



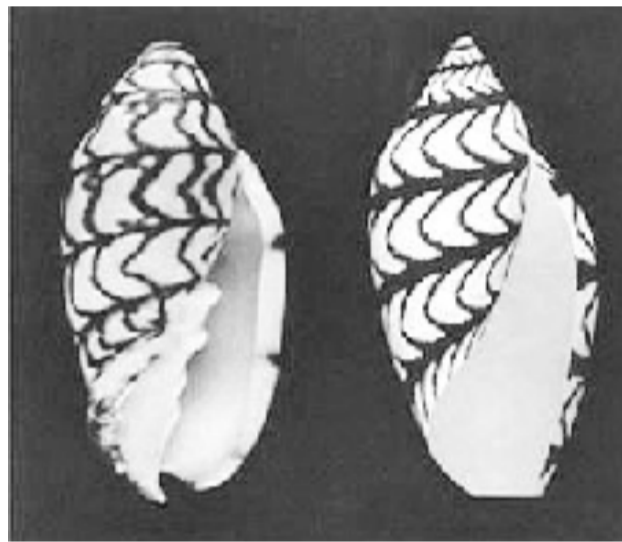
# 一张神奇而美丽的膜 牵出了科学界赫赫有名的图灵方程

浙大团队的这项研究成果,发表在今天出版的英国《科学》期刊上



上图为:英国科学家艾伦·图灵。

下图为:贝壳的花纹,也是图灵结构。



## 野兽一般的图灵方程

“那我选斑点好了。”猎豹说道,“但是别做得太俗套太大。我不想看起来像只长颈鹿——永远不要。”

对于《猎豹是怎么长出斑点的》,在1902年出版的小说《如此故事》中,小说家拉迪亚德·吉卜林这样替猎豹解释,它们的皮囊为何是这样大小和分布的斑点。

这个到今天人类世界都很流行的经典豹纹图案,到底是怎么产生的?

自然界还有很多异常规律的花纹。比如,斑马的黑白条纹,条纹宽度、间隔距离都是非常精准的,它们不会因为“没有墨水”而出现随机的“打印图案”。

1952年,在那个生物学振奋着世界的时代,图灵在英格兰西北部,开始收集各种各样的花朵,借此摸索大自然的奥秘。

然后他就得出“图灵方程”,预言了这些图案的奥秘。

后来的科学家这样形容这个方程:“那些复杂的、野兽一般的方程式,看起来就不像是人类能单靠手和脑得出来的。”

所以,该介绍今天的主角——浙大博士生谭喆了。

## 永福寺的梅花鹿

谭喆是前面说到的张林教授课题组在《科学》上发表

的那篇报道的第一作者,他学的专业是化学工程,具体来说,是研究一种水处理膜——纳滤膜。看上去和图灵完全没关系。

这种纳滤膜是采用一种叫界面聚合的方法制备得到:两种小分子反应物——哌嗪和均苯三甲酰氯,溶解于水和油中,当互不相容的水油接触后,两种反应物在水油界面处靠近油侧发生聚合反应,形成一层薄膜。这种方法不仅可以制备纳滤膜也可以制备用于海水淡化的反渗透膜。

但这两种膜的形貌却有很大差异:反渗透膜表面有很多不规则的凸起,非常粗糙,而纳滤膜却很光滑。为什么会有这样的差异?这个问题一直困扰着张林团队。

谭喆也一直希望通过改变膜表面粗糙度来提高纳滤膜的通量,因此,对这个差异也很困惑。

有一天谭喆去永福寺散步,他遇到一只也在寺院外山上散步的野生梅花鹿。

“我一下被它身上的斑点吸引。”他想起了英国伟大的科学奇才图灵的论文《形态发生的化学基础》,在这篇论文中,他提及生命世界的形态与纹理。

## 一场奇幻的比赛

和很多科学理论一样,图灵的理论是优雅而简洁的:任何重复的自然图案,都是通过两种具有特定特征的组分(分子、细胞等),发生相互作用产生的。

通过一个被图灵称为“反应——扩散”的原理,这两种组分(指混合物中的各个成分),将会自发地相互作用,组织成斑纹、条纹、环纹、螺旋或是斑驳的斑点。

张林教授解释说:“很多化合物内部都符合这样的系统,关键是两种组分之间如何互动。当它们的扩散速率达到一定差异时,它们就能够创造出神奇的图案。界面聚合反应恰好就是图灵所定义的‘反应-扩散’过程。”

