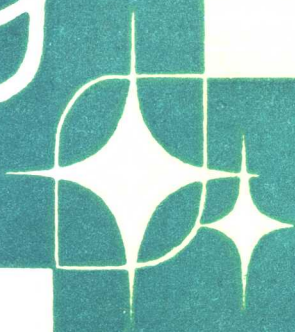




全国高等农业院校教材

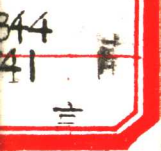


南方耕作制度

● 邹超亚 主编

● 农学、农经专业用

中国农业出版社



全国高等农业院校教材

南方耕作制度

邹超亚 主编

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

南方耕作制度

邹超亚 主编

* * *

责任编辑 董江峰

中国农业出版社出版(北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 8.75印张 194千字

1996年5月第1版 1996年5月北京第1次印刷

印数 1—2,000册 定价 7.15元

ISBN 7-109-03863-7/S·2442

前 言

本书是全国高等农业院校教材指导委员会作物学科组安排编写的。1990年10月3—7日在西北农业大学举行的“八五”耕作学教材工作会议上组建编委会拟定编写大纲，1992年7月在福建农学院召开初审会议，由原作者修改后于1992年12月在贵阳举行主编副主编会议修审，最后由主编修改定稿。

本书是全国统一的新编一套耕作学教材的地方性教材。全国统编一本《耕作学》教材，是我国农业教育史上的第一次。它有助于统一耕作学的教学内容，充实理论体系，加强实体内容，提高教材水平。但中国之大、地域差异显著，一本教材难以完全反映耕作制度的千差万别，为了弥补这一缺陷，充分反映地区特色，又安排了《南方耕作制度》、《西北耕作制度》、《东北耕作制度》三本教材与全国统编本《耕作学》教材配合使用。《南方耕作制度》在理论上不重复统编教材，着重反映南方耕作制度的特色，具体的种植制度与配套技术，着重反映各省的耕作制度现状与改革的趋向。它既可作为补充教材使用，也是一本独立的简明阐述南方耕作制度的专著，既可供南方各省农业院校使用，又可供农业行政、技术推广部门使用。

本书由贵州农学院邹超亚任主编（第一章：贵州耕作制度，全书定稿）、浙江农业大学洪丙夏（第六章：浙江耕作制度，全书校核）、广西农业大学李威联（第七章：广西耕作制度）任副主编。参加编写的还有南京农业大学李萍萍（第二章：作物布局）、王泰伦（西藏耕作制度）、云南农业大学刘立光（云南耕作制度）、华中农业大学孙先蓉（湖北耕作制度）、福建农学院李丹（福建耕作制度、台湾耕作制度）及江苏农学院黄细喜、安徽农学院蒯文藻、上海农学院金桓先、江西农业大学王林如、湖南农业大学屠乃美、华南农业大学吴乐民、海南大学高国人、西南农业大学朱自均等编写本省耕作制度。沈学年教授、刘巽浩教授、章熙谷教授、牟正国教授对本书的编写提出了指导性的意见，最后经沈学年教授主审。由于我们缺乏编写补充教材的经验，反映的内容地区性特色强，参编的人员较多，在内容、取材和结构编排上存在一些缺点和不足，欢迎读者提出修改意见。

主编

1993年8月

目 录

第一章 南方自然社会经济条件概述	1
一、中国南方的范围与地位	1
二、南方自然条件特点	1
三、社会经济条件的特点	3
第二章 作物布局	5
一、南方地区农业生产结构及作物布局的特点	5
二、南方地区粮食作物布局	6
三、南方地区经济作物布局	9
第三章 复种多熟	12
一、复种多熟在南方农业中的作用	12
二、南方水田复种多熟种植	13
三、旱地复种多熟	15
四、几种高功能高效益复种多熟形式及其配套技术	17
第四章 南方间混套作的主要类型	20
一、间混套作在南方农业中的地位	20
二、旱地间混套作主要类型与特点	20
三、棉田与蔗田间套作	25
四、水田间混套复合种养体系	28
五、林桑果农间混套作	29
第五章 轮作与连作	30
一、南方轮作与连作的现状与特点	30
二、南方稻田复种轮作与连作主要类型及配套技术	31
三、旱地复种连作与轮作类型及其配套技术	37
第六章 农田培肥与养护	39
一、南方农田养护特点与问题	39
二、加强农业基础设施建设	41
三、提高土地持续生产力的途径和培肥措施	44
第七章 土壤耕作	48
一、稻田土壤耕作	48
二、旱坡地土壤耕作	51
三、少、免耕的运用	52
第八章 长江中下游各省市耕作制度	55
一、江苏省耕作制度	55
二、上海市耕作制度	60
三、浙江省耕作制度	64

四、安徽省耕作制度.....	70
五、江西省耕作制度.....	74
六、湖北省耕作制度.....	79
七、湖南省耕作制度.....	84
第九章 华南各省耕作制度.....	89
一、广东省耕作制度.....	89
二、福建省耕作制度.....	93
三、广西壮族自治区耕作制度.....	98
四、海南省耕作制度.....	103
五、台湾省耕作制度.....	107
第十章 西南各省耕作制度.....	112
一、四川省耕作制度.....	112
二、贵州省耕作制度.....	117
三、云南省耕作制度.....	122
四、西藏自治区耕作制度.....	127

第一章 南方自然社会经济条件概述

一、中国南方的范围与地位

(一) 范围 中国南方是指长江流域以南各省、市、自治区,包括上海市、江苏、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、西藏及台湾省、自治区,共16个省市自治区。地处北纬 34° 以南的低纬度地区,横跨东经 $78^{\circ}24'$ 至 123° ,总土地面积386万平方公里,占全国总面积40.21%,人口1989年64896万人,人口密度为168人/平方公里,如将西藏除外,人口密度为243.5人/平方公里,远高于全国平均人口密度115.8人/平方公里。耕地5.72亿亩,占全国39.86%,而需要养活占全国56.59%的人口。南方土地生产力比较高,但东西部差异显著,尤其是西藏,无论在地势地貌条件、气候条件、开发程度与发展水平上,与青海及西北地区更近似,但其地理位置又在南方。

