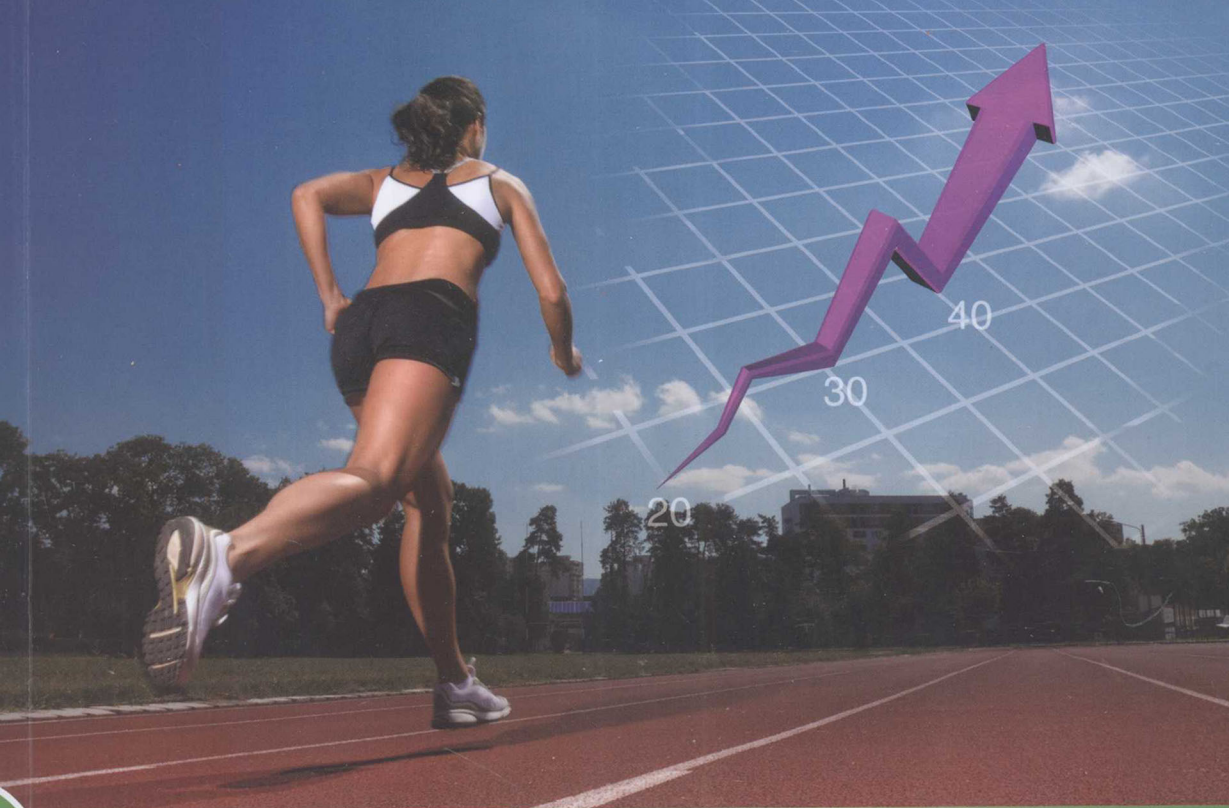




21世纪体育系列规划教材 • 西南区体育教材教法研究会教材编审委员会审定

体育统计学

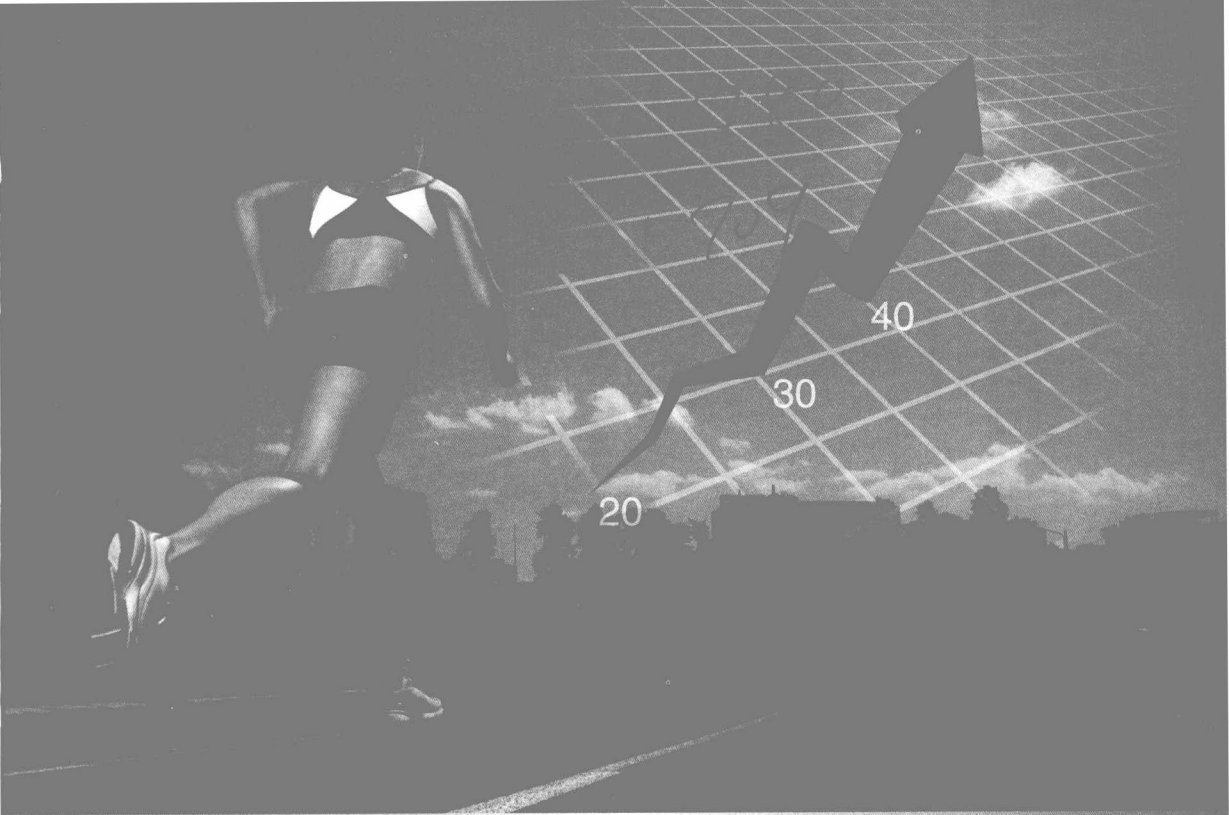
TIYU TONGJIXUE

主 编 张 龙 邱 勇

副主编 付降河



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



21世纪体育系列规划教材 • 西南区体育教材教法研究会教材编审委员会审定

体育统计学

TIYU TONGJIXUE

主 编 张 龙 邱 勇

副主编 付降河



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

体育统计学 / 张龙, 邱勇主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-303-19224-3

I. ①体… II. ①张… ②邱… III. ①体育统计—高等学校—教材 IV. ①G80-32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 172553 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 大厂回族自治县正兴印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 170 mm×230 mm

印 张: 11

