



视觉中国供图

一边是从北魏就开凿的石窟，一边是计算机集群。古老与现代，就这样结合在一起。高精度的数字化采集，已经可以还原出洞窟现在的样子。高新技术，或许可以为古老文物施展一场关于时间的魔法。

## 让文化遗产在数字化技术下“永生”

◎本报记者 张盖伦

“从某个角度来说，世界上的文物都会消失。文物工作者会尽量延缓这一进程，延长文物的寿命。”云冈研究院数字化部门负责人宁波在“99公益日”前夕接受采访时说。

数字化，成为文物的一种永生方式。不只体现在线上展览、远程旅游、虚拟现实，还有数字化复原和重建等。

简单理解，数字化保护，是用数字技术把文物所有的信息记录下来，对数据进行解构、分析和重组，然后对其开展多层次利用。

好几个文物数字化保护项目在去年的“99公益日”中亮相。腾讯游戏设置官方主题活动，让玩家进行知识问答，引入社会力量为文物的数字化生存作一份贡献。云冈研究院党委书记张焯坦言，他们希望文物保护能被更多的民众关心，能“出圈”。

### 数据采集，为文物保护提供更多可能

提到文物数字化，游客更加熟悉的是“云游”。在网站、小程序上就能游览景区，足不出户就能欣赏景点；甚至可以远程对文物进行360度“把玩”。

但它还有更大的作用。云冈石窟和腾讯合作的公益项目是数字化修复云冈石窟的第16窟。

第16窟有很多造像流失海外。英国的大都会博物馆和法国吉美博物馆，都收藏有来自云冈石窟的弥勒造像。

如果能把这些海外数据利用起来，石窟就能成为更完整的石窟。

其实，在此之前，龙门石窟和敦煌也都有类似的尝试，将流失海外的文物进行数字化回归。

“我们16窟也想找到这些数据。以后，用增强现实，游客就能看到石窟的空白处原

本有什么。”宁波说。

云冈从2003年开始数字化的尝试，到现在基本完成了石窟总量1/3的数据采集。现在，已经有了3D打印出的云冈第3窟、第18窟和第12窟。第3窟的复制文物，为世界上首例达到还原级别水平的大型复制文物；3D打印的第12窟则是可拆卸的，能够进行巡检。

张焯说，这些年对云冈的数字化尝试，为文物考古提供了很多便利。比如，在考古研究方面，数字化可以帮助整理出更成体系化的数据。鼠标一点，就能知道石窟的佛像数量、看到建筑的框架性结构。而在保护方面，利用这些数据资料，就能标出每个洞窟的病害，可以针对性地研究修复和解决问题的办法。而且，万一出现极端情况，这些数据还能帮助复原文物。

敦煌则从20世纪90年代初开始做文物数字化技术研发。敦煌研究院院长苏伯民说，他们已经逐步形成了一整套针对洞窟采集和塑像采集的技术。这些年，在政府部门和社会各界的支持下，敦煌已经完成了250多个洞窟壁画图像摄影的采集。

采集只是第一步。采集完成后，还需要做大量工作，对整窟的壁画进行拼接和处理。

“经过这些年的努力，我们已经基本把最精美的、价值最高的洞窟数据都采集完成了。现在有一部分洞窟还在进行图像处理。如果在经费充裕的情况下，再有5年时间就能够把莫高窟所有的洞窟全部采集完成。”苏伯民透露。

### 理想很丰满，但阻碍条件仍不少

虽然有成绩，但让人头疼的地方还有很多。

人才、技术、资金、设备，都是数字化的难点。

宁波以云冈第6窟为例，向科技日报记者详细分析了这个洞窟的数字化难度。

第6窟为中心柱窟，整个洞窟高15米左右，中心塔柱有两层。去到云冈第6窟，你在被震撼的同时，也能更直观地感受到对其进行数字化的难度。

“它整个洞窟是满雕，全是高浮雕造像。它和第5窟是双窟，窟外有清代修建的木质阁楼。”宁波说。一个造像就是一个人，洞里面有好几千人，密密麻麻，叠在一起。“有的地方窄小，现有的数字化设备进不去，采集不了，还需要开发专门设备。”

而且，洞窟体量也太大。他们推测，如果把第6窟“摊开”，大概面积有400多平方米。根据此前的经验，中型洞窟第13窟采集的数据量达到了15TB。第6窟相当于3.5到4.5个15TB。“洞窟是完整的整体，我们采集是分块的。那么怎么把这些分块数据整合起来，让大家用起来，也是很大的难题。”宁波说。

