Global Environmental Institute
北京市朝阳区永续全球环境研究所

巴西“碳中和”农产品标志项目研究报告

作者：刘清芝　曹丹丹　阎甜　周才华　任鹏　张立娜

目 录

一、碳中和概念、发展和应用情况 2

1.1 定义 2

1.2 概念衍生和发展 2

1.2.1 碳中和相关概念 2

1.2.2 农业碳排放 2

1.3 各地低碳农业发展概况 3

1.3.1 新西兰 3

1.3.2 澳大利 5

1.3.3 加拿大 7

1.3.4 美国加利福尼亚州 8

1.3.5 英国 8

1.3.6 爱尔兰 9

1.3.7 巴西 9

二、巴西碳中和牛肉 11

2.1 巴西碳中和牛肉的基本概念 11

1）概念 11

2）巴西碳中和牛肉标签 11

3）技术 / 生产要求 11

2.2 申请巴西碳中和牛肉标签的资格及步骤 12

1）申请资格 12

2）申请步骤 12

2.3 巴西碳中和牛肉核算方法学 12

1）牛肠道甲烷核算方法 12

2）树木碳汇核算方法 12

2.4 巴西碳中和牛肉标签存在的问题 12

三、巴西碳中和牛肉标签启示 14

3.1 巴西碳中和牛肉深远意义 14

3.2 对我国农业碳中和体系建立的启示 14

3.2.1 我国食品相关认证体系 14

3.2.2 构建中国碳中和牛肉体系建议 16

3.3 国内推广市场渠道分析 17

3.4 总结 17

附件一 主要国家农业应对气候变化政策及实践 18

一、碳中和概念、发展和应用情况

1.1 定义

2015 年 12 月，联合国制定了《巴黎协定》，并首次在国际公约里提出“净零排放”一词。公约指出在平等的基础上，在本世纪下半叶实现温室气体源的人为排放与汇的清除之间的平衡。《巴黎协定》确立了 2020 年后国际社会合作应对气候变化的基本框架，提出把全球平均气温升幅控制在工业化前水平以上低于 2°C之内，并努力将气温升幅限制在工业化前水平以上 1.5° C 之内。

2018 年，政府间气候变化专门委员会（IPCC）发表了《全球升温 1.5° C 特别报告》并在报告中首次提到“碳中和”，其被定义为：当一个组织在一年内二氧化碳（CO_2）排放通过二氧化碳去除技术应用达到平衡，就是碳中和或净零二氧化碳排放。

为落实联合国《巴黎协定》，一些重要国家和国家行为体也相继定义了“碳中和”并提出对应的“碳中和”目标。其中，欧盟理事会于 2020 年 3 月 5 日正式通过决议，向联合国气候变化框架公约（UNFCCC）秘书处提交了《欧盟及其成员国长期温室气体排放发展战略》。其在此战略中指出“碳中和”即为气候中性，把二氧化碳净排放量降为零，并承诺欧盟将于 2050 年前实现净零碳排放。

在我国，习近平主席在 2020 年 9 月 22 日的第七十五届联合国大会上提出“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”

1.2 概念衍生和发展

1.2.1 碳中和相关概念

根据上述定义，与碳中和概念相关的类似概念包括：净零排放、气候中性以及净零二氧化碳排放，这些概念有轻微差异。其中净零二氧化碳排放概念与 IPCC 发表的《全球升温 1.5° C 特别报告》中描述的碳中和概念基本吻合，即当一个组织在一年内二氧化碳（CO_2）排放通过二氧化碳去除技术应用达到平衡，就是碳中和或净零二氧化碳排放。

净零排放的概念没有把年度作为时间单位，它提出：当一个组织在特定时期内所有温室气体排放量（CO_2e）与温室气体清除量达到平衡时，即为净零温室气体排放量。最后，气候中性的概念是从气候变化角度进行定义的，其指当一个组织的活动对气候系统没有产生净影响时，就是气候中立。在气候中立的定义中，还必须考虑区域或局部的地球物理效应，例如来自飞机凝结轨迹等渠道的辐射效应）。

综上，几种碳中和相关概念存在较多的异同点，净零碳排放与“碳中和”相近，只与二氧化碳相关，指二氧化碳的移除和排放达到平衡。同时，“净零排放”与“碳中和”存在差异，“净零排放”概指所有温室气体的人为排放源和汇的平衡，而“碳中和”指二氧化碳的排放和消除的平衡。“气候中性”的概念与“碳中和”类似，但“气候中性”包括了人类活动区域和地方生物地球物理影响。

1.2.2 农业碳排放

根据 2015 年 9 月 25 日联合国提出的第二个可持续发展目标（简称 SDG 2）——消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业，可持续粮食生产体系取决于农业适应和应对气候变化、极端天气、干旱、洪涝等灾害的能力。在全球范围内，农业以及其土地利用而导致的毁林毁草所带来的温室气体排放已达到全球温室气体排放的 24%[1]。

根据《自然 - 食品》在 2021 年 5 月发布的文章“Food Systems are Responsible for a Third of Global Anthropogenic GHG Emissions”[2] 表明，2015 年粮食体系在全球温室气体排放量中占比超过三分之一[3]，排放量达到 18 Gt CO_2e。粮食生产阶段（包括渔业、水产养殖和农业，加上生产化肥等投入物的排放）是目前整个粮食体系排放的主要贡献环节，占排放总量的 39%；其次是土地利用及土地用途变更（包括森林砍伐造成的碳损失以及包括泥炭地在内的有机土壤退化）环节产生温室气体排放，占比达到 32%，其他环节包括配送 (运输、包装老化和零售)、加工、消费和报废处理占比达到 29%。

甲烷（CH_4）气体排放约占全球粮食体系温室气体总排放量的 35%，发达国家和发展中国家的这一比例大致相同，且主要

1 http://www.china.org.cn/chinese/2016-01/28/content_37684346.htm

2 Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions (ecbpi.eu)

3 https://www.nature.com/articles/s43016-021-00225-9

源自畜牧业和水稻种植[4]。2014 年，我国农业农村温室气体排放占温室气体总排放量的 15%[5]。

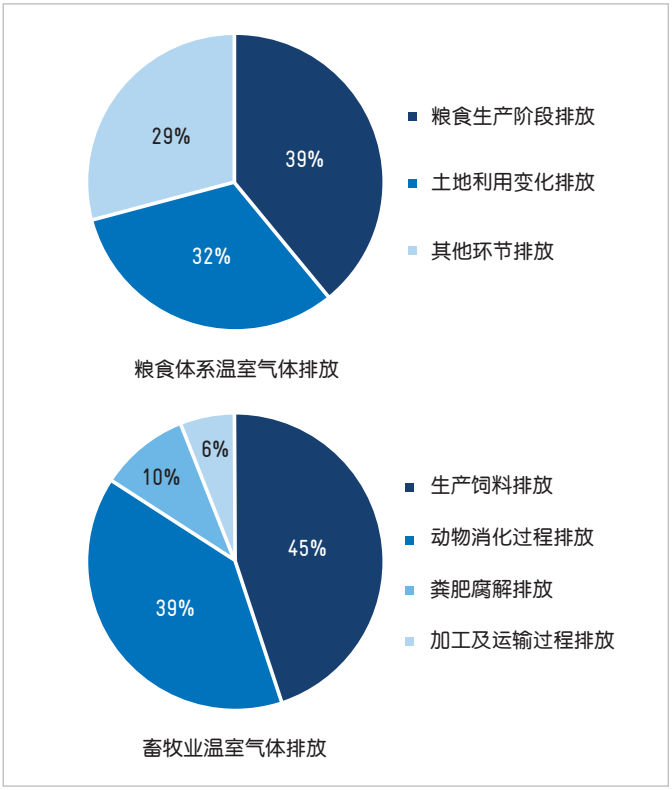


图 1 粮食体系温室气体排放

早在 2013 年，联合国粮食及农业组织（FAO）发布的《通过畜牧业解决气候变化问题：排放与减排机遇全球评估》报告中明确表明，与畜牧业供应链相关的全球温室气体年排放量总计 71 亿吨二氧化碳当量，占人类造成的温室气体总排放量的 14.5%。畜牧业所排放的温室气体当中， 45% 来自饲料生产时排放，39% 来自动物消化过程排放，10%来自粪肥腐解，剩余部分来自动物产品的加工和运输。FAO 指出，通过改善牲口饲料成分、选择饲养胃气较少的牛等方式方法，全球畜牧业有望降低 30% 的排放量。由此可见，选择易消化的牲口饲料是低碳养殖、碳中和养殖中首当其冲的问题。

IPCC 发表的《全球升温 1.5° C 特别报告》中进一步强调减少甲烷排放的重要性：将升温限制在 1.5°C意味着在 2050 年左右实现全球二氧化碳净零排放，同时大幅减少非二氧化碳气体排放，尤其是甲烷气体，到 2050 年甲烷需在 2010 年基础上减少 35%。报告指出农业深度减排是降低非二氧化碳气体排放方法之一，可能的路径包括：可持续膳食和减少食物浪费、土壤固碳、牲畜和粪便管理、可持续采购等。另外，其他温室气体减排方法包括：降低能耗需求、电力和其他燃料脱碳、能源终端电气化以及以陆地储存碳或地质储层中封存为代表的二氧化碳去除技术（CDR）。对土地和温室气体密集型消费品的低需求，以及低能源需求也有助于将升温限制在尽可能接近 1.5°C的范围内。

综上，为推进农业可持续发展和食品安全，增强农业气候适应性，农业碳减排是不可忽视的一部分，农业系统正面临着低碳转型和净零排放的必要性。在绿色发展方面，农业系统可以大有所为。其减排固碳能力、非碳温室气体控制、饲料饲草质量、湿垃圾循环利用水平以及与能源行业交叉学科发展，都可以有创新的解决方案和新的突破。

