

第十六章 展望鏡系統(Periscope System)

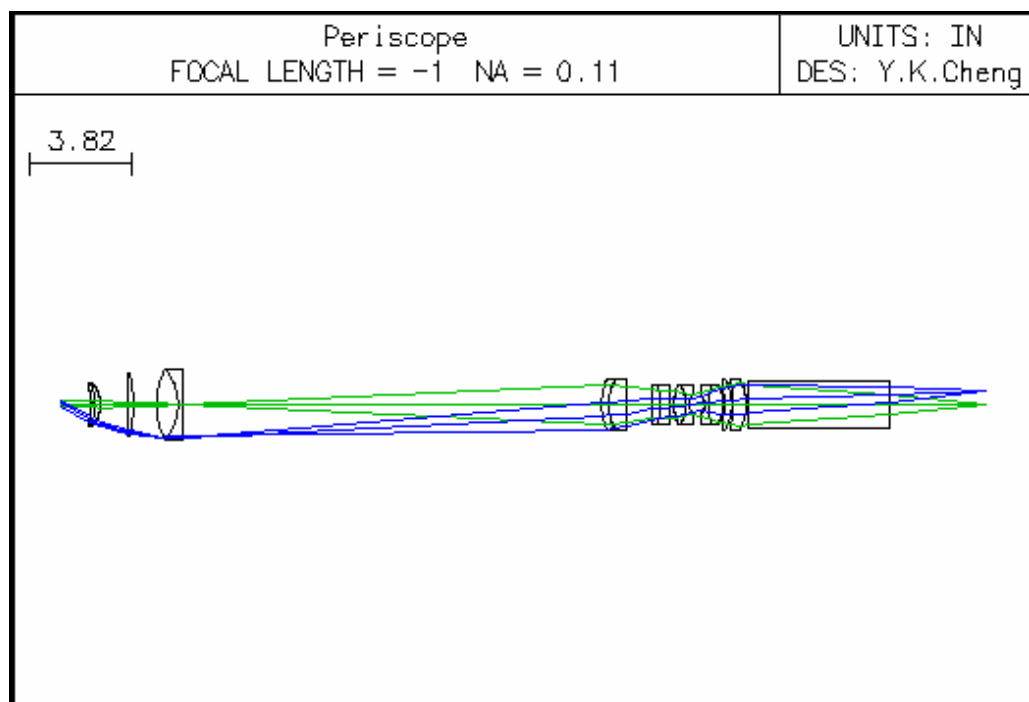
這裏討論的展望鏡系統不是長潛水艇形式，而是用在特效電影術的延伸光學系統。如此的延伸透鏡系統提供放映技師將大的攝影機用在困難的地方。這樣的裝置顯示在圖 16-1。

在前端外部入射光瞳置入一反射鏡。這使得放映技師能在垂直方向掃描視野。（這假定潛望鏡管是垂直的且因此前端反射鏡的軸是水平的）在重放系統之後的是能使光束偏折 90° 且使影像正確位在底片上的五角稜鏡。這取代了一般的攝影鏡頭。透鏡等效焦距長為 1，且鏡軸到底片的距離接近 27 吋。這個系統的資料給在表 16-1。

