

坝系农业—治黄之本

Dam System Agriculture Is the Basis of Harnessing the Yellow River

康晓光

(中科院科技政策与管理科学研究所 北京 100081)

一、治黄的根本任务

现代黄土高原的科学研究表明,黄土高原的大范围、高强度的水土流失以自然侵蚀为主,人为加速侵蚀只起次要作用,而且黄土高原的自然侵蚀受控于自然地质地貌过程,在未来的几十万年内强度不会减弱。大规模水土流失这种地貌过程,及其所形成的千沟万壑的地貌形态,构成了黄土高原地区农业发展的两个主要限制因子,造成了当地贫穷落后的社会经济现实。同时,大量的入黄泥沙,导致黄河下游河床不断淤高,形成了举世闻名的“地上悬河”,给华北平原上1亿多人民的生命财产和区域社会发展带来了巨大的潜在威胁。可以说黄河下游的洪水威胁,黄河河口的淤长摆动,黄河流域水资源短缺这三大问题的根源就是黄土高原的水土流失。所以,治黄的根本任务,一是克服水土流失对黄土高原农业发展的限制作用,为区域经济的发展打下坚实的基础;二是根除入黄泥沙,从而彻底解决黄河流域的三大问题。

二、治黄的根本大计:坝系农业

1. 坝系与坝系农业

在小流域内,布设于各级沟道中的一系列淤地坝和水库构成的具有垦殖、拦泥、防洪、蓄水、灌溉功能的工程系统称之为坝系。

坝系的结构由流域面积、沟网结构、坡面状况、植被组成、洪水泥沙特性、人口和经济条件决定。坝系可以拦住控制范围内的洪水和泥沙,这是因为它可抬高和稳定侵蚀基准面,防止沟底下切和沟岸崩塌,制止沟谷侵蚀;可以缩短坡长,减轻坡面侵蚀,遏制沟蚀发育,减少入河泥沙和干支流水库的淤积;可以拦蓄洪水,削减洪峰。同时,坝地土层深厚,地面平整、水分充足、土壤肥沃,是高产稳产的良

田。

坝系农业就是以坝系农业系统为组成单元的区域农业体系。坝系农业系统是以小流域为空间单元,以坝系为工程依托,以坝地为主要农业土地利用方式的农业生态经济系统。在空间上,坝系农业系统由水土流失区(坡地系统)和水土汇集区(坝地系统)构成,坝地系统就是小流域内的“绿洲”。

2. 坝系农业是黄土高原高产稳产农业的唯一可行模式

在广阔的沙漠中离散分布着小块农业区域,犹如黄色沙海中的片片绿岛,绿洲农业由此得名。在干旱的沙漠地带,高产稳产的绿洲农业之所以能够存在,根本原因是借助自然力量将大面积上的少量降水集中于小面积上使用,从而克服了水分短缺对农业的限制,使干旱地区良好的光、热条件得以发挥效用。黄土高原属干旱和半干旱气候区,自然条件决定了大面积的高产稳产农业绝对不可能,因为水分短缺对农业的限制绝对无法解除。现有经济发展水平,人口条件,水分条件和地貌条件又决定了即使是小面积上(但能满足本地区粮食需求)的人工灌溉农业也不可能。因此,黄土高原地区高产稳产农业必须是利用天然力量集中大面积上的水分、养分于小块农业用地的绿洲农业。这样的绿洲农业在黄土高原的具体形式就是“坝系农业”,而集中大面积上的水分、养分于小块农业用地的天然力量就是水土流失过程。

黄土高原大面积的水土流失,使坝地周围梁、峁、坡上的水、土、肥得以集中在坝地,才能保证坝地农业的高产稳产。即使是1992年黄土高原连续第三个大旱之年,在黄色的荒山秃梁之间仍有郁郁葱葱的坝地作物在炎炎烈日下蓬勃生长。集中水、土、肥的动力是天然的,是起伏的地形带来的,不用任何人力。人们常常抱怨限制黄土高原农业发展的是地形起伏大和水土流失严重,但我认为在黄土高原这样的干旱、半干旱地区,没有大的地形起伏和严重的水土流失,就没有高产稳产的坝地农业,就

