

毛乌素沙地农业生态系统种养加产业 宏观耦合格局研究

胡兵辉¹,廖允成²,王克勤¹,陈奇伯¹

(1.西南林业大学环境科学与工程系,云南 昆明 650224;2.西北农林科技大学农学院,陕西 杨凌 712100)

摘 要:基于生态系统耦合的理论方法,旨在添补毛乌素沙地农业生态系统耦合研究现实缺失,在宏观尺度上,初步探讨性地提出了毛乌素沙地农业生态系统种植业、养殖业和农产品加工业的宏观耦合格局,主要从系统种养加产业宏观耦合的条件、实现途径(包括农牧业系统耦合的实现途径、农产品加工业系统耦合的实现途径及系统与外部系统多途径耦合的实现途径三部分)、理想格局、实现意义及其思考上进行了尝试,首次形成了较为完善的毛乌素沙地农业生态系统宏观耦合理论体系。以期能为当地以及相似逆境农业生态系统的产业布局、发展战略提供理论依据与科学参考,并能为毛乌素沙地农业生态系统的学术研究开辟新领域。

关键词:农业生态系统;种养加产业;宏观耦合格局;毛乌素沙地

中图分类号: S181 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0233-05

农业生态系统是一个由多种农业资源相互联系、彼此依存、竞相制约而组成的整体。同时,构成农业生态系统的农田、林地、草地、河湖等子系统在能流、物流和信息流的带动和人工技术的调配下相互补充和共同作用,形成了一个有机的整体,并使系统在一定的状态下运行和发展^[1]。经耦合后的农业生态系统功能更稳定、内涵更丰富、效率更高,其形成的过程称为农业生态系统耦合。农业生态系统耦合在微观上表现为农业资源内部的生物、水、热、气、肥等资源之间的耦合,在宏观上表现为农业生态系统中各具有一定地域范围的子系统之间的耦合^[2]。只有充分地把握好农业生态系统的耦合效应,才能通过系统耦合来调节好农业生态系统在微观层次和宏观层次上各耦合单元之间的关系,力争使这些关系处于最佳的状态,才能最大限度地挖掘资源系统内在的潜力,充分发挥农业资源效益,获得少投入高产出的效果,从而在微观上实现低耗、优质、高产、高效的农业生产目标,在宏观上实现农业生态系统的持续、快速和良性发展的目标^[3,4]。

位于我国北方农牧交错带的毛乌素沙地农业生态系统,是我国重要的生态屏障区,生态环境脆弱^[5~7]。由于处在森林—草原—荒漠的“生态应力带”上^[8],加上植被覆盖度低、土壤组成物质疏松以及易受人为干扰等因素影响,使得毛乌素沙地农业生态系统具有典型的生态脆弱性,系统的敏感性、

稳定性差。人类不合理的生产经营活动极易造成区内生态环境的迅速退化^[9~11],毛乌素沙地农业生态系统因此成为学术界讨论和研究的热点区域。同时,系统稳定机理复杂、人工调控难度大也成为该区农业生态系统学术研究和生产实践的基本共识。因此,对毛乌素沙地农业生态系统宏观耦合机制的研究可为当地及相似生态脆弱地区产业合理布局、系统稳健发展提供理论依据和科学策略,并添补生态系统耦合理论在毛乌素沙地科学运用的缺失,为毛乌素沙地农业生态系统的学术研究开辟了新的领域和空间。

1 毛乌素沙地农业生态系统种养加产业宏观耦合现状与问题

1.1 系统种养加产业宏观耦合条件

毛乌素沙地农业生态系统的草地、绿洲、荒漠等子系统在没有人类社会经济活动之前,是通过水资源分布及其可利用性的联系而形成的一个自然耦合生态系统。在人类开发利用自然资源基础上进行的农业社会经济活动对大系统的干扰,促进了各农业子系统之间能流、物流和信息流的交换与循环,从而形成了耦合农业生态系统。毛乌素沙地农业生态系统宏观耦合是指两个或两个以上的具有耦合潜力的农业生态子系统,在人为调控下,通过能流、物流、信息流和价值流等在系统中的输入和输出,形成新的、

