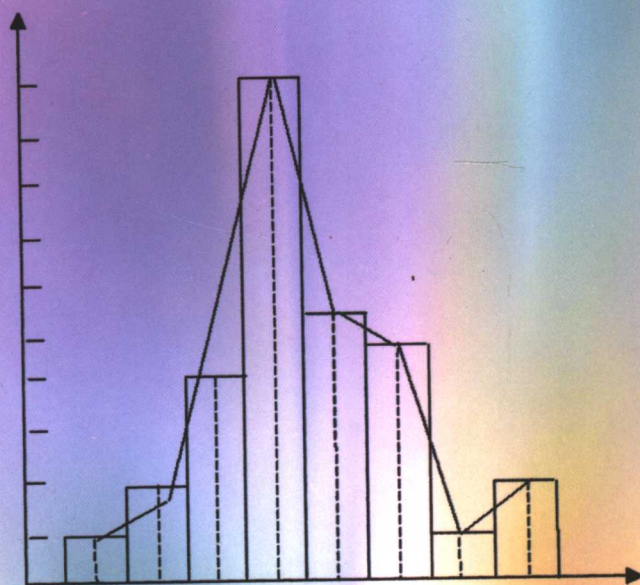


现代体育运动应用案例丛书

体育统计应用案例

祁国鹰 张 路 主编
黄凤娟 孙成霖

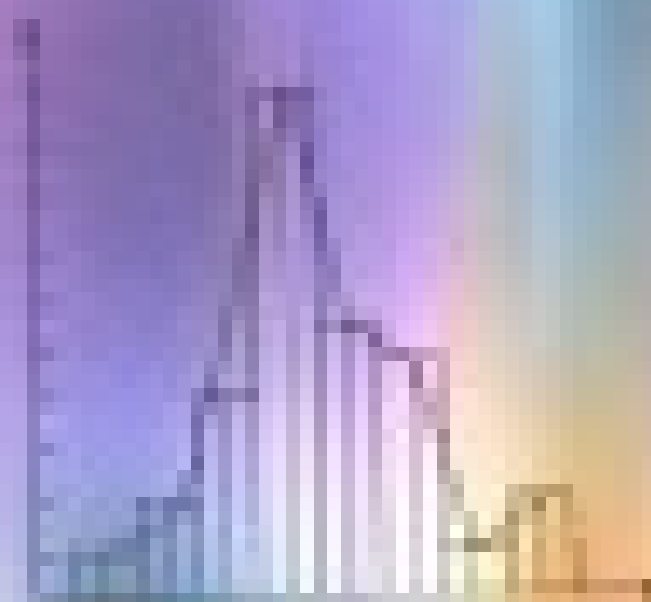


北京体育大学出版社

統計學與經濟學應用範例

經濟統計學範例

學區別 區 別
實況圖 經濟圖



經濟學大學出版社

现代体育运动应用案例丛书

体育统计应用案例

祁国鹰 张 路 黄凤娟 孙成霖 主编

北京体育大学出版社

策划编辑 梁 林
责任编辑 梁 林
审稿编辑 熊西北
责任校对 森 森
责任印制 陈 莎

图书在版编目(CIP)数据

体育统计应用案例/祁国鹰等主编. -北京:北京体育
大学出版社,2005.6
ISBN 7-81100-356-2

I. 体… II. 祁… III. 体育统计-方法
IV. G80-32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 036877 号

体育统计应用案例 祁国鹰 等主编

出 版 北京体育大学出版社
地 址 北京海淀区中关村北大街
邮 编 100084
发 行 新华书店总店北京发行所经销
印 刷 北京市昌平阳坊精工印刷厂
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 11.25

2005 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 5000 册

定 价 24.00 元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

内 容 提 要

本书主要通过资料比较、效果分析、预测控制、指标分析四个方面的丰富案例，介绍了体育统计分析在体育科学研究工作中的应用。

这些案例的介绍与解析体例按照背景资料、问题与解决思路、计算方法、结果与分析、注意事项、方法概述六个层面依次展开；读者根据这些知识的引导进行学习，再通过实践能够有效地提高体育统计应用水平。

本书的读者对象是体育统计工作者、体育科研人员、体育院校本科高年级学生以及各体育专业的研究生等。本书可作为体育院校研究生常规体育统计方法课程的教材、本科和研究生体育科研方法课程的辅助教材或教学参考书。

