

# 中国城镇化发育的淡水资源基础

张 雷, 朱 鹏

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘 要** 城市化是一个人类社会活动及生产要素从农村地区向城市地区转移的过程。其结果, 现代城市成为了人类社会的生活、生产、消费和污染集聚之地。淡水是城镇化发育的生命之源。根据生态系统法则的演绎, 城镇发育的淡水资源消费或使用是通过直接、间接和诱发三种方式来实现的。更为重要的是, 现代城镇发育的淡水资源消费或使用是按照直接<间接<诱发的格局排列, 从而构成了与自然生态系统和农村生态系统完全相佐的倒“金字塔”型结构特征。在这种倒“金字塔”型消费或使用结构的作用下, 现代城镇发育的淡水资源基础不仅在于城镇所在区域, 而且也在于整个国家、乃至全球。

**关 键 词** 现代城市化, 生态法则, 倒“金字塔”结构, 淡水资源基础

## 1 引言

与其他地球生物种群一样, 人类的生存和发展始终没有摆脱过对周围资源环境的依赖<sup>[1-2]</sup>。实际上, 随着科学技术的发展, 今日人类社会对资源环境基础的依赖表现得比以往任何时候更加强烈<sup>[3]</sup>。在此方面, 作为现代人类文明的集中体现者和领导者, 城镇及城镇化发育的淡水资源基础正是如此<sup>[4]</sup>。

## 2 系统发育与生存法则

### 2.1 生态系统

“生态”一词的基本含义是指地球表层生命物质空间组织状态、演进环境及其特征。

“生态系统”是指各生态群落组成的空间复合体, 其基本功能是维系系统内不同物种群落的正常能量与物质交换和循环。由于所处生存和发育环境各不相同, 因此, 各类生态系统内部的能量物质交换和循环方式也就不同。

就整体而言, 目前地球表层存在着两个能量交换和循环方式相佐的生态系统: 既自然生态系统和人文生态系统(图 1)。

与自然生态系统发育相同, 城镇是人文生态系统发育的一种必然结果<sup>[5]</sup>。为了正确地把握城市化

的资源环境基础, 有必要对城镇生态系统与自然生态系统两者的发育法则进行一些比较。

### 2.2 自然生态系统

自然生态系统 (Physical - ecosystem) 又可以称为原生态系统, 是指没有或者没有明显地被人类改造的地表原生态系统。

一般地, 自然生态系统发育主要体现在以下三个基本特征: 一是物种多样化; 二是种群发育有机平衡; 三是空间组织结构多元化<sup>[6-7]</sup>。在这三者中, 物种多样化是系统基础; 种群发育平衡是系统规则; 空间组织则是系统格局(图 2)。

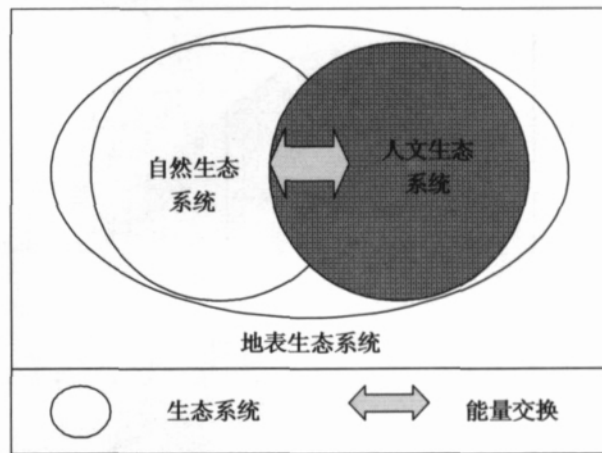


图 1 地球表层生态系统组成

Fig.1 The composition of eco-systems on the earth

收稿日期: 2007-12; 修订日期: 2008-01.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (40535026).

