2026年重大引领性技术简介

**一、**

**技术名称：**重金属污染耕地绿色修复与安全利用技术

**技术单位：**华南农业大学

**联系人：**仇荣亮13450420058

**农业重大引领性技术介绍材料**

**摘要：**针对我国耕地重金属污染面积大、异质性高、农产品易超标的难题，创建了“植物阻隔-植物提取-植物稳定”集成修复技术模式，整体达到国际领先水平，获国家科技进步奖二等奖等奖励8项。（1）针对轻度污染耕地，研发了具有土壤降活-根表阻吸-作物控传等多重阻控功能的钙铁硅基调理剂，获中国专利优秀奖，在国际上首创“植物阻隔”技术，实现农产品100%达标且增产20%以上。（2）针对中度污染耕地，创建了“超富集植物提取-农作物间套作”修复技术，每年耕地镉、砷分别下降13%和15%以上，实施3~6年后实现耕地重金属减量达标。

（3）针对重度污染耕地，研发了基于铁硅调控的“替代种植-植物稳定”技术，构建了涉重生物质的资源化技术体系，实现了重度污染耕地的安全利用与稳定收益。

（4）构建了“植物阻隔-植物提取-植物稳定”技术模式，被科学技术部列为耕地修复的关键技术，在全国23个省/市/自治区开展了257个工程应用，总应用面积597万亩，可产生经济效益超110亿元。

一、技术概述

（一）背景情况

进入21世纪，我国土壤污染问题日益突出，“镉大米”等公害事件频发，严重威胁粮食安全与公众健康。受矿业、地质高背景及农业投入影响，全国耕地土壤污染点位超标率达19.4%，稻米镉、砷超标率分别达12.8%和8.0%。传统治理方法如固化/稳定化等存在成本高、效率低等问题，难以适应我国污染面积广、资金有限的国情。为此，项目团队系统研究了植物修复关键过程，构建了适用于高、中、低污染程度的植物联合修复技术体系，形成了一批自主知识产权技术，并在华南等地推广应用，为国家重金属污染耕地治理提供了有效支撑。

（二）技术要点

（1）针对占总污染耕地85%的轻度污染耕地，创制了具有多重阻隔功能的钙铁硅基调理剂（获中国专利奖优秀奖），首创了土壤金属降活-根际铁膜阻控-作物生理区隔-作物体内沉淀四协同的“植物阻隔”技术，农产品100%达标且增产20%以上，可实现边绿色修复、边安全生产。

（2）针对单一阻隔技术无法实现农作物达标生产的中度污染耕地，发现了一批具有自主知识产权的重金属超富集植物资源，突破了国内修复植物匮乏的“卡脖子”难题；创建了超富集植物-农作物间套作修复技术，实施3~6年可完成中度污染土壤修复且农产品95%以上达标，实现耕地重金属减量的目标。

（3）针对重度污染耕地，筛选了一系列重金属强耐性高收益的经济作物，研发了基于铁硅调控的“替代种植-植物稳定”技术，构建了涉重生物质的资源化技术体系，实现了重度污染耕地的安全利用与稳定收益。

（4）针对耕地污染空间异质性高、系统性修复困难的问题，构建了适用于轻、中、重度污染耕地的“植物阻隔-植物提取-植物稳定”技术模式，被科学技术部、生态环境部、农业农村部列为耕地修复推广的关键技术。

（三）试验示范推广情况

项目团队创建了国际领先的“植物阻隔-植物提取-植物稳定”技术模式，突破了我国量大面广的重金属污染耕地安全利用瓶颈，在全国23省/市/自治区应用超597万亩，占同期全国污染耕地总治理面积的14.9%，其中包括国家农产品产地重金属污染修复示范项目（农业农村部在华南地区最大规模耕地重金属修复项目）、湖南常德先行区石门雄黄矿砷污染耕地修复工程（世界最大砷污染土壤植物提取修复工程）等核心示范基地/修复工程（附件5）；研发了农业农村部登记的土壤修复系列产品25款，实现了修复技术的产业化；主持制订地标等各类标准18项，推动了我国耕地污染修复行业实现跨越式发展。

主要应用单位情况：1、佛山市植宝生态科技有限公司，应用规模4098796.1亩；2、航天凯天环保科技股份有限公司，应用规模40288.6亩；3、广东维特农业科技有限公司，应用规模972576.2亩；4、湛江市农业农村局，应用规模540000亩；5、乐昌市农业技术推广总站，应用规模80000亩；6、北京瑞美德环境修复有限公司，应用规模60600亩；7、航天峪凯（上海）生态科技有限公司,应用规模40224亩；8、始兴县农业科学研究所，应用规模40000亩；9、阳春市农业研究与技术推广中心，应用规模38400亩；10、河源市农业技术推广中心，应用规模30000亩；11、仁化县农业农村发展服务中心，应用规模30000亩。

（四）技术效果

（1）技术成效

针对我国污染面积最大的轻度污染耕地，采用自主研发的植物阻隔技术，施用50~300kg/亩土壤调理剂后，7省93个田块实验数据显示，稻米镉含量平均下降45.4%、砷含量下降22.5%。喷施叶面阻控剂后，广东、湖南、广西3个重点关注污染省份60个田块实验数据显示，稻米镉平均下降30.4%、砷下降38.0%。针对单一阻隔技术无法实现农作物达标生产的中度污染耕地，国际首创超富集植物-农作物的间作修复技术并入选了国家先进污染防治示范技术名录，可使耕地镉、砷每年分别下降13%和15%以上，修复3~6年使中轻度镉污染耕地达到农用地土壤污染风险管控标准要求，生产的农产品95%符合国家限量标准。针对需严格管控的重度污染耕地，研发了基于铁硅调控的替代种植-植物稳定技术，修复后有效态镉、铅分别下降63%和70%以上，效果保持2~3年，经济收益约500~800元/亩。由吴丰昌院士、朱永官院士、徐明岗院士等专家组成的鉴定委员会认为：该成果“为我国土壤重金属污染防治提供了关键技术支撑”，“具有前瞻性、创新性和实用性，整体达到国际先进水平，其中污染农田‘植物阻隔-植物提取-植物稳定’联合修复技术达到国际领先水平”（附件4）。

（2）技术获奖

项目成果在国家耕地污染防治中发挥重要技术引领，获国家科技进步奖二等奖（2023）、教育部科技进步奖一等奖（2020）和工程技术奖一等奖（2025）、广东省科技进步奖一等奖（2023）、中国专利奖优秀奖（2022）、中国土壤学会科技奖一等奖（2019）、广东省环境保护科学技术奖一等奖（2018）、广东省丁颖科技奖（2023）（附件4）。

（3）媒体报道

《人民日报》《光明日报》《经济日报》、CCTV等多家权威媒体对项目研发成果进行了深入报道。2014年4月，CCTV《经济信息联播》栏目聚焦重金属污染，以“重金属污染之困”为题，系统介绍了该成果在广东韶关先行区开展重金属污染土壤修复的治理成效。2017年4月，CCTV《经济半小时》栏目聚焦春耕一线，以“农田重生记”为题，专题报道了成果在广西河池先行区大环江流域重金属污染土壤修复治理工作。

（4）经济效益

成果形成期内，完成单位和应用单位共计产生经济效益58.85亿元，其中新增销售额1.83亿元（含新增利润0.32亿元），其他经济效益57.02亿元（附件5）。详细经济效益情况：2020年及以前,新增销售额4308.0万元，新增利润709.6万元；2021年，新增销售额4325.0万元，新增利润831.7万元；2022年，新增销售额5466.9万元，新增利润839.7万元；2023年，新增销售额4175.6万元，新增利润778.8万元；近五年合计产生其他经济效益570245.2万元，此外，预估未来五年还可为社会新创造57.73亿元的其他经济效益。

经济效益计算依据：

项目参与单位（佛山市植宝生态科技有限公司）与应用单位（广东维特农业科技有限公司）的经济效益计算依据如下：新增销售额为其承接的修复项目合同与相关产品销售合同金额之和；新增利润则以合同总额乘以各单位审计报告或财务报表中的利润率核算。

