

考古人转画风 从“吃土”达人到高科技“玩家”

百年考古科技范儿①

◎本报记者 吴纯新
通讯员 卫扬波 廖梓杭

挖掘沉睡的历史，考古人与土亲密无间。你想象的考古场景是什么样子？是灰头土脸、手持铁铲、竹片翻土、毛刷洗净，还是罗盘定位、卷尺测量？这些都是老黄历了。

卫星定位、三维测绘等新技术信手拈来，地上、水下、空中尽在掌握才是新时代考古人的画风。

跨界创新，开启考古新百年。“吃土”达人纷纷转身“高科技玩家”。

数字建模，遮不住的眼

走进湖北武汉黄陂盘龙城遗址，探铲、皮尺、罗盘和水准仪等传统考古器具都进了展览柜。取而代之的新技术对盘龙城考古工作的效率、研究



湖北随州叶家山墓地出土的珍贵青铜文物修复对比图



受访单位供图

列文虎克的单式显微镜 将人类视野带入微观新领域

◎刘年凯

日前，清华大学科学博物馆在珍品柜展出了列文虎克(Antoni van Leeuwenhoek, 1632—1723年)单式显微镜的复制品。此展品由荷兰莱顿的布尔哈夫博物馆复原团队手工打造，其长不足10厘米，宽仅有两三厘米，厚约1厘米。这件精致小巧的科学仪器激起了很多人的好奇心，观众对它的第一反应往往是：这怎么可能只是显微镜？的确，与大多数观众在求学期间自然课或生物课上使用的复式显微镜相比，这个可在手中摩挲的小小铜板不免显得有些“特立独行”。

那么列文虎克的这种单式显微镜该如何使用，能把标本放大多少倍？其背后又有什么有趣的历史？

列文虎克与罗伯特·胡克

要谈列文虎克，就不能不提到与他同时代的大名鼎鼎的罗伯特·胡克(Robert Hooke, 1635—1703年)。1662年，年轻的胡克担任了成立不久的英国皇家学会的实验管理员，他用改良的显微镜来观察各种东西，发现软木在显微镜下呈现出一个一个的腔室，类似于修道院的一个个居室，所以将其称为“修道院单室小室”(cell)。这就是为我们熟知的“细胞”。1858年，传教士韦廉臣(Alexander Williamson, 1829—1890年)、艾约瑟(Joseph Edkins, 1823—1905年)和数学家李善兰(1811—1882年)编译了《植物学》，其中的“聚胞体”乃聚无数细胞为一体，诸细胞相黏合“被后人认为是英文的cell首次被译为中文的细胞。虽然在这之后的几十年，细胞一词并未成为通行的译法，cell还被译作珠、小凹等，直到甲午战争之后，随着日译科技术语的引入，细胞才成为主流的用法，沿袭至今。

胡克使用的是复式显微镜，可将标本放大30多倍。他最初的发现于1665年——伦敦大瘟疫发生那年——被结集成《显微图谱》(Micrographia)一书，这成为皇家学会第一本产生广泛影响的著作。而比胡克年长3岁的列文虎克，年轻时是荷兰代尔夫特的一名布商。他没有接受过太多的教育，只会讲荷兰语，不懂英语和拉丁语。列文虎克1668年访问伦敦，很有可能是在这段时间，他接触到了胡克的《显微图谱》。或许是书中描绘的巨大的跳蚤插图触动了这位布商，他开始对显微镜感兴趣，待返回荷兰，他就研制起透镜，开启了持续半个多世纪的单式显微镜制造和观察生涯。

列文虎克制造的显微镜，如清华大学科学博物馆珍品柜展示的这件仪器一样，结构简单。一个极小的玻璃珠作为单透镜安装在黄铜板上的小孔中，标本放置在镜头前突出的尖点上，转动两个螺丝，就可调整位置和焦距。眼睛靠近透镜，就能观察到放大的标本。列文虎克的显微镜，最多可将标本放大至275倍，这也使得

胡克一生都对列文虎克如何制作出这种透镜感到好奇和疑惑。

进入充满生机活力的新世界

通过朋友介绍，列文虎克从1673年开始给英国皇家学会写信，他的发现也逐渐公诸于世。直到1823年去世，列文虎克一直与英国皇家学会及其成员保持着密切通信，现在约有200多封信仍然保存在英国皇家学会。透过这些书信，我们可以看到列文虎克对他进入的新世界充满生机和活力的记录。

