

城市化与水资源——香港供水及其对北京的启示

左芙蓉

(北京联合大学应用文理学院,北京 100083)

摘要 城市供水短缺曾经是香港面临的重大难题,其原因与地质因素和降雨量分不开,也与城市化发展和人口快速增长有关。为解决供水问题,香港政府采取过许多措施,例如,利用溪涧和井泉之水,修建水塘,淡化海水,引东江水入港等,最后基本上解决香港的用水问题。北京是供水陷入困境的城市之一,从香港的经验中可以得到某些启示。

关键词 城市化;市政工程;水资源供给

中图分类号 :TV213.4 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-693X(2006)05-0091-04

Urbanization and water resources : water supply in Hongkong and its enlightenment to Beijing

ZUO Fu-rong

(College of Applied Science and Arts, Beijing Union University, Beijing 100083, China)

Abstract Shortage of urban water resources has been one of the most severe problems in Hongkong because of some factors, including geology, rainfall, urbanization, and population growth. To overcome the difficulty, Hongkong government took many measures. For example, brooklets and wells were used; pools were built, seawater was desalted, and the East River in Guangdong Province was diverted to Hongkong. Water supply problem in Hongkong has almost been solved. Beijing is one of the cities in shortage of water resources, and experiences from practices of Hongkong may be used for reference.

Key words urbanization; municipal works; water resources

1 供水问题的产生

今天的香港地区包括香港岛、九龙、新界和各离岛,总面积约 1100 km²。位于亚洲大陆东部边缘,面临太平洋西岸,背靠珠江出口,香港自 1841 年开埠以来,一直为寻找足够的水源而烦恼。这个人口稠密的工商业中心,在过去 155 年的历史中,在几乎完全欠缺天然资源的情况下,大部分时间均饱受水源匮乏之苦^[1]。

地质因素是香港缺水的原因之一。香港是一个多山的丘陵地区,其地层主要由火成岩和花岗岩构成,这些岩石一方面其透水性差,难以储水,因此潜水不多,不能提供大量的地下水;另一方面,火成岩经过雨水和温度转变的影响以后,产生化学作用,岩

石结构逐渐松弛,因此也能够储藏一些水分。于是,香港有些地方可以钻井取水,虽然井水水量不是很多。

雨量的不均衡是另一个原因。气候与水源有密切的关系。香港因受气候和台风的影响,季节变化大,雨量不均衡。根据天文台 1875~1939 年及 1947~1990 年的统计数据显示,在这 107 年内香港每年的平均降雨量为 2206 mm,虽然并不算干旱,但是每年的雨季只集中在 5~9 月的 5 个月内,汛期(5~9 月)与旱期(10~4 月)降雨量的差异相当大,达到 900~3000 mm。旱期不但长,而且降雨量与全年平均降雨量相差很大。在最少雨的月份,只有 5 mm,而在最多雨的月份,降雨量可高达 590 mm^[2]。夏秋之间出现台风时会带来雨水,但由于香港地区,大

部分山脉连绵,收集和储存雨水有很大困难。

如果说前两个因素是香港水源匮乏成因的话,那么,城市化进程的加快和人口不断增长则加剧了水源的紧缺。据研究统计,香港历史上有4次人口大增长的时期,第一个时期是1841~1861年。从1841年香港被英国强占,到1861年九龙割让给英国,英国政府完全控制整个香港,这一时期人口大幅度增长。1841年香港仅有7000多人,到1851年则增长为32983人,人口增长率高达471%。1851~1861年,人口继续快速增长,从32983人增至119321人,增长率为362%^{[2]16}。所以,这个时期被认为是人口增长最快的时期。在此期间,19世纪50年代的太平天国革命,使大量移民从中国内地涌入香港,这也是人口激增的一个重要原因。第二个时期是1861~1936年。1898年英国霸占新界,版图扩大,人口增多;1900年义和团运动之后,一些人避难逃到香港;1911年以后,中国内战不断,再次使大量难民流入香港。第三个时期是1936~1946年,此时人口增长很快。20世纪30年代日本侵略中国,1939年侵占广州,许多人涌入香港。到1941年香港沦陷时,香港人口已逾100万。1941~1945年,日本侵略占据香港,人口一度迅减,但1945年日本投降后,原来的居民又纷纷回港,到1946年,人口迅速增加到155万。第四个阶段是1946~1961年,这是香港恢复和人口迅速增长的时期。抗战结束后,内战的继续又使大量人口入港。1949年以来,由于各种原因,内地进入香港的人数依然不减。1951年的人口已超过200万^{[2]206}。此外,战后出生率上升,死亡率下降,也是人口加快增长的原因。

