

# 一枝黄花因何“出墙来”

■本报记者 王方

在网上搜索“加拿大一枝黄花”，会发现很多这样的新闻：“某地集中除治加拿大一枝黄花”“我市积极清剿加拿大一枝黄花”……

这个“不速之客”原产于北美温带地区，是对我国危害最严重的外来入侵植物之一。近日，南京农业大学杂草研究室教授强胜团队揭示了外来杂草加拿大一枝黄花通过多倍化增强耐热性分化，驱动其分布范围从温带向赤道逆向扩张。相关论文在线发表于《生态学专论》。

## 入侵带来严重生态后果

我国外来入侵植物共 300 多种，隶属于 67 个科，其中以菊科数量最多，造成严重危害的有加拿大一枝黄花、紫茎泽兰、飞机草、微甘菊等。

加拿大一枝黄花色泽艳丽，最初作为庭院观赏植物引入我国，如今却成了“生态杀手”。除了北美，这种植物广泛入侵欧洲和东亚等地区，特别是在我国亚热带季风气候区造成严重的生态灾害。

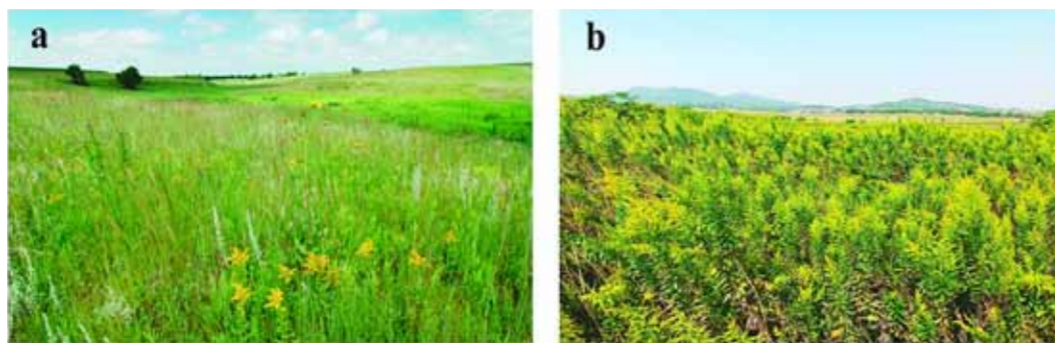
“加拿大一枝黄花具有极高的人侵性。”强胜向《中国科学报》介绍，“该种植物根状茎发达，一旦定植就很难根除，极易在入侵生境形成单优势群落，严重排挤本地物种生长，导致生境的均质化，从而对当地的生物多样性，危害当地自然景观、群落演替。”

对于外来入侵植物的研究主要从其入侵生物学机制、入侵扩散动态及地理分布格局、入侵后的生态后果及其防控管理等方面展开。加拿大一枝黄花研究源自上世纪末。不过，强胜指出，相关研究一直不够系统和深入，入侵的加拿大一枝黄花种群高度增加一倍，完全形成单优势群落、严重降低入侵生境的生物多样性等问题的机理尚不明确。

经过 10 多年研究，强胜带领团队对全球 471 个样点的 2062 份加拿大一枝黄花材料进行了细胞地理学分析，首次揭示目前入侵我国且猖獗的加拿大一枝黄花全部是多倍体（主要是六倍体），而原产地则以二倍体为主，二倍体种群仅能入侵欧洲和东亚的温带地区。

## 多倍化是最主要入侵机制

团队深入研究发现，该物种的倍性水平与纬度分布呈显著负相关，与温度呈显著正相关；20℃



加拿大一枝黄花在原产地北美(a)和入侵地中国(b)的发生状况对比。

至 24℃ 等温线是二倍体和多倍体入侵范围气候生态位的差异分化带，这种分化是同源多倍化驱动该物种耐热性增强的结果。

“多倍化是其最主要的人侵机制。加拿大一枝黄花多倍体变得更高大和更具竞争力。”论文共同第一作者程继亮说。

团队利用原产地和入侵地二、四、六倍体 6 种地理细胞型，分别在美国佐治亚州和中国南京市的同质园试验，发现多倍体尤其是入侵地多倍体演化出更有效的耐热生理机制，即多倍体通过抗氧化酶高效清除活性氧，而二倍体则更多依赖产生抗氧化剂应对胁迫。

研究发现，对成功入侵起关键作用的是二倍体在夏季高温气候条件下胚胎败育导致花而不实，入侵地多倍体可以耐受高温使胚胎正常发育产生可育的种子，而且它们还显著延迟到秋季温度降低时旺盛开花，通过高温避让机制在更适宜的气候条件下产生巨量种子，随风飘移，迅速扩散蔓延。

