

河西走廊水土资源与高效节水农林业

Water and Soil Resources in the Hexi Corridor and Efficient Water-saving in Agriculture and Forestry

霍有光

(西安交通大学人文学院, 副教授 西安 710049)

一、问题的提出

“若要富,先修路”。甘肃河西走廊随着 50 年代陇海铁路的贯通,相对我国诸多贫困地区来讲,可以说遇到良好机遇,率先得到了路。进入 90 年代,又逢打通欧亚大陆桥,促进洲际经济优势互补的良好的社会环境,河西走廊不仅由国家投资,进一步修建了复线铁路,大大提高了运输能力;而且改造

发展出发,将农、工、商的优势组合在一起,对农村三大产业的各种生产要素进行优化重组,提高资源的利用率。上海农工商集团有耕地 1.9 万公顷,分布在 18 个国有农场,大农业从业人员 1.5 万,自从实行农业产业化以后,农业变成了赚钱的产业,1995 年大农业创利高达 2.1 亿元,该集团以总公司 1/10 的人员,创造了总公司 1/3 的经济效益,农业职工年均收入比工商企业职工高出 50% 以上,与此同时,粮食平均单产突破 900 公斤,常年亩产平均每年递增 44.2 公斤,连续 6 年超过市郊平均水平。

4. 加强生态农业建设,实现经济效益与生态效益同步增加

中国的生态农业要求将经济效益与生态效益有机地结合在一起,加强长江三角洲地区的生态农业建设是保证经济持续发展的重要途径。

虽然本地区已有许多成功的生态农业技术,如“桑基鱼塘”、“农林混作”、“农牧复合”、“农牧渔复合”、“稻田养鱼”等。但在新的经济和社会形势下,还必须研究和采用新的适于本地区的生态农业建设途径。例如,走规模化与工业化的道路。为达到人一自然—生态环境—经济效益的协调,生态农业必须实现规模化经营、工业化生产与管理,其整体效益将比以户为单位的生态农户组成的生态农业要高得多。

5. 加强城乡环境管理,综合治理污染,逐步实

完成了平行于铁路的高等级公路。无疑,这对繁荣河西经济起了非常重要的作用。

路是地方经济腾飞的前提和媒介,作为经济发展的媒介,它可以带动工业、农业以及科教文卫事业的发展。若考察数十年来河西经济发展情形,路带动了河西的石油、铜镍、铁矿等与矿产有关的采掘、加工、冶炼、制造业,铁(公)路使玉门油矿、金川铜镍矿、镜铁山铁矿等资源为振兴河西经济起了很大的作用。但是,河西工矿冶金业,主要是国家(中央)财政的来源,地方经济只能从国有企业及其职

现良性循环

第一,要建立环境与发展综合决策机制,以便优化产业结构,控制污染源头,对污染排放实行总量控制。为此,要严格控制高污染产业的兴建;关、停、并、转高污染的乡镇企业,限期治理;鼓励支持清洁生产的产业,从源头上控制污染的进一步扩大;此外,要坚持“谁污染谁治理”的政策,提高排污费征收标准,要采用“高于污染治理成本”的原则,加强经济手段的作用。排污费必须坚持专款专用,用于环保事业。第二,在治理工业污染的同时,要加强农村环境的建设。如倡导增施有机肥,积极推广配方施肥、化肥深施技术,提高肥料利用率;推广高效、经济、安全的农药;加速废膜资源化等,以减少农业面源性污染。第三,要进一步健全和完善环保执法监督机制,强化环保执法,加大执法力度,同时,要加强环境保护宣传,提高全民环境意识。

6. 加强农业与环境高新技术的研究和推广运用,提高科学技术的贡献率

应重点研究和推广适应该地区新形势的农业生产技术和管理措施,如科学施肥、科学使用农药、优化耕作制度、“三高”农业建设技术、中低产田改良技术、生态农业建设技术以及优良品种选育等。在环保方面,应加强有关城镇生活垃圾与工业废弃物的资源化利用技术、土壤与水体污染净化技术等的研究和应用。

(责任编辑 孙立明)

工的消费活动中得到部分利益,对地方财政及当地居民(尤其是农业人口)脱贫致富尚未发挥重要作用。究其原因,制约河西居民脱贫致富的关键问题,除了路,还要有水,即发展农业需解决用水问题。

