

诺贝尔科学奖得主的年龄与科学创造力关系

贺飞¹, 马信¹, 张端鸿²

1. 北京大学学科建设办公室, 北京 100871
2. 同济大学高等教育研究所, 上海 200092

摘要 分析了诺贝尔科学家得主的年龄和创造力关系, 探讨了科学家一般是在什么年龄产生其诺奖重大突破的、科学家的科学创造力高峰在不同学科是否存在差别、不同学科的科学创造力高峰是如何随时间演化的等3个问题, 讨论了影响科学家科学创造力高峰的主要因素。

关键词 诺贝尔奖; 诺贝尔奖得主; 科学创造力; 年龄

诺贝尔奖受到科学界和公众的广泛关注。一般认为, 诺贝尔自然科学奖是科学界最高级别奖项, 代表着物理学、化学、生理学或医学前沿研究的最高水平和原始性创新的重大成就。2015年10月5日, 中国女科学家屠呦呦因发现了青蒿素而获得2015年诺贝尔生理学或医学奖, 成为中国第一位获得诺贝尔科学奖的本土科学家, 也是第12位获得生理学或医学诺贝尔奖的女科学家。屠呦呦1930年12月出生于中国浙江宁波, 1955年毕业于北京医学院(北京大学医学部前身), 多年来从事中药和中西药结合的研究, 在其85岁高龄获得诺贝尔奖。疟疾是危害严重的世界性流行病, 全球百余国家年约3亿多人感染疟疾。青蒿素可有效降低疟疾患者的死亡率, 几十年来挽救了成百上千万人的生命。屠呦呦于1971年从黄花蒿中发现抗疟有效提取物, 并在1972年成功提取到了一种分子式为 $C_{15}H_{22}O_5$ 的无色结晶体, 命名为“青蒿素”。1973年又合成了双氢青蒿素, 这种化学物质之后被证明比天然青蒿素的效果还要强很多。

屠呦呦青蒿素的重大发现是在其41岁左右完成的, 思考其成长经历, 人们不禁会提出以下几个问题: 科学家是在什么年龄产生其诺奖重大突破的? 科学家的科学创造力高峰在不同学科领域是否存在差别? 不同学科的科学创造力高峰又是如何随时间演化的? 本文拟从国内外相关研究中寻找这3个问题的答案, 以探寻诺贝尔科学奖的创新规律。

1 “诺贝尔奖”和“诺贝尔奖人群”研究

诺贝尔奖设立115年来, 共有592位科学家获得自然科学奖。诺贝尔基金官方网站(<http://nobelprize.org/>)提供了大量的相关信息和档案资料, 为开展相关研究提供了便利条

件。此外, 诺贝尔奖委员会还开放了50年前曾获提名的科学家档案, 这2个科学家群体共同形成了一个独特的“诺贝尔奖人群”。自诺贝尔奖诞生以来, 学术界开展了大量关于其历史、创始人、评选过程以及诺奖得主成就等方面的研究, 特别是2002年公开了20世纪前半世纪的档案材料, 更是掀起了新一轮研究热潮。

近年来国内外学者对“诺贝尔奖”和“诺贝尔奖人群”的研究主要包括: 诺奖评选机制及各机构获奖的相关统计^[1-5], 各国包括不同时期获诺奖的比较研究^[6], 对特定获奖人群的研究^[7,8], 对诺奖得主和其他获提名科学家的研究^[9,10]等。

诺奖得主论文的文献计量学研究主要是研究诺奖得主的论文发表模式和被引频次, 从中发现获奖者区别于其他科学家的特定模式^[11,12], 进而预测谁是下一位获奖者或识别出一组可能获奖的候选人^[13]。研究发现这一组别科学家的被引频次的确不同于“普通”科学家, 绝大多数诺奖得主通过发表其“经典论文”区别于其他科学家。Karazija和Momkausaite^[14]系统研究了20世纪诺贝尔物理学奖得主的特征、年龄分布、研究领域以及做出重大突破到最终获奖的滞后时间等问题。美国的2位学者^[15]研究了1901—2008年物理学、化学和生理学或医学诺奖得主的完整资料, 包括525位诺奖得主数据, 其中物理182人、化学153人以及生理学或医学190人。通过大量历史和传记分析, 确定了每一名诺奖得主完成其诺奖成果的年龄, 研究了不同学科和不同时期诺奖得主的创造力随时间演化的特征。文献中判断诺奖得主完成其诺奖成果时间的方法有2种: 一是以重要成果发表时间为依据^[16], 二是以完成重要成果的时间为依据^[17], 由于这2种方法的结果差别不是很大, 本文不区分这2种情况, 细节请参阅相关文献。



