

2013 第十届五一数学建模联赛

承 诺 书

我们仔细阅读了五一数学建模联赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与本队以外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其它公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们愿意承担由此引起的一切后果。

我们授权五一数学建模联赛赛组委会，可将我们的论文以任何形式进行公开展示（包括进行网上公示，在书籍、期刊和其他媒体进行正式或非正式发表等）。

我们参赛选择的题号为（从 A/B/C 中选择一项填写）：_____

我们的参赛报名号为：_____

参赛组别（研究生或本科或专科）：_____

所属学校（请填写完整的全名）_____

参赛队员（打印并签名）：1. _____

2. _____

3. _____

日期： 2013 年 5 月 1 日

2013 第十届五一数学建模联赛

编 号 专 用 页

竞赛评阅编号（由竞赛评委会评阅前进行编号）：

评阅记录

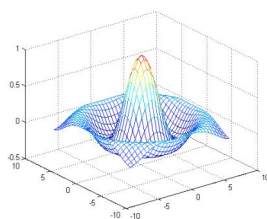
评 阅 人						
评 分						
备 注						

____ 裁剪线 _____ 裁剪线 _____ 裁剪线 _____

竞赛评阅编号（由竞赛评委会评阅前进行编号）：

参赛队伍的参赛号码：（请各参赛队提前填写好）：

2013 第十届五一数学建模联赛



题 目 大学生体质健康评价模型

摘 要

近年来,大学生的体质健康水平呈下降趋势,因此对大学生体质健康的评价问题将为如何提高体质健康水平具有很重要的现实指导意义。本论文在已有研究成果进行总结和评价的基础上,依据《国家学生体质健康标准》,以身高、体重、台阶指数、肺活量、立定跳远、握力体重指数(坐位体前屈)六项指标作为模型构建的指标体系。

在问题一中为了研究体重对体质健康的影响,由于单独的体重没有比较意义,因此本论文采用国际通用的 BMI 指数来代替体重对体质健康影响的判断,通过统计分析法可以定性的得出体重对体质健康有着弱的负影响。为了消除异常数据对统计结果的影响,本论文先是采用了常规的比较分析法对原始数据进行初判,得出的结果不是很理想,于是改用 t-检验法,通过 t 统计量与临界值的比较,可以很好的判别出异常值的存在。

问题二检测不同地区对学生的体质健康是否具有显著性差异,本文采用了分层抽样的方法抽取了 80 个样本数据,并对样本数据进行了地区与各项指标之间的单因素方差分析,结果显示地区对各项指标的显著性检验的 p 值均明显大于置信水平 $\alpha = 0.05$,表明地区对学生的体质健康没有显著性差异。

问题三先依据《国家学生体质健康标准》建立了权重系数模型,对全体进行了综合评价,评价结果显示该校学生体质健康不及格率达到 53.1%,及格率为 31.8%,优秀率和良好率之和仅为 15.1%。为了克服人为评价的局限性因此我们又运用了判别分析及数理统计方法,对样本进行了多元判别分析,构建了分级模型。然后,对模型的有效性进行检验,结果表明该模型的判别效果是非常显著的。同时,为了验证模型的适用性与有效性,用预测样本(1 班的 29 名学生)对模型进行进一步的检验,评价结果显示该班学生体质健康不及格率达到 75.9%,及格率为 13.8%,优秀率和良好率之和仅为 10.3%。结果表明模型的实际判别能力还是比较理想的,对于评价大学生体质健康水平是有很大的借鉴意义的。

总之,制订的大学生体质健康综合评价分级模型,可对学生个体或群体的体质健康状况进行综合评价,具有一定的分类和鉴别作用。

关键字: 体质健康 t-检验 系统聚类 判别分析

一、问题重述

近年来，大学生的体质健康水平呈下降趋势。中国大学生体质调查显示，2010 年国民体质监测结果与 1985 年相比，肺活量下降了近 10%；大学女生 800 米跑、男生 1000 米跑的成绩分别下降了 10.3%和 10.9%，立定跳远成绩分别下降了 2.72 厘米和 1.29 厘米；学生或者过重或者过瘦。影响大学生的体质健康水平的原因很多，对大学生体质健康的评价问题将为如何提高体质健康水平有现实指导意义。

学生体质健康状况已经纳入对学校整体工作的评价体系中，大学生的体质健康测试成为高等院校必须完成的任务。各高校每年都会对在校大学生做体质健康测试，将测试的结果反馈教育部，并及时公布。体质测试主要包括身体形态、身体机能、身体素质等方面。

我们对某高校大一新生 36 个班级共 1000 多名学生进行了体质与健康测试，测试的项目和结果见附件表 1，由于测试过程中学生未能按照要求规范测试，导致测量结果中出现一些偏差，进而影响了体质健康的测试，附表 2 为大一新生各项测试评分标准，请回答下列问题：

问题 1：影响大一新生的体质健康状况的因素很多，体重是体现体质健康状况的重要指标，分析体重对体质健康的影响；在体质健康测试中，测试结果可能存在误差，在附表 1 中，有些测量数据不能反映同学的真实水平，根据附表 1 数据，请建立数学模型检验测试结果的正确性和准确性，找出附表 1 中 1、2、3 班同学的可能偏差测试结果，并说明理由。

问题 2：生源地是影响体质健康状况的因素，请在不同生源地选取适当的样本，试检验不同地区学生的体能健康是否具有显著差别。

问题 3：目前，我国体能测试主要采用《国家体质健康标准》对学生体质进行评价，根据附表 2 中（男生：sheet1；女生：sheet2）项目评价标准，试建立体质健康评价模型，评价该校学生的体质健康状况，并对 1 班的 30 名同学进行体质健康评价。

问题 4：我国大多数高校学生体质健康合格率未达到国家要求，对于未达标的大一新生来说，就如何让学生在在校期间提高自身的体质健康写一份建议报告书，其中包括提高体质健康水平的措施和手段，如何量化提高体质健康指标等问题。

二、问题假设

1. 假设无测量误差。
2. 假设样本中学生身体健康均无重大疾病。
3. 所给指标足够体现学生体质健康水平。
4. 假设所选学生样本均能代表生源地体质健康的一般水平。

三、符号说明

1. T_m ：t-检验统计量。
2. T_p ：t-检验临界值。

3. x_m ：待定异常值。
4. \bar{x}_m ：待定异常值的均值。
5. s_m ：待定异常值的标准值。
6. F ：综合得分。
7. X_i ： $i=1..6$, 分别表示身高、体重、台阶指数、肺活量、立定跳远、握力体重指数（坐位体前屈）。
8. F_1 ：类别 1 得分。
9. F_2 ：类别 2 得分。
10. F_3 ：类别 3 得分。
11. F_4 ：类别 4 得分。

四、模型的建立与求解

4.1 问题 1：分析体重对体质健康的影响；根据数据，建立数学模型检验测试结果的正确性和准确性，找出附表 1 中 1、2、3 班同学的可能偏差测试结果，并说明理由。

4.1.1 问题分析

体重是体现体质健康状况的重要指标，要分析体重对体质健康的影响，不能够研究体重对体质健康的直接影响，只能分析体重对体质健康的间接影响。对于此处即分析体重对台阶测试、握力（坐卧体）、肺活量，跳远等的影响，根据经验单独的体重研究具有不合理性，只有将体重与身高结合起来才能说明真正的体重状况，因此选用 BMI 指数，即用体重公斤数除以身高米数平方得出的数字，此是目前国际上常用的衡量人体胖瘦程度以及是否健康的一个标准。通过 BMI 指数我们将此大学生人群分为：过轻，正常，超重，肥胖四个等级，对应指数如下：

表 4-1-1. 体重指标

BMI 指数	男性	女性
过轻	低于20	低于19
正常	20-25	19-24
过重	25-30	24-24
肥胖	30-35	29-34

然后根据各个等级中的人数分布我们对体重于健康状况的一个总体概述。

异常值出现的情况有指标值的过大或过小，存在偏离该指标大多数观测值，有着人为和非人为的因素，对统计数据一般有着不小的影响。先对数据进行直观的观察，即用简单的比较分析法来判断数据有无明显的异常值，然后在根据数理知识来定量的判断异常值。怎样判断一组统计数据中的异常值也是统计研究中的一项重要的课题，根据查阅文献可以得知，现在也

