

# 中国经济发展与水资源利用的演变态势、“脱钩”评价与机理分析

——以中美对比分析为例

吴 丹

(北方工业大学经济管理学院,北京 100144)

**摘 要:**通过国内外相关文献研究与数据收集,剖析了1950—2010年美国经济发展与水资源利用的演变态势及1949—2014年中国经济发展与水资源利用的演变态势,通过对比分析,评价中美经济发展与水资源利用的演变态势差异。在此基础上,结合中国经济发展与水资源利用的演变态势,从用水结构效应与用水效率效应两个维度,构建了经济发展与水资源利用的完全分解模型,并基于驱动力—压力—响应分析框架,评价经济发展与水资源利用的“脱钩”态势,系统剖析中国经济发展与水资源利用“脱钩”的内在机理,为加快中国经济发展与水资源利用“脱钩”的步伐提供参考。结果表明,实现中国经济发展与水资源利用的“脱钩”,前提在于保障农业用水量与工业用水量先后达到顶峰,实现农业用水量与工业用水量的零增长。

**关键词:**经济发展;水资源;演变;脱钩;评价;机理

**中图分类号:**TV213.9

**文献标志码:**A

**文章编号:**1671-4970(2016)01-0047-07

水资源是国民经济与社会发展的战略性资源,为我国城乡居民的生存和工农业生产与发展提供了有利保障。中国人口的快速增长与经济社会的高速发展,引发了人们对水资源利用的高度关注。中国作为世界人口第一大国,必须加快水利改革步伐,实现经济发展与水资源利用的“脱钩”。经济发展与水资源利用“脱钩”的本质就是,在保持经济社会继续增长的前提下,水资源利用效率持续快速提高,而水资源利用总量增长速度逐渐减慢,最终,水资源利用总量达到顶峰,实现用水零增长甚至负增长。经济发展与水资源利用“脱钩”,是最严格水资源管理制度框架下水资源利用的新模式。

## 一、引 言

众多学者对中国经济发展与水资源利用的演变

态势及“脱钩”问题进行了探讨研究,并取得了一批有意义的研究成果。针对中国经济发展与水资源利用演变态势的研究,学者们分别从生活、农业、工业等方面进行了研究<sup>[1-4]</sup>。其中,王玉宝等分析了1949—2050年农业水资源利用的演变态势,即经历初级利用、低效利用、合理利用、高效利用4个阶段,农业用水结构日趋合理<sup>[2]</sup>;鲁欣分析了1949—2005年工业用水经历了快速增长、低速稳定增长2个阶段,其中1997—2005年经济高速发展,但用水增长速度远小于同期经济增长速度,主要在于产业结构调整及节水技术的普及应用、提高用水效率、降低用水定额<sup>[4]</sup>。

针对中国经济发展与水资源利用“脱钩”问题的研究,一方面,学者们探讨了“脱钩”的时间点<sup>[5-11]</sup>,其中,贾绍凤等分别提出了采用人均综合用

收稿日期:2015-02-16

基金项目:国家社会科学基金重大项目(15ZDB164);教育部人文社会科学研究青年基金项目(13YJCZH195);北方工业大学“管理科学与工程”一级学科培育基金项目(203051360003)

作者简介:吴丹(1986—),男,江西抚州人,讲师,博士,从事水管理与政策研究。

水量和人均 GDP 两个指标,预测中国水资源利用“脱钩”的时间点<sup>[6-8]</sup>;刘昌明等总结了发达国家水资源利用“脱钩”的显著特点之一是第三产业占三次产业的比重达到 60%左右,指出在遵循客观规律和经济社会发展规律的前提下,通过最严格的需水管理,到 2030 年前后中国可望实现水资源利用“脱钩”<sup>[5,10]</sup>。另一方面,学者们通过借鉴国外经济增长与物质资源消耗、能源消费、农业生产贸易、交通量、环境污染等问题的脱钩理论应用<sup>[12-16]</sup>,综合 Vehmas 与 Tapio 等学者<sup>[17-20]</sup>的观点,从国家和区域两个层面,对水资源利用“脱钩”进行评价研究<sup>[21-27]</sup>。其中,汪奎等分别采用了 IPAT 模型、弹性系数法,评价 1997—2008 年、1949—2010 年中国用水总量、农业用水量、工业用水量与经济增长的“脱钩”状态与“脱钩”系数,得出农业用水与第一产业 GDP 处于较为稳定的强“脱钩”状态,用水总量、工业用水量与经济发展仍处于弱“脱钩”阶段<sup>[21-23]</sup>;陈庆秋等提出了经济发展与水资源利用“脱钩”的 4 个决定因素,即水资源开发利用程度、社会经济发展水平、科技进步和水政策调整<sup>[26]</sup>;魏鸿等提出了经济发展与水资源利用“脱钩”的 2 种模式,即约束型“脱钩”模式和自由型“脱钩”模式<sup>[27]</sup>。

