

长期被忽略的大科学家：惠更斯

□ 李大光

摇曳烛光

今天，当人们谈及科学革命，自然而然会谈及牛顿。然而，许多人并不知道，牛顿等人的一些成就，是建立在惠更斯的研究基础之上的。

克里斯蒂安·惠更斯，荷兰物理学家、数学家、天文学家和发明家。在物理学方面，惠更斯在光学和力学方面作出了开创性的贡献，而作为一名天文学家，他主要以研究土星环和发现其卫星泰坦而闻名。作为一名发明家，他发明了惠更斯目镜，改进了望远镜的设计。然而，他最著名的是1656年发明的钟摆，这是计时方面的一个突破，成为近300年来最精确的计时器。因为他是第一个用数学公式来描述物理定律的人，惠更斯被称为第一个理论物理学家和数学物理学的创始人。

美国物理学会发表的一篇文章指出，惠更斯的时钟设计灵感来自伽利略发现的等时性，即相同长度的钟摆具有相同的振荡周期。后来他聘请当地钟表匠所罗门·科斯特制造这款装置，并于1657年申请了专利。事实证明，他的设计比那个时代基本的弹簧驱动表时器要精确得多，每天的误差只有15秒，而不是15分钟。美国物理学会最近的文章中认为，惠更斯的发明“进一步的改进并提高了这种精度，以至于钟摆时钟在钟表行业占据了数百年的主导地位，直到1927年石英钟的发明。”

1659年，惠更斯成为第一个推导向心力标准公式的人。这个公式在古典力学中起着核心作用。惠更斯也是



克里斯蒂安·惠更斯 (Christiaan Huygens, 1629–1695)

第一个在他的著作中提出弹性碰撞的正确定律的人，但他的发现直到1703年他死后才发表。在光学领域，他最著名的是他在1678年提出的光的波动理论，并在1690年在他的论文中描述，这被认为是第一个光的数学理论。他的理论最初被牛顿的微粒光理论所否定，直到1818年奥古斯丁·让·菲涅耳采用惠更斯原理，证明它可以解释光的直线传播和衍射效应。今天这个原理被称为惠更斯-菲涅耳原理 (Huygens - Fresnel principle)。

惠更斯于1656年发明了摆钟，并于次年申请了专利。除了这项发明，他在钟表学方面的研究，促成了他在1673年出版的《钟表振荡》一书中对钟摆进行了广泛的分析，这本书被认为是17世纪力学领域最重要的著作之一。虽然书的第一部分包含了时钟设计的描述，但书的大部分是钟摆运动的分析和曲线理论。1655年，惠更斯和他的兄弟康斯坦丁开始研究镜片，以便建造望远镜能够进行天文研究。他设计了一架50倍的折射望远镜，用这架望远镜他发现土星环是一个薄而平的环，没有任何接触，并且倾向于赤道。”正是通过这台望远镜，他还发现了土星的第一颗卫星——土卫六。他还发现了猎户座大星云和土星光环。他最终在1662年发明了现在被称为惠更斯目镜的望远镜，它有两个透镜，减少了一名色散。

作为一名数学家，惠更斯是概率论的先驱，并于1657年出版了他的第一部概率论专著。惠更斯大学的私人教师弗兰斯·范·舒腾将这本著作翻译为《论概率游戏中的推理》。这是一篇关于概率的系统论述，涉及概率游戏，特别是点数问题。现代的概率概念是由惠更斯和布莱斯·帕斯卡创立的使用

期望值而产生的。惠更斯被称为介于笛卡尔和牛顿之间的欧洲自然哲学家。他坚持当时机械哲学的原则。他特别寻求对避免远距离运动的引力的解释。惠更斯在自然哲学方面也有贡献。他与罗伯特·博伊尔和雅克·罗侯一样，惠更斯坚持所谓的“实验导向的微粒机械”自然哲学。在对科学革命的分析中，这似乎是一个主流立场，至少从英国皇家学会的成立到牛顿的出现，这一立场有时被称为“培根主义”，而不是归纳主义，但也不是简单地认同弗朗西斯·培根的观点。1661年，惠更斯第一次访问英国，当时他参加了格雷欣学院4月的一次会议，直接了解博伊尔的气泵实验。1661年末和1662年初，惠更斯花时间复制了这项研究。

