

第四章 改良三合透鏡(Triplet Modifications)

要減低 f 數值，前端元件通常分成二個正透鏡。另外的改良通常包括將後端元件分離成一個膠合的負正透鏡組（Tessar），再另一種改良是將前後端元件都分離成負正透鏡組合（Heliar）。圖 4-1 顯示如此最後形式的一個修正。其為 $f/5$ 以及具有 20° 視場和焦距 10。可見光波段。表 4-1 給了 Heliar 透鏡的規範資料。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	1.7633e+19	AIR
AST	0.000000	-1.723000	1.000000 A	AIR
2	3.592100	0.853000	1.330000	SK16 C
3	-3.259600	0.498000	1.330000	KF3 C
4	8.234400	0.258000	1.000000	AIR
5	-3.332800	0.319000	0.950000	LLF1 C
6	2.887300	0.164000	0.950000	AIR
7	10.218000	0.250000	1.070000	KF3 C
8	2.086400	0.773000	1.070000	SK16 C
9	-3.551100	8.612000	1.070000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	1.763143 S	

表 4-1 Heliar 透鏡 $f/5$

前端鏡面到像的距離是 11.727。畸變少於 0.1 %。不幸地是，這沒有為光圈預作準備，所以限制了作為照像透鏡的使用。

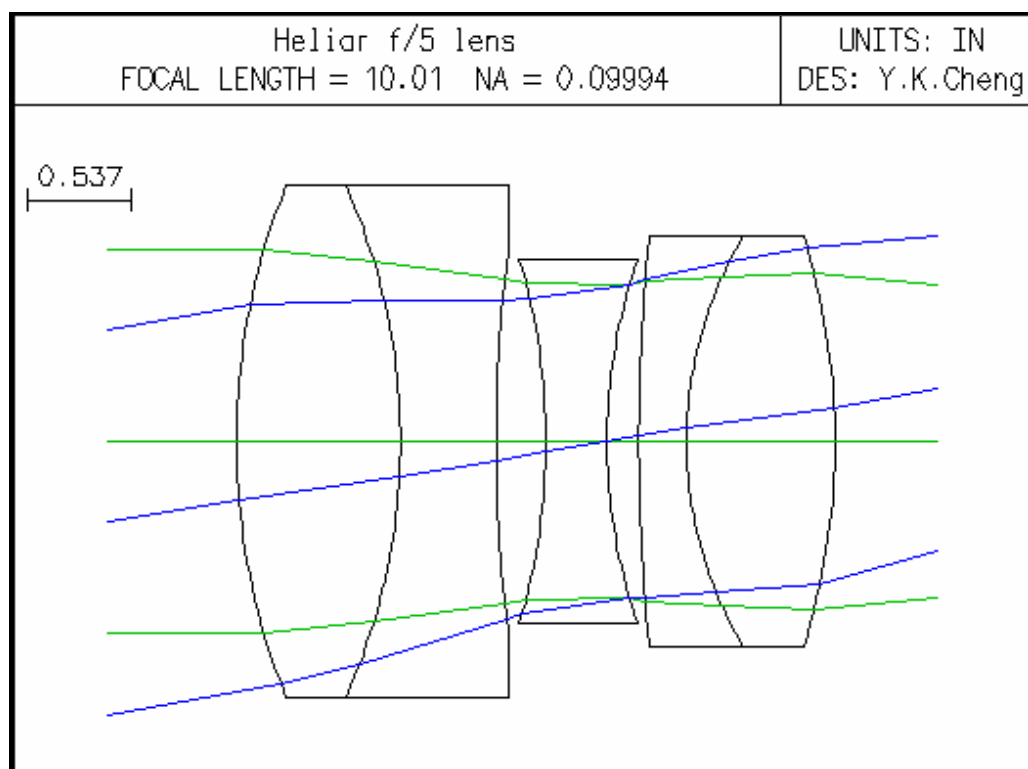
圖 4-2 顯示一個 4 吋焦距， $f/4.5$ 的 Tessar 鏡組。它適用於直徑 3.0 的視場。資料呈現在表 4-2。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	3.7488e+19	AIR
1	1.314700	0.329000	0.770000	SK15 C
2	-21.019000	0.223000	0.770000	AIR
3	-2.433000	0.081000	0.490000	F2 C
4	1.171800	0.194000	0.405000	AIR
AST	0.770000	0.125000	0.360000 A	AIR
6	-31.841800	0.082000	0.450000	K10 C
7	1.400500	0.278000	0.580000	SK15 C
8	-1.699100	3.304000	0.580000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	1.495708 S	

