

“十四五”期间丘陵山区农田宜机化改造若干重大问题与举措*

张宗毅

摘要：丘陵山区是中国重要的果蔬茶和特色粮油生产基地，是中国乡村振兴的重要区域。然而由于地形条件限制，目前中国丘陵山区农业机械化水平远低于平原地区，农业农村现代化进程严重滞后。对丘陵山区的农田进行小并大、短并长、坡改平等适宜机械化作业的工程改造，是解决丘陵山区农业机械化滞后问题的关键措施。本文首先从丘陵山区在全国农业农村中的重要性、农业机械化发展滞后带来的问题和发展农业机械化的解决方案等三个维度阐述了丘陵山区农田宜机化改造的内在逻辑，然后实证分析了国内外的实践案例，分析了高标准农田建设与宜机化关系、改造对象范围如何确定、改造资金和补贴资金如何测算、具体改造工作机制如何选择、改造技术标准如何优化等农田宜机化改造实践中面临的问题。分析结果表明：按照目前每公顷 15000~60000 元的改造成本计算只需要每年每公顷额外带来 412.5~1650 元的效益就能盈亏平衡，而目前实践中宜机化改造后的耕地每年每公顷至少能额外产生 4500 元的收益；此外农户参与、先建后补、定额补助、差额自筹的工作机制要优于全部由政府包办的高标准农田建设工作机制。本文最后提出相应的具体政策建议。

关键词：高标准农田建设 丘陵山区 宜机化 农业机械化

中图分类号：F301.21 **文献标识码：**A

一、引言

农业机械化是转变农业发展方式、提高农业生产力的重要物质基础，是实施乡村振兴战略的重要支撑。然而近年来中国平原地区农业机械化快速发展的同时，丘陵山区农业机械化水平却远远落后，影响了中国农业农村现代化整体进程。农业农村部农业机械化司 2019 年对全国丘陵山区农业机械化水平摸底调查数据（后文简称农机化司丘陵山区摸底调查数据）表明：中国 1429 个丘陵山区县农作物耕种收综合机械化水平为 46.87%，比全国平均水平低 21.92 个百分点，比非丘陵山区县低 33.87

*本文受国家自然科学基金项目“购机补贴政策框架下农机企业行为机理研究：质量选择、研发投入与价格歧视”（编号：71973074）和中国农业科学院基本科研业务费项目（编号：SR201912）的资助。感谢匿名审稿人以及编辑部的宝贵意见，文责自负。

个百分点。其中：机播水平、机收水平分别仅为 28.30%和 36.69%，比非丘陵山区县分别低 43.50 个和 36.09 个百分点。假如中国平原县农作物耕种收综合机械化水平达到 100%，而丘陵山区县停步不前，则全国农作物耕种收综合机械化水平最高只能达到 81.41%。显然，丘陵山区农业机械化水平的落后会严重制约全国农业农村现代化的整体推进。

对于如何发展丘陵山区农业机械化，中国通过不断探索实践，路径已逐渐明晰。从发展小农机适应细碎坡地的“以机适地”思路，转变为对地块进行改造使其适宜机械作业的“以地适机”思路，通过“地块小并大、短并长、弯变直、坡改平，将地块条带状分布”为主要内容的农田宜机化改造来为农业机械作业创造条件进而促进农业机械化发展。然而，目前“丘陵山区农田宜机化改造”关键词虽然已经在中央“一号文件”和国务院的行业指导意见中多次出现，农业农村部也成立了专门的专家组，但支持力度仍然十分有限，社会上仍然还有一些争议。因此十分必要系统分析丘陵山区农田宜机化改造的必要性和内在逻辑，深入探讨“十四五”期间丘陵山区农田宜机化改造的对象范围、投资估算、体制机制、技术标准等具体操作层面的系列问题。

基于此，本文从丘陵山区农田宜机化改造的内在逻辑、国内外实践、可行性（几个操作层面关键问题）、面临新问题等几方面进行了系统梳理分析，并提出针对性的对策建议。

二、丘陵山区农田宜机化改造的内在逻辑

为了更清楚地展示丘陵山区农田宜机化改造的内在逻辑，本部分将从丘陵山区在中国农业农村中的重要性、丘陵山区农业农村由于机械化水平滞后导致的危机和丘陵农业机械化水平解决方案三方面阐述丘陵山区为什么需要进行农田宜机化改造，分析框架见图 1。

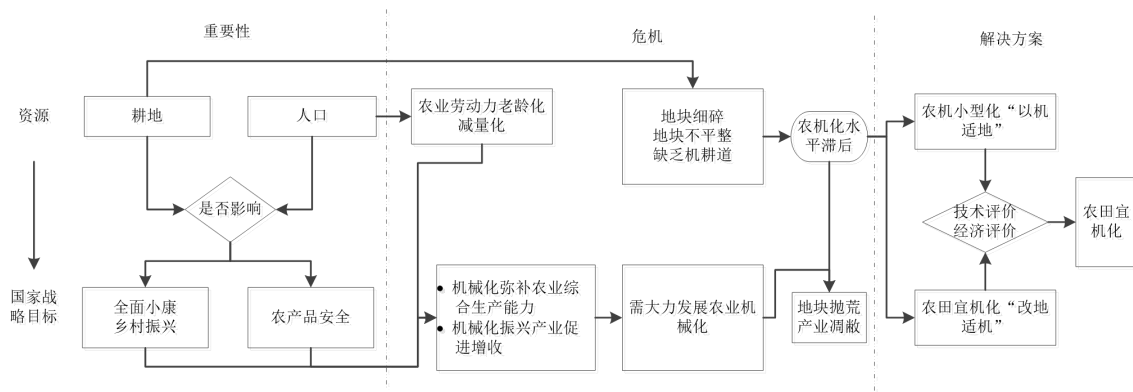


图 1 丘陵山区农田宜机化改造内在逻辑

（一）丘陵山区人口与耕地资源禀赋在中国具有不可忽略的地位

首先，丘陵山区是中国重要的果蔬茶和粮油生产基地，对中国农产品整体供给安全有着重要意义。中国丘陵山区县耕地面积 4668.60 万公顷占全国的 34.62%，播种面积 5673.10 万公顷占全国的 34.20%。其中茶园面积占全国的 93.39%、果园面积占全国的 62.28%、马铃薯播种面积占全国的 78.58%、甘蔗

播种面积占全国的 62.78%、油菜籽播种面积占全国的 57.53%、水稻播种面积占全国的 39.60%、蔬菜播种面积占全国的 37.29%（农机化司丘陵山区摸底调查数据）。在人地关系极为紧张、农产品贸易逆差高达 718.7 亿美元且逐年扩大（农业农村部农业贸易促进中心，2020）、国际贸易摩擦日益频繁的大背景下，丘陵山区对中国保障农产品供给安全具有重要意义。

其次，丘陵山区是中国全面小康战略的主战场和乡村振兴战略实施的重要区域。2018 年，中国丘陵山区县常住农村人口 29810 万人，占全国农村人口的 52.85%（农机化司丘陵山区摸底调查数据）。如果农地细碎化、农业生产以人畜力为主的传统农业生产模式现状不改变，则全国过半农村人口难以融入现代农业，丘陵山区的农业产业也难以发展壮大，扶贫攻坚和全面小康等战略目标也难以实现。根据舒尔茨改造传统农业的理论，需要通过吸引资金、农机、人才等现代农业生产要素进入这些区域，才能打破当前的低水平循环，这些人口才能融入现代农业分工体系并共享农业农村现代化成果。