(二) 南方农业在全国农业中的地位 南方是中国农业的精华之区,以生产水稻为主,是全国重要的粮食、油料、棉花、甘蔗、麻类、烟草、茶叶、桑蚕、亚热带水果、橡胶的生产基地,又是重要的农区牧业生产基地。以全国39.86%的耕地,生产了占全国58.89%的粮食、92.58%的水稻、85.15%的油菜籽、99.75%的甘蔗、32.36%的棉花、53.64%的烤烟、58.90%的麻类、98.50%的茶叶、67.47%的肉类、94%的桑蚕、70.96%的水产,橡胶种植园570万亩,居世界第四位。长江中下游各省,是我国重要的商品粮、油、棉生产基地,是著名的鱼米之乡,是世界上耕地产量最高的区域,也是复种指数最高的区域,复种指数高达220%—240%。福建、广东、广西、海南、台湾是重要的水稻产区 and 甘蔗、花生、亚热带水果与热作区,是中国发展外向型商品农业的宝地。西南地区粮食生产受山地限制略逊一筹,四川的生猪、柑桔、云南与贵州的烤烟、云南四川的甘蔗、四川贵州的油菜籽在全国占有相当重要的地位。

二、南方自然条件特点

(一) 水热条件优越 南方地区是我国水热条件最丰富的地区。年均温 $14-25.5^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温4500—9300 $^{\circ}\text{C}$,年降水1200—2500mm,干燥度小于1,属于季风湿润亚热带气候区包括了北亚热带、中亚热带、南亚热带、边缘热带、中热带等5个热量带,各带的位置与水热条件是:

北亚热带:包括长江中下游北部、汉水流域、贵州中部及云南北部, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温4500—5300 $^{\circ}\text{C}$,云南3500—4000 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数218—239天,一月平均气温 $0-4^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-5--10^{\circ}\text{C}$,7月平均温度 $28-30^{\circ}\text{C}$,云南 $18-20^{\circ}\text{C}$,年降水900—1600mm,为稻麦两熟区,南部 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温5000 $^{\circ}\text{C}$ 以上地区为兼早三熟区。

中亚热带:位于长江中下游南部,包括江南丘陵、四川盆地、川鄂湘黔、长江上游河谷、滇中区等,大体在北纬 $25^{\circ}-30^{\circ}$ 之间, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温5100—6500 $^{\circ}\text{C}$ (云南4000—5000

℃), $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数239—285天, 一月平均气温4—10℃, 极端气温-6—-2℃, 7月平均气温28—30℃ (云南20—24℃), 年降水1000—1800mm, 其中四川盆地1000—1200mm, 江南丘陵1400—1800mm, 是中三熟与晚三熟区。

南亚热带: 包括台湾省北部中部、福建、广东、广西三省大部及云南省南部, 大体在北纬22—25° 之间, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温6400—8000℃ (云南5000—7500℃), $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数285—365天, 一月平均气温10—15℃, 极端最低气温-5—2℃, 7月平均气温28—30℃ (云南22—24℃)、年降水1600—2000mm, 滇南区在1000—1500mm。为晚三熟兼热三熟区, 冬季可种植喜温作物, 盛产荔枝、龙眼、香蕉、菠萝、橄榄、香茅、甘蔗。

边缘热带: 包括台湾省南部、雷州半岛、海南, 云南的西双版纳、河口、元江河谷及藏东南边境区。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温8000—9000℃, 一月平均气温15—20℃, 极端最低气温4—12℃, 7月平均气温28—29℃, 年降水1000—1500mm, 为晚三熟、热三熟与热作区, 局部小地形气候可种植耐寒橡胶品种, 椰子生长良好。

中热带: 包括台湾恒春到海南南部崖县、陵水、保亭、乐东四县以及以南岛屿。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温9000—10000℃, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数365天, 一月平均气温20—26℃, 极端最低气温10—20℃, 7月平均气温 $> 28^{\circ}\text{C}$, 年降水 $> 1500\text{mm}$ 。干湿季分明, 为热三熟、晚三熟区, 稻可周年种植, 是橡胶、椰子、油棕、可可、胡椒、腰果等作物良好生长区。

南方优越的水热条件, 形成南方农业以水稻为主的二熟制与三熟制农业, 江淮平原、西南盛行稻麦两熟、稻油两熟, 长江中下游、华南地区盛行双季稻及双季稻三熟制, 复种指数多在200%以上, 高的达到250%。南方气候条件好, 适种作物种类多, 一年多熟, 盛行间混套作和移栽作。加之地域差异, 形成南方以多熟种植为特色、种类繁多的耕作制度。

(二) 土地肥沃, 类型多样 南方地区有广阔肥美的冲积平原, 如洞庭湖平原、江汉平原、鄱阳湖平原、成都平原、太湖平原、苏皖沿江平原、江淮平原、珠江三角洲、韩江三角洲、闽南沿海平原、台西平原等, 冲积土层深厚、土壤肥沃、灌溉条件好、农耕历史悠久, 是世界著名的粮棉油麻蔗高产稳产区。南方还有辽阔的丘陵地带, 相对高差在50—200m以内, 地势较开阔 (与山地比较), 适于粮食、经济作物、饲料与多种经济林的生长, 有利于农林牧副渔综合发展。一些重要的丘陵区, 如江南丘陵、闽浙丘陵、两广丘陵、川中盆地丘陵、川鄂湘黔丘陵是我国重要的农业基地。南方还有大面积的山区, 如云贵高原、川西高原、秦巴山地、南岭山地等, 农业生产受到地貌条件的制约, 粮食是自给型的, 经济作物各有特色, 如云贵的烤烟, 四川贵州的油菜, 广东、广西、云南、四川的甘蔗, 浙江、云南的茶叶, 四川、浙江、广东的蚕茧, 海南、云南的橡胶, 海南、广东、广西、云南的亚热带、热带果品等。山区特别适于发展林牧业, 可为国家作出较大的贡献。西藏是重要的牧业区, 是一块待开发的宝地, 又是我国东部农区的重要生态屏障。