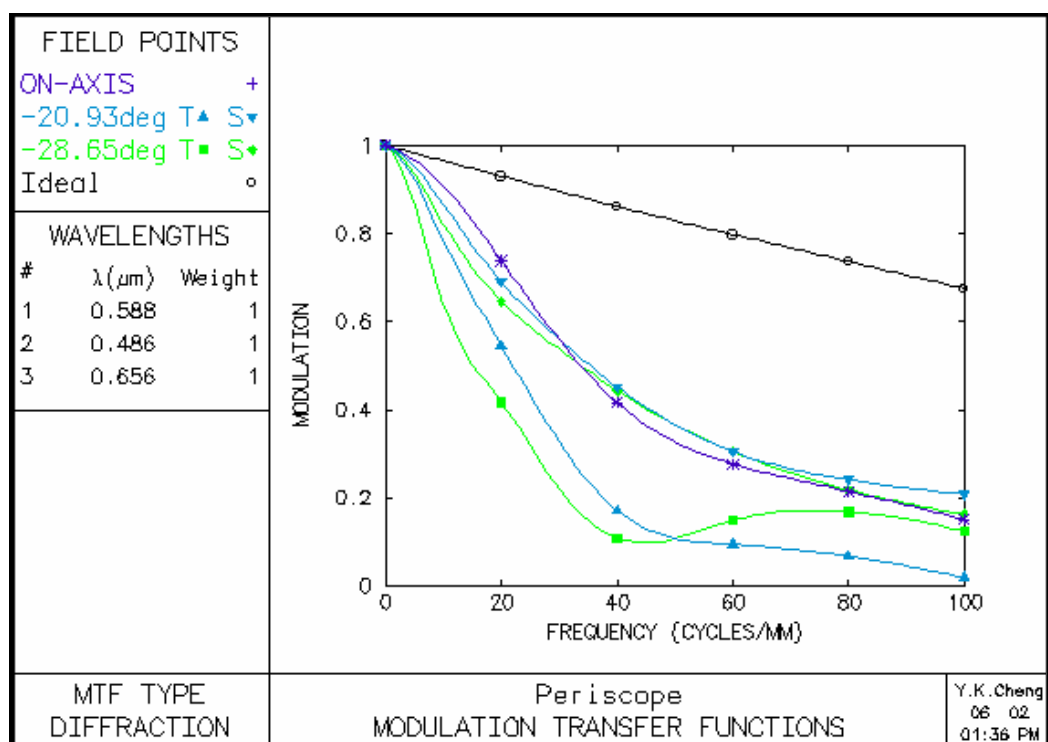
SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	5.4635e+19	AIR
1	0.000000	1.153000	0.110000	AIR
2	-1.740000	0.131000	0.670000	N-LAK9 C
3	-1.957000	0.197000	0.800000	LAFN2 C
4	-1.187000	0.996000	0.800000	AIR
5	0.000000	0.224000	1.160000	LAKN7 C
6	-4.780000	0.856000	1.160000	AIR
7	2.902000	0.807000	1.300000	SK4 C
8	-2.032000	0.200000	1.300000	SF1 C
9	0.000000	15.516000	1.300000	AIR
10	2.545000	0.260000	0.965000	LAF20 C
11	1.820000	0.626000	0.965000	F6 C
12	0.000000	0.977000	0.965000	AIR
13	-7.960000	0.325000	0.620000	FK51 C
14	-2.206000	0.311000	0.725000	LLF1 C
15	0.000000	0.187000	0.725000	AIR
16	2.001000	0.443000	0.725000	LAKN22 C
17	-1.325000	0.142000	0.725000	SF5 C
18	0.914000	0.272000	0.400000	AIR
AST	0.000000	0.272000	0.400000 A	AIR
20	-0.651000	0.146000	0.415000	SF5 C
21	2.630000	0.566000	0.725000	LAKN22 C
22	-1.308000	0.020000	0.725000	AIR
23	-3.313000	0.281000	0.725000	LAFN2 C
24	-1.986000	0.020000	0.965000	AIR
25	-6.347000	0.515000	0.810000	LAF20 C
26	-2.032000	0.100000	0.965000	AIR
27	0.000000	5.256000	0.855000	SK16 C
28	0.000000	3.552000	0.855000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	0.546394 S	

表 16-1 展望鏡

這是一個 $f/4.5$ 透鏡。透鏡穿透率（考慮鋁蓋的前端反射鏡面與五角稜鏡的



(a)



(b)

圖 16-1 (a) 展望鏡 (b) 系統 MTF

銀表面) 為 0.658。

$$T^{\#} = \frac{f^{\#}}{\sqrt{\text{穿透率}}} = 5.6$$

畸變為 19 %

透鏡的後端群組朝向遠端物體的焦距前移到距前端反射鏡少於 2 吋。當實現這種大尺寸的潛望鏡與相機時需要此型的內部聚焦。這會是困難的，機械的，把潛望鏡相對移動到相機。移動在潛望鏡筒內的鏡組要簡單多。這允許潛望鏡與相機緊緊相連。反轉系統的追蹤有助於計算聚焦的量。也就是說，我們把重放系統前移，然後追蹤（軸上）影像位置來計算物體位置。我們得到表 16-2 的資料。

物距	T(9)	T(26)
無限遠	15.516	0.100
7.74	15.316	0.300
4.00	15.016	0.600
3.07	14.716	0.900
2.90	14.616	1.000
2.56	14.316	1.300
2.37	14.016	1.600
2.24	13.716	1.900
2.16	13.416	2.200

表 16-2 展望鏡聚焦移動量

整個裝置被安置在可掃描 360 ° 角旋轉底座上。這些透鏡通常裝配在可使光圈，焦距，前端反射鏡，及旋轉底座能由遠方控制的馬達上。

圖 16-2 顯示一個使用在 65mm 寬底片上的展望鏡。參考附錄 A，這底片的形式有對 2 角長 2.101。這個展望鏡具焦距長 1.462，為 $f/8$ ，且具有視野 71.4 °。

