

概率哲学思想的几次进化

徐传胜,杨 军

(临沂师范学院 数学系,山东 临沂 276005)

摘要:概率哲学思想的发展,不仅受到社会、经济和生产力发展的影响,且同自然科学和社会科学相联系,连同本身的内在矛盾相互制约、彼此推动,促使其从对立矛盾发展到相对和谐统一,而形成了概率论的基本内容、基本形式以及方法论上的重大变革。

关键词:概率哲学思想; 概率论; 随机现象; 大数定律; 偶然性

中图分类号:N092, O211 **文献标志码:**A

牛顿(Isaac Newton, 1642 - 1727)描绘的世界是确定的,而混沌理论断言世界的本质是不确定的。随着概率论研究的不断深入,世界的不确定性已得到普遍认可。在牛顿式的确定性和混沌的不确定性之间,存在着连续统一体,这庞大的中间宽,两头尖的锥体正是概率论的用武之地。作为科学探索的特色方法,概率哲学推理的显著功效已引起概率理论在科学研究中的爆炸性增长。

概率哲学思想源于自然界和人类社会,并在实践中得到检验和发展。当概率论内部矛盾达到一定程度时,势必寻求更高层次的抽象,追求原始概念分析的深化与逻辑的完美,进而提升出更为深刻的概率哲学思想。

目前国内学者鲜有涉及概率哲学思想,即使对概率思想的介绍也仅见于一般数学通史著作中,鉴此本文在解读相关原始文献的基础上,较为系统地探讨了概率哲学思想的几次进化,力图对概率哲学思想的发展提出更为合理的诠释。

1 概率哲学思想的萌芽

哲学史上始终存在着两种对立的观点:一种认为世界是确定的,强调有序性、统一性和稳定性等;另一种则认为世界是不确定的,强调差异、矛盾和无序等。

泰勒斯(Thales of Miletus, 约 B. C. 625 - B. C. 547)的“水生万物”,毕达哥拉斯(Pythagoras of

Samos, 约 B. C. 580 - B. C. 500)的“万物皆数”和中国的“五行”等都是对确定性的一种追求。

阿那克西曼德(Anaximander, 约 B. C. 610 - B. C. 546)认为万物本原阿派朗(apeiron),一切事物都有开端,这是对不确定性的最早探讨。老子(B. C. 600 左右 - B. C. 470 左右)的“道”也具有不确定性。德谟克利特(Demokritos, 约 B. C. 460 - B. C. 370)主张世界上一切事物都受因果必然性和客观规律的制约,然而他完全否定了偶然性,把自然界的一切作用都归结为必然性^[1]。苏格拉底(Socrates, B. C. 469 - B. C. 399)认为事物最终原因是“善”,以目的论代替了对事物因果关系的研究。

亚里士多德(Aristotle, B. C. 384 - B. C. 322)指出,自然科学是一种可能性科学(the science of the probability)。他把事件分成三类:(1)必然发生的确定性事件;(2)在大部分情况下发生的可能性事件;(3)偶然发生的不可预测或不可知事件。他认为偶然性事件是完全不能预测,因而科学研究难以涉及。在对待偶然性事件的观点上,亚里士多德是不可知论者^[2]。故在现代概率论将随机性与确定性相联系的地方,亚里士多德却将其对立起来。

伊壁鸠鲁(Epicurus, B. C. 341 - B. C. 270)发展了对不确定性的认识,其宗旨是达到不受干扰的宁静状态。他修正了德谟克利特关于原子体积和形状有无限多差别的观点,增加了与原子运动有关的重量特性,并认为世界不仅存在着必然性(原子的自

收稿日期:2008-01-25

基金项目:国家自然科学基金(10771169);山东省十一五教育规划课题(115GG73)

作者简介:徐传胜(1962-),山东聊城人,博士,临沂师范学院教授,主要研究方向:概率论思想史。

然下落),且存在着偶然性(原子的偏斜运动),强调原子的本性乃至世界的本原是偶然的、不确定的^{[2]206}。

斯多葛学派(The Stoics)认为,每个事件皆是因果律所形成的事件链条上的元素,且作为部分承担着组成整个世界的任务。若某过程可能产生结果A和B,则两者出现的可能性相等,即使结果为A,也认为B与之等可能出现。正是基于对A和B同等的未知,而无法确定哪个更易出现,故赋予两者同样的出现机会^[5]。该学派对事件元概率的定义与雅可布(Jacob Bernoulli,1654 - 1705)和拉普拉斯(Pierre-Simon marquis de Laplace,1749 - 1827)所定义元概率的方法一致,接近于近现代概率哲学思想。

