

完善人才培养机制 涵养科普发展“能量池”

□ 刘子亮 孙天垓

党的二十大报告强调，要“加强国家科普能力建设”“加快建设教育强国、科技强国、人才强国”“加快建设世界重要人才中心和创新高地”。当前，我国已进入创新型国家行列，要进一步走向创新型国家前列、跨入世界科技强国，需要培养更多适应高质量发展、高水平自立自强的各类人才。科普人才是创新型国家建设的基石，国家科普能力建设需要高素质科普人才作支撑。

科普人才队伍建设存在短板

近年来，我国科普事业不断创新升级，国家科普能力建设水平跃上新台阶。科普资源建设能力不断增强，各类资源供给基本充足、配置日趋合理；科普支撑保障能力逐渐提升，科普工作的组织管理机制不断完善，科普社会动员力、组织力不断提升；科普供给能力明显进步，各类科普产品和服务极大丰富，科普产业初具规模，科普业态日新月异，科学传播平台和技术不断创新。

从总体上看，我国科普能力建设取得较大成绩，但在科普人才队伍建设方面还存在短板。这主要表现为科研人员不愿做科普、不会做科普、不敢做科普的现象还普遍存在，科普专职人才普遍存在科普理论素养较低、科普实践能力较弱、科普手段单一等问题，科技记者职业素养有待进一步提高，等等。

落实科学普及与科技创新同等重要精神

针对目前国家科普能力建设人才队伍存

在的问题，应着力从以下几方面加快推进。

在科普人才队伍建设中落实科学普及与科技创新同等重要精神。习近平总书记在“科技三会”上强调，科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。这一重要指示为新时代国家科普能力建设提供了根本遵循；科技创新和科学普及要“两手抓”、协同推进。

为此，笔者建议，一是要提高科研人员目标价值动机。科研人员只有内心认同科普，把科普作为科研一部分，并在科研工作中设置适宜的科普工作目标，以提高公众科学素养为行动导向，才能激发做科普的内在驱动力。二是科技管理部门、科研机构、高校在推动体制机制改革方面，要建立科学普及与科技创新同等重要的考评制度、激励机制等。三是加快推动国家重大人才政策在科普人才队伍建设中的适用，特别是在职称评定、资源配置以及奖励考核等方面的政策。

人才培养需要“质”“量”齐升

科普人才队伍建设的基础在于科普人才的培养。目前，我国已有高等院校设立相关专业，主要培养科技传播理论人才、科普场馆教育人才、科普产品研发人才等，建立了比较完整的培养体系，探索了有效的培养模式。由中国科协、地方科协、科研院所、科学传播机构主导的科普继续教育培训是科普人才培养的“蓄水池”。就目前来看，我

国虽然在科普人才教育培养方面实施了一些举措，但仍存在培养规模较小、培养目标不明确、培养机制单一、培养过程动力不足等问题。

因此，在科普人才队伍建设中加强人才培养的“质”与“量”很有必要。

未来，我国可在规模上壮大专职、兼职科普人才队伍建设，鼓励和支持高校、科研院所、企业开设科普能力提升课程，加强科普创作、科普研究、科普活动策划组织、科普产业开发等方面的高层次人才培养。

从渠道上充实科普志愿者队伍建设也是应有之义。相关管理部门可将博物馆、科技馆、开放实验室等科普场馆、科普基地作为载体，广泛吸收社会各界科普志愿者加入科普工作中，不断扩大科普志愿服务的覆盖面。

此外，我国还应健全在校学生参加科普工作的组织机制，通过校园科技日、科普日等活动，让学生知科普、懂科普、爱科普，并吸引大学生、中小學生积极参与到科普志愿工作和科普活动中，培养科普人才队伍建设的后备军。

树立人才培养的“系统观念”

在科普人才队伍建设中树立人才培养的“系统观念”。一是在能力提升方面，要摸清科普人才成长规律。科普人才主要由科普专职人才、兼职人才和科普志愿者组成，要根据不同行业、领域人才特点，建立差异化的专业素质提升培养机制，针对基层科普人才



图为广州黄浦区一展览馆内，工作人员讲解新材料知识。视觉中国供图

开展科普政策宣讲，加强科普基本理论、科学传播规律培训，提高信息检索收集能力，提升策划组织能力，增强新媒体传播技能等。

二是在顶层设计上，要加强科普人才培养的整体谋划，完善科普奖励激励机制。政府机构、各级科协要制定和优化科普人才发展政策，畅通科普工作者职业发展通道。对在科普工作中作出突出贡献的组织和个人，按照国家有关规定给予表彰。完善科普工作者评价体系，在表彰奖励、人才计划实