其他经济效益中，由中国农业科学院农业经济与发展研究所核算修复后耕地价值，计算年限为10年（2023年为基准年，含已推广5年及未来5年）。为客观反映实际增产效果，按规定取0.7作为经济效益缩值系数。具体计算公式为：①已获经济效益=∑（新增纯收益复利值×0.7）－已投入推广费用－已分摊科研费用；②未来经济效益=∑（新增纯收益复利值×0.7）－未来推广费用复利值-预期分摊科研费用复利值。经测算，“重金属污染耕地绿色修复与安全利用技术”在计算期内预计共为社会创造经济效益114.75亿元，其中已实现57.02亿元，未来五年预计还可创造57.73亿元。

（五）推广潜力

（1）服务国家重大需求,解决土壤修复卡脖子问题：开发的“重金属污染农田的超富集植物-经济作物间作修复技术”入选2012年国家先进污染防治示范技术名录（该名录中唯一的耕地土壤修复技术）；“砷污染土壤的植物修复技术”入选2012年国家鼓励发展的环境保护技术目录。系列成果应用于广东韶关、广西河池、贵州铜仁等全部六个国家土壤污染综合防治先行区重金属污染土壤修复工程中，得到了政府部门高度认可。

（2）制订修复政策法规，服务国家和区域土壤管理：开参与国家层面土壤环境保护与污染治理政策制订、法规起草工作，包括《土壤污染防治行动计划》（2016）及《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019）等起草工作。团队先后为全国人大、国务院，农业农村部、科学技术部等部委以及广东、广西、湖南等省的耕地污染治理和风险管控提供政策建议和解决方案。

（3）推动土壤学科发展，大幅提升学科国际影响力：培育了包括国家杰青、万人领军、优青等土壤污染修复领域的人才，有效增强了我国污染土壤修复技术的研发水平和自主创新能力。项目团队与法国共建的“中-法土壤环境联合实验室”（2015），入选中法建交60周年科技合作成果展；获批全国首个土壤修复类引智基地“土壤环境污染控制与修复学科创新引智基地”（2018）并以优秀成绩获得滚动支持（2023），举办了近20场国际学术研讨会。2020年项目负责人作为主要发起者和首任秘书长，与拉美14国80多所科研机构共建“中国-拉丁美洲农业教育科技创新联盟”，引领了耕地修复领域的多边合作与人才培养，为全球耕地污染修复及环境管理提供了中国方案。

二、技术依托单位

（一）华南农业大学

联系地址：广东省广州市天河区五山路483号

邮政编码：510642

联系人：仇荣亮

联系电话：13450420058

电子邮箱：qiurl@scau.edu.cn

（二）中山大学

联系地址：广东省广州市大学城外环东路132号

邮政编码：510006

联系人：汤叶涛

联系电话：13822258209

电子邮箱：eestyt@mail.sysu.edu.cn

（三）广东省农业环境与耕地质量保护中心

联系地址：广东省广州市天河区先烈东路135号

邮政编码：510500

联系人：刘一锋

联系电话：13826031000

电子邮箱：feng\_608@163.com

（四）广东省农业科学院农业质量标准与监测技术研究所

联系地址：广州市天河区金颖路20号

邮政编码：510640

联系人：邓腾灏博

联系电话：13580371824

电子邮箱：dengtenghb@gdaas.cn

（五）佛山市植宝生态科技有限公司

联系地址：广东省佛山市禅城区佛罗公路33号

邮政编码：528000

联系人：郭勇军

联系电话：18929966513

电子邮箱：1695533623@qq.com

三、集成推广计划

2026年，计划在广东、广西、湖南、湖北、贵州、浙江6个国家土壤污染综合防治先行区建立示范基地，联合省级技术推广中心及行业龙头企业，开展不少于10万亩的修复技术验证。示范工作将重点完善修复设备在不同重金属类型、污染程度和环境条件下的技术参数与适用模式，形成可复制推广的应用技术标准。项目还将组织不少于2场区域性技术观摩与培训，邀请农业管理部门、科研单位及企业参与，推动技术在全国主要耕地产区的规模化应用，为保障耕地安全与农业高质量发展提供科技支撑。项目实施经费由科技计划专项、企业配套投入及地方政府经费共同保障。

**二、**

**技术名称：**抗枯萎病特色粉蕉新品种的选育及配套技术

**技术单位：**广东省农业科学院果树研究所

**联系人：**吴元立020-38694292

**农业重大引领性技术介绍材料**

**摘要：**毁灭性土传真菌病害—香蕉镰刀菌枯萎病和台风、寒潮等灾害性天气是我国香蕉生产面临的主要威胁。利用国家荔枝香蕉种质资源圃(广州)保存的香蕉资源进行种质创制，通过广粉1号粉蕉(ABB)×野生长梗蕉(BB)杂交，并从杂交后代中鉴定到抗病株系，突破性培育出抗枯萎病、抗逆且优质高产特色粉蕉新品种—粉杂1号(苹果蕉)。围绕粉杂1号的推广应用开展配套技术研发,主要包括组培快繁和育苗技术、优质高产栽培技术和常温采后处理技术等，为新品种的推广应用提供有力技术支撑。经农业农村部科技发展中心组织专家评价，技术总体处于国际领先水平。粉杂1号近三年省内推广面积超过38万亩，新增销售额23.7亿元，新增利润超过10亿元，节约成本2.78亿元；同时辐射带动广西、云南、贵州、福建和海南等省(区)大规模种植。其推广应用拯救了病区衰落的香蕉产业，经济效益显著，极大地促进了行业科技进步，对乡村振兴和香蕉品种结构的调整做出重大贡献，带来巨大的社会生态效益。

一、技术概述

（一）背景情况

香蕉(Musa spp.)不仅是家喻户晓的热带、亚热带水果，也是我国南方地区重要的经济作物。据国家统计局公布的数据，2023年我国的香蕉种植面积为505万亩，总产量超过1000万吨，是世界上第二大香蕉生产国。我国的香蕉生产主要分布在广东、广西、云南、海南、福建和台湾等省(区)。除了香牙蕉(AAA)类主栽品种，我国的三倍体栽培蕉类型还包括粉蕉(ABB)、大蕉(ABB)和龙牙蕉(AAB)。

近年来，我国乃至全世界的香蕉生产面临多种病虫害的威胁，其中由土传真菌(Foc)引起的毁灭性病害—香蕉镰刀菌枯萎病是最主要的病害之一，目前在病区尚无行之有效的防治方法。加之我国大部分产区属于亚热带季风性气候，香蕉生产还常常受到冬季低温天气和台风的为害。项目实施前存在的问题主要包括以下几个方面：

1.1抗病品种选育方法和抗病品种的类型相对单一

项目实施前，国内香蕉产区推广种植的抗病品种大部分是通过体细胞无性系变异获得的香牙蕉(AAA)类栽培品种(Hwang&Ko,2004;刘绍钦等,2007;韦绍龙等,2016;许林兵等,2017;程世敏等,2023;黄素梅等,2023;张建斌等,2024)。国外虽然通过杂交育种获得四倍体抗病品种FHIA-01(又称金手指)(Rowe&Rosales,1993;Smith et al.,2014)，但是果实品质不佳。

1.2缺乏综合性状优异的香蕉品种

一般地，香牙蕉栽培品种的抗风性和耐寒性相对较差。粉蕉栽培品种虽然果实品质和抗逆性优于香牙蕉，但是高感香蕉枯萎病。大蕉的抗病性和抗逆性较好，但是接受其果实风味的人群范围较窄,果实品质不及香牙蕉和粉蕉。总的来说，缺乏同时具有抗病性和抗逆性且品质优异的香蕉品种。

1.3粉蕉的种植和销售都集中在华南地区，未能实现跨区域发展

由于不耐贮运，传统粉蕉栽培品种的种植和销售长期以来都集中在华南地区，未能实现跨区域发展。

针对上述问题，通过改进育种方法获得了优势性状突出、综合性状优异且符合市场需求的特色粉蕉新品种—粉杂1号，其推广应用有力推动了我国香蕉生产的可持续发展。

（二）技术要点

2.1建立香蕉种质资源鉴定评价体系，研发出香蕉枯萎病抗性离体接种鉴定技术并应用于复杂农艺性状的精准鉴定技术单位建有国家荔枝香蕉种质资源圃(广州)，持续开展香蕉资源的收集保存、鉴定评价和创新利用。截至2024年12月，鉴定编目香蕉资源424份，包括野生种、野生近缘种和栽培品种等。率先建立香蕉资源的鉴定评价体系并制定首个行业标准NY/T 1319-2007《农作物种质资源鉴定技术规程香蕉》。

