

实用体育 评价与统计

SHIYONG TIYU PINGJIA YU TONGJI

肖 波 / 编著



四川民族学院资助出版

实用体育评价与统计

肖 波 ◎ 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

实用体育评价与统计 / 肖波编著. —成都: 西南
交通大学出版社, 2018.2
ISBN 978-7-5643-6075-7

I. ①实… II. ①肖… III. ①体育统计 - 教材 IV.
①G80-32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 033930 号

实用体育评价与统计

肖 波 编著

责任编辑	左凌涛
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网址	http://www.xnjdcbs.com
印刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	170 mm×230 mm
印张	15
字数	229 千
版次	2018 年 2 月第 1 版
印次	2018 年 2 月第 1 次
书号	ISBN 978-7-5643-6075-7
定价	45.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言 // PREFACE

从多年的教、学、用的实际感受来看,“SPSS 统计学”“体育测量与评价学”两学科都是难懂、难学、难教的课程。

难懂:其公式多而繁,计算过程涉及高深的数学知识!如果要了解每一步的计算过程,对大部分体育专业的学生(甚至老师)来说,难于上青天!

难学:一般学生缺乏实际科研经历,统计学并不是靠死记硬背能入门的,必须先具有严密的统计思维,要敢于忽略计算过程,敢于面对全英文版的数字界面。

难教:在教学中要首先培养学生的统计思维,让学生具有跳跃性思维,不要总把思维停留在计算过程上(总想知道计算结果是怎么出来的),要让学生区分不同统计方法,而且应用不同统计方法去解决不同的案例问题;有了统计思维,如何快捷地解决 SPSS 操作问题而不被全英文界面所吓倒,这些问题是教师面临的挑战。

表面上,统计学好像是数字游戏,但其背后,是严密的逻辑思维,绝大部分内容是与现实生活息息相关的。

本专著不涉及计算公式、计算过程和操作过程,只是思维、案例、模仿(特别是规范的三线表格)等展示,适合初中文化程度及以上的学生学习。

因本人水平有限,本书尚存在很多错误和不足,希望读者及专家不吝批评指正。

此外,本书有些例文引用了公开发表的文章,因知识讲述重点有侧重之故,对其进行有选择的摘录,有断章取义之嫌,望文章作者原谅,同时在此对文章作者表示真诚的感谢!

编 者

2017 年 12 月

目录//CONTENTS

第一章 绪 论..... 1 -

 第一节 体育统计学概述..... 1 -

 第二节 体育测量与评价学概述 7 -

第二章 体育测量的基本理论..... 14 -

 第一节 测量与概念操作化..... 14 -

 第二节 测量的可靠性 27 -

 第三节 测量的客观性 39 -

 第四节 测量的有效性 45 -

第三章 体育评价的基本方法..... 71 -

 第一节 评价量表..... 71 -

 第二节 等级评价..... 81 -

 第三节 综合评价..... 85 -

 第四节 制定和使用评价标准应注意的问题 88 -

第四章 体育教学的测量评价..... 91 -

 第一节 体育教师教学能力的测量与评价..... 91 -

 第二节 体育教学效果的测量与评价 96 -

 第三节 体育教学大纲和课程设置的测量与评价..... 102 -

第五章 样本特征数、正态分布和检验假设 105 -

 第一节 样本特征数..... 105 -

 第二节 正态分布..... 107 -

 第三节 假设检验的意义及基本思路 108 -

 第四节 假设检验的基本方法及步骤 110 -

第五节 假设检验的实际应用	110 -
第六章 方差分析	124 -
第一节 单因素方差分析	124 -
第二节 单因素方差分析的步骤	125 -
第三节 方差分析的前提条件	139 -
第四节 多因素方差分析的概念及类型	140 -
第七章 卡方检验 (χ^2 检验)、直线相关	146 -
第一节 基本思路和处理结果	146 -
第二节 直线相关概述	152 -
第八章 回归分析、聚类分析	162 -
第一节 一元线性回归 (直线回归)	162 -
第二节 多元回归分析	164 -
第三节 逐步回归	168 -
第四节 聚类分析	180 -
第九章 因子分析	193 -
第一节 因子分析的概念及基本思路	193 -
第二节 因子分析的主要作用及特点	194 -
第三节 因子分析的数学模型	195 -
第四节 因子分析的过程	198 -
第十章 判别分析、灰色理论	216 -
第一节 判别分析的基本思路及与 Q 型聚类的异同点	216 -
第二节 判别分析概述	218 -
第三节 逐步判别及判别验证	224 -
第四节 灰色关联分析	230 -

