

没几年就退休的陈涌海，近来越发忙碌了。作为中国科学院半导体研究所研究员、中国科学院大学岗位教授，他的主阵地依旧是科研和课堂。他总能用简洁易懂的语言将半导体材料的光学性质讲透。

话少、严谨、理性，一个典型的理工科博导，是大家对他的初印象。

然而，聚光灯下，陈涌海却有另一副模样：皮衣、牛仔裤、扎着小辫子，抱着一把吉他，用低沉的嗓音嘶吼着歌唱。他发行了不少音乐作品，曾因一时兴起的弹唱《将进酒》而意外走红，还在歌手

跨界的“虫草专家”

写书的几年里，陈涌海近视度数加深了不少。他是个较真的人。

2015 年，一次偶然，陈涌海在《时间之口》中读到，“它的大小和光亮像是一滴眼泪……它在图书馆的幽暗中度过一生”。只此一句，便勾起了他的好奇：这种名叫“衣鱼”的生物到底是什么？

他的探索之路由此开启。

衣鱼，又名蠹、蠹鱼，它还有另外一个名字——书虫。得名的原因是它“嗜书如命”，喜爱啃噬书籍，因此也常被视作书店、图书馆的头号虫害。

查阅资料的过程中，陈涌海发现，关于蠹鱼，人们更关心的显然是书籍防蛀的内容，而它的习性、蛀痕，如何在书籍中“穿墙打洞”，怎样确定运动方向等问题却鲜少有人研究。

乍一看，蠹鱼的蛀痕和书法的结构很像。从科学角度看，蠹鱼银白色的外观和我研究的光学领域密切相关。”带着这些思考，陈涌海好像也变成了蠹鱼，一头钻进书里，寻找答案。

然而，关于蠹鱼的资料太过分散，有的模棱两可，有的自相矛盾。他东拼西凑，却依旧有很多疑惑。后来，他心里闪过一个念头：要不写一本关于蠹鱼的书？

2016 年春节，陈涌海仍然兴致盎然，决定试一试。然而，从物理学跨界到博物学，不是件容易事。一个个难题接踵而至，率先摆在他面前的就是寻找蠹鱼。“很多藏书家都没见过蠹鱼。”陈涌海本打算喂养一些蠹鱼，以便观察和研究，但图书馆、旧书摊都找不到它的踪迹。难道蠹鱼消失在书里了？

幸好，陈涌海的朋友们在家乡的老房子里找到三四只蠹鱼给他，虽然数量太少，很快就养死了，但还是给了陈涌海不少启发。

在《寻蠹记》的创作中，陈涌海又萌生了新的好奇：给书籍辟蠹的芸草，长什么样子？尽管芸、芸香、芸草等词汇大量出现于古诗词中，但其真容却少有记载。“没人知道芸草是什么样的植物，有什么样的花叶。”陈涌海在《寻芸记》中写道。

于是，陈涌海利用业余时间踏上了实地调研的路程。宁波天一阁、杭州西溪湿地、黄山市灵山村……哪里有芸草的记载，他就去哪里。从对“芸”的字源考据到文献搜集对比，再到实地调研，陈涌海总是带着问题出发，极力追求知识和答案。

“觉得什么有兴趣就大胆去做。”陈涌海告诉记者，“只要你钻得足够深、足够广，很小的事物也可以挖掘出有趣的东西和学问。”

“不称职”的音乐人

陈涌海还有另一个身份——“摇滚博导”。

2011 年，陈涌海在书法家钱绍武家中做客时，抱着吉他，用摇滚的方式唱起了李白的《将进酒》。“君不见，黄河之水天上来……”豪迈的诗词配上粗犷的嗓音，颇有古人击缶而歌的气质。这一幕被在场者拍下后上传至网络，点击量迅速突破千万。

陈涌海就这样被猝不及防地推到聚光灯下。

窦唯专辑的《山水清音图》中担任吉他手，被网友戏称“摇滚博导”。

这两年，他又玩起了虫和草。

蠹鱼、芸草，这两种鲜为人知的一虫一草，激起了陈涌海极大的兴趣，他翻遍资料，沿着前人的足迹实地探寻，写下了 32 万字博物志，于 2024 年出版《寻蠹记》和《寻芸记》。

“寻找过程中的思考，有时候比结果更加重要。”7 月初，一个雨日午后，陈涌海在结束了一上午的工作后接受了《中国科学报》的专访。他告诉记者，科研、音乐、博物，是他生活的诸多侧面，而不同身份的切换，也藏着他对自我、对生活的思考与探索。