1.3 各地低碳农业发展概况

为应对气候变化、实现 2015 年《巴黎协定》净零排放的目标，越来越多的国家制定了“碳中和”战略和政策机制。很多农业大国已经着手发展“碳中和”农业及其农产品，其中，巴西、澳大利亚和新西兰等国家正致力于开发“碳中和”畜牧业。本章节以新西兰、澳大利亚、加拿大、美国加利福尼亚州、英国和巴西为例，讲述国家和地区政府制定的农业减排和碳中和政策、法律和机制（附件一）。现阶段，政府主导政策主要是自愿性非强制性的，意在通过提供激励机制支持农民参与减排、采用更可持续的农业理念和做法。

1.3.1 新西兰

新西兰是经济发达国家，以畜牧业为主的农业奠定了新西兰的经济基础。由于易受气候变化影响，新西兰正在积极推进农、畜牧业应对气候变化工作。新西兰农业产生的温室气体占到全国总排放量的 50%[6]。

新西兰政府温室气体减排目标分为短期、中期和长期类。短期是根据《京都议定书》第一承诺期（2008-2012 年）的要求，即到 2010 年，所有发达国家二氧化碳等六种温室气体的排放量，要比 1990 年减少 5.2%，新西兰承诺的国际减排义务是 2010 年的碳排放量稳定在 1990 年水平上；2009 年 8 月，依据《京都议定书》第二承诺期（2013-2020 年），新西兰政府宣布了 2020 年的中期减排目标，进一步承诺到 2020 年将本国温室气体排放在 1990 年基础上降低 10-20%；2011 年 3 月，新西兰政府又提出温室气体 2050 年长期减排目标，即到 2050 年温室气体排放量较 1990 年下降 50%[7]。

4 http://www.china.org.cn/chinese/2016-01/28/content_37684346.htm

5 http://dzb.rmzxb.com/rmzxbPaper/pc/con/202103/25/content_4018.html

6 http://news.skykiwi.com/na/zh/2018-03-27/255865.shtml

7 《新西兰碳排放交易体系：现状、特色及启示》

考虑到家庭和企业应对气候变化行动可能产生的成本，新西兰在 2013 年更新了 2020 年的碳排放目标，其政府承诺到 2020 年时温室气体排放量在 1990 年水平上削减 5%[8]，代替之前在 2009 年提出的降低 10-20% 的承诺。但是，为履行《巴黎协定》任务，新西兰承诺到 2050 年将实现净零碳排放。

1）新西兰低碳农业气候适应国家政策

为完成此承诺并支持《巴黎气候协定》所设立的将全球平均气温上升控制在 1.5 摄氏度的全球行动，2019 年 11 月，新西兰国会通过《零碳排放法案》，建立了新西兰气候变化委员会，拟在新西兰境内采取相应行动以抑制碳排放与有效应对气候变化，同时要求政府制定和实施适应气候变化的政策，并且每五年定一次“碳预算”，以限制每五年期间允许排放量。此外，新西兰还提出自 2050 年起，每个日历年温室气体实现净零排放量（生物甲烷除外）；2030 年开始每个日历年生物甲烷排放量比 2017 年减少 10%；2050 年开始的日历年，生物甲烷排放量比 2017 年减少 24% 至 47%[9]。

主要部门气候行动伙伴关系（He Waka Eka Noa）是新西兰产业部门、毛利人和政府组成的伙伴关系，包括新西兰蜂业、乳品业、肉类工业协会、农业部和环境部等部门，其工作目的为通过各部门共同努力，为农民和种植者寻找最好的发展路径，并在全球应对气候变化中发挥作用。2020 年，其发布了《HWEN 五年工作计划》，目标为到 2025 年，建立一个框架以减少农业温室气体排放，增强农业部门对气候变化的抵御能力。通过这一框架，农民和种植者将有能力测量、管理和减少温室气体排放。该计划还指出，到 2025 年所有农民和种植者都将减缓和适应气候变化纳入其农业业务和环境计划当中，并通过适当的碳排放定价机制激励其开展应对气候变化行动 [10]。

2）新西兰低碳农业技术研发

(1) 国内低碳农业研发计划

为减少农业领域的温室气体排放，2009 年新西兰农业温室气体研究中心（NZAGRC）应运而生。新西兰农业温室气体研究中心研究计划旨在发现和开发具有成本效益且可以减少农场温室气体排放的方法。甲烷研究计划通过确定低甲烷排放绵羊的遗传标识，将其纳入育种指数，并通过寻找替代草料、注射甲烷抑制剂、甲烷疫苗和粪便科学管理等方式减少反刍动物消化系统产生的肠道甲烷和粪便管理中排放的甲烷。一氧化二氮研究计划通过研制硝化抑制剂、低排放植物等开发影响硝化和反硝化速率的有效且安全的化合物，并识别和测试可以减少排放的不同草料植物。土壤碳计划旨在通过监控、使用经验和建模的方法、将牧场规模的测量和不同管理实践（包括大蕉和玉米）的建模相结合等方法量化并监测不同农业用地下土壤碳储量随时间的变化 [11]。

(2) 国际低碳农业研发合作

全球农业温室气体研究联盟（GRA）于 2009 年在新西兰成立，旨在汇集世界上最好的农业温室气体排放研究人员，扩大该领域的知识并加速开发适当的减缓技术和实践。联盟建立了三个研究小组分别专注于三类农畜牧生产系统（牲畜、水稻和农田）的研究，同时成立了一个“综合”研究小组进行跨系统相关问题分析，例如土壤碳固存方法调研、建模能力和国家温室气体清单编制 [12]。目前已有 60 多个国家和 20 个国际和区域伙伴组织加入联盟。

3）新西兰低碳农业认证制度

(1)Toitū Envirocare 认证机制

新西兰陆地保护研究院（Landcare Research）主要负责陆地生态系统、生物多样性、土地资源、陆地环境保护、农耕用地的可持续性发展方面的研究，其科学研究成果可以通过 Toitū Envirocare 公司提供商业服务。Toitū Envirocare 作为其全资子公司 [13]，主要提供碳管理、碳减排认证、碳中和认证、环境管理及环境标志认证等服务。此外，Toitū Envirocare 还提供农场认证计划，该认证是新西兰首个专门为农场设计的碳认证项目。Toitū Envirocare 开发了碳管理软件，其可对肉牛场和奶牛场进行温室气体排放分析。碳中和农场认证包括五个主要步骤，第一步根据碳排放软件监测农场碳足迹，第二步识别减排机会并制定减排计划，第三步由独立的第三方机构对农场碳足迹进行认证，第四步获得 Toitū 碳减排证书，第五步通过碳信用额抵消剩余排放量后获得 Toitū 碳中和证书 [14]。2021 年 4 月，哈威亚湖农场（Lake Hawea Station）成为第一个获得碳足迹认证的农场 [15]。

8 http://www.nea.gov.cn/2013-09/03/c_132687310.htm

9 https://www.legislation.govt.nz/bill/government/2019/0136/latest/whole.html#LMS183736

10 https://hewakaekenoa.nz/wp-content/uploads/2020/12/HWEN-Programme-Overview-Oct-2020.pdf

11 https://www.nzagrc.org.nz/domestic/

12 https://www.nzagrc.org.nz/international-activities/global-research-alliance/

13 https://www.landcareresearch.co.nz/partner-with-us/toitu-envirocare/

14 https://www.toitu.co.nz/what-we-offer/farm-certification

15 https://www.toitu.co.nz/news-and-events/news/farms/the-first-carbon-zero-farm-in-new-zealand

(2) 可持续葡萄酒认证计划

新西兰可持续葡萄酒认证是其国家较为成熟的产业可持续认证体系。其帮助本地葡萄酒种植者根据国际环境标准《ISO 14064-1：2018》测量葡萄酒庄园温室气体排放量，建立年度碳排放清单，制定长期计划来减少总排放量，进而实现减排目标[16]。通过认证的葡萄酒现已销往全球多个国家。

4）新西兰低碳农业发展市场机制

(1) 碳排放交易体系（NZ ETS）

新西兰《2002 年应对气候变化法》构建了本国的碳排放交易体系（NZ ETS），不仅规范了《京都议定书》中确定的排放单位在新西兰的交易规则，而且创建了“新西兰单位（NZU）”作为国内的排放单位用于国内各行业的企业之间的减排量的交易。排放交易机制根据不同的行业性质，对新西兰排放单位分配按照“购买、出售和政府发放免费排放许可”三种方式进行[17]。2020 年 6 月发布的《排放交易改革法案》，对碳交易体系内允许的总排放量设定上限。

(2) 林业交易体系

森林行业在 2008 年 1 月 1 日进入新西兰排放交易体系。新西兰是第一个将林业加入碳交易体系的行业。新西兰以 1990 年为基准年，将森林划分为“1990 年前森林”和“1989 年后森林”2 类，并针对“1990 年前森林”的制度设计，设置了免费配额制度，旨在加强有林保护，控制毁林排放现象。而“1989 年后森林”主要关心谁造林及森林碳汇的归属。碳排放交易计划中注册的森林通过排放报表计算并报告森林中碳储量的变化，完成注册登记后获得碳储量单位[18]。

1.3.2 澳大利亚

澳大利亚一直积极推动温室气体减排，早在 1998 年便建立了《国家温室气体战略》（National Greenhouse Strategy）[19]。2011 年澳大利亚政府提出了到 2050 年碳排放总量较 2000 年的水平上至少减少 80%[20] 的目标。2016 年澳大利亚加入《巴黎协定》，并发布自主贡献目标，承诺到 2030 年在 2005 年的基础上减少 26 - 28% 的温室气体排放[21]。2019 年，澳大利亚政府正式公布了《气候解决方案》（Climate Solution Package）[22]，计划投资 35 亿澳元来应对气候变化[23]。

在澳大利亚，农业和林业目前占全国排放量的 23% 左右[24]，51% 的土地由农民管理[25]，在过去 10 年，农业是澳大利亚经济中唯一一个持续降低排放强度和净排放的部门，减少土地上的温室气体排放量对澳大利亚兑现《巴黎协定》2030 年温室气体减排承诺，具有重要作用。

