

# 大运河工程里的科技智慧

□ 嵇立平



图为山东省德州市四女寺枢纽南运河节制闸开启，对京杭大运河全线贯通补水（无人机照片）。  
新华社记者郭绪雷 摄

## 科技海史迹

大运河包括隋唐大运河、京杭大运河和浙东大运河三部分，全长2700公里，至今已延续2500余年。今年，断流百年的京杭大运河首次全线水流贯通，千年运河迎来世纪复苏，在新时代绽放出绚丽光彩。

大运河是世界上开凿时间最早、流经距离最长、规模最大的人工运河，和万里长城、坎儿井并称为中国古代三大工程，是中国人民劳动和智慧的结晶，在中华民族科技发展史上闪耀着夺目的光彩。

### 大运河的前世今生

大运河的开发肇始于春秋战国期间，公元前486年，吴王夫差开凿了邗沟，把长江水引入淮河，全长170公里，成为大运河最早修建的一段。此后的秦、汉、三国、晋和南北朝，历代或继续延伸河道，或开凿新河道，使运河分布的地区几乎遍及大半个中国。

隋朝大业元年至六年（605年至610年），隋炀帝两次动用百万百姓，疏浚、连接之前众多王朝开凿留下的河道，修筑了

隋朝大运河。隋朝大运河地跨北京、天津、河北、山东、河南、安徽、江苏、浙江8个省、直辖市，全长2000多公里，形成一条贯穿南北的经济与交通大动脉。

隋朝后，经唐、宋历代对大运河不断地疏浚、整修、改造，持续发挥着其贯通南北动脉的作用。元朝定都北京后，把以洛阳为中心的大运河截弯取直，使得大运河进入北京的航程更为简直、高效。明清时期，继续对运河航道进行调整和治理，“运漕商旅，往来不绝”。古人评价大运河为：“天下转漕，仰此一渠。”“漕”指的是水路运输的粮食，“渠”指大运河，意即国家水路运粮，都要仰赖大运河。

大运河肇始于春秋时期，贯通于隋朝，繁荣于唐宋，发展于元朝，巩固于明清，穿越古今，贯通南北，成为中国奔流不息的经济大动脉、中华文明的又一条“母亲河”。直至20世纪初，随着铁路、公路等新型交通方式的兴起，传统中国受到西方科技的影响而急剧转型，大运河的地位才开始逐渐下降。

### 运河工程的科技成就

开凿大运河集中了水利工程的所有类型，其水利规划、水工建筑、水利工程管

理的科学技术成就，在17世纪前一直是领先世界的，是人类历史上超大规模水利工程的杰作。

开凿运河首先要解决水源问题。设计者在开挖运河之前，首先根据地形来规划线路，巧妙地把天然的大小河道串联起来，作为大运河有机的组成部分，并充分利用沿途的湖泊、泉水补充水源。例如，大运河最早的河道邗沟是春秋时吴国兴建的，邗沟的水源就来自于长江和淮河。战国时魏国开凿的人工运河“鸿沟”，也是把黄河与淮河之间的济、濮、汴、睢、颍、涡、汝、泗、菏等主要河道连接起来，构成鸿沟水系。明清时期利用散布在大运河两岸的湖泊、洼地作为“水柜”，在山东鲁运河和江南运河间设置了安山湖、南旺湖、微山湖、练湖等“水柜”。运河的水源系统多元化，不仅使水源有了保证，而且大大减省了开凿新河的巨大投入和工程量。

由于复杂的地势而产生的水位差，是制约大运河修建和发挥作用的一大难题。大运河的建设者们设计出了一个又一个卓越可行的方案。秦汉时期，是用壅高水位的“斗门”（古代最早的闸门）来调节水位。唐朝在运河上修建了以土石垒成的堤