二、河西走廊的自然地理特点
及水土资源

河西走廊东起乌鞘岭、西迄甘新边界,是长约1 000公里、宽仅几公里至百余公里的狭长地带。走廊(不含南北山)面积约23 000平方公里,地势自东向西、自南向北倾斜,海拔高度一般为1 000米至1 500米,沿河流分布小片绿洲,余为戈壁沙地。

祁连山(走廊南山)位于甘、青交界处,有许多海拔4 000米以上的山岭,终年积雪,形成现代冰川。祁连山水系自分水岭垂直山脉北麓走向、流入走廊盆地,成为河西工农业主要的水资源。

河西走廊包括武威、张掖、酒泉3个地区和金昌、嘉峪关两个市,共有18个县级行政单位(见表1)。气候特点是年降水量小、蒸发量大。通常年均蒸发量是年均降水量的4.7~68倍,其中超过10倍以上者达15个县市。全年多西北风,有时达7~8

级。六七月形成干热风,对农作物危害很大。一般全年日照等于或超过3 000小时,光照充足,适宜农作物生长。

河西地区人口密度相对较稀疏,走廊盆地平均每平方公里约150人(人口资料截止1986年),耕地主要分布于河流冲积平原两侧。据1986年统计资料,河西耕地面积约875万亩,人均2.54亩。1平方公里仅1 818亩耕地,875万亩耕地分布在4 812平方公里内,仅占走廊盆地(不含南北山地区)总面积的1/5,说明还有非常丰富的土地资源,由于受农业用水限制,尚无法开发利用。

河西走廊真的无法解决水资源问题吗?祁连山是河西走廊的天然水库,只是长期以来,采取粗放式利用,加之受生产力水平限制,暂时也无法精打细算地开采。祁连山北麓流入走廊的河流除部分被工农业使用外,大多渗入戈壁或在流动中蒸发,已利用的部分水资源利用效率也很低。如水浇地采取大水漫灌,受河西高蒸发、高渗漏的土壤气候影响,植物的实际利用量甚小。有关研究表明,沙田土渠灌溉有97.1%水分浪费于渠道及田间的深层渗漏中,剩余的2.9%又有一部分为地面蒸发所消耗,而被植物吸收利用的水分仅占很小部分。

表1 河西走廊各县市人口、年降水量、蒸发量、主要河流概况

		人口 (万人)	耕地 (万亩)	降水量 (毫米/年)	蒸发量 (毫米/年)	祁连山流入走廊的主要河流
武威地区	武威市	75	152	160	2 090	石羊河水系:西营河、金塔河、杂木河、黄羊河
	民勤县	24.1	90	115	2 600	石羊河
	古浪县	28.7	110	360	1 700	古浪河,大景河
	金昌市	31.1	68	185	大于2 000	东大河,马营河,西大河,金川河,清河
张掖地区	张掖市	38.1	68	129	2 047	黑河,大野口河,酥油口河
	民乐县	18.8	92	328	1 600	童子坝河,玉带口河,洪水河,海潮坝河,堵麻河
	临泽县	11.5	22	113	2 300	
	山丹县	16.9	59	196	2 200	黑河及其支流犁园河
	高台县	12.8	31.3	104	1 900	黑河上游的山丹河、马营河、霍城河、寺沟河
	肃南县	3.3	4.9	234	缺	黑河,摆浪河,大河,水关河,西河、陶勒河,洪水坝河,丰洛河,马营河,黑河
	嘉峪关	8.1	6	80	大于2 000	北大河(陶勒河)
酒泉地区	酒泉市	26.7	62	85	2 149	北大河,洪水坝河,丰洛河,马营河
	玉门市	18.4	27.2	56	大于3 000	疏勒河(昌马河),石油河,白杨河,小昌马河
	敦煌市	10.2	21.4	37	2 400	党河,疏勒河
	金塔县	10.9	26	60	2 538	北大河(陶勒河),黑水(弱水)
	安西县	7.3	34.2	46	3 141	疏勒河,榆林河
	阿克塞	0.68	缺	小于100	2 400	
	肃北县	0.95	0.9	85	3 300	党河,野马河,疏勒河,榆林河
	总计	343.53	874.9			

