

中国量子计算产业按下“加速键”

本报记者 杨俊峰

2025年是联合国宣布的量子科学与技术国际年。作为全球科技领域的研究热点，量子计算的基本计算单元为量子比特，与经典计算机中的比特具有相同的功能，即存储与处理数据。因其强大的计算能力，量子计算在攻克复杂计算难题上展现出经典计算机难以企及的优势。目前，量子计算已被视为人类科技发展的下一个重要突破口，是全球科技领域具有巨大前景的研究和应用方向。

以2003年中国第一个量子计算研究小组成立为标志，中国量子计算已走过20多年历程，实现了从0到1的巨大跨越、蓬勃发展。2024年1月6日，中国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”上线运行，标志着中国进入算力可用时代。从2024年1月6日至今，“本源悟空”上线已超一周。期间，“本源悟空”已为来自全球139个国家逾1800万用户完成超32万个量子计算任务。以“本源悟空”为代表的中国量子计算产业正在按下发展“加速键”，并在应用探索领域展现出广阔前景。

自主算力首次出海

2024年11月，中国首家量子计算公司——本源量子计算科技（合肥）股份有限公司（简称本源量子）向海外首次销售中国自主量子算力——中国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”的计算机时。

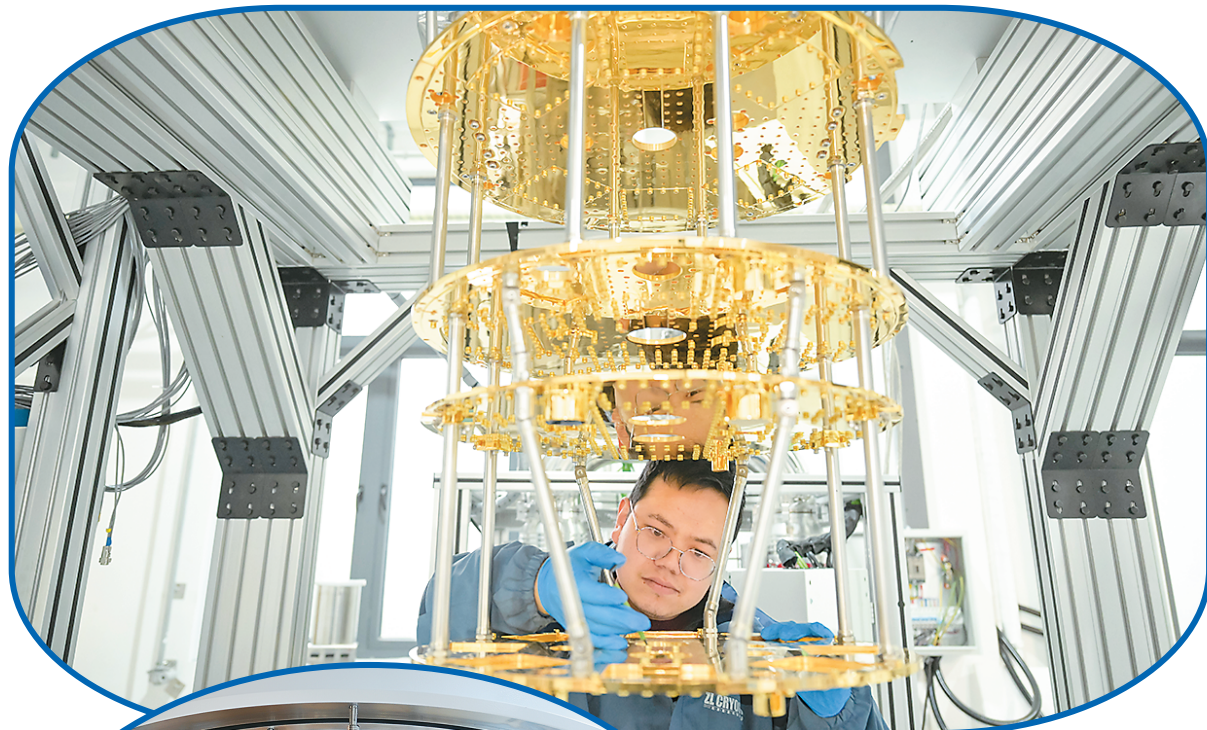
在信息时代，算力体现国力。中国科学院量子信息重点实验室副主任、“本源悟空”科研团队主要负责人郭国平告诉本报记者：“算盘和现有计算机的算力差距，就是现有计算机和量子计算机的算力差距。”

