御製曆象考成

第七

御製厤象考成下編卷五

推土星用數

康熙二十三年甲子天正冬至爲厤元

周天三百六十度入算化作一百二十九萬六千秒

周日一萬分

周歲三百六十五日二四二一八七五

紀法六十

土星每日平行一百二十秒小餘六〇二二五五一

土星每日平行二分零三十六微零八纖零七忽零六芒。以秒法通之卽得。

土星最高每日平行十分秒之二又一九五八〇三

土星最高每歲平行一分二十秒一十二微。以周歲三百六十五日二四二二一八七五除之。得最高每日平行一十三微一十纖二十九忽二十一芒。以秒法通之即得。

土星正交每日平行十分秒之一又一四六七二八

土星正交每歲平行四十一秒五十三微。以周歲三百六十五日二四二二一八七五除之。得正交每日平行六微五十二纖四十九忽一十九芒。以秒法通之即得。

土星本天半徑一千萬

土星本輪半徑八十六萬五千五百八十七

土星均輪半徑二十九萬六千四百一十三

土星次輪半徑一百零四萬二千六百

土星本道與黃道交角二度三十一分
氣應七日六五六三七四九二六
土星平行應七宮二十三度一十九分四十四秒五
十五微
土星最高應十一宮二十八度二十六分零六秒零
五微
土星正交應六宮二十一度二十分五十七秒二十
四微按新法厤書。載崇禎元年戊辰。土星平行距
冬至八宮二十八度零八分二十七秒。最高
距冬至十一宮二十七度一十一分一十五秒。正
交距冬至六宮二十度四十一分五十二秒。自崇

禎戊辰年天正冬至次日。至厯元甲子年天正冬至次日。積二萬零四百五十三日。以積日各與每日平行相乘。得數各與崇禎戊辰年諸應相加。即厯元甲子年諸應也。

推土星法

求積年

自𢘆元康熙二十三年甲子距所求之年共若干年

減一年得積年

求中積分

以積年與周歲三百六十五日二四二三一八七五相

乘得中積分

求通積分

置中積分加氣應七日六五五六三七四九二六得通

積分。上考往古。則置中積分減氣應。得通積分。

求天正冬至

置通積分。其日滿紀法六十去之。餘爲天正冬至日分。上考往古。則以所餘轉與紀法六十相減。餘爲天正冬至日分。

求積日

置中積分加氣應分六五五六三七四九二一六。不用減日。得積日。上考往古。則置中積本年天正冬至分。亦不用日。得積日上考往古則置中積分減氣應分加本年天正冬至分得積日

求土星年根

以積日與土星每日平行一百二十秒六〇二三五五一相乘。滿周天一百二十九萬六千秒去之。餘爲積日土星平行。加土星平行應七宮二十三度一十九分四十四秒五十五微。得土星年根。上考往古。則置土星平行應。減積日土星平行。得土星年根。

求最高年根

以積日與土星最高每日平行十分秒之二又一九五八〇三相乘。得數爲積日最高平行。加土星最高

應十一宮二十八度二十六分零六秒零五微。得最高年根。上考往古則置土星最高應。減積日最高平行。得最高年根。

求正交年根

以積日與土星正交每日平行十分秒之一又一四六七二八相乘。得數爲積日正交平行。加土星正交應六宮二十一度二十分五十七秒二十四微。得正交年根。上考往古則置土星正交應。減積日正交平行。得正交年根。

求土星日數

以所設日數與土星每日平行一百二十秒六〇二二五五一相乘得數爲秒以度分收之得土星日數。

求最高日數

以所設日數與土星最高每日平行十分秒之二又一九五八〇三相乘。得數爲秒。以分收之。得最高日數

求正交日數

以所設日數與土星正交每日平行十分秒之一又

一四六七二八相乘。得正交日數。

求土星平行

以土星年根與土星日數相加。得土星平行。

求最高平行

以最高年根與最高日數相加。得最高平行。

求正交平行

以正交年根與正交日數相加。得正交平行。

求引數

置土星平行。減最高平行。得引數。

求初均數

均輪心自本輪最高左旋行引數度。次輪心自均輪最近點右旋行倍引數度。用兩三角形法。求得地心之角爲初均數。法詳五星厤理二求初均數篇。引數初宮至五宮爲減。六宮至十一宮爲加。隨求次輪心距地心之邊。爲求次均數之用。

求初實行

置土星平行。加減初均數。得初實行。

求星距日次引

置本日太陽實行。減初實行。得星距日次引。月離厤法求月距日次引。置初實行減本日太陽實行。此求星距日次引。置本日太陽實行減初實行。蓋太陰之行速於太陽。合朔後太陰差而東。故置太陰經度減太陽經度。餘為距日度。星行遲於太陽。合伏後星差而西。故置太陽經度減星經度。餘為距日度也。

求次均數

星自次輪最遠點右旋行距日度。用三角形法。以次輪心距地心線為一邊。即求初均數時所得次輪心距地心之邊。次輪半徑一百零四萬二千六百為一邊。星距日度為所夾之外角。過半周者與全周相減。用其餘。求得地心對次輪半徑之角

爲次均數星距日初宮至五宮爲加六宮至十一宮爲減。隨求星距地心之邊爲求視緯之用

求本道實行

置初實行。加減次均數得本道實行。

求距交實行

置初實行。減正交平行。得距交實行。距交實行者。次輪心距正交之度。故置初實行減正交平行。得距交實行也。

求升度差

以半徑一千萬爲一率。本道與黃道交角二度三十

一分之餘弦為二率。距交實行之正切線為三率。求得四率為黃道之正切線。檢表得黃道度。與距交實行相減。餘為升度差。距交實行不過象限為減。過象限為加。過二象限為減。過三象限為加。

求黃道實行

置本道實行。加減升度差。得黃道實行。

求初緯

以半徑一千萬為一率。本道與黃道交角二度三十一分之正弦為二率。距交實行之正弦為三率。求得

四率爲初緯之正弦。檢表得初緯。

求星距黃道線

以半徑一千萬爲一率。初緯之正弦爲二率。次輪心距地心線爲三率。求得四率卽星距黃道線。

求視緯

以星距地心線爲一率。卽求次均數時所得星距地心之邊。星距黃道線爲二率。半徑一千萬爲三率。求得四率爲視緯之正弦。檢表得視緯。距交實行初宮至五宮爲黃道北。六宮至十一宮爲黃道南。星距地心線原以本道立算。而次輪面卻與黃道平

