

这部分时，决不能出到A的价。

根据这种多产品情况的考虑，我们能够发现农业区位理论方面其它两点谬论。第一是所谓“冯·屠能模式”从不通过“模式”来研究供应—价格—租金的相互关系，事实上只是描述了中间阶段，这必然会改变最后的均衡状态。第二，产品A

具有较陡的梯度，因而，位于内部的只需要支付外部交叉点Xc处产品B的租金。除此以外，不完全是总数，那就是人们通常认为的“机会成本”的概念。

李柱臣译自《Transform agriculture and rural development》1980
沈洪泉校

美国的调水问题

И.Е.季马舍夫*

跨流域调水对调节美国①水资源，起着明显的作用。调水是合理利用淡水（首先是克服水源不足）的有效途径之一。介绍美国经验，是有益的，因为地区性的用水困难以及类似的克服途径对于我国也是一个现实问题，有些苏联学者曾介绍过这方面的美国经验。本文系引用新资料介绍美国调水问题的概况。

可再生的淡水资源，在空间和时间上的分布很不均匀，这是决定美国必须调水的、最重要的自然因素。美国有丰沛的淡水资源：全国河川径流总量，平均每年有18,380亿米³；每1平方公里单位径流量为235,1000米³（苏联约为210,000米³），地下水贮量也丰富，不少于年平均总径流量的50倍。按淡水保证率来说，东部的水资源区与西部截然不同，淡水保证率影响到用水的结构。东部地区系湿润地区或过度湿润地区，而西部地区多半为干燥地区或水分不足地区。美国联邦水资源委员会把东部区分为8个水资源地区，西部区分为10个水资源地区（见附图、附表），这些水资源地区分别分成54个和45个水资源区。

美国东部主要是水质问题，而广阔得多的西部则是水量问题，正确些说是开辟

水源的问题。在枯水年份，东部的一些湿润地区也有缺水的问题。整个地说来，西部水资源地区的每1平方公里的径流量仅为东部的 $\frac{1}{2.8}$ （约三分之一），为全国平均的

$\frac{1}{1.6}$ （约三分之二）（见附表）。西部的人均耗水量要比东部高得多：例如1975年的总耗水量多1.7倍，②而不可重复使用的耗水量几乎多12倍。西部有许多水文区——下科罗拉多区、大盆地、格朗德区、南加利福尼亚区等，天然的水资源很缺乏，而且到2000年将越益缺少。因而，调水首先是对西部地区有巨大意义，这是不足为奇的。在个别的水资源区或水资源区组内调水，或在它们之间进行调水，以补充地表径流的不足或地下水资源的超量开采。

但是，在东部地区，调水也有重要意义，因为这里人口密度高得多（每1公里² 56人，而西部为12人），而且有许许多多城

* И.Е.Тимашев

① 本文中的美国指美国本土部分，即48个接壤的州，不包括阿拉斯加和夏威夷群岛。

② 这年的数据不是实测的，而是计算值，它反映了常年的水分保证率之下的利用淡水的基本条件。

市群。在这里，调水主要是为了满足市政用水需要，因为当地的水源已不能完全满足需要。在这方面典型的是中大西洋区，早在1842年这里就已修筑了美国最早的调水系统之一——全长250公里的克罗顿输水渠，为纽约供水。

西部与东部不同，与调水无关的水资源区已没有了。这里是实现调水的基本场地，虽然远远不是连成一片的。在西部，大致每3—5个居民中就有1人是通过调水获得水源的，而调水水源的距离不少于150公里。据美国第二次国家水册资料，

