

信度與效度分析

3-1 信度分析

3-2 效度分析

3-3 信度與效度之關係



APPLIED
STATISTICS

3-1 | 信度分析

- 當研究者編製或使用一項測驗時，最關心此測驗的兩項指標，一是信度(reliability)，二是效度(validity)。



3-1-1 信度分析基本概述

- 信度是指測驗的特性或測量結果的可靠性，並非指測驗量表或測量工具本身，而是測驗結果的一致性 (consistency) 或穩定性 (stability)。所以，「信度分析適用於測驗分數而非測驗本身」。



- 信度並非全部都有或全部都沒有，而是一種程度的概念。信度高低與其誤差有關，任何一項測驗都有誤差，只是多少的問題，誤差主要由機率因素所支配，但也可能受到非機率因素影響。誤差越小，信度越高；誤差越大，信度越低。所以，信度也是測驗結果受測驗誤差影響的程度。



3-1-2 信度的估計方法

- 下最常用的信度估計方法有：
 - 1. 重測信度(test-retest reliability)
 - 2. 複本信度(alternate-form reliability)
 - 3. 折半信度(split-half reliability)
 - 4. 內部一致性信度(coefficient of internal consistency)
 - Cronbach α 信度係數
 - 5. Hoyt信度(Hoyt reliability)
 - 6. 評分者信度(inter-rater reliability)



- Cronbach(1951)將KR20做了一些修改， α 係數。社會科學常用的李克特五等量表，則常使用這個公式：

Cronbach's
$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right]$$

s_i^2 ：表示研究變數中各題目之變異數

s^2 ：研究變數所有題項加總（總分）的變異數

k ：為測驗題數



- 其採用的原理與庫李信度相似，只是對各題目變異數的求法不同。因此 α 係數可用在二分或其他各種類型的測量尺度上。



編號	a1	a2	a3	a4	a5	總分
1	5	5	5	5	5	25
2	5	5	5	5	5	25
3	5	5	5	5	5	25
4	4	4	5	4	5	22
5	4	4	4	4	5	21
6	3	5	3	5	5	21
7	3	4	4	3	5	19
8	5	5	5	5	5	25
9	4	4	4	4	4	20
10	5	5	3	3	5	21
變異數	0.678	0.267	0.678	0.678	0.100	5.600

$$\alpha = \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{(0.678 + 0.267 + 0.678 + 0.678 + 0.1)}{5.6} \right] = 0.714$$



- 其信度是使用重複量數變異數分析的原理來解釋測驗的信度，在性質上也屬於一致性係數。Hoyt信度假設測驗題目都是測量同一個行為層面，則受測者在所有題目上的表現應該會趨於一致。



3-1-3 執行信度分析程序

➤ [資料檔：範例3-1]

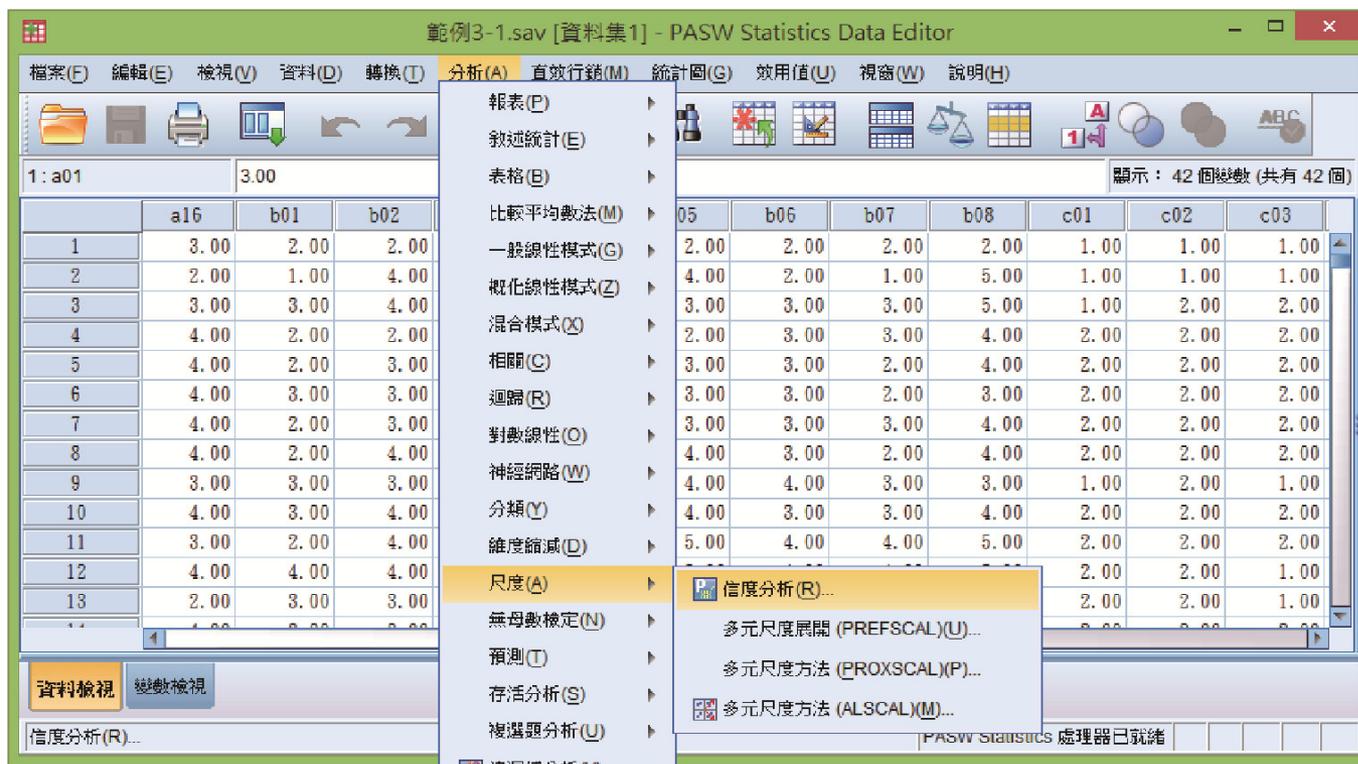


圖 3-1 執行信度分析



- 點選分析項下尺度(A)中的「信度分析(R)」會出現信度分析對話方塊。



圖 3-2 將 b01~b08 移至信度分析項目



- 選取左邊將分析之題項移置右邊的項目(I)方格中，然後點選左下方模式(M)中的「Alpha值」，按下右下方之統計量(S)鍵，會出現信度分析：統計量之次對話方塊。





圖 3-3 勾選敘述統計量



- 選取左邊敘述統計對象中的項目(I)、尺度(S)、刪除項目後之量尺摘要(A)，按下繼續鍵，會回到原對話方塊，再按下確定鍵便完成信度分析。



3-1-4 信度分析報表解析

➤ 1. 品牌知名度信度分析(b01~b08)

可靠性統計量	
Cronbach's Alpha 值	項目的個數
.908	.8



➤ 2. 項目統計量

項目統計量

	平均數	標準離差	個數
b01品牌容易聯想	3.6995	.90826	639
b02品牌印象深刻、熟悉	4.0125	.78175	639
b03品牌有高知名度	4.1393	.78245	639
b04品牌具有代表性地位	3.9906	.81324	639
b05品牌商標容易辨認	3.9890	.86096	639
b06品牌功能設計上有獨到	3.6463	.82103	639
b07品牌具有獨特的風格	3.6823	.86603	639
b08品牌容易指認	4.1659	.84209	639



➤ 3. 項目總和統計量

項目整體統計量

題項	題目	項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目總 相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值
b01	品牌容易聯想	27.6260	20.752	.674	.899
b02	品牌印象深刻、熟悉	27.3130	21.084	.760	.891
b03	品牌有高知名度	27.1862	20.929	.784	.890
b04	品牌具有代表性地位	27.3349	20.969	.742	.893
b05	品牌商標容易辨認	27.3365	20.728	.725	.894
b06	品牌功能設計上有獨到	27.6792	21.494	.655	.900
b07	品牌具有獨特的風格	27.6432	20.957	.687	.898
b08	品牌容易指認	27.1596	21.595	.620	.903



- DeVellis(1991)對Cronbach's α 值提出以下觀點：當 α 係數介於0.65至0.70間尚可； α 係數介於0.70至0.80之間則具有高信度； α 係數大於0.80時，則信度最佳。以此為例， $.908 > .80$ ，故屬最佳信度。若Cronbach's α 值 $< .65$ ，代表量表信度不佳。



- 4. 信度分析注意事項
- Cronbach's α 值是檢測同一構面的一致性，所以不宜將不同構面之題項同時納入信度分析，應就不同構面分別做信度分析。
- 範例3-1信度係數為.908，而在最後一欄「項目刪除時的Cronbach's α 值」，如果刪除b01，剩下7題的總係數變成.899，小於原本未刪除時的Cronbach's α 值.908，表示此題不適合刪除。



- 在研究實務上，若信度不佳（Cronbach's α 值 $< .65$ ），可以嘗試利用「項目刪除時的Cronbach's α 值」的數據，若顯示刪除部分題項，可以提升信度大於0.65，則可採用此法。若量表信度已經非常好，則不必再刪題。



3-2 | 效度分析

3-2-1 效度分析基本概述

- 效度是指一份測驗能正確測量到所要測量之特質程度，也就是測驗的可靠性與有效性。若測驗效度越高，表示測驗的結果越能凸顯其想測驗的內容與此份測驗真正的特徵。研究的效度包括內在效度(**internal validity**)與外在效度(**external validity**)，內在效度為研究敘述的真實性與正確性，而外在效度為研究推論的正確性。



- 效度性質：
- 1. 效度是指「測驗結果」之正確性或可靠性，而非指工具本身。
- 2. 效度並非全有或全無，只是程度上的差別。
- 3. 效度是針對某一特殊功能或用途而言，不可以普遍性的角度來衡量。一份具有高效度的測驗若施測於不同的受測者，可能會有失結果的正確性。
- 4. 效度並無法實際測量，只能從現有資料作邏輯推論。



3-2-2 影響效度之因素

- 1. 測驗過程
- 測量的過程也會對測驗分數的波動產生影響，此外，不良的測驗程序更有可能使測驗失去效度，例如：不當的控制測驗情境，引導受測者作答方向，所以測驗程序應遵照標準化實施。



- 2. 樣本特質
- 樣本與效度之評估有著密不可分的关系。樣本如果是同性質，其測量分數變異數較低，對信度估計不至於影響內部一致性等指標的估計，但樣本與效標的關係可能會因為測量變異量不足而低估效度。
- 效度的評估與樣本的代表性也有關，效度評估所選取的樣本應該代表其測驗所想適用的全體對象，例如對學生有意義的測量，對其他非學生的受測者不一定有相同的意義。



- 3. 效標因素
- 實證效度的優先條件是測量效標的適切性，不當選取效標會喪失效度，使效度無法顯現或被低估。效標本身的信度與測驗本身的信度都與效度係數有關，因此建議效標本身應具信度與效度。



3-3 | 信度與效度之關係

- 信度與效度是測驗與評量的重要指標，從定義來說，信度代表測量的穩定性與可靠性，而效度代表測量分數的意義、價值與應用性，也就是其內涵，所以一般研究者會將信度列為優先條件，再以效度作為測驗品質的充分要件。



- 信度與效度的概念與內容上有顯著的不同，但實務上很難分割。一個沒有信度的測驗，一定無法達成測驗的目的，也無法提供有意義的數據，所以效度評估前必定有信度為基礎，但有信度的測驗不一定具有效度。總而言之，效度評估受到眾多因素影響，比信度的影響層面深遠。



探索型因素分析



APPLIED
STATISTICS

6-1 因素分析概述

6-2 探索型因素分析之範例

6-1 | 因素分析概述

- 因素分析(factor analysis)目的是利用統計分析來檢視一項測驗能確實測出受測者的潛在特質，並分析具同一潛在特性之測量分數背後的因素結構，因此，因素分析為檢測建構效度最常使用的方法。



- 因素分析最主要的功能就是將繁雜的共變結構予以濃縮簡化，也就是說，因素分析可以用較少的建構因素層面描述所有的觀察變項，幫助研究者選擇最能代表某一因素構面的題目來進行最適切的測量。若研究者已編製好一份架構完善的問卷，便可使用因素分析檢測其研究試題的好、壞及研究理論與其設定之假說。



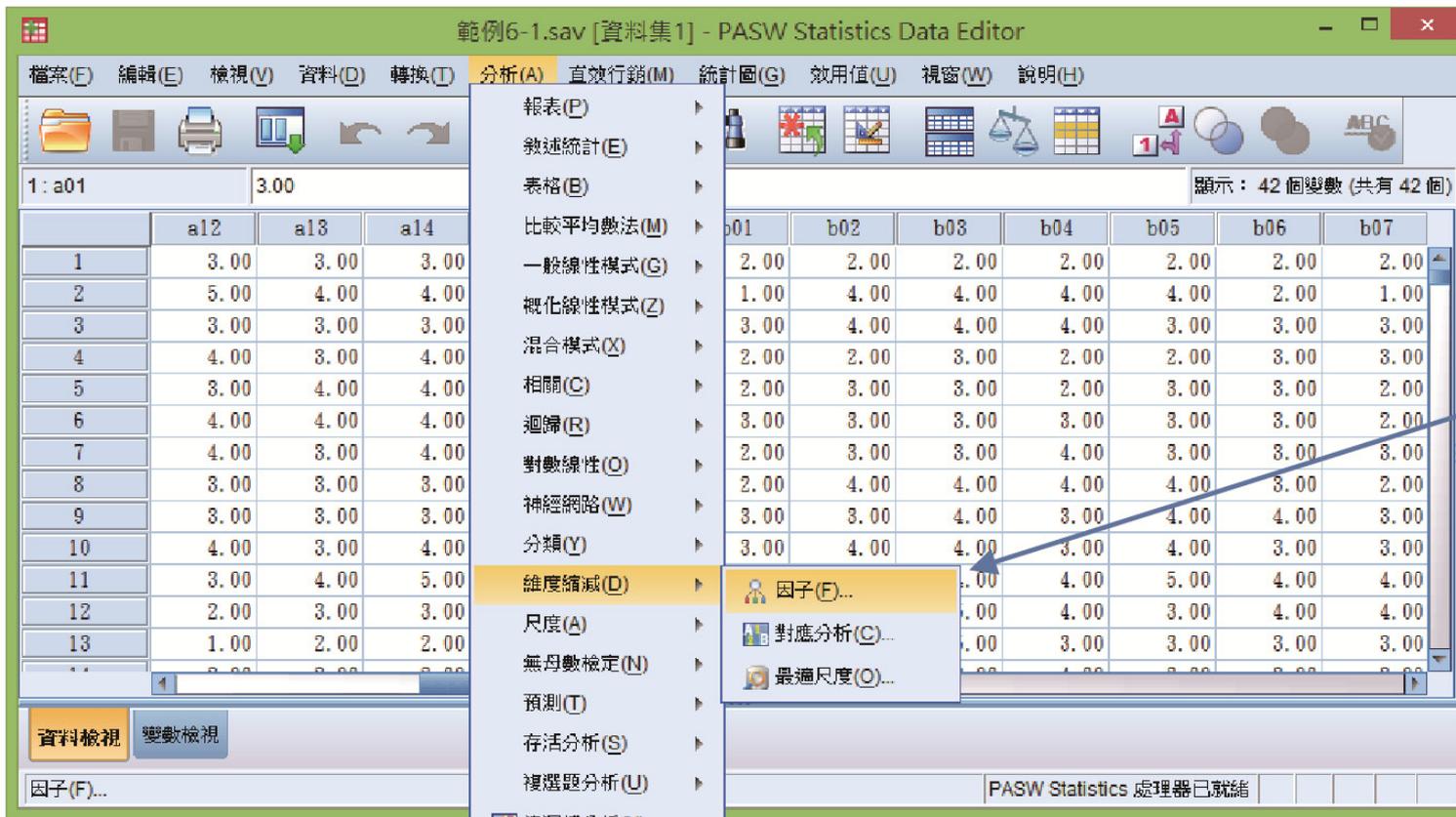
- 因素分析可分為探索型因素分析與驗證型因素分析，探索型因素分析可用spss因素分析之方法完成，驗證型因素分析則需使用結構方程模式（AMOS或LISREL）方能完成（詳見第七章）。