研发出香蕉枯萎病抗性离体接种鉴定技术，被联合国粮农组织(FAO)和国际原子能机构(IAEA)采纳并作为技术规程发表。该项技术基于香蕉—Foc离体互作系统的首次建立和优化以及病害等级数据分析方法的改进(图1)，可以直接对香蕉生根试管苗进行抗病性鉴定，不需要移栽的过程；接菌后3-4周进行病害等级鉴定，且鉴定结果与田间测试和苗期人工接种法取得的鉴定结果一致，具有稳定、快速、准确的特点。

2.2通过栽培蕉和野生蕉杂交进行种质创制，突破性培育出国内外首个大规模种植的抗枯萎病、抗逆且优质高产特色粉蕉新品种—粉杂1号(苹果蕉)

总的来说，香蕉的杂交育种十分困难。通常以极少数有一定雌性育性的栽培品种作为母本，以野生蕉或者经过改良的二倍体香蕉作为父本进行杂交，且杂交组合的确定首先是基于能否得到种子。本项目通过广粉1号粉蕉(ABB)×野生长梗蕉(BB)杂交进行种质创制(图2)，并从杂交后代中鉴定到抗病株系。经过严格的多年、多点试验和综合评价，命名为粉杂1号(Musa×pradisiacaABBB)，并于2011年获得广东省农作物品种审定证书。

粉杂1号高抗枯萎病(在重病区株发病率<5%)、抗风(田间抗11-12级台风）、耐寒(可耐-2℃)、耐涝(可耐浸5昼夜)。该品种单株产量20kg，在合理密植的情况下,亩产可达3000kg。果实外观独特，品质优异(可溶性糖含量21.06%，可溶性糖含量21.06%，可滴定酸含量0.45%，维生素C含量14.6mg∕100g)；果肉风味浓甜微酸，回甘明显，具有苹果幽香；货架期比一般粉蕉长2-3天。粉杂1号荣获“2021中国农业农村重大新产品”称号，先后8次入选广东省农业主导品种。

2.3研发出粉杂1号组培快繁育苗技术，建立粉杂1号优质高产标准化栽培技术体系，研发出粉杂1号常温采后处理技术，为新品种的推广应用提供有力技术支撑

将粉杂1号吸芽外植体接种至适合香牙蕉不定芽增殖的培养基，效果并不理想：一般情况下，不定芽的增殖系数仅为1.3，一个吸芽外植体经过一年仅获得不到1000株试管苗，而且生根苗假植的成活率较低，有时甚至不到20%。克服粉杂1号组培快繁技术瓶颈，通过严格按照农艺性状选择母株、吸芽预处理、改进外植体消毒方法、改良培养基配方和调控光温环境条件等，分化培养阶段使增殖系数保持在2.5-2.8，实现每个外植体一年可繁殖5000-8000株试管苗，假植成活率可达95%以上；定植后种性稳定，很少出现变异株。

采用常规栽培技术种植粉杂1号株产量较低(13.9 kg)，一般仅为其亲本广粉1号的60%；此外，种植时期选择不当也会影响粉杂1号的产量和质量。根据粉杂1号的生长特性，建立优质、高产标准化栽培技术体系，主要技术内容包括：选择适宜的香蕉枯萎病种植园、培育健壮的种苗、适时种植与留芽、合理密植、采用多效唑进行植株矮化处理、通过“以水带肥”实施水肥一体化管理、以增施有机肥减少化肥为原则的科学施肥方案、以生物防治为主的病虫害防治措施、高效的果穗管理方法等(图3)。“粉杂1号优质高产标准化栽培技术”2022-2025年入选广东省农业主推技术。

研发出由高铁酸钾、活性白土、吸水树脂、氢氧化钙和醋酸钠组成的乙烯吸收剂。青果常温下采用BOPP薄膜袋包装，包装前用400mg/L咪鲜胺处理，并且加入上述乙烯吸收剂，可使粉杂1号粉蕉贮藏期延长至30天，较对照贮藏期长3倍以上，为粉杂1号的北运批发销售和电商物流提供技术支撑。

（三）试验示范推广情况

2012年以来，技术单位积极争取项目资助，组建推广技术团队，先后在中山市、广州市(南沙区和增城区)、珠海市、东莞市、高州市、湛江市、江门市、肇庆市、惠州市、汕头市、佛山市等省内香蕉主产区建立粉杂1号示范基地，并辐射带动周边地区的香蕉种植园。技术单位通过建立示范基地、举办高产示范观摩会和技术培训班、科技服务下乡和田间技术指导、电话微信咨询等方式，开展粉杂1号的推广应用并取得良好成效。近年来，粉杂1号已成为我省的主栽特色粉蕉品种，同时辐射带动广西、云南、贵州、福建和海南等省(区)种植并获得成功。

（四）技术效果

4.1粉杂1号的品质、产量和效益优势

粉杂1号是通过广粉1号(ABB)×野生长梗蕉(BB)杂交4倍体抗病品种。该品种高抗香蕉枯萎病，在感染Foc 4号生理小种的种植园中，发病率<5%。广粉1号果实的可溶性糖含量>21%，但是高感枯萎病；长梗蕉属于野生蕉，具有较强的抗病性和抗逆性，通过杂交育种获得的粉杂1号不仅保持了广粉1号的优异品质，同时货架期也从原来的2-3天延长至4-6天。粉杂1号亩产接近香牙蕉，但品质更优异(可溶性糖含量21.06%)；同时具有更强的抗逆性，尤其是抗风性、耐寒性和耐涝性等大大强于香牙蕉。

粉杂1号果实品质优异，果肉风味浓甜微酸，回甘明显，具有苹果幽香。由于接受粉杂1号风味的人群范围广，该品种可以较好地覆盖不同年龄段的消费群体。与广粉1号不同：粉杂1号果指短而粗,果顶钝尖或圆，因而在果实运输过程中不易发生碰伤。长期以来，广粉1号等传统粉蕉栽培品种的种植和销售都集中在华南地区，未能实现跨区域发展。粉杂1号品质优异、货架期长，不仅以整穗包装的形式北运销售，而且在各大电商平台热销，成为网红水果“苹果(粉)蕉”。

粉杂1号平均株产约20 kg，按亩植160株计，亩产可达3200kg。广粉1号等传统粉蕉栽培品种高感香蕉枯萎病，一般在珠江三角洲地区种植发病率超过60%，有时甚至达到100%。在不发生枯萎病的情况下，粉杂1号的株产是广粉1号的60%；但是由于粉杂1号的叶片短窄，可适当密植，亩产与普通粉蕉相当。除了抗枯萎病，粉杂1号兼具较强的抗逆性，因此在发生灾害性天气时仍然能够保证相对较高的产量，大大降低了种植风险。粉杂1号田头收购价较高，大部分时候超过5元/kg。由于该品种可宿根栽培，可节省购种苗款350元/亩以上；抗枯萎病，可节省购农药款150元/亩以上，每亩合计节约成本超过500元。即使在枯萎病发生严重的蕉园种植粉杂1号，仍然能够取得较好的经济效益。

4.2粉杂1号的经济、社会和生态效益

粉杂1号近三年省内推广面积超过38万亩，新增销售额23.7亿元，新增利润超过10亿元，节约成本2.78亿元，取得了良好的经济效益。

技术单位通过栽培蕉和野生蕉杂交进行香蕉种质资源的创制，采用抗病性鉴定技术从杂交后代中筛选得到抗病株系，并进一步培育出抗枯萎病、抗逆且优质高产特色蕉新品种—粉杂1号，实现对香蕉资源的创新利用。

粉杂1号的推广应用极大地推动了行业科技进步，对乡村振兴和香蕉品种结构的调整做出重大贡献。2011-2024年，累计举办栽培技术培训班和高产示范观摩会近380场，培训人数超过8万人次，发放技术资料累计超过10万份，通过官方网络、电视电台、报纸书籍和自媒体等累计宣传超过180次。

