

“塑料变肥皂”成为现实

■本报记者 田瑞颖

目前，全球每年产出的塑料多达 4 亿吨，塑料污染治理迫在眉睫。通过 3 年探索，一对师徒将“塑料变肥皂”这一疯狂想法变成现实。相关研究成果近日在《科学》发表。通过他们设计的特殊“壁炉”，塑料先被燃烧成蜡，再转化为高价值的表面活性剂和洗涤剂，比如肥皂。美国弗吉尼亚理工大学副教授刘国良是论文通讯作者，目前在西北工业大学做博士后的许振是第一作者。

1 轮审稿,4 个月修改,《科学》对论文的接收非常顺利，但许振和导师刘国良却并不满意。因为发顶刊从来不是他们的目标,真正把塑料变肥皂推向产业化、解决实际环境问题,才是他们的初心。

塑料化为肥皂:灵感来自壁炉

自 2018 年起,刘国良就一直在摸索塑料再利用的路子。要实现工业应用,这条路必须简单且经济可行。

预计到 2050 年,全球塑料累计产量将达到 340 亿吨,其中 60%是使用最广泛的聚乙烯和聚丙烯。

将聚乙烯和肥皂放在一起,似乎是八字打不着的事。但实际上,它们在分子层面有着紧密关联。脂肪酸是肥皂等表面活性剂的主要原料,其分子结构与聚乙烯相似,只是脂肪酸的碳链长度远短于聚乙烯的高分子长链。

也就是说,如果使聚乙烯的长链断裂,生成长度合适的脂肪酸碳链,塑料变肥皂并非天方夜谭。

2020 年圣诞节,结束一天工作的刘国良坐在壁炉旁取暖。当他凝视木头燃烧的火光时,一个灵感突然闯入脑海。刘国良迅速找来一个塑料袋扔进壁炉,看到塑料袋剧烈燃烧,他又取来一勺食用油倒在木头上,同样产生了剧烈燃烧。

刘国良想,木头不完全燃烧会生成烟雾,正是木材燃烧过程中纤维素分解成短链分子形成气体小分子的环节,完全燃烧后就会生成二氧化碳。而塑料和木头一样,在壁炉中燃烧都是从固态到气态。

这似乎意味着,如果能准确控制聚乙烯的燃烧条件,在形成气体小分子之前停止燃烧过程,并恰好停止在类脂肪酸的阶段,就可能得到碳链长度合适的分子。

刘国良隐隐觉得,这将是一个绝佳的课题。为此,他找到心目中的理想人选——当时正在弗吉尼亚理工大学读博



士四年级的“90 后”许振。经过近 3 年的研究,他们打造出一个特殊的“壁炉”。这个燃烧反应装置的精妙之处在于温度梯度的设置:反应装置的底部温度达到 360℃,可以使聚乙烯的长链断裂;而当产生的烟雾上升进入冷区,这些分子会冷凝,避免进一步燃烧分解成更小的气体分子。经过这样的反应,装置里最终形成的残留物,就是他们要找的聚乙烯短链分子材料——蜡。

接下来,他们向装置中注入空气和硬脂酸锰催化剂,使装置中的蜡进行氧化反应以及随后的皂化反应,进而生成脂肪酸,这正是高价值的表面活性剂和洗涤剂的原料。

更为欣喜的是,将聚丙烯放进这个“壁炉”中,也能得到与聚乙烯相似的结果。这意味着,无须在生活中将两种垃圾分类,就可以直接混合送入反应装置。

登上顶刊但他们还“不太满意”

