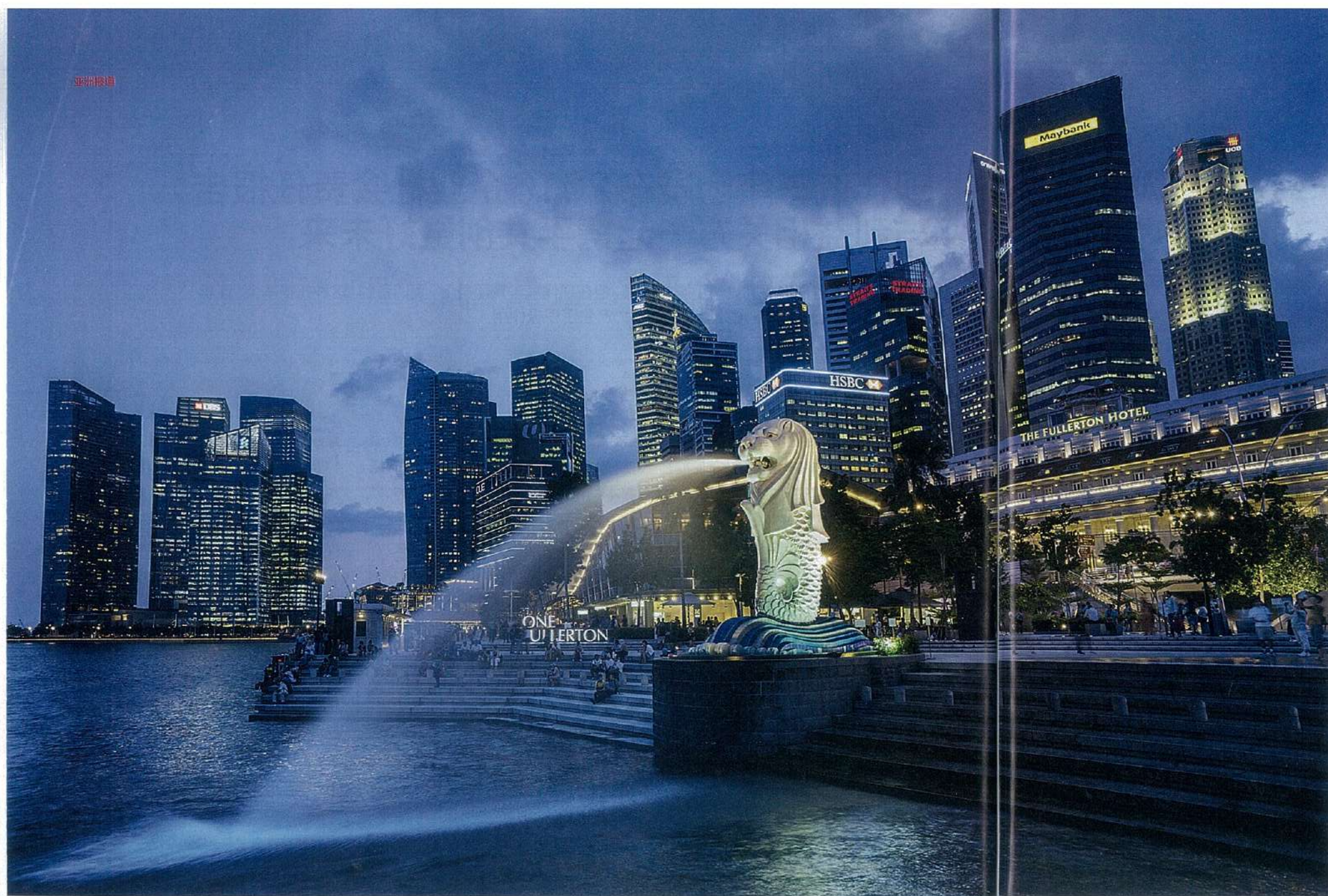




新加坡。图/CFP

新加坡治水启示录

面对中国华北地区水资源堪忧的状况,笔者认为,只要未雨绸缪,规划以水为先,这一地区所面临的水问题完全可以得到有效解决,而新加坡成功化解水危机的经验亦能提供若干启示

文/蓝伟光 孟羽

新加坡四面环海,年均降雨量接近2400毫米,远高于全球平均水平1050毫米,但由于国土面积小又缺乏自然湖泊,蓄水能力有限,大量雨水直接流入海洋,日常生活和工业生产所需要的淡水资源依然极度匮乏。

为实现城市化发展所需水源自给自足,同时避免西方发达国家在城市化进程中遭遇的各种环境问题,政府早在建国不久就开始根据本地自然地理和人文社会条件制定城市规划方案,并逐渐形成自然、文化、经济和政治良性协调、自成一体的城市发展模式。在这个模式中,围绕水资源的规划和管理是基础与核心,而水资源的规划管理又包括了集水区建设和非常规水源开发两个主要部分。

集水区建设和“ABC导则”

建国初期,新加坡几乎只有一个淡水来源,就是从马来西亚进口淡水。进口水源受马来西亚的制约,一有纷争,马方常以断水相威胁;尽管理论上雨水也是可以利用的淡水资源,且降雨丰沛,但因为没有足够的集水区和净水系统,导致能够有效收集利用的降雨量极其有限。总体而言,当时的新加坡,一方面淡水资源极度缺乏,另外一方面城区水灾频发、河流污染严重、公众卫生环境恶劣。

