

中國科學院佘山觀象台天文年刊

第二十三卷

五個銀河星團的照相研究

中國科學院紫金山天文台編

中國科學院出版

1954年9月

中國科學院佘山觀象台天文年刊

第二十三卷

五個銀河星團的照相研究

(N. G. C. 1750 1817 2286 2548 7380)



中國科學院佘山觀象台天文台編

中國科學院出版

1994年9月

中國科學院佘山觀象台天文年刊
第 23 卷

五個銀河星團的照相研究

編 撰 者	李 珩
編 輯 者	中國科學院紫金山天文台
出 版 者	中 國 科 學 院
印 刷 者	上海藝文書局鑄字印刷廠
發 行 者	新 華 書 店

(京)0001-1,380

1954 年 9 月初版

定價：道林本 150,000 元
報紙本 110,000 元

佘山觀象台天文年刊第23卷

目 次

弁 言.....	張 鈺 哲	1
導 言 研究的資料和目的.....	李 珩	2
通 論 製造星表的方法.....		4
§ 1. 照片的歸算.....		4
§ 2. 星等的估計.....		4
§ 3. 周年歲差和其長期變項.....		5
§ 4. 所討論星團的一般情形.....		6
第一篇 歸 算.....		7
星團 I: N. G. C. 1750.....		7
§ 5. 470 號照片的歸算.....		7
§ 6. 其他照片的歸算.....		8
§ 7. 確定坐標的尋覓,同時期照片的比較.....		9
§ 8. 根據佘山的照片求得的自行.....		11
§ 9. 和其他星表的比較.....		11
§ 10. 星等.....		13
星團 II: N. G. C. 1817.....		13
§ 11. 第一時期照片的歸算.....		13
§ 12. 不同時期兩張照片的聯系和星的自行的決定.....		15
§ 13. 星團星之自行的研究.....		16
§ 14. 星表中所採用的星等.....		17
§ 15. 和其他星表的比較.....		18
星團 III: N. G. C. 2286.....		19
§ 16. 照片的歸算和自行的尋覓.....		20
§ 17. 和其他星表的比較.....		20
星團 IV: N. G. C. 2548.....		21
§ 18. 照片的歸算.....		21
§ 19. 自行的尋覓.....		23
§ 20. 和其他星表的比較.....		23
星團 V: N. G. C. 7380.....		24
§ 21. 歸算.....		25
§ 22. 星等.....		26
§ 23. 和其他星表的比較.....		27
第二篇 星團性質的統計研究.....		28
§ 24. 照片上各區域內星的分佈.....		28
§ 25. 星團在照片上的角範圍.....		28
§ 26. 星團內成員的鑑定.....		29
§ 27. 視星等-光譜型圖和星團的距離.....		30
§ 28. 星團的直線範圍.....		33
§ 29. 平均自行表示為平均星等的函數.....		33
§ 30. 相對自行和絕對自行.....		34
§ 31. 星團內的成員和照片上的星的亮度函數.....		35
§ 32. 星團內星的分佈.....		37
附 錄: 利用列線坐標圖求星的歲差和其長期變項.....		42
五個銀河星團的照相星表:		
星表說明		
星表 { 星團 I N. G. C. 1750.....		91
星表 { 星團 II N. G. C. 1817.....		143
星表 { 星團 III N. G. C. 2286.....		187
星表 { 星團 IV N. G. C. 2548.....		233
星表 { 星團 V N. G. C. 7380.....		283

弁 言

自侯矢勒 (Herschel) 父子以來,星團的研究繼續引誘天文學家的興趣。夏僕列 (Shapley, H.) 在其星團論中曾言其最大的感謝應歸之於星團,因為它們給與他不斷的刺激和興趣¹⁾。事實上許多重要的進步皆從此研究而來。舉其顯著之一例而言,造父變星自星團中發見,而後有週期光度律,且由是得知銀河系的範圍及河外星雲的距離。

銀河星團的照相研究素為佘山觀象台天文工作者所重視。蔡尙質 (Chevalier, S.) 曾研究三個星團²⁾,記載其中恆星的方位與星等於星表之中。夏僕列曾對這一工作加以如下的評價:“作為將來分析自行的基礎,這工作是重要的,因為對於比較明亮而鄰近的銀河星團而言,其運動之可靠的觀測,不久會出來的。”³⁾

我們在這一冊內刊佈佘山觀象台於 27 年間 (1916 至 1943) 所攝之五個星團及其所完成的冗長的計算。這五個星團在 N.G.C. 星表中的號數是 1750, 1817, 2286, 2548 與 7380。計算工作係在衛爾甘 (de la Villemarqué, E.) 指導下進行;材料的分析,研究與乎整理發表,皆係本台研究員李珩教授所作成,襄助其事的有周祖義、萬籟、王錦章、郭權世、劉振銳、張孝順六位同志。

佘山觀象台設立於 1900 年。自 1950 年 12 月 12 日,即為中國科學院所接管,其天文部門由紫金山天文台領導,刊物的交換,請寄南京中國科學院紫金山天文台和江蘇青浦中國科學院佘山觀象台二處。

1953 年 3 月

張 鈺 哲

(中國科學院紫金山天文台台長)

1) Shapley, H., 星團。哈佛天文台專刊, 2 卷, 1930 頁, VIII。

2) Chevalier, S., 星團的照相研究。M 67 (N.G.C. 2682), 佘山天文年刊 1914, 8b;

M 46 (N.G.C. 2437), 佘山天文年刊, 1916, 9d; M 22 (N.G.C. 6656) 佘山天文年刊 1918, 10c。

3) Shapley, H., (同上, 103 頁。)

導 言

研究的資料和目的

這一卷報告,主要內容是五個星團的星表。這五個星團在 N. G. C. 星雲星團表中的號數是 1750, 1817, 2286, 2548 和 7380。

這些星團的照相,前後凡分二期:第一期在 1912, 1916, 1918 和 1919 年,照相人是蔡尙質;第二期在 1930, 1935, 和 1943 年,照相人是葛式和連步洲。

下表記載底片中心的坐標和拍照時期:

