



DOI: 10.5846/stxb202101100100

卫伟,陈蝶,角媛梅.加强梯田景观综合研究,促进山地系统可持续发展——第十届全国景观生态学学术研讨会梯田景观专场述评.生态学报, 2021, 41(8): 3325-3329

加强梯田景观综合研究,促进山地系统可持续发展 ——第十届全国景观生态学学术研讨会梯田景观专场述评

卫 伟^{1,2,*}, 陈 蝶¹, 角媛梅³

1 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室,北京 100085

2 中国科学院大学,北京 100049

3 云南师范大学地理学部,昆明 650500

摘要:第十届全国景观生态学学术研讨会于 2020 年 12 月 18 日至 2020 年 12 月 20 日在古都西安隆重举行,分会场之一的“梯田景观生态与可持续管理”首届学术研讨成功举办。专场分国际和国内两个半场,来自国际梯田景观联盟组织(ITLA)、世界银行、意大利、德国、奥地利、斯洛维尼亚、英国、布隆迪等知名机构的 9 名学者线上分享了精彩报告,国内专场有中国科学院、中国农科院、清华大学、北京师范大学、云南大学、云南师范大学等相关机构的学者和研究生及地方梯田管理部门的专家与会。国内外同行围绕全球典型区梯田景观及其边界的遥感识别与高精度制图方法、梯田生态系统服务与生态补偿、梯田水文过程的同位素示踪、梯田遗产保护与维持机制、梯田撂荒与因灾损毁等面临的突出挑战及其可持续发展等议题开展深入讨论。通过本次研讨,凸显了加强梯田景观生态研究和可持续管理的重要意义和迫切性,鉴于梯田在山区人地关系和社会生态系统中的特殊地位,以及在“山水林田湖草”综合治理和乡村振兴中的作用,在创新科学研究和解决实践问题时需要综合考量自然过程和人文驱动的综合作用;同时认为未来梯田多功能景观及其可持续管理需要强化自然科学与社会学、生态经济学、区域政策学等多学科的交叉结合,为美丽中国生态文明建设提供重要科技支持与智力服务。

关键词:梯田景观;时空格局;生态系统服务;生态补偿;文化遗产;可持续管理

随着生态文明、美丽中国、乡村振兴等国家战略的相继实施,山水林田湖草综合治理理念进一步深入人心,“绿水青山就是金山银山”等重要论断写入十九大报告,我国生态文明建设进入全新时代。在这重要历史时刻,第十届全国景观生态学学术研讨会于 2020 年 12 月 18 日至 20 日在古城西安隆重举行。会议主题是“流域景观:高质量发展与生态系统保护修复”,由开幕式、特邀报告、分会场报告、闭幕式等环节组成。11 个分会场的 170 个报告分别围绕景观生态学的新领域与新方法、景观过程与生态系统服务权衡、黄河流域生态保护与可持续发展、三维景观格局与生态环境过程、生态修复与土地综合整治、长江流域生态保护与海岸带景观管理、梯田景观生态与可持续管理、大数据与城市可持续性、城市景观生态与人居环境改善、寒旱区景观变化与生态保护等议题深入研讨,全面展现了我国景观生态学领域的最新进展。

其中,梯田景观生态专场首次出现在本次大会。鉴于梯田景观在全球生态效益和民生福祉中的重要地位与贡献、以及新形势下梯田科学研究与实践管理面临的突出挑战,中国科学院生态环境研究中心卫伟研究员联合云南师范大学角媛梅教授共同召集了本次“梯田景观生态与可持续管理”专场,旨在深入研讨梯田科研

基金项目:国家自然科学基金项目(41971129);中国科学院青年创新促进会优秀会员项目

收稿日期:2021-01-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: weiwei@rcees.ac.cn

