

量子世纪年

论文题目为报告题目。

【编辑人语】2024 年在深圳举办了“大湾区量子计算基础教育论坛”。海峡两岸和港澳地区的近百位量子计算专家和教育工作者齐聚一堂,围绕基础教育阶段的量子教育模式和有效实践路径,进行了精彩的主题分享和圆桌讨论。本期量子世纪年栏目前三篇文章根据该论坛中三个邀请报告整理而成,每篇论文的第一作者为论坛的邀请报告嘉宾,

量子科技与现代量子教育

张庆瑞¹ 陈韵琳² 朱广天³

(¹ 中原大学,台湾 桃园 320314; ² 人大附中深圳学校,广东 深圳 518000;

³ 集美大学师范学院,福建 厦门 361021)

摘要 本文聚焦于量子科技领域,探讨其发展现状、面临的教育挑战以及相应的应对策略。量子科技发展迅速,2025 年将迎来重要节点,然而其教育面临诸多难题,如知识的非直觉性、师资不足等。通过分析不同地区的量子科技发展与教育举措,本文强调从基础教育到高等教育全面变革的必要性,以培养适应量子科技革命的人才,推动该领域持续发展。

关键词 量子科技;量子教育

QUANTUM TECHNOLOGY AND MODERN QUANTUM EDUCATION

ZHANG Qingrui¹ CHEN Yunlin² ZHU Guangtian³

(¹ Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan 320314;

² The High School Affiliated to Renmin University of China, Shenzhen, Guangdong 518000;

³ Teachers College, Jimei University, Xiamen, Fujian 361021)

Abstract This article focuses on the field of quantum science and technology, and discusses its current development, educational challenges, and corresponding strategies. Quantum technology is developing rapidly and will usher in an important node in 2025, but its education faces many problems, such as the non-intuitive nature of knowledge and the lack of teachers. By analyzing the quantum technology development and education initiatives in different regions, the necessity of comprehensive reform from basic education to higher education is emphasized in order to cultivate talents who adapt to the quantum technology revolution and promote the sustainable development of this field.

Key words quantum technology; quantum education

量子科技作为当今最前沿的科学领域之一,正以惊人的速度发展,其在现代科学版图中的地位举足轻重。2025 年,量子力学诞生 100 周年,这一特殊节点不仅是对过去百年量子理论发展的回

顾,更预示着未来 50 年可能开启量子科技革命的新纪元。在这一关键时期,教育作为培养人才、传播知识的核心力量,对于量子科技的持续进步与广泛应用起着基础性的支撑作用。深入研究量子

收稿日期: 2025-04-14

通信作者: 朱广天, zhuguangtian@gmail.com。

引文格式: 张庆瑞, 陈韵琳, 朱广天. 量子科技与现代量子教育[J]. 物理与工程, 2025, 35(3): 5-7, 19.

Cite this article: ZHANG Q R, CHEN Y L, ZHU G T. Quantum technology and modern quantum education[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(3): 5-7, 19. (in Chinese)

科技教育的现状、挑战与应对策略,对于推动量子科技的发展、提升国家在该领域的竞争力具有深远意义。

1 量子科技发展背景

量子科技的发展日新月异,其在现代科学领域的地位日益凸显。随着时间的推移,2025 年量子科技即将迎来多个具有纪念意义的时刻,也将对科技产业的发展产生深远影响。

1.1 重要年份与纪念日

1925 年海森堡发明矩阵力学,2025 年将迎来其 100 周年纪念,联合国已正式通过将 2025 年作为世界量子科技年(International Year of Quantum Science and Technology, IYQ),旨在全球范围内推动量子科技的普及与发展。同年,狭义相对论诞生 120 年,薛定谔方程提出 99 年,原子弹问世 80 年,这些重要理论和技术的发展历程,共同构成了量子科技发展的历史脉络。2021 年,世界各地的量子科学家倡议设立量子日(World Quantum Day),日期选定为 4 月 14 日,其灵感来源于普朗克常数以“电子伏特秒”为单位四舍五入后的前三位数,旨在让公众了解和讨论量子科学与技术。这一节日的设立,为全球量子科技爱好者提供了一个共同庆祝和交流的平台,至今已成功举办四年,极大地提升了公众对量子科技的关注度。

1.2 与产业革命的关联

回顾科学技术的发展历程,牛顿力学出现 400 多年,工业革命兴起 300 多年,普朗克相关理论诞生约 100 年,这些理论成果相互交织,共同催生了半导体产业。历史规律表明,知识从诞生到引发产业革命往往需要约 100 年的时间。量子力学自创立以来已近 100 年,按照这一规律,未来 50 年极有可能迎来量子科技革命的浪潮,这使得 2025 年在量子科技发展进程中具有特殊的历史意义,也凸显了当前加强量子科技教育的紧迫性。

2 量子科技教育的重要性

量子科技作为当今科技领域的前沿高地,为全球科技发展带来了前所未有的契机。在当前全球科技竞争日益激烈的大环境下,各国都在全力以赴,试图抢占科技制高点,而量子科技无疑是这

