^3 的水资源有效利用又成了新的问题,如果再从高碑店将部分处理后的再生水输送到城区利用,又需要巨额资金和工程投入,显然不是一个最优化的选择。因此,应调整治污战略,根据城市布局和用水类型的水质需要,建立集中与分散相结合、上中下游相结合、大中小相结合、低级与中高级处理相结合的污水处理的工程体系,加速污水资源化的进程。

我国北方普遍缺水,且水环境容量小、河川径流量日益减少、污水排放量日益增大、河流污径比日益增高。初步测算,我国北方每年排放的污水超过200亿 m^3 ,其中仅10~20%得到低级次处理。污水资源化对缓解我国北方水资源危机具有普遍重要意义,北京应该以此为契机,在治污的同时,把环保产业作为一个新的经济增长点。

5. 水系治理要转变观念

50年来,防洪、灌溉是水系治理的主要指导思想。如今,海河流域星罗棋布的数以千计的大小水利工程,基本改变了径流的自然状况,已是我国水资源开发程度最高的地区。但除密云等少数水库外,大多数水库的调蓄和供水能力较低。而且,这种过分强调对自然的改造和对水资源的开发,忽视生态环境和水资源的可持续利用,使得河道干涸、水系污染、土地沙化、生态退化等,又成为今天可持续发展最突出的制约因素。因此,应尽快实现由“工程水利”向“资源水利”和“环境水利”的转变。用综合的、系统的、经济的、生态的、可持续发展的观点进行首都的水系治理,应使防洪、治污(水环境保护)、蓄水(包括雨洪回灌地下)与水资源的统一调度配置和管理相结合。城区水系治理应考虑与自然生态与人居的和谐。河道治理中,根据具体情况,可考虑软化、半软化、局部衬砌而非全衬砌的办法接近自然河床,使河道曲直有度、人工与自然相结合,以有效利用自然河道的生态功能,改善城市水系的水质;应改部分硬化路面为通透性路面;城市地貌尤

其大面积绿化区带应考虑滞蓄雨水作用(强化降雨入渗补给);应考虑增加集景观、生态、蓄洪、补水、休闲为一体的人工湖泊和水体。

6. 保护地下水环境

北京市的地下水供水量占全市总供水量的67%,主要为第四系孔隙地下水。70年代以前,区内地下水基本处于自然平衡状态。70年代后,地下水开采量急剧增加,连年超采导致地下水位大幅度下降,大大改变了地下水的循环路径和方式,水质逐步变差。如下几个问题希望引起高度重视。

沙石坑塘的环境保护 位于城近郊区地下水上游补给区的西郊及山前,分布有开采建材后的沙石坑、塘,由于其渗透性好,与地下含水层直接相连。但近些年常有利用沙石坑、塘填埋和倾倒垃圾的现象,造成地下水的污染,必须予以高度重视。

城市中心区地下水污染防治 遥感资料表明,80年代末,北京城三环路以外分布有直径大于50m的垃圾堆4700多座。这些垃圾堆多是由利用自然坑、塘而未加任何衬垫和处置的直接填埋所形成。垃圾中的渗滤液很有可能进入下部含水层,污染地下水。因此,应加强地下水质的监测和预测,研究含水层的自净能力,提出防治方案。

治理渗坑、渗井、污水沟 北京是千年古城,城区有1万多个渗坑渗井;随着城市规模的扩大,近郊区又有不少的污水沟;工矿废渣和废水对地下水也有不同程度的污染。因此,治理渗坑渗井和工矿废渣等的污染,消灭污水沟,也是城近郊区地下水环境保护的重要内容。

此外,治理乡镇企业污染,实现养殖污水资源化,减少化肥和农药的施用量,改污水灌溉为再生水灌溉,加强水土流失的综合治理,限制山区采矿业的发展等,均是保护和改善地下水环境的重要措施。

7. 全方位开源

拦蓄暴雨和洪水 据我们的多年研究,拦蓄暴雨和洪水是华北地区水资源潜力的一个重要途径。北京地区多年平均降水595mm,年降水总量99.96亿 m^3 。降水具有时空分布不均,并有连丰连枯、丰枯交替发生等特点,最低年降水量272mm,最高为1406mm(1959)。枯丰连续出现的时间一般为2~3年,连枯年可达9~12年;但最长连丰年也可达6年,未来年降水总量大于200亿 m^3 的年份也许还会再有。尤其7、8两月北京西山和北山的迎风低山丘陵地带为暴雨多发区,常造成洪涝灾害和宝贵的水资源流失。因此,不仅应该考虑正常年份的雨水资源利用,更应该重视连丰水年的暴雨洪水资源的利用。正所谓未雨绸缪,以丰补歉。据有关资料,北京市的永定河、潮白河及温榆河的山前卵砾石冲积扇埋藏浅、渗透性好、易采易补,调蓄库容约116亿 m^3 (见表1),这为雨洪利用提供了巨大的地下空间。因此,如何利用水文周期,进一步加强地表水和地下水的联合开发,挖掘水资源潜力,是一个值得进一步研究的问题。

表 1 北京平原山前卵砾石冲积扇调蓄库容表

冲积扇名称	利用含水层 厚度 (m)	分布面积 (km ²)	储水系数 (%)	调蓄库容 (亿 m ³)
潮河	30	216.4	0.24	15.581
白河	40	541.0	0.25	51.400
温榆河	20	158.9	0.22	6.992
永定河	30	595.0	0.24	42.84
合计		1484.3		116.813