（二）城镇化背景下丘陵山区农机化发展滞后阻碍国家相关战略目标的实现

随着城镇化的推进，目前丘陵山区农业劳动力老龄化情况非常严重，而农业机械化发展滞后使得农业生产后继无人、地块抛荒、农业产业凋敝的情况出现。

根据 2016 年第三次中国农业普查数据推算，目前中国 40 岁以上农业劳动力约占 80.83%，其中 60 岁以上约占 33.58%。留守在丘陵山区的农业劳动力，相当部分由于年龄问题、自身人力资源问题而无法转移到二三产业。如果继续让地块保持细碎化和一定坡度等不适宜机械化作业的现状，老龄化的农户退出农业生产后，这些细碎和有坡度的地块对于有较高机会成本的年轻人将毫无吸引力。实际上，年轻人并非不喜欢从事农业，只是不喜欢劳动强度大、收入低下的传统农业，目前活跃在中国各地的植保无人机飞防队大部分队员都是年轻人。2020 年农业农村部农业机械化推广司组织的对全国 100 个丘陵山区县 5000 个农户的调查表明，拥有植保无人机的 261 个农户中 73.18% 在 50 岁以下。高科技、高效率、低劳动强度的现代农业对这些受过教育的农二代有较强的吸引力。如果对农田进行宜机化改造后，则适用于规模化生产的高效农业科技装备就有了使用条件，年轻的农户能够从农业生产中获得不低于二三产业的收入，那么土地撂荒问题和谁来种地的问题就能迎刃而解。

笔者调研过程中也发现，丘陵山区老龄农户死亡后其拥有土地立即抛荒的事件越来越频繁，而一些坡地、边角地在农户存活时就早已抛荒。Wang et al.（2019）的研究表明：2011~2018 年期间，中国西南丘陵山区的农作物正在从劳动密集型向机械密集型转变，免费出租地块比例从 60% 增加到 80%，土地抛荒率从 21.6% 增加到 27.2%。徐莉（2010）的调研表明，重庆地区旱地抛荒率达到 30%，丘陵山区即使一些肥力较好的地也被抛荒。而土地大量撂荒的原因，李升发、李秀彬（2018）认为主要是由于城镇化的推进使得农业劳动力机会成本快速攀升，平原地区可以通过机械化来替代劳动力，而丘陵山区因地形缘故无法通过农业机械化替代劳动力，进而导致丘陵山区的地块失去经济价值。

据黄季焜、靳少泽（2015）推算，预计 2020 年全国农业劳动力平均年龄为 55.6 岁，而且父母为农户的成年农二代“务农”或“务农+务工”的比例只有 2.6%。随着城镇化的推进，预计未来 20 年内，丘陵山区农业劳动力将会继续大幅度减少。如果仍然不考虑土地宜机化的问题，那么无疑丘陵山区农业生产将后继无人，丘陵山区农业综合生产能力将大幅度下降，进而威胁到中国农产品供给安全问题。

同时，随着土地的大量抛荒，这些地区相关的一二三产业也将逐渐凋敝，留守农民的收入将受到严重影响，进而威胁全面小康、乡村振兴等国家战略目标的实现。

（三）丘陵山区农业机械化解决方案比较

长期以来，关于如何发展丘陵山区农业机械化中国开展了大量实践探索，归纳起来有两条路径。一条是机械工程路线，农机小型化“以机适地”。该路径的核心逻辑是丘陵山区缺乏机耕道、地块细碎、土地不平整等现状短时间无法改变，只能从改变农机的角度去适应土地和作业环境，因此丘陵山区农机化问题主要是小型农机供给不足的问题，丘陵山区农业机械化的解决方案是研发制造适合丘陵山区农田作业的小型农机产品。甚至农机领域有较大话语权的院士们也认为丘陵山区农业机械化发展应该“着力提升小型农、林、牧装备科技水平与小型农业机械装备制造业自主研发创新能力”（汪懋华，2015），从农机角度去“研究适应丘陵山地的作业机械底盘”来“以机适地”（罗锡文，2017）。另一条是土木工程路线，农田宜机化“改地适机”。该路径的核心逻辑是“制约丘陵地区农业机械化发展的首要问题，不是机器的问题、也不是机艺融合的问题，而是自然条件（土地）的制约”（重庆市农机管理办公室，2017），应“把适宜机械化作为农田建设等工作的重要目标”（张桃林，2019），通过农田整治使地块平整连片，使得地块适宜大中型农业机械进行生产作业。

第一条技术路线的基本逻辑是丘陵山区农机化水平低是由于小型农机供给不足导致，这种逻辑值得商榷。目前主要粮食作物耕种收三个环节都有小型农机销售，比如微耕机、独轮插秧机、履带式小喂入量联合收割机在国内早有生产销售。但再小的联合收割机也必须要有收割、脱粒、清选等部件，不能无限小型化，小型化也是在损失功能、性能和效率的基础上实现的。而且，小型农机并不一定会降低劳动强度。以小型化最成功的微耕机为例，由于使用单缸发动机导致震动与噪音都较大，同时机手必须以比牛耕时更快的行进速度跟在微耕机后面，导致机耕劳动强度比牛耕还要大。与牛耕相比劳动强度增大的同时，由于在细碎化和有坡度的地块作业，生产效率却并没有增加太多，导致经济效益较差。根据笔者调研了解的情况，一台微耕机在丘陵山区细碎坡地一天作业面积只有不到 0.33 公顷，仅比牛耕效率略高，而在平整连片土地使用大中型农业机械作业效率可超过 6.67 公顷/天。按此效率计算，如果平原和丘陵的机手工资均为 300 元/天^①，则细碎坡地与平整连片平地平均每公顷的机耕成本分别约为 909 元和 45 元，即细碎坡地与平整连片平地相比仅机耕一个环节作业成本就要多 864 元/公顷。这与以往研究认为地块细碎化程度越高的农户其生产效率越低的结论（Rahman and Rahman, 2008；李谷成等，2010；黄祖辉等，2014）是一致的。此外，长期使用小马力的微耕机进行旋耕，由于动力不足只能使用短刀片进行旋耕会导致丘陵山区耕地形成较浅的犁底层，而不合理的犁底层会严重影响作物生长并导致水肥利用率低下（翟振，2017）。显然，“以机适地”的技术路线虽然取得了一定成绩，但遇到了障碍和瓶颈，高劳动强度、较差的作业环境、低效率低效益、带来减产的隐患等问题，使得无论是技术上还是经济性上该技术路线都不可持续。

