

帕斯卡：一位家教成才、英年早逝的科学家

陈关荣

(香港城市大学)

在科学技术和宗教哲学领域，“帕斯卡”是一个众人皆知的名字。

布莱士·帕斯卡 (Blaise Pascal, 1623 年 6 月 19 日-1662 年 8 月 19 日, 图 1) 在不到 40 年的短暂人生中，自我修炼成一位通才数学家、物理学家和哲学家。



图 1 帕斯卡肖像（维基百科）

【一】生平与贡献

帕斯卡出生于法国中部奥弗涅-罗讷-阿尔卑斯 (Auvergne-Rhône-Alpes) 地区的克莱蒙费朗 (Clermont-Ferrand) 市。父亲艾蒂安 (Étienne Pascal, 1588-1651 年) 是个小贵族，担任地方税务法官，也是一位数学家和拉丁语学者。帕斯卡有个姐姐吉尔贝特 (Gilberte) 和妹妹杰奎琳 (Jacqueline)。帕斯卡三岁时母亲安托瓦内特·贝贡 (Antoinette Begon) 去世，父亲随即辞去法官职务，于 1631 年举家迁居巴黎。父亲没有再婚，业余时间自己在家教育培养三个孩子。

帕斯卡小时候体质虚弱，没有上过正规学校。不过，帕斯卡极富天赋，父亲对他的家庭教育非常成功。父亲希望年幼的儿子先学好拉丁文和希腊文，曾试图阻止他过于专注学习数学。但是，帕斯卡 11 岁时便写下了一篇关于振动与声音关系的草稿，12 岁时在瓷砖地板上用木炭作画，独立地“发现了”欧几里得前 32 条几何命题，因此得到了父亲奖赏的一本欧几里得《几何原本》。此外，他还“发现”了三角形的内角和等于 180 度。

父亲看到帕斯卡智力超前，在他 16 岁时便带着他一起去参加巴黎数学家和物理学家小组的学术活动。该小组的主要成员后来参加了组建法国巴黎科学院。帕斯卡 17 岁时，在学习法国数学家吉拉尔·德萨格 (Girard Desargues, 1591-1661) 射影几何的基础上，写成了“圆锥曲线论” (Essai pour les coniques)，留下了一条“帕斯卡定理”：圆锥曲线内接六边形三对边的交点共线。例如，设一个六芒星的六个顶点位于一条圆锥曲线例如椭圆之上，且记顶点沿椭圆的顺序为 AECFBD，则 ABCDEF 各边的交点位于一条直线上 (见图 2)，后人称之为“帕斯卡神秘六芒星”。法国哲学家、数学家勒内·笛卡尔 (René Descartes, 1596-1650) 对这研究结果大为赞赏，但不敢相信是出自一个少年之手。在那段时间里，帕斯卡还研究过被后人命名的“帕斯卡蜗线” (Limaçon de Pascal)，包含有“帕斯卡三等分角线” (Limaçon trisectrix)。

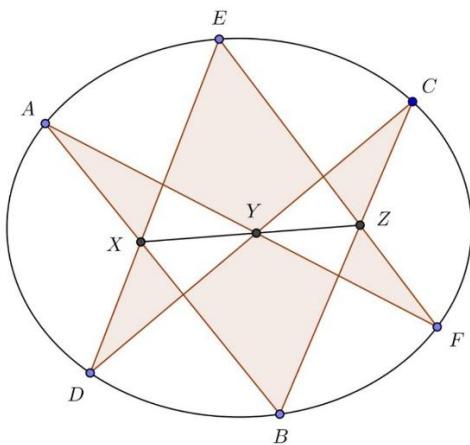


图 2 帕斯卡神秘六芒星

1641 年，18 岁的帕斯卡随家移居鲁昂 (Rouen)。1642 年-1644 年间，帕斯卡在帮助父亲做税务计算工作时发明了第一台机械计算器，可做加法和减法运算，通过齿轮系统实现进位。帕斯卡为之申请了一项专利。1624 年，一家名为 Schickard 的公司基于帕斯卡的设计和改进制造了一种机械计算器，命名为“帕斯卡计算器” (Pascaline)。这台仪器现今陈列在巴黎工艺美术学院博物馆 (Musée des Arts et Métiers, 图 3)，是计算机发展史上的一个重要里程碑。后人为了纪念他，在计算机科学发展早期把一种编程语言命名为“Pascal”。

