

雷射立體校中儀

國中組應用科學科第一名

高雄縣阿蓮國民中學

作者：胡孟梅、鄭友森

指導教師：蕭富士、梁靜男

一、研究動機

在理化課老師介紹本校去年參加中華民國卅一屆中小學科展的作品後，對該作品產生興趣，時時請教老師有關該說明書中，所詳列光源與校中儀的偏差仍未改善，在老師的鼓勵下，致力於該項的研究，針對它的來龍去脈，一一地突破，使該作品達到盡善盡美。

二、研究目的

將原本以光圈中心線為校中基線，改進為以旋轉中心線為校中基線，使光源偏差消失，減少校中的偏差量，使該作品應用到機械、武器及測量等工程時能產生更理想的效果。

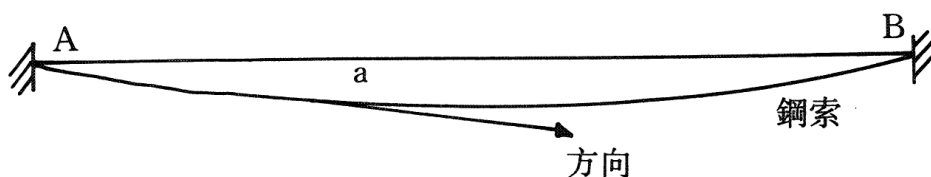
三、研究設備

- (一)雷射立體校中儀兩台。
- (二)模擬機械兩台與模擬微調架壹台。
- (三)畫圖儀器、放大鏡、綠色透明紙。

四、應用原理

以機械軸的旋轉中心達成空間四點共線。

- (一)空間 ABCD 四點，當 AB 之延長線通過 C (或 D) 點，同時 CD 之延長線通過 A (或 B 點)，則 ABCD 四點共線。
- (二)光線係能源非物質，不受地球引力的影響，而且直線進行；除光線外，任何物質當標準線例如細鋼絲、尼龍絲皆因本身具有質量，受地球引力後在固定點 AB 間產生拋物線，如圖：



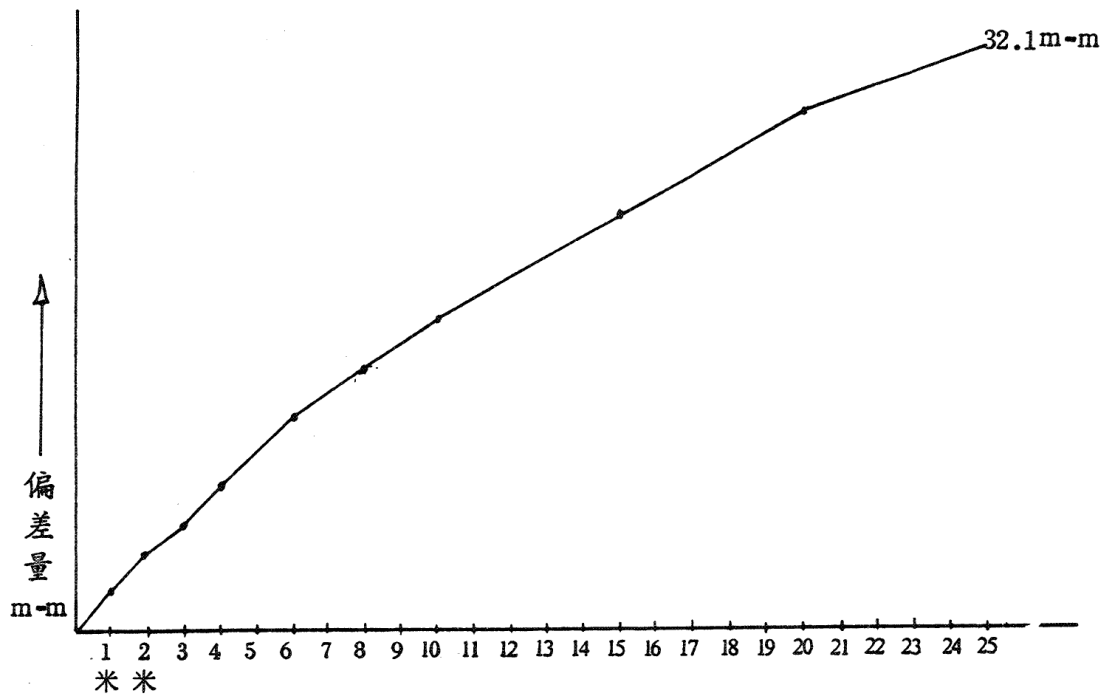
鋼索上的任何點皆不在 AB 線上，因此傳統式的校中法，其誤差不但太大，而且簡直無法控制。