与实践中的突出问题、为促进国内外同行交流与跨境合作提供更为集中的平台。分会场分为国际和国内两个半场,22 名来自全球多家单位的科学家、梯田管理和保护专家作了精彩纷呈的分会场报告,分享了他们在梯田景观领域的重要进展和独特见解。国际学者通过国际连线方式进行线上交流,国内学者则采取现场汇报的形式,线上线下累计 300 多名人员参加了专场论坛,取得预期交流效果。

1 分会场基本情况

1.1 国际专场

本次会议邀请到世界梯田景观联盟组织、世界银行、意大利、德国、奥地利、英国、斯洛维尼亚和非洲布隆迪等 6 个国家的 9 位国际友人分享了他们在梯田景观领域的最新研究成果。在国际专场召开之前,专场牵头人卫伟研究员扼要介绍了发起本次国际梯田景观研讨会的初心使命和背景意义、以及参会的国内外重要代表和嘉宾,同时回顾了自 2010 年 11 月首届世界梯田景观大会在云南红河召开并成立国际梯田景观联盟组织(International Alliance for Terraced Landscape, ITLA)以来的历届国际大会(2012 年秘鲁、2016 年意大利、2019 年西班牙)的大致情况,并通报第五届国际梯田景观大会将于 2023 年在不丹举行。

随后,意大利帕多瓦大学 Paolo Tarolli 教授作了题为 Agricultural Terraces: advanced monitoring system for better understanding and mitigation of degradation phenomena(农业梯田:以先进监测系统更好了解和减轻退化现象)的报告。他首先以意大利一处已成为重要文化遗产的农业梯田景观区为案例,探讨了气候变化和土地废弃导致土壤侵蚀加剧和梯田退化的现象。在他看来,为保护脆弱的梯田景观,需要对其进行长期的监控(包括使用如激光扫描仪和无人机等的先机遥感技术),而遥感无疑可以协助评估和监测梯田系统变化的程度和趋势,但由于地形崎岖和植被的影响,单一高分辨率地形(HRT)技术的应用受到限制。认为需要使用基于不同方法和采集平台的数据(如机载多频 GNSS 接收器获取无人机(UAV)和后处理运动学(PPK)数据)进行融合以获得准确的 DTM,而这些 DTM 可以较为精准的反映梯田景观的真实表面粗糙度,从而避免了数据缺失问题。

国际梯田景观联盟组织总协调人 Timmi TILLMANN 先生的报告题目是 Re-enchanting terraced landscapes for a sustainable future(迷人的梯田景观,服务可持续的未来)。他首先介绍了全球梯田的历史起源,如考古大发现认为 6000 年前在也门山地已出现梯田景观;中国在 5000 年前也有较大规模的梯田出现,而地中海、南美安第斯山区的梯田约出现于 4000 年前。同时认为梯田景观多出现在生物多样性和文化多样性较高的地区,并分析了全球不同梯田区的语言多样性、农作物的多样性及其历史起源。他认为,遍布世界各地的梯田景观以最壮观和最富有生命力的形式影响着土壤、水文和坡面地形的变迁过程。然而在工业化时代下,与自然的分离导致了农村土地的逐步荒废,而用于种植粮食的梯田景观转变成了类似工业化规模化的农业种植园,使得梯田粮食耕作制度受到多重威胁:比如单一种植模式、水土资源污染、粮食种植利润低和乡村贵族化。最后介绍了国际梯田景观联盟的创建及发展过程,并展示了建立于 800 年前的印加梯田实验中心及菲律宾伊富高梯田复杂的农业生态系统。

佛罗伦萨大学助理教授 Jean Marie NSABIYUMVA 报告的题目为 Terraces in Burundi: the experience of the University of Florence within the Burundi Landscape Restoration and Resilience Project(BLRRP)(布隆迪的梯田:佛罗伦萨大学在布隆迪景观恢复和复原力项目中的经验)。他首先介绍了布隆迪梯田的现状、退化原因、人口结构以及布隆迪在国家尺度上对梯田景观的恢复措施。接着介绍了布隆迪景观恢复和复原力项目(BLRRP)的实施以及佛罗伦萨大学在该项目实施中所获得的重要经验,认为科学合理的梯田建设有利于有效防控侵蚀、保障粮食安全并增加当地居民收入,同时指出梯田修建前需要进行科学的设计,以避免坍塌和滑坡的发生,并且在梯田修建后需要结合水文模型和遥感技术对梯田景观进行长期监测。