苏伯民也有同感。他告诉科技日报记者，对敦煌的数字化保护，主要是针对洞窟壁画。但要进行全方位无死角高精度的摄影采集，有很多限制条件。壁画本身就高低起伏不平，如果把它当作平面采集，就会出现形变、色彩失真等问题。数据校准、色彩校正、曲面不平 and 死角数据采集，都是采集中的难题。

和云冈石窟一样，采集完了，要拼。

“小到几平米，大到几百平米整窟壁画的采集，我们目前的手段还是采用一帧一帧的图片采集，采集完以后还要进行整窟图像拼接。我们现在的拼接效率还是比较低。”苏伯民说，他们还需要更精准、更方便的软件工具。而数据的安全存储、调用，数字版权保护等，也都有待解决。

### 下一站——把数据用起来

宁波说，如果把数字化保护类比于新闻采访的采访过程，那么云冈包括全国的文物数字化，其实暂时只是做到了第一个

层次——“采”。

“接下来，‘编’和‘播’是未来工作的核心。”宁波说。

苏伯民也想着，如果壁画都有了高清的数字化资料，研究者就不必搭着梯子和脚手架进洞窟艰难地开展辨认和研究了。信息技术发展到一定程度，通过人工智能的辅助，可以快速完成对壁画上文字的识读，图像风格的比较，甚至可以用机器学习的办法，对图像内容进行解读。

“科学意义上的文物复原，数字化是最后的一个手段。”苏伯民说，敦煌的壁画中，有的褪色了，有的脱落了，对它们复原，首先得对资料原有的信息进行科学确认，知道原始材料和制作工艺。“比如有一些壁画褪色了，原来究竟是什么颜色？敦煌经历了10个朝代，每个时代绘画使用的风格和材料包括技艺都有一些差别。”苏伯民说，现在可以采用高光谱、多光谱技术，把一些肉眼完全看不清楚的壁画重现出来，再根据分析结果，推断出它原有的材料和色彩，然后根据考古图像解读等方面的研究成果，对缺失的部分进行一个符合逻辑的、学理上的推断。有了这些成果以后，再用数字化的手段对文物的色彩、形状、线条进行复原。”当然，中间还有很多需要细想的地方，还有多方面的技术问题需要解决。”

云冈正在建设超算中心。这可以有效解决石窟三维数字资源的安全存储、高效计算和广泛应用问题。

一边是从北魏就开凿的石窟，一边是计算机集群。古老与现代，就这样结合在一起。

张焯说，高精度的数字化采集已经可以还原出洞窟现在的样子。但是，如何还原到北魏、辽金时期石窟的样子？如何呈现当年石窟的辉煌，让时光倒流？也许，机器学习、人工智能，能够帮助解决这些问题。高新技术，可以为古老文物施展一场关于时间的魔法。

## 读它！ 解答你对万物由来的各种好奇

### 字里行间

◎乐倚萍

对于万物起源，我们并非全然无知，譬如过目难忘的那张图表——将138亿年的宇宙历史浓缩成1年，大爆炸发生在1月1日凌晨0点，待到12月31日的最后8分钟，现代人类方才出现——可帮助我们直观感受一鳞半爪。然而细究其原委，又充满暧昧不明之处：或是对术语的理解，或是对过程的推演，或是在回答孩子的穷根究底时露了怯。

那么，不妨把解释权交给《起源：NASA天文学家的万物解答》一书，作者是英国天文学教授巴赫拉姆·莫巴舍尔。在本书中，莫巴舍尔不仅对自己精通的天文学知识为数家珍，也展现了跨专业的博学 and 融通。这是一种超然的视野：大到宇宙中的某项奇观，小到解决一个实际问题，将之简单地归入某一门学科往往徒劳无功。不问学科，任由好奇心驰骋，融合所知，方能求得真知。

在全书开篇的两个章节，莫巴舍尔从宇宙大爆炸说到原子、分子、大分子的形成、生命的进化、种群的形成，渐至生态系统、生物圈的形成；介绍了科学思想的发展，包括许多我们耳熟能详的名字，他们既是在完成具体的探索，也在承接和发扬科学精神，倘非如此，便不会有我们今天对宇宙万物的了解。

