

文章编号: 1007-6301 (2001) 01-0051-09

工业用水零增长的条件分析 ——发达国家的经验

贾绍凤

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 本文探讨发达国家工业用水零增长出现的时间及其原因。发达国家的经验表明: 较高的环境保护要求是工业用水减少的宏观社会背景, 产业结构升级则是工业用水实现零增长的直接原因。第二产业所占的 GDP 比重和就业比重的开始降低是工业用水减少的前奏, 第二产业比重的明显降低——其实质是高耗水的重化工行业规模的绝对萎缩——几乎是工业用水停止增长的充分条件。

关 键 词: 工业用水; 用水零增长; 产业结构升级; 发达国家

中图分类号: F429.9 **文献标识码:** A

1 引言

淡水被认为是 21 世纪最紧缺的资源。由于地球表层的淡水供给是有限的, 而且很多地方已经开发殆尽, 因此调控水资源需求成为必然选择。对中国等经济发展迅速的发展中国家而言, 在三种主要需水类型 (生活用水、工业用水和农业用水) 之中, 工业用水的变动趋势意义重大。原因是目前工业总产值的增长速度很快 (年均增长率 10% 以上), 预测的未来工业总产值增长速度也很快, 按照工业总产值乘以单位产值耗水量的工业需水量预测模式, 即使考虑单位产值耗水量的大幅度降低, 预测的工业需水量必将成倍增长。在很多水资源规划中, 工业需水的预测结果就是成倍增长。如果未来的趋势真的如此, 则既意味着工业需水量的大幅度增长, 使在空间上非常集中的工业用水及城市生活用水更加困难^[1, 2], 也意味着农业用水被大幅度削减而转用于工业, 那么大家担心的因水资源短缺而导致的粮食短缺很可能成为现实。不过我们有理由怀疑这种预测的准确性, 特别是对于预测期 20 年以上的长期预测而言。因为一方面根据经济规律, 用水需求会受到用水成本和效益的制约^[3~5], 另一方面根据发达国家的经验, 工业总产值不可能一直高速增长, 工业用水量也不会一直增长, 而是有停止增长甚至转而下降的时候。本文通过总结发达国家工业用水的变动过程, 分析工业用水变动与环境保护、产业结构变动等因素的对应关系, 力求找出工业用水变动的规律, 查明工业用水停止增长乃至下降的条件, 以为发展中国家的工业需水预

收稿日期: 2000-12; 修订日期: 2001-02

基金项目: 中国科学院重点项目资助 (区域 IV- 9903)。

作者简介: 贾绍凤 (1964-), 男, 湖南龙山人, 中国科学院地理科学与资源研究所副研究员。从事水文水资源和区域可持续发展研究。

测提供参考依据。

2 发达国家的工业用水历史变动过程

经济合作与发展组织的 24 个成员国,除了水资源开发利用很低(2% 以下)的加拿大、冰岛和挪威,产业升级较为滞后的韩国,和资料系列太短(最新的资料只到 1980 年)难以作出判断的比利时、希腊和爱尔兰总共 7 个国家之外,其余 17 个国家在 90 年代以前都经历了工业用水量(指淡水取用量,下同)达到高峰并转而下降的过程(见表 1)。韩国、台湾、香港、新加坡等新兴工业化国家或地区在 90 年代后期也出现了工业用水减少的现象。可见,工业用水在上升到一定阶段后可能停止增长甚至转而下降,这是一种很普遍的现象。

发达国家工业用水出现减少趋势最早的是瑞典。1964 年非常重视环保的瑞典通过水质法令,强制生产用水的再循环利用,使得工业淡水取水量从 1966 年开始迅速下降,1975 年比 1965 年工业取水量减少了约 50%^[6]。荷兰的工业用水也较早地从 60 年代末进入减少期^[7]。大部分发达国家工业用水的减少出现在 70 年代和 80 年代。日本工业用水减少开始的年份是 1974 年(见图 1)^[8],美国工业淡水取水量开始减少的年份是 1981 年(见图 2)^[9]。

