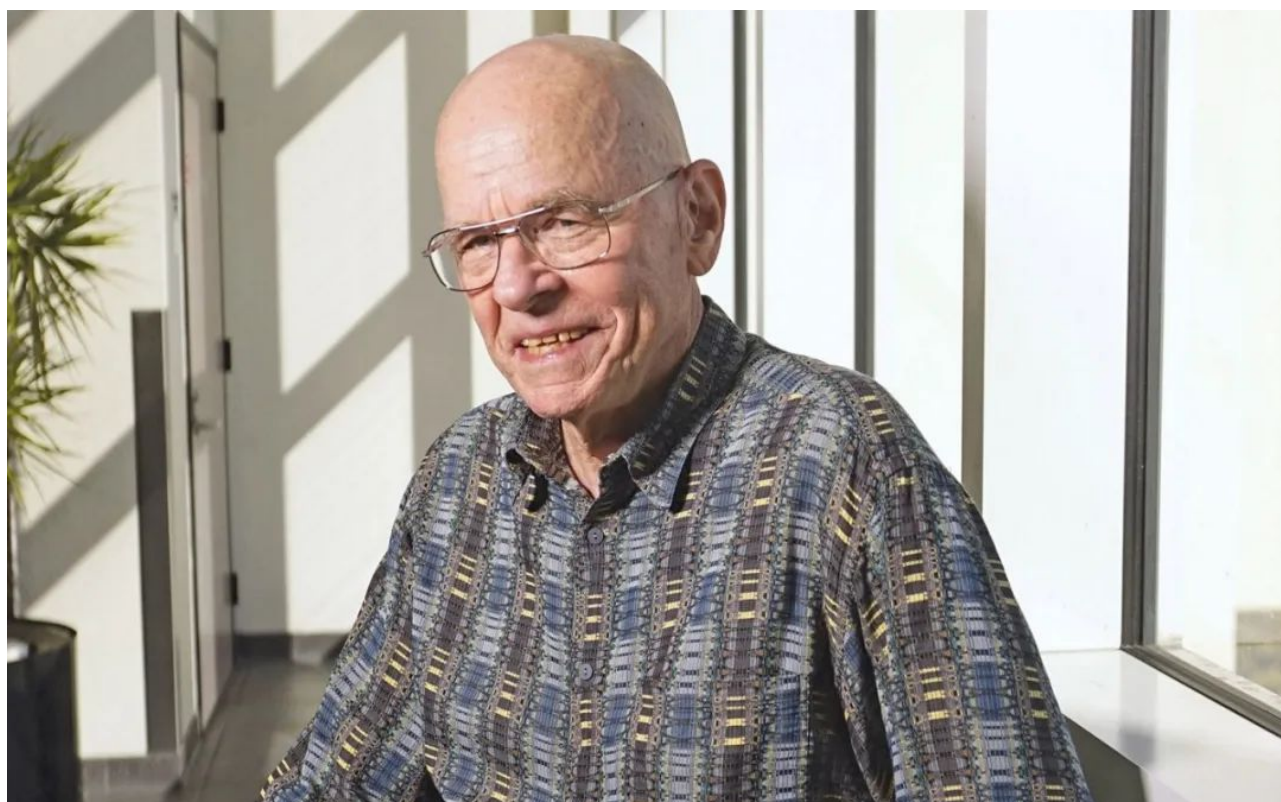

诺贝尔奖得主沙普利斯自述数十年科研最精华总结

作者：李翰政 董佳家 来源：知识分子

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/topnews/20391.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！



2022年诺贝尔化学奖得主沙普利斯 | 图源：acs.org.

诺贝尔奖得主沙普利斯自述数十年科研最精华总结

。美国化学家卡尔·巴里·沙普利斯分别于2001年与2022年两次获得诺贝尔化学奖。2008年11月，沙普利斯在中国天津大学的 Honeywell Nobel Lecture(霍尼韦尔—诺贝尔获奖者讲座系列)上作了一场演讲。报告的题目是：“How to find something new”(如何发现新事物)。

他一生做过很多重要的演讲，但这场演讲可说是其中最特殊的一次。沙普利斯曾说这是自己数十年科研工作中最精华的一次总结和自述，但这场汇报并不是关于化学，而是关于科研方法和他自己关于科研创新的思考。为给读者分享这场富于启发的演讲，《知识分子》获授权转载，略有删改。

如何发现新事物.