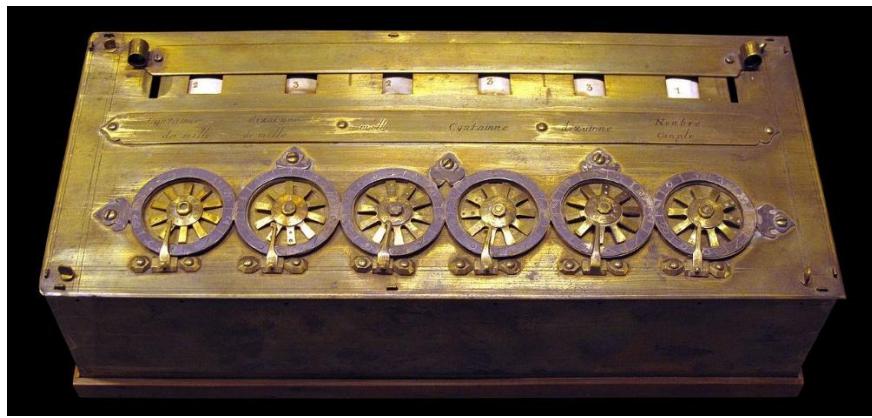


图 3 帕斯卡计算器（巴黎国立工艺美术学院博物馆藏）

1643 年前后，帕斯卡致力于科学实验活动，进行了关于真空和流体静力学的研究，取得一系列重要成果。1646 年，他为了检验意大利物理学家伽利略·伽利雷 (Galileo Galilei, 1564-1642) 和埃万杰利斯塔·托里拆利 (Evangelista Torricelli, 1608-1647) 的理论，制作了水银气压计，在克莱蒙-费朗 (Clermont-Ferrand) 山顶上进行了大气压实验，为对流体动力学和流体静力学的进一步研究奠定了基础。同时，他在改进托里拆利气压计的过程中发明了注水器 (syringe) 并设计了水压机雏型。

1647 年，帕斯卡重返巴黎。在那里，他根据托里拆利的气压理论，做了更多的实验。1649 年-1651 年间，帕斯卡同姐夫弗洛林·佩里耶 (Florin Périer, 1605-1672) 合作，详细测量同一地点的大气压随高度的变化，证实了大气压随着高度的增加而减小。这也直接证实了当气压降低为零时真空的存在。当年，他说做实验的基本指导思想是反对人们“自然地厌恶真空”的传统观念，包括笛卡尔等人的偏见。证明真空存在是物理学中的一项伟大成果，帕斯卡也无意中成为利用气压计进行天气预报的先驱之一。

帕斯卡在 1653 年建立了流体静力学一条基本定律，称为“帕斯卡定律”或液压传递原理。该定律指出：不可压缩静止流体中任一点受外力产生的压强增值，会瞬间传递至流体的各个方向，且压强大小保持不变。多年之后，在 1960 年的第十一届国际计量大会上，“帕斯卡”被正式确立为国际单位制中表示压强的基本单位，简称帕，符号 Pa (1 帕斯卡 = 1 牛顿/平方米)。

1654 年，帕斯卡总结了液压和气压方面的研究成果，写成了《液体平衡论》 (Traité de l'équilibre des liqueurs)。该书稿后来于 1663 年正式出版。

1654 年，帕斯卡在与法国职业法官、业余数学家皮埃尔·费马 (Pierre de Fermat, 1601-1666) 的通信中讨论了一个有趣的赌博问题。事情由一位热爱赌博与社交的贵族文人德·梅雷骑士 (Chevalier de Méré, 1607-1684) 向帕斯卡提出的赌博输赢赌金分配问题引起，它促使帕斯卡与费马进行了一系列的通信讨论。

