

耶穌會士劉松齡與北京的科學技術¹

斯坦尼斯拉夫著，周萍萍譯述

“The Great Jesuit Hallerstein and the Science and
Technology in Beijing”

Stanislav JUŽNIČ, translated and narrated by Ping Ping ZHOU

譯者按：耶穌會士劉松齡（Auguštín Hallerstein，1703—1774年）出生於歐洲中部，生活於哈布斯堡王朝時期，屬於享有特權的貴族階層。1738年，他來到中國，並以宮廷天文學家和數學家的身份奉旨進京，在欽天監任職達三十餘年。任職期間，他與歐洲科學院、天文臺開展合作，把當時歐洲較為先進的科學知識如星曆表、日心說等傳入中國，反之亦然，那個時代歐洲最重要的科學期刊刊登了其在中國進行的多種觀測結果，如蝕象觀測記錄、天體間的距離等。劉松齡堪為中西文化交流的使者。

¹ 本文譯自出生於斯洛文尼亞、現工作於美國奧克拉荷馬大學的斯坦尼斯拉夫（Stanislav Južnič）教授的著述《劉松齡——耶穌會在京最後一位偉大的天文學家》（Hallerstein, *The Last Great Jesuit Astronomer at Beijing*, Ljubljana: Tehniška Založba, 2003）中的第六章“北京的科學技術”中的第2、3節。

日球和月球

劉松齡第一次聽到關於蝕象的正確解釋是在他的堂兄埃伯格 (Janez Benjamin Erberg, 1699—1759 年) 的論文答辯中。1716 年, 受業於斯坦納 (Sebastijan Stainer, 1679—1748 年) 教授的埃伯格在盧布爾雅那 (Ljubljana) 耶穌會大學參加了學生考試論文答辯。正確預測日蝕對於耶穌會士而言顯得特別重要, 因為這可以為他們在所傳教的國家尤其是在中國帶來敬重。劉松齡掌管的欽天監不得不提前預測一年中所有的蝕象以及大自然的各種異象, 然後每個月把預測結果發往將發生這種現象的省份。欽天監官員在每次預測的蝕象裏增加了與王公貴族以及皇帝氣數相關的占星術解釋, 因此這種預測是國家機密。²

1768 年, 劉松齡在 1717 年 9 月 21 日至 1744 年 10 月 21 日間所作的蝕象觀測記錄出版了, 其中一些已經發表於 1747 年戴進賢 (Ignatius Kögler, 1680—1746 年) 的《蝕象科學》中。³

日蝕

乾隆對官方預測的 1760 年 6 月 13 日將發生日蝕有點懷疑。但是劉松齡準確地預測了湖南省和山東省日蝕的程度, 他知道人們在極度黑暗的那一刻會害怕死亡。⁴

劉松齡的手下準確預測了 1762 年 10 月 17 日的日蝕, 但是文員在抄寫時出了一些差錯。由於人們沒有注意到這些差錯, 所以關於日蝕預測的錯誤資料被發往各省總督, 供他們向轄境內的百姓宣讀。日蝕在意想不到的時間發生了, 乾隆遂傳訊一百多名欽天監官員。劉松齡解釋說, 這是抄寫員的錯誤, 而不是科學的

² Shi Yunli (石雲裏), *Eclipse Observations Made by Jesuit Astronomers in China: A Reconsideration*, in *JHA*, 2000, 31: 145; Matteo Ricci, "China in the Sixteenth Century," in *The Journals of Matteo Ricci* (New York: Random House, 1953), p. 32.

³ Hallerstein, review 1774, p. 156.

⁴ Andreas Rodrigues, "Observationes Astronomicae Habitaе ab Andrea Rodrigues," in *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, 1799, 2:31.

誤算。他請求皇帝的寬宥。乾隆沒有像前幾次那樣將這些天文學家革職。⁵ 1725 年之後，他們對忽視或者錯誤預測天文現象時間的欽天監官員責罰六十大板。⁶

劉松齡向赫爾(Maximilian Hell, 1720–1792 年)彙報了 1746 年 3 月 22 日、⁷ 1770 年 5 月 25 日早晨七點、⁸ 1773 年 3 月 23 日北京發生的日蝕現象。⁹ 1770 年 5 月 25 日，劉松齡測量了太陽的相對直徑是 31' 40" 和 32' 10"，這和現在大家所認可的 1,900" 幾乎完全一樣。¹⁰ 這次觀測從 7 點 30 分 44 秒開始直至 9 點 9 分 44 秒結束，共持續了 1 小時 39 分。月球中心和太陽中心的最小表觀距離是 9' 48"，在日蝕的所有階段平均距離是 10' 18"。在那次日蝕中，劉松齡用自己的新方法計算了太陽和月球之間的最小表觀距離。他把這些結果與 1760 年 6 月 13 日、1715 年以及 1706 年 5 月 12 日的日蝕進行了比較。拉•伊爾(De la Hire, 1640–1718 年)和凱西尼(Giovani Domenico Cassini, 1625–1712 年)的學生——里昂聖三一學院的邏輯學和數學教授、耶穌會士費伯(Faber)一起觀測了後兩次日蝕。1719 年，教廷使者不允許傅聖澤(Jean-François Fouquet, 1663–1741 年)¹¹ 以及其他在京耶穌會士使用 1702 年出版的拉•伊爾的哥白尼學派星表。後來，劉松齡能夠使用這些星表。18 世紀 50 年代，B.F. 埃伯格(B.F.

