

新一代中低产田治理技术及其 在大面积均衡增产中的潜力*

张佳宝^{1,2} 林先贵² 李晖³

(1 中国科学院封丘农业生态国家实验站 封丘 453301

2 中国科学院南京土壤研究所 南京 210008 3 河南省封丘县人民政府 封丘 453300)

摘要 至 2020 年国家新增 1 000 亿斤粮食生产能力的 1/3 有赖于黄淮海地区贡献,挖掘大面积中低产田生产潜力,已成为提升粮食产能的最主要战略。然而,随着农村劳动力的大量转移和农业生产方式向规模化、现代化转变,已有的中低产田改造经验和技 术已难以满足新形势需求。本文针对中低产田改造所面临的技术难题,以河南封丘为基地,在多年研究积累的基础上,研发集成了新一代中低产田治理技术,即地力产量双跨越的技术,并在 1.3 万 hm^2 中低产田改造区进行示范推广,取得了巨大的增粮效益,为推动河南和黄淮海地区大面积增粮提供了样板。河南省政府已开始利用该技术进行新一轮中低产田改造。

关键词 黄淮海,中低产田改造,农田地力,障碍土壤,秸秆还田

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2011.04.003



张佳宝研究员

《全国新增 1 000 亿斤粮食生产能力规划(2009—2020 年)》中明确要求,黄淮海地区新增粮食产能占 38.7%,其中来自中低产田改造的贡献必须

在 40% 以上,这就意味着未来 10 年通过中

低产田改造新增粮食生产能力必须超过 155 亿斤。如何实现这一目标,已成为各级政府正在面对的问题。本文以中科院在河南省封丘县长期从事中低产田改造所取得的成功经验为例,通过分析当前中低产田改造所面临的技术问题,阐述新一代治理技术的内容及其在大面积均衡增粮试验示范中的效果,为黄淮海地区新一轮中低产田改造提供思路、技术和可借鉴的样板。

1 中低产田治理已有的经验及当前所面临的技术问题

封丘县位于河南省东北部的黄河北岸,面积 1 225 km^2 ,其中耕地 6.47 万 hm^2 ,另有

* 收稿日期:2011 年 7 月 6 日

可利用为耕地的黄河滩区 2.27 万 hm^2 。历史上的封丘,长期饱受旱、涝、风、沙、盐碱等自然灾害困扰,粮食单产在 1 500 kg/hm^2 左右。1963—1966 年,以我国著名土壤学家、中科院南京土壤所熊毅院士为首的多学科研究队伍进军盐碱窝,发明了“井灌井排”治理盐碱核心技术,并通过配套技术的集成,建立了 10 万亩(6 667 hm^2)盐碱地治理示范,为

中低产田改造提供了成功范例。改革开放后,以中科院南京土壤所为主的大批院内外专家再次会聚封丘,在原有工作的基础上,开展了以治水为中心,农学、生态技术配套的综合治理研究,总结形成了“田成方,林成网,路相通,渠相连,桥、涵、闸综合配套,农业和生态技术集成,旱能灌,涝能排,旱

涝保丰收”的中低产田综合治理技术。经过在封丘潘店乡万亩试区的试验示范,粮食单产由原 2 910 kg/hm^2 上升到 7 620 kg/hm^2 ^[2]。1988 年后,封丘治理模式连同禹城、曲周、德州等治理模式,在国家黄淮海平原综合开发计划中得到全面推广,经过 5 年的努力,黄淮海平原的粮食年生产能力提高了 500 亿斤^[3]。随后黄淮海平原中低产田综合治理的成功经验和技術在全国进行推广,为我国的粮食生产迈上新台阶做出了巨大贡献。

封丘县 1989—2000 年的 12 年间,通过上述综合治理技术共改造了 3 万 hm^2 中低产田,全县夏粮和秋粮平均产量分别从 1989 年的 4 170 kg/hm^2 和 3 315 kg/hm^2 上升到 2000 年的 6 405 kg/hm^2 和 5 895 kg/hm^2 ,年增产率分别达 3.6%和 4.9%,使封丘一举

