

量子计算领域研究生课程思政建设思考与实践

王卫龙 费洋洋 侯一凡 戚旭衍 刘福东*

网络空间部队信息工程大学大学网络空间安全学院, 郑州 450001

suninwinter921@126.com

摘要 量子计算作为新域新质前沿科技,其研究生培养需将思政教育深度融入专业教学全过程。本文立足量子计算学科前沿性、交叉性、战略性的核心特征,确立了筑牢自立自强家国情怀、培育敢为人先创新精神、塑造交叉协同合作意识、树立脚踏实地科技自信四维思政目标。在内容设计上,从解读国家战略布局、深挖科学家科研事迹、直面技术封锁现状、展示自主创新成果、剖析学科交叉特性五维度构建思政体系。在实施路径上,通过融合教学、翻转课堂研讨、科研实践赋能、学术交流浸润四类渠道实现价值引领与知识传授有机统一。实践表明,该模式有效提升了学生科研使命感与创新能力,产出一批高水平学术与创新成果,为量子计算领域高素质人才培养提供了有益参考。

关键词 量子计算,新域新质,研究生教育,课程思政,家国情怀,科学精神,科技自信

Thoughts on and Practice of Integrating Ideological and Political Education into Graduate Courses in Quantum Computing

Weilong Wang Yangyang Fei Yifan Hou Xuyan Qi Fudong Liu*

School of Cyberspace Security, Information Engineering University, Cyberspace Force
Zhengzhou 450001, China
suninwinter921@126.com

Abstract—As a frontier technology in new domains and new quality productive forces, quantum computing requires the deep integration of ideological and political education into the full process of graduate professional instruction. Grounded in the core characteristics of quantum computing—frontier nature, interdisciplinary integration, and strategic significance—this paper establishes a four-dimensional framework of ideological and political education objectives: fostering patriotic commitment to self-reliance and self-strengthening, cultivating innovative spirit daring to break traditions, shaping cooperative awareness in interdisciplinary collaboration, and building down-to-earth scientific confidence. In content design, a five-dimensional system is constructed, encompassing interpretation of national strategic planning, exploration of scientists' research experiences, confrontation with technological blockade realities, demonstration of indigenous innovation achievements, and analysis of interdisciplinary characteristics. In implementation approaches, four channels—integrated instruction, flipped classroom seminars, research practice empowerment, and academic exchange immersion—are employed to achieve the organic unity of value guidance and knowledge transmission. Practice demonstrates that this model effectively enhances students' sense of research mission and innovative capabilities, yielding a number of high-level academic and innovative outcomes, and providing a valuable reference for cultivating high-quality talent in the field of quantum computing.

Keywords—Quantum Computing, New Domains and New Quality Productive Forces, Graduate Education, Curriculum-Based Ideological and Political Education, Patriotic Commitment, Scientific Spirit, Scientific Confidence

1 引言

量子计算是基于量子力学原理实现计算任务的颠覆性新兴技术,相较于经典计算理论上存在指数级加速优势,可有效解决经典计算机难以突破的大数分解、复杂分子模拟、大规模优化运算等难题,在密码安全、航空航天、生物医药、人工智能、金融风控、基础科研等关键领域拥有不可替代的应用价值,是 21 世纪全

球科技创新竞争的制高点之一。从国家战略层面来看,量子计算不仅是单纯的基础科研领域,更是保障国家网络空间安全、推动数字经济转型升级、抢占未来科技产业话语权的核心战略支撑,直接关系我国国防安全、产业安全与科技安全。

近年来,我国高度重视量子科技领域发展,在 2026 年全国两会期间,“十五五”规划中量子科技被明

确列为未来产业的首位^[1]。国家通过组建量子信息科学国家实验室、设立国家重点研发计划量子科技专项、搭建产学研用协同创新平台、培育本土量子科技龙头企业等一系列实打实的举措，持续加大基础研究与工程化研发投入，逐步打破国外长期垄断的技术格局。但相较于欧美发达国家，我国量子计算领域仍存在高端核心器件依赖进口、底层算法体系不够完善、工程化落地能力不足、顶尖交叉人才缺口较大等现实问题，尤其是高端科研人才短缺已成为制约我国量子科技进一步发展的核心瓶颈。

