

# 影像取樣和壓縮對 PDF 檔案的影響

江瑞璋

## 摘要

這是一篇給專門製作印刷檔案人員所寫的文章，主要目的是如何製作出不會模糊的好檔案交付予印刷廠印製。一般業者皆習慣認為給印刷的圖檔要 300 dpi，這是一句從電子掃描分色機年代的專業術語，至今仍然適用於完稿最後尺寸的判斷。目前數位檔案隨手可得，其影像解析度為 72~96 dpi，雖然沒有直接顯示 300 dpi，但不代表是低檔，反而給設計者有了更多調整圖檔以大小不同尺寸方式呈現。但是在調整和存成 PDF 檔案的過程中，Photoshop 的影像重新取樣設定是會造成某些程度的模糊，而 PDF 的壓縮方式是否有縮減取樣設定也與編排時的縮放比例有關，易造成模糊現象的原因之一。

因此本文將結合 Photoshop 影像處理軟體，將印前過網製程以此軟體說明清楚。再以 Illustrator 軟體將圖文整合後的檔案，如何存成高品質不會模糊的 PDF 檔案。在製作的過程中，有二項因素會造成影像模糊的現象，一為 Photoshop 的重新取樣，另一為 PDF 的壓縮設定。檔案製作人員可視情況靈活的運用和操作，從 300 ppi 的解析度設定可預知未來完稿時物件的最大尺寸限制，並善加處理取樣和壓縮設定即可得到高品質、不會模糊的 PDF 檔案。

關鍵字：解析度、影像壓縮、影像取樣、PDF 檔案、DPI

## 前言

常聽到印刷的圖檔至少要 300 dpi 影像才不會模糊，300dpi 是在什麼樣的時空下得到的數據？如何將數位相機所拍得的 96 dpi 影像製作出不會模糊的檔案，以及在目前圖文整合軟體該如何設定才能製作出清楚銳利的 PDF 檔案。

## 300dpi 檔案的由來

如果你的印刷品將採用 150 LPI (Line Per Inch) 印刷，那麼根據人因實驗的結果，150 線的品質因子大約是 2 的數值，相乘結果將會是輸入影像的品質，也就是  $150 \text{ (LPI)} \times 2 = 300 \text{ (dpi)}$ ，以 300 dpi 的檔案所

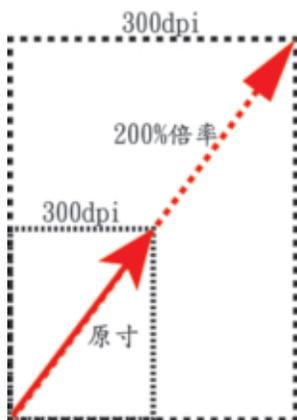


圖 1：在還沒有數位相機之前，拍攝好的底片或照片要經過掃描器（下圖）掃描的過程成為數位檔案，掃描時會依據將來完稿時的倍率，不論是放大還是縮小，將檔案掃描成為每一英吋有 300 個畫像元素的檔案。輸入影像品質 300ppi (pixels per inch) 也稱為 300dpi 的檔案。

得到的印刷品看起來的網點較不明顯，仿如幻燈片或照片的感覺，也且也可以採用油墨和印刷機大量生產和複製；不過亞洲人還是較習慣 175 LPI 印刷品的品質，因此輸入影像就要以 350 dpi 為主。在數位相機還未普及之前，菲林年代的幻燈片或照片，如果要進行數位訊號的傳遞，其首要的工作就必須將幻燈片或照片進行分色掃描成數位檔案的程序才能進入組小版、大版及印刷作業流程。而在掃描之前不論完稿上圖的大小尺寸為何，一律依當下完稿



圖 2：傳統掃描底片或照片的高檔滾筒式掃描器設備，目前此設備在業界已幾乎完全消失。



圖 3：解析度 300 ppi (Pixels Per Inch) 的影像資訊

的尺寸掃描為每一英吋有 300 個畫像元素 (300 ppi, pixel per inch) 的檔案，業界簡稱為 300 個點或 300 dpi。所以在一般人的印象中仍然停留在給印刷的檔案必須是 300 dpi 的觀念，但此觀念是否仍適用在目前數位相機或手機所獲得的檔案呢？