行。則星距地心線在合伏前後必差而近。在退衝前後必差而遠。故五星厤理求緯度篇內。又求星當黃道視線點距地心之遠。與星距黃道線爲比例。然用以求視緯。所差甚微。可以不計。故卽用星距地心線與星距黃道線比例爲省算也。木火金水四星倣此。

求黃道宿度

依日躔求宿度法。求得本年黃道宿鈐。察黃道實行足減本年黃道宿鈐內某宿度分則減之。餘爲黃道宿度。

用表推土星法

求諸年根

用土星年根表。察本年距冬至宮度分秒。三十微進一秒。下倣此。得土星年根。察本年最高行宮度分秒。得最高年根。察本年正交行宮度分秒。得正交年根。

求諸日數

用土星周歲平行表。察本日平行度分秒。得土星日數。察本日最高行分秒。得最高日數。察本日正交行秒微。得正交日數。

求土星平行

以土星年根與土星日數相加。得土星平行。

求最高平行

以最高年根與最高日數相加。得最高平行。

求正交平行

以正交年根與正交日數相加。得正交平行。

求引數

置土星平行。減最高平行。得引數。

求初均及中分

用土星均數表。以引數宮度分察其與初均所對之度分秒。得初均。察其與中分所對之分秒。得中分。并記初均加減號。初均者。即本輪均輪所生之加減差。而中分者。則次輪心距地心與最高距地心之較。為六十分中之幾分也。蓋次輪心在最高則距地心遠。次輪心在最卑則距地心近。故以土星次輪心在最高距地心之一○五六九一七四。與土星次輪心在最卑距地心之九四三○八二六相減。餘一一三八三四八。乃以一一三八三四八與六十分之比。即同於今所得次輪心距地心之邊與最高距地心相減之數。與六十分中幾分之比也。○前法求初均數時。即求次輪心距地心之邊。此求初均數時。則求次輪心距地心與最高距地心之較。因表中所列次均。乃以次輪心在最高立算。故先求中分以為比例。實次均之用也。木金水三星倣此。

求初實行

置土星平行加減初均數得初實行。

求星距日次引

置本日太陽實行減初實行得星距日次引。

求次均及較分

用土星均數表以星距日次引宮度分察其與次均所對之度分秒得次均察其與較分所對之分秒得較分并記次均加減號。次均者。次輪心在最高所生之加減差。而較分者。則次輪心在最高與次輪心在最卑所生加減差之較也。蓋次輪心在最高。則距地心遠而次均角小。次輪心在

最卑。則距地心近而次均角大。故設次輪心在最高。又設次輪心在最卑。求其兩次均之較。以為比例。實次均之用也。木金水三星倣此。

求實次均

以三千六百秒為一率。較分化秒為二率。中分化秒為三率。求得四率為秒。以分收之。為加差。與次均相加。得實次均。加減號與次均同。實次均者。即星在次輪周實行之次均也

因表中所列次均。以次輪心在最高立算。故名實次均。以別之。蓋次輪心在最卑所生之次均。既大於次輪心在最高所生之次均。則自最高至最卑。其遞加之差。必畧相等。今最高距地心與最卑距地心之較既命為六十分。則以六十分與較分之比。即同於中分與加差之比。故以加差與次輪心在最高所生之

次均相加得實交均也

求本道實行

置初實行加減實次均得本道實行

求距交實行

置初實行減正交平行得距交實行

求升度差

用土星升度差表以距交實行宮度察其所對之分秒得升度差并記加減號

求黃道實行

黃道實行加減升度差得黃道實行

求星距黃道線

用土星距黃道表以距交實行宮度察其所對之數

得星距黃道線并記南北號

求星距地心線

用土星距地表以星距日次引宮度察其所對之數

得星距地心線

求視緯

以星距地心線爲一率星距黃道線爲二率半徑一

千萬爲三率。求得四率。爲視緯之正弦。檢表得視緯。星距黃道線。當以次輪心距地心線與初緯之正弦爲比例。今表中所列星距黃道線。即初緯之正弦。而星距地心線亦以次輪心在中距立算。故其比例仍同也。

求黃道宿度

依日躔求宿度法。求得本年黃道宿鈐。察黃道實行足減本年黃道宿鈐內某宿度分。則減之。餘爲黃道宿度。

御製麻象考成上編卷六

[illegible]

求日月實行交角[illegible]之法

日月[illegible]四

求日月距地與地半徑之比例

朔望用時

朔望有平實之殊

交食總論

交食[illegible]理一 日食月食合論

[illegible]

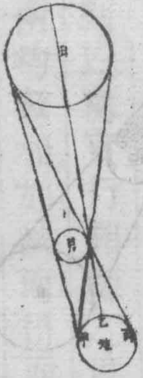
交食總論

太陰及於黃白二道之交因生薄蝕故名交食然白道出入黃道南北太陰每月必兩次過交而或食或否何也月追及於日而無距度爲朔距日一百八十度爲望此皆爲東西同經其入交也正當黃道而無緯度是爲南北同緯雖入交而非朔望則同緯而不同經當朔望而不入交則同經而不同緯皆無食必經緯同度而後有食也蓋合朔時月在日與地之間人目仰觀與日月一線參直則月掩蔽日光卽爲日

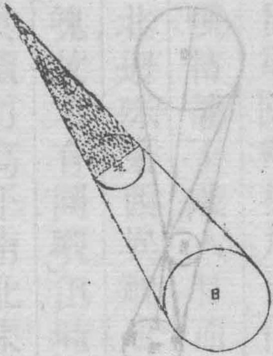
食望時。地在日與月之間。亦一線參直。地蔽日光而生闇影。其體尖圓。是爲闇虛。月入其中。則爲月食也。

按日爲陽精。星月皆借光焉。月去日遠。去人近。合朔之頃。特能下蔽人目。而不能上侵日體。故食分時刻。南北迥殊。東西異視也。若夫月食。則月入闇虛。純爲晦魄。故九有同觀。但時刻有先後耳。至於推步之法。日食須用高下。南北。東西。三差。委曲詳密。而月食惟論入影之先後淺深。無諸視差之繁。故先總論交食之理。次論月食。乃及日食。因日食立法較難。故後論

