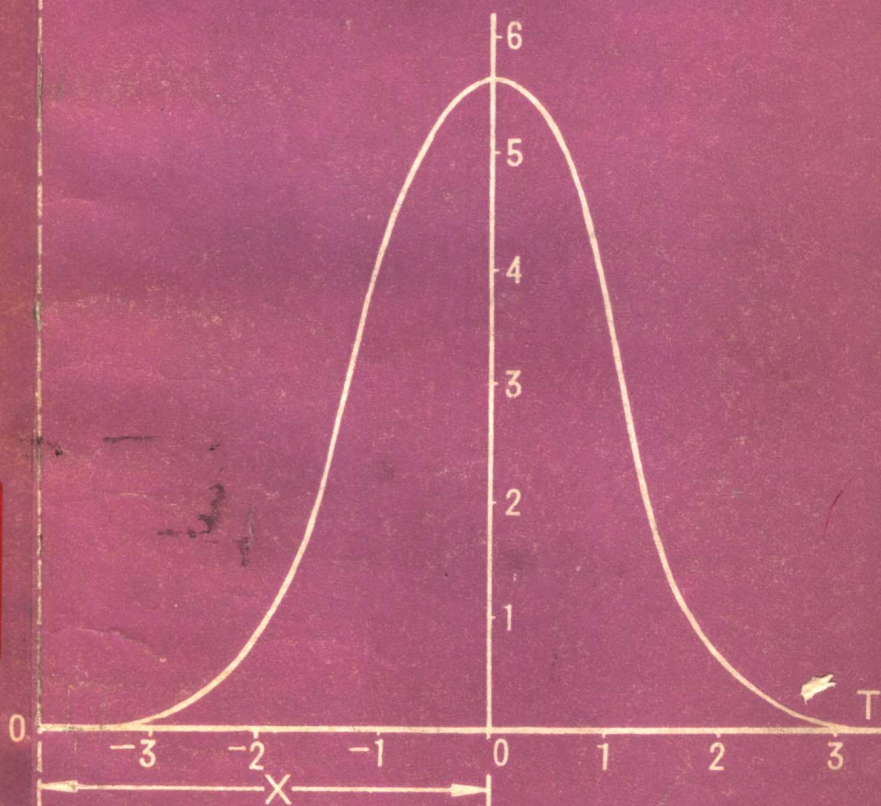


体育统计方法



人民体育出版社

体育统计方法

徐英超 徐迪生

人民体育出版社

体育统计方法

徐英超 徐迪生

人民体育出版社出版

冶金印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 1/32 207千字 印张 9 16/32 插页 1

1981年12月第1版 1981年12月第1次印刷

印数：1—5,500册

统一书号：7015·1902 定价：0.99元

责任编辑：骆勤方 封面设计：鲍岳庭

前 言

编者不是研究统计学的，而是学体育的。由于在实践中体验到数理统计这门学科在体育工作中很需要，所以从一九三九年即在西北师范学院体育系开设“体育统计”课，提倡用统计方法研究体育问题。一九四六年在北京师范大学体育系也开设这门课程。一九五二年因苏联专家认为统计学是资本主义国家的东西而被取消，停了八年之久。一九六〇年北京体育学院研究生班恢复了这门学科，一九六六年以后又停了十二年。因而一九六二年至一九六五年完成的一部书稿未能出版而被搁置下来，近两年来才能再次重新编写出版。以上的经过，说明这门学科四十年来在我国曲折的发展情况。

目前，数理统计已在各项事业中普遍应用，一些先进国家将数理统计基础部分列入中学数学教材，可见其重要性及应用的广泛。体育教学工作中有许多问题需要调查和实验研究，大量的事实材料要经过处理后，才能加以论证，因而体育统计就成为体育教学研究工作中必不可少的重要方法之一。