前 言

随着我国体育事业的蓬勃发展,体育科学化程度的提高,体育科学研究在推动体育事业发展过程中的地位越来越重要,其作用也越来越显著。体育统计作为体育科学研究中数据分析的重要工具,在体育科学化的进程中发挥着不可替代的作用。体育统计的应用水平已经成为衡量体育科研工作水平先进性、科学性的一个重要标志。

近年来,广大体育工作者经过学习和实践在一定程度上了解和掌握了一些体育统计的知识和方法,但也存在着一些问题,诸如缺乏对概念的基本了解、遇到实际问题不知如何入手、统计方法的正确选用、统计结果的解释等等,这些实际问题的出现限制了应用者专业研究水平的提高。正因为如此,有必要编写一本旨在能为广大体育工作者的体育统计应用实践快速提供帮助的书,以适应体育科学发展的需要。

本书是按照体育实践应用中的问题来展开的。全书共分四章,第1章资料比较,介绍了教法的比较、体质水平比较、率的比较、问卷比较;第2章效果分析,介绍了体质评价、考试质量评价、教学评价;第3章预测控制,介绍了身高预测、成绩预测、生长发育动态分析;第4章指标分析,介绍了筛选指标、确定指标权重。每一章都按照问题给出若干个案例,每个案例的介绍与解析体例又按照背景资料、问题与解决思路、计算方法、结果与分析、注意事项、方法概述六个层面依次展开,读者根据这些知识的引导进行学习,再通过实践就能够快速而有效地提高体育统计实际应用水平。

参加本书编写工作的人员分工为:孙成霖(第1章1.1、1.2)、黄凤娟(第1章1.3、1.4和第3章及附表的编辑)、张路(第2章、第4章)。祁国鹰主持、策划本书的编写工作;全书统稿由祁国鹰、张路完成。

值得提出的是,在本书的策划过程中,曾经得到北京体育大学出版社梁林博士的热心指导,为此深表谢意。另外,在编写本书的过程中曾经参阅了大量的有关书籍、教材和论文等文献,引用了其中的一些资料,特在此谨向诸位编著者和出版者表示深切的感谢。

本书的编写形式是一个初步尝试。由于时间紧迫,我们的水平、经验所限,书中错误或不妥之处在所难免,恳请各位专家不吝赐教。

作者

2005年4月18日

目 录

第 1 章 资料比较

1.1 教法的比较	1
案例 1:实验班与同年级的比较(u 检验)	1
案例 2:实验班与同年级的比较(t 检验)	3
案例 3:实验班和对照班的比较(u 检验)	4
案例 4:实验班和对照班的比较(t 检验)	7
案例 5:实验班和对照班的比较(t 检验)	9
案例 6:实验班实验前后的比较(t 检验)	12
案例 7:多种教法间的比较(单因素方差分析)	14
案例 8:多种教法间的比较(单因素方差分析)	18
案例 9:总体分布的正态性检验	21
案例 10:班级内学生的比较(独立样本秩和检验)	23
案例 11:班级内学生的比较(独立样本秩和检验)	24
案例 12:实验班实验前后的比较(符号秩和检验)	25
案例 13:实验班实验前后的比较(符号秩和检验)	27
案例 14:多个班级的比较(多个独立样本的秩和检验)	29
1.2 体质水平比较	30
案例 1:某班与全市身体形态的比较(u 检验)	30
案例 2:甲校与全省身体形态的比较(t 检验)	31
案例 3:两校同类学生形态的比较(u 检验)	32
案例 4:两班同类学生形态的比较(t 检验)	34
案例 5:实验班前后的比较(自身比较)	36
案例 6:多个班级学生 50 米跑的比较(单因素方差分析)	37
案例 7:三个班级学生肺活量的比较(单因素方差分析)	39
1.3 率的比较	41
案例 1:体育达标率的比较(U 检验法)	41
案例 2:实验班与对照班体育达标率的比较(四格表法)	43
案例 3:两名排球运动员扣球失误率的比较(U 检验法)	44

