

我国城市化进程中的水资源环境问题

宋新山 王朝生 汪永辉

(东华大学环境科学与工程学院 上海 200051)

〔摘要〕 城市化进程中,城市水文循环和水环境物质代谢的失衡严重影响着城市水环境的量和质,使城市水资源环境问题日益突出。本文在对城市水文循环和水环境物质代谢分析的基础上,提出城市化过程中城市环境面临的挑战,最后简要提出了城市水资源环境问题的战略构思。

〔关键词〕 城市化 水资源 水环境 (中图分类号) X TV

城市是人—地关系的焦点,是社会经济发展中生产和消费最为集中的地方,因而城市也成为污染集中的地方。水是生命存在与发展的源泉,也是城市的活力所在。

目前我国正以世界罕见的速度推行城市化,城市人口占总人口的20%左右,预计2010年达29%,2050年将达47%左右^[1]。建国初期我国有城市136座,“七五”末期450座,到“八五”末期猛增至640座。特别是随着城市规模扩大、数量增多,出现了一些地理位置相近,资源环境条件相似,类型、功能互补的城市群。我国已有5个超大规模城市群(沪宁杭、京津唐、珠三角、四川盆地以及辽宁中部),这些城市群面积大、影响和辐射范围广。

城市化对经济发展的快速驱动作用、对财富的迅速增值能力,使人类获得了巨大经济效益,但城市水资源环境所受到的负面影响也日益凸现。城市“水泥森林”造成的区域水文循环的改变、人口剧增和生产高度集中导致的用、排水日增等问题,制约了城市进一步的发展。

一、城市化进程中水文循环的失衡

许多西方发达国家已将生物防御基本的专业知识的教育内容,纳入国防教育、公共卫生和医疗人员的专业和继续教育之中,形成了多部门多组织多种媒体配合的,专业队伍、医疗卫生人员、民众等多层次的知识教育培训系统。这个系统集成技术培训、演练评估、咨询帮助于一体,通过重点城市的防御和应对演练,磨合部门间、组织机构间的协调性,以检验预案,提高综合应对能力和救治水平。对全体国民普及生存、自救、互救知识和技能的教育和相关的训练,从“9·11”袭击发生时世贸中心人员的有序疏散和高效的现场应对中,已显现出其良好的效果。

“非典”引发的恐慌及抢购风波,反映了公众基本科学知识的欠缺和心理应急准备的不足。因此,今后应加强对各级领导干部的培训,提高反生物恐

怖化对区域正常水文循环的改变,正以悄然的却又是难以改变的趋势,日益严重地影响着城市的水资源。各水文循环环节的改变使得城市的“水量”平衡被打破,形成了一方面区域降水增强、雨量增多、易发生洪涝灾害,另一方面但却又严重缺水的矛盾。

1. 城市高空水循环环节的增强

高空水循环是随大气环流进行的,热岛效应使城市上空大气的温度垂直递减率明显大于周边,造成城市上空气层不稳定,有利于产生强对流,以致城区上空颗粒态污染物明显高于周边、“凝结核效应”显著。同时水汽充足条件下城区还易形成对流性降雨。城市地面粗糙度大,还易引起机械湍流,对降雨系统有明显的“阻滞作用”,致使通过城区的降水可以持续较长时间^[2]。

据上海水文总站资料,上海市汛期市区降雨量100%大于郊区,平均增雨6%~14%,市区有83%的降水场次的降雨量大于郊区^[3],这和汛期的热岛效应强有关。城市高空水循环环节增强导致城区暴雨强度大、雨量集中、雨时长。城市规模不是很大时,这种效应并不明显,但随着区域性城市群的出

怖袭击的认识与指挥能力;强化专业技术队伍的技术训练和预案演练,提高应急处置能力;特别要对社会公众普及防生物危害的全民教育,提高防范意识,减少心理恐慌,避免可能的社会动荡。

八、建立国家特需药品的储备和动用机制

药品特别是非常见病原体的诊断试剂、生物战剂疫苗等是判明生物恐怖袭击、开展医学防护的重要物质基础。但由于其用途的特殊性,在平时缺乏足够的市场经济效益,因而实验室研究成果很难为生产企业所接受。建议建立特需药物的中试、生产基地,增加储备量;对这些特需药品的小批量生产和紧急状态时的使用,应及早制订特殊的审批法规和实施程序。(责任编辑 王宏章)

