# 江西红壤改良战

□□ 农民日报·中国农网记者 张振中 文/图

“为什么我的眼里常含泪水？因为我对这土地爱得深沉……”

土地是粮食生产的命根子。在中国南方的广袤国土上覆盖着厚厚的红壤，这些带有“酸、瘦、板、蚀、旱”症状的土壤，与占国土面积13%的黑土、占国土面积3%的黄壤相比，却是中国土壤中面积最大的部分。根据国家红壤改良工程技术研究中心（简称“国家红壤研究中心”）提供的数据显示，我国红壤区面积约占国土总面积的22.7%，红壤区内耕地面积约占全国耕地总面积的36%。其中，江西的红壤面积占江西省土壤的比例高达70.7%，是全国红壤比重最大的省份，地貌类型齐全，是我国最具代表性的红壤地区。

这些红壤大都属于中低产地，综合生产能力与种植效益低，如果不持续改良，将会对粮食产量产生影响。

有这么一群人，与这片占国土面积多达218万平方公里的红壤“较上了劲”，用自己独特的方式深爱着这片土地。江西从20世纪50年代开始就开展了红壤改良利用研究，来自全国科研院所、农业科技部门的专家汇聚于此，在红土地上打响了一场长达70余年的红壤改良攻坚战。

在新中国土壤治理进程中，红壤改良史极其厚重。在第三次全国土壤普查全面铺开之际，在绿肥还田、改良红壤的春耕时节，记者走进江西，探访这片红壤地和深爱着它的人们。

种粮大户正在用绿肥还田、改良红壤。

我国红壤区面积约占国土总面积的22.7%，红壤区内耕地面积约占全国耕地总面积的36%。其中，江西是全国红壤比重最大的省份。

有这么一群人，与这片占国土面积多达218万平方公里的红壤“较上了劲”，用自己独特的方式深爱着这片土地。江西从20世纪50年代开始就开展了红壤改良利用研究，来自全国科研院所、农业科技部门的专家汇聚于此，在红土地上打响了一场长达70余年的红壤改良攻坚战。

在国家红壤改良工程技术研究中心江西进贤基地，副研究员刘佳（右）向研究生孙鲁沅（左）传授红壤改良技术。

国家红壤改良工程技术研究中心江西高安基地。

## 红壤改良带来的生机

雨足郊原正得晴，地绵万里尽春耕。

清明前后，江西红壤区相继开始春耕，丘陵缓坡旱地里，人们正在平整土地，不久之后，将种上红薯、花生、玉米等旱作物；水田里，农户则正在春耕、育秧、准备插秧，专家们正在与时间赛跑，指导农户将绿肥翻耕于红壤之中。

“你看，这肥田萝卜根系差不多有20厘米长，萝卜苗长得高、长得粗、产量大，一亩肥田萝卜可用作3—4亩红薯地的绿肥来肥田。”3月底，在国家红壤研究中心江西进贤基地，39岁的副研究员刘佳手把手地向研究生孙鲁沅传授红壤改良技术和经验。

在华中农业大学资源与环境学院，深夜里，作为“十四五”国家重点研发计划“长江中下游红黄壤与中低产稻田产能提升技术模式与应用项目”首席科学家、教授，50岁出头的谭文峰刚将从江西采样的肥田萝卜进行检验分析，验证肥田萝卜是目前最有效增强红壤肥力的绿肥。

在中国科学院南京土壤研究所，研究红壤治理近40年的资深专家、研究员李忠佩正带着大家研制调理剂。他兴奋地打电话告诉刘佳：“等大面积种植红薯时，一种新型、实用的调理剂就可以试用了。绿肥主要治‘瘦’，调理剂主要治‘酸和板’，五种主要病状治好三种，红壤更有救了。我们可以向生活在红壤区的近6亿人口交代，也可以告慰刚去世的‘红壤院士’赵其国老先生了。”