作者简介: 张雷 (1951-), 男, 研究员, 博士生导师。主要从事资源开发与区域发展方面研究。

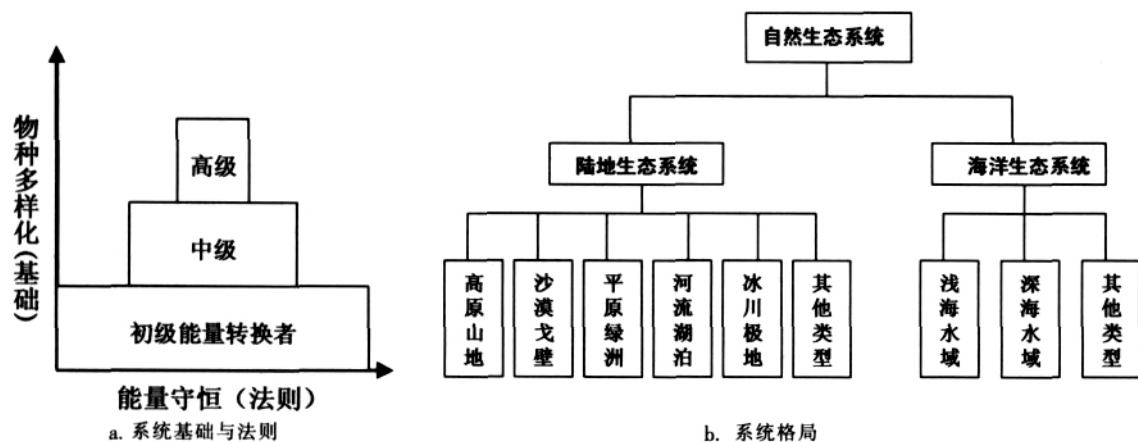


图 2 自然生态系统发育基础、生存法则与空间组织

Fig.2 Foundation, law and organization of physical-ecosystem

### 2.3 人文生态系统

人文生态系统 (Human Ecosystem) 是在人类社会文明发展过程中建立起来的生态系统<sup>[8,9]</sup>, 与自然生态系统有着完全一致的发育特征。

首先, 物种多样化方面, 人文生态系统也包括了相当于自然生态系统初级生产者或能量转换者的物质采集和采掘、相当于自然生态系统的中级生产者或能量转换者的物质加工和相当于自然生态系统的高级生产者或能量转换者的物质分配与流通 3 大基础部门。即第一产业、第二产业和第三产业 (图 3)。

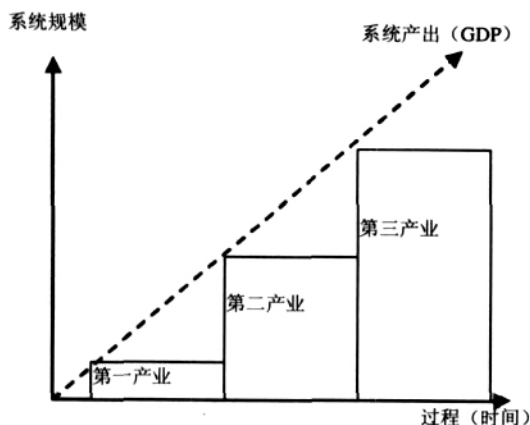


图 3 现代人文生态系统发育及组成特征

Fig.3 Characteristics of Human-ecosystem in modern time

其次, 尽管人文生态系统诞生于自然生态系统, 且同样遵循种群发育的有机平衡, 但是, 随着系统发育逐步走向成熟, 其系统发育特征越来越背离自然生态系统的发育法则。

实际上, 随着资源环境开发广度和深度的不断增加, 人类社会开始逐步建立起了一种与自然能量交换相佐的物质交换体系。这种人类社会的物质、能量及人员交换体系完全建筑在货币化的基础之上。随着这种交换体系走向成熟, 现代人文生态系统便逐步形成了与自然生态系统完全不同的发育特征。

在人类文明发展的初级阶段, 由于人类社会生产的资源投入主体与自然生态系统并无本质上的差异, 即主要依赖包括气候和热量等要素在内的水土 (地) 资源, 因此, 古代人文生态系统的发育平衡状态与自然生态并没有根本性差异。换言之, 建立在水土两大资源开发基础上的传统农业生产, 其物质能量的转换始终无法从根本上摆脱自然生态系统物种发育 "金子塔" 定律的束缚。

进入工业化时期后, 现代人文生态系统的自然资源投入要素组成发生根本性变化。建立在以矿产资源开发和加工为主基础之上的工业化生产创造出了一种与传统农业社会完全不同的物质能量转换和交换机制。这种完全崭新的机制不是通过自然发生过程, 而是通过有效控制物质自身物理和化学的变化过程来实现满足人类社会自身生存和发展需求的一切物质再创造。在这种新机制下, 产品结构的多元化发展和产业链条的不断延长便构成整个现代社会生产的两大基本特征。

新的投入机制和新的生产方式不仅极大地改变了人类资源环境的开发状态, 而且完全改变了人文生态系统的内部产出结构。世界各国的实践均已表明, 随着工业化进程的加快, 现代人文生态系统

