

飛機製圖與零件設計

方文修編譯

新興圖書公司

飛機製圖與零件設計

方文修 編譯

新興圖書公司

飛機製圖與零件設計

方文修 編譯

出版：新興圖書公司

發行：時代圖書有限公司

香港九龍彌敦道 500 號一樓

3-308884

印刷：毅昌印刷公司

版權所有 * 不准翻印

1974年 2 月版

譯 序

「飛機製圖及零件設計」一書，係美國航空技術學院之工業訓練手冊彙編而成。由最淺近之使用繪圖儀具介紹起，中經金屬片零件之成型，以至最後鑄件、鍛件暨熔接等法均已包羅在內。可供大學或專科採作教本，亦可作為初學者之參考。如在大學航空工程系第一學年，可開三學分之製圖課程一學期。如在專科，機械工程或其他相關科五年級可開四學分上下學期之課程。前半部（上篇）授課速度，可以加快。粗略地介紹各項；後半部（下篇）宜略為詳盡講授。

本人翻譯是書，錯漏在所難免；謹致各位先進，不吝指正，至所歡迎。

譯者謹識

1979年5月

原 序

本院建立飛機製圖與零件設計之完整訓練計劃，藉本書以供給繪製及設計上之基礎知識并使每一學生熟悉現代航空工業之實務。

本書之編訂，係經本院技術部門同仁聯同編輯部同仁普遍向飛機工業及飛彈工業每一方面之代表諮詢意見，尤有進者，為求準確與完整，復與國內各大航空公司印證，俾能包括其現行之繪圖實作各特點在內。

是以，本書中所含之完整“工業型之訓練計劃”資料，實乃經多人以及各組織合力編成者。

茲因不克一一詳列每位（直接或間接）對本書有貢獻者之芳名，謹臚列各組織大名如下：

爾隆卡製造公司，航空研究公司，美國鋁業公司，美國航空公司，比奇飛機公司，貝爾飛機公司，班迪斯航空公司，波音飛機公司，星斯納飛機公司，錢斯佛，康威，寇蒂斯萊特等聯合組織，道格拉斯飛機，東方航空，通用汽車等公司航空部門，格魯門飛機，格陵航線，馬丁公司，休斯飛機公司，凱撒鋁業，洛克希德飛機，麥克唐納飛機，北美航空公司，洛斯盧卜飛機公司，泛美世界航線，派卜飛機，共和飛機，雷孟鋁業，斯潑萊聯合，環球航空，聯合飛機及聯合航空公司。敬致謝忱。

（美國）航空技術學院技術幕僚

E. D. 麥爾文

目 錄

(上篇)

工程製圖用具介紹	1
字法	11
儀器之使用與保管	18
畫線初階	29
基本作圖法	34
基礎金屬片(板金)繪圖——扁平零件	44
基礎金屬片(板金)繪圖——成形件	60
基礎金屬片(板金)繪圖——直凸緣	75
斜角及曲線凸緣	85
生產圖——金屬片(板金)細部零件	99

(下篇)

尺寸	107
公差	121
生產圖——金屬片之裝配：第一部分	133
生產圖——金屬片之裝配：第二部分	147
擠型	155
機製零件——方法及過程	168
機製零件——表面光度及幾何公差(餘隙)	188
鑄件	203
鍛件	223
熔化焊接	230
電阻焊接	245

上篇

工程製圖用具介紹

(Introduction To Engineering)

諸位研習「飛機製圖與零件設計」一科，可以認為平生最重大之事，為將來加入受人尊重而且待遇優厚之航空工程界之第一大步。

如所週知，近來報紙所載，我國正在感到科學及技術人員之缺乏，尤以工程師為甚。在可預見之將來，此種短缺現象，即使不加深，亦會繼續存在下去。科學上日新月異，不斷有各種新發現，為保護國家安全，將繼續需求曾經受過技術訓練之人員，俾能使科學家之夢想實現，將其觀念轉變為真實而有用之機器。繪圖與設計乃理論與實踐之間的橋樑，亦是工程師之基本工具。任何人具有繪圖與設計之資格，即可在今後多年內，保證獲得專業水準上之良好職位，優厚薪資，並受人們尊重。