第一章 绪 论

第一节 体育统计学概述

一、统 计

从性质上来看,统计可分为两类:一类是描述性统计;另一类是推断性统计。前者主要是对事物的某些特征及状态进行实际的数量描述;后者则是通过样本的数量特征以一定方式估计、推断总体的特征。

二、统计学及其研究对象

统计学是一门收集、整理和分析数据的方法科学,其目的是探索数据的内在数量规律性,以达到对客观事物的科学认识。

统计学的研究对象是指统计研究的客体。一般来说,统计学的研究对象是客观现象总体的数量特征和数量关系,以及通过这些数量方面反映出来的客观现象发展变化的规律性。

三、体育统计学

(一)定 义

以数理统计原理,对体育领域内中的随机现象(即偶然现象)进行数量化处理(量化),探求其内在规律(即必然性)的一门应用学科。体育统计包括描述性统计和推断性统计。

(二)体育统计的主要内容

(1)描述统计。

(2) 统计推断 (参数估计和假设检验)。

(3) 实验或研究设计。

(三) 体育统计工作的基本过程

体育统计工作是一项复杂的、整体性的工作,其基本工作过程是:

1. 统计资料的收集

根据事先确定的调查或实验纲要,收集研究所需要事物的数据资料。这一阶段的工作是认识事物的起点,同时也是进一步进行资料整理和分析的基础环节。

2. 统计资料的整理

对调查或实验所获取的数据资料加以合理汇总,使之条理化、系统化,使经过加工的数据资料便于进一步分析。所以这一阶段是统计认识的中间环节。

3. 统计资料的分析

对加工汇总的数据资料计算各项分析指标,揭示体育中各类事物的关系和发展趋势等,阐明体育教学、训练等方面的现象、过程的特征和规律性,并根据分析做出科学的结论。这一阶段是理性认识阶段,也是整个统计工作的决定性阶段。