研究生阶段是量子计算高端科研人才能力塑造和价值观定型的关键时期，传统量子计算研究生课程多聚焦理论公式推导、算法原理讲解、硬件结构分析等专业知识传授，侧重培养学生的科研学术能力，忽视了科研使命感、行业责任感、科技报国信念的培育。课程思政作为新时代高校立德树人的重要抓手^[2,3]，其核心要义是打破专业教学与思政教育的壁垒，将价值引领贯穿知识传授、能力培养全过程，实现育才与育德深度融合，实现知识传授与价值引领的有机统一^[4,5]。基于此，本文结合量子计算学科前沿性、交叉性、战略性、实践性的核心特征^[6]，贴合研究生科研学习、课题攻关、学术交流的实际场景，探索可落地、可复制、不虚化的课程思政建设体系，着力培养一批技术过硬、信念坚定、敢于攻坚、甘于奉献的新域新质量子科技人才。

2 量子计算研究生课程思政目标

结合新域新质科技人才培养定位与量子计算学科发展、行业竞争、国家需求实际，量子计算研究生课程思政需聚焦科研人才核心素养，确立四大具象化、可落地的培养目标，如图 1 所示，实现专业能力与思政素养同步提升。

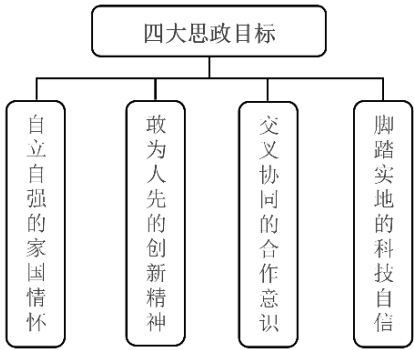


图 1 量子计算课程思政目标

2.1 筑牢自立自强家国情怀，明晰科研使命

立足量子计算的国家战略属性与全球竞争格局，让学生清晰认知该领域的战略风险。通过梳理西方国家在量子科技领域对我国的长期技术封锁、设备禁运、学术壁垒等实际现状，结合国防安全、核心技术自主

可控的现实需求，破除学生“科研无国界”的认知。引导学生深刻理解量子计算科研工作并非单纯的学术研究，而是守护国家科技安全、突破卡脖子难题、保障产业自主可控的核心工作，摒弃依赖国外技术、照搬国外成果的科研惰性，主动将个人科研方向、研究课题与国家战略需求、行业短板问题精准对接，树立“科技报国、自立自强”的核心信念，筑牢扎根前沿、攻坚克难的家国情怀。

2.2 培育敢为人先创新精神，突破科研桎梏

量子计算是一门颠覆性前沿学科，其理论体系、技术路径、工程应用仍处于持续迭代、不断完善的过程，没有成熟的固定范式可循，极度依赖科研人员的创新突破能力。针对研究生科研中普遍存在的跟风研究、照搬文献、畏惧难题、不敢创新等问题，以量子力学创立、量子计算技术迭代的真实科研历程为范例，通过剖析量子科技研究者突破经典理论束缚、推翻固有认知、反复试验攻坚的真实案例，引导学生摒弃固化思维与路径依赖，培养学生敢于质疑现有理论、敢于探索全新技术路径、敢于攻坚前沿空白领域的创新意识，锤炼脚踏实地、严谨求证、持之以恒的科研作风，适配前沿科技领域持续创新的科研要求。

2.3 塑造交叉协同合作意识，适配学科发展

量子计算是典型的多学科深度交叉融合领域^[7]，完整的量子计算机研发、调试、落地应用，涵盖量子物理理论、数学算法设计、计算机软件编程、微电子芯片制造、极低温工程、精密测量控制等多个学科领域，单一学科、单一方向的科研人员无法完成系统性科研攻关。现阶段量子计算研究生多存在本科专业背景单一的问题，部分学生擅长理论推导却不懂硬件调试，部分学生精通工程实践却缺乏算法设计思维，独立科研难以适配大型科研项目需求。课程思政教学中，依托课程实践、课题攻关、团队作业等场景，针对性培养学生的跨学科沟通、分工协作、互补互助能力，让学生深刻认知交叉融合的学科发展规律，树立“协同攻关、合力突破”的科研合作理念。

