

# 108 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

一、假設有 A, B, C 三種不同氮肥處理，欲比較其對水稻穀重是否有差異，採完全隨機設計，重複次數為 5 次，其模式如下：

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i=1,2,\dots,a \\ j=1,2,\dots,n \end{cases}$$

其中處理效應  $\alpha_i \sim NID(0, \sigma_\alpha^2)$ ,  $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$ ,  $\alpha_i$  與  $\varepsilon_{ij}$  互相獨立。

各處理之穀重資料紀錄如下：

$$\bar{y}_A = 29.4, \bar{y}_B = 32, \bar{y}_C = 27.8$$

$$S_A^2 = 19.3, S_B^2 = 24.5, S_C^2 = 9.7$$

(一)請寫出  $H_0$  及  $H_a$ ，並計算完成變方分析表，如顯著水準為 5% 及 1% 時的臨界值分別是 3.89 及 6.93，結論為何?(15 分)

(二)請估計  $\mu$  及  $\sigma_y^2$  及  $\sigma_\alpha^2$ 。(10 分)

1. 《考題難易》：★
2. 《解題關鍵》：  
CRD 隨機因子基本題，應可拿分
3. 《命中特區》：  
吳迪 (108.9)，試驗設計，頁 84~85，頁 105。

【擬答】：

$$(一) \begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1: \mu_i \text{ 不完全相同, } i=1,2,3 \end{cases}$$

$$SST = SS_t + SSE, \text{ 且 } \bar{X}_{..} = \frac{29.4 + 32 + 27.8}{3} = 29.73$$

$$SS_t = \sum_{i=1}^m n_i (\bar{X}_i - \bar{X}_{..})^2 \\ = 5(29.4 - 29.73)^2 + 5(32 - 29.73)^2 + 5(27.8 - 29.73)^2 = 44.9335$$

$$SSE = \sum_{i=1}^m (n_i - 1) S_i^2 \\ = (5-1) \times 19.3 + (5-1) \times 24.5 + (5-1) \times 9.7 = 214$$

$$SST = SS_t + SSE = 258.9335$$

ANOVA 表

變因	SS	DF	MS	F 值
處理	44.9335	2	22.47	F=1.26
機差	214	12	17.83	
總和	258.9335	14		

因為  $F=1.26 < 3.89$  且  $F=1.26 < 6.93$

結論：不論在 5% 或 1% 的顯著水準下沒有證據顯示三種不同氮肥處理對水稻穀重有顯著差異。

(二)

$$\hat{\sigma}^2 = \text{MSE} = 17.83$$

$$\hat{\sigma}_\alpha^2 = \frac{\text{MSt} - \text{MSE}}{n} = \frac{22.47 - 17.83}{5} = 0.928$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = \hat{\sigma}_\alpha^2 + \hat{\sigma}^2 = 0.928 + 17.83 = 18.758$$

二、(一)某研究人員初步分析田間試驗資料後，發現試驗資料既不符合變方分析所要求的常態分布前提假設，同時又不符合變方均質的前提假設，請問該研究人員應該如何解決上述兩個前提不符合的問題?(15 分)

(二)研究人員常利用殘差圖(residual plot)來檢查變方是否均質，請問何謂殘差以及如何利用殘差圖來判定變方是否均質?(10 分)

1. 《考題難易》：★
2. 《解題關鍵》：  
變方分析基本假設基本題，應可拿分
3. 《命中特區》：  
吳迪 (108.9)，試驗設計，頁 109~112。

【擬答】：

(一)在做 ANOVA 時所抽樣的樣本所來自的母群體為常態分配。通常不須要特別去考驗母體的常態性，除非有很明顯的證據證明母體不為常態分配。若母體真的違反常態分配的假設，則將顯著水準  $\alpha$  訂得小一點即可。

變方同質性為  $m$  個母體的變異數均相同，若不符合變方同質性的假設，可以利用資料轉換。其轉換方式為

1. 若  $\mu$  與  $\sigma^2$  成正比，則利用開方根轉換，即令  $y = \sqrt{x}$  或  $y = \sqrt{x + 0.5}$ 。
2. 若  $\mu$  與  $\sigma$  成正比，則利用對數轉換，即令  $y = \log x$  或  $y = \log(x + C)$
3. 若  $\mu^2$  與  $\sigma$  成正比，則利用倒數轉換，即令  $y = \frac{1}{x}$  或  $y = \frac{1}{x + C}$

(參考：沈明來著試驗設計學第五版；2016 年 9 月；九州圖書文物有限公司)

(二)殘差  $e_{ij} = X_{ij} - \bar{X}_i$ ，若殘差圖呈現開口向外的漏斗形狀，即代表變異數不同質，可採平衡設計或將資料作轉換。

三、某農業技術人員欲利用 4 個臺灣現使用的玉米品種，探討 4 個不同氮肥種類對產量的影響，試驗採裂區設計，將玉米品種當成主區因子，氮肥種類當成副區因子，重複 2 次，當玉米收穫後調查其產量資料。

(一)寫出分析此試驗資料之線性統計模式，並解釋此模式中各成分之意義。(15 分)

(二)請分別寫出檢定氮肥種類及玉米品種因子效應是否有顯著差異的檢定統計量公式。(10 分)