2 应社会实践需要而生的概率论

不少学者认为概率论源于对赌博问题的研究,这种观点仅看到个别历史事实和表面现象,而未看到推动概率论形成的本质因素。虽在概率论早期文献中有一些赌博问题,但赌博毕竟是少数人的灰暗行为,它不可能成为推动学科发展的动力,同其他自然科学一样,概率论也是应社会发展而生,推动概率论发展的强大动力是社会实践的需要。

欧洲从14世纪至17世纪初,先后进入了文艺复兴时期,在宗教、政治、思想和文化等领域出现了反封建的大变革,经济开始复苏。新兴工业城市的发展,商业贸易的日新月异,保险业的应运而生,对国民经济收入和死亡率等分析和预测都向数学提出新要求,需要研究偶然现象中蕴藏的客观规律,估计事故发生的可能性,这就为概率论的诞生创造了条件。长期以来所积累的哲学思想也为概率论诞生奠定了基础。赌博问题仅是概率论诞生的导火索而已。

1654年,帕斯卡(B. Pascal,1623 - 1662)和费马(P. de Fermat,1601 - 1665)以通信方式对几个赌博问题进行了较为详尽的讨论。与前人不同的是,他们运用了组合理论,使用了诸如加法定理、乘法定理和全概率公式之类的基本公式,引进了“值”的概念,即为赌注乘以获胜概率[后惠更斯(C. Huygens,1629 - 1695)将“值”改称“期望”]。故概率论史家以这组通信作为概率论诞生标志。然而,处于历史转折点的帕斯卡,毫无掩饰地表现出迷惘:

自然界中的万物无一不令人怀疑和不安。若无论在何处都看不到上帝的印证,我将会否定他的存在;如果我在每一处都看到了上帝的光辉,我将安心于自己的信

仰。但看到的太多了,以致无法忘却和抛弃,可信的太少了,以致于无法确认。我处于可怜兮兮的境地,曾上百次地祈祷,若上帝支配着自然界,则自然界就应毫不含糊地显示神迹;如果上帝的印记是谬误,则自然界就应该把上帝的迹象抹去;大自然要么道出全部真理,要么一言不发。果真如此,我也就知道该站在哪一边了^[4]。

帕斯卡认为概率论将解决整个一生中困惑其思想、耗费其身体、折磨其精神的复杂的基本问题。概率论在科学工作和思想方面的重要作用可在帕斯卡的著作中窥测到。关于这一理论,他以运用赌博为起点,而以运用上帝的行为为终点。

在《论赌博中的计算》前言中,惠更斯强调概率推理的重要性,“只要仔细研究这个课题,就会发现它不仅与游戏有关,且蕴含着有趣而深刻的推理原则”。雅可布、棣莫弗(A. de Moivre,1667 - 1754)、拉普拉斯等都深受惠更斯的启发,并开始了对概率论的研究^[5]。

3 大数定律——偶然和必然的统一

雅可布所给的伯努利大数定律,使概率论成为独立数学分支。他认为大数定律的内容几乎世人皆知,但其理论证明却较为困难。

这个问题我压了20年,现打算公诸于世。它又难又新奇,有着极大用处,以至在这门学问的所有其它分支中都有极高的位置和价值^[6]。

伯努利大数定律表明:大量重复做某试验,某随机事件的频率将在某数值附近波动,且随着试验次数的增加,波动的幅度越来越小。雅可布认为经过无数世纪后,每一事物都将返回它最初状态。

如果从现在直至永远,所有事情都被连续地观测,将会发现世界上每件发生都有明确的原因和遵循明确的法则,甚至对看来相当偶然的事情,也被强迫认为具有一定的必然性,这似乎就像命中注定似的^[7]。

雅可布对大数定律的逆命题也颇感兴趣。大数定律是已知事件的概率,预测其频率。而逆命题为给定频率,来估计相应概率。后者较难,虽雅可布取得进展不大,但他是第一个认识到该问题两方面的数学家。雅可布的结果鼓舞许多数学家尝试把这些思想应用到科学的各种问题之中。