2.4 树立脚踏实地科技自信，坚守科研初心

针对部分研究生盲目推崇国外量子科技成果、轻视本土科研突破、对国内前沿领域发展缺乏信心的问题，系统梳理我国量子计算从无到有、从弱到强的发展历程与核心成果。通过真实的国产科研成果、技术突破案例，直观展现我国科研团队在极端受限条件下实现的技术跨越，让学生清晰认识到我国在量子计算部分细分领域已跻身世界前列。同时客观正视我国在底层核心技术、高端设备、基础材料等方面的差距，培育学生既不自卑自菲薄，也不盲目自大的理性科技自信，坚定深耕量子领域、补齐技术短板、勇攀世界科技高峰的科研信念。

3 量子计算研究生课程思政内容设计

根据培养目标,紧扣量子计算专业知识点、科研场景、行业现状,从国家战略、科研榜样、行业困境、本土成果、学科特性五个维度,设计贴合教学实际、融入专业知识的思政内容体系,实现思政元素与专业教学深度耦合。

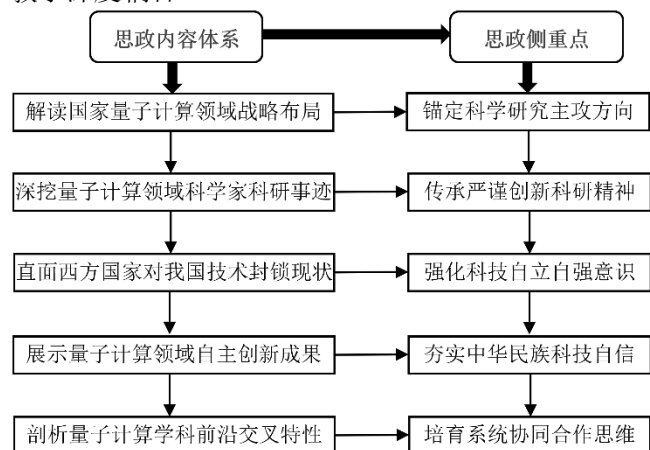


图2 量子计算课程思政内容设计

3.1 解读国家战略布局, 锚定科学研究主攻方向

量子计算的快速发展离不开国家层面的顶层设计与政策支撑,我国多年来持续将量子信息科技列为国家前沿科技重点攻坚领域,出台多项专项政策、规划与配套举措,为行业发展和科研创新提供坚实保障。在课程教学中,结合专业知识点同步解读对应国家战略,让学生明确个人科研方向与国家需求的契合点。

《“十三五”国家科技创新规划》首次将量子计算、量子通信、量子测量列为前沿科技三大核心方向,明确提出突破量子计算核心理论与关键技术;《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》进一步将量子信息纳入战略性新兴产业,部署量子计算机研发、量子算法优化等重大科技项目;《量子信息科学国家实验室建设方案》聚焦量子科技基础研究短板,整合全国顶尖科研资源,搭建国家级量子科研攻关平台;同时,《关于全面加强基础科学研究的若干意见》《国家重大科技基础设施建设中长期规划》等文件指出,持续加大对量子计算基础研究、核心设备研发、工程化应用的扶持力度。教学中结合具体政策落地成果,讲解国家布局的核心攻坚领域、技术短板、产业需求,引导学生主动对接国家重大科研项目,摒弃盲目跟风的科研选题思路,树立国家需要什么就研究什么的科研导向。

3.2 深挖科学家科研事迹, 传承严谨创新科研精神

量子力学与量子计算的发展历程,是一部不断突破权威、修正认知、深耕实干的科研创新史,历代科

学家的真实科研经历是最贴合专业的思政素材。在讲解量子叠加、量子纠缠、量子相干性等核心基础理论时,同步融入学科发展历程与科学家事迹。20世纪初,经典物理学体系已趋于完善,多数物理学家认为物理理论已无突破空间,但普朗克为解释黑体辐射现象,大胆打破经典物理思维,提出量子假说,开启量子物理新纪元;爱因斯坦突破经典时空观,提出光子量子理论,奠定量子光学基础;玻尔结合量子假说与原子模型理论,完善量子化原子结构理论;德·布罗意大胆提出物质波假说,打破“粒子与波相互独立”的固有认知。这些科学家在理论不被认可、实验条件受限、学术观点争议的背景下,始终坚持以实验事实为依据,不盲从权威、不固守传统,历经无数次试验与推演完善量子力学理论体系。通过真实事迹讲解,引导研究生学习实事求是、追求真理、勇于质疑、持之以恒的科研精神,摒弃科研浮躁心态,养成严谨务实的学术作风。

