

关于提高水资源 农业生产效益问题初探

汪秉仁

河南省科学院地理研究所

一九八三年六月

水资源农业生产效益是农业自然资源生产效益的重要组成部分，也是衡量水资源开发利用活动优劣的基本标志。近代随着工农业的发展，需水量急剧增加，供不应求日趋严重。加之对水资源认识不足，盲目开发，不合理利用，任意污染，世界性的“水荒”已经出现，在干旱半干旱国家或地区尤为突出。我国黄淮海平原是一个水资源比较短缺地区。过去由于不重视水资源开发利用的经济效益，不仅使水资源生产效益低下，而且更加剧了水资源的紧张程度。特别在黄河以北的冀豫鲁平原区，水资源不足已成为影响农业发展具有战略地位的限制性因素。因此，正确地认识水，充分、合理地开发利用水资源，努力提高水资源农业生产效益，就成为该区，当前十分紧迫的任务和研究课题。

本文系笔者根据多年来从事水资源调查，白沙灌区水平衡与农业灌溉试验站的试验资料，运用生态、经济和水量平衡的观点，对如何提高黄淮海平原水资源农业生产效益问题作以探讨。期望对促进本平原水资源供需平衡，良化环境，高效益的实现农业高产稳产有所裨益。不当之处敬请批评指正。

注：本所王文档、李寿考省计委刘维德、省社会科学院陈跃等同志对本文提出宝贵意见，值此一并致谢。

一、水资源农业生产效益现状及其存在主要问题

(一)·水资源农业生产效益现状·

计算水资源效益的方法可分静态法和动态法以及综合分析法。省水利厅利用静态分析法对河南省卅年来水利建设的部分项目作了宏观评价，其经济效益是很显著的。例如：

河南省15座以防洪灌溉为主的大型水库及其灌区工程，国家投资9·55亿元，群众劳务投资4·78亿元，共14·33亿元。历年防洪、灌溉、供水等总效益为76 35亿元，比总投资多62·02亿元，国民经济效益系数为0·27，还本年限为3·7年；平原除涝，国家历年总投资9·55亿元，群众劳务投资6·2亿元，共15·75亿元，除涝治碱年效益4·45~8·9亿元（按不等粮价计算）扣除年费用1·05亿元，国民经济总效益系数0·22~0·50还本年限2~4·6年；井灌，全省共打井61万眼、配套50万眼，国家投资6亿元，群众投资18亿元，发展井灌面积3354万亩，占全省有效灌溉面积5830万亩的57·5%，考虑井渠复灌因素井灌效益19·96亿元，扣除年费用9·38亿元，其国民经济总效益系数0·44，还本年限为2·27年。但是我们必须看到，过去在“左”的思想指导下，相当长一段时间，不按客观自然规律和经济规律办事，不讲求经济

效果，在整个水利事业的投资上造成了巨大损失和浪费。现有水利建设的总效益同我们付出的巨大投资和劳动代价相比较，经济效益是很不理想的。甚至做了一些无效和有害的工程，走了不少弯路。