据说明惠更斯最终接受了波义耳关于真空的观点，而没有接受笛卡尔对它的否定。牛顿对约翰·洛克的影响是通过惠更斯中间的调和作用，他向洛克保证牛顿的数学是可靠的，从而使洛克接受了“微粒-机械”物理学。

惠更斯从未结过婚，在其一生的最后几年过着孤独和抑郁的生活。作为一个理性主义者，他不相信内在的至高存在，也不接受在他成长过程中对他一直存在的基督教影响。尽管惠更斯不相信有这样一个超自然的存在，他推测，在类似地球的行星上可能存在外星生命，并写道，液态水的存在是生命存在的必要条件。他在1695年去世前不久发表的《宇宙理论》中，确实对地外生命的可能性进行了假设。

(作者系中国科学院大学教授、国际科学素养促进中心研究员)



最近，一张国外的明信片引起了国人的关注，明信片上那位举着望远镜仰望星空的古代女子，是中国200多年前一位不到20岁的少女。她的名字叫王贞仪。除了科技史界，这个名字在国内还鲜为人知，而在国外却备受推崇。

世界最权威的《科学》杂志《自然》评选“为科学发展奠定基础的女性科学家”，她入选。

国际天文学联合会以她的名字命名了一颗小行星。另一个说法是命名了月球上的一个陨石坑。

2016年，美国的一本畅销书《勇往直前：50位杰出女科学家改变世界的故事》中，王贞仪榜上有名。

2018年，最新的一本以揭示过去两千年来推动数学发展却不被周知的女性科学家为主旨的《数学的力量：数学的反叛女性》中，详细介绍了王贞仪对科学研究的贡献和影响。以她为内容的人物插画也在网上流行，深受年轻人喜爱。

据史书记载，王贞仪(1768-1797)，清朝江苏上元人，原籍安徽天长，字德圃。诸生詹枚妻。11岁随父赴吉林，奔祖父交，居5年，读书习骑射。旋回江南，随家转徙京师、陕西、湖北、广东。通天文、算学、医学，工诗文、绘画。曾痛斥风水迷信之说。对岁差原理有清晰了解，并能驳正前人著作中的错误。有《德风亭集》《星象图释》《筹算易知》《重订策算遗伪》《西洋筹算增删》《沉吟诗话》等，并有45篇诗文问世。人称才女、奇女子、女中豪杰等。

根据以上这段清简的简介，再考证她本人的著述和别的有关资料，我们得知，王贞仪出生在清代一个名门望族，家风开明。很小的时候，她的祖母就教她诵读诗词文学。从11岁开始，她就从老家祖父的藏书里，学习了天文学，用当时德国传教士汤若望从西欧传到中国来的望远镜仰望星空。

她的父亲是一名医术精湛的医生，传授给她医学、地理和数学。16岁时，王贞仪跟随父亲走南闯北，如男子般领略大好河山，正是这段经历开阔了她的视野，她开始专注于天文学和数学的学习。

数学深奥难懂。她居然把清初著名数学家梅文鼎的数学巨著《数理精蕴》分解成五卷本的《筹算易知》，今国外译为《简单计算原理》，用简单易懂的语言为初学者提供中国数学概念和方法。那时她还只是一个十几岁的小姑娘。

王贞仪更喜欢的是天文学，她渴望揭开宇宙奥秘，她不仅学习中国的传统文化，还阅读研究了很多翻译成中文的西方天文典籍。

通过比较中西方的理论，她逐渐形成了一个在当时的中国还不被广泛接受的观点——地球是圆的。

关于这个令人困惑的问题，她用一句话轻易地做了回答：“人居地上，各以所居之方为正。”她认为，地面的广度大，而人所能观察的范围又很小，因此，虽然地球是圆的，但是从人的视角来说，所能接触到的地面可以看作是平的。除此之外，更让西方科学家佩服的，是王贞仪对于日月食的解释。

