

## 清史稿卷五二

## 志第二七

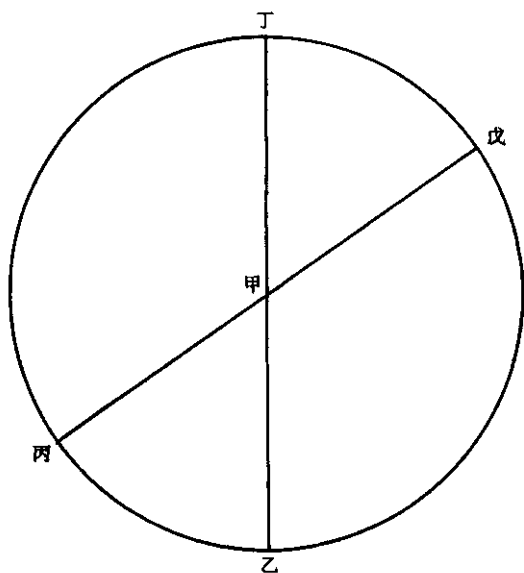
## 时宪八

## 凌犯视差新法上

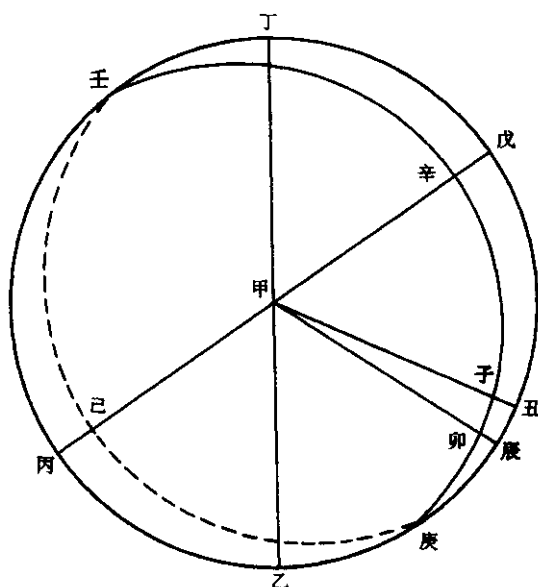
## 求用时

推诸曜之行度，皆以太阳为本；而太阳之实行，又以平行为根。其推步之法，总以每日子正为始，此言子正者，乃为平子正，即太阳平行之点临于子正初刻之位也。今之推步时刻，虽以两子正之实行为比例，而所得者亦皆平行所临之点，则实行所临之点，自有进退之殊。设太阳在最卑后实行大于平行，则太阳所临之点必在平行之东，以时刻而言，乃为未及。若太阳过最高后实行小于平行，则太阳所临之点必在平行之西，以时刻而言，乃为已过。故以应加之均数变时为应减之时差，应减之均数变时为应加之时差，此因太阳有平行实行之别，以生均数时差也。然太阳所行者黄道，时刻所据者赤道，因黄道与赤道斜交，则同升必有差度。如二分后赤道小于黄道，其差应减，在时刻为未及。二至后赤道大于黄道，其差应加，在时刻为已过。故以正弧三角形法求得黄赤升度差，变为时分，二分后为加，二至后为减，此因经度有黄道赤道之分，以生升度时差也。按本时之日行自行所生之二差，各加减于平时而得用时，由用时方可以推算他数，故交食亦必以推用时为首务，即日月食之第一求也。其法理图说已载于《考成前编》，讲解最详，其图分而为二，且均数时

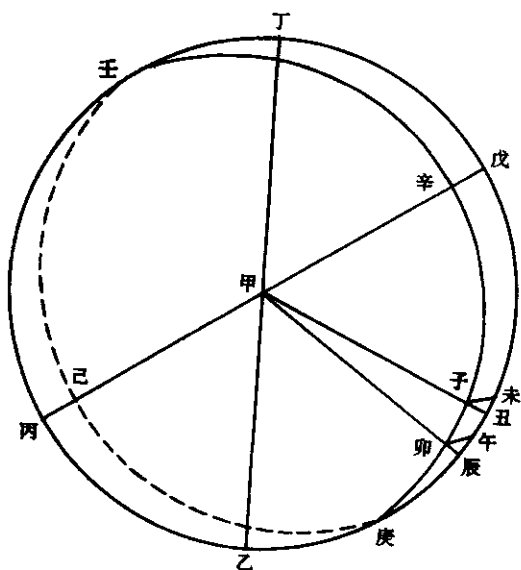
差图系用小轮。至《考成后编》求均数改为椭圆法，其法理亦备悉于《求均数篇》内，然未言及时差。今依太阳实行所临黄道之点，以均数之分取得黄道上平行点，即以平实二点依过二极、二至经圈作距等圈法，引于赤道，可使二差合为一图。其太阳之经度所临之时刻及二时差之加减，皆可按图而稽矣。



