
实验七 试验设计与分析实验

试验设计与分析是数理统计的一个分支,一般包括两部分内容:一是对试验或调查进行周密而审慎的设计、实施,并得到试验数据;二是对数据进行数理统计分析,从而得到客观而合宜的结论.一般而言,第一部分试验完成后,得到了大批试验数据,下一步就是如何利用数学(统计分析)软件对这些数据进行分析,从而得到分析结果,这正是本实验的目的.

第一节 参数估计与假设检验实验

一个或两个处理的试验称为简单试验,它通常是按设置重复和随机化两个原则设计的,有时也采用更精细的配对设计,其统计推断分两类:一是参数估计,二是假设检验.

一、参数估计

参数估计分为点估计和区间估计.点估计是对参数真值的估计,区间估计是对参数真值取值范围的估计,它们都是由样本对总体参数进行的估计.下面分别利用 SAS 和 SPSS 软件进行均值和方差的点估计和区间估计.

(1) 利用 SAS 进行参数估计

在 SAS 软件中可用 MEANS 过程对样本进行参数估计,均值的点估计用参数 MEAN 给出,均值的区间估计用参数 CLM,可同时给出置信区间的上下限,要单独给出下限用参数 LCLM,单独给出上限用参数 UCLM,置信概率由参数 ALPHA 指定,默认 $ALPHA=0.05$;方差的点估计用参数 VAR 给出.由于 SAS 软件的 MEANS 过程不提供方差的区间估计,因此,这里仅提供均值、均值置信区间和方差的点估计,并给出在假设均值为零的条件下, t 检验的值 T 和大于 T 绝对值的概率 PRT .

例 1 测得在条件一致的 8 个小区种植的某小麦良种的千粒重分别为:35.6,37.6,33.4,35.1,32.7,36.8,35.9,34.6,估计其均值与方差.

SAS 程序如下

```
data file;  
input x@@@;
```

```
cards;
35.6 37.6 33.4 35.1 32.7 36.8 35.9 34.6
;
proc means maxdec = 3 fw = 8 alpha = 0.01 n mean clm var t prt;
run;
```

SAS 程序执行结果为

Analysis Variable : X

N	Mean	Lower 99.0 % CLM	Upper 99.0 % CLM	Variance	T	Prob> T
8	35.213	33.183	37.242	2.690	60.727	0.0001

除此之外,MEANS 过程还提供了如极差(RANGE)、标准差(STD)、最大值(MAX)、最小值(MIN)、变异系数(CV)、标准误(STDERR)、总和(SUM)、偏度(SKEWNESS)、峰度(KURTOSIS)等一些常用参数的估计值选项.

(2) 利用 SPSS 进行参数估计

在 SPSS 软件中可用 Explore 过程对样本进行参数估计. 进入 SPSS 系统后, 首先建立或读入一个数据文件到数据窗中, 再单击“Statistics”菜单, 选择“Summarize”中的“Explore”过程, 打开对话框, 选择分析变量和输出统计量即可. 本例中, 首先建立数据文件, 定义变量 X, 标号为“千粒重”, 其他用默认值, 然后打开“Explore”对话框, 选“千粒重[X]”为分析变量, 显示框选择显示“Statistics”, 按下“Statistics...”按钮, 只选择“Descriptives”, 置信区间选 99%, 返回后按“OK”, 得如下结果

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
千粒重	8	100.0 %	0	0 %	8	100.0 %

这里输出的描述统计量除了均值、均值的 99% 置信区间和方差估计外, 还输出了其他一些统计量如下页表所示.

二、假设检验

这里主要对一个正态总体和两个正态总体的有关参数进行假设检验. 对一个正态总体可用单样本假设检验, 对两个和两个以上正态总体可用配对样本或 K 个样本的假设检验, 这里又可分为独立样本的假设检验和相关样本的假设检验.

Descriptives				
		Statistic	Std. Error	
千粒重	Mean		35.2125	.5799
	99% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	33.1833	
		Upper Bound	37.2417	
	5% Trimmed Mean		35.2194	
	Median		35.3500	
	Variance		2.690	
	Std. Deviation		1.6401	
	Minimum		32.70	
	Maximum		37.60	
	Range		4.90	
	Interquartile Range		2.8750	
	Skewness		-.175	.752
	Kurtosis		-.641	1.481

1. 单样本假设检验

例 2 检验例 1 的均值与 33.5 有无显著差异.