的内部产出结构中直接生产者 (相当于自然生态系统的初级生产者或能量直接受益者) 无论在人员和产出效益上所占的比重越来越小。相反地, 间接生产者 (相当于自然生态系统的中级生产者或能量间接受益者) 和诱发生产者 (相当于自然生态系统的高级生产者或能量诱发受益者) 所占比重则越来越高。无疑地, 作为这种内部产出变化的必然结果, 现代人文生态系统迅速地跨越了“2”这一代表自然生态发育的值阈门槛, 从而进入了一个更为广阔的发育空间。例如, 在制造业生产中, 产品的设计、运输、销售及售后服务则逐步成为系统生产投入的关键要素; 对服务业发展而言, 一旦失去燃料动力的供应保障, 庞大的服务网络系统便会顷刻瘫痪, 一切物流和信息流也会戛然而止, 并导致整个社会变为死水一潭。由于越来越多地依赖间接和诱发两大部门的产出效益, 现代人文生态系统最终形成了一种倒“金字塔”发育特征 (图 4)。这不仅是人文生态系统古代与现代两个发育阶段最显著的区别之一, 而

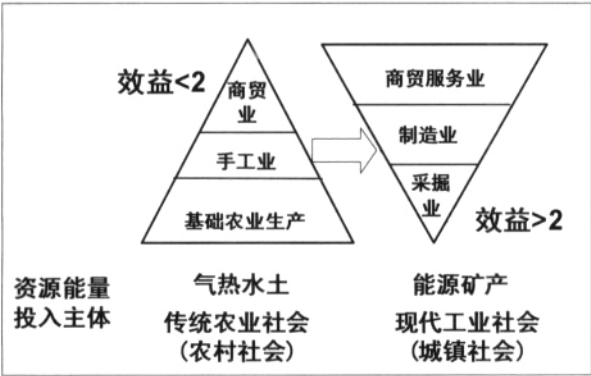


图 4 人文生态系统发育阶段特征  
Fig.4 Development stages of Human-ecosystem

且也是现代社会城镇与农村两大地域系统最显著的区别之一<sup>[10]</sup>。

需要指出的是, 与古代社会的城镇相比, 现代城镇的职能已经发生了根本性的转变。现代城镇不仅继承了传统社会的集聚生活和集聚消费的功能, 而且大大发展了集聚生产和集聚污染的功能。实际上, 正是现代城镇的这种集生活、生产、消费和污染于一体的空间集聚作用, 才最终导致了现代人文生态系统倒“金字塔”的发育特征。

第三, 在空间组织结构方面, 现代人文生态系统也有着与自然生态系统完全一致的基本特征。这种一致性决定了城市和农村两大子系统所构成的

人文生态系统发育的基本空间组织形式。尽管在人文生态系统中农村子系统的发育历史最长, 但是, 在现代发育阶段中, 城市子系统发育的多样化程度则表现得更为充分 (图 5)。例如, 美国 20 世纪 40 年代的城市分类就已经达到了 10 个。相比之下, 农村子系统的发育则显得要简单了许多<sup>[11]</sup>。

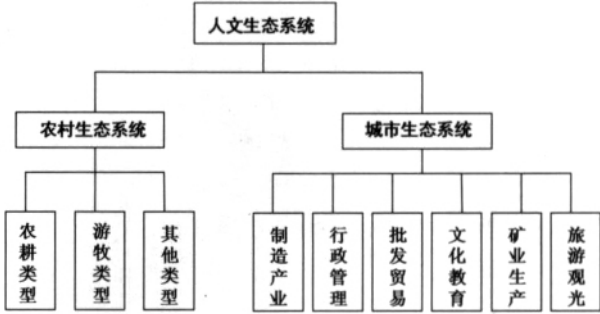


图 5 人文生态系统基本空间组织特征  
Fig.5 The spatial organization of Human-ecosystem

3 现代城镇的淡水资源消费行为

尽管生物种群间的物质能量的消费行为和特征千差万别, 但是, 所有生物种群的物质能量消费行为和特征却都是生物种群适应当地资源环境的必然结果。适者生存, 万物之道。城镇及城镇化的发育也不例外<sup>[12,13]</sup>。

按照以往的观点看, 回答现代城镇发育的淡水资源基础并非一件太难的事。由于城市是第二、第三产业和人口的主要空间集聚地<sup>[14-16]</sup>, 因此了解这两个产业活动和人口集聚的淡水资源消费行为便基本可以确定城市发育的淡水资源消费或使用状态 (表 1)。更何况城镇已经建立了较为完备的信息管理系统, 有关淡水资源消费或使用情况可以从相关的城市统计资料获取。例如, 根据国家公布的数

表 1 社会生产的淡水资源直接使用及消费部门构成 (%)  
Tab.1 A general pattern of land-use directly by social activities

项目	社会生产总使用量	农业	工业	服务业
资源种类				
淡水资源	100	70~75	15~20	5~15

资料来源: 1. “国外经济统计资料, 1949~1976”, 中国财政经济出版社, 1979 年。2. E N Canneronm 1986, At the crossroad--the mineral problems of the United States, US Bureau of Mines.