表 1 資 料

星團號數	N.G.C.	春分點	赤 經	赤 緯	時 期 和 攝 影 人	星 數
I	1750	1900.0	4 ^h 59 ^m 00. ^s 00	+23°30'00."0	1918年 1月(蔡),1930年1月(葛)	2461
II	1817		5 6 58.78	+16 33 55. 5	1916年 2月(蔡),1930年2月(葛) 1943年2月(連)	2139
III	2286		6 42 38.31	- 2 59 21. 0	1912年 2月(蔡),1930年2月(葛)	2242
IV	2548		8 8 49.34	- 5 28 1. 5	1916年 2月(蔡),1930年2月(葛)	2451
V	7380	1875.0	22 41 55.81	+57 25 32. 7	1919年10月(蔡),1935年2月(連)	4443

我們本想對於這些星團作第三期的拍照,以期相隔的時間較長,而後刊佈一種工作,類似從前葛式對於獵戶星雲所做的那樣(見佘山天文年刊 18 卷),我們這一工作的原理與葛式所用的相同,概述之如下:

1. 先計算第一期照片上星像的標準坐標,定標星則取自其他星表;
2. 再算第二期照片上的星像的標準坐標,定標星却從第一期照片上取來;
3. 最後由此二系坐標的差異,以推求可能求得的自行;
4. 由此計算星的球面坐標,並追求可能得到的改進的方法。

在候第三期照片拍攝之際,不妨先刊佈我們已經求得的數字,即星的赤經、赤緯和其歲差與長期變項、及赤經、赤緯上自行和星等。至於它們的標準直角坐標和兩時期之間的差異,而為自行的根據者,因為節省篇幅計,僅當作檔案而未刊佈,但需要此項與件的天文工作者可來函查詢。

總之,這裏刊佈的工作,不是最後的結論,僅供給已得的數字而已。

定標星所取自的星表,就位標言如下:

表 2

N.G.C.	定 標 星 所 載 的 星 表
1750	Abbadia (+16°至+29°) 和 Yale (+20°至+25°)
1817	Eros 星表(天圖常務委員會報告, VI 卷)
2286	A.G. 星表和 Abbadia (且和 San Fernando 星表比較)
2548	A.G. 星表和 Abbadia (且和 San Fernando 星表比較)
7380	Yale (+55°至60°)

定標星所取自的星表,就星等言如下:

表 3

N.G.C.	照 相 星 表
1750	Paris 23°至25°照片121號;22°至24°照片372號
1817	Bordeaux 15°至17°照片904和905; 16°至18°照片550
2286	San Fernando—3°照片2470
2548	San Fernando—5°照片826和2494
7380	Vatican 57°照片534

在每一拍照期內,我們至少拍照二片,但祇用較好一片上的結果,其他一片或多片上的結果,祇供核校之用,星的赤道經緯則根據星像最多的照片(表中黑體數字者)算出。

表 4

N.G.C.	照 片 號 數	拍 照 期	照 片 號 數	拍 照 期
1750	470	1918	527	1930
1817	416b	1916	529,529b	1930,1943
2286	367	1912	532	1930
2548	422	1916	534	1930
7380	495	1919	536	1935

如弁言中所說,這工作中斷了十餘年,在第二次世界大戰期間,照片已經測量和計算。但 1946 年衛爾甘死後,佘山天文台無人主持,工作停頓。當 1952 年筆者受命料理佘山天文業務之時,祇存着未完成之星表一束,和散失的觀測紀錄數紙而已。在好些地方筆者須重新計算,且有的地方,缺了原始的資料,但幸不太嚴重。我們在這一卷中刊佈了這長時期間所完成的一段工作,希望於銀河星團的研究工作上,不無少許的貢獻。

1953 年 3 月

李 珩

(中國科學院紫金山天文台研究員)

通 論

製造星表的方法

我們在這裏所刊佈的五個星團的研究，其照片是用佘山觀象台 40 厘米口徑，690 厘米焦距的赤道折射望遠鏡¹⁾所作出的；其分解度在照片上 1 毫米，相當於空間的 30 弧秒。

§1. 照片的歸算

照片上星像的直角坐標的測算，係根據照在片上的網格。我們所用的 24×30 厘米照片上有 50×50 個正方形格；每二相鄰網格的細紋之距離是 4 毫米，相當於角距 2 弧分。利用我們的坐標儀上的二套螺旋，照片上星像的位置可測算至萬分之一弧分。

當所有可以測量的星像的位置均已測定之後，我們在一種星表，如 B.D. 或 A.G.C. 或天圖照相星表內鑑定十或廿幾顆星。如是利用在這些星表內取出的星（稱為定標星）的赤經赤緯，我們藉亨克斯（Hinks）數字表²⁾把它們換算為標準坐標 (X, Y) ，再利用這些標準坐標和它們的實測坐標 (x, y) ，我們可以藉下列的公式計算底片常數 a, b, c, d, e 和 f ：

$$X - x = ax + by + c,$$

$$Y - y = dx + ey + f.$$

當這些底片常數，藉最小二乘法求出之後，我們更利用它們，以求定標星的直角坐標 (X_c, Y_c) ，然後再計算餘差 $X - X_c, Y - Y_c$ 。若遇有星其餘差特別大的，我們當即摒棄（或考查其在測量上或星表上有否誤差，該星的自行是否異常……），重新再計算底片常數一次。最後我們利用這些底片常數，將所有底片上之星的實測坐標 (x, y) ，按上式全部換算為標準坐標 (X, Y) ，再藉羅威數字表³⁾將這些標準坐標改為赤道坐標 (α, δ) 。

§2. 星等的估計

因為我們沒有照相光度計，故對於星等的決定，是利用底片上星像的大小，和人造一系列的圓輪作比較而得的。事實上我們或用測微尺或與人造圓輪加以比較，而量得星像的直徑 (D) ，然後在照相星表內將這些星鑑定出若干顆。利用表中這些星的星等 (m) ，我們曾採取幾種經驗式以表直徑與星等間的關係。克氏（Christie）的公式 $m = a + b\sqrt{D}$ ，曾經使用，而查出其於弱星的外插不甚適宜⁴⁾，亦曾使用沙氏（Charlier）的公式 $D_m' = D_m \cdot a^{m-m'}$ 。

但在這一工作內通常是藉圖解法以解決這個問題。即以橫標表 D ，縱標表從表中取出的 m ，於是我們繪出這二量間的校準曲線（常是一破折直線）。此圖解法的精準度，可以和沙氏的公式相比擬。

可是，藉星像的直徑以定星等的方法，是很不精確的。這二量間的關係，以經驗式或圖解表之，均不能解決困難。對於弱星言，可幾誤差可達 0.25 星等或甚至超過之⁵⁾。

1) 關於儀器的記載，請參看佘山天文年刊第一卷。

2) Hinks, A. R. *Tables for Computing Standard Co-ordinates on Photographic Plates*, Mem. Roy. Ast. Soc. Vol. 57 Part 3.

