

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

最佳團隊合作獎

090906

氣壓式答案卡計數機

學校名稱：國立北門高級農工職業學校

作者：	指導老師：
職二 陳秋昇	張進國
職二 湯博翔	蘇義于
職二 郭昱廷	
職二 陳奕嘉	

關鍵詞：透氣性 真空吸引 撥紙片

作品名稱：氣壓式答案卡計數機

一、摘要：

紙張的計算，所使用的機器，不是電機電子線路、昂貴伺服馬達控制、就是使用複雜的凸輪機構，我們讀機械科，依目前我們所學科目是無法勝任。純粹用氣壓控制非常少見，氣油壓學是高一開的課程，我們已通過氣壓丙級證照，老師說氣壓控制功能可以是變化莫測、無限寬廣的，我們經由老師同意，以機械科現有設備，開啟了這一個不知過程有多麼遙遠的研究—氣壓計算答案卡機。

二、研究動機：

我是工讀生，時常到教務處影印資料，常常看到教務處負責印製考卷的阿伯愁眉苦臉戴著老花眼鏡瞪大眼睛在算各班考卷所需要使用的答案卡，桌上擺滿一疊一疊算好的答案卡。本校有 49 班，每班若考 10 科，那阿伯就要算 490 疊，除了月考期末考外，每週的週考，模擬考，天阿！阿伯一定眼花潦亂，很好奇的去問阿伯：何不用機器來算，阿伯說市面上有數紙機，一部要 6~7 萬元，銀行用的點鈔機規格不符，閱卷用的讀卡機一部卻要 10 萬元，不可能買一部來數答案卡，因此只好用手工慢慢算，看阿伯那麼可憐，真想替他分憂解勞，我是學機械的，目前高二開設的氣油壓實習課程（第 6 章氣壓電氣迴路），由氣壓缸及電磁閥加上電力電驛（繼電器）組合，可以達到半自動化之需求；再加上機件原理課程（第 2 章螺旋、第 16 章連桿機構）使我們認識機構及機械零組件，因此有一股衝動，替阿伯設計一部數答案卡的機械吧！

三、研究目的

- （一）、使用本科(機械科)現有的機械及氣壓教學設備及零件進行研究設計，以節省成本。
- （二）、系統要求簡單的操作，迅速且精確。
- （三）、以純機械領域而不跨電機電子元件卻能達到昂貴機械所能勝任的工作。
- （四）、替學校省錢，(主任說學校經費越來越少)為阿伯分攤勞心勞神的工作。

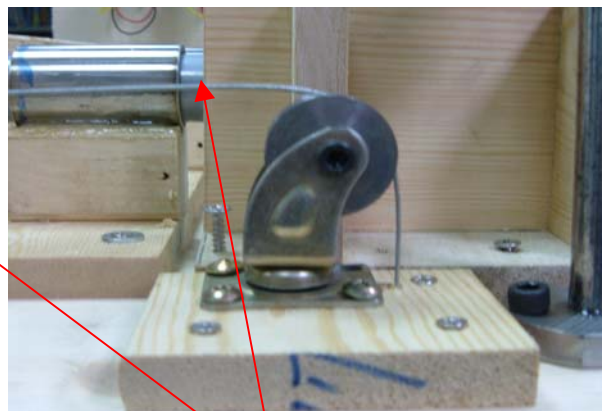
(五)、顛覆繁雜的組件機構達成吸取單張紙張的功能。

四、研究設備及器材

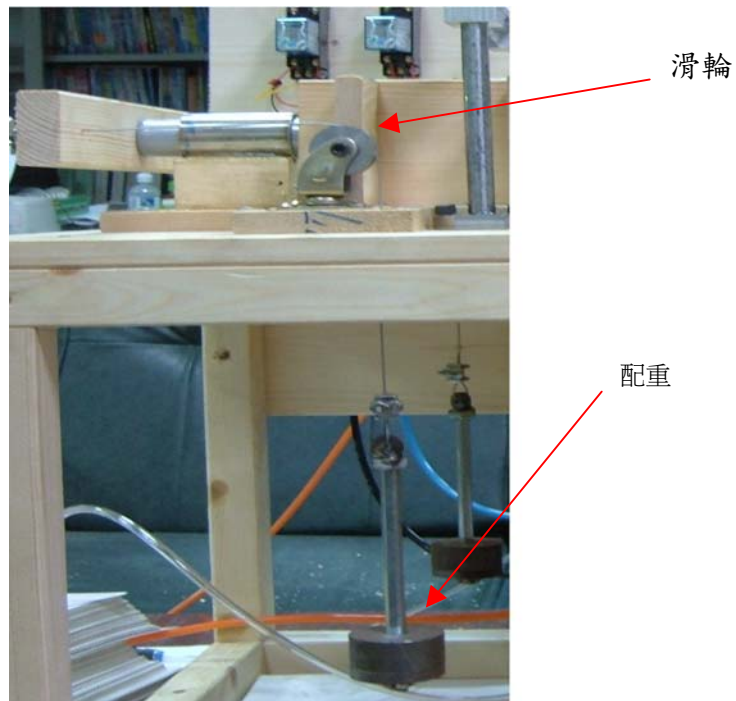
- (一)、氣壓教學面版
- (二)、氣壓真空吸盤
- (三)、真空產生器
- (四)、五口二位電磁閥 (雙穩態)
- (五)、計次器
- (六)、雙動氣缸
- (七)、極限開關
- (八)、空氣壓縮機
- (九)、四連桿機構
- (十)、車床
- (十一)、銑床
- (十二)、鑽床