(三)緊密度的應用：欲找尋軸徑或孔徑的中心線，可採用緊密度將雷射立體校中儀安裝在軸或孔上，即可找到中心線，也就是裝具內「看中孔」的聯線。

五、研究過程或方法

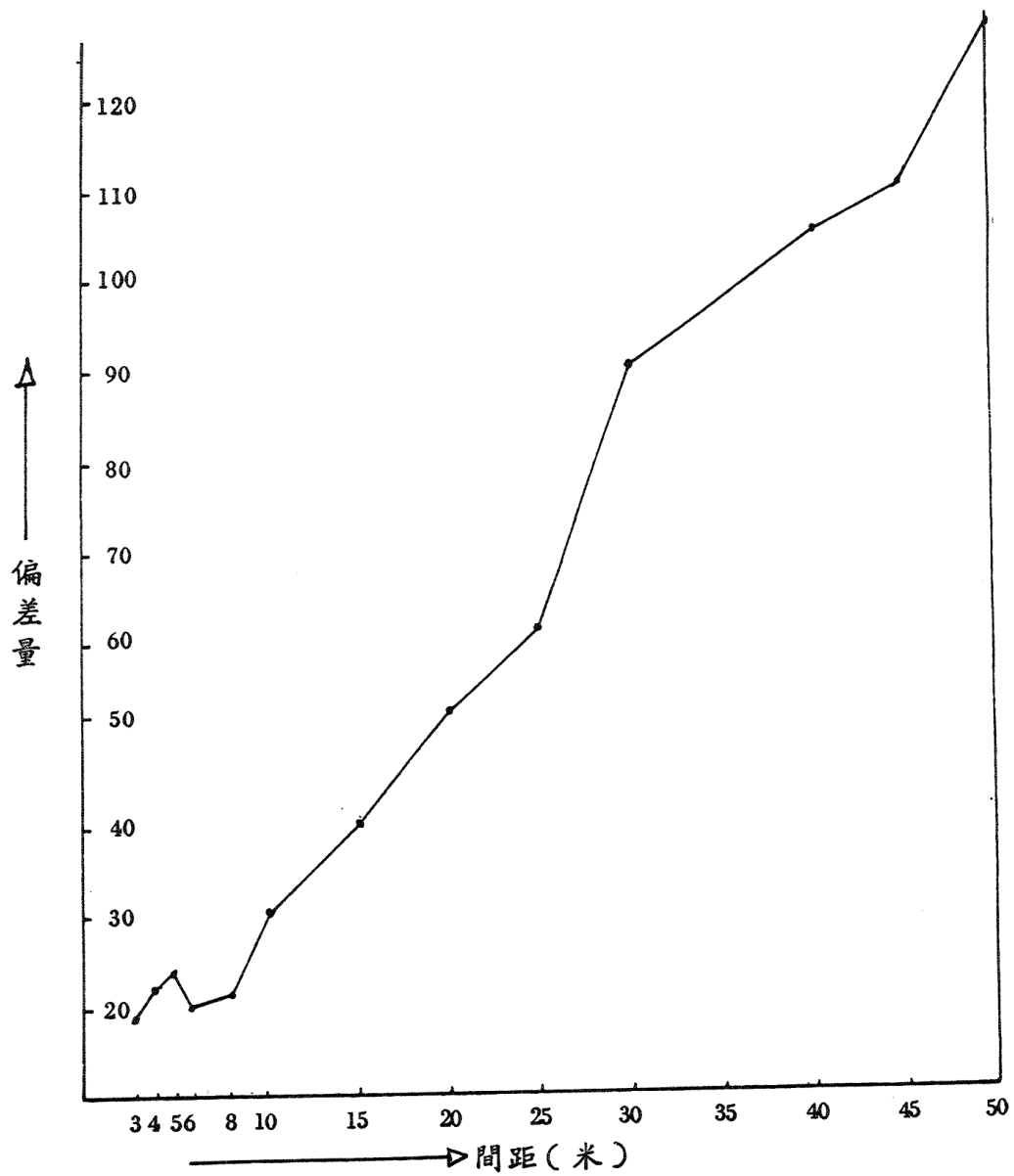
(一)地球引力的偏差量：以 50 米尼龍絲為材料，經實驗所得的數字如下：

間距	1 米	2 米	3 米	4 米	5 米	6 米	8 米	10 米	15 米	20 米	25 米
偏差量	2.3 m-m	4.4 m-m	6 m-m	8.1 m-m	10.2 m-m	11.8 m-m	14.6 m-m	17.3 m-m	23.1 m-m	28.4 m-m	32.1 m-m