3) Loewy, *Tables destinées à faciliter la transformation de coordonnées équatoriales*, Circulaire No. 10, Carte du Ciel IV, 1er fascicule.

4) 參看佘山天文年刊 10 卷 C 5 頁。

5) 參看 M. N. 69—75 卷中 H. H. Turner 所發表的一系列的論文。

§3. 周年歲差和其長期變項

歲差可表為下列三項：

即

$$\begin{aligned} \text{周年歲差: } & \begin{cases} m'' + n'' \sin \alpha \tan \delta & \text{在赤經上,} \\ n'' \cos \alpha & \text{在赤緯上;} \end{cases} \\ \text{長期變項: } & \begin{cases} A + B \tan \delta + C \tan^2 \delta & \text{在赤經上,} \\ A' + B' \tan \delta & \text{在赤緯上;} \end{cases} \\ \text{第三變項: } & \begin{cases} P_0 + P_1 \tan \delta + P_2 \tan^2 \delta + P_3 \tan^3 \delta & \text{在赤經上,} \\ Q_0 + Q_1 \tan \delta + Q_2 \tan^2 \delta & \text{在赤緯上;} \end{cases} \end{aligned}$$

式內大寫字母代表 α 和歲差常數 m 與 n 的函數。

若 t 為 25 年, 在我們所研究的星團情形下, 第三變項可以略而不計。

第二變項(即長期變項), 按牛工部 (Newcomb) 和司徒復 (Struve) 事實上幾為相同。

試以我們的星團 I (即 N.G.C. 1750) 為例, 而加以討論, 此星團的照片中心固定在 $\alpha = 4^h 59^m$, $\delta = 23^\circ 30'$ 。

耶魯天文台⁶⁾ 將 A. G. 星表的星重新攝測一遍, 且將其所攝之星的位置 (曆元 1928) 和 A. G. 星表中之星 (曆元 1882) 加以比較。每一星位置上的差異以曆元的差異 (46 年) 除之, 便得自行。據耶魯的研究, 所有的自行都有一常數項, 對於 α 言約為 $0''.083$ 以 46 年除之, 小於 $0''.002$ 或 $0''.03$; 他們對於 α 之為 $0''.083$ 的皆未計較。

於是餘下每顆星的自行。這自行當然因使用司徒復或牛工部的歲差常數之不同而有差異。這兩種歲差間的關係如下：

$$\text{對於赤經 } \alpha: \text{ 司徒復} = \text{牛工部} + 0''.000391 + 0''.0003464 \sin \alpha \tan \delta;$$

$$\text{對於赤緯 } \delta: \text{ 司徒復} = \text{牛工部} + 0''.005196 \cos \alpha.$$

耶魯天文台將 α 的變項取為 $0''.0003464 \sin \alpha \tan \delta = 0''.0025 \sin \alpha$, 這便是我們的第一個星團 (N.G.C. 1750) 的情形, 因為它的照片中心的赤緯 $\delta = 23^\circ 30'$ 。其他一項因係常數, 已經計算在裏面了。在我們的星團 I 的情形, 這一項在 46 年間是 $0''.0018$, 不應略而不計。至於就 δ 說, $0''.005196 \cos \alpha$ 在我們所討論的情形是小於 $0''.002$ 。

對於我們的情況而言, 由兩種不同的歲差常數而產生的總共的差異是：

$$\text{對於 } \alpha: 0''.000391 + 0''.0003464 \sin 4^h 59^m \tan 23^\circ 30' = 0''.000391 + 0''.000145 = 0''.000536;$$

$$\text{對於 } \delta: 0''.005196 \cos 4^h 59^m = 0''.001345.$$

我們表中所載的歲差和耶魯天文台不同, 因為它是按牛工部的數字, 由瑞爾 (Schorr) 的歲差表而來的 (*Präzessions-Tafeln*, Hamburg Sternwarte in Bergedorf, 1925)。無論就赤經或赤緯而言, 對於每一個星團, 兩者之間的差異實際是一常數。

佘山觀象台的計算

我們的前四個星團 (I, II, III, IV) 的曆元皆是 1900.0, 但星團 V 的曆元則是 1875.0; 這是因為我們被所選擇的定標星的星表所規定, 茲表示之如下：

表 5

星 團	N. G. C.	星 表 和 曆 元
I	1750	Abbadia 16° 至 24° (1900.0); Yale 20° 至 25° (1875.0)
II	1817	Hinks 的 Eros 星表 (1900.0)
III	2286	舊 A. G. C. 及 Abbadia -3° (1900.0)
IV	2548	舊 A. G. C. 及 Abbadia $-5^\circ 28'$ (1900.0)
V	7380	Yale $+55^\circ$ 至 $+60^\circ$ (1875.0)

(註： Abbadia 星表用的是牛工部的歲差常數, 一切舊 A.G. 星表和耶魯星表(即新 A.G. 星表) 都用司徒復的歲差常數)

6) 見 *Transaction of Yale*, Vol 10, 1934, 及 Vol 4, 序言第 10 頁。

A.G.C. 和耶魯星表的曆元：對於星團 III 和 IV（它的赤緯為負）曆元是 1900.0；對於星團 I, II 和 V（赤緯為正）曆元是 1875.0。

爲着計算我們星表中所列的每顆星的周年歲差和其長期變項，自然可按上述公式造一系列的數字表，俾易以內插法求出欲保留的數字，而且保證其最末一位的半個單位的正確性。但利用列線坐標的方法，將此等數字表製爲列線坐標圖，對於每顆星的歲差的計算，實有不少的便利⁷⁾。

爲了舉例說明，我們在附錄內特別載入一個星團的這些數字表和列線圖，讀者一閱便知其如何使用。

§ 4. 所討論星團的一般情形

爲了使讀者對於我們所討論的星團⁸⁾的一般情形，如它們的位置、大小、形狀、距離、亮度等，有一個概念，我們在這裏將柯林得爾（Collinder）的疏散星團表⁹⁾中所搜集的，列舉如下：

