



现代生物农业·农学

FARMLAND PRODUCTION ENGINEERING

农田生产工程学

张立峰/著



科学出版社

现代生物农业·农学

农田生产工程学

张立峰 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以农田生产系统为研究对象,在提出农田生产系统的基本组成为生产基元的基础上,分析了以生产基元为中心的生产田区、生产基元、生产台基的层级递阶秩序,农田生产系统结构演进的“争分-耦合”机制及与生产力的关系;农田生产系统功能的进步、评价与土地当量比(LER)标度;农田生产系统与其环境的协同运动特征。以生产基元为重心,深度揭示了生产基元的“铠甲线缆螺旋”结构及其运动规律,生产基元的结构变异与功能表达的关系特征,生产基元结构图谱的构建,通过基元调节、分裂、复合、转移、创建等方式实施的生产基元工程;以及生产田区工程、生产台基工程、环境的农田生产系统资源化工程等。本书依据农田生产工程理论,以华北寒旱区自然生态与社会经济为背景,实例分析了业已显效的农田粮草增产工程、蔬菜生产工程、退耕与生态建设工程、水资源高效利用工程等。

本书可作为高等农林院校农学与农业资源管理专业研究生教材,可供农业规划与农田生产工程设计科技人员、农业企业与农业行政管理人员等参阅。

图书在版编目(CIP)数据

农田生产工程学 / 张立峰著. —北京: 科学出版社, 2015.2

(现代生物农业·农学)

ISBN 978-7-03-043086-1

I. ①农… II. ①张… III. ①农田-农业生产-农业工程 IV. ①S28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 016019 号

责任编辑: 张海洋 白 雪 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 2 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2015 年 2 月第一次印刷 印张: 17 1/4

字数: 350 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

农田生产是农业生产的基础,是人类生活与社会发展的基本物质资源的来源。传统的农田生产以供给人类有机质产品为其显性功能。随着自给自足福利性功能的完成,农田生产逐步走向了盈利性的商品生产、社会性的劳动就业、生态性的环境服务等高级化的过程。农田功能的表现演进,依赖于农田生产结构的核心支撑。“结构决定功能,功能促进结构”。因此,剖析农田生产系统结构的递阶秩序,成为人们深度认识结构-功能关系,进而实现有目标地调控生产结构,促进农田生产力进步的必然。

农田是一个系统,是一个包括以作物为主的生物群落,与以土地、大气为主的地气资源两个子系统的农田生产系统。基于系统生态学的原理,本书创造性地提出了农田生产系统结构的基本组成为“生产基元”,生产田区、生产基元、生产台基为农田生产系统的层级递阶秩序。本书以生产基元为重心,深度分析了生产基元的“铠甲线缆螺旋”结构特征,及其生产基元结构演进的“争分-耦合”运动机制,生产基元结构变异与功能表达的关系特征,生产基元结构图谱的构建等。在明确农田生产系统结构基本组成的基础上,本书列举与分析了人工调控农田生产系统功能表达的生产田区工程、生产基元工程和生产台基工程;以基元工程为重点的农田生产工程的基本内涵、步骤;通过调节基元、分裂基元、复合基元、转移基元、创建基元等方式实施的农田生产基元工程方法;以及环境的农田生产系统资源化工程等。基于农田生产系统具有自然-社会特征的双重属性,本书提出了农田生产系统生产力评价的方法,以及衡量农田生产系统功能进步的 LER 标度。

全书分为两部分,在阐明农田生产工程原理的基础上,以华北寒旱区自然生态与社会经济为背景,实例分析了区域不同农业发展阶段与社会需求目标下的农田生产工程实践与成效。包括以满足人畜基本需求为核心的农田“粮草增产工程”、以开发区域冷凉气候资源优势启动市场农业为核心的“蔬菜生产工程”、以固土减尘重建区域生态环境为核心的“退耕与生态建设工程”和以可更新性稀缺资源高效利用为核心的“水资源高效利用工程”等。

本书中农田生产工程的理论,凝练了作者长期在农田生产的科研教学与实践应用等方面的学术论点,由此十分感谢 30 多年来中国农学会耕作制度分会每届学术讨论会所搭建的学术交流平台,以及学科前辈们所给予的谆谆教导。本书引选的农田生产工程案例,来自作者参加及主持团队的科学研究与技术推广等方面的实践成果,由此十分感谢近 30 年来国家与河北省给予的科技创新资助,以及河北农业大学张北实验站师生所付出的艰辛劳作。

