

# 参数估计与假设检验

数据来源	统计量	总体方差已知	总体方差未知
一个总体	样本均值	正态分布	T分布
	样本方差	卡方分布	
两个总体	均值之和 或差	正态分布	T分布 (同方差)
	方差之比	F分布	

# $t$ 检验

## 一、样本平均数与总体平均数差异显著性检测

- ◆ 例题1. 成虾的平均体重一般为21g。在配合饲料中添加0.5%的酵母培养物饲养成虾时，随机抽取16只对虾，体重为20.1、21.6、22.2、23.1、20.7、19.9、21.3、21.4、22.6、22.3、20.9、21.7、22.8、21.7、21.3、20.7. 试检验添加0.5%的酵母培养物是否提高了成虾体重。

# 均值的单尾 t 检验

## (计算结果)

$$H_0: \mu \leq 21$$

$$H_1: \mu > 21$$

$$\alpha = 0.05$$

$$df = 16 - 1 = 15$$

检验统计量:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} = 2.235$$

决策:

结论:

## T检验

[数据集1] D:\生物\学\ppt\data\本T.sav

单个样本统计量

	N	均值	标准差	均值的标准误
成虾体重	16	21.519	.9282	.2321

单个样本检验

	检验值 = 21					
	t	df	Sig.(双侧)	均值差值	差分的 95% 置信区间	
					下限	上限
成虾体重	2.235	15	.041	.5188	.024	1.013

## 二、非配对设计两样本均数差异显著性检验

- ◆ 非配对样本又称为成组样本，是指一组数据与另一组数据没有任何关系，也就是说两样本资料是相互独立的。两组的样本容量尽可能相同，可以提高检验的精确度。
- ◆ 非配对两样本均数差异性的t检验，又分为两总体方差相等和两总体方差不等两种检验方法，SPSS可同时给出两种检验结果。

- ◆ 例2. 有人配制两种不同饵料A、B养殖罗非鱼，选取14个鱼池，随机均分两组进行试验。经一定试验器后的产鱼量列入表中（有一鱼池遭以为而缺失数据）。试问这两种不同饵料养殖罗非鱼的产量有无差异？

◆ 表2. 两种不同饵料养殖罗非鱼的产鱼量 Kg

组别	产 鱼 量						
A料	578	562	619	544	536	564	532
B料	642	587	631	625	598	592	

## (1) 方差齐性检验

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$$

$$H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2$$

$$\alpha = 0.05$$

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$F_{0.025}(6,5)$$

$$\because F < F_{0.025}(6,5)$$

在显著性0.05的水平上,  
可以接受 $\sigma_1 = \sigma_2$ 的假设

## (2) 均值之差的显著性检验

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$t_{0.025}(11) = 2.160$$

$$\because t > t_{0.025}$$

结论:

### 三、配对设计两样本均数差异显著性检验

- ◆ 配对设计的两组样本彼此不独立，又称为成对样本。一般分为两种。
- ◆ 1. 自身配对
- ◆ 指同一试验单位在两个不同时间上分别接受前后两次处理，用其前后两次的观测值进行自身对照比较；或同一试验单位的不同部位的观测值或不同方法的观测值进行自身对照比较。



## ◆ 2. 同源配对

- ◆ 指将来源相同、性质相同的两个供事单位配成一对，并设有多个配对，然后对每一配对的两个供事单位随机的实施不同处理，则所得观察值为成对数据。例如将蓄别、品种、窝别、性别、年龄、体重相同的两个实验动物配成一对，然后对每一配对的两个个体随机的实施不同处理，或在条件最为近似的两个小区或盆钵中对植株进行两个不同处理。

例3-1 10只家兔接种某种疫苗前后体温变化如下表，  
试检验接种前后体温是否有显著变化？

表3-1. 10只家兔接种某种疫苗前后体温 ℃

兔号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
接种前 体温	38.0	38.2	38.2	38.4	38.4	38.1	38.1	38.2	38.5	38.3
接种后 体温	38.4	38.5	38.5	38.8	38.9	38.5	38.7	38.5	38.5	39.0

