

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

傳人疇

(六)

阮元撰

商務印書館發行

萬有文庫

第二集七百種



商務印書館發行

155
24
V. 6

公用圖書
愛用

傳人
(六)
撰阮

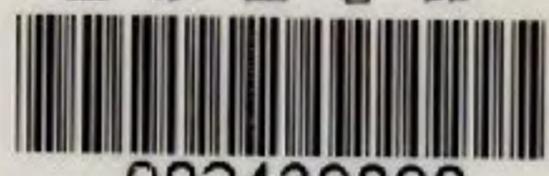


軍軍官學校圖書館
錄阮
號



書叢本基學國

國家圖書館



002439898



疇人傳卷第四十三

經筵講官南書房行走戶部左侍郎兼管國子監算學揚州阮元撰

西洋一附

默冬

默冬於周考王十四年推定十九年而太陰滿自行本輪之周復與太陽同度爲月二百三十五是爲章歲西法謂之金數用以求月之日故古西法以二十八章歲爲一裘十五裘爲一總積七千九百八十年每年三百六十五日四分日之一周考王十四年爲總期之四千六百八十六年新法算書

論曰十九年爲一章三百六十五日四分日之一爲一歲與後漢四分術同以是知西法之密合天行亦以漸而臻非能一蹴幾也古以四章爲一部而至朔同在日首二十部爲紀而日名復得甲子西人以二十八章爲一裘乃古之七部也七部之積日一十九萬四千三百一十三以七除之適盡蓋西法命日以七曜所謂裘者日月之行俱終而七曜亦盡也

亞里大各

亞里大各於周顯王二十五年測得黃赤大距爲二十三度五十一分二十秒新法算書

論曰。古法推日在赤道內外最大之數。約二十四度。以亞里大各所測。變從中法度分。得二十四度三十分。較古法爲強。自後屢測屢改。漸有減分。乃皆不及二十四度。西人言黃赤大距古大而今小。則斯爲最大矣。

地末恰

地末恰一作弟末加。於周赧王二十年。測角宿大星在鶉尾宮二十三度。又於四十三年西十月十二日。測金星晨見蝕。左執法。新法算書

論曰。地末恰測角大星在鶉尾宮二十三度。自是厥後。列星漸漸東行。中法言冬至西移。西人易以恆星東行之算。兩者相提。西說較長。然天上十二次星紀。以至析木。皆以星象得名。列宿既有行分。則十二次亦隨之以移。今但以冬至日躔爲星紀。春分日躔爲降婁。名之與實。互相違戾。此則翻譯算書之失。王寅旭梅定九諸君論之詳矣。

依巴谷

依巴谷一作意罷閣。一作係巴科。於漢景帝中元元年。測黃赤大距。與亞里大各所測同。又於武帝元朔六年。測軒轅大星在鶉尾宮二十九度五十分。因著恆星經緯度表。又考定三百四十五平年。又八十二日四刻。凡爲交會者四千二百六十七。爲轉終者四千五百七十三。又用兩月食擇其前後各率均齊之。

數。因以定兩交行天之周數。交會五千四百五十八。兩交行天周五千九百二十三。又定月徑爲三十三分一十四秒。新法算書

論曰。古法言交言會。皆指謂日月交食。西人以日月合朔爲交會。其稱名與古異矣。月離曆指卷一。謂依巴谷在周顯王時。其第二卷又言依巴各在漢武帝元朔時。前後矛盾。不可究詰。然則彼所謂周時人秦時人者。安知不皆烏有子虛之類耶。

多祿某

多祿某一作多羅某。一作多勒某。後漢順帝永建時人也。著書十有三卷。第一卷詳證術學大指。如諸星運行。天體渾圓。地與海共爲一球。居天與空氣之正中。地較天大不過一點等項。次著角理。不但以句股測線之長短。且用曲線三角形量天。是以圓齊圓。所得諸星相距度分最準。又求諸二至相距幾何度分。在赤道內外幾何度分。并二曜相離最遠爲幾何度分。設黃道經度。求赤道相應緯度。第二卷論宗動天。設黃道在地平上之點。求其距赤道之地平弧。設日之高。求正側各景之長短。又求黃道各點之半晝弦。解正儀晝夜等衆星常見之故。偏儀二至規下歲一次無景。距赤道愈遠。晝夜愈不等。而兩極下每歲爲一晝夜。第三卷考太陽行求二分時刻。辯二至氣至時難求時刻。求歲實與每日太陽平行。乃作平行立成表。又推論日行。用同心規及小輪或同心及不同心合一之理。推地心與日規相距幾何遠。隨求太陽

最遠點。定太陽術元及太陽行度。每日不等之數。第四卷論太陰行。證求太陰真行度。卽月食可考。月有遲疾。平三行。乃求月平行。併月每日緯度。卽以齊月諸行。或用同心圈及小輪。或用不同同心圈。二法同理。設三月食。求同心規及小輪兩半徑。以定月諸行術元。又求月行正交中交之時。推二交逆行之數。第五卷解月自行。以求月經緯度。必用小輪推月加減立成表。求月之更大緯度。與月之地半徑差度。復求日月二輪與地球半徑之比例。及日月與地景之似徑。又求月半徑及景半徑與地半徑之比例。求日真徑。求日遠于地。求景之長大。求日月地之比例。設日月之遠。求地半徑差。推視差立成表。比日月兩視差分。月視差有三種。第六卷解日月合會。求日月平朔平望。併定朔定望時。及其宮度分。求地景及月半徑。定日月食限。論日月半年中能再食。月食後五閱月中能再食。七閱月中不再食。日子五閱月中各地能兩食。七閱月中一地能兩食。日子三十日中一地中不能再食。更求月正緯度。設月真所在。求視所在。求月正會前後四刻之視行。及日月似會。卽求日食初虧食甚三時。定日食分秒。第七卷論諸恆星遠近。終古如一。證其晝夜行。外別有他行。論其順天經行。以黃道極爲本極。定歲差度。設三星相距。以二星經緯度。求第三星經緯度。詳測星法。第八卷論天漢起沒。詳天漢中大星所在。及衆星拱向。并其出入。設黃道經緯度。求赤道經緯度等。第九卷求五星每年及每日平行。解五星大小輪理。求水星之本行。求水星最高。求水星大小圈半徑比例。又求水星小輪上平行。以求水星各行術元。第十卷解金水二星之行。求金星

最高及不同心輪與小輪半徑比例。設時定金星諸行術元。求木火土三星之小輪。及小輪之本行。設火星三處。求其最高。測從地心至不同心圈。其遠幾何。求火星小輪之半徑。推火星平行。定火星諸行之術元。第十一卷解土木二星之理。即求地心與木星本心之差。及木星木輪與小輪之半徑。并其平行。定木星之術元。後設土星三次舍。以求其最高。求土星小輪之半徑。而定其術元。設五星之平行。求其實經度。第十二卷解五星行度有退留疾等之故。即求其留界及逆行之半弧。更求金星左右距日之極大弧度。并水星與日最遠度。第十三卷論齊五星緯度之法。求火木土三星各本圈。及黃道交角。并定其緯度。論五星伏見。先求火木土三星伏見相距之時。次求金水二星伏見及其相距之時。新法算書論曰。中土推步之學。自漢而唐而宋而元。大抵由淺入深。由疏漸密者也。乃多祿某生當漢代。其論述條目。即與明季西洋人所稱。往往相合。豈彼中步算之密。固自昔已然耶。然攷西人舊率。即用後漢四分法。是則彼之立術。亦必先疏後密。而謂多祿某時其法之詳備已如是。毋亦湯若望輩夸大其詞。以眩吾中國。而徐李諸公受其欺而不之悟也。

亞而封所王

亞而封所王極西寶祐時人。身居王位。自諳術學。捐數十萬金。訪求四方知術之人。務求先師所著。創立成表。以佐推算諸曜之法。新法算書

歌白尼

歌白尼一作谷白尼。在多祿某後四百餘年。言多祿某法雖備。微欠曉明。乃別作新圖著書六卷。第一卷天動以圓解。第二卷天井七曜圖解。衆星各及其次舍解。第三卷論歲差。而證其行較古有異。論歲實求太陽最遠點。及隨年日時太陽躔度。第四卷取古今日食各三度。求月小輪之徑。求大輪小輪之比例。并月經緯度。推日月交食。第五卷求五星平行。用古今各三測經度。求大小兩輪之比例等。終求其正經宮度分。第六卷求五星緯度。新法算書

論曰。蔣友仁言歌白尼論諸曜。謂太陽靜。地球動。恆星天常靜不動。西士精求天文者。皆主其說。與湯若望術法西傳所稱迥異。據若望言。歌白尼有天動以圓解。又求太陽最遠點。及太陽躔度。夫既曰天動以圓。而太陽又有遠近。有躔度。則天與太陽皆動而不靜矣。同一西人。何其說之互相違背如此耶。

西滿

西滿在歌白尼之後。嘗證多祿某歌白尼兩家之法。更相爲用。其理無二。新法算書

麻日諾

麻日諾取歌白尼測法。更爲多祿某之圖。益見其理無二。新法算書

未葉大

未葉大悟不同心規與小輪難于推算。于是更剏蛋形圖以解天文根本。設七政三測求最遠點。又求地心與不同心差。又求各輪比例等理。新法算書

論曰。蛋形卽古所謂形如鳥卵也。後此西人以橢圓面積求太陽太陰加減均數。其昉於此乎。

歐几里得 丁氏

歐几里得著幾何原本十三卷。後有丁氏者。利瑪竇師也。爲之集解。又續補二卷。共十五卷。利瑪竇入中國。譯其書止六卷。第一卷論三角形。二卷論線。三卷論圓。四卷論圓內外切形。五卷六卷俱論比例。卷中每題有法有解有論有系。法言題用。解述題意。論則發明其所以然之理。系則又有旁通者也。幾何原本論曰。天學初函諸書。當以幾何原本爲最。以其不言數而頗能言數之理也。如云自有而分。不免爲有。兩無不能并爲一。有非熟精度數之理。不能作此造微之論也。

亞爾罷德

亞爾罷德一作亞耳罷德。一作亞耳巴德。其學本於多祿某。後多祿某七百四十年。於唐僖宗廣明元年庚子。測定黃赤大距二十三度三十五分。最高在夏至前七度十三分。不同心差十萬之三千四百六十五。又測定五星中距之數。水星本天中距地一百一十五度。金星六百一十八度。火星四千五百八十四度。木星一萬四百二十三度。土星一萬五千八百度。恆星一萬九千度。其視徑。水星爲天度之二分。金星

三分。火星半分。木星二分半。土星一分四十三秒。新法算書、

論曰。新法書載巴德倪於唐僖宗中和四年甲辰。測恆星黃赤經度。用多祿某法。攷五星及恆星離地之遠。又測諸大星之視徑。又有亞巴德者。於唐昭宗大順時。測日月實徑。又推得日距地心。如地之半徑。一千一百四十六倍。又於本國及亞刺得國四次測日月食。巴德倪與亞爾罷德事跡相類。亞巴德與亞爾罷德譯音相近。當卽一人也。

泥谷老

泥谷老在明嘉靖四年乙酉。測角宿大星在壽星宮一十七度。泥谷老後多祿某一千三百八十六年。從多祿某至巴德倪。七百四十一年。測得距星行一十一度二十六分。爲六十五年而差一度。又六百四十五年。至見測時行九度一十一分。是爲六十一年而差一度。以是論恆星之本行。有遲有疾。因立爲遲疾加減法。又論古今定歲實法有二。一爲星歲。恆星行周歲而復於故處。一爲節歲。日行周歲而復於故處。近古術家多專用節歲。泥谷老於正德年間。欲復用星歲。其說引恆星之歲實三。上古爲三百六十五日。二十四刻一十一分。中古爲三百六十五日。二十四刻九分一十二秒。自行測驗。改定爲三百六十五日。二十四刻九分四十秒。以先後三率較之。所差僅一分四十八秒。以爲密親。又用古今所測節歲相較。二千年以前有差至八九分者。以爲疏遠。後第谷測驗不從其說。新法算書、

論曰。恆星依黃道每歲東行五十一秒。此據其平率言之也。若究極其理。恆星與七曜不殊。七曜各有本道。則恆星亦必有本道。不由黃道也。七曜平行之外。各有最高行。則恆星亦必有最高行。每年不恆爲五十一秒也。泥谷老立遲疾加減法。似亦有見。而後人不用之者。蓋恆星之行甚微。未易測知其確數耳。

白耳那瓦

白耳那瓦於明宏治元年戊申。測得春分爲西三月二十四日子正後六十四刻六分。又測得最高在夏至後四度一十五分一十秒。兩心差三十五萬四千八百七。後第谷於神宗十六年戊子。測春分與白耳那瓦所測相較。定歲實爲三百六十五日二十三刻三分四十五秒。新法算書論曰。歲實小餘二十三刻三分四十五秒。與經緯度一百二十八年閏三十一日之率正合。戴庶常震曰。西洋新法襲回回術。其云測定。乃欺人耳。