这种情况下,淡水的供应和保护成为威胁到新加坡的国家安全和发展关键性问题。新加坡采取的战略是先发展以水资源管理为主的城市蓝绿基础设施建设,即建设并不断扩大集水区(water catchment),通过土壤植被及河流网络来滞留净化雨水,提高雨水水质便于循环和进一步利用。

目前新加坡已经拥有17个蓄水池和一个暴雨收集系统(即每栋楼顶专门设置的用于收集雨水的设施以及将雨水输送到蓄水池的管道)。这个系统中,马洛蓄水池及其设施是目前世界上唯一采集城市居民区雨水的现代化集水工程,而2008年落成的

滨海堤坝位列全球五大供水工程。输送水源的管道几乎百分百不渗漏,可以安全使用50年。整个雨水收集工程的建设和完善使得集水区面积不断增加,现已达到国土面积的60%。今后,新加坡政府计划开发应用盐度处理技术将临海河流纳入集水区,从而将集水区面积进一步扩展至国土面积的90%。时至今日,这一水源无论是被污染还是海水侵蚀,都可以依赖膜技术加以净化或淡化,变成安全可靠的饮用水。

此外,政府也注意到,随着城市化的加快加深,基础设施硬化程度越来越高。除了像排水沟和冰渠等传统雨洪管网系统外,屋顶、停车场、街道等都是雨水无法渗透和滞留的混凝土结构。在土地有限,防洪设置不可能无限拓展的情况下,城市内涝成为一大隐患。于是在2006年,新加坡政府发布了由德国戴水道设计公司参与设计的“活力Active、美观Beautiful、清洁Clean”ABC城市设计指导原则。

截至2016年,“ABC导则”已经应用于32个城市建设/改造项目,其中“碧山宏茂桥公园”就是旗舰项目之一。公园内2.7千米的垂直排水系统已经被改建成总长3千米、蜿蜒于整个公园的水流系统、河流堤岸的加固采用土壤生态工程技术,结合植物及天然材料的自然特性(如植物根系可防止水土流失)与土木工程的设计原理(如土壤岩石等可减缓水流速度),以更加天然的方式将降雨引入地下或地表水体,净化提高水质的同时减少进入城市排水系统的雨水量。

此外,自然的河流也有利于创造出各种微生环境,形成具有多样性的生物群落。在此基础上,宏茂桥公园在河流上流设置了新加坡首个生态净化群落,通过种植精心选择的水生植物品种,对水生污染物和营养物进行过滤吸收,提供天然有效的水质净化处理。这样初步净化过的水可以作为公园内水上乐园、儿童乐园等游乐设施的用水补给,实现了水的循环利用,成本低廉并具有可持

续的社会经济效益。

规划师和工程师还将河流与公园景观结合,在河岸区域种植了大量绿植,修建了游乐场、餐厅及与河流平行的宽阔步道,为居民和游人提供了赏心悦目的休闲活动空间,让人们对水和美好的滨水环境产生归属感和保护欲。宏茂桥公园也因此活得了2012年世界建筑节年度最佳景观设计项目奖。截至2030年,将有100多个地点被确认为ABC阶段性实施项目,与已经完成的项目一起,构建成新加坡未来城市发展的基础。

新生水与海水淡化

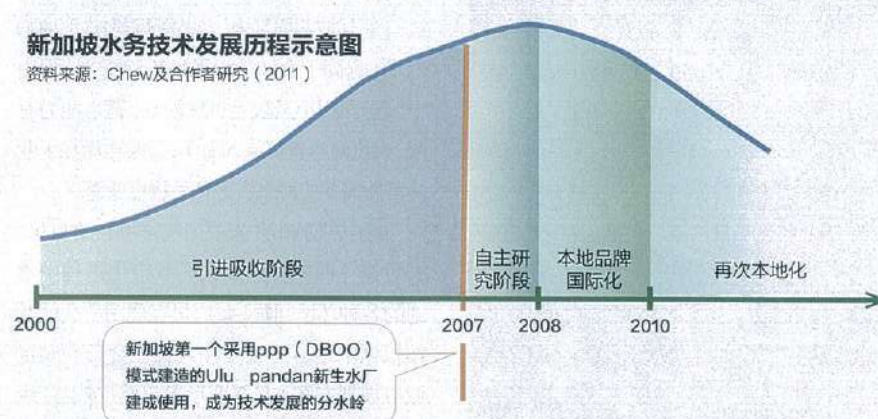
除了加强雨水的搜集、保护和净化处理,新加坡政府还一直努力开发其他非常规水源。经过科技的突破与膜技术的开发与应用,到本世纪初,已经形成雨水收集、新生水生产、海水淡化和外购水源构建的“四大水喉”供应系统。

新生水生产方面,自2002年勿洛新生水厂作为第一座新生水厂落成之后,新加坡又先后完成了四座新生水厂的建设,每一座水厂的启用都伴随着更先进的膜技术的开发与应用。经过处理获得的新生水各项指标上都优于目前使用的自来水,其清洁度至少比世界卫生组织规定的饮用水标准高50倍,而售价却比自来水便宜至少10%。新生水工艺将污水处理和水源利用结合起来,实现了对宝贵的水资源的高效率利用。

