

# 一只“阿尔法狗”的科技征途

■本报见习记者 程唯珈 记者 卜叶

2016 年，谷歌围棋人工智能“阿尔法狗”(AlphaGo)以 4 比 1 的成绩战胜世界围棋冠军李世石，这场人机大战成为人工智能史上一座新的里程碑。近日，美国计算机学会(ACM)宣布，将 2019 年 ACM 计算奖授予 AlphaGo 研发团队领导者 David Silver，以表彰他为计算机游戏表现带来的突破性进展。

“在专用人工智能向通用人工智能发展过程中，AlphaGo 是一个重要阶段。”北京大学教授、北京智源人工智能研究院院长黄铁军告诉《中国科学报》。

## 从深蓝到“阿尔法狗”

人机对弈，AlphaGo 并不是首例。就计算机的“棋艺”而言，十几年前 IBM 的“深蓝”与 AlphaGo 相比，也不能同日而语。尽管如此，1997 年“深蓝”击败了当时的国际象棋冠军卡斯帕罗夫，震惊了当时的学术界。

“深蓝的算法核心是暴力搜索。”中国科学院自动化研究所研究员赵冬斌告诉《中国科学报》，其原理是生成尽可能多的走法，执行尽可能深的搜索。采用的 alpha-beta 剪枝算法，可以快速削减搜索的路径，并不断对局面进行评估，找到最优走法。

换言之，它每走一步，几乎都是在遍历后续所有可能的情况下作出的决策，因此，很多人认为这是计算机的胜利，而不是人工智能的胜利。

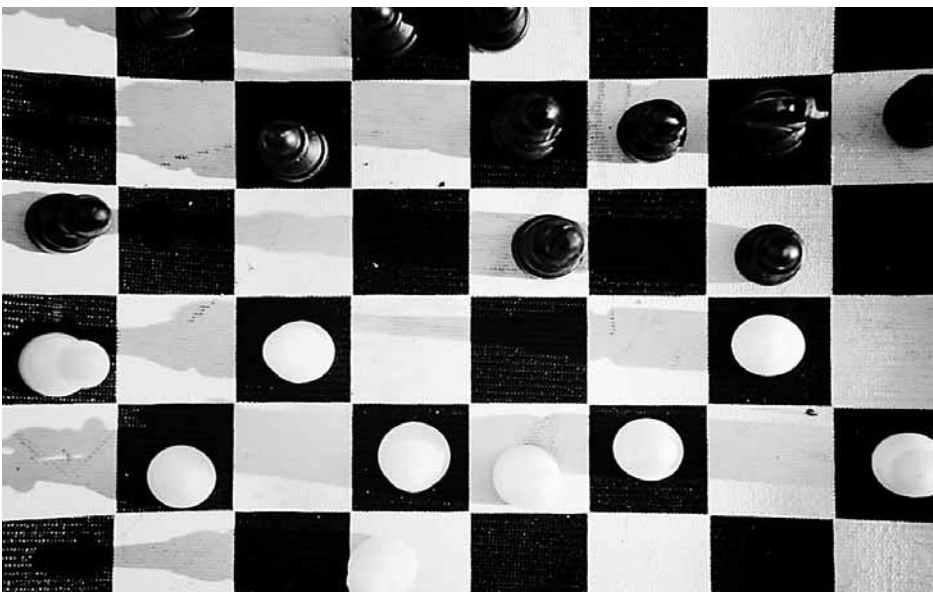
而 AlphaGo 之所以能达到人类顶尖棋手的棋艺水平，依靠的是“自学成才”。

“围棋是一项变数极多、充满不确定性的竞技活动。下棋的可能性都是一个几乎无法穷尽的量级。棋手起手就有 361 种落子选择。理论上，如果不考虑限制条件，棋盘状态共有 3 的 361 次方种，下法共有 361 阶乘种选择，这个数字大约是 10 的 768 次方，几乎是无穷大。要知道人类已知宇宙中的原子数量，也不过是 10 的 80 次方。”清华大学计算机科学与技术系教授孙富春告诉《中国科学报》，AlphaGo Zero 在某种程度上部分突破了人类认知学习的能力，原理上可以学得包括围棋在内的其他观测信息是完备的，状态动作空间是可数的各种人类技艺，甚至展现出“直觉”判断能力。

