

投稿類別：工程技術類

篇名：

板溝清潔機構

作者：

許世融。台北市立松山高級工農。機械科三年仁班。

楊先豪。台北市立松山高級工農。機械科三年仁班。

黃信傑。台北市立松山高級工農。機械科三年仁班。

指導老師：

林俊呈 老師

胡銘軒 老師

壹、前言

一、研究動機

在一次打掃時間，我們觀察到同學們打掃黑板時總得先將諸多粉筆與板擦從板溝中取出，再清除粉筆灰，然而這樣的過程總會使粉筆灰飄起，可能吸入而造成肺部傷害，且清除完後還得用濕抹布進一步將板溝擦拭乾淨，如此一來手不僅會弄髒，長期下來還可能造成皮膚傷害。因此我們想研究出一套機構來改善清理板溝的窘境，針對上述問題設計出板溝清潔機構，來避免我們的皮膚和肺部受到傷害。

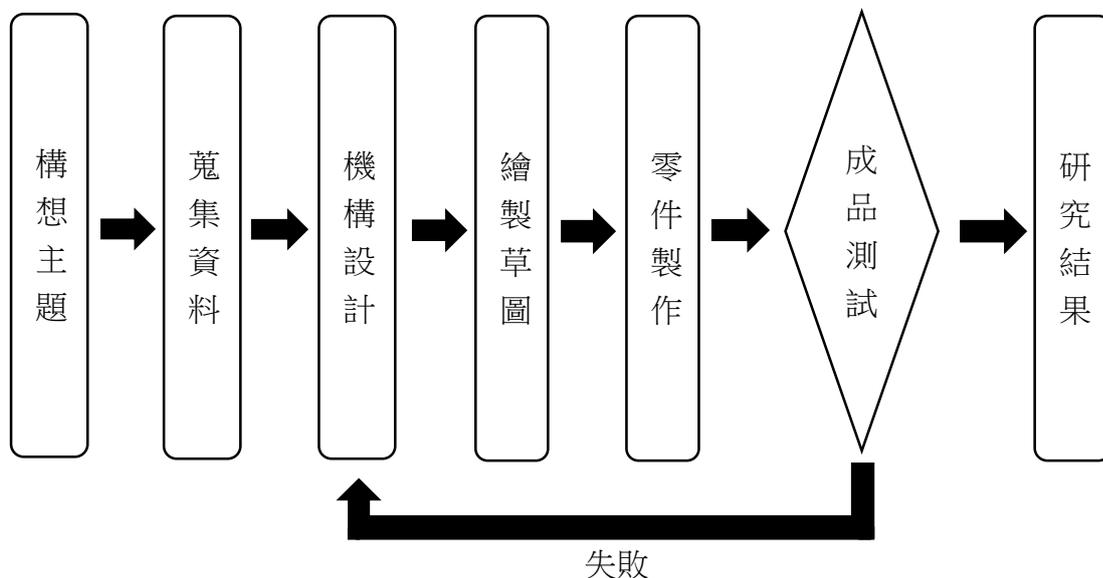
二、研究目的

根據我們的觀察，一般的板溝清潔方式，會讓粉筆灰飄起，且容易讓使用者吸入或碰觸，進而造成身體危害。因此我們想設計一個快速方便，而不失原本的清潔效果，那便對使用者的身體健康有所幫助。

(一)我們想設計一個機構來取代徒手擦拭板溝。

(二)透過齒輪傳動來設計板溝清潔機構。

三、研究步驟



圖(一)研究流程圖

貳、正文

一、文獻探討

本研究在討論設計時，遇到許多無法克服的問題，所以我們開始蒐集相關資料並與老師討論。本研究針對斜齒輪、齒條與齒輪的傳動、鳩尾槽、軸承與軸的配合以及粉筆的材質等進行文獻探討，分別敘述如下：

(一)斜齒輪(bevel gear)

『斜齒輪用於傳動兩相交軸間之動力，若兩嚙合的直齒斜齒輪大小相等，且兩軸線正交，稱為斜方齒輪』(李平雄、黃郁婷，2015)，且『俗稱傘形齒輪，其輪齒的齒向與節圓之素線平行』(葉倫祝，2009)，兩斜齒輪的中心線夾角可設計成任意角度，因此使用斜齒輪能達到變向的目的。