虽然研究登上了《科学》,但刘国良和许振都感到“不太满意”。

实际上,早在 2021 年初,他们在对聚丙烯和聚乙烯进行燃烧反应装置实验时就获得了成功。奇怪的是,后面的催化升级反应却很难实现。

于是他们决定暂时放下聚丙烯和聚乙烯的研究,先做实验数据较好的聚苯乙烯。

2022 年 8 月,聚苯乙烯的研究取得了不错的成果,并发表于美国《国家科学院院刊》。

再次研究聚丙烯和聚乙烯时,他们又有了灵感,尤其是在催化反应阶段调高气流量等方法,最终解决了实验无法复现的问题。

今年 2 月 9 日,他们将这项研究投给了《科学》。一个多月后,审稿人一口气提出了近 30 个问题,包括研究的经济可行性、进一步阐明反应机理等。

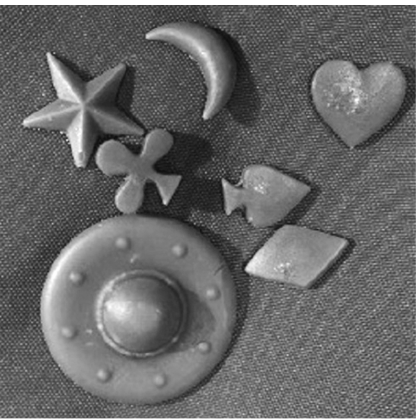
接下来的 4 个多月,许振集中火力进行突击。为了解决热传导和研究经济可行性的计算问题,许振找到母校山东大学教授张其坤。而先前在聚苯乙烯研究中与他们有很好合作的东北财经大学教授许建军和美国圣塔克拉拉大学教授蔡港树,也对这项研究提出了一些建议。

对于论文最终被《科学》接收,刘国良坦言自己“又惊喜,又不惊喜”,因为这是自己组建实验室以来的第一篇《科学》论文,但他从不刻意追求在顶级期刊上发表论文,只希望解决研究中的问题。

这种精神也影响着许振。“刘老师总是让我们去思考,为什么做这件事。”他说,“比如刚发表的这篇《科学》的研究,对于实现工业应用,就还有很多地方需要完善。”

全职回国研究:英雄找到用武之地

因为这项研究,许振延期毕业半年。2022 年,他取得博士学位。惜才的刘国良



▲用塑料制成的肥皂。

◀许振(左)和刘国良正在做实验。

受访者供图

希望这个和自己一样对科研有着纯粹和极致追求的年轻人能留下来,并为许振后面几年的研究做了很多铺垫工作。

“如果不是因为家人,我会再在刘老师的组内锻炼两年。”在外求学期间,亲人的离世给了许振很大的打击,站在去留的路口,许振选择了回国,回到家人身边。

许振坦言自己是个“喜新厌旧”的人。他喜欢发挥想象力去思考,找到新的发现,这正是科研给予他的享受。

2016 年,从山东师范大学毕业后,他只身前往美国求学。5 年多的紧张科研,经常让他感到压力很大。但他总能找到疏解的方式——去美丽的小镇走走,去美食街逛逛。

如今,许振已经在西北工业大学开展博士后工作。对于进教学岗或者升职称,他并不着急,他希望再花些时间,把塑料变肥皂的研究彻底推向工业界。

“我们的工作需要正视之前研究的实用性,虽然已经研究了聚丙烯和聚乙烯回收的经济可行性,但我更想让国内甚至全世界的工业界认识到我们方法的可行性。”许振说。

英雄不问出处,但一定有他一步步走来的路。正如论文上线那天,刘国良在微信朋友圈写的那样:“如今许振回到了国内工作,希望英雄找到用武之地,将他的才能发挥到极致。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.adh0993>

按图索技

挤压丝瓜络可为 LED 供电

本报讯 近日,美国《国家科学院院刊》发表了一项研究成果——挤压丝瓜络可以产生足够的电力为 LED 供电。研究人员表示,丝瓜果实晾干后得到的海绵具有多孔的外壳,通过挤压可为小型设备提供绿色廉价的电源,但目前尚不清楚这种海绵是否能产生足够电力以供实际使用。

许多电绝缘材料在变形时可以产生电荷,这种现象叫作压电,但该电荷通常很小。北京大学教授王建祥和同事研究了厨房或淋浴间中经常使用的丝瓜络材料能否达到更好的效果。他们对干燥的丝瓜络进行了化学处理,去除了构成海绵结构的木质素和半纤维素,只留下纤维素晶体形式。