## 如何製作 10 LPI 檔案

先以 10 LPI (Lines Per Inch) 來解釋連續調訊號和印刷網點的關係。其程序如下：

1. 首先打開影像處理軟體 Photoshop，並製作一個 1 英吋方形、300 ppi 的灰階檔案。

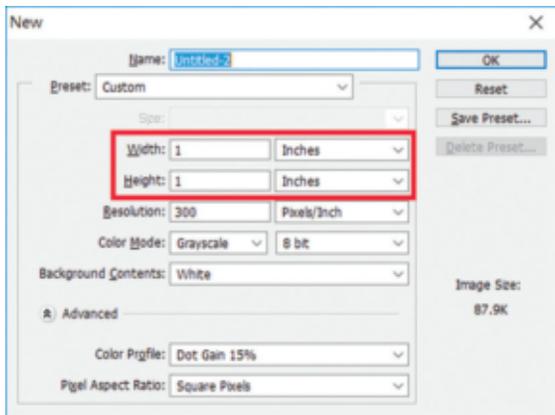


圖 4：在 Photoshop 軟體產生一個文件尺寸 1 英吋、解析度 300 ppi 的灰階圖檔。

2. 填入大約 50% 的灰色



圖 5：50% 的灰階影像。

3. 將影像的色彩模式由灰階 (Gray) 轉為二值化 (Bitmap) 檔案。

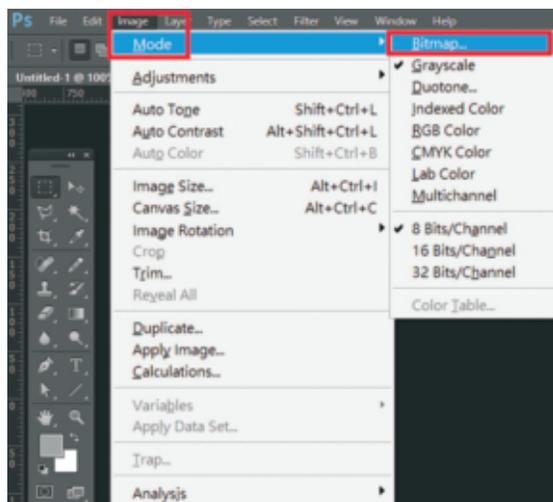


圖 6：將影像模式由灰階轉為二值化 (Bitmap) 檔案

4. Output 為輸出設備的解析度，假設為 100 spi (影像處理軟體對話框的單位是 ppi，一般統稱 dpi，專業的區分為雷射點或噴墨點 spot, spi)。過網的方式 (Method) 選擇半色調過網 (Halftone Screen)

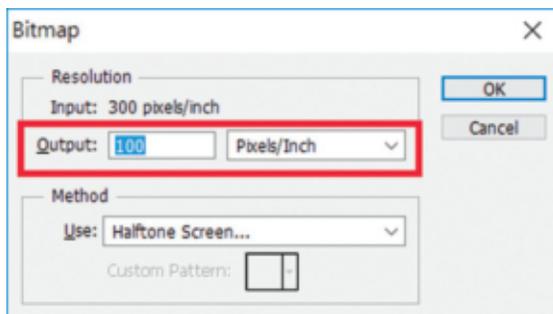


圖 7：假設輸出設備為 100 spi。

5. 過網的頻率 (Frequency) 為每一英吋 10 條線，網點角度 (Angle) 的設定為

90 度，網點的形狀（Shape）為圓形點。

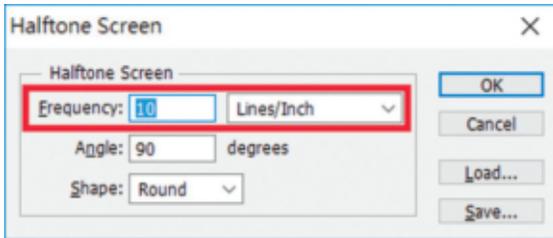


圖 8：過網方式為 10 LPI，網點角度為 90 度，網點形狀為圓形。

6. 過網後的結果如圖所示，黑色部份表示輸出時會打點的訊號。由於此檔案為 1 inch 大小，最後輸出的解析度假設為 100 spi，輸出的印刷品線數是 10 lpi，所以每一顆網點是由 10X10 spots（pixels）所組成，如反白虛線框所示為一顆網點（dot）。圖中間的紅色框線部份表示一條線（Line）。

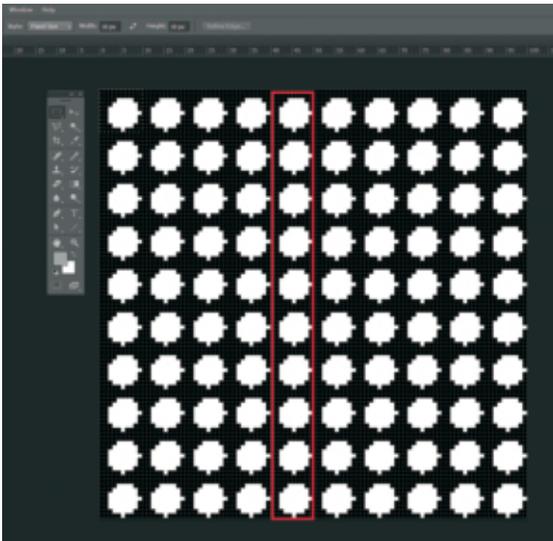


圖 9：過網後的二值化檔案，反白框為一顆網點，由 10X10 spots 組成，圖中紅色框線表示一條線。以網點黑和白所佔的面積模擬灰的程度為過網之目的。

## 如何製作 150 LPI 印刷檔案

一個彩色的 CMYK 檔案是由四個色版所組成，每一個色版如同灰階訊號一樣，了解基本的灰階色版過網原理就可以處理 CMYK 4 色色版的過網問題。一般平版印刷出版機的解析度大都為 2400~2540spi（PS 版是給傳統印刷機專用，預塗好感光膜的版，版上的雷射光成像訊號來自 1 bit tif 檔案，有印紋的訊號可以攜帶印刷機墨槽上的油墨轉移至紙張上）。商業印刷品的過網線數（screen ruling）是 150~200 LPI 之間，也有廠商以 300 LPI 或另一種調頻網點（FM screening）呈現。本文將以 2400 spi 及 150 LPI 為說明的參數來製作由連續階調至過網的過程。