⁵ Godefridus Laimbeckhoven, *Der Bischof von Nanking und seine Briefe aus China mit Faximile seinem Reisenbeschreibung* (Sankt Augustin: Institut Monumenta Serica, 2000), p. 158; Shi Yunli, 2000, pp. 140–141.

⁶ Pietro Corradini, "The Chinese Imperial Astronomical Office and the Jesuit Missionaries," in *Rivista degli Studi Orientali*, 1994, 68: 349.

⁷ Hallerstein, *Ephemerides Astronomicae*, 1776, 20: 19.

⁸ Hallerstein, 1776, 20: 20; Hallerstein, *Ephemerides Astronomicae*, 1772, 6: 248.

⁹ Hallerstein, *Ephemerides Astronomicae*, Anni 1774, Vien-nae 1773, Appendix, 18: 157; Hallerstein, 1776, 20: 18.

¹⁰ Eli Maor, *Venus in Transi.*, Princeton University Press, 2000, p. 169.

¹¹ 傅聖澤，1663 年 3 月 12 日出生於法國勃良第；1681 年 9 月 17 日在巴黎進入初修院；1741 年 3 月 4 日在羅馬去世(John Witek, *Controversial Ideas in China and in Europe: A Biography of Jean-François Fouquet S.J. (1665–1741)* (Roma: Institutum Historicum S.J., 1982), p. 74)。

Erberg) 為盧布爾雅那的耶穌會修院購買了拉·伊爾星表的德文本。

劉松齡採納了勒莫尼埃 (Le Monnier, 1715–1799 年) 對這次觀測的建議。赫爾肯定地宣稱，這次日蝕結束的精確時間比其開始的時間更難以測算，因為特別要考慮光的大氣折射造成的天空曲率。

1770 年，劉松齡把這些結果匯總在五欄表格中。第一欄列出了從開始觀測直至 8 點 22 分 22 秒全食時的 18 次觀測，這時在 18'28" 的視角可見月球覆蓋了太陽表面的一部分。那是太陽直徑整個視角的 58%，估計在 31' 40"。第二欄是太陽逐漸變黑過程中落在測微計上的光的部分。第三欄列出了 18 次他們所觀測到的複圓與食甚時同樣的光度。第四欄列出了恰在日蝕結束前的 17 次觀測，這樣，劉松齡計算出用視角測算的日心和月心之間的最小距離。在報告的結尾，最後兩欄再次以列表的形式展示。劉松齡重複了第一張表格中的一些資料，共計十六行。赫爾在兩年中兩次出版了載有劉松齡測算結果的相同表格，但文本解釋一點沒變。¹² 在第一版中，赫爾僅僅提到劉松齡在日蝕時用來計算日心和月心之間最小距離的幾何和分析新方法。

1772 年，赫爾神父採納高慎思 (José de Espinha, 1722–1788 年) 神父在北京聖若瑟駐所同時進行觀測的記錄，補全了劉松齡 1770 年 5 月 25 日的日蝕觀測記錄。高慎思使用了和劉松齡一樣的望遠鏡，鏡頭近 8 英尺長，孔徑直徑為 7.34 英寸或接近 20 釐米。他測量的太陽最大直徑比劉松齡小 4"16"。高慎思用符號來表示弧秒的六十分之一。高慎思比劉松齡早 3.5 分鐘開始測量太陽直徑、晚 1.5 分鐘結束測量。赫爾把高慎思的測量列成六欄，把劉松齡的列為五欄。¹³

¹² Hallerstein, 1774, 18: 157, 161.

¹³ Hallerstein, 1772, 16: 249.

齊類思（Luigi Cipolla，1736–1805 年之後）神父稍後公佈了對這次日蝕稍有不同的測量結果。根據他的報告，日蝕於 7 點 31 分 7 秒開始，於 9 點 19 分 52 秒結束。因此，他開始觀測的時間幾乎比劉松齡晚不了幾秒，但他結束觀測則比劉松齡晚了 10 分鐘之久。太陽的直徑估計為 $31'35''44'''$ 。¹⁴

我們計算了劉松齡所觀測的日蝕次數，並把這些結果列成表格。中國人把蝕象時月球和太陽的直徑平分為 10 等份。這些等份再分為 60 分，分再細分為 60 秒。我們把中國人的記錄¹⁵ 轉換成一小時千分之一的十進位。

日蝕觀測開始、中間和結束時的標準誤差近於 3.4%，系統誤差為 1.3%。由於「黑滴現象（Effect of Black Drop）」，誤差最大值產生於末次接觸（出凌——譯者注）的時間估計上，那個時代的觀測理論家們已經知道這點。他們也更精確地估算了日蝕時被遮蓋部分的百分比。¹⁶

月蝕

1750 年 6 月 20 日，劉松齡和鮑友管（Anton Gogeisl，1701–1771 年）¹⁷ 在北京皇家觀象臺觀測月食。1750 年 10 月 31 日，宋君榮（Antoine Gabil，1689–1759 年）向巴黎的德利斯爾（Joseph Nicolas Delisle，1688–1768 年）報告了他們的觀測記錄，但他沒有提及劉松齡觀測的數值計算結果。劉松齡的計算結果公佈於 1768 年。¹⁸

¹⁴ Luigi Cipolla, *Phil. Trans*, 1774, 64: 37, 39.

¹⁵ Andreas Rodrigues, 1799, 64: 31–32.

¹⁶ Hallerstein, 1769, 1: 3; Shi, 2000, 136.

¹⁷ 鮑友管（Gogeisl）的名字錯寫成了 Gogails（Antoine Gabil, *Correspondance de Pékin 1722–1759, Publiée par Renée Simon. Études de Philologie et Histoire* (Geneve: Librairie Droz, 1970), p. 633)。

¹⁸ Shi Yunli, 2000, 141.