“七十功名尘与土，不治红壤终不还。”无论是在长江下游的南京，还是在长江中游的武汉，抑或是在红壤治理最前沿的江西，一根“红壤改良”接力棒传承了70余年：李庆逵、赵其国、张桃林、孙波、谭文峰……上千名研究专家和技术骨干，几代人接力奋战在红壤改良的第一线，为红土地“藏粮于地”把脉支招。

从几代人的持续接力，到如今绿肥、调理剂的研发，在江西苦战智斗红壤的进程中，全国红壤改良看到了春天的生机。

## 难以呼吸的土壤

平均每一亩土地中，超过七分是红壤。江西是典型的红壤区域。

在这里，绝大部分土地，都是富含铁铝的岩石历经数十万年的风化、氧化之后，形成的红色土壤。人们通常称它为红土地，它的学名叫做红壤。

红壤区并不富饶。在江西，大约2/3的红壤水田都是中低产田，水稻产量较平原区高产田的产量低30%左右；而红壤旱地几乎全是中低产田。

土地产出低位徘徊，耕地负荷越来越重，酸、瘦、板、蚀、旱这些症状“缠上”了这片广袤的土地，使得红壤区的土地难以呼吸。

酸化是红壤的天生之敌。红壤是强风化土壤，容易酸化，特别是20世纪80年代起，随着化肥工业的兴起，农户不合理施肥和不当耕作利用，导致红壤区土地酸化严重。

根据相关统计，我国红壤区强酸性土壤（pH值5.5）面积已由20世纪80年代的1.69亿亩增加到21世纪初的2.26亿亩。“自然条件下，红壤pH值降低一个单位需要几十万年甚至几百万年，然而近30年来，我们的红壤耕地pH值却平均下降了0.6至0.8个单位，部分地区甚至下降了近2个单位。”在中国科学院南京土壤研究所副研究员刘明看来，红壤酸化速度之快令人心惊。

江西红壤土的酸化程度，可以说是全国最严重的区域。国家红壤研究中心江西进贤基地定位监测表明，长期单施化肥36年后水稻田pH值由5.7下降到5.2；旱地30多年后pH值由6.0下降到4.2。“30多年下降幅度这么大，这对江西来说是一个非常关键、也是一个极其不利的数据。”作为江西省农科院土壤肥料与资源环境研究所副所长，刘佳一直关注着酸化的影响。他认为，土壤pH值下降到4.2后，玉米等旱地作物将基本绝收。

2022年，江西遭遇了历史上罕见的夏秋冬连旱，季节性干旱加剧土壤退化，对土壤养分的有效性、土壤生物的活性以及土壤理化性状的影响尤其显著。李忠佩说，水分太少、土壤太黏，植物吸收不到需要的水分就会“生理性萎蔫”。

李忠佩在长期观测中发现，四五月份雨水较多，作物长势挺好，可到了七八月份，遭遇了伏秋连旱，早玉米几乎都没收成。因为七八月份是玉米、红薯、花生的成熟期，在需水的时候没有水，作物产量极低，更加严重的是，本来可以在八九月份种下一期作物，但由于季节性干旱，油菜、玉米等很难发芽，农户对下一季作物只好弃种，双季成为单季，生产效率就降低一半。

一说起遭遇“酸、旱”的影响，进贤县前坊镇桂花村的种粮大户涂亮亮曾一筹莫展。“种了8年红薯，常年酸化、3年干旱，只有2年亩产达5000斤左右。”眼看有一年苗都长不起来，涂亮亮只好休耕2年。

“再这样下去，地都作死哩。”涂亮亮唉声叹气中充满了无奈。的确，土壤同样是有生命的，一些没有改良的红壤越来越难以呼吸。

## 70年前率先开始的改良

“晴三天、尘满面，雨三天、泥满田，水淹火烤到哪年？山林灭、飞鸟尽，土壤毁、作物损，民不聊生到哪去？”这句话描述的是新中国成立前地处南方丘陵红壤区——江西省瑞金市叶坪镇水土流失的情况，这样的民谣是当地人民生活的真实写照。