* 资料依据:《甘肃省地图集》,1986年,甘肃省测绘局编制出版。

祁连山是丰富的水资源宝库,分析我国历史文献,千百年来祁连山提供的水量不仅基本稳定而且数量可观。重要河流有:(1)《尚书·禹贡》指出:早在大禹治水时期,大禹便“导弱水至于合黎,余波入于流沙”。“合黎”即含山丹、张掖、高台、酒泉之北的合黎山,“弱水”即今黑河,源头在张掖鹰落峡西南的祁连山内。《括地志》说黑河下流1600里至居延海(泽)。居延泽在今额济纳旗境内,形成索果诺尔、嘎顺两个近300平方公里的大泽。(2)发源于武威西南的马城河,今名石羊河,流经民勤县东北形成休屠泽、白亭海两个大泽。(3)发源于昌马东南的冥水,今名疏勒河,在玉门关以北形成东西长120公里宽10余公里的大泽。《元和郡县志》说:“冥水,自吐谷浑界流入大泽,东西二百六十里,南北六十里,丰水草,宜畜牧”。足见大泽蓄水之富。(4)发源于肃北县的甘泉水,今名党河,在敦煌以北形成大井泽。(5)发源于阿克塞县南的大哈腾河、小哈勒腾河,渗入戈壁变成潜流,尔后露出形成35平方公里的大苏干湖和8.5平方公里的小苏干湖。

当代水文成果说明,祁连山为河西走廊提供的水资源相当可观(见表2)。石羊河水系主要供应武威、永昌、古浪、民勤等县市,年径流量达28.32亿立方米。弱水水系主要供应民乐、山丹、张掖、临泽、高台、肃南、酒泉、金塔,年径流量达43.17亿立方

米。疏勒河水系主要供应昌马、玉门、安西,年径流量达16.81亿立方米。党河水系主要供应肃北、阿克塞、敦煌,年径流量达2.90亿立方米。

河西走廊4条水系水资源流量总计达91.20亿立方米,走廊盆地(不含南北山区)约23000平方公里。若与哺育中华文明的黄河比较(见表2),走廊水系年径流量相当黄河的15.9%,而走廊流域面积是黄河流域面积的14%。可以看出,河西单位面积的水资源分配量不仅不低于黄河流域,而且是黄河流域的1.13倍多。值得注意的是关于黄河流域水资源总量存在不同的统计。中科院自然资源综合考察委员会霍明远撰文指出:黄河流域水资源总量有827亿立方米/年,但实际可利用量为400亿立方米/年。如果与黄河实际可利用的水资源量比较,祁连山提供河西走廊的水资源几乎占黄河可利用水资源量的1/4。祁连山北麓发源的水系进入走廊后,流程甚短而逐渐渗漏殆尽。黄河流程极长,中上游过多开采黄河水资源,会使黄河变为内陆河并带来沿海地区盐碱化等问题。相反,祁连北麓水系本是内陆河,若充分加以利用,不仅不会出现过量开采黄河将带来的负面影响,反而会大大改变河西的生态质量。充分利用河西水资源来大面积增加植被,必将促使植被涵养水分与水资源合理利用两者之间形成越来越有序的良性循环。

表2 河西走廊主要河流与黄河流域面积及流量对比

	河流	干流长度 (公里)	流域面积 (平方公里)	年平均流量 (立方米/秒)	年径流量 (亿立方米/年)
祁连山流入走廊的水资源	石羊河	137	11 080	89.90	28.32
	弱水	800	38 760	136.83	43.17
	疏勒河	630	38 840	25.00	16.81
	党河	450	17 000	9.20	2.90
	合计		105 680	260.93	91.20
黄河		5 464	752 443	1 820	574.50

* 资料依据:《中国自然地理图集》,1984年,西北师范学院地理系主编。

三、河西走廊水土资源的合理开发利用

河西走廊人口稀疏、地势平坦、土地资源丰富、光照充足,如果能够合理开发利用河西水土资源,发展生态农林业、治沙防沙、增加植被,是功在当代、泽及子孙的大事。当前,河西走廊实施区域环境系统改造工程,已具备了必要的物质经济基础和科技基础。及时地制定河西走廊水土资源合理开发利用的系统战略规划,有组织有领导、有步骤分阶段地建设资源配置与资源再生的人工环境系统,改变过去粗放式农业生产经营方式,千方百计地防范资源浪费,学习利用以色列改造沙漠和美国加州推广坎儿井改造缺水地区农业的经验,河西地区的生态