表 1

美国各水资源区的河川径流量、调入量和调出量

水资源区及编号	天然径流量		调入量，公里 ³ /年			调出量，公里 ³ /年		
	总量 亿米 ³ /年	每1公里 ² 千米 ³ /年	1975	1985	2000	1975	1985	2000
东部 (1-8)	11,028	406.7	6.16	6.26	6.35	2.63	2.73	2.82
其中								
新英吉利 (1)	1,087	711.4	0.25	0.35	0.44	0.25	0.35	0.44
中大西洋 (2)	1,113	421.3	2.86	2.86	2.86	2.20	2.20	2.20
南大西洋 (3)	3,213	459.4	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18
大 湖 (4)	1,040	318.7	0.03	0.03	0.03	0	0	0
俄亥俄 (5)	1,920	454.8	0	0	0	0	0	0
田纳西 (6)	568	534.8	0	0	0	0	0	0
上密西西比 (7)	1,050	213.4	2.85	2.85	2.85	0	0	0
下密西西比 (8)	1,037	417.1	0	0	0	0	0	0
西部 (9-18)	7,353	143.9	16.31	18.80	22.3	16.14	18.63	22.13
其中								
苏里斯-雷德-雷依尼 (9)	85	55.6	0	0.08	0.89	0	0	0
密苏里 (10)	850	63.7	0.57	0.76	1.53	0	0.16	1.72
阿肯色-怀特-雷德 (11)	935	136.2	0.22	0.29	0.32	0.04	0.04	0.04
得克萨斯 (12)	492	108.6	0.55	0.55	0.55	0.51	0.51	0.51
格朗德河 (13)	73	20.7	0.32	0.27	0.27	0	0	0
上科罗拉多 (14)	193	67.7	0	0	0	1.11	1.36	1.51
下科罗拉多 (15)	—8.	—	0.05	0.06	0.19	6.21	5.70	5.57
大 盆 地 (16)	83	17.3	0.14	0.25	0.35	0.003	0.003	0.003
西北太平洋 (17)	3,710	528.6	0.06	0.06	0.06	0	0	0
加利福尼亚 (18)	940	302.4	14.40	16.48	18.14	8.27	10.86	12.78
美 国 (1-18)	18,381	235.0	22.47	25.06	28.65	18.77	21.36	24.85

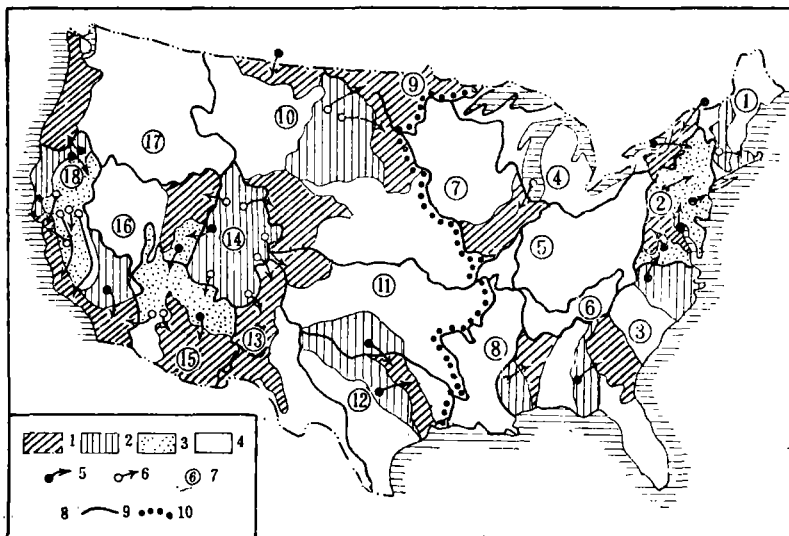
• 表示由外区进入的，消耗的流量，在区内是总蒸发大于降水量，地方径流量为零。

附注：“0”表示每年的调水量少于0.00069公里³或该区与调水无关。

1975年西部的调水量超过16公里³,占全国调水量的72%;再加上从加拿大引入的径流量(3.7公里³/年),这一年的调水总量共达22.5公里³(见附表)。这比苏联的调水量(50—60公里³/年)少一半多,只有加拿大(141公里³/年)的1/6。在美国,一般为经济蓬勃发展的地区修建调水工程。

美国、特别是西部,调水的主要目的之一是为了满足灌溉需要,灌溉是淡水的

最大消费部门。1975年灌溉消耗了216.6公里³的地表水和地下水,占全国总耗水量(463.5公里³)的47%。通过经济措施和合理利用水资源,到2000年,全国总耗水量可能有所降低(210.8公里³/年)。但是,不可重复使用的灌溉消耗(其中91—93%为西部所消耗)在未来的25年中将由118.3公里³/年增至126.9公里³/年,这是随灌溉面积扩大而增多的。