当一块 6 毫米厚的丝瓜海绵被手压扁时,会产生 8 纳安的电流。当把它放入一个带有电容器的电路中,这个电容器能储存挤压海绵产生的许多能量,短暂地为 6 个

发光二极管(LED)灯供电。

王建祥说,丝瓜海绵可能为一系列设备提供一种环保且经济的小型电源,这种天然材料最终还能启发业界研发更容易生产的人工替代品。

“要想给手机充电,我们需要一块更大的丝瓜络,这在目前来看不太实用。”王建祥说,“但如果有人能通过模仿丝瓜络的微观结构、化学性质和物理性质来制造人造丝瓜络,也许可以产生更多电量,并可能激发出其他设计思路。”

然而,英国利兹大学的 Andrew Bell 对这种方法的实用性持怀疑态度。他说,该技术影响微乎其微,与铅酸电池等其他压电材料相比,丝瓜海绵的实际应用受到很多限制,“我不会在短期内购买丝瓜种植园的股票。”(李木子)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1073/pnas.2311755120>



丝瓜海绵是由干燥的丝瓜外壳制成。

图片来源: Andriana Syvanych/Shutterstock

中国工程院院士张建云：

中国用水量并未达峰，北方受限严重

■本报记者 刘如楠

“近年来,我国用水量总量呈现缓慢下降趋势。”日前在第 18 届世界水资源大会专场会议“国家水网及南水北调高质量发展论坛”上,中国工程院院士、南京水利科学研究院名誉院长张建云指出,按照《中国水资源公报》统计,我国用水量总量经历快速增长期、稳定增长后期后,于 2013 年达到 6183 亿立方米峰值,之后维持在 6100 亿立方米左右,进入缓慢下降期。

但他强调:“不能因此就认为中国用水已经达峰。”

用水量为何出现“拐点”?

张建云表示,用水量出现“拐点”,与需求侧的严格管控、供给侧受到的约束密不可分。

“我国在 2000 年开始节水型社会建设;2011 年开始实施最严格水资源管理制度;2016 年开展水效领跑者行动。这

些来自需求侧的严格管控有效提高了我国的用水效率,降低了用水需求。”张建云说。

他还指出,我国黄河、辽河、海河等流域地表水资源开发利用率均超 70%,淮河流域超 50%,多数内陆河地表水开发利用率超 80%,超过了正常开发利用极限。近 60 年来,黄河、海河流域水资源均减少 150 亿立方米左右。

“水资源的显著衰减,使北方一些地区陷入‘无水可用’的局面,分水指标一再下调,发展用水受到严重约束。在供给侧‘天花板’严重胁迫下,用水总量出现了下降。”张建云说。

此外,虚拟水进口不断增加也是引起我国用水量减少的重要因素。虚拟水是指生产商品和服务所耗费的水资源数量,是以“虚拟”形式包含在产品中的水,如 1 千克小麦约含 1 千克虚拟水。

张建云介绍说:“目前,我国是全球

最大的虚拟水进口国,2018 年进口量达到 470 亿立方米,占全球虚拟水贸易量的四分之一。虚拟水的长期大规模进口,致使我国用水格局发生变化。”

用水需求可能在 2035 至 2040 年间达峰

在报告中,张建云着重澄清了“需水”和“用水”的不同。他指出,需水是经济社会可持续发展和生态环境健康稳定所需要的理想水量规模。而实际用水量受多重因素影响,不仅与需求有关,还与区域水资源条件、工程保障能力、贸易结构等因素密切相关。

张建云指出,用水量受经济社会规模、生产水平、水资源供给约束三方面影响,是以“虚拟”形式包含在产品中的水。其中,经济社会规模正向驱动用水量,随着经济社会发展规模扩大,生活和生产用水增加;生产水平逆向驱动用水

