

# 師範院校機械相關系學生工程圖學空間能力之研究

康鳳梅

鍾瑞國

國立臺灣師範大學工業教育學系教授 國立彰化師範大學工業教育學系教授

本研究旨在探討師範院校機械相關系學生工程圖學之空間能力。因此首先針對空間能力的相關理論以文獻探討的方式加以探究，以確立本研究的理論基礎。其次是以專家討論審查會建構空間能力量表，並針對師範院校機械相關系學生進行空間能力的實測，最後進行統計分析以歸納出空間能力量表的常模及空間能力的差異性。

綜合實地量測之資料分析的結果，本研究得到如下之結論：

- 一、「空間能力量表」具有良好的信效度：本研究編製之空間能力量表，各分量表之信度係數(KR20)介於 0.7771～0.8845，而整體量表之信度達 0.9199，顯見具有相當良好的內部一致性。
- 二、「空間能力量表」能有效建立常模：本研究常模之建立，係採用標準九(Stanine)的標準分數為模式。
- 三、兩所師範院校機械相關系學生之空間能力之差異：國立台灣師範大學工教系機械相關學生在立體圖旋轉能力及空間組織能力以及整體空間能力等方面均較國立彰化師範大學工教系學生為高。

依據文獻探討、資料分析、及研究結論，本研究茲針對空間能力評測及進一步研究等二方面分別提出下列建議事項：

- 一、對技職校院（含師範院校）機械相關系學生進行大規模的空間能力評測，並逐年測驗且分析及分別列出其他不同專長背景學生之常模。
- 二、進一步研究探討工程圖學空間能力與技術能力之關連性，並藉以提昇技術問題之解決能力。

**關鍵詞：**工程圖學、空間能力。

## 緣起與目的

工程圖是產業界共通的語言，舉凡工程從業人員均須熟諳其規範及表現技法，來互通設計與機構概念以及製造方法與程序等，其重要性不遑多論。目前從事高級工業職業學校機械製圖之教師大都由師範院校機械相關系畢業，而高級工業職業學校又是以培養基礎工業技術人力為主，因此，在師資培育階段，工程圖學課程始終都被列為必修科目，以便使學生能習得必要之工程語言（康鳳梅、鍾瑞國，民 86）。

師範院校機械相關系學生大都來自高級工業職業學校，尤其在高工階段每學期每週有三小時機械

製圖課程（機械製圖科為九小時），然而文獻顯示歷年台灣區高級中等學校工業類科學生技藝競賽結束後之檢討，均說明各科參賽選手有關識圖或機件功能辨識能力，都有逐年退步之現象發生，探究其原委，可能是學生除了平時練習時間太少外，對工程圖的解圖能力普遍不足，特別是正投影原理的認識不夠，或解題歷程的不了解所致。如果競賽選手都呈現識圖能力不足現象，則對師範院校機械相關系學生而言，將更形缺乏適當之識圖能力，連帶地也可能將影響其在其他專業課程之學習。基於以上所述，為增進師範院校機械相關系學生工程圖學技術問題

解決能力，宜先探討空間能力對學生學習工程圖學的影響程度，並比較分析不同空間能力對學生繪製工程圖解題的差異程度，以釐清培養學生工程圖問題解決能力之方法，並提供教學與學習者之參考。

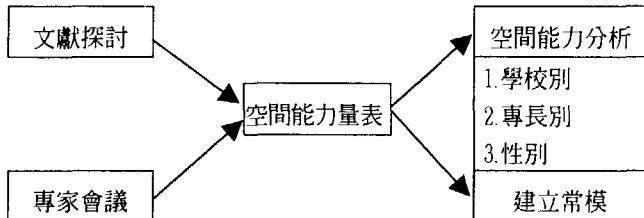
基於上述研究背景因素，本研究主要旨在探討對師範院校機械相關系學生工程圖學之空間能力，因此具體研究目的如下：

- 一、建構師範院校機械相關系學生之「空間能力量表」。
- 二、初步建立師範院校機械相關系學生「空間能力」的常模。
- 三、比較分析不同背景之師範院校機械相關系學生「空間能力」的差異程度。