偶然性和必然性的最初统一表现形式是大数定

律。虽在一次随机试验中其结果难以确定,完全是受偶然性支配,但当试验大数次地进行时,其结果就会呈现出某种规律性,这就是所谓的“统计规律性”。这个常数就是随机事件的概率,这种统计规律性是在实践中总结、归纳和提炼出来的。这不仅升华出“概率”的统计定义,还导出频率“依概率收敛”于概率。类似地,“平均值也具有稳定性”,因而从理论上可推广为更一般的大数定律。

事物的发展过程,既受必然性的支配又受偶然性的影响,两者谁主谁从?这要视具体事物而论,有些事物(如地球自转)决定性占主导地位,而另一些事物则恰好相反,如掷一枚均匀硬币,无论怎样增加和控制条件,也无法准确预测掷出哪一面。这充分说明,认为只要无限地增加和控制条件,偶然性就不复存在的观点是错误的!

4 拉普拉斯的机械决定论

18世纪后,随着牛顿力学的发展,机械决定论的思想在欧洲科学界占据了主导地位。大多科学家们认为,蕴涵在牛顿力学中的严格决定论、因果必然性的观念可通过类似上帝的数学计算和逻辑推演而实现。世界上任何事物皆由因果必然性严格决定,而随机性被看作科学的敌人。法国唯物主义哲学家霍尔巴赫(P. H. D. Holbach, 1723 - 1789)就是典型代表。

拉普拉斯也受到了其深刻影响,但他否定自然现象的神学解释。对莱布尼兹(G. W. Leibniz, 1646 - 1716)企图以数学的臆想来证明神的存在,他惋惜道,儿童时期造成的偏见也可使最伟大的人物走入迷途。他相信,如果演算技术足够先进,就可完全确定世界上的一切。

宇宙在目前状态是先前状态的结果,又是以后状态的原因。万能的智者能够在某一瞬间理解使自然界生机盎然的全部自然力,而且能够理解构成自然存在的各自状态。如果这个智者广大无边到足以将这些资料加以分析,就会把宇宙中最巨大的天体运动和最轻的原子运动都包含在一个公式中。对于这个智者来说没有任何事物是不确定的,未来如同过去一样在他眼中一览无余^{[6]802}。

拉普拉斯的论断包含了机械决定论的核心观点:(1)原因和结果是一一对应的,事物之间没有不确定性;(2)客观事物的运动变化严格遵循力学规律;(3)宇宙的初始状态可无限精确的测得;(4)人类

对事物运动变化的认识难以达到“神明”程度。

拉普拉斯同时意识到概率知识的重要性,对很多现象没有科学的思考是难以理解的。他在《概率的哲学导论》中写道:

通过观测来描述月球的有关状态,对大多数天文学家来说是不理解的,因这似乎不是万有引力的结果。然而,我认为利用概率计算来检测这种存在,用概率来表示这种可能性,并找出它的起因是很有必要的。……这个结果或许可推广到所有常力下自然的组合,元素总以永恒不变的力量建立了简洁的行为规则图式,从而揭示了隐藏在混沌的迷雾中由一些优美规律所统治的系统体系^[8]。

他认为,据概率论原理所得的这些来自于理性、公正和人性的永恒法则,世界将会重建,世界将变得更加美好^[9]。

5 圣彼得堡数学学派的概率哲学思想

19世纪下半叶概率论学科在西欧倍受抨击。正是圣彼得堡数学学派以及物理学的蓬勃发展,挽救了奄奄一息的概率论,他们对概率论提出了更高的要求,这才使概率论恢复为以一些特殊方法来研究物质世界中随机现象的一门科学。

布尼亚科夫斯基(. . . , 1804 - 1889)力图把概率理论加以诠释和通俗化而介绍给同胞。在其《数学概率论基础》绪言中,赋予了概率论至高无上的地位。

概率论是头脑的创造,提升了人类的知识界限,在此之外不容许人类所超越。概率论研究的是这样一类现象:它们依据我们完全不知道的原因而发生,且由于我们的无知而对这些原因也无法作任何假设^[10]。