为了集约利用土地与集中生产新生水,新加坡投资34亿元新币(约合166亿元人民币)建造了庞大的深层隧道排污系统,包括“樟宜”和“大士”两个大型新生水厂。该项目的第一期工程已于2009年完工,新建成的樟宜水处理厂除了具有全球最先进的污水处理设施,还因为采用密集和覆盖式设计,处理容量达到现有最大设施的2倍,而占地仅为同类工厂的三分之一,极大地节约了土地资源;另外,由于深层隧道的设计巧妙地利用了自然重力作用来输送污水,也大

新加坡水务技术发展历程示意图

资料来源: Chew及合作者研究(2011)



大节约了泵水所需的能源。今年年初,年产5千万加仑(约合1.9亿立方米)的第五个新生水厂——樟宜新生水厂落成投入生产,将新生水产量占全国用水总需求的比例从35%提高到40%。

由于膜制造和净化技术的突破性发展,海水淡化工业也快速发展起来。自2005年以来,新加坡已经建成使用两个海水淡化厂——新泉厂和大泉厂,后者也是目前亚洲最大的海水淡化厂,在节能工艺设计方面也是全球领先水平。位于大泉的第三个海水淡化厂也在修建中,今年年内可以完成;第四个海水淡化厂位于滨海东,计划2019年底修建投产;第五个海水淡化厂也已经列入计划,选址于裕廊岛。

目前,新加坡生产的新生水能满足全岛用水总需求的40%,经过淡化的海水可满足总需求的25%。随着新加坡水处理研发重点从增加水源、降低成本、保持水质方面向提升能源效率、加强水质检测及减少膜的二次污染等方面延伸,未来的计划是在采用新技术的基础上于2060年前将新生水和淡化水的供水比例进一步提高到55%和30%。

此外,随着膜技术在新生水及海水淡化生产中的不断开发和应用,也催生了新加坡的新兴产业,即“环境及水务产业”,并为新加坡赢得了“全球水务中心”的美名。2003年至2015年间,这个新兴产业的年增值就

从5亿新币增加到17亿新币,并创造了超过11000个专业型就业岗位。从2004年开始,新加坡每两年都会举办一次“新加坡国际水周”作为交流和共同解决水资源问题的国际平台,2016年第七届“国际水周”就见证了额度高达152亿新元的水务投资贸易项目合同的签订。

可供中国华北地区借鉴之处

自20世纪50年代以来,在中国的华北平原上,随着城镇化、工业化发展,人类活动日趋频密,不但使得包括地表水和地下水在内的水资源总量大量减少,降低了水源的稀释自净能力,还产生了大量城市污水在处理不充分的情况下排入河道,致使地表水污染严重。

面对中国华北地区水资源堪忧的状况,笔者认为,只要未雨绸缪,规划以水为先,这一地区所面临的水问题完全可以得到有效解决,而新加坡成功化解水危机的经验亦能提供若干启示。总结起来,主要有以下几个方面:

一、设立一个具有专业性的统筹协调部门:公用事业局。

新加坡公用事业局原本隶属贸易与工业部,主要负责供水、供电和煤气的管理,而与环境相关的水务工作,包括污水排放与处理及雨水收集等,原本由环境部负责。2001

年,新加坡政府对水务管理进行改革,成立了法定机构“环境和水资源部”,并将公用事业局划归其管理。自此,公用事业局从环境部接管了与环境相关的水务职能,同时将电和煤气管理职能外移,成为专业化的水务管理职能部门,真正实现了对水资源的全方位的规划管理。

需要特别加以说明的一点是,法定机构是新加坡政府治理的一大创新和特色。它们由国会立法设立,通过部长向国会负责,比政府部门享有更大的自主权和灵活性。在国会的授权下,各法定机构均有政府监管的行政职能和经营国有企业的双重功能,通常由董事会、经理层、各职能部门三级管理组成,财务上一般要求自负盈亏,但对于亏损的机构政府财政可以提供低息贷款给予支持。此外,其雇员不属于公务员系统,合同条约具有一定灵活性,同时又能保证工作人员的效率。这些组织上的特点使得法定机构能更快应对变化的环境,也能有效执行政府高层的决策。

另外,其内部建立了一个高级水资源管理技术中心,由50名专家成员组成,为事业局的各项决策提供专业研究和发展支持,尤其能更加充分地将对环境的考量与新技术的开发应用纳入水资源的开发与管理中。公共事业局的主要任务就是对水循环系统的有效监管,使其成为一个封闭系统。

二、鼓励新兴技术的开发与应用,培育新型产业的形成与发展。

新加坡在水务相关领域的技术发展十分迅速,特别集中在以技术驱动的新生水生产和海水淡化领域。新加坡国立大学的一项研究发现,这些技术在新加坡的发展经历了四个阶段,即引进吸收(2000~2007年)、自主技术发展(2007~2008年)、本地品牌国际化(2008~2010年),再次本地化(2010年至今)。