除了与人类越来越接近的“头脑”之外，AlphaGo 的学习速度之快也远远超出人们的想象，其进步的空间似乎难以估量。

“感觉就像一个有血有肉的人在下面下棋一样，该弃的地方也会弃，该退出的地方也会退出，非常均衡的一个棋风，真是看不出出自程序之手。”柯洁曾在接受媒体采访时表示，AlphaGo 有好几次落子极其“非常规”，许多专业棋手都表示“看不懂”。

2017 年，AlphaGo 进一步升级。在《自



AlphaGo 是人工智能研究的一座里程碑。

图片来源：Unsplash

然》发表的一篇研究论文中，Silver 团队报告了新版程序 AlphaGo Zero：从空白状态学起，在不利用人类任何围棋比赛数据作为训练数据的条件下，它能够迅速通过 2900 万次自我博弈，自学围棋，并以 89 比 11 的战绩击败“前辈”。

“AlphaGo 从惊人的海量博弈数据中习得能力。如果 AlphaGo 有内心世界，看到人类落完一步棋，他或许会微微一笑，心想‘这招我昨天刚下过’。”浙江大学人工智能研究所所长吴飞调侃道。

与此同时，AlphaGo Zero 在国际象棋、围棋等游戏中都取得了超人的表现，展现了前所未有的游戏方法的普适性。

## “阿尔法狗”的“三驾马车”

自 AlphaGo 打败李世石后，人们惊奇地从公开的程序中发现：打败这些围棋高手的不仅仅是计算机强大的计算能力，更依赖其精妙的算法。

吴飞解释说，AlphaGo 的算法主要依靠强化学习、深度学习和蒙特卡洛树搜索“三驾马车”并驾齐驱，而这也是其中的核心技术。

在南京大学计算机科学与技术系教授王崇骏看来，强化学习让 AlphaGo 有了自学能力，深度学习让 AlphaGo 通过数据驱动的机器学习有了估值量化能力，蒙特卡洛树则是一个连接所有技术和动作的框架。

例如，在围棋博弈中，“局面判断”用于衡量某一局面的价值，越大的值表示对当前行动的选手越有利。“最优策略”是通

过在某局面下选择能带来最大价值的动作来获得。

在 AlphaGo 的强化学习中，科学家使用策略函数和局面函数进行度量。有了这两个估值函数，机器在搜索的时候尽量选择估值更大的行动，达到缩小思考范围的目的。同时，即使在未达到终局的情况下，也可以依靠局面函数对当前局势优劣做判断。

由于大部分博弈游戏状态空间巨大，严格计算评估函数无法实现。利用深度学习和大量数据，AlphaGo 可以自动找到特征，同时拟合出估值函数。而蒙特卡洛树搜索是集以上技术于一身的搜索框架，通过反复模拟和采样对局过程来探索状态空间。

“蒙特卡洛树搜索的特点是非常容易并行，可任何时候停止，其引入了随机性采样而减小估值错误带来的负面影响，并且可以在随机探索的过程中，结合强化学习，自学式地调整估值函数，让算法越来越聪明。”王崇骏告诉《中国科学报》。

分析 AlphaGo 成功的原因，赵冬斌认为，深度神经网络在其中起到了重要作用。“传统的基于规则的计算机围棋方法只能识别固定的棋路，这类类似于背棋谱。基于深度学习的 AlphaGo 自动提取棋谱局面特征并将其有效地组合在一起，极大增强了对棋谱的学习能力。”

其次，局面的准确评估也是 AlphaGo 成功的关键。价值网络和快速走子网络在局面评估时互为补充，能够较好地应对对手下一步棋的不确定性，对得到更加精确的评估结果至关重要。

## 数风流人物仰望星空①

# 雷久侯：我是空间天气“预报员”

■本报见习记者 辛雨

编者按

随着视野的不断拓展，人类把探索的触角伸向了太空。一门为进入空间时代保驾护航的科学——空间天气科学也应运而生。空间天气科学是以空间物理学等为基础的多学科交叉、多工程技术结合的新兴前沿领域，已成为国际空间科技发展的热点之一。它是经济社会发展的“助推器”、科技进步的“加速器”、空间安全的“倍增器”。近 20 年来，我国空间天气科学发展迅速，目前已进入向国际一流水平跨越发展的黄金期。