五、研究過程或方法

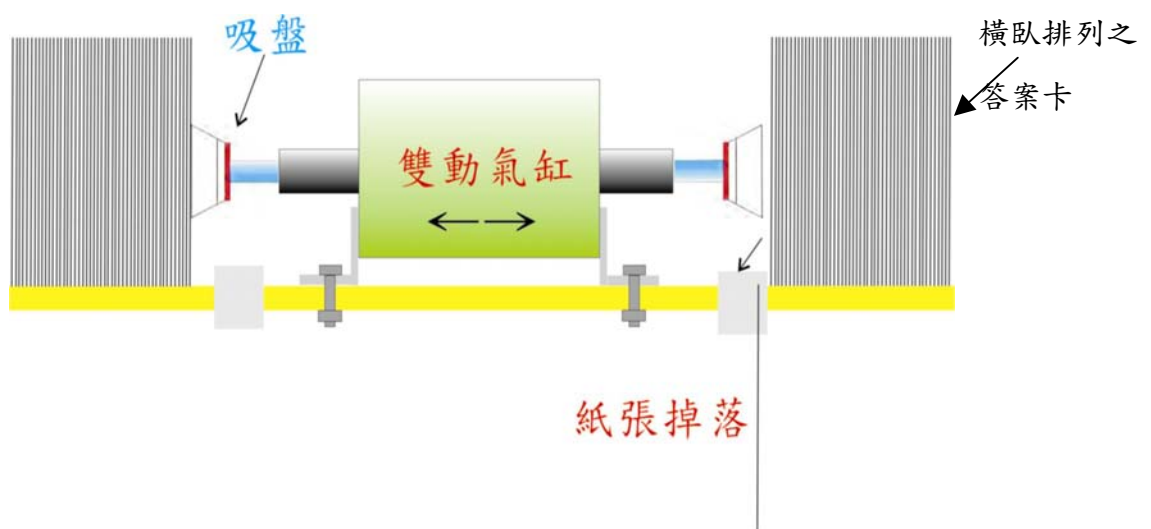
本研究計劃在起初構想是利用電磁閥控制雙動氣缸來回運動，氣缸桿前端裝置吸盤，吸盤由真空產生器使吸盤產生吸力以吸取答案卡；答案卡橫臥排列，放置於紙匣內，紙匣兩側用擋紙片頂住答案卡以防脫落。答案卡被吸出後，由滑輪、攬繩及配重使整疊答案卡前移。



攬繩

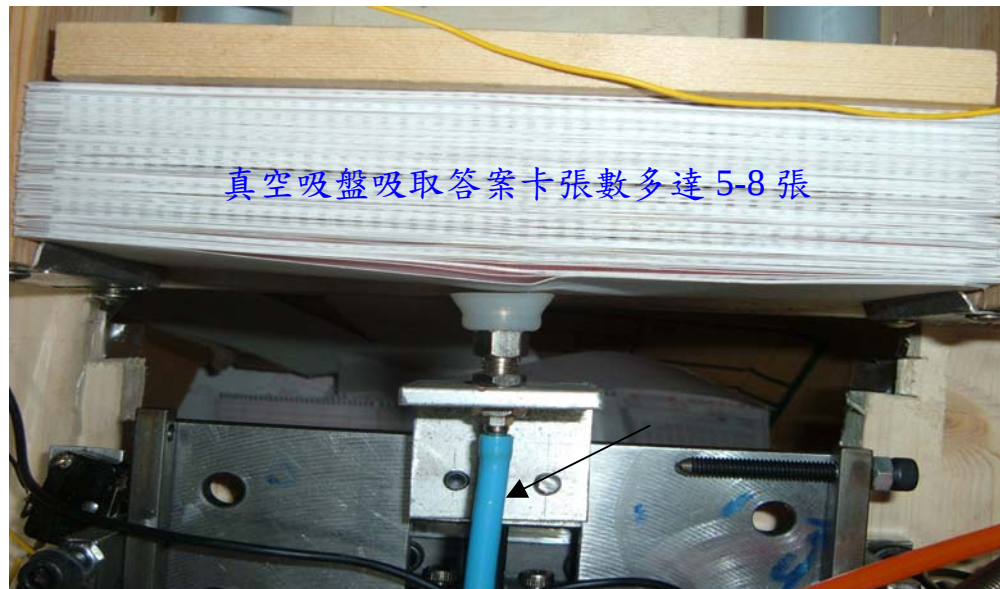


吸盤吸取答案卡後，平移，放掉真空吸力，使紙張往下掉，落在收集盒內。

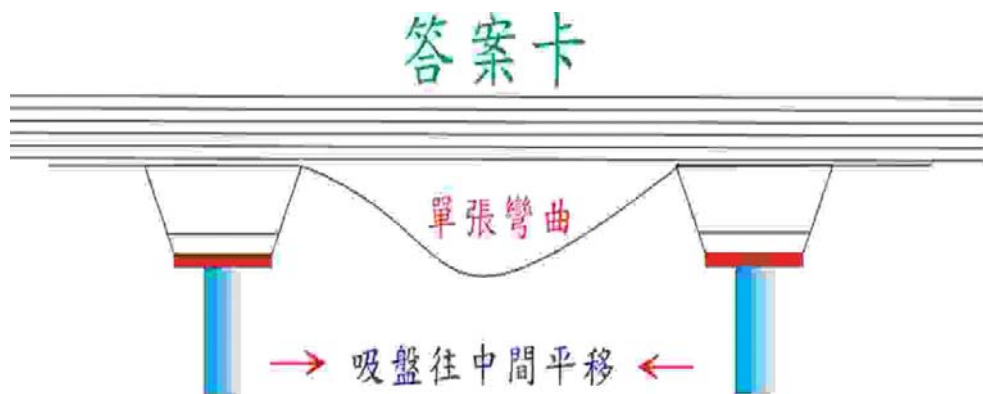


氣缸來回運動觸及磁簧開關，將訊號送到計數器以計算掉落紙張之數量，氣缸來回次數若達到計數器設定之數量，計數器即切斷電源，掉落紙張之數量就是要算給各班使用之數量。若氣缸每次運動均能吸取答案卡一張，即能精確的控制所需答案卡的數量，研究試驗過程如下：

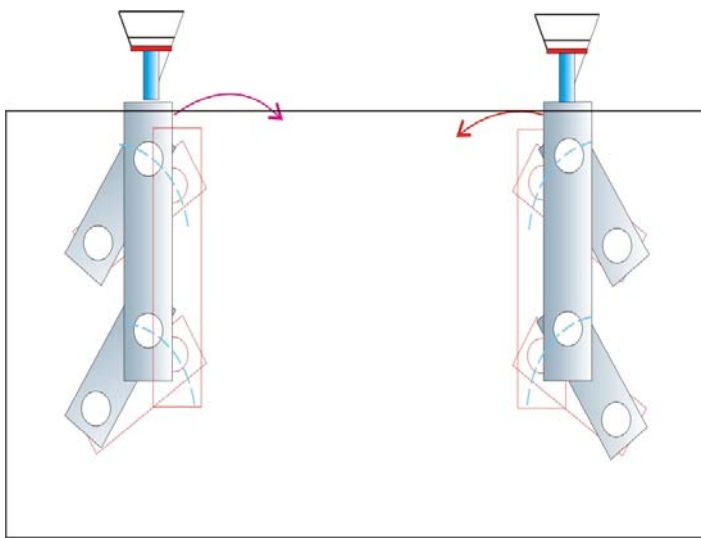
- (一)、氣缸桿前端裝置吸盤，吸盤靠近紙張時，產生真空吸力，吸取答案卡後，氣缸往後移動，移動到一定位置時，觸及極限開關，由電磁閥將真空吸力關閉，使答案卡掉落。試驗結果吸盤每次吸取紙張數量不只單張而是 5~8 張，本試驗失敗。