## 研究方法

### 一、研究架構

本研究架構如圖一所示，係以師範院校機械相關系學生為對象，主要是編製有效性的空間能力量表，並依學校別、專長別、性別等建構常模。



圖一 本研究之研究架構圖

### 二、研究步驟

本研究採實地量測方法，經由國內外資料蒐集、專家審查、量表施測方式，以了解師範院校機械相關系學生在工程圖學方面之空間能力。詳細研究步驟如下：

(一)文獻探討：蒐集國內、外有關工程圖學之空間能力的研究、文獻(Adison, D. B., 1988、Carter, C. S., 1985、Fong-Mei Kang, 1994、Lohman, D.F., 1979、Mumaw, R. J., 1984、Pribyl, J. R., 1985)，深入分析

歸納，以建立本研究之理論基礎。

- (二)發展空間能力量表：依文獻分析結論，發展適合師範院校機械相關系之空間能力量表，以瞭解師範院校機械相關系學生之空間能力。
- (三)舉行專家審查：空間能力量表編製後，隨即舉行專家學者審查，就量表的適切性、合理性及其相關問題提出修正意見。
- (四)實地施測：本研究以空間能力量表，針對師範院校機械相關系學生進行實地施測，用以建構量表之信度與效度，並建立標準九之常模。
- (五)資料分析：由空間能力量表施測結果回收之資料，透過人工與電腦加以分析、歸納獲得研究之初步結果。

### 三、研究對象

本研究之研究對象係針對師範院校機械相關系學生進行空間能力的實測，如表一所示就學校別而言，包含有台灣師範大學工教系一年級學生 51 人及彰化師範大學工教系一年級學生 57 人，合計為 108 人。就專長別而言，包含有機械本科 71 人，機械相關科 37 人（包含機械製圖、板金、機械木模、汽車、鑄造、模具、飛機修護等）。就性別而包含有男生 103 人，女生 5 人。



表一 空間能力施測研究對象一覽表

基本資料	類 別	人數	百分比 (%)
一、學校別	1.台灣師大工教系	51	47.2
	2.彰化師大工教系	57	52.8
二、專長別	1.機械本科	71	65.7
	2.機械相關科	37	34.3
三、性別	1.男生	103	95.4
	2.女生	5	4.6

## 四、研究工具

本研究採用之空間能力量表，主要架構係參考戴文雄（民 81）所建構之「空間能力量表」，共分成四部分，空間感觀測驗、立體圖旋轉測驗、二度空間旋轉測驗、空間組織測驗。該量表經戴文雄、陳華昌、胡俊宏（民 85）進行信度考驗，其整體信度係數(KR20)為 0.82；總量表與各分量表之 Pearson 積差相關分別為 0.77；0.57；0.78；0.51。而本研究之量表內涵則增列工程圖經常含有圓弧及圓之柱體與角錐、圓錐之錐體等物件，其內容分為空間感觀能力 25 題、立體圖旋轉能力 25 題、二度空間旋轉能力 25 題、空間組織能力 40 題等四部份共計 115 題。

經由預測後，透過電腦編碼，並利用 SPSS for Windows 8.01 中文版電腦統計套裝軟體進行試題分析，採難度及鑑別度分析，最後取鑑別度在 0.25 以上，而難易度接近 0.50 者為宜(郭生玉，民 87)，其中是非題的選擇標準為 0.55~0.85，而選擇題的選擇標準則為 0.40~0.80(Chase,1978)。此外，對於整份量表的信度，則採用庫德和李查遜(Kuder and Richardson,1937)的方法估計(題目記分採非對即錯、不受速度影響、並測量共同因素)。

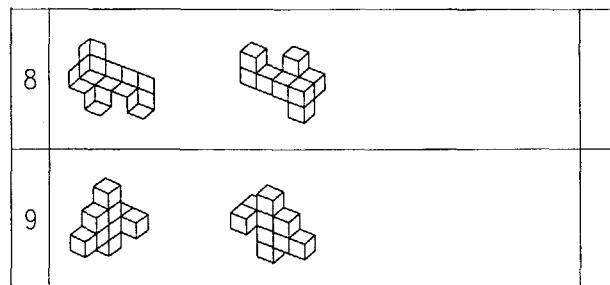
### (一)項目分析

本份量表在編製過程中，以專家審查方式，徵詢學者專家之意見，進行修正。本份量表原編擬了

一百一十五題預試題目，一百零八位預試者之答案，經輸入電腦後，進行項目分析。本研究首先將一百零八位預試者之總分高低依序排列後，由上而下取總人數 27% 為高分組，另由下而上取總人數 27% 為低分組，求算出高、低分組答對的百分比，接著是計算出每一試題的鑑別指數、難度指數。

