

一、前言

ST-4 是 SBIG 的老產品，雖然早已停產但是很棒，主要的誘人功能是免電腦自動導星，因為程式都已經寫在硬體裡面。

之外，ST-4 仍然可以作為照相用 CCD，不但可以很快的讓我們獲得一張數位化影像，更由於它影像尺寸極小，很容易就使人感到不足，進而想要去嘗試大尺寸的感光方案，例如底片、大尺寸 CCD。

ST-4 已經買不到了，就連 ST-V、ST7 這些產品也早已告別市場，SBIG 現役產品是 SG-4 以及 ST-i，據說也非常好用。



圖 1.1 SG-4，據說很棒

二、ST-4 性能諸元與周邊

	
<p>圖 2.1 CCD 本體 192 x 165 像素 等效 ISO 20000 感光晶片</p>	<p>圖 2.2 控制盒 共有四個接口，注意使用時非常燙，如在平地，建議留心散熱問題以免用久了可能當機。</p>



圖 2.3 電腦接線 RS-232

其實只有三個針腳有作用，也就是 PIN2、PIN3、PIN5，分別是 RXD、TXD 跟 GND。

圖 2.4 自動導星接線 Relay

此線需自製以連接各種赤道儀，他的 relay 訊號後來成為標準，一般稱之為 ST4 標準訊號，+X +Y -X -Y 以及 GND

圖 2.5 電源線，DC 14V

圖 2.6 整流器，AC 110V 60Hz→DC 14V

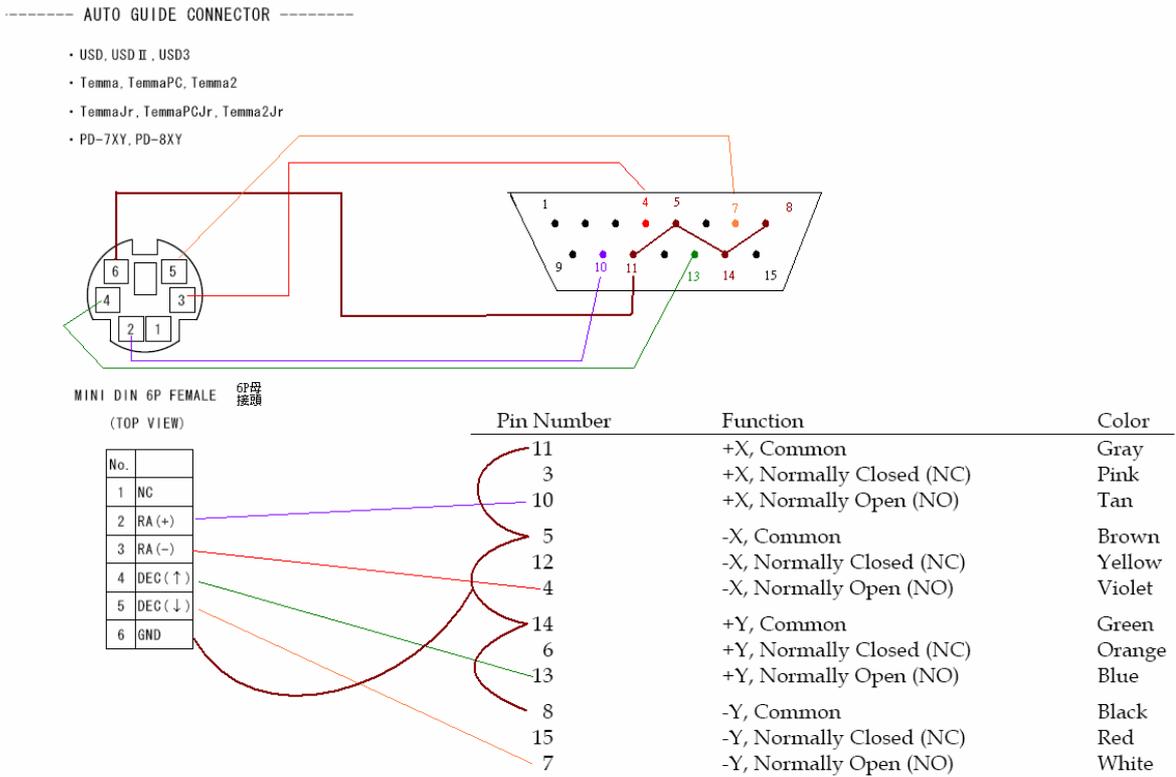


圖 2.7 ST4 relay 接線信號圖

圖中範例接法為高橋 USD3 系統，為 PS/2 的 6P 頭

三、硬體連結與使用要領

建議的事前準備

不管是想要用 ST-4 做什麼，使用前，望遠鏡與尋星鏡的平行很重要！確實的平行可以幫助你確定星點在視野裡，由於 ST-4 的晶片面積很小，因此必須準確的讓目標落在視野中央，才有可能進入 CCD 的影像之中。

另一個小問題是 CCD 晶片方向，這看起來不重要，但實際上在拍攝測試時，你或許會了解到：『將影像的上下左右分別調整成赤經赤緯方向』，將會是一件很方便的事情；架設儀器時，可以依據 CCD 背面的標籤來判斷 CCD 的晶片之上下左右，在正式的天文影像裡，影像上方就是北邊。

按照原廠的表示圖，我們可以把標籤放到「南」邊的位置。

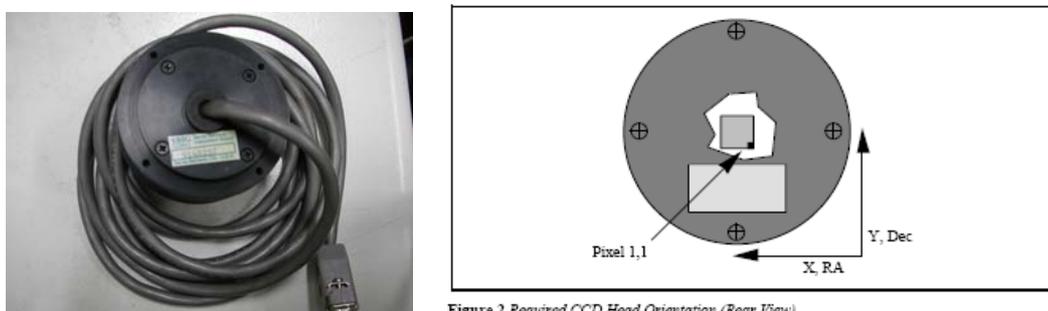


圖 3.1 由標籤位置可以判斷 CCD 晶片方向

硬體確認與連結

首先確定上面所說的周邊接線都有，如果有缺...嗯...麻煩勤勞點，想辦法補齊吧！會的人可以按照上面的訊息自己 DIY 做出來，不會、不熟的人請考慮寫信給永光、水星儀器或是星星工廠之類的專家們，請他們幫忙補齊(當然你要付錢...)