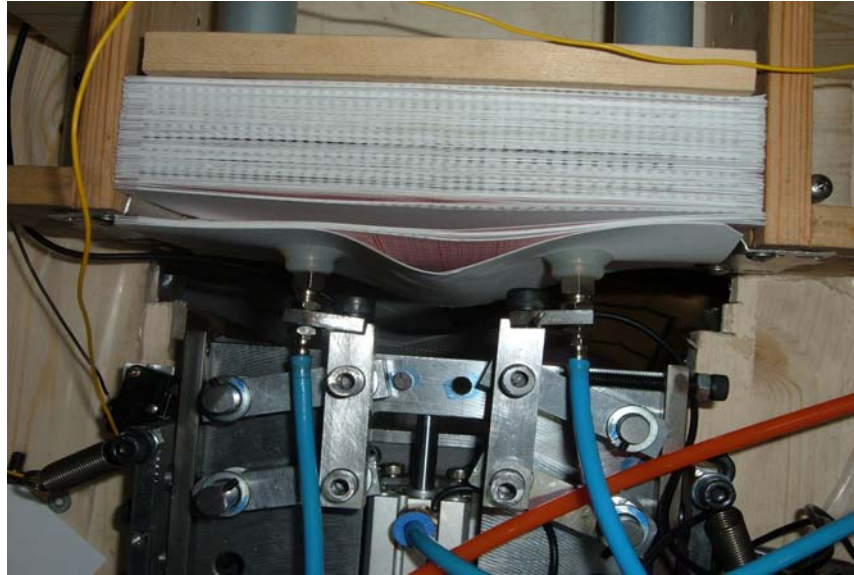
- (二)、因吸取多張答案卡，研判其原因可能是真空吸力過大。為降低真空吸引力，因此在真空產生器前，加一節流閥，試圖降低真空吸力，試驗結果，流量太小，吸不取紙張，流量調大時，能吸取答案卡，但還是很多張。
- (三)、本小組成員探討改進，發現如用兩個真空吸盤，將答案卡放置桌上模擬試驗，吸住紙張後，往中間平移，均能使一張答案卡產生凸起、彎曲，經過多次試驗，結果都是一樣。



根據此一特性，設計了一對四連桿機構，平台前移，四連桿桿端觸及答案卡時，會使吸盤往中間平移。



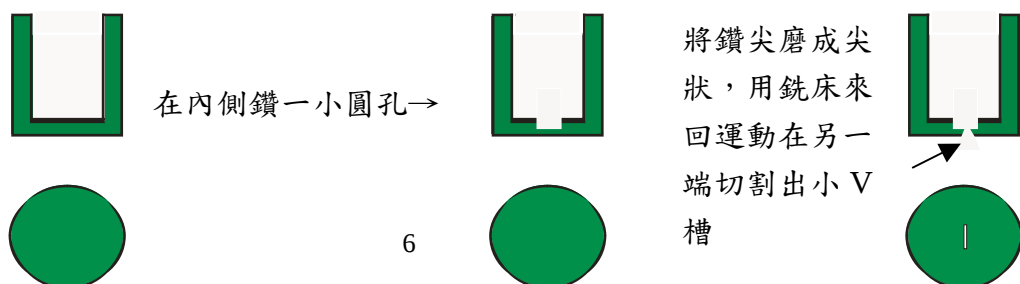
本裝置加工完成後，結果卻令大家失望，四連桿往中間移動時，凸起的紙張數量不穩定，而且四連桿碰到答案卡時，迫使四連桿往中間內縮之動作不穩定，嚴重時甚至使氣缸停止，費了很大功夫製作機構，卻宣告失敗。



(四)、錯誤! 尚未定義書籤。小組成員不屈不撓，繼續尋求突破的方法，針對過程一的缺失，發現如果在紙張上方裝置一噴嘴，先將紙張吹開，或許能夠讓吸盤吸取單張答案卡，因此朝此方向去研究。

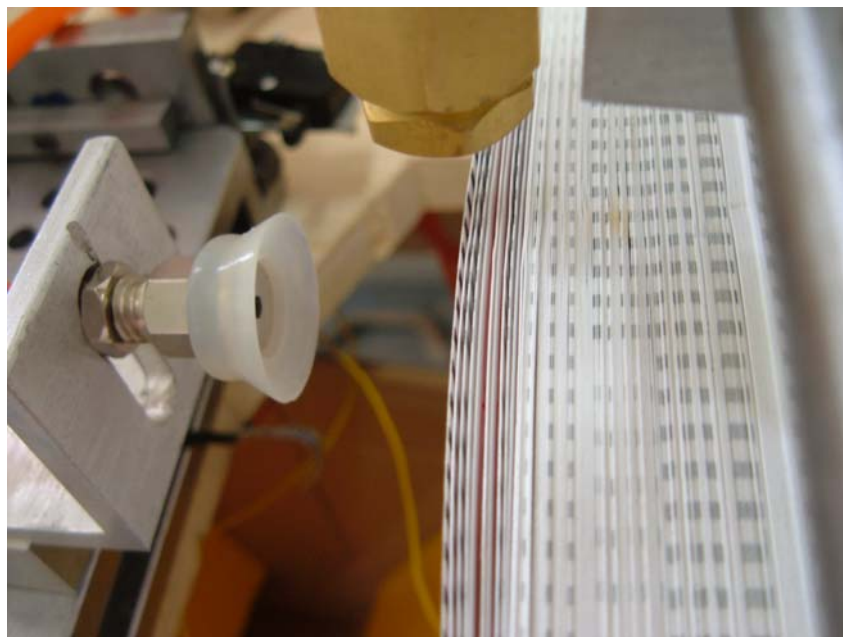
首先面臨的是噴嘴的設計及製作，因為市面上現有的噴嘴噴口太大，而且均是圓孔，本研究所需的噴口是要求 0.3~0.5 的細縫，長約 3~4mm。小組成員有鉗工高手，大家決定交由這位高手製作並且由大家提供意見，在老師教導下決定製作方式，方法如下：