“本源悟空”由本源量子团队自主研发，是中国第三代自主超导量子计算机，搭载72位自主超导量子芯片“悟空芯”。“悟空芯”采用了72个计算量子比特的设计方案，还包含126个耦合器量子比特，共有198个量子比特，其实际运行状态下的量子比特弛豫时间T1（在量子计算中，量子比特从激发态回到基态所需的时间）大于等于15.3微秒，退相干时间T2（量子比特在保持其相干性之前的时间长度）大于等于2.25微秒。基于该款量子芯片的“本源悟空”量子计算机可一次性下发、执行多达200个量子线路的计算任务，与只能同时下发、执行单个量子线路的国际同类量子计算机相比具有更大的速度优势。

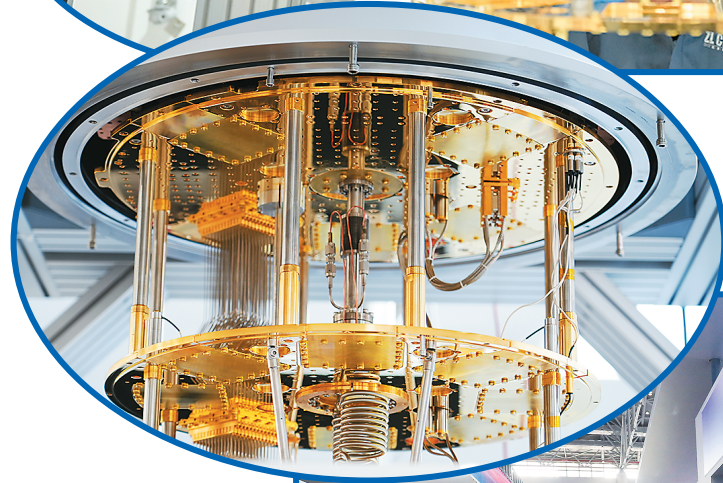
“本源悟空”还搭载了首个量子计算机操作系统——本源司南3.0版本。这一系统在国内首次实现了对量子计算任务批处理的支持，不仅支持量超协同计算，还可高效调度量子计算资源，大幅提升量子计算机整机运行效率。

2024年4月10日，“本源悟空”成功装备中国首个PQC（后量子密码）“抗量子攻击护盾”，这使“本源悟空”能更好抵御其他量子计算机的攻击，确保运行数据安全。从算力提升到“攻守兼备”，中国量子计算机制造链更加完备。

安徽省量子计算工程研究中心副主任、“本源悟空”云服务研发团队负责人赵雪娇告诉本报记者：“目前，



▲2024年12月25日，在安徽省合肥市知冷低温科技有限公司的生产车间内，技术人员正对量子计算领域关键设备稀制冷剂进行换热组件的精密安装。
刘玉才摄（人民视觉）



▲“本源悟空”超量子计算机内部结构。
孙超摄

▶2024年9月20日，安徽省合肥市滨湖国际会展中心2024世界制造业大会展馆内，观众在参观“本源悟空”超量子计算机模型。
王玉实摄（人民视觉）

本源量子与美国相关科技公司是同价向国际市场出售超量子算力。外国企业购买中国自主量子算力，是国际市场对中国量子计算技术实力的认可。”

技术赋能更多领域

目前，中国的量子算力已应用于计算流体动力学、金融、生物医药等多个重要领域。计算流体动力学广泛应用于航空航天、汽车工程、

船舶设计等领域，与飞行器、汽车及船舶的外形设计都紧密相关。算力提升可以加快飞机、汽车的更新迭代并降低设计成本。然而，传统计算机越来越难以满足这些领域对计算规模、计算精度和计算速度的要求。

量子计算为计算流体动力学提供了新的算力选择。相较于传统方法，量子计算能够显著加速流体动力学仿真过程，从而大幅缩短研发周期并节省经费。

2024年10月25日，中国科学家在“本源悟空”上，成功完成了全球最大规模的量子计算流体动力学仿真，标志着国产量子算力在解决实际问题方面取得重要进展。相关成果发表在国际期刊《应用力学与工程中的计

算方法》上。郭国平表示：“此次研究不仅证明中国自主超导量子计算机具备开展大规模、高精度流体动力学研究的能力，也为我们探索更多复杂科学问题提供了新工具和新方法。”

在金融领域，量子计算可以用于风险管理、投资组合优化、期权定价和金融市场预测等方面。通过量子算法，金融机构可以更快地准确地分析大量数据，为投资者提供更精确的投资建议。“本源悟空”此前上线的全球首个采用分布式量子计算思路设计、规模最大的投资组合优化真机应用，依托“悟空芯”量子芯片，在处理相同规模问题上，资源消耗远低于经典计算机，为处理大规模投资组合优化问题、得出特定风险偏好类型下的最佳收益组合开辟了更高效的路径。