晴朗的夜晚，王贞仪会坐在院子里，观察月亮和星辰。有时，她会呆在屋里，偷偷做着实验。灯下，她看着头顶悬着的灯火，再看着挂在东西窗边长桌上的两面大圆镜，观察着三者之间的位置关系，用这样简陋的模拟装置多次实验，困扰她的月食问题突然有了答案。她用直白的语言，加上配图，撰写了一篇《月食解》。在这篇文章中，除了月食的形成原理，她还对月亮的阴晴圆缺、日食进行说明，和现代的天文学阐述的日月食原理一致。那时她才20岁。

25岁，王贞仪出嫁了，这在当时，可是大龄女青年晚婚。她的丈夫詹枚，一个家境虽不富裕，但对王贞仪却呵护备至的男子，两人结婚并定居宣城。婚后短短的岁月，在操持家务的同时继续从事着她喜欢的事业，王贞仪29岁时因病去世。

“丈夫之志才子胸，谁言女子不英雄。足行万里书万卷，常拟雄心胜丈夫。”这是王贞仪的诗，也是她一生的写照。

如一朵昙花，如一颗流星，王贞仪在短暂的一生中，活出了自己的传奇。她的勤奋好学、文理交融，她的足行万里书万卷，她的重观察、实验的科学方法，她进行普及和传播科学的著述，都是留给我们的宝贵遗产。

(作者系

国家教育咨询委员会委员，中国科技馆原馆长、研究员)



余生趣谭

中国科幻创作的“科普情结”

□ 尹传红

“向科学进军”的号召，全国迅速形成了学科学的热潮，作家们创作科学文艺作品的热情空前高涨。不过，总的来看，“在初创期，科学幻想小说在中国文学界是没有地位的。它只是作为儿童文学中一个很弱小的品种而存在。”(叶永烈语)

1978年3月，全国科学大会在北京召开，“科学的春天”来了，中国科幻小说终于走出了“冷宫”。许多杂志、科普杂志乃至纯文学刊物也都乐于刊登科幻小说。1979年5月，四川省创办了中国第一份以发表科幻小说为主的杂志《科学文艺》(即《科幻世界》的前身)；1981年，海洋出版社创办了《少年科学》《儿童文学》《少年文艺》《智慧树》等杂志也竞相刊登科幻小说……中国科幻由此迎来了创作、出版的第二个高潮。

这一时期，科幻作家的队伍在不断壮大，创作水平在不断提高；题材有了新的开拓，幻想构思和情节设计日趋精巧，在主题深化和人物形象塑造方面，也出现了可喜的变化。至上世纪80年代初期，已有越来越多的科幻作家认识到：科幻作品除了介绍科学知识、提出科学展望外，还有其广泛的现实意义，还兼具更广泛的内涵，而不应只是处在“儿童文学”和“科学普及”的从属地位。

《布克的奇遇》作者肖建亨尖锐地指出：中国科幻小说的发展一开始就打下了一个潜在的危机。这危机就是“工

具意识”过于强烈——仅仅把科幻小说当成了一种普及科学知识的手段，而忽略了科幻小说作为文学品种之一的文学品质。他认为，科幻小说并不是教科书，的确不能承载过多的科学知识，尤其是不能承载过具体的、解决一个实用的工程技术知识的普及任务。过分的功利和实用主义，恰恰使科幻小说的价值和社会功能难以真正发挥出来。

上世纪50年代，中国的科幻小说的开拓者几乎是清一色的少儿科普工作者。当时，在“向科学进军”的号召下，对科学普及及热情一些，原在情理之中。然而，科幻小说一旦大量问世，就会按照自身的发展规律，去寻找最有利的发展道路。科幻作家们认识到，利用科学幻想这一形式来阐明哲理，表达自己的思想感情、理想和愿望，要比一般文艺作品显得更灵活、洒脱一些，或者说可以走得更远，没那么多约束和限制——这个特点常常也容易引起误解而引来责难。

在1979年发表的《谈谈我对科学文艺的认识》一文中，科幻名家《珊瑚岛上的死光》的作者董恩正主张将科学文艺与一般科普作品区别开来：“在写作目的上，科普作品是以介绍某一项具体的科学知识为主，它之所以带有一定的文艺色彩，是为了增加趣味，深入浅出，引人入胜。在这里文艺形式仅仅是一种手段，是为讲解科学知识服务的。而在科学文艺作品中，它的目的却不是介绍任何具体的科学知识，而是与其他文艺作品一样，是宣扬作者的一种思想，