此后,随着城市化和工业化步伐的加快,用水量激增,在供水严重短缺,情况最紧急时,香港政府每日集中供水4h,人们不得不一水多用,比如,淘米的水用来洗菜,再用来擦地,最后用于冲厕,等等。

2 供水问题的逐步解决

香港政府在供水问题上,进行过许多尝试,大体采取过以下一些办法。

首先是利用溪涧、井泉之水。香港开埠初年,人口很少,1841年仅有7000多人,当时食水并不是一个大问题。仅靠大自然的恩赐,利用溪涧和井泉,就可以解决居民的食水问题。因此,当时是靠大量的溪涧为零星分布的社区提供充足的饮水^{[1]4}。

其次是修建水塘。到了1851年,香港人口增加到3万多人,1860年,香港人口已接近10万,原有的溪水井泉已不能满足需求,于是政府组织修建水塘。1863年,在香港西部半山区建成第一个水塘——薄

扶林水塘;1871年此水塘被扩建。在1889年又建另一个新塘——大潭水塘。该水塘地处港岛南部,容量大大超过前一个水塘,并经过多次扩建,增加了对港岛地区的用水供应。1899年再建黄泥涌水塘。1906年,为满足九龙及新界人口增长的需求,政府又建成九龙水塘。1932年和1936年又先后兴建石梨背水塘和城门水塘。二次世界大战之后,香港人口增长很快,据统计,1961年3月全港、九龙、新界人口总数为3133131人^[3]。政府继续修建一些大型水塘,如1957年的大榄涌水塘,1963的石壁水塘,后者在大屿山西南的石壁,是香港最大的水塘之一。当时政府除了组织兴建水塘,还负责食水分配,其办法是,将水塘的水输入管道,分流至各个街道,再在街道装置公共水龙头,定时向居民供水。1902年成立专门负责水务的部门,其主要职责是安置和维修供水设备、统筹各个水塘的储水与用水并且计收水费等。

为了发动大家广开水源,政府也鼓励私人办水务,因此出现了私人兴建的水塘。在19世纪下半期,由私人企业兴建的水塘有4个,其中3个属太古洋行。……在天旱期间,私人水塘曾协助政府,提供饮水给香港居民,舒缓香港食水短缺的问题^{[2]24}。在兴建水塘的同时,政府也很重视对水塘周边地段的生态环境的规划,使附近的自然环境得以改观。如今,昔日的水塘已不再是港人的主要饮水渠道,但因其附近良好的自然生态环境,水塘区已成为人们理想的休闲度假地。

第三个办法是利用海水。1963年5月至12月,香港发生大旱灾,政府不得不实行制水法令,最严重的时候每日供水4h,不但居民的生活十分不便,而且工农业的发展也受到很大影响。此次旱灾也促使政府进行淡水湖的建设。1968年12月,船湾淡水水塘建成。1970年开始扩建,用了3年的时间完成。1971~1978年,又完成了万宜水库的修建。淡水水库的兴建办法是:先建造围堰,再将其中的海水抽干,挖去黏土和沙,最后筑成堤坝,注入淡水。但是,香港的用水需求仍不断增加,政府不得不继续寻找新的水源。在20世纪70年代开始实施海水淡化工程,将海水提炼为饮用水。第一座海水淡化厂于1970年兴建于青山道大榄涌水塘附近。但是此项工程成本很高,后来,淡化厂于80年代停止生产。为减少对淡水的浪费,香港自1950年开始筹建海水冲厕系统,60年代以后逐渐加大使用海水冲厕。最初对海水使用进行收费,1972年以后改为免费使用。据统计,1991年,香港使用海水冲厕的户数为65%,1999年则为78.6%^{[2]39}。