如道光十二年壬辰三月初六日癸丑戌正二刻十一分，月与司怪第四星同黄道经度，是为凌犯时刻。本日太阳引数三宫三度五十五分，太阳黄道经度三宫十五度五十三分，求用时。如图甲为北极，乙丙丁戊为赤道，乙甲丁为子午圈，乙为子正，丁为午正，己庚辛壬为黄道，丙甲戊为过二极二至经圈，己为冬至，辛为夏至，庚为春分，壬为秋分。子为太阳实行之点，当赤道于丑，则丑点即太阳实临之用时。卯为太阳平行之点，而当赤道于辰。其卯子之分，即应加

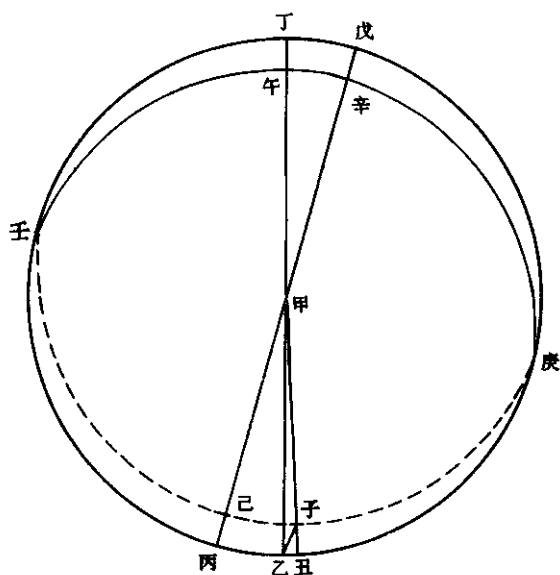


之均数一度五十五分四十五秒，试自卯子二点与丙甲戊过极至经圈平行作卯午、子未二线，即如距等圈，将太阳平行、实行之度皆引于赤道，则庚午必与庚卯等，庚未必与庚子等，其赤道之午未必与卯子均数等。变时得七分四十三秒，为赤道午未之分，即均数时差也。次用庚丑子正弧三角形求庚丑弧，此形有丑直角，有庚角黄赤交角二十三度二十九分，有庚子弧太阳距春分后黄道度十五度五十三分。乃以半径为一率，庚角之余弦为二率，庚子弧之正切为三率，求得四率为庚丑弧之正切，检表得庚丑弧十四度三十七分三十六秒，为太阳距春分后赤道度。乃与庚子黄道弧相等之庚未弧相减，得丑未弧一度十五分二十四秒，为应减之黄赤升度差。变时得五分二秒，即升度时差也。盖太阳平行卯点，距春分之庚卯弧与庚



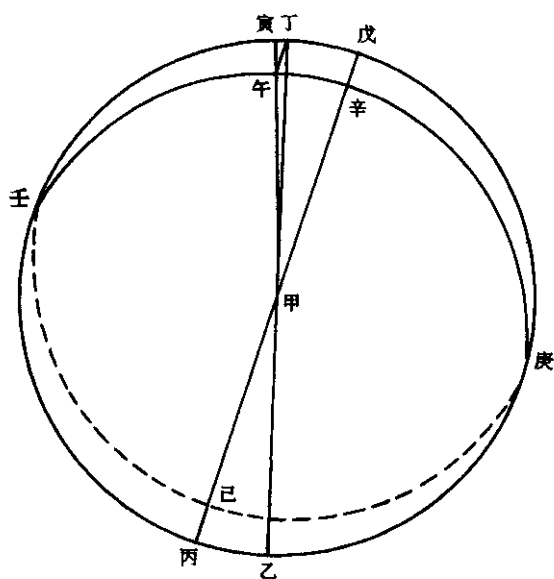
午弧等，则午点乃为平时，即今之凌犯时刻。而太阳实行子点，距春分之庚子与庚未弧等，则午未为平行与实行之差。如以太阳右旋而言之，为实行已过平行，然以随天左旋而计之，为实行未及平行，是未点转早于午点，故必减午未均数时差，乃得未点时刻，此太阳在黄道虚映于赤道之时刻也。然子点太阳实当赤道之丑，则丑未为黄道与赤道之差。若以经度东行而言之，为赤道未及黄道，兹以时刻西行而计之，为赤道已过黄道，是丑点复迟于未点，故必加丑未升度时差，方得丑点时刻，即太阳在黄道实当于赤道之时刻也。其两时差既为一加一减，而所减者又大于应加之分，故先时两时差相减，得丑午时分二分四十一秒，而为时差总。此因两时差加减异号故相减，若同号则相加，所谓两数通为一数也。又因减数大于加数，故仍从减，若加



