古今圖書集成

第〇三一册
曆象彙編
曆法典
曆法總部
（卷）六三—七四

中華書局影印

古今圖書集成

中華書局影印

欽定古今圖書集成曆象彙編曆法典

第六十三卷目錄

曆法典第六十三卷

曆法總部彙考六十三

新法曆書十三

交食曆指五

推視會第二凡三章

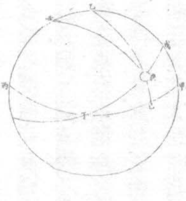
交食第三卷求定望改實時爲視時所以然者爲有升度差也今日食以地心之實會改爲地面之視會所以然者爲有地半徑差也以地半徑差論實會視會不同上章已詳之矣此求視會則依視差推算法先求日月高弧以得高差又求高弧與黃道之交角因以得南北東西差次求視會與實會之時差以加以減于實會之時刻而得日月正視會之時刻其加減則以黃道九十度爲限即黃平象限

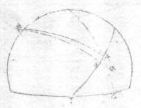
日月距地平高弧

視差有多有寡必依太陽出地平所得高度多寡

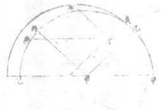
日月會合若同高度或差一度以下其視差甚微故得太陽高度不必復求太陰高度必求細率則以太陽高度查太陰高差先加於太陽高弧得太陰高眞度也

欲求高度幾何則用定會即定朔也之實時及本時之太陽躔度先以躔度推太陽距赤道之緯度次以定會實時推其距子午圈若干詳見下文用法中得三角形形有北極出地之餘弧有太陽距赤道之餘弧有兩弧間角爲太陽距子午圈弧之相當角算得本形之第三弧爲太陽出地高弧之餘弧也如左圖甲乙丙爲子午圈甲丁丙爲地平丁戊爲黃道太陽在庚則乙庚己爲高弧壬庚爲太陽距赤道之餘弧因得乙壬本地極高之餘弧及壬庚太陽距赤道之餘弧兩弧及乙壬庚角太陽距子午之相當角以推第三乙庚弧得其餘弧庚己太陽出地平上之弧也次推高弧交黃道之角先以升度求庚丁弧次以庚己高弧以庚丁黃道弧以庚己丁直角推得庚丁己交角因以對角求南北東西差法如次圖設庚癸爲高差辛爲黃道極則辛癸大圈之弧以直角交黃道於壬爲庚壬癸三角形先已得壬庚癸角而庚癸壬爲餘角則全數與高差若壬庚癸角與壬癸南北差又全數與高差若壬癸庚角與壬癸東西





差或用簡平儀求高弧可免算第其圖愈大所取太陽高度分愈眞乃足推算



視差如圖己戊辛爲子午圈甲乙爲赤道北極在丙太陽距赤道北依丁戊線行與行壬戊弧其理一也至戊爲正午至丁如復至壬午前與午後同所以然者戊丁直線不可得度分數必用戊壬弧度量爲準戊壬與戊丁皆距等小圈兩弧皆小圈之弧即等試想戊壬圈置戊丁線上與戊丙圈縱橫爲直角則得其理

如彼面之丁爲巳時至戊爲午行至此面之丁爲未與壬爲巳至戊爲午復轉至壬爲未其理一也次作丁庚直線與地平甲己線平行則得己庚弧爲太陽在巳時或在未時出地平上之高弧也別有表以日食之實時及太陽距赤道緯度查其出地平度而推兩曜高差又有高弧交黃道角表以此三角形前圖之己庚丁推算法用太陽高度于太陽距黃道九十度限表中查角即庚角詳本表又有南北東西差表以太陰高差及高弧交黃道角依直線三角形推算

因三差線小雖在天實爲大圈之弧亦可以直線句股法求之與三角形圓線法所求不異

黃道九十度爲東西差之中限

地半徑三差恆垂向下但高庳差線以天頂爲宗下至地平爲直角南北差者變太陰距黃道之度以黃

道極爲宗下至黃道爲直角東西差則黃道上弧也故論天頂則高庳差爲正下南北差爲斜下而東西差獨中限之一線爲正下一線以外或左或右皆斜下論黃道則南北差恆爲股東西差恆爲句高庳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黃平象限省日度限舊法以子午圈爲中限新曆以黃道出地之最高度爲中限東西各九十度則是最高兩法皆於中前減時差使視食先於實食皆於中後加時差使視食後於實食第所主中限不同則有宜多而少宜少而多或宜加反減宜減反加凡加時不得合天多緣於此此限在正球之地距午不遠若北極漸高卽有時去午漸遠時在午東時在午西大都北極高二十三度三十一分以上者

若高二十三度三十一分以下者則日月有時在天頂南有時在北三視差隨之今未及論此

獨冬夏二至度限與子午圈相合爲一從冬至迄夏至半周恆在東居午前從夏至迄冬至半周恆在西居午後

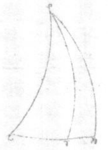
問日月諸星東出漸高至午爲極高乃西下漸庳而沒則午前午後之視差豈不分左分右漸次高庳以正午爲中限乎曰南北差東西差皆以視度與實度相較得之而日月之實度皆依黃道視度因焉安得不幷在黃道從黃道論其初末以求中限乎推太陰之食分以其實距黃道度爲主推太陽之食分則以太陰之實距度先改爲視距度所改者亦黃道之距度也論實望實會欲求其實時以黃道經度爲主今求視會其所差度必不離黃道經度而因度差多寡求其相當之時差以得正視會理甚明矣若子午圈者赤道之中限也度限爲東西差有無多寡之限猶冬夏至爲晝夜永短之限午正時爲日軌高庳之限也惟歲惟時自宗赤極不借黃道之度中爲限東西視差自宗黃極何乃借赤道之午中爲限耶昔之治曆者未能悉究三差之所從生徒見午前食恆失於後天午後食恆失於先天故後者欲移而前前者欲移而後又見所移者漸向日中漸以加少遂疑極高至午中則無差不知黃道兩象限之自有其高也亦自有其中也必如彼說以午正爲東西差之中限設太陽實食午正遂以爲無時差遂以爲定朔爲食甚儻此時之度限尚在西愈西則愈有西向之差法曰中以東則宜減安得不見食於午前乎儻此時之度限尚在東愈東則愈有東向之差法曰中以西則宜加安得不見食於午後乎如萬曆二十四年丙申八月朔日食依大統法推得初虧巳正三刻食甚與定朔無異皆在午正初刻至期測得初虧巳正一刻後天二刻此所謂中東宜減見食於前者也今試依新法減時則推定朔在午正初刻內四分四十九秒於時日月躔度在鶉尾宮二十九度八分四十七秒黃道中限在本宮一十三度○一分距正午西一十八度五十九分距太陽躔度一十六度○八分太陽定朔之高尚有五十○度查得太陰高差三十八分先求高弧交黃道角爲日距度限弧之切線與本角若全數與高弧之切線得視差小三角形內正對東西差邊之角二十○度一十一分再推本角之正弦與東西差若全數與高庳差得一十三分○四秒爲此時之東西差因此求時差得太陰行一十三分應爲時二十四分二十六秒於法宜減故得食甚在午初二刻一十○分三十七秒在定朔之前也更求初虧約用前四刻依法復求視差其時黃道度限在鶉尾宮初度二十○分卽午後一十四度四十○分距太陽二十八度四十六分太陽高四十八度得太陰高差四十○分東西差二十四分求其視行度得四刻行二十一分又以開方法算得太陰自初虧至食甚行三十一分今視行二十一分得四刻則三十一分應得五刻一十三分五十四秒以減食甚時得初虧在巳正一刻內一十一分四十三秒與實測時刻密合