受拉普拉斯的影响,布尼亚科夫斯基也强调概率论应用于“伦理科学”的意义,把复杂的社会现象视为牛顿力学的机械运动,但其后期观点发生了变化。

概率论属于科学体系,它不允许科学家从完全无知中得到正确推断。随机现象不是人类的无知,而是科学的本性^[11]。

这与拉普拉斯的观点相比,布尼亚科夫斯基已在正确的认识论上迈出了一大步。

1845年,切比雪夫(. . . , 1821 - 1894)在其硕士论文中所给概率论的定义为:

概率论研究主题是由已知事件的概率确定相关事件的概率^[12]。

1860年,切比雪夫讲授概率论时所给定义为:

概率论之目的就是确定某些事件发生机会,这些事件是指任何其出现概率可以确定的事件。因此,从数学意义上讲,概率是可以被测量的数值^[13]。

这是概率论的抽象定义,它向概率论的公理化迈出了启发性一步。

马尔可夫(A. A. ,1856 - 1922)对概率论的数学基础曾表现出悲观情绪,但他没有进入主观概率和客观概率的哲学讨论。

我几乎一直在考虑这个无助的问题,那就是概率应为一个明确的数。概率演算的基本对象就是事件在各次试验中的概率,没有这些概率就不会有大数定律^[14]。

马尔可夫在《概率演算》中尖刻地嘲讽了概率论应用于“伦理科学”的例子。他认为,所确定的传闻通过一系列证人传播的概率及对各种传说的可信度推测都是令人难以置信的。

如果一个事件是不可能的,则任何证词都不能给它加上哪怕很小的概率。如果假证词的一致是更少可能的话,可能性小的事件由许多证人的一致证词而变为很可能的事件。但是如果证人间彼此有约定或者对他们作证的对象有不完全正确的同一情报,则由这些证人的一致证词并不会使可能性小的事件变成可能性大的。不论一个证人如何诚恳,但如果连他有无正确了解事实真相的能力都是可疑的话,则其证词就毫无价值^[15]。

布尼亚科夫斯基曾说:

“有些哲学家以极不体面的方式,试图把关于证据和传说的概率公式应用到宗教信仰上,以此来动摇它们。”^[16]

对这种宗教卫道士式的言论,马尔可夫进行了针锋相对的批判。

“不管数学公式如何,对不大可能事件的叙述就仿佛对久远年代以前发生的事件一样,显然应该予以极端的怀疑。因此我们无论如何不能同意布尼亚科夫斯基院士的意见,仿佛必须划分出某一类叙述,若怀疑这类叙述就认为是大逆不道”^{[14] 340}。

“这类叙述”是指宗教经典传说,而布尼亚科夫斯基的原意是要在《圣经》等宗教经典传说与一般世俗传闻间划出明确界限,对于前者绝不允许使用概

率论手段去分析。

6 柯尔莫戈洛夫的公理化思想

受希尔伯特(D. Hilbert, 1862 - 1943)公理化运动的影响,一些形而上学的概率学者,试图在孤立学科范围内建立概率论的公理体系,结果均遭失败。正是唯物辩证法的科学性,使得俄罗斯数学家摆脱了孤立、静止的观点,致力探索事物内外在联系和相互作用,从而在数学各分支的基础研究方面取得若干成果。借助勒贝格测度及一般抽象测度的积分理论,柯尔莫戈洛夫(A. N. Kolmogorov, 1903 - 1987)提出了概率论的公理化结构。

柯尔莫戈洛夫所提出的概率论公理化体系,根植于集合论、测度论与实变函数论。他运用娴熟的实变函数理论,建立了集合测度与事件概率的类比、积分与数学期望的类比、函数的正交性与随机变量独立性的类比等,这种广泛的类比赋予概率论演绎数学的特征,许多在直线上的积分定理都可移植到概率空间^[17]。

柯尔莫戈洛夫以5条公理为基础,建立了概率场,构建出整个概率论理论体系:

- (1) 概率论的基点是概率空间 (Ω, A, P) ;
- (2) (Ω, A, P) 上的随机变量是现实世界观测的函数对应物;
- (3) 存在概率空间及定义在其上以 Ω 为状态空间的随机过程,具有所指定的联合随机变量分布;
- (4) 可积数值随机变量的期望就是它给定的概率测度积分;
- (5) 对有严格正概率的事件 B , 事件(可测集) A 的条件概率是 $P(AB)/P(B)$ ^[18]。

