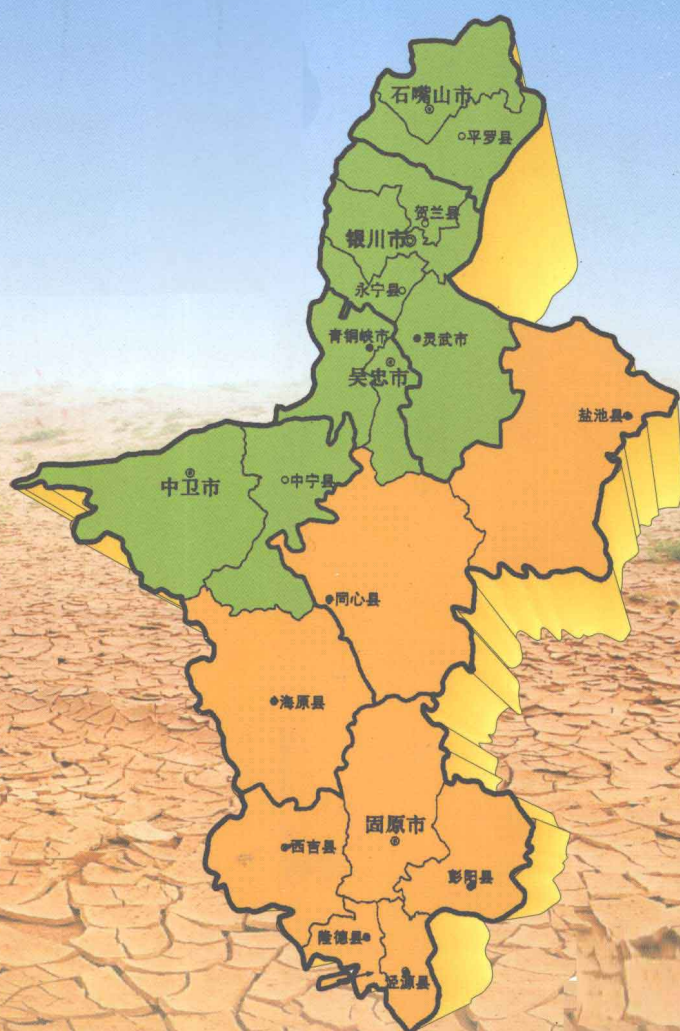


Optimizing of Crop Farming Structure and Improvement of
Productive Potential in Southern Ningxia Arid Area

宁南旱区种植结构优化 与生产能力提升

王立祥 李永平 廖允成 等著



西北农林科技大学出版社

宁南旱区种植结构优化与生产能力提升

——旱地农业研究与实践 30 年

王立祥 李永平 廖允成 等著

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

宁南旱区种植结构优化与生产能力提升/王立祥,李永平,廖允成等著. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2009

ISBN 978-7-81092-554-9

I. 宁… II. ①王… ②李… ③廖 III. 旱作农业—研究—宁南旱区 IV. S343.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 171611 号

宁南旱区种植结构优化与生产能力提升

王立祥 李永平 廖允成 等著

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨陵杨武路 3 号	邮 编: 712100
电 话	总编室: 029-87093105	发行部: 87093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	西安华新彩印有限责任公司	
版 次	2009 年 10 月第 1 版	
印 次	2009 年 10 月第 1 次	
开 本	787 mm × 1092 mm 1/16	
印 张	30	
字 数	692 千字	