1）澳大利亚低碳农业气候适应国家政策

气候变化对农业具有不可忽视的影响，澳大利亚非常重视气候适应性发展。2007 年澳大利亚政府发布了《国家气候变化适应框架》（The Council of Australian Government National Adaptation Framework）[26]，引导政府帮助易受影响的地区或部门，其中就包括农业。2015 年澳大利亚政府发布了《国家气候韧性和适应战略》[27]，该战略阐明澳大利亚应对气候变化风险策略，制定了一套用于指导气候适应的有效弹性和适应原则，明确了气候适应的关键要素，并提出了农林渔业等领域应对气候变化措施。

根据该战略，在农林渔业方面，澳大利亚政府主要采取以下措施提升农业应对气候变化适应能力：提供气候和天气信息，用于支持农民的决策；投资农业研发；为澳大利亚的生物安全体系作出贡献；抗旱能力建设和抗旱准备；投资支持可持续盈利农业。

在研发方面，澳大利亚政府和工业界每年通过澳大利亚农村研究发展公司（Australia’s rural research and development corporations）共同投资 5.5 亿美元用于先进农业技术研发。在 2015-2022 年的八年时间里澳大利亚政府新增 2 亿美元投资，用于资助提供尖端技术、应用研究和农场合作研究项目。在气候变化研究方面，澳大利亚投资 790 万美元经费用于农业部门的适应研究项目。

16 https://www.nzwine.com/en/sustainability/swnz

17 《澳大利亚和新西兰应对气候变化立法探析》

18 https://www.mpi.govt.nz/forestry/forestry-in-the-emissions-trading-scheme/accounting-for-carbon-in-the-ets/overview-of-carbon-accounting-in-the-ets/

19 https://www.industry.gov.au/policies-and-initiatives/australias-climate-change-strategies

20 https://news.qq.com/a/20110711/000422.htm

21 https://www.industry.gov.au/policies-and-initiatives/australias-climate-change-strategies/international-climate-change-commitments

22 http://www.environment.gov.au/system/files/resources/bb29bc9f-8b96-4b10-84a0-46b7d36d5b8e/files/climate-solutions-package.pdf

23 《澳大利亚气候政策的调整及其影响》

24 https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/faooecd/australia.pdf

25 https://www.farmonline.com.au/story/6884328/nff-why-australian-ag-must-be-carbon-neutral-by-2050/?cs=5373

26 《澳大利亚气候变化政策的解读与评价》

27 http://www.environment.gov.au/system/files/resources/3b44e21e-2a78-4809-87c7-a1386e350c29/files/national-climate-resilience-and-adaptation-strategy.pdf

在生物安全方面，澳大利亚政府执行了正式的生物安全应急协议和合作安排，便于各州、地区和行业进行信息收集和分享，并及时有效地识别或由应对气候变化可能导致的病虫害或杂草等。

在抗旱能力建设和抗旱准备方面，澳大利亚政府与各州和地区政府密切合作，并建立了政府间协议（IGA），实施一系列国家干旱方案改革措施。2015 年澳联邦发布的《农业竞争力白皮书》，将投资 29.7 亿美元用于支持农民和农村社区抗旱。

此外，在全球合作方面，澳大利亚参加了全球农业温室气体研究联盟，与 40 多个成员国开展合作。在自然资源的管理方面，澳大利亚向 56 个区域自然资源管理组织提供 4.5 亿美元，用于自然资源管理活动，包括确定实现当地可持续农业优先事项的最佳途径。

2）澳大利亚低碳农业技术研发

(1) 碳农业未来项目（CFF）（2012-2017）：

为促进澳大利亚农业可持续发展，在 2012 至 2017 年期间，澳大利亚政府投资 1.39 亿美元开展《碳农业未来项目（CFF）》，该项目支持了 350 个社会组织以及 530 多个农场试验点开展可持续农业相关活动。CFF 旨在为土地管理者创造新的机会，在减少温室气体排放、增加碳封存的同时提高农业生产力、获得更好的经济效益及环境效益，提升土地气候变化适应能力，保护澳大利亚的自然环境。

该项目由澳大利亚农业、水和环境部作为主管部门负责四类项目的管理工作[28]。第一，填补研究缺口：政府主管部门提供 7400 万美元用于支持新技术研发和实践，以帮助农民减少碳排放、增加土壤固碳能力，以及调整农业实践以应对气候带来的商业风险；第二，开展实地行动：政府主管部门提供 4400 万美元以协助农民进行新技术和方法的试验，有超过 530 名农民和 300 个伙伴组织参与了实验；第三，技术推广和拓展：主管部门另外提供 2100 万美元用于提高农民的专业知识，使其了解如何在减排、固碳的同时提高生产力，以及如何参与澳大利亚政府的减排基金（ERF）[29]。最后，税收抵免：研发制造合格的保护性耕作设备（如收割机等），可获得 15% 的可退还税收抵免。

(2) 第一产业气候研究战略（CRSPI）

第一产业气候研究战略（CRSPI）是 2017 年在澳大利亚国家研究、发展和推广框架 (RDE) 之下组织之间建立的伙伴关系，该组织汇集了澳大利亚农业部门适应气候变化和减少碳排放所需专业知识，重点关注农业气候适应性、农业碳排放以及气候变化商业和政策等领域研究及技术推广应用。

3）澳大利亚低碳农业市场及财政机制

(1)《碳信用（碳农业倡议）法案》

2011 年 12 月，澳大利亚工业、科学、能源与资源部发布了《碳信用（碳农业倡议）法案》（2020 年 9 月 6 日最新修订版生效）[30]，该法案设立了澳大利亚拟议的碳农业倡议（CFI），为符合条件的碳抵消项目发放澳大利亚碳信用，CFI 旨在通过农业碳汇减少温室气体排放。CFI 允许农民和土地管理者通过增加土地碳储存或者减少温室气体排放，并根据国家发布的方法学，通过国家指定机构核证之后，获得碳信用，这些碳信用可以出售给希望抵消其排放的个人和企业。

(2) 澳大利亚减排基金（ERF）

2014 年 10 月，澳大利亚参议院通过了《农林碳信用计划修正案 2014》，澳大利亚将建立 25.5 亿澳元温室气体减排基金（ERF）。澳大利亚减排基金是一项自愿计划，它是基于 2011 年《碳信用（碳农业倡议）法案》、2011 年《碳信用（碳农业倡议）条例》和 2015 年《碳信用（碳农业倡议）规则》颁布的。

通过减排基金，政府将从广泛来源购买成本最低的减排（以澳大利亚碳信用单位的形式），为企业、家庭和土地所有者主动减少排放提供激励。参与者可以通过碳汇或减少碳排放量，获得澳大利亚碳信用单位（ACCUs）的减排量，每储存或减少 1 吨二氧化碳当量（tCO_2e）就可获得一个 ACCU，ERF 通过购买抵消项目减排量，来促进农业减排项目的发展。

4）澳大利亚红肉碳中和案例

澳大利亚红肉产业占全国温室气体排放的比例已从 2005 年的 21% 下降到 2017 年的 10%。自 2005 年以来，红肉产业减少了 57% 的温室气体排放，从 1.307 亿吨二氧化碳当量 (Mt CO_2e) 到 2017 年的 5570 亿吨二氧化碳当量[31]。

澳大利亚红肉产业产生的三个最相关的温室气体是二氧化碳 (CO_2)、甲烷 (CH_4) 和一氧化二氮 (N_2O)。其排放源包括牛、羊和山羊 (肠道甲烷，粪便管理产生的甲烷和一氧化二氮)、牲畜饲料生产中使用的化肥 (一些牧场和作物生产中使用的化肥

28 https://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/climatechange/carbonfarmingfutures

29 https://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/climatechange/cfi

30 https://www.legislation.gov.au/Series/C2011A00101

31 The Australian Red Meat Industry's Carbon Neutral by 2030 Roadmap

产生的一氧化二氮排放)、土地管理实践 (植被管理、稀树草原燃烧)、肉类加工和能源使用 (包括运输) 中的废物管理，以及其他相关的次要过程。土地管理实践 (植被恢复、避免森林砍伐) 也代表着碳汇或碳储存。

2020 年，澳洲肉类及畜牧业协会（MLA）发布了澳大利亚肉类和畜牧业 2030 年碳中和目标 (CN30)，旨在到 2030 年澳大利亚红肉和畜牧业实现温室气体 (GHG) 净零排放目标。为持续推进红肉生产可持续发展并成为世界引领者，为澳大利亚和世界提供更高价值、高质量的产品，2020 年 9 月基于 CN30 计划，澳洲肉类及畜牧业协会（MLA）发布了《红肉工业 2030 年碳中和路线图》。碳中和路线图主要包括四大举措：

减少温室气体排放：减少放牧管理、成批饲养和肉类加工作业方面温室气体排放；

增加碳存储：提高放牧地碳储量；

综合管理：推动跨价值链技术的采用，提高管理水平；

培育领导能力：在行业利益相关者之间建立领导能力和胜任力。

1.3.3 加拿大

2016 年加拿大加入《巴黎协定》，并承诺到 2030 年温室气体排放量在 2005 年的基础上至少减少 30%。为实现减碳目标，2016 年 12 月，加拿大第一部长会议通过了《泛加拿大清洁增长与气候变化框架 (PCF)》[32]，这是加拿大第一个国家气候计划。在 PCF 的基础上，2020 年 12 月，加拿大提出了《健康环境，健康经济——增强版气候计划》[33]，以期到 2030 年将排放量降到 2005 年水平的 32% 至 40%，并在 2050 年实现净零排放。2021 年 4 月，加拿大总理贾斯廷·特鲁多 4 月 22 日在出席领导人气候峰会时宣布，作为《巴黎协定》签署国之一，加拿大将提高其减排目标，到 2030 年将温室气体排放量降至 2005 年水平的 40% 至 45%。近年来，加拿大碳减排目标不断提高。