# 不同时间坐标下的北京

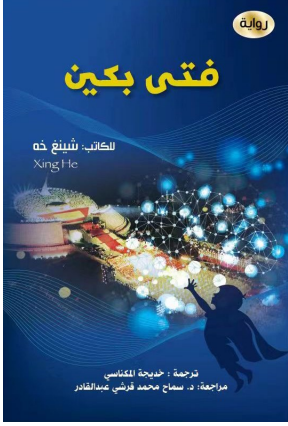
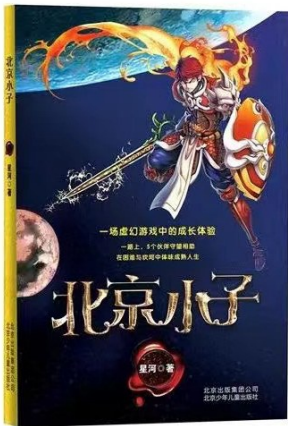
□ 星河

9月29日，在突尼斯一家文化中心举办了一场有关科幻小说《北京小子》的研讨会。由中国图书进出口（集团）有限公司输出、突尼斯东方知识出版公司翻译出版的这部《北京小子》，让我的作品第一次被翻译成阿拉伯文。我在北京通过网络连线，朗读了自己的作品，回答了读者的问题，同时也回忆了当初创作《北京小子》的初衷。

《北京小子》之所以选取了几名孩子的视角，是因为培养和教育孩子、让孩子长大后成为对社会有贡献有意义的人，是全世界不同国家和地区所有成年人义不容辞的共同责任。孩子在成长中必然会产生这样或那样的问题，身上一定会有缺点，一味地指责未必能使他们改变。在教育中，粗暴的命令和枯燥的说教恐怕都不是有效的方法，所以我希望写一本书，将孩子们置于一个特殊环境，让他们在各种考验中改变自己。

这是一部有关时间变迁的科幻作品，但其中的故事始终发生在北京这片区域，主人公也是北京的几名学生，所以起名为《北京小子》。在故事里，几名孩子从现实的现代社会离开，先是进入到虚拟的网络空间，继而又进入到漫长的历史长河。他们在这些非现实的环境中，经历了各种磨难与坎坷，就像是一个不断学习的过程，只不过与平时在学校的学习方式不同。通过这种学习，他们对自己的弱点与不足有所认识并加以改进。

在历史年代方面，我选择了几个标志性的时间点。第一个节点是还没有人类的时代——侏罗纪时代，这是恐龙霸据地球的时代。恐龙在地球上存在了相当长的时间，这一形象深受孩子喜爱。当然这里的虚构成分比较大，毕竟没有明确证据证明这个时代这个地域存在过恐



左图为2016年出版的《北京小子》，右图为2022年突尼斯东方知识出版公司出版的阿拉伯文版《北京小子》。

龙，而且这个时代还没有“北京”的概念，只能说这片地域，这一经纬交叉点。

尽管恐龙如此彪悍，但最终还是退出了历史舞台。这才有了哺乳动物的兴起，才有了我们人类的诞生。不过从生命的角度来说，任何生命都与我们有着无法割舍的亲缘关系。无论恐龙还是我们，都是进化中的一环。

第二个节点我选取了北京周口店龙骨山，因为在这里曾经发现了北京猿人头盖骨。我让孩子们回到猿人的时代，见到了那位著名的猿人“北京人”。为了写这一部

分，我还专门到当地做了详细考察。

在故事当中，孩子们与猿人进行交流，参与了猿人的狩猎等活动。这些都让他们了解到，初生的人类，或者说我们的祖先，其生存是多么的不易。

当然这在科学上也有争议，一种观点认为，我们未必就是这支猿人的后代，他们很可能已在历史中灭绝了。但如上所说，远古生命本身就意味着我们人类的祖先。

我选取的第三个节点，是对北京猿人头盖骨挖掘时期。这也是科学史上一桩著名的公案。当时正值战争年代，在战乱中北京猿人头盖骨遗失了，至今下落不明。关于头盖骨的去向有很多猜测和分析，我查阅了大量资料，希望找出一些合乎逻辑的解释。所以那段故事，我基本上是按照历史原貌来描述的。