電源部分，可用直流DC14V(電極紅(+)與黑(-)不要接錯!)或是接整流器來使用交流電源，依序接上電源、CCD本體、連接電腦的RS232 以及relay訊號線。

接上電源後要等一陣子讓 CCD 穩定，類似暖機的動作，根據無法保證的無名經驗顯示，ST-4 似乎越長時間沒有用，所需的暖機時間就越長，等到 LED 上的數字開始隨機不規則變化後，應該就是穩定了；而準確的判斷方法是拍一幅暗電流畫面，看看暗流畫面是不是正常的，然後再測試感光看看是否線性，正常的暗電流畫面數值大約 32~34，且某一個角落會偏亮。

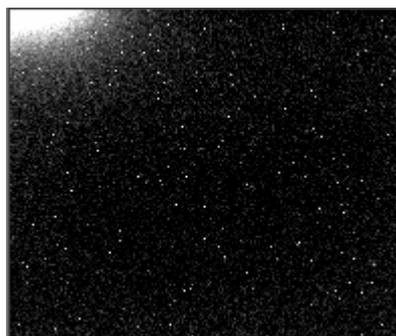


圖 3.2 典型的暗電流



圖 3.3 四大功能的按鈕在控制盒左側

四、ST-4 不用電腦自動導星快速上手

ST-4 自動導星可以完全不需要電腦，此時導星的相關運算都會由控制盒進行，這裡僅介紹快速的上手法則，但你會需要用到詳細的細部設定，這個需詳閱 ST-4 的原廠操作手冊，永光儀器有翻譯中文版可參考。

主要四大步驟，取暗電流、對焦、校正方位、追蹤，

第一步，取暗電流(Take Dark Frame)

取暗電流是第一步，按下之後，控制盒會擷取暗電流並存在其記憶體中，凡是曝光設定改變後，都必須重新擷取暗電流，例如曝光秒數改變，或是切換成超敏感模式...等等。

第二步，對焦(Find and Focus)

然後是對焦，講解對焦前必須先說明控制盒 LED 上數字的意義，在剛接上電源後，LED 會先秀出 Fr 4 的字樣，表示其韌體版本，Fr 4 是最後一版，之後就會是三個數字不停的閃爍，最左邊的數字是亮度的百分比，0~99%，所以 99 就是代表飽和了，右邊兩個數字代表的是在感光晶片上的座標，總合來說這三個數字代表的是最亮那個像元的亮度以及座標。

ST-4 將不停的曝光(以你所設定的秒數)，送出資訊到 LED 上，預設曝光秒數是一秒，所以數字會不停的閃，怎麼對焦呢？就是不斷轉動對焦座，調整到亮度百分比最大，但又不得為 99，因為如果是像元飽和的情況下，即使有更多的光子進入，數字也依然是 99，所以這數字便不能準確代表進光量，此時要設法減低曝光秒數，按 MENU 後，找到 EA 選單，按 ADJUST 調整秒數，ST-4 控制盒可供調整的秒數為 0.1 ~ 20 秒，曝光秒數調整後，記得重新取暗電流，才繼續進行對焦，其餘選單的功能請參考 ST-4 操作手冊，你會用到的。

其實，如果你事先就完成這項功課，用電腦仔細的對好焦距，並用鉛筆之類的，在鏡筒或目鏡上劃好記號，在山上就直接使用記號來設置對焦，如此既有效而且準確、不浪費時間，會這樣說是因為，你每次上山不一定是好的晴天，當天山上的天氣可能不夠好，如果不是用電腦對焦的話，意味著沒有星點的影像可以看，只能看著 ST4 閃爍的數字來參考，如此條件下所對到的焦距不一定夠好。

第三步，校正馬達的移動(Calibrate Drive)

對焦沒問題後，下一步就是校正方位，第三個鈕按下後，ST-4 控制盒裡，四個方向的繼電器會輪流動作，送出四個方向的 relay 訊號±X、±Y，然後控制盒會紀錄每個繼電器動作一次時星點的漂移量，此時我們也必須看著那個最亮點的座標，是不是合理的往四個方向各自跑了差不多的距離，假如動得太多，造成星點跑出影像範圍之外，那我們就必須調整每次修正量的大小。

調整細節請詳閱 ST-4 操作手冊，參數包含 EA 曝光時間、b 增感、bA、C1C2 馬達跑的時間、H1H2 越過齒輪游隙所需時間、AA 平均影像的張需...等等。

第四步，追蹤(Track)

當上述三步都沒問題後，就按下最底下的 Track，開始自動導星，ST-4 將會

按照你所設定的曝光時間不斷的曝光後，扣減相對應的暗電流畫面，然後計算星點否有漂移，若有漂移，再依據第三步求得的漂移方向與修正量關係去對馬達下修正指令。

設定的修正頻率不必過於頻繁，理由很多，因為星點細微的偏移很可能只是大氣造成的，星點可能只是在附近一兩個像元打轉，結果 ST-4 拼命讀，一有偏移量就下令給馬達做修正，機器雖然應該不會累，但是這樣修正並不會對照片有多大助益，反而加重馬達的損耗以及儀器系統的不穩定。

此外，如果你的極軸對正得宜，星點絕不該在十幾分鐘至半小時的時間就漂離視野，假如這麼快星點就漂離視野，你應考慮修正極軸，而非將 ST-4 的修正頻率提高，因為不準的極軸將造成像場旋轉現象使你的照片照樣拖線，這不是用導星可以修正的，唯一的方法是把極軸弄更準。

調整參數 AA 也對於過度修正的問題有幫助，假如 AA 是 1，就是每拍攝一張照片就修正一次，AA 是 3 的話，則是拍三張照片，並且平均後，用平均的結果來作修正。

五、ST-4 電腦自動導星快速上手

其實，初次進入自動導星的世界時，還是用電腦比較好！真的！有電腦可以清楚而且正確的對好焦，有利於導星過程的精確度，有電腦可以看到星點，會感到十分的安心！XDDD 等到熟悉了這些變化跟操作之後，你就會發現，單靠 ST4 提供的數字的確足夠，但是如果你對於導星程序不熟、望遠鏡赤道儀性能不了解的話，你就無法只靠 ST4 的數字掌握整體狀況。