现,对城市水资源环境的影响正与日俱增。

2. 地表水循环环节的减弱和简化

对城市地表水循环影响最大的是地面封闭导致的城市缺水、区域性干旱及城市洪涝。

城市地面封闭是指人为构造物使地表处于阻断水汽循环、破坏生态环境的状态^[4]。城市化进程中,大量地面从植被或土壤覆盖变为不透水的水泥或石板材路面、屋顶面,这种改变的最直接影响是大量城市水面消失并造成了城市缺水,而且这种改变也直接减少了蒸发量。在大量地面被建筑物、路面占据的情况下,大气降水不能渗透到土壤层包气带,因此地表和地下可供蒸发的蓄水都急剧减少。城区实际蒸发量减小又使得区域气候趋于干化,以致曾有人将城市与沙漠类比。目前由于单个城市受周边影响较大,城市还不至于干旱到类似沙漠的程度,但如果今后城市群进一步扩大、加密,城市群造成的干旱亦不容忽视。明显的例子是流域气候趋干、黄河断流的事实。这源于流域内大规模的城市建设使得占全年径流60%的汛期雨水不能在流域土壤水库中蓄积,而是直接排入海洋;同时亦由于流域内工农业的大量耗水。

一般情况下,降水达到地表后会向土壤中渗透,雨强大于渗透速率时,便产生地表径流。由于地面封闭,城市降水的渗透系数非常小,绝大多数降水只能以地表径流的形式通过城市排水系统外排。在排水设施不足的城市或一些规模较大的城市,容易造成城市暴雨洪涝灾害。我国的武汉、郑州、西安、兰州、上海等城市都出现过局部水深超过1.5m的暴雨涝灾。

城市水利工程也对地表水循环起到减弱和简化的作用,增加了城市群遭受河湖水灾的危险。人们在河流的城市段对河道进行裁弯取直、对河岸进行刚性衬砌,或在上游修建水库、占用下游城市段河道的岸边湿地和河漫滩等作为汛期行洪通道,这些措施减少了河道的糙率和渗透性、加快了汇流速度、简化了水资源的地表循环过程,也减少了地下水和地表水的交换。另外,虽然人们增高了防洪墙,但城市洪灾危险并未降低,甚至一些较低的洪峰也可能对城市产生威胁。

3. 地下水循环失衡

正常情况下,地下水不与地表水、大气降水以及土壤水共同构成循环系统^[5]。地下水补给主要靠上述各种水系统的垂直渗透或地下水水平方向的补给(水平补给的地下水仍来源于上层水的下渗)。地下水排泄主要靠泉水,以及与地下水有水力联系的湿地、湖泊、河流等的蒸发和泄流,与地下水有水力联系的湿地植物的蒸腾等。充盈于岩土空隙中的地下水,与岩土骨架共同构成一个力学平衡系统,并成为支撑地球表面应力的一部分。

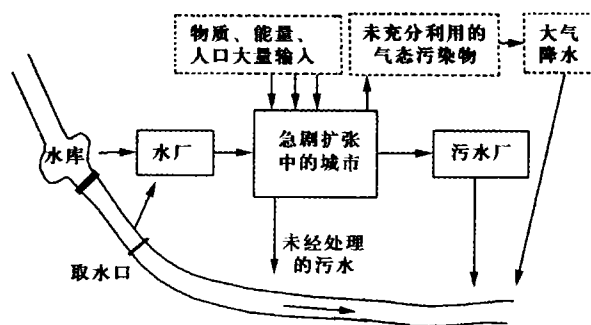


图1 城市水环境物质代谢示意图

城市的快速扩张,减少了地表水域面积,地面封闭使得地表水、大气降水不能及时有效地补充地下水,且城市群对地下水成片地大量开采,造成区域地下水水平和垂直两个补给来源都出现了枯竭,循环严重失衡。这是城市快速连片发展地区地下水漏斗逐渐扩大的主要原因。目前我国许多北方城市出现了不同程度的漏斗区,京津城市群出现了不同程度的地面沉降和裂缝,天津最大沉降量达2.46m、范围达10km²。以上海为中心的城市群也出现了地面沉降,苏州、无锡、常州的地面沉降量都在1m以上,上海多年累计地面沉降也达到2m。近年通过逐渐停采或回灌地下水,已初见成效。城市地下水循环失衡的现象不但在水资源总量较少的华北容易出现,就是在水资源总量相对丰富的长江流域也可以发生,这充分说明了城市化对地下水循环的影响。