案例4:实验组与对照组投篮命中率比较(配对比较的符号秩和检验)	46
案例5:两种不同教学方法的教学效果的比较(χ^2 检验)	48
案例6:大学生视力低下率的比较分析(多个率的 χ^2 检验)	50
案例7:两校学生运动等级考试通过的比较(率的标准化)	51
1.4 问卷比较	53
案例1:大学生人际关系的问卷调查研究	53
案例2:不同年龄段参加体育活动的动机比较分析	55
案例3:学生对教师教学满意度的调查(累计频率检验)	56

第2章 效果分析

2.1 体质评价	59
案例1:制定反应时指标的评价等级(离差法)	59
案例2:身体素质指标项评价(标准分法)	63
案例3:机能和素质评价(百分位数法)	64
案例4:立定跳远成绩评价(累进计分法)	68
案例5:身体素质综合评价(分数累加法)	70
2.2 考试质量评价	72
案例1:期末考试成绩的整理(数据描述)	73
案例2:篮球测验质量分析(区分度)	76
案例3:体育成绩的质量分析(客观性)	79
案例4:测验项目的难度比较	82
案例5:考试的信度估价	84
案例6:测验效度(有效性)分析	87
案例7:测验内容的误差估计	90
案例8:用考试分数解释学生学习发展水平	93
案例9:用考试分数解释教学目标完成程度	95
案例10:学生多项考试成绩的综合分析	97
案例11:学生成绩的进步幅度评价(Hale 指数法)	100
案例12:体育成绩定级(正态分布法)	102
案例13:估算各评定等级的人数	104
2.3 教学评价	106
案例1:构建教学评价指标体系(层次分析法)	106
案例2:公共体育教师工作综合评价(模糊评价法)	111

第3章 预测控制

3.1 身高预测	118
案例1:城市女子身高预测(定基比法)	118

案例 2:预测青少年身高(时间序列平滑预测法)	120
3.2 成绩预测	122
案例 1:预测比赛成绩(离差法)	122
案例 2:预测百米运动员的成绩(一次指数平滑法)	124
3.3 生长发育动态分析	125
案例 1:辽宁省中小学生身体形态发展状况的动态分析	126
案例 2:沈阳市中小学生视力低下的动态分析	129

第 4 章 指标分析

4.1 筛选指标	132
案例 1:指标的筛选(聚类分析方法)	132
案例 2:指标的筛选(因子分析法)	138
案例 3:指标的筛选(逐步回归分析)	141
4.2 确定指标权重	146
案例 1:身体素质确定权重(因子分析)	146
案例 2:形态指标的权重确定(回归分析)	150
附表 1 正态分布表	155
附表 2 t 值表	156
附表 3 F 值表(方差齐性检验用)	157
附表 4(1) F 值表(方差分析用)	158
附表 4(2) F 值表(方差分析用)	159
附表 4(3) F 值表(方差分析用)	160
附表 4(4) F 值表(方差分析用)	161
附表 5 Q 值表	162
附表 6 K-S 检验界值表	163
附表 7(1)秩和检验 T 界值表	164
附表 7(2)秩和检验 T 界值表	165
附表 8 符号秩和检验 T 界值表	166
附表 9 H 临界值表(三样本比较的秩和检验用)	167
附表 10 χ^2 值表	168
附表 11 等级相关系数界值表	169
附表 12 相关系数界值表	170

第1章 资料比较

1.1 教法的比较

教法是为完成教学任务所采用的手段和途径，它反映着教学的出发点和目的。随着时代的发展，许多传统教法已经无法适应现代教学的要求，教法的改革与创新是当前提高体育教学质量的关键问题之一，对教法研究通常采用比较研究。资料不同或比较形式不同，其应用的统计方法也不同。

案例1：实验班与同年级的比较（u 检验）

1. 背景资料

已知某市小学六年级男生的跳高平均成绩为1.25米，标准差为0.12米，某体育教师在小学六年级中随机抽取一个班级作为实验班，该班有男生36人，采用分组教学法进行教学。经过20学时的教学后，按照统一标准进行测试，测得该班男生的跳高成绩如表1-1所示。

表1-1 实验班的跳高成绩

序号	成绩 (m)	序号	成绩 (m)	序号	成绩 (m)
1	1.30	13	1.35	25	1.35
2	1.25	14	1.25	26	1.20
3	1.35	15	1.35	27	1.30
4	1.20	16	1.25	28	1.25
5	1.20	17	1.25	29	1.25
6	1.40	18	1.30	30	1.40
7	1.30	19	1.20	31	1.20
8	1.50	20	1.45	32	1.30
9	1.35	21	1.30	33	1.30
10	1.25	22	1.35	34	1.40
11	1.30	23	1.40	35	1.35
12	1.35	24	1.10	36	1.15