总之，孩子们在历史的苦难中磨练自己，努力改掉自身的缺点，历尽坎坷方回到当代北京。

尽管这部作品被包装成一个类型故事，但它同时还是北京风土人情的缩影。很多作家都会讴歌自己的家乡，我生在北京长在北京，北京就是我的家乡，我也希望能用文字来描画和赞美家乡。书中很多细节性的场景，看似随意写来，但我在创作时却格外用心，就是希望能在字里行间方方面面都体现出北京的与众不同。总之，我希望通过这本书，让全世界的孩子都了解北京、喜欢北京，并在不久的将来能来到北京。

（作者系北京作家协会专业作家）



# 元宇宙将怎样改变世界

元宇宙已经在世界范围内掀起了一个巨大热潮，国际顶尖互联网公司纷纷布局元宇宙。这些席卷而来的热潮正在说明一个事实，那就是：我们正在从大数据时代真正迈入元宇宙时代，元宇宙已经在全面颠覆我们生活、工作与思维。谁最先进入元宇宙，谁就将最先赢得未来。

随着元宇宙热潮的进一步发酵，人们对元宇宙是什么以及将会带领人类走向何方众说纷纭。2022年，元宇宙商业之父，也是全球最早、最全面介绍元宇宙的趋势家，元宇宙定义者马修·鲍尔推出他的新书《元宇宙改变一切》（浙江教育出版社2022年9月出版）。在这本书中，马修·鲍尔凭借翔实的商业科技史料、深入的分析，阐释了今天为什么我们要了解元宇宙，以及继续发展元宇宙的迫切性和必要性。换言之，在这本新书中，马修·鲍尔为大众厘清什么是元宇宙，元宇宙什么时候到来，如

何真正构建元宇宙，以及元宇宙将如何全面改变我们的工作、生活与思维方式。

马修·鲍尔为我们精准定义了元宇宙：一个可互操作的3D虚拟世界网络，所有人可行使对虚拟物品的财产权。只有当元宇宙能够支持大量用户在同一时间、同一地点体验同一事件，并且不以牺牲用户功能、世界交互性、持续性、渲染质量等为代价时，元宇宙才能真正实现。

马修·鲍尔指出，元宇宙以“互操作”为前提。它是一个由不同虚拟世界、技术和服务组成的网络，这些虚拟世界之间可以交换信息，它们信任彼此对这些信息的修改，也信任这些虚拟世界中的个人用户对信息的修改。但是互操作需要所有参与者同意并使用特定的技术标准，共享它们的私有数据，以及开放专有系统。这其实很难，因为大多数公司并不喜欢分享数据或根据他人的需求作出技术决策。

在马修·鲍尔看来，今天，元宇宙的很多方面仍然存在不确定性，例如元宇宙将使用哪些互操作格式，如何设计互操作协议，以及将如何构建“元宇宙经济”中的各种商业模式和培养用户行为。因此，在这些因素的助推下，可能会产生一个更全面但不那么引人注目、尚未活力四射的元宇宙。

《元宇宙改变一切》不仅展现了元宇宙如何彻底改变每一个行业，从教育到生活方式，从消费行业到工业，从时尚产品到影视制作，无所不包；而且展现了科技、社会和创造力的融合，是每一个人都应刻画的未来之书。

马修·鲍尔表示，希望元宇宙能成为一股永恒的力量。它可以让我们更紧密地联系在一起，同时改善获得教育、医疗保健和经济发展的机会，并推动互联网下一个阶段的发展。

（湛庐）

——马修·鲍尔



□ 刘为民

# 古崖居：人工凿刻巧夺天工

□ 文/图 苏青

“京都探秘古崖居，岩洞石室巧布局。世外桃源多迷雾，披雾开云待行旅。”

时隔近20年后，笔者第二次游览古崖居，与2005年5月的那次探访相比，这里变化巨大，整个景区经科学规划、精心设计，游览路线清晰合理、安全设施完备、科普资源丰富，已成为联合国教科文组织命名的北京延庆世界地质公园古崖居园区。当然，许多原始风味和荒野乐趣也有所“丢失”。