本书可作为高等农林院校农学与农业资源管理、农场经营等专业的研究生、本科生的教材，可供区域农业规划与生产结构调整、农田生产工程设计、农业投资及风险评估等方面的科技人员、农业企业与农业行政管理人员等参阅。

河北农业大学 张立峰

2014年12月

目 录

前言

绪论	1
一、农田生产工程学的概念、任务与目的	1
二、农田生产工程在农业生产中的地位	1
三、农田生产工程学在农学中的地位与发展方向	2
参考文献	6

第一章 农田生产

7

第一节 农田生产的一般概念	7
一、概念	7
二、范畴	7
三、事例	8
第二节 农田生产的自然属性	10
一、农田生产的生物性	10
二、农田生产的季节性	11
三、农田生产的地域性	11
四、农田生产的自然资源依赖性	12
五、农田生产的自然演替可持续性	13
第三节 农田生产的社会属性	13
一、农田生产的社会资源促进性	13
二、农田生产的社会基础产业性	14
三、农田生产的自然-社会耦合性	15
参考文献	15

第二章 农田生产力

16

第一节 农田生产力的一般概念	16
一、生产力与农田生产力	16
二、农田生产力的类型与标度	16
三、农田生产力的属性	17
第二节 农田生产力的要素组成	18
一、农田生产力的要素	18
二、农田生产力的要素配置	20
三、农田生产力要素间的非线性关系	22

第三节 农田生产力的演进	23
一、农田生产力的运动	23
二、农田生产力的进步机制	24
三、农田生产力研发的程式	24
四、农田生产力研发的任务	26
参考文献	27
第三章 农田生产系统的结构	28
第一节 农田生产系统的一般概念	28
一、系统与农田生产系统	28
二、农田生产系统的结构-功能	30
三、农田生产系统的环境	33
第二节 农田生产系统的生产基元结构	34
一、生产基元的概念与结构	34
二、生产基元的性质	41
三、生产基元的类型	43
第三节 农田生产系统的生产台基结构	45
一、生产台基的概念与结构	45
二、生产台基的性质	47
三、生产台基的类型	49
四、生产台基表达的生产基元结构	60
第四节 农田生产系统的生产田区结构	62
一、生产田区的概念与结构	62
二、生产田区的性质	74
三、生产田区的类型	75
第五节 农田生产系统结构的演进	76
一、农田生产系统结构演进的机制	76
二、作物群落结构的演进特征	84
三、地气资源结构的演进特征	87
四、农田生产系统结构演进的性质	89
参考文献	90
第四章 农田生产系统的功能	92
第一节 农田生产系统功能的一般概念	92
一、功能与农田生产系统功能	92
二、农田生产系统功能的类型	93
三、农田生产系统功能的进步	97
第二节 农田生产系统功能的标度	100
一、功能标度原理	100

二、土地当量比 (LER)	102
三、其他功能标度的指标	106
第三节 农田生产系统功能的演进	107
一、农田生产系统功能演进的概念	107
二、农田生产系统功能演进的机制	107
三、农田生产系统功能演进的方式	111
参考文献	112
第五章 农田生产系统的资源与环境	113
第一节 农田生产系统资源环境的一般概念	113
一、农田生产系统的资源环境类型、属性	113
二、农田生产系统的资源开发利用阶段性	115
三、农田资源利用阶段性的实例分析	118
第二节 农田生产系统的资源开发利用途径	119
一、资源可持续利用的“天平”模型	119
二、农田生产系统资源的系统内开发	120
三、农田生产系统资源的系统间开发	121
第三节 农田生产系统的外部性	122
一、农田生产系统的外部性	122
二、农田生产系统产生外部性的类型	124
三、农田生产系统外部性的内部化	125
第四节 农田生产资源可持续利用的途径	128
一、农田生产系统的可持续性	128
二、农田生产资源可持续利用的原理	129
三、农田生产资源可持续利用的途径	130
参考文献	131
第六章 农田生产工程	132
第一节 农田生产工程的一般概念	132
一、农田生产工程的概念、特征	132
二、农田生产工程的一般步骤	133
三、农田生产工程的前景	135
第二节 农田生产的基元工程	136
一、基元工程的概念、特征	136
二、调节基元	137
三、分裂基元	138
四、复合基元	141
五、转移基元	143
六、创建基元	146