经常有人问我,“您如何找到新的反应?您是从哪里得到那些新的想法的?”我认为一位优秀的科学家必须非常热情且充满好奇。同时,他若想成功,野心也必不可少。然而,科学家的种类很多。诺贝尔生理学或医学奖得主彼得·梅达瓦爵士曾说:“科学家中有收藏家、分类者和强迫症患者。从性格上讲,他们之间许多是侦探,许多是探险家;有些是艺术家,有些则是工匠。”

图1 彼得·梅达瓦爵士,因对免疫学所做的杰出贡献而获得1960年诺贝尔生理学或医学奖.

我基本上是一位探险家。即使探索未知的能力并不是与生俱来的,但我相信各种性格的科学家都可以学习去探索。我想帮助在座各位变得更有创造力,在科学发现过程中能有更多的机遇,并且也许能体会到科学发现带来的那种激动人心的感受。

如果你想发现新事物,
千里之行的第一步就是要学会与不确定性共存,并学会接受失败如常,因为寻找未知事物的风险就像成为一名从不系安全绳的高空杂技演员一样大
。并不能保证何时、甚至是否一定有新发现,也没有任何可能预测你所找到的新事物是否就是你希望寻找的。根据新事物的定义,在已知范围内推理出真正的新事物是不可能的,因此你必须踏上通往未知之路。

我的性格使我乐观拥抱不确定性。实际上，我在斯坦福大学研究生院毕业后额外做了几年(相当于三个博士学位论文工作量的)研究，因为我热爱完全的自由——只需在实验室中开反应或在图书馆中进行研究，除此之外没有文书工作、授课或撰写研究基金的职责。在做化学反应的闲暇时，我喜欢与其他化学家在黑板上进行

“粉笔交谈”。我从不担心个人的安全感或未来将给我带来什么。

我的博士导师范塔梅伦(E.E. van Tamelen)是他这一代中最具创造力的化学家之一，他所想的都是化学中的重要问题，同时这些科学问题往往也是最难的，因此和他共事更使我乐观拥抱不确定性。当你踏入未知世界时，就无法保证一定能成功，所谓的失败才是永恒的伴侣。我很幸运，范塔梅伦教授给了我们很大的自由——他并未就我实验室的工作制定明确的方向。这有助于我获得独立性，增强信心和成熟度。

当我在实验台上工作时，我的大多数反应都行不通，但我从来没有将它们视为失败。我行不通的想法总会给我带来关于下一步尝试的更多想法。因此，我的词典里没有“失败”这个概念。从1920年到1947年，查尔斯·凯特林曾担任全球最大的公司之一——通用汽车的研发总裁(他被誉为创新之父)，我非常赞同他的观点：“明智地失败”

是一个很棒的概念。你们都需要学习如何明智地失败。

凯特林说，一位发明家“尝试后可能会失败上千次。”而根据我的经验，失败的数量更接近上万次。对于新的发现来说，失败才是真正的通向成功之路，我认为对你们在坐的大多数人来说，听到这个道理真是一个很大的意外！一定不能将失败视为浪费时间。我亲身的经历和汉弗莱·戴维爵士的经历相近：“我的失败启发了我最重要的发现。”

迎接SERENDIPITY(意外发现)的到来。

当理解了SERENDIPITY(意外发现)在发现新事物中所起的特殊作用后，失败转变为成功是不矛盾的。Serendipity通常指的是在寻找完全不同的事物时的偶然幸运发现。寻找新事物永远不可能是一个理性的过程。

真正的新事物是未知的——根据定义，未知事物不可能被描述或被预测。因此，意外发现在科学发现中无处不在。例如，开普勒对椭圆形行星轨道的证明源于他对酒桶的面积和体积进行测量的尝试。同样地，几乎当今所有最有价值的化学过程的发现都有意外的因素。实际上，现代化学工业的诞生完全是出于意外的发现。

1856年，珀金(Perkins)还是一名18岁的学生，他正在试图合成奎宁。他的反应失败了，这在实验室中稀松平常，他最后在烧瓶底部得到了一块令人不悦的黑色固体残渣。在清洗烧瓶时，他发现该固体残渣中含有一种可溶于乙醇的紫色化合物。珀金对这个奇怪而完全出乎意料的结果进行了跟踪，他发现该化合物可以用于给纺织纤维染色。他为新染料申请了专利，并创建了自己的染料工厂。通过纯粹的意外发现，珀金发现了第一种苯胺煤焦油染料。正是通过抓住这个意外发现的机会，珀金才成为现代化学工业的奠基人。

意外发现的例子几乎是无止境的：哥伦布在寻找东印度群岛时偶然发现了美洲大陆。聚丙烯的偶然发现将石油带进了我们所生活的世界。特氟龙、青霉素、化学疗法、X射线、巴氏涂片、疫苗接种、牛顿万有引力定律、安全玻璃、人造甜味剂、硫化橡胶、宇宙大爆炸理论、橡皮泥、冰棒、可口可乐、DNA的发现，甚至是电话——它们都是在人们寻找其他事物时偶然发现的。许多常见的药物在创制初期的目的都是用来治疗不同的疾病：一种治疗心绞痛的候选药物由于其显著