场竞争的核心战场之一。中国在全球强力竞争的环境下,如何突破量子科技发展困境,是必须面对的问题。

2.1 人才需求

量子科技主要涵盖量子计算、量子通信、量子测量三大领域。量子科技革命的蓬勃发展离不开大量专业人才的支撑,教育则是培养这些人才的关键环节。在全球量子科技竞争日益激烈的背景下,人才储备已成为决定国家或地区在该领域竞争力的核心因素。量子工程师作为推动量子科技应用和发展的关键力量,其培养周期较长,因此,从早期规划并加强量子科技教育,对于满足未来对量子专业技术人员的需求至关重要。

2.2 地区发展差异

在半导体产业时代,作为研究和生产以硅为基础的半导体芯片的高科技产业和创新中心,硅谷(Silicon Valley)应运而生。目前半导体科技生产主要分布在亚洲国家,而随着量子科技的发展,多个地区纷纷提出打造“量子谷”(Quantum Valley)的目标,以推动量子科技的集中化、规模化发展。在全球范围内,量子科技领域的发展呈现出显著的地区差异。加拿大滑铁卢地区率先提出“量子谷”(Waterloo's Quantum Valley),凭借其在量子领域的深厚积淀,在全球量子科技版图中占据重要地位。随后,美国芝加哥也投入了大量资金和资源发展量子科技,提出要打造美国的“量子谷”。

当前,国际上已明确提出“量子谷”概念的地区包括美国芝加哥、哈德森河地区^[1],加拿大的滑铁卢地区,欧洲的德国和荷兰部分区域,以及中国的合肥。合肥作为中国的“量子谷”,在推动国内量子科技发展方面发挥着重要作用。目前的数据显示,欧美国家对量子科技产业的投入和发展比亚洲国家的更多^①。量子科技教育在不同地区发展的不均衡,反映了各地区在量子科技领域投入和重视程度的差异,也预示着在新兴的量子科技领域,教育有着巨大的提升空间。通过加强量子科技教育,缩小地区间的差距,有助于实现全球量子科技的协同发展。

^① Overview of Quantum Initiatives Worldwide 2023[EB/OL]. 2023. <https://www.qureca.com/overview-of-quantum-initiatives-worldwide-2023/>

3 量子科技教育面临的挑战

量子科技以量子力学为基础,其涉及的概念如量子叠加、量子纠缠等,与经典物理的直观认识有很大差异,具有很强的抽象性和多学科融合性,增加了其教学的难度。

3.1 量子应用的误区

当前市场上存在大量“挂羊头卖狗肉”的现象。例如,量子赋能机、量子共振器等产品,声称具有诸如改善健康、提高农作物产量等不切实际的功效,完全缺乏科学依据。同时,“旧瓶装新酒”的情况也较为普遍,以某些品牌推出的量子电视、量子手机为例,其本质上大多仍基于半导体技术,并未真正涉及量子叠加、量子纠缠等量子科技的核心特性。这些虚假或夸大宣传的量子产品不仅误导了消费者,也阻碍了量子科技知识的正确传播,凸显了加强正确知识传播和教育的紧迫性。

3.2 知识的非直觉性

量子科技相关知识具有高度的抽象性和非直觉性,在日常生活中很难找到与之对应的直观现象。学生通常在大学二年级后才开始接触量子力学,此时他们面临着巨大的理解障碍。量子微观世界中的奇特现象,如物体的量子叠加态,即一个物体可以同时处于多个状态,这与日常生活中所遵循的经典物理规律截然不同,极大地增加了学生理解和接受的难度。许多学生在学习过程中因难以理解这些抽象概念而对物理学科失去兴趣,这为量子科技知识的普及和教育带来了巨大挑战。

3.3 师资不足

量子科技的学习需要学生具备扎实的物理和数学基础,这对教师的专业素养提出了极高的要求。然而,目前量子教师的数量有限,且质量参差不齐。部分教师可能自身对量子科技知识的理解不够深入,在教学过程中传递错误的信息,导致学生产生理解偏差。为了确保量子科技教学的质量,培养训练有素的教科书编写者和教师迫在眉睫。

4 应对量子科技教育挑战的策略

为了全方位推广量子科技,克服现代量子教

育的困难,需要早期规划,从常识教育开始,让量子科技融入教育的每个阶段,逐渐培养出量子人才,以应对未来 50 年可能迎来的量子科技革命。

4.1 早期教育

美国率先开展早期量子物理教育,推出了如 *Quantum Physics for Babies* (《宝宝的量子物理》) 等面向儿童的科普读物,以简单易懂的方式向儿童介绍量子概念^[2]。台北市在小学开展丰富多彩的量子教育活动,如量子舞台剧、量子游戏。其中,量子井字游戏(Quantum Tic-Tac-Toe)巧妙地融入了量子叠加性、量子均衡性和量子量测概念,让学生在游戏中感受量子世界的奇妙。此外,美国的量子战舰游戏(Quantum Battleship)等也在不断发展,通过寓教于乐的方式将量子知识传递给青少年,激发他们对量子科技的兴趣。