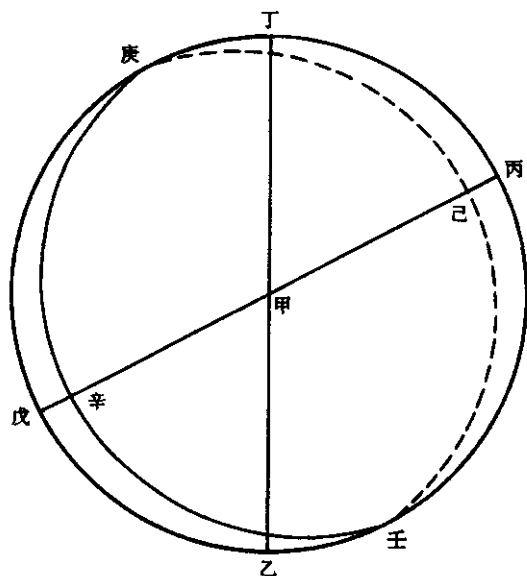


行当赤道之丑点合，是由平行所得之时刻，已合实行实临赤道之用时，遇此可无庸求其时差也。然何以知之，盖两时差之数相等，必减尽无余，即无时差之总数矣。今试按法求之，既作卯丑、子未二线，其庚丑与庚卯等，庚未与庚子等，则丑未必与卯子均数等，变时得七分三十秒，即赤道上应减之均数时差。次用庚丑子正弧三角形，求得庚丑弧赤道度，与庚子弧黄道度相等之庚未弧相减，得丑未弧，黄赤升度差恰与均数等。变时亦得七分三十秒，即赤道上应加之升度时差。其时差一为加、一为减，而两数相等，乃减尽无余，既无时差之总数，则其凌犯时刻即为用时可知矣。此法以丑点凌犯时刻减去均数时差，得未点实行虚映之时刻，而复加相等之升度时差，所得用时，固仍在丑点之位，盖因太阳平行距春分后黄道度等于太阳实行距春分后赤道度故也。又如太阳正当本天之最卑或最高，乃无平行实行之差，自无均数时差，止加减升度时差一数。设太

阳当本天最卑，又当子正，如太阳在黄道之子点，则庚乙与庚子等，以庚丑子正弧形求得丑乙黄赤升度差。变时减于乙点时刻，即得丑点用时，乃在乙点子正之前也。若太阳当本天最高，又当午正，如太阳在黄道之午点，则壬丁与壬午等，以壬寅午正弧形求得寅丁黄赤升度差，变时减于丁点时刻，即得寅点用时，乃在丁点午正之前也。



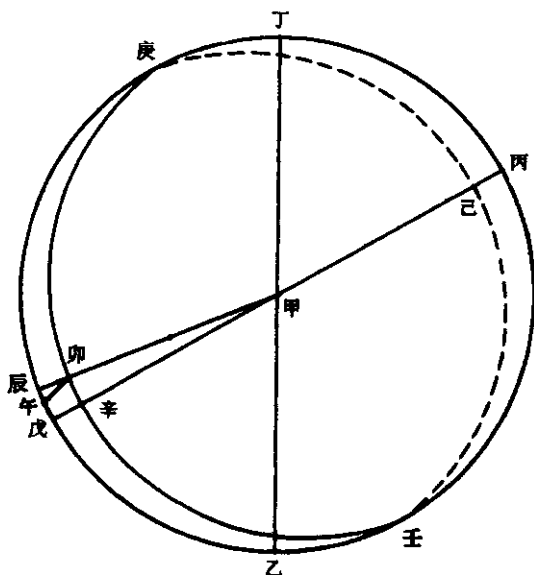
又如太阳实行正当冬、夏至或正当春、秋分，此四点皆无黄道赤道之差，自无升度时差，止加减均数时差一数。设太阳实行六宫初度为正当夏至，在黄道之辛点，当赤道于戊，而平行卯点，当赤道于辰，自卯点与丙甲戊过极至经圈平行作卯午距等圈，则午点为凌犯时刻，其戊午与辛卯均数等，变时得均数时差。减于午点而得戊点，即用时也。