(三) 充沛的水资源 南方地区降水量丰富, 河流纵横, 湖泊密布。河川径流量21737亿 m^3 , 占全国总径流量26380亿 m^3 的82.38%。长江流域180.7万平方公里, 总径流量10000亿 m^3 , 平均每亩耕地有水资源2890 m^3 , 属多水区。珠江流域41.5万平方公里, 径流总量3070亿 m^3 , 每亩耕地有水资源4150 m^3 , 而全国平均为1733 m^3 , 黄河流域仅286 m^3 , 世界平均水平为2363 m^3 。丰富的水资源配合相应的热量条件, 使南方地区成为世界最大面积

的稻作中心区。经过长期的水利建设,华中、华南耕地灌溉率在70%以上,西南地区在40%左右。大多数稻田成为水旱兼用的多熟田,可实行一旱两水的双季稻三熟制与两旱一水的三熟制,或一水一旱的两熟制。

(四) 植物资源丰富 南方地区跨北、中、南亚热带及边沿热带、中热带五个热量带,适于长绿阔叶林、热带季雨林、雨林生长,山地垂直带谱上有适于长绿落叶混交林、针叶林生长的热量带,共有植物2万余种,占世界植物种数80%,植物种类最多的云南有10200种,号称植物王国,广东有7580种,四川有8546种,贵州、广西均在6000种以上。适于多种植物生长。除少数寒带作物以外,均适于南方地区生长。主要粮食作物有稻、麦、玉米,盛产油菜、棉花、苧麻、红麻、黄麻、烟草、甘蔗、花生、茶等。小宗作物种类繁多,豆类作物有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、饭豆、小豆、芸豆等多种豆类。小杂粮有粟、高粱、龙爪稷、荞麦、苡薏、粒用苋菜。油料作物有芝麻、向日葵等。水生作物有藕、水芋、慈姑,亚热带特有的茶、柑桔、香蕉、龙眼、荔枝、芒果及热带的橡胶、咖啡、可可、胡椒、油棕、腰果等。众多的作物种类与品种类型,使南方可种植的作物种类多,加之复种多熟,故成为中国耕作制度类型最多与最复杂的地区。

(五) 区域差异与立体差异显著 南方地域辽阔,大的地貌差异可分为青藏高原、云贵高原、四川盆地、长江中下游平原、江淮平原、江南丘陵、南岭山地丘陵、东南沿海平原、广西丘陵、海南岛、台湾岛等。从经济水平看,存在东部(上海、江苏、浙江、福建、广东)、中部(安徽、江西、湖北、湖南)与西部(云、贵、川、桂、藏与海南)的差异。南方又是丘陵山地众多的地区,占总面积90%以上。丘陵山区气候的立体差异,使南方农业对山体立体分层利用的立体农业特征十分显著,增加了南方农业的复杂性。丘陵山区坡度较大,暴雨时有发生,容易造成水土流失,使坡耕地变薄、变粗、变瘦,制约了山区农业的发展。山区坡耕地利用要特别注意水土保持,发展多年生木本、草本作物,对水土保持较为有利。

(六) 水旱灾害较频繁 南方水热条件丰富,但季节分布不均,容易造成水旱灾害,较严重的旱灾有长江中游的伏旱,西部云南与边缘热带的春旱。较严重的水灾有长江中下游与淮河流域的水灾。沿海的台风、西南的泥石流、滑坡都是较严重的灾害。水稻播种时的烂秧天气、水稻成熟受秋风、寒露风危害时有发生。在作物布局、复种作物的茬口衔接上,避开不利的自然灾害,是需要充分考虑的因素之一。

三、社会经济条件的特点

(一) 人口密度大、人均耕地少 南方地区除西藏外,人口密度较大,平均密度达到243.5人/km²,人均耕地一般在1亩左右,浙江为0.6亩,福建为0.65亩,广东为0.64亩,人均耕地最少的广东潮汕平原人均耕地不足0.4亩。要在这样狭窄的耕地上提供人们需要的口粮、商品粮、饲料,又要发展经济作物,发展水果、蔬菜、鲜花等外向型创汇农业,对土地集约经营,提高土地利用率、产出率与经济效益的要求特别迫切。多熟制的吨粮田、双千田(亩产千元与千斤粮)、亩产2000—3000元以上的各种类型的耕作制度,日益受到重视。一些高经济效益的大田作物、蔬菜、果树、中药材以及菌类、鱼类(稻田养鱼)、藻类等,进入了农田耕作制的范畴,显著地提高了经济效益。

(二) **东部经济较发达、西部相对落后** 南方东部沿海地区,是我国经济最发达的地区,上海、江苏、浙江、广东的人均国民收入居全国前列,福建、安徽、江西、湖北、湖南、四川居全国中等水平,云南、贵州、广西、西藏居全国后列。工业产值占工农业的比重,东南沿海各省在80%以上,中部各省在70%左右,西部各省在65%左右。区内有上海、南京、武汉、重庆、成都、广州等大型城市,有杭州、合肥、南昌、长沙、福州、昆明、贵阳、南宁等中等城市,有沿海对外开放的张家港、南通、宁波、温州、厦门、汕头、深圳、珠海、湛江、北海等一大批对外开放城市,有区域经济发展很快的江苏省的苏锡常地区,浙江的宁绍地区与温州地区,广东的珠江三角洲、福建闽南的金三角地区,小城镇星罗棋布。大量的城市人口和农产品对外贸易的有利条件,形成对农产品的强大社会需求,推动着农业的发展。南方地区的纺织、酿酒、卷烟与食品工业的发展,又进一步刺激了经济作物与农业的进一步发展。这些为南方农业提供了有利的市场条件。