(二)齒輪速比

『齒輪運轉時，因不是靠摩擦力來傳動，故其速比可保持一定』(柯雲龍、潘建安，2012)。由此可知，齒輪在傳動時，速比較摩擦輪穩定。

(三)齒條

『在板條的表面刻上與小齒輪完全相同齒形之輪齒及為齒條，亦可視為直徑無限大的外接齒輪』(李平雄、黃郁婷，2015)。而且『齒條與齒輪應用時，均是以齒輪為主動件，且可使齒輪的迴轉運動轉換為齒條的往復直線運動』(柯雲龍、潘建安，2012)。

(四) 鳩尾槽

鳩尾槽屬於硬軌設計，且能防止機件在運動時分離，車床的複式刀座滑軌通常採用鳩尾槽。

(五)輪系

『凡兩個以上之摩擦輪、齒輪、鏈輪、帶輪及繩輪的組合，能將一軸之動力傳遞至另一軸者，稱為「輪系」』(邱瑞敏，2011)。輪系又分為單式輪系與複式輪系，複式輪系

的輪系值計算公式為：
$$\text{輪系值} = \frac{\text{末輪之迴轉速}}{\text{首輪之迴轉速}} = \frac{\text{主動輪齒數的連乘積}}{\text{從動輪齒數的連乘積}}。$$

(六)軸承與軸

『軸承又稱為培林，是機械中的固定機件，其能使軸之中心固定於特定的位置，且用來支撐、引導及軸上機件的運動』(柯雲龍、潘建安，2012)。固在外殼上設置軸承能使軸更順暢的運轉。

(八)粉筆的材質與危害

『粉筆的主要成分是硫酸鈣』(鄭世隆，2013)，由於硫酸鈣顆粒較粉塵大，若吸入容易造成呼吸系統不適，嚴重可能引發肺癌。『粉筆粉塵使皮膚變得乾燥、粗糙，並伴有搔癢感覺，使人體不適，嚴重者會引起粉刺、毛囊炎、膿皮病』(鄭世隆，2013)，由此可見粉筆灰對身體健康有一定的影響。

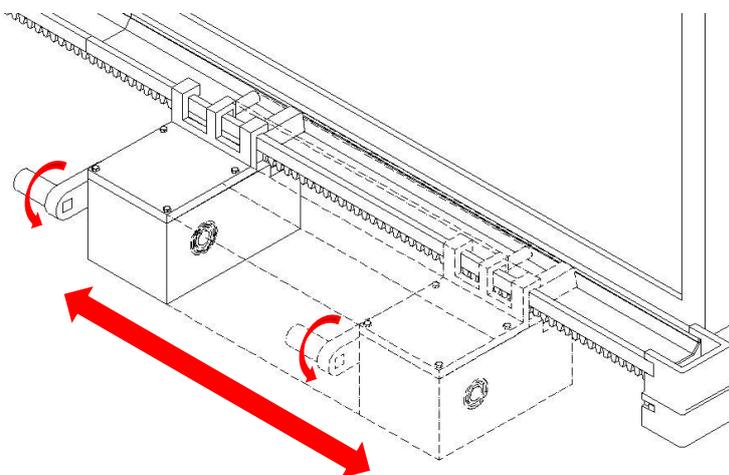
(九)文獻討論

透過前面的文獻探討本研究將使用齒條與齒輪，來將迴轉運動轉變為直線運動，使機構配合板溝的狹長形狀進行移動與清理，並在齒條上設計鳩尾槽，防止機構在運動過程分離。為了方便使用者操作，本研究運用斜齒輪來改變施力方向，透過本研究之齒輪輪系能達到選轉握柄一圈前進二十齒。