统计方法很多，这本书仅介绍一些体育方面常用的方法。例如要研究各项教材的内容对于增强体质的效果，可用因素分析的方法；制订锻炼身体的考核标准以及制订运动成绩和分数对照表时，可依据频数的常态分布理论，以平均数为基准以标准差为单位来计算；在研究多种教法的效果以及选择最优的训练方法时，可用方差分析的方法进行优选。书中还论述了对误差的估计方法，常用的几种显著性的检验方

法和两项相关、多项相关以及回归推测等方法，读者可根据需要选用。由于各种统计方法是相互关联的，因此，系统地阅读、掌握全面的知识仍是必要的。

本书内容以实际应用为主，讲解力求通俗，读者具有初等数学知识即能理解应用。对于数理统计的公式，可暂不追究其数学原理和公式的来源，只要弄清适用的条件，能引用运算和分析论断即可。

最后希望广大体育工作者在今后的实践中，使这门学科得到进一步发展，写出比较完善的体育统计书籍。这次试写只起开端作用，缺点错误难免，望同志们帮助指正。

此书稿经蒋哲存同志多次整理，在此一并致谢。

一九七八年四月 编者于北京体育学院

编著者 徐英超 原北京师范大学体育系教授兼系主任。

现任北京体育学院教授兼体质教育研究中心主任。

助编 徐迪生 北京体育学院体育统计学讲师

目 录

第一章 采取材料与统计的关系	1
第一节 体育统计的任务.....	1
第二节 采取材料的方法.....	2
第三节 采取材料的原则.....	3
第四节 积累资料.....	5
第二章 整理材料	7
第一节 总体和样本.....	7
第二节 频数分布的方法.....	8
第三章 图示的方法	13
一、多边形图.....	15
二、多边形图的修匀.....	16
三、曲线图.....	19
四、条形图.....	20
五、构成图.....	22
第四章 掌握和观察材料的方法	24
第一节 集中位置和离中差距.....	24
第二节 平均数、平均差和标准差.....	24
第三节 由频数分布求平均数和标准差.....	29
第四节 平均数与标准差的意义.....	33
第五节 中位数与四分差.....	33
第六节 异常数据的取舍.....	36
第五章 二项分布	41
第六章 正态分布	48

第一节	什么叫正态分布	48
第二节	正态分布表	54
第三节	在直方图上作正态曲线	57
第四节	计算样本的正态性	59
第五节	用正态概率纸检验正态性	63
第六节	规定测验标准	66
第七节	估计达到规定标准的人数	68
第八节	标准分数	69
第七章	评定分数的方法	72
第一节	比较百分	73
第二节	分布位置百分	73
第三节	名次百分	79
第四节	标准百分	80
第五节	质量评定的等级变为标准百分的方法	83
第六节	累进计分法	86
第八章	审查材料的方法	97
第一节	总体与样本的关系	97
第二节	取样的质与量	99
第三节	平均数的可靠性	101
第四节	标准差的可靠性	108
第五节	小样本的可靠性和 t 分布	109
第六节	减小标准误与加大样本含量的比例	112
第七节	使用可靠性公式与取样的关系	113
第八节	标准差与标准误的区别	114
第九章	检验实验材料的方法	116
第一节	检验不相关的两个样本平均数的差异	117
第二节	差异的显著性水平	121

第三节	单侧检验与双侧检验	124
第四节	不相关小样本平均数的显著性检验	125
第五节	检验相关两平均数的差异	127
一、	大样本单组法	128
二、	小样本单组法	129
三、	配组法	131
四、	等组法	132
第六节	顺序检验法	134
第七节	率(百分比)的 t 检验和 χ^2 检验	136
一、	计算率的标准误公式	137
二、	对总体率置信区间的计算	138
三、	两个样本率的 t 检验	138
四、	一个样本中不同类属的 χ^2 检验	140
五、	两个样本率的 χ^2 检验	142
六、	多个率的检验	143
七、	多行列的 χ^2 检验	144
第八节	方差分析(F检验)	147
第九节	近似F检验法	152
第十节	显著性检验应注意的问题	155
第十章	直线相关	158
第一节	两项相关的意义和小样本求相关系数的方法	158
第二节	大样本积差法求相关系数	166
第三节	等级相关(秩相关)	170
第四节	相关系数的可靠性	172
一、	相关系数可靠性的 t 检验	173
二、	相关系数可靠性表	173

