

农作物轻型高产 栽培新技术

倪学仁 赵庆华 主编



上海科学技术文献出版社

农作物轻型高产栽培技术

倪学仁 赵庆华 主编

上海科学技术文献出版社

《农作物轻型高产栽培技术》编辑委员会

编委主任：许子良

副主任：陈益新

编委：沙其德、孙福同、钱万清

主编：倪学仁、赵庆华

副主编：徐良才、张建华、陈根兴

编者：徐良才、居其明、程勇凯

杨素珍、符文娟、王莲娣

陈国栋、毛蓉蓉、林培泉

赵林生

序

农业生产已进入发展高产、优质、高效的新阶段，这固然是因为社会对农业有了温饱以外的要求，人们需要有口感更好的食品、样感更好的织物、更耐久的建筑材料等。高效农业也是农民自身对农业有了新要求的结果。其中之一是他们要求花费最少的劳动时间去争取最大的收益。这种要求随着农村的城市化、乡镇工业发展，越来越强烈。免耕、少耕科学种植方法就是应这种社会要求蕴酿而成的，可以说这是农业发展、社会进步的必然结果。

上海市嘉定区地处上海近郊，乡镇企业的发展十分迅速，近年来农业劳动力、农本、生产规模、农业市场等诸多生产因素也随着经济发展而发生了巨大的变化。这些变化综合起来就是要求进一步提高农民的土地产出率、劳动生产率、投入产出率。嘉定区的农业科技人员顺应了这种要求，通过多年的生产实践，总结出一套免耕、少耕的科学种植方法，有效地帮助承包户、合作农场和专业大户达到既省工又能获得高产的目的，而且现在看来社会效果很理想。正是因为这种种植方法符合广大农民的愿望，所以在社会上推广速度很快，适用范围也较广。免耕、少耕种植技术至今已形成了自身的系列、成为较为完整的农业技术。

本书详细地介绍了各种免耕、少耕的科学种植方法，有新、全、实的特点，材料来源于生产实践，作者又都是直接从事农业技术指导第一线的农业工作者和专家，故本书的出版可能对广大从事农业生产的人员有帮助。

内 容 提 要

当今的农业生产，如何保持良好的生态循环和生态平衡，降低成本，减少用工，提高经济效益，已成为热点和总趋势。基于这种目的，本书详细介绍了轻型高产栽培技术的基础知识，以及稻、麦、棉、油四大作物的轻型高产栽培技术，和轻型高产栽培过程中所采用的新调节剂、新农药、除草剂和相应的农机具。内容深入浅出，可供一切从事农业生产的人员参考。欲购此书，可向上海市农业科学院赵庆华联系，邮购价 4.80 元，邮编：201106。

目 录

一、农作物轻型高产栽培技术基础知识

- (一) 农作物少(免)耕轻型高产栽培技术基础知识 ... (1)
 - 1、农作物少(免)耕轻型栽培的理论依据 (2)
 - 2、农作物各类少(免)耕轻型栽培的方法 (6)
 - 3、少(免)耕轻型栽培作物的生长发育特点 (8)
 - 4、农作物少(免)耕轻型栽培技术的前景 (9)
- (二) 农作物优化轻型高产栽培技术基础知识 (12)
 - 1、国内外农作物优化轻型高产栽培技术的进展 (13)
 - 2、农作物优化轻型高产栽培技术的理论基础 (15)
 - 3、农作物优化轻型高产栽培技术的数学模型及其优化方法 (17)

二、水稻轻型高产栽培技术

- (一) 水稻直播轻型高产栽培技术 (26)
 - 1、直播水稻的生育特性 (27)
 - 2、水稻水直播轻型高产栽培技术 (29)
 - 3、水稻旱直播轻型高产栽培技术 (49)
- (二) 水稻抛秧轻型高产栽培技术 (52)
 - 1、抛秧栽培育秧的种类和方法 (54)
 - 2、软盘抛秧轻型高产栽培技术的优点 (55)
 - 3、抛秧水稻的生育特点 (57)