4.2 科普与大众教育

影视媒体在量子科技科普中发挥着重要作用。美国早在 2016 年的科幻作品中就已预示量子科技将成为未来发展的重要方向,2023 年上映的电影《蚁人与黄蜂女:量子狂潮》更是引发了公众对量子科技的广泛关注。芝加哥针对该电影召开座谈会,邀请专家解读电影中的量子概念,以避免大众产生误解。有影视公司也计划拍摄量子相关连续剧,以一种通俗易懂的方式传播正确的量子知识,提高公众对量子科技的认知水平。同时,黑客松(Hackathon)比赛吸引了越来越多的学生参与。这一赛事为学生提供了一个交流和实践的平台,促进了量子科技知识的传播与创新。此外,许多大学和高中老师开始进行集中的量子教育培训,随后联合编写高中量子教材。编写过程中充分考虑学生的实际情况,合理调整教材难度,并将教材上传至网上供下载使用,为更多学生提供了学习量子科技知识的机会。

4.3 高等教育变革

随着量子科技的快速发展,量子科技学院的建立成为必然趋势。2021 年,澳大利亚设立首个量子工程(Quantum Engineering)本科专业。同年,中国教育部也宣布开始量子相关专业的本科招生计划^①,目前已有多所大学开始招生。美国也

(下转第 19 页)

① 教育部. 教育部关于公布 2020 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知. 教高函[2021]1 号. 2021-02-20.

- mensional harmonic oscillator energy eigenvalues in different representation[J]. Journal of Anshan Teachers College, 2000, 2(3): 51-54. (in Chinese)
- [11] 熊志华, 周珏. 三种表象中的一维谐振子性质研究[J]. 江西科技师范学院学报, 2003, 23(4): 20-22.
- XIONG Z H, ZHOU J. A study of the nature of a harmonic oscillator with different representations[J]. Journal of Jiangxi Science & Technology Teachers' College, 2003, 23(4): 20-22. (in Chinese)
- [12] 罗凌霄. 一维谐振子的动量几率幅和等式型不确定关系[J]. 许昌学院学报, 2004, 23(5): 21-24.
- LUO L X. The momentum probability amplitude and the equality form uncertain relation of one-dimensional harmonic oscillator[J]. Journal of Xuchang University, 2004, 23(5): 21-24. (in Chinese)
- [13] 郑华, 王新刚, 朱励霖. 物理学中的“降维打击”[J]. 物理与工程, 2023, 33(3): 46-48, 63.
- ZHENG H, WANG X G, ZHU L L. Solving physical problems in higher dimensional space[J]. Physics and Engineering, 2023, 33(3): 46-48, 63. (in Chinese)
- [14] 倪致祥. 厄米本征值问题的探究[J]. 大学物理, 2008, 27(2): 39-41.
- NI Z X. Exploring for the Hermite eigenvalue problem[J]. College Physics, 2008, 27(2): 39-41. (in Chinese)
- [15] 胡先权, 王帮美. 也谈厄米多项式的递推关系[J]. 大学物理, 2009, 28(6): 22-23.
- HU X Q, WANG B M. Discussing on the recurrence relation of the Hermite polynomial also[J]. College Physics, 2009, 28(6): 22-23. (in Chinese)
- [16] 吴崇试. 厄米多项式的定义及其他[J]. 大学物理, 2010, 29(3): 14-15.
- WU C S. Two kinds of the Hermite polynomials[J]. College Physics, 2010, 29(3): 14-15. (in Chinese)
- [17] 王蒙, 陶俊琦, 程剑剑, 等. 物理学中常用的高斯与类高斯型积分[J]. 大学物理, 2021, 40(5): 13-19.
- WANG M, TAO J Q, CHENG J J, et al. Gaussian and Gaussian-like integrals in physics[J]. College Physics, 2021, 40(5): 13-19. (in Chinese)

(上接第7页)

在探讨如何为未来量子科技发展提供足够的人才,他们认为美国各地的本科院校和社区学院需要开设量子信息科学与技术课程^[3]。

5 结语

量子科技的发展前景极为广阔,但其教育领域面临诸多挑战,如教育转化困难、错误观念泛滥、师资不足等。要实现量子科技人才的培养目标,推动量子科技革命的顺利开展,必须从早期教育到高等教育进行全面变革。这需要创新教育方式,提高师资水平,编写优质教材,同时,教育工作者、科研人员以及社会各界应共同努力,提高大众

对量子科技的正确认知,促进量子科技知识从专业领域向大众常识的转化。此外,在未来的发展中,应积极鼓励和重视女性在量子科技领域的参与,充分发挥她们的智慧和创造力,推动量子科技在全球范围内的持续发展,使其对历史、文化、哲学和思想等领域产生更为深远的影响。

参 考 文 献

- [1] RULISON L. RPI envisions Hudson Valley as a quantum computing hub[N]. Times Union, 2024-11-01.
- [2] FERRIE C. Quantum physics for babies[M]. America: Sourcebooks Explore, 2017.
- [3] PERRON J, SHARIF S. Educators needed for a quantum future[J]. Physics Magazine, 2023, 16(4): 59.