当然,概率论公理化体系的构造并没有解决所有原则问题。随机性与确定性的界限在何处,是否存在?关于随机性本质这个哲学基本问题至今仍倍受概率哲学家的关注。

辩证法始终贯穿于概率论的产生和发展历程中,哲学思想对概率论的发展起着重要作用。“被断定为必然的东西,是由种种纯粹的偶然所构成,而被认为是偶然的,则是一种由必然性隐藏在里面的形式”^[19]。偶然性与必然性是哲学上的一对矛盾范畴,它们相互依存、相互制约、相互转化,必然性寓于偶然性之中,正如恩格斯所说:“在表面偶然性起作用的地方,这种偶然性始终是受内部隐蔽规律支配的。而我们的问题只是在于发现这些规律”^{[19] 243}。概率论所研究的就是随机现象的统计规律,而概率哲学思想就是揭示隐藏在偶然性内部的客观规律。

参考文献

- [1] 北京大学哲学系外国哲学史教研室. 西方哲学原著选读: 上 [M]. 北京: 商务印书馆, 1981.
- [2] (古希腊) 亚里士多德. 物理学解 [M]. 张竹明译. 北京: 商务印书馆, 2004.
- [3] Hacking I. The Emergence of Probability [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- [4] Kline M. Mathematics in Western Culture [M]. London: Oxford University Press, 1953.
- [5] 徐传胜, 曲安京. 惠更斯的 5 个概率问题 [J]. 数学研究与评论, 2007, 27(4): 987 - 992.
- [6] 李文林. 数学珍宝——历史文献精选 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [7] Todhunter I. A History of the Mathematical of Theory of Probability from the Times of Pascal to That of Laplace [M]. Cambridge and London: Macmillan, 1865. Reprinted New York: Chelsea, 1993.
- [8] Laplace P S M De. Essai Philosophique Sur Les Probabilit é [M]. Paris: Courcier, 1814.
- [9] 徐传胜, 曲安京. 拉普拉斯的《分析概率论》研究 [J]. 自然科学史研究, 2006(3): 227 - 237.
- [10] Bunyakovski V Ya. The Principles of the Mathematical Theory of Probability [M]. Petersburg: Acad. Sci. St. Pétersbourg, 1846.
- [11] Sheynin O B. V Ya Buniakovsky's Work in the Theory of Probability [J]. Arch. History Exact Sci., 1991, 43(2): 199 - 223.
- [12] Chebyshev P L. Essay on the Elementary Analysis of the Theory of Probability [J] (1845). Reprinted, of the Author's Complete Works, 1951(5): 26 - 87.
- [13] Sheynin Oscar. Chebyshev's Lectures on the Theory of Probability [J]. Arch. History Exact Sci., 1994, 46(1): 321 - 340.
- [14] Sheynin O B. A. A Markov's Work on Probability [J]. Arch. History Exact Sci., 1989, 39(3): 337 - 377.
- [15] . . . (4 - E) [M]. : . , 1924.
- [16] Sheynin O B. V Ya Buniakovsky's Work In The Theory Of Probability [J]. Arch. History Exact Sci., 1991, 43(2): 199 - 223.
- [17] 李文林. 数学史概论 [M]. 第二版. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [18] . . . [M]. : . , 1936.
- [19] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 马克思恩格斯选集: 第 4 卷 [M]. 北京: 人民出版社, 1995.

A Study on the Several Evolutions of Probability Philosophic Thoughts

XU Chuan-sheng, YANG G Jun

(Department of Mathematics, Linyi Teachers' College, Linyi Shandong 276005, China)

Abstract: The development of Probability philosophic thoughts, not only receives social, economical and productive forces development's influence, but also relates with other natural sciences and social sciences, and itself inherent contradictions of restricts about each other impetus mutually together, which urges it to develop contradictory from the opposition to the relatively harmonious unification, forms the theory of probability basic content, its fundamental mode as well as its methodology significant transformation.

Key words: probability philosophic thoughts; probability; random phenomenon; law of large numbers; fortuitousness

(本文责任编辑 王建军)