



Pesticide
Eco-Alternatives Center
云南思力生态替代技术中心

农业应对气候变化 社区实践交流会

分享合集

中国·云南·昆明
2023年12月14-15日
主办单位：云南思力生态替代技术中心

前言

气候变化已成为国际社会普遍关注的全球性问题，农业的独特特征使其在全球适应气候变化工作中处于中心地位。在 COP28 召开之际，为促进各大社会力量就农业应对气候变化社区实践及经验进行分享，探讨多方参与的农业应对气候变化行动合作机制，12 月 14 日，云南思力生态替代技术中心在昆明市举办了“农业应对气候变化社区实践交流会”。

此次会议以农业应对气候变化为主题，邀请了来自高校、企业、科研院所、地方农技部门、社会组织的 18 位嘉宾，围绕农业气候变化的背景与政策、气候变化与食物系统、农业科技应对气候变化、社区应对气候变化实践四大主题进行分享。主要介绍了气候变化对农业的影响及农食系统温室气体减排政策与措施；分享了水稻旱作、覆盖免耕、气候友好稻作等方法技术以减少碳排放的同时保障粮食安全；讨论了如何通过发展农村新能源、推广有机农业和实施智慧和管理技术来减少农业温室气体排放及适应气候变化对农业的影响；强调了社区参与应对气候变化和其对农业的影响的重要性，以开放的态度鼓励大家共同探索农业应对气候变化的可行性。

本合集内容来自会议现场速记，经过分享者修订后整理，将分享至思力中心网站便于交流学习。（网址：<https://www.6weidu.com/gywm>）

目录

背景与政策

气候变化对农业的影响及应对措施	左 智 - 1 -
中国农食系统温室气体减排政策梳理与路径分析	朱彤昕 - 4 -

气候变化与食物系统

水稻旱作与种植技术模式	赵 昊 - 9 -
石林县水稻旱作的应用与发展	娄 平- 15 -
覆盖免耕生态种植技术社区实践	袁 勇- 17 -
气候友好稻作规模化农场实践	林子铃- 21 -
把餐厅作为农食行动的延伸	褚 裕- 25 -

农业科技应对气候变化

农村能源应对气候变化	徐继伟- 30 -
秸秆综合利用技术实践	李春良- 35 -
应对气候变化的农业智慧化解决方案	强 攀- 38 -
生物炭与农业可持续发展	蔡志远- 41 -
地膜回收体系与可降解地膜的研发	唐艳琼- 47 -

社区应对气候变化实践

气候变迁与乡村自然教育探索	全海燕- 50 -
合纵连横-农村社区应对气候变化行动网络	申顶芳- 57 -
川西林盘应对气候变化阶段调研报告	孙 吉- 62 -

气候变化对农业的影响及应对措施

左智

云南思力生态替代技术中心



近年来, 全球气候变化问题日益严重, 其中中国的升温速度高于全球平均水平。1951 年至 2020 年, 中国年平均地表温度呈显著上升趋势, 升温速度为每 10 年 0.26°C , 明显高于同期全球平均每 10 年 0.15°C 。这种气候变化对农业产生了深远的影响。

一、气候变化影响农业领域的重大问题

1. 气候变化对粮食安全带来重大挑战

随着全球气候变暖, 极端天气事件增加, 粮食生产受到严重影响。洪涝、干旱、台风等灾害频发, 导致粮食产量下降, 甚至部分地区出现粮食短缺。这对全球粮食安全构成重大挑战, 需要采取有效措施应对。

2. 极端天气气候时间增加, 农业气象灾害加重

全球变暖导致极端天气事件增多, 如高温、干旱、暴雨等, 这些极端天气对农业生产和农作物生长造成严重影响。农业气象灾害加重, 对粮食生产和农民生活造成巨大压力。

3. 农业病虫害加重, 治理难度和成本增加

气候变化导致农业病虫害加重, 病虫害的发生频率和危害程度增加。同时, 由于气候变暖, 一些病菌和害虫的繁殖速度加快, 治理难度和成本增加。这对农业生产构成严重威胁, 需要加强防治工作。

4. 草地退化严重, 生态恶化, 极端天气和疫病造成畜牧生产不稳定

气候变化导致草地退化严重，生态恶化。同时，极端天气和疫病等因素也导致畜牧生产不稳定。这不仅影响畜牧业的发展，也对人类健康和社会经济稳定构成威胁。

5. 贫困农村生计问题更加复杂

气候变化对贫困农村地区的影响更加复杂。贫困农村地区往往缺乏基础设施和资源，难以应对气候变化带来的挑战。同时，气候变化也加剧了贫困地区的生计问题，需要采取综合措施加以解决。

二、减缓农业温室气体排放

为了应对气候变化带来的挑战，农业领域需要采取一系列措施来减缓温室气体排放。以下是具体的措施：

1. 开发农村可再生能源

推广农村沼气是一种有效的可再生能源，可以通过厌氧发酵将有机废弃物转化为沼气，用于能源利用和肥料施用。同时，可以推广秸秆综合利用技术，将秸秆转化为生物质能、饲料和肥料等。此外，利用清洁能源和能源作物（如甘蔗、甜高粱等）也是减缓温室气体排放的重要途径。

2. 做好农村生活节能

推广节柴灶，减少农村炊事用能；推广太阳灶等可再生能源技术，减少对传统生物质能的依赖。这些措施可以有效降低农村生活用能造成的温室气体排放。

3. 实施农业清洁生产

推广好氧耕作技术，通过增加土壤通透性和提高地温等方式，促进土壤微生物的繁殖和有机质的分解，从而提高土壤肥力；提高反刍动物饲料利用率，通过优化饲料配方、提高饲养管理等措施，减少反刍动物甲烷等温室气体的排放；推广节肥技术，根据作物生长需求进行合理施肥，避免过量施肥造成的温室气体排放。

4. 农业机械节能

推广农业机械节能技术，如使用节油技术、改善发动机燃烧等，提高农业机械的能源利用效率，减少农业机械的温室气体排放。

5. 乡镇企业节能

通过改善能源结构、推广可再生能源等方式，减少乡镇企业的能源消耗和温室气体排放。同时，加强企业能源管理，提高能源利用效率，实现节能减排的目标。

综上所述，减缓农业温室气体排放需要从多个方面入手，包括开发可再生能源、做好农村生活节能、实施农业清洁生产、推广农业机械节能以及加强乡镇企业节能管理等。只有全面推进这些措施，才能有效降低农业领域的温室气体排放，为应对气候变化作出积极贡献。

三、增加农业碳汇

为了应对气候变化，农业领域需要采取一系列措施来增加碳汇，以减缓温室气体排放并促进可持续发展。以下是具体的措施：

1. 农田管理

增施有机肥：通过施用有机肥料，如畜禽粪便、农作物残渣等，增加农田土壤的有机质含量，促进土壤微生物的繁殖和有机质的分解，从而增加农田土壤的碳汇。

实施秸秆还田：将农作物秸秆及时还田，可以增加农田土壤的有机质含量，改善土壤结构，提高土壤保水保肥能力，从而促进农田生态系统的碳汇能力。

实行保护性耕作：保护性耕作可以减少水土流失和农田裸露面积，增加农田土壤的有机质含量，提高土壤微生物的活性，从而促进农田生态系统的碳汇能力。

2. 草地管理

草地是重要的生态系统之一，具有保持水土、涵养水源、净化空气和调节气候等多种生态功能。通过加强草地管理，提高草地有机质含量，可以增加草地的碳汇能力。

3. 植树造林

植树造林是增加碳汇的重要途径之一。通过植树造林可以增加植被覆盖面积，提高森林生态系统的碳汇能力。同时，林木的生长还可以吸收大量的二氧化碳气体，有助于减缓气候变化的影响。在植树造林过程中，应当选择适应当地气候和土壤条件的树种，并采用科学合理的栽培技术和管理措施，确保林木的生长质量和碳汇效益。

中国农食系统温室气体减排政策梳理与路径分析

朱彤昕

iGDP



一、机构介绍

绿色创新发展研究院，专注绿色低碳发展的战略咨询机构，2014 年成立于北京，旨在成为具有领先专业素养和独立影响力的国际化智库。研究院根植我国地方绿色低碳实践，面向全球应对气候变化进程，为决策者、投资者和社区提供具有国际视野和前瞻思考的解决方案及公益性知识产品。

通过跨学科、系统性、实证性的政策研究，推动能源和气候变化解决方案的科学化和精细化，提升实施力度和投资可行性；研究院致力与多方合作，共同推动实现零排放的未来，立足本土，讲述中国绿色低碳发展故事。

主讲人：绿色创新发展研究院助理分析师，分享项目组关于中国农食系统研究的阶段成果

二、分享内容

1. 农食系统与气候变化的关系

农食系统在气候变化中有适应和减缓两个重要部分。农食系统：主要指为满足食物需求所展开的农业生产、食物加工、包装、运输、零售以及消费过程中各

个环节所组成的整体系统,具体包括耕地和牧场的准备、农作物种植和畜禽养殖、食物的加工、包装和运输零售,以及最终端的食物的烹饪和餐厨垃圾处理等环节。

气候变化背景下的农食系统温室气体排放包含这整个周期所产生的所有温室气体排放。

2. 关注到农食系统的主要原因

因为全球约 1/3 的温室气体排放来自农食系统(数据来源 iGDP 基于 EDGAR FOOD database 做的计算), 2012-2017 年间, 全球农食系统平均每年排放量高达 160 亿吨 CO₂e。不同国家有不同的排放结构, 如中国的农食在农业生产阶段相对较多; 新加坡很多的食物依赖进口, 在食物的包装运输和零售环节的排放较多, 生产环节相对少。

中国作为人口大国, 十分看重农业和粮食安全。2035 远景规划也进一步强调了农业对粮食供应、食品安全和乡村振兴的基础作用。国家坚持实施最严格耕地红线制度, 确保粮食安全。低碳农食系统在中国长期战略当中发挥重要作用, 可以跟中国很多长期战略结合的, 例如每年发布的“中央一号文件”提到乡村振兴以及共同富裕等。循环经济、零废城市等这些战略也可以和可持续农食系统相结合, 对于我们的生态文明和生活观的建设有很大的好处。

农业农村减排固碳实施方案中也进行了汇总, 并提出了 8 大重点任务:

- 1) 稻田甲烷减排行动
- 2) 化肥减量增效行动
- 3) 畜牧低碳减排行动
- 4) 渔业减排增汇行动
- 5) 农机绿色节能行动
- 6) 农田碳汇提升行动
- 7) 秸秆综合利用行动
- 8) 可再生能源替代行动

3. 出台的政策与行动

我国已经出台了一些关于促进农食系统的温室气体减排方面的政策文件和减排行动(根据农食系统环节划分)。

1) 农业生产环节: 主要包括耕地质量的提升, 还有农业用品的投入和生产, 如使用地膜等方面的政策文件, 具体的减排行动就包括了推进化肥农药的减量、有机肥的推广, 以及推广农用地膜的回收利用, 使用可降解地膜等减排行动, 以及通过合理的农田管理措施来提高农业的固碳能力。推进信息化、智能化、智慧化以及绿色农业的相关政策, 并且提出给予农机一些相应的补贴。

2) 农场到餐桌环节: 政策文件主要从包装, 食品加工业的能效提升以及制冷等方面促进减排, 包括了包装产业的转型发展指导, 循环经济的发展规划。制

冷和运输方面，也是通过冷链物流的方案来推进高 GWP 值的制冷剂的退出，还包括基加利修订案的实施。

3) 食物消费的环节：关注生活垃圾，固体废物处理，通过立法减少食物浪费，末端垃圾的分类和资源化处理。行为改变方面：食物和营养发展的纲要，更新居民膳食指南来促进膳食结构的调整和多样化。

4) 我国农食系统温室气体减排政策的协同效应

尽管我国促进农食系统减排的政策很多并不以应对气候变化、减少温室气体排放为首要目标，而是以其他经济社会、可持续发展为首要目标，尤其是农业安全、生态保护、节约能源、低碳转型、公共健康等，但具有温室气体减排的协同效应。

绿色发展行动指对食物系统碳减排带来了积极贡献，但首要目标并非应对气候变化和促进温室气体减排的行动。已经制定和实施的多项针对农业、农村可持续发展的行动主要包括绿色生态农业、清洁和现代能源系统、循环经济“无废城市”三大类别。

与之相对应的深度低碳行动：指以应对气候变化为首要目标，考虑到碳中和要求——即温室气体排放控制——而在农食系统采取的温室气体减排措施和行动。主要就是我国《农业农村减排固碳实施方案》中的低碳农业生产，包括水稻种植减排、畜禽低碳减排，还有农田碳汇行动。

4. 农食系统减排路径分析

按照食物系统不同环节的主要排放源进行减排路径的分析。我们的研究覆盖了农业生产、农场到餐桌以及食物消费三个环节。我们通过情景分析量化的方式，来对温室气体的排放进行路径分析。考虑到我国社会经济发展的历史趋势，参考情景基于我国经济社会发展和绿色低碳转型趋势，估算未来农食系统排放。

1) 强化减排情景

在参考情景的基础上，考虑到延续和加强已经实施的绿色发展行动及低碳农业行动，以及主要排放源下其他尚未纳入的具有成本有效性的减排行动。

2) 深度减排情景

基于国内外已有减排实践，在强化减排情景的基础上，强化绿色发展行动以及所有技术可行的低碳行动。深度减排情景是在强化减排的一定基础上，纳入了国内外其他已有实践和所有的技术可及的减排行动。

5. 中国农食系统排放现状

我国农食系统的排放现状：2019 年我国农食系统温室气体排放 16.5 亿吨 CO₂e，其中大约有一半是二氧化碳，其次是 CH₄，大概占 32%，再然后是 N₂O 产量占 17%。如果按不同的环节来划分的话，农业生产是最主要的排放来源，约占 59%，农场到餐桌的环节占 19%；食物消费环节占比 22%。

我们在分析的过程中考虑到，随着我国的居民的可支配收入的持续上升，未来大家对于食物多样化的需求也会上升，并且考虑到中国目前的动植物蛋白的消费情况，与欧美的发达国家相比还存在较大的差距，与我们饮食结构和习惯相似的日本也有较大的差距，所以我们认为未来中国农食系统的碳排放仍有一定上涨空间。

基于这个假设，参考情景下我国农食系统温室气体排放将持续上升，2060年总排放达到 21.62 亿吨 CO₂e，比 2019 年增加 30%左右。如果我们分不同的阶段来看的话，农业生产阶段的温室气体排放将持续增长，而食物加工、运输、零售、烹饪和垃圾处理等环节，得益于能效水平提升，排在达峰后呈缓慢下降趋势。

分不同的气体来源来看，CO₂的排放是相对稳定的，可能在 30 年左右达到一个峰值之后再缓慢下降；N₂O 排放会持续缓慢地上升；F-gases 的排放上升到一定阶段之后，随着基加利修订案等政策的生效，缓慢下降。CH₄则会以较快速度持续增加，到 2060 年成为占比最多的温室气体。

通过对比不同情景下我国农食系统温室气体排放（百万吨 CO₂e），强化减排情景下到了 2060 年相比参考情景 2060 年将有 36%的下降，2050 年左右的校服增加主要是由于畜禽养殖的环节所造成的排放。在深度减排的前提下，在 2060 年相对于参考情景有更大幅度地下降，幅度达到 70%，但仍然无法实现碳中和。

分阶段来看减排潜力，农业生产的减排潜力不管是在强化减排情景还是深度减排情景下，都是排放潜力最大的。在深度减排情景下，农业生产环节的温室气体下降幅度更大。

分不同的气体来看减排潜力，在强化减排情景下主要的减排潜力来自 CO₂。但如果看深度减排情景，除了 CO₂之外，CH₄占比也很大，甲烷减排对农食系统深度减排意义重大。

截取深度减排情景下 2050 年的减排潜力来看不同减排行动中的减排贡献，来自生产环节的减排潜力占 37%，有 63%的减排潜力是来自其他环节，包括终端的食物消费环节。可知仅关注农业生产环节的减排行动不能实现我国农食系统碳中和，来自农食系统其他环节的排放以及食物消费端的减排同样重要。这个地方有一个标注成虚线行为改变，虽然它减排潜力相对是比较大，但是，它涉及个人行为的改变，所以是比较难去推动的减排行动。

我们识别了农食系统的重点减排行动，认为食物烹饪节能和电气化，畜禽动物管理以及氮肥的减量，是减排潜力前三的重点减排行动。我们认为农食系统的减排，目前在实施层面、因地制宜、成本、政策引导等方面均面临一些障碍，在实践中需要考虑和调整。

6. 农食系统减排对策建议

1) 制定一个综合性的农食系统碳中和战略。

农食系统涉及农业、工业、建筑、交通、废弃物等领域，涉及多个部门。如果有一个综合性的方案，能够协调和衔接已经出台的政策的力量，更好地发挥协

同作用。在综合方案可以设定具体量化的目标，包括：碳排放下降目标和食物浪费下降目标。

2) 建立农食系统环境数据以支持科学决策

梳理不同部门关于食物生产和消费的温室气体排放活动，为农食系统减排政策提供数据基础。可以看到 UNEP 发布的排放差距报告 2022 有一个框架图，在农食系统下不同的排放数据来自哪些不同的部门。可以通过梳理这些部门的活动，为农食系统减排政策提供数据基础。

