大连市长距离供水的经济合理性分析*

沈晓青　栾维新

（大连海事大学　大连　116026）

摘　要　大连市是一个严重缺水的沿海城市，随着经济的发展与人口的不断增长，面临着越来越严峻的供水短缺问题。为了缓解城市的供水压力，市政府引进两项长距离供水工程，从周边城市进行跨流域调水。但是，从长远的、可持续发展的角度来看，长距离供水只是将水资源进行了空间上的转移，并没有改变水资源的总量，而且长距离供水还可能引发地区间的经济利益冲突和沿途地区的环境保护问题与社会问题。文章对该项工程的经济合理性进行了全面的分析，以论证大连市现阶段长距离供水是否可行。

关键词　长距离供水；合理性；成本核算；生态环境

长距离供水是缓解地区或城市水资源短缺的途径之一。国内外都有成功的例子，如美国加利福尼亚州北水南调工程，供水距离超过1 000 km，年供水量52亿 m^3；巴基斯坦的西水东调工程，供水距离总计622 km，年均供水量200亿 m^3；我国的南水北调工程，分东、中、西三条线路，单线长度都在1 000m以上，年供水量在140亿～150亿 m^3 之间。大连市现有两项供水工程：一项是引碧入连工程，北段供水长度68 km，日供水量120万 m^3；一项是引英入连工程，供水长度110 km，日供水量33万 m^3。目前，大连市还计划从丹东市的大洋河或抚顺市的大伙房水库进行跨流域调水（图1），以满足大连市日益增长的供水需求。

长距离供水的出发点是好的，但反对的呼声也很高。英国金融时报的Richard McGregor就曾经撰文对中国南水北调工程在解决城市缺水上表示怀疑，认为该项工程是饮鸩止渴。他不仅惊叹此项工程的规模宏大，也指出这项工程妨碍了水资源消费模式的转变，抵消了建立节水型社会的努力。

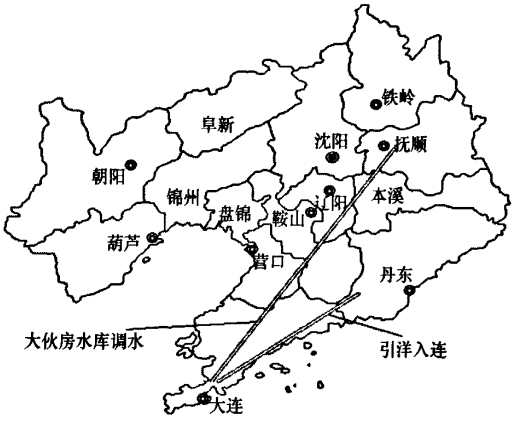

图1　大连市未来长距离供水线路

实质上，长距离供水争论的焦点是成本，供水成本是关乎工程经济上是否可行的根本。如果可行的话，说明它比其他任何解决途径（技术进步促使的节水模式的普及、海水淡化等）更经济；如果不可行而为之的话，长距离供水不仅造成基础设施投资的浪费，也印证了Richard McGregor的观点。对此，必须弄清楚长距离供水成本的结构、影响因素、计算方法等问题，对这些

* 基金项目：国家社会科学基金项目：我国海水资源利用的产业化问题研究（基金号05BJL030）。

问题的思考和解决将成为长距离供水工程建设的重要依据。

一、长距离供水的成本结构

成本是由价格决定的，长距离供水成本分为可量化和不可量化两个部分，主要有以下几个因素构成。

1.可量化部分

(1)源水价。源水价是指供水源头的水价，或者说供水的购买价格，应由市场供求状况决定。但是，我国长期受计划经济的影响，一直没有良性的水价形成机制，源水价格通常由供水地与受水地协商共同决定。这种定价方法使源水价格与其价值严重偏离，政府负担沉重。

(2)工程成本。工程成本包括工程的一次性投入(包括工程直接投资、淹没损失和征地费用等)、工程运行费用和贷款利息。工程的运行费用主要包括以下四个部分：工程运行动力费；工程运行人工费；工程运行期间维修养护费；工程运行期间管理费用及其他费用。

(3)政府补贴和税收优惠。政府补贴主要包括城区供水管网的建设与改造费用，因蒸发、渗漏、截流、污染等发生损失的补偿；税收优惠主要指政府为保证自来水公司正常运营所采取的优惠措施。