第三节 农田生产的田区工程	148
一、田区工程的概念与特征	148
二、田区工程的步骤	150
三、田区工程的意义	153
第四节 农田生产的台基工程	153
一、台基工程的概念与特征	153
二、台基工程的步骤	155
三、台基工程的意义	156
第五节 农田生产的环境资源化工程	157
一、环境资源化工程的概念与特征	157
二、环境资源化工程的步骤	158
三、环境资源化工程的意义	160
参考文献	161
 第七章 华北寒旱区农田生产工程的实践	 162
第一节 华北寒旱区农田生产工程背景	162
一、华北寒旱区生态背景	162
二、华北寒旱区生产背景	163
三、华北寒旱区社会经济背景	164
四、华北寒旱区农田生产工程的科技背景	164
第二节 华北寒旱区粮草增产工程	165
一、燕麦-地力持续生产工程	166
二、燕麦降水利用生产工程	168
三、“油草混播”人工草生产工程	173
第三节 华北寒旱区蔬菜生产工程	178
一、蔬菜生产启动工程	178
二、蔬菜早市与多熟种植工程	185
三、蔬菜无害优质生产工程	191
第四节 华北寒旱区退耕与生态建设工程	200
一、滩菜梁草,“滩梁分制”生产工程	201
二、林带间作生产工程	218
三、农田保护耕作工程	223
第五节 华北寒旱区水资源高效利用工程	231
一、适水型作物群落结构建设工程	232
二、降水资源化地气资源建设工程	240
三、农田地膜覆盖节水生产工程	250
四、农田补水生产工程	259
参考文献	266

绪 论

一、农田生产工程学的概念、任务与目的

（一）农田生产工程学的概念

农田生产工程学是研究农田生产系统的结构与功能特征，及其结构-功能关系的时空运动规律，对农田生产系统进行工程化设计与实施的一门应用性工程技术科学。

（二）农田生产工程学的任务

农田生产工程学以农田生产系统为研究与调控对象，其基本任务是解析农田生产系统的结构组成，明确农田生产系统的功能特性；在揭示农田生产系统结构-功能关系时空运动规律的基础上，面对特定的系统环境、目标需求下的农业生产，进行农田生产系统结构的工程化设计与实施；为区域农业生产系统奠定基本的农田生产结构。

（三）农田生产工程学的目的

农田生产工程学的研究与实践，是农业发展历程中对农田生产的认知与干预，由作物群体表象向揭示决定群体发育的环境因素、由作物群体结构向群个体关系与生育轨道调控、由土壤气候环境向限制性资源因素发现与克服等方向发展的过程，对农田生产机制的揭示支撑了传统经验的小农性生产、扩张资源的土地性生产、资料投入的资本性生产。面对人类有目的、高效率地获得农田生产物品与服务，对农田生产的本质与基本组成单元的发现与调控，成为现代农田向集约化、规模化、区域化、标准化生产发展的迫切需求。

农田生产工程学的目的，就是以—一个地区或生产单位的农业资源环境与社会需求为背景，通过农田作物群落与地气资源的时空配置与设计，为农田作物的高产、优质，农田地气资环的更生、持续，农田生产的高效、低耗提供工程化调控的理论与技术。

二、农田生产工程在农业生产中的地位

（一）农田生产工程是创新农业生产系统的关键技术

以农田生产的最基本单元——生产基元为核心的农田生产工程，通过基元的

调节、分裂、复合、转移与创建等技术，对农田生产系统的结构进行改造与重建，实现满足人类需求的新的农田生产方式与生产效果。由此，农田生产工程成为构建区域宏观农业生产系统的关键技术。

（二）农田生产工程是实施现代农业生产的支撑技术

随着依靠人畜动力、有机残屑物循环利用，以及言传身授农作经验的传统农业的完成，社会工业化进步为农业生产发展带来了新的、更具激励效应的要素。农田生产工程技术促进了经验农作向设计农作的转变，为工业化、信息化、市场化装备下的现代农业生产的发展提供了重要支撑技术。

（三）农田生产工程是社会调控农业生产的桥梁技术

随着工业化与国民生产的社会化发展，家户型小规模、自给自足的封闭或半封闭型传统农业，逐渐向企业型的规模化、商品化、标准化农业进步。在农田生产对于农户来讲表现经济低效益与对国家来讲具有社会高效益背景下，农田生产工程的技术载体作用与其生产组织制度和工程实施方式，成为国家通过宏观经济政策对农业生产进行有效率调控的重要桥梁。