最近的一些政策也在推动碳标签等工作，如果把农食系统纳入尽量，可以结合生态食品、绿色食品等体系，将碳信息纳入其中。

3) 优化现有绿色低碳行动以扩大减排效果，尤其是甲烷减排力度

前面看到很多可以推动农食系统减排的政策，发现优化现有这些政策的话，它在 2050 年可能带来减排潜力就达到 60%。这些政策包括三类：绿色农业，能源清洁化以及循环经济。因此如果能够为绿色农业提供技术支持，并且持续推动能源的低碳化，同时也在无废城市基础上加强已有减排行动等等，都会带来非常好减排的效果。

4) 推动农食系统的能源低碳化

刚才识别的农食系统的重点减排领域，很多跟能效提升相关，包括农机节能和中小型农机电动化，如果能够提升机械的能效，因地制宜地推广，也可以大幅度降低排放。在城市的食物运输过程当中去推动电动化等都会为整个农食系统减排带来比较好的效果。

- 提高农机能效提升和中小型农机的电动化；
- 推动城市食物运输轻型货运电动化；
- 推动烹饪节能和炊事电气化。

5) 通过创新推动减排实践和技术的规模化应用

- 探索机制创新：社区支持农业、再生农业；
- 经济激励：降低技术采用的成本；
- 能力建设：提供培训和管理项目。

因为包括氮肥减量在内的减排潜力较大的措施，需要有机制创新推动规模化的应用，其中社区支持农业十分重要。经济激励也非常需要注意，尤其是关注农民群体的需要，为他们开展能力建设和相关培训，或者是通过一些项目来提升他们接纳和采纳度。

水稻旱作与种植技术模式

赵昊

云南思力生态替代技术中心



一、粮食安全

习总书记说过洪范八政，食为政首。自古以来，粮食安全都是治国安邦的头等大事。构建和谐社会，必须确保粮食安全。

水稻是我国第一大口粮作物，面积占全年粮食播种面积的三分之一。所以水稻生产，关乎粮食安全。

二、水稻种植面临的问题

1. 面积产量的不稳定性

根据统计数据表示，2006-2016 年十年间，水稻的平均产量基本保持不变，我们的中低产田产量低，遇灾绝收的情况并没有改变，干旱是最主要的灾害，特别在气候变暖之后，受干旱胁迫，面积下降，产量降低，病虫害强度升高等，水稻适应性越来越低，生长越来越脆弱，例如：今年石林的合作社育苗四五千亩，但是一直到六月中旬都没有有效降雨，水稻无法移栽，只能改为旱种。研究表明，水稻生育期平均日最低气温升高 10℃，水稻产量下降 10%。根据气候变化评估报告显示，在当前的气候背景下，温度只会持续上升，到 2100 年时，水稻的平均亩产会在现在基础上减产 39%。

2. 水稻种植需水量大

中国是世界十大缺水国之一，人均水资源占有量较低，据统计，我国每年农业灌溉缺水量达 1200 亿立方，水稻生产用水量占农业用水总量的 50%，每生产 1kg 的稻谷需要 1 吨水，在现在水资源条件下，种植水稻非常艰难。

3. 水稻生产造成的严重的面源污染

由于水稻生产中保留水层的种植方式，化肥农药的利用率不高，为增加产量，我们增加了农资投入，伴随着农药化肥施用量的增加，面源污染愈加严重。

4. 水稻生产造成温室气体排放

水稻在种植过程中，会产生大量的温室气体，特别是稻田甲烷，稻田甲烷产生的原因是稻田在长期淹水条件下厌氧的土壤环境，这种条件下，土壤中的原生碳、植株残体、根系分泌物等有机质被逐级分解为易溶解有机质，被产甲烷菌利用，经过乙酸发酵或氢气/二氧化碳还原两个过程产生甲烷。甲烷在土壤中产生后，先经过再氧化过程消耗掉相当大的部分，残余的甲烷才会继续向上传输进入大气，而传输途径主要有 3 种：液相扩散、气泡和植株通气组织。第一种是溶解相的甲烷从土壤孔隙水向上经上覆水传输入大气；第二种途径是没有溶解的甲烷以气泡的形式进入表层水中排放，南方稻田水层中常见的‘泡泡’大部分是甲烷。但最主要的途径是通过水稻植株传输，其传输占比高达 80% 以上。除上述两种途径外剩余的部分主要依赖根系和植株通气组织，再通过茎、叶、鞘的通气组织排放出来。 CH_4 的温室效应是 CO_2 的 28 倍（100 年尺度）在 20 年尺度下是 CO_2 的 82.5 倍，所以在短期内关注甲烷减排比其他的温室气体更容易控制全球增温，产甲烷菌必须在厌氧环境下才能产生甲烷，如果改变传统的淹水种植模式改变灌溉方式（干湿交替）就能减少稻田甲烷排放。

5. 水稻生产容易造成重金属堆积

据 SCI 研究表明，由于水稻长期淹水种植，容易造成重金属砷的堆积，如果将水稻旱种就能减少砷向籽粒的转移。

问题：种不种？怎么种？（水稻种不成，种旱稻）

三、旱稻

1. 旱稻是什么

旱稻又称地谷，火禾，主要是由水稻在无水层的旱地条件下长期驯化演变形成的一个生态型。能适应山地、坡地条件进行种植。

2. 旱稻的发展历程

时间	模式	产量	面积
1980 年前	“刀耕火种” 生产系统	1.5-2t/hm	15 万 hm

1990 年前	陆稻地方品种选育	2-3T/hm	10 万 hm
2010 年前	品种改良+坡改梯种植	3-4T/hm	7 万 hm

3. 旱稻面临的问题

靠天吃饭，广种薄收，传统旱稻种植面积越来越少。

四、水稻旱作

1. 为什么可以进行水稻旱作

稻种起源：水稻的发展史简单来说是从普通野生稻驯化发展到旱稻，再由旱稻选择出高秆的适宜用大量水种植的品种，逐步演变成高秆水稻。普通野生稻发展成旱稻可以达到 100kg/亩，再发展成高秆水稻可以达 200kg/亩，经过六十年水稻科技进步，再发展成半/矮秆水稻，到杂交水稻产量就可以提升到 600kg/亩，经技术改良，现代育种技术结合后产量提升至 800kg/亩。得到结论：水稻本来就早有旱作的基因，特别在今天，科学家通过分子育种技术，研究出了节水抗旱稻，结合节水栽培技术，把水稻旱作变成了可能。

2. 为什么要进行水稻旱作

水稻是我们的主要口粮，受新冠疫情的影响使农产品进出口受到限制。从云南省来说面临的问题是季节性的干旱问题，滇中地区尤为严重。云南水资源总量相对丰富，但时空分布不均，由于特殊地形地貌，资源性、工程性、水质性缺水突出，受地理位置和大气环流异常影响，干旱已呈现常态化，滇中地区是全国严重干旱的地区之一；2019 年云南全省农作物受灾面积已达 1212.05 万亩，成灾 381.65 万亩，绝收 21.39 万亩；2020 年云南全省农作物受灾面积 934.6 万亩，其中绝收 17.8 万亩；直接经济损失 18.8 亿元。

耕地面积占整个国土面积比例小，例如思茅地区基本上都是山地，尽管有很多江河，但是农业用水匮乏。水资源短缺已成为水稻生产最主要的限制因素。水资源成本的上升，水资源数量和质量的恶化，工农业水资源竞争加剧，50%的淡水用于水稻生产（其中的 80%用于灌溉）。

根据《气候变化评估报告》来看，目前气候变化速度越来越快，极端气候频发。我们面临的挑战越来越大，种植成本越来越高，种植水稻越来越难。在此基础上，我们不得不探索水稻生产的新模式。进行水稻旱作。

3. 成果展示

2021 年墨江省级示范片 501.7kg/亩，思茅南邦河省级样板 645.8kg/亩，宁洱同心村省级样板 528.5kg/亩，2023 年对门村高产地块 640.4kg/亩，中产田 593.3kg/亩，低产田 552.4kg/亩，勐腊勐捧镇曼勒龙村 626kg/亩，澜沧县竹塘乡战马村 631.3kg/亩。目前水稻旱作的产量已基本和传统水稻产量持平。

4. 水稻旱作的概念

水稻旱作是指将水稻品种或者陆稻品种在不具备水稻“水种水养”条件的平地、坡地上进行种植，因地制宜，为稳定稻谷种植面积，开辟稻谷生产的一种新途径。目的是提升山区、半山区的口粮保障能力，同时减少稻田温室气体（特别是甲烷）的排放，在保障粮食的前提下，实现气候友好。

5. 水稻旱作应该怎么种

通过对云南省各州市实地调研走访，总结了一部分种植模式，列出十种，但不完全：

1) 石林县育苗覆膜移栽技术模式

技术路径：塑盘旱育秧+整地开沟+覆膜旱栽+旱种旱管+统防统治+有机无机肥料混施。

育苗采用塑盘进行旱育秧，平整土地后均匀撒施有机肥和复合肥，2米开墒，在墒面上进行开沟覆膜进行种植，前期需要浇灌，后期依靠雨养，沟中杂草人工拔除，病虫害使用植保无人机飞防，统一防控治理。

2) 苹果园套种水稻技术模式（石林圭山）

技术路径：果稻套作+塑盘旱育秧+整地开沟+有机无机肥料混施+覆膜旱栽+旱种旱管

果稻套种模式是指在果园中种植旱稻，取代传统果树间的地面空间，结合果树能耗荫、施肥等优势，利用旱稻增加果园经济效益和有效土地面积的一种经济耕作模式。

3) 菜稻免耕轮作技术模式（西双版纳勐捧）

技术路径：菜稻轮作+人工开孔点籽直播+秸秆还田

当地菜稻轮作免耕栽培模式为前茬作物收获后不再犁耙，利用前茬地膜种植下季作物。具体为在第一茬种植蔬菜的基础上，第二茬种植玉米，玉米收割完成后，在墒面戳洞点籽进行水稻旱栽免耕种植，后将前茬秸秆进行沟中还田。

4) 起垄人工直播稻后种植马铃薯技术模式（石屏异龙湖）

技术路径：起垄开墒+点籽直播+旱种水管+轮作马铃薯

起垄开墒直播点籽种植稻谷，有机无机肥混施，旱种雨养，植保无人机飞防，统防统治，机械收割，稻谷收获后再进行冬马铃薯的种植的一种轮作模式。

5) 机械旱直播技术模式（西双版纳勐混、勐捧镇）

技术路径：机械整地+器械直播+种肥一体+旱种旱管

水稻旱作机械旱直播是指将水稻种子直接放入直播机器像种植玉米小麦一样点籽种植的一种新型种植模式。

栽种过程：首先将土地进行平整，去除杂草。做到平、深、细、松，后使用种肥一体机进行播种和施肥，依靠自然降水使种子萌发和生长，全程雨养不淹水。

6) 人工播种器直播、旱种旱管技术模式（普洱澜沧）

技术路径：平整土地+人工播种器直播+旱种旱管+及时控草+无人机飞防+器械收割+设施灌溉

土地平整后使用人工播种器对水稻种子进行人工推动直播，前期使用设施灌溉，后期育秧，使用植保无人机飞防，统一防控统一治理，成熟后使用收割机收割。

7) 稻谷育苗移栽与大豆、玉米带状复合种植技术模式（石林圭山）

技术路径：塑盘旱育秧+起垄沟作+覆膜旱栽+旱种旱管+复带种植

在一块地上，在水稻种植的合理利用空间将大豆或玉米与水稻一起进行复合带状种植的模式。

8) 春烟晚稻技术模式（沧源县）

烟稻轮作种植模式是指在春烟种植区，同一块土地上，在一个生长季度内先进行烟草的种植，在烟草生长中期再套作水稻，而水稻成功收获后可以种植绿肥或是让土地闲置休养生息，从而既可以有效地恢复土地的生产力，又可以增收增效的种植模式。

9) 集中育秧、旱种旱管、覆膜移栽技术模式（红河开远）

技术路径：集中育秧、分户种植、覆膜移栽、旱种旱管。

优势：集中育秧可以有效减少各家各户的劳动力，且有利于培育标准化秧苗，提高成秧率，减轻秧苗生产自然风险，保障种植面积及产量。沾根处理有利于秧苗及早成活且对地下害虫及病菌有防治作用，深沟覆膜种植有利于保水防草。

10) 机器飞播技术模式（文山平远街）

技术路径：无人机飞播+机械整地+无人机飞防+旱种旱管

机器飞播种植指的是利用农用无人机进行播种，代替原来的撒种，并配套施药、撒肥等生产各环节的农机农艺技术，是近年来发展较快的一项水稻轻简化种植模式。

五、实践

除了这些走访调研，还进行了一些实践，两次参加省农业厅的会议，了解到了各地州种植情况，并且在寻甸、石林等地进行了以下试验。且与师大合作，进行稻田温室气体监测。

通过在（寻甸、瓦恭、元江、石林等地）试验总结和石林县农技推广技术总站共编写了一本技术手册，云南省水稻旱栽种植技术手册。

同时这两年在根据不同海拔和气候在寻甸、澄江、石林、大理、墨江等地进行 CFR 种植技术模式的探索，让减排方式更加多元化。

六、总结

不是一定要进行水稻旱作，除了水稻旱作，其实还有很多的种植技术措施可以减少稻田温室气体排放。提倡稻田土地利用管理的多元化，水稻旱作只是作为技术储备，给大家多了一个技术选择，保持开放的态度和大家一起探索农业应对气候变化的可行性。如有更好的解决方案，欢迎大家一起交流，共同推动稻田甲烷减排事业的发展。

石林县水稻旱作的应用与发展

娄平

石林县农业推广技术总站



石林县从 2016 年开始探索水稻覆膜移栽的技术。这么做是在水资源不足，水田面积也有不断下降趋势的背景下，加之好的良田、水田被城市建设规划和经济作物挤占。因此，为进一步确保粮食安全，探索向有灌溉条件的山地“要粮”技术。2016 年开始在圭山试种了 102 亩，产量达到了 490 公斤/亩。探索初期，从喷灌、滴灌，再到开沟、覆膜，慢慢地探索，一直到 2021 年做了 1000 多亩，2022 年种到了 2000 多亩。水稻旱作经过几年来的实践探索，有一些经验分享：

一、种植区选择

石林县是喀斯特地貌，属于不保水的地区。干湿季分明，海拔较高，有 1700-1900 米。水稻的山地种植，是需要根据当地的气候条件来匹配育苗、移栽的技术。普洱、勐腊这些地区水热是同季的，符合采取直播这个方式的条件。在石林，需要直播的时刻没有雨；等到收获的时刻，热量条件达不到，成熟不了，那用旱直播不适合。

在选择种植期的时候，要保证它在移栽、分蘖、孕穗、抽穗、灌浆这些关键时期的水分的足够，如果没有雨的话还要灌水。如果在 6 月份左右，也就是水分的条件比较差的时候，把水稻的秧苗移栽成活了，那后期基本就靠降水来保证水稻的正常生长。

二、品种选择

在品种上的探索中发现，杂交稻的优势比较明显，只是现在杂交稻的价格高，品种的选择在市场上还不太多。石林县在高海拔地区主要是选择滇优 38 和滇禾优 615 这两个品种，海拔在 1700 以下的可以选择常规稻锦瑞 4 号、云粳系列、声农系列。

三、统一育秧

在农技推广中遇到的最大的问题是老百姓的接受程度。很多技术措施从技术上、从试验探索上是成熟的、成功的，但是，如果涉及到要上万亩的农田来落实措施，还要考虑人力物力的投入。现在在地里干活的基本上都是 50 岁到 70 岁的农民。

在育苗的过程当中，要整地，还要一颗一颗地种地播下去，塑盘育苗在石林推广了几年，老百姓也比较接受，但劳动成本高。可以采用育秧盘来规模化育秧。石林培育了 4 家可以服务上千亩的水稻集中育秧的主体。如果育秧放给老百姓自己去管，他的成本、时间、技术水平是不足的，所以由专业技术人员统一来管理。另外，还利用烤烟和石林县的人参果育苗的简易设施，结合老百姓自己家里有的小拱棚。漂盘在这里可以被重复使用，消好毒就可以，不再投入新的成本。这样的管理就比大田简单得多，只要有水就可以，到了移栽的时候，提前通风就可以了。除了这两种育苗方法实践之外，也将肥减量增效融入技术措施里面，提倡使用有机肥，少用化肥。

四、覆膜栽培

覆盖地膜，对农药、除草剂、化肥的利用率都能得到有效提高，肥料不会随水流失，或是增加湿热环境引发病虫害。采用水稻中间套种大豆的种植模式，老百姓对这种模式比较接受。这种方法可以充分利用空行的土地空间。旱地和水田的区别是旱地里面需要防治地下害虫，而稻瘟病的发生比水田里要控制得好。

尝试把水稻套种在果园里面。在高海拔地区（1700 米以下），这种模式是比较成功的。果树地里已经具备了滴灌的条件，浇水方面投入成本比较低，接受率比较高。有的地方本来就在种有机苹果，就能把两种作物连在一起做品牌化运营：因为苹果已经是认证过的有机产品，这里的稻米自然也就是生态稻米了。

五、藏粮于技

云南省推广水稻旱作，但不主张是政治任务。也就是说，老百姓愿意就做，如果不愿意做、没有条件做的地方，政府不能增加老百姓的负担，或者让项目没有发挥出它的实际效益。水稻旱作的最终目的还是“藏粮于技”。做技术推广，就是这个村委会会种植了，就到下一个村委会去推广，只是为了让大家掌握这门技术。如果大家不知道自己的山地同样能种出大米来，可能到真正危机的时候会出现群众的恐慌，就像盐也可以抢空。