成为我国重要的商品粮基地县。然而,2001—2006 年的 6 年间,封丘县的粮食单产始终徘徊不前,其中夏粮比 2000 年仅增产 15 kg/hm^2 ,秋粮比 2000 年减产了 390 kg/hm^2 (图 1)。总结分析其原因发现,除了缺乏行之有效的调动农民种粮积极性的政策以外,广泛采用的中低产田综合治理技术存在下列问题。

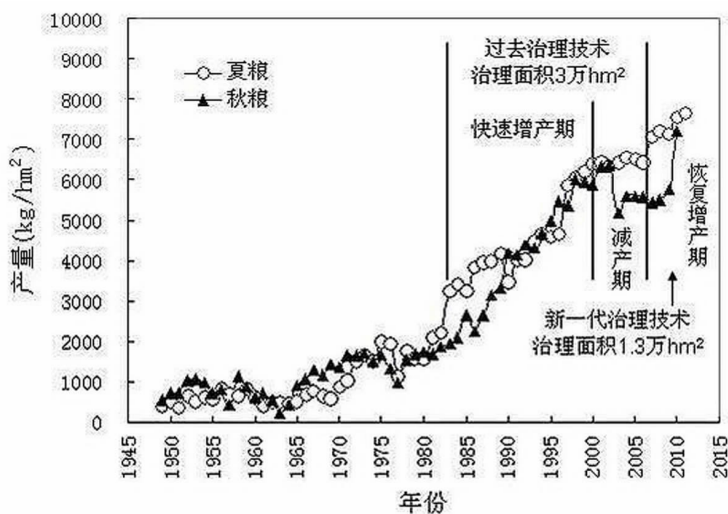


图 1 封丘中低产田改造与粮食单产的关系

1.1 土壤旱、渍障碍因子消减缺乏长效工程治理新技术

旱、渍是黄淮平原中低产田土壤普遍存在的共有障碍因子。以治水整地为中心的中低产田工程治理技术,尽管已被证明对消减旱、渍,甚至盐碱效果显著,但由于缺乏高新技术的应用,治理的标准、效果和保持的时间受到严重影响,许多治理区的旱、渍、盐碱障碍卷土重来,重归中低产田行列。另一方面,与治水配套的基础设施建设,由于缺少前瞻性设计,难以适应农村劳动力大量外移后高新技术的集成以及现代化、规模化的生产,使中低产田脆弱的生产能力无法通过生产方式转变和高技术应用获得提升。

1.2 土壤属性障碍因子治理技术没有得到有效发展

中低产田障碍因子除旱、渍外,还包括

瘠、沙、盐碱、粘闭板结的耕性不良等,而对于任何一种中低产田又具有多重障碍的特点。这些障碍因子按性质分类,可分为由水衍生的障碍,即衍生性障碍,如旱、涝、渍、盐碱等,以及土壤本身属性所引起的障碍,即属性障碍,如沙、瘠、粘闭板结的耕性不良等。过去的治理技术对衍生性障碍治理效果明显,而对土壤属性障碍的消减并没有根本性突破,在生产上仍然表现出中低产的特点。

1.3 中低产田地力快速提升关键技术急需创新

中低产田特点之一是基础地力水平普遍较低(基础地力是指在不施肥不灌溉条件下的产量,是土壤理化和生物性质的综合反映)。过去的中低产田改造中依靠大量水肥投入提高生产力是一项重要措施。大量的调查表明,这项措施对提升地力的贡献很小。我们的研究表明,农田基础地力具有水涨船高效应,即在同样的品种和水肥投入下,基础地力越高,产量和水肥利用率越高。因此,通过大水大肥提升中低产田生产力,不仅难以摆脱对大量水肥的依赖,而且难以促进产量的进一步提高和超高产的创建。传统培肥模式由于耗时费工不适应现代经济发展实际,在中低产田改造中已被放弃,发达国家养用结合的休闲型地力提升模式因不适合我国高复种指数国情而难以采用。近年来尽管政府倡导推广秸秆还田,但由此衍生出的播种质量差,秸秆因灌溉飘浮堆积而导致压苗,腐解的有害有机物影响根生长以及病虫害累积爆发等问题未能得到有效解决,农民抵触情绪大,实际地力提升效果也未能显现。