(四) 统计方法

统计方法详见图 1-1 所示。

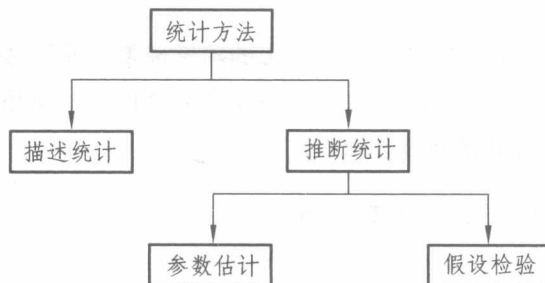


图 1-1 统计方法说明

(五) 描述统计

(1) 内容：① 搜集数据；② 整理数据；③ 展示数据。

(2) 目的：① 描述数据特征；② 找出数据的基本规律。

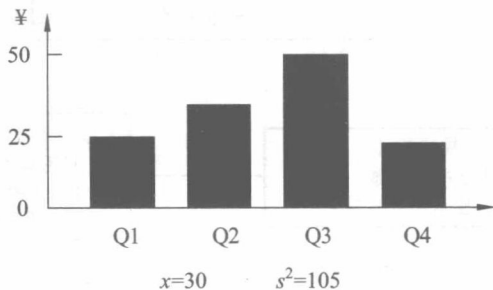


图 1-2

(六) 推断统计

(1) 内容：① 参数估计；② 假设检验。

(2) 目的：对总体特征做出推断。

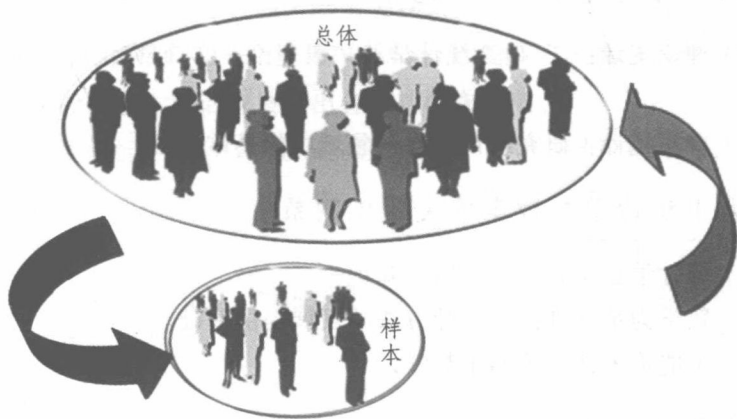


图 1-3 总体与样本的关系

（七）描述统计与推断统计的关系

描述统计与推断统计的关系如图 1.4 所示。

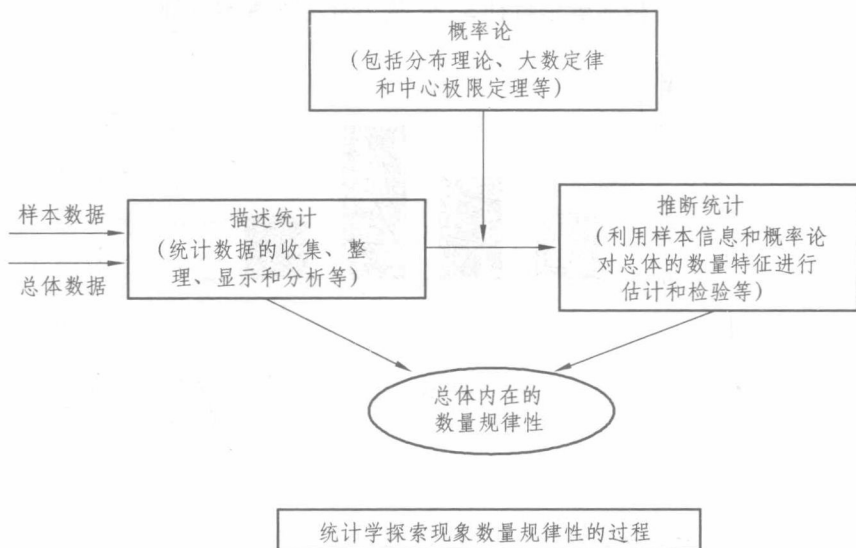


图 1-4 描述统计与推断统计的关系

（八）理论统计与应用统计

（1）理论统计：① 研究统计学的一般理论；② 研究统计方法的数学原理。

（2）应用统计：研究统计学在各领域中的具体应用。

（九）统计学与数学的关系（联系）

（1）统计学运用到大量的数学知识。

（2）数学为统计理论和统计方法的发展提供基础。

（3）不能将统计学等同于数学。

（十）统计学与数学的区别

（1）数学研究的是抽象的数量规律，统计学则是研究具体的、实际现象的数量规律。

(2) 数学研究的是没有量纲或单位的抽象的数, 统计学研究的是有具体实物或计量单位的数据。

(3) 统计学与数学研究中所使用的逻辑方法不同。

(4) 数学研究主要使用的是演绎。

(5) 统计学则是演绎与归纳相结合, 占主导地位的是归纳。

演绎: 一般到特殊; 归纳: 特殊到一般。

四、SPSS 操作系统

(一) 定 义

SPSS 代表“社会科学用统计学软件包”(Statistical Package for the Social Science)。

(二) SPSS 操作软件

Spss 是用于统计学分析运算、数据挖掘、预测分析和决策支持任务的软件产品及相关服务。

Spss 是世界上最早采用图形菜单驱动界面的统计软件, 它最突出的特点就是操作界面极为友好, 输出结果美观漂亮。它将几乎所有的功能都以统一、规范的界面展现出来, 使用 Windows 的窗口方式展示各种管理和分析数据方法的功能, 对话框展示出各种功能选择项。

