

欽定古今圖書集成曆象編曆法典

第六十三卷目錄

曆法總部彙考六十三

新法曆書十三

天文曆部五

曆法典第六十三卷

新法曆書十三

交食曆指五

推視會第二九三章

交食第三卷定至改實曆為視時所以參者為有
升度差也今日食以地心之實會改為地面之視會
所以參者為有地平徑差也以地平徑差論實會視
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次求高差與黃道之交角
因以得南北東西差次求視會與實會之轉差以加
以減于實會之時刻而得日月正視會之時刻其加
減則以黃道九十度為限
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是一度以下其視差甚微
故得太陽高度不必復求太陽高度必求視率則
以太陽高度查太陽高度先加於太陽高弧得太陽

陰高真度也

欲求高度幾何則用定會之實時及本時之太
陽高度先以高度推太陽距赤道之緯度次以定會
實時推其距午午間若干得二角形形有
北極出地之餘弧有太陽距赤道之餘弧有兩弧間
角為太陽距午午間弧之相當角算得本形之第三
弧為太陽出地高弧之餘弧也如左圖甲乙丙為三
午圈甲丁丙為地平丁戊為黃道太陽在庚則乙庚
己為高弧壬庚為太陽距赤道之餘弧因得乙壬
之弧也次推高弧交黃
道之角先以升度求庚丁
弧太以庚己高弧求庚丁
黃道弧以庚丁丁直而推
得庚丁己交角因以對角
求南北東西差法如次圖
設庚庚為高差辛為黃道
極則辛亥大圈之弧以直
角交黃道於壬壬庚庚辛
三角形先已得壬庚庚角
而庚庚壬為餘角則全數
與高差若壬庚庚角與壬
庚南北差又全數與高差
若壬庚庚角與壬庚東西



上之弧也次推高弧交黃
道之角先以升度求庚丁
弧太以庚己高弧求庚丁
黃道弧以庚丁丁直而推
得庚丁己交角因以對角
求南北東西差法如次圖
設庚庚為高差辛為黃道
極則辛亥大圈之弧以直
角交黃道於壬壬庚庚辛
三角形先已得壬庚庚角
而庚庚壬為餘角則全數
與高差若壬庚庚角與壬
庚南北差又全數與高差
若壬庚庚角與壬庚東西

者戊丁直線不可得度數必用戊丁高度量為準
戊丁與戊丁首點等小圓兩弧皆小圓之弧即等
試思戊丁圓距戊丁線丁與戊內圍徑橫為直線
則得其理
如復曲之丁為已將至戊為午行至此而丁為未
與壬為已至戊為午徑轉至壬為未其理一也夫作
丁庚也線與地中甲己線平行則得己庚弧為太陽
在己時或作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高度而推
兩弧高差次求高弧交黃道角未以此三角形之
推算法用太陽高度壬太陽距赤道九十度限未
中實角則詳求未又有南北東西差未以太陰高
差及高弧交黃道角依直線三角形推算
因三差線小線在天實為大圈之弧亦可以直接
句股法求之與二角形關係所求亦不異
黃道九十度為東西差之半限
地半徑一差位也同下和高度差以天頂為宗下
至地平為宗南北差者即太陽距赤道之度以黃



差或用簡單儀求諸弧可
免其錯其圖章大所取太
陽高度分毫莫乃足推算
視差如圖己戊為高差壬
圈甲乙為赤道北極在丙
太陽距赤道北極丁戊線
行與行壬戊為其理一也
主戊為正壬壬即復至
壬午而與午後同所以為

欽定古今圖書集成曆象編曆法典

第六十三卷目錄

曆法總部彙考六十三

新法曆書十三

天文曆部五

曆法典第六十三卷

曆法總部彙考六十三

新法曆書十三

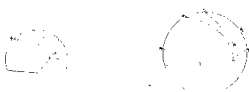
交食曆指五

推視會第二九三章

交食第三卷定至改實曆為視時所以參者為有
升度差也今日食以地心之實會改為地面之視會
所以參者為有地平徑差也以地平徑差論實會視
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次求高差與黃道之交角
因以得南北東西差次求視會與實會之轉差以加
以減于實會之時刻而得日月正視會之時刻其加
減則以黃道九十度為限
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是一度以下其視差甚微
故得太陽高度不必復求太陽高度必求視率則
以太陽高度查太陽高度先加於太陽高弧得太

陰高真度也

欲求高度幾何則用定會之實時及本時之太
陽高度先以視差推太陽距赤道之緯度次以定會
實時推其距午午間若干得二角形者
北極出地之餘弧有太陽距赤道之餘弧有兩弧間
角為太陽距午午間弧之相當算得本形之第三
弧為太陽出地高弧之餘弧也如左圖甲乙丙為三
午圈甲丁丙為地平丁戊為黃道太陽在庚則乙庚
己為高弧壬庚為太陽距赤道之餘弧因得乙壬
兩弧及乙壬庚角太陽距赤道之餘弧
兩弧及乙壬庚角太陽距赤道之餘弧
其餘高弧已太陽出地平
上之弧也次推高弧交黃
道之角先以升度求庚丁
弧太以庚己高弧以庚丁
黃道弧以庚丁直角推
得庚丁己交角因以對角
求南北東西差法如次圖
設庚庚為高差辛為黃道
極則辛亥大圈之弧以直
角交黃道於壬壬庚庚辛
三角形先已得壬庚庚角
而庚庚壬為餘角則全數
與高差若壬庚庚角與壬
庚南北差又全數與高差
若壬庚庚角與壬庚東西