一种哲理，一种实事求是的态度，一种探索真理的精神。概括起来讲，是宣传一种科学的的人生观。在这里，科学内容又成了手段，它是作为展开人物性格和故事情节的需要而充当背景使用的。”

董恩正的上述观点在当时的中国科幻界，是颇有创新和进步意义且极具“冲击力”的。但它同时混淆了在中国已有特定含义的“科学文艺”与“科学幻想小说”的概念，以致引起了不少误会和争议——指责他主张科幻小说可以不忠实于科学，科学内容不过是小说的“道具”而已，并且引发了中国科幻界与科普界著名的科幻小说的姓“科”姓“文”之争。

早年从事过科幻小说编辑工作和创作的赵世洲，对中国科幻小说的“转型”有一个十分形象的比喻：“我国科幻小说的发展倒有点像青蛙，蝌蚪阶段曾经姓‘科’，而在走向成熟的时候，就应及时地改而姓‘文’，成为文学的一部分。”

今天，我们对科幻小说的认识已然深刻了许多，似乎也不存在什么大的争议了。我想，应该特别感谢前辈科幻作家和评论家们的探索与实践，为科幻创作在繁荣发展的良好局面奠定了坚实的基础。

(下)

科学随想

无人化采矿不再遥远

(上接第一版)

今年1月，国家煤监局发布了煤矿机器人技术体系，分为5类38种，标志着中国已经率先站在煤矿机器人的前列。今年4月1日，中国矿业大学(北京)智慧矿山与机器人研究院揭牌，目的就是要把无人化采矿、机器人化采矿的目标落实推进，付诸于生产实践。当然，宏伟目标的实现，不能仅凭高校之力，还需要企业、科研单位特别是政府的大力支持，共同努力，形成合力，集中力量办成这件大事。

煤矿机器人化开采已经实验成功

采煤机是把煤炭从地下挖出来的最前端、最核心的机器。采煤机要实现机器人化，“五调控”是核心，即调控截割速度、调控截割高度、调控截割轨迹、刮板输送机调直和液压支架调直。5个方面缺一不可，其中任何一个步骤不实现智能或者机器人化，整个采煤工作面的机器人化就无法谈起。为此，井下精准定位导航技术研发是重中之重。目前研发的煤岩界面自动识别截割技术，采用电流、温度、声波、振动等多参数融合，使误差控制在1厘米左右。在井下采煤，除了自动识别煤岩界面，还得让采煤机知道在什么地方拐弯，在什么地方直行，需要将导航的信息嵌入地理信息系统中，给采煤机地理导航图。一旦有了类似GPS的导航图，采煤机就会像汽车导航行驶一样，知道在哪个地

方拐弯，到哪个地方直行了。

机器人化开采是多机器人协同，需要联动控制、机群协同、远程感知，构建一个物联网系统，实现无人操作和机器人化群组之间的自动化运行。有了物联网，就可以在距离采煤工作面500米左右的地下手持遥控，在采煤工作面1千米范围内的洞室内实现远程监控，甚至可以做到距离采煤工作面10千米以上的地面监控中心进行远程监控，进而实现煤矿机器人化开采的无人值守、远程操控。

目前，山西一座煤矿已经进行了机器人化开采试验。这个矿年产量1000万吨，采煤工作面只需6个人远程监控和巡检，初步实现了机器人化开采。不久的将来，巷道掘进机器人将形成机器人作业，成为掘、支、锚、运四位一体的智能化机组。

煤炭自动运到地面正在变成现实

有了挖掘和开采，还需要有运输。从煤炭采下来运输到地面要经过两个环节，一是刮板输送机转载，二是斜井皮带提升或竖井钢丝绳提升。这两个环节是地下煤炭运输到地面的咽喉要道，缺一不可，需要无人操作运行、自动适应负载和智能安全保障。

蜘蛛吊在树上的时候，非常容易就将自己提上去，因为它是一个弹性自适应系统。根据这个原理，专家们研制出了不确定摩擦约束的超长钢丝绳提升稳控系统，解决了竖井提升机器人化的问题。