(4)净化成本。净化成本是指源水调来后，经加工处理成自来水的成本。主要包括化学药剂、人工、动力和管理等方面的费用。

2.不可量化部分——生态环境无形损失

生态环境的无形损失主要包括工程对水库周围土壤、地质的影响及对输水线路周围环境的影响。前者主要是水库水位升高造成土壤水分过饱和，引起沼泽化、次生潜育化和次生盐渍化；后者主要是施工造成的土壤破坏、环境污染和工程运行中的水土流失。

二、长距离供水成本核算实例

以大连市的引英工程图2为例，来核算供水

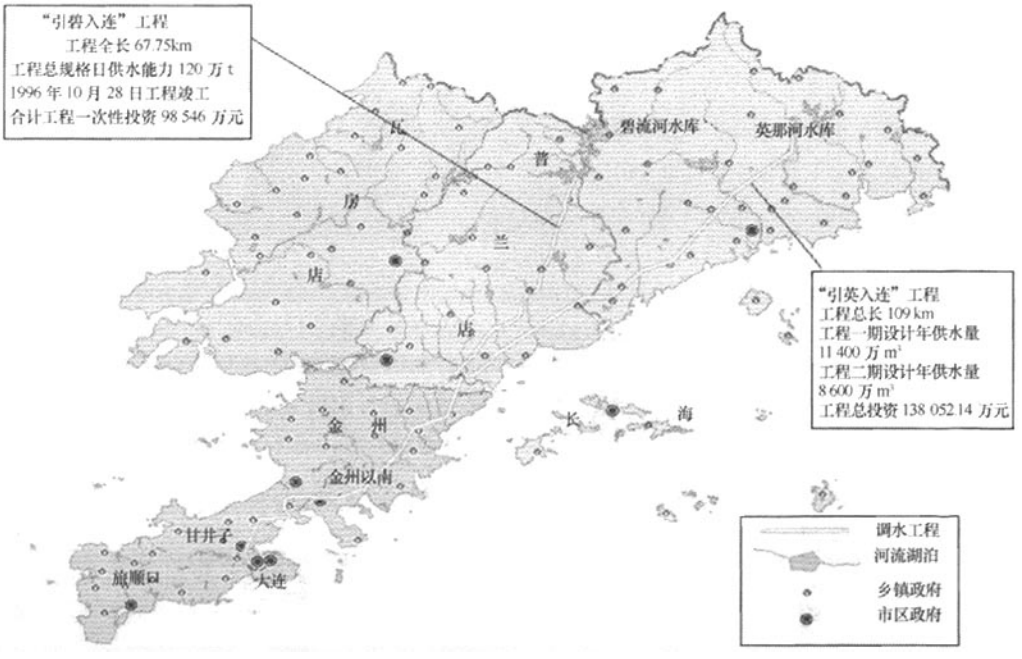

图2 大连市长距离供水工程

成本。

1.可量化部分

(1)源水价。引英、引碧两工程的水源来自普兰店和瓦房店，都是大连市行政管辖的地区，故水源价格由政府定价，同为0.557元/m^3。

(2)工程成本。一期已于2001年5月竣工通水，全长109 km，设计供水能力33万m^3/d，设计年供水量11 400万m^3。工程总投资74 408.22万元，其中工程占地、动迁估算合计2 670.94万元。

二期应急供水线路总长108.728 km，采用直径1.8 m的输水钢管供水。设计供水能力25万m^3/d，设计年供水量8 600万m^3。工程总投资63 643.92万元，其中工程占地、动迁估算合计2 812.58万元。

两期工程一次性投入共1.38×10^5万元，设计年供水量20 000万m^3，经折算后年供水量为14 000万m^3，预计工程使用年限50年。

根据英那河一期和二期应急供水工程总成本费用估算表(大连市水利建筑设计院等部门提供)，综合淹没损失、征地补偿、工程建设等一次性投入、运行费用和贷款利息，初步核算了一、二期工程单位供水成本分别是1.23元/m^3和0.72元/m^3。

(3)工程占地动迁费用

引英一期应急供水工程永久占地240hm^2，其中管理占地80hm^2，临时占地6 370hm^2，动迁居民36户，144人，动迁房屋7 508m^2。

动迁补偿标准依据国务院《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》、《大连市征地补偿标准》等有关规定，以现行市场价格为计算依据，工程占地动迁估算为2 670.94万元。引英二期应急供水工程永久占地100 hm^2，动迁补偿标准以《中华人民共和国土地管理法》(1999年1月1日实施)等有关规定，以现行市场价格为计算依据。临时占地：工程实施工期为一年，按一年产值补偿，经计算年产值分别为水田700元/年、旱田500元/年、菜田1 500元/年；耕地恢复每亩补偿平整费300元/年。永久征地：按新土地法和市政府办公厅发1170号文等有关规定及征地地区人均占有土地情况，经计算按年产值12倍补偿。根据以上补偿标准，本工程占地补偿投资概算为2 812.58万元。