差或用簡平儀求高弧可
免其誤其圖章大所取太
陽高度分毫莫乃足推算
視差如圖己庚庚角為壬
圈甲乙為赤道北極在丙
太陽距赤道北極丁戊線
行與行壬戊為其理一也
壬戊為正壬壬午即復至
壬午而與午後同所以為
者庚丁直線不可得度數必用度十度度量為準
戊壬與戊丁皆距午小圈兩弧皆小圈之弧即等
試思戊壬圈距戊丁線壬庚庚內圈經緯為直
則得其理
如復曲之丁為已將至戊為午行至此而丁為未
與壬為已至戊為午復轉至壬為未其理一也夫作
丁庚也線與地中甲己線平行則得己庚庚為太陽
在己時或作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高度而推
兩弧高差次求高弧交黃道角末以此三角形之
推算法用太陽高度壬太陽距赤道九十度限求
中角角則詳求未文有南北東西差求以太陰高
差及高弧交黃道角依直線三角形推算
因三差線小線在天實為大圈之弧亦可以直接
句股法求之與二角形關係無所求不異
黃道九十度為東西差之半限
地半徑一差位也則下和高度差以天頂為宗下
至地平為角南北差者即太陽距赤道之度以黃

[illegible][illegible]

時之東西因此求時差於太陽行 十三分應爲
時 十四分 十七秒於法立減故得其在午初
一刻 十二分 七秒在定期之南也更求刻數
約用前四刻依法求觀其時黃道度限在端星
宮初度 二分 分卯度 十四度四十分 分距太
陽 十八度四十四分 太陽宮四十八度得太陽
陽 四十四分 分東西至 十四分其觀行度得四
行 十二分又以圖方立算得除自初虧至食
行 五十八分觀行 十一分得四刻刻數 十二
應得五刻 十二分 五十四秒以減食時得初
在巳正一刻 十二分 五十四秒與黃道時刻影

凡九度限去十午刻。這新廟內所推之定刻
不遠則兩所待之特矣乎。這相照應而推限於
東刻在午午或在一夜初時得時刻皆多於辰
曆度限在西食在于寅。後新廟內得時刻皆少於
舊曆如陽曆三十八歲戊午一月朔六日為難推
其在申初一刻至西曆庚申年正月初四刻先
時度限即不闕于一度四分在東刻太陽方
十九度四十七分日月並高十六度得太陽營業
五十四分三十秒表是日推限西歷三十八歲
十一秒應轉至四刻一分三十五秒依法實賡時
相加而得真時刻統曆界小異在未正一刻四分
得視地方未定是緣因在東加數宜多而年正爲
限者加數即太多矣得不先天地又萬曆三十一
年卯四月初日食九分○秒大觀曆推食是在辰
正初刻斷無得持位在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為更近
所得東西差止一十九分二十四秒應時差四十七
分四十六秒依法減則實時已初一刻○六分改
視時為辰正一刻○三分此兩食者皆所謂度限在
東則食在午前午後新舊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音
反減之宜減者反加之所失更多如崇祿四年辛未
十月朔日食大統推初本初一刻內至期實測
果在本刻內所以然者新曆以黃道九十度限為中
所得時差與實時相減則食甚後退故令大統以午
正為中所得時差及加而前進去之愈遠矣蓋本日
食甚實時日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二十九秒則度
限在午西一十三度五十一分四秒算得東西差
三分三十四秒應時差○五分為減而先推實食在
未初八分四十四秒因時差退減為未初一刻內三
分四十四秒如是止矣若以子午圈為中限則本時
日月過午已十七度有奇在西東西差既寬少而多
時差又反減為加即多得時刻若此者就用西法算
兩極距三十五度四十八分及其距午正之度能在
東西差一十一分一十三秒應得差二十二分定初
在未初一刻○五分相加亦不得不為未正可見中
限其實同寬為加時離合之根也

算觀會必求黃道九十度限
交食以黃道出地之最高度為中限固矣但限內所
應加減者則有時差

日食在九十度西時差
宜加在東減減
此實食視會之所緣以先
後上故算視會者必先
求九十度限所何方乃
可然求之方不一或依
法法定其宮度分或依簡
法止推而應當食之時居
九十度東西何方面而不必
問其宮度先以算法論設
甲乙丁斜二角形甲為天
頂乙為黃道交子午圈日
月俱在丁以升度得乙丁
弧以太陽距更得甲乙弧
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為
垂線指九十度距甲頂若
千更求乙丙為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
表所緣起乃舊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二角形內得求甲丁弧
為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得三弧以高弧得高差以
本角得交角及餘角而推所對之弧為南北東西差

