

关于南水北调有关问题的探讨

A Comment of the South-to-North Water Transfer Project

张宪宏

(清华大学水电系 北京 100084)

一、关于我国的可再生淡水数量

以全国平均可再生淡水总量而言,我国虽不是得天独厚,但并不菲薄。我国平均年降水量约为600mm,总水量约为6万亿 m^3 ,降水季节适为农作物生长时期,水热同步,自然降水的利用率高,这是欧洲、北美所没有的。我国因地势较陡、降水量集中,直接蒸发相对较小,因此产流高,径流系数达0.43,年径流总量达到27000亿 m^3 ,在世界上属丰水地区。一直到1955年,我国的可再生淡水人均4597 m^3 ,属丰富;到1990年,人均淡水有2427 m^3 ,仍可列为可再生淡水量丰富的国家,和英国(2090)、印度(2464)、德国(2516)、丹麦(2529)、西班牙(2849)相差不多,比起意大利(3243)、法国(3262)、泰国(3274)、日本(4428)则少,比起地大人稀的美国(9913)和巴西(46631)就差得更远了。到2025年,我国人口到15亿,人均可再生淡水量则降为1818 m^3 ,那时将远低于法国(3044)、德国(2384),甚至低于英国(1999);我国人口达到16亿时,人均可再生淡水量约为1700 m^3 ,接近于国际公认的可再生淡水紧缺国家行列。因此,我们不能没有紧迫感,不能不采取一些措施,“未雨绸缪”;南水北调乃是意中之题了。

千百年来我国的水问题主要症结在于局部地区性和季节性。我国国土面积半径达上千公里,因此降水和淡水量分布差别大,东南多,达1000~1500mm;西北少,仅有300~400mm,甚至100~200mm,历史上从来就缺水,人口也稀少。我国降水集中于夏季,各年之间分布更不均匀,因而水旱灾害频仍,10年中有4~5年处于非涝即旱状况,受灾面积每年都在亿亩以上,旱时有的地方寸草不生,大水时汪洋一片,因此,应以调节淡水的时空分布为主进行国土治理,筑堤防疏导洪水,建造渠道进行灌溉和给水,大量使用地下水,近几十年内则应修筑水库、拦蓄并用。

近年来,一些一向并不缺水的地区,也开始出

现淡水紧迫的压力。沿海大城市如大连、天津、青岛,以及北京,南到杭州、宁波,无不如此,原因是人口高幅增长,只靠本地区调剂已无法满足淡水的需要。河北、河南、山东、山西、内蒙以及西北省区由于同样原因也由季节性、地区性缺水发展成绝对缺水的地区或缺水程度更加严重。这些地区近二三十年来缺水更趋严重的另一原因是淡水调节能力没有增加,甚至降低,这是因为可修建水库的地方已基本开发殆尽,地下水超采太多,恶性循环,调节作用大大降低。

二、关于由东线、中线调入“三省二市”水量的估计

北京、天津、河北、河南、山东是南水北调供水的首批对象,属东线和中线。这些地区的降水少的500~600mm,多的地方达到1000~1100mm,只有个别地方像张北地区、鲁西北地区、豫西北地区,在我国属中等降水水平。即使如此,这些地区亦应以开发、节省自有水资源为基础,外调水只能是补充。这些地区近二三十年来,在淡水使用上有进有出、有节省也有浪费,因此如何估算这些地区的淡水基本需要,使“三省二市”既形成可持续发展所需的淡水平衡,而又不因调水太多造成浪费和对长江的显著影响,是非常重要的且有难度的工作。

估算的方法很多,不外乎以今后的人口计算,或以耕地面积计算,或以10、20、50年后的国民经济总产值计算,或计入生活用水和环境用水的增加,等等。当然,计算过程中也要体现人口的限制、国民经济结构的调整、节水新技术的应用等减少用水的因素。或者更简单些,用统计延伸的方法或用与国外资料对比的方法。这件事情相当复杂。总之,考虑这么多的因素,考虑解放以来50年历史上水的变动,实现“三水”转换平衡的计算,是一件非常困难浩繁的工作;而且计算结果出入很大。