（五）推广潜力

香蕉镰刀菌枯萎病是由土传真菌引起的毁灭性病害，病原真菌能以厚垣孢子的形式在土壤中持续生存30年以上，目前在病区尚无行之有效的防治方法。粉杂1号高抗香蕉枯萎病，其推广应用拯救了病区衰落的香蕉产业。

随着社会的发展和进步，人们的生活水平不断提高，对香蕉等水果的需求也开始呈现多元化的趋势。粉杂1号的推广应用带动了特色蕉产业的兴起，为香蕉产业的可持续发展注入新的动力。

二、技术依托单位

（一）广东省农业科学院果树研究所

联系地址：广州市天河区大丰二街80号

邮政编码：510640

联系人：吴元立

联系电话：020-38694292

电子邮箱：wuyuanli@gdaas.cn

三、集成推广计划

为了加快粉杂1号的推广进程，解决在推广过程中不断出现的配套技术问题，技术单位将积极申报各级科研项目，有效保障推广应用工作的开展。技术单位还长期承担国家农作物种质资源共享服务平台“香蕉荔枝种质资源子平台”任务，每年开展对优异种质资源的专题服务，粉杂1号作为平台为产业提供的优良种质资源，将在珠江三角洲粤港澳大湾区开展配套专题服务。技术单位将继续与试管苗生产厂家合作大规模生产种苗，同时响应广东省农业农村厅提出的“12221”市场体系的建设，进一步拓展与收购商、电商的合作。

**三、**

**技术名称：**鸡球虫病及相关疫病绿色协同防控关键技术

**技术单位：**广东省农业科学院动物卫生研究所

**联系人：**孙铭飞020-85292300

**农业重大引领性技术介绍材料**

**摘要：**肠道健康是实现家禽高效、健康养殖的重要条件，但球虫、产气荚膜梭菌等病原引发的肠道疾病严重危害鸡只健康，长期制约产业高质量发展，对食品安全及人类健康构成极大的潜在威胁，每年造成的直接经济损失高达300亿。聚焦家禽养殖业卡脖子问题，研究集成鸡球虫病及相关疫病绿色协同防控关键技术。在鸡球虫病分子标记活卵囊疫苗的研制、疫苗与微生态制剂时序连用技术体系的创建、抗肠道原虫/细菌病的复合中药创制和综合绿色防控技术集成创新应用等方面取得了重要突破，构建了“疫苗主导+微生态调节+中药协同”的绿色防控体系，突破疫苗创制、微生态调控与中药协同三大技术壁垒，推动鸡的疫病防控从单一化药剂依赖向多元化绿色技术跨越。通过有效降低鸡的肠道疾病发病率，降低养殖、抗生素使用成本，提升饲料转化率等明显降低了鸡的养殖成本,实现了商品鸡养殖的效益提升。

一、技术概述

（一）背景情况（研发推广背景及解决的主要问题等）

我国是全球家禽肉蛋产品第三大生产国与第二大消费国，年产量占全球14.3%，消费量占14.72%。

广东省是中国家禽肉蛋产品生产大省和消费的主要市场，家禽肉蛋产品年产量长居全国第三，出栏量占全国总产量的10%。肠道健康是实现家禽高效、健康养殖的重要条件，但球虫、产气荚膜梭菌等病原引发的肠道疾病严重危害鸡只健康，长期制约产业高质量发展，对食品安全及人类健康构成极大的潜在威胁，每年造成的直接经济损失高达300亿。

本技术解决的主要问题：

（1）解决传统防控鸡球虫/细菌等引起的肠道疾病主要依赖化学药物和抗生素，长期滥用抗生素导致病原耐药性加剧、药物残留及食品安全隐患。创建了国内外最大的鸡球虫种质资源库，确定了我国4个鸡球虫优势致病虫种，创制了分子标记明确、保护性优良、副反应低的鸡球虫病四价活疫苗。解析了鸡球虫与产气荚膜梭菌协同致病机制，发明了多联活菌混合发酵培养基及发酵技术，创制出丁酸梭菌、乳酸杆菌等功能型益生菌制剂，显著减少鸡球虫病活卵囊疫苗的肠道副反应及肠道细菌病的继发感染率，提升了鸡球虫病及肠道相关疫病的综合防控水平。

（2）解决现有鸡球虫病活卵囊疫苗交叉保护性不足、缺乏标记靶标，生产与应用环节缺少鉴别手段。创制分子标记明确、保护性优良、副反应低的鸡球虫病四价活疫苗。

（3）解决单一免疫存在损伤肠道健康、诱发病原菌继发感染等免疫副反应；肉鸡/蛋鸡规模化笼养模式下的肠道病绿色防控产品短缺更制约产业全链条、可持续发展。创制联合球虫疫苗免疫多联活菌制剂，创制抗球虫/抗病原菌复方中药新制剂。

（二）技术要点（核心技术及其配套技术的主要内容）

（1）基于全国鸡球虫流行病学调查，筛选出柔嫩、毒害、堆型及巨型艾美耳球虫等4个分子标记明确的高免疫原性虫株作为疫苗候选株，结合早熟选育技术定向弱化毒力，国内外首次研制出分子标记明确、保护性优良、副反应低的鸡球虫病四价活疫苗，解决无法鉴别疫苗与野毒虫株的技术难题,实现替抗模式下的鸡球虫病防控技术重大突破，对养鸡业绿色健康发展具有重要意义。

（2）解析了鸡球虫与产气荚膜梭菌系统致病机制，发明了多联活菌混合发酵培养基及发酵技术,创制出丁酸梭菌、乳酸杆菌等功能型益生菌制剂，显著减少鸡球虫病活卵囊疫苗的肠道副反应及肠道细菌病的继发感染率，提升了鸡球虫病及肠道相关疫病的综合防控水平。

（3）创建了“分子水平虚拟筛选-细胞模型高通量验证-动物试验确认”三位一体的药物快速研发平台，挖掘出鸡球虫Prolyl-tRNA合成酶（PRS）、钠依赖型运输蛋白1（SDT1）以及产气荚膜梭菌DNA拓扑异构酶亚基B（GYRB）和SDT1等4个药物靶标，创制出常山抗球合剂、香连溶液2种中药新制剂，创新了规模化笼养模式下鸡球虫病及肠道相关疫病的绿色防控技术。

（三）试验示范推广情况（目前已开展的集成熟化、示范展示、推广应用情况）

本技术成果国内外首次创制出分子标记明确、保护性优良、副反应低的鸡球虫病四价活疫苗，解决无法鉴别疫苗与野毒虫株的技术难题，实现替抗模式下的鸡球虫病防控技术重大突破，对养鸡业绿色健康发展具有重要意义；2018-2024年本技术成果共为市场提供鸡球虫病四价活疫苗、复合益生菌活菌制剂（双歧杆菌、乳酸杆菌、屎肠球菌和酵母菌复合活菌制剂）及抗球虫/抗菌中药复方制剂（常山抗球合剂、香连溶液）等肠道健康系列产品128.50亿羽份，销售收入1.70亿元。近三年成果技术在温氏集团、江苏立华、德康集团等全国大型养殖集团及规模化场推广应用超过59.10亿羽鸡,以鸡只因肠道病引起的死亡率降低4%，共计减少直接经济损失约47.28亿元；共计减少抗生素使用1.773万吨，共计为养鸡业节省超过17.73亿元的药费开支；饲料方面，该成果的应用使鸡球虫/细菌性肠炎病发病率下降3%，料肉比下降0.01，节约饲料14.78万吨，成本降低超过5.17亿元。合计新增直接经济效益70.18亿元，实现了单位规模鸡经济效益增加1.187元/只。

本项目技术成果以技术培训、派发科普资料、现场指导等形式为养殖企业相关从业人员提供疾病防控技术培训和指导（培训人员超过35万次），有效提高了养殖企业对抗生素合理使用的科学认识水平，提升了养殖企业鸡绿色健康养殖技术水平，减少了残留抗生素对环境的污染，为消费者提供了安全、无残留的禽肉蛋产品，保障了食品安全，满足消费者对绿色、健康食品的需求。