在第一阶段,新加坡的技术能力还很薄弱,主要以学习吸收国外先进技术为主。为

了促进学习和积累,环境与水资源工业发展理事会(EWI)于2006年5月成立。根据将新加坡打造成为集商业、投资、研发为一体的“全球水务中心”的发展愿景,理事会采用加强能力建设、产业集群建设和国际化的“三路”战略。

加强能力建设方面的具体措施包括投资1亿新元开展“环境与水资源研究计划”,在南洋理工大学设立了“DHI-NTU水和环境研究与教育中心”,在新加坡国立大学设立了“新加坡—Delft水务联盟”研究中心;产业集群建设方面,主要通过与发展部合作,吸引国际水务领域的重要企业(如美国的GE,日本的Nitto Denke,德国的Siemens及法国的Veolia等)将其总部、研发中心或工程设施部门迁移至新加坡;国际化战略主要在后期运用,指帮助成长起来的本地企业走向国际市场。

经过前一阶段的吸收学习,本地企业逐渐成长起来,逐渐转向自主研发技术。为促进这一重要转型,公共事业部选择新生水厂的建造作为标杆项目,并引入促进公私部门合作的PPP模式(特别是DBO模式)来为本地各类水务相关企业创造机会。

新加坡早期是通过大学、科研机构与企业的产学研合作成功研发了以膜技术为核心的污水净化技术,随后又与跨国企业合作实现了科学、技术与工程的完美结合,涌现了一批包括Hyflux, Sutar, Salcon, Keppel和Sembcorp在内的本地膜法水处理企业。

随着技术的成熟,本地企业开始走向国门。为了推动它们的国际化进程,EWI联合新加坡国际商会和公共事业局,通过商务代表团、贸易洽谈会和各种双边协定来创造各种机会。此外,自2008年开始每年一次的“新加坡国际水资源周”,因为与“世界城市峰会”同时举办而极具策略地树立了新加坡在水务领域的品牌,宣告了新加坡在税务领域研发、培训、政策与实施方面的领先地位。

三、积极科普水知识,进行大众宣传教育。

新加坡政府对新技术成果的宣传和公众教育的投入亦不可低估,因为这些举措培养了市场,为本土企业提供了成长的土壤。一项研究发现,1997年至2008年期间,政府直接或间接通过新闻媒体发布了223篇报道来推广新生水的使用。为了展示新生水技术、增加公众对新生水的了解和重视,公共事业局投资建造了新生水展览馆,运用互动和数字化媒体增强公众体验,达到教育的目的。

公共事业局还推出了“ABC水资源学习通道计划”和一个公共教育计划,包括鼓励学校为各项ABC水域项目制定教育学习路径,以促进学生对水域的了解和珍惜,鼓励各种企业、基层组织和社会团体在ABC水域场所开展多种活动,着力通过创造各种体验教育大众爱护环境、积极接纳来扶持环保新技术、新设计的出现。

当然,因为诸多不同,中国的华北地区不可能将新加坡利用“水资源”和发展“净水产业”的具体措施进行照搬照抄,但其中两点尤其值得决策者们进行深入思考和具体化。其一,“水资源”的概念可以大大扩展,从原来比较纯净的水源(江河湖里的淡水资源及地下水)扩充到包括所有非常规水源(包括雨水、污水和海水等),只要有足够的创新思维和技术就可以最大程度地利用水资源,解决“贫水”问题。其二,创意和技术都需要有效的鼓励和引导,政策机构及其对政策的选择和实施至关重要,该如何设立一个统筹机构并确立它的组成人员和功能职责,该选择怎样的战略(组合)来实现核心技术的获得和升级,该选择怎样的政策(组合)和标准来帮助企业降低成本、获取声誉、提高竞争力等,都是在行动之前需要仔细考虑探讨的。★

(蓝伟光系新加坡水规划协会创始人、厦门大学水科技与政策研究中心首席科学家,孟羽系新加坡隆道研究院研究员)