在这些方法中,最为重要的是以地下水的变动进行估算,它能把各种增长、消减、浪费、节约,统统

综合地历史地反映出来。也就是说,应根据地下水的变动评估缺水数量,预测需调入水的数量。所谓地下水,简单说,可以分为两部分。一部分为浅层地下水,它在1年之内和多年之间与地表水、大气水进行交换,通过蒸腾蒸发回到大气,又通过渗透进入地下。这部分水,应该充分加以使用,以免白白进入大气。另一部分地下水为深层地下水,一般说,并不参与地表水的交换。深层地下水的水位长期相对稳定,也不再生。地下水位不宜太高,太高则易形成盐碱化,尤其壤土、粘土性地区,地表面5~6m即可能形成盐碱化。理想的土层是上壤下沙,灌水可以排入地下。没有这种土层,则应修筑排水设施。通常所谓地下水超采是指深层地下水被采用。超采深层地下水,在丰水季节、年份应予以恢复,不然,这个地区地下水的调节作用将减弱,甚至丧失。地下水的作用和水库相似,对淡水只起滞蓄作用,不能增加或再生。年复一年超采地下水,形成大的地下水漏斗,还会引起地面下沉,破坏建筑物,危害很大,许多发达国家对地下水的使用有限制并规定了回灌制度。

“三省二市”超采地下水,主要是从60年代开始,从大跃进以来大批打井,以数十万乃至数百万计,大量开采,大量使用。北京市超采大约从20世纪60年代开始,到2000年共超采地下水约60亿 m^3 ,40年间平均年超采1.5亿 m^3 。从1960年起,北京市增加了密云水库等,其间曾因向河北、天津供水和因1976年唐山地震被迫放水9亿 m^3 ,共约减少10余亿 m^3 。理论上应从北京市超采地下水中适当扣除,即可以认为约超采50亿 m^3 ,每年平均超采1.2亿 m^3 。但是在这超采的50亿 m^3 水中,因用水水平低,有效系数平均以75%计,有效的超采量不过约40亿 m^3 ,40年间平均年有效超采不过1.0亿 m^3 。超采水的增加率若以直线计,则2000年的超采量为2亿 m^3 。天津和“三省”(河北、河南、山东)的超采量若均以人口和土地面积按比例扩大,与北京40年的总超采量50亿 m^3 相比,则分别为35亿 m^3 和三省各为600亿 m^3 。如有效系数分别为75%(天津)、60%(三省),则40年的有效超采量,天津为28亿 m^3 、“三省”各为360亿 m^3 。2000年天津有效超采量为1.5亿 m^3 、“三省”各为18亿 m^3 。故“三省二市”为平衡地下水超采而需要调入的水量,以2000年为准,则每年应调入 $2 + 1.5 + 3 \times 18 = 57.5$ 亿 m^3 。如再计入2000年以后用水的增长,其增加总量和速率与过去40年相同,则“三省二市”到2040年所增加的用水量也将为57.5亿 m^3 。

此外,若回灌所欠的超采地下水,也在40年间补回,则三项相加,可以得到“三省二市”每年需调入水量为115亿 m^3 。由于“三省二市”到水源地距离不等,京津的损耗为50%,河北损耗为40%,河南、

山东的损耗为30%,则水源地每年需调出的水量将为 $2 \times (2 / 0.5 + 1.5 / 0.5 + 18 / 0.6 + 2 \times 18 / 0.7) = 178$ 亿 m^3 。这样,东西两线每年从长江水源地调水量将约为180亿 m^3 。

这个估算虽是简略和粗糙的(误差不会很大),但却系统地、综合地、全面地、历史地反映了“三省二市”的缺水数量和补水数量。数量可能是偏紧的,但偏紧的好处是有益于初期节约投资、有益于促进节水技术的发展。

此方法的基本要点重述如下:(1)以地下水超采量为估算“三省二市”缺水和调水的依据,反映了1960~2000年40年的历史,以1960年超采值为0,按直线变化增加的超采量,和总超采量(已知)平衡,可以得到2000年的超采值;(2)承认缺水现状,从2001年予以补充,“三省二市”年补入水量为57.5亿 m^3 ;(3)考虑2000年后“三省二市”用水将继续增长,其增长率等于过去40年的增长率;(4)计入需补还的40年来所欠的全部地下水,补还期也以40年计,即40年后经过回灌达到60年代初的地下水位;(5)当前已使用的南调水及黄河水,不计入此后南水北调的数量,被取代的部分予以另行计入;(6)天然降水以1960~2000年40年为周期,均值不变;(7)对已有水库的调蓄作用按不增不减考虑。