ISBN 978-7-81092-554-9

定价: 58.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系

编委会

主 任 戈 敢 杨再林

副主任 马继凯 马志雄 云生元 侯兴礼 郭志乾

委 员 马 利 马占宏 马吉芳 王立祥 王有满 刘育生 李永平

张文军 张孝林 辛四辈 杨俊炜 贾志宽 曹秀霞 廖允成

主 编 王立祥 李永平 廖允成

副主编 王龙昌 李 军 温晓霞 谢小玉 景继海

撰稿人员

马 林 马秀芳 上官周平 王立祥 王天宁 王升华 王宇涛

王龙昌 王明洁 王俊鹏 王留芳 亢福仁 卞新民 兰占恩

龙明秀 刘世新 冯金侠 卢秀琴 刘沛松 孙兆敏 孙健敏

任小龙 任世春 任希贵 朱建军 吕廷会 范芳强 杜世平

张景林 张燕卿 李 军 李小芳 李永平 李明芳 李青旺

李顺昌 陈 兵 邵仁里 邵明安 何俊彦 郝明德 杨正礼

杨 琳 杨世琦 杨改河 杨治科 赵佰图 胡建宏 信乃詮

聂俊峰 贾志宽 陶士珩 徐玉明 曹秀霞 秦爱红 程积民

常克勤 景继海 韩怀礼 韩清芳 剡宽江 蒋 骏 谢小玉

温晓霞 雷玉山 葛鹏斌 廖允成 穆兰海

统 稿 王立祥 刘世新 龙明秀 李永平

校 对 刘世新 卢秀琴 龙明秀

序

宁南山区的八大科技示范基点,1980年开始陆续组建,至今已约30个年头。奋战在宁南山区科技第一线的区内外科技工作者,经过艰辛的探索和持续不断的科技攻关,取得了丰硕的科技成果,这些成果的广泛推广和应用,为山区脱贫致富和生态环境建设作出了突出贡献。虽然参加当年科技攻关的相当一批同志,已陆续退出了基点的工作,但每当我回忆起在那个举步维艰的年代,他们执着地把自己的智慧和心血,无私地奉献给宁南山区的那片黄土地,都使我倍感激动,并从内心升起对他们的强烈敬佩之情。我们都应该怀念他们,尊重他们的劳动,记住他们的贡献。

对于“宁南八大基点”我确怀有特殊的感情。在1988—1992年的五年中,我负责过对基点的组织和管理工作的,对各基点工作进展有着深切的感受。虽然后来离开科技管理岗位,经由银川市到自治区人大工作,工作岗位几经转换,但没有减退我对宁南山区八大基点难以割舍的情怀,每当能有机会为基点的发展出力的时候,我都会尽为而为。1999年9月,自治区科技厅在彭阳县召开基点工作座谈会,科技厅领导请我出席会议,并希望我能就基点工作提出建议。我了解到,在经过长达20多年的持续工作后,机关里和社会上有一些同志对基点的工作产生了厌倦情绪,对基点工作有没有必要坚持下去产生了动摇和怀疑,这次座谈会就是在这种背景下召开的。这种动向使我感到意外和不解。出于对宁夏经济社会发展全局的思考,为了坚定各有关方面继续支持基点工作的信心,我满怀激情地在会上发表了《不负使命,再立新功》的即席讲话。在讲话中,我再一次提出了“固原地区的一方水土,能不能养活这一方人?”的尖锐问题。以这样的高度,来强调在宁南山区继续开展科技试验示范的必要性和重要性。长期以来,甚至直到今天,还有相当一些同志,对这个问题是持着否定看法的,有的还以此否定的判断延伸出他们对这个地区发展方略的认识。

我在那次讲话中,以八大基点已经取得的科技成果为依据,有理有据地对这个问题,给出了肯定的回答:“已经取得的科技成果的大规模推广和应用,固原地区的一方水土,不仅能养活这一方人,而且可以养活得更好。”这次座谈会议之后的几年间,我依据对八大基点科技成果的深刻理解,结合对不断发展着的社会实践的新认识,围绕着宁南山区的发展问题,提出了一些观点,也陆续发表了一些文章,同时也向自治区有关方面提出了一些应该在宁南山区实施的政策及重大举措的建议。有些建议得到采纳,产生了较好的效果。

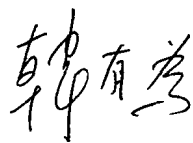
我认为,宁南山区最突出的生态环境问题是水土流失,特别是水资源的流失及由水的流

失所引发的土质资源的流失。水资源(含地下水、地表水、大气降水)总量的相对不足是宁南山区实现经济社会可持续发展的最主要制约因素,宁南山区经济社会的可持续发展必须以水资源的可持续利用为基本前提。如何提高水资源的利用率和利用效率,是实现宁南山区可持续发展过程中必须要解决的战略性课题,也是宁南山区脱贫致富的根本大计。水资源的可持续利用,要在建成可替代的生产条件上作文章,要在建设高标准机修水平梯田上下大工夫。如果我们抓住当前国家实施退耕还林还草工程这个千载难逢的有利时机,在大力抓好退耕还林还草工程的同时,不失时机地启动大规模的基本农田改造建设工程,按“水不下山,泥不出沟”的水土保持的基本要求,以小流域为单元,以改造建设高标准机修水平梯田为中心,实施山、水、田、林、路和农村能源建设的连片治理工程,从根本上解决水土流失这个心腹之患,我们将会取得宁南山区可持续发展的战略主动权。如果把退耕后剩下的坡耕地全部或大部分改造为高标准的水平梯田,并大规模推广旱作农业科技成果,其生产潜力是巨大的。不仅能完全弥补减少耕地的产出损失,还为大幅度提高产出提供了先决条件。对宁南山区而言,不论目前要稳定的脱贫,还是长远的致富奔小康目标的实现,都要以大幅度地提高土地的产出为基本前提,舍此,没有其他的捷径。我之所以为改变宁南山区的基本生产条件而高声呼喊,是认识到只有搭建好基本生产条件这个平台,才能为科技成果的大规模推广应用,创造好前提。由于投入不足,八大基点起步时,都不可能从改变基点的生产条件入手开展工作。当我们现在有力量,可以大规模地改变生产条件时,可以设想,已经积累起的科技成果的应用推广,定会发挥更加巨大的作用,对推动宁南山区的发展将展现出更加诱人的前景。

