



今年 6 月 17 日是第 30 个世界防治荒漠化与干旱日。国家林业和草原局（以下简称国家林草局）发布数据显示，目前我国“三北”防护林体系建设工程（以下简称三北工程）已累计治理退化草原 12.8 亿亩，森林覆盖率由 1978 年的 5.05% 提高到 13.84%。

三北工程启动于 1978 年，工程规划期限 73 年，到 2050 年结束。三北工程咨询专家组副组长、中国工程院院士、中国科学院沈阳应用生态研究所（以下简称沈阳生态所）所长朱教君指出：“不管是美国还是苏联，它们的防护林工程都坚持不了这么长时间，我们是当之无愧的世界纪录保持者。”

回望这项声势浩大、旷日持久的生态工程，不得不拜服中国人“敢教日月换新天”的精神气魄。但也需铭记，这份气魄的底气来源于坚持科学规划、科学管理、科学评估。以中国科学院为例，几代科研人赓续接力，钟情一生，为这道“绿色长城”添砖加瓦。

为“绿色长城”筑牢科技根基

■本报记者 陈欢欢

一项前所未有的壮举

西北、华北、东北，简称三北地区。这里曾孕育出灿烂辉煌的华夏文明，也集中分布着八大沙漠、四大沙地，一望无垠的沙漠、戈壁形成了一条绵延万里的风沙线。

历史上，我国森林覆盖率一度高达 64%，但经过人类数千年的开发利用，在近代又被列强掠夺，到新中国成立时，森林覆盖率已骤降至 8%。

“生态环境是一个国家社会发展的基本盘。”朱教君介绍。1954 年，沈阳生态所的前身——中国科学院林业土壤研究所（以下简称林土所）正是为服务东北及邻近区农林生产事业而建立的，一大批农林专家从全国各地来到这片黑土地。

上世纪五六十年代，我国北方曾兴起植树造林的热潮，但这些局部的造林活动并没能阻止环境恶化的脚步。内蒙古的沙漠戈壁由 1960 年的 1.1 亿余亩扩大到 1977 年的 1.6 亿余亩，增加了 45%。

国际上，美国和苏联都曾对自然资源进行过度开发利用，导致沙尘暴等恶劣天气肆虐，

经济损失严重，不得不开展生态修复工程。美国大平原林业工程持续了 8 年，苏联斯大林改造大自然计划防护林工程持续了 15 年。

而中国的三北工程从一开始规划即到 73 年之后，并且目标明确——使三北地区的生态环境得到根本好转，人民群众的生产生活条件得到根本改善。

出台这样宏伟的计划，从一个侧面说明，摆脱三北地区的生态困境绝非一朝一夕之功。数据显示，从上世纪 60 年代到 70 年代初，三北地区有 670 多万公顷的土地沙漠化，良田被毁、草场沙化，水土流失严重。据测算，每年流入黄河的 16 亿吨泥沙中，80% 来自黄土高原丘陵沟壑区，相当于每年有 2800 万吨氮磷钾肥流失。因此，三北风沙带成为中国的贫困带，羊没草吃、人没水喝，甚至连烧饭的柴火都捡不着。

沙进人退，何谈国富民强？于是，一次前所未有的伟大壮举在三北大地上付诸实践。它不仅是一项生态工程，也是一项民生工程。

除了树种问题外，还要解决如何种、种在哪里的问题。

姜凤岐介绍，由于三北地区普遍干旱，而人们生活的村庄、河堤、农田附近水土条件较好，也易于管理管护，于是三北工程一期就将突破口放在了路边、河边、农田四周，“实践证明这是一项非常明智的选择”。

“风沙挡了，村子美了，柴火有了。”这是老百姓对农田防护林的评价。

这一思想，林土所已实践多年。1960 年，林土所成立了由林学家曹新孙领导的我国第一个防护林课题组。此后，他们又创造了多个国内首次：建立我国第一个农田防护林试验站；组织我国第一次全国性防护林学术会议；形成“东北西部内蒙古东部四省区农田防护林营造技术试行方案”，并由原林业部作为林造防字第 1 号文件下达执行……

一进林土所便加入防护林课题组的姜凤

岐，幸运地成为这些“首次”的见证者。他清晰地记得，1963 年清明节那天白雪飘飘，大家穿着棉大衣，冒雪运送油松幼苗，并组织群众造林。为了防止人畜和野兔破坏，课题组绞尽脑汁，千方百计终于保住了这片试验林。