高一级的结构一功能体,即宏观耦合农业生态系统。宏观耦合农业生态系统的一般功能是完善系统结构、释放生产潜力,同时放大系统的生态、社会与经济效益。

毛乌素沙地农业生态系统按照自然景观和社会经济发展模式的差异,可以分为三个农业生态子系统,即草地畜牧业子系统、绿洲灌溉种植业子系统和荒漠草原畜牧业子系统,这三个农业生态子系统之间进行生态系统宏观耦合应具备三个条件。首先是内在联系性。各个农业生态子系统分别通过黄河干流及支流的水系分布、地下水资源分布以及交通线路布局紧密的联系起来。其次是存在物质与能量上异质性。各个农业生态子系统在自然条件、资源优势和生产模式上具有明显的差异性。毛乌素沙地东南部的靖边县、横山县、榆阳区、佳县及神木县等地,尤其是长城以南地区,是绿洲灌溉的主要农区,主要以种植业为主,农产品加工及市场信息相对较发达;伊金霍洛旗南部、乌审旗、鄂托克旗与鄂托克前旗南部为草地畜牧业区;荒漠草原区包括西北部的盐池县、鄂托克旗、鄂托克前旗、杭锦旗等地,尤其是在各旗的北部面积广阔,大多为沙质荒漠,仅有少量的灌溉绿洲分布,以荒漠草原畜牧业及少量的绿洲种植业为主。可见,各个农业生态子系统间在物质和能量上也存在明显的差异。再就是存在通畅的耦合途径。就农业生态系统的自然耦合而言,毛乌素沙地水资源的分布及其可利用性是各个子系统实现耦合的唯一途径;但就其农业生态系统耦合而言,在资源环境基础上,在人为的社会经济活动干扰下,毛乌素沙地农业生态系统宏观耦合的途径主要有农牧生产系统耦合、农产品加工业系统耦合及系统与外部系统的多途径耦合。

1.2 系统种养加产业宏观耦合实现途径

1.2.1 农牧业系统耦合的实现途径 毛乌素沙地的西北部、中部、东南部实际上构成了农牧生产系统相交汇的地理格局,这也符合一般农牧交错带的地理格局特征。毛乌素沙地农业生态系统种植业与畜牧业的耦合可以通过草畜产业,即包括草产业和畜牧业两大产业体系实现,从而促进子系统间能流、物流及信息流的交换,增进了大系统平衡稳定。草畜产业就是将牧区的草地畜牧业和农区的饲草料种植与牲畜育肥相结合,可以采取“牧区繁殖,农区育肥”相结合的发展模式。现存传统的种植业与畜牧业经营方式造成了资源的极大浪费,要实现作物秸秆变饲草、农田草地轮作、草原冬春禁牧、退牧封育、保护生态、提高动植物生产效率的目标,必须走农牧业系

统耦合的发展道路,并结合种植业规律,实施季节畜牧业与设施畜牧业生产。舍饲圈养可有效防止家畜冬季严重掉膘,节约饲草料,实现牛羊肉四季均衡生产上市,大幅度提高畜牧业生产的经济效益和生态效益。易地育肥是毛乌素沙地农业生态系统最具潜力的系统耦合发展模式,能够促进该区的种植结构、产业结构调整,产生显著的经济效益,并能使这一地区的生态系统环境进一步好转,但目前无论理论研究还是实践都有待于进一步完善^[12]。

