



体育统计方法及程序

Tiyutongji

FANGFAJICHENGXU

人民体育出版社

体育统计方法及程序

王路德 著

人民体育出版社

责任编辑：卢峰

体育统计方法及程序

王贻德 著

人民体育出版社出版

北京市昌平县东沙屯印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 $15\frac{16}{32}$ 印张 380千字

1990年 9月第1版 1990年 9月第1次印刷

印数：1—1.700册

ISBN 7-5009-0482-7/G·456

定价：8.30元

目 录

前言

绪论..... (3)

第一节 统计在体育教学、运动训练和体育
科研中的作用..... (3)

第二节 正确运用体育统计方法..... (6)

第一章 统计资料的收集与整理..... (8)

第一节 统计资料的来源..... (8)

第二节 统计资料的收集与整理..... (15)

第三节 统计资料的分组..... (19)

第四节 计算机程序..... (30)

习题..... (32)

第二章 几个常用的统计量..... (33)

第一节 算术平均数、标准差、变异系数..... (33)

第二节 算术平均数、标准差在体育中的
应用实例..... (45)

第三节 标准误..... (57)

第四节 率及其标准误..... (59)

第五节 百分位数..... (61)

第六节 计算机程序..... (64)

习题..... (73)

第三章 概率知识..... (76)

第一节 随机事件和概率..... (76)

第二节	随机变量与概率分布	(79)
第三节	正态分布	(81)
第四章	假设检验	(84)
第一节	假设检验的原理简介	(84)
第二节	样本平均数差异显著性的t检验	(87)
第三节	样本率差异显著性的t检验	(95)
第四节	t检验在体育中的应用实例	(97)
第五节	χ^2 检验	(102)
第六节	正态检验	(108)
第七节	秩和检验	(115)
第八节	进行显著性检验时应注意事项	(124)
第九节	计算机程序	(126)
	习题	(143)
第五章	动态分析	(145)
第一节	动态分析的计算方法	(146)
第二节	动态分析的统计图、表	(150)
第三节	动态分析在体育中的应用实例	(155)
第四节	计算机程序	(159)
	习题	(162)
第六章	方差分析	(163)
第一节	方差分析原理简介	(163)
第二节	单因素方差分析	(164)
第三节	各组平均数之间的相互比较	(168)
第四节	双因素方差分析	(173)
第五节	正交设计简介	(180)
第六节	计算机程序	(187)
	习题	(204)

第七章 相关与一元回归	(207)
第一节 相关与回归.....	(207)
第二节 散点图与回归直线.....	(209)
第三节 相关系数及其检验.....	(211)
第四节 表格式计算相关系数与一元 回归方程.....	(215)
第五节 检验一元回归方程的效果.....	(217)
第六节 两个一元回归方程的比较.....	(223)
第七节 用电子计算器计算一元回归方程.....	(224)
第八节 一元回归在体育中的应用实例.....	(227)
第九节 计算机程序.....	(228)
习题.....	(240)
第八章 多元线性回归	(242)
第一节 二元线性回归方程.....	(242)
第二节 表格式计算多元线性回归方程.....	(247)
第三节 多元线性回归的方差分析.....	(256)
第四节 复相关系数与偏相关系数.....	(260)
第五节 利用标准回归系数或偏回归平方和 进行因素分析.....	(264)
第六节 多元回归分析的实例.....	(267)
第七节 两个多元回归方程的比较.....	(278)
第八节 合理地挑选指标建立回归方程.....	(282)
第九节 计算机程序.....	(283)
习题.....	(292)
第九章 逐步回归	(295)
第一节 逐步回归分析方法的计算过程.....	(296)
第二节 逐步回归在体育研究中的	

