



所在位置： 水信息网 > 技术频道 > 水利新论 > 正文

搜索

美国加州水资源开发管理历史与现状的启示（周余华1 胡和平1 李赞堂2）

http://www.hwcc.com.cn

时间： 2001年8月30日 08:42

来源： 《水利水电技术》2001-7



【摘要】 从历史和现实的角度综合介绍了美国加利福尼亚州水资源开发和管理中涉及的一些问题，如：水利工程多样化的产权特征；区域水行政机构在地区水事务中所发挥的重要作用；合理有效的统一调度水利工程；为解决水量问题而进行的地表水地下水的联合调度；强调生态环境保护的绝对优先地位等等。除此以外，还主要介绍了其成熟的水权体系、活跃的水权交换以及不健全的水市场，并对其有创造性的“干旱水银行”加以了着重介绍。最后基于这些问题，提出了几点思考，以期为我国目前的水资源开发管理提供一定的参考。

【关键词】 水资源管理；水权；水权交换；水市场；生态环境保护

中图分类号：TV213（712）文献标识码：A文章编号：1000-0860（2001）07-0051-05

1 加州的地理、历史及水利工程概况

1.1 地理概况

加利福尼亚州（简称加州）地处美国西海岸，南北方向呈狭长型地带。作为美国经济规模和人口均最大的州，加州现有3300万人，主要集中在南加州海岸平原和中部圣佛朗西斯科湾地区。

加州西部海岸是较低的山部地区，东部是南北方向绵延643.6km（400英里）的西拉内华达高大山脉，它屏障了太平洋水汽东送的通道。夹于西部海岸山脉和东部西拉内华达山脉间的中央峡谷，长约724.05km（450英里），其久负盛名的农业也主要集中在这一峡谷内。两条主要河流萨克拉门托河与圣乔昆河分别从北部和南部汇流到圣佛朗西斯科湾。

总体来讲，加州是一个半干旱地区，降水时空分布不均，降雨集中在11月初至来年4月末。其西北部地区水量较多，全州有1/3的径流是来自这一人烟稀少的地区，而这一水源地必须修建水利工程其丰富的水资源才能被中部和南部利用，否则水将流入大海。

1.2 历史发展及产业结构

加州的产业结构从最初采矿业最发达的阶段，相继经历了农业、航空航天业、电影业、电子工业等产业占主导地位的不同发展阶段，其中，农业至今仍是加州很重要的一个



产业，1995年农业用水量占总用水量的43%，预计到2020年农业用水仍占39%，它对加州水资源的开发和管理有很大的影响。

如今，由于加州人口和经济规模的快速增长，由此带来的水资源紧张、能源短缺问题也日益严重。这一现象引起了加州政府的焦虑和担心，但目前还没有找到较好的控制办法。

1.3 主要水利工程

经过100多年的发展，加州水利工程已经发展得十分发达。全州现共有水坝和水库1200多座，及多条引水渠。这些引水渠大都是从水库引水，甚至有多个调节水库，也有少数几个是直接河道引水，加州大部分用水就依赖于这些水利设施。州水利工程（State Water Project, SWP）和中央峡谷工程（Central Valley Project, CVP）是两个最主要的工程。

州水利工程在加州是一个十分重要的水利工程，大约有2000万人口的用水量的一半来自于它，占总人口的2/3左右。州水利工程归州所有，由加州水资源局管理，50年代开始规划，60年代开始建设，由奥罗卫理（Oroville）大坝和水库、中央峡谷蓄水工程和通往南加州的643.6km（400英里）长的输水干渠、电站、泵站以及八九十年代新增的约321.8km（200多英里）长的附属输水渠道等几部分组成。其主要功能是将加州北部多余的水调往缺水的中部和南部地区，水量的70%供给城市，30%供给农业。

州水利工程不仅在加州，甚至在全美国都是很特殊的。它完全是自筹经费，归州所有并由州立机构管理运行。工程提供统一的服务，与29个北部、中部和南部地区的公共机构之间有统一的水价协议，水价根据实际的工程建造成本和运行成本得出，州并不提供财政补贴，农村和城市用水价格相同。

中央峡谷工程作为全美的大型水利工程，它从加州北部卡斯凯德（Cascade）山脉一直延伸到南部科恩（Kern）河，干流长约643.6km（400英里），包括20座水库和大坝[其中有加州最大的水库：萨克拉门托河流上的沙斯塔（Shasta）水库]和11个水力发电厂。其主要功能是防洪、供水，同时兼顾航运、旅游、发电、生态效益。据估计，该工程产生的效益已是当初投资的100倍。20世纪30年代，州政府就提出要兴建这一大规模工程，但由于经济萧条，自己没有能力修建，最终由垦务局建设完成，而工程产权归联邦政府和加州政府共同所有。