发达国家的经验表明,经济发展与水资源利用的变化趋势及其“脱钩”态势,是社会经济发展到一定水平、人类发展与水和谐相处的必然趋势和结果,是资源节约型、环境友好型社会追求的最终目标。现有文献关于发达国家经济发展与水资源利用“脱钩”的研究成果,为中国研究经济发展与水资源利用的“脱钩”机理提供了宝贵经验<sup>[28]</sup>。国内学者主要分析预测了经济发展与水资源利用“脱钩”的时间点以及“脱钩”时的最大需水量。但针对经济发展与水资源利用的“脱钩”机理,鲜有学者进行深入探讨。鉴于此,在对比分析中美经济发展与水资源利用的演变态势基础上,构建完全分解模型,基于驱动力—压力—响应分析框架,评价经济发展与水资源利用的“脱钩”态势,系统剖析中国经济发展与水资源利用的“脱钩”机理。

二、中美经济发展与水资源利用的演变态势

1. 美国经济发展与水资源利用的演变态势

美国经济社会发展与水资源利用的长期变化趋势,对中国有着重要的借鉴意义。20 世纪 20 年代,美国进入工业化阶段,经历了大约 30 年时间,至 1950

年,第三产业成为主导产业。20 世纪 50 年代至 70 年代,美国进入工业化后期阶段。20 世纪 80 年代以来,美国进入去工业化阶段,第三产业迅速发展。1950—2010 年,经济发展表现为“较低增长—较快增长—高速增长—较快增长—较低增长”5 个阶段的变化,水资源利用相应表现为“快速增长—缓慢增长—缓慢下降—基本平稳—缓慢下降”的演变态势,即处于 S 型变化曲线的下降阶段(图 1—图 3)。

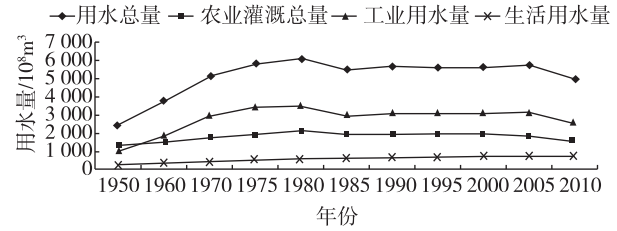


图 1 1950—2010 年美国水资源利用变化趋势

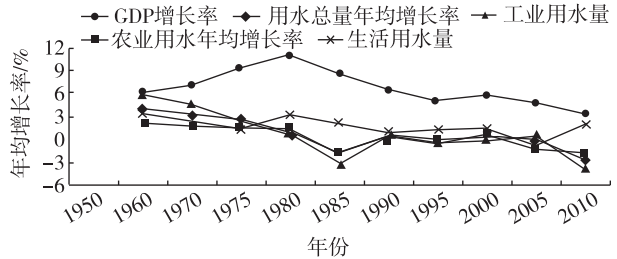


图 2 1950—2010 年美国经济发展与水资源利用年均增长率变化趋势

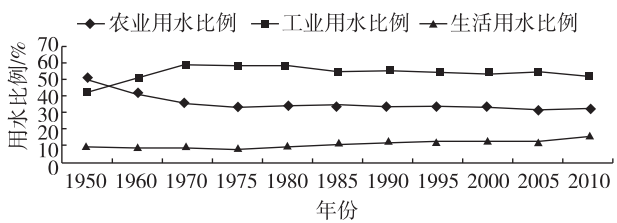


图 3 1950—2010 年美国用水比例变化趋势

根据图 1—图 3,综合分析美国经济发展与水资源利用的演变态势(表 1)。

根据美国的经济发展与水资源利用的演变态势,经验表明,随着经济的进一步发展,通过产业结构的不断优化,水资源利用终将达到顶峰,出现零增长,并逐步实现负增长。

2. 中国经济发展与水资源利用的演变态势

与美国经济发展过程相比,中国是农业大国与人口大国,建国初期开始发动工业现代化,滞后于美国 30 年。中国国民经济与社会发展的不同时期,经济增长表现为较强的波动性,主要体现为“高速增长—较低增长—高速增长—中高速增长”的变化趋势。中国水资源利用相应经历了“高速增长—快速增长—缓慢增长—制度约束性增长”的发展历程。

1949 年,用水总量仅为1 031亿 m<sup>3</sup>。至 2010 年,用水总量首次超过6 000亿 m<sup>3</sup>,达到 6 022 亿 m<sup>3</sup>,相对于 1949 年用水总量增长了近 5 倍,2014 年达到 6 220 亿 m<sup>3</sup>,但用水总量年均增长率总体处于持续下降的变化趋势(图 4—图 6)。

