

# 我国水资源能够支撑中高速增长吗\*

张培丽 王晓霞 连映雪

**内容提要:**在我国资源环境已成为经济发展重要制约因素的情况下,我国水资源还能否支撑经济的中高速增长,就成为我国实现“中国梦”必须解决的重大课题。本文通过构建用水系数,运用日本、韩国在工业化、城市化进程中用水系数的经验数据,揭示出用水系数的变动规律,即在工业化、城市化进程中,用水系数维持在较高区间甚至持续上升,只有当工业化、城市化进程结束后,用水系数才开始下降。因此,在我国尚未实现工业化、城市化的中高速增长阶段,经济发展对水资源的需求将会上升并维持在较高水平,但我国的水资源总量能够支撑中高速增长。

**关键词:**中高速增长 用水系数 用水变动一般规律

我国经过 30 多年的高速增长,资源环境面临巨大压力。高速增长对世界资源的大量需求不断引发世界“谁来养活中国”的担忧,甚至美国放言必须遏制中国的发展。虽然我国主动调整进入中高速增长新常态,对资源环境的压力有所减轻,但我国仍需要解决实现中高速增长的资源环境问题。本文试图运用新的预测方法探讨我国水资源对中高速经济增长的支撑强度。

## 一、文献综述

近年来,国内外许多学者对我国经济增长的水资源支撑是否存在缺口表示出了极大的关注,根据各自的研究和预测,得出了完全相反的结论。

1. 存在巨大的水资源缺口。诺贝尔经济学奖获得者罗伯特·福格尔(Robert Fogel, 2010)认为,中国完全有潜力再实现 20~30 年的快速经济增长,但必须解决水资源短缺的制约。BWCHINES 中文网(2011)也发文指出,水资源匮乏成为制约中国发展的头号问题。量子基金创始人吉姆·罗杰斯 2012 年在谈到中国发展面临的困难时,也将水资源问题列为唯一令人感到忧虑的问题。<sup>①</sup> Consonery (2010)也认为,中国目前已经面临严重的水资源短缺,工业化和城市化将使这一问题雪上加霜。美国

水资源集团预测,到 2030 年,仅中国的工业用水需求就将超过 3000 亿立方米,缺口达 2000 亿立方米(埃里克·迈耶,2014)。针对我国《全国水资源综合规划》设定的到 2030 年用水量控制在 7000 亿立方米的目标,许多机构和学者认为规划设定的用水目标与实际需求存在较大用水缺口。比如,刘昌明等(2001)认为,到 2030 年我国水资源需求总量为 6880~7573 亿立方米。沈福新等(2005)认为,到 2030 年我国用水总量合计为 7277 亿立方米。中国工程院(2000)预测指出,到 2030 年用水峰值,我国用水总量为 7000~8000 亿立方米,全国实际可能利用的水资源量约为 8000~9500 亿立方米,需水量接近可能利用水量的极限。麦肯锡(2009)预测,我国 2030 年水资源需求量将达到 8180 亿立方米;姚建文等(1999)基于宏观经济指标预测指出,到 2030 年我国用水总量为 7800~8200 亿立方米;陈家琦(1994)分别预测了农业、工业和生活用水量,三者加总得出,到 2030 年全国需水总量可能达到 10148 亿立方米。张培丽(2011)则按照 7% 的经济增长速度,根据《全国水资源综合规划》中确立的万元 GDP 用水量目标测算认为,2030 年全国水资源需求总量将达到 10780 亿立方米。

2. 不存在水资源缺口。一些国内学者认为,我

\* 张培丽,中国人民大学中国经济改革与发展研究院,邮政编码:100872,电子邮箱:zhangpl@126.com;王晓霞,中国人民大学环境学院;连映雪,国家进出口银行。本成果受国家社科基金青年项目“保障国民经济可持续发展的水利投资最优规模研究”(12CJL065)和教育部人文社科青年基金项目“迈过‘中等收入陷阱’的水资源支撑问题研究”(11YJC790276)支持。感谢匿名审稿人的意见和建议,文责自负。

国到 2030 年的用水量完全可以控制在 7000 亿立方米的目标内。这包括两种看法：一是我国未来用水量远远低于该总量目标。何希吾等(2011)指出,我国需水量最大值将达到 6300 亿立方米左右。二是我国未来用水量基本相当于设定目标。柯礼丹(2004)指出,用水量在经历经济发展初期的高增长后,增长率将逐渐接近于人口增长率,所以可以用人均综合用水加趋势微调方法进行预测。21 世纪中叶,我国人口达到高峰时,总用水量也将达到顶峰,为 7000 亿立方米。

学者们之所以在用水缺口上存在巨大分歧,主要原因在于他们使用的水资源需求预测方法存在缺陷。目前学者们对水资源需求的预测方法,主要是依据对未来经济增长和用水定额变化趋势的判断。其中,对经济增长的预测依据我国经济发展的中长期目标,相对容易估计。但是,用水定额变动趋势判断则需要满足两个条件:一是足够长时间的数据资料;二是在足够长的时间内包含了工业化、城市化和产业结构的升级。这是因为,经济增长与用水量之间不是一个线性变化的过程,而是呈现出倒 U 型的变化趋势。对此,学者们的实证研究已经给予了证明。Barbie(2004)将水资源约束引入巴罗的经济增长模型,实证得出经济增长同水资源有效利用率之间存在倒 U 型关系。Cole(2006)利用面板数据也验证了人均用水量与人均收入之间的倒 U 型关系。张亮(2013)发现,先行国家用水量都经历了“快速增长—缓慢增长—稳定—缓慢下降”的库兹涅茨倒 U 型变化过程,而库兹涅茨拐点一般出现在人均 GDP 位于 15000~20000 国际元的区间。李周等(2009)利用美国、瑞典、日本、荷兰四个发达国家的时间序列数据和世界 52 个国家 1990 年代末的横截面数据,也证实了水资源库兹涅茨曲线的存在。

总体而言我国用水量与经济规模尚未呈现倒 U 型特征,但已经出现增长速度减缓的趋势。如汪奎等(2011)发现,我国 1998 年到 2008 年的用水量与经济增长呈现弱脱钩状态,具体表现为在经济发展的初期阶段,用水量随着 GDP 的增长而同步增长,当经济发展到一定程度之后,用水量随经济增长而增长的趋势减缓,即经济的快速增长和用水量的缓慢增加同时出现。随着我国加快转变经济发展方式、技术进步和产业结构升级的推进,我国用水量的变化一定会呈现出符合一般变化规律的倒 U 型特征。实际上,我国在某些方面已经出现了倒 U 型特征,如在人均农业用水与经济增长之间,只是刚刚走过拐点,下降速度比较缓慢(刘渝,2008)。孙振宇等

