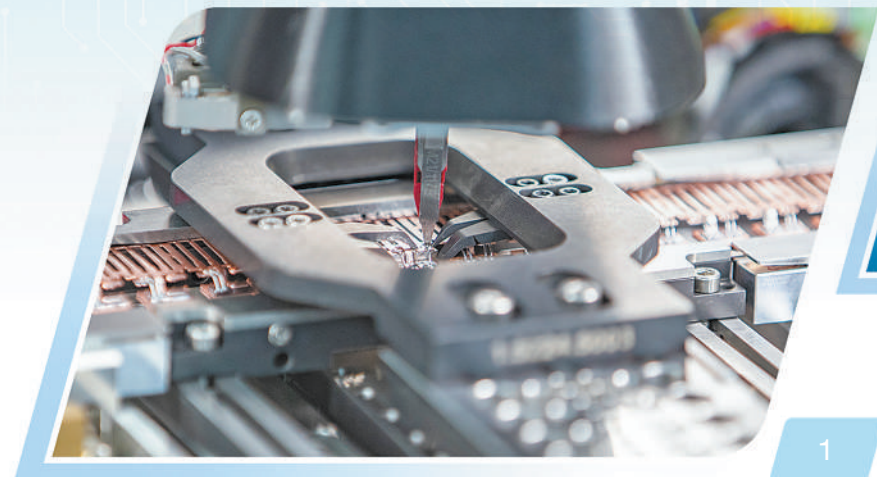


集成电路

社会信息化的“引擎”

王阳元

开卷知新



坚持“两创” 书写史诗

脱贫攻坚这样划时代的伟大战役，作家应该在场，应该身兼见证者与记录者，在火热的现实生活中、在辽阔的大地上书写史诗。

习近平总书记在中国文联十一大、中国作协十大开幕式上的重要讲话中强调：“广大文艺工作者要树立大历史观、大时代观”。我创作的脱贫攻坚题材长篇小说《太阳转身》取材自云南文山壮族苗族自治州。这里地处边疆，由于历史原因社会发展相对落后，贫困程度之深，脱贫攻坚任务之艰巨，可想而知。文山州的脱贫历程具有典型意义，用文学的话语来说，特别具有辨识度。这部小说入选2021年度“中国好书”，我想或许与此相关。

云南有丰富多彩的历史文化与风土人情，有代代相传的民间故事和英雄传说，其中充满生存的智慧。对于一个写作者来说，这是取之不尽的资源。书写这样的历史与现实，要像翻越雪山一样，从山脚开始一步一步地往上攀登。还要俯身下去，洒下汗水，付出真诚。大地上生长的万物和他养育的人民，从来都是作家的老师。在这些老师面前，我像永远学不了业的学生。

作为一名写作者，我渴望进入到“大生活”中，而不是局限于自己的生活小圈子。当我走进这片土地，发现了许多我们共通的东西——对美好生活的向往，对优良传统的坚守，对大自然的热爱与敬畏，对责任、尊严、荣誉的追求，等等。这些人类共有的美好品德并不因为经济社会发展水平差异而有所增减，只不过在表现形式上不同罢了。而这种不同，给作家提供了一个广阔的写作空间。

我把文山州的文化习俗和脱贫攻坚作为一个新课题来研究和学习，一次次地深入当地调研采访。文山州的脱贫工作向大山要路，向石漠化要地。我在深入一线的过程中深切感受到，脱贫攻坚这样划时代的伟大战役，作家应该在场，应该身兼见证者与记录者，在火热的现实生活中、在辽阔的大地上书写史诗。我在边境一线采访时，走访了十几个村庄，和脱贫攻坚的主力军打交道。他们身上表现出来的优秀品质和英雄气概时常感动我，激发我的写作热情。

我沿着边境线采访，常常蹦出这样的念头：一个中国人一生中应该去看看我们的界碑，在边境线上走一走，了解一些边疆地区的人文和历史，这样会加深自己的疆域概念和对国家的认同感。在云南边境的许多地方，国境线蜿蜒在崇山峻岭中，虽然并不容易看见，但它在边地人心中重如千钧。曾经，这里的许多村庄都在极度贫困线之下，人均年收入不到1000元，连一段水泥路都显得奢侈。但正是这些边地同胞和前来支援的人们，多年来默默承担着建设和守护边疆的职责。每一个村口，每一条村道，都是国门所在。让这些的人们摆脱贫困，就会为边境线增添力量，为国家安宁增添保障。