的副作用——后来被称为“伟哥”，而被人们更加熟知！

很遗憾的是，“serendipity”被选为英语翻译中最困难的十个单词之一。我希望它能被很好地译成中文，因为其几乎所有的科学发现都欠她(serendipity)一个巨大的人情。如果你想有新发现，则必须积极主动地开门邀请serendipity进入。

我认为有一个人将这件事描述得最好。1854年，路易斯·巴斯德曾写下他的名言：在观察所及的领域内，机会只青睐有准备的头脑。也许你知道英国著名小说家简·奥斯丁。她一生从未离家，从未结婚，也从未外出旅行，但她的小说《傲慢与偏见》却最为出名，其揭示了对人性的深刻理解，她是一个真正的天才。鲜为人知的是一位来自马萨诸塞州的名叫艾米丽·狄金森的隐居年轻女士，她和沃尔特·惠特曼被认为是19世纪最伟大的美国诗人。

图2 路易斯·巴斯德，1854.

简·奥斯丁的天才之处在于对人性的理解。艾米莉·狄金森的天才之处在于她可以理解人类创造力和发现的本质。我个人认为，在这方面，没人能比她描述得更加精妙。她诗中的这些句子很好地表达了意外发现在生活以及科学中的作用：

幸运与勇者为友。

幸运不是偶然,而是辛劳;

幸运之神昂贵的微笑是靠辛劳赢得的。

不知何时黎明会来，我打开了所有的门。

希望意味着时刻为尚未出生的事物做好准备。

称其为意外发现、好运、机会或运气吧。如果你想发现新事物，请遵循它。放弃你固执的计划，欢迎好运上门吧。

我有时会说，如果你想被汽车撞到，请站在高速公路的中间。我毕生的“站在高速公路中间”的研究方法很早就开始使用了。在我读研究生时，曾在研讨会上听过一次来自加州理工的乔治·哈蒙德(George Hammond)教授的演讲。他是一个真正的特立独行者，他所说的内容在当时的被视为异端，因为在那时，有机化学的主要研究目标是合成复杂的天然产物及相关类似物。

哈蒙德教授那时说的是：“关注过程，而不是产品。”他的话引发了我的共鸣，就像一场宗教转变。尽管实际上他的观点与当时有机化学的惯例相反，但他所说的却是非常合理的。虽然现在我知道，那时的我在违背当年有机化学的“圣律”，但当时我并没有这样想。我偏离了公认的常识，并正在解放思想。

他后来写道：“合成最根本和最持久的目标并不是合成新的化合物，而是合成新的功能。”生产意味着过程。此外，若想在化学中找到新的东西，那么我相信研究过程仍然是最好的选择。这条古老的建议至今仍然成立——找到过程之中漏洞并将它们填补。

治好你的“瘟疫”。

想象每个人都患有“瘟疫”，而“瘟疫”

有很多不同的病因和症状。继续想象每个人都没有意识到他们有任何症状，因为人们即使在患“瘟疫”时也能继续过正常的生活。实际上，“正常”意味着患有“瘟疫”！还要想象一下，当有人发现其症状时，他对医生说：“我觉得我病了”，而所有的医生都说：“不，你很正常，你没得病。”这才是问题所在：大多数医生都不知道“瘟疫”的存在；一些医生只是听说过“瘟疫”，但并不相信它真正存在，因为在医学院上课时，没人教过他们这类

“瘟疫”。一些医生确实了解

“瘟疫”，但他们的同事们像对待疯子一样对待他们，因此这些医生的观点无法发表出来。

他们的观点为什么不能发表？因为管理医学期刊和控制政府研究资金的那些非常有能力的医生要么不相信，要么，更糟的是，尽管他们知道“瘟疫”

的存在，但承认他们所知道的会损害其利益。对我而言，“瘟疫”是扼杀创造力、发现和科学进步的所有精神障碍的隐喻。创造性思维的最大障碍是我们随身携带的所有没有被意识到的思维上的包袱。我们都非常、非常容易被欺骗。

大家请看这张图片。

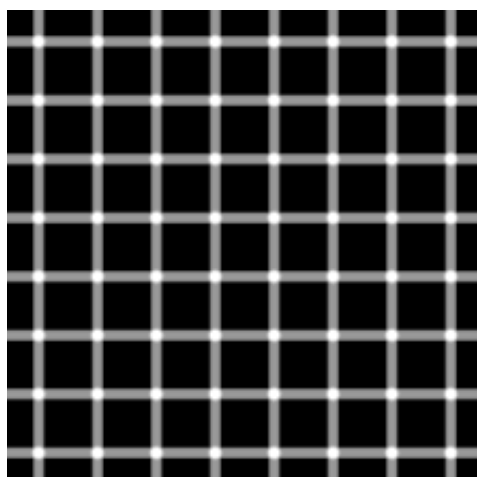


图3.

