

《数理统计》课程思政教学实践

杨 超

广东外语外贸大学数学与统计学院, 广东 广州

收稿日期: 2023年10月6日; 录用日期: 2023年11月8日; 发布日期: 2023年11月14日

摘 要

在高校专业基础课上有效地融入课程思政是加快建设教育强国, 实现中华民族伟大复兴的有力支撑。本文以我国实践五号卫星探测到的太空中单粒子翻转的数据, 结合数据处理、泊松分布、以及卡方拟合优度检验三个知识点进行课程思政的实践案例, 探讨如何在数学与应用数学专业基础课《数理统计》中开展课程思政教学。

关键词

课程思政, 数理统计, 单粒子翻转

Practice of Ideological and Political Teaching in “Mathematical Statistics” Course

Chao Yang

School of Mathematics and Statistics, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou Guangdong

Received: Oct. 6th, 2023; accepted: Nov. 8th, 2023; published: Nov. 14th, 2023

Abstract

Effectively integrating ideological and political education into basic courses of every discipline in universities is the key to accelerating the construction of a powerful nation in education and providing strong support for the great rejuvenation of the Chinese nation. This article uses the data of single event upsets in space detected by China's Shijian-5 satellite, combined with three knowledge points: data processing, Poisson distribution, and Chi-square goodness of fit test, to explore how to carry out ideological and political education in the course of “Mathematical Statistics”, which is a basic course in the discipline of mathematics and applied mathematics.

Keywords

Ideological and Political Education, Mathematical Statistics, Single Event Upset

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《数理统计》是高等院校数学与应用数学专业的一门基础课。该课程以《概率论》《数学分析》等课程为先修课程，介绍统计中的基本概念和方法，着重把统计方法的数学原理讲清讲透。因此，面向数学专业的《数理统计》教材一般偏向于强调统计方法的推导与演绎，在课程内容的体系编排和例子选取等通常借鉴西方现有的教材模式。教师若直接按照这类教材讲授，不易自然地融入课程思政。如何更好地在包括《数理统计》在内的理论性较强的理科基础课上融入课程思政，是高校教师在实践中需要重视的一个问题。

党的二十大报告指出：“教育是国之大计、党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。育人的根本在于立德。全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人”[1]。在高校的专业基础课上把课程思政落到实处，是达成立德树人根本任务的重要途径和保障。在教学实践中，存在课程内容较难较多，课时不足等诸多具体的问题，如何把专业知识的讲授和课程思政更有效地结合起来，需要不断地打磨和完善。本文结合作者的教学实践，提出了课程思政中用一个例子和《数理统计》课程中多个知识点和统计方法结合的模式，贯穿整个课程，在不同的知识模块中重复出现，每一次出现都是一次拓展和延伸，在有限的教学时间中起到更好的思政育人效果。

2. 课程思政实践案例分析

在教学过程中结合课程思政的方法很多，其中一种方法就是在例题中结合我国科技发展的巨大成就，增加学生的自豪感，在潜移默化中强化学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信和文化自信。航天科技是我国独立自主发展的一个典型，从和世界顶尖水平差距较大，到天问一号探测器成功实现一次性对火星“环绕、着陆、巡视”的壮举，到中国载人航天工程办公室正式宣布计划2030年前实现中国载人登月的方案，航天科技的成就激励着每一位中国人。本节以我国航天领域的一个公开发表的科学数据，结合《数理统计》中的知识点进行课堂教学的案例，探讨更高效的课程思政模式。

2.1. 原始数据和数据处理

太空中因为没有大气层的保护，受到宇宙高能辐射的影响，单粒子翻转的概率更高。获得太空中单粒子翻转概率的数据，是保证卫星和航天器元件正常工作的前提，是我国独立自主开展太空探索的必要支撑。我国于1999年成功发射实践五号卫星，在90天的寿命期内，获得大量科学数据。其中在太阳活动宁静期间，实践五号卫星获得的每天单粒子翻转发生的数据[2]见表1。

以上数据在分类中属于数值型数据，再进一步细分属于离散型数据。对于数值型数据，我们一般常用频数分布表来整理。设 X 为1天内发生单粒子翻转的次数，根据上一小节的原始数据，整理得到 $X = k$ ($0 \leq k \leq 9$)的频数和频率表见表2。