一个唱摇滚的物理学家，又玩起了「虫草」

■本报记者 赵宇彤



唱摇滚的陈涌海。

2018 年，他受中央电视台邀请，在《经典咏流传》中现场弹唱《将进酒》。科研和摇滚，两个不搭边的词出现在同一人身上。一时间，关于陈涌海的讨论热闹起来。

“我充其量是个业余的音乐人。”十多年后，再回想起当时的热议，他不禁感叹，“只不过‘摇滚博导’的称号听起来更有噱头。”

陈涌海与音乐的缘分可以追溯至 20 世纪 80 年代。

1986 年 5 月，北京工人体育馆内，24 岁的崔健套着藏蓝色中式罩衫，抱着吉他冲上舞台，用一首《一无所有》拉开我国摇滚乐的序幕。同年，来自湖南永州 19 岁的陈涌海考进北京大学物理系，用省吃俭用攒的 67 块钱，买了一把名叫“翠鸟”的吉他，独自摸索着，从最简单的指法到基础和弦，逐渐踏上了音乐之路。

1987 年 2 月，在北京大学首届文学艺术节上，摇滚歌手崔健受邀助阵，1500 人的会场里塞进了 3000 人，陈涌海被挤在角落。虽然当年他的举动并不疯狂，但心里早已悄然埋下一颗摇滚的种子。

20 世纪八九十年代，理想与激情肆意碰撞，大学校园里歌声飘扬，但这其中没有陈涌海的声音。从小城考来的年轻人，永远记得要先把“功课做好”。

直到临近毕业，伤感浮上心头，陈涌海才开始唱歌。早期的他，喜欢自己写歌自己唱，除了摇滚，他也写了不少民谣，所有创作的养分都来自生活。



爬山的陈涌海。受访者供图

追动漫做科研：“90 后”的他乐在其中

■本报见习记者 赵婉婷 记者 田瑞颖

“什么？我关注的动漫 UP 主居然是发《自然》的大佬！”

钱徐预是一位拥有 40 万粉丝的“动漫区”UP 主。近日，他在平台上发布了一条发表于《自然》的科普视频。当他提到自己是论文第一作者兼通讯作者时，弹幕区顿时“炸开了锅”。

在美国哈佛大学医学院做博士后研究期间，钱徐预利用 1800 万个单细胞，绘制了人类大脑皮层发育的时空图谱，破解了人类大脑诞生的时空谜题。2025 年 5 月，这项成果发表于《自然》。

钱徐预身上有诸多学术光环：获得美国国立卫生研究院设立的独立科研启动奖、瑞士苏黎世大学基金会脑疾病研究奖，入选《福布斯》杂志 30 位 30 岁以下精英榜……

除了科研，钱徐预还喜欢制作和讲解动漫、科普视频。今年 10 月，他将正式启动在美国宾夕法尼亚大学医学院和费城儿童医院的独立实验室，带领新团队继续人脑发育的研究。

填补数据空白

钱徐预的电脑屏幕上密密麻麻的大脑皮层细胞图像。他在桌前已经坐了 4 个小时，不断对着电脑画圈，一遍遍纠正算法，训练眼前的“机器”。

“我的眼睛能看出细胞边界，那算法一定也能学会。”连续一周的训练下，人工智能终于学会正确识别并分割显微图像上的细胞边界。

这只是钱徐预在这项研究中，“枯燥”又重要的一个微小片段。

大脑皮层是感知、运动、记忆和意识的中枢，也是人类最独特、最发达的区域。在美国约翰斯·霍普金斯大学教授朱洪军团队读博期间，钱徐预聚焦于干细胞大脑类器官的培养。

为了比真实人脑皮层中的细胞类型与基因表达，以验证类器官的还原程度，钱徐预翻遍了文献，都未能找到想要的数据库。对于当时常用

的单细胞 RNA 测序技术来说，原本有序排列的细胞会被分离成单独的个体。然而，大脑皮层内的细胞组成极为复杂，结构分化严密，细胞空间位置的破坏会带来重要的信息缺失。

博士毕业后，钱徐预加入美国波士顿儿童医院 / 哈佛医学院 Christopher A. Walsh 的实验室进行博士后研究。也是在这里，他决定填补这些数据空白。

在思考如何保留人脑皮层的空间信息时，他想到了多重扩展抗误差荧光原位杂交技术（MERFISH）。这项技术可以精确识别每个 RNA 分子的来源，并保留细胞的空间位置信息。