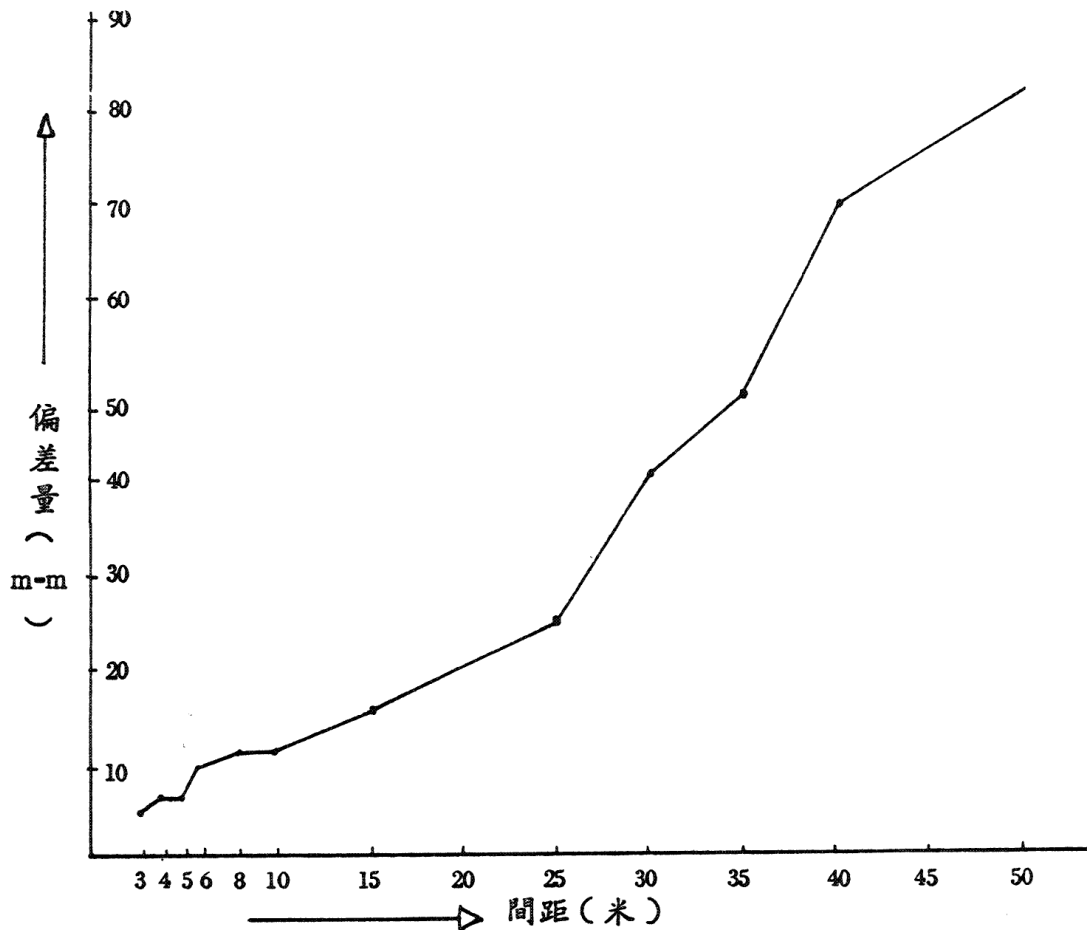
(二)二點共線的偏差：經實驗所得的數字如下：

間距	3 米	4 米	5 米	6 米	8 米	10 米	15 米	20 米	25 米	30 米	35 米	40 米	45 米	50 米
偏差	9 m-m	12 m-m	14 m-m	10 m-m	11 m-m	20 m-m	30 m-m	42 m-m	51 m-m	80 m-m	70 m-m	95 m-m	100 m-m	118 m-m