你们能看到方格相交处的所有小灰点吗?它们似乎四处移动。我可以看到它们——你们可以吗?现在只关注其中一个交点，专注于一个小灰点。它还在吗?不，当然不在，因为所有这些小灰点都是视觉错觉，方格之间并没有任何东西。你们可以从中获得很多乐趣——只需在Web浏览器中输入“VISUAL ILLUSIONS(视觉错觉)”，就可以找到成百上千个例子。

看到被欺骗是多么容易了吗?这一直在你身上发生。视觉错觉是一种生理现象。我们的大脑为我们做出了无意识的预设，但它们并非总是正确的。这些预设中有很多是你们已经学到的，但也有很多使你们本来容易的生活变得更加困难。

我愿重申：创造性思维的最大障碍是我们随身携带的所有没有被意识到的思维上的包袱。我称其为“瘟疫”。期望、傲慢、偏颇、恐惧、幻觉、妄想、神话、偏见、圣律、政治、资助、非理性的忠诚(其中最糟糕的是父母的爱——最不理性地对你的想法照单全收).....我可以继续列举下去。这些就是“瘟疫”的病因。如果你想痊愈，就必须靠自己——这不是在课堂上能教的。

理查德·费曼是诺贝尔物理学奖得主，也是我最伟大的英雄之一，他曾说：“首要原则是，切勿自欺欺人——而你自己是最容易被欺骗的人。”

他还说过：“我很聪明，因为我知道我自己很傻。”我强烈建议你们阅读费曼的自传和传记。我想你们会看到费曼的童年，尤其是他与父亲的关系如何赋予他如此清晰的洞见力，而不是像我们大多数人一样通过犯错而习得。

当他们散步时，他的父亲会指向一只鸟，二人一同观察。此外他的父亲会告诉年轻的理查德关于这只鸟他所知道的一切。费曼后来写道：你可以用世界上所有的语言描述这只鸟的名字，但除此之外你还是对它几乎一无所知.....所以让我们观察一下这只鸟在做什么——这才是有价值的。

我很早就学到了知道某物的名称和真正知道某物的区别。如果你是一名科学家，就有可能落入有很多错误的陷阱。文献可能是错误的。一门学科衰败而另一门学科兴起带来了心理上的障碍。当前研究的“时尚”可能是基金驱动、个人崇拜甚至是期刊编辑偏见的结果。这才是我想知道的事情：有机化学专注于一件事(复杂合成)已经50多年了，但那些我们日常使用中的最重要化学反应均在此之前就被发现了。这传递出什么信息?有机化学和穿着5英寸高跟鞋的女性是否都可能是“时尚”的受害者?

不希望其他同事认为你很愚蠢，这可能是创造性思考的最大障碍。这就是我所谓的“第一步”的必然结果，即学会如何与不确定性共存。如果你不能承认自己错了，或者过分在意别人对你的看法，那么就无法发挥创造力。即使当你缺乏同事的充分尊重时，也必须继续相信自己和你的目标。你必须要在你自己想做什么和其他人认为你应该做什么之间进行选择。但是，如果你想成为一名探险家，你将不会孤单——的确有人愿意遵循发现之路，也的确有真正的榜样可以为你提供支持和指导。

除了范塔梅伦教授，我最杰出的榜样是斯坦福大学的亨利·陶布(Henry Taube)，吉姆·科尔曼(Jim Collman)和比尔·约翰逊(Bill Johnson)、帝国理工的德里克·巴顿(Derek Barton)、哥伦比亚大学的吉尔伯特·斯托克(Gilbert Stork)、瑞士联邦理工的阿尔伯特·埃申莫瑟(Albert Eschenmoser)和加州大学洛杉矶分校的索尔·温斯坦(Saul Winstein)。当我还是一个年轻的科学家时，我就认识了他们，从与他们的交流中学到了很多。

陶布和巴顿教授后来都成为诺贝尔奖得主，我希望我的列表上还会有更多的诺贝尔奖得主。这些科学家的整个职业生涯都以思维广度和重要的科学发现为特征。因此，要成为一名探索者，就需要寻找好的导师和志同道合的当代人，并学会在没有主流支持的情况下进行研究。