宁南八个基点设置之初,虽然追求的具体目标多种多样,但大的方向基本一致,都是围绕“控制山区有限而又宝贵的水土资源非目标性输出”这个主题和重点,借以构建和山区各类型地区资源存在状况相应的“生态效益—经济效益—社会效益”能够兼收并蓄的旱区农业发展模式。有如西北农林科技大学与固原市农科所长期合作联手共建的位居半干旱气候区的固原陶庄基点,围绕构建利于农牧结合降水利用效率提高的种植结构这个核心,从探查宁南粮食作物降水生产潜力入手,揭示障碍因素,成功地组建了以扩大紫花苜蓿种植面积为突破口,有助于强化农牧结合的“草—畜—肥—粮”节水型农牧生产结构,是谓陶庄模式。并以此扩大延伸,在半干旱偏旱区的海原县二道沟基点,实施以“压夏扩秋”为主体的种植结构优化,构建成利于降水利用效率得以整体提升的海原模式,经历不同降水气候年型检验,性能确较稳定,是谓“稳定型种植结构”。这种切合宁南实际,利于降水应能实现的潜在生产力转化为现实生产力的,符合种草兴牧、山川秀美以及立足粮食自给和确保区域粮食安全的陶庄—海原模式,一经面世,就得到固原行署重视,受到农民欢迎。时至今日,两个以高

效利用降水为特色的“草—畜—肥—粮”的节水型农牧结构,和“压夏扩秋、压粮扩草、压麦扩经”的稳定型种植结构,经受了几个周期的干旱、丰水、贫水年型气候考验,已为宁南旱区农民广为接受,并成为今日宁南种植模式主体。固原市的粮食总量已从上世纪 80 年代初不足 20 万 t 的水平,跃增到今日的 60 万 t。人均占有数量从 1982 年不足 200 kg,增加到 2008 年的 419 kg。30 年间大致以 10 万 t 级的增量,连续跃升 4 个台阶。可以认为,今天的固原乃至整个宁南旱区的农业发展超过了预期,这些都应归于中央的大政方针和惠农政策,是国家对宁南财政和物质投入的成效,是科技兴农和科技扶贫的成效,是宁南八大科技示范基点建设和科技工作的成效。“八大基点”对宁南山区的农业发展功不可没。基于资源的有限性和以水、土为主体的农业自然资源连续利用及可更新性等特征,面对更高水平小康社会对农业产品与日俱增的发展态势,我们要坚持科学技术是第一生产力的信念,寄厚望于八大基点未来的科技创新,让我们齐心协力实践科学发展观,为开创宁南更加美好的明天再立新功。

应领衔陶庄和二道沟基点工作和主编《宁南旱区种植结构优化与生产能力提升》著作的王立祥教授之邀,并出于对“八大基点”的深厚感情,谨以上文为序。难能可贵的是《宁南旱区种植结构优化与生产能力提升》是以陶庄和海原两个基点持续近 30 年的研究、示范和推广的第一手素材为基础,并以他们的科学理念为脉络,紧密结合宁南旱区的山情、水情、农情和社会发展实际所作出的工作回顾和科学检验的文字表述,是一部完全出自基点工作的科学专著,是两个基点持之以恒长达 30 年的研究与实践的工作展示,是一部不可多得的可供宁南山区进一步发展的思路参考和科学技术的依托。值此《宁南旱区种植结构优化与生产能力提升》面世之际,我由衷地再次感谢西北农林科技大学和固原市农科所全身心入宁南山区农业发展工作的专家,教授。祝贺《宁南旱区种植结构优化与生产能力提升》专著出版。也希望能有更多的反映其他基点研究成果的科学专著问世。



2009 年 8 月 28 日于银川

前 言

宁南地区又叫宁南山区,简称宁南,这种称谓并没有明确的行政辖区范围,而是泛指宁夏回族自治区除北部贺兰山区、银川平原之外的整个南部地区,包括灵盐台地、宁中山地、宁南丘陵和六盘山区等地貌类型的区域范围。大致涉及今日的中卫市海原县、吴忠市的盐池和同心县,以及固原市的原州区、西吉县、隆德县、泾源县和彭阳县。绵延自治区南端大致呈现南北走向的六盘山,和中部折向西北的屈吴山,使宁南显示出以山地为主体的地貌类型,称之为宁南山区。