这些有形的部分，因对周边环境造成看得见、摸得着的影响，所以可以用一定的补偿价格来体现，以补偿工程运行所带来的损失。

(4)政府补贴和税收优惠。2005年大连市供水总量约3.8亿m^3，实际使用只有2.29亿m^3，蒸发、渗漏、截流、污染等原因造成的损失1.6亿m^3，这部分损失(0.42元/m^3)由政府承担；同时，在城市管网建设与改造上，又花费2.19亿元。另外，市政府还对自来水公司的正常运行给予了税收方面的优惠政策。

(5)净化成本。在一定地区和时间段内，净化成本是一个比较固定的价格，目前，大连市定价为1元/m^3。

2.不可量化部分——生态环境无形损失

工程施工期间：引英入连一期应急供水工程施工期间开挖土壤破坏了耕耘层，破坏了土壤的结构，使土壤肥力受到了影响，需要1～2年时间才能得以恢复，这样就给农业生产带来一定程度的不利影响。施工中对自然植被和地貌景观也有一定的破坏作用，尤其是沟谷地带可能会造成一定程度的水土流失。而且施工期的噪声(主要来自于搅拌机、振捣机、挖掘机、推土机、空压机、风镐、风钻、石方爆破、电焊机以及运输和吊装车辆等)也给周边居民带来了一定的影响，109 km的输水线路沿途有多次与公路交叉，施工时势必也会对其产生一定程度的不利影响。引英入连二期工程是在一期工程的基础上铺设复线，因此，占用的林地和果园较少，大约为一期的1/3。工程临时占用的农田，完工后可以全部得到恢复，因此对农田植被的覆盖率不会产生影响。由于在管线上方不允许再种植树木，所以管道沿线的植被覆盖率将有所减少。

工程运行期间：引英入连一期、二期工程在一个区域运行，且该工程是将管线埋入地下约 5 m 进行运作，因此在工程运行时对周边环境产生的影响不大。

三、长距离供水成本中需要研究的问题

1.源水价格需要合理确定

源水如同原材料，其价格受市场供需情况制约。而大连市引碧、引英工程的源水价格都由政府定价，0.557 元 /m³ 低于市场价 0.8 元 /m³。综合考虑政府定价的政策影响、供水对水源地的工农业生产和环境影响、跨流域供水引起了交易水价的波动等因素，0.557 元 /m³ 的源水价偏低，需要更合理的定价。

2.生态环境成本需要量化

供水成本中的生态环境成本包括可量化的和不可量化的两部分。可量化部分如动迁、土地征用、植被破坏、淹没损失等，都可以根据国家现行的相应标准进行赔偿或补偿。对于环境成本中的无形部分，如因临时施工造成的土壤板结、肥力下降、甚至土壤侵蚀；水库扩建造成周围土壤中水过饱和，低洼或山前平原地区土壤沼泽化、潜育化和盐渍化引起的作物减产；工程线路部分地段的植被损失和水土流失；水源地水量增多后对库区地质的影响及地方小气候的变化等等。这些无形成本除了要记入供水的总成本外，还要找到量化它们的合适方法。

3.源水区与受水区的关系制约

(1)水资源的空间不匹配。长距离供水只是实现水资源的空间位移，并没有改变地区水资源总量。当处于丰水年，供水区水资源丰富，那么就有足够的多余水资源外调；但若恰逢枯水年，供水区水资源也非常紧张，难以满足本地区需求，那么受水区就面临着缺水的风险。以引黄济津工程为例，1998 年前后黄河断流，导致以黄河为水源的天津等城市无法得到充足供给。2000 年前后是近 50 年来的最枯水平，大连市的主要水源地——碧流河水库也连续发生了 4 个枯水年，致使碧流河水库蓄水量急剧下降，影响了对大连市的正常供水。

