

一、项目名称

广西红壤肥力与生态功能协同提升关键技术集成与应用

二、奖励类别

国家科学技术进步奖二等奖

三、主要完成单位

中国科学院南京土壤研究所，江西农业大学，广西壮族自治区农业科学院，广西大学，中国科学院亚热带农业生态研究所

四、主要完成人

赵其国，黄国勤，谭宏伟，李伏生，宋同清，何园球，潘贤章，刘永贤，罗兴录，周柳强，谢如林，刘晓利，杨尚东，熊柳梅，王淑彬

五、项目简介

本项目属于土壤生态科学技术领域。广西地处热带亚热带地区，地质地貌结构独特，红壤比例高达 67%，水热资源丰富，特有作物多样，立体布局明显，生态环境脆弱，在维护我国西部生态安全战略中占有特殊地位。为实施国家“西部大开发”战略，着力推进西部地区农业可持续发展和生态环境改善，确保广西乃至中国西部地区粮食安全、生态安全，以及推动区域扶贫开发，开展了广西红壤肥力与生态功能协同提升关键技术集成与应用项目研究。本项目通过多年的宏观调查、基础试验、关键技术研发及成果示范推广，揭示了广西红壤肥力与生态功能演变规律，构建了红壤旱地土壤酸化抑制与养分高效利用技术体系，优化了广西农林复合生态系统结构，集成了广西红壤和石灰土肥力与生态功能协同提升的技术体系。项目取得了重大创新和突破：

1. 探明了广西红壤肥力与生态功能演变规律，系统揭示了广西土壤肥力障碍因子，首次编制了广西土壤肥力与生态功能演变图，构建了生态高值农业理论，发展了红壤生态学学科体系，为红壤区土壤肥力提升和生态功能改善提供了理论依据和技术支撑。项目探明了阻碍广西红壤肥力提升和生态功能恢复的关键因子，揭示

了植被覆盖变化、施肥和地形因子与广西红壤旱地多元素转化的关系，构建了土壤肥力因子演变等级图，阐明了上世纪 80 年代以来广西土壤肥力因子变化特征；揭示了红壤生态系统的结构、功能、演变规律，建立了生态高值农业理论和模式，为实现红壤资源的高效开发和可持续利用提供了科学依据。

2. 构建了红壤旱地土壤酸化抑制与养分高效利用技术体系，在广西红壤旱地木薯、玉米、甘蔗等主要作物上进行了大面积推广应用，取得了显著的经济、生态和社会效益。构建了红壤生物-化学耦合酸化抑制和调控关键技术，提出了甘蔗、木薯种植区土壤肥力分级指标体系，并绘制了肥力等级图，编制了木薯深耕深松-黑膜覆盖-一次性施肥技术、甘蔗一次性施用的平衡施肥推荐技术体系，并提出了玉米分根区交替灌溉和水肥调控方案，建立了以氮、钾促微生物活性和多样性为核心的贫瘠红壤协同重建技术以及集秸秆覆盖、等高种植、优化平衡施肥为一体的保水改土综合调控技术。

3. 构建了桉树人工林生态恢复技术体系，为广西桉树的生产布局、经营管理及产业战略调整等提供了关键技术和决策依据，优化了广西农林复合生态系统结构。构建了适合广西红壤地区的农林土壤肥力和生态功能协同提升模式，探明了广西复合农林生态系统的土壤侵蚀过程，并建立了预测模型。项目组提出的三大政策建议被广西壮族自治区政府采纳，为广西桉树的生产布局、经营管理及产业战略调整等提供了关键技术和决策依据。

4. 筛选出了广西喀斯特区域适生经济优良物种，集成了广西石灰土肥力与生态功能协同提升的技术体系，创建了喀斯特区域可持续发展模式，为喀斯特脆弱生态系统植被恢复和重建提供了理论依据和技术支撑。发现了广西喀斯特植被恢复过程中灌木层植物多样性因子群是其主导影响因子，筛选出了广西喀斯特区域适生经济优良物种，其中“桂牧 1 号”是喀斯特区域退耕还草的首选牧草品种，构建了西南喀斯特小流域及区域草-畜业发展优化模式，助推区域脱贫致富。

项目相关成果已获省部级奖励 15 项，其中一等奖 3 项，二等奖

6 项。项目获专利 11 件，制定技术规程 3 个，出版著作 7 部，发表论文 145 篇，其中 SCI 论文 11 篇。据不完全统计，项目著作和论文共被引用 1948 次。培养博士研究生 5 人，硕士研究生 24 人。项目累计推广应用面积达 4208.37 万亩，新增产值 2477854.13 万元，新增纯收入 919373.41 万元。经第三方评价，项目成果达到国际先进水平。