- 1、購買六方型銅料接頭，內孔為圓型，內孔一側用封閉接頭索住。
- 2、封畢接頭內側用平底鑽頭鑽一深為 4mm 之圓孔。
- 3、中心鑽一端磨成尖 V 型，使用銑床，在封畢接頭外測切割出 V 槽。
- 4、V 槽切割深度到達內側圓孔時，即能在封畢接頭上切割出一細縫。



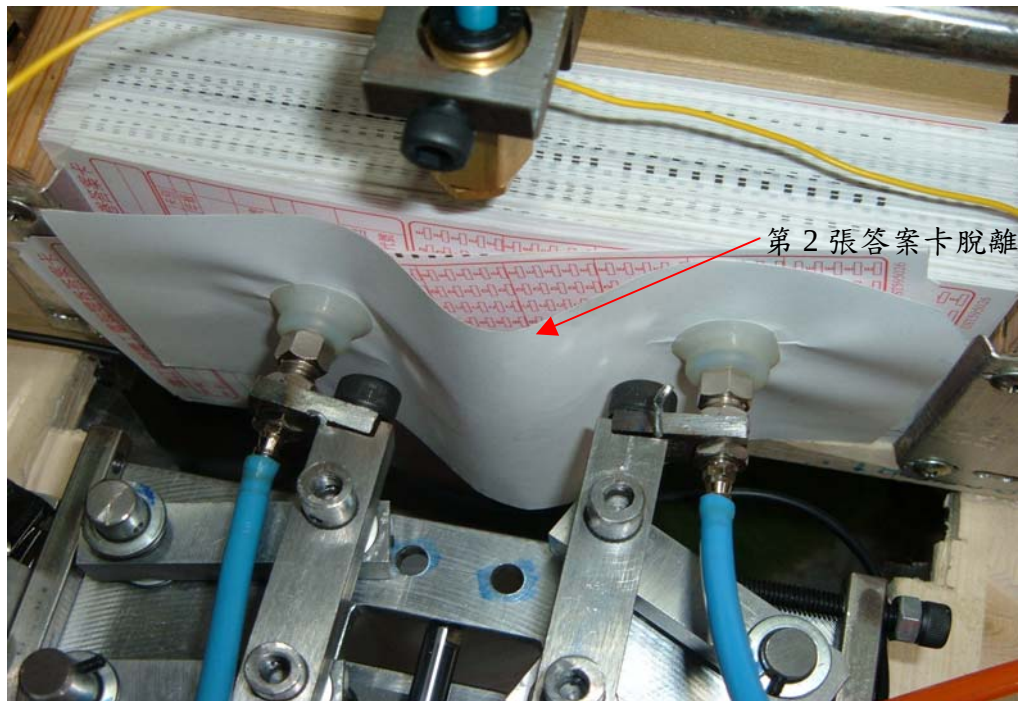


完成後，經測試噴嘴，氣流是一狹常的噴流，能將答案卡吹開，而且每張間距一定，如下圖：

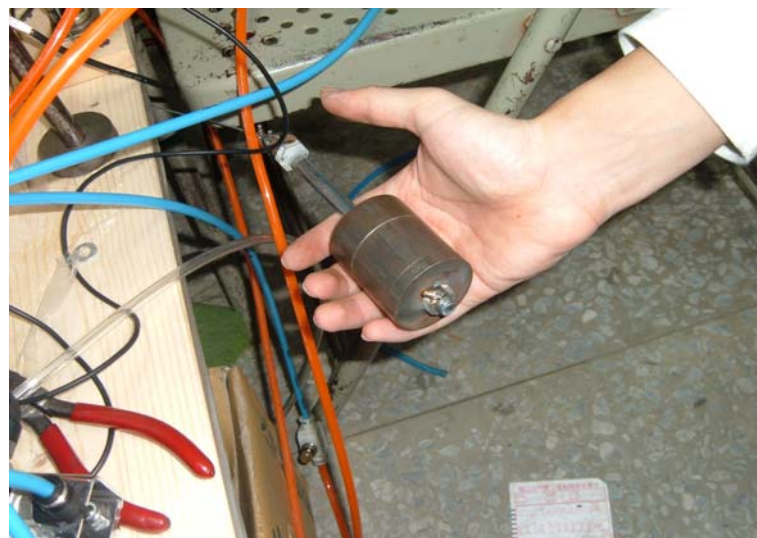


大夥很興奮，此一創舉連氣壓空壓元件公司均認為不太可能。將噴嘴裝置好後，實際測試結果，還是失敗，吸盤吸取紙張雖是單張，但是擋紙片無法擋第二、三張，掉落收取匣的紙張 有時還多達 4-5 張，不夠穩定，雖本試驗失敗，但是得到一個寶貴經驗，即經由紙疊