因此，水稻旱作的技术推广更多是为了老百姓的切实利益，政治的稳定，让老百姓自己有口粮吃，吃得到自己种出来的米。现在主张以乡镇为单位推广技术，有些高海拔地区种不出来，但只要低海拔地区掌握了技术，种出来的大米就可以在整个乡镇里面协调。最终，就算是没有外购大米，自己本地的 26 万人同样能够保证主粮安全。其次，化肥减量增效等也和气候友好型农业在统一的方向上。把这些措施结合起来，路也会走得越来越久。

覆盖免耕生态种植技术社区实践

袁勇

成都家园行动公益服务中心



与大家分享的是在社区一线实践了多年的免耕覆盖生态种植技术的要点、优势和推广应用方法。这些年在社区一线的实践表明，这些技术不仅简单易行，而且非常实用。不仅提高了农业生产的效率和质量，而且也有助于保护生态环境。期待通过分享，大家能够更好地了解和实践这些技术，为农业的发展和生态环境的改善做出更大的贡献。

一、技术要点及特点

1. 免耕覆盖生态种植技术要点

这套技术分为水稻和旱作。首先是水稻的技术要点：

1) 采用常规种。常规种除了品质好，还具有很好的抗逆性和适应性，可以避免过度依赖化肥和农药，减少环境压力。同时，常规种还可以在应对气候变化方面发挥重要作用。相比杂交种的生产、包装、储存、运输和销售过程中产生的温室气体，使用常规种能够大大减少这一过程中的碳排放。

2) 采用旱育秧。因为后期要实行早栽、浅水栽秧和管理，需要尽量增强秧苗本身的抗旱性，控制秧苗高度，就需要采取旱育秧。

3) 免耕开厢（垄作）。土壤实行免耕，五尺开厢（含厢沟），厢沟约 20 cm×20 cm。距下田埂 1 米左右，顺着田埂方向（垂直于厢沟）再开约 25 cm×25 cm 的边沟（这种开沟的位置增加了挡水埂的宽度，可在一定程度减少田埂漏水），

以连通所有的厢沟。厢沟的方向以利于排灌水和方便田间管理，一般顺着排水方向开厢。沟里的泥土散平在厢面。

4) 泡田施肥。移栽前 2 天左右每亩使用约 100-200 斤油枯（即菜籽饼，具体量根据田块肥力而定），并加入适量的生态农家肥（每亩最多不超过 500 公斤）。尽量避免使用原料不明的商品有机肥。

5) 浅水移栽。秧龄在 2.5 叶期即可移栽，理论上小苗移栽的低位分蘖更多，产量会更高，但要考虑到气温，气候过低会导致坐蔸。移栽时在保证秧苗不倒的基础上尽量浅栽，移栽过深会影响秧苗长势。移栽方式采取三角形移栽，三苗为一窝，三苗呈等边三角形，苗距约 15 厘米。窝行距为 40cm×40cm。此种方法适合光照不足的地区，在基本苗一定的情况下，通风透光会更好。

6) 覆盖秸秆。移栽后使用就近的细碎秸秆（如菜籽壳、谷糠、树叶、竹叶等），全覆盖厢面，厚度 5cm—10cm，以能控制杂草为宜。如没有细碎秸秆，也可用麦秆、杂草或头年的稻草进行覆盖，玉米秆、油菜秆等较粗、空隙大、控草保湿效果稍差的秸秆可以粉碎后覆盖。

7) 田间管理。覆盖后一般不需要除草，哪怕有杂草，只要没有造成严重遮光就不用管，对个别恶性杂草采取人工割（拔）除。因没有化肥，加上是常规种，病虫害一般很轻，基本上可以不管，如因气候原因导致严重爆发，可以使用正常产气的纯沼液替代杀虫剂和杀菌剂进行喷雾。如在分蘖期遭遇极端干旱时需要补水。

接下来是旱作免耕覆盖生态种植技术要点：

1) 免耕覆盖。土壤免耕，利用本土上季的秸秆、杂草等覆盖作物行间或根际。所以作物（只要有足够空间）都可以采取秸秆覆盖，所有秸秆都可以作为覆盖物。

案例：果园树盘覆盖油菜秸秆、果园树盘覆盖油菜秸秆、玉米覆盖竹叶及菜籽壳、玉米地覆盖油菜秸秆、玉米地覆盖蚕豆秆、玉米地覆盖大豆秆。

2) 合理留草。不打除草剂，在苗期通过秸秆覆盖来控制大部分杂草。距离作物较远的行间需保留一定空间自然生草，留草量以不影响作物光合作用前提下越多越好。因为杂草能很好地保护土壤，避免水土流失，保持土壤湿度，疏松土壤，还能通过光合作用为土壤持续提供养分，特别是能有效增加生物多样性，形成农田平衡的生态系统，有效防止病虫害的暴发。

4) 无农药化肥。全程不使用化肥和商品有机肥，而用生态养殖的农家肥和油枯、秸秆堆肥等替代化肥，特别推荐油枯。禁止使用农药。在必要情况下，使用沼液或酵素进行补救。

案例：该技术简单易行，效果明显。通过同田对比试验，生态种植与传统常规种植效果相当。生态玉米的产量为 970 斤/亩，小麦的产量为 1710 斤/1.5 亩，生态直播水稻的亩产约为 900 斤。这些成果充分证明了该技术的可靠性和高效性。

2. 免耕覆盖生态种植技术特点

1) 节能减排。该技术采用零化学投入品、少机械、无地膜、少淹水的种植方式，大大降低了能源消耗和废弃物排放，符合节能减排的要求。

2) 节水抗逆。该技术能够节水 70%以上，通过选择抗性强的种子，土壤持续修复，植株素质提高，系统趋向平衡，从而提高了作物的抗逆能力。

3) 节本增效。采用该技术可以省工、省钱、省水，提高产品质量和产量，从而实现经济效益的提高。

4) 健康持续。该技术对土壤、环境、人体健康，可以实现良性循环和持续发展，符合健康、可持续的发展理念。

综上所述，免耕覆盖生态种植技术是一种具有节能减排、节水抗逆、节本增效和健康持续等特点的先进农业技术，对于推动农业可持续发展具有重要意义。

二、适宜区域及模式

（水稻）适宜区域及模式

种植模式：常规小农，育苗移栽。

轮作模式：稻油轮作最好，油菜能为水稻就地提供覆盖材料，且能提早水稻移栽期，有利于水稻增产。其他轮作模式次之，以能提供水稻覆盖材料和提早水稻移栽期为宜。

稻田类型：两季田最好，冬闲田需保留稻草用于次年覆盖。

生态条件：均有效果，干旱、低温、寡照区域效果更佳。

不宜推广：一是企业规模化种植区域（企业首要考虑的是减少成本，而秸秆覆盖目前难以实现机械化，且机械会对土壤造成破坏。）；二是无法排水的低洼田块，这套技术需要浅水移栽和管理，无法排水的稻田会使覆盖物浮起来形成隔热层，反而减低低温导致更严重的坐蔸；三是长期蓄水的烂泥田，这类田块泥土太软，无法开厢。

（旱作）

玉米、油菜、小麦、果树、蔬菜等。

目前没有遇到禁忌。

三、推广经验及思考

1. 系统化

气候变化+家园变迁。在推广过程中，气候变化对农业生产的影响不容忽视，与此同时，还需考虑农村空心、老人农业、农民原子化等现状和问题。因此，需要系统地考虑气候变化与家园变迁的关系，采取相应的措施来满足农户的需求和应对气候变化，让农户意识到气候变化和家园变迁及自己生产生活的关系，以提高农户采用这套技术的主动性。

2. 本土化

把握底线+灵活应变。在推广过程中，需要充分考虑本土的实际情况和需求，把握不用化肥、农药、除草剂及免耕覆盖的底线，至于用什么秸秆覆盖，用什么农家肥，用多少等等则根据当地实际灵活应变。通过本土化的推广方式，可以更好地适应当地的环境、气候和土壤条件，提高农业生产的效益和质量。

3. 生活化

生产服务+生活服务。在推广过程中，需要将农业生产与生活服务相结合，提供生产服务的同时也针对农户的问题困难和需求，提供相应的生活服务，以便同农户建立信任。通过生活化的推广方式，可以更好地满足农民的需求，提高农民的生活质量和幸福感，在此基础上，会大大增强农户采用新技术的动力。

4. 组织化

自主生产+合作经营。在推广过程中，需要注重组织化，鼓励农民自主生产和合作经营。通过成立生态农耕兴趣小组、合作社等自组织，可以提高农民的组织化程度、生产效率和抵御风险的能力，促进农业生产的可持续发展。

5. 产业化

丰富产品+拓展功能。需要注重产业化发展，因为农业的功能和特性注定了单靠销售农产品很难实现增收，只有丰富产品种类和拓展农业多功能（如农耕体验、自然教育、身心疗愈、民宿、农耕文化）来提高农业附加值才能实现共同富裕。通过产业化的推广方式，我们可以促进农业生产的转型升级，提高农业的竞争力和可持续发展能力。

气候友好稻作规模化农场实践

林子铃

气候农业



技术能够解决一些问题,但是不同的技术在不同的区域或者不同的生产方式里能产生效果的影响是不一样的。有时同样的操作,它所带来的变化或是重大的影响也会有一些不同。没有什么方法框架是最好且稳定的。

主讲人专业背景是做工程,但过往一些工作跟土壤有关,如用堆肥解决土壤物质循环中的一些问题。

一、基于国家政策与全国气候特征及趋势

2023年11月7日由生态环境部等11部门印发:以水稻主产区为重点,强化稻田水分管理,因地制宜推广稻田节水灌溉技术,缩短稻田厌氧环境时间,减少单位稻谷甲烷产生和排放。

全国气候变化特征及整体趋势值得我们去关注,整体趋势特征:水热不匹配,增温比全球平均更快,强降水,极端高温-高湿复合事件大幅增加,光资源减少。影响水稻生产的关键节点,使其面临风险,如早期连续干旱,导致水稻苗死亡,灌浆阶段暴雨,导致水稻无法灌浆或是授粉。

二、应对气候变化的方式

主要是:减缓和适应

1. 减缓

稻田在淹水、无氧的条件下，土壤有机物有概率会被厌氧细菌分产生的小分子化合物在较低氧化还原电位下，被产甲烷细菌利用产生甲烷。

2. 适应

水稻种植过程中，通过田间水层水分控制，有利于稻田土壤与空间接触，可增强气体交换使得根系土壤含氧量增加，增强水稻根系活力。

三、气候友好稻作：减缓、适应

应对气候智慧型水稻或者是气候水稻的低碳生产战略里面，有很多调控方案：如品种选育、灌溉、施肥、耕作、依靠微生物等，贯穿整个水稻生产过程。但不同的诉求不同的调控目标有不同的方案，具体的技术手段，可以指向一个具体的调控目标。如覆膜保湿、保温。

基于这个框架，通过水灌溉管理的提升来增强气体交换，使根系土壤含氧量增加，减缓温室气体的排放。选择与规模化农场合作，一起实践，结合水管理能够带来的成效，提供了一个非常基础简单的技术叫做沟灌。要求很简单：沟里有水，墒面湿润，水不过墒面。与水稻强化栽培技术有关。

根据农田水利情况及本土气候特性，沟灌可结合覆盖、覆膜、交替灌溉等水管理技术联用；（农场和农户去选择，如开沟时间，是否灌水）在关键节点前后做好准备，按时将沟开出来，

1. 工作目标

第一：希望能够以规模化机械化技术应用作为主要实验目的。一套简单的水管理方法能够大规模使用（配合规模化农场）。

第二，辅导农户去操作，与农户一起探索更适合的技术方案

第三，探索这项技术在不同的气候区域、不同的农业生产形式上的呈现效果和差异。

- 1) 以规模化、机械化技术应用为主要实验目的；
- 2) 由农户主导的本土化实验操作，协同探索本土化技术方案；
- 3) 横向评价该技术在不同气候区域、不同农业生产形式的表现；
- 4) 水直播与开沟结合具有更高的影响力

● 举例 1：黑龙江五常地区

特点：单季稻，年积温低

品种：五常稻花香 2 号

今年气候：扬花期河流水位上涨，水灾导致低海拔流域两岸绝收

管理特点：生态种植，通过鸭子管理杂草；

实验结果：试验田籽粒饱满，增产 4.4%

水稻进入灌浆期后抗倒伏效果明显（适应）

大米香味物质 2-AP 检测增量达 15%（不仅更环境友好，同时也更香）

早期育秧过程时，用各种大棚等提升早期温度，水位下降之后整体土壤温度会上升，防止因为霜冻致死（年积温偏低与开沟管理水方案契合很好，增产）。

● 举例 2：湖南益阳

区域特点：长江中下游主产区

品种类型：野香优利丝（常规稻）

管理特点：以无人机直播为主，低人力依赖；

实验结果：协同水直播技术，针对性解决发芽期因暴雨等因素导致的厢面积水，有效提高种子发芽率；

水稻分蘖期后，厢沟提供便捷水路，显著减少田间灌排水的时间成本；

（农户提前将水位降下来，早期种子浸种催芽之后装到无人机的箱子里，然后根据环境条件进行播撒。此方法得到了农户较高的评价，过往由于水管理导致的问题是种子损耗大）

● 举例 3：湖南浏阳

区域特点：长江中下游主产区

品种类型：杂交稻品种

管理特点：高标准农田，水利设施完善，采用交替灌溉

实验结果：

水稻分蘖期后，厢沟提供便捷水路，显著减少田间灌排水的时间成本；

厢沟为田间管理提供便利；

（持续地在做加速灌溉：中灌溉的情况下，进水时间的长短决定了农户的工作量，提前开的沟后期可以承担水路功能，缩短后期排水灌溉时间，5-6 个小时，缩短到 2~3 个小时）

2. 面临的挑战

1) 开沟时机与设备

土壤状态不同（含水量和结构），开沟配套设备要求需相应调整；

水稻种植方式差异（旱直播、水直播、水稻插秧、抛秧等）直接影响开沟时机；

（常规的作物里面容易找到一些替代材料去做覆盖）

2) 水管理与杂草

水利设施完善的区域能够配合沟灌技术的应用，并有效控制灌溉成本；
具备独立灌溉体系（水池、溪流等）的地区在灌溉方面的成本优势不明显；
沟灌可能提高生态农场种植的杂草管理成本；
鸭子、覆盖、除草剂等方式可作为沟灌技术下补充的杂草管控方案；

（减少田间病害，生态效益等部分很大程度上没有办法转换成农户能够接纳或觉得有价值去做。需要找寻动力，让农户愿意去做这个事情：如激励、减少成本、提升亩产量，价格补贴等）

3) 减缓还是适应

水稻减甲烷的方法学进展暂不明朗，过程监测成本高；
农业气候适应方面缺乏完善的评价体系；
规模化农场在减缓方面有显著优势，而小农更需要其后适应的保产稳产方案；

3. 技术总结评价

沟灌能够显著提升积温、对年积温偏低的区域/山区冷浸田/冷水田等地区能够显著提高水稻产量（广东连山&黑龙江五常&勐冈）；

沟灌有利于田间灌排水，有效减少管理时间；具备完善灌溉条件的农田能够显著节约灌溉用水；

开沟对于水稻水直播播种，能够及时排掉厢面积水，提升种子发芽率；

水稻旱栽（旱播水管）在实际应用过程中，需考虑在播种前完成开沟，配套设备参考旱地开沟（微耕）设备；

“沟灌+覆盖”（地膜或有机覆盖物）对于减少水分蒸发、增强地温的效果更显著，相比于只开沟有更强的适应性（缺水的情况）；

对于杂交稻品种，由于品种的温度耐受提高，提高积温可能带来更显著的增产（相比于常规稻品种）

四、招募着明年的一些农场的合作伙伴

把餐厅作为农食行动的延伸

褚裕

食物小站



一、项目背景

1. 农食行动为什么要关注消费端

随着我国经济的发展和人民生活水平的提高，农食系统的温室气体排放量也在不断增加。2019 年，我国农食系统温室气体排放量达到了 16.5 亿吨二氧化碳。其中，农业生产是温室气体排放最高的一环，占到了 59%左右。然而，除了农业生产之外，食物消费阶段的温室气体排放也是一个不容忽视的问题。

食物烹饪以及厨余垃圾处理是食物消费阶段的主要排放源之一。在食物烹饪过程中，燃气、电等能源的使用会产生大量的二氧化碳和其他温室气体。同时，厨余垃圾处理不当也会导致甲烷等温室气体的排放。这些排放源在农食系统中的比例也不容忽视，大约占到了 20%左右。

因此，关注消费端的农食行动对于减缓气候变化、促进可持续发展具有重要意义。通过采取有效的措施来减少食物消费阶段的温室气体排放，可以进一步降低农食系统的总排放量，为实现低碳、可持续的农食系统提供有力支持。同时，关注消费端也有助于提高公众对农食系统温室气体排放的认识，促进消费者采取低碳、环保的消费行为。

2. 消费者参与的现状

1) 消费者参与的必要性

食物终端的消费者对于食物生产的规模、结构以及食品供应的方式都有着决定性的影响，推动消费者的行为改变也需要合适的机制设计。因此，消费者参与在农食行动中具有不可替代的作用。

