

中国工程院院士黄震：

青年科学基金，“小火花”点燃“大梦想”

■本报记者 张双虎

中国工程院院士、上海交通大学碳中和发展研究院院长黄震有个宏大的梦想。他希望，通过可再生能源（太阳能、风能等）发电来转化二氧化碳、制备合成燃料，实现“燃料合成—燃烧—碳排放—燃料合成”的碳元素循环利用，从而助力实现碳中和目标。

通俗地讲，我们当今使用的化石燃料本质是“上亿年前阳光照耀的产物”。而今天，科学家在实验室里就可以大大缩短化石燃料的形成过程，用“今天的太阳”制取燃料。也许在不远的将来，家家户户都能安上一个“装置”，将太阳能转化成燃料，为自己的爱车加满“油”。

目前，黄震正带领团队攻关这一颠覆性的能源技术，他们的实验室研究已取得了阶段性成果。然而，鲜为人知的是，这项探索燃料技术的“寻梦之旅”，源自30多年前一项国家自然科学基金青年科学基金项目（以下简称青年科学基金）支持的研究。

灵感来自“偶然的发现”

“我的第一个科学基金项目的灵感，来自博士论文研究中一次偶然的发现。”黄震告诉《中国科学报》。

35年前，黄震关注的焦点是燃料雾化，这是他博士论文的研究内容。为完成博士论文，他常在上海交通大学的实验室里进行喷雾特性研究。在发动机、燃气轮机、锅炉工作过程中，燃料通常要与氧化剂（空气）充分混合，混合时燃料雾化程度越高（颗粒越小越均匀），燃烧就越充分，能量转化效率也越高。

有一天，实验结束时已经很晚了，因为第二天还要进行实验，黄震索性将部分燃料存放在压力罐内。第二天，实验重新开始。黄震惊讶地发现，当天的雾化实验结果与前一天不太一样——雾化特性好了很多。

“我的初步判断是经过一个晚上，应该已经有不少气体溶入燃油中了。气体溶入燃油后，可以帮助燃油雾化。”黄震说。

“科学实验通常需要有好的可重复性。”这么多年过去了，黄震一直记得这个现象，“在

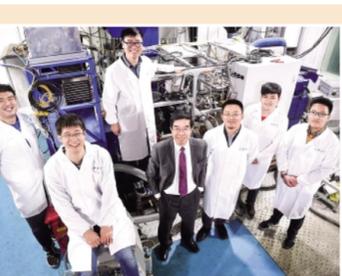


相同条件下，每次实验的结果应该可重复，但这次两组数据完全不一样”。

这个偶然的发现引起了黄震极大的兴趣。虽然非常想弄清当天燃油雾化数据异常的背后原因，但对于一个刚博士毕业的年轻人来说，想按照自己的想法开展研究并非易事。这时，青年科学基金进入了他的视野。

“至今我还清楚地记得当时到大连进行现场答辩的情景。那时候，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）刚出台资助年轻人的一个青年科学基金项目。自然科学基金委非常重视，竞争也很激烈，通讯评议通过后还要现场答辩。”黄震说，“非常幸运，我第一次申请就顺利通过了。虽然当时项目经费只有3万元，但也足以开展研究了。正是这‘第一桶

金’，开启了我的学术研究生涯。”



黄震（中）和团队在一起。



黄震（中）指导学生开展实验。受访者供图

金’，开启了我的学术研究生涯。”

学术生涯的“序曲”

1990年，黄震在青年科学基金的资助下，开始对燃油雾化技术进行系统、深入的研究。在此期间，他还赴日本留学，与日方合作开展研究。经过3年的努力，从现象、机制到控制，他在燃油雾化、雾化、燃烧研究领域取得了一系列成果。

黄震提出的气体射流雾化方法，成功解决了燃油快速制备的技术难题。他发现了喷孔内流态和压力分布的两种模式及其对燃油雾化的控制机制，该模式和机理使得雾化质量更为理想，并由此提出了燃油雾化