字 数: 251 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 23.00 元

策划编辑: 周光明

责任编辑: 周光明

美术编辑: 高 霞

装帧设计: 高 霞

责任校对: 陈 民

责任印制: 陈 涛

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58808284

西南区体育教材教法研究会理事会成员名单

顾 问 朱国权（云南民族大学）

左庆生（遵义师范学院）

理 事 长 姚 鑫（贵州师范大学）

副理事长 郭立亚（西南大学）

刘 炜（贵州大学）

孙振武（云南师范大学）

陈雪红（楚雄师范学院）

梁 健（红河学院）

文革西（西南民族大学）

郭 颂（贵州民族学院）

孟 刚（贵州师范大学）

张群力（昆明学院）

谭 黔（遵义师范学院）

吕金江（曲靖师范学院）

秘 书 长 周光明（北京师范大学出版社）

副秘书长 徐 明（西藏民族学院）

高 徐（贵州理工学院）

汪爱平（遵义医学院）

朱智红（滇西科技师范学院）

王建中（楚雄师范学院）

顾晓燕（贵州大学）

常务理事 关 辉（楚雄师范学院）

王 萍（文山学院）

郝安庆（贵阳学院）

于贵和（贵州大学）

邱 勇（贵州大学）

郑 锋（贵州工程应用技术学院）
雷 斌（贵州电子职院）
周 跃（昭通学院）
肖谋远（西南民族大学）
王 平（铜仁学院）
黄平波（凯里学院）
党云辉（思茅学院）
张 龙（六盘水师范学院）
杨庆辞（保山学院）
左文泉（云南师范大学）
余 斌（贵州财经学院）
张兴毅（兴义民族师范学院）
邓文红（安顺学院）
苏 阳（遵义师范学院）
颜 庆（遵义师范学院）