应用实例·····	(307)
第三节 计算机程序·····	(311)
第十章 曲线回归 ·····	(318)
第一节 配曲线的方法·····	(321)
第二节 曲线拟合优度的比较·····	(326)
第三节 曲线回归在体育中应用的实例·····	(329)
第四节 计算机程序·····	(330)
习题·····	(334)
第十一章 聚类分析 ·····	(335)
第一节 R型聚类·····	(335)
第二节 Q型聚类·····	(344)
第三节 模糊聚类·····	(349)
第四节 计算机程序·····	(354)
习题·····	(371)
第十二章 判别分析 ·····	(373)
第一节 两类判别·····	(373)
第二节 多类逐步判别·····	(379)
第三节 计算机程序·····	(384)
习题·····	(399)
第十三章 主成分分析与因子分析 ·····	(400)
第一节 主成分分析及因子分析的实例·····	(401)
第二节 计算机程序·····	(411)
第十四章 综合评价 ·····	(429)
第一节 综合评价的方法·····	(429)
第二节 确定权重的方法·····	(430)
第三节 模糊综合评价·····	(435)
第四节 计算机程序·····	(442)

习题答案.....	(447)
-----------	---------

附 录

1 正态概率纸.....	(451)
2 随机数表.....	(452)
3 正态分布表.....	(459)
4 t值表.....	(462)
5 相关系数可靠度表.....	(464)
6 等级相关系数可靠度表.....	(466)
7 F值表.....	(467)
8 多重比较中的Q值表.....	(475)
9 χ^2 检验临界值表.....	(479)
10 正态性D检验临界值表.....	(480)
11 秩和检验临界值表.....	(482)
12 确定最大(小)秩和数的临界值系数C表...	(487)

前 言

体育统计方法是在体育科研、教学、训练中正确进行数据处理的重要工具。

随着体育事业的不断发展，广大体育教师、教练员和科研人员越来越感到掌握体育统计这一工具的重要性，迫切希望有一本通俗易懂而又比较结合体育实际的体育统计方法参考书，供平时学习和进行统计计算时参阅。

编写本书的指导思想，是以结合实例介绍方法为主，辅以通俗的文字说明基本原理。因而，它不是按一般的数理统计书籍的体系从抽象的数学概念出发，而是从资料的收集、整理入手，一步步由浅入深地用体育教学、训练、科研中的实例来介绍体育统计的各种方法。希望读过本书的读者能进一步感觉到体育统计并不是高深莫测的数学理论，而是从事体育教学、训练和研究工作时有用的工具，使自己能联系工作实际用学到的方法去研究问题、分析问题。

一九八三年四月在湖北省体育科研所的领导和同志们的关心和支持下，在体育统计研究会刘厚生、施丽影、常庆、彭寅安等同志的热情协助下，由湖北省体科所内部出版了“体育统计方法”。

四年多来，不少体育学院、体育系以它作为体育统计的教材或参考书，许多体育工作者、卫生工作者把它作为进行统计工作的参考手册。

这次趁正式出版之机，对内容作了较多修改和补充，增加了一些章节，力图在保持通俗易懂的特点的同时，增加更多的体育教学、训练和科研的实例。特别是把书中所有的统计计算方法全都编出了BASIC语言的计算机程序。这些程序都已在长城0520-CH，IBM PC/XT微机上通过，并用于体育科研。

限于自己的水平，书中的缺点错误仍在所难免。敬请批评指正。

王路德

一九八七年十月

绪 论

第一节 统计在体育教学、运动训练 和体育科研中的作用

体育运动的目的是要增强人民体质，提高运动技术水平。为了更好地达到这一目的，要求广大体育教师、教练员和科研人员不断地总结经验、开展科学研究，探索青少年体质的现状和发展规律，探索体育教学和运动训练的客观规律，以便提高教学和训练工作的水平。

用什么方法去探索客观规律呢？

数理统计方法是研究客观事物规律的一种方法。在客观世界中许多现象，人们可以事先预言它们在一定条件下是否会出现。例如：在标准大气压下把水加热到 100°C 就一定会沸腾；把一个球用力向天上抛去，球最后一定会落到地上。这些无论试验多少次都无一例外必然出现的现象称为必然事件。又如：对空射击，子弹是不可能飞到地球以外去的，这一类在一定条件下必然不可能出现的现象称为不可能事件。但是，除了可以事先预言的必然事件和不可能事件之外，在客观世界中更大量的现象，却是事先无法预言其结果的，这在体育运动中也是极多极多的。例如：球赛之前裁判员召集双方抽签挑选场地时，使用圆形塑料挑边器，它一面

