

中科院野外台站系列报道②



专注生态恢复三十载

——记中科院鹤山森林生态系统研究站

■本报记者 王晨绯

广东主要以丘陵为主, 绵延的热带亚热带常绿阔叶林被称为北回归线上的明珠, 生物多样性很高, 但因为气候炎热湿润, 物质循环很快, 土壤淋溶强烈, 植被一旦被破坏, 土壤很快退化, 且难以快速恢复。30年前, 中科院的科学家们在粤中的鹤山地区建立了野外台站, 围绕退化红壤坡地的植被恢复进行了系统深入的

研究。

目前, 中科院华南植物园鹤山森林生态系统国家野外科学观测研究站(以下简称鹤山站)已经成为中国生态系统研究网络(CERN)的重点野外台站。鹤山站1984年建站, 位于广东省中部的鹤山市, 地属亚热带丘陵地区, 代表的区域范围包括粤中、闽

南和桂东南, 顶级森林群落是亚热带季风常绿阔叶林。

“与其他地区相比, 这里的森林生态系统有着较高的生产力, 生态系统的功能过程复杂多样并有着非常高的运转效率, 是华南地区大气、生物和水资源的可持续利用的基础保障。”鹤山站站长傅声雷告诉《中国科学报》记者。

科研的沃土

关于鹤山的植物, 此前少有植物学家作过系统调查。在鹤山站副站长林永标高级工程师负责下, 历经两年的野外调查、标本采集、标本鉴定、文献研究, 《鹤山树木志》问世了。

“我们一共收录鹤山野生和常见栽培的木本植物77科、231属、384种, 其中野生植物57科、142属、235种。内容包括每种植物的中文名、学名、形态特征、生境, 在鹤山与国内外分布以及用途等, 每种附有彩色照片1~3张。”鹤山站副站长林永标介绍说。

科研人员告诉记者, 作为我国南方首部县域树木志, 它的出版将为我县县域树木志的编研提供参考, 并为我国南方乡土植物的应用、绿道建设提供科学依据。该书也是鹤山站历年以来在植被恢复方面的一次系统总结。

通过大量的野外调查, 进一步挖掘本地乡土树种资源, 对鹤山植被恢复及生态林业建设提供决策具有重要的指导意义。

与此同时, 鹤山站的研究人员通过技术集成, 建立了世界首个“林冠模拟氮沉降和降雨”野外实验平台, 以研究全球变化背景下中国南方森林生态系统的命运。全球变化压力下, 森林生态系统的命运如何? 这是目前国际上生态学领域研究的热点之一。

这套野外控制试验系统包括了至少两个蓄水池和VM05变频调速恒压灌溉设备。两个蓄水池一个为林冠施氮供水池, 另外一个为林冠增雨供水池。蓄水池的出水口经管道与微电脑变频和多叶轮压力水泵连接, 再经若干个支管分别与安装在喷淋塔塔顶的、位于林冠层以上的摇臂喷头相连; 同时, 在每

个支管上设有流量控制表, 且流量控制表与摇臂喷头之间的支管上设有控制阀门和泄压阀。“这种新型的林冠模拟更接近自然条件下的氮沉降和降雨过程, 克服了以往对森林生态系统林下模拟施氮、增雨控制试验过程中忽略了森林林冠对氮素和降雨的吸附、吸收、转化和截留等一系列重要过程的缺陷, 更真实地模拟自然状态下大气氮沉降和降雨格局改变过程。”傅声雷说。

目前, 这一方法已获国家专利授权, 是全球变化研究领域方法学的重要突破。

“我们计划应用此技术沿着纬度梯度从南到北布点, 分别开展热带—南亚热带—中亚热带—温带典型森林生态系统对氮沉降的响应研究。”傅声雷及其同事正积极将此宏伟计划付诸行动。