加詳焉



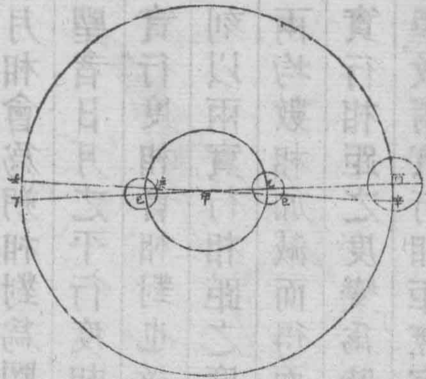
如圖。合朔時。月在地與日之間。人在地面居甲者見月全掩日。居乙者見月掩日之半。居丙者但見日月兩周相切而不相掩。故日食隨地不同。乃月蔽人目不見日光。而日體初無異也。



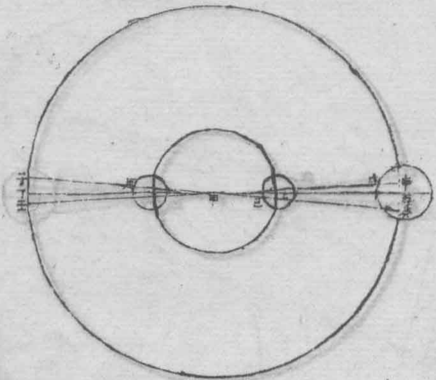
如地在日月之間。日大地小。地向日之面爲晝。背日之面則生尖影。人在影中不見日光爲夜。望時月入影中而不能借日光。全爲晦魄。故月食爲普天同視也。

朔望有平實之殊

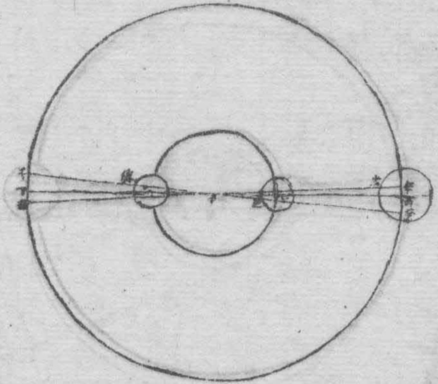
日月相會爲朔。相對爲望。而朔望又有平實之殊。平朔望者。日月之平行度相會相對也。實朔望者。日月之實行度相會相對也。故平朔望與實朔望相距之時刻。以兩實行相距之度爲準。葢兩實行相距之度。以兩均數相加減而得。而兩朔望相距之時刻。則以兩實行相距之度變爲時刻。以加減平朔望而得實朔望。故兩實行相距無定度。則兩朔望相距亦無定時也。



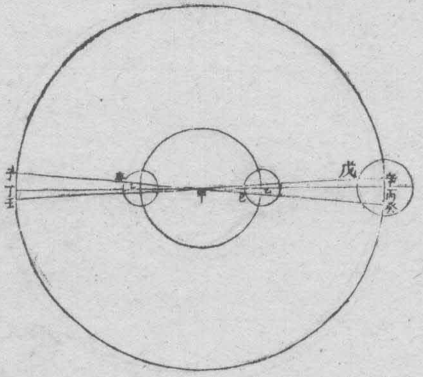
如圖。甲為地心。即日月本天心。乙為月本輪心。丙為日本輪心。日月止用本輪者。因明平實之理。取其易於辨析也。兩輪心俱在甲乙丙及甲乙丁直線上。為平朔望。而丙為黃道上平朔之度。丁為黃道上平望之度。如日在本輪之戊。月在本輪之己。或在本輪之



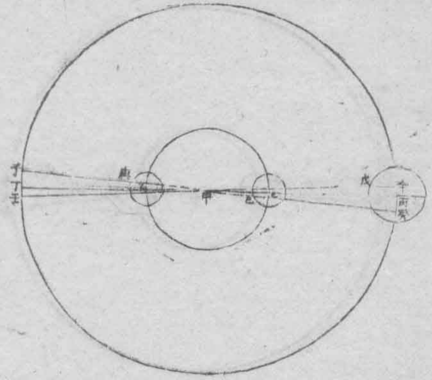
庚。俱在甲己戊辛及甲庚壬直線上。則爲實朔望而辛爲黃道上實朔之度。壬爲黃道上實望之度也。如平朔望在丙在丁。而日在戊月在己。或在庚。則日之實行度在辛。相對之度在壬。而辛丙及壬丁皆爲加均。乃實行過於平行之



度月之實行度。朔在癸。望在子。而癸丙及子丁皆爲減均。乃實行不及平行之度。故以辛丙加均與癸丙減均相併。得癸辛弧爲兩實行相距之度。亦卽實朔距平朔之度。以壬丁加均與子丁減均相併。得子壬弧爲兩實行相距之度。亦

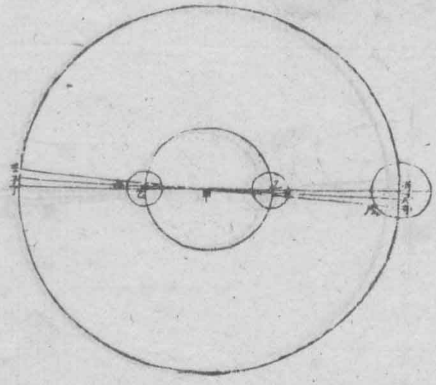


卽實朢距平朢之度也。此日爲加均。月爲減均。故日實行在月實行之前。爲實朔朢在平朔朢之後。必計月得若干時分而後行過癸辛弧及子壬弧。始能與日相會相對。故以癸辛弧及子壬弧變爲時分。以加平朔朢而得實朔朢也。若