(三) **农业经济有一定基础** 南方农村经济比较发达的东部地区,农民人均纯收入高出全国平均水平40%—50%,以至1倍以上,部分地区已经进入小康水平,中部地区也高出20%左右。农民收入多了,可投入再生产的能力增加,东部各省人均生产性固定资产超出全国平均水平约1倍左右。乡镇企业的发展,实施以工补农、以工建农的策略,进一步促进了农业的发展和扩大了农业经营规模,使农业生产条件大为改善。南方各省灌溉条件,每亩耕地平均化肥使用量、用电量均高于全国平均水平,仅机耕面积低于全国平均水平,说明南方山地多、稻田多,机械化的难度大。西南各省的农业生产条件最差,这也是西南地区农业较为落后的重要原因。

(四) **耕作比较精细,科学种田水平较高** 长江中下游和华南地区是我国稻作农业发祥地,浙江余姚河姆渡与桐乡罗家角出土的稻谷遗迹考证,距今6000—7000年前已种植水稻,在稍后有太湖地区、江汉平原、江西萍乡及云南、福建、广东、台湾、安徽等地出土稻谷遗址30余处。悠久的农耕历史形成了精耕细作的农业传统。近半个世纪,生产条件进一步改善,科学种田水平提高,粮食作物播种面积单产高出全国平均水平20%—50%,湖南、浙江、江苏、江西、广东、福建较普遍地出现吨粮田和部分吨粮县。湖南、湖北、江苏、浙江人均占有粮食400—500 kg。福建、广东、广西、贵州、云南、西藏人均占有粮食低于300 kg。良好的农业生产条件和精耕细作传统为农业进一步发展打下了良好的基础。

第二章 作物布局

一、南方地区农业生产结构及作物布局的特点

(一) 南方地区的农业结构 农业结构是指农业内部种植业、林业、牧业、渔业及副业五个部门及各部门内部各生产门类的组成及比重。南方地区的农业结构历来以种植业为主,以1989年为例,种植业占52.3%,林业占5.1%,牧业占28.9%,渔业占6.5%,副业占7.2%,其中,种植业比重比全国平均水平低3.9个百分点,其余各项均高于全国平均水平。种植业中粮食作物播种面积占73.9%,比全国平均水平低2.7个百分点,经济作物占14.1%,低于全国平均水平0.2个百分点,其它作物占12%,高于全国平均水平2.9个百分点。一些经济发达地区如上海市郊区畜牧业产值占43.6%,超过了种植业的产值。近年的农业结构变化的特点为:(1)随着粮食总产的增加和城乡人民生活水平的提高,各地普遍扩大了畜牧业的比重。(2)平原水网地区淡水渔业迅速发展。(3)丘陵山区重点发展了林果业。(4)栽桑养蚕、养蜂、种菇等传统副业有较大发展。随着乡村工业的发展,第三产业的兴起,农业结构与农村产业结构将进一步调整。

(二) 南方地区作物布局的特点

1. 适种作物种类多 南方夏秋季高温多雨,适于喜温作物生长,如水稻、棉花、玉米、甘蔗、黄麻、红麻、苕麻、大豆、烟草、甘薯等,冬春季冷凉的气候适合于大小麦、蚕豆、豌豆、马铃薯、油菜等喜凉作物的生长。丘陵坡地多红黄壤,呈酸性,滨海盐土呈碱性,丘陵山区气候垂直变化大,土壤类型也多种多样,所以,对土壤质地、养分、酸碱度等不同适应性的作物都适合在南方种植。广泛分布的低洼水田有莲藕、慈菇、茭白、席草、蒲草、水芹等水生作物的种植。华南热带地区可栽植橡胶、剑麻、菠萝、咖啡、可可、油棕、椰子、香蕉、芒果、胡椒、木薯、木棉等热带作物和水果。茶、桑、柑桔、等亚热带林果作物在南方地区分布广泛。由此可见,由于南方地区丰富的雨热资源及资源配比的多样性,使南方地区几乎可以种植各种生态类型的作物。

2. 水稻在粮食作物中占重要地位 在1989年,南方有水稻45040.8万亩,占粮食播种面积的53.3%,占全国水稻面积的91.8%。小麦14488.7万亩,占全国的32%,玉米7887.2万亩,占全国的25.8%,薯类8196.8万亩,占全国的60%,大豆3413.8万亩,占全国的82.2%,粮食作物的重要顺序为水稻>薯类>麦类>玉米>大豆。

3. 经济作物以油菜为主、种类多样 在经济作物中油菜为主,占经济作物的54.5%,棉花占14.5%,糖料占8.9%,麻类占3.3%。在全国所占的比重油料为55.8%,棉花为29.9%,糖料为62.8%,麻类为62.9%。

4. 普遍实行多熟种植 南方地区热量条件优越, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温在4500 $^{\circ}\text{C}$ 以上,在热带地区可高达8000—9000 $^{\circ}\text{C}$ 。为了充分利用以上资源,水田大都实行冬作物-水稻或冬闲-双季稻一年二熟及冬作物-双季稻一年三熟,旱作农区大都实行麦-玉米两熟及麦/玉米/甘薯

或麦/玉米-豆的早三熟。在海南岛及广东南部地区,玉米、花生、甘薯等喜温作物可以冬种,形成薯-稻-稻、花生-稻-稻等热三熟。

5. 农田生物结构复杂 近年来随着高效农业的兴起,发展了各种类型的以多种生物种群间套共生、时空合理利用为特征的多功能、高效益的农田生物结构模式。

(1) 农林型 这是以大田作物为主,与林果实行间套作的农田复合种植类型,在适当减少作物播种面积条件下,利用林果的生态效应和经济价值,大大提高农田的经济产出。如安徽等地小麦与泡桐、油桐树间作,浙江、四川等地柑桔树间作豆类、蔬菜、绿肥、饲料,华南华中等地有麦-稻间作池杉。

(2) 农鱼型 稻田养鱼近年来在南方各省都有一定面积,尤以四川为多,已发展到1000多万亩,其搭配方式有:稻∥鱼,稻∥萍∥鱼,稻-莲∥鱼、紫云英-早稻∥鱼-慈姑等。稻田养鱼的经济效益显著,如稻萍鱼结构,可亩产百斤鱼、千斤稻、万斤萍的产量。垄稻沟鱼还可对冬水田的改造起促进作用。

