

南水北调来水后的水资源优化配置

惠士博^{*} 谢森传^{**} 张思聪^{***}

摘要: (南水北调工程是缓解北京市水紧张局面的根本措施。该工程完成后, 水量调蓄运行是水管理工作的关键问题, 应及早筹划落实。利用西郊永定河滞洪水库及周边建设水源并以调节来水, 形成以密云水库水源为主的供水系统和以南水北调来水为主供水系统, 两个水源系统联合调节运行, 是南水北调来水后调节运行的理想方案。)

北京是世界上严重缺水的大城市之一, 人均水资源量不足 300m^3 , 是全国人均的 $1/8$, 世界人均的 $1/30$, 远远低于国际公认的人均 1000m^3 的下限, 属重度缺水地区, 在世界大国首都和大城市中缺水问题十分突出, 水资源短缺, 已成为影响和制约首都社会和经济发展的主要因素。

为解决北京地区水资源供需矛盾, 在国务院批准的《北京城市总体规划》中明确提出: 南水北调工程是缓解决北京市水资源紧缺的根本措施, 并准备实施这项工程。

在南水北调工程实施前, 北京市为解决水资源紧缺的工作重点是立足自身挖潜, 研究在北京范围内可以采用的对策和措施, 它包括节约用水, 污水处理回用, 两洪利用, 地表地下水联合调度, 水资源保护, 统一管理体制和政策等方面以构成缓解首都水资源紧缺的对策, 并提出了规划实施的具体方案。

一、污水回用雨洪利用逐步开始实施, 改善地下水超采状况

高碑店污水处理厂已有日处理能力 100万 m^3 , 现处理后的再生水有一半用于下游灌溉农田和河道用水外, 其中另一半已建管道作为东郊热电厂的冷却水和水源六厂的用水, 经水源六厂再深度处理后用于东南郊工业用水, 并通过管网送水到城南作市政杂用、绿化和道路清洁用水。污水处理回用力度的加大, 可逐步用处理的再生水代替城市优质水, 减少城区地下水开采量, 使城区周围超采地下水逐步得到恢复。

今后凡新建规划中的污水厂, 都必须同时实施再生水的回用, 以代替供水系统的优质水用于城市市政、杂用水, 以逐步扭转地下水超采状况。

污水的回用和城市雨水的利用, 将减少优质水的用水量, 增加对地下水的补给, 以逐步改善首都地下水超采引起的生态环境问题。

二、南水北调是解决北方缺水的根本出路

根据对我国水资源 2030 年的供需平衡分析, 黄淮海流域特别是黄河下游的黄河淮海平原地区, 是我国最缺水的地区。预计到 2030 年, 经充分挖潜和利用当地水资源, 采用节水和污水回用等多种措施和考虑了目前引黄和引江的水量后, 在地下水不再超采的情况下, 黄淮海平原地区缺水量仍将在 $150\text{亿 (平水年)} \sim 300\text{亿 (枯水年)}\text{m}^3$ 。而南水北调向北京补水将主要由中线工程输水进京。

随着 90 年代以来北方连续偏旱,特别是 98 年以来北方连续严重干旱,使北方各大城市生活用水,农业用水,频繁告急。虽然目前北方一方面严重干旱,而另一方面节水,污水回用,雨水利用等有效利用当地水资源的工作仍需有大量工作要做,而南水北调实施也需有时日精心规划。现一方面要加紧实施污水处理污水回用,雨水利用等措施,另一方面加紧筹划南水北调工程已迫在眉睫。

南水北调中线工程线路到北京受水点长达近 1100km,到线路终点玉渊潭公园长达 1140km。中线方案的主要难点除工程穿跨太行山东边各条大河道,工程复杂外,建成后的运营水量调度也将十分困难。在调度上来水和需水匹配不够稳定,水源区汉江的水量有限,年际水量差别很大,而受水区海河平原属于半干旱的半湿润区,年际降水的差别很大。两个地区的来水水资源表明,大约一半年份需水和供水很匹配或比较匹配;其他年份有时来水多而需水少,有时需水大而来水不足。

由于以上两个因素,中国工程院《21 世纪中国可持续发展水资源战略研究》课题组提出另一比较方案:即中线在过黄河后分设高、低两条输水渠线。高线按原规划渠线,沿京广铁路西侧,全线衬砌,输送保证率高的少部分水量,为沿线城市和工业用水服务;低线走海河平原低洼地带,连接现有主要洼淀,基本不加衬砌,补充海河平原的地下水和恢复部分已干涸的河湖水系,其输水量可随丹江口水库的来水量,在一定幅度内随机变化。