6-2 | 探索型因素分析之範例

- 假設研究者進行探索式因素分析，欲分析問卷中「代言人可信度」的16個題項，是否隱含多重的潛在特質。
- 開啟檔案後，將滑鼠移至分析(A)項下資料縮減(D)的右邊第一個選項，點選因子(F)。[資料檔：範例6-1]





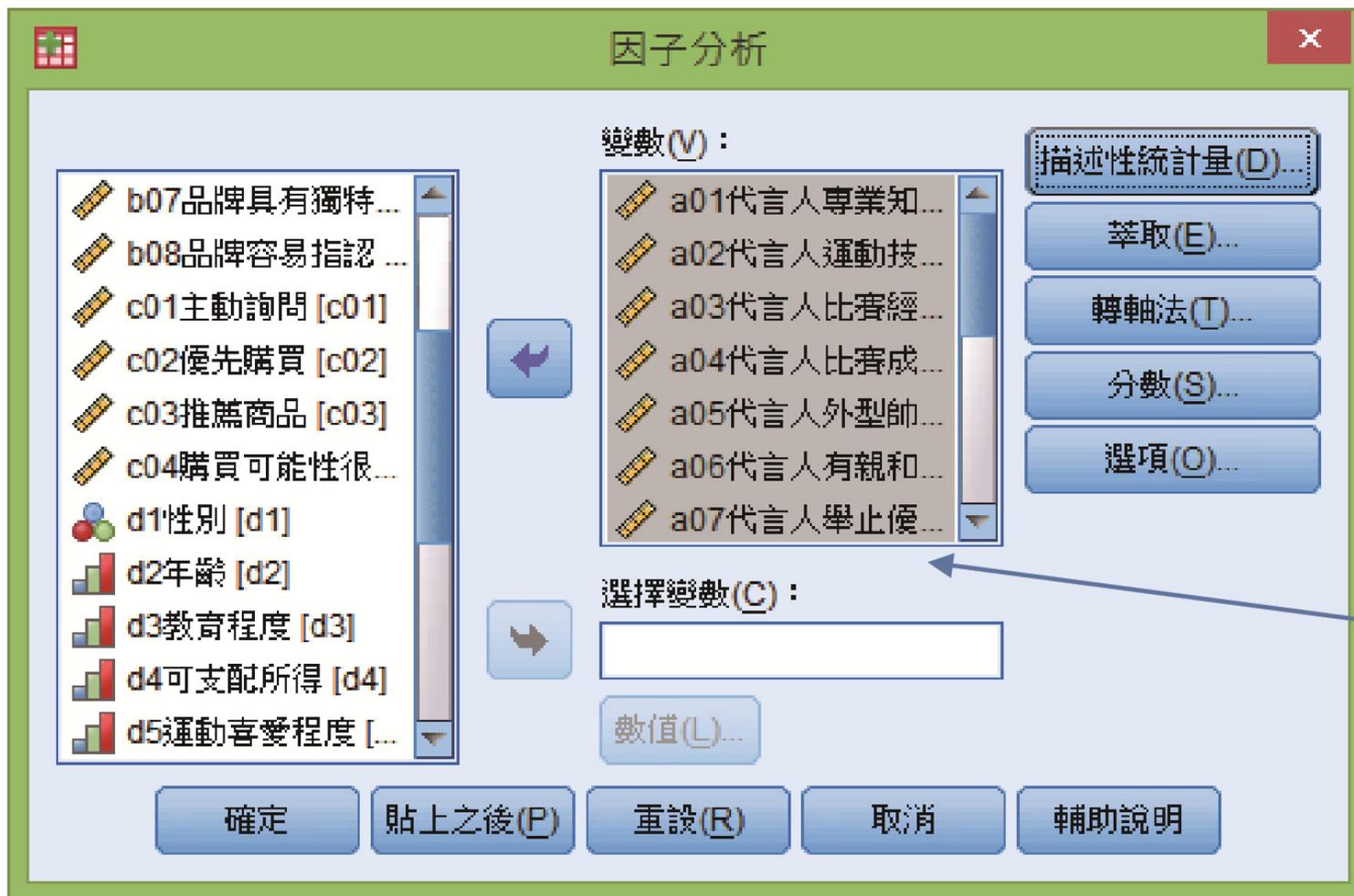
步驟一：
維度縮減
→ 因子

圖 6-1 執行因素分析



- 點選因子(F)，出現因子分析之對話方塊，將左邊欲分析之題項移至右邊變數(V)的空白方格中，選取下方之描述性統計量(D)、萃取(E)、轉軸法(T)及選項(O)鍵。





步驟二：
選擇題項
移入變數
清單

圖 6-2 因子分析之對話方塊



- 選取描述性統計量(D)鍵，出現因子分析：描述性統計量之次對話方塊，其中上方統計量包含單變量描述性統計量(U)及未轉軸之統計量(I)。單變量描述性統計量，報表會輸出每一題目之平均數和標準差；未轉軸之統計量，報表會輸出因素分析上未轉軸前，題項的共同性、特徵值之總和、變異數的百分比及累積百分比。
- 下方相關矩陣包含了七項：係數(C)、顯著水準(S)、行列式(D)、KMO與Bartlett的球形檢定(K)、倒數模式(N)、重製的(R)、反映像(A)。



- 係數(C)，報表會輸出題項與題項的相關矩陣；顯著水準(S)，就是係數(C)的相關矩陣顯著性；行列式(D)，報表會輸出係數(C)的相關矩陣行和列的值；Kaiser 學者(1974)指出KMO值越接近1，表示整體資料越適合進行因素分析，若KMO值低於0.5，代表不適合進行因素分析；倒數模式(N)，報表會輸出係數(C)相關矩陣之相反矩陣；反映像(A)，報表會輸出反映像之相關矩陣和反映像之共變數。研究者點選想得知的選項後，按下繼續鍵。





步驟三：
勾選各種
統計量

圖 6-3 因子分析：描述性統計量之次對話方塊



- 選取萃取(E)鍵，出現因子分析：萃取之次對話方塊，按下右邊下拉式箭頭，其中包含：主成份、未加權最小平方法、概化最小平方法、最大概似值、主軸因素、Alpha因素萃取法、映像因素萃取法。主成份分析法(principle component analysis)為spss內定方法，也是最基本的方法，將整體變項的變異數簡化為較少的變異數，對重要的變異數給予較多的權重，不重要的變異數給予較少的權重，簡化後的變異數便含有主要的成份。

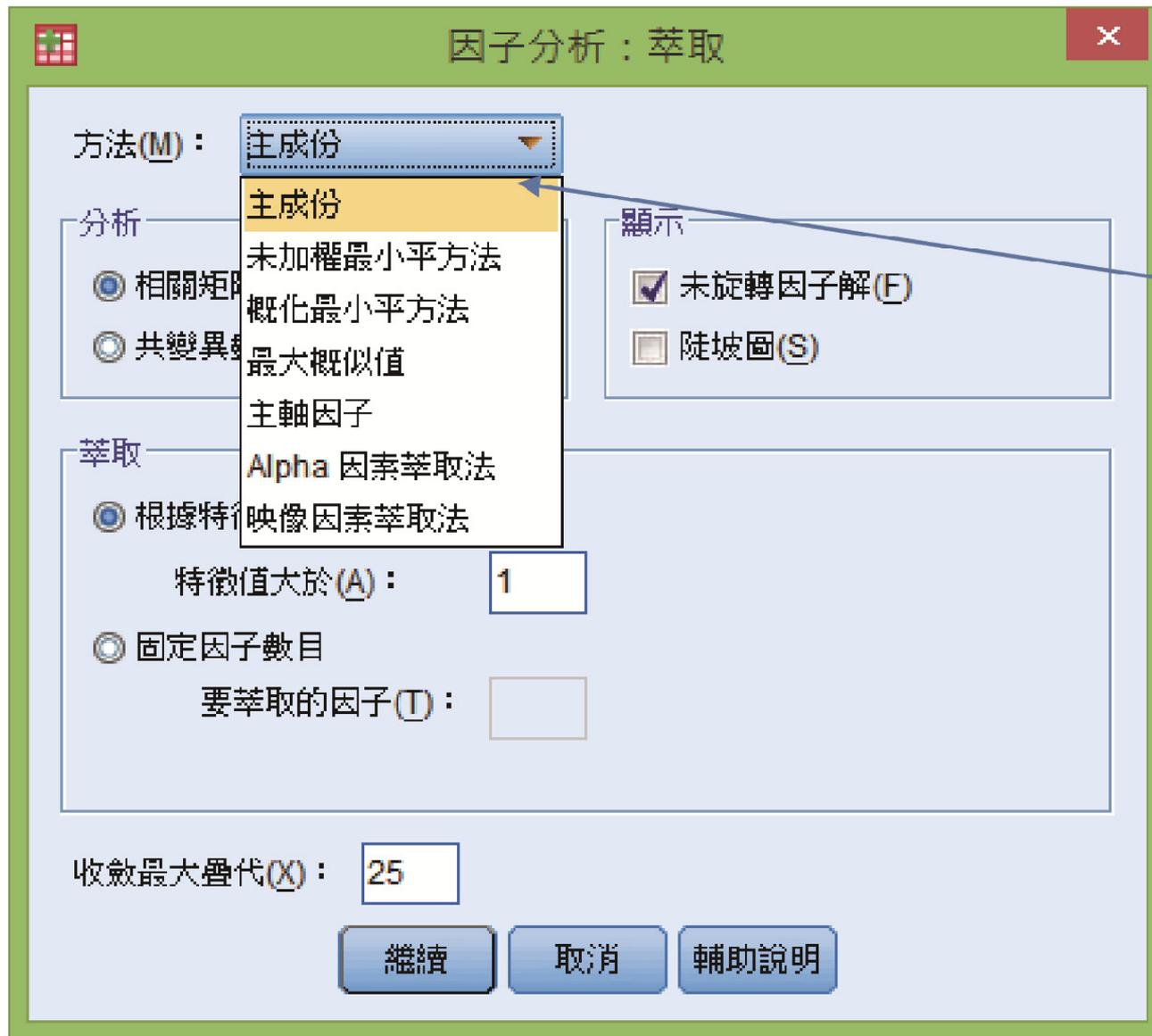


- 未加權最小平方法(unweighted least squares method)所抽出的因素最接近原本的相關模式；加權最小平方法或概化最小平方法(generalized least squares method)使解釋力較小的變異數得到較少的權重，給予共同變異較大的變異數較多的權重。
- 最大概似值(maximum likelihood method)需要較大的樣本數來進行估計，其可推估代表母體的因素特質；主軸因素(principle axis factors)不考慮整體的變異數，而是分析每一題項與題項間共同的變異數。



- 主成份法與主軸因素法得出的結果很相似，但主成份法較適合簡化資料，主軸因素法較適合檢驗因素結構；Alpha因素萃取法(alpha factoring)是探討共同因素的內部共通性，使因素與因素間能清楚的區分；映像因素萃取法(image factor extraction)與主成份法相似，但不同的是，其最後求出的因素負荷量是變項和因素之間的共變數。
- 特徵值設定大於1，按下繼續鍵，回到原對話方塊，點選轉軸法(T)。





步驟四：
萃取 → 主
成份分析
法

圖 6-4 因子分析：萃取之次對話方塊

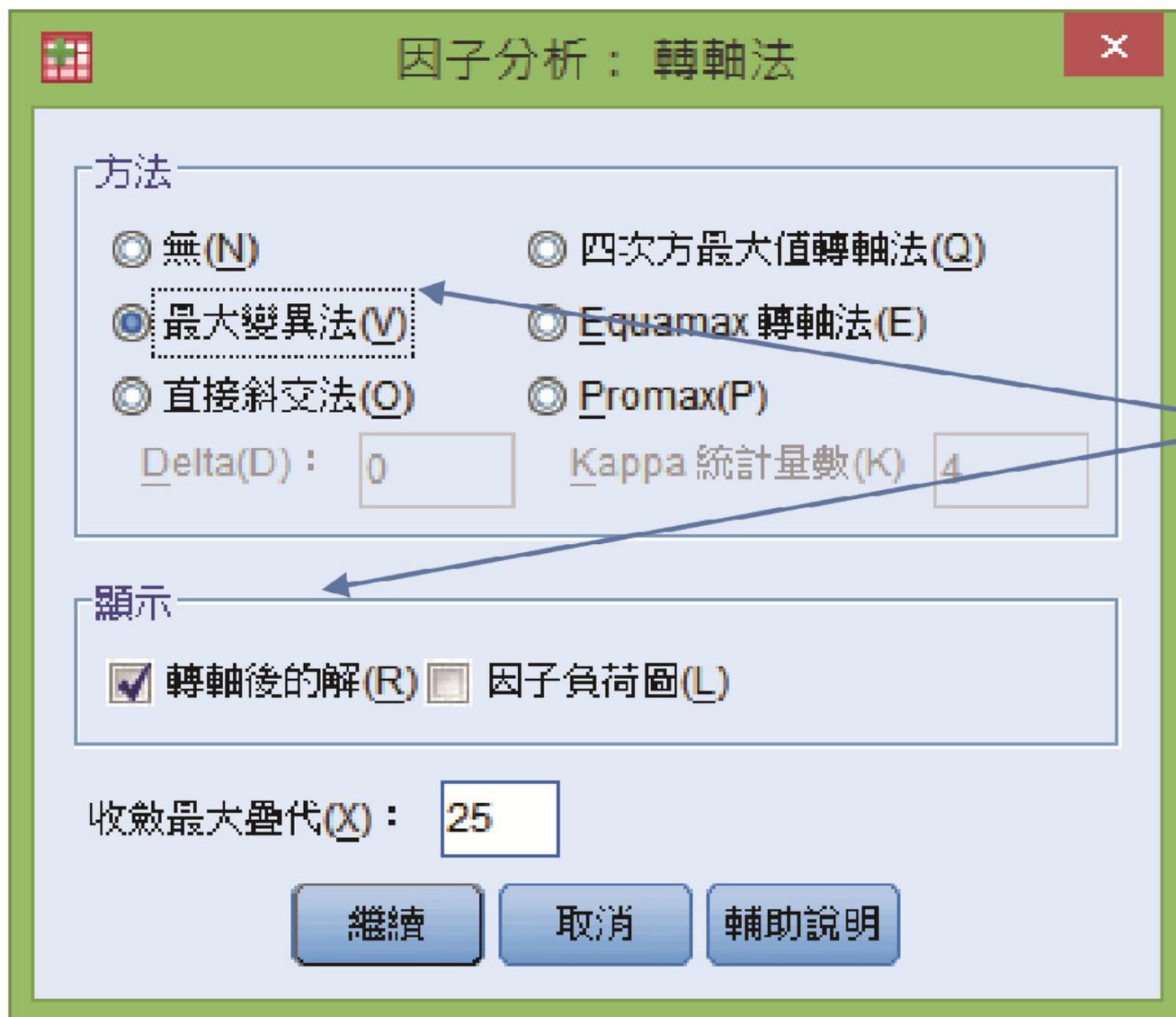


- 點選轉軸法(T)，出現因子分析：轉軸法之次對話方塊，上方，方法包括：最大變異法(V)、直接斜交法(O)、四次方最大值轉軸法(Q)、Equamax轉軸法(E)、Promax(P)。最大變異法(varimax)是使每一變項在因素負荷平方矩陣的每一行的變異數最大；四次方最大值轉軸法(quartimax)是使其每一變項在因素負荷平方矩陣的每一列的變異數最大；Equamax轉軸法（相等最大值法）便是最大變異法與四次方最大值轉軸法的合體，使每一變項在每一因素負荷平方矩陣上，每一行每一列的變異數皆最大。