二、城市化进程中水环境物质代谢的严重失衡

如把城市看作一个有机系统,则城市水环境的“水质”污染实际上是城市物质代谢失衡的结果^[6]。自然条件下,某一系统的物质输入和输出保持平衡,自然系统中不存在废物的概念。而在城市区域,输入了大量的矿石、燃料、化学合成物质。这些物质部分转化为产品,部分在生产过程中以工业污水形式排入水环境,或以气体、颗粒物的形式进入大气环境,随大气降水一起进入水环境,转化为产品的部分又通过人们的消费和使用以生活污水的形式排入水环境。大量污染物进入城市水环境,必然造成城市水环境物质代谢的失衡(图1)。

1. 降水与城市水环境污染

城市大气水环境物质代谢失衡是造成地表水环境污染的原因之一。人类排放的大气污染物改变了清洁大气的物质成分。这种污染源来自两个方面。一是固定点源,即工业企业排放的来自于矿石、燃料及一些化学合成物质的气态和颗粒态污染物。二是流动污染源,即城市交通中大量的汽车尾

气污染和车辆行驶过程中造成的道路扬尘。

大气中污染物质的代谢大多是通过溶于雨水或被雨水所携带的途径。虽然这对大气的净化十分有利,但在严重大气污染情况下,通过雨水途径代谢的大气污染物使雨水的化学成分或物质含量发生了很大的变化,最直接的表现就是世界上许多城市群出现的酸性降水,以及由此造成的城市地表水酸化和大量的水生生物死亡。降水将污染物直接带到地表,甚至携带到较远的地区。由于城市人口十分密集,加上垃圾收集系统的不完善,降水达到地面后溶解了大量的污染物,其中甚至包括一些有毒物质。由于我国目前对城市雨水不进行处理、直接排放,因此城市雨水会直接造成城市地表水环境的损害,苏州河雨水放江时水体污染物含量升高即是证据。研究表明,上海市近年来由于能源结构的改善, SO_2 排放量又大幅度削减,城市大气中 SO_2 含量自1990年的 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 降到1999年的 $0.044\text{mg}/\text{m}^3$;但 NO_x 含量却逐渐升高,自1996年的 $0.024\text{mg}/\text{m}^3$ 升到1999年的 $0.033\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2. 生活污水剧增

城市生活的大量用水和排水是城市水环境物质代谢的重要一环。一般的自然生态系统中,生物的排泄物为自然环境所消纳和净化,保证了水环境物质代谢的平衡。城市排放的生活污水中,含有大量各种污染物质,远超过了城市水环境系统正常代谢的能力,所以需要对城市生活污水进行处理后再排放,即借助人工的手段增强其代谢能力。

现代城市中每人每天的用水量高达200~400L,为保证供水水质,通常从城市水文大循环的上游位置取用大量的源水。据估算,在一般的水资源开发程度下,即使以湿润地区平均径流量估算,1个人所需的水源集水面积仍有300~500 m^2 。从水源输送的水经净化后供给城市,使用后水质发生变化,全部变为BOD为200 mg/L 左右的生活污水。若不考虑处理,即使达到Ⅲ类水的水质要求(BOD10 mg/L),仍需20倍的清水稀释后才能达标,这就需使人均集水面积扩大20倍,即6000~10000 m^2 。可以说,当今我国没有哪一个城市能够保证人均水源面积达到这个数字。以上海市总面积6340.5 km^2 、1600万人口计算,人均仅400 m^2 。随着城市人口的大量增加,城市生活废水排放量与日俱增,全国生活废水排放量由1995年的133.7亿t增加到2000年的220.9亿t。以无锡市为例,平均每人生活用水量从1980年的150 L/d 增加到2000年的290 L/d ,城市人口也相应地从76.5万增加到111.7万,其生活用水总量从 $8\times 10^4\text{t}/\text{d}$ 增加到 $32\times 10^4\text{t}/\text{d}$,按排污系数0.8计算,生活污水排放量由原来的 $6.4\times 10^4\text{t}/\text{d}$ 增加到 $25.5\times 10^4\text{t}/\text{d}$ ^[7]。许多城市虽然工业污水排放总量得到控制,但由于生活污水处理率低,在生活