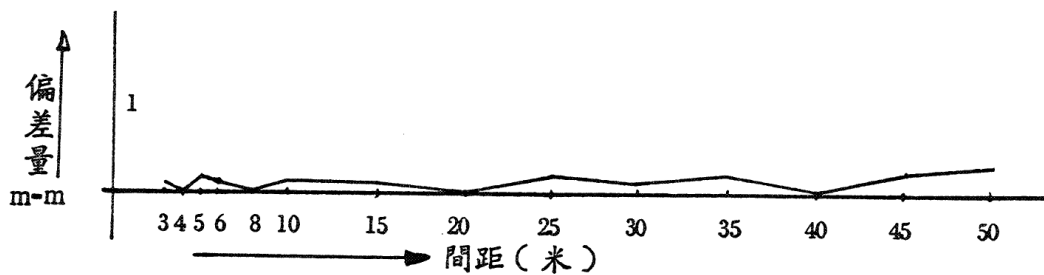
(三)三點共線的偏差量：經實驗所得的數字如下：

間距	3米	4米	5米	6米	8米	10米	15米	20米	25米	30米	35米	40米	45米	50米
偏差	4.5	6	6	9.1	10.2	10.5	15	20	29.5	41.1	49.1	70	76.1	83
	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m



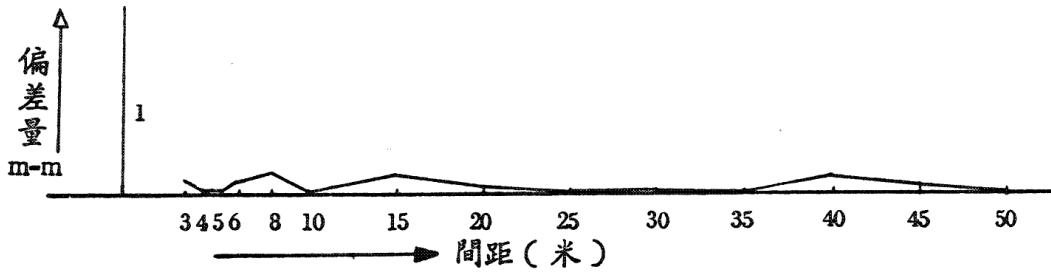
(四)四點共線的偏差量：以光圈中心為校中基線，經實驗所得數字如下：

間距	3米	4米	5米	6米	8米	10米	15米	20米	25米	30米	35米	40米	45米	50米
偏差	0.1 m-m	0.0 m-m	0.2 m-m	0.1 m-m	0.0 m-m	0.1 m-m	0.1 m-m	0.0 m-m	0.2 m-m	0.1 m-m	0.2 m-m	0.0 m-m	0.2 m-m	0.3 m-m