2009 年，加拿大各种排放源产生了 6.9 亿吨二氧化碳当量 (Mt CO_2e)，主要来自能源使用产生二氧化碳。农业约占碳排放总量的 8%(56 Mt CO_2e)，主要为 CH_4(约三分之二) 和 N_2O(约三分之一)。算上能源消耗的话，农作物和畜牧业目前占全国排放量的 10% 左右。农业活动产生的排放由高到底依次为反刍动物肠道发酵产生的 CH_4 排放，土壤 N_2O 排放，粪便 CH_4 和 N_2O 排放，以及 N_2O 间接排放。事实上，从 1990 年左右开始，加拿大的农田一直是二氧化碳净汇。但是，如果考虑到土地利用变化，由森林和草原转变为农田所造成的碳损失增加，实际上直到 2000 年左右，农业用地才成为二氧化碳的净汇 [34]。

1）加拿大可持续农业及气候适应国家政策

(1)《健康环境和健康经济——增强版气候计划》

加拿大拥有世界上 28% 的北方森林 (地球的肺)，占全球湿地 24%，世界淡水资源占全球 20%，同时具有世界上最长的海岸线，采取以自然为基础的气候变化解决方案尤为重要。根据《增强版气候计划》，加拿大将在 10 年内投资 31.6 亿美元，种植 20 亿棵树 (这些树将在加拿大各地种植，包括农场土地上)；在 10 年内投资 6.31 亿美元，用于恢复和加强湿地、泥炭地、草地和农业用地，以促进碳封存；在 10 年内提供 9840 万美元，建立一个新的农业自然气候解决方案基金，用于支持农业部门在 2030 年和 2050 年应对气候变化和其他环境优先事项方面的行动 [35]。

(2) 农业应对气候变化解决方案（ACS）

2021 年 3 月，加拿大农业与农业食品部发布《农业应对气候变化解决方案（ACS）》，未来 10 年将投入 1.86 亿美元帮助农业实践以应对气候变化。ACS 的目标是建立一个由农民主导、包括科学家和其他部门利益相关者在内的区域合作网络，他们将共同开发和分享自然解决方案以及农业实践，保持农场竞争力 [36]。

该方案将分两个阶段进行。第一阶段将于 2021 年 4 月 1 日启动，向每个项目提供 10 万美元，支持各省提出区域协作中心即“生活实验室”（“Living Labs”）方案。每个区域协作中心将以农场为中心，农民和科研人员开展协同创新，采取种植覆盖作物、边际土地永久覆盖、防护林、养分管理、间作、与豆类轮作等措施提高土壤肥力，储存碳和保护环境。第二阶段将于今年秋季启动，每个项目最高可获得 1000 万加元的资助。

32 https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/pan-canadian-framework.html

33 https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/climate-plan-overview.html

34 https://agriculture.canada.ca/en/agriculture-and-environment/climate-change-and-air-quality/greenhouse-gases-and-agriculture

35 https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/climate-plan-overview/healthy-environment-healthy-economy.html

36 https://agriculture.canada.ca/en/agriculture-and-environment/agricultural-climate-solutions

2）加拿大低碳农业发展市场机制（阿尔伯塔省）

阿尔伯塔省是加拿大第一个为气候变化立法，第一个制定法规规范温室气体排放的省份。2003 年，艾伯塔省通过的《气候变化和排放管理法》，要求大型工业排放者报告其排放量，并采取行动强制减排。2007 年开始，阿尔伯塔省建立了碳排放补偿系统，排放企业可以通过购买和使用艾伯塔省发放的配额或者碳减排积分抵消排放，一个碳信用 (排放抵消) 表示由独立核证的项目活动造成的一吨温室气体排放量的减少或封存。补偿项目的范围包括实施新的管理实践、技术和 / 或控制系统，以减少或消除给定过程的碳排放。

阿尔伯塔省碳排放补偿系统中，碳补偿项目必须按照批准的方法学进行核算，并由合格的第三方进行验证，以获得碳信用。目前，注册登记的项目超过 303 个，其中就包括农业项目，农场主可通过免耕和减耕农业实践项目，获得碳信用。

为量化农业活动产生碳抵消信用，2007 年阿尔伯塔省发布了《农业材料厌氧分解议定书》，用于量化农用材料如粪肥、青贮、死畜牲畜等，在厌氧处理过程产生的沼气等，代替化石能源消耗产生的减排量。2016 年阿尔伯塔省发布了《减少饲养牛排放议定书》，该议定书用来量化饲养牛消化和粪肥储存 / 处理过程，通过饲养策略或者其他技术产生的温室气体排放减排量。牲畜生产过程中，导致温室气体排放主要包括肠道排放，即：瘤胃在消化饲料时会释放甲烷 (CH_4)；肉牛的粪便储存和处理过程排放产生甲烷和一氧化二氮 (N_2O) 的排放。

1.3.4 美国加利福尼亚州

美国加利福尼亚州（以下简称“加州”）空气资源委员会（ARB）是加州气候变化项目的领导机构，负责监督加州所有空气污染控制工作以及应对气候变化相关计划和行动的制定。2006 年加州发布了《加州全球变暖解决方案法令》(AB32 法案)，要求到 2020 年，加州温室气体排放达到 1990 年的水平。

加州是美国农业产出的第一大州，根据 2017 年农业普查结果，加州占美国农业销售额的 12%，其中农作物占 74%，牲畜和家禽占 26%[37]。目前，加州农业低碳发展主要体现在碳交易体系当中。

1）加利福尼亚州可持续农业及减排政策

基于 AB32 法案，ARB 需要制定一项综合战略，即 2016 发布的《关于气候短期污染物的第 1383 号参议院法案》，用于减少短期气候污染物的排放，要求到 2030 年较 2013 年减少 40% 甲烷和氢氟碳化物排放，减少 50% 的炭黑量等。该法案将要求 ARB 与食品和农业部协商制定政策法规（要求 2024 年 1 月 1 日之后生效），全面减少畜禽粪便管理和奶牛粪便管理产生的甲烷排放[38]。

2）加利福尼亚州低碳农业发展市场机制

2006 年，ARB 发布了《限额和交易条例》，条例覆盖了加州 80% 的温室气体排放来源，2013 年加州政府正式启动了《碳排放总量控制与交易计划》（Cap-and-Trade Program），加州碳市场采用“强制性温室气体排放报告条例”(MRR) 来收集的企业碳排放数据，企业可以通过免费分配或者拍卖的形式获得碳配额，涵盖来自电力和其他工业领域约 400 多家企业。

ARB 制定了碳市场合规补偿计划，通过碳抵消项目获得碳信用用于企业履约。在加州碳交易体系当中，碳抵消项目是除了配额以外唯一有效的合规工具。在农林领域，可开发的碳抵消项目包括禽畜粪肥项目、稻米种植项目以及城市森林碳汇项目。《牲畜项目合规抵消议定书》[39] 提供了牲畜项目量化和报告温室气体 (GHG) 减排量的方法，该议定书主要考虑甲烷产生的减排放。《水稻种植项目合规抵消议定书》[40] 提供了水稻种植项目量化减少淹水稻田甲烷排放的方法。《森林项目议定书》[41] 提供了林地碳汇量化方法。

1.3.5 英国

2020 年英国向外宣布，到 2050 年实现净零排放。目前英国农场每年的二氧化碳排放量为 4560 万吨（大约是英国温室气体排放量的十分之一），其中 10% 是二氧化碳，大约 40% 是一氧化二氮 (N_2O)，50% 是甲烷 (CH_4)。为对英国 2050 年实现净零排放作出贡献，英国全国农场农场主联合会（NFU）制定了一个雄心勃勃的目标——到 2040 年，英格兰和威尔士的所有农业都要实现温室气体净零排放。

为实现 2040 年农业“净零”排放，主要采取三个方面的措施：提高农业生产效率，减少温室气体排放，采用更加科学的方式，以更少的投入生产同样数量或更多的粮食；增加土壤和植被中的农田碳储存，通过改善土地管理，改变土地利用方式，

37 http://www.360doc.com/content/20/0703/19/70743283_922110362.shtml

38 https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201520160SB1383

39 https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/compliance-offset-program/compliance-offset-protocols/livestock-projects

40 https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/compliance-offset-program/compliance-offset-protocols/rice-cultivation-projects

41 https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/compliance-offset-program/compliance-offset-protocols/us-forest-projects/2015

增加碳存储；促进可再生能源和生物经济发展以取代化石燃料产生的温室气体，并通过光合作用和碳捕获来消除温室气体。

1.3.6 爱尔兰

乳业和畜牧业是爱尔兰农业的支柱，其 81% 的农业用地用来生长草[42]，自 2012 年起，农场的碳足迹呈下降趋势，主要归功于以草为主的农业活动。2020 年 6 月爱尔兰执政党联盟协议，承诺在未来十年内每年减排 7%。根据《2021 年爱尔兰农民杂志 / 毕马威农业商业报告》，爱尔兰牛肉和乳制品的碳中性养殖是可以实现的。

爱尔兰国家级可持续发展项目“绿色本源”（Origin Green）是世界上率先以国家层面提出的食品可持续发展项目，项目致力于通过独立审计，帮助每一个农场和食品生产商不断实现包括能源使用、碳排放、水资源利用、废物废水处理、生物多样性、社会公益在内的多层面可持续发展目标[43]，旨在减少爱尔兰“从农场到餐桌”整个食物生产过程中的碳排放足迹，促进人与自然、科技与自然之间的和谐共生。

爱尔兰政府独立认证的食品质量保证计划（QSA）使各行业在食品安全、动物福利、环境保护、可追溯性、可持续性和农场安全等领域达到更高的卓越标准，该计划已执行超过 20 年[44]。

1.3.7 巴西

2009 年在哥本哈根举行的第 15 届缔约方会议上，巴西政府自愿承诺到 2020 年温室气体（GHG）排放量在现有水平上减少 36.1% 至 38.9%[45]，估计减少量约为 10 亿吨二氧化碳当量。2020 年 12 月，巴西向外宣布，在《巴黎协定》框架内，到 2025 年将年排放量降至 2005 年水平的 37%，到 2030 年降至 43%，力争于 2060 年实现碳中和。