固已捷若指掌矣再察
日食在九十度限東西若
亦得兩法一以黃道在正
午度距午左右
何若則以定測所得太陽
距度較先所得在正午黃
道度即得方如依甲乙丁
斜二角形以升度求乙丁
弧必得何度在乙丁間之
度便是紀宮初度或為首
初度在乙乃為正九十度此
外則以食時撥出地
度求之蓋北極高過二十三
度三十一分九自是紀
初度至首初度黃道度在午
者必九十九度偏東自
首至尾紀黃道度在午者
必為九十度偏西而距
午最遠者則在大火宮或元
神宮離極高低不一亦
隨宮度各處不一也試以極
高四十四度則九十度
限距午最遠時二十五度耳
極高四十四度則九十度
限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
之更準蓋本角同丁午
圈者在午前為銳角午後為
鈍角則黃道必在九十度
之東若本角午前為鈍角午
後為銳角則黃道必在九十
度之西如此可免再求矣

求觀會復算視會之故第三
日食與九十度相近則太陽
之偏東西不盡所得時
差於本食之實時不甚相
遠可免復求東西差所
食遠距九十度之限則太
陰偏不偏石影者必

多而能變其實行以爲觀行便不再三考求何從而知故必先算太陽之視差化之爲時差次求其觀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陽之視行而得之此推步日食者所以復算視差

求太陽視行

定太陽東西差須得其與太陽相會之實度應先求其視差後求太陽實行即從自行可得則或二十八分一小時或三十分或三十三分有奇因最高最廣中距不等故

以三率法推其度差則相應度何時刻因與定明加減之其所得時亦可於其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得其本實行故以實行求時差多謬而以視行求之乃準矣法曰日食在九十度東則較定期前一小時食在九十度西則較定期後一小時復求東西差以兩差不等之分秒或加或減於太陽一小時因以實行得其視行若大得之東西差大於先得之東西差其兩差不等之數爲減若大得之差數小於先得數則兩差不等之數爲加乃得太陽一小時視行也或不用一小時先於定期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期相去不拘若干惟於此時再求東西差以兩差不等之數依前法加減之必得太陽視行時差因以復算其時差

假如乾隆四年辛未十月定朔在辛丑日未初八分四十四秒此時觀太陽得東西差三分五十二秒太陽一小時實行爲三十三分二十一秒以此算得六

分五十四秒爲時差因食在九十度東故減得未初一分四十八秒即相近視會時也大升度先在正午自春分起爲二百三十六度一分四十四秒因時差宜減一度四十二分則以餘升度求表得遠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歷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度五十分秒兩差不等之數爲一分因復得之差大故先得差內減一分實得二分五十四秒今以三率法依本視行得前東西差三分五十分秒應九分一十九秒爲真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

考真時差

真時差者爲太陽視行反覆推求再三加減體象觀會相合者也欲更考其真須算太陽實距太陽幾何若所得分數與太陽所當視會之東西差則所得視會亦準若數有不等則以不等之分數化爲時依兩點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則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與真其距天頂及距太陽度因以本高弧及高弧交黃道角復得視差如前假如得其時差九分一十九秒何以知其然

也因減時九十度略在前則高弧爲二十三度六分距天頂五十三度四十分距午二十三度三十一度較太陽復西去八度二十二分算得高弧三十三度三十四分交角八十三度四十五分推東西差五分一十三秒故以三率法用太陽實行三十三分一十四秒一小時以真時差得五十一秒一十分秒爲太陽實距太陽分數見其與視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二分五十分秒得九分一十九秒爲時差此不等之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真視會也

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復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陽甲乙



或甲丙爲兩離而乙丙爲甲丁爲太陽食甚視距則甲乙之線爲方數則甲丁線之方數其餘數則方得乙丁線爲太陽自初虧至食甚所行之度與丁丙至復圓數略相等但太陽行過

乙丙線時差九十五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同之數
減於太陽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陽實行
而得其視行或初虧與食甚皆在九十度西而初時
之東西差大於後時之東西差其兩差不等之數用
加如初時之東西差小於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
甚與復圓皆為一理第其兩相比量俱以先東西差
與次東西為主故求初虧則食甚為後時而求復圓
則食甚又為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為初時至
後時太陽視會所行度分矣

假如視會在黃首宮初度午後正一刻距九十度西
得東西差○五分鐘得視行二十二分則太陽自九
十度至本視會之度兩刻間視東行一十一分如前
圖乙線為二十八分減一十一分所餘一十七分
為太陽在九十度東自初虧至食甚時所行即因九
十度前一小時以東西差得太陽視行二十一分
其行一十七分必須計二刻四分乃自初食至正
午十二點鐘為太陽所行之時并午前後時總得
五刻四分為太陽自初虧至食甚過乙線所行

時也

算日食復求太陽視距度之度第四月二
前以實會而不得其視會則所求者在東西差乃今
視會與食甚何以其視會大小之分數及以月掩
日所向之方位乎曰此皆賴於太陽視距度也故推
步者必先於食甚求視距度則得日應食幾何分又
於初虧後則求視距度則得日掩日之光在何方