据 2005 年,中国城镇生产和生活的淡水直接使用量为 1452 亿  $\text{m}^3$ ,相当于全国淡水资源总量的 5.2% (图 6)。

然而,城镇淡水资源的使用远比人们一般认识要复杂的多。实际上,作为人文生态系统的重要组成部分,城镇发育遵循的是人文生态系统的生存法则。在这种生存法则下,城镇发育有着与自然生态系统、乃至农耕经济完全不同的消费行为和特征,并最终影响到国家或地区城镇化发育淡水资源基础开发的基本走向。

### 3.1 消费(或使用)行为

现代城镇的淡水消费行为主要取决于城镇自身的功能。随着现代功能的多样化发展,现代城镇的淡水资源消费行为也变得复杂起来。根据人文生态系统的生存法则,现代城镇发育的淡水资源的消费与使用同样可以按照一般生态系统能量转换的过程分为直接、间接和诱发三大基本组成单元。

首先,直接消费或使用。在这里,直接消费或使用通常指的是城镇建成区之内各类生产和生活活动的淡水使用状态。相关的数据可以通过国家或地区的统计资料中获取或查询。例如,2000 年,美国城镇的淡水直接使用量约占全国淡水使用总量的 55.4%;与此同时,英国城镇淡水的直接使用则占到了全国淡水使用总量的 78.6%。

其次,间接消费或使用。这是指维系城镇日常生活的某种基本物质消费所产生的淡水使用。通常情况下,作为国家或地区消费空间集聚的场所,城镇的基本物质消费不仅数量大,而且种类多。当城镇消费的产品不是产自于城镇的建成区之内,就会产生这类间接的淡水资源消费或使用,其中,最为重要的基本物质消费就是城镇居民日常所需的各类农副产品。由于这些农副产品生产所使用的淡水资源只能发生在农村地区而不在城镇的建成区,于是就有了城镇发育的淡水资源间接消费或使用。实际上,不用说现代城镇的生存,就是古代城镇的生存也同样要依赖这种淡水资源的间接消费来维系,其中一个最典型的事例就是我国西部地区古丝绸之路的城镇变迁<sup>[17]</sup>。应当说,城镇居民日常的各类

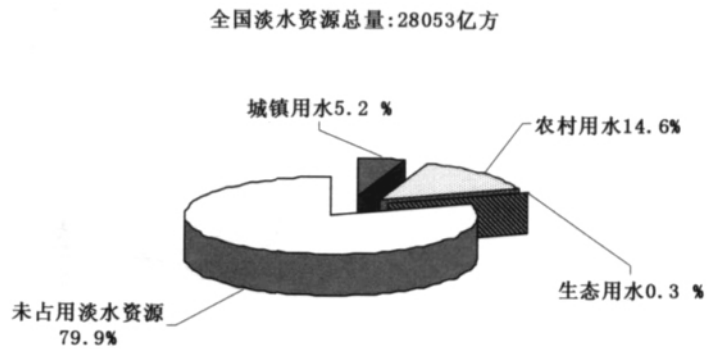


图 6 全国淡水资源利用及类型构成, 2005 年

Fig.6 The general pattern of water consumption in China, 2005

农副产品消费往往可以在有关的城镇统计数据中找到。但是,生产这些副产品的淡水使用状态却很难从相关的城镇统计资料中直接查寻。

第三,诱发消费或使用。这是指为保障城镇生存与发展的环境而引发的淡水消费或使用。通常,这种诱发的淡水资源消费或使用主要取决于城镇的大气污染状态、以及城镇所在地区的地理和生态环境。例如,为了保证城市的空气质量,现代城市规划都会对城市周边、特别是上风向地区大气环境质量的稳定提出相应的规定和要求,于是便有了城镇郊区绿地的出现。显然,没有相应的淡水资源保障,这类城郊绿地的生存便无法得到保障。特别是对地处半干旱地区大城市而言,就更是如此。此方面的一个典型实例是,为了缓解沙尘暴的威胁,北京市加强了对河北省张家口地区和内蒙古自治区生态环境治理与保护的资金和技术投入。据此,可以提出这样一种设想:如果地球上以林地为主的绿地因失去淡水资源的供应而全部消失的话,那么,失去大气环境质量保障屏障的各国城镇还能有繁荣的前景可言吗?显然,结论是肯定的。这就是城镇化发育淡水资源诱发消费或使用的真正内涵所在。