今日工程界歡迎一切具有決心，有頭腦，而受過訓練之人員來滿足整個工程界的工作之需求。

昔日有人單獨藏在閣樓或地下室中，從事所謂「發明」一種機器。一點一滴從零件拼湊而成，然後隨試隨改，直到其能運轉應用。此種作風，已不合乎時代。今日新式機器複雜之程度，遠超出于個人能力所可製造之範圍。故工程師們所製成之鉅構，皆出諸集體合作。

機件或結構之各部份皆由專家設計，其細部係預先在紙上繪出。為求確保機器裝配時，各細部能彼此配合無間，所有各部份工作人員，在各別工作時，須遵守一套為工程師們共同認可之規範及程序。此即繪圖之慣例 (Convention) 及設計之原則是也。

就航空工業而言，繪圖與設計並無嚴格之區分。繪圖員，即使是初任職者，為完成其製造圖，亦須作甚多細部設計，同時任何設計員，在發展其設計時，亦繪圖甚多。因此，各階層之工程師，莫不以其自身繪圖技術自豪。作為一位繪圖專家殊可不必擔心其將終生困居繪圖員位置；蓋渠若能將智識及能力發揮，擴展到更寬廣之領域，則他必會進步，終將出人頭地也。

俗語云：「大多數飛機機體製造業之名人，皆出身于繪圖工作」。誠然，在飛機製造廠內，一位工作人員若不能瞭解各階段之設計及生產，則極難

居于任何負責實際責任之職位。

工程師乃一專業工作者

工程師之最重要特性之一，乃其專業態度。他決心盡其能力作最佳，準確而整潔之工作。他視懶散地工作如同故意設計一件不安全之機器。他祇知努力不忽略每一重點，但絕不將僱主金錢耗于不重要或無意義之細部設計上。……他隨時將注意力放在主要目標。

總之，他是一可靠之人，能如僱主之所期望，常在工作崗位上。當接受一件工作時，他能盡力使之完成。若他自覺工作不能達到僱主之要求時，寧辭去工作，另圖他職以求遵循其自身之原則。但他在繼續領受薪水之時，一日未辭工，一日仍得儘量聽從僱主之意去工作。

工 具

市上出售甚多工具及器械，以幫助繪圖員之工作。其中有幾種極有價值，各地繪圖員均採用為標準工具；但亦有甚多種則僅是擺在市上出售而已，正如現代很多新式釣魚具，僅是設計來捕捉漁人，而非捕魚。

諸位不必購買全套繪圖儀器。因為幾乎所有現成之全套儀器皆包括用墨汁及用鉛筆之裝備，但在飛機工業上，甚少應用墨汁繪圖。諸君在開始時最好先買立刻需要應用之儀器，選用幾件基礎工具足矣。稍後，當進入到較深程度之工作時，再加買需用者。有甚多載在目錄 (Catalogues) 內之儀具，如樣板等特種儀具，購買之等于耗費金錢。

買劣等品質之儀具，亦如購買不必需之儀具一般，同是耗費金錢。在工業界中，欲尋找懶散之工人，可從其所用之工具上着手。購自廉價商場之儀具，乃是伊等之標誌。所以吾人雖不必搜購名貴之儀具，但總要質優而合乎專業標準者，俾使吾人之工作精美，個人亦感到滿足。

如若購買舊品，必須確知其為功用正常者——如圓規之腳，其尖端須尖銳，關節接合處牢固，無鬆動搖擺；直尺之邊緣仍直而光滑。

諸君若確知應購買之儀器，其價約值若干，並真正識貨則有時亦可從戰後剩餘物資拋售機構或者減價商店中，選得廉價精品。但一般說來，廉價品并不合算。

基本配備品

在開始時，諸君所需之裝備有下列各種：

繪圖板

丁字尺

45° 三角板

30° — 60° 三角板

比例尺(工程師用)(三稜)

圓規

小鉛筆圓規(分規)

不規則曲線板(法蘭式曲線板)

普通鉛筆

橡皮擦

擦線蓋板(Erasing shield)

鉛筆磨尖器(Pencil pointer)

繪圖板

第一年用者，不得小於 18" × 24"。其後將須採用較大者，以 36" × 48" 者為佳。板面須平滑，兩邊緣須平行，直而且光滑。亦有甚多繪圖員喜用平滑之塑膠或油布面之繪圖板。此種板可向工程用具行或藝品店購買。若店中僅有木板出售，則可令油布店以合理價格加蓋一層油布。油布之顏色以白、奶油、淺咖啡、淡青等為宜，油布質須細緻光滑。因深色或有花紋之油布，將會透過繪圖紙，使繪圖工作增加困難。