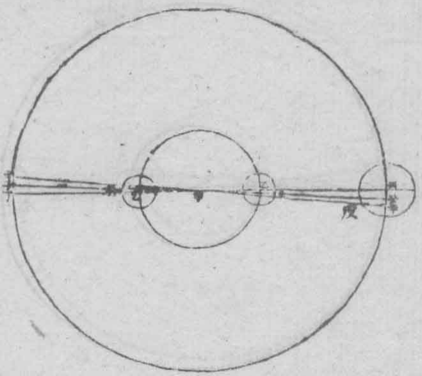


日爲減均。月爲加均。則日實行在月實行之後。而實朔望在平朔望之前。即以實行相距之時分減平朔望而得實朔望。其理亦同也

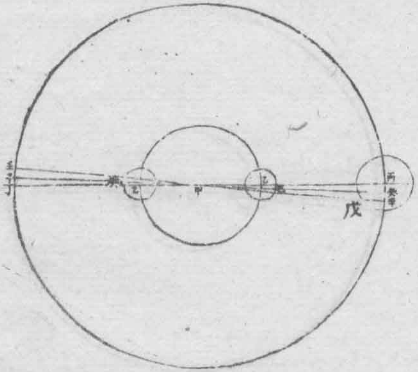
如平朔望在丙在丁。而日在戊。月在己。或在庚。則日之實行度在辛相對之度



在壬而辛丙及壬丁皆爲減均乃實行不及平行之度。月之實行度朔在癸望在子。而癸丙及子丁亦皆爲減均。乃實行不及平行之度。故以辛丙減均與癸丙減均相減。餘辛癸弧。爲兩實行相距之度。亦卽實朔距平朔之度。以壬丁減

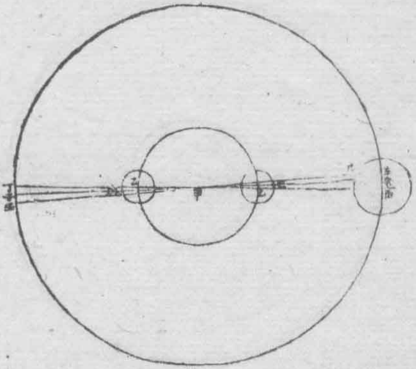


均與子丁減均相減。餘壬子弧。爲兩實行相距之度。亦卽實望。距平望之度也。此日之減均大於月之減均。故日實行在月實行之後。而實朔望。在平朔望。之前。必計月己行過與日相會相對若干時分。爲辛癸弧及壬子弧。故以辛癸弧

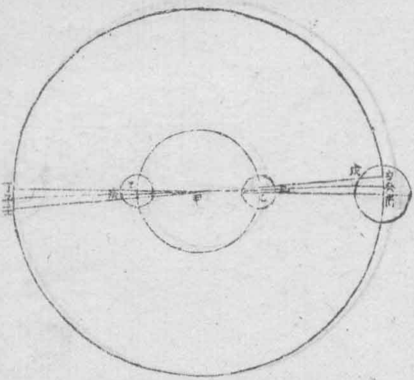


及壬子弧變爲時分以減平朔望而得實朔望也若日之減均小於月之減均則日實行在月實行之前而實朔望在平朔望之後卽以實行相距之時分加平朔望而得實朔望其理亦同也

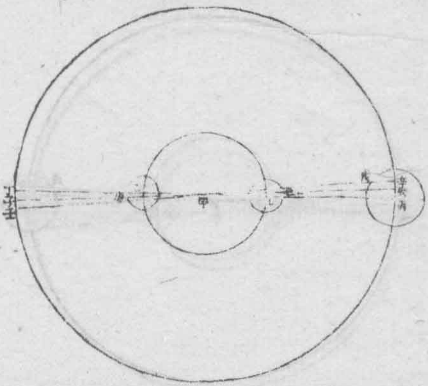
如平朔望在丙在丁而日



在戊月在己或在庚則日之實行度在辛相對之度在壬而辛丙及壬丁皆為加均乃實行過於平行之度月之實行度朔在癸望在子而癸丙及子丁亦皆為加均乃實行過於平行之度故以辛丙加均與癸丙加均相減餘辛癸弧為



兩實行相距之度。亦即實朔距平朔之度也。以壬丁加均與子丁加均相減。餘壬子弧為兩實行相距之度。亦即實望距平望之度也。此日之加均大於月之加均。故日實行在月實行之前。而實朔望在平朔望之後。必計月得若干時分



而後。行過辛癸弧及壬子弧。始能與日相會相對。故以辛癸弧。及壬子弧。變爲時分。以加平朔望而得實朔望也。若日之加均小於月之加均。則日實行在月實行之後。而實朔望在平朔望之前。即以實行相距之時分。減平朔望而得實

朔望其理亦同也

朔望用時

太陽與太陰實行相會相對。為實朔望。但實朔望之時刻。按諸測驗。猶有數分之差。或早。或遲。差至一刻。以其猶非用時也。蓋實朔望。固兩曜實會實對之度。而推算時刻。則仍以平行所臨之位為時。皆依黃道而定。今推平行與實行既有盈縮差。則時刻亦有增減。又時刻以赤道為主。而黃道赤道既有升度差。則時刻亦有進退。故必以本時太陽均數與升度差。俱變為時分。以加減實朔望之時刻。為朔望用時。乃與測驗脗合。

此即日躔時差加減之理也。

求日月距地與地半徑之比例

太陽太陰距地之遠近日躔月離地半徑差篇言之詳矣。顧求地半徑差。止用最高最卑中距三限。而交食之日月視徑。以及影徑影差。則逐度不同。且太陰在最高兩弦。尤高。太陰在最卑兩弦。尤卑。交食在朔望。其高卑皆不及兩弦。故欲求日月逐度之高。必先定最高最卑中距之距地心線。今依日月諸輪之行。求得太陽在最高距地心一〇一七九二〇八。本天半徑。加本輪半徑。減均輪半徑。其與地半徑之比例為一與一千一百

六十二。詳日躔厤理。中距距地心一〇〇〇六四二一。求均數時。並求太陽距地心之邊即得。其與地半徑之比例爲一與一千一百四十二最卑距地心九八二一〇七九二。本天半徑。減本輪半徑。加均輪半徑。其與地半徑之比例爲一與一千一百二十一。太陰在最高朔望時距地心一〇一七二五〇〇。本天半徑。加負圈半徑。減均輪半徑。又減次輪半徑。又減次均輪半徑即得。俱詳月離二三均數圖。其與地半徑之比例爲一與五十八又百分之一十六。中距朔望時距地心九九二〇二七三。求初均數時。並求太陰距地心之邊。內減次均輪半徑即得。蓋朔望時無二三均。但距地心少次均輪半徑耳。其與地