量,随着生产水平提高,伴随着产业结构优化和生产效率提高,使得生产过程中用水效率提高,用水需求减少;水资源本底条件、政府调控策略和力度、对外贸易格局则影响着水资源的供给能力。

而对于用水量峰值,在水资源约束力度不同的地区,其决定因素也不同。“在无水资源约束地区,经济自然发展决定其用水峰值;弱水资源约束地区,经济发展、资源条件和工程能力联合作用决定用水峰值;强水资源约束地区,水资源承载资源上限(包括外调水)决定其用水峰值。”张建云介绍。

对主要发达国家用水量达峰时的产业比重、人均 GDP、城镇化率等经济产业特征进行分析后,张建云发现,我国三次产业占比分别为 7.3%、39.9%和 52.8%,与前者存在明显差异。”张建云解释。

因此,他认为,中国用水达峰的具体条件和时间还需深入研究。“我赞同中国水利水电科学研究院教授赵勇的初步分析结果,在国家现有的工程规划体系下,用水需求峰值大概率出现在 2035 至 2040 年之间,峰值接近 6500 亿立方米。”张建云说。

集装箱

中国科学院光电所技术支撑墨子巡天望远镜首光

本报讯(记者杨晨)近日,北半球光学时域巡天观测口径最大、能力最强的墨子巡天望远镜在青海冷湖天文观测基地安装完成并正式启用,其首光获取的仙女座星系图片也于当日发布。中国科学院光电技术研究所(以下简称光电所)承担望远镜本体研制工作,为墨子巡天望远镜顺利首光提供了技术支撑。

墨子巡天望远镜口径 2.5 米,采用国际先进的主焦光学系统设计和主镜主动光学校正技术路线,在 3 度视场范围内具有十分均匀的高像质和极低像场畸变成像。光电所自适应光学实验室团队设计并研制了主镜及其主动光学校正系统、主镜改正镜系统和高精度伺

服控制机架系统,共同实现在 320nm~960nm 宽波段大视场范围内均衡的像质观测。

墨子巡天望远镜通过获取天体高精度位置和多波段亮度观测数据,可监测移动天体和亮度变化的天体,用于高效搜寻和监测天文动态事件,有望在高能时域天文、太阳系天体普查、银河系结构和近场宇宙学等领域取得突破性原创成果。通过分析墨子巡天望远镜未来几年的巡天数据,可获得北天两百万平方度天区最深的传世数据。同时,墨子巡天望远镜将面向国家航天强国战略,开展太阳系近地天体等搜寻与监测研究,服务航天安全和深空探测战略需求。

地质学界“奥林匹克”盛会首次在中国举办

本报讯(记者杨晨)近日,由成都理工大学主办的第十四届国际工程地质与环境大会在成都开幕。该大会被称为地质学界的“奥林匹克”盛会,系首次在中国举办。大会共有 11 场主题演讲、106 场口头报告、3 场研讨会、4 场海报、1 场 BOEG 会议及 1 场 IAEG 亚洲国家 / 区域小组会,还特别设置 3 个专题培训课程,精心策划 3 条极具特色的野外科考路线。

本届大会以“工程地质与宜居地球”为主题,对工程地质与全球气候变化、地质灾害评估与防治、岩土体结构与工程地质特性、重大

首批湖北省实验室亮点科技成果发布

本报讯(记者李思辉)在近日举行的“创响荆楚·湖北省实验室”媒体交流会上,湖北省科技厅发布首批湖北省实验室亮点科技成果。《中国科学报》了解到,湖北省此次共征集 118 家实验室填报的科技成果 405 项,经多轮遴选,共 53 项科技成果被纳入湖北省实验室亮点科技成果库。

湖北省科技厅相关部门负责人介绍,从产业领域分布来看,53 项成果包括现代农业 12 项、生命健康 12 项、光电子信息 11 项、现代化工及新材料 10 项、新能源与资源环保 5 项、先进制造 3 项,与湖北省重点发展的特色优势产业契合。在基础研究方面,“创制平衡抗病与产量的水稻新基因”“胶原