1761 年 11 月 12 日夜間，耶穌會士在北京觀象臺觀測了月全食。魏繼晉 (Florian Joseph Bahr, 1706–1771 年) 用 5 英尺長的望遠鏡、張舒 (Inácio Francisco, 1725–1792 年) 用 7 英尺長的望遠鏡、索德超 (José Bernardo de Almeida, 1728–1805 年) 用 8 英尺長的望遠鏡。同時，一位無法查對姓名的觀測者在皇家觀象臺用 8 英尺長的羅默 (Olaus Christianson Roemer, 1644–1710 年) 望遠鏡進行觀測。他能夠在別人開始之前 34 秒進行觀測，而比別人晚 18 秒或更多結束觀測。其使用的是帶鐘擺的輕便時鐘。那天夜裏天氣晴朗、平和無風。月面陰影上那些最遠的點顯然是可消逝的，但仍有一些斑點。月面呈灼熱的鐵紅色。月食剛開始時，在月球的垂直上空、距離月球直徑大約三分之二處能看見一顆明亮的小星星。耶穌會士們期望能在月食結束後再次看到這顆小星星。但是月食結束後，這顆小星星離月球太近了、僅一指遠，沒有人辨認出它。依據哈雷 (Edmond Halley, 1656–1742 年)、凱西尼、格拉馬蒂西 (Nicholas Grammatici, 1684–1736 年)、勒莫尼埃的星表以及巴黎一位不知名作者的曆表，大家將食中的時間與北京預測的時間進行了對比。結果表明拉莫尼亞的星表最好，誤差沒有超過一分鐘。¹⁹

1771 年 10 月 23 日，耶穌會士在北京的聖若瑟駐所觀測月食。一位觀測者第一個作了彙報，他可能是齊類思。這次月食開始於 23 點 22 分 6 秒、結束于第二天凌晨 1 點 37 分 13 秒。這次月全食沒有留下觀測記錄。²⁰ 耶穌會士使用的是 8 英尺長望遠鏡。

1772 年 10 月 11 日夜晚，劉松齡在北京觀測了月全食。他使用的是較短的、6 英尺長的、帶有蕭特 (Scott James Short, 1710–1768 年) “英式”測微計的望遠鏡。²¹ 廣州的耶穌會士也觀

¹⁹ Luigi Cipolla, 1774, 64: 44–45.

²⁰ Luigi Cipolla, 1774, 64: 39.

²¹ Zmago Šmitek, *Srečevanja z drugačnostjo, slovenska izkustva eksotike* (Radovljica: Didakta, 1995), pp. 131–132; Hallerstein, 1776, 20: 17.

測到了這次月食。他們的觀測資料沒有及時由休謨（Hume）和佈雷克（Blake）的船隻帶回，直到後來人們才發現這些資料，但上面沒有記載觀測者的名字。馬斯克林（Sir Nevil Maskelyne，1732–1811 年）對這些觀測記錄的準確性持懷疑態度，因為僅在一天前，他們才根據太陽把時鐘調節好。大部分時間天空都很晴朗。他們從 22 點 54 分 26 秒一直觀測到第二天早晨 3 點 4 分 4 秒。²² 廣州耶穌會士使用了 6 跨長的望遠鏡和約翰·阿諾德（John Arnold）在倫敦製造的擺鐘。約翰·阿諾德簡化了哈里森（John Harrison，1693–1776 年）的設計，並引入了用在彈簧上通過改變控制杆以彌補溫度變化的帶砝碼雙金屬環。²³

月掩木星

1740 年 10 月 12 日，宋君榮觀測到月掩木星及木衛現象。同時，孫璋（La Charme，1695–1769 年）用 7.5 英尺長的望遠鏡觀察了這個現象。²⁴

1770 年 7 月 5 日，北京耶穌會士在聖若瑟駐所用 8 英尺長的望遠鏡觀測到了月掩木星現象。觀測開始於 7 點 57 分 29 秒。兩分半鐘後，月球西側完全遮住了木星。10 點 18 分 37 秒，觀測結束。²⁵

月球的其他觀測結果

1772 年 1 月 25 日 5 點 27 分 41 秒至 6 點 34 分 7 秒，北京耶穌會士在聖若瑟駐所觀測了月球遮掩處女座最亮一顆星星的始末。

²² Luigi Cipolla, 1774, 64: 47.

²³ Robert Bud and Deborah Jean Warner, "Instruments of Science," in *An Historical Encyclopedia* (New York & London: Garland, 1998), p. 113.

²⁴ Antoine Gaubil, 1970, p. 640–641; 宋君榮致德利斯爾的信(1751 年 5 月 25 日)。

²⁵ Luigi Cipolla, 1774, 64: 40, 41.