日食分數

凡推月食以太陰實距度較其半徑及地界半徑即
得月食之分今算日食法雖同然因視度為主則必
以太陽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
為太陽掩日之分數其法以三率法求食之分數
之半因先於食甚求太陽實距度則太陽視會及
實會間之本行或加或減於其交周度依時差加減
得視會時太陽交周度用算或求表即得視距度
假如時差為三十五分一十一秒加此則太陽過
太陽行一十七分五十六秒太陽本行○一分二十
七秒相加其得一十九分二十三秒為太陽本行
設交周實度為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陽食甚時實距北
○一分四十一秒次以南北視差本實距改為視
距度故凡於三差小三角形內求時差并求南北差
乃所得為正視會者太陽距黃道北人居住至北則
實距度較視會者視距度若太陽距黃道南則視
差反加於實距度為視距度
假如萬曆二十四年丙申歲八月朔日食時官觀應

食九分八十六秒實測得八分強弱之間依新法算

當食甚時太陽高五十一度○五分得太陽高差三
十八分因九十度距太陽高一十六度○八分算得
高差交黃道角六十八度四十八分為南北差據其
對角為南北差得三十五分因當時太陽近交中在
黃道北二十八分五十分○秒與南北差相減得○六
分一十一秒乃太陽視距在黃道南矣又日月兩輪
半徑并得三十一分○五秒減視距度得二十五分
五十五秒以此求食分數得○八分二十九秒乃真
所測適合也

日食圖說

新法以圖顯本實所向之方故上下番南北左右番
東西其增減則以太陰距度為主但食時先後太陽
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周前
後之不一也若前後復交相等則雖距度同而所向
南北未免有不同矣故曰食前後求太陽視距度必
以交周所應食甚視距度減其自初虧至食甚所行
復度則得太陽初虧視距度又以加於自食甚至復
圓所行復度則得初虧視距度也復求交周所應
太陽食甚視距度惟食距度表內上下左右則得交
周度及其在交前後分數
假如萬曆二十四年食甚得視距度○六分一十
○秒即交中後資本表查得○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
虧至食甚太陽所行復度三十一分○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

即初虧及復圓交角也依此交角復查未得初虧視距度三分三十三秒而復圓得八分五十三秒因此蓋本食圖如乙丁及戊兩直線以直角在甲相

黃道甲心為太陽居其中依前食論其太陽半徑得一十五分一十五秒較大陰半徑略小甲戊線則并兩輪半徑為三十二分五秒因太陽食其在辛甲辛乃當時視距度六分一十○秒初虧在壬即乙壬與甲已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諸食本圖也

測食分第一

算食而不滿食將何以故其法非強天即自政故必隨測確算丁了於目了於手則親視視時分俱準而法乃得矣

測太陽食分

常法全賴目力因分太陽徑為一十分太陽徑亦如之食甚時則以所見不食之徑約略不能見之餘分

證并見失光之體懸幾所食有半者依此以測皆可此外則多有察焉何也太陽未食以前欲用器測全徑食甚時又測光所存之條徑此際甚難測也

且不正合於法今補此圖用太陽地際兩徑之比例及太陽見缺之邊知測地景心在丙得乙戊辛弧為邊太陽心在甲以其乙丁辛邊入景中為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戊辛為甲乙乙丙及甲丙丙丙及乙辛以直角相交於已使太陽入景之邊乙丁辛為六十度因半之於丁得乙丁對乙甲已角為三十度必餘角甲乙已為六十度

甲乙已割線一萬乙已止比割二萬乙丙得六萬為丙乙已角之割線查八十度二十四分本角之切線五九一二六為丙已而甲丁及丙戊所減與丙已相等餘丁已二六七九五戊已八七六四并之得三五五五九為甲乙二萬分比例之分因以推太陽之食分蓋設太陽半徑得一十六分與之相乘得一萬餘得食一分五十五秒即復分止有五十三秒以此測雖微有差所

測太陽食分

索星中對太陽隔小圓孔以受其光因孔小出光之



懽大則所正顯之光必為角形其底在太陽其角在孔之中夫光一入內又復展開為角形以致底所對之點轉其形原形上為下以左為右俾輪長角前相連則底為圓形不顯為圓長形使孔不圓且小則光底在輪或彷彿孔形而所像太陽之形大都不真何也太陽孔輪三者皆有遠近大小之比例蓋孔距雖得其本徑數與太陽所距本徑數等則光底在輪必像太陽圓形及孔之多邊形各等為輪形若兩徑數不等而太陽距輪得數多則光底失其原形轉離孔形得數少則光底必因之愈少故測食者視設孔小而闊乃可遠近無差因以輪上所缺之形像太陽所食之分法以規器於紙上先畫大小不等數圓周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小圈全以照合於光為準既合俾轉紙使其圓徑漸過餘九形中平分兩角則光缺之界即所食分數方光與圈合時遂以筆於光景間微畫三四小點求心因之作兩線得太陽掩太陽大小之比例如圖甲乙丙丁為太陽食外之餘凡正與甲乙丙兩界相合其心在戊其徑與丁以直角交景而平分甲及丙兩角則得太陽食七分有奇更取三點為甲丁丙以已為心三點以甲丁丙辛為太陽陰以已丁較戊乙亦得日月兩徑大小之比例