纤维内材料生长产生兆帕级收缩应力”等 17 项研究成果发表于《自然》《科学》《细胞》期刊。

《中国科学报》注意到,此次展示的亮点成果中,一批成果已实现转化应用,如“大型复杂曲面机器人加工关键技术及应用”成果转化 / 许可累计 2800 万元,近 3 年新增销售收入 53.47 亿元;“地衣芽孢杆菌高效细胞工厂创建及产业化应用”已落地国内外 15 家企业,近 3 年新增销售收入 22.6 亿元;“盐穴储气库高效建造与安全运行保障技术及产业化”支撑我国建成第一座及世界最深的盐穴储气库集群,目前已建成天然气储库 40 余座,累计注采天然气 100 多亿立方米。

中核集团科研巡察，解决诸多“痛点”“堵点”问题

本报讯(记者韩扬眉)近年来,中核集团聚焦下属科研院所高质量发展发展的痛点难点,以科研院所内部巡察为抓手,着力解决人才队伍建设、科研体制创新、后勤保障改革等“急难愁盼”事项,成效明显。

记者了解到,中核集团推动“人才特区”建设,夯实科技创新队伍。比如:中核集团所属中国原子能科学研究院开创了“以战略科学家为代表的顶尖专家、高级专家、专家团体一体化专家型人才队伍”建设模式,竞聘选拔了原子能院首席专家、学术技术带头人 30 余人,其中 40 岁以下学术带头人占比提升至 35%;开启全方位特区引才引智新模式,先后引进海外高层次人才 3 人,聘任科技顾问、客座研究员 9 人,同时配套专家工作室、协议工资制、科研“绿色通道”、一站式专人服务等“一人一案”定制保障;选拔 10 个卓越团队和创新团队,持续加大支持保障力度,并配套提供数百万元专项工资总额奖,建立目标责任“军令状”契约管理,10 个团队中有 2 个人选国防科技创新团队。

此外,中核集团推动科研体制改革,激发科技创新内驱力。核工业西南物理研究院聚焦科技创新体制机制这一“堵点”,督促下属院所进行机构调整和职能优化,取消下属 8 个研究室行政级别,提高决策效率;实行项目负责人制、经费包干制,赋予负责人更大的技术路线决策权和财务支配权;发布科技成果转化管理办法和奖励实施办法等一系列新举措,营造了向技术一

线倾斜、尊重科学规律、尊重科学家的氛围。

核工业西南物理研究院有效激发科研人员投身科技创新的积极性和创造性,科技成果屡创佳绩——2020 年新一代“人造太阳”中国环流三号装置建成并首次放电;2022 年中国环流三号科研成果取得重大进展,等离子体电流实现 115 万安培;2023 年 7 月,高功率中性束注入加热系统首次实现功率注入,向聚变点火、永久性解决人类能源问题迈出了重要一步。

此外,中核集团推动“大后勤”改革,让科研人员轻装上阵。中国核动力研究院设计院形成了全院后勤工作“公司化治理、市场化机制、专业化服务”的良好局面。各主体科研院所顺利将房屋管理、水电保障等承担了数十年的职能移交给谷兰公司,为科研人员解除了后顾之忧,使他们轻装上阵,更加专心致力于科研主业。

今年 5 月起,中核集团党组巡视办启动了科研院所交叉巡察试点工作,6 家成员单位参与其中,以两两结对交叉、互派巡察组的方式开展巡察。同时,还针对部分巡察基础较好的科研单位开展了管理体系建设试点工作。

“不管是结对交叉巡察,还是管理体系建设,目的都是继续提升科研院所巡察工作质效,把全面从严治党‘最后一公里’做得更扎实,保障科研院所紧密围绕国家任务和责任主业实现创新发展,并带动全集团实现创新发展。”中核集团党组巡视办负责人说。