1.4 中低产田治理与高产栽培及水肥高效利用技术集成增效的潜力有待进一步挖掘

中低产田治理的最终目的是提高耕地

的产能。目前的中低产田改造重视工程治理,轻视现代高产栽培及水肥高效利用技术的开发和配套集成,导致基础设施建设先进而生产方式落后,治理不增效。根据我们的研究,灌排网建设需要有墒情监测和精量灌溉技术的配套,才能达到节水目标;瘠薄地改造需要有测土配方施肥技术的配套,才能提高肥料利用效率;秸秆还田提升地力需要有机械化精播、一体化施肥技术的配套,才能实现持续增产;田成方的规模化生产需要优良种普及、机械化高产栽培、大面积病虫害防治技术的配套,才能实现生产方式的转变,创造出中低产田改造的现代化高产高效模式。

2 新一代中低产田治理技术的开发与主要内容

面对当前中低产田改造过程中存在的技术问题,开发新一代治理技术已成为新形势下进一步提升耕地产能的迫切需求^[4]。自2005年,在河南省“打造粮食生产核心区”项目^[5]和中科院-河南省合作项目“耕地保育与持续高效现代农业试点工程——封丘试区”的支持下,我们组织中科院和河南省相关科研单位,研发了新一代中低产田治理技术,即中低产田地力产量双跨越技术。该技术的主要创新在于通过土壤属性障碍因子消减和农田基础地力提升两方面的技术突破,以及现代工程治理和现代高产水肥高效两方面的技术配套,实现中低产田地力、产量双跨越和生产方式向现代化、规模化的转变,大幅度提高中低产田的生产力、资源利用效率、经济效益和可持续性。具体技术内容如下(图2):

2.1 中低产田基础设施建设的旱渍长效防控新技术集成

在田成方,林成网,路相通,渠相连,井、桥、涵、闸综合配套基础上,集成了“五化”技



中国科学院

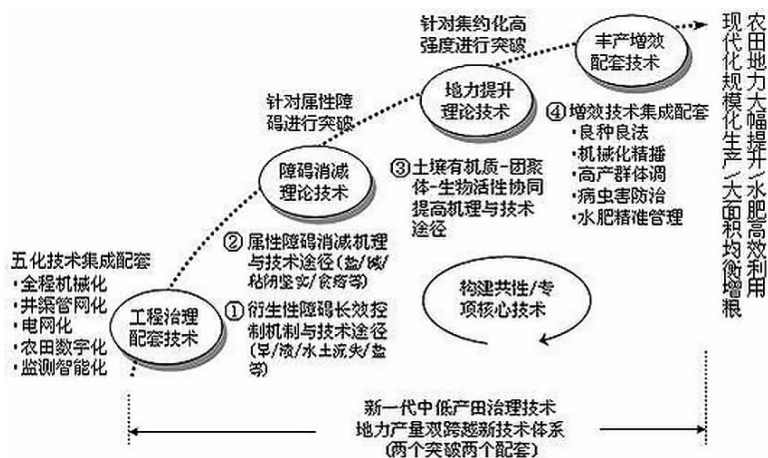


图2 新一代中低产田治理技术内容

术(工程治理的标准化、机械化,灌排系统的井渠管网机电化,农田电力供应的电网化,农田基本信息的数字化,农田墒、旱、渍情监控的智能化),使农田旱、涝、渍害得到了长效防控,同时为生产方式转变的高技术集成和现代化、规模化经营提供高标准的基础设施。

(1)实施工程治理的规范化机械作业,确保农田基础设施建设高标准。按全县中低产田治理总体规划、分步实施原则,对治理区进行优化设计,通过建立工程治理技术规范和质量标准,进行机械化施工和工程化管理,大幅度提高路、桥、涵、闸、井、灌排渠管网,特别是田面平整度的建设质量和标准,确保现代化生产方式能够集成。

(2)井渠管网机电优化配套,保证治理区实现“两防三节”。灌排系统建设是治理区旱、涝、渍防控的最关键措施。根据封丘井渠结合的特点,优化设计了灌排能力强、水分利用效率高的井渠管机电优化配套的灌排网,改变了过去灌排渠不分、大水漫灌的情况。具体做法是,实施灌排分离,井灌区与引黄区分离,在沙土区建立引黄的灌排网,以获得灌溉和改土的双重效果。在其他地区建立井灌的灌排网,灌溉网采用井与地理低压