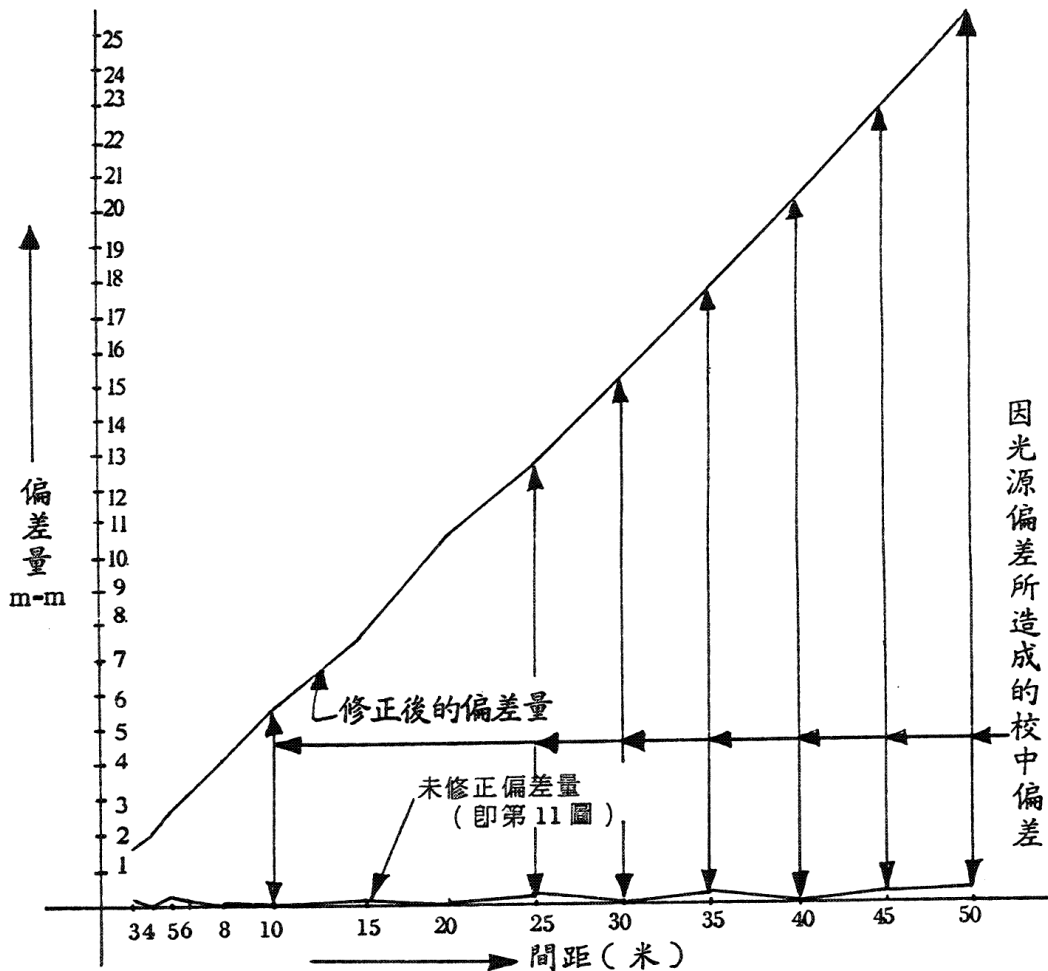
(五)四點共線的偏差量：以旋轉中心為校中基線，經實驗所得數字如下：

間距	3米	4米	5米	6米	8米	10米	15米	20米	25米	30米	35米	40米	45米	50米
偏差	0.1 m-m	0.0 m-m	0.0 m-m	0.1 m-m	0.2 m-m	0.0 m-m	0.2 m-m	0.1 m-m	0.0 m-m	0.0 m-m	0.0 m-m	0.2 m-m	0.1 m-m	0.0 m-m