这是一个自身配对的成对样本资料。

例3-2 选生长期、发育进度、植株大小和其他方面都比较一致的两株番茄构成一组，共得到7组。每组中一株接种B处理病毒，以研究不同处理方法的钝化病毒效果。表3-2为病毒在番茄上产生的病痕数目，试检验两种方法的差异显著性。

表3-2 A、B两法处理的病毒在番茄上产生的病痕数

组别	1	2	3	4	5	6	7
A法	10	13	8	3	5	20	6
B法	25	12	14	15	12	27	18

这是一个同源配对的成对样本资料

## 配对样本的 $t$ 检验

$H_0: \mu_1$  等于  $\mu_2$

$H_1: \mu_1$  不等于  $\mu_2$

$\alpha = 0.05$

$df = 7 - 1 = 6$

$$\bar{x}_D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n_D}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{x}_D)^2}{n_D - 1}}$$

$$t = \frac{\bar{x}_D - \mu_D}{S_D / \sqrt{n_D}}$$

结论:

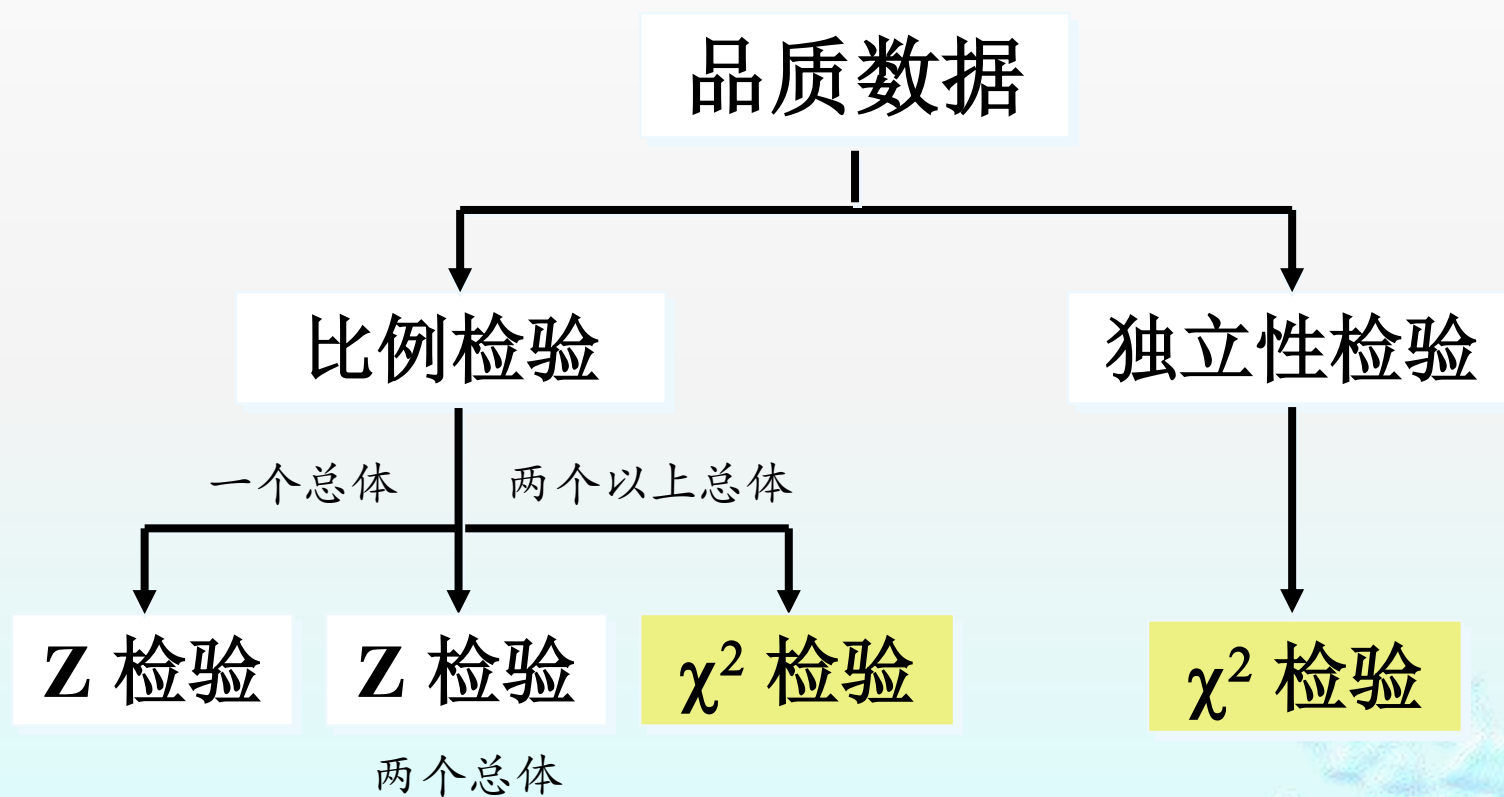
# 列联表的结构

$r$  行  $c$  列的列联表

列( $c_j$ ) 行( $r_i$ )	列( $c_j$ )			合计
	$j=1$	$j=2$	...	
$i=1$	$f_{11}$	$f_{12}$	...	$r_1$
$i=2$	$f_{21}$	$f_{22}$	...	$r_2$
:	:	:	:	:
合计	$c_1$	$c_2$	...	$n$

$f_{ij}$  表示第  $i$  行第  $j$  列的观察频数

# 品质数据的假设检验



◆ 注意:

(1) 任何一组的理论值 $e$ 都不小于5, 如果 $e_i$ 小于5, 应将相邻组合并。

(2) 当 $df=1$ 时,  $\chi^2$ 统计量应做连续性矫正:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(|f_i - e_i| - 0.5)^2}{e_i}$$

(3) 如果总体参数未知, 需由样本数据做参数估计, 此时的自由度应再减去需要进行估计的参数个数。



# 卡方 ( $\chi^2$ ) 检验

## ◇ $2 \times 2$ 列联表的独立性检验

例：分别用灭螨A和灭螨B杀灭蜜蜂大蜂螨，结果如下：