#### 1.空間感觀能力分量表之分析

此分量表為是非題型式，本項測驗中，要判斷各題左右兩個圖是否由一樣多個小方塊組合而成，而且組合方式也相同，答案以「○」或「×」填於右欄內。(時間為八分鐘)。如圖二所示題例，選擇標準以鑑別度在 0.25 以上，而難易度為 0.55~0.85 之間。在二十五題中，有第六、七、八、十一及十二等五題之鑑別指數低於 0.25 或難度指數未達 0.55~0.85 之間，故予以刪除；而第十五、十六等兩題則因其難度指數接近標準值，故修正後予以保留，總計正式量表共有二十題。

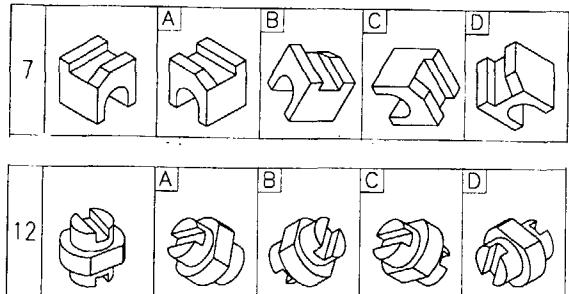


圖二 空間感觀能力分量表題例

#### 2.立體圖旋轉能力分量表之分析

此分量表為選擇題型式，本項測驗是在雙分隔線右方一連有四個圖形，分別標有 A、B、C、D。將其中只有一個經由三度空間之旋轉後，它的大小、式樣完全和雙分隔線左方立體圖完全相同者之代號標在框格內(時間為 8 分鐘)。如圖三之題例，選擇標準以鑑別度在 0.25 以上，而難易度為 0.4~0.80

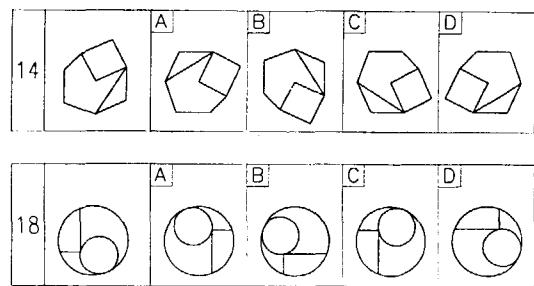
之間。在二十五題中，有第二、三、四、五、六、七、八、十、十一及十二等十題之鑑別指數低於 0.25 或難度指數未達  $0.40\sim0.80$  之間，故予以刪除；而第一題之鑑別指數接近標準值，以及第十六題則因其難度指數接近標準值，故修正後予以保留，總計正式量表共有十五題。



圖三 立體圖旋轉能力分量表題例

### 3.二度空間旋轉能力分量表之分析

此分量表為選擇題型式，本項測驗是在雙分隔線右方一連有四個圖形，分別標有 A、B、C、D。將其中只有一個經由旋轉（不得翻轉）後，它的大小、式樣完全和雙分隔線左方圖形完全相同者之代號標在框格內（時間為 8 分鐘）。如圖四所示題例，選擇標準以鑑別度在 0.25 以上，而難易度為  $0.4\sim0.80$  之間。在二十五題中，有第一、三、四、六、十、十一、十二、十三、十五及十八等十題之鑑別指數低於 0.25 或難度指數未達  $0.40\sim0.80$  之間，故予以刪除；而第五題之鑑別指數接近標準值，以及第十六題則因其難度指數接近標準值，故修正後予以保留，總計正式量表共有十五題。