凡九十度限去子午圈不遠新舊兩曆所推之定朔不遠則兩所得之時差亦不遠若相距遠而度限在東則食在午前或在午後新曆所得時刻皆多於舊曆度限在西食在午前午後新曆所得時刻皆少於舊曆如萬曆三十八年庚戌十一月朔大統曆推食甚在申初一刻至期實測得申初四刻先天三刻於時度限距子午圈二十一度○四分在東距太陽五十九度四十七分日月並高一十六度得太陰高差五十四分一十五秒從是算得東西差二十八分三十一秒應時差四刻○一分三十五秒依法與實時相加而實時與大統曆算小異在未正三刻○四分得視時乃大異是繇度限在東加數宜多而午正爲限者加數則少安得不先天也又萬曆三十一年癸卯四月朔日食九分二十○秒大統曆推食甚在辰正初刻新曆推得在辰正三刻內此時度限亦在東

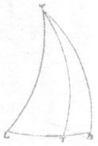
距午正一十五度四十二分較太陽距正午爲更近所得東西差止一十九分二十四秒應時差四十七分四十六秒依法宜減則實時巳初一刻○六分改視時爲辰正二刻○三分此兩食者皆所謂度限在東則食在午前午後新曆所得時刻皆多於舊曆者也又其甚者若日食在正午及度限之間則宜加者反減之宜減者反加之所失更多如崇禎四年辛未十月朔日食大統推初虧未初一刻較新曆遲三刻有奇食甚未正初刻新曆推未初一刻內至期實測果在本刻內所以然者新曆以黃道九十度限爲中所得時差與實時相減則食甚後退故合大統以午正爲中所得時差反加而前進去之愈遠矣蓋本日食甚實時日月並已過午正一十七度二十九分○一秒未至黃平象限六度二十二分三十九秒則度限在午西二十三度五十一分○四秒算得東西差三分三十四秒應時差○五分爲減而先推實會在未初八分四十○秒因時差退減爲未初一刻內三分四十○秒如是止矣若以子午圈爲中限則本時日月過午已十七度有奇在西東西差既宜少而多時差又反減爲加即多得時刻若此者就用西法算兩曜高三十五度四十八分及其距午正之度能生東西差一十一分一十三秒應得差二十二分定朔在未初二刻○五分相加亦不得不爲未正可見中限異同實爲加時離合之根也

算視會必求黃道九十度限

交食以黃道出地之最高度爲中限固矣但限內所應加減者則有時差



日食在九十度西時差宜加在東宜減此實食視食之所繇以先後詳見上篇故算視會者必先求九十度限所向何方乃可然求之之方不一或依常法定其宮度分或依簡法止推兩曜當食之時居九十度東西何方而不必問其宮度先以常法論設甲乙丁斜三角形甲爲天頂乙爲黃道交子午圈日月俱在丁以升度得乙丁弧以太陽距度得甲乙弧查本表得其兩弧間之角以甲乙丙三角形內因九十度限在丙必求甲丙爲垂線指九十度距甲頂若干更求乙丙爲九十度限與子午相距若干則丁丙乃日月距九十度○所自有者而以先得甲乙弧與乙丁弧及兩弧間之角因求得時差此本九十度限表所繇起乃常法也第以此求之必先算日月高弧及高弧交黃道角等未免太煩乃簡法則惟算黃道何度分當九十度即此斜角三角形內徑求甲丁弧爲日月高弧之餘弧又求甲丁乙角即高弧交黃道之角則視差小三角形內見前五卷三題以高弧得高差以本角得交角及餘角而推所對之弧爲南北東西差



固已捷若指掌矣再欲察日食在九十度限東若西亦得兩法一以黃道在正午度推九十度距午左右何若則以定朔所得太陽躔度較先所得在正午黃道度即得太陽在九十度限東西何方如依甲乙丁斜三角形以升度求乙丁弧必得何度在乙子午圈交黃道之處使星紀宮初度或鶉首初度在乙乃爲正九十度此外則以食時按極出地度求之蓋北極高過二十三度三十一分凡自星紀初度至鶉首初度黃道度在午者必九十度偏東自鶉首至星紀黃道度在午者反爲九十度偏西而距午最遠者則在大火宮或元枵宮隨極高低不一亦隨宮度各處不一也試以極高二十四度則九十度限距午最遠特一十五度耳極高四十度則九十度限能距午二十四度餘宮度在九十度限亦距午漸近因而推日食在九十度之或東或西較較不爽也又一法以黃道交高弧角求之更準蓋本角向子午圈者在午前爲銳角午後爲鈍角則食必在九十度之東若本角午前爲鈍角午後爲銳角則食必在九十度之西如此可免再求矣

求視會復算視差之故第三凡三章

日食與九十度相近則太陰之偏東西不多所得時差於本食之實時不甚相遠可免復求東西差倘所食遠距九十度之限則太陰偏左偏右左右即東西者必

多而能變其實行以爲視行使不再三考求何從而知故必先算太陰之視差化之爲時差次求其視行與太陽實相距若干則用以推東西差可得食甚至若初虧復圓總不外太陰之視行而得之此推步日食者所以復算視差

求太陰視行

定太陰東西差須得其與太陽相會之實度應先如在九十度東應後在九十度西乃使太陰實行卽從自行可得則或二十八分一小時或三十〇分或三十三分有奇

因最高最庳中距不等故

以三率法推其度差則相應幾何時刻因與定朔加減之其所得時亦可於眞視會不遠但先後會之度差必以太陰實行爲主然因視差故每每移其本實行故以實行求時差多謬而以視行求之乃準矣法日日食在九十度東則較定朔前一小時食在九十度西則較定朔後一小時復求東西差以兩差不等之分秒或加或減於太陰一小時因以實行得其視行若次得之東西差大於先得之東西差其兩差不等之數爲減若次得之差數小於先得數則兩差不等之數爲加乃得太陰一小時視行也或不用一小時先於定朔算東西差而以實行化爲時差或加或減於本時得視會又以視會與定朔相去不拘若干惟於此時再求東西差兩差不等之數依前法加減之必得太陰視行時差因以復算眞時差

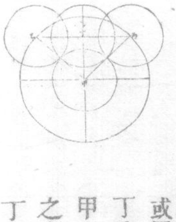
假如崇禎四年辛未十月定朔在辛丑日未初八分四十〇秒此時順天府得東西差三分五十〇秒太陰一小時實行爲三十三分二十〇秒以此算得六分五十四秒爲時差因食在九十度東故減得未初〇一分四十六秒卽相近視會時也次升度先在正午自春分起爲二百二十六度二十五分四十〇秒因時差宜減一度四十三分則以餘升度查本表得躔度在正午者爲大火宮一十七度一十二分算得九十度在午西離二十三度三十五分比日月距午更遠七度四十四分三十八秒又以太陽高三十六度一十四分算得高弧交黃道角八十四度一十七分則以餘角復得東西差四分五十〇秒兩差不等之數爲〇一分因後得之差大故先得差內減一分實得〇二分五十〇秒爲太陰過太陽之視行也前時差〇六分五十四秒今以三率法依本視行得前東西差〇三分五十〇秒應九分一十九秒爲眞時差因減故算得視會在午正三刻一十四分二十一秒一十五分爲一刻

考眞時差

眞時差者爲太陰視行反覆推求再三加減脗與視會相合者也欲更考其實須算太陰實距太陽幾何若所得分數與太陰所當視會之東西差等則所得視會亦準若微有不等則以不等之分數化爲時依兩曜實相距之分數較之視差或大或小依法加減於前視會如距度大日食在九十度東則時差爲加食在九十度西則時差爲減如距度小則九十度東宜減九十度西宜加分秒內可得其準也因此再求東西差而以本視會時復求九十度限與其距天頂及距太陽度因以本高弧及高弧交黃道角復算視差如前假如得眞時差九分一十九秒何以知其然也因減時九十度略在前卽壽星宮二十三度〇六分距天頂五十三度四十〇分距午二十三度三十一分較太陽復西去〇八度二十一分算得高弧三十六度三十四分交角八十三度四十五分推東西差〇五分一十三秒故以三率法用太陰實行三十三分二十〇秒一小時以眞時差得五分一十〇秒爲太陰實距太陽分數見其與纔得之東西差相等則前時之時差亦準若未等則求所差分數如前東西差三分五十〇秒得九分一十九秒爲時差此不等之三秒亦得七秒依前法視會內應減實得午正三刻一十四分一十四秒乃眞視會也