在叶坪王屋塘、横岭一带，是一片紫红色页岩组成的严重水土流失区，农田土层瘠薄，难以持续利用。

恶劣的生态下，当时的叶坪人民过着穷困潦倒的日子，这样的窘况在江西不是个例。面对红壤区严重的水土流失，江西与之进行了一场漫长而艰难的较量。

从20世纪50年代开始，江西科研人员和中国科学院博士李庆逵带队的专家组在江西进行土壤考察，1951年秋在原南昌新建县甘家山建立全国第一个红壤试验场，开展了一系列红壤资源开发利用等试验。

经过多年的“摸爬滚打”，专家们慢慢了解了红壤。刘明抓起一把红土，介绍说，因为风化和淋溶强烈，红壤酸化的同时，黏粒和次生黏土矿物不断形成，质地黏重、有机质含量低，遇到雨水就会变成泥浆；遇到天旱，水分散失，又会变成硬板的土块，一锄头下去，硬得很。所以当地农民把红壤描述成“晴天一块铜，雨时一包脓”，这形象地说明了红壤酸化、贫瘠、耕作条件差。

熟悉了土壤才会有改良之策。为了合理利用和改良红壤资源，因地制宜地促进农林牧生产的全面发展。原国家农委、原农业部等部门于1980年下达了红黄壤地区土壤利用改良区划的任务。1982年，中国科学院南京土壤研究所以赵其国为负责人的红壤考察队与江西红壤研究所合作，对红壤集中分布的近80个县进行土壤调查，撰写了73万字的《江西红壤》专著，强调红壤利用要注重农林牧副渔的协调发展和山水田林路的整体布局。1985年底，中科院决定在江西鹰潭建立一个长期综合的生态定位实验站（简称“鹰潭红壤站”）。

以鹰潭红壤站成立为契机，在20世纪80年代末90年代初，赵其国、张桃林、何园球等国内知名土壤专家开始综合研究、系统“拯救红壤”。为尽可能多掌握红壤资料，土壤专家们坐着拖拉机找土样，几乎跑遍全国各地。在江西，研究小组在有红壤的山顶种树林，在山腰种果树，在地势低的地面上种庄稼，还开塘养鱼，在池塘边上养猪，利用沼气，使得这些养分充分被土壤吸收。

利用这种方法治理3年后，当地水土流失从每年每公顷7000吨减少到每年每公顷100吨；到了治理后的第10年，这里的水土流失基本得到控制。这种治理方法使江西土壤经济效益提升了50%以上。

为了改良红壤，吃苦是必然的。“上蒸下泡、昼出晚归。”李忠佩回忆起30多年前的鹰潭红壤站工作情形，至今还历历在目。野外试验要对作物、土壤进行采样观测，工作往往连轴转，尤其在早稻收割、晚稻插秧的茬口期间进行采样观察，时间只有7天，正处于酷暑期间，白天温度高达40摄氏度。李忠佩和同事们从早到晚泡在水田里采集植株和土壤样品，很晚回到实验室，又加紧对样品进行处理、观测、记录，经常忙到凌晨两三点。

红壤在我国南方广泛分布，工作也在多处展开。一个点的工作刚干完，李忠佩他们又奔赴下一个红壤试验区。

“历尽千辛万苦，说尽千言万语，走遍千山万水，想尽千方百计。”当时，浙江绍兴的“四千”精神正传遍祖国大地。也遵循着这种创业干事的“四千”精神，李忠佩他们一路筚路蓝缕、栉风沐雨，续写着红壤改良史。

## 新时期的新发力

在水土流失基本治理之后，如何对症治理红壤内部的障碍因子“酸、瘦、板、蚀、旱”，这极其重要。

系统治理需要整体布局。2012年11月，党的十八大把生态文明建设纳入党的纲领。江西红壤改良迎来了新时机。以国家批准、设在江西的国家红壤研究中心为依托，江西全面发力改良红壤。