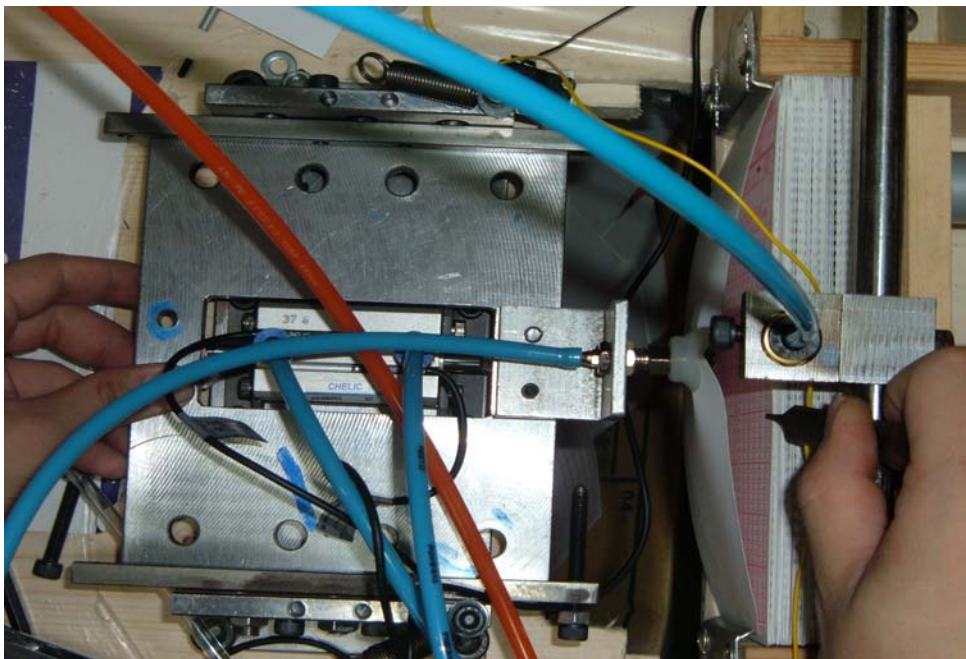
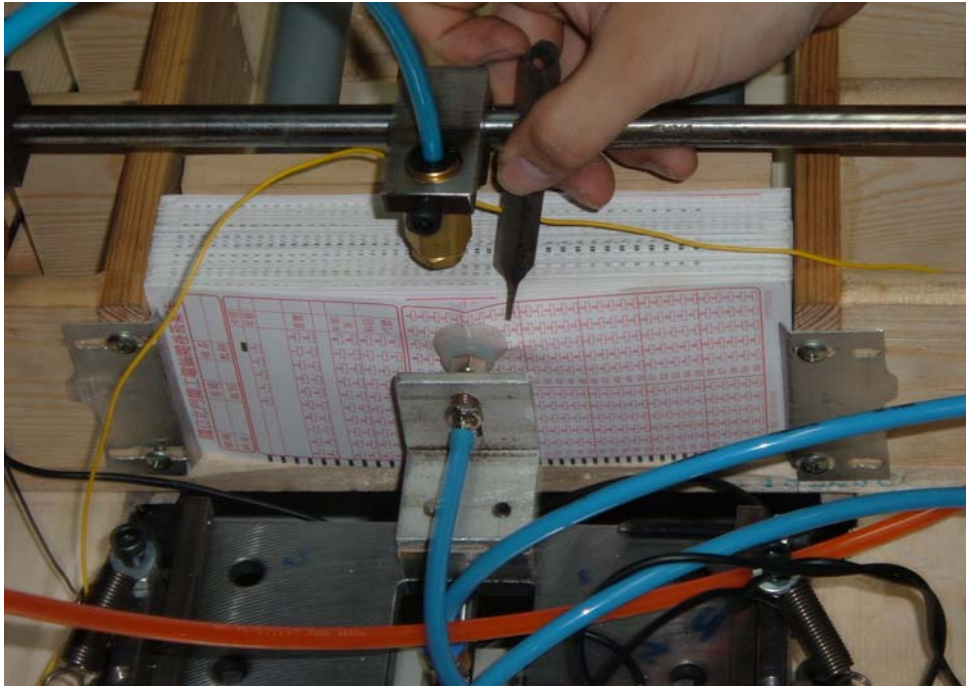
上方的噴嘴噴氣後，吸盤每次均吸取一張答案卡。



(五)、由於過程四的結論推斷，失敗原因可能是答案卡在擋紙片上壓力不足，致使第 2~3 張紙脫落擋紙片，因此為了加大壓力，製作了配重，加一塊、二塊、三塊結果還是一樣，失敗的原因推斷可能是擋紙片，因此決定改變擋紙片的形狀，將之加長或內凹，均無法成功，實驗至此，已花了 3 個月時間，大家很灰心。本想放棄，但是經由指導老師鼓勵，大家才繼續下一步的研究。



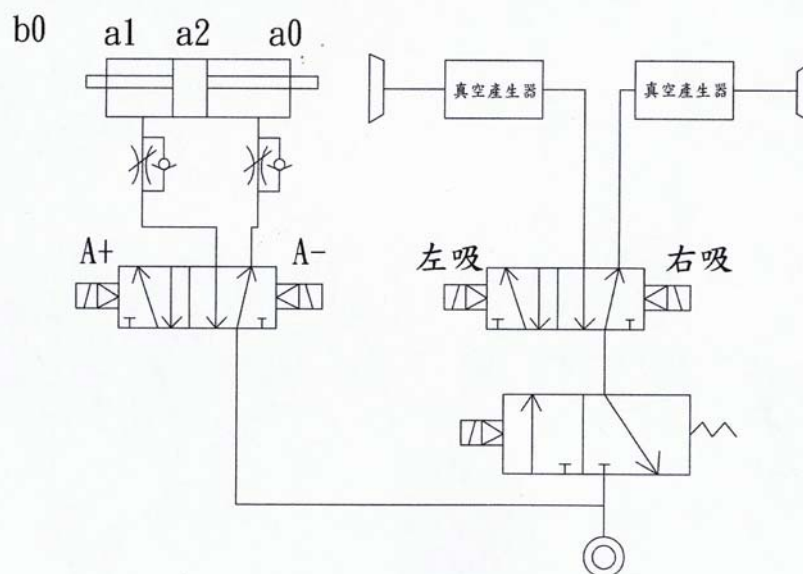
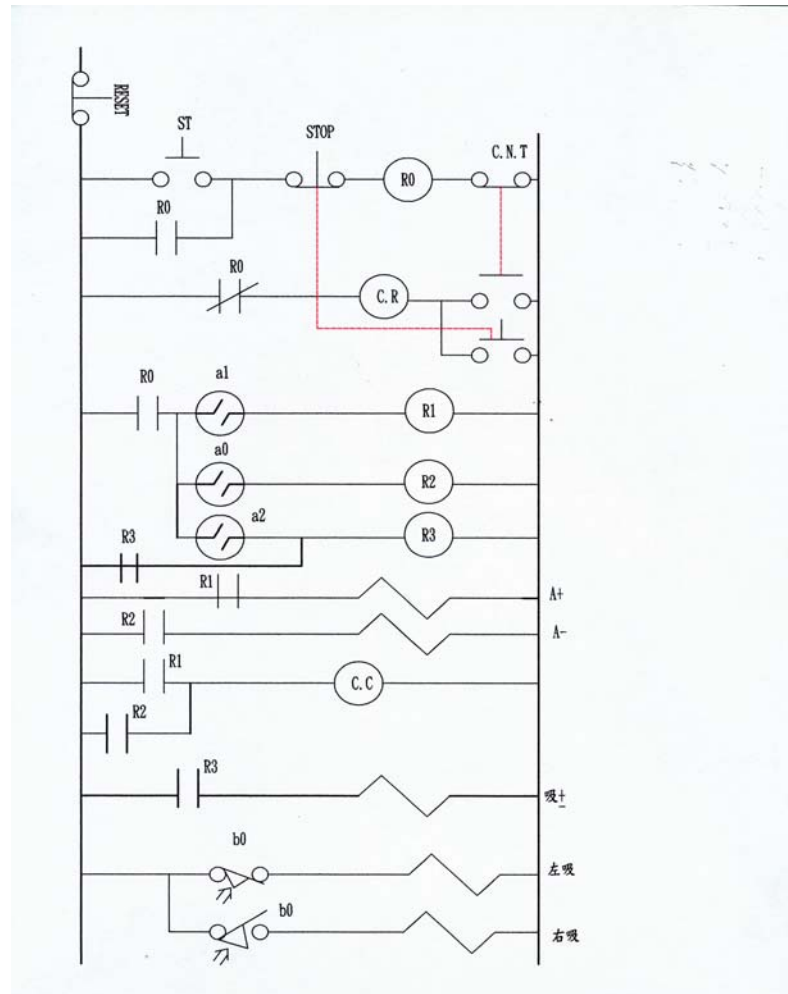
(六)、經長時間觀察過程 5 的動作，大膽假設：如果能加強擋紙的功能，應離成功的時刻近了，因此拿一鐵片，放置答案卡的其他位置測試，發現此一鐵片放在吸盤附近，亦即在答案卡上方，吸盤吸取第 1 張後，第二張答案卡會被鐵片留在紙匣內，經測試上百次其結果每次動作均掉落一張答案卡，實驗至此，已經符合本研究所要達到的目的，本研究到此成功。