没有荒山秃梁中的绿洲农业。利与害是相对的,没有绝对的利,也没有绝对的害,问题就在于人类如何去驾驭它们。此所谓“运用之妙,存乎一心”。

我们应当牢牢记住都江堰的治水八字真言:“乘势利导因时制宜”,这是古人留给我们的极其宝贵的科学思想。

3. 坝系农业是根除人黄泥沙的根本措施

理论上可以证明均衡坝系的存在,即设计合理,并得到维护的坝系可以长期确保泥沙不出沟,从而根除泥沙入黄,以有限的库容拦住无限的泥沙。同时,由于坝系农业是黄土高原地区效率最高的农业土地利用方式,具有较高的经济效益,从而保证了人们对它进行经常性维护的主动性和积极性。因此,任何“人工措施天长地久必然渐渐失效”的论断对坝地不成立。

可以说,坝系农业是有着巨大的经济效益、社会效益和生态效益的农业生态工程体系。

在坝系农业中,水土流失是无害的,相反它是坝系农业的生命力之所在。只有当水土流失导致泥沙入黄时,它才是有害的。以小流域为单元的坝系农业可以做到“泥沙不出沟”,从而减少,乃至消除入黄泥沙。

4. 均衡坝系的条件集合

(1)坡面侵蚀均衡 通用土壤流失方程表明影响土壤侵蚀的因子包括:降水特性、植被组成、土壤结构、耕作方式和坡度—坡长组合,而且土壤侵蚀强度是这五个因子的乘积。这意味着,当其它因子不变时,控制单一因子(例如,坡长)就能改变土壤侵蚀强度(例如,使之减少到零)。对于给定的自然地理区域,可以认为降水特性和土壤结构是不变的,再假定植被组成和耕作方式不变,则影响该区域土壤侵蚀的就只有坡度—坡长因子了。土壤动力学研究指出,当其他条件不变时,对于给定的坡度,对应一个确定的临界坡长,当坡长小于临界坡长时,侵蚀不会发生。此处侵蚀可以是面蚀、细沟侵蚀、浅沟侵蚀、切沟侵蚀、冲沟侵蚀,相应的临界坡长称之为面蚀临界坡长、细沟侵蚀临界坡长、浅沟侵蚀临界坡长、切沟侵蚀临界坡长、冲沟侵蚀临界坡长。从几何形态上分析,地表是由各种各样的坡组成的,小流域也不例外。因此,当其他因子不变时,就存在通过缩短坡长的办法减轻,乃至消除小流域的土壤侵蚀的可能性。坝系的直接作用是制止了沟谷侵蚀,间接作用是缩短了边坡的长度。可以设想,对于给定的允许坡面土壤侵蚀强度(标准)存在一个坝系(也许是多个),使得该坝系控制下的坡面土壤侵蚀强度不大于这一标准,这样的坝系称之为该标准下的坡面侵蚀均衡坝系。

(2)沟道侵蚀均衡 河床演变学指出,河床形态受流域条件控制。流域中的河床有向均衡状态

发展的自然趋势,使河床的输水沙能力与流域的来水来沙状况相适应。在一定条件下,河床能达到相对均衡状态,即不冲不淤,河床的纵剖面 and 横剖面处于相对稳定状态。在流域条件集合中,比降是控制河床纵剖面的有力因子,而决定比降的主要因子之一就是侵蚀基准面的高度。在其他条件不变的情况下,抬高侵蚀基准面可以制止河床下切、溯源侵蚀、沟道扩张,甚至发生全河道的溯源淤积,而坝系的直接作用就是抬高侵蚀基准面。因此,对于给定的小流域,可以通过建立坝系实现沟道均衡,这样的坝系称之为沟道侵蚀坝系。