最终，按照曹新孙“中间林带”的设计思想，他们成功营造了我国北方沙土地区第一片针叶树农田防护林。到三北工程启动时，这片林带已基本成型，曹新孙关于农田防护林学的学术思想也逐渐成型。

历经 3 年多的编写工作，1983 年，曹新孙主编的《农田防护林学》正式出版。书中全面介绍了农田防护林规划、设计的方法和步骤，提出了各区域的树种选择和搭配，是一本名副其实的防护林学开山之作。姜凤岐认为，该书在我国“首次把农田防护林研究提升到一个独立的学科水平”。

回忆起曹新孙，姜凤岐始终难忘恩师引

石铺路、无私奉献的赤子之心。曹新孙早年留学法国，法、英、德语融会贯通，回国后翻译外国文献多达 200 余万字。他却没有出版译著，而是将这些资料以内部材料、讲义等形式倾囊相授。

曹新孙根据自身实践编著的《农田防护林学》，其初稿曾在 1979 年至 1980 年印刷成册，作为他授课的林业部三北工程（防护林）营造技术讲习班教材，分发给广大基层林业技术骨干，成为人手必备的人门教科书。

“当时大家只知道要造林，但普遍缺乏技术，这本书为三北工程一期建设提供了技术支撑。”朱教君说。

后来，农田防护林研究获得第三世界科学组织网络奖，表明国际社会对该研究的认可。激动之余，姜凤岐在日记里写下一首小诗：“常言要为国争光，多年夙愿今日遂。前路峰高更待攀，相期口碑胜金杯！”



1964 年，刘慎謩骑着毛驴在西北检查治沙试验工作。



1981 年，曹新孙（右二）陪同瑞士林学家波斯哈特（左三）到带岭工作站考察。



防护林的 3 种主要林型：水源涵养林（左）、防风固沙林（中）、农田防护林（右）。

沈阳生态所供图 郭刚制版

三代接力与三北工程共成长

1986 年，三北工程进入二期工程阶段。此时，工程建设的目标发生了变化。

“一期工程主要是把树栽活，属于造林范畴，二期工程则涉及经营管理问题。”朱教君告知，所谓“造林一时、经营一世”，如何经营防护林是一门更大的学问。

但防护林不同于普通森林，不能仅仅考虑木材产出，更重要的是取得生态防护效益。加上三北地区严苛的自然环境，原有的森林经营理论基础已经无法支撑。

为此，姜凤岐连续主持国家“七五”“八五”“九五”科技攻关项目，历时 15 年专攻防护林经营研究。为了交上一份合格的答卷，他多次带领团队深入实地进行区域性考察，与多部门协作设置了百余项试验，并建立了大量试验示范林。

凝结着大家心血的《防护林经营学》于 2003 年正式出版。该书将防护林经营在学科层

面加以系统提炼总结，成为该领域又一本重要的教科书。“北方防护林经营理论、技术与应用”获得了 2008 年国家科技进步奖二等奖。

2017 年，三北工程即将迎来 40 周年之际，姜凤岐再次回到辽宁省昌图县试验基地。看着自己当年栽植的油松林带，历经半个多世纪的风雨，已成为一道道“绿色长城”，他不由感叹：“此生足矣！”

进入 21 世纪，国家对防护林建设的需求更加注重从生态学视角进行系统治理。此时，学科带头人的接力棒交到了朱教君手中。一直跟随姜凤岐从事防护林学研究的他，在 2023 年主笔完成了《防护林生态学》。该书成为新时代防护林学研究领域的重要教科书，入选中国科学院大学研究生教材。

朱教君表示，防护林生态学的终极目标，是将防护林的生态功能和经济功能有机结合，

形成“人与自然和谐共生”的生态和经济“双赢”发展模式。

“例如，我们研发了林药、林菜、林蛙复合经营范式，在大幅提升防护功能的同时，促进了林区产业发展。”朱教君说，经过这样的改造，森林水源涵养与固碳等生态功能大幅提高的同时，林下道地药材、山野菜和林蛙等产量也提高了 20% 至 30%，在 3 年内帮助 5.1 万名林农脱贫——同时收获了“绿水青山”和“金山银山”。

据悉，三北工程带动了林下经济、特色林果业等发展壮大，为全国提供了 1/4 的干鲜果品，助力 1500 万人脱贫增收。

从 1983 年到 2003 年，再到 2023 年，三代学人分别用 20 年时间赓续传承，针对不同历史时期国家对防护林生态工程建设的需求，接力走出一条科学探索之路。