教材编审委员会

主 任 孟 刚（兼）（贵州师范大学）

副 主 任 姚 鑫（兼）（贵州师范大学）

王洪祥（昆明学院）

陈雪红（兼）（楚雄师范学院）

吕金江（兼）（曲靖师范学院）

于贵和（兼）（贵州大学）

梁 健（兼）（红河学院）

前言

《体育统计学》是体育院校体育统计学普修课学生用书、是由西南（云、贵、川、渝）高校体育教材教法研究会（体育统计学）教材小组根据西南四省市体育院校本科教学计划、培养目标和体育统计学课程教学大纲规定的具体教学任务、教学时数、教学内容及考核要求分工负责撰写和串编完成的。本教材在根据云、贵、川、渝的实际情况因地制宜、因材施教的基础上，继承了前人不同时期出版的体育统计学教材优点，重点吸收了国内外体育统计学发展中的先进理论与实践内容。将体育统计的基本理论结合体育案例与 Excel 的使用操作有机结合，使读者在运用 Excel 进行体育统计分析时，既能了解相应统计方法的理论基础，又能快速得到统计分析的结果；对所涉及的统计过程以及输出结果进行详细说明。

本教材着眼于新世纪培养体育专门人才的实际需要，坚持继承与创新、改革与发展，坚持实事求是，从本科体育统计学教学实际出发，突出教学性、针对性、实用性、实践性、科学性、先进性、时代性，力求从教材体系和专业发展教学内容、教学手段与方法掌握上进行改进、提炼、拓展，以使教学对象能适应未来社会的需要。

本教材是由云、贵、川、渝四省市高校体育教材教法研究会组织专家、教授、专业从业人员经过多次的认真讨论研究，同时听取和征求多所体育院校体育统计学教学工作者的意见后完成编写工作的。统稿由张龙完成，张龙、邱勇担任主编，付降河担任副主编。参加编写的人员还有：邱勇、周跃、朱丽萍、桂源海、赵聪、谢军、王玉茜、刘海军、刘转青、赵兵。光盘中所有统计模块由张龙制作。

本教材是北京师范大学出版社联合西南（云、贵、川、渝）高校体育教材教法研究会策划出版的系列教程之一。本教材的编写得到了各方面的鼓励和支持，得到了多名专家的指导，北京师范大学出版社的部分编辑人员为此

也付出了艰辛的劳动，在此，我们一并表示衷心的感谢。对于在本教材中未一一标明的被引用者的姓名和论著的出处，我们在此表示歉意，并同样表示感谢！

我们真诚地希望广大师生和专家对本教材提出宝贵意见，以便我们今后对教材进行修订，并逐步加以完善和提高。

西南高校体育教材教法研究会（体育统计学）编写小组

2015年6月

目录

Contents

第一章 绪 论	(1)
第一节 体育统计简介	(1)
第二节 体育统计的基本知识	(4)
第二章 资料的收集与整理	(9)
第一节 统计资料的收集	(9)
第二节 统计资料的整理	(12)
第三节 Excel 整理数据	(16)
第三章 样本特征数	(21)
第一节 集中位置量数	(21)
第二节 离中位置量数	(26)
第三节 偏度与峰度	(31)
第四节 用 Excel 软件进行样本统计量分析实例	(33)
第四章 正态分布及其应用	(36)
第一节 正态分布	(36)
第二节 正态分布在体育实践中的应用	(42)
第三节 用 Excel 软件进行正态分布计算实例	(45)
第五章 体育评分	(50)
第一节 标准评分	(50)
第二节 位置百分	(54)
第三节 名次百分	(56)
第四节 累进评分	(57)
第五节 用 Excel 软件评分的实例	(61)
第六章 参数估计	(65)
第一节 抽样误差	(65)
第二节 t 分布	(68)

