

談天目錄

第一冊

卷首 例……………一

卷一 論地……………五

卷二 命名……………二三

卷三 測量之理……………三三

卷四 地理……………五九

第二冊

卷五 天圖……………一

卷六 日躔……………一六

卷七 月離……………四七

卷八 動理……………六四

卷九 諸行星……………六九

卷十 諸月……………九五

第三冊

卷十一 彗星……………一

卷十二 攝動……………二三

卷十三 橢圓諸根之變……………四二

卷十四 逐時經緯度之差……………六三

第四冊

卷十五 恆星……………一

卷十六	恆星新理	二〇
卷十七	星林	五七
卷十八	曆法	八九
附表		一〇七

談天

卷五 天圖

測定天空諸曜相距之方向并遠近。作圖或球顯其象。作表詳其度分。較作地球圖表尤易。

天空諸星俱可取爲本點。而用三角形求他星相距之度。與地面之理同。推蒙氣差求得真度。方可著於圖表。又與地面之山嶺城郭同。而安坐一處。可盡測半球。則較測地面更易也。又有簡法。因地球自轉。測各星過本地子午圈。而準赤道推其經緯度。卽能一一定某星在天球某點。甚密也。蓋天球每一點之經緯度。與地球每一處之經緯度。理無異。知星之經緯度。能定其星於天球面。猶之知某城之經緯度。卽能定其城於地球面也。而用子午圈測星。較弧三角法其便有四。各星至子午圈。高弧最大蒙氣最輕。一也。測器爲子午儀子午環器差最微。二也。無論角之銳鈍俱甚便。三也。用此法測得之數。卽可著於表。不似三角法須推算。四也。故今天文家恆用此法。

欲知星之經度。但用子午儀測其過子午圈。驗恆星鐘表之時刻。即得。地面可任取一處。爲經度所起。則作天圖。亦可任取一星。爲原點。不必從春分起也。準原點以測時角。有時之較。即知他星之經度。測諸較有微差。當正之。方得真經度。法詳後。

欲知星之緯度。有二法。一用牆環或子午環。測星過子午圈時之高弧。準本地緯度。即知星之緯度。一用牆環測星之距極數。見卷三與九十度相減。即星之緯度。去其蒙氣差。方得真緯度。既得諸曜之經緯度。即可作圖與球。

天空諸曜。有時時變其處者。月之變最速。其次爲日。其次爲諸行星。而恆星則相與之方位恆不變。然詳考歷代測望簿。亦有數星小變其處。是謂恆星之自動。然其動甚遲。作不動論亦可。故諸曜分爲二類。恆星類不變。日月行星彗星皆歸行星類。時時變作天圖者。於圖或球識天空諸曜之處。又識天球之極。爲天之不動處。即地軸諸平行線之合點。又識二分點。及赤道之處。極點分點及赤道爲虛點虛圈。非有星顯之也。地軸變。則亦隨之變。憑之測最便。故作球與圖恆識之。最妙者。造同心大小數天球。最外者識諸心於上。餘識便測望之諸點與圈。當知此諸球任相磨而轉。因地軸或他故緩緩變。則此

諸點及圈。與歷代所測之星簿皆合。而星之小變不足異。其故可考矣。

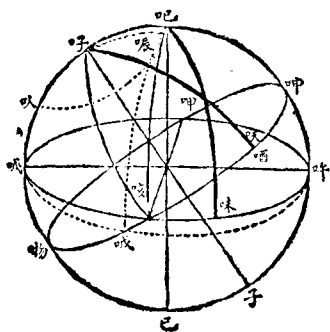
天空中人人能知者。爲天河。天河約略成天空大圈一帶。中分爲二道。後復合爲一。自古至今。其形狀不變。近代用遠鏡測之。見爲無數小星相聚而成。

黃道十二宮之星。爲日月諸行星之所經。故常論列之。設欲於諸星中測日月與諸行星之道。當屢測各曜與諸星相近之度。作線聯之。卽成本星道。一似航海者。日作海中所行之路圖也。日道爲球上一大圈。卽黃道也。與赤道相交於二點。卽春秋分點。其交角爲二十三度二十八分。太陽自南向北之點。爲春分。自北向南之點。爲秋分也。諸行星之道。