(3)设计洪水均衡 设 $A_{\text{坝}}$ 为坝系控制面积, $A_{\text{坝地}}$ 为坝地面积, $H_{\text{设}}$ 为 24 小时设计暴雨深度, R 为径流系数, $H_{\text{允}}$ 为坝地作物允许最大淹没水深,则

$$A_{\text{坝}} \cdot H_{\text{设}} \cdot R \leq A_{\text{坝地}} \cdot H_{\text{允}}$$

为设计洪水均衡条件。满足设计洪水均衡条件的坝系称之为设计洪水均衡坝系。

上述分析对单坝也有效。

(4)社会保险均衡 坡面侵蚀均衡、沟道侵蚀均衡、设计洪水均衡都是利用工程措施降低坝系农业的经营风险,提高综合效益的手段。也可以借助农业灾害保险这种社会措施来降低坝系农业的经营风险,提高坝系农业的综合效益。这将大大提高资源的配置效率,这也是坝系农业社会化的重要方面之一。坝系农业与农灾保险体系的有效结合,称之为社会保险均衡坝系。

(5)经济效益均衡 满足坡面侵蚀均衡、沟道侵蚀均衡、设计洪水均衡、社会保险均衡的坝系不是唯一的,因此存在优选的问题,优选的标准就是经济效益最大。满足经济最优标准的坝系称之为经济均衡坝系。经济效益均衡条件与上述四个均衡条件一起构成大致完备的均衡坝系条件集合。这样的坝系具有高产、稳产、高效的功能。

均衡坝系研究就是揭示满足均衡条件的坝系的空间分布、筑坝时序和优化算法,及其设计和施工的原理、方法与标准。

三、坝系农业的可行性与黄河变清的必然性

1. 坝系农业发育迟缓的原因分析

“打坝淤地”在黄土高原地区至少已有几百年的历史,当地人民也充分认识到坝地“高产”的特性。那么,为什么坝地没有得到充分发展?这是因为,历史上的人口、技术、社会条件决定了坝地是以分散孤立的方式存在的,所以水毁问题极为严重,缺乏“稳定性”,没有“稳产”特性。当地人民形象地称之为“闯田”,也就是高风险田。坝地的高风险主要是因为没有形成坝系,更没有形成均衡坝系。而

没有形成均衡坝系的原因,一是科学认识水平不够,没有建立起均衡坝系概念;二是筑坝技术问题没有解决,因经济技术落后,又不可能有机械投入,靠人力筑坝效率太低;三是当时人口密度很低,既没有筑坝的需求,也缺少筑坝的劳力;四是缺乏有效的组织形式。

然而,自从水力填充筑坝法发明以来,坝系的缓慢发展可以说完全是主管部门认识上的偏差造成的。当地群众仅仅把打坝淤地当做发展农业的有效途径看待;上级部门仅仅把打坝淤地当做水土保持业来抓,他们对打坝的称呼——“修拦泥坝”就很能说明问题。谁都没有从黄河流域本质问题的根治上,从黄土高原农业的发展上分析和对待坝地。这是坝地发展缓慢的重要原因。

2. 坝系农业的可行性分析

(1)技术可行性 黄土高原大范围、高强度、长时期的水土流失就是坝系农业持久生存的动力所在。它既是造地(淤地)的动力,又是养地(集中水分、养分)的动力。黄土高原的千沟万壑保证了建坝的地形条件和坝系农业的发展空间。水力填充筑坝法技术简单,便于掌握,设备要求低,成本低廉,易于推广,与黄土高原的自然条件和社会条件充分适应。当地人民有打坝淤地的传统,同时坝地的开发利用不要求新的特殊的耕作技术,与原有农业技术体系和农民生活方式充分适应。因此,从生存动力、发展空间、筑坝技术和开发利用四个方面来看,坝系农业在技术上是完全可行的。

(2)经济可行性 坝地是黄土高原地区确保农业高产稳产的土地利用方式。与土地利用的其他方式相比,经济效益十分可观,同时造地成本不高,原则上坝地发展不存在资金限制。即使在没有国家资助的情况下,群众自发集资打坝的实例也很多。这就充分证明了坝地的经济可行性。所谓“无利不起早”,就是这个意思。经济可行性意味着它必然是未来黄土高原主要的农业土地利用方式。这一趋势不可阻拦。