日食射光之容

日曆俱去。據陳鳳麟則用木盤製成細針以平面傳見。測日食以爲最之孔。對照之。西土用繩色玻璃鏡見。所接之光及射牆上。可略得分明。對照來中。反照皆非實測之法。惟射光於路略近然。因光穴光亂。則其景猶未足故前以畫室測食之。分爲本年今冬今解之。欲光從外入。至內以爲其正。仿房形。蓋半之比例。倘孔非最小。則光射而圓。則太陽食照必略變其光。光有形爲不仿照之一。又太陽掩太陽。其徑略小。即失入。至觀之。亦爲不仿照之。二因徑小所食之。分數大。至食分亦爲不仿照之三。三者皆誤。蓋據按孔稍大。則從中心據太陽之形。全顯於形。影亦併圓。與之每點全蓋焉。乃每點所射影之形。顯其出外與內。抱中心平。而每點射影之公界。與之平行。且內抱中心所射之形。亦異之。平行。知左圖乙丁。界內爲光。即太陽隱形也。其內圈至要爲孔之廣。因前受光至平面。亦則射太陽大。不可止其光。一又復寬爲戊。中心形與內圈平行。以其中心甲與太陽正對。故以遠近之比例。可推本甲。大小。徑與太陽陽。半徑大小。徑然。然庚內圈之點。對太陽形。爲內。已。辛較於內圈更以戊丙。得線。出外。甲。乙。爲半。而壬。至及餘點。皆射。貳形。則外得乙。丙。丁。總圓。



其甲丙與太陽半徑無大

又因原形入內，必借孔小之比例以遠近可推也。測太陽設圓孔，原形無從可變，上為日，下為食之時其自變形，銳角射於密室內，又與孔之圓形不合，因而擴其角，似圓如左。測太陽食之餘光，實爲中孔內丁乃從甲孔之心射入，以丙丁乙氣不異於孔形，而丁甲乙角則異其度。本甲戊丙以孔半徑展長開甲戌丙己乙辛丁王開半徑。

外得戊辛己壬爲總界與
前圖所解同則以辛己壬
亦必衍之其衍之之規必
心得壬癸及辛庚亥皆變爲

陰有定差
太陰掩太陽之邊其心在癸
至乙又乙丙丁中原形使
引直線至壬至辛至己因
之眞形實合於原則癸甲與
丁與甲丁



癸太陽半律之比側必過甲乙與本甲癸之比側太
 陰半律亦然移癸甲爲癸戊其癸丁癸乙皆曲而小
 故甲乙與庚戌之比側又大於甲乙與癸甲之比側
 而甲子愈大蓋明甲子大於甲乙數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

室内測食食之分有定差

依前圖總光界辛巳壬壬以加壬丁辛作全陽則
甲乙元為食分典丙丁太陽全陰實得比劍今長光
形之徑巳丁較之丙乙長
兩孔之年徑_{甲乙}較_{丙丁}故本
徑與食分變比劍因而甲
乙比於丁線不如比於
丙乙線得大小之理若丁
戌亥則與乙丁與甲
戌等亦自與甲乙相等可
徵其失矣



或問測食與算食分數不合而每所測分數恆不及必因食形低耳今欲改爲異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酉原正形即從甲太陽形心及丁太陽形心推定也

定食分及兩徑比例必係異光形

推算食分以定多寡法以兩離視得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度何即可得矣但測時因太陽行速依前法於形中點就以求徑距孔轉運將近就於先所畫圓亦不易故欲距孔須定度

用規管前開小孔後置白屏使此以平行相照可免多圖多量之煩受景之底大小依遠近如左圖外有己壬辛大圓爲定局分度數其作四象限則日下月中有己戊丙丁小圓以甲爲軸能轉動此乃受光形之圖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圖上量量尺即戊丁中空以兩旁與圓徑平行行其大鏡直至大圓以能指度爲



用量尺上仍有方尺爲乙丙中開一小隙運以合於下前後可通過將用洋器對太陽時便轉中圈令其徑平分餘光之角以方尺就之其交徑之點必用鏡以照之有光無光之邊交徑點亦悉即以此定



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丁切光之鏡角乙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庚壬子即日食之異形何也便壬丁乙各於方尺爲

垂線必自爲平行緣因而庚己亦於方尺爲垂線內已標之全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異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陽兩端中必食分外則爲所存光之異形也

或問異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異形之半徑若全數與原形半徑之切線查表得太陽觀半徑試



以全形爲一百分孔徑一上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之數論太陽半徑以此庚辛中比例線求之蓋先以庚癸太陽徑分求庚辛得二十五次以庚子與庚辛若庚

辛復庚庚得全子真食分則庚辛與一十半分若子丑與食之分或若庚子與庚食之分於十分相減即爲所食之異分

測日食細法

用方尺量食之形或景演而景得無處可用欲以所測推太陽觀徑未幾幾是今更用一器急率愈易前所云受光形之表中有轉能令小輪轉動輪上定量尺隨以同轉則因以數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



