



我国学者在量子系统可靠性研究方面取得新进展

日期 2023-11-13 来源: 数理科学部 作者: 姜尚伟 王接词 孙世峰 刘强 李会红 【大中小】 【打印】 【关闭】

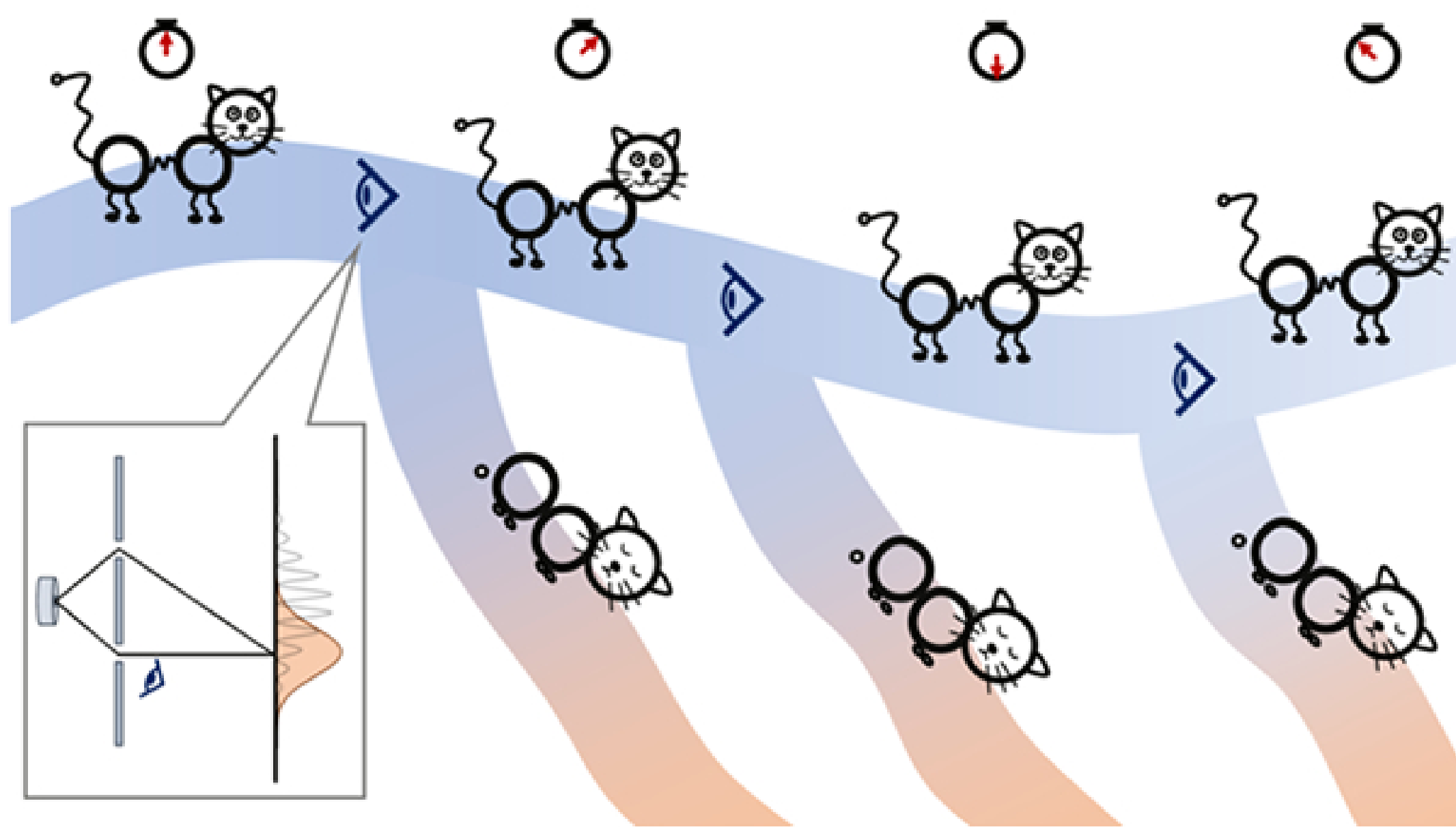


图 量子部件的行为就像Schrödinger猫, 观察使得它经历了独立的可靠或不可靠的历史, 演生出或生、或死的经典概率

在国家自然科学基金项目(批准号: 12088101、U2330401)资助下, 中国工程物理研究院研究生院孙昌璞教授、杜亦牧助理研究员与北京计算科学研究中心博士生崔廉相组成的研究团队在量子可靠性研究方面取得新进展。研究成果以“量子可靠性(Quantum reliability)”为题, 于2023年10月18日发表于《物理评论快报》(Physical Review Letters)。论文链接: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.131.160203>。

随着量子技术不断进步, 量子相干器件在计算、通信、感知和安全等各个领域的巨大潜力引发了人们广泛的关注, 量子相干器件构成的量子装备(如量子计算机)可望在不久的将来走向应用。因而, 如何确保量子相干器件的长期稳定运行并发挥其技术功能, 必将成为新一代量子技术发展必须面对的重大科学问题。在经典装备的可靠性研究中, 每一个部件都会经历各种独立的功能退化过程, 其概率分布本质上给出了部件的寿命分布。然而, 对于量子部件而言, 波粒二象性使其相互干涉, 不同退化过程对应的时间演化路径不再独立, 可靠性的经典描述不再适用于量子相干器件(图)。因此, 如何发展量子器件的可靠性描述和度量理论, 成为量子物理与可靠性工程的基础领域一个重要科学挑战。

