

王戟：“高可信”的代码人生

■本报记者 王昊昊 通讯员 刘迪

1983 年 12 月 22 日，湖南长沙，国防科技大学（以下简称国防科大）一间阶梯教室里，广播里传出振奋人心的消息：由国防科大计算机研究所研制的“银河-1”巨型计算机正式通过国家鉴定。中国成为世界上第三个能独立设计和制造巨型机的国家。

教室里瞬间沸腾了。欢呼声中，一个刚入学不久的少年端坐着，身板挺得笔直。他叫王戟，14 岁，是班上年纪最小的学生。那一刻，他第一次真切感受到科技工作者为祖国奉献的神圣与自豪。

也是在那一刻，“用计算机为国防作贡献”这个念头，像一颗种子种进了王戟心里。从那天起，这个少年的人生与代码再也没有分开过。

不满 14 岁考入国防科大、33 岁评上教授、38 岁获国家杰出青年科学基金，在科研这条路上，王戟一直是那个奋力奔跑的人。然而，2013 年的一场大病，让奔跑戛然而止。即使高位截肢失去双腿，10 余年经历 700 多次透析，王戟依然靠着那双能写字、敲键盘、摇轮椅的手，敲出他“高可信”的人生代码。

7 月 29 日，中宣部授予王戟同志“时代楷模”称号。

瞄准方向挖一口“深井”

王戟出生于上海，在湖南常德长大，父母是响应国家号召从上海内迁常德支援“大三线”建设的知识分子。戟是中国古代战场上冲锋的兵器，父母为其取名王戟，寓意“执干戈以卫社稷”。

1983 年，王戟参加高考，高考作文是一幅漫画——一个人在这里挖几锹，在那里挖几锹，眼看井要出水却又放弃，下方附文字：“这里没有水，再换一个地方挖。”

王戟已记不清他如何作答的，但在国防科大，他找到了他想挖的那口“井”。

读研开始，王戟师从中国工程院院士陈火旺。陈火旺是我国计算机软件事业的开拓者、“银河-1”巨型计算机研制的重要组织者和参与者。当年研制“银河-1”时，他带着 100 多人的软件开发队伍，在养鸭棚里搞攻关，成功开发出 200 万行巨型机系统软件。

初见陈火旺的情景，王戟至今难忘。那时王戟刚考上研究生，心中既有对未来的憧憬，也有面对大科学家的忐忑。面试



王昊昊 / 摄

时，陈火旺突然发问：“小伙子，你最喜欢什么课？”王戟毫不犹豫地回答：“我喜欢编译原理。”那是陈火旺编写的教材，但他并非投其所好，而是真心沉醉于编译理论所蕴含的逻辑与创造之美。

陈火旺又问：“为什么喜欢？”王戟认真地说：“因为编译可以直接从理论导出算法来。我喜欢有理论的算法。”听完这话，陈火旺才点点头，眼神里流露出一丝赞许。没过多久，王戟被录取了。更让他惊喜的是，第一次去导师家拜访时，陈火旺从一摞刚从国外带回的资料中抽出一本全英文的数理逻辑教材递给他，并充满期许地说：“先把底子打好。抓紧时间，多读两本原著。”

数理逻辑是计算机科学的基础理论之一，也是软件推理与验证的数学根基。王戟捧着厚厚的英文原著，深知导师是在为他夯实最底层的学术功底。他如获至宝，日复一日地研读、推演，在那些抽象的符号与严密的推导中，渐渐触摸到了计算机软件更深层的逻辑与力量。

一次讲座上，陈火旺激情澎湃地阐述了国家对信息技术的迫切需求，鼓励年轻学子要敢于啃“硬骨头”，勇挑重担，奋力向高技术进军。那一刻，王戟坐在台下，被导师描绘的蓝图深深震撼，他暗下决心，用计算机助力国防，在相关领域持续深“挖井”，为我国国防建设和经济社会发展注入“源头活水”。

博士毕业时，陈火旺在王戟的毕业纪念册扉页上题词“淡泊以明志，宁静而致远”。

带着这份期许，王戟在学术道路上走得格外笃定——别人追逐热门方向，他偏要在“冷板凳”上深挖。在他看来，“淡泊”不是无所作为，而是不被名利牵着走；“宁静”也不是避世独处，而是心无旁骛地把一件事情做到极致。