强胜表示，这种倍性依赖的耐热性以及有性生殖特性的演化是预适应和入侵后迅速演化共同作用的结果。这是首个揭示外来植物成功入侵事件关键内在要素的案例。

“该物种的适生区范围将随全球变暖持续扩张。”论文共同第一作者李君介绍，据预测，在全球变暖的背景下，其潜在分布范围将继续扩大，并在全球尺度上继续向温带向亚热带扩张。这意味着加拿大一枝黄花的人侵和扩张将对全球生物多样性保护提出更严峻的挑战。

该研究为温带起源植物通过同源多倍化驱动

分布范围逆向扩张提供了首个案例，同时这种植物的演化新动向为研究应对全球变化和多样性加速减少的策略提供了新思路。

## 为防控管理提供科学依据

目前，国家投入了大量人力物力对加拿大一枝黄花进行防治，但由于其极强的繁殖和扩张能力而收效甚微。该研究为防控、管理加拿大一枝黄花提供了理论基础和科学依据。

人工种植的通称“黄莺花”的加拿大一枝黄花的鲜切花全是二倍体。花农选择二倍体种植的原因是其开花早，可更早采集鲜切花。鉴于其目前不会入侵 24℃ 等温线以南地区，可以被允许种植。

强胜表示，原来管控加拿大一枝黄花商业种植的政策可以在亚热带地区加以调整。但是，在 20℃ 等温线以北的东北、华北北部、西北、西南以及其他有相似气候的地区种植该物种具有逃逸风险，应被严格禁止。

此外，“团队研发了齐整小核菌除草剂产品——加黄净，可以有效根除加拿大一枝黄花，且对其他植物相对安全，进而迅速恢复被入侵生境的生物多样性。”强胜介绍。

“接下来，我们将对加拿大一枝黄花的化感作用、无性繁殖能力以及耐热性分子机制展开深入研究，以系统揭示加拿大一枝黄花成功入侵的机理。”他说。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1002/ecm.1445>

## 发现·进展

中科院西双版纳热带植物园和昆明理工大学

# 揭示东亚常绿阔叶林起源

本报讯(记者张婧丹)滇东南文山盆地新世文山植物群，是我国迄今物种最丰富多样的新生代植物群。它具有较早的地质时代，对解决东亚常绿阔叶林的起源问题有重要作用。中科院西双版纳热带植物园古生态研究组在这里进行了长期的古植物学研究，并与昆明理工大学在地质学、年代学方面进行了广泛合作。近日，科研人员取得新进展，相关研究成果发表在《植物多样性》上。

鼠刺属是虎耳草目鼠刺科小乔木或灌木。该属常绿种类是东亚常绿阔叶林中常见的灌木层植物，而落叶种类又与东亚—北美的暖温带落叶阔叶林关联，因此也是研究落叶阔叶林与常绿阔叶林关系的很好材料。在中科院西双版纳热带植物园古生

态研究组助理研究员黄健指导下，昆明理工大学博士研究生田宜敏对其进行了古植物学研究，发现这些叶片化石具有该属典型的叶脉特征：二级脉真曲、三级脉梯状、具脱落性山齿齿。通过与现生种类叶脉结构的研究对比，研究人员确定其属于常绿鼠刺组。结合植物群中发现的其他类群证据，证明在早渐新世时(约 3000 万年前)，这一植被类型便已存在。

研究人员同时基于化石记录和生物地理学分析，讨论了鼠刺属常绿与落叶种类在各大洲的分化过程，认为落叶鼠刺的产生与扩张同北半球在渐新世后的降温紧密相关。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.pld.2020.09.006>



(1-2) 渐新世文山植物群多脉鼠刺叶片化石(3) 现生鼠刺叶脉结构(4) 滇鼠刺植物形态 黄健供图

## 《是院士也是战士》战疫广播剧播出

本报讯 记者近日从中国科技馆获悉，为了传递伟大的抗疫精神，构建多维度的中国科学家精神宣传方式，中国科技馆首次采用广播剧的形式，联合湖北广播电视台、湖北之声、湖北经济广播共同制作推出了《是院士也是战士》八集系列战疫广播剧。

在抗击新冠肺炎疫情的过程中，无数中国科学家始终奋战在抗击疫情、疫苗研发、疫情防控第一线。据了解，该剧以声音艺术的形式讲述了钟南山、陈薇、张伯礼、李兰娟、王辰、黄路琦、乔杰、全小林 8 位院士的战“疫”故事，并以此向参加抗疫的中国科学家致敬。(高雅丽)