在粮食安全和自然资源保护领域，巴西处于最有利的地位。目前，巴西已成为全球粮食安全领域的重要领导者。在过去的 40 年里，该国从一个食品进口国变成了世界上最大的农产品出口国之一，在此期间，农业产量增长了 385%，而农业用地面积仅增长了 32%，巴西 30% 的土地用于农业生产，66% 的领土保持着原生植被。

1）巴西低碳农业气候适应国家政策

(1) 巴西低碳农业（ABC）项目和（ABC+）项目

2009 年巴西制定了《国家气候变化政策 (PNMC)》，行政权力部门制定减缓和适应气候变化的部门计划，旨在巩固农业等各个经济部门低碳经济。农业方面，巴西制定了《巩固农业低碳经济计划》，并开始构建了低碳农业（ABC）项目工作组，于 2010 年发布了《缓解和适应气候变化低碳农业经济计划 (ABC 计划）》。该低碳农业计划覆盖巴西全国，实施时间为 2010 年至 2020 年。该计划的主要目标为：到 2020 年，通过科学管理和施肥，恢复 1500 万公顷退化牧场；增加 400 万公顷农牧林和农林业面积；在 550 万公顷范围内扩大生物固氮的作用；促进再造林行动，扩大人工林面积，使用先进技术处理 440 万立方米的动物粪便，用于能源生产和有机堆肥生产等。

为建立更可持续、更具弹性和竞争力的农业系统，2021 年，农业、畜牧业和食品供应部（MAPA）发布了《农业适应和低碳排放计划 (ABC+ 项目)》，ABC+ 项目覆盖周期为 2020 –2030，ABC+ 项目将从三个方面持续推进农业可续发展：

• **综合景观方法 (ILA):** 综合景观方法学认为，农业区的管理必须考虑到不同层次和规模的乡村景观的不同元素，应反映其多样性、系统性和动态性。鼓励采用和保持可持续系统、实践、产品和生产过程，推进景观组分综合利用。重点放在有效利用适合耕种地区，采取强有力的激励措施，遵守环境规则，承认本土景观的价值，恢复和保护土壤、水及生物多样性。承认和授权当地商品和区域文化，扩大巴西农业、畜牧业和粮食供应部促进可持续农业的倡议组合。对巴西领土来说，建立这种多功能方法可加强对自然资源的有效保护，而不会对农产品产量和农民收入造成损失。这种方法已经证实可以在食物生产过程提升生态服务系统的经济价值，通过更好地土地规划，可有助于解决土地利用的矛盾。

• **推进适应和减缓协同作用。**通过 ABC 项目缓解战略，减少当前以及未来的碳排放并增加碳存储，是应对气候变化威胁的有效手段。极端气候事件频发，也强化了降低农业系统脆弱性、增强农业恢复率的紧迫性。在地方范围内实施的短期和长期有效公共政策时，战略、过程和工具的重点就是气候适应和缓解。气候适应侧重于：(i) 保护措施的采用与保持；(ii) 综合系统的采用与保持；(iii) 遗传改良和生物多样性恢复。

• **促进采用和保持可持续实践、产品和生产过程。**基于自然资源保护农业做法对于农业系统的有效管理以及加强其复原力和可持续性至关重要。自然资源保护实践可以定义为“一组系统安排的技术，旨在通过对土壤、水和生物多样性的综合管理，适当利用外部投入来保护和恢复自然资源”。不论生产制度和

42 https://www.sohu.com/a/219471569_231199

43 http://www.whb.cn/zhuzhan/kandian/20160909/68898.html

44 https://www.sohu.com/a/340706529_720191

45 http://fanwen.geren-jianli.org/1180104.html

地点如何，保护性农业遵循三个基本原则 : 减少或抑制土壤的扰动 ; (ii) 在土壤表面保留作物残余 ; 物种多样化、轮作、间作和 (或) 文化继承”。这些可持续生产技术确保了效率和盈利能力，同时促进了生态系统和自然资源的保护，增强了农业系统的弹性。

(2)《新森林法 (第 12651 /2012 号法律)》

增加森林碳汇是实现碳中和的重要举措之一，通过制定坚实的公共政策框架，以确保环境保护和可持续农业生产的协调。2012 年 4 月 25 日，巴西联邦众议院通过了新修订的国家《新森林法》，《新森林法》要求在原始林区开发农业，必须保留至少 80% 的原始森林；在稀疏草原地区从事农业，至少保留 35% 的原有林地；在其他植被地区从事农业开发，必须保留 20% 的原有林地。通过林地保护，可优先遏制农业不合理开发减少的碳存储。

2）巴西低碳农业发展市场行为

(1) 巴西牛肉碳中和

牛肉生产产生的温室气体是其他动物产品的 2-9 倍，是大多数植物性食品单位蛋白质温室气体的 50 倍以上，由此可见传统牛肉生产对环境影响较大。巴西国家农业研究公司（EMBRAPA）的一项研究指出，约 200 棵树木能中和 11 头成年牛每年排放的甲烷，在牧场之间种植树木可以有效吸收温室气体。为鼓励这种农牧林整合的经营方式，该公司推出了“碳中和巴西牛肉”认证标志。

2020 年 8 月，EMBRAPA 和巴西 Mafrig 企业共同推出了 Viva 牛肉品牌。该品牌牛肉是第一个获得 “碳中和巴西牛肉” 标志认证的产品，目前已在巴西圣保罗的十家超市有售 [46]。圣维吉尼亚是巴西第一个获得碳中和肉类认证的农场，位于南马托格罗索州的圣丽塔多帕尔多。通过作物 - 牲畜 - 森林 (ILPF) 集成系统，以中和生产牛肉过程中排放的温室气体 [47]。

(2) 其他企业推动农业碳中和行为

巴西各个企业也在逐步加入碳中和和碳减排的行列中，全球最大肉食加工巨头巴西 JBS 公司宣布，到 2040 年实现净零排放，JBS 将重置其温室气体排放的平衡，即降低其直接和间接排放的强度，并抵消剩余排放。其中包括到 2030 年在巴西其他生物群落中实现无非法砍伐，此外 JBS 也在投资研发改进可再生农业实践、强化土壤碳封存以及针对供应商农场等方式来达到这一目标 [48]。

巴西 Mafrig 企业发布牛肉碳中和雄心，并称再生农业和农牧结合种植模式是实现牛肉碳中和的核心。再生农业利用自然界存在的自我治疗和恢复力，使农业自然资源不断再生利用，以保护土地、作物和人类环境的健康发展。

巴西 Minerva Foods 宣布采取果断行动应对气候变化和保护生态系统，推出可持续发展战略，承诺到 2030 年（与 2020 年相比）将排放强度降低 30%。

Minerva SA 作为巴西肉类加工商中南美最大的牛肉出口商，正在努力保证向其提供牛的牧场不会非法砍伐森林，并通过监控系统形成卫星图像来绘制其供应商牧场以及任何已知被非法砍伐森林的地区，任何两者重叠的供应商都会被公司列入黑名单。Minerva SA 制定了到 2030 年底排放量减少 30% 的目标，主要减少自身活动产生的排放、公司购买能源产生的排放、间接排放等 [49]。

46 https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/55338720/marfrig-lanca-linha-de-carne-carbono-neutro-em-parceria-com-a-embrapa

47 https://brazilianfarmers.com/news/farm-in-mato-grosso-do-sul-is-the-first-to-receive-a-carbon-neutral-meat-certification/

48 https://jbs.com.br/compromissonetzero/

49 https://www.marketwatch.com/story/brazil-s-minerva-expands-efforts-to-reach-carbon-neutrality-by-2035-271620649553?mod=mw_quote_news

二、巴西碳中和牛肉

2.1 巴西碳中和牛肉的基本概念

巴西乃至全世界的农业一直致力于满足人类对食品、木材和纤维日益增长的需求，并要求在扩大农产品产量的同时，减少对环境影响。人类活动是导致全球升温的主要原因，为减少农业对气候变化的影响，提高农业气候适应性，巴西政府于2010 年发布了减缓和适应气候变化低碳农业经济计划（ABC 计划），该计划通过优化巴西养牛业养殖系统，将养牛业与种植业、林业相结合，并建立作物 - 畜牧 - 森林系统，从而减少温室气体排放。ABC 计划提供了巴西碳中和牛肉实施的政策背景。

巴西农业研究公司（Embrapa）成立于 1973 年，是拉丁美洲最大的农业研发机构。它是一个半自治的联邦机构，隶属于巴西农业和食品供应部，是巴西农业研究系统中的最大组成部分。Embrapa 侧重于开发具有经济重要性、专门领域和生态区域的产品，公司建设有完善的基础研究设施（如实验室设施），在全国各地各个专业中心进行开发研究。

1）概念提出

2015 年，Embrapa 提出了“巴西碳中和牛肉”概念，简称 CCN（Carne Carbono Neutro）。CCN 旨在证明在特定条件下，牛肉生产过程产生的温室气体（GHG）排放可被畜牧 - 森林一体化系统 (IPF) [50] 或者作物 - 畜牧 - 森林一体化系统 (ILPF) [51] 中树木碳存储进行抵消，且整个抵消过程可核算、可审计。

在巴西，种植快速生长的树木（例如桉树），种植密度按每公顷 250-350 棵树，种植 8 年后开始采伐计算，每年每公顷木材蓄积量可新增 25m^3，对应 5tCO_2 碳汇量，大致相当于约 12 头成年牛的甲烷排放量。