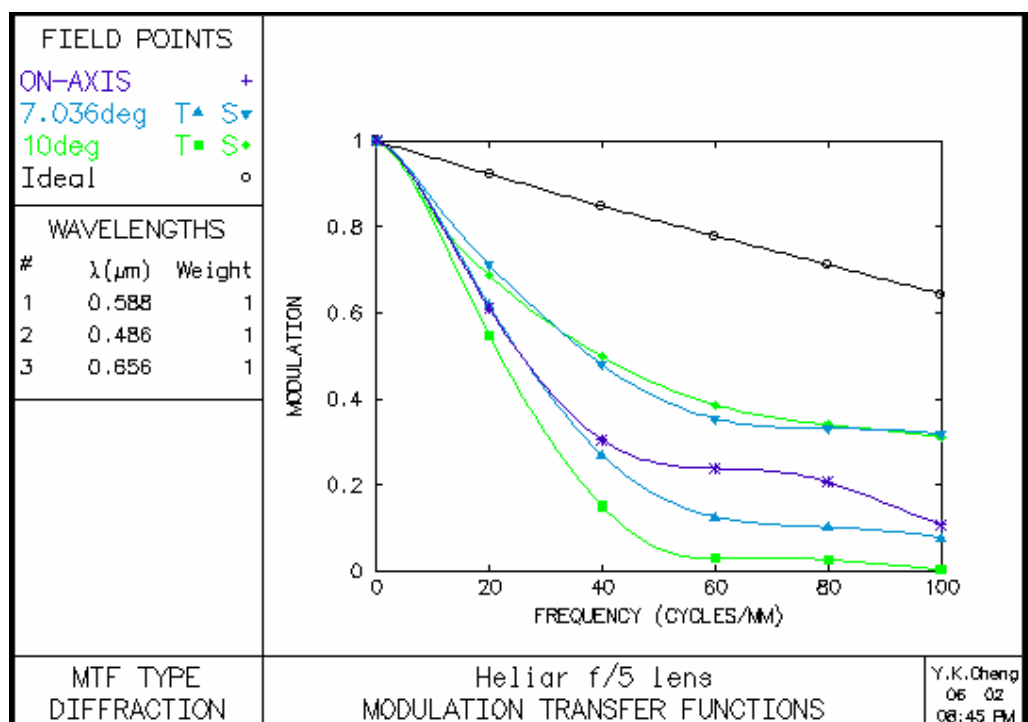
表 4-2 Tessar 透鏡

第一鏡面到像距為 4.617；畸變 = 0.4 %。

在上面的例子中，注意到前後端元件使用高折射率冠玻璃以及中央元件使用低折射率火石玻璃（要減少三合透鏡的 Petzval 總和）。