### 1. 打開圖庫內的 RGB 檔案。



圖 10：水母檔案，色空間為 RGB。

2. 影像 / 模式 / CMYK 色彩。



圖 11：將 RGB 色空間轉換為 CMYK 色空間。

3. 視窗 / 色版。



圖 12：從色版的視窗可看到 CMYK 4 個灰階的色版。

4. 點一下此對話框右上角的小三角形，可將此 CMYK 4 個色版分離。



圖 13：將 CMYK 4 個色版分離後，即將模擬每個色版的過網條件。

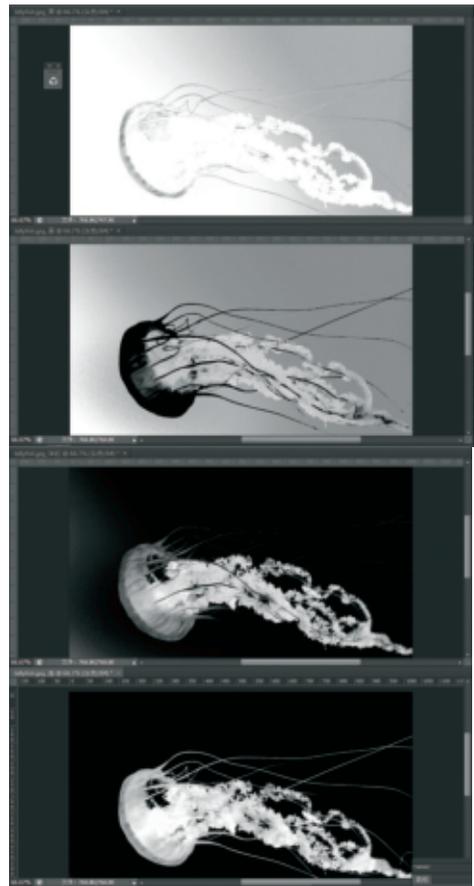


圖 14：分離後的色版為單一個檔案，共可得到 4 個灰階檔案。

5. 以 Y 版的灰階檔案先過網，影像 / 模式 / 點陣圖。



圖 15：將灰階影像轉為點陣圖時，可以設定過網的條件。

6. 輸出條件表示未來將採用多少解析度的出版機、噴墨印表機等及雷射印表機等設備。



圖 16：設定輸出條件為 2400 spi (ppi)。

7. 半色調網屏條件設定，網線數 150 LPI，網點角度 90 度，網點形狀圓形網點。



圖 17：由於黃版受限於角度的安排，將黃版安排在 90 度一定會與其他色版產生錯網的現象，但由於其色彩明度較高，眼睛不易查覺錯網的現象，這也就是為何一般四色角度的安排，黃版皆被安排在 90 度的主因。

8. 用軟體的放大鏡觀察，可看到網點的分佈情況。

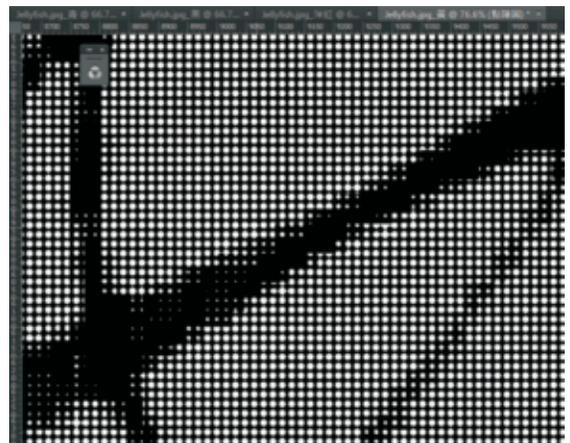


圖 18：黃版 90 度的網點結構。

9. C 版的作法也是先將其轉成 2400 spi 的點陣圖檔，網點角度更改為 45 度。



圖 19：將 C 版的角度設定為 45 度，因為除了顏色明度較高的黃版之外，CMK 三色的色彩較重，每個色版需間隔 30 度才能產生美麗且均勻的網花，而不是濃淡不均、看起來有深有淺的錯網網花。

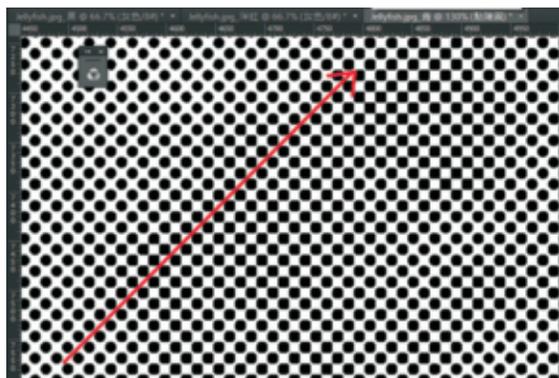


圖 20：將過網後的 C 版局部放大，可依箭頭的方向看出 45 度的網點結構。

11. 設定洋紅版的過網角度為 15 度。



圖 21：之前已設定了 45 度的角度，下一個色版的角度必須隔開 30 度才能產生美麗且均勻的網花結構。

12.



圖 22：之前已設定了 45 度的角度，下一個色版的角度必須隔開 30 度才能產生美麗且均勻的網花結構。依著箭頭的方向可以看出 15 度的網點結構。

13. 設定黑版的過網角度為 75 度。



圖 23：之前已設定了 45 度及 15 度的角度，下一個色版的角度必須隔開 30 度才能產生美麗且均勻的網花結構。

14.

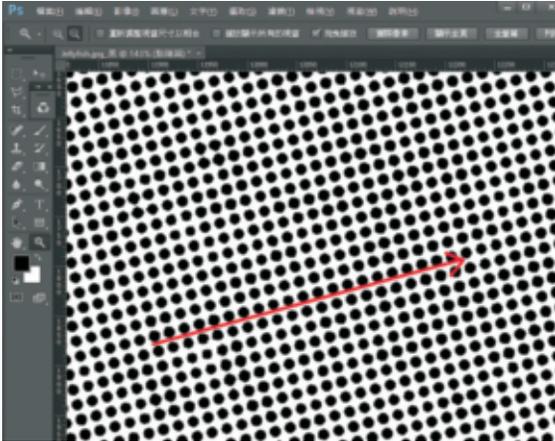


圖 24：之前已設定了 45 度及 15 度的角度，下一個色版的角度必須隔開 30 度才能產生美麗且均勻的網花結構。依著箭頭的方向可以看出 75 度的網點結構。

以上所述是關於 300 ppi 檔案的由來，以及印刷線數和過網的條件設定及製作過程說明。現今數位取像設備當道之際，其流程的變革從原先的完稿大小再反推回去傳統掃描以維持單位尺寸內有 300 個畫像元素的影像資訊量。數位完稿的今日卻不是如此，編輯者是直接從數位取像的檔案做版面編排，而數位取像的檔案解析度大都為 72~96 ppi，相對應的尺寸大小至少都有 A4 的尺寸。其問題為：

