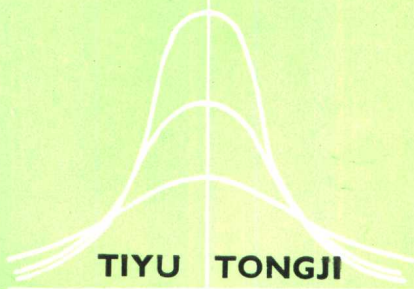


高等学校试用教材

体 育 统 计

体育统计编写组

高等教育出版社



高等学校试用教材

体 育 统 计

体育统计教材编写组

高等教育出版社

内 容 提 要

本书着重介绍现代体育实践中,常用的基本的统计方法。内容包括数理统计基本知识、实验和调查设计、数据整理、统计推断、方差分析、回归分析及统计图表等。注意阐述方法应用的条件、必备的理论知识和例示。

本书可作为高等师范院校本科、专科试用教材,也可供其他院校、中等学校及广大体育工作者选用。

高等学校试用教材

体 育 统 计

体育统计教材编写组

•

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

•

开本 850×1168 1/32 印张 9.5 字数 225 000

1987年10月第1版 1991年8月第5次印刷

印数 33 221—37 830

ISBN 7-04-000227-2/G·17

定价 3.00 元

编写说明

本教材系根据原教育部 1980 年颁发的“高等师范院校体育专业教学计划(试行草案)”和 1982 年颁发的“关于组织编写高等师范院校体育专业各科教材的通知”的要求,以及 1982 年、1984 年两次教材会议精神而编写的。由原教育部组织,并委托华中师范大学为编写召集单位。

体育统计是高等师范体育专业的专业基础课。本教材力图贯彻高师体育专业的培养目标、教学计划及大纲要求,体现高师特点;联系学校体育教学和科研实际;注意方法和理论的结合,以培养学生分析问题和解决实际问题的能力;内容上既考虑到当前的实际需要,着重于方法的应用,保持教材的系统性、科学性,又能反映现代体育统计水平,叙述力求简明;在编排上还能适应教师根据具体教学需要章节次序作适当取舍调整,保持教材的适应性。

参加本书编写工作的有:张庆林(河南大学)、刘先祚(云南师范大学)、贾六本(江西师范大学)、刘厚生(华中师范大学)、王文英(苏州大学)、李哲(北京师范大学)、孙昌荣(华东师范大学)、何争流(青海师范大学)。

刘厚生同志统稿全书。并得到张庆林、贾六本、何争流等同志积极协助。

北京师范学院张惜光老师主审全书,华中师范大学陆秀丽老师、北京师范大学徐承彝老师审订了部分章节。

本教材于 1984 年 3 月完成初稿,经两次修改后,曾由华中师范大学印出,作为试用本,在全国高师体育系、科试用,广泛征求意见。1985 年 3 月定稿,交原教育部,经教材编审委员会审定。

在教材的编写、试用、讨论过程中，曾得到全国许多兄弟院校的支持，特别是从事数理统计、体育统计、以及体育理论的许多老师们的大力协助，并提出了很多宝贵意见和建议，在此统致谢意。

由于我们水平有限，不妥和错误之处，敬希读者批评指正。

体育统计教材编写组

1985年12月

目 录

第一章 绪 论	1
§ 1.1 什么是体育统计	1
§ 1.2 体育统计中的随机性特点	3
§ 1.3 体育统计学的应用	4
§ 1.4 学习体育统计的意义	5
习 题	6
第二章 数理统计基本知识	7
§ 2.1 随机事件及其概率	7
§ 2.2 随机变量及其分布	12
§ 2.3 随机变量的数字特征	26
习 题	29
第三章 体育统计资料的收集与整理	31
§ 3.1 资料的收集	31
§ 3.2 资料的整理	40
习 题	47
第四章 样本特征数	49
§ 4.1 集中位置量数	49
§ 4.2 离中位置量数	56
§ 4.3 特征数在体育统计中的应用	61
习 题	76
第五章 假设检验	79
§ 5.1 总体参数估计	79
§ 5.2 假设检验的基本概念	83
§ 5.3 几种常用的假设检验方法	86