1772 年 1 月 29 日 4 點 16 分 35 秒至 5 點 33 分 31 秒，耶穌會士在聖若瑟駐所用 8 英尺長的望遠鏡觀測了月掩天蠍星座的始末。²⁶

天體間的距離

1774 年，赫爾出版了劉松齡寫於 1770 年 10 月 5 日的一封信，信中提及用一架測微計估算兩個天體間最小距離的步驟。同年，巴塞爾的實驗物理學教授丹尼爾·伯努利（Daniel Bernoulli，1700–1782 年）為剛創刊的波德雜誌翻譯了劉松齡的成果。²⁷ 和劉松齡一樣，伯努利和波德（Johann Elert Bode，1747–1826 年）都是聖彼德堡以及其他科學院成員。

伯努利犯了一個錯誤，他說自己正從 1772 年出版的赫爾曆表中翻譯劉松齡的論證。事實上，那個曆表只在第 249 頁中提及 1770 年以來的一張測量表格，但那不是劉松齡的計算結果，劉松齡的計算結果僅在 1774 年那張表格重印時才發表。伯努利在翻譯時保存了劉松齡的圖片，但他沒有發表劉松齡的引證。在論述的結尾，他補充了一條赫爾的注釋。出版時，該注釋沒有和劉松齡計算結果一起發表。在那條注釋中，赫爾提到了奧迪弗雷迪（Audifredi）於 1766 年在羅馬發表的關於日蝕的評論。多明尼加人奧迪弗雷迪以其在羅馬觀測到 1761 年的金星凌日現象以及 1769 年的彗星現象而享有聲譽。人們用拉朗德（La Lande，1732–1807 年）的方法討論 1764 年的蝕象始末。依據赫爾的朋友、斯德哥爾摩人瓦根廷（Wargentine）的觀測，拉朗德計算出了巴

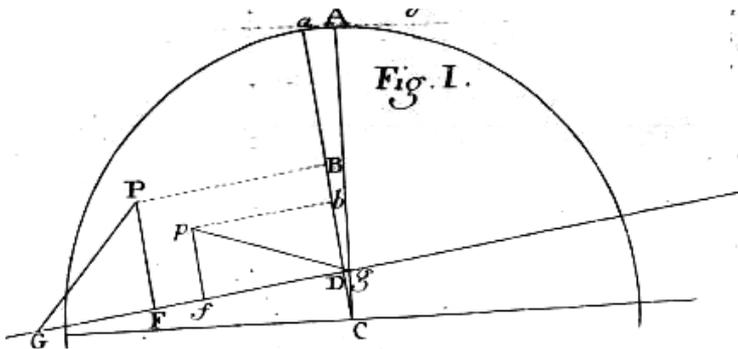
²⁶ Luigi Cipolla, 1774, 64: 42.

²⁷ Zmago Šmitek, *Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike*, 1993, 12: 25; Zmago Šmitek, 1995, p. 91. 波德，1747 年 1 月 19 日出生於漢堡；1826 年 11 月 23 日在柏林去世。

黎和斯德哥爾摩的時差最多為 52"。在此基礎上，赫爾建議使用視差法來計算 1767 年的日蝕觀測結果。²⁸

劉松齡在北京聖若瑟住所發明了一種在日蝕中使用視差估算月球與太陽之間距離的特殊方法。²⁹ 他測量了日蝕的幾個階段，用三角和解析的方法同時解決了這個難題。解析法與 1769 年拉朗德以及在其之後的赫爾合作者皮爾格拉姆（Anton Pilgram）的演算過程一致。³⁰ 考慮到巴黎和北京經線之間的差異，拉朗德使用了北京的觀測結果。³¹

劉松齡的確是用三角學方法表示天體間最小距離的第一人。在第一張圖片中，Ca 表示月球的軸線，CA 表示赤道的軸線。線條 Gg 表示月球軌跡。GP 和 gp 表示日蝕開始與結束時太陽中心與月球中心之間的距離。在另一張圖片上緊靠著畫有斜邊分別為 GP 和 gp 的直角三角形，劉松齡欲探究它們的邊、角之間關係。



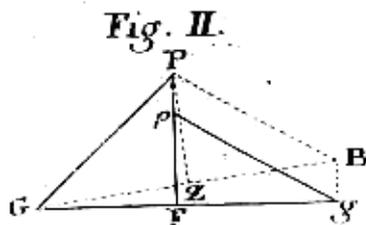
圖（一）

²⁸ Maximilian Hell, *Ephemerides Astronomicae*, 1774, p. 174.

²⁹ Joannes Nepomuk Stoeger, *Scriptores Provinciae Austriacae Societatis Jesu ab ejus origine ad nostra usque tempora*. Viennae: Typis congregationis mechitharisticae, 1855, pp. 120, 131; Hallerstein, 1774, 18: 156, 159.

³⁰ Hallerstein, 1774, 18: 158; Joannes Nepomuk Stoeger, 1855, pp. 120, 131.

³¹ Maximilian Hell, 1773, 17: pp. 77–78.



圖（二）

簡單的圖片上，GP 和 gp 顯然是相等的，因為兩者都代表月球在首次和末次與太陽接觸時越過的太陽半徑。太陽中心和月球中心的最小距離肯定在首次與末次接觸的中間。這樣，劉松齡證明了 GP 和 gp 之間距離相等。三角形 GPB 是等腰三角形，點 Z 中分了斜邊 GB。直線 PZ 是三角形 GPB 的高，同時也是太陽中心和月球中心之間的最小距離。

從日蝕的觀測結果同樣我們可以計算太陽圓周中弦的長度。太陽圓周首次接觸月球用 G 來表示，末次接觸用 g 來表示。我們也可以計算 Bb 的距離，Bb 與 Pp 以及 Bg 的距離相等。線條 Gg 和 Bg 是直角三角形的直角邊，因此它們的比例與角 PGZ 的正切是一樣的。

如果我們把已知的角 PGZ 加到小角 BgG 上，我們會得到角 PGF。PGF 是已知的直角三角形斜邊 GP 的角，我們能夠推算三角形 PGF 中所有未知要素，這就是直角邊 GF 和 PF。