开发“软件医生”给装备“做 CT”

上世纪 90 年代，软件工程化作为国防科技现代化的关键一环被提到了前所未有的战略高度。然而，彼时的国内软件行业如同一个蹒跚学步的孩子，一切都处于起步阶段。一个微小的代码错误，就可能让火箭偏离轨道、让卫星在太空中迷失。

1999 年，初出茅庐的王戟受邀参与航天相关软件的可靠性评估任务。这是一块难啃的“硬骨头”。3 年前，欧洲航天局阿丽亚娜 5 型火箭因一行代码错误，升空约 40 秒后解体爆炸。有着多次发射经验的西方国家尚且如此，对于中国而言，难度可想而知。

王戟带领团队反复推演、多维测试，从几十套模型中筛选出五六套，逐一调试参数、对比数据、推翻重构、迭代优化。历经无数次试错打磨，那套“最适配”模型被成功锁定，通过验收。

“科技驱动着时代滚滚向前，国家和军队的发展对软件尤其是复杂信息系统的需求肯定会越来越多，它们的安全可靠也会越来越重要。”身披军装的王戟意识到，随着我军由机械化向信息化的快速转型，信息系统不可避免会“生病”，如果没有“看病”的工具，就会给军事安全乃至国家安全带来致命威胁。

彼时，国内计算机软件研究正处于起步阶段，多数人还在追逐硬件性能的提升，而王戟的目光已经穿透了代码的表象，投向了更深层的挑战。他深知，随着信息化装备越来越多，软件一旦出问题，后果将不堪设想。

基于这些思考，王戟在与导师陈火旺的交流中，提出了高可信软件的概念，获得导师认可。当时，国内专门研究软件可靠性的人很少，相关资料极度匮乏，甚至连清晰的中文概念都没有。但王戟看得很清楚：“高可信软件将来一定是国防安全的命门。国家需要，就值

得我深耕。”

所谓高可信软件技术，就是用数学的方法从底层原理上验证软件代码的正确性。对软件而言，每一行代码都可能出错，而出错的代价，在普通软件上也许多影响不大，但在导弹、卫星和战机上，后果不堪设想。高可信软件技术就像一名软件医生，像做 CT 一样给那些大国重器的软件系统进行全身扫描、精准诊断，找出深层的漏洞和隐患。

2003 年，王戟和陈火旺等人联合发表论文《高可信软件工程技术》。这篇篇幅不长的论文，清晰勾勒出领域发展框架与未来方向，成为我国高可信软件领域最早的系统性研究文献。其后，王戟又在国内首开《高可信软件技术》研究生课程。

王戟带领团队在该领域持续深耕。研发过程中，团队成员经常“争吵”，有时是关于一个算法路径的选择，有时是关于某个技术方案的取舍。会议室里，白板上写满公式，几人围坐一起，各执己见，谁也不肯轻易让步。王戟通常是这场“混战”的中心，讨论到激烈处，无论是与他共事 20 余年的“老将”，还是刚毕业留校的年轻人，都可以直接反驳他的观点。

“这种‘吵’，恰恰是创新最需要的土壤。”在王戟看来，他们所从事的高可信软件技术研究，是一条“冷门硬核”赛道。做到的人少，意味着能请教的人更少。当遇到真正的难题时，往往向外求索无门，只能依靠团队内部的集体智慧。“吵着吵着，也许就来了灵感，问题就通了。”

王戟团队的研发成果，最终形成对大规模关键软件核心代码进行精细“CT 扫描”的能力。不少单位碰到软件检测难题，转一圈找不到办法，最后都来找他们。哪里有“疑难杂症”，哪里就有这支“别动队”。“专啃硬骨头”的名号，就这样在业内传开了。

为自己按下“重启键”