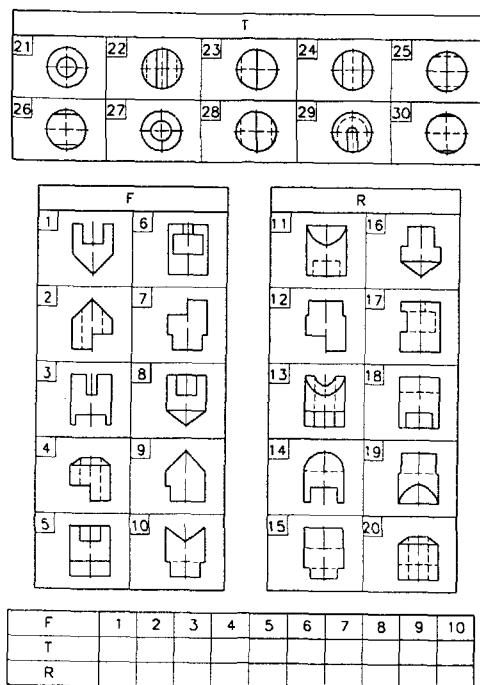


圖四 二度空間旋轉能力分量表題例

### 4.空間組織能力分量表之分析

此分量表為配合題型式，在本項測驗中，標有 T、F、R 的視圖表示一物體從正上方、正前方及正右方所看到的視圖，依照 F 的視圖編號，找出正確應對的 T 及 R 之視圖編號，並填入適當的空格中（時間 30 分鐘）。如圖五所示，題型較似選擇題型式，故選擇標準與選擇題型式相同，以鑑別度在 0.25 以上，而難易度為  $0.4\sim0.80$  之間。預試題目四十題，在第一大題中有第五、七、九、十三、十五、十六及十九等七題以及第二大題中有第二、五、八、十、十一、十五、十七及二十等八題，總計十五題之鑑別指數低於 0.25 或難度指數未達  $0.40\sim0.80$  之間，故予以刪除；而第一大題中第十一題以及第二大題第二題因其難度指數接近標準值，故修正後予以保留，總計正式量表共有二十五題。





圖五 空間組織能力分量表題例

## (二)信度分析

本研究接著將上述所得四個分量表之各題預試得分與總分輸入電腦，進行內部一致性分析。結果求得各分量表之庫李信度(KR20)係數在 0.7773 與 0.8845 之間，而總量表之庫李信度(KR20)係數高達 0.9199，顯見本量表內部一致性堪稱理想，詳如表二所示。

表二 空間能力量表之信度分析

分量表名稱	內含題數	庫李信度 $r_{KR20}$
空間感觀能力	共 20 題	0.7841
立體圖旋轉能力	共 15 題	0.8608
二度空間旋轉能力	共 15 題	0.7773
空間組織能力	共 25 題	0.8845
總量表	共 75 題	0.9199

## 重要結果與討論

## 一、空間能力量表常模之建立

本研究常模之建立，因標準九是一種常態化的標準分數，可以做算術的運算，容易分析與解釋，anine) 的標準分數為模式(Gronlund,N.E. & Linn,R.L,1990；Sax,G,1989；郭生玉，民 87)。經由空間能力量表所測得之結果，完成以下各常模對照表。

## (一)空間能力量表常模

以 108 位台灣師大與彰化師大工教系機械相關專長一年級學生為樣本，所測得之分數，在表三的

數值均為標準九分類之臨界值，亦即等於或大於該值者應歸屬於較高層次，然而大於第八等級對照分數值的任何數均歸屬第九等級。

## (二)不同專長學生空間能力量表常模

## 1. 機械本科學生空間能力量表常模

以 71 位學生為樣本，所測得之分數，在表四中的數值均為標準九分類之臨界值，亦即等於或大於該值者應歸屬於較高層次，然而大於第八等級對照分數值的任何數均歸屬第九等級。

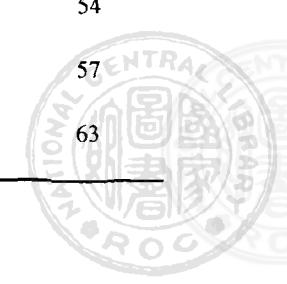


表三 空間能力量表各分量表之臨界值及標準九對照表

標 準 九	(百 分 比) 人 數	空 間 感 觀 能 力	分 量 表 名 稱	二 度 空 間 旋 轉 能 力	空 間 組 織 能 力	總 量 表
1 (4%)	4	7	立體圖	3	1	29
第一等級臨界點			旋轉能力			
2 (7%)	8	11	4	5	4	32
第二等級臨界點						
3 (12%)	13	13	6	7	8	39
第三等級臨界點						
4 (17%)	18	15	8	9	11	45
第四等級臨界點						
5 (20%)	22	17	12	11	16	52
第五等級臨界點						
6 (17%)	18	18	13	13	19	57
第六等級臨界點						
7 (12%)	13	19	14	14	23	61
第七等級臨界點						
8 (7%)	8	20	15	15	25	65
第八等級臨界點						
9 (4%)	4					