第谷

第谷彼國太史也。四十年中。朝夕候驗。無間寒暑。諸方行測。不遠數千里。有門下高弟十餘人。所用儀器甚多。皆酌量本法。精加研審。多所剏造。體制極大。分限極精。勘驗極確。西學推爲名宿。于器于法。多宗之。著書六卷。第一卷取二分真氣至時。第二卷取北極之高。并解前人之謬。解蒙氣反光之差。取二至真氣至時。并解二至難得真時之故。求太陽最遠點。并地心與太陽心之差。求加減數證最遠點之行度。及太

陽平行求歲實。并推立成表。用立成求日躔宮度而考其法。第三卷以二十一月食求月平行。設月行新圖。以齊月行。用兩大規及三小輪。詳其所以然。推立成并其用法。乃各設假如求月緯度。加圖及立成表算法。因求月食。又求月與地相距幾何。立推交食法。因測五緯之真經緯度。先考列宿之真經緯度。第四卷解測星應用儀器。乃駁古測有誤。取金星與日與某星相距度。以求某星距日度分幾何。取近黃赤二道距度并之。以合周天全度。復取六星之距度。以經度相并。適合周天之全度。求角宿經緯度。以起周天之度。再求近赤道十二星經緯度。證星之黃道經緯度。今古不同。求星之經度。并解其時八百餘星之真經緯度。復加百餘星赤道經緯度說。第五卷解其新見大客星。計十二章。一詳初起及漸大至與金星等。并漸減。二取附某宮星以定其經緯度。三解測新星所用諸器。四取新星與他星距度。五解其更度幾何。六用各法以求新星經緯度。七求新星赤道經緯度。八證新星不麗空際。而麗列宿天。九考新星之大小。十取新星之似徑。得三分三十秒。十一證新星大倍于日。大于地三百六十倍。十二考衆星參差。第六卷測器諸圖。圖計五章。一解用測器求三曜之高。二解用測器求星之緯度。三解用測器求星相距度。四解各儀象。五爲天文問答。又著彗星解十卷。測彗星之高度。尾之長短。光之隱顯。及其方向。考十二星在黃道上。以求彗星之真所在。設彗星離兩星之度。求黃道赤道經緯度。求彗星每日赤道經緯度。求彗星所行之道。及其道交黃赤之角處。依每日彗星行黃赤二道。作立成表。證彗星在月上。較月更遠于地爲三

百倍地半徑。故知彗星在日月二天之中。證其尾恆向日與金星。作彗星行度圖。徵彗星之大。爲月二之一。尾長爲九十六地半徑。因考前人之論當否。先是有比利尼阿者。言火星之行不能測度。甚爲難也。勒爵乃精術之士。測火星之曲路。欲求作圖。永爲世法。歷年久而無成功。自懟虛費功力。悶而幾斃。後世之士益敏學。如第谷四十年中。心恆不倦。每夜密測密算。謀作度法。未竟而斃。其門人格白爾續。著爲火星行圖五卷。七十二。章。從來西洋言術大家。多祿某以後。第谷一人而已。新法算書論曰。小輪之法。至第谷而加詳。所定清蒙氣差一節。尤前此西人所未知。羅雅谷湯若望等。譯撰新法算書。大都沿習其法。然則第谷固彼中推步家之能自樹立者矣。

默爵

默爵在第谷之後。製遠鏡儀。其法用玻璃製一似平非平之中高鏡。曰筒口鏡。製一小窪鏡。曰靠眼鏡。須察二鏡之力若何。相合若何。長短若何。比例若何。苟既知其力矣。知其合矣。長短宜而比例審。方能聚一物象能。雖遠而小者。形形色色。不失本來也。鏡止於兩。筒不止於兩。筒筒相套。欲長欲短。可伸可縮。用以觀太陽出入時。見日體偏圓。非全圓。其周如鋸齒狀。觀太陰。則見本體有凸而明者。有凹而暗者。觀金星。則見光有消長。有上下弦如月。觀木星。則見有四小星左右從衛木君者。觀土星。則見旁有兩小星。經久而不易其所。合而爲一。如卵之象。而有耳焉。觀天河。則見無數小星攢聚而成形。是宿天諸星。用鏡驗算。

相距及度之偏正。於修術法尤爲切要。欽定曆象考成後編新法算書論曰。遠鏡能令人目見不能見之物。其爲用甚博。而以之測驗七曜爲尤密。作此器者于視學深矣。

亞奇默德

亞奇默德作圓書。言圓形之理。內三題。一題言圓形之半徑。偕其周。作句股形。其容與圓形之積等。二題言凡圈周三倍圈徑有奇。此有二法。其一云。三倍又七十之十則朒。其二云。三倍又七十一之十則盈。三題言圓容積與徑上方形之比例。一爲十一與十四而朒。一爲二百二十三與二百八十四而盈。又有圓球圓柱書。論圓球之全理一卷。三十一題。言球上大平圓之積。爲本球圓面積四之一。三十二題。言徑三之二。乘大平圓之積。生球容之數。又論量球一分之容。與橢圓體及分角體之理。新法算書論曰。三倍又七十分之十。卽祖沖之密率徑七周二十二也。設盈朒二限。亦沖之遺法也。

德阿多西阿

德阿多西阿撰圓球原本。言大圈皆與球同心。兩大圈與球上相交。各爲兩平分及之。兩圈於球上相分爲兩平分。必兩皆大圈。大圈過他圈之兩極。必相交爲直角。大圈與本極。距一象限九十度。大圈交兩大圈。若作直角。則元圈之極。在兩圈之交。大圈三百六十平分之。小圈亦然。但小圈去離大圈一分。其小圈之各分。必小于大圈之各分。兩大圈相交。其交角必等。或上或下。兩角併必等。兩直角。與直線相交同理。

球上大圈不能相借爲平行弧。一心止一圈故也。若同心而能爲多圈。則是距等小圈。非大圈矣。新法算書

若往訥白爾恩利格巴里知斯

若往訥白爾作對數比例。以真數與假數對列成表。故名對數表。其用法以兩真數之假數相加。查得假數。有對列之真數。即兩真數乘得之數。以兩真數之假數相減。查得假數。其對列之真數。即兩真數除得之數。以假數倍之。即自乘折半。即開方三因。即再乘三歸。即開立方三乘方以上。倣此推之。其立數之原起於連比例。連比例之大者。莫如十百千萬。一之假數定爲圈。十之假數定爲一百。之假數定爲二千。之假數定爲三萬。之假數定爲四十萬。之假數定爲五。其間之零數。則用中比例累求而得。以首率末率兩真數相乘。開方即得中率之真數。以首率末率兩假數相加。折半即得中率之假數。又法用遞乘而得。以真數遞次相乘。其乘得之位數。即所得之假數。又有遞次開方一法。以真數遞次開方。以假數遞次折半。至于數十次。使彼此皆可爲比例。而假數由之而生。後又有恩利格巴理知斯者。復加增修。其立表之真數。自一至十萬。行之數十年。始入中國。御製數理精蘊

論曰。對數西法之最精者也。然乘除開方。其數在十萬以上。必別立法以御之。且除與開方。或遇奇零不盡之數。則運算緜難。反不若常法之省易。嘗反覆思之。乃知對數之用。爲八線表設也。弧三角法四率皆八線。以之乘除。未免積數過多。而以對數爲八線表。則一加一減。即得弧度。既知弧度。更不復求其真數。

此其用爲至捷矣。

疇人傳

卷四十三



五六二

疇人傳卷第四十四

經筵講官南書房行走戶部左侍郎兼管國子監算學揚州阮元撰

西洋二附

利瑪竇

利瑪竇明萬曆時航海至廣東。是爲西法入中國之始。著乾坤體義三卷。言地與海而合一球。居天球之中。其度與天相應。但天甚大。其度廣。地甚小。其度狹。差異耳。直行北方者。每二百五十里。北極高一度。南極低一度。直行南方者。每二百五十里。北極低一度。南極高一度。每一度廣二百五十里。則地之東西南北各一周。有九萬里。厚二萬八千六百三十六丈。上下四旁。皆生齒所居。予自太西浮海入中國。至晝夜平線。已見南北二極皆在平地。略無高低。道轉而南。過大浪峯。已見南極出地三十六度。則大浪峯與中國上下相爲對待。故謂地形圓。而週圍皆生齒者。信然矣。以天勢分山海。自北而南爲五帶。一在晝長晝短二圈之間。其地甚熱。則謂熱帶。近日輪故也。二在北極圈之內。三在南極圈之內。此二處地俱甚冷。則謂寒帶。遠日輪故也。四在北極晝長二圈之間。五在南極晝短二圈之間。此二地皆謂之正帶。不甚冷熱。不遠不近故也。凡北極出地數同。四季寒暑同態。若兩處離中線一南一北。四時相反。蓋此

之夏爲彼之冬焉耳。日輪每辰行三十度。兩處相違三十度。差一辰。設差六辰。則兩處晝夜相反。地心至第一重月天。四十八萬二千五百二十二餘里。第二重水星天。九十一萬八千七百五十餘里。第三重金星天。二百四十萬六千八百一十一餘里。第四重日輪天。一千六百零五萬五千六百九十餘里。第五重火星天。二千七百四十一萬二千一百餘里。第六重木星天。一萬二千六百七十六萬九千五百八十四餘里。第七重土星天。二萬五千七百七十七萬五千六百六十四餘里。第八重列宿天。三萬二千二百七十六萬九千八百四十五餘里。第九重宗動天。六萬四千七百三十三萬八千六百九十餘里。此九重相包如葱頭。皮皆堅硬。而日月星辰定在其體。如木節在板。第天體明而無色。則能透光如琉璃水晶之類。無所礙也。若二十八宿星。其上等每大於地球一百零六倍。又六分之一。其二等之各星。大於地球八十九倍。又八分之一。其三等之各星。大於地球七十一倍。又三分之一。其四等之各星。大於地球五十三倍。又十二分之十一。其五等之各星。大於地球三十五倍。又八分之一。其六等之各星。大於地球十七倍。又十分之一。此六者皆在第八重天也。土星大於地球九十倍。又八分之一。木星大於地球九十四倍。又一半分。火星大於地球半倍。日輪大於地球一百六十五倍。又八分之三。地球大於金星三十六倍。又二十七分之一。大於水星二萬一千九百五十一倍。大於月輪三十八倍。又三分之一。又言第一重月天二十七。日三十一。刻一周。自西而東。第二重金星天。第三重金星天。第四重日輪天。皆三百六十五日二十三刻一周。自西而

東。第五重火星天。一年三百二十一日九十三刻一周。自西而東。第六重木星天。十一年三百一十三日七十刻一周。自西而東。第七重土星天。二十九年一百五十五日二十五刻一周。自西而東。第八重五十二相。卽三垣二十八宿天帶。轉動下七重。七千年一周。於春秋分一圏上。自北而東而南而西復回。第九重無星。水晶天帶。轉動下八重。四萬九千年一周。自西而東。第十重無星。宗動天帶。轉動下九重。一日一周。第十一重永靜不動。又言水火土氣爲四元行。火情至輕。躋于九重天之下。夜間數見空中。火似星隕。橫直飛流。其誠非星。乃烟氣從地沖騰而至。火處著點耳。又言人疑日月大不踰大甕之底而俱等。何以知日大於地。地大於月。借視照法。六題易曉者。以破其疑。而後可指三球之大小相比。第一題言物形愈離吾目。愈覺其小。二題言光者照目者視。惟以直線。三題言圓尖體之底必爲環。使直切之數節其俱乃環。而環彌離底者彌小。而皆小乎底環者。四題言圓光體者照一般大圓體。必明其半爲影。廣於體者等而無盡。五題言光體大者照一小圓體。必其大半明。而其影有盡。益近元體益大。六題言光體小者照圓體者大。惟照明其小半。而其影益離元體。益大而無盡。徵日大於地。地大於月。由日月食。故先須明二蝕之所以然。朔時月或至黃道。在日之下。便掩其光。而吾不能見日。謂日蝕也。望時月或至黃道。於太陽正對。而地球障隔其光。而不得照之。故月失光。乃地影朦之也。倘月食時。日月全見地平上。必海水影映。並水土之氣發浮地上。現出月體。此時月影實在地下。此理可試於空盂內置一錢。遠視之不見。令斟水滿。