三、两个相关系数之间差异的显著性检验·····	173
第十一章 直线回归 ·····	176
第一节 回归线·····	176
第二节 相关系数和回归线的近似作图法·····	178
第三节 两项相关系数和回归方程的计算·····	180
第四节 频数分布作图法求回归线·····	183
第五节 由已知样本平均数、标准差、相关系数求回 归方程式·····	187
第六节 根据回归推测方程式作回归线图·····	189
第七节 回归系数的显著性·····	191
第八节 推测的可靠性·····	192
第九节 相关与推测中的几个问题·····	193
第十二章 多元回归分析 (一) ·····	195
第一节 多项相关的意义·····	195
第二节 分析相关法·····	197
第三节 作多元回归方程式·····	199
第四节 求多项相关系数及多项相关系数的可靠性 检验·····	199
第五节 从原始数据作多元回归分析·····	199
第六节 方差分析法检验回归方程的显著性·····	203
第十三章 多元回归分析 (二) ·····	207
第一节 求分析回归系数·····	207
第二节 求多项相关系数及分析各项比重·····	211
第三节 观察不同项目的配套·····	212
第四节 作标准分数式多元回归方程·····	213
第五节 作量数式多元回归方程式·····	214
第六节 分析回归系数计算表的展长·····	217

第七节	分析回归系数计算公式的展长·····	220
第八节	体育测验的确实性与可靠性·····	221
第十四章	多元回归分析(三)·····	224
第一节	多元回归方程及系数的逆矩阵求解表算法··	224
第二节	多元回归方程及系数逆矩阵计算表的展长··	237
第十五章	小型电子计算器·····	243
附表一	正态分布各区间的中点值表·····	插页
附表二	正态曲线在X轴上各点的高度表·····	247
附表三	正态分布表·····	248
附表四	t 值表·····	250
附表五	两组等级顺序检验的显著界值表·····	252
附表六	χ^2 值表·····	258
附表七	F 值表·····	260
附表八	等级相关系数界值表·····	270
附表九	r 与 $\sqrt{1-r^2}$ 值对照表·····	272
附表十	相关系数显著性界值表·····	273
附表十一	由 r 转 z 值表·····	274
附表十二	符号检验表·····	275
附表十三	多项相关系数显著性界值表·····	276
附表十四	平方表·····	279
附表十五	平方根表·····	283
附:	练习材料·····	291

第一章

采取材料与统计的关系

第一节 体育统计的任务

毛泽东同志指出：发展体育运动，增强人民体质。体育是关系亿万人民健康的大事，也是造就培养全面发展的新人的方法中的一项。随着社会主义经济的发展，越来越显示出体育在增强体质、增进健康中的作用。

体育是一门学科，有其自身发展的规律，这种规律是可以认识的。体育工作者有责任进行调查研究，从实践中逐步揭示体育发展的规律。尤其是体育教师最有实践经验，最了解青少年学生的情况，在学校体育的教学实践中应敢于打破旧的框子，勇于创造新办法，应能了解学生每年体质增强程度，这就需要调查研究，提出增强体质效果好的制度和教材教法，向现代化进军。

如果在体育教学中调查或实验取得了大量的事实材料，如何整理、分析这些数据，并从中找出规律性的东西，这就要靠数理统计的方法来解决。如果没有统计，计算是不可想象的。体育统计的任务就是在体育实践中，运用数理统计的方法整理分析人们所得到的大量数据。从采取材料、积累资

料、整理材料、审查材料，到对资料的分析处理，都要严格按照统计学的规定，有步骤地进行。体育统计方法是一套严密的科学的方法，任何一项体育调查研究的数据，不经过统计处理，得出的成果难以被人们承认。因此，每一个体育工作者都应该掌握体育统计方法，使自己的工作更符合客观要求，更科学严谨。