### 3.2 消费(或使用)特征

通常,国家或地区城镇化发育的淡水资源消费或使用评价可以通过总体状态和结构演进特征来进行。

首先是总体状态。根据人文生态系统生存法则,现代城镇发育的资源环境消费或使用的总体应是一个倒“金字塔”形态(图 4)。换言之,城镇发育的淡水资源消费或使用更多的是通过间接的和诱发的,而不是直接的消费或使用来实现的。这就是

现代城镇发育的淡水资源消费或使用的最基本特征。根据人文生态系统的发育特征,城镇淡水资源总体使用的模型可以表达为:

$$TWU = (D, I, ID) \quad (1)$$

式中,  $TWU$  为城镇或城镇化淡水资源总体使用,  $D$  为直接使用或消费,  $I$  为间接使用或消费,  $ID$  为诱发使用或消费。

其次是结构演进特征。这是指城镇化发育过程中城镇淡水直接、间接和诱发消费或使用的构成变化状态。根据人文生态系统评价模式,城镇的淡水资源使用结构的模型可以表达为:

$$SWR = (D/D, I/D, ID/D)(1) \quad (2)$$

式中,  $SWR$  为城镇或城镇化淡水资源使用或消费的结构演进系数。城镇化发育的淡水资源环境使用或消费结构演进系数的值域可以从 1 到无穷大。

## 4 实证分析

为了证实上述城市发育的资源环境消费或使用行为和特征,需要进行有关城市化和城市方面的实证分析。

考虑到淡水资源消费或使用行为的整体和个体需要,实证分析将按照国家城市化(整体)和城镇(个体)两个层次展开。

### 4.1 国家层次

根据数据的来源及可靠性,这里选择英国、美国和中国 3 个国家作为对象国家。

第一,英国。英国是全球现代城市化的先驱者。2000 年英国人口城镇化的水平已经 89.5%、经济城镇化的水平则达到了 91.3%,比现代城市化初期的 1790 年分别提高了 70 个百分点和 65 个百分点。

在淡水资源方面,2000 年英国城镇的淡水资源直接消费量为 132 亿  $m^3$ 。相应地,当年英国城镇的淡水资源间接消费达到了 317 亿  $m^3$ ,诱发消费则达到了 686 亿  $m^3$ 。根据城镇生态系统的淡水资源消费或占用公式(公式 1)的计算结果,2000 年英国全国城镇的淡水资源总体消费水平为 1135 亿  $m^3$ ,占英国淡水资源总量的 77.9%。与此同时,英国城镇化

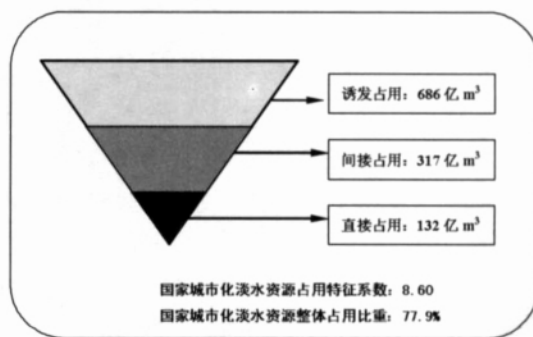
的淡水资源消费特征系数也达到了 8.60 的水平(图 7a)。

第二,美国。作为后起国家,美国大约用了 150 年的时间就基本完成了本国的现代化建设任务。2000 年美国的人口城市化水平达到了 77.2%、经济城市化水平也达到了 88.1%,比 1800 年分别提高了 71 个百分点和 80 个百分点。

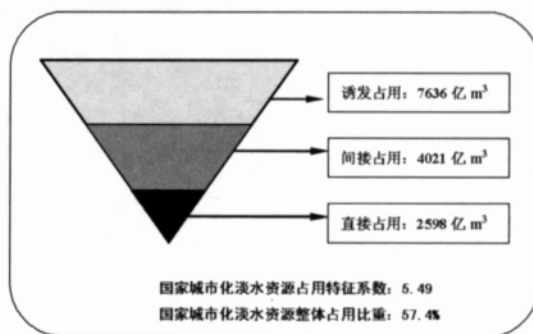
在淡水资源方面,2000 年美国全国城镇的淡水资源直接消费为 2598 亿  $m^3$ ,间接消费 4021 亿  $m^3$ ,诱发消费为 7636 亿  $m^3$ 。以此计算,2000 年美国全国城镇的淡水资源总消费量为 14255 亿  $m^3$ ,约占美国淡水资源总量的 57.4%;美国城镇化的淡水资源消费特征系数也达到了 5.49(图 7b)。