諸君若喜歡在不加油布之板上繪圖，則可加上一層平滑，厚牛皮紙或分圖紙(detail paper)，在開始現出鉛筆劃痕時，須另換新紙。

丁字尺

丁字尺之長度須略大於繪圖板之長側。尺頭須平正地牢固而與尺身垂直，尺身為木質，兩邊緣鑲有透明之塑膠板，兩緣必須十分平滑而直，互相平行。

比例尺

現在通行者有多種比例尺，但因各航空公司或工廠皆有趨向於使用時及時之小數位作量度單位，故吾人宜用十進位分度之比例尺。最便利者即所謂「工程師比例尺」，是一長條三稜形者，約一呎長，用木造或塑膠造，有六種不同之刻度。

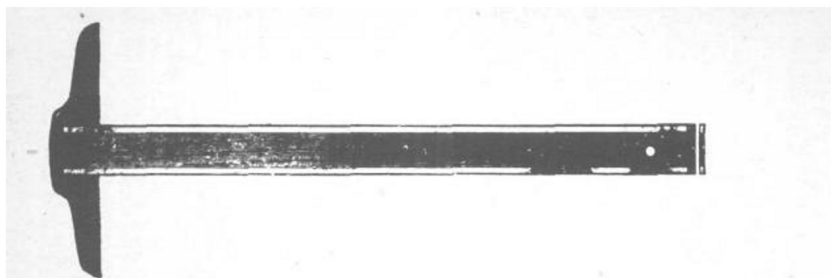


圖 1 丁字尺

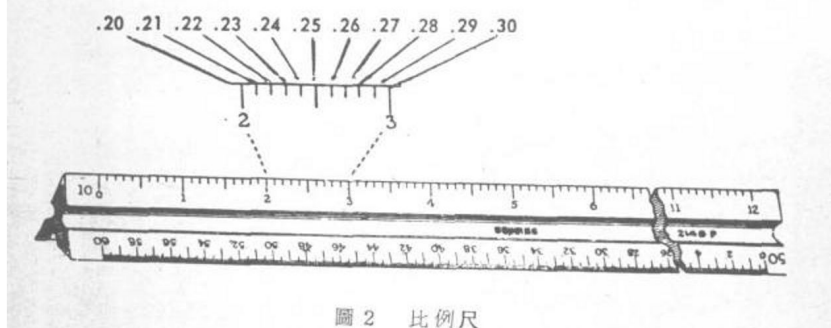


圖 2 比例尺

其刻度每一英吋分爲十分之一，二十分之一，三十分之一，四十分之一，五十分之一，六十分之一。此種尺便于作足尺繪圖，或任何標準之縮尺繪圖。

三角板

在課程開始時，須有 45 度及 30 — 60 度中等尺寸之三角板各一個，八吋者爲合用。往後將再需用較大或較小者，到時再添購。

不規則曲線板

不規則曲線板乃塑膠製品，用以幫助繪製無固定半徑之曲線者，因無固定半徑，不能用圓規。現通行者有多種型式。初學者以用所謂法蘭式(French curve)爲最宜。

圓規

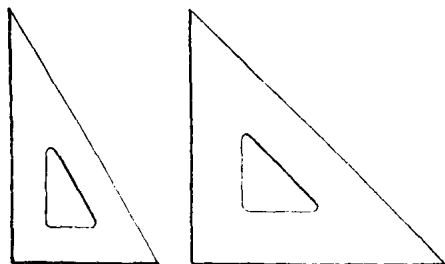


圖3 三角板

圓規乃精密儀器，其骨架須牢固，另配備有可調整之針尖及鉛心均可調整或更換，以及可供換用之鉛心。須適用標準尺碼之繪圖鉛心。圓規之各關節須能靈活運動，但亦不過于鬆弛或搖動為佳。多數繪圖員較喜用有螺旋調節者。