第二节 采取材料的方法

研究体育问题的时候，如要使用统计方法，必须先抓住研究的对象，才能有的放矢。研究的对象是事实材料。有了材料以后才能用统计方法进行统计处理。例如要研究某校学生的健康情况时，就需要先取得能反映健康情况的身体健康检查和身体机能测验的具体材料，然后才能进行统计处理。但是，在设计如何通过试验来采取材料的时候，应预先了解一些统计知识，如果不根据统计的要求而采取材料，有时所得材料不能按统计原则处理，即使勉强用统计方法计算，所得的数字和结论也是缺乏可靠性的，难以正确地说明问题。

有些人认为试验和采取材料的工作很简单，不过是观察和填表而已。实际上实验和采取材料在研究问题的过程中是极为重要和非常严肃的工作。一个问题研究所得到的结论的真实性和可靠性如何，主要依靠这一段工作。恰如用低质量的钢来制造机器，无论怎样加工也得不到优质的机器一样。所以采取材料工作，既要根据统计原则，又要根据所研究的问题来设计采取材料的方法。

在研究工作中，采取材料没有固定的方法，不同的问题所采用的方法也不同，要根据具体问题来设计方法。例如体

操与球类项目不同；生理机能与心理状态也不同，所用的方法也不同。即使是同一项目，研究的问题不同，采取材料的方法也不同；甚至同一个问题不同的人去研究，方法也不一定相同。所以对于一个专题研究，不宜用现成的方法，最好多读科学文献，熟习各种各样的试验设计方案，从中得到启发，结合个人专业经验，设计采取材料的方法。

第三节 采取材料的原则

虽然采取材料的具体方法不同，但要掌握一些基本的原则：首先在统计分析中，要求以尽可能少的试验（或测验）次数来获得足够有效的资料，从而得到较可靠的结论。试验设计就是从这个要求出发，由于试验工作往往需要大量的人力、物力和时间，在保证可以得到足够数量的可靠材料的前提下，减少试验次数是必要的。

试验的方法是更为复杂的问题，设计试验方法合理与否，直接影响所得材料的可靠性。一个不可靠的材料通过统计处理所得到的结论也必然是不可靠的。例如研究长跑对心脏功能的影响时，有人以测量清晨脉搏的降低率来说明心脏功能的增强；也有人以急跑后脉搏恢复的速度来说明心脏功能的增强。哪一个试验方法所得的材料更能说明问题，这就是试验和采取材料的有效性问题。是试验和采取材料设计中应研究的问题。

试验的方法在力求准确的前提下应尽量简单易行。所研究问题的复杂性与试验方法的复杂与否不完全是同一回事。用很简单的试验方法而解决了复杂的问题在科学研究中是常有的事。而一个简单易行的方法不仅易推广，并且试验误差容

易控制。

试验时，要注意控制影响试验准确性的因素，考虑到可能产生的误差。误差可以分为系统性误差和偶然误差。例如秒表或皮尺等仪器不准确，不正确的测量方法，可以造成所有取得的数据偏大或偏小，这种误差叫做系统性误差，应尽量避免。偶然性误差也叫随机误差，这种误差在排除系统性误差以后仍然难以避免。例如五个裁判同时测量某一个人的一次百米跑时，不一定结果都一样，但不像系统性误差那样都偏大或偏小，而是有的比真实数值大些，有的小一些。偶然性误差虽不可避免，但可以用统计方法处理，例如五个裁判测量值的平均数将更接近客观的真值。