其中，1676年10月9日的一封信，留下了当年春天列文虎克连续观察了4天雨水后写下的一段话：“我判断，即使把一百个这些小动物撑开摆在一起，也不会超过一颗粗沙子的长度；如果这是真的，那么一百万个这些活物也不够一颗粗沙粒的体积。”这段文字中的“小动物”，就是我们现在熟知的细菌，这也是人类首次发现细菌。

在1683年的另一封信里，他写道：“在我的门牙和牙齿之间有一些东西嵌在里面，或者生长在那里……极为诧异的是，我总会看到在这些物质中有许多非常小的活着的微生物，动得非常可爱。看来世界充满了生命，数量比以前想象的要多得多。水滴里存在活物，人的牙缝里寄存的小颗粒也存在活物！”

他还对两位从未清洁过牙齿的老人做了重复观察，在取出的样本上发现了“一群令人难以置信的活体动物，它们游泳的速度比我迄今为止见过的任何动物都要灵活。”

随着一个又一个石破天惊的新发现——包括精子、血细胞的首次观察——从代尔夫特传到伦敦，列文虎克在显微镜制作和观察上的才华开始被欧洲认可，他在1680年被选为英国皇家学会的正式会员，他位于代尔夫特的家也成为名流贵胄，包括俄罗斯彼得大帝、英格兰的詹姆斯二世和普鲁士的腓特烈二世等的“打卡地”。

列文虎克像一位我们这个世界上最先进人进入的未知世界的探险家，从人类熟知的日常尺度进入了无法想象的、梦幻般的微小尺度。从“异界”归来后，他充满喜悦地分享自己的所见，改变了人类对自然的认知。

1716年，84岁的列文虎克还在坚持用显微镜观察这个世界，在一封信中他这样写道：“我已经做了很长时间的工，并不是为了获得我现在所享受的赞美，而是主要来自对知识的渴望，我注意到，我的这种渴望比他人更甚。因此，每当我发现任何非凡的事情时，我都认为我有责任将我的发现写在纸上，以便所有具有创造力的人都得以知道。”

等级控制点要求相互之间能够通视，由此形成盘龙城遗址考古三维控制网。控制网对于布置考古探方、三维地形图测绘、遗迹平面图的绘制等具有重要作用。

同时，基于RTK，在调查勘探中对遗址进行大规模放样点测，可形成盘龙城遗址数字化地理模型。

水陆空，多方位立体勘探

地壳不同岩层介质在密度、导电性、磁性、放射性等方面存在差异，引起相应磁场局部变化。通过磁场分布和变化特征，可推断地质性状。

考古工作者尝试在调查勘探中使用地球物理方法进行地磁探测，可以在不破坏地表的情况下知道地下是否存在遗迹或者遗物。这种方式能最大限度保护地下遗迹和遗物。

以前的考古勘探资料，堆积如山。考古工作者想调取某一探孔资料，十分困难。盘龙城田野考古钻探系统把勘探资料进行数字化录入和管理，可以实现批量导出数据、地图分类查看、属性信息查询、剖面分析等功能。

水上勘探技术则通过多波束测深、水上物探等手段探测湖水深度以及水下遗迹情况。盘龙湖枯水季节会暴露出很多水下埋藏的遗迹。2016年，考古工作者用水下探测技术对盘龙湖水下文物情况进行探测。结果表明，湖底海拔高程17.5米以上区域，多有商代文化堆积。

无人机航测系统是高分辨率及高精度影像获

居世界领先地位长达150年

直到19世纪30年代消色差显微镜镜头出现，列文虎克的镜头才被超越，也就是说，他的显微镜性能在世界居于领先地位长达150年。

列文虎克在世时，他的同代人，包括胡克，就对他如何制造出如此高倍率的透镜产生了浓厚兴趣，但列文虎克对他制作透镜的方法严格保密，甚至在客人参观时也只让他们看中等质量的显微镜。1745年，随着列文虎克女儿玛丽亚的去世，他的大部分显微镜在1747年举办的一场拍卖会上被抢购一空。