求初虧復圓俱依視差算

凡算月食推初虧復圓先以開方求其自初虧至食甚所行之度分若干又自食甚至復圓所行之度分亦若干故所推食甚前後時刻大約相等算日食則不然雖太陰在食甚前後所行度數相等而所應之時刻鮮有不參差者蓋視差能變實行爲視行有前得之時較後得爲多亦有後得之時較前得爲多此



中種種不一如圖甲爲太陽乙丙丁皆爲太陰甲乙或甲丙爲兩曜視半徑甲丁爲太陰食甚視距度則甲乙線之方數減甲丁線之方數其餘數開方得乙丁線爲太陰自初虧至食甚所行之度與丁丙至復圓數略相等但太陰行過

乙丙線時（除食甚正在九十度）前後未嘗相等故求之之法必於前時以東西差求其視行則得初虧距食甚之時又於後時復以東西差求其視行乃得復圓與食甚相距之時然初虧與食甚或皆在九十度東則因初時之東西差大於後時之東西差其兩差不等之數減於太陰實行則得視行若初時之東西差反小於後時之東西差其兩差不等之數則加於太陰實行而得其視行或初虧與食甚皆在九十度西而初時之東西差大後時之東西差小其兩差不等之數用加如初時之東西差小後時之東西差大其兩差不等之數用減與前法相反此較初虧與食甚若較食甚與復圓皆爲一理第其兩相比量俱以先東西差與次東西爲主故求初虧則食甚爲後時而求復圓則食甚又爲前時也或前後兩時不同在九十度之一邊如初虧在東食甚在西則求東西差必不止食甚前後之兩次因九十度而中分之則一視行求其時之多半又一視行求其時之餘乃合之爲初時至後時太陰視會所行度分矣

假如視會在鶉首宮初度午後正二刻距九十度西得東西差○五分設得視行二十二分則太陰自九十度至本視會之度兩刻間視東行一十一分如前圖乙丁線爲二十八分減一十一分所餘一十七分爲太陰在九十度東自初虧至食甚時所行卽因九十度前一小時以東西差得太陰視行二十一分故其行一十七分必須時三刻○四分乃自初食至正午（此正午與九十度同故）爲太陰所行之時并午前後時總得五刻○四分爲太陰自初虧至食甚過乙丁線所行時也

算日食復求太陰視距度之故第四（凡二章）

前以實會而不得其視會則所求者在東西差乃今視會眞矣然何以知其所食大小之分數及以月掩日所向之方位乎曰此皆係於太陰視距度也故推步者必先於食甚求視距度則得日應食幾何分又於初虧復圓求視距度則得月掩日之光在何方

日食分數

凡推月食以太陰實距度較其半徑及地景半徑卽得月食之分今算日食法雖同然因視度爲主則必以太陰視距度與日月兩輪之半徑相較乃得日食分矣依法於視徑本表查日月半徑并之減視距度爲太陰掩日之分（天度數之分）次以三率法求食之分（日徑分十分之分）因先於食甚求太陰實距度則太陰視會及實會間之本行或加或減於其交周度依時差加減得視會時太陰交周度用算或查表卽得距度

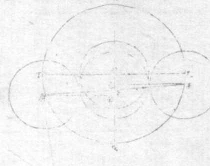
假如時差爲三十五分二十一秒宜加此間太陰過太陽行一十七分五十六秒太陽本行○一分二十七秒相加共得一十九分二十三秒爲太陰本行今設交周實度爲五宮二十九度因時差應加則交周多得一十九分二十三秒終得太陰食甚時實距北○一分四十一秒次以南北視差本實距度改爲視距度故凡於三差小三角形內考時差并求南北差乃所得爲正視會若太陰距黃道北人居夏至北則實距度恆減視差爲視距度若太陰距黃道南則視差反加於實距度爲視距度

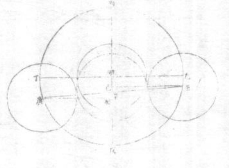
假如萬曆二十四年丙申歲八月朔日食曆官報應食九分八十六秒實測得八分强弱之間依新法算當食甚時太陽高五十○度○五分得太陰高差三十八分因九十度距太陽西一十六度○八分算得高弧交黃道角六十八度四十八分爲南北差線其對角爲南北差得三十五分因當時太陰近交中在黃道北二十八分五十○秒與南北差相減得○六分一十○秒乃太陰視距在黃道南矣又日月兩輪半徑并得三十二分○五秒減視距度得二十五分五十五秒以此求食分數得○八分二十九秒乃與所測適合也

日食圖說

新法以圖顯本食所向之方故上下書南北左右書東西其繪圖則以太陰距度爲主但食時先後太陰距度常有變易或初虧距度多而復圓距度少或初虧距度少而復圓距度多此其故蓋因食在交處前後之不一也若前後離交相等則雖距度同而所向南北未免有不同矣故日食前後求太陰視距度必以交周所應食甚視距度減其自初虧至食甚所行徑度則得太陰初虧視距度又以加於自食甚至復圓所行徑度則得其復圓視距度也復求交周所應太陰食甚視距度惟查距度表內上下左右則得交周度及其在交前後分數

假如前萬曆二十四年食甚得視距度○六分一十○秒卽交中後查本表右得○一度一十二分其本表上則得六宮乃所應視距度交周也又當時自初虧至食甚太陰所行徑度三十一分○七秒與交周相減得六宮○度四十一分五十一秒相加得六宮





○一度四十三分○五秒卽初虧及復圓交周也依此交周復査表得初虧視距度○三分三十三秒而復圓得八分五十三秒因此畫本食圖如乙丁及丙戊兩直線以直角在甲相交指南北東西方乙丁爲黃道甲心爲太陽居其中依前食論其太陽半徑得一十五分一十五秒較太陰半徑略小甲戊線則幷兩輪半徑爲三十二分○五秒因太陰食甚在辛甲辛乃當時視距度○六分一十○秒初虧在壬卽乙壬與甲己相等只三分三十三秒復圓在庚得丁庚與甲癸相等共八分五十三秒而壬辛庚皆視距南也以上原本曆指卷十四交食之六

測食分第一 凡八章

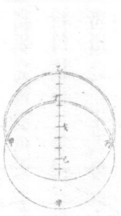
算食而不測食將何以攷其法非强天卽自欺故必隨測隨算了了於目了了於手則視差視徑時分俱準而法乃得矣

測太陰食分

常法全賴目力因分太陽徑爲一十分太陰徑亦如之食甚時則以所見不食之徑約略不能見之餘分設幷見失光之體庶幾所食有半者依此以測猶可此外則多有謬焉何也太陰未食以前欲用器測全徑食甚時又測光所存之餘徑此際甚難其光微又無從定中線故且不正合於法今補此闕用太陰地景兩徑之比例及太陰見缺之邊如圖地景心在丙得乙戊辛弧爲邊太陰心在甲以其乙丁辛邊弧入景中爲所缺自乙至辛作直線更一直線聯其兩心及兩邊交切之界於乙或辛爲甲乙丙及甲丙而甲丙及乙辛以直角相交於己使太陰入景之邊乙丁辛爲六十度因半之於丁得乙丁對乙甲己角爲三十度必餘角甲乙己爲六十度甲己乙直角故甲乙割線二萬乙己止一萬則以甲乙與乙丙之比例一與三是乙丙得六萬爲丙乙己角之割線查八十度二十四分本角之切線五九一二三六爲丙己而甲己爲甲乙己角之切線一七三二○五兩切線爲甲丁及丙戊所減甲丁與甲乙丙戊與丙乙自相等餘丁己二六七九五戊己八七六四幷之得三五五五九爲甲乙二萬分比例之分因以推太陰之食分蓋設太陰半徑得一十六分與之相乘用二萬除得食二分五十一秒度數之分卽徑分止有五十三秒以此測雖微有差所推徑分終近矣