1. 此數位檔案能用嗎？
2. 有必要再將檔案的解析度變更為 300 ppi 嗎？
3. 或者依據完稿的尺寸調整數位檔案的解析度和尺寸大小？

數位相機的檔案資訊

數位相機的取像品質已被大家所認同，也很方便的當成輸入的數位檔案進行版面編排。以 iPhone 手機為例，所攝得影像的資訊可從【photoshop / 影像 / 影像尺寸】獲得相關訊息：



圖 25：手機攝得的數位影像資訊，解析度為 72 ppi，整張影像的畫像元素高達 4032 X 3024 約千萬畫素的畫質。

為了解尺寸與 dpi 的關係，先以 windows 系統的圖庫企鵝影像而言，檔案資訊為：

如果將此圖檔調整為解析度 300 ppi，且是不勾選【影像重新取樣】的方法，其所獲得的影像品質是與原來的一樣，唯一改變的是相對應的影像尺寸從 A4 大小變為 A4 每邊都減少為原來的三分之一，如同將一張 A4 紙張折三摺一樣的大小尺寸。

如果依之前所言的輸入的影像品質是與印刷線數相配合的，那麼原來影像是 96 ppi，A4 大小尺寸，其每一英吋的畫像元素



圖 26：解析度為 96ppi，影像尺寸為 A4 大小，約 78 萬畫素，如果螢幕顯示的畫素為 1024 X 768，此張圖剛好可以 1 pixel 對應螢幕的 1 spot (pixel) 顯示於整個螢幕上。

資訊量是不足以製作成 150 LPI 的印刷品，但同樣的檔案資訊量，將編排的尺寸縮小為 8 X 6 cm 左右就可以製作適合 150 LPI 的印刷品。



圖 27：將原本解析度是 96 ppi 的檔案，不經過【影像重新取樣】的過程，直接調整解析度為 300 ppi，此時的檔案大小仍為 2.25M，但相對的文件尺寸縮小為 8.67 X 6.5 cm。此條件表示調整為 300 ppi 時的文件尺寸是適合於 150 LPI 的印刷品。

在一般製作稿件時，你大可不必如此費心的考量此檔案到底在 300 ppi 的解析度之下的尺寸是多少才適合用於印刷品的線數，因為從手機拍得的影像資訊量已達到千萬畫像元素了，依據上述的方法，在維持檔案資訊量不變的情況下，也不經由影像重新取樣的過程，將解析度調整為 300 ppi，此時相對應的文件尺寸已經比 A4 尺寸還要大了，足以製作成 150 LPI 的印刷品。但是，是否在製作檔案時需要強制改為 300 ppi 的解析度呢？答案是否定的，可直接以原本解析度 72 ppi 的原始檔案編排於 A4 的版面上，其作法將說明於後。



圖 28：從手機拍攝的數位影像原本解析度為 72 ppi，將其調整為 300 ppi，且維持檔案資訊量不變，不經由【影像重新取樣】的情況下，文件尺寸仍比 A4 還大，表示此檔案可以製作成 A4 大小的影像，並以 150 LPI 的線數印製。但是，是否在製作檔案時需要強制改為 300 ppi 的解析度呢？答案是否定的，可直接以原本解析度 72 ppi 的原始檔案編排於 A4 的版面上。

## 如何製作出不會模糊的檔案

在編排完稿的過程中，是可以直接拿取原始從數位相機或手機拍攝得的檔案直接編排製作成為 PDF 檔案，再將此 PDF 檔案交由印刷廠印製。首先從影像處理軟體 Photoshop 來瞭解影像重新取樣對品質的影響。



圖 29：直接以圖庫內的檔案製作成不同文件尺寸的檔案



圖 30：直接將文件尺寸改為寬度 6cm，不勾選影像重新取樣以維持檔案為 2.25M，由於文件尺寸變小了，相對的解析度提高至 433 ppi。



圖 31：檔案 / 另存新檔 / 選擇 PDF 檔案。

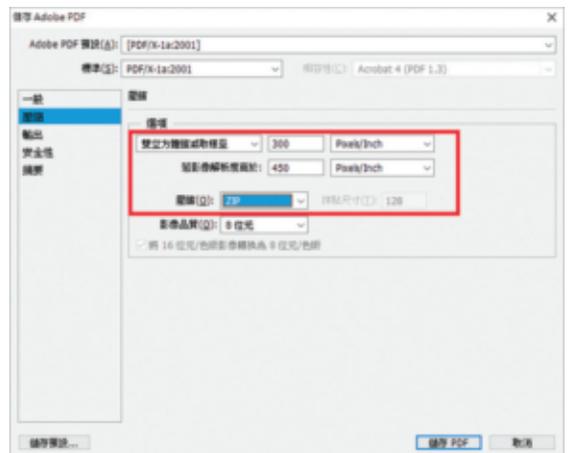


圖 32：選取 PDF/X-1a 格式，可將字體嵌入 PDF 檔案內及將 RGB 色空間轉為 CMYK 色空間。並於壓縮設定為【雙立方體縮減取樣至】300 ppi(如果相對應的解析度大於 450 ppi 時)，壓縮的方法為無損失的 ZIP 方式。