这些珍贵的显微镜可谓命运多舛，科学史家研究认为，列文虎克制作的显微镜的总数达559件——这意味着在他50年的显微镜制作和标本观察生涯中，平均每个月制作一个，由此也可一窥列文虎克的勤奋。根据拍卖记录，买家似乎以代尔夫特当地居民为主，有公证人、医生、外科医生、地方法官、铜匠，但也有至少三分之一的拍品是匿名人士通过给中间人佣金的方式购买的。不过，可预见的是，大多数新主人利用显微镜观察标本的能力根本无法与列文虎克

取和处理的全新技术，可实现对三维立体地理信息的快速获取，更全面获取考古现场建筑物、道路、水系及其附属设施等的高精度影像数据。

穿越千年，再见如故

古代青铜器能否穿越千年再现荣光，考古人告诉你，可以。

在湖北省博物馆，就有这样一群达人，凭一双匠心妙手“唤醒”千年青铜。

10月20日，湖北随州叶家山墓地出土珍贵青铜文物保护修复项目，入选“全国十佳文物藏品修复项目”。

受埋藏环境和挤压等因素影响，叶家山墓地出土青铜器几乎全面腐蚀，腐蚀物将文物表面纹饰和铭文信息掩盖，且大量青铜器变形、破损严重，亟须进行科学的保护修复。

项目负责人、湖北省博物馆研究员李玲说，项目实施前，考古工作者借助X射线成像、拉曼光谱、超景深显微观察等多种分析技术，对腐蚀产物的成分、物相、结构及层位分布进行了精确分析，为后期保护修复处理提供了科学依据。

李玲介绍，他们采用的超景深光学显微技术与激光拉曼光谱分析，可对青铜器表面多样腐蚀产物整体分布及空间层位分布关系等进行直观观察，高倍型号显微镜可分析典型样品表面腐蚀产物或孔隙横断面内部腐蚀产物的晶体颗粒，结合激光拉曼光谱分析来确定各腐蚀产物物相。

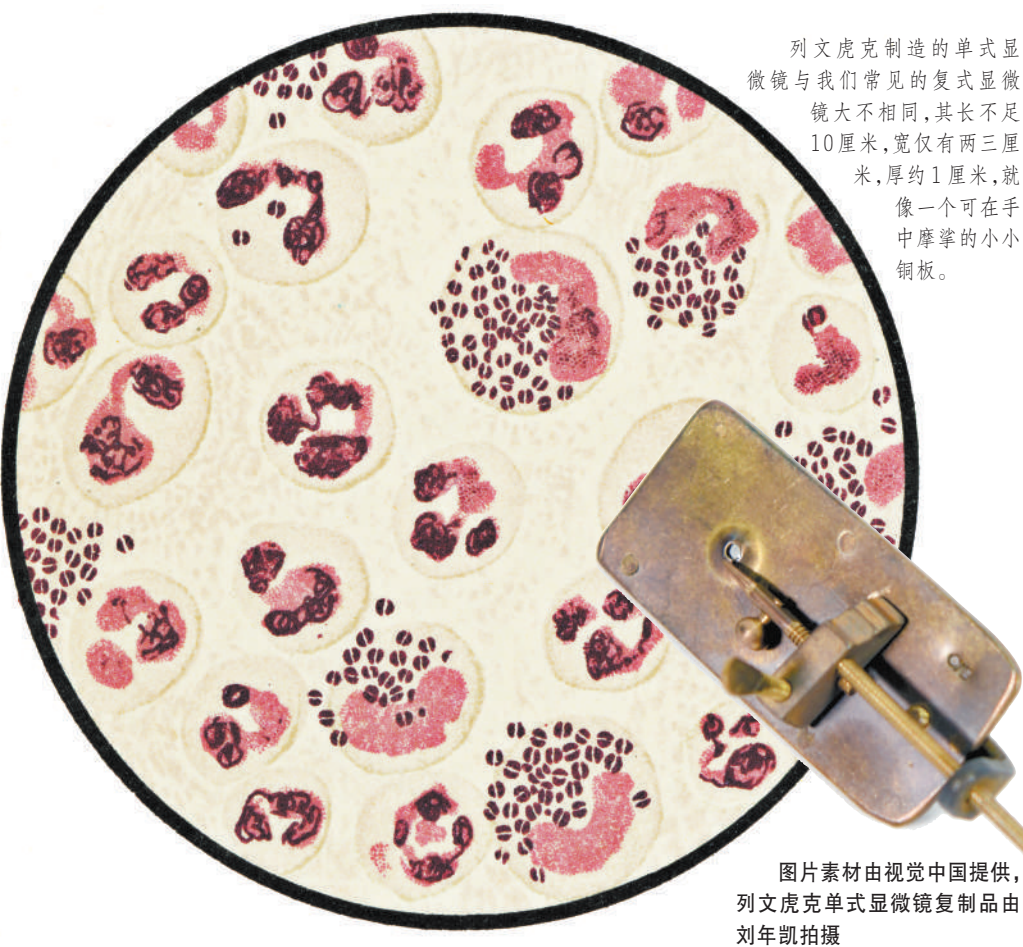
X射线成像技术可以透视器物内部，准确辨认及定位青铜器被表层腐蚀产物所掩盖的纹饰、铭文、铸造工艺特征等信息，近年来，几乎成为研究金属类文物必不可少的检测手段。同时，通过观察X射线成像“明”“暗”区域分布可确定青铜器的病害、腐蚀特征及规律等信息。