宁南范围内的六盘山在地理上是陕北黄土高原和陇西黄土高原的分界,是渭河和泾河的分水岭。六盘山系两侧的黄土高原海拔约 1500 ~ 2200 m,除六盘山系突起外,其他一般为浅谷丘陵状态,塬、梁、峁、沟交错分布,只有源自六盘山呈现南北走向的黄河支流——清水河流域有着较为平缓的河谷川台地貌。宁南的主体气候属半干旱类型,但跨度较大;从南部半湿润阴湿区,经由半干旱过渡到半干旱偏旱区,宁夏全区年均降水不足 300 mm,宁南山区年均降水不足 400 mm。由于欠缺补充性的灌溉水源,宁南的农业处于常年有旱和连年干旱的境地,从而宁南又有宁南旱区的称谓。崎岖的山地沟谷地貌,强烈的水土流失,使有限的降水资源化为地表径流,连同宝贵的土壤营养物质年复一年地作非目标性输出,每况愈下的土壤肥力,即使广种薄收也难温饱。基于此类的严酷自然条件,以及历史与社会等诸多因素,致使宁南旱区经济落后,农业生产与农村社会发展滞缓,成为国家财政重点支持的贫困地区。

“西、海、固”是宁南旱区范围的西吉、海原和固原三个县的简称。“西、海、固”被视为宁南旱区的典型,曾作为宁南贫困区的代名词沿用至今,和当时的甘肃省的“河西”、“定西”并列为国家级的贫困地区,统称为“三西”地区,因其贫困闻名国内外。“西、海、固”和“河西”、“定西”除贫困面大、农村贫困人口多、粮食自给程度低等共同点之外,以“西、海、固”为代表的整个宁南旱区还是我国回族人口最为密集之区,在今日宁南 240 万人口中,有约半数之多的回族人口,其中同心县的回族人口占 80% 以上,泾源县的占 78%,海原县的占 71%,西吉县的占 56%,原州区(原固原县)的占 46%。当年的盐池县曾是陕甘宁边区政府管辖范围,1935 年 10 月毛泽东同志亲率红一方面军翻越六盘山与红四方面军会师西吉县的将台堡。据此,加大对民族地区、老区和山区的扶贫力度,加快宁南旱区的脱贫步伐意义重大,理所当然。

1980—1981 年冬春之交,为了贯彻自治区宁南山区工作会议精神,自治区科学技术委员会和自治区农业现代化基地建设办公室,遵照自治区党委和政府关于扶贫攻坚和科技扶

贫的工作要求,多次与西北农业大学商讨支援与合作事宜,确定由西北农业大学先期派出富有旱区农业发展经验和具有水分生产力研究工作积累的王立祥、王留方两位同志,与固原地区农科所李永平、李顺昌等同志联手合作,在宁南旱作农区开展研究、示范与推广工作,并将此项工作正式立项予以支持,纳入“自治区农业现代化基地建设办公室”(简称“基地办”)工作序列。此后加快调研步伐,并由自治区科委正式立项,于1982年春在宁南山区具有半干旱典型气候类型的固原县杨郎乡陶庄村组建陶庄旱农实验示范基点。陶庄的工作从探查宁南半干旱区旱作农田作物降水生产潜力入手,揭示障碍因素,确立以扩大紫花苜蓿种植面积为突破口,促进畜牧业发展的强化农牧结合的系统生产力发展途径,构建以“草—畜—肥—粮”物质良性循环为基础的节水型农牧结构,是谓“陶庄生态农业”模式。经过10多年的不同降水年型检验,性能稳定,成效明显,被国家环保局誉为全国十大生态农业模式之一,也曾被科技部、农业部、水利部确认为节水型农业模式予以推广。

在陶庄工作逐步显示成效的同时,经王立祥同志举荐,“农田作物降水生产潜力及开发”的研究工作正式纳入国家“七五”旱区农业攻关项目研究专题,由王立祥和中国农业科学院农业气象研究所陶毓汾共同主持,组织东北、华北、西北旱区协同攻关。此项研究工作持续时间之长(“七五”、“八五”、“九五”),覆盖范围之广(“三北”),涉及作物之多(12种),为国内外所仅见,充分地展示出连同宁南旱区在内的我国北方旱区农业可持续发展的广阔前景,随着陶庄研究工作的不断深入和示范推广成效的显示,从“九五”开始宁南的旱区农业发展研究工作,也正式纳入由中国农业科学院信乃谄和王立祥同志等共同主持的国家“北方旱农地区治理与综合发展”攻关项目,并在半干旱偏旱区的海原县李旺乡二道沟村增设国家宁南旱农试区(海原试区),和位居辽宁、河北、内蒙、山西、陕西、甘肃等省(区)的七个试区共同承担国家旱农攻关任务。此时的海原旱农试区和陶庄旱农实验示范基地一起纳入自治区基地办公室项目管理,得到自治区科技厅、农业厅、农建委和固原行署等大力支持。