二、機構設計

(一)機構示意圖

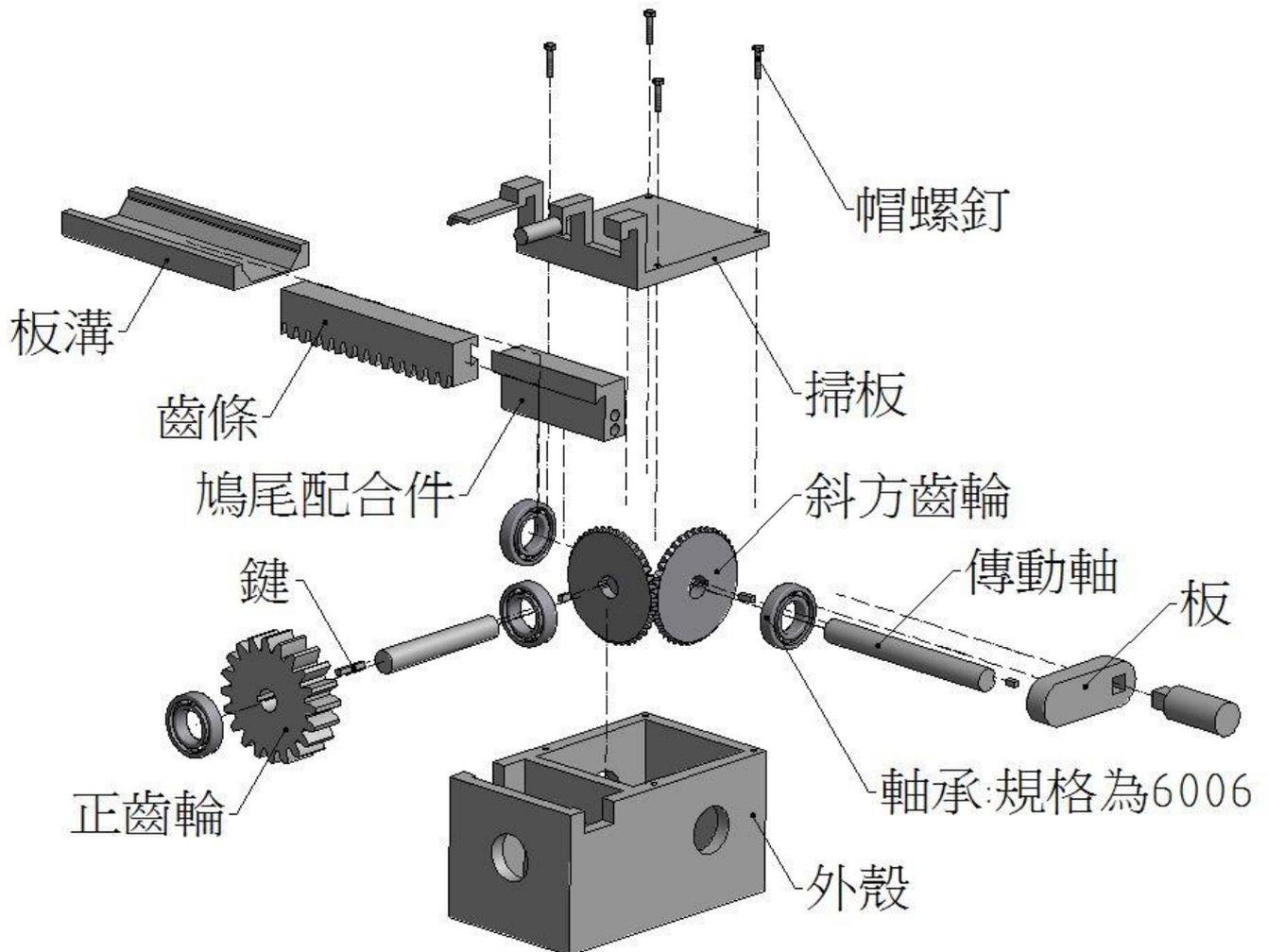
本研究機構藉由轉動握把，使機構配合板溝的狹長外型做直線運動，透過外殼上的掃板來刮除板溝內的粉筆及粉筆灰，最後由集塵盒將粉筆與粉筆灰分離，機構的運動如圖(二)所示。



圖(二) 機構運動示意圖

(二)立體系統架構

本研究機構大致分為外殼支架、傳動機構、傳動軸。外殼支架用以支撐整個機構，傳動軸用以傳遞動力，傳動機構的齒輪、齒條及鳩尾槽等用以改變傳動方向及作直線運動驅使整個機構達到清掃板溝的目的，本機構的詳細介紹及裝配位置如圖(三)所示。