井下带式输送机运距很长，最长可达五六千米。这么长的粘弹性输送带的自适应驱动非常难。机头犹如企鵝行走一样，任何时候都不能打滑。机尾犹如人在拉着橡皮筋拔河，大变形松弛的时候，要能够自适应拉紧，一旦负荷变化就立即响应调控

张力，实现智能张紧。这套机械系统看似简单，实际上需要从粘弹性力学、摩擦学、控制理论等方面系统研究，才能获得技术支撑。经过努力，我国科学家研发了超长运距智能驱动及张紧系统。目前，驱动功率可达1000千瓦，运输能力可达3000万吨/年，一条输送带的连续运距可达6000米，建立了井下长运距、大运力、无人值守的煤炭连续运输系统。

在井下，刮板输送机既是采煤机的导轨又是转运煤炭的设备，同时也是液压支架的移步支点。在这种情况下，一旦刮板输送机发生故障，采煤工作面所有工作都要停止。问题在于刮板输送机的使用寿命短，影响产量；故障多，影响采煤机和液压支架开机率；轨迹歪，导致采煤机

截割偏离煤层走向。

在科学家与企业协同努力下，目前我国已经研发永磁电动机直联驱动的刮板输送机，可以柔性启停，大大降低了刮板输送机的负载；可以重载牵引，动载平衡，多点驱动；节能效率要比传统的刮板输送机高30%以上。同时，还研制出一种自硬化耐磨金属材料。这种材料与煤摩擦过程中，越摩擦，表层越硬，磨的次数越多，硬度增加越高。用这项技术，轧制出一种越磨越硬的钢板，用这种钢板制作刮板输送机溜槽，其寿命超过了国外产品，无维修运煤量可达1500万吨，创国内外最高水平。

(本文系科普时报记者侯静根据葛世荣校长在MSTA大家系列科技讲座上的演讲记录整理而成，并经作者本人审核)

机器人化开采技术革命任重道远

1889年，门捷列夫提出，未来可能会实现煤不从地下开采出来，而是在地下直接转化为各种可燃气体。1912年，诺贝尔奖获得者达勒姆在英国进行了人类首个煤炭地下气化实验。两位著名科学家提出的地下气化概念，已在中国矿业大学研究探索了近40年，寄希望于将来有一天，能够实现规模化煤炭地下气化开采。

无人化开采，近期是实现机器人化开采，远期是化学开采，最终目标是让我们煤炭开采安全清洁、成本低廉，保障国家经济安全和快速发展。实现煤炭资源既不污染环境，又能高效转化利用，需要共同努力，在5个重大攻关方向上进行坚持不懈的努力。

一是研制高压水射流辅助采煤机器人。现在的采煤机类似于流程作业机器人，一旦某个部件坏了，整个系统就停机了，所以要研制并行式独立采煤机器人，即一种短壁开采的高压水射流切割支护一体化机器人。

二是井下采选充一体化机器人。采煤之后，需要就地分选矸石，然后把矸石运回采空区充填。井下采选充一体化机器人问世之后，减排问题在井下就能解决，工序和工作量减少，生产效率也会成倍提高。

三是井下精煤管道提升技术。未来采矿的目标，就是实现精采精选。其中，精采就是选择性开采煤炭，精选就是通过管道把精煤提升到地面，设备、人员通过管道、轨道运输。这



一目标的实现，将会大大优化传统的煤矿运输工艺，形成一套简便高效的井下物流系统。

四是地下无人驾驶运输车技术。目前我国井下无轨胶轮运输车技术比较成熟，但存在着用人多、污染大、事故风险大等不足。通过未来几年的努力，井下运输车实现无人驾驶，跟地面的特斯拉无人驾驶汽车一样，可以自动驾驶作业。

五是煤矿地下气化机器人。煤炭地下气化是煤炭开采的革命性变化，属于化学流态化无人采矿技术，在地下构建一个气化炉，使采煤变为采气，不再是地面燃煤发电，而是地下燃气发电，把煤变成清洁能源直接利用。为此，我们提出了一整套地下液化新概念，在地下的煤层中构建一个腔，把催化剂注入进去，保持一定的温度，在催化剂和温度的共同作用下，将煤变成液体，再抽上来进行分解转化，与汽油、柴油开采的工艺十分相似。