

# GeoGebra 使用說明

官方版使用說明 3.0

# GeoGebra 3.0 使用說明

GeoGebra Website: [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)

Last modified: June 4, 2007

## 作者

Markus Hohenwarter, [mhohen@math.fau.edu](mailto:mhohen@math.fau.edu)

Judith Preiner, [jpreiner@math.fau.edu](mailto:jpreiner@math.fau.edu)

## 翻譯志工

黃福坤，國立台灣師範大學物理系，[hwang@phy.ntnu.edu.tw](mailto:hwang@phy.ntnu.edu.tw)

羅驥韡，台北市立陽明高中數學科，[pegasusroe@hotmail.com](mailto:pegasusroe@hotmail.com)

陳禾凱，台北縣立錦和高中數學科，[jojoba0326@gmail.com](mailto:jojoba0326@gmail.com)

林螢婕，[linchuenhui@hotmail.com](mailto:linchuenhui@hotmail.com)

## GeoGebra 說明搜尋

- 線上: [GeoGebra Help Search](#)
- PDF 檔: Press Ctrl + Shift + F in Adobe Acrobat Reader

# Contents

翻譯志工 .....	2
GeoGebra 說明搜尋 .....	2
Contents .....	3
1: GeoGebra 是什麼? .....	7
2: 範例 .....	8
2.1 三角形 .....	8
2.2 線性方程式 $y = mx + b$ .....	8
2.3 三點 A, B, C 的重心 .....	9
2.4 將線段以 7:3 的比例分割 .....	9
1.1 二元一次聯立方程組 .....	10
2.5 函數的切線 .....	10
2.6 探討多項式函數 .....	11
2.7 積分 .....	11
3: 幾何輸入 .....	12
3.1 一般須知 .....	12
3.1.1 滑鼠右鍵功能表 .....	12
3.1.2 顯示與隱藏 .....	12
3.1.3 痕跡 .....	12
3.1.4 放大縮小繪圖區 .....	13
3.1.5 座標軸比例 .....	13
3.1.6 作圖過程 .....	13
3.1.7 「前進後退」按鈕 .....	13
3.1.8 重新定義 .....	14
3.1.9 屬性對話方塊 .....	15
3.2 模組 .....	15
3.2.1 一般模組 .....	16
3.2.2 點 .....	17
3.2.3 向量 .....	18
3.2.4 線段 .....	18

3.2.5	射線 .....	18
3.2.6	多邊形.....	19
3.2.7	直線 .....	19
3.2.8	圓錐曲線.....	20
3.2.9	圓弧與扇形.....	21
3.2.10	數值與角度.....	21
3.2.11	顯示或隱藏物件群組.....	22
3.2.12	軌跡 .....	23
3.2.13	幾何變換.....	23
3.2.14	文字 .....	24
3.2.15	圖片 .....	25
3.2.16	圖片的屬性.....	25
4:	輸入代數式.....	27
4.1	一般須知.....	27
4.1.1	改變代表值.....	27
4.1.2	動畫 .....	27
4.2	直接輸入.....	28
4.2.1	數值和角度.....	28
4.2.2	點和向量.....	29
4.2.3	直線 .....	29
4.2.4	圓錐曲線.....	29
4.2.5	函數 .....	30
4.2.6	物件集合.....	31
4.2.7	數學運算.....	31
4.2.8	布林變數.....	32
4.2.9	布林運算.....	33
4.3	指令.....	33
4.3.1	一般指令 .....	33
4.3.2	布林指令 .....	34
4.3.3	數值指令.....	34
4.3.4	角度 .....	36
4.3.5	點 .....	37
4.3.6	向量 .....	38

4.3.7	線段	39
4.3.8	射線	39
4.3.9	多邊形	40
4.3.10	直線	40
4.3.11	圓錐曲線	41
4.3.12	函數	42
4.3.13	參數曲線	43
4.3.14	圓弧和扇形	43
4.3.15	圖片	44
4.3.16	軌跡	44
4.3.17	序列	45
4.3.18	幾何轉換	45
5:	列印和輸出	48
5.1	列印	48
5.1.1	繪圖區	48
5.1.2	作圖過程	48
5.2	繪圖區以圖檔輸出	48
5.3	繪圖區複製到剪貼簿	49
5.4	作圖過程以網頁輸出	50
5.5	動態工作底稿以網頁輸出	50
6:	選項	52
6.1	點的吸附功能	52
6.2	角度單位	52
6.3	小數位數	52
6.4	連續性	52
6.5	點的類型	52
6.6	直角的類型	52
6.7	座標軸	53
6.8	標籤	53
6.9	字體大小	53
6.10	語言	53
6.11	繪圖區	53
6.12	儲存設定	53

7: 工具與工具列 .....	54
7.1 使用者自訂工具 .....	54
7.2 自訂工具列 .....	54
8: JavaScript 介面.....	56

# 1: GeoGebra 是什麼？

GeoGebra 是一套結合幾何、代數和微積分的數學軟體，由任教於 Florida Atlantic 大學的 Markus Hohenwarter 為學校數學教育所研發的。

從一方面來看，GeoGebra 是一套動態的幾何系統，您可用點、向量、線段、直線、圓錐曲線等工具來繪圖，當您改變圖形時，所對應的函數或方程式也隨之改變。


另一方面來看，您可以直接輸入方程式和座標。GeoGebra 可以進行數字、向量、點座標的運算，並可求出函數的微分及積分，還有 Root、Extremum 等指令，可用來算方程式的根及函數的極值。這種可以直接做代數運算的能力，儼然使 GeoGebra 成為處理幾何圖形的電腦代數系統。


綜合以上兩個觀點，所以 GeoGebra 外觀上具有兩個特徵：第一是視窗左邊的「代數區」（亦稱為「代數視窗」），其中包含了所有幾何圖形的代數表示法；第二是視窗右邊的「繪圖區」（亦稱為「幾何區」或「幾何視窗」），這裡是真正顯示所有幾何圖形的地方。


## 2: 範例


想大致瞭解 GeoGebra 的用途，可從以下的範例中窺知。

### 2.1 三角形

首先，在工具列中選擇模組  **新點**，並在繪圖區中按三次作出三角形的三個頂點 A、B、C。

然後，選擇模組  **多邊形**，並按下點 A、B、C，再次按下點 A 圍出三角形 poly1，三角形的面積即顯示在代數視窗中。


欲得知三角形的所有角度，可於工具列中選擇模組  **測量角度**，然後按一下三角形。

現在選擇模組  **移動**，並拖曳頂點來調整三角形。如您不需要代數視窗及座標軸，可用「檢視」功能表來隱藏之。

### 2.2 線性方程式 $y = m x + b$

我們可嘗試以不同的值代入  $m$  和  $b$ ，來看看  $m$  和  $b$  在等式  $y = mx + b$  中所代表的不同意義。我們可以在螢幕底端的指令列中輸入以下的直線(在每一行的最後按下 Enter 鍵)。

```
m = 1
b = 2
y = m x + b
```

現在我們可以在指令列中改變  $m$  和  $b$ ，或直接在代數視窗中的一個數按滑鼠右鍵 (Mac 作業系統: *Apple* + click)，並選擇  **重新定義**，試試代入以下  $m$  和  $b$  的值。

```
m = 2
m = -3
b = 0
b = -1
```

相同地，您可用以下方式輕易地改變  $m$  和  $b$  的值

- 方向鍵 (詳見 [動畫](#))
- 滑桿: 對  $m$  和  $b$  按滑鼠右鍵 (Mac 作業系統: *Apple* + click) 並選擇  **顯示 / 隱藏物件** (參考模組  **滑桿**)



同樣的方式，我們也可檢驗圓錐曲線的方程式，例如


- 橢圓:  $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$
- 雙曲線:  $b^2 x^2 - a^2 y^2 = a^2 b^2$  或
- 圓:  $(x - m)^2 + (y - n)^2 = r^2$

## 2.3 三點 A, B, C 的重心

我們現在來作三點的重心，在指令列中輸入以下直線，並在每一行的最後按下Enter鍵。當然您也可以用工具列中的相關模組(見 [模組](#)) 以滑鼠來作圖。

```
A = (-2, 1)
B = (5, 0)
C = (0, 5)
M_a = Midpoint[B, C]
M_b = Midpoint[A, C]
s_a = Line[A, M_a]
s_b = Line[B, M_b]
S = Intersect[s_a, s_b]
```

另外，我們可直接算出重心為  $S1 = (A + B + C) / 3$ ，並用指令Relation[S, S1] 來比較所產生的結果。

接著我們再測試當 A、B、C 在其他位置時， $S = S1$  是否亦為真。我們用滑鼠點選  移動 模組，並拖動點。



## 2.4 將線段以 7:3 的比例分割

正如 GeoGebra 可讓我們計算向量，這也一樣地簡單容易。將下列幾行輸入指令列中並在每行最後按下Enter鍵。

```
A = (-2, 1)
B = (3, 3)
s = Segment[A, B]
T = A + 7/10 (B - A)
```

也可換成另一種方式


```
A = (-2, 1)
B = (3, 3)
s = Segment[A, B]
v = Vector[A, B]
T = A + 7/10 v
```

下一步我們將引入數值  $t$ ，例如：使用  滑桿並重新定義點  $T$  為  $T = A + t v$  (詳見  重新定義)，改變  $t$  時您會看見點  $T$  沿著一直線移動，此直線可用參數式輸入 (參見直線):  $g: X = T + s v$ 。

## 1.1 二元一次聯立方程組

以  $x$  和  $y$  為變數的二元一次聯立方程式可解釋為兩條直線，代數的解為此兩條直線的交點，只要將下列幾行輸入指令列中並在每行最後按下 Enter 鍵。

```
g: 3x + 4y = 12
h: y = 2x - 8
S = Intersect[g, h]
```

您可對著它們按滑鼠右鍵 (Mac 作業系統: *Apple* + click) 並選擇 **重新定義** 來修改方程式，您可用  **移動** 用滑鼠拖動這些直線或用  **轉動** 以一點為中心旋轉直線。