此后几年，江西省农科院、江西省农业农村厅红壤研究所等单位一直承担国家红壤生态有关的国家级项目，并从参与配合到主持主导，渐渐在国内同行业中赢得了应有的地位。

“十三五”期间，在江西省农科院土壤肥料与资源环境研究所负责人、国家红壤研究中心常务副主任彭春瑞等带领研发的红壤改良、红壤保育等技术及物化产品在红壤区的赣、徽、湘、鄂、桂、闽、琼等地累计推广应用5000余万公顷，新增社会经济效益近120亿元。

而这样的增效，源于科学家们找到新的红壤改良途径。

紫云英是科研人员寻找到的优质绿肥。刘佳介绍，紫云英是豆科植物，生长过程中其根瘤可以固定空气中的氮素，源源不断地为土壤提供氮素营养。在种早稻前将紫云英翻压还田，既归还了大量速效养分，也为土壤提供了大量新鲜的有机质，有利于土壤有机质的周转更新和养分扩库增容，而且还可降低土壤容重、减缓土壤板结。

2023年4月，在江西省农科院高安基地，千余亩紫云英正值盛花期。“去年紫云英作绿肥、早稻产量增加了100斤；今年扩种800亩紫云英亩产达到1800公斤，马上就要翻耕肥田了。”高安市灰埠镇五里村种粮大户谌四谋喜笑颜开。

江西省农科院科研人员通过多年研究发现，稻田种植紫云英，每亩可以减少20%—40%的化肥用量，水稻可增产5%—10%，而且明显提高了稻米品质。

冬种紫云英、春季还田利用还有效地培肥了土壤，减少了地表径流和农业面源污染。据江西省农科院土壤肥料与资源环境研究所科研人员检测分析，双季稻田种植利用紫云英可使碳氮磷排放减少30%—50%，有效地保护了生态环境。

自2012年以来，这项技术在江西省南昌市、九江市、宜春市、吉安市、赣州市等11个区市大面积推广应用。11年里累计应用面积为926万亩，增产稻谷64.75万吨，节省化肥氮(N)1.85万吨、磷($P_2O_5$)0.93万吨、钾($K_2O$)1.39万吨，实现生态效益133.4亿元。其中，2021—2022两年应用推广186.4万亩，新增销售额32263万元、新增利润24471万元，实现生态效益26.9亿元。

相对于紫云英用作绿肥改良红壤水田，其他红壤旱地则采用了其他适合的绿肥。刘佳解释，绿肥技术对所有旱地作物都适用，只是具体施用时，要针对不同的作物，选择不同的绿肥与之轮作，比如种花生，建议和十字花科绿肥（如肥田萝卜）轮作；而种红薯、玉米，建议和豆科绿肥（如毛叶苕子）轮作。

这样的“绿肥+”轮作技术让涂亮亮看到了红壤改良的希望。其他农户选用一种“绿肥+”，他则将几种有效的旱地绿肥全部种植了，种植面积多达800多亩。

为了改良红壤，国家红壤研究中心和涂亮亮一拍即合。涂亮亮只需提供土地，中心负责绿肥的技术生产、科学监测，绿肥种出来之后全归涂亮亮使用。为了综合施策，刘佳等专家采取了“绿肥+深松土”等农机农艺集成技术，2022年红薯增产30%。