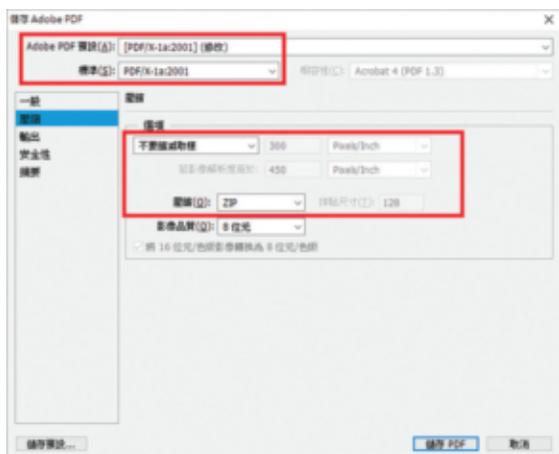


圖 33：再將原來寬 6cm 的圖檔再另存為 PDF 檔案，壓縮設定為【不要縮減取樣】。

以上的品質不論是否設定有無重新取樣，因為相對應的解析度均未高於設定的 450 ppi，所以轉存出來的 PDF 檔案品質是一致的。然而，在現實的編排中可能會再調整此圖版面的大小尺寸，假設調整寬度變為 5cm 的情況下，其結果是否仍然是一致的？

以寬度為 5cm 同一原檔製作成二個檔案，其設定條件均依據上述的設定，一個檔案是經過【雙立方體縮減取樣至】，另一個檔案是【不要縮減取樣】。其結果為設定【雙立方體縮減取樣至】，由於檔案相對應的解析度高於設定的 450ppi，軟體遂以【雙立方體縮減取樣至】 300 ppi，造成邊緣模糊的鋸齒狀現象。

