

109 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：農業技術
科 目：試驗設計

一、測試兩種不同通氣設備不同處理天數後的通氣量值結果如下表：

	A設備		B設備	
	天數 (x)	通氣量 (y)	天數 (x)	通氣量 (y)
	31	17.05	23	-0.87
	23	4.96	22	-10.74
	27	10.40	22	-3.27
	28	11.05	25	-1.97
	22	0.26	27	7.50
	24	2.51	20	-7.25
平均值	25.83	7.71	23.17	-2.77
標準差	3.43	6.26	2.48	6.22

(一)分別將兩種通氣設備之通氣量對天數進行簡單線性迴歸分析，求得各自之截距與斜率最小平方法估計值。(16分)

(二)若將兩種通氣設備資料各自估計截距與斜率(斜率不同、截距不同)進行變方分析(模式1)，或將兩種通氣設備資料合併估計斜率(共用斜率、截距不同)進行變方分析(模式2)，兩種模式之誤差自由度及誤差平方和如下表。說明如何根據表中數據比較兩種通氣設備之通氣量隨天數增加量是否有相同趨勢(是否有相同斜率)。(9分)

	誤差自由度	誤差平方和
模式1	8	68.34
模式2	9	70.39

1. 《考題難易》：★★★

2. 《解題關鍵》：

*(-)簡單迴歸分析，基本題

*(-)比較兩條迴歸線斜率，少考

【擬答】：

(一)

1. A設備

$$\sum X = 155 \quad \sum X^2 = 4063$$

$$\sum Y = 46.23 \quad \sum Y^2 = 551.9343$$

$$\sum XY = 1298.79$$

$$\hat{Y} = a_1 + b_1 X$$

$$(1) b_1 = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{1298.79 - \frac{155 \times 46.23}{6}}{4063 - \frac{155^2}{6}}$$

$$= 1.78$$

$$(2) a_1 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} = \frac{46.23}{6} - 1.78 \times \frac{155}{6} = -38.28$$

$$\Rightarrow \hat{Y} = -38.28 + 1.78X$$

2. B 設備

$$\sum X = 139 \quad \sum X^2 = 3251$$

$$\sum Y = -16.6 \quad \sum Y^2 = 239.4908$$

$$\sum XY = -319.98$$

$$\hat{Y} = a_2 + b_2 X$$

$$(1) b_2 = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{-319.98 - \frac{(139) \times (-16.6)}{6}}{3251 - \frac{139^2}{6}}$$

$$= 2.09$$

$$(2) a_2 = \bar{Y} - b_2 \bar{X} = \frac{-16.6}{6} - 2.09 \times \frac{139}{6} = -51.185$$

$$\Rightarrow \hat{Y} = -51.185 + 2.09X$$

(二)

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 \\ H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \end{cases}$$

$$Sp^2 = \frac{68.34}{8} = 8.5425$$

檢定統計量

$$t = \frac{|b_1 - b_2|}{\sqrt{\frac{Sp^2}{SSX_1} + \frac{Sp^2}{SSX_2}}} = \frac{|1.78 - 2.09|}{\sqrt{\frac{8.5425}{58.83} + \frac{8.5425}{30.83}}}$$

$$= 0.477 < t_{0.025, 8} = 2.306 \Rightarrow \text{not Re } H_0$$

結論：兩種通氣設備之通氣量隨天數增加有相同趨勢（有相同斜率）

二、根瘤菌在不同作物上、不同施肥管理下的固氮能力或許會有差異，因此某研究員採用完全隨機設計，在生長箱中以 0、50、100 公斤／公頃等三種不同施肥量，施用於苜蓿、大豆、綠豆等三種作物上，每個作物別與施肥量組合重複四次，並記錄根瘤菌在不同作物別與施肥量組合下的固氮能力，下表為不同作物別與施肥量組合下四個觀測值的平均值。

施肥量	作物別		
	苜蓿	大豆	綠豆
0	1.45	4.33	1.28
50	0.00	0.58	0.55
100	0.00	0.05	0.13

公職王歷屆試題 (109 高考三級)

(一)列式計算變方分析表中「作物別」、「施肥量」、「作物別與施肥量交感項」之平方和與自由度。(15分)

(二)若以 μ_0 、 μ_{50} 、 μ_{100} 分別代表大豆以 0、50、100 公斤/公頃施肥量處理後的根瘤菌固氮能力，假設變方分析表中的誤差均方 (MSE) = 0.418，列式計算並在顯著水準 0.05 下，以

t 檢定法檢驗是否拒絕虛無假設 $H_0 : (-1) \times \mu_0 + 0 \times \mu_{50} + 1 \times \mu_{100} = 0$ 。($t_{0.025,27} = 2.052$)

(5分)

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：

*二因子變方分析

【擬答】：

(一)

	苜蓿	大豆	綠豆	總平均
0	1.45	4.33	1.28	2.35
50	0.00	0.58	0.55	0.38
100	0.00	0.05	0.13	0.06
總平均	0.48	1.65	0.65	0.93