基于陶庄旱农实验示范基地对宁南旱区作物种群内在生产力、生态适应性、降水利用效率的悬殊的近10年之久的研究积累和科学见识,国家宁南海原旱农试区一经建立,立即全方位地着手构建有助于降水利用效率整体提升的“压夏扩秋,压粮扩草,压麦扩经”的“海原种植结构”。由于以“压夏扩秋”为特色的海原模式,适于多种降水气候年型,并具有宁南旱区范围内的广泛生态适应性和稳定生产力,加上陶庄实验区已有的“三压缩、三扩大”的前期研究工作积累与示范成效。因此,海原模式一经面世,即受到固原地委、行署的重视和自治区科技厅和农业厅的支持,并得到联合国开发计划署(UNdp)的“中国西北旱作地区持续农业体系”项目(cpr/91/114)的支持。在各县主管部门和领导倡导下,陶庄的节水型农牧结构和海原稳定型种植结构得以逐步而又明显地扩大,经过又一个10多年的努力,两个以降水高效利用为核心的性能稳定的系统生产力明显得以增进的种植结构,已经逐步地成为今日宁南旱区的主体种植模式,使“生态—经济—社会”效益兼收并蓄,对宁南旱区的粮食自

给能力大幅提升和国家粮食安全作出应有贡献。

我们在宁南旱区农业发展的研究工作 30 年,是“实践—认识—再实践—再认识”的 30 年,是基于:(1)干旱固然是宁南旱区农业经常的威胁,然而有限降水应能实现的生产力远未成为现实生产力;(2)地力水平与降水利用效率相关显著;(3)旱作农田作物阶段需水与降水季节分配吻合程度种群差异悬殊等的科学认识和理念得以不断深化。对此,我们认为:(1)提高旱区土地生产力的实质是水分生产力的增进,从而探查作物的降水生产潜力应是旱区农业发展的先决条件;(2)着力土地培肥,强化植物生活要素调控力度,应是提高降水利用效率、开发降水生产潜力的关键;(3)从种植结构入手,整体地提高降水资源利用效率,应是稳定地增进系统生产力宏观层面的战略抉择。“实践是检验真理的唯一标准”,对此,我们仍将长期坚持“再实践—再认识”,以期使我们对宁南旱区的研究工作不断升华,更好地促进宁南旱区农业的发展。

可以认为,我们此前以及现阶段已经展现的宁南旱区农田作物降水生产潜力,是一个非常短暂的历史时段的科学技术应能实现的生产力,随着科学技术进步,有限降水应予实现的潜在生产力必将步步高。基于水资源的有限性,因人口增长所导致的人均占有数量减少难以逆转,以及小康生活和国民经济其他部门等是对水资源需求的与日俱增的势态,未雨绸缪地、持之以恒地增进有限降水的生产潜力,理应成为有识之士长期的追求目标:诸如我们继“稳定型种植结构”推出之后,已开始着手构建的水分利用效率可望更上一层楼的“应变型种植结构”还不够理想、也很不预期,有待更多的工作予以完善充实和提高;基于宁南旱区潜在的降水资源客观存在的比较优势,以及地下水极度匮乏的比较劣势,深入开展“三水”循环互补机理研究与模式构建的工作势在必行;充分利用迅速扩充的宁南旱区不同等级类型的公路“径流场”的有利条件,大力开发路网径流资源化的工作前景更十分看好……凡此种种不一而足,这些研究都十分期待着有更多的同志全身心地投入。

改革开放的 30 年间,宁南旱区农业生产力有了大幅度提升,宁南旱区农村面貌显著改观,农民生活水平普遍提高,这一切的一切均应归功于中央大政方针和惠农政策的实施,是科技兴农和科技扶贫工作的成效,是国家财政和物质投入的成效。简言之,是“一靠政策,二靠科学,三靠投入”显现的功效。至于我们对宁南旱区农业发展的作用,应视为科技兴农和科技扶贫的成效;是自治区宁南“八大基地”建设工作的成效;是西北农林科技大学和固原市农科所长达 30 年之久的精诚团结合作的成效;是包括参加陶庄和海原课题工作的自治区农科院和中科院水保所在内的众多同志的奉献;是宁南旱区各族人民的期盼和支持等共同的成效。我们在陶庄基点和海原试区工作期间,深得包括国家领导人在内的中央和自治区领导的关心和激励。值此《宁南旱区种植结构优化与生产能力提升》出版之际,我们由衷地对曾经多次亲临陶庄、海原旱农试区看望我们并考察和指导试区工作的黄璜、白立枕、李成玉、马英亮、周生贤、韩有为等自治区领导;王国美、苏焕兰、张吉生、刘恒、邢定恒、杨再林、