第二条技术路线的基本逻辑是通过农田宜机化改造来为农业机械作业提供条件，长远来看“改地

^①人是可流动要素，相同人力资本必然要求相同或差距不大的人力资本回报。

“适机”是终极解决方案。广义上，所有机械都有其使用场景，都面临一个适宜机械作业的条件改造问题。如高铁不能翻山越岭，必须开山架桥、铺设高标准铁轨、配套供电设施；汽车不能在羊肠小道上行驶，必须修建平整、硬化的道路。本质上，这些都是宜机化的问题。农业机械的应用，同样面临着需要适宜作业条件的问题，需要有相对平整的土地才能更高质高效地作业。农业机械化只是提高劳动生产率的手段和过程，而不是目标。农业机械化的目的是提高劳动生产率进而带来经济效益，而不是为了农业机械化而发展农业机械化。如果开发过小的农机去适应细碎地块和坡地地形条件，必大幅度牺牲劳动生产率，不仅技术上难度增加，而且无法达成追求经济效益的本来目的。具有高效率、大生产特征的农机必然需要更加平整的农田来配套才能发挥其效率，改地适机是作为现代化生产要素的农业机械得以使用的基本前提。一些研究（Aryal, 2015; Pinaki and Manisha, 2009）表明，即使在平原地区，对土地进行激光平整后，机械作业效率、水利用效率等都大幅度提升，作物单产也有一定幅度提高，综合收益比平整前要提高 143 美元每公顷。丘陵山区土地平整带来的收益增量显然要更高。实际上，不仅是丘陵山区的农田需要宜机化，平原地区的农田也需要宜机化。无论是丘陵山区还是平原地区，细碎、分散的地块分布形态带来规模不经济、增加农业生产成本、降低农业产出水平（许庆等，2008）。这种地块分布形态是与包产到户时期人畜力为主的小农生产模式相适应的，而不适应现代化、规模化的农业生产模式，对农机作业社会化服务和托管等模式的生产效率也存在极大的不利影响。在中国很多平原地区地块也被分割得支离破碎（刘晶等，2019），细碎的地块严重影响了农业机械的作业效率（刘玉等，2018）。农田宜机化改造是平原地区更是丘陵山区农业机械化发展的基本前提，是传统农业向现代农业转变过程的内在需求。

三、来自国内外的实践案例

（一）关于机械工程路线“以机适地”的探索

基于机械工程路线“以机适地”的探索，取得了一些成果，最为显著的是微耕机的广泛应用。为了适应丘陵山区缺乏机耕道和地块细碎的现状，国内农机企业开发出了轻便小型可拆卸、可以通过人力抬到地里作业的微耕机。从 2001 年左右开始微耕机兴起并迅速发展，2019 年全国微耕机保有量 739.82 万台，按照 10% 的淘汰率计算年销量在 70 万台左右。重庆利用作为“摩托车之都”单缸发动机产业链完备的优势，迅速成为“微耕机之都”。正是由于微耕机的广泛使用，使得丘陵山区的机耕水平高速增长。如云贵川渝等西南丘陵山区 2008 年机耕环节机械化水平平均仅为 19.06%，而 2018 年则高达 57.32%，年均增长 3.47 个百分点。然而目前增速已快速放缓，2015 年以来西南丘陵山区机耕水平年均增速低于 1 个百分点。且这一高速增长仅仅出现在耕地环节，而播种和收获作业环节则仍处于起步阶段。2018 年西南丘陵山区机播和机收水平分别仅有 7.91% 和 17.56%，分别仅比 2008 年提高了 6.10 个和 13.33 个百分点（据历年《全国农业机械化统计年报》《中国统计年鉴》数据计算得到）。同时，小型农业机械的销量近年来呈快速下滑趋势。根据全国各省“农机购置补贴辅助管理系统”数据显示：2016 年和 2018 年微耕机销量，四川省分别为 110786 台和 19032 台，2 年下降了 82.82%；作为微耕机之都的重庆分别为 73377 台和 42919 台，2 年下降了 41.51%。2016 年和 2018 年喂入量在 1 公

斤以下的稻麦联合收割机销量，四川省分别为 3282 台和 420 台，2 年下降了 87.20%；贵州省分别为 387 台和 40 台，2 年下降了 89.66%。显然，丘陵山区粮食生产机械化发展较慢并不是由于小型农业机械技术与装备供给不足的问题，而是由于低效率、低效益使得市场对小型农业机械的需求越来越少，继续发展小型农机“以机适地”明显不符合市场规律。

（二）关于土木工程路线“改地适机”的探索

基于土木工程路线“改地适机”的探索，主要也是由重庆发起的。重庆属于典型的丘陵山区，地形复杂、山高坡陡，全市耕地普遍存在地块小、坡度大、零星分散、基础设施不配套等问题。2014 年开始，重庆市农业农村委员会（后文简称重庆农委）在推动农机装备结构调整过程中，提出了要推广应用大马力、高性能机具，结果发现大马力、高性能机具在当地细碎的丘陵地块上难以施展。重庆农委通过认真调研分析，发现制约丘陵地区农业机械化发展的首要问题是自然条件（土地），由此开始探索 and 开展丘陵山区地块宜机化整治工作。

2015 年开始，重庆农委把推进丘陵山区农业机械化的工作思路从“以机适地”为主转变为“改地适机”为主，争取市财政支持推进以“地块小并大、短并长、陡变平、弯变直和互联互通，将地块条带状分布”为主要内容的丘陵山区农田宜机化改造工作。由于宜机化改造后，90 马力以上的农业机械可自由进出田间地头并作业，田间管理也更加方便，劳动生产率大幅度提升，每公顷每茬可节本增效 5850~6750 元（敖方源，2019），不少规模经营主体看到成效后自发投资改造。截至 2019 年底，重庆市政府累计投入资金 1.13 亿元，带动规模经营主体投资 4.4 亿元，累计改造面积 3.4 万公顷。2020 年，重庆市政府投资 1 亿元，预计到 2020 年底重庆宜机化改造面积累计将达到 6.67 万公顷。重庆市推进农田宜机化改造后，出现大量年轻经营主体带着资本和技术投身农业生产管理的案例。根据重庆农委提供的已经实施农田宜机化改造的 404 个新型经营主体数据，平均土地经营规模达 28 公顷，平均年龄低于 45 岁，有相当部分业主是 30 多岁的中青年，平均土地改造投入资本 80 万元。这些业主把已经抛荒的荒山荒地进行了改造，大量生产特色优势农产品，并积极申报“三品一标”和对农产品进行加工销售。这些主体的加入，推动了当地特色优势农产品规模化、标准化、品牌化发展，带动了当地一二三产融合以及传统小农与现代农业的融合，原本已经走向衰败的乡村产业开始出现振兴势头。

重庆市农田宜机化改造经验受到了国家层面的关注和重视。2017 年 11 月底，农业农村部在重庆主办了全国丘陵山区农机化发展座谈会，农业农村部有关司局、直属农机事业单位及中国丘陵山区面积占比较大的 21 个省（区、市）农机化主管部门的 60 余名代表参会参观了重庆市不同类型的耕地宜机化整理现场。2018 年 12 月 12 日国务院常务会议上，李克强总理要求“推动农田地块小并大、短并长、弯变直和互联互通，支持丘陵山区农田‘宜机化’改造”。2018 年 12 月 29 日，国务院发布了《关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》，里面明确提出“重点支持丘陵山区开展农田‘宜机化’改造，扩展大中型农机运用空间，加快补齐丘陵山区农业机械化基础条件薄弱的短板”。2019 年 12 月 3 日，中国农业农村部在京成立了全国丘陵山区农田宜机化改造工作专家组并召开了第一次全体成员会议，同时发布了《丘陵山区农田宜机化改造工作指引（试行）》。2020 年，中央“一号文件”中首次明确提到了“支持丘陵山区农田宜机化改造”。