环境必将彻底改观,展现在世人面前的将是一条充满生机、郁郁葱葱的千里走廊。

河西走廊水土资源合理开发利用的系统思维,包括两个要素,一是水资源的合理开发利用,二是土地资源的合理开发利用,两者互相依存,彼此制约。其中水资源合理利用是关键,没有水资源的精打细算使用,就难以合理利用已开垦的土地资源。河西走廊尚有4/5的土地资源有待开发,假如有了水资源,也有因地制宜问题。所以,开发利用河西水土资源是一项复杂的系统工程,要通盘考虑,综合治理,笔者认为需抓好以下5个子系统建设:

1. 建设储能蓄水系统。在祁连山北麓各河流的山谷出口附近,修建水库,把水储蓄在山里。主要好处:一是祁连山为石质山系,把水库修在河流出山

的谷口,可以有效地防止水资源搬运中渗漏流失。水动力学研究表明,平原区河流的水流总量的 1/3 左右渗入地下,1/3 左右使河水保持水位,1/3 左右使水体向前运动。可想而知,走廊的表层是孔隙度远高于粘土的沙漠戈壁,其渗漏惊人。二是把水库修在山口,可减少水面蒸发。祁连山北麓植被尚好,谷口凉爽潮湿,草木繁盛,山体对西北风、干热风起到屏障作用。水库建在走廊盆地中,将受到高渗漏和年蒸发量大于降水量 10 倍乃至数十倍的不利气候的影响。三是祁连山口一般较窄,利用狭长的山谷作库容,把水库修在山口,可以减少施工量。山谷一般无人居住,不存在搬迁移民问题。四是高峡出平湖,既蓄了水,也储了能。可用水力来发电,为河西工农业提供电力。同时,水有足够的势头(压力),采用主干供水管输水,利用盆地南高北低的天然地势,管道输水基本可实现自流。谷口水库,应根据实际分轻重缓急来建设,首先应把流量较大的河流(见表 1),如疏勒河、党河、实河、石油河、北大河、洪水坝河、丰乐河、犁园河、黑河(弱水)、洪水河、西大河、东大河、西营河、塔河、黄羊河、古浪河等闸在谷口,实现储能蓄水。

2. 建设网状供水系统。网状供水系统就是各级供水渠衬护化、管道化,防止渗漏与蒸发。渠系采用衬护或管道,水利用系数可达 95% 以上。网状供水系统包括多级,可分为总干渠、分干渠、支渠、毛渠等。一是用总干渠向城镇和分干渠输水。注入走廊的主要河流,一般沿河流的沿伸方向,串珠状分布着城镇乡村,并依托居住地出现相应的农业。总干渠可采用坎儿井施工法,渠底和两侧用混凝土板衬砌,顶上加盖,既防蒸发又便维修。河西土质疏松,坎儿井宜于机械化施工,采用露天大开挖,或者埋入巨型口径的水泥管。二是建立分干渠、支渠、毛渠等不同口径的地下输水管道网系统,建设相应的控水分水枢纽。三是建立节水农业灌溉系统。实践证明,若以低压管道输水代替田间土渠输水,每亩沙地全年可节水 58~83%。改变以往大水漫灌粗放式农业经营方式,农田采用细塑料管网,实现供水定时量化、喷灌化、渗灌微灌化、滴灌化,还能进一步提高节水效果。喷灌水分利用系数可达到或超过 75%,沙壤节水 70% 以上,浇水、施肥、打药能同步进行,不足处是仍存在地面蒸发问题。若用塑料管地下渗灌微灌,既可同步施肥,又可提高肥效并防止水分蒸发。滴灌是把一定压力的水通过滴头一滴一滴进入植物根层的灌溉方法,最适宜沙漠植树,据测定比土渠灌溉节水 96% 以上。

3. 建立防蒸发系统,发展三高节水农林业。河西气候特点是高蒸发量、高光照量,发展河西节水型三高农业,实现高技术、高效益、高产量,就是一方面尽量减少水分蒸发,另一方面充分利用高光