一个关于进化的故事

中国新闻周刊 inewsweek.cn

曾经，地球上存在多种人类。

大约7万年前开始，智人走出东非，造成其他人种陆续灭绝。

12000年前，智人成了人类最后的物种。

智人为什么征服世界？

因为智人拥有独特的语言——

能以虚构方式，

建立全世界未谋面的陌生个体都理解的认知体系，

从而共同信仰，无间合作。

没错，这样的重大时刻又来了。

既有的信息渠道和沟通语境，因移动互联网发生了颠覆性的改变。

一个前所未有的“虚构”已形成——

基于移动智能终端的社交媒体。

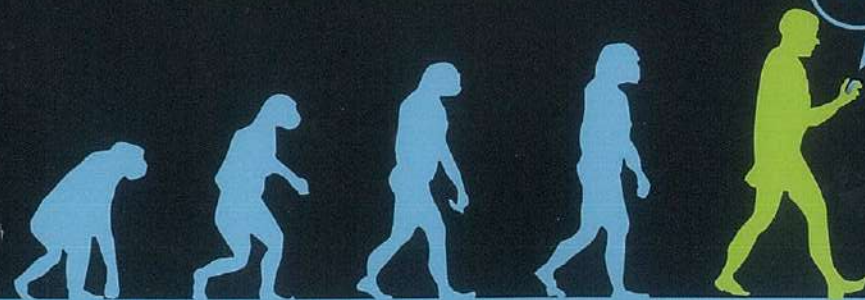
这时候，你还只是说着从前的那些“旧话”么？

走进社交媒体，你的同道者在哪里？

你们怎样彼此看见，并且相互理解？

不去进化，就被淘汰。

中国新闻周刊，
企业级自媒体定制专家——
助你达成移动互联时代的
新认知、新社交、新传播。



我们自己拥有的微信账号矩阵包括



中国新闻周刊
chinanewsweekly



有意思
youyisi_cn



AutoMan
AutoMan-No.1



大人的玩具
adult_toy



开Fun
loving-dudu



反观点
dongdianli

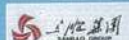


Mo生活志
shanghuoxiangyang

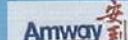
我们提供定制服务的微信公众号（部分）



威能
vaillant-cn



三能
senpowergroup



安利
AmwayDaily



长江商学院高层管理教育
ckgsbee



中国华电
China_Huadian



嘉实基金
js-fund



能源局Y人
inengyuan



华夏幸福
CFLD1998

武汉复兴如何破题 / 住房租赁市场有待规范 / 引力波探测的中国路径

中国新闻周刊

China
Newsweek
2017.10.30
40/2017
总第826



新征程



www.inewsweek.cn / 主办：中国新闻社 / 国内统一刊号：CN11-5313/G2 / 邮发代号：2-837 / 定价：¥10.00 / 本刊地址：北京市西城区百万庄南街12号 / 邮编：100037

武汉复兴如何破题 / 住房租赁市场有待规范 / 引力波探测的中国路径

中国新闻周刊



China
Newsweek
2017.10.30
40/2017
总No.826



新征程



www.inewsweek.cn / 主办:中国新闻社 / 国内统一刊号:CN11-5313/G2 / 邮发代号:2-837 / 定价:¥10.00 / 本刊地址:北京市西城区百万庄南街12号 / 邮编:100037