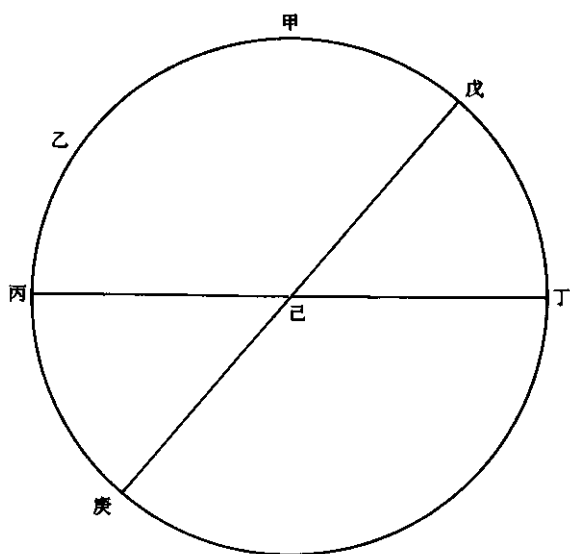
### 求春分距午时分、黄平象限宫度及限距地高

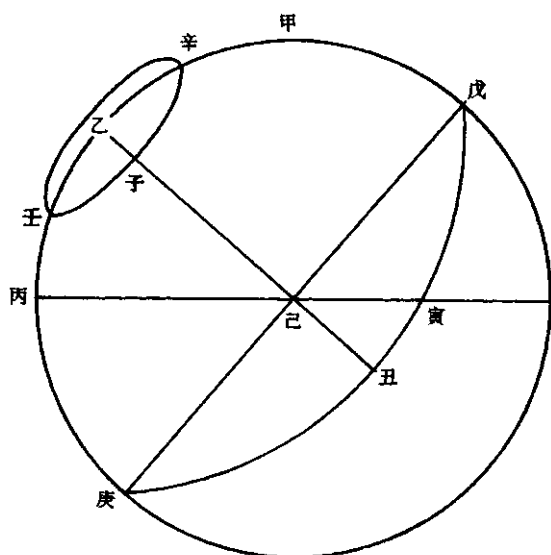
推算太阴凌犯视差，固依《后编》求日食三差之法，而其为用不同。盖日食之东西差为求视距弧，而南北差为求视纬，其视距弧、视纬则为求视相距及视行之用。缘太阴行于白道，是必以白平象限为准焉。若五星之距恒星、五星之互相距，皆以黄道同经度之时为相距时刻，而较黄纬南北相距之数为其上下之分也。至月距五星、月距恒星，亦皆以黄道经度相同之时为凌犯时刻，不更问白道经度，其于白平象限又何与焉？然其以东西差定视时之进退，以南北差判视纬之大小，以定视距之远近者，其差皆黄道经纬之差，故必以黄平象限之宫度为准。黄平象限者，地平上黄道半周适中点也。顾黄道与赤道斜交，地平上赤道半周适中点，恒当子午圈，而地平

上黄道半周适中点，则时有更易。盖黄极由负黄极圈每日随天左旋，绕赤极一周，如黄极在赤极之南，则冬至当午正，其黄道斜升斜降；若黄极在赤极之北，则夏至当午正，其黄道正升正降，而黄平象限亦皆恰当子午圈；设黄极在赤极之西，则春分当午正，其黄道之势斜倚，出自东北而入西南，黄平象限乃在午正之东；设黄极在赤极之东，则秋分当午正，其黄道出自东南而入西北，黄平象限乃在午正之西。是则黄道之向，随时不同，故以黄道之逐度，推求黄平象限及限距地高以立表。



先设太阳正当春分点，黄道实行为三宫初度，求午正初刻黄平象限官度及限距地高度分。如图甲乙丙丁为子午圈，甲为天顶，丙丁为地平，乙为北极，乙丙为京师北极出地，高三十九度五十五分，戊己庚为赤道，交于地平之己点，其戊点当午正，为地平上赤道半