表 6

星表 號數	N.G.C. 號數	赤經	赤緯	大小	整體 星等	密集度 Cn	星數	類型	對於赤道 系統的 距角	對稱指數 方向角	銀道系直角坐標 與其方位餘弦			視差 距離
		銀經	銀緯								X x	Y y	Z z	
60	1718	^h 5 ^m 6.3	+16° 34'	25' × 23'	7.9 (4)	0.12	65	積尸	100°	0.4(255°)	-4010	-270	-820	0". 00081
		153° 6	-11° 7	20 × 20	7.8 (4)	0.0	85	積尸	—	—	-997	-68	-203	4020
17	2286	^h 6 ^m 42.6	-3° 4'	15 × 15	8.0 (2)	-0.15	58	積尸	—	0.42(5°)	-4870	-3160	-90	0". 00057
		183° 0	-0° 9	13 × 13	8.6 (2)	-0.1	50	積尸	—	—	-839	-545	-16	5800
179	2548	^h 8 ^m 8.8	-5° 30'	65 × 43	5.2 (3)	0.20	130	積尸	130°	0.42(320°)	-1260	-1290	+540	0". 00174
		195° 8	+16° 7	50 × 35	5.9 (2)	0.2	90	積尸	140°	0.42(320°)	-668	-688	+287	1880
452	7380	^h 22 ^m 43.0	+57° 34'	12 × 8	8.8 (2)	0.10	30	昂宿	115°	0.35(15°)	-1880	+7120	-110	0". 00046
		74° 8	-0° 9	8 × 8	8.8 (3)	-0.1	20	昂宿	—	0.4(0°)	-255	+966	-15	7370

說明：(1) 柯氏星表號數；(2) N.G.C. 星表號數，(3)和(4)赤道經緯和銀道經緯；(5)範圍大小單位爲弧分，上列爲 Lundmark，下列爲 Collinder 的估計，後列七項皆仿此例；(6)星團整體星等，括弧內的數字表示估計次數；(7)密集度；(8)星團內的星數；(9)類型，積尸較昂星團更爲密集；(10)對於赤道坐標系的距角；(11)對稱指數和對於赤道系的方位角；(12)，(13)和(14)上列對於銀河坐標系的直角坐標，單位是光年，下列對於銀道坐標的方向餘弦而以 1000 乘之；(15)上列視差，下列距離，單位是光年。

7) 參看余山天文年刊第十四卷。

8) 其中的一個 (N. G. C. 1750) 沒有在柯氏星表內，因爲它僅是一個視星團。參看 *Ap. J.* 91 卷，352 頁，1940

9) Per Collinder, *On Structural Properties of Open Galactic Clusters and their Spatial Distribution*, Annales of the Obs. of Lund, No. 2, 1931.

第一篇 歸 算

星 團 I N. G. C. 1750

這個星團¹⁰⁾，在佘山曾於兩時期內拍照四次：

表 7 資 料

底片號數	露光時間	拍 照 時 間	近 似 中 心 (曆 元 1900.0)
470	75 分	1918 年 1 月 15 日	4h 59m 00s.00 + 23° 30' 0".0
471	75	1918 年 1 月 18 日	4 59 00.00 + 23 30 0. 0
527	75	1930 年 1 月 30 日	4 59 00.00 + 23 30 0. 0
530	75	1930 年 2 月 18 日	4 59 00.00 + 23 30 0. 0

我們起初用了 1918 年兩照片上的平均數和 1930 年兩照片上的平均數。但這樣做我們感到尚欠妥當，因為 471 和 530 號二片上的星比較 470 和 527 要少一些，而且也沒有那樣清晰。於是我們決定，除特殊情形外，皆使用一個照片上的數字，同時期的另一照片上的數字，僅作參證校核之用。

§5. 470 號照片 (1918) 的歸算

在歸算時，我們祇有阿巴底亞 (Abbadia) 天文台的子午儀星表 (+16° 至 +24°)，定標星即從那裏取來 (曆元 1902)。其後耶魯 (Yale) 天文台重攝 A.G. 星表內的星 (+20° 至 25°，來比錫天文台，曆元 1882)，定出較好的方位。

在定位標上，我們未用巴黎的照相星表，祇在核對自行時使用了它。例如，巴黎 +24°，4 時 56 分，照片 121 號 (曆元 1891)，和巴黎 +23°，5 時 00 分，照片 372 號 (曆元 1892)，它們是據來比錫 A.G. 星表 (+20° 至 25°) 歸算的，這兩個照片的兩端，佔了我們拍照的區域。

在阿巴底亞星表內的星，可以在我們照片上鑑定出來的，祇有 22 顆，其中僅 19 顆可以使用。因露光時間達 75 分之久，其中三顆的像太大，(星等 5.8, 7.3 和 7.5) 故摒棄未用。我們以字母 A. B. C……V 表示這些定標星，同時列出它們在 A.G.C., Abbadia 和 B.D. 三星表內的號數。這些星在我們照片上的分佈頗不均勻，大多數都在第二象限 ($x < 0, y > 0$)。

表 8 定 標 星 的 餘 差

余 山	A.G.C.	Abbadia	B. D.	星 等	X-X _c	Y-Y _c	余 山	A.G.C.	Abbadia	B. D.	星 等	X-X _c	Y-Y _c
A	1600	2336	798+23°	8.8	-37 ¹¹⁾	-57	L	1629	2361	830+23°	8.5	-54	-19
B	1601	2337	800 22	8.6	-78	-23	M	1630	2362	833 23	8.5	-1	-7
C	1605	2393	804 23	8.5	-103	-28	N	1631	2363	835 23	8.9	-30	+37
D	1608	2344	806 23	8.9	-80	+65	O	1632	2366	837 23	7.3	—	—
E	1609	2345	807 23	9.1	-29 ¹²⁾	+36	P	1633	2368	818 22	7.5	—	—
F	1610	2346	808 23	8.4	+26	+74	Q	—	2370	819 22	8.8	+104	+2
G	1611	2347	723 24	8.3	0	+10	R	1634	2371	820 22	8.8	-65	-1
H	1614	2350	815 23	8.7	+83	+8	S	1635	2372	745 24	8.9	-32	-12
I	1620	2352	821 23	8.7	+111	-43	T	1638	2378	750 24	8.8	+8	-34
J	1622	2354	822 23	9.0	+45	-84	U	1645	2387	755 24	5.8	—	—
K	1623	2355	824 23	8.4	-70	+72	V	1646	2389	854 23	9.1	-40	+46

10) 據 *Ap. J.* 91 卷 532 頁 1940，一文 “Dreyer 星雲星團表的校勘。” 這個星團不應列入，我們在這裏把它當暗星野的研究而刊佈之。