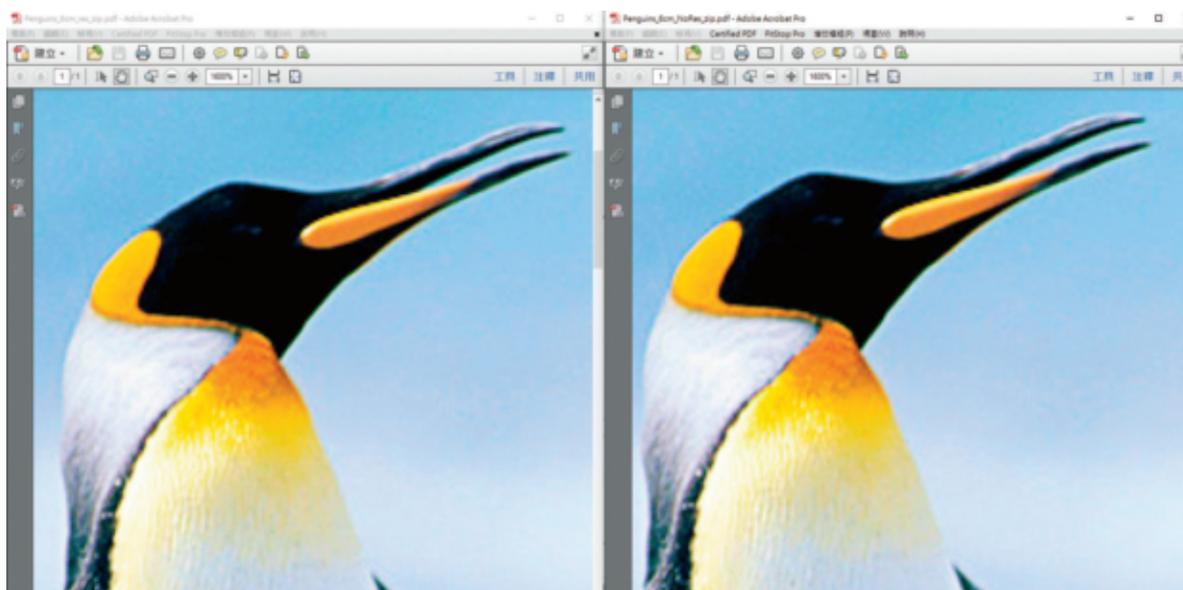


圖 34：左圖（設定【雙立方體縮減取樣至】）和右圖（設定【不要縮減取樣】）的品質是一致的，均以原始檔案的品質呈現。

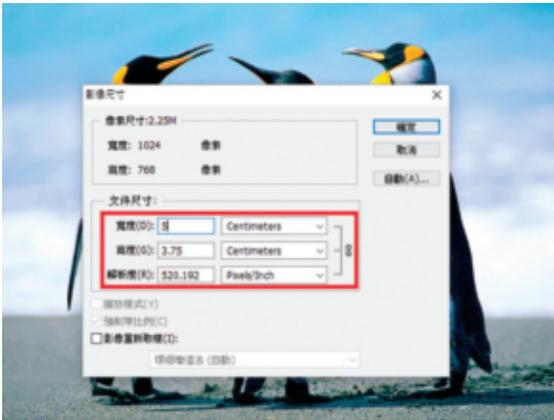


圖 35：直接將文件尺寸改為寬度 5cm，不勾選影像重新取樣以維持檔案為 2.25M，由於文件尺寸變小了，相對的解析度提高至 520 ppi。

如果編排的文件尺寸更小，小至寬度只有 2cm 時。

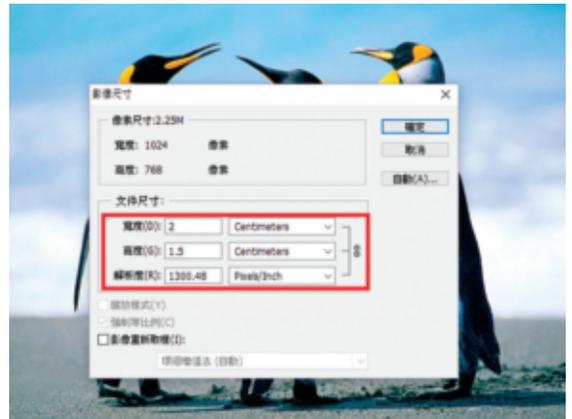


圖 37：直接將文件尺寸改為寬度 2cm，不勾選影像重新取樣以維持檔案為 2.25M，由於文件尺寸變小了，相對的解析度提高至 1330 ppi。

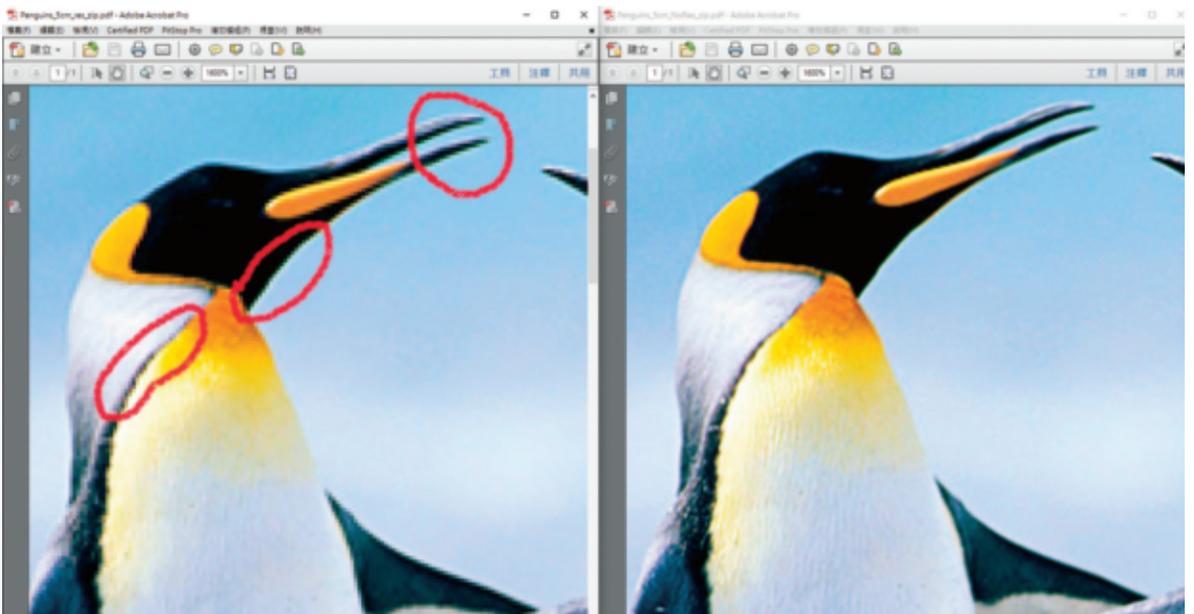


圖 36：左圖（設定【雙立方體縮減取樣至】）和右圖（設定【不要縮減取樣】）的品質是差別很大的，左圖由於檔案相對應的解析度高於設定的 450 ppi，軟體遂以【雙立方體縮減取樣至】300 ppi，造成邊緣模糊的鋸齒狀現象。

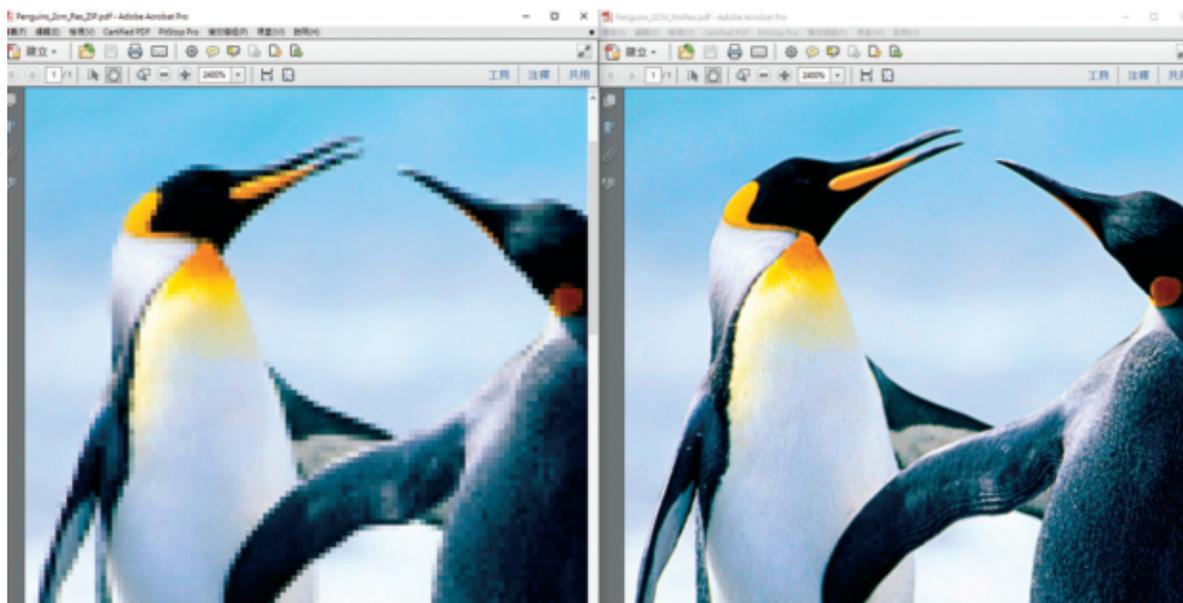


圖 38：左圖（設定【雙立方體縮減取樣至】）和右圖（設定【不要縮減取樣】）的品質是差別很大，左圖由於檔案相對應的解析度高於設定的 450ppi，軟體遂以【雙立方體縮減取樣至】300 ppi，造成邊緣模糊的鋸齒狀現象。

## 圖文整合的作法

一般的編排作業是很講究的，版面上各項物件的比例調整常常需要考量再斟酌，圖和文是最常用在平面設計的主要物件，專業的編排軟體為 Illustrator 或 Indesign 等排版軟體，而要給客戶和印刷廠的電子檔案大都以 PDF 檔案為主，以避免缺字或軟體版本不符、無此軟體而造成漏圖、字的位置不正確或檔案打不開等等的諸多問題。因此在編排軟體做版面設計時，設計者只管圖與字的位置和大小尺寸，而圖檔只要原始的數位檔案是夠清楚且尺寸夠大，以目前手機拍攝得到的千萬畫像元素