4、抛秧轻型高产栽培技术	(58)
5、药物处理大苗抛秧技术	(65)
(三) 水稻底膜打洞小苗育秧轻型高产栽培技术 ..	(67)
1、水稻底膜打洞小苗育秧的优越性	(68)
2、地膜育秧的主要生育特点	(69)
3、地膜育秧的主要栽培技术	(70)
(四) 水稻再生稻轻型高产栽培技术	(75)
1、再生稻的类型	(75)
2、杂交早稻再生稻	(76)
3、中稻再生稻	(79)
4、杂交水稻再生稻制种栽培	(82)
三、小麦轻型高产栽培技术	
(一) 免耕麦的经济效益	(87)
(二) 免耕麦增产原因	(87)
1、免耕麦的生态条件好	(88)
2、免耕麦促进早苗、全苗、壮苗	(89)
3、免耕麦的抗灾能力强	(90)
(三) 不同形式的免耕麦	(90)
1、稻田套种麦	(91)
2、稻板茬田人工撒播麦	(97)
3、少(旋)耕撒播麦	(98)
4、少(免)耕机条播麦	(99)
5、人工脚踏条播麦	(99)
(四) 稻茬少(免)耕麦的早衰原因及其防治	(100)
1、早衰的原因	(100)
2、早衰的防治	(102)
四、棉花直播轻型高产栽培技术	

(一) 棉花直播的特点	(105)
1、直播棉花的历史	(105)
2、直播棉花高产必需的气候条件	(105)
3、直播棉花的优点	(106)
4、直播棉花的生育特点	(107)
(二) 棉花直播高产栽培技术	(108)
1、选用良种	(109)
2、种子处理	(114)
3、适时早播	(117)
4、早间苗、补苗和适时定苗	(118)
5、合理密植	(119)
6、科学用肥	(120)
7、及时整枝, 适时打顶	(121)
8、防病治虫	(122)
9、及时抗旱	(123)
10、化学调控技术	(124)
11、直播棉花的选留种	(125)

五、油菜轻型高产栽培技术

(一) 生板油菜轻型高产栽培技术	(126)
1、选用良种	(128)
2、培育壮秧	(130)
3、提高移栽质量	(137)
4、壮苗越冬	(142)
5、春发稳长	(145)
6、适时收获	(152)
(二) 油菜直播轻型高产栽培技术	(154)
1、油菜直播的前茬作物	(156)

2、一播全苗	(157)
3、冬前管理	(162)
4、越冬管理	(164)
5、春后管理	(165)
6、适时收获	(170)

六、作物轻型栽培中的新技术应用

(一) 叶面肥和生长调节剂	(172)
1、不同作物中叶面肥的使用	(172)
2、人工配制的叶面肥	(175)
(二) 新农药	(185)
(三) 除草剂	(191)

七、农作物轻型高产栽培技术的农机具

1、沪嘉(丁)—2BD—10 水稻直播机	(195)
2、水田驱动耙	(196)
3、开沟埋管机	(196)
4、开沟机	(197)
5、液肥施肥车	(198)
6、复合耕播机	(199)
7、上海 5TG—70 型双滚筒脱粒机	(200)

一、农作物轻型高产栽培技术基础知识

农作物轻型高产栽培技术包括三个方面，一是农作物少（免）耕轻型高产栽培技术；二是农作物优化轻型高产栽培技术（简称优化栽培）；三是农作物化学调控轻型高产栽培技术。由于有关化学调控轻型高产栽培技术方面的书籍较多，故本书不作介绍。优化栽培一般由科研单位研制模式，再由生产单位实施，且各地条件不一，故在本书中只作一般介绍。本书重点介绍农作物少（免）耕轻型高产栽培技术。

（一）农作物少（免）耕轻型高产栽培 技术基础知识

少（免）耕法的应用我国自古有之，最早记述于农书的是距今 1600 余年前西晋（公元 265～316 年）郭义恭《广志》中的再生稻；南宋宁宗在《泰会稽志》中也有记述；宋代吴恽总结“地久耕则耗”的经验；以及明代《农田余话》中“清明前下种，芒种时苗，一垄之间，稀行密蒔，先种其早苗，旬日后，复蒔晚苗于行间，俟立秋成熟，刈去早稻及粗理培壅晚者，盛茂秀实，然后收其可熟也”，其中的晚者，就是采用了免耕法；300 年前，甘肃、青海、宁夏在年降雨量不到 300 毫米的地区，人们从生产实践中摸索出一套以砂田耙茬为中心的少（免）耕种植制；农谚“宜早、宜晚、宜勤、宜懒”，