“赌金分配问题”最早在 1494 年由意大利数学家帕乔利卢卡·帕乔利 (Luca Pacioli, 1447-1517) 提出。这里使用德·梅雷骑士的版本。作为解说例子，假设两个水平相当的赌徒 A 和 B，每人押 32 枚金币的赌注。游戏规则是：先赢 3 局的人获得全部 64 枚金

币，输者一无所获。现在遇到这样一个困局：当赌博进行到“A 赢 2 局、B 赢 1 局”时，游戏因故中断而无法继续。问题是：如何公平地分配已经下注的赌金？

传统的做法很简单：按已赢局数比例分配，即 A 得 $2/3$ 、B 得 $1/3$ 。但德梅雷骑士认为这是不合理的，因为没有考虑到谁只需再赢几局就能获胜的优势或劣势。

帕斯卡在与费马的书信讨论中，分别采用了不同的分析方法，但两人的结论是一致的。这里介绍其中的组合和递归方法，其基本原则是考虑“若继续比赛，双方获胜的概率分别是多少”的问题。注意到要赢的话，A 需再胜 1 局、B 需再胜 2 局，而所有可能的结果如下：因为两人水平相当，假设每局 A 胜的概率为 $1/2$ 、B 胜的概率为 $1/2$ 。接下来两局的可能结果是：AA, AB, BA, BB。其中，A 在前表示 A 先胜，例如 AB 表示第一局 A 胜第二局 B 胜，BA 表示第一局 B 胜第二局 A 胜。容易看出 A 在 AA、AB、BA 三种情况下获胜，因为他只需赢一局，而 B 只有在 BB 情况下获胜。所以 A 胜出的概率为 $3/4$ 而 B 胜出的概率为 $1/4$ 。因此，下注的赌金应按“64 枚金币 × 获胜概率”来分配：A 应得 $64 \times 3/4 = 48$ 枚，B 应得 $64 \times 1/4 = 16$ 枚。

帕斯卡与费马的书信讨论到 1654 年 10 月结束。他们的书信被公认为是概率论的起点。他们在讨论中还建立了一些求解概率论问题的算法，为后来概率论、统计学和组合论的发展打下了基础。1657 年，荷兰数学家克里斯蒂安·惠更斯（Christiaan Huygens, 1629-1695）在他们书信的基础上出版了概率论史上第一部正式著作《论赌博中的计算》（*De Ratiociniis in Ludo Aleae*）。作为后话，1812 年，法国数学家皮埃尔-西蒙·拉普拉斯侯爵（Pierre-Simon Marquis de Laplace, 1749-1827）把概率理论系统化，发表了《分析概率论》。到了 1933 年，苏联数学家安德烈·柯尔莫哥洛夫（Andrey N. Kolmogorov, 1903-1987）用公理体系为概率论奠定了严格的数学基础。

当年，帕斯卡还在无穷小分析思想基础上深入探讨了“不可分原理”，得出求不同曲线所围面积和重心位置的一般求解方法，并以积分学的原理解决了摆线（cycloid）基本问题，于 1658 年完成《论摆线》（*Traité général de la roulette*）一书。他实质上还计算了一些三角函数的积分并引入了椭圆积分概念。他的这些论文对德国数学家哥特弗利德·莱布尼兹（Gottfried W. Leibniz, 1646-1716）建立微积分学有很大启发。