中央峡谷工程和州水利工程均从萨克拉门托河及三角洲地区引水，而且两者有一段约160.9km长的共用引水渠和水库、大坝（圣路易斯子系统），它们之间按照“工程运行协调条款”、“海湾、三角洲规划”以及其他协议有条不紊运行，至今已有40余年历史。

2 加州水利工程建设及其产权特征

加州水资源开发的一大特征是水利工程的所有权的多样化，工程归很多机构所有。这些机构大多数是公共性的机构，包括很小的区域性机构和两大联邦机构，少数几个中等规模的水利工程归某些公司所有，而大多数水力发电厂则归投资者所有。

100多年前，州通过了立法以允许农民自己组织起来建立灌区并共同建造水利工程，现在的很多灌区就是当时建立的，加州最初的几个有一定规模的水库和输水渠也由灌区建造。

在灌区进行水资源开发的同时，城市在水资源开发过程中也起了十分重要的作用。洛杉矶和圣佛朗西斯科这两个最大的城市就曾参与了早期的水资源开发。

圣佛朗西斯科的用水起先由归投资者所有的供水工程提供。但100年前，圣城就已认识到必须加大水利投资扩大工程规模才能满足日益增长的用水需要，因此，它买断了一些已有工程的所有权，然后建造引水扩建工程，并打通了通往西拉内华达山脉的输水道路。

圣城利用这些建造的工程向圣佛朗西斯科湾南部地区的小城市供应水，当然，这是要收费的。如今，圣城向20多个其他城市出售水。

洛杉矶的做法与圣城相类似，它也买断了当地的水利设施并建造更大规模的欧文斯峡谷输水工程。但与圣城不同的是，洛城并不是将其引入的水卖给别的城市，而是将别的城市组织起来，共同将科罗拉多河水调入南加州城市，这样就产生了区域性机构。

加州城市用水占全州总用水量的15%左右，其中大部分依赖于引水渠调水，很小一部分是来自本地。由于很多大城市都是建在海岸边，先天淡水不足，所以线路最长。最昂贵的输水渠主要都是为了满足城市用水需要。一般来讲，城市供水工程均没有州和联邦的资金投入，修建工程的当地机构必须支付工程的全部成本。

在加州，农业灌溉用水占到总用水量的40%左右，尽管有少数农场依赖自备井和当地河道，但是大部分的农场是位于灌区内，使用灌区引水渠。加州很多大型水利工程都由灌区自己建造，也没有州和联邦的资金投入。

应当指出，多年来联邦政府在加州水利方面的投资还是占主要地位的。20世纪初建立垦务局主要就是为了建设17个美国西部地区的灌溉工程，促进西部地区的经济发展，100多年来加州深受其益。中央峡谷工程就是垦务局在加州境内建设的最大的一个水利工程。

3 水资源统一管理

加州早期的工程大都由当地灌区、城市机构或者联邦垦务局兴建，众多的引水渠构成了十分复杂的水网。早期，这些水网间缺乏合作。近年来，由于逐渐强调效率和协作，通过修建新的沟通渠道以沟通这些管道和水渠或者相互签定水交换书面协议，不同机构所有的水渠相互联成了一个很大的水系统。

3.1 南加州都市水行政区和圣佛朗西斯科东部水行政区

早在洛杉矶修建欧文斯峡谷输水工程时，南部加州就已预料到需水量肯定会继续增加，必须从区域外调水。因此，洛城于1928年开始，组织了其余15个城市要求立法许可他们成立全新的水行政区，这就是南加州都市水行政区。南加州都市水行政区的初衷是要修建引水渠从正在修建胡佛大坝的科罗拉多河中调水。行政区也建立了骨干分水系统用以将水批发出售给各城市。70多年以后的今天，南加州都市水行政区不仅从科罗拉多河调水，而且还从州水利工程调水，供给南加州135个城市，担负超过加州半数人口的供水任务。

南加州都市水行政区组织建立的同时，北部加州也开始建立类似的行政区。圣佛朗西斯科湾东岸地区组建了圣佛朗西斯科东部水行政区。建立至佛朗西斯科东部水行政区主要是为修建引水渠从西拉内华达山脉西坡引水，该工程于20世纪30年代完工。与南部加州不同的是，它发展了水零售系统，而且也提供该地区所有的水利服务，比如地区的污水处理等。虽然其规模只有南加州都市水行政区15%，但是其提供的服务范围更广。