他们在这里成长

在鹤山站, 年轻的科研工作者也在这片赤壤里成长。

今年7月18日, 中国科学院野外台站年会上, 中科院副院长施尔畏为十名年轻的科研新星颁发2013年度CERN青年优秀论文获奖证书。

“中科院每年授予十名从事资源环境研究的年轻科研工作者这个奖项, 大部分获奖者在此之后都有不俗表现。”施尔畏对

他们给予高度评价。

鹤山站副研究员张卫信获此殊荣。在导师傅声雷的指导下, 他围绕土壤生物与全球变化开展了一系列的科研工作, 和美国学者合作揭示了蚯蚓入侵的新机制, 相关成果发表于《生态学》杂志; 去年, 又发现蚯蚓促进土壤碳固存机制, 相关成果发表于《自然—通讯》杂志, 并被选为亮点文章。

目前, 华南植物园恢复生态研究组正在将实验室的结果搬到野外环境中进行重复。“有些原来的想法被推翻或需要完善, 一些有意思的结果正冒出些苗头。”张卫信等在广东鹤山森林生态系统国家野外科学观测研究站布置了野外实验。

“要准确估计蚯蚓对全球陆地生态系统碳固存的净效应, 还需要做更多的工作。”他说。

学而优则用

在纯粹的科学探究之外, 鹤山站科学研究始终以服务群众为目标, 以服务于地方的经济发展和生态环境建设为宗旨。科学家们苦心经营, 以科学手段把鹤山站及周围20万亩的退化山坡打扮得苍翠欲滴, 生态环境明显改善。

鹤山站上阔叶林茂密, 山上种植树菠萝、人心果、龙眼、荔枝等经济作物, 山脚种草, 向下延伸的低洼处则发展成养鱼的池塘。如此, 山上的阔叶林起到了固持碳氮和水土保持的作用, 山腰的经济作物及山下的养鱼业可获经济收入, 落叶及塘泥均可做果树的肥料, 形成了复合农林生态系

统, 这种模式充分利用了生态学上的食物链原理, 因而达到能量的多级利用。

这种“林果草鱼”模式因为综合效益好受到当地农民的普遍欢迎并广泛采用, 成为基础研究应用于经济建设的成功模式。1999年, 鹤山站主持的“热带亚热带植被恢复生态学”项目获中国科学院科技进步一等奖。

近年来, 傅声雷所在的退化生态系统植被恢复与管理重点实验室还对南方低效人工林, 通过在林下种植生物量大和附加值高的经济作物, 以提高森林固碳功能和经济价值, 取得最好的综合效益。

“南方的速生丰产林通常种桉树和相思等, 轮伐期为4~7年; 这期间林下杂草丛生, 没有经济效益。现在我们在林下种药用植物和观赏植物, 大力发展‘林下经济’, 大大提高了森林生态系统的经济效益。”他举例说。

对于退化生态系统, 不应只是单纯地进行植被恢复, 还要进行后期评价和管理。傅声雷进一步举例: “鹤山站建立了国际上森林管理措施最多的森林生态系统研究样地, 目的就是为对传统的‘刀耕火种’的森林经营方式以及对耐旱耐贫的外来树种(如桉树)的生态影响进行科学评价, 实现合理高效的生态系统管理。”

秦岭南岭建基地

傅声雷告诉记者, 鹤山站自建站之初就注意到科学研究中的点、线、面的相互关系与作用, 在鹤山站开展点上的恢复生态学研究的同时, 又先后参与了贵州石灰岩站、兴宁草地站、五华站、海南站、井冈山站、四川瓦屋山站以及广州白云山、华南植物园蒲岗、广州罗岗村边林、鹤山市龙口村边林、鹤山市共和里村边林等11个野

外研究站、点, 并连同小良站和鼎湖山站, 形成了一个有相当规模的区域数据收集网络, 获得了大量的定点研究数据, 是我国最早通过区域联网开展不同尺度效应下的恢复生态学研究的野外台站。

