责任编辑：高飞 联系电话：010-58354199 美术编辑：韩晓红
2021年5月18日 星期二

不用拆信，也能读到家书

在信封出现之前的岁月里，人们用“纸锁”保护信息的安全。然而，使用“纸锁”进行保密的信件在拆封时可能发生破坏，造成珍贵的历史文献损失。最近，历史学家与计算机科学家们共同开发了一种虚拟展开算法，可以在不拆封历史信件的情况下得到文本内容，亦可借此研究信件的折叠方式和“纸锁”这种信件保密方法。这项技术还有望帮助人们对脆弱易损的历史文献进行研究、传承古老的折纸技艺，乃至更轻松地进行设计开发。

1697 年，法国里尔的一位法律从业者给他居住在荷兰的表亲写了一封信，要求对方提供一名亲属的死亡证明，可能是用来敲定遗产相关事项。他将这封信折叠并密封起来，然后寄到海牙，这样即使没有信封，信也不会散开。出于种种原因，这封信从未到达收信人手中，并且一直密封至今。然而一支由历史学家与科学家组成的团队读到了其中的内容，这还得感谢高分辨率的成像技术以及一种“虚拟展开”算法。

这项“扫描 – 展开”技术可以有各种各样的用途，比如读取脆弱到无法触碰的历史器物上的文字，或者是对日本纸艺的古老工序进行逆向工程，不过其背后的研究人员却醉心于使用这项技术来研究“纸锁”。这项研究被刊登在《自然 – 通讯》（Nature Communications）上。在信封被大规模生产之前的时代里，“纸锁”技术应用广泛，它将信纸折叠、打褶、切割、密封，使其本身成为保密容器。大约 20 年前，“纸锁”抓住了麻省理工学院（MIT）图书馆管理员、研究员 Jana Dambrogio 的兴趣，她也是这篇论文的共同作者。

Dambrogio 在许多历史文献中发现了微小但明显是人为的切割与褶皱痕迹，并猜到了其用意。“它看起来像是锁，用于保密的猜想自然而然地产生了，也就是说这些痕迹是故意弄上去的。”她说，“我当时的反应是，我的老天爷，我们得让人们认识到不能破坏这些痕迹，因为这些微小的裂缝、孔洞和折痕是这种传统保密习惯的证据，而人们对其研究甚少。”

过去的 7 年里，她与伦敦国王学院的现代早期英语文学讲师、论文的另一位共同作者 Daniel Starza Smith 合作，一起探究这一问题。这两位研究者和他们的团队归类了超过 60 种制作“纸锁”的方法。“1850 年之前没有类似现代胶水信封的东西出现。”Smith 说。那时纸张是昂贵的商品，不会被浪费来做成单独的信封。“所以如果想要寄一封信，你需要使用纸锁技术，这封信得自己变成信封或其他邮寄载体。”

一些纸锁只是把信纸整在一起。其他一些在打开时会将信纸撕裂，这样就能暗示先前是否有人想要偷窥信件内容。许多历史人物遗留下来的信件中的褶皱或裂痕都警示了纸锁的存在，这之中既包括英国女王伊丽莎白一世与她的间谍头头 Francis Walsingham、意大利外交官兼作家 Niccolò Machiavelli、英国诗人 John Donne 等人，也有没什么名气的普通里尔人 Joe（或按法国人的说法普通人 Jacques），而后者的信件是这一新研究关注的焦点。研究团队想让这封文艺复兴时代的信件仍旧保持密封状态，以避免破坏一些关键特征，好让他们据此重建这封信的折叠模式。举例来说，打褶（一种常用于纸锁中的对纸张进行精细处理的手段）“就像打喷嚏一样”，Dambrogio 解释说，“一瞬间就消失了”。

为了在不打开信件的情况下阅读到其中内容，Dambrogio 和 Smith 联合了 MIT 的计算机科学家。“第一步是对该信件进行真正的高分辨率扫描。”论文的共同作者、独立研究员 Amanda Ghassaei 说道。在伦敦玛丽皇后大学成像实验室的帮助下，研究团队使用了一项名为 X 射线显微断层摄影的技术，Ghassaei 将这一技术类比为医学上的 CT 扫描，但成像结果要精细得多。