2. 问题与解决思路

问题：通过实验班跳高的平均成绩与全市同年级男生跳高的平均成绩进行比较，检验分析成绩的差异是否是由于跳高新教法所引起的，进而考虑是否可以在全年级男生中

推广跳高分组教学的新教法。

解决思路：已往全市同年级男生跳高成绩的平均成绩为 1.25 米，标准差为 0.12 米，经过 20 学时的教学后实验班的平均成绩与全市同年级男生跳高成绩不等，可能有两种原因，其一是由于选取实验对象可能存在误差（随机误差），由于这种原因造成的差异说明跳高分组教学新教法与传统教法的教学效果相同；其二是由于实验班的成绩确实与全市同年级男生跳高成绩不同（条件误差），新教法对于提高小学六年级男生的跳高成绩确实有作用。

为了检验是哪种原因造成的成绩不同，可以先假设实验班与同类学生跳高的平均成绩无差异，然后检验这个事件发生的概率有多大，如果概率不超过 0.05（小概率事件），则可以认为成绩之间存在差异，说明跳高分组教学新教法有作用。

3. 计算方法

因为实验班是同类男生中随机抽取出来的样本，需要检验样本所属总体的平均数与总体的平均数是否相同，所以采用一个总体均数的假设检验。经检验总体服从正态分布（正态性检验的方法参看本章案例 9），因为总体方差（ σ^2 ）已知，所以用 u 检验方法。

第一步：建立假设：实验班男生与全市同类男生跳高平均成绩无差异

第二步：计算检验统计量

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{n} = \frac{1.30 + 1.25 + \cdots + 1.35 + 1.15}{36} = 1.30$$

$$u = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{|1.30 - 1.25|}{0.12/\sqrt{36}} = 2.5$$

第三步：确定临界值

α 取 0.05，查附表 1（双侧）， $u_{0.05} = 1.96$

第四步：判断

$u > u_{0.05}$ ， $P < 0.05$

4. 结果与分析

经检验 $P < 0.05$ ，拒绝假设，认为实验班男生与全市同类男生跳高成绩有显著性差异。差异是由于新教法所引起的，跳高分组教学新教法对于小学六年级男生跳高成绩的提高有作用，可以考虑在全年级男生中推广使用。

5. 注意事项

(1) 在实际应用中，往往很难得到总体平均值（ μ_0 ），一般取较大样本的平均值作为总体平均值的近似代替值。

(2) 若总体分布不清楚，且检验的样本较大时，可用 u 检验。对于样本含量（ n ）的要求：当总体服从正态分布，总体方差（ σ^2 ）已知时，应有 $n \geq 30$ ；当总体分布未知，总体方差（ σ^2 ）未知时，以样本标准差（ S ）近似代替总体标准差（ σ ），应有 $n \geq 100$ 。

6. 方法概述

当随机变量 X 服从正态分布，总体方差（ σ^2 ）已知时，无效假设为：双侧检验，假设 $\mu = \mu_0$ ；单侧检验，假设 $\mu \leq \mu_0$ 或 $\mu \geq \mu_0$ ，检验统计量为：

$$u = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{\sigma / \sqrt{n}}$$

式中, $\bar{X}$ 表示样本的平均值;
 μ_0 表示总体的平均值;
 $\sigma_{\bar{X}}$ 表示总体平均数的标准误;
 σ 表示总体标准差;
 n 表示样本含量。

对于选定的显著性水平 α , 由附表 1 中得到 u_{α} 或 $u_{\alpha/2}$, 否定域为 $|u| \geq u_{\alpha/2}$ (双侧检验); 否定域为 $u \leq -u_{\alpha}$ (左侧检验) 或 $u \geq u_{\alpha}$ (右侧检验), 即当该不等式成立时, 就否定假设; $|u| < u_{\alpha/2}$ (双侧检验) 或 $u > -u_{\alpha}$ (左侧检验) $u < u_{\alpha}$ (右侧检验) 为接受域, 当该不等式成立时, 接受假设。