习 题	120
第六章 方差分析	124
§ 6.1 方差分析的基本概念	124
§ 6.2 单因素方差分析	129
§ 6.3 多重比较法	136
*§ 6.4 双因素方差分析	143
§ 6.5 双因素有交互作用的方差分析	147
习 题	151
第七章 相关与回归	154
§ 7.1 相关与回归的基本概念	154
§ 7.2 相关系数的计算与检验	156
§ 7.3 等级相关	160
§ 7.4 一元线性回归方程	164
§ 7.5 二元线性回归方程	172
习 题	194
第八章 实验设计	197
§ 8.1 实验设计的基本内容	197
§ 8.2 实验设计中样本含量的估计	203
§ 8.3 几种常用的实验设计方法	211
习 题	217
第九章 相对数	218
§ 9.1 率、构成比和相对比	218
§ 9.2 动态数列	224
§ 9.3 率的假设检验	234
*§ 9.4 相对数的标准化	237
习 题	241
第十章 统计表与统计图	242
§ 10.1 统计表	242
§ 10.2 统计图	248

习 题	255
附录 1 各章符号说明	256
附录 2	261
附表 1 正态分布表	261
附表 2 χ^2 分布上侧临界值表	262
附表 3 t 检验临界值表	264
附表 4 F 检验临界值表	266
附表 5 符号检验表	270
附表 6 秩和检验表	271
附表 7·1 多重比较 q 值表($\alpha=0.05$)	272
附表 7·2 多重比较 q 值表($\alpha=0.01$)	273
附表 8 相关系数临界值表	274
附表 9 等级相关系数临界值表	278
附表 10·1 两样本率比较时所需样本含量表(单侧)	280
附表 10·2 两样本率比较时所需样本含量表(双侧)	282
附表 11 配对比较(t 检验)时所需样本含量表	284
附表 12 两样本均数比较(t 检验)时所需样本含量表	286
附表 13 T_i 值表(双向)	292
附表 14 随机数表(一)、(二)	288
参考书目	293

第一章 绪 论

§ 1.1 什么是体育统计

统计学的发展,迄今已有 300 多年的历史,它是一门具有广泛应用价值的应用学科。随着这门学科不断发展,目前已有许多分支学科应运而生。如工业统计、生物统计、气象统计、卫生统计等。统计方法应用于体育领域,历史不长,但近年来发展较快,目前仍属一门正在发展形成的新学科。对于什么是体育统计,要给它下一个完整、确切的定义是困难的,本章的目的在于对它的实质和基本内容作一个概要介绍。

体育统计的实质,简单地说,就是应用统计的理论和方法,通过对体育现象的数量描述,揭示体育领域中事物发展变化的内在规律。因此,体育领域中的一切事物,凡是能用数量描述的,都可以成为体育统计的研究对象,它包括体育教学、运动训练、体育科研、体育科学管理、运动心理、生理等的研究。完善和发展体育统计这门新学科,是直接为提高我国人民的体质和运动技术水平而服务的。

体育统计的基本内容,从统计工作环节出发,可以分为资料的收集、整理、分析三个基本部分。

资料的收集,是指通过调查或实验测试,收集所需的原始数据。数据是统计工作的基础,因此统计离不开数据,一切统计分析的结论,都是建立在数据的有效性、可靠性基础之上的,所以资料的收集是体育统计工作的首要内容。

资料收集大体可分为调查和实验设计两个部分。例如,我们

要了解全国青少年的体质状况,在选定描述体质状况的有效指标后,首先面临的任務就是資料的收集。我們不可能在全國範圍內進行這種大規模的全面調查,而統計學能提供有效的方法,即抽樣調查。抽樣調查是採取一定的方式和方法,在有限的範圍內進行隨機抽樣調查,取得樣本的原始數據。我國在1979年和1985年進行的兩次青少年體質、健康調查,均屬這種工作。再如研究怎樣提高運動水平時,需要作影響運動成績的多因素分析,為了取得有效的可靠數據,必須在具有嚴格控制的實驗條件下進行。怎樣使實驗工作,既省時省力,又能獲得準確可靠的數據,這就有賴於實驗設計。當前抽樣理論和實驗設計已成為數理統計學的两个分支。以上兩方面構成了體育統計資料收集的基本內容,本書在第三章和第八章將作簡單介紹。