“扫描结果令人欣喜。”她说，“你可以看见一层一层的信纸。”等到扫描图像揭示了信函的内部折叠方式后，Ghassaei 和论文的另一位共同作者、MIT 的本科生 Holly Jackson 一起编写了“打开”这封信的算法代码——当然是在不拆封的情况下。“我们开发了虚拟地展开这些扫描数据的程序。”Ghassaei 说，“所以我们实际上是在弄明白如何从起初这种折叠后的形状，展开到这种平面结构。”

然后通过将墨迹映射到虚拟“展开”的信纸上，算法可以重构这封信件的内容。在对里尔的信件进行处理后，结果不过是那些老一套的家务事。但同时，算法也精准地展示出 300 年前是如何折叠信纸的。“我们不仅能看到信件内容的图像，也能得到信纸的褶皱特征。”Ghassaei 说，“你能认出信纸的折叠方向，哪些折痕比较深而哪些比较浅。因而我们在几何上得到了相当棒的关于这封折好的信件的分析结果。”

“人们是怎么折东西的，或者人们用什么样的方式密封信件直到送达并且启封，对此我们并没有讨论多少。”未参与该项研究的斯坦福大学历史学教授 Paula Findlen 说道。“或许应该研究一下，这肯定会让人们对如何看待不同的折叠技术进行更深入的思考。”

Findlen 表示这项研究也可能为除纸锁之外的其他研究领域提供帮助。举例来说，它可以改进历史学家们的技术手段，用来研究特别脆弱的历史文献，比如因为沾水而卷起来并粘合在一起的那种。她将这项技术与其他技术做比较，包括使用 X 射线来查看经重复利用的文献（称作重写本）中已经被磨损的原始文本，或者观察油画中覆盖在层层颜料之下的早期版本。这些技术“通过将传统研究技术与新兴科学技术结合起来，为我们呈现出了一段丰富的、多层次的工艺历史，并且提供了在迷雾中窥探真相的新方法。”Findlen 说。

Ghassaei 和 Jackson 开发的这一程序或许也能帮助学习与保存复杂得出名的日本折艺的秘技，论文的共同作者、MIT 计算机科学家 Erik Demaine 补充道。“有许多更古老的日本纸艺模型还从来没有图解说明。它们的做法从来没有被记载。”他说，“这些工艺品总有损坏的风险，你可能不小心坐在上面，然后它们（包括关于如何制作它们的知识）就消失了。我觉得这项技术可以用来保存这些艺术品，并且重新建立起它们的制作方法，据此我们可以更好地理解历史上的日本纸艺大师是如何施展技艺的。”

他还表示，除了保存古老技艺，展开算法也可以帮助现代研究者更轻松地记录设计开发中的每一环节。正如 Demaine 指出的，“我们经常折叠一些东西来看看是不是能把纸扭成特定的形状。这项技术可以让我们在折叠状态下进行分析，而不必将它拆开，还要设法记住一开始是如何折成那样的。”

对 Dambrogio 和 Smith 来说，这个算法的主要价值还是它能够被用于扩展他们关于纸锁的研究，以及随着时光流逝纸锁是如何演变的。举例来说，从里尔寄出的那封信是布里耶纳收藏（Brienne Collection）的一部分，该收藏集中包含了 2600 封未被投递的信件，最初由 17 世纪的邮递员收集并最终遗赠给一家荷兰博物馆。“一件关于布里耶纳邮箱的非常有趣的事情是，随着时间流逝，时尚发生了明显的变化，技术发生了明显的变化，信件在外观上也开始越来越接近于现代信封——它们有了密封外壳，就是你想在商店里买的那种信封。”Smith 说，“你可以看到这么一个真实的故事，关于在过去 100、200 年里通信技术是如何发展的。”

布里耶纳邮箱是“在时间长河中对人文特色的随机一瞥。”Findlen 说，“我们有一整个大箱子，里面装满了各式各样密封起来还未拆开的信件。这项技术绝对能让我们得到进一步的发现。”

（Sophie Bushwick）

美国莱斯大学实现从橡胶废料中生产石墨烯工艺

陈济桁

美国莱斯大学（Rice University）图尔研究团队此前于 2020 年 10 月推出的“闪蒸”石墨烯工艺现已得到进一步优化，目前已经可以实现将橡胶轮胎废料转化为石墨烯，应用于混凝土增强。