資料給在表 16-3。

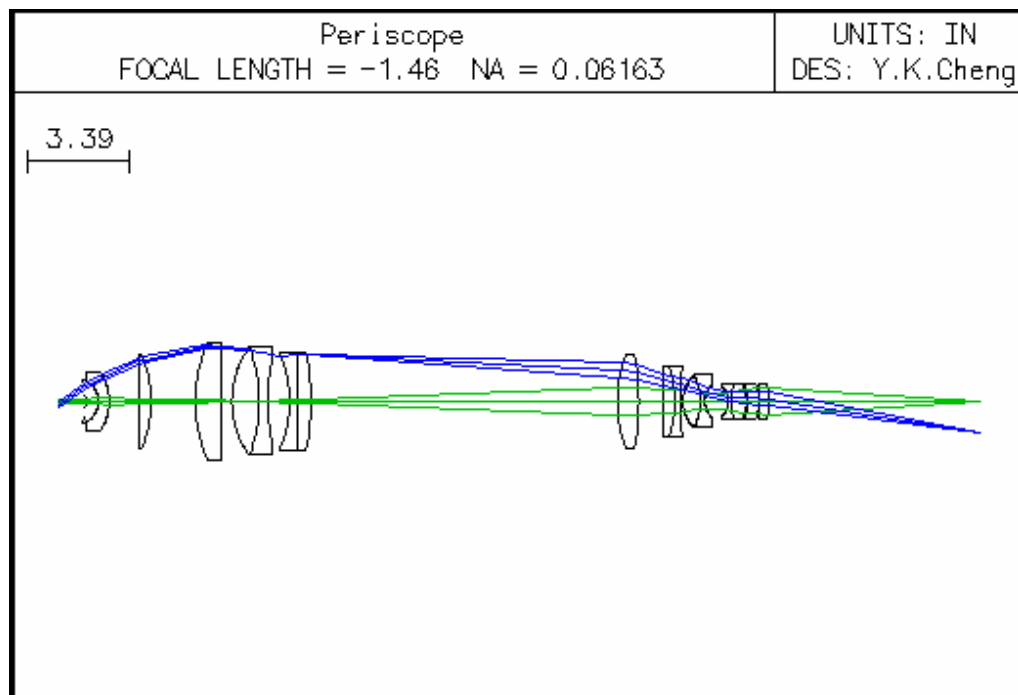
第一鏡面到像距為 29.674。

整個後部組合，包含光圈，移向底片以聚焦。表 16-4 給了這些移動量。

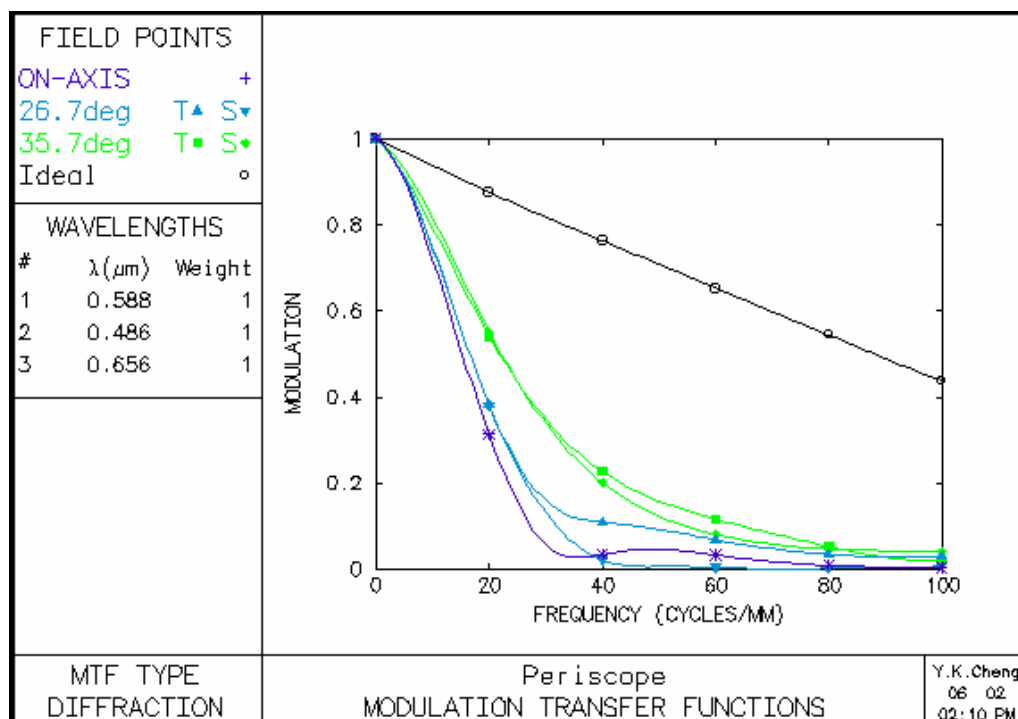
這個展望鏡與圖 16-1 的不同處在於無直立/折疊稜鏡。系統通常使用在水平系統。一個在入射光瞳處的反射鏡將光束偏折 90 °（如同前面的例子，這個鏡子在馬達控制下運動）。在光圈與底片間有另一反射鏡來再偏折 90 °。