資料的整理,是指在取得大量原始資料後,所進行的統計整理工作,而整理的目的就在於攝取最有價值的信息。常用的整理方法有分組法、次數分配(又稱頻數分布)法、指數法,以及統計圖示(如相關圖、動態圖、直方圖等)。由於以上方法旨在數量描述,故稱為描述統計。

統計分析,是指對統計所得結論進行的分析,它是統計學中的重要組成部分。統計分析方法很多,本書着重介紹統計推斷、多因素分析。所謂統計推斷,指通過對樣本資料的分析,獲得對總體的結論(包括參數估計、假設檢驗等)。多因素分析包括方差分析、回歸分析等。

資料的收集、整理、分析這三個基本部分,構成了體育統計的內容,並且成為一個相互聯繫的整體。例如,在進行調查(實驗)設計時,就得明確統計分析內容,採用何種分析方法,以及需要取得哪些樣本數據;同時,為了資料整理的方便,還要設計相應的調查卡等。以上這些都必須給予統一的整體規劃,切不可孤立

地进行。

统计学是一门方法论的科学,而体育统计又是我们认识体育领域客观现象的科学工具,因此,就必须强调马克思主义的认识论和方法论对它的指导作用。如运用数理统计方法进行抽样调查和实验设计时,必须重视数理统计理论和方法上的要求,遵循抽样条件和实验步骤;而旨在揭示一种现象(事物)内在规律时,又必须运用辩证唯物主义的哲学观点,处理好数量与质量,现象与本质的关系,保证统计指标的有效性和数据的可靠性;对任何一种解决专业性问题的统计结果,必须结合体育专业理论与客观实际,做出恰当的解释,注重实践的检验。只有这样正确地对待体育统计的理论和方法,才能充分发挥体育统计这一新学科的积极作用。

§ 1.2 体育统计中的随机性特点

因为体育统计具有随机性特点,故使得以研究随机现象为主要对象的数理统计方法,就成为体育统计学的主要部分。体育统计中的随机性表现在研究手段和体育现象本身两方面。

由研究手段带来的随机性。例如,抽样调查。1979年和1985年我国先后在全国范围内,进行了两次青少年体质的抽样调查,因采用随机抽样方法确定样本,故样本数据具有一定的随机性。凭借样本数据推断总体,样本和总体间也具有随机误差。尽管样本数量可能很大,但只要采用随机抽样方法,这种随机性就不可避免。同时,测试设备不可控因素形成的误差也导致一定的随机误差。

由体育现象本身所形成的随机性。来源于极为复杂的影响人体运动的诸因素,包括技术、生理、心理上的因素,以及社会、历史的因素。由于这些复杂因素的影响所具有的随机特点,这就使人

体的运动成绩具有一定的随机性。如跳远项目, 同年龄、同性别, 同一个教学班中, 学生的成绩参差不齐, 有时甚至相差很大, 即使对某个运动员重复测试某一项成绩时, 各次所得数值也不一样, 会呈现随机性波动。任何一个运动员, 他在某一特定条件下的比赛成绩究竟怎样? 是带一定的随机特点的, 事先也只能用可能性程度的大小来估计, 它并非呈现出一种必然性。

数理统计是研究随机现象的, 所以, 数理统计方法就构成体育统计的主要部分。当我们借助数理统计方法, 解决体育实践提出的特定问题时, 必须要注意选取恰当的数学模型, 而且还要注意方法本身所要求满足的条件, 忽略这一点是不对的。那种认为统计只是单纯套用公式的想法, 将给我们的工作带来盲目性, 为此在具体工作中, 应从实际出发, 不断完善和发展体育统计这门学科。