照。一是发展大型地窝式温棚农业。河西多大风,地窝式温棚就是把温棚建于半地下,能有效防风。河西光照足,温棚四周建防风林带对采光影响不大,还能减少微观环境水分蒸发。防风林带以经纬网式保护成片温棚,温棚则用来发展高附加值农业。二是推广地表覆膜条播技术。河西少雨,考古曾发现 2 000 年前的古纸,说明一定品质的薄膜埋在地下可经久不坏。大田采用覆膜条播法,即地表土层内条带状覆膜与带状播种相间,覆膜之下可埋设供水细塑管进行渗灌,也可以对未覆膜的条播土壤进行喷灌、滴灌。三是推广覆膜窝种技术。窝种适用于瓜果栽培和种植林木,特点是植株之间的距离一般较宽,大面积覆膜只需将窝种部位挖破即可,灌溉可实施地表滴灌或地下渗灌。

4. 建立生态涵水系统。河西走廊缺少植被,大片土地裸露,是造成高蒸发量的重要原因之一。如果河西走廊基本能被植物覆盖,涵水能力增强,水分蒸发量自然会大幅度降低。具体措施有:一是植树造林,建立防风林网。防风林带可采用覆膜窝种技术,保证成活率和成材率。沙特阿拉伯在沙漠上大规模植树获得成功,其法与覆膜窝种渗灌技术大致相同。二是沙区综合治理和改造低产田,种草和改良草场,选育沙生植物良种,举办沙产业,发展沙区经济。三是在戈壁滩上人工种植耐旱的沙生、碱生木本和草本植物,如红柳、梭梭、碱柴等灌木。重点治理区可考虑苗圃育秧和大田喷灌。

5. 建立开放的经济发展系统。在国家占有河西水土资源的政策框架下,水资源实行有偿使用,土地资源实行低息(指已有耕地)或无息(指戈壁沙滩)使用,鼓励谁投资谁受益,早投资早受益。具体措施有:一是投资结构多元化,筹集资金可使用财政、信贷、民间集资和外国资本贷款多种手段。应由政府统一规划,建好山谷主要河流的谷口水库及相应发电、配水设施,为河西全面开发农林业提供条件。二是农林业经营方式多元化,实行集体经营、个体私营、外资经营和股份经营等并举,鼓励承包开发荒漠戈壁,改造已有耕地,鼓励股份投资农田水利灌溉设施,鼓励外地、外省、外国向河西投入资金和技术。三是产业结构系列化,实现营造、垦植、加工、多种经营一条龙,发展草本及木本粮食、油料、饲料、药材、棉花、花卉等产业。四是粗放经营与集约经营相结合,逐步加快集约型经营的步伐。五是加强科技成果产业化。把河西办成农林科技成果产业化的基地和实验场,引进科技人才,选育优良品种,努力提高科技进步的含量。

全面开发河西水土资源,发展河西高效节水农林业,对我国具有十分重要的战略意义。国家在黄河中上游大量投资修建水利工程,如大柳树水利枢

(下转第 8 页)

始由传统农业向现代农业转变,综合生产能力明显加强,单位面积产量已达国内先进水平。然而仍面临一些亟待解决的问题,如耕地减少、土地产出率不高、农产品质量不高、耕地与农副产品不同程度地受到污染等等。从而与人民对优质、天然、无害、健康食品日益增长的需求形成尖锐矛盾,而且随着城市现代化的发展,这种表现会更为突出。因此要把发展高效、优质、生态与设施农业作为建设现代化一流城市的基础性工作来抓。“九五”期间,上海市郊首先要确保粮食生产总量稳定在 20 亿公斤左右,其次要加强农业资源、农业科技、农业结构、农业功能及农产品产加销等方面的系列开发,提高农业集约化程度。可考虑先发展一批设施农业、示范农业、特色农业、生态农业和创汇农业,形成都市型现代农业的框架。在此基础上通过推行规模经营,发展特色农业、特种种养业,发展产加销一体化生产体系,完善农业服务体系,建立健全农业育种中心、引种中心和科技信息中心等,促进其健康、协调、持续地发展,从而在我国农业领域也起到“龙头”、“支柱”作用,带动全国城郊型农业和“都市农业”的发展。