施中予以支持。

三是加强科普人才培养前中后期的关联性、系统性、可行性研究。在人才培养前期，充分调研基层科普人员受教育需求，“量身定制”科普能力提升课程；在人才培养中期，通过科普理论考试，测试科普人员科普专业知识掌握情况，及时调整、补充培训内容；在人才培养后期，将培训人员嵌入提前构建的科普实践应用场景，面向不同受众开展科学传播和科学普及工作。

(作者单位为北京市科学技术研究院)

神奇！DNA 竟可以存储非生命信息

□ 陈思进



国际调研机构 IDC 发布的《数据时代 2025》预测，全球数据总量将从 2018 年的 33ZB 增至 2025 年的 175ZB。未来，如何存储人类活动产生的海量数据是一大难题。

DNA 全称为脱氧核糖核酸，是构成生命体的基础单位，包含了生物体的遗传信息。由于 DNA 的信息密度极高，一小段 DNA 就能够存储数百万字节的数据，而且 DNA 的存储寿命非常长，可以达到数百年或更长时间，因此，科学家们不断探索将 DNA 作为一种信息存储介质的可能性。

非生命信息可存入 DNA

众所周知，生命信息是靠 DNA 存储的。DNA 绝对是地球上最古老的信息存储工具。不过，DNA 能当作硬盘存储信息吗？非生命的信息可以存入 DNA 上吗？答案是肯定的。

1988 年，艺术家乔·戴维斯把一张 35 像素的照片编辑到大肠杆菌的 DNA 序列中，这是人类第一次在 DNA 上写入不属于自然的信息。他管这张图片叫作“小维纳斯”。

编者按 DNA 是生物数据库，它的主要功能是存储包含各种指令的生物信息。但你知道 DNA 也能够像磁盘、光盘一样存储数据吗？让我们走近大自然最古老、迄今容量最大的存储媒介——DNA，感受其神奇之处。

这是怎么做到的呢？其实，DNA 存储信息和密码编码是一个道理。计算机可以用 0 和 1 这两个字符表示所有的信息，我们同样可以用 ATCG 4 种碱基来表示同样的信息。

如果你想存储一张图片，可以先把图片还原成 0-1 的二进制数据，再把这个数据对应转换成 ATCG 的序列，然后用 DNA 合成技术把这段序列合成出来，信息也就被存在这段 DNA 里。想读取的时候，就对这段 DNA 做测序。此外，把信息存储到活细胞的 DNA 里，也是可行的。

2017 年 7 月，《自然》杂志发表了哈佛大学医学院遗传学教授乔治·丘奇和同事们的工作，他们把一部黑白电影存在了大肠杆菌的 DNA 上。虽然体内有一段奇慢的 DNA，但大肠杆菌正常生存，还可以正常遗传，并且每次繁衍都是一次数据复制。存储在基因组中的电影，在每一代大肠杆菌中都完整无缺地保存下来了。

1 千克 DNA 可存储全球数据

DNA 不仅可以存储海量数据，而且读写数据的速度也非常快。同时，由于 DNA 存储媒介不需要任何能源维持，因此它具有

极高的能源效率。

DNA 还有着极高的存储密度，其中一个原因是 DNA 有 4 种碱基，与计算机系统采用的二进制相比，DNA 存储的信息量呈现指数级增长。在一个系统下，1 克 DNA 可存储 2.15 亿兆字节的数据，重量不到一块方糖的 DNA 可存储世界上所有的电影。有研究发现，1 千克 DNA 可存储全球数据。

此外，通过 DNA 存储信息，也是让信息保存千万年的方法。不久前，天津 DNA 学宣布，该校合成生物学团队创新 DNA 存储算法，将 10 幅精选敦煌壁画存入 DNA 中，通过加速老化实验验证，壁画信息在实验室常温下可保存千年，在 9.4℃ 下可保存两万年。该算法支持 DNA 分子成为世界上最可靠的数据存储介质之一，可以让面临老化、破损危机的人类文化遗产信息保存上千年甚至上万年。

但是，由于 DNA 的存储和读取过程比较复杂，目前的 DNA 存储技术还不够成熟。此外，DNA 存储需要高昂的成本，并且需要先进的实验设备和技术，因此，该技术并未得到大规模应用。目前的研究过程还缺少了活体细胞的使用，这是考虑