圖(三) 立體系統圖

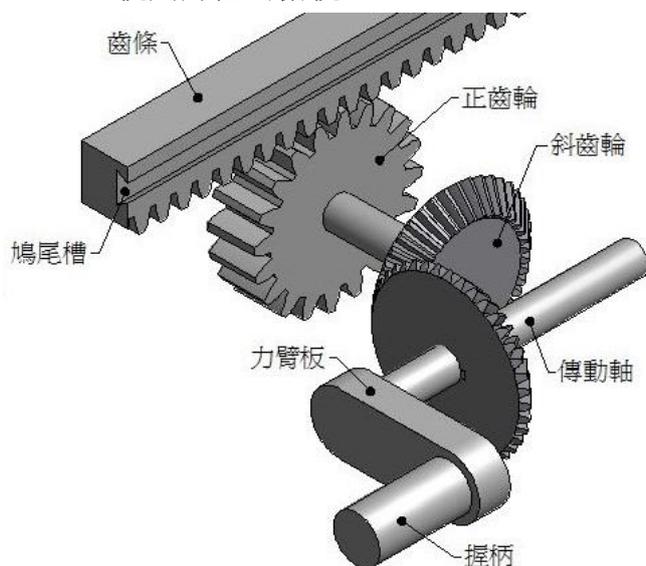
(三)齒輪設計與傳動方式

1、齒輪設計

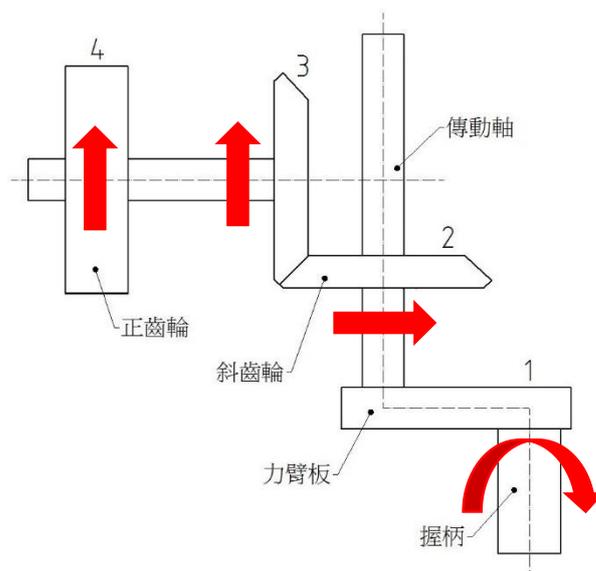
本研究機構使用兩直斜齒輪、正齒輪、齒條來傳動。在握柄端輸入動力，經斜齒輪達到變向的目的，再藉傳動軸將動力傳遞至同軸之正齒輪，如圖(四)所示，透過正齒輪與板溝下方的齒條配合，將迴轉運動變成直線運動，讓本機構配合板溝的狹長外型進行移動，以達到清潔目的。

2、傳動方式

本研究機構為複式輪系，機構的首輪為四十齒的直斜齒輪，第二輪為從動輪，此輪與首輪同樣為四十齒的直斜齒輪，第三輪為二十齒的正齒輪，末輪則為齒條，齒條之齒數可視為一齒。依文獻探討的輪系值公式得出算式 $40 \times 20 / 40 \times 1$ ，算得輪系值為 20，即握柄轉動一圈，齒條前進二十齒。本機構的輪系圖如圖(五)所示，其視角方位為俯視。