在其后真正的探索之旅中，莫巴舍尔带我们亲历了万物起源现场。宇宙诞生于大爆炸，这已经是共识，但科学家又是如何知晓138亿年前发生的事？不同的观察证据指向了同一结论，关于大爆炸，有三项证据。其一是埃德温·哈勃的发现，星系之间互相远离，远离的速度和星系之间的距离成正比，由此反推，在过去的某个时间点，它们的距离很近，近到是一个单一的点。第二项证据是乔治·伽莫夫提出的，他总结了大爆炸合成过程，质子和中子结合成氦的原子核，两个氦原子核又聚合成氧，天文学家据此预测了宇宙中轻元素（即氧、氢、氦、锂、铍、硼）的丰度，与实际观察相吻合。其三是宇宙背景辐射，被视为“大爆炸的余晖”，均匀充满整个宇宙，138亿年来的空间膨胀令背景辐射的温度下降。

## 营养赛过米面不输大豆的籽粒苋

### 物种笔记

◎谈宜斌

相信很多人都吃过苋菜，但属苋科，兼做粮食、饲料。蔬菜的籽粒苋，未必人人都吃过。这也难怪，因为籽粒苋引进中国时间并不久，且种植地区大都位于边远贫困山区，或农牧民自产自销，或直接送到食品加工厂，在市场上难以买到。

籽粒苋又名粒用苋，俗称西茬苋、西番谷、千穗谷和玉苋菜。早在六七千年前就有了种植，曾是中、南美洲印第安人的主要粮食之一。16世纪西班牙殖民主义者入侵中、南美洲之后，认为吃籽粒苋不雅观、不吉利、不安全，于是下令禁止种植，千万亩的荒地被欧洲农作物取代。至今只有秘鲁、墨西哥、厄瓜多尔、玻利维亚等地，仍有少量面积的种植。籽粒苋亦曾广泛分布在亚洲和非洲许多地区，目前亚洲的印度、尼泊尔及东非的埃塞俄比亚等国种植较广泛。1960年，美国外科医生洛希逊发现籽粒苋有很高的营养价值和食用价值，通过媒体的宣传，其身价倍增，一时掀起了研究和种植籽粒苋热。

在1982年和以后的几年内，中国科学院作物所从美国加州有机农业中心陆续引进籽粒苋品种，筛选、培育出了适合中国不同地区种植的多个优良品种。近些年，籽粒苋已在全国许多地方“安家落户”，成为中国的一种特产粮食饲料作物。

尽管如此，籽粒苋并未受到人们的青睐。原因是对其营养价值和食用方法知之甚少，再加上它籽粒小，千粒重仅0.5—1克，其貌不扬，很少有人正儿八经地把它当做粮食食用，大多用来作禽畜的饲料或将其茎叶做绿肥和喂鱼。

发”，面向广大受众的“疫苗接种”亦是问题之一。1919年初，美国军医塞西尔少校评估了近1年间美军流感类疫苗的接种情况，总结接种工作面临两大障碍。其一，每人至少3剂次的大体量接种是对医护人员荷载的极限考验；其二，相对不成熟的疫苗较易引发不良反应，“虽然并不剧烈，但给患者造成了焦虑与不适”，从而使畏惧疫苗的情绪普遍蔓延。由此观之，效力层面的“好疫苗”要想成为防疫维度的“好疫苗”，还需要医疗社会系统的密切配合。

令人欣慰的是，医学史上从不缺乏仗义执言的疫苗“代言人”。1918年11月初，医学博士杰明·帕士奇致信《美国医学会杂志》，以亲身经历为尚未得到民众信任的流感疫苗站台。帕士奇写道：“本人由衷感谢纽约市卫生部门尤其是克鲁姆维德医生，他们以最快的速度给我全家注射了这款疫苗。”继而，帕士奇正告读者：“医生不单自己，更放心给家属接种疫苗，这对聪明人来讲，足够说明些什么了！”同样让人庆幸的是，1918大流感期间科学界对疫苗抗疫的定位有着清醒认知，没有因疫苗进展忽视更基础、更务实的公共卫生举措。1918年10月31日，《自然》刊发了一则迄今仍闪烁着医学与社会双重光芒的箴言：“目前正在讨论疫苗疗法及预防接种的问题。在这个努力方向上，我们有希望取得成功。但是，必须主要依靠卫生措施来应对流感。”