## 2.5 函數的切線

GeoGebra 提供一指令來做函數  $f(x)$  在  $x=a$  的切線，將下列幾行輸入指令列中並在每行最後按下輸入鍵。

```
a = 3
f(x) = 2 sin(x)
t = Tangent[a, f]
```


沿圖形  $f$  的切線斜率來描繪 (參見 [動畫](#)) 方程式  $f$  圖形的切線斜率。

另一種方法可求出方程式  $f$  在特定點  $T$  的切線。


```
a = 3
f(x) = 2 sin(x)
T = (a, f(a))
t: X = T + s (1, f'(a))
```

由此可知點  $T$  在  $f$  圖形上，其中切線  $t$  是以參數式表示。

您也可以幾何方式做出函數的切線：

- 選擇模組  **新點** 並按下函數  $f$  的圖形以得到新的點  $A$  並落在函數  $f$  的圖形上。


- 選擇模組  **切線** 並連續按下函數  $f$  和點  $A$ 。

現在，選擇模組  **移動** 並用滑鼠沿著函數來拖曳點  $A$ ，您會發現切線亦隨之改變。

## 2.6 探討多項式函數

您可用 GeoGebra 來探討多項式函數的根、極值、和反曲點。在指令列中輸入下列幾行並在每行的最後按下 Enter 鍵。

```
f(x) = x^3 - 3 x^2 + 1
R = Root[f]
E = Extremum[f]
I = InflectionPoint[f]
```


在模組  **移動** 下，您可用滑鼠來拖曳函數  $f$ ，在此情況中，前兩個函數  $f$  的微分值便很耐人尋味。您可透過在指令列中輸入下列指令，並在每行的最後按下 Enter 鍵。

```
Derivative[f]
Derivative[f, 2]
```

## 2.7 積分

介紹積分時，GeoGebra用矩形來呈現函數的上、下積分和。在指令列中輸入下列幾行並在每行的最後按下Enter鍵。

```
f(x) = x^2/4 + 2
a = 0
b = 2
n = 5
L = LowerSum[f, a, b, n]
U = UpperSum[f, a, b, n]
```

透過修改  $a$ 、 $b$  或  $n$  (詳見 [動畫](#); 詳見模組  **滑桿**), 您可看見這些參數對上和和下和的影響。如果要改變  $n$  的遞增值為 1，您可對數值  $n$  按下滑鼠右鍵 (Mac作業系統: *Apple + click*) 並選擇 **屬性**。

有限積分可使用指令 `Integral[f, a, b]`來呈現，其中不定積分  $F$  是以  $F = \text{Integral}[f]$ 作出。




## 3: 幾何輸入

在本章我們將說明如何在GeoGebra中使用滑鼠新增或修改物件。

### 3.1 一般須知




幾何視窗中(右方) 顯示點、向量、線段、多邊形、函數、直線及圓錐曲線的圖形，當滑鼠移到一物件的上方就會出現該物件的說明。

註:有時幾何視窗亦可稱為繪圖區。

有幾種模組可以告訴GeoGebra 如何在幾何視窗中輸入物件(參考 [模組](#))。例如：按下繪圖區可新增一點，(參見模組  [新點](#))，相交的物件(參見模組  [交點](#))，或新增一圓(參見  [圓](#) 模組)。




註: 在代數視窗中對物體按兩下滑鼠以編輯屬性。

#### 3.1.1 滑鼠右鍵功能表

對著物件按滑鼠右鍵會出現「滑鼠右鍵功能表」，例如：您可選擇點座標的表現方式(極坐標或直角坐標)、方程式的表現方式( 顯函數或隱函數 )，當然也有其他指令，例如： [重新命名](#)、 [重新定義](#) 或  [刪除](#)。

在「滑鼠右鍵功能表」中選擇「屬性」，您可改變一些像是物件的顏色、大小、線寬、線的式樣、質地等。

#### 3.1.2 顯示與隱藏

幾何物件可被顯示或隱藏，使用  [顯示 / 隱藏物件](#) 或 [滑鼠右鍵功能表](#) 來改變其狀態。小圖示( “隱藏”  “顯示”)讓我們得知代數視窗中的每一物件最新的顯示狀態。

註: 您亦可使用模組  [顯示或隱藏物件 群組](#) 來 [顯示 / 隱藏](#) 一個或多個物件。

#### 3.1.3 痕跡

我們可以設定讓幾何物件在移動時留下痕跡，您可使用 [滑鼠右鍵功能表](#) 來開/關痕跡

的顯示與否。

註: 如果您不要這些痕跡，您可以點選 *檢視* 功能表中的「清除所有痕跡」。

### 3.1.4 放大縮小繪圖區

在繪圖區按滑鼠右鍵後(Mac作業系統: *Apple + click*), 即出現讓您可以放大(亦參見模組

 *放大*)或縮小(亦參見模組  *縮小*)繪圖區的功能表。

註: 在繪圖區按滑鼠右鍵(Mac 作業系統: *Apple + click*) 並拖曳滑鼠，可直接放大繪圖區到你指定的大小。

### 3.1.5 座標軸比例

在繪圖工作區按滑鼠右鍵(Mac 作業系統: *Apple + click*)，並選擇 *屬性*

- 改變  $x$ -軸 與  $y$ -軸 間的比例
- 各別 隱藏 / 顯示 座標軸
- 修改座標軸的樣式 (例如：線寬、顏色、線的類型)

### 3.1.6 作圖過程

「*檢視*」功能表中的「*作圖過程*」可顯示所有作圖的步驟，在此視窗內，您可利用下方的「前進後退」按鈕一步一步地觀察整個作圖過程。


甚至可以插入並改變步驟順序，細節請詳見作圖過程的說明。

註: 在「*作圖過程*」視窗中的「*檢視*」功能表中，利用「暫停點」欄位，您可將一些特定的作圖步驟設定為「暫停點」。當您使用「前進後退」按鈕觀察作圖過程時，它會從前一個暫停點直接跳到下一個暫停點，而省略中間的作圖過程。

### 3.1.7 「前進後退」按鈕

GeoGebra 提供「前進後退」按鈕，讓你可以一步一步播放作圖過程。請在「*檢視*」功能表中選擇「顯示前進後退按鈕」以顯示這些按鈕。

### 3.1.8 重新定義

您可使用物件的[滑鼠右鍵功能表](#)來 *重新定義* 物件，如果你在作圖後才想到要改變某些物件的定義時，這個功能非常有用，您亦可選擇  [移動](#)，並在代數視窗中的自變物件上按兩下滑鼠，開啟 *重新定義* 的對話方塊。

範例:

欲將一自由點  $A$  放到一直線  $h$  上，選擇對點  $A$  **重新定義**，並在出現的對話方塊指令列中輸入 `Point[h]`。欲將點  $A$  從直線  $h$  上移除而再變回自由點，可重新將點  $A$  定義為自由座標。

另一個範例是將通過兩點  $A, B$  的直線  $h$  轉換為線段。選擇 **重新定義** 並在顯示的對話方塊中欄位中輸入 `Segment[A, B]`，反之亦然。

重新定義物件是改變作圖時很實用的一種工具，請注意這樣很可能會在 [作圖過程](#) 中改變作圖步驟的順序。

### 3.1.9 屬性對話方塊

屬性對話方塊可供您修改物件的屬性（例如：顏色、線的樣式），您可對著物件按滑鼠右鍵（Mac 作業系統: *Apple* + click）打開對話方塊並選擇 **屬性**，或在 **編輯** 功能表中選擇 **屬性**。

物件在屬性對話方塊中以類型分類（例如：點、直線、圓），方便處理許多的物件。您可在右邊頁籤中修改選取物件的屬性，完成修改後按下 **關閉屬性對話窗**。

## 3.2 模組

下列的模組可由工具列或 **幾何功能表** 來啟動，按下工具按鈕右下角的小箭頭，你會看到其他模組工具。

註：在所有的作圖模組中，只要您在繪圖區上按滑鼠一下，都會自動產生新的點。

### 點選物件

**點選** 物件就是 **對著物件按下滑鼠**。


### 物件快速更名

欲變更選取物件或新增物件的名稱，只需開啟此物件 **重新命名** 的對話方塊並輸入名稱。

### 3.2.1 一般模組



#### 移動

您可利用此模組以滑鼠來拖曳自變物件，若您選取物件並按下  移動 模組，您可以

- 按下 Del 鍵來刪除之
- 使用方向鍵來移動之(參見 [動畫](#))

註: 按下 *Esc* 鍵亦可啟動 移動 模組。

按住 *Ctrl* 鍵您可同時選取數個物件。

另一種同時選取數個物件的方式，是按住滑鼠左鍵以指定選取的矩形區，您可用滑鼠拖曳其中某個物件來移動整個被選取的物件群組。

選取的矩形區亦可用來指定要列印、輸出圖檔、或輸出動態網頁的部分(參見 [列印與輸出](#))。



#### 轉動

首先選取旋轉的中心點，然後您可以此點為中心，用滑鼠拖曳自變物件來轉動它。



#### 物件關係

點選兩物件以得知其關係(亦參見指令 [Relation](#))



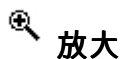
#### 移動繪圖區

以滑鼠拖曳繪圖區來移動座標系統的原點。

註: 您亦可按 *Shift* 鍵 移動繪圖區(PC: *Ctrl* 鍵也可以) 並以滑鼠拖曳。

您亦可以此模組拖曳座標軸，來改變座標軸的刻度比例。

註: 您也可使用其他模組改變座標軸的刻度比例，只要你拖曳座標軸時，一面按住 *Shift* 鍵(PC: *Ctrl* 鍵也可以) 不放即可。



#### 放大

在繪圖區中任意處按下滑鼠以拉近檢視窗 (亦參見 [放大縮小](#))。





### 縮小

在繪圖區中任意處按下滑鼠以拉遠檢視窗 (亦參見 [放大縮小](#))。



### 顯示或隱藏物件

對著物件按一下以顯示或隱藏之。

註: 請先點選要切換隱藏狀態的物件，一旦您轉換到工具列其他任何模組時，您所作的修改就會被套用。



### 顯示或隱藏標籤

按下物件以顯示或隱藏其標籤。



### 複製格式

此模組可讓您由一物件複製其樣式 (例如：顏色、大小、線的樣式) 到數個其他的物件。首先選取您想複製其樣式的物件，然後再點選其他物件。



### 刪除物件

按下任意您欲刪除的物件。

## 3.2.2 點



### 新點

按下繪圖區以新增點。

按下一線段、直線、多邊形、圓錐曲線、函數、或曲線，您便在這些物件上新增一點 (亦參見指令 [Point](#))。按下兩物件的相交處便新增此交點 (亦參見指令 [Intersect](#))。



### 交點

兩物件的交點可由兩種方式產生，若....