第三节	参数的点估计	(70)
第四节	区间估计	(71)
第五节	用 Excel 软件进行总体参数估计实例	(78)
第七章	假设检验	(83)
第一节	假设检验的基本概念	(83)
第二节	单个总体均数的假设检验	(86)
第三节	两个总体均数的假设检验	(90)
第四节	率的检验	(100)
第五节	χ^2 检验	(103)
第八章	方差分析	(109)
第一节	方差分析概述	(109)
第二节	单因素方差分析	(111)
第三节	平均数的多重比较	(116)
第四节	用 Excel 软件进行方差分析实例	(118)
第九章	相关与回归	(122)
第一节	相关分析	(122)
第二节	一元线性回归	(128)
第三节	用 Excel 软件进行相关与回归实例	(132)
第十章	常用统计表与统计图	(139)
第一节	统计表	(139)
第二节	统计图	(141)
附表		(144)
附表 1	标准正态分布曲线下的面积	(144)
附表 2	t 分布临界值表	(146)
附表 3	F 分布临界值表 (方差齐性检验用, 双侧概率为 0.05)	(148)
附表 4-1	F 分布临界值表 (方差分析用, $\alpha=0.05$)	(150)
附表 4-2	F 分布临界值表 (方差分析用, $\alpha=0.01$)	(152)
附表 5	q 值表	(154)
附表 6	多重比较 q 值表	(155)
附表 7	χ^2 分布临界值表	(157)

附表 8	相关系数临界值表.....	(158)
附表 9	<i>Spearman</i> 等级相关系数	(160)
附表 10	随机数字表	(161)
参考文献		(165)

第一章 绪 论



本章概要

本章介绍了体育统计学的学科性质、研究对象和特征以及我国体育统计学的发展概况。其中着重介绍了体育统计基本知识中的总体与样本、随机现象、随机事件的频率和概率等基本概念。

学习目标

通过本章的学习，理解体育统计的概念和研究对象，了解体育统计的发展概况，掌握体育统计的若干基本概念。

关键术语

体育统计学 总体 样本 随机事件 概率

第一节 体育统计简介

一、体育统计学的概念

统计学 (statistics) 是研究统计原理和统计方法的一门学科，它包括数理统计学和应用统计学两大分支。其中，数理统计学主要是以概率论为基础，对统计原理和方法给予数学证明，对统计数据的数量关系模式加以科学解释的一门学科，它是数学的一个分支；应用统计学是数理统计的原理和方法在各个领域中的应用，它与研究对象紧密相关，如数理统计的原理和方法应用到医学领域中称为医学统计学 (medical statistics)；应用于生物领域中称为生物统计学 (biological statistics)；应用到体育领域，称为体育统计学 (sport statistics)。因此体育统计是运用数理统计的原理和方法对体育领域里各种随机现象规律性进行研究的一门基础应用学科，属方法论学科范畴。

体育统计学是体育科学研究中的一个分支，广泛应用于体育的各个领域及其相关学科。

二、体育统计的研究对象与特征

体育统计的研究对象是体育领域和非体育领域与体育相关的各种随机现

象的数量规律。由于体育本身所具有的特点,体育统计所研究的各种随机现象的数量规律,具有运动性、综合性和客观性等特征。

1. 运动性特征

运动是体育的基本要素,运动是由人的生物体活动表现而出的。在运动中,人体的各种生理、心理随着运动不断的变化,人的运动能力、心理素质又通过运动给予体现。对此我们在进行统计研究的过程中,应注意各种随机现象的运动和发展的内在规律。

2. 综合性特征

体育学科属综合性科学,其拥有自然科学和社会科学的属性。随着科学技术的不断发展,学科之间相互渗透,这使体育研究的内容不但涉及运动生理学、生物力学,还涉及众多学科,如管理学、经济学、社会学等。如2008年北京奥运会所倡导的“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”,其中就涉及了众多学科范畴的内容。由于体育本身的综合学科属性,决定了它的研究也具有综合性的特征。