在国家层面的重视下，各丘陵山区省份也纷纷开始了农田宜机化改造试点工作。如山西省 2019 年开展了 667 公顷丘陵山区农田宜机化改造试点，2020 年准备开展 3333 公顷试点；湖南省 2020 年拿出 3000 万元在 15 个县开展 1600 公顷农田宜机化改造试点工作；安徽省 2020 年安排 10 个县（市、区）开展试点；贵州省 2020 年也进行了农田宜机化改造试点工作。与此同时，社会各界也对丘陵山区农田宜机化工作积极宣传报道。在百度中检索关键词“土地宜机化”可检索出 1910 万条结果。

第二条“改地适机”的道路探索表明：丘陵山区农田宜机化改造符合现代农业高效、规模化发展方向，符合市场化发展规律，是解决丘陵山区农业机械化问题的根本路径。

（三）日本、韩国和中国台湾地区经验

日本是典型的丘陵山区国家，丘陵山区面积占国土面积的 80%左右。但日本在上个世纪 70 年代末期就已经基本实现水稻的全程机械化生产，目前蔬菜的移栽、收获等环节也基本实现农业机械化，其中最重要的一条经验就是对土地进行宜机化改造。1949 年日本出台《土地改良法》，此后经历了 17 次修正并实施至今。《土地改良法》的重要内容就是对地块进行条块化、规格化平整，并配套路、电、水等基础设施^①。2000 年还专门针对丘陵山区出台了《中山间地域等直接支付制度》^②，给予丘陵山区农地平整修缮、农田水电路等设施维护 5 年一期每公顷最高 21 万日元的补贴，还可根据情况追加申请 15 万日元每公顷（日本农林水产省官网）。长达 70 年的土地改良，对日本农业机械化、农业农村现代化起到了巨大推动作用（Odagiri, 2000）。

韩国也是典型的丘陵山区国家，66.67%左右国土面积为丘陵山地。1961 年，韩国政府颁布《土地改良法》，依法成立了土地改良协会和土地改良协会联合会，推进灌溉排水设施、机耕道路、农田平整等区划整理，以及开垦、重建农田和设施、交换和整合土地、用水相关权利等土地改良事业。1992 年 12 月开始实施《农业振兴地域法》，以耕地调整和土地平整为手段，按照平原 10 公顷、丘陵 7 公顷、山地 3 公顷作为最小改造单元进行地块成片规模化整理。1994 年韩国政府制定《农渔村整备法》，将耕地整备设定为农业生产基础整备事业的一个基本内容。韩国通过长达 60 年的土地改良和整理为农业机械化提供了必要的作业条件，快速推进了韩国农业机械化。上个世纪 70 年代初至 80 年代末，韩国农业机械化飞速发展，至 2000 年韩国水稻综合机械化水平已经高达 87.2%。韩国政府对农村基础设施改造的补贴政策至今仍然在进行，2017 年投入农田水利、农田改造等在内的农业生产基础设施中央资金投入达到 1.31 万亿韩元。韩国 2017 年水稻耕地、插秧、收获环节机械化率均达到 100%，主要旱作物的机耕水平也都接近 100%^③。

同样，中国台湾地区也是以丘陵山区地貌为主。中国台湾地区从 1958 年开始实施农地重划工作，对细碎地块进行交换合并，然后平整成标准化田块，并对整理区域配套重新配置农路和沟渠。至 2004

^①<https://www.maff.go.jp/j/nousin/kikaku/lowoflandimprovement.html>，日本农林水产省“土地改良法”栏目。

^②https://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai_seido/，日本农林水产省官网“山区直接支付系统”栏目。

^③http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01，韩国国家统计局数据库。

年底，实施农地重划区的面积超过 39 万公顷，占中国台湾地区农业用地面积的 45%。农地重划后，农户耕地集中率平均达到 86%，田块直接临路比例则由重划前的 28% 增加为 99%（陈意昌等，2007）。农地重划极大地方便了农业机械作业，中国台湾地区在 2000 年左右也基本实现了农业机械化。

四、几个操作层面的关键问题

虽然丘陵山区农田宜机化改造具有重要意义且势在必行，但并非要不计成本地去改造。国家的高标准农田建设是否包含宜机化内容？如何判断一个区域或地块是否需要宜机化改造？补贴的必要性及合适的补贴额度如何测算？何种工作机制最佳？采用什么技术标准？这些具体操作层面的问题也需要进一步明晰，才能提高宜机化改造的可操作性。

（一）高标准农田建设与宜机化关系

虽然土地平整在国标《高标准农田建设通则》（GB 30600-2014）中列出的六项主要建设内容里排第一，但目前在高标准农田建设实践操作中并没有很好体现出第一的位置。长期以来，中国在高标准农田建设项目投入标准偏低，在 2014 年以前财政资金按照 9000 元/公顷的标准投入，2014 年以后投入标准为 22500 元/公顷，而丘陵山区实际改造成本在每公顷 45000 元左右。这就使得丘陵山区很多高标准农田建设并不能完全按照《高标准农田建设通则》中的建设内容进行建设。同时由于高标准农田建设项目起源于中国水利部提出的解决农田灌溉最后一公里的问题，因此高标准农田建设中央资金主要用于建设机耕道、沟渠、蓄水池等工程，而对于土地平整工作的资金则要求地方政府配套，在地方政府无力配套时则土地平整工程也即宜机化工程被省略。这使得丘陵山区很多高标准农田项目建成后仍然缺乏农机进出地块便道、地块未平整连片、地块使用权属未交换整合，导致农机不能进入地块作业或进入地块后因地块不平整而无法作业等问题普遍存在。由于高标准农田建设工程只修外围的路、渠而不平整项目区内部土地，在丘陵山区又被当地农户戏称为“镶金边工程”，工程实施后当地农户仍然在细碎分散的地块中进行人工作业，失去了工程实施意义。重庆市农田建设部门领导在与笔者座谈中表示，根据该市摸底调查数据，目前该市已完成的高标准农田中大约只有 30% 能够满足宜机化要求。但无论从高标准农田内涵还是相关国标来看，高标准农田都应包含土地平整等宜机化内容。今后应逐步提高投入标准，将宜机化作为高标准农田建设的主要内容。

（二）改造对象范围

从宏观区域上看，丘陵山区县农业机械化的重点区域在第二阶梯的黄土高原、西南丘陵和第三阶梯的东南丘陵。全国地势分为三个阶梯：第一阶梯为青藏高原，平均海拔在 4000 米以上，该区域为高寒地区，不适宜农作物生长，也不是我国主要农业生产区域；第二阶梯为新疆、内蒙古、甘肃、宁夏、山西、陕西、四川、重庆、湖南部分、湖北部分、贵州、云南等区域，这些区域平均海拔在 1~2 千米之间，是我国农业生产重要区域；其他部分为第三阶梯，平均海拔在 500 米以下，也是我国农业生产重要区域。其中，丘陵山区的分布按照地形起伏度来看，呈现出西高东低、南高北低的空间格局（封志明等，2007），即主要分布在第一、第二阶梯非盆地及非高原地区和第三阶梯东南丘陵地区。农机化司丘陵山区摸底调查数据表明：全国农业机械化薄弱区域主要在云、贵、川、重庆等西南丘陵山