(2005)对北京市工业用水量随经济发展水平变化而变化的趋势进行检验也发现了明显的库兹涅茨曲线特征。

在用水量呈现库兹涅茨曲线变化的情况下,预测我国的用水量变化,就不能简单地用我国已有的用水量数据,因为我国用水量仍处在库兹涅茨倒 U 型变化的上升阶段,至多处在缓慢上升阶段。在此数据基础上对未来用水量进行预测,必然会得出偏高的预测数据。但是,如果用发达国家处在倒 U 型变化下降阶段的数据,则用水量的预测数据会偏低。

为了解决水资源需求预测方法存在的以上缺陷,科学判断我国的用水定额变化,为中高速增长奠定稳固的水资源基础,就必须寻求更为科学的水资源需求预测方法,而关键在于找到与我国目前推进工业化、城市化和现代化发展阶段基本相似的构建科学预测方法的完整的库兹涅茨倒 U 型变化数据。

## 二、用水数据的选取及其依据

我们改善我国水资源需求预测方法缺陷的基本思路是,选用日本和韩国实现工业化、城市化和现代化进程中的用水数据,通过构建用水系数,即用水量增长率与实际 GDP 增长率的比值,表示出在经济发展的每一个时间点上实际 GDP 增长一个百分点用水量增长的百分比,勾勒出实现工业化、城市化和现代化进程中用水系数的变化规律。然后运用不同发展阶段用水系数的规律变化,描绘我国实现工业化、城市化和现代化进程中用水量的变化规律。最终根据我国新常态下经济发展速度的要求,测算出支撑我国中长期经济增长的水资源需求。

这里的关键是,为什么选取日本和韩国实现工业化、城市化和现代化进程中的用水数据作为预测我国未来用水量变化的依据。对此,我们主要基于以下考虑:

1. 日本和韩国都是后发国家。作为后发国家都有一个加快发展,追赶发达国家的历史任务,从而在经济运行上表现出不同于先发国家的特征和规律,而且日本和韩国在现代化的追赶过程中都跨越了“中等收入陷阱”,先后实现了现代化。我国虽然现在还是发展中国家,但根据“两个一百年”的奋斗目标,到 2050 年左右将基本实现现代化,成为中等发达国家。因此,与日本、韩国跨越“中等收入陷阱”,实现现代化的追赶进程具有相似性。

2. 日本和韩国都经历了 20~30 年的高速增长。日本从 1956 年到 1973 年的 18 年间,年均增长

率超过9.2%，其中有七个年份实现了两位数的增长。1967年日本国民生产总值超过英国和法国，1968年超过西德，成为在总量上仅次于美国的世界第二大经济体。但到1974—1990年，日本年均增长率降为3.8%。1990年后的21年间，年均增长率跌至0.99%。韩国从1963年到1991年近30年间，年均经济增长率达到9.6%，如果剔除因为国内政治动荡导致经济受到严重影响的1980年<sup>②</sup>，年均增长率高达10.4%。1992年后的20年间，韩国经济增长速度有所下降，年均增速降为5.2%。我国也已经经历了30多年的高速增长，现正处于7%左右中高速增长的新常态阶段。相同的高速增长经历对用水量的需求具有相似性。

3. 日本和韩国在经济发展过程中都实现了经济转型的成功。进入中等收入发展阶段的国家，要跨越“中等收入陷阱”，都需要完成经济转型升级，或者说，是否完成经济转型升级，是跨越还是陷入“中等收入陷阱”的分水岭。我国正处在跨越“中等收入陷阱”的发展阶段，正在加快经济转型升级，主要依靠创新驱动经济增长。目前各种转型升级的趋向表明，我国无疑将跨越“中等收入陷阱”。因此，我国完成经济转型升级的发展历程与日本和韩国的发展具有相似性。

4. 日本和韩国都是亚洲国家，具有文化上的相似性。文化作为非正式制度安排，对一国的经济发展和生活方式具有约束性，形成独有的特征。我国与日本和韩国同属儒家文化，具有文化上的同一性，从而也就决定了经济发展和社会生活具有很大的相似性。

在数据的选取上，我们使用日本总务省统计局1963—2002年经济和用水数据测算其用水系数变

化，使用韩国国土交通部国家水资源管理综合信息系统1965—2010年水资源数据和韩国银行经济增长数据测算其用水系数变化，该时间段涵盖了日本和韩国工业化和后工业化的部分时期。该时间段可以清晰刻画日本和韩国用水量在不同经济发展阶段的变化情况，揭示用水系数的变动规律。

我们构建用水系数的目的，在于找到在不同的发展阶段上，GDP每增长一个百分点，用水量增长的百分比。剔除经济增长速度高低变化对用水总量的影响，找到用水量变化的最基本单位。然后，以此为单位，就可以更加准确地预测我国在不同发展阶段上GDP的增长对用水的需求量。由于在经济发展的不同阶段上，用水系数是不同的，这样我们根据不同的用水系数，可以对用水量进行分段计量，最后加总出我国基本实现现代化所需要的用水量，避免对用水总量进行简单的线性预测的估计不准确问题。

### 三、用水需求的变化规律

根据以上研究思路，我们分别对日本和韩国的用水变化做出归纳总结，然后从中揭示出用水需求的变化规律。

#### (一) 日本用水的变化

1. 用水增长率。1963年以后，日本的用水总量先是快速上升，然后增速有所放缓，1994年后基本保持不变(见图1)。然而，日本用水增长率却表现为逐步下降，尤其自1973年开始，用水增长率出现大幅跳水，从之前的6%~10%区间下降至2%~4%区间，1974—1983年的十年间，日本用水增长率频繁波动，1984年后下降至2%以下，1994年后进入零增长阶段(见图2)。