撥紙

片成功擋住第 2 張答案卡

氣壓迴路圖

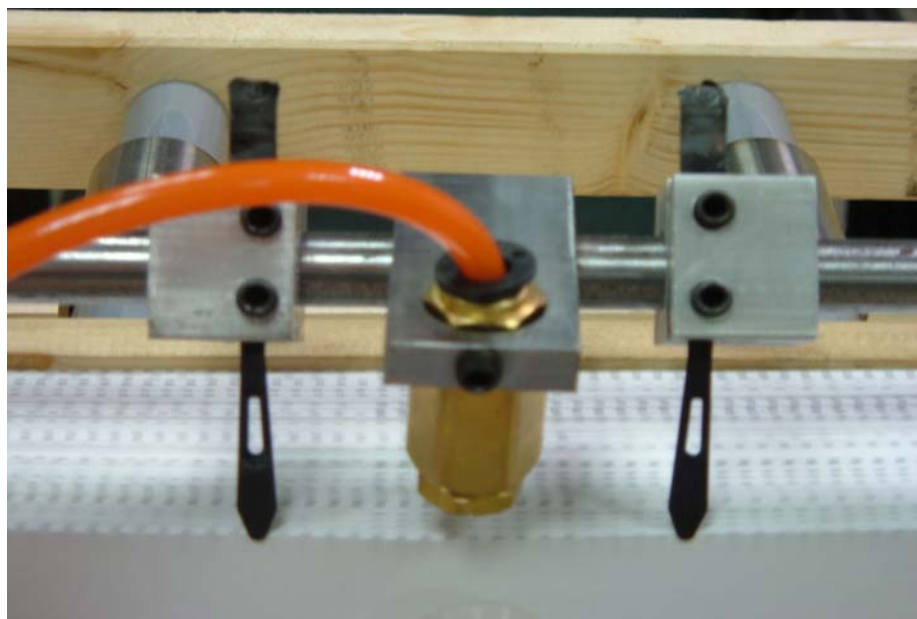


六、研究結果：

- (一)、雙動氣缸來回動作時均能順利吸取答案卡一張，雙動氣缸來回次數由計數器調整設定好後，吸盤借由氣缸帶動即可吸取所需要的答案卡數量。



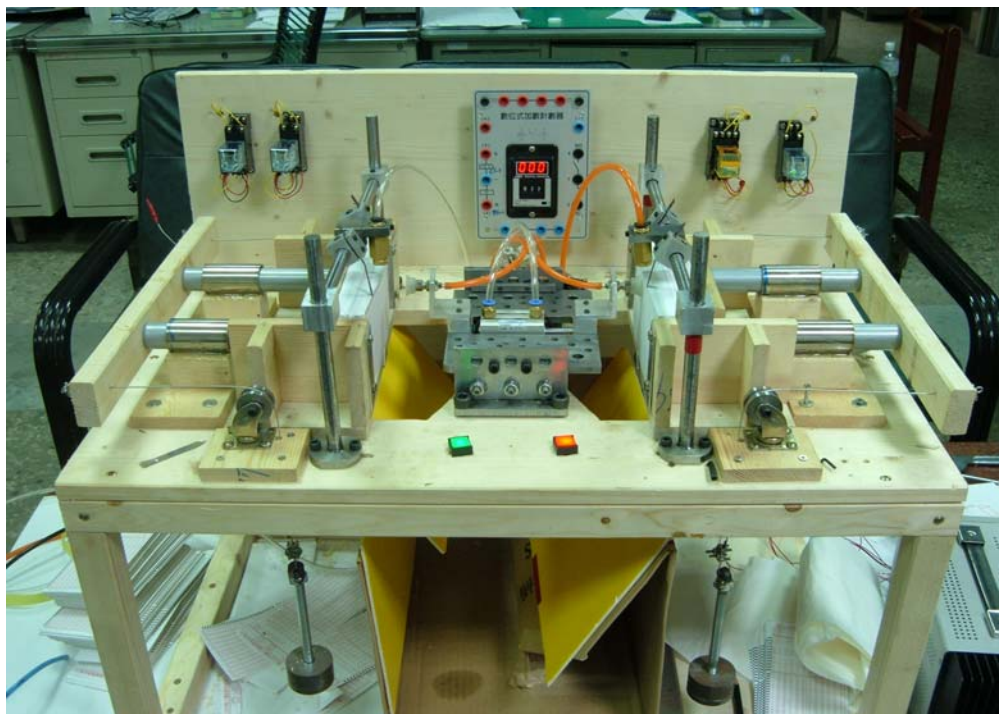
- (二)、本研就究成功關鍵在於吹嘴及撥紙片，吹嘴及撥紙片之位置影響到吸出答案卡之數量，吹嘴應距離答案卡上方約 10mm 處，撥紙片置於吹嘴兩側，效果最佳。