- 直接斜交法(**Direct oblimin**)使因素負荷量的差積化成最小值；**Promax**是將最大變異法所確立出的清楚結構再進行斜交轉軸，以釐清因素與因素間的關係。選取選項後，按下繼續鍵，回到原對話方塊，點選選項(O)鍵。





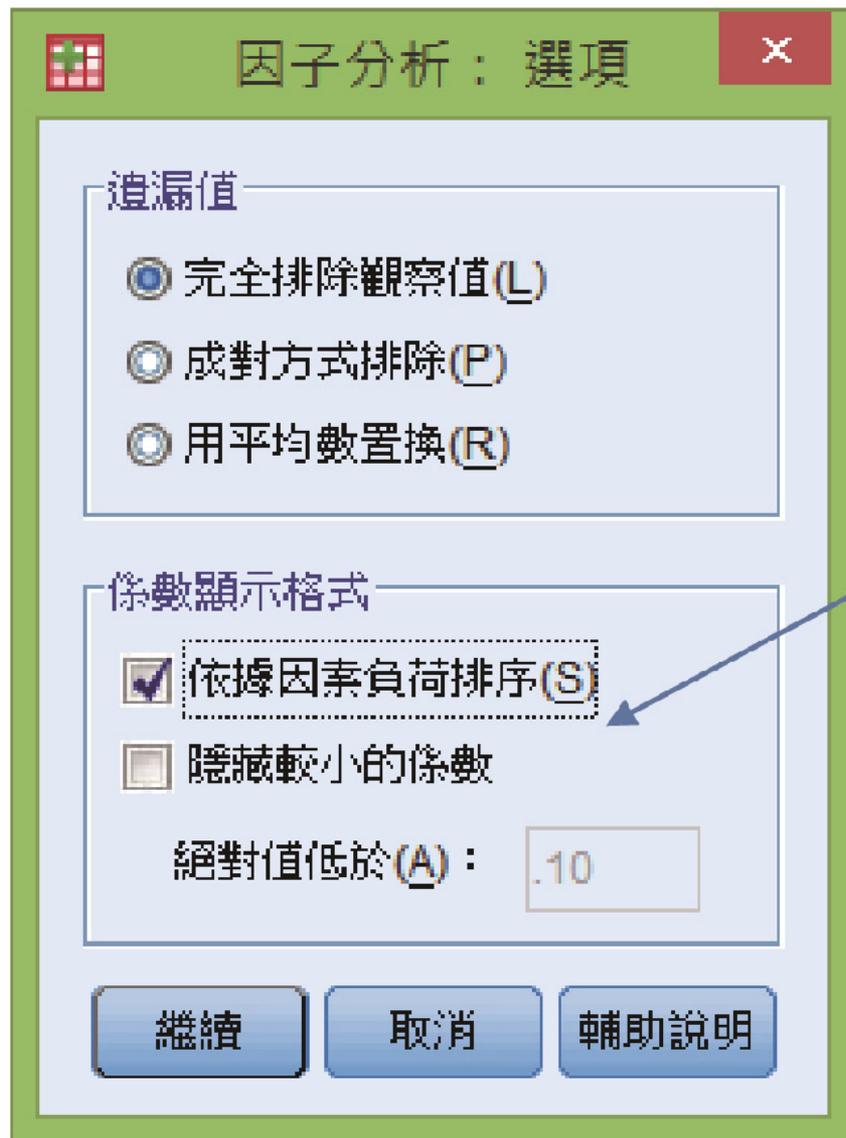
步驟五：
轉軸法 →
最大變異
法

圖 6-5 因子分析：轉軸法之次對話方塊



- 點選選項(O)鍵後，出現因子分析：選項之次對話方塊，設定遺漏值與細數顯示格式，按下繼續鍵，回到原對話方塊。





步驟六：
選項 → 依
據因素負
荷排序

圖 6-6 因子分析：選項之次對話方塊



報表分析

➤ Kaiser 學者(1974)的觀點：

KMO 統計量	因素分析適合性
.90 以上	極佳的(marvelous)
.80 以上	良好的(meritorious)
.70 以上	中度的(middling)
.60 以上	平庸的(mediocre)
.50 以上	可悲的(miserable)
.50 以下	無法認受(unacceptable)

Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrics*, 39, 31-36.



➤ 1. 因子分析

KMO與Bartlett檢定

Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數。	.905
Bartlett 的球形檢定	5433.141
近似卡方分配	
df	120
顯著性	.000

- KMO值為.905，達.80以上，可評為良好，KMO值越大，表示其共同性越高，表示適合進行因素分析。近似卡方分配為5433.141，自由度為120，顯著性.000，達顯著，適合進行因素分析。



- 2. 因子分析－共同性
- 共同性的萃取值表示共同因素解釋每題項變異量的比例，萃取值越高，表示此變項與其他變項有越多共同潛在特質，影響力與重要性也越強。



共同性

	初始	萃取
a01 代言人專業知識豐富	1.000	.556
a02 代言人運動技巧高超	1.000	.817
a03 代言人比賽經驗豐富	1.000	.771
a04 代言人比賽成績優異	1.000	.759
a05 代言人外型帥氣	1.000	.365
a06 代言人有親和力	1.000	.678
a07 代言人舉止優雅	1.000	.646
a08 代言人行事風格相似	1.000	.262
a09 代言人傳達的訊息值得信賴	1.000	.665
a10 代言人代言的商品較為安心	1.000	.674
a11 代言人代言的商品吸引購買	1.000	.632
a12 代言人負面消息影響支持	1.000	.414
a13 代言人經常出賽	1.000	.594
a14 代言人被新聞媒體報導	1.000	.675
a15 代言人出現在各類廣告之中	1.000	.658
a16 代言人曝光率高引起注意	1.000	.643

「 a02 代言人運動技巧高超」在代言人可信度的共同性最高

萃取法：主成份分析。

➤ 3. 因子分析－解說總變異量



解說總變異量

元件	初始特徵值			平方和負荷量萃取			轉軸平方和負荷量		
	總數	變異數的 %	累積%	總數	變異數的 %	累積%	總數	變異數的 %	累積%
1	6.899	43.120	43.120	6.899	43.120	43.120	3.860	24.126	24.126
2	1.745	10.906	54.026	1.745	10.906	54.026	3.018	18.862	42.989
3	1.167	7.294	61.320	1.167	7.294	61.320	2.933	18.332	61.320
4	.982	6.139	67.459						
5	.864	5.401	72.860						
6	.731	4.568	77.428						
7	.587	3.669	81.097						
8	.500	3.125	84.223						
9	.477	2.981	87.204						
10	.371	2.318	89.522						
11	.364	2.276	91.797						
12	.350	2.187	93.984						
13	.281	1.758	95.742						
14	.265	1.656	97.398						
15	.229	1.433	98.831						
16	.187	1.169	100.000						

萃取法：主成份分析。

特徵值
 Eigenvalue

- Kaiser(1974)建議保留特徵值 >1 或 $>$ 所有變數的平均變異數的主成份，除非選取的因素比原來變數解釋的還多，否則不取。代言人可信度有三個特徵值大於1，分別是6.899，1.745，1.167。



- 以特徵值為1來當作萃取因素的標準，此例題抽取出3個因素，而變異數的百分比就是特徵值除以題數，例如第一個特徵值為6.899，除以代言人可信度的題數（16題）， $6.899 \div 16 = 43.120\%$ （解釋變異量的百分比）。
- 平方和負荷量萃取表，顯示特徵值 >1 的有三個，因此可分為三個主要因素，分別可以解釋43.120、10.906和7.294%變數的變異量，累計變異數的百分比為61.320%（代言人可信度原來是16題，現在用三個因素（構面），即可解釋整體現象的61.320%）。



- 轉軸後，增加其完整性，共同因素之特徵值與變異數的百分比改變，第一個因素之特徵值轉軸後為3.860，解釋變異量為24.126%；第二個因素之特徵值轉軸後為3.018，解釋變異量為18.862%，第三個因素之特徵值轉軸後為2.933，解釋變異量為18.332%。但因素之共同特性與相對位置不會改變，所以整體累計變異量的百分比也不會改變，仍然為61.320%。



➤ 4. 因子分析－成份矩陣



成份矩陣^a

	元件		
	1	2	3
a10 代言人代言的商品較為安心	.748	-.321	.105
a11 代言人代言的商品吸引購買	.729	-.318	.010
a14 代言人被新聞媒體報導	.727	-.203	-.326
a09 代言人傳達的訊息值得信賴	.718	-.280	.267
a13 代言人經常出賽	.711	-.172	-.243
a16 代言人曝光率高引起注意	.704	-.227	-.311
a15 代言人出現在各類廣告之中	.690	-.233	-.357
a07 代言人舉止優雅	.668	-.004	.447
a03 代言人比賽經驗豐富	.649	.589	-.049
a01 代言人專業知識豐富	.636	.377	.095
a02 代言人運動技巧高超	.635	.631	-.128
a06 代言人有親和力	.626	-.099	.525
a04 代言人比賽成績優異	.622	.593	-.143
a12 代言人負面消息影響支持	.579	-.173	-.221
a05 代言人外型帥氣	.512	.084	.310
a08 代言人行事風格相似	.485	-.013	.164

萃取方法：主成分分析。

a. 萃取了 3 個成份。



- 成份矩陣是尚未轉軸的原始因素負荷量，因素負荷量越高，表示該題項的潛在特質在共同性的地位越重要。



➤ 5. 因子分析－轉軸後的成份矩陣



轉軸後的成份矩陣^a

	元件		
	1	2	3
a15 代言人出現在各類廣告之中	.777	.145	.184
a14 代言人被新聞媒體報導	.769	.185	.223
a16 代言人曝光率高引起注意	.756	.188	.189
a13 代言人經常出賽	.696	.238	.230
a11 代言人代言的商品吸引購買	.631	.477	.076
a12 代言人負面消息影響支持	.596	.181	.162
a10 代言人代言的商品較為安心	.592	.565	.068
a06 代理人有親和力	.164	.795	.140
a07 代理人舉止優雅	.192	.738	.254
a09 代理人傳達的訊息值得信賴	.459	.671	.066
a05 代理人外型帥氣	.124	.524	.274
a08 代理人行事風格相似	.236	.409	.198
a02 代理人運動技巧高超	.200	.143	.869
a04 代理人比賽成績優異	.219	.130	.833
a03 代理人比賽經驗豐富	.184	.222	.829
a01 代理人專業知識豐富	.193	.368	.619

loading factor 未大於 0.5，所以刪除

萃取方法：主成分分析。
 旋轉方法：旋轉方法：含 Kaiser 常態化的 Varimax 法。

a. 轉軸收斂於 5 個疊代。



- 轉軸後的成份矩陣，其相同潛在特性的題項會排在一起，且會按照因素負荷量之大小排列，原則上因素負荷量大於0.5，才列入因素之成份。
- 「a08代言人行事風格相似」因素負荷量未大於0.5，所以要刪除該題，並重作因素分析。
- 刪除a08題項，重作因素分析之後，各項分析數據都會因而改變，以下是第二次因素分析，轉軸後的數據。



KMO與Bartlett檢定

Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數。	.904
Bartlett 的球形檢定	5242.976
近似卡方分配	
df	105
顯著性	.000



解說總變異量

元件	初始特徵值			平方和負荷量萃取			轉軸平方和負荷量		
	總數	變異數的 %	累積%	總數	變異數的 %	累積%	總數	變異數的 %	累積%
1	6.691	44.609	44.609	6.691	44.609	44.609	3.763	25.087	25.087
2	1.745	11.633	56.242	1.745	11.633	56.242	2.927	19.513	44.600
3	1.160	7.731	63.973	1.160	7.731	63.973	2.906	19.373	63.973
4	.948	6.318	70.291						
5	.732	4.877	75.168						
6	.667	4.447	79.615						
7	.500	3.336	82.951						
8	.480	3.201	86.152						
9	.374	2.496	88.648						
10	.368	2.453	91.101						
11	.359	2.393	93.494						
12	.290	1.933	95.427						
13	.265	1.767	97.193						
14	.234	1.560	98.753						
15	.187	1.247	100.000						

萃取法：主成份分析。



轉軸後的成份矩陣^a

	元件		
	1	2	3
a15 代言人出現在各類廣告之中	.781	.180	.147
a14 代言人被新聞媒體報導	.773	.221	.189
a16 代言人曝光率高引起注意	.759	.186	.188
a13 代言人經常出賽	.700	.228	.231
a11 代言人代言的商品吸引購買	.611	.078	.511
a12 代言人負面消息影響支持	.601	.160	.170
a02 代言人運動技巧高超	.208	.870	.122
a04 代言人比賽成績優異	.227	.834	.114
a03 代言人比賽經驗豐富	.185	.832	.221
a01 代言人專業知識豐富	.185	.624	.375
a06 代理人有親和力	.161	.159	.780
a07 代理人舉止優雅	.197	.272	.707
a09 代理人傳達的訊息值得信賴	.436	.076	.706
a10 代理人代言的商品較為安心	.568	.074	.605
a05 代理人外型帥氣	.119	.287	.528