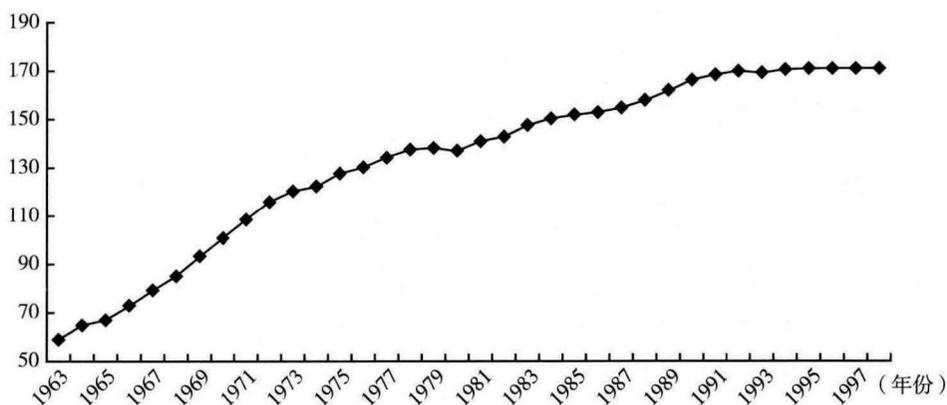


图1 日本用水总量

数据来源：日本总务省统计局(<http://www.stat.go.jp/>)。

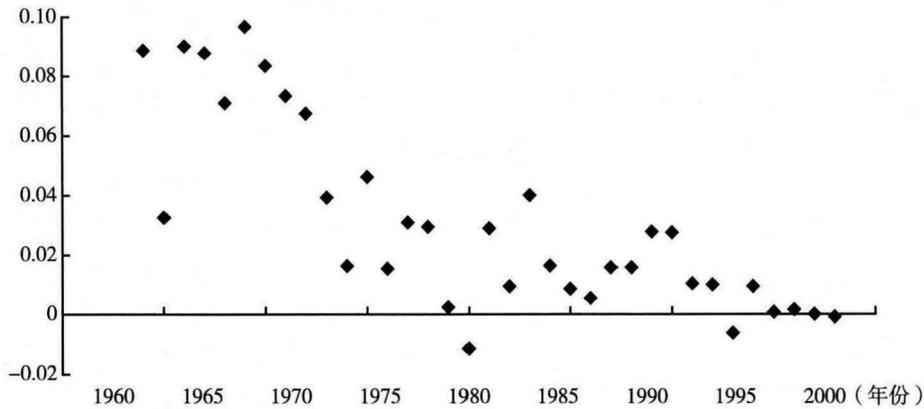


图2 日本用水量增长率

数据来源:根据日本总务省统计局(<http://www.stat.go.jp/>)计算。

2. 用水系数。当我们将日本经济增长与用水量进行关联,测算用水系数时发现,日本用水系数表现出明显的规律性变化(见图3)。(1)从1964年到1973年,日本用水系数基本稳定在0.5到1的区间内,平均值为0.85,即实际GDP每增长一个百分点,用水总量增加0.85个百分点,这是20世纪60年代以后用水系数较高的时期。而该时期恰恰正是日本快速工业化和城市化,实现经济高速增长

规律的较大幅度波动,平均值为0.61,是1964—1973年的72%。该段时期是日本工业化结束,并开始向后工业化社会过渡的时期,经济增长由高速下降至中速,十年间年均经济增长速度约为3.4%。(3)从1984年到1994年,日本用水系数相对比较平稳,基本维持在0~0.5的区间内,平均值为0.43,仅为1964—1973年的51%左右。(4)1994年以后,日本需水量基本保持零增长,需水系数为0,进入用水零增长阶段。

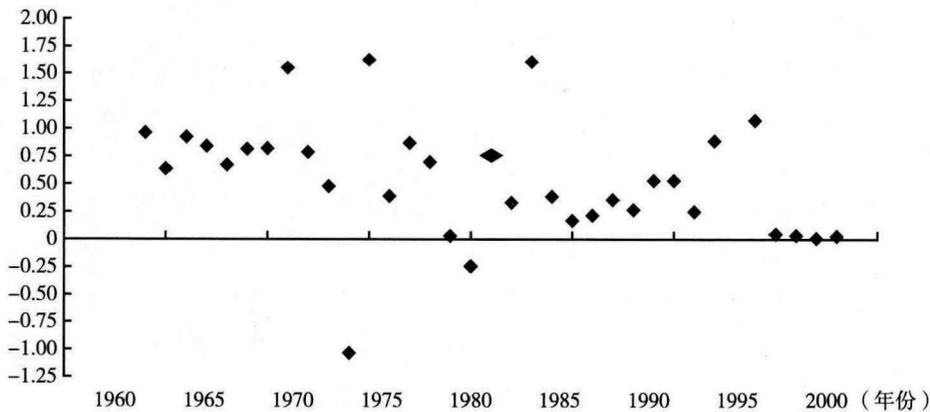


图3 日本用水系数

数据来源:根据日本总务省统计局(<http://www.stat.go.jp/>)计算。

## (二) 韩国用水的变化

1. 用水增长率。韩国用水总量<sup>⑤</sup>以1996年为界,之前表现为明显的上升趋势,之后保持稳定或有所下降(见图4)。然而,与日本相比,由于韩国用水量基数要远远高于日本<sup>⑥</sup>,韩国用水增长率整体上要低于日本。

韩国用水增长率先是在波动中不断加速,该趋势一直持续到1990年,增长率从1966年的0.28%

上升到1990年的1.74%,1990年之后韩国用水增长率转为波动中不断下降,2001年开始,大部分年份表现为负增长(见图5)。

2. 用水系数。将用水与经济增长关联测算韩国的用水系数发现,与日本相比,韩国用水系数较日本更低,即每单位GDP增长所需水资源增长幅度更小,约为日本用水系数的十分之一左右<sup>⑦</sup>,但也表现出了与日本相同的变化特征(见图6)。

