

## 111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試  
類 科：農業技術  
科 目：試驗設計  
考試時間：2 小時

吳迪老師

一、在進行試驗資料的統計分析時，如想要比較兩個參試處理平均值是否有差異時，會使用 t 檢定，但在田間試驗時，常會比較 3 個或 3 個以上參試處理平均值間是否有差異，此時如仍採用 t 檢定就不適合了，請舉例詳細說明不適合的原因為何？此時應該採用變方分析(analysis of variance)，請詳細說明何謂變方分析？(25 分)

1. 《考題難易》：★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：考變方分析的定義及與 t 檢定的差異
3. 《命中特區》：吳迪著” 試驗設計” P82~P84

【擬答】：(參考：沈明來；試驗設計學第五版；2016 年 9 月再刷；九州圖書文物有限公司)

檢定三個或三個以上的母體平均數是否相同的方法稱為變方分析(Analysis of Variance)。例如：某研究者想探討不同地區的稻米產量是否相同。其中地區分為北、中、南、東四個。此統計分析方法即為變方分析。當欲檢定三個以上母體平均數是否相同時，若利用 t 檢定一次檢定二個，則須分很多次檢定，每檢定一次會犯一次的型 I 錯誤，則整體的型 I 錯誤機率會增加。故須使用變方分析作檢定。

變方分析檢定步驟

$$\text{(一)} \begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_m \\ H_1: \mu_i \text{ 不完全相同; } i = 1, 2, \dots, m \end{cases}$$

(二)計算各個變異之值及自由度。

(三)編寫 ANOVA 表，求檢定統計量 F。

(四)若  $F > F_{\alpha, m-1, N-m} \Rightarrow \text{Re } H_0$ ，即 m 個母體平均數不全相同。

二、進行田間試驗時，土壤的異質性常會造成試驗誤差，因此為了降低試驗誤差，對於試區(plot)及區集的規劃就相當重要，當進行一個適當的試區及區集規劃時，請問需考慮的因素有那些？並請詳細說明其決定原則。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：考隨機完全區集設計 RCBD
3. 《命中特區》：吳迪著” 試驗設計” P131

【擬答】：(參考：沈明來；試驗設計學第五版；2016 年 9 月再刷；九州圖書文物有限公司)

若試驗材料或試驗單位為異質且可以很容易去分成好幾組，即不同組間性質不同(變異程度大)，而同一組內的性質相同(變異程度小)。則變異程度小的試驗單位集合成為(Block)。或是試驗處理必須分成好幾次於不同時間完成，則將不同時間看成不同的區集，這種試驗設計稱為隨機完全區集設計。此試驗設計須滿足每一區集內之試驗單位均須隨機安排試驗處理。若有試驗單位沒有安排試驗處理即為不完全區集設計(BIBD)。

三、研究人員進行一個水稻肥料的複因子試驗，考慮氮肥(A)、磷肥(B)及鉀肥(C)3 個因子的施用量，每一個因子選用低(-)及高(+)兩個等級，田間設計為 CRD，重複 2 次的產量試驗結果如下：

處理組合			重複	
			I	II
A <sub>-</sub>	B <sub>-</sub>	C <sub>-</sub>	100	120
		C <sub>+</sub>	160	180
	B <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	240	260
		C <sub>+</sub>	300	200
A <sub>+</sub>	B <sub>-</sub>	C <sub>-</sub>	190	210
		C <sub>+</sub>	220	260
	B <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	280	300
		C <sub>+</sub>	300	290

(一)請估計各主效應和各交感效應及計算各效應的標準誤差。(10分)

(二)請寫出變方分析表中的各變因、自由度、平方和及均方值。(15分)

1. 《考題難易》：★★★★★(最難5顆★)
2. 《解題關鍵》：考三因子變方分析
3. 《命中特區》：吳迪著題庫班講義

【擬答】：

(一)

A	B	C	I	II	和	
-	-	-	100	120	220	(1)
+	-	-	190	210	400	a
-	+	-	240	260	500	b
+	+	-	280	300	580	ab
-	-	+	160	180	340	c
+	-	+	220	260	480	ac
-	+	+	300	200	500	bc
+	+	+	300	290	590	abc

$$(1) A \text{ 的主效應 } A = \frac{1}{4n} [ab + a - b - (1) + abc + ac - bc - c]$$

$$= \frac{1}{8} [580 + 400 - 500 - 220 + 590 + 480 - 500 - 340]$$

$$= \frac{490}{8} = 61.25$$

$$(2) B \text{ 的主效應 } B = \frac{1}{4n} [ab + b - a - (1) + abc + bc - ac - c]$$

$$= \frac{1}{8} [580 + 500 - 400 - 220 + 590 + 500 - 480 - 340]$$

$$= \frac{730}{8} = 91.25$$

$$(3) C \text{ 的主效應 } C = \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab]$$