3.3 直面技术封锁现状, 强化科技自强意识

当前全球量子科技竞争日趋激烈,西方国家为维护自身技术垄断地位,对我国实施全方位技术封锁,覆盖设备、技术、人才、学术合作等各个领域,是量子计算教学中不可或缺的现实思政素材。在讲解量子云平台、量子硬件设备、核心器件、国际学术合作等知识点时,结合具体封锁案例展开教学。平台层面,IBM、谷歌等国外企业的量子计算云平台长期限制中国大陆IP地址访问,国内研究生无法直接使用国外主流量子算力平台开展仿真实验与算法测试;设备层面,美国、欧盟通过《出口管理条例》,严格禁止高端量子计算机、极低温稀释制冷机等核心设备与部件对华出口;人才与学术层面,美国将我国清华、北大、中科大等数十所高校及大量量子科技企业列入实体清单,禁止美国科研机构、企业与之开展技术合作,多国高校主动中断与我国的量子科技联合培养、联合攻关项目,本土科研人员无法参与国际顶尖量子科研团队的核心研究。通过具象化的封锁案例,让学生直观感受核心技术受制于人的困境,深刻理解“核心技术买不来、讨不来、换不来”的现实,坚定自主研发、自主创新的科研信念。

3.4 展示自主创新成果, 夯实民族科技自信

在正视技术短板的同时,系统讲解我国量子计算领域的自主创新成果,用真实科研突破增强学生民族自豪感与科技自信,平衡学生对国内外行业发展的认知偏差。在量子算力研发方面,中国科学技术大学团队先后研发“九章”光量子计算机[8]、“祖冲之号”超导量子计算机[9],分别在光量子、超导量子两大主流物理体系中实现量子计算优越性,使我国成为全球唯一在两种技术体系均突破经典计算极限的国家,打破谷歌、IBM公司的技术垄断。在核心设备国产化方面,针

对西方禁运的稀释制冷机，国内科研团队历经多年攻坚，突破极低温制冷、高精度温控、密封隔热等核心卡脖子技术，成功实现国产稀释制冷机量产，各项性能指标达到国际先进水平，彻底摆脱对进口设备的依赖，实现核心设备自主可控。在工程化应用方面，我国率先实现量子计算在气象模拟、药物研发等领域的落地测试，逐步构建自主可控的量子技术应用生态。教学中结合成果背后的攻坚历程，讲解科研团队在设备受限、技术封锁、资料稀缺的困境下，日夜攻关、反复试验、持续迭代的奋斗过程，让学生真切感受本土科研力量，树立深耕前沿、为国攻坚的信心。

3. 5 剖析学科交叉特性，培育系统协同思维

量子计算的工程化研发全程体现多学科交叉融合的特性，也是培养学生合作意识与系统思维的重要载体。在讲解超导量子计算机整机系统结构时，分层拆解各环节对应的学科知识：底层量子芯片研发依托微电子学、固体物理学、材料学知识；极低温运行环境搭建依赖工程热物理、低温工程技术；量子测控系统设计需要电子工程、自动控制专业能力；量子算法开发与软件编程依托计算机科学、应用数学理论；上层场景应用则需要结合人工智能、密码学、行业应用知识。单一研究生的专业背景无法覆盖全链条技术，大型量子科研项目均需要不同专业背景、不同研究方向的科研人员协同分工合作。教学中结合具体科研项目分工案例，讲解理论研究者、硬件工程师、算法开发者、测控技术人员的协同配合模式，同时针对研究生本科专业差异，设计跨专业团队作业、联合课题攻关任务，让学生在实操中理解交叉融合的学科规律，养成分工协作、互补共赢的科研习惯。

4 量子计算研究生课程思政实施路径

基于上述思政目标与内容，结合研究生课堂教学、课题研究、科研实践、学术交流的全培养流程，搭建多元化、重实效的课程思政实施路径，实现思政教育与专业教学、科研训练的有机融合。