- 點選兩物件: (盡可能) 產生所有交點。
- 按下兩物件的交點: 只產生此一交點。

對於線段、射線、或弧，您可指定是否要落在外部的交點（詳見 [屬性對話方塊](#)），這可用於作出落在某物件的延伸處的交點，例如：線段或射線的延伸就是一條直線。



按下 ...

- 兩點以找出其中點
- 一線段以找出其中點
- 一圓錐曲線以找出其中心

### 3.2.3 向量

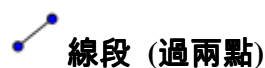


點選向量的起點和終點。



點選點  $A$  及一向量  $v$  以作出點  $B = A + v$ ，可以做出從  $A$  到  $B$  的向量。

### 3.2.4 線段



點選兩點  $A$  和  $B$ ，並調整線段  $AB$  長度，即可在代數視窗中顯示線段。



按下線段的起點  $A$ ，在出現的視窗中指定想要的長度。

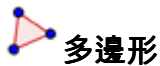
註: 此模組作出長度  $a$  且端點  $B$  的線段，並可以模組 [移動](#) 沿著起點  $A$  而旋轉。

### 3.2.5 射線



點選兩點  $A$  和  $B$ ，作出起點從  $A$  到  $B$  的射線，在代數視窗中您即可看到相關直線的方程式。

### 3.2.6 多邊形



#### 多邊形

標出至少三個點當作多邊形的頂點，然後再按下第一個點以圍成一多邊形，在代數視窗中您可看見多邊形的面積



#### 正多邊形

點選兩點  $A$  和  $B$  並在出現的對話方塊中輸入一整數  $n$ ，您即得到一個有  $n$  個頂點的正多邊形 (包括點  $A$  和  $B$ )。

### 3.2.7 直線



#### 直線 (過兩點)

點選兩點  $A$  和  $B$ ，並調整此線使其通過  $A$  和  $B$  點，此線的方向向量即為  $(B-A)$ 。



#### 平行線

點選出一直線  $g$  和一點  $A$ ，可畫出一直線通過  $A$  且平行於  $g$ ，此線的方向向量即為直線  $g$  的方向向量。



#### 垂直線

點選出一線  $g$  和一點  $A$ ，產生一直線通過  $A$  且垂直於  $g$ ，此線的方向向量即等於  $g$  之法向量 (亦參見指令 [PerpendicularVector](#))。



#### 中垂線

中垂線指的是通過一線段  $s$  或兩點  $A$  和  $B$  的中點並垂直於此線段的直線，此線的方向即等於線段  $s$  或  $AB$  的法向量(亦參見指令 [PerpendicularVector](#))。



#### 角平分線

有兩種方式可定義角平分線：

- 點選出三點  $A, B, C$ ，並作出此三點圍成之角的角平分線，其中  $B$  為頂點。
- 點選出兩條線，並作出其兩角平分線。

註：所有的角平分線的方向向量長度都為 1。



### 切線

一圓錐曲線的切線可由兩種方式產生：

- 點選出一點  $A$  及一圓錐曲線  $c$ ，並作出通過  $A$  且切於  $c$  的所有切線。
- 點選出一線  $g$  及一圓錐曲線  $c$ ，並作出平行於  $g$  且切於  $c$  的所有切線。

點選出一點  $A$  及一函數  $f$ ，可作出  $f$  在  $x=x(A)$  的切線( $A$ 點可以不用在函數圖形上)。



### 極線或徑線

此模組作出一圓錐曲線的極線或徑線，您可用：

- 點選一點及一圓錐曲線以作出極線。
- 點選直線或一向量及一圓錐曲線以作出徑線。

## 3.2.8 圓錐曲線



### 圓(指定圓心與一點)

點選出一點  $M$  和一點  $P$ ，可畫出一圓心為  $M$  且通過點  $P$  的圓，此圓的半徑即為  $MP$  的距離。



### 圓(指定圓心與半徑)

點選圓心後，在出現的視窗中輸入半徑。



### 圓(過三點)

點選出三點  $A, B, C$ ，可畫出通過此三點的圓。若這三點落在一直線上，此圓即退化為直線。



### 圓錐曲線(過五點)

點選五個點，作出通過此五點的圓錐曲線。若無其中四點或五點呈一直線時，即可定義出一圓錐曲線。

### 3.2.9 圓弧與扇形

註：圓弧的代數值即為其長度，扇形的代數值為其面積。



**半圓**

點選兩點  $A$  和  $B$ ，在線段  $AB$  上作出一個半圓。



**圓弧 (指定圓心與兩點)**

點選三點  $M, A$  和  $B$ ，作出圓心為  $M$ ，起點為  $A$  終點為  $B$  的圓弧。

註：點  $B$  可以在圓弧外。



**扇形 (指定圓心與兩點)**

點選三點  $M, A$  和  $B$ ，作出圓心為  $M$ ，起點為  $A$  終點為  $B$  的扇形。

註：點  $B$  可以落在扇形外。



**圓弧 (過三點)**

點選三點作出通過此三點的圓弧。



**扇形 (過三點)**

點選三點作出通過此三點的扇形。

### 3.2.10 數值與角度



**測量距離**

此模組可測量出兩點、兩直線、或一點與一直線間的距離，亦可求出線段的長度及圓周。



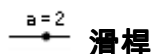
**面積**

此模組可求出多邊形、圓、或橢圓的面積，並顯示於幾何視窗中。



**斜率**


此模組可求出直線的斜率，並顯示於幾何視窗中。



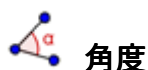
滑桿

註: 在 GeoGebra 中滑桿只是一種數值或角度的圖示法。

按下繪圖區的任意位置作出一數值或角度的滑桿，在它的屬性視窗中，您可以指定其名稱、數值或角度的範圍區間[極小值, 極大值]，以及滑桿的寬度（以點畫素為單位）。

註: 您可為任意數值或角度作出滑桿（參見 [滑鼠右鍵功能表](#)；參見模組  [顯示 / 隱藏物件](#)）。

滑桿的位置可為螢幕的絕對位置或相對於座標軸(參見 數值或角度的[屬性](#))。



角度

此模組可作出 ...

- 三點間的角度
- 兩線段間的角度
- 兩直線間的角度
- 兩向量間的角度
- 多邊形的所有內角

所有的角度範圍都限於  $0$  到  $180^\circ$ ，但您可以在角度的[屬性對話方塊](#)中設定允許優角（大於  $180^\circ$ 的角）。



指定角

點選兩點  $A$ 、 $B$ ，並於對話方塊中輸入角度的大小，此模組作出點  $C$  及角度  $\alpha$ ，其中  $\alpha$  為角  $ABC$ 。

### 3.2.11 顯示或隱藏物件群組



顯示或隱藏物件群組

在繪圖區按一下滑鼠，就會作出一個可以顯示或隱藏許多物件的核選方塊。請您在對話方塊中指定在此群組內的物件。

### 3.2.12 軌跡





#### 軌跡

請點選一個會隨著點  $A$  而變的點  $B$ ，然後點選  $A$ ，就會畫出  $B$  的軌跡。

註：點  $A$  應為一線型物件上之一點（例如：直線、線段、圓）。

範例：

- 在指令列中輸入  $f(x) = x^2 - 2x - 1$
- 在  $x$ -軸上加一個新的點  $A$  (參見模組  新點; 參見指令 [Point](#))
- 作  $B = (x(A), f'(x(A)))$
- 選擇模組  軌跡，並依序點選  $B$  和  $A$
- 沿著  $x$ -軸拖曳點  $A$ ，請觀察點  $B$  沿著其軌跡線而動的方式

### 3.2.13 幾何變換

下列的幾何變換適用於點、直線、圓錐曲線、多邊形與圖片。



#### 點對稱

首先點選要作對稱的物件，然後點選對稱中心。



#### 線對稱

首先點選要作對稱的物件，然後點選對稱軸。



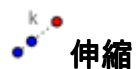
#### 旋轉

首先點選要作旋轉的物件，再點選旋轉中心，隨後您可在對話方塊中指定旋轉角。



#### 平移

首先點選要作平移的物件，然後點選平移向量。



#### 伸縮

首先點選要作縮放的物件，再點選縮放中心，隨後您可在對話方塊中指定縮放倍率。

### 3.2.14 文字

#### ABC 文字

您可以用此模式在幾何視窗中產生靜態文字、動態文字、或LATEX 數學式。

- 在繪圖區中按一下滑鼠，即可新增文字方塊。
- 點選某點，即可在此點上新增文字方塊。

然後您可在隨後顯示的對話方塊中輸入文字

註：您可以用物件名稱來產生動態文字。

輸入	可能的輸出結果
”這是靜態文字”	這是靜態文字
”A 點座標 =” + A	A 點座標 = ( 3.05, 2.54 )
”線段 a =” + a + ”cm”	線段 a = 5.87 cm

文字的位置可能是螢幕的絕對值，或相對於座標系(參見文字 的 屬性 )。

#### LaTeX 數學式

在 GeoGebra 您亦可寫數學式，在文字模組的對話方塊中勾選「*LaTeX 數學式*」，並以 LaTeX 語法輸入您的數學式。

在此解釋一些重要的 LaTeX 指令，若您需要更多資訊請參考一些 LaTeX 說明文件。

LaTeX 語法	輸出結果
$a \cdot b$	$a \cdot b$
$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{b}$
$\sqrt{x}$	$\sqrt{x}$
$\sqrt[n]{x}$	$\sqrt[n]{x}$
$\vec{v}$	$\vec{v}$
$\overline{AB}$	$\overline{AB}$
$x^2$	$x^2$
$a_1$	$a_1$
$\sin\alpha + \cos\beta$	$\sin \alpha + \cos \beta$
$\int_a^b x dx$	$\int_a^b x dx$
$\sum_{i=1}^n i^2$	$\sum_{i=1}^n i^2$