区，陕、甘、宁、晋、青海等西北黄土高原的丘陵山区，桂、粤、湘、鄂、赣、闽、浙等东南丘陵山区。具体来说，主要是云贵高原、青藏高原、四川盆地边沿山区、秦岭山区、大巴山区、武陵山区、太行山区、吕梁山区、武夷山区、川中丘陵、浙闽丘陵、江南丘陵、两广丘陵等区域。

从具体坡度来看，丘陵山区县农业机械化的重点地形应在坡度为 15 度以下的耕地。根据第二次全国土地调查数据和农机化司丘陵山区摸底调查数据，中国丘陵山区县耕地面积为 4668.60 万公顷，其中 2 度以下耕地面积占比 18.19%，2~6 度耕地面积占比 20.16%，6~15 度耕地面积占比 31.96%，15~25 度耕地面积占比 19.66%，25 度以上耕地面积占比 10.03%。从水土保持角度看，25 度以上耕地是不宜进行耕作的，应退耕还林还草；15~25 度之间的耕地应以发展林果业为主。因此，丘陵山区机械化的重点在 3282.49 万公顷 15 度以下的耕地。如果丘陵山区县 6 度以下耕地完全实现农业机械化，6~15 度耕地一半实现农业机械化，15 度以上耕地不再统计进入耕地范围，则丘陵山区农业机械化水平将达到 77.27%，全国农业机械化水平将达到 93% 以上。

从具体地块来看，改造与否应以预期改造后地块能带来的土地价值提升量与投入的改造成本比较结果来判断。由于中国耕地资源长期以来产权交易受到限制，没有形成耕地的一级市场价格，这导致了在判断一个小区域的耕地是否值得改造时失去判断依据。但根据林毅夫（1992）的研究表明：即便是初级要素市场受到限制，农户行为依然会根据要素的相对稀缺性进行决策进而最大化要素价值，因为要素相对稀缺性的增加最终会传导到相对边际产出的增加，从而收入最大化动机会使农民或决策者去调整生产行为。因此，根据产出可以反过来计算土地的经济价值，一定程度上依然是有效的。而根据产出计算土地价值的土地收益还原法已经非常完善和成熟。采用蔡运龙、霍雅勤（2006）所使用的测算模型，可用耕地资源的年净收益除以银行长期储蓄利率来测算。为了简化计算，用预期小区域地块改造后能新增的地租租金除以当前 5 年期银行定期存款利率 2.75% 来表示改造后地块价值。如改造前是荒地改造后每公顷每年可以获得 6000 元的新增租金，则地块的新增价值为 $6000/2.75\% \approx 218182$ 元/公顷，若改造成本高于 218182 元/公顷则地块没有任何改造价值。如果地块在改造前本来每公顷每年可以获得 3000 元租金，改造后每公顷每年租金可提升到 6000 元，则改造带来的价值提升只有 $3000/2.75\% \approx 109091$ 元/公顷，若改造成本高于 109091 元/公顷则该区域地块不适宜改造。总之，在地块改造工程实施前，需要进行经济效益评估，并非是不计成本和效益。

（三）改造与补贴资金测算

实践表明，微观改造成本在每公顷 15000~60000 元之间。根据重庆市的奖补办法《重庆市关于土地宜机化整治先建后补的通知》，补助标准分三类：“地（田）块连通改造”每公顷补助 15000 元、“缓坡化改造”每公顷补助 22500 元、“水平条田、水平梯田和坡式梯台地改造”每公顷补助 30000 元。根据山西的奖补办法（《山西省 2019 年丘陵山区农田宜机化改造试点项目实施的指导意见》），补助标准只有 1 档即 22500 元/公顷。通过实地调研表明：微观地块改造成本在每公顷 15000~60000 元之间，补贴基本能覆盖大部分，至少也能覆盖 50% 的成本。按照土地经济价值收益还原法来测算，只需要地块改造后每年每公顷能比改造前节约成本或者增加收益 412.5 元~1650 元，地块就值得改造。而从重庆的改造经验来看，大部分地块改造后至少每年能带来每公顷 4500 元左右的节本增值效应，只要改

造成本低于 163636 元/公顷，改造都是值得的。因此宜机化改造利大于弊，目前情况看是一项投资回报率非常高的项目。如果按照 50 年使用期计算，每公顷地每年 4500 元节本增值效益，改造成本 60000 元计算，就有高达 7.28% 的内部收益率。此外，宜机化改造后，由于地块坡改平，蓄水能力增强、直接的冲刷大幅度下降，使得水土流失大幅度减少，生态效益也十分明显。

全国宜机化改造需要资金量约为 1.57 万亿元。如前所述，全国丘陵山区耕地面积中适宜改造的面积主要集中在 15 度以下的 3282.49 万公顷，其中 2 度以下耕地面积 849.22 万公顷，2~6 度耕地面积 941.19 万公顷，6~15 度耕地面积 1492.08 万公顷。按照 2 度以下耕地改造成本 30000 元/公顷计算，2~6 度耕地改造成本 45000 元/公顷计算，6~15 度耕地改造成本 60000 元/公顷计算，则全覆盖改造总投资需要 1.57 万亿元。

如果在全国丘陵山区耕地全部进行宜机化改造并进行补贴，财政补贴资金额度约在 6292 亿元至 7865 亿元之间是合适的。既然宜机化改造是一项投资回报率不低的项目，为什么还要补贴？原因在于农民的投资回报周期和社会的投资回报周期存在差距。对农民来说，特别是对那些 50 岁以上的农民来说，农户进行投资决策时考虑的投资回报周期一般不会长达数十年。很多创投公司考虑一个公司是否值得投资，参考的投资回收期是 8 年。前面分析表明，每公顷改造成本 60000 元、每年节本增收 4500 元、使用期 50 年则内部收益率为 7.28%。但如果农民的投资回收期设定为 8 年，由于土地产权无法通过市场交易变现，这里假设残值为 0，那么内部收益率将变成负的 10.14%，也即是对作为投资主体的农户来说投资并不划算。但宜机化改造确实又有较大的经济、社会和生态效益，外部效益较为明显，因此通过补贴使外部效益内部化就显得十分必要。那么补贴多少合适呢？可以计算出，若每公顷改造成本 60000 元，政府补贴 24000 元/公顷且农户自筹 36000 元/公顷时，对农户来说 8 年的内部收益率正好为 0；政府补贴 30000 元/公顷则农户的内部收益率为 4.24%。因此，本文认为如果改造成本是 60000 元/公顷的话则补贴 24000~30000 元/公顷是合适的，即补贴比例 40~50%，这与重庆目前宜机化项目补贴的比例几乎相当。如果全国 1.57 万亿元资金即可改造完丘陵山区 15 度以下全部耕地的话，那么按照 40~50% 的补贴力度，则补贴资金总需求在 6292 亿元至 7865 亿元之间。从 2021 年起开始实施并分 15 年完成，正好衔接 2035 年的关键时间节点，年度补贴资金需求在 419~524 亿元之间。

