

中國科學技術典籍通彙

任繼愈 主編
河南教育出版社

天文卷
七

中國科學技術典籍通彙

薄樹人 主編
河南教育出版社

中國科學技術典籍通彙
天文卷

主編 薄樹人

編委(以姓氏筆劃爲序)

席澤宗 姜麗蓉 陳久金 陳美東 薄樹人

中國科學技術典籍通彙 天文卷 (第七分冊)

目 錄

靈臺儀象志提要 (〔比〕何思柏、〔中〕孫小淳)	·····	七一
靈臺儀象志 (清·兩懷仁)	·····	七一
曆象考成提要 (石雲里)	·····	七四
曆象考成 (清·何國宗、梅穀成等)	·····	七四
曆象考成後編提要 (石雲里)	·····	七九
曆象考成後編 (清·戴進賢、徐懋德等)	·····	七九
儀象考成提要 (伊世同)	·····	八一
儀象考成節選 (清·戴進賢等)	·····	八一
儀象考成續編提要 (伊世同)	·····	八三
儀象考成續編節選 (清·敬徽、周餘慶等)	·····	八三

《靈臺儀象志》全稱《新製靈臺儀象志》，十六卷，康熙十三年武英殿刊刻出版。南懷仁及欽天監人員纂修。

南懷仁(F. Verbiest)，比利時人，生於一六二三年，順治十六年(一六五九)來華。次年，奉詔進京，協助湯若望(Johann Adam Schall von Bell)(一五九二—一六六六)修撰曆法。康熙三年(一六六四)因楊光先控告湯若望等傳教士案被拿下獄，次年因地震獲赦。康熙七年(一六六八)他控告楊光先等曆法錯謬，次年又控告楊光先等誣告湯若望，均獲勝，遂被任為欽天監監副。康熙十一年(一六七二)，南懷仁任「治理曆法」職務，直到康熙二十七年(一六八八)去世為止。

康熙八年(一六六五)八月，南懷仁上疏請另製新儀，「並呈式樣」。康熙十二年(一六七三)儀器告成。這些儀器就是今北京古觀象臺上的六件天文儀器：黃道經緯儀、赤道經緯儀、地平經儀、地平緯儀、紀限儀和天體儀。康熙十三年(一六七四)正月，南懷仁奏請鑲行《新製靈臺儀象志》十六卷，次年康熙帝下詔准行。《新製靈臺儀象志》是對新製儀器的用途、構造、安裝、測法等之詳細說明，並附有圖樣。此外，還包括測量用各種天文數表、恆星表(據稱是通過實測所得)及蒙氣差等。書的作者，署名為「治理曆法極西南懷仁著，右監副劉蘊德筆收，春官正孫有本、秋官正徐瑚詳受」。參加各卷工作同具姓名的還有博士鮑選、殷鎧、張登科、劉應昌、李穎謙、林升霄、魏起鳳及天文生蕭盡禮、席與恭等二十九人。

《新製靈臺儀象志》全書共十六卷。卷首序言南懷仁徵引《書經·堯典》說明精密儀器對於製定曆法的重要性。其後是他於康熙八年、九月上疏另製新儀的奏摺及康熙帝的聖旨，命南懷仁主持曆法修正。從奏疏中得知南懷仁在奏請製新儀之前，早已使用「式樣」進行實測了。序言最後說明新製儀器對於改進曆法是非常必要的。緊接着就是康熙十三年奏摺。

卷一「新製六藝」一節，述新製六儀概略。南懷仁強調使用黃、赤道儀器測量黃、赤道座標數據比較可靠，以和郭守敬的儀器相比較為依據，說明有必要新製儀器。他提及康熙己酉(八年)正月初三日(一六六九年二月三日)和大學

士圖海、李蔚等奉旨同視測驗立春之事，強調新儀觀測的準確程度。

從該書的介紹及現存儀器實物可以考知南懷仁當時所參考的主要西方文獻，是第谷(Tycho Brahe)的‘*Astronomiae instauratae mechanica*’。該書於一五九八年出版。

第一件儀器是黃道經緯儀。南懷仁採用了第谷簡化了的「黃道儀」(‘*Armillae Zodiacales*’)的模型。該儀祇有四個環，不似希臘化時期有六個環的黃道儀。這種儀器第谷已經指出不適合於高精度的觀測，爲了增強儀器的穩定性，南懷仁增設半環以爲支撐。