三、农田生产工程学在农学中的地位与发展方向

（一）农田生产工程学与其他学科的关系

农田生产工程学属于农学门类。从目前的学科分类上看，农学门类包括作物学、园艺学、农业资源利用学、植物保护学、畜牧学、兽医学、林学及水产学等8个学科（国务院学位委员会办公室和教育部研究生工作办公室，1999）；而从狭义的概念与生产实践理解，农学是涉及农田作物生产与遗传改良的农业科学。

1. 农学学科专业的基本结构

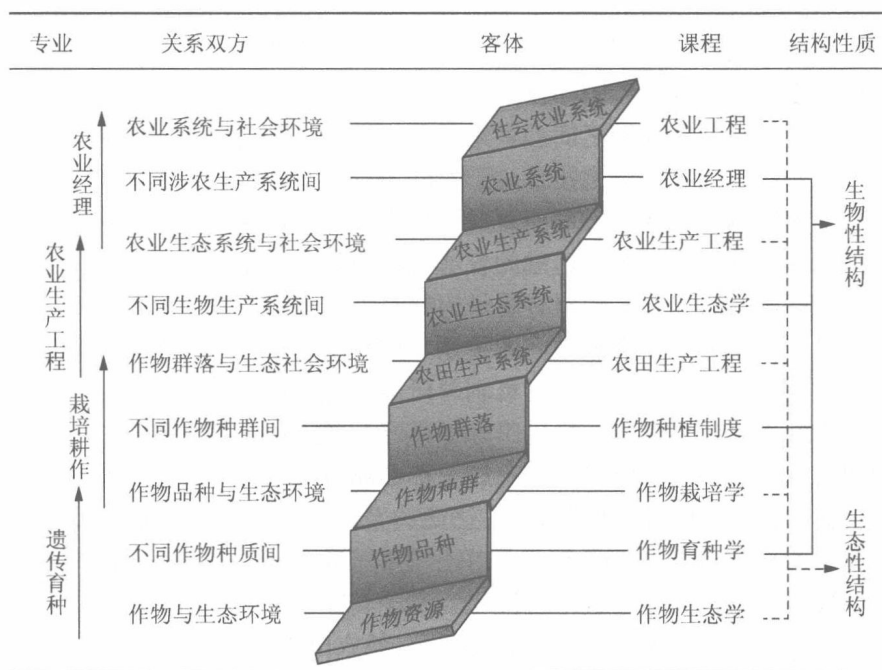
农学是一门关于认识、调控与组织农业生产的学问。农业生产是一个地区或生产单位，以土地为基础的生物质生产与再生产过程。农业生产是客观的存在，农学是对农业生产特定时空发展的人类理性反映与能动调控。由此，农学的学科专业结构一方面势必受现实农业生产水平的制约，另一方面也就必须随农业发展而演进、先进，不先进则不足以起到“第一生产力”的作用。

农业在人类社会进程中的作用，清晰地表明农业的功能先后经历了4个阶段：自足性的福利生产、盈利性的商品生产、社会性的劳动就业、生态性的环境服务；相应的农学学科的研究对象与调控目标也由粮食作物向经济作物、农牧结合、农业资源与环境等方向拓展。随着人类的进步，社会将对农业的功能提出

数量更多、质量更高的需求，而农学学科亦将随之丰富和发展。因此，保持与社会需求及农业发展相同步的科技进化，是农学学科的职能，而在认识农业演进规律的基础上，能动地引领农业的进步更是农学学科的功能所在。

农业是一个以绿色植物生产为基础，包括动物、微生物生产，以及环境资源生产的社会性链式循环性过程。按照钱学森（1981）对于科学的分类，抽象以农业为客体的农学，在纵向上应属于自然科学部门，在横向上属于技术科学与工程技术层次。

按照对立统一原理，将农业的生物与环境关系、生物与生物关系从简单到复杂、从低级向高级方向划分，可形成自作物个体（作物资源）至社会农业系统的9个层次（张立峰，2004）。图I是以农田生产系统为中心所划分的“礅礅式”9层次递级结构。每一层次包含一对特定的生物与其环境的关系，关系双方统一为特定的客体，由此，成为农学学科研究与教学的相应课程。这一9层次递级结构，即以作物学为基础的农学学科的专业结构。