（作者单位：上海大学历史学系）

## 不完美的疫苗也是防疫上策

### ——来自1918大流感的历史启迪

◎邹曦韬

1918年4月，美军厄普顿营约40%驻军接种了一款适用于流感并发的“肺炎疫苗”。这是1918大流感疫苗的一次早期试验。负责军医拉塞尔·塞西尔少校事后披露：这款先进疫苗在许多细节上并不完善，尤其是其所诱发的不良反应，令医学界忧心忡忡；但疫苗也帮助众多受种者在春季流感大流行期间逃脱了厄运：10周观察期内，接种两剂以上者均未罹患肺炎，而未接种群体密集出现了26例重症肺炎。

在1918大流感期间，当时医学界尚未找到流感病原体，法伊弗杆菌、流感嗜血杆菌乃至牛头不对马嘴的鼠疫杆菌都曾被怀疑为源头。受此影响，1918大流感期间，任何一款所谓的“流感疫苗”，其实都只是一批批天生畸形的缺陷疫苗。

那么，连病原体都茫然无解的科学家们，能否在大流感期间造出“有用”的疫苗？

当时医学界尤为重视决定疫苗研发走向的效度观察。1918年秋季疫情暴发后，更多医学家陆续将希望的目光聚焦到疫苗有效性测试上。当年10月，英国学者什曼讨论了流感疫苗试验的技术要点。他提出有关专家需要密切关注“已接种和未接种人群中发病率”以及“接种和未接种的患者并发症发生率”，据此研究特定疫苗的实用价值。循着这条科学思路，多国科学家接

力展开临床观察，源源不断的坚实证据鱼贯面世。

随着接种面的辐散以及免疫学调研深入，全球各地“疫苗有用”的喜讯接踵而至。

内部传染剂重返的医院较早传来了捷报。1918年11月至12月间，哈罗德·惠廷厄姆、卡莉·西姆斯联手追踪了美国某住院医师病患的疫苗接种与流感发病情况。两人发现，相同感染暴露环境里，全程接种者里仅有5%罹患流感，而未接种者群体的确诊比率高达12%。

疫苗推广也令困扰医学界已久的军营感染难题浮现转机。1919年初，美国医学家米纳克等研究者对1918年至1919年2月旧金山地区疫情形势进行了复盘。他们发现，完成疫苗接种且自由出入高风险城区的马尔岛基地的水手只有1.8%的低感染率。然而同处一岛，未接种疫苗的船坞守军，竟然有多达15.7%的士兵感染。

1919年初，医学界获取疫苗调查数据的面向进一步扩大，许多非特定职业人群群的疫苗保护效力也逐渐得到了科学评估。当年4月，《柳叶刀》上发表的通讯文章梳理了新西兰16104例流感病例。作者表示，当地接种两剂疫苗者染病率为1.3%，此类染病人群里重症发生率为8%，死亡率低至0.8%。而未接种或仅接种一剂者的这3个数据惨不忍睹，分别达到了4.1%、23%、2.2%。可见，新西兰这款疫苗有效抑制了应用价值。循着这条科学思路，多国科学家接

了病症带来的冲击。

1918大流感疫苗研发绝非一路凯歌高奏，无功而返的阶段性结论，也曾挫伤过科学家对疫苗前途的信心。1918年岁末斯坦福大学医学院安排的一场测试便属此类。试验中，完成接种者中有119人感染，23人发展成肺炎，10人死于并发症。而同期未接种者的三项数据分别为103人、17人、7人，反而在数量上低于接种组。根据上述结果，参与试验的三位专家沮丧地断定“把‘细菌疫苗’作为预防流感手段，无疑会失败”。然而，鉴于科学证据日益多元多维，医学界对疫苗防治流感的犹疑渐趋稳定，以偏概全全盘否定疫苗功效者逐渐失去业界支持。

1918大流感期间，医学界对疫苗信心的增加，也激励着预防性接种持续扩张，甚至在美国、澳大利亚的部分地区出现了政府主导疫苗推广，呼吁全民接种以应对下一波流行高峰。1919年9月，澳大利亚阿德莱德《电讯快报》的报道提醒公众：“疫情一般要3年左右才会彻底消失，因而我们要为秋末冬初可能到来的第三波流行做好准备”，所谓的做好准备，便是尽可能实现预防接种全覆盖。

综上所述，抛开科学原理对错，1918大流感期间多款疫苗在预防、治疗流感及其并发症方面，着实有着喜人的实践成效，可以说不完美的疫苗也是防疫上策。但是也必须看到，传染病大流行期间的疫苗问题是由两方面构成的，除却上文所论的“疫苗研