### 3.2.15 圖片



#### 插入圖片

此模組可供您於作圖時加入圖片。

- 在繪圖區上按一下，此點會成為圖片的左下角。
- 點選某點，以指定此點為圖片的左下角。

然後出現檔案開啟的對話方塊，您在此選擇要插入的圖檔。

### 3.2.16 圖片的屬性

#### 位置

圖片的位置可能是是螢幕的絕對位置，或相對於座標系(參見圖片的 [屬性](#))，後者可透過指定最多三個頂點來完成，這可提供您更彈性地縮放、旋轉、甚至扭曲圖片。

- 角 1. (圖片的左下角位置)
- 角 2. (圖片的右下角位置)

註: 此頂點只有當角 1 先設定時才能設定，您可以用它來控制圖片寬度。


- 角 4. (圖片的左上角位置)

註: 此角只有當角 1 已事先設定時才能設定，您可以用它來控制圖片高度。

註:亦參見 [Corner](#) 指令。


#### 範例:

讓我們新增三個點  $A$ ,  $B$ , 和  $C$  來探討頂點的影響。

- 設定點  $A$  為圖片的第一頂點，點  $B$  為圖片的第二頂點，以  [移動](#) 工具拖動點  $A$  及  $B$ ，您可以觀察圖片會怎麼變化。
- 設定點  $A$  為圖片的第一頂點，點  $C$  為圖片的第四頂點，並觀察圖片會怎麼變化。
- 最後，設定這三個頂點，並觀察拖動這些點會如何扭曲圖片。

您已經看到如何影響圖片的大小和位置，若您想將圖片附著於點  $A$  並設定其寬度為 3，高度為 4 單位時，您可作下列設定：

- 角 1:  $A$
- 角 2:  $A + (3, 0)$
- 角 4:  $A + (0, 4)$

註: 現在若您以  **移動** 工具拖動點 A ，您的圖片將會維持其大小。

### **背景圖**

您可以設定背景圖(參見圖片的 **屬性** )，背景圖會放在座標軸的後面，且無法用滑鼠或其他來點選。

註: 欲改變圖片的背景設定，從 **重新定義** 功能表中選擇 **屬性**。

### **透明度**

您可以設定圖片的透明度(0 % 到 100 %)，讓在它後面的物件或座標軸可以看得到 (參見圖片的 **屬性**)。

# 4: 輸入代數式

在本章中我們將解釋在 GeoGebra 中如何使用鍵盤新增或修改物件。

## 4.1 一般須知

代表數值、座標、自變物件或應變物件的代數式都會顯示在左邊的「代數視窗」中。自變物件並不是由其他物件所建構出來的，所以可被直接更改。

您可在GeoGebra中，使用視窗底部的「指令列」來直接輸入代數式(參見 [直接輸入](#)；參見 [指令](#))。

註: 當您在指令列中輸入物件的定義後，一定要按下 *Enter* 鍵。


### 4.1.1 改變代表值

自變物件可直接作改變，應變物件則否。您可以修改物件值，在指令列（參見 [直接輸入](#)）中輸入新值以覆寫舊值。

範例: 若您想改變數值  $a = 3$ ，在指令列輸入  $a = 5$ ，並按下 *Enter* 鍵。



註: 您亦可在代數視窗中的任一個物件上按 [滑鼠右鍵功能表](#)，然後 *重新定義*。

### 4.1.2 動畫

選擇模組  [移動](#)，再點選數值或角度，然後按下+ 或 - 鍵，就可連續改變數值或角度。

按住這些鍵的其中之一，讓您可作出動畫。

範例: 若點的座標是利用數值  $k$  所算出來的，就像  $P = (2k, k)$ ，則當  $k$  連續改變時，點就會沿著直線移動。

您選擇  [移動](#) 工具，然後用方向鍵移動任何自變物件。（參見 [動畫](#)；參見  [移動工具](#)）。

註: 您可使用物件的 [屬性對話方塊](#)調整遞增值。

快捷法:

- $Ctrl$  + 方向鍵：可讓您一次跳 10 個單位。
- $Alt$  + 方向鍵：可讓您一次跳 100 個單位。

註: 您也可使用  $+$  或  $-$  鍵移動直線上的點(參見 [動畫](#))。

## 4.2 直接輸入

GeoGebra 可以處理數值、角、點、向量、線段、直線、圓錐曲線、函數、和參數曲線，我們將說明如何利用「指定列」再搭配座標或方程式輸入這些物件。

註: 您亦可在物件名稱中使用「下標」，例如：輸入  $A_1$  或  $s_{\{AB\}}$  可以得到  $A_1$  或  $S_{AB}$ 。

### 4.2.1 數值和角度

範例: 輸入  $r = 5.32$ ，您會得到  $r$ 。

註: 如果要用到某些數學常數，如圓周率  $\pi$  或尤拉數  $e$ ，您可利用指令列右邊的下拉式選單。

角可「 $^\circ$ 」或「rad」輸入，常數  $\pi$  對弧度值很好用，也可以用  $pi$  輸入。

範例: 角  $\alpha$  可用度數( $\alpha = 60^\circ$ ) 或弧度 ( $\alpha = pi/3$ ) 輸入。

註: GeoGebra 用弧度作所有的內部運算，「 $^\circ$ 」這個符號只是代表「 $\pi/180$ 」這個常數的常用符號而已。

### 滑桿和方向鍵

一個「數值」或「角度」的自變物件可在幾何視窗中以「滑桿」來表示(參見模組 [↔ 滑桿](#))，您亦可使用方向鍵在幾何視窗中改變「數值」與「角度」物件(參見 [動畫](#))。

### 限制數值範圍

你可以指定一個「數值」或「角度」的自變物件的數值範圍。(參見 [屬性對話方塊](#))，此區間亦可用於 [↔ 滑桿](#)。

如果某「角度」是一個應變物件，則您可指定它是否可以變成「優角」（大於 180 度的角）。（參見[屬性對話方塊](#)）。

## 4.2.2 點和向量

點和向量可以用直角座標或極座標來輸入(參見[數值與角度](#))。

註: 英文「大寫」名稱代表「點」，「小寫」名稱代表「向量」。

範例:

- 若用直角座標，請以  $P = (1, 0)$  or  $v = (0, 5)$  輸入點  $P$  或向量  $v$ 。
- 若用極座標，請輸入  $P = (1; 0^\circ)$  或  $v = (5; 90^\circ)$ 。

## 4.2.3 直線

直線可以用「方程式」或「參數式」來輸入。在這兩種情況下，事先定義過的變數皆可使用(例如：數值、點、向量)。

註:直線名稱後面須加上「冒號」(:)。

範例:

- 輸入  $g : 3x + 4y = 2$ ，可以得到直線  $g$ 。
- 先定義參數  $t$ (如： $t = 3$ )，再輸入  $g : x = (-5, 5) + t (4, -3)$ 。  
★注意：上式中， $t$  和  $(4,-3)$  之間有一個「空白」不可省略，否則會出現錯誤訊息。另外，變數名只能用「X」，使用其他變數名，GeoGebra 只會幫你算出另外一個「點」或「向量」。
- 先定義參數  $m = 2$  和  $b = -1$ ，然後輸入  $g : y = m x + b$ 。  
★注意：上式中， $m$  和  $x$  之間有一個「空白」不可省略。

### 座標軸的指令名：xAxis 與 yAxis

在使用指令時，兩座標軸的名稱分別為  $xAxis$  和  $yAxis$ 。

範例: 在指令列中輸入 `Perpendicular[A, xAxis]` 可作出通過點  $A$  並垂直於  $x$  軸的垂直線。

## 4.2.4 圓錐曲線

圓錐曲線可以用  $x$  和  $y$  的二元二次方程式來輸入，方程式裡面也可以使用事先定義過

的變數名稱(例如：數值、點、向量)。輸入圓錐曲線的方程式時，你可同時指定它的名稱，只要你使用「名稱: 方程式」這樣個格式就可以。

範例:

- 橢圓 *a*:  $a: 9x^2 + 16y^2 = 144$
- 雙曲線 *b*:  $b: 9x^2 - 16y^2 = 144$
- 拋物線 *c*:  $c: y^2 = 4x$
- 圓 *d*:  $d: x^2 + y^2 = 25$
- 圓 *e*:  $e: (x - 5)^2 + (y + 2)^2 = 25$

註: 若您事先定義兩參數「 $a = 4$  且  $b = 3$ 」，您可輸入橢圓為「 $a: b^2x^2 + a^2y^2 = a^2b^2$ 」。

#### 4.2.5 函數

您可以用已有的變數或函數來輸入一個新的函數。

範例:

- 函數 *f*:  $f(x) = 3x^3 - x^2$
- 函數 *g*:  $g(x) = \tan(f(x))$
- 未命名之函數:  $\sin(3x) + \tan(x)$

在「數學運算」這一章節中，有所有內建函數(例如：*sin*, *cos*, *tan*)的詳細說明(參見[數學運算](#))。

在 GeoGebra 中您可用指令求出函數的[積分](#)和[微分](#)。

您可用  $f'(x)$  或  $f''(x)$ ,... 求出  $f(x)$  的一次微分與二次微分。

範例: 首先定義函數  $f(x) = 3x^3 - x^2$ ，然後您可輸入  $g(x) = \cos(f'(x + 2))$  定義新的函數 *g*。

更進一步地，函數可用一向量來作平移(參見指令[平移](#))，而且如果一個函數是自變物件的話，你也可用滑鼠來移動它(參見模組[移動](#))。

## 限制函數區間

如果要限制函數的定義域，請使用指令 `Function` (參見指令 [函數](#))。

### 4.2.6 物件集合

大括號可以用來定義包含一些物件的集合 (例如：點、線段、圓)。

範例:

- $L = \{A, B, C\}$  為包含三點  $A, B, C$  的集合。
- $L = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2)\}$  為包含三個未命名點的集合。