(3) 农-园艺型 在保证粮棉主体作物前提下,间套一季或二季瓜菜。如水田的麦/瓜-稻,青菜-马铃薯-中稻,棉田有冬作物∥冬季蔬菜或草莓/棉花、冬作物/西瓜∥棉花/大白菜、冬作物∥冬季蔬菜/棉花∥夏季蔬菜等。

(4) 农-药型 将较耐阴的药用作物引进种植制度中,作为间混作中的下位作物。如香附子、郁金与玉米、大豆间作,贝母与苏子、芋头间作,黄芪与亚麻混播,枸杞与大葱、萝卜间作等。

(5) 农-菌型 农田为食用菌提供天然良好的生态环境,食用菌渣还田作肥料,互惠互利。农田栽培食用菌有稻田袋栽平菇,油菜、玉米田畦栽蘑菇、凤尾菇,甘蔗以蔗秆作支架挂袋栽木耳,甘蔗行间栽蘑菇。

(6) 丘陵山区垂直立体分布明显 丘陵山区受地貌条件的影响,热量、水分、土壤等农业自然条件的垂直差异很大,因此在作物布局上也呈明显的垂直立体特点。如云贵高原地区,一般海拔低于800m的河谷地带,可以种植双季稻或蚕豆、小麦/玉米/甘薯等早三熟及香蕉、柑桔等亚热带的经济果林。海拔800—1500m之间,以小麦-中稻、小麦-玉米等两熟为主,海拔1500—2000m之间,实行套作两熟,2000m以上多为玉米、马铃薯一年一熟。

(7) 多熟制地区作物生长季节紧张 南方地区虽然生长季节长,但实行多熟制生长季节比较紧张,尤其在长江中下游 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温5000—5500 $^{\circ}\text{C}$ 的地区,双季稻三熟制季节特别紧张,收早稻种晚稻常常是“早上一片黄,晚上一片青”。

二、南方地区粮食作物布局

(一) 水稻

1. 水稻的生态适应性 水稻原产热带,喜温好湿。一般情况下, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温2000—4500 $^{\circ}\text{C}$ 的地区只能种单季稻,4500—7000 $^{\circ}\text{C}$ 可以种双季稻,7000 $^{\circ}\text{C}$ 以上的地区可以种三季稻。根据高亮之等人的研究,西南地区水稻生长季170—240天,早三熟的RCP < 1.0 (RCP为稻作制度的气候保证率),为中稻两熟地区,其中四川盆地与鄂西山地区水稻生长季200—240天,贵州高原200—220天,滇北川西170—200天,滇南200—240天。华中地区水稻生

长季210—260天,其中江淮地区200—210天,早三熟的 $RCP < 1.0$,为中稻区,沿江江南水稻生长季210—220天,早三熟的 $RCP < 1.0$,江南水稻生长季220—230天,早三熟的 $RCP > 1.0$,为早三熟双季稻区,江南水稻生长季230—260天,中三熟的 $RCP > 1.0$,为中三熟双季稻区。华南水稻生长季260—280天,晚三熟的 $RCP > 1.0$,为晚三熟双季稻区,水稻生长季280—290天,一月平均气温 $\geq 14^{\circ}\text{C}$,为薯-稻-稻熟三熟区,水稻生长季365天为双季稻冬稻区。

2. 水稻的时空布局 水稻是南方的主要粮食作物,华中单双季稻带是全国最大稻作区,面积占全国65.7%,总产量占全国66.2%。华南双季稻作带居第二位,面积占全国17.3%,总产占15.8%。西南地区面积占全国的6.5%,总产占6.8%。总产量最多的省依次为湖南、四川、广东、江苏、湖北、浙江、江西八省。华南地区由于光热条件好,两季水稻均为籼稻迟熟品种。长江两岸平原晚籼稻不能正常成熟,一般为早籼晚粳(中熟品种)或杂交籼稻。湖南、江西热量条件较好的地区双季稻可用中、迟熟品种,双季杂稻增产效果显著。秦岭淮河以南长江以北地区、南方丘陵山区及西南高原地区受热量条件限制,种植单季稻,品种为中籼、杂交稻、晚粳,其中西南高原稻作带海拔1800m以上为粳稻区,1400m以下为籼稻区。四川盆地从积温条件看可种植双季稻,但秋雨多,秋寒早,晚稻往往不能安全齐穗,故以单季稻为宜,属三熟不足两熟有余的气候,以稻麦两熟为主,近年利用收稻种麦之间两个多月的生长季,增种甘薯、蔬菜、青绿饲料等晚秋作物,称为新三熟。长江下游沿岸 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在4500—5300 $^{\circ}\text{C}$ 地区,70年代曾大面积推广双季稻三熟制,由于季节、劳力过紧,加之大量劳动力转向乡镇企业和第三产业,双季稻三熟制大部已被冬作单季稻两熟制取代。

随着粮食市场的开放,种粮的比较效益下降,人民生活水平提高对稻米质量要求更严格,南方早籼稻米供过于求,价格低下,作饲料的报酬低。因此南方的早稻面积近期内将被经济效益更高的经济作物、西瓜、蔬菜和饲料报酬更高的玉米取代部分面积。