科学护航 打好三北攻坚战

减少 67%。

这是 40 岁的三北工程向全国人民交上的一份答卷。它的背后，离不开科研工作者不断升级的科技手段。

上世纪 90 年代初，最早引种到科尔沁沙地东南缘的樟子松固沙林发生大面积衰退现象。朱教君团队通过实地调研、野外试验，采用同位素示踪、探地雷达等新技术进行分析，指出衰退是由于农田过度开垦导致地下水位大幅下降，而樟子松为浅根系树种所致。此后，他们提出以区域“全量水资源”平衡为依据的综合生态系统一体化构建方案。

为了对三北工程进行长期持续的碳汇监测，沈阳生态所设计建成了全球首个森林科研大装置——清原—科尔塔群，配套了基于物联网和云计算的数据信息系统，以及基于人工智能分析计算的数据中心，大幅提升了监测精度。据测算，清原—科尔塔群监测的三北工程项目区内，现有森林每年每公顷固碳量接近 2 吨。

“这些事说起来简单，但一做就是 30 年，其实也不简单。”朱教君笑着说。

此外，朱教君对大装置还有一点“私心”：通过变革科研范式，吸引更多年轻人加入林业、生态学研究队伍，为三北工程储备后续力量。

“80 后”研究员郝广友刚加入沈阳生态所时，朱教君就鼓励他到位于内蒙古通辽市的大青沟沙地生态实验站开展一线调查和研究。当地条件虽然简陋，但郝广友说：“这里对我们开展科学研究来说是个很理想的地方。”

如今，三北工程已进入第六期建设。针对北方区域生态环境依然脆弱的问题，党中央提出力争用 10 年左右时间，打一场三北工程攻坚战。

如何打好这场攻坚战？

“一是让应该有且能够有植被保护的地方，都有林草；二是对已有林草植被但出现衰退的地方，进行科学修复、改造；三是在植被构建存在困难的地方，通过科技创新攻坚克难，使林草植被尽快构建起来。一句话概括，就是打造好‘山水林田湖草沙’统筹发展的实践样板。”朱教君表示，同 40 年前相比，现在要更加尊重科学规律、重新向大自然学习，让祖国的“绿色长城”屹立不倒。

开创“沙地樟子松防沙治沙”先河

三北工程东起黑龙江、西至新疆，东西长 4480 公里，最初规划范围涉及 13 个省区市，占我国国土面积的 42.4%，可谓“半壁江山”。

当时，国家安排一期工程 7 年投入的专项资金达到 5000 万元。在 1978 年，5000 万元大约相当于 5 万个家庭一年的总收入。这对国家财政来说已是一笔巨款，但对建防护林来说，缺口仍然巨大。

朱教君的老师、沈阳生态所研究员姜凤岐回忆：“三北工程一期的造林任务是 1000 万亩，相当于每亩地只有 5 元。如果按照农田防护林学要求的每亩 166 株树计算，摊到每株上只有 3 分钱。”

可以说，从国家到基层，都是“咬着牙也要上”。

在资金有限的情况下，首先要解决种什么树的问题。

栽什么树最容易呢？姜凤岐表示，当时首先选定的是好栽易活、长势快的杨树，可在短时间内发挥较好的防护作用，群众也最为熟悉。但杨树寿命较短，少则十几年，多则三二十年，单一栽种还易发生病虫害。因此，林土所提

出，可将杨树作为先锋树种，再配置一定比例的其他树种。

实际上，早在 1953 年，林土所建所元老之一、林学家刘慎謩就率队在科尔沁沙地东南缘（现辽宁省彰武县章古台）建立了治沙工作站，并提出将天然分布在大兴安岭西麓、呼伦贝尔草原过渡带上的沙地樟子松，引入此地防沙治沙的想法。

1955 年，林土所科学家将 6508 株 2 年生樟子松苗和 3889 株 1 年生樟子松苗，从它们的故乡大兴安岭“南移”8 至 9 个纬度，引种到章古台，联合辽宁省章古台固沙造林试验站进行造林试验，一举成功，开创了我国樟子松固沙造林的先河。

如今，挺拔的樟子松扎根于科尔沁沙地，枝繁叶茂，生生不息，变“沙进人退”为“绿进沙退”，作为三北工程重点树种大面积推广，被誉为“治沙功勋树”。

而在朱教君心目中，樟子松不仅拥有傲人的历史，也享有辉煌的未来。他说：“樟子松耐寒、耐旱、耐贫瘠，未来仍然是三北工程的主力树种，没有之一。”