在一般文具店或廉價商店出售，使用普通鉛筆之圓規，絕不能用在精密繪圖上。

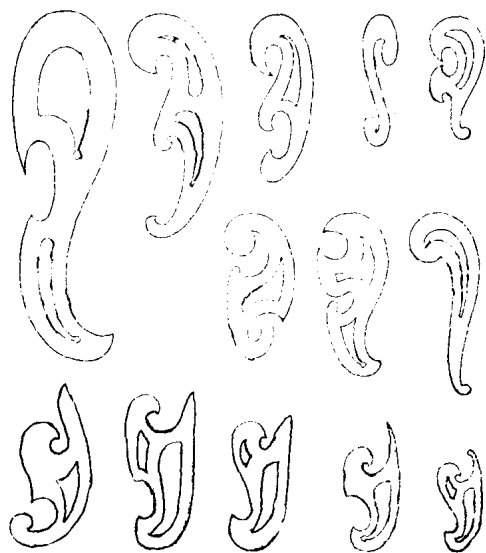


圖4 不規則曲線板

小鉛筆圓規（分規、Bow pencil）

此乃小型圓規，當繪精細之圖時，用之，比用大型圓規為方便。通常此類圓規均有螺旋調節，同時亦有彈簧使兩腳保持張開。

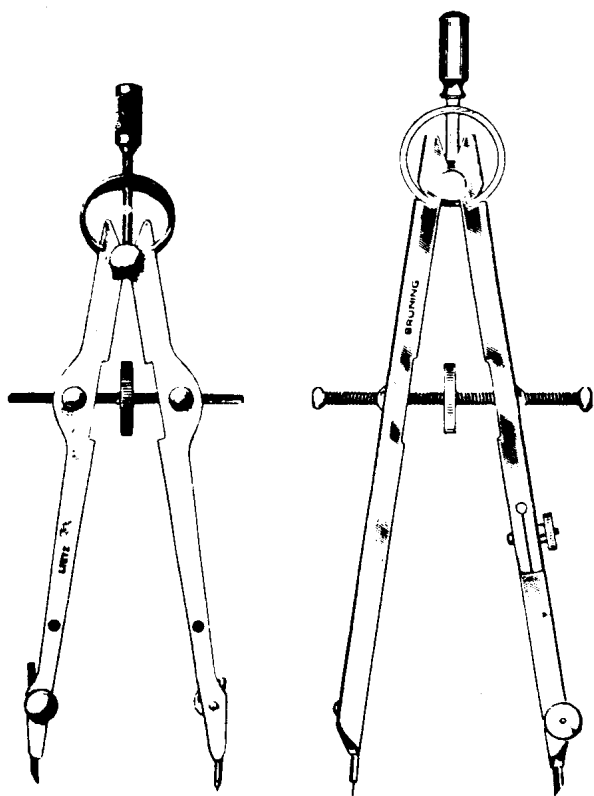


圖 5 圓規

鉛 筆

甚多資深之製圖員寧願使用一種特供繪圖用之舊式木鉛筆。此種鉛筆在所有工程繪圖儀器店均有出售。然而，大多數製圖員仍覺得使用「機械鉛筆」或「鉛心夾具」更為方便，因其可以插入任何種類之繪圖鉛心也。若諸位決定採用「機械鉛筆」之時，則為着配合各級號碼之鉛心，須分別各買一枝；否則每次調換不同號碼之鉛心，實屬費時且麻煩。

繪圖鉛心之分級，可從6B級而到9H（從極軟到極硬）級。除特別之工作需極軟或極硬級之鉛心外，普通繪圖甚少應用到兩種以上，中等級數之鉛

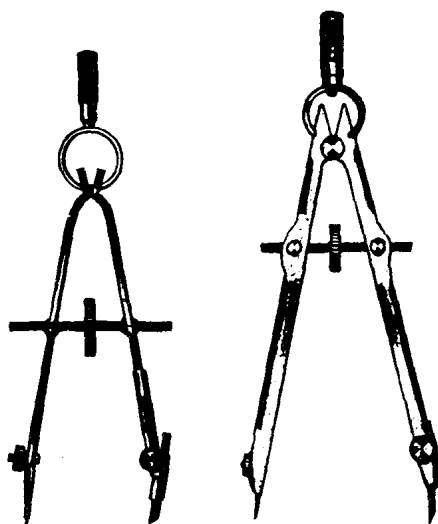


圖6 小鉛筆圓規

心者。H級鉛心對於書寫文字以及繪圖最為合用，2H則為繪尺寸線條，及引伸延長線之用。在極端乾冷之氣候中，H及2H鉛心將會比尋常顯得更硬。此時以使用B或HB為較易。在熱而潮溼之天氣中，H及2H可能有粘污之趨向，因而極易弄污繪圖紙。故在熱天氣中，可將H及2H調換為2H及3H鉛心，以保繪圖紙之整潔。在本課程中所採用者，最硬亦不會超過3H鉛心，大多數細線條，採用2H鉛心即可。