第二件儀器是赤道經緯儀。該儀不採用第谷赤道儀中構造最簡單的一種即‘*Armillae aequatoriae maxime*’，而是採用了帶有兩個環的赤道儀，即‘*Armillae Aequatoriae*’。其中赤道環是固定的。但和郭守敬儀器相比較，南懷仁的儀器結構又較爲簡單。但從卷中所述得知有和第谷的說明不同的地方，即是增設了半環支撐。

第三第四件儀器是地平經儀和地平緯儀。相應於地平經度和地平緯度的測定，本可以有集二種功用於一儀的地平儀，但南懷仁認爲，還是分裝成地平經儀和地平緯儀(實際上相當於象限儀)，使用起來方便。此種地平儀的分裝使用，在郭守敬的簡儀中也有印證，這就是簡儀的組件立運儀。它包括一個固定的經度圈和一游環。但，它們是分別使用於觀測的。南懷仁的地平經儀，可以說，就是從立運儀中的經度圈脫胎而來。其使用二條斜綫與經度圈上的橫表構成觀測面的方法，也與郭守敬完全一致，這使它成爲唯一在第谷的‘*Astronomiae instauratae mechanica*’中沒有相應原型的儀器。看來，南懷仁是盡可能順從中國古代天文儀器的構造，這樣有利於他的改造元代儀器的工作。恐怕這就是他分開地平經、緯儀的原因。

象限儀(即地平緯儀)係中國傳統所無，因而比較重要。中國古代使用圭表測量地平高度。無怪於該儀上有南懷仁的印記和日期。該儀的原型是第谷的‘*Quadrans volubilis azimuthalis*’。從此儀我們又可以看到南懷仁是努力仿照中國傳統的儀器構造，因爲「弧以內象限空餘之地爲匾龍以充其內」。南懷仁依照「幾何原本」解釋用角尺進行測量的方法，並用圖示(十三圖)。在卷二中，他又詳細討論此種測量方法。

和象限儀一樣，紀限儀也是中國傳統所無。此種儀器在一六二九年的改曆(即崇禎改曆)中由羅雅谷(J. Rho)和湯若望首次介紹到中國。

據赫維利斯(Hevelius)在其‘*Machinae coelestis*’書中講，第谷所面臨的問題，是要使儀器平穩，並由二人就

可簡易操作。這些問題南懷仁都加以考慮了。爲使儀器平穩，他「用三棱角形之法而左右上下之，既堅固亦復輕巧，則用亦合天，使之彼此不相反也。」不但如此，該儀「又左右皆有細雲彼此相連，蓋藉之以堅固全儀者也。」爲使儀器易於操作，他使用齒輪系統（「輪相連」），使動力強度減少爲 $\frac{1}{5}$ 並可在三個方向調節。爲照準儀器，他使用小「柱表」於中間、兩側安置。這樣可使兩人同時觀測，一人通過兩側「耳表」照準，另一人通過中間「柱表」調節方向。和第谷儀器比較，可知南懷仁儀器從構造和調節都是依據第谷。

南懷仁的儀器，絕大多數其說明和第谷 'Astronomiae instaurete mechanica' 書中的說明相對應，但天體儀（第六件儀器）則不是如此，其說明更似 R. Hues 'Tractatus de globis et eorum usu' 一書中的說明。該書一五九三年首次出版於倫敦，其後多有重刊，是十七世紀關於天體儀構造和使用的有價值的標準參考書。

南懷仁解釋天球儀上的兩種象限弧（即「區圈四分之一」），一種叫「高弧」，對應於地平高度，從天頂起算，一種叫「緯弧」，對應於緯度，從黃極或赤極起算。前者 R. Hues 在其 'Tractatus' 書中也有提及和討論，第谷也提到用「高弧」確定地平高度和地平方位。至於「緯弧」，我們只發現在 'Johannes Regiomontanus' 的 'Epytoma Joannis de monte Regio in Almagestum Ptolomei' 書中提及。現存北京古觀象臺上的天體儀上已不存這兩種象限弧圖。