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

$$1. \text{作物別平方和 } SSA = nb \sum_{i=1}^a (\bar{X}_{i..} - \bar{X}_{..})^2$$

$$= 4 \times 3 \times [(0.48 - 0.93)^2 + (1.65 - 0.93)^2 + (0.65 - 0.93)^2]$$

$$= 9.5916, \text{ 且自由度 } DF = a - 1 = 2$$

$$2. \text{施肥量平方和 } SSB = na \sum_{j=1}^b (\bar{X}_{.j.} - \bar{X}_{..})^2$$

$$= 4 \times 3 \times [(2.35 - 0.93)^2 + (0.38 - 0.93)^2 + (0.06 - 0.93)^2]$$

$$= 36.9096, \text{ 且自由度 } DF = b - 1 = 2$$

3. 作物別與施肥量交感項平方和

$$SSAB = n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{X}_{ij.} - \bar{X}_{i..} - \bar{X}_{.j.} + \bar{X}_{..})^2$$

$$= 4[(1.45 - 2.35 - 0.48 + 0.93)^2 + \dots + (0.13 - 0.06 - 0.65 + 0.93)^2]$$

$$= 14.798, \text{ 且自由度 } DF = (a - 1)(b - 1) = 4$$

$$(二) \begin{cases} H_0 : (-1) \times \mu_0 + 0 \times \mu_{50} + 1 \times \mu_{100} = 0 \\ H_1 : (-1) \times \mu_0 + 0 \times \mu_{50} + 1 \times \mu_{100} \neq 0 \end{cases}$$

檢定統計量

$$t = \frac{(-1) \times \bar{X}_0 + 0 \times \bar{X}_{50} + 1 \times \bar{X}_{100}}{\sqrt{MSE \left(\sum_{j=1}^b \frac{c_j^2}{n_j} \right)}}$$

$$= \frac{(-1) \times 2.35 + 0 \times 0.38 + 1 \times 0.06}{\sqrt{0.418 \left[\frac{(-1)^2}{12} + \frac{0^2}{12} + \frac{1^2}{12} \right]}}$$

$$= 8.678 > 2.052 = t_{0.025,27} \Rightarrow \text{Re } H_0$$

結論：有證據顯示拒絕虛無假設

公職王歷屆試題 (109 高考三級)

三、作物改良之後期試驗，為了確認參試品系在不同地點或不同時間（年度、期作等）的表現，可將不同地點或時間之試驗結果合併進行綜合變方分析。

(一)綜合變方分析法要求各個獨立試驗之誤差變方同質，稱為變方同質性。說明該如何檢驗合併同地點或時間之試驗結果符合變方同質性，及若變方同質性不滿足時，該如何調整不同地點或時間之試驗結果，才能進一步進行綜合變方分析。（10分）

(二)將2年度、6水稻品系之4重複隨機完全區集設計之試驗結果合併後，進行綜合變方分析，假設年度為隨機型效應、區集與品系則為固定型效應，填寫下列變方分析表自由度(1)-(6)，及利用均方代號表示F值(7)-(9)計算公式。（15分）

變因	自由度	均方	F值
年度	(1)	MSY	(7)
區集	(2)	MSB	
品系	(3)	MSV	(8)
年度與品系交感	(4)	MSYV	(9)
誤差	(5)	MSE	
總和	(6)		

1. 《考題難易》：★

2. 《解題關鍵》：

*綜合變方分析, 基本題

【擬答】：

(一)

1. 誤差變方同質性的檢定可用 Bartlett 檢定法,其公式為

$$B = \frac{1}{c} (N \log_e S^2 - \sum v_i \log_e S_i^2)$$

其中 S^2 為各誤差均方

V_i 為 S_i^2 之自由度

S^2 為共同均方

$$N = \sum V_i$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left[\sum \frac{1}{V_i} - \frac{1}{N} \right]$$

若 $B < X_{0.05, (k-1)}^2$ 即誤差變方同質性

2. 若變方同質性不滿足，則可將資料作轉換，例如可以開根號或取對數。

(參考：沈明來；試驗設計學第五版 P458；2016年9月再刷；九州圖書文物有限公司。)