萃取方法：主成分分析。

旋轉方法：旋轉方法：含 Kaiser 常態化的 Varimax 法。

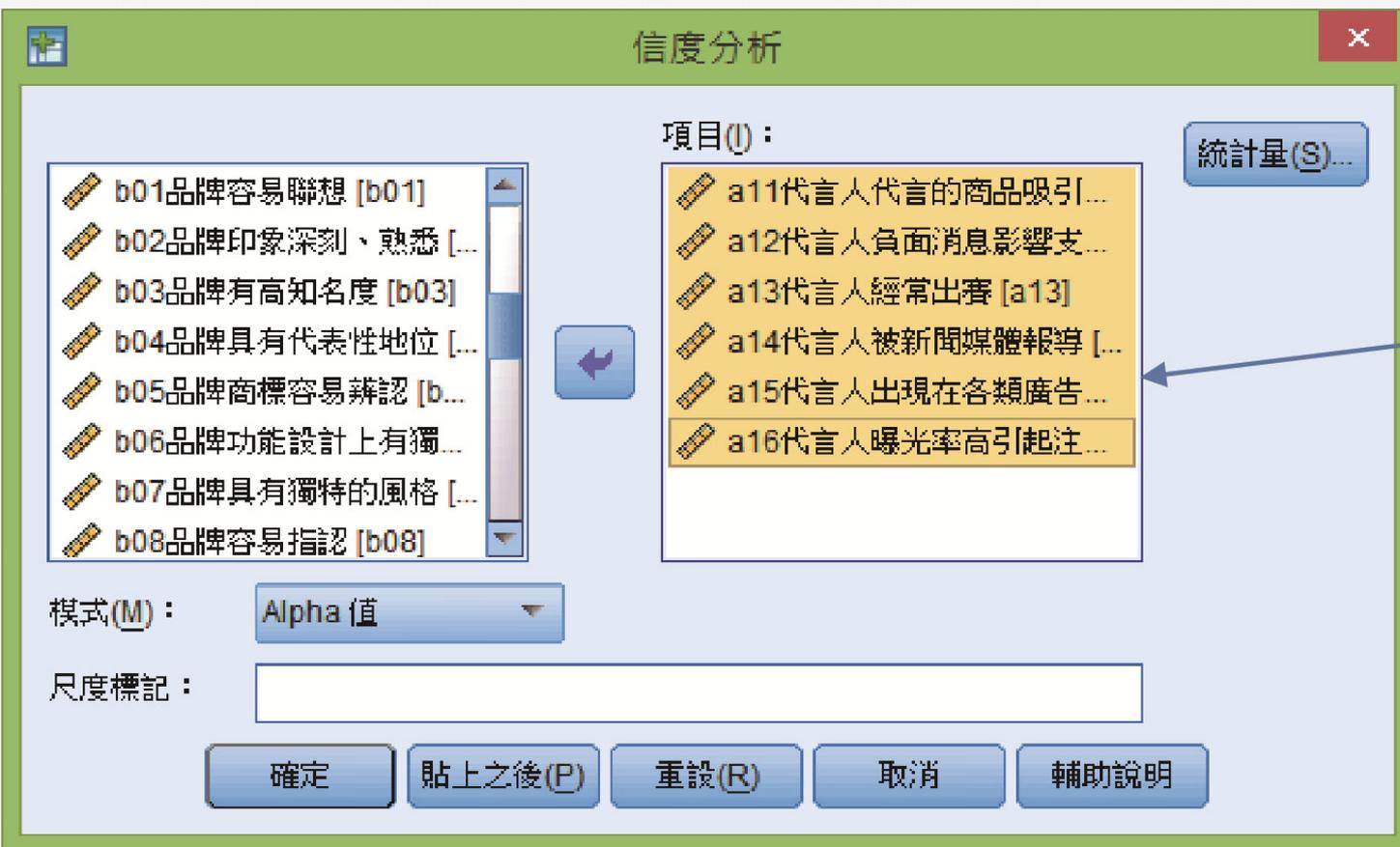
a. 轉軸收斂於 5 個疊代。



KMO與Bartlett檢定

Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數。	.905
Bartlett 的球形檢定 近似卡方分配	5433.141
df	120
顯著性	.000





依構面題
項進行信
度分析

圖 6-7 因素分析後，依各因素題項，進行信度分析



- 研究者可依同一因素，各題項之共同意涵，將因素命名。並將重要數據整合在同一表格，簡化數據報表的繁瑣性。
- 因已明確區分為三個因素，所以每個因素都要個別進行信度分析，並將因素分析多項重要數據整合在同一表格，如下一頁所示。



代言人可信度因素分析表

因素名稱	題項與題目	因素負荷量	特徵值	解釋變異量	累積解釋變異量	信度分析
因素一 (參酌左列題項意涵,自行命名)	a15 代言人出現在各類廣告之中	.781	6.691	44.069	44.069	0.860
	a14 代言人被新聞媒體報導	.773				
	a16 代言人曝光率高引起注意	.759				
	a13 代言人經常出費	.700				
	a11 代言人代言的商品吸引購買	.611				
	a12 代言人負面消息影響支持	.601				
因素二 (參酌左列題項意涵,自行命名)	a02 代言人運動技巧高超	.870	1.745	11.663	56.242	0.871
	a04 代言人比賽成績優異	.834				
	a03 代言人比賽經驗豐富	.832				
	a01 代言人專業知識豐富	.624				
因素三 (參酌左列題項意涵,自行命名)	a 06 代理人有親和力	.780	1.160	7.731	63.973	0.806
	a 07 代理人舉止優雅	.707				
	a 09 代理人傳達的訊息值得信賴	.706				
	a 10 代理人代言的商品較為安心	.605				
	a 05 代理人外型帥氣	.528				



結構方程模式－驗證型因素分析



7-1 驗證型因素分析說明

7-2 驗證型因素分析實例

APPLIED
STATISTICS

7-1 | 驗證型因素分析說明

- 本書第六章的主題是探索型因素分析（**exploratory factor analysis**, 簡稱**EFA**），適用於量表是非結構性的，但若量表已是結構性的如表7-1，就要用驗證型因素分析，若使用探索型因素分析，可能會錯置原來構性的量表，在論文寫作上，要特別留意因素分析使用的型態。



- 驗證性因素分析(CFA)通常是有理論或前人的研究成果為依據，所以驗證性因素分析已經事先規劃好了，例如：(1)因素的數量；(2)因素與題項之間的關係，所以驗證性因素分析就是依據研究者所收集到的資料，「驗證」你所收集到的資料是不是與之前研究一樣有相同的**factor**。以下範例是代言人可信度結構性的量表，是參考以往學者的研究整理而成，問卷回收後，就需要使用驗證型因素分析（confirmatory factor analysis，簡稱**CFA**），來確認問卷的信度與效度是否恰當。



表 7-1 代言人可信度衡量構面與問項

構面	問項
專業性	1. 我認為專業知識豐富的選手才夠資格當代言人。
	2. 我認為運動技巧高超的選手才夠資格當代言人。
	3. 我認為比賽經驗豐富的選手才夠資格當代言人。
	4. 我認為比賽成績優異的選手才夠資格當代言人。
吸引力	5. 我覺得運動選手代言人外型帥氣，能吸引我的注意。
	6. 我覺得運動選手代言人很有親和力，讓我願意接近。
	7. 我覺得運動選手代言人舉止優雅有魅力，令人喜愛。
	8. 我覺得運動選手代言人的行事風格，和我非常相似。
可靠性	9. 形象好的運動選手所傳達的訊息，較值得我們信賴。
	10. 形象好的運動選手所代言的商品，會讓我較為安心。
	11. 形象好的運動選手所代言的商品，較能吸引我購買。
	12. 運動選手有負面消息時，會影響我對代言商品的支持。
曝光率	13. 運動選手若經常出賽，較能吸引我購買其代言的商品。
	14. 運動選手經常被新聞媒體報導，可以提升其代言效果。
	15. 運動選手經常出現在各類廣告之中，可提升代言效果。
	16. 曝光率高的運動選手代言的商品，較能引起我的注意。

7-2 | 驗證型因素分析實例

- CFA也經常配合徑路分析(Path Analysis)／結構方程模型(Structural Equation Modeling, SEM)，所使用的軟體有AMOS，LISREL等結構方程模式軟體，在此軟體之下，又有二階驗證型因素分析或一階（巢式）驗證型因素分析等不同的方式，本書是利用AMOS軟體，繪製表7-1量表構面與題項的對應架構圖（採一階驗證型因素分析），繪圖的重點如下：



- 1. 方形圖形代表可觀察變項，所對應的各題項，都要在SPSS對應的資料檔中呈現（如[資料檔：範例7-1]及附錄一問卷）。
- 2. 橢圓圖形代表潛在的研究構面（不能出現在SPSS對應的資料檔中），一階驗證型因素分析需兩兩連結雙箭頭（代表兩兩構面有相關），每一構面對應的題組，要有一題設定為參照指標，係數設為1（如圖7-1）。



- 3. 每一題項也都要配與誤差項（用圓形圖形繪製），圓形、橢圓形的資料代碼不能出現在SPSS對應的資料檔中，所以SPSS資料編碼及AMOS圖形檔的對應關係，要別留意是否正確，若對應關係不正確，AMOS會出現錯誤訊息，而無法完成驗證型因素分析。



- 進行驗證型因素分析，有下列幾項步驟：
- 1. 在AMOS繪製一階驗證型因素分析架構圖。
- 2. 選取SPSS資料檔。
- 3. 勾選輸出資料。
- 4. 計算分析。
- 5. 分析資料。
- 6. 修正模式。
- 7. 計算組成信度。
- 8. 在SPSS建立構面資料。



➤ 步驟一

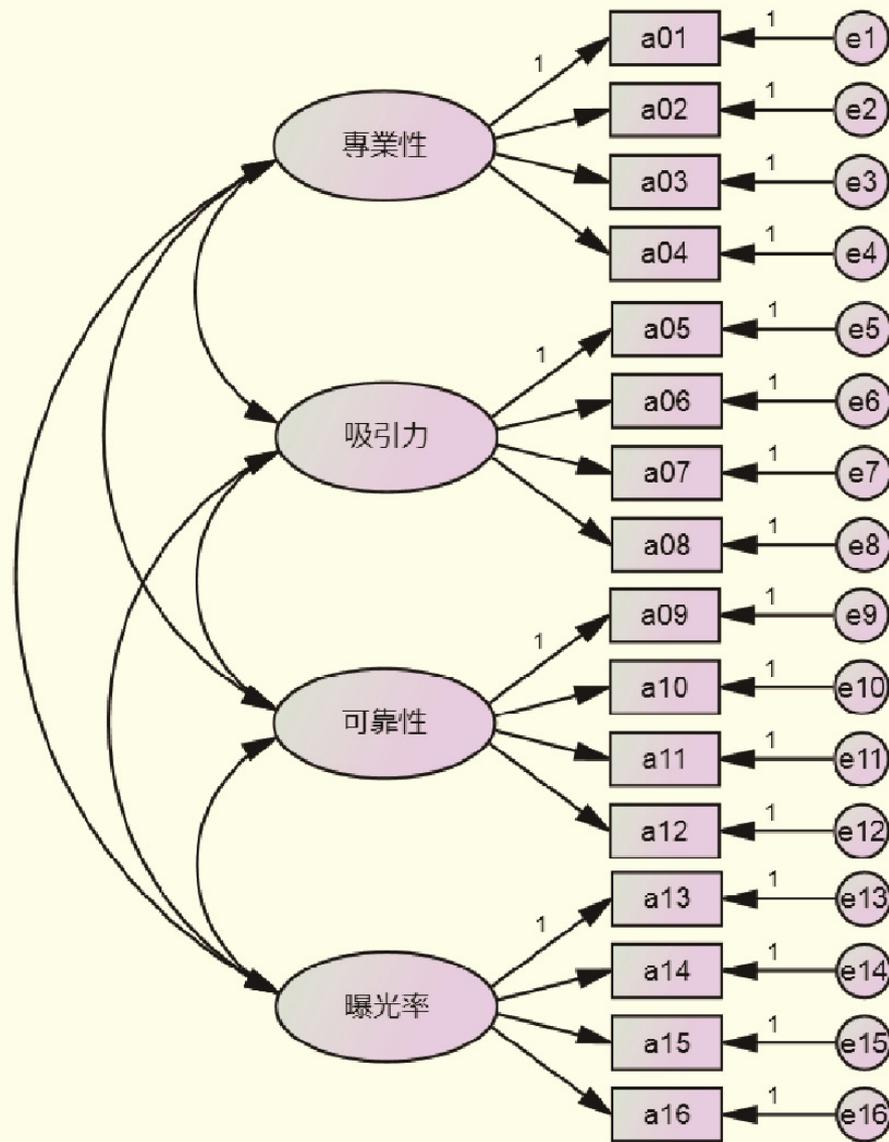


圖 7-1 繪製一階驗證型因素分析架構圖（代言人可信度）



➤ 步驟二

圖 7-2 顯示了 SmartPLS 軟體的「範例 7-1a : Group number 1 : Input」視窗。視窗左側是工具欄，其中「Data」圖示（顯示為數據表圖標）被一個藍色圓圈圈出，並有一個藍色箭頭從該圖示指向左側的藍色方框，方框內寫著「選取資料」。視窗右側顯示了測量模型的路徑圖，包含四個潛在變因（專長性、吸菸力、可靠性、曝光率）及其對應的 16 個觀察變因（a01 至 a16）。每個觀察變因都標有誤差項 e01 至 e16。圖中顯示了所有觀察變因與對應的潛在變因之間的路徑係數均為 1。