Tessar 型式鏡組通常被用

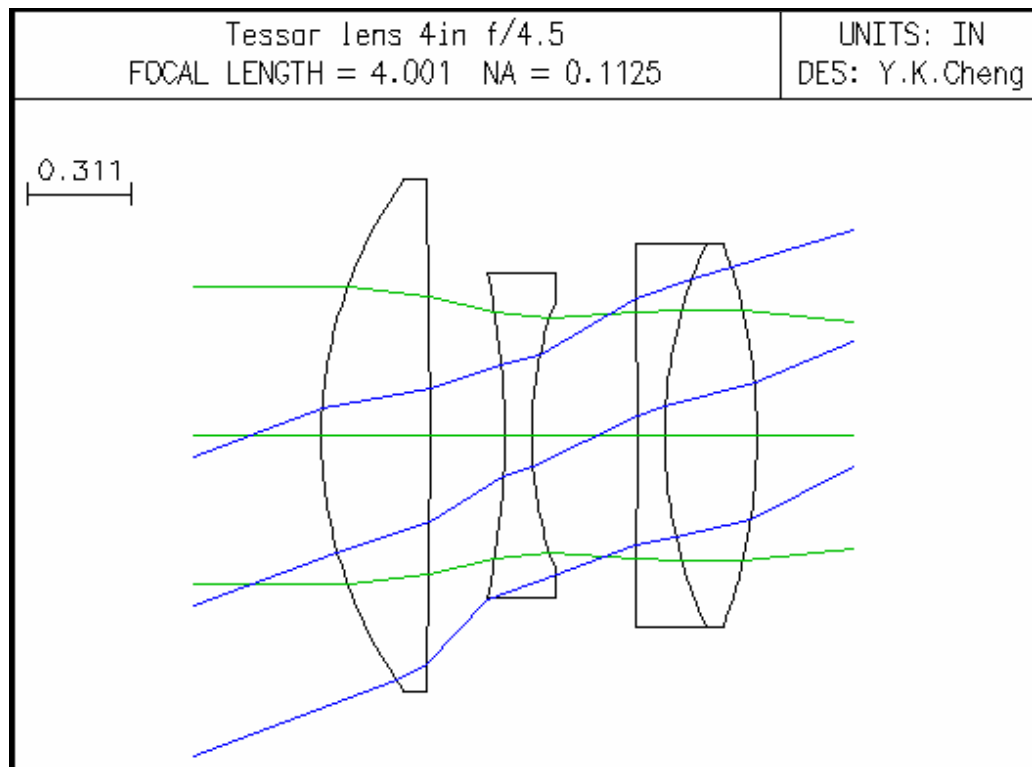


(a)

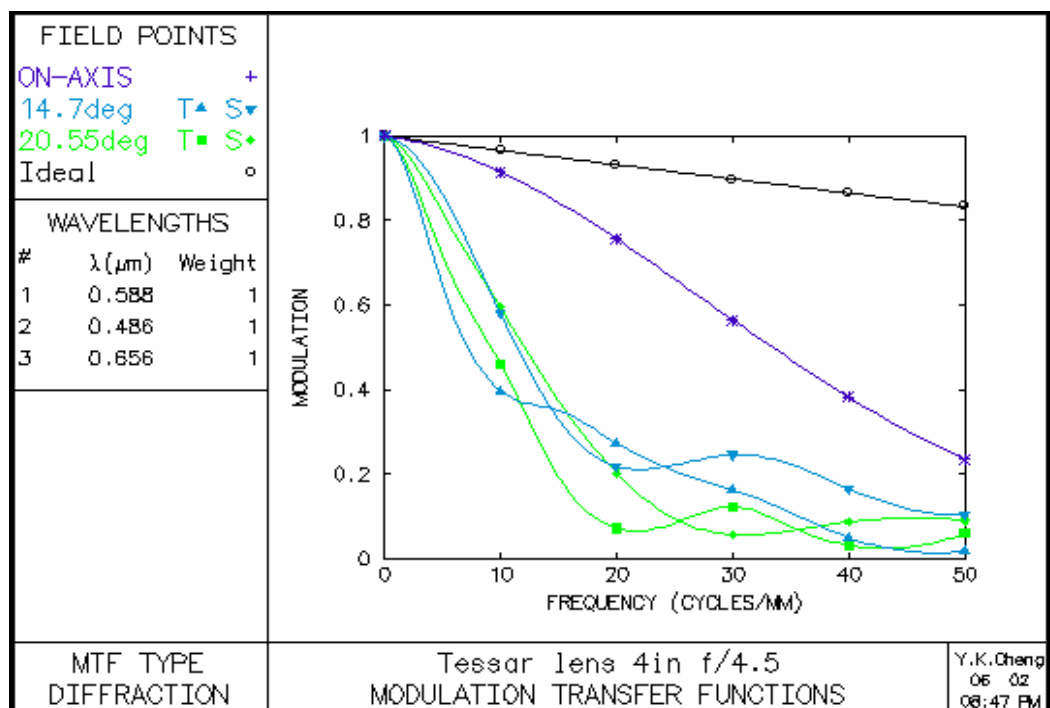


(b)