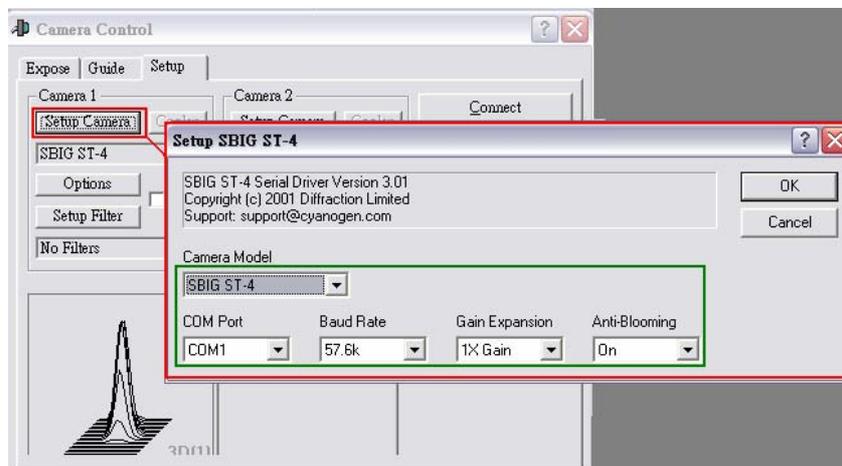
首先你當然要準備好一台電腦跟一套支援 ST4 自動導星的軟體，例如 CCDTRACK 或 Maxim DL，以下用 Maxim DL 5.3 作為過程範例。

第一步，開啓 CCD：

在硬體上連結好之後，打開 Maxim DL 的 CCD 控制選項。



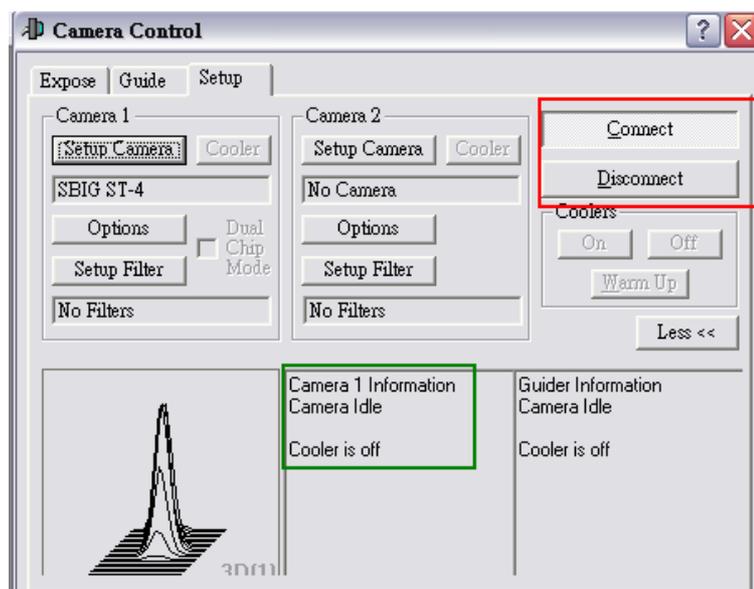
↓↓↓ 會出現如下的選單視窗



按下 Setup Camera，並選擇 CCD 為 ST4，注意選擇正確的 COM Port，假如你的 CCD 連結在桌上型電腦的 COM Port 上，那多半會是 COM 1、COM 2 沒有問題。但假如你採用 USB 轉 RS232 這類轉接線，那該轉接線會把 COM Port 模擬在哪一個 COM 就不知道了，必須打開裝置管理員看看。

第二步，調整所需參數並連結：

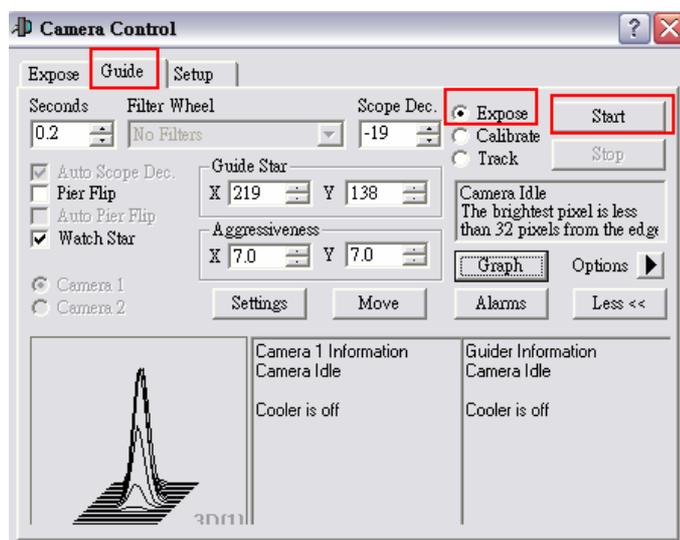
其他的數值都用預設的就可以了，按下 OK 回到 CCD 控制視窗，按下 Connect，就應該可以成功連結到 CCD 了，成功的話 MaximDL 不會顯示任何錯誤訊息，並且會顯示 Camera Idle 的訊息，如下圖綠色框處。



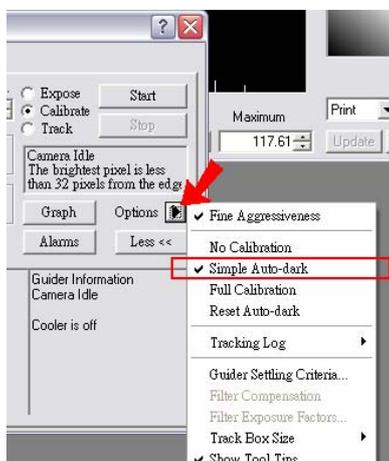
如果你夠無聊，可以按下 Cooler ON，不過因為 ST4 致冷晶片是接電就啟動，不能控制溫度，所以按了也沒用，但是你當然可以設定-30 度自爽一下 XD