六、客观评价

1. **科技查新报告。**2015 年 1 月 23 日，项目组委托江西农业大学科技查新中心对本项目成果鉴定进行了查新（科技查新报告书编号：2015036ND001），查新主要结论如下（与国内外同类技术比较）：本项目通过多个单位的联合攻关，绘制了 1:50 万的广西土壤肥力变化图、广西生态功能演变和广西土地利用发展布局图，开展了典型红壤区土壤酸化趋势调查研究，通过整理第二次土壤普查资料和 2006 年采集的 3044 个土壤样品测试分析，探明了广西红壤酸化过程，并构建了红壤酸化抑制关键技术；通过定位试验系统研究了典型广西复合农林生态系统中土壤侵蚀、水土流失的现状，归纳了红壤缓坡旱地甘蔗优化平衡施肥等技术，总结构建了广西红壤地区主要类型退化生态系统的恢复重建模式。如此系统的研究广西红壤肥力和生态功能协同演变的相关工作在国内尚未见报道。

2. **项目验收意见。**本项目先后于 2014 年 6 月 28 日、2015 年 6 月 26 日分别在南宁、北京 经过两次结题验收，验收意见如下：

（1）第一次验收意见。2014 年 6 月 28 日，国家基金委在广西南宁主持召开中国科学院南京土壤研究所等单位承担的国家自然科学基金重点基金“广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控”（U1033004）验收会。验收专家考察了试验基地，听取了研究报告，审阅了相关资料。经讨论，形成验收意见如下：（1）该项目通过调查分析与定位试验，揭示了红壤肥力演变过程与机制、红壤肥力与生态功能的交互作用过程和反馈机制，建立了红壤肥力及生态功能的协同重建技术体系。（2）项目已发表论文 132 篇，其中 SCI 8 篇，北大版核心期刊 57 篇，公开出版著作 3 部，培养博士、硕士

研究生 16 名。(3) 项目提供的技术资料齐全、规范。综上所述, 专家组认为该项目完成了课题任务书中所规定的各项内容, 达到了预期目标, 一致同意通过验收。

(2) 第二次验收意见。2015 年 6 月 26 日, 国家自然科学基金委员会地球科学部在北京组织召开了“地球科学领域 NSFC-云南联合基金、NSFC-广东联合基金结题验收会”。由中国科学院南京土壤研究所赵其国院士主持完成的“广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控(批准号: U1033004)”NSFC-广东联合基金重点项目通过验收。来自全国相关单位的科技人员及验收专家近 30 人出席会议。验收会上, 项目主持人赵其国院士全面系统地汇报了项目 4 年中所完成的各项研究工作及取得的创新性成果。该项目自 2010 年 11 月 25 日正式批准立项(国科金发计[2010]53 号)以来, 研究工作历经 4 年(2011 年 1 月至 2014 年 12 月), 通过数据收集和多地多点的定位试验研究及示范推广, 系统研究了广西主要类型红壤系统中养分元素循环和交互作用过程, 提出了土壤肥力和生态功能演变的交互作用和反馈机制; 编制了 1:50 万广西土壤类型分布、广西土壤肥力演变图、广西生态功能演变和广西土地利用发展布局 4 个图件; 构建了多套广西红壤地区主要类型退化生态系统的恢复重建技术与模式; 成果示范推广应用后, 取得显著的经济效益、生态效益和社会效益; 公开发表期刊论文 129 篇(其中 SCI 论文 11 篇), 出版《广西红壤》、《广西生态》、《广西农业》等专著 6 部, 申报专利 7 项(3 项已授权); 向广西区相关部门提出 3 份广西红壤退化现状和治理对策建议; 已培养毕业研究生 13 名, 其中博士研究生 2 名。与会专家在进行了充分的问答与讨论后, 一致认为该项目不仅圆满完成预定目标且有多项指标超额完成, 总体评价为“优秀”。

3. 成果鉴定意见。2015 年 2 月 8 日, 中国植物营养与肥料学会主持召开了该项目研究成果鉴定会。由孙鸿烈院士任主任的鉴定委员会听取了项目研究总结报告, 审阅了相关资料, 并进行了质疑之后, 经过认真讨论, 形成鉴定意见如下:(1) 项目首次通过多点、多地调查, 结合广西近 50 年的空间数据, 编制了 1:50 万的土壤图;