图I 农学学科专业的结构-功能分析

图I所解析的9个层次中，生物与环境之间、生物与生物之间两类关系呈相邻分布。如作物的纯合体与其生态环境的结合，形成具有遗传稳定性的作物种质资源（即植物个体）；不同的作物种质结合，形成作物品种。由9对关系的统一形成了9种客体，以某一客体为研究对象的农学课程，则是对关系双方的运动规律与相互关系进行理性抽象，并进一步通过人工技术调控，促使关系双方耦合互动，

实现客体的非线性发展。

农学的学科划分,从相对完整的农业客体考虑可分为4个层次,如图I中左列。其中作物遗传育种学、作物栽培学与耕作学两个学科已在作物学一级学科下设置,农业生产工程学、农业经理学是在此基础上更为高阶的农学学科,目前的高等农科教育尚少涉及,成为面对现代化农业生产研究与教学中的薄弱环节。

2. 农田生物工程学的专业地位

以农田生产系统为研究与调控对象的农田生产工程学,涉及农田作物群落与地气资源两个子系统,其技术核心是通过以农田为界域的作物群落需求与地气资源供给的能量、物质、信息的供求关系的调节、配置与创建,实现农田生产力的增进。因此,农田生产工程是实施农田生产的最为前沿的技术体系,是决定农田生产综合效果的主导性要素。

图I所解析的农学学科专业递级结构关系表明,农学的科学核心是以生物/生物群落/生物性系统为中心事物,揭示其与其他生物/非生物/社会性环境之间的关系,以此为理论进而创新技术,施以两者间关系的调控。在图I的9层次递级结构中,关系双方的互作机制存在以下两种基本类型。

其一是生物与生物环境之间的关系,如作物不同种质之间的关系,揭示其双方的作用机制与研发关系调控技术,成为作物新品种培育的作物育种专业的核心。与此类同的有:由不同作物种群所组成的作物群落,由作物、畜禽渔虫、农用微生物等不同的生物生产系统所组成的农业生态系统,由不同的涉农生产系统所组成的农业系统等,诸此关系的双方统一为特定的生物性结构。

其二是生物与非生物环境之间的关系,如栽培于田区内的作物品种,揭示作物品种与田区生态环境之间的作用机制与研发两者关系的调控技术,成为田区作物种群生产的作物栽培专业的核心。与此类同的有:由作物群落与生态-社会环境组成的农田生产系统,由农业生态系统与社会环境组成的农业生产系统,由农业系统与社会环境组成的社会农业系统,诸此关系的双方统一为特定的生态性结构。

因此,农田生产工程学是研究农田作物群落与其生态-社会环境间的关系机制、时空运动、调控技术与技术工程化的科学。农田生产工程学的研究既包括作物群落与生态环境的关系,也包括由此所组成的农田生态系统与社会环境的关系。由此,农田生产是一个生态-社会的复合生产过程,具有自然-社会的双重属性。强化这一认识,对于促进由传统农业进入现代农业的我国农业快速发展有现实的意义。

图I分析表明,农田生产工程学应该是目前作物学一级学科的最高层次,是正在发育中的农业生产工程学科的基础层次;研究不同涉农生产系统之间关系及其与社会环境间关系调控的农业经理学科,将成为引领现代农业发展的新型交叉性学科。

3. 农田生产工程学的支撑学科

农田生产工程学属于生物-环境关系研究与技术调控范畴,因此生态学科的内容成为本学科的理论与技术支撑。直接的支撑学科包括植物生态学、种群生态学、群落生态学及生态系统生态学,以及作物栽培学、种植制度等;间接的支撑学科包括气象学、土壤与植物营养学、农田水利、农业昆虫、病害与杂草学等;相关的学科包括畜禽渔虫生产、农业机械、农业经济、农产品加工与贸易学等。

(二) 农田生产工程学的发展方向

“社会需求胜过十所大学”。在农业发展完成自给自足的封闭生产,向开放性商品生产进步时,农业生产结构、生产方式以及农业发展的激励机制等都将协同进化,这对于理解现阶段的我国农业生产至关重要。按照商品化、优质量、高效率、可持续的社会发展需求,现代农业客体的升级运动势必由田区作物种群生产系统向农田生产系统、农业生产系统、社会农业系统等更为综合的高层化方向发展;而其反向运动,将表现为向个体以下的更为简约的基层生物水平延伸。农业的这一宏观-微观双向发展趋势,也同时符合科学认知与技术创新的一般规律。