用户只要掌握一定的 Windows 操作技能, 精通统计分析原理, 就可以使用该软件为特定的科研工作服务。Spss 采用类似 EXCEL 表格的方式输入与管理数据, 数据接口较为通用, 能方便地从其他数据库中读入数据。其统计过程包括了常用的、较为成熟的统计过程, 完全可以满足非统计专业人士的工作需要。

输出结果十分美观, 存储格式则是专用的 SPO 格式, 可以转存为 HTML 格式和文本格式。对于熟悉老版本编程运行方式的用户, Spss 还特别设计了语法生成窗口, 用户只需在菜单中选好各个选项, 然后按“粘贴”按钮就可以自动生成标准的 Spss 程序, 极大地方便了中、高级用户。

Spss for Windows 的分析结果清晰、直观、易学易用，而且可以直接读取 EXCEL 及 DBF 数据文件，现已推广到多种各种操作系统的计算机上，它和 SAS、BMDP 并称为国际上最有影响的三大统计软件。

国际学术界有条不成文的规定：在国际学术交流中，凡是用 Spss 软件完成的计算和统计分析，可以不必说明算法。由此可见其影响之大和信誉之高。最新的 21.0 版采用 DAA (Distributed Analysis Architecture, 分布式分析系统)，全面适应互联网，支持动态收集、分析数据和 HTML 格式报告。

五、体育统计学中的几个概念

(一) 必然事件、不可能事件、随机事件

(1) 在一定的条件下重复进行试验时，有的事件在每次试验中必然会发生，这样的事件叫必然发生的事件，简称必然事件。有些事情我们事先肯定它一定会发生，这些事情称为必然事件。

(2) 概率论中把在一定条件下不可能发生的事件叫不可能事件。人们通常用 0 来表示不可能事件发生的可能性。即：不可能事件的概率为 0。但概率为 0 的事件不一定为不可能事件。

(3) 必然事件和不可能事件统称为确定事件。

(4) 在随机试验中，可能出现也可能不出现，而在大量重复试验中具有某种规律性的事件叫做随机事件，简称事件。随机事件通常用大写英文字母 A、B、C 等表示。

(二) 频次(数)、频率、概率

(1) 频次(数)：即次数，在一定条件下，某随机事件 A 出现的次数。

(2) 频率：在一定条件下，实验 n 次，某随机事件 A 出现 m 次， m/n 即为频率。

(3) 概率(probability)：在一定条件下，实验 n 次，某随机事件 A 出现 m 次，当

$n \rightarrow +\infty$ 时， $m/n \rightarrow$ 一个稳定的值 $P(A)$ ，则 $P(A)$ 为概率。

(三) 小概率事件原理

概率很小的事件，在一次试验中实际上是不可能发生的。

确定一个小概率值 α ，如一般取 $\alpha = 0.05$ ，凡是概率小于 α 的事件，即可以认为是小概率事件。

(四) 总体、参数、个体、抽样、样本、统计量、样本含量、抽样误差

总体 (Puplation): 研究对象的全体。

(总体) 参数: 描述总体特征的指标。如: μ , σ , π

个体 (individual): 总体中的最小研究单位。

抽样 (sampling): 从总体中抽出若干个体的过程。

样本 (sample): 抽出的个体组成的集体。

(样本) 统计量: 描述样本特征的指标，如: S , X , P 。

样本含量 (sample sine): 样本中个体的数量。

抽样误差 (sampling error): 用样本的某特征反映总体特征而产生的偏差。

【思考与练习】

1. 你对媒体所报道的某产品抽样调查的结果怎么看?
2. 结合实际生活，举一些有趣的关于抽样误差的例子。
3. 当 10 个硬币同时抛，有多少种情况，各种情况的概率是多少?
4. 彩票中，36 选 7，全部选中的概率是多少?