2）巴西碳中和牛肉标签

CCN 标签分类葡萄牙语和英文两个版本，CCN 标签已在巴西工业产权局（INPI）进行注册。该标签可用于巴西国内市场及出口新鲜、冷冻或加工牛肉。

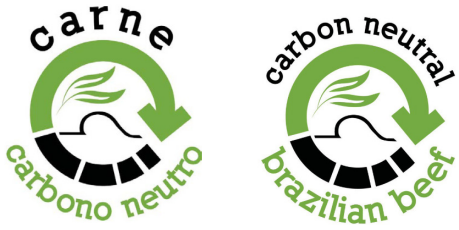


图 2 CCN 标签：葡萄牙语（左）英语（右）

3）巴西碳中和牛肉标签技术 / 生产要求

CCN 标签的主要目标是证明在给定标准下生产的牛肉，其自身生产过程中即牛的肠道甲烷排放，通过养殖综合系统中额外引入树木碳存储实现中和抵消。综合系统包括实施林牧 (IPF) 和农林混牧 (ILPF) 系统。

实施 IPF 和 ILPF 项目必须遵循 Plano ABC 的建议，确保建立的综合系统区域可确定地理边界，且养殖的牛具有可追溯性。综合系统可遵循 Castro and Paciullo (2006), Porfírio-da-Silva et al. (2009) and Serra et al. (2012) 等人提供的耕作技术说明要求进行运营。

综合系统中产生的林业碳汇必须采用经过验证的公式计算其碳汇量。实施综合系统的碳汇基线情景是：I) 没有树木的牧场和 II) 有分散的原生树木的牧场，预先存在的树木不会被计入碳封存。而且生产的木材必须用于高附加值（High value added products，HVAP）产品应用，例如木材、层压板和单板等，这些木材可以用于生产具有更长固碳时间的产品，比如家具、建筑木材等。用于高附加值产品应用木材固定的碳汇量才可用于碳中和牛肉标签碳排放抵消。被授予“碳中性牛肉”标签的综合系统认证的木材，必须用于高附加值产品或家具生产。

综合系统并不是高投入系统，也不涉及饲养场肥育 (Feedlot finishing) 过程，在碳排放核算方法学没有整合之前，暂不考虑氮肥使用、石灰石使用以及动物粪便产生的温室气体排放。

在项目实施周期内，每年都应对综合系统内土壤进行测试。确保随着时间的推移，土壤碳含量等于或大于初始分析的碳含量，从而证明在这些系统中生产的牛肉并没有减少土壤碳储量。土壤碳含量将作为温室气体减排的补充指标。

在综合系统中也可以给牛喂食矿物质、蛋白质、和能量补充剂。 在生长期，建议使用矿物质和蛋白质补充剂（1 ～ 2 g/kg 活重）或蛋白质能量补充剂（3 ～ 5 g/kg 活重）。 在育肥期，可以使用上述任何类型的补充剂，但建议使用能量补充剂（6 至 12 g/kg 活重）以加快屠体脂肪处理。 每日补充量应高达 12g/kg 活重，这样草料仍是饲料摄入量的重要组成部分。在计算牛

50 亦称为 ILF (Livestock Forestry system)。

51 亦称为 ICLF (Crop-Livestock-Forestry systems)。

甲烷排放量时，假设在不同的补充策略下，促进生长的饲料添加剂不会影响甲烷排放因子。

2.2 申请巴西碳中和牛肉标签的资格及步骤

1）申请资格

综合系统养殖的牛，不管是从牛的繁殖到育肥过程，或者仅仅是繁殖或育肥过程，只要满足一定的条件就可以获得标签申请资格。

在产量方面，获得碳中和标签的牛，在进入系统以及出系统过程均需要称重。在综合系统养殖期间，每头牛热胴体至少增重 90kg。对于 400 公斤以下雄性和 300 公斤以下雌性牛，胴体重量的增加预估超过初始活重的 50%，且雄性要增加到最后 280 公斤活重，雌性至少增加到 180 公斤活重。

为了实现认证的目的，根据巴西牛胴体分级系统，可接受屠宰时具有 0 颗、2 颗、4 颗成熟牙，具有中等脂肪含量（3 至 6 毫米）或标准脂肪含量（6 至 10 毫米）的雌性牛和阉割过的雄性牛获得申请碳中和牛肉标签资格。未经阉割的雄性也可获得标签资格，前提是它们被屠宰时有 0 或 2 颗成熟的牙齿，并且满足上述脂肪厚度要求。

2）申请步骤

需要获得并使用 CCN 标签，牛肉产品（牛肉及其衍生物）必须符合以下的所有先决条件和参数，以下获得标签所需的最低条件或步骤：

a) 承诺实施 IPF/ILPF 系统项目：基于巴西政府的 ABC 计划和 Embrapa 的指导文件建立 IPF/ILPF 系统项，该系统必须从基于草本草料（基线）牧场开始建立；

b) 碳排放的技术评估：基于农业指标，考虑到每只动物的温室气体排放，可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC，2006）或 PECUS 网络（基线）提供的参考文件；

c) 固定碳计算：基于定期（年度）森林清单，系统树木中固定的碳储量将根据 Embrapa Forests 提供的树木固碳方法学进行估算。（Arevalo et al., 2002; Zanetti, 2008; Oliveira et al., 2011）；

d) 排放中和评估：基于甲烷碳排放和 IPF/ILPF 系统树干中固定碳的计算，对系统的碳平衡（以 CO_2 当量计）进行评估；

e) 碳储量保证：根据现行法规，来自综合系统木材产品必须确保固定在其中并作为中和温室气体的碳汇保持固定状态（家具和 HVAP）至少几年。

f) 碳中和标签的使用： Embrapa 本身或其合法授权的合作伙伴将仅授予牛肉及其衍生产品使用“碳中性牛肉”标签。

g) 认证：将由独立审核员进行认证，审核员来源于联邦、州或市各级公共或私营机构认可的公司。

2.3 巴西碳中和牛肉核算方法

1）牛肠道甲烷核算方法

牛肠道甲烷核算公示如下：

$$E_{CH4}=M\times EF_{CH4}\times d$$

- E_{CH4}：牛肠道甲烷排放量，单位 tCH_4；
- M：牛数量，单位头；
- d: 牛进入综合系统时间，单位年；
- EF_{CH4}：甲烷排放因子，每年每头牛甲烷排放量，单位 tCH_4/ 年 / 头。

为了计算放牧动物的甲烷排放量，甲烷排放因子采用政府间气候变化专门委员会（IPCC，2006 年）为巴西（拉丁美洲）提供的参考值，或者，采用 PECUS 网络模拟数据或在 ICLF 系统中实测甲烷排放因子 [52]。

政府间气候变化专门委员会报告（IPCC，2006 年）为肠道甲烷排放的估算提供了两个简化的选项（第 1 种和第 2 种），该方法适用于一般评估核算或用于国家清单编制核算。第 1 种方法，为拉丁美洲肠道甲烷排放量的参考固定值为 56 千克 / 动物 / 年。第 2 种方法，中等体型阉割牛食用消化率 (55% ~ 65%) 的饲料，其甲烷排放因子为 70 千克 / 动物 / 年。

Pecus 网络基于巴西发布的 2003 年至 2012 年间碳排放数据开发了一个甲烷排放经验方程，根据该方程模拟得出甲烷排放因子为 66 千克 / 动物 / 年。

2015 年 Gomes 等人对 ICLF 系统中小母牛甲烷排放进行测量，测试结果甲烷排放因子为 66 千克 / 动物 / 年。

52 http:// www.cppse.embrapa.br/redepecus/

综上，甲烷排放因子可由四个值进行参考：

1）使用 IPCC 方法 1 的固定值：56 kg CH_4/ 动物 / 年；

2）使用 IPCC 方法 2 的估计值：70 kg CH_4/ 动物 / 年；

3）使用 Pecus Network 经验公式得出的年均值：66 kg CH_4/ 动物 / 年；

4）从 Embrapa 牛 ICLF 系统获得的平均值：66 kg CH_4/ 动物 / 年。

2）树木碳汇核算方法

在 IPF/ILPF 系统中，通过林业碳存储量中和肉牛甲烷排放。

林业碳汇的计算方式主要根据森林清单调查结果，确定实际和潜在的树木生长规律，估算树干中积累固碳量。Embrapa 开发的 SIS 系列软件，可用于评估树木生物量和植物不同部位积累的碳量 [53]。

2.4 巴西碳中和牛肉标签存在的问题

巴西碳中和牛肉为农业可持续发展提供了良好的实践思路，但也存在一些问题有待思考。

1）中和产品并未考虑所有碳排放源。碳中和认证过程，目前只考虑了牛肠道甲烷排放，其他排放源未考虑，比如：动物粪便甲烷排放、土地使用化肥一氧化二氮排放、肉类加工过程温室气体排放、肉类运输过程排放等均未考虑。

2）巴西碳中和牛肉认证过程尚不清晰。CCN 肉类可以由获得联邦、州或市级公共或私人机构认可的第三方进行认证，并由 Embrapa 合法授权授予 CCN 标识。在调研过程中，除了公开网络，我们通过巴西驻华大使馆联系到了 Embrapa 调研部主任 Roberto，巴西农业和畜牧业联合会 (CNA) 也为我们提供了技术支持，但对巴西碳中和牛肉认证过程尚不是很清晰，这对巴西碳中和牛肉推广可能存在一定的影响。

53 此软件及其具体核算方法，尚未公开。

三、巴西碳中和牛肉标签启示

3.1 巴西碳中和牛肉深远意义

农业是重要的温室气体排放源，同时也是重要的碳汇来源，巴西牛肉碳中和的提出对农业可持续发展具有重要示范作用，具有深远的意义。

推进可持续发展目标（SDG2）实现，助力可持续农业发展。巴西碳中和牛肉要求在畜牧、森林一体化系统（IPF）或者作物、畜牧、森林一体化系统（ILPF）中进行养殖，并需要对养殖系统进行综合科学管理，以此提高生产效率，有效利用自然资源，同时减少对环境的影响。

为农业发展提供了更好的经济来源。通过碳中和认证机制，积极发展特色农业，通过挖掘资源禀赋、强化农业管理创新、培育碳中和品牌等方式，扩大农产品销售渠道，提升农产品出口机会，综合提高农产品的附加值及综合收益。