11) 單位是萬分之一弧分，下仿此。

12) 在這裏須註明 B. D. + 23°.807 號星，即 Abbadia 星表中的 2345 號，其赤經 (1900.0) 在該星表內是 4h56m32s.10。但比較我們的四張照片和耶魯的星表，發見有一個印刷上的錯謬。該星的赤經實在是 4h56m32s.00 當我們發見這個錯謬時，標準坐標已算就了。於是我們祇將我們的照片中心的赤經 A (1900.0) 加以 $-0^s.10/19$ 或 $-0^s.005$ 的校正，在事實上此數甚微，可以略而不計，未發見這錯謬時，這顆星的 $X-X_c$ 的餘差是 +209，但改正後此差便縮小為 -29。

這 19 顆星按下列方程式

$$\begin{cases} X = x + ax + by + c, \\ Y = y + dx + ey + f \end{cases}$$

用最小二乘法,求得 470 號照片的常數如下:

$$a = +0.00047, \quad b = -0.00159, \quad c = +0.1065,$$

$$d = +0.00146, \quad e = +0.00046, \quad f = +0.2743;$$

式內 X, Y 表標準坐標(據 Hinks 表求得),而 x, y 為實測坐標。由結果可見 a 和 e 及 b 和 d 均甚相近又 c 和 f 均相當小,在歸算裏不須再計入二次項。

由這些常數定出照片中心的坐標為:

$$\left. \begin{aligned} A &= 4^h 59^m 00^s.00 \\ D &= 23^\circ 30' 00''.00 \end{aligned} \right\} (1900.0).$$

餘差(阿巴底亞—余山)的絕對值的平均數,對於 $X-X_c$ 為 $0'.0052$ 或 $0''.3$, 對於 $Y-Y_c$ 是 $0'.0036$ 或 $0''.2$, 它們的可幾誤差亦是這兩個數字。

假使我們計入這些定標星的自行,以研究對於餘差的平均值,是否會有影響,我們得出的結論是沒有改變。在我們所用的 19 顆定標星中有 18 顆是耶魯星表中載有自行的,其精確度在 100 年內赤經是 $0''.5$, 赤緯是 $0''.6$; 有 16 顆在 E.B.L₂ (北)自行表內有記載的。為使這兩個星表內的自行不發生矛盾,我們僅能使用在 100 年自行達 $1''$ 的。如果保留阿巴底亞星表中所載的位置,而且計入 16 年間的自行(余山和阿巴底亞的曆元差是 1918—1902),歸算結果,底片常數,涉及中心的 c 和 f 二數未受影響。

表 9 定標星的自行

余山	B. D.	百年內自行				余山	B. D.	百年內自行			
		赤	經	赤	緯			赤	經	赤	緯
A	23°.798	+0".30	+0".75	+0".90	+0".90	L	23°.830	-1".10	+1".20	-0".20	-0".30
B	22°.800	-0.60	-1.80	-1.90	-1.90	M	23°.833	-0.90	+0.75	+0.60	-0.30
C	23°.804	-2.00	+0.45	+0.20	+0.10	N	23°.835	-0.70	+1.50	-1.70	+0.10
D	23°.806	+1.30	+3.15	-1.80	-0.90	O	23°.837	-0.90	-0.15	+0.70	+0.10
E	23°.807	-1.30	—	-1.70	—	P	22°.818	-1.5	+1.35	-1.1	-2.40
F	23°.808	+0.50	—	-1.30	—	Q	22°.819	—	—	—	—
G	24°.733	-1.20	-1.50	-1.10	-3.10	R	22°.820	-0.80	+3.00	+0.40	+0.90
H	23°.815	-0.40	+2.25	+1.50	+1.80	S	24°.745	-0.30	+0.75	-2.10	-1.80
I	23°.821	-0.80	-1.50	-0.60	-1.00	T	24°.750	-0.50	+2.70	-0.90	-0.80
J	23°.822	-0.20	—	+1.20	—	U	24°.755	-0.90	+0.30	-1.00	-1.10
K	23°.824	+0.70	—	-0.60	—	V	23°.854	-1.60	—	-1.60	—
		耶魯	EBL ₂	耶魯	EBL ₂			耶魯	EBL ₂	耶魯	EBL ₂

§6 其他照片的歸算

我們使用相同的方法,歸算其他三個照片,仍用阿巴底亞星表中相同的星為定標星。藉最小二乘法與麥耶爾 (Mayer) 法求得每一個照片的六常數與第一片 (470 號) 的常數和平均餘差 $\Delta X, \Delta Y$ 併列於下表之中:

表 10 四張底片的常數

照片 號數	定標 星數	方法	a	b	c	d	e	f	平均餘差	
									ΔX	ΔY
470	19	最 小 二 乘	0.00047	-0.00159	0.1065	0.00146	0.00046	0.2743	0".4	0".2
471	19		0.00041	-0.00136	0.0687	0.00127	0.00050	0.2931	0.4	0.2
527	19	麥 耶 爾 法	0.00024	-0.00168	-1.1561	0.00164	0.00021	1.6758	0.3	0.3
530	18		0.00043	-0.00461	-0.3371	0.00442	0.00036	3.2766	0.4	0.4

由此可見 a 和 c , b 和 d 相接近: c 和 f 亦相當小, 不致引起任何困難。

比較 470 和 527 二片的標準坐標, 除了 $Y_{527} - Y_{470}$ 之外, 我們沒有找到其他的系統差, 所有的 Y_{527} 均已加上 $0''.0020$, 這等於使 f 等於 1.6778, 而不是 1.6758。我們在星表中列出 470 號照片上的 X, Y 和 527 與 470 二片上標準坐標的差異, 即 $X_{527} - X_{470} = \Delta X$ 與 $Y_{527} - Y_{470} = \Delta Y$ 。(未刊佈, 僅留作檔案備查)。