建立了 NDVI 时间序列数据与土壤肥力变化规律的分析模式；明确了广西红壤区耕地 pH 值变化主要与土壤有机质、有效铜、交换性钙和镁、Ca/Mg 比、Mg/K 比等因子相关；系统阐明了广西红壤区甘蔗地优化施肥可减少地表径流和土壤养分流失；系统研究了广西桉树人工林的土壤与生态环境效应；揭示了广西红壤区林地土壤养分流失量变化规律；明确了广西石灰土土壤肥力演变机制与生态功能的耦合关系；建立了不同类型退化红壤的肥力及生态功能协同恢复重建模式与技术体系。（2）该项研究成果对充分发挥了广西红壤地区优越的光、温、水、土和生物资源的优势与潜力，促进区域资源—环境—生态—社会的协调持续发展具有重要作用。研究成果先后在广西武鸣县、来宾市、环江县等地推广应用，取得了显著的经济、社会效益，改善了生态环境，促进了社会和谐。（3）该项目从 2012 年至 2014 年间成果推广应用面积共达 276.47 万亩，新增产值 69610.38 万元。公开出版著作 6 部，发表论文 136 篇（其中 SCI 论文 11 篇），获得了专利 4 件。项目研究思路清晰、技术路线合理、研究方法先进，所提供的技术资料齐全、规范。鉴定委员会认为：研究成果具有创新性，达到国际先进水平。

4. 学术界评价。项目出版的著作和发表的论文被学术界广泛引用。

（1）论著作被引用情况。

①**著作被引用情况。**2017 年 9 月 19 日，根据《中国知网》检索，得出：项目组出版的 7 部著作，共被引用 222 次。

②**论文被引用情况。**2017 年 9 月 19 日，根据《中国知网》检索，得出：项目在《土壤学报》、《生态学报》、《应用生态学报》等期刊发表的 30 篇代表性中文论文，总共被引用 609 次，下载 15932 次，相当于单篇被引 20 次、下载 531 次。

③**论著总被引用情况。**2017 年 12 月 31 日，进一步利用《中国知网》对项目发表论著被引用情况逐篇检索，得出：项目发表的论著共被引用 1948 次（不完全统计）。

（2）学术报告情况。项目主持人赵其国院士及项目组主要成员

受邀在国内外学术研讨会作与本项目内容相关的学术报告 100 余次（不完全统计），介绍在我国广西红壤肥力与生态功能协同提升方面的取得的成就和研究进展。

5. 获奖情况。项目部分成果已先后获得省部级奖励 15 项，其中一等奖 3 项，二等奖 6 项。包括：全国农牧渔业丰收奖二等奖 1 项；中国产学研合作创新成果奖二等奖 1 项；中国产学研合作创新成果奖 1 项；广西技术发明奖二等奖 1 项；广西科技进步奖二等奖 1 项、三等奖 1 项；广西社会科学优秀成果奖三等奖 1 项；民革广西区提案一等奖 1 项；广西高等教育自治区级教学成果奖一等奖 1 项、三等奖 1 项；广西发明创造成果展览交易会参展项目银奖 2 项；广西自然科学优秀论文三等奖 1 项；广西农科院科技进步奖一等奖 1 项、二等奖 1 项。

七、推广应用情况

本项目各合作单位本着“边研究、边示范、边推广应用”的原则，将取得的成果尽快转化为生产力。从 2012 年开始至 2017 年（还在继续进行），将项目研究取得的成果，先后在广西南宁、崇左、来宾、河池、柳州、钦州、玉林、北海、贵港、桂林等地的有关乡、镇、村推广应用，取得了显著的经济效益、生态效益和社会效益。项目累计推广应用面积达 4208.37 万亩，新增产值 2477854.13 万元，新增纯收入 919373.41 万元。

主要应用推广措施：一是加强宣传，通过网络发布、召开会议、编印《研究简报》等形式；二是通过举办培训班、免费发放技术资料等形式；三是通过学术报告形式；四是现场传授。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
武鸣县科学技术服务中心	木薯深松深耕、节水灌溉、地膜覆盖技术	2012.1-2014.12	韦家华/0771-6222177	推广应用面积 66 万亩，新增产量 64575 万公斤，新增产值 35516 万元，新增纯收入 22375.08 万元
来宾市兴宾区农业局	甘蔗应用有机肥，减少化肥用量和配套高产栽培技术	2012.1-2014.12	何天春/13878292852	推广应用面积 94.99 万亩，新增产量 44.93 万吨，新增产值 20667.92 万元，新增纯收入 16868.32 万元
来宾市兴宾区	早晚稻应用有机肥，减少化肥用	2012.1-20	何天春	推广应用面积 66.48 万亩，新增产量