还没有比较完备的模型用来比较，最终通过综合比较，采用 t-检验法检测指标间异的常值。

t-检验法原理：已知正态样本的一组观测值 x_1, x_2, \dots, x_n ，其中 x_m 为可疑异常值，

t-检验法统计量： $T_m = \frac{|x_m - \bar{x}|}{s_m}$ ，t-检验法的临界值为： $T_p(n) = \sqrt{\frac{n}{n-1}} t_p(n-2)$ ，其中

\bar{x} 、 s_m 为可疑值 x_m 的样本均值和标准偏差，分别为： $\bar{x} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1, i \neq m}^n x_i$ ，

$s_m = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1, i \neq m}^n (x_i - \bar{x})^2}$ ，当它的统计量大于临界值时： $T_m > T_p(n)$ ，就判为异常值。 T_p

的下标 p 是百分数，由下式决定： $p = \begin{cases} 1-\alpha, (\text{单侧检验}) \\ 1-\alpha/2, (\text{双侧检验}) \end{cases}$ ，检测异常值一般取 $\alpha = 0.01$ ，

故一般 $p=0.99$ 或 $p=0.995$ 。且式中 $t_p(n-2)$ 是自由度为 $(n-2)$ 的 t 分布的 p 分位数。一般

“数理统计”教材的附录都有“ t 分布的分位数表”，分布的分位数表”。 $T_p(n)$ 列成表

可查附录中附件 3。

4.12 模型的建立与求解

体重对体质健康的影响：

任选 100 个数据的样本（由于全部样本过大），我们先做 BMI 指数与肺活量，台阶测试、握力体重指数（坐位体前屈），立定跳远等变量的相关性。

表 4-1-2. 变量相关性检验

相关性		BMI 指数	肺活量	台阶测试	握力体重指数 坐位体前屈	立定跳远
BMI 指数	Pearson 相关性	1	.151	-.215 [*]	.034	-.008
	显著性（双侧）		.099	.018	.710	.932
	N	121	121	121	121	121

从相关系数的显著性结果来看，只有台阶测试的 p 值大于 0.05，即 BMI 指数对台阶指数有显著影响，且是负相关，还有 BMI 对立定跳远的相关系数也为负数，尽管其 p 值不能大于 0.05。总之此处虽然有着显著性检验不能通过，但是还是可以粗略的看出体重对体质健康有着影响，且可能是负影响。

下面看能否对其进行定量的分析，观察 BMI 数据对各个变量的散点图，如下：

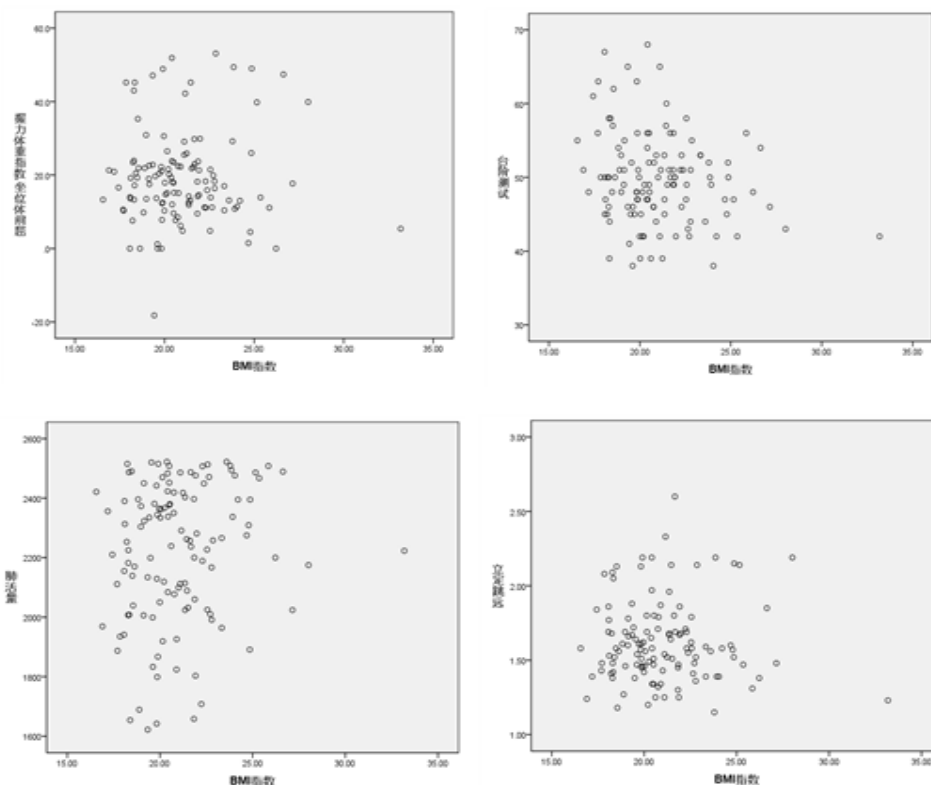


图 4-1-1. BMI 数据对各个变量的散点图

从上散点图可以看出来，BMI 指数与各变量之间不能够看出来有什么明显的函数关系，因此也就不能对其进行定量分析，则下面对体重影响健康状况进行详细的定性分析。

根据《国家体质健康标准》，将数据根据过轻，正常，超重，肥胖进行分组统计出不合格率，统计结果如下：

表 4-1-3. 男女体重情况比重

身高体重等级	男	%	女	%	总计	%
过低	198	25.95%	58	18.95%	256	23.95%
正常	409	53.60%	218	71.24%	627	58.65%
超重	117	15.33%	27	8.82%	144	13.47%
肥胖	39	5.11%	3	0.98%	42	3.93%
总计	763	100.00%	306	100.00%	1069	100.00%

由上表看出身高体重低于正常水平的男女生的比率相近，分别占男生的 25.95%和女生 18.95%，而体重超过正常水平的男女生比率相差较大，分别占男生 20.44%和女生的 9.9%。

表 4-1-4. 男女各项指标不及格情况

性别	身高体重等级	台阶测试（不及格）		男：握力 女：坐位体（不及格）		跳远（不及格）		肺活量体重指数（不及格）		总分等级（不及格）	
		人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
男	较低	40	20.20%	173	87.37%	85	42.93%	46	23.23%	156	78.79%
	正常	78	19.07%	316	77.26%	206	50.37%	53	12.96%	240	58.68%

	超重	34	29.06%	81	69.23%	68	58.12%	6	5.13%	74	63.25%
	肥胖	11	28.21%	31	79.49%	25	64.10%	4	10.26%	31	79.49%
男总		163	21.36%	601	78.77%	384	50.33%	109	14.29%	501	65.66%
女	较低	2	3.45%	3	5.17%	23	39.66%	7	12.07%	4	6.90%
	正常	12	5.50%	13	5.96%	118	54.13%	52	23.85%	46	21.10%
	超重	1	3.70%	3	11.11%	22	81.48%	14	51.85%	18	66.67%
	肥胖	1	33.33%	0	0.00%	3	100%	3	100%	3	100%
女总		16	5.23%	19	6.21%	166	54.25%	76	24.84%	71	23.20%
总计		179	16.74%	620	58.00%	550	51.45%	185	17.31%	572	53.51%