2012 年前后，有一块“硬骨头”找到王戟团队。

当时，航天工业部门紧急求助，有一类系统软件偶发数值缺陷和代码中断，两个问题混在一起，使得包括卫星发射在内的航天工程重大任务面临诸多挑战。王戟毫不犹豫地接下任务。

（下转第 2 版）

多部门联合发布《国家应对气候变化“十五五”规划》

据新华社电 生态环境部、外交部、国家发展改革委等部门联合印发的《国家应对气候变化“十五五”规划》7 月 29 日对外发布，提出到 2030 年，单位国内生产总值二氧化碳排放较 2025 年降低 17%。

规划明确，“十五五”期间，应对气候变化及碳达峰碳中和工作取得新的重大进展，碳达峰目标如期实现，全面完成 2030 年国家自主贡献。到 2030 年，单位国内生产总值二氧化碳排放较 2025 年降低 17%，全国碳排放权交易市场覆盖行业单位产品二氧化碳排放比 2025 年下降 3% 左右，建成诚信透明、方法统一、参与广泛、与国际接轨的全国温室气体自愿减排交易市场，产品碳足迹管理体系基本建成，加强非二氧化碳温室气体监测管控，形成 3000 万吨二氧化碳当量减排能力，适应气候变化工作体系更加完善，气候适应型社会建设

取得阶段性进展，应对气候变化意识和能力持续增强，我国在全球气候治理中的影响力、引导力、塑造力和道义感召力显著提升。

在控制重点领域二氧化碳排放方面，规划提出，实施碳排放总量和强度双控制度，加快建设新型能源体系，大力发展非化石能源，实施可再生能源消费替代，推动煤炭和石油消费达峰，国家大气污染防治重点区域新建、改建、扩建用煤项目，应当实行煤炭等量或减量替代。

在加强全国碳市场建设方面，规划明确加快建设全国碳排放权交易市场。有序扩大覆盖行业范围和温室气体种类。对碳排放总量相对稳定的行业优先实施配额总量控制，稳妥推行免费和有偿相结合的碳排放配额分配方式，有序提高有偿分配比例，建立配额储备和市场调节机制。

（高敏）

新技术让植物免疫系统实现“按需定制”

本报讯（记者冯丽妃）中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员高彩霞团队首次提出“可编程植物合成免疫”新理念，建立可编程合成植物免疫受体（SPIR）设计平台，实现了植物免疫受体的精准定制化设计，突破天然抗病基因资源瓶颈，为快速应对新发及变异病原病害提供了全新技术路线。相关研究近日在线发表于《科学》。

植物病害每年给全球农业造成数千亿美元经济损失，传统抗病育种高度依赖天然存在的抗病基因，其主要编码核苷酸结合富亮氨酸重复序列（NLR）免疫受体。但已鉴定的抗病基因数量有限，且病原体不断变异，导致抗性容易被突破。攻克“精准靶向设计植物免疫受体”这一科学难题，成为领域内长期的目标。

高彩霞团队另辟蹊径，聚焦一类非典型 NLR 免疫受体中的“整合诱饵”结构域。该结构域体积小、功能独立，具备良好的模块化改造潜力。研究团队借助人工智能蛋白质设计工具，针对预测的病原蛋白结构从头设计结合蛋白，并将其作为人工“诱饵”整合至水稻免疫受体 Pikm-1 中，形成全新的合成免疫受

体。整个设计过程无需依赖已有抗病基因，仅凭病原蛋白的预测结构信息即可完成，实现了植物免疫受体的可编程精准定制化创制。

为验证平台可行性，研究团队首先针对马铃薯 Y 病毒外壳蛋白设计 48 个 SPIR，其中 11 个能特异性识别靶标并激活植物免疫反应。随后，他们进一步针对 13 种重要植物病毒以及细菌、真菌、卵菌等病原物的蛋白，共设计并测试 391 个 SPIR，成功率达 18.2%，首次证明人工智能辅助设计可实现植物免疫受体从头创制。

针对部分 SPIR 存在的免疫活性不足、自激活等短板，研究团队将 SPIR 平台与前期开发的植物体内定向进化系统 GRAPE 相结合，显著增强了 SPIR 对病原蛋白的免疫活性，并有效降低了其自激活水平，完善了“设计－构建－测试－进化”全流程体系。进一步实验表明，不同 SPIR 具有高度特异性，且可通过基因叠加同时识别多种病原；表达 SPIR 的植物能有效抵御相应病毒的侵染，展现出在作物抗病改良中的良好应用前景。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.acee1792>