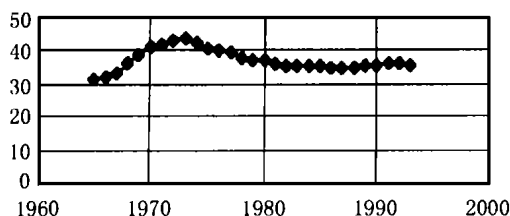


图 1 日本工业取淡水
(30 人以上企业, $\text{million m}^3/\text{day}$)

Fig. 1 Industrial Fresh water withdraw of Japan

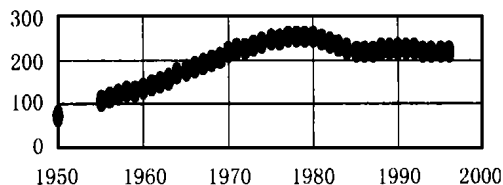


图 2 美国历年淡水取用量
(billion gallons/d)

Fig. 2 Industrial Fresh water withdraw of U SA

3 发达国家工业用水停止增长的条件分析

70、80 年代发达国家工业用水减少有深远的社会经济背景。本节讨论发达国家工业用水减少与当时诸多社会经济现象的对应关系。

3.1 工业用水减少与石油价格变动的对应关系

图 3 是阿拉伯标准轻质原油价格曲线。发达国家工业用水减少的 70、80 年代恰巧是石油价格高涨的年代。比较图 1 和图 3,可以看出日本工业用水减少的时间刚好是第一次石油价格猛涨的时间;比较图 2 和图 3,可以看出美国工业用水减少的时间刚好是第二次石油价格猛涨的时间。因此石油价格的上涨与发达国家工业用水减少有密切的关系。但是,不能认为石油价

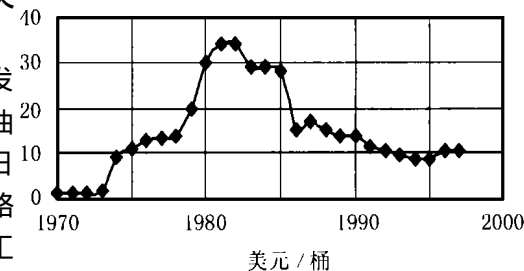


图 3 历年石油价格(美元/桶)

Fig. 3 Crude oil price change

资料来源: Truman et [3] 和 World band 1999

格上涨是工业用水减少的根本原因。理由之一是瑞典、荷兰等国家在石油危机之前工业用水就开始减少了;理由之二是 1985 年以后石油价格大幅度回落,而工业用水并没有随之回升,而是趋于稳定甚至继续减少。而且如果按不变价格来衡量,石油价格的长期变化趋势是下降的。虽然石油危机中石油价格确实大幅度上涨,但即使 1981 年石油现价最高时的石油价格也要比 20 世纪初期低。