2) 有限的参与渠道

目前，消费者参与的渠道相对有限。一些消费者通过光盘行动和素食倡导等方式来减少食物浪费和碳排放，但这些行动往往因为缺乏新意而难以持续动员消费者。此外，一些来自西方的理念也常遇到文化排斥的问题，难以在本土文化背景下得到广泛接受。

为了更好地推动消费者参与农食行动，需要设计合适的机制和渠道，提高消费者的参与度和积极性。同时，也需要加强对消费者的教育和引导，增强消费者的环保意识和低碳生活意识，促进消费者行为的改变。

3. “本土气候友好饮食”的研究与传播

另一个餐桌 - 珠三角可持续饮食：

在面对全球气候变化的挑战中，饮食选择和习惯对环境产生着深远的影响。为了推动可持续发展，我们提倡“本土气候友好饮食”，这是一种基于珠三角地区饮食文化，同时注重环保和健康的饮食方式。

1) 不浪费食物

珠三角地区拥有丰富的自然资源和食物多样性，应当珍惜并避免食物浪费。在家庭、学校和餐厅等场所，我们可以采取分餐制、按需取餐等方式，减少食物剩余。

2) 少吃肉，吃多样好肉

肉类生产是温室气体排放的主要来源之一。鼓励减少红肉摄入，增加白肉、豆类等优质蛋白质来源。同时，选择来自本地、有机、环保的肉类产品，减少对环境的影响。针对珠三角临海的地理位置，有非常多替代性的来自水产、海产的优质蛋白。

3) 在季当地，多吃蔬果

珠三角地区拥有丰富的蔬菜和水果资源，应该选择当季、本地的食材（土食材），减少长途运输和储存对环境的影响。同时，多吃蔬菜和水果可以提供丰富的维生素和矿物质，有助于身体健康。

4) 吃真食物，少吃深加工食品

深加工食品往往含有过多的添加剂和防腐剂，对健康不利。鼓励选择新鲜、天然的食物，避免过多摄入深加工食品。

5) 用心吃饭，享受当下

在饮食过程中，应该保持专注，细细品味食物的美味。同时，避免过量进食，保持适当的饮食量有助于身体健康。也鼓励大家自己在家做饭，减少外卖带来的塑料包装。

6) 更多选择， 更多责任

作为消费者，可以通过选择环保、可持续的产品和服务来减少对环境的影响。同时，也应该关注气候正义所涉及的问题，通过支持可持续农业和食品产业的发展，为环境还有小农的可持续生计保护贡献自己的力量。

通过实践“本土气候友好饮食”，可以为保护珠三角地区的生态环境作出贡献。让我们一起行动起来，为未来的可持续发展作出努力！

二、方法论

1. 立足食物系统，餐厅作为行动的杠杆

1) 生产者与消费者的桥梁

在食物系统中，餐厅作为生产者和消费者之间的桥梁，具有关键的作用。通过挖掘具有在地性的可持续餐厅实践，可以影响下游消费者的饮食选择，同时对上游的供应商及生产者提出要求（或给予支持）。

2) 意识与行动转变的闭合

“尝到可持续”。在餐厅的场景下，可以关注到不同的食物议题，如减少浪费、健康膳食、餐饮减塑、可持续渔业等，并通过这些议题来推动意识的转变。同时，也可以通过宣传多样化农业来促进生物多样性保护等行动的转变。

2. 如何面向餐厅进行倡导

1) 经济可持续，可以通过宣传经济效益来鼓励餐厅采纳可持续的实践。例如，通过减少食物浪费可以降低成本，同时采用可持续的农业和渔业方式也可以提供商业机会。

2) 本土经验及智慧。应该尊重和利用本土的经验和智慧。通过与当地社区合作，可以更好地了解当地的需求和挑战，同时也可以利用当地资源来推动可持续的餐厅实践。

3) 聚焦中小型餐厅（社区的、附近的）。中小型餐厅更容易影响其所在社区的消费者，同时这些餐厅也往往更能灵活地适应变化。因此，应该聚焦于中小型餐厅，通过影响这些餐厅来推动可持续的餐厅实践。

4) 基于证据的（碳排测算、行为改变研究）。需要基于证据来进行倡导。例如，可以进行碳排测算来了解餐厅的碳足迹，同时也可以进行行为改变研究来了解消费者的需求和挑战。通过这些证据，可以更好地了解问题并提出有效的解决方案。

三、行动与成果

倡导行动及案例：

1. 珠三角可持续饮食传播、科普、展览、互动工作坊珠三角可持续饮食

消费者意识仅仅是这个庞大系统的一小部分。若想解决这个系统层面的问题，必须找到关键的切入点。经过深思熟虑，我们认为餐厅是推动变化的重要支点。在众多角色中，餐厅的特殊性在于它连接了供应链和生产者，如果它能调整供应链，便有可能引入更多生态产品进入市场。同时，餐厅是与消费者紧密联系的日常场景，没有过多的政治色彩或环保标签，因此更容易被消费者所接受。

基于这一思路深入探索餐厅可以发挥的作用。在线下场景中，开展了一系列有针对性的活动。例如，在餐厅内设立了展示橱窗和展览，向消费者介绍绿色消费和可持续饮食的概念。通过这些展示，希望消费者能在享受美食的同时，了解到绿色消费和可持续饮食的重要性，从而在行为上做出积极响应。

此外，餐厅在促进消费者意识转变方面具有巨大潜力。通过开展各类活动，如环保主题的互动工作坊、食材采购研讨会等，努力促进消费者与餐厅之间的对话和交流。这些活动不仅有助于增强消费者的环保意识，还能为他们提供更多选择和信息，鼓励他们在日常生活中采取更多环保行动。

总的来说，餐厅作为关键方之一，在推动绿色消费和可持续饮食方面具有重要地位。通过与餐厅合作并借助其日常场景的优势，可以更有效地传播环保理念并引导消费者行为转变。

2. 粤食粤低碳

与千禾基金会、新周刊、民促会等相关方共同发起低碳餐饮联盟；公众传播：线上征集、线下打卡。在公众传播方面，采用了线上征集和线下打卡的方式，向消费者传递低碳餐饮的理念和实践。例如，向消费者展示菜品的来源、生产者的信息，以及餐饮与环境之间的关联。通过这些信息，消费者能够更深入地了解餐饮对环境的影响，并做出更环保的消费选择。

3. 工作草案，20 家餐厅调研；6 道菜品改造及减碳成果

对于餐厅而言，通常的宣传范围仅限于周边十几公里，因此他们的客源主要来自周边社区。这使得我们更加相信，通过与餐厅合作，能够更好地实现想要推广的绿色消费和可持续饮食理念。

在这个过程中对餐厅的菜品进行了改造，例如替换蛋白质、增加蔬菜比例等措施，增加了本地的可持续食材的使用。这些举措不仅有助于减少碳排放，也得到了消费者的积极响应和认可。

同时进行了一些碳排放测算，并根据消费经济学和行为学领域的研究成果，制定了一些介入措施。目前的整体思路和成果包括开展“另一个餐桌”项目、发布工作草案等。欢迎大家提出建议，共同推动这一事业的发展。

最后，在“粤食粤低碳”活动中，介绍了 20 家参与改造的餐厅，分享了珠三角激活油耗饮食原则等。还邀请消费者前往这些餐厅打卡，并取得了不错的传播效果。

4. 大地之果

目前正在开展对 5 家重点餐厅的人类学田野调查，促进餐饮间的对话。原本计划调研的餐厅中，许多因各种原因未能持续经营，甚至倒闭。这一情况让我们

思考，对于餐厅老板而言，低碳和环保更多是一个商机层面的考虑。因此试图找到餐厅经营与环境保护之间的交集，并强调相应的措施。促进餐饮商家间的对话。此外，并不希望仅仅依赖餐厅转型报告。参考美团和世界资源研究所的报告，它们更多地强调整体模式和能耗等方面，而常常忽略了具体餐厅的实际行动。因此，在广袤的珠三角地区，需要更深入地了解餐厅的实际运营情况，探索它们在推进绿色消费和可持续饮食方面的具体实践。

通过与餐厅合作，可以进一步推动绿色消费和可持续饮食的普及。同时，也可以借助餐厅这一日常场景，向消费者传递环保理念和行为转变的重要性。通过与餐厅的紧密合作，我们可以共同推动绿色消费和可持续饮食的普及和发展。

确实，减少食物浪费不仅对餐厅来说是降低能耗和成本的举措，同时与消费者互动也是一个增加客源的机会。因此，在项目中非常重视这一点。

农村能源应对气候变化

徐继伟

云南师范大学能环学院



一、农村能源与气候变化的关系

农村能源与气候变化的关系在任何时候都不能作为一种单独的关系进行衡量，必须始终把农业问题看作一个整体问题，每一个部分的改变都会影响其他部分。实际上，农村能源和农村生产是息息相关的。

1. 什么是农村能源

农村能源不仅包括农村日常生活中所使用的能源，还包括农村社会经济活动和农村居民所消费的能源。截至 2022 年，全国乡村已经有 4.91 亿人，占全国总人口的 1/3，而农村土地面积有 $630 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占到了全国总面积的 66.7%。1/3 的人口分布在了 2/3 的土地中，产生的碳排放量非常大。1983 年，国务院提出 16 字方针：因地制宜，多能互补，综合利用，讲求效率。

2. 能源分类

要想搞清减排问题，首先需要从分类角度对生产生活中产生和使用的能源进行简单分类。

1) 按管理分类

农村能源可以分为直接和间接两种能源，直接能源包含农业生产用能和农村人口生活用能的综合，而间接能源是指农用化学物资所包含的能源。

2) 按条件分类

- 一次能源：从自然界获得，而且可以直接应用的热能或动力，通常包括煤、石油、天然气等化石燃料以及水能、核能等；
- 二次能源：从一次能源（主要是化石燃料）经过各种化工过程加工制得的、使用价值更高的燃料。

对于农药和化肥的减量，实际上在能源的角度降低了农业生产中的排放，但是我国现状 1/3 的人口分布在 2/3 的土地上，造成了农村能源需求量大而分散，致使当前农村能源结构转型困难，不彻底。（也是农村能源需要转型的原因）。

农村日常生活随着现代化进程的不断提高，日常生活用能以及公共用能相较于以前传统用能时期明显增加，现代化农业机械的引入、现代化农药、废弃物以及化肥的使用，使生产资料的用能也大幅提高，增加了农村碳排放。

二、农村能源结构转型

在整个农业生产过程中，美国橡树岭国家实验室经过测算发现，平均每 1kg 农药能排放 4.934kg 焦炭，每使用 1kg 氮肥能产生 3.9kg 焦炭，每使用 1kg 磷肥，产生 0.63kg 焦炭，每使用 1kg 钾肥，会产生 0.108kg 焦炭。那么在这种大体量的使用下，碳排放量已经逐步超越了传统的直接用能。

根据 2018 年国家发布的数据统计，我国的农村能源总排放达到了八百万吨二氧化碳当量，其中用于日常生活和直接农业活动所使用的能源占比为 15.44%，但是间接的化肥农药所使用能源的占比已经达到了 16.48%，在 2018 年就已经超过了农村直接用。

国家一直在倡导农村能源结构转型，从最早使用的传统生物质能（薪炭），到后面化石能源出现，开始逐渐使用煤和天然气，再到新型能源（太阳能和风能）等，使得农村能源越来越丰富，但农村能源结构面临一些问题：

1. 面临的问题

1) 农村能源消费结构仍需优化

农村对传统能源依赖度大，基础设施建设薄弱：使用什么样的能源，如何使用，直接决定了能源在使用过程中所产生的二氧化碳排放量。使用越清洁的能源可以降低越多的排量，但仍然存在矛盾，清洁能源在产生及生产的过程中，它到底是否真的绿色？以太阳能为例，早期的太阳能使用过程中，在制备太阳能电池板以及后续维护的过程中，其实伴随了高水平的 GHG 排放。

2) 局部地区新能源开发规模与消纳空间不匹配

局部地区新能源的开发规模和消纳空间并不匹配。如某一地区可能具有丰富的太阳能储备，但在使用农村广大的土地来进行大宗发电之后，绝大多数是全额并网销售，难以实现自给自足的目标。

3) 农村能源服务能力不足

由于农村的能源技术服务能力不足，基础能源体系建设过程中后续服务的不到位，以及群众节能意识不强，基本技术培训培养不足，导致在后续运营的过程中，技术团队一走，整个工作都会停下。

4) 农村能源统计机制不健全

我们国家大量使用的薪柴和散煤这一部分很难在碳排放报告中量化。因为很多时候不通过入户调查，根本不清楚到底有多少农户，在实际使用中消耗了多少传统能源。

2. 建议

1) 进一步推广清洁能源

需要加大乡村清洁能源建设力度，因地制宜优化能源结构：从 2000 年—2021 年，农村能源结构一直在调整，但是倡导了这么多年的农村能源结构转型，直到 2001 年，依然是有大量生物质能源的使用以及散煤的使用。虽然电力大幅提高，但主要原因在于农村公共社会用电的大量提高。因此虽然农村生活功能结构在逐步改善，但改善的速度仍然不够快，传统能源的依赖度目前仍然很高，基础建设依然薄弱，仍然需要继续加大乡村清洁能源建设力度，农村能源结构仍然需要进一步优化。

大型的能源转型，体量太过于庞大，中小型企业事业单位无法去做，需要依赖国家实现。

2) 树立 “ 分布式 ” 能源新理念

需要进一步优化本身的分布式能源体系，不同种的能源在用户的需求端进行联动，在自给自足的基础上把多余的能源进行并网销售。

以山东省为例，山东省在 2021 年全省建了 22 兆瓦？光伏用电，但是负荷仅有一点几兆瓦，也就是说，96%以上的居民全部是全额并网销售，太阳能产生的电量无法全部用于能源使用，这违背了分布式能源建设的初衷。

3) 加强基础设施建设，增强居民节能意识

推广需要结合基础设施的建设以及居民底层节能意识的提高，要从教育上抓起，让公众从根本上意识到问题，主动减少生产使用，使用商品化能源（和经济挂钩）。

4) 建立能源管理体系加强监管

必须建立能源管理体系，然后加强监督，通过入户调查以及意识提升，改变传统能源统计的现状，摸清新材到底使用了多少，散煤到底使用了多少，逐步实现部分减量，最终达到能源体系优化。

三、新能源——气候变化应对途径

云南师范大学能源与环境科学学院从 1984 年建院开始，建立太阳能研究所，后面逐步发展成了现在的能源环境科技学院。在学院的建设过程中，把一些具有代表性的技术都集成应用在能源环境科学学院的学院大楼上。

云南师范大学能源与环境科学学院大楼始建于 2013 年，采用多种光伏组件作为建材使用技术、并网接入系统技术、微网发电系统技术、新型屋顶光伏系统安装技术，以及本学院在太阳能利用研究

底部有低能耗住宅综合技术以及新风全热回收技术，还有蒸发降温空调技术以大量？墙。展示地方建筑系统推广以及地缘，包括光导管自然照明技术、顶部太阳能集热供水技术，以及地缘热泵供热制冷技术等。这些技术也被学院的各个优秀的教师团体应用到了基层农村农民住所改良上，转化应用了可再生能源科技成果，提高了能源的使用效率，助力了能源结构的改良。

1. 转化应用可再生能源科技成果，提高能源使用效率助力能源结构转型

我院刘祖明教授团队围绕西南高原山地水资源紧缺难题，通过自主创新，开发了光伏提水最大功率跟踪、轨道取水系统与光伏水泵光交并行控制等系列行业领先技术，研发了多套光伏水泵组件，使云南光伏提水技术世界领先。通过科技成果转化，仅在云南、四川等地就建成光伏水泵站 100 多座，每年提水总量超过 300 万立方米，解决了一批村庄人畜饮水、农业灌溉等问题，促进了当地经济社会发展与精准扶贫。为推广光伏提水技术在脱贫攻坚中的应用，受到国务院扶贫办领导的一致好评。

李明教授，王云峰教授等各位老师所做的被动式太阳能的干燥技术也将传统干燥时间 48 天缩减到了 13 天。整个装置除了前期的建设以外，后期基本维护费用也大大降低，从架设到运营的过程中实现了大量的 GHG 减排。同时还通过太阳能辅助大棚进行了辅助水稻育种技术的开发与研究。

2. 云南生物质能发展现状及典型工程案例

除了太阳能之外，生物智能方面也做了大量的工作，如我院张无敌教授及其团队，从 2000 年初就通过基础研发，设置了玻璃钢沼气池，累计到 2022 年底，使用用户已经达到了 202.46 万户。在云南省能源转型与能源转型的历史舞台上扮演了重要的角色。

目前，对一次性筷子进行回收，后制备成颗粒燃料。通过科技高效使用，进一步优化基层能源结构。由于传统薪柴和秸秆本身可以算作绿色能源，因此可以把秸秆用作其他的综合利用，如与一次性筷子结合起来做成生物制剂燃料，用来代替传统燃料，满足餐饮以及个人家用和中小型企业的供热需求。这个技术目前在保山等多个地区的试点和合作企业中也得到了非常好的社会反馈。

3. 协助制定国家和地方技术标准，推进农村新能源产业规范化发展

以本学科为依托的国家太阳能热水器质量监督检验中心（昆明），发挥自身科研技术优势，向政府质量监管部门、行业协会及企业提供以太阳能产品为主的质量检验监督抽查、产品质量预警及行业标准制定等社会服务，在国内具有较强的影响力和社会声誉。