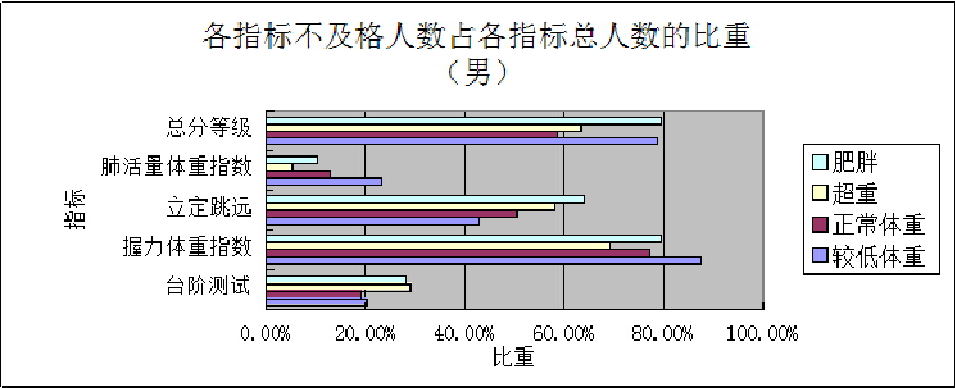


图 4-1-2. 男生各项指标不及格率情况柱形图

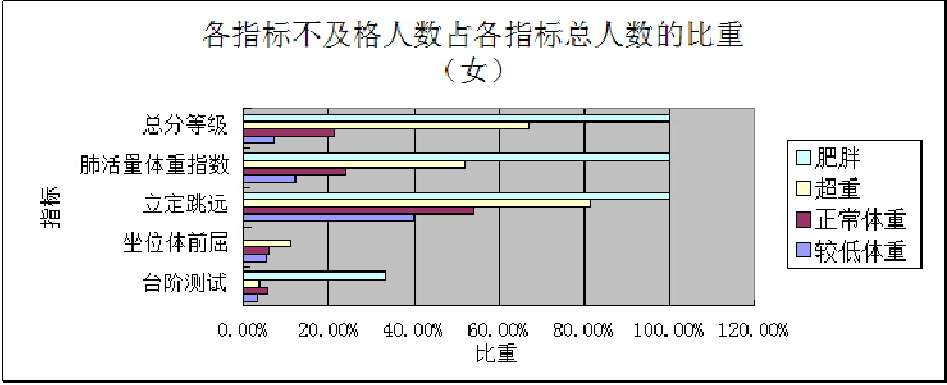


图 4-1-3. 女生各项指标不及格率情况柱形图

由表可得：肥胖男女生所有四项运动能力均大幅下降，总分及格率(男 27.0%，女 9%)也明显下降，肥胖是影响体质健康的一大障碍。

正常体重和较低体重男女生中，较低体重的男女生在四项体能测试中表现出不及格率均高于正常体重的男女生，总分及格率也低于正常体重的男女生。则认为男女生的有些差距不是差在体能上而是差在身高体重上。说明体质测试评分的标准并不是绝对以体能为依据的，也兼顾到了身高体重有关身体发育的指标。

身高体重超重的男生在台阶测试和跳远的不及格率分别达到 28.21%和 64.10%高于正常体重(19.07%和 50.37%)。男生表现出随着体重的增加，体能测试项目中有的项目及及格率降低，有的不变。超重的女生四项体能测试及格率均远低于正常体重的女生，女生表现出随着体重的增加运动能力呈现逐渐下降的趋势。

异常值检测:

方法一: 比较分析法:

通过对数据的观察比较分析, 根据日常的常识和标准, 可以粗略的看出一些过分异常的数据, 如有些数据中出现零值或负值, 有些数据过分的大或过分的小, 还有些变量结合在一起看可以发现明显的不合常理性。如此题处可以明显的发现学号为 120039, 120043 的体重与身高就有着不协调性, 有些不合日常标准, 学号为 120059 和 120087 的台阶测试的结果有些明显的偏小了, 学号 120004 和学号 1200059 的肺活量数据就有些偏大了。

比较分析法带有着主观性和难判性, 对检验的结果必然会有着不合理性, 因此还需使用数理统计法进行定量的检验, 下用 t-检验法进行检测。

方法二: t-检验法:

由于 t-检验法需要数据服从正态分布, 则先对 1、2、3 班数据进行正态性检验, 用 SPSS 做出身高、体重、肺活量, 台阶测试、握力体重指数 (坐位体前屈), 立定跳远的 P-P 图 (见附录中附件 2), 因为男女有差别, 所以对数据进行分男女处理。

从 P-P 图可明显看出所有检测变量基本是沿一条直线分布, 因此可以判定此些数据均近似服从正态分布。此处还应加上一个 BMI 指数, 因为如果检验出 BMI 指数可以反映出身高和体重的搭配是否不合理。显然 BMI 指数也近似服从正态分布。下面分别对身高、体重、肺活量, 台阶测试、握力体重指数 (坐位体前屈), BMI 指数, (分男女) 的

各个变量计算统计量 T_m , 根据上述原理, 编写 MATLAB 程序 (程序见附录中附件 1) 计

算出 T_m 的值, 所求结果见附表 3。1、2、3 班男生数有 72 个, 女生有 16 个, 我们检验的值取 $\alpha = 0.01$, 则 $p = 0.99$, 通过后面附录中的附件 3 的 t-检验临界表可得男生数据的检验临界值 $T_p(72-2) = 2.325$, 女生的数据的检验临界值 $T_p(16-2) = 2.78$, 通过比较 T_m

与 T_p 的值, 比 T_p 大的数据即为异常值, 比较说得最终结果附表 3: 异常值检测, 从结果

中可以得出 1、2、3 班学号为 120002, 120004, 120011, 120017 等 15 位同学的数据有异常, 其中女生有学号分别为 120055, 120058, 对学号 120002 和 120004 的同学来说, 检测出的是肺活量数据异常, 一个明显高于一般值, 一个明显低于一般值。

用 t-检验法可以定量化的检测出一组统计数据中的异常值, 克服了比较分析法的主观臆断性, 对异常值有着很好的研判结果。

4.2 问题 2: 选取适当的样本, 试检验不同地区学生的体能健康是否具有显著差别。

4.2.1 问题的分析

首先数据庞大, 需对数据进行抽样处理, 此处共有 1070 个数据, 其中还有异常数据, 学生共分布 8 个不同的地区, 我们采用常用的分组抽样的方法抽取样本, 又由于各地区人数分布不均, 导致有些地区不可能抽取到足够多的数据, 我们通过各地区人数的综合比较, 最终每组抽取 10 人, 即样本为分成 8 组, 每组 10 人, 共 80 人的数据。

地区对体能健康的影响, 是一个分类型变量对另一个数值型变量的影响, 即单因素的影响问题, 又由问题一可得, 数据均由正态性, 则对此问题的显著性检验采用单因素方差分析法有比较好的结果。

单因素方差分析采用的是 F 统计量, 进行 F 检验, 总的变异平方和记为 SST, 分解为两个部分: 一部分是由控制变量引起的离差, 记为 SSA (组间离差平方和); 另一部

分由随机变量引起的 SSE（组内离差平方和）。于是有 $SST=SSA+SSE$ 其中，

$$SSA = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2, \quad k \text{ 为水平数; } n_i \text{ 为第 } i \text{ 个水平下的样本容量。可见，组间样本}$$

离差平方和是各组均值和总体均值离差的平方和，反映了控制变量的影响。

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad \text{组内离差平方和是每个试验结果与本组平均值离差的平方和，反}$$

映了数据抽样误差的大小程度。F 统计量是平均组间平方和与平均组内平方和的比，计

算公式为：
$$F = \frac{SSA/(k-1)}{SSE/(n-k)}$$
，从 F 值计算公式可以看出，如果控制变量的不同水平对试验结果有显著的影响，那么试验结果的组间离差平方和必然大，F 值也就比较大；相反，如果控制变量的不同水平没有对试验结果造成显著的影响，那么，组内离差平方和影响就会比较大，F 值就比较小。

4.22 显著性检验：单因素方差分析

采用上述所说的分组抽样的方法，抽出 80 个样本，由于是抽样的方法，此处除了将总体样本中含有明显错误的数据剔除外就没有再对总体做异常值检测了，因为这时异常值对样本数据的影响是可以忽略的，我们所抽取的样本见附表 4。

要比较各地区的体质健康是否有显著性的影响，即比较地区对身高、体重、肺活量，台阶测试、握力体重指数（坐位体前屈），立定跳远等变量是否有显著性影响，从数据来看，首先可以观测各个变量均值是否有显著。然后从总体上来进行单因素方差分析。

使用 SPSS 单因素分析方法进行数据处理和分析，其中因变量分别为身高、体重、肺活量，台阶测试、握力体重指数（坐位体前屈），立定跳远，因素变量为 8 个不同的地区。

表 4-2-1 是 8 个地区样本的各变量描述性统计量表（见附录中附件 4），由表可得各变量的均值，标准差均相差不大，初步估计差异不大。

检验样本方差齐性，得到如 4-2-1 所示的表格，从表 4-2-1 的检验结果看出，各个变量的显著性概率均 P 均大于 0.05，即方差具有齐次性。

表4-2-1. 方差齐性检验

	Levene 统			
	计量	df1	df2	显著性
身高	1.097	7	72	.374
体重	1.187	7	72	.321
肺活量	.863	7	72	.540
台阶测试	1.556	7	72	.163
握力体重 指数	.665	7	72	.701
立定跳远	.904	7	72	.509