复杂不是美德。

科学家们最难以摆脱的狂热之一是复杂性崇拜。因其研究方向的高智力需求而给人留下深刻印象的科学研究本身，并不是一种美德。真正的问题是，已完成的哪些工作才具有真正的价值？

国际象棋天才乔治·斯坦纳曾说，“将大量的，难以被理解的智力天赋和努力集中在一个最终微不足道的人类事业上。”恐怕我们许多所谓的一流科学家都有超常的智力天赋，但他们把它浪费在“最终微不足道的人类事业”上。

人——包括科学家在内，不理性地抗拒改变。我们都抗拒改变——始终跟随主流很容易。但掉头开创你自己与众不同的研究领域却需要付出真正的努力。整个系统都在抗拒改变——资助机构不想资助风险大的研究；一群科学家创建了永存的科研帝国体系。正如彼得·梅达瓦爵士所说：“人脑对待一个新想法的方式就像身体对待一种陌生蛋白质一样：拒绝它。”要成为发现者，我们必须能够在情况发生变化时改变计划。

我曾经使我的课题组陷入疯狂，因为我的研究情况经常改变！如果小组成员中做出一个非常有趣的结果，我可能会在24小时内让每个人都放下他们现有的课题，转入这一新的研究方向。当新的研究线索崩溃时，当然，因为大多数情况下这些线索确实崩溃了，每个人都可能会在几天内再次改变他们的课题，要么是继续研究已经发现的新机会，要么是回到之前的课题。

我并不是说这是管理课题组的好方法——并不是！但这是覆盖新科学领域的最快方法。我之所以能够成功，是因为我的团队成员历来都是顽强的。他们中最优秀的人就像我一样，对出色的科学本身感到兴奋，这种追求胜过发表文章或找工作的确定性。祝福他们！

彼得爵士再次一语中的：“我无法给任何年龄的科学家提供比这更好的建议：关于一个假设成立的信念的强烈程度与该假设事实上是否真的成立毫无关系。”如何应对我们认为我们所

“知道的”是正确的这一错觉?如果你是化学家，则意味着你必须花时间将反应一直追溯到所做的假设链的起源。这很枯燥，但有必要。

我知道我曾经在发表的文章中仅犯过一次真正的错误，这是由于结构上的错误所致。我和我的同事们接受了文献中某结构的绝对构型，但它是错的，我们本应该检查一下。在实验室中的后续工作中发现了该错误后，我们立即发布了撤稿声明。我经常看到结构的错误，但我很少看到有人撤稿。

作为科学家，如果你发现结果中有任何可疑之处，则必须通过重复实验，将假设一直追溯到其起源。这很枯燥，就像在金字塔的底部工作一样。但是，这是成为一位优秀的科学家所必需的素质。我认识一人，因为相信文献中的某些错误而毁了他的事业。这破坏了他研究的准确性，并使他失去了其天赋配得上的职务。

了解极限

了解极限，必须假定自己会被误解。我解决该问题的方法不是将所发现的成果立即发表，而是在证明了该反应真正的可靠之处后再等待发表。之后，我可以提供一个完整的指南以说明如何进行反应。我尝试将反应覆盖至所有明显的潜在应用。我试图找到该反应效用的极限所在并将其发表出来。

然而，一次又一次，我会看到一些文章抱怨我的反应没有得到预期的结果。我知道我的文章一开始就提供了正确的信息，若正确阅读可防止糟糕的结果和时间的浪费。然而，正如卡尔·波普尔所说：“不可能以不被误解的某种方式表达观点。”发表的文章过多，但实际价值却提得太少，以至于发表的文章中许多内容根本没用。在发现反应真正可靠之前，很少有科学家会将发现视为追求。在当今的化学领域，大多数作者甚至都不承认他们的主张与已发表文献中的主张类似，更不用说进行比较了。这要么是自欺欺人，要么是不那么道德的自我推销。

需要知道的是，从何时开始，你错过的将不再重要。需要记住的是，唯一重要的事就是你发现的。在发现的过程中，速度就是一切。请记住，在找到重要的结果之前，会有成千上万次的失败。当我的组员不知道何时停止时，看到他们把时间浪费了真的很令我沮丧。

思维定势的人很难学习两件事：首先，只要知道发生了什么就立即继续前进——过分关注没有意义的细节耗时费力而且是完全没有必要。其次，当你的“病人”(研究对象，假设等)死亡时停止。处理掉“尸体”，不要费心解剖尸体。以后总有机会复活。其实可以发现的东西非常非常多，只是我们的时间不够用。