一个关于进化的故事

中国新闻周刊 inewsweek.cn

曾经，地球上存在多种人类。

大约7万年前开始，智人走出东非，造成其他人种陆续灭绝。

12000年前，智人成了人类最后的物种。

智人为什么征服世界？

因为智人拥有独特的语言——

能以虚构方式，

建立全世界未谋面的陌生个体都理解的认知体系，

从而**共同信仰，无间合作。**

没错，这样的重大时刻又来了。

既有的信息渠道和沟通语境，因移动互联网发生了颠覆性的改变。

一个前所未有的“虚构”已形成——

基于移动智能终端的社交媒体。

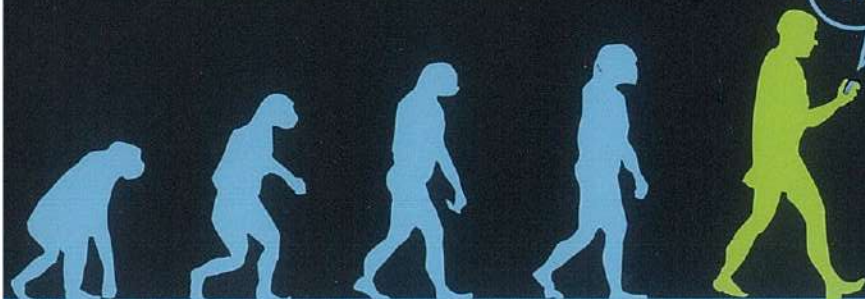
这时候，你还只是说着从前的那些“旧话”么？

走进社交媒体，你的同道者在哪里？

你们怎样彼此看见，并且相互理解？

不去进化，就被淘汰。

中国新闻周刊，
企业级自媒体**定制专家**——
助你达成移动互联时代的
新认知、新社交、新传播。



我们自己拥有的微信账号矩阵包括



中国新闻周刊
chinanewsweekly



有意思
youyisi_cn



AutoMan
AutoMan-No.1



大人的玩具
adult_toy



开Fun
loving-dudu



反观
dongdianlishi



Mo生活志
shenghuoxiangyang

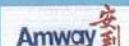
我们提供定制服务的微信公众号（部分）



威能
vaillant-cn



三跑
sanpowergroup



安利微刊
AmwayDaily



长江商学院高层管理教育
ckgsbee



中国华电
China_Huadian



嘉实基金
js-fund



能源局Y人
inengyuan



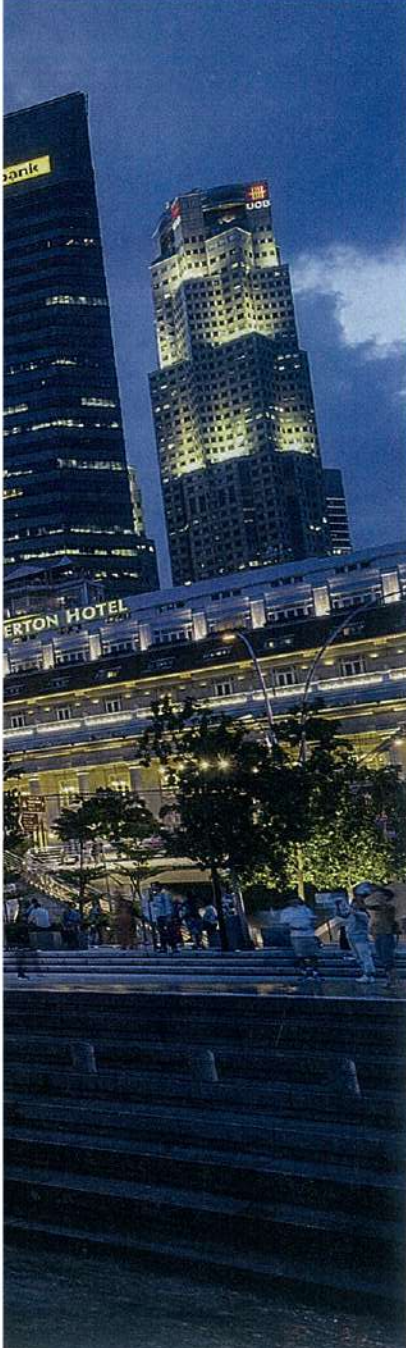
华夏幸福
CFLD1998



新加坡治水启示录

面对中国华北地区水资源堪忧的状况,笔者认为,只要未雨绸缪,规划以水为先,这一地区所面临的水问题完全可以得到有效解决,而新加坡成功化解水危机的经验亦能提供若干启示

文/蓝伟光 孟羽



新加坡。图/CFP

新加坡四面环海,年均降雨量接近2400毫米,远高于全球平均水平1050毫米,但由于国土面积小又缺乏自然湖泊,蓄水能力有限,大量雨水直接流入海洋,日常生活和工业生产所需要的淡水资源依然极度匮乏。

为实现城市化发展所需水源自给自足,同时避免西方发达国家在城市化进程中遭遇的各种环境问题,政府早在建国不久就开始根据本地自然地理和人文社会条件制定城市规划方案,并逐渐形成自然、文化、经济和政治良性协调、自成一体的城市发展模式。在这个模式中,围绕水资源的规划和管理是基础与核心,而水资源的规划管理又包括了集水区建设和非常规水源开发两个主要部分。

集水区建设和“ABC导则”

建国初期,新加坡几乎只有一个淡水来源,就是从马来西亚进口淡水。进口水源受马来西亚的制约,一有纷争,马方常以断水相威胁;尽管理论上雨水也是可以利用的淡水资源,且降雨丰沛,但因为没有足够的集水区和净水系统,导致能够有效收集利用的降雨量极其有限。总体而言,当时的新加坡,一方面淡水资源极度缺乏,另外一方面城区水灾频发、河流污染严重、公众卫生环境恶劣。

这种情况下,淡水的供应和保护成为威胁到新加坡的国家安全和发展的关键性问题。新加坡采取的战略是先发展以水资源管理为主的城市蓝绿基础设施建设,即建设并不断扩大集水区(water catchment),通过土壤植被及河流网络来滞留净化雨水,提高雨水水质便于循环和进一步利用。

目前新加坡已经拥有17个蓄水池和一个暴雨收集系统(即每栋楼顶专门设置的用于收集雨水的设施以及将雨水输送到蓄水池的管道)。这个系统中,马洛蓄水池及其设施是目前世界上唯一采集城市居民区雨水的现代化集水工程,而2008年落成的

滨海堤坝位列全球五大供水工程。输送水源的管道几乎百分百不渗漏,可以安全使用50年。整个雨水收集工程的建设和完善使得集水区面积不断增加,现已达到国土面积的60%。今后,新加坡政府计划开发应用盐度处理技术将滨海河流纳入集水区,从而将集水区面积进一步扩展至国土面积的90%。时至今日,这一水源无论是被污染还是海水侵蚀,都可以依赖膜技术加以净化或淡化,变成安全可靠的饮用水。

此外,政府也注意到,随着城市化的加快加深,基础设施硬化程度越来越高。除了像排水沟和水渠等传统雨洪管网系统外,屋顶、停车场、街道等等都是雨水无法渗透和滞留的混凝土结构。在土地有限,防洪设置不可能无限拓展的情况下,城市内涝成为一大隐患。于是在2006年,新加坡政府发布了由德国戴水道设计公司参与设计的“活力Active、美观Beautiful、清洁Clean”ABC城市设计指导原则。

截至2016年,“ABC导则”已经应用于32个城市建设/改造项目,其中“碧山宏茂桥公园”就是旗舰项目之一。公园内2.7千米的垂直排水系统已经被改建成总长3千米、蜿蜒于整个公园的水流系统,河流堤岸的加固采用土壤生态工程技术,结合植物及天然材料的自然特性(如植物根系可防止水土流失)与土木工程的设计原理(如土壤岩石等可减缓水流速度),以更加天然的方式将降雨引入地下或地表水体,净化提高水质的同时减少进入城市排水系统的雨水量。

此外,自然的河流也有利于创造出各种微生环境,形成具有多样性的生物群落。在此基础上,宏茂桥公园在河流上流设置了新加坡首个生态净化群落,通过种植精心选择的水生植物品种,对水生污染物和营养物质进行过滤吸收,提供天然有效的水质净化处理。这样初步净化过的水可以作为公园内水上乐园、儿童乐园等游乐设施的用水补给,实现了水的循环利用,成本低廉并具有可持