毛乌素沙地独特的地理位置决定了其农牧业系统耦合的区域性特征。由于该区位于内蒙、陕西和宁夏三省交界区,行政管理上存在政区差异,再加上不同民族(主要有蒙、汉、回、满族等)之间风俗习惯差异,虽然近年来省区之间、民族之间交往、沟通等渐多,但短期内很难改变长期以来形成的“三足鼎立”的农牧业耦合格局,即宁夏、陕西和内蒙各自的农牧业耦合系统。因此,在省区内因地域资源环境特征及不同产业发展模式而呈现出各自的耦合特征:①宁夏回族自治区盐池县、灵武县、陶乐县的荒漠草原畜牧业区与附近黄河及各支流灌区的灌溉种植业区之间的耦合。其最佳耦合带在吴忠市至陶乐县的沿黄灌区,该区域交通(铁路、公路)便利,距省会银川市近,人口密集,消费市场广阔,农牧业之间的耦合潜势大。②陕西省长城沿线以北荒漠、草地畜牧业区与长城沿线以南种植业区之间的耦合。辖区涉及定边县、靖边县、横山县、榆阳区、佳县、神木县、府谷县,是毛乌素沙地向黄土高原的过渡地带,长城将该区一分为二,北部为风沙草滩区,以发展草地畜牧业为主,南部为黄土高原丘陵沟壑区,以发展灌溉和旱地农业为主,无定河及其支流(即芦河、红柳河、榆溪河、秃尾河、窟野河等)流域为辖区主要的灌溉农区。其最佳耦合带在榆靖高速及榆神铁路段,重点在榆阳区(榆林市的政治、经济、文化中心),该区域同样是交通便利,人口密集,信息通畅,是农牧业系统的最佳耦合带谱。③内蒙古自治区鄂尔多斯高原伊金霍洛旗、乌审旗、杭锦旗、鄂托克旗、鄂托克前旗荒漠草原畜牧业区、放牧草地畜牧业区及零星绿洲灌溉种植业区内部之间的耦合。该区由于身居生态环境较为恶劣的毛乌素沙地腹地,交通不便,信息闭塞。区内主要河流为都思兔河(黄河支流),其它主要灌溉水源为井水(毛乌素沙地相对水分资源较好,地下水浅,易于开发利用,因此大多数远离河流的种植业均是依靠地下水发展的)。现在,基本上所有的牧民都有自己的一块农田,用以种植玉米(饲用型、粮饲兼用型等)和牧草(紫花苜蓿、沙

打旺等), 秸秆与牧草可作为牲畜冬春季的补给草料, 玉米籽粒是精饲料的主要来源, 这样保证了冬春季牲畜饲草料的供给, 到了夏秋季可进行草场放牧, 这样不仅实现了种植业与畜牧业的内部耦合, 而且对保护草地资源、促进牲畜出肥出栏、增加农牧民收入等有非常显著的现实效果。

在这“三足鼎立”的农牧业耦合实现格局中, 绿洲及灌溉农区的种植业发挥了其饲草、粮食丰富的优势, 同时, 草地畜牧业及荒漠草原畜牧业区也发挥了其牲畜饲养成本低廉的优势, 从而形成了当前的农牧业系统耦合格局。

1.2.2 农产品加工业系统耦合的实现途径 毛乌素沙地三个农业生态子系统之间可通过农产品加工业实现系统耦合, 也可以说是在农牧业系统耦合基础上的二次系统耦合。农产品加工业系统耦合的主要场所分布在交通便利、人口众多、科技密集、消费市场广阔的城市及近郊, 如榆林、东胜和吴忠等的主要城市及近郊, 存在明显的行政割据, 形成了吴忠市—盐池县—定边县—靖边县—横山县—榆阳区—神木县—府谷县—东胜市城市农产品加工业分布带谱, 重点在榆阳区、东胜市和吴忠市, 形成大城市农产品加工业城市群。目前, 带谱内已形成规模化的农产品加工企业集群主要有: 吴忠市精艺裘皮制品有限公司、盐池县帝旺畜产品有限公司、横山县进出口有限责任公司、榆林市大漠蔬菜开发有限公司、榆林市新田源集团富元淀粉有限公司、榆林市王贵集团新潮毛皮厂、鄂尔多斯酒业集团公司、鄂尔多斯羊绒制品股份有限公司、王致和集团鄂尔多斯天骄食品有限公司、鄂尔多斯市响沙饮业有限责任公司等。

吴忠市—盐池县—定边县—靖边县—横山县—榆阳区—神木县—府谷县—东胜市城市农产品加工业带谱存在的理由有三个, 即: ①该带谱农产品加工业发展迅速, 在工业经济中占有一定地位, 有的占主导地位; ②该带谱是特色种植业及其农产品的主要产区, 也是西北部、中部与东南部进行草畜产业耦合, 牲畜产业化育肥的主要地段, 初级农产品的综合运距短; ③该带谱内交通便利, 与外地市场联系密切, 有利于农产品的销售和技术信息的引进。沿农产品加工业带谱分布有陕蒙高速(榆林至东胜段)、包神铁路(榆林至东胜段)、榆定高速等为农产品加工业走入更广阔的市场奠定了良好的运输基础, 也为农牧业系统耦合增添了活力。