中线南水北调向北京送水祇能通过保证率高的高线输水,而北京也将主要用于生活和工业供水。这对提高北京供水保证率、减小工程量、减少水量调蓄困难无疑是十分有利的。

由于向北京供水保证率提高,进京输水渠道的设计流量也可随之相应减小,如考虑每年输水 300 天,估计进京设计流量可由原 70cms,减小至 40cms 左右。

三、南水北调来水的调蓄和运用设想

南水北调进北京的平均水量为 10 亿 m^3 ,如渠道设计流量为 40 m^3/s ,正常运行时,每日来水量达 400 万 m^3 。如何调蓄运用,仍需周密及早筹划。过去对中线南水北调来水进京后如何调蓄,尚未有深入研究落实。

考虑到北京市正积极实施污水回用和雨水利用,在 2010 年前北京西郊地下水回补将会得到改善。同时北京市正在建设的永定河滞洪水库,也可作为南水北调进京水资调蓄的有利场所。

北京市现有水厂供水能力为 235 万 t,其水源主要将由密云水库和地下水供水。从长远发展看,北京市市区人口将达 700 万,按国际发达国家大城市供水标准,100 万人口的供水能力应在 45 万~55 万 t,则北京市市区总供水能力将为 315 万 t~385 万 t。从长远看,北京市城市供水水源将形成两大水源系统,一为由东北部密云水库为主的现有供水系统;另一个系统将由南水北调来水提供水源的供水系统,其远景供水能力达 150 万 t,将可满足到 2030 年前后北京城市用水。

南水北调来水因其保证率提高后,可直接分水进入为长辛店、良乡、丰台供水的水厂,及为北京市区供水的水厂。在非汛期短期调节完全可利用大宁水库作为调节水库。并在大宁水库周边设置备用水源井,对南水北调来水和需水进行调节。在汛期根据水情予报大宁水库及其相连的稻田、马厂滞洪水库需空库为防洪滞蓄洪水时,及冬季南水北调停水期间,则水厂需由大宁水库,稻田水库及周边的水源井作为水厂水源。大宁水库、稻男水库,库容达6600万 m^3 ,水库蓄水可直接送入水厂,并结合周边水源井群供水。

当然如用稻田水库,作为冬季南水北调停水期间的调蓄水库,其对周边的渗漏量不可忽视,对水库渗漏需做相应处理。结合大宁水库,稻田水库周边的水源井,使水库调蓄的渗漏水量得到有效利用,做到地表地下联合调度运用。

南水北调输水渠通过小清河贺照云倒虹吸前的水位高程为54.05m,而大宁水库、稻田水库相应的库底水位为48.0,47.8m,最高水位为61.2,53.5m。为使大宁水库能满库蓄水,当高水位蓄水时需扬水入大宁水库。

除利用大宁水库,稻田水库及其周边地下含水层作为调节库容外,将南水北调来水中的一部分来水回灌入西郊沙石坑进行调蓄也将是不可少的调蓄措施。

对南水北调来水进京后的调蓄,将是南水北调方案实施中的主要问题,宜及早规划研究。

四、结语

- 南水北调是解决北京缺水的根本措施,北京将主要依靠南水北调的中线调水方案。现提出中线南水北调过黄河后分高、低两条线,高线主要解决太行山沿线城市生活,工业用水,保证率高。北京只能利用保证率高的高线输水,这可减小进京的输水流量,减少工程量,对北京是有利的理想方案。
- 南水北调水量进京后,水量如何调蓄是关键问题,利用大宁水库,稻田水库两个滞洪水库作为调蓄水库,并配合周边水源井作为水厂供水水源是可行的方案之一,当然需深入分析落实。
- 随着南水北调水量进京,北京将形成由两大水源组成的城市供水系统,其一为原有以密云水库为主水源的城市供水系统;另一为由南水北调来水为水源的供水系统,这两个系统联合调度运行、互济盈亏,尽量减小在西南部为调节南水北调来水的调蓄容量,以满足首都城市供水的需要。

作者简介:

• 惠士博 清华大学水利系 教授 电话: 62784281

• 谢森传 清华大学水利系 教授 电话: 62784281

• 张思聪 清华大学水利系 教授 电话: 62784281