(二) 小麦和大麦

1. 小麦的生态适应性 小麦是喜凉的长日照作物。需要光照充足,生育期降水量350—450mm,水分过多过少都有不利影响,据河南新乡的试验资料估算,亩产400kg,缺水200mm减产158.5—178.5kg/亩,缺水150mm减产119—133.5kg/亩,缺水100mm减产79—89kg/亩。水分过多大于100mm,千粒重下降。小麦最适宜区全生长期余、缺水 $< 50\text{mm}$,抽穗一成熟余、缺水 $< 30\text{mm}$ 。次适宜区全生长期余水 $< 200\text{mm}$,缺水50—150mm,抽穗一成熟余、缺 $< 100\text{mm}$ 。不适宜区全生长期余水 $> 200\text{mm}$,缺水 $> 150\text{mm}$,抽穗一成熟期余水 $> 100\text{mm}$,缺水 $> 150\text{mm}$ 。根据这个标准,江淮地区为非灌溉小麦适宜气候区(全生育期余缺水 $< 50\text{mm}$,抽穗一成熟余缺水 $< 30\text{mm}$)。西藏高原南部为湿润小麦适宜气候区(全生育期缺水 $< 50\text{mm}$)。四川盆地(全生育期缺水小于100mm)、长江流域沿岸及南部区域(全生育期余水 $> 100\text{mm}$)为湿润小麦次适宜气候区。长江流域中部(全生育期余水 $> 200\text{mm}$,抽穗一成熟余水 $> 150\text{mm}$)、华南地区(全生育期余缺水 $< 100\text{mm}$,抽穗一成熟余水 $> 100\text{mm}$)为湿润小麦不适宜气候区。

与小麦相比大麦的温度适应范围比较宽,低温下不易受害,高温下叶片宜变黄,比较耐瘦、耐盐碱,生育期较短,在双季稻三熟制地区占有一定比重,啤酒大麦有少量种植。

西藏与川西高原种植青稞。

2. 大小麦的时空布局 南方小麦多为半冬性和春性品种。在 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 5300°C 以上的中、亚热带，小麦作为双季稻三熟制的前作有一定比重，在中稻区和一季晚稻区，小麦与水稻一年两熟，旱地小麦常常分带种植，便于套种玉米、棉花等作物。江淮平原、四川盆地小麦的重要产区。小麦播种面积以江苏、四川、安徽、湖北四省最大，云南、贵州、浙江次之，其余各省面积很小。单产最低的有江西、湖南、广东、广西、贵州等省、自治区，多属小麦不适宜区。

(三) 玉米

1. 玉米的生态适应性 玉米是喜温但又不耐高温的作物，一般早中熟品种需要 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2000-3000^{\circ}\text{C}$ ，迟熟品种需 $3000-3300^{\circ}\text{C}$ ，全生育期 $90-140$ 天。玉米播种适宜土温应在 $10-12^{\circ}\text{C}$ 以上，生长最适温度为 $25-28^{\circ}\text{C}$ ，温度高于 $28-30^{\circ}\text{C}$ ，使果穗发育的第三、四阶段缩短，不利形成大果穗，成熟期高于 25°C 或低于 18°C 对灌浆不利。据Wilson和Petter的研究，夜间高温使玉米生育期缩短导致减产。长江沿岸以南地区高温对玉米高产不利。Papadakis提出最热月等温线在 $21-27^{\circ}\text{C}$ 之间，无霜期 $120-180$ 天为高产玉米的界线。我国玉米产量由南到北增加，中纬度地区由平原向高海拔地区产量也增加，即气温高、温差小、日照少地区产量低，气温较低、温差较大、日照较强的地区产量高。我国玉米种植最适宜区在东北、华北，南方地区中西南地区为气候适宜区，江淮平原为气候适宜区，其余地区次适宜气候区。

2. 玉米的时空布局 南方地区的玉米较集中的分布于西南高原山地和南方丘陵地区。在四川、云南、贵州等地，以春玉米为主，与冬作物一年两熟或套作两熟，海拔 2000m 以上地区为玉米一年一熟。南方其它丘陵地区也较普遍种植玉米，有春玉米、夏玉米、秋玉米等类型，种植制度复杂，有冬作物/春玉米-夏甘薯，冬作物/春大豆-秋玉米，冬作物/春玉米-晚稻，冬作物-早稻-秋玉米，旱地二熟形式主要有小麦-玉米。华南地区还有冬玉米种植，如冬玉米-早稻-晚稻三熟。目前南方稻区为解决饲料问题，正在试验适当扩种玉米和青贮玉米。随着人们生活水平的提高，甜玉米、超甜玉米、玉米笋、高油玉米、爆裂玉米、高赖氨酸玉米等将适当发展。

(四) 甘薯

1. 甘薯的生态适应性 甘薯原产于热带，喜温不耐寒。在热带地区为多年生，在亚热带地区变成一年生植物，无性繁殖。甘薯发芽最低温度为 16°C ，最适温度 $24-34^{\circ}\text{C}$ ，块根形成适温 $21-28^{\circ}\text{C}$ ，块根膨大 $20-23^{\circ}\text{C}$ ，低于 $15-17^{\circ}\text{C}$ 停止膨大。茎叶生长温度较块根高，在 38°C 以下随温度升高生长加快。充足的光照是甘薯高产的重要条件，甘薯较耐旱，但需水分较多，甘薯对土壤的适应性较广，但以排水良好、富含有机质的沙壤土产量高，品质好。

2. 甘薯的时空布局 南方甘薯主要种植在丘陵山地，土层较薄、肥力低、不灌溉，故产量较低。刚围垦的含盐量高的海涂，新开垦的红壤肥力低，常用甘薯作先锋作物。在肥沃的平原地区与丘陵区的平地上土壤肥力高，甘薯高产。在两熟制地区多为小麦-甘薯两熟，早三熟地区甘薯为最佳的第三茬作物，在双季稻区晚稻缺水不能栽插，常改种秋甘薯。华南地区南部甘薯可作冬作物栽培。

（五）大豆

1. 大豆的生态适应性 大豆是喜温而又较耐冷凉的短日照作物。种子发芽的最低温度为6℃，最适温15—25℃，花芽分化15—25℃，开花20—28℃，早熟品种需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2000℃左右，迟熟品种需3000℃以上。大豆需水较多，每生产100 kg大豆约需消耗240—400方水。大豆比较耐瘠，土壤适应性广，但高产大豆需要有机质丰富、排水良好、中性至微酸性的土壤为宜。