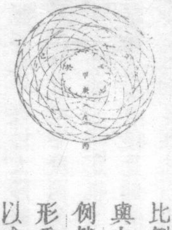
測太陽食分

密室中對太陽開小圓孔以受其光因孔小出光之體大則所正照之光必爲角形其底在太陽其角在孔之中夫光一入內又復展開爲角形以致底所對之牆轉其原形以上爲下以左爲右使牆與光直角相遇則底爲圓形不則爲圓長形使孔不圓且小則光底在牆或彷彿孔形而所像太陽之形大都不眞何也太陽孔牆三者皆有遠近大小之比例蓋孔距牆得其本徑數與太陽所距本徑數等則光底在牆必像太陽圓形及孔之多邊形各等爲雜形若兩徑數不等而太陽距牆得徑數多則光底失去原形轉隨孔形得徑數少則光底必因之愈少故測食者恆設孔小而圓乃可遠近無差因以牆上所缺之形徵太陽所食之分法以規器於紙上先畫大小不等數圓圈各以徑分之其徑以十或更密平分之臨測室中以圈受光不拘遠近任用大小圈全以脗合於光爲準既合便轉紙使其圈徑橫過餘光形中平分兩角則光缺之界卽所食分數方光與圈合時遂以筆於光景間微識三四小點求心因之作圈略得太陰掩太陽大小之比例如圖甲乙丙丁爲太陽食外之餘光正與甲乙丙圈界相合其心在戊其徑與丁以直角交景而平分甲及丙兩光角則得太陽食七分有奇更取三點爲甲丁丙以己爲心幾何三卷二十四題以甲丁丙辛爲太陰乃以己丁較戊乙亦得日月兩徑大小之比例

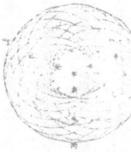


日食射光之容

測日食以最微之孔對照之西土用綠色玻瓈僅見日周俱掩去餘耀反照則用木盤欲細則以平面鏡所接之光反射牆上可略得分明第對照水中反照皆非實測之法惟射光於牆略近然因尚容次光亂其景猶未足故前以密室測食之分爲本法今再全解之欲光從外入室內以其形正彷原形盡乎大小之比例倘孔非最小（幾何稱無分點之小）而圓則太陽食照必略變其餘光之角形爲不彷原之一又太陰掩太陽其徑略小即失天上視徑之比例爲不彷原之二因徑小所食之分較天上之眞分亦少爲不彷原之三三者皆歸一緣蓋接光之孔稍廣則從中心攝太陽之形全顯於牆或紙亦併周孔邊之每點全進焉乃每點所進射之形雖圓其出外與孔之圓不平行而每點射形之公界復與之平行且內抱中心所射之形亦與之平行如左圖乙丙丁界內爲光即太陽總形也其內圈壬庚癸爲孔之廣因圓故受光至平面亦圓第太陽大不可比其光一入復寬爲戊己辛形與內圈平行以其中心甲與太陽正對故以遠近之比例可推本形甲戊半徑與太陽視半徑大小之比例然庚內圈之點射太陽形爲丙己辛較於中圈更以戊丙徑線出外（戊丙與甲庚孔之半徑等）而壬癸及餘點皆射圓形則外得乙丙丁總圈

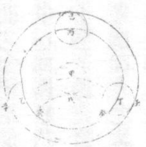


其甲丙與太陽半徑無大小之比例以遠近可推也又因原形入室內必借孔形以兩形合別爲雜形今測太陽設圓孔原形無從可變（除上爲下左爲右）而食之時其自變形露角射於密室內又與孔之圓形不合因而損其角似圓矣如左圖太陽食之餘光實爲甲乙丙丁乃從甲孔之心射入以丙丁乙弧不異於孔形而丁甲乙角形則異矣故本界四周以孔半徑展開甲戊丙己乙辛丁壬皆



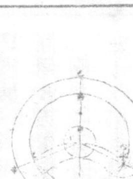
半徑

外得戊辛己壬爲總界與前圖所解同則以辛己壬弧元合於孔形而壬戊辛亦必彷之其彷之之規必依孔半徑故丁乙各爲心得壬癸及辛庚弧皆變爲圓角耳



室中測食日月兩徑有定差

依本食圖丁甲乙弧爲太陰掩太陽之邊其心在癸從癸心出直線至丁至甲至乙又乙丙丁中原形使之過庚爲圈而從其甲心引直線至壬至辛至己因甲乙丙丁爲日食餘光之眞形實合於原則癸甲與甲丙或癸乙與甲乙癸丁與甲丁



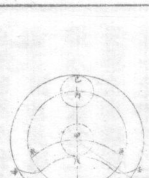
甲丙甲乙甲丁皆太陽半徑癸甲癸乙癸丁皆

太陰半徑

得眞大小之比例亦與原視半徑全合今密室之中辛己壬戊光形實以甲戊孔之半徑周展其界則太陽亦展半徑自甲致之於壬於辛於己而甲辛與甲癸太陽半徑之比例必過甲乙與本甲癸之比例太陰半徑亦然移癸甲爲癸戊其癸丁癸乙皆曲而小故甲乙與癸戊之比例又大於甲乙與癸甲之比例而甲辛愈大（因甲辛大於甲乙故）可徵兩徑在光形密室之中比於兩徑實在食時必依孔之廣狹變其大小未嘗正合焉

室內測食食之分有定差

依前圖總光界辛己壬弧以加壬丁辛弧作全圈則甲乙元爲食分與丙乙太陽全徑實得比例今總光形之徑己丁較之丙乙長兩孔之半徑（即己丙及乙丁）故本徑與食分變比例因而甲乙比於己丁線不如比於丙乙線得大小之理若丁戊（光形食之分）則既乙丁與甲戊等亦自與甲乙相等可徵其大小之比例在光形有失矣

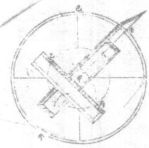


或問測食與算食分數不合而每每所測分數恆不及必因食形假耳今欲改爲眞形從何法得曰以太陰半徑加孔半徑於太陽餘光之內反減之各依本心光形內作弧得甲庚丙癸原正形即從甲太陽形心及丁太陰形心推定也

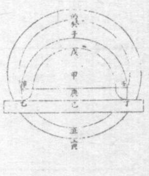
定食分及兩徑比例必係眞光形

推算食分以定多寡法以兩曜視徑較於距度求之今欲於所測對驗亦以日月兩徑以其兩心相距幾何即可得矣但測時因太陽行速依前法於形中點號以求徑並距孔時遠時近就景於先所畫圈亦不易故紙距孔須定度

用窺管前開小孔後置白牌彼此以平行相照可免多圈多量之煩受景之底大小依遠近如左圖外有己壬辛大圈爲定周分度數共作四象限用以取食方向見下文中有乙戊丙丁小圈以甲爲軸能轉動此乃受光形之圈故以丁戊指太陽全徑以甲心及孔之中心與太陽中心正對本圈上安量尺即戊丁中空以兩旁與圈徑平行其尖銳直至大圈以能指度爲

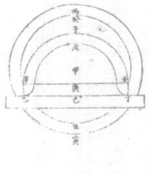


用量尺上仍有方尺爲乙丙中開一小陷道以合於下前後可任進退將用渾器對太陽時便轉中圈令其徑平分餘光之角隨以方尺就之其交徑之點必用號以識之有光無光之邊交徑點亦然即以此定乙甲丙弧分食與不食之



形不須別點如二圖設乙丙丁戊爲太陽食形得心在甲丙戊爲徑以方尺乙己丁切光之鈍角乙丁交徑於己景邊交於戊今依孔半徑得己庚作壬庚辛直線與方尺平行而更作辛癸壬子即日食之眞形何也使壬丁辛乙各於方尺爲垂線必自爲平行線因而庚己亦於方尺爲垂線因作法蓋庚己爲丙己徑之分則庚己壬丁辛乙三線皆等既等而庚己爲孔之半徑則餘兩線亦各半徑可知壬辛兩點當孔中心爲眞形之銳角則日月兩邊實於此點相交而壬癸辛爲太陽壬子辛即太陰兩弧中必食分外則爲所存光之眞形也