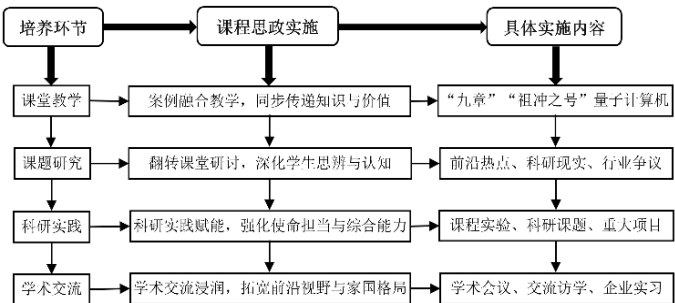


图 3 量子计算课程思政实施路径

4. 1 融合教学，同步传递知识与价值

摒弃专业知识为主、思政内容附加的割裂式教学模式，将思政案例无缝嵌入各章节专业知识点，做到

讲知识必有案例、讲案例必有价值引领。讲解量子优越性知识点时，同步对比中外量子计算机研发历程，重点介绍我国“九章”“祖冲之号”的突破过程与技术优势，结合国外技术封锁背景解读自主创新的重要性；讲解量子硬件设备知识点时，引入国产稀释制冷机攻坚案例，拆解卡脖子技术突破的关键环节与科研团队的攻坚精神；讲解量子算法迭代知识点时，结合国内外科学家的创新探索事迹，传递求真务实、敢于突破的科研作风。同时，收集整理量子科技领域最新科研动态、技术突破、行业困境，更新教学案例库，避免素材老旧、脱离前沿，让学生在理解专业知识的同时，潜移默化接受思政熏陶，提升爱国情怀与科研素养。

4. 2 翻转课堂研讨，深化学生思辨与认知

针对研究生思辨能力强、自主学习能力突出的特点，采用翻转课堂模式，围绕量子计算前沿热点、科研现实困境、行业争议问题设计专题研讨主题，将课堂主动权交给学生，教师负责引导总结。结合课程内容设置“量子计算核心技术封锁的影响与突破路径”“国产量子算力的优势与短板分析”“量子算法创新如何服务国家安全”“交叉学科协作对量子科研的意义”等贴合实际的研讨话题。课前要求学生自主查阅国内外文献、行业报告、政策文件，梳理观点；课堂上以小组为单位展开深度讨论、成果展示、观点辩论，引导学生主动思考我国量子科技发展的机遇与挑战、个人科研的责任与方向。通过自主探究与深度思辨，让学生从被动接受思政引导转变为主动树立科研信念，切实提升科技自信、创新思维与责任意识。

4. 3 科研实践赋能，强化使命担当与综合能力

研究生课程思政的核心落脚点是科研实践，依托课程实验、科研课题、国家重大项目，让学生在实操中践行科研精神、锤炼协作能力、感悟国家需求。课程教学中，设计跨专业团队实践项目，组织不同本科背景的研究生组队完成量子算法仿真、量子芯片设计与测试、测控系统调试等实操任务，在分工协作中培养团队合作意识。同时，积极对接高校、科研院所的量子计算国家重点研发项目、省部级科研课题，鼓励学生深度参与项目攻坚，让学生直面科研过程中的技术难题、试验失败、数据优化等实际问题，体会本土科研团队自主攻坚的艰辛与不易。在科研训练中，针对性引导学生聚焦行业卡脖子问题开展选题研究，摒弃无意义的跟风选题，培养脚踏实地、服务需求的科研作风，切实增强投身国家前沿科技建设的使命感与责任感。

4. 4 学术交流浸润，拓宽前沿视野与家国格局

依托学术讲座、校企交流、顶尖团队访学等场景,常态化渗透思政教育,实现视野拓展与价值引领双向提升。一方面,定期邀请国内量子计算领域资深专家、一线科研骨干开展专题讲座,重点分享本土科研项目的攻坚历程、技术突破经验、行业发展痛点,讲解科研人员扎根前沿、默默奉献的真实故事,让学生近距离感受顶尖科研工作者的家国情怀与科研初心,树立远大科研理想。另一方面,组织学生参加国内外量子科技学术会议、行业论坛,赴量子信息国家实验室交流访学、国内量子科技龙头企业实习,直观了解我国量子科技产业发展现状与科研成果。同时,理性引导学生看待国际学术交流壁垒,既要正视国外技术优势、主动学习先进经验,也要认清技术垄断本质,坚定自主创新信念,在学术交流中培育理性、自信、务实的科研心态。