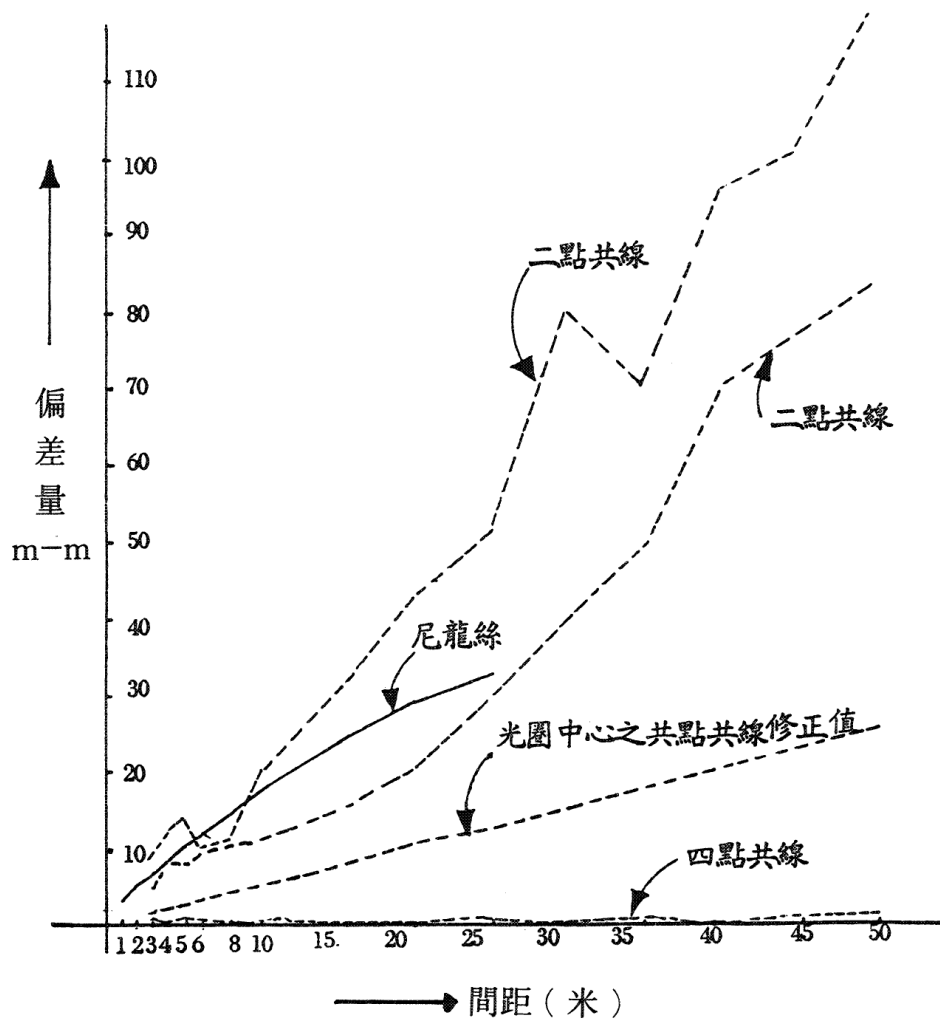
(六)第四項之四點共線的偏差量，再考慮光源偏差後，其修正值如下：

間距	3米	4米	5米	6米	8米	10米	15米	20米	25米	30米	35米	40米	45米	50米
偏差	1.6	2.0	2.6	3.1	4.2	5.6	7.7	10.5	12.6	15.1	17.5	20.1	22.6	25.3
	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m	m-m



(七)比較將尼龍絲、二點共線、三點共線、四點共線及修正值、四點共線各產生的校中偏差量：

間距		1米	2米	3米	4米	5米	6米	8米	10米	15米	20米	25米	30米	35米	40米	45米	50米	
1	偏差量 m-m	尼龍絲	2.3	4.4	6	8.1	10.2	11.8	14.6	17.3	23.1	28.4	32.1					
2		二線點共線			9	12	14	10	11	20	30	42	51	80	70	95	100	118
3		三點共線			4.5	6	6	9.1	10.2	10.5	15	20	29.5	41.1	49.1	70	76.1	83
4		光圈中心四點共線			0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.2	0.3
5		4之修正值			1.6	2.0	2.6	3.1	4.2	5.6	7.7	10.5	12.6	15.0	17.5	20.1	22.6	25.3
6		旋轉中心四點共線			0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0



實驗一：如何判斷所製造出的雷射立體校中儀的校中裝具之好壞。

- (一)將雷射立體校中儀組成一體在雷射發射管未固定時，並固定在架上。
- (二)微調雷射發射管的空間位置，直到該儀器所發射出的雷射光幾近圓形光圈亮度強，該光圈周圍有均勻的繞射光圈。
- (三)在一定間距外固定雷射光接受架，在架上畫出與光圈半徑相等的圓形，使設圓形與光圈重疊。
- (四)旋轉雷射立體校中儀於 0° 、 90° 、 180° 、 270° 時，觀察 90° 、 180° 、 270° 時的光圈與 0° 時的光圈是否重疊，如果不重疊或重疊面積大小，則表示該儀器不能使用，因旋轉中心不在 0° 的光圈上或在光圈的邊緣。
- (五)如果 90° 、 180° 、 270° 的光圈與 0° 的光圈的重疊面積在 $2/3$ 的面積以上，則表示旋轉中心在光圈中心的附近，則該儀器有使用的價值。(如圖)