那樣我們就知道等腰三角形 PGB 邊的長度以及邊與斜邊夾角的度數。這足以求解三角形了。三角形的高是日蝕中太陽和月球之間的最小距離。

接著，劉松齡用解析法對自己以前解決問題的三角法作了補充。很多問題與其說是用三角法計算的，還不如說是用解析法。劉松齡在一頁半長的計算中使用了平方根、指數和畢達哥拉斯定理。他運用了有觀測記錄的原始表格部分，這是在 9 點 17 分 53 秒和 9 點 18 分 21 秒之間所作的 16 次觀測。這一時期，太陽和月球之間中心的表觀距離幾乎沒有什麼變化。

對於博斯科維奇（Bošković）、劉松齡以及其他耶穌會士而言，幾何論證比現代使用微積分的數學方法更可行。但是中國數學家很少運用幾何學，而幾何學對天文學有一定影響。因此在耶穌會士來華之前，中國人沒有真正運用幾何學或力學模式來研究宇宙和太陽系。³²

木衛

伽利略（Galileo）最先描述了木星的衛星。他試圖以自己的資助人梅迪奇（Medici）公爵的名字來命名這些木衛。他建議船員在公海上觀測衛星以準確計時。但劉松齡所處的時代，機械鐘錶的發展削弱了在船上觀測木衛以準確計時的重要性。

劉松齡所處時代的天文學家對木衛作了大量觀測。劉松齡運用的木衛理論和星表是英國皇家學會院士雅各·霍奇森（Jakob Hodgson）博士送給他的。³³

劉松齡觀測了 1750 年 7 月 29 日至 1750 年 10 月 22 日之間行星陰影裏三顆木衛的隱沒。他在日出前的清晨作了八次觀測，在日落後的傍晚作了另外四次觀測。他對木衛一作六次觀測，對木衛二作了四次觀測，對木衛三作了兩次觀測。宋君榮把自己同事劉松齡所作的觀測記錄在 10 月份寄給了巴黎的德利斯爾。³⁴

³² Joseph Needham and Wang Ling, *Science and Civilization in China* (Cambridge: Cambridge University Press, 1959), 3: 177, 446.

³³ Antoine Gaubil, *Phil. Trans.*, 1753, 48/1:317.

³⁴ Antoine Gaubil, 1970, 632–633.

1756年1月10日至1756年7月8日間，宋君榮在京對三顆木衛的隱沒作了15次觀測。他使用的是13英尺長的望遠鏡，其中有三次測量他使用的是更長的、達20英尺長的望遠鏡。³⁵

赫爾發表了格拉茨（Graz）狹義相對論天文學教授特恩伯格（Karl Timberger, 1731—1780年）³⁶對木衛所作的觀測記錄。特恩伯格分別於1770年2月14日、1770年4月22日、1770年7月29日和1770年8月5日在格拉茨天文臺進行了觀測。1770年7月10日，木星在“沖”位：地球在木星與太陽之間，木星看起來更大一些。因此，特恩伯格的一些觀測至少是在木星及木衛看起來更大一些、條件較好的夜晚完成的。

特恩伯格首先觀測了木衛一的隱沒，然後是木衛三，最後兩次他觀測了木衛一的再次出現。前兩次觀測時，天空一片晴朗，第三次時，天空晴朗無雲，最後一次則是多雲。1770年2月5日，他觀測到只有三分之一月牙的月亮怎樣在0時33分12秒遮掩了金牛星座。³⁷1772年，特恩伯格成爲克朗尼茲（Schemnitz）採礦學院的機械學和水力學教授。他接替的是耶穌會士波達（Nikolaus Poda von Neuhaus, 1723—1798年）神父的職位。波達在授課結束時出版了一本關於施蒂裏亞州（Styria）礦業方面的書。1766年，特恩伯格已經在格拉茨博物館就化石研究與波達合作過了。波達是格拉茨數學和物理學教授、自然歷史博物館館長

³⁵ Antoine Gabil, *Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae 1754 et 1755*, 1760, 5: 480.

³⁶ 卡爾·特恩伯格（1731年出生于圖伊；1749年10月19日在維也納進入初修院；1780年在下奧地利州的肖特魏因去世）的簡歷如下：1744—1750年，格拉茨，高中；1750—1751年，維也納，初學生；1752年，萊奧本，溫習人文學科；1753—1757年，維也納，學習哲學、溫習數學；1758年，尤登堡，人文學科教授、神學院負責人；1759—1762年，格拉茨，研究神學；1763年，尤登堡，第三次任命；1764—1771年，格拉茨，狹義相對論天文學教授、天文臺負責人、物理部的保管人；1772—1773年，申尼茨，機械學、液壓學教授；1773—1780年，肖特魏因（Ladislaus Lukács, *Catalogus generalis seu Nomenclator biographicus personarum Provinciae Austriae Societatis Jesu (1555—1773)* (Romae: Institutum historicum S. J., 1988), 3: 1716; Joannes Nepomuk Stoeger, 1855, 365—366; Carlos Sommervogel, *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*, 1898, 8: 52)。

³⁷ Karl Timberger, *Ephemerides astronomicae*, Viennae, 1771, 16: 256.