表 1 发达国家 (OECD 成员) 工业用水变化情况
Tab. 1 Industrial water use change in OECD countries

国家	年份	工业取水 /km ³ /a ¹	工业用水是 否转而下降 ¹	出现下降 的时段 ¹	国家	年份	工业取水 /km ³ /a ¹	工业用水是 否转而下降 ¹	出现下降 的时段 ¹	
澳大利亚	1975	0.36	是	75~ 85	爱尔兰	1972	0.30	资料不足		
	1985	0.29				1979	0.58			
新西兰	1968	0.34	是	68~ 80	意大利	1980	0.58	是	80~ 81	
	1980	0.12				1970	3.24			
	1985	0.19				1980	15.17			
	1991	0.20				1981	12.51			
加拿大	1977	23.40	否		卢森堡	1990	15.17	是	73~ 76	
	1980	25.31				1973	0.03			
	1991	31.57				1976	0.03			
美国 ²			是	1981	荷兰	1972	9.22	是	67~ 72 ³	
奥地利	1975	1.90				1980	8.66			
	1980	2.28	1986	8.83						
	1989	1.55	1991	4.76						
比利时	1991	1.37	资料不足		挪威	1972	1.18	否		
	1971	6.94				1980	1.44			
	1980	7.68				1983	1.46			
丹麦	1970	0.30	是	77~ 88	葡萄牙	1985	1.46	是	80~ 90	
	1977	0.38				1990				
	1988	0.32				西班牙	1975			5.50
芬兰	1990	0.32	1985	6.84						
	1972	3.92	是	72~ 80			1986	11.92		
	1980	3.15					1991	8.00		
1989	2.55	瑞典				1975	2.50	是	1966	
法国	1991		1.87	1980	2.19					
	1975		17.28	是	88~ 90		1989			1.65
	1984		22.98				1991			1.61
1988	30.13	瑞士	1973				1.20	是	85~ 89	
联邦德国	1990		26.03	1985	2.34					
	1975		23.24	是	87~ 91		1989			0.82
	1981		28.98				1991			0.87
1987	37.60	英国	1972				13.42	是	80~ 89	
希腊	1991		32.39	1980	21.83					
	1975		0.13	资料不足		日本 ⁴	1989			11.17
冰岛	1980	1.46								
	1987	0.06	否		韩国	1976	1.39	是	90 年代	
	1991	0.10				1992	9.66			

资料来源: 1. 系作者根据 World Resources 整理; 2. 美国的用水资料来自 United States Geological Survey Agency;
3. Colenbrander 1986; 4. 日本的资料来自水道产业新闻社, 水道年鉴 1988~ 1996

石油危机之所以触发工业用水减少的原因是：一方面，石油价格的大幅度上升引发经济危机，很多工业行业产品产量下降，用水随之减少；另一方面，石油价格的大幅度上升使抽水成本和供水价格上升，也抑制了用水需求。

3.2 工业用水与重化工产品产量的对应关系

发达国家工业用水的减少与重化工产品产量的减少也几乎是同步的。请看表 2 发达国家粗钢、水泥、石油冶炼等重化工产品产量达到历史最高峰的时间。这些时间大都是在 70、80 年代，与工业用水减少的时机很接近。这应该不只是一种巧合。

表 2 第二次世界大战后发达国家某些生产指标达到高峰的时间
Tab. 2 The climax time of some production indicators in developed countries

国家	粗钢	水泥	石油冶炼能力	炼油产量	商船制造量	商船拥有量	铁路货运量
澳大利亚	1981 ¹	1979	1981	1980	1976	1982	1982
新西兰		1974					
加拿大	1979	1979	1977	1979	1976	1982	1981
美 国	1973	1973	1980	1978	1976	1947	1979
奥地利	1979	1974		1980	
比利时	1974	1977	1976	1977			
丹 麦	...	1973	1979		1974	1978	
芬 兰	...		1976		1976		
法 国	1974	1972	1977	1976	1974	1978	1974
联邦德国	1979	1972	1978	1979	1975	1978	1970
希 腊	...	1995 ²			1973		
冰 岛							
爱尔兰							
意大利	1980	1981	1978	1979	1974	1979	1980
卢森堡	1974						
荷 兰	1974 ¹	1974	1974	1976	1975	1975	
挪 威	1974				1973	1976	
葡萄牙					1973		
西班牙	1985	1978	1976	1976	1975	1979	
瑞 典	1974		1973		1973	1976	1974
瑞 士	
英 国	1970	1973	1974	1975	1955	1975	1951
日 本	1974	1980	1979	1979	1975	1976	1970
韩 国	1995 ²	1995 ²	1995 ²		1995 ²		