不論購買繪圖鉛筆或鉛心，均可論打或論枝計算，所有工程儀器行或藝品店均有出售。它們雖然比較普通鉛筆價錢略貴，但品質均勻而劃一，能使工作精美，此點却為普通鉛筆所不能及。

橡皮擦

一塊不易污染之橡皮，如Eberhard Faber #300或Pink Pearl為繪圖員之不可或缺者。另可加上較為硬且粗糙者，例如Eberhard Faber #310或Weldon-Roberts即可足用。

另有一種柔軟、易碎、塊狀樹脂類者，甚難擦去鉛筆線條（極輕者除外）。但如用作拭清紙面上污跡及指印等，而不致傷及紙面，却甚有效果。（

惟對於咖啡汁污點及油跡點等等則無效)

擦線蓋板(Erasing shield)

普通打字員或速記員所用之擦線蓋板在繪圖上完全合用。薄片金屬板者可以耐久，但透明塑膠硬片則可使人看清楚所擦之部位。

鉛筆磨尖器(Pencil Pointer)

不論諸位使用木鉛筆或機械鉛筆均需要一個鉛筆磨尖器。一位優良繪圖員常會化費甚多時間在保持其鉛筆使尖銳。磨尖器有多種型式在出售，而且大部份能令人感到滿意。但本作者以為最有效而省費又便利者，是用一條六吋長之扁銼刀。此工具可以從廉價商場買到。同時，所有工程儀器行均出售小塊砂紙，有木把手黏連，可供磨尖鉛筆之用。此等砂紙遠不及銼刀為方便，而且削出鉛筆尖亦不夠光滑；但如果僱主供給此物應用時，亦可免繪圖員花錢另買他物應用。

原料(繪圖紙張)

除上述諸般儀器之外，諸位尚須有繪圖紙，以及一捲繪圖特用的膠帶，然後即可開始工作。

膠帶普通是褐色半吋寬，乃用以黏貼繪圖紙，使能固定于繪圖板上。一捲可以使用甚久。切勿用透明之玻璃膠紙，因其黏着力太大，每當撕開之時，往往將繪圖紙表面扯破，極不美觀。

「Vellum」乃塑膠浸製之繪圖紙，其表面甚光滑，半透明，耐磨擦。紙面雖經反復擦拭仍不致損及其繪圖之半透明性，雖表面光滑，但仍稍粗糙足以保留鉛筆痕——石墨粉于紙面上。

普通藝品店出售之「描圖紙」與高級工程繪圖用紙 Vellum 有極大區別。除外表不同，繪圖員并可從觸摸紙面之感覺上分別出來。因幾乎所有航空工程繪圖皆用此種 Vellum 紙，各位宜于一開始時即對它加以熟習使用。