黑宝举、张新君、杨汉森、马继凯等区科技厅、农业厅、农建委、外专局的领导；刘金声、杨兆清等地委和行署领导；贾毅、廖昌邦、王克智、李增明、万俊岐等自治区科技厅和固原行署主管同志，原西北农业大学张岳、刘光华以及西北农林科技大学李华等领导，和固原农科所王嘉煜所长等表示由衷的恳切的感激之情和感谢之意。还有对多年关心和支持陶庄、海原模式示范、推广及深化研究的自治区科技厅、农业厅和发改委各主管方面的其他领导，以及固原市委、市政府，吴忠市委、政府的领导和固原市、吴忠市科技局、农业局等相关部门，宁南旱区各县科技和农业部门的同志以及原固原县基地办的同志，也一并表示感激之情和表达感谢之意。没有您们多年的关心和支持，没有旱区干部群众的关心、支持和配合，我们将一事无成。

《宁南旱区种植结构优化与生产能力提升》是集体智慧的结晶，是以“宁南旱区降水生产潜力探查，限制因素揭示，开发途径抉择”作为研究和实践的思路框架，全书突显“有助于降水利用效率整体提升的性能稳定的种植结构”的主题，重点阐述节水型农牧结构和稳定型种植结构的理念及依据，构建和研究工作取得的成效。全书的基本素材除我们早先已有的积累外，主要源自 1982—1995 年间的自治区课题任务和国家攻关项目的专题研究工作和迄今已近 20 年的示范和推广。因受篇幅所限，较少涉及与此密切相关的作物轮作，地力培肥，保护耕作，品种改良以及早期我们倡导的径流农业等技术层面的内容。对曾在两个基点工作的众多同志的全部工作和研究成果，实难全面涉及，敬请谅解！对曾经先后参加过基点管理和经济工作，付出辛勤劳动、作出贡献的闫采岑、王政邦、张鹏生、张一玲、何蓓如、张新兴、戴治稼、王天宁、毕研光、辛业全、丛心海等同志表示深切的谢意，您们对基点的建设功不可没。

值此共和国 60 华诞之际，我们谨以此书作为微薄的心意献给自治区和宁南各级主管部门及一线工作的农业专业同志作为工作参考，也可供在旱区从事农业发展研究的专业同志借鉴与参考。限于作者研究水平和认识能力，书中内容所及的错误和问题在所难免，敬请不吝指正、予以充实和完善，以期更好地服务于宁南旱区及条件类似的我国北方旱区农业工作。

廖允成
2009 年 9 月

目 录

前言

第一章 研究背景与思路	(1)
第一节 宁南旱区基本情况	(2)
一、气候资源	(2)
二、土地资源	(4)
三、水资源	(4)
四、生物资源	(5)
五、社会经济条件	(5)
第二节 农业生产的基本特征	(6)
一、旱作农业是本区农业的主体	(6)
二、传统农业的主导地位	(7)
三、农牧结合是宁南旱区农业发展的根本取向	(8)
四、粮食生产能力和自给程度低而不稳	(9)
五、农业发展进程滞后	(10)
第三节 种植业生产中存在的主要问题	(11)
一、农作物结构不合理	(11)
二、自然灾害频繁	(13)
三、土地用养失调、生产力低下	(15)
四、水资源短缺、供需矛盾突出	(16)
五、水利设施年久失修、库容萎缩	(18)
六、扬黄扩灌用水与供水错位矛盾突出	(19)
第四节 生态环境面临的主要问题	(20)
一、水土流失严重、土地沙化面积大	(20)
二、径流产沙模数大、丰枯交替不均	(21)
三、植被覆盖度低、生态修复难度大	(22)
四、耕地质量差、限制因素多	(22)
第五节 研究工作思路	(23)
一、立项依据及目的意义	(23)
二、确立与宁南旱区资源存在状况相适应的农业结构调整的思路框架	(24)
三、确立主要研究内容与方法及技术创新	(25)
四、技术路线及总体目标	(26)