有了反应-扩散过程理论的指导,谭喆开始了调控界面聚合制备纳滤膜过程中两个反应物扩散系数差异的研究,以期在膜表面获得图灵结构。在界面聚合水相尝试添加多种亲水大分子后,终于寻找到了最佳的亲水大分子——聚乙烯醇,原本光滑的纳滤膜表面在电子显微镜下,显示出纵横交错的20纳米左右厚的“管道”或“圆泡”。经过测试,膜的透水性能翻了倍。

他们成功地制备出了具有图灵结构的纳滤膜。

打个比方:在浙大的这张纳滤膜制备的反应中,原本有A(活化剂PZ),和B(抑制剂TMC)两位选手,它们要进行一场扩散比赛。

两者原本算是你追我赶,A比B的扩散速度略慢。

比赛期间,加进来一个助攻——C(聚乙烯醇PVA),它的作用是“抱住”原本就落后的A,让它更慢一些。这样A和B拉开了更大的差距。

经过这个阻碍过程,原本平整光滑的膜,“长”出了致密、具有周期性的形貌——那就是图灵结构。

在张林团队制备的纳滤膜上,一些只有20~30纳米厚的“小帐篷”,有的呈管状,有的呈泡状。这些通道使得膜的透水性能,达到原来的3到4倍,大大降低了膜的滤水成本。

张林介绍,纳滤是当前最先进的水处理技术之一,降低处理成本将在工业水回用、饮用水安全保障和雨水资源化利用等领域发挥积极作用。

本报记者 章咪佳

人类世界一直都很流行的经典豹纹图案,到底是怎么产生的?

为什么豹纹的斑点,比长颈鹿小?

这些你从来没想过的大自然冷科学,60多年前,有个科学家有了好奇心,然后破解了其中的奥秘。他就是英国科学家艾伦·图灵,得出“图灵方程”,预言了这些图案的奥秘。

图灵只活了42岁,但是他从不懈怠光阴。他最为人所熟知的贡献,是电影《模仿游戏》中介绍的工作:他是计算机之父;他曾在二战期间,破译德军的密码体系“英格玛”,帮助盟军扭转了战争局势。

而他鲜为人知的,是关于动物图案的“图灵结构”这项理论研究。

北京时间2018年5月4日,在英国出版的世界顶级科学期刊《科学》上,浙江大学化学工程与生物工程学院张林教授课题组以“报道”的形式发表了一篇文章,他们在实验室里制备了一张新型净水膜,膜的表面形貌,符合艾伦·图灵在1952年提出的“图灵结构”。

这项研究的意义,不仅是这种膜具有比普通纳滤膜的滤水效率高3到4倍,更难得的是,这是世界上首次尝试在薄膜上,制造纳米尺度图灵结构的报道,也是图灵结构,首次实现于应用领域。

## 人才 / 物业

订版热线: 0571-85310536 85311120

**服饰业**

品牌女装诚聘 86797581

样衣工,羽绒服版师,专业跟单

卡芙儿高薪聘制版师 13967158299

诚聘羽绒服销售总监,销售经理,年薪30万起,电话营销应届生实习皆可。电话: 18069828031

聘女装设计总监、主设计师、助理 13588386150

滨江女装高薪聘工艺主管 13867473252

聘服装排料师,服装检验员,品控主管,童装设计师,设计师助理,成衣点数员,13588752928

外贸服饰聘裁剪组长、裁剪工、外发跟单、仓管员、缝纫设备处理,15958031731

招聘女装版师2人,联系电话: 87077520

**乔司欧日韩少淑品牌女装急聘**

后道主管,商品AD,仓管,90后设计师各一名 18989469867 朱

**百家实业**

招全自动覆膜机长,切纸工,统计,印刷后道 13065707696

**写字楼**

华领国际招租

300-2000方,89936951

**出租** 800平方仓库厂房 18057133456

钢结构厂房改建外包 13905815208

**仓库厂房**

乔司厂房出租 适合办公室 13805732084

**营业房**

绍兴营业中浴场转让: 银泰百货旁,面积4800方,接手即可经营! 13867409599