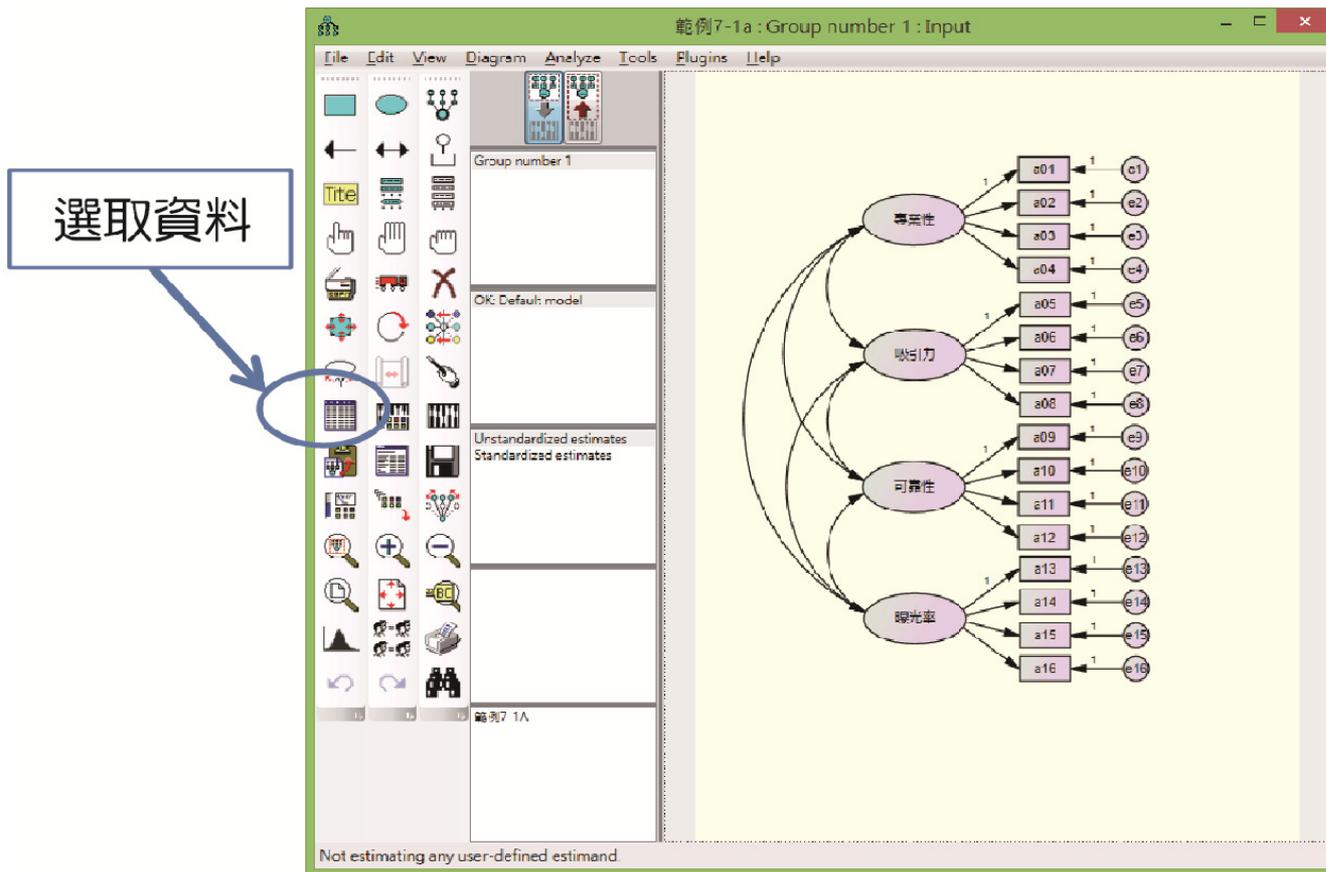


圖 7-2 選取資料



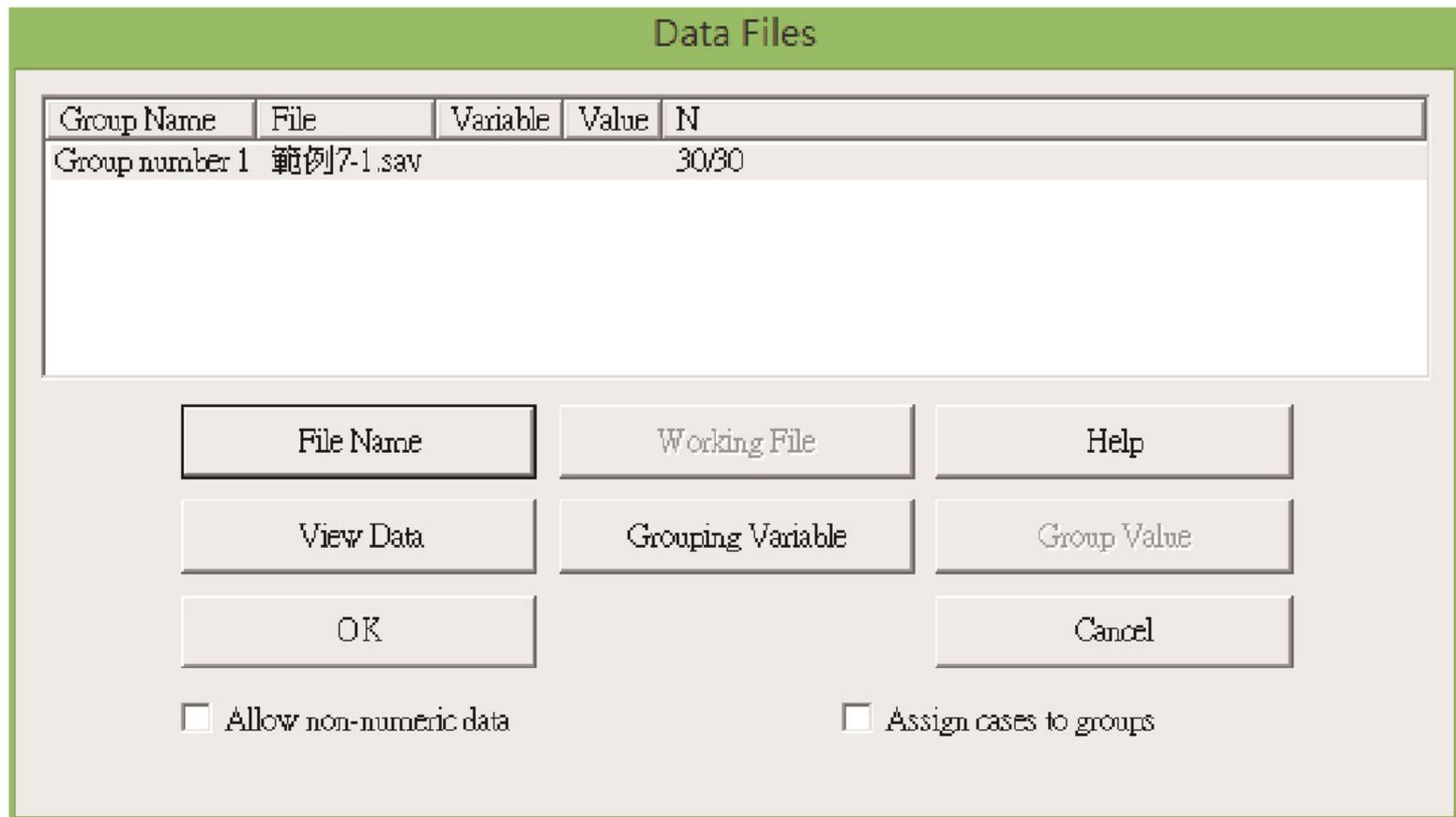


圖 7-3 開啟範例 7-1，SPSS 資料檔



➤ 步驟三

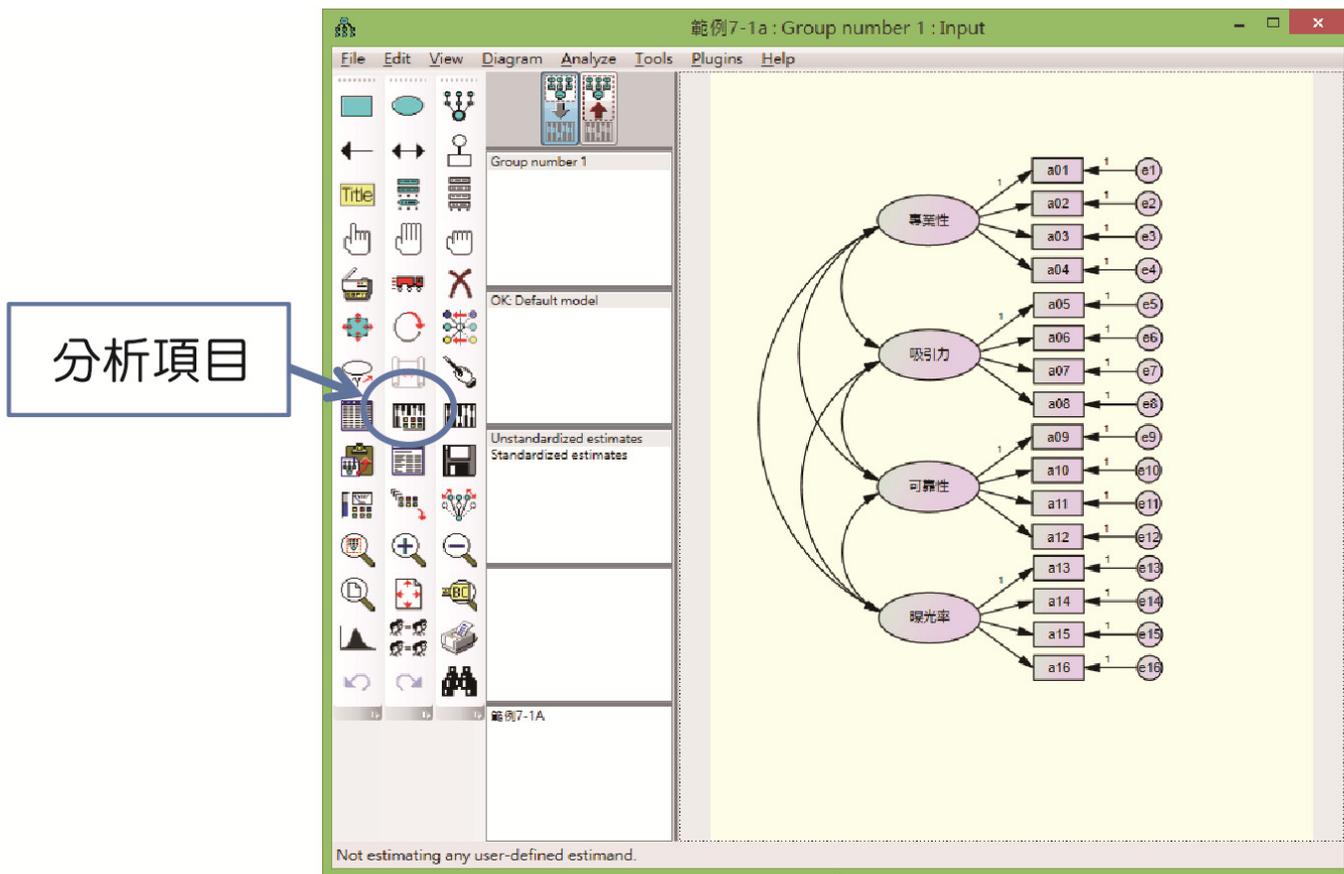


圖 7-4 點選分析項目



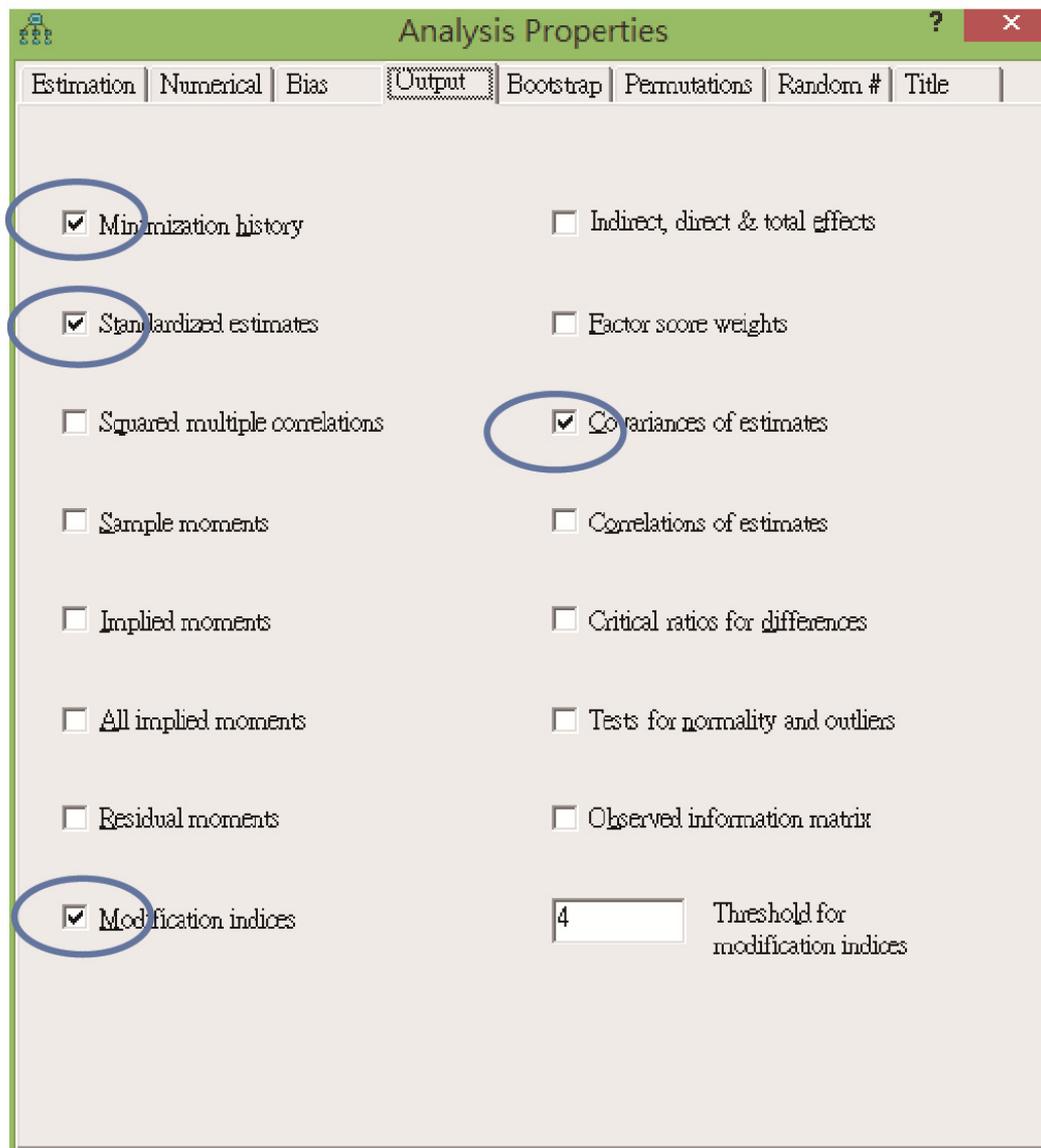


圖 7-5 勾選分析項目



➤ 步驟四

紅色燈號亮，
分析成功

計算

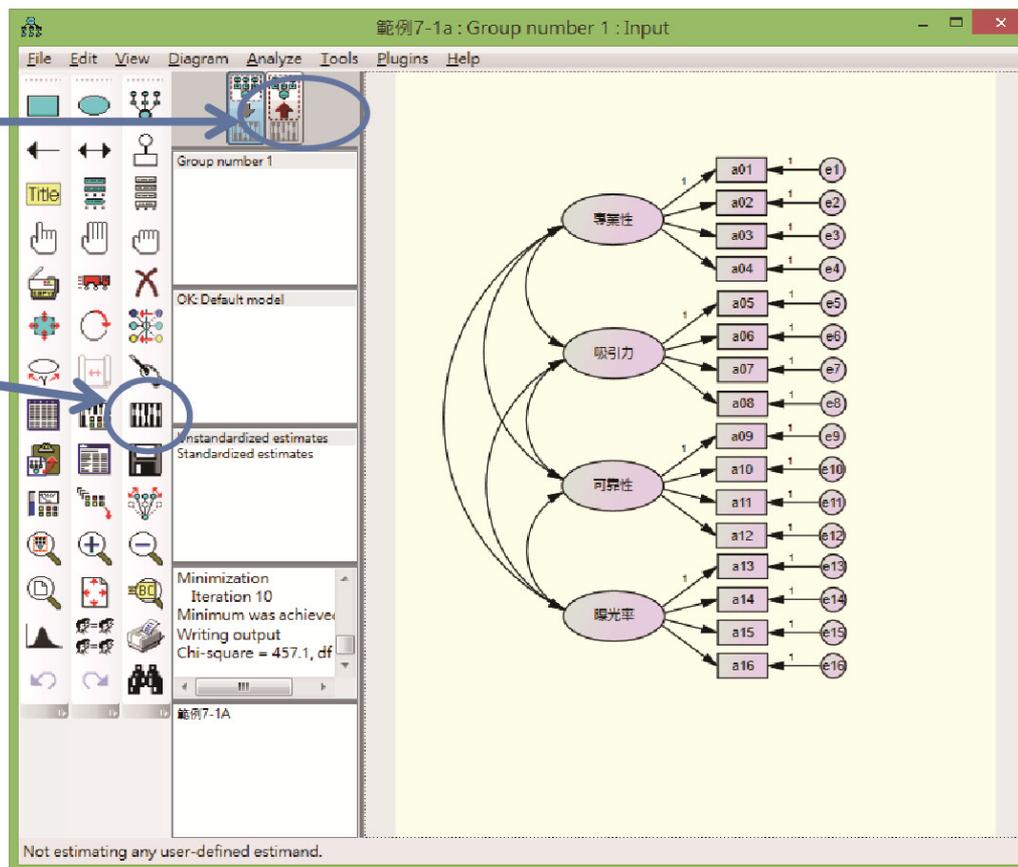


圖 7-6 點選計算



點按紅色燈號
兩下

點按標準化
估計值

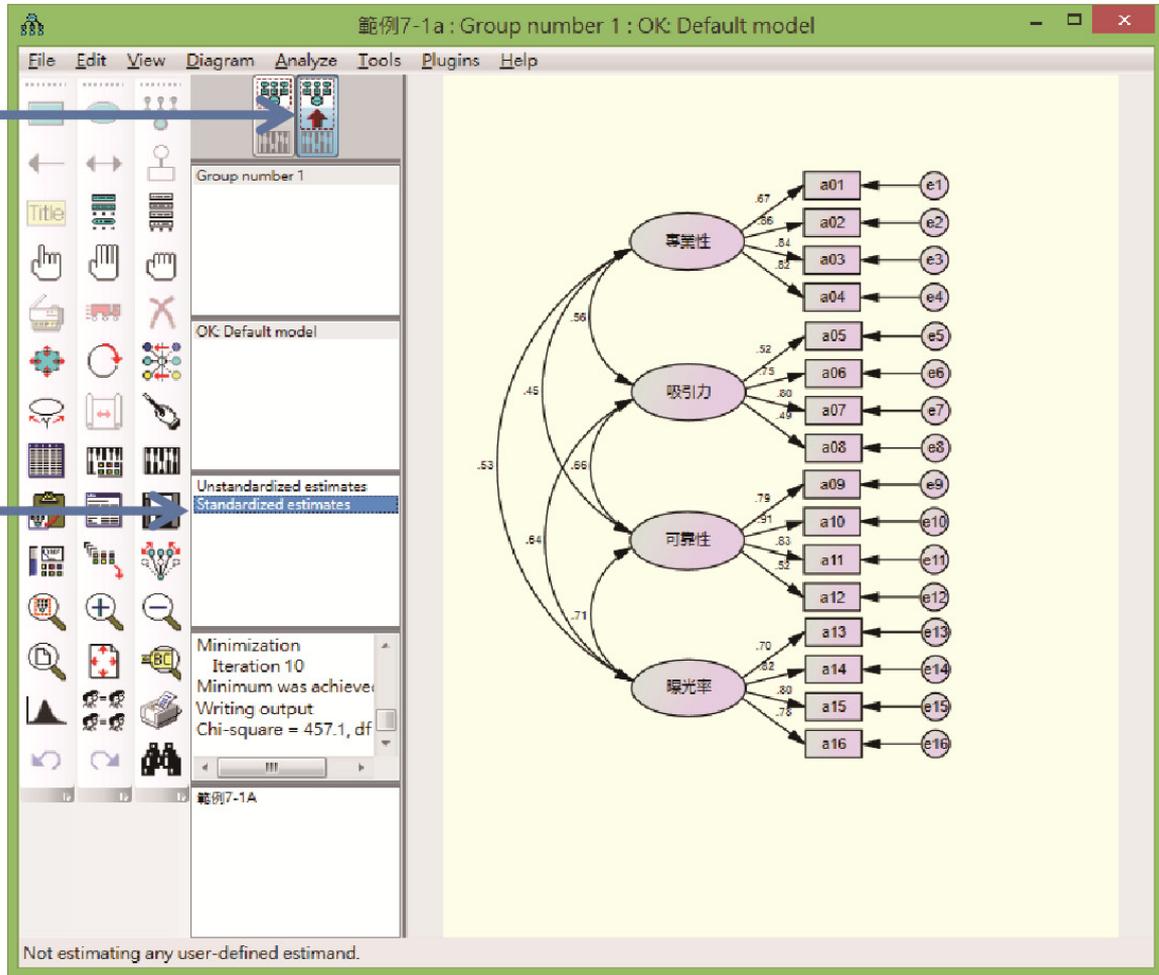


圖 7-7 點選分析係數



➤ 步驟五

分析資料

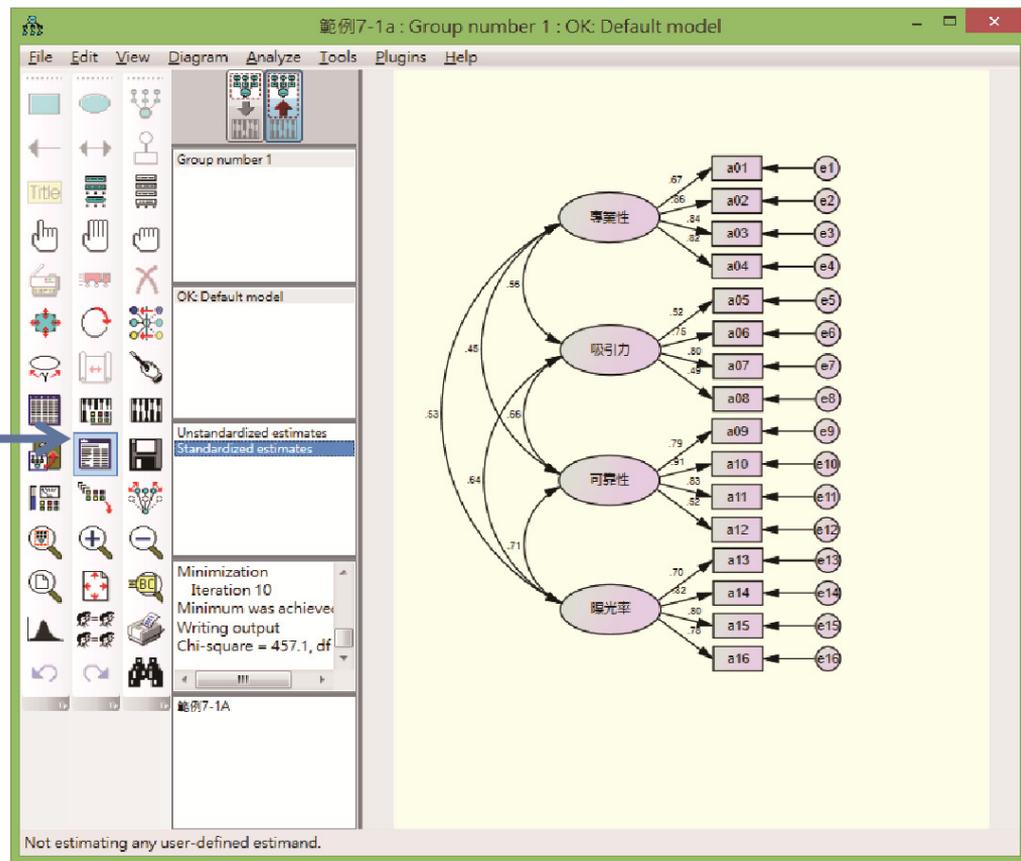


圖 7-8 點選分析資料



➤ 1. 迴歸係數

Amos Output

範例7-1A.amw

- Analysis Summary
- Notes for Group
- Variable Summary
- Parameter Summary
- Notes for Model
- Estimates
- Modification Indices
- Minimization History
- Pairwise Parameter Comparison
- Model Fit
- Execution Time

Estimates (Group number 1 - Default model)

Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)

Maximum Likelihood Estimates