(三)、撥紙片需具有彈性，經多方面試驗，發現女用髮夾最適當。如下圖，取其上半部，彈性適中。



(四)、調整節流閥可控制氣缸來回速度，經測試其最大速度可達每秒鐘四張，本研究成品提供給教務處Y伯算取考試所須每班答案卡，以一班40人計算，只需10秒鐘即可完成，解決Y伯老花眼用手工算答案卡的痛苦。(完成之成品如下圖)



(五)、本作品已提供教務處 Y 伯做為計算各班各項考試所需答案卡的機器。

七、討論：

(一)、真空吸盤直接吸取紙張時，不能順利吸取一張的原因乃：

- a、答案卡是透氣性物質，吸盤氣流導致第二張紙黏附於第一張。
- b、整疊答案卡間有靜電存在，吸取第一張時第二張吸附於第一張。
- c、答案卡貼緊時，卡與卡之間沒有空隙，吸取第一張時應該要有空隙讓空氣進入兩張之間，否則會有真空吸力在紙張間。

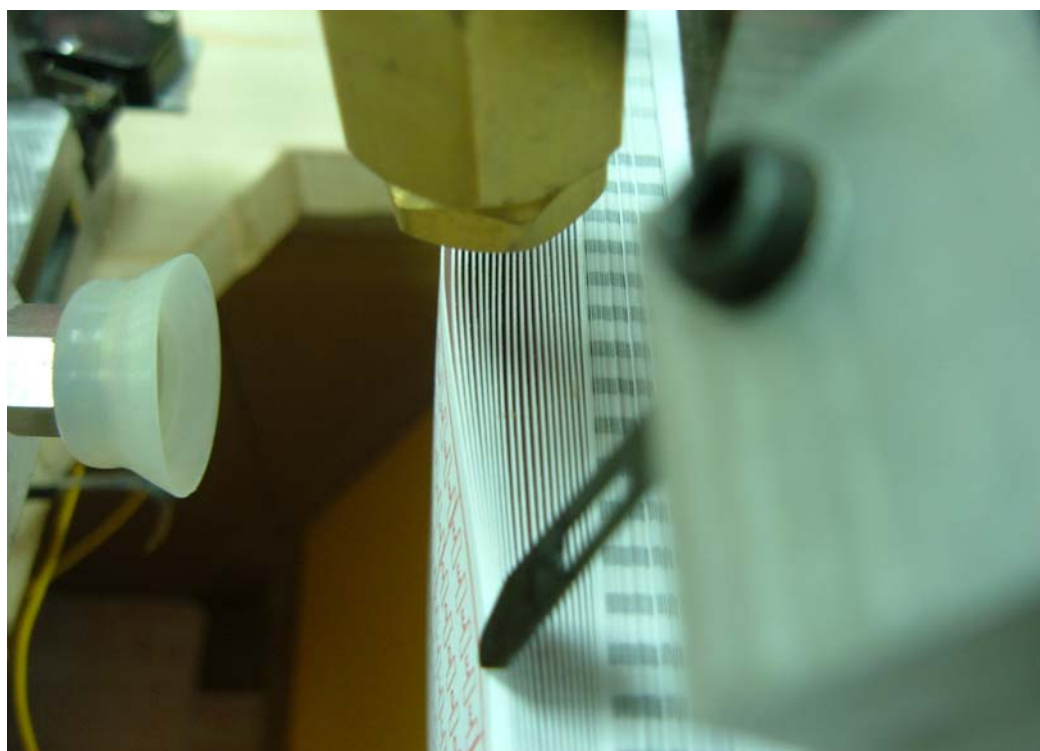
(二)、四連桿失敗原因：

按設計規畫，四連桿在接觸到紙張時，不能再前進，只能往中間內縮，但是因平台往前的距離大於四連桿內縮而往後的距離，造成四連桿擠壓紙匣後退達 4-5mm 紙張擠壓嚴重導致無法分離紙張。四連桿也因為其運動時阻力較大，會造成氣缸速度變慢。

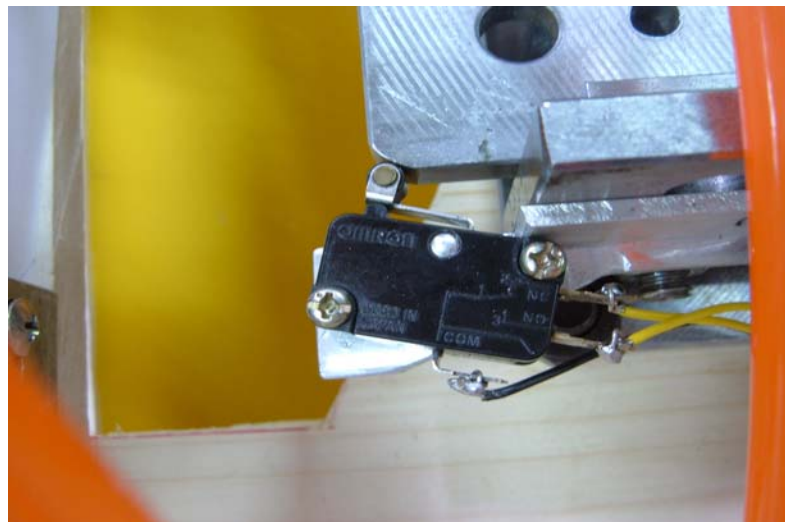
(三)、真空吸盤位置應在答案卡垂直位置接近上緣部位，吸取最順暢，若將之移到中間時，吸取二張的機會大增，其原因乃真空吸盤在紙張上緣吸附時，讓紙張變形產生凹凸的空隙，空氣足以灌入紙張間。