$$= \frac{1}{8} [340 + 480 + 500 + 590 - 220 - 400 - 500 - 580]$$

$$= \frac{210}{8} = 26.25$$

$$(4) AB \text{ 交感 } = \frac{1}{4n} [ab - a - b + (1) + abc - ac - bc + c]$$

$$= \frac{1}{8} [580 - 400 - 500 + 220 + 590 - 480 - 500 + 340]$$

$$= \frac{-150}{8} = -18.75$$

$$(5) AC \text{ 交感 } = \frac{1}{4n} [ac - a - c + (1) + abc - ab - bc + b]$$

$$= \frac{1}{8} [480 - 400 - 340 + 220 + 590 - 580 - 500 + 500]$$



ANOVA 表

變因	SS	DF	MS
A	15006.25	1	15006.25
B	33306.25	1	33306.25
C	2756.25	1	2756.25
AB	1406.25	1	1406.25
AC	56.25	1	56.25
BC	2256.25	1	2256.25
ABC	156.25	1	156.25
機差	6850	8	856.25
總和	61793.75	15	

四、為比較甜瓜在不同收穫時間其葉片含水量之差異，因此將收穫時間當成參試處理，分別在 4 個不同的時間點 (T1, T2, T3, T4) 取樣，如將每一片葉片當成一個試驗單位，每一時間點分別取樣來自 4 株不同植株 (P1, P2, P3, P4) 的 4 個不同大小的葉片 (S1, S2, S3, S4)，不同大小的葉片含水量不同，此試驗共取樣 16 片葉片，分別測量其葉片含水量。

(一)請詳述符合此「隨機」試驗之進行步驟。(10 分)

(二)寫出分析此試驗資料之線性統計模式，並解釋模式中各成分之意義及說明其限制條件。(15 分)

1. 《考題難易》：★★ (最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：考隨機試驗之進行步驟及線性統計模式
3. 《命中特區》：吳迪著” 試驗設計” P131~P133

【擬答】：(參考：沈明來；試驗設計學第五版；2016 年 9 月再刷；九州圖書文物有限公司)

(一)將 4 個不同的時間點 T1, T2, T3, T4 視為試驗處理，4 株不同植株 P1, P2, P3, P4 視為區集，此題為隨機完全區集設計 RCBD，每個區集有四個試驗單位分別在 4 個時間選取葉片採隨機排列。其隨機步驟為：從亂數表中依序選取 2 位數，將其除以 4。若餘 1 則為 T1，餘 2 則為 T2，餘 3 則為 T3，整除則為 T4。

(二)試驗資料之線性統計模式為

$$x_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}, \quad i=1, 2, \dots, m, \quad j=1, 2, \dots, n$$

其中  $\mu$  為全體平均數， $\tau_i$  為處理效應， $\beta_j$  為區集效應， $\varepsilon_{ij}$  為隨機誤差，且滿足  $\varepsilon_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$ 。

若為固定因子，則須滿足下  $\sum_{i=1}^m \tau_i = 0, \quad \sum_{j=1}^n \beta_j = 0$ 。

獨家 **7** 志光×保成×學儒

## 大輔考規劃

**幫助你快速上榜**

<p><b>1. 定時平時測驗</b> 定時檢視學習成效，累積上榜實力。</p>	<p><b>2. 專業筆記借閱</b> 提供重點筆記供學員借閱複習。</p>	<p><b>3. 考取學長姐見面會</b> 循著考取學長姊的腳步前進，快速考取囉！</p>
<p><b>4. 修法專題關懷講座</b> 最新時事議題補充及修法重點整理。</p>	<p><b>5. 專任班導師</b> 班導師為補習班與學員之間的重要溝通橋樑。</p>	<p><b>6. 手機隨身APP系統</b> 預約、考情、優惠、歷屆試題，一次搞定。</p>
<p><b>7. 視訊在家補課系統</b> 讓你零缺課，隨時ON在進度上。</p>	<p><b>多元學習模式</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="width: 15%;"> <p>現場面授</p> <p>名師現場面對面 即時互動解答疑惑</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>視訊課程</p> <p>手機APP預約上課 輔導期間 無限重複看課</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>WiFi看課</p> <p>專屬WiFi教室 讓你學習時間更彈性</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>直播教學</p> <p>即時登入直播開課 掌握進度免等待</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>在家學習</p> <p>使用在家補課點數 即可在家複習上課 <small>(以實際課程科目為準)</small></p> </div> </div>	