在脱贫攻坚战取得全面胜利之际，我看到了边境村庄天翻地覆的变化。村村通公路，户户有新房，果实挂满枝头，鲜花开满路旁。我参观过一个村史展览馆，或者说，是一个小小的乡村博物馆，里面陈列着古老的木质农具、织布机、马帮用具等。这些农具，村民用了上千年。而今天，科技种田让亩产翻番，耕牛和犁铧被微耕机取代，马帮被汽车取代，羊肠小道开拓成柏油马路，移动电话进入家家户户。在这个乡村博物馆里抚今追昔、睹物思史，不能不为边地村寨的进步而感到欣慰，不能不为自己投身于这大时代的洪流而感到自豪。作为一名作家，我们有责任和义务积极投身于这个伟大时代，见证、记录、呈现它的历史巨变，为之真诚热情地鼓与呼，并且在这一过程中接受精神的洗礼。

做脱贫攻坚的见证者与记录者

范稳

与其他学科结合，产生多种集成微纳系统。集成电路与其他学科具有十分广泛的交叉性，而交叉点往往是创新点。国务院学位委员会批准设立“集成电路科学与工程”一级学科时，就将其列为交叉学科中的第一个学科。集成电路与精密机械结合，诞生了微机电系统，例如硅陀螺、精度好、可靠性高，现已应用于汽车、飞机和船舶等，凡是需要导航的地方都可以应用；与生物学结合，诞生了可穿戴的、检测人们身体指标的各种芯片。

建立新形态信息技术科学和产业。这方面，手机的发展是典型案例。手机最初是通信范围有限的模拟式“大哥大”，之后是可以拨打电话的数字按键手机，并有了汉字显示功能，屏幕由黑白转为彩色，触屏取代了实体按键，还进一步成为替代相机的随身工具。随着网络通信技术发展，手机获取和传输文字、声音、图像的速度，已经能够“手到擒来”。一部手机，在集成电路技术推动下，从“电话”变成了人们必备的智能信息中心。与之相关的网络购物、网络直播等新形态信息产业正在形成，与此同时，以信件、邮票、快递员为主的邮电产业也在适应变化、升级迭代。未来，随着物理、化学、数学、生物学、计算机科学与软件等学科和相应技术的进步，集成电路将继续推动信息技术科学和产业创新发展，为人们工作生活带来更多便利和新的可能。

未来，集成电路将在更多维度和更大空间发展起来，前景广阔，信息化社会和数字时代需要这样的“引擎”。世上无难事，只要肯登攀。相信这一朝阳产业将从多维度、多方面推动我国信息化和数字化发展。

(作者为中国科学院院士、北京大学教授) 图①：芯片和框架引线焊接。 图②：集成电路生产现场。 新华社记者 黄伟摄 郭俊锋摄(人民视觉) 制图：赵德汝

推荐读物：《集成电路产业全书》：王阳元主编；电子工业出版社出版。《“后摩尔时代”微纳电子学》：中国科学院、国家自然科学基金委员会编；科学出版社出版。《微电子概论(第三版)》：张兴、黄如、刘彦彦编著；北京大学出版社出版。

个月增长一倍的趋势，这就是著名的“摩尔定律”。现在，集成电路已经可以在单一芯片上集成上百亿个晶体管。

得益于集成电路，计算机技术突飞猛进。最初的电子管计算机，由约1.8万个电子管组成，占地150平方米，重30吨，耗电140千瓦，计算速度只有每秒几千次。如今，超级计算机计算速度可达每秒百亿亿次，并在生物医药、新材料研究、太空探索、基因测序、天气预报等领域发挥重要作用。在移动通信领域，得益于集成电路技术的快速进步，通信网络传输速率不断提高，第五代移动通信技术(5G)已经普遍应用。