新技术，进一步阐明了发动机溶气燃油燃烧的雾化作用、稀释作用、热作用和化学作用。

黄震取得的一系列成果在雾化领域权威期刊《雾化与喷雾》上连续发表，并被英国皇家科学院院士 Constantine Arcoumanis 评价为“揭示了一种完全不同于单相流体的雾化机理”。国际液体雾化与喷雾系统学会主席广安博认为，该研究“阐明了溶气燃油促进和抑制喷雾特性的机理，发现了影响喷雾特性的首要因素是喷孔内的流态”。

获得青年科学基金资助成为黄震后续几十年学术研究的序曲。此后，他又陆续承担了十余项国家自然科学基金项目，包括国家杰出青年科学基金项目、重点项目、面上项目和国际合作项目等。

从青年科学基金研究成果燃油溶气雾化新技术起，经过20多年的努力，黄震在国际上创建了发动机燃料设计与燃烧控制新方法，成功开发出新型智能燃料发动机，被国际同行评价为“燃料设计已经成为各种先进燃烧模式着火时刻与燃烧速率控制最通用的方法”。他获得国家自然科学二等奖，并被国际燃烧学会授予“会士”称号。

针对我国发动机节能减排和燃料多样化的重大需求，黄震以智者的前瞻与视野，带领研究团队系统深入地开展了二甲醚、天然气、生物柴油、煤制油、甲醇、乙醇等代用燃料发动机的研究，发明了发动机燃料多样化关键技术，并走出了一条产学研结合的路。他积极倡导并协调组建产学研团队，形成了燃料生产、发动机、整车、关键零部件等一条完整产业链。通过10多年的研发，我国二甲醚汽车无论在专利、标准还是在产业技术上，都处于国际领先水平。

在全球低碳发展的背景下，黄震带领团队开始将目标锁定在可再生合成燃料的研究上。黄震认为，用“绿色”（可再生能源发电）把二氧化碳还原成燃料，制取可再生合成燃料（包括合成汽油、合成柴油、甲醇、二甲醚），使交通和工业燃料独立于化石能源，实现燃料净零碳排放，可为国家能源战略转型与碳中和目标实现提供全新的解决方案。

“我们正全力以赴，目前已取得不错的进

展。”黄震补充说，“从技术和原理上说，我们已实现可再生合成燃料制取。当前的技术瓶颈是提高它的转化效率、选择性和耐久性，这也是最终实现商业化的关键。”

过去数百年，人们依赖于“上亿年前阳光照耀的产物”——化石燃料。然而，一直被人们忽略的是，每天阳光照射到地球上的能量相当于4320亿吨煤燃烧所产生的能量，每秒照射到地球上的能量相当于500万吨煤燃烧所产生的能量。因此，黄震研究团队的愿景是，今后，每天的阳光能为我们提供取之不尽、用之不竭的热与电，还有可再生燃料。

不做“看得到底”的研究

黄震经常鼓励团队中的年轻人，“要有让别人 follow me（追随、跟踪）的科研意识”。

“不做一眼就‘看得到底’的研究。”黄震解释道，“‘看得到底’是指从你刚开始研究，别人就知道大概会是什么结果，最后的成果也只是一些量的改进。我更希望年轻人勇于创新，多去尝试突破性的工作。”

科研工作要有服务国家的责任和担当。黄震不但身体力行，而且鼓励团队成员勇于走出自己的舒适区，将自己的研究与国家的需求结合起来，脚踏实地，一步一个脚印去开拓新领域。

30多年来，黄震已培养硕士、博士、博士后百余人。在他的言传身教下，学生大多已经成为行业的佼佼者，在各行各业中发光发热。有的成为国家特聘专家，有的获得了国家杰出青年科学基金项目、优秀青年科学基金项目资助，有的人入选了教育部青年长江学者、上海市青年拔尖人才、上海市青年科技启明星等人才计划，还有的在重点领域相关企业中担任总工程师、研发负责人等。

“不光我自己，我们团队的青年教师基本上也是从获得青年科学基金开始，一步步走过来的，在各自领域取得了出色的成绩。”黄震说，“35年来，青年科学基金如同一个小火花，点燃了无数青年科技工作者的梦想，使我国科技事业星火燎原。”

中国科学院院士陈云敏：

迈入基础研究大门的第一次“洗礼”