表 1 美国经济发展与水资源利用的演变态势

| 发展阶段                                        | 经济发展                                                                         | 水资源利用                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第一阶段(1950—1970 年):经济低速增长、水资源利用快速增长时期        | GDP 年均增长率为 6.5%。第三产业持续发展,第三产业比重从 54.5%上升至 59%。第二产业比重在 1951 年达到峰值 40%,随后持续下降。 | 从 2 478 亿 m <sup>3</sup> 增至 5 112.2 亿 m <sup>3</sup> ,增长了一倍之多,年均增长率为 3.7%。从用水结构来看,至 1970 年,工业用水比例提高至 58.6%,而农业用水比例持续下降至 35.1%。                                                                 |
| 第二阶段(1970—1975 年):经济快速增长、水资源利用缓慢增长时期        | GDP 年均增长率提高至 9.5%。第三产业比重超过 60%,达到 65.5%。第二产业比重降至 30%左右。                      | 增至 5 803 亿 m <sup>3</sup> ,年均增长率降为 2.6%。从用水结构来看,工业用水比例开始下降,1975 年降至 58.3%。农业用水比例仍然呈现继续下降的态势,1975 年降至 33.3%。                                                                                    |
| 第三阶段(1975—1980 年):经济高速增长、水资源利用减缓增长并达到顶峰时期   | GDP 年均增长率高达 11.2%。三次产业结构为 2.9:33.51:63.59。                                   | 年均增长率仅为 0.9%。至 1980 年,工农业用水均达到顶峰,用水总量为 6 079.4 亿 m <sup>3</sup> ,实现经济发展与水资源利用的“脱钩”。                                                                                                            |
| 第四阶段(1980—1985 年):经济从高速增长转为快速增长、水资源利用缓慢下降时期 | GDP 年均增长率降为 8.6%。三次产业结构为 2.3:27.5:70.2。                                      | 用水总量首次出现负增长,至 1985 年降为 5 512.9 亿 m <sup>3</sup> ,年均增长率为-1.94%。从用水结构来看,农业用水比例维持在 33%左右,工业用水比例持续下降至 54.5%。但生活用水持续增长,生活用水比例首次超过 10%,年均增长率达到 2.26%。                                                |
| 第五阶段(1985—2010 年):经济低速增长、水资源利用从基本平稳转为缓慢下降时期 | GDP 年均增长率降为 5.1%。至 2010 年,第三产业比重达到 80%。                                      | 1985—2005 年,用水总量基本稳定在 5 500 亿—5 600 亿 m <sup>3</sup> 左右,且工业、农业、生活用水趋于均衡。2005—2010 年,水资源利用缓慢下降,至 2010 年,用水总量下降为 4 927.68 亿 m <sup>3</sup> ,年均增长率为-2.7%。用水结构中,生活用水比例提高至 15.6%,工业用水比例持续下降为 51.8%。 |