### 4.2.7 數學運算

GeoGebra 有下列各式運算:

運算	輸入
加法	+
減法	-
乘法	* 或 「空白鍵」
內積	* 或 「空白鍵」
除法	/
次方	^ or 2
階乘	!
Gamma 函數	gamma( )
刮號	( )
計算某點的 x-座標	x( )
計算某點的 y-座標	y( )
絕對值	abs( )
正負號	sgn( )
開根號	sqrt( )
立方根	cbirt( )
亂數 ( 0 到 1 之間 )	random( )
指數函數	exp( ) 或 $\square^x$
自然對數	ln( ) 或 log( )

運算	輸入
對數 (以 2 為底)	ld( )
常用對數 (以 10 為底)	lg( )
餘弦	cos( )
正弦	sin( )
正切	tan( )
反餘切	acos( )
反正弦	asin( )
反正切	atan( )
雙曲餘弦	cosh( )
雙曲正弦	sinh( )
雙曲正切	tanh( )
反雙曲餘弦	acosh( )
反雙曲正弦 e	asinh( )
反雙曲正切	atanh( )
小或等於之最大整數	floor( )
大或等於之最小整數	ceil( )
四捨五入	round( )

範例:

- A 和 B 中點 M 可以如此輸入： $M = (A + B) / 2$ 。
- 向量  $v$  的長度可用  $\text{sqrt}(v * v)$  來計算。

註: 在 GeoGebra 中，點和向量也可以直接用來計算。

#### 4.2.8 布林變數

在 GeoGebra 中您可使用布林變數 “true” 與 “false”。

範例: 在指令列中輸入  $a = \text{true}$  或  $b = \text{false}$  並按下 *Enter* 鍵。

#### 核選方塊及方向鍵

自由的布林變數在繪圖區中，用核選方塊的方式來呈現 (參見模組 [用核選方塊顯示或隱藏物件群組](#))，利用方向鍵您亦可在繪圖區中改變布林變數(參見 [動畫](#))。)



## 4.2.9 布林運算

您可在 GeoGebra 中使用布林運算：

	運算	範例	a b 的類型
等於	$\hat{=}$ or $==$	$a \hat{=} b$ 或 $a == b$	數值, 點, 直線, 圓錐曲線
不等於	$\neq$ or $!=$	$a \neq b$ 或 $a != b$	數值, 點, 直線, 圓錐曲線
小於	$<$	$a < b$	數值
大於	$>$	$a > b$	數值
小或等於	$\leq$ or $<=$	$a \leq b$ 或 $a <= b$	數值
大或等於	$\geq$ or $>=$	$a \geq b$ 或 $a >= b$	數值
且	$\square$	$a \square b$	布林變數
或	$\square$	$a \square b$	布林變數
非	$\neg$ or $!$	$\neg a$ 或 $!a$	布林變數
平行於	$\parallel$	$a \parallel b$	直線
垂直於	$\perp$	$a \perp b$	直線

## 4.3 指令

我們可以使用「指令」來產生新物件或修改物件。

例如: 求兩直線  $g$  和  $h$  的交點時, 可輸入:

`S = Intersect[g,h]`

(參見 [Intersect](#) 指令).

註:物件名稱可使用下標: 例如輸入  $A_1$  或  $s_{\{AB\}}$  可得  $A_1$  或  $S_{AB}$ 。

### 4.3.1 一般指令

#### Relation

`Relation[object a, object b]`: 顯示一訊息框讓我們得知  $a$  和  $b$  之間的關係。

註: 此指令讓我們得知是否一點在一直線上 (或一圓錐曲線上)、一直線是否切於一圓錐曲線、或一直線是否與一圓錐曲線相交, 兩物件是否相等。

## Delete

Delete[物件  $a$ ]: 刪除一物件 $a$ 及所有由它產生的子物件。

## Element

Element[集合  $L$ , 數值  $n$ ]:  $L$  集合中的第  $n$  個元件。

### 4.3.2 布林指令

If[條件式,  $a$ ,  $b$ ]: 若條件式為真時, 可得  $a$ , 為假時可得  $b$ 。

If[條件式,  $a$ ]: 若條件式為真時, 可得  $a$ , 為假時則視為未定義物件。

### 4.3.3 數值指令

#### 長度

Length[向量  $v$ ]: 向量 $v$ 的長度

Length[點  $A$ ]:  $A$  與原點的距離

Length[函數  $f$ , 數值  $x_1$ , 數值  $x_2$ ]:  $f$  函數圖形從  $x_1$  到  $x_2$  之間的長度

Length[函數  $f$ , 點  $A$ , 點  $B$ ]:  $f$  函數圖形從圖形上的點  $A$  到點  $B$  之間的長度

Length[曲線  $c$ , 數值  $t_1$ , 數值  $t_2$ ]: 曲線  $c$  從數值  $t_1$  到  $t_2$  之間的長度

Length[曲線  $c$ , 點  $A$ , 點  $B$ ]: 曲線  $c$  從曲線上的點  $A$  到點  $B$  之間的長度

Length[集合  $L$ ]:  $L$  集合的長度(集合的元素個數)

#### 面積

Area[點  $A$ , 點  $B$ , 點  $C$ , ...]: 點 $A, B, C, \dots$ 所圍成的多邊形面積

Area[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的面積(圓或橢圓)

#### 距離

Distance[點  $A$ , 點  $B$ ]:  $A$  和  $B$  點間的距離

Distance[點  $A$ , 直線  $g$ ]: 點  $A$  到直線  $g$  的距離

Distance[直線  $g$ , 直線  $h$ ]: 直線  $g$  和  $h$  間的距離。

注意: 相交的線間的距離為 0。

#### 模數

Mod[數值  $a$ , 數值  $b$ ]:  $a$  除以  $b$  的餘數

## 整數除法

Div[數值  $a$ , 數值  $b$ ]:  $a$  除以  $b$  的商數 ( 整數 )

## 斜率

Slope[直線  $g$ ]: 直線  $g$  的斜率。

註: 此指令會同時畫出一個「斜率三角形」 ( 參見屬性對話方塊 )。

## 曲率

Curvature[點  $A$ , 函數  $f$ ]: 函數  $f$  在點  $A$  的曲率

Curvature[點  $A$ , 曲線  $c$ ]: 曲線  $c$  在點  $A$  的曲率

## 半徑

Radius[圓  $c$ ]: 圓  $c$  的半徑

## 周長

Circumference[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的周長(圓或橢圓)

Perimeter[多邊形  $p$ ]: 多邊形  $p$  的周長

## 參數

Parameter[拋物線  $p$ ]: 拋物線  $p$  的參數(準線和焦點間的距離)

## 主軸半長

FirstAxisLength[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的長軸半長或實軸半長

## 副軸半長

SecondAxisLength[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的短軸半長或共軛軸半長

## Excentricity

Excentricity[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的離心率

□譯者註釋: Excentricity是個錯字, 正確的拼字應為Eccentricity

## 積分

Integral[函數  $f$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ ]: 計算 $f(x)$  從  $a$  到  $b$  的面積 ( 積分 )。

註:此指令會同時畫出函數與 $X$  軸間的面積。

Integral[函數  $f$ , 函數  $g$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ ]: 計算從  $a$  到  $b$  之間,  $f(x)$ 與 $g(x)$ 所夾的面積。

註: 此指令也可畫出  $f$  和  $g$  函數之間的面積。

註: 參見 [不定積分](#)

## 下和

LowerSum[函數  $f$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ , 數值  $n$ ]: 函數  $f$  在  $[a,b]$  區間以  $n$  個長條區求出的面積下和。

註: 此指令會同時繪出這些下和的長方形。

## 上和

UpperSum[函數  $f$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ , 數值  $n$ ]: 函數  $f$  在  $[a,b]$  區間以  $n$  個長條區求出的面積上和。

註: 此指令亦可繪出這些上和的長方形。

## 迭代

Iteration[函數  $f$ , 數值  $x_0$ , 數值  $n$ ]:

將  $x_0$  重複代入  $f$  函數  $n$  次, 也就是計算  $f(f(\dots f(x_0)))$

範例: 在定義  $f(x) = x^2$  之後, `Iteration[f, 3, 2]` 指令的結果為  $(3^2)^2 = 81$

## 最大最小值

Min[數值  $a$ , 數值  $b$ ]: 指  $a$  和  $b$  中較小者

Max[數值  $a$ , 數值  $b$ ]: 指  $a$  和  $b$  中較大者

## 分點比

AffineRatio[點  $A$ , 點  $B$ , 點  $C$ ]: 指共線三點  $A, B, C$  的, 若以  $A$  為 0,  $B$  為 1, 則  $C$  點所在位置的座標

## 交比

CrossRatio[點  $A$ , 點  $B$ , 點  $C$ , 點  $D$ ]: 指共線四點  $A, B, C, D$  的交比  $\lambda$ , 其中  $\lambda = \text{AffineRatio}[B, C, D] / \text{AffineRatio}[A, C, D]$

## 4.3.4 角度

### 角度

Angle[向量  $v_1$ , 向量  $v_2$ ]:  $v_1$  和  $v_2$  兩向量間的夾角(介於 0 到  $360^\circ$ )

Angle[直線  $g$ , 直線  $h$ ]: 兩直線之方向向量間的夾角(介於 0 到  $360^\circ$ )

Angle[點 A, 點 B, 點 C]: BA 和 BC 間的夾角(介於 0 到 360°), B 為頂點

Angle[點 A, 點 B, 角度  $\alpha$ ]: 以線段 AB 為始邊, 畫出大小為  $\alpha$  的角。

註: 它會同時畫出由 B 點轉動出來的另一個點。

Angle[圓錐曲線 c]: 圓錐曲線 c 主軸的轉角(參見指令 [Axes](#))

Angle[向量 v]: x-軸到向量 v 之間的夾角

Angle[點 A]: x-軸到點 A 的夾角

Angle[數值 n]: 將一數值 n 轉換成角度(結果介於 0 到 2pi之間)