“不仅农作物产量提高了，而且我们农民赖以生存的土地得到养护，废地变成宝地了。”涂亮亮脸上笑开了花。这样的笑靥，犹如改良后唤醒的土地上盛开的繁花，生机勃勃。

## 期待越改越到位

我们要像保护身体一样珍爱土地。红壤不仅不能弃、不能伤，而且要认识红壤、熟悉红壤、改良红壤、利用红壤。正是因为我们不放弃、不抛弃红壤，红壤才会给我们以惊喜。

根据国家红壤研究中心的研究统计，约占全国耕地总面积36%的红壤区耕地，却生产了全国70%以上水稻、40%的粮食、养育了全国40%的人口。

江西成为新中国成立后不间断提供商品粮的两个省份之一，与红壤改良利用密不可分。

刘佳分析，一方面，江西主要外调的是水稻，水田有水，增强了土壤的抗侵蚀能力和酸碱缓冲性能，使得土壤不易酸化、退化等；另一方面，江西红壤面积大、属于中低产田，在改良以前，作物单产较低，在改良后，一寸耕地一寸金，江西农民靠着勤劳和智慧从红壤地里“抠”粮食，利用水田红壤区来发展双季稻，因而总产量较高。所以，从粮食安全的角度看，都应当改良、利用红壤，让改良后的红壤区成为保障粮食供应的重要基地。

但从长远发展来看，红壤区的作物生产潜力还没有得到充分发挥。“南方红壤的光温潜力非常大，达到北方的2—3倍，可生产能力只实现了50%—60%。”在李忠佩看来，红壤改良越改越到位，作物增产越明显。

改良好红壤，不仅直接关系到红壤区近6亿人口能否养好、用好土地这个“命根子”，而且事关能否端牢中国14亿人口的饭碗。

“改良红壤，这是科学家的事，用不着我们瞎操心。”对于网友这样的评论，刘明认为，改良红壤科技工作者要扛起责任，但绝不只是一群人的责任，它和我们每个人都息息相关，政府、社会、个人必须群策群力，才能打赢红壤攻坚战。

农户该如何做？在刘明看来，造成红壤酸化的重要原因是化肥施用过多，因此要着重提高农户科学利用耕地、保护耕地的理念，改变一直以来施肥的惯性思维，适当减少化肥用量。

2022年，农业农村部提出，到2025年，氮、磷、钾和中微量元素等养分结构更加合理，全国农用化肥施用量实现稳中有降。

化肥减量增效，粮农很重要。在众多的观望中，初尝甜头的谌四谋继续减少水稻化肥用量。原来一亩水稻需要100斤化肥，现在绿肥还田，只需70斤。在他的带动下，200多位农户用绿肥还田1000多亩。“仅1000多亩早稻，就少用化肥3万多斤。”

除了用绿肥替代一部分化肥，谌四谋还将红壤总体改良的希望寄托在调理剂上，因为一方面绿肥主要治“瘦”，另外酸、板、蚀、旱四种症状的“克星”主要是调理剂等；另一方面，种植紫云英等绿肥一亩成本则需要七八十元，绿肥加部分化肥比纯用化肥一亩成本多出二三十元。

“接下来，我们的目标是希望研发更高效且廉价的产品，比如研制某种特定的调理剂，就近利用城市厨余垃圾、畜禽养殖粪污和农业废弃物等资源，进行综合利用，研制土壤调理剂或新型肥料产品。这样一来，可以用比较低的投入，一次性获得更长时间的效益。”刘佳说，专家正在加快研制更多适合红壤改良的产品。

研发调理剂同样存在着难度。“这如同研发中药一样，先要找准病症、对症下药，其次是找到药方（配方），最后是根据合适的比例来配药制药。土壤不如人一样能快速、高敏感受到药方的疗效，因此，研制出高效且廉价的调理剂可以说是‘十年磨一剑’。”李忠佩说。

而要加快红壤改良技术的快速转化和落地，政府责无旁贷。刘明建议，科技、农业农村等部门要通过政策支持、金融资助等多渠道，支持绿肥、调理剂等改良成果在新型经营主体和小农户作物生产上的落地率。

江西农业农村部门积极行动。2021年9月，江西省农业农村厅制定了《2021—2022年新增化肥减量增效示范县建设实施方案》，以鄱阳湖周边地区为重点，在12个县（市、区）开展化肥减量增效示范县建设，共建设化肥减量增效示范区14.79万亩。一些地方农业农村部门赠送农户绿肥种子，支持科研院所开展调理剂等研发。

土地和这片土地上的人们，都期待着红壤改良焕发更多的生机。