（四）改造工作机制

与高标准农田建设相比，目前丘陵山区农田宜机化改造工作机制有诸多不同。

第一是改造主体不同。高标准农田建设的实施主体是县级农业农村主管部门，而宜机化改造的主体是家庭农场、农民合作社、农村集体经济组织、农业企业等各类直接从事农业生产的规模农业新型经营主体。改造主体的不同，让丘陵山区农田宜机化改造效果与高标准农田建设相比显著不同。由于家庭农场、农民合作社、农村集体经济组织、农业企业等各类新型经营主体是改造后农田的使用者，他们在农田改造中的参与对保障项目效果至关重要。高标准农田建设属于政府包办，作为项目的后期使用和维护者的各类新型农业经营主体参与程度非常低，对项目的设计和验收并没有足够的发言权（汪文雄等，2013），这导致项目的实际效果受到一定影响。如出现一些田间道路局部不能与外围交通道路连成一体、灌排系统难以融入周边水系的现象（李华，2016）；招投标确定的施工单位在追逐利润的驱

使下频繁变更规划设计方案，建成的工程设施多与实际需求脱轨（刘新卫、赵崔莉，2017）。而对于宜机化改造项目，农业新型经营主体或村集体经济组织既是改造后农田使用主体也是农田改造工程实施主体，全程参与设计、施工、监督检查、验收和后期管护，能有效提高项目执行效果效率。

第二是工作流程不同。高标准农田建设需要勘测设计、可行性研究报告编制、项目申报与审批、政府采购招投标、项目施工、工程监理、资金和项目公示、竣工验收等复杂流程，而宜机化改造对可行性研究报告编制和施工方委托等内容可以简化。流程的简化很大程度节约了施工周期和资金。根据重庆、山西的经验，如果按照完整的高标准农田建设流程来执行宜机化改造工作，用于非工程实体的工程建设及其他费用占全部项目投资的10~20%之间，而工期更是会延长1倍以上。这种严格流程导致的成本，是由于地方政府部门作为中央政府部门的乙方同时又是项目的甲方，存在委托代理导致的道德风险问题，为了规避可能产生的廉政风险所必须支付的成本。而宜机化改造由新型经营主体作为项目的建设实施主体，建设实施主体和最终受益主体完全一致，则不存在这种道德风险，没必要支付这项成本，完全可以简化程序并达到控制成本和保证工程质量的效果。

第三是资金拨付方式不同。高标准农田建设项目资金先拨付到位后才进行施工，而目前重庆、山西的宜机化改造采取的“先建后补、定额补助、差额自筹”的资金拨付方式。政府全额拨付高标准农田建设资金，在财政有限的情况下，使得总的投入力度受到较大限制。目前绝大部分省份高标准农田建设资金投入标准为1500元/亩，其中中央财政承担1000元，省财政承担400元，市县财政承担100元。而农户的参与度极低决定了农户的投入力度几乎为0，这就极大限制了高标准农田建设投入力度和改造效果。但重庆、山西的农田宜机化改造由各类新型经营主体先行改造，验收合格后进行定额补贴，成本差额部分由主体自筹。这种方式有效带动了社会投资，促进了农田建设的资金来源多元化。

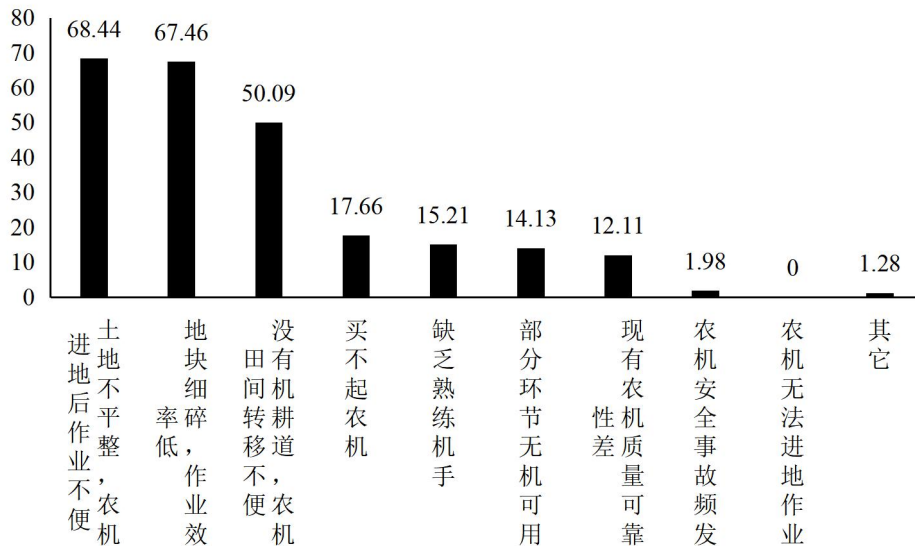


图2 监测农户认为丘陵山区农业机械化面临的最大三个问题

数据来源：2020年农业农村部农业机械化管理司对全国10个主要丘陵山区省份（山西、陕西、四川、重庆、贵州、云南、广西、湖北、湖南、福建）、100个丘陵山区县（每个省10个丘陵山区县）共5000个农户的监测数据。

第四是改造内容不同。高标准农田建设主要涉及土地平整、土壤改良与培肥、灌溉与排水、田间道路、农田防护与生态环境保护、农田配送电等六项工程，但实际执行中由于资金不够主要修路、渠，而宜机化改造在实践中主要内容是地块小并大、坡改平、短变长和修建简易的田间道路。当前丘陵山区影响农业机械化的最主要三个问题分别是“土地不平整，农机进地后不方便作业”、“地块细碎，作业效率低”和“没有机耕道，农机田间转移不便”（见图2），这三个问题分别对应着地块的平整、合并以及修建机耕道，与丘陵山区农田宜机化改造内容完全重合。显然，由于受资金约束，实践中高标准农田建设内容与丘陵山区农机化发展需求完全不匹配，而宜机化建设内容则与丘陵山区农机化发展需求高度吻合。虽然2019年农业农村部发布的《农田建设项目管理办法》中明确提出“鼓励在项目建设中开展耕地小块并大块的宜机化整理”，但是目前全国范围来看只有个别省份响应了该办法中的此要求。今后丘陵山区的高标准农田建设，应明确规定以宜机化改造为重点内容。

（五）改造技术标准

目前中国没有全国性的农田宜机化标准。虽然国标《高标准农田建设通则》规定了土地平整、土壤改良、灌溉排水、田间道路、农田防护、农田配电等内容，但对土地平整只有坡式梯田和水平梯田两种技术模式且内容相对粗略，未考虑地区差异（如南北降雨量差异较大，南方地块应里高外低以便于排水、北方地块应里低外高以便于蓄水等）。

重庆市出台了地方性标准《丘陵山区宜机化地块整理整治技术规范》，规定了丘陵山区宜机化地块整理整治的基本原则、建设内容及技术要求、建设流程等技术规范等内容；山西省农业机械发展中心制定了《丘陵山区农田宜机化改造试点项目技术规范（试行）》，规定了水平条田、缓坡地块、坡改梯、水平梯田、坡式梯田、反坡梯田、隔坡梯田等七种技术模式的建设内容、技术要求、建设程序。总体来说，两个地方标准在实践中都发挥了较大作用，但仍相对粗略，一些参数的提出没有给出科学依据，需进一步补充完善。同时实践中一些有效的做法还未纳入标准中，导致不同地方的改造效果跟施工队伍的经验有很大关系，标准化程度还有待提高。