3. 客观性特征

统计的数量是客观事物的反映,它表明客观现象在具体时间、地点、具体条件作用下,实际已达到的水平和程度。体育统计的数据资料虽经过人们有意识的获取、整理,但必须保证数据资料的客观性,使统计结果有较高的可靠性。

三、体育统计的内容

体育统计内容可分为描述统计、推断统计和实验设计三个部分。

1. 描述统计

描述统计(descriptive statistics)主要是将通过试验或调查所获得的大量数据,经过获取这些数据的分布特征,如集中趋势、离中趋势、相关程度等,并计算出一些具有概括性的统计数字,如平均值、标准差、相关系数等。借助于这些概括性数字以获取有实用意义的信息,以便对不同总体进行分析比较,做出合理、客观的结论。

2. 推断统计

推断统计(inferential statistics)是在正确的描述统计的基础上,应用数据所传达的信息,通过样本的数据来推断总体的性质,并说明判断可能产生误差的范围。主要内容包括参数估计和假设检验。

3. 实验设计

实验设计(design of experiments)是根据研究的目的,制订适当的实验方案,以利用数学原理对实验结果进行有效的统计从而达到科学的效果。这

种效果包括有效性、可靠性和客观性。

描述统计、推断统计和实验或调查设计构成了体育统计的整体，它们之间相互关联，密不可分。

四、体育统计的发展概况

体育统计主要是数理统计方法在体育领域中的应用。因为在体育运动中存在着大量的随机现象，这些现象伴随着大量随机性的数据出现，通过数据的测量分析，从而服务于体育。由于体育涉及社会学、生物学、心理学、管理学等众多学科，因此在一定的环境条件下，可以视体育统计是社会统计、生物统计、心理统计等多学科的综合应用。

统计学的雏形可以追溯到古代，当时是统治者用以治国的方法，是对人口、土地、物产的计数。13 世纪欧洲有国势调查，17 世纪英国配第发表《政治算术》，17 世纪末美国进行人口和农业普查。随着社会的发展，近百年，在概率论的基础上向推测性的数理统计发展，主要用于生物、农业等多方面的研究。

我国的体育统计萌芽于 20 世纪初，形成初期与体育测验关系密切。1941 年我国制定的“修正体育师范学校教学课目（体育师范专科适用）”设置了体育测验与统计课程。但在 20 世纪 80 年代前，体育统计并未得到应有的重视，我国的体育院系也没有正常开设体育统计课程。20 世纪 80 年代改革开放后，体育统计得到了较大发展。1981 年成立了全国体育统计研究会，1984 年中国体育科学学会成立了体育统计专业委员会，同时举办了不同层次的体育统计学习班，为体育统计的教学培养了一批教学骨干，极大地推动了体育统计的发展。部分体育院校开设了体育统计课程，体育统计成为体育科研的常用工具。

目前，我国大部分体育院校已将体育统计学定为体育专业的必修课。体育统计学的内容不断丰富，应用领域也不断扩大。体育统计与测量评价、体质研究、计算机应用等相关学科的融合得到明显的发展。

随着计算机的发展普及，统计软件在体育统计中的应用占有越来越重要的地位，较复杂的统计计算往往通过统计软件来实施和完成。近年来，体育统计学教材也增加了统计计算软件的内容。计算机技术与体育统计相结合，使体育统计能更高效、准确地为体育科学研究服务，这也是未来体育统计的发展趋势。

第二节 体育统计的基本知识

一、总体与样本

1. 总体

总体 (population) 又称为“母体”、“全域”。总体是根据研究目的所确定的同质研究对象中所有观察单位某种观察值的集合。研究目的不同, 其同质含义也不同。总体具有的基本特征是同质性, 即构成总体的各观察单位必须具有某种共性, 这是形成总体的客观依据, 也是我们确定总体范围的标准。构成总体的每一个对象称为个体 (individual), 又称“元素”、“个案”。由于研究对象不同, 个体可以是人, 也可以是事或物。总体所包含的个体数常用符号 N 表示。例如对 2005 年北京市 6 岁儿童体重参考值进行研究, 研究对象是北京市 6 岁健康儿童, 观察单位是每个 6 岁健康儿童, 变量是体重, 变量值是体重测量值, 该市 2005 年全体 6 岁健康儿童的体重值构成一个总体。它的同质基础是同地区、同年份、同为健康儿童; 差异性则表现在这些儿童的体重值不相同。