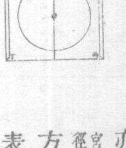
或問眞原形既定何以依之推兩徑之比例及太陽食之分數曰孔與形相距之度與甲癸眞形之半徑若全數與原視半徑之切線查表得太陽視半徑試



以全形爲一百分孔徑一十分相距萬分一百減一十餘癸丑爲九十半之得甲癸四十五以算終得一十五分二十八秒度數之分論太陰半徑此以庚辛中比例線求之蓋先以庚癸太陽徑分求庚辛見幾何三卷三十五題次以庚子與庚辛若庚辛復與庚寅得全子寅論食分則癸丑與一十平分若子丑與食之分或若癸子與未食之分於十分相減餘則爲所食之眞分

測日食細法

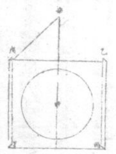
用方尺量食之形或景淡而景符無處可用欲以所測推太陰視徑未免微差今更用一器愈準愈易前所云受光形之表中有軸能令小輪轉動輪上定量尺隨以同轉則因以載方尺而外指度數矣此則兩尺俱不用本小輪改爲方形如左圖甲爲表中之軸

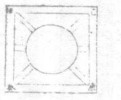


亦爲太陽景心先依太陽在本圈某宮度取視徑作圈乙丙丁戊則大方形也轉以甲軸以辛爲表銳用銳以指外圈之度左右大方形開兩小陷道能受小方形爲己庚癸壬此中亦有小圈即掩太陽之太陰也周圈先去孔半徑形得圈大小不等預以引數取定或備數面以待臨期更換亦可

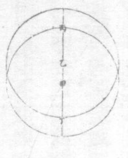
其四圖小方形開空止存六小條與方相連以支圈將測用大方置衡上

長方尺爲衡其圖在下前所言窺管亦可與孔以定度相距小方貫入其前令中圈以邊合於景食甚時見本圈上方餘光先至而左右尚未及必圈小宜換大若左右先與光齊而上方未及則圈大宜換小總以正合爲準萬曆二十九年辛丑冬至後





兩日第谷門人在西土測
日食用本器大方中圈設
一百一十分小方圈七十
五分兩數總而半之得九
十二分三十秒卽初虧時
太陰與太陽以中心相距
之分任取無度數之分故至食甚
時所見食之分略得八分此中
必減去餘分乃兩心相距
之分第先定太陰視徑因小方圈正食於景而設徑
有七十五分二十八秒以加孔徑一十六分三十〇
秒總得九十二分以此求度數之分得太陰在最高
本徑三十分三十秒若求食之分因當時形中得食
八分徑平十二分之十分以比例法算得七十四分任取分之分與
兩心初虧相距之分相減餘一十八分三十秒化爲
度數之分得六分〇八秒
光形一百一十分減孔全徑一十六分三十秒餘
分爲法數太陽在最庳徑三十一分爲實數算得
六分〇八秒



如圖甲丙太陰半徑減甲
乙兩心之距餘乙丙爲九
分〇七秒加乙丁太陽半
徑一十五分三十秒得丙丁爲二
十四分三十七秒度數之分卽
月體掩日之分故以三十
一全徑爲法以十二平分爲
實算得九分三十二秒卽

太陽實食之分較形中所見食多一分三十二秒矣
或問測食常法因難分食與未食之徑不得言矣今
室中測食雖能明分之而所見食分非眞食分所測
徑非眞徑則古測又奚足用曰因分得日月兩徑大
小之比例及明暗之界卽推眞食分及眞徑之根蓋
古之定日月兩徑多依此測不能無差今從而改之
此外尚有測其徑之多法見月離曆指

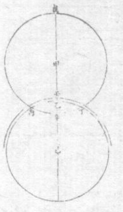
以眞視徑比例推食之實分

測食者於室中任用器之長短孔之大小不必拘遠
近之比例而惟以先列視徑表定食分爲止法以所
測之光形作圈以光景之界弧求心幾何三卷二十五題卽太
陰心亦作圈必量兩圈徑用比例尺或預分定數百平分之線得各分
數若干總而半之卽於兩曜視半徑并分數等何爲
分數等也日食形內光與景各失其本然止以邊論
則猶是若兩心相距則非矣蓋兩心相距與原形恆
有比例因彼所張此反損各半徑與原半徑不合而
兩并與原并數則有合焉故以此總兩半徑量之分與彼總
數兩半徑度之分之比例各本分或日或月推相應之半徑形中非眞
半徑與眞半徑比較得差數因以復推食分加於測食
分卽得所食之實分矣
假如萬曆十八年庚寅七月朔第谷門人在西土測
日食見食六分正
依十二徑分大統亦能見推食五分有奇依十徑
分
光景各半徑并得四十七分太陽近最高得半徑一
十五分〇二秒太陰距最高四十餘度得半徑一十
五分二十五秒兩半徑并爲三十〇分二十七秒卽

與前四十七分等故一爲法一爲實求二十三分太陰
或景任取之分相應度數之分若干算得一十四分五十四
秒比太陰視半徑差三十一秒而差數或加或減於
太陽半徑則以眞半徑爲法當差數加也推得六分一十
三秒

孔小故受景正而測之分比推算之分略近
爲眞食之分

又一法用遠鏡或於密室或在室外但在外者必以
紙殼圍窺筩以掩餘耀若絕無次光者然而形始顯
矣蓋玻瓈原體厚能聚光使明分於周次光又以本
形能易光以小爲大可用以細測
以小爲大非前所云光形周散也因鏡後玻瓈得
缺形光以斜透其元形無不易之使大見遠鏡本
論
然距鏡遠近無論止以平面與鏡面平行開闔長短
俱取乎正
光中現昏白若雲氣則長邊有藍邑則短進管時
須開闔得正
餘法與前同崇禎四年辛未十月朔在於曆局測日
食用鏡二具一在室中一在露臺兩處所測食分俱
得一分半徑分十分先依順天府算以太陽引數三宮二
十七度取視半徑一十五分四十二秒以太陰引數
五宮一十九度取半徑一十七分五十八秒半徑俱
悞用大故并而減太陰當時視距度二十七分二十
二秒餘六分一十八秒因算得食二分試依新列表
改之則太陽得一十五分二十一秒太陰得一十七
分一十七秒并而復減視距度餘五分一十六秒算



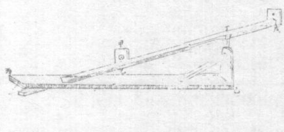
得一分四十三秒爲眞食分必如鏡所測也夫鏡所測形爲丁乙丙戊卽太陽食邊之下映者與實在天所食之形相反大光過小孔之故依丁乙丙弧求己心卽太陰心設其半徑己乙爲五十分甲戊四十八分兩半徑并得九十八分皆比例之分爲法數兩半徑又并作三十二分三十八秒度數之分爲實數則以太陰五十分推得一十六分三十九秒爲己乙度數之分必較於己壬眞視半徑得差三十八秒爲乙壬今論徑分以十分分之以三十八秒算得一十二秒宜加所測之辛乙一分三十秒總得辛壬爲一分四十二秒正合於所算食分矣

或問遠鏡前後有玻璨在前者聚光漸小至一點乃在後者受其光而復散於外則後玻璨可當一點之孔何所射之光形不眞乎曰後玻璨不正居聚光之點必略進焉以接未全聚之光乃復開展可耳見遠鏡本論故謂此當甚微之孔則可謂當無分點之孔則不可所以用鏡測者縱或不眞然較之不用鏡者不但能使所測之形大而顯亦庶幾於眞形不遠矣