则是对少（免）耕种法的绝妙概括。然而长期以来，农业生产上所谓“三犁九耙”、“平如镜、细如面”等不科学耕作危害匪浅，致使土壤肥力下降、水土流失等。只是近10年来，我国许多地方开展少（免）耕试验，推广少（免）耕技术，使少（免）耕成为耕作改革的重要内容。

1947年，美国农业学家福克纳出版了《犁耕者的愚蠢》一书，引起世界各国农业学家的重视，50年代开始进行小面积试验，形成了所谓少耕法，随后又从少耕法发展到了免耕法。70年代后，许多国家为了保护无价的土地资源，都非常重视少（免）耕法的研究和推广。1981年美国少（免）耕面积达5.8亿亩，占传统耕作法的47%，美国农业部计划到本世纪末全国90%的耕地要采用少（免）耕法。加拿大为保证免耕法的实施，制定了废除铧式犁的法律。目前世界上已有30多个国家大规模地采用免耕法和少耕法，我国黑龙江省已有6000多万亩农田采用少（免）耕法，江苏省稻茬免耕种麦已达2000余万亩。事实说明，少（免）耕法是当前世界耕作发展的趋势，随着科学技术的发展和人们对其认识的提高，少（免）耕法在现代农业中必将发挥越来越大的作用。

1、农作物少（免）耕的理论依据

当前国际上按农机具对土壤耕作的强度和次数，把土壤耕作划分为三种耕作体系，一是常规耕作，即用物理和机械方法进行冗繁复杂的土壤耕作方法。二是少耕法，即在一定的生产周期内，尽量减少机械耕作次数（一次完成多种作业）的耕作方法，这种耕作方法有多种形式，一般有耕播法、轮迹耕播法、带状耕种等。三是由少耕发展而来的免耕法，即采用生物措施与化学措施来代替机械物理措施的一种耕作

法。三种耕作体系的田间作业情况列于表 1。

表 1 三种耕作体系的一季作物田间作业次数

作业项目	常规耕作	少 耕	免 耕
犁耕	1	1	0
耙(压)地	2 或更多	0 或更多	0
喷药	0 或 1	0 或 1	1
播种	1	1	1
中耕	2 或更多	1 或 2	0
收获	1	1	1
总数	7 或更多	4~6	3

与常规耕作要比, 少(免)耕耕作制具有以下一些优点:

(1) 少(免)耕法能为作物创造一个紧实适宜的土壤耕作层。太紧太松的土壤耕作层都不利于作物根系生长。当土壤容重高达 $1.7 \sim 1.8$ 克/厘米³ 时, 则可导致作物严重减产; 当容重高至 1.9 克/厘米³ 时, 一般作物的根系无法生长。玉米对土壤好气性要求较高, 适宜的容重为 $1.0 \sim 1.1$ 克/厘米³, 才能较好生长; 棉花在砂壤土上容重超过 1.3 克/厘米³ 则会造成缺苗和出苗延迟的现象。对多数作物来说, 适宜的土壤紧实度为 $1.1 \sim 1.3$ 克/厘米³, 高于或低于这个范围均不利于作物生长发育。

传统耕作法不管土壤紧实状况和农时季节, 总是进行翻耕。而少(免)耕法能依据土壤不同层次的紧实状况和作物生长需求, 采用不同的少(免)耕技术, 为作物创造一个上虚下实的土壤耕作层环境。当土壤紧实度符合作物生长需要时, 可直接免耕播种; 耕层土壤过紧、机械阻力成为作物生长的主要矛盾时, 则通过浅松或深松来疏松耕层; 因降雨迫

击和人机畜行走造成表土层板结而影响播种时，可采取耙耨或浅松，为作物生长创造松紧适宜的种苗床；耕作层土壤过松，即进行镇压，以调节土壤水分和空气的关系；犁底层厚、耕作层浅的土壤，宜采取深松以打破犁底层，增厚耕作层。总之，宜耕则耕，宜少耕则少耕，因地制宜，多样灵活。这是少（免）耕法的重要特征。