若在某特定的时间与空间范围之内, 同质研究对象的所有观察单位的某变量值的个数为有限个, 则这个总体称为有限总体 (finite population)。如上述 6 岁健康儿童体重这个研究变量, 在特定的时间 (2005 年)、特定的空间 (北京市), 6 岁健康儿童数是有限的, 每个儿童一个体重值, 所有 6 岁健康儿童体重值个数是有限的, 这个总体为有限总体。有时总体是假设的, 没有时间和空间的限制, 观察单位数是无限的, 称为无限总体 (infinite population)。如上述例子为对 6 岁儿童体重参考值进行研究, 尽管研究的个体是明确的, 但时间、地区不确定, 其总量是无法估计的, 因为 6 岁健康儿童体重这个研究变量随着时间变化, 也在不断的变化, 又因为地区也是一个无限数, 其观察单位数存在不确定性, 因而观察单位数无限, 该总体为无限总体 (infinite population)。

2. 样本

体育研究中, 有许多是无限总体, 直接研究无限总体中每个观察单位是不可能的。即使是有限总体, 这个“有限”也是庞大的, 要对所有观察单位进行观察或研究, 往往也是不可能和不必要的。在实际工作中, 通常是按一定方法从总体中抽取有代表性的一部分个体。这样被抽取的这部分个体的集合叫作一个样本 (sample)。在一个样本里可以含有不同的个体数, 样本所含的个体数目叫作样本容量 (sample size), 常用符号 n 表示。如上例, 从北京

市全体 6 岁健康儿童中随机抽取 500 名, 他们的体重测量值构成样本。抽样研究的目的是用随机抽取的这 500 个样本信息去推断总体特征, 所以样本必须具有代表性, “代表性”是在样本来自同质总体、足够的样本含量和随机抽样的前提下实现的。

在样本的抽取过程中, 可分为随机样本和非随机样本两种形式。所谓随机样本是指采用随机方法获得的样本; 非随机样本是指研究者根据研究的需要, 寻找具备一定条件的对象所形成的样本。由于非随机样本无法计算抽样误差, 也就无从应用统计推断理论, 所以应尽量采用随机抽样的方法。

任何抽样研究都涉及样本容量的问题, 一般认为: $n \geq 45$ 为大样本; $n < 45$ 为小样本。确定样本的大小与研究所需的精度、变量本身的离散程度、变量的测量水平等有关。通常当统计资料是离散型变量, 并且要采用一些非参数的统计方法处理时, 要求较大的样本。在运用多元分析方法时, 通常要求样本含量是变量数目的 5 倍以上。对参数估计, 由允许误差等可计算样本大小。确定样本数的原则是在满足研究设计的前提下, 取较小的样本, 以保证研究的精确性、可靠性和经济性。

二、误差

误差 (error) 泛指实测值与真实值之差, 按其产生原因和性质可粗分为随机误差 (random error) 与非随机误差 (nonrandom error) 两大类, 后者又可分为系统误差 (systematic error) 与非系统误差 (nonsystematic error) 两类。

1. 随机误差

随机误差是指测量结果与同一待测量的大量重复测量的平均结果之差, 即“同一待测量的大量重复测量的平均结果”, 指在重复条件下得到待测量的期望值或所有可能测得值的平均, 是排除了系统误差后的理想情况下仍然存在的误差。抽样误差 (sampling error) 就是随机误差中常见的一种, 抽样误差是由个体间的差异造成的, 是不可避免的。抽样误差有一定的规律。一般地, 样本越大, 抽样误差越小, 因为这时样本越和总体接近, 样本对总体的代表性越好; 反之, 样本越小, 抽样误差越大, 样本对总体的代表性越差。

2. 系统误差

系统误差又叫作规律误差。它是在一定的测量条件下, 对同一个被测属性进行多次重复测量时, 误差值的大小和符号 (正值或负值) 保持不变; 或者在条件变化时, 按一定规律变化的误差。系统误差常有仪器误差、理论误差、个人误差。系统误差经常是一个常量。在做调查工作之前, 认真检查校验测量仪器, 对人员按同一标准培训, 可以避免系统误差的发生。