表 11 定 標 星 的 餘 差

照 片	470		471		527		照 片	470		471		527	
餘 差	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	餘 差	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
A	-37	-57	-25	-62	+22	-37	M	-1	-7	+54	-3	-12	+46
B	-78	-23	-72	-16	-23	+25	N	-30	+37	-11	+21	+2	+76
C	-103	-28	-79	+1	-35	+133	Q	+104	+2	+74	+1	+91	-70
D	-80	+65	-94	+78	-67	+138	R	-65	-1	-121	-7	+6	-57
E	-29	+36	+6	+18	+58	+57	S	-32	-12	-11	+2	-45	+109
F	+26	+74	-7	+27	+13	+36	T	+8	-34	-34	-106	-20	+18
G	0	+10	-62	-45	-52	-87	V	-40	+46	+9	+13	-29	+10
H	+83	+8	+18	+27	+41	0							
I	+111	-43	+15	-30	+35	-19	Σ	996	658	900	606	755	1054
J	+45	-84	+76	-79	+30	-84	$\bar{\Sigma}$	52	35	47	32	40	56
K	-70	+72	-68	+36	-93	+12	$\bar{\Sigma}''$	0''.3	0''.2	0''.3	0''.2	0''.2	0''.3
L	-54	-19	-64	+34	-81	+30							

在上表內 $|\Sigma|$ 表餘差的絕對值的總和, $|\bar{\Sigma}|$ 是它的平均數, $|\bar{\Sigma}''|$ 是這平均數以弧秒表之。就餘差的觀點可見, 同時期的兩個照片(470 與 471)甚是相合, 這三片的餘差的平均值概可取為 $0''.25$ 。

從以上兩表得知, 由同一時期的二張照片上所得的結果, 頗為相近, 但非完全相同, 即使用相同的定標星和相同的方法。471 號照片不如 470 號照片那樣好(星較少), 530 號照片欠佳(星少而且照得不好), 我們僅在它上面找到 18 顆定標星。又 527 和 530 二片拍照時間相隔達 20 日之久, 拍照之人亦不是同一人, 故嚴格言之, 527 和 530 二片不能相比。但其他同時期的二片, 就其上之星的坐標和它們的常數而言, 是非常之相同, 我們可作例外的情形看待, 可以計算它們的臨時平均坐標。這些平均值的意義如下: 若兩照片上有相同的星, 則取其坐標的平均值, 若祇有一片上(常係 470 號)有的星, 則取該星的坐標。

同一時期的兩張照片上, 同一星的臨時標準坐標, 仍然有差異, 其原因如下:

1. 測量上的誤差, 特別是星像粗大之時;
2. 底片常數難於在求出之前加以預斷, 即使用相同的方法和相同的定標星而定出的, 以之計算定標星的臨時標準坐標, 亦生差異。

於是設 da_1, db_1, dc_1 和 da_2, db_2, dc_2 為這些常數的誤差, 則有:

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = (da_1 - da_2)x + (db_1 - db_2)y + dc_1 - dc_2.$$

在照片的四角易發生 $X_1 - X_2 = 0''.0030$, 這僅是常數值的系統差的部分。

§ 7. 確定坐標的尋覓, 同時期照片的比較

如以前所說¹³⁾, 把一張照片上的星參照到他一張照片上的星去, 有幾種好處: 可供選擇的定標星較多, 計算比較簡單(避免先換算為赤道坐標), 如現在討論的情形, 所有的照片使用同一的中心。

1) 假想所有的照片都和 470 號照片佔有相同的中心, 且令 x, y 為另一照片上某星的實測坐標; X, Y 是它的標準坐標。我們想按下列的關係式定出同期兩照片常數的差異, $a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2, d_1 - d_2, e_1 - e_2$, 和 $f_1 - f_2$ 。

13) 參考余山天文年刊 14 卷, 第 1 冊 3—6 頁。

$$X_{470} - X_{471} = (a_1 - a_2)x + (b_1 - b_2)y + c_1 - c_2,$$

$$Y_{470} - Y_{471} = (d_1 - d_2)x + (e_1 - e_2)y + f_1 - f_2;$$

同樣可以他一時期的其他二片 527 和 530 號,加以相同的計算。

於是臨時標準坐標的差異可以解釋為常數的系統差。既將這些系統差計入之後,所剩餘的祇是偶然差,這樣便可比較同時期的兩張照片。

以相同的方法,亦可比較兩時期的兩張照片上的平均值。

利用第一張照片上的標準坐標,以求第二張照片上的標準坐標,最好的方法,當是利用相當多,拍照好,分佈勻的星。克瑞斯特 (Christie)¹⁴⁾ 的方法,或最小二乘法,可以解決這個問題,祇是我們須避免選用太靠邊角的星,那裏它們常不太好,我們可以在拍照得好的暗星裏選四羣,而將其表為四顆假定的星,其坐標的絕對值約為 35' (我們的照片,自中心起算,橫縱坐標各延展至 50'),此法將採用之於下:

1. $c_1 - c_2$ 和 $f_1 - f_2$ 兩差的決定,係由照片中央的一顆平均星,換言之,即用 10 星等以上的星,位標在

如 $0 < |x| < 0'.0010$, $0 < |y| < 0'.0010$ 的,而求其平均值。

合於這樣規格的星,計有一百餘顆,由他們定出所求之值,頗為相合,即其值為:

$$c_{470} - c_{471} = 0.0032, \quad f_{470} - f_{471} = -0.0002,$$

$$c_{527} - c_{530} = 0.0034, \quad f_{527} - f_{530} = -0.0014.$$

同法得:

$$\frac{c_{470} + c_{471}}{2} - \frac{c_{527} - c_{530}}{2} = -0.0018,$$

$$\frac{f_{470} + f_{471}}{2} - \frac{f_{527} - f_{530}}{2} = -0.0034.$$

至於決定其他 $a_1 - a_2$, $b_1 - b_2$, $d_1 - d_2$ 和 $e_1 - e_2$ 四差,乃用四角位置在 $|x| = |y| = 39$ 附近的四顆假星,它們每顆是據 8 顆比 11 等較暗的真星的平均值,其位標為 $30 < |x| < 40$, $30 < |y| < 40$ 。

對於 470 和 471 二片,我們求得

$$a_1 - a_2 = 0.000058, \quad b_1 - b_2 = 0.000016,$$

$$d_1 - d_2 = -0.000030, \quad e_1 - e_2 = -0.000042.$$

但對於 527 和 530 二片,與由四顆假星所定的方程式發生矛盾;因此欲得的未知數不能求出,每一區域均表現有系統的誤差,換言之,即在 $|x| > 30$ 和 $|y| > 30$ 之區域內,530 號照片不能按此法使用。