在介紹完天體儀之後，南懷仁提到一些星官及星雲（有的只能用望遠鏡觀測到），並提及《靈臺儀象志》所包括的兩幅星圖。

在講解完六件新製儀器之後，南懷仁較爲詳盡地解釋觀測方法和讀數方法。在「窺表」一節中，他敘述觀測方法。其方法和《測量全義》第十章「儀器圖說」中所述方法相當。羅雅谷和湯若望標題「窺法」，似更爲貼切，因爲南懷仁認爲「耳表」是一種觀測方法。南懷仁稱之爲「窺表」，似據第谷的解釋，儘管和第谷所講的不完全一樣。

卷一最後簡要介紹儀器的使用方法，大致上是據湯若望和羅雅谷的說明。

卷二首先是儀器操作說明，多有徵引湯若望的著作。其後爲多篇論文，特別論述新製六儀優於元郭守敬儀器之特徵，尤其優於郭守敬的渾儀和簡儀。爲移置舊儀，南懷仁一再強調新儀觀測精確，使皇帝確信舊儀毫無價值（最後他於康熙八年〔一六六九〕八月一日〔公曆八月二十六日〕和八月三日〔公曆八月二十八日〕獲旨同意移置舊儀）。他強調郭守敬儀器使用重環，結構複雜，不便測算，也不精確。

其後他論述使用精細刻度和增大儀器尺寸的理由和重要性。他據《幾何原本》卷三第二十條定理予以說明，即

「同一圓弧對於圓心的張角是對於同一圓周上任意點的張角的兩倍。」這些在第谷說明 'Semicirculus magnus azimuthalis' 時都有解釋。其後他詳細論述他的特別的刻度方法，即包含斜角度度綫。他使用 Burei 的實綫刻度，而不用第谷的虛綫刻度，似是兩者的結合。不過更有可能的是他受到了 'D. Henrion' 在 'mecometre' 上刻度方法的啟發，此種刻度方法在 Henrion 的 'L'usage du mecometre' (《mecometre 的使用》：一六三〇年，巴黎) 一書中有說明和圖示。有意思的是，南懷仁直接拷貝了該書中的示意圖，以為「儀象圖」中的第五十一圖。該篇論文之最後部分，他比較他的刻度方法和元儀器的刻度方法，進一步說明新儀的優越性。

在關於儀器承重力(「承之力」)和「堅固之力」的論文中，他仿照伽利略(G. Galilei) 'Discorsi e dimonstrazione matematiche' (《關於兩個體系的對話》) 一書「第一日」和「第二日」章節中的解釋。在簡論「格物窮理」旨，在批判新儒學之後，他認為他自己的解釋是合理的，他明確提及「西土伽利略之法」，先述「第一日」中的「堅固之力」，再述「第二日」中的定理，即定理三、一、四和八，並列舉例子予以說明。

其後是《新儀輕重比例法》一文，論述「比重」。所有文字及不同質物體的重量對比表，和 'M. Ghetaldi Promotus Archimedes' (羅馬：一六〇三年) 及 A. Kircher 'Mundus Subterraneus' (阿姆斯特丹：一六六五年) 兩書中的注解相當。

鄧玉函(Joannes Terrenz, 1576—1630) 首先在其《遠西奇器圖說》中提及比重概念。其後羅雅谷在《比例規解》中又有論述，羅雅谷是據伽利略 'Le operazione del compasso geometrico e militare' (Padua, 一六〇六年) (《地理羅盤和軍用羅盤的使用》) 一書撰寫此書。在這些羅盤上有六條綫，第六條綫叫做「金綫」，是用來製訂比重表的。《比例規解》中的數表和南懷仁的數表一致，僅汞及錫的比重數據不符。但南懷仁的數據和 M. Ghetaldi 和 A. Kircher 的一致，這說明了南懷仁的數據是來自他們。他以銅和其他材料的比重為例進行說明。其後他又提及銅儀的鑄造，稱「凡鑄銅儀，先用蠟做各儀之式樣」，這也是比重表的別種用途和實例，和 Ghetaldi 書中的解釋一致。在討論其新儀結構的重心之前，他提到地心說，係採自熊三拔(S. de Ursis)的《表度說》。其解釋重力指向地球中心，係依照鄧玉函的《遠西奇器圖說》。南懷仁所採用的實例，大多出自 Kircher 'Mundus subterraneus' 一書。在「儀象圖」一節，南懷仁採用 J. S. Stevin 'Beginnselen der Weegheconst' 一書的圖系。