第三步，簡單的拍照測試：

這裡假設你已經對好焦距囉！請從 Setup 分頁跳到 Guide 分頁，確定在 Expose(試拍模式)，然後按下 Start，它就會試拍一張照片。

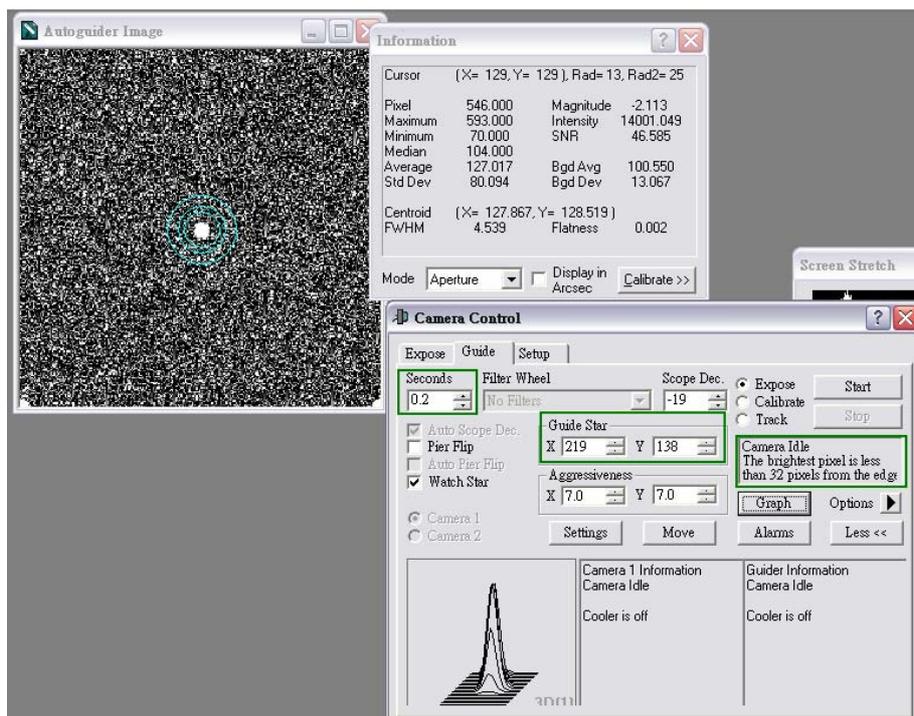


第一次按下拍照時，Maxim DL會跳出視窗請你先蓋上鏡筒蓋，你蓋上鏡筒蓋並按下OK，Maxim DL會拍一張暗電流，之後又會再請你打開鏡筒蓋，並在你按下OK後拍一張星星。假如沒出現這個提醒Maxim DL就直接拍星星了，表示現在的系統設定是不會自動扣減暗電流，這樣不好，可能會增加之後星點偏移計算的誤差，請調整之，調整的地方如下圖：



在 Options 的地方按下箭頭圖示，出現小選單，選擇 Simple Auto-dark，至於 Full Calibration 會如何修正影像就不知道了，總之每次嘗試都失敗 Orz...

成功拍照並且自動扣減暗電流之後，你就得到一張實驗性質的照片了。



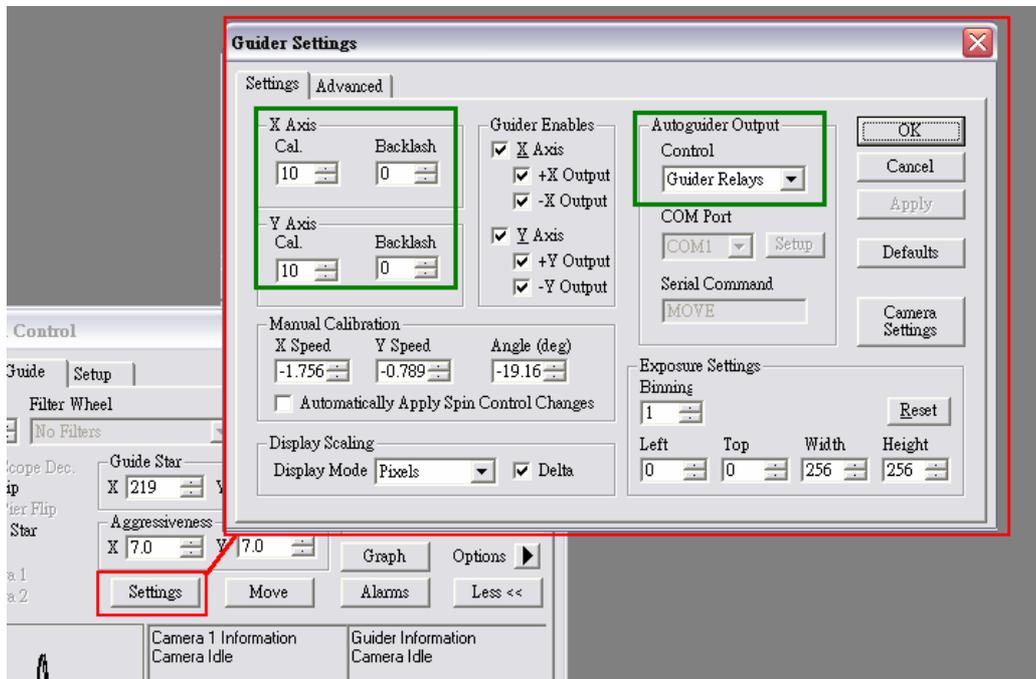
這個範例照片內是有星點，程式將自動的找到他所認為的星星的座標，並且顯示在上圖的綠格子框起來的地方，你可以自行調整，或者直接把滑鼠移動到星點上，並且按一下左鍵，滑鼠所在的座標數值會自動填入。

或是你不滿意星點數值，太亮或是太暗，請調整曝光秒數。

重複的拍照，直到你滿意為止，然後進入下一步的馬達調整。

第四步，relay 參數的設定：

按下 CCD 控制視窗上的 Settings，來調整這一步驟所需要的各參數，會跳出導星設定(Guiders Settings)的視窗，主要需要注意的如下圖綠色框的兩處：



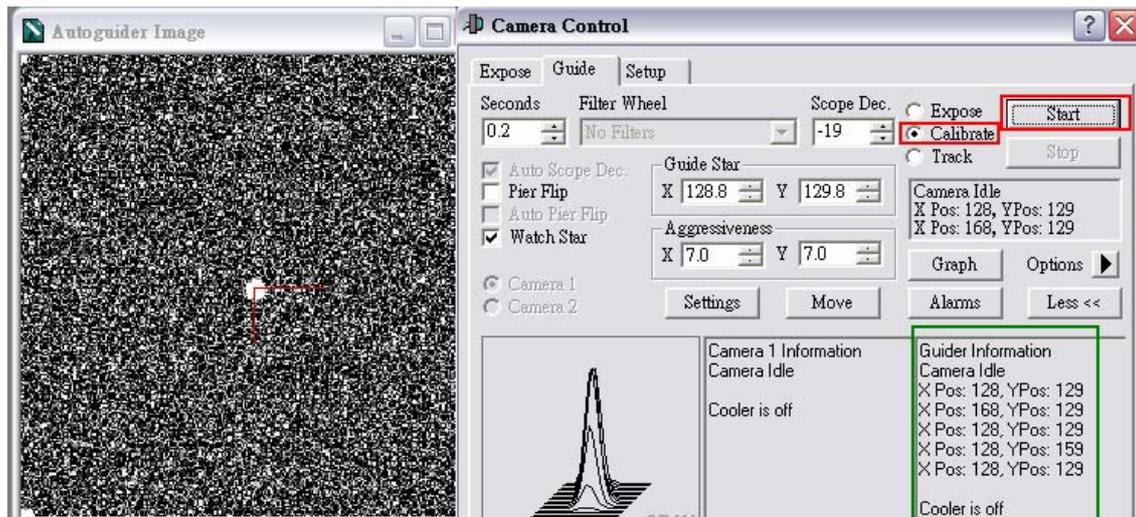
X Axis 的 Cal. 代表的是每次馬達在 X 方向走動的時間秒數，如上圖設定 10 的話，代表等一下你按下開始校正時，ST4 會輪流在+X 跟-X 方向各走 10 秒，Y Axis 同理。