奥地利旱作石坎梯田项目执行主任 Rainer VOGLER 博士做了题目为 Centuries of decline and recently decades of renaissance of dry-stone wall terraces in Austrian wine growing regions(奥地利的葡萄酒产区石墙梯田

几个世纪的衰落和最近几十年的复兴)的报告,详细介绍了奥地利旱作石坎梯田的历史沿革、分布范围及其利用方式,她指出奥地利在公元 16 世纪时其梯田面积就已达到 2800ha,并重点介绍了瓦豪(Wachau)、杜罗河(Douro)等奥地利知名旅游地 and 世界文化遗产区的梯田景观,探讨了其修建历史及其存在的问题。整体来看,鉴于当地的地形气候条件和文化背景,目前奥地利旱作石坎梯田主要以葡萄园梯田为主,但受气候变化和市场经济的影响,出现梯田大量撂荒的现象,而这种现象还在持续发生。

罗马第三大学建筑学院的 Giorgia DE PASQUALE 副教授作了 The landscape of the Amalfi Coast (Italy): an endangered paradise(意大利阿马尔菲海岸的景观:一个濒临灭绝的天堂)的报告,介绍了当地五渔村梯田(Cinque terre terraces),尽管这个地区的梯田已经于 1997 年被列入联合国教科文组织的世界文化遗产名录,但当前五渔村梯田依然面临着突出的制约和挑战。主要问题也是全球不少梯田区的共性问题,如传统农业高花费低收益,农业人口老龄化,较高的火灾和山体滑坡风险,难以依靠政府政策来维修梯田等。紧接着,英国利兹大学 Margherita ERMIRIO 教授同样以意国五渔村梯田为核心案例,围绕 The social life of walls: Navigating the social aspects of terraced landscapes(探索梯田景观的社会生活方面),介绍了五渔村梯田的社会生活,重点谈及当地的经济收入来源和第三产业发展情况,指出梯田旅游业是当地主要的经济来源,每年接待来自全球不同地区的 350 万游客。但旅游业的发展会导致游客过量的风险,并会加剧当地梯田景观对滑坡和洪水等自然灾害的脆弱性。

意大利国家科学委员会大气科学与气候研究所 Alessandro SARDELLA 副研究员以 The heritage of hand-built terraces in Aeolian Islands, Italy: An example of best practices for Cultural Landscape Preservation(意大利伊奥利亚群岛手工修建的梯田景观遗产:文化景观保护的 best 实践范例)为题,介绍了当地伊奥利亚群岛的地质特征和梯田分布格局,受干旱和高强度降雨增加等气候变化因素影响,当地的梯田景观及其文化遗产已经受到较大损害。他同时介绍了当地旱作石坎梯田的损毁程度和维护状况,以及在未来变化环境下如何更好开展梯田保护的具体措施。随后,意大利特伦托景观观测研究所的 Alberto COSNER 博士紧接着报告了 The Atlas of Terraced Landscapes of Trentino, Italy(意大利特伦蒂诺的梯田景观图集),Alberto COSNER 博士的团队在 2017-2020 年间,通过调查 146 个市州的 62700hm² 土地,出版了 16 个地图集,完成了 10440 hm² 的梯田制图。在展示意当地梯田景观图集的同时,也介绍了特伦蒂诺梯田农业区乡村景观保护的十项措施。最后,来自斯洛维尼亚著名学府卢布尔雅那大学的 Lucka AZMAN MOMIRSKI 博士报告了 Terraced Landscapes and sustainable management - Outlook(梯田景观和可持续管理展望),在分析可持续性概念提出背景及发展历程基础上,详细介绍了当地梯田景观特点、梯田区群众生产生活方式及文化社会价值。