(1) 利用 SAS 进行参数假设检验

可用 SAS 软件中 MEANS 过程对样本均值进行参数假设检验,程序与参数估计类似,只需将参数估计中的无效假设均值由零改为均值为 33.5,这时无效假设等价于 $X - 33.5$ 为零. SAS 程序如下

```
DATA AB01;
INPUT X@@@;
XSQ = X - 33.5;
LABEL XSQ = 'X - 33.5';
CARDS;
35.6 37.6 33.4 35.1 32.7 36.8 35.9 34.6
;
PROC means MAXDEC = 3 ALPHA = 0.01 N MEAN CLM VAR T PRT;
VAR XSQ;
RUN;
```

执行结果为

Analysis Variable : XSQ X - 33.5

N	Mean	Lower 99.0%CLM	Upper 99.0%CLM	Variance	T	Prob> T
8	1.713	-0.317	3.742	2.690	2.953	0.0213

(2) 利用 SPSS 进行参数假设检验

在 SPSS 软件中可用 One-Sample T Test 过程对单个样本进行参数假设检验. 进入 SPSS 系统后, 首先建立或读入一个数据文件到数据窗中, 再单击“Statistics”菜单, 选择“Compare Means”中的“One-Sample T Test”过程, 打开对话框, 选择要检验的变量并在“Test”框中输入检验值, 单击“Options”选项, 输入置信水平, 并选择缺值处理方法, 返回后按“OK”即可得到结果. 本例中, 用建立好的数据文件, 选“千粒重[X]”为检验变量, 在“Test”框中输入检验值 33.5, 置信区间选 99%, 返回后按“OK”, 得如下结果:

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
千粒重	8	35.2125	1.6401	.5799

One-Sample Test

	Test Value = 33.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
千粒重	2.953	7	.021	1.7125	-.3167	3.7417

SPSS 和 SAS 软件均不提供对方差已知的情形进行均值检验的过程, 也不提供对方差同质性进行检验的过程, 它们均可通过编写简单程序来实现.

2. 多样本假设检验

多样本假设检验分为独立样本假设检验和配对样本假设检验, 二者的差异在于前者所抽取的样本间互不影响, 后者抽取的两个样本有着某种关联关系. 对于来自正态总体的两个样本进行均值比较常使用 t 检验方法, 两个样本方差相等与不等时使用的计算 t 值公式不同. 下面的例 3 为独立样本的假设检验, 例 4 为配对样本假设检验.

例 3 随机抽测 7 头大白猪和 8 头哈白猪经产母猪仔猪的平均初生重, 资料如下表

大白猪(x)	1.20	1.25	1.25	1.31	1.24	1.23	1.28	
哈白猪(y)	1.13	1.09	1.14	1.20	1.26	1.17	1.17	1.19

试检验二者平均初生重有无显著差异($\alpha = 0.01$).

(1) 在 SAS 中,可用 TTEST 过程进行检验,程序如下

```
DATA a;
INPUT no$ x@@;
LABEL x1 = "大白猪" x2 = "哈白猪";
CARDS;
x1 1.20 x1 1.25 x1 1.25 x1 1.31 x1 1.24 x1 1.23
x1 1.28 x2 1.13 x2 1.09 x2 1.14 x2 1.20 x2 1.26
x2 1.17 x2 1.17 x2 1.19
;
PROC TTEST;
CLASS no;
VAR! x;
RUN;
```

程序的执行结果为:

```
TTEST PROCEDURE

Variable: X

NO  N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
x1  7      1.25142857    0.03532165    0.01335033     1.20000000    1.31000000
x2  8      1.16875000    0.05111262    0.01807104     1.09000000    1.26000000

Variances  T      DF  Prob>|T|
-----
Unequal  3.6799  12.4  0.0030
Equal    3.5878  13.0  0.0033
```

For H0: Variances are equal, $F' = 2.09$ DF = (7,6) Prob>F' = 0.3865

(2) 在 SPSS 中,定义变量名 cat 和 weight. 变量 cat 为数值型,宽度为 3,无小数位;weight 为数值型,宽度和小数位用默认值;变量标号 cat 为种类,其中值标号 1 为大白猪,2 为哈白猪;weight 为初生重. 定义完之后,即可录入数据. 用“Statistics→Compare Means→Independent Samples T Test”过程进行检验,指定检验变量为 weight,分类变量为 cat,分类值定义为 1 和 2,“Options”选项使用默认值,即置信限用 95%. 得如下结果