(3)社会可行性 实践证明,“统一建坝,分户经营”是坝系农业基本建设和生产运营的有效的社会组织管理方式。这与当前我国农村的联产承包责任制的双层经营方式完全一致。坝系农业是造福黄土高原人民和华北平原人民的伟大工程,符合民族的根本利益。我国有强有力的中央政府和地方政府,应该有能力,也有热情为人民、为子孙后代办实事,办好事,从财力、物力、人力和组织上推动坝系农业的充分发展。

四、八大关系

此处对与坝系农业有关的人与自然的关系和

人与人的关系做一简要分析。

1. 人与自然的关系

(1)生物措施与工程措施的关系 黄土高原的水土流失绝大部分是由伏秋之际的几场暴雨造成的。一般说来,干旱和半干旱地区(特别是10万平方公里的粗泥沙产区)的植被郁闭度很低,在暴雨条件下,水土保持作用极为有限。实际上,在没有人类活动之前,在自然植被存在的情况下,黄土高原的水土流失就已经极为严重了。可见,生物措施对减轻水土流失有作用,但作用不会很大。所以,生物措施不是治本之策,工程措施是治本之策。

(2)治沟与治坡的关系 从农业开发的角度看,沟坡治理中,应以治沟为主,治坡为辅,先沟后坡。这是因为坝地是淤出来的,淤就要有水土流失,坝地的形成、坝地地力的维持,全靠水土流失。而治坡本身是减少水土流失的,因此,治坡应在坝地淤好之后再开始。在坝系的控制范围内,对水土流失不可“除恶务尽”。从黄河下游减淤的角度看,坡面侵蚀只占总侵蚀量的20%,而沟道侵蚀却占了总侵蚀量的80%,因此治住了沟也就解决了黄河下游的淤积问题。

(3)梯田与坝地的关系 梯田与坝地的根本区别是梯田没有解决水分和养分集中的问题,梯田所能获得的全部水分仅仅是来自“头上”的天然降水,而在干旱和半干旱地区的水热条件下,不可能保证高产稳产。其次,梯田和坝地相比,无论是造地,还是维护的收益—成本比都比较低。再次,梯田的立体蒸发不容忽视。最后,梯田和坝地都是经过人为平整的土地,都不是天然原始形成的。但修梯田是用人力去平整土地,淤坝地是人靠天然力去平整土地,前者必须阻止天然力发挥作用,后者必须依靠天然力发挥作用,一个逆势而动,一个顺势而动。因此,梯田不应作为黄土高原未来农业发展的主要方向。

(4)“好”与“坏”的关系 对于人类来说,一切自然因素和自然过程不存在绝对的“好”,也不存在绝对的“坏”,全看人类如何利用它们。利用不当,水土流失就是黄土高原农业发展的最大阻力;利用得当,水土流失就是黄土高原农业发展的根本保障。黄河也是如此,它既可以是华北平原的“心腹之大患”,也可以是华北平原的“希望之所在”。

2. 人与人的关系

(1)事业与产业的关系 黄土高原的水土保持是中华民族的一项伟大事业。但在国家经济发展水平较低的阶段,长时期、大规模的财政投入是不可能的,因此水土保持必须成为一种产业,而不仅仅是事业,才有生命力。也就是说,水土保持必须是有经济效益的职业。坝地是根本性的水土保持措施,同时又是比较收益最高的农业土地利用方式。可见坝

系农业是统一水保事业和农业产业的关键环节。这就是它的生机之所在。

(2)局部与整体,短期与长期的关系 水土保持的根本困难在于难以协调局部利益与整体利益,短期利益与长期利益之间的矛盾。坝系农业成功地解决了这一问题,它使黄土高原最有效的农业生产方式和黄河流域最根本的水土保持措施完美地统一在一起,从而使黄土高原人民的切身利益与华北平原人民的切身利益完全统一,使黄土高原人民的当前利益与中华民族的长远利益完全统一。