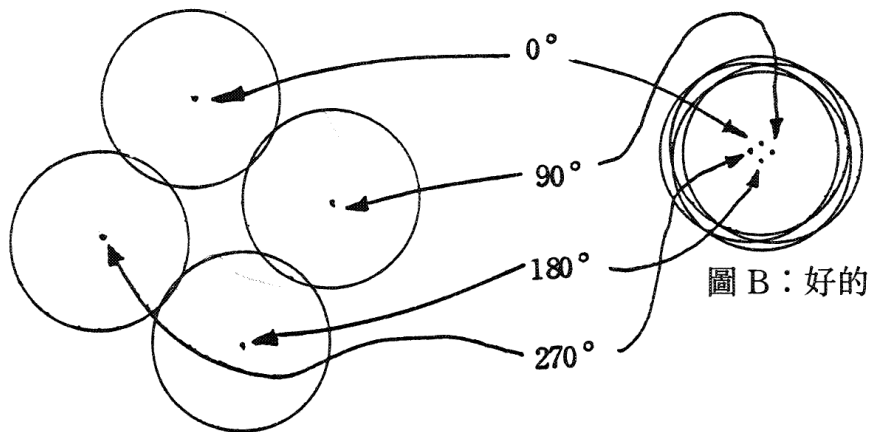
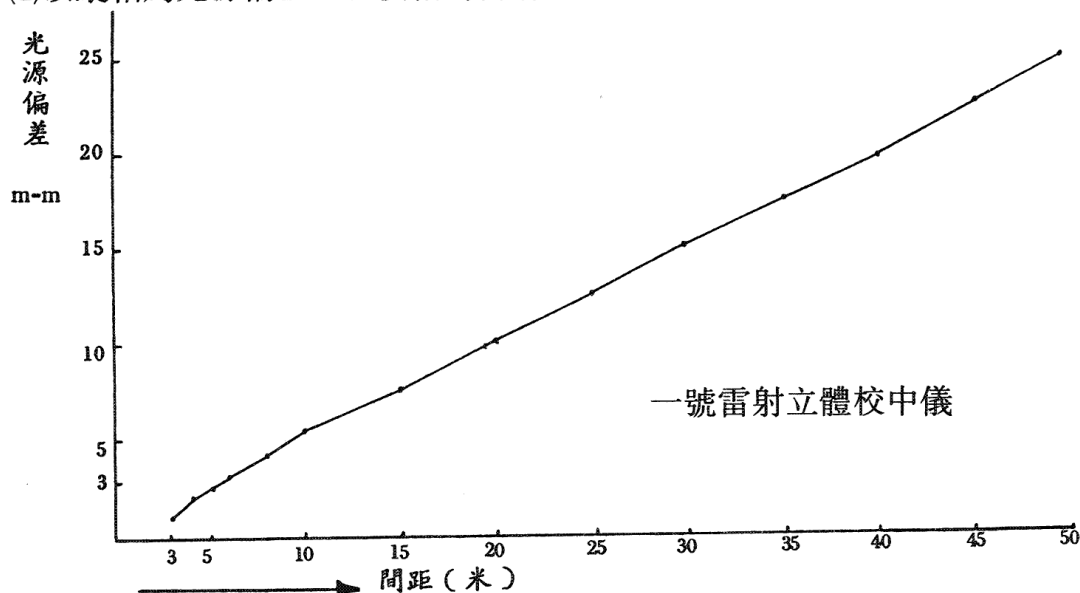