第二章 主要研究结果	(27)
第一节 宁南旱区干旱发生规律及干旱预测	(27)
一、宁南旱区降水基本特征	(27)
二、宁南旱区干旱气候规律	(28)
三、干旱气候特征及振动	(33)
四、农田土壤水分生态循环及变化规律	(37)
五、干旱气候预测模型的建立	(40)
第二节 宁南旱区农田作物种群水分生态适应性评价	(43)
一、旱地作物生产与水分资源的关系	(43)
二、旱地主要作物水分供需平衡特征	(49)
三、旱地主要作物水分生态适应性的判定	(54)
第三节 宁南旱区农田作物水分生产潜力研究	(57)
一、旱地作物水分生产潜力及研究方法	(57)
二、宁南旱区农田作物应能实现的水分生产潜力	(65)
三、宁南山区农田作物水分生产潜力主要制约因素及应对	(68)
第四节 宁南半干旱区节水型农业生产结构的组建	(76)
一、形成农业生态系统物质良性循环整体结构	(76)
二、利于农田水分整体效益粮食作物合理配置	(78)
三、强化物质循环的地力培养	(79)
四、节水型农业生产结构的产值及生产力	(80)
第五节 宁南旱区稳定型种植结构决策优化	(82)
一、宁南旱区种植结构现状及调整方向	(82)
二、旱区种植结构优化调控的原则	(86)
三、宁南旱区稳定型种植结构的决策及目标确定	(88)
四、稳定型种植结构的生產应用与效果检验	(96)
五、旱区稳定型种植结构生产决策方案	(97)
第三章 研究工作专论	(99)
第一节 旱区农业发展战略与粮食生产能力提升	(99)
我国农业整体发展中若干的问题探讨	(99)
我国气候干暖趋势及农业水分生产力的增进	(105)
中国北方旱区综合研究开发与示范工程	(111)
宁南半干旱偏旱区(海原)治理与发展	(121)
关注旱区农业发展 提升我国粮食生产能力	(141)
我国旱区粮食生产能力提升与国家粮食安全	(148)
黄土高原地区粮食生产潜力与粮食生产发展战略探讨	(163)
宁南旱区粮食生产与降水丰歉年景划分	(167)

固原地区清水河流域粮食自给能力系统分析	(170)
第二节 农田水分生产潜力及开发	(177)
西北黄土高原半干旱—半湿润地区旱作农田降水生产潜力及开发途径	(177)
黄土高原地区秋粮作物生产潜力模拟研究	(182)
西北黄土高原降水生产潜力开发专家咨询系统研究	(187)
宁南山区旱作农田贮水状况与主要作物生产力关系的探讨	(193)
宁南旱区作物降水生产潜力及其适度开发研究	(200)
宁南半干旱偏旱区旱作糜子田水分动态与平衡研究	(204)
紫花苜蓿的生产潜力研究	(209)
宁南旱区农田作物生产潜力综合评价及其开发对策	(214)
中国北方旱区农田水分生产潜力增进途径研究	(218)
固原半干旱黄土区土壤水分动态规律的研究	(222)
灰色灾变理论在宁南山区气候预测中的应用	(228)
旱作农田改土截流蓄水种植沟耕作技术研究	(233)
垄沟集水种植对土壤有效蓄水量及谷子生长、光合特性的影响	(240)
宁南半干旱地区旱地作物气候适应性分析	(245)
宁南黄土丘陵区旱地作物水分平衡特征与水分生态适应性研究	(251)
第三节 节水型农业结构的优化及效益分析	(256)
宁南半干旱区节水型农牧业优化结构的组建及效益	(256)
宁南旱作农区种植业结构调整研究	(262)
黄土高原种植业三元结构的几个问题	(266)
宁南半干旱区农业结构调整效益分析及生态农业技术体系构建	(271)
宁南旱作农区应变型种植结构决策系统的建立及效益	(278)
宁南旱区生态农业建设与农业产业化研究	(284)
第四节 旱区农业地域资源优势及产业化	(290)
论宁南旱区农业技术	(290)
发挥我国西部地域资源优势 促进农业产业化发展	(295)
宁南山区生态环境面临的问题及对策	(298)
宁南山区农业持续能力及持续发展	(303)
宁南旱区农业抗旱长效机制建设的思考及应对	(308)
宁南旱区抗旱应灾农业技术体系的构建	(314)
宁南山区加快生态农业体系建设 实现农业可持续发展	(325)
黄土高原农业地域资源优势利用与产业化探讨	(330)
第五节 旱区苜蓿草业基地组建与畜牧业发展	(334)
黄土高原苜蓿草业基地组建的可行性分析	(334)
草畜产业一体化是构建西北地区生态经济农业的战略选择	(338)