以及天文臺台長。當波達擔任克朗尼茲礦業學院的礦冶院長後，格拉茨天文臺台長就由特恩伯格擔任。1770年，波達在維也納時介紹了如何操作赫爾那著名的礦業泵，該泵在克朗尼茲市被用於從礦井裏抽水。

劉松齡在接近 70 歲時把木衛觀測記錄交給了其年輕的同事們。他利用中國幅員遼闊與非常遙遠的地方進行了合作觀測。從 1772 年 10 月 15 日至 1773 年 12 月 15 日，他使用索德超神父 13 英尺長的望遠鏡進行了觀測。齊類思神父在 1772 年 5 月 13 日至 1773 年 1 月 20 日間使用了同樣的望遠鏡。

傅作霖 (Felix da Rocha, 1713–1781 年) 神父在長城的另一側進行了觀測。同時，他繪製了西韃靼地區即今天新疆維吾爾一帶的地圖。³⁸他寫道：“這個地方離北京非常遠。該地區併入清帝國的版圖已經有十六年了，其南面邊界在地理經度 35 至 36 度處與西藏、印度接壤，在其之外的北面、地理經度 50 至 52 度處是西伯利亞。”

傅作霖第一個注意到哈喇喀爾齊斯河。這條河從群山之中流出，直至今今天新疆維吾爾自治區東面地區的地理經度 47° 48'、北京經線以西 24° 15' 處匯入更大的噶勒劄爾巴什池 (Behapacan)。1772 年 7 月 9 日晚，月球遮住了所觀測的恆星。傅作霖在 9 點零 8 分開始觀測，1 小時 37 分後結束。因為雲層很厚，他觀測不到根據北京星曆表所預測的月食。他用的是克利斯蒂安·梅耶 (Christian Mayer, 1719–1783 年) 的星表。³⁹

傅作霖在經度 47° 20' 處的霍博克賽裏 (Abaha-Oula) 地區完成了第二次觀測。1772 年 7 月 13 日，正午前 7 分鐘，齊類思在北京觀測到離開木星背影的木衛一的軌道。這顆衛星在六月份時曾被遮住。根據巴黎的星曆表，人們預測在 1772 年 7 月 28 日 3 點 22 分 40 秒可以看到這顆衛星。根據北京的星曆表，則要比這

³⁸ Hallerstein, 1776, 20: 21–22.

³⁹ Hallerstein, 1776, 20: 23.

再晚 69 秒才可以看到。齊類思在 1772 年 8 月 6 日繼續觀測，但是傅作霖於 1772 年 7 月 13 日、14 日在韃靼地區的不同地方都作了觀測。

傅作霖在地理經度為 $43^{\circ} 59'$ 的西韃靼地區伊犁作了第三次觀測。伊犁河流經今天的哈薩克斯坦南部，注入巴爾喀什湖。1772 年 10 月 11 至 12 日夜晚，傅作霖觀測到一次月食。這裏的月食比北京早 2 小時 23 分。北京觀測到的月全食比傅作霖在伊犁河岸的觀測晚了 2 小時 54 分。在北京，月球離開蝕區比在伊犁晚了 2 小時 24 分。在伊犁能看到整個月食過程的時間為 2 小時 51 分鐘，而北京僅比它長了兩分鐘。根據這些觀測記錄，傅作霖計算出伊犁與北京之間相距正好是 36° 。

在伊犁，達爾劄喇嘛在其父親去世後執掌了政權。他管轄的範圍遠至高加索以及今天烏茲別克斯坦和土庫曼尼亞邊界的阿姆河達爾加河岸。達爾劄喇嘛還管轄俄羅斯西伯利亞邊界今天哈薩克斯坦北部的托博爾 (Tobol)。伊斯蘭教是該省的主要宗教。這樣，劉松齡介紹自己同伴的天文工作時，也附帶介紹了民族學和政治學。⁴⁰ 1761 年，德·奧特羅什 (Abbé Jean Chappe D'Auteroche, 1728–1769 年) 在西伯利亞托博爾斯克州的托博爾東面 600 公里處觀測了金星凌日現象。

劉松齡把自己對 1717 年至 1774 年間木衛觀測記錄所作的科學研究報告送給了赫爾和蘇西耶 (Etienne Souciet)。⁴¹ 1772 年 8 月 20 日和 1773 年 9 月 25 日，木星沖日。因此，當劉松齡及其同伴仔細觀測木星時，環境不是特別有利。但這並沒有太妨礙他們，因為他們想研究的是衛星週期而不是木星表面。使用了溶解度非常好的新望遠鏡。在蘭伯特 (John Lambert, 1728–1777 年) 的專業期刊《天文學》介紹下，行星天文學發展很快。《天

⁴⁰ Hallerstein, 1776, 20: 25.

⁴¹ Karel Dežman, *Laibacher Wöchenblatt. Organ der Verfassungs-Partei in Krain. Gedr. bei Leykam in Graz* (Laibach: Kleinmayr & Bamber, 1881), pp. 50–55, 2.

文學》創刊於劉松齡去世的那一年。相當一段時間，木星的所有觀測記錄都發表在蘭伯特的期刊上。⁴²

在中國觀測的恆星

1744年，劉松齡和戴進賢奉旨增修《靈台儀象志表》和鑄造天文儀器，並把其作為《欽定儀象考成》的一部分。皇家觀象臺的許多漢人、滿人都參與了這項工作。後來，齊類思和鮑友管也加入進來。1757年，《欽定儀象考成》三十五卷本印行出版，乾隆為其作序。⁴³

中國的慣例與歐洲有點不同，書的封面上不印製作者的名字。書首是乾隆親筆書序，落款為「丙子冬十有一月」（1757年）。接下來是奏議，介紹了編寫《欽定儀象考成》的主旨。卷首上（“禦制璣衡撫辰儀說”卷上——譯者注）修訂了南懷仁（Ferdinand Verbiest, 1623–1688年）的《靈台儀象志》。奏議起始於乾隆九年（1744），結束於乾隆十五年（1754）。