測食方位第二凡五章

古多祿某以交食占驗欲定何州郡則以本食方位求法近世以本方位立法因推太陰距太陽視經緯而以所測定其視行也

測日食方位



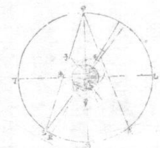
太陽本食或正向南北東西則目力所及一見能決惟不盡出於正而偏有所距則因以分別所偏若干定分數多寡此必實見之測乃可得耳前論食分設兩輪盤并在一平面上與太陽正對亦與外耳進光者平行其下大盤不動分以過圈徑從徑左右邊分全度數用以測食方向上小盤則能運轉載量尺與下輪邊以對度數爲主將測全器對太陽下盤之徑線對高弧以光形之角較本線或正或偏因推所向方位設兩輪底方以直角安表衡上爲甲乙與外耳戊正對太陽毫不偏於左右則乙戊衡正居過天頂及太陽圈之平面前所云高弧也而甲乙直線自上至下亦當天上本圈徑之分外有木矩架爲丙丁己全形見月離三卷以丁己柱正立取地平柱端作運軸使衡能上下轉以入架腰定丙乙太陽出地平高度而全架則又周轉而轆轤也用法日食時表衡對太陽以甲乙方之面正受其景則上下輪環轉而方尺與餘光兩角或積或平行其量尺所指輪邊度分卽太陽本食所偏向高弧度分也又本衡末於架腰自指太陽高度則得時分因得太陽及高弧距正東西以加或減於日食之角偏去高弧度分終得食景偏去正東西度分設衡下無架可分太陽高度則以別法求時刻而於衡之末以直角加橫平方其甲乙直線及渾衡亦合於高弧圈之面若不用量方兩尺依前第二法用兩方形有圈者以上方進入下方之中圈直至形前掩景周圍與光齊而左右小條當方尺與兩餘光之角或相積或平行其外銳亦指本景所向之方與前同如太陽初虧測方向得偏高弧距三十度太陽出東地平高四十一度三十四分躔降婁宮初度因得巳時高弧距正東四十八度〇四分或查表或以三角形算減食方向距高弧度餘一十八度〇四分卽初虧向西北度若太陽復圓其方向高度時分皆如前則一十八度〇四分爲復圓向東南度又設方向距高弧過象限三十度角上左旋高度時刻俱同前則與高弧距正東相加得七十八度〇四分卽初虧向東南復圓向西北度

初虧向東南復圓必不在西北此蓋指前後兩食論也

或問所測方向距高弧線之度何以知其宜加與減於本高弧距正東以得其自距正東之度曰日食時設有大圈徑過日月兩曜中心左右至地平此卽太陽失光及未失光之面所向度分今本圈以直角交高弧則向位距正東或正西之度與高弧距子午圈之度等地平圈上算本圈合於高弧通爲一圈則高弧至地平所指度亦爲本食所向度若本圈斜交高弧則以下輪盤外圈因知兩距度宜加與否

兩距度者過心圈距高弧高弧距子午圈者

蓋午前過日月兩心之線測得在右上象限或左下象限宜加餘象限宜減午後則反是不拘初虧復圓或見日食餘光之上角在高弧及子午圈線中則過心線之距加於高弧子午兩線之距此在午前後共法設甲



乙丙丁爲下輪盤之外圈分四象限各象限分九十度甲爲天頂甲丙線當高弧甲己甲戊皆子午線中小圈即太陰掩太陽者或食甚或初虧復圓時在其東西南北及中央皆一類天上向位在西圖中反在東諸方皆如此

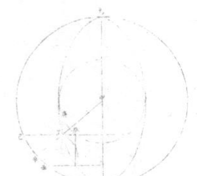
設庚爲太陽過兩心之線爲庚乙因以直角交甲丙線其至地平必兩相距正九十度故丙距已地平上算乙距正東之度皆等又設辛爲太陽則過兩心線與甲丙同爲一線故甲丙所至地平度亦爲太陽辛食所向之度也又設壬爲太陽則以壬癸過兩心線者得壬癸乙角加於丙甲己角減於丙甲戊角

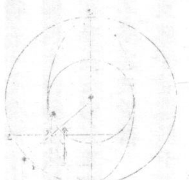
因太陽壬之上角在丙甲己內即午前在丙甲戊外即午後故

得總或餘角以定日食向蓋過兩心之圈恆指向位又恆隨高弧設高弧與子午圈全合爲一必過心圈以直角交者所指向位在正東食復圓時或正西食初虧時若斜交則因角大小不等食形所向度距東西遠近亦不等其高弧不正與子午圈合而相距在其左右則過兩心圈雖以直角交猶隨高弧距正東西左右若斜交則本圈更距東西不等蓋以此兩故求其距度直至與高弧合則惟高弧定距度也

以長圓形求日食方位

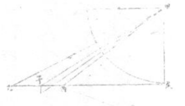
前論密室測日食分法以平面之方受景蓋孔小而方又正對太陽其景必圓今以斜對之平面亦在密室中受景孔仍如前小則所得形必長圓凡地平距黃道內者對太陽宜斜其長徑線可當高弧法用白紙置地平上任置何處宜與地平等令受日景必自爲長圓形次於本形兩端各識數點又於兩光缺角亦各識一點以便用規器取食偏距高弧度設乙丙爲長圓形之大徑當高弧線求丁戊景缺偏距乙丙線若干則平分徑於甲以甲爲心丙爲界作圈次與甲丙作垂線過丁戊兩角至巳至壬此巳壬弧半之於辛作甲辛直線則得丙





甲辛角即日食偏距甲丙高弧之角設丙辛乙半圈分一百八十度以規取丙辛弧定度分若干試依先測之橫徑若未測以太陽高度求之以甲爲心作中小圈從兩光缺角引直線與長徑平行至本圈之邊得庚癸弧其由中心至外大圈甲辛直線者交於小圈之弧爲兩平分則知先所取丙辛食方向距高弧之度數無謬也

因長圓形之心不正居光角形之樞線而橫徑較光角形之正底亦微過焉故欲求其正設角形中線至子以太陽高度之餘推子乙子丙則於本高餘度加一十五分依太陽半徑引數取又減一十五分得三不等度查各度切線以相較得乙丙長徑之正度也如甲乙丙爲光角形至地平乙戊因斜遇爲長圓形其長徑爲乙丙太陽在甲當高三十



七度餘五十三度角形樞線甲子則戊子爲五十三度之切線減一十五分餘五十二度四十五分其切線戊丙反加一十五分得五十三度一十五分切線爲戊乙今戊乙減戊丙餘二四〇九爲丙乙即形中長徑也求橫小徑則全數與太陽距天頂之割線若太陽半徑之切線與橫小徑算得一四八六兩徑自較得一十與一十七之比例欲各較於全數設全數爲十萬

因此依前圖算設乙丙爲大圈之徑則以本比例得小圈作長圓形引丁己及戊壬垂線如法半之終得辛甲丙角爲二十二度三十分宜加或減於高弧距子午圈以求其自距子午圈與前法同

測月食方位

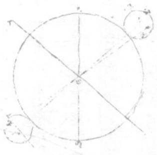
冶銅爲一扁圈約寬二三寸許周分三百六十度其圈內俱開空止留四線如十字交羅中心交羅處安量尺方尺其尺徑較圈徑略長皆能旋動與前測食分器同將測時從初度取上下正對太陰以垂線取準地平轉其方尺令對兩餘光角則量尺低邊所指

度分卽本食向方距高弧度也蓋密室月景不顯必室外測乃可若用地平經緯儀上置前圈以象限載之轉中線對高弧須準與地平合可免算高弧距正午度

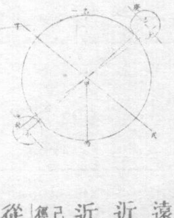
又簡法以界尺對兩角令其或取恆星或五星同居一直線上加太陰高差（以高度於本表取）得其向恆星若干免以高弧復求別距度何也因切兩角之線其過景邊交月邊處必俱以直角交過月景兩心之線故得角與星居一直線則從此相距九十度遠者必為本食所向之方矣

太陽初虧能向東復圓能向西否太陰初虧能向西復圓亦能向東否

從來論日食者俱以初虧向正西或西南或西北復圓卽向正東或東南或東北月食初虧向東復圓卽向西或偏東偏西此定法也今細考之殊多不然蓋初虧復圓兩向相反者此非一食可有之事必兩食而日月體不全食或有之先以月食論如圖以甲為心卽地景之中心以其半徑為界作圈從上至下引