以农田生产系统为认知与调控对象的学科研究,传统上被分为以作物为主体和以土壤为主体的两方面学科专业,这适于以自给自足、小规模家户为主的农田生产。面对现代农业的发展,农田群落与资源环境的相互适应与规模化调控,特别是充分采用现代化工业以及社会化市场为农业创造的新型资源环境等方面,需要两者一体化的研究与生产设计。目前,以作物种群调控为核心的作物栽培学、以作物群落调控为核心的种植制度学,都更多地侧重田区的作物生产。

20 世纪 20 年代,苏联土壤学家与农学家 B. P. 威廉斯(1863~1939)提出了物质运动的生物循环学说,随之创新的草田轮作耕作法,采用在大田作物种植若干年后,连续种植一年生或多年生牧草以恢复与更新地力,实现农田的可持续生产,成为农田生产系统理论研究与技术工程化的标志性成果。新中国成立后,在引进苏联草田轮作制基础上我国农学家以农田多熟种植为核心,突出农田种植制度与养地制度相结合,创立了耕作学,《中国耕作制度》对我国农田生产的理论与技术体系做出了高度的总结(刘巽浩等,1993),为农田生产工程学奠定了理论基础。

20 世纪 70 年代兴起的全球性农作制研究(FSR)(刘巽浩,2005),推动了农田作物生产与区域生产条件、社会经济及国家政策的结合。20 世纪前半叶通过“杂交育种革命”,小麦、水稻等谷物生产在灌溉、化肥、农药与机械投入的支撑下获得了快速的增长,对解决墨西哥、菲律宾、印度等国家的粮食自给发挥了重要的作用。然而,在更多的发展中国家进行“绿色革命”技术推广时,却遇到了一系列的困难和障碍:诸如高产品种对干旱的不适应性,对化肥、农药、灌溉的过度

依赖性, 推广技术缺乏与农村社会经济环境实际的联系与农民的参与, 以及大农场主所具有的资本与资源优势对小种植户生产的倾轧而致收入不平衡等社会性问题。20 世纪 70 年代初以来, 国际农业研究中心、国际水稻研究所、国际半干旱热带作物研究所等纷纷开展了以区域或农业生产经营单位为边界的农林牧、种养加等多种相互关联亚系统所组成的集合体的结构调控的农作制研究。农作制度成为较农田生产系统研究更为高阶的理论与技术学科, 是农田生产工程的直接环境。

农田生产工程学的研究与实践在促进我国农业资源环境的改良、农业生产的持续增长与转型升级方面发挥了重要的作用。自 20 世纪 70 年代开展的黄淮海平原旱涝盐碱综合治理, 80 年代的华北地区“吨粮田”与北方的大棚蔬菜生产, 同期实施的小麦收获的“跨区联合作业”, 90 年代的华北寒旱区“喜凉蔬菜生产”的成功, 对区域农田作物增产、增效与农业的持续增长发挥了重要的作用。

参 考 文 献

- 国务院学位委员会办公室, 教育部研究生工作办公室. 1999. 授予博士硕士学位和培养研究生的学科专业简介. 北京: 高等教育出版社: 361-364
- 刘巽浩, 牟正国, 等. 1993. 中国耕作制度. 北京: 农业出版社
- 刘巽浩. 2005. 农作学. 北京: 中国农业大学出版社
- 钱学森. 1981. 大力发展系统工程, 尽早建立系统科学的体系. //《系统工程论文集》编委会. 系统工程论文集. 北京: 科学出版社: 4-10
- 张立峰. 2004. 对农学学科、课程之结构-功能的思考. 高等农业教育, (10): 64-65

第一章 农 田 生 产

第一节 农田生产的一般概念

一、概念

农田生产是指以农田为基础所进行的农作物有机质与农田资源环境的生产过程。

“民以食为天”，食以田为本。农田不仅承担着为人类生产植物性食物的基本功能，而且作为农业异养生物——畜禽渔虫菌等的饲料，还进一步为人类生产了动物与微生物性食物。在农业性社会里，农田以其有机质的生产功能，近乎决定着人类衣食住行等基本社会活动；即使进入现代社会，农田直接与间接有机质生产的功能非但没有减弱，而且随着人类需求的多样化、高级化而愈加增强，并追加了诸如像生物质能源、工业品原料、游憩与观光景观等新的功能。