§ 1.3 体育统计学的应用

随着体育事业的蓬勃发展和体育研究的更加科学化, 体育统计已愈来愈显示出它的重要意义。在 60、70 年代时, 体育科研论文中, 几乎只采用定性分析。但随着体育事业的不断发展和科研的不断深入, 采用简单的定性分析, 就显得不足以说明问题了, 为此, 进行定量分析, 就势在必行。从体育科研论文中可以看出, 统计方法的应用, 越来越广泛、越来越深入。例如, 在对运动员的选材过程中, 现在采用许多统计方法。另外, 对学校体育的计分、评分、综合评价等, 也都在进行统计学方面的探讨。而且对于在体育运动中所反映出的大量信息, 也有待于统计学的摄取和加工, 统计已成为体育科学管理不可缺少的手段。由于新技术的不断发展, 从在体育中逐步推广应用微电子技术、信息论、系统论、控制论看, 它们都和统计学密切相关, 故发展体育统计学科, 具有很重要的

意义。

早在 30 年代,我国高等学校体育专业中,就曾经开设过《体育测量与统计》课。今天,随着国家对发展体育科学事业的重视,体育统计已正式列为高等师范院校体育专业的必修课程。

1981 年我国成立了全国体育统计研究会,1984 年成立了中国体育科学学会体育统计专业委员会,这两个协会为积极开展体育统计的研究和普及作了大量的工作。

§ 1.4 学习体育统计的意义

本教材针对高等师范院校体育专业的培养目标,介绍常用的基本的统计方法。掌握本课程的基本知识和基本技能,对体育科研工作有着积极意义。例如,在教学方面,可用因素分析的方法,研究各种教材对增强学生体质的效果;也可根据统计获得的数字特征,制定出合理的体育考核标准及计分标准;还可利用成绩考查,对教学进行纵向观察和横向对比,利用方差分析的方法,研究多种教法的综合效果。在运动训练方面,可在获得统计处理结果的基础上,拟订合理的训练方案,选择最优化训练方法;也可掌握运动员专项技能形成的阶段,了解不同训练手段对运动成绩的影响;还可以利用回归分析的方法,对运动员及运动成绩进行预测等。对于一个体育教师来讲,掌握大量数据是容易的,但如果不掌握统计方法,就无法从这些原始数据中获得有价值的信息,同时也无法发现和解决现代体育教学和训练中所出现的新问题。

学习本课程,要求理解统计学的基本原理和基本概念,掌握基本方法,只有在理解基础上,才能保证方法正确和灵活的应用。

习 题

1. 试简述体育统计的基本内容。
2. 学习和应用体育统计,为什么要强调马列主义的哲学思想?
3. 举例说明体育统计中的随机性特点。
4. 简述学习体育统计的意义。

第二章 数理统计基本知识

以概率论为基础的数理统计所提供的统计方法,不同于一般的资料统计,它旨在应用随机现象本身的规律来进行资料的收集、整理与分析,从而找出相应的随机变量分布规律和它的数字特征。为有助于掌握本课程所叙述的基本思想、内容和方法,本章特介绍必要的概率基本知识,如随机事件及概率、随机变量及其分布等基本概念。

本章概念较多,而且这些基本概念又是统计方法应用的理论基础,为此在学习过程中,必须联系实际,多加思考,以便加深理解和记忆。

§ 2.1 随机事件及其概率

一、必然现象和随机现象

统计学是揭示客观事物内在规律的科学。在自然界和人类社会中存在着两类不同的现象,一类是事前可预测的,即在一定条件下,它的结果总是肯定的,我们称这类现象为确定性现象或必然现象。例如,自由落体总是垂直落地的;在一个大气压下,当水温达 100°C 时就会沸腾;飞出的足球最终总会落到地面等。另一类是事前不可预测的,即在确定的条件下,事前仍是不可预知确切的结果。例如,相同条件下的重复试验,每次结果未必相同,我们称这类现象为不确定性现象或随机现象。又如,投掷一枚结构均匀的硬币,徽面向上与字面向上,事前无法肯定。再有任何一个训练有素的运动员,在一次比赛中的运动成绩究竟将是怎样,谁也难以肯