表4-2-2. 方差分析表

		ANOVA				
		平方和	df	均方	F	显著性
身高	组间	536.730	7	76.676	1.439	.203
	组内	3835.467	72	53.270		
	总数	4372.197	79			
体重	组间	1011.184	7	144.455	.958	.469
	组内	10860.976	72	150.847		
	总数	11872.160	79			
肺活量	组间	10062464.388	7	1437494.913	1.913	.080
	组内	54097268.300	72	751350.949		
	总数	64159732.688	79			
台阶测试	组间	627.688	7	89.670	.768	.616
	组内	8406.500	72	116.757		
	总数	9034.188	79			
握力体重指数	组间	1040.649	7	148.664	.566	.781
	组内	18904.175	72	262.558		
	总数	19944.824	79			
立定跳远	组间	.532	7	.076	.634	.726
	组内	8.621	72	.120		
	总数	9.152	79			

表4-2-2为方差分析表，从表中的结果可以看出，方差来源包括组间离差、组内离差和总离差；以跳远为例，组间离差平方和（SSA）为0.532，组内离差平方和（SSE）为8.621，总离差平方和（SST=SSA+SSE）为9.152。Df为自由度，组间自由度为7，组内自由度为72，总自由度为79。均方是平方和与自由度之比，组间均方为0.076，组内均方为0.120。从以上数据计算得到F值等于0.634，对应的概率P为0.726，大于0.05，表明地区对立定跳远的结果没有显著性影响。同理观察表中其他变量的F值和P值，可以发现F值均比较小，P值均大于显著性水平0.05，因此地区对其他变量的影响均不显著。综上所述，不同地区学生的体能健康不具有显著差别。

4.3 问题3：试建立体质健康评价模型，评价该校学生的体质健康状况，并对1班的30名同学进行体质健康评价。

4.31 问题分析

对健康体质的评价就是根据各变量对总体的综合评价，此处首先想到根据各个变量占有的权重来对总体进行评分，根据《国家学生体质健康标准》大学生评价项目权重，对应权

重如下表：

表 4-3-1. 权重系数表

标准体重	台阶实验	肺活量	体 重 指 数 (BMI 指数)	立定跳 远	握力体重指数 (坐位体前屈)
权重系数	0.10	0.30	0.20	0.20	0.20

根据权重系数建立权重方程模型各个测试项目的得分之和为《国家学生体质健康标准》的最后得分，根据最后得分来评定等级：90 分以上为优秀，76 分—89 分为良好，60 分—74 分为及格、59 分及以下为不及格，分为优秀、良好、及格、不及格四个等级。

考虑到这种权重模型具有严重的不变性和主观性，更有计算的繁琐性，则我们考虑采用系统聚类分析和判别分析结合起来建立的分级模型，先用聚类分析对总体进行聚类，然后用 Fisher 判别法对结果进行回判。

4.32 模型的建立与求解

模型一：权重系数模型

数据的处理：根据问题一中的异常值检测方法，对样本总体中的异常值进行剔除。根据附表 2 的《大学生各项测试项目评分标准》对各项数据评分，评分结果见附表 5。

根据《国家学生体质健康标准》给定的各项系数的权重，建立模型如下，

设 F 为综合得分， x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 分别为身高体重指数、台阶指数、肺活量、立定跳远、

握力体重指数（坐位体前屈）则建立模型：

$$F = 0.2x_1 + 0.1x_2 + 0.3x_3 + 0.2x_4 + 0.2x_5$$

，然后再根据模型对整体进行评分，并根据得分判出等级（结果见附表 5）。对 1 班的评级结果柱形图如下

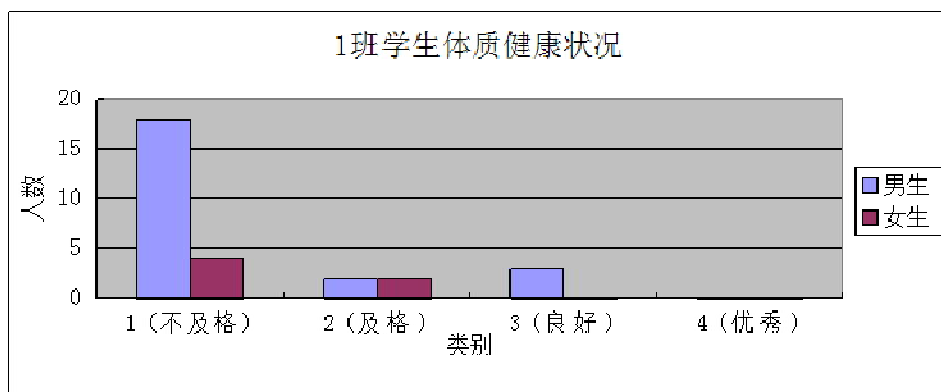


图 4-3-1. 1 班学生体质健康状况人数柱形图

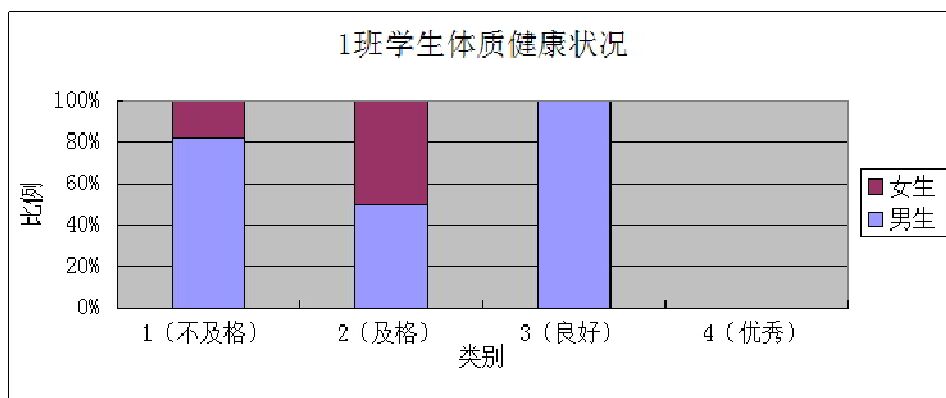


图 4-3-1. 1 班学生体质健康状况男女比例柱形图

根据柱形图可以很清晰的看出体质健康不及格的人数占有大多数的比例，不及格率为 64%，及格率为 16%，优秀率和良好率之和仅为 20%。，大多数的人均分布在及格与不及格之间。由模型可以得出该学校的大学生体质健康水平偏下。

模型二：分级模型

原始数据的处理：用聚类分析对原始数据的处理如下表所示：

表4-3-2. 聚类分析结果（男）

学号	身高	体重	肺活量	台阶测试	握力体重指数	立定跳远	类别
120001	167.3	61.1	4561	65	59.4	2.22	1
120002	171.7	57	2134	65	47.1	1.88	2
120003	167.2	66.7	3604	46	40.2	2.31	1
120004	176.2	67	5762	40	49.4	2.17	3
120005	173.7	61.6	3870	54	40.8	2.23	1
120006	162.1	55.6	3590	58	39.2	2.14	1
120007	172.8	67.1	4005	50	39.4	2.15	1
120008	174.5	67.5	4893	46	44.4	2.1	3
120009	167	71	3809	50	50.4	1.98	1
120010	173	57.7	3983	45	43.3	1.93	1
.....

表4-3-3. 聚类分析结果汇总（女）

学号	身高 (cm)	体重 (kg)	肺活量 (ml)	台阶测试	坐位体前屈	立定跳远 (m)	类别
120024	162.3	50.4	2450	51	22.6	1.78	1
120025	162.8	48.6	3011	50	20.1	1.67	2
120026	162.3	54.9	3245	49	16.8	1.64	2
120027	164	54.8	2522	47	19.3	1.65	1
120028	158.7	50.6	2570	63	13.5	1.65	1
120029	154.4	53	1708	51	11.2	1.71	1
120055	169	65	4125	68	19.2	1.92	3

120056	166.5	55.8	2772	55	31.3	1.42	1
120057	170.3	60	2787	59	23.4	1.54	1
120058	168.1	70.2	1891	52	26	1.52	1
120059	159.1	50.3	1229	44	6	1.31	4
.....