是红色，另一面是绿色，裁判员将它向上抛起后，落下来将会是红面向上还是绿面向上？这是事先无法预言的；又如：一个人投篮时，在球出手前无法准确地预言球投中篮还是不中篮？一个人跳远，事先也无法准确地预言他跳出的成绩是多少？这一类事先无法预言其结果的带有偶然性的现象称为随机现象。随机现象的每一种表现就称为随机事件。从表面上看随机现象完全是带有偶然性的。好象并无规律可言，但是观测大量次数以后就可以发现随机现象也是具有一定的内在规律性的。例如，一个质地均匀的塑料挑边器，只掷一次或几次，红面向上几次是没什么规律的，但是如果掷几百、几千次并记下每次的结果，最后就会发现红面向上和绿面向上的比例数几乎是相同的。又如：让某运动员投篮，对于他的每一次投篮来说，事先无法准确地预言投中还是不中，但是，让他投许多许多次，就可以统计出他的投篮命中率。假设该运动员投了100次篮，投中60次，我们就可算出他的投篮命中率为60%，根据这一命中率，当然我们也就可以估计说他每一次投篮，投中的可能性是60%。假设又对另一名运动员统计了许多次投篮算出他的投篮命中率为20%，那么，当他某一次投篮前我们就可以预言他这一次投中的可能性是20%，数学上把事件发生的可能性大小称为概率，习惯用符号P表示，对于不可能事件 $P=0$ ，对于必然事件 $P=1$ ，而随机事件的概率就介于0与1之间。

专门研究随机现象的数量规律性的学科叫做概率论，它是数学的一个分支。而数理统计就是通过有计划地收集到的大量数据。按照概率论的法则进行统计分析从而寻找出客观事物规律性的一种数学方法。

体育教师、教练员在日常教学和训练工作中经常用秒

表、皮尺和其他器材测得学生的大量数据。特别是1981年7月教育部发出了“关于试行《高等学校学生体质健康卡片》和《中、小学学生体质健康卡片》的通知”。规定每年都要对学生的身高、体重、胸围、肺活量、50米跑、立定跳远等等，对形态、机能、素质和健康状况作详细的测定，从中可以获得大量反映学生体质状况的宝贵数据。对于体育科研人员更需要测得各种数据来进行研究分析。这些数据如：身高170厘米，183厘米；肺活量3500毫升，4850毫升；50米跑7.3秒，8.1秒等都是用数值记录下来的随机现象的结果，数学的术语称为随机变量（简称变量），如果能够正确地运用数理统计的原理和方法进行分析研究，就可以从一大堆看来杂乱无章的变量中，找出事物的内在规律，发现事物相互之间的关系，并为预测今后可能的发展趋势提供丰富的材料和科学依据。这对改进体育教学和训练工作是会有很大用处的。

但是，在体育领域中还存在着一些范围不明确、界限不分明的模糊现象。例如：评定学生体质的好或差，评定教练员水平的高或低。在好与差、高与低之间是没有十分确切的界限的。对这一类很难准确地定量的模糊现象，用概率论和数理统计方法是不容易处理好的。

模糊数学的兴起给研究和处理模糊现象增加了新的工具。近几年来，模糊聚类分析、模糊综合评判等等方法已陆续地被引用来研究和处理体育领域里的一些模糊现象，取得了比较满意的效果。所以，模糊数学的方法，也成了体育统计中不可缺少的内容之一。

因此，可以说体育统计是运用数学方法研究体育运动客观规律的一门学科。它应该是每一个体育工作者都必须学习

和掌握的十分重要的工具。

第二节 正确运用体育统计方法

统计是数学的分支，有其严谨的理论根据，各种统计计算公式都是经过推导和证明的。体育工作者学习体育统计要学懂一些基本的统计理论知识，但是，重点应该放在学会正确地运用不同的统计方法去解决体育教学、运动训练和体育科研中的实际问题。因而，本书着重介绍统计方法如何在体育领域中应用。各种统计方法和公式都尽量通过实例来介绍。关于公式的来源和推导过程，有兴趣的同志可进一步参阅有关的统计专著。