2. 大豆的时空布局 大豆是南方地区重要的养地作物，但产量低，多与玉米间作，少数地区为小麦-夏大豆、马铃薯-夏大豆两熟，也有小麦/玉米/大豆三熟。稻田中有小麦/春大豆-晚稻，小麦-早稻-晚稻或小麦-大豆-晚稻，湖南试验大豆-水稻两熟有增产效果。大豆可收青豆作蔬菜用经济价值更高，大豆常用于果园、桑园、幼林地作下位作物间作，稻区常在田埂上种植。

三、南方地区经济作物布局

（一）棉花

1. 棉花的生态适应性 棉花是短日照喜温作物，发芽最低温度11—12℃，幼苗生长最低温度14—16℃，现蕾最低温度19—20℃，花铃及吐絮期最低温度20℃以上，最适温度25—30℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温3300℃以上，全年连续三旬平均气温23℃以上，棉花生长季150天以上的地区方能种植棉花，要求强光照。花铃、吐絮期阴雨天多，易落花落铃，不易开铃，品质差。根据天门、南通棉花现蕾至20℃终日平均为104天，此间日降水大于5mm（定为阴雨日）日数为16.2日，确定东部季风棉花气候带适宜性的指标 $R = m(c/n)$ 。式中 m 为棉花现蕾至气温20℃终日的天数， n 为同期阴雨日数， c 为常数=16.2日。 $R > 100$ ，苗期降水 $< 400\text{mm}$ 为适宜气候区， $70 < R < 85$ 为次适宜气候期， $R < 70$ 为不适宜区。按此标准长江三角洲为最适宜气候区，长江流域为适宜气候区。浙南、福建、两广北部、台湾、四川、黔东南为次适宜气候区。两广、云南、川西、黔中为不宜气候区。

2. 棉花的时空布局 南方棉花主要种植在长江流域棉区，约占长江流域播种面积的40%，除沿海滩涂棉花一年一熟外，多为冬作物和棉花一年两熟。棉花种植方式有套作和冬作物收后育苗移栽或直播。套作的棉花产量高，品质好。华南地区是我国最早发展棉花的区域之一，但由于高温高湿的气候、病虫害严重、产量低、品质差，棉花种植面积很少，部分地区有木棉种植。

（二）油菜

1. 油菜的生态适应性 油菜为喜凉的长日照作物。油菜发芽最低温度3—5℃，最适温15—20℃，苗期能忍耐-3—-5℃以上的低温，受冬害轻，-7—-8℃时冬害严重。气温回升到10℃以上迅速抽薹，开花最适温度14—18℃，低于10℃或高于20℃，开花显著减少。成熟最适温度为20℃。分析世界油菜产地的温度条件以22℃以下为开花结荚期的最适温。油菜需水较多，田间耗水量为300—500mm。对土壤的适应性广，要求肥力高的土壤为宜，对微量元素硼反应较敏感。油菜最适宜气候区一月平均气温 $< 9^{\circ}\text{C}$ ，一月平均最低气温 $> -3^{\circ}\text{C}$ ，生育期降水300—500mm。适宜气候区一月平均气温9—12℃，一月最低平均气温 $> -7^{\circ}\text{C}$ ，全生育期降水300mm左右。四川、贵州及长江流域各省为油菜最适宜气候区，云南高原为

气候适宜区，华南为次适宜气候区，海南为不适宜气候区。

2. 油菜的时空布局 油菜在南方地区为冬作物，以甘兰型品种为主，芥菜型和白菜型有少量种植。油菜总产量最多的省为四川、江西、安徽、浙江、湖北、江苏、贵州等省，油菜单产最高的有上海市、四川、江苏、浙江等省。油菜多在稻田种植，长江中下游为双季稻与中稻的良好前作，西南地区多油菜-水稻两熟，旱地有少量油菜种植。江苏试验用秧田种白菜型油菜，不影响中稻育秧，提高了专用秧田的利用率，据南京农业大学试验秧田种白菜型油菜每亩可收油菜籽100—125 kg。

(三) 甘蔗

1. 甘蔗的生态适应性 甘蔗属于热带、亚热带作物，喜高温、高湿、强光，生长期长。甘蔗对热量条件要求高反应敏感，是产量高低和含糖多少的重要因子。甘蔗萌芽的最低气温为13℃，蔗茎生长在35℃时最为旺盛，甘蔗生长和糖分合成的适宜温度下限是日平均气温20℃。年极端最低气温是影响甘蔗越冬的主要因子，-2℃以上可常年生长，-5℃以上可留宿根，-5℃以下甘蔗不能安全越冬，一般种春植蔗。甘蔗喜光，在充足阳光下，蔗茎较粗，分蘖多。甘蔗植株高大，叶片繁茂，耗水量多，亩产3t的蔗田需降水850—900mm，消耗养分多，适于微酸或微碱性土壤种植。甘蔗最适宜区>20℃的积温>5000℃，>10℃的积温7500—9000℃，>20℃的日数220—230天，极端最低气温>-2℃，6—9月降水700—1000mm。适宜气候区>20℃的积温4000—5000℃，>10℃的积温6000—7500℃，>20℃的日数170—190天，6—9月降水700—900mm，极端最低气温-2℃—-5℃。次适宜气候区>20℃积温3000—5000℃，>10℃积温6000—6500℃，>20℃的日数140—190天，6—9月降水550—900mm，极端最低气温-2℃—-5℃。可种植气候区>20℃积温3000—5000℃，>10℃的积温5500—6500℃，>20℃的日数140—160天，6—9月降水500—700mm，极端最低气温-2—-8℃。根据此标准，福建东南部、珠江三角洲、雷州半岛、广西中南部、云南南部河谷、台湾为最适宜气候区。四川盆地南部、福建、广东、广西中部为适宜气候区。浙江南部、福建中部、两广北部、江西南部、贵州南部为次适宜区。