农业局	量和水稻机械化配套技术	14.12	/138782 92852	4418.16 万公斤, 新增产值 4988.66 万元, 新增纯收入 2958.26 万元
环江县科技局	石灰土牧草优质优质高效生产调控措施优化技术、石灰土脆弱生态系统农林复合修复模式与技术	2012.1-20 14.12	潘龙帅 /133678 82138	推广应用面积 49 万亩, 新增产量 20090 万公斤, 新增产值 8437.8 万元, 新增纯收入 5625.2 万元
广西六景林场、田林和青州林场	桉树林种植良种选育、按需施肥、平衡施肥和林间优化抚育管理等速丰高产种植管理配套技术	2012.1-20 14.12	熊丽玲 /182784 71668	推广应用面积 60.28 万亩, 新增产量 96.43 万立方米, 新增产值 48224 万元, 新增纯收入 31345.6 万元
广西利达农业实业有限公司	利用广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控项目技术生产有机肥	2015.1-20 17.6	王森 /186821 08383	新增销售额 42149.00 万元, 新增利润 4364.10 万元
广西乐土生物科技有限公司	利用广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控项目技术生产碱性复混肥	2015.1-20 17.6	吕昆明 /139788 89666	新增销售额 68037.59 万元, 新增利润 4948.18 万元
广西林茂肥料有限责任公司	利用广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控项目技术生产碱性有机无机复混肥	2015.1-20 17.6	聂立涛 1380771 6988	新增销售额 23714.43 万元, 新增利润 1490.62 万元
广西桂平市国营金田林场	用材林种植良种选育、按需施肥、平衡施肥和林间优化抚育管理等速丰高产种植管理配套技术	2015.1-20 17.6	陆万年 /150777 51025	推广应用面积 78.7 万亩, 新增产量 121.36 万立方米, 新增产值 62986 万元, 新增纯收入 47757.6 万元
北海立地肥业有限公司	利用广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控项目技术生产有机肥	2015.1-20 17.6	欧勇 /136277 17407	新增销售额 17373 万元, 新增利润 1356 万元
桂林桂珠生物科技有限公司	利用广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控项目技术生产有机肥	2015.1-20 17.6	莫桦 /139788 35912	新增销售额 23345 万元, 新增利润 1915 万元
桂平市农业局	甘蔗应用有机肥, 减少化肥用量和配套高产栽培技术	2015.1-20 17.6	邹贵才 /138785 26622	推广应用面积 101.92 万亩, 新增产量 50.06 万吨, 新增产值 23970.5 万元, 新增纯收入 20915.1 万元
广西壮族自治区土壤肥料工作站	广西红壤肥力与生态功能协同提升关键技术甘蔗、木薯、玉米等作物和桉树林地应用推广	2015.1 -2017.6	宾士友 /138781 23376	近三年总计应用面积 3691 万亩, 新增销售额 2098444.23 万元, 新增利润 757455.34 万元。

八、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	一种喀什特地区乔木根系生物量的处理方法	中国	ZL201110453476.7	2013年06月05日	1209614	中国科学院亚热带农业生态研究所	宋同清; 彭晚霞; 杜虎; 曾馥平; 宋敏	授权
发明专利	一种喀什特生境林木育苗的方法	中国	ZL201210014539.3	2013年06月19日	1220047	中国科学院亚热带农业生态研究所	曾馥平; 宋同清; 彭晚霞; 张浩; 曾昭霞	授权
发明专利	一种利用稻草覆盖桂牧1号越冬的方法	中国	ZL201110451932.4	2013年12月11日	1319224	中国科学院亚热带农业生态研究所	彭晚霞; 宋同清; 曾馥平; 宋敏; 杜虎	授权

发明专利	一种甘蔗种植前的土壤改良方法	中国	ZL201410701092.6	2016年6月29日	2126773	广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所	谢如林; 谭宏伟; 赵其国; 黄金生; 曾艳; 区惠平; 朱晓晖; 周柳强; 刘永贤	授权
发明专利	一种红壤地区葡萄园的土壤改良方法	中国	ZL201410700533.0	2016年06月29日	2128734	广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所	刘永贤; 曾艳; 熊柳梅; 白先进; 邢颖; 李忠义; 谢如林	授权
发明专利	铲式开沟器	中国	ZL201510199352.9	2017年01月11日	2344171	广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所	黄金生; 朱晓晖; 李忠义; 区惠平; 曾艳; 刘永贤; 周柳强; 谭宏伟; 谢如林	授权
实用新型专利	一种农田可调式氨挥发采集装置	中国	ZL200621253566.6	2017年05月24日	6165059	广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所	区惠平; 周柳强; 黄金生; 曾艳; 朱晓晖; 刘昔辉; 谭宏伟; 谢如林	授权
实用新型专利	适用于不同径流量的水田地表径流收集装置	中国	ZL200621236290.0	2017年05月24日	6165482	广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所	区惠平; 周柳强; 黄金生; 曾艳; 朱晓晖; 谭宏伟; 谢如林	授权
实用新型专利	双筒式植物根系原位观测系统装置	中国	ZL201620586334.6	2016年11月9日	5653674	中国科学院南京土壤研究所	潘贤章; 李燕丽	授权
实用新型专利	一种便携式田间水管收放装置	中国	ZL201720288449.1	2017年11月24日	6641522	广西壮族自治区农业科学院	刘永贤; 农梦玲; 王道波; 潘丽萍; 鹿士杨; 黄雁飞; 危向峰; 陈锦平; 黄维; 彭嘉宇; 范稚莲; 谢如林	授权