宁南山区苜蓿产业化生产浅析	(343)
宁南旱区主体畜牧业——牛羊的发展探讨	(347)
西部开发中宁南旱区畜牧业的发展战略——以海原县为例	(353)
旱地苜蓿高产栽培技术研究	(358)
宁南山区旱作草田——紫花苜蓿产草量与贮水降水生产效率的测定	(363)
宁南山区旱地紫花苜蓿土壤水分及产量动态研究	(368)
黄土高原不同干旱类型区苜蓿草地深层土壤干燥化效应	(372)
宁南半干旱偏旱区沟垄集水种植技术对苜蓿土壤水分状况的影响	(388)
宁南旱区草粮轮作系统中紫花苜蓿适宜利用年限研究	(393)
宁南山区旱地苜蓿沟垄集水种植生物群体生长特征及其水分利用效率	(402)
宁南山区紫花苜蓿土壤干层水分动态及草粮轮作恢复效应	(407)
第四章 获奖成果及实践效益	(416)
第一节 主要科研成果、结论及创新点	(416)
一、固原半干旱旱作农区农业结构改革及优化方案	(416)
二、固原半干旱黄土区土壤水分动态规律及绿肥对地力影响的研究	(416)
三、陕、宁黄土高原农业结构调整及效益研究	(417)
四、宁南半干旱地区节水型农业生产结构	(418)
五、坡耕地改土截流蓄水保墒种植沟耕作技术研究	(419)
六、宁南稳定型种植制度研究	(419)
七、北方旱农区域治理与综合发展研究	(421)
第二节 陶庄—海原模式示范区整体效益评价	(423)
一、陶庄节水型农牧生产结构在示范区的成效	(423)
二、稳定型种植结构的示范成效	(428)
第三节 陶庄—海原种植结构模式在宁南旱区的实践	(429)
一、陶庄—海原模式在宁南旱区的推广	(429)
二、陶庄—海原模式在宁南旱区的实践成效	(431)
三、陶庄—海原模式的社会效应	(436)
第四节 宁南旱区农业发展前景看好	(437)
一、“八大基地”的科技创新与技术支持的作用	(437)
二、宁南山区农业发展的成效	(439)
三、发挥地域优势、促进特色农业产业化	(451)

CONTENTS

Prepace

Introduction

Chapter 1	Research background and strategies	(1)
Section 1	Natural and economical environment in southern Ningxia arid area	(2)
1.1	Climate	(2)
1.2	Land resources	(4)
1.3	Water resources	(4)
1.4	Biological resources	(5)
1.5	Social and economical environment	(5)
Section 2	Nature of agriculture	(6)
2.1	Arid agriculture dominating in southern Ningxia	(6)
2.2	Leading role of the conventional agriculture	(7)
2.3	Combination of agriculture and husbandry is the trend of the agriculture development in southern Ningxia arid area	(8)
2.4	Grain productive potential and self-produce level	(9)
2.5	Developmental lag of agriculture	(10)
Section3	Major problems of crop farming	(11)
3.1	Unreasonable crop farming structure	(11)
3.2	Frequently occurred natural disasters	(13)
3.3	Unbalanced usage-culture of land resulted in low productivity	(15)
3.4	Shortage of water resource	(16)
3.5	Insufficient maintained irrigation facilities and shrinking reservoir capacity	(18)
3.6	Prominent contradiction in water supply and requirement in expending irrigation areas by pumping water from Yellow river	(19)
Section 4	Major problems of ecological environment	(20)
4.1	Severe water loss, soil erosion and desertification	(20)
4.2	Larger soil erosion by rain runoff and uneven season distribution of plant growth	(21)
4.3	Low vegetative cover resulted in arduous restoration of the ecological system	(22)

4.4	Poor cultivated land, more restricted factors for production	(22)
Section 5	Research strategies	(23)
5.1	Rational and aims of the study of crop farming structure in southern Ningxia arid area	(23)
5.2	Strategies of the adjustment of agriculture structure orient to the resources in southern Ningxia arid area	(24)
5.3	Research subjects with improvement of water productivity as the core and technical Innovation	(25)
5.4	Technical scheme	(26)
Chapter 2	Results	(27)
Section 1	Drought occurring rules and prediction in southern Ningxia arid area	(27)
1.1	Features of precipitation in southern Ningxia arid area	(27)
1.2	Climate in southern Ningxia arid area	(28)
1.3	Dry weather feature and its fluctuation	(33)
1.4	Soil water ecological cycle and its change	(37)
1.5	Establish of the model to prediction of drought	(40)
Section 2	Evaluation of the water ecological adaptability of crop population	(43)
2.1	Relation between arid farmland crop production and water resource	(43)
2.2	Feature of the balance between the supply and demand of water in arid farmland	(49)
2.3	Determination of water ecological adaptability of major crops in arid farmland	(54)
Section 3	Study of precipitation productivity of farmland in southern Ningxia arid area	(57)
3.1	Arid farmland crop water productivity and research methods	(57)
3.2	Water productivity potential in southern Ningxia arid area	(65)
3.3	Major limiting factors of the water productivity in southern Ningxia arid area	(68)
Section 4	Building of water-saving agricultural structure in southern Ningxia arid area	(76)
4.1	Formation of optimizing mass cycle of agricultural ecological system	(76)
4.2	Reasonable crop allocation in favor of overall efficiency of farmland water	(78)
4.3	Farmland productivity cultivation with reinforced mass cycle	(79)
4.4	Output and production capability of water-saving agriculture structure	(80)
Section 5	Optimizing of crop framing structure in southern Ningxia arid area	(82)