Angle[多邊形 p]: 畫出多邊形 p 的所有內角

### 4.3.5 點

#### 點

Point[直線 g]: 畫出直線 g 上一點

Point[圓錐曲線 c]: 畫出圓錐曲線上一點(例如: 圓、橢圓、雙曲線)

Point[函數 f]: 畫出 f 函數上一點

Point[多邊形 p]: 畫出多邊形 p 上一點

Point[向量 v]: 畫出向量 v 上一點

Point[點 P, 向量 v]: 畫出從點 P 平移向量 v 之後的點

#### 中點或中心

Midpoint[點 A, 點 B]: A 和 B 的中點

Midpoint[線段 s]: 線段 s 的中點

Center[圓錐曲線 c]: 圓錐曲線 c 的中心(例如: 圓、橢圓、雙曲線)

#### 焦點

Focus[圓錐曲線 c]: 圓錐曲線 c 的焦點

#### 頂點

Vertex[圓錐曲線 c]: 圓錐曲線 c 的頂點

#### 重心

Centroid[多邊形 p]: 多邊形 p 的重心

## 交點

`Intersect[直線 g, 直線 h]`: 直線  $g$  和  $h$  的交點

`Intersect[直線 g, 圓錐曲線 c]`: 直線  $g$  和圓錐曲線  $c$  的所有交點(最多 2 個)

`Intersect[直線 g, 圓錐曲線 c, 數值 n]`: 直線  $g$  和圓錐曲線  $c$  的第  $n$  個交點

`Intersect[圓錐曲線 c, 圓錐曲線 d]`: 兩圓錐曲線  $c$  和  $d$  的所有交點(最多 4 個)

`Intersect[圓錐曲線 c1, 圓錐曲線 c2, 數值 n]`: 兩圓錐曲線  $c$  和  $d$  的第  $n$  個交點

`Intersect[多項式 f1, 多項式 f2]`: 多項式  $f1$  和多項式  $f2$  的所有交點

`Intersect[多項式 f1, 多項式 f2, 數值 n]`: 多項式  $f1$  和多項式  $f2$  的第  $n$  個交點

`Intersect[多項式 f, 直線 g]`: 多項式  $f$  和直線  $g$  的所有交點

`Intersect[多項式 f, 直線 g, 數值 n]`: 多項式  $f$  和直線  $g$  的第  $n$  個交點

`Intersect[函數 f, 函數 g, 點 A]`: 函數  $f$  和  $g$  在起始點  $A$  的所有交點(牛頓法)

`Intersect[函數 f, 直線 g, 點 A]`: 函數  $f$  和直線  $g$  在起始點  $A$  的所有交點(牛頓法)

□注意: 亦參見模組  交點

## 求根

`Root[多項式 f]`: 多項式  $f$  的所有根

`Root[函數 f, 數值 a]`: 函數  $f$  在起始值  $a$  的一個根(牛頓法)

`Root[函數 f, 數值 a, 數值 b]`: 函數  $f$  在  $[a, b]$  區間的根 (使用「錯位法」: `False` Position Method)

## Extremum

`Extremum[多項式 f]`: 多項式  $f$  的所有局部極值(點)

## 反曲點

`InflectionPoint[多項式 f]`: 多項式  $f$  的所有反曲點

## 4.3.6 向量

### 向量

`Vector[點 A, 點 B]`: 從點  $A$  到點  $B$  的向量

`Vector[點 A]`: 點  $A$  的位置向量

## 方向向量

Direction[直線  $g$ ]: 直線  $g$  的方向向量

註: 直線方程式  $ax + by = c$  之方向向量為  $(b, -a)$ .

## 單位向量

UnitVector[直線  $g$ ]: 直線  $g$  之單位方向向量

UnitVector[向量  $v$ ]: 與向量  $v$  同方向的單位向量

## 法向量

PerpendicularVector[直線  $g$ ]: 直線  $g$  的法向量

註: 直線方程式  $ax + by = c$  的法向量為  $(a, b)$

PerpendicularVector[向量  $v$ ]: 向量  $v$  的法向量

註: 向量  $(a, b)$  的法向量為  $(-b, a)$

## 單位法向量

UnitPerpendicularVector[直線  $g$ ]: 直線  $g$  的單位法向量

UnitPerpendicularVector[向量  $v$ ]: 向量  $v$  的單位法向量

## 曲率向量

CurvatureVector[點  $A$ , 函數  $f$ ]: 函數  $f$  在點  $A$  的曲率向量

CurvatureVector[點  $A$ , 曲線  $c$  ]: 曲線  $c$  在點  $A$  的曲率向量

## 4.3.7 線段

### 線段

Segment[點  $A$ , 點  $B$ ]: 點  $A$  和  $B$  間的線段

Segment[點  $A$ , 數值  $a$ ]: 以  $A$  為起點, 線段長為  $a$  的線段

註: 會同時產生另一個線段端點。.

## 4.3.8 射線

### 射線

Ray[點  $A$ , 點  $B$ ]: 起點  $A$  通過  $B$  點的射線

Ray[點  $A$ , 向量  $v$ ]: 起點  $A$  且方向向量為  $v$  的射線

## 4.3.9 多邊形

### 多邊形

Polygon[點 A, 點 B, 點 C, ...]: 由給定點A, B, C, ...所圍成的多邊形

Polygon[點 A, 點 B, 數值 n]: 有  $n$  個頂點的正多邊形(包括 點 A 和 B)

## 4.3.10 直線

### 直線

Line[點 A, 點 B]: 通過A 點和 B點的直線

Line[點 A, 直線 g]: 通過A 點且平行於g 的直線

Line[點 A, 向量 v]: 通過點A 且方向為v 的直線

### 垂直線

Perpendicular[點 A, 直線 g]: 通過點 A且垂直於 g 的直線

Perpendicular[點 A, 向量 v]: 通過點 A 且垂直於向量v 的直線

### 中垂線

LineBisector[點 A, 點 B]: 線段AB 的平分線

LineBisector[線段 s]: s 線段的平分線

### 角平分線

AngularBisector[點 A, 點 B, 點 C]: 角ABC 的角平分線

註: B 為角的頂點

AngularBisector[直線 g, 直線 h]: 直線 g 和 h 的角平分線

### 切線

Tangent[點 A, 圓錐曲線 c]: 圓錐曲線c 過點A的(所有的)切線

Tangent[直線 g, 圓錐曲線 c]: 圓錐曲線 c 的所有平行於直線 g 的切線

Tangent[數值 a, 函數 f]:  $f(x)$  在 $x=a$  時的切線

Tangent[點 A, 函數 f]:  $f(x)$  在 $x=x(A)$  時的切線

Tangent[點 A, 曲線 c]: 曲線 c 過點 A 的切線



## 漸進線

Asymptote[雙曲線  $h$ ]: 雙曲線  $h$  的兩漸近線

## 準線

Directrix[拋物線  $p$ ]: 拋物線  $p$  的準線

## 對稱軸

Axes[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的對稱軸

## 主軸

FirstAxis[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的長軸或實軸

## 副軸

SecondAxis[圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  的短軸或共軛軸

## 極線

Polar[點  $A$ , 圓錐曲線  $c$ ]: 點  $A$  相對於圓錐曲線  $c$  的極線

## 徑線

Diameter[直線  $g$ , 圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  平行於直線  $g$  的徑線

Diameter[向量  $v$ , 圓錐曲線  $c$ ]: 圓錐曲線  $c$  平行於向量  $v$  的徑線

## 4.3.11 圓錐曲線

### 圓

Circle[點  $M$ , 數值  $r$ ]: 圓心  $M$  且半徑為  $r$  的圓

Circle[點  $M$ , 線段  $s$ ]: 圓心  $M$  且半徑為  $s$  的長度

Circle[點  $M$ , 點  $A$ ]: 圓心  $M$  且通過點  $A$  的圓

Circle[點  $A$ , 點  $B$ , 點  $C$ ]: 通過三點  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的圓

### 密切圓

OsculatingCircle[點  $A$ , 函數  $f$ ]: 函  $f$  在點  $A$  的密切圓

OsculatingCircle[點  $A$ , 曲線  $c$ ]: 曲線  $c$  在點  $A$  的密切圓

## 橢圓

Ellipse[點 F, 點 G, 數值 a]: 焦點為F,G 且長軸半長為 a 的橢圓

註:  $2a$  必須大於FG的距離

Ellipse[點 F, 點 G, 線段 s]: 焦點為F,G 且長軸半長等於線段 s 的長度的橢圓

## 雙曲線

Hyperbola[點 F, 點 G, 數值 a]: 焦點為F,G 且長軸半長為 a 的雙曲線

註: 條件:  $0 < 2a < FG$  的距離

Hyperbola[點 F, 點 G, 線段 s]: 焦點為F,G 且長軸半長為線段s 長度的雙曲線

## 拋物線

Parabola[點 F, 直線 g]: 焦點為F 且準線為g 的拋物線

## 圓錐曲線

Conic[點 A, 點 B, 點 C, 點 D, 點 E]: 通過五點A,B,C,D,E 的圓錐曲線

註: 任四點不同在一直線上。

## 4.3.12 函數

### 導函數 (微分)

Derivative[函數 f]: 函數f(x) 的微分

Derivative[函數 f, 數值 n]: 函數f(x) 的n 次微分

註: 您也可用  $f'(x)$  替代 Derivative[f] , 也可用  $f''(x)$  替代 Derivative[f, 2]。

### 積分

Integral[函數 f]: 函數f(x) 的不定積分

註: 參見[定積分](#)

### 多項式

Polynomial[函數 f]: 函數f的展開式

範例: 多項式[(x - 3)^2] 產生  $x^2 - 6x + 9$

### 泰勒展開式

TaylorPolynomial[函數 f, 數值 a, 數值 n]: 函數 f(x) 對點 x=a 的 n 次泰勒

展開式

## 函數

Function[函數  $f$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ ]: 產生一函數,將函數 $f$  的定義域限制於 $[a,b]$  區間

## 條件式函數

您可使用布林指令 If (參見指令 If) 來新增函數。

註: 您可對這些函數使用微分和積分, 並求出與其他函數的交點, 正如一般的函數一樣

範例:

$f(x) = \text{If}[x < 3, \sin(x), x^2]$ , 此函數相當於

- $\sin(x)$  當  $x < 3$
- $x^2$  當  $x \geq 3$ 。

### 4.3.13 參數曲線

Curve[數學式  $e_1$ , 數學式  $e_2$ , 參數  $t$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ ]:

產生座標為 $(e_1, e_2)$ 的曲線, 其中  $e_1, e_2$  為參數式 (使用參數  $t$ ,  $a \leq t \leq b$ )

範例:  $c = \text{Curve}[2 \cos(t), 2 \sin(t), t, 0, 2 \pi]$

Derivative[曲線  $c$ ]: 曲線  $c$  的微分曲線

註: 參數曲線可以像函數一樣使用。

範例: 輸入  $c(3)$  會回傳  $t=3$  時的點座標。

註: 您可用 [•^ 新點](#) 工具在曲線上放一個新點(參見模組 [•^ 新點](#) ), 亦參見指令 [Point](#)). 由於參數  $a$  和  $b$  為動態的, 您可在此使用滑桿變數(參見模組 [a=2 滑桿](#)).