四、 农业新技术开发应对气候变化

1. 团队工作介绍

云南师范大学农业生物环境减污降碳研究团队，目前在徐锐教授，刘莹教授的领导下团队共有 10 余名老师，4 名专业的技术顾问以及相应的指导单位，团队扎根于农业，通过把新能源的技术运用融合到土地上，最终实现农村能源减排。

2. 秸秆综合利用

农业是一个整体问题，任何时候都要从整体的角度去考虑。对整个秸秆的综合利用，通过把秸秆应用于不同的场景，把它作为资源化、燃料化或者是其他方式，对秸秆本身产生的一部分进行减排，使它形成新型能源，替代传统化石能源，如替代天然气或者散煤等，进一步实现二次碳减排。

秸秆综合利用技术实践

李春良

云南思力生态替代技术中心



一、秸秆利用现状

我国秸秆主要利用方式是燃料化、饲料化、基料化、原料化、肥料化，还有将秸秆加工成工艺品，主要不良利用方式有丢弃、焚烧等。秸秆燃烧释放的温室气体和有毒气体会对环境和人体健康造成严重危害。秸秆燃烧释放的二氧化碳、一氧化碳和氮氧化物等温室气体是导致全球气候变暖的主要因素之一。此外，秸秆燃烧还会释放大量的PM2.5颗粒物，对空气质量产生负面影响，甚至影响动物和人类的健康。在田间大面积焚烧秸秆会造成土壤肥沃度的下降，对作物生长产生不利影响。丢弃秸秆会造成河道、沟渠堵塞，也会引起农业面源污染、作物病虫害积累等。

中国是一个农业大国，近年来，秸秆产量每年约10亿吨，占世界总产量的20%-30%。主要作物秸秆有玉米、水稻、小麦、油菜秸秆等。秸秆不良利用方式带来的环境问题、健康问题、经济问题，是我们急需解决的农业问题。

十三大以来，为深入贯彻落实党中央有关生态环境保护的重大决策部署，坚持在法治轨道上推进生态文明建设，通过宪法修正案，将“生态文明”写入宪法，作出关于全面加强生态环境保护依法推动，打好污染防治攻坚战的决定，制定土壤污染防治法，修改固体废物污染环境防治法，为加强生态环境保护、打好污染防治攻坚战提供有力保障。

二、项目工作

项目的主要目标是将被浪费的和不良利用的秸秆，通过因地制宜的、农民易接受的、多元化的方式利用，减少秸秆焚烧带来的空气污染和土壤破坏；减少农业废弃物丢弃导致的农业面源污染；减少温室气体排放，增加土壤碳库，提高土壤固碳能力；同时，利用秸秆饲料化、肥料化和手工艺品加工，增加农民收入。

主要工作路线是，在关注环境问题、社会调查中发现问题，通过文献研究归纳、总结相关技术，通过对技术方案的可行性、可靠性、风险和效益等进行技术评价。通过科学有效的实验，建立科学的试验组设计，考虑成本、效益等因素，进行技术经济性分析，确保技术推广的可行性。通过技术总结，对试验数据进行汇总、研究和发表，通过技术倡导和技术推广，为广大农民和农技人员提供培训，提供实用的、符合当地实际的技术方案并鼓励社区实践。

2015 年以来，思力中心在云南省不同区域开展秸秆综合利用的试验和示范。主要内容包括袋装玉米青贮推广，和袋装大蒜青贮试验和示范。其中创新性地在云南地区将大蒜秸秆制作成可供饲喂奶牛的青贮饲料，应用到奶牛养殖当中，为当地大蒜秸秆几乎无法利用的问题提供了解决方案。

在云南省大部分地区，畜牧养殖主要分散在小农户家庭，他们的养殖饲料来源主要为放牧，干秸秆，青饲料和精饲料等，养殖的效益较低，产品品质也有不足；我们试验了多种秸秆饲料化技术，包括青贮、微贮、氨化技术，最终选择袋装青贮技术在一些地区推广，青贮饲料的优势显著，它能够最大限度保存青饲料中丰富的营养，同时能够较长时间的保存，对于牲畜来说，它适口性强，青贮过程也能够杀死和减少病菌、虫卵，减少牲畜生病；在推广过程中，运用食品级塑料袋制作青贮成本更低，非常适用于小农户。我们在项目地培养了几位养殖户作为在地专家，在当地组织、协助、指导、推广袋装青贮饲料的制作，该项目在项目地取得了广大养殖户的认可。

在推广过程中发现，一些地区大蒜秸秆的焚烧问题非常严重。在当地广泛走访后发现，仅有几户人家会将其晒干后喂给牲口吃，几乎无有效利用手段。常规利用方式如当作青饲料、垫圈、还田等都不适用，主要原因是大蒜秸秆的味道太大，无法被消除，农户都选择将其直接焚烧，但大蒜收获季由于焚烧整个地区都会有强烈的刺激性气味，持久不散，有些人还会因此生病。通过文献研究发现，大蒜秸秆是可以被利用的，一些地区同样将大蒜秸秆制成青贮饲料，喂给家禽、牲畜。大蒜青贮内含有的大蒜素对家禽、牲畜的肠道病菌有一定抑制效果，同时有研究表明，饲喂大蒜秸秆青贮的牛羊生长更快、出栏更早。我们就和当地的种植大蒜且养牛的农户一起开展了“大蒜青贮制作”的试验，最终发现，在不改变制作难度和增加其他条件的情况下，只增加三倍的发酵时间，就能够在当地制作出没有蒜味且适口性良好的大蒜青贮饲料，通过饲喂试验我们并没有再在牛粪和牛奶中闻到大蒜的刺激性气味，这一技术得到了小范围的示范，得到了当地大蒜种植户和养殖户的认可。

三、秸秆利用

作物秸秆除了作为饲料利用，还可以进行秸秆还田，秸秆还田技术主要有以下优点，它能提高土壤有机物含量，为作物生长提供营养，改善土壤理化性质，

增加土壤生物多样性，增加作物产量，同时增加土壤碳库，是全球碳循环的重要途径。

云南是一个多山区的省份，地形地貌复杂多样，根据不同的地理及相关条件，我们开展了多样化的、符合当地实际和农民需求的还田技术进行示范、推广。主要分为直接还田和间接还田技术。

在一些山区及小田块区域，以人工、微型及小型机械为主的区域，无法直接利用大型多功能联合收割还田机直接还田，我们应用留高茬直接还田技术通过水泡田、翻耕、免耕等技术将田间秸秆直接还田，在一些连片平整地块，机械操作便利的地区，通过秸秆粉碎，翻入土地，或联合收割机直接翻入地下的方式直接还田。直接还田需要增加秸秆腐熟剂以加快秸秆腐熟，同时按 1% 的比例加入碳酸氢铵以调节秸秆的碳氮比。

将秸秆进行堆沤还田是利用夏季高温和微生物，将秸秆进行厌氧发酵，快速腐熟为有机肥，堆沤技术需要在有一定水利条件的地区，需要添加各 1% 比例的秸秆腐熟剂、碳酸氢铵、过磷酸钙，也可添加一些人畜粪尿。其优势是发酵时间短，可减少病虫害积累、传播。

在一些养殖户中，秸秆通过过腹还田的方式，结合堆沤技术将秸秆转化为有机肥。此方法肥效较高，农户的接受度较高。在一些有条件的地区，将秸秆作为原料进行沼气发酵，产生的沼气可作为家庭能源使用，沼液和沼渣则用作肥料还田。此技术要求较高，需要建设沼气池，后期维护技术要求较高。

蚯蚓养殖技术的要求较其他秸秆利用方式更高，风险更大，但收益也更高，选用赤子爱胜蚓这一品种，将打碎的秸秆或者动物粪便初步加工成基料，在养殖场制作养殖床或者田间设置养殖沟，养殖过程需要对水分、基料、养殖床进行管理，最后进行采收。养殖产品包括成蚓、蚓茧、蚓粪，这些产品可以作为钓鱼饵料，也可以进一步加工成中药材，高级有机肥等。

秸秆的另一种利用方式就是制作工艺，将秸秆经过初加工做成绳状材料，再经过艺术加工做成工艺品。这些工艺品不仅美观，也非常实用。将一些农村妇女和一些青年带到一些秸秆编织的企业、合作社学习，并将秸秆编织的非遗传承人带到项目地，给当地村民进行手工编织培训，通过一段时间的学习和实践，当地村民成立了草编合作社，合作社吸纳周边留守妇女、贫困户、残疾人等加入。经过几年的发展，合作社不仅能够生产常规产品，还将它们民族文化加入其中，制作出了更多更加丰富的产品，他们的产品销往多个外地省份，年销售额已然超过百万元。

思力中心多年实践能够说明，秸秆作为一种资源，秸秆利用已经越来越受到重视，合理利用秸秆资源不仅能够解决环境、健康等问题，同时还可以为农民增产、增收。同时，我们对多种技术的归纳总结和在云南各地的推广实践也表明了，秸秆在不同地区可以有多元化的利用，需要因地制宜，因时制宜，因人制宜。这样才能让更多的农民和技术人员参与其中，最终让他们受益。

应对气候变化的农业智慧化解决方案

强攀

云南联通智慧农业行业



说到智慧农业，大家会觉得这是好大的概念。智慧农业到底做什么？联通怎么和农业有关系呢？联通属于通信和 IT 行业，是通过网络信息化的一些手段，给农业产业赋能和一些数字化支持。

智慧农业其实就是一个工具和手段，通过这个工具和手段去做一些助力农业生产过程的事情。比如，在全省有部署小型气象站，几乎 16 个州市都有部署，可能会在牛圈里、养鸡场、果园里、水稻田里部署。除了监测气象，对农业生产来说会做很多，更关注的是产业上的效率提升，帮助农场减少投入，比如说减少水肥药的投入，或者是人工的投入。

现在，在广大农村地区，有一个问题是劳动力的缺失，所以也会通过监测数据做智能环控。比如，原来要人去打开大棚通风，拿着水管浇水施肥，现在都可以在手机上远程操作实现自动化。当然不是说马上就能自动了，前期在基地做一些信息化的改造之后，就可以变得智能一些。而且现在是 5G 时代，经常也会用一些 5G 的应用去做。比如在牛场做局域网络之后，有了 5G 的网络布局，把牛场的各种信息收集出来整理，实现远程指导，指导是把云南农大、云南省农科院等农业专家老师的智慧变成数字化的东西，最后再指导基地，指导农场，指导广大的农民应用起来。

联通和云南农垦在大理湾桥镇古生村和向阳溪村做了 5G 水稻种植，这个项目叫做“我在洱海有块田”。通过气象站、土壤、水情、虫情、长势的监测，把水稻的种植过程中的各项的信息都收集到平台后，在电脑端和手机端的农垦的工

作人员和农科院粮作所的专家可以看。这个项目还有一个很有意思的模式，面向消费者做认养洱海边的一块田。消费者可以看到认养的这块水稻田上的一些气象、土壤、虫情、水情等状况。

一、通过联通网络 and 平台采集后展示给消费者、科研人员及工作人员

第一，做认养处理。把 1000 亩地分成 0.2 亩大小，每个人最低可以认养 0.2 亩，这是相对庞大的一个数字，用海量的计算去做快速的、精准的认养处理。

第二，我们和农科院老师在做什么？比如，做育种筛选时，原先可能需要一年种完以后进行信息收集、分析，然后下一年再做。现在，把原来的很多数据都进行了数字化，在后台做分析，记录下来。这样有助于加快育种，快速地做筛选。最典型的是环境的数据和表型的数据，可以通过设备记录下来，最后再和各位老师农事操作过程的数据匹配，加速育种模型的建立。

对于农垦来说，用这个平台可以做全方位感知，做一体化的管控，甚至还可以做一些综合性的预判等。有数据支撑，就可以预判今年水稻大概的产量收成是多少。还可以做产品的溯源，把产地的经纬度，包括从播种到收割，再到加工，最后形成大米产品的全过程记录下来，最后生成一个二维码，让消费者扫一扫就可以看到水稻的这一切。

在这个过程中，还可以形成数字化的种植模型。这个模型就可以总结出来，到底要怎样标准化农事管理，在什么样的环境中，水稻的产量会更高，品质会更好。可以在这 1000 亩地上形成这样的数字化模型。农垦在洱海流域有 10 万亩的土地，还要指导周围的农户做这种高标准的水稻的生产，这个模型就可以指导和同步在什么时候怎么操作，用多少水、多少肥可以种出更高产量、更高品质的水稻。

还有很重要的是为了农业减排。现在云南的干旱状况越来越严重了，走访了很多地方，包括金沙江干热河谷的柑橘种植户、葡萄种植户等都说缺水，景谷的永平镇种蔬菜的农户也说水有点麻烦，都在面临这个严峻的问题。还有原来大量的农民凭经验在种植的过程中大量地洒农药、化肥，导致土地板结，病虫害依然有，甚至有时会很严重，整个生态也会受影响。希望通过这样精准地采集、精准地指导种植，减少农业的用水、用肥、用药，除了生态上的考虑，对于农垦集团这样的公司来说，农资的投入成本也会降低。再加上数字化模型上产量更高，品质更好，收益就增加，对产业发展来说数字化也更有益。

二、智慧化灌溉系统

水的来源是雨水、地下水、地表水和自来水等，也就是说有些是抽水，有些是小水池、大水池或是水库的水。直接抽过来后进入过滤系统处理。首先处理砂石、叠片，再经过反渗透过滤系统改变水质。过滤后的水回到智能水肥机去配水、配肥。可以根据作物品种和它不同的生长期对水肥药的需求有针对性地配比。完成之后通过电磁阀等方式可以远程操作，可以节省很多人工。很多地方还可以做到种植完以后对尾水进行后处理又回到设备里面去，用紫外线消杀、回水循环利用系统，都是灌溉系统里的。

以上这一切是根据监测系统来的。水肥一体化就是通过监测气象、土壤和水情，结合作物的生长参数或者模型，结合基质参数、气象参数、管理参数来配比水肥，这就是水肥一体化的原理。

除了在大理和农垦集团的合作，我们也有在通海赋能蔬菜的种植，通海的一县一业就是蔬菜产业。在通海县做了三个种菜基地，相对大一点的基地是给它做了自动化水肥一体，温室环境控制、虫情、AI 视觉等等。也是通过监测，使得农场做到精准用水、用肥，并节省人工。在这基础上，产量、品质也相对来说会比较稳定。另外，在过程中还形成了很多蔬菜的种植模型，农业局希望把这些模型推广到通海县更多的蔬菜基地去，同时还可以对通海杞麓湖的面源污染的治理有一些益处。

在晋宁做了花卉温室的智能管控，也是用上述原理采集花卉的各种信息。把这些设备装在花卉大棚，信息采集回来之后，根据长势去做温度控制，比如什么时候浇水，什么时候施肥，什么时候打开通风，什么时候去加湿等。晋宁的花卉产业非常蓬勃，大量地种植玫瑰花，而这项技术可以帮助他们更精准地种植，甚至可以精准做到在过节前一周到 3 天让大量鲜花上市，这也是玫瑰花价格最好的时候。联通的平台是自研软件系统，并集成国产的设备，对比荷兰或者以色列的进口的设备，成本可以大幅下降，最高能节省 50% 成本。国产设备的稳定性和适用性也逐渐接近进口设备设施。尽管还有一些弱势，但毕竟别人走在我们前面几十年，目前国产化是可以应用得很好了。

除此以外，还在怒江做咖啡产业的智慧化，包括水肥一体化的系统。怒江是全省继普洱、保山、德宏、临沧之外第五大咖啡产区，而云南咖啡种植面积占到全国的 98%。我们从怒江的粒述庄园的咖啡做起，庄园地形的高差特别大，于是根据地形详细地设计，让水肥能从最高处流到最低处，并通过减压阀的控制，让上下水压都差不多，使得灌溉的时候能比较均匀且精准地操作。还做了生产环境的监测系统，和精品咖啡的农事管理系统，农事管理系统的目的是让种植过程变得更加标准化，再加上劳务用工系统让他们能快速找到周围的工人，并给工人快速地结算工资。另外，还做了精品咖啡的溯源体系，和普通的咖啡对比，卖得不便宜，其实是因为他做精品咖啡。精品咖啡凭什么贵？我们通过溯源体系，让消费者扫一扫二维码就能看到这是在最好的高标准的生产环境中种出来的咖啡豆，咖啡本身也确实非常醇香，它值得这个价值，也应该卖出更好的价格，消费者也信得过。

以上列举的几个案例是最终可以实现的。

除此以外，还涉及养殖产业，也是类似的，通过农业生产过程中的监测监控，收集数据，然后再利用数据做一些自动化的控制，最终形成模型指导农民，快速地扩大标准化的种植或者养殖的规模。当他们将农产品推向市场的时候，溯源体系数据作为依据来支撑产品的高价值。

从 16 年开始涉足智慧农业行业，到现在来看，有一些经验和教训，也有一些困扰。农业的道路是曲折、艰难的，但是在做进去之后都不太愿意出来，会很有情怀，因为农业这件事情非常有意义，通过农业数字化系统实现精准减排，对社会和生态就更有意义。