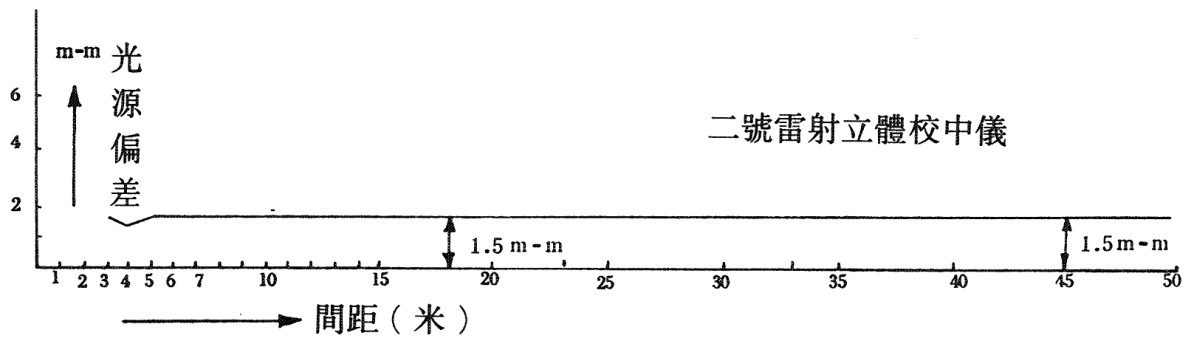
圖 A：壞的

本次實驗共製造 10 支，經以實驗結果，成功率只有 30%。

實驗二：光源偏差之求得

- (一)微調雷射立體校中儀內的雷射發射管，使射穿校中裝具的雷射光，射在任何距離上的白紙時，能顯出圓形並且光亮的光圈，並畫圖訂出光圈的直徑與光圈中心於不同的白紙上（共計 2 米、3 米、4 米、5 米……）。
- (二)旋轉雷射立體校中儀，在對應的間隔的白紙上訂出 0° 、 90° 、 180° 、 270° 的光圈中心（共四點， O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 ）連接 O_1O_3 、 O_2O_4 並相交於 C_1 點（ C_1 為第身一次旋轉中心）。
- (三)再以 2 項方法，在相同白紙上訂出 C_2 點（ C_2 為第二次旋轉中心） C_3 點（ C_3 第三次旋轉中心）。
- (四)在放大鏡下畫出並找出 $\triangle C_1$ 、 C_2 、 C_3 的外心 O_5 。
- (五) O_5 為第一號雷射立體校中儀的旋轉中心。
- (六)在放大鏡下，測量各間距的光圈中心及對應的旋轉中心的距離，該距離即所謂光源偏差。
- (七)以縱軸為光源偏差，以橫軸為雷射立體校中儀端點到白紙的間距，如下圖。





六、討論

一、船上主機與軸系，為什麼必須校中？不校中有什麼後果？

答：組合時一定要校中，不校中會產生下列的嚴重後果，以柴油機而論：

- A. 重者：(一)柴油機產生爆炸，產生火災。
 (二)柴油機的主軸系斷裂。
 (三)柴油機與軸系的軸承燒毀。
- B. 輕者：(一)柴油機的缸頭與活塞裂開。
 (二)耗油量增加，船速度減慢。
 (三)冒黑煙產生空氣污染。

二、光源與校中儀間的偏差量改善前、後，其差異為何？

答：由比較圖可了解兩者的差異，以光圈中心為校中基點在短距離內，雖然在短距離內很精確，但仍然有光源偏差，長距離下偏差量擴大，所以應該以旋轉中心為校中基點才是最佳考量，光圈中心不一定是旋轉中心，而且在地球上生產的機具受地球引力的影響，無法製造出光圈中心就是旋轉中心的機件。

七、應用

- (一)船舶工程：艦艇、船舶之主機，發電機之安裝法全革新，提高性能、節省燃油。
- (二)航空工程：飛機製造，確實掌握推進器的噴射方向，提高性能與安全性。
- (三)軍事用途：讓武器（提火箭飛彈）製造時能確實掌握中心線的精確度。
- (四)機械工程：提昇機械的性能與品質。
- (五)測量工程：使測量的偏差量降到最小。
- (六)教學器材：可將校中工程向下紮根及普遍化。

八、參考資料

國中理化、數學

評語

1. 著作探討雷射立體校中儀，對於改進以旋轉中心為校中基線，使光源偏差消失；減少校中的偏差量，並應用到機械準正之調整，十分具有新的創意。
2. 其解決問題的思考程序及說明相當嚴謹，並且答辯審查之問題正確無誤，不需看稿就能對答如流。而且，表達十分生動，說明清楚。操作機器也頗為熟練，是良好的實驗基礎。
3. 對於機械準直的誤差分析也考慮周詳，唯一對校正的觀念需要確保量測的精確度，尚有待加強。但在主題上並不失其完整性。