1.2.3 系统与外部系统多途径耦合的实现途径 在毛乌素沙地农业生态系统内部各子系统间耦合的基础上, 系统内的畜产品、特色农产品及其加工型农

产品等可以不断向系统外部输出, 系统外的资源、资金、技术和信息等也同时进入了系统, 从而形成、实现了毛乌素沙地农业生态系统与外部其它系统之间的多途径耦合。而且, 多途径耦合的最强区域也是在农牧业系统耦合与农产品加工业系统耦合的实现区域。从长远看, 毛乌素沙地农业生态系统的草畜产业、特色种养业、农产品加工业以及生态旅游业将成为该系统与外界多系统耦合实现的主要途径。

2 毛乌素沙地农业生态系统种养加产业宏观耦合理想格局

2.1 系统种养加产业宏观耦合理想格局

由于存在行政割据, 毛乌素沙地农业生态系统现存的系统宏观耦合格局并非是优化了的系统耦合格局。如农区畜牧业主要为依附于种植业的自给型家庭副业形式, 以养猪、牛、鸡、羊为主, 虽然目前有发展的势头, 也形成了一批科技含量较高、经济效益较好的工厂化养殖企业。但在大农业结构中仍然以传统的种植业占绝对优势, 还没有实现真正意义上的耦合。优化的系统耦合格局应当打破行政割据, 将毛乌素沙地农业生态系统看成一个完整的生态经济系统, 在既充分发挥西北部、中部以及东南部区域的资源优势, 又协调好区域的生态与经济效益的同时, 寻求系统内部多层次的耦合及系统与外部其它系统的多途径耦合, 实现整个毛乌素沙地农业生态系统的协调可持续发展。

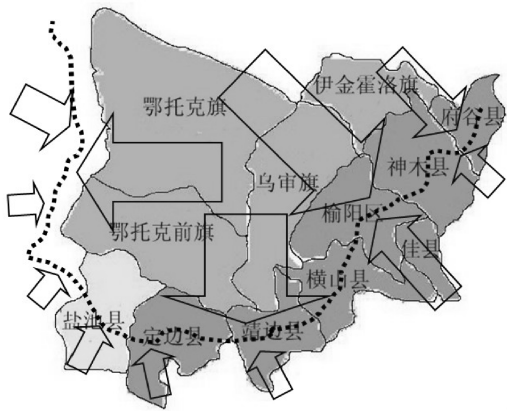


图 1 毛乌素沙地农业生态系统种养加产业宏观耦合现实的理想格局

Fig.1 The ideal pattern of farming , breeding and processing macroscopical coupling of agro-ecosystem in Mu Us sandland

理想的毛乌素沙地农业生态系统种养加产业宏观耦合实现格局应如图 1 所示, 虚线以内为畜牧业的组分, 虚线以外为种植业组分, 虚线为最佳耦合带(农牧业系统耦合、农产品加工业系统耦合及系统与

外部系统的多途径耦合),大致形成了“U”型系统耦合带谱。可以看出,理想带谱沿线大致分布着陶乐、银川、永宁、灵武、盐池、定边、靖边、横山、榆阳、神木、府谷等主要城市群。打破行政割据,采取因地制宜及就近耦合原则,内蒙古鄂托克旗及鄂托克前旗的荒漠草原畜牧业区、草地畜牧业区可与就近的宁夏黄河灌区及其支流灌区的绿洲灌溉种植业区在陶乐—银川—永宁—灵武—盐池等地的沿线区域实现系统耦合,同样,鄂托克前旗、乌审旗、伊金霍洛旗、准格尔旗及东胜的草地畜牧业区可与就近的陕北长城沿线及其以北的绿洲灌溉种植业区、旱地种植业区在定边—靖边—横山—榆阳—神木—府谷等地的沿线区域实现系统耦合。由于该带谱将是农畜产品极大丰富的区域,且运输成本低廉,消费市场广阔,大批的农产品加工企业也可在就近区域落户发展,从而实现了农产品加工业系统在农牧业系统耦合带谱附近的就近耦合,增强了耦合系统的相互依赖,放大了耦合系统的功能。加上城市区域的人口、交通、消费、通讯等社会经济及基础设施的相对优势,最佳耦合带谱附近也是与外界系统进行物质、能量、信息及价值交换最为密切的区域,同样也实现了毛乌素沙地农业生态系统与外域系统的多途径耦合,系统之间的耦合度再一次加强,耦合系统的功能进一步得到放大。这样以来,彻底摒弃了目前草原牧区及荒漠化草原区在发展畜牧业的同时发展种植业的格局,农区的农民可根据市场调整种植业结构,牧民也不用再破坏草地开垦耕地用以种植粮草,区域的耕地与草地均实现了有效保护,且牧区冬春有来自农区的饲草料供给,农区又有来自牧区的架子牛羊育肥,从而可实现农区种植业与牧区畜牧业两者的可持续经营。