Group Statistics										
种类		N	Mean	Std. Deviation		Std. Error Mean				
初生重	大白猪	7	1.2514	3.532E-02		1.335E-02				
	哈白猪	8	1.1688	5.111E-02		1.807E-02				

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	99% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
初生重	Equal variances assumed	.615	.447	3.588	13	.003	8.268 E-02	2.304 E-02	1.326 E-02	.1521	
	Equal variances not assumed			3.680	12.412	.003	8.268 E-02	2.247 E-02	1.446 E-02	.1509	

结果表明,大白猪母猪仔猪平均初生重极显著地高于哈白猪母猪仔猪平均初生重.

例4 为测定甲、乙两种病毒对烟草的致病力,取8株烟草,每一株皆半叶随机接种甲病毒,另半叶接种乙病毒,分别以叶面出现枯斑数多少表示致病力强弱的指标.结果为

株号	1	2	3	4	5	6	7	8
甲病毒(x)	9	17	31	18	7	8	20	10
乙病毒(y)	10	11	18	14	6	7	17	5

试检验两种病毒致病力的差异显著性($\alpha = 0.01$).

(1) 在 SAS 中,可用 MEANS 过程进行检验,程序如下

```
DATA a;
INPUT x y@@;
xy = x - y;
```

```

LABEL xy = ~x - y~;
CARDS;
9 10 17 11 31 18 18 14 7 6 8 7 20 17 10 5
;
PROC MEANS MAXDEC = 4 FW = 8 MEAN VAR STD STDERR T PTR;
VAR xy;
RUN;

```

程序的执行结果为

Analysis Variable: XY x - y

Mean	Variance	Std Dev	Std Error	T	Prob> T
4.0000	18.5714	4.3095	1.5236	2.6253	0.0341

(2) 在 SPSS 中, 定义变量 x 和 y , 类型均为数值型, 宽度和小数位用默认值, 变量标号 x 为甲病毒, y 为乙病毒. 定义完之后录入数据, 然后用“Statistics → Compare Means → Paired-Samples T Test”过程进行检验. 选取 x 和 y 为配对检验变量, “Options”选项使用默认值, 即置信限用 95%. 得如下结果

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	甲病毒	15.0000	8	8.1766	2.8909
	乙病毒	11.0000	8	4.9570	1.7525

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	甲病毒 & 乙病毒	8	.899	.002

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
甲病毒-乙病毒	4.000	4.3095	1.5236	.3972	7.6028	2.625	7	.034

由此可见,甲病毒的致病力比乙病毒的致病力要强,而这一推断错误的概率为 0.034.

三、非参数假设检验

非参数假设检验是指在总体不服从正态分布或分布情况不明时,用来检验数据资料是否来自同一个总体假设的一类检验方法.这些方法因一般不涉及总体参数而得名,这类方法的假定前提比参数假设检验方法少得多,也容易满足,适用于计量信息较弱的资料,且计算方法也简便易行,故在实际应用中被广泛应用.

1. 分布的假设检验

一般情况下,我们总是事先假定总体服从正态分布,然后才对其均值和方差作检验.但某个随机变量是否服从某种特定分布是需要进行检验的,一般是根据观测数据的分布情况来推测总体可能服从的分布. χ^2 (卡方)检验(Chi-Square Test)就是一种用来检验给定概率意义下,数据来自同一总体的无效假设的方法.

例 5 观察 2 880 个婴儿的出生时刻得下表

时刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8
人数	127	139	143	138	134	115	127	113	126
时刻	9	10	11	12	13	14	15	16	17
人数	122	121	121	130	125	112	97	115	94
时刻	18	19	20	21	22	23	总和		
人数	99	97	100	119	127	139	2880		

试检验婴儿的出生时刻是否服从均匀分布.