其後他論述銅儀鑄造及安裝技巧，參考多種當時西方著作，最後是關於螺旋，是依據伽利略的 'Le Meccani-

che'《力學》，約一六〇〇年）。

卷三主要論述如何準確安裝儀器，這對獲得精確觀測至為重要。關鍵是確定子午綫方向，這涉及到地球磁場問題，對此問題的解釋南懷仁基本上是順着J.B. Riccioli 'Almagestum Novum'（《新至大陸》，一六五一年）一書中解釋地磁的思路。他還參照了《日躔曆指》中的方法以確定精確的子午綫方向。

他還探討了一些地理學上的問題，如測量地球半徑，測量高度等。這些問題取自Riccioli之書的卷十第四部分。關於地球半徑，有些解釋直接參考Clavius，也可能依據他自己現有的知識。

之後他又探討了一些航海問題，有關在經緯度都不同的兩地點之間航行，沿大圓綫航行，沿恆角綫航行等問題。行文一部分是取自湯若望的《渾天儀說》中的「求海中舟」一節，更多部分是有關不同實際問題，大多取自Adrianus Metius的著作，即'De genuino usu utriusque globi tractatus'（阿姆斯特丹，一六二四年）。南懷仁增加了一個赤道圈和緯度圈弧長比的數表，此表在許多西方著作中都有。如A. Argoli, J.B. Riccioli, A. Metius, R. Hues, S. Stevin等人的著作。我們注意到此表在P. Apianus 'Cosmographia'（科隆，一五七四年）一書首次出現。此表在湯若望的《渾天儀說》中也有。湯若望和南懷仁的數表都取自A. Metius。

卷四論述大氣蒙氣對觀測精度的影響。關於溫度、濕度等測量，他描述了溫度計和濕度計。這些儀表在荷蘭早已發明使用，但屬首次介紹到中國。關於溫度計他於一六七一年單篇發表了《驗氣圖說》。在「測天諸氣之法」一節，南懷仁抄錄了折射表，其「氣—玻璃」、「水—玻璃」、「水—氣」、「玻璃—氣」及「玻璃—水」諸表取自Vitello，「氣—水」折射表取自E. Maignan。這些折射表都被收入在Riccioli 'Almagestum Novum'一書'Tabulae Anastroclastioae seu refractionem'一節。Vitello的表也被收入在A. Kircher 'Armagna lucis et umbrae'（羅馬，一六四六年）一書中。

南懷仁還討論了光譜即彩虹、光暈等現象，其解釋大凡也是取自上述西方著作。他還特別提到中國古代的候氣說，主要目的是爲了駁斥楊光先對候氣說的辯護。同樣文字也收在《不得已辨》中。之後又是一些具體問題，如測雲高度、測水平（所謂「測水法」）等，也是取自J.B. Riccioli的'Almagestum Novum'。

卷四最後討論單擺，即所謂「垂綫球」，也是依據Riccioli的同一著作。

從卷五至卷十四是各種表格。如，恆星出沒表，黃、赤二儀互相推測分度表，黃道經、緯度表，赤道經、緯度表等

等（見原書各卷標題）。其中黃道、赤道經、緯度表即恆星表，包括一三六七顆恆星的黃、赤道座標數據，其曆元為康熙壬子歲，即公元一六七二年。星表主要是簡單地根據《崇禎曆書》恆星表依歲差歸算而得，歲差值取每年 $50''$ 。但南懷仁又增測了約五百顆「小星」的位置，收在卷十四「增訂附各曜小星黃道經、緯度表」及「增訂附各曜小星赤道經、緯度表」中。這使星表星數擴大為一八七六顆，和《崇禎曆書》「赤道南北兩總星圖」上的星數相當。可見南懷仁還是沿着湯若望的路子進行恆星觀測的。另外還有「黃道度天漢表」和「赤道度天漢表」，给出了一些八等星的座標位置。

卷十五、十六為各種示意圖。原刻本相當精美。但在後世流傳中，這二卷圖大多因刻版困難而被刪去，故今存各本大多祇十四卷。祇有在欽定的《古今圖書集成·曆法典》中除收錄了本書的第一—十四卷全文外，還翻刻了本書第十五、十六兩卷全部一一七幅圖，此書初版於雍正四年（一七二六），也十分精美。後世翻刻《古今圖書集成》，因其全書係欽定，故《靈臺儀象志·圖》也被翻刻，當然，質量差多了。