第四种办法是引东江水入港。随着香港社会经济的不断发展和人口的增长,上述的方法仍不能从根本上解决供水问题。于是,水源丰富且邻近香港的广东省便成为香港供水的来源。广东省雨水丰沛,水源充足,河流众多,全省共有大小河流 1 343 条,总长 25 290 km,平均每 10 km² 有河流 11 km。”在众多的河川中,珠江最大,它由东江、西江和北江组成。“东江源出江西省南部,向西南经龙川、河源、惠州和东莞,由虎门入海。”^[4]引东江水入港的办法是:先将东江水引自深圳水库,再经两条横跨深圳河上的水管,将水输入边境木湖的接收水池,最后输入木湖抽水站,供港人使用。港人使用东江水的历史可追溯至 1960 年,为引水事宜,曾多次与内地商议。1989 年,粤港双方签署长期供水协议。从 1960 年至今,港人使用东江水的数量逐年递增。至 1996 年,广东每年对港的供水量已占全港用水需求量的 70% 以上。^{[1]24}目前,来自广东省的供水是香港最主要的单一水源,至此,香港的供水问题基本解决。

纵观香港供水问题的解决办法,可以总结如下:政府重视,加大投资;动员各方力量兴办水务;兴建各种水塘,收集自然水,解决港人用水;重视水塘附近生态环境的保护;政府控制有限水源,集中供应,有利于社会稳定和缓解水荒;多方开源,实施海水淡化工程和引进东江水工程;节约用水,一水多用,使开源与节流相结合。

3 今日北京的供水问题

水资源贫乏也是北京的一大困难。北京地处华北平原的北端,东北与松辽平原相接,东南与渤海湾相距 150 km,南与黄淮海平原连成一片,西边是太行山与山西平原,北面是燕山山地和内蒙古高原,是一个历史悠久的古城,该城已有 3000 多年的历史。作为都城,它具有非常重要的地理位置,但其自然环境并不优越,历史上的北京一直存在水源不足的问题。据统计,从 1470 年至 1974 年的 505 年中,出现偏旱年 131 次,旱年 46 次,平均约 3 年出现一次,至于季节性干旱,几乎年年都有。^{[5]182}。发展至今日,北京面临着更加严峻的供水问题。

北京是一内陆城市,气候的主要特征是:春季干燥多风沙,降水稀少;夏季炎热,雨量较多,降水量占全年的 70%;秋天冷暖适中,光照充足;冬季寒冷干燥,降水量只占全年的 2%^[6]。因此,北京地区的雨量不多,而且多集中在夏季,时间很短。虽然在解放后,截止 1983 年底,全市共建成大中小水库 85 座,总库容 72 亿 m³;大中型水闸 52 座;万亩以上库区 44 处;整修加固堤防 440 km;疏挖治理河道 727 km;

修建排灌站 6 300 多处;打机井近 4 万眼;还有市政工程方面修建的城市排水管道 1 486 km,城市供水管道 3 416 km;供城市生活水源厂 8 座;污水处理厂 2 处;此外,还有大中小型水电站 119 座,其中较大型的 7 座,小型 112 座,总装机容量 26.3 万千瓦^{[5]171}。但是,随着经济的不断发展和城市化进程的加快,北京的人口密度增大。改革开放以来,外地人大量涌入京城,寻求新的就业机会,更增加了北京的用水量。因此,一方面是水资源总供给量逐渐减少,根据北京 1951 ~ 1982 年气象资料,全区平均降雨量为 622 mm,总降水量为 104.5 亿 m³。这些数据远低于我国和世界其他地区。例如平均降雨量为全球的 (740 mm) 84.0%,全国的 (870 mm) 71.5%,人均占有水量为 1 161 m³(以 900 万人口计),为全国人均量 (5 700 m³) 的 20.4%,世界人均占有量 (32 000 m³) 的 3.6%。而发生干旱的 1993 年和 1997 年,地表自产水量仅有 8.28 亿和 10.61 亿 m³,1996 年雨水相对较多,也只不过 25.95 亿 m³,少于 20 世纪 80 年代以前^{[7]26}。另一方面是城镇居民生活用水量的迅速增长,水资源的供需矛盾越来越突出。