之。而宛可見。所見非錢體。乃其影耳。如云日球或小或等於地球。地球之影宜無盡。則必能及火木土星。並二十八宿而蝕之矣。然未見火木土星二十八宿之蝕。則地球影有盡。既有盡。則日球不可謂或小或等於地球而必大也。然則地球大於月球。何以驗之。曰。地影爲一尖圓體。月球蝕時。全在其尖體之內。而久行其中。則月球之徑。甚小於地球徑也。其容較圖義。言萬形有全體。目視惟一面。卽面可以推全體也。面從界顯。界從線結。總曰邊線。邊線之最少者爲三邊形。多者四邊五邊。乃至千百萬億邊。不可數盡也。三邊形等度者。其容積固大於三邊形。不等度者四邊亦然。而四邊形容積恆大於三邊形。多邊形容積恆大於少邊形。恆以周線相等者驗之。邊之多者莫如渾圓之體。渾圓者多邊等邊。試以周天度剖之。則三百六十等邊也。又剖度爲分。則二萬一千六百等邊也。乃至秒忽毫釐。不可勝算。凡形愈多。邊則愈大。故造物者天也。象天者圓也。圓無不容。無不容。故爲天。試論其概。凡兩形外周等。則多邊形容積恆大於少邊形容積。凡同周四直角形。其等邊者所容大於不等邊者。凡同周四角形。其等邊等角者。所容大於不等邊等角者。又立五界說及諸形十八論。第一界等周形。二界有法形。三界求形心。四界求形面。五界求形體。第一題論凡諸三角形。從底線中分作垂線。與頂齊高。以中分線及高線。作短內直角方形。必與三角所容等。二題論凡有法六角等形。自中心到其一邊之半徑線。作直角形線。其半徑線及以形之半周線。舒作直線。爲矩內直角長方形。亦與有法形所容等。三題論凡有法直線形。與直角三邊形。並設直

角形傍。二線一長一短。其短線與有法形半徑線等。其長線與有法形周線等。則有法形與三邊形正等。四題論凡圓取半徑線及半周線。作短內直角形。其體等。五題論凡直角三邊形。任將一銳角。于對邊作一直線分之。其對邊線之全。與近直角之分之比例。大於全銳角與所分內銳角之比例。六題論凡直線有法形數端。但周相等者。多邊形必大於少邊形。七題論有三角形。其邊不等。於一邊之上。另作兩邊等。三角形與先形等周。八題論有三角形。二等周等底。其一兩邊不等。其等邊所容。必多於不等邊所容。九題論相似直角三邊形。并對直角之兩弦線爲一直線。以作直角方形。又以兩相當之直線。四并二直線。各作直角方形。其容等。十題論有三角。二其底不等。而腰等。求於兩底上。另作相似三角形。二而等周。其兩腰各自相等。十一題論有大小兩底。令作相似平腰三角形相併。其所容必大於不相似之兩三角形併。其底同。其周同。又四腰俱同。而不相似形併。必小於相似形併。十二題論同形。其邊數相等。而等角等邊者。大於不等角等邊者。十三題論凡同周形。惟圓形者。大於衆直線形。有法者。十四題論銳觚全形所容。與銳頂至邊垂線。及三分底之一。矩內直角立形等。十五題論平面不拘幾邊。其全體可容渾圓切形者。設直角立形。其底得本形三之一。其高得圓半徑。卽相等。十六題論圓半徑。及圓面三之一。作直角立方形。以較圓之所容等。十七題論圓形與平面他形之容。圓者。其周同。其容積。圓爲大。十八題論凡渾圓形與圓外圓角形等周者。渾圓形必大於圓角形。時李之藻。徐光啓等。皆師之。盡得其學。各

有著述。三十八年卒。乾坤體義、

論曰。自利瑪竇入中國。西人接踵而至。其於天學皆有所得。采而用之。此禮失求野之義也。而徐光啓至。謂利氏爲今日之羲和。是何其言之妄而敢耶。天文算數之學。吾中土講明而切究者。代不乏人。自明季空談性命。不務實學。而此業遂微。臺官步勘天道。疎闊彌甚。于是西人起而乘其衰。不得不矯然自異矣。然則但可云明之算家不如泰西。不得云古人皆不如泰西也。我國家右文尊道。六藝昌明。若吳江王氏。宣城梅氏。皆精于數學。實能盡得西法之長。而匡所不逮。至休寧戴東原先生。發明五曹孫子等經。而古算學明矣。嘉定錢竹汀先生。著廿二史攷異。詳論三統四分以來諸家之術。而古推步學又明矣。學者苟能綜二千年來相傳之步算諸書。一一取而研究之。則知吾中土之法之精微深妙。有非西人所能及者。彼不讀古書。謬云西法勝于中法。是蓋但知西法而已。安知所謂古法哉。

熊三拔

熊三拔。明萬曆壬子入中國。著簡平儀說一卷。言簡平儀用二盤。下層方面。名爲下盤。亦名天盤。上層圓面。半虛半實者。名爲上盤。亦名地盤。下盤安軸處爲地心。其過心橫線名曰極線。極線之左界爲北極。右界爲南極。其過心直線。與極線作十字交羅者。名爲赤道線。盤周之最內一圈。名爲周天圈。赤道線左右各六直線。漸次疏密者。名爲二十四節氣線。卽以赤道線爲春分。次左一曰清明。曰白露。次左二。

曰穀雨。曰處暑。次左三。曰立夏。曰立秋。次左四。曰小滿。曰大暑。次左五。曰芒種。曰小暑。次左六。曰夏至。此爲日行赤道北諸節氣線也。次右一。曰驚蟄。曰寒露。次右二。曰雨水。曰霜降。次右三。曰立春。曰立冬。次右四。曰大寒。曰小雪。次右五。曰小寒。曰大雪。次右六。曰冬至。此爲日行赤道南諸節氣線也。若儀體小者。左右各三線。則以一宮爲一線。若儀體大者。左右各十八線。則以一候爲一線也。從赤道線上取心。以冬夏二至線爲界。上下各作半圈者。名爲黃道圈。用半圈周平分十二者。是黃道半周。天度十五度爲一分。若儀體大者。分三十六。則五度爲一分也。極線之上下并周天圈。分各十二。曲線漸次疏密者。名爲十二時刻線。卽以極線爲卯正初刻。酉正初刻。次上一爲卯正。二爲酉初。二每線二刻。依時列之。次上十二。卽周天圈。分爲午正初刻也。次下一爲酉正。二卯初。二每線二刻。依時列之。至次下十二。卽周天圈。分爲子正初刻也。若儀體小者。上下各六線。則以四刻爲一線。儀體大者。上下各二十四線。則以一刻爲一線。更大者。上下各七十二線。則以五分爲一線也。周天圈以赤道線極線分爲四圈。分每圈分九十九度。爲周天象限。四象限共三百六十。爲周天度數。上盤中央安軸處。爲盤心。盤中過心橫線。在半虛半實之界。名爲地平線。其過心直線。與地平線作十字交羅者。名爲天頂線。上盤之圈周。亦以地平天頂線分爲四圈。分每圈分九十九度。爲周天象限。四象限共三百六十。爲周天度數。上盤半虛處。左右相望作針孔。貫以絲繩。與地平線平行。不論多寡。皆名爲日晷線。上盤地平線下。橫布疏密度數。是依天頂線作平行直線。上

應周天度分者。名爲直應度分。上盤軸心。施一線下垂。線末繫墜。令旋轉加于上盤周天度分者。名爲垂線。若以銅爲權。下重末銳。令其末旋轉加周者。名爲垂權。與垂線同。用下盤之上方。橫作一直線。與極線平行者。名爲日景線。線之兩端。截去線之上方寸許。不盡線半寸許。又截去線之下方半寸許。令版之左右上角。各爲方柱。柱端與日景線平行者。名爲表。其用法。凡十三。第一。隨時隨地。測日軌高幾何度分。以盤地平線。加于下盤南北極線。次任用下盤一表。以承日。令表端景加于日景線。次視垂線所加上盤圈周度分。卽目下日軌高于地平度分。第二。隨節氣求日躔黃道距赤道幾何度分。日日約行一度。視本日去春秋分幾何日。卽循兩黃道圈。各檢取去赤道線幾何度爲兩界。用直線隱兩界上。循直線視所當周天圈度分。卽所求。第三。隨地隨日。測午正初刻。及日軌高幾何度分。約日將中時。用第一法。測日軌高幾何度分。少頃。復依法累測之。日昃而止。次檢日軌最高度分。爲本地本日午正初刻日軌高。若立表隨所測作線。卽得子午線。第四。隨地測南北極出入地幾何度分。依第三法。測得本地午正初刻日軌高幾何度分。次依第二法。求本日日躔距赤道幾何度分。次視日躔赤道南北算之。若日躔赤道南。則以距度加高度。得赤道至地平之高。以赤道高減周天象限度。卽得赤道離天頂度。亦卽本極出地度。對極入地度。日躔赤道北。則以距度減高度。得赤道至地平之高。如法算之。若春秋分日正躔赤道。卽無距度。其日軌高。卽赤道至地平之高。如法算之。地在赤道南北並同。其有日軌距赤道。天頂居中。日中有倒景者。卽

倒測日軌高。以高度并距度。減去周天象度。卽得赤道離天頂度。地在赤道南北並同。第五。隨地隨節氣。求晝夜刻各幾何。以上盤地平線。加于下盤本地南北極出入地度數。視地平線。加本日節氣線上。得地平線以上幾何刻。卽晝刻。以下所餘刻。卽夜刻。第六。隨地隨節氣。求日出入時刻。依第五法。上下盤相加。視地平線。加某時刻分。卽得日出入時刻。第七。論三殊域晝夜寒暑之變。依第五法。上下盤相加。視地平線以上時刻。卽晝。以下卽夜。赤道之下。日行天頂皆夏。日行南北皆冬。第八。隨地隨節氣。求日出入之廣幾何。依第五法。上下盤相加。視地平線下直應度分。值本日節氣線得幾度。卽所求。第九。隨地隨節氣。用極出入度。求午正初刻日軌高幾何度分。依第五法。上下盤相加。從地平線所加。起算歷周天度分。數至本節氣上得幾何度分。卽所求。第十。日晷依第一法。測得日下日軌高幾何度。次依第五法。上下盤相加。次依日晷線所值日高度分。平行視本日節氣線所值刻線。卽日下時刻。若日晷線不值日高度分。卽別用一直線。依日高度分。與日晷線平行取之。若不用日晷線。卽以日高度分之半弦爲度。與天頂線平行。一界抵地平。一界抵日高度分。依地平線平行取之。第十一。隨地隨節氣。求日交天頂線在何時刻。依第五法。上下盤相加。視天頂線。加某時刻。卽所求。第十二。論地爲圓體。用地平線。天頂線。加于下盤周天度數。展轉推論。可證地圓之義。第十三。論各地分表景不同。用上盤地平線。天頂線。展轉加于下盤周天度數。可推立表取景隨地不同。若赤道之下南北極。各與地平。其地有三種景。若南北極各出地初度以上。

至未及二十三度半強者。其地有四種景。正當二十三度半強者。亦有三種景。若二十三度半強以上至九十度者。其地有二種景。若在九十度左右者。則有無窮景。又表度說一卷。言術家有渾天儀。有平儀。有正方案。以測七政星辰高下之分。以察日至之景。以審日月方位。因而隨時隨地可用測驗日輪高下度分及午正初刻也。有法於此。任意立表取景。以表景度分。得日高度分。甚爲簡便。第欲明表景之義。先須論日輪週行之理。及日輪大于地球之比例。二論爲說甚長。俱有全書。今特舉要略作五題焉。第一題。日輪周天上向天頂。下向地平。其轉於地面俱平行。故地體之景亦平行。第二題。地球在天之中。第三題。地球小於日輪。從日輪視地球。止於一點。第四題。地本圓體。第五題。表端爲圓心。凡立表取景。必於兩平面上。求得兩種景。其一立表平面上。與地平爲直角。其所得景直景也。如山岳樓屋樹木等景。在平地者。是其一。倒景者。橫表之景也。如向日有牆。於其平面橫立一表。與地平爲平行者。是立表取景。以表之度分量。此二種景。可得其短長。以短長之度數。可得日軌離地平分秒。又量得一種景。推算可得別種。但須先得二景之比例。及表與二景相求之法。乃悉其立法所由。今引說數條。推明指義如左。其一曰。日軌出地平。從一度至九十度。漸升。上就天頂。既過一象限。從九十度。漸入地平。下離天頂。故表景因日上下而得消長。日上。直景消。倒景長。日下。倒景消。直景長。皆至午正而復。其二曰。倒景與日景之比例表。與二景之比例。皆在日輪出入上下度分也。令立二表相等。取兩種景。日出地平。則倒景表無景。其端正對日光。