圖 4-1 (a)Heliar 透鏡 (b) 系統 MTF

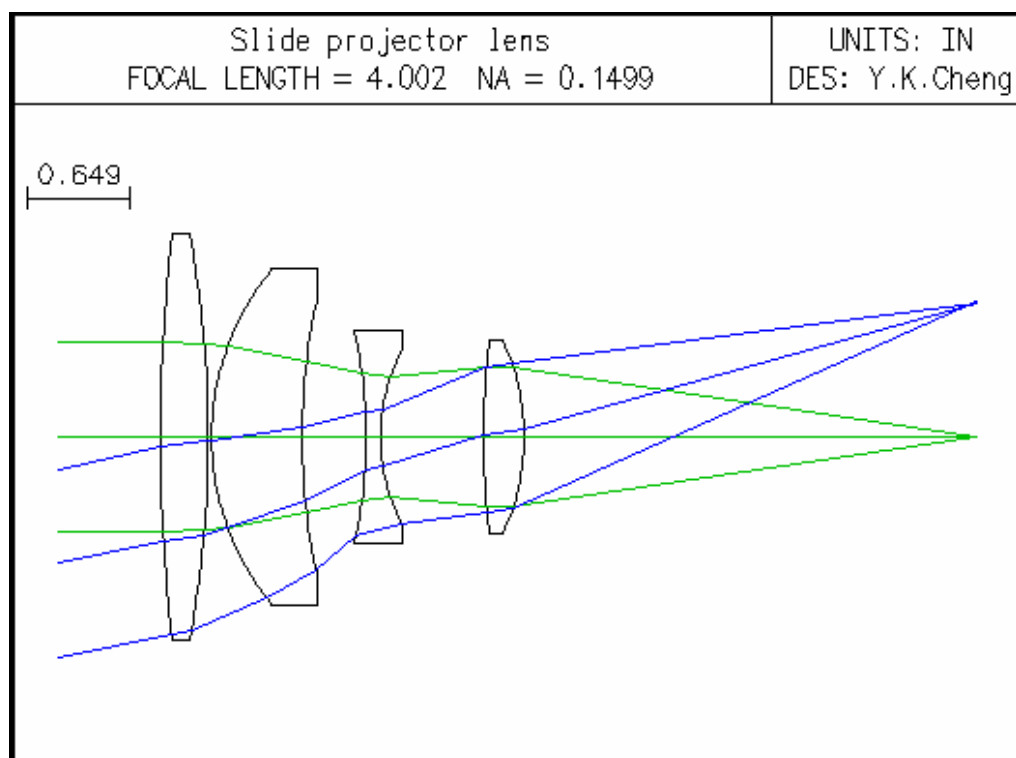


(a)