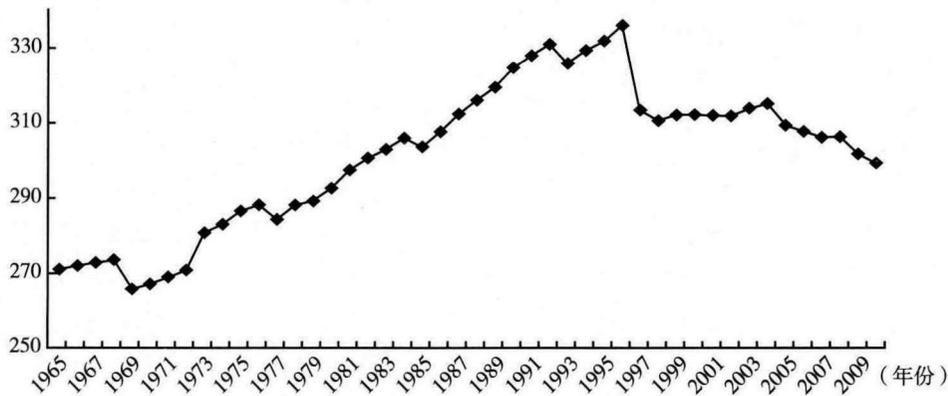


图4 韩国用水总量

数据来源:韩国国土交通部国家水资源管理综合信息系统(WAMIS)。

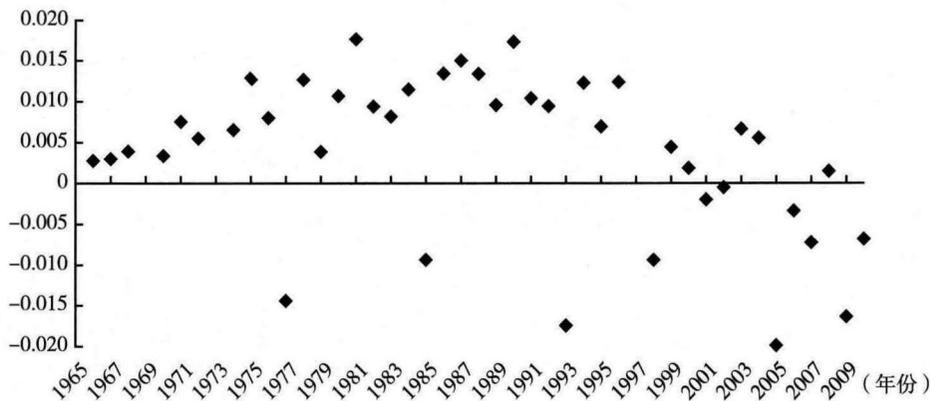


图5 韩国用水量增长率

数据来源:根据韩国国土交通部国家水资源管理综合信息系统(WAMIS)资料计算。

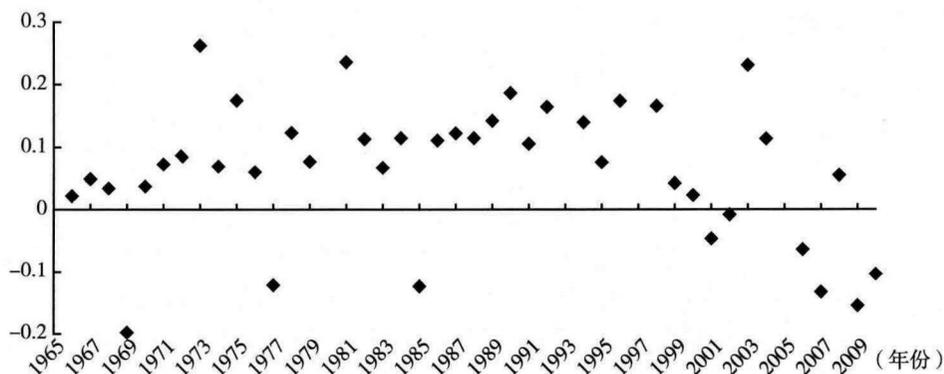


图6 韩国用水系数

数据来源:根据韩国国土交通部国家水资源管理综合信息系统(WAMIS)资料计算。

(1)1966—1972年,除个别年份外,用水系数基本稳定在0.02到0.085的区间内,剔除1969年负增长的异常值外,平均值为0.05,即实际GDP每增长一个百分点,用水量增长约0.05个百分点。这是韩国加速工业化和经济高速增长时期,该时段韩国年均经济增长高达9.8%。(2)1973—1981年,韩国用水系数表现出较大的波动,但基本延续了上升势头,而且部分年份出现突变性高用水系数,剔除1977年和1980年两个负增长的异常值外,平均用

水系数为0.125,明显高于前一个阶段。这段时期,韩国以“三五”(1972—1976)和“四五”(1977—1981)两个五年计划为中心,开始实施“重化工业发展计划”,耗水较多的钢铁、石化等重化工业取得快速发展。(3)1982—1990年,韩国用水系数仍然保持了上升态势,维持在0.11~0.19区间,剔除1985年负增长的异常值外,平均用水系数为0.121,经济增长所需水资源增长率仍然处于较高水平。这段时期韩国仍然处于重化工业化阶段,也是其经济平均增速

最快的阶段,年均经济增长达到 10%。(4)1991 年韩国工业化和城市化基本结束,以此为界,韩国的用水系数开始转为下降,但下降幅度较小,1991—1998 年间大部分年份用水系数仍然处于与上一时段相当的区间之内,到 1999 年才开始大幅下降,进入 2001 年之后,大部分年份用水系数为负值。

### (三) 后发国家用水变化的一般规律

通过以上对日本和韩国经济增长与用水变化的实证分析发现,两国用水增长率和用水系数变化均与工业化、城市化和现代化进程高度相关,表现出如下规律性的变化:在工业化和城市化加速期,用水系数持续明显上升,特别是在重化工业化阶段,用水系

数达到最高水平;在工业化和城市化结束、进入高收入发展阶段之后,用水增长率和用水系数转为下降(见表 1);在完成工业化和城市化后大约 20 年左右,用水增长率和用水系数进入零增长或负增长阶段。

日本、韩国经济增长与用水增长率和用水系数变化的规律,也进一步验证了库兹涅茨倒 U 曲线的存在,同时也表明日本和韩国的用水变动,虽然在具体发展阶段上表现出不同的特征,但就总的趋势而言是符合世界各国共同的用水变动特征的,因而我们就将日本、韩国经济增长与用水增长率和用水系数变化的规律,称为后发国家用水变化的一般规律。这一规律对其他类似后发国家的用水变化也具有指导性。

表 1 日本、韩国用水变化与发展阶段的对应

日本			韩国		
时间	需水系数	发展阶段	时间	需水系数	发展阶段
1964—1973 年	0.5~1	加速工业化时期	1966—1972 年	0.02~0.09	加速工业化阶段
1974—1983 年	较高位波动,均值为 0.61	工业化和城市化完成,现代化实现 <sup>①</sup> ,向后工业社会过渡	1973—1981 年	高位波动,均值为 0.125	重化工业大发展
1984—1994 年	0~0.5	后工业化	1982—1990 年	0.11~0.19	加速工业化阶段
1994 年以来	0	后工业化	1991 年以后	波动下降	工业化、城市化完成,现代化实现 <sup>②</sup>
—	—	—	1999 年以后	下降至较低区间或零增长	后工业化

## 四、用水系数变动的内在机理

用水系数之所以会表现出以上一般规律性的变化,主要是由以下原因引起的。

### (一) 产业结构演进

用水主要由四部分构成,农业用水、工业用水、生活用水和生态环境用水,在一国经济体中,一般来说,农业和工业是水资源密集型产业,在用水结构中占比最大。以我国 2012 年为例,总用水量为 6131 亿立方米,其中农业用水占 63.65%,工业用水占 22.52%,生活用水占 12.06%,生态环境用水占 1.77%,农业用水占比远远高于其他各类用水总和。很显然,农业和工业在经济中所占比重变化将会引起用水量的较大变动。