故也。而直景之表，有無窮景，無數可量。其景與地平平行故也。其三曰：日軌既出地平，漸向天頂而上。至高四十五度，此半象分內二景一消一長，直景漸消，故大于表；倒景漸長，顧小于表。日過四十五而直景亦消，而小于表；倒景亦長，而亦大于表。其四曰：日軌高四十五度，爲半象限，卽二景亦相遇，其長皆與表等。其五曰：日軌至天頂高九十度，此卽直景表無景，而倒景之表，有無窮景。其六曰：日出地與日高九十度，二景之理既同，卽一度至其間相反相對者，理並同也。試如日高二度，直景得長，倒景得短；日高八十九度，倒景得長，直景得短；則日高二度之直景，八十八度之倒景，其長同也；其短反是。以至日高三四五度，二景短長與日高八十七八十六八十五度並同也。假如立二表相等，各十二平分，之日高五度，直景之長爲表之一百三十七度，卽日高八十五度，倒景之長亦爲表之一百三十七度；日高五度，倒景之短爲表之一度，日高八十五度，直景之短亦爲表之一度。二景一消一長，相反相對，無有不合。故用日高度分表景短長，法立布算，自初度至九十度，每十分求得直景表之度分，反之，卽倒景表之度分，列爲圖，推一得二，致爲簡便也。凡立表取景，先定表長，以表之長任意平分爲若干度，今分表爲十二平分，以十二平分之一爲度，每度更六十平分，共得七百二十分。凡立表必作垂線于平面，而與爲直角法，以表之位爲心，從心作一圈，次三平分圈界，作三點，立表于圈心，用規從界之一點，量至表端爲度，用此度量第二三點，皆至表端，則表正矣。用法第一：隨地隨時測日軌高幾何度分，法立表取景，得景長爲表之幾

何度。檢圖得所求。第二。隨地隨時。測午正初刻。測本日日軌最高度分。及定方面正法。依上法立表取景。視表景消極長初。即得午正初刻。依法量其長。即得本日日軌最高度分。又自表位至景末作線。即得本地子午線。依子午作垂線。即天元卯酉爲定方面之正法。第三。隨地隨日。測南北極出入地幾何度分。依第二法立表測得本地午正初刻。日晷高幾何度分。次求本日日躔距赤道幾何度分。次視日躔赤道南。北算之。若日躔赤道南。則以距度加高度。得赤道至地平之高。以赤道高減周天象限度。即得赤道離天頂度。亦即北極出地度。日躔赤道北。則以距度減高度。如法算之。亦得北極出地度分。第四。隨地測節氣。定日。此法先用各距赤道幾何度分。及本地北極度分。故具例如左。春分秋分。無距度分。清明寒露驚蟄。白露。距赤道六度十九分。穀雨霜降雨水處暑。十一度半。立夏立秋。立春立冬。十六度四十分。小滿小雪。大暑大寒。二十度十二分。芒種大雪。小暑小寒。二十二度四十六分。夏至冬至。二十三度半。強。春分後日軌入赤道北加。秋分後日軌入赤道南減。北京北極出地四十強。南京三十二半。山東三十七。山西三十八。陝西三十六。河南三十五。浙江三十。江西二十九。湖廣三十一。四川二十九。廣東二十三。福建二十六。廣西二十五。雲南二十二。貴州二十四。自春分至秋分。加其距度分于赤道高度分。秋分至春分。減其距度分于赤道高度分。得各節氣高于地平度分。以其高于地平度分。依法測表景長短。得各節氣本日。第五。依表之度分物景之長。得物之高。依第一法。量得日高四十五度。此際物在地平之景。與其他物之高等。

若日高四十五度以下。物景多于物之高。減其多得物之高。若日在四十五度以上。景短于物。當用加法。得物之高。第六日晷。日晷凡數百種。其理甚廣。今止就用景而造者。略說一二。表景與日躔平行。日出地上。或過午而下。每行三十度。得一時。表景亦然。一長一消。俱有定度。因其定度。則可定時。又日之升降。于地平。隨地各異。表景之長。亦隨地各異。求各處各節氣。每時每刻。日軌高度分。具簡平儀說。造圓柱晷。法用堅木或銅。作圓體如柱。任意大小長短。其圓必中規。而上下等。次於兩端之圈界。各十三平分。之所分各界。兩兩相對。作直線。俱平行。各線與柱體亦平行。柱體之周爲十三直線。皆平行相等。每線直二節氣。惟夏冬二至。各得一線。名爲二十四節氣線。卽任取一線爲冬至。次右二。曰小寒。大雪。右三。曰大寒。小雪。右四。曰立春。立冬。右五。曰雨水。霜降。右六。曰驚蟄。寒露。右七。曰春分。秋分。右八。曰清明。白露。右九。曰穀雨。處暑。右十。曰立夏。立秋。右十一。曰小滿。大暑。右十二。曰芒種。小暑。右十三。曰夏至。次作表。表長短無定度。約柱之長短而定其度。旣得其度。依前分表法十二平分。之爲表度。每度六十平分。之。凡七百二十分。依圖視節氣。每時刻。表景長短幾何度分。而移之柱晷之節氣本線。卽得各時刻。晷之上端爲樞。表體之長。伸其度長。爲空于餘表而入之樞。令表之度。皆在晷體之外。用時視本日幾。某節氣第幾日。轉表加于晷端界。第幾日。上次轉晷。承日景。令表景與節氣線平行。視表末所至得時刻。造方晷。以倒景。其法同也。其節氣線。以分黃道法爲疎密度。略見簡平儀說。用直景造圓晷及方晷。其法並同。又泰西水法六卷。

有製龍尾恆升玉衡車諸法。一皆本於句股。西洋之學有關民用者。莫切於此。簡平儀說、表度說、泰西水法、論曰。揆日為推步之要務。簡平儀表度之用於測日為特詳。梅徵君謂中西算法。並以日躔為主。是也。水法龍尾恆升玉衡車諸製。非究極算理者不能作。而龍尾一車。尤於水旱有補裨之功。戴庶常震所以有贏旋車之記也。長洲沈君培深於此學。因屬指授工人造一具。目驗之得水多而用力省。推而行之足以利民生矣。

艾儒略

艾儒略萬曆時入中國。著幾何法要四卷。即幾何原本求作線面諸法。而較幾何原本為詳。新法算書、

龐迪莪 龍華民

龐迪莪龍華民。皆萬曆時入中國。周子愚李之藻徐光啓等。先後薦修新法。明史曆志、新法算書、

陽瑪諾

陽瑪諾明萬曆乙卯入中國。著天問略一卷。其論天有幾重。及七政本位。言敵國術家設十二重天。其形皆圓。各安本所。各層相包如裹葱頭。日月五星列宿在其體內。如木節在板。一定不移。各因本天之動而動。第一重月輪天。第二重水星天。第三重金星天。第四重日輪天。第五重火星天。第六重木星天。第七重土星天。第八重五十二相。即三垣二十八宿天。第九重東西歲差。第十重南北歲差。第十一重無星宗動。

天第十二重永靜不動。其論日天本動。及日距赤道度分。言赤道則第十一重宗動天之中分也。黃道則第四重日天之中分也。日天本動。自西而東。北南二極。離宗動天。赤道之極二十三度半。黃道以南以北。離赤道二十三度半。爲冬至。黃道以東以西。與赤道相交。爲春秋分。又言太陽平行。一日一度。自春分至秋分。宜行半周天。自秋分至春分亦然。今其不然。何也。曰。七政各有本天。所麗各有異動。然其本天之中心。不與地之中心同一心。故其行轉于地體之面一周。自非可謂平行也。其論日蝕。言日食非日失其光。乃月掩其光也。月天在日天之下。朔時月輪正過日輪之下。故掩其光。若有失之。又言日食非各處共有之。或一處見食。別處見光。或一處全食。別處半食。皆目隨地異也。試觀居房內者。房中有燭以照四方。若于東方有掩光者。必坐東者不見其光。而坐南北西方者得光也。各方如是。與食同理也。若月食則所缺分秒。萬人萬目。同作是觀。別無同異。與日不同。其論晝夜時刻。隨北極出地。各有長短。言北極出地。卽夏至晝長夜短。冬至晝短夜長。南極出地反是。南北二極與地平。則其地晝夜恆平。南北爲緯。東西爲經。各一周三百六十度。人在地面。凡居經度一帶之內者。其晝夜長短同。其日入出及晝夜時刻則異。此同緯者也。若緯度之異者。其晝夜長短各異矣。其論月體爲第一重天。及月本動。言太陰最近于地。吾徵之日食。由于月掩其光。且恆見月體能掩水與金星。則月天必居其下。依表景之理。亦可徵也。立表取景。日體高于地平五十度。月輪亦高于地平五十度。然而所得日景則短。月景則長也。日輪恆行黃道一路。月

輪之路非一。乃出入黃道五度。其相交處謂之龍頭龍尾。月本動自西而東。每日約行十三度有奇。朔時日月同度。至第三日及第四日。即見月輪在日輪之東。非月行最疾。何能如是。其論月食。言地球懸于十二重天之中央。如雞卵黃在青之中央。故日由西照地。則必有景射東。照東必有景射西。夫日輪恆在黃道上。若遇望日。而月輪亦在黃道上。與日正對望。則地球障隔日月之間。月輪必入地景之內。太陽不能照之。故失光而食矣。漸出地景之外。太陽能照之。則漸復原光。因知月食悉由于地景也。天問略

論曰。陽瑪諾天問略。與利瑪竇乾坤體義大旨相同。蓋其學出于一原。故其議論亦相似也。自橢圓地動之說起。乃愈出而愈奇矣。

鄧玉函

鄧玉函字函璞。明萬曆時入中國。崇禎二年七月。徐光啓薦舉同修術法。翻譯諸術表。草槁八卷。次年四月卒。著有奇器圖說三卷。西洋謂之力藝之學。謂天地生物。有數有度有重。數爲算法。度爲測量。重即此力藝之學。凡器物之微。須先有度有數。因度而生測量。因數而生計算。因測量計算而有比例。因比例而後可以窮物之理。理得而後可解此奇器。第一卷論重之本體。以明立法之所以然。凡六十一條。第二卷論各色器具之法。凡九十二條。第三卷起重十一圖。引重四圖。轉重二圖。取水九圖。轉磨十五圖。解木四圖。解石轉碓書架水日晷代耕各一圖。水銃四圖。凡三卷。諸論圖說。皆引取乾坤體義幾何原本及句股

法義諸書與南懷仁靈臺儀象志互相發明。

新法算書、奇器圖說、

論曰。奇器之作。專恃諸輪。蓋輪為圓體。惟圓故動。數輪相觸。則能自行。西人以機巧相尚。殫精畢慮于此。故所為自行諸器。千奇萬狀。迥非西域諸國所能及。於此可見人心之靈。日用日出。雖小道必有可觀。彼無所用心者。當知自愧矣。

羅雅谷

羅雅谷字間韶。明天啓末年入中國。寓河南開封府。崇禎三年五月。督修新法。徐光啓奏請訪用。七月赴局供事。雅谷在局譯撰書。經奏進者十一種。曰月離曆指。月離表。五緯總論。日躔增五星圖。日躔表。火木土二百恆年表。並周歲時刻表。五緯曆指。五緯用法。夜中測時。又著籌算一卷。言算數之學。大者盡野經。天小者米鹽凌雜。凡有形質度數之物與事。靡不藉為用焉。且從事此道者。步步躡實。非如談空說元。可欺人以口舌。明明布列。非如握槊奪標。可欺人以強力。層層積累。非如繇旬刹那。可欺人以荒誕也。而為術最繁。不有簡法濟之。即窮年不能殫。惡暇更工它學哉。敝國以書算其來遠矣。乃人之記函弱而心力柔。厭與昏每乘之。多有畏難而中輟者。後賢別立巧法。易之以籌。余為譯之。簡便數倍。以是好學者皆喜。以為此術之津梁也。傳不云不有博奕者乎。為之猶賢乎已。是書稍賢于博奕。然旅人入來未見。它有論著。以此先之。不亦末乎。復自哂曰。小道可觀。聊為之佐一籌而已。九年三月卒。

新法算書、

論曰。九執術言天竺算法。用九箇字乘除。一舉札而成。後回回亦以土盤寫算。蓋西域舊法皆用筆算也。筆之變而爲籌。猶中土之易算子爲珠盤。然用籌仍須以筆加減。固不如筆算之爲便矣。