我同意美国19世纪伟大小说《白鲸》的作者赫尔曼·麦尔维尔在书中所写：“在某些事业中，谨慎的无序才是真正的方法。”“谨慎的无序”难道不是一个好主意吗？

科学研究的方法并不科学，因此不要证明，而是证伪。你曾经学过的但需要忘记的最明显例子是所谓的“科学方法”。科学的方法是提出一个假设，然后证明它。实际上，优秀的科学家应该始终在脑海中有多个可行的平行假设，其目的是证伪它们。每当我在实验室中取得好结果时，我就下意识地认为哪里出了问题。还记得阿尔弗雷德·诺贝尔所说的话吗？“如果我有上千个想法，而最终只有一个想法是好的，我就心满意足了。”

实际上，试验的结果越令人兴奋，它们出错的可能性就越高。

我之前提过的斯坦福导师亨利·陶比在开研讨会时总会坐在前排。我记得他经常对当天的演讲者说：“这让我感到担心，结果太好了倒不像是真的——大自然并没有那么精明。”尝试扼杀好的结果，尝试把它们弄成碎片。在推进至下一步之前，请尽可能去证伪。戴维·里斯曼曾说：“关注那些所有看似真实的句子并质疑它们。”

康拉德·洛伦茨曾说：科学中的真理可以定义为能够为通往下一个更好的理论开辟通道的最适合假说。对于科学家来说，每天早餐前放弃自己喜欢的假设是一项很好的锻炼，这使他们的思想保持年轻。伟大的卡尔·波普尔也完美地诠释了这一点：“好的实验会扼杀有缺陷的理论；但我们的思想仍然活跃，可以再次猜测。”波普尔还说过：“每当一个理论在你看来是唯一可能的解释的时候，就把它当作一个征兆：说明你既不理解该理论，也没有理解你打算解决的问题。”

不要爱上你自己的理论.

别爱上你自己的理论。你自己的理论就像你的孩子，你爱他们就像父母爱孩子一样——你倾向于忽视缺点，放大优点。此外，你最不想发生的事就是你孩子的离世。

1890年，美国地质学家张伯伦在《科学》杂志上发表了一篇文章，提出了一种解决这种自我欺骗的方法：多重假说研究法。每个科研人员都应该学习这种方法。多重工作假说不仅让你保持诚实，而且也是一种实用的发现技巧。

物理学家马克斯·波恩对这个问题有强烈的感情：“相信世界上只有一个真理，然后自己拥有它，是世界上一切邪恶的根源。”《美国独立宣言》的起草者、美国第三任总统托马斯·杰弗逊曾说：“当一个人形成一个理论的时候，他的想象力看到的每一件事都只能够符合这个理论。”梅达瓦的话一如既往地正确：“那些作者之所以为自己的不诚实找借口，只是因为他们在欺骗他人之前，他已经费尽心思欺骗了自己。”

变得更有创造力.

有没有可能使自己更有创造力?毫无疑问，可以!

创造力和大脑功能障碍有明显的联系，如阅读障碍、注意力缺陷障碍、自闭症、亚斯普杰氏症候群(注：常发生在小学低年级学生中的精神紊乱，症状为社交能力差和重复性的行为模式)、抑郁症等。似乎创造力往往是由于其存在心理缺陷，或与有心理缺陷家庭成员一起成长的结果。不能快速给出正确答案的孩子正探索其他解决问题的途径。或者也许问题没有得到解决，但许多看待问题的新方法正被研究。

因此，创造力更多的是关于过程而不是结果。它是严格确定性的对立面，是连接两点之间的最短线。因为我相信创造力更多的是由经验积累的，而不是与生俱来的，所以我相信你们可以变得更有创造力。多年来，这在我的研究小组屡见不鲜。我的一个学生把它描述为“学习如何奇思妙想”。

要学会拥有创造力，就必须灵活变通，忘记你知道的那么多知识，并使你的大脑忘记如何连点成线，练习跳出框架思考，把每一个问题都看得好像你从来没有见过之前类似的问题一样。有书籍可以指导你完成这个过程，但最简单的学习方法是与有创造力的人一起工作，并与他们交谈、交谈、再交谈。

以下是我最喜欢的一些关于创造力的名言。我最喜欢的诗人，艾米丽·狄金森曾说：“倾诉实情，然有侧重。”罗伯特·奥本海默曾说：“有些孩子在街上玩耍，他们可以帮我解决物理上的一些大问题，因为他们有我很久以前失去的感知模式。”小说家雷蒙德·钱德勒曾说：“理性越多，创造越少。”