生物炭与农业可持续发展

蔡志远

云南炭基环境科技有限公司



一、背景

当前，我国面临着诸多与农业生产相关的问题和挑战。首先，土壤污染状况日益堪忧，给农业生产和生态环境带来了严重威胁。其次，秸秆资源化利用困难重重，如何合理有效地利用秸秆资源，避免其焚烧造成的环境污染，是当前亟待解决的问题。

2015年10月19日，中央电视台《新闻1+1》栏目播放了题为“秸秆焚烧：禁了十六年，依然在烧！”的节目，反映了我国秸秆禁烧工作的难度和面临的问题。这一现象也突显了我国在农业生产措施和环境安全方面面临的挑战。

此外，水环境治理同样面临着严峻的挑战。随着农业生产的快速发展，化肥、农药等农用化学品的不合理使用，导致水体污染问题日益突出。为了解决这一问题，合理施肥成为农业生产中的重要环节。然而，肥料在农业生产中的使用也面临着尴尬的境地。如何在保障农业生产的同时，确保环境安全，是我们需要深入思考的问题。

因此，在当前的背景下，我们需要采取有效的措施来应对土壤污染、秸秆资源化利用、水环境治理以及合理施肥等方面的问题。通过科学合理的农业生产措施和环境管理手段，推动农业可持续发展，保护生态环境，实现农业生产和环境的和谐共生。

二、解决问题的钥匙——生物炭

生物炭，究竟是什么呢？

简单来说，生物炭是以农林业废弃物等生物质为原料，在绝氧或有限氧气供应条件下，经过亚高温（400 至 700℃）热解得到的稳定性富体产物。在这个过程中，还会生成一些副产物，如生物质燃气、木醋液和木焦油。

那么，生物炭又是如何解决问题的呢？这主要得益于其独特的物理和化学性质。首先，生物炭的孔隙结构和比表面积使其具有较高的吸附能力，能够有效地吸附和固定土壤中的各类污染物，从而提高土壤质量。其次，生物炭还具有较高的化学稳定性，使得它可以作为一种长期的碳储存形式，有助于减缓温室效应。

然而，生物炭的应用并非没有挑战。尽管其原料——农林业废弃物——是可再生的，但如何有效地收集、运输和处理这些废弃物，以及如何合理地利用生物炭的副产物，都是我们在实际应用中需要解决的问题。

总的来说，生物炭作为一种新型的环保材料，具有巨大的应用潜力和广阔的发展前景。只要能够克服相关的技术和管理问题，合理利用生物炭，就有可能为我们的环境问题找到一个有效的解决方案。

三、生物炭在土壤中的重要作用

1) 降低土壤容重：生物炭可以增加土壤的孔隙度，从而降低土壤容重，改善土壤的物理性质。

2) 吸附固持养分：生物炭具有很高的比表面积和孔隙度，可以有效地吸附和固定土壤中的养分，提高土壤的保水保肥能力。

3) 提高水分供给能力：生物炭能够稳定土壤中的水分，减缓水分的流失，从而提高土壤的水分供给能力。

4) 构建微生物“庇护所”：生物炭为土壤微生物提供了生存的场所和碳源，有利于微生物的繁殖和活动。

5) 调整土壤 pH：生物炭可以调节土壤的 pH 值，提高土壤的酸碱缓冲能力。

6) 提高碳封存能力：通过增加有机碳的含量，生物炭可以增强土壤的碳封存能力，减缓温室气体的排放。

7) 减排农田 GHG：通过减少温室气体的排放，如甲烷和二氧化碳，生物炭有助于减少农田的温室气体排放。

8) 钝化重金属：生物炭可以吸附和固定土壤中的重金属离子，降低其对环境 and 人体的危害。

9) 促进有机污染物降解：生物炭可以作为微生物降解有机污染物的介质，促进污染物的分解和转化。

这些作用说明了生物炭在改善土壤质量、提高农业生产效率、减少环境污染等方面的重要价值。

四、生物炭肥料化还田技术体系

生物炭是一种由农林业废弃物等生物质经过热裂解制得的稳定固体产物。将其肥料化还田，能够发挥其在改善土壤质量、提高农产品品质、防控农田面源污染、改良设施盐渍化土壤以及耕地安全利用等方面的作用。

1. 生物炭还田技术应用——提升农产品品质

生物炭还田技术对农作物的生长和品质具有积极的影响。例如，在白菜等作物的种植中，通过施用生物炭，可以改善土壤结构，提高土壤的保水保肥能力，进而提高农产品的品质。

2. 生物炭还田技术应用——防控农田面源污染

在农田面源污染的防控方面，生物炭也发挥着重要的作用。通过施用生物炭，可以降低土壤中的氮素流失，减少淋溶水中的硝态氮浓度，降低土壤硝态氮残留，从而有效地防控农田面源污染。

3. 生物炭还田技术应用——改良设施盐渍化土壤

对于设施盐渍化土壤的改良，生物炭也是一种有效的手段。通过施用生物炭，可以改善土壤结构，提高土壤的通透性，降低土壤的盐分含量，从而有效地改良设施盐渍化土壤。

4. 生物炭还田技术应用——耕地安全利用

在耕地安全利用方面，生物炭也发挥着重要的作用。通过施用生物炭，可以改善土壤环境，提高土壤质量，降低农药和化肥的使用量，从而保障耕地的安全利用。

例如，云南农业大学李元教授团队在云南省怒江州兰坪铅锌矿区，针对农田镉铅污染问题，应用生物炭开展钝化修复的示范工程。在这个示范工程中发现生物炭（以 1.0% 的施用量）能够显著降低土壤中镉和铅的有效性，从而减少玉米植株和籽粒中的镉和铅含量，使其达到饲料卫生标准。此外，生物炭还能提高农田万寿菊的生物量，增加万寿菊鲜花的产量和叶黄素含量，同时降低鲜花中的镉和铅含量。

同时，他们还在云南省德宏州梁河县的酸性矿山废水污染农田中，针对农田土壤严重酸化与 Cd/As 污染问题，应用生物炭开展土壤改良与安全利用。在这个项目中，他们发现生物炭（以 2.0% 的施用量）能够显著提高土壤的 pH 值，增加土壤速效养分含量，改良土壤的理化与生物学性质。这种改良效果显著改善了玉米、牧草、甘蔗等作物的营养状况，提高了它们的生物量和产量。

这些研究结果表明，生物炭在农田土壤修复和改良方面具有显著的效果。通过应用生物炭，可以降低土壤中的重金属有效性，提高土壤 pH 值和速效养分含

量，改善作物的营养状况和产量。因此，生物炭在农田无公害生产中具有广阔的应用前景。

总之，生物炭肥料化还田技术体系在提升农产品品质、防控农田面源污染、改良设施盐渍化土壤以及耕地安全利用等方面具有重要的作用。随着人们对环境保护和可持续发展的重视程度不断提高，生物炭的应用前景将更加广阔。

五、生物炭技术成果丰硕

1) “秸秆炭基肥利用增效技术”入选 2020 年农业部十大引领性技术，这充分证明了生物炭技术在农业生产中的重要地位和影响力。

2) “秸秆炭化还田固碳减排技术”入选 2021 年农业农村部重大引领性技术，进一步彰显了生物炭技术在环保和气候变化领域的重要作用。

3) 生物炭还田技术已被纳入生态环境部、国家发改委、财政部印发《湖泊生态环境保护系列指南之农田面源污染防治技术指南（试行）》（环办〔2014〕111 号附件 6）中推荐的土壤改良技术。这一技术的生物炭用量为耕层 20cm 土壤的 0.5%（约为 0.75 吨/亩），能有效降低 15% 的铵态氮流失，显示出其在农业面源污染防治方面的积极作用。

4) 《IPCC 2006 年国家温室气体清单指南（2019 修订版）》新增了生物质炭添加到草地和农田矿质土壤有机碳储量年变化量的核算方法，这有利于推动我国生物炭还田利用及在固碳减排中发挥的积极作用，为应对全球气候变化贡献了中国智慧。

5) 《全国农业可持续发展规划（2015-2030 年）》列示“生物炭改良土壤”，这进一步证明了生物炭技术在农业可持续发展中的重要地位和作用。

综上，生物炭技术成果丰硕，其在农业生产、环保、气候变化和农业可持续发展等领域都发挥着重要作用。随着技术的不断进步和应用范围的扩大，有理由相信，生物炭技术将在未来发挥更加重要的作用。

六、生物炭应用技术获得多项成果

云南省烟草公司、中国绿色烟叶发展研究会等组织了云南省 7 个主要产烟区的主要领导参观了禄劝县的“生物质炭-气-肥联产与烟叶绿色烘烤示范工程”，陈温福院士、朱有勇院士亲临指导，这充分体现了生物炭技术在农业生产中的重要地位和影响力。

此外，中国工程院还召开了生物炭产业化与作物健康栽培前沿技术科技论坛，进一步推动了生物炭技术在农业领域的应用和发展。

2021 年 9 月 23 日，在澄江组织召开了农业农村部秸秆炭基肥利用增效技术现场会，进一步推广了生物炭技术在农业生产中的应用。

2020 年 8 月 4 日-5 日，中国科学院、工程院 8 位院士调研了生物炭技术应用，充分肯定了生物炭技术在农业可持续发展中的重要作用。

生物碳肥料化利用技术在高原特色作物上的利用推广应用也取得了显著成果，为高原特色农作物的种植提供了有效的技术支撑。

七、生物炭产业化前景

生物炭产业化应用是种植业实现碳达峰、碳中和，促进农业可持续发展的必然选择。随着全球对气候变化和环境保护的日益关注，生物炭作为一种具有广泛应用价值的环保材料，其产业化前景备受瞩目。

1. 生物炭产业发展的前景

生物炭产业发展的前景非常广阔。首先，随着国家对绿色、低碳、循环发展的重视，生物炭产业作为推动农业可持续发展的重要手段，将得到更多的政策支持和资金投入。其次，随着农业生产对环境友好型技术的需求增加，生物炭作为一种环保、高效的土壤改良剂，将在农业生产中得到广泛应用。此外，随着生物炭技术的不断进步和应用范围的扩大，其产业化前景也将更加广阔。

2. 发展生物炭产业是国家的战略需求

发展生物炭产业是国家的战略需求。随着全球能源结构的转变和环保意识的提高，生物质能源将成为未来能源的重要组成部分。而生物炭作为生物质能源的重要原料，其产业发展对于推动国家能源转型、实现碳达峰、碳中和具有重要意义。同时，生物炭产业的发展也将带动相关产业的发展，促进经济结构的优化和升级。

总之，生物炭产业化前景广阔，发展生物炭产业是国家的战略需求。随着技术的不断进步和应用范围的扩大，有理由相信，生物炭将在未来发挥更加重要的作用，为人类创造更加美好的生活环境。

八、生物炭作物健康栽培技术助力农业环境保护与可持续发展

生物炭作物健康栽培技术是一种利用生物炭作为土壤改良剂和营养补充剂的技术，旨在提高作物的抗逆性和产量，同时减少化肥和农药的使用，从而保护农业生态环境和促进农业可持续发展。以下是生物炭作物健康栽培技术如何助力农业环境保护与可持续发展的几个方面：

1. 建立市场化的服务体系

通过建立市场化的服务体系，推广生物炭作物健康栽培技术，可以为农民提供全方位的服务，包括技术咨询、产品供应、售后服务等。这将有助于提高农民对生物炭的认识和应用水平，促进生物炭在农业生产中的广泛应用。

2. 建立制度化的准入机制

为了确保生物炭产品的质量和安全性，需要建立制度化的准入机制。通过制定相关标准和规范，对生物炭产品的生产、销售和使用进行监管，确保产品的质量和安全性能符合要求。这将有助于保护农民的利益和消费者的健康。

3. 建立合理的补偿机制

在推广生物炭作物健康栽培技术的过程中，需要建立合理的补偿机制，对农民进行一定的经济补偿。这将有助于提高农民积极性和参与度，促进生物炭在农业生产中的广泛应用。

4. 争取项目支持

为了推动生物炭作物健康栽培技术的研发和应用，需要积极争取各级政府和相关机构的项目支持。通过项目支持，可以获得更多的资金和技术支持，推动生物炭技术的不断进步和应用范围的扩大。

总之，生物炭作物健康栽培技术是一种具有广泛应用价值的环保技术，对于保护农业生态环境和促进农业可持续发展具有重要意义。通过建立市场化的服务体系、制度化的准入机制、合理的补偿机制和争取项目支持等措施，可以推动生物炭技术在农业生产中的广泛应用，为农业环境保护和可持续发展做出更大的贡献。

地膜回收体系与可降解地膜的研发

唐艳琼

云南曲靖塑料（集团）有限公司



主要分享公司在治理农田残膜污染，农膜循环回收利用，采用生物战略促进农业和农膜的可持续化发展方面所做的努力和实践经验。

一、曲塑集团公司介绍

云南曲靖塑料（集团）有限公司始建于1974年，是国内历史最久、规模最大的农用薄膜生产企业之一，也是中国规模最大的农膜循环回收造粒企业。中国轻工业塑料行业（农用薄膜）十强企业，先后获得国家级高新技术企业、国家级绿色设计产品，省级绿色工厂等多项荣誉，同时拥有多项国家发明专利，47年取得了国家级发明专利四十余项。

公司在2010年就开始探索如何在生产农膜的基础对绿色生态农业做出贡献，因此联合了很多业内专家及院校来共同探索全生物降解覆膜技术在有机种植中的应用，后期开始开展农业用品的回收业务，2015年已经完全构建好自己的一个完整的农膜循环回收的体系。共建立了4个生产厂区，总面积200余亩，年生产能力6万多吨，

1. 为农业与农膜的上下游产业提供可持续化的解决方案

公司一直以来以农户受益为基本诉求，以市场为导向将农膜的生产销售和回收利用结合起来，从农膜的设计开始，建立起农膜生产、销售、残膜定向回收、再生造粒以及升值应用，并配合在专有特殊领域采取全生物可堆肥地膜，从而形成整个完整的业务板块。

2. 经过多年的不断探索，建成了两个互为补充的绿色农业可持续发展循环

1) 以全生物降解可堆肥地膜及覆膜技术应用于需要高价值、增产收的领域，形成农膜的生物循环系统。

2) 农膜与循环回收配合建立 PAR 循环模式，服务于需要提供高强度、高性价比的领域，形成农膜应用的工业循环系统。

二、工业循环：PAR 农膜循环再生

1. 再生方向和关键环节

1) 原料方面：采用来源单一的再生树脂，生产农户需求高，长寿命的产品，有利后期的回收再利用。

2) 专注农用薄膜，既生产销售又回收造粒，更便于产品双易设计；采用专利设计，设置统一且单一的颜色

3) 跨产业链合作，强化 PAR 再生料的双稳定特性，提供在消费市场升值应用的空间；结合下游生产商对传统产品的基本特性需求，配合调整生产不仅有利于农户，也有助于提高再生料的稳定性。

4) 消费市场拉动，提高农户回收积极性；与经销商、渠道商、合作社等合作，销售产品的同时建立定向回收点，利于后期统一回收和加工处理。

5) LCA 评估与可追溯性成为现实；整个处理过程零排放、全生物、可追溯。

2. 成果

1) 最早投身参与中国农膜产业发展的企业之一，从 2010 年到现在的的话，参与治理污染，在农膜污染和面源污染治理耕耘十余年；

2) 建成两个万吨级农地膜回收处理加工厂；

3) 回收 7 万余吨农地膜，今年预计可达 8 万吨或以上；

4) 持续六年每年净化 150 万亩土地；

三、生物循环：全生物降解可堆肥地膜

1. 全生物降解的基本原理

1) 聚合物被环境微生物水解成小分子（碎片化）

2) 微生物分泌胞外酶对聚合物小分子进行侵蚀，并将其转化为代谢产物，包括生物质、水和二氧化碳。

除了关键原料聚合物外，微生物环境是关键，农田是天然的微生物环境，生物降解地膜是在自然环境（农田环境）中通过微生物的作用而引起降解的塑料薄膜。

2. “科地”全生物可堆肥降解地膜

1) 以全生物降解材料为原料的超薄全生物可堆肥地膜。该地膜覆盖一段时间后，会完全被细菌、微生物消化，实现无残留的自行降解，同时堆肥成有机质供养作物。全生物可堆肥地膜，有效实现作物的增效增产、有机种植，并降低甲烷排放，不用捡拾，省工省时又环保，对土壤无毒无害。

2) 2019 年被评选为 “国家级绿色设计产品” (1000*0.008mm 黑色全生物降解薄膜)，该薄膜由 “全国农膜定点生产企业” “中国农膜行业十强单位” “中国塑料加工协会农膜专业委员会常委单位” 曲塑集团加工生产；

3) 可应用于水稻、土豆、大蒜、玉米等经济作物的有机种植。

4) 与巴斯夫及农院校合作，将全生物降解地膜成功应用于水稻种植。

5) 帮助农户机械化种植服务，实现作物的增效增产、有机种植，并且降低甲烷排放。

气候变化与乡村自然教育探索

全海燕

云南在地自然教育中心



主讲人是在地自然的发起人，同时也热衷于用绘画的方式记录大自然。一直尝试对身边的自然环境进行深入的实地观察，包括村庄的鸟类观察，以及更广泛的乡村自然环境观察。在这个观察与记录的过程中，带着成人的视角做身边的自然观察，需要尝试让儿童也参与到这个过程中来。儿童对于社区和自然的观察视角往往独特且富有洞察力，希望能够从他们眼中的社区中获取新的视角和启示。