1654 年，帕斯卡在一场比赛几乎致命的马车事故中十分意外地幸存下来。之后，他源自家庭的天主教信仰变得极其虔诚。

随后的几年间，帕斯卡深入研究了二项式系数的性质，写成专著《算术三角形论》（*Traité du triangle arithmétique*）向巴黎科学院提交，并于 1665 年发表。其中，他给出的二项式系数展开排列（图 4(a)），后人称为“帕斯卡三角形”（图 4(b)）。在中国，这称为“贾宪三角形”（北宋，1023 年-1050 年间，《释锁算术》，失传）或“杨辉三角形”（南宋，1261 年，《详解九章算法》，注明来自贾宪，图 4(c)）。虽然这个有趣的数字三角形很早已经在不同文明中被发现，例如波斯数学家穆罕默德·凯拉吉（Muhammad al-Karaji, 约 953-1029）和天文学家、诗人欧玛尔·海亚姆（Omar Khayyam, 1048-1131）在 10 世纪已先后发现了这个三角形。据说甚至公元前 2 世纪，印度韵律学家 Pingala（约公元前 2-3 世纪）在他的《韵律学论》（*Chandahśāstra*）中讨论音节长短组合的计数问题时涉及到了二项式系数，被认为已经有了这三角形的

锥形。但是，无论如何，帕斯卡是第一个对其进行系统性深入数学分析研究的人，是他发现了三角形中二项式系数的规律、组合数性质以及许多递归关系表达式。

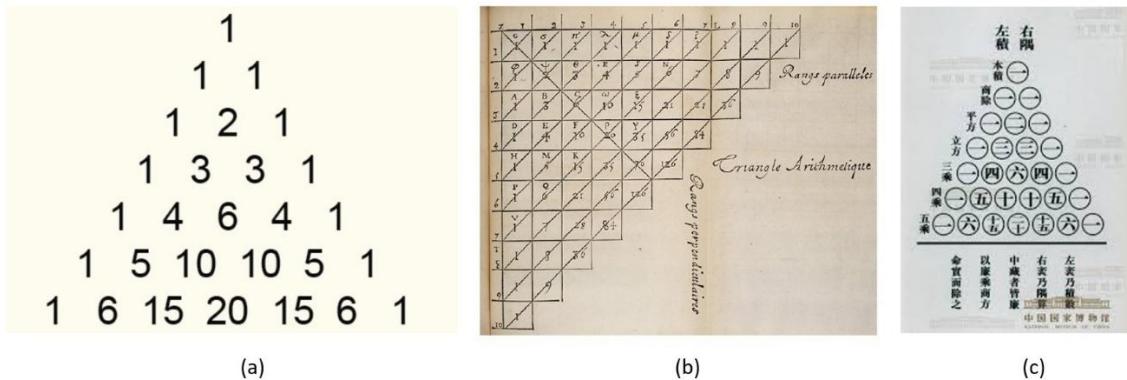


图 4 帕斯卡三角形或贾宪三角形

帕斯卡自 1655 年起隐居修道院，其时他 32 岁。1656 年-1657 年间，他写了 18 封信，集成《外省通信》（*Lettres Provinciales*）一书。该文集在西方思想史、文学史和宗教争议中具有里程碑意义。法国文豪、哲学家伏尔泰（Voltaire, 1694-1778）称之为“法国第一部天才的散文作品”。

1658 年起，帕斯卡写下一本尚未脱稿的名著《思想录》（*Pensées*, 图 5）。他从怀疑论出发，认为感性和理性知识都不可靠，从而得出信仰高于一切的结论。帕斯卡在书中说：“人只不过是一根苇草，是自然界最脆弱的东西；但他是一根能思想的苇草。……因而，我们全部的尊严就在于思想。”