九、主要完成人情况

1. 赵其国，中国科学院院士、中国科学院南京土壤研究所研究员，排名第一。项目负责人，对研究项目的提出、申请，计划和研究方案的制定起到了决定性的作用，并参与田间定位试验、典型调查、示范推广等项目的各项工作，全过程指导和参与项目总结、成果鉴定，以及撰写论文、研究报告等项目的各个环节。对创新性成果起到了决定性作用，提出了“红壤生态学”、“生态高值农业”的理论及其方法体系，为我国整个南方红壤区实现红壤肥力与生态功能整体提升提供了理论基础和技术支持；并对广西区域土壤肥力调控和生态功能协调恢复的技术体系进行了理论水平的提升和概括。

为项目创新性技术成果（1）、（2）、（3）的形成作出了重要贡献。

2. 黄国勤，江西农业大学教授，排名第二。项目副主持人，全力协助项目主持人赵其国院士扎实而有效地开展项目各项试验研究和示范推广工作。对项目技术创造性贡献主要有：系统研究了红壤生态系统的退化规律、影响因素，提出了恢复、调控、提升系统功能的战略途径和措施。与赵其国院士合作首次提出了“红壤生态学”的概念及学科体系，丰富了红壤科学的理论与实践内涵。协助主编赵其国院士编撰《广西红壤》、《广西生态》、《广西农业》、《生态高值农业：理论与实践》、《低碳经济理论与实践》、《广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控综合报告》等著作。以第一作者或通讯作者发表论文 35 余篇。协助主持人赵其国院士对项目成果进行系统提炼、总结，为项目创新性技术成果（1）、（3）的形成作出了重要贡献。

3. 谭宏伟，广西壮族自治区农业科学院研究员，排名第三。参与项目研究方案的制定，在项目实施过程中，组建广西专家项目实施工作组与院士对接，执笔撰写项目总结和研究报告，主持“广西退化复合农林土壤肥力和生态功能协同重建模式”子课题，组织并参与示范推广工作，撰写项目著作，在《土壤学报》等期刊发表论文，为项目的顺利完成起到了重要作用。提出了广西旱作土壤肥力的综合调控技术体系，并提出了广西区域资源—环境—生态—社会的协调持续发展的重要举措。为项目创新性技术成果（2）、（3）的形成作出了重要贡献。

4. 李伏生，广西大学教授，排名第四。作为项目主要完成人之一，参与项目研究方案的制定，2011 年 1 月至 2014 年 12 月，承担本项目“红壤旱地水肥变化与土壤生物活性及作物生长间的关系”的研究及项目成果的示范与辐射推广，为项目技术的推广应用作出重要贡献。为广西主要农作物根区局部灌溉“水肥一体化”技术的研发起到了关键的作用。发表 SCI 论文多篇。为项目创新性技术成果（2）的形成作出了重要贡献。

5. 宋同清，中国科学院亚热带农业生态研究所研究员，排名第

五。作为项目主要完成人之一，从2011年1月至2014年12月，主持本项目“广西石灰土肥力与生态功能协同演变机制与调控”研究，参加田间试验和调查，取样分析测试，撰写论文、研究报告，项目结题及验收工作。构建了广西森林和广西石山林土壤肥力时空演变图，尝试性的提出了新的石漠化概念和石漠化等级，揭示了喀斯特区域不同植被演替阶段的主导因子，提出了喀斯特小流域和区域可持续发展技术和模式，对于广西石灰土肥力与生态功能协同演变机制与调控技术体系的提出起到关键作用，共获得授权发明专利3项，著专著1本，发表论文35篇。为项目创新性技术成果（4）的形成作出了重要贡献。

6. **何园球**，中国科学院南京土壤研究所研究员，排名第六。作为项目主要完成人之一，从2011年1月至2014年12月，参与了国家自然科学基金重点项目（U1033004）的申请、计划和研究方案的制定；为该项目的子课题“广西红壤旱地多元素转化及交互作用过程与机理”负责人；主要负责田间试验和调查、研究报告的编制以及相关专著的撰写，并参与项目鉴定、验收等工作，为项目的顺利实施作出重要贡献。