污水排放量不断增加的情况下,地表水有机污染仍然日益严重,河湖富营养化程度仍在不断加重。

3. 工业污水达标处理率不高

工业废水排放量大、成分复杂,特别是大量人工合成化学物质随废水进入生态环境系统,这些物质有的具有“三致”(致癌变、致畸变、致突变)作用。工业污水排放不但造成了城市水环境系统的代谢从“量”上难以胜任,而且从“质”上讲,自然水环境亦不具有代谢大量人工合成化学物质的能力。这就使城市水环境具有对人类极大的健康性风险。

虽然我国城市工业污水的排放量占污水排放总量的比例在逐渐减小,1995年为67.8%(281.6亿t),2000年降到了46.7%(194.2亿t)^[8],但其中真正的达标处理率并不高。随着城市化的进一步发展,许多城市建立了工业园区,并要求园区内工业废水经各企业初步处理达标后进入园区污水总管,然后进入城市污水处理厂处理后达标排放。这相当于对城市工业污水增加了两道人工强制代谢。但实际操作中由于各种原因,这两道强制代谢并没有完全按要求发挥作用。许多工厂进入园区污水管网的污水并没有达标,以致造成对城市污水处理厂的大负荷冲击,结果使得城市污水处理厂的排水很难达到标准。如上海市西区某污水处理厂的进水COD经常达到甚至超过800 mg/L ,而不是要求的300 mg/L 以下,因此其排水中的COD甚至达到了300 mg/L 左右。这就是为什么一些城市工业废水处理的统计达标率较高,但城市水环境的有毒有机污染状况仍然没有根本改观的原因。

4. 地下水环境污染

城市区域地下水的污染主要是由于工业固体废弃物和城市生活垃圾通过大气降水的垂直淋滤作用进入地下水;不仅如此,工业废水、生活污水由于排放不当或因排污管道渗漏也会进入地下含水层。这些都造成了城市地下水环境物质代谢的失衡,使城市区域地下水污染严重。据2000年统计,我国多数城市地下水受到一定程度的点状或面状污染,许多地下水水质超标,主要有矿化度、总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铁、锰、氯化物、硫酸盐等。

概括而言,我国城市化进程中的水资源环境问题的产生有深刻的社会、经济、技术和自然等方面的原因。因此,该问题的解决也需要一个长期的过程,不可能一蹴而就;并且还是一个系统工程,需要调动方方面面的因素和力量。包括:培养环保意识,节约用水;对城市前期雨水进行处理,加强工业和生活污水的深度处理;根据城市水环境代谢特征建立二元给排水系统,为城市饮用水提供更加安全的水质水量保证,而一般工业用水则基本达标即可;将市场机制引入城市水环境的恢复与治理,解决城

突破性技术创新对实现技术跨越的作用研究^{*}

赵明剑 司春林

(复旦大学管理学院 上海 200433)

〔摘要〕 本文通过历史实例分析总结了一些典型企业的技术跨越主导技术类型:持续性技术和突破性技术;认为突破性技术创新是实现技术跨越的必然选择并日益重要;探讨了基于不同类型突破性技术创新实现技术跨越的企业技术发展战略选择,并进行了相对应的行业分析。

〔关键词〕 技术创新 技术跨越 突破性技术创新 技术战略 [中图分类号] G3 C93

技术跨越,是指跨越技术发展的某些阶段,直接开发、应用新技术、新产品进而提高产品竞争力的过程。^[1]全球科技、经济竞争的日益激烈,对原始创新能力建设和技术跨越提出了更高的要求。为此,需要对技术跨越的模式以及实现技术跨越的项目选择进行系统研究,提出实施方案。技术落后的国家、地区、企业却可能因此获得与技术相对领先的国家、地区、企业在一起起跑线上竞争甚至于超越它们的机会,实现技术跨越。