### 4.3.14 圓弧和扇形

註: 圓弧的代數值為其長度, 扇形的代數值為其面積。

## 半圓

Semicircle [點  $A$ , 點  $B$ ]: 線段  $AB$ .上的半圓

## 弧

CircularArc[點 M, 點 A, 點 B]: 圓心為 M, 起點為 A、終點為 B 的圓弧

註: 點 B 不需落在圓弧上

CircumcircularArc[點 A, 點 B, 點 C]: 通過三點 A, B, C 的圓弧

Arc[圓錐曲線 c, 點 A, 點 B]: 介於圓錐曲線 c (圓或橢圓) 上的兩點 A, B 間的弧

Arc[圓錐曲線 c, 數值 t1, 數值 t2]: 介於圓錐曲線 c 上兩參數 t1 和 t2 值間的弧, 圓錐曲線 c 為下列的參數式:

- 圓:  $(r \cos(t), r \sin(t))$  其中  $r$  為圓的半徑。
- 橢圓:  $(a \cos(t), b \sin(t))$  其中  $a$  和  $b$  為長軸和短軸半長

## 扇形

CircularSector[點 M, 點 A, 點 B]: 圓心為 M, 起點為 A, 終點為 B 的扇形

註: 點 B 不需落在弧上。

CircumcircularSector[點 A, 點 B, 點 C]: 通過三點 A, B, C 的扇形

Sector[圓錐曲線 c, 點 A, 點 B]: 介於圓錐曲線 c (圓或橢圓) 上的兩點 A, B 間的圓錐曲線扇形區

Sector[圓錐曲線 c, 數值 t1, 數值 t2]: 介於圓錐曲線 c 上兩參數 t1 和 t2 值間的圓錐曲線扇形區, 圓錐曲線 c 為下列的參數式:

- 圓:  $(r \cos(t), r \sin(t))$  其中  $r$  為圓的半徑。
- 橢圓:  $(a \cos(t), b \sin(t))$  其中  $a$  和  $b$  為長軸和短軸半長

## 4.3.15 圖片

### 圖片的頂點

Corner[圖片 pic, 數值 n]: 圖形 pic 的第  $n$  個頂點。

註:  $n=1$  表左下角,  $n=2$  表右下角,  $n=3$  表右上角,  $n=4$  表左上角

## 4.3.16 軌跡

### 軌跡

Locus[點 Q, 點 P]: 點 Q 的軌跡線 (P 為控制點)。

註: 點 P 必須為物件(如: 直線、線段、圓)上的一點。

### 4.3.17 序列

#### 序列

Sequence[數學式  $e$ , 變數  $i$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ ]: 將數學式  $e$  計算出來,  $i=a$  到  $b$ 。

範例:  $L = \text{Sequence}[(2, i), i, 1, 5]$  會產生點集合  $\{(2,1), (2,2), \dots, (2,5)\}$

Sequence[數學式  $e$ , 變數  $i$ , 數值  $a$ , 數值  $b$ , 數值  $s$ ]:  
將數學式  $e$  計算出來,  $i=a$  到  $b$ , 且每次遞增  $s$ 。

範例:  $L = \text{Sequence}[(2, i), i, 1, 5, 0.5]$  會產生點集合  $\{(2, 1), (2, 1.5), (2, 2), (2, 2.5), \dots, (2, 5)\}$

註: 由於參數  $a$  和  $b$  可以是變數, 您也可使用滑桿變數。

Element[集合  $L$ , 數值  $n$ ]:  $L$  集合的第個  $n$  元素

Length[集合  $L$ ]:  $L$  集合的長度 (元素個數)

Min[集合  $L$ ]:  $L$  集合的最小元件

Max[集合  $L$ ]:  $L$  集合的最大元件

#### 迭代

IterationList[函數  $f$ , 數值  $x_0$ , 數值  $n$ ]: 會產生長度為  $n+1$  的集合, 其中元素為  $\{x_0, f(x_0), f(f(x_0)), \dots\}$ 。

範例: 定義函數  $f(x) = x^2$  之後, 輸入指令

$L = \text{IterationList}[f, 3, 2]$ , 您將得到  $L = \{3, 3^2, (3^2)^2\} = \{3, 9, 27\}$

### 4.3.18 幾何轉換

使用下列的指令時, 會產生新物件, 原物件則不受影響。

#### 平移

Translate[點  $A$ , 向量  $v$ ]: 以向量  $v$  平移點  $A$

Translate[直線  $g$ , 向量  $v$ ]: 以向量  $v$  平移直線  $g$

Translate[圓錐曲線  $c$ , 向量  $v$ ]: 以向量  $v$  平移圓錐曲線  $c$

Translate[函數  $c$ , 向量  $v$ ]: 以向量  $v$  平移函數  $c$

Translate[多邊形  $p$ , 向量  $v$ ]: 以向量  $v$  平移多邊形  $p$

註: 新的頂點及線段亦隨之產生。

Translate[圖片  $p$ , 向量  $v$ ]: 以向量  $v$  平移圖形  $p$

Translate[向量  $v$ , 點  $P$ ]: 將向量  $v$  移至點  $P$

註: 亦參見  向量平移 工具

## 旋轉

Rotate[點  $A$ , 角度  $\varphi$ ]: 以原點為旋轉中心, 將  $A$  點旋轉  $\varphi$  角

Rotate[向量  $v$ , 角度  $\varphi$ ]: 以原點為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉向量  $v$

Rotate[直線  $g$ , 角度  $\varphi$ ]: 以原點為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉直線  $g$

Rotate[圓錐曲線  $c$ , 角度  $\varphi$ ]: 以原點為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉圓錐曲線  $c$

Rotate[多邊形  $p$ , 角度  $\varphi$ ]: 以原點為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉多邊形  $p$

註: 新的頂點及線段亦隨之產生。

Rotate[圖片  $p$ , 角度  $\varphi$ ]: 以原點為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  沿軸心旋轉圖形  $p$

Rotate[點  $A$ , 角度  $\varphi$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉點  $A$

Rotate[直線  $g$ , 角度  $\varphi$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉直線  $g$

Rotate[圓錐曲線  $c$ , 角度  $\varphi$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉圓錐曲線  $c$

Rotate[多邊形  $p$ , 角度  $\varphi$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉多邊形  $p$ .

註: 新的頂點及線段亦隨之產生。

Rotate[圖片  $pic$ , 角度  $\varphi$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為旋轉中心, 以角度  $\varphi$  旋轉圖形  $pic$

註: 亦參見  旋轉 工具

## 對稱

Mirror[點  $A$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為對稱中心, 將點  $A$  作對稱

Mirror[直線  $g$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為對稱中心, 將直線  $g$  作對稱

Mirror[圓錐曲線  $c$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為對稱中心, 將圓錐曲線  $c$  作對稱

Mirror[多邊形  $p$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為對稱中心, 將多邊形  $p$  作對稱。

註: 新的頂點及線段亦隨之產生。

Mirror[圖片  $p$ , 點  $B$ ]: 以  $B$  為對稱中心, 將圖形  $p$  作對稱

Mirror[點  $A$ , 直線  $h$ ]: 以  $h$  為對稱軸, 將點  $A$  作對稱

Mirror[直線  $g$ , 直線  $h$ ]: 以  $h$  為對稱軸, 將直線  $g$  作對稱

Mirror[圓錐曲線  $c$ , 直線  $h$ ]: 以  $h$  為對稱軸, 將圓錐曲線  $c$  作對稱

Mirror[多邊形  $p$ , 直線  $h$ ]: 以  $h$  為對稱軸, 將多邊形  $p$  作對稱。

註: 新的頂點及線段亦隨之產生。

Mirror[圖片  $p$ , 直線  $h$ ]: 以  $h$  為對稱軸, 將圖形  $p$  作對稱

註: 亦參見「 點對稱」、 線對稱」工具

## 縮放

Dilate[點  $A$ , 數值  $f$ , 點  $S$ ]: 以  $S$  為縮放中心, 以  $f$  的倍率縮放點  $A$

Dilate[直線  $h$ , 數值  $f$ , 點  $S$ ]: 以  $S$  為縮放中心, 以  $f$  的倍率縮放直線  $h$

Dilate[圓錐曲線  $c$ , 數值  $f$ , 點  $S$ ]: 以  $S$  為縮放中心, 以  $f$  的倍率縮放圓錐曲線  $c$

Dilate[多邊形  $p$ , 數值  $f$ , 點  $S$ ]: 以  $S$  為縮放中心, 以  $f$  的倍率縮放多邊形  $p$ .

