



中科院院士

长江学者特聘教授

杰青科学基金获得者

师资名录

博士后

行政服务

## 范洪义 教授

职称：教授

部门：理论所

电话：62932080

Email: fhym@sjtu.edu.cn

简历：

1947年出生于浙鄞，物理系理论物理教授，博士生导师，上海交通大学量子光学与量子信息研究所所长，研究方向是量子光学与量子信息凝聚态与量子光学交叉领域。1964年考入中国科技大学，1982年获理学博士学位（国内首批18名博士之一）。1989年升为教授，1993年被国务院学位委员会评为博导。1991年被国家教委评为“有突出贡献的中国博士”，曾获教育部1998年科技进步一等奖（个人获得）。1993年被在美国召开的国际相干态会议聘为国际顾问，2004年被授予美国荣誉奖章。曾任意大利国际理论物理中心协联成员；美国名人传记学院顾问，Physics Review系列杂志审稿人，2006年入选英国剑桥的“知识分子”。曾在美国New York 大学、Rochester大学、阿肯色大学、休斯顿大学、Florida大学、拉斯维加斯大学，加拿大New Brunswick 大学，奥地利Innsbrook大学讲学访问。据中国科技信息研究所统计，从1992年到2002年有10次进入全国个人发表SCI系统论文数排序前三名，其中7次第一名，一次第二名。是我国发表SCI论文最多的个人，被引用篇数在1999年，2000年，2001年和2002年列全国第一名，被国内外他引逾千次。

范洪义教授另辟蹊径发明的有序算符内的积分理论(IWOP)是使牛顿-莱布尼兹积分从以前的只适用于经典函数发展到可用于对Dirac符号组成的算符积分的一个里程碑。国外同行认为他是“World Class”物理学家，他的IWOP理论应“广为人知”。成果如下：

- (1) 开辟发展量子力学基本理论的新方向——另辟蹊径的提出对狄拉克符号组成的算符的积分理论（IWOP理论），实现了对ket-bra投影算符的积分，能提出和解决一系列新物理问题；使量子力学的表象与变换论有别开生面的发展。
- (2) 提出连续纠缠态表象，在量子光学和量子信息发展中有特殊的应用。基于爱因斯坦等（EPR）的量子纠缠思想，首先建立与发展两粒子和多粒子连续纠缠态表象，并给其产生机制。不但体现坐标和动量方面的EPR纠缠性，而且能反映关联振幅—操作相的纠缠。导出了关联振幅—数差纠缠态表象，相干—纠缠态表象。
- (3) 提出用纠缠态表象发展超导约瑟夫森结的哈密顿算符理论、给出产生约瑟夫森流的相算符，约瑟夫森结的路径积分理论；提出用纠缠态表象实现介观电路量子化的新方案；建立以纠缠态表象为基础的量子通信理论。
- (4) 更新量子光学数理基础，如：发现相干态新的重要应用：辛变换对应的相干态投影算符具有群乘法的性质；建立并预言多种实验上可能产生的新压缩态。提出若干新光场态，双模厄米多项式态，Laguerre多项式态；根据热场动力学建立热纠缠态表象并引入量子光学，提供解量子主方程新的方便途径；用纠缠态表象发展了光场量子相位算符理论，纠正了国际上长期认为产生算符本征态恒为0的观点，提出用围道积分求其本征态，已为同行普遍接受。提出量子光学中的算符Fredholm方程及其应用。
- (5) 提出用量子光学相干态理论和纠缠态表象研究经典光学的各种变换的新途径，提出单、双模Fresnel算符和纠缠Fresnel变换的新概念；提出量子光学ABCD定理；在量子光学框架中导出Collins衍射公式。
- (6) 提出辛小波变换和纠缠辛小波变换；给出发现母小波的新途径。
- (7) 用纠缠态表象定义新的复分数傅立叶变换，并发现其本征模式是双模厄米多项式，有望在实验中验证。
- (8) 发现光学Hankel变换的积分核Bessel函数正好是量子光学中两个互为共轭的纠缠态表象之间的转换矩阵元，（这正如傅立叶变换积分核对应坐标—动量表象变换）。发现Bessel方程正好是一个算符恒等式在两个确定纠缠态表象中的转换矩阵元。导出光学分数Hankel变换的本征模。
- (9) 发展量子光学中的光场量子统计理论：导出Wigner算符的相干态表象和纠缠态表象；给出纠缠物理系统的Wigner函数的物理意义和相应的Tomography理论；建立纠缠系统的Wigner函数的时间演化方程；提出系综平均意义下的Feynman-Hellmann定理；发展了热场动力学的表象理论；给出了能够生成模的玻色子（费米子）相似变换算符及其相干态表象。以此为基础，把 $\exp(-\beta H)$ 看作为一个相似变换算符，导出若干复杂哈密顿量的配分函数新公式；提出适合Husimi函数的纯态算符；构造了光子数差—操作相的特征函数和Wigner函数；发现Wigner算符的Weyl编序形式是delta函数算符。
- (10) 导出量子光学中正规、反正规和Weyl编序之间相互转换的新公式、密度矩阵的复P—表示、正—P表示；及大量的量子算符为正规编序，反正规编序和Weyl编序的恒等式，如：精确的求出SU(2)群的一类算符，为国际同行赞扬和跟踪研究。
- (11) 构造光和原子相互作用的J-C模型的超对称生成元并用超对称变换求解的途径，别人有较多的后续工作。
- (12) 关注与开拓量子光学与固体物理的交叉领域的研究：提出描述电子在磁场中运动的新纠缠态表象。