Backlash 翻譯是齒輪的游隙，就是說，假設原本馬達向+X 走，突然要向-X 迴轉，這時因為齒輪的空隙，會有一小段時間的空轉，這個空轉的時間秒數，就是你要在 Backlash 空格內填上的數字，如果你懶得搞懂，可以設定為 0，因為即使真的有 Backlash 發生，你設定 0 代表修正量不足，那就是會多修幾次而已，在理論上來說，不會影響結果(實際上就...很難說了喔！畢竟儀器跟天氣都不是完美的)

最後是注意一下 Autoguider Output，由於我們是要讓 ST4 直接送訊號給赤道儀，因此要選 Guider Relay(舊版稱 Camera Relay)，表示訊號是從導星設備送出，而不是電腦送出。其餘參數可以暫時不理會，並使用預設值，等到熟練之後，就可以調整看看會有什麼狀況，那個 Manual Calibration 的參數不用調整，當你測試完畢之後它會自己填入。

第五步，Calibrate：

先確定你的模式已經從 Exopse 切換到 Calibrate 了，如下圖紅色框處。不然你按下 Start，Maxim DL 只會再拍一張照片給你喔！XD



按下 Start，它會進行校正步驟：

- (1) 拍第一張照片，並顯示星點位置在如上圖的綠色框處。
- (2) 往+X 方向移動，移動的秒數就是你在 Settings 選單內 X、Y Axis 的 Cal. 格子內所設定的秒數。
- (3) 拍第二張照片，並顯示新的座標，而且你會看到左圖的照片上，出現一條紅色的線，代表位移的量。
- (4) 往-X 方向移動。
- (5) 拍第三張照片，並顯示新的座標與位移(此時理論上應該移回原位)
- (6) 往+Y 方向移動。
- (7) 拍第四張照片，並顯示新的座標與位移。
- (8) 往-Y 方向移動。
- (9) 拍第五張照片，並顯示新的座標與位移。

在這個過程裡面，每次的移動，你都可以聽見繼電器的開跟關的聲音，總共應該聽見八響才對，除非秒數太短，開關的兩聲重疊。跑完之後，來檢查一下結果，也就是上圖綠色框的地方，看看都位移了多少像元，而你是否滿意？

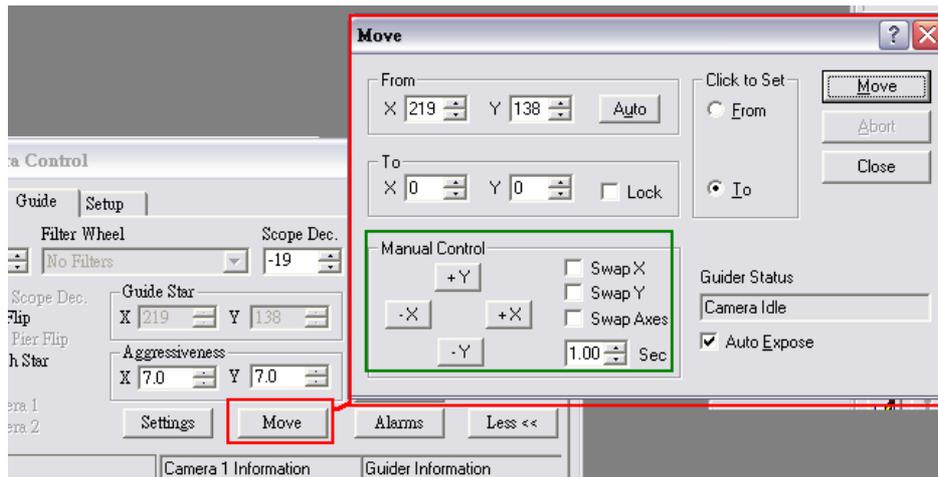
至於在這個校正步驟內究竟該位移多少比較好嘛...坦白說我也不知道，但是我們可以自行推測出一個合理值。

長度越長當然越好啦！因為走的秒數多，距離長，越能平均掉誤差，比方說你的馬達也許每次起始跟結束都有不太相等的加速度，那當然需要走長一點，然後取平均值啦！平均下來的量，我們在統計上相信它比較準確。

但是總有個上限吧？我想這個上限大概是 1/2 邊長吧！假設你把星星放在中間，要是給星點跑 1/2 邊長那不就跑出視野了？

所以合理值或許可以考慮放在 1/4~1/8 邊長左右，以 ST4 的 192x165 來說， $165/8 \sim 20.5$ 、 $165/4 \sim 41$ ，所以我想，讓星點跑個 20~40 個像元，應該是不錯的選擇！

至於要跑幾秒，才會到達 20~40 個像元呢？你可以打開手動測試選單 Move，如下圖所示：



先確定旁邊的 Auto-Expose 已經勾選，這樣每次位移之後會自動照相看結果。然後點選選單左下角的 +X，Maxim DL 會讓 ST4 送一個+X 方向的 relay 訊號給赤道儀，而走的秒數在旁邊空格設定，預設值是一秒。