總述求得的結果如下:

$$\begin{cases} X_{470} - X_{471} = (+0.58x - 0.16y + 32) \times 10^{-4} \\ Y_{470} - Y_{471} = (-0.30x - 0.42y - 2) \times 10^{-4} \end{cases}$$

$$\text{同樣} \begin{cases} X_{527} - X_{530} = (-0.82x + 0.69y + 34) \times 10^{-4} \\ Y_{527} - Y_{530} = (+0.43x - 0.42y - 14) \times 10^{-4} \end{cases}$$

$$\text{和} \begin{cases} X_{470/471} - X_{527/530} = (-0.25x - 0.76y - 18) \times 10^{-4} \\ Y_{470/471} - Y_{527/530} = (+0.87x + 0.23y + 23) \times 10^{-4} \end{cases}$$

我們曾根據以上諸式作了一些校算,祇在 527 和 530 二片之標準坐標的較差上有比較稍大的餘差。

總結:

i) 470 和 471 二片非常相合。加以系統差的校正後,它們中間的差異完全可以接受;於是決定取此二片的平均值。

ii) 527 號照片比較 530 號照片拍得好,而星亦多,它和定標星亦頗相合,故祇保留 527 號。

為以後求自行之用計,我們更求 $\frac{470 + 471}{2} = 527$, 這可寫為:

14) 見 M. N. 55 卷 60—65 頁。

$$\frac{470 + 471}{2} - \left(\frac{527 + 530}{2} \right) - \left(\frac{527 - 530}{2} \right).$$

利用上列三組方程,最後這一較差式容易求得。

2. 若是兩照片的中心不相合,而相差至 1 弧分以上,聯系二片的標準坐標和實測坐標的方程應再加入一個二次項¹⁵⁾如下:

$$\begin{cases} X = x + (ax + by) + c + x(cx + fy) \times 0.85 \times 10^{-7}, \\ Y = y + (dx + ey) + f + y(cx + fy) \times 0.85 \times 10^{-7}. \end{cases}$$

換言之,即在使用 1 法之前,應當將 x 作 $8.5 \times 10^{-6}(cx^2 + fxy)$ 的校正,將 y 作 $8.5 \times 10^{-6}(fy^2 + cxy)$ 的校正,單位常是弧分。

這種校正僅於 530 和 527 二片有其需要。將 x, y 和校正數通以弧分為單位表之,且利用 §6 內對於這兩照片所求得的 c 和 f 之值,二次校正項應為:

	$8.5 \times 10^{-6} x (-0.34 x + 3.28 y)$	對於 X_{530} ,
	$8.5 \times 10^{-6} y (-0.34 x + 3.28 y)$	對於 Y_{530} ;
同樣	$8.5 \times 10^{-6} x (-1.16 x + 1.68 y)$	對於 X_{527} ,
	$8.5 \times 10^{-6} y (-1.16 x + 1.68 y)$	對於 Y_{527} .

由此更得:

$$X_{527} - X_{530} \text{ 應有 } 8.5 \times 10^{-6} x (-0.82 x - 1.60 y) = -x(0.70 x + 1.36 y) \times 10^{-6} \text{ 的校正,}$$

$$Y_{527} - Y_{530} \text{ 應有 } 8.5 \times 10^{-6} y (-0.82 x - 1.60 y) = -y(0.70 x + 1.36 y) \times 10^{-6} \text{ 的校正.}$$

在極大值的情形,即設 $x = y = 50$,這項校正可達 $2.06 x^2 \times 10^{-6}$ 或 $0'.0005$.

對於 527 和 530 二片的平均值的校正將是:

$8.5 \times 10^{-6} x (-0.75 x + 2.48 y)$	對於 X 分量,
$8.5 \times 10^{-6} y (-0.75 x + 2.48 y)$	對於 Y 分量。

於 $-x = y < 20$ 的區域,這項校正並不需要。

§ 8. 根據余山的照片而求得的自行

如上面所指出的 (§ 6), 我們照片上星像的位置的可幾誤差不超過 $0''.25$, 而兩照片的拍攝期間相隔為 12 年, 我們預料自行測定的精確度當是 $\frac{0''.25\sqrt{2}}{12}$ 或約為 $0''.030$. 因為所有照片上的標準坐標, 均根據同一中心加以計算, 所以它們彼此間的比較是很容易的。

為說明精確度的極限度, 周年自行在赤經與赤緯上小於 $0''.002$ 或 $0''.030$ 的都應當視為達到精確度的極限, 而抱保留的態度。12 年的期間在對於測量遠的天體, 如星團那樣的自行, 實在太短。在期待第三期照片的拍攝之時, 我們暫將這些初步的結果刊佈, 以期為將來更可靠的結果打下一個基礎。

§ 9. 和其他星表的比較

(一) 和阿巴底亞星表 (+ 16° 至 + 24°) 比較

阿巴底亞天文台自 1899 至 1908 年所作的子午儀觀測, 給我們 19 顆定標星。這一羣星所組成的定標星系和阿巴底亞星表間的差異, 可由下列表中的赤經差 ΔA 和赤緯差 ΔD 讀出, 此差內尚未將自行計入。

15) 見余山天文年刊 18 卷 1 冊 5—6 頁。

表 12 和 阿 巴 底 亞 星 表 比 較

B. D.	余 山 — 阿 巴 底 亞		B. D.	余 山 — 阿 巴 底 亞	
	ΔA	ΔD		ΔA	ΔD
23°798	+0 ^s .02	+0 ^{''} .3	23°830	+0 ^s .02	+0 ^{''} .1
22 800	+0 .03	+0 .1	23 833	0 .00	0 .0
23 804	+0 .05	+0 .2	23 835	-0 .01	-0 .2
23 806	+0 .03	-0 .4	23 837	+0 .04	-0 .2
23 807	+0 .01	-0 .2	22 818	0 .00	+0 .5
23 808	-0 .01	-0 .4	22 819	-0 .04	0 .0
24 733	0 .00	-0 .1	22 820	+0 .03	0 .0
23 815	-0 .04	-0 .1	24 745	+0 .01	+0 .1
23 821	-0 .05	+0 .3	24 750	0 .00	+0 .4
23 822	-0 .02	+0 .5	24 755	-0 .03	(+1 .1)
23 824	+0 .02	-0 .4	23 854	+0 .02	-0 .3
23 828	0 .00	+0 .3			

這些差的絕對值的平均數，對於赤經是 0^s.021，赤緯是 0^{''}.23，計算時將 B. D. 24°755 一星的赤緯差未用，因其異常，星等為 5.8，而由余山定出的 $\mu_s = -0^{''}.1$ ，均屬過巨。