第三,中国。作为世界上最大的发展中国家,中国的现代城镇化虽然起步较晚,但是,在过去的 50 多年发育过程中依然取得了巨大进步,特别是在经济方面。2005 年中国的人口城镇化水平为 42.99%、经济城镇化水平则达到 81.7%,与 1952 年相比,分别提高了 30.5 个百分点和 64.5 个百分点。

计算的结果表明,2005 年中国城镇生态系统的总体用水量超过 11351 亿  $m^3$  余,约占全国淡水资源总量的 40.5%。其中城镇生态系统的直接用水量为 1452.5 亿  $m^3$ ,约占系统用水总量比重的 12.8%;

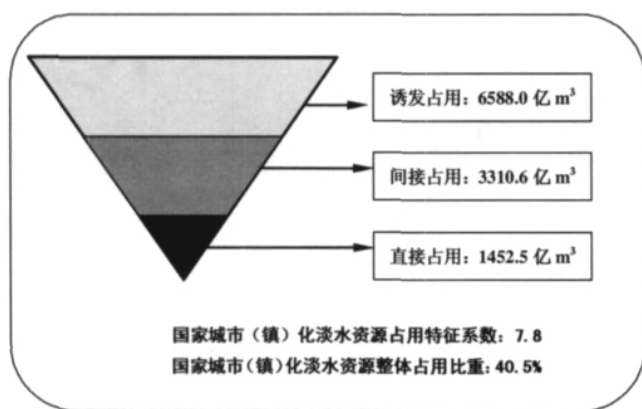


a. 英国 (2000 年)



b. 美国 (2000 年)

人口城镇化是指城镇人口占国家或地区总人口的比重。  
经济城镇化是指城镇 GDP 占国家或地区 GDP 的比重。



c. 中国 (2005 年)

图 7 国家城镇化的淡水资源基础

Fig.7 Total water-consumption for national urbanization

间接用水量为 3310.6 亿 m³, 约占系统用水总量比重的 29.2%; 诱发用水量则达到了 6588.0 亿 m³, 约占系统用水总量比重的 58.0%。全国城镇化的淡水资源消费特征系数达到了 7.8 (图 7c)。

#### 4.2 城镇层次

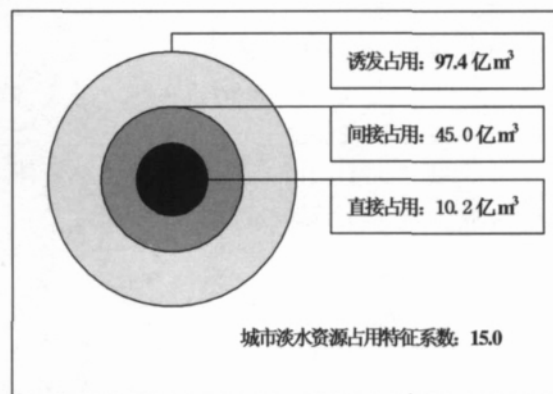
在城镇的淡水资源消费或使用实证方面, 这里选择了英国的伦敦、美国的纽约和中国的北京 3 座大城市。

第一, 英国伦敦。历经数百年的发展, 伦敦始终承担着英国全国的行政、商业与金融管理中心角色。作为目前英国的第一大都市, 2000 年伦敦的城市人口已经超过了 710 万, 经济产出近 1400 亿英镑 (当年价), 分别占全国人口的 12.2% 和 GDP 的 15.8%。就淡水资源消费而言, 2000 年伦敦城镇的淡水资源消费为 10 亿 m³。同样地, 在城镇生态的生存法则下, 伦敦城镇的淡水资源间接消费为 45 亿 m³, 诱发消费为 97 亿 m³ 余。城镇的淡水资源消费特征系数也达到了 15.0 (图 8a), 为全国的 176%。