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
a01 <--- 專業性	1.000				
a02 <--- 專業性	1.309	.071	18.420	***	par_1
a03 <--- 專業性	1.226	.068	18.078	***	par_2
a04 <--- 專業性	1.237	.070	17.689	***	par_3
a05 <--- 吸引力	1.000				
a06 <--- 吸引力	1.132	.095	11.919	***	par_4
a07 <--- 吸引力	1.279	.105	12.191	***	par_5
a08 <--- 吸引力	.896	.095	9.396	***	par_6
a09 <--- 可靠性	1.000				
a10 <--- 可靠性	1.235	.049	25.130	***	par_7
a11 <--- 可靠性	1.147	.050	22.967	***	par_8
a12 <--- 可靠性	.755	.057	13.168	***	par_9
a13 <--- 曝光率	1.000				
a14 <--- 曝光率	1.146	.062	18.464	***	par_10
a15 <--- 曝光率	1.116	.061	18.169	***	par_11
a16 <--- 曝光率	1.020	.058	17.636	***	par_12

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

圖 7-9 估計值資料（非標準化係數）

- 標準化迴歸係數（因素負荷量），有些學者主張需大於0.6，部分學者認為大於0.5即可。

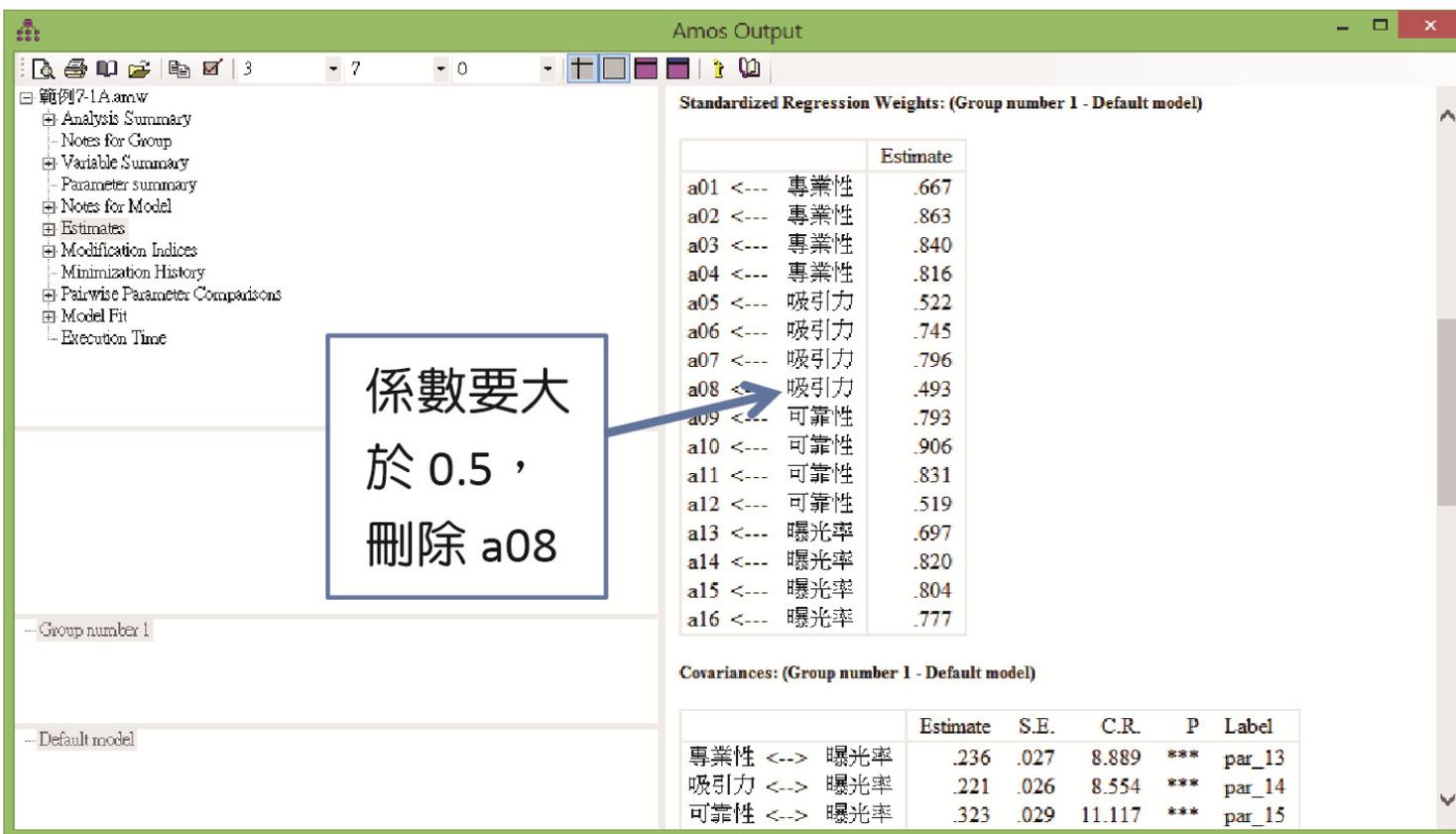
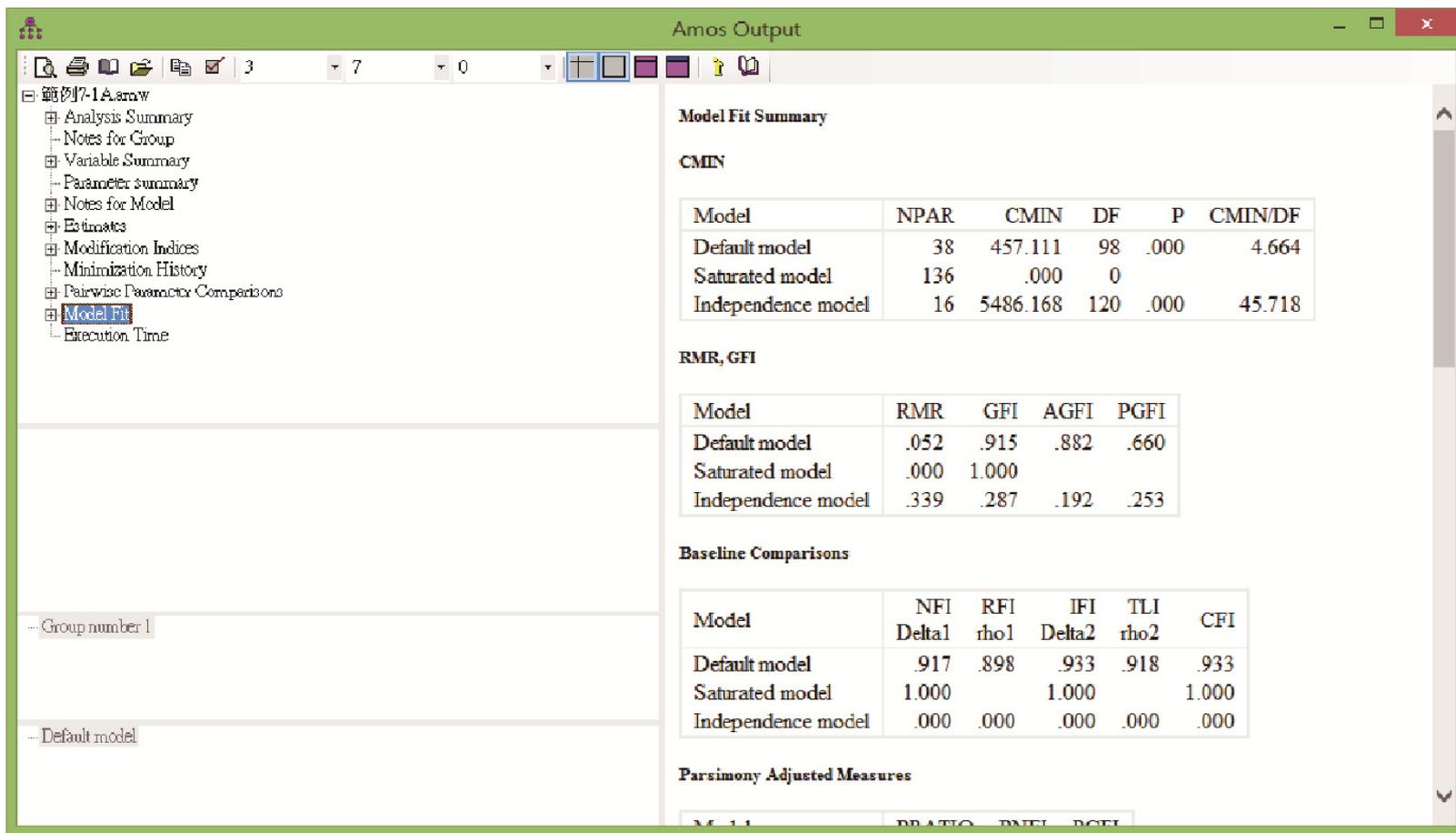


