

包头市城市供水与经济非均衡增长的关联

刘延澄
(包头市自来水公司)

1 包头市非均衡经济增长特质加剧了城市供水的供求矛盾

包头市是 20 世纪 50 年代迅速崛起的一座工业城市。现在,市辖总面积近 3 万平方公里,总人 204.3 口万,其中市区人口约 106 万。2000 年,全市国内生产总值(GDP)达到 228.73 亿元。

包头有铁、金、铜等 50 多种金属和非金属矿产资源,稀土储量占世界的 70% 以上,境内及周边地区探明的煤炭储量为 2300 亿吨,天然气地质储量高达 5000 多亿立方米。包头经济的产业结构与矿产资源的关联度很高,每逢有大量资金投入时,工业经济便会在短期内高速增长,带动城市人口和城区急剧扩张,城市基础设施尽管屡有较大投入,却总是处于供不应求的滞后状态。包头市内在的典型非均衡经济增长特质,也是本市建设城市水良性循环体系决策的重大因素。近半个世纪,包头市城市供水系统经历了多次大规模建设,但因总体经验不足和投资能力限制,始终在不断建设和供不应求的矛盾状态中滚动,未能扭转水量不足和水质缺乏安全保障的局面。

1953 年,国家决定建设包头工业基地,“一五”实施的 156 项重点工程,在包头安排了钢铁、机械、电力等 6 个大型项目。“一五”时期包头投资总额比前三年增长 165 倍,平地同时建设大型工业企业、城区建筑和基础设施,成为我国当时唯一的城市建设和经济全面超高速发展地区,城市给水和排水工程建设规模空前。依据城市功能分区规划,城市供水划分为包钢工业区供水和城区自来水两大系统。

包钢工业区供水以黄河为水源,一次建成取水能力 $10.32\text{m}^3/\text{s}$,净化和输水工程分期建设。1988 年,配套供水能力达到 $7\text{m}^3/\text{s}$,全年实际引水 1.15 亿 m^3 ,除包钢自用外,供给第一热电厂 0.143 亿 m^3 ,供给自来水公司 0.165 亿 m^3 ,从取水能力看,包钢黄河水源工程规模适应长期发展需求,避免了水源地重复建设。

自来水系统因有城区初期地下水储量相对丰富条件,并考虑到投资的可能性,1954 年国家批准先以地下水为水源,开采 9 年后转以黄河水为主,兼顾合理开发地下水资源和保证城市用水的长期可靠性。这一规划原则是正确的,但由于对城市经济非均衡高速发展缺乏认识,供水系统初期设计规模偏低,自来水系统投产之初便出现供水缺口,以后因扩建和新建投资难以为继,造成了城市供水量长期紧缺和水质恶化局面。

本文论述的城市供水系统专指自来水系统,城区供水范围也不包括包钢工业区。

2 地下水过量开采恶性循环阶段(1953 – 1982)

包头市新工业经济发展迅猛,全市工业总产值 1952 年为 0.2 亿元,到 1960 年激增至 10.3 亿元,年均递增 63.7%,城市建成区面积和人口总数都迅速突破规划,使同期建设的

城市供水系统投产时就陷入了被动应付的局面。

1953 年包头市新市区规划分质供水, 近期工业用水量为 $0.48\text{m}^3/\text{s}$, 生活用水量 $0.33\text{m}^3/\text{s}$, 合计 $0.81\text{m}^3/\text{s}$, 即日需水量 70000m^3 。根据水源勘测成果确定: 取昆河地表水 $0.48\text{m}^3/\text{s}$ 供应工业, 开采地下水 $0.25\text{m}^3/\text{s}$ 做为工业备用; 开采地下水 $0.33\text{m}^3/\text{s}$ 供应城区和工厂生活用水系统。设计开采地下水总量为 $0.58\text{m}^3/\text{s}$, 即 $50112\text{m}^3/\text{d}$ 。当时勘测新市区地下水补给量仅为 $1359\text{m}^3/\text{d}$, 而固定储量高达 29 亿 m^3 , 遂决定城市开采量为 $56000\text{m}^3/\text{d}$, 10 年取水 2.04 亿 m^3 , 其中动用静储量的 10%, 之后转用黄河水源。

1956 年 3 月, 城市建设总局给水排水设计院完成《包头市新市区给水工程技术设计》, 近期城区供水面积 11.5km^2 , 用水人口 28.81 万, 其中 19.5 万人(占人口比重 67.7%)居住平房, 不设室内给水排水设备。但是, 工程开工之初, 城市工业和生活区建设规模就突破了规划, 市政府于 1956 年 10 月提出“近期修建扩充范围给排水计划”, 其中供水面积扩大到 24.67km^2 , 增加 115%; 用水人口增至 46.08 万, 增加 60%。在城市建设部给水排水设计院于 1957 年 2 月重新完成新市区近期给排水扩建工程设计之后, 迫于城区用水量急剧增加, 在井群建设中逐渐出现了盲目扩大地下水开采的倾向。