## 中国建材总院“科技在行动”系列报道

# 让建材成为美好的行业

## ——中国建材总院助力绿色发展纪实

■本报记者 丁佳

一提到建材行业，可能很多人都会眉头一皱。小到令人头疼的家庭装修污染，大到冒着刺鼻浓烟的高温窑炉，老百姓对建材行业长久以来的印象就是典型的“高耗能、高污染和资源型”的“两高一资”行业。

然而如今，这样的旧印象可能要被改写了。中国建筑材料科学研究总院有限公司(以下简称中国建材总院)的科研团队，正在运用科技的力量，让建材行业实现华丽转身。用中国建材总院党委书记、董事长王益民的话说，“中国建材总院要用科技的手段，让建材变成一个很美好的行业。”

作为中国建材与无机非金属领域规模最大、实力最强的科研开发中心，新中国建材科技的摇篮和发源地，近年来，中国建材总院围绕建材行业的绿色升级，在一系列高技术含量、高可靠性的绿色制造关键技术、装备研发设计与改造优化系统解决方案上取得重要突破，为我国工业大气污染控制作出重要贡献。

## 一切为了蓝天

建材行业是国民经济建设的重要原材料产业之一，涵盖水泥、玻璃、陶瓷、砖瓦、耐火材料、防水材料、复合纤维制品、家具、建筑涂料等数十个种类。建材行业在中国一直以来处于高速发展、高速建设的阶段，人们对于建材的需求始终处在比较高的水平。

随之而来的另一个“高水平”就是污染的排放。中国建材总院教授何捷介绍，建材行业的污染主要来自高温窑炉建设和装饰装修材料，前者主要排放颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等，后者主要排放挥发性有机物等特征污染物。

“实际上，建材行业单个企业的排放量并不是很大，但与钢铁、火电等高度集中的行业相比，建材行业企业数量众多，装备水平差异也比较大，因此污染物的排放总量依然很高，约占全国工业废气排放总量的 18%。”何捷说。

虽然减排形势严峻，但为了守护中国的蓝天，2017 年 4 月，中国建材总院参与了由生态环境部牵头、多部门和单位参加、包括多名院士在内的 1500 多名科研工作者参与的集中攻关项目——大气重污染成因与治理攻关项目，

承担了“建材领域大气污染治理及调控政策研究”课题，担起了推动行业深度减排的使命。

“建材行业是工业治理的重中之重，中国建材总院作为国内建材行业最大的综合性研究平台，有责任和义务来推动行业的深度减排，所以我们积极参与了这项工作。”何捷说。

科研团队将工作的重点放在了京津冀地区和“2+26”城市群，这些地方是传统的建材产区，企业情况参差不齐，减排形势严峻。从 2017 年开始，课题组成员跑了几百家企业进行实地考察，完成了上千份调研表，以期摸清建材行业污染底数、梳理污染控制技术、评估技术经济性，给出全过程污染控制方案，并研究重污染应急过程中的污染减排，出台产业政策，推动行业绿色升级。

在执行项目的两年时间里，中国建材总院共制定、修订国家标准 2 项、行业标准 5 项、团体标准 2 项；撰写《典型建材行业窑炉节点分析评估报告》等 9 份分析评估报告，并遴选了 110 项建材行业常用的大气污染控制技术；提出产业结构调整和相关政策的建议 20 余项。

除了为国家建言献策，科研团队还特别注重研究成果的应用。在河北唐山，一家传统的水泥厂按照中国建材总院科研人员提出的分级燃烧和精细化管控技术进行改造后，实现了氮氧化物超低排放，环保评级达到 A 级，一跃成为了一家名副其实的“绿色工厂”。

“治理雾霾不是一个企业、一个行业能够做到的，但我们作为建材行业的科技‘国家队’，必须尽到自己的社会责任。用我们的经

验、技术和努力促进建材行业的绿色转型升级，就是在为我们国家打赢蓝天保卫战作贡献。”何捷说。

与氮氧化物“死磕到底”

除了在宏观层面为国建言，中国建材总院科研人员还将目光投向了更细微处，他们开始“解剖”雾霾，向大气污染物中最难治理的氮氧化物发起了挑战。

其实，工业上对氮氧化物的处理已经有成熟的技术，选择性催化还原脱硝技术被认为是最有效、最能达到超低排放的氮氧化物脱除技术，该技术在火电厂已得到广泛应用。

但是，这项技术却无法直接移到建材行业，这是因为电力行业的选择性催化还原脱硝主要是在 300~400 摄氏度的高温下进行的，而建材行业(窑)炉工况复杂，排烟温度一般都低于 300 摄氏度，无法对氮氧化物进行有效的净化。