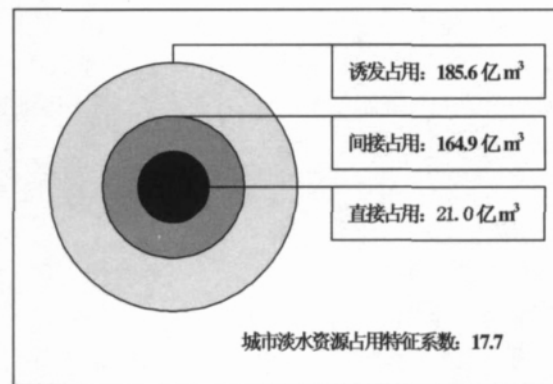
第二, 美国纽约。长期以来, 纽约始终保持着美国乃至整个北美大陆最大城市和最繁华的商业贸易中心的地位。2000 年纽约的城市人口超过了 800 万, 经济产出 9579 亿美元 (当年价), 分别占全国人口 2.8% 和 GDP 的 7.7%。从城镇的淡水资源消费行为上看, 2000 年纽约城市的淡水资源直接使用量为 21 亿 m³; 相应地, 纽约城市的淡水资源间接使用量为 165 亿 m³, 诱发使用量 186 亿 m³。以此计算, 2000 年纽约市的淡水资源总使用量超

过 372 亿 m³, 城市的淡水资源使用特征系数达到了 17.7 (图 8b), 高出全国均值水平 7.3 倍之多。

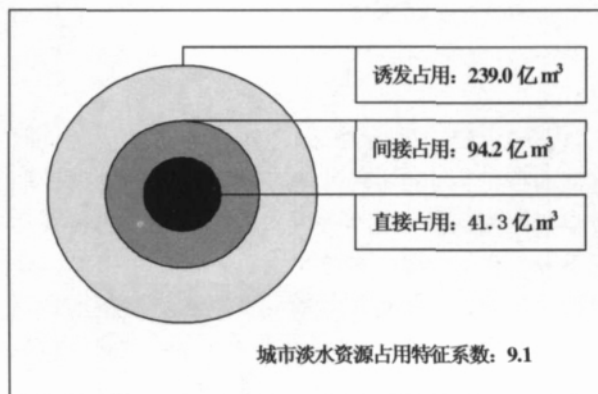
第三, 中国上海。自上世纪初以来, 上海始终保持着全国最大经济中心和最大城市的地位。2005 年, 上海的城镇人口接近 1600 万, 经济产出为 4166 亿元 (当年价), 分别占全国人口 1.26% 和 GDP 的 11.17%。与此同时, 上海城镇淡水的直接使用量为 41.31 亿 m³, 间接使用量为 94.16 亿 m³,



a. 英国伦敦 (2000 年)



b. 美国纽约 (2000 年)



c. 中国上海 (2005 年)

图 8 城市发育的淡水资源基础

Fig.8 Total water-consumption for cities



诱发使用量则达到 239.00 亿  $\text{m}^3$ 。根据这一结构的计算结果,2005 年上海城镇的淡水资源使用总量达到了 374.48 亿  $\text{m}^3$ 。相应地,上海城镇的淡水使用特征系数也达到了 9.1 (图 8c)。

上述实证的结果表明,无论是城镇群体(国家城市化),还是城镇个体,城镇发育的淡水资源消费或使用行为决不仅仅局限在城镇的建成区空间范围之内。相反地,在人文生态系统的生存和发展法则下,城镇发育的淡水资源消费或使用行为更多地发生在城镇以外的空间范围上。实际上,正是这种消费或使用的倒“金字塔”型结构特征决定了国家或地区城镇化的淡水资源基础。显然,在这种城镇发育特征条件下,没有城乡一体化的支撑,现代城镇化的发育难以为继。

## 5 结论

人类文明是一个地球表层物质的再创造过程。在这种再创造过程中,人类极大地增强了对地球表层物质的认识和开发能力,并且逐步建立起了一个人文生态系统,其中最能体现人文生态系统成长的就是城市化。

迄今为止,城市化大体经历了古代和现代两个基本发育阶段。

与古代时期相比,现代人类社会所依赖的是一种与自然能量交换完全相佐的物质交换机制。这种完全崭新的机制不是通过自然发生,而是通过有效控制物质自身物理和化学变化过程来实现满足人类社会需求的物质再创造过程,于是,产品结构的多元化发展和产业链条的不断延长便构成整个现代社会生产的两大基本特征。新的投入机制和新的生产方式不仅极大地改变了人类资源环境的开发状态,而且完全改变人文生态系统发育的物质能量投入结构。与自然生态系统发育的情况相比,现代人类生态系统的发育越来越多地依赖间接生产者(相当于自然生态系统的中级生产者或能量间接受益者)和诱发生产者(相当于自然生态系统的高级生产者或能量诱发受益者)所提供的物质能量,而不是直接生产者(相当于自然生态系统的初级生产者或能量直接受益者)所提供的物质能量。