在橡胶轮胎或橡胶管中，原子一般以有价值的涡轮式乱层石墨烯形式排列，层间存在错位。这种结构比从传统的石墨中剥离产生的石墨烯更易溶，更易在复合材料中应用。事实证明，与食品废料或塑料相比，想要将橡胶转化为石墨烯更具挑战性，但实验室通过使用轮胎中的商用热解废橡胶优化了工艺。研究人员表示，从废旧轮胎中提取有用油脂后，其他碳残留物的价值截至目前几乎为零。

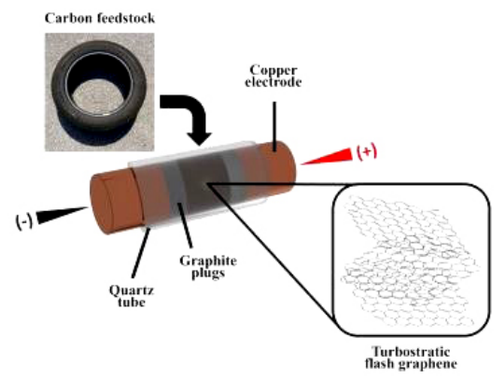
通过技术的不断改进，目前已经可以将炭黑或碎橡胶轮胎与商用炭黑材料的混合物通过“闪蒸”工艺制造石墨烯，提升碳残留物的价值。由于用这种方式获得的涡轮式乱层石墨烯是可溶的，因此可以将其轻松的与水泥混合制成更环保混凝土材料。

莱斯大学实验室通过“闪蒸”废旧轮胎碳残留物炭黑，发现大约 70% 的废料转化为石墨烯。当将切碎的橡胶轮胎与普通炭黑混合使用以增加导电性时，约 47% 的物质转化为石墨烯。除了碳以外，其他元素也通过这种方式回收满足其他领域的应用。

闪蒸过程中的电脉冲持续 300 毫秒至 1 秒不等。经过实验室的测算，转换过程中处理 1 吨原料碳将花费约 100 美元的电力。

研究人员将微量的轮胎衍生石墨烯与硅酸盐水泥混合在一起（使用轮胎炭黑质量分数为 0.1%，使用轮胎炭黑和切碎轮胎胶粒的质量分数为 0.05%），并将其用于生产成混凝土圆柱体。在固化 7 天后进行测试，圆柱体的抗压强度提高了 30% 以上。28 天后，使用 0.1% 质量分数的石墨烯，已经足以使得产品强度至少增加 30%。

研究人员表示，这种强度的提高部分归结于二维材料石墨烯的催化效应，促进水泥水合物产品更紧实，另一部分归因于则归因于后期的材料固有的增强作用。

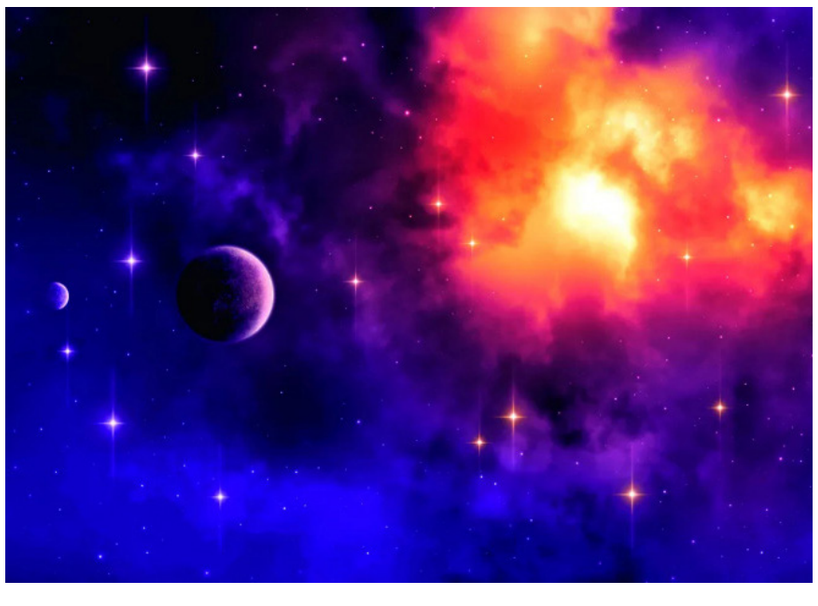


宇宙中存在完全的真空吗？

在文学家里尔克（Rilke）在一首诗中也表达了相同的感受。虽然从未亲身前往宇宙，但里尔克在一个世纪前写道：“夜，虽颤栗于我的凝视之中，却亘古不变。这无垠的造物啊！其恒久令地球望尘莫及。”