为激励优秀青年人才从事空间天气领域的创新研究，中国科学院院士魏春恩建议借助社会力量设立奖项。2012 年 10 月，“空间天气科学青年创新奖”正式设立。该奖每两年评选 1 次，每次奖励 1 至 3 人，至今已有 8 位(3 届)获奖者。

为此，本报开设“数风流人物仰望星空”栏目，介绍这些空间天气科学领域的“新星”，愿他们以更璀璨的光芒，照亮人类探索宇宙的征程。

“了解天气情况后我们可以决定出门该如何穿衣服，需不需要带伞。同样，了解空间天气，我们可以知晓航天器、卫星该如何‘穿衣服’，要不要‘打伞’。”中国科学技术大学地球和空间科学学院教授雷久侯笑着说，“所以我的工作可以理解成是空间天气‘预报员’。”

## “入门靠师傅”

“科研是神圣的、美好的，但当你真正去做科研时，才会发现，有时科研也是很枯燥的。”

与可以直接经历的风雨雷电等地面天气不同，空间问题看不见、摸不着，只能通过卫星和雷达观测进行感知。因此，研究之初，雷久侯觉得有点“云里雾里”。

带雷久侯“入门”空间科学的是中国科



雷久侯  
中国科学技术大学地球和空间科学学院教授

学院院士万卫星和中国科学院地质与地球物理研究所研究员刘立波。两位“引路人”对科研工作的那份执着，深深影响着雷久侯。

“他们传授我知识，将我带进这个领域，让我对此产生兴趣，并找到了乐趣。”雷久侯说，他在这条路上一直往前走，走久了，便爱上了这份工作。

2005 年博士毕业后，雷久侯在美国国家大气研究中心、美国科罗拉多大学等单位工作了 6 年。看着祖国慢慢强大，雷久侯不想当一个旁观者。于是，2011 年，他全职来到中国科学技术大学(以下简称中国科大)工作，投身祖国空间科学建设。

“今天，在某些领域我国已经实现了从跟跑到并跑，甚至领跑的跨越。”雷久侯认为，面临国家科技发展的重大历史机遇，科技工作者要将个人价值融入其中，踏踏实实做好每件事。

## 拨开云雾见月明

高层大气时刻处在动态变化中，如何使用实时观测数据，对数值模型结果进行修正并预报，是近年来的研究热点。

由于观测手段有限，依靠短时间内获得的热层观测数据，难以实现全球热层的覆盖。雷久侯通过创新实时动态修正方法，实现了对全球热层大气更高精度的预报，有助于规避卫星碰撞。

“就像考古学家对不同时代的陶瓷器具特征有了丰富的认识后，便可以通过挖掘过程中的一块陶瓷碎片，判断该陶瓷容器的

此外，硬件配置的大幅提升也功不可没。AlphaGo 采用了异步多线程搜索，用 CPU 执行模拟过程，用 GPU 计算策略网络和价值网络。最终单机版本 AlphaGo 使用了 48 个 CPU 和 8 个 GPU，分布式版本的 AlphaGo 则采用了 1202 个 CPU 和 176 个 GPU。正是这些计算机硬件的支持，才得以让 AlphaGo 发挥出强大的实力。

## 人工智能发展的一小步

在 AlphaGo 诞生后的几年中，其背后的神经网络、深度学习、蒙特卡洛树搜索法等技术，开始从“下棋”这样的场景，延伸到更多具有商业化价值的场景中。

在中国，这些技术催生了游戏领域人工智能的研究和发展。腾讯旗下游戏王者荣耀的“觉悟”、微软亚洲研究院的麻将“Suphx”以及启元的星际争霸“指挥官”等虚拟“玩家”一时间如雨后春笋般涌现。

这些技术还推动了其他领域包括机器人、智能驾驶、智能制造、电力优化、量化金融、智慧医疗等纵深应用领域的技术进步，包括且不限于提高英国电网的效率、降低谷歌数据中心的能耗，以及为欧洲航天局设计太空探测器的轨道等。

不过，AlphaGo 的胜利是否代表着人工智能的胜利？答案是否定的。

“AlphaGo 的胜利，只能说明这个算法在围棋等比赛中战胜了人类。但是，就人工智能的发展而言，几乎所有人都认同目前人工智能发展水平还处在初级阶段。”王崇骏说。

他表示，目前人工智能算法大多依赖高质量的海量数据，需要的功率也远高于人类大脑的能耗水平，同时也很难应用于多种场景。“一个明显的例子就是，AlphaGo 的实现方法在明确定义的环境下效果明显，而在开放环境下，结果往往不尽如人意。比如 AlphaGo 下围棋很厉害，但面对图像识别问题肯定就不行了。”