输水管网、地理电网相结合方式,以井房机电总控,将水送到每块地头,不仅节水、节地、节能,而且可集成精量灌溉技术对每块地进行配水,提高水分利用效率。试验结果表明,农田土地平整,输水管抗压强度无需太高,每亩地的管网投资成本仅为几十元。井渠管网机

电优化配套使治理区实现了防旱、防渍、节水、节地、节能的“两防三节”。

(3)农田基本信息的数字化,为生产管理科学化现代化奠定基础。以GIS系统为平台,构建治理区农田GIS系统,对包括道路、井、渠、管网、电网、林网以及土壤类型、土壤基本属性、土壤养分状况、水资源、作物种植、地力水平等农田基本信息进行高分辨率数字化。为农业生产精准管理决策和技术集成奠定基础,为农田水分、养分、障碍因子、地力、生产力状况监测提供数字平台。

(4)农田墒情和旱渍状况监测的智能化,有效提高了旱涝渍灾害的防控能力。农田40cm和80cm深处的墒情是灌溉和预测干旱与渍害的重要依据。在改造区建设包括数字化水分监测传感器、智能化分测站,水分信息实时采集、基于通讯网的无线信息传输网络、基于农田GIS系统的监测数据管理平台在内的智能化农田墒情、旱渍状况监测系统,为治理区的旱涝渍防控和精准灌溉提供支持。

2.2 土壤属性障碍因子消减的关键技术

土壤属性障碍因子一般难以通过上述工程治理进行消除,需要发展专项技术进行

治理。

(1)引黄放淤,改良土壤沙性。尽管在黄灌区引黄放淤治理沙土是一项成熟的措施,但在过去的治理中并没有很好利用,原因是近年来引黄的额度不断减少,第二是在工程治理设计中没有充分考虑这一措施。我们将引黄灌溉设计在沙土区,使土壤沙性通过引黄放淤得到有效改良。

(2)培育土壤结构,改善土壤耕性和保水保肥能力。在不能引黄的区域,无论是沙性土还是耕性不良的粘重土壤,培育土壤结构是消减土壤属性障碍因子的最有效措施。我们的试验结果表明,通过种植根系发达的作物,进行生物修复,有效地促进了土壤结构的形成,缓解土壤属性障碍对作物生长的不利影响;施用有机或化学结构改良剂亦可取得很好的效果,如以难分解的有机物质作为改良剂,能改良土壤耕性;采用机械化深层掩埋秸秆,培育耕层特别是亚耕层土壤团聚体结构,有效地提高了土壤的水分养分保持能力。

2.3 一步变高产关键技术

根据封丘 20 年的长期试验发现,偏碱性土壤,即使长期施用化肥,只要能保持氮磷钾养分平衡,都一直持续高产(但不能创建超高产)。进一步研究发现其机理为:

(1) 偏碱性土壤能有效地缓冲长期施用化肥引起的土壤酸化^[6]; (2) 作物高产的同时也促进了光合物质向土壤的输送,加上大量根系和根系分泌物,实际上作物生长本身也是一个施用有机肥过程,尽管贡献有限; (3) 施化肥只会引起土壤微生物群落丰度不同,不会产生明显的多样性和功能群落的缺失,整个物质转化过程保持正常。而对于酸性土壤而言,机理正好相反,生产力不能持续。这一重要结论为偏碱性土壤中低产田改造一步变高产提供了依据。我国淮河以北

地区都是偏碱性土壤,河南正好位于淮河以北,通过工程技术消除农田水衍生的旱渍障碍后,只要足量平衡施用化肥,就能立刻获得高产,并可持续高产,但此时由于缺乏基础地力支撑,不仅强烈依赖大量化肥的投入,而且难以创造超高产。这就需要在一步获得高产的同时,开展农田地力培育,以逐步摆脱对化肥的依赖。试验示范的结果表明,使用该技术的当年小麦和玉米产量分别达到 7 500kg/hm² 和 9 000kg/hm²。