表四 機械本科學生空間能力量表各分量表之臨界值及標準九對照表

標 準 九	(百 分 比) 人 數	空 間 感 觀 能 力	分 量 表 名 稱	二 度 空 間 旋 轉 能 力	空 間 組 織 能 力	總 量 表
1 (4%)	3	7	立體圖	3	1	28
第一等級臨界點			旋轉能力			
2 (7%)	5	10	2	5	3	31
第二等級臨界點						
3 (12%)	8	11	3	7	5	37
第三等級臨界點						
4 (17%)	12	13	6	8	7	44
第四等級臨界點						
5 (20%)	15	16	8	10	11	51
第五等級臨界點						
6 (17%)	12	17	13	11	16	54
第六等級臨界點						
7 (12%)	8	18	14	12	19	57
第七等級臨界點						
8 (7%)	5	19	15	14	21	63
第八等級臨界點						
9 (4%)	3					



## 2. 機械相關學生空間能力量表常模

以 37 位學生為樣本，所測得之分數，在表五中的數值均為標準九分類之臨界值，亦即等於或大於

該值者應歸屬於較高層次，然而大於第八等級對照分數值的任何數均歸屬第九等級。

表五 機械相關學生空間能力量表各分量表之臨界值及標準九對照表

標 準 九	人 數	分 量 表 名 稱	總 量 表
一 百 分 比 —		空 間 感 觀 能 力	空 間 組 織 能 力
1 (4%)	1	3	4
第一等級臨界點		4	2
2 (7%)	3	7	5
第二等級臨界點		5	3
3 (12%)	4	11	6
第三等級臨界點		6	4
4 (17%)	6	14	10
第四等級臨界點		10	7
5 (20%)	8	15	13
第五等級臨界點		13	9
6 (17%)	7	17	15
第六等級臨界點		15	17
7 (12%)	4	12	11
第七等級臨界點		11	17
8 (7%)	3	19	14
第八等級臨界點		14	24
9 (4%)	1	20	15
		15	14
		25	25
		68	68

## (三) 同學校學生空間能力量表常模

## 1. 台灣師大工教系學生空間能力量表常模

以 51 位台灣師大工教系學生為樣本，所測得之分數，在表六中的數值均為標準九分類之臨界值，亦即等於或大於該值者應歸屬於較高層次，然而大

於第八等級對照分數值的任何數均歸屬第九等級。

## 2. 彰化師大工教系學生空間能力量表常模

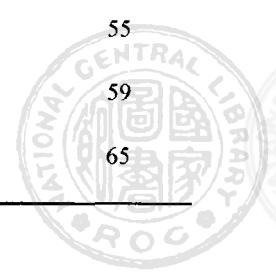
以 57 位彰化師大工教系學生為樣本，所測得之分數，在表七中的數值均為標準九分類之臨界值，亦即等於或大於該值者應歸屬於較高層次，然而大於第八等級對照分數值的任何數均歸屬第九等級。

表六 台灣師大學生空間能力量表各分量表之臨界值及標準九對照表

標 準	(百 分 比 九)	人 數	空 間 感 觀 能 力	分 量 表	名 稱	空 間 組 織 能 力	總 量 表
1	(4%)	2					
第一等級臨界點			7	5	4	9	34
2	(7%)	3					
第二等級臨界點			11	6	6	10	41
3	(12%)	6					
第三等級臨界點			13	10	8	14	47
4	(17%)	9					
第四等級臨界點			16	11	9	16	54
5	(20%)	10					
第五等級臨界點			17	12	12	18	55
6	(17%)	9					
第六等級臨界點			18	13	13	23	60
7	(12%)	6					
第七等級臨界點			19	14	14	24	66
8	(7%)	4					
第八等級臨界點			20	15	15	25	67
9	(4%)	2					