1.2 国内专场

国内专场的报告者主要来自中国科学院生态环境研究中心、地理科学与资源研究所、水土保持研究所、中国农科院、清华大学、北京师范大学、云南大学、云南师范大学以及河北涉县农业农村局等单位的科研人员和基层梯田管理者,专场由云南师范大学地理学部角媛梅教授主持。与会的科学家和研究生主要从以下几个方面进行了主题交流和汇报。

不同尺度梯田识别技术和空间定量制图。其中之一是来自中国科学院水利部水土保持研究所的孙文义副研究员,他作了基于高分影像的黄土高原梯田机器识别方法及其应用的报告,介绍了黄土高原地区的梯田分布特征、梯田提取技术及其面临的难点。指出通过 15m 分辨率 landsat-8 卫星影像,采用面向对象技术和机器学习识别算法,可以有效提取梯田整体边界。若利用 2m 分辨率的高分影像数据,可通过提取 PCA 主成分增强拉普拉斯边界特征,进行二值化分离,进而提取梯田内部田坎,并进行滤波去噪和平滑处理。最后根据实测的约 24 万 m² 的梯田面积进行验证,精度达 96.6%。随后,清华大学地球系统科学系俞乐副教授,做了题为中国 30 米梯田制图的精彩报告。他首先介绍了目前梯田制图的研究现状及存在的问题及难点,重点分享了利用 2018 年遥感影像,以农田区域为训练样本(覆盖 99.998% 的农田区域),通过在全国地图上生成六边形分布的网格,并在六边形区域内随机产生五个点作为验证样本,得到全国梯田分布,并发现梯田面积约占全国

农田面积的 1/3 左右。

以华北太行山、黄土高原和东北黑土区为代表的旱作梯田研究。其中,河北涉县农业农村局高级农艺师贺献林介绍了以王金庄为核心的涉县旱作石坎梯田系统的景观特征及其生态价值。当地梯田于 2014 年被农业部认定为中国重要农业文化遗产,2019 年被农业部推荐申报全球重要农业文化遗产。并介绍了涉县旱作梯田 700 年的时空变化和一年四季的景观转换特征,森林/灌丛-石堰梯田-村落-河流/河滩地的空间垂直分布景观结构的生态价值,空间碎片化分布格局对农业生物多样性保护的价值,生产、生活与生态空间交错分布的复合景观格局,对提高系统应对自然灾害的能力。中国农业科学院温艳茹博士后选择黑龙江海伦市,通过历史遥感影像、野外调查和村民访谈分析研究区土地利用历史,利用无人机和 GPS 测量研究切沟形态发育过程,结果发现水土保持措施和退耕还林后,多数切沟趋于稳定,但仍可见林下有活跃沟头。不合理的梯田设计,疏于维护促进切沟侵蚀。梯田有倾斜坡度或埂缺失,会改变汇水线或增大了汇水面积。最后提出对梯田增修截留土坝的建议。中国科学院生态环境研究中心的博士后陈蝶报告的题目是梯田景观的生态效益与可持续管理,首先介绍了甘肃定西梯田、河北涉县梯田和云南哈尼梯田三个典型区坡改梯田对土质的影响及其分异规律;然后聚焦黄土高原梯田,介绍了黄土高原梯田总体发挥的生态效益及其影响因素,土壤养分随环境因子的变化规律,并通过问卷访谈调查探讨了黄土区梯田生态系统的可持续性。