为国际社会以及我国农产品碳中和提供新思路。巴西碳中和牛肉认证为世界范围内最早开展农业碳中和产品认证实践，于国际社会均有较好的示范效应。于我国而言，自2019年习近平主席提出“3060”目标以后，我国各行各业尽在有序开展碳达峰碳中和研究工作，农村农业碳达峰碳中和也是重要环节之一。截止目前，我国尚未出台农产品碳中和相关认证文件或制度，巴西碳中和牛肉机制为我国启动碳中和农产品提供较好的参考思路。

3.2 对我国农业碳中和体系建立的启示

3.2.1 我国食品相关认证体系

我国与食品相关的认证包括绿色食品认证、有机产品认证、无公害农产品认证、可持续海产品认证和可持续棕榈油认证。其中，可持续海产品认证和可持续棕榈油认证只适用于单一类别产品，不涉及畜牧业肉类。无公害农产品主要立足于全面解决“餐桌污染”问题，解决的是农产品质量中的最基本安全问题，目前无公害农产品认证正在向食用农产品合格证制度过渡阶段。

为促进农业可持续发展，满足更高需求，绿色食品、有机产品认证更强调人与自然和谐共生。绿色食品最初的发展动机是出口与内销兼顾，目标是提高生产水平，满足更高需求，增强市场竞争力。绿色食品的市场份额主要在大中城市部分高收入人群，同时也有一部分出口的市场份额。有机产品最初是应国外贸易商的要求而产生的，其过程严格与国外有机产品接轨，产品主要面向国际市场，有机是一个理性概念，注重保持良好的生态环境。

1）绿色食品认证体系

(1) 绿色食品认证简介

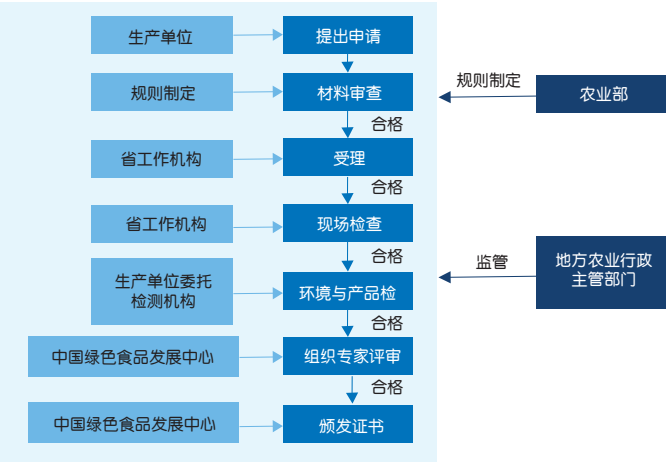
绿色食品是指产自优良环境，按照规定的技术规范生产，实行全程质量控制，产品安全、优质，并使用专用标志的食用农产品及加工品。1993 年农业部发布《绿色食品标志管理办法》，2012 年修订了该办法[54]。中国绿色食品发展中心对质量和卫生检测合格的产品进行综合审查 (含实地核查)，由农业部颁发绿色食品标志使用证书及编号，报国家工商行政管理局商标局备案，同时公告于众。绿色食品分成种植业产品、畜禽产品标准、渔业产品、加工食品、其他产品五大类[55]。现有标准 126 项，比如《绿色食品畜肉（NY/T 2799-2015）》《绿色食品畜禽肉制品》（NY/T 843-2015）等。2019 年中国绿色食品获证单位数 6949 个，同比增长 16.42%；获证产品数 6949 个，同比下降 47.28%；获证单位总数 15984 个，同比增长 21.06%；获证产品总数 36345 个，同比增长 17.5%。

绿色食品标志为依法注册的证明商标，标志如下：

(2) 绿色食品认证机制

绿色食品认证机制如下图所示：

绿色食品认证机制各方职责如下：



54 http://www.gov.cn/gongbao/content/2012/content_2256580.htm

55 《绿色食品产品标准目录》

主管部门：农业农村部，负责制定并发布绿色食品产地环境、生产技术、产品质量、包装贮运等标准和规范。

食品检查员、监督管理员等：负责具体的绿色食品是审核和绿色食品标志监督等。

中国绿色食品发展中心：负责全国绿色食品标志使用申请的审查、颁证和颁证后跟踪检查工作。

生产单位：申请使用绿色食品标志的生产主体。

省级工作机构：省级人民政府农业行政主管部门所属绿色食品工作机构负责本行政区域绿色食品标志使用申请的受理、初审和颁证后跟踪检查工作。比如天津市绿色食品办公室、河北省绿色食品办公室、江苏省绿色食品办公室等。

检测机构：承担绿色食品产品和产地环境检测工作的技术机构，应当具备相应的检测条件和能力，并依法经过资质认定，由中国绿色食品发展中心按照公平、公正、竞争的原则择优指定并报农业部备案。

监管体系：县级以上人民政府农业行政主管部门依法对绿色食品及绿色食品标志进行监督管理。

绿色食品认证相关文件如下：

许可审查相关文件：《绿色食品标志管理办法》《绿色食品标志许可审查程序》《绿色食品标志许可审查工作规范》《绿色食品现场检查工作规范》《绿色食品专家评审工作规范》《绿色食品检查员注册管理办法》《绿色食品检查员工作绩效考评办法》《省级绿色食品工作机构续展审查工作实施办法》。

主要技术标准：产品标准：绿色产品质量要求；准则标准：规定了产地环境质量要求、药/肥料/添加剂/饲料要求、产品检测及抽样要求、包装储藏运输要求、卫生防疫要求等；生产操作规程：绿色产品生产规程要求。

标志管理文件：《绿色食品标志使用管理规范（试行）》《绿色食品颁证程序》《绿色食品标志使用证书管理办法》《绿色食品新编号制度》等。

质量监管文件：《绿色食品质量安全预警管理规范（试行）》《绿色食品企业年度检查工作规范》《绿色食品产品质量年度抽检工作管理办法》《绿色食品标志市场监察实施办法》《绿色食品标志监督管理员注册管理办法》《绿色食品标志监督管理员工作绩效考评实施办法》等。

2）有机产品认证体系

(1) 有机产品认证简介

有机农业是指一种在生产过程中不使用人工合成的肥料、农药、生长调节剂和饲料添加剂的可持续发展的农业，它强调加强自然生命的良性循环和生物多样性。有机产品是指生产、加工和销售符合中国有机产品国家标准的供人类消费、动物食用的产品。有机产品认证是指认证机构依照《有机产品认证管理办法》的规定，按照有机产品认证规则，对相关产品的生产、加工和销售活动符合中国有机产品国家标准进行的合格评定活动。我国的有机产品开发和认证工作始于 1995 年，2002 年《中华人民共和国认证认可条例》正式颁布实施。有机产品认证工作由国务院授权的国家认证认可监督管理委员会统一管理，至此我国有机产品认证工作进入规范化阶段。国家推行统一的有机产品认证制度，实行统一的认证目录、统一的标准和认证实施规则、统一的认证标志。目前，有机产品认证已涉及产品类别 46 大类，135 小类涉及 500 多个品种[56]，比如植物和使用菌类、水产类、畜禽类、食品加工类等。2019 年我国有机食品获证企业总计 1184 家，获证产品数量为 4381 个。我国畜牧业有机食品认证面积为 6808.74 万亩，同比增长 83%；我国加工业有机食品认证面积为 737.74 万亩，同比增长 40.15%；渔业有机食品认证面积为 388.48 万亩，同比增长 28.5%；野生采集有机食品认证面积为 330.12 万亩，同比增长 8.88%；种植业有机食品认证面积为 304.12 万亩，同比下降 25.8%[57]。

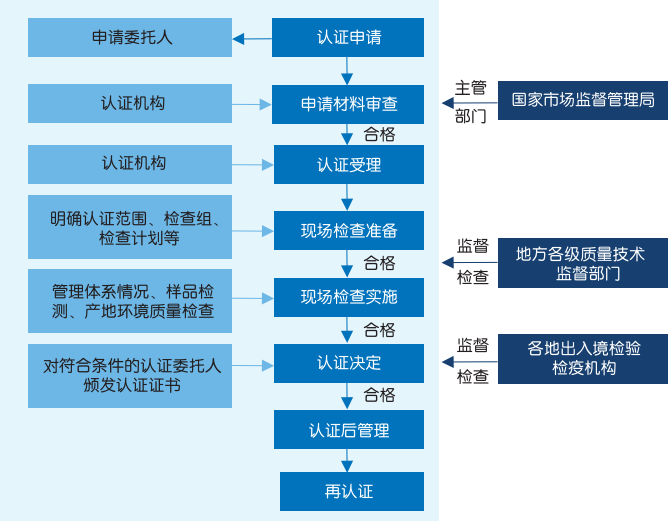
有机产品标志为依法注册的证明商标，标志如下：

56 《有机产品认证目录》(2019 年公布版)

57 《2021-2027 年中国有机食品产行业市场需求分析及投资发展研究报告》

(2) 有机产品认证机制

有机产品认证机制如下图所示：



有机产品认证机制各方职责如下：

主管部门：主管部门为国家市场监督管理局。国家认证认可监督管理委员会（以下简称“国家认监委”），负责全国有机产品认证的统一管理、监督和综合协调工作。国家认监委负责制定和调整有机产品认证目录、认证实施规则并对外发布。国家认监委按照平等互利的原则组织开展有机产品认证国际合作。有机产品认证国际互认活动在国家对外签署的国际合作协议内进行。

有机产品认证机构：具备《中华人民共和国认证认可条例》规定的条件和从事有机产品认证的技术能力，并获得认监委的批准。认证机构负责有机产品的受理、现场检查准备、现场检查实施以及认证决定、年度获证后现场检查、以及再认证检查。