疇人傳卷第四十五

經筵講官南書房行走戶部左侍郎兼管國子監算學揚州阮元撰

西洋三附

湯若望

湯若望字道未。明崇禎二年入中國。時禮部奏請開局脩改曆法。次年五月徵若望供事曆局。徐光啓李天經前後所進交食曆指交食表。交食表用法。交食蒙求。古今交食考。恆星出沒表。諸書及恆星屏障。皆若望所作也。國朝順治二年六月。若望上言。臣於明崇禎年間曾用西洋新法。製測量日月星晷。定時考驗諸器。近遭賊燬。臣擬另製進呈。今先將本年八月初一日日食。照新法推步京師所見日食分秒。並起復方位圖象。與各省所見不同之數。開列呈覽。及期大學士馮銓同若望赴臺測驗。與所算密合。有旨行用新法。七月。禮部言欽天監改用新法。推註已成。請易新名頒行。和碩睿親王言宜名時憲。昭朝廷憲天。又民至意。奉旨以時憲書頒行天下。若望又言敬授人時。全以節氣交宮。與太陽出入晝夜時刻爲重。今節氣之日時刻分。與太陽出入晝夜刻分。俱照道里遠近推算。請刊入時憲書。奏入。允其請。十一月。以若望掌欽天監事。時若望疏言。臣等按新法推算月食時刻分秒。復定每年進呈書目重複者刪去。以免混

浚得旨欽天監印信。著湯若望掌管。所屬官員。嗣後一切占候選擇。悉聽舉行。累加太僕太常寺卿。勅錫通微教師。十四年四月。回回科秋官正吳明烜疏言。若望所推七政書。水星二八月皆伏不見。今水星於二月二十九日。仍見東方。八月二十四日。又夕見。又言若望舛謬三事。一漏紫炁。一顛倒觜參。一顛倒羅計。命內大臣等公同測驗。水星實不見。議明烜詐妄之罪。援赦得免。康熙四年。徽州新安衛官生楊光先上言。若望新法十謬。及選擇不用正五行之誤。下王大臣等集議。若望及所屬各員。俱罷黜治罪。於是廢西法。仍用大統。至康熙九年。復用新法。其術以天聰戊辰爲元。分周天爲三百六十度。太陽一日平行五十九分八秒一十九微。四十九織三十六芒。最高一年行四十五秒。戊辰年平行距冬至五十三分三十五秒三十九微。最高衝距冬至五度五十九分五十九秒。太陰一日平行一十三度一十分三十五秒一微。自行一十三度三分五十三秒五十六微。正交行三分一十秒。月孛行六分四十一秒。戊辰年平行距冬至六宮一度五十分五十四秒四十六微。自行距冬至六宮二十五度三十二分一十五秒三十四微。正交行距冬至一宮一十四秒。月孛行距冬至一十一宮六度一十九分。土星諸行應平行距冬至爲十一宮十八度五十一分五十一秒。本年最高行距冬至爲九宮八度五十七分五十九秒。平行距最高卽引數。爲二宮九度五十三分五十二秒。正交行距冬至爲六宮七度九分八秒。一平年平行爲十二度十三分三十一秒。最高行一分二十秒十二微。以最高行減平行。得十二度十二分十五秒。乃一年之引數。

也一閏年平行爲十二度十五分三十五秒。引數爲十二度十四分十五秒。正交行一年爲四十二秒。木星諸行應平行距冬至爲八宮二十八度八分三十一秒。本天最高行爲十一宮二十七度十一分十五秒。平行距最高卽引數爲九宮初度五十七分十六秒。正交行爲六宮二十度四十一分五十二秒。一平年距冬至平行爲一宮零度二十分三十二秒。最高行爲五十七秒五十二微。兩數相減得一宮零度十九分三十四秒。乃一平年之引數。其一閏年距冬至平行爲一宮零度二十五分三十一秒。引數爲一宮二十四分三十三秒。正交行一年爲一十四秒。火星諸行應平行距冬至爲五宮四度五十四分三十秒。本天最高在七宮二十九度三十分四十秒。平行距最高卽引數爲九宮五度二十三分五十分。正交行爲三宮十七度二分二十九秒。一平年距冬至平行爲六宮十一度十七分一十秒。最高行一分十四秒。兩數相減得六宮十一度十五分五十五秒。一閏年距冬至平行爲六宮十一度四十八分三十六秒。引數爲六宮十一度四十七分二十一秒。正交行一年爲五十三秒。金星諸行應平行距冬至與太陽同度。爲初宮初度五十三分三十五秒三十九微。平行距最高卽引數爲六宮零度五十六分五十五秒。伏見行從極遠處起。爲初宮九度十一分七秒。最高行在六宮零度十六分六秒。一平年距冬至爲十一宮二十九度四十五分四十秒三十八微。自行引數爲十一宮二十九度四十四分十七秒。伏見行爲七宮十五度一分五十秒。最高行爲一分二十一秒。一閏年距冬至及自行加五十九分八秒。伏見行加三度六

分二十四秒。乃一日之行也。金星正交在最高前十六度。卽五宮十四度十六分。其行極微。故未定其率。然于最高行不大差。水星諸行應平行。距冬至與太陽同度。平行距最高卽引數爲二十九度二十分二秒。伏見行從極遠處起爲三宮二十九度五十四分一十六秒。最高在十一宮零度五十二分四十二秒。一平年距冬至亦與太陽同度。自行引數爲十一宮二十九度四十三分五十一秒。伏見行滿三周外有一宮二十三度五十七分二十六秒。一閏年引數爲十二宮零度四十二分五十九秒。伏見行全周外爲一宮二十七度三分五十二秒。正交行或曰與最高同度難測。故不敢定。然或非與最高同。亦必不遠。若望所定新法算書總一百卷。緣起八卷。大測二卷。測天約說二卷。測日略二卷。曆學小辯一卷。渾天儀說五卷。比例規解一卷。籌算一卷。遠鏡說一卷。日躔歷指一卷。日躔表二卷。高赤正球一卷。月離曆指四卷。月離表四卷。五緯曆指九卷。五緯表說一卷。五緯表十卷。恆星曆指三卷。恆星表二卷。恆星經緯圖說一卷。恆星出沒表二卷。交食曆指七卷。古今交食考一卷。交食九卷。八線表二卷。幾何要法四卷。測景全義十卷。新法曆引一卷。曆法西傳一卷。新法表異二卷。其曆法西傳新法表異二書。則入本朝後所作也。若望論新法大要凡四十二事。一曰天地經緯。言天有經緯。地亦有之。地形實圓。大約二百五十里。當天之一度。經緯皆然。二曰諸曜異天。言諸曜各天高卑相距遠甚。舊曆認爲同心。爲誤非小。三曰圓心不同。言太陽本圈與地不同心。二心相距。古今不等。四曰蒙氣有差。言地中有游氣上騰。能映小爲大。升卑爲高。

地勢不等氣勢亦不等若非先定本地之蒙氣差終難密合。五曰測算異古言古法測天惟以勾股新法測天以弧三角形算以割圓八線表是爲以圓齊圓遇直遇斜無往不合。六曰測算皆以黃道言日行黃道月五星皆出入黃道內外曆家測天用赤道儀所得經度尙非本曜在天之宮次新法就所得通以黃赤通率表乃與天行密合。七曰改定諸應言七政平行起算之端悉從天聰二年戊辰前冬至後己卯日子正爲始八曰節氣求真言舊法平節氣非天上真節氣新法悉皆改定九曰盈縮真限言歲實生于日躔由日輪之轂漸近地心其數浸消往曆強欲齊之古今不相通矣授時剏立消長此說爲近而據算測天則又未合者須知日有最高最卑二點上古在二至前今世在二至後六度有奇乃真盈縮之限授時從二至起算如此歲實安得齊也今用授時消分爲平歲更以最高最卑差加減之爲定歲十曰表測二分言舊以圭表測冬至非法之善也新法用春秋二分較二至爲最密十一曰太陽出入及晨昏限大統曆自永樂後造自燕都乃猶從江南起算與天違甚新法從京都起算而諸方各有加減十二曰晝夜不等言一歲行度日日不等其差較一刻有奇新法獨明其故有二一緣黃道夏遲冬疾差四分餘一緣黃赤二道廣狹不同距則率度必不同分也十三曰改定時刻言晝夜定爲九十六刻於推算甚便十四曰置閏不同言舊法置閏用平節氣非也新法用太陽所躔天度之定節氣與舊不同十五曰太陰加減言朔望止一加減餘日另有二三均數多寡不等十六曰月行高卑遲疾言月行轉周之上最高極遲最卑極

疾五星準此十七曰朔後西見言朔後月見遲疾甚有差至三日者新法獨明其故有三一因自行度遲疾一因黃道升降斜正一因白道在緯南緯北十八曰交行加減言月在交上以平求之必不相合因設一加減爲交行均數十九曰月緯距度言舊法黃白二道相距五度不知朔望外尙有損益其至大之距五度三分之一二十曰交食有無言距交近則其度狹小于兩半徑故食距交遠則其度廣月與景遇而不相涉何食之有然此論交前後也又當論交左右太陰與黃道之緯度相距幾何度分月食則以距度較月與景兩半徑并日食則以距度較日月兩半徑并而距度爲小則食若大則不食二十一日日月食限不同言月食則太陰與地景相遇兩周相切以其兩視半徑較白道距黃道度又以距度推交周度定食限若日食則雖太陽與太陰相遇兩周相切而其兩視半徑未可遂以之定兩道之距度爲有視差故必加入視差而後得距度二十二曰日月食分異同言距度在月食爲太陰心實距地景之心愈近食分愈多愈遠食分愈少在日食爲日月兩心之距距近食多距遠食少與月食同但日食不據實距而據視距二十三曰實會中會以地心爲主言會者以地心所出直線上至黃道者爲主而日月五星兩居此線之上則實會也若月與五星各居其本輪之周地心所出線上至黃道而兩本輪之心俱當此線之上則爲中會二十四曰視會以地面爲主言視會新法所創也日食有天上之實食有人所見之視食其食分之有無多寡兩各不同其推算視食則依人目與地面爲準二十五曰黃道九十度爲東西差之中限言

地半徑三差恆垂向下。高卑差以天頂爲宗。南北差以黃道極爲宗。東西差則黃道上弧也。故論天頂則高卑差爲正下。南北差爲斜下。而東西差獨中限之一線爲正下。以外皆斜下。論黃道則南北差爲股。東西差恆爲句。高卑差恆爲弦。至中限則股弦爲一線無句矣。所謂中限者。黃道出地平東西各九十度之限也。二十六曰三視差。言視會卽實會者。惟天頂一點爲然。過此則有三種視差。其法以地半徑爲一邊。以太陰太陽各距地之遠爲一邊。以二曜高度爲一邊。成三角形。用以得高卑差一也。又偏南而變緯度。得南北差二也。以黃道九十度限。偏左偏右而變經度。得東西差三也。二十七曰外三差。言東西南北高卑之差。皆生于地徑。外三差不生于地徑。而生于氣。一曰清蒙氣差。二曰清蒙徑差。三曰本輪徑差。此振古未聞。近始得之。二十八曰虧復不一。言日食虧復時刻。非二時折半之說。新法以視行推變時刻。則虧復時刻不一之故。了然矣。二十九曰交食異算。言諸方各以地經推算交會時刻。及日食分。三十曰日食變差。言據法因食。而實不見食。必此日此地之南北差。變爲東西差。故此亦千百年偶遇一二次。非常有者也。三十一曰推前驗後。言新法諸表。遠溯唐虞。下沿萬禩。開卷瞭然。不費功力。三十二曰五星準日。言推算五星。皆以太陽爲準。舊法於合伏日數。時多時寡。徒以段目定之。故不免有差。新法改正。三十三曰伏見密合。言五星伏見。舊法惟用黃道距度。非也。須知五星有緯南緯北之分。黃道又有斜正升降之勢。各宮不同。所以加減各異。新法改正。三十四曰五星緯度。言太陰本道斜交黃道。因生距度與陰陽二曆。

五星亦然。故其兩交。亦曰正交。中交。其在南在北。亦曰陰陽二曆。新法一一詳求。舊未能也。三十五曰金水伏見。言金星或合太陽而不伏。水星離太陽而不見。用渾儀一測便見。非舊法所能知也。三十六曰五星測法。言測五星須用恆星爲準。三十七曰恆星東移。言恆星以黃道極爲極。故各宿距星時近赤極。亦或時遠赤極。此由二道各極不同。非距星有異行或易位也。三十八曰繪星大備。言舊法繪星。僅依河南見界。新法周天皆有。不但全備中國見界而已。又新法定恆星大小。有六等之別。前此未聞。三十九曰天漢破疑。言天漢昔稱雲漢。疑爲白氣者。新法測以遠鏡。始知是無算小星攢聚成形。卽積尸氣等亦然。四十曰四餘刪改。言羅喉卽白道之正交。計都卽中交。月孛乃月所行極高之點。至紫炁一餘無數可定。明係後人附會。今俱改刪。四十一曰測器大備。言近代靈臺所存。惟有圭表景符簡儀渾象等器。頗不足用。新法增置者。曰象限儀。百游儀。地平儀。弩儀。天環。天球。紀限儀。渾蓋。簡平儀。黃赤全儀。日星等晷。而所製遠鏡。更爲窺天要具。此西洋近時新增。百年前未有也。四十二曰日晷備用。言單論求時。則晷爲最準。新法創斯晷。隨處可用。無拘垣壁正側。咸可製造。其稱最者。則地平晷。三晷。百游晷。通光晷。他若柱晷。瓦晷。碗晷。十字晷等。不啻數十種。此外更有星晷及測月之晷。以爲夜中測時之需云。十七年。若望卒。新法算書欽定