走完後，自動拍攝的照片就可以讓你知道，+X 方向走一秒，會在照片上面移動多少像元？

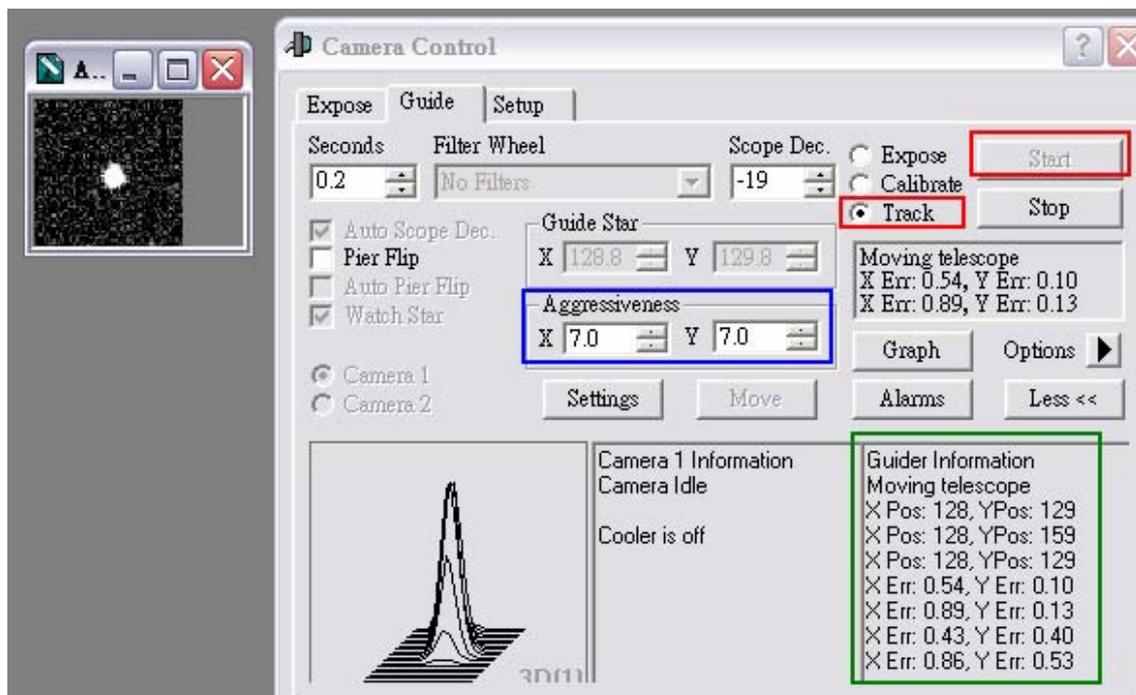
你應當多測試幾次，看看是不是每次都走的一樣？

然後你應該要往回走，測試 Backlash 需要多少秒才能越過？

來來回回的走，看看有沒有不合理的位移產生？例如平衡沒有做好，這裡的結果應該會很怪，某方向會特別多或是特別少。

第六步，開始 Track：

選擇 Track 模式，如下圖紅色框處，並按下 Start，它們就會開始工作了。不斷的曝光，並且把每次的結果顯示出來，如下圖綠色框處：



另外你可能會用到的參數是 Aggressiveness，參考上圖藍色框處，從 0.0~10.0，

表示每次馬達的修正量的百分比，10.0 代表 100%，也就是說呢...假設你把 Aggressiveness 設定為 7.2，星點偏移為 1 個像元的話，馬達會收到 0.72 像元的修正量(也就是 72%)。

然後你就可以快樂的開始自動導星，並且一直聽見繼電器啪啪響。

第七步，進階調整：

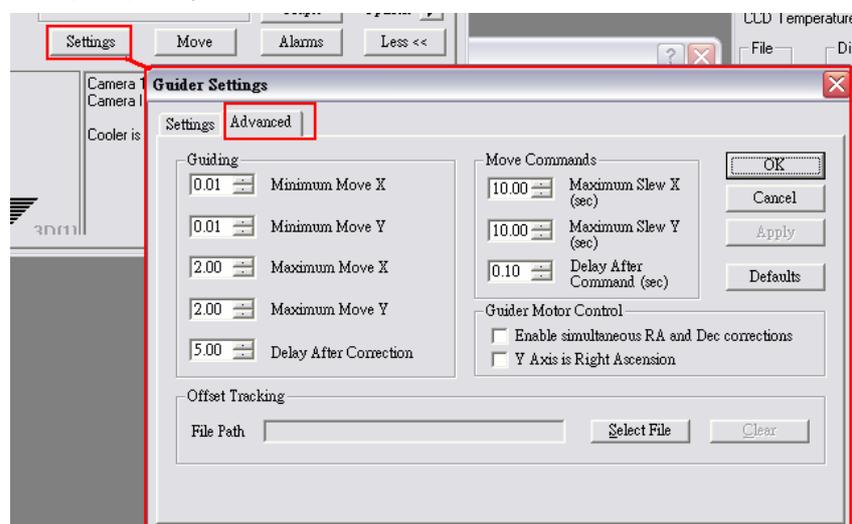
在第六步的最後一句話其實很有問題，它代表了可能存在的過度修正問題，假設你的極軸 OK、望遠鏡跟雲台的機械結構也都強壯沒問題，那馬達修正的頻率其實不應該太頻繁，即使視相度(Seeing)不好，因為大氣的擾動造成星點會在原地小小的打轉來回，你也應該要修改設定，讓 ST4 懂得忽略這種不存在的追星誤差，而不是頻繁的送出無意義的修正訊號。

此外，CCD 影像也可能存在雜訊或干擾，這種訊號只會出現一次但卻會讓 ST4 誤判，造成過度修正。

過度修正沒有任何好處，雖然從理論上來說，下一次馬達還是會修正回原處，但是赤道儀卻處經常性的來回移動，可能增加機械磨損，也可能造成整體架台一直微微晃動，而且要是你的 Backlash 設定不夠精確，那馬達每回轉一次，你的實際影像就又遠離了原處一點。

廢話太多了，總之，當你終於上手了自動導星，而且使用無誤後，進階級的問題就會變成：如何避免過度修正。

最基本的方法如下，你可以先停掉 Track，並按下 Settings，並找到 Advanced 這個分頁，如下圖紅色框處：



左手邊可以設定最大跟最小的修正量，尤其是最小修正量，應該每次天氣跟拍攝條件都不同才是，你得避免 Seeing 不佳的干擾，但是又必須保有一定的追蹤精度。最小修正量設定的太小，你就會聽到繼電器一直響，但是顯示的 Err 卻只在原地徘徊，換句話說就是一直在做白工。

六、ST-4 攝影快速上手

要用 ST-4 當 CCD 相機就一定要用電腦囉...沒聽說過哪款 CCD 先進到可以把影像存在微型硬碟的，更何況那並不實際，難道你希望等回家時才踩腳發現辛苦一晚，其實什麼鬼都沒拍到嗎？

由於 ST-4 是早期產品，所以軟體支援相對的少一些，SBIG 公司有出一款軟體 CCDOPS，統一了該公司多款 CCD 產品，卻對 ST-4 沒有支援，目前本說明書因為懶惰所以並不打算提供所有可以使用 ST-4 的軟體說明，僅提供幾款軟體的使用說明，大致分兩種，自由免費軟體與付費軟體：

免費軟體

1. 原廠程式：包含原廠提供的 DOS 程式 CCD.exe 以及 MAC 程式 ccd.hpx，兩者都是可直接執行的二元檔，DOS 程式至 Windows XP 都還可以執行並使用，但 Windows 2000 上，滑鼠無法作用在 CCD.exe 程式上，要靠鍵盤操作，介面十分的樸素，CCD.exe 一直要更新到 Windows XP 的 SP3 以後，滑鼠就又可以用了，至於 Vista 或是 Windows 7 則沒有嘗試過。

功能方面，主要就是靠 Grab 這個選項來做曝光，可以把影像彩色化，但是不是真的顏色，而是把顏色變化的表示方法從灰階換成彩色，然後有一些幾單的曝光選項可以用，沒有其他諸如導星之類的。