《新製靈臺儀象志》不但在天文學方面，而且在物理學方面介紹了許多新的西方知識。如蒙氣、光譜、重心、溫度計等等。該書是研究清代西方科學知識東漸的重要原始資料。

本書前十四卷所用為康熙十三年刻本，後兩卷儀器圖為北京圖書館藏康熙本。

新製靈臺儀象志序

夫古帝王憲天出治，未有不以欽若敬授爲兢兢也。皇古以前，可不論已。若夫堯典置閏餘而定四時，紀七政而明天度，必在璿璣玉衡以齊之者，誠以歷必有理，與象與數而儀器卽所在首重也。夫儀也者，歷之理由此得精焉。歷之法，由此得密焉。度數之學，實範圍於此而莫可外焉矣。聞之古人，每遇交食分至及五緯凌犯諸變異，乃始靜悟於心，繼必詳錄於策，而猶恐

新製靈臺儀象志

序

考驗之無憑也。乃復法象而製爲器，以其次年之所測較

勘於前年之所驗者，推而廣之，接續成書，精確不刊，以貽來世。使後之學者，師其意而不泥其跡，則凡諸歷諸數，靡不可因之而有所考究焉。且歷者，歷也，言其歷久而常新也。夫歷世愈遠，則其理愈精，而其爲法乃愈密。然非器之有合乎法，又烏從闡微抉奧，使法極其密，而理極其精乎。且夫天距地之遠者幾何，日月五星各列本天而各天有

新製靈臺儀象志

序

上下層次及遠近相距一定之度列宿諸行之細微與夫七曜各有本道而諸道各有南北不同之兩極又各有本道所行各與地遠近與其行最低最高之處皆各有定期又皆各有本體一定之度分五緯各有遲疾順逆諸行之不同亦有留而不行之定日凡此象數萬端難以測量之際要皆恃儀象而爲之準則焉故作歷者舍測候之儀而欲求歷之明效大驗蔑由也是以稽歷者必以儀爲依據

新製靈臺儀象志

三

明歷者必以儀爲記錄失推者必以儀而改正美合者必以儀而參互較歷者非儀無由而信從學歷者非儀無由而啓悟良法得之以見其長做法對之而形其短甚哉儀象之爲用大也如康熙四年間挺險之徒出而恣謗其邪說以俶擾乎天常數年之內或以大統或以授時或以回回諸家之舊歷點竄遞更茫然無措甚之倒用儀器強天從人乃以赤道儀測新法黃道之所推步而歷典於是大

新製靈臺儀象志

序

四

壞矣。康熙七年戊申冬十有

二月洪惟我

皇上

乾綱獨運

離炤無私特下

明綸有歷法關係重大着議政王

貝勒大臣九卿科道掌印不掌

新製靈臺儀象志

序

五

印官員會同確議具奏之

旨隨蒙會議

題請即奉有着圖海李壽多諾

吳格塞布顏明珠黃機郝惟納

王熙索額圖柯爾科代董安國

曹申吉王清葉木濟吳國龍李

宗孔王曰高田六善徐越等太

測看之

旨越明年己酉春正月初三日是

日立春諸公卿銜

命僉同視測隨蒙

議政王大臣會

題疏內有奉

旨差出大臣赴觀象臺測驗立春

新製靈臺儀象志

序

六

雨水太陰火星木星南懷仁

測驗與伊所指儀器逐款皆

符吳明烜測驗逐款皆錯南

懷仁測驗既已相符應將康

熙九年一應歷日交與南懷

仁推筭等語隨奉有南懷仁

授欽天監何官着禮部議奏

之

旨是年秋八月，復蒙部議新造儀器，併安設臺基，俱炤南懷仁所指式樣，奉有依議之

旨，仁自受

命以來，夙夜祗懼，畢智竭能，務求精乎儀象之有利於用，而以

新製靈臺儀象志

序

七

密測天行，貽為典則，此愚分之所，矢素心自盡者也。雖然儀象之作，蓋以定永遠之明徵，而使後世有以私智自用者，無所騁其臆說，則其事可易言也哉。是何也？夫諸儀有作之法，有安之法，有用之法。