1958 年新市区原设计供水工程竣工, 虽又增建新井, 也总未达到供求平衡。1960 年后, 地下水过量开采导致井群产水能力下降, 供水缺口逐年加大。1966 年, 新市区共有水源大口井 3 座, 管井 45 口, 设备产水能力为 $14.14\text{万 m}^3/\text{d}$, 实际产水量仅约 $8\text{万 m}^3/\text{d}$, 市区缺水量超过 40%。此后, 农村大量建井, 加快了地下水萎缩, 新井低产, 旧井报废, 自来水建设陷入恶性循环。到 1979 年, 自来水系统累计建井 80 口, 因水位下降或污染报废 39 口, 报废率 48.75%, 损失产水能力 $97656\text{m}^3/\text{d}$, 剩余井的产量也大幅下降。

为弥补城区供水缺口, 1970 年起, 截取昆河地表水进入新市区供水系统, 1976 年起又引用只经沉淀处理的黄河水入网, 导致管网水质恶化, 配水管道泥沙沉积, 居民生活用水浊度时常出现 10 度以上。

1982 年, 包头市自来水公司提出了“不再扩大地下水开采, 城市供水转向以黄河为主体水源”的建设方针。

包头市城市供水第一次大规模建设是伴随着计划性工业化过程进行的。从 1952 到 1960 年, 全市国内生产总值(GDP)从 0.7 亿元突增到 7.2 亿元, 年均递增 31.4%, 经济增长中工业增加值的边际贡献率高达 80% 以上。同期, 城市年供水量从 36.03 万吨增加到 2689.22 万吨, 增长近 74 倍, 工业用水所占比重从 25% 扩大到 52%。在大量增加地下水开采的同时, 供水能力仍然滞后于经济和城市发展, 城市供水出现了相当大的初始缺口。1961 年到 1982 年间, 包头市 GDP 年均增幅减缓为 2.7%, 原本是城市供水转向黄河水源的大好时机, 但因相继发生了国家经济困难和社会动乱, 水源建设一再推迟。1976 年建成转用包钢黄河水的净水厂时增加供水能力 $13\text{万 m}^3/\text{d}$, 又因原建井群产量大幅下降, 城市供水总能力仍然低于用水需求。1982 年城市供水总量达到 5406.2万 m^3 , 比 1961 年增加 2517.16万 m^3 , 增长 87%。

1953 年至 1982 年三十年间, 包头市工业固定资产投资约 50 亿元, 1960 年以后, 工业增加值占 GDP 的比重一直保持 60% 以上, 标志着包头经济已经实现了工业化。同期, 城市供水固定资产原值从 118.20 万元增加到 4226.44 万元, 增长近 35 倍; 产水能力从 $0.42\text{万 m}^3/\text{d}$ 增加到 $18.80\text{万 m}^3/\text{d}$, 增长 44 倍; 年度工业用水量占总用水量的比重最高达 68%。

3 水源过渡性转移阶段(1983 - 1992)

1972年以后,新市区生活管网混用未完全净化的地表水,用水紧缺状况稍缓,而水质恶化。同期,旧城区供水缺口累积达到50%,居民生活用水失去基本保障,被迫在旧城区下游黄河段筹建磴口净水厂。水厂取水口进水能力 $1.5\text{m}^3/\text{S}$,近期取水能力 $0.75\text{m}^3/\text{S}$ ($64800\text{m}^3/\text{d}$),经过预沉、澄清、过滤、消毒工艺后,对旧城区供水量 $5\text{万 m}^3/\text{d}$ 。工程自1976年动工,到1983年4月投产。至此,新市区半净化和旧市区净化后的黄河水都已成为主体水源,地下水产量继续萎缩。自1966年起筹划,原定1970年实现的水源转移目标,推迟13年才达到过渡性转移状态。

1983年后,国家关于城市经济体制改革政策实施,工业经济初步引入市场机制,依托于当地资源的包头工业再次呈现快速发展势头,城市供水缺口随之加大。1983年到1992年的十年间,全市完成工业固定资产投资50多亿元,工业年增加值从1982年的9亿元增至1992年的36亿元,全市GDP从14.4亿元增至66.1亿元,年均递增10.4%。尽管第三产业发展速度加快,工业增加值占GDP的比重仍然保持在55%左右,工业仍然是全市经济和城市发展的决定因素。同期,城市年供水量从5290.55万 m^3 增加到6484.14万 m^3 ,增加1193.59万 m^3 ,增长22.6%;工业用水量比重从52%增加到60%;城市供水固定资产原值从4194.14万元增至11929.00万元,增长184%,新增投资主要用于改造扩建工程,统一的主体水源工程建设再次推后。1983年已经可以看到新市区生活用水要素发生了重大变化(见下表)。