若將上列表中的 ΔA 和 ΔD 以余山和阿巴底亞兩台觀測的期間差 (15 年，即 1918—1903) 除之，我們便可得這 22 顆星的自行。可是和我們的星表中的結果比較，不太相合；這是因為一方面，兩台的工作方法上的差異所生的測量上的誤差，他一方面這些星都是亮星，星等差亦有相當大的影響。

(二) 和耶魯星表 (+20° 至 +25°) 比較

我們利用耶魯星表中的歲差和長期變項將我們的星表 and 耶魯星表中共有的星 28 顆的曆元改至 1900.0，於是我們將比較的結果載於下列表中。

表 13 和 耶 魯 星 表 比 較

B. D.	耶 魯 — 余 山		B. D.	耶 魯 — 余 山	
	ΔA	ΔD		ΔA	ΔD
23°798	-0 ^s .11	+0 ^{''} .2	23°821	-0 ^s .12	-0 ^{''} .2
22 800	-0 .13	+0 .3	23 822	-0 .11	0 .0
23 804	-0 .15	+0 .4	23 824	-0 .10	+0 .4
23 805	-0 .06	+0 .2	A.G. 1625	-0 .12	+0 .4
23 806	-0 .08	-0 .2	23 828	-0 .09	-0 .4
23 807	-0 .12	+0 .1	23 830	-0 .11	-0 .2
23 808	-0 .08	+0 .2	23 833	-0 .12	+0 .3
24 733	-0 .11	+0 .5	23 835	-0 .14	-0 .1
22 806	-0 .15	+0 .4	23 837	-0 .16	+0 .3
23 815	-0 .10	+0 .6	24 745	-0 .12	-0 .3
24 738	-0 .08	-0 .3	24 750	-0 .12	-0 .2
23 817	-0 .12	+0 .3	24 755	-0 .14	-0 .6
A.G. 1618	-0 .17	+0 .6	23 854	-0 .16	+0 .1
23 820	-0 .15	+0 .6	23 855	-0 .16	-0 .6

赤經過大而且在耶魯-余山的方向上均係負數，且平均值為 $-0^s.12$ ，在赤緯差內正的多於負的，其絕對值的平均數為 0^{''}.39，而其代數和的平均值為 0^{''}.12。由此可見欲將我們的星的位置納入耶魯的系統，應將我們的 470 號照片的中心在赤經向上移動 0^s.12，在赤緯向上移動 $-0^{''}.12$ 。

若將這兩個系統差計算進去，則我們星表中的自行和耶魯星表中的自行，便相合得多。

§ 10. 星 等

對於星等的測定，比較星係採自巴黎天文台的兩個照相星表：

23° 至 25° (照片 121 號) 赤經 4^h 56^m 時期 1891 年 12 月 19 日；

22° 至 24° (照片 372 號) 赤經 5^h 00^m 時期 1892 年 12 月 24 日；

這兩個照片，各有一部分與本星團的照片相重合。

我們把 1918 年所拍的兩個照片 (470 和 471 號) 上的 472 顆星，和巴黎星表中所載的加以鑑定，於是把它們的影像的直徑和它們在該星表中的星等，加以聯系，而建立我們照片上所有的星的星等的尺度。這樣的星等估計，便是我們載在我們的星表內的。精確度至為有限，可幾誤差常可達 0.3 星等¹⁶⁾。

為着明瞭我們所定的星等的精確程度，我們先和耶魯星表 (見 Transaction 第 10 卷) 中可能鑑定得的 27 星 (在 6.2 至 9.9 星等之間) 的照相星等比較，其平均差為 0.47 星等 (即耶魯 - 余山 = 9.17 - 8.70)。同樣在 H.D. 星表中我們鑑定得 12 顆星，其與我們的星等的平均差亦為 0.45 星等 (即 H.D. - 余山 = 8.54 - 8.09)。由此可見，我們的結果平均是有 0.46 星等的過於明亮。在此可以附談耶魯星表和 H. D. 星表中的星等，亦非十分相合。根據兩星表中共有的 11 顆星，其平均差亦為 0.37 星等 (即 H.D. - 耶魯 = 8.84 - 8.47)。至於使用此法的詳細情節，讀者可參看 § 14 對於星團 II，即 N.G.C. 1817，所討論的同一的問題。

星 團 II N. G. C. 1817

我們對於這個星團在三個時期內，拍照了四次。

表 14 資 料

照片號數	露光時間	拍 照 時 間	近 似 中 心 (1900.0)	
415	30 ¹⁷⁾ 分	1916 年 1 月 31 日	5 ^h 6 ^m 58 ^s . 78	16° 33' 56". 5
416	100	1916 年 2 月 2 日	5 6 58. 78	16 33 56. 5
529	100	1930 年 2 月 16 日	5 6 58. 78	16 33 56. 5
529b	100	1943 年 2 月 22 日	5 6 58. 78	16 33 56. 5

這個星團的星都相當暗，拍上照片的不算多¹⁸⁾。我們所拍上並且加以測算的，僅 2103 顆，分佈在 10000 平方分的面積內。

§ 11. 第一時期照片的歸算

如對於上一星團的研究，我們先敘述我們所用約定標星和由它們所定出的底片常數。這些定標星概取自 A. G. 星表 (柏林 + 15° 至 + 20°)。

定標星有 14 顆，但參攷了 EBL 自行星表之後，我們揚棄了其中有相當大的自行的 3 顆，柏林星表的曆元是 1875.0，我們將它改至 1900.0，底片常數係按最小二乘法求得，其結果如下：

對於 415 號照片：

$$\begin{aligned} a &= 0.000474, & b &= -0.001770, & c &= 0.010898, \\ d &= 0.001357, & e &= +0.000463, & f &= 0.021567; \end{aligned}$$

對於 416b 號照片：

$$\begin{aligned} a &= +0.000443, & b &= 0.002539, & c &= -0.040772, \\ d &= -0.002903, & e &= 0.000488, & f &= +0.009701. \end{aligned}$$

16) 關於這個問題，可參看 H. H. Turner 在 M. N. 69—75 卷中一系列的論文。

17) 因雲阻礙故未能達到預定的露光時間。

18) James Cuffey：銀河星團的色指數。哈佛天文台年刊 106 卷 2 號 59 頁又 69—70 頁。那裏紀錄有這個星團中的星 283 顆。我們僅鑑定其中的 18 顆。