注：1. 个别国家 90 年代中期产量恢复并超过历史最高水平；2. 资料截止年；...表示该国该项产品在世界上地位不重要。
资料来源：1. 1982 年以前的资料主要来自范慕韩主编《世界经济统计摘要》^[10]；2. 1982 年以后粗钢产量资料来自日本铁
钢新闻社主编《铁钢年鉴》（日文）^[11]；3. 水泥产量资料来自日本水泥新闻社编辑部编《水泥年鉴 1998》（日
文）^[12]；4. 炼油能力等资料来自日本能源报导社编《石油年鉴》（日文）^[13]；5. 造船、铁路货运量等资料来
自朝日新闻社编《朝日年鉴》（日文）^[14]。

我们知道，在加工业总用水量中，冶金、化工、石油冶炼、造纸和食品加工等少数几个高耗水行业的用水占 2/3 以上。随着这些高耗水的劳动- 资本密集型产业（或这些行业

中的劳动- 资本密集部分) 在 70、80 年代向发展中国家大规模转移, 尽管个别国家(如荷兰) 的粗钢等重化工产品产量在 90 年代中期恢复到历史最高水平, 但大多数发达国家的重化工业已永远失去了在经济中的主导地位。相应地, 发达国家的工业用水必然出现减少的趋势。

3.3 工业用水与产业结构升级的关系

发达国家重化工产品产量下降的表面原因是石油涨价引起的经济危机, 其本质的原因则是发达国家的产业结构在这一时期由劳动- 资本密集型向技术- 知识密集型转变。所以重化工产品产量与工业用水的关系实质是产业结构升级与工业用水的关系。发达国家工业用水的减少实际上是与产业结构的升级联系在一起的。随着发达国家工业类型由劳动- 资本密集型向技术- 知识密集型转变, 发达国家的工业用水停止增长甚而下降。

60 年代发达国家的以纺织、服装业为代表的劳动密集型产业向韩国、台湾、拉美等国家和地区转移, 到 70、80 年代冶金、造船、普通化工等资本密集型产业也大批地向发展中国家转移, 形成所谓发达国家的“产业空心化”现象, 即发达国家很多公司在其母国只保留公司总部, 而其生产部门都转移到生产成本低廉的发展中国家。

70、80 年代发达国家产业结构的升级突出表现在三个方面: 一是国内生产总值(GDP) 的一、二、三产构成中第一产业的比重降到 10% 以下的很低的水平, 第二产业的比重达到 40% ~ 50% 的高峰后转而下降, 第三产业的比重普遍上升并达到 60% 以上; 二是在第二产业内部, 劳动- 资本密集型的纺织、冶金、石油化工、造船等行业逐步让位给技术- 知识密集型的电子、新材料等新兴行业; 第三, 在传统行业内部, 也出现了高级化趋势, 尤其是高耗能、高污染的加工环节转移到发展中国家, 在发达国家只保留研究开发、市场营销等部门。

发达国家普通化工、冶金等高耗水行业的萎缩直接造成了其工业用水量的减少。表 3 给出了几个发达国家的工业用水减少时的第二产业 GDP 比重和就业比重。工业用水减少时二产 GDP 比重的范围, 最高的是日本为 45%, 最低的是法国为 30%; 二产就业比重的范围, 最高的是德国为 38%, 最低的是澳大利亚为 28.3%。

从表 3 还可看出: 除了日本, 其它发达国家的第二产业 GDP 比重和就业比重达到顶峰的时间都先于工业用水达到顶峰的时间。大部分发达国家第二产业的 GDP 比重和就业比重在石油危机之前就已开始降低, 而工业用水的减少都出现在石油危机之后。其中的原因是: 虽然在 50、60 年代发达国家的第二产业的发展速度开始落后于第三产业, 因而第二产业的 GDP 比重和就业比重开始降低, 但第二产业、尤其是作为当时的支柱产业的重化工行业的绝对规模仍在扩张, 所以工业用水仍继续随之增长。只有到石油危机引起高耗水的石化、冶金等重化工行业的产量绝对下降时, 工业用水才开始减少。