根据图 4—图 6,综合分析中国经济发展与水资源利用的演变态势(表 2)。

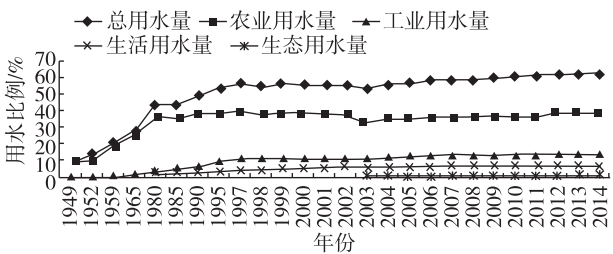


图 4 1949—2014 年中国水资源利用变化趋势

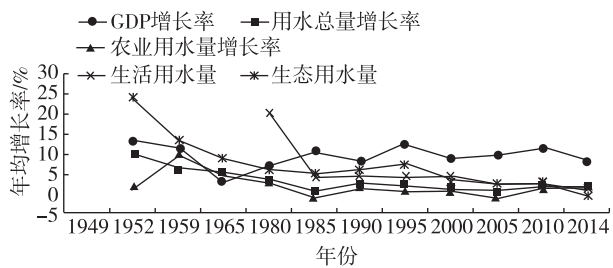


图 5 1949—2014 年中国经济发展与水资源利用年均增长率变化趋势

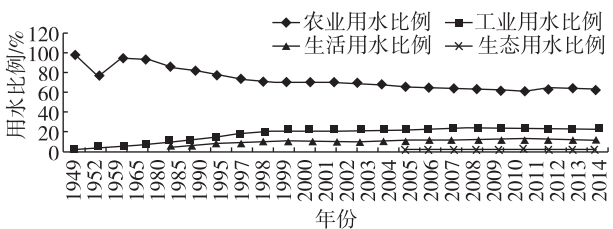


图 6 1949—2014 年中国用水比例变化趋势

### 3. 中美水资源利用变化的对比分析

从中美经济发展与水资源利用的变化趋势来看,中美国情存在较大的差异性。20 世纪 50 年代,美国已开始迈入工业化后期阶段,第三产业成为主导产业。而中国作为农业大国,开始发动工业化。1950—1980 年,美国经济一直保持快速平稳发展,而中国经历了“大跃进”和“文化大革命”,导致国民经济发展缓慢,水利发展严重滞后。1980 年,美国工农业用水和用水总量均达到顶峰,相对 1950 年,用水总量增长不超过 1.5 倍,因经济快速发展,工业用水激增,工业、农业用水最终趋于均衡;而中国人口总量将近翻了一番,出现人口倍增台阶,用水总量增长了 3 倍,由于经济不发达以农业用水为主。

20 世纪 80 年代,美国进入去工业化阶段,第三产业迅速发展,而中国进入改革开放时期,中国经济高速发展。1980—2010 年,美国经济发展逐步放缓,由于人口增加以及生活水平的提高而使生活用水显著增加,最终,农业、工业、生活用水趋于均衡,用水结构为 32.6:51.8:15.6。水资源利用已进入 S 型变化曲线的下降阶段。而中国经济发展一直保持高速发展,处于工业化快速发展阶段,工业、生活用水比例持续上升,农业用水比例虽持续下降,但是至 2010 年,农业用水比例仍高达 61.3%,相当于美国农业用水比例的两倍。工业用水比例虽持续上升,但仅相当于美国工业用



水比例的一半。农业、工业、生活的用水结构为 61.3:24:12.7。水资源利用仍处于 S 型变化曲线的增长阶段,但在最严格水资源管理制度约束作

用下,未来水资源利用的增长速度将逐步减缓并实现零增长。

表 2 中国经济发展与水资源利用的演变态势

| 发展阶段                                                 | 经济发展状况                                                                                                                                                                                                                              | 水资源利用状况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第一阶段 (1949—1959 年):经济高速增长、水资源利用高速增长时期                | 中国不断加快工业现代化进程,经济发展处于高速增长时期,GDP 年均增长率高达 11.9%。从产业结构来看,1952—1959 年,三次产业结构由 51:20.9:28.1 变为 26.9:42.7:30.4。在推动工业化持续快速发展的时期,第一产业比重下降了近 25%,第二产业比重提高了一倍,但第三产业比重仅上升了 2%,第三产业发展缓慢。                                                         | 从 1 031 亿 m <sup>3</sup> 增至 2 050 亿 m <sup>3</sup> ,增长了近一倍,年均增长率高达 7.1%。从用水结构来看,此阶段是以农业用水为主的水资源开发利用时期,农业用水增长了 94%,农业用水比例高达 95%左右。工业用水从 24 亿 m <sup>3</sup> 增至 110 亿 m <sup>3</sup> ,增长了近 4 倍,但工业用水比例仅占 5%左右。                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 第二阶段 (1959—1980 年):经济较低增长、水资源利用快速增长时期                | 经历了“大跃进”和“文化大革命”时期,中国经济发展严重受挫,GDP 年均增长率迅速降至 8%以下。其中 1959—1965 年,GDP 年均增长率仅为 3.2%,为历史最低水平。1965—1980 年,GDP 年均增长率为 6.7%,虽略有提高,但仍低于正常的经济发展水平。从产业结构来看,第二产业比重不断提高,第三产业比重持续下降,至 1980 年,三次产业结构为 30.2:48.2:21.6,第三产业比重下降了近 9%,第三产业发展进一步减缓。   | 1980 年增至 4 408 亿 m <sup>3</sup> ,翻了一番,年均增长率达到 3.7%。但相对于 1949—1959 年,用水总量年均增长率下降了近一半。从用水结构来看,农业用水仍占据主导地位,但农业用水比例降至 84.3%,减少了 10%。工业用水增至 418 亿 m <sup>3</sup> ,增长了 2.8 倍,工业用水年均增长率高达 6.6%。                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 第三阶段 (1980—2010 年):经济高速增长、水资源利用缓慢增长时期                | 国民经济发展不断优化经济布局,总量增长与质量提高统筹兼顾,从“又快又好”向“又好又快”的发展方式转变,中国经济发展再次进入高速增长阶段,GDP 年均增长率均超过 8%,仅 1985—1990 年(“七五”时期)GDP 年均增长率略低于 8%。从产业结构来看,自 1985 年开始,产业结构进入优化调整期,第一产业比重不断下降,第二产业比重较为稳定,第三产业比重不断提高。至 2010 年,三次产业结构为 10.2:46.9:42.9。           | 1980—2000 年,年均增长率仅为 1.1%。农业用水从 3 716 亿 m <sup>3</sup> 缓慢增长至 3 860 亿 m <sup>3</sup> 。从用水结构来看,至 2000 年,农业用水比例下降至 70%,工业用水比例首次超过 20%。<br>2000—2010 年,年均增长率仅为 0.9%。2003 年农业用水下降至 3 432.8 亿 m <sup>3</sup> ,2003—2010 年八个中央一号文件聚焦三农问题,至 2010 年,农业用水缓慢上升至 3 689.1 亿 m <sup>3</sup> 。但是农业用水比例一直呈现下降趋势,2010 年降至 61.3%。充分说明了农业发展对农业用水依赖程度明显下降。工业用水从 1980 年的 418 亿 m <sup>3</sup> 增至 2010 年的 1 447.3 亿 m <sup>3</sup> 。但工业用水增长率快速下降,1980—1995 年降至 5.9%,1995—2010 年进一步降至 2.6%。说明工业现代化对工业用水依赖程度明显下降。 |
| 第四阶段 (2010 年之后):经济由高速增长向中高速增长、水资源利用由缓慢增长向制度约束性增长转变时期 | 中国统筹推动稳增长、调结构、促改革。2010—2014 年,GDP 年均增长率降为 8%,经济从高速增长转向中高速增长,回落至合理区间内,逐渐进入国民经济发展的新常态。从产业结构来看,至 2013 年,第三产业比重首次超过第二产业比重,三次产业结构为 10:43.9:46.1,2014 年三次产业结构为 9.2:42.6:48.2,这对于经济结构转型和产业优化都有重要意义。但是距离国内外学者共识的用水顶峰时第三产业比重达到 60%以上仍有一定的差距。 | 2010 年之后,中国步入水利改革发展黄金期,国家开始加大水资源管理力度,不断完善水政策与管理制度,严格控制用水总量。未来 10 年,农业用水将基本保持在 3 700 亿 m <sup>3</sup> 左右,工业、生活与生态用水仍将继续增长。但在最严格水资源管理制度约束作用下,随着水资源利用效率的提高,增长速度将进一步减缓。2020 年,万元工业增加值用水量将降低至 65 m <sup>3</sup> 以下,用水总量年均增长率将控制在 1%以内,并逐步降低。                                                                                                                                                                                                                                                  |