猜想与证明

■本报记者 韩扬眉

近日，中国数学家王虹因证明了三维挂谷猜想等成果而荣获国际数学界最高奖“菲尔兹奖”，这一消息引发了公众对于数学猜想与证明极大的兴趣。什么是猜想？什么是证明？二者的重要性分别在哪里？（中国科学报）记者采访了北京应用物理与计算数学研究所研究员苗长兴。

什么是猜想

猜想是在数学研究中，数学家通过一些范例与现象观察到某种稳定规律，尽管目前尚无无穷尽所有情况、从数学层面给出严谨推导过程，却“推测”该规律普遍成立。于是，这个待验证的“推测”就形成了一个“猜想”。

比如，哥德巴赫猜想认为，任意一个大于等于 4 的偶数都可以分解为两个素数之和。一般来讲，对于任意固定的有界偶数，通过计算机可以验证上述事实成立。但无法穷尽所有的偶整数，这就是哥德巴赫猜想。

对猜想而言，只要举出一个反例，就形成了证伪，说明该猜想不再成立。通常来讲，会用第一个提出猜想的数学家来命名该猜想，比如挂谷猜想是由日本数学家挂谷宗一提出的；黎曼猜想是德国数学家伯恩哈德·黎曼提出的……

猜想的提出常常依赖数学家的推理与直觉。根据问题的重要性、对不同数学领域的影响、解决猜想而发展的数学方法等，来区分猜想类型与层级。因此，并不是所有的猜想都有同样的价值。

猜想的重要性

如何判断一个猜想是否重要呢？一个重要的考量因素是猜想的影响力。例如，如果一个猜想仅仅局限在某个课题，意义就没有那么显著；若一个猜想与数学的若干领域密切相关，影响多个数学分支的发展，则其意义非常大。如果猜想不成立，会直接动摇已有的数学认知或颠覆一个研究框架体系，那就意味着它是一个“基础或基石性”的猜想。

挂谷猜想之所以重要，是因为它属于调和与分析领域四大猜想的基石与根基。更准确地说，如果挂谷猜想不成立，调和与分析“猜想之塔”上的 3 个著名猜想（Local Smoothing、Bochner-Riesz、Fourier Restriction）就不可能成立。

当然，对挂谷猜想等一些著名猜想重要性的认识是一个渐进的过程。在挂谷猜想提出约 50 年后的 1971 年，美国普林斯顿大学数学家查尔斯·费弗曼首次深刻揭示了挂谷猜想与调和与分析（傅里叶分析）之间的内在联系，由此数学家才逐步发现其蕴藏的巨大价值。费弗曼本人也于 1978 年荣获菲尔兹奖。

又如，曾经被称作“最难数学问题”的费马猜想，是 1637 年法国数学家皮埃尔·德·费马在阅读古希腊数学家丢番图的《算术》时在书页边缘写下的，对于任何大于 2 的整数 n，方程 $x^n+y^n=z^n$ 没有正整数解。该猜想历经 350 余年，在 1994 年被英国数学家安德鲁·怀尔斯证明。费马猜想的证明过程融合了现代数学的多个前沿领域，涉及代数数论、椭圆曲线和模形式等。由于 1998 年国际数学家大会召开之时，怀尔斯已超过 40 岁，不符合菲尔兹奖的年龄限制，国际数学联盟给他颁发了特别制作的菲尔兹奖银质奖章。