集成电路不仅解决了信息处理的问题，还解决了信息的存储、获取和传输问题。半导体存储器在移动设备中已经取代磁盘存储器，手机、U盘可以随时存储或读取大量文件；半导体传感器解决了光影、力、磁、化学、生物等自然信号转变为电信号的问题，例如采用图像芯片可随时随地拍摄照片或视频；以集成电路为核心的互联网，使信息传输变得方便快捷，无论是汽车导航、网购商品还是数字支付，都已进入人们的日常生活。在集成电路构成的信息终端之间，无论何时何地，都可以进行声音、文字、图像、视频等信息的交换。

基础研究创新驱动的朝阳产业

集成电路产业飞速发展靠的是创新驱动，比如从平面到三维的器件结构创新，从硅材料到化合物半导体、碳基材料的创新，从紫外光刻到极紫外光刻设备的创新等等。这些创新万变不离其宗，无一不是来自数十年的基础研究成果积累。

当前，集成电路已发展到“后摩尔时代”。不再仅以“每两年集成度提高一倍”为主要指标，而是以“降低功耗、提高性能功耗比”作为发展标尺。现在的集成度已达到了一个指甲盖大小的芯片上，可以集成超过全世界人口数量(超70亿)的晶体管。每个晶体管都需要能源供给并散发热量，导致芯片功耗高，不利于广泛应用，比如手机出现发热问题。我们可以采用新原理、新材料、新工艺和

新结构器件及其新型集成电路架构，降低单个晶体管的漏电流和电源电压，芯片静态功耗就会降低。对于更重要的动态功耗，不同集成电路功能不同，动态功耗各异，功耗降低以后可以再增加晶体管集成度，进一步提高性能。在“后摩尔时代”，集成电路技术有4个发展方向。

继续缩小尺寸。最初，集成电路加工尺寸为10微米，现在最先进的加工技术已达到10纳米以下。10微米是1纳米的1万倍，这相当于普通自行车车轮直径和一根头发丝直径的比例。加工尺寸越小，同样面积的硅片上就能容纳更多晶体管，从而处理更多信息；同时，加工尺寸越小，晶体管的栅长就越短，电信号在晶体管内部以及晶体管之间的传输速度就越快。一般来说，加工尺寸为上一代工艺节点的0.7倍时，晶体管面积缩小50%，集成电路性能提升1倍。当集成电路进入2纳米技术时代时，每平方毫米的硅片上可容纳3.3亿个晶体管。

将不同功能的芯片通过系统集成和三维封装等方式组合，以满足集成电路多功能应用需求。如将不同工艺、不同材料、不同功能的数字电路、存储电路、模拟电路、射频电路、高压电路、功率电路、驱动电路、传感器与执行器、生物芯片等封装在一起，形成一个多功能集成系统模块，进而组成一个全新的、完整的电子系统，以适应不同领域、不同场合的应用需求。这就相当于只用一个集成电路系统模块，就可以承担整个系统的功能，好比不同兵种组合成一个集团军，以完成多样化任务。

器件结构革新。开发量子器件、单电子器件、石墨烯器件、仿生类脑器件等。晶体管是集成电路的核心器件，最初的晶体管是双极型结构，后来金属氧化物半导体器件诞生，成为主流集成电路器件结构。现在，平面的金属氧化物半导体器件结构变为三维的鳍形栅结构，并正向环形栅方向发展。每一次器件结构革新，都会带来集成电路技术重大进步。量子器件和单电子器件是晶体管工作原理上的革新，石墨烯器件是晶体管材料的革新，仿生类脑器件则是模拟神经网络突触的器件。这种革新为集成电路的创新应用提供更多可能，如仿生类脑器件将为人工智能网络的应用插上翅膀。