第二节 体育测量与评价学概述

一、体育测量学科概述

体育测量学 (Measurement and Evaluation in Physical Education and

Exercise Science Science) 是对体育范畴内的各种现象进行测量与评价的一门应用学科。属于方法学范畴, 有着极大的实用价值。

(1) 测量学是一门方法学科。它不但研究体育领域内具体的测量方法问题, 如肺活量的测量方法, 还要解决具体的评价方法问题, 如利用标准分进行综合评价的方法问题。以及, 在引起测量与评价方法的背后, 测量理论如测量的信度、效度、客观性等问题; 评价理论如何按照数据颁布特点选择合适的评价方法等问题, 也是体育测量评价研究的重要内容。

(2) 体育测量学是一门应用学科。它的实用价值体现在: 随着现代测量技术、数理统计方法、电子计算机技术的发展, 体育测量学已经由定性测量向定量测量、由主观评价向客观评价方向突飞猛进, 这不仅仅反映在竞技体育运动中, 同样反映在社会体育、体育教育、体育管理、体育经济、体育新闻以及运动人体科学等领域。

(3) 体育测量学是一门新兴学科。随着科学技术的进步, 体育教育的发展, 体育测量学慢慢从教育测量学、人体测量学中派生出来, 并广泛地应用到体育领域的各个方面从而逐渐发展成为一门独立的学科, 且随着社会发展的需求, 不断扩展自己的研究领域。

(4) 体育测量学是一门综合性的交叉学科。它的形成离不开运动生理学、运动解剖学、运动医学、运动心理学、教育测量学、人体测量学等等; 它的发展和创新更离不开数理统计学和计算机科学等。

正因为体育测量学科具有上述特性, 因此, 它可以使人们在从事体育实践活动中从多学科、多层面、多角度出发, 对事物(现象)的本质属性进行更加深入的认识。

不言而喻, 测量与评价是一个过程的两个方面。测量是将一些可以测得的物理量、非物理量转换为量化的数值或符号, 进行资料汇集、信息收集的过程。评价则是对所获得的量化信息进行加工处理, 并通过科学分析作出价值判断, 赋予被测量事物或现象某种意义的过程。由此可见, 测量是基础, 是前提; 评价是结果, 是目的。两者密切联系, 不可分割。没有精确的测量作为前提, 就不可能获得真实可靠的数据; 而数据不真实可靠, 即使评价方法再先进, 也不可能得到接近客观实际的、准确的判断结果。

二、体育测量学科的作用

体育测量学的作用从宏观上讲是对体育领域内客观事物或现象进行测量评价并提供决策信息。

1. 导向作用

体育教育是一种有目标、有计划的活动。怎样才能达到目的，就需要通过测量和评价使每前进一步都向既定目标迈进，从而保证教育目标的实现。从控制论的观点来看，测量评价是对教育信息的反馈，即通过测量评价来检验所从事的教育活动与教育目标是否一致。这种反馈、教育活动同样广泛存在于体育教育活动中，所以说，测量评价是在一定的导向目标下进行的，具有一定的导向作用。

2. 管理作用

测量评价实际上是一种管理的手段。即通过测量评价对体育领域中的某个系统的各个环节进行调控和管理，在每一次测量上进行的评价是对系统的一次调控。这种调控必须是有组织、有计划地收集信息、分析信息、利用信息，从而掌握某个系统一定时期内的活动变化、发展趋势，而体育测量学不仅能起到这个作用，并且还能使管理变主观为客观，变静态为动态，变经验型为科学型。可以说，体育测量学应该而且必须成为体育管理活动中的一项常务性工作环节。

3. 激励作用

可靠而有效的测量和客观评价有利于竞争，并且调动多方面的积极性。任何评估、考核、测验等均要求有一套有效的测量指标体系，而且在得到可靠的测量结果后，还必须利用科学的评价原理选择合理的评价方法，这样才能保证所进行的评估、考核、测验的公正性，才能真正做到以评价促管理、以评价促建设，真正起到测量评价的激励作用。如果在评价测量中的任何一环节中出现了错误或偏差，导致了不公正的评价结果，则可能使激励作用丧失殆尽。