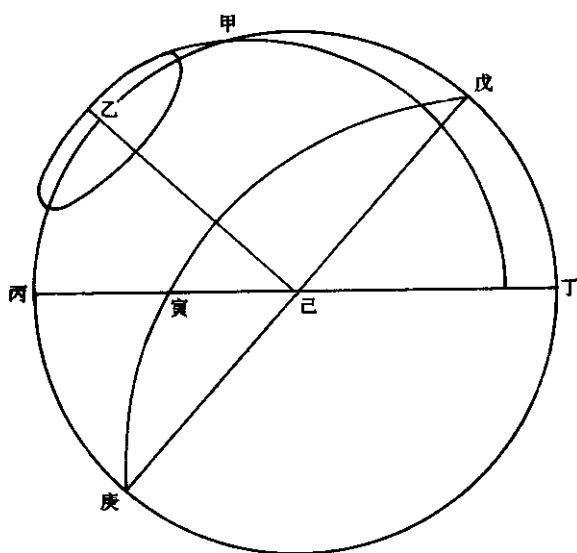
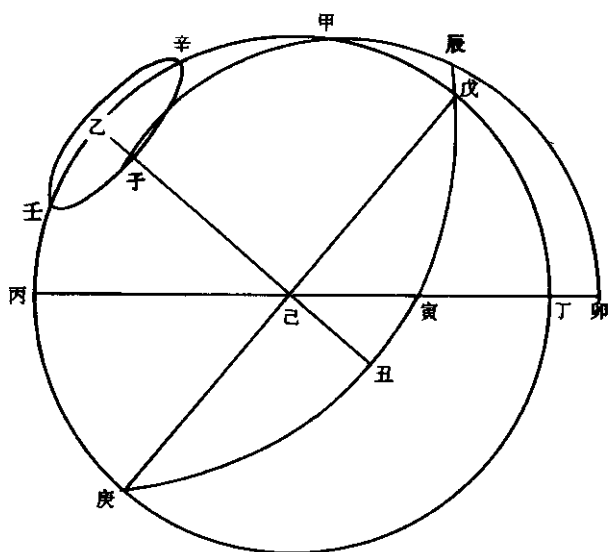
周适中之点，戊子为赤道距地高五十度五分，当戊己丁角，辛子壬为负黄极圈，子为黄极，乙子己丑为过极至经圈，戊丑庚为黄道，而交地平于寅点，庚为秋分，丑为冬至，戊为春分，即太阳之所在，临于午正，乃无春分距午之时分。试自黄极子点出弧线过天顶作子甲卯黄道经圈，为本时黄平象限，其辰点为地平上黄道半周适中之点，而在正午之东，即黄平象限宫度也。辰寅卯角为黄道与地平相交之角，而当辰卯弧，即本时限距地高之度也。法用戊辰甲正弧三角形求辰、甲辰二弧，此形有辰直角，有戊甲弧赫道距天顶，与乙丙北极高度等。以赤道交子午圈之戊直角九十度内减己戊丑角黄赤交角二十三度二十九分，得寅戊丁角六十六度三十一分，为黄道交子午圈角；亦名黄道赤经交角。与辰戊甲角为对角，其度等。乃以半径为一率，戊角黄道赤经交角之余弦为二率，戊甲弧赤道距天顶，亦即

太阳距天顶其正切为三率，求得四率，为黄平象限距午之正切，检表得十八度二十六分十四秒，为戊辰弧黄平象限距午正之黄道度。与戊点春分三宫相加，因黄平象限在午东，故加。得辰点三宫十八度二十六分十四秒，即本时黄平象限之经度也。又以半径为一率，戊角黄道赤经交角之正弦为二率，戊甲弧太阳距天顶之正弦为三率，求得四率，为黄平象限距天顶之正弦、检表得三十六度三分九秒，为甲辰弧黄平象限距天顶。与甲卯象限九十度相减，得辰卯弧五十三度五十六分五十一秒，即本时限距地高，而当辰寅卯角之度也。

|    |       |    |       |
|----|-------|----|-------|
| 一率 | 半径    | 一率 | 半径    |
| 二率 | 戊角余弦  | 二率 | 戊角正弦  |
| 三率 | 戊甲弧正切 | 三率 | 戊甲弧正弦 |
| 四率 | 戊辰弧正切 | 四率 | 甲辰弧正弦 |