(1) 在 SAS 中可用 FREQ 过程进行分布的 χ^2 (卡方)检验,程序如下

```
DATA FILE1;
INPUT TT NO@@;
CARDS;
0 127 1 139 2 143 3 138 4 134 5 115 6 127 7 113 8 126
9 122 10 121 11 121 12 130 13 125 14 112 15 97 16 115
17 94 18 99 19 97 20 100 21 119 22 127 23 139
;
PROC FREQ;
TABLES TT/ALL;
```


WEIGHT NO;
 RUN;
 执行结果为

TT	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	127	4.4	127	4.4
1	139	4.8	266	9.2
2	143	5.0	409	14.2
3	138	4.8	547	19.0
4	134	4.7	681	23.6
5	115	4.0	796	27.6
6	127	4.4	923	32.0
7	113	3.9	1036	36.0
8	126	4.4	1162	40.3
9	122	4.2	1284	44.6
10	121	4.2	1405	48.8
11	121	4.2	1526	53.0
12	130	4.5	1656	57.5
13	125	4.3	1781	61.8
14	112	3.9	1893	65.7
15	97	3.4	1990	69.1
16	115	4.0	2105	73.1
17	94	3.3	2199	76.4
18	99	3.4	2298	79.8
19	97	3.4	2395	83.2
20	100	3.5	2495	86.6
21	119	4.1	2614	90.8
22	127	4.4	2741	95.2
23	139	4.8	2880	100.0

Chi - Square Test for Equal Proportions

Statistic = 40.200 DF = 23 Prob = 0.015

(2) 在 SPSS 中,定义变量 x ,类型为数值型,宽度和小数位用默认值,定义完之后录入数据,然后用“Statistics→Nonparametric Test→Chi-Square Test”过程进行检验,选取 x 为检验变量,其他均使用系统默认值,期望值选所有类相等表示均匀分布,得如下结果

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
X	2880	11.08	7.05	0	23

X

	人数	N	期望值	残差		人数	N	期望值	残差		人数	N	期望值	残差
0	127	120.0	7.0	8	126	120.0	6.0	16	115	120.0	-5.0			
1	139	120.0	19.0	9	122	120.0	2.0	17	94	120.0	-26.0			
2	143	120.0	23.0	10	121	120.0	1.0	18	99	120.0	-21.0			
3	138	120.0	18.0	11	121	120.0	1.0	19	97	120.0	-23.0			
4	134	120.0	14.0	12	130	120.0	10.0	20	100	120.0	-20.0			
5	115	120.0	-5.0	13	125	120.0	5.0	21	119	120.0	-1.0			
6	127	120.0	7.0	14	112	120.0	-8.0	22	127	120.0	7.0			
7	113	120.0	-7.0	15	97	120.0	-23.0	23	139	120.0	19.0			
Total	2880													

Test Statistics

X	Chi-Square ^a	df	Asymp. Sig.
	40.200	23	.015

a 0 cells (.0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 120.0.

由以上检验可知, χ^2 (卡方)值为 40.200,显著水平为 0.015,故在 0.01 水平上接受婴儿的出生时刻服从均匀分布的假设.

2. 独立性检验

独立性检验也称列联表分析,是为了判别两组或多组资料是否相互关联(成比例)的问题,一般也使用 Pearson 的 χ^2 (卡方)检验.

例 6 下表是不同灌溉方式下水稻叶片衰老情况的调查资料,试检验叶片的衰老情况与灌溉方式是否无关.

灌溉方式	绿叶数	黄叶数	枯叶数
深水	146	7	7
浅水	183	9	13
湿润	152	14	16

在 SAS 中可用 FREQ 过程进行列联表分析,程序如下

```

data;
  do a = 1 to 3;
    do b = 1 to 3;
      input no @@;
      output;
    end;
  end;
cards;
146 7 7 183 9 13 152 14 16
;
proc freq;
  weight no;
  tables a * b /CHISQ;
run;
    
```

执行结果为

TABLE OF A BY B

A	B	Frequency	Percent	Row Pct	Col Pct	1	2	3	Total
1		146				146	7	7	160
		26.69				26.69	1.28	1.28	29.25
		91.25				91.25	4.38	4.38	
		30.35				30.35	23.33	19.44	
2		183				183	9	13	205
		33.46				33.46	1.65	2.38	37.48
		89.27				89.27	4.39	6.34	
		38.05				38.05	30.00	36.11	

3	152	14	16	182
	27.79	2.56	2.93	33.27
	83.52	7.69	8.79	
	31.60	46.67	44.44	
Total	481	30	36	547
	87.93	5.48	6.58	100.00

STATISTICS FOR TABLE OF A BY B

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	4	5.622	0.229
Likelihood Ratio Chi-Square	4	5.535	0.237
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	4.510	0.034
Phi Coefficient		0.101	
Contingency Coefficient		0.101	
Cramer's V		0.072	
Sample Size = 547			