随着经济建设速度的加快,北京生态环境的破坏程度也日益加深,森林覆盖面积大为减少,昔日山区蔚然深秀的原始森林,平原地区苍翠葱绿的森林和草原,其间的湖泊、众多的动物,这一生物生态系统至今已不复存在了^{[7]39}。在水资源日益短缺的情况下,不得不大量抽取地下水,北京市自 20 世纪 70 年代以来,由于过量抽取地下水,市区地下水大体以平均每年 1 m 的速度持续下降,已出现了 1 000 km² 的漏斗区,水位下降了 6 ~ 20 m^[8]。一些地区的地面下沉,生态平衡被打破,大气严重污染,降雨量大大减少,北京地区的供水问题更加恶化。针对这一严峻的形势,北京政府也曾采取各种措施,如大力治理环境,组织植树,提高水价,为用户安装节水龙头,广泛宣传节约用水等。但是,这只是节流的办法,与此同时,还必须进行开源的工作。那么“源”从何来呢?在中国,“水资源的空间分布并不均匀,通常是南多北少。南方的水资源占全国总数的 81%,而人口和土地仅占 35.9% 和 55%^[9]。因此,将南方大河之水引到北京是从根本上解决城市供水问题的办法。

4 结 语

水资源对于人类的生存和社会经济的持续发展有着非常重要的影响。人类与水的关系是,一方面,由于工农业经济的日益发展,以及人口的不断增多,人类对水的需求量越来越大;另一方面,人类在社会生活与经济活动中,又毁坏水质,浪费水资源,使水资

源逐渐减少。因此,今天世界上的许多国家和地区都在不同程度上面临水资源短缺的问题,而中国属于世界上为数不多的贫水国家之一,目前中国人口已超过12.4亿,平均每人占有的径流量仅为 $2\ 186\ m^3$ 。按1995年水平计算,中国人均径流量为世界平均值的31%,列第121位,相当于美国人均量的19%,俄罗斯的8%,巴西的5%,加拿大的2%。年径流总量仅及中国1/5的日本,人均占有量却是中国的2倍^[10]。全中国有城市600多个,缺水城市有300多个,严重缺水的有108个,陷入困境的有40个,北京就是这40个城市中的一员。因此,如何合理有效地利用水资源,保护自然环境,保持生态平衡,是每一个城市必须重视的问题,香港的经验值得借鉴。

参考文献:

[1] 香港水务署. 香港水务[M]. 香港: 水务署印务局(无出版年代).

[2] 何佩然. 香港供水150年历史研究报告[M]. 香港: 水务署印务局, 2001.

[3] 罗楚鹏, 胡鸣高. 新编香港地理[M]. 香港: 龄记出版公司, 1967: 20.

[4] 陈正祥. 广东地理[M]. 香港: 天地图书有限公司, 1978: 26.

[5] 段天顺. 燕水古今谈[M]. 北京: 燕山出版社, 1991.

[6] 霍亚贞. 北京自然地理[M]. 北京: 北京师范学院出版社, 1989: 95.

[7] 侯仁之. 环境变迁研究(一)[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.

[8] 倪兆球. 环境经济学[M]. 广州: 广东教育出版社, 1995: 150.

[9] WOUTER L A, JEREMY B, JEREMY B, et al. Towards effective water policy in the asian and pacific region[M]. Manila: Asian Development Bank, 1996: 23.