5 量子计算研究生课程思政教学效果

经过数年量子计算研究生课程思政教学实践,实现了专业教育与思政教育的紧密融合,突破了前沿交叉学科课程思政元素融入生硬的难题,取得了显著的育人成效,学生的政治思想素养、综合科研能力与实践成果质量得到全方位提升。

在价值认知方面,彻底扭转了部分研究生“科研无国界”的片面认知与盲目推崇国外技术的心态,学生能够清晰认知量子计算领域的国家战略价值与全球竞争态势,深刻正视我国核心技术面临的封锁困境与发展短板,同时全面了解本土领域的突破性科研成果,

逐步树立起不卑不亢、理性客观的科技自信,将科技报国、自立自强的科研使命内化于心、外化于行,实现了家国情怀与科研初心的深度根植。

在科研能力方面,依托跨学科教学内容设计与团队协作实践模式,有效破解了学生单一学科背景的认知局限,帮助研究生建立起系统交叉的科研思维,跨专业沟通协作、分工攻坚的能力大幅提升,主动深度参与了量子信息领域国家重大科研项目、省部级重点课题攻关,在真实科研场景中锤炼科研本领、积累研究经验,适配量子计算大型科研项目多学科协同攻关的行业特性与发展规律。

在成果产出方面,学生能够立足前沿研究方向凝练创新点,积极开展学术创新与技术研发,高质量产出一批科研成果,多名研究生以第一作者身份发表SCI一区、CCF A类等高水平学术论文,自主研发的体系结构设计、量子芯片研发、测控系统优化等相关创新成果获国家发明专利授权,多次人次依托量子计算教学科研相关成果参加全国大学生电子设计竞赛、CCF量子计算编程挑战赛等高水平学科竞赛并斩获佳绩,实现了理论研究、技术创新与实践应用的有效落地。

整体而言,课程思政的深度融入推动学生实现了专业知识、科研能力、创新成果与思政素养的全方位协同提升,为培育契合新域新质发展要求、可担当国家量子科技攻坚使命的高素质科研人才筑牢了坚实育人根基。

6 结束语

量子计算作为新域新质核心前沿科技,其高端人才培养质量直接决定我国未来量子科技的核心竞争力,课程思政是落实立德树人、培育德才兼备量子科研人才的关键抓手。相较于传统学科,量子计算课程思政无需空洞的价值说教,而是立足学科前沿性、战略性、交叉性的核心特征,依托真实的国家战略、行业困境、科研案例、本土成果,将家国情怀、创新

精神、合作意识、科技自信具象化融入课堂教学、科研实践、学术交流全过程。通过专业知识与思政元素的深度耦合,有效解决前沿科技人才培养中重技术、轻素养的问题,帮助研究生树立正确的科研价值观、坚定的科技报国信念、务实的科研作风。未来,量子计算课程教学需结合量子计算技术迭代、行业发展、国家需求变化,动态优化课程思政内容与实施模式,持续深化专业教学与思政教育的融合深度,为我国量子科技领域持续输送高素质、复合型、担当型新域新质人才,助力科技强国建设。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年(2026-2030年)规划纲要[Z]. 2026
- [2] 尹梦晓、陈丹阳、钟诚. 研究生《计算机数学》课程思政教学体系研究实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(5): 189-193
- [3] 朱雪平、李雁星. 工程教育专业认证背景下通信工程专业课程思政实施策略研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(4): 235-240
- [4] 张策、刘鹏、赵雪洁、吕为工、李剑雄、刘晓颖. 价值意蕴·内在逻辑·路径方法: 高校课程思政溶“盐”入课教学[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(2): 120-126
- [5] 王春梅. 面向新工科课程思政综合评价体系研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(4): 110-114
- [6] 呼和满都拉, 马晓宇, 杨洪涛, 等. 量子力学课程思政教育教学探索[J]. 物理通报, 2021, 8(4)

- [7] Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition [M]. Cambridge University Press, 2020
- [8] Zhong, H. S., Wang, H., Deng, Y. H., et al. Quantum computational advantage using photons [J]. Science, 2020, 370(6523): 1460-1463
- [9] Wu, Y., Bao, W. S., Cao, S., et al. Strong quantum computational advantage using a superconducting quantum processor[J]. Physical Review Letters, 2021, 127(18): 180501