以云南哈尼为代表的南方稻作梯田研究。其中,云南大学李艳波副研究员基于问卷调查,通过对倾向于外出务工人员的调查、务工目的地选择、务工者农忙时返乡选择及影响因素和务工者汇款回家等的调查,分析梯田核心分布区劳动力转移特征;通过对农业劳动力的结构特征、农户尺度梯田的变化和集体资源管理等方面,分析哈尼梯田核心分布区劳动力转移的影响。云南师范大学博士生刘澄静围绕哈尼梯田景观格局对地表水同位素组成和效应的影响,介绍了利用氢氧同位素分析地表水氢稳定同位素组成特征、时空变化特征以及于海拔的关系,发现景观类型影响着地表水稳定同位素组成差异,而景观格局则影响着地表水稳定同位素海拔效应差异。北京师范大学研究助理高璇基于哈尼梯田世界遗产区农民的滑坡风险感知与应对意愿,选择了老虎嘴景区进行问卷访谈,发现影响哈尼梯田区农民风险感知的个人因素是年龄、教育程度及受灾情况,滑坡灾害响应的主要风险感知维度是受灾情况、灾害预防感知和信任度。云南师范大学研究生杨艳芬汇报了全球水稻梯田生态系统服务的研究进展,首先介绍了全球尺度水稻梯田生态系统服务权衡关系的主要研究方法,水稻梯田控制土壤侵蚀、影响水稻生长和虫害调节等方面的作用,分析了国内外关于水稻梯田生态系统服务研究方法的差异性。为实现区域水稻梯田种植的可持续性提供依据。

梯田生态补偿、文化遗产及其面临的挑战等问题。中国科学院地理科学与资源研究所刘某承副研究员介绍了全球重要农业文化遗产和中国重要农业文化遗产,其中梯田是农业文化遗产的重要类型之一。并介绍了梯田的生物多样性,对水土资源的有效管理,四素同构的垂直景观,多样的农业文化等。但传统梯田面临公共基础设施薄弱、维护成本高昂、机械化程度低、产业结构单一、劳动力流失严重、传统知识传承困难等问题。最后,介绍了基于农户激励的生态补偿标准的设计方法。卫伟研究员报告的题目是梯田多功能景观及其面临的挑战,首先介绍了梯田多功能景观的概念及其能提供的调节、供给、支持和文化服务;然后详细讲述了梯田景观面临的若干挑战:包括梯田空间信息识别、提取与大尺度刻画难度,梯田和植被耦合机理研究的滞后,梯田应对极端暴雨-洪水能力的不足导致许多地区出现了梯田的损毁和退化,梯田形态、所处位置与太阳辐射和农业生产力的关系,量化梯田文化服务及对人类福祉的贡献,社会-生态复杂系统驱动的梯田负面效应等。并扼要介绍了中国梯田和全球梯田的起源和分布特征,特别是各大洲不同地区梯田的多样性和复杂性、梯田的文化价值、生态价值和经济价值,分享了有关梯田景观可持续管理面临的挑战与问题。

2 梯田专场学术启示

梯田作为重要的农业景观和文化遗产^[1-2],在全球很多国家和地区都有分布^[3],梯田景观是人与自然耦合的典范,也是人类与恶劣自然条件长期抗争中探索出适应山地生态系统的特有方式,数千年来发挥着重要

的民生福祉和生态效益^[3-4]。据我们调查测算,目前全球范围至少 74 个国家存有大量壮美的梯田景观,并使全球数以亿计的人口获益。我国是个多山的国家,全国 2/3 的陆地面积属于山地生态系统,梯田范围更为广阔,目前除新疆、上海和澳门外,其他各省、自治区和直辖市范围内均发现有梯田景观存在。尽管北方梯田多是建国后农业学大寨时期的大规模建设产物,但南方和北方局地的梯田很多已有千年以上历史,既是古老文明的见证,也是科学创新的景观,对生态系统服务、粮食安全和人类福祉的贡献卓著^[5-6]。在这一背景下,我们召集的“梯田景观生态与可持续管理”分会场,作为一个新主题首次出现于中国景观生态学学术研讨会,期望对于推动和强化梯田景观实践与理论综合研究、促进不同学科背景的梯田学者与管理者交叉合作、最终为服务山地社会生态系统可持续发展和国家生态文明建设发挥应有作用。事实上,当前广泛提及的“山水林田湖草生命共同体”中的“田”,在山地生态系统中无疑多是梯田,具有很强的现实意义。结合分会场国内外知名学者、博士后和研究生们的报告,提出未来梯田研究的重点内容和方向。