(13) 提出不变本征算符求系统能级间隔的方法，特别适用于周期系统。即发现求晶格振动模(声学声子和光学声子)的新方法。  
(14) 丰富和发展量子相空间理论，把表象和密度矩阵纳入统计学中的正态分布形式。

到目前为止已发表SCI 系统论文600多篇(其中Phys. Rev. A(D), Ann. Phys., Opt. Lett., Phys. Lett. A, J. Phys. A(B)等期刊)。他把寓于Dirac符号法中更深层次的物理内涵与应用潜力揭示给世人，为量子力学提供新篇章。希尔伯特说“只有把一门自然科学中的数学内核完全揭示出来，才能理解它”。范洪义教授揭示了Dirac符号法内核，使人们对此理论不但知其然，而且知其所以然，便于教与学，有普及意义。他已将其科研成果凝炼成9部专著：

- [1] 范洪义《量子力学表象与变换论》上海科学技术出版社 1997年(获华东地区优秀科技图书一等奖)
- [2] 范洪义《量子力学纠缠态表象及其应用》上海交通大学出版社 2001年(获上海2002优秀图书2等奖)
- [3] 范洪义《从量子力学到量子光学——数理进展》上海交通大学出版社 2005年(国家十五计划重点图书)(获上海2008优秀图书1等奖)
- [4] 范洪义 唐绪兵《量子力学数理基础进展》中国科学技术大学出版社 2008年
- [5] 范洪义 胡利云《光学变换——从量子到经典》上海交通大学出版社 2010年
- [6] 范洪义 胡利云《开放系统量子退相干的纠缠态表象论》上海交通大学出版社 2010年正在出版
- [7] 范洪义 吴昊 袁洪春《量子力学的不变本征算符方法》上海交通大学出版社 正在排版
- [8] 范洪义 吕翠红《量子力学的相空间理论》上海交通大学出版社 正在排版
- [9] 范洪义 袁洪春《量子力学Dirac符号法进阶》上海交通大学出版社 正在排版

部分代表性文章(Review文章和Optics Letters上的文章)：

- [1] H Y Fan, H L Lu, W B Gao and X F Xu, ABCD rule for Gaussian beam propagation in the context of quantum optics derived by the IWOP technique. Ann. Phys. 321 (2006) 2116.
- [2] H Y Fan, H L Lu and Y Fan, Newton-Leibniz integration for ket-bra operators in quantum mechanics and derivation of entangled state representations. Ann. Phys. 321 (2006) 480.
- [3] H Y Fan, Newton-Leibniz integration for ket-bra operators (II)—application in deriving density operator and generalized partition function formula. Ann. Phys. 322 (2007) 866.
- [4] H Y Fan, Newton-Leibniz integration for ket-bra operators (III)—Application in fermionic quantum statistics, Ann. Phys. 322 (2007) 886.
- [5] H Y Fan, Newton-Leibniz integration for ket-bra operators in quantum mechanics (IV)—integrations within Weyl ordered product of operators and their applications, Ann. Phys. 323 (2008) 500.
- [6] H Y Fan, Newton-Leibniz integration for ket-bra operators in quantum mechanics (V)—deriving normally ordered bivariate-normal-distribution form of density operators and developing their phase space formalism, Ann. Phys. 323 (2008) 1502.
- [7] H Y Fan, Fractional Hankel transform studied by charge-amplitude state representations and complex fractional Fourier transformation, Opt. Lett. 28, (2003) 2177.
- [8] H Y Fan and H L Lu, Eigenmodes of fractional Hankel transform derived by the entangled-state method, Opt. Lett. 28 (2003) 680.
- [9] H Y Fan Talbot effect in a quadratic-index medium studied with two-variable Hermite polynomials and entangled states, Opt. Lett. 29 (2004) 1048.
- [10] H Y Fan and H L Lu, General formula for finding mother wavelets by virtue of Dirac's representation theory and the coherent state, Opt. Lett. 31 (2006) 407.
- [11] H Y Fan and H L Lu, Collins diffraction formula studied in quantum optics, Opt. Lett. 31 (2006) 2622.
- [12] H Y Fan and H L Lu, Symplectic wavelet transformation, Opt. Lett. 31 (2006) 3432.
- [13] H Y Fan and H L Lu, Mother wavelets for complex wavelet transform derived by Einstein-Podolsky-Rosen entangled state representation, Opt. Lett. 32 (2007) 554
- [14] H Y Fan and S G Liu, Entangled symplectic wavelet transformation, Opt. Lett. 32 (2007) 1507.
- [15] H Y Fan and L Y Hu, Two quantum-mechanical photocount formulas, Opt. Lett. 33 (2008) 443
- [16] H Y Fan, S G Liu and L Y Hu, Symplectic-dilation mixed wavelet transform and its correspondence in quantum optics, Opt. Lett. 34 (2009) 551
- [17] H Y Fan, Operator ordering in quantum optics theory and the development of Dirac's symbolic method, J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt. 5 (2003) R147.
- [18] H Y Fan, Entangled states, squeezed states gained via the route of Development Dirac's symbolic method and their applications, Int. J. Mod. Phys. B 18 (2004) 1387 (Rev.).
- [19] H Y Fan, Entangled state representations for describing 2-dimensional electron system in uniform magnetic field, Int. J. Mod. Phys. B 18 (2004) 2771 (Rev.).