[10] 王伟中. 中国可持续发展态势分析[M]. 北京: 商务印书馆, 1999: 139.

(收稿日期 2005-02-23 编辑 高渭文)

(上接第55页)在光照强度较大时, $L\cdot$ 对有机物的氧化反应可能成为主反应,而 $OH\cdot$ 的氧化反应成为次反应。也正是这个原理,使得Fenton试剂可以利用太阳光来降解有机物。

3 结论

研究证明,通过Photo-Fenton技术对敌百虫有机磷农药的降解,使有机磷成功转化成无机磷(PO_4^{3-})。在本实验中,有机磷初始浓度为 $1\ mmol/L$, pH值=3.0左右, $c(Fe^{2+})=0.72\ mmol/L$, $c(H_2O_2)=3\ mmol/L$ 时有机磷转化成无机磷的效率较高,可达60%。

光照强度可以直接影响反应过程中 $OH\cdot$ 的速率,从而影响有机磷的转化率。Photo-Fenton技术的影响因素有 H_2O_2 浓度、 Fe^{2+} 浓度等。反应过程中产生的 Fe^{3+} 同有机物形成的络合物在吸光后产生的配合基对有机物的降解起着重要作用。

Photo-Fenton反应的机理较复杂,目前对其反应机理还不是十分清楚,但该反应必须在酸性条件下进行,这一条件是Photo-Fenton在实际应用中的障碍。

参考文献:

[1] 王振中, 张友梅, 夏卫生, 等. 有机磷农药对土壤动物群落结构的影响研究[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 357-366.

[2] 陈士夫, 赵梦月, 陶跃武, 等. 光催化降解有机磷农药的研究[J]. 环境科学, 1995, 16(5): 61-64.

[3] 陈士夫, 梁新, 陶跃武, 等. 空心玻璃微球负载 TiO_2 光催化降解有机磷农药[J]. 感光科学与光化学, 1999, 17(1):

85-91.

[4] 徐悦华, 古国榜, 林新花, 等. 光催化降解有机磷中甲胺磷的降解率的测定[J]. 重庆环境科学, 2001, 23(4): 61-66.

[5] SPACEK W, BAUER R, HEISLER G, et al. Heterogeneous and homogeneous wastewater treatment comparison between photodegradation with TiO_2 and the Photo-Fenton reaction[J]. Chemosphere, 1995, 30(3): 477-484.

[6] BAUER R, WALDNER G, FALLMANN H, et al. The photo-fenton reaction and the TiO_2/UV process for waste water treatment-novel developments[J]. Catalysis Today, 1999, 53: 131-144.

[7] ZUO Y G, JÜRG H. Formation of hydrogen peroxide and depletion of Oxalic Acid in atmospheric water by photolysis of Iron(III)-Oxalato complexes[J]. Environ Sci & Technol, 1992, 26: 1014-1022.

[8] 程丽华, 黄君礼, 倪福祥. Fenton试剂生成 $OH\cdot$ 的动力学研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 4(5): 12-14.

[9] MONTASER Y G, GEORG H, ROLAND M, et al. Photochemical oxidation of p-chlorophenol by UV/H_2O_2 and photo-Fenton process: A comparative study[J]. Waste Management, 2001, 21: 41-47.

[10] 陈传好, 谢波, 任源, 等. Fenton试剂处理废水中各影响因素的作用机制[J]. 环境科学, 2000, 21(3): 93-96.

[11] 高迎新, 杨敏, 张昱. Fenton反应中氧化还原电势的变化规律[J]. 环境化学, 2004, 25(2): 135-139.

[12] 高迎新, 杨敏, 王东升, 等. Fenton反应中水解 $Fe(III)$ 的心态分布特征研究[J]. 环境科学学报, 2002, 22(5): 551-556.

[13] HUBERT F, THOMAS K, BAUER R, et al. Applicability of the Photo-Fenton method for treating water containing pesticides[J]. Catalysis Today, 1999, 54: 309-319.

(收稿日期 2005-06-02 编辑 高渭文)