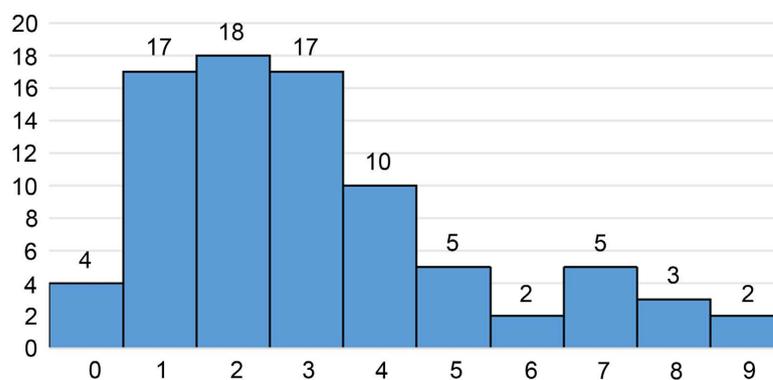
Table 1. Data of single event upset of Shijian-5 satellite (Total 83 days)**表 1.** 实践五号卫星单粒子翻转数据(共 83 天)

天	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
次数	3	2	3	1	1	1	7	2	2	3	1	9
天	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
次数	0	1	4	3	1	3	7	2	3	1	4	4
天	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
次数	1	2	1	5	4	3	1	1	4	4	3	2
天	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
次数	5	7	3	2	7	2	1	5	2	2	3	4
天	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
次数	5	3	3	1	2	2	1	3	2	3	8	6
天	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
次数	0	9	1	2	4	3	2	6	1	8	8	3
天	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
次数	7	2	4	4	5	1	0	0	3	2	2	

Table 2. Frequency table of single event upset of Shijian-5 satellite**表 2.** 实践五号卫星单粒子翻转的频数分布表

$X = k$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	合计
n	4	17	18	17	10	5	2	5	3	2	0	83
P	0.048	0.205	0.217	0.205	0.12	0.06	0.024	0.06	0.036	0.024	0	1

在频数分布表的基础上，可进一步画出直方图(图 1)。

**Figure 1.** Histogram of single event upset of Shijian-5 satellite**图 1.** 实践五号卫星单粒子翻转的直方图

2.2. 泊松分布

泊松分布常用于解释或者预测给定一个时间间隔内某种事件发生的次数。泊松分布是统计中最常用

的分布之一，和正态分布等其它分布是《数理统计》课程中要求学生必须掌握的知识点。传统教材中提及泊松分布，通常最典型的例子就是在给定的时间间隔内某商店的顾客数目等。太空中单粒子翻转的数目也被认为服从泊松分布[3]。因此，在课程介绍到泊松分布的基本概念和性质时，可结合我国太空试验的成就和数据，把课程思政自然地融入到课堂教学当中。

根据上一小节表 2 可计算 X 的样本均值约为 3.108。由泊松分布的性质知道，若随机变量 $X \sim P(\lambda)$ ，则其期望 $E(X) = \lambda$ 。于是可用参数 λ 为 3 的泊松分布的折线图和实践五号单粒子翻转的频率折线图作对比如图 2。

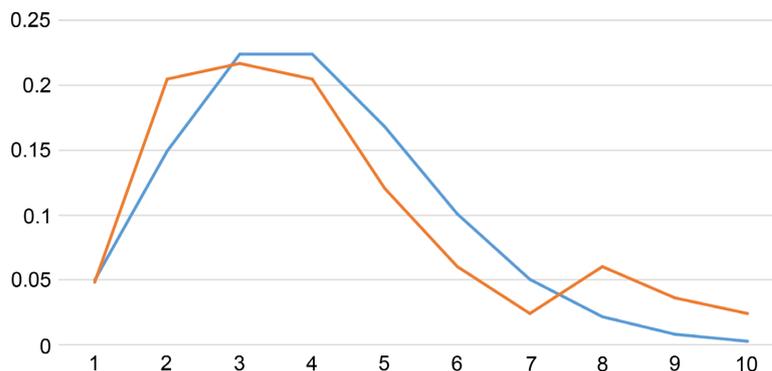


Figure 2. Comparison of the data of Shijian-5 and Poisson distribution
图 2. 实践五号数据和泊松分布对比

如上图所示，橙色为实践五号单粒子翻转的折线，蓝色为参数为 3 的泊松分布的折线，两者基本吻合。但由于数据量较少，天数不足 100 天，所以吻合程度还不算非常高。若有更多的数据，如几百天甚至上千天，则吻合程度会更高。