图为脱氧核糖核酸模型 视觉中国供图

到细胞会死亡，且在不断分裂复制过程中存在着出错的风险。为了保障数据安全，大多数情况下，存储信息的 DNA 都以 DNA 干粉的形式存在。

DNA 既是生命的基石，也是信息传递的重要媒介，其巨大的信息存储能力和长期的稳定性，使其成为未来信息存储的极具潜力的领域之一。我们期待着人类在未来开创出更加广阔的 DNA 信息存储新纪元。

(作者系科幻作家)

红色星球记

把握现在 想象未来

习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习时指出，要在教育“双减”中做好科学教育加法，激发青少年好奇心、想象力、探求欲，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。如何更好地吸引和激发青少年的科学兴趣，还需要在科学教育中打破传统教学模式，引入多元化学习方式，吸引更多青少年参与科学学习和研究。

在传统的科学教育中，教学过程存在缺乏趣味性、动手实践机会，以及学生个性差异被忽视等问题和限制，容易使学生产生厌烦和疲劳的情绪，也无法激发学生的创新力和创造力。

要打破传统的教育模式，就必须创新教学模式和评价模式，让科学课的教学模式、评价模式尽量多元化。

实验室教学是一种常见的多元化的科学教育方式。它可以让青少年亲身参与观察，培养实验技能和动手能力，帮助学生更好地理解科学知识，充分利用实验室的设备和实验条件实现动手实践。但是实验室教学也有其局限性，如受到教师队伍的建设和培养等因素影响。

探究式学习是一种以学生为中心的教学方式，强调学生自主学习和发现知识的过程，同时培养学生的解决问题能力和批判性思维，提高学生的主动性和参与度。不过，探究式学习要求教师在学生指导和教学管理上投入更多的精力和时间。

虚拟实验是一种以计算机模拟和虚拟现实技术为基础的科学教育方式，是一种全新的教学模式。学生可以通过计算机模拟进行实验，获得与实验室实验相同的体验，还可以帮助学生更好地理解科学知识，提高学习效果。虚拟实验的局限性在于不能完全替代实际实验，在有些需要实际操作和观察的科学实验中，虚拟实验缺乏与实际实验相同的感官体验和真实感，会导致学生产生一种不真实感。

科学游戏和应用是一种基于游戏和应用程序的科学教育方式。它可以将科学知识、游戏和应用程序结合起来，让学生在应用科学知识和应用程序中学习和应用科学知识。在实践中，科学游戏和应用可能存于过度娱乐化的问题，这是需要注意的地方。

多元化的科学教育方式是未来科学教育发展的趋势，也是在实施“双减”政策背景下做好教育加法的必要措施。诚然，多元化教育方式或多或少存在一定局限性，但瑕不掩瑜，多元化的科学教育方式在提高学生的学习效果和兴趣、培养适应未来科技发展需要的人才方面值得期待。

(作者系中国科普作家协会科普教育专委会副秘书长、中国科普作家协会科幻创作研究基地副秘书长)

多元科学教育激发青少年创造力

□ 陈柳屹

科学，严酷而不解“风情”

□ 尹传红

科学文化学者姚昆仑先生又有新著推出，告我书名《湘西不神秘》，其中设了专章“神秘现象释疑”，叙谈湘西的神秘文化现象，诸如放蛊、悬棺、赶尸、巫傩、再生人，等等。我很好奇，对这样一些颇有历史渊源且诡异传奇的事情，作者是如何看待、又是怎样剖析的？那个“度”，不好把握啊。

索来书稿拜读，循着作者的视角和思路，一道去探寻那些现象背后的林林总总，真有豁然开朗之感。我特别赞赏作者在书中所持的观点和立场：有些谜，一直传得神乎其神，经过科学分析之后，便真相大白了；也有些谜，就人类现在的认知水平，暂且无从解释；而另一些谜，因为人们的好奇，在信息的传递中逐渐变形，成了子虚乌有的存在。科学就是这样严酷而不解“风情”，轻而易举就把一些“大师们”赖以骄傲的资本和神秘感撕得粉碎。

由此联想到很多。记得英国作家詹姆斯·希尔顿的名著《消失的地平线》里，主人公对他的同伴说过这样一句话：当我们都不要去探讨一些事物的缘由时，我们的所见所闻或许会有魅力。还记得曾有人批评科学，说科学的唯物论观点破坏了人们的想像空间。由于一切似乎都可以解释，甚至可以预测，反倒使得我们这个更加单调、沉闷了。