要做到正确地运用体育统计方法，还必须注意以下几点：

1. 一定要考虑体育统计的特点。例如工业上由于实验时的温度、时间、压力、配料比例等等都比较容易准确地控制，各种偶然因素对实验结果的干扰较小，所以，工业统计中有时允许以较少的观察例数就得出统计分析结论。但是，体育统计研究的对象是人，人的个体差异是很大的，同性别、同年龄的人身高、体重、运动成绩的差异都较大。由于存在个体差异，所以，相同的训练方法，相同的运动量对每一个人的训练效果就不会完全一样。因此，在研究教学、训练的效果时，观察的人数太少了就不合适。又如，统计分析时必须注意“同质”，即被研究的对象应是性质相同的，否则统计分析的结果就不能说明问题。例如，研究某种发展弹跳力的训练方法，虽然研究的对象是同性别、同年龄的人，

但是还必须考虑他们的运动水平是否相同，因此常常还要选择运动等级相同的人才行。假如把一般学生和优秀运动员作比较就不对了。

2.要有严肃的科学态度。对待统计的数据和计算结果必须实事求是，一丝不苟，来不得半点虚假。有的人在取数据时，为了希望说明自己的预定结论而弄虚作假，有的人在测数据和计算时粗枝大叶，这样算出的数据不真实、不可靠，根据它所作出的结论是会误人的。

第一章 统计资料的收集与整理

收集资料、整理资料和分析资料是统计工作的三个基本步骤。

收集资料之前必须根据研究目的制订研究设计，然后再按设计的要求去收集完整、准确的原始资料。这是进行统计工作的基础。

整理资料是对收集到的原始资料进行审核、分组、归纳汇总，以便于统计计算。这是保证统计结果的准确性不可缺少的一步。

分析资料是对经过整理的原始资料计算相应的指标和绘制必要的统计图表，结合专业知识进行分析、比较，找出其中规律性。

以上三个基本步骤是互相有联系的，任何一步有了缺陷或差错都会影响研究结论的正确性。

第一节 统计资料的来源

体育统计资料的来源主要有三方面：

(一) 日常工作中积累的资料。体育教师和教练员在平时上课、训练、开展群众性体育活动和组织运动竞赛中都会积累许多宝贵的数据。如训练时测验的运动成绩，体育课考

核的各项数据，运动会的比赛成绩等等。

用这一类数据进行统计前，要特别注意数据的准确性如何。有时上课记录的数据笔迹模糊，有时不同班级测试时条件不相同，如一个班跑100米时正巧刮大风，而另一个班跑100米时天气很好，这些数据究竟能否用于计算就要注意审核。

（二）全面普查。如一年一度对学生的“体质健康卡片”普查。这种全面调查，工作量比较大，而学生又往往由于某种原因，容易漏测某些项目，甚至有时还有卡片上忘了填写姓名等等情况。因此，事先要有周密的安排，做到测试时不忙乱，不出差错，并且在测完最后一项，回收卡片时要有专人负责逐项审查，发现漏填或漏测的项目就要督促学生及时补上，以免造成整理卡片的困难。

（三）专题研究。这包括专题的调查研究 and 专题的实验研究。像1979年全国青少年儿童体质研究就是我国首次进行的大规模的专题调查研究，其目的是为了摸清我国青少年儿童的体质现状、特点及生长发育规律。有时为了研究某种新的训练方法，就要组织实验组和对照组，通过一定时间实验，取得数据，对比新训练方法的效果。

在进行专题研究前应该根据研究工作的目的和要求，结合统计原理的要求对研究工作的全过程事先制订一个周密的工作计划，通常把制订这样的计划称为研究设计（或课题设计）。如果研究设计考虑得比较周密、完善就能以较少的人力、物力、时间获得可靠的资料，使误差减小到最低限度，提高研究工作的质量和效率，并有助于得到科学的可靠的结论。反之，事先不作研究设计，匆匆忙忙收集来一大堆数据就进行统计计算，往往是不可能得到可靠的结论的。