(二)、存在的几个主要问题

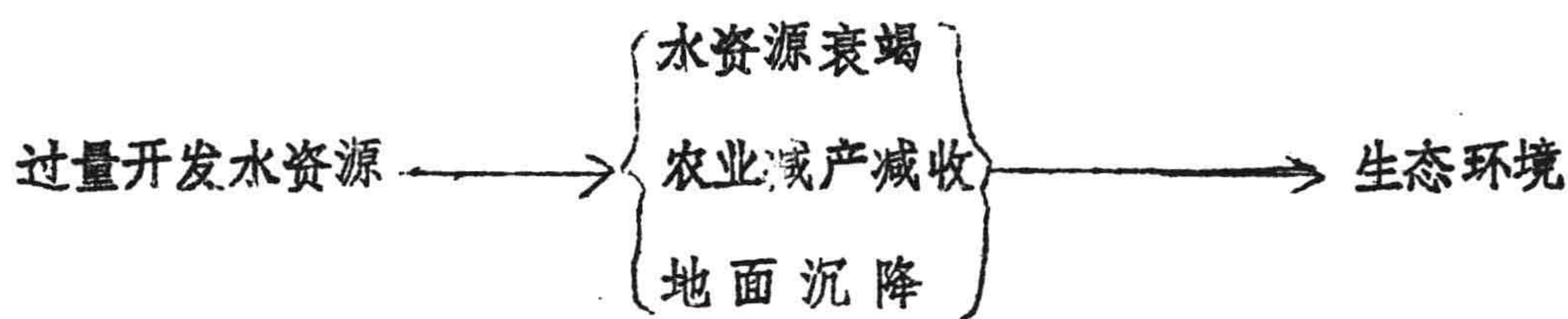
1、长期以来，在黄淮海平原，由于对水与旱涝碱形成的内在联系的规律性认识不清，是导致治水思想上的片面性、方针、措施上单打一，实践活动上的反覆、摇摆不定，水资源生产效益低下，甚而劳民伤财恶果的主要原因。黄淮海平原是在特定的生物地理条件和人为因素长期影响下，形成的独特的生态系统。其最突出特点就是旱涝碱并非孤立存在的，而是相互联系、互为因果，相伴而生、交错危害的。而旱涝碱的中心问题是“水”。众所周知，水少则旱，水多则涝，盐碱，防旱需要蓄水或抽取地下水灌溉，而除涝治碱则需要排水，蓄水灌溉又可以冲洗盐碱。抽排地下水又可腾空地下库容，接纳雨水防涝。在采取措施时，既有统一又有矛盾。因此要防治旱涝碱，必须实行统一规划综合治理，合理调控水资源，才能除灾避害，取得较好的综合效益。

过去本平原水利建设出现的多次反覆、几次大的折腾、除极左路线影响外，就是人们，对这一规律缺乏认识因而出現，时而受涝后重排轻灌，遭受旱灾，时而受旱之后，重灌轻排，重遭涝碱危害。头痛医头，脚痛医脚，顾此失彼，致使水利建设成效差，水资源效

益低下。

2、由于缺乏水循环水平衡的观点，对水资源缺乏统一的综合评价，往往时而重视地表水资源而忽视地下水资源，重渠灌轻井灌，大面积受旱或发生涝碱。时而重视地下水忽视地表水资源，重井轻渠，甚至认为地下水取之不尽，用之不竭以至过量开采，形成大面积的地下水漏斗，尤其忽视生物措施、农艺措施。小型农田水利工程在促进水循环和改善水平衡中积极作用。

3、农业生态系统与水资源不适应。过去在制订水资源开发利用规划和在水资源开发利用的实践活动中，由于受农业高指标影响，盲目推崇高需水量作物。走一条，种植高需水量作物



恶化的路子。例如，禹县古城公社由于过量开采地下水，目前人畜用水已发生困难。农业产量因灌溉水量衰减逐年下降，小麦亩产由1979年的940斤，下降到80年860斤，81年790斤，82年500斤。而且机井不断加深，机具几代更新，能源消耗剧增，亩产粮食虽达1000多斤，但农业收益很低，有一个生产队现欠国家贷款7000元，电费2800元，社员辛苦劳动一年不仅不能分益，反而负债，而且愈来愈严重。

4、水利自然科学与经济科学脱节。水利自然科学工作者只从事水的自然规律方面的研究。不与或者很少与经济科学挂边。因此，自然科学工作者提出的开发利用水资源的方向途径，措施，往往就自然规律而言是合理的，讲得通的。但就经济科学而言往往讲不通，特别在经济活动实践中行不通，以至于许多经验，成果长期难以推广应用。例如“井渠结合”灌溉方式，十多年来沿黄地区广大水利科技工作者无论从科学试验基点试验资料作出的理论分析，或是从一些典型地区运用的实践都充分表现了它的优越性，是黄淮海平原，特别是引黄灌区综合防治旱涝碱，充分合理利用水资源，提高水资源生产效益的好方式，是一条成功的经验。但是由于缺乏经济的观点，没有结合该地区的具体经济条件，采取经济管理手段和办法，制订出一套实施这种方式经济管理办法来，因此，出现，井灌结合文章连篇累牍，而井渠分家，兴渠废井的现实，依然存在。这样下去不仅会影响水资源效益的发挥，甚而将会带来更加严重河道淤积抬高地下水位，涝碱的危害。