■杨曦 齐昆鹏

1989年，中国科学院院士、浙江大学教授陈云敏刚博士毕业，就意外接到杭州笕桥机场委托的一项紧急任务——在飞机不停飞的情况下，用最短时间排查出机场跑道出现大面积下陷和开裂的原因。

这项任务让他从此与国家自然科学基金结下了不解之缘。陈云敏从自然界的工程技术问题中进一步凝练出科学问题——“冲击荷载作用下土层中弹性波的传播特性及其应用”，获批1991年度国家自然科学基金青年科学基金项目（以下简称青年科学基金），由此奠定了他未来30余年工程技术和基础研究生涯的基础。

刻不容缓，义无反顾勇承担

提起检测笕桥机场跑道的往事，陈云敏至今历历在目。

作为当时杭州唯一的机场，笕桥机场承担着杭州所有飞机的起降任务。在机场跑道检测前，一切都是未知数：沉降会继续吗？裂缝会扩大吗？飞机能正常起降吗？

依照当时的技术，理论上需要“大刀阔斧”地对跑道进行“开膛破肚”的检修。可这样一来，机场需要关闭，所有飞机停飞，耗费时间太久。如果有一点闪失，对各方造成的影响与损失将无法估量。机场方陷入进退两难的境地。

关键时刻，陈云敏敢于担责，提出了一套不影响机场正常运转的检测方案。

“扔一块石头到水里，可以看到水波扩散出去，这就是波动现象。地基脱空会造成跑道不均匀沉降与开裂。机场跑道的路基是一个分层介质，振动波在脱空的分层介质和完全接触的分层介质中传播的特点是不一样的。”陈云敏介绍他的检测方法，“我用榔头在跑道上敲一敲，通过测试波在地基内的传播特点来检测跑道脱空的位置。”

陈云敏趁晚上没有航飞任务时收集数据。“杭州夏天气温很高，跑道被晒了一个白天，晚上的地面温度仍高达三十七八摄氏度。趴在上面通宵做检测很热、很苦，好在那时候年轻，身体好。”他笑着回忆道。

身体上的苦忍一忍就过去了，当时摆在陈云敏面前最大的困难是，现场不能查看所收集到的信号数据，无法立刻得知检测出来的结果能否在技术上提供判断依据，只能第二天一大早再把数据送到实验室分析。时间紧、任务重，陈云敏承受的压力很大。

经过两天一夜不眠不休，陈云敏根据检测出的结果“对症下药”，向机场方提交了一份正式报告。相关设计院以此为依据，采用注浆的方法对跑道脱空的地方加固处理，危机解除了。他心中悬着的石头落了地。

陈云敏制定的“治疗方案”既精准找出了机场跑道大面积脱空和开裂的位置，又满足了机场不关闭、飞机不停飞的要求。值得一提的是，这项行之有效的检测技术，后来被温州等各地机场广泛借鉴应用。

然而，陈云敏并未止步于此。由于当时这项检测技术在国内是首创，他认为，对“榔头敲一敲分层介质中波的传播问题”需要从科学理论层面进行更进一步的研究，“工程应用问题需要基础研究的理论依据支撑”。带着这样的目标，他申请了青年科学基金。

天道酬勤，宝剑锋从磨砺出

“在我看来，青年科学基金是青年科研人员迈入基础研究大门所接受的第一次‘洗礼’。”谈起青年科学基金的影响，陈云敏感叹道。

现在回过头来看，青年科学基金带给他的不仅是3万元资助经费，更多的是同行认可后自我价值的实现与满足，以及开启对科学研究永无止境探索的好奇与兴趣。

随后一年里，陈云敏对实验室收集到的数据进行挖掘，从定量层面实现了理论的建模和推导，打开了基础理论研究的大门。他在“波在地基中的传播”研究领域，越走越宽，路越走越远。

此后30余年，陈云敏从事软弱土静动力固结和灾害防控理论与技术研究，提出了砂性土初始液化强度的剪切波速表征模型以及相应的地震液化判别方法和处理技术等，培养了全国百篇优秀博士学位论文获得者周燕国等一批研究生。追根溯源，这些后续科学研究