三、关于西线调水

这个问题更为复杂,不仅涉及淡水数量和人口、地势,而且涉及西北地区的发展目标、人口分布、产业结构,另外,涉及黄河的治理。这些是前提,如未有初步的基本的解决,难以确定调水的数量、途径和分配。

可以认为,西线调水的首选工程项目是尽早建设大柳树水库,先把黄河上游的200亿 m^3 的水用起来,甚至可以把其下游的山西、内蒙的用水归入其范围内。

为西北地区调水,应以从怒江和澜沧江调水为主,少用金沙江、雅砻江、大渡河的水,因这些河流处于长江上游,引水将对全江引起影响。西藏的水也不宜用,因环境太脆弱。

把长江水调入黄河,问题更大。直到目前,黄河并无根治的方案,泥沙淤积、特大洪水、迁徙改道,都有出现的可能。黄河“三弯九曲”,沿途的地势、气候、水的需求很不一致。有人主张把引长江的水通入渭河;有人主张从托克托改道黄河直下北京;有人主张把黄河中下游的200~300亿 m^3 的水全部吃光喝尽,如海河分段设闸;有人主张用复式河床渠化黄河下游,另加出海通道;有人甚至主张兰考以下沿旧黄河与淮河平行入海,形成尼罗河式鸡爪形多路入海的格局。总之,问题、意见很多,研究难度

大,再把南水北调的水加进来,问题就更难解决了。

甘肃、宁夏、内蒙当前急需解决的是水的管理和合理使用,在黄河水尚未充分利用之前,进一步调长江水时更要慎重考虑。

四、关于可行性研究

一般工程的可行性研究主要指经济和技术两方面,但对大型跨省区的调水工程,长江、黄河的治理,还应注意符合自然规律、政治、社会情理的可行性。

黄河 1855 年铜瓦厢决口后,由东行夺淮入海改为北行利津单独入海以来,泥沙未减,淤积河床,形成悬河,越淤越高,越加高也越淤,形成恶性循环,显然是有悖于自然规律而造成的。1972 年天津严重缺水,由北京向天津供水相距 200km,为保证水到达天津,输水沿途动用了直升飞机、水上警察,但仍防不胜防,问题难在不许沿途用水。短期短途输水尚难防止,何况长途跨省区送水!总之,沿途禁引水属于不符社会情理。

世界水法中有一条“河岸权”(riparian rights),规定沿河岸居民有权分用河水或保持传统用水量,中国水法也有类似精神的规定,因此南水北调要以河北、河南、山东用水为主体才可行;京津在政治和经济上至关重要,虽居于调水尾部,“三省”亦必须尊重京津用水。

京津二市用水数量应等同对待。长远看,京津二市的水系应联通,东线中线调入水和本地水都可互相补充。中央确定的南水北调的指导方针“先节水,后调水;先治污,后通水;先环境,后用水”至为重要,但实行起来困难颇大,弹性也不小。为保证这一精神能得到贯彻,工程应先南后北,逐段推进,运用妥当后,再向北延展。这其实并不困难,因黄河以南使用南调水灌溉已在数百万亩以上了。丹江口坝高在相当时期内无需加高,以免动迁人和浪费土地,并减少开支。

可行性研究的难题之一是回灌地下水。回灌地下水最主要的方法是减少超采。为此,“三省二市”应将全部大井、深井编号控制,设表控制水量和水位;通过控制水量以控制地下水位,使地下水位恢复正常,发挥调节作用。也可以利用机井帮助控制南调水沿途的渗漏可能造成的盐碱化。

可行性研究中大有探讨余地的是关于水价的制定。水的使用是有多、有时少、有时不用,都应分别计价;工程建造费用、土地占用费用、管理费用都应合理分摊;水源省份江苏因调出水而加重的污染、淤积、地下淹没应该得到赔偿。只有这些市场经济的杠杆充分地、公平地发挥了作用,南水北调才能长期发挥作用,减少矛盾。