“如今的研究工作中鹤山站是大本营, 同时秦岭南岭的研究基地也建设了起来。”傅声雷说, “鹤山站与小良站、鼎湖山

站联网比较研究, 并在罗岗、白云山、蒲岗等地设站点同步研究, 旨在理论上揭示热带亚热带退化生态系统的恢复过程和机理, 完善和发展恢复生态学的学科理论; 在实践上针对当地及广东以至所代表的整个区域的大面积退化生态系统综合整治和利用问题进行纵深研究, 提供成熟技术及示范样板。”

我与鹤山站

■何新星

刚来到华南植物园时就对鹤山站怀有特别的期待——“鹤山”, 多么飘逸的地名啊! 鹤是脱俗的象征, 小时候家里贴的年画之中鹤以翩翩仙姿起舞“仙境”, 能被鹤相中的地方岂不是宝地一块?

很快, 新生入园培训给了我第一次邂逅鹤山站的机会。车子从广州开出后, 途中多为广东丘陵地区常见的农田、桉树林等, 很快便视觉疲劳, 兴味索然了。下车后发现鹤山并无想象中那惊世骇俗之美, 但与途中单一的人工林相比, 这里有被菠萝蜜和番石榴环绕的鱼塘, 郁郁葱葱的树林, 花朵盛放、蜂蝶忙碌, 倒也显得欣欣向荣、绿意盎然。

但很快我就意识到了自己的粗浅。深入接触下, 我又开始惊讶于其貌不扬的鹤山竟

然承担了如此意义非凡的角色。华南许多丘陵地带历史上都经历了严重的采伐, 植被丧失后, 雨水肆虐冲刷着这片南国沃土, 形成了大量的荒草坡, 生态功能恶化。人们为了生计陆续种植了许多针叶树和桉树。然而, 这些物种单一的人工林, 不仅生态功能低下, 且抗逆性差, 在没有人干预的情况下, 老化衰败之势日益明显, 更遑论向地带性的植被发育演替了。

鹤山站的一个主要目标就是将生态学的理论运用于森林恢复实践, 并在实践中丰富恢复生态学的理论。从上世纪80年代开始, 两代科学家前仆后继地探索各种自然和人为恢复措施, 将一片片荒坡变成了如今的郁郁森林, 也为华南地区退化生态系统的恢

复重建积累了丰富的理论和实践经验。

正式开学后, 我与鹤山站建立了正式的联系。我的研究对象是蚯蚓, 由于其对土壤养分循环、物理结构以及其他土壤生物的生长影响深远, 而被生态学家称为“生态系统工程师”。蚯蚓的群落结构也一定程度上反映了土壤的健康状况。几年前, 研究组就已经在鹤山建立了控制蚯蚓的长期实验平台, 希望量化蚯蚓在南方人工林生态系统恢复过程的贡献。我的工作是一小部分, 探索蚯蚓对土壤碳氮循环的影响。

虽然在鹤山站的研究才刚刚开展, 但每一次到站时都能遇到作各种研究的人, 来自全国各地, 有研究根系的、微生物的、叶片生理的, 还有研究两栖爬行动物的, 热闹而



中德合作项目野外考察



野外试验根箱系统



野外温室气体采集



野外光合作用实验



站区鱼塘捞出了大鱼

鹤山森林生态系统研究站供图

实验室

“我们研制的智能装备, 不仅需提高性能, 还需要按照市场或用户的需求去降低成本, 提高使用和维修的方便性。只有在我们的智能装备具备了低成本高性能、使用维护方便的特点后, 我们在智能装备领域才能有立足之地。”

承担多项国家任务, 与企业生产建立多方联系, 面向生产一线科研攻关, 培养精密感知领域优秀人才——这就是中科院自动化所精密感知与控制研究中心。

充满“战斗力”的团队

精密感知与控制研究中心成立于2012年2月, 以国家重大任务中需要攻克感知与控制难题为切入点, 重点突破精密测量与协同感知、复杂系统精密建模与控制、精密机构设计与驱动等方面的新理论、新方法, 全面提升满足极端条件约束和苛刻性能指标要求的精密感知与有效控制能力, 为国家重大任务的核心系统和重要部件提供关键装备与解决方案。