7. 潘贤章，中国科学院南京土壤研究所研究员，排名第七。作为成果主要完成人之一，从2011年1月至2014年12月，参与研究计划和方案的制定，田间试验和调查、采样分析及制图、撰写论文、研究报告。主要负责广西区土壤制图、土壤肥力演变制图的理论和方法体系，完成了广西生态功能演变和广西土壤利用发展布局的研究，为项目的顺利完成作出了重要贡献。发表论文2篇。为项目创新性技术成果（1）的形成作出了重要贡献。

8. 刘永贤，广西壮族自治区农业科学院副研究员，排名第八。在本项目中主要负责“复合农林生态系统肥力演变过程与机理”研究，并全力协助项目组成员在广西具体开展项目各项试验研究和示范推广工作。从2011年1月至2014年12月，在项目实施过程中，协调项目的各项事务，参与撰写项目总结和研究报告，参与示范推

广工作，参与撰写项目著作和论文；首次提出了“加强农业面源污染防治，打造广西西江流域农业生态源”的联动机制，并荣获广西社科三等奖；开展了不同类型土壤上不同林分土壤分级，为该项目获授权专利 2 项、编制并获颁布地方标准 2 项、发表论文 28 篇，为项目顺利完成做出了重要贡献。为项目创新性技术成果（3）的形成作出了重要贡献。

9. 罗兴录，广西大学教授，排名第九。作为成果主要完成人之一，主持完成项目课题“广西复合农林生态系统土壤侵蚀过程与预测研究”的试验研究、总结等工作，通过多年、多点试验研究，探明了广西复合农林生态系统不同植被、不同坡度、不同垦作方式、不同作物种植对水土流失的影响机制，明确了复合农林生态系统土壤侵蚀的主要成因。同时，基于广西各地复合农林生态系统土壤侵蚀的实地考察、调研、分析，探明了广西不同地区复合农林生态系统土壤侵蚀的原因，并对广西复合农林生态系统土壤侵蚀进行预测。对复合农林生态系统水土保持、生态保护和土壤肥力提升起重要作用。为项目创新性技术成果（2）的形成作出了重要贡献。

10. 周柳强，广西壮族自治区农业科学院研究员，排名第十。作为成果主要完成人之一，从 2011 年 1 月至 2014 年 12 月，通过开展本项目中“红壤加速酸化的胶体表面电化学机制”的研究，开展田间试验的调查、取样检测，并撰写论文、研究报告，以及参与项目鉴定、验收等方面工作，提出了复合农林生态系统肥力与生态群落变化的相互影响与互馈的作用机制，解析了广西红壤肥力与生态功能退化现状及主要障碍因子，并参与成果的示范推广工作。为项目创新性技术成果（2）-“土壤酸化抑制技术”的形成作出了重要贡献。

11. 谢如林，广西壮族自治区农业科学院研究员，排名第十一。作为成果主要完成人之一，通过红壤旱地肥力与生态功能演变过程及机理、广西坡地红壤侵蚀治理与水肥生物功能协调利用集成技术等课题的研究，明确了广西复合农林生态系统土壤侵蚀、水土流失的现状与成因，为广西复合农林生态系统的土壤侵蚀和水土流失的

治理与防控奠定了基础；同时还参与其他项目的定位试验、模拟试验及资料收集等工作，为项目的顺利实施做出了贡献。为项目创新性技术成果（2）-“甘蔗优化施肥技术”的形成作出了重要贡献。

12. 刘晓利，中国科学院南京土壤研究所副研究员，排名第十二。作为成果主要完成人之一，通过贫瘠红壤养分库和微生物平衡协同重建技术等的研究，系统阐明了广西红壤区甘蔗地养分库及其与微生物多样性关系，提出了优化施肥措施，对于广西红壤区甘蔗地微生物生物肥力的提高提供了理论依据。为项目创新性技术成果（2）的形成作出了重要贡献。

13. 杨尚东，广西大学教授，排名第十三。作为成果主要完成人之一，主持本项目中“广西复合农林生态系统肥力演变对土壤生物功能及作物生长的相互影响”研究，并参与本项目中“广西退化复合农林土壤肥力和生态功能协同重建模式”的研究，负责试验方案制定和指导，田间试验的调查、取样检测、撰写论文、研究报告，以及参与项目鉴定、验收等方面工作。在广西桉树林土壤养分变化机理研究上起到关键作用，并协助提出了可持续发展的对策与建议，同时还参与项目成果的示范推广。为项目创新性技术成果（3）的形成作出了重要贡献。