2.4 农田地力快速提升与定向培育关键技术

农田地力提升的难点主要是如何突破高强度种植的束缚,采用的措施既要确保作物高产,又要有效促进地力提升。主要包括下列 3 个方面技术:

(1) 秸秆还田培育地力技术。针对机械化秸秆粉碎直接还田衍生出的一系列问题,研发了配套的消除技术,包括改善播种质量的机械化精播匀播技术,病虫害爆发防治的技术规程。同时研发了精制有机肥激发式秸秆还田技术和行间掩埋式秸秆还田技术,前者通过用 1 500kg/hm² 左右的精制有机肥替代等量化肥,以其含有的大量腐解菌和速效碳氮源,激发土壤中土著腐解微生物,促进秸秆的快速腐解,缩短地力提升周期;后者通过机械在行间开沟掩埋,并添加精制有机肥或快腐剂或无机氮调整碳氮比促进快速腐解,苗期根系生长不接触腐解区,拔节后根系生长接触到腐解区实现供养。通过上述技术的集成,形成一体化机械秸秆还田技术。

(2) 保护性耕作培育地力技术。保护性耕作是欧美国家提升地力所采用的一项重要措施。我们首先研发了保护性耕作的基本技术,包括免耕播种技术、秸秆处理技术、深松技术、杂草及病虫害控制技术。以这些基



中国科学院

本技术构建了保护性耕作适宜模式,包括适于两熟种植制度的免耕、深松、耙地或翻耕技术组合模式;不同耕作形式下的适宜秸秆覆盖率和覆盖量;不同土壤类型对保护性耕作模式的选择要求。以免耕播种技术、秸秆处理技术、深松技术、杂草及病虫害控制技术为核心,与先进机械及适宜模式集成。试验表明,3 年需要耕翻一次,产量与常规耕作无差异,但地力得到大幅度提升,节省了大量人工和机械动力。

(3)养殖废弃物资源化回田提升技术。激发式秸秆还田需要大量的精制有机肥,养殖废弃物的有机肥化是最主要来源。采用传统堆腐技术耗时长劳动强度大,难以推广。我们研发了特制的催腐反应系统和环保型催腐组剂,保证在短时间内完成畜禽粪便无害化和腐解。同时研制了适用于传统好氧堆肥设备的三元高效腐熟菌剂和新型梯次发酵工艺,克服了外接微生物与土著微生物的拮抗问题,降低堆肥成本。并针对仓储式、堆放式等无氧发酵处理,研发出了好氧快速连续发酵设备,保证发酵时间短,质量均匀稳定。该系统能使传统的 2—3 个月堆肥周期缩短到 1 周左右,并能实现工厂化生产。按需求,该系统可组建成年产 1 万—10 万吨的不同有机质组分有机肥料,有效保护了环境。

2.5 配套现代高产栽培技术

解决上述关键技术问题是中低产田治理的核心,但要发挥效益,必须配套现代高产栽培技术,我们集成包括新品种的优选及良种良法技术,机械化精播匀苗壮苗技术,提高成穗率和千粒重的水肥调控技术,病虫害防治技术,精量灌溉技术,基于测土配方的两熟作物一体化施肥技术等,形成了完整的地力产量双跨越技术体系。

3 新一代治理技术的示范推广效果

2005—2007 年,以新开发集成的新一

代治理技术对封丘县西南部应举、荆宫、回族乡等 8 267hm² 中低产田进行了治理,项目区的农业基本生产条件和生态环境得到根本改善,抵御自然灾害的能力显著增强,科技应用水平大幅度提高,农业综合生产能力跨上新台阶,形成了稳产、高产、旱涝保收、资源高效的高标准农田生态系统。2008 年验收结果表明,万亩治理示范区的夏粮获得 8 370kg/hm² 的产量,水分利用率达 1.79kg/m³,氮肥回报率达 38.1kg 麦/kg·N。5 000 亩推广示范区获得平均 8 040kg/hm² 的产量,玉米平均单产在 9 000kg/hm² 以上,真正实现了低产变高产的一步到位目标。整个项目区的秸秆还田率达 80%以上,夏粮平均产量达 7 140kg/hm²,较治理前增 2 325kg/hm²。玉米亩产达 8 145kg/hm²,较治理前增产 2 445kg/hm²。