一国产业结构的升级,表现为两个前后不同的发展阶段:在工业化推进过程中,工业比重不断提高,农业比重趋于下降,三次产业表现出二、三、一的结构;工业化完成后,服务业比重不断提高,三次产业表现出三、二、一的结构。工业作为水资源密集型产业,其在三次产业结构中所占比重的不断提高,必然带动用水量的不断增长;工业化完成后,随着其所占比重下降,用水量也随之下降。日本和韩国的用

水量变化,都表现出明显的产业结构变化关联特征。二战后,日本工业占比不断提升,到 1970 年上升至 43.5% 的最高水平,并一直持续到 1973 年,这期间用水量不断上升;1973 年工业化完成,工业占比逐步下降,用水量也随之大幅下降。韩国自 20 世纪 60 年代中期开始,工业占比不断提高,到 1991 年达到 42.6% 的峰值,这期间用水量不断上升;1991 年工业化完成后,工业占比微幅下降,但仍然保持在 40% 以上水平,这期间用水量在高位波动;到 1999 年工业占比明显下降,用水量也随之下降。

Jeffrey Edwards et al(2005)运用 1980—1999 年世界银行数据,从另外一个视角对以上关系作出了进一步的验证。他们根据 Falkenmark 指数区分不同水资源短缺程度,考察水资源短缺与经济增长的关系发现了一个看似令人困惑的结论,即越是水资源短缺的国家,其经济增长、投资和人均 GDP 反而具有较高的水平。究其原因,他们发现,缺水国家表现出明显的劳动力从水资源密集型产业——农业部门转向非水资源密集型产业——服务部门的趋势,而水资源丰富的国家则往往服务业增长缓慢。中国投入产出学会课题组曾经通过分析用水投入产出表对我国国

民经济 37 个部门水资源消耗及用水系数进行测算也验证了以上关系。从各部门完全用水系数看,农业用水系数远远高于其他所有行业,总用水系数达到 0.1659,除此以外,用水系数较高的部门大部分集中在工业部门,高用水系数前 10 的部门中,工业就占了 8 个,服务业中只有住宿餐饮业用水系数在前 10。<sup>⑥</sup>

## (二)城市化率的提高

城市化的过程就是农民市民化的过程,随着城市化率的不断提高,居民生活用水也随之增长,这主要是因为农村居民和城市居民的用水量存在较大差异。例如,我国 2004—2012 年,每年城镇人均日用水量与农村人均日用水量的差距均在 110 升以上(见表 2)。

表 2 城镇和农村人均用水量

年份	城镇人均用水量(L/d)	农村人均用水量(L/d)	城镇人均用水量-农村人均用水量(L/d)
2004	212	68	144
2005	211	68	143
2006	212	69	143
2007	211	71	140
2008	212	72	140
2009	212	73	139
2010	193	83	110
2011	198	82	116
2012	216	79	137

资料来源:根据历年水资源公报整理。

根据城市化发展规律,一般认为城市化率超过 70%意味着城市化进程基本结束。按此标准,日本于 1969 年达到 70.43%,韩国于 1988 年达到 70.24%,分别于工业化结束之前 3~5 年基本完成城市化<sup>⑦</sup>,之后城市化速度有所减缓,城市化推进对居民生活用水影响逐步减小,当绝大部分农民转入城市,城市化率基本稳定时,生活用水也趋于稳定。

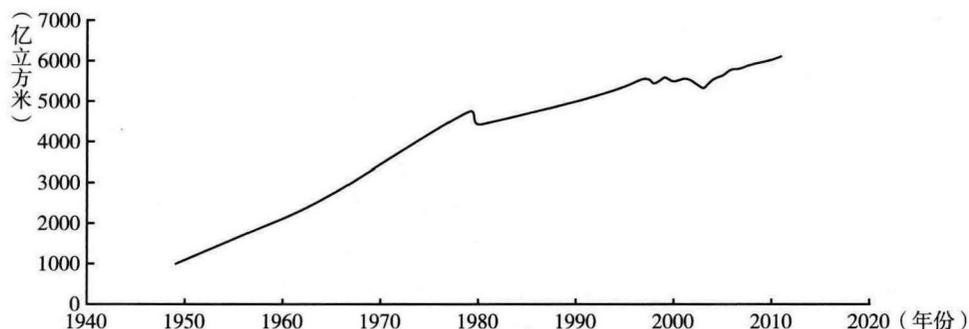


图 7 我国用水总量变化

注:1949 年到 1996 年数据来源于中国工程院“中国可持续发展水资源战略研究”课题综合报告之二《水资源现状评价和发展趋势分析》,中国水利水电出版社 2001 年版;1997 年到 2012 年数据来源于中国水利部相关年份《中国水资源公报》。

## (三)现代化的生活方式

随着经济发展和人均收入的增长,必然带来人们生活方式的改变,并影响着居民生活用水的变化。以日本与用水相关度较高的洗衣机为例,随着人均收入提高,洗衣机等耐用消费品普及率逐渐上升。1964 年,日本家庭洗衣机的普及率为 61.4%,随后该数据不断提升,到 1973 年已经达到 97.5%,到 1979 年达到 99%,基本实现全覆盖。这个时间点基本与日本实现现代化的时间点吻合。

## 五、我国中长期水资源需求预测

### (一)我国用水变化所处的发展阶段

1. 用水总量和增长率。1979 年前我国用水量增长较快,从 1949 年的 1031 亿立方米快速增长到 1979 年的 4767 亿立方米,30 年增加了 3736 亿立方米,翻了两番,年平均增长速度为 5.24%。用水量的快速攀升与我国以农业为主的产业结构密切相关。到 1979 年,我国农业产值在三次产业中的比重高达 30%左右,农业用水量占总用水量的 88%,工业用水占 11%,生活用水仅占 1%。1980 年以后,随着农业比重逐步下降,用水量增长幅度明显下降。从 1980 年的 4437 亿立方米增加到 2012 年的 6142 亿立方米,年均增长仅为 1.2%。同时,用水增长率也呈现逐步下降态势。1980 年到 1993 年的 13 年间,用水量从 4437 亿立方米增加到 5198 亿立方米,年均增长 1.23%;1998 年到 2011 年的 13 年间,用水量从 5435 亿立方米增加到 6107 亿立方米,年平均增长速度为 0.9%(见图 7)。这期间农业用水量所占比重不断下降,从 83.4%下降到 61.3%,下降了 20 多个百分点,工业用水比例不断上升,从 10.3%上升到 23.9%,上涨了一倍多,生活用水量从 1%上升到了 12.9%,大规模增加。