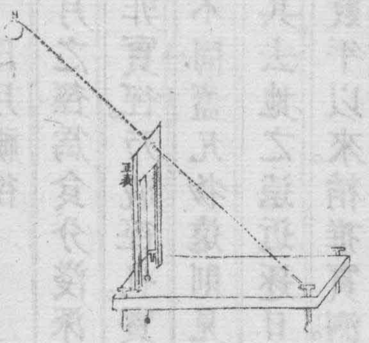
半徑之比例爲一與五十六又百分之七十二詳月離地半徑差篇。最高最卑。皆以此爲比例。最卑朔望時距地心九五九二五○○。本天半徑。減負圈半徑。加均輪半徑。又加次輪半徑。減次均輪半徑即得。其與地半徑之比例爲一與五十四又百分之八十四。如求太陽在最高前後四十度距地心與地半徑之比例。則以太陽最高距地心一○一七九二○八爲一率。一千一百六十二爲二率。太陽在最高前後四十度之距地心線一○一三九八九八爲三率。得四率一千一百五十七。即當時日距地與地半徑之比例也。求

月距地之法倣此

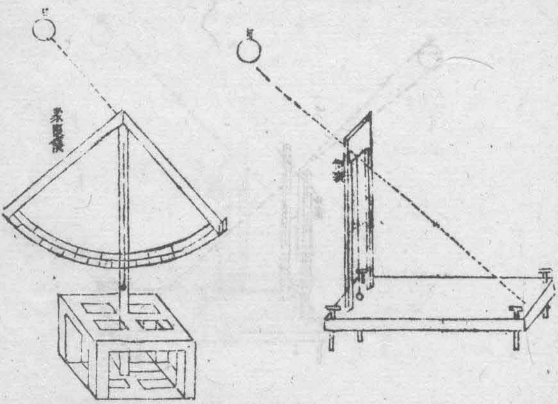
日月視徑

日月之徑爲食分淺深之原所關甚大但人目所見者非實徑乃視徑也實徑爲一定之數而視徑則隨時不同蓋凡物遠則見小近則見大日月之行有高卑其去地之遠近逐日不同故其視徑之小大亦不等數年以來精推實測得太陽最高之徑爲二十九分五十九秒最卑之徑爲三十一分零五秒比舊定日徑最高少一秒最卑多五秒朔望時太陰最高之徑爲三十一分四十七秒最卑之徑爲三十三分四

十二秒。比舊定月徑。最高多一分一十七秒。最卑少五十八秒。而以日月高卑比例推算。今數爲密。茲將測算之術詳著於篇。

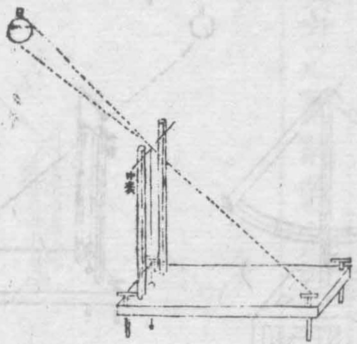


測太陽徑。一法。用正表。倒表。各取日中之影。求其高度。兩高度之較。即太陽之徑也。蓋正表之影。乃太陽上邊之光射及表之上邊。其所得爲太陽上邊距地



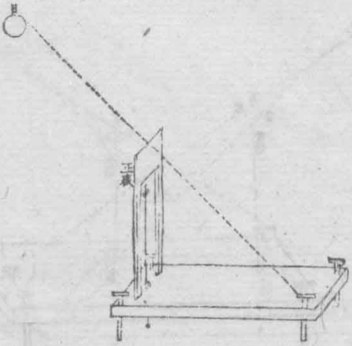
平之高度倒表之影乃太陽下邊之光射及表之下邊。其所得爲太陽下邊距地平之高度。故兩高度之較。即太陽之徑也。

一法。用儀器測得太陽午正之高度。復用正表測影。亦求其高度。兩高度之較。即太陽之半徑也。蓋儀器



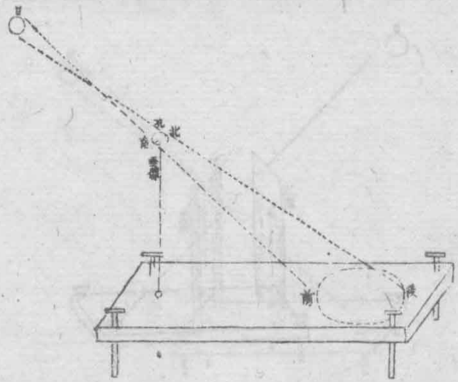
所得者。太陽中心之度。表影所得者。太陽上邊之度。故兩高度相較。即得太陽之半徑也。