1. 《考題難易》：★
2. 《解題關鍵》：  
裂區設計基本題，應可拿分
3. 《命中特區》：  
吳迪 (108.12)，試驗設計，頁 47。

【擬答】：

(一)

公職王歷屆試題 (108 地方政府特考)

$$X_{ijk} = \mu + R_i + \alpha_j + (R\alpha)_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,a, \quad k=1,2,\dots,b$$

其中

1.  $\mu$  : 全體平均數。
2.  $R_i$  : 區集效應。
3.  $\alpha_j$  : 主區效應。
4.  $(R\alpha)_{ij}$  : 主區誤差 (Ea) 。
5.  $\beta_k$  : 副區效應。
6.  $(\alpha\beta)_{jk}$  : 交感效應。
7.  $\varepsilon_{ijk}$  : 隨機誤差(Eb)。

(二)設氮肥種類 A 及玉米品種 B 均為固定因子。

1.  $F_A = \frac{MSA}{MSE_a} \sim F(a-1, (n-1)(a-1))$
2.  $F_B = \frac{MSB}{MSE_b} \sim F(b-1, a(b-1)(n-1))$

四、欲研究三個大豆收集系 C1、C2、C3 在不同部位之異黃酮含量，以因子 A 代表大豆收集系(隨機型)，各大豆收集系取 4 個不同部位(P1、P2、P3、P4)，以因子 B 代表(隨機型)，每個收集系各取 3 株進行 HPLC 分析，分析結果如下：

C1				C2				C3			
P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
110	107	107	110	111	109	108	109	111	107	110	112
108	106	109	113	107	113	109	112	113	109	108	111
109	105	110	109	106	111	107	111	109	111	111	110

(一)請完成變方分析表並說明結論為何? ( $\alpha = 0.05$ )(10 分)

(二)請計算各變方成分的估計值?(15 分)

$$F_{0.05,2,9} = 4.26; F_{0.05,2,2,24} = 3.40; F_{0.05,9,24} = 2.30; F_{0.05,2,6} = 5.14; F_{0.05,3,6} = 4.76; F_{0.05,6,24} = 2.51$$

1. 《考題難易》：★
2. 《解題關鍵》：  
摺疊設計基本題，應可拿分
3. 《命中特區》：  
吳迪 (108.9)，試驗設計，頁 34，頁 38。

【擬答】：

(一)

	C1				C2				C3			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
	110	107	107	110	111	109	108	109	111	107	110	112
	108	106	109	113	107	113	109	112	113	109	108	111
	109	105	110	109	106	111	107	111	109	111	111	110
$X_{ij}$	327	318	326	332	323	333	324	332	333	327	329	333
$X_{i.}$	1303				1312				1322			

公職王歷屆試題 (108 地方政府特考)

$$\sum \sum \sum X_{ijk}^2 = 110^2 + 107^2 + \dots + 110^2 = 430703, X_{...} = 3937$$

$$a = 3, b = 4, n = 3, N = 36$$

$$SST = SSA + SSB_A + SSE$$

1.

$$SST = \sum \sum \sum X_{ijk}^2 - \frac{X_{...}^2}{N} = 430703 - \frac{3937^2}{36} = 148.31$$

2.

$$\begin{aligned} SSA &= \frac{1}{nb} \sum X_{i..}^2 - \frac{X_{...}^2}{N} \\ &= \frac{1}{3 \times 4} [1303^2 + 1312^2 + 1322^2] - \frac{3937^2}{36} = 15.06 \end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned} SSB_A &= \frac{1}{n} \sum \sum X_{ij.}^2 - \frac{1}{nb} \sum X_{i..}^2 \\ &= \frac{1}{3} [327^2 + 318^2 + \dots + 333^2] - \frac{1}{324} [1303^2 + 1312^2 + 1322^2] \\ &= 69.92 \end{aligned}$$

$$4. SSE = SST - SSA - SSB_A = 63.33$$

ANOVA 表

變因	SS	DF	MS	F 值
A 因子	15.06	2	7.53	$F_A = 0.969$
B 因子	69.92	9	7.77	$F_B = 2.943$
機差	63.33	24	2.64	
總和	148.31	35		

5. 結論

$$(1) F_A = 0.969 < 4.26 = F_{0.05, 2, 9}$$

在 0.05 顯著水準下，沒有證據顯示不同大豆收集系之異黃酮含量有顯著差異。

$$(2) F_B = 2.943 > 2.30 = F_{0.05, 9, 24}$$

在 0.05 顯著水準下，有證據顯示不同部位之異黃酮含量有顯著差異。

$$(二) X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{(i)j} + \varepsilon_{(ij)k}$$

其中  $\alpha_i$  為大豆收集系之效應

$\beta_{(i)j}$  為部位之效應

$\varepsilon_{(ij)k}$  為隨機誤差

$$\begin{aligned} 1. \text{大豆收集係 } \hat{\sigma}_\alpha^2 &= \frac{MSA - MSB_A}{nb} \\ &= \frac{7.53 - 7.77}{3 \times 4} = -0.02 < 0, \text{取 } \hat{\sigma}_\alpha^2 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{部位 } \hat{\sigma}_\beta^2 &= \frac{MSB_A - MSE}{n} \\ &= \frac{7.77 - 2.64}{3} = 1.71 \end{aligned}$$

$$3. \hat{\sigma}_e^2 = MSE = 2.64$$