定,若重复测试他的成绩,各次成绩也将不等,基于多种随机因素的影响,使得现象的本身,呈现出一种随机性,称随机现象。

二、随机事件

简单地讲,随机现象中的事件,即在一定条件下,可能发生也可能不发生的事件,称为随机事件。由于我们是通过研究在一定条件下的随机事件来揭示随机现象的统计规律性,所以必须掌握关于随机事件的基本概念。例如,球类比赛前,利用挑边器选择场地时,抛落一次,就是一次随机实验。挑边器结构均匀,正反面具有两种不同颜色(绿、红),我们把绿面向上的事件记为事件 A ,把红面向上的事件记为事件 B 。在一次抛落实验中,事件 A 有可能发生,也有可能不发生,事前无法肯定,故事件 A 属于一随机事件。同理,事件 B 也属于另一随机事件。以此实验为例,作进一步分析,在一次抛落的实验中,只可能有这两个(绿面向上、红面向上)基本结果,故称事件 A 及事件 B 为该实验中的两个基本事件。并且,在一次抛落实验中,事件 A 与事件 B 不可能同时发生,故事件 A 与事件 B 还具有互斥(互不相容)的性质。再如,投掷结构均匀的一颗骰子,出现点子数为1、为2、……为6的事件,也分别属于该一次抛落实验中的6个基本事件,事件之间也同样具有互斥性质。同理,定点投篮,投中与投不中也是一次投篮测试中的两个基本事件。

必然性现象是指在一定条件下必然会发生的事件称为必然事件。反之,在一定条件下,必然不会发生的事件称为不可能事件,两者虽然形式相反,但它们具有相同的实质,即可在事前加以预见和肯定。前一类称必然现象,后一类称为随机现象。

三、随机事件的概率

任何随机事件的发生与否,都具有随机性。但很容易发现,在不同条件下,各事件出现的可能性大小却是不一样的。如在一次

投篮中,虽有投中和投不中两种可能性,但对不同运动员来说,投中的可能性程度却不一样。显然,技术熟练的运动员投篮命中的可能性就大些。又如我们要对中学生进行视觉抽样调查,以便了解学生近视的情况,如果我们抽样是在甲、乙两班内进行,而在甲班 100 人中有 20 人近视,乙班 100 人中只有 9 人近视,那么同在甲、乙两班各抽相同数量的学生作为样本,甲班发现近视的可能性就显然大于乙班。因此,为了掌握随机事件的发生规律,必须研究该事件发生的可能性大小。

数理统计中把随机事件 A 发生的可能性大小称为事件 A 的概率,用符号表示记为:

$$P(A)$$

对于随机事件 A ,若在 n 次重复独立实验中,出现了 m 次,就称 m 为事件 A 在 n 次试验中出现的频数,称 $\frac{m}{n}$ 为事件 A 的频率,记为:

$$f_n(A) = \frac{m}{n} \quad (2.1)$$

人们发现,在重复多次实验中,当 n 很大时,可看出频率 $f_n(A)$ 总在某一数值 p 附近作微小摆动。而且,一般说来,随着实验次数的增加,这种摆动的幅度逐渐变小。历史上有人做过投掷硬币的试验,假设投掷次数为 n ,出现正面向上的次数为 m ,当 n 增大时,其频率 $f = \frac{m}{n}$ 就愈接近 0.5,并在 0.5 左右摆动。这个现象对于体育教师是不难理解的,因当我们要测定一个运动员的投篮命中率时,自然地要求他在同样条件下连投一定次数,然后累计命中次数 m ,将频率 $\frac{m}{n}$ 作为命中率的估计值。人们经过长时期的实践发现,虽然个别随机事件在某次试验或观察中,可以出现也可