一法。用中表。正表。各取日中之影。求其高度。兩高度之較。即太陽之半徑也。蓋中表係橫梁上下皆空。太陽上邊之光射橫梁之下

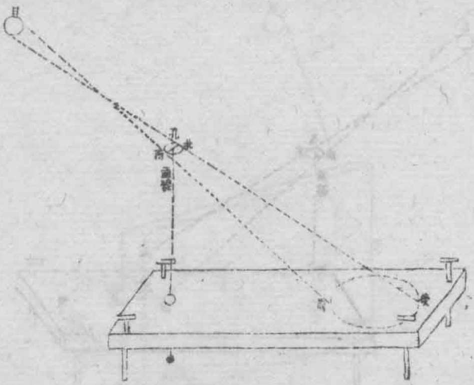


面太陽下邊之光。射橫梁之上面。其所生之影必當太陽之中心。故以中表所測之高度與正表所得太陽上邊之高度相較。即得半徑也。

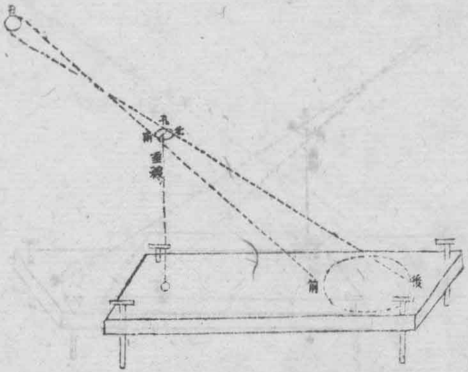
一法。治一暗室令甚黝黑於室頂上開小圓孔。徑一寸。或半寸。以透日光。孔面頂平。不



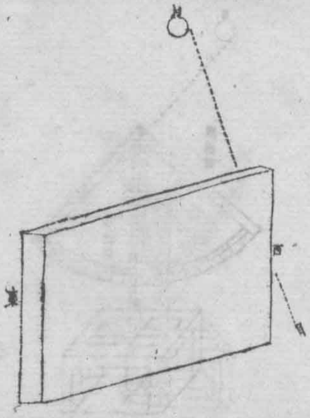
可歛側室。內置平案、孔中心懸垂線至案中線。正午時日光射於案上。心成橢圓形。爰從案上對垂線處量至橢圓形之前後兩界。垂線至前界。加孔之半徑。爲前影。垂線至後界。減去孔之半徑。爲後影。乃以垂線即孔距案面。爲一率。前後影



各爲二率半徑一千萬爲三率得四率並查八線表之餘切線得前後影之兩高度相減之較即太陽之全徑也蓋太陽上邊之光從孔南界射入至案爲橢圓形之前界與正表之理同太陽下邊之光從孔北界射入至案爲橢圓形之

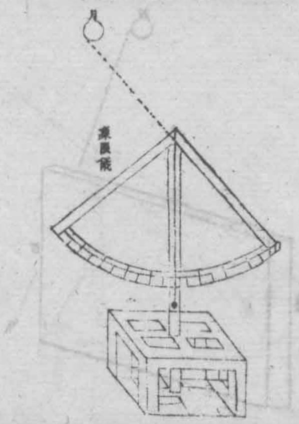


後界。與倒表之理同。故兩高度之較。即爲太陽之徑也。至於前後影必加減孔之半徑者。因量影時俱對孔之中心起算。然前影則自孔之南界入。在中心之前。而後影則自孔之北界入。在中心之後。較之中心並差一半徑。故必須加減



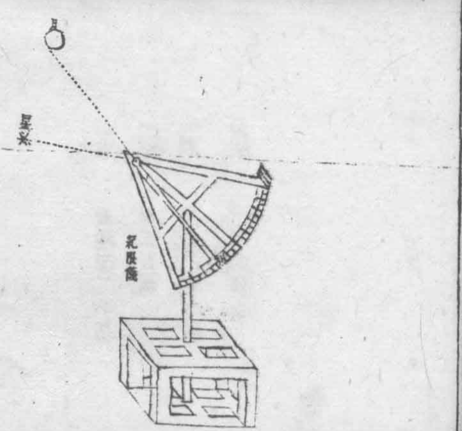
半徑而後立算也。

測太陰徑一法。春秋分望時用版或牆爲表。以其西界當正午線。人在表北依不動之處。候太陰之西周切於正午線。看時辰表是何時刻。候太陰體過完其東周纔離正午線。復看時辰表是何時刻。乃計太陰



過正午線共得幾何時刻。以時刻變度。每時之四分為一度。內減本時分之太陰行度。餘卽太陰之徑也。

一法。兩人各用儀器。候太陰當正午時。同時並測。一測其上弧高度。一測其下弧高度。兩高度之較。卽太陰之徑也。



一法。用附近恆星。以紀限儀測其距太陰左右兩弧之度。其兩距度之較。即太陰之徑也。

以上諸法。逐時測量。即得太陽太陰自高及卑之各半徑以立表。又法。不用逐時測量。止測得最高最卑時之兩半徑相減。用其較

數與本輪之矢度爲比例。即可得高卑間之各半徑數也。如太陽最高之徑爲二十九分五十九秒。最卑之徑爲三十一分零五秒。相差一分零六秒化爲六十六秒。今求距高卑前後六十度之視徑。則命本輪徑爲二千萬爲一率。六十

一率	本輪徑二千萬
二率	矢五百萬
三率	徑差六十六秒
四率	一十六秒半

一率　本輪徑二千萬
二率　矢五百萬
三率　徑差六十六秒
四率　一十六秒半

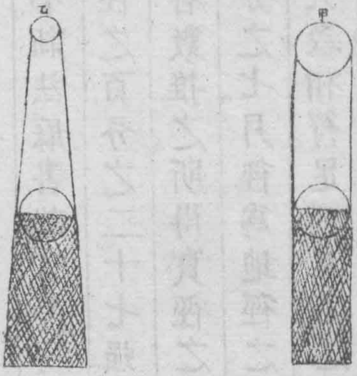
度之矢五百萬爲二率徑差六十六秒爲三率得四率一十六秒半以加最高之徑二十九分五十九秒得三十分一十五秒半爲最高前後六十度之視徑以減最卑之徑三十一分零五秒得三十分四十八秒半爲最卑前後六十度

之視徑也太陰之法並同。

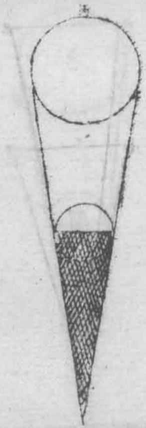
求日月實徑與地徑之比例

日月地三體各有大小之比例。日最大。地次之。月最小。新法厤書載日徑爲地徑之五倍有餘。月徑爲地徑之百分之二十七强。今依其法。用日月高卑兩限各數推之。所得實徑之數。日徑爲地徑之五倍又百分之七。月徑爲地徑之百分之二十七弱。皆與舊數大致相符。足徵其說之有據而非誣也。

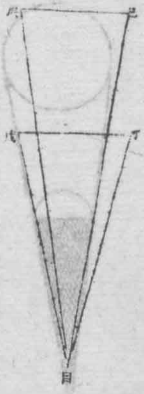
凡明暗兩體相對。明體施光。暗體受之。其背即生黑



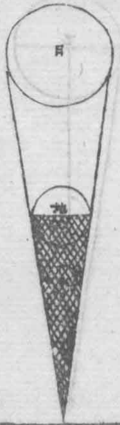
影若兩體同大則其影成平行長圓柱形其徑與原體相同其長至於無窮而無盡也如甲圖然若明體小暗體大則其影漸大成圓墩形其徑雖與原體相同其長至於無窮其底之大亦無窮也如乙圖然惟明體大暗體小則其影漸



