

摘要

本报告围绕量子计算软件工程与云服务优化展开，系统研究了程序化验证、噪声感知量子算法优化以及量子人工智能的关键技术。在程序验证方面，提出一种成本感知的关系验证方法，用于形式化分析量子优化变换的正确性与资源保护特性，为成本敏感编译提供理论支撑。针对 NISQ 设备的执行质量评估，提出了自适应量子保真度测量与评估方法，通过电路图分析和噪声建模，实现量子程序的精确评估与鲁棒性验证。在量子云服务层面，研究了量子函数的无服务器调度、设备分配和电路部署优化技术，通过图对比学习与学习排序方法提升量子任务在多设备环境下的执行效率与可靠性。在量子人工智能算法优化方面，探索了针对 QNN 的噪声感知训练和编码策略集成方法，提升量子神经网络在实际硬件环境中的性能与稳定性。整体工作为构建高可靠性、可验证、可优化的量子计算云服务体系提供了方法论基础和实践经验，推动量子计算从实验室验证向可服务化部署转化。