不过, 比较表 3 中工业用水的减少时间和二产比重明显减少的时间, 可以看出发达国家工业用水减少的时间与二产比重明显减少的时间是很接近的。第二产业比重在达到顶峰转为下降后, 开始阶段的下降是比较缓慢和反复的, 但到某个时间后, 二产比重的下降开始加快并很少反复。二产比重明显减少的时间指的就是这一下降加快的时间。它的物理意义是重化工行业在增长放慢、比重降低一段时间后, 其规模开始绝对萎缩。虽然重化工行业的绝对萎缩并不与工业用水的减少完全一一对应, 例如 60 年代瑞典工业用水的减少与重化工行业没有关系, 相反加拿大在 70 年代末 80 年代初经历了重化工行业的萎缩但工业用

水并未同步减少，但是对大多数发达国家工业用水的减少与重化工行业的萎缩都有很好的对应关系（参见表 3 各国工业用水减少时间与二产比重明显减少时间的对比。需注意的是由于缺乏逐年的用水资料，所以工业用水减少的时间是大致判断的，与实际减少年份可能前后差几年）。

表 3 发达国家工业用水由升转降与产业结构升级的时间对应关系
Tab. 3 The correlation of the climax time of industrial water withdraw with industrial structure upgrading in developed countries

		美 国	日 本	德 国	法 国	英 国	意大利	澳大利亚
工业用水减少时间		1981	1974	1989	1989	1985	1981	1980
用水减少时二产 GDP 比重/%		34	45	36	30	34	41	35
用水减少时二产就业比重/%		28.9	36.3	38	30	31	37	28.3
二产 GDP 比重 顶峰	发生时间	1951	1974	1962	1965	1950	1974	1957
	对应比重/%	40	45	55	49	49	44	42
二产 GDP 比重 明显减少	发生时间	1982	1974	1985	1981	1985	1983	1982
	对应比重/%	33	45	35	34	34	40	34
二产就业比重 减少	发生时间	1957	1973	1970	1964	1957	1971	1957
	对应比重/%	32.7	36.6	50	39.9	50	44	49

资料来源: 世界经济与政治研究所 世界经济 编辑部编, 当代世界经济实用大全^[15]; United Nations, Statistical Year-book 1989- 1998^[16]。

3.4 更严格的环境保护要求对工业用水的抑制作用

高标准的环境要求，既要求减少从自然水体中的取水量，又要求减少废水向自然水体中的排放量，从两方面都推进了工业用淡水取水量的减少。如瑞典和荷兰远在石油危机之前的 60 年代工业用水就开始减少，主要推动因素就是环保对废水排放的限制。1964 年瑞典通过法律，强制要求提高工业用水重复利用率，提高污水排放标准，减少污水排放量，使得工业用水在 1966 年开始转为下降。美国工业用淡水取水量在 80 年代初出现减少也与 1977 年实施更严格的污染控制法规有关^[2]。50、60 年代是第二次世界大战后西方发达国家经济发展的黄金时期，不仅日本和德国的经济迅速恢复并跃居世界经济总量第二和第三位，美国、加拿大、澳大利亚、新西兰和西欧其它国家都获得了较快的发展。但同时，50、60 年代也是西方国家环境恶化、恶性环境公害事件频频发生的时期。一方面惨痛的教训使人们警醒，另一方面生活水平的提高使人们产生了更高的环境要求，因此从 60 年代后期开始，西方国家掀起了轰轰烈烈的环境保护运动。这种较高的环境要求无疑是发达国家工业用水减少的深刻背景之一。更严格的环境法规不仅直接要求减少淡水取用量和污水排放量，而且通过对高耗水、高污染行业的惩罚为产业结构升级提供了强大动力。