其他卷討論了所印製的新恆星目錄，這比南懷仁的更加完善。1687年，南懷仁把1129顆恆星分為259個星座。戴進賢、劉松齡和同伴們把3083顆恆星分為300個星座。⁴⁴卷首下的第一卷時間標注為1744年，儘管在此之前補充和完善南懷仁的《靈台儀象志》這一工作已經在戴進賢領導下進行了。在最後，乾隆向民眾諭示該書準備付梓，時間為1753年。作者從文學角度詳細地論述了對中國古星名的保留。文才兼備的大臣們盡力幫助戴進賢和劉松齡在新目錄中辨認那些中國古星的名字。劉松齡和同伴使用了那個時代最精確的儀器。

⁴² Thomas Hockey, *Galileo's Planet Observing Jupiter before Photography* (Bristol, Philadelphia: Institute of Physics, 1999), pp. 39, 207.

⁴³ Zmago Šmitek, 1995, pp. 91, 132; Joseph Needham and Wang Ling, 1959, 3: 454.

⁴⁴ Tsuchihashi and Chevalier, *Catalogue d'Étoiles fixes, observés a Pékin sous l'Empereur Kien Long (Chhien-Lung)*, 1914, III–IV.

《欽定儀象考成》這部著作由幾個目錄組成：恒星總紀、恒星黃道經緯度表、恒星赤道經緯度表、月五星相距恒星黃赤經緯度表、天漢經緯度表。

北京的哥白尼學說

明末，鄧玉函（Terrentius，1576–1630年）帶了一副望遠鏡來到中國。1634年，該副望遠鏡獻給了崇禎皇帝。鄧玉函參與了新曆法的編修。⁴⁵ 鄧玉函在伽利略之後不久當選為羅馬切西科學院的第七位院士，就在乘船出發至遠東之前，他加入了耶穌會。鄧玉函曾從中國寫信給伽利略，但是佛羅倫斯人伽利略對如此遙遠的地方不感興趣。鄧玉函與開普勒（Kepler，1571–1630年）成功地保持通信聯繫，並把中國人測算蝕象的方法寄給了後者。

鄧玉函所處的時代，人們並不太接受「地動說」，因此他可以在同伴中判斷出誰贊同哥白尼觀點。在熊三拔（Sabastino de Ursis，1575–1620年）的《簡平儀說》（1611年）以及接受伽利略用望遠鏡發現天體的陽瑪諾（Manuel Diaz，1574–1659年）⁴⁶ 的《天問略》（1615年）中，可以見到日心說觀點。⁴⁷

在去世那年，開普勒應贊同哥白尼學說、1646年12月曾在澳門停留的葡彌格（Michael Boym，1612–1659年）⁴⁸ 之請，把《魯道夫星表》（1627年）送給了北京的穆尼閣（Nikolaus Smogulecki，1610–1656年）。⁴⁹ 儘管屬於哥白尼體系，1678年，

⁴⁵ Jean Étienne Montucla, *Histoire des mathématiques*, Paris: Henri Aloais, 1799, 2: 471.

⁴⁶ 陽瑪諾，1574年出生於葡萄牙的卡斯特爾夫朗科，1593年2月2日在葡萄牙進入初修院，1659年3月4日在杭州去世（Josef Koláček, *Čínské epistoly*, Velehrad: Refugium Velehrad-Roma, 1999, p. 17）。

⁴⁷ Nathan Sivin, On "China's opposition to Western Science during Late Ming and Early Ch'ing", in *ISIS*, 1965, 56: 201.

⁴⁸ 葡彌格，1612年出生於立陶宛的利沃夫城，1631年8月16日在克拉科夫進入初修院，1659年8月22日在廣西去世（Josef Koláček, 1999, p. 17）。

⁴⁹ Joseph Needham and Wang Ling, 1959, 3: 444; Nathan Sivin, "Copernicus in China", in *Studia Copernicana. Varšava*, 1973, 6: 86.

《魯道夫星表》在盧布爾雅那還是非常暢銷。後來，盧布爾雅那的耶穌會士買了這些曆表，劉松齡很小的時候就讀過它們。

鄧玉函的同伴祁維材（Kirwitzer，1588 或 1590–1626 年）⁵⁰ 和在南京傳教的穆尼閣都支持哥白尼學說。⁵¹ 17 世紀 50 年代，穆尼閣的朋友中有一位中國學生叫薛鳳祚（約 1620–1680 年）。那時，他們合作編譯、刊刻了一部關於日月交食的書，名為《天步真原》（天體運動的真正緣由），並在書中第一次用中文描述了對數。1653 年，薛鳳祚刊印了中國第一本數表及其論證。⁵² 他們使用的是佛拉哥（Adriaan Vlacq，1600–1666 年）為商人和科學家編制的簡易對數表，該表出版於 1636 年，後來由耶穌會士帶入中國。

在耶穌會士來華之前，中國人把宇宙空間想像成空無一物，而非水晶球宇宙體系，因此他們沒有真空的概念，而至遲于劉松齡出生時，歐洲科學界仍對真空爭論不休。1643 年，托裏拆利（Torricelli）首次進行真空實驗時，爭論就已經開始了。在這之後的五十年，爭論愈演愈烈。亞里斯多德（Aristotle）甚至笛卡爾（Descartes）的物理學都否認氣壓計、泵或銀河空間中存在真空。劉松齡在維也納的合作者赫爾對宇宙和銀河空間產生較大興趣，1789 年，他就相關問題出版了一本書。

耶穌會士帶給中國的是過時的赤道座標和托勒密——亞里斯多德的水晶球體系“地心說”，而這在歐洲正為第穀·布拉赫以及哥白尼所駁斥。這也是中國人批評耶穌會士天文學的部分合理之處。⁵³ 伽利略發展了哥白尼學說之後，來華耶穌會士不接納哥白

⁵⁰ 祁維材，1588 年或 1590 年出生于波希米亞的卡登城，1606 年 2 月 28 日在布隆城進入初修院，1626 年 5 月 22 日在澳門去世（Josef Koláček, 1999, p. 15）。

⁵¹ Sivin, 1973, p. 86.