χ^2 (卡方) 检验值为 5.622, 显著概率为 0.229, 故应接受假设。

3. 非参数均值检验

前面的均值检验都是假设总体是服从正态分布的, 但在很多情况下, 总体分布是未知的, 这时就要用非参数检验方法. 常用均值的非参数检验方法有符号检验法、中位数检验法、游程检验法、秩和检验法等。

例 7 两种饲料配方 A 和 B 对生猪进行配对饲养对比试验, 其增重结果如下表, 试检验两种饲料配方效应有无显著差异。

对比号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	69	48	57	61	46	55	48	63	56	59
B	54	51	52	61	49	47	50	54	45	44
对比号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	53	48	64	63	49	49	51	53	62	50
B	49	46	56	57	43	48	45	47	54	52

(1) 在 SAS 中可用 Npar1way 过程对此进行检验, 程序如下

```

data g;
input pf n;
do i = 1 to n;
    input weight @@;
    output;
end;
cards;
1 20
    69 48 57 61 46 55 48 63 56 59 53 48 64 63 49 49 51 53 62 50
2 20
    54 51 52 61 49 47 50 54 45 44 49 46 56 57 43 48 45 47 54 52
;
proc npar1way;
class pf;
var weight;
run;
    
```

执行结果为

NPAR1WAYPROCEDURE					
Analysis of Variance for Variable WEIGHT					
Classified by Variable PF					
PF	N	Mean	Among MS	Within MS	
			250.000000	34.1157895	
1	20	55.2000000			
2	20	50.2000000	F Value	Prob > F	
			7.328	0.0101	
Average Scores Were Used for Ties					
NPAR1WAYPROCEDURE					
Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable WEIGHT					
Classified by Variable PF					
PF	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	20	496.500000	410.0	36.9077158	24.8250000

2 20 323.500000 410.0 36.9077158 16.1750000

Average Scores Were Used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)

(with Continuity Correction of .5)

S = 496.500 Z = 2.33014 Prob > |Z| = 0.0198

T-Test Approx. Significance = 0.0251

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ = 5.4929 DF = 1 Prob > CHISQ = 0.0191

N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E

Median Scores (Number of Points Above Median)

for Variable WEIGHT

Classified by Variable PF

PF	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	20	12.0	10.0	1.60128154	0.600000000
2	20	8.0	10.0	1.60128154	0.400000000

Average Scores Were Used for Ties

Median 2-Sample Test (Normal Approximation)

S = 12.0000 Z = 1.24900 Prob > |Z| = 0.2117

Median 1-Way Analysis (Chi-Square Approximation)

CHISQ = 1.5600 DF = 1 Prob > CHISQ = 0.2117

N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E

Van der Waerden Scores (Normal) for Variable WEIGHT

Classified by Variable PF

PF	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	20	7.48139199	0.0	2.94356315	0.374069600
2	20	-7.48139199	0.0	2.94356315	-.374069600

Average Scores Were Used for Ties

Van der Waerden 2-Sample Test (Normal Approximation)

S = 7.48139 Z = 2.54161 Prob > |Z| = 0.0110

Van der Waerden 1-Way Analysis (Chi-Square Approximation)

CHISQ = 6.4598 DF = 1 Prob > CHISQ = 0.0110

N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E

Savage Scores (Exponential) for Variable WEIGHT
Classified by Variable PF

PF	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	20	7.45455606	0.0	3.02183362	0.372727803
2	20	-7.45455606	0.0	3.02183362	-.372727803

Average Scores Were Used for Ties

Savage 2-Sample Test (Normal Approximation)

S = 7.45456 Z = 2.46690 Prob > |Z| = 0.0136

Savage 1-Way Analysis (Chi-Square Approximation)

CHISQ = 6.0856 DF = 1 Prob > CHISQ = 0.0136

N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E

Kolmogorov-Smirnov Test for Variable WEIGHT

Classified by Variable PF

PF	N	EDF at Maximum	Deviation from Mean at Maximum
1	20	0.500000000	-.782623792
2	20	0.850000000	0.782623792

40 0.675000000

Maximum Deviation Occurred at Observation 21

Value of WEIGHT at Maximum 54.0000000

Kolmogorov-Smirnov 2-Sample Test (Asymptotic)