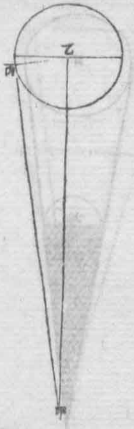
小成尖圓體。其徑與原體等。其下漸小而盡成銳角。如丙圖然。使日小於地。或與地等。則地所生之影。宜如甲乙兩圖。其長無窮。今地影不能掩熒惑。何況歲星以上諸星。是地影之長有盡。必如丙圖。而日之大於地也。其理明矣。又凡人



目視物。近則見大。遠則見小。如丁戊與已庚兩物同大。人目視之。成兩三角形。丁戊近目。其兩腰短。故底之對角大。已庚遠目。其兩腰長。故底之對角小。若去人目有遠近而視之若等。則遠者必大。近者必小。今仰觀日月。其徑畧等。而日



去地甚遠月去地甚近則月必小於日也可知矣夫地徑小於日而地影之徑又漸小於地月過地影則食食時月入影中多歷時刻而後生光則月必小於地影月旣小於地影則其必小於地也又何疑焉求日實徑之法如圖甲爲地



心。乙為日心甲乙為兩心相距。乙甲丙角為日視半徑角。乙丙為日半徑。用甲乙丙直角三角形。此形有丙直角。有甲角十四分五十九秒三十微。為日在最高之視半徑有乙甲邊一千一百六十二。為日在最高距地心之數。求得乙丙

五又百分之七。爲日實半徑。卽爲地半徑之五倍又百分之七也。求月實徑之法。倣此。

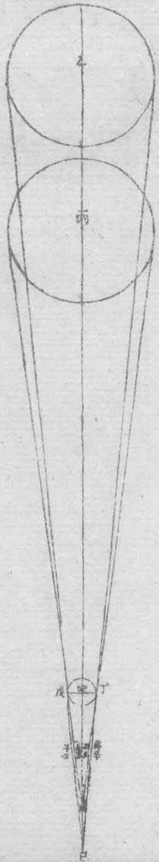
地影半徑

太陽照地而生地影。太陰過影而生薄蝕。凡食分之淺深。食時之久暫。皆視地影半徑之大小。其所係固非輕也。但地影半徑之大小隨時變易。其故有二。一緣太陽距地有遠近。距地遠者。影巨而長。距地近者。影細而短。此由太陽而變易者也。一緣地影爲尖圓體。近地麤而遠地細。太陰行最卑距地近。則過影之麤處其徑大。行最高距地遠。則過影之細處其徑小。此由太陰而變易者也。今依太陽在最高所生之大

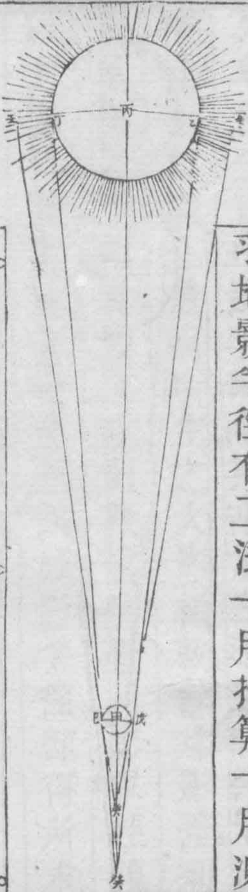
影爲率。而以太陰從高及卑各距地心之地半徑數。求其相當之影半徑。爲影半徑表。復求得太陽從高及卑所生之各影。各求其太陰在中距所當之影半徑。俱與太陽在最高所生之大影相較。餘爲影差。列於本表之下。用時以太陰引數宮度查得影半徑。復以太陽引數宮度查得影差。以減影半徑。卽得所求之地影實半徑也

如圖。甲爲地球。乙丙皆爲太陽。乙爲最高。丙爲最卑。太陽從最高乙發光。則地

影長大為丁己戊。從最卑丙發光則地影短小為丁庚戊。太陰遇丁己戊大影而在最高辛則其所當之影徑如辛壬。

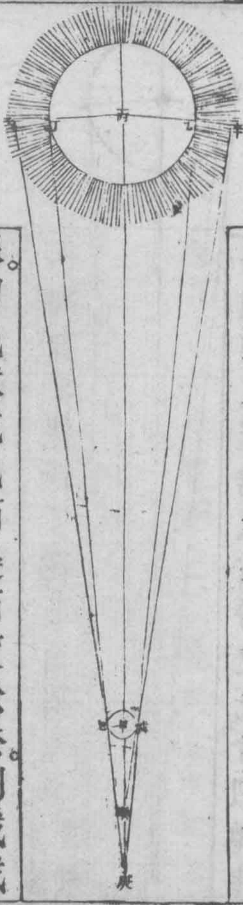


在最卑癸。則其所當之影徑如癸子。若太陰遇丁庚戊小影而在最高辛。則其所當之影徑如丑寅。在最卑癸。則其所



當之影徑如卯辰其兩半徑之較爲辛丑與癸卯是所謂影差也。求地影半徑有二法一用推算一用測量而推算所得之數比測量所得之數常多數分蓋因太陽光大能侵削地影故也如甲爲地球乙丙丙丁爲太陽實

半徑。從乙丁作兩線。切地球戊己兩邊而交於庚。則成戊庚己影。然太陽光芒常溢於原體之外。如辛壬從辛壬作兩



線。切地球戊己兩邊而交於癸。則成戊癸己影。而小於戊庚己影。論其實則推算之數爲眞。欲合仰觀則測量之數爲

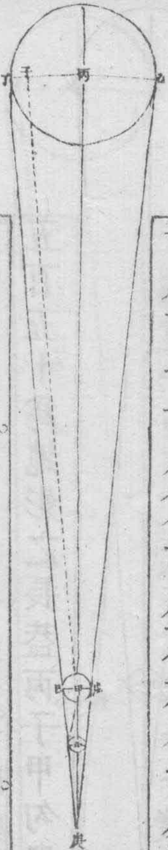
準。故地影表所列之數皆小於推算之數也。

推算之法。命地半徑甲己爲一百分。則太陽實半徑丙丁爲五百零七分。太陽實徑

爲地徑之五倍又百分之七。今以地半徑爲一百分。則太陽實半徑爲五百零七分。以甲己與丙丁相減餘丙子四百零七乃以丙子四百零七爲一率。太陽在

最高距地心之丙甲一千一萬六千二百即地半徑之一千一百六十二倍。爲二率。甲己地半徑一百爲三率。得四率甲庚二萬八千五百五十爲地影之長。盖丙子甲勾股形與甲己庚勾股形爲同式形。故其相當各界皆可爲比例也。既得甲庚地影之長。乃求得甲庚己角一十二分零二