基于 MERFISH 技术，钱徐预团队最终构建了迄今为止最大规模的大脑皮层空间转录图谱，涵盖了超过 1800 万个单细胞，横跨 7 个发育时间点的 8 个皮层区域。

钱徐预告诉《中国科学报》，在成人大脑中，不同区域功能和形态各异，但在胚胎发育中期，不同区域尚未出现明显的区别。在这一阶段，不同皮层区域的神经元亚型构成，已经出现从前向后逐渐过渡的模式。这意味着，各区域的分子身份已在胚胎时期悄然预设。

这样的时空图谱首次揭示了皮层区域界限的起源与形成规律，为理解感觉系统的早期建构，以及与感觉相关的发展性障碍，比如视觉皮层相关癫痫、自闭症等奠定了重要基础。

2024 年夏天，钱徐预将论文初稿投至《自然》编辑部。虽然这项研究涵盖诸多亮点，但其中一位审稿人却认为，这反倒淹没了核心和故事主线。

钱徐预决定，将在视觉皮层的发现作为“核心卖点”。

过去的研究认为，初级与次级视觉皮层的分化发生于胎儿出生后。而他得到的视觉皮层时空变化图谱显示，初级与次级视觉皮层之间，存在一道意想不到的基因表达断崖。

钱徐预立即开始补充实验，做更精细时间尺度的分析。为此，他增加了胚胎发育时间点，将皮

层边界发生的时间点确定为胚胎发育 18 周到 20 周之间，进一步揭示了大脑发育期实现层级结构与区域分化的过程。

在经过 6 个月的补充实验后，论文最终被《自然》接收。也正是进一步精细的分析，为神经发育相关疾病的早期干预提供了窗口。

享受与“高手”的合作

“我真心享受与他人合作，因为可以依靠合作者的专长，而非事亲力亲为。”在钱徐预看来，这也是研究可以顺利开展的重要原因。

2022 年春天，钱徐预得到了第一组可视化的单细胞数据。然而，胚胎期的人脑细胞密度极高，一张 1 平方厘米的组织切片上，重叠着几十万个细胞，“堪比假期旅游景点的游客”。

不把细胞区分开，就无法进行准确的单细胞分析。虽然 MERFISH 技术自带的算法可以给出细胞边界，但不够准确。

一天，钱徐预在查阅文献时注意到，美国霍华德·休斯医学研究所的计算神经科学家 Carsten Stringer 开发了一种细胞分割算法 Cellpose。

钱徐预立刻通过邮件联系上这位不曾相识的科学家，并详细“推销”了自己的研究。两人在简短的视频交流后，一拍即合。最终，在他们的共同努力下，实现了单个细胞的精准区分。

在后续的单细胞分析中，钱徐预与美国宾夕法尼亚大学教授李明瑶在生物信息学分析方面的合作，也有着相似的过程。

为了更加高效地合作，每次线上讨论，钱徐预都会做好会议记录。会后，他还会将新产生的想法写下来或者画成示意图，发给合作者的会议记录时常常变成图文并茂的十几页。

钱徐预很享受与“高手”合作的过程。在他看来，跨学科合作建立在彼此对对方专业能力的绝对信任之上。

实际上，关于人脑皮层时空图谱的绘制，也



讲课的陈涌海(右)。

看到圆明园的遗迹，他有感而发，写下“无话可说”的《废墟》；他笔下的《张木生》，“从不通公路的山里来，再也没有回到山里去”，也正是彼时闯入大城市的小城青年的缩影。

但随着科研越发繁忙，陈涌海留给音乐的时间越来越少。后来，他不再写词，而开始尝试给古诗词谱曲。“有时候一年只能完成一两首。”陈涌海说，现在只有真正打动他的诗词，才会点燃他创作的热情。

他笑称自己是“不称职”的音乐人，兴之所至是创作的准则。“我一直尝试给一段甲骨文谱曲。”采访当天，窗外淅沥的雨声像某种鼓点，他低头抿了口水道，“再说吧，也许哪天就唱出来了。”

“科研永远是我的主业”

工作中的陈涌海寡言少语，甚至在学生面前有些不苟言笑。

“你怎样看待科研人员、音乐人和博物学家这三重身份？”