2 科学家取得诺奖重大突破的年龄

研究表明,20世纪的物理学奖得主获奖年龄分布在25~84岁,平均年龄为 52.6 ± 12.1 岁^[14]。按10年期统计,诺奖得主平均年龄在20世纪后50年显示出增长趋势,从第4个10年的40岁左右增长到20世纪末的60岁左右。20世纪诺贝尔物理学奖得主做出其重要获奖发现的年龄从22岁到62岁不等(图1),平均年龄为 37.4 ± 8.1 岁,其中实验物理学家平均年龄为 38.2 ± 7.9 岁,理论物理学家平均年龄为 34.0 ± 7.0 岁。这一结果表明,理论物理学家获得重要突破的时间较实验物理学家要早。当按10年期来统计后,除了第1个10年外(由于仅2名理论物理学家获奖),实验物理学家的平均年龄也均大于理论物理学家,但从整个20世纪来看,实验和理论物理学家的平均年龄没有明显的上升和下降趋势。

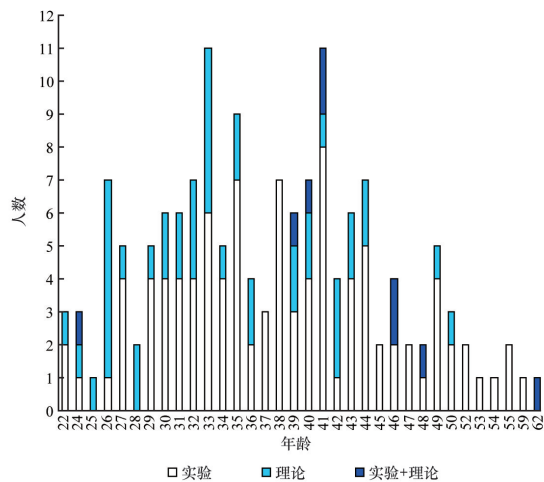


图1 20世纪物理诺奖的得主做出重要发现时的年龄分布

一般来说,诺奖得主的重大发现对人类的贡献需要较长时间验证。20世纪物理学奖得主的重大发现和获奖之间的平均时间间隔为 15.1 ± 11.2 年,仅4例是在重要发现次年被授予(1987、1984、1957、1915年),最长时间间隔达到53年(1986)和49年(1983)。不过这些间隔很短和很长的极端例子大多数存在于实验物理领域,其他大多数重要实验结果得到承认的时间为1~13年。总体时间间隔分布呈近似对数正态分布的状态。按每个10年期来研究,这一时间间隔的平均值,自1940年(约8年)以来在稳步增长,尤其是在最后10年达到峰值(约25年)。

3 不同学科科学创造力高峰的差别

对1901—1992年412名诺贝尔科学奖得主(414次获奖,其中2人重复获奖)研究表明,不同领域的年龄分布不同。一般来看,物理学领域做出重要突破的年龄较小,而生理学或医学的年龄则较大。表1^[17]数据显示,做出重大科学突破的主要年龄段集中在26~45岁,超过1/2的物理学家在35岁前

(53.2%)做出重要突破,将近3/4的物理学和化学重要突破是在40岁之前完成的(85%的在45岁之前完成其诺奖成果),所有领域在50岁后做出重大突破的均不多^[17]。

表1 不同年龄组别科学家做出诺奖成果(中位点定义)所占比例(1901—1992年)

年龄组	化学	物理学	生理学或医学	所有领域
21~25	0.8	7.1	0.6	2.9
26~30	15.3	19.1	10.3	14.7
31~35	26.3	27.0	25.2	26.1
36~40	29.7	18.4	24.5	23.9
41~45	16.9	17.7	24.5	20.0
46~50	5.9	7.1	5.8	6.3
51~55	0.8	1.4	6.5	3.1
56~60	3.4	1.4	1.3	1.9
61~65	0.8	0.7	1.3	1.0
平均年龄	37.8	36.0	39.0	37.6
中位年龄	36.8	34.5	38.0	37.0
样本人数	118	141	155	414