关于乡村自然教育，已经开始进行一些尝试，但经验还不够丰富。接下来，先澄清一下自然教育的概念。在 2012 年开始在云南做自然教育时，采用了自然教育这个词汇，这是一个回应市场需求的词汇。十多年过去了，在很多领域，一些做户外拓展的公司和机构纷纷命名为自己是一个自然教育的机构，但他们可能不一定了解这一拨比较早的人开始做自然教育的初衷是什么。

初衷是为了让孩子更接近自然，更深入地了解自然，更真实地感受自然。希望他们能够在自然的怀抱中成长，学会欣赏自然的美，学会尊重自然，学会保护自然。希望他们能够通过自然教育，培养出对自然的热爱和敬畏之心，从而成为保护地球家园的一分子。

希望自然教育不仅仅是一种教育方式，更是一种生活态度和价值观念。希望通过自然教育，让人们更加关注环境问题，更加注重生态保护，更加珍惜自然资源。希望通过自然教育，让人们更加了解自己与自然的紧密关系，从而更好地保护我们的家园。

在接下来的工作中，将继续秉持这个初衷，不断探索和实践自然教育的方式和方法。将注重儿童的参与和体验，让他们在实践中学习和成长。将注重与当地人文历史的结合，让自然教育更加贴近当地的生活和文化。将注重与社区的合作和交流，让更多的人参与到自然教育中来。

一、传统的环境教育&理想的环境教育

在 2012 年开始探索自然教育时，初衷是进行环境教育。然而，希望实现的是一种自给自足的可持续发展状态，即不依赖基金会的资金，而是能够自我造血，自主运营。在国内的环境教育领域，很难通过提供环境教育服务来收费，进行可持续发展。

因此，在 2012 年讨论时，决定使用自然教育的概念，从个人和孩子的需求出发，再去关注环境问题。经过 12 年的实践和探索，所种下的“因”已经结出了“果”。当时希望通过自然教育市场化将环境保护的理解带入千家万户，但现在发现随着时间的推移，反而进入到被市场化所左右的境况，这是需要自然教育从业者时刻保持着自察和觉知。

在这个过程中，需要重新审视自然教育的定义。自然教育不仅仅是一种教育方式，更是一种对自然的尊重和保护的态度。它不仅仅是让孩子接触自然、认识自然，更是培养孩子对自然的敬畏之心，让他们关心身边的环境，寻找到与自然、他人、自我的共处之道。

在市场化的过程中，需要保持对自然教育的初心和使命，不被市场的短期利益所左右。所以，需要重新审视自然教育的定义和目标，保持对自然的敬畏之心，只有这样，才能真正实现自然教育的初衷和使命，为地球家园的保护和可持续发展做出更大的贡献。

在 2005 年，一位加拿大的女性学者在研究环境教育时，提出了环境教育的 15 个潮流。将这些潮流汇聚成一朵云，以便让大家更好地理解自然教育与环境教育的关系——自然教育是环境教育的实践潮流之一。这 15 个潮流涵盖了多个方向，包括基于自然主义的、基于人文生态的、基于科学探究的、基于生态保育的，以及结合女性主义的。每个潮流都代表了不同人在看待环境议题时的不同立场和视角。这些立场和视角是立体的、多层次的，因为每个人所处的情境不同，所以秉持的立场也不一样，视角也不同。

深入观察这 15 个潮流会发现，所做自然教育是更为倾向于自然主义和资源主义，以及整合思维和生态视角。这意味着推动自然人文生态的发展方向会有所不同，整个发展路径也会有所不同。

目前在某些方向上有所认同，并进行了设计，但尚未完全发展出来。然而，这 15 个潮流提供了一个全面的框架，让我们能够更加深入地了解 and 探索环境教育的各个方面。

当然，从这样的角度来看，自然教育目前还处于一个起步阶段，尚未达到百花齐放的局面。然而，这并不妨碍我们对于自然教育的热情和追求。

二、气候/环境变迁下协助儿童重建身边的“附近”

对于乡村而言，在这个过程中需要关注时间和空间的关联性和连续性。因为乡村是一个具有时间性的空间，是连续变化过程的人文地理空间的显现。因此，关注气候变化时，也需要意识到气候变化也是一个连续变化的过程。

在这个过程中，需要带领家庭去洞察这些内容。实际上也在做科普工作，将科学研究的内容转化为生活中的通俗语言，让更多的家庭能够理解并参与进来。只有这样，整个社会的观念才能达到一个水平，由此更大的变革才有可能发生。

这是做自然教育的职责，希望往这个方向去做一些推动。通过这些努力，我们可以让大家更多地了解环境教育与自然教育不是相互独立存在的概念，而是在一个连续发展变化的过程中的一部分。它有不同的侧重点，我们需要朝着这个目标来进行推动。

在这个过程中，气候变化实际上是环境变迁的一部分，因此更喜欢使用“变迁”这个概念，因为它具有系统性的思维。

在环境的变迁过程中发现，社区也在面临非常多的变化。大的环境变化会影响到微观系统，例如家庭，尤其是乡村的儿童。他们生活在不断变化的家庭中，对身边附近的了解相对较少。

过去在 10 多年前做自然教育的时候，认为乡村的儿童不需要自然教育，因为他们天生就生活在自然中，与父母在一起共同劳作，亲近自然。但在 2018 年，开始真正重新走向乡村，尝试自然教育与乡村发展的工作结合时，情况发生了变化。

因为互联网的普及以及大量父母外出打工。在过去，可能有一些打工的情况，但在云南农村地区还没有那么普遍。然而，在 2018 年再次进入乡村时，情况发生了变化。孩子们不出门了，而是在家里刷短视频等社交媒体。

这些变化让我们意识到乡村自然教育的重要性。需要帮助孩子们重新建立与自然以及身边环境的关系，让他们了解自然的变化和身边环境的重要性。同时，也需要关注他们的心理健康和生活质量，确保他们能够在健康的环境中成长。因此开始尝试在乡村开展自然教育活动，与当地的社区和家庭合作，让更多的孩子能够参与到自然保护和环境教育中来。

在 2011 年，第一篇自然笔记是关于我和孩子们的。当时去了红河州石屏县，跟着当地的孩子们一起去自然里面玩。最后，我们拿出本子，一起做了自然笔记。这个场景一直铭记在我的脑海中。

然而，2018 年到一个村子时，当地的老人家说现在孩子没礼貌，跟孩子们说话，孩子们不做任何回应。在我们跟小朋友做了社区戏剧活动，相互熟悉之后，跟他们聊天，他们反馈说是因为听不懂村子里面奶奶讲的话，所以不理她。从这个例子中可以发现代际之间隔阂在增加，整个社会在变迁，乡村环境在变迁，语言环境也在变化，在这种情况下，儿童与他们的处境是分割的。这种分割的状态下跟他们谈气候变化、环境问题，他们很难理解或关心。

因此，需要更加关注乡村儿童与自然的联系，以及他们所处的社会环境和文化背景。需要以更加系统、全面和深入的方式去开展自然教育，帮助孩子们建立与自然的联系，提高他们对环境问题的认识和关心。同时，也需要关注乡村社会的变迁和儿童的发展需求，确保自然教育能够真正满足他们的需要，为他们的未来发展奠定良好的基础。

因此，在这个情况下，需要与他们一起重新认识他们的家乡，并重建他们对身边 500 米的认知。这是进行乡村自然教育时的一个重要连接点，也是重新认识他们自己的家乡的重要步骤。

实际上，再次观察任何一个地理空间时，它都是一个时间与空间的组合。在认识他们的家乡之后，接下来很重要的一点是运用应用戏剧中的一个概念——预演。预演他们生活的建构，意味着他们在他们的家乡认识到他们的身边附近有哪些东西，除了他们的社区、家人、亲戚朋友和社区里的同伴，还有生活在社区里的其他生命。

当他们认识了这些之后，他们在很小的时候就开始建立人与人和自然之间的连接感。这样，无论他们未来身处何地，他们都能够快速地建立他们的社群。

三、建立家乡的空间感——自然与人文

社区既包括人的社区，也包括土地社区。孩子们能够快速找到他们所在的社区的生态位，这就是关于生活的预演，对每一个孩子来说都是非常重要的。这是我们整个乡村自然教育的背景。

观察一个村子时，会尝试从多个角度去理解，这也是未来要和乡村的孩子探讨的——带着什么样的视角，重新解读身边的村庄。

首先，需要建立家乡的空间感。例如，如果用城市化的语言来描述，森林可以理解为一个四层的高楼。树冠层上方由鸟类树冠构成，很多生物生活在树冠层，而往中间的灌木层则有很多哺乳类动物出现。再往下走，土壤底下也有生命存在。

因此，在建立乡村空间感的同时，还要看到每一个层面的空间都有生命的存在，包括土壤。通过这样的方式，可以帮助孩子们重新认识他们的家乡，并重建他们对身边 500 米的认知。这是一个非常重要的连接点，可以帮助他们重新建立与自然的联系，提高对环境问题的认识和关心。

在这个过程中，不仅要建立乡村的空间感，还要看到每一个层面的空间都有生命的存在，包括土壤本身也有一个生命系统在里面运作。土壤的形成其实是生命运作过程的一个呈现，让孩子们在这个过程中建立他们的空间感，用身体去感知和建构。

接下来，农田有什么样的生态系统？我们会在很多村子的农田去做夜观，希望通过夜观能够有更多夜晚生物能被看到。但是很遗憾的是，因为农药化肥的使用，村子看不到多少两栖类。如果过量使用农药化肥，整个乡村的生物多样性就会受到威胁，寂静的夏天就会出现在我们身边。

因此，希望大家去做一些监测，让孩子真正体会到我们的村庄就是一个自然学习中心，可以随时从这里获取资源。有一句话说“学习窗外，万物皆教材”，希望通过乡村自然教育，让孩子们重新认识自己的家乡，重建他们对自然的理解和感知，让他们真正体会到人与自然之间的联系和互动。

当然，建立家乡的空间感还包括理解自然与人文的关系。

以墨江的一个村子为例，他们的祖先在这里生活，一代又一代垦殖，并建构了他们的文化。树形成的“岛”位于稻田中，这种岛就像是一个个稻田中的森林绿洲。此外，还有一些大树和其他特征明显的地标。这些区域都有它们的意义和作用，如竜林是他们生活的区域，中间是住宅区域，竜林有6月竜、5月竜、8月竜、4月竜等不同的类型，分布在住宅区域的周围。

这个过程中，形成了地理空间格局和心理文化空间的影响。这不仅仅是自然的空间布局，更是一种与人们生活紧密相关的文化景观。这些自然和人文的元素相互交织，形成了独特的家乡空间感，并通过竜林作为一条通道，展现人与自然的内涵。

在后续的调查过程中会不断收集更多的信息，进一步了解每个村庄的特色和内涵。每个村庄其实都是一个学习中心，蕴含着无尽的知识价值，等待着探索 and 发现。

四、二十四节气与物候调查，在细节中建立关联

自然笔记是一种非常有效的乡村自然教育工具，它不仅具有美学的价值，还能够进行科学性的记录。因此，鼓励当地的伙伴们掌握一些自然笔记的基本方法。

通过记录二十四节气，可以更好地了解太阳在不同位置时对生活的影响。虽然二十四节气并不完全适用于云南，但可以通过本土的叙述来建立自己的观察和记录方式。

通过自然笔记，可以记录太阳在不同位置时的天气、体感温度等细节，这些都可以帮助我们更好地了解身边世界的细微变化。这种记录方式不仅可以培养对自然环境的敏感度，还可以帮助我们建立对身边世界的细节洞察力。

有时候可能会先入为主地用头脑去思考，而忽略了身体的学习。但实际上，身体是最直接的感知者。通过自然笔记的记录，可以让身体去感知气候的变化，并把这些变化记录下来。随着时间的推移，能够清晰地看到身边环境的变化，从而了解到气候变迁对我们生活的影响。

对于一般家庭而言，气候变化的影响可能体现在一些细节上。通过自然笔记的记录，可以更好地观察和了解这些细节，从而更加深入地理解气候变化对我们生活的影响。

因此，自然笔记不仅是一种记录工具，更是一种教育方式。它可以帮助我们更好地了解身边的世界，提高我们的观察力和洞察力。

五、建立在地时间感

这个记录对于家庭来说非常重要，因为它需要足够的时间，这是自然笔记的一部分。设计这样的活动时，需要考虑建立一种时间感。

这个时间段有基于地质视角，即地球历史的视角；社区的视角的时间段，即社区的迁移、民族的迁徙过程；家庭变化的视角；还有个人的视角。所以会有不同的时间去做。通过培育社区自然导师，由在地社区自然导师召集儿童，参与社区调查，例如今年儿童与家庭参与 2023 年年初干旱调查行动。

通过这样的活动设计，可以更好地了解自然环境的变化和影响，同时也可以培养儿童的观察力和洞察力，让他们更好地了解自然和保护自然的重要性。同时，这样的活动也可以促进社区的凝聚力和参与度，让更多的人参与到保护自然环境的行动中来。

六、实践案例一儿童参与社区调查

不能只是自己做，因为时间有限，不能带太多的活动，所以就要培养导师去带，他们带的过程当中就会有更多实践的可能性。

今年滇中地区、昆明非常旱，山上死了不少树，于是监测动物怎么应对气候变化下的干旱。山间安放了两盆水，看红外相机拍到了什么样的小动物。

监测之后带着孩子一起策划沙龙活动与展览，以及做社区戏剧的方式展演出来，因为需要为孩子设定一定的目标感，提升儿童参与性。通过让他们参与到活动的设计和 implement 中来，他们可以更好地了解自然环境的变化和影响。此外，还可以通过展览和社区戏剧等方式来表现活动的成果和影响。

七、基于气候/环境变迁下的活动设计

村庄包含了自然和人文的部分，有古歌、道路、故事、历史，还有自然、人文，以及风土实物等，这些共同构成了社区的宝葫芦。在这个宝葫芦里可以抽取一些元素，但同时也要有科学性的逻辑。基于社区的观察和自然的观察，要看到背后存在的生态知识，包括寄生关系、附生关系以及依存关系等。还有能量流动和物质循环，这些背后都有科学思维的建构。

同时，还要结合社区的自然人文元素。为孩子设立一定的目标，然后共同完成它。具体的目标有很多种，比如共同完成一个社区的展览，或者是一场社区戏剧演出，参与社区的规划、设计等。这背后非常强调儿童的参与性，让儿童能够参与到社区的一些议题中。

通过这样的活动设计，可以更好地保护自然环境并促进可持续发展。同时，也让儿童和青少年能够更好地了解自然环境的变化和影响，培养他们的观察力和实践能力。

八、建立连接/共创可能性

这个活动设计正是基于原有的元素，结合经过考验的科学逻辑，推动孩子们进行项目式学习。最终目标是服务于社区，这其实也是一种社区服务型学习。

在这个过程中，希望建立不同类型的连接，包括人与人之间的连接、人与自然之间的连接。通过这些连接，可以共同创造一种可能性，让孩子们更好地了解自然环境，培养他们的观察力和实践能力，同时为社区服务，推动社区的可持续发展。

最后，希望我们的实践能够为更多的乡村和社区提供借鉴和参考。

合纵连横-农村社区应对气候变化行动网络

申顶芳

呈贡梦南舍可持续发展服务中心



一、引言

1. 梦南舍简介

梦南舍致力于推动社区可持续发展

- 1) 使命：发掘和培养社区内生力量，探索实现美好生活的道路和方法。
- 2) 愿景：人与自然共生，人与人互助的美好生活。
- 3) 核心业务：社区气候变化应对、社区生物多样性保护、乡村振兴（社区发展）（三大块：气候变化、乡村振兴、社区发展）。

2. 气候变化对农村社区的影响

社区经济	水资源	社区健康	基础设施	生态系统
- 气温升高、降水不规律和极端天气事件的增多可能导致农业生产受损。 - 降雨不足或洪涝可能影响作物生长，降低农产品产量和质量，进而影响经济。	- 可能导致降水模式变化进而影响农村社区的水资源供应。 - 干旱和水资源短缺可能对灌溉、家庭用水和牲畜饮水造成负面影响。	- 还可能引发新的疾病传播途径，增加疾病爆发的风险。 - 极端气候事件和气温升高可能对社区居民的身体健康产生直接和间接的影响。	- 极端天气事件如飓风、洪水和暴雨可能损坏农村社区的基础设施和住房。 - 海平面上升可能威胁到沿海社区的稳定性和居住环境。	- 可能破坏农村社区周围的生态系统，影响当地的生物多样性和生态平衡。 - 极端天气事件如飓风、台风和洪水可能引发土地侵蚀、滑坡和生态系统的退化。

3. 农村社区在应对气候变化中的主要挑战

气候不确定性	社区基础薄弱	社区信息匮乏	农业生产不适应	水资源短缺
- 气候变化导致的极端天气事件和气温不规律增加了农业生产的不确定性。 - 难以准确预测和适应气候变化带来的新的气象条件。	- 农村社区通常经济基础薄弱，社区居民对气候变化的适应能力相对较低。 - 社区缺乏应对极端天气事件的基础设施和资源。	- 一些农村社区可能由于地理位置偏远，难以获得关于气候变化适应和缓解的信息。 - 社区之间信息交流不畅通，难以共享最佳实践和经验。	- 传统农业实践可能无法适应气候变化的新条件，导致作物生产受到影响。 - 缺乏对新技术和可持续农业实践的认识和采用。	- 影响降水分布，可能导致水资源的不足和不规律供应。 - 产量和质量下降可能导致社区面临食品短缺和营养不良的风险。