全国性标准的制定，应农机、农艺、农田、农经四要素融合，并充分考虑区域差异。如梯台最大宽度的确定，应构建收益最大化模型，在不同坡度下不同改造宽度带来的土方成本与带来的土地增值收益之间进行平衡；地块最小宽度的确定，应考虑全程生产使用机械的最大作业幅宽或各环节作业幅宽公倍数；作物种植行向的确定，应考虑机械作业效率最高的布局方式；作物行距的确定，应考虑机械的通过性；机耕道的布局，应考虑100%通达性的同时占地面积最小的方案。总之，需要结合改造小区域的自然经济条件、农作物结构及农艺体系、全程使用的农机装备体系、不同技术方案的社会生态效益等诸多因素，来决定改造地块的最佳长宽与坡度、农机作业路线布局、农作物种植行向布局、水系布局、道路布局、土层处理、施工管理等农田宜机化改造技术标准，同时还应考虑改造后土壤培肥、地块交换整合、管理维护等诸多问题，进而达到经济效益、环境效益最大化。

日本、韩国的丘陵山区农田改造技术标准实施了数十年，并且丰富详实。如检索日本农林水产省网站可以发现，日本的土地改良事业规划设计标准包括项目实施前调查、排水、农道、农地保护、农田开垦、集水利用、防止耕地滑坡、耐震设计、水田平整、旱地整理、牧场整理、管道等数以十计的

标准，形成了完备的标准体系，这些标准是日本实施丘陵山区土地改良 70 年来的经验总结。宜借鉴日韩土地改良相关标准中涉及丘陵山区农田改造部分内容，结合中国实际国情，转化为国内丘陵山区农田宜机化改造标准。

五、改造后面临的新问题

农田宜机化改造前，地形条件是丘陵山区农业机械化面临的最主要的障碍，然而当宜机化改造把这个障碍解决后，农机装备供给不足问题从次要矛盾变为主要矛盾。虽然主要粮棉油作物机械化问题通过土地宜机化改造之后得以迎刃而解，但经济作物、林果的机械化凸显出无机可用的状态。

一方面，由于生产力差异导致的种植结构区域分工使得丘陵山区面临无机可用状态。笔者在重庆市农委协助下对重庆市 404 个业主进行调研发现，虽然 30%左右的业主从事水稻、玉米、高粱等粮食生产，宜机化改造之后主要环节生产机械化水平平均达到 100%；但 70%的业主宜机化之后主要种植蔬菜、花椒、柑橘、牧草、花卉、薰衣草、猕猴桃、李子、中草药等经济、林果作物，这些作物机械化水平极低。由于长期以来丘陵山区机械化水平较低，种植主要粮棉油作物与平原地区相比毫无优势，如第二部分分析的仅耕地一个环节人工成本就能比平原地区多 864 元/公顷，这就导致丘陵山区的种植结构向果蔬茶等经济作物倾斜，主要粮棉油作物特别是粮食作物的面积占比较小。丘陵山区农田宜机化改造之后，传统种植粮食作物的区域相当一部分仍然会种粮食，由于地形条件变好、地块变大，可以直接用平原地区的大中型农机进行生产作业；但传统种植果蔬茶等经济作物的区域，可能仍然会种植果蔬茶，而且是规模化连片种植，但这些植物在平原地区也没有实现机械化生产，无论是平原地区还是丘陵山区都是无机可用的状态。

另一方面，由于经济作物、林果的装备市场较小，制约了机械化生产技术与装备的供给。这些农产品从全国总的种植面积来看与粮油棉作物相差甚远，市场较小导致农机企业研发相关农业机械的动力较弱。此外农机农艺不融合的问题也制约了丘陵山区农机装备与技术供给不足。丘陵山区传统上的种植结构和种植制度复杂，作物栽培不以宜机化为目的而是以充分利用土地资源为目的，间套夹作较为普遍，限制了农机使用。

总之，多种因素交织导致丘陵山区进行农田宜机化改造以后仍然面临着新的无机可用的问题，这个新问题不是地形条件导致而是种植结构导致的，需要加强农机农艺融合的相关研究来解决这一问题。但要注意到，这个新问题的存在并不意味着农田宜机化改造对果蔬茶生产没有意义。对于无机可用的果蔬茶生产，宜机化改造后耕地松土、植保等环节机械化很容易实现，剪枝、收获等环节人工生产管理也更加方便，生产效率得以大幅度提高。丘陵山区农田若不进行宜机化，在丘陵山区细碎和地形条件恶劣的地块上种植果蔬茶就会无利可图。随着劳动力成本的攀升这些作物种植区域迟早会由丘陵山区转移到平原地区，挤占平原地区生产粮棉油的耕地。

六、“十四五”对策与建议

基于前述分析，提出以下“十四五”期间的丘陵山区农田宜机化对策与建议：

(一) 从县级层面合并农田建设和农业机械化职能。目前农田建设和农业机械化管理职能都在农业农村部门, 既然当前丘陵山区农业机械化的主要障碍在农田建设, 而丘陵山区农田建设主要目标应当是宜机化, 那么宜在全国范围内区县层级合并两项职能。实际上, 目前广西北海市、山西晋中市等地已经从地级市层面进行了两项职能合并, 重庆市一些区县也将农田建设和农机管理职能合并到了一个科室。职能合并后, 农田和农机两方面的力量可以形成合力, 从农田、农机融合角度共同推进丘陵山区农业机械化发展。

(二) 丘陵山区应将宜机化作为高标准农田建设验收考核主要指标。鉴于目前高标准农田建设投入标准偏低, 资金不足以全面实施土地平整、土壤改良、灌溉排水、田间道路、农田防护、农田配电等 6 项工程的现状, 丘陵山区应将宜机化作为高标准农田建设验收考核的主要指标, 并给与最大的权重。同时, 应将中央资金用于土地平整, 而地方配套资金用于沟渠、道路, 可能的情况下足额拨付资金减少地方配套, 或者明确“高标准农田建设项目资金在丘陵山区, 优先用于宜机化改造”。到 2022 年全国要建成高标准农田 6667 万公顷, 重点难点在丘陵地区, 如果将丘陵山区宜机化作为高标准农田在丘陵山区实施项目的主要考核内容, 同时改变中央资金使用用途, 那么丘陵山区农田宜机化工作将快速推进。

(三) 丘陵山区高标准农田建设应简化程序, 农户参与, 采取先建后补、定额补助、差额自筹的方式实施。让家庭农场、合作社、农业公司、村集体经济组织等新型农业规模经营主体同时作为项目实施主体和项目后期使用主体, 并采用“先建后补、定额补助、差额自筹”的机制, 有利于项目简化程序、节约资金、科学设计施工和得到更好的后期维护管理, 应在丘陵山区高标准农田建设项目中全面铺开实施该机制。若实施主体为村集体经济组织, 则可以采取“整村推进”的方式, 在条件适宜的地区成片成规模地推进宜机化改造。

(四) 加强果蔬茶等经济作物和林果产品的农机农艺融合力度, 重视种养结合中的机械化问题。一方面加强丘陵山区特色优势农产品品种和栽培农艺的宜机化改造, 另一方面加强这些农产品关键生产环节农机研发力度。通过加强技术供给, 从农机农艺两端发力, 解决宜机化改造之后仍然无机可用问题。同时, 由于丘陵山区宜机化改造后面临土壤培肥问题, 而丘陵山区养殖业面临畜禽粪便环境污染问题, 可在丘陵山区大力推行种养结合模式同时解决这两个问题。