根据诺奖授奖词中关于获奖者开始和完成其诺奖工作的年龄来计算,超过80%的化学奖得主和大约2/3的物理学奖得主和生理学或医学奖得主在35岁之前就开始了其诺奖工作,少于8%的科学家在45岁后才开始。在物理学领域,超过1/3的工作在35岁前就完成了,超过3/4的工作是在45岁前完成的。而在化学和医学领域中,大约40%的科学家在40岁前完成其诺奖工作,50岁前完成的更是达到3/4。

通过比较诺奖得主和获得提名者发现^[18],年龄因素并不是诺奖评审委员会考虑的评审标准,评审过程也不存在年龄歧视。即使存在年龄偏好,也是发生在提名过程中,评审过程中并无年龄偏好,并且评审过程还在一定程度上抵消了提名过程中的年龄偏好。表2^[18]是对1901—2009年的诺贝尔科学获得主的相关统计结果,再次显示物理学领域做出诺奖成果的平均年龄小于化学领域和生理学或医学领域,但其成果-获奖时间间隔较长。

4 不同学科科学创造力高峰随时间演化特征

相关分析结果显示,诺奖成果年龄(创造力)随时间演化较之随不同学科领域间的变化更大,就是说不同领域间的年龄差别相比于领域内不同时间差别而言很小(表3)^[19]。这一结论,同之前的相关研究认为创造力高峰在不同学科领域存在差别,并且每一领域存在某种固定的年龄-创造力关系模式^[17,19]是不同的。

表2 1901—2009年诺贝尔科学奖的相关统计

统计项	物理学	化学	生理学或医学
授奖数	187	157	195
单人获得	47	62	37
2人分享	28	22	31
3人分享	28	17	32
同一研究分享	41	29	56
平均获奖人数	1.82	1.55	1.95
女性得主人数	2	4	10
平均年龄	55	57	57
女性平均年龄	47	52	62
最年轻的得主	25	35	32
最年长的得主	88	85	87
年龄标准偏差	13.3	11.0	11.2
成果平均年龄	38	42	43
成果-获奖间隔	17	14	14

表3给出了诺奖得主完成其获奖成果的平均年龄,包括整个样本时段、早期阶段(获奖成果早于1905年)和晚期阶段(获奖成果晚于1985年)的各领域年龄平均值。可以看出平均年龄随时间波动很大。获奖成果的平均年龄增长分别为生理学或医学7.4年($P < 0.05$)、化学10.2年($P < 0.01$)以及物理学13.4年($P < 0.01$),较不同学科间的差别要大很多,学科间差别最大的是整个样本阶段的化学和物理学间的差别,仅为3.0年($P < 0.01$)。此外,整个时段、早期和晚期阶段不同领域平均年龄变化是不确定。例如,物理学在后期有着最大的诺奖成果的平均年龄,尽管其在整个样本时段是最年轻的领域。这表明不同学科领域做出诺奖成果的年龄随时间的演化模式是不同的,其中化学的演化模式更为复杂(虽然总体趋势下降)。早期阶段,年轻时做出诺奖成果在3个领域中都普遍。1905年前有69%的化学家、63%的生理学或医学家

表3 1901—2008年诺贝尔科学奖得主做出诺奖成果年龄随时间和随领域变化情况

统计项	物理学	化学	生理学或医学
整个时间段平均成果年龄	37.2 (0.7)	40.2 (0.7)	39.9 (0.6)
早期阶段平均成果年龄 (成果早于1905年)	36.9 (2.0)	36.1 (1.6)	37.6 (1.5)
晚期阶段平均成果年龄 (成果晚于1985年)	50.3 (3.2)	46.3 (2.5)	45.0 (3.0)
随时间的成果年龄差别	13.4*** (3.8)	10.2*** (3.0)	7.4** (3.3)
随领域的成果年龄差别	3.0*** (0.9)	0.3 (0.9)	2.7*** (0.9)

注:括号内给出标准误差(SE)。**显著性水平为5%;***显著性水平为1%。

和60%的物理学家在其40岁前完成获奖成果,并且30岁前完成获奖成果的占将近20%。但从整个20世纪来看变化巨大,在这3个领域中,30岁前做出诺奖成果的随时间逐渐减少,到20世纪末收敛到0。到2000年,物理领域40岁做出诺奖成果的发生率仅为19%,较1900年的发生率少1/3。在化学中,2000年时30岁做出诺奖成果的收敛为0,而在1900年占66%。