（2）少（免）耕法具有很强的抗灾力。土壤孔隙度和土壤含水量是影响耕作的重要因素，过湿耕作和过干耕作是有害的耕作。不同的少（免）耕技术能适应和利用不利的气候条件，从而避免有害耕作。少（免）耕制土壤由于存在着未被打孔的植物根系，以及由于根系腐烂而形成的有机质和蚯蚓等土壤生物的活动，使土壤中出现了许多大孔隙或渠道；导致土壤渗水能力增强。旱时能保墒，多雨时可散湿。耙耨或浅松后，土壤表土层疏松，水分蒸发量大，土壤下层毛细管系统又未被破坏，水分仍继续上升散失，故具有散湿作用。播种后镇压不仅具有保墒作用，而且使上、下土层紧密相接，整个耕作层又很快形成上、下连通的土壤孔隙系统，使底墒水顺利上升供给种苗床，这正是少（免）耕法干旱时容易全苗的原因。

实践证明，不同的少（免）耕技术对土壤水分的利用和影响是不同的，免耕抢墒播种，可达原墒出苗；浅松、耙耨既可保墒，又可散湿；深松可改善土壤通透性，增大土壤水分的库容量，形成土壤“水库”。另外，少（免）耕法可以更多地地进行复式作业，克服传统耕作法的耕、耙、播脱节，大大减少土壤水分的散失。

（3）采用少（免）耕法可使秸秆浅层还田的效果达最佳。少（免）耕法不翻动或少翻动土壤，将使作物秸秆只能浅层

还田和地表覆盖，一般浅松可埋下 10~15% 秸秆，松可埋下 25% 的秸秆，耙茬可埋下 30~40% 的秸秆，致使大量秸秆覆盖在土壤表面。研究证明，秸秆浅层还田比深埋效果好，秸秆地面覆盖的效果更好。

秸秆还田后的分解转化完全靠土壤微生物的作用，而微生物的分布量是随土壤深度增加而递减，秸秆深埋还田将微生物活性最强的一层翻下去，把弱的一层翻上来，打乱微生物的生活场所和活动规律，所以不利于秸秆的分解转化。据研究免耕土壤表土（7.5 厘米）中的好气微生物、兼性嫌气微生物和反硝化细菌分别是耕翻土壤表土的 1.14~1.58、1.57 和 7.31 倍，表土中有磷酸酶和脱氢酶活性、含水量以及有机碳和有机氮含量，免耕土壤还显著高于传统耕作土壤，而微生物数量的变化趋势在这两种耕作方法中是一致的。这说明少（免）耕条件下秸秆浅层还田正好处在微生物活性最强的一层，有利于秸秆分解转化。黑龙江农垦大学经取样分析表明，秸秆浅层还田较深埋还田的大豆有效结瘤量增加 1.10 倍，单株固氮总活性增加 1.47 倍。

秸秆地表覆盖和浅层还田，既可保护土壤结构，防止水土流失和增加土壤蕴涵水分的能力，当土壤水分蒸发，残茬覆盖起到了阻挡作用，使土壤表面形成一层饱和水层，从而降低土壤蒸发，有利于土壤保水。另又能为土壤创造一个嫌气条件下的腐殖化环境，有利于土壤有机质积累，提高土壤有机质含量，少（免）耕促进土壤有机质积累的另一有利因素是上松下实的耕层构造。据美国南卡罗来纳州的一项为期 4 年的试验表明，传统耕作法土壤积累的有机质含量只有 1.28%，采用少（免）耕法，4 年后土壤有机质含量又达 1.59%。我国河北省衡水地区农科所从 1977 年开始，连续 3

年进行圆盘耙耙茬免耕试验，结果表明，圆盘耙耙茬种麦表层有机质含量比耕翻地高 0.216%。

④少（免）耕法能使作物利用肥力高的上层土壤。研究表明，土壤耕作层的肥力分布是上层高下层低。江苏农学院对 0~7 厘米、7~14 厘米、0~14 厘米混合土进行模拟耕翻的盆栽试验。结果证明，0~7 厘米土层的产量最高，混合土次之，7~14 厘米土层的产量最低。安徽省农垦总公司分别在棉花收获后和水稻抽穗期对大田进行取样分析，结果也证明土壤耕作层的肥力分布是上高下低。

采用少（免）耕法恰恰能保护和利用肥力高的上层土壤，有利于作物的生长，尤其有利于作物的前期生长。

⑤少（免）耕法可以有效地防止水土流失和风蚀。少（免）耕土壤，作物根系，仍存在于土中，把土壤牢牢固定住，且有覆盖层存在，减少水分蒸发，保持了团粒结构，使表层不受风化风蚀。研究表明，有覆盖的表层土壤水稳定性团粒系不受或少受降水的冲击，表层不板结，渗水力强。特别是覆盖物可阻滞径流，增加水分下渗的机会，因而能较好地防止水土流失。且由于覆盖物的存在，增加了土面粗糙度，降低地表风速，有效地防止了风蚀。

