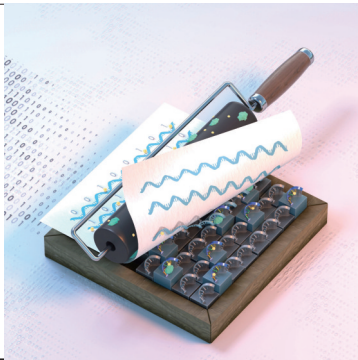


全球80亿人平均每人每天产生高达1.5GB数据

# 你的DNA,其实能当“硬盘”用

以信息时代的后见之明回望人类演化,我们的文明史,其实也是一部数据史。

在全球80亿人平均每人每天产生高达1.5GB数据的今天,“数据怎么存、存在哪里好”的问题,日益凸显。要一块多大的“硬盘”,才能装下我们不断延长的文明史?答案可能在生命最基础的单元之中。对,就是DNA。DNA做的“硬盘”,你想拥有吗?



存储示意图  
并行分子印刷DNA

## ► DNA,能当“硬盘”用?

DNA,携带生命核心“代码”的神秘大分子。它有着经典而美丽的双螺旋结构,犹如无限绵延的莫比乌斯带,编织出生命体演化的壮阔历史。生命体规模巨大的遗传信息就在此进程中代代传承,精准而安稳,从信息科学的角度看,确实不可思议——单个人体细胞的平均直径仅有5到200微米,却轻松包罗一个人的全部遗传信息,30亿对碱基。

DNA可以保存多久?最新答案是200万年。近年科学家曾从格陵兰岛冻土中成功提取200万年前的DNA序列,其中信息仍历历可辨。

既然DNA携带的信息

可跨越数百万年之久,那么今天我们这个信息爆炸的时代,能否借用这条生命史的莫比乌斯带保存人间讯息,使之成为接续人类文明的一条纽带?

大胆假设,自然要小心求证。我们先来看看,DNA为什么这么能“装”?

关键在于两方面。其一就是双螺旋结构。“这样的结构使DNA分子在甚小空间内也可以紧凑排列,承载极高密度的信息。”北京大学软件研究所副研究员张成解释。

此外,DNA四种碱基(腺嘌呤A、胞嘧啶C、鸟嘌呤G和胸腺嘧啶T)的排列组合变化无穷,也就意味着它们可以编码几乎无限量的信息,使得DNA理论上具备比任何现有

存储设备更高的存储容量。

DNA究竟有多能“装”?理论上,仅1克DNA就能够存储约1000万小时的高清视频数据,想想看,1千克DNA又能装下多少?

2023年,我国产生的数据总量达32.85泽字节(ZB),相当于1000多万座中国国家图书馆的数字资源总量。折合成我们更熟悉的单位GB,我国每天产生的数据量达到惊人的900亿GB。据国际机构估计,刚过去的2024年,全球生成数据有159.2ZB之多。如果仅凭数据中心来存储,我们要建多少座数据中心才能储存这些数据!

寻找体积更小、容量更大的存储介质,已经是迫在眉睫之事。DNA,能够接过接力棒吗?

## ► 把数据刻进DNA

把海量数据存入DNA,也就三步。

第一步,将数据写入DNA,也就是将今日信息世界通行的二进制数据转化为DNA序列,0和1不同的排列组合实现的多样编码,与DNA序列四种碱基遵循一定之规的排列,二者之间要想转化无碍,就要制定严谨的编码规则,比如,每2个二

进制位对应1种核苷酸组合。

接下来,构建存储信息的DNA分子。也就是按照前一步获得的编码布置碱基,合成DNA链。只不过,目前常用的化学合成法效率还嫌低了些,科学家正在积极探求新方法,利用DNA聚合酶催化的酶促合成法,就为许多科学家所看好。还有科学家提出并行写入DNA信息。近期,北京大学团

队利用“分子活字印刷”方法,实现了27.5万比特的平行DNA存储。

最后,就是存储与读取了。DNA存储对环境的要求,不外低温、干燥、避光,低温(一般为零下20摄氏度甚至更低)的干燥环境能减缓DNA分子的降解速度,避光则是为了防止光照引发DNA分子损伤,确保存储数据不会“变质”。