比如，科学家看不见星星的美丽——星星在他们眼里，仅仅是一堆聚集的气体原子而已。英国 19 世纪的著名诗人济慈也曾抱怨过自己的同胞牛顿，说他把彩虹所有的诗意都破坏了——彩虹在他眼里只不过是光谱的排列而已。所以，在一次文学家的聚会中，济慈于碰杯时提议：“让牛顿见鬼去吧”。尤为“可气”的是，科学家爱较真的秉性，将宇宙的种种迷人之处，如神祇、天使、星座的神奇魅力，也统统消除了。

哲学家似乎更会“上纲上线”，他们说：虽然科学给我们提供了世界的真相，但在这幅从大爆炸到基因的严整画面中，没有



湘西的傩戏面具。傩是古代驱疫降福、祈福禳灾、消灾纳吉的祭祀仪式。慢慢地，巫傩逐步溶入了杂技祈福、祭奠等内容，并与地方戏剧的内容融合。从本质上说，傩戏的前身是一种巫文化。图/姚昆仑

哪里适合容纳我们的欢愉和悲苦、我们的道德诉求与艺术理想。科学所揭示的宇宙，是一个没有目的、没有意义的宇宙。科学越进步，感情、道德、艺术就越发显得虚幻。

我想，对于上述这些“非难”科学的看法，美国物理学家、1965 年诺贝尔物理学奖获得者理查德·费曼一定会“回敬”一个费曼式的嘲笑。在拉尔夫·莱顿记录的费曼故事《科学家是怎样炼成的》一文中，费曼开篇即谈到，他不同意他的一位艺术家朋友对于花的观点。那位艺术家说：“你看，作为艺术家，我用欣赏的眼光看出一朵花儿有多美，可是你们科学家，用分析的方法把花儿剖开来看，就把它弄得索然无味了。”

就此，费曼评论道：尽管他的审美眼光可能没有那位艺术家那么精致，但一朵花儿的美他还是能够欣赏的。“与此同时，我从这朵花中所见到的东西，却要比他多得多。我能想像到其中的细胞，那些细胞里面复杂的运动也自有一种美。不光在厘米的尺度上

有美，在更小的尺度上或者内部的结构上，也同样有美。”

进而费曼讲道：花为了吸引昆虫来授粉而进化出色彩，这本身就是很有意思的事情——它意味着昆虫能够看到色彩。这又引出了另一个问题：这些较为低等的生命形式也有美感么？颜色为什么会引起美感呢？所有这些有趣的问题，表明科学知识只会增加你对花的兴味、神秘感，甚至敬畏。“我真的无法理解艺术家们的想法——科学知识怎么会有损于美呢？只会增进美！”

如果说，对待未知领域的不同态度是形成不同知识体系的基础，那么，科学对于我们的生活乃至人生的意义，又可以怎么看呢？

2005 年 9 月，美国一名正在攻读教育心理学博士学位的高中科学老师，给美国天体物理学家、科普作家尼尔·德格拉斯·泰森写了一封信，信中说，这学期他参加了一场现场辩论，主题是科学在研究中扮演的角色。

大家辩论的核心问题是：“科学追寻的到底是真理还是理解/意义？”他非常希望能够知晓泰森的看法。

这位钟情于科普的著名物理学家回答说：科学既可以追寻真理，也可以追求理解和意义，这三者并不矛盾，但科学的首要目标是有效地了解宇宙的运作机制，借助这些知识，对宇宙过去和未来的行为做出这些预测。有时候我们可以用计算机模拟程序代替实际的宇宙，去验证科学做出的预测。如果能够准确预测大自然的行为，那我们就觉得手头的工作已经圆满完成，可以转向下一个问题了。现代物理学的主要公式反映了宇宙的真谛和宇宙运作的主要机制，包括量子理论、相对论、演化论、热力学理论等。这些真理让我们得以理解万事万物的行为和和各种各样的现象。

然而，泰森又说，“意义”这个词很少应用于私人领域以外的地方。人们在讨论科学、科学方法和科学工具的时候，通常不会说它们有什么“意义”。但我们可以想象一种新的思维方式：利用科学来解决社会、政治和文化方面的问题。举个例子，如果你认为人类的生命是神圣的，那么毫无疑问，挽救和保存生命就应该成为我们决策时考虑的首要问题。如果假期和家庭生活能增加生命的意义，你就该利用科学的方法和工具做出决策，尽量扩大这些有利因素在生命中的占比。

这是我所看到的有关科学与人生问题的一个绝妙答案。它不禁又让我联想到费曼曾谈及的科学另一价值——趣味，也叫做心智的享受。费曼说，倘若社会的目标就是要人们能够享受自己所做的事情，那么，科学带来的享受就会像别的事情一样重要。



科学随想