这两个水行政区在加州水资源的开发和管理过程中，尤其是在解决地区性水资源问题中，发挥了很重要的作用。

3.2 水利工程统一调度

由于中央峡谷工程和州水利工程都是很复杂的水系统，有众多的水库、电站和水渠，因此管理这一复杂的系统是很难的。目前，工程的运行由运行管理办公室负责，其下属机构包括：运行规划处，运行中心和运行支持处3个部分。电力调度、配水计划等均由该办公室负责实施。目前，这些水库的调度和各级输水渠道的配水控制，以及污水的收集、处理与利用，都是在控制中心的控制室完成的，信息化程度较高。

3.3 地表水和地下水

在一般年份，加州地下水占据了总用水量的一半之多，以前，地下水资源并没有被看成是加州水系统中的一部分，但这种不利的状况正在逐渐改变。地下水流域的各机构之间正在加强合作，以协商共同长期有效利用地下水资源储备。比如，从某州水利工程引水的城市机构在丰水年可以将剩余的水回灌到某地下水流域，在枯水年份，当其需要用水时可以取回部分水作为以前回灌的补偿。

与其他西部州不同的是，加州政府并没有对地下水的开采进行管制，除非是在过渡开采导致长期的水质恶化发生时才加以限制。目前，加州许多地下水流域并没有开采和回灌的规划和限制，主要是因为这些地区的地下水开采量有限，而城市和高产值农业地区则不然，这些地区的地下水利用要受到当地管理部门的限制，以确保地下水长期保持平衡。

3.4 农业灌溉节水现状

1992年颁布的水政策中，明确将节约用水定为当时水资源管理中的首要工作内容，规定城市用水、农业用水和环境用水均必须高效，用水大户农业必须继续发展滴灌、微喷灌、以及激光水准管道布线、整平等节水手段。由于受到相当可观的节水效益的激励，效率更高的节水器具被不断地开发出来。

现在加州的许多农场和果园都采用了计算机控制的自动化灌溉管理系统，尤其是菜园和果园微喷及喷灌系统的控制自动化程度较高。从土壤水分的测定，灌溉决策及其指令的发出，到停止灌溉时的关机停泵，直至下一次灌溉指令的发出，都用计算机和自动监测、传输、分析等系统完成。

4 水权和水市场

最初随着金矿业的发展，金矿的增多使得金矿主之间为争夺同一河流上的水权而引发了许多争端，为解决这些水权争端，政府必须制定相应的法律。随后农业灌溉需水的增长使人们对水的争夺变得更加激烈，农业用水要较金矿业用水多得多，灌溉面积的增加使得人们不得不去兴建新的蓄水引水工程。海岸地区工农业经济的发展和人口继续增长，当地较容易利用的水资源很快就被用光，这就迫切需要从州内水多的北部和东部地区向缺水的南部和西部调水。

在加州，只要涉及到用水，不管是政府、企业还是个人，首要条件是自己必须拥有水权或者是与水权拥有者之间有交易契约（买卖关系），而且用水必须合理有效，不能浪费。上述情况均涉及到水权的分配或交换问题。

在美国，各州的水权在不与联邦法律冲突的前提下归各州解释，加州也有自己的一套水法。加州水法规定：水归人民集体所有，个人和实体只有水的使用权。加州的水权可以分为地下水权和地表水权两种。其中，地下水权的规定相对要简单一些，地表水权则相当完备而且很复杂。加州的地表水权也是较特殊的，它包括河岸水权和占有权两种形式，属于混合式水权系统，而其他州的水权主要只有占有权一种。河岸水权沿用的是英国法律体系，是当初水资源紧缺问题不是十分突出的情况下出现的一种水权，占有权在水资源比较紧缺的现在和将来都则是主要的，加州水法对两种地表水权进行了详细的解释和界定。

水权本质上是一种财产权，受与财产权相同的法律保护。水权可以买卖、交换，也可以按照法定程序撤消，水权以年引水量、引水速度、引水季节、引水方式、引水口位置、使用目的、使用地点等形式表现出来。水权可分为非消耗性水权（如发电用水）和消耗性水权两种，水利工程则可以有这两种水权中的一种或两种同时拥有。