2008—2009 年在封丘东南部的曹岗村 2 400hm² 中低产田治理区的示范应用结果表明,项目区的秸秆还田率超过 90%,盐碱旱渍害得到有效控制,年新增粮食生产能力 997 万 kg,每公顷年增产粮食 4 155kg/hm²。

2009—2010 年在封丘东南部的李庄对 1 533hm² 低产田治理中的应用再次表明,项目区秸秆还田率 100%,并适当加施精制有机肥进行激发,有效抵御了 2010 年年初的大旱,年节约灌溉用水总量 17 万 m³,年新增粮食生产能力 460 万 kg,粮食播种区每公顷年增产粮食 4 560kg/hm²。

2009—2010 年利用新一代治理技术在封丘东南部黄陵开展了 1 万亩高标准农田建设,小麦产量达 7 545kg/hm²,玉米产量超过 7 500kg/hm²,比治理前分别增加 2 580 kg/hm² 和 2 370kg/hm²。项目区年新增粮食作物生产能力 268.6 万 kg,生产方式全部实现现代化。

根据对应举、曹岗、李庄和黄陵治理示范区增产效果的统计,小麦玉米轮作比改造

前增加粮食生产 4 605 kg/hm²。以复种指数 178%，粮食播种比例 70% 计算，5 年改造的 1.29 万 hm² 中低产田年新增粮食生产能力 3 690 万 kg。如果 3.47 万 hm² 中低产田全部进行改造，新增粮食生产能力可达 1 亿公斤。从封丘粮食生产情况来看，2006—2010 年 5 年间，小麦和玉米单产分别从 6 420 kg/hm² 和 5 550 kg/hm² 上升到 7 560 kg/hm² 和 7 200 kg/hm²。粮食总产也从 5.45 亿 kg 提高到 6 亿 kg。另一方面，按农业部农田地力分级标准，改造后的中产田地力水平提高了 1—2 个等级，低产田地力水平提高了 2—3 个等级。项目区的平均年耗水量从 1 200 mm 降至 953 mm，氮肥施用量从原来的每季 300 kg/hm² 降至 250 kg/hm²。农田基础设施得到根本改善，实现了规模化生产，提高了工作效率。

4 新一代治理技术在推动大面积均衡增产中的潜力

以河南省为例进行分析可以看出，河南省拥有我国最优良的作物品种，特别是小麦和玉米品种，但河南省 2008 年的粮食单产水平仅位居全国各省市的第 8 位，在 12 个超过年产 400 亿斤粮食生产大省中也仅位居第 5 位，低于山东、江苏、湖南、湖北，在黄淮海 5 大产粮省份中只高于河北、安徽。小麦、玉米、水稻 3 大作物的单产仅有小麦排在 12 个粮食大省的第 1 位，玉米和水稻单产分别排在第 4 位和第 6 位。因此，河南第一产粮大省地位主要是通过更大的播种面积获得。根据我们对气候生产潜力的研究，河南与河北以北的地区相比，有更高的热量和水资源，与淮河以南地区相比，有更强的光照资源。我们通过剔除土壤因素影响试验还证明，河南拥有我国最高的气候产量。既然河南的品种、气候生产潜力都处于优势，为什么单产比江苏、山东低 10% 呢？科技、管理、中低产田改造存在差异可能是主要原

因。按国家中低产田分类标准，河南尚有 466 万 hm² 中低产田，其中有 333 万 hm² 左右分布在最具改造效益的黄淮海平原地区。按平均每季单产比改造前提高了 1 500—2 250 kg/hm²，复种指数为 170%，粮食播种面积为 70% 计算，年增产粮食 60 亿—90 亿公斤之间。由于改造后农民的生产性投入基本与改造前相当，其效益主要出自于中低产田改造，按每公斤粮食 2 元价计算，即使不计算 30% 播种其他作物带来的效益，改造所需的 500 亿元（每公顷 15 000 元）投入，净回收率也只有 5 年左右。更为重要的是，河南在现有的基础上提高了粮食生产能力 10%—15%，相当于扩大了耕地面积 10%—15%。同时实现了大面积均衡增产和持续稳产，提高了资源利用效率和耕地质量，推动了粮食生产的现代化、规模化。