圖 7-10 標準化估計值資料



➤ 2. 模式適配度



The screenshot displays the Amos Output window for a path analysis model. The left pane shows a tree view of the output, with 'Model Fit' selected. The right pane contains three tables of fit statistics.

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	38	457.111	98	.000	4.664
Saturated model	136	.000	0		
Independence model	16	5486.168	120	.000	45.718

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.052	.915	.882	.660
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.339	.287	.192	.253

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	.917	.898	.933	.918	.933
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony Adjusted Measures

Model	PNFI	PGFI
Default model	.917	.660
Saturated model	1.000	
Independence model	.000	.253

圖 7-11 標準化估計值資料

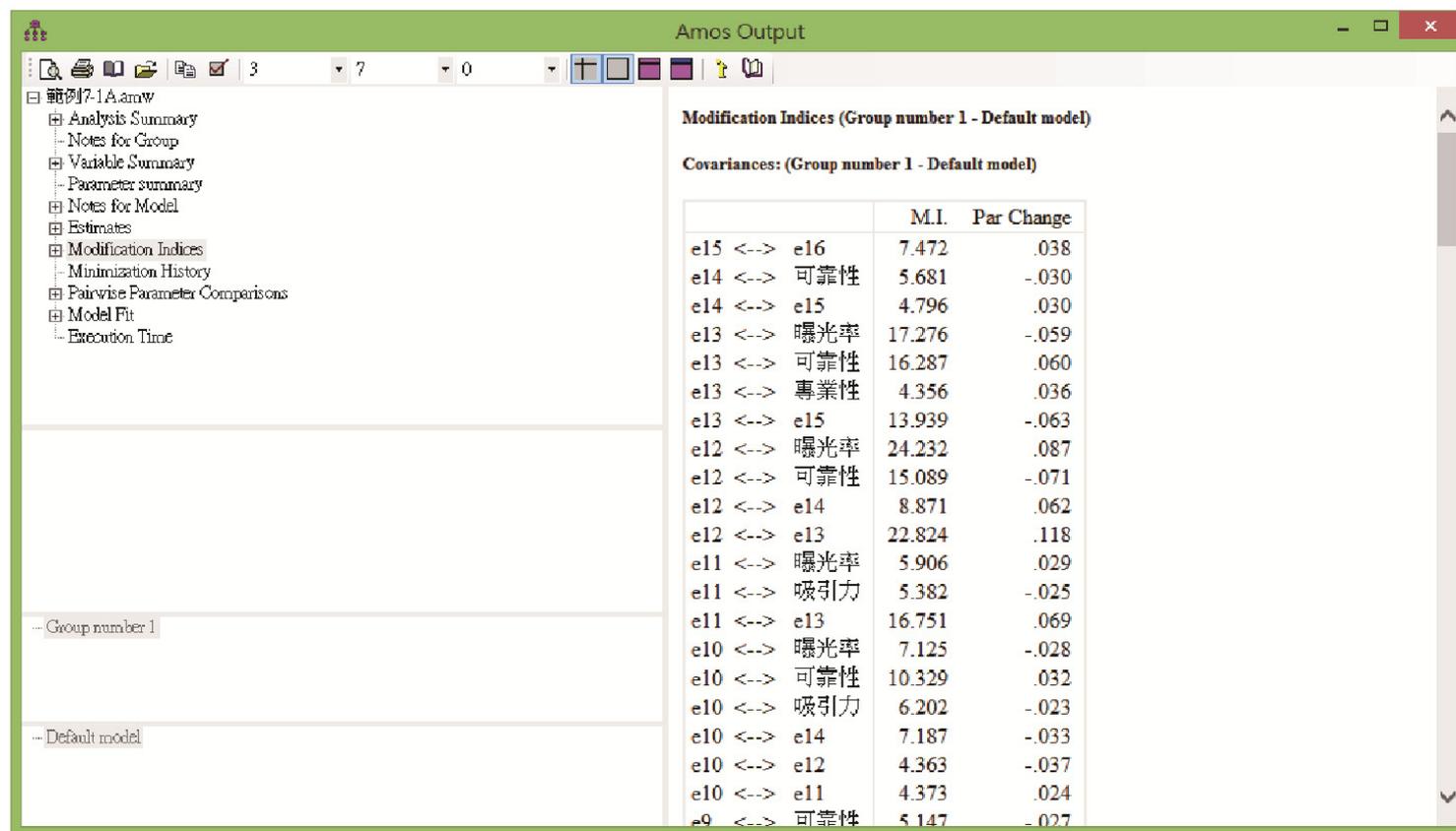
表 7-2 驗證型因素分析適配度指標彙整表

衡量指標		理想評鑑結果	
整體模式適配度 (overall model fit)	絕對適配指標 (absolute fit measurement)	χ^2	越小越好
		χ^2/df	≤ 3
		RMR	≤ 0.05
		GFI	≥ 0.90
		SRMR	≤ 0.05
		RMSEA	≤ 0.05
	增值適配指標 (incremental fit measurement)	NFI	≥ 0.90
		NNFI	≥ 0.90
		CFI	≥ 0.90
	絕對適配指標 (parsimonious fit measurement)	PNFI	>0.50
PGFI		>0.50	
模式內在結構適配度 (incremental fit measurement)	CR (組成信度)	>0.60	
	AVE	>0.50	



➤ 步驟六

➤ 1. MI值（誤差項部分）



The screenshot shows the Amos Output window with the following structure:

- File menu: 範例7-1A.amw
- Analysis Summary
- Notes for Group
- Variable Summary
- Parameter summary
- Notes for Model
- Estimates
- Modification Indices (selected)
- Minimization History
- Pairwise Parameter Comparisons
- Model Fit
- Execution Time

The main content area displays:

Modification Indices (Group number 1 - Default model)

Covariances: (Group number 1 - Default model)

	MI.	Par Change
e15 <-> e16	7.472	.038
e14 <-> 可靠性	5.681	-.030
e14 <-> e15	4.796	.030
e13 <-> 曝光率	17.276	-.059
e13 <-> 可靠性	16.287	.060
e13 <-> 專業性	4.356	.036
e13 <-> e15	13.939	-.063
e12 <-> 曝光率	24.232	.087
e12 <-> 可靠性	15.089	-.071
e12 <-> e14	8.871	.062
e12 <-> e13	22.824	.118
e11 <-> 曝光率	5.906	.029
e11 <-> 吸引力	5.382	-.025
e11 <-> e13	16.751	.069
e10 <-> 曝光率	7.125	-.028
e10 <-> 可靠性	10.329	.032
e10 <-> 吸引力	6.202	-.023
e10 <-> e14	7.187	-.033
e10 <-> e12	4.363	-.037
e10 <-> e11	4.373	.024
e9 <-> 可靠性	5.147	-.027

圖 7-12 MI 值（誤差項部分）



- 2. MI值（題項部分）
- 若MI過高，表示兩個變項間具有相當共同影響來源，會影響模式是配度（如表7-23），有些學者建議可以將MI過高的兩個變項，建立相關（畫上雙箭頭），就可以改善適配度，此作法在統計學的觀點是可行的，但從社會科學研究的觀點，是要觀察變數之間是否有實質的重疊性，用刪除題項的方式，來改善適配度，較為合宜。以下表為例，（a01－吸引力）的MI值過高(34.71)，可以刪除a01。



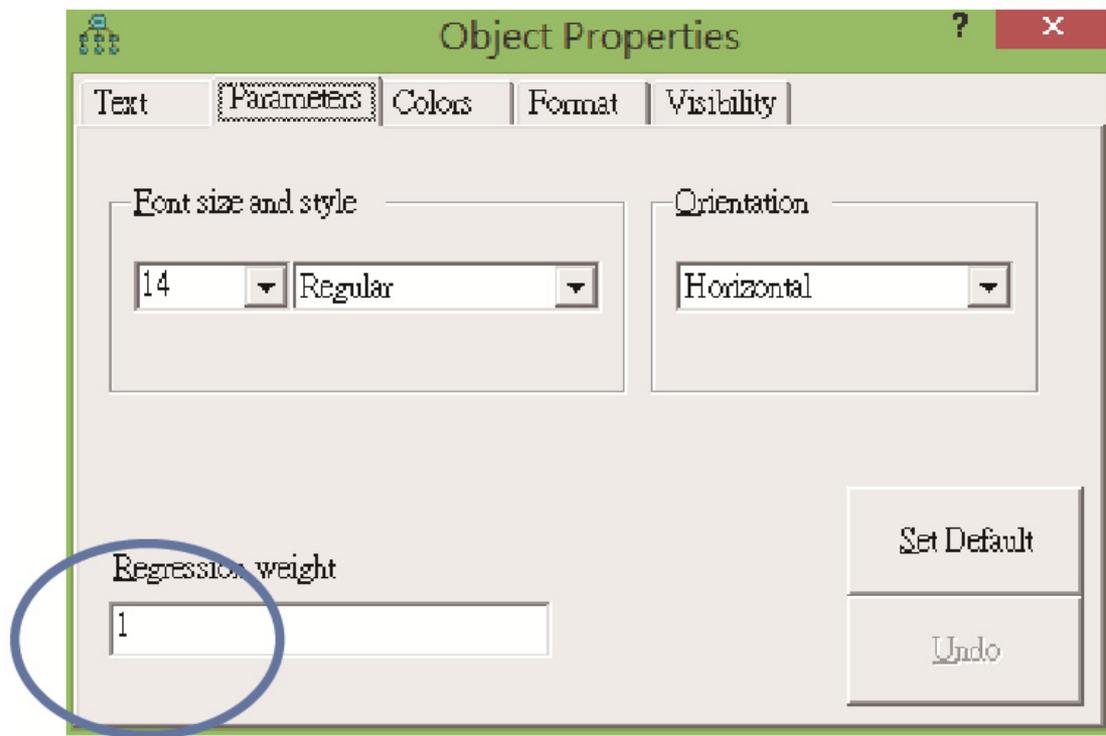


圖 7-13 將迴歸權重設為 1



- 刪除a01，也會刪除路徑上的參照指標，可以在a02的路徑上，按右鍵，並點選parameter，再將迴歸權重設為1（如圖7-12）。刪除a01後，再重新進行步驟四（計算分析），再檢視適配度指標以否達參考標準值，若大多的適配度指標未達標準，就必須再檢視題項部分的MI值，看是否還有其他MI值過高的題項，如此逐步檢視，再計算分析，就可完成驗證型因素分析（如圖7-14、表7-4）。