相提并论。在失望之余，这些小巧的显微镜被搁置一旁，最终导致了大量丢失——目前全世界只有约10件原件幸存。

由于列文虎克生前对透镜制作方法的严格保密，目前留存下来的显微镜原件又极为珍贵，不便拆开显微镜直接观察内部构造，因此在破解列文虎克如何制作出高倍率透镜之谜上，科学史家一直束手无策。2021年，荷兰莱顿的研究人员利用中子断层扫描技术对列文虎克的两个显微镜做了无损检测，揭示了透镜的完整结构，其中一个中倍率的透镜呈扁豆状，另一个高倍率的透镜则为带杆的球形玻璃珠，这表明，列文虎克使用的其实是胡克1678年公布的透镜制作方法。他对外保密自己的制作方法，可能也有这方面的考虑。

列文虎克利用他制作的显微镜“打开了新世界的大门”，如今各个领域的科学家继续在这个新世界开疆拓土，不断突破所能观测的极限。有鉴于此，清华大学科学博物馆计划与哈佛大学历史科学仪器收藏馆(CHSI)合作，举办以历史上的显微镜为现代的最新式显微镜，相约一场尺度不断延伸的新世界之旅。

(作者系清华大学科学史系博士生)



列文虎克制造的单式显微镜与我们常见的复式显微镜大不相同，其长不足10厘米，宽仅有两三厘米，厚约1厘米，就像一个可在手中摩挲的小小铜板。

图片素材由视觉中国提供，列文虎克单式显微镜复制品由刘年凯拍摄

大航海时代

◎小白村

哥伦布探险美洲的时候，威尼斯还是世界上最繁荣的城市。它控制了地中海三分之二以上的航运、财政收入和整个大帝国相等。

然而100年后，荷兰贸易船打入地中海直接和中东人做生意；威尼斯人则转而雇佣来自西北欧的商船。

16世纪，随着生活的富裕，威尼斯精英逐渐淡出艰苦和危险的航海一线。曾经锐意进取的小城邦，此时变得富裕、优雅而静止。大量威尼斯贵族转向内陆购买土地，过上了收租的安逸生活。

威尼斯是贵族，荷兰是企业家

16世纪的威尼斯是静止的，它的人口大致停留在14万人左右；而同期崛起的阿姆斯特丹，从3万人涨到了20万人。两者都是水城，气质却相差很大。

威尼斯的统治者是一群贵族，而荷兰阿姆斯特丹的统治者是一群市民。威尼斯精英大都来自世袭大家族，几乎没有新来者。而阿姆斯特丹有大量白手起家的市长和议员。

威尼斯精英不太重视个人成就，因为出身在高门，不用太努力也能得到高位。很多威尼斯家族里，只有一个兄弟结婚生子，其他人做一辈子单身汉，大家共同生活在宫殿里，永远不分家。