形

亦爲太陽原心也其圖外方形也轉以甲輪以辛爲表鏡用鏡以指外圈之度左右以乙丙丁戊則大中小方形爲己庚癸壬此中亦有小圈即推太陽之太陽也則圖先去半徑

得圈大小不等難以引數取定或備數面以待際期更換亦可

其四圖小圈開空正存六小條與方相連以支圖將測用大方直衡上

與孔以定度相距小方實入其前令中圈以適合於景食其指見本圖上十餘光先至而左尚未及必圖小宜換大若左右先與光與而上方未及則圖大宜換小總以正合爲準萬曆二十九年辛丑冬至復



光形一百一十分減孔全徑一十六分三十秒餘
分爲法數太陽在鼓庫徑三十一分爲實數算得

如圖甲丙太陽半徑減甲乙兩心之距離餘乙丙爲九分○七秒加乙丁太陽半徑三十分得丙丁爲二十四分三十七秒_{度數}之半即全體掩日之分故以三十一全易法以十二平分爲實算得九分三十二秒即

以真視徑比例推食之實分

兩井與原井數則有合焉故以此總兩半徑與彼總半之令與彼總半之令推相應之半徑非中

二、

光景各半徑并得四十七分太陽近最高得半徑一十五分○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分○分二十七秒卽

孔小故受
爲真食之分

又一法用遠鏡或於密室或在室外但在外者必以紙紙圍遮所以掩除耀若經無天光者然而形始顯矣蓋玻璃面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開散也因鏡後或據得缺形光以斜透其光形無開散之使大見遠鏡本論

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色則短進管時須開圖得正。

餘法漢周同景祐四年辛未十月初朔在祿曆局測日
 食用鏡一置在室中以在露臺兩處而測食分二
 得一分一取鏡半徑一十五分四釐以太陽引數
 七度取鏡半徑一十五分四釐以太陽引數
 五宮一十九度取半徑一十七分五十八秒半皆俱
 憐周大政并而減太陰當時視距二十七分二
 改餘六分一十八秒引算得食分二試依新列表
 二之則太陽得一十五分一十一秒太陰得一十七
 分一十七秒并而復減視距度餘五分一十六秒算



乙丙丁為下輪盤之外圍
分四象限各限分九十
度甲為天頂甲丙線當高
張甲已甲戊皆于午線中
小圈即太陽地太陽者或
食其或初虧復圓時在其
東西南北及中央第一類
天上向位在丙圖中反
在東諸方者如此

設處為太陽過兩心之線庚戌乙丙以直角交甲丙
線其至地中必兩相距正九十度故丙已上甲乙
距正東之度皆等又設辛為太陽則過兩心線與甲
丙同為一線故甲丙所至地中度亦為太陽辛食所
向之度也又設壬為太陽則以于癸過兩心線者得
壬癸乙角加於丙甲已角減於丙甲戊角
因太陽壬之上角在丙甲已內即午時在丙甲戊
外即午後夜

得總或餘角以定日食向蓋過兩心之圈恆指向位
又位隨高張高張與子午圈全合為一必過心圈
以直向交者所指向位在正東或正西或正南或正北
斜交則向角大小不等食形所向是距東西邊近亦
不等其高張不正與子午圈全合而相距在其左右則
過兩心圈雖以直向交者隨高張距正東西左右若
斜交則本圈更距東西不等蓋以此兩故求其距度
直至與高張合則惟高張定距度也
以長圓形求日食方位
前篇密差測日食分法以平面之方受尋蓋孔小而



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
所得形必長圓其景必圓
其長徑線可當高
張法用白紙置地平上置
針或立與令受日景必自
為長圓形大於本形兩端
各識數點又於兩光缺角
亦各識一點以便用規摹
取食偏距高張度設乙丙
為長圓形之大徑當高張
線若丁戊景偏距乙丙
線若十則平分徑於甲以
甲為心丙為界作圓大與
甲內作垂線過丁戊兩角
至已至此已千派半之
於辛作甲辛直線則得丙
中辛角即日食偏距甲丙
高張之角設丙辛乙半圓
分一百八十度以規取內
辛弧定度分若干試依先
測之線徑為長徑以甲為
心作中小圈從兩光
缺角引直線與長徑平行
至本圈之邊得庚參弧其
由中心至外大圈甲辛直
線者交於小圈之弧為兩
平分則知先所取內辛食
方角即距高張之度數無
誤也

因長圓形之心不正居光
角形之正底亦微過焉故
求其正設角形中線至
因長圓形之心不正居光
角形之正底亦微過焉故
求其正設角形中線至

子以太陽高度之推推于
乙子丙則於本高缺度加
一十五分八釐即又減
一十五分得三不零度內
各度切線以相殺得乙丙
長徑之正度也如甲乙丙
為光角形至地中乙丙
斜過為長圓形其長徑為
乙丙太陽在甲高南三十
七度餘五十三度角形極
線甲子則戊子為五十三
度之切線減一十五分餘
五十二度四十五分共切
線戊丙又加一十五分得
五十三度一十五分切線
為戊乙今及乙減丙內餘
二四〇九為丙乙即形中
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
十七之比例數各較於全
數置全數為十萬