14. 熊柳梅，广西壮族自治区农业科学院副研究员，排名第十四。在本项目中主要负责“广西复合农林生态系统肥力与生态群落变化的相互影响与互馈”、“广西复合农林生态系统肥力演变过程与机理”和“红壤旱地肥力与生态功能演变过程及机理”3个方面研究，从2011年1月至2014年12月，在项目实施过程中，具体负责这3方面的试验方案制定、指导和实施，参与撰写项目总结和研究报告，参与示范推广工作，参与撰写项目著作和论文，并全力协助项目组成员在广西具体开展各项试验的研究工作；针对农林复合生态系统提出了优化桉树林的养分管理技术措施，并参与成果示范推广工作，参与撰写项目著作1部，发表论文3篇。为项目创新性技术成果（3）的形成作出了重要贡献。

15. 王淑彬，江西农业大学讲师，排名第十五。作为项目主要

完成人之一，从 2011 年 1 月至 2014 年 12 月，参与项目田间试验的调查、取样检测、撰写论文、研究报告，以及参与项目鉴定、验收等方面工作，另外还参与其他项目的定位试验、模拟试验及资料收集等工作，为项目的顺利实施做出了贡献。发表论文 2 篇。为项目创新性技术成果（2）的形成作出了重要贡献。

十、主要完成单位及创新推广贡献

1. 中国科学院南京土壤研究所，作为项目主持单位（第一完成单位），全面负责了项目的整体建设、组织和推进，对项目的科技创新和示范推广主要做出了以下贡献：（1）系统地进行了多点、多地调查，结合广西近 50 年的空间数据，建立了 1：50 万的土壤图，在典型红壤区建立了植被指数（NDVI）数值与土壤肥力的耦合关系，建立 NDVI 时间序列数据研究土壤肥力变化分析模型。（2）创新性地提出了红壤旱地多元素转化及交互作用过程与机理，总结归纳了红壤缓坡旱地甘蔗优化平衡施肥技术。（3）首次系统绘制了“广西土壤图”、“广西土壤肥力演变图”、“广西生态功能演变图”和“广西土壤利用发展布局图”，为广西未来发展提供了极具价值的“向导”和“指南”。（4）与副主持单位合作首次提出“红壤生态学”的概念及学科体系。（5）主编《广西红壤》、《广西生态》、《广西农业》、《生态高值农业：理论与实践》、《低碳经济理论与实践》、《广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控综合报告》等著作。（6）全面负责项目创新性成果的提炼和总结。为项目创新性技术成果（1）、（2）、（3）的形成作出了重要贡献。

2. 江西农业大学，系项目副主持单位（第二完成单位），协助项目主持单位中国科学院南京土壤研究所组织科技人员开展田间试验、典型调查、示范推广等项目各项工作，完成每年的中期及年终总结；为项目的开展提供必要的人力、物力和财力，提供实验分析条件，严格按照经费管理制度进行支出；参与项目技术培训等。在项目科技创新和推广应用方面的主要贡献：（1）系统研究了红壤生态系统的退化规律、影响因素，提出了恢复、调控、提升系统功能的战略途径和措施。（2）与主持单位合作首次提出了“红壤生态学”

的概念及学科体系，丰富了红壤科学的理论与实践内涵。(3) 协助主编赵其国院士编撰《广西红壤》、《广西生态》、《广西农业》、《生态高值农业：理论与实践》、《低碳经济理论与实践》、《广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控综合报告》等著作。(4) 以第一作者或通讯作者发表论文 35 余篇。(5) 协助主持单位对项目成果进行系统提炼、总结。为项目创新性技术成果 (1)、(2)、(3) 的形成作出了重要贡献。

3. 广西壮族自治区农业科学院，系项目参加单位之一（第三完成单位），根据项目主持单位的总体安排，组织科技人员进行田间试验，典型调查、示范推广等各项试验工作。(1) 系统研究了广西桉树人工林的土壤与生态环境效应，揭示了复合农林生态系统肥力与生态群落变化的相互影响与互馈规律及机理。(2) 组织广西区、市、主产区农业部门进行成果的示范推广，取得了良好的经济效益、社会效益和生态效益，为促进广西区域资源—生态—环境—社会的协调持续发展作出了贡献。为项目创新性技术成果 (2)、(3) 的形成及示范推广作出了重要贡献。

4. 广西大学，系项目参加单位之一（第四完成单位），根据项目主持单位的总体安排，组织科技人员进行田间试验，典型调查等各项工作，完成每年的中期及年终总结；参与该项目计划和研究方案的制定，参与组织成果的示范与推广，效果显著。(1) 系统研究了复合农林生态系统肥力演变过程与机理，揭示了复合农林生态系统肥力演变对土壤生物功能及作物生长的影响；(2) 创新性地提出了广西红壤肥力与生态功能的交互作用过程和反馈机制。为项目创新性技术成果 (2) 的形成及示范作出了重要贡献。