赵冬斌表示，在围棋、麻将和其他具有类似评级制度的游戏等测试平台，或能客观地衡量一些算法的人工智能水平，但是在某些难以量化的领域，很难对算法的智能水平给出客观评价。“比如，自动驾驶有 5 级划分，但是不够明确。驾驶涉及技术链条较长，包括定位、感知、预测、决策、规划和控制等。若想全面衡量驾驶人工智能的水平，还需要更细致的分类工作。”

在黄铁军看来，人类面临的很多问题都是开放性课题。应对开放性挑战，需要通用人工智能。“AlphaGo 是人工智能研究的一座里程碑，创造了一种能够解决很多智能问题的通用方法，但还不是真正意义上的通用人工智能。人工智能已经走上了正确方向，但也才刚刚开始。”

## 数风流人物仰望星空②

# 雷久侯：我是空间天气“预报员”

■本报见习记者 辛雨

编者按

随着视野的不断拓展，人类把探索的触角伸向了太空。一门为进入空间时代保驾护航的科学——空间天气科学也应运而生。空间天气科学是以空间物理学等为基础的多学科交叉、多工程技术结合的新兴前沿领域，已成为国际空间科技发展的热点之一。它是经济社会发展的“助推器”、科技进步的“加速器”、空间安全的“倍增器”。近 20 年来，我国空间天气科学发展迅速，目前已进入向国际一流水平跨越发展的黄金期。

为激励优秀青年人才从事空间天气领域的创新研究，中国科学院院士魏春恩建议借助社会力量设立奖项。2012 年 10 月，“空间天气科学青年创新奖”正式设立。该奖每两年评选 1 次，每次奖励 1 至 3 人，至今已有 8 位(3 届)获奖者。

为此，本报开设“数风流人物仰望星空”栏目，介绍这些空间天气科学领域的“新星”，愿他们以更璀璨的光芒，照亮人类探索宇宙的征程。

## “入门靠师傅”

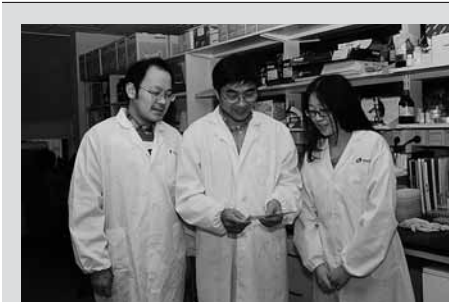
“了解天气情况后我们可以决定出门该如何穿衣服，需不需要带伞。同样，了解空间天气，我们可以知晓航天器、卫星该如何‘穿衣服’，要不要‘打伞’。”中国科学技术大学地球和空间科学学院教授雷久侯笑着说，“所以我的工作可以理解成是空间天气‘预报员’。”

“科研是神圣的、美好的，但当你真正去做科研时，才会发现，有时科研也是很枯燥的。”

与可以直接经历的风雨雷电等地面天气不同，空间问题看不见、摸不着，只能通过卫星和雷达观测进行感知。因此，研究之初，雷久侯觉得有点“云里雾里”。

带雷久侯“入门”空间科学的是中国科

# 一所一人一事



徐国良  
院士(中)在  
实验室指导  
学生。

分子遗传学家，中国科学院院士、中国科学院分子细胞科学卓越创新中心(生物化学与细胞生物学研究所)研究员。主要从事动物发育(包括胚胎与成体干细胞分化)过程中 DNA 甲基化及组蛋白修饰在基因表达调控中的作用及其分子机理的研究。

每有新人初来实验室报到，徐国良总喜欢与人谈论他办公桌下“与众不同”的地板。看起来崭新的办公室只有他脚下这处磨损过度，那是在无数个为科学问题殚精竭虑的日夜留下的痕迹。

千里之行，始于足下。徐国良的漫漫科学路上，实验室是他的起点。他在表观遗传的大千世界里解读基因“天书”，解密基因“开关”。对于科学，徐国良甘愿做一名孜孜追梦人，二十年来心无旁骛，始终如一。