注:2000 年之后,生态用水纳入经济社会发展用水统计范畴,在加强生态环境保护力度、完善生态环境保护政策的推动下,2010 年生态用水比例达到 2%。

三、经济发展与水资源利用的“脱钩”评价

根据图 1—图 6,经济发展与水资源利用的互动过程表现为较为复杂的演变态势,为加快实现中国经济发展与水资源利用的“脱钩”,必须探寻经济发展与水资源利用的“脱钩”机理。鉴于此,应用完全分解模型,结合水资源利用的增量变化,并基于驱动力—压力—响应分析框架,评价经济发展与水资源利用的“脱钩”态势,剖析经济发展与水资源利用的“脱钩”机理。

1. 水资源利用的完全分解模型构建

中国国民经济与社会发展过程中,由于水资源利用变化是在农业、工业、生活水资源利用的共同作用下产生的叠加效应,因此同时受到产业结构变化与用水效率变化的影响,水资源利用总量可用公式

表述:

$$W = Y \cdot WG \tag{1}$$

式(1)中,  $W$  表示水资源利用总量;  $Y$  表示生产总值,即 GDP;  $WG$  表示用水效率,即万元 GDP 用水量。

结合式(1),应用完全分解模型,可进一步推算得出不同时期产业结构变化与用水效率变化导致的水资源利用增量,可用公式表示为:

$$\begin{aligned} \Delta W &= W^t - W^0 = Y^t \cdot WG^t - Y^0 \cdot WG^0 \\ &= WG^0 \cdot (Y^t - Y^0) + Y^0 \cdot (WG^t - WG^0) + \\ &\quad (WG^t - WG^0) \cdot (Y^t - Y^0) \end{aligned} \tag{2}$$

式(2)中,  $\Delta W$  表示水资源利用的增量,  $W^t$ 、 $W^0$  分别表示第  $t$  个时期、基期的用水量;  $Y^t$ 、 $Y^0$  分别表示第  $t$  个时期、基期的生产总值,  $WG^t$ 、 $WG^0$  分别表示第  $t$  个时期、基期的用水效率。