五、关于设立“对抗委员会”

省市和中央应设立审查委员会,但这还不够,因为他们是以贯彻中央政府和省市政府的方针为目的建立起来的。我们可以吸取一些外国的经验。

1961 年法国 Marpassette 薄拱坝运行 10 年后倒塌。此坝为法国著名坝工大师 Coyne 所设计。分析坝原因和责任时,莫衷一是。法国成立了一个“事故原因调查委员会”,后来又成立了一个“反事故原因调查委员会”,或叫“对抗委员会”。这一作法很值得我们注意,必要时可以学习。

举凡一个科学技术问题,事关重大,在科学家之间发生争论,必有难以查明之隐,故不宜由政府裁定,不宜用表决方法决定取舍,只能鼓励争论下去,或者趋利避害把二者兼容并包,暂先实行,以观后效;更不可支一派压一派,不然必蹈灾祸。试设想三门峡争论时,如果听取了反对派意见将回水位降至潼关黄河水位以下,并扩大低水头时的大坝泄洪能力且不堵底孔(其实 1941 年就已经有了这样的设计方案了),今天潼关的日子不就好过得多了么!又何必花费巨资打两条隧洞、重挖 8 个底孔呢!试设想 1987 年甚或 1992 年实行了《长江中下游近十年防洪部署》所规划的工程,1998 年长江大洪水所造成的损失不是可以小得多么!试设想长江中上游的治理若不以三峡为中心,而是听取反对派的意见,实行“先支流后干流,先上游后下游”的设想,用其他大型但小于三峡的工程代替三峡,其发电效果虽略差于三峡,但由于有这些工程提前发电产生的电费收益,不就可以滚动开发三峡么!电力紧张不也可以提前解决么!

清华大学黄万里先生曾对三门峡工程提出不同意见,1983 年后又对三峡提出反对意见,指出三峡工程只宜建中低水头的闸坝,建高坝必然要出现类似三门峡潼关问题,还指出长江上游砾卵石(应为推移质)可能达到 1 亿 t 的规模;其实这不是不可接受的推测数量。对此,现在大家已有所警觉,正加快修建金沙江上的溪落渡工程等,以拦截泥沙,但这只能推迟或部分地解决重庆的淤积。须知在这些工程的下游,重庆以上的川东流域仍有 20 多万 km² 水土未能控制,所产推移质每年平均仍有 1 000~2 000 万 t,数量可观,且难以处理。三峡工程以防滞洪水为重要任务;但三门峡的“蓄清排浑”经验,在三峡拦洪时则会变成“排清蓄浑”。三峡蓄水后,几场大洪水便可能严重影响重庆港,这不是溪落渡工程等所能全部加以挽救的。黄万里先生生前为此声嘶力竭、奔走呼号,指出观测资料、试验结果、计算数据因底沙资料有问题,皆不可信,但闻听难达,徒劳而已,令人痛惜。

对南水北调工程规划布局的意见

Proposals on Planning and Layout of the South- to- North Water Transfer Project

周君亮

(江苏省水利厅教授级高工、河海大学教授、中国工程院院士 南京 210029)

南水北调工程是从长江下、中、上游分东、中、西三线向黄河及其以北地区调长江水，补充水资源。在国家已确定早日实施之际，应对整个工程的规划布局予以更深入的研讨。

一、关于拟议中的南水北调东线工程规划方案

该工程规划正在修订中。据水利部“淮委”、“海委”提出供专家评审的 2001 年 11 月编制的“南水北调东线工程修订规划(送审稿)”，主要内容如下。

1. 东线工程的受水区范围已确定地画在图上，是在江苏江水北调工程的基础上剔除里下河腹部地区及其以东沿海垦区、灌河以南的沿海垦区（一期工程还包括连云港市及部分沂河以北、赣榆、新沂、沛县以西地方）；向西扩大到安徽蚌埠市，淮北市，宿州市以东沿淮河、沿新汴河以西地方，高邮湖以西高地；向北延伸到山东鲁西南地区、胶东地区和鲁北全区，河北黑龙港运东地区，天津市区及其郊区。输水干河及分干河长 1 951km。黄河以南设 13 个梯级提水，总扬程 65m；由东平湖向东开辟胶东输水分干线长 701km，设 7 级提水，总扬程 344. 40m。黄河以北自流输水。