因此依前圖算設乙丙為
大圈之徑則以本比例得
小圈作長圓形引丁乙及
戊子垂線如法半之終得
辛甲丙角為一十二度三
十分宜或減於高張距
子午圈以求其自距于午
圈與前法同
測月食方位
治測為一扁圓約寬三寸
許劃分三百六十度其
圈內俱開空正置四線如
十字交羅中心交羅處安
量尺方尺其尺徑較圓
徑略長尺背能旋動與前
測食分器同將測時從初
度取上下正對太陽以垂
線取準地平轉其方尺
令對南餘光角測量尺
低過所指

因此依前圖算設乙丙為
大圈之徑則以本比例得
小圈作長圓形引丁乙及
戊子垂線如法半之終得
辛甲丙角為一十二度三
十分宜或減於高張距
子午圈以求其自距于午
圈與前法同

度分即本食向方距高弧度也蓋密辛月景不顯必
室外則乃可若用地平標據儀上就弱則以象限或
之轉中線對高須準與地平可免算高弧距正
午度

又簡法以界尺對兩角令其或取也星或五星同角
一直線上加太陰高差本表得向其角恆星若
覓以高差復求別度何也因切兩角之線其過景
邊父月邊處必似以重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
食所同之方矣

太陽初虧能向東復則能向西否太陰初虧能
向西復則亦能向東否

從來論日食者俱以初虧向西或西南或西北復
圓即向西或東或東北月食初虧向東復圓即
向西或偏東偏西此法也今細考之殊多不察蓋
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
心即地景之中心以其半徑為界作圓從上至下引



丁戊當黃道斜入西地平
下得乙甲丁為其兩圓之
交角又作己辛直線與黃
道線以此所交於甲心最
太陰本心在己或在辛此
為定望故甲己甲辛各為
月景各半得并與距度等
又己為陰曆漸小必己庚



白距黃道漸近辛為陽曆
漸大必辛壬壬距黃道漸
遠此太陰未及辛先與甲
近彼太陰過己後漸與甲
近兩者未幾必有合此即
近甲心出直線至白道以
直角所交之點下為界上
為子是也試以甲癸或甲
子當五十八分較甲辛甲己略少共六十分則五度
大之割線與全數若五十八分與兩心之距月心
得五十七分四十七秒餘一分一十三秒變為食
分即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遵守為一
定不妨之成說故

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丁白距與黃道漸近下
有戊為陽曆漸大而戊庚
白道距黃道漸遠必辛一
食之初虧向西而後食之
復圓向東萬曆四十一年
癸卯十月十六夜大赫曆
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
分強總時八刻弱與大



說略合但先後兩處不能無異蓋此中土太陰初虧
時癸子午間彼西土出東地平高未及二十度因行
陽曆而距正北去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即較差亦
有之蓋將變東出必黃道交地角漸大辛陽日出
則愈大故太陰在地平上不論何高度其陰影動往
北甚多以本行去南及少氣差亦而太陰本食距
赤道南午後其初虧可向東距赤道北午前後圓可
向西又晝星出則至降星為半周本角漸小太陰去
南較其本行同北已多必氣差更大而太陽距赤道
北午初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星一十五度出東地
平高一十度北極高四十度當此有食則太陰在
陽曆距南二十分則離不全食約有二分之一
如圖丁壬為地平丁庚為黃道兩圓交於丁則戊
為正東壬為正南庚癸過九十度限之弧高有二十
度太陽在甲高一十度太陰在乙初虧距黃道二
十分得甲乙內直角三角形甲乙兩心之距當二十
一分則月半求甲角以定
甲乙過兩心之線至地平
何度即本食之前位也甲
乙線與乙丙線交於甲
甲角之正位者甲角為四
十一度四十八分餘角
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

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半限定本食向何處測全數與甲戊高氣之正弦若甲角之切線與戊己弧之切線相切於天上高氣得戊己為三十九度四十四分因高氣於此正東則戊子為九十度減戊己弧餘五十度一十六分即所向偏東過千午圖東之度若設陰曆太陽復圖皆同度則太陽在午而己辛孤又北過千午圖向西北北距北之西五十餘度

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^{日高氣}其本體之頂有缺則必西南為所食方向又太陽雖行中交因黃道交地半角甚大本行已近北必得氣差少則復圖向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雖當七度有食初虧在午後六刻第谷測其過日月南心之圓距高氣偏西七十一二度有奇復圖在末正三刻半又測得本交角尚有一十二度^{相距}可徵尚未向東而初虧食甚復圖

皆以西為方向矣如圖甲乙當高氣丙丁為黃道太陽在己太陽在戊過南心之弧己戊求其距甲己若干以太陽食時離度及北極高度五十五度先定甲己丙高氣交黃道角為五十四度一十四分則餘對角一百二十五度因太陽

半徑一十五分二十秒太陽半徑一十五分五十八秒并得三十一分一十八秒為己戊線太陽距北一度八分減氣差四十三分五秒餘二十四分五十五秒為丁戊線因而丁為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氣向西北度餘復圖則甲己丙交角有十四度四十四分太陽距一度五十分減氣差三十八分四十四秒餘二十六分一十六秒為丁戊線其己戊角測得丁己戊角五十七度二分減甲己丁角餘一十二度一十九分爲己戊距甲己高氣即復圖向西之度當得太陽初虧地火宮一度復圖本宮一十五度出東地平故黃道高太陽近北氣差漸少今太陽距太陽不能復過東矣假使北極更低必得黃道愈高太陽往北減氣差愈多因知復圖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候食二分半或得食三分蓋在西者則太陽初虧微過正午故高氣與千午圖略同而向位距本圖偏東尚有九度