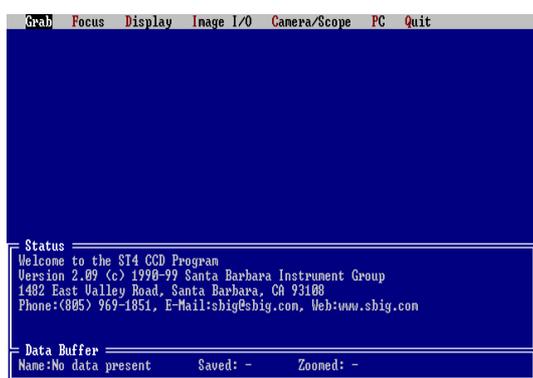


圖 6. DOS 原廠程式介面

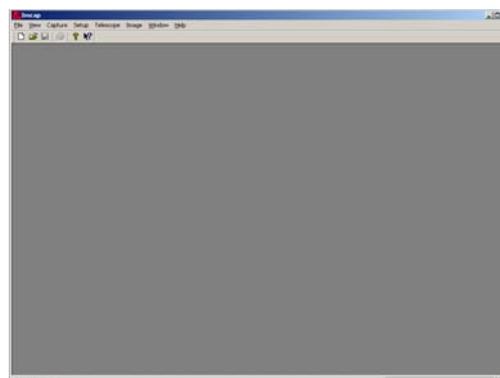


圖 7. ImCap 程式介面

2. ImCap：是以 Windows 98 為發展平台，不過在 Windows XP SP2 以前的平台皆可使用，由 Anderson 先生所發展，軟體並不是特別針對 ST-4 所寫，但這是免費的 Windows 程式中，唯一支援 ST-4 的，最大好處是它具備圖形化介面，且可以在 Windows 2000 與 XP 下順利使用，軟體還可以操作 LX 200 望遠鏡系統。

主要靠 Setup 功能設定 CCD、Capture 功能擷取畫面，此外，這個軟體可以存 fits 格式與 bmp 格式的圖檔。

以上兩款軟體在剛啟動的時候會立即掃描 COM1 Port 檢查有沒有 CCD 連結，所以在啟動軟體前記得先連接好相機，DOS 程式沒辦法改 RS232 的裝置號碼，ImCap 好像也不行。

付費軟體

1. CCDSOFT

好像是跟 The Sky 同一公司，可以支援相當多種類的 CCD，但是因為本說明書懶得研究，所以就只介紹這樣！XD

2. Maxim DL

Maxim DL 功能豐富，此處以 Ver 3.07 版為主，只概略介紹 CCD 操作相關的功能，至於檢視剖析影像、影像運算、CCD 影像基本處理與三色合成等等強大功能跳過，社上有幾本碩士論文有談到相關的知識，如暗電流平場，請先閱讀。

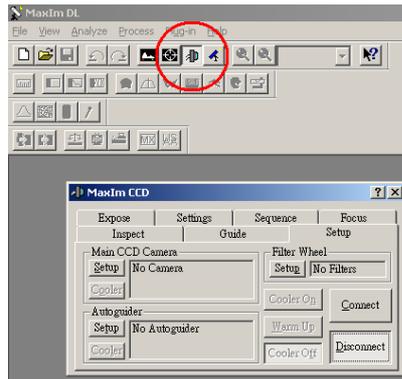


圖 8. CCD 操作選單

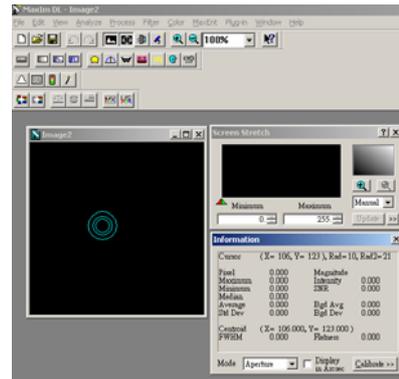


圖 9. 影像剖析相關選單

CCD 操作，首先請呼叫出 CCD Setup 的選單，主要會用到的包含 Setup、Expose、Sequence、Focus。

首先當然是正確連結 ST-4 硬體並接電源，並等待 CCD 穩定；點選 Setup，先選擇 CCD，於圖 8 上的紅圈處，選擇 ST-4 其他的用預設值即可，除了 COM Port 可能會需要調整(看你連的是哪一個 COM，或是你的 USB 線模擬了哪一個 COM)，然後按下綠色圈所在的 Connect 連結 CCD，如果連結成功會顯示出 No cooler control 的文字訊息，表示 ST-4 沒有冷卻溫度控制器，其他具備溫度控制的冷卻型 CCD 則會顯示出現在的 CCD 溫度，我們還必須設定冷卻溫度，並按下 Cooler on 的按鈕，讓 CCD 降溫。

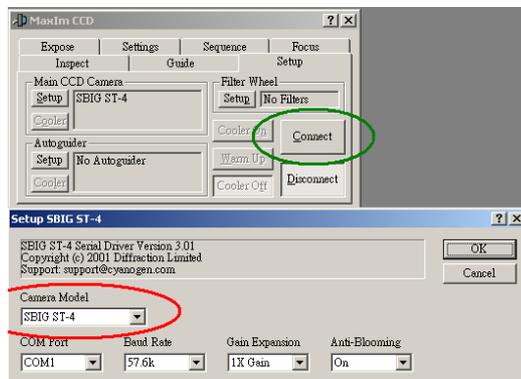


圖 10. Setup 選單

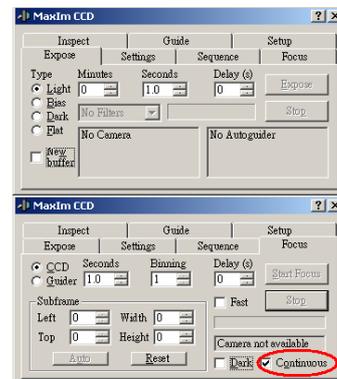


圖 11. Focus 與 Expose 選單

成功連結後，就可以先用 Expose 設定曝光條件，先曝個幾張試試看，五秒以上的暗電流如果能夠呈現類似圖 10 的樣子，那麼 CCD 基本上就是正常的了，Focus

選單提供你對焦模式，可勾選 Continuous，如圖 9.的紅圈處，ST-4 將會連續的曝光並輸出影像，此時轉動對焦座，設法將星點大小縮到最小，就完成對焦了。

對焦並測試基本拍攝沒問題後，你可能會想讓 CCD 自己去不停的拍，請點選 Sequence 選單，並點選 Setup 按鈕排定想進行的工作，如圖 11.，設定曝光型態、曝光時間、還可以加上濾鏡的編號(如 R、G、B，這裡只是會幫你將濾鏡資訊加到檔案名上)，甚至是兩張影像的時間間隔...等等都可在此設定，如果我們有加上濾鏡或是嘗試多種曝光條件、多個目標時，則可以善用這部分的功能來幫助自己區分與整理檔案。

設定好拍攝的排程後，回到 Sequence 選單，按 Start 開始拍攝，然後就可以去聊天喝茶吃宵夜了，對了...請不要忘記設定存檔的資料夾位置，下面的 Setup Path 按鈕可以設定，然後天亮時可別忘記拍 Flat。