与整个世纪的诺奖成果老龄化移动趋势不同,物理学领域年轻诺奖成果在最初阶段是急剧上升的,30岁做出诺奖成果的在1923年达到31%峰值(1905—1942年95%置信区间),40岁做出诺奖成果的在1934年达到78%峰值(1924—1944年95%置信区间),之后一直下降。与物理学的演化模式不同,化学领域年轻时做出诺奖成果的则一直下降,而生理学或医学则是30岁之前做出成果的下降,但40岁做出诺奖成果的并无明显变化趋势。虽然整个阶段的物理学诺奖平均年龄较低,但它是极不稳定的。

5 影响科学创造力高峰的主要因素

对20世纪162位物理学奖得主分析表明^[14],他们做出重大发现到最终获得承认(获奖)的时间间隔呈近似对数正态分布。研究表明,20世纪物理学获奖包括104位实验物理学家,49位理论物理学家以及9位兼顾两者。考虑这2个群体的规模,可以得出理论物理学家获奖的概率要大于实验物理学家。按照10年期统计,每一个10年期因实验和理论发现而获奖的比例不同,主要原因是由于某些时期的发现“浪潮”以及某些子学科方向的创立。从学科领域来看,整个20世纪的物理学奖主要授予那些现代物理领域的物理学家:小距离(包括基本粒子、核物理、原子和分子物理以及量子力学等领域)和固体物理学(主要是凝聚态物理),天体物理学也占有一席之地(6%)。而部分领域如数学物理、相对论和统计物理等则完全被忽视。

20世纪早期,诺奖得主在物理学领域做出诺奖成果时非常年轻,是与量子力学的兴起和发展同步的。1900—1927年是量子力学发展的关键时期,1900年Planck引入量子,1925—1927年理论公式化。正是在这一时期,诺奖得主在30岁和40岁做出成果概率达到峰值。例如,23岁的海森堡在1925年发展了矩阵力学,2年后又发现测不准原理;泡利和狄拉克做出诺奖级成果的年龄分别为25和26岁。在此之前的10年内,大多数物理学诺奖授给了30岁前做出成果的个人^[20],但这一结论在化学、生理学或医学领域是不成立的。这一现象同当年抽象(推演)的理论创新兴起有关,这一时期的物理更多移向理论创新,即库恩所说的范式革命^[21]。这些创新并不十分依赖于已有的知识体系,使得年轻人在抽象理论的重大突破较归纳性工作更容易,因为后者需要长期的知识积累。例如,海森堡对经典电磁学知之甚少,21岁时差点没通过其博士考试,但这并不影响其在随后4年做出伟大贡献。

此外,随着不同学科领域的不断发展,其基础知识的扩



张可能会增加训练要求,这使得科学家在年轻时做出重大突破越来越困难。研究表明,诺奖得主的诺奖成果平均年龄同成果类型或是工作性质(理论或实验)以及其获得最高学位的年龄(训练时间长度)都密切相关。理论科学家做出其诺奖成果比实验科学家平均要早4.434年($SE = 0.936$)。并且当诺奖得主获得最高学位的年龄增加1岁时,其做出诺奖成果的平均年龄则增长0.304岁($SE = 0.106$)。在物理学科中,20世纪的理论成果随时间演化是单峰型模式,其概率在1933年达到46%的峰值,并且同年龄动力学演化模式显著相关。化学和生理学或医学的理论贡献的动力学演化模式也类似于各自的年龄动力学演化模式。科学训练模式也对诺奖成果年龄影响很大。大多数诺奖得主在20世纪初期是25岁前获得其最高学位,但这一年龄在3个领域均明显下降,物理学和化学到20世纪末25岁前获得最高学位的收敛到0。

6 结论

诺奖得主做出重要突破的年龄随时间的变化,要远大于随研究领域的变化,不同领域间的年龄差别相比于领域内不同时间差别而言是很小的。平均来看物理学家做出重要贡献的年龄要早于化学家和生理学或医学家,理论科学家做出重要突破的时间要早于实验科学家。不同领域内的成果年龄演化模式是不同的,同科学训练模式以及工作性质(理论还是实验)也密切相关。特定学科的发展模式(如物理)也影响到该领域的诺奖成果年龄的模式。