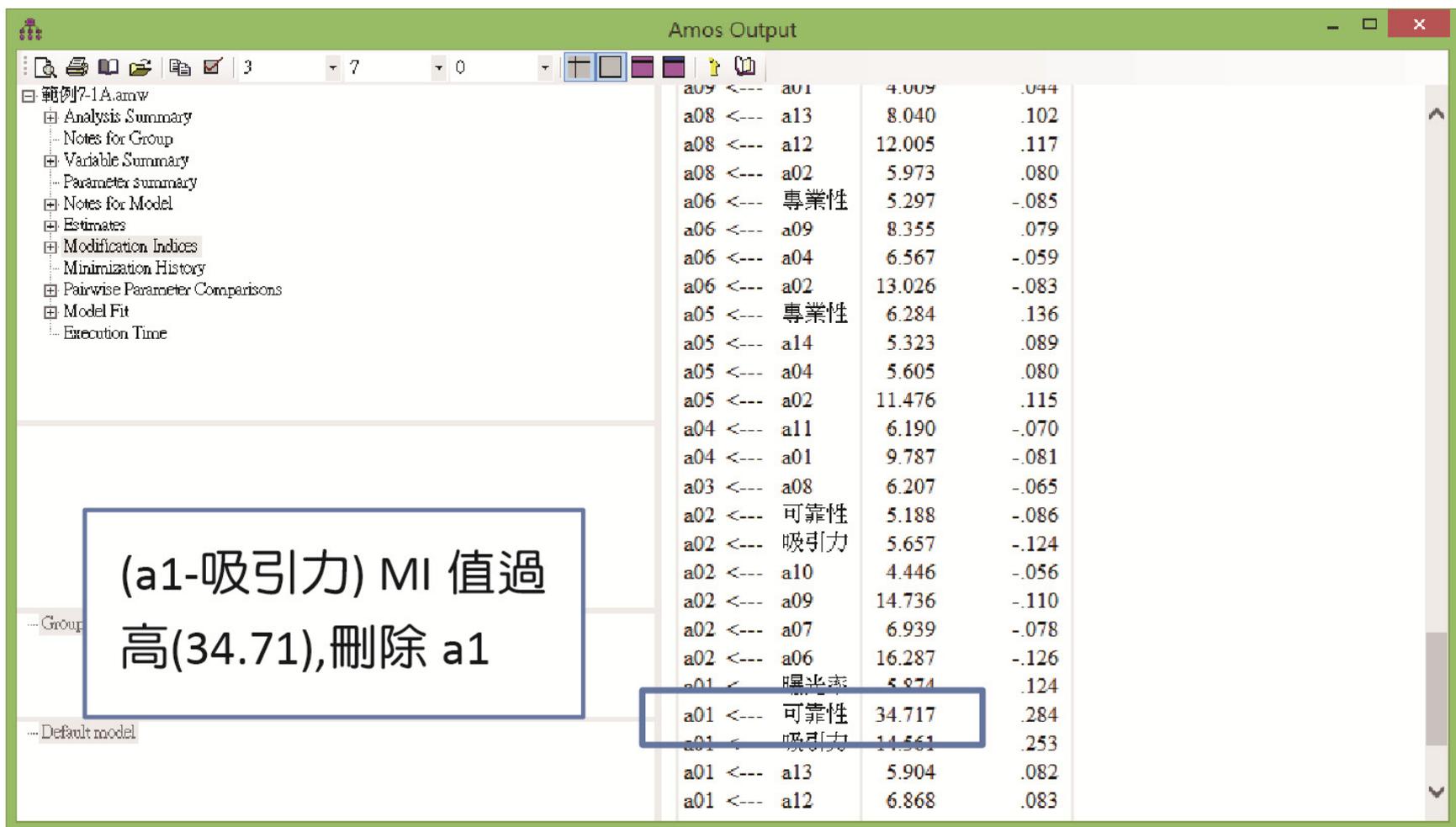


圖 7-14 MI 值（題項部分）



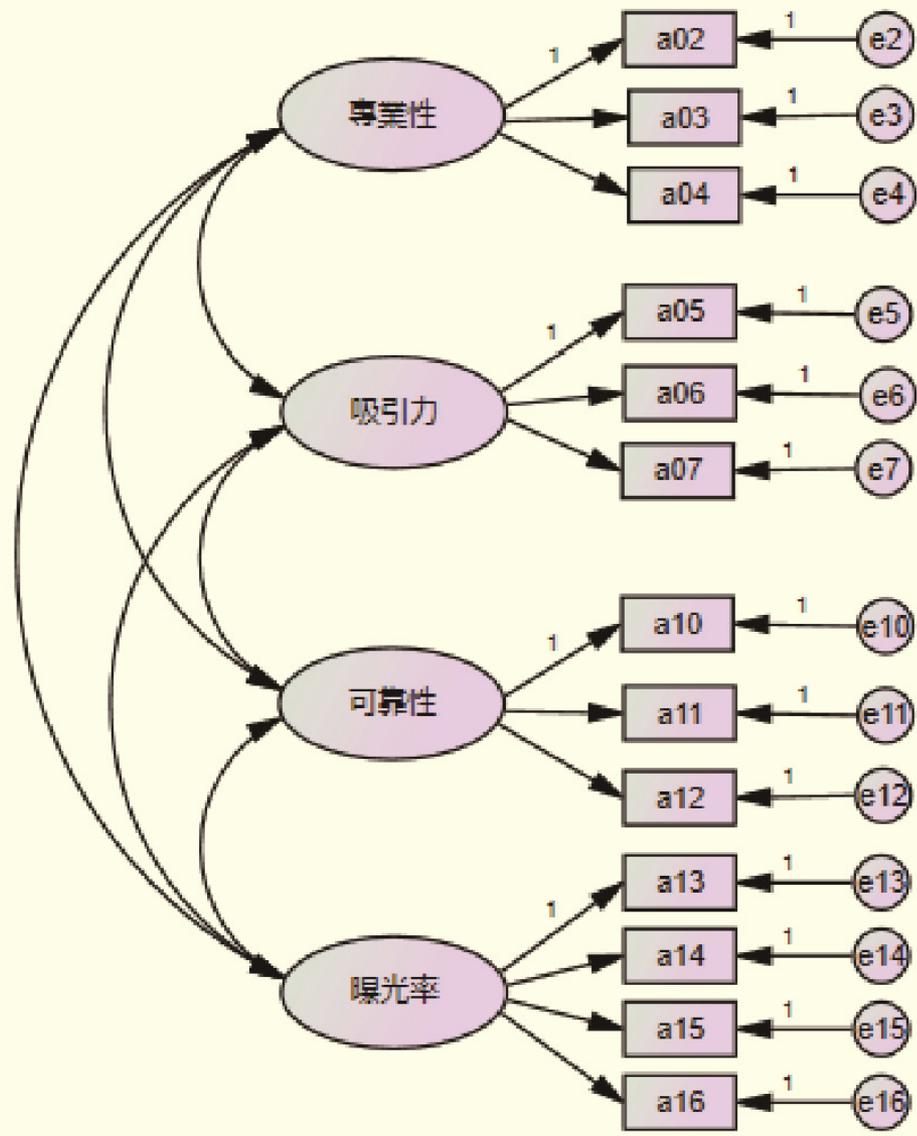


圖 7-15 修正後模式圖



表 7-3 適配度指標彙整（初始模式）

適配指標(fit indices)	參考標準值	統計量	結果判斷
p 值	>.05	.000	顯著
卡方檢定值與自由度的比值(χ^2/df)	< 3	4.664	佳
適配度指標(GFI)	>.9	.915	佳
修正後適配度指標(AGFI)	>.9	.882	尚可
基準適配度指標(NFI)	>.9	.917	佳
非基準適配度指標(TLI)	>.9	.918	佳
比較適配度指標(CFI)	>.9	.933	佳
漸近誤差均方根(RMSEA)	<.08	.076	佳
殘差均方根(RMR)	<.05	.052	佳



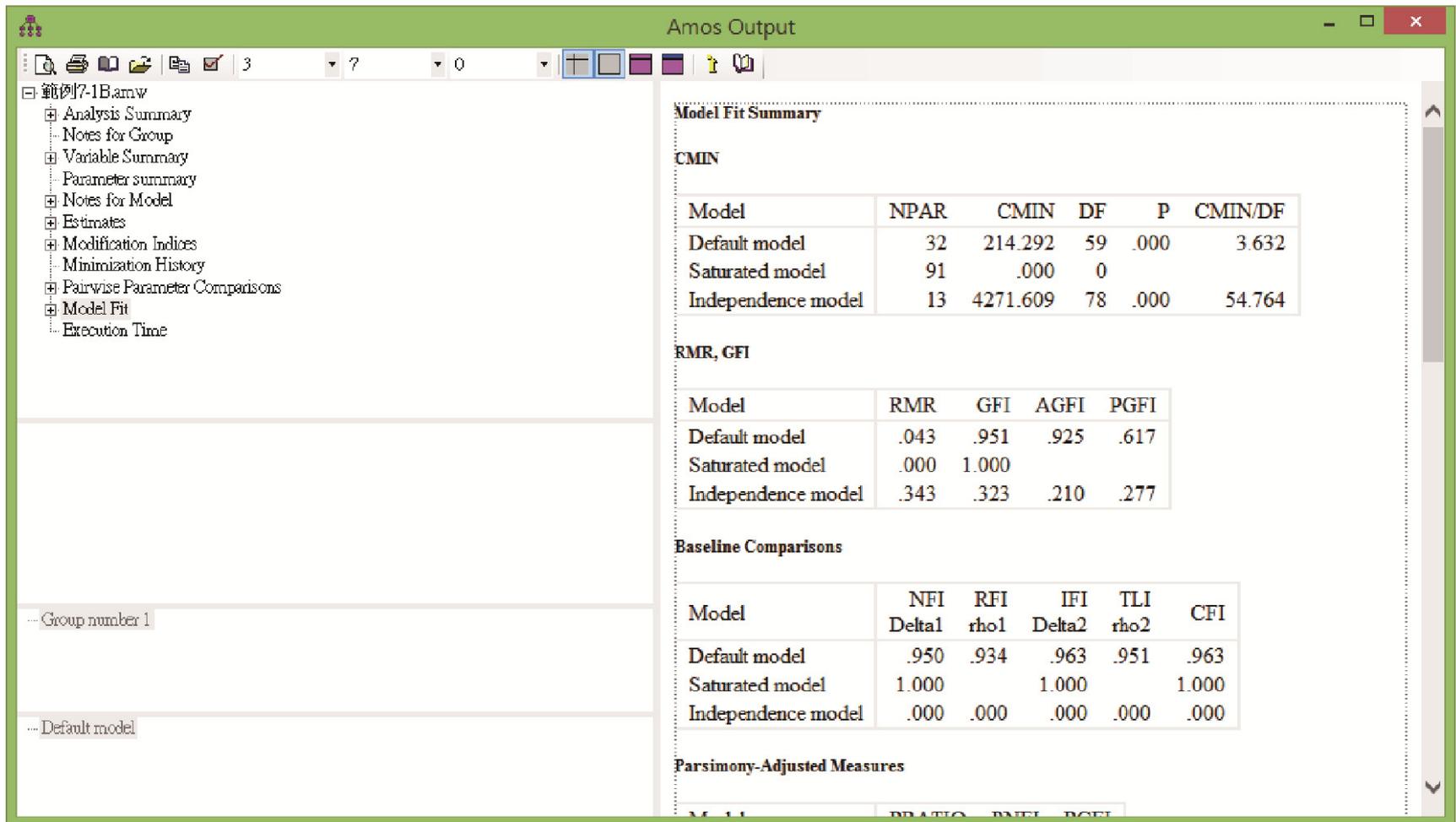


圖 7-16 修正後模式適配度指標

表 7-4 適配度指標彙整（修正模式）

適配指標(fit indices)	參考標準值	統計量	結果判斷
p 值	>.05	.000	顯著
卡方檢定值與自由度的比值(χ^2/df)	< 3	3.632	佳
適配度指標(GFI)	>.9	.951	佳
修正後適配度指標(AGFI)	>.9	.925	佳
基準適配度指標(NFI)	>.9	.950	佳
非基準適配度指標(TLI)	>.9	.951	佳
比較適配度指標(CFI)	>.9	.963	佳
漸近誤差均方根(RMSEA)	<.08	.064	佳
殘差均方根(RMR)	<.05	.043	佳



- 步驟七
- 計算組成信度
- 組成信度是其所有測量變項信度的組成，表示構念指標的內部一致性，信度越高顯示這些指標的內部一致性越高，Fornell & Larcker(1981)認為組成信度要大於0.6，平均變異抽取量(average variance extracted, AVE)要大於0.5。



$$\text{組成信度 } r_{TX} = \frac{(\sum \text{標準化因素負荷量})^2}{(\sum \text{標準化因素負荷量})^2 + \sum \varepsilon_j}$$

$$\varepsilon_j = 1 - \text{指標信度} = 1 - (\text{指標之標準化負荷係數})^2$$

$$\text{平均變異抽取量} = \frac{\sum (\text{標準化因素負荷量}^2)}{\sum (\text{標準化因素負荷量}^2) + \sum \varepsilon_j} \quad (\text{要大於 } 0.5)$$



「專業性」組成信度

$$\begin{aligned} &= (0.869+0.823+0.836)^2 / (0.869+0.823+0.836)^2 + \\ &\quad (1-0.869^2) + (1-0.823^2) + (1-0.836^2) \\ &= 0.8803 \end{aligned}$$

平均變異抽取量(AVE)

$$\begin{aligned} &= (0.869^2+0.823^2+0.836^2) / (0.869^2+0.823^2+0.836^2) + \\ &\quad (1-0.869^2) + (1-0.823^2) + (1-0.836^2) \\ &= 0.7105 \end{aligned}$$



- AVE是計算潛在變項對各測量項的變異解釋力，若VE(variance extracted)越高，則表示潛在變項有越高的信度與收斂效度。
- 區別效度：每個構面的AVE要大於構面相關係數的平方。



表 7-5 代言人可信度驗證性因素分析結果彙整

潛在變項	題項	標準化 因素負荷量	組成信度	平均變異 抽取量
專業性 (aa1)	a02	.869*	.8803	.7105
	a03	.823*		
	a04	.836*		
吸引力 (aa2)	a05	.537*	.7392	.4921
	a06	.752*		
	a07	.789*		
可靠性 (aa3)	a10	.874*	.8130	.6019
	a11	.868*		
	a12	.537*		
曝光率 (aa4)	a13	.699*	.8579	.6024
	a14	.820*		
	a15	.805*		
	a16	.775*		

註：*表示 $p < .05$ ，達顯著水準。



- 表7-5因素負荷量均大於0.5，組成信度均大於0.6，所以一階驗證模式具有收斂效度。平均變異抽取量除了「吸引力」外，其餘AVE均大於0.5。

表 7-6 代言人可信度各構面區別效度

	專業性	吸引力	可靠性	曝光率
專業性	0.710			
吸引力	0.326	0.492		
可靠性	0.019	0.128	0.601	
曝光率	0.005	0.091	0.477	0.602

註：對角線為各構面的 AVE 值，其餘為構面間的 R^2 值。

對角線的 AVE 值均大於構面間的 R^2 值，所以一階驗證模式具有區別效度。



- 步驟八
- 在SPSS建立構面欄位資料
- 完成表7-5的數據彙整後，可在範例7-1的SPSS資料檔內，建立專業性、吸引力、可靠性、曝光率等因素（構面）的欄位，因素資料的建立，要以因素負荷量為權重加權計算，以下以「可靠性」、「曝光率」因素SPSS欄位為例，說明因素負荷量權重的計算：

- 可靠性

$$(aa3)=(a10\times 0.874+a11\times 0.868+a12\times 0.537)/(0.874+0.868+0.537)$$





圖 7-17 由轉換－計算變數，建立 SPSS 的欄位





圖 7-18 「可靠性」因素 SPSS 欄位的建立





圖 7-19 「曝光率」因素 SPSS 欄位的建立



依序完成aa1~aa4因素欄位建立後，另存新檔[資料檔：範例7-2]，此檔案可以做為結構方程模式徑路分析（第十三章）之用。