（注：此处表中的 1、2、3、4 分别代表体质不及格、及格、良好、优秀四种等级）

由前面所述，在进行判别分析之前，必须已知观测对象的分类和若干表明观测对象特征的变量值。因此，我们必须对原始数据进行一定的处理，将观测对象进行必要的分类。由于样本数量较多，我们采用聚类分析对样本进行快速分类。其基本原则是同类个体有较大的相似性，不同类个体有较大的差异性。这里，我们采用样本聚类法对样品进行分类。所得聚类分析后的总结果见附表5，部分结果如上表4-3-2和4-3-3所示，表中多出“类别”一项，可以清晰地看到每一样品所属的类别。

Fisher 线性判别函数的建立

在对原始数据进行处理的基础上，进行判别分析的操作，运行后所显示结果如表4-3-4（以女生为例，男生略）所示。表中 F1、F2、F3 分别为该样品的三个判别得分，P1、P2、P3、P4 分别为该样品判归为不及格、及格、良好、优秀四类别的概率。以学号为120116的样品为例，其实际类别属于体质不及格者，预测类别与实际类别是一致的，且将其归为该类别的概率为 $P1=0.992$ ，而将其归为其它类别的概率都很低，几乎为零。所选取的样品中，通过预测类别与实际类别的比较可以看出，除了少量的判别错误，判别分析的预测结果基本上与实际所属类别是相符合的。

表 4-3-4. 部分判别分析结果（女）

学号	实际类别	预测类别	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4
120055	3	3	4.631	0.866	1.068	0.000	0.072	0.928	0.000
120059	4	4	-5.033	0.569	-1.519	0.000	0.000	0.000	1.000
120060	1	1	0.134	-0.225	0.686	0.682	0.318	0.000	0.000
120085	1	1	-2.677	-1.339	1.122	0.909	0.000	0.000	0.091
120086	2	2	1.000	-0.662	-1.193	0.158	0.839	0.003	0.000
120087	1	1	-1.625	0.126	-2.168	0.988	0.004	0.000	0.008
120088	1	4	-3.641	-1.057	0.157	0.108	0.000	0.000	0.892
120112	1	1	-2.354	-0.067	1.608	0.979	0.000	0.000	0.021
120115	2	2	0.920	-0.292	-0.453	0.184	0.815	0.002	0.000
120116	1	1	-1.991	-0.009	0.947	0.992	0.001	0.000	0.007
120117	2	2	1.361	0.630	0.926	0.054	0.944	0.002	0.000
.....

有关判别函数的输出结果见表 4-3-5 和表 4-3-6。计算判别分数时使用原始自变量，直接将六项评价指标的值代入即可。根据表 4-3-5 的 Fisher 线性判别函数系数表可以得到判定大学男生体质不及格、及格、良好与优秀的四个线性判别函数模型分别为：

$$F_1 = 5.535X_1 - 0.384X_2 + 0.016X_3 + 0.143X_4 - 0.244X_5 + 26.251X_6 - 524.613$$

$$F_2 = 5.499X_1 - 0.380X_2 + 0.008X_3 + 0.167X_4 - 0.229X_5 + 26.810X_6 - 493.501$$

$$F_3 = 5.580X_1 - 0.396X_2 + 0.025X_3 + 0.090X_4 - 0.264X_5 + 26.675X_6 - 566.883$$

$$F_4 = 5.763X_1 - 0.325X_2 - 0.009X_3 + 0.292X_4 - 0.158X_5 + 29.483X_6 - 524.566$$

表 4-3-5. Fisher 判别系数表（男生）

类别	1.00	2.00	3.00	4.00
身高	5.535	5.499	5.580	5.763
体重	-.384	-.380	-.396	-.325
肺活量	.016	.008	.025	-.009
台阶测试	.143	.167	.090	.292
握力体重指数	-.244	-.229	-.264	-.158
立定跳远	26.251	26.810	26.675	29.483
(常量)	-524.613	-493.501	-566.883	-524.566

Fisher 的线性判别式函数

同理，根据表4-3-6中的Fisher线性判别函数系数可以得到判定大学女生体质不及格、及格、良好与优秀的四个线性判别函数模型分别为：

$$F_1 = 5.879X_1 - 0.374X_2 + 0.011X_3 + 0.694X_4 - 0.480X_5 + 22.095X_6 - 505.767$$

$$F_2 = 5.926X_1 - 0.369X_2 + 0.021X_3 + 0.718X_4 - 0.458X_5 + 20.245X_6 - 538.595$$

$$F_3 = 5.928X_1 - 0.451X_2 + 0.030X_3 + 0.642X_4 - 0.384X_5 + 22.997X_6 - 570.395$$

$$F_4 = 5.916X_1 - 0.436X_2 - 0.002X_3 + 0.666X_4 - 0.572X_5 + 22.320X_6 - 482.119$$

表4-3-6. Fisher 判别系数表（女生）

类别	1.00	2.00	3.00	4.00
身高	5.879	5.926	5.928	5.916
体重	-.374	-.369	-.451	-.436
肺活量	.011	.021	.030	-.002
台阶测试	.694	.718	.642	.666
握力体重指数	-.480	-.458	-.384	-.572
立定跳远	22.095	20.245	22.997	22.320
(常量)	-505.767	-538.595	-570.395	-482.119

Fisher 的线性判别式函数

得到判别函数后，对于一个未知类别样本， $X = (X_{1_i}, X_{2_i}, X_{3_i}, X_{4_i}, X_{5_i}, X_{6_i})$ ，直接将六项指标的测量值代入以上函数中，可以得到相应的判别得分F值，然后再根据判别得分进行分类，其判别规则为：将所得的四个F值进行比较，哪个最大，就将其归入哪类。

分级模型的判别效果分析

构建了判别模型后，对模型的有效性进行必要的检验。用所建立的判别函数对已知

类别的样品进行判别，计算判对率和判错率，可用来描述判别函数的判别效果。

根据表4-3-7中对原始样本进行判别分类的结果，可以看到总体的判对率为96.75%，即 $(87\%+100\%+100\%+100\%)/4$ 。其中，469名体质不及格者有39人被判定为体质及格，有23人被误判为体质良好，判对率为87%，错判率为13%；而对于剩下的104名体质及格者，157名体质良好者及5名体质优秀者的判对率均为100%。同样，由表4-3-8 可以看出女生的判别结果中，模型的总错判率为2.825%，总判对率为97.175%。由此可见，所构建的判别函数判别效果是很显著的。

表4-3-7. 判别结果汇总表（男）

		预测组别					
		类别	1	2	3	4	合计
原始 组别	数目	1	407	39	23	0	469
		2	0	104	0	0	104
		3	0	0	157	0	157
		4	0	0	0	5	5
	%	1	87.00	8.00	5.00	0.00	100
		2	0.00	100.00	0.00	0.00	100
		3	0.00	0.00	100.00	0.00	100
		4	0.00	0.00	0.00	100.00	100

a.总判对率为96.75%

表4-3-8. 判别结果汇总表（女）

		预测组别					
		类别	1	2	3	4	合计
原始 组别	数目	1	157	10	0	10	177
		2	0	87	7	0	94
		3	0	0	8	0	8
		4	0	0	0	4	4
	%	1	88.70	5.65	0.00	5.65	100
		2	0.00	100.00	0.00	0.00	100
		3	0.00	0.00	100.00	0.00	100
		4	0.00	0.00	0.00	100.0	100

a.总判对率位97.175%

用预测样本对模型进行检验

构建综合评价的分级模型中，通过显著性检验及判对率与判错率的分析，是有效的，因此，可利用该分级模型对预测样本进行判定，也就是直接将预测样本的六项指标数值分别代入四个判别函数中，得到相应的判别得分即 F 值，然后再根据判得分判定每个样本所属的类别。

预测样本选取的是未参与建模的1班和剔除异常值的25名学生，利用已经构建成的

分级模型，对其进行体质健康判定。

从表4-3-9的判别结果中，可以看到该模型对于预测样本中23个男生的体质判别情况：18名体质不及格者、2名体质及格者及3名体质良好者的判对率均为100%（因为数据样本小，才会出现此类情况，一般情况下，不会达到百分之百）。总体的判定正确率为100%，误判率为0。从表3-11的判别结果中，可以看到该模型对于预测样本中6个女生的体质判别情况：4名体质不及格者有1名被错判为体质优秀者，判对率为75%，判错率为15%；对2名体质及格者的判对率为100%。总体的判对率为93.75%，即