▲2014年11月，陈云敏在第七届国际环境土工大会上作特邀报告。

▼2019年11月，“超重力离心模拟与实验装置”项目启动。

受访者供图



与人才培养工作，都与青年科学基金有着千丝万缕的联系。

“地震时，地震波会引起地基液化。房子就像建在水中一样，会坍塌。因此，什么样的土壤、多大的地震烈度下会液化，是一个非常关键的有待解决的问题。”2013年至2020年，陈云敏参加了美国国家科学基金会资助的国际平行试验。通过试验，他和团队提出了地震液化判别准则，得到了全球50年来历次大地震422个场地液化调查的验证。该判别准则在国际上被称为“周一陈模型”。

无独有偶，2007年京津城际高铁试运行，对“波在地基中的传播”有着强烈研究兴趣的陈云敏看着飞驰的列车，不禁思索，地基上的高铁如何在高速运行状态下保持车厢平稳。

疾行时，高铁的车轮荷载通过铁轨传给轨枕，再传递给路面。列车要平稳运行，路基的沉降必须控制在安全范围内。沉降过大则发生车身颠簸，可能引发列车安全问题。基于

此，陈云敏团队创新性提出，在轨枕上直接施加动力荷载的装置。“列车行驶就像弹钢琴，轨枕就像琴键。轨枕此起彼伏，以实现高速移动荷载对路基的加载。目前，模拟速度可达到360千米/小时，我们正在朝500千米/小时的目标努力。”他说。

陈云敏数十年如一日，始终保持着一位学者强烈的好奇心及对科学永无止境的探索。他的研究成果获国家科技进步二等奖3项、省部级科技进步一等奖9项。

各领风骚，江山代有才人出

陈云敏先后获得13项国家自然科学基金项目支持，其中包括国家杰出青年科学基金项目、基础科学中心项目、重点项目、面上项目等。但令他至今难忘的，仍是自己获得的第一个国家自然科学基金项目——青年科学基金。那是他人生中第一次独立自主承担的科研项目，接续的相关研究成果也是第一次获得

了国家级奖项。

陈云敏始终认为，青年科学基金有利于增强青年科研人员勇于创新和开展协同研究的能力，这是培养独立科研、激励创新思维的重要基金项目。然而，“现阶段，青年科学基金每年的资助率不到20%。很多年轻人可能连续申请几次不中最终因年龄过线错失机会”。从为国家培养更多科研人才的角度考虑，陈云敏建议，“应提高青年科学基金的资助率”。

陈云敏十分注重团队建设与人才培养。“将‘个人自由探索和团队大目标’结合起来培养团队人才，确保既符合年轻人的成长规律，又兼顾团队未来的总体发展方向。”他认为，如果在与自身发展阶段不相称的时期拼命申报很多项目，反而对团队与个人的发展没有太大益处。

“我们团队会合理兼顾年轻人的自由探索与团队任务分配比例。例如在研究工作初期，希望年轻人将70%~80%的精力用于承担团队的任务，等他们能独立承担科研项目、自身得到了更多的锻炼与成长后，任务分配比例便会有所改变，自由探索的时间也会增多。”陈云敏说。

针对个人未来发展，陈云敏建议，“年轻时应及时把自己的兴趣转化为特长和优势”。他自己也正是这样做的，将工程问题与科研兴趣相结合的研究理念贯穿整个科研生涯。

“兴趣越浓厚，就越会觉得研究是快乐的。只有保持了兴趣，才能脚蹬劲头，最大程度发挥出自己的才能和优势。否则，很有可能过一段时间就会因为各种各样的原因，而失去在这一领域的优势。”陈云敏如是说。

回首30余年的科研生涯，陈云敏总结了9个字与年轻人共勉——“站得高，看得远，想得深”。

良好的科研氛围、先进的科研装备以及开阔的视野是外界可以提供的客观条件。但有的时候，为什么站在同样的平台上，每个人的收获却各有不同呢？

陈云敏认为，最关键的是要看得远、想得深。“只有这样，才能不断凝练和解决关键科学问题，探究新技术的科学原理，并应用于工程。”