美国的水资源区——通过跨流域调水调入和调出河川径流的各区的分布

现有或到2000年将实现的区或区组: 1—调入河川径流, 2—调出河川径流, 3—调入和调出河川径流, 4—调入量少于0.00069公里³/年或与调水无关的地区, 5—1975—2000年期间调水量无变化, 6—到2000年调水量将变化, 7—水资源区编号(见附表), 8—根据调入、调出划分的水资源区界或水资源区组界, 9—水资源区界, 10—东部与西部水资源区界。

1975年美国耕地的灌溉面积为18,300,000公顷^①,其中约有90%(1,640万公顷)分布在西部,但是,进行轮作的总播种面积,西部略少于东部(分别为6千万公顷和6,300万公顷)。到下一个世纪初,西部的灌溉面积将增加170万公顷,东部则为110万公顷。这对于调水量的变化无疑是一个重要因素,总调水量应当增加到28.7公里³/年,几乎大部分是西部地区增加的(见附表)。

正是在西部约有一半调水量用于灌溉,剩下的主要用于市政用水和工业的需

要。在西部,调水可以获得最大的水资源利用效果,在农业中尤其如此。调水可以弥补用水的不足,用水不足,不仅使水质恶化,而且越来越阻碍灌溉农业的发展。据预测,到本世纪末,西部54个水资源区中,将有32个以上的区在早年将明显缺水。相反地在东部现有的水资源到2000年也应当够用,不仅是保留1975年水平的灌溉面积够用,即使扩大灌溉也够用。只

① 本文的资料,主要引自美国联邦通讯社,密河流域委员会和州通讯社的资料,灌溉面积为2,100万公顷。

是在旱季也不排斥有可能暂时缺水。

调水最多的是加利福尼亚州，这里的调水量占西部总调水量的88%（14.4公里³）。加利福尼亚州的范围与同名的水资源区颇一致，这里的用水问题实质在于：71%的淡水资源集中在北部克拉马恩河和萨克拉门托河流域，而对水的需求，有80%来自南部。宽阔的加利福尼亚盆地中部和南部，分布有冲积平原和山麓冲积洪积平原，原是干燥亚热带特有的草原景观和半荒漠景观，现在几乎全部辟为农田，绝大部分的居民居住在这里。这里淡水很不够，虽然急剧地、往往是无节制地开采地下水也不够用，急剧开采导致了种种不良后果，如过度消耗地下水，减少地下水的永久贮量，恶化水质，降低地下水位，大面积的地面沉降等。

按地下水消费量来说，加利福尼亚在美国的水资源区中居首位，1975年达26.5公里³（其中有超量开采的3公里³），这相当于东部的全部开采量。大致有87%或23公里³，用于灌溉；另外有25公里³系来自地面径流。因此，用于灌溉农业的总取水量约为48公里³，其中有34公里³（71%）是不可重复使用的耗水量。这两个指标值在美国都是最高的，只是到2000年，第一个指标在加利福尼亚不再变化，而另一个区——米苏里水资源区有可能略为跑在前面（多2公里³/年）。近60年来在加利福尼亚建设了许许多多水坝和渠道，稠密如网，从而实现北水南调，显著地纠正了水资源分布的不相称。1975年，加利福尼亚利用调来的水大致灌溉了350万公顷耕地。到2000年还计划增加60万公顷。

加利福尼亚的现有调水工程，均是美国最大规模的工程。首先要指出中央河谷工程（CVP），它每年以萨克拉门托河流域调3.4公里³河水到圣华金河谷的干旱地区。调水工程系统总长约600公里，包括

20个水库（总库容约为19.4公里³）长800公里的输水渠，10个水电站，许多抽水站。将来还要修建辅助工程。中央河谷工程主要为灌溉服务（可灌溉的土地不少于150万公顷），此外还用来防洪改善萨克拉门托河的航运，保证发电以及市政、工业用水等。它是一个典型的多目标开发工程。与这个工程颇相似的是加州调水工程（State Water Project），它每年调往南部各区的水量达5.2公里³，其中有2.5公里³调往洛杉矶。它的主要配水渠——加利福尼亚输水渠长715公里，它把萨克拉门托河和圣华金河三角洲与最南端的佩里斯水库联结起来。