3. 国外农业的借鉴

上海作为特大型城市,随着城市发展,农业自然资源日益紧缺,在发展中借鉴以色列、荷兰、日本等发达国家特色农业的经验是十分必要的。

以色列是个面积只有 1.4 万平方公里,一半以上国土都是沙漠,人均水资源只有 300 立方米,自然资源十分贫乏的国家,却创造了世界一流的农业。其根本原因就是依靠科技,发展高效农业,并瞄准国际市场,大抓出口创汇。在农业科研上,他们十分注意与市场的紧密结合,重视应用研究和科技开发,而且具有很强的针对性,比如根据本国的资源特点,在生物技术、喷滴灌技术、微咸水利用技术、设施农业技术等方面的研究与利用上独具特色。

(上接第 25 页)

特别是要加强材料设计工作,探索和制备新的非线性光学材料;激光晶体(包括半导体激光器)扩展波段和多功能化;晶体中各种非线性光学过程,特别是发展多量子阱材料非线性光学过程;相应生长理论和工艺。

总之,光物理是一门处于基础科学、应用科学和技术科学汇合点的学科,它广泛地渗透到相邻学科领域而形成代表着新生长点的交叉学科,并为许多学科提供新技术和新方法。光物理的发展已在与其它物理分支学科、化学、生物学、材料科学、信息科学及计量学等所形成的交叉领域中结出丰硕的成果,成为高新技术的研究与开发的重要基础。

(责任编辑 肖庆山)

以色列农业重视经济上的高效益,重视资源利用上的节约型,重视生产经营上的集约化,着重发展高产高效的罗非鱼、鲢鱼、鳊鱼、蕃茄、西瓜、花卉等动植物的种养,以节约用水、提高水资源利用率为目标,大力发展设施节水灌溉。目前以色列的灌溉农业已成为世界上的特色农业。

荷兰也是个土地十分珍贵的国家,因此十分注重科学有序地利用国土,先后通过了 4 个土地开发法案,具体规定土地开发的法律程序和监督机制,有效保证了荷兰国土开发的合理性和有序性。目前荷兰国土利用是相对合理的,耕地占 26%,草地占 34.5%,花卉园艺占 3.6%,工业用地仅为 1.3%,住宅用地 5.6%,湖泊河流 9.1%,森林面积 8.8%。

荷兰农业之所以能经过几十年时间在 60 年代末一跃成为世界第三大农业出口国,主要是走专业化、机械化发展的高效农业之路。耕地少种粮食经济上不合算,他们就集中力量发展价值相对较高的蔬菜和鲜花等高效种植业。从自然条件上看,荷兰并不适合花卉栽培,但该国依靠科学技术发展玻璃温室栽培,成为“世界的庭院”。目前荷兰已建成 1.1 亿平方米的温室,专门用于种植蔬菜和鲜花。由于实现了专业化集约生产,花卉品种不断增多,质量不断提高,竞争力不断增强,荷兰鲜花在世界鲜花市场的占有率已达 60% 以上。共有 7 000 多农户从事花卉栽培,培育出 9 700 多种品种,每天向全世界出口 1 700 万枝鲜花和 170 万株盆花,每年获得 112.5 亿美元的收益。花卉已成为该国的主要支柱产业,所创造的产值占荷兰农业总产值的 35% 左右。

世界各国都在积极探索适合本国国情的农业发展道路,并积累了一些成功经验。我国人多地少、自然资源相对紧缺,尤其是东南沿海地区更显突出,在农业现代化建设中借鉴以色列、荷兰等国的成功经验是十分必要的。(责任编辑 王宏章)

(上接第 60 页)

纽工程,可解决宁、甘、蒙、陕 4 省上千万亩土地的灌溉问题,但此举会进一步加剧黄河下游地区的严峻负面影响。由于中上游大量开采黄河水,1996 年黄河下游断流超过 150 天,断流长度达 1 000 公里以上。仅山东东营、滨州、淄博、济南 4 个工业城市不完全统计,1995 年每断流 1 公里就损失 0.1 亿元人民币。合理开发利用河西千百年来白白流失、蒸发的水资源,不损害其它地区利益,反而能增加数千万亩的植被,彻底改变河西生态环境并对西北生态产生重大影响。只要我们能对开发黄河和河西水资源问题保持清醒的对比认识,早下决心,发扬大禹治水的光荣传统,上千公里的河西走廊就一定能变成米粮川、林果川!(责任编辑 刘先曙)