续的社会经济效益。

规划师和工程师还将河流与公园景观结合,在河岸区域种植了大量绿植,修建了游乐场、餐厅及与河流平行的宽阔步道,为居民和游人提供了赏心悦目的休闲活动空间,让人们对水和美好的滨水环境产生归属感和保护欲。宏茂桥公园也因此活得了2012年世界建筑节年度最佳景观设计项目奖。截至2030年,将有100多个地点被确认为ABC阶段性实施项目,与已经完成的项目一起,构建成为新加坡未来城市发展的基础。

新生水与海水淡化

除了加强雨水的搜集、保护和净化处理,新加坡政府还一直努力开发其他非常规水源。经过科技的突破与膜技术的开发与应用,到本世纪初,已经形成雨水收集、新生水生产、海水淡化和外购水源构建的“四大水喉”供应系统。

新生水生产方面,自2002年勿洛新生水厂作为第一座新生水厂落成之后,新加坡又先后完成了四座新生水厂的建设,每一座水厂的启用都伴随着更先进的膜技术的开发与应用。经过处理获得的新生水各项指标上都优于目前使用的自来水,其清洁度至少比世界卫生组织规定的饮用水标准高50倍,而售价却比自来水便宜至少10%。新生水工艺将污水处理和水源利用结合起来,实现了对宝贵的水资源的高效率的利用。

为了集约利用土地与集中生产新生水,新加坡投资34亿元新币(约合166亿元人民币)建造了庞大的深层隧道排污系统,包括“樟宜”和“大士”两个大型新生水厂。该项目的第一期工程已于2009年完工,新建成的樟宜水处理厂除了具有全球最先进的污水处理设施,还因为采用密集和覆盖式设计,处理容量达到现有最大设施的2倍,而占地仅为同类工厂的三分之一,极大地节约了土地资源;另外,由于深层隧道的设计巧妙地利用了自然重力作用来输送污水,也大

新加坡水务技术发展历程示意图

资料来源: Chew及合作者研究(2011)



大节约了泵水所需的能源。今年年初,年产5千万加仑(约合1.9亿立方米)的第五个新生水厂——樟宜新生水厂落成投入生产,将新生水产量占全国用水总需求的比例从35%提高到40%。

由于膜制造和净化技术的突破性发展,海水淡化工业也快速发展起来。自2005年以来,新加坡已经建成使用两个海水淡化厂——新泉厂和大泉厂,后者也是目前亚洲最大的海水淡化厂,在节能工艺设计方面也是全球领先水平。位于大泉的第三个海水淡化厂也在修建中,今年年内可以完成;第四个海水淡化厂位于滨海东,计划2019年底修建投产;第五个海水淡化厂也已经列入计划,选址于裕廊岛。

目前,新加坡生产的新生水能满足全岛用水总需求的40%,经过淡化的海水可满足总需求的25%。随着新加坡水处理研发重点从增加水源、降低成本、保持水质方面向提升能源效率、加强水质检测及减少膜的二次污染等方面延伸,未来的计划是在采用新技术的基础上于2060年前将新生水和淡化水的供水比例进一步提高到55%和30%。

此外,随着膜技术在新生水及海水淡化生产中的不断开发和应用,也催生了新加坡的新兴产业,即“环境及水务产业”,并为新加坡赢得了“全球水务中心”的美名。2003年至2015年间,这个新兴产业的年增值就

从5亿新币增加到17亿新币,并创造了超过11000个专业型就业岗位。从2004年开始,新加坡每两年都会举办一次“新加坡国际水周”作为交流和共同解决水资源问题的国际平台,2016年第七届“国际水周”就见证了额度高达152亿新元的水务投资贸易项目合同的签订。

可供中国华北地区借鉴之处

自20世纪50年代以来,在中国的华北平原上,随着城镇化、工业化发展,人类活动日趋频繁,不但使得包括地表水和地下水在内的水资源总量大大减少,降低了水源的稀释自净能力,还产生了大量城市污水在处理不充分的情况下排入河道,致使地表水污染严重。

面对中国华北地区水资源堪忧的状况,笔者认为,只要未雨绸缪,规划以水为先,这一地区所面临的水问题完全可以得到有效解决,而新加坡成功化解水危机的经验亦能提供若干启示。总结起来,主要有以下几个方面:

一、设立一个具有专业性的统筹协调部门:公用事业局。

新加坡公用事业局原本隶属贸易与工业部,主要负责供水、供电和煤气的管理,而与环境相关的水务工作,包括污水排放与处理及雨水收集等,原本由环境部负责。2001

后,新加坡政府对水务管理进行改革,成立了法定机构“环境和水资源部”,并将公用事业局划归其管理。自此,公用事业局从环境部接管了与环境相关的水务职能,同时将电和煤气管理职能外移,成为专业化的水务管理职能部门,真正实现了对水资源的全方位的规划管理。