表七 彰化師大學生空間能力量表各分量表之臨界值及標準九對照表

標 準	(百 分 比 九)	人 數	空 間 感 觀 能 力	分 量 表	名 稱	空 間 組 織 能 力	總 量 表
1	(4%)	2					
第一等級臨界點			10	3	5	3	29
2	(7%)	4					
第二等級臨界點			11	5	7	5	34
3	(12%)	7					
第三等級臨界點			13	7	9	8	37
4	(17%)	10					
第四等級臨界點			15	8	11	12	44
5	(20%)	11					
第五等級臨界點			17	12	12	14	52
6	(17%)	10					
第六等級臨界點			18	13	13	20	55
7	(12%)	7					
第七等級臨界點			19	14	14	23	59
8	(7%)	4					
第八等級臨界點			20	15	15	25	65
9	(4%)	2					



## 二、空間能力分析

本研究所建構之空間能力量表其評量結果的差異分析如下：

### (一)就學校別的分析

以國立台灣師範大學與國立彰化師範大學兩所工教系一年級學生加以比較，結果如表八所示：

- 台灣師大工教系的學生在立體圖旋轉能力（平均數=5.51）顯著高於( $t=2.62$ ， $p<0.01$ )彰化師大工教

系的學生（平均數=4.54）。

- 台灣師大工教系的學生在空間組織能力（平均數=5.60）顯著高於( $t=3.21$ ， $p<0.01$ )彰化師大工教系的學生（平均數=4.38）。
- 就空間感觀能力、二度空間旋轉能力方面，兩所師大工教系學生沒有顯著差別。
- 就整體的空間能力比較，台灣師大工教系的學生（平均數=5.53）顯然高於( $t=2.73$ ， $p<0.01$ )彰化師大工教系的學生（平均數=4.53）。

表八 不同學校別學生在空間能力各分量表標準九之平均數、標準差

量表名稱	不同學校別							
	台灣師大		彰化師大		自由度	t 值		
	人數	平均數	標準差	人數	平均數			
空間感觀能力	51	5.02	2.07	57	4.98	1.88	106	0.10
立體圖旋轉能力	51	5.51	1.86	57	4.54	1.96	106	2.62**
二度空間旋轉能力	51	4.78	2.08	57	5.19	1.85	106	-1.08
空間組織能力	51	5.60	1.64	57	4.46	2.08	104.38	3.21**
總量表	51	5.53	1.88	57	4.53	1.93	106	2.73**

\*\*  $p<0.01$

### (二)就專長別的分析

以機械本科與機械相關專長學生加以比較，結果如表九所示：

- 機械相關的學生在空間組織能力(平均數=5.57)顯

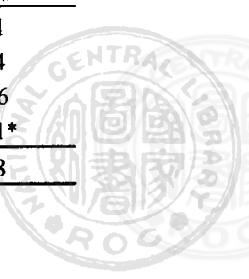
著高於( $t=2.21$ ， $p<0.05$ )機械本科的學生(平均數=4.70)。

- 就空間感觀能力、立體圖旋轉能力、二度空間旋轉能力以及整體的空間能力等，不同專長別的學生沒有顯著的差別。

表九 不同專長別學生在空間能力各分量表標準九之平均數、標準差

量表名稱	不同專長別							
	機械相關			機械本科			自由度	t 值
	人數	平均數	標準差	人數	平均數	標準差		
空間感觀能力	37	5.05	2.12	71	4.97	1.89	106	0.21
立體圖旋轉能力	37	5.30	1.73	71	4.85	2.07	106	1.14
二度空間旋轉能力	37	4.78	2.29	71	5.11	1.78	59.21	-0.76
空間組織能力	37	5.57	1.95	71	4.70	1.92	106	2.21*
總量表	37	5.49	1.94	71	4.75	1.94	106	1.88