证明的重要性

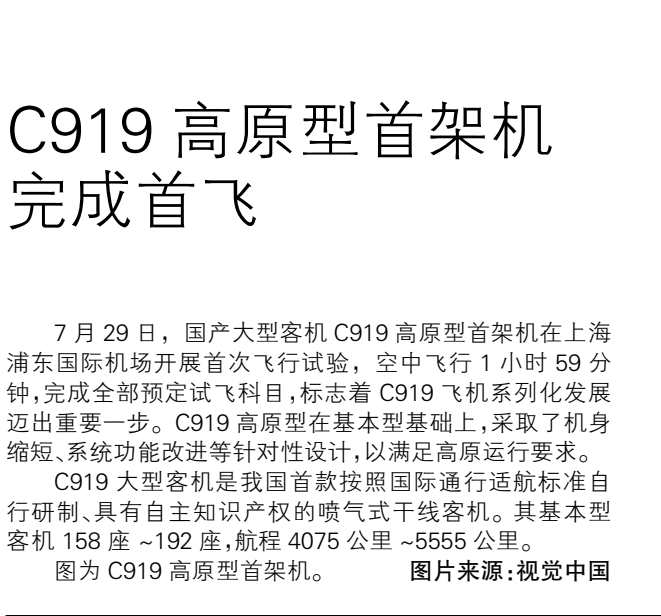
解决猜想的过程，就是证明。它需要严格、完整的推导过程。只有在逻辑上证明不可能为假时，才能认为猜想被证明了。而猜想一旦被证明，就成了定理。但只要存在一个反例，猜想就被否定，这就形成一个证伪。

数学证明有许多方法：归纳法、反证法……王虹与合作者约书亚·扎尔证明三维挂谷猜想，综合了反证、分类归约及源于不同数学领域的新方法。

著名猜想不仅结论本身具有数学挑战性，在解决猜想的过程中，数学家还能创造出新方法、新理论、新研究框架，甚至衍生出独立的数学学科分支。

这些新的数学理论与方法在解决其他数学物理问题上发挥重要作用，推动整个数学学科发展，这是最重要的价值所在。例如，王虹与约书亚·扎尔把投影理论、和积定理、粘性结构等引入挂谷猜想的证明，改变了挂谷猜想及调和与分析其他核心猜想的研究框架，推动了现代调和与分析及相关领域的发展。

总的来说，数学家提出猜想没有统一标准，猜想的重要性也千差万别。但是猜想变成定理的标准是统一的——需要严格的数学证明，即完整严谨的逻辑推导。



C919 高原型首架机完成首飞

7 月 29 日，国产大型客机 C919 高原型首架机在上海浦东国际机场开展首次飞行试验，空中飞行 1 小时 59 分钟，完成全部预定试飞科目，标志着 C919 飞机系列化发展迈出重要一步。C919 高原型在基本型基础上，采取了机身缩短、系统功能改进等针对性设计，以满足高原运行要求。

C919 大型客机是我国首款按照国际通行适航标准自行研制、具有自主知识产权的喷气式干线客机。其基本型客机 158 座 ~192 座，航程 4075 公里 ~5555 公里。

图为 C919 高原型首架机。图片来源：视觉中国

全球首个本迪布焦型埃博拉疫苗临床试验启动人体接种



本报讯 7 月 24 日，首位志愿者接种了针对本迪布焦型埃博拉病毒的疫苗。这距离世界卫生组织（WHO）5 月 17 日宣布刚果民主共和国与乌干达当前的埃博拉疫情构成“国际关注的突发公共卫生事件”仅过去了 68 天。截至 7 月 27 日，仅刚果民主共和国就有 3200

例确诊病例和 1405 例死亡病例。本迪布焦型埃博拉病毒目前尚无获批的疫苗或疗法。

据《自然》报道，这种名为 ChAdOx1 的疫苗，目前正在由英国牛津大学主导的 I 期临床试验中进行测试。ChAdOx1 采用与牛津 - 阿斯利康新冠疫苗相同的载体平台，但携带的是本迪布焦型埃博拉病毒蛋白的遗传指令。

“我们团队中有几位成员曾参与应对 2013 年的埃博拉疫情，自那时起，我们一直在研制针对埃博拉病毒及其他

丝状病毒的候选疫苗。”ChAdOx1 疫苗研发首席科学研究员、牛津大学的 Teresa Lambe 表示，“当此次疫情被宣布为突发公共卫生事件时，我们其实已经从冷冻库中取出了合适的基因序列，这使我们能够迅速研制出针对本迪布焦型埃博拉病毒的特异性疫苗。”

该试验旨在评估疫苗的安全性及其诱导的免疫反应，随后将于今年晚些时候在乌干达开展更大规模的试验。I 期临床试验计划在英国招募约 50 名 18 至 55 岁的成年人。研究人员希望通过