四庫全書總目

論曰。明季君臣以大統寢疏。開局修正。旣知新法之密。而訖未施行。聖朝定鼎。以其法造時憲書。頒行天

下。彼十餘年間辯論翻譯之勞。若預以備我朝之采用者。斯亦奇矣。夫歐羅巴極西之小國也。若望小國之陪臣也。而其術誠驗於天。卽錄而用之。我國家聖聖相傳。用人行政。惟求其是。而不先設成心。卽是一端。可以仰見如天之度量矣。若望以四十二事表西法之異。證中術之疏。由是習於西說者。咸謂西人之學。非中土之所能及。然元嘗博觀史志。綜覽天文算術家言。而知新法亦集合古今之長而爲之。非彼中人所獨創也。如地爲圓體。則曾子十篇中已言之。太陽高卑。與考靈曜地有四游之說合。蒙氣有差。卽姜岌地有游氣之論。諸曜異天。卽邳萌不附天體之說。凡此之等。安知非出於中國。如借根方之本爲東來法乎。蓋步算之道。必後勝於前。有故可求。則修改易善。古法之所以疏者。漢魏之術。冀合圖讖。唐宋之術。拘泥演撰。天事微妙。而徒欲以算術綴之。無惑乎其術之未久輒差也。至授時去積年日法不用。一一憑諸實測。其于天道已能漸近自然。然則由授時而加精。不得不密於前代矣。彼西人者。幸值其時耳。使生於授時以前。則其術必不能如今日之密。唐之九執。元之萬年可證也。且西術之密。亦密於今耳。必不能將來永用無復差忒。小輪之法。旋改橢圓。可見也。世有郭守敬其人。誠能徧通古今推步之法。親驗七政運行之故。精益求精。期於至當。則其造詣當必有出於西人之上者。使必曰西學非中土所能及。則我大清億萬年頌朔之法。必當問之于歐邏巴乎。此必不然也。精算之士。當知所自立矣。

南懷仁

南懷仁字勳卿。一字敦伯。康熙初年入中國。是時吳明烜楊光先等以舊法點竄遞更。強天從人。儀器倒用以致天道勿協。康熙七年十二月。命大臣召懷仁與監官質辯。越明年正月丁酉。諸大臣同赴觀象臺測驗立春雨水太陰火星木星。懷仁預推度數。與所測皆符。明烜所指不實。大臣等請將康熙九年時憲書交南懷仁推算。從之。遂以懷仁爲監副。是年八月。因舊製儀器有差。疏請改造。並呈式樣。部照南懷仁所指速造。十二年儀成。擢懷仁爲監正。其儀凡六。一曰黃道經緯儀。儀之圈有四。圈各分四象限。限各九十度。其外大圈恆定而不移者。名天元子午規。外徑六尺。規面厚一寸三分。側面寬二寸五分。規之下半夾入于雲座仰載之。半圓前後正直。子午上直天頂。從天頂北下數五十度。定北極。從天頂南下數一百三十度。定南極。此赤道極也。次爲過極至圈。圈平分處各以鋼樞貫于赤道之南北極。又依黃赤大距度于過極至圈上。定黃道之南北極。距黃極九十度。安黃道經圈。與過極至圈十字相交。各陷其中以相入。令兩圈合爲一體。旋轉相從。經圈之兩側面。一爲十二宮。一爲二十四節氣。其兩交處。一當冬至。一當夏至。此第三圈也。第四爲黃道緯圈。則以鋼樞貫于黃極焉。圈之徑爲圓軸。圍三寸。軸之中心立圓柱爲緯表。與緯圈側面成直角。而經圈緯圈上各設遊表儀。頂更設銅絲爲垂線。全儀以雙龍擎之。復爲交梁。以立龍足。梁之四端各承以獅。仍置螺柱以取平。一曰赤道經緯儀。儀有三圈。外大圈者天元子午規也。以一龍南向而負之。規之分度定極。皆與黃道儀同。去極九十度。安赤道經圈。與子午規十字相交。恆定不

動。經圈之內規面及上側面皆鉸二十四時各四刻。外規面分三百六十度。內安赤道緯圈。以南北極爲樞。而可東西遊轉。與經圈內規面相切。緯圈徑亦爲圓軸。軸中心亦立圓柱。以及遊表垂線交梁螺柱等法。皆同黃道儀。一曰地平經儀。儀止用一圈。卽地平圈全徑六尺。其平面寬二寸五分。厚一寸二分。分四象限。限各九十度。以四龍立於交梁以承之。四端各施取平之螺柱。而梁之交處。則安立柱。高與地平圈等。適當地平圈之中心。又于地平圈上。東西各立一柱。約高四尺。柱各一龍。盤旋而上。從柱端各伸一爪。互捧圓珠。下有立軸。其形扁方。空其中如牕櫺。以安直線。軸之上端入于珠。下端入立柱中心。令可旋轉。而軸中之線。恆爲天頂之垂線焉。又爲長方橫表。長如地平圈全徑厚一寸。寬一寸五分。中心開方孔管。于立軸下端。便隨立軸旋轉。復刻其兩端。令銳以指地平圈之度分。又自兩端各出一線。而上會于立軸中直線之頂。成兩三角形。凡測一星。則旋轉遊表。使三線與所測之星參相直。乃視表端所指。卽其星之地平經度也。一曰地平緯儀。卽象限。蓋取全圈四分之一。以測高度者也。其弧九十度。其兩邊皆圓半徑六尺。兩半徑交處爲儀心。儀架東西立柱。各以二龍拱之。上架橫梁。又立中柱。上管于橫梁。令可轉動。儀安柱上。儀心上指儀之兩邊。一與中柱平行。一與橫梁平行。又於儀心立短圓柱以爲表。又加窺衡。長與半徑等。上端安于儀心。刻其下端。以指弧面度分。更安表耳于衡端。欲測某物。乃以窺衡上下遊移。從表耳縫中窺圓柱。令與所測之物相參直。其衡端所指度分。卽其物之高度也。一曰紀限儀。紀限儀者全圓。

六分之一也。其弧面爲六十度。一弧一幹。幹長六尺。卽全圓之半徑。弧之寬二寸五分。幹之左右。細雲糾縵纏連。蓋藉之以固全儀者也。幹之上端。有小橫。與幹成十字。儀心與衡兩端。皆立圓柱爲表。而弧面設遊表三。承儀之臺。約高四尺。中直立柱。以繫儀之重心。則左右旋轉高低斜側。無所不可。故又名百遊儀焉。一曰天體儀。儀爲圓球。徑六尺。面布黃赤經緯度分。及宮次星宿羅列。宛然穹象。故以天體名之。中貫鋼軸。露其兩端。以屬於子午規之南北極。令可轉運。座高四尺七寸。座上爲地平圈。寬八寸。當子午處各爲闕。以入子午規。闕之度。與子午規之寬厚等。則兩圈十字相交。內規面恰平。而左右上下環抱乎儀。周圍皆空五分。以便高弧遊表進退。又安時盤于子午規外。徑二尺。分二十四時。以北極爲心。其指時刻之表。亦定于北極。令能隨天轉移。又能自轉焉。座下復設機輪。連轉子午規。使北極隨各方出地度升降。則各方天象隱現之限。皆可究觀。尤爲精妙。六儀相須爲用。凡礙于彼者。又有此以通之。所以並行而不悖也。乃繪圖立說。次爲一十六卷。名曰新製靈臺儀象志。其書首論推測七政之行。諸星相離遠近之數。并詳製器法度。輕重堅固之理。表裏精粗。互相發明。其言地平儀之用。測日或測星。須於地平圈內。旋轉中心表。向於本點。而令橫表上所立勾股形之兩線正對之。蓋勾股兩線。如股與弦。或勾與弦。并人目本星。四者相參直。則橫表之度指所在。卽本星地平之經度分也。或從東西。或從南北。起而數之。皆可。若當日光照灼。難用目視。則於白紙上。以勾股形兩線相參直之影爲準。若日色淡時。則可用目視之。然人之目

與太陽正對。亦必射目。須用五彩玻璃鏡以窺之。若夜間測星。不拘何器。必以兩籠炬之光。照近遠兩線。兩表。所謂近遠者。卽於測星之目爲近遠也。其炬光須對照表端。而不可以對照測星之目。試將籠炬糊其半。而不使之透明於其後。則人在籠炬之後。於隱暗之地。而目所見。凡光照之物。更爲明顯也。象限儀之用。凡測日或測星。轉儀向天低昂。窺衡以取參直。卽得地平之緯度。凡轉動儀時。若其背面之垂線。或有不對於原定之處。則其偏內或偏外若干分秒。必須與其所測得之緯度。或加或減分秒若干。蓋儀偏於內則用減。偏於外則用加也。夫地平而分爲經緯兩儀者。以便於用而窺測爲準故也。其便於用者。蓋謂兩人同時分測。乃并向於一點。以轉動而互用之。則赤道經緯度可推也。並夫日月五星之視差。及地半徑差。清蒙氣差等。無不可推也。紀限儀之用。其測法先定所測之二星爲何星。乃順其正斜之勢。以儀面對之。而扶之以滑車。一人從衡端之耳表。窺中心柱表。及第一星。務令目與表與星相參直。又一人從游耳表向中心柱表。窺第二星。法亦如之。次視兩耳表間弧上之距度分。卽兩星之距度分也。若兩星相距太近。難容兩人並測。則另加定耳表。於中線或左或右之十度。一人從所定表向同邊之柱表。窺第一星。又一人從游表向中心表。窺第二星。其定表至游表之指線度分若干。卽兩星相距度分若干也。赤道儀之用。可以知時刻。亦可以測經緯度分。若測時刻。則赤道經圈上用時刻游表。卽通光耳而對之於南。北軸表。蓋經圈內游表所指。卽本時刻分秒也。若經度用兩通光耳。卽兩徑表在赤道經圈上一定一游。

一人從定耳窺南北軸表。與第一星相參測之。一人以游耳轉移遷就。而窺本軸表。與第二星相參直。如兩耳間於經圈外之度分。卽兩星之經度差也。用加減法。卽得某星之經度矣。緯度亦以通光耳於緯圈上轉移而遷就焉。若測向北之緯度。卽設耳於赤道之南。測向南之緯度。卽設耳於赤道之北。務欲其準。與夫在本軸中心小表。令目與表與所測之星相參直。次視本耳下緯圈之度分。在赤道之或南或北若干度分。卽本星之距赤道南北之度也。若本星在赤道密近。難以軸中心表對之。則用負圈角表定於緯圈之第十度上。在赤道或南或北。次以通光游表對之。蓋游表距相對之十度若干度分之數。則減其半。卽爲某星之緯度分也。黃道儀之用。欲求某星之黃道經緯度。須一人於黃道圈上。查先所得某星之黃道經緯度分。其上加游表而過南北軸中柱表對星定儀。又一人用游表於緯圈上。過柱表對所測之星。游移取直。則緯圈上游表之指線。定某星之緯度。又定儀查黃道圈兩表相距之度分。卽某星之經度差。若本星在黃道密近。難以軸中心表對之。則用負圈角表。而測其緯度。其法與測赤道緯法同。十七年八月。預推七政交食表成。表爲湯若望所推。懷仁續成之者。凡三十二卷。名曰康熙永年表。二十一年八月。懷仁奉命至盛京測北極高度。較京師高二度。別爲推算日月交食表。名九十度表。懷仁言曆之爲學也。其理其法。必有先後之序。漸以及焉。故由易可以及難。由淺可以入深。未有略形器而可驟語。夫精微之理者也。如幾何原本諸書。爲歷學萬理之所從出。然其初要自一點一線一平面之解。及其至也。窮高極

遠而天地莫能外焉。又製垂球鍊銅爲球。以線繫之。數其往來之數。準定時刻。可以測日月之徑。候星辰之行。所著又有坤輿圖說二卷。西方要記一卷。不得已辨一卷。別本坤輿外紀一卷。欽定大清會典靈臺儀象志操縵卮言論曰。懷仁謂推步之學。未有略形器而可驟語精微者。斯言固不爲無見也。西人熟于幾何。故所製儀象極爲精密。蓋儀象精密。則測量真確。測量真確。則推步密合。西法之有驗于天。實儀象有以先之也。不此之求。而徒驚乎鍾律卦氣之說。宜爲彼之所竊笑哉。