有机产品检查员：应取得中国认证认可协会的执业注册资质。

认证委托人：有机产品生产者、加工者（以下统称“认证委托人”），自愿委托认证机构进行有机产品认证。

检测机构：承担样品检验检测、环境监测，检验机构符合国家条件即可。

监管体系：地方各级质量技术监督部门和各地出入境检验检疫机构（以下统称地方认证监管部门）按照职责分工，依法负责所辖区域内有机产品认证活动的监督检查和行政执法工作。

有机产品认证相关文件如下：

认证相关文件：《中华人民共和国认证认可条例》《认证机构管理办法》《有机产品认证管理办法》《有机产品认证实施规则》《有机产品认证目录》。其中，实施规则明确了有机产品认证机构要求、人员要求、认证依据、认证程序、认证后管理、再认证、认证证书及认证标志的管理等。

主要技术标准：GB/T 19630《有机产品 生产、加工、标识与管理体系要求》。

3.2.2 构建中国碳中和牛肉体系建议

目前，我国尚未开展农业碳中和相关认证活动。基于巴西牛肉碳中和机制，并结合我国农产品认证制度，构建中国碳中和牛肉体系建议包括两大途径。

1）途径一：参考绿色食品认证机制，构建中国碳中和农业产品认证制度。

由农业部主导建立碳中和牛肉认证体系，需要开展的工作可包括：

1）农业部发布《碳中和牛肉标志管理办法》，对碳中和牛肉标识注册、获取方式、管理要求、使用方式、监管方式、各方职责、罚则等进行规定，属于综合管理办法。发布碳中和牛肉产地环境、生产技术、产品质量、包装贮运等标准和规范。

碳中和牛肉标志管理文件：包括使用要求、编号制度、管理规范等。

发布碳中和牛肉标志审查相关文件：包括审查程序、审查工作规范、检查员管理办法等。

技术文件：碳中和牛肉产品要求、中和技术要求、肉牛养殖相关规范文件等。

建立碳中和牛肉标志认证渠道方式，建议采用现有农业部底下中国绿色食品发展中心作为管理承担部门，并规范相关检测机构。

2）途径二：基于国家认证认可系统，构建中国碳中和农业产品相关认证。

基于现有认证认可制度，将中国碳中和牛肉认证纳入现有产品认证体系。基于此，需要开展的工作主要包括：

1）由国家市场监督管理总局颁发《碳中和牛肉产品认证管理办法》，明确碳中和牛肉的管理要求，至少包括认证实施、认证证书和认证标志、监督管理、罚则等相关要求。

2）《碳中和牛肉认证实施规则》：编制《碳中和牛肉认证实施规则》。实施规则应规定碳中和牛肉认证过程要求，至少包括认证目的和范围、认证机构要求、认证人员要求、认证依据、认证程序、认证后管理、再认证要求、认证证书、认证标志管理、认证费用等内容。

3）碳中和牛肉技术文件：相关科研机构研发碳中和相关技术文件，至少包括碳中和牛肉产品要求、中和技术要求、肉牛养殖相关规范文件。相关技术文件可以采取国标、行标、团标的形式申请发布。

3.3 国内推广市场渠道分析

1）有机产品推广制度：

有机产品备忘录管理：向中国出口有机产品的国家或者地区的有机产品主管机构，可以向国家认监委提出有机产品认证体系等效性评估申请，国家认监委受理其申请，并组织有关专家对提交的申请进行评估。向中国出口有机产品的国家或者地区的有机产品认证体系与中国有机产品认证体系等效的，国家认监委可以与其主管部门签署相关备忘录。该国家或者地区出口至中国的有机产品，依照相关备忘录的规定实施管理。

按中国有机产品认证要求，开展产品认证：未与国家认监委就有机产品认证体系等效性方面签署相关备忘录的国家或者地区的进口产品，拟作为有机产品向中国出口时，应当符合中国有机产品相关法律法规和中国有机产品国家标准的要求。需要获得中国有机产品认证的进口产品生产商、销售商、进口商或者代理商，应当向经国家认监委批准的认证机构提出认证委托。并按照有机产品认证实施规则的规定，开展有机产品认证。进口有机产品申报入境检验检疫时，应当提交其所获中国有机产品认证证书复印件、有机产品销售证复印件、认证标志和产品标识等文件。各地出入境检验检疫机构应当对申报的进口有机产品实施入境验证，必要时出入境检验检疫机构可以对申报的进口有机产品实施监督抽样检验，验证其产品质量是否符合中国有机产品国家标准的要求。

2）绿色产品融资

2021 年 2 月 2 日，国务院发布了《关于加快健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，该意见提出要加强绿色食品、有机农产品认证和管理，鼓励鼓励发展生态种植、生态养殖。发展林业循环经济，实施森林生态标志产品建设工程，并强调大力发展绿色金融，推进绿色信贷和绿色直接融资，支持符合条件的绿色产业企业上市融资等。

3.4 总结

目前，我国对农业气候适应性研究尚在起步阶段，国际农业领域应对气候变化适应性实践以及“巴西碳中和牛肉”认证为我国农业领域助力国家“3060 目标”提供新思路：

1）提高农业气候适应性是推进农业可持续发展，保障粮食安全，履行国际第二个可持续发展目标（SDG 2）的重要方面，也是农业未来发展方向。

2）农业温室气体排放不可忽视，目前，在三大产业里面，农业可以依靠自身系统实现净零排放，这为我国未来农业碳中和奠定了良好基础。

3）通过碳交易及认证等市场手段，促进农业碳减排是可操作性方向。推进农业减排碳信用作为重点排放单位碳排放履约抵消方式之一，探索建立我国碳中和农产品认证制度，这都将是推进我国农业可持续发展的重要方面。

4）市场推广及国际互认。目前，我国对碳中和农产品的需求尚处于市场培育阶段，对进口农产品的可持续要求尚不清晰，相关支持力度也不明显，相关市场推广渠道或实践不够明确。但目前正在开展的有机产品认证和绿色食品认证，为未来碳中和农产品认证及国际互认实践奠定了良好的基础。

附件一
主要国家农业应对气候变化政策及实践

国家名称	相关法律政策及实践
新西兰	• **国家政策：**2019年11月新西兰国会通过《零碳排放法案》，并提出了2050净零排放目标；2020年由主要部门气候行动伙伴关系（He Waka Eka Noa）发布了《HWEN五年工作计划》，提出了农业温室气体减排目标。 • **碳交易市场：**2002年发布《应对气候变化法》，开始建立碳交易市场，2020年6月发布《排放交易改革法案》：将对碳交易体系内允许的总排放量设定上限。2008年将森林纳入碳交易系统，截止目前，农业温室气体排放碳定价尚在研讨当中。 • **研发方面：**2009年新西兰农业温室气体研究中心（NZAGRC）成立，同年在新西兰成立了全球农业温室气体研究联盟（GRA）。 • **相关认证：**上世纪90年代，新西兰开始了可持续葡萄酒认证。近几年，Toitū Envirocare推出了新西兰首个专门为农场设计的碳认证项目。
澳大利亚	• **国家政策：**1998年建立了《国家温室气体战略》，2007年澳大利亚政府发布了《国家气候变化适应框架》，2015年发布了《国家气候韧性和适应战略》，2019年，澳大利亚政府正式公布了《气候解决方案》，计划投资35亿澳元来应对气候变化。 • **研发方面：**在2002至2017年期间，澳大利亚政府投资1.39亿美元开展《碳农业未来项目（CFF）》。2017年建立了第一产业气候研究战略（CRSPI）。 • **市场及财政机制：**2011年发布《碳信用（碳农业倡议）法案》，2014年建立了25.5亿澳元温室气体减排基金(ERF)。 • **红肉碳中和案例：**2020年，澳洲肉类及畜牧业协会（MLA）发布了澳大利亚肉类和畜牧业2030年碳中和目标(CN30)。
加拿大	• **国家政策：**2016年12月，加拿大第一部长会议通过了《泛加拿大清洁增长与气候变化框架(PCF)》,2020年12月发布了《健康环境，健康经济——增强版气候计划》，并提出在2050年实现净零排放。2021年3月，加拿大农业与农业食品部发布《农业应对气候变化解决方案（ACS）》。 • **碳交易市场：**2003年艾伯塔省通过的《气候变化和排放管理法》，2007年起阿尔伯塔省建立了碳排放补偿系统。2007年阿尔伯塔省发布了《农业材料厌氧分解议定书》，2016年发布了《减少饲养牛排放议定书》，农业碳减排可进入碳交易市场。
美国加州	• **国家政策：**2006年加州发布了《加州全球变暖解决方案法令》（AB32法案），基于AB32法案，2016发布的《关于气候短期污染物的第1383号参议院法案》，提出了甲烷和氢氟碳化物减排目标。 • **碳交易市场：**2006年发布了《限额和交易条例》，2013年加州政府正式启动了《碳排放总量控制和与交易计划》，启动碳市场。按照《牲畜项目合规抵消议定书》、《水稻种植项目合规抵消议定书》、《森林项目议定书》开发的碳信用，可用于碳市场履约抵消。

英国	• **国家政策：**2020年英国向外宣布，到2050年实现净零排放；英国全国农场农场主联合会（NFU）制定了一个雄心勃勃的目标，到2040年，英格兰和威尔士的所有农业都要实现温室气体净零排放。
爱尔兰	• **国家政策：**爱尔兰国家级可持续发展项目“绿色本源”（Origin Green）是世界上率先以国家层面提出的食品可持续发展项目。
巴西	• **国家政策：**2009年巴西制定了《国家气候变化政策 (PNMC)》。农业方面，2010年发布了《缓解和适应气候变化低碳农业经济计划（ABC计划）》，2021年，发布了《农业适应和低碳排放计划(ABC+项目)》。2012年4月25日，发布了国家《新森林法》。 • **碳中和实践：**2020年，巴西国家农业研究公司（EMBRAPA）推出了“碳中和巴西牛肉”认证标志。全球最大肉食加工巨头巴西JBS公司宣布，到2040年实现净零排放的全球承诺。巴西最大的食品公司Mafrig、Minerva Foods、Minerva SA也在应对气候变化方面，开展了响应行动。