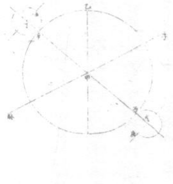


乙丙直線可當高弧橫作丁戊當黃道斜入西地平下得乙甲丁為其兩圈之交角又作己辛直線與黃道線以直角交於甲心設太陰本心在己或在辛此為定望故甲己甲辛各為月景各半徑并與距度等又己為陰曆漸小必己庚



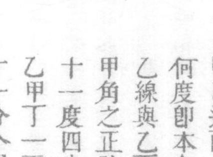
（白道）距黃道漸近辛為陽曆漸大必辛壬（白道）距黃道漸遠此太陰未及辛先與甲近彼太陰過己後漸與甲近兩者未免微有食（距度比甲）（己甲辛兩半徑并較少故）其所食大則從甲心出直線至白道以直角所交之點下為癸上為子是也試以甲癸或甲子當五十八分較甲辛甲己略少（兩半徑并共六十分）則五度（最大距度）之割線與全數若五十八分與兩心之距（月心地景心）得五十七分四十七秒餘二分一十三秒變為食分卽四十四秒故依圖一食之初虧在己他食之復圓在辛而復圓向東初虧向西者此耳可遂守為一定不易之成說哉

若東地平黃道斜升其上亦同前設癸子為黃道乙甲子為黃道交高弧之角則丁戊線以直角交黃道者上有丁為陰曆漸小而壬丁白道與黃道漸近下



有戊為陽曆漸大而戊庚白道距黃道漸遠必辛一食之初虧向西丙他食之復圓向東萬曆四十一年癸卯十月十六夜大統曆官報月食四分四十八秒初虧子正三刻復圓丑正三刻西土第谷門人測三分強總時得八刻弱與大統略合但先後兩處不能無異蓋此中土太陰初虧略過子午圈彼西土出東地平高未及二十度因行陽曆而距正東去北其初虧向正西復圓偏西南

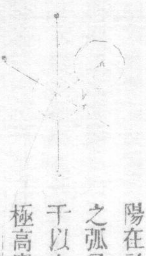
論日食其方向之變不但以黃道斜升故卽視差亦有之蓋降婁東出必黃道交地平角漸大至鶉首出則愈大故太陰在地平上不論何宮度其隨宗動往北甚多以本行去南反少氣差亦少而太陽本食距赤道南午後其初虧可向東距赤道北午前復圓可向西又壽星出則至降婁為半周本角漸小太陰去南較其本行回北已多必氣差更大而太陽距赤道北午前初虧可向東距赤道南復圓反可向西今試以黃道斜升之故設太陽在降婁一十五度出東地平高一十〇度北極高四十度當此有食則太陰在陽曆距南二十〇分（視距度分）雖不全食約有三分之一如圖丁壬為地平丁庚為黃道兩圈斜交於丁則戊為正東壬為正午庚癸過九十度限之弧高有三十度太陽在甲高一十〇度太陰在乙初虧距黃道二十分得甲乙丙直角三角形甲乙兩心之距當三十



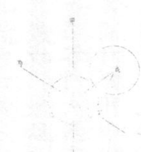
一分（日月各半徑并）求甲角以定甲乙過兩心之線至地平何度卽本食之向位蓋甲乙線與乙丙線若全數與甲角之正弦得甲角為四十一度四十八分餘對角乙甲丁一百三十八度一十一分今甲戊丁三角形內戊為直角庚丁癸因三

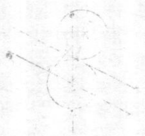
十度必餘丁甲戊角六十度而戊甲乙七十八度一十二分故甲戊己三角形內求戊己地平限定本食向何度則全數與甲戊高弧之正弦若甲角之切線與戊己弧之切線（圖中設爲直線天上實爲弧）得戊己爲三十九度四十四分因高弧於此至正東則戊壬爲九十度減戊己弧餘五十度一十六分卽所向偏東南過子午圈東之度若設陰曆太陽復圓皆同度則太陰在辛而己辛弧又北過子午圈向西北亦距北之西五十餘度

若氣差變向之故則如萬曆二十七年己亥七月朔第谷測太陽東北出地平（日躔鶉火初度故）其本體之頂有缺則必西南爲所食方向又太陰雖行中交因黃道交地平角甚大本行已近北必得氣差少則復圓尚居太陽西而本食方位已不可轉而東矣又萬曆十六年戊子正月朔太陽躔娵訾七度有食初虧在午後六刻第谷測其過日月兩心之圈距高弧偏西七十二度有奇復圓在未正三刻半又測得本交角尚有一十二度（兩弧相距）可徵尚未向東而初虧食甚復圓皆以西爲方向矣如圖甲乙當高弧丙丁爲黃道太陽在己太陰在戊過兩心之弧己戊求其距甲己若干以太陽食時躔度及北極高度（五十五度五十五分）先定甲己丙高弧交黃道角爲五十四度二十四分則餘對角一百二十五度因太陽



半徑一十五分二十秒太陰半徑一十五分五十八秒并得三十一分一十八秒爲己戊線太陰距北一度〇八分減氣差四十三分〇五秒餘二十四分五十五秒爲丁戊線因而丁爲直角故丁己戊三角形內求己角得五十二度四十五分與甲己丁角相減餘七十二度五十一分爲初虧距高弧向西北度論復圓則甲己丙交角有四十四度四十四分太陰距度一度〇五分減氣差三十八分四十四秒餘二十六分一十六秒爲丁戊線其己戊同前推得丁己戊



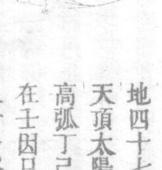


角五十七度〇三分減甲己丁角餘一十二度一十九分爲戊己距甲己高弧卽復圓向西之度當時太陽初虧鶉火宮二度復圓本宮一十五度出東地平故黃道高太陽近北氣差漸少令太陰距太陽不能復過東矣假使北極更低必得黃道愈高太陰往北減氣差愈多因知復圓距東更遠萬曆二十三年乙未八月朔第谷門人在東西兩處測驗或得食二分半或得食三分蓋在西者測太陽初虧微過正午故高弧與子午圈略同而向位距本圈偏東尚有九度

在東者測太陽後一刻有奇得其初虧正向天頂則地平北子午圈之東是其向位也從是知初虧向西卽復圓向東非定論也且初虧不盡向西復圓不盡向東又已彰明較著有如是也成法悞人可勝浩歎

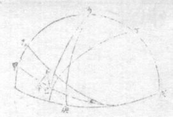
以方位算太陰視經緯

萬曆二十六年戊戌二月朔西土巳正二十七分初虧後測食約有一分（十五分一刻十二分一徑）太陽徑線三十〇分三十五秒太陰三十二分四十四秒各依本引數所定其本食所向過兩心線交高弧者測得九十度正爲直角如圖甲乙丙爲子午圈丁爲赤極高依本地四十七度〇二分丙爲天頂太陽在己以丙己爲高弧丁己定距度弧太陰在壬因日月合半徑并得三十一分四十〇秒減二分三十三秒（卽所食一分化爲度數分）餘二十九分〇七秒爲己壬日月兩心相距之分又丙己壬角測九十度因推壬辛卽太陰距太陽視經度先求九十度限距天頂卽甲丙庚三角形內丙庚邊也蓋太陽躔娵訾宮一十六度四十三分得升度三百四十七度四十七分減測時距午所應升二十三度一十五分餘升度三百二十四度三十二分應黃道居天之中元枵宮二十二度一十〇分乃距赤道一十四度一十一分爲甲乙弧加乙丙赤道距天頂與北極依本地出地平高等得甲丙爲六



十一度一十三分此時出地平黃道度爲實沈宮二十二度三十一分則娵訾宮二十二度三十一分當九十度限爲庚而甲庚弧三十〇度二十一分因而甲庚丙角恆爲直角則本三角形內以甲庚及甲丙兩邊求庚丙第三邊