## 以纯粹之心坚守科学理想

“纯粹”是徐国良走上科学道路几十年来收获最多的评价。

“搞科研需要沉潜之心，就像老农种地，只问耕耘，不问收获。”徐国良说。

从读大学起，徐国良就没有休过假。在分子细胞中心的实验室，徐国良每天早九点准时上班，工作至深夜才离开。外出开会，他也总是夜半出行，只为不误白天的科研时间。

对待科研，徐国良纯粹、热情，但也有一套自己的准则，从不追踪热点，也不好高骛远。他喜欢自己创新，认定方向后就全力以赴。

徐国良曾对面谈的学生说：“科研的根本精神就是创新，你应该瞄准重大的、原创的，对世界文明有贡献、对国家有意义的突破性成果去研究。”

从 1993 年在德国马普分子遗传研究所—柏林技术大学分子遗传专业获得博士学位以来，徐国良一直从事生命科学基础研究。2001 年，他从海外回到中科院生化与细胞所(现名为“中科院分子细胞科学卓越创新中心(生物化学与细胞生物学研究所)”)组建自己的团队，最初就选定了 DNA 甲基化的研究方向，在表观遗传领域的万亩良田中开始了自己的创新耕耘。

## 历十年琢磨开辟科学“新天地”

完全相同的遗传基因，为何造就不了完全相同的个体？表观遗传就是在基因这部“天书”上做出不同“批注”的神秘力量，DNA 甲基化则是表观遗传修饰中最具有代表性的一种。

DNA 中的甲基如同封条，可以“关”上基因功能，但如何撕掉这个封条、“打开”基因，徐国良潜心研究了整整十年才初见曙光。

2011 年《科学》《自然》相继发表徐国良研究组论文。他带领的科研团队发现细胞内的“基因剪刀”(胸腺嘧啶 DNA 糖苷酶 Tdg)剪去第七种碱基 5-羧基胞嘧啶(5caC)可以“打开”基因的分子机制，而在此过程中发挥重要作用的 Tet 双加氧酶在早期胚胎发育中也参与了精子基因的甲基化“改造”，生命降临之初的部分“密码”和“程序”被破解。

近年来，徐国良研究的表观遗传学已成为后基因组时代重要科学前沿工作之一。他发现的这个基因“开关方法”对于干细胞研究与癌症治疗都有着重大意义。但是，这对徐国良来说只是一段科研的开始。

2019 年 5 月，又一篇署上徐国良名字的《自然》论文在线发表。这次他们发现了一种新的 DNA 修饰，为表观遗传学的研究打开了一扇大门。徐国良欣喜地说：“认识细胞中的每一个蛋白质成员，就好像跨入了一个新的天地，它们将生命体中的一个不为人知的奥秘呈现在我们面前。”

## 用言传身教成就桃李天下

徐国良的实验室在研究所里以“高效团结”著称。

新生在进入徐国良实验室前除了面试过关，还会被考察实验室轮转时期的表现，徐国良最看重的品质是诚实。科研必须诚信是他招收学生的准入门槛。

他很细心，会亲自教导学生实验细节，小到每一种试剂的添加，他都一一教授；他很耐心，经常在谈话中启发学生学会自己思考，寻找课题新方向；他不刻板，鼓励学生与同领域的科研人员交流，甚至让学生也参与团队管理，培养学生独立科研的能力。迄今为止，他已经为国家培养相关领域博士生 30 余名。

勤于思考，敢于发问，善于创新，是徐国良日常对学生的教诲。他认为，好的导师要能真正影响学生，将自己对科研的态度、视角、方法传承下去，把科学的风格、修养、研究成果传递下去。

出生于绍兴诸暨的徐国良喜欢鲁迅的文学作品，《孔乙己》是他热读的作品之一。文中有一个情节，孔乙己在小孩面前炫耀自己知道茴香豆的“茴”字有四种写法。徐国良说：“做科研千万不能如这位‘小孔圣人’般，过于注重知识的简单累积，或者只将目光聚集于发表文章和申报各类奖项，那不是一位好的科研人员。”

创新与坚持，他用来教导学生，也时常用来告诫自己。对徐国良来说，科学路还长，科学梦犹远，对科学事业的雄心让他一直在追梦的路上，永不停步。

(作者单位：中国科学院分子细胞科学卓越创新中心联合办公室)