阿尔伯特·森特—吉奥吉，发现维生素C的生物化学家曾说：“发现包括和其他人观察一样的事情，想着不一样的答案。”

弗里德里希·尼采曾说：“一个人必须达到迷醉的顶峰，才能催生他善舞者的本能。”

“许多人只是因为记忆力太好而不能成为一个有创造力的思想家。”

剧作家、哲学家乔治·萧伯纳曾说：“世人所说的独创性只不过是一种不正常的“挠痒”

办法。”埃里克·弗罗姆曾说：“创造力需要勇气去放弃确定性。”最后，弗里德里希·冯·

席勒曾说：“如果智力在灵感涌现时过于仔细地检查，就会阻碍大脑的创造性工作。”

席勒在这里谈到了创造力和直觉之间的微妙关系。

直觉是一个真实的现象！我不知道它是否可以被传授，但你可以尝试学会接受直觉的洞察力。直觉被定义为在不使用理性过程的情况下产生认识或感知的行为或能力。描述它的其他方法是直觉、有根据地猜测、凭直觉行事和跳跃性思维。

当前的研究表明，直觉是一种非语言或超语言思维。但这是科学家们嘲笑的品质，因为这既不是一个理性过程，又不是可以被衡量的品质，例如学校的表现或智商。有人说我很有直觉，这其实同时明显地在暗示我并不像他那么聪明。但是爱因斯坦说：“直觉是上天的恩赐，理性只是它那忠实的仆人。然而我们营造的社会，却把荣耀赠给了仆人，遗忘了那最可宝贵的恩赐。”

2001年的一课。

我相信自己的直觉，2001年的其他诺贝尔奖得主也是如此。

奈保尔曾说：“我相信凭直觉就能找到这些主题，我只凭直觉写作。当刚有想法时我仅有一个大致的轮廓。但我几年后才能完全理解自己当时的作品。”将脑袋直接放在淋浴器下洗个长澡是我获得直觉的最好时机之一。我的潜意识会(常常是转瞬即逝)揭示出我多年来一直在思考的事物的令人兴奋的新直觉。

图4 奈保尔，2001年诺贝尔文学奖得主。

基因学家芭芭拉·麦克林托克是一位富有直觉的思想家。她的理论首先被拒绝，然后被认为是争议的，但最终被普遍接受了。她无法向同事证明自己的理论，因为该过程是直觉的——潜意识的，不可能翻译成口头语言。在她的工作得以合理的、理性的解释之前，其他科学家花了数十年的时间去证实她的理论。麦克林托克将其描述为一种“对生命体的感觉”。

我妻子告诉我，当我们第一次见面时，当我还是一名研究生时，我告诉她我可以像一个分子一样思考。我记不得了，所以我不知道当时我是在开玩笑还是真的有这种感觉！

威廉·詹姆斯的观察尤其适用于科学发现：

每个发现都要经历三个阶段：当它首次公布时，人们认为这是不正确的。不久之后，当事实如此明显以至于他们无法再否认时，他们认为这并不重要。此后，如果它的重要性变得足够明显，他们会说，无论如何，这不是新的发现。

马克思·普朗克持类似观点：“

一个新的科学真理并不是说服反对者并让他们看到光明而胜利，而是因为反对者最终逝去了，而新一代的人却熟知新的真理。”

抗拒新事物，抗拒改变——为什么“正常”人这么难接受它们？

直觉是最难理解的心理过程，因为它不能用语言表达。史蒂芬·霍金所说的“填补中间步骤”并不容易。就我而言，我给研究团队的任务通常是填补已知化学和我的直觉之间缺少的东西。还记得奈保尔所描述的，有时他需要多少年才能理解自己的作品？潜意识是惊人的，似乎创造力的开关总是打开的！

图5 史蒂芬·霍金，英国物理学家。

我已经描述了一些发现所需的技能，接下来是我个人最爱的一些研究技巧。

寻找异常.

没有什么比异常更令人兴奋了!在你们的研究和文献中寻找那些你意想不到的东西—这些文献可以追溯到19世纪!在我的整个职业生涯中—我现在仍然在做—我一直在寻找意外的化学反应性带来的启示。当我阅读文献中的研究论文并了解反应条件时，我期望看到一系列的最终产物化学结构。当文章中出现的结构与我脑海中的结构之间存在差异时，我发现的触角开始振动!该结构实际上可以是任何类型的化合物—聚合物、脂质、蛋白质、糖、酶—随便啥—我对结果应该是什么有一种感觉。

开拓性的遗传学家阿尔弗雷德·斯特蒂文特于1913年构建了第一个染色体遗传图谱。他饲养了果蝇，并记录了每一代的特征，他寻找的是其中的异常情况。染色体异常正是斯特蒂文特发展其理论的线索。你们都知道斯蒂芬·金是谁，不是吗?知道的举手?他的那些令人毛骨悚然的恐怖小说已售出超过3.5亿册。有人曾经问他做过噩梦吗，他说：“不!我把噩梦都留给你们。”

几年之前，我才意识到自己在做什么，我最有效的发现技巧一直是在那些所谓的黑暗，可怕的地方寻找新的化学反应性。在这里，你们会发现新的领域和充足的可探索的空间。我花了数十年的时间利用其他科学家的害怕和恐惧——这其中许多是不科学或是基于误解的。我把别人的恐惧症变成了自己的发现。

我需要兴奋.