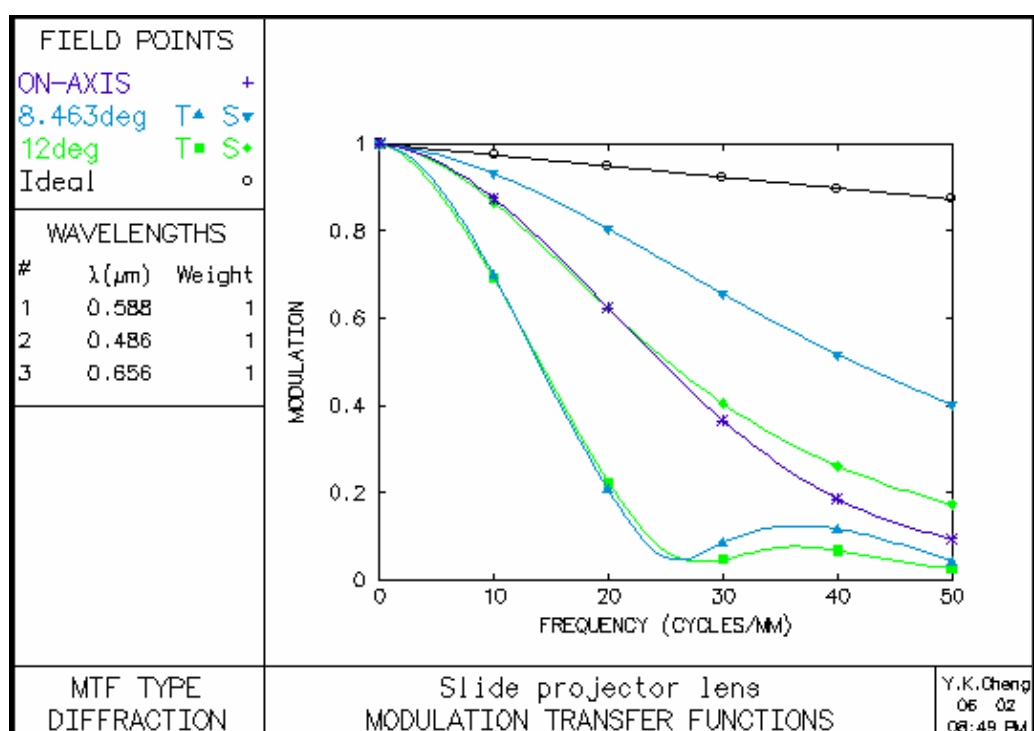


(b)

圖 4-2 (a) Tessar 透鏡 (b) 系統 MTF



(a)



(b)

圖 4-3 (a) Slide 投影鏡頭 (b) 系統 MTF

作放大透鏡。這個設計很像 Velesek 專利 (1975)。在二個例子中，後方膠合鏡組元件間具有小的 V_d 差值與大的曲率。

在圖 4-3 顯示用作 35mm SLR 底片的幻燈片投影機的鏡組。參照附錄 A，其具有對角長 1.703。由於這個鏡組具有焦距長 4，視場為 24° 。這個鏡組為 $f/2.8$ 。資料給在表 4-3。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	2.1256e+19	AIR
1	10.248100	0.306000	1.295000	SK4 C
2	-7.121600	0.022000	1.295000	AIR
3	1.669800	0.576000	1.065000	SK4 C
4	4.078400	0.410000	0.860000	AIR
5	-2.908800	0.090000	0.675000	SF8 C
6	1.229300	0.632000	0.560000	AIR
AST	0.000000	0.023000	0.502500 A	AIR
8	5.459200	0.256000	0.610000	SK4 C
9	-1.510900	2.879000	0.610000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	0.849701 S	

表 4-3 Slide 投影鏡頭

第一鏡面到底片的距離為 5.194 畸變 = 0.1 %。在視場的邊緣有 10 % 的漸暈。

如果有一 33 lp/mm 的目標物用這個鏡組來投影，對於一個位於投影鏡頭的觀察者而言，33 條線的屏幕影像將包含在一分的弧角中。要明白在一個可能投影幻燈片的暗室中，人們無法解析一分的弧角（或許 2~3 分的弧角會比較合於現實），這個鏡組的性能是非常優良的。

參考文獻

- Cook, G. H. (1950). Highly corrected three component objectives, U.S. Patent 2502508.
- Doi, Y. (1981). rear stop lens system, U.S. Patent 4297252.
- Edwards, g. (1972). Four component objective, U.S. Patent 3649104.
- Eggert, J. (1965). Objective lens consisting of four lens units, U.S. Patent 3212400.
- Guenther, r. E. (1965). Optical lens system design, AD 626844, Defense Documentation Center, Springfield, VA.
- Mihara, S. (1984). Compact camera lens system with a short overall length, U.S. Patent 4443069.
- Sharma, K. D. (1979). Design of new 5 element Cooke triplet derivative, Appl. Opt., 18:3933.

Sharma, K. D. (1980) . Four element lens systems of the Cooke triplet family, Appl. Opt., 19:698.

Tateoka, M. (1983) . Projection lens, U.S. Patent 4370032.

Tronnier, A. W.(1937). Unsymmetrical photographic objective, U.S. Patent 2084714.

Velesik, S. (1975) . Reproduction lens system, U.S. Patent 3876292.