河南省领导近年来多次视察封丘示范区，充分认识到新一代中低产田治理技术在大面积均衡增粮中的潜力，于 2009 年 5 月 28 日，签署了中科院、河南省关于“河南省高产高效现代农业示范工程”的合作协议，制定了“河南省高产高效现代农业示范工程实施方案”，筹措 14 亿元资金，以封丘县为核心示范县，禹州、西平、潢川、方城为 4 个扩展示范县，用 5 年时间，开展县域推广，引领全省 333 万 hm² 中低产田改造工作。2010 年 8 月 20 日，河南省政府在封丘召开了全省中低产田改造和高标准农田建设现场会，新的封丘模式与经验正在全省传播推广。

主要参考文献

- 1 傅积平. 黄淮海平原区域治理技术体系研究. 北京: 科学出版社, 1987, 0-307.
- 2 傅积平, 王尊亲. 豫北平原旱涝盐碱综合治理. 北京: 科学出版社, 1992, 0-198.
- 3 李振声. “农业黄淮海战役”的成功经验及对当前商品粮基地建设的建议. 中国科学院院刊, 2004, 19(1): 61-63.



中国科学院

- 4 丁声俊. 关于河南农业综合开发粮食核心产区建设的调查与思考(一)——从河南打造“中原大粮仓”说开去. 农业展望, 2009, (6): 23-26.
- 5 丁声俊. 关于河南农业综合开发粮食核心产区建设的调查与思考(二)——从河南打造“中原大粮仓”说开去. 农业展望, 2009, (7): 23-28.
- 6 Huang P, Zhang JB, Zhu AN et al. Acid and alkali buffer capacity of typical Fluor-Aquic soil in Huang-Huai-Hai Plain. Agricultural Sciences in China, 2009, 8(11): 1 378-1 383.

A New Generation of Controlling Technology for the Medium and Low-yield Fields and Its Potential in Large-area Balanced Grain production Increase

Zhang Jiabao^{1,2} Lin Xiangui² Li Hui³

(1 State Experimental Station of Agro-Ecosystem, CAS 453301 Fenqiu

2 Institute of Soil Sciences, CAS 210006 Nanjing 3 Municipal Government of Fenqin Country 453300 Fenqin)

Abstract To 2020, a national increase of 50 million tons is to be targeted in grain production, one-third of which depends on the great contribution of the Huang-Huai-Hai region. Tapping into the production potential of large-area medium and low-yield fields has become the most principal strategy for the increase of grain production capacity. However, current experiences and technologies in the improvement of medium and low-yield farmlands, with the large transfer of the rural labor force and the deep transformation of the agricultural production pattern to large-scale development and modernization, could not meet the needs in the new situations. In this study, a new generation of controlling techniques for the improvement of medium and low-yield fields, aimed at the settlement of thorny problems in the improvement of medium and low-yield fields, has been developed and integrated, named "double leaping over technology for the raising of soil fertility and grain production", based on the multi-year studies in Fengqiu, Henan Province. These techniques were demonstrated and extended in the improvement of 13 thousand hectare medium and low-yield fields with tremendous benefits in grain production increase, which provides a model for the large-area increase of grain production in Henan and the Huang-Huai-Hai regions as a whole. The provincial government of Henan is set to adopt such technology in the new-round improvement of medium and low-yield fields.

Keywords the Huang-Huai-Hai region, the improvement of medium and low-yield fields, soil fertility, obstacle soil, stalks returning to the fields

张佳宝 中国科学院南京土壤研究所研究员, 封丘农业生态国家站站长, 国家“973”项目“农田生态重要过程”和“农田地力提升机理”首席科学家, 中国土壤学会土壤物理专业委员会主任。1957年出生于江苏扬州, 1990年在国际水稻研究所/菲律宾大学获土壤物理学博士学位。长期在黄淮海从事农田生态过程、耕地质量与生产力、养分水分循环和高效利用、数字农业方面研究。发表学术论文150余篇, 其中SCI收录论文38篇。曾获周光召基金“农业科学”奖, 国家科技进步奖二等奖和省部级科技进步奖一、二、三等奖。E-mail: jbzhang@issas.ac.cn