Dilate[圖片  $p$ , 數值  $f$ , 點  $S$ ]: 以  $S$  為縮放中心, 以  $f$  的倍率縮放圖形  $p$

註: 請參閱「 伸縮向量變換」工具

# 5: 列印和輸出

## 5.1 列印

### 5.1.1 繪圖區

您可在 *File* 功能表中發現繪圖區的選項，您可在此指定名稱、作者、日期和列印刻度大小(以公分表示)。

註: 作任何改變之後按下 **Enter** 鍵以更新預覽視窗。

### 5.1.2 作圖過程

首先您必須開啟 *作圖過程* (*檢視*功能表)來開啟作過程的列印預覽視窗，您可在顯現視窗的 *檔案* 功能表中找到 *列印預覽* 選項。

註: 您可在此 *開/關* 作圖過程中不同的欄位 名稱、定義、指令、代數、暫停點(參見作圖過程的 *檢視* 功能表)。

在作圖過程中的列印預覽視窗，您可在列印前輸入主題、作者、日期。

在作圖過程視窗的底部有一個操控列，可讓您一步步地操作控制作圖(參見 [Navigation bar](#))。

註: 使用「暫停點」欄位(*檢視*功能表)，您可定義特定的作圖步驟為暫停點，以供您作物件群組，當您用控制列在作圖區四處移動時，群組物件就會同時出現。

## 5.2 繪圖區以圖檔輸出

您可在 *檔案* 功能表中找到 *繪圖區*，您可指定輸出檔案的大小 (cm) 及解析度 (dpi)，輸出圖形的真實大小顯示於視窗下方。

當您以圖形輸出繪圖區時，您可從下列格式輸出：



## **PNG – Portable Network Graphics**

這是一種畫素的圖形格式，解析度愈高 (dpi)，品質愈好 (300dpi 一般就夠好了)，避免對 PNG 圖形作縮放而降低影像品質。

PNG 圖形檔案適合用於網頁(html)及 Microsoft Word。

註:無論您是否在 Word 文件中使用 PNG 圖形檔 (檔案 中的 *圖形*，*插入* 功能表) 請確認大小設定為 100 %，否則給定的大小(以 cm)將被改變。

## **EPS – Encapsulated Postscript**

這是一個向量圖形格式。EPS 圖片縮放後可保持原有品質。EPS

圖形檔很適合用在向量圖形程式例如: Corel Draw, 和專業的文字處理軟體如LATEX。

EPS 圖形的解析度都是 72dpi，此數值只用在以公分計算圖形的真實大小，且不影響圖形的品質。

註:使用EPS 在多邊形和圓錐曲線區內質地的透明度是無效的。

## **SVG – Scaleable Vector Graphic**

(參見上述之 [EPS 格式](#))

## **EMF – Enhanced Meta Format**

(參見上述之 [EPS 格式](#))

## **PSTricks**

輸出可在 LaTeX 之下執行之 PSTricks 巨集繪圖指令。

- 譯者註釋：可參考 <http://homepage.ntu.edu.tw/~ntut019/cwtex/cwtex.html>  
CwTex3 手冊 第 12 章

## **5.3 繪圖區複製到剪貼簿**

您可在 *檔案* 清單中找到 *輸出* 的選項 *繪圖工作區到剪貼簿*，即可將繪圖工作區的資料複製到您系統的剪貼簿上成 PNG 圖形，此圖形可任意貼到其他程式中(例如: Microsoft Word 文件)。

註: 為指定作圖的特定大小(以 cm)，請使用 *檔案* 清單中 *輸出* 選項的 *繪圖區輸出為圖形*(參見 [Drawing Pad as Picture](#))。

## 5.4 作圖過程以網頁輸出

為開啟 *輸出作圖過程* 視窗，首先您必須從 *檢視* 功能表中開啟 [Construction protocol](#)，您可在 *檔案* 清單中找到 *以網頁輸出* 的選項。

註：您可在以網頁輸出之前 開/關 作圖過程中的不同欄位(參見作圖過程的 *檢視* 功能表)。

在輸出作圖過程的視窗中，您可輸入標題，作者和日期，以及您是否要以圖檔輸出繪圖區，以及作圖過程的代數視窗。

註：您可用任何瀏覽器檢視輸出的HTML 檔案(例如:Mozilla, Internet Explorer)，且許多的文字處理軟體都可作編輯(例如: Frontpage, Word)。

## 5.5 動態工作底稿以網頁輸出

在檔案清單中，您可找到 *動態工作底稿以網頁輸出(html)*。

在輸出的視窗的上方您可為您的動態工作底稿輸入標題、作者、日期。

tab *General* 可讓您作圖過程的上、下加入一些文字 ( 例如：作圖過程和一些工作的描述 )，作圖過程的本身也可直接置於網頁或以按鈕來開啟。

tab *Advanced* 可讓您改變動態作圖的功能(例如：重設圖示鍵、按兩下滑鼠以開啟 *application* 視窗)，修改使用者介面也是一樣(例如:顯示工具列、修改高度及寬度)。

註：動態建構的長度和寬度不要太大，在瀏覽器中才能夠完全顯示。

輸出動態工作底稿時會產生三種檔案：

1. html 檔案, (例如:*circle.html*) - 此檔案會包括工作底稿本身
2. ggb 檔案, (例如:z.B. *circle.ggb*) - 此檔案會包括您的GeoGebra作圖
3. geogebra.jar (一些檔案)- 此檔案會包括GeoGebra並使您的工作底稿更為互動式

所有三種檔案- ( 例如: *circle.html*、*circle\_worksheet.ggb* 及 *geogebra.jar* files) -必須要放在同一個檔案夾(目錄),動態的建構才會有效。當然,您也可以拷貝所有三種檔案到另一個檔案夾中。

註: 輸出的HTML file - ( 例如: *circle.html* ) -可用瀏覽器觀看(例如: Mozilla, Internet Explorer)。為使動態的作圖有效運作, 您必須安裝Java。您可到<http://www.java.com> 找到免費的Java。若您想在學校網路的電腦上使用您的工作底稿, 請要求您學校的電腦網路管理員在電腦上安裝Java。

註:大多數的文字編輯器都可用來開啟輸出的 HTML 檔案來修改工作底稿的文字(例如: Frontpage,Word) 。

6:

## 選項

Global 選項可在 *選項* 功能表中修改，欲改變物件設定，請使用[滑鼠右鍵功能表](#)。

### 6.1 點的吸附功能

決定 開 / 關 或點被吸附於格子點。

### 6.2 角度單位

決定決定角度是否以度數或 ( $^{\circ}$ ) 或弧度 (rad) 顯示。

註:輸入時兩種方式皆可(度數或弧度)。

### 6.3 小數位數

可供您調整小數點位數從 0 到 5。

### 6.4 連續性

GeoGebra 可讓您在 *選項* 功能表中 開 / 關 連續性 。

註: 預設「連續性」為關閉，對於使用者自訂工具 (參見 [使用者自訂工具](#)) 連續性也都是關閉狀態。 .

### 6.5 點的類型

決定點是否以  $\cdot$  或  $\times$  來顯示。

### 6.6 直角的類型

決定直角是否以矩形、點、或就像其他所有的角來顯示。

## 6.7 座標軸

決定點座標是否以  $A = (x, y)$  或  $A(x / y)$  的形式表示。

## 6.8 標籤

您可指定新增物件的標籤 是否該顯示與否。

註:當開啟代數視窗並新增物件時, *自動* 設定可顯示標籤。

## 6.9 字體大小

決定標籤字體大小及文字 in points (pt).

## 6.10 語言

GeoGebra 使用多種與語言, 在此您可以改變現有的語言設定, 如此會改變所有的輸入和輸出的指令名稱。

## 6.11 繪圖區

開啟繪圖區屬性的對話窗 ( 例如 : 座標軸格子點、軸及、背景顏色 ) 。

## 6.12 儲存設定

若您在 *選項* 功能表中選擇了 *儲存設定*, GeoGebra 會記憶您 ( 在 *選項* 功能表、目前工具列及繪圖區的設定 ) 的偏好設定。

# 7: 工具與工具列

## 7.1 使用者自訂工具

根據已有的作圖您可在 GeoGebra 中製作您要的工具，當準備好建構您的工具後，在 **工具** 功能表中選擇 **新增工具**，在出現的交談窗中指定工具的輸入及輸出物件，並選擇工具列之圖示鍵的名稱與指令。

範例: 正方形-工具

- 由兩點  $A$ 、 $B$  為一邊開始作出正方形，先畫出另兩點 (用旋轉  $90^\circ$  或其他方式) 再用 **多邊形** 工具連接起來產生正方形 *poly1*。
- 在 **工具** 功能表中選擇 **新工具**。
- 指定 **輸出物件**: 按下正方形或在下拉清單中選取之。
- 指定 **輸入物件**: GeoGebra 自動地為您指定輸入物件(在此是: 點  $A$ 、 $B$ )，您也可以在下拉清單中修改已選取的輸入物件，或在您的作圖上直接按下它們。
- 為您的新工具指定 **工具名稱** 及 **指令名稱**，**工具名稱** 將顯示在 GeoGebra 的工具列，**指令名稱** 可用於 GeoGebra 的指令列。
- 您亦可選擇圖形作為工具列的圖示鍵，GeoGebra 會自動幫您調整圖形大小成適合工具列上的按鈕。

註: 您的工具可使用滑鼠或在指令列中以指令輸入，所有工具都自動存成“ggb”建構檔。

使用 **管理工具** 交談窗 (**工具** 功能表) 您可刪除工具或修改其名稱或圖示鍵，您也可儲存選取工具到一個 *GeoGebra 工具檔* (“ggt”)，此檔案可留待以後使用(**檔案** 功能表, **開啟**) 來下載工具到另一個作圖。

註: 開啟“ggt”檔不會改變您目前的作圖，但開啟 “ggb” 時則會改變。

## 7.2 自訂工具列

您可在 **工具** 功能表中選取 **自訂工具列**，即可在 GeoGebra 的工具列中自訂工具列。這對 **dynamic worksheets** 特別好用，當您只想限制一些工具出現在工具列中時。

註: 目前的工具列設定以“ggb” 的檔案與您的作圖一起儲存。

## 8: JavaScript 介面

註:那些有網頁編寫經驗的使用者會對 GeoGebra 的 JavaScript 介面感興趣。

為提升 [dynamic worksheets](#) 並增加其互動性，GeoGebra applets 提供 JavaScript 介面，例如：您可新增一按鈕來隨機性地產生動態作圖的新架構。

請參見 [GeoGebra Applets 及 JavaScript](#) 文件，看看更多範例及如何使用 JavaScript with GeoGebra applets 的資訊。