5、管理不善是水资源生产效益低下的重要方面。任何生产建设，都必须通过经营管理的手段才能转化为经济效益，而且管理科学水平越高，效益则越大。否则就会造成巨大浪费、重大损失。长期以来在极左路线影响下，好大喜功，重建设轻管理，重工程轻生物，重新建轻配套以至许多解放初期兴建的水利工程至今未有配套。

发挥效益。有的原设计大型灌区，建成总干渠后，放置廿多年，渠系未配套，即便已运用的灌区，由于管理不善，制度不健全，奖惩不分明，吃大锅水思想严重，加之土地不平整，大水漫灌、昼灌夜弃，水源浪费极其严重，水资源利用率较高的白沙灌区也只有30%左右，据河南省水利厅框算，全省仅大中型灌区，尚有1000万亩因没有配套，不能发挥效益，特别是引黄灌区，水资源浪费更惊人，有的每亩灌水量高达1000立米以上，水的利用率不到20%。广大井灌区，由于管理跟不上，机井淤积，设备维修，缺油断面等原因，影响机井效益的发挥。由于我省水资源不足，既无全面规划，又缺乏统一管理，地区之间、工农业之间、工业生产与城市生活之间争水现象比较严重，以致造成工程重叠、投资浪费水资源效益低下。近十几年来水资源污染严重，目前全省工矿企业已达1.5万家，废水排放量日益增加，每年约有10亿吨，绝大部分污水未经处理直接排入河道，或灌溉排水渗入地下，污染地下良好的水源，加之大量化肥、农药的污染，使许多大型河流诸如、淮河、唐白河、卫河等约有3233公里长河段均受到不同程度的污染。有一半以上污染严重不能利用。极大的影响水资源效益的发挥。

二、农业生态需水与天然供水规律研究是提高水资源生产效益 的基本依据

农业生态需水规律和天然供水规律的研究是合理利用水资源，提高水资源农业生产效益的基本依据。它可以增加水资源开发利用的科学性，减少盲目性，使有限的可贵水资源利用得经济合理，发挥更大的生产效益。因为农业生态系统是在一定的自然、经济和科学技术条件下形成的。不同的农业生态系统有不同的需水规律，而不同的农业生态环境也有着不同的天然供水规律。二者往往既有相适应的一面，又有不相适应的一面。相适应则所谓风调雨顺、农业丰收。不适应则形成旱涝灾害，农业减产，甚至绝收。而且不适应程度越大，机迁越多则其灾情越频繁，严重。在水旱灾害交递出现的黄淮海平原人们为了抗御水旱灾害，夺取农业丰收，就必须认识和掌握这两方面的规律，才能卓有成效的调控水资源，做到因土因苗因天。适时适量的科学使用水资源以补充农业天然供水之不足，也才能发挥水资源的更大效益。为此，笔者积白沙灌区水平衡试验站多年试验资料，和调查资料，对黄淮海平原冬小麦、夏玉米、大豆、谷子、水稻、棉花等六种作物需水规律包括整个生育期的总需水量、如生育阶段需水量、关键需水期、关键期需水量，与相应于每生育期、关键需水期的天然降水量及其供需平衡状况作以对比分析（如表1）