二、合纵：农村社区和公益组织的联合行动

气候变化对村庄带来了巨大的挑战，需要采取一些有效的对策。然而，即使一个团队的能力再强，其能力也是有限的。因此，为了更好地应对气候变化，应该借助更多的力量，将大家整合起来。

为了实现这一目标，做了一些尝试，把社区更好地连接起来，让社区之间形成相应的网络，尽管社区原本就有网络。此外，也致力于加强公益组织之间的联动，尝试与更多的组织和社区合作，推动相关领域的社区和机构有更多的伙伴关系，让每个人都感到有关心和支持，让大家觉得不孤独。

这样的努力旨在促进更广泛的合作，共同应对气候变化带来的挑战。通过联合社区和组织，可以集思广益，共同为可持续发展和气候变化适应性采取更有效的措施

1. 农村社区和公益组织的联合行动

2021 年做了一个云南社会组织应对气候变化工作坊，以工作坊推动共学网络；共学网络由乐施会、梦南舍和云南民促会一起发起，开始有 12 家机构是云南本土机构。

在乡村工作方面，已经做了许多尝试。早在 2013 年就在布朗族社区推动传统文化交流，该活动在 2013-2016 年期间取得了显著成效。当地布朗族村庄积极

参与，高峰时期超过 30 个村，也会跨地州来交流和学习。这些村庄能够充分利用当地的资源及优势解决很多我们解决不了的事情。如当地的非遗传承人，掌握了很多当地传统文化知识，较有话语权，可以起到带头作用，能更好地带动社区开展文化传承工作，比外来人员更有力量。

因此，积极到不同的社区去做尝试，以协作者的角色跨区将包括青年（大学生）、村长等的协作者联动起来，让大家相互分享经验，分享各自面临的困难与挑战等。鼓励他们自己去找志同道合的伙伴，自行展开交流。

事实上，早在 2012 年，梦南舍成立之前，社区伙伴（PCD）已在做社区网络。2016 年梦南舍开始介入，尽管在疫情期间活动中断了一段时间，没有组织开展线下活动，但社区之间的联系并未中断，其间依然开展了许多有意义的工作。随着疫情解封，重新组织活动时，村庄参与的积极性依然很高。因此，即便没有项目，在讨论要不要继续时，一些村庄仍然表达出希望主办的意愿，继续把这个活动推下去。

2. 社会组织联合行动案例-社区应对气候变化网络

致力于推动各社会组织共同学习气候变化的概念、理论、方法等，通过共同探讨和开展相关培训活动，结合传统知识收集，整理大家的经验等。

在社区工作中，通过文化手段推动社区参与保护森林，协助他们进行适应。为此，联合一些伙伴开发了一个社区气候风险评估工具。通过这个工具，能够更深入地了解当地的气候的变化，这些变化对社区有什么影响？也希望将能与更多的交流学习，从做进一步的升级，使其更为全面和有效。

通过这样的努力，我们希望能够在社区中建立起更为全面的认识，促使更多人参与到气候变化适应的工作中。

三、连横：建立跨界合作

仅仰仗社会组织内部和社区的力量开展气候变化工作显然是不够的，力量依然有限。因此，与高校、科学家以及企业家间的合作显得尤为必要。为了推动更广泛的合作，需要从另一个角度出发，采取一些新的尝试，促成实现跨界合作的实现。

连横：建立跨界合作



1. 合作举例

在乐施会的资助下在夕阳乡开展绿色产业促进乡村振兴试验。这个项目里的主体包含了当地政府、昆明植物研究所（科学家）、社会组织“梦南舍”，以及公司“巍小檬”，实现了跨界合作。

虽然这个项目的执行时间只有半年左右，但这个项目得到了当地政府的高度肯定并进行了推广与报道，对于一个社会组织而言，已经是一个不错的成绩了。此外，“巍小檬”公司也很快在当地种植上了自己的柠檬，并带动了周边农户的种植，为当地的经济发展做出了贡献。科学家们也通过对当地几十年间气象数据进行了整合与分析。

2. 跨界合作面临的问题与挑战

例如：梦南舍想推动当地的黑皮花生合作社的，但当地人建议做一个可以与香水柠檬结合起来的新的合作社。接受他们的建议去做了一段时间以后，发现这种多元主体参与的合作社，需要花费大量精力与时间去处理相互间的关系。

四、网络行动的关键要素

要想促成这种多元化的跨界合作，最重要需要有共同的兴趣目标或需求，这是合作的基础，在此基础上，需要有关键人来推动，同时，也需要参与的人与单位共同的协作。

如何协作？

1) 不断开展活动，以活动带动协作，如做共学时，不断邀请适合的专家与有经验的实践者，去跟他们联动，邀请他们来做一些分享，让大家去学习。

2) 邀请不同学科不同领域但确志同道合的人来跨界参与意见有价值且值得去做的事。

3) 学会整合资源，合理分配任务，专业的事交给专业的人去做，做好自己可以做的事，其他事情就交给可以做的伙伴与专家。

五、结语

1. 社区在地实践、网络联结、方法和工具开发与推广

目前关于网络在做的主要是：共学与社区气候行动网络，共学有微信群目前约 300+人员参与，社区气候行动网络目前正在组建当中，现有 18 家机构参与。

后续打算继续推动一些气候变化相关方法及工具的开发，如在中国农科院某位老师和北大某位在读博士的支持下联合开发的“社区气候变化风险评估指南”1.0 版本以及联合云南 12 家公益组织完成的“地方知识应对气候变化”手册等

2. 希望探索本地主导行动

希望能在本土智慧的基础上，加入科学知识，这需要多元主体参与，将不同的团体联动起来，发挥各自的特长一起合作共赢。

欢迎大家来关注我们的网络，希望大家加入。

川西林盘应对气候变化阶段调研报告

孙吉

清流智库/成都城市河流研究会



主要分享的是对川西平原的独特乡村聚落模式如何应对气候变化的阶段性调研报告。这个融合生产、生活、生态的乡村聚落模式的名字叫林盘，用四川话说来，其实是林 pan（第一声）。

林盘的基本结构：

- 1) 中心为人居。居所中心的院子里晾晒水稻休憩社交。
- 2) 外面有林带，把人居包围在当中。
- 3) 更远的是农田。

林盘面临的气候变化挑战：

1) 前几年开始，每一年的春天都比较干燥，需要大量灌水。春天下雨，气温变低。秋天也很多雨水。这两年水稻收割的时候会连续不断地下雨。春天出现反常，热了又突然降温。造成第一波豇豆和黄瓜不长，遇到了寒潮，就停止了生长。夏天是平原最热的时候，播下的种子发芽起来就会死掉。往年的极端天气是连续的晴天或雨天，现在雨量变化很大。

2) 去年明显感觉到干、热。

3) 大雨下来，感觉越来越热，变暖，气温不正常。

4) （气象高级工程师：）2021 年，夏季平均气温 25.1℃，明显高于平均态，异常区域主要在盆地中部，和重庆接壤的地方。降水也是历史同期最少，只有

337.6mm，远低于 520mm 的平均值。降雨量偏少也在盆地中部。盆地里的异常高温和降水偏少，综合起来是历史最强。

林盘面临的气候挑战有村民的感知，也有科学家用 1961 年来的气象数据分析的趋势变化，这说明了调研传统乡村聚落应对气候变化的背景。正是因为提到这样的问题和感知，报告采取了通过传统智慧去找到应对现代气候变化的路径的这一角度。

关注川西林盘的轨迹，是从 2019 年开始，在 PCD 的支持下所做川西传统农耕智慧的调研项目。一直到现在，也在通过不同的方法进入到川西林盘的场景中，通过村民的茶话会、跨界对话会等类似方法，去寻求多元的主体，建立多元的理解，进行知识积累和相应的提炼。

整个报告分为三个部分，第一个部分是适应气候变化的传统智慧，这部分的内容主要基于桌面或田野调研的结果。第二个是林盘的微气候特征分析，数据来源是林盘里布置的两个微型的气象站。对它收集的近几年的数据做了分析，特别是对于极端高温和寒潮条件下的数据进行了对比。第三是气候变化下的公众感知调研。

一、绪论

联合国在气候变化应对的公约里提到了几种路径，其中为了适应气候变化的影响，提出了气候智慧型农业的概念（CSA）。气候智慧型农业不仅是现代技术和科学的结果，也包括在农业文化遗产里去找寻丰富的传统智慧，并结构起一个完整的体系。

将林盘的要素总结为林、水、宅、田，与哈尼族的山地要素有点类似，可以类比。这次调研主要用了三种方法：环境社会学、历史地理学、数据分析，来对知识和经验进行总结，并特别关注民间知识和科学知识之间怎样融合和转化的过程。

二、川西林盘传统智慧适应气候变化

在成都平原及林盘源起、林盘的文化和生态意义、河网灌溉系统、空间及微气候、植物群落特征、农事开展、农耕中的民俗仪式这几个部分有相应的调研进度，但是每个部分实际上是比较粗浅的，还没有达到系统的、内核的研究。但是，这些视角可能对这个主题有重大的意义。

1. 成都平原及林盘源起

都江堰水网形成以及人为维护当中有重要的智慧，人与自然的相互促进或相互营造的过程在这几千年之间形成了一种关系。当地的农事和民俗活动又对生态起到什么促进的作用？林盘源可能可以追溯到宝墩文化时期，那个时候的一些建筑方式和建筑用材还在偏远的农村中被使用。后经过著名的三星堆文化时期、民国时期，林盘逐渐发展到了现在的这样相对稳固的模式。

当年的民国学者对于林盘的典型的散居模式的描述是：每庄一户到七、八户不等，少有在 10 户以上的。这跟北方的聚居型农村是不一样的。这和成都平原当地的自然、地形条件、水网环境和土地分布有着极其密切的关系。

2. 林盘的文化及生态意义

林盘有树、有人、有林、有河。这些人在营造的过程当中，是在寻求怎样能够与自然和当地的环境相互适应。无论是植物的光合作用带来的碳氧平衡，还是房屋的“明堂”作用挡风降温的效果，都对现在适应气候变化带来非常有意义的启示。

3. 河流灌溉系统的形成及其传统智慧

既然这是一个川西平原的独特聚居模式，它必然跟都江堰的水网体系是非常有关的。我们在历史书上都到过，自都江堰建成之后，“水旱从人，不知饥馑”。但事实上从来不是这样。成都平原在几千年中一直在面临着各种各样的自然灾害，无论是降温干旱，还是高温。都江堰对灾害起到了一定调节和适应的作用，但都江堰开凿过后不是一劳永逸的，是随着农村社会的相关维护和使用延续而来的。现在只是挖掘出来了都江堰怎样抵御干旱、分水、定量、灌溉的知识，进行了梳理，希望后面能进行更多的理解。

4. 林盘聚落空间及其微气候

记录了聚落空间和微气候特征。无论是在房屋的建材的选择上，还是搭建方式和朝向上，林盘聚落都充分利用了成都平原的盆地气候、气温和地形的条件来进行建筑的营造。这种传统知识在很多乡土或农村是共通的，因为他们会根据当地的环境来选择自己的房屋建筑的特征和细节，非常值得进行深度的挖掘和进行相应的传扬。

5. 植物群落特征

植物群落的理念非常有意义，因为林盘的植物群落更多的是由人工营造、种植、维护的群落。植物群落既有生活功用性的功能，又有生态性的功能。传统的植物群落营造所具备生物多样性。它和山区的森林不一样，并不是基于自然植物群落的保护保存，而是由人工来进行种植和维护的。群落里的竹子不仅在气候调节上发挥作用，还对生产生活也有功能性的作用，是非常强烈突出的特点。所以川西林盘有的时候被称为“竹林盘”也是这样的原因。

6. 农事的开展

传统农事里对于育秧、浸种、插秧等都有非常多元变化的，可去适应的相关规则和经验性的总结。不管是在干旱条件还是在低温条件下怎么种，都有一定的经验总结。我们认为作物的多样性对于应对气候的波动性也是非常重要的。成都平原里有一套轮作、间作、套作的方式，非常强调土地利用、土壤恢复。

川农的颜济先生当年总结的，成都平原水稻-蔬菜多熟耕作制度与其节气之间的适应关系，在 二十四节气之下，有很多的作物之间存在时间上的交叉或是重叠的关系。这和套作-间作-轮作是有关的。

另外的传统的农事还包括秸秆的利用，它也是传统农业的一种重要的原料，可以用在调节土壤温度、杀虫等方面。

行动和做出什么样的选择其实跟文化背景和思想意识是有关系的。在林盘这种散居的，弱宗族制度的组织状态，对于人们如何去适应成都平原的自然环境是非常有关的。另外，与河、水相关的民俗活动，比如水神、祭水的情况现在已经慢慢地消失了。民间社会是如何通过自主性和能动性去维护周围水网的平衡状态，促进农业活动和村庄发展，也有待探讨。

三、林盘的微气候特征分析

在中科院成都生物所的支持下，我们在一个典型林盘的竹林和田间安装了两个微型气象站。在这几年，它们一直在持续地收集相关的气候数据来做相关的分析，在气象学家的支持下，做了分析报告。

主要的气象特征分为温度、相对湿度等几个指标，其中重要指标是气温指标。田间的温度和林间的温度有差异性，田间的湿度是低于林间的，而田间的光照度显著高于林间的。这说明，无论是在夏天高温情况下，还是在冬天寒冷的情况下，林盘都能对周围人体的舒适度或对气候做出相应调节。

风速也是一样，林盘里基本常年处于静风状态，但田间不是。尽管成都平原本来就是个大静风区，但偶尔还是会刮强烈的大风。另外，土壤含水率也可以通过气象站采集的数据进行对比。林间土壤含水率较低的原因是植物群落发达的根系让土壤更加疏松，雨水的渗透率会更高。现在的田间土壤在农药化肥的使用过后会影响土壤的松度。

我们用高温热浪期和寒潮期两个典型的时间段，对林盘的气象数据进行分析，其中加入了郫都区国家气象站的数据。对比了田间、竹林和郫都国家气象站的数据，国家气象站的数据处于中间值的一部分原因是它放在百叶箱里面。田间是完全户外的环境，竹林是在林盘里面的生活环境，它们是怎样对气候进行相应的调节作用的呢？在最高温的情况下，竹林的温度是低的，而且最多要比田间的温度低到5~6度。在空气湿度方面，竹林的空气湿度是最高的。

在寒潮期极端气温下，比较了竹林空间和郫都国家气象站之间的数据，发现在严冬气温急剧下降的情况下，竹林的温度相对比较高，它周围的环境对于极端气温是有一定的调节作用的。田间的温度起伏波动是最大的，完全暴露在户外，就让人联想到城市的环境。

强降水的情况下也是一样，田间和郫都区的变化是最大的，但是林间是相对比较稳定的状态，这跟我们周围的植被是有关的。

最后，气候数据分析出来后用到人体舒适度指数的指标分析上。气候变化了，林盘的适应性最终要落实到人的使用和感知上，对人的健康做出判定。无论是在高温还是低温，无论是强降水还是强日照的情况下，林盘的气象数据都体现出林盘作为一个聚落的整体舒适度是最高的，明显优于郫都区的城市环境。

四、气候变化下的公众感知分析

为什么要关注气候变化下的公众感知？一方面，公众有权获得气候变化的信息，另一方面，公众的感知呈现了气候变化的“客观性”。另外，如何在气候变化条件下适应它与具体的个人有关。这些信息的收集为制定相应的适应和应对的措施提供了支持。

样本主要是在都江堰、郫都区、温江区，没有涵盖成都平原所有地区。将大家这个季度的种植的种子结构来分析，发现最近该地区改为种植花果水果为主。成都平原以前是以粮食种植为主的种植区，但是最近几年城镇化的进程带来了很大变化，为了适应城市的建设，很多地方开始种植以水果和苗木为主。当然，最近因为退林还耕，又改了。

另外，居住环境已经在相应改变。尽管很多人已经搬迁到了集中居住政策下的小区里面，但实际上大部分的受访者还是愿意住在林盘里面，或是河边的环境当中。集中安置房虽然在增加，但更多是年轻人居住。

对气候变化感知的变化上，夏季的高温和干旱是最为大家切身体会的气候变化。再看待气候变化、社会经济和政策的倾向，是感到乐观还是不乐观。另外，每个地方都有自己应对气候变化的方式，可能珠峰的农民会购买保险，可能全国各地都一样。他们感到乐观的原因其实是长期以来对政府的信任，觉得这些问题上政府都会出面解决等类似的主观感知。这反过来强调我们政策上的制定应该更多地去体现这样的结果。

五、讨论与建议

最后，提出一些简单讨论和建议。多年的运动，包括退耕还林、土地集中整治等，其实对于林盘聚落本身的机理产生了很大的破坏。所以，在这种情况下，应该如何去挖掘我们的传统智慧来更好地适应或应对现在的极端天气？这其实值得更多地去推动。

欢迎关注



云南思力生态替代技术中心公众号

云南思力生态替代技术中心（简称“思力中心”）成立于 2002 年，致力于科普、科研、技术推广和社区发展。

地址：昆明市盘龙区穿金路

云南映象 14 栋-1214&1216&1119

网址：www.6weidu.com

联系方式：0871-65656769



Pesticide
Eco-Alternatives Center
云南思力生态替代技术中心