紀利安

紀利安一作紀理安。欽天監官。康熙五十四年奉命製地平經緯儀。合地平象限二儀而爲一。其製平置地平圈外。徑五尺。闊七寸七分。周圍刻四象限度。下設四柱。以圓座承之。地平圈之中心。倒安螺柱。上出立軸。東西安立柱。高一丈一尺。上結曲梁。正中開孔。以容立軸之上端。中間安象限儀。圓心在下半徑六尺。弧闊二寸七分。背面結于立軸。以運之。圓心安遊表。長八尺。本設橫耳。末設橫柱。以備仰窺。凡測諸曜。將象限儀推轉。又將游表仰昂。令與諸曜參直。則橫半徑所指。卽地平經度。遊表所指。卽地平緯度。是一測而經緯悉得矣。欽定大清會典四庫全書總目操縵卮言

穆尼閣

穆尼閣。順治中寄寓江寧。喜與人談算術。而不招人入會。在彼教中號爲篤實君子。青州薛鳳祚嘗從之。

游。所譯新西法。曰天步真原。以西漢哀帝永壽四年庚申爲元。以三百六十五日二十三刻三分四十五秒爲歲實。以兩心差測春秋分有加減。黃赤大距有行分。用月距日行以求太陰經度。其五星行度俱用通弦立算。其算恆星。因壁宿一星離黃經四度者爲主。各星皆距此日行。其論日月食。言交常度有南北之不同。正中交有東西之兩限。與新法算書。互有同異。其所傳比例數表。以加減代乘除。折半代開方。則前此西人所未言者。天步真原、

論曰。穆尼閣新西法。與湯羅諸人所說互異。當時既未行用。而薛鳳祚所譯。又言之不詳。以故知其術者絕少。安得好事重爲翻譯。俾談西學者。知小輪橢圓之外。復有此一術也。

疇人傳卷第四十六

經筵講官南書房行走戶部左侍郎兼管國子監算學揚州阮元撰

西洋四附

柰端

柰端屢測歲實。謂第谷所減太過。酌定歲實爲三百六十五日五時三刻三分五十七秒四十一微三十八纖二忽二十六芒五十六塵。謂月在最高最卑。雖無初均數。而日在最卑後。則太陰平行常遲。最高正交平行常速。日在最高後。太陰平行常速。最高正交平行常遲。日在中距。太陰平行差十一分五十秒。最高平行差十九分五十六秒。正交平行差九分三十秒。皆以太陽中距之均數。與太陽逐度之均數爲比例。爲一平均。又謂太陽雖在最高卑。而在月天高卑前後。則平行常遲。在月天中距前後。則平行常速。太陽在最高距月天高卑中距後。最大差三分三十四秒。太陽在最卑距月天高卑中距後。最大差爲三分五十六秒。以太陽距地之立方較。爲比例。爲二平均。又謂太陽在兩交。則平行又稍遲。在大距後。則平行又稍速。其最大差爲四十七秒。爲三平均。考成後編采用其法。御定考成後編論曰。歲實有消必有長。宋之統天元之授時。下驗將來。皆消而不長。此必無之理。固不待至今日而始知。

其不善也。然今雖知其當漸長，猶不能立加減之法以施之。步算者蓋消長之數僅在微秒，非積之久久不能審知其差率也。

嚳西尼刻白爾

嚳西尼改黃赤大距爲二十三度二十九分，定蒙氣差最大爲三十二分十九秒，蒙氣之厚爲地半徑千萬分之六千九十五，至高八十九度，尙有一秒。測地半徑差最高爲九秒五十微，最卑爲十秒十微。自刻白爾以平行爲橢圓面積求實行，用意甚精，而推算無術。西尼又立借角求角之法，極補湊之妙。謂太陰兩弦行度止有初均三均，而三均又不盡關乎二弦之故。二均之最大者不在兩弦，而在朔弦。弦望之間，其初均之最大者七度三十九分三十四秒，日在最高朔望前後二均最大差爲三十三分十四秒，日在最卑朔望前後二均最大差爲三十七分十一秒，亦以日距地之立方較爲比例。爲二均數，三均之差。生於月距日，與月高距日高之總度，最大差爲二分二十五秒。以半徑與總度之正弦爲比例。爲三均。若月天最高與日天最高有距度，日月又有距度。朔望後又有遲早之差。故三均之外，又有加減。如兩高相距九十度時，其差三分，皆以半徑與月距日之正弦爲比例。爲末均數。謂日在兩交時，交角最大爲五度十七分二十秒。距交九十度時，交角最小爲四度五十九分三十五秒。朔望而後，交角又有加分。因日距交與月距日之漸遠，以漸而大，加至二分四十三秒。交均之最大者爲一度九分四十二秒。然黃白大距既

時時不同。非推月離不得其準。故今交食。先推平朔望。以求其入交之月次。推本日次日兩子正之日躔月離。以求其實朔望之時。又推本時次時兩日躔月離。以比例其時刻。較前法精密加詳。則太陰之行度不爽毫髮矣。御定考成後編法多取之。御定考成後編

論曰。天不必有小輪也。以小輪算均數加減平行。驗之於天而合。則小輪之法善矣。天亦不必爲橢圓也。以橢圓面積算均數加減平行。驗之於天而更合。則橢圓之法善矣。此與郭若思以堦積招法求盈縮疾遲差數。同爲巧算。而今法爲尤密耳。若以爲在天之實象。則爲其所愚矣。

戴進賢 徐懋德

戴進賢官欽天監監正。雍正時奉命修日躔月離二表。乾隆二年。詔與監副徐懋德增補表解圖說。語見

顧琮傳。御定考成後編

杜德美

杜德美著周徑密率。及求正弦正矢捷法。其法先以一三五七九等數。各自乘爲屢次乘數。如一自乘仍得一。爲第一乘數。三自乘得九。爲第二乘數。以至二十三自乘得五百二十九。爲第十二乘數。又以二三四五六七八九等數。挨次兩位相乘。又以四乘之。爲屢次除數。如二三相乘得六。以四乘之。得二十四。爲第一除數。四五相乘得二十。以四乘之。得八十。爲第二除數。以二十四與二十五相乘。得六百。以四乘之。

得四千二百爲第十二除數。設徑二十億求周者。以徑三因之。得六十億爲第一數爲實。以第一乘數乘之。第一除數除之。得二億五千萬爲第二數。又爲實。以第二乘數乘之。除數除之。得五千八百一十二萬五。爲第三數。累次乘除。至所得數祇一位爲止。乃併之。得六二八三一八五二九九。卽所求徑二十億之周率也。置此數以三百六十度除之。得每度之弧線。以六十分除之。得一分之弧線。以六十秒除之。得一秒之弧線。表而列之。設有弧度求正弦者。於弧線表內。取弧線而并之。爲設弧之共分。自乘爲屢乘數。又以二三四五六七之六數相挨。兩兩相乘爲除數。卽用設弧共分爲第一得數。復爲實。以屢乘數乘之。第一除數除之。爲第二得數。又爲實。以屢乘數乘之。第二除數除之。爲第三得數。又爲實。以屢乘數乘之。第三除數除之。爲第四得數。乃以第一得數與第三得數相併。又以第二得數與第四得數相併。末以後併減先併數。餘卽所求之正弦也。求正矢者。以設弧共分自乘得屢乘數。又以三與四五與六七與八相乘。爲屢次除數。乃以屢乘數折半爲第一得數爲實。以屢乘數乘之。第一除數除之。爲第二得數。又爲實。以屢乘數乘之。第二除數除之。爲第三得數。又爲實。以屢乘數乘之。第三除數除之。爲第四得數。乃第一得數與第三得數相併。以第二得數與第四得數相併。後以兩併數相減。餘卽所求之正矢也。如設弧過四十五度以上者。先求得餘弧之正矢。以減半徑。卽設弧之正矢也。赤水遺珍

論曰。梅文穆公曰。割圓舊術。屢求句股。至精至密。但開數十位之方。非旬日不能辦。今立乘除之數以求

之得之頃刻。與屢求句股者無異。故稱捷法。又曰弧矢之術。有弧背即可求弦矢。大測割圓之法。理精數密。然不能隨度以求弦矢。今任設奇零之弧分。度不必合乎六宗。法不必依乎三要。而弦矢可得。斯誠術之奇而捷者也。文穆之稱道如此。而其所以立法之根。乃無一語及之。余嘗反覆布算。乃知屢次乘除之後。其加減之衰。如平方立方。與郭守敬垛積招差法。正相類。夫立垛積招差。以求氣朔消長。即祖冲之綴術之遺。然則綴術一書。亦當如立天元術之流入彼中。吾中士亡之。而彼反得之矣。

顏家樂

顏家樂著測北極出地簡法。其法先于其處。測一恆星自出地平至正午所歷之時刻。及其高度。乃以時刻變爲赤道度。以其大矢爲一率。正矢爲二率。高度之正弦爲三率。求得四率爲正弦。查表得數。內減去星距天頂度餘。與九十度相加。折半得數。復與九十度相減。餘即其處北極出地度也。赤水遺珍

蔣友仁

蔣友仁乾隆二三十年間入中國。進增補坤輿全圖。及新製渾天儀。奉旨翻譯圖說。命內閣學士兼禮部侍郎何國宗。右春坊右贊善兼翰林院檢討錢大昕爲之詳加潤色。其坤輿全圖說。言天體渾圓。地居天中。其體亦渾圓也。地圓如球。今畫大地全圖。作兩圈界。以象上下兩半球。合之即成全球矣。大地之經緯度。各分三百六十。與天度相應。而以天上相應之處名之。如圖之上下頂衝兩點。與天之南北兩極應者。

亦名南北兩極橫線。平分南北爲兩半。與天上赤道應者。亦名赤道餘線。倣此經線。以赤道爲主。平分赤道爲三百六十度。每度各作一橢圓之弧。上會于北極。下會于南極。以象地周三百六十經度。此線卽爲各處之子午線。緯線以子午線爲主。平分子午線爲三百六十度。每度各作一圈。惟赤道爲大圈。漸遠赤道。則漸小。至南北二極。則合爲一點。以象地球。南北各九十距等圈。是爲緯度。其論測量地周新程。言凡圓形有二。一爲平圓。一爲橢圓。設經圈爲平圓。則分全圓三百六十度。其容積皆等。自古天文家但論地爲圓形。未察此圓形何類。今西士以新製儀器。屢加推測。則疑地球大圈。未必是平圓形。而其度所容之遠近。亦未必相等。以故拂郎濟亞國王。特遣精通數術之士。分往各國。按法細測南北各度所容之里數。自近赤道者。自近北極者。自居北極赤道之中者。凡三處。測其高度之容。近赤道則狹。漸離赤道則漸寬。由此推得地球大圈之圓形不等。止赤道爲平圓。而經圈皆爲橢圓。地球長徑過赤道。短徑過兩極。短徑與長徑之比例。若二百六十五與二百六十六。設如修地球或坤輿圖者。命過赤道徑二尺六寸六分。則過極徑止二尺六寸五分。然斯差微小。而于修地球或地圖。或可不論也。按京師營造尺。一里得一百八十丈。而新法測得赤道各度一百九十二里十七丈二尺一九五八。若此數以三百六十乘之。則得赤道周圍六萬九千一百三十四里七十八丈九尺七。經圈上之初度一百九十度。一百十八丈三尺。第四十度一百九十一里九十五丈四尺。第九十度一百九十二里一百四十六丈八尺。總合經圈上諸度之里

數則得經圈周圍六萬九千零二十四里一百零二丈七尺。其論七曜序次。言自古天文家推七政躔離行度。其法詳矣。西士殫其聰明。各自推算。乃剗想宇宙諸曜之序次。各成一家之論。今姑取其緊要四宗。以齊七曜之運動而已。第一。多祿畝論地爲六合之中心。地周圍太陰水金。太陽火木土。及恆星。各有本輪。俱爲實體。不相通而相切。本輪之外。又有均輪。七政各行于均輪之界。而均輪之心。又行于本輪之界。然此論不足以明七政運行之諸理。今人無從之者。第二。的谷論地爲六合之中心。地周圍太陰太陽及恆星。各有本輪。隨地旋轉。水金火木土五曜之本輪。則以太陽爲心。而本輪之上。俱有均輪。第三。瑪爾象論地爲六合之中心。不距本所。而每日旋轉。一周于南北兩極。地周圍太陰太陽及恆星。旋轉太陽周圍。水金火木土之輪。以上二家雖有可取。然皆不如歌白尼之密。第四。歌白尼置太陽于宇宙中心。太陽最近者水星。次金星。次地。次火星。次木星。次土星。太陰之本輪繞地球。土星旁有五小星繞之。木星旁有四小星繞之。各有本輪繞本星而行。距斯諸輪最遠者。乃爲恆星。天常靜不動。按歌白尼敘諸曜之次。蓋本于尼色達之論。而歌白尼特闡明之。繼之者有刻白爾奈端噶西尼辣喀爾肋莫尼。皆主其說。今西士精求天文者。並以歌白尼所論序次。推算諸曜之運動。歌白尼論諸曜。以太陽靜地球動爲主。人初聞此論。輒驚爲異說。蓋止恃目證之故。今以理明之。如人自地視太陽太陰。謂其兩徑相等。而大不過五六寸。若以法推。則知太陽之徑。百倍大于地球之徑。而太陰之徑。止爲地球徑四分之一也。人自地視太陽。似太