⁵² Joseph Needham and Wang Ling, 1959, 3: 52, 454.

⁵³ Joseph Needham and Wang Ling, 1959, 3: 438; Christopher Scheiner, *Rosa Ursina sive sol ex admirando fa-cularum & macularum suarum phoenomeno variis necnon circa cen-trum suum & axem fixum ab occasu in ortum annua circaq. alium axem mobilem ab ortu in occasum conversione quasi menstrua, super polos proprios*, Libris quartour mobilis ostensus a Ch. Scheiner, Bracciani: apud And. Phaeum, 1630, 4: 765.

尼學說。當然也有例外，如傅聖澤在 1710 年極力想把哥白尼學說介紹給中國人。1716 年 4 月，傅聖澤把自己贊同哥白尼觀點的討論五大行星的文章、拉·伊爾星表和佛拉格對數一起呈給康熙皇帝，他把佛拉格星表亦呈給了康熙。法國耶穌會士支持傅聖澤，但葡萄牙耶穌會士、1719 年住在葡萄牙會院的紀理安 (Kilian Stumpf, 1655–1720 年) 以及戴進賢都反對他。⁵⁴

劉松齡沒有公開表明自己關於太陽系內天體運動的觀點。1757 年，在博斯科維奇的努力下，羅馬裁判所收回將那些“宣稱地球自轉”的書籍革出教門的命令。消息傳到北京後，法國耶穌會士立即借此向公眾宣傳日心說。蔣友仁 (Michel Benoist, 1715–1774 年) 是第一位在宮中講授哥白尼學說的耶穌會士。1760 年，蔣友仁呈上《坤輿全圖》為乾隆祝壽之際，向乾隆介紹了日心說。⁵⁵ 乾隆的叔父是一位非常能幹的數學家，他檢視了蔣友仁的著作。何國宗⁵⁶ 和贊成哥白尼學說者以及史學家錢大昕 (1728–1804 年) 為蔣友仁的中文書稿修改潤色。這份手稿一直在中國最傑出的天文學家傳閱，直至 1799 年、1802 年和 1803 年出版為止。⁵⁷

一些中國天文學家不清楚圍繞伽利略觀點產生爭論的歐洲背景，因此對蔣友仁介紹的日心說產生困惑。儘管如此，蔣友仁仍備受乾隆寵愛。1773 年 1 月 12 日，法國人帶來了新式反射望遠鏡。乾隆對這個望遠鏡贊許有加，同時也想知道該如何使用，於是蔣友仁負責教乾隆操作步驟。在那次筵席上，太監們對新望遠鏡也讚不絕口。乾隆立刻就比較出反射式望遠鏡比以往舊式望遠鏡的先進之處。⁵⁸

⁵⁴ John Witek, 1982, pp. 181, 184, 186, 188, 238, 329, 330.

⁵⁵ Wong, George H. C, China's Opposition to Western Science during Late Ming and Early Ch'ing, in *ISIS*, 1963, 54: 46; Nathan Sivin, 1973, p. 95.

⁵⁶ 何國宗，北京人，1766 年去世。

⁵⁷ Nathan Sivin, 1973, p. 95; Zurndorfer, "Vendre la science à la Chine au XVIII^e siècle," in *Etudes Chinoises*, 1988, 7: 75, 88.

⁵⁸ Aimé-Martin, *Lettres édifiantes et curieuses concernant l'Asie, l'Afrique et*

乾隆借此機會詢問蔣友仁是否「所有歐洲天文學家都認為地球可以自轉？」蔣友仁回答說幾乎都是這樣認為的，但在真實體系中問題並不像為計算天體運動找到一個更好方法那麼多。乾隆帝在吃飯時間及歐洲葡萄酒的口感，蔣友仁很高興地把自己在這方面的豐富知識告訴了皇帝。⁵⁹

北京天文學家開始使用新的、法文本的哥白尼學派星表來預測天象，而不再使用以前哈雷、勒莫尼埃和格拉馬蒂西的星表。但是大部分中國人僅僅接受使用新方法的結果，而不是接受日心說原理。人們用蔣友仁的圖（《地球圖說》）來勘誤舊圖。⁶⁰ 這樣，18 世紀末，哥白尼學說最終在中國取代了第穀·布拉赫學說。⁶¹

l'Amérique, II-IV (Paris: Société du Panthéon Littéraire, 1843), 4: pp. 196–198, 208 ; 蔣友仁 1773 年 11 月 4 日致姓名未知人的信。

⁵⁹ Aimé-Martin, 1843, 4: 217, 220 ; 蔣友仁 1773 年 11 月 4 日致姓名未知人的信。

⁶⁰ Aimé-Martin, 1843, 4: 122 ; 蔣友仁 1767 年 11 月 16 日從北京寄給德·奧特羅什的信；Wang Yusheng (王玉笙), P. Andreas Pereira and his Contribution to Mathematics and Astronomy in China, in *History of Mathematical Science*, 2000, p. 225.

⁶¹ Joseph Needham and Wang Ling, 1959, 3: 443–444.