2. 用水系数。我国 1997 年水利部开始发布《水资源公报》，进行用水量的统计，用水数据时间相对较短。但是，由于我国长期处于农业社会，早年用水量与农业用水具有很强的相关性，而 1997 年以后我国已经完全进入工业化时期，运用这段时间用水数据，与其他国家具有可比性。

从我国用水系数变化来看，1997 年到 2004 年很不稳定；从 2005 年开始，用水系数基本稳定在 0~0.2 的区间内，2005 年到 2012 年用水系数的平均值为 0.12(见图 8)。我国这个时期的用水系数相当于韩国 1973—1990 年重化工业化发展阶段的水平。

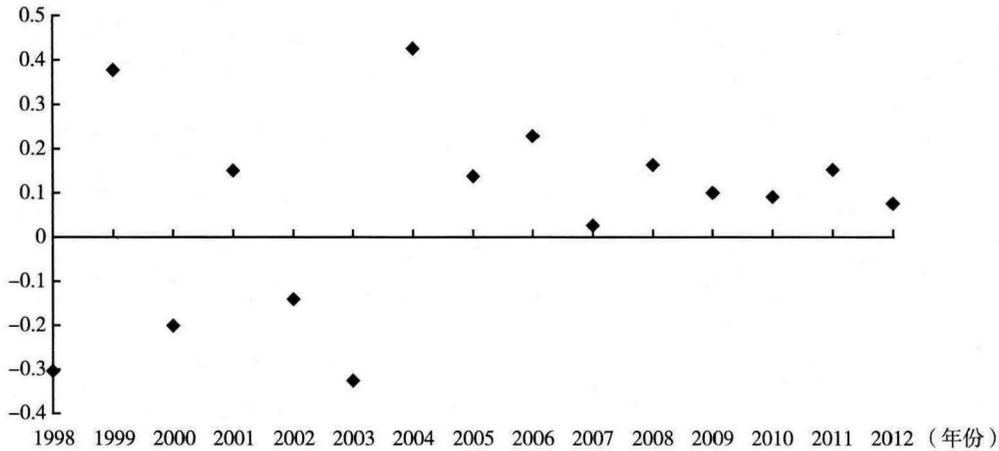


图 8 我国用水系数变化

注：根据历年《水资源公报》数据和国家统计局数据计算。

根据用水变化的一般规律，在我国工业化、城市化和现代化还远没有完成的情况下，用水量还将进一步增加，用水系数在重化工业化之后会处在高位稳定状态。但是，从 2013 年开始，在我国的三次产业结构中，服务业首次超过第二产业，达到 46.9%，这是我国产业结构优化具有里程碑意义的变化。这意味着我国用水量增长率将趋于下降，不过由于第二产业所占比重仍高达 40% 以上，这个下降会幅度小而缓慢。

### (二) 我国中长期水资源需求预测

根据我国“两个一百年”的奋斗目标，在中国共产党成立一百年时(2020 年左右)实现国内生产总值和城乡居民人均收入比 2010 年翻一番，全面建成小康社会；在新中国成立一百年时(2050 左右)人均 GDP 达到中等发达国家水平，建成富强民主文明和谐的社会主义现代化国家。如果从工业化、城市化和现代化的时间点来看，2020 年基本实现工业化；2030 年城市化率达到 70%，基本实现城市化；2050 年基本实现现代化。

根据我国实现工业化、城市化和现代化的时间节点，参与赶超经济体工业化、城市化和现代化进程中用水的一般变化规律，对我国中长期水资源需求可做出如下预测：

在 2030 年前，我国经济将处在年均 7% 左右的

中高速增长阶段，虽然在 2020 年已基本实现工业化，服务业比重不断提高，工业比重趋于下降，但还没有完全实现工业化和基本实现城市化，用水量既有增加的因素，也有减缓的趋势，特别是考虑到产业结构的快速升级和技术进步，以及我国早期用水粗放的现实，中长期用水系数将会保持基本稳定，即年均用水系数 0.12 左右。假定到 2030 年，我国年均经济增长率为 7.5%，2012 年用水量为 6131 亿立方米，递推计算，用水量将每年增加 0.9%，到 2020 年需水量约为 6598 亿立方米，2030 年将进一步达到 7217 亿立方米。2030 年以后，随着工业化和城镇化的全面实现，用水系数将趋于下降，用水增长也逐渐下降，按照日本和韩国的经验，工业化和城市化实现大约 20 年后，用水量开始进入零增长或负增长阶段，这意味着我国将在 2050 年左右达到用水高峰。此后，用水量将转入库茨涅茨倒 U 曲线的下降拐点。

从我国这几年经济发展的实际情况来看，我国 2013 年人均 GDP 就已达到 6700 美元左右，如果依据近几年我国人均 GDP 的增加速度，到建党一百年时(2020 年左右)，我国人均 GDP 将突破 10000 美元大关。再按此推算，并考虑世界银行每年调整国家发展水平分类标准的提高程度，我国大约会在 2030 年前人均 GDP 进入高收入国家的行列。依照

这样的发展速度,我国的工业化、城市化和现代化可能会提前实现,从而使得我国的用水高峰在2050年前就可能到来。

## 六、我国中长期水资源的供需缺口及应对

### (一)中高速增长的水资源供需缺口

2010年国务院批复的《全国水资源综合规划》指出,到2020年,全国用水总量力争控制在6700亿立方米以内,2030年全国用水总量控制在7000亿立方米以内。这也成为2012年国务院发布的《关于实行最严格水资源管理制度的意见》中用水总量红线控制目标。对比上述根据用水系数得出的预测结果,到2020年,我国用水总量能够支撑经济增长,到2030年,用水总量将存在217亿立方米的缺口。这一测算结果,虽然与其他一些机构和学者的预测相比,显得有些乐观,但我们认为这可能更符合我国的实际,特别是考虑了我国加快经济转型的实际。那些比较悲观的预测,主要问题就是没有考虑到我国政策的重大转变和产业结构的历史性变化。例如,麦肯锡和水资源集团的研究认为,如果政策没有重大调整,到2030年,中国的用水需求与实际供给之间将出现25%的缺口(Nicholas Consonery, 2010)。这一预测结果就是以没有重大政策调整为前提,从而把加快转型升级的重大政策和产业结构的升级忽略了。

当然,用水总量缺口不大,并不意味着我国水资源支撑中高速增长可以无忧了。实际上,我国水资源对中高速增长的支持还面临着另外两个缺口的挑战和压力:

一是结构缺口。我国是一个水资源分布严重不均的国家,南方水资源相对丰富,北方水资源相对匮乏,相当多地区水危机非常严重。我国600多座城市中,400多座城市缺水,130多座城市严重缺水。以北京为例,北京年均水资源量仅为21亿立方米,但是年均水资源需求却高达36亿立方米,年均水资源缺口达到15亿立方米。为满足经济和社会发展用水,北京不得不超采地下水和依靠跨区域调水。北京水源结构中,57.7%来自地下水及应急水源地,9.6%来自河北调水,22%来自再生水,仅有10.7%来自地表水(程建兰, 2014)。为此,世界银行驻北京的水资源专家蒋礼平指出:“严重缺水已成为妨碍中国北方社会和经济发展的重大问题”(何丽, 2013)。

二是水污染缺口。水污染成为加剧我国水危机的另一大重要原因,尤其是加剧了丰水地区的水危

机。以湖泊为例,2012年水利部对全国开发利用程度较高和面积较大的112个主要湖泊进行了水质评价,结果显示,全年总体水质为Ⅰ~Ⅲ类的湖泊数量占比为28.6%,Ⅳ~Ⅴ类的占49.1%,劣Ⅴ类水质占22.3%。<sup>⑩</sup>中国科学院水资源研究中心主任夏军对英国《金融时报》表示,“即便在那些不缺水的地区,污染也非常严重,可能使那里的水不可用。”中国主要江河39%的水体毒性过大,不适合与人体有任何接触(何丽, 2013)。麦肯锡(2009)也指出,我国的工业化和水污染会使得21%的地表水资源无法运用于农业和生活,考虑水源质量,供需缺口更为严重(The 2030 Water Resources Group, 2009)。如果放任对水资源的污染,水体污染持续恶化,很有可能出现即使有水,也无水可用的局面。

### (二)解决水资源供需缺口的政策选择

根据以上预测结果,并结合我国水资源供需的实际,在我国实现工业化、城市化和现代化的进程中,只要我国坚持稳增长、调结构、惠民生的政策思路不动摇,加快经济发展方式转变、促进产业结构优化升级、创新驱动经济增长,我国水资源总量对经济发展的支撑就不是主要问题。因此,我国解决水资源供需缺口的主攻方向就应是解决结构缺口和水污染缺口。

1. 加大区域间水资源的合理配置。经济增长的水资源总量缺口不大,就为加大区域间调水工程建设提供了可能和现实性,同时也为区域间调水工程建设,是否会造成目前水资源丰裕地区缺水的担忧提供了新的解释,也进一步证明了目前我国正在进行的大规模南水北调工程建设,在解决水资源供需结构缺口方向上的正确性和及时性。这也意味着,以解决结构缺口为主要目的的区域间调水工程建设投资将会是我国水利工程投资的重要方向。2008年以来,在建水资源配置投资占全部在建项目投资的比重不断上升,从2008年的13.02%上升到2013年的21.53%。

在加大区域间调水工程建设投资的同时,还需要加快建立和完善区域间调水工程运行的体制和机制问题,如调水过程中水质的保护、调出地区和调入地区利益协调、工程运营管理、水价形成、成本分担等等,用良好的体制和机制保证区域间调水工程发挥最大的效益。

2. 提高用水效率和充分利用雨水。由于区域间调水成本高,周期长,对生态环境存在许多未知的不确定性影响,因此解决水资源的结构缺口,不能单

纯依靠区域间调水工程建设,还要依靠严重缺水区域通过提高用水效率和充分利用雨水以缓解用水缺口。

提高用水效率,我国具有巨大的发展空间,尤其是农业用水。据统计,目前我国农业灌溉用水有效利用系数为 0.523,黄河流域部分地区可达 0.6,而发达国家农业灌溉用水有效利用系数在 0.7~0.8 之间。如果我国农业灌溉用水有效利用系数达到 0.7 的发达国家水平,一年就可以节约 991 亿立方米的水资源,相当于南水北调工程调水量的 2 倍。同时,我国生活用水浪费现象也非常普遍,水资源浪费惊人。以自来水为例,我国平均漏失率为 15.7%,有些地方甚至高达 30% 以上,而发达国家最高水平是 6% 至 8%。管道漏失导致我国每年流失自来水 70 多亿立方米,相当于一年“漏”掉一个太湖,足够 1 亿城市人口使用(陆娅楠,2013)。

提高用水效率,就需要做到:一是加大节水技术的引进、消化、吸收和再创新,以及节水技术的联合创新和自主创新,依靠创新驱动用水效率的提高。二是加快水资源的价格改革和管理体制改革,通过价格杠杆调节水资源的节约利用;通过管理体制改革,特别是在水资源管理中引入有效竞争机制,不断提高水资源的管理水平,从管理中要效益。三是加大城市水资源管网基础设施的维护和建设投资,由于这一投资具有巨大的外部性和公益性,需要加大政府的投资力度,不能单纯由市场调节。四是加强居民的节水教育,增强居民的节约意识和形成节约光荣的社会氛围和风尚。

充分利用雨水,也是解决水资源结构缺口的重要途径。很多国家,如德国、日本、澳大利亚等都采取了大量雨水回收利用的措施,甚至采取法律手段强制进行雨水回收,雨水资源得到较好利用。德国通过对雨水的收集利用,为家庭节水 50%。而我国目前大部分雨水都随污水排走,没有被很好回收利用,从而导致雨水对水资源的补充作用非常有限,造成极大浪费。要充分利用雨水,就要做到:一是要转换观念,增强意识,充分认识雨水作为重要水资源的地位;二是在城市基础设施规划建设中,增加雨水回收基础设施建设和改造,使其成为城市基础设施的一个必不可少的组成部分;三是加快雨水回收利用技术研发创新,提高雨水利用率。四是出台相关规定和办法,鼓励修建和运用雨水收集利用设施。