而阿姆斯特丹人则则是小家庭生活，兄弟们各做各的生意，每个人都要凭自己的本事立足。

阿姆斯特丹精英都聚集在城里，走路就能到达交易所、东印度公司、西印度公司和码头。威尼斯精英则像一般的欧洲贵族一样，更喜欢待在乡间过着安逸的田园生活。

威尼斯人擅长与人相处。他们看重老年人的圆熟和老成持重的风度。1594年一位造访威尼斯的英国人评价说，威尼斯人看上去都比实际要老。英国人惊讶地看到，四十几岁的政治领导人在威尼斯被称为年轻人。

“以前他们的生活方式就是做买卖；现在这种方式被抛弃了，他们的目光转向买房地产，配备马车，炫耀和向女人献殷勤。”1612年的英国大使评价威尼斯贵族说，以往他们把儿子送上远航去黎凡特的船，去学航海和贸易。现在他们送儿子去旅行，学习更多与绅士而非商人有关的东西。

威尼斯是文科生，荷兰是理科生

阿姆斯特丹1632年建立了雅典学院，有数学、天文学、植物学和医学课，笛卡尔的学问和思维方式十分流行。阿姆斯特丹年轻人还散布到全欧洲去上大学。

而威尼斯人则只去家门口的帕多瓦大学，那里没有自然科学课程。

17世纪的威尼斯贵族仍然十分喜欢著述，但集中于诗歌、戏剧、演说、哲学、历史，他们最中意“有文化的业余写作的贵族”人设。

而同期阿姆斯特丹精英写的书，则包括磁力学、医学、植物学、制图学、造船学、地理学……还有人设立实验室搞化学。

阿姆斯特丹的高官里有医生，这在威尼斯是不可能的，因为医生那时候不算个高贵职业。翻看那时候的通信，我们发现，阿姆斯特丹的高官里，有关心猛犸和野马的，有关心独角兽的，有关心如何修复拦海大坝的，有关心船甲板尺寸的……这些痴迷于技术细节的行为，在威尼斯都会被看作鄙俗。

威尼斯贵族尊重智慧，但他们心中的智慧是亚里士多德和中世纪的那一套。16世纪兴起的自然科学，没有威尼斯人的份。威尼斯仍然出产各种艺术家，但没有科学家。

强调实用性，对自然科学缺乏好奇心

1665年，罗伯特·胡克撰写的最早的显微镜专著中提到“如果你取一片透明度很高的威尼斯玻璃，在加热灯中拔成极细的丝……”

16世纪的威尼斯有最好的玻璃制造技术，是镜片的原料。但磨镜片的工匠和爱好者(比如牛顿)都在西北欧。威尼斯生产玻璃只是为了获利，不会去搞什么镜片。望远镜威尼斯人还是重视的，但他们从来没有研究过显微镜，因为不赚钱。

威尼斯人的技术在16世纪以前是欧洲顶端。它们的造船厂和实验室是世界第一。鼎盛时期，各种工匠都投奔威尼斯。威尼斯人不仅富有，也很聪明。

但回过头来看，威尼斯重视技术只因为其使用效果。他们重经验，轻理论，强调实用性，不去搞现代科学那种艰深完备的理论。一旦现实上没有好处，威尼斯人就不会去发展科学技术。

威尼斯人的算术，得益于商业，曾经在欧洲遥遥领先，但他们不会致力于公理化系统。虽然他们知道，古希腊人的数学和自然科学在西北欧被追捧和模仿，但他们对此缺乏兴趣。

威尼斯人擅长写翔实的游记，观察各地风土人情历史政局，也是天生的情报搜集者。威尼斯出版社1550年编纂的一套游记丛书，涉及了从日本到亚马逊的世界所有角落。但他们不注重科学类信息。冷冰冰的经济理性拒绝玄虚缥缈的价值。取得成功的意志却给创造性的思考增加了负担。威尼斯是自由开放的，但心灵上也是保守的，价值单一的。他们商人的精明，容不下科学家和探索者的“瞎胡闹”。

威尼斯人甚至会压抑和阻碍技术创新。因为在技术熟练工匠看来，一些新技术会让他们的技艺没有用武之地，所以他们要打击那些在他们看来是动歪脑筋、钻空子的，其实却是勇于探索的发明者。于是，在牛顿的时代，威尼斯的头脑还停留在中世纪。

冰冷的经济理性让他们漠视科学的价值

——威尼斯衰落的启示(下)