案例 2: 实验班与同年级的比较 (t 检验)

1. 背景资料

已知某市高一年级男生的铅球平均成绩为 7.90 米。某体育教师随机抽取高一年级的一个班, 其中男生 32 人, 作为实验班, 采用铅球新教法进行教学。经过 20 学时教学后, 按照统一标准进行测试, 成绩如表 1-2 所示。

表 1-2 实验班的铅球成绩

序号	成绩(m)	序号	成绩(m)	序号	成绩(m)	序号	成绩(m)
1	7.82	9	7.92	17	7.86	25	8.23
2	8.12	10	9.10	18	7.78	26	8.20
3	8.13	11	7.56	19	8.45	27	8.26
4	8.06	12	8.22	20	7.43	28	7.86
5	7.83	13	8.05	21	8.12	29	8.14
6	8.36	14	7.96	22	7.96	30	8.17
7	7.65	15	8.32	23	9.07	31	8.32
8	8.05	16	7.92	24	7.63	32	8.23

2. 问题与解决思路

问题: 通过实验班的铅球的平均成绩与全市同年级男生铅球的平均成绩进行比较, 检验分析成绩的差异是否是由于铅球新教法所引起的, 进而考虑是否可以在全年级男生中推广铅球的新教法。

解决思路: 已知某市高一年级男生的铅球平均成绩为 7.90 米, 经过 20 学时的教学后实验班的平均成绩与全市同年级男生铅球成绩不等可能有两种原因, 随机误差或条件误差。为了检验是哪种原因造成的成绩不同, 可以先假设实验班与同类学生铅球的平均成绩无差异, 然后检验这个事件发生的概率有多大, 如果概率不超过 0.05, 则可以认为成绩之间存在差异, 说明铅球新教法有作用。

3. 计算方法

因为实验班是同类男生中随机抽取出来的样本, 需要检验样本所属总体的平均数与

总体的平均数是否相同, 经检验总体服从正态分布 (正态性检验的方法参看本章案例 9), 因为总体方差 (σ^2) 未知, 所以用 t 检验方法。

第一步: 建立假设: 实验班与全市高一男生铅球的平均成绩无差异

第二步: 计算检验统计量

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{7.82 + 8.12 + \cdots + 8.32 + 8.23}{32} = 8.09$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{(7.82 - 8.09)^2 + (8.12 - 8.09)^2 + \cdots + (8.23 - 8.09)^2}{32 - 1}}$$

$$= 0.36$$

$$t = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{S/\sqrt{n}} = \frac{|8.09 - 7.90|}{0.36/\sqrt{32}} = 2.99$$

第三步: 确定临界值

α 取 0.05, 作双侧检验, 自由度 $n = n - 1 = 32 - 1 = 31$, 查 t 值表 (附表 2) $t_{0.05}(31) = 2.040$

第四步: 判断

$$t > t_{0.05}(31), P < 0.05$$

4. 结果与分析

经检验 $P < 0.05$, 拒绝假设, 认为实验班与全市高一年级男生铅球的平均成绩有显著性差异。差异是由于新教法所引起的, 说明铅球新教法对于提高高一男生的铅球成绩有作用, 可以考虑在全年级中进行推广使用。

5. 注意事项

同本章案例 1。

6. 方法概述

当随机变量 X 服从正态分布, 总体方差 (σ^2) 未知, 检验统计量为:

$$t = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{S/\sqrt{n}}$$

式中, $\bar{X}$ 表示样本的平均值;

μ_0 表示总体的平均值;

S 表示样本标准差;

n 表示样本含量。

比较计算 t 值的绝对值和临界值的大小关系, 具体情况如下:

若 $t < t_{0.05}(n')$, 则 $P > 0.05$, 接受原假设, 无显著性差异;

若 $t_{0.05}(n') \leq t < t_{0.01}(n')$, 则 $0.01 < P \leq 0.05$, 有显著性差异;

若 $t \geq t_{0.01}(n')$, 则 $P \leq 0.01$, 有高度显著性差异。

案例 3: 实验班和对照班的比较 (u 检验)

1. 背景资料

某大学体育教师为了检验男生标枪新教法的教学效果, 随机抽取大学一年级本科两

个教学班为实验对象，组成实验班 32 人，对照班 35 人。由两名体育教师采用不同教法进行教学，实验班采用新教法进行教学，对照班采用传统教法进行教学。经过 16 学时的教学后，按照统一标准进行测试，测试成绩如表 1-3 所示。