（四）技术效果（增加产量、节约成本、提升品质、提高效益、保护耕地与生态环保等情况）

本技术成果创建了国内外最大的鸡球虫种质资源库，国内外首次创制出分子标记明确、保护性优良、副反应低的鸡球虫病四价活疫苗，解决无法鉴别疫苗与野毒虫株的技术难题，实现替抗模式下的鸡球虫病防控技术重大突破，对养鸡业绿色健康发展具有重要意义。本项目技术成果以技术培训、派发科普资料、现场指导等形式为养殖企业相关从业人员提供疾病防控技术培训和指导（培训人员超过35万次），有效提高了养殖企业对抗生素合理使用的科学认识水平，提升了养殖企业鸡绿色健康养殖技术水平，减少抗生素使用1.773万吨，从而减少了残留抗生素对环境的污染。

2018-2024年本技术成果共为市场提供鸡球虫病四价活疫苗、复合益生菌活菌制剂（双歧杆菌、乳酸杆菌、屎肠球菌和酵母菌复合活菌制剂）及抗球虫/抗菌中药复方制剂（常山抗球合剂、香连溶液)等肠道健康系列产品128.50亿羽份，销售收入1.70亿元。近三年成果技术在温氏集团、江苏立华、德康集团等全国大型养殖集团及规模化场推广应用超过59.10亿羽鸡，以鸡只因肠道病引起的死亡率降低4%、每只鸡平均20元计算，共计减少直接经济损失约47.28亿元；以每羽鸡减少抗生素使用量30 g计算，共计减少抗生素使用1.773万吨，共计为养鸡业节省超过17.73亿元的药费开支；饲料方面，该成果的应用使鸡球虫/细菌性肠炎病发病率下降3%，料肉比下降0.01，节约饲料14.78万吨，成本降低超过5.17亿元。合计新增直接经济效益70.18亿元，实现了单位规模鸡经济效益增加1.187元/只。

（五）推广潜力（在推广应用规模以及推动技术变革、发展新质生产力、引领农业产业提档升级等方面的潜力）

本项目围绕鸡球虫、产气荚膜梭菌等病原引起的肠道疾病防控的关键问题，集成疫苗、微生态制剂及复方中药等三大技术模块，形成覆盖种鸡场、商品肉鸡/蛋鸡养殖场（平养/笼养）等全场景的绿色防控方案，作为新质生产力推动技术变革。研制的分子标记明确、保护性优良、副反应低的鸡球虫病四价活疫苗获得直接转让收入超过2000万元；近三年完成单位共为市场提供鸡球虫病四价活疫苗、复合益生菌活菌制剂及抗球虫/抗菌中药复方制剂等肠道健康系列产品在温氏集团、立华股份、圣农集团、德康农牧等国内鸡养殖龙头企业超过59亿羽鸡推广应用。技术成果的应用将肉鸡因肠道疾病引起的死亡率降低4%，鸡球虫/细菌性肠炎发病率下降3%，共计减少抗生素使用1.773万吨,料肉比下降0.01，节约饲料14.78万吨，成本降低超过5.17亿元，引领农业产业提档升级。该成果未来推广阶段5年，还可推广应用肉鸡210亿羽，极具推广潜力。

二、技术依托单位（须列入参与推广的各级国家农业技术推广机构）

（一）单位名称：广东省农业科学院动物卫生研究所

联系地址：广州市天河区五山白石岗

邮政编码：510640

联系人：孙铭飞

联系电话：020-85292300

电子邮箱：sunmingfei@gdaas.cn

（二）广东省农业技术推广中心

联系地址：广州市天河区五山街

邮政编码：510642

联系人：郭建超

联系电话：15013293081

电子邮箱：gdcdmy@126.com

（三）中国兽医协会兽医寄生虫病防治分会

联系地址：河南省郑州市金水区文化路95号河南农业大学动物医学院

邮政编码：450046

联系人：李俊强

联系电话：13939079675

电子邮箱：lijunqiangcool@126.com

三、集成推广计划

技术集成熟化的目标和路径，2026年拟开展试验示范的地点和规模，组织技术观摩交流等重点活动有关安排，条件和经费保障等措施

1.技术集成熟化的目标和路径

目标：通过有效降低鸡的肠道疾病发病率，降低养殖、抗生素使用、提升饲料转化率等，明显降低了鸡的养殖成本，实现了商品鸡养殖的效益提升。

路径：基于疫苗为预防、中草药复方制剂为治疗，以微生态制剂为保健修复的一整套鸡肠道病绿色防控关键技术，积极开展针对兽药、饲料生产公司、养殖场、养殖户的技术培训和技术咨询工作。技术培训的内容多样化，包括畜禽养殖技术、疾病诊断、疾病防治技术、养殖场生物安全防控技术等方面。通过举办技术培训班、派发疾病防控科普资料、定期到各地现场讲学、现场指导等形式的科技活动，为养殖户及相关从业人员提供技术培训和指导，提升其疾病防治、健康养殖、合理用药、生物防控等认识水平，提高养殖场的饲养管理水平，降低养殖成本，增加养殖收入，多方位的提升科技服务成效。

2.2026年拟开展试验示范的地点和规模

2026年拟在广东省广州市、云浮市、河源市、清远市等地区开展示范工作，规模预计达到900万羽。3.2026年拟开展重点活动

（1）技术观摩交流

在温氏食品集团股份有限公司、福建圣农发展股份有限公司、广东智威农业科技股份有限公司等技

术推广目标大型企业，开展1-2次全国性或区域性技术观摩交流会，重点宣传推广鸡球虫病及相关疫病绿色协同防控关键技术与应用价值。依托广东省农业技术推广中心、中国兽医协会兽医寄生虫病防治分会、广东省畜牧兽医学会、广东省动物防疫技术交流协会等各级推广应用机构组织的行业论坛、技能培训等，普及鸡球虫病及相关疫病绿色协同防控关键技术的科学性、实用性。

（2）科技服务

依拖“研发单位+专家指导+企业参与+示范基地+技术员跟进+技术培训”的高效推广机制，通过与兽药、饲料生产公司、养殖场、养殖户、合作示范基地等深度合作，及时掌握疾病流行趋势、重要病原耐药性演变规律，制定针对性的禽病防控方案。

4.条件和经费保障等措施

设立鸡球虫病及相关疫病绿色协同防控关键技术推广专家组，技术开发负责人带队，成员由熟悉技术的中级职称以上且推广经验丰富的专家组成。经费来源：为了保障集成推广的顺利进行，积极申请各级政府的农业科技专项资金；争取企业赞助；投入部分自有资金。

**四、**

**技术名称：**规模化养猪重要疫病智能化防控技术

**技术单位：**广东省农业科学院动物卫生研究所

**联系人：**李春玲020-85292482

**农业重大引领性技术介绍材料**

**摘要：**规模化养猪是我国近年来快速发展的生猪养殖模式，但相关技术不成熟，特别是非洲猪瘟等重要疫病的流行，严重威胁着规模化养猪生产的发展和命运。

本技术针对规模化养猪重大疫病发生风险高、早期监测预警难问题，采用已构建的猪重要疫病远程诊断技术平台，结合研发的多重/高通量/现场速测等技术方法，开展重大疫病的实时动态监测，解决生猪疫病风险的动态评估、早期预警问题；针对规模化养猪生产中信息分散导致的决策制定慢、应急处置效率低下等生物安全问题，基于猪群-场区-猪舍的多级疫病风险评估、监测预警和应急综合管控系统，解决多层次、多场景、多维度的生猪养殖数据的采集、整合、分析和应用问题，提升规模化养猪的生物安全防控和智能化水平；此外，疫病的早期预警、精准诊断和快速处置，不仅大大降低了疫病发生率和病死率，同时解决病死猪处理和疫病防控用化学品大量使用和滥用导致的环境污染问题。

该技术可在所有楼房养猪场推广应用。

一、技术概述

（一）背景情况（研发推广背景及解决的主要问题等）

非洲猪瘟是危害我国和世界生猪养殖的重大疫病，目前仍没有安全有效的疫苗和药物进行防控，已导致我国80%的小型养猪场倒闭，其最主要原因之一就是缺乏有效的生物安全防控措施和精准快速的监测预警技术。因此，生物安全和非洲猪瘟等重大疫病的监测预警和精准快速应急处置是决定养猪场生死存亡的关键。