工匠精神的坚守与传承

胡哲

山》、雷加的《春天来到了鸭绿江》、周立波的《铁水奔流》等，这批作品记录和表现了新中国成立初期东北工业的发展样貌，余韵至今。

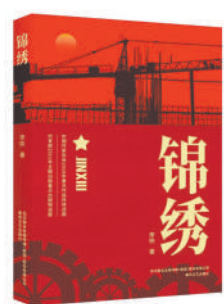
作家李铁曾经在工厂一线工作20余年，对工厂和工人怀有深厚的感情，其文学作品始终以工业、工厂、工人为题材，如《长门芳草》《乔师傅的手艺》等。在新作《锦绣》中，作者讲述了一家大型钢铁企业“锦绣冶炼厂”70多年筚路蓝缕的奋斗史，塑造了两代产业工人的典型形象。《锦绣》分为“家园”“山河”和“前程”三个篇章。“家园”的时间跨度较大，从新中国成立一直到上世纪90年代初，展现了新中国第一代产业工人投身社会主义工业建设的火热现场；“山河”聚焦上世纪90年代，重在表现产业工人攻坚克难的精神；“前程”则表现工业现代化转型升级的时代景象——一部《锦绣》描绘了一座工厂半个多世纪的奋斗历程，浓缩了新中国东北工业发展的铿锵足音。

作品采取家族小说叙事模式，重点刻画张大河父子以及刘英花、牛洪波等人物形象。全书通过不同人物的人生际遇和选择，反映锦绣厂在不同时期的发展历程，塑造了激情洋溢、具有鲜明时代特征的工人群像。比如，主人公之一张大河的身上就浓缩了新中国第一代产业工人的精气神。他不畏艰

难，把一生献给工业建设，为后来者做出表率。作者着重描写了张大河的工匠精神：少年时代入厂跟随师傅学技术，而后苦练辨识锰水火候的技艺，终成炼锰专家，挑起生产重担，被评为全国劳动模范。“我要让大家跟我学，成不了大拿也要成个内行”——张大河在日记里写下的这句话，既是人物真实的内心写照，也映现出工业战线的火热干劲。

《锦绣》中另外两位主人公，张怀双和卢国杰则是新中国第二代产业工人的代表。他们在改革开放的浪潮中勇于探索、攻坚克难，在新的历史条件下再攀高峰。张怀双致力于技术钻研，成为新一代炼锰专家；卢国杰及时发现安全隐患和环保问题，为工厂避免了巨大损失。面对钛白粉等项目的技术挑战，锦绣厂两代工人屡败屡战，最终攻克技术难关，为锦绣厂的转型发展做出了新贡献。

《锦绣》叙述细腻、细节饱满、语言生动，火热的生产生活景象俯拾皆是，充满人间烟火气。每每涉及专业生产和技术领域的细节，作者都力求准确到位，为此做了不少案头功课和调查工作，工业题材小说的独特魅力得以凸显。为深入表现人物内心，作者在全书穿插大量人物日记，以日记体的形式袒露人物心迹。不过，日记语言的人物辨识度不够鲜明，未能在人物语言上加。



《锦绣》：李铁著；春风文艺出版社出版。

工业题材长篇小说《锦绣》以文学方式书写中国东北当代工业发展史，表现了两代产业工人无私奉献、艰苦奋斗的精神品质，铺展出一幅振兴东北老工业基地的时代画卷。

一直以来，工业都是东北文学创作的重要题材。作家草明先后在牡丹江镜泊湖发电厂等基层体验生活，创作出《原动力》《火车头》等作品，其中《原动力》被文学研究界认为是新中国工业题材的奠基之作；鞍钢作家罗丹创作的长篇小说《风雨的黎明》，是最早介绍新中国成立初期鞍钢建设的小说；还有舒群的《这一代人》、白朗的《为了幸福的明天》、艾明之的《不疲倦的斗争》、萧军的《五月的矿

新书架



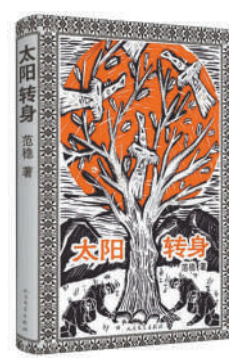
《论中国经济的发展》：林毅夫、王勇、赵越等著；中信出版社出版。

观察分析改革开放以来中国经济发展过程，研究现象背后的本质和逻辑，分享经济学领域的中国智慧。



《张桂梅和她的孩子们》：陈洪金著；希望出版社出版。

本书讲述了张桂梅扎根贫困地区40余年，全身心投入教育事业的感人故事。



《太阳转身》：范稳著；人民文学出版社出版。