在生物医药行业，量子计算能够助力药物设计、蛋白质结构预测、医疗数据的分析与处理等关键领域。“本源悟空”目前已上线分子对接预测应用、药物毒性预测应用、药物相互作用预测应用等多款基于真实量子计算芯片的应用。其中，药物相互作用预测应用以“本源悟空”为计算后端，采用了量子混合神经网络算法，结合了量子神经网络的节点编码能力和经典神经网络的结构优势，不仅提高了药物相互作用预测的准确性，还大幅度缩短了研发时间，为药物开发领域带来了巨大进步。

2023年，本源量子与蚌埠医科大学达成合作，共探量子计算在辅助医学图像识别、疾病诊断、药物筛选、诊断标志物发现等生物医药领域的应用。以诊治乳腺癌为例，通过将量子计算与深度学习相结合，本源量子设计了混合经典量子图像算法，针对乳腺钼靶图像的分类、分割进行高精度快速分析，帮助临床医生更加准确高效地对患者病情做出判断，让医生在诊治乳腺癌时也用了中国自主可控量子算力。

用好育才“中国筷子”

发展量子计算产业，对量子计算专业人才的培养至关重要。据统计，近年来已有众多国家将量子科技人才培养纳入国家计划。

中国应该如何培养未来的自主量子计算人才？是跟随西方量子计算教育方案，还是使用“中国筷子”——中国自主的量子计算教育方案培养人才？“这是关乎未来的一个重要选择。”赵雪娇说。

量子计算教育的“中国筷子”培养人才，是中国选择的道路。近年来，中国正在通过前瞻性部署自主量子计算教育方案，构建全面的量子计算教育体系，为量子科技这一未来产业发展奠定坚实的人才基础。自2020年教育部首次增设量子信息科学专业以来，全国已有13所高校获批开设。值得一提的是，目前中国已有60余所高校采用本源量子自主量子计算教育系统，量子计算教育的“中国筷子”正在逐步壮大。

“我们已与长江大学、湖北师范大学等多所高校开展合作，通过建设量子计算实验室、量子通信实验室、量子科技科普基地等，为高校打造量子人才教学科研载体，构建自主化量子计算机真机环境，培养出具备量子计算机实践能力和创新研究能力的人才。”赵雪娇告诉本报记者。

目前，重庆邮电大学、北京理工大学、西安交通大学已经引入本源量子全物理体系量子计算学习系统；中南大学、江汉大学、桂林电子科技大学等高校已成功搭建量子计算教研一体化平台；北方工业大学、北京师范大学与天津师范大学等已在校内部署量子计算学习机。

本源量子还与高校协同开发定制化量子计算教学资源。比如，蚌埠医科大学与本源量子共建了国内首个量子计算数据医学实验班，携手培养能够运用量子计算处理医学大数据的复合型医学人才。

郭国平认为，中国的量子计算事业需要一代又一代人的接续努力。基层量子计算科技工作者不仅要造出可用的量子计算机，也要为国家培养有用的量子计算人才。“我们将开放核心实验室，让中国高校学生用中国造量子计算机实践学习量子计算知识，培养更多更好中国量子计算人才。”郭国平说。

北京印刷业探索绿色化、数字化、智能化之路

生产增“绿” 产业更“新”

本报记者 施芳

喜欢阅读的人会发现，如今购买的很多图书，字更清晰了、图画色彩更逼真了、气味更小了、缺页和错印情况也变少了，这些变化正是印刷业不断发展升级的结果。

在北京，有一批契合首都城市功能定位和产业发展方向的印刷企业，在政策和技术的引领下，探索出一条绿色化、数字化、智能化的发展之路。

降能耗，印刷生产过程更绿色

在位于北京市大兴区的顶佳文化创意园的大楼顶层上，5000多块太阳能光伏板有序排列。“2016年投用至今，不仅满足了生产所需，余电还并入电网。”北京顶佳世纪印刷有限公司总经理姚松介绍。

在北京雅昌艺术印刷有限公司的印刷车间内，大屏幕上显示着温湿度；自动加墨监控系统精准控制供墨量；中央供水系统实时监测水质水量……北京雅昌艺术印刷有限公司总经理程成介绍，原先每台印刷

机的水箱一周左右需要换一次水，实行中央供水后，三个月才需要换一次水，近90%的废水可实现循环利用。

为支持北京市出版印刷企业绿色化、集约化发展，北京市委宣传部专门设立“北京市出版印刷企业绿色化发展奖励资金”，在“十四五”时期计划安排预算4000万元，截至目前，已有130多家印刷企业获得超2300万元扶持资金。