的品質在 A4 尺寸內編排是綽綽有餘。

此次將手機拍攝得到的千萬畫素影像，檔案的解析度為 72 ppi，文件尺寸約為 142 X 106 cm，整個檔案大小為 34.9M。此檔將直接帶到 Illustrator 製作一張名片大小的編排，並依設計者使用習慣任意將此檔案於 Illustrator 軟體內做縮放。然後再將其另存成二個 PDF 檔案，一個檔案是一般 PDF/X-1a 的設定（主要是在壓縮選項採用了【…縮減取樣】），另一檔案則稍微修改 PDF/X-1a 的壓縮設定（均設成【不要縮減取樣】）。

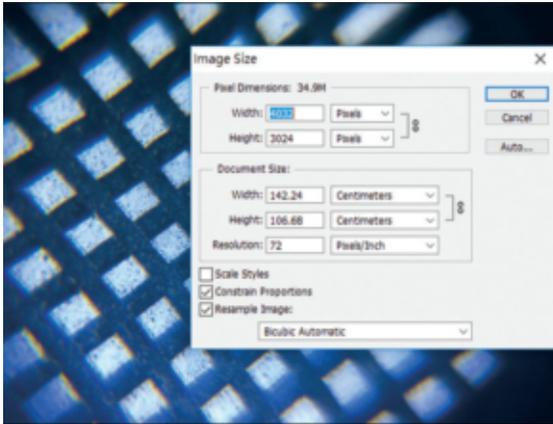


圖 39：手機拍攝得到的千萬畫素影像，解析度為 72 ppi，將直接用此檔置入 Illustrator 軟體編排。

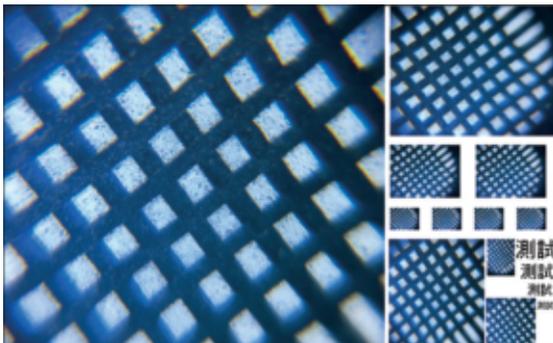


圖 40：任意將此檔案於 Illustrator 軟體內做縮放和編排。

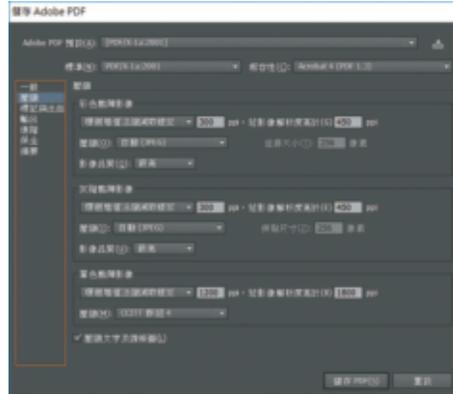


圖 41：檔案 / 另存成 PDF 檔案，直接採用 PDF/X-1a 的設定，壓縮選項的內建設定為【…縮減取樣】。



圖 42：再採用 Illustrator 檔案另存成一個 PDF 檔，此次修改了 PDF/X-1a 的壓縮設定為【不要縮減取樣】。

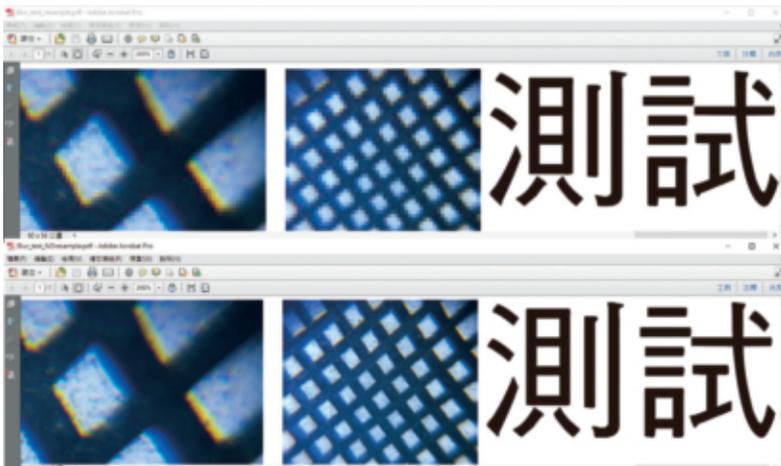


圖 43：比較二個 PDF 檔案，上圖為有啟動【…縮減取樣】的品質，有明顯的鋸齒狀。下圖為【不要縮減取樣】的影像品質。

## 於 Photoshop 處理檔案時易產生模糊的原因

如果先將此圖檔於影像處理軟體 Photoshop 先行處理，爲了維持最後單位尺寸爲 300 ppi，假設最後編排的尺寸寬度爲

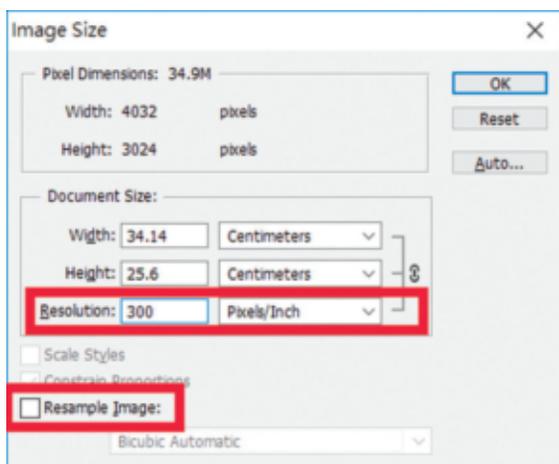


圖 44：將手機攝得的檔案解析度調整爲 300ppi，由於沒有經過【影像重新取樣 (Resample Image)】，其影像品質與調整前是一致的。

3 cm，先將解析度調整爲 300 ppi，此時由於沒有勾選【重新取樣 (Resample Image)】，所以影像的品質和沒有調整解析度之前是一樣的。

然後爲了配合最後編排的尺寸寬度爲