$(75\%+100\%+100\%+100\%)/4$ 。这说明模型的实际判别能力也较好，可以在实际分析中用该模型对大学生体质健康水平进行判别。

表4-3-9判别结果汇总表（男）

		预测组别				合计
	类别	1	2	3	4	
原始组 别	数目	1	18	0	0	18
		2	0	2	0	2
		3	0	0	3	3
		4	0	0	0	0
	%	1	100.00	0.00	0.00	100
		2	0.00	100.00	0.00	100
		3	0.00	0.00	100.00	100
		4	0.00	0.00	0.00	100

a.总判对率为100%

表4-3-10判别结果汇总表（女）

		预测组别				合计
	类别	1	2	3	4	
原始组 别	数目	1	3	0	0	4
		2	0	2	0	2
		3	0	0	0	0
		4	0	0	0	0
	%	1	75.00	0.00	0.00	100
		2	0.00	100.00	0.00	100
		3	0.00	0.00	100.00	100
		4	0.00	0.00	0.00	100

a.总判对率位93.75%

由表4-3-9也可得出在男生人数为23的样本中，第一类别即体质不及格者为18人，其所占比重为78.3%；第二类别即体质及格者为2人，其所占比重为8.7%；第三类别即体质良好者为3人，其所占比重为13%；第四类别即体质优秀者为0人，其所占比重为0。显然，体质不及格者所占比重最大，体质良好者（无体质优秀者）比重为13%，远远低于体质不及格者比重。而由表3-11可知在女生人数为6的样本中，第一类别即体质不及格者为4人，其所占比重为66.7%；第二类别即体质及格者为2人，其所占比重为33.3%；第三类别即体质良好者为0人，其所占比重为0%；第四类别即体质优秀者为0人，其所占比重为0%。可见，体质不及格者所占比重最大，体质优秀者与体质良好者比重之和为0%。

同时，我们可以得出在1班的29个学生样本中，体质优秀者所占比重为0，体质良好者所占比重为 $3/29=10.3\%$ ，体质及格者所占比重为 $4/29=13.8\%$ ，体质不及格者所占比重为 $22/29=75.9\%$ 。由以上的数据分析结果可知，学生体质优秀与良好者所占比例偏小，大部分集中在不及格等级中。这说明，1班的29名学生的体质状况总体上不佳。

对大学生整体的综合评价：

在判别分析的过程中，可以得到各类别的判别指标平均值及各类别所占比重，具体结果见附录中附件5。由附件五中表的有效样品数项可知，在男生人数为735的总体样本中，第一类别即体质不及格者为469人，其所占比重为63.8%；第二类别即体质及格者为104人，其所占比重为14.1%；第三类别即体质良好者为157人，其所占比重为21.4%；第四类别即体质优秀者为5人，其所占比重为0.7%。显然，体质不及格者所占比重最大，体质优秀者与体质良好者比重之和仅为22.1%，远远低于体质不及格者比重。而由附件5中表的有效样品数项可知在女生人数为283的总体样本中，第一类别即体质不及格者为177人，其所占比重为62.5%；第二类别即体质及格者为94人，其所占比重为33.3%；第三类别即体质良好者为8人，其所占比重为2.8%；第四类别即体质优秀者为4人，其所占比重为1.4%。可见，体质不及格者所占比重最大，体质优秀者与体质良好者比重之和仅为4.2%。同时，我们可以得出在大学生人数为1018的总体样本中，体质优秀者所占比重为 $(4+5)/1018=0.9\%$ ，体质良好者所占比重为 $(157+8)/1018=16.2\%$ ，体质及格者所占比重为 $(104+94)/1018=19.4\%$ ，体质不及格者所占比重为 $(469+177)/1018=63.5\%$ 。由以上的数据分析结果可知，学生体质优秀与良好者所占比例偏小，大部分集中在不及格等级中。这说明，男女生的体质状况总体上不佳。并且，在优秀和及格等级中，女生所占比例都高于男生；在良好和不及格等级中，男生所占比例略高于女生。

4.4 问题四：如何让学生在在校期间提高自身的体质健康写一份建议报告书，其中包括提高体质健康水平的措施和手段，如何量化提高体质健康指标等问题。

整体概述：

大学生体质健康状况不佳，由第四部分对大学生体质健康状况的分析可以看出，男女大学生的体质状况总体上不太理想，多数学生处于及格与不及格两个等级中，体质达到优秀等级的学生较少，大学生体质健康呈现出不佳的现状。随着社会节奏的加快，学生背负的压力越来越多，久而久之养成的不规律的生活习惯，使学生的体质健康受到极大影响。同时，随着生活水平的提高，热量、脂肪等过多的摄入及食物结构的不尽合理，加上缺乏足够的体育锻炼，导致许多学生体质下降，健康受到严重的威胁。因此，必须进一步重视大学生的体质健康问题，并在实际工作中采用合理可行的对策，以改善大学生的体质健康状况。

当前多数大学生在体育锻炼上存在着盲目性，不知道如何进行锻炼才有利于自己的身体健康或达到更好的健康效果。若在体育锻炼中采用不同的运动处方，有计划、有针对性地对大学生体育锻炼进行科学合理的指导，学生们通过较少的运动形式或运动时间，就能够大大提高体育锻炼的效果，做到事半功倍，从而达到增强大学生体质的最终目的。

建议：

我们认为，要改善大学生体质健康不佳的状况，需要国家、学校及个人三方面的共同努力。一方面，国家必须进一步对大学生的体质健康给予高度重视，继续探讨和制定体质健康评价制度，鼓励并推动学生积极参加体育锻炼；另一方面，各高校领导与相关部门也应关心和重视大学生的体质健康，必须认真贯彻落实国家教育部文件精神，加

强体质健康知识的宣传与教育。学校应时常举办有利于大学生体质健康的大型课外活动，以增强其健康意识，促进学生积极参与运动。同时，学校体育教师应不断改革教学方式，采用灵活多变的教学模式，培养学生对于体育运动的兴趣。最后，学生自身的努力是非常关键的。学生必须培养健康意识，克服懒惰心理，养成良好的体育锻炼习惯，并通过长期的锻炼，找到适合自己的保健方法。除了平时的体育课外，学生还需要多参加课外活动，将课外活动与课内教学有机地结合起来，以取得更好的健身效果。同时，学生可以掌握体质的自我评价方法，通过自评，随时关注与了解自己当前的体质健康状况，促进学生主动参加体育锻炼。大学生尤其是大一新生，应该做好一个具体的锻炼计划，循序渐进，由易到难，不断的增加运动量。要锻炼身体，就必须有坚强的意志和毅力，必须坚持不懈，持之以恒。“三天打鱼，两天晒网”定不可取。

五、模型评价

优点：

问题一：

体重对体质健康的影响进行了很好的定性分析，可以看出体重对体质健康有着影响，但是不是很明显，且可以得出体质健康有着轻微的睡着体重的超常而下降。

对异常值的检验采用了常规方法和数理统计方法，通过两种比较第二种方法能够定量的检测出异常值。

问题二：

单因素方差分析比较简便的进行检验显著性检验，且也比较通用。

问题三：

通过分级模型对传统的权值系数模型进行了比较好的修正，操作简便易行，结果比较好。

缺点：

对问题一中不能够对其进行定量的分析，对问题二中的 t-检验法不能够检测数据间影响。对问题三的分级模型会有样本选取的局限性会影响结果的精确性。

六、参考文献

- [1] 百度百科, BMI 指数, <http://baike.baidu.com/view/966047.htm>, 2013. 4. 30。
- [2] 马明珠, 郭兰, 郑健成, 身高体重对大学生体质健康测试的影响, 科技资讯[J], 2011, 36: 206-207。
- [3] 王文周, 未知 σ, t 检验法剔除异常值最好, 四川工业学院学报[J], 2000, 19(3): 84-86。
- [4] 黄创锦, 蔡汝山, 单因素方差分析在环境试验中的应用, 可靠性与环境适应性理论研究[J], 2010, 28(6): 21-25。
- [5] 石娟娟, 大学生体质健康综合评价分级模型构建的研究[D], 华中科技大学, 2009。
- [6] 贾俊平, 统计学[M], 北京: 中国人民大学出版社, 2003。
- [7] 朱建平, 应用多元统计学[M], 北京: 科学出版社, 2012。
- [8] 林志超, 大学体育与健康教程[M], 北京: 北京体育大学出版社, 2009。
- [9] Safrit M J. Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise

七、附录

附件 1:

求 \bar{x}_m, s_m, T_m 的 MATLAB 程序代码:

```
n=input('n=:');%输入统计量n的值.
a=zeros(n,1);
x=zeros(n,1);
t=zeros(n,1);
for i=1:n
    x(i)=(sum(h)-h(i))/(n-1);
    a(i)=sum((h-x(i)).^2)-(h(i)-x(i))^2;
end
x                %输出  $\bar{x}_m$  的值.

s=sqrt(a/(n-2))  %计算并输出  $s_m$  的值.

for i=1:n
    t(i)=abs(h(i)-x(i))/s(i);
end
t                %输出  $T_m$  的值.
```

说明: 要在程序开头输入变量。

附件2:

各个变量的散点图（分男女）:

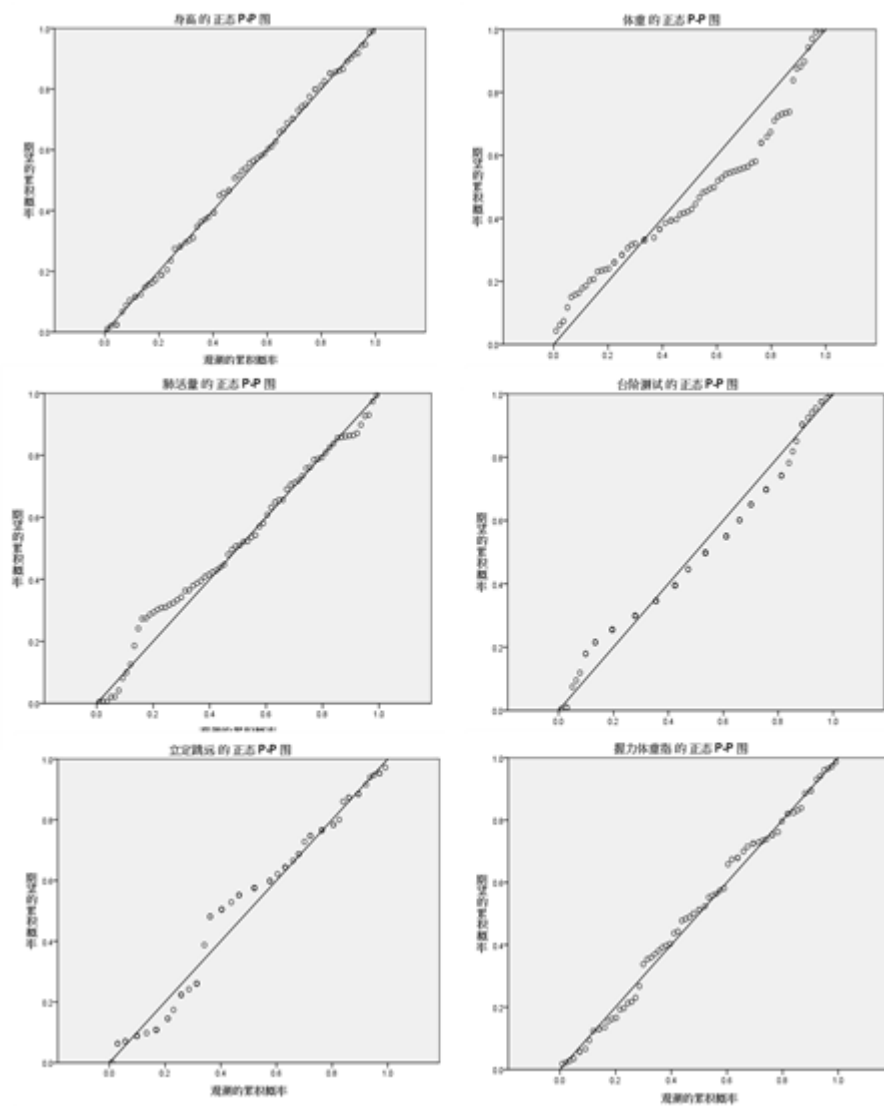


图 7-2-1. 男生各变量散点图

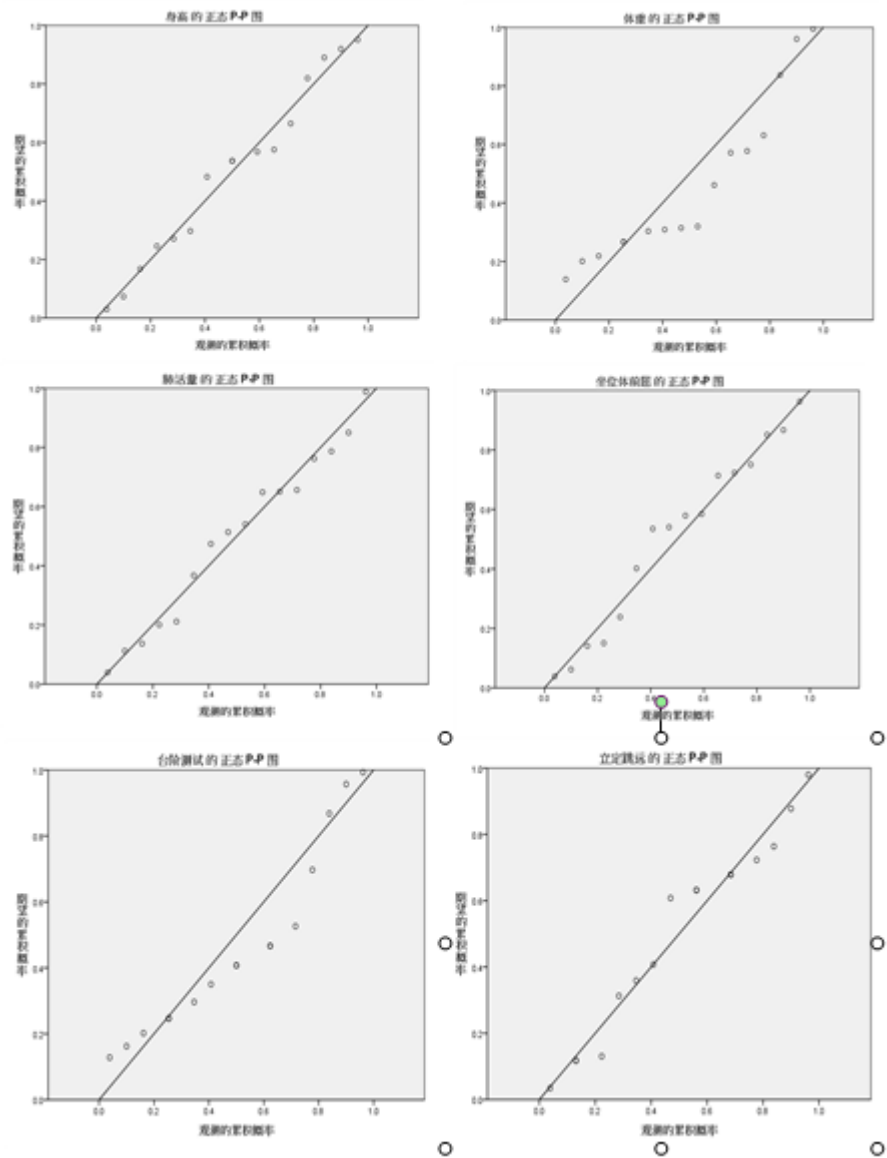


图 7-2-2. 女生各变量散点图

附件 3:

t 检验法的临界值表:

n	p=0.995	p=0.99	p=0.975	p=0.95
4	11.46	8.04	4.97	3.37
5	6.53	5.08	3.56	2.63
6	5.04	4.10	3.04	2.34
7	4.36	3.63	2.78	2.18
8	3.96	3.36	2.62	2.08
9	3.71	3.18	2.51	2.01
10	3.54	3.05	2.43	1.96
11	3.41	2.96	2.37	1.92

12	3.31	2.89	2.33	1.89
13	3.23	2.83	2.29	1.87
14	3.17	2.78	2.26	1.85
15	3.12	2.74	2.24	1.83
16	3.08	2.71	2.22	1.82
17	3.04	2.68	2.20	1.81
18	3.01	2.66	2.18	1.80
19	2.98	2.64	2.17	1.79
20	2.95	2.62	2.16	1.78
21	2.93	2.60	2.15	1.77
22	2.91	2.59	2.14	1.77
23	2.90	2.57	2.13	1.76
24	2.88	2.56	2.12	1.75
25	2.86	2.55	2.11	1.75
26	2.85	2.54	2.10	1.74
27	2.84	2.53	2.10	1.74
28	2.83	2.52	2.09	1.74
29	2.82	2.52	2.09	1.73
30	2.81	2.51	2.08	1.73