2. 水量分配中江苏、安徽、山东鲁西南的工程规模是按需水量需要进行调节计算后确定的（规划中上级湖水源和调蓄库容留给当地农业使用，未参加调节计算）。长江水、淮水并用，淮水优先满足当地发展用水，余水用于北调；在充分利用当地水资源供水仍不足时逐级从上一级湖泊或江水补充；过黄河和送山东胶东的水量是按需要确定的，黄河以北各区按时段分得水量供水，不满足时再由水库供水，有余水先向其它缺水地区供水；供水调度按供水

保证率高低依次供水。

3. 在非汛期将洪泽湖的蓄水位从现在的 $\nabla 13. 00\text{m}$ 提高到 $\nabla 13. 50\text{m}$ ，可增加蓄水 8. 25 亿 m^3 ，汛期仍为 $\nabla 12. 50\text{m}$ 。骆马湖在二期、三期工程中非汛期蓄水位从现在的 $\nabla 23. 00\text{m}$ 提高到 $\nabla 23. 50\text{m}$ ，可增加蓄水 1. 60 亿 m^3 。同时规定洪泽湖水位低于 $\nabla 11. 70\sim 12. 50\text{m}$ 、骆马湖水位低于 $\nabla 22. 10\sim 23. 00\text{m}$ （三期工程为 $\nabla 23. 20\text{m}$ ）时，停止从该湖向北调水出省。此时若新增装机抽江水量，应优先满足北方城市用水，再向农业供水。

4. 水量调节分配计算中不考虑苏北环境生态用水。规定生活、工业、航运的供水保证率为 97%，淮河以南水田设计供水保证率为 95%，淮河以北为 75%。供水保证率是按缺水率在 10% 以上时作为破坏而计算得出的。

5. 各期工程规模、多年平均增抽水量见下表。

区段	一期工程				二期工程		三期工程	
	规模 (m^3/s)		调水量 (亿m^3)		规模 (m^3/s)	调水量 (亿m^3)	规模 (m^3/s)	调水量 (亿m^3)
	现状	规划	现状	规划	现状	规划	现状	规划
抽江	400(200)	500(300)	50. 60	89. 37	600(400)	105. 86	800(600)	148. 17
入洪	200	450	32. 76	70. 10	550	86. 53	700	121. 05
出洪	200	350	25. 26	63. 90	450	80. 63	625	118. 50
入骆	150	275	12. 88	43. 39	350	59. 73	525	96. 23
出骆	50	250	10. 42	43. 35	350	59. 71	525	97. 40
入下	20	200	2. 91	31. 17	270	47. 18	425	78. 55
入上	0	125	0	19. 64	220	35. 10	375	66. 12
出上	0	100	0	17. 65	200	33. 07	350	63. 20
入东	0	100	0	14. 82	170	30. 21	325	59. 27
穿黄	0	50	0	5. 09	100	20. 83	200	37. 68
胶东	0	50	0	8. 76	50	8. 76	90	21. 29

说明：括号中为 5~ 8 月北调规模，该时非新增装机抽江规模各期工程都按 200 m^3/s 计算。

我们是一个发展中的国家，科技水平和领导机制都在发展和改革之中，而要处理的问题却是古今中外所未有，出现一些差错是不可避免的；但自觉地设立“对抗委员会”之类的对立面，“兼听则明”，可避免以愿望当做尚难断定的事实，避免把大事办成不可挽回的大错事。

参考文献

[1] Robert Engelman and Pamela LeRoy. Population and the

future of Renewable Water Supplies, [M] Population Action International, 1993

[2] 梁益华. 建设西南水电能源基地战略研究. [J] 水力发电学报, 1993(1), 1-20

[3] 覃修典. 论河流综合利用规划与动态规划的重要性和现实性. [J] 水力发电学报, 1993(2), 89-95

[4] 黄万里. 关于长江三峡砾卵石输移量的讨论. [J] 水力发电学报, 1993(3), 107-115

(责任编辑 王宏章)