3.5 发达国家工业用水变动过程中市场机制的作用

虽然石油价格上涨、产业结构升级、更严格的环境保护要求对发达国家工业用水减少有直接的作用，但不能忽略市场经济体制的基础作用。石油价格上涨之所以对西方发达国家的经济有迅猛的影响而引起经济结构的迅速调整，就因为西方发达国家实行的是市场经济制度，产品生产和资源配置必须跟随市场的价格信号。如果商品价格和资源的配置由计划而不是市场来决定，资源配置就会失去导向，产业结构升级的步伐就可能被打乱，低耗

水的产业就可能在竞争中战胜不了高耗水产业。例如若供水价格由政府制定且定得很低而长期不变, 低耗水产业替代高耗水产业的进程就不会很顺利。发达国家的工业用水重复利用率普遍较高, 而社会主义国家的工业用水重复利用率普遍较低, 就与两类国家的水价制度不同有关。社会主义国家的水价往往远低于供水成本而且几十年不变, 起不到推动节约用水的作用; 市场经济国家的水价基本反映了供水成本包括废水处理成本, 较高的水价起到了鼓励节约用水的作用。发达国家工业用水重复利用率普遍达到 80% 以上。

4 小结

发达国家工业用水减少的原因主要有以下几个方面:

(1) 更严格的环保要求对废水排放的限制。高标准的环境要求, 既要求减少从自然水体中的取水量, 又要求减少废水向自然水体中的排放量, 从两方面都推进了工业用淡水取水量的减少。

(2) 产业结构升级, 即产业类型由耗水多的劳动- 资本密集型向耗水少的技术- 知识密集型转变。产业结构升级是发达国家工业用水减少的根本原因之一。

(3) 市场经济体制的基础作用。市场经济体制是发达国家产业结构升级和工业用水变动的基本条件。其表现之一是较高的市场化的供水价格和排污费, 使发达国家工业用水的重复利用率普遍达到 80% 以上。工业用水利用率的提高是发达国家工业用水减少的直接原因之一。

(4) 石油价格上涨的诱发作用。石油价格的上涨虽不是工业用水减少的本质原因, 但却是发达国家工业用水普遍减少的诱发因素。石油价格上涨引起的能源危机和经济危机, 不但使工业产品产量下降, 直接诱发工业用水减少, 而且经济危机时期也就是产业结构的调整期, 石油价格上涨引起的经济危机使发达国家的产业结构进入了迅速的调整期。虽然发达国家产业结构的调整是必然的过程, 即使没有石油价格上涨也会发生, 但石油价格上涨大大加快了这一进程。

另外, 个别发达国家工业用水减少也与水资源紧缺有关 (多数发达国家无此问题, 因为大多数发达国家水资源开发利用效率仍然很低)。例如比利时的水资源开发利用效率按总水资源量算达到 72%, 按当地自产水资源量算达到 108%, 水资源比较短缺。更为典型的是不属于发达国家的以色列。以色列的水资源开发利用效率已超过 100% (1989 年按当地水资源量算达到 109%, 按总水资源量算也达到 86%), 已几乎没有增加供水的可能性。因此为了满足经济发展的水资源需求, 以色列政府部门为每个行业制定的单位产品用水定额在 1967 - 1987 年 20 年间减少了 70% (World resources 1987)。

总之, 根据前面的分析, 可知发达国家工业用水减少的条件不是单一的, 包括以下几个方面: 市场经济体制是必要的体制保证, 较高的环境要求是工业用水减少的宏观社会背景, 第二产业所占的 GDP 比重和就业比重的降低是工业用水减少的前奏, 产业升级、第二产业比重的明显降低——其实质是高耗水的重化工行业的规模的绝对萎缩——几乎是工业用水停止增长的充分条件, 工业用水利用率的提高是技术上的保证, 用水成本上升 (如抽水的油价或电价上涨) 和水资源短缺是工业用水减少的强化因素。与发达国家工业用水减少时机对应最好的是第二产业的 GDP 比重和就业比重的明显减少时间。根据 7 个较大的发