第一,梯田研究的切入点和丰富程度很高,并呈现更为综合和多样化趋势。具体内容涵盖梯田高分遥感定量识别技术、不同时空尺度梯田制图、梯田生态系统服务量化评估、梯田效益综合监测与模拟、梯田区水文过程、梯田滑坡侵蚀等风险调查与预测评价、梯田核心区人口学与劳动力转移问题、梯田文化遗产与生态旅游、梯田生态补偿与可持续管理等多个方面。地理范围则不仅涉及中国黄土旱区、东北黑土区、华北土石山区、南方红壤区、云贵高原等山地梯田区,还涵盖欧洲地中海、非洲干旱山地等多种地质地貌和气候区的梯田景观,空间尺度从局地、流域、到区域、国家和全球,梯田利用方式则囊括北方农业旱作、南方水田稻作、生态恢复林、经济林梯田以及退耕撂荒草地梯田,同时包括石坎梯田、黄土梯田、黑土梯田、反坡梯田、隔坡梯田、水平梯田、坡式梯田等多种形状结构和本底材料的梯田模式。研究的具体手段包括定位观测、模型模拟、问卷调查、航空遥感、统计年鉴和社会经济分析,多学科交叉和多方法运用的特征十分明显。因此,鉴于梯田景观生态问题的复杂性和耦合效应,在实际研究中,需要综合考量自然过程和人文驱动之间的相互作用和综合效应,充分发挥自然生态、社会学、经济学、地理学、人文政策,兼顾科学家、决策制定者、基层管理者、农户和利益相关者等多种背景人员的关切与优势。

第二,以景观生态学的格局-过程-效应-服务-尺度为基本理论和研究框架,深入结合社会-自然-生态系统的综合指标体系和定量研究方法,瞄准当前梯田景观面对全球百年未有之大变局下的重要挑战和难题,开展联合攻关研究。重点有针对性加强梯田生态保护修复对策措施研究,探讨高质量梯田景观的多功能效益与可持续管理之路。事实上,由于现代科技革命和新生产生活方式的冲击,全球各地大多数地区的梯田生态系统面临撂荒废弃和消亡的威胁^[7],需要通过对梯田景观动态保护和适应性管理,建立梯田生态系统长期自我维持的机制,实现梯田多功能景观的永续利用与可持续发展,为典型区域社会-经济-生态协同发展、促进乡村振兴和国家生态文明建设提供重要科技支撑。

参考文献 (References):

- [1] 角媛梅. 哈尼梯田自然与文化景观生态研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社. 2009.
- [2] 闵庆文, 孙业红. 农业文化遗产的概念、特点与保护要求. 资源科学, 2009, 31(6): 914-918.
- [3] Wei W, Chen D, Wang L X, Daryanto S, Chen L D, Yu Y, Lu Y L, Sun G, Feng T J. Global synthesis of the classifications, distributions, benefits and issues of terracing. *Earth-Science Reviews*, 2016, 159: 388-403.
- [4] 陈蝶, 卫伟, 陈利顶, 于洋. 梯田生态系统服务与管理研究进展. 山地学报, 2016, 34(3): 374-384.
- [5] Chen D, Wei W, Chen L D. How can terracing impact on soil moisture variation in China? A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 2020, 227: 105849.
- [6] Rockström J, Falkenmark M. Agriculture; increase water harvesting in Africa. *Nature*, 2015, 519(7543): 283-285.
- [7] Londoño A C, Williams P R, Hart M L. A change in landscape: lessons learned from abandonment of ancient Wari agricultural terraces in Southern Peru. *Journal of Environmental Management*, 2017, 202: 532-542.