三法備而後諸法可次第舉也。况夫測天之儀，貴恰肖乎天本然之象，故其造法亦必以天象為準，但廣大莫如天也，覆冒無外，輕清莫如天也，健駛難形，堅固微妙莫如天也，運行終古而無虧，經緯秩

新製靈臺儀象志

序

八

然而不紊，使非會通而得其全，乃漫云吾以制器也，則必得此而失彼，挂一而漏萬，竊恐廣大輕清堅固微妙之四者，未有能兼備而無遺者矣。說者曰：儀之體，制鉅則合天為易，固已然，所謂鉅者其徑

線長週而面闊也。則度數易分。而分秒之微亦易見。然其體鉅則勢必不能輕巧。而若少用其銅。亦作徑長而濶之形。則又必薄弱而不適於宜矣。故特舉輕重學之數法。并五金堅固之理。以詳其用焉。然

新製靈臺儀象志

序

九

諸儀應天道之度。分南北兩樞。又列春秋二分。冬夏二至。先後皆有常期。黃赤二道地平。天頂子午。過極。過至。過分。諸圈彼此相交於一點。細微之內。而各道各圈之中心。又必同歸於一天體之中心。而

不使其毫髮之或謬斯已也。但儀爲小天之形。未免拘限。要能合符天象。無所過差。此其作儀之難者一也。今諸儀已成。界線布星。固稱詳密矣。然又使安置無法。則窺測不靈。而儀亦歸於無用矣。此其

新製靈臺儀象志

序

十

安儀之難者二也。且古來皆重正南之向。然或稍偏東西。則何所取以爲定。如勝國先所營觀象臺。在當時作者以爲諸儀正對之規模。萬向之標的。由今察之。其正面方向。正南北線已多乖違。何論東

西與上下左右哉蓋儀中各道各圈各極各經緯之度分在天固有相應之元道元圈元極元經緯之度分也彼此互相照應者也假有一端之不應則測候即有不合者矣然安定正對之法既得矣苟

新製靈臺儀象志

序

十一

用之未能通變反誣良法有不合天者此其用儀之難者三也世更有未嘗用儀窺測妄云星緯間有錯行而不知天度有一定之理儀象為證天之器間嘗出所撰著已辯其誣而

進呈於

黼座矣乃今之所闡者亦惟明夫諸儀之用法以及於推測之所施蓋欲使學者由器而徵象由象而考數由數而悟理有所依據而盡心焉用以歷久遠而世禪夫義和恢恢乎

新製靈臺儀象志

序

十二

其有餘矣嗟乎自漢迄元改厯者七十餘次而創法者十有三家其間剗造儀象者指不多屈焉不可以見其難也哉仁不敏深懼厯學之不明乎世而敬於

昭代新創之諸儀逐節申明演

爲解說精粗兼舉，細大不捐而復圖之以互相引喻，總以期乎理精法密，不愧傳流以無負。

聖天子欽若敬授，垂憲無窮之至意也。云爾予小臣敢自多其力與謹序。

新製靈臺儀象志

序

十三

皆

大清康熙甲寅歲日躔娠訾之次
治理歷法極西南懷仁禔

欽天監治理歷法臣南懷仁謹
奏爲恭際

欽造之儀象告成，益幸合天之歷法有據，謹按
器闡明者有書表繕塵
御覽以光

國典事竊惟古帝王之治歷，所以正天運定
歲功而節宣和氣爲布政敷化之基，誠爲
邦之首務也。粵稽堯之命羲和也，則曰欽
若昊天，歷象日月星辰，敬授人時，而舜於

新製靈臺儀象志

題稿

百聖

受命之初，在璿璣玉衡，以齊七政，蓋以爲
治莫大於明時，明時莫先於觀象，觀象莫
先於制器，虞書之文可考也。迨於後而其
制蕩於秦火，西漢以來，改曆者七十餘次，
創法者十有三家，而其中肇造儀象者不
多，概見，卽間有所創鑄，或造於一時之用，
而不能經遠，或合於一事之宜而無當全
用，制器尚象，蓋若斯之難也。我
大清聿興定鼎，膺曆數改正朔，簡用新法，命爲