(3)投资与收益的关系 筑坝的初始投资应由国家负担,应由下游地区负担。不仅要强调“谁破坏,谁治理”,还要强调“谁受益,谁治理”。这样就能不仅消除外部不经济性,还能消除“治者无益,不治者得益”的“外部经济性”,从而保证高效率地配置社会资源。

(4)水保与发展的关系 水土保持与经济发展有一致之处,也有矛盾之处。这里仅仅指出经济发展给水土保持带来的压力。一是工矿、交通和城市的发展会造成新的水土流失,从而给水土保持带来不良影响;二是经济发展,产业结构升级,就业门路增多,会提高务农的机会成本,限制坝系农业的发展,从而间接给水土保持带来不良影响。这一点必须有所预见。

五、治黄方略的基本构想

笔者提出的治黄方略的基本思路是治黄(黄河)必须治黄(黄土高原),基本前提是黄土高原的水土流失可以治住,基本措施是建立覆盖黄土高原的坝系农业,基本目标是50年内使黄河流域转入持续发展轨道。

方略的实施分三个阶段:

第一阶段,立即投入人力、财力,积极开展均衡坝系研究;宣传坝系农业思想,树立典型,示范推广;与此同时,加强河防工程,稳定河口,加速小浪底水库的建设。第一阶段的时间跨度大约10年,即1990~2000年。

第二阶段,小浪底水库建成之后,可保下游15~20年的安定局面,必须充分利用这二三十年的时间,首先在10万平方公里的入黄粗泥沙产区建成完整的坝系农业,确保黄河达到冲淤平衡状态。同

时,修建龙门、碛口水库。这一阶段的时间跨度大约20年,即2000~2020年。

第三阶段,发展、巩固、完善黄土高原的坝系农业,建成龙门、碛口水库,彻底解除下游的泥沙、洪水威胁,基本实现“黄河清”的千年夙愿;同时,也提高人类对黄河水资源的调蓄能力,保证下游工、农业用水。这一阶段时间跨度大约是20年,即2020~2040年。此后的黄河不再是害河,而是一条希望之河。黄河流域将获得持续发展的自然保障,成为一个走向持续发展的充满青春活力的古老的大河流域。

这一方略的实施过程中只存在一关键性的不确定性因素:中国能否保证不发生全局性的政治动乱。两千年的经验证明了黄河的安危与中国的安危是息息相关的,没有长期稳定的社会发展格局,黄河是治不了的!

六、建议:立即投入人力、财力,积极开展坝系农业研究

坝系农业研究的内容包括:坝系均衡条件的研究,坝系农业系统的农学研究,坝系农业系统的工程研究,坝系农业发展的劳力、技术、经济、社会条件研究;综合分区基础上的坝系农业系统试点研究,复合系统控制理论的研究,治黄(黄土高原和黄河流域)系统工程的再研究。

坝系农业研究已刻不容缓。坝系农业研究关系到黄土高原人民的切身利益,关系到下游平原人民的生存与发展,也关系到我们留给后代的是什么样的黄河流域,一句话,关系到黄河流域千千万万人民的现在与未来。因此,坝系农业的研究应该尽快开展,而且越快越好,坝系农业的实施也是越快越好。

投资这项研究是国务院、国家科委、中科院、国家环保局、水利部、黄委会、黄河中下游各省政府的责任和义务;投入这项研究是中国资源环境科技人员的责任和义务;支持这项研究是每个中国公民的责任和义务。笔者也可以怀着复杂的心情说,每个富于人类同情心的人,每个关心中国的国际友人,都应伸出你热情的手支持这项研究。

(责任编辑 蔡德诚)

重要更正

本刊1993年第7期(总第61期)第7页《经济环境比赶超计划更有意义》一文的作者应为“王则

柯”。正文中及目录页皆误为“王则珂”。特此更正,并向王则柯同志和广大读者致歉。 编辑部