此外,在最佳耦合带附近,便于实现农牧业、农产品加工业及其与外界系统交换区域的同域系统耦合与加强,系统耦合格局更加科学、合理,耦合潜势更容易释放、发挥,农畜产品周转加快,系统开放性增强,系统耦合的生态、经济与社会效益也会相应凸显。同时,可利用最佳耦合带便利的交通基础、发达的科技信息保障以及良好的基础设施建设,以便充分发挥市场对农牧业系统耦合效果的放大与延伸作用,彻底、快速实现农牧业系统耦合的整体效用,从而促进农产品加工业系统耦合及系统与外部系统的多途径耦合的实现和稳健运行。

2.2 系统种养加产业宏观耦合的意义

实现并优化系统种养加产业宏观耦合格局是毛乌素沙地农业生态系统可持续发展的必然选择,是

被实践证明了的具有巨大生态、经济和社会效益的发展模式。

(1) 农业生态系统种养加产业宏观耦合的实现,既可以减轻草原超载、过牧造成的草原生态退化,促进种植业结构调整,又可以增加农牧民的经济收入,是一项生态、经济与社会效益显著的好模式、好方法。因此,可以说农业生态系统耦合的实现过程,实质上就是社会经济系统对农业生态系统的反馈调控过程。

(2) 农业生态系统种养加产业宏观耦合增强了民族之间的交流与沟通,促进了民族团结。毛乌素沙地是蒙、汉、回、满等民族的聚集区域,蒙族、满族主要聚集在牧区,回族、汉族主要聚集在农区,农区与牧区的系统耦合不仅打破了区域行政割据,也加深了民族之间的了解与友谊,农业生态系统耦合是实现民族大团结与共同富裕的有益、有效途径。

(3) 农业生态系统种养加产业宏观耦合是农牧民尽快脱贫致富的主要途径之一。尤其毛乌素沙地牧区部分旗,这里身居沙漠化腹地,交通、通讯、科技、教育等基础设施条件较差,很多牧民还沿袭传统的放养模式,畜牧业系统效益低下,牧民收入低而不稳,直接影响了牧民对国家大政方针政策的认可度;农区的宁夏及陕西部分县区的很多农民还采用粗放的管理经营方式,广种薄收,不注重种植业结构调整,也使得种植业效益低下,农民收入低下。这些都严重影响区域经济的可持续发展,改变以往的落后发展模式势在必行,农业生态系统耦合可以实现农区与牧区的共同发展,增加农牧民收入。

3 关于系统种养加产业宏观耦合的思考

多级的物质循环、能量流动及信息传递,是加强农业生态系统耦合建设的关键。各农业生态子系统之间存在着可流动的自由能,并通过自由能的流动,将各子系统有机地耦合成为农业生态大系统。自由能的转移使农业生态子系统之间在时序特征、空间格局和生态过程上的相互作用明显增强,以至系统耦合的程度将得到明显提高,耦合系统的稳定性、输出食品的丰富度及生命支持能力的良性状态都将处于较高的水平。加强农业生态系统耦合的建设,是构建毛乌素沙地现代农牧业的正确选择。要充分发挥农业生态系统的耦合效应,就要从“生物—环境—社会—经济”相结合角度出发。只有从“生物—环境—社会—经济”相结合角度出发,在农业生态系统内部的生态位、时间位和空间位 3 个方面进行耦合,使各生产层次之间或者内部各资源要素之间从简单到