丰、枯水年对长距离供水在解决水资源供需矛盾上的干扰可以用图 3 加以解释：随着长距离供水、地下水开采等工程的不断建设，水资源的供给能力应该是不断上升的，即供给曲线应该是条直线。但因枯、丰水年的存在，理论供给曲线发生了变形，最终是一条呈阶梯状不断上升的曲线。水资源的需求曲线则是一条缓慢上升的平滑曲线，供给曲线和需求曲线之间始终存在不匹配，即水资源的供给无法满足当时水资源的需求。

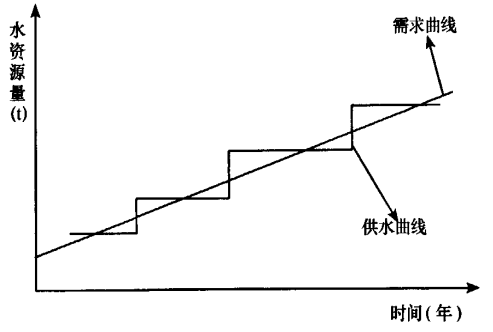

图 3 大连市供需水量曲线示意图

(2)跨行政区调水的交易价格。大连市引碧入连和引英入连供水工程，都是在大连地区内完成，不存在跨行政区调水的问题，源水价格相对较低。随着人口增长和经济发展，这两个工程将满足不了未来的用水需求，大连必将到更远的地方寻求新水源，如前期工作已完成的大洋河调水工程和论证中的大伙房调水工程。跨行政区调水不仅会加大工程的一次性投入，而且水源价(实质上是两个行政区间的交易价格) 也会有所增加。因为，水资源是一个地区经济发展的基础，跨行政区调水势必影响调水区的经济利益，一方收益一方损失，损失一方必将从源水价上得到弥补。所以，跨行政区调水将面临更大的风险和更

高的成本。

四、长距离供水成本研究引发几点思考

1.引碧、引英供水工程经济可行

经初步概算，引英工程的供水成本（可量化部分，未含利息优惠）（表1）大约在2.7～3.2元/m^3之间，处于合理距离范围内的两大供水工程在经济上是可行的，符合经济规律。

表1 引英工程供水成本（可量化部分）概算 元/m^3

源水价	工程价格	政府补贴价	净化成本	合计
0.557	0.72～1.23	0.42	1	2.7～3.2

2.自来水价格不合理、价格与价值偏离

长期以来，我国的自来水价格由政府定价，尽管对不同用户实行不同的价格标准，如大连市居民、部队和学校生活用水2.30元/m^3；工业和行政事业性单位用水3.20元/m^3；商业、旅游业用水5.00元/m^3；大众浴池用水5.00元/m^3；桑拿浴、游泳馆等特殊行业用水20.00元/m^3。但总体价格仍偏低，水的价格与价值严重背离。

如按经济原则高效配置水资源，水价应该体现水资源的稀缺性（或供需状况）。由边际成本与边际收益相同的原则制定，即水价为P_0时，水资源的需求为Q_0，见图4。但在不完全市场条件下，价格并不由市场机制充分自行确定。制定水价仍是政府宏观调控水供需的主要手段。但是政府的出发点是多目标的，强调公平的重要性，往往背离了经济效率原则。工农业用水补贴就是明显的例子。目前，大连市水价为P_1，低于P_0，这时水资源的利用量为Q_1，远远超过Q_0。低价导致了水资源的非最佳配置和利用模式低效。

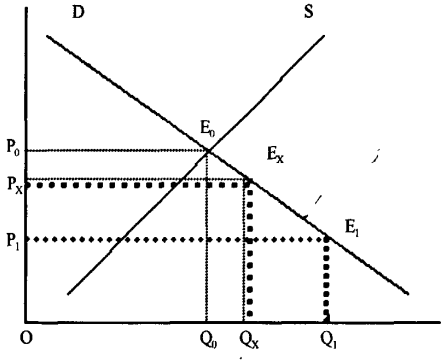

图4 水价与水资源利用的关系

D为水的需求曲线（即边际收益曲线）

S为水的供应曲线（即边际成本曲线）

因此，一定限度内（$P_1<P_X<P_0$）提高水价（将水价恰好提高到P_0，存在信息的不确定性、过高的交易成本等原因，难以做到），一方面可以增加政府收入（P_X-P_1），用以改善水资源供给条件，另一方面，减少水资源的需求（Q_1-Q_X）。

3.跨行政区供水成本会增加

为解决未来大连市水资源供需矛盾，如进行跨行政区调水，则供水成本将会大幅增加。因为，可量化部分的源水价格、工程成本和线路损耗都将增加；不可量化的生态环境成本也会相应地增加。所以，距离和行政两大因素主导了跨行政区供水成本可量化部分的增加。