表 1-3 完成教学计划后的实验班和对照班测试成绩

编号	实验班(m)	编号	实验班(m)	编号	对照班(m)	编号	对照班(m)
1	42.81	19	41.86	1	27.55	19	38.11
2	41.55	20	43.72	2	36.32	20	29.51
3	37.61	21	43.22	3	28.98	21	37.58
4	35.82	22	36.21	4	37.09	22	37.16
5	42.64	23	44.82	5	36.47	23	46.82
6	40.32	24	45.56	6	37.55	24	34.17
7	41.78	25	50.72	7	37.84	25	43.65
8	41.84	26	38.25	8	37.21	26	30.21
9	42.68	27	42.13	9	39.21	27	35.68
10	49.37	28	40.57	10	40.82	28	44.16
11	41.68	29	30.21	11	31.84	29	38.26
12	39.25	30	41.03	12	40.78	30	45.74
13	41.68	31	48.65	13	37.65	31	37.02
14	32.41	32	40.69	14	47.58	32	35.62
15	40.90			15	38.11	33	35.35
16	40.27			16	38.12	34	38.77
17	41.36			17	37.80	35	28.69
18	41.77			18	37.92		

2. 问题与解决思路

问题：通过实验班与对照班的标枪平均成绩进行比较，检验分析成绩的差异是否是由于标枪新教法所引起的，进而考虑是否可以在全年级学生中推广标枪的新教法。

解决思路：在未知同类学生标枪成绩的平均值和标准差的情况下，为了比较新教法是否有作用，往往采用两个教学班对照比较的方法，经过 16 学时的教学后实验班与对照班学生标枪成绩不等可能有两种原因，随机误差或条件误差。为了检验是哪种原因造成的成绩不同，可以先假设实验班与对照班学生标枪的平均成绩无差异，然后检验这个事件发生的概率有多大，如果概率不超过 0.05，则可以认为成绩之间存在差异，说明标枪新教法有作用。

3. 计算方法

实验班和对照班是从同类男生中随机抽取出来的样本，需要检验样本所属两个总体均数是否相等，所以采用两个总体均数的假设检验。经检验两总体服从正态分布（正态性检验的方法参看本章案例 9），因为两个总体方差（ σ^2 ）均未知，两个总体的样本含量均不小于 30，所以可以用样本标准差（ S ）近似代替总体标准差（ σ^2 ），可以用 u 检验方法。

第一步：建立假设：实验班和对照班的标枪平均成绩无差异

第二步：计算检验统计量

计算实验班和对照班成绩的平均值和标准差

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{n} = \frac{42.81 + 41.55 + \cdots + 48.65 + 40.69}{32} = 41.36$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}} = 4.19$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{n} = \frac{27.55 + 36.32 + \cdots + 38.77 + 28.69}{35} = 37.30$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}} = 4.82$$

$$u = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{|41.36 - 37.30|}{\sqrt{\frac{4.19^2}{32} + \frac{4.82^2}{35}}} = 3.69$$

第三步：确定临界值

α 取 0.05，查附表 1（双侧）， $u_{0.05} = 1.96$

第四步：判断

$$u > u_{0.05}, p < 0.05$$

4. 结果与分析

经检验 $P < 0.05$ ，拒绝假设，认为实验班与对照班标枪的平均成绩有显著性差异。该差异是由于新教法所引起的，检验结果表明，新教法对于提高同类学生标枪成绩方面有作用，可以考虑在全年级中推广使用。

5. 注意事项

(1) 当总体服从正态分布，并且总体标准差已知时，若样本含量不小于 30，可以直接带入公式计算。在实际工作中，总体标准差往往很难得到，一般以大样本的标准差近似代替总体标准差。