在 t 分布中，当 $n > 45$ 时，t 分布近似服从标准正态分布，即： $t_p(n) \approx z_p$

由标准正态分布表可差得：

	p=0.995	p=0.99	p=0.975	p=0.95
n>45 时	2.575	2.325	1.960	1.645

附件 4:

表 7-4-1. 描述性统计

描述

		均值的 95% 置信 区间							
		N	均值	标准差	标准误	下限	上限	极小值	极大值
身高	1	10	170.0	5.3	1.7	166.2	173.8	159.4	178.8
	2	10	166.1	7.0	2.2	161.1	171.0	153.5	174.6
	3	10	165.7	8.1	2.6	159.9	171.5	151.5	177.7
	4	10	169.3	9.0	2.9	162.9	175.8	152.4	181.3
	5	10	166.8	5.3	1.7	163.0	170.6	155.9	175.3
	6	10	171.6	9.2	2.9	165.0	178.2	158.7	184.2
	7	10	172.4	5.4	1.7	168.5	176.2	162.0	176.9

	8	10	172.2	7.8	2.5	166.7	177.8	162.5	187.5
	总数	80	169.3	7.4	0.8	167.6	170.9	151.5	187.5
体重	1	10	67.0	11.4	3.6	58.9	75.2	52.1	85.8
	2	10	63.6	17.8	5.6	50.9	76.3	49.7	105.5
	3	10	57.6	7.7	2.4	52.1	63.1	42.4	67.8
	4	10	66.6	11.1	3.5	58.7	74.5	49.0	80.9
	5	10	64.9	9.9	3.1	57.8	71.9	51.6	82.6
	6	10	68.0	13.6	4.3	58.3	77.7	49.1	90.6
	7	10	70.2	13.3	4.2	60.7	79.7	51.4	90.5
	8	10	67.3	10.9	3.5	59.5	75.1	50.4	91.2
	总数	80	65.7	12.3	1.4	62.9	68.4	42.4	105.5
肺活量	1	10	3498.4	609.1	192.6	3062.7	3934.1	2275.0	4182.0
	2	10	3107.1	528.2	167.0	2729.2	3485.0	2112.0	3777.0
	3	10	3415.6	768.2	242.9	2866.1	3965.1	2381.0	4611.0
	4	10	4313.9	1126.6	356.3	3508.0	5119.8	2060.0	6230.0
	5	10	3940.0	786.8	248.8	3377.2	4502.8	2610.0	5278.0
	6	10	3579.2	1016.6	321.5	2852.0	4306.4	2119.0	5385.0
	7	10	3987.0	840.5	265.8	3385.7	4588.3	2640.0	4971.0
	8	10	3742.3	1068.8	338.0	2977.7	4506.9	2395.0	6156.0
	总数	80	3697.9	901.2	100.8	3497.4	3898.5	2060.0	6230.0
台阶测试	1	10	56.5	16.8	5.3	44.5	68.5	45.0	99.0
	2	10	51.3	12.0	3.8	42.7	59.9	41.0	83.0
	3	10	50.6	3.9	1.2	47.8	53.4	45.0	57.0
	4	10	56.3	12.6	4.0	47.3	65.3	41.0	80.0
	5	10	50.9	9.6	3.0	44.1	57.7	32.0	67.0
	6	10	49.0	7.8	2.5	43.4	54.6	39.0	67.0
	7	10	49.1	9.1	2.9	42.6	55.6	30.0	65.0
	8	10	53.8	9.9	3.1	46.7	60.9	42.0	73.0
	总数	80	52.2	10.7	1.2	49.8	54.6	30.0	99.0
握力体重指数	1	10	38.0	15.8	5.0	26.8	49.3	1.5	54.5
	2	10	36.0	15.1	4.8	25.2	46.9	9.8	52.7
	3	10	38.7	18.5	5.8	25.5	51.9	9.9	69.3
	4	10	46.9	11.2	3.5	38.9	54.9	23.7	59.4
	5	10	43.3	12.3	3.9	34.5	52.1	21.7	68.7
	6	10	38.6	17.9	5.7	25.8	51.4	9.4	58.7
	7	10	42.2	18.7	5.9	28.9	55.6	0.0	55.2
	8	10	45.2	18.3	5.8	32.1	58.3	13.0	75.1
	总数	80	41.1	15.9	1.8	37.6	44.7	0.0	75.1
立定跳远	1	10	2.0	0.3	0.1	1.8	2.2	1.6	2.6
	2	10	1.8	0.3	0.1	1.6	2.0	1.3	2.2
	3	10	1.9	0.3	0.1	1.7	2.1	1.6	2.4
	4	10	2.0	0.4	0.1	1.8	2.3	1.3	2.5
	5	10	2.0	0.3	0.1	1.8	2.2	1.5	2.4

6	10	1.9	0.5	0.2	1.5	2.2	1.2	2.6
7	10	2.0	0.3	0.1	1.8	2.3	1.2	2.3
8	10	2.1	0.4	0.1	1.8	2.4	1.6	2.7
总数	80	2.0	0.3	0.0	1.9	2.1	1.2	2.7

附件 5:

表:7-5-1 各类别的判别指标描述统计量（男生）

类别		均值	标准差	有效样品数
1	身高	172.6352	5.75037	469
	体重	67.6996	11.97560	469
	肺活量	3996.3348	357.97608	469
	台阶测试	51.4435	7.88591	469
	握力体重指数	47.8458	9.37614	469
	立定跳远	2.1370	.19180	469
2	身高	168.8635	5.56299	104
	体重	61.0635	9.29179	104
	肺活量	2938.1154	340.93066	104
	台阶测试	50.0096	7.51890	104
	握力体重指数	44.4375	8.73958	104
	立定跳远	2.1121	.18017	104
3	身高	176.4726	5.03146	157
	体重	73.3420	12.50403	157
	肺活量	5071.5159	388.01638	157
	台阶测试	51.5350	7.83363	157
	握力体重指数	51.0471	10.15157	157
	立定跳远	2.1992	.23614	157
4	身高	173.7400	6.69574	5
	体重	61.2600	5.48799	5
	肺活量	943.8000	466.64140	5
	台阶测试	54.6000	7.02140	5
	握力体重指数	46.6000	12.47938	5
	立定跳远	2.1980	.15834	5
合计	身高	172.9287	6.01152	735
	体重	67.9220	12.25698	735
	肺活量	4055.4993	772.72661	735
	台阶测试	51.2816	7.82495	735
	握力体重指数	48.0389	9.66093	735
	立定跳远	2.1472	.20208	735

表7-5-2 各类别的判别指标描述统计量（女生）

类别		均值	标准差	有效样品数
1	身高	160.1073	5.38076	177
	体重	53.9785	6.31156	177
	肺活量	2421.8475	330.40836	177
	台阶测试	49.3164	6.20771	177
	握力体重指数	16.6672	6.26213	177
	立定跳远	1.5445	.16275	177
2	身高	163.5181	5.07041	94
	体重	56.8840	8.39201	94
	肺活量	3255.5106	246.36116	94
	台阶测试	51.1915	7.81682	94
	握力体重指数	18.9809	8.46263	94
	立定跳远	1.5666	.17010	94
3	身高	165.1125	4.45371	8
	体重	53.7750	5.73753	8
	肺活量	4085.1250	139.26074	8
	台阶测试	49.3750	8.41661	8
	握力体重指数	24.4375	6.17065	8
	立定跳远	1.7363	.37236	8
4	身高	156.8250	5.13509	4
	体重	49.4250	5.07830	4
	肺活量	1215.0000	63.20338	4
	台阶测试	47.0000	4.08248	4
	握力体重指数	11.0000	4.63825	4
	立定跳远	1.4625	.11529	4
合计	身高	161.3353	5.52712	283
	体重	54.8735	7.17528	283
	肺活量	2728.7138	570.06970	283
	台阶测试	49.9081	6.85814	283
	握力体重指数	17.5753	7.23820	283
	立定跳远	1.5561	.17556	283