“科研永远是我的主业。”陈涌海不假思索地说。他把科研和兴趣分得很开，摇滚、博物只是兴趣爱好，就像延伸的枝条，科研才是人生的主干。

自小就数学、物理成绩突出的陈涌海，高考时自然选择了北京大学物理系。当时的他还不知道什么叫科研，只知道要先把功课学好。

1990 年，大学毕业的他站在人生岔路口。“那个年代，应届毕业生的就业都是双向分配，我想继续读研究生，只能靠学校推荐。”陈涌海回忆道，他听说不远的北京科技大学教授陈难先有研究生名额，决定再给自己几年探索时间。

研究生阶段，陈涌海跟随导师做了不少半导体二维电子气的相关研究，不仅对半导体行业有了系统性认识，也认识了后来的妻子。为了尽快稳定下来，在北京站稳脚跟，工作成了他毕业后的首选。他曾去清华大学和北京理工大学求职，也跑遍了多家电子公司，但都无功而返。

后来，经陈难先推荐，1993 年，陈涌海来到中国科学院半导体研究所，辅助当时的副所长王占国从事研究，负责各项半导体光学测试。1996 年，他在研究所攻读博士学位，正式踏进了学术圈。又过了两三年，他去香港科技大学杨志宇实验室做访问学者，深入学习、了解半导体光学相关知识，在系统完整的学术训练中，逐渐萌生了对半导体研究的兴趣。

“我的研究是通过实验挖掘半导体材料一些特殊的物理性质。”陈涌海说，尤其是光学性质研究，他不想简单套用别人的模型来分析自己的实验数据，也不愿只做理论计算、不搞实验，“部分人会二选一，但我都想做。既然有想法有精力，干脆费点劲，把实验和分析都做好”。他的博士论文也得到不少评审专家高度认可，“实验

有不少团队试图突破。喜欢分享成果的钱徐预，并不介意在论文发表前跟业内交流最新的发现。

在刚利用 MERFISH 技术获得第一组可视化的单细胞数据时，钱徐预意识到这条路可行，就在学术会议上激动地和同行分享。之后每当有新的发现，他都会大方地进行交流。

“如果别人是因为我的分享才开始行动，还赶在我前面做出来，那就只能反思自己了。”钱徐预笑着说。

他们还专门开发了一个网页，方便科研人员查看大脑皮层不同细胞在组织中的分布，以及特定基因的表达式模式。“我们想让科研数据真正成为共享、复用的资源，这也是对开放科学的理解与承诺。”钱徐预告诉《中国科学报》。

“总有时间留给热爱”

“那是我生命中最具决定性的时刻”，在钱徐预心中，动漫《新世纪福音战士》（EVA）让他第一次意识到，生物与生物技术可以重塑世界。

他把这部动漫翻来覆去看了许多遍，逐渐对生物工程产生了兴趣。为此，他在美国伍斯特理工学院读本科时就坚定地选择了生物医学。

在这条探索人类奥秘的路上，他对动漫的热爱依旧。2021 年，在 EVA 新剧场版系列最终完结之际，钱徐预在 B 站开始分析动漫作品。

在他看来，做动漫视频分析与做科研一样，都需要大胆想象，再小心求证。他甚至将动漫分析视频分为观察现象、提出假说、建立模型、验证模型、得出结论、讨论与运用几个部分，满满的“科研味儿”。

“这些分析没有局限性。就像生物研究一样，当下的发现未必正确，或许很多年后会被推翻，但这对当下的科学发展是有意义的。”钱徐预说。

2022 年，一次偶然的尝试，他在 B 站开启了“副业”，创作生物医学类科普视频。

最初，钱徐预只是试着制作了关于 EVA 中

和理论分析并重”。

这也是陈涌海的较真之处。

扎根半导体领域 30 多年里，他先后主持了国家重点基础规划项目和课题、国家自然科学基金重大项目 and 面上项目、中国科学院重点项目等十余个科研项目，也曾担任“973”计划“半导体光电信息功能材料的基础研究”项目首席科学家，获得国家授权发明专利十余项。

现在，陈涌海还带着最后一名博士生，继续着科研之路。

理性与率性

按陈涌海的话说，他是个理性的人。

翻开《寻蠹记》和《寻芸记》，可以清晰看到他的思考脉络。从好奇心出发，带着问题翻阅文献、对比分析、实地调研，逻辑严密、用词规范，这是两本透着“科研味儿”的博物类书籍。