新的物质能量投入结构产生了新的生态系统生存法则。在这种新的生存法则下,现代人文生态

系统发育更多地通过资源环境的间接和诱发消费或使用来实现,从而终形成了与自然生态系统完全相反的倒“金字塔”形态资源环境消费或使用基本特征。作为现代人文生态系统的重要组成部分,现代城镇及城镇化发育正是这种新的生态系统生存法则的具体实施者和集中体现者。

实证分析表明,无论是在整体上(国家城镇化),还是在个体上(具体城镇),现代城镇发育的淡水消费或使用行为都大大超越了城镇自身的有限空间。实际上,正是这种倒“金字塔”型的消费或使用行为决定了国家城镇化的淡水资源基础。

根据现代资源环境开发特点和城镇发育的淡水资源消费或使用行为特征,现代城镇化发育要么建立在区域淡水资源基础之上,要么建立在国家乃至全球淡水资源基础之上。为此,要保障现代城镇化发育的可持续性,惟有彻底实现国家和地区的城乡一体化和人文生态系统与自然生态系统的和谐发展。这正是现代城镇化发育淡水资源基础的基本内涵所在。

## 参考文献

- [1] H Perloff, L Wingo. Natural Resource Endowment and Regional Economic Growth, in E.A. Robinson (ed.) Background Areas in Advanced Countries, London, 1961.
- [2] E A Wrigley. Population and History, London.
- [3] B Pawl, Cities and Economic Development from the Dawn of History to the Present, translated by Christopher, The University of Chicago Press, Chicago, 1988.
- [4] 世界资源研究所,联合国环境规划署,联合国开发计划署,世界银行,世界资源报告(1998~1999). 中国环境科学出版社,北京,1999.
- [5] 杨小波,吴庆书(等编著). 城市生态学. 北京:科学出版社,2003.
- [6] A Mackenzie A S Bell, S R Virdee. Instant Notes in Ecology, BIOS Scientific Publishers Limited, London, 1998.
- [7] C M Jr Manuel. Ecology Concepts and Application (second Edition). Higher Education Press and The McGraw-Hill Book Co.2002, Singapore.
- [8] T E Grandel, B R Allenby. Industrial Ecology (second Edition). Pearson Education Asia and Tsinghua University Press, Beijing, 2004.
- [9] L R 布郎(林自新,戢守志译). 生态经济—有利于地球的经济构想. 北京:东方出版社,2002.

- [10] 张 雷. 矿产资源开发与国家工业化. 北京: 商务印书馆, 2004.
- [11] Y Maurice, G Barry. The North American City. Harper & Row. Publishers, San Francisco, 1980.
- [12] J F Richards. Land Transformation in B. L. Turner, ed., The Earth as Transformed by Human Action. New York: Cambridge with Clark University, 1990.
- [13] B Pawl. Cities and Economic Development from the Dawn of History to the Present. translated by Christopher, The University of Chicago Press, Chicago, 1988.
- [14] 周一星 (著). 城市地理学. 北京: 商务印书馆, 1995.
- [15] R R White. Urban Environmental Management. John Wiley & Sons, New York, 1994.
- [16] J O Wheeler, P O Muller, G I Thrall, T J Fik. Economic Geography, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1998.
- [17] 周干峙. 西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究- 西北地区城镇发展及水务对策研究. 北京: 科学出版社, 2004.

## The Water Resource Base for Modern Urbanization

ZHANG Lei, ZHU Peng

(Institute of Geographical Sciences and Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Urbanization can be referred to as a process by which human activities and productive factors are concentrated from rural areas to city areas. As a result, modern cities and towns play as the central places of wealth accumulation for human-being, not only in the ways of settlement and material consumption, but also in the ways of social production and environmental pollution. In terms of the law of ecological evolution, the behaviors of cities and towns in consumption of water resources are also composed of three types, namely, the direct one, the indirect one and the induced one. More importantly, however, such behaviors are proved in a general pattern formatted by the direct < the indirect < the induced according to the material and environmental input for city-ecological system, and it can be labeled as an inversed-Pyramid Structure compared with the Pyramid Structure for the natural eco-system. Under this circumstance, the water-resource base for the development of modern cities and towns is far beyond the boundaries of the cities themselves, and it covers, in the point view of city-ecology system, the region and the country where the cities and towns are located, and or even the whole world.

**Key words:** modern urbanization; law of ecosystem; inversed-pyramid structure; water-resource base