成功地实现技术跨越,并以此为基础实现经济跨越,可以提高我国技术水平,培育可持续发展的核心竞争力。^[2]这对我国目前的国情来说是极其迫切的。通过什么途径、方法成功实现技术跨越则是更重要、更直接的问题。

近现代的科技创新频仍,企业作为技术创新的主体地位日益凸显,^[3]国家、地区的技术跨越表现形式正由原来国家产业的统一进步越来越具体化到单个企业的技术跨越带动上来。

本文基于成功地实现技术跨越的国家和地区的典型企业所选择的技术及发展途径进行比较分析,并针对我国国情研究企业技术跨越的实现机制,这对我国实现整体技术跨越将具有很重要的理论意义和现实意义。

一、企业实现技术跨越两种途径的比较分析

技术跨越促进了人类历史上的巨大进步。国

^{*}国家自然科学基金资助项目(70072005);上海市科技发展基金博士生软科学论文2002年资助项目。

市水环境治理因只有政府投资而不堪重负的问题;进行城市产业结构调整,以“永久性”地在城市区域减少污染物的排放;采用生态学机制的思路治理城市水环境。

参考文献

- [1] 陈述彭,主编. 城市化与城市地理信息系统[M]. 北京:科学出版社,1999
- [2] 张一平. 城市化与城市水环境[J]. 城市环境与城市生态,1998,11(2)
- [3] 阮仁良,主编. 上海市水环境研究[M]. 北京:科学出版社,2000

家、地区的技术跨越固然与国家、地区总体的经济基础、科技政策等方面密不可分,同时也离不开企业自身的技术创新。从技术类别的角度分析,成功的企业技术跨越一般可以分为两种类型。

第一种是基于持续性技术创新的技术跨越。持续性技术的共同特征是:沿着企业组织主流市场中主流用户的需求曲线,逐步提高已定型产品的性能。如公元13~16世纪,意大利的很多小型企业从东方引进的手工业操作技术。^[4]它们对这些技术不断改进和深化,为以后的大规模制造工业奠定了基础,同时结合自身的私营手工业作坊式管理制度,极大地提高了生产力水平,实现了历史上第一次巨大的技术跨越,完成了人类文明中心从东方向西方的转移。^[5]

第二种类型是基于突破性技术创新的技术跨越。突破性技术有可能在短时间内不能赶超持续性技术的性能,但是,它能够改变企业内部的组织结构、管理流程和价值取向等方面的因素,促使企业沿着新的技术轨道发展。突破性技术最终必然能够赶超并替代现有持续性技术。1785年,诺定昂郡建立了英国的第一座蒸汽纺织厂。由于采用瓦特蒸汽机作为原动机,纺织厂打破了必须建在河谷地区的地理条件的限制,使纺织业的发展进入了一个新时期。17世纪初到1830年,英国众多企业都引进了瓦特蒸汽机,促使英国首先完成了工业革命,^[6]从此世界工业中心从意大利转移到英国。一般都把蒸汽机看作原质性创新或根本性创新,但是对于当时的人工动力来说,这种动力技术也是一种突破性技术。

纵观历史上成功的国家及地区的技术跨越,国家的文化和制度对其有很大的影响。在同一的文化制度背景下,能够成功地进行技术跨越的企业,其

[4] 苏英. 地面封闭对城市水环境的危害[J]. 城市环境与城市生态,1998,11(4)

[5] 王大纯,张人权,等编著. 水文地质学基础[M]. 北京:地质出版社,1995

[6] 丹保宪仁. 水文大循环和城市水环境代谢[J]. 城市给排水,2002,28(6)

[7] 许刚. 太湖流域社会经济发展对水环境的影响研究[J]. 地域研究与开发,2002,21(1)

[8] 中国环境年鉴编辑委员会编. 中国环境年鉴2000. 北京:中国环境科学出版社,2000

(责任编辑 王宏章)