规模化养猪集约化程度高，但传统的规模化养殖面临着养殖效益低、智能化程度不高等突出问题,高密度、集约化的养殖环境，也导致猪群健康监控难、易滋生和传播疫病，在实际生产中普遍存在以下生物安全防控痛点和难点：（1）由于生猪养殖密度大，猪舍内粪污高度集中和多层级臭气减排模式，导致猪舍内微生物和污染物集聚，显著增加了疫病发生和生物安全风险；（2）由于规模化养猪场的机械化、自动化程度较高，一定程度上减少了一线生产人员的配置，人均饲养管理的生猪数量大幅度提高，人工巡检强度大，导致异常或早期发病猪只难以及时发现，增大了疫病暴发风险；（3）由于非洲猪瘟等重要疫病的病原变异和复杂化，使得过去常规的实验室诊断监测技术难以精准识别早期感染猪只，非洲猪瘟防控难度更大。楼房养猪封闭性强、猪只密度高，一旦发生疫情，损失将不可估量。

因此，本技术解决的主要问题有：

（1）解决规模化养猪重大疫病发生风险高、早期监测预警难问题：基于已构建的猪重要疫病远程诊断技术平台，利用研发的多重/高通量/现场速测等技术方法，开展重大疫病的实时动态监测，解决生猪疫病风险的动态评估、早期预警问题。

（2）解决规模化养猪生产中应急处置决策制定慢、处置效率低下等问题：基于猪群-场区-猪舍的多级疫病风险评估、监测预警和应急综合管控系统，解决多层次、多场景、多维度的生猪养殖数据的采集、整合、分析和应用问题，提升规模化养猪的生物安全防控和智能化水平。

（3）解决规模化养猪疫病防控存在的环境污染问题:通过对重要疫病的早期预警、精准诊断和快速处置，将大大减少猪病的发生和死亡，从而减少消毒剂、抗生素等化学品的使用，不仅降低防控成本，而且从源头解决规模化养殖病死猪处置和疫病防控大量使用、滥用化学品所导致的环境污染问题，保护生态环境。

（二）技术要点（核心技术及其配套技术的主要内容）

1.核心技术：

（1）规模化养猪疫病远程预警技术：基于猪重要疫病远程诊断平台，配套精准饲喂技术、环境监测技术等，通过大数据分析，实现规模化养猪重大疫病的提前预警；

（2）规模化养猪疫病快速精准诊断技术：基于空气中微生物智能富集技术、结合多病原、高通量、现场智能化猪病速测技术，实现规模化养猪重大疫病“早快准”诊断；

（3）一站式应急综合管控和精准处置技术：通过联动环境监控、智能饲喂、异常判定、实验室诊断等设备，融合多源异构信息和数据，构建生物安全+预警+应急处置平台，制定监测预警机制和应急预案，实现综合管控和精准处置。

2.配套技术：主要包括智能饲喂技术、非接触式生猪异常判定技术、多参数联动技术等。

（1）智能饲喂技术：生猪智能饲喂技术远不止是“机器自动喂料”，它是一套集精准化、自动化、数据化、智能化于一体的现代化养殖管理体系。它集成了传感器技术、物联网、大数据分析和人工智能等先进技术，主要包括身份识别系统、智能饲喂设备、数据采集与传感器系统、云端数据分析与决策平台等模块。

（2）非接触式生猪异常判定技术：通过研究空洞卷积、多头注意力、生猪群体运动熵、语义引导的编解码机制等关键技术，构建群养生猪的异常行为和异常声音的判定方法；

（三）试验示范推广情况（目前已开展的集成熟化、示范展示、推广应用情况）

目前已建设华北、华中、华南3个猪病远程诊断分中心，猪病远程诊断技术、猪病高能量精准诊断检测技术、精准饲喂技术等智能化技术在广东、河南、贵州、四川等数十家规模化猪场集成使用,为江门市恩平生猪产业园、汕尾金瑞丰生态养猪有限公司构建了猪病远程诊断服务网点，智能饲喂系统在大北农、怀集县大家食品集团有限公司、封开越秀农牧有限公司、贵州越秀农牧有限公司等进行了推广应用，目前以怀孕母猪舍和哺乳母猪舍的应用最为成熟和普遍。

（四）技术效果（增加产量、节约成本、提升品质、提高效益、保护耕地与生态环保等情况）

1.减少生猪疫病的发生和流行，提高了生产效益：疫病远程预警和非接触式生猪异常监测，显著提升了生物安全，如应用单位均未出现非洲猪瘟疫情，汕尾市金瑞丰生态农业有限公司等猪场实现了疫病净化，不仅提高了生猪全程成活率，而且提升了猪苗品质，提高了生产效益。

2.节约成本：智能化养殖可从多方面节约成本：智能饲喂显著减少饲料浪费，节约了饲料成本，提高饲料利用率，降低料肉比；还避免了猪只过肥或过瘦，减少了因争抢带来的应激和打斗损伤，提升了猪群健康水平；同时极大提高劳动生产率，节约了养猪生产的人力成本，此外，疫病发生率降低，节约了用药成本。

3.生态保护：规模化养猪疫病的早期预警、精准诊断和快速处置，显著减少猪只发病和死亡，从而减少抗生素和化学消毒药品的使用，避免了对环境的污染。

（五）推广潜力（在推广应用规模以及推动技术变革、发展新质生产力、引领农业产业提档升级等方面的潜力）

1.规模化养猪重要疫病智能化防控技术在推广应用规模和推动技术变革等方面展现出巨大潜力，并正推动整个农业产业向新质生产力方向发展。

推广应用规模方面：由于智能化疫病防控能有效降低养殖成本。例如，牧原集团通过智能化养殖技术，头均药费降低42元，重庆的“未来猪场”单头生猪养殖成本可节省100-200元，经济效益显著,因此，推广应用规模巨大。

2.推动技术变革方面：规模化养猪的重要疫病智能化防控技术，正在从根本上改变传统养猪业的疫病防控模式，展现出推动深刻技术变革的巨大潜力。它不仅仅是工具的升级，更是思维模式和管理方式的革新。主要体现在：（1）疫病防控：从"被动治疗"到"智能预警"；（2）生物安全：从"单点防御"到"结构化体系"；（3）生产管理：从"经验驱动"到"数据驱动"。因此，规模化养猪的疫病智能化防控，其技术变革潜力不仅在于新技术的应用，更在于它推动了防控理念的升级和生产要素的重构，代表了畜牧业向精细化、智能化、高效化方向发展的趋势。随着相关技术的不断成熟和普及,它将继续深刻影响和改变养猪业的面貌。

3.在发展新质生产力方面：该技术推动了资源节约、环境友好的养殖模式，符合新质生产力绿色化的内涵；它驱动产业价值链从低附加值的活猪养殖，向高附加值的智能装备、数据分析、生物安全管理解决方案等高端环节延伸，提升了整个产业的科技含量和竞争力。通过将传统养殖业与新一代信息技术深度融合，正系统地塑造一种更先进、更高效、更可持续的生猪产业新形态，是发展农业新质生产力的生动实践。

4.在引领农业产业提档升级方面：（1）驱动生猪养殖生产方式革新：该技术使生猪养殖生产方式从“粗放式”到“精细化”，实现了生产方式的革新；（2）重塑生猪产业价值链条：该技术的推广应用，催生并壮大了智能农牧装备制造、大数据分析、专业软件开发等新兴服务业态，推动生猪养殖产业价值从单一的养殖环节，向高附加值的“微笑曲线”两端延伸。（3）通过催生新兴产业集群，实现跨界融合发展：该技术不仅是农业技术的突破，更促进了信息技术、人工智能、生物工程、建筑工艺等多个高技术产业在农业领域的交叉融合与落地应用，催生出全新的产业集群，为农业现代化注入强劲动力。