然後相機朝向”向上面向下”，如此在底片上可得到直立的影像。

注意到光圈實際上在透鏡系統外部。這導致入射光瞳須考慮的像差。也就是說，電腦程式增大入射光瞳的直徑（在切線方向）如此在光圈位置的光束直徑在



(a)



(b)

圖 16-2 (a) 展望鏡 (b) 系統 MTF

SRF	RADIUS		THICKNESS		APERTURE RADIUS		GLASS	
OBJ	0.000000		1.0000e+20		7.1857e+19		AIR	
1	-2.537800		0.425000		0.635000		LAFN23	C
2	-0.785000		0.360000		0.700000		SF1	C
3	-1.773300		0.965000		0.990000		AIR	
4	0.000000		0.422000		1.580000		LAKN12	C
5	-4.273800		1.462000		1.580000		AIR	
6	4.824200		0.834000		1.930000		LAKN12	C
7	0.000000		0.384000		1.930000		AIR	
8	3.098100		0.900000		1.780000		PK2	C
9	-5.319500		0.293000		1.780000		SF1	C
10	7.958300		0.720000		1.600000		AIR	
11	-3.778000		0.262000		1.600000		SK4	C
12	0.000000		0.453000		1.630000		SF1	C
13	-7.850900		10.148000		1.630000		AIR	
14	4.478300		0.704000		1.555000		SF5	C
15	-9.064200		0.831000		1.555000		AIR	
16	0.000000		0.374000		1.140000		FK51	C
17	-3.342900		0.171000		1.140000		K7	C
18	12.133900		0.093000		1.140000		AIR	
19	1.241600		0.566000		0.875000		LAKN22	C
20	-2.084000		0.154000		0.875000		SF5	C
21	0.702200		0.760000		0.550000		AIR	
22	-0.760300		0.155000		0.500000		SF5	C
23	12.326400		0.479000		0.565000		LAKN22	C
24	-1.195600		0.019000		0.565000		AIR	
25	-2.071000		0.377000		0.540000		LAF2	C
26	-1.717200		0.029000		0.590000		AIR	
27	-3.707200		0.317000		0.540000		LAF20	C
28	-1.958300		0.422000		0.590000		AIR	
AST	0.000000		6.576000		0.410000	A	AIR	
IMS	0.000000		0.000000		1.047934	S		

表 16-3 f/8 展望鏡

物距	T(14)	T(30)
無限遠	10.148	6.576
18.92	10.448	6.276
9.82	10.748	5.976
6.78	11.048	5.675
5.26	11.348	5.375
4.35	11.648	5.075

表 16-4 展望鏡聚焦移動量

離軸會與軸上相等。使用 FK-51 玻璃的透鏡元件有助於降低第二色差。畸變為 0.8 %。

另一種型式的電影術展望鏡使用常見的照相前端物鏡與一個場透鏡和單位倍率的重放系統結合（由 Century, Drecision, Burbank, CA 開發與製造）。其優點

為高成像品質，相對低的 f 數值，以及最重要的，使用廣泛多樣化前端物鏡的可能性。場透鏡的選擇用來操作有限範圍的入射光瞳位置。雖然這排除了一些透鏡組例如，(魚眼透鏡)，仍然有許多可與場透鏡修正配合的效益。其缺點為照像物鏡的直徑妨礙展望鏡的入射光瞳與底面接近。

參考文獻

- Hajnal, S. (1980). Snorkel camera system, U.S. Patent 4195922.
- Hopp, G. (1969). Periscope, U.S. Patent 3482897.
- Kenworthy, P. (1973). A remote camera system for motion pictures, SMPTE, 82:159.
- Kollmorgen, F. L. G. (1911). Periscope, U.S. Patent 1006230.
- Laikin, M. (1980). Periscope lens systems, Am. Cinematogr., Vol. 61, p. 702.
- Latady, W., and Kenworthy, P. (1969). Motion picture camera system, U.S. Patent 3437738.
- Taylor, W. (1977). Tri-power periscope head assembly, U.S. Patent 4017148.