2. 甘蔗的时空布局 甘蔗是南方地区主要的糖料作物，分布较广，除华南地区在丘陵坡地有分布外，甘蔗大都种植在江河流域平原。华南地区热量丰富，最适宜于甘蔗生长，种植面积较多，是甘蔗的集中产区。甘蔗在种植制度中一般和粮食、豆类作物进行轮作。根据与甘蔗组成复种轮作作物的茬口不同，甘蔗的时间布局上有春植蔗、夏植蔗、秋植蔗、冬植蔗和宿根蔗，其中以春植蔗最为普遍。一般是种植甘蔗1—2年，再与水稻、甘薯或花生、大豆等作物实行轮作1—2年。由于甘蔗植株高大、行距大、拔节前相当长时间行间裸露，为提高土地利用率和解决粮蔗之间争地的矛盾，常实行甘蔗与其它粮豆作物间套作。在南方其它蔗区受热量条件限制，一般只种春植蔗，实行甘蔗与水稻或其它作物的年间轮作。

(四) 黄麻和红麻

1. 黄麻和红麻的生态适应性 黄麻是喜温作物，苗期生长要求15℃以上，旺长期为25—38℃。从播种到纤维成熟需≥15℃的积温，黄麻需2500—3000℃，红麻为2000—3000℃，从播种到种子成熟黄麻需3700—4300℃，红麻在3300℃以上，需无霜期150天以上，黄红麻是短日照作物，南种北引，不能结实，但产量较高，生育期需降水量600—

700mm, 适于富含有机质的中性沙壤土为宜, 微酸微碱的土壤也适宜。黄红麻最适宜气候区 $>15^{\circ}\text{C}$ 积温4300—5500 $^{\circ}\text{C}$, $>15^{\circ}\text{C}$ 的日数200—240天以上, 4—9月降水600—800mm以上。适宜气候区 $>15^{\circ}\text{C}$ 的积温3800 $^{\circ}\text{C}$ 以上, $>15^{\circ}\text{C}$ 的日数170天以上, 4—9月降水500mm以上。次适宜气候区 $>15^{\circ}\text{C}$ 的积温 $>2500^{\circ}\text{C}$, $>15^{\circ}\text{C}$ 的日数130天以上, 4—9月降水350mm以上。不适宜气候区 $>15^{\circ}\text{C}$ 积温 $<2500^{\circ}\text{C}$, $>15^{\circ}\text{C}$ 的日数 <130 天, 4—9月降水 <350 mm。华南和长江中下游为最适宜气候区, 安徽与湖北北部、江苏、四川盆地西部、贵州大部、云南中北部为适宜气候区。

2. 黄、红麻的时空布局 黄红麻在南方地区广泛分布, 以广东、广西、福建、浙江种植最广, 在华南地区可以利用收早稻到插晚稻之间的30—50天时间在早稻抽穗前, 于行间套栽黄麻苗, 形成一年三熟, 广西麻区有油菜/红麻-晚稻或绿肥-早稻-红麻的种植制度。长江流域多在小麦油菜收获前一个月套种, 麻收后可栽插晚稻。西南地区为冬作物与黄红麻两熟。在一些江湖沿岸易涝地区, 利用黄红麻中后期耐涝的特点, 种植黄红麻的经济效益较好。

(五) 烤烟

1. 烤烟的生态适应性 烤烟原产于南美, 适应性强, 可在差异很大的气候条件下栽培。全国从南到北, 从东到西多数省均有种植。但优质烟要求生产条件较为严格, 烟草适宜的温度移栽期 $>18^{\circ}\text{C}$, 旺长期 $20—28^{\circ}\text{C}$, 成熟期 $20—25^{\circ}\text{C}$ 。播种至出苗气温在 11°C 以下或移栽后低于 $13—16^{\circ}\text{C}$, 烤烟生长不正常, 品质差, 烤烟移栽后在 18°C 以上, 烘烤期在 $20—25^{\circ}\text{C}$ 时, 烤烟质量较高。烟叶成熟期70天内温度条件是影响烤烟品质的关键气象因子。我国主产烟区大田生育期平均气温为 $18—21^{\circ}\text{C}$, 收烤烟叶的70天中平均气温为 24°C 左右, 并参考美国生产烤烟区大田生育期平均气温为 24°C 左右, 日本烤烟区为 $19—24^{\circ}\text{C}$, 确定我国烟草气候生态适应性的指标为适宜气候区全年最高7旬平均气温 $>24^{\circ}\text{C}$, 大田生育期平均气温大于 18°C , 生育期降水 $>500\text{mm}$ (西南地区不考虑第一项指标)。可种植气候区最高7旬平均气温 $>20^{\circ}\text{C}$, 大田生育期平均气温 $>12^{\circ}\text{C}$, 生育期降水 $>400\text{mm}$ 。不宜气候区全年最高7旬平均气温 $<20^{\circ}\text{C}$, 生育期降水 $<400\text{mm}$ 。最冷月平均气温 $>12^{\circ}\text{C}$ 可种植冬烟。

光照对烤烟品质影响较大, 大多数烟草品种属中日照类型, 对日长反应不敏感。强光下叶片厚而重, 组织粗糙; 弱光下叶片薄而轻, 干物质积累缓慢, 质量明显下降。故在成熟期烤烟在充足的光照条件下烟叶品质较佳。烤烟要求酸性土或微酸性土, 不适宜盐碱土壤栽培, 会影响烟叶的燃烧性。土壤颜色对烤烟品质也有影响, 红壤、黄壤比黑土、白土的品质好, 丘陵、山区比平原生产的烟叶品质好, 排水良好的土壤比排水不良的土壤品质好。

南方地区的优质烟区集中于云贵烟区, 湖南的郴州、零陵、邵阳, 四川的黔江、宜宾、乐山、西昌等地。江西的东南部及闽西地区也是重点烤烟区。闽南、两广南部、滇南及台湾等省的一些地方可种植冬烟。

2. 烤烟的时空布局 云贵烟区以春烟为主, 多为空土栽烟, 近年由于对土地利用率的提高的要求, 发展了麦/烟, 油菜-烟两熟, 部分地区以分带轮作为基础发展了麦/烟/甘薯。云南玉溪地区田烟面积大, 为烟-稻两熟。湖南郴州地区以田烟为主, 四川、湘西的种烟方式与云贵烟区相似。