从“十二五”时期开始，中国建材总院所属水泥新材院及咸阳陶瓷研究院设计院有限公司，及时聚焦到了低温及中低温选择性催化还原脱硝催化剂的研究，搭建了完整的科研及中试平台，针对不同技术路线培养了一批科研骨干，形成了年富力强的科研团队。在研究过程中，科研人员始终践行精益求精、力求完美的“工匠精神”，心中始终装着为国家绿色发展作出更大贡献的情怀。经过反复实验，攻克多项技术难关，最终得到了具有自主知识产权的系列低温及中低温选择性催化还原催化剂配方和制备技术。

12 月 15 日，中国建材总院等单位承担的国家重点研发计划“水泥窑炉中低温烟气选择性催化还原脱硝催化剂材料技术及工程应用”在浙江召开了专家评审会。

项目负责人汪澜介绍，研发团队开展了长期的研究工作，进行了两年多的中试试验，形成了工程项目建设的高新材料技术和最佳实施方案；集成了一系列具有自主知识产权的创新技术，保证了选择性催化还原脱硝反应器的长期稳定高效运行。

评审专家一致认为，项目成果开拓了水泥烟气治理的新技术路线，实现水泥烟气中低温选择性催化还原脱硝技术的重大创新和突破，为水泥工业节能减排、绿色发展提供了有力技术支撑，成果主要技术达到国际先进水平。

不只在水泥厂，在中国建材总院的统一规划下，低温及中低温选择性催化还原脱硝技术在全院各研究领域全面开花，已经在玻璃、焦化、钢铁、化工、水泥、冶炼等窑炉的近百套烟气脱硝系统中获得了应用，每年大约可以减少氮氧化物排放 6.8 万吨。

## 老产业的“新”生机

水泥是建材行业里的“老大哥”，也是人们眼中相当传统的工业门类，已经被人类利用了几百年的水泥还能玩出什么新花样？中国建材总院合肥水泥研究院设计院有限公司(以下简称合肥院)的科研人员偏偏不信邪。在王益民看来，水泥厂“不能再是”一进去就伸手不见五指的样子，中国的水泥厂要成为未

来无废化城市的“标配”。

作为一家科技型企业，合肥院在多年的发展过程中，逐渐摸索出一条以市场为导向，集科技研发、工程设计、装备制造、工程服务于一体的发展道路，不断提高水泥生产过程中各个系统的整体服务能力，打造出一批技术领先、广受赞誉的节能环保产品，为水泥行业的技术进步作出了突出贡献。

合肥院科技发展部部长郑青介绍，作为水泥生产线“两磨一烧”的核心环节，合肥院在粉磨技术领域有着数十年的研发、制造经验，“HFCC 辊压机”“HRM 立式磨”等设备在国内外广受赞誉。

例如，合肥院研发制造的辊压机，是唯一把国外同类产品挡在国门之外的水泥主机装备，在线运行量超过 1600 台套，位居全球第一。与传统水泥粉磨系统比，HFCC 系列大型辊压机能够增产 100% 以上、系统节电 30% 以上，主要技术经济指标达国际领先水平，仅按国内应用量计算，每年就能节电超过 70 亿千瓦时。

围绕节能降耗、绿色制造的发展目标，合肥院的立式磨研发团队从工业矿渣废弃物的处理入手，不断开发立式磨处置固废相关技术。2017 年，合肥院成功开发出立式磨半终粉磨水泥技术及成套设备，大幅提高水泥粉磨系统产量，降低了水泥生产的能耗和成本，粉磨电耗低，每年可节约大量用电，并减少二氧化碳排放。

又如，合肥院研发的高能效环保熟料烧成技术和装备，为广东惠州一家水泥企业每年节约实物煤约 13440 吨，按照当地市场价折算，仅煤耗一项每年就可产生经济效益约 672 万元，年减排二氧化碳 2.77 万吨，具有较高的经济和社会效益。

“中国建材总院是国家设立的科研机构，我们的理想是将建材行业建设成一个创新发展、高质量发展的优质行业，创造更多安全、绿色、高性能的建材产品，改变社会对建材行业的传统印象。而实现这一切，就一定要有科技的支撑。”

正如王益民所说的那样，中国建材总院将继续在科技创新领域深耕不辍，带领中国建材行业走上一条高质量、绿色发展的道路。