3. 非系统误差

非系统误差一般是在实验过程中由研究者偶然失误而造成的误差。例如,抄错数字、写错单位,对于这类的误差应当通过认真检查核对予以清除,否则将会影响研究结果的准确性。

三、随机事件

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作随机事件(random event),简称事件。随机事件通常用大写英文字母A、B、C等表示。例如投篮10次,其中“成功1次”、“成功4次”、“成功6次”、“成功不少于3次”、“成功不少于5次且成功不多于7次”……每一个可能出现的结果都是随机事件。随机事件包含基本事件、复合事件、必然事件和不可能事件。

1. 基本事件

在一定的研究范围内,不能再分的事件称为基本事件。如“成功1次”是一个基本事件,“成功4次”是另一个基本事件。投篮10次有0, 1, 2, …, 10这11种可能结果,所以包含11个基本事件。

2. 复合事件

在一定的研究范围内,由若干个基本事件组合而成的事件称为复合事件。如“成功不少于5次且成功不多于7次”就是一个复合事件,它由“成功5次”、“成功6次”、“成功7次”这三个基本事件组合而成。

3. 必然事件

在一定的试验条件下,每次试验必定发生的事件称为必然事件。投篮10次命中的次数一定是在0, 1, 2, …, 10其中的一个数的事件就是一个必然事件。

4. 不可能事件

在一定的试验条件下,每次试验都不会发生的事件称为不可能事件。如投篮10次命中11次的事件就是一个不可能事件。

四、指标与变量

1. 指标

指标(index)是在实验观察中用来反映研究对象某些特征的可被研究者或仪器感知的一种现象标志。如身高、体重可以作为儿童发育状况的标志,对此它们可以用于观察儿童发育状况的指标。

指标可以分为定量观察指标和定性观察指标。按不同的分类依据,有不同的指标分类:如体育科研中反映机体特征分为形态指标、机能指标、运动

素质指标；以学科分为生理指标、生化指标或生物力学指标；以反映方式可分为直接指标和间接指标；按来源分为主观指标和客观指标。

2. 变量

变量 (variable) 是随机事件可以取不同值的量，在统计研究中随机事件需用数值来表示，我们把随机事件的量表现称为随机变量 (random variable)。例如，随机投掷一枚硬币，可能的结果有正面朝上、反面朝上两种，若定义 X 为投掷一枚硬币时正面朝上的次数，则 X 为一随机变量，当正面朝上时， X 取值 1；当反面朝上时， X 取值 0。又如，掷一颗骰子，它的所有可能结果是出现 1 点、2 点、3 点、4 点、5 点和 6 点，若定义 X 为掷一颗骰子时出现的点数，则 X 为一随机变量，出现 1 点，2 点，3 点，4 点，5 点，6 点时 X 分别取值 1, 2, 3, 4, 5, 6，这样就将随机事件赋予数量特征，其结果就成了随机变量。

随机变量有两种类型：一是离散型随机变量 (discrete random variable)，数据间有缝隙，例如脉搏、引体向上次数这类的数据；二是连续型随机变量 (continuous random variable)，数据间无缝隙，其取值充满整个区间，例如身高、体重、百米跑成绩、铅球成绩等。

在统计分析中，了解变量的类型是非常重要的，它决定了我们采用什么样的统计方法去解决对应的问题，这是因为不同类型的变量有其不同的分布特征。

五、总体参数与样本统计量

1. 总体参数

任何一个由总体中所有数据计算得到的描述这一总体特征的数值称为总体参数也称为参数 (parameter)。一般是未知的常数，常用希腊字母表示。

2. 样本统计量

由总体中的样本数据计算得到的描述样本特征的数值称为样本统计量也称为统计量 (statistic)，常用英文字母表示。

常用的参数和统计量：

样本均值表示为 $\bar{x}$ ，总体均值表示为 μ ；

样本方差表示为 S^2 ，总体方差表示为 σ^2 ；

样本标准差表示为 S ，总体标准差表示为 σ 。

六、频率与概率

1. 频率

频率 (relative frequency) 是指在不变的一组条件 S 下，若随机事件 A