\*\*  $p<0.05$



### (三)就性別的分析

以男生與女生加以比較，結果如表十所示：

1. 女生在空間組織能力（平均數=7.00）顯著高於

$(t=-2.38, p<0.05)$ 男生（平均數=4.90）。

2. 就空間感觀能力、立體圖旋轉能力、二度空間旋轉能力以及整體的空間能力等，不同性別的學生沒有顯著的差別。

表十 不同性別學生在空間能力各分量表標準九之平均數、標準差

量表名稱	不同性別							
	男 生		女 生		自由度	t 值		
人數	平均數	標準差	人數	平均數	標準差			
空間感觀能力	103	5.01	2.00	5	4.80	0.84	106	0.23
立體圖旋轉能力	103	5.00	1.97	5	5.300	2.12	106	0.00
二度空間旋轉能力	103	4.99	1.94	5	5.20	2.59	106	-0.23
空間組織能力	103	4.90	1.92	5	7.00	1.87	106	-2.38*
總量表	103	4.94	1.96	5	6.20	1.92	106	-1.41

\*  $p<0.05$

## 研究結論與建議

### 一、結論

#### (二)「空間能力量表」能有效建立常模

##### (一)「空間能力量表」具有良好的信度

本研究編製之空間能力量表，共分為四個部份，依次為空間感觀能力、立體圖旋轉能力、二度空間旋轉能力、空間組織能力。分別由國立台灣師範大學工教系及國立彰化師範大學工教系一年級學生填寫。經由預試資料之分析發現，本研究發展之空間能力量表之信度係數分別為空間感觀能力分量表(共20題，庫李信度  $KR20=0.7841$ )、立體圖旋轉能力(共15題，庫李信度  $KR20=0.8608$ )、二度空間旋轉能力(共15題，庫李信度  $KR20=0.7773$ )、空間組織能力(共25題，庫李信度  $KR20=0.8845$ )，而整體量表共計75題，庫李信度  $KR20=0.9199$ ，顯見具有相當良好的內部一致性。

本研究常模之建立，則係採用標準九(Stanine)的標準分數為模式。依據空間能力量表所測得之結果，完成各常模對照表。首先是建構整體空間能力常模，其次是建構不同學校別（台灣師大工教系及彰化師大工教系兩類）不同專長別（機械本科及機械相關兩類）之空間能力常模，在每一常模對照表中的數值均為標準九分類之臨界值，亦即等於或大於該值者應歸屬於較高層次，然而大於第八等級對照分數值的任何數均歸屬第九等級。

#### (三)兩所師範院校機械相關系學生之空間能力有所差異

如表十一所示，係就不同學校別、不同專長別及不同性別等三個變項在整體空間能力量表及各分量表的差異加以分析。顯然台灣師範大學工教系機

械相關學生在立體圖旋轉能力及空間組織能力以及整體空間能力等方面均較彰化師大工教系學生為

高，在二度空間旋轉能力方面，彰化師範大學工教系機械相關學生則顯然高於台灣師大工教系學生。

表十一 各變項在空間能力的差異性分析

變項名稱	空間感觀能力	立體圖旋轉能力	二度空間旋轉能力	空間組織能力	空間能力總量表
學校別	1.台師工教系		1>2		1>2
	2.彰師工教系				
專長別	1.機械相關			1>2	
	2.機械本科				
性別	1.男生				
	2.女生			2>1	

## 二、建議

依據文獻探討、資料分析、及研究結論，本研究茲針對空間能力評測進一步研究等二方面分別提出下列建議事項：

### (一) 對空間能力評測的建議

本研究建構的空間能力量表之信度係數分別為空間感觀能力分量表（共 20 題，庫李信度 KR20=0.7841）、立體圖旋轉能力（共 15 題，庫李信度 KR20=0.8608）、二度空間旋轉能力（共 15 題，庫李信度 KR20=0.7773）、空間組織能力（共 25 題，庫李信度 KR20=0.8845），在信、效度方面均極為良好，而採標準九常模的方式，其意義容易被學生、家長、老師所瞭解，且標準九是一種常態化的標準分數，可以做算術的運算，容易分析與解釋。因此建議：

1. 對技職校院（含師範院校）機械相關系學生進行大規模的空間能力評測：以建立我國機械相關系學生之空間能力的常模。

2. 建議逐年測驗並分析及分出其他不同背景學生之常模。

### (二) 進一步研究建議

國內有關空間能力評估模式之研究，至為欠缺，本研究從國內外相關文獻的探討，獲致評估空間能力之重要因素，並建構一個體系周延的標準九常模。由於研究時間、人力、經費等因素的限制，空間能力量表的發展與常模建構，均未能達到盡善盡美的境界。因此謹提出下列建議供有興趣從事進一步研究者參考：