“两本书里的抒情性和修辞性等文学元素都很少。”陈涌海告诉记者，他努力将科学求实的精神贯彻到业余爱好中，《寻蠹记》《寻芸记》就是初步成果。

两本书出版后，他收到了不少好评。北京大学艺术学院副教授陈均边读《寻蠹记》，边写了十多首“蠹鱼”相关的诗，发来和他交流；在中国科学院动物研究所研究员、国家动物博物馆馆长张劲硕强烈推荐下，《寻蠹记》也斩获了博物圈的一大重要奖项——2024 年第五届“坪山自然博物图书奖”年度华文大奖。

“用科研精神发展‘闲情逸致’，自由而无用，最是奢侈。”豆瓣网友的一句评论，揭开了陈涌海的“双重面孔”——理性和率性。

搞科研的他，有一套严谨缜密的逻辑。“我理想的人生目标是创造一个新的结构，影响更多人。”陈涌海的兴致明显提高，但语调依旧平稳，“按物理学的原理讲就是反熵增，在纯自然界中，如果没有外部力量的维系，一个系统或生命最终会导致分崩离析，必须持续投入能量，创造新的结构，并让其稳定传承。”

在陈涌海心里，被创造的结构可以是实体的，也可以是精神的。“我不想只有自己感到愉悦，所以我写书、唱歌，就是希望能创造新的结构，用我的思考来感染更多人，这也是我认为有意义的事情。”

在对自己、对世界的理性思考里，也藏着他的率性。

“好玩”，是他选择兴趣爱好的初衷，弹吉他是、唱摇滚是、写博物也是。“出书不是我研究蠹鱼的目的。”他告诉记者，比起意义和结果，他更享受过程。

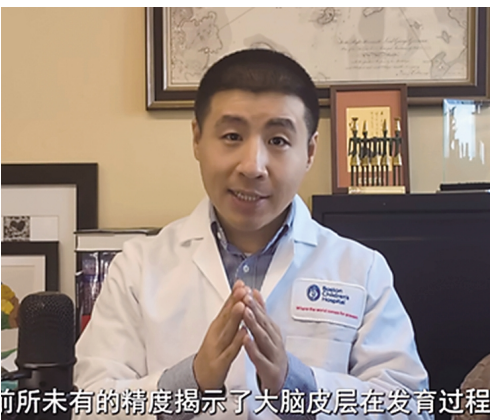
作为一个“文艺”的理工男，陈涌海喜欢读诗，尤其青睐以韩东、于坚为代表的第三代诗人，这类诗歌拒绝意象堆砌，用象征主义、黑色幽默、意象派手法解构宏大叙事，转头呐喊凡人琐事。

这些文字打动了陈涌海。在他创作的歌词中，也能看到不少率性流露的文字，早年创作的歌曲《废墟》中一句“我是典型无话可说者”，某种程度上也能看作他的自白。时至今日，结束一天的工作，他依旧会读读诗、弹弹琴，以扫清疲惫。

现在，他有了新的爱好——爬山。每到周末，在京郊的几条经典徒步路线上，经常能看到他的身影。他偶尔会随身带一支箫，也许音乐作伴，攀登之路就不再枯燥。

“爬山后，我也会写写山水诗。”陈涌海说，他一直想将山水诗与科学元素结合，不过具体怎么写，他还在探索，“尽力吧，我觉得只要感受深刻，总能写出点东西”。

“反正我在爬山过程里也能享受到乐趣，对吧。”采访结束，他笑了笑，低声告别，撑伞走进雨中。还有一些工作等待着他。



钱徐预发布的科普视频截图。受访者供图

生物学知识的科普视频，没想到很受欢迎。他又将自己从事的人脑类器官研究以视频呈现，一跃成为了“爆款”，播放量突破百万。动漫中的经典“梗”与恰到好处的配乐，让他的科普视频严肃而不失幽默。

这样精心设计的小心思还有很多。在科研与爱好中互相“夹带私货”，这位“90 后”“二次元”科学家乐在其中。

钱徐预坦言，自己并不会全天候埋在科研里。8 小时实验台前的工作之后，他会回到家中读文献，也会打游戏、追动漫、剪视频。他表示：“总有时间留给热爱。我们研究科学，是为了让生活更美好，前提正是生活中有让我们热爱的事物。”

如今，在宾夕法尼亚大学医学院与费城儿童医院担任终身轨助理教授的钱徐预，即将启动自己的实验室。他期待未来能够打造一个可以“自动驾驶”的课题组，在自由探索中，共同挺进人类大脑的神秘地带。