4.海水淡化具有一定的发展前景

对于沿海城市大连来说，另一项开源节流的新举措就是利用丰富的海水资源，向大海要水喝。长距离供水和海水淡化的初步比较（表2）看，海水淡化长远上是具有一定竞争力的。随着技术的不断进步，海水淡化成本会有一个明显下降的趋势（图5），与长距离供水成本必定相交，即海水淡化成本必有低于调水成本的时候。

长距离供水成本因地区不同（实质上受调水

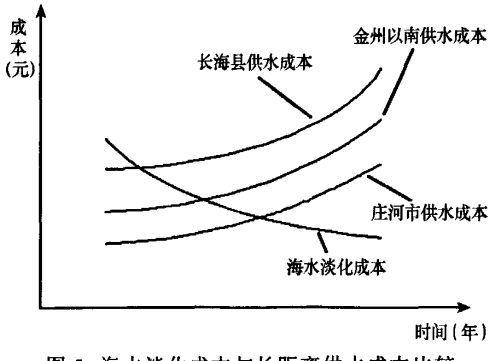

图5 海水淡化成本与长距离供水成本比较

表2 长距离供水与海水淡化比较

比较因素	长距离供水	海水淡化
水源地水资源价格	初步定为0.557元/t	取水不需费用
国家政策优惠	国家拨款,税收优惠	暂无
单位供水成本	暂无	5~6元/t
工程投资	投资大,建设周期长	投资相对小,建设周期短
供水范围	广阔	沿海城市,不适合输送到远距离内陆城市
使用的技术方面	工程不需要太多高新技术	需要先进技术,随着技术的进步,供水成本也会慢慢降低
对环境的影响	对供水区和中途路段环境有一定影响	对环境基本无大的影响
存在的风险	枯水年可能无法满足受水区的供水需求	基本上尚无存在明显的风险
对未来发展的预期	水资源总量一定,随着需水量的不断增加,必定会向跨地域供水的趋势发展	海水资源非常丰富,一定程度上增加了淡水资源的总量,随着技术的不断更新,海水利用领域将越来越广

距离和工程难度影响)也不一样,处于海岛地区的长海县要高于距源头较远的金州以南地区,后者也必定高于接近水源地的庄河市。

从环境影响考虑,海水淡化不会产生什么环境问题,即环境成本近乎为零,这一点是始终优于长距离调水的。另外,海水淡化不用考虑供水的区域不匹配和无水可供的问题。相反,受市场需求因素的影响,自来水的价格不断上涨,两者将越来越接近,自来水价格甚至高过海水淡化,如在海水淡化成本中扣除其效益成本(余液提盐、余热再用等产生的利润),海水淡化将变得更经济,长远来看,更适合三面环海的大连市。

五、小结

通过以上的分析,我们可以看出,就目前而言,在大连进行长距离供水还是比较可行的,在很大程度上解决了大连市供水的压力,并没有像Richard McGregor所说的:抵消了建立节水型社会的努力。但是,众所周知,水资源作为一种自然资源,同时也是地区之间的战略性经济资源。从全局考虑,地区之间水资源的空间转移并不能从根本上解决水资源整体匮乏的问题,同时还要涉及到地区之间的经济利益问题和现今政府都非常重视的环保问题。因此,为了大连市今后的可持续发展,在建设长距离供水工程的前提下,还应对节水工程尤其是最近备受关注的海水淡化和中水利用工程给予充分的重视,从根本上减缓大连市的供水压力。

参考文献

1 张精湖.世界的资源与环境[M].北京:科学出版社,2004

2 李善同,许新依.南水北调与中国发展[M].北京:经济科学出版社,2004

3 大连市水利建筑设计院,等.大连市引英入连应急供水工程初步设计报告[Z].2001年1月

4 大连市水利建筑设计院,等.大连市引英入连二期应急供水工程初步设计报告[Z].2005年4月

5 阮本清,魏传江.首都圈水资源安全保障体系建设[M].北京:科学出版社,2004

6 栾维新,等.大连市海水利用问题研究[Z].大连市发展改革委员会.2006年4月

7 大连理工大学生态规划与发展研究所.大连市水资源现状[Z].2004年5月

8 王浩,尹明万,秦大庸,马登清.水利建设边际成本与边际效益评价[M].北京:科学出版社,2004