

对于《实验的数学处理》一书的评介

霍安祥

(中国科学院高能物理研究所)

李惕碚所著《实验的数学处理》一书,是科学出版社编辑出版的“实验物理学丛书”中的一部。自1980年出版以来,已再版一次,仍不能满足读者需要。它的出版受到广大科技工作者和大专院校师生的欢迎,并获得国际上学者的高度评价。该书于1982年获得全国优秀科技图书一等奖。《实验的数学处理》一书可以称得上是近年出版的、在科技界和教育界有影响的专著。

作者在实验物理研究中做过许多重要的研究,取得了有意义的成果,在数据分析方法和数理统计基础方面也作出了重要贡献。作者曾大量分析了我国各个时期有关奇异粒子、高能电磁过程、高能核作用等实验工作中使用过的实验数学处理的成功之处和不足的地方,解决了宇宙线、高能天体物理中一些重要实验的统计数学方法问题。因此,可以说作者是一位既有丰富科学实践又有深厚理论造诣的优秀中年物理学家。

统计数学方法是科学研究工作的重要工具。实验结果处理的是否恰当,直接影响结论的合理性和可靠性。在现代物理实验中,由于现象本身的随机性质很突出,物理过程的规律性常常会被现象表面的偶然性所掩盖。特别是进行高能物理实验和高能天文观测时,实验结果往往是在强背景下的有限计数或有限事例,恰当地应用统计分析方法,对于正确的解释实验结果就更加重要了。在自然科学发展史中,由于数据处理方法不当,导致错误的事例是屡见不鲜的。随着我国科学研究事业的迅速发展,愈来愈多的科技工作者需要寻找合用的数学工具,掌握必要的统计数学方法,《实验的数学处理》正是为满足这方面的迫切需要而出版的。

《实验的数学处理》一书,系统、深入地阐述了数据处理和分析的数学方法,从概率论和数理统计学的基本概念、基本知识一直到这个领域的最新发展,都有清楚的介绍。实用性与科学理论结合,是这本专著的一个显著特点。作者对这本书的选材、内容安排和表达方式都是从实验物理和其它学科研究的实际需要出发,而不着意追求数学上的严谨;但是为了使读者具有正确选择和应用统计分析方法的能力,从而实现对实验数据的准确处理,作者也不回避必要的数学细节。书中对于重要的或者容易混淆的概念以及重要的分布和统计量的性质,都有透彻的分析,并且注意纠正一些流行概念和方法的错误。正如我国著名物理学家张文裕教授在该书《序言》中指出的:“无论从科学水平、内容安排和应用方面,都正好适合实验物理工作者的需要。我们相信,这本书的出版,将对我国实验工作水平的提高起很好的作用”。值得提到的是,这本书虽然是为自然科学基础研究工作需要而撰写的,但在出版后也同样受到产业部门和工程技术部门科技人员的广泛欢迎。他们在解决生产问题和工程技术研究中,由于应用了本书中的现代统计方法而作出了贡献。因而在该书面世不久之后,作者被聘为中国土木工程学会混凝土质量委员会的顾问。

在数理统计学中,根据实验观测结果推断物理量的数值,属于参数估计问题。长期以来,一直存在着的贝叶斯的概率法和非贝叶斯的置信区间法这两种不同的参数估计方法,却不能既客观又完整地描述对物理量的测量结果。在《实验的数学处理》一书中,作者在介绍和比较了

两种分析方法之后,提出了参数的置信分布的新概念,并建立了参数估计的置信分布方法。置信分布法阐明了以 Fisher 和 Neyman 为代表的两个长期争论的对立学派的相互关系,用统一的形式表示贝叶斯和非贝叶斯两种估计方法的结果,并且使两种估计结果可以有统一的概率意义,从而解决了本世纪三十年代以来近代数理统计奠基者们所遗留下来的一个基本问题。稀少事例的处理是高能物理和高能天文实验参数的置信分布的新概念,以及由此建立参数估计的置信分布方法,有利于对测量结果进行客观的完整的概率描述,从而可以实现对于稀少事例的准确处理。总结在《实验的数学处理》一书中关于参数估计的置信分布方法,是作者对于数理统计学基础和数据处理方法的一个重要贡献。

科学实验的一个重要目的是探索自然界的新现象。从实验结果发现新现象并且评价它的统计可靠性是数据处理的另一项重要任务。数理统计学中的假设检验方法是探索新现象的有力工具。但是,不少实验工作者没有正确地掌握假设检验的基本概念和方法,从而导致新现象探索中的错误结论。例如,国际上对于高能天文观测结果的可靠性,一直没有一个统一的、严格的计算方法。世界各国的高能天体物理实验组,对于他们通过空间观测发现的 γ 射线源或能谱线,各自采用不同的方法进行分析其可靠性,使得大多数被宣布的新发现其实是背景的涨落所造成的假象。正确地应用假设检验方法进行实验结果可靠性的计算,是实验数据处理中的一个重要问题。《实验的数学处理》一书对假设检验的基本概念、观点和重要方法作了清晰的介绍和细致的分析。在此基础上,作者导出了准确计算观测结果统计显著性的新公式,根据这一公式,对迄今为止高能天文中的 γ 谱线观测结果的可靠性,第一次给出了正确的估计,这一方法已日益广泛地为各国高能天体物理实验组所承认和应用。这方面的进展,作者已总结在将出版的《实验的数学处理》一书英文版中。