陽動而地球靜。今設地球動太陽靜。于推算既密合。而於理亦屬無礙。試舉一二端以驗其理。其一曰。人在地面。視諸曜之行。皆環繞地球。而地似常靜不動。究不可以爲地靜而諸曜動之據也。譬如舟平浮海。舟中之人。見舟中諸物遠近彼此恆等。則不覺舟行。而視海岸山島及舟以外諸物。時近時遠。時左時右。則反疑其運動矣。今地球及地周圍之氣。一無阻礙。運動均勻。人在地面上。視周圍諸物之遠近恆等。則不能覺地之運行。而視地球外之諸曜。見其時上時下。時左時右。則謂諸曜繞地球而旋行。其二曰。雖設地動而太陽靜。自地視之。必似太陽動而地靜。然以斯二者推太陽出入地平之度。其數必相等。如太陽西行繞地。太陽在卯。則見太陽出地平。太陽自卯向午。則漸升。自午向西。則漸降。太陽至酉。見太陽入地平。太陽行地平之下。自酉過子。復至卯。又出地平。此太陽動而地靜之說也。今設太陽常靜不動。而地球左行。自東往西。旋轉於本心。則視太陽似升降出入于地平。與前無異。其三曰。太陽本爲光體。月水金火木土六曜。皆爲暗體。借太陽之光以爲光。與地球相似。設有人在太陰及他曜面上。則其視地球。亦如地面上之視太陰。有時晦。有時光滿。有時爲上下弦。此理凡通天文者皆知之。今六曜既皆似地球。豈有六曜及太陽循環地球。而獨地球安靜之理乎。不如設太陽于宇宙中心。而地球及其餘游曜。皆旋繞太陽。以借太陽之光。斯論不亦便捷乎。又言水金地火木土六曜之本輪。旋繞乎太陽。太陰之本輪。旋繞乎地球。而土木二星。又各有小星之本輪繞之。然太陽地球土木。非爲各本輪之中心。而微在其一偏。其相距

之數。名爲兩心差。歌白尼將此諸輪作不同心之圈。而刻白爾細察游曜之固然。證此諸輪皆爲橢圓。橢圓有大小二徑。並有三心。卽中心及兩偏心。若知大小兩徑之比例。或兩心差。則可畫橢圓之式。又言水金地太陰火木土。並木土周圍九小星。皆有兩運動。一循行其本輪。一旋轉于本心。太陽雖無本輪。亦如他游曜旋轉于本心。旣設地球之兩運動。若地球于本心。每日東行一周。則諸曜在地周圍。似每日西行一周。地西行一年一周輪。則太陽似東行一年一周天。其論恆星。言恆星在天。終古常靜不動。自地視之。似有兩種運動。皆因地球旋轉之故。每九十五刻十一分四秒。恆星似西行一周。蓋此時地球於南北兩極之軸。東行一周故也。每七十二年。恆星與黃道南北兩極。似東行約一度。蓋此時地球兩極之軸。漸轉微偏。約一度也。七政體之大小。及距地之遠近。天文家皆能測知其實數。惟恆星不然。因其距地最遠。雖細加測量。僅知其大小遠近不等而已。又恆星本各有光。其中多有較太陽更大者。恆星距地最遠。故地球並地球本輪之徑。自恆星天視之。僅如微點。地球行本輪之時。其南北二極。恆向于天之南北二極。在地雖相距有遠近。以應恆星天之兩極。常若無二。其論諸曜徑各不同。言天文家測量七政遠近大小不等。取規于地球半徑。若測量土木旁九小星。取規于本星之徑。旣知地徑之里數。由此可推知他曜遠近大小之里數。地徑二萬八千六百五十里。徑較于地徑。日一百倍。水三分之一。金等月四分之一。彊火五分之一。木十倍。彊土十倍。弱取規于地半徑。水距日最遠一萬零二百七十四。最近六千七百五十四。金

距日最遠一萬六千零六十。最近一萬五千七百九十六。地距日最遠二萬二千三百七十四。最近二萬一千六百二十六。月距地最遠六十二。最近五十四。火距日最遠十一萬九千九百。最近十萬八千九百。土距日最遠二十二萬一千八百七十。最近十九萬七千八百零四。旋轉于本心。日二十五日四十八刻。金九十三刻五分。地九十五刻十一分四秒。月二十七日。火一日三刻十分。木三十九刻十一分。循行一周輪。水八十七日九十三刻七分。金二百二十四日六十七刻三分二十秒。地三百六十五日二十三刻三分五十七秒。月二十七日三十刻十三分五秒。火六百八十六日九十四刻零三十秒。木四千三百三十二日四十八刻。土一萬零七百五十九日三十二刻。自地視徑。日三十二分五秒。水七秒十五微。金一分十七秒三十微。月二十八分四十六秒。火八秒六微。木三十七秒十五微。土十六秒。自日視徑。水二十一秒。金三十秒。地二十五秒。火十二秒。木三十七秒。土十六秒。橢圓之比例。水長徑七千七百四十二。短徑七千五百七十。兩心差八百一十。金長徑一萬四千四百七十二。短徑一萬四千四百七十一。兩心差五十二。地長徑二萬。短徑一萬九千九百九十七。兩心差一百六十八。火長徑三萬零四百七十四。短徑三萬零三百四十二。兩心差一千四百一十五。木長徑十萬零四千零二十。短徑十萬零三千八百九十。九。兩心差二萬五千零五十一。土長徑十九萬零七百五十八。短徑十九萬零四百四十八。兩心差五萬四千二百九十八。其論春夏秋冬。言歌白尼論春夏秋冬四季之輪流。亦由地運動。而所生地球所循之。

本輪相應于渾天之黃道。地兩極之軸斜行于黃道之軸。而地赤道斜行于本輪。各二十三度半。是爲黃赤距緯。地循本輪。其軸恆斜。而其極恆向天之兩極。設地球之與太陽應者。在赤道北二十三度半。此處見太陽于天頂。此時地旋轉于本心。則見太陽于夏至圈。繞地左行。北方之晝長。南方之晝短。夏至後第八日。爲太陽最高之時。因此時地距太陽最遠故也。地循本輪與太陽應者。漸近赤道。太陽正當地之赤道。此時地旋轉于本心。則見太陽于赤道圈。旋行而晝夜適平。秋分後地球與太陽應者。漸距赤道向南。在赤道南二十三度半。此時地旋轉于本心。則見太陽于冬至圈。繞地左行。冬至後第八日。是爲太陽最卑之時。因此時地距太陽最近故也。地循本輪與太陽應者。漸近赤道。則見太陽于赤道圈。旋行。地行本輪一周。人從地面視之。則見太陽于黃道上。循行一周而爲一歲也。太陽之視徑大小。太陽之視行盈縮。隨時不等。皆自地兩運動而生。其論太陽之光雖大。其面上每有黑點。或一或二。或三四不定。其點初小。漸長。然後漸消。以至于盡。黑點或多且大。則能減太陽之光。此點特在太陽之面。究不審其何物。然視其自此往彼。每以二十五日半。復歸于原所。則知太陽二十五日半。旋轉于本心一周。太陽每一日似西行繞地一周。每一歲似東行一周。然此兩動。非太陽之實動。乃由地球旋轉于本輪而生。其論太陰。言太陰及五星之體皆無光。借太陽之光以爲光。若以望遠鏡望太陰之面。則見其黑暗之處。似山林湖海。及地面上所有之物。太陽之光照太陰之面。其點皆生黑影于太陽正對處。測其所生之影。則知太陰

面上之山其高過于地面上之山也。太陰面上黑點各有定所。天文家各以名命之。以爲考驗東西經度之用。設如太陰食而入地影。或地影相切于太陰面上某黑點。雖無先後。然其虧復各分限時刻。各處俱不等。若知兩處時刻相差幾何。卽知兩處東西經度相距幾何。如人在京師觀月食初虧。及地影相切于某黑點。在子初二刻三分。又有人在伊犁觀月食初虧。及地影相切于某黑點。在亥初一刻二分。兩處時差爲兩小時一刻一分。以每時行度之率推之。得三十四度。卽伊犁距京師西之經度。其論五星言水金火木土之體與地球相似。其向日之半球恆明。背日之半球恆暗。金水二星自地視之。有朔望上下兩弦。順合如月之望。退合如月之朔。東西大距如月之上下弦。但人以目視之。不覺其變。若以望遠鏡窺之。可得金星朔望兩弦之象。惟水星距太陽最近。其體又微小。故難以分耳。土木火三星自地常視其光面。獨火星距地九十度時。自地視其光面稍背。似月望前後兩日。因火星距地近故也。土星旁有五小星。各有本輪繞土星而行。如金水二輪之圍繞太陽。各小星行之遲疾。隨其輪之大小不等。第一星行一日八十五刻。第二星行兩日七十刻。第三星行四日四十九刻。第四星行十五日九十刻。第五星行七十九日三十一刻。俱循本輪一周。木星旁有四小星。各有本輪繞木星而行。第一星行一日七十三刻。第二星行三日五十二刻。第三星行七日十四刻。第四星行十六日六十六刻。俱循本輪一周。土木兩星旣全爲暗體。必于太陽相對之處生影。其周圍諸小星之體亦無光。光借于日。故入本星之影則食。木星旁四小星以

遠鏡望之易見。又其食最繁。每日或一或二。可視其出入本星之影。故用此以定各處之經度。與月食同理。又以遠鏡望土星之體。有一光圈。似渾天儀之地平。此圈隨時變更。未審其爲何物。按歌白尼所定諸曜次第。五星皆如地球。繞日順行于橢圓形之本輪。其行一周之遲速不等。由其距日遠近而生。水星距日最近。故其循本輪最速。八十八日而一周。土星距日最遠。故其循本輪最遲。計二十九年零一百五十五日而一周。太陽在五星諸輪之一偏心。凡各星相等之時。所循本輪弧之面積亦相等。設自太陽視之。諸星雖遲速不等。而皆爲順行。若自地視之。則見其有留退等變。然此變非諸星之變。乃自地本輪半徑差所生也。其變有二類。由星輪在地輪內外不同之故。各有圖詳之。其論客星。言明史曰。客星者。言其非常有之星。殆諸異星之總名。若客星不發光芒。則曰客星。若發光芒。則曰孛彗。長今按客星之體。非地氣上升。亦並非妖瑞之兆。第如諸恆星及游星之體。其行于天上也。亦如游星行于本輪。客星之本輪爲橢圓形。太陽在其一偏心。客星距地遠。故自地不見。距地近。故自地可見。相等之時。其所行本輪弧之面積皆相等。星行本輪之弧愈大。而行愈速。又橢圓之長徑愈長。則其行一周愈遲。故客星或五六十一年止行一周。止見一次。古今懼客星爲災。因未明其實理耳。茲千百餘年來。已測得五六客星再見之準策。日後屢測諸客星之見。庶可得其一定之數。并隱見之諸策也。友仁明水法在養心殿造辦處行走。地球圖說論曰。古推步家。齊七政之運行。於日躔。曰盈縮。於月離。曰遲疾。於五星。曰順留伏逆。而不言其所以盈縮。

遲疾順留伏逆之故。良以天道淵微。非人力所能窺測。故但言其所當然。而不復強求其所以然。此古人立言之慎也。自歐邏向化遠來。譯其步天之術。于是有本輪均輪次輪之算。此蓋假設形象以明均數之加減而已。而無識之徒。以其能言盈縮遲疾順留伏逆之所以然。遂誤認蒼蒼者天。果有如是諸輪者。斯真大惑矣。乃未幾而向所謂諸輪者。又易爲橢圓面積之術。且以爲地球動而太陽靜。是西人亦不能堅守其前說也。夫第假象以明算理。則謂爲橢圓面積可。謂爲地球動而太陽靜。亦何所不可。然其爲說至于上下易位。動靜倒置。則離經畔道。不可爲訓。固未有若是甚焉者也。地谷至今才百餘年。而其法屢變如此。自是而後。必更有於此數端之外。逞其私知。剏爲悠謬之論者。吾不知其伊于何底也。夫如是而曰西人之言天。能明其所以然。則何如曰盈縮曰遲疾曰順留伏逆。但言其當然。而不言其所以然者之終古無弊哉。



國家圖書館



002439898