如何进行水权的量化也是一个很重要的问题，美国西部很多州规定，水权的数量与水权拥有者的直接用水量相同，而加州规定水权数量与其有益利用的水量相同，它包括合理的运输过程中的损失。这样可以避免造成过多的低效率用水，因为低效率的多用一方水就会多一分浪费，结果是损害了别的高效率的用水户的权益。因此，这种界定既有利于水权拥有者节水，又保护了其他合法用水户的权益。

为获得水权，申请者必须提出书面申请，提供事实证明并接受他人的质询和反对。申请过程由水资源管理委员会控制，包括接受申请、举行听证、颁布决议等一系列程序，类似于司法判决。当然，这是一个充满矛盾和争论的过程，有些甚至要上诉到联邦最高法院。但判决生效后，各有关用户必须遵循判决执行，这往往需要专门的管理员以监督其执行情况，该任务一般由水资源局承担。

4.1 水权交换

加州现在的水权交换大致有两种形式，一种是大范围的调水，另一种是用水户个体或实体之间水权的直接交换。

跨区域（流域）调水。由于加州南部和西部地区缺水，从水多的东部和北部地区调水是必然的结果。大范围的调水，实际上也是水权的交换。

调水初期遇到了一些困难，由于丰水地区的农民和灌区已经建立了自己的水利设施，很多情况下，当地农民对出售自己的水权并不感兴趣，也不愿意城市的各种机构卷入到本地的水事务中。问题的解决只能通过复杂的协商程序甚至于诉诸于法律，尽管城市最终还是得到了自己所要的水，但由此便造成了农村和城市之间的矛盾，并且这种矛盾一直持续了很多年。

个体或实体间的水交换。这种水交换是更直接的水权交换。通过水交换，整个水系统可以实现水资源的合理配置，用户没用完的过剩水可以直接卖给需要用水而没有水用的用户，对于个体来说这也是理智的选择。这样可以减少水资源浪费，最大化水资源的利用效率。

对水交换过程中涉及到的水权和水权交换问题以及相应操作步骤，州水资源管理委员会制定了专门的指导建议。

4.2 干旱“水银行”

20世纪80年代末90年代初，加州经历了持续4年的大旱，降雨仅有正常年份的28%，水库蓄水只有其蓄水容量的32%，州水利工程和中央峡谷工程被迫急剧减少供水，州水利工程只能按正常供水量的10%的供应城市用水，其农业供水被迫停止。为缓解干旱造成的紧张压力，1991年2月，“水银行”这一应急措施被提了出来，这在美国是一个创造。水银行主要负责购买自愿出售水的用户的水，然后卖给急需用水的其他用户。其成员可以是公司、共同用水组织或者是负责工农业和环境供水的公共机构，他们必须符合严格的条件才能成为水银行的成员（比如用完了所有能被利用的水），用水户必须保证不浪费水，也不能购买超出需要量的水。出乎预料的是，45d内水银行竞买到了10亿m³水，其买入价是

10美分 / m³，卖出价是14美分 / m³，这些水大多数是来自休闲耕地用水和地下水。从全局来看，水银行可以尽可能地减少干旱造成的全州经济损失，更合理进行水资源的配置，据估计，水银行带来的经济效益达3.5亿美元。但水银行也带来了一些争论，如环境用水如何保证、对农业负面影响以及对税收和财政的影响。尽管如此，这一措施却不失为合理有效配置水资源的一个探索性的方法。

值得一提的是，尽管加州的水权系统已发展得较完备，但是目前还没有建立起水市场。90年代的10年间，加州政府试图把水市场作为解决日益增长的城市用水需要的措施，提出了很多提案欲对水市场立法，以促进水市场的发育，但至今仍缺乏获得立法通过的提案。提案的反对意见主要来自农业方面，由于农业用水占大多数，农民有自己的水权，但很多农民观念上认为建立水市场是在逼迫他们出售水，水市场建立对小农场不利，因此不同意这些提案。所以，要想建立起水市场，必须根据公平的原则，照顾弱势群体小农场的利益，给予适当补偿。有人也建议，建立水市场最好让卖方和买方直接谈判，同时要建立起一定框架条款，根据这些条款，谈判双方必须考虑交易所涉及的第三方利益。