3. 严控水资源污染。严控水资源污染,就需要

做到:一是坚持“既要金山银山,也要绿水青山”的发展思路不动摇,把经济发展与建设资源节约型和环境友好型社会统一起来。二是加快污染产业的调整。对污染产业进行分类治理和调整,对处于严重产能过剩行业的污染企业,要依据化解过剩产能的要求,强制关闭;对那些产品符合市场需要的污染企业,要加大技术改造和污染治理的力度;对那些低碳高效的企业,要给予政策优惠,鼓励其兼并改造落后产能。三是严格水资源管理。世界上很多国家,即使是部分水资源丰富的国家都很早就开始了严格的水资源管理,但我国水资源管理起步较晚,水资源管理制度不够完善,水资源管理水平相对较低。2011 年中央 1 号文件提出实行最严格水资源管理制度,到 2012 年 1 月国务院发布《关于实行最严格水资源管理制度的意见》(以下简称《意见》),才真正开启了我国的水资源管理之路。这就要求我们提高水资源管理意识,加快推进水资源管理制度和体系建设,严格执行《意见》提出的水功能区限制纳污红线,将控制污染的指标分解落实到各地区,完善水资源污染排放和治理相关法律法规,加大污染排放管理和惩治力度。四是认真贯彻执行《水污染防治行动计划》。为加大水污染防治力度,保障水资源安全,2015 年 4 月初,国务院印发《水污染防治行动计划》(以下简称《计划》),针对流域和区域、水质达标和污染控制分别提出指标要求,细化了水污染防治目标,为水污染防治工作指明了方向;将具体防治工作落实到各部门和地方政府,明确了部门分工和管理责任,为部门间相互推诿和逃避责任堵住了后路;在税费改革和投资机制方面,提出既发挥政府调控作用,又要发挥市场机制在资源配置中的决定性作用,为水污染防治中理顺政府和市场关系提供了思路;强调企业和公众参与,构建了政府、企业和居民三位一体的水污染防治格局,形成了全方位参与的水污染防治行动纲领。这就要求我们落实责任,强化执行,完善考核和监督,督促各有关部门分头分步骤脚踏实地的落实《计划》提出的各项规定和要求,实现环境效益、经济效益和社会效益多赢。

注:

①参见 <http://money.163.com/special/rogers/>。

②1980 年,由于韩国爆发“光州事件”,经济受到严重影响,当年经济增长率为 -1.9%。

③由于韩国农业用水量统计中包含有效降雨量,因此每年农业用水数据差异巨大,为保持数据可比,农业用水量以邻近 5 年平均水平处理使用。

- ④日本1963年用水总量为59亿立方米,而韩国1965年则已经达到271亿立方米。
- ⑤韩国需水系数普遍低于日本的原因,很可能在于韩国早期用水粗放,用水量相对较高,水资源增长空间相对较小造成的。由于这并非本文重点,另文进一步考察具体原因。
- ⑥根据世界银行标准,一般认为人均国民收入超过1万美元即实现了现代化。日本于1978年人均国民收入超过1万美元。
- ⑦韩国于1995年人均国民收入超过1万美元。
- ⑧国家统计局国民经济核算司:《2006—2009年中国宏观经济运行轨迹》,中国统计出版社2010年版,第357—366页。
- ⑨数据来源于《1999年世界银行发展指数》。
- ⑩参见水利部:《2012年水资源综合公报》。

### 参考文献:

- 埃里克·迈耶,2014,《中国宏伟的水计划》,美国《福布斯》双周刊网站10月28日。
- 陈佳贵等,2012:《工业化蓝皮书:中国工业化进程报告(1995—2010)》,社会科学文献出版社。
- 陈家琦,1994:《在变化环境中的中国水资源问题及21世纪初期供需展望》,《水利规划》第4期。
- 陈素景等,2007:《中国省际经济发展与水资源利用效率分析》,《统计与决策》第22期。
- 程建兰,2014:《南水北调了,北京还缺水吗?》,中国新闻网7月18日。
- 陆娅楠,2014:《管网漏损自来水一年“漏”掉一个太湖》,《人民日报》10月20日。
- 国家统计局国民经济核算司,2010:《2006—2009年中国宏观经济运行轨迹》,中国统计出版社。
- 何丽,2013:《中国梦:缺水而枯》,《金融时报(中文网)》5月22日。
- 何希吾 顾定法 唐青蔚,2011:《我国需水总量零增长问题研究》,《自然资源学报》第6期。
- 侯培强等,2008:《上海市用水量与经济发展的关系研究》,《环境科学与管理》第2期。
- 贾绍凤等,2004:《工业用水与经济发展的关系—用水库兹涅茨曲线》,《自然资源学报》第3期。
- 贾绍凤 张士锋,2000:《中国的用水何时达到顶峰》,《水科学进展》第4期。
- 贾绍凤,2004:《经济结构调整的节水效应》,《水利学报》第3期。
- 柯礼丹,2004:《人均综合用水量方法预测需水量—观察未来社会用水的有效途径》,《地下水》第1期。
- 库兹涅茨,1989:《现代经济增长》,中译本,北京经济学院出版社。
- 李周 包晓斌,2008:《资源库兹涅茨曲线的探索:以水资源为例》,《中国农村发展报告 No. 6》,社科文献出版社。
- 刘昌明 陈志恺,2011:《中国水资源现状评价和供需发展趋势分析》,中国水利水电出版社。
- 刘渝,2008:《中国农业用水与经济增长的Kuznets假说及验证》,《长江流域资源与环境》第4期。
- 沈福新等,2005:《中国水资源长期需求展望》,《水科学进展》第4期。
- 孙振宇 李华友,2005:《北京市工业用水影响机制研究》,《环境科学动态》第4期。
- 汪奎等,2011:《中国用水量与经济增长的脱钩分析》,《灌溉排水学报》第6期。
- 姚建文 徐子恺 王建生,1999:《21世纪中叶中国需水展望》,《水科学进展》第2期。
- 张亮,2013:《未来十年中国水资源需求展望》,中国经济新闻网,http://www.cet.com.cn/wzsy/gysd/919560.shtml。
- 张培丽,2011:《我国经济持续稳定增长下的水资源安全》,《经济理论与经济管理》第9期。
- 张培丽,2014:《经济持续高速增长时限的理论假说及其验证》,《中国人民大学学报》第4期。
- 中国工程院“21世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组,2000:《中国可持续发展水资源战略研究综合报告》,《中国工程科学》第8期。
- 中国社会科学院经济学部课题组,2007:《我国进入工业化中期后半阶段》,《中国社会科学院院报》9月27日。
- Barbier, E. B. (2004), “Water and economic growth”, *Economic Record* 80(248): 1—16.
- BWCHINESE 中文网,2011:《水资源匮乏制约着中国的发展》,http://www.bwchinese.com/article/1020123.html。
- Cole, M. A. (2006), “Economic growth and water use”, *Applied Economics Letters* 11(1): 1—4.
- Consonery, N. (2010), “A MYM123 trillion China? Not likely”, http://www.foreignpolicy.com/articles/2010/01/07/a\_123\_trillion\_china\_not\_likely.
- Edwards, J, B. Yang & R. B. Al-Hmoud (2005), “Water availability and economic development: Signs of the invisible hand? An empirical look at the Falkenmark index and macroeconomic development”, *Natural Resources Journal* 45(4): 953—978.
- Fogel, R. (2010), “MYM123,000,000,000,000: China's estimated economy by the year 2040: Be warned”, http://foreignpolicy.com/2010/01/04/1230000000000000/.
- The 2030 Water Resources Group(2009), “Charting our water future”, Report from McKinsey & Company.

(责任编辑:白丽健)