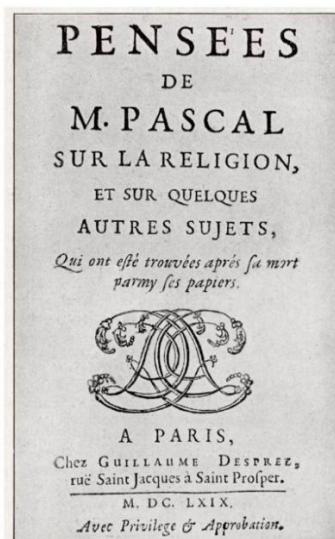


图 5 帕斯卡的《思想录》

1661 年，帕斯卡关注到在巴黎这个人口稠密、交通拥堵的大都市里，平民的日常出行非常麻烦周折，便想创造一个让所有人都能负担得起的便捷出行方式。于是他与一些贵族朋友合作，进行了规划并向国王申请特许。1662 年 3 月 18 日，国王路易十四正式颁布特许状。于是，帕斯卡与他的合作者们创立了低票价的马车服务。他们规划了五条明确的固定线路，覆盖了巴黎市中心到郊区的主要地域。服务一经推出，大受欢迎，为巴黎的社会生活带来了革命性的变化。帕斯卡在历史上第一次组织并运营了固定线路、固定票价、按固定时刻表运行的公共马车服务。这种交通管理和运营被认为是现代城市公共交通系统的雏形。

1662 年 8 月 19 日，帕斯卡病逝，终年 39 岁。他临终时的一句话是：“愿上帝永远不要抛弃我”（Que Dieu ne m'abandonne jamais）。他被安葬在巴黎 Saint-Étienne-du-Mont 教堂墓地。

为纪念帕斯卡，1854 年法国成立了布莱士·帕斯卡大学（Université Blaise-Pascal）。1987 年，第 4500 号小行星被命名为布莱士·帕斯卡星。

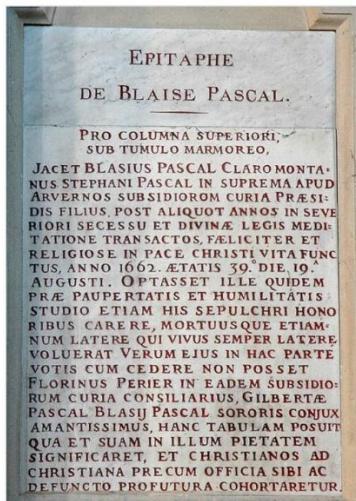


图 6 帕斯卡墓志铭

【二】结语

帕斯卡是一位罕见的文理通才。他既能用严谨的数学和实验探索物质世界，又能用深邃的哲学思想探究人类的精神世界。他的一生完美地体现了理性与信仰、科学与人文的交融，使他成为人类思想、文化、科学史上一位永被铭记的巨人。1962 年，世界和平理事会推荐纪念一批世界文化名人，其中包括了帕斯卡，以表彰他在科学、哲学和文学领域的卓越贡献以及对全人类文化产生的持久影响。

帕斯卡最著名的哲学辩证之一，是试图用概率和期望值的理性工具来论证信仰上帝的合理性。他的核心思想是：1.上帝要么存在，要么不存在，我们无法用理性证明；2.我们必须在这两者之间下赌注；3.如果你赌上帝存在的话：你赢了（上帝确实存在），你将获得无限的回报（永生）；你输了（上帝并不存在），你的损失是有限的（世俗的享乐）；4.如果你赌上帝不存在的话：你赢了（上帝不存在），你的收获是有限的（世俗的享乐）；你输了（上帝存在），你将承受无限的损失（永罚）。5.结论：一个理性的赌徒应该选择相信上帝存在，因为这样做的“期望值”是无限大的。显然，帕斯卡的这个论证并非为了证明上帝的存在，而是为了说明信仰是“最明智的选择”。

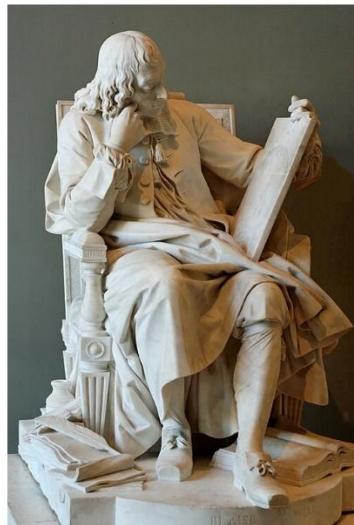


图 7 帕斯卡塑像（他在研究摆线）
(Augustin Pajou 1785 年作品，现存巴黎罗浮宫)