在水交易过程中，州政府应该发挥宏观调控的功能。由于水交易表面上只涉及买卖双

方, 但是, 交易水要从卖方手中到达买方手中, 一般来讲这一过程必然要用到第三方的水利设施, 这时水资源局的州水利工程骨干输水渠就可以发挥作用了。

5 水环境生态问题

加州最早受到环境保护主义影响的是北部海岸流域水资源开发, 该地区是加州重要的水源地, 州和联邦政府最终还是通过了立法以保护该地区的野生动植物自然风景。近年通过的“公众信任原则”规定, 如果水权影响到公众信任和利益, 比如鱼类和野生生物因此受到危害, 则可以重新考虑水权拥有者是否应继续保持其权利, 亦即可以撤消其权利。

目前加州水利政策方面的争论主要围绕的就是环境问题, 不管是规划中的新的水利工程还是已建成的水利工程, 均受到了来自环境保护法的挑战, 哪怕是已经建成达一个世纪之久的供水工程也将必须调整供水量, 以减少对环境的影响。可以说生态环境问题已经成了水资源管理遇到的最主要的问题, 而且也是考虑一切问题的前提。

6 结 语

本文主要从水利工程的产权特征、水资源统一管理、水权水市场、水环境生态保护4个方面对加州水资源开发管理加以了介绍。可以看出, 加州水资源开发和管理也正在经历从传统水利向更高阶段转变的过程, 更加注重水资源的统一管理和合理配置, 也更关注水利工程的环境影响。由于发达国家所经历的某些阶段或遇到的一些问题, 我们也正或多或少地面临着, 通过了解其历史发展过程及其开发、管理思路, 我们可以少走一些弯路。现提出以下几点供大家思考: (1) 我国正在或即将兴建的几个大型调水工程, 是否可以调动地方的积极性, 拓展多种投资渠道, 减少国家投入, 实行股份制, 按投资的多少享有不同的股份, 加快跨流域调水设施的建设; (2) 加强地下水和地表水的联合调度, 在更大的时空范围均衡水资源的分布; (3) 建立获取水权的合法途径, 并制定水权的定量化细则, 规定水权拥有者的年引水量、引水速度、引水季节、引水方式、引水口位置、使用目的、使用地点; (4) 鼓励地区间、个体间的水权交换, 建立起水市场, 寻找合适的解决不同地区、不同部门水资源短缺问题的途径, 以便更合理地配置有限的水资源; (5) 确定我国生态环境用水占总水量的适宜比例, 并在水权中体现, 以尽可能少地减少水资源开发对生态环境的破坏, 同时满足城乡经济发展的需要。

作者单位: 1. 清华大学 水利水电工程系水文水资源研究所; 2. 水利部 国际合作与科技司

参 考 文 献

[1] David N. Kennedy. Water Resources Development and Management in California—A Historical Perspective[J]. Journal of Japan Society of Hydrology & WaterResources, Vol. 13, No. 5, 2000. 9: 383-395

[2] 汪恕诚. 水权和水市场——谈实现水资源优化配置的经济手段[EB/OL]. 中国水利学会2000年年会上的讲话. <http://www.hwcc.com.cn>. 2000. 10. 22

[3] 汪恕诚. 认真贯彻落实党的十五届五中全会精神努力开创新世纪水利工作的新局面[EB/OL]在全国水利厅局长会议上的讲话<http://www.hwcc.com.cn>. 2001. 1. 13.

[4] California State Water Resources Control Board[R]. A Guide to Water Transfer. 1999.

[5] California Department of Water Resources[R]. California Water Plan Update Bulletin.

[6] 毛广金. 美国的灌溉管理[J]. 北京水利, 2000, (6): 38-39.

[7] Junichi YOSHITANI. U. S. Water Resources Development and Management Historical Perspective and Current Issues[J]. Journal of Japan Society of Hydrology &

Water Resources, Vol. 13, No. 5, 2000. 9: 373-382.

人气: 1603

编辑: chentao



推荐给朋友:

发送

订阅短信:



::相关新闻::

- 如何做好黄河水资源管理与调度 (张淑红) (2008-10-30)
- 水资源管理经济手段的选择与运用 (舒俊杰 柯学莎) (2008-9-8)
- 以ET管理理念为核心的水资源管理在现代水资源管理中的重要性及可行性 (王浩) (2008-7-22)
- 浅谈水利水资源管理的几点措施 (王艳萍) (2008-6-18)
- 《中国信息报》: 水资源管理战略应向可持续发展转变 (李明涛) (2008-5-22)
- 建设节水型社会实行最严格的水资源管理制度 (白金全) (2008-5-14)
- 浅谈黄河下游水资源管理存在的问题及治理措施 (陈焕英 张滨) (2008-5-6)
- 浅谈黄河水资源管理现状及存在的问题 (徐景花) (2008-3-28)