古崖居风景区位于北京市延庆区张山营镇东门营村北部，距城区不足100千米，交通便利。所谓古崖居，就是古人在山崖上开凿的石窟居室。这里的古崖居密藏在东西走



北京延庆古崖居

向海坨山幽静的峡谷之中，集中在东边山梁前后两个区域，形成了两个自然的居住村落。大约10万平方米三面直立的岩壁上，布满了人工凿刻的大小不同、形态各异的石室；石室的洞口大都毗邻，位置错落有序，有的上下相通，有的左右相连。全部石室分布成楼层状，层与层之间有石蹬、石梯或栈桥相连，结构类似现在的楼房，现保存有137座石室。

石室大都呈方形，以一明一暗两套间居多，对游客开放的最大石室被命名为“三居室”，有40多平方米，估计是此处最高首领的居所。其他石室大的20平方米左右，小的仅三四平方米；看来，即使是在这样原始的居住之地，人的等级同样泾渭分明。

古崖居留有许多人类生存的痕迹，村落周围发掘有寨门、水井、石磨，石室开凿有门、窗、壁橱、灯台、石炕、烟道、石灶、木槽、送料口。前村最西头一个最大的敞开洞室被冠名为“奚王府”，内有宽敞的大殿、雕琢的佛龕、耸立的石柱、散落的石桌石凳。解说牌注明，“奚王府”类似于宗祠祠堂或村公所，用于祭祀、集会、议事。

古崖居科学利用地形，建筑结构复杂，整个村落踞半山腰，所处峡谷宽不过10米，通往后山的“一线天”更是不足1米，蜿蜒曲折，地势险峻。整个山寨布局巧妙，进可经略

妨川，战可依崖制敌，退可安营驻守，败可入谷避险，尽显建造者的智慧和用心。

1984年，北京市开展第二次文物普查，这块神秘之地始被发现，并于1990年被列入市重点文物保护单位。由于历史文献中没有任何关于这些崖居的记载，所有石室也没有留下可以解读的文字或图画。因此，古崖居弥漫着悬念和神秘的云雾，成为“千古之谜”“千古之奇”。对于这里，学者们倾向于它曾是我国北方已经消亡了的少数民族——西夏族人的崖居山寨，推测开凿年代大约在唐朝以后的五代时期，距今约1000多年。

古崖居在我国并不少见，东门营村的古崖居是我国至今已发现规模最大的崖居遗址。在福建的武夷山景区，有古崖居开凿于半山崖壁之上，郁郁葱葱的植被与山寨融为一体，甚为隐秘。陕北的古崖居大多坐落在关隘与聚落附近，靠近聚落的植被较为丰富，关隘附近的崖居大都岩体光亮，易于防守。巴渝地区的古崖居则分布在崇山峻岭之中，石洞的开凿充分顺应自然，巧夺天工。

世界上很多地方都有悬崖居所，著名的崖居包括：意大利马泰拉洞窟、伊朗坎多凡岩石村、土耳其乌希萨尔岩石居所、马里共和国班迪加拉悬崖居所，以及美国科罗拉多州梅萨维德悬崖民居和新墨西哥州的普耶悬崖居所、吉拉悬崖民居、班德利尔国家纪念

地悬崖民居等。目前，这些古老的崖居有的仍有人居住，还有的已成为世界文化遗产的一部分。

延庆古崖居留给游人无数疑惑和遐想。这里的石室洞门都不大，大约1米见方，洞顶同样也不高，1.7米上下，成人钻进去参观还得弯腰。石室内火炕长度大小不一，从1米至2.4米不等，大多为1.6米宽，马厩的洞口和厩室也不大。难不成当时居住的都是一色的矮个子？饲养的也是一群矮牲畜？另外，古崖居的建造者周密筹划、费尽气力建造出这样一个宜居的场所，为什么又突然抛下它消失得无影无踪？