研究开发新的地下水源 北京山区有大面积碳酸盐岩(灰岩、白云岩)地层分布,裸露面积约 3500km²,占山区总面积的 34%,岩溶较发育,降水入渗补给条件较好。在盆地基底中,碳酸岩分布也较广,一些隆起区岩溶较发育,富水条件较好。根据我们对华北地区(山西、山东、河北)岩溶地下水资源研究的经验和对北京现有资料的初步分析,北京市的山前和盆地碳酸岩地层中赋存有较丰富的岩溶地下水资源,初步估算其天然资源量约 5 亿 m³/年,且大多为优质饮用水。目前局部地区有零星开采,但因研究程度较低,尚未将这一资源纳入北京市水资源可利用量的范畴。研究北京地区岩溶地下水的补给、运动、分布和赋存规律,勘察和评价其资源量,制定可持续发展利用和保护规划,对首都 21 世纪的城市供水意义重大。

人工增雨 随着现代科学技术的发展,通过人工催化雨云增加降水,国内外已有不少成功的范例。我国甘肃陇东(平凉)地区进行的试验表明,通过人工增雨的措施,一般可增加 10%~20% 的降水。因此,深入研究气象规律,利用现代科技发掘雨云水资源的潜力,也是扩大水源的一种可选择的途径。

8. 优化水资源配置,构建 21 世纪供水网络新概念

北京缺水,且部分地区水质较差,但北京地区的水源品种多样、多层次分布,为水资源的优化配置提供了较好的条件。据现有资料,北京大部分区县分布有品质较好的甚至达到矿泉水标准的优质饮用水,但一些地方盲目开采,给优质水源的可持续发展利用带来危害。因此,应尽快加强研究和系统规划,制定有效的保护措施。考虑未来社会经济发展和人民群众生活需求,本着优质水优用的原则,在条件具备时,可考虑采取分质供水。一些天然优质水,或直接或经过适当人工处理后,为居民提供可直接饮用的优质水,城市杂用及居民冲厕等应以中水、再生水等为主,提高生活用水的重复利用率。

9. 健全法制,统一管理

法律是强化管理的最有效手段,依法治水是实现水资源可持续利用的基础保障。应尽快制定和完善水资源保护和开发利用的法律体系,使得从水资源所有权的归属到使用的分配,从水的生产、供给到废水的处理等各个环节的管理都有法可依。

水资源的正确决策、系统管理,需要一个统一的权威机构,需要准确的科学数据和情报。而目前“多头管水,群龙治水”,给水资源的可持续发展利用带来极大的困难,而新的治水方略也期待着与之相适应的管理体制。必须改革现有的水资源管理体制,建立统一的水资源管理机构 and 区域水资源与环

境数据库,为水资源的规划和可持续开发利用及环境保护和决策提供组织保障和科学依据。

10. 启动经济杠杆

水资源市场化,合理的水费价位是建立节水型社会的重要措施。目前北京市用水基本是低价或无偿。实践证明,没有合适的水价是对浪费用水的鼓励,而合理的水价既节水又省钱。如美国西部,水价提高 5 倍,工业用水则减少 50 倍;一些国外经验表明,居民用水水价由 43 美分提高到 86 美分,人均用水量从 216 升/日·人降至 163 升/日·人。应根据市情建立符合市场经济规律的水的价格体系,逐渐提高水价。水价要有地区、类型、水质和季节的差价,不同行业部门的水价应有所不同,宜采用配额和超量累进计价。此外,据有关调查,城市用水中大专院校、机关、事业单位用水浪费较严重,应作为节水的重点对象。

11. 加强对水资源保护和开发利用的科学研究和技术开发

水资源的勘察、评价、保护和开发利用的科学研究和技术开发在实现水资源可持续开发利用战略中具有不可替代的作用,是政府制定有关方针政策的科学依据,是实现水资源可持续利用的技术保证。就北京市的具体情况而言,地下水资源潜力的研究(包括盆地岩溶地下水、基岩裂隙水、深部孔隙水),雨、洪水尤其暴雨和洪水拦蓄和回灌利用的研究,雨水、地表水、地下水、土壤水联合利用的研究,水土环境承载力与城市规划和生态环境保护的研究,节水技术和设备的引进与研究开发,污水处理技术与设备的引进与研究开发,节水器具的研究与开发等,以及北京市未来实现用水零增长的方式与途径的研究,应为北京市解决水问题需要进一步研究的重点领域。

12. 加强水资源水环境教育,提高全民水危机意识

水资源保护和管理的成功与否不仅取决于有效的政策、法律和工程措施,更重要的是取决于公众的参与和行为的改变,而保护水资源与环境的宣传和教育是实现公众参与的有效形式。建议在小学、中学及大学设置水资源与环境课程,教育学生认识到水资源与环境对人类未来生存与发展的重要性,认识到我国、我市水资源不足的现状,从我做起,珍惜水资源、节约用水、保护环境。同时,利用新闻媒体向公众讲授节约用水和水资源保护的重要性。建议北京市宣传教育部门组织专家和影视部门共同合作,拍摄一部关于水资源的形成、运动、演化 and 环境保护,反映北京市及我国北方水资源和水环境的形势的科普教育影视片,广泛放映,提高全民的水危机意识,增强民众节约用水和保护水环境的自觉性。

参考文献

- [1] 张寿全. 中国水资源的可持续利用研究. 中国人口·资源与环境, 1999(2)
- [2] 刘昌明, 何希吾等. 中国 21 世纪水问题方略. 科学出版社, 1998
- [3] 胡毓骥, 李英能等编著. 华北地区节水型农业技术. 中国农业科技出版社, 1995

(删去 6 篇参考文献) (责任编辑 王宏章)