美国还在拟定一个极其宏伟的调水方案，即北美水利电力联盟（NAWAPA），调水量庞大，调水距离也很远（1千公里以上），它有多种目的，涉及许多州和几个国家（美国、加拿大、墨西哥）的利益。这个方案与一些复杂的法律和政治问题纠缠在一起，这成了实现这个方案的主要障碍。由于这些原因，大多认为到本世纪末，要实现这个庞大的调水方案是不现实的或不太可能的。

在决定大调水方案的命运时，起较重要作用的是：调水线路上所生产的电能是否多于耗于抽水的电能。例如，中央河谷工程的全部工程所生产的电能，大于沿线抽水站所消耗的电能，这就在很大程度上决定了这个计划在经济上的可行性。调下密西西比河的部分径流（10—15公里³/年）来灌溉得克萨斯州西部和新墨西哥州东部的平原的方案，有另外一种情况。这个方案之所以出现，是由于这一广大地区的经济、特别是很发达的农业是依靠地下水资源的开采的，而现在这一资源行将枯竭。据另一个技术上可行的比较方案的设想，应该从1,300公里远处调水到雷德河谷地，然后沿线路提升1,200米。但是沿

线不能配置水电站来补充消耗的电能，所以这个比较方案，从经济、财政角度来看毫无实现的可能。

除了政治、法律、经济、社会、技术等方面外，自然方面的问题（自然地理、生态、合理利用自然）也是美国调水问题中的极重要方面。中央河谷工程，加州调水工程等，在许多方面影响周围的环境，带来许多后果，引起了美国的注意。这些后果或发生变化的环境要素，可按调水系统的下列基本地段加以很概括的标示：1）排水水利枢纽的下游段——河流水情、地下水补充情况、水中和陆上的生态系统、水质、水温、输沙量、土地利用（例如河漫滩开发情况）；2）排水水利枢纽或调水水库的上游段——淹没、水中生态系统（鱼类资源等）、陆上生态系统（野生动物等的生境）、水质水温、增加蒸发，改变小气候、侵蚀、堆积、地下水、地质特点、土地利用（例如沿岸地带的土壤改良措施）；3）调水线路：a）渠道——妨碍土地资源利用，引水建筑物中鱼类死亡，野生动物的分布区缩小，对儿童有危险，创造了休息场所的条件；d）河床——增加河流流量，补充地下水贮量，鱼类资源、沿岸植被、侵蚀和堆积；4）调水的消费——增加人口，扩大城市中心和灌溉农业的面积，同时伴以各种后果。

上列后果中，有一些显然带有社会、

经济性质，而在别的后果中却忽略了如下的极其重要的指标，如调水对整个自然地域综合体的影响以及对医疗地理条件的影响。苏联的自然地理研究（例如调西伯利亚河水方案中的研究）证明：在解决跨流域调水问题时，上述的二个方面对于保证自然保护、合理利用自然资源和改善居民生活条件是有头等重要意义的。

在美国的水利技术规划和设计中，对自然、科学问题不够重视，在不太久以前是研究最少的。许多方案的确定，主要以技术、经济指标为基础。1969年美国环境政策法（NEPA）和美国水资源委员会制定的《水、土资源规划的原则和标准》（1973年），都要求在制定方案和作出决定时对水利技术方案（包括调水）对环境影响，作出评价和估计。现在，每一个方案都必须附有《环境影响的预测评价》（Environmental Impact Statement）。这个文件的重要组成部分是自然地理要素预测，这些预测反映了水利工程作用下地形、气候、动物界等可能发生哪些变化，但是这些变化实际上并不协调，或彼此很少联系。美国专家承认，目前对于准备这种说明书，并不总是认真对待的，还不能说，这种说明书在美国制定调水方案和在规划、开发水资源时，真正成了有效的工具。

吴翔译自《Известия ВГО》，1983，№ 3