我们将所要研究对象的全体称为“总体”。在实际工作中为了研究总体的情况往往只能从总体中抽取一部分个体来研究，这种抽取部分个体叫“抽样”。所抽取到的材料称为“样本”。如何抽样是采取材料的重要问题。抽样的原则是尽量使抽到的样本对于总体有更高的代表性。代表性愈高，样本就愈可靠，用样本估计总体也愈准确，经过统计处理所得到的结论也愈有把握。如何合理抽样也是试验设计的内容之一。抽样的方法需根据实际情况来制定，没有固定的方法，但基本的原则有两个：一是要随机抽取，就是不加选择的任意抽取，使总体中每个个体被抽到的机会均等。与抽签、抓阄的道理相同。二是抽取的个体数要有足够的量，究竟多少合适要看对象而定，对象中的个体差异愈大、个体数愈多，取样的量也应愈多，取样的数量增多对总体的代表性也愈高。取样多必然会使工作量加大，这就要求设计取样数量适当。

以上关于采取材料的几个基本原则做了概括的论述，在

后边还要谈到。这些问题属于实验设计问题，但与统计方法有密切的关系。

第四节 积累资料

上节讲的采取材料方法的设计问题是针对专题研究时的试验讲的。另一方面，还可以在平时经常地积累资料，准备研究问题时应用。例如历届学生的体检档案，各次考试测验成绩，教学计划和记录，运动损伤的病历等。或有目的地积累某一方面的资料，例如将学生的身高、体重等有关身体发育的定期检查记录保存起来，遇到研究与身体发育有关的问题时选择使用。也可以在所积累的资料里发现新问题来研究。

积累资料时首先须建立记录资料的制度，在教学和训练工作中规定周记制度，每周登记一次。还可以规定学期和学年检查登记制度。要预先计划将需要记录和检查的项目。例如：生理机能情况，脉搏和呼吸的次数、体重等指标，可以每周由教师或学生登记。属于运动能力的测验，如跳高、跳远、百米跑、引体向上等，可以在教学过程中登记。其它属于身体发育的项目，可以一年测量一次。

登记前，必须首先定出测试的方法。例如测量脉搏，在什么条件下进行，是在早晨起床前还是在运动前或在急跑一定距离后，都要明文规定。又如发育指标的测量：测量哪些部位，怎样测量，都要根据人力和时间来确定适当的项目，并对测量方法作出详细说明，使任何人进行工作时执行得一致，所取得的资料才有较高的可靠性。

制定统一的记录表格。表格的尺寸格式和纸张，要便于

使用和保管，表内项目的排列要便于整理。计量的单位和精确度要有规定和要求。

原始资料是很宝贵的，有了资料才能用统计方法整理分析、论证问题，得出有科学根据的结论。例如有了身体发育的资料，就能观察经过一阶段后学生身体发育情况，可做年初和年终的对比，或入学时和毕业时的对比；有了生理机能的资料，可以分析各项不同的运动，对于学生身体的影响有什么区别；有了各项运动的成绩，就可以研究运动训练的方法对于技术提高的效果如何，研究技术好的和技术差的学生在身体发育和生理机能方面有什么差异。如需要还可以研究体育和文化课成绩的关系。倘若在一所中学里，从学生一入学就开始记录直到高中毕业，掌握了几年内青少年身体发育变化最大时期的情况，对于研究青少年的体质问题，是很有帮助的。

第二章

整 理 材 料

第一节 总体和样本

根据研究目的确定的研究对象的全体称为“总体”。从总体中抽取对总体有代表性的一部分个体称为“样本”。这些个体数据称为“变量”。样本包含变量的个数叫“样本含量”。

就体育方面来讲，在一定范围内全体人员某项活动或某项生理指标的全部情况叫总体，从中抽取某一时期某一部分的这项情况叫样本。例如要调查某城市初中男生身高情况，那么这一城市全部初中男生就是一个总体。我们在某一时间内从中随机抽取200名进行一次身高测量，这200名初中男生一时的身高就称为“样本”。

我们所要研究的是总体情况，但我们所能着手进行分析研究的只是样本。

充分掌握总体情况是不容易做到的。取样本进行统计的意义就在于通过样本对总体情况做出估计。样本的情况愈接近总体的情况，样本的代表性愈高，愈可靠。样本只不过是总体的一部分，它不是总体。不能将样本当做总体。通过样本所计算出的结果叫“样本统计量”。总体客观存在的真实数