「Vellum」紙在工程儀具行出售，以捲計算。其寬度不等，最大者有 42 吋寬。另有裁切成標準尺碼者出售。

指定作業

在每題旁邊加注一個 T 字或 F 字，以表明其為對 (T) 或為錯 (F)：

1. 所有航空工程繪圖皆以墨汁繪製成。
2. 一種H鉛筆比B鉛筆為較硬。
3. 曲線板乃一種器具，用以繪製曲線者。
4. 初學之繪圖員須在其經濟能力許可時，購買所有工具及裝備。
5. 常常購買高價裝備（器具）是一良好計畫。
6. 比例尺乃用以量度之具。
7. 丁字尺須構造牢固。
8. 最佳橡皮擦乃是硬而粗糙者。
9. 機械削鉛筆器（Mechanical pencil pointer）僅是為方便而使用者，它并非必需品。
10. 用任何白色描圖紙皆可繪製航空工程圖。
11. 可以使用圖釘固定繪圖紙于繪圖板上。
12. 玻璃紙膠帶黏性太大，不宜用作固定繪圖紙于繪圖板上。
13. Vellum乃是一種高品質，經特別處理之紙，專門為繪圖用者。
14. Vellum可以成捲或分割單張出售。
15. 繪圖慣例（Drafting Conventions）是工程師們共同認可之「規則」，以免有發生誤會。
16. 一塊Artgum不是擦細鉛筆線條之優良橡皮。
17. 一位工程師必須能準確地依照指示去做。
18. 繪圖之整潔程度可作職業性技術之評判。
19. 繪圖技術乃任何工程師訓練之重要部份。
20. 一個小鉛筆圓規（Bow pencil）乃小型之圓規。
21. 繪圖鉛筆比普通鉛筆為佳，因其品質較為均勻劃一。
22. 一個學生永不須一次學習超過一個鐘頭之久。
23. 繪圖與設計在工程上而言，乃兩個截然不同之部門。
24. 繪圖員之圓規乃用以指出所須繪劃線條之方向者。

答 案

- | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 錯 | 2. 對 | 3. 對 | 4. 錯 | 5. 錯 | 6. 對 | 7. 對 | 8. 錯 | 9. 對 | 10. 錯 |
| 11. 錯 | 12. 對 | 13. 對 | 14. 對 | 15. 對 | 16. 對 | 17. 對 | 18. 對 | 19. 對 | 20. 對 |
| 21. 對 | 22. 錯 | 23. 錯 | 24. 錯 | | | | | | |

數據表（Data Sheets）

本工業訓練手冊中，有幾部份需要數據表。因每一飛機公司或工廠各有

其不同之一系列數據，故個人所需求之各種標準，可參考任何飛機手冊，各種參考資料，本書中以下列字母表示之：

a) M代表材料標準。

b) DH代表工程設計手冊之標準。

c) S代表標準零件，例如螺帽、螺釘、及擠型等。

有一本現成之手冊，包含大部份需用之數據，此即為「標準飛機手冊」。
其作者為Leavell Bungay，售價美金三元半，由Aero Publishers Inc. Fallbrook, Calif. 出版。

字法(Lettering)

書法之優劣，亦為衆人藉以評判圖之一種標準。設若工程圖而連最低限度幾個字亦付闕如，則甚難予人以圓滿之指示，將不能據以製造或裝配零件。諸如原料、熱處理、磨光、防銹、以及供應之來源等……均不能不加文字說明，而單獨以圖形表示者。既上述各項皆為生產圖所不能或缺，故每圖必須有文字。

通常各人手寫文字，以其甚不整齊劃一之故，字跡不易辨認。在繪圖上有一頑撲不破之規則，即儘量減少混淆之點而供給正確報導。因之，工程師們早經公認繪圖上之字體必須為清楚而正確之標準體。在航空工程方面，英文字母以羅馬大寫字體，不加花飾者為標準。（中文字則用仿宋體為標準）。

英文字母垂直體（正體）為所有各公司所接受，亦有甚多公司容許向右傾斜十五度之斜體字母。但幾乎所有公司均不允許在同一張圖上同時出現斜體及正體字。因為大多數之繪圖員們，常常需要在別人所繪就之圖上，作加添或改正，故須配合原字體。是一合格之繪圖員，宜具有能寫正斜兩種字體之能力。

能寫好正體字，然後略加向右傾斜，則甚易使成為斜體字；但如習慣寫成斜體，然後改為正體，則極困難。故建議諸君在本課程之前部，多化時間練習寫正體字。

諸君必須徒手書寫文字。市上有甚多樣板等類幫助書寫文字之工具出售，初學者極易借助之而致忽略其應有之基本上訓練。誠然，此等工具能助你寫出美觀之字體，但速度太慢；大多數僱主均不歡迎不能徒手書寫文字之繪圖員。請緊記着，工程繪圖并非藝術品，祇須有清楚而均勻字體即可。至于須複印于工程手冊及目錄內之繪圖一則須精密而用機械字體。此等字體不必由繪圖員書寫，而是由繪版人（Illustrators）所書寫。

多數繪圖上字體之高度為自八分之一至十六分之三吋。更小之字體則在藍圖上不易辨認，更大字體則佔地位過多，除非作標題或其他特別用途外，不常使用。