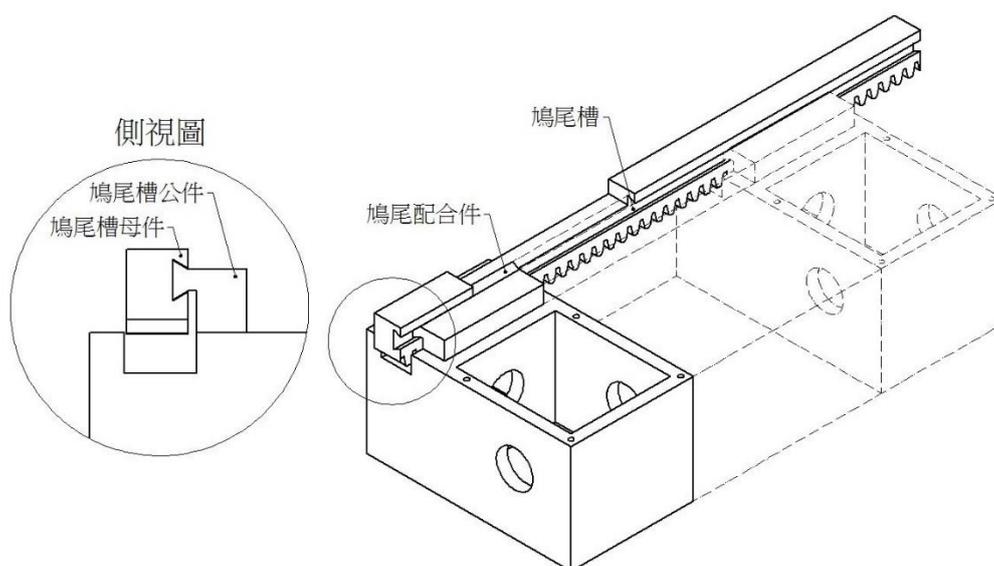
圖(四) 傳動機構圖



圖(五) 輪系圖

(四)鳩尾槽

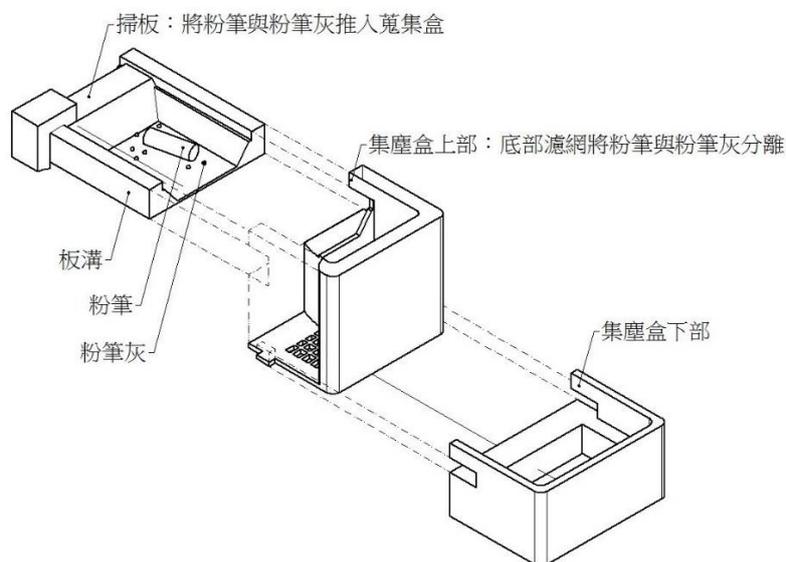
本研究為了防止機構在運動時分離，在齒條側面設計鳩尾槽，以配合鳩尾件，來限制其運動路徑，如圖(六)。



圖(六) 鳩尾槽配合示意圖

(五)集塵盒

本研究在黑板板溝末端設置集塵盒，藉由粉集塵盒底端的濾網來留住粉筆，過濾粉筆灰，最後將集塵盒下半部取出，直接將粉筆灰清除。如圖(七)所示。



圖(七) 集塵盒

三、研究設備與器材

本研究所使用之設備器材主要為銑床、鑽床等，如表(一)所示。

表(一) 使用設備與器材

種類	名稱	種類	名稱	
工具機	銑床	刀具	鋸條	
	鑽床		銑刀	
	3D 列印機		鑽頭	
鉗工工具	游標高度規		量具	翼型刀
	C 型夾			螺絲攻
	角板			螺絲模
	手弓鋸架	軟體	游標卡尺	
	小平銼		鋼尺	
	方銼		分規	
	圓規		Autodesk Inventor Professional 2012	
絲攻板手	SolidWorks 2010x64 Edition			
	AURORA 3D Printer			
	netfabb Studio			

四、零件加工

(一)傳統加工

1、鉗工

本研究機構的外殼是由壓克力板所組成，先用游標高度規在壓克力板上畫線，並用手工鋸鋸切至適當大小，再用工具機加工外型尺寸，最後視情況用銼刀修整，如圖(八)。外型尺度控制準確後，用游標高度規畫線，畫出軸承孔的圓心位置，打上中心衝，用工具機加工出軸承孔，最後在板片上攻製內螺紋，如圖(九)。螺釘採用現有零件，以手弓鋸一除多餘長度，用銼刀修整端面，最後以螺絲模攻製外螺紋受損的部分，如圖(十)。