(二) $m=2, n=4, p=6, N=mp=48$

1. $m-1=2-1=1$

2. $m(n-1)=2(4-1)=6$

3. $p-1=6-1=5$

4. $(m-1)(p-1)=(2-1)(6-1)=5$

5. $m(n-1)(p-1)=2(4-1)(6-1)=30$

6. $N-1=47$

7. $F = \frac{MSY}{MSE}$

$$8. F = \frac{MSV}{MSYV}$$

$$9. F = \frac{MSYV}{MSE}$$

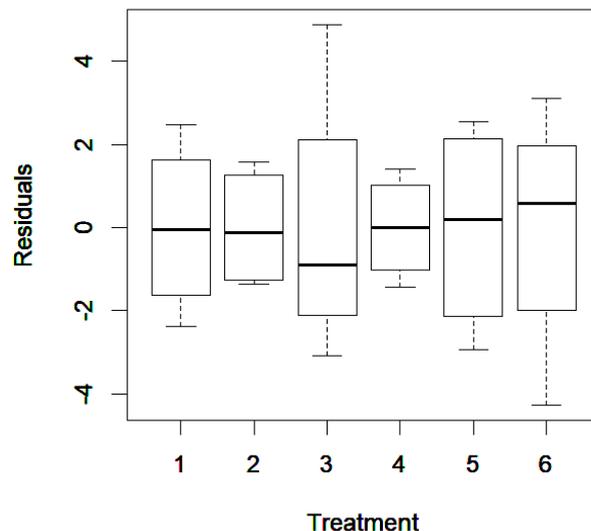
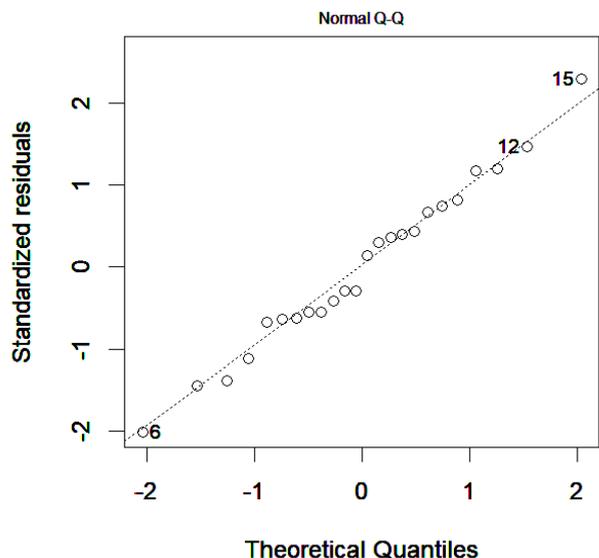
四、某文獻以變方分析表顯示六種不同生長調節劑對某作物產量影響之測試結果，根據此文獻之變方分析表回答下列問題：

變因	平方和	自由度	均方	F值	p-value
季節	197.00	3	65.67	9.12	0.001
生長調節劑	201.32	5	40.26	5.59	0.004
誤差	108.01	15	7.20		
總和	506.33	23			

- (一)說明上述變方分析表應該是採用何種試驗設計方法進行試驗得到的結果？各種生長調節劑處理的重複數為何？（5分）
- (二)若設定顯著水準為 0.01，根據上述變方分析表測試結果，說明六種不同生長調節劑對作物產量是否有影響。（5分）
- (三)六種生長調節劑處理下，作物產量平均值分別使用最小顯著差異法（least significant difference, LSD）及特奇公正顯著差異法（Tukey's honest significant difference, HSD）進行兩兩均值比較結果如下表，據以說明六種不同生長調節劑中，對作物產量影響有顯著差異的所有兩兩組合。（5分）

平均值	LSD	HSD
46.77 (處理1)	a	a
44.03 (處理2)	ab	ab
43.23 (處理3)	abc	ab
40.62 (處理4)	bcd	ab
39.51 (處理5)	cd	b
38.28 (處理6)	d	b

- (四)承上題，根據 LSD 與 HSD 兩種差異法之定義，說明兩種差異法各自適用的情境。（5分）
- (五)下列由統計軟體製作的兩張圖，分別用於檢驗何種變方分析的基本假設？描述這兩項基本假設之定義，並根據製圖結果，說明兩項基本假設是否符合？（10分）



1. 《考題難易》：★★
2. 《解題關鍵》：
*單因子變方分析 RCBD

【擬答】：

(一) 隨機完全區集設計, 且各種生長調節劑處理重複 4 次

- (二) $\begin{cases} H_0: \text{六種生長調節劑對作物產量無影響} \\ H_1: \text{六種生長調節劑對作物生產有影響} \end{cases}$

$$p\text{-value} = 0.004 < 0.01 = \alpha \Rightarrow \text{Re } H_0$$

結論：有證據顯示六種生長調節劑對作物產量有影響

(三)

1. LSD 法

- (1) 處理 1 和處理 4
- (2) 處理 1 和處理 5
- (3) 處理 1 和處理 6
- (4) 處理 2 和處理 4
- (5) 處理 2 和處理 5
- (6) 處理 2 和處理 6
- (7) 處理 3 和處理 5
- (8) 處理 3 和處理 6

2. HSD 法

- (1) 處理 1 和處理 5
- (2) 處理 1 和處理 6

(四) LSD 適用在兩相鄰處理平均數差異的比較

HSD 可用於多個處理平均數差異的比較

(五)

1. 圖 1 為常態性的檢定

圖 2 為變方同質性的檢定

2. 圖 1 資料接近直線, 所以滿足常態性的假設

圖 2 資料分散程度不一致, 所以不滿足變方同質性的假設