复杂,从平面到立体进行多层次、多尺度的耦合,甚至构建跨区际、跨国际、跨洲际的巨型耦合系统,才能更加充分地发挥出农业生态系统的耦合效应^[13]。

系统耦合效益产生的实质是结合了不同农业生态子系统之间的优势,通过消除或者减轻系统相悖,充分利用系统内的农业自然资源,实现了系统总体产出效益的提高^[14]。毛乌素沙地农业生态系统耦合以后,牧区经济效益的增长主要在年出栏羔羊数增加和冬季存栏数增加中得以体现,农区经济效益的增加主要是通过养殖育肥,充分利用农副产品和饲料丰富的优势实现增值,同时还可以利用不同季节的市场价格差值获得经济利益。这些只是系统耦合后的畜牧业生产的耦合效益,显然这种单方面的效益是系统耦合效益的很小一部分。农产品加工业通过初级产品加工增值,以及产品向系统外输出的市场化过程,特色产业、生态旅游业等高附加值产业的发展,以及与系统外的物质、能量、信息交换和价值流动过程,毫无疑问都会产生更大的有形和无形的耦合效益。

参 考 文 献:

[1] 王 宁,李克昌,黄兆鸿,等.宁夏大农业内部系统耦合初探

Ⅲ——两个市场的启示[J].草业科学,2000,17(5):37—40.
[2] 梁卫理.农业生产效益发展层次论[M].北京:中国农业出版社,1998:4—12.
[3] 任继周,贺汉达,王 宁.荒漠—绿洲草地农业系统的耦合与模型[J].草业学报,1995,4(2):11—19.
[4] 朱鹤健,何绍福.农业资源开发中的耦合效应[J].自然资源学报,2003,18(5):583—588.
[5] 朱震达,刘 恕,吴 正,等.中国沙漠概论[M].北京:科学出版社,1980:63—66.
[6] 高明华.突出畜牧业地位,推进产业化开发——陕西省榆林市榆阳区开创畜牧业崭新局面[J].新西部,2005,(9):18—19.
[7] 徐小玲,延军平.毛乌素沙地的脆弱性与可持续发展研究[J].干旱区研究,2004,21(3):286—289.
[8] 刘燕华,李秀彬.脆弱生态环境与可持续发展[M].北京:商务印书馆,2001:21—31.
[9] 廖允成,付增光,贾志宽.中国北方农牧交错带土地沙漠化成因与防治技术[J].干旱地区农业研究,2002,20(2):95—98.
[10] 亢福仁,王鹏科,王立祥.毛乌素沙地农业生态系统分析及评价[J].干旱地区农业研究,2006,24(4):160—163.
[11] 韩建国,孙启忠,马春晖,等.农牧交错带农牧业可持续发展技术[M].北京:化学工业出版社,2004:98—122.
[12] 吕玉华.北方农牧交错带农牧系统耦合及相悖的机理及效应[D].北京:中国农业大学,2003:64—68.
[13] 朱鹤健,何绍福.农业资源开发中的耦合效应[J].自然资源学报,2003,18(5):583—588.
[14] 樊胜岳,周立华,赵成章.中国荒漠化治理的生态经济模式与制度选择[M].北京:科学出版社,2005:1—13,59—70.

The study on macroscopical coupling pattern of farming , breeding and processing of agro-ecosystem in Mu Us sandland

HU Bing-hui¹, LIAO Yun-cheng², WANG Ke-qin¹, CHEN Qi-bo¹

(1. Department of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China;
2. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the theoretical method of ecosystem coupling with macro-scale, the macroscopical coupling pattern of farming, breeding and processing of agro-ecosystem in Mu Us sandland is put forward, the attempts mainly include macroscopical coupling condition, realization ways (including the realization ways of farming and grazing system coupling, agricultural industry system coupling and system coupling of local system with others), ideal pattern, meaning and thinking, finally, the theoretical system of agro-ecosystem macroscopical coupling in Mu Us sandland. It is looking forward to supporting theory evidence and science reference for industrial distribution and developmental strategy in agro-ecosystem of local area and similar fragile regions, and opening up a new field for academic research of agro-ecosystem in Mu Us sandland.

Keywords: agro-ecosystem; farming, breeding and processing; macroscopical coupling pattern; Mu Us sandland