壬子月兩心相距之分又己丑角九十七度因推壬辛即太陽距甲辛黃道距緯度辛己即太陽距太陽視緯度先求九十度限距天頂即甲丙庚三角形內丙庚邊也蓋太陽距觀寺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得宮甲十二度一十分乃距赤道一十四度一十一分爲甲乙弧加乙丙赤道天頂與北極依本地地半高得得甲丙爲六

在東者測太陽後一刻有奇得初虧正南天頂距地半北子午間之東是其向位也從是知初虧向西即復圖向東非定論也且初虧不盡向西復圖不盡向東又已彰明較著有如是也其法使人可勝浩歎以方位算太陽脫線緯萬曆二十六年戊子二月朔西土已正二十七分初虧後測食約有一分十二分一十二太陽復線三十分三十五秒太陽三十二分四十四秒各依半引數所定其本食所向過南心線交高氣者謂得九十度正高氣角如圖甲乙丙爲千午圖丁爲赤極高依本地四十七度二分四爲天頂太陽在己丙己爲高氣丁己定距度至太陽在土因日月合半徑并得三十一分四十分一秒減三十三秒餘餘一分餘二十九分七秒爲己



十一度一十三分此時出

地平黃道度為實沈宮二

十二度三十一分則觀書

宮十二度三十一分當

九十度限為庚而庚度

三十三度二十一分因而

甲庚內角恆為直則本

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

位以甲庚割線除之

得五十六度四分即九

十度限距頭之弧欲免算

則以太陽高度及測時刻

依法查本表即得九十度

距頭也以已庚丙直內角

三角形得庚丙邊五十六

度已過

太陽在已卯歲宮一十六度四十三分九十度

限在庚卯本宮二十二度三十一分相減餘五度

四十八分為庚已也

於庚丙弧切線加五空位以庚已正弦除之餘庚已

丙交角為八十六度七分對甲已丙角必為九十

三度五十三分

此太陽初虧在太陽之西北壬午園略近所居

第測士已丙角正為九十度餘士已辛角止三角五

十三分因求太陽觀極度則於士已辛小三角形

內三小角等以壬己邊之月而反先所得諸角

辛為直內角算已角得三度五十三分壬即餘角

算得壬辛觀極度距北一分五十七秒已辛觀極度

距太陽南二十九度三十三秒即此可見測食方位之

用有如此

測食食變形之時第二二二

交食形者日月食起復之時光為其所指而變遷

其體以形示者也但復之先初少漸多而復少

今欲詳述測刻以求其形無數且可不必大都

初虧食甚復圓為太陽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得矣

測太陽食之時

常法測恆星高度若未見星先測太陽高度乃以

升座承時則諸星各用自鳴鐘或刻漏將渾天紀

限等儀測太陽餘光邊距恒星若干或太陽恆星

至正午俱以刻漏識之若太陽正在黃道九十度限

則從極星之近者起算為易得其本心及地球心升

度可知恆星距太陽是以取準時刻有用昇尺測

太陽兩角或對地平圓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陽視處

定其線據以推時刻為曆三千年癸卯四月酉西

月合第谷門測之預備則取其餘能觀時至分

秒者試以數日令運連觀與天合於太陽未食之前

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一十一分三秒刻

漏指亥初一十二分三十四秒三十一分三秒刻

一十八分三十三秒初虧向位在東南距高孤自徑

線下起算四十五度三十分亥正一十二分三十分

向位距四十二度前此太陽未食初刻時與心宿

大星同高孤此已離去距西基因視差故亥正二十

九分半十一分向位距三十九度三十分從土星對

月望兩心得一直線遠近四十二分二十分一星期

至正午向位三十三度三十分食四分一十

秒先所過土星今反距其下矣亥正五十一分初九

分初九刻欲太陽圓之半周初一十九分

初二十四分六分向位距一十五度初四十三

分初九刻餘光兩角正垂下距地平等食六分三

十秒初九分初九刻兩角與木星背居一直線

其一角略高而距初食已過正二十三分

初九刻向位距三十度初三分三十分初九

初九刻向位距三十一度初三分三十分初九

初九刻向位距三十二度初三分三十分初九

初九刻向位距三十三度初三分三十分初九

初九刻向位距三十四度初三分三十分初九

初九刻向位距三十五度初三分三十分初九

初九刻向位距三十六度初三分三十分初九

初九刻向位距三十七度初三分三十分初九

初九刻向位距三十八度初三分三十分初九

初九刻向位距三十九度初三分三十分初九

初九刻向位距四十度初三分三十分初九

初九刻向位距四十一度初三分三十分初九

初九刻向位距四十二度初三分三十分初九

初九刻向位距四十三度初三分三十分初九

○二分查餘弦九五六一二爲減太陽當時

100