项目 \ 分期	50年代设计	现状(1983年)	近 期	远 期
供水范围(km^2)	10.3	28.0	32.134	45.032
供水人口(万人)	28.0	44.0	49.49	64.85
供水压力(m)	16.0	16.0	24.0	24.0
楼房平房之比	平房为主	4:6	6:4	大部楼房
需水量(万 m^3/d)	4.5	8.0	11.2	22.3

以此为据,委托中国市政工程华北设计院于1984年完成新市区给水改造和扩建工程设计,又因投资限制,以阿尔丁净水厂(水源从黄河工业水系统分流)日净化5万 m^3 为主体的改造工程推迟至1990年底才试车通水。在此期间,市区供水紧张状况日趋严重,旧城区高地断水,新市区生活管网中混用未过滤地表水量已达60%以上,水量缺口达5.9万 m^3/d 。当阿尔丁净水厂投产后,只改善了新市区生活管网水质,并未增加水源能力。

在水源过渡性转移阶段,出现了对城市供水有重大影响的三个新因素。第一,新市区原拟在13万 m^3/d 基础上再增加自包钢引水,但包钢测算新时期自用水量不足,提出减少转供水量,新市区新增水量必须另开新源。第二,能源、煤化工及新材料工业建设项目已在酝酿之中,新市区南部预留的两块共计 9km^2 工业预留地展示出开发前景,工业用水量将有集中性增长。第三,市区住宅危房比例增高,地震抗震烈度提高为8度,楼房建设规模扩大,居民用水量连年增加。基于对这三个新因素的认识,包头水司自1985年起研究新水源建设方案,随后正式提出了建设黄河画匠营子总水源工程建议。

4 集中建设黄河总水源阶段(1993 - 2000)

1987 年末,包头水司计算近期和远期开发黄河水目标:1990 年取用 26.6 万 m^3/d ,其中包钢转输 13 万 m^3/d ,磴口取水 5.0 万 m^3/d ,新建水源取水 8.6 万 m^3/d ;2000 年取 71 万 m^3/d ,其中磴口取水 11 万 m^3/d ,新建水源取 60 万 m^3/d 。在可行性论证阶段,发现磴口水厂岸边式取水口连年发生脱流事故,且黄河过境流量持续偏低,主槽难以回归,已不适宜扩大取水量,而画匠营子段相对稳定,遂确定统一建设画匠营子总水源对市三区供水。

由于总水源工程建设推迟,到 1990 年夏季新市区爆发严重的供水危机。包钢自用水量激增,对城市转供水量由 13 万 m^3/d 锐减到 5 万 m^3/d ,自来水系统大幅度降低工业供水量后,居民做饭用水仍无保障,市区日缺水量超过 10 万 m^3 ,引起生产和生活秩序混乱。迫于极端缺水的严重困扰,市人大通过决议,把总水源建设列为“生命线工程”和“首建工程”。1993 年到 1998 年的六年间,包头市经济再次出现非均衡性高速增长。全市工业固定资产投资累计 155.3 亿元;工业增加值年均递增 16.5%;全市 GDP 从 1992 年的 66.1 亿元增加到 1998 年的 205.2 亿元,年均递增 13.8%,工业增加值占 GDP 的比重仍然稳定在 55% 左右。在这次经济增长过程中,市场竞争机制渐居主导地位,传统工业增速回落,1996 年进入“九五”时期后,工业经济运行质量和效益下滑,结构性矛盾日渐突出。

同时,城市供水的供求结构也发生了明显变化。1993 年到 1998 年,包头水司固定资产原值从 13324 万元增至 28014 万元,完全是新市区给水改造工程增量,并未增加水源能力。这一时期城市供水系统出现了两个历史性转折。

其一,自来水原有水源能力达到顶点。1993 年到 1998 年,年供水量相对稳定在 7500 万 m^3 上下,日平均供水量 20.5 万 m^3 ,原有水源能力已无增加可能,而市区断水现象逐年加重。

第二,工业用水量大幅下降,生活用水比重加大。1993 年起,市区危旧房改造速度加快,尤其是 1996 年发生强烈地震后,四年建成新楼房住宅达 900 多万平方米,相当于 1949 年到 1996 年 46 年间住宅楼建筑面积的总量,生活用水急剧增加。同期,传统工业因节水措施和生活收缩双重作用,工业用水量大幅度减少。1998 年供水总量 7528.39 万 m^3 ,工业用水量比重降到 49%。与 1993 年比较,2000 年工业用水量减少 1400 万 m^3 ,下降 32.6%。此时,尽管工业减少用水量弥补了部分生活和第三产业用水,新市区生活管网高峰日缺口仍超过 50%,日缺水量 8 万 m^3 以上。新的需水量增长主要体现了市场机制的推动,迫切需要新建水源投产。