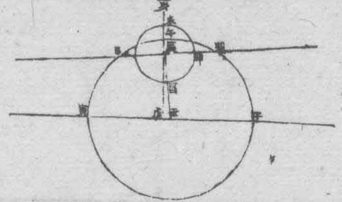
秒又於甲庚地影之長內減去太陰在中距朔望時距地心之甲丑五千六百七十二。即地半徑之五十六倍又百分之七十二。餘二萬二千八百七十八為丑庚於是用丑庚寅



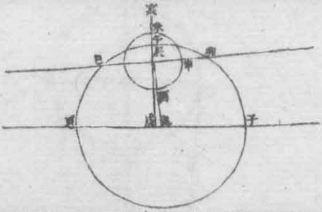
直角三角形求得丑寅八十有餘又用甲丑寅直角三角形求得甲角四十八分三十四秒為太陰在中距時所過地

影之半徑。査地影半徑表為四十四分四十三秒。多三分五十一秒。

測量之法。如康熙五十六年丁酉八月十七日月食。其實引為二宮三度四十一分零三秒。距地心五十七地半徑零百分之四十一。測得緯度在黃道北三十六分一十八秒。月半徑為一十六分一十秒。食分為二十三分三十秒。乃以黃道緯度三十六分一十八秒。求得白



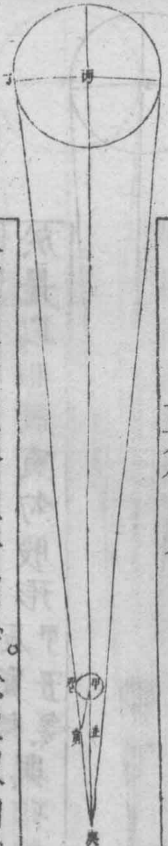
道緯度三十六分二十六秒。為食甚距緯。與食分二十三分三十秒。相加得五十九分五十六秒。內減月半徑一十六分一十秒。餘四十三分四十六秒。為地影半徑。查地影半徑表為四十三分五十四秒。相差八秒。乃本時太陽之影差也。表數乃太陽在最高之影。今太陽在八宮。故差八秒。如圖子丑寅為黃道。卯辰巳為白道。卯子寅巳為地影午丑為地影半徑。未申酉為月未



辰為月半徑。月行白道從卯至辰。距地影心丑最近。是為食甚。午酉即為食分。辰戌為黃道緯度。辰丑即白道緯度。用辰丑戌正弧三角形。此形有辰角與黃白交角等。有戌直角。有辰戌邊求得辰丑為食甚距緯。以午酉食分與辰丑距緯相加。成亥丑。內減與月半徑未辰相等之亥午。餘午丑即為地影之半徑也。推算所得之數。既大於測量所得之數。

則太陽光大之能侵削地影可知矣。然不得太陽之光分。雖逐時測量。又有影差雜於其內。則地影之大小終不能得其眞。今立法以太陰在中距之地影半徑四十四分四十三秒爲準。前測月食實引二宮三度近中距。而其影畧與表合。故以中距之地影爲準。求太陽之光分。命地半徑甲巳爲一百分。則太陰在中距朔望時距地心之甲丑爲五千六百七十二。丑甲寅角卽爲四十四分

四十三秒。用甲丑寅直角三角形求得丑寅為七十三小餘七八甲寅為五千六百七十二小餘四八。又用甲巳寅直角三角形。巳為直角。求得巳甲寅角為八十



八度五十九分二十四秒。於象限內減去巳甲寅角。又減去丑甲寅角餘一十五分五十三秒。為卯甲巳角。乃用卯甲

己直角三角形。（己為直角。）求得甲卯為一百又千分之一。甲卯內減去與丑寅相等之甲辰。餘二十六小餘二二一為辰卯。於是以卯辰寅勾股形（辰寅與甲丑等。）與卯甲

庚勾股形為比例。得甲庚二萬一千六百三十二。卽地影之長。又以甲己庚勾股形與丙丁庚勾股形為比例。得丙丁

六百三十七。即太陽之光分爲地半徑之六倍又百分之三十七也。既得丙丁太陽之光分。又得甲庚地影之長。乃於甲庚內減太陰在最高距地心之甲巳

五千八百一十六。餘巳庚一萬五千八百一十六。以甲卯庚勾股形與巳午庚勾股形爲比例。得巳午七十三小餘一

一。又用甲巳午直角三角形求得甲角四十三分一十三秒。爲太陰在最高所過地影之半徑。於甲庚丙減太陰在最卑距地心之甲未五千四百八十四。餘

未庚一萬六千一百四十八。以甲卯庚勾股形與未申庚勾股形爲比例。得未申七十四小餘六五。又用甲未申直角

三角形求得甲角四十六分四十八秒爲太陰在最卑所過地影之半徑比舊表最高多一十三秒最卑少一十二秒蓋舊表固由實測要亦準於太陰之高卑今測太陰之在最高較舊數爲稍卑故月徑大而影徑亦大太陰之在最卑較舊數爲稍高故月徑小而影徑亦小然月徑約以三十分爲十分影徑差一十二秒食分止差四秒固不失爲密合

況影徑隨月徑而大小。尤不致舛謬也。於是以隨時太陰距地心之地半徑數。各與地影之長相減。以求得地影之半徑綫。又各求其相當之角。卽得太陰隨時之影半徑。以立表。

求影差之法。用太陽在最高所生之長影。求得太陰在中距時所當之影半徑四十四分四十三秒爲率。而以太陽在最卑所生之短影。亦求得太陰在中距

所當之影半徑爲四十四分零八秒相差三十五秒爲太陽最高最卑兩限之影差。其餘影差。俱依此例推之。