研究团队借用量子力学自治历史(Robert. Griffiths, 1984)的基本思想, 提出了量子可靠性的新观念。针对量子相干器件的退化问题, 作者们先假设区分了不同的退化历史, 并根据自治历史理论为每一条历史分配相应的权重, 此时权重暂时不能代表概率。然后, 通过引入测量, 使得包含仪器细粒化的历史满足自治条件, 彼此独立, 其赋予的权重就变成了器件量子可靠性的概率测度。如图所示, 可以用猫的生、死代表器件有、无功能, 形成了包含观测者的总系统更为细化的历史。在这个框架下, 量子器件描述方式与经典可靠性的刻画十分相似, 由此可以得到量子部件可靠性分析中的寿命分布和失效率曲线。同时, 这类权重量化了实际过程和理想过程之间的差别, 并可在不同历史颗粒度下进行分级, 因而可以视为量子过程保真度的推广。此外, 作为量子部件状态之间的独特特征, 量子纠缠会改变系统的功能结构进而影响其可靠性。

本研究将可靠性研究与量子技术乃至量子物理融合起来, 为量子器件和量子信息技术的可靠性分析提供了新的视角。

机构概况: [概况](#) [职能](#) [领导介绍](#) [机构设置](#) [规章体系](#) [专家咨询](#) [评审程序](#) [资助格局](#) [监督工作](#)

政策法规: [国家科学技术相关法律](#) [国家自然科学基金条例](#) [国家自然科学基金规章制度](#) [国家自然科学基金发展规划](#)

项目指南: [项目指南](#)

申请资助: [申请受理](#) [项目检索与查询](#) [下载中心](#) [代码查询](#) [常见问题解答](#) [科学基金资助体系](#)

共享传播: [年度报告](#) [中国科学基金](#) [大数据知识管理服务](#) [优秀成果选编](#)

国际合作: [通知公告](#) [管理办法](#) [协议介绍](#) [进程简表](#)

信息公开: [信息公开制度](#) [信息公开管理办法](#) [信息公开指南](#) [信息公开工作年度报告](#) [信息公开目录](#) [依申请公开](#)



相关链接

政府

新闻

科普