圖(八) 用高度規畫線



圖(九) 攻製內螺紋



圖(十) 使用螺絲模攻製外螺紋

2、機具加工

畫線完畢後，將壓克力板片夾持於銑床虎鉗，銑削外型尺寸，可留些微裕度以便於鉗工工作。畫線、打中心衝完成後，將板片夾持於虎鉗上進行鑽孔，再用翼形刀鑽孔，如圖(十一)、圖(十二)、圖(十三)。



圖(十一) 銑削外型尺度



圖(十二) 銑削外型尺度 2



圖(十三) 攻螺紋前的鑽孔

(二)3D 列印

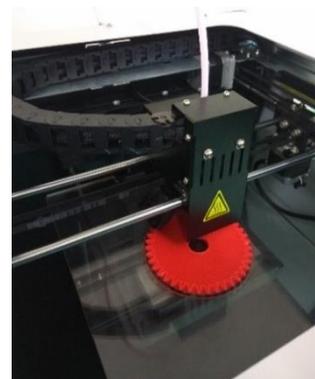
在 Inventor 上畫出零件，並運用 AURORA 3D Printer、netfabb Studio 兩套軟體，轉換成 3D 列印所需的檔案，接著到 3D 列印機上校刀並執行列印。因為 3D 列印的尺度無法精準，還需以銼刀及砂紙修整尺寸。如圖(十四)、圖(十五)、圖(十六)。傳動軸、鍵、正齒輪、斜齒輪、齒條、力臂板、握柄等成品都是以此方法製造而成。



圖(十四) 3D 列印參數設定



圖(十五) 水平校正



圖(十六) 3D 列印

五、成品測試

完成實際的作品後，我們將機構裝配至板溝，如圖(十七)，並開始清理兩種不同的積屑，分別為白板筆灰及粉筆灰，經過清潔之後，如圖(十八)，圖(十九)，我們發現不論是白板筆灰或是粉筆灰本機構都能順利清除，且清潔成果比徒手清潔更有效率。



圖(十七) 實際成品



圖(十八) 清潔粉筆灰



圖(十九) 清潔白板筆灰

參、結論

一、研究結果：

本研究為了清潔板溝，運用了齒輪輪系來進行傳動，量測板溝尺度與思考清潔的方式後，開始進行設計與加工，完成後進行組裝測試，經過成品測試，我們發現使用本機構能有效清理板溝。

二、心得

此次作品，讓我們學習到傳動機構與變向機構的設計，並了解力矩、力臂與重心的配重關係，對徒手清潔板溝的方式進行改革，針對板溝的外型設計出清潔機構來改善徒手清潔的不便。在過程中我們做了許多設計，如齒輪與齒條、鳩尾槽件……等，製作過程中我們遇到了一些障礙，例如：設備不足、材料有限及設計缺失……等。經過多次的嘗試與改良，改善了機構的支撐問題，終於製作出良好的板溝清潔機構，其實在配重問題上多下點功夫，還可以製作出更優秀的成品。

三、未來展望

本設計因加工方法、成本問題、經濟考量及能力不足，所以有許多構想無法實踐，未來將朝以下方向進行更深入的設計、改良與研究，分別敘述如下：

(一)材料選擇問題

由於大部分零件是使用學校現有的資源，所以選擇有限，外殼及軸成無法使用到更輕量的材質，在構造方面由於我們使用的材料較多是射出成型塑料強度也相對較弱，傳動過程中經常有塑膠崩裂的聲音傳出。

(二)齒條弧度

板溝稍有弧度，導致齒輪與齒條無法準確配合，因此齒條必須配合板溝的弧度，由於齒條是用 CAD 軟體繪製，所以無法克服設計上的障礙。

肆、引註資料：

李平雄、黃郁婷(2015)。機械原理 II。台北市：華興。

柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 I。新北市：台科大圖書股份有限公司。

邱瑞敏(2011)。機件原理 II。新北市：台科大圖書股份有限公司。

鄭世隆(2013)。亞東院訊 2013 年 9 月號第 166 期。