(四)、撥紙片頂端應放置於距離答案卡前方 2-3mm 處，噴嘴噴氣時，能將答案卡吹離，



- (五)、吹嘴若是圓孔，吹出來的間隙不一致，而且接近圓孔中心的答案卡間隙較大，圓孔外緣答案卡間隙較小。圓孔直徑若大於 2mm，會因為空氣壓縮機進氣量小於出氣量，造成壓力不足。
- (六)、氣缸來回速度大於每分 250 次時，會因為答案卡還來不及掉落，又被吸盤吸著，因此本機最快速度是每秒可算取四張答案卡。本校教務處伯伯算 40 張答案卡需 24 秒鐘。
- (七)、氣缸前進至一半行程時，觸及極限開關，使電磁閥激磁，將壓縮空氣送至真空產生器讓吸盤產生真空吸力，後退至一半行程時，將真空吸力解除。



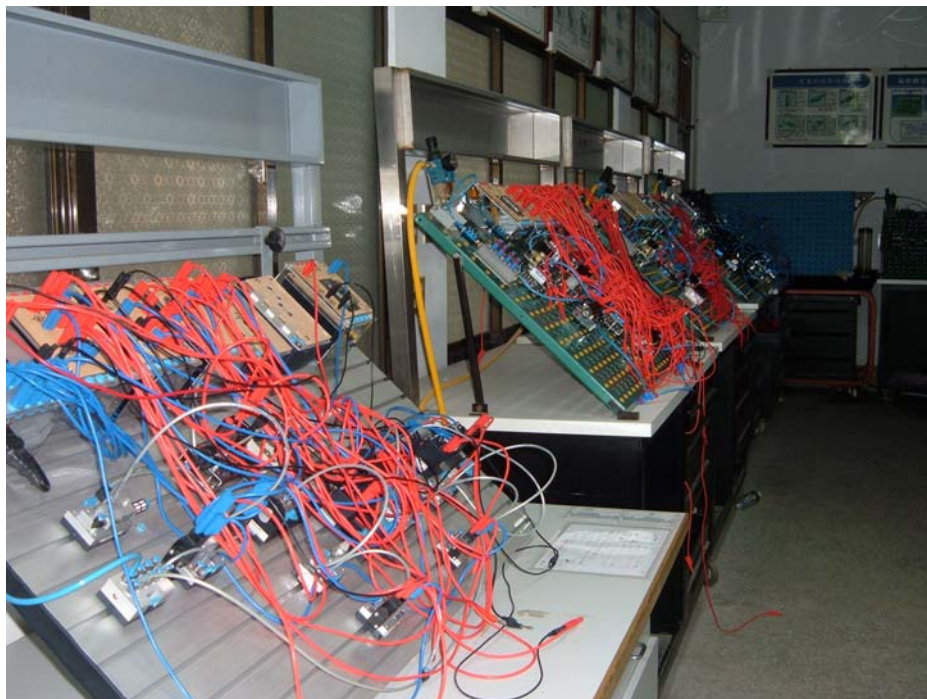
- (八) 紙匣內答案卡前進是由配重鐵塊產生拉力，配重無關吸取單張或多張之因素。

八、結論：

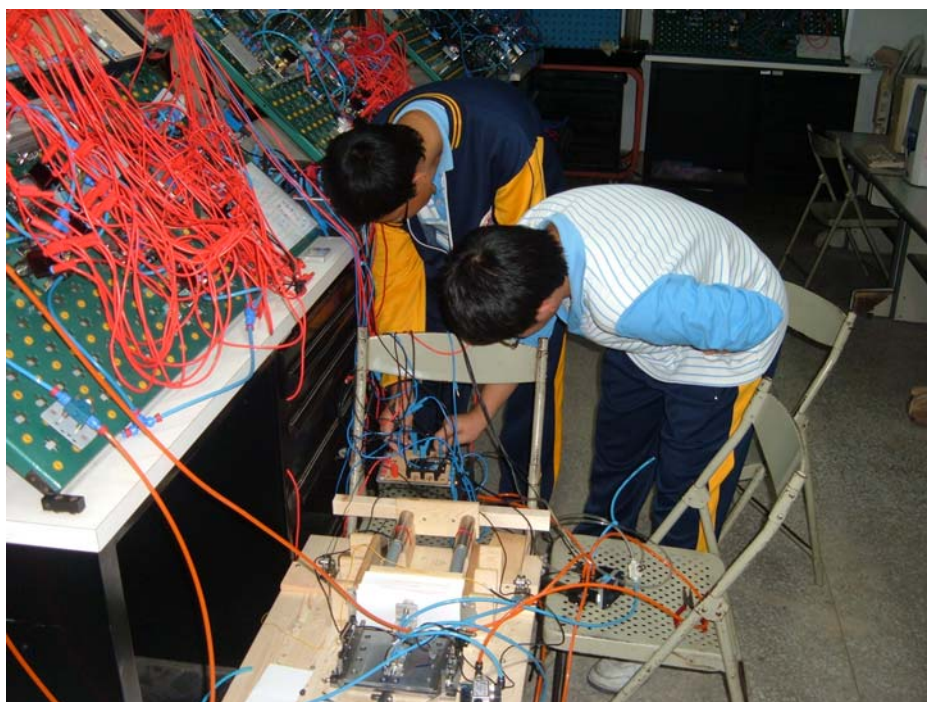
- (一)、用氣壓控制來吸取紙張是非常可行、精準，快速。要精確吸取紙張不只是吸盤，還要有吹嘴將紙張吹開，並且還要加裝撥紙片，三項裝備齊全後，即可快速達成計算所需答案卡的需求
- (二)、本成品除了鐵塊，螺絲，木材以外，全是學校現有的設備，成本低廉，只約需二三仟元左右，和市面上昂貴的數紙機比較，好比小蝦米對抗大鯨魚，況且計算速度比那些機器還快。

九、參考資料及其他

許宗銘著 液氣壓概論 台科大圖書股份有限公司
李榮華著 機件原理 龍騰文化事業公司



本科氣油壓教學面版



實驗過程

【評 語】

090906 氣壓式答案卡計數機

1. 利用校內設備和氣壓技術來實際改善人工計算答案卡之困擾，主題和教材之相關性高。
2. 製造各種零組件時，無論在加工，組裝，測試均需要較多人力來分工和協調，充份發揮團隊合作精神。
3. 學術創意上還有努力之空間。