2.3. 分布的卡方拟合优度检验

上一小节是在介绍泊松分布时引入单粒子翻转的例子，并通过比较频率折线图的方法直观地看出与泊松分布的一致性，依赖于主观判断。随着《数理统计》课程的展开，在课程后半部分会向学生介绍统计学中一个重要的基本方法：卡方拟合优度检验。这一方法可以从统计的角度定量地检验实际的试验数据和理论值是否吻合，常常用于检验数据是否和已知的分类数据或分布吻合，其结论更加客观和可靠。

具体到本例，我们使用卡方拟合优度检验来判断实践五号的单粒子翻转数据是否服从泊松分布。这里面有两个关键的技术要点需要在课堂上向学生强调和指出。首先，卡方拟合优度检验是数据量较大时的近似，因此在分组时，要求每一组的数据至少是 5 才比较可靠。因此我们不能直接使用表 2 的分组，而是需要对某些组合并，使得合并后的数据量满足要求。于是，我们把表 2 两侧的数据量较少的组合并，把 $X = 0 \sim 1$ 合并为一组，把 $X \geq 5$ 合并为一组，共分 5 组。依照卡方拟合优度检验的步骤[4]计算得到表 3。

Table 3. Chi-square goodness of fit test for single event upset of Shijian-5 satellite
表 3. 实践五号卫星单粒子翻转卡方拟合优度检验

分组	0~1	2	3	4	5+
试验数据	21	18	17	10	17
理论值	15.23776521	17.91524976	18.56019876	14.42127443	16.86551184
偏差平方	33.20334975	0.007182603	2.434220155	19.54766761	0.018087066
相对偏差平方	2.179017021	0.000400921	0.131152699	1.355474351	0.001072429

表3中第三行是以参数为 $\lambda = 3.108$ 的泊松分布计算出来理论值,第四行是每一组的试验数据与理论值的偏差的平方,第五行是相对偏差平方,即偏差平方除以理论值。卡方统计量为第五行相对偏差平方之和,即计算可得 $\chi^2 = 3.6671$ 。

其次,需要确定按照以上步骤计算出来的卡方统计量的参数,即该卡方分布的自由度。一般分组数据在每组占比的理论值已知的情况下,自由度为组数减去1。若分组后的理论值还依赖于未知参数,则自由度还要再减去未知参数的个数。本例中,分组后的理论值依赖于1个未知参数,即泊松分布的参数 λ ,此参数是用样本均值来近似的。因此,卡方分布的自由度为 $5 - 1 - 1 = 3$ 。若取显著性水平 $\alpha = 0.05$,查表可得 $\chi^2_{0.95}(3) = 7.8147$,拒绝域为 $W = \{\chi^2 \geq 7.8147\}$ 。但观察结果 $3.6671 < 7.8147$,故不能认为实践五号单粒子翻转的数据不服从泊松分布,可以认为和泊松分布吻合。

3. 总结

本文通过把我国航天领域的科学数据融入到《数理统计》课程思政教学的实践案例,探讨了如何更有效地开展课程思政教学。在此案例中,实践五号单粒子翻转的数据分别与数据处理、泊松分布的基本性质、卡方拟合优度检验等三个知识点结合,贯穿整个课程,前后呼应,可令学生加深印象,实际教学效果明显。

基金项目

2022年广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目“数学思维与应用课程教研室”,2021年教育部产学合作协同育人项目“大学数学课程教师混合式教学能力提升专项培训”(编号:202102267020),2021年广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目“新文科背景下大学文科数学课程改革创新研究”,广东外语外贸大学2022年度校级本科课程思政示范项目“示范课程《数理统计》”,广东外语外贸大学横向项目(297-ZW200011,297-ZW230018)。

参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm, 2022-10-25.
- [2] 蔡金荣, 张立荣, 周晓东. 实践系列卫星空间环境探测的回顾[C]//空间探测专业委员会. 中国空间科学学会空间探测专业委员会第十九次学术会议论文集:上册. 2006: 423-427.
- [3] Ward, J.W. (1988) Observations of Single-Event Memory Upsets On the UoSAT-2 Satellite. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:60401189>
- [4] 茆诗松, 程依明, 濮晓龙. 概率论与数理统计教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2019.