农田作物有机质生产是一个持续的再生产过程，因此，农田在生产出有机质的同时还要生产出供下一周期持续运行的农田地气资源，以及保障地气资源再生的农业社会环境-社会经济的辅助能投入，这是一个与有机质同等重要的农田生产功能。在传统农业阶段，农田地气资源与环境的生产几乎全靠自然力推动，而现代农业的地气资源更新则主要依靠社会经济系统提供的人工辅助能投入。现代社会对农田资源环境生产的新的需求，如集流产水、保土减尘、固碳减排等，对促进与引领农业生产的发展发挥着重要的作用。

二、范畴

农田生产是以作物群落与地气资源为主体所组成系统的生产过程。从广义上讲，在人工耕作与管理的土地上，进行为人类利用、被人类栽培的各种植物的生产过程，均称为农田生产。农田生产包括了大田农作物生产、蔬菜果品生产、人工草地生产、人工林生产，以及以农田为基础的设施作物与微生物生产。狭义的农田生产通常只包括大田农作物生产。

作物群落是农田生产系统的机器与产品。在农田生产中，人类栽培的目标作物是作物群落的主体，但除作物之外还存在与之伴生的杂草、病虫与土壤微生物等，它们共同组成了农田生物群落，把农田以作物为主体特征的生物群落统称为作物群落。在一些境况下，非目标性生物也同样是农田生产不可或缺的重要成分，

土壤微生物在农田生产系统中的有机质分解与还原作用自不必赘述, 农田昆虫的传粉、菌根辅助矿物质吸收以及病虫的适度侵害(盛成发, 1990)等在农作物的成功生产中同样起着重要的作用。

地气资源是农田生产系统的原材料。土地作为作物群落承载与固着的基质与水分、养分、热量的蓄积库, 同大气的光辐射、降水、风力等共同组成农田生产的原料资源, 在此统称为地气资源。在一些境况下, 非目标性地气因素同样也是农田生产不可或缺的重要成分, 土地的盐碱、渍涝、沙薄, 大气的干旱、风雹、寒暑等农田生产的非资源性或害源性因素, 通常成为塑造特定区域作物生活型与促成作物生态型分化的重要因素, 也将是特色农田生产重要的现实或潜在的地气资源。全方位地开发区域地气资源环境的农田生产力, 是农田生产工程学的重要内容。

农业生产是农田生产的环境。以农田作物群落与地气资源生产为基础的农业生产系统, 是农田生产系统的环境, 不作为农田生产的范畴。农业生产从接受、消费农田生产的产品, 通过各种辅助能向农田生产系统进行投入等方式, 影响、引导、限定着农田生产过程。明确农田生产系统的边界, 对抽象农田生产系统组成与实施农田生产工程十分重要。

人是农田生产的管理者, 是农田作物群落与地气资源的重要组成。人在农田生产中的特殊作用, 是充当着农田生产系统与其环境沟通的媒体, 他使得环境的物质、能量、信息投入, 转化为农田的地气资源和作物群落的时空结构。简单化地理解, 可认为农田地气资源是人工化的地气资源, 作物群落是人工化的作物群落。换言之, 失去了人工管理的地气资源, 作物群落的功能就会减弱; 同样弱化了人工管理的作物群落, 地气资源的功能会下降。作物群落-地气资源之间的关系, 是在人的作用下, 两者相互契合、协同运动的关系。

三、事例

(一) 华北地区“吨粮田”生产工程

20 世纪 80 年代, 在农村联产承包责任制政策、多年大规模的盐碱地综合治理与农田水利工程建设背景下, 华北海河低平原区作物产量特别是冬小麦产量快速增长, 对解决农民温饱与改善民众生活发挥了重要作用。然而, “重夏轻秋”的格局束缚了夏玉米的生产潜力与农田全年的作物产量。中国农业大学吴桥试验区(王树安, 1991)通过多年研究, 提出了“小麦让路, 解放玉米”, 全年亩产吨粮的农田生产技术工程(1 亩 $\approx 666.7\text{m}^2$)。其创新技术是把小麦播期推迟 15d, 选用弱冬性穗数型品种并加大播种量, 春生五叶至六叶期追肥, 保障群体穗数; 夏玉米改早熟品种为中晚熟品种, 推迟追肥期至大喇叭口期, 待果穗顶部籽粒黑层形