由下表分析可得出如下几点规律性的结论：1、小麦、玉米等六种作物。在生长发育过程中，由于作物本身生理特性和气候条件

的制约明显地表现出一个或两个对水分十分敏感的阶段。该阶段一般生长迅速，积累干物质速度最快，需水量也最大，称之为最大需水期和最大需水量。例如小麦4月21日~5月10日，（玉米7月21日~8月20日，大豆7月21日~8月31日等）。孕穗、抽穗期生长速度最快，需水量最大约占总耗水量的37.4%，但亦有些时期作物对水分要求不一定多但若供不应求，对产量影响却非常显著例如小麦的返青~拔节期需水量仅占总耗水量的4.5%，但因正值小麦小穗分化期，营养生长，生殖生长同时进行，却是决定穗的大小和籽粒多少的关键时期，因此这两种情况统称之为关键需水期和关键需水量。

2、作物生育期天然降水供水量，由于东南亚环流季节变化影响，天然降水变率大，年际年内分配极度不均。即便是汛期雨量多年期间相差亦很悬殊。且由南而北雨量短缺程度加剧。淮河北岸多年平均降雨量1000毫米，生长期降水量800毫米。禹县年降水量700毫米，生长期降水量550毫米，黄河北岸年降水量600毫米左右，生长期降水量不足500毫米。自南而北汛期雨量集中程度越来越高。例如安阳玉米谷子大豆生育期一般产量水平要求降水指标为250~300毫米，而多年平均降水量却高达400多毫米，但由于降水高度集中于7~8月份占年降水量的70%以上，而七、八月中又往往集中于几次暴雨降下，顿时积
~7~

白沙 灌区、安阳六种作物需水、降水量统计分析成果表 1

项 目 \ 作物	冬 小 麦		夏 玉 米	夏 大 豆	夏 谷 子	水 稻	棉 花	备 注
	1	2						
产量水平 (斤/亩)	400		500	200	250	600	100	
全生育期起止日期 (日/月)	11/10-10/6		11/6-10/9	11/6-10/9	11/6-10/9	11/6-30/9	1/7-10/9	
全生育期总需水量 (mm)	285		300	300	250	660(南)735(北)	450	
最大需水日期 (日/月)	11/2-10/3	21/4-20/5	21/7-20/8	21/7-31/8	21/7-20/8	11/7-31/7	1/7-10/9	
相当于发育阶段	返青-拔节	抽穗前5~ 后25天	抽穗前10天 到后20天	开花-粒鼓	抽穗前后	孕穗-穗抽	开花-吐絮	
最大需水期需水量 (mm)	105.9		154.8	154	83	177(南)196(北)	250	
占总需水量 (%)	4.5	37.4	51.6	51.2	33.3	26.7	52.7	
生育期降水指标 (mm)	12	80		169	105	121(南)144(北)		
全生育期多年平均降水量 (mm)	213		376.6	376.6	376.6	416.6	574.0	白沙·禹县
全生育期 P ₇₅ 降水量 (mm)	159		417.1	457.1	417.1	451		
	158		254.6	254.6	254.6	310.8	429.2	安 阳
最大需水期多年平均降水量 (mm)	13.1	51.3	158.8	188.9	158.8	116.3	329.1	白沙·禹县
	11.0	34.9	184.7	213.8	184.7	136.0		安 阳
最大需水期 P ₇₅ 降水量 (mm)	8.6	27.0	78.2	106.0	78.2	48.0	221.1	

注: 1. 白沙 灌区小麦全生育期耗水量与地上供水量 (包括降水和灌溉) 的关系方程: $E = 111 \cdot 1112 + 0.55733P$

玉米 $E = 127.592 + 0.29742P$

水稻 $E = -69.5 + 0.945P$

2. 降水指标 指作物生育期的地面供水量 (包括天然降水和灌水)

3. 白沙水平衡试验站, 张殿友、万朝忠等同志参加本表的部分计算工作。

成涝或废世排走。而在雨隔期间却仍然干旱缺水。

3、作物需水与天然供水平衡分析可以看出，其供需差值，由南而北逐渐增大，而且供水过程不均匀程度加剧。例如小麦在南部淮河沿岸天然供水基本满足要求，禹县相差30毫米，安阳相差125毫米。