年龄和科学创造力有着十分密切的关系,大多数科学家的科学创造力高峰是在其年轻时时代达到的。超过80%的化学家和大约2/3的物理学家和生理学或医学家在35岁之前就开始了其诺奖工作,物理学领域超过1/3的工作在35岁前就完成了,超过3/4的工作是在45岁前完成的。而在化学和生理学或医学领域中大约40%的科学家在40岁前完成其诺奖工作,50岁前完成的更是达到3/4。即使科学家做出诺奖成果时间逐渐向老龄化移动,但他们开展相关的前沿研究工作一般都是年轻时期。尊重科学创新规律,应当为青年科学家营造专注科研工作良好环境,尽可能避免他们因为无休止的行政琐事和没奈何的生活所迫耗散了宝贵的时间和精力,更好地支持年轻科学家在其创造力高峰的最佳年龄区做出重大创新成果。

基金项目:国家自然科学基金项目(L1422006)。

参考文献

[1] Zuckerman H. The Scientific Elite: Nobel laureates in the United States

[M]. New York: Free Press, 1977.

- [2] Crawford E. The beginnings of the Nobel institution: The science prizes, 1901-1915[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- [3] Friedman R M. The politics of excellence: Behind the Nobel Prize in science[M]. New York: W H Freeman Books, 2001.
- [4] 李醒民. 诺贝尔自然科学奖与中国的现实[J]. 科技导报, 2002, 20(4): 16-17.
- [5] 高培德. 诺贝尔奖百年回顾[J]. 科技导报, 2003, 21(3): 34-37.
- [6] Braun T, Szabadi-Peresztegi Z, Kovács-Németh É. No-bells for ambiguous lists of ranked Nobelists as science indicators of national merit in physics, chemistry and medicine, 1901-2001[J]. Scientometrics, 2003, 56(1): 3-28.
- [7] Barkan D K. Simply a matter of chemistry? The Nobel Prize for 1920 [J]. Perspectives on Science, 1994, 2(4): 357-395.
- [8] 吴晓东. 诺贝尔生理学或医学奖得主的创造峰值年龄研究[J]. 中国科学院院刊, 2009(6): 655-658.
- [9] Maclachlan J. Defining physics: The Nobel Prize selection process, 1901-1937[J]. American Journal of Physics, 1991, 59(2): 166-174.
- [10] 薛风平. 物理学、化学、医学、经济学诺贝尔奖获得者取得成果年龄分布模型[J]. 哈尔滨工业大学学报: 社会科学版, 2006(1): 11-14.
- [11] Garfield E. The 250 most-cited primary authors, 1961-1975. Part II: The correlation between citedness, Nobel Prizes and Academy memberships[J]. Essays of an Information Scientist, 1977(3): 337-347.
- [12] Garfield E. Do Nobel Prize winners write citation classics[J]. Essays of an Information Scientist, 1986(9): 182-187.
- [13] Ashton S V, Oppenheim C. A method of predicting Nobel prizewinners in chemistry[J]. Social Studies of Science, 1978(8): 341-348.
- [14] Karazija R, Momkusaite A. The Nobel Prize in physics: Regularities and tendencies[J]. Scientometrics, 2004, 61(2): 191-205.
- [15] Jones B F, Weinberg B A. Age dynamics in scientific creativity[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2011, 108: 18910-18914.
- [16] Manniche E, Falk G. Age and the Nobel Prize[J]. Behavioral Science, 1957(2): 301-307.
- [17] Stephan P E, Levin S G. Age and the Nobel-Prize Revisited[J]. Scientometrics, 1993, 28(3): 387-399.
- [18] Baffes J, Vamvakidis A. Are you too young for the Nobel Prize?[J]. Research Policy, 2011, 40(10): 1345-1353.
- [19] Simonton D K. Career landmarks in science: Individual differences and interdisciplinary contrasts[J]. Development Psychology, 1991, 27: 119-130.
- [20] Brodetsky S. Newton: Scientist and man[J]. Nature, 1942, 150: 698-699.
- [21] Kuhn T S. The Structure of scientific revolutions[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

作者简介:贺飞,副研究员,研究方向为科技政策和文献计量学,电子邮箱:hfeifei@pku.edu.cn。

(编辑 祝叶华)