於甲丙弧割線加五空位以甲庚弧割線除之得五十六度〇四分卽九十度限距頂之弧欲免算則以太陽躔度及測時刻依法查本表卽得九十度距項也以己庚丙直角三角形因得庚丙邊（五十六度〇四分）庚己邊



太陽在己卽娵訾宮一十六度四十三分九十度限在庚卽本宮二十二度三十一分相減餘五度四十八分爲庚己也

於庚丙弧切線加五空位以庚己正弦除之餘庚己丙交角爲八十六度〇七分對甲己丙角必爲九十三度五十三分

此太陰初虧在太陽之西比子午圈略近所居第測壬己丙角正爲九十度餘壬己辛角止三度五十三分因求太陰視經緯度則於壬己辛小三角形內（因小線三角形可當直）以壬己邊（日月兩心之距）及先所得諸角辛爲直角因算己角得三度五十三分壬卽餘角算得壬辛視緯度距北一分五十七秒己辛視經度距太陽前二十九分〇三秒卽此可見測食方位之用有如此

測交食變形之時第二（凡二章）

交食形者乃日月食起復之間光爲景所損而變遷其態以相示者也但受損之光初少漸多多而復少今欲逐時逐刻以密求之其形無數且可不必大都初虧食甚復圓爲太陰太陽所共而食既生光則太陰所獨此五限測法須先求時對食分及食所向方位與距恆星度分乃可一一得矣

測太陰食之時

常法測恆星高度若未見星先測太陰自高度乃以升度求時（見高弧用法）第谷用自鳴鐘或刻漏將渾天紀限等儀屢測太陰餘光邊距恆星若干或太陰恆星至正午俱以刻漏識之若太陰正在黃道九十度限則從恆星之近者起算爲易得其本心及地景心升度可知恆星距太陽度因以取準時刻有用界尺測太陰兩角或對地平圈平行或對恆星居一直線上或尺線過兩角之中對月景兩心皆以求太陰視處定其經緯以推時刻萬曆三十一年癸卯四月西土月食第谷門人測之預備刻漏取其能細指時至分秒者試以數日令遲速脗與天合於太陰未食之前測大角星在正午考時得亥初三刻八分三十秒刻漏指亥初一十二分三十秒亥正一十〇分（卽亥正三刻四分）木星居正午高二十四度三十二分（極高五十度）亥正一十八分（亥正三刻一十二分）初虧向位在東南距高弧自徑線下起算四十五度三十分亥正二十三分（子初〇四分）向位距四十二度前此太陰未食約四刻時與心宿大星同高弧此已離去距西蓋因視差故亥正二十九分半（子初一十〇分）向位距三十九度三十分從土星對月景兩心得一直線過亥正四十二分（子初一刻九分）一周星（天市垣者）至正午向位三十三度三十分食四分一十〇秒先所過土星今反距其下矣亥正五十一分（子初二刻二分）向位距二十八度稍遲得食五分子初二分半（子初二刻〇七分）土星在正午高二十一度四十七分子初九分（子初三刻〇四分）缺太陰圈之半周子初一十九分（子正〇一分）太陰心至午正其餘光邊高一十九度〇七分子初二十四分（子正〇六分）向位距一十五度子初四十三分（子正一刻一十分）餘光兩角正垂下距地平等食六分三十秒子正二分（子正二刻一十四分）兩角與木星皆居一直線其一角略高向西因知食甚已過子正二十三分（丑初〇五分）向位偏西距高弧下一十八度三十分子正四十七分（丑初二刻）向位距三十度丑初三分（丑初三刻）距西三十二度丑初一十四分（丑初三刻一十一分）尚距三十二度將復圓其邊有次景因用土星測向位然必定土星之經緯乃無遺漏當測時其本星距氐宿北星一十七度二十二分距天江北第六星一十三度二十〇分因是知其過子午高得躔析木宮初度四十五分三十秒距北二度一十〇分三十秒

萬曆四十四年丙辰八月去順天西一百〇度四十五分親測（西邏瑪京都測）月食以星高度及自鳴鐘推得時刻初虧河鼓中星過西高二十一度得一十三時四

十四分三十秒

時爲小時從午正起算卽丑初三刻十五分作一刻後做此

左肩在東高一十一度得一十三時四十四分二十秒畢宿大星高三十一度得一十三時四十一分一十二秒當時鐘有一時〇九分從子正起算後同此蓋鐘所指時分每後太陽三十四分先後兩日試驗俱如一卽一十三時四十三分食既織女大星距子午圈西高一十五度得時一十五時〇三分一十二秒右肩二十六度推得一十五時〇五分乃鐘指二時三十七分卽一十五時一十一分生光織女高一十一度得一十五時三十一分四十五秒右肩高三十一度推得一十五時三十三分四十五秒鐘得三時三十五分復圓測天津第四星西高一十九度得一十七時〇四分一十二秒乃鐘有四時二十二分卽一十六時五十六分又同都一人另居一地測有四十六交所得時刻初虧復圓與前測同惟食既少得五分生光少二分耳今以新法推算復圓全與此合其餘限雖微有參差然亦不遠三四分矣

測太陽食之時

太陽出東地平左旋漸高至午正則最高過午復漸低至西則沒此太陽自行一晝之時刻也故得其高度卽可求時其初虧食甚復圓等限惟以此爲常測法第非密室中不可故又仍用前器架上之衡及矩架俱如前而方架之式之用見月離三卷各細分度數下方爲地平從正東正西至子午圈諸弧之切線衡爲太陽距天頂之割線矩架之股又爲太陽距頂之切線此三度所以全本器之用也測時將方架置几上以中線對南北一手轉矩架隨太陽行並動其衡使之上下以受光一手對輪盤上之尺纔一對景卽於衡矩架下方架各識以號號宜同如一二等數是而以號所對各器之度加輪盤所測之景因推太陽食時及向位食分諸用萬曆庚子歲六月朔刻白爾距順天府西九十九度一十五分用本器在密室中測本食共測一十五次作號一二等如左

號	交角距西度	食分
一		初虧
二	六五 二一八	二二 秒〇二
三四五六	二五四三一 半六四三 距東	三 四
七八九	四 二二三 二二二	六六 弱強
一〇	四七	五
一一	五九	五弱
一二	六四	四
一三	六四	三
一四	五一 分 〇八	五五秒 二
一五	九〇弱	復圓

其下方架東西邊所分各當二千分自後至中左右各當一千二百分先安置與子午圈對

以太陽距正午左右相等之高度或先一日或測後攷對得架偏必差度或加或減於推測之度得

地平正弧

然後測得地平弧以推時刻今依一十五號列所測分及相應之地平弧如左

號	測	分	度	分
一	七	五一	二〇	三五
二	一一	七一	三〇	二一
三	一八	三〇	三三	一五
四	一六	一三	三六	三九
五	一三	七四	四一	〇八
六	一〇	七五	四八	〇九
七	一〇	〇三	五〇	〇七
八	八	七四	五三	五六
九	八	二八	五五	二四
十	七	四五	五八	一〇
一一	六	七八	六〇	三二
一二	六	三七	六二	〇二
一三	五	二四	六六	二五
一四	四	七四	六八	二七
一五	四	三一	七〇	一五

首一及二號所對測分在方架北自中起數至東餘轉東北角往南其度分則架上平分所推卽自正午漸去西太陽所對地平弧也以測分推度分法二千與測分若全數與地平弧之切線假如甲乙丙丁爲下方甲丁乙丙每邊分二千戊丁戊丙各一千二百分戊壬正對子午圈亦二千當測得戊己卽七五一平分求戊辛弧則壬戊與戊己線若壬辛全數與戊辛弧之切線算得三七五

五〇查表得二十〇度三十五分若景過丁角在甲丁邊上遇庚則甲庚爲戊庚弧之餘切線故壬甲與甲庚線若全數與戊庚弧之餘切線壬甲與戊丁等刻白爾轉矩架時下架誤隨之動使地平弧畧有差故以矩架求高弧以高弧攷正地平弧因推時刻如左