5. 中国科学院亚热带农业生态研究所，系项目参加单位之一（第五完成单位），根据项目主持单位的总体安排，组织科技人员进行田间试验，典型调查等各项试验工作，完成每年的中期及年终总结；提炼出项目石灰土地区关键技术进行示范与推广，取得了较好的经济效益、社会效益和生态效益。(1) 基于广西 345 个森林网络样方的调查，首次构建了广西森林及广西石山林的土壤肥力时空演

变图，为广西森林发展和桂西北喀斯特区域植被恢复与脆弱生态系统重建提供了技术支撑；（2）尝试性的提出了新的石漠化概念和石漠化分类等级；（3）揭示了喀斯特区域不同植被演替阶段的主导因子；（4）提出了喀斯特小流域和区域可持续发展技术和模式；（5）筛选适生经济优良物种 10 余种，研发并形成了喀斯特区域主要饲料作物桂牧 1 号优化调控技术和模式；（6）著《西南喀斯特植物与环境》专著 1 本（科学出版社，93 万字）。为项目创新性技术成果（4）的形成及示范推广作出了重要贡献。

十一、完成人合作关系说明

该项目（成果）由赵其国院士牵头，中国科学院南京土壤研究所（主持单位，第一完成单位）、江西农业大学、广西壮族自治区农业科学院、广西大学、中国科学院亚热带农业生态研究所等单位近 80 名科技人员共同参与完成。在本成果中，主持人中国科学院南京土壤研究所赵其国院士与各参加单位及参加人的合作关系说明如下：

1. 与江西农业大学的合作关系

江西农业大学为该成果副主持单位（第二完成单位），黄国勤（副主持人）、王淑彬、杨文亭、杨滨娟，以及博士生张向前，硕士生杜传莉、韩美荣、周丽华、时伟伟、范夫静、马艳芹等为参加人，负责项目的调查研究、田间试验及示范推广工作，并发表论文 35 篇，其中 SCI 论文 3 篇。

2. 与广西壮族自治区农业科学院的合作关系

广西壮族自治区农业科学院为项目参加单位之一，谭宏伟、刘永贤、周柳强、谢如林、熊柳梅等参加项目调查、试验及成果示范推广工作，获得专利、技术规程，并发表论文 40 篇。

3. 与广西大学的合作关系

广西大学为项目参加单位之一，李伏生、罗兴录、杨尚东，以及博士生农梦玲，硕士生梁志霞、刘水、梁海玲、吴祥颖、张潇潇等多人参加项目调查、试验研究和成果示范推广工作，发表 SCI 论文 2 篇。

4. 与中国科学院亚热带农业生态研究所的合作关系

中国科学院亚热带农业生态研究所为项目参加单位之一，宋同清、彭晚霞、杜虎等多人参加，具体负责广西石灰土土壤肥力与生态功能协同演变机制与技术模式的研发，获得专利 3 件，发表 SCI 论文 4 篇。

此外，在成果示范推广应用过程中，还与广西相关市、县农业局和多家相关企业有合作关系。

十二、提名意见

我单位认真阅读了项目提名书及相关提名材料，确认提名材料真实有效，完成人符合提名资格，相关栏目均符合提名要求。

为实施国家“西部大开发”战略，着力推进西部地区农业可持续发展和生态环境改善，确保广西乃至中国西部地区粮食安全、生态安全，以及推动区域扶贫开发，开展了广西红壤肥力与生态功能协同提升关键技术集成与应用项目研究。项目针对广西出现的红壤肥力下降、土壤酸化加剧，大面积桉树种植及“炼山”导致的水土流失严重、生物多样性衰减、区域生态功能减弱，以及广西喀斯特地区石漠化扩大等问题，通过多年的宏观调查、基础试验、关键技术研发和成果示范推广，揭示了广西红壤肥力与生态功能演变规律，构建了红壤旱地土壤酸化抑制与养分高效利用技术体系，优化了广西农林复合生态系统结构，集成了广西红壤和石灰土肥力与生态功能协同提升的技术体系。

研究成果为广西桉树的生产布局、经营管理及产业战略调整等提供了决策依据；研发集成的关键技术广西红壤旱地木薯、玉米、甘蔗等主要作物和桉树人工林上进行了大面积推广应用，取得了显著的经济、生态和社会效益；创建的喀斯特区域可持续发展模式，为喀斯特脆弱生态系统植被恢复与重建提供了理论依据和技术支撑。该成果具有明显的创新性，达国际先进水平。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。