根据式(2)可知,由于水资源利用同时受到产业结构变化与用水效率变化的影响,因此,公式(2)中的 $\Delta W$ 可进一步分解为:

$$\Delta W = \Delta W_s + \Delta W_e$$
$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta W_s = WG^0 \cdot (Y^t - Y^0) + \\ \frac{1}{2}(WG^t - WG^0) \cdot (Y^t - Y^0) \\ \Delta W_e = Y^0 \cdot (WG^t - WG^0) + \\ \frac{1}{2}(WG^t - WG^0) \cdot (Y^t - Y^0) \end{array} \right. \quad (3)$$

式(3)中, $\Delta W_s$ 表示由于经济发展的生产总值 GDP 增长变化引起水资源利用的增量变化,简称为用水结构效应; $\Delta W_e$ 表示万元 GDP 用水量的变化引起的水资

源利用的增量变化,简称为用水效率效应; $\Delta W$ 表示用水结构效应和用水效率效应叠加作用引起水资源利用的增量变化,简称为整体用水效应。

2. 水资源利用的“脱钩”状态判别

根据水资源利用的完全分解模型,以生产总值 GDP 作为经济驱动力指标,以整体用水效应作为压力状态指标,以用水效率效应作为响应状态指标,基于驱动力—压力—响应分析框架,综合判别中国经济发展与水资源利用之间的“脱钩”状态(表 3)。

根据式(3),结合产业结构的调整变化与用水效率的变化,计算出中国水资源利用的产业结构效应与用水效率效应情况,并结合表 3,进一步评价经济发展与水资源利用的“脱钩”态势(表 4)。

表 3 中国经济发展与水资源利用的“脱钩”状态判别

| 脱钩类型 | 经济驱动力(生产总值 GDP) | 压力状态(整体用水效应) | 响应状态(用水效率效应) | 脱钩弹性系数     | 脱钩判别   |
|------|-----------------|--------------|--------------|------------|--------|
| 脱钩   | 增长              | $\leq 0$     | $\leq 0$     | $\leq 0$   | 强脱钩    |
|      | 增长              | $> 0$        | $\leq 0$     | (0,0.8)    | 弱脱钩    |
|      | 衰退              | $\leq 0$     | $\leq 0$     | $\geq 1.2$ | 衰退性脱钩  |
| 负脱钩  | 衰退              | $> 0$        | $> 0$        | $\leq 0$   | 强负脱钩   |
|      | 衰退              | $\leq 0$     | $> 0$        | (0,0.8)    | 弱负脱钩   |
|      | 增长              | $> 0$        | $\leq 0$     | $\geq 1.2$ | 扩张性负脱钩 |
| 连结   | 增长              | $> 0$        | $> 0$        | ——         | 增长连结   |
|      | 衰退              | $\leq 0$     | $> 0$        | ——         | 衰退性连结  |

注:脱钩弹性系数主要指用水总量增长率与 GDP 增长率的比值。

表 4 中国水资源利用的用水结构效应、用水效率效应与“脱钩”态势

| 年份        | GDP 年均增长率/% | 用水结构效应/亿 m <sup>3</sup> | 用水效率效应/亿 m <sup>3</sup> | 整体用水效应/亿 m <sup>3</sup> | 脱钩弹性系数 | 脱钩判别 |
|-----------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|------|
| 1949—1952 | 13.4        | 447                     | -132                    | 315                     | 0.67   | 弱脱钩  |
| 1952—1959 | 11.3        | 1 296                   | -592                    | 704                     | 0.47   | 弱脱钩  |
| 1959—1965 | 3.0         | 418                     | 276                     | 694                     | 1.76   | 增长连结 |
| 1965—1980 | 6.7         | 3 631                   | -1 967                  | 1 664                   | 0.37   | 弱脱钩  |
| 1980—1985 | 10.7        | 3 259                   | -3 264                  | -5                      | -0.001 | 强脱钩  |
| 1985—1990 | 7.9         | 3 615                   | -3 150                  | 465                     | 0.10   | 弱脱钩  |
| 1990—1995 | 12.3        | 7 331                   | -6 894                  | 437                     | 0.04   | 弱脱钩  |
| 1995—2000 | 8.6         | 2 741                   | -2 548                  | 193                     | 0.06   | 弱脱钩  |
| 2000—2005 | 9.6         | 3 681                   | -3 545                  | 135                     | 0.03   | 弱脱钩  |
| 2005—2010 | 11.2        | 4 856                   | -4 467                  | 389                     | 0.06   | 弱脱钩  |
| 2010—2014 | 8           | 2 970                   | -2 772                  | 198                     | 0.05   | 弱脱钩  |