需要特别加以说明的一点是,法定机构是新加坡政府治理的一大创新和特色。它们由国会立法设立,通过部长向国会负责,比政府部门享有更大的自主权和灵活性。在国会的授权下,各法定机构均有政府监管的行政职能和经营国有企业的双重功能,通常由董事会、经理层、各职能部门三级管理组成,财务上一般要求自负盈亏,但对于亏损的机构政府财政可以提供低息贷款给予支持。此外,其雇员不属于公务员系统,合同条约具有一定灵活性,同时又能保证工作人员的效率。这些组织上的特点使得法定机构能更快应对变化的环境,也能有效执行政府高层的决策。

另外,其内部建立了一个高级水资源管理技术中心,由50名专家成员组成,为事业局的各项决策提供专业研究和发展支持,尤其能更加充分地将对环境的考量与新技术的开发应用纳入水资源的开发与管理中。公共事业局的主要任务就是对水循环系统的有效监管,使其成为一个封闭系统。

二、鼓励新兴技术的开发与应用,培育新型产业的形成与发展。

新加坡在水务相关领域的技术发展十分迅速,特别集中在以技术驱动的新生水生产和海水淡化领域。新加坡国立大学的一项研究发现,这些技术在新加坡的发展经历了四个阶段,即引进吸收(2000~2007年)、自主技术发展(2007~2008年)、本地品牌国际化(2008~2010年),再次本地化(2010年至今)。

在第一阶段,新加坡的技术能力还很薄弱,主要以学习吸收国外先进技术为主。为

了促进学习和积累,环境与水资源工业发展理事会(EWI)于2006年5月成立。根据将新加坡打造成为集商业、投资、研发为一体的“全球水务中心”的发展愿景,理事会采用加强能力建设、产业集群建设和国际化的“三路”战略。

加强能力建设方面的具体措施包括投资1亿新元开展“环境与水资源研究计划”,在南洋理工大学设立了“DHI-NTU水和环境研究与教育中心”,在新加坡国立大学设立了“新加坡-Delft水务联盟”研究中心;产业集群建设方面,主要通过与经济发展部合作,吸引国际水务领域的重要企业(如美国的GE,日本的Nitto Denke,德国的Siemens及法国的Veolia等)将其总部、研发中心或工程设施部门迁移至新加坡;国际化战略主要在后期运用,指帮助成长起来的本地企业走向国际市场。

经过前一阶段的吸收学习,本地企业逐渐成长起来,逐渐转向自主研发技术。为促进这一重要转型,公共事业部选择新生水厂的建造作为标杆项目,并引入促进公私部门合作的PPP模式(特别是DBOO模式)来为本地各类水务相关企业创造机会。

新加坡早期是通过大学、科研机构与企业的产学研合作成功研发了以膜技术为核心的污水净化技术,随后又与跨国企业合作实现了科学、技术与工程的完美结合,涌现了一批包括Hyflux, Sutar, Salcon, Keppel和Sembcorp在内的本地膜法水处理企业。

随着技术的成熟,本地企业开始走向国门。为了推动它们的国际化进程,EWI联合新加坡国际总商会和公共事业局,通过商务代表团、贸易洽谈会和各种双边协定来创造各种机会。此外,自2008年开始每年一次的“新加坡国际水资源周”,因为与“世界城市峰会”同时举办而极具策略地树立了新加坡在水务领域的品牌,宣告了新加坡在水务领域研发、培训、政策与实施方面的领先地位。

三、积极科普水知识,进行大众宣传教育。

新加坡政府对新技术成果的宣传和公众教育的投入亦不可低估,因为这些举措培养了市场,为本土企业提供了成长的土壤。一项研究发现,1997年至2008年期间,政府直接或间接通过新闻媒体发布了223篇报道来推广新生水的使用。为了展示新生水技术、增加公众对新生水的了解和重视,公共事业局投资建造了新生水展览馆,运用互动和数字化媒体增强公众体验,达到教育的目的。

公共事业局还推出了“ABC水资源学习通道计划”和一个公共教育计划,包括鼓励学校为各项ABC水域项目制定教育学习路径,以促进学生对水域的了解和珍惜,鼓励各种企业、基层组织和社会团体在ABC水域场所开展多种活动,着力通过创造各种体验教育大众爱护环境、积极接纳来扶持环保新技术、新设计的出现。

当然,因为诸多不同,中国的华北地区不可能将新加坡利用“水资源”和发展“净水产业”的具体措施进行照搬照抄,但其中两点尤其值得决策者们进行深入思考和具体化。其一,“水资源”的概念可以大大扩展,从原来比较纯净的水源(江河湖里的淡水资源及地下水)扩充到包括所有非常规水源(包括雨水、污水和海水等),只要有足够的创新思维和技术就可以最大程度地利用水资源,解决“贫水”问题。其二,创意和技术都需要有效的鼓励和引导,政策机构及其对政策的选择和实施至关重要,该如何设立一个统筹机构并确立它的组成人员和功能职责,该选择怎样的战略(组合)来实现核心技术的获得和升级,该选择怎样的政策(组合)和标准来帮助企业降低成本、获取声誉、提高竞争力等,都是在行动之前需要仔细考虑探讨的。★

(蓝伟光系新加坡水规划协会创始人、厦门大学水科技与政策研究中心首席科学家,孟羽系新加坡隆道研究院研究员)