看来，破解这些神秘和奥谜，还有赖于更多的考证发掘，以及思路创新。有感于斯，填《洞仙歌》词一首，以表情怀：“海坨峡谷，奶水流经潮。神秘崖居漫云雾。洞石窟，工艺精巧雄奇，层叠建，壁立猿攀猴渡。//破千年奥谜，考证频出，学者民间热议注。避难躲兵灾，响马巢寨，西奚寨，屯守戍戍。细解古人遗迹聪哲，问疑尚多多，豁然思路。”



## 文坛赛先生

安徽省贵池县有一条小河名为“秋浦”，在唐朝时贵池县也称“秋浦县”。这里群山起伏，盛产铜矿，所以金属冶炼形成了当地的“龙头产业”，几乎家家户户都有人以冶炼黄铜谋生。李白曾多次到过秋浦县，写了一组《秋浦歌》，其中第十四首是直接描写冶炼工艺、歌颂炼铜工人的古典诗词。在今天看来，实属文坛科技作品中的“凤毛麟角”。

炉火照天地，红星乱紫烟。赧郎明月夜，歌曲动寒川。

第一句写炼铜炉的火焰光耀天地，日夜通红不息，那一排排炉火燃烧冒出紫色的烟雾，火花四溅，红灿灿艳若群星。李白以摄影纪实般的笔法，形象地描述了当年“秋浦河”畔炼铜冶矿的繁忙景象。“赧郎明月夜”里的赧郎，字面意思是“红脸”汉子，但不是“羞赧”之意，而是描绘炼铜工人夜以继日地工作在炉火旁，天长日久把脸颊烤成了红铜色。他们在明月晴空下，一边紧张地工作一边唱歌，那欢快的声音在寒冷的山谷河道中久久回荡、四方流传。全诗只有20个字，做到了绘形绘色，视野宏阔，人物突出，声情并茂，充分显示出李白诗歌的思想与艺术特征。尤其是像他这样直接描写工矿业与工人形象的古典诗赋，十分鲜见——对于研究中国冶金史与科技史，都有一定的参考价值。

从社会发展史的角度来看，我国夏、商、周三代王朝屡屡迁都，堪称世界古史之最——夏迁都8次，商迁都12次，周迁都4次。这是为什么呢？当然涉及到各层面、各类别的历史因素，但其中的重要原因之一，就是为了追求作为重要政治和经济资本的铜锡矿。考古学家认为，早在新石器时代晚期和夏代，中华先民已能操作初始的冶炼和简陋的石范、陶范铸造工艺。至少在西周乃至更早些时候掌握了硫化矿类的炼铜技术，以及当时属于“高科技”的开采深层原生矿的能力，这就解决了矿冶生产的“可持续发展”问题。多次迁都大抵是为了寻找生产充足的铜料，为青铜、黄铜的货币铸造、兵器制造等提供技术和原料保障。

美丽的祖国山川，铜矿蕴藏丰富，作为冶炼原料很早就记录在中华典籍文献里。如战国时《管子·地数篇》载：“出铜之山，四百六十七山……”下有铅锡赤铜。”考古学家在湖北大冶、湖南麻阳、安徽南陵和铜陵、内蒙古赤峰、江西瑞昌等地，都发现了许多古代采矿冶炼的遗址。当时，矿床开采运用竖井与斜井或者斜巷与平巷相结合的采掘方式，基本解决了井下通风、排水、矿石提供和巷道支护等一系列技术问题。春秋时期的炼铜竖炉高达12—14米，炉缸壁上有口径5厘米左右喇叭形的鼓风孔；炉旁设有工作台，用于加料和安放鼓风设备；利用辘轳逐级接力提运等较为先进的传动方式。秦汉以降，更加有意识地把锌的氧化物“炉甘石”添入化铜炉里，生产出以锌为主要合金元素的“黄铜”。到唐代，我国的铜矿冶炼技术和产业，都远超欧洲同类工艺的水平，年产量高达5000多吨。一千多年来，举世瞩目的武则天乾陵从遭盗墓贼破坏，传说其原因就在于墓缝都是用铁汁冶炼浇筑封存的。

（作者系北京大学文学博士，南京大学博士后）