(2) 当总体分布未知时，两个总体的样本含量不小于 100，认为总体近似服从正态分布，不进行正态性检验，可直接应用检验方法。

6. 方法概述

当总体服从正态分布时， u 检验的计算公式为：

$$u = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

式中， $\bar{X}$ 表示样本的平均值；

S 表示样本标准差；

n 表示样本含量。

其否定域同本章案例 1。

案例4：实验班和对照班的比较（ t 检验）

1. 背景资料

助跑踏跳是跳远技术中重要的组成部分，快速准确的助跑踏跳与跳远成绩有着直接的关系。某体育教师根据学生身体素质和实际水平相同的前提，在某大学一年级男生中随机抽取两个教学班，实验班10人采用新教法教学，对照班10人采用传统教法教学。经过20学时的教学后，按照统一的标准进行测试，两班学生的成绩如表1-4所示。

表1-4 完成20学时教学后两班的跳远成绩

实验班学生编号	跳远成绩(m)	对照班学生编号	跳远成绩(m)
1	4.35	1	4.65
2	4.40	2	4.52
3	4.35	3	4.65
4	4.55	4	4.62
5	4.26	5	4.58
6	4.13	6	4.60
7	4.35	7	4.53
8	4.32	8	4.68
9	4.25	9	4.75
10	4.48	10	4.56

2. 问题与解决思路

问题：通过实验班与对照班的跳远平均成绩进行比较，检验分析成绩的差异是否是由于跳远新教法所引起的，进而考虑是否可以在全年级学生中推广跳远的新教法。

解决思路：在未知同类学生标枪成绩的平均值和标准差的情况下，为了比较新教法是否有作用，往往采用两个教学班对照比较的方法。经过20学时的教学后实验班与对照班学生跳远成绩不等可能有两种原因，随机误差或条件误差。为了检验是哪种原因造成的成绩不同，可以先假设实验班与对照班学生跳远的平均成绩无差异，然后检验这个事件发生的概率有多大，如果概率不超过0.05，则可以认为成绩之间存在差异，说明跳远新教法有作用。

本例为两个总体平均值的假设检验，假定总体服从正态分布，由于实验班和对照班的样本含量均小于30，故首先需要进行方差齐性检验。方差是否齐性决定需采用不同的检验方法。

3. 计算方法

当班级实验对象的人数少于30时，首先需要检验两个班级成绩的方差是否齐性，然后检验实验班和对照班学生跳远成绩平均值的差异性。方差是否齐性决定需采用不同的检验方法，经检验两总体服从正态分布（正态性检验的方法参看本章案例9），首先进行方差齐性的检验。

（1）方差齐性检验

第一步：建立假设：两班级跳远成绩方差齐性

第二步：计算检验统计量

计算实验班和对照班成绩的平均值和标准差

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{n} = \frac{4.35 + 4.40 + \cdots + 4.25 + 4.48}{10} = 4.34$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}} = 0.12$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{n} = \frac{4.65 + 4.52 + \cdots + 4.75 + 4.56}{10} = 4.61$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}} = 0.07$$

$$F = \frac{S_{\text{大}}^2}{S_{\text{小}}^2} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0.12^2}{0.07^2} = 2.94$$

第三步：确定临界值

α 取 0.05, 自由度 $n'_{\text{大}} = n'_1 = n_1 - 1 = 10 - 1 = 9$, $n'_{\text{小}} = n'_2 = n_2 - 1 = 10 - 1 = 9$ 查方差齐性检验 F 值表 (附表 3), 得 $F_{0.05}(9, 9) = 4.03$

第四步：判断

$$F < F_{0.05}(9, 9), P > 0.05$$

接受假设, 说明差异不具有显著性, 认为两总体方差齐性。

(2) 两总体均数检验

因为两个总体方差均未知, 两总体服从正态, 样本含量均不小于 30, 所以可以用样本标准差 (S) 近似代替总体标准差 (σ), 可以用 u 检验方法。

第一步：建立假设：实验班和对照班学生跳远成绩平均值无差异

第二步：计算检验统计量

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$= \frac{|4.34 - 4.61|}{\sqrt{\frac{(10 - 1) \times 0.12^2 + (10 - 1) \times 0.07^2}{10 + 10 - 2} \times \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)}} = 2.75$$

第三步：确定临界值

α 取 0.05, 自由度 $n' = n'_1 + n'_2 - 2 = 18$, 查附表 2 (双侧), $t_{0.05}(18) = 2.101$

第四步：判断

$$t > t_{0.05}(18), P < 0.05$$

4. 结果与分析

经检验 $P < 0.05$, 拒绝假设, 认为实验班与对照班跳远的平均成绩有显著性差异。