为提高印刷行业绿色生产能力，北京市委宣传部还组织开展出版印刷企业环保治理绩效评定。经过评定，代表国家领先水平的环保治理绩效A级企业数量从2022年度的7家跃升至2023年度的12家，同比增长71%。截至目前，工业和信息化部已公布的7批次绿色工厂示范企业名单中，就有包括北京新华印刷有限公司在内的5家北京印刷企业。

北京利丰雅高长城印刷有限公司是首批通过绿色印刷认证的企业之一，生产中采用集中供墨等方式，节能降耗显著，其中光集中供墨一项就可以节省油墨10%左右。绿色不仅体现在生产过程中，

也体现在产品上。北京汇林印务有限公司从2006年开始承印教材，仅2022年、2023年印刷的中小学教材就有1亿多册。“教材的环保要求越来越高，随着印刷工艺的升级、原辅材料的升级，教材也越来越‘绿色’。”北京汇林印务有限公司副总经理陈军介绍，印刷选用大豆油墨、水性胶等绿色环保材料，替代溶剂型油墨和胶水，既减少印刷过程中污染物的排放，易于印刷品废弃后回收再利用，也有利于保障青少年的身体健康。应用免冲洗制版技术，从制版机出来的印版即可上机印刷，取消冲洗工艺，不仅节约水，还避免了显影污水的排放，制版速度也大大提升。

“近三年来，我们对北京地区出版印刷的图书进行了抽检，环保检测合格率均为100%。”北京市印刷工业产品质量监督检验站站长李世凯介绍。

增效能，数字化智能化成趋势

自动码垛系统、全自动打包贴

签、无人运输车……北京顶佳世纪印刷有限公司的印刷车间内，自动化、智能化的生产场景随处可见。姚松介绍，近年来，公司每年投入技术改造资金超过1000万元，先后开展近百项改造项目，大幅提高生产的精准度和质量控制效果。

过去，图书质量需要质检人员手工检验，不仅耗费大量人力物力，且容易出现误差。为了解决上述问题，北京瑞禾彩色印刷有限公司采用图文检测、监控系统比对，“发现不良品时，生产设备自动报警并自动排废，成品逐册电子称重，可精确到每页的克重，有效排查了漏页问题。”北京瑞禾彩色印刷有限公司总经理宋长江介绍。

印刷工艺的改进、设备技术的升级也使印刷更精良。“过去印刷机一次只能印一面，由于纸张形变，下一遍再印的时候就容易错位。”陈军介绍，“多色印刷机一次印双面，套印不准的问题迎刃而解。”

在北京博海升彩色印刷有限公司的车间里，一张张鲜亮的杂志内

页快速地翻过，北京博海升彩色印刷有限公司总经理郭洪君介绍：“生产设备不断迭代，生产效率大幅提升。”

2024年，《北京市制造业数字化转型实施方案（2024—2026年）》发布，其中明确提出，印刷行业关键工序数控化率达55%，生产设备联网率达19.63%，经营管理数字化率达67.5%。

“目前公司自动化率已达到80%，制版车间实现无人操作。”北京捷迅佳彩印刷有限公司总经理助理于智毅说，“我们投入上百万元开发软件、建设系统，实现生产设备联网，以达到各分项生产系统数字化、标准化运作。”

育人才，造就一批印刷工匠

2024年，第二十一届中国印刷行业职业技能大赛举办。赛事分为理论和实操两部分，共有平版制版、平版印刷、数字印刷、装订、印品整饰五个工种。

“举办技能大赛，归根结底是为了提高职业技能，造就一批印刷工匠。”北京印刷协会秘书长张廷海说，为了满足数字时代人们小批量、快速的阅读需求，2018年，第十八届北京市印刷行业职业技能大赛首次设立了数字印刷比赛项目。

北京新华印刷有限公司是与新中国同龄的大型综合性现代化印刷企业。“公司一向有参与技能竞赛的传统，培养出了关锋、柴富强等技能大师。”北京新华印刷有限公司董事长张晋说。

关锋是全国岗位技术能手，他说：“装订工艺十分繁琐，机器种类很多，包括锁线机、折页机、烫金机、覆膜机、精装机等，今后我得继续向优秀的师傅学习，在印刷行业发光发热。”

北京建宏印刷有限公司专门从事数字印刷，先后三次获得数字印刷项目冠军。“技能大赛能给企业带来更多的人才储备和技能提升。”北京建宏印刷有限公司常务副总经理魏兴感慨，“推进绿色化、智能化发展，人才是关键。”