通过上述分析，为我们作水资源的区域调配，水资源的合理开发利用，拟订科学的灌溉制度，提高水资源的生产效益提供了最基本的依据。

三、提高水资源农业生产效益的途径

水资源农业生产效益是衡量水资源开发利用活动优劣最基本的标志。通过科学技术的途径所获得的经济效益称之为技术经济效益，而通过经营管理途径取得的经济效益则称之为管理经济效益。在实践活动过程中二者是相辅相承的。因为自然科学只有同经济科学结合起来，即从自然科学讲得通，从经济科学也讲得通，才能使事情顺利进行。提高水资源的生产效益，是一个综合性的问题，它既包括水资源本身的规律性，水与农业生态环境之间的联系，又包括以什么样的思想观点方法管好用好水的问题。要卓有成效地利用水资源，取得较好的经济效益，社会、生态效益，必须在正确认识 and 掌握资源规律的基础上，运用经济的观点，制订出符合国情、民情的

方针、政策，提出切实可行的途径和措施。

(一)、大范围内的水资源调配及其宏观效益

本平原大部地区属于半干旱区，水资源短缺，已成为农业生产乃至整个国民经济发展的限制性因素。要发展工农业生产必须重视解决水源问题。这是一项关系国计民生具有战略意义的大问题。在我国随着科学技术和经济发展，大大加强了人们改造和控制自然的能力。有了以先进的科学技术和较雄厚资金，换取更大的，较长期的宏观效益的可能性。苏联把北部与西伯利亚河流的水调到南部中亚地区的“北水南调”工程，美国把东部的水调到西部地区的“东水西调”工程等，大规模调水方案的论证和实施，说明调水对改变大区域的自然经济面貌，起到了决定性的作用，获得巨大的宏观效益。而对我国黄淮海平原水资源短缺，严重制约农业生产发展和南方水多北方水少的现实。提出把长江流域的水调到黄淮海平原，使在南方本来作为余水弃入大海的水资源，调到华北平原作为工农业生产和人民生活必须的用水水源其效益是显而易见的。从丹江水库引水120亿立米，若用于灌溉每斤小麦耗水量500斤，利用系数取0.5，可增产小麦200亿斤以上。总干渠开通后，在为华北平原提供可靠水源的同时，还可大力发展水运，使山西晋东南的煤炭沿总干渠通过沙颍河～淮河和汉水，运往江苏上海及湖北湖南江西。是一条紧密联系山西能源基地和华东、南方各省市经济

合理的航线。这是解决黄淮海平原缺水，促使工农业进一步发展，改变本平原自然经济面貌，促进生态平衡具有战略地位的决策。应加紧研究，尽快实施。至于调水中需要进一步研究的调水方案的科技经济论证，环境后效等问题，国外已有许多成功的经验可资借鉴，国内许多专家学者做过大量工作。笔者认为现在主要问题有两个：一是组织协调论证工作。我国南水北调工作从50年代提出至今已有近30年的历史，由水利部门、中科院等单位多次主持召开学术会议，但是至今未有做出一个全面系统兼容各家观点见解的总体方案。往往只停留在一般性的学术交流。缺乏过细的工作。建议中央责成主管部门负责组织各有关单位专家学者科技工作者做一些过细的分析研究工作，搞出一套系统地、综合性的论证报告，和专题报告；另一个是目前由于国家财力限制，企图一举而就的建成这样大规模的建设工程是有困难的，建议根据国家财力许可和总体规划的要求，采取分期分段实施的办法进行。例如：中线调水方案，从丹江水库陶叉至方城廊道可列为第一期工程，方城至黄河南列为第二期工程黄河北至北京——天津为第三期工程。这样分期实施既考虑了国力允许又可以尽快取得调水的经济效益。