又设太阳正当秋分点，黄道实行为九宫初度，求午正初刻春分距午时分并黄平象限及限距地高，即以秋分当于正午之戊，则庚未戊为黄道，交地平于寅，庚为春分，未为夏至，子乙未己为过极至经圈，亦自黄极子点出弧线过天顶，作子甲卯弧黄平象限，而地平上黄道适中之辰点，在正午之西。先以春分距午西之庚戊赤道半周变十二时为春分距午之时分，次仍用戊辰甲正弧三角形求戊辰、甲辰二弧，此形有辰直角，有戊甲赤道距天顶。以戊直角内减己戊内角黄赤交角，得辰戊甲角黄道赤经交角，亦六十六度三十一分，求得戊辰弧黄平象限距午正之黄道度，亦十八度二十六分十四秒。与戊点秋分九宫相减，因黄平象限在午西，故减。得辰点八宫十一度三十三分四十六秒，即本时黄平象限之经度。又求得甲辰弧与甲卯象限相减，得辰卯弧，亦为五十三度五十六分五十一秒，即本时限距地高，而当辰寅卯角之度也。

又设太阳距春分后三十度，黄道实行为四宫初度，求午正初刻黄平象限诸数。乃以黄道经度四宫初度当午正如辛点，即太阳之所在，辛壬癸为黄道，交地平于寅。丑为冬至，壬为春分，乙子丑为过





黄道赤经交角。次用辛辰甲正弧三角形求辛辰、甲辰二弧，此形有辰直角，有辛角，与壬辛戊角为对角，其度等。以甲戊弧赤道距天顶内减辛戊黄赤距度，得甲辛弧二十八度二十五分二十七秒，为本时太阳距天顶。乃以半径为一率，辛角黄道赤经交角之余弦为二率，甲辛弧太阳距天顶之正切为三率，求得四率，为黄平象限距午之正切，检表得十度四十七分二十八秒，为辛辰弧黄平象限距午正之黄道度。与辛点四宫初度相加，因黄平象限在午东，故加。得辰点四宫十度四十七分二十八秒，即本时黄平象限之经度也。又以半径为一率，辛角黄道赤经交角之正弦为二率，甲辛弧太阳距天顶之正弦为三率，求得四率，为黄平象限距天顶之正弦，检表得二十六度二十七分二十秒，为甲辰弧黄平象限距天顶。与甲卯象限度九十度相减，得辰卯弧六十三度三十二分四十秒，为本时限距地高，即当辰寅卯角之度也。

|    |       |
|----|-------|
| 一率 | 半径    |
| 二率 | 壬角余弦  |
| 三率 | 壬辛弧正切 |
| 四率 | 壬戊弧正切 |

|    |       |
|----|-------|
| 一率 | 半径    |
| 二率 | 壬角正弦  |
| 三率 | 壬辛弧正弦 |
| 四率 | 辛戊弧正弦 |

|    |       |
|----|-------|
| 一率 | 壬辛弧余弦 |
| 二率 | 壬角余切  |

三率 半径  
四率 辛角正切

一率 半径  
二率 辛角余弦  
三率 甲辛弧正切  
四率 辛辰弧正切

一率 半径  
二率 辛角正弦  
三率 甲辛弧正弦  
四率 甲辰弧正弦

又设太阳距秋分前三十度，黄道实行为八宫初度，求午正初刻黄平象限诸数。乃以辛点太阳实行当正午，其申点为秋分，而在午东，壬为春分，未为夏至，子乙未为过极至经圈，亦自黄极子点过天顶，作子甲卯弧本时黄平象限，而在午西。法用辛戌甲正弧三角形，此形成为直角，申角为黄赤交角，申辛黄道弧亦为三十度，求得申戌赤道同升度，亦为二十七度五十四分一十秒。乃与壬申赤道之半周相减，得壬戌弧五官二度五分五十秒，为本时春分距午后赤道度。变时得十时八分二十三秒，即本时春分距午时分也。次用辛辰甲正弧三角形，辰为直角，其辛角黄道赤经交角及甲辛弧太阳距天顶，皆与前图之度等。求得辛辰弧黄平象限距午正黄道度，亦为十度四十七分二十八秒。与辛点八宫初度相减，因黄平象限在午西，故减。得辰点七宫十九度十二分三十二秒，即本时黄平象限之经度。又求得甲辰弧与甲卯象限相减，得辰卯弧，亦为六十三度三十二分