根据表 4,总体来看,经济发展与水资源利用尚未实现“脱钩”,导致用水增长的原因主要是由于国民经济的持续快速发展,水资源利用的用水结构效应大于用水效率效应。

3. 水资源利用“脱钩”机理分析

根据表 4 中水资源利用“脱钩”态势的判别结

果,剖析水资源利用“脱钩”机理。结合图 2,可得出 1950—2010 年美国水资源利用的增长量变化(图 7)。根据图 7 可看出,1950—1980 年,用水总量的增量大于零,且工业、农业和生活用水量的增量均大于零。至 1980 年,用水总量以及各行业用水量的增量趋近于零。1980—2010 年,用水总量的增量趋近于零,且

工业、农业与生活用水量的增量仍趋近于零,并出现微量的上下波动。总体来看,1950—2010年,美国农业与生活用水量的增量变化较为平稳,且其变化量对用水总量变化的影响作用不明显,而工业用水量的增量变化趋势与用水总量的增量变化趋势较为吻合,工业用水量的增量变化对用水总量的增量变化较为凸显。说明美国工业化后期阶段,实现经济发展与水资源利用“脱钩”的前提在于工业用水量达到顶峰,实现工业用水量零增长。

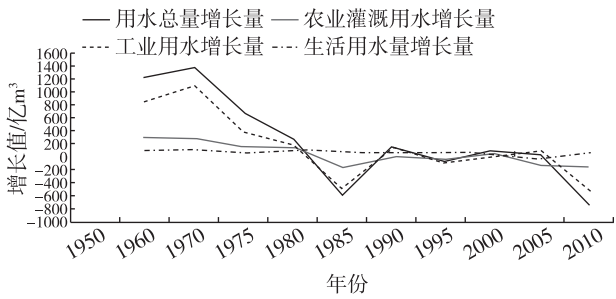


图7 1950—2010年美国水资源利用增长量变化趋势

结合图5,可得出1949—2014年中国水资源利用的增长量变化(图8)。

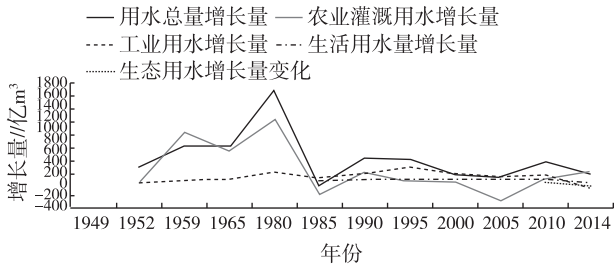


图8 1949—2014年中国水资源利用增长量变化趋势

从图8可看出,1949—1985年,用水总量的增量大于零,且工业、农业、生活用水量的增量均大于零。至1985年,用水总量、农业用水量的增量首次小于零。1985—2010年,用水总量的增量仍大于零,工业、生活用水量的增量仍大于零。其中1985—2000年,农业用水量的增量大于零,2000—2005年,农业用水量的增量小于零。总体来看,1949—2014年,中国工业、生活用水量的增量变化较为平稳,且其变化量对用水总量变化的影响作用不明显,而农业用水量的增量变化趋势与用水总量的增量变化趋势较为吻合,农业用水量的增量变化对用水总量的增量变化较为凸显。

结合中美水资源利用增量变化趋势,从图8可看出,伴随中国经济的平稳健康发展,实现经济发展与水资源利用的“脱钩”,关键是提高用水效率效应。前提在于保障农业用水量与工业用水量先后达

到顶峰,实现农业用水量与工业用水量的零增长。

随着农田灌溉水有效利用系数的不断提高,当灌溉面积达到一定限度,农业用水将达到顶峰,并随着科学技术的进步,实现农业经济增长与农业用水的“脱钩”。同时,随着万元工业增加值用水量的持续下降,当工业发展到一定阶段(后工业阶段),工业用水量将达到顶峰,实现工业经济增长与工业用水的“脱钩”。预计到2020—2030年,用水总量将逐步到达顶峰并进入缓慢下降期,中国经济发展与用水总量有望保持“脱钩”的发展态势。但经济发展与水资源利用“脱钩”,并不意味着静止僵化,而是仍表现为一种动态变化状态。即经济继续保持增长的同时,水资源利用效率不断提高,水资源使用效益不断增加。

四、结 语

基于国内外相关文献研究与数据收集,对中美经济发展与水资源利用的演变态势进行了对比分析。结合不同时期的经济发展趋势以及用水总量的变化,采用完全分解模型,基于驱动力—压力—响应分析框架,系统评价了经济发展与水资源利用“脱钩”态势。在此基础上,实证分析了1949年以来不同时期中国经济增长与水资源利用的增量变化,系统剖析了实现经济发展与水资源利用“脱钩”的内在机理。结果表明,美国水资源利用已进入下降阶段,目前中国经济发展与水资源利用仍未实现“脱钩”,农业、工业用水达到顶峰,实现零增长,是水资源利用“脱钩”的关键。总体来看,在水资源集约化利用程度、水资源利用效率不断提高的情况下,中国用水总量的增长速度正在加速减慢。在生态环境建设的政策制定与推动以及最严格水资源管理制度的实施保障下,预计到2020—2030年,用水总量将逐步到达顶峰并进入缓慢下降期,中国经济发展与用水总量有望保持“脱钩”的发展态势。