包头市画匠营子总水源自黄河取水,由中国市政工程西北设计院按高浊度水处理常规工艺设计,利用法国政府贷款引进的设备和脉冲澄清池、V 型滤池等工艺设计,由德利满公司提供。历时八年,基本建成第一期工程供水能力 30 万 m^3/d ,其中生活用水 20 万 m^3/d ,工业用水(不过滤)10 万 m^3/d ,于 2000 年 5 月试车供水。

总水源一期工程供水期比原计划推迟了五年,但因工业用水量下降,以及原定南郊工业区推迟建设,使包头市城市供水能力首次出现了超前储备。一期工程设计自来水目标列为下表,表中水量单位为万 m^3/d 。

项 目 \ 分 区		旧市区	新市区	南郊工业区	合 计
设计需水量	工业平均日用水量	3.64	11.34	3.05	18.04
	工业最高日用水量	4.81	15.60	3.66	24.07
	生活平均日用水量	5.87	7.14	2.69	15.70
	生活最高日用水量	7.04	9.33	3.23	19.60
	未预见平均日用水量	1.17	0.23	0.57	1.97
	未预见最高日用水量	1.40	0.88	0.68	2.96
	平均日总需水量	10.68	18.71	6.31	35.70
	最高日总需水量	13.26	25.80	7.57	46.63
设计供水量	平均日供水量	11.92	22.05	6.92	40.89
	最高日供水量	14.51	29.26	8.18	51.95
原有水源	供水能力	6.0	15.31	0	21.95
	其中:地下水	1.0	2.95		3.95
	地表水	5.0	13.00		18.00
画匠营子总水源	供水能力	8.51	13.31	8.18	30.00
	其中:平均日供	3.59	6.1	6.92	16.61
	最高日供	6.28	13.31	8.18	27.77

2000年5月起,总水源开始对新市区生活管网供水。新市区用水高峰期实际统计:工业管网继续使用包钢转供的黄河水,供水量约8万 m^3/d ,生活管网虽然与用水需求已不匹配,供水量仍达16万 m^3/d 以上。新市区高峰期供水总量达24.0万 m^3/d 以上,是设计最高日需水量的93%,其中由总水源供水量为10万 m^3/d ,是设计供水能力的75%。当前,二电厂扩建已申请新增用水5万 m^3/d ,稀土高新技术工业区在加快发展,近年对新市区供水量将超过一期工程设计目标。

总水源一期对旧城区供水能力为8.51万 m^3/d ,预计近年供水量为3万 m^3/d ,为设计能力的35%,待铝厂和三电厂改造扩建后将新增用水量约3万 m^3/d 。

南郊工业区尚未建设,一期工程为其设置的8.18万 m^3/d 水量暂时富余。但煤化工联合企业项目仍在筹划之中,一旦开工,其用水量最终超过10万 m^3/d 。

画匠营子总水源一期工程供水能力富余是暂时现象,这为城市经济结构调整提供了基础条件,预计“十五”期间将会达到设计能力。

5 结语

(1) 20世纪后半叶,包头市经济非均衡发展的特质是由当地矿产资源和能源丰富所决定的,在当前产业结构调整中,工业经济经过优化升级后仍将居于全市经济的主导地位。经济发展的非均衡性仍将对城市基础设施建设规模和时效有重大影响,城市供水项目建设周期长,供水能力增长经常滞后于工业经济和城市建设发展的历史经验仍然需要重视。

(2) 画匠营子总水源一期工程供水能力暂时富余,为城市经济新发展、街区和住房改造、涵养地下水资源以及改善生态环境都提供了难得的条件。

(3) 黄河包头段取水工程正在受着枯流断流和水质污染的双重压力,画匠营子总水源工程建设和生产管理任务仍然艰巨。不仅需要按设计续建江心式取水墩,以能与岸边式泵房相辅,保障取水安全,还需全面研究实施河段防污治理及强化净水工艺、克服微污染灾害的措施。

(4) 从长远利益看,当前是包头市建设水的良性循环机制,创造可持续发展的水环境的良好时机。实现水务管理科学化、全面停止地下水过量开采、防止水资源污染、发展污水回收利用技术、推广使用节水型设备和器具、建立商品型水价体制等,都是我们面对的重大课题,也是建设水良性社会循环和推动城市水工业系统发展的基本条件。