里尔克的诗能用现代科学阐释吗？实际上，太空并不空旷，也不黑暗。即使在星系之外，平均每立方米的空间内，一个太空旅行者能发现至少一个质子，一个电子，以及数亿个光子和中微子，它们都是大爆炸的遗留物。不过，一些人还会天真地设想这些粒子之间是空的，就像古代希腊的原子论者认为“真空”正如字面意义上一样空无一物。

但事实并非如此。我们现在知道，宇宙的总质量中有大部分（约 2/3）属于遍布整个空间的“暗能量”。它会对物质产生一个排斥性的推力，加速宇宙膨胀。最新的测量显示，暗能量的性质很像爱因斯坦在一个世纪前引入宇宙学常数，让物质之间的引力与真



差不超过十万分之一，即便它们分别一段时间内，真空导致宇宙加速膨胀了一定的时间，这使得宇宙中原本紧密接触、存在联系的区域彼此远离，直至最终分处天空的两端。如果确实如此，真空或许从始至终一直主导着宇宙的膨胀。

若我们想进一步寻找真空，可以假想一个位于我们观测的宇宙范围之外的空间。在那里不存在宇宙学常数，而且没有任何物质，那它是空的么？答案依然是否定的。

根据量子力学，这样的空间依然会存在真空涨落，也就是说虚粒子会短暂地出现和消失。这种短暂涨落的存在已通过实验中的多种效应得到了证实。举例来说，当两片金属板平行放置时，它们会限制夹层空间中虚拟电磁波动的波长，在彼此之间形成一个作用力，也就是卡西米尔效应（Casimir effect）。

类似地，真空涨落与氢原子中电真空中的一个强力电场可以加速从真空中产生的虚电子和虚正电子，因此它们能变成实际存在的粒子。而当电子 – 正电子对形成时，会导致电场的衰减，这就是施温格效应（Schwinger effect）。同样的，黑洞事件视界处的强引力会从真空中产生热辐射，使得这个纯粹的时空结构产生霍金蒸发。

事实上，真空中生成的热辐射也存在于所有具有因果视界的系统中。举例来说，一个加速运动的观察者具有伦德勒视界，能够探测到惯性运动的观察者无法看到的黑体辐射，这被称为安鲁效应（Unruh effect）。与之类似，一个指数加速膨胀的宇宙的视界会产生一个德西特温度。宇宙加速膨胀时产生的真空涨落，可能埋下了当今星系和星系团结构的种子。倘若确实如此，我们的存在就得归功于宇宙初期真空中的量子涨落，也就是说，真空孕育了生命。

炸之前有什么？我们的宇宙诞生于真空涨落吗？要解答这个问题，我们需要一个结合了量子力学和引力，而且能够给出可验证预测的量子引力理论，但我们目前还没有这样的理论。

根据施温格效应，真空中一个剧烈的激荡可能会催生一个婴儿宇宙。而这能否发生，取决于各种微妙的细节。我最近也在研究从坍塌到黑洞的时间反演过程，与我合作的是哈佛大学黑洞项目的博士后保罗·凯斯莱（Paul Chesler）。

人造宇宙理论会让我们对目前自己所在宇宙的诞生产生某些有趣的遐想。如果我们的宇宙诞生于其他文明的实验室，那么很容易设想无数个婴儿宇宙会相继诞生，而它们是由那些科技发达到足以创造新宇宙的文明创造的。在这种情况下，我们宇宙的大爆炸不过是发生在实验室里的一个事件。（Abraham Loeb）

地址：北京市东城区交道口南大街 67 号（100712） 社长：孙伟 总编：魏轶群 总编室主任：吴斌斌 58354180 广告 / 发行部：58354176 传真：58354167 投稿邮箱：news@cannews.com.cn 每周二、五出版 全年定价 288 元 广告经营许可证：京东工商广字第 0113 号 中国青年报印刷厂印刷