参考文献:

[1] 袁宝招,陆桂华,郦建强.我国生活用水变化分析[J].水资源保护,2007,23(4):48-51.  
[2] 王玉宝,吴普特,赵西宁,等.我国农业用水结构演变态势分析[J].中国生态农业学报,2010,18(2):398-404.  
[3] 王浩,汪党献,倪红珍,等.中国工业发展对水资源的需求[J].水利学报,2004(4):109-113.  
[4] 鲁欣,秦大庸,胡晓寒.国内外工业用水状况比较分析

- [J].水利水电技术,2009,40(1):102-105.
- [5] 刘昌明,何希吾.中国21世纪水问题方略[M].北京:科学出版社,1996.
- [6] 贾绍凤.工业用水零增长的条件分析:发达国家的经验[J].地理科学进展,2001,20(1):51-58.
- [7] 柯礼丹.全国总用水量向零增长过渡期的水资源对策研究:兼论南水北调工程的规划基础[J].地下水,2001,23(3):105-112.
- [8] 何希吾,顾定法,唐青蔚.我国需水总量零增长问题研究[J].自然资源学报,2011,26(6):901-909.
- [9] 贾绍凤,张士锋,杨红,等.工业用水与经济发展的关系:用水库兹涅茨曲线[J].自然资源学报,2004,19(3):279-284.
- [10] 刘昌明,赵彦琦.中国实现水需求零增长的可能性探讨[J].中国科学院院刊,2012,27(4):439-446.
- [11] 张亮.未来十年中国水资源需求展望[J].发展研究,2013(11):12-18.
- [12] OECD. Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth [R].Paris:OECD,2002.
- [13] AYRES R U,AYRES L W,WARR B. Energy, power and work in the US economy, 1900-1998[J].Energy,2003,28(3):219-273.
- [14] OECD. Effects of quantitative constraints on the degree of decoupling of crop support measures [R]. Paris: OECD,2005.
- [15] VEHMAS J,KAIVO-OJA J,LUUKKANEN J.Comparative de-link and re-link analysis of material flows in EU-15 member countries[C]// Wuppertal:Conaccount Conference, 2003.
- [16] TAPIO P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the ease of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J].Journal of Transport Policy,2005(12):137-151.
- [17] DE BRUYN S M, OPSCHOOR J B. Developments in the through put-in-come relationship: theoretical and empirical observations[J].Ecological Economics,1997,20(3):255-268.
- [18] VEHMAS J, KAIVO-OJA J, LUUKKANEN J. Global trends of linking environmental stress and economic growth [R].Turku,Finland Futures Research Centre,2003;6-9.
- [19] CLIMENT F, PARDO A. Decoupling factors on the energy-output linkage: the Spanish case [J]. Energy Policy,2007,35(1):522-528.
- [20] SIGRID S.Delinking economic growth from environmental degradation: a literature survey on the environmental Kuznets Curve Hypothesis [J]. Wirtschafs Universitat Wien Working Paper, 1999(6):1-24.
- [21] 汪奎,邵东国,顾文权,等.中国用水量与经济增长的脱钩分析[J].灌溉排水学报,2011,30(3):34-38.
- [22] 于法稳.中国粮食生产与灌溉用水脱钩关系分析[J].中国农村经济,2008(10):34-44.
- [23] 吴丹.中国经济发展与水资源利用脱钩态势评价与展望[J].自然资源学报,2014,29(1):46-54.
- [24] 朱洪利,潘丽君,李巍,等.十年来云贵两省水资源利用与经济发展脱钩关系研究[J].南水北调与水利科技,2013,11(5):1-5.
- [25] 潘安娥,陈丽.湖北省水资源利用与经济协调发展脱钩分析:基于水足迹视角[J].资源科学,2014,36(2):328-333.
- [26] 陈庆秋,薛建枫,周永章,等.珠江三角洲用水零增长预测[J].水利发展研究,2004(8):14-17.
- [27] 魏鸿,石峰,张慧成.水资源可持续利用模式:需水零增长模式[J].中国人口·资源与环境,2013,23(11):168-170.
- [28] 张伟,聂锐,王慧.全生命周期视角下水资源多目标优化配置研究[J].现代经济探讨,2014(1):89-92.