(五) 用足城乡建设用地增减挂钩政策, 增加宜机化资金投入来源。根据实践经验, 宜机化改造之后土地面积一般会增加 10% 左右, 应允许丘陵山区所在地的地方政府将宜机化多出来的耕地面积作为占用耕地指标通过增减挂钩政策进行交易, 从而增加宜机化改造资金来源。

(六) 加强标准体系构建。目前的宜机化标准体系还有待加强和完善, 应在各地实践摸索的同时加强国际标准转化。

参考文献

1. 敖方源, 2019: 《农田宜机化改造技术创新与推广应用》, 《农机科技推广》第 8 期。
2. 重庆市农机管理办公室, 2017: 《重庆宜机化地块整理整治的探索与成效》, 《农机质量与监督》第 9 期。

- 3.陈意昌、张俊斌、吴志峰, 2007:《农地重划之设计与发展分析》,《生态环境学报》第1期。
- 4.蔡运龙、霍雅勤, 2006:《中国耕地价值重建方法与案例研究》,《地理学报》第10期。
- 5.封志明、唐焰、杨艳昭、张丹, 2007:《中国地形起伏度及其与人口分布的相关性》,《地理学报》第10期。
- 6.黄季焜、靳少泽, 2015:《未来谁来种地: 基于我国农户劳动力就业代际差异视角》,《农业技术经济》第1期。
- 7.黄祖辉、王建英、陈志钢, 2014:《非农就业、土地流转与土地细碎化对稻农技术效率的影响》,《中国农村经济》第11期。
- 8.罗锡文, 2017:《补短板促全面提升我国农业机械化发展水平》,《现代农业装备》第5期。
- 9.刘玉、刘巧芹、唐秀美、任艳敏、孙超、唐林楠, 2018:《平原区耕作单元地块细碎化对小麦机收效率的影响分析》,《农业机械学报》第2期。
- 10.刘晶、金晓斌、徐伟义、杨绪红、曹帅、徐翠兰、隋雪燕、刘敏、周寅康, 2019:《江苏省耕地细碎化评价与土地整治分区研究》,《地理科学》第5期。
- 11.刘新卫、赵崔莉, 2017:《农村土地整治的工程化及其成因》,《中国农村经济》第7期。
- 12.林毅夫, 1992:《制度、技术与中国农业发展》,上海: 三联书店、上海人民出版社。
- 13.李谷成、冯中朝、范丽霞, 2010:《小农户真的更加具有效率吗?来自湖北省的经验证据》,《经济学(季刊)》第1期。
- 14.李升发、李秀彬, 2018:《中国山区耕地利用边际化表现及其机理》,《地理学报》第5期。
- 15.李华, 2016:《高标准基本农田建设实证研究——以宿迁市某新区为例》,《中国国土资源经济》第1期。
- 16.农业农村部农业贸易促进中心, 2020:《2019年1~12月中国农产品贸易监测》,《世界农业》第3期。
- 17.汪懋华, 2015:《加快推进南方与丘陵山区农业机械化发展的思考》,《南方农机》第8期。
- 18.汪文雄、王文玲、朱欣、杨钢桥, 2013:《农地整理项目实施阶段农户参与程度的影响因素研究》,《中国土地科学》第7期。
- 19.徐莉, 2010:《我国农地抛荒的经济学分析》,《经济问题探索》第8期。
- 20.许庆、田士超、徐志刚、邵挺, 2008:《农地制度、土地细碎化与农民收入不平等》,《经济研究》第2期。
- 21.张桃林, 2019:《推动农业机械化发展不断取得新成效——在2019年全国农业机械化工作会议上的讲话(摘要)》,《农机科技推广》第4期。
- 22.翟振, 2017:《犁底层对作物生产与环境效应的影响及其机制研究》, 博士论文: 中国农业科学院。
- 23.Aryal, J. P., M. B. Mehrotra, M. L. Jat, and H.S. Sidhu, 2015, "Impacts of laser land leveling in rice-wheat systems of the north-western Indo-Gangetic plains of India". *Food Security*. 7(3): 725-738.
- 24.Odagiri, T., 2000, "The present situation of hilly and mountainous areas and the new problems of policy: A study under the new basic law and the system of direct payments". *Journal of Rural Problem*, 35(4):209-214.
- 25.Pinaki, M., and B. Manisha, 2009, "Adoption of precision agriculture technologies in India and in some developing countries: Scope, present status and strategies". *Progress in Natural Science*, 19(6):659-666.
- 26.Rahman, S. and M. Rahman, 2009, "Impact of Land Fragmentation and Resource Ownership on Productivity and Efficiency: The Case of Rice Producers in Bangladesh", *Land Use Policy*, 26 (1) :95-103.

27.Wang, Y., X. Li, L. Xin and M. Tan, 2019,"Farmland marginalization and its drivers in mountainous areas of China". *Science of The Total Environment*, 719(6):1-11.

(作者单位：农业农村部南京农业机械化研究所)

(责任编辑：高 鸣)

Some Important Problems and Measures of Farmland Construction Suitable for Mechanization in Hilly and Mountainous Areas During the 14th Five-year Plan Period

Zhang Zongyi

Abstract: One third of China's cultivated land and more than 50% of China's permanent rural population are located in hilly and mountainous areas. Therefore, those areas are important production bases of fruits, vegetables, tea, special grain and oil in China, and key areas for the implementation of rural revitalization strategy. However, due to the limitation of terrain conditions, the agricultural mechanization level in those areas is far lower than that in plain areas, which seriously restricts the process of agricultural and rural modernization in those areas. Both theory and practice show that one key measure to solve the problem of agricultural mechanization in hilly and mountainous areas is to transform farmland scale and characteristics until the farmland becomes suitable for agricultural machinery operation, such as "turning small plots into big plots" and "changing sloping land into flat land". This article starts with a discussion of the necessity of farmland construction suitable for mechanization in hilly and mountainous areas, the problems caused by the lagging development of agricultural mechanization and the solutions to those problems. It then summarizes some local experiences at home and abroad, and analyzes the following issues, such as the relationship between high standard farmland construction and farmland construction suitable for mechanization, the way to determine the scope of transformation areas, the calculation of the transformation funds and subsidies, the selection of the transformation mechanisms, and the method to optimize the technical standards. The results show that the transformation cost per hectare is 15000-60000 Yuan at present, and that there will be no loss if an additional profit of 412.5-1650 Yuan per hectare can be brought every year. However, in practice, the cultivated land that is suitable for mechanized transformation can generate at least 4500 Yuan per hectare every year. The working mechanisms such as farmers' participation, first construction and compensation afterwards, and quota subsidy, are much better than the working mechanism that is totally arranged by government agencies. Finally, the study puts forward some specific policy suggestions for the implementation of the farmland construction suitable for mechanization in hilly and mountainous areas during the 14th five-year plan period.

Key Words: High Standard Farmland Construction; Hilly and Mountainous Area; Farmland Construction Suitable for Mechanization; Agricultural Mechanization