(二) 当地水资源充分合理开发利用的效益

黄淮海平原地处半湿润半干旱地区，水资源具有一定的数量。但它既不同于降水、地表水充沛，水资源利用以天然降水自然供给和地表径流调节利用为主的南方湿润地区，也不同于降水稀少，几无径流，水资源利用以地下水和冰川融水为主的北方干旱地区。而本平原正处于上述两种水资源状况的中间过渡区域。水资源具有特有的水循环物理机制和水平衡的组成状况。其水源组成是有效降水、地表水、土壤水、地下水均有一定的数量。但单独依靠其中任何一种水源又不能满足其需要。因此必须把四水资源作为一个有机的整体看待，才能全面、系统地评价水资源。同时要充分认识和掌握水资源在黄淮海平原这个特定的生态环境中的时空分布、转化规律及其与旱涝碱发展的内在联系。才能对症下药采取综合治理合理开发的途径措施。在四水资源中，降水是水资源的主要来源。某种意义上讲，四水资源是降水资源落到地面的一次再分配。在四水资源中有效降水是农业天然供水的主要部分，约占农业需水量的70—80%。其余的仅是补充水源。因此，在四水资源中，首先应采取一切可行的途径和措施，提高降水的利用率。例如，加强坑塘建设、深耕畦田、增肥土壤改良土壤结构以及合理轮作倒茬蓄水保墒等措施，据笔者在白沙灌区试验调查估算可增加蓄水量150^{mm}以上。积极发展井灌，提高单井利用率、合理平衡开发地下水，这是平原地

区的主要补充水源。在有条件的地方还可以实行深沟、河库拦蓄雨水，促进地表水地下水的转化提高地下水库的调蓄功能和利用率。在渠灌区特别是引黄灌区要实行井渠结合。井灌井排与沟渠生物排相结合。综合防治旱涝碱、减少无益潜水蒸发增加降雨入渗，提高水资源利用率，发挥水在防洪除涝治盐碱等方面的综合效益。据白沙灌区试验 降雨入渗模拟试验室及大田取土观测资料分析表明，地下水位在3米时，潜水蒸发已很微弱。地下水位四米、潜水蒸发趋于零。因此必须依地下水位与防治旱涝碱、降雨水入渗潜水蒸发综合效益关系，科学调控地下水位。（参见下表）

地下水位防治旱涝碱综合效益关系表2

地下水位 (m)	0.5	1.0	2.0	
地下水利用量(mm/年)	658.1	382.1	128.3	
地下水位 (m)	1.0—1.2	1.4—1.7	1.8—2.1	
盐碱化程度	重	中	轻	
地下水位 (m)	0.2—0.5	0.5—0.8	0.8—1.2	
作物产生 (斤/亩)	100	200	505	
地下水位 (m)	0.5	1.0		
潜水蒸发 mm/昼夜	4.7	1.8		
地下水抽灌	前	后	产流减少	
降雨入渗系数	0.2	0.31	2/3	

（三）建立适水种植农业生态系统提高水资源的生产效益

根据笔者对黄淮海平原水资源供需平衡分析和对水资源开发利用实践的考察表明：走适水种植农业生态系统——→水资源平衡开发利用——→ $\left\{ \begin{array}{l} \text{水量平衡} \\ \text{农业稳产高产增产增收} \end{array} \right\}$ ——→环境良化的路子，已

是势在必行。这也是水资源获得最佳经济效益的重要途径。因为在同样的水资源条件下，由于农业生态系统合理适应与否？农业生产状况和水资源的生产效益将迥然不同。二者是相辅相承密不可分的有机整体。过去那种把水资源研究、评价、特别是开发利用的实践活动同农业生态系统脱节是导致农业生态系统水分失调、大面积减产、甚至绝收，水资源生产效益低下的重要原因。例如1958年河南在干旱缺水的东部平原大面积推广水稻造成绝收；70年代大面积推广玉米、压缩大豆、谷子等作物造成减产。在广大沙薄地种植玉米，由于缺水一般亩产150斤左右，有的甚至颗粒无收，而种植花生却可收200多斤。二者对比适水种植的生态效益不是显而易见了么！

为此，我们以水资源为主要依据，量入为出因水种植，对本平原作了初步的最优生态设计。即合理调整和建立农林牧渔五业结构，包括种植业内部结构、耕作制度、作物布局、品种搭配等。也就是根据水资源条件和植物生理特性进行科学组合，以选择出适于