4. 诊断作用

科学的管理和正确的指导来自合理的诊断。即找出问题的关键所在，及时采取矫正或补救措施。体育测量学也恰恰能起到这个作用。如体育教学中的因材施教，体育教育中的办学特色的形成。对某种社会体育现象的剖析，对体育竞赛中的运动焦虑心理预防等等，都需要以科学的测量为基础形成合理诊断。

5. 鉴定作用

评价是根据测量结果对评价对象做出某种价值判断或者做出某种资格的鉴定，也有利于各种选拔。例如：对学校教学水平的评估，对教师教学能力的鉴定，对学生学习成绩的判定，对居民体质健康的检查，对心理问题的咨询等等，小到个人健康问题，大到社区和谐甚至国家发展问题，均离不开测量和评价。而体育测量学涉及生理、社会、心理的方方面面，其鉴定作用也贯穿于体育教学与训练、体育社会、体育心理、体育管理等等各个方面。

三、体育测量学科的发展概况

追溯体育测量发展的历史，大体上可以分为以下五个阶段：人类学测量时期、肌力测量时期、循环机能测量时期、运动能力综合测量时期、标准化测量时期。

早在公元前 3500 ~ 2200 年，已经有了类似人体测量方面的研究存在。如古埃及、希腊、印度等国，为了了解身体各环节比例，对身体的各个部位进行了测量，试图用人体某一部位作为身体整体测量的计量单位。如印度文化中即有 Sastri 的论文，把人体分为 480 个部位来研究其轮廓；古希腊的雕刻家们，结合对模特的研究，雕塑出了众人所欣赏的一个完全匀称的人——掷枪人（Spear Thrower）的标准人型；罗马的雕塑家们不仅仿效了希腊雕塑家的风格，而且还有所独创，塑造出了另一种独特的、匀称的人体线条模型。

我国远在 2000 多年前，已有了关于人体测量方面的研究记载。如祖国

医学经典著作《黄帝内经·灵枢》中的“骨度篇”，对人体测量方法已经有了较详细的阐述。

关于人体测量方面的大量研究出现在 19 世纪中后叶时期,当时主要以身体左右对称及各部分比例为研究重点。如:1860—1880 年,美国马萨诸塞州(Massachusetts)的 Edward Hitchcock 由于开展这些方面的大量研究而被美国体育测量界尊称为“体育测量之父”。此后,哈佛大学的 Dudley Sargent 发展和实施了有组织的大面积群体测量,并将第 50 百分位数作为基准值进行评价,这一研究成果为体育测量学科的发展做出了极大的贡献。然而,最早在为方面著书立说进行系统研究的是 E.G.Martin, 1925 年他撰写了《人体测量学》一书,主要涉及的内容是体型分类及运动对人体形态的影响。

19 世纪末,科学家一致认为,与其研究肌肉的大小,还不如研究它的机能更有价值。因此,研究重点由人体形态测量转向肌肉力量测量。1896 年 I.H.Kellogg 发明了测力计,用来测量各肌力群力量,由于其造价昂贵而无法推广使用。1914 年 E.G.Martin 在研究小儿麻痹病儿肌肉状态时,发现“局部肌力是全身力量的良好标志”这一原理,使肌力的测量研究大大地前进了一步。之后研究者发现“身材高大的人不一定是强壮的人,强壮的人也不一定具有高度的耐久力”,这就将对肌力大小的测量研究身体的机能状态研究联系起来了,于是心血管机能研究得到了迅速的发展,研究者们逐渐开始对肌力、机能、疲劳等进行综合研究。

20 世纪初,随着社会的发展和科学技术的进步,研究者们发现,仅仅用一个简单的单项测验来反映人体实际运动能力是远远不够的,于是逐渐转向综合测验的研究。1901 年 Dudley Sargent 率先创立了 6 个单项测验组成的成套测验(test battery)。当时,一些发挥人体基础运动能力的跑跳、腾越、攀登及其他综合性测验很快得到普及,同时对人体运动能力综合评价的理论和方法也随之发展起来。

根据麦吉(MCgee)的研究,体育测量学作为一门独立学科的时间不长,只有一百多年的历史,其发展简况可参考表 1-1。