我想走这条路是因为，小时候，我喜欢惊讶，喜欢震惊，也喜欢惊恐的感觉。当我长大后，化学实验室是我唯一仍能得到小时候喜欢的那种快感的地方。化学的优点在于其无限的可能性和惊喜。人们经常问：“如此惊奇的发现难道不会令你感到兴奋吗?”

不，那不是我。我昨天所做的一切今天都将消逝。我一直在寻找下一件事。我把很多恐惧症变成了自己的机会。

在麻省理工学院担任助理教授仅两年后，我就凭借硒化学的研究发现而享誉国际。由于之前科学

界对硒毒性存在广泛的误解，该领域现已广为开放。对我来说，这就像走过一块遍地是宝石的田野，然后顺手捡起那些而已。

对于硒(硫-SuFEx)、过氧(环氧化)、水(on water)、钼(双羟化)、叠氮(CuAAC)、肼、氮杂环丙烷、端炔的恐惧症——而我正是从它们中收获颇丰!几十年来，当我的研究系统性地漫游元素周期表时，我几乎甚至没有碰到竞争者，因为其他人都不愿意研究这些。

简单就是更好，所以请遵循KISS原则：KISS是KEEP IT SHORT & SIMPLE(大道至简)的缩写。一般而言，广泛而有用的过程相当简单。从经济角度讲，随着成本下降，有用性上升。那么，当简单性通常具有更高的实用价值时，变得复杂有什么好处?凯文·凯利(Kevin Kelly)是我的精神导师，他的《失控》(out of control)对我来说就像一本圣经。科学家花了太多的时间来试图理解那些虚弱的人类思维根本难以理解的复杂体系。凯利说：“这有效，你还担心什么呢?”是人生最深的哲学。复杂性只能从已经可用的简单体系中产生，我们只能从愚蠢的事情中学到聪明的东西。记住“KISS”原则，“大道至简”。

有太多的东西等待我们去发现。当找寻简单的事物同样容易，而且更加有用时，为什么要寻找复杂的事物呢?阿尔伯特·爱因斯坦曾说，一切都应该极简，直到不能更简。雷奥纳多·达芬奇说，简单是终极的复杂。

放手去做!最重要的同时也是最难教会我的研究小组成员的发现技巧是：放手去做!

通常，所谓那些“最聪明”

的学生(就读最好的大学并获得最高成绩的本科生)在进行探索性发现研究方面最困难。我会说“尝试一下这个”，他们会给我一百万个为什么我要求他们做的事情行不通的理由。当他们花时间说服自己为什么我要他们做的事情行不通时，如果使用同样的时间去尝试，可能已经够开上一百个反应。

我比大多数化学家成功的原因，换句话说，我比大多数化学家有更多发现的原因是，我什么都愿意尝试!因此，最重要的是进入实验室并放手去做!有句中国谚语概括了这一切：耍嘴皮子不能把饭煮熟。

放手去做!

你做的试验越多，尝试的事情越多，那么你就更可能有更好的想法了。这在莱纳斯·鲍林身上应验，他获得了两次诺贝尔奖。我的导师和榜样之一德里克·巴顿是一位非常苛刻的研究主管，他希望他的小组成员每天整天(直到深夜)都在实验室里。他说“从未听说过一个学生因过度劳累而死”。当然，这是事实：工作越努力，你在实验室中投入的时间越多，可以进行的试验越多，就会发现更多。

在结束我的演讲之前，我将为你们提供最后的建议，这来自有史以来西方最伟大的探险家、发现家之一，“奋进”

号船长詹姆斯·库克：“如果你打算开展发现之旅，请选择一艘吃水浅的快船。”速度，灵活性，机动性——这是开始进行发现时的基本特征。对于你们自己进入未知世界的旅程，请选择一种灵活，快速的小船，并始终将所有窗户打开，使意外发现涌入。

祝你们好运!

更多 科研头条 请访问 <https://www.iikx.com/news/topnews/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发