圖 12. 暗電流標準型態

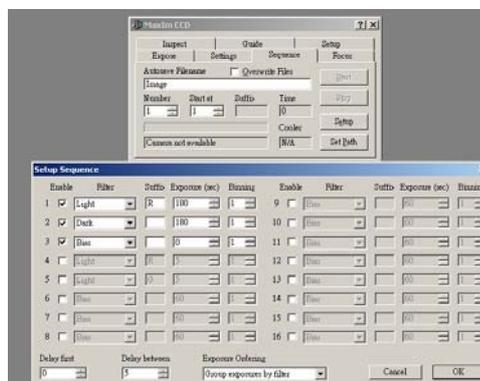


圖 13. Sequence Setup

七、FITS 影像格式簡介

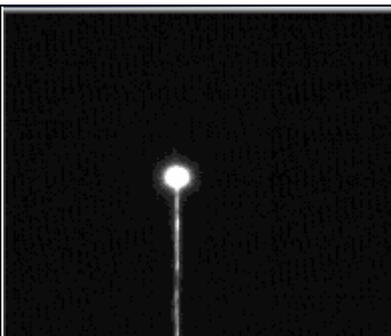
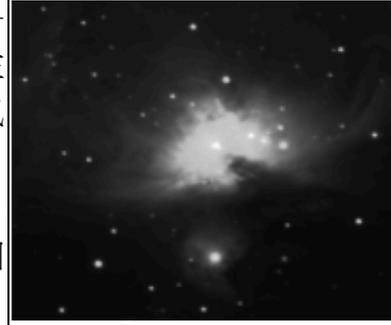
Flexible Image Transport System，簡寫為 FITS，是天文界的標準影像格式，它正確紀錄了影像的資訊，檔案的前 2880 個位元組稱為讀頭檔(Header)，可以用來紀錄影像的相關訊息，例如曝光時間、觀測時間、影像大小、影像型態等等，後面的部分就是每一個像元的資訊，隨著 CCD 的強弱，影像可以是 8 或 16 bit 型態，此外它可紀錄一到三維的影像，也可以在一個檔案內包含多張影像。

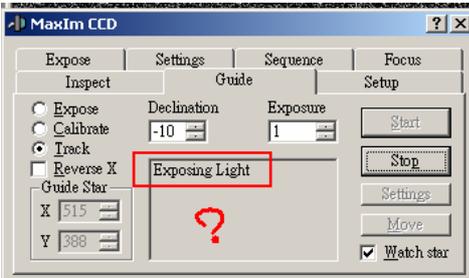
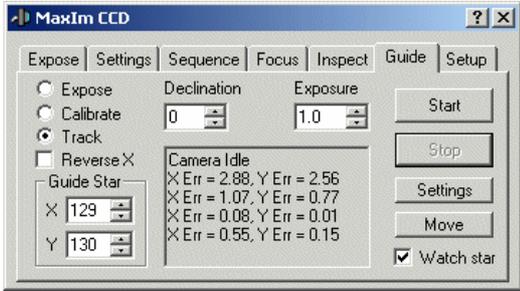
一般想處理 FITS 檔案可以採用 Maxim DL，而如果你用 Maxim DL 連結 ST-4 照相，也是預設存成 FITS 格式，原廠程式則可存為 FITS 或是 ST4 格式。

附錄、清大天文 ST-4 狀態

清大天文社有一組 ST-4，儀器序號是 9148237，屬學校財產，於 81 年以電腦費用購入(60,000 元)，曾經有學長將自動導星接線焊到 EM-10 控制盒，達成自動導星的功能，隨著年久，EM-10 壞掉，此外於 2000 年發現僅存控制盒與 CCD 本體，乃送永光儀器修理。

目前所知 ST-4 歷史狀態表：

年月	狀態	註記		
2000/	X	不太清楚狀況，ST-4 僅存控制盒與 CCD 本體		
2002/	9 月	✓	送永光儀器維修 \$8,200 (但修好後幾乎沒在用--)	
2004/	7 月	X	測試發現壞掉，控制盒無法過電，	
	10 月	✓	送永光維修完畢 \$6000(社友贊助)	
	12 月	✓	試拍織女星，以 EM-2 + GP80M 發現如果拍太亮的星，即使曝光時間極短，仍會產生如右圖的現象(傳說中的流血現象) 建議，即使是對焦時，也不要 用一等星對焦 觀測紀錄編號。 Inst.04-1	
2005		✓	暗電流測試，ST-4 暗電流必定如右圖，某一角偏亮(電子線路的熱所致) ST-4 偏壓數值約 34~36 ST-4 暗電流數值，兩分鐘數值約 60~75 Inst.05-1	
	10 月	✓	拜託星星工廠測試，控制盒似乎不甚聽話	
2006	9/28	✓	在新竹市區拍 M42，以 FS-60 + EM-2(95114)，右圖 以四十張左右合成，一張曝光 200 秒，雲氣結構相當不錯(這張看不出來) ST-4 當相機的曝光極限約 2.5~3 分鐘，更長的曝光時間動態範圍不大夠，影像糟糟的 觀測紀錄編號。 Deep.06-2	
	9/29	✓		
	10/14	?	迎新宿營想要用但整晚 CCD 反應都怪怪的，回來測試，接很久也不正常反應，後來接電六小時後，ST-4 正常了...感覺所需暖機時間好像越來越長。	
			後來就開不了機了 XD	

2007			
2009			送永光，後送 SBIG，不小心修好，只好付錢 \$15,000(社友贊助)，還幫我們換了個新外殼。
2010		√/?	<p>嘗試自製 relay 接線，並以 Maxim DL 嘗試自動導星。失敗，似乎在最後一步 Track 時，就只顯示 Exposing light 然後就不動了。</p>  <p>理論上應該會開始不斷曝光然後報告每次的誤差...，像這樣：</p>  <p>(這圖是抓 MaximDL 的 Help)</p>
2011	11/04	√	<p>重新製作一條比較可靠的線，再度嘗試自動導星。暫時卡在 Calibrate 這一步，有點摸不太清楚這一步要如何校正，以及還沒搞定 Backlash 的修正，紀錄問題如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 嘗試 Calibrate 時按下 Start，但是他移動完+X+Y 以後，突然不知道往哪個方向衝過去，然後星星也就跑出視野外了 2. 有一度用手動操作±X±Y 時，可以確認來回時會遇到 Backlash，問題是後來再次手動操作±X±Y 時，不知為何星點就沒有正常的來回移動了。 3. Track 時按下 Start，理論上應該會不斷的曝光跟出現 Err 報告，但是這次也沒有，有個印象是上次 Simulator 時，就可以在 Track 時正常的產生 Err 報告以及追蹤動作，但是這次在 Simulator 下也沒動作 Orz，改用 Maxim DL 5.3 版就可以，如果要的話還得把 ST4 的 dll 從第三版的資料夾複製過去第五版的。
	11/05	√	<p>應該可以自動導星了，主要是 3.07 版的自動導星有問題，換成 5.3 就可以工作了。</p> <p>今天多雲無星，因此用 LED 當星點，60S 望遠鏡上有微動雲</p>

			台，手動轉它來模擬 Calibrate 的過程，並將結果寫至增訂版的 ST4 導覽手冊。