2、农作物各类少（免）耕轻型栽培的方法

少（免）耕方法很多，一般可分水田少（免）耕、旱地少（免）耕及砂土田少（免）耕三种。

（1）水田少（免）耕法

①水田自然免耕法。此法是由西南农业大学候光炯教授等研究提出，用免耕、免灌的技术改造现有的耕作土。此法的技术要点是：改传统的淹水平作种稻和排干水的种麦、油

菜为半旱垄（畦）作种稻、麦、油菜，沟内蓄水养萍养鱼，结合少（免）耕措施。垄（畦）土壤经久湿润，既保证了作物生理所需的水分，又使土壤结构逐渐变好，土壤中的水、肥、气、热稳定协调。

目前水田自然免耕技术在我国推广面积已达百万亩以上。经各地示范，表明增产效果明显，其中水稻增产 15~30%，小麦增产 30% 以上，油菜增产 5~15%，鱼增产 50~200%，取得了极显著的经济效益和社会效益。

②撬窝免耕法。这是平原、丘陵地区稻作所采用的免耕形式。连续 5 年免耕，只要重视多施有机肥，产量并不会下降。此方法适合粘土地区推广应用。

③免耕（旋耕）直播栽培法。免耕（旋耕）直播栽培法包括旱直播和水直播两种。经试验表明，采用这种方法后，田中的有机质、氮素比常规耕翻田有所增加，土壤通气性也有所改善，作物产量与耕翻田无显著差异。

④再生稻法。这是指水稻收割后，从稻桩茎节上的休眠芽萌发出再生蘖，在适当的光、温、水、肥等条件下生长，抽穗，结实而获得的第二次收获的方法。

（2）旱地少（免）耕法

①板茬播种法。即在前作水稻让茬后，不经耕翻整地，便开沟或打穴直接播种。此种方法由于省工、省力、省成本，能争取季节，适时播种，避免乱耕乱种，有利保墒防旱、便于田间管理，并可提高作物产量，所以板茬播种法的发展极快。这种方法在各种作物上都进行了应用，如套种麦、压板麦、麦后直播棉花、直播油菜和生板油菜等。

②深松耕法。这种方法综合了黑龙江的垄作耕法与平播耕法平衡水分的优点，根据各年的降雨情况，机动灵活地改

变了深松与播种技术。此法的特点是：分层深松，间隔深松，虚实并存，耕种结合，耕管结合。

③自然免耕法。这是一种模仿处女土肥沃性而创造出来的一种新型耕作技术。此法包括四个环节：一是要连续免耕，二是要连续浸润，三是要连续垄作，四是要连续复种。以上四点可归结为一点，即全面保证土壤具有作物高产所需要的有毛细管水始终浸润着的团状结构。自然免耕法从水田到旱地都可应用，有可能成为水土保持的一种新技术。

(3) 砂田免耕法

砂田免耕法是我国特有的一种免耕方法。主要是针对我国西北地区气候干旱、水土流失和风蚀严重以及光、热资源丰富，水资源不足等问题，因地制宜所创造的一种特殊的耕作方法。此法的特点是：具有良好的蓄水保墒能力；能够改变农田的热量状况，使农田推迟 20 天左右结冻，提前 10 天左右解冻，保持水土、防止风蚀，降低盐碱的危害；减少病虫害杂草危害；提高作物产量，改善作物品质。

3、少（免）耕轻型栽培作物的生长发育特点

少（免）耕轻型栽培作物生长发育特点，概括起来有：

(1) 易于获得早苗、全苗、壮苗，阳光资源利用率高

少（免）耕栽培不需耕、耙，大大缩短了播种季节的幅度，使大面积作物能在最佳播期范围内播完。同时，少（免）耕田墒情好，种子播得浅，出苗早而全，可以一次齐苗，出苗率也较高。此外，在同样施肥的情况下，少（免）耕田表层土壤肥力高于耕翻田，苗的素质也好于耕翻田

(2) 能促蘖增穗，确保稳定的有效穗数

少（免）耕条件下，作物播种浅，分蘖节位下降 2~3 节，