KS = 0.175000 D = 0.350000

KSa = 1.10680 Prob > KSa = 0.1725

N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E

Cramer-von Mises Test for Variable WEIGHT

Classified by Variable PF

PF	N	Summed Deviation from Mean
1	20	0.270000000
2	20	0.270000000

Cramer-von Mises Statistic (Asymptotic)

CM = 0.013500 CMa = 0.540000
 N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E
 Kuiper Test for Variable WEIGHT
 Classified by Variable PF

PF	N	Deviation from Mean
1	20	0.000000000
2	20	0.350000000

Kuiper 2-Sample Test (Asymptotic)
 K = 0.350000 Ka = 1.10680 Prob > Ka = 0.6752

(2) 在 SPSS 中,定义变量 cat 和 Weight,类型均为数值型,cat 宽度为 4,小数位为 0,标签为“饲料配方”,值为 Nominal 型,值标签为 1(A 配方)和 2(B 配方);Weight 宽度和小数位用默认值,标签为“增重”录入数据后,用“Statistics→Nonparametric Test→2 Independent Samples”过程进行检验.选取 Weight 为检验变量,cat 为分类变量,分类值为 1 和 2,检验方法选 Mann-Whitney U、Kolmogorov-Smirnov Z 和 Wald-Wolfowitz runs,其他均使用系统默认值.得结果如下

Ranks				
饲料配方		N	Mean Rank	Sum of Ranks
增重	A 配方	20	24.83	496.50
	B 配方	20	16.17	323.50
Total		40		
Test Statistics ^b				
			增重	
Mann-Whitney U			113.500	
Wilcoxon W			323.500	
Z			-2.344	
Asymp. Sig. (2-tailed)			.019	
Exact Sig. [2 * (1-tailed Sig.)]			.018 ^a	

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: 饲料配方

Test Statistics ^a		
		增重
Most Extreme Differences	Absolute	.350
	Positive	.000
	Negative	-.350
Kolmogorov-Smirnov Z		1.107
Asymp. Sig. (2-tailed)		.172

a Grouping Variable: 饲料配方

Test Statistics ^{b,c}				
		Number of Runs	Z	Asymp. Sig. (1-tailed)
增重	Minimum Possible	14 ^a	-2.082	.019
	Maximum Possible	24 ^a	1.121	.869

a There are 8 inter-group ties involving 20 cases.

b Wald-Wolfowitz Test c Grouping Variable: 饲料配方

(3) 在 SPSS 中定义变量 WeightA 和 WeightB, 类型均为数值型, 宽度和小数位用默认值, 标签分别为“A 增重”和“B 增重”. 录入数据后用“Statistics→Nonparametric Test→2 Related Samples”过程进行检验, 选取 WeightA 和 WeightB 为检验变量, 检验方法选 Wilcoxon、Sign 和 Marginal Homogeneity, 其他均使用系统默认值. 得结果如下

Ranks				
Wilcoxon Signed Ranks Test		N	Mean Rank	Sum of Ranks
B 增重-A 增重	Negative Ranks	15 ^a	11.53	173.00
	Positive Ranks	4 ^b	4.25	17.00
	Ties	1 ^c		
Total		20		

a B 增重 < A 增重 b B 增重 > A 增重 c A 增重 = B 增重

Test Statistics ^{a,b}	
	B 增重-A 增重
Z	-3.145
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002

a Based on positive ranks.

b Wilcoxon Signed Ranks Test

Frequencies		
Sign Test		N
B 增重-A 增重	Negative Differences ^a	15
	Positive Differences ^b	4
	Ties ^c	1
Total		20

a B 增重 < A 增重 b B 增重 > A 增重 c A 增重 = B 增重

Test Statistics ^b	
	B 增重-A 增重
Exact Sig. (2-tailed)	.019 ^a

a Binomial distribution used. b Sign Test

Marginal Homogeneity Test	
\	A 增重 & B 增重
Distinct Values	21
Off-Diagonal Cases	19
Observed MH Statistic	943.000
Mean MH Statistic	993.000
Std. Deviation of MH Statistic	16.279
Std. MH Statistic	-3.071
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002

上述(2)和(3)虽然都使用的是 SPSS 的非参数检验过程,但过程(2)是针对两个相互独立互不影响的样本而言的,而过程(3)是针对两个相互影响的相关样本而言的.由此可知,它们所用的检验方法不同.这里虽然用同一个例子作示范,但切不可认为二者相同.SPSS 还可以对 K 个样本(包括独立的和相关的)进行检验,限于篇幅,这里略去不提.