- 根據本研究之空間能力量表評估方法所獲得結果，繼續擴大樣本之常模。
- 繼續對我國技職校院機械相關系學生之空間能力加以評量，並以其結果和本研究發現進行比較，以探討師範校院和一般技職校院學生之差異。
- 繼續修正本量表之題項，使其符合標準化量表之需求。

## 參考文獻

### 一、中文部分

康鳳梅、鍾瑞國(民 86)。提升五專學生解決工程製圖中正投

影視圖問題能力之研究。國科會研究計畫報告。

郭生玉(民 87)。心理與教育測驗，第 12 版。台北：精華書局。



戴文雄(民 81)。高工學生認知型態與空間觀念對機械製圖成效與態度之研究。高雄：復文書局。

戴文雄(民 85)。不同正增強回饋型式電腦輔助學習系統對不同認知型態與空間能力高工學生機械製圖學習成效之研究。國科會研究計畫報告。

## 二、英文部分

Adison, D. B. (1988). The Changing Technical Drafting Curriculum, *Industrial Education*, 18-20.

Carter, C. S., Larussa, M. A. & Bonder G. M. (1985). *Spatial Ability in General Chemistry*. NARST, French Lick.

Chase, C. I. (1978). *Measurement for Educational Evaluation* (2<sup>nd</sup> ed.) Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Fong-Mei Kang, Ruey-Gwo Chung, Tay-Yuan Sheu (1994). Integrated Mechanical Drawing and Computer Aided Drawing Curriculum for Mechanical Engineering Majors in Junior College. *Proceedings of the 1994 International Conference on Engineering Education*, Taipei, 271。

Gronlund, N. E. & Linn, R. L. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching* (6<sup>th</sup> ed.). New York: Macmillan.

Kuder, G. F. & Richardson, M. W. (1937). The Theory of the Estimation of Test Reliability. *Psychometrika*, 2, 151-160.

Lohman, D.F. (1979). *Spatial ability : Individual differences in speed and level (Tech. Rep. No.9)*. Stanford, CA : Stanford University, Aptitude Research Project, School of Education. (NTIS No. AD-A075973).

Mumaw, R. J. & Pellegrino, J. W. (1984). Individual difference in complex spatial processing. *Journal of educational Psychology*, 76(5), 920-939.

Pribyl, J. R. & Bonder, G. M. (1985) *The Role of Spatial Ability and Achievement in Organic Chemistry*. ED 255393.

Sax, G. (1989). *Principle of Educational and Psychological Measurement and Evaluation* (3<sup>rd</sup> ed.). Belmont, CA: Wadsworth.

## 致謝

本研究承蒙國家科學委員會專題計畫經費的補助 (NSC 88-2516-S-003-005)、研究助理李金泉、陳美保的參與實測工作與資料的處理，都在此致最高的謝意。

收稿日期：88年12月30日  
修正日期：89年4月21日  
接受日期：89年4月22日



# A study of exploring students' spatial ability of engineering graphics in mechanical department of normal university

Kang, Fong-mei

Chung, Ruey-gwo

Professor, National Taiwan Normal University   Professor, National Changhua University of Ed.

## Abstract

This study was to explore mechanical majors' spatial ability in engineering graphics at normal universities. Relevant documents on spatial ability were first discussed so as to serve as the theory basis of the study. Expert meeting discussion was then used to construct the scale of spatial ability, and from a series tests on spatial ability in engineering graphics, the data collected were analyzed in statistical methods to conclude the standard module of the spatial ability scale, as well as the difference between the spatial ability of the students at National Taiwan Normal University and that of the students at National Changhua University of Education.

The conclusion were as follows:

1. The spatial ability scale has good reliability and validity.
2. The Stanine model can be used to represent the standard module of students' spatial ability.
3. The spatial ability of the mechanical majors at National Taiwan Normal University was better than that of the students at National Changhua University of Education.

**Keywords:** Engineering Graphics, Spatial Ability