二、技术依托单位（须列入参与推广的各级国家农业技术推广机构）

（一）单位名称：广东省农业科学院动物卫生研究所

联系地址：广州市天河区五山白石岗

邮政编码：510640

联系人：李春玲

联系电话：13729882585

电子邮箱：lclclare@163.com

（二）单位名称：华南农业大学

联系地址：广州市天河区五山街

邮政编码：510642

联系人1：吕恩利

联系电话：13560008066

电子邮箱：enlilv@scau.edu.cn

（三）广东省农业技术推广中心

联系地址：广州市天河区五山街

邮政编码：510642

联系人：刘建营

联系电话：13760845058

电子邮箱：59069847@qq.com

三、集成推广计划

技术集成熟化的目标和路径，2026年拟开展试验示范的地点和规模，组织技术观摩交流等重点活动有关安排，条件和经费保障措施等。

1.技术集成敦化的目标和路径：

目标：该技术集成熟化的核心目标是构建一个高效、智能、全覆盖的疫病防控体系。包括通过应用物联网、大数据、人工智能等技术，实现对猪只生长状况的实时监测、疫病的早期预警和智能诊断；构建立体化、结构化的生物安全防控体系，最终实现疫病防控的精准化、自动化与高效化，显著降低养殖风险、人工成本和兽药使用量，保障生猪稳定生产。

路径：夯实生物安全结构化基础部署智能监测与预警系统构建智能化诊断与决策平台

2.2026年拟开展试验示范的地点和规模：

2026年拟在广东省广州市、封开县、贵州省安顺市等地区开展示范，规模预计覆盖生猪100万头。

3.2026年重点活动安排：

（1）现场观摩交流会

在贵州越秀农牧有限公司、广州市金宝生态农业有限公司等大型标杆项目点，组织1-2次全国性或区域性的现场观摩会。重点展示其结构化生物安全体系、远程智能化诊断系统、智能化环控与饲喂系统、非接触式生猪异常预警系统的实际应用效果。

（2）产学研合作推进会

依托华南农业大学、大北农等高校和企业，召开类似"规模化养猪疫病智能化防控交流推进会"的专题会议：聚焦疫病智能预警模型优化、智能饲喂设备研发等具体技术难题，促进产学研深度合作。

（3）技术培训：面向养殖企业技术人员，组织系列培训，培训内容涵盖智能化设备操作、疫病防控流程执行、生物安全应急预案等实用技能，提升一线人员的操作与管理水平。

4.条件和经费保障措施政策与组织保障

政府引导：地方政府（如农业农村局）需在项目规划、环保标准等方面提供政策支持与协调服务；

主体承担：以越秀农牧、德康集团、广东省食品进出口集团公司等大型农业龙头企业为项目实施主体，负责技术落地与日常运营

专家支撑：联合华南农业大学、广东省农业科学院土壤和肥料研究所等科研院所的专家团队，提供技术咨询与解决方案。

经费保障措施

企业主体投入：项目建设与技术改造的主要资金来源于企业投资，如封开产业园总投资33亿元。

政府补助与项目资金：积极申请各级政府的农业科技项目资金。

**五、**

**技术名称：**热带亚热带热敏性水果低温高效加工关键技术

**技术单位：**广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所，广东省农业技术推广中心

**联系人：**程丽娜020-37281070

**农业重大引领性技术介绍材料**

**摘要：**针对热带亚热带水果热敏性强、传统热加工易导致营养流失与风味劣变等产业共性难题，本项目系统集成并推广以“速冻锁鲜、低温制汁、超高压非热杀菌、冷冻浓缩、低温制粉”为核心的五大低温加工技术体系。该技术体系有效避免了高温对品质的破坏，使产品风味、维生素等热敏成分保留率提升30%以上，同时大幅提升加工效率。技术的应用显著提高了产品品质和市场竞争力，满足了消费者对营养健康食品的需求，并为企业提供了高效、高品质的加工解决方案。目前，技术已在多个水果主产区的龙头企业成功转化，建成多条标杆生产线，经济效益显著。该技术体系具备广阔的推广潜力，可复制至全省、全国多种特色果蔬主产区，推动加工技术向智能化、绿色化升级，是发展农业新质生产力、引领产业提档升级的关键路径。

一、技术概述

（一）背景情况（研发推广背景及解决的主要问题等）

热带亚热带地区盛产芒果、荔枝、龙眼、菠萝、番石榴等营养价值高、风味独特的热敏性水果。这些水果富含维生素、多酚、黄酮等生物活性物质，但对热极其敏感，传统的热加工（如高温杀菌、热风干燥、常压浓缩）极易导致其色泽褐变、香气逸散、口感软烂及功能性成分降解，造成“罐头味”等品质劣变，难以满足消费者对高品质、原汁原味产品的需求。与此同时，该类水果采后腐烂率高，季节性集中上市导致产销矛盾突出，附加值低，严重制约了产业健康发展。

因此，发展以速冻、低温制汁、超高压“+”非热杀菌、冷冻浓缩与低温制粉为代表的低温高效加工技术体系，成为突破产业瓶颈的必然选择。这些技术通过最大限度地避免或减少热量输入，能够有效保留水果的天然色泽、新鲜风味和营养功能成分，显著提升产品品质与商品价值。在推广层面,随着消费升级和健康饮食意识的增强，市场对“清洁标签”、最小化加工食品的需求日益旺盛。国家《农产品加工科技创新推广规划》等政策也明确鼓励发展节能、环保、高效的农产品精深加工技术，为低温加工技术的产业化应用提供了广阔的市场前景和政策机遇。

（二）技术要点（核心技术及其配套技术的主要内容）

（1）采用流化床(≤-40℃)、液氮喷雾(≤-80℃)、浸渍槽(≤-35℃)等单体速冻技术，将水果或果肉进行最小单元的独立个体速冻，极显著提高冷冻速率，减少穿过最大冰晶生成带时间，从而保护冻品品质，同时避免冻结过程中的高糖果肉的黏连等问题，隧道式传输带，可实现连续自动化冻结；

（2）低温低氧制汁，在25℃以下的条件下打浆制汁，另对于易氧化褐变的荔枝汁等打浆是氧气含量需低于3%-5%，获得高品质原汁/浆；

（3）“超高压+”杀菌技术：600MPa超高压协同250mg/LDMDC，有效杀灭果汁/浆中肠杆菌、酵母菌、乳酸菌等微生物微生物，同时保护营养成分和色泽，延长货架期；

（4）悬浮式冷冻冷冻浓缩技术：在零下低温(≤-3℃)进行冷冻浓缩，去除荔枝原汁中水分的同时,最大程度保护荔枝汁中营养和风味成分，保留初始品质；

（5）低温制粉技术：①冻干打粉技术，果肉切块在冻干（预冻温度≤-30℃,升华干燥温度-20℃~-5℃,解析干燥温度20℃~50℃),随后进行低温超微粉碎（打粉环境温度≤4℃,粒径要求80～200目）；②低温喷雾干燥制粉技术，水果打成匀浆后，添加辅助剂，进风温度80～130℃,出风温度40～70℃,雾化压力0.15-0.3 MPa。低温制粉，能够避免VC、多酚等热敏性营养成分和色泽风味的流失劣变。

（三）试验示范推广情况（目前已开展的集成熟化、示范展示、推广应用情况）

本项目技术成果已通过集成熟化、示范展示与应用推广三个阶段，形成了完整的产业化路径，并在多家企业实现规模化应用，综合效益显著。

1、集成熟化：在前处理环节，集成应用低温清洗、智能化分选、护色杀菌与精准包装技术，并结合速冻锁鲜工艺，构建了完整的水果速冻技术体系。在精深加工环节，集成自动化去皮去核、低温低氧压榨、超高压非热杀菌及无菌冷灌装等关键技术，建立了高品质、规模化果浆/汁生产技术体系。在终端产品开发环节，进一步在果浆生产体系基础上，结合悬浮式冷冻浓缩与低温喷雾干燥技术，构建了浓缩汁、果粉生产技术体系，实现了产品多元化与价值提升。

2、示范展示：联合国家高新技术企业和国家、省级农业龙头企业进行示范展示。创新并打破了传统单纯技术成果转化的单一模式，注重科技成果的转化实效和企业盈利能力，大幅度提高了成果转化率。