经过两年多的发展, 现在的精密感知与控制研究中心分为五个业务部——精密装配、数字样机、智能装备、精密感知、生产线和精密感知。中心有30多个职工, 博士比例95%以上, 专业方向齐全, 有强大的科研力量和良好的科研氛围。

精密感知与控制研究中心主任徐德非常重视团队建设: “科研工作也非常需要团队合作, 尤其是针对精密感知研究中心的研究任务, 我们更需要加强团队的协作能力和集体作战的能力。”

在智能装配、微装配、精密感知、数字化装配方面全线开花, 精密感知与控制研究中心硕果累累。2012年就实现10mm微管与12mm微孔的精密装配。2013年又完成了柱状为零件组件6自由度装配, 2014年复合材料铺丝机的研发也取得了飞速发展。而最令整个中心振奋的, 无疑是智能机器人应用领域的突飞猛进。

可以说没有精密感知, 就没有机器人工业应用的春天。

让机器人走向一线

“机器人不是一条产业链的终端, 而是中间环节, 我们做机器人, 就是要让机器人成为工业生产的主力。”精密感知与控制研究中心副主任邹伟表示, 精密感知与控制研究中心的工作就是面向工业应用, 面向生产一线, 不能与实践脱节。焊缝跟踪检测, 就是一个紧抓工业脉搏的技术, 目前国内相关工作者很多, 但是局面却是“三多一少——报道很多, 研究很多, 论文很多, 实际应用很少”。

很多实际应用不同于实验室的科研, 除了对视觉算法的准确性和实时性要求很高, 对稳定性和成功率也有十分苛刻的要求, 而这也恰恰是难点所在。

徐德给记者举了一个例子, 比如集装箱板材的焊接, 对于本来利润率就不是很高的厂家, 如果焊缝跟踪检测的成功率不够高, “哪怕是有90%的准确率, 都会导致利润的大幅下降”。

焊缝跟踪检测与以往的视觉控制不同, 难点不在于速度快, 而在于干扰多, 弧光对视觉的影响给定位增加了难度, 焊接飞溅也使得原本的算法准确率有所降低, 除了常规视觉控制的问题, 排除干扰成了棘手而又必须解决的问题。

为此, 精密感知与控制研究中心的研究人员决定把薄板焊接作为工作重心, 通过现场调试, 反复推敲, 更新算法, 利用统计学规律排除干扰, 经历了很多困难。许多博士生也投入了大量的精力, 最终在2012年形成正式产品, 把成功率提高到了99%以上。

从“跟着跑”到“领头羊”

“国外是领头羊, 我们一直在跟着跑。”徐德说。我国现在的机器人应用研发领域还存在很多不足, 虽然一些技术和领域已经在国际上取得了前沿地位, 但是机器人身上有一些十分重要的精密部件的生产工艺, 国内还没能掌握。很多很好的理论研究成果还未能及时与生产一线相结合, 很多企业还在“闭门造车”, 对新的技术既不敢尝试, 也不感兴趣。而正是这种“差不多就行”的心理, 往往导致了“差很多”的结果。

邹伟也告诉记者: “在视觉控制方面, 技术我们没问题, 我们关键技术的突破不输国外, 而在实际应用、大规模工业化投产方面, 还是存在一定的差距的。”

年初, 徐德曾寄语: “我们研制的智能装备, 不仅需提高性能, 还需要按照市场或用户的需求去降低成本, 提高使用和维修的方便性。只有在我们的智能装备具备了低成本、高性能、使用维护方便的特点后, 我们在智能装备领域才能有立足之地, 实现由‘关键技术’到‘整机与系统’的飞跃。”

他相信, 我国已经迎来了科技的飞速发展。近些年, 人才数量也在急剧增加。也许再经过10年或者20年, 中国的精密感知与控制一定会打破国外技术控制的瓶颈, 后来居上。

精密感知与控制研究中心: 以『精密』为核心 用『控制』求发展

■本报记者 彭科峰 实习生 张孟尧