达国家的资料统计,工业用水减少时第二产业的 GDP 比重范围为 30%~45%,第二产业的就业比重范围为 28%~38%。

根据发达国家的经验,包括中国在内的发展中国家的工业需水量迟早也会随着产业升级而减少。

参考文献:

- [1] 金凤君 华北平原城市用水问题研究[J]. 地理科学进展, 2000, 19(1): 17~24
- [2] 李建新 德国引用水源保护区的建立和保护[J]. 地理科学进展, 1998, 17(4).
- [3] 贾绍凤, 康德勇 提高水价对水资源需求的影响分析——以华北平原为例[J]. 水科学进展, 2000, 38(3): 49~53
- [4] 贾绍凤, 康德勇 水资源需求预测与管理的核心——水资源有效需求[A]. 21 世纪初期大城市可持续发展的水资源保障能力国际讨论会代表论文集[C]. 天津, 2000-5-8~10
- [5] 贾绍凤, 张士锋 中国用水何时达到顶峰? [J] 水科学进展, 2000, 38(4).
- [6] World Resources Institute World resources 1986, 1987, 1988~89, 1990~91, 1994~95, 1996~97, 1998~99 [M]. New York: Basic Books, Inc
- [7] Colenbrander H J. Water in Netherland The Hague: TNO Committee on Hydrological Research[M]. The Netherlands Organization for Applied Scientific Research, 1986
- [8] 水道产业新闻社 水道年鉴 1988~1996(日文)[M].
- [9] United States Geological Survey Agency. Trends in Water Use <http://water.usgs.gov/>
- [10] 范慕韩 主编 世界经济统计摘要[M]. 北京: 人民出版社, 1985
- [11] (日本)铁钢新闻社 主编 铁钢年鉴 1997(日文)[M].
- [12] (日本)水泥新闻社编辑部 编 水泥年鉴 1998(日文)[M].
- [13] (日本)能源报导社 编 石油年鉴 1997(日文)[M].
- [14] (日本)朝日新闻社 编 朝日年鉴 1985~1997(日文)[M].
- [15] 世界经济与政治研究所 世界经济 编辑部 编 当代世界经济实用大全[M]. 中国经济出版社, 1990
- [16] United Nations Statistical Yearbook 1989~1998[M].

The Linkage between Industrial Water Use Decrease and Industrial Structural Upgrade ——Experience of Developed Countries

JIA Shao-feng

(Institute of Geographical and Natural Resource Research, C.A.S., Beijing 100101 China)

Abstract: It's difficult to forecast industrial water demand in developing countries when the size of industry enlarges quickly and the structure of industry changes rapidly. It's especially unbelievable that industrial water demand will double in every 10 years or so for every developing country, because developed countries have set examples that industrial water use (here it means fresh water withdrawal) may decrease when industrial structure changed from labor- and- capital- intensive type to technology- and- knowledge- in-

tensive type. In this paper we mainly discuss the time and reasons of the decrease of industrial water use in developed countries. Following are the conditions or influence factors for the decrease of industrial water use in developed countries. Firstly, the stricter regulations of environmental protection are the macro background. Secondly, industrial structural upgrade, especially the migration of heavy-chemical industries from developed countries to developing countries, is the essential driving force. Thirdly, the promotion of the efficiency of industrial water use is the technological guarantee. Fourthly, the crude oil price rising or the petroleum crisis was the inducing factor but not the necessary condition. Finally, in some countries water resources shortage is one of the main reasons why industrial water use decreased. (But in most developed countries the ratio of fresh water withdraw to total water resources is still very low). When industrial water use decreased in developed countries, the corresponding proportion of secondary industry in total GDP ranged from 30% to 45%, while employment proportion of secondary industry ranged from 28% to 38%. From these figures we can get some quantitative concepts of the condition of industrial water use decrease in developed countries, but the qualitative judgement of the constriction of heavy-chemical industries is more important.

Key words: Water use; Industrial water use decrease; Industrial structural upgrade; Developed countries