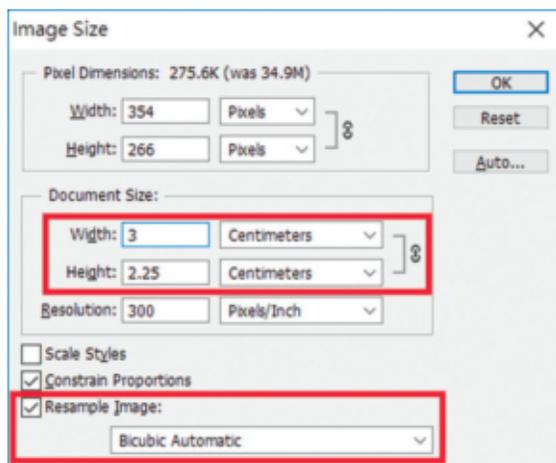


圖 45：為了配合最後編排的尺寸寬度爲 3cm，且刻意維持解析度 300 ppi，所以必需勾選【影像重新取樣 (Resample Image)】，此時的影像大小由 34.9M 減爲 275K。

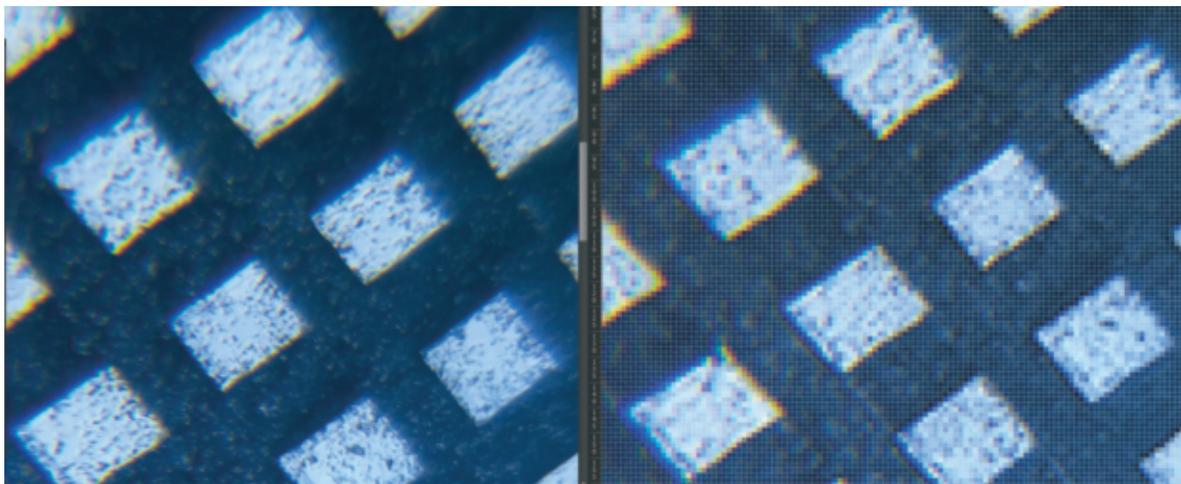


圖 46：左圖爲原始檔案，右圖爲調整後的影像品質比較。

3cm，且刻意維持解析度 300 ppi，所以必需勾選【影像重新取樣 (Resample Image)】，此時的影像大小由 34.9M 減為 275K。

調整後的影像較易產生鋸齒狀的模糊品質。此情況最常發生於時裝攝影的場合，攝影師採用的是高檔單眼數位相機，影像大小更高的儲存設定來拍攝服飾的紋理、色澤。如果將這些高檔於編排後產生 PDF 就已經是鋸齒狀的模糊品質，再經由印刷網點表現其紋理的銳利程度，可想像的那將會是一件慘痛的經驗。

## 結論

300 ppi 的輸入影像數據其來有自，其觀念是符合當時的材料和技術。現今數位影像當道，動則百萬千萬畫素或更高的專業品質數位檔案隨手可得，300 ppi 的觀念可幫助編排者判斷最大的尺寸以符合印刷需求，再依此尺寸可再縮小比例編排。在 Photoshop 檔案處理時的【影像重新取樣】會影響品質甚巨。於任一編排軟體產生 PDF 檔案時，在壓縮設定時的【…縮減取樣】也同樣會很容易產生模糊品質的影像。這二點在現今檔案製作時不得不注意，因為接下來的印刷過網是以網點的訊號來表現你的 PDF 檔案，二值化的網點和網屏線數只能儘量模擬連續階調的效果，

但又不能改變最後輸出和印刷設備的品質參數時，至少從設計者產生的 PDF 檔案是要清清楚楚、不會模糊的檔案。

由於採用【不要縮減取樣】的製作方法其檔案會比較大，在以往硬碟空間又小又貴的年代是較難被接受的，目前平面設計的檔案相對於當前的硬碟容量和價格都屬微不足道了。到底要製作出什麼樣品質的檔案是要看內容的，無一定的規則可循。如果是製作一本一步一步跟著操作的軟體操作教科書籍，內容牽涉到很多的文字、線條及螢幕快照的檔案，不但要保持印刷時的黑字儘量避免三色黑的模糊字，編排後產生的 PDF 檔案也不該模糊到讓人看不清楚才對。所以了解過去的歷史數據和仔細剖析現今的數位製程，進而評估每種印件的製作方式以符合客觀條件的需求才是因應之道。