针对科技成果转化痛点，在推广过程中以提升科技成果转化效率和服务企业可持续发展为目标，创新实践了科技成果一次性买断、研发机构入驻、部分买断+股份的长期合作、课题组企业化、企业科技特派员兼职等系列科技成果转化模式。通过单一模式或多种模式结合，采用一企一模式，细化成果转化路径，实现了“量体裁衣”式的成果转化方式方法，极大降低了企业成果转化的成本，大幅提高了成果转化效率。

在此推动下，相关低温高效技术已成功落地，助力企业建成多条标杆生产线与示范基地，其中包括：全国首条荔枝速冻锁鲜生产线、华南地区首条NFC果汁（超高压杀菌）生产线、初步填补国内空白的果汁悬浮式冷冻浓缩生产线、全国规模最大的荔枝汁、芒果浆加工生产基地等。

3、应用推广：技术成果在广东、广西、海南等省广泛应用，综合效益显著。近3年

在9家主要应用企业累计实现销售额93.5亿元，利润12.21亿元，成效显著。典型案例如下：

①水果规模化榨汁技术及装备在新乡市领先轻工机械有限公司、广州王老吉荔枝产业发展有限公司、田野创新股份有限公司、梅州市飞龙果业有限公司、广东兴珠生物科技有限公司转化应用，显著提升了企业效率。其中，田野创新成功登陆北交所；王老吉建成全国规模最大的荔枝汁加工生产基地（荔枝鲜果处理能力200吨/天），新乡领先的荔枝汁加工生产线在核心产区市场占有率高达95%以上。

②速冻、非热杀菌和冷冻浓缩等水果低温加工技术和装备在田野创新股份有限公司、广州市领航食品有限公司、广州市从化华隆果菜保鲜有限公司、梅州市飞龙果业有限公司、广东南派食品有限公司、广东嘉士利食品集团有限公司转化应用，有效保障了热敏性水果的品质。支撑广州领航建成全国规模最大芒果浆加工生产基地（年加工芒果浆10万吨）、从化华隆公司建成全国首条荔枝超低温冻眠锁鲜生产线（日处理30吨荔枝）。

（四）技术效果（增加产量、节约成本、提升品质、提高效益、保护耕地与生态环保等情况）

水果低温加工技术通过工艺革新与参数优化，在品质提升、效益增长、成本节约及生态保护等方面成效显著，为产业绿色高质量发展提供有力支撑。

1、品质提升与效益增长

新型速冻技术较传统机械冻库缩短冷冻时间50%或以上，降低能耗，提高效率，冷冻时间的缩短有效抑制了冰晶对细胞结构的破坏，使产品解冻后的质构、风味与新鲜度保留率提升超过30%，商品价值大幅提高；

低温制汁技术较替代传统高温打浆，使果汁中关键风味物质与热敏性维生素（如VC）的保留率提高40%以上，更好地呈现了水果的天然风味；

超高压非热杀菌在常温或低温条件下实现微生物钝化，彻底避免了传统热杀菌导致的褐变、蒸煮味及营养损耗，完美保持了果汁的初始色泽、风味与口感；

悬浮式冷冻浓缩技术，相较于依赖高温蒸发的水分去除方式，该技术在低温下将水分以冰晶形式分离，对热敏性营养成分的保护率提升30%以上，确保了浓缩产品的高品质；

低温制粉技术相比传统高温喷雾干燥，通过精准控制干燥温度与时间，使活性成分、天然色泽及风味的保留率提升34%以上，制得的果粉更接近鲜果的营养与风味。

系列技术的协同应用，从根本上提升了终端产品的品质档次，满足了消费市场对高端、健康食品的需求，从而显著增强了产品溢价能力，直接拉动了企业销售与利润的双重增长。

2、生态环保和可持续发展

减少采后损失，保护生态环境：通过高效率的产地加工，技术体系实现了水果采收后的大批量、快速处理，极大减少了因腐败变质导致的废弃物堆积。这不仅降低了农业垃圾对土壤与水体的污染风险，也减轻了后续废弃物处理的环境压力。

绿色加工工艺，实现清洁生产：全技术链以“低温”与“非热”处理为核心，整体能耗有效降低,且加工过程无有害化学添加剂使用，不产生工业废水与废气，属于清洁、低环境负荷的绿色加工技术，实现了经济效益与生态效益的统一。

（五）推广潜力（在推广应用规模以及推动技术变革、发展新质生产力、引领农业产业提档升级等方面的潜力）

本系列低温加工技术不仅已得到实践验证，更展现出广阔的推广前景和巨大的战略潜力，将成为推动果蔬加工产业深刻变革、培育新质生产力、实现提档升级的关键引擎。

从推广应用规模看，我国水果资源丰富，特色水果品类繁多，但采后损失率高，精深加工比例偏低。这些技术为解决这一痛点提供了标准化路径，可快速复制到全国各主产区。其应用范围远不止于已成功的荔枝、芒果，更能延伸至莓果、柑橘、猕猴桃等高价值但易损果蔬，市场容量巨大。随着消费者对“营养、新鲜、天然”食品需求的高速增长，由这些技术支撑的NFC果汁、速冻果块、天然果粉等高端产品，将从小众走向大众，催生千亿级的新兴市场。

从推动技术变革与发展新质生产力看，该技术体系彻底颠覆了以“高温、长时”为特征的传统加工模式，代表了农产品加工领域向“低温、非热、高品质”跃升的新质生产力，推动水果加工从“粗放型”向“精准化”转型，生产过程从“经验化”向“数据化”演进。技术集成自动化、智能化设备，其所要求的高精度传感器、智能控制系统、超高压装备等，将倒逼并带动国内农产品加工装备制造业的技术创新与产业升级，形成以高科技、高质量和高效率为特征的新质生产力。

从引领农业产业提档升级看，技术提升产品品质与附加值，助力企业打造高端品牌，增强市场竞争力。还能带动水果种植向标准化、规模化发展，促进冷链物流、包装等配套产业升级，推动农业产业从“种植导向”向“市场与品质导向”转变，实现产业整体提质增效。

二、技术依托单位（须列入参与推广的各级国家农业技术推广机构）

（一）广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所

联系地址：广州市天河区东莞庄一横路133号

邮政编码：510640

联系人：程丽娜

联系电话：020-37281070

电子邮箱：linake125@163.com

（二）广东省农业技术推广中心

联系地址：广东省广州市天河区柯木塱南路28号

邮政编码：517399

联系人：余平

联系电话：020-87051813

电子邮箱：nynct-tgzxzz@gd.gov.cn

三、集成推广计划

技术集成熟化的目标和路径，2026年拟开展试验示范的地点和规模，组织技术观摩交流等重点活动有关安排，条件和经费保障措施等。

为加速五大低温加工技术的规模化、产业化应用，推动果蔬加工行业整体升级，特制定本集成推广计划，旨在通过系统集成、精准示范与全面推广，实现技术成果的高效转化。

1.技术集成熟化的目标与路径

核心目标：打破单一技术应用的局限，构建覆盖“速冻锁鲜、低温制汁、非热杀菌、冷冻浓缩、低温制粉”全链条的一体化解决方案，实现从原料到终端的全程品质控制，并形成标准化、模块化的技术推广模式。

实施路径：1）推动技术由“点”向“链”集成，将五项技术优化组合为“前处理-精深加工-终端产品”三大标准化模块，根据不同产区、不同品类水果的特性和企业需求，进行“菜单式”的灵活组合与适配，提供定制化的技术集成方案。2）装备智能化升级，联合设备制造企业，推动关键设备的智能化改造，提升效率。3）标准体系化建设，牵头制定各环节的工艺操作规程与产品质量标准,形成行业规范。

2.2026年试验示范安排

计划于2026年，在巩固现有示范基地的基础上，重点向我省特色水果优势产区拓展：新增1-2条荔枝、芒果等特色水果集成技术示范线，实现日处理鲜果能力超50吨的规模化应用。并辐射带动广西、海南、云南等省的特色热敏性水果高品质加工。

3.重点活动安排

大型现场技术观摩会：于2026年水果加工旺季，在核心示范区举办全省性技术观摩会，实地展示一体化生产线的卓越效能与产品优势