组别	未杀灭数	杀灭数	合计
灭螨A	12	32	44
灭螨B	22	14	36
合计	34	46	80

问两种灭螨剂的灭螨效果差异是否显著？  
( $\alpha=0.01$ )



$H_0$ : 两种灭螨剂效果无差异

$H_1$ : 两种灭螨剂效果差异显著

$$e_{11} = \frac{R_1 C_1}{T} \quad e_{12} = \frac{R_1 C_2}{T}$$

$$e_{21} = \frac{R_2 C_1}{T} \quad e_{22} = \frac{R_2 C_2}{T}$$

$$df = (r - 1)(c - 1) = 1 \quad \chi_{0.01}^2(1) = 6.63$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(|f_{ij} - e_{ij}| - 0.5)^2}{e_{ij}}$$

结论:

# 卡方 ( $\chi^2$ ) 检验

## ◆ $R \times C$ 列联表的独立性检验

例：用A,B,C三种方法治疗仔猪白痢病，实验结果见表。试检验不同的治疗方法是否与治疗效果有关。

治疗方法	治疗效果			总和
	治愈	好转	死亡	
A法	19	16	5	40
B法	16	12	8	36
C法	15	13	7	35
总和	50	41	20	111

# 配对 $\chi^2$ 检验

- ◆ 例：用乳胶凝集试验（LPA）和免疫荧光抗体试验（FA）两种方法平行检测了28羽病鸭的番鸭细小病毒（MPV）抗原，检测结果如下：

LPA	FA		合计
	阳性+	阴性-	
阳性+	17	0	17
阴性-	4	7	11
合计	21	7	28

$H_0$ : 两种检测方法无差异       $H_1$ : 两种检测方法有差异

$$\chi^2 = \frac{(f_{12} - e_{12})^2}{e_{12}} + \frac{(f_{21} - e_{21})^2}{e_{21}}$$

$$e_{12} = e_{21} \approx \frac{f_{12} + f_{21}}{2}$$

$$\chi^2 = \frac{(f_{12} - f_{21})^2}{f_{12} + f_{21}} \quad df = r - 1 = 1$$

连续性校正:

$$\chi^2 = \frac{(|f_{12} - f_{21}| - 1)^2}{f_{12} + f_{21}}$$