## ► 给DNA“硬盘”一点耐心

前面提到,DNA存储不仅存得久,而且存得牢,若能有效避免水分与紫外线的影响,DNA可以在数十万年内保持稳定不变。

更妙的是,DNA存储还是一种“低碳之选”。DNA存储额外耗能极低,理想保存环境与日常环境相差不大,要想在能源有限条件下实现数据的长期保存,DNA存储堪称首选。

但是,在今天谈DNA存储,还是一种憧憬,我们也需要明白,有几个问题若不解决,DNA存储还是不能成

为我们的下一代主流存储。

——成本高昂。目前合成2MB的DNA数据需要7000美元,读取数据需要再加2000美元,如果以DNA形式存储1GB大小的电影,编码大约需要花费358万美元。

——读写速度太慢。以目前的技术合成DNA,每添加一个碱基大约需要0.1秒钟。别觉得这时间不长,以此速度,保存一首高音质的MP3歌曲都需要差不多1个月。

——读取准确率还不够高。写入过程可能出现不正确的情况,读取时也可能因测序

误差导致还原数据不准确。分子数据不比完全虚拟的0与1,自身难免有瑕疵,若不找到合适的处理办法,DNA存储的精度会大打折扣。

革命性的技术,往往起于看似幼稚的尝试,人类文明史无数转折点都佐证了这一点。如果整部人类文明史传承赓续的方式,都可以来一个大进步,那么我们又有什么理由不对今天的探索多些耐心呢?在传递地球生命的莫比乌斯带上,刻下万物灵长探索与创造的证明,会是智慧生命演化史上激动人心的时刻。据《半月谈》

模式和流程不标准;既没有餐饮挣钱,又没有预制菜效率高

## 菜市场“代炒菜”能否避免“只火一阵子”?

在菜市场买好菜,只需在“代炒菜”档口付几块到十几块不等的手工费,就可以拎着热乎的现炒饭菜回家,这种餐饮服务新模式受到快节奏生活的上班族青睐,抚慰辘辘饥肠和疲惫的心。然而,“模式和流程不标准”“既没有餐饮挣钱,又没有预制菜效率高”等问题,让餐饮人不得不思考“代炒菜”如何避免“只火一阵子”的结局。从火爆出圈到健康发展,“代炒菜”需要不断提高质量,也需要规范管理。

### 从“菜篮子”到“菜盘子”无缝衔接

从下馆子到点外卖,从预制菜到“代炒菜”,餐饮服务模式不断推陈出新。一些餐饮机构通过“卷服务”,让顾客获得宾至如归的就餐体验,一些餐饮企业紧跟预制菜发展浪潮,为消费者提供方便快捷的菜品。当下,“代炒菜”则实现了从“菜篮子”到“菜盘子”的无缝衔接,为餐饮行业发展提供了新思路。

这一餐饮服务模式既免去了自己做饭的烦琐,又比下馆子更经济实惠。有网友调侃当代年轻人“非必要不切菜、非必要不装盘、非必要不刷锅”,“代炒菜”的出现,更能打动这部分不想做饭、不会做饭而又想好好吃饭的青年客群。

从各地消费者的反馈看,新鲜可口是人们选择这一就餐方式的重要原因。有人把“代炒菜”和预制菜作比较:虽然即烹、即热、即食的预制菜方便快捷且便于运输,但不时曝出的负面新闻导致公众对预制菜食品安全存在担忧;与之相比,“代炒菜”档口明厨亮灶,原材料由顾客在菜市场亲自挑选购买,所见即所得,不仅价格更为亲民,食品安全也更有保障。

不仅如此,预制菜面临众口难调的问题,而口味偏好可以“量身定做”的“代炒菜”属于新鲜烹制,能满足不同人群的餐饮需求。对于“想吃口热乎饭”却行动不便

的老年群体,“代炒菜”档口也可为他们提供社区老年食堂之外的另一种可能。

### 培育成一种成熟的餐饮服务新模式

“代炒菜”服务火起来,为传统菜市场转型升级带来新机遇。可以预见,“代炒菜”将吸引更多不做饭、不买菜的人走进菜市场,为其注入新鲜客流。它改变了菜市场单一的食材销售场景,转变为集购买、餐饮于一体的综合服务体,进一步提升了菜市场的吸引力。

在这一发展趋势下,传统菜市场如何转变经营服务理念,如何利用数字技术等智慧化管理手段,使各类摊主和“代炒菜”档口形成有效衔接,是经营者需要思考的新课题。我们欣喜地看到,上海、浙江、江西等地的菜市场已经做出有益探索,给其他想丰富服务业态、提升服务质量的地方提供了样本。

在“代炒菜”行业标准尚未明确之时,一方面,要保证档口营业执照、食品卫生许可证等各类证照齐全,树立健康、安全的良好口碑;另一方面,菜市场要在消防安全、环境卫生等方面加强管理,守护好“代炒菜”档口的人情味和烟火气。

行业监管和配套服务也要及时跟上。相关部门应主动作为,既要避免“代炒菜”服务游离于监管体系之外,也要聚焦服务标准化和规范化问题,推动引导“代炒菜”服务新业态健康发展。菜市场、档口经营者和监管部门协同发力,才能进一步激活“代炒菜”档口的市场潜力,进而将其培育成一种成熟的餐饮服务新模式。

预制菜、餐饮联名、超低价团购、“餐饮+直播”、“拼好饭”……餐饮人为活跃市场新招频出,一批批“跨界选手”依托自身资源优势布局餐饮新赛道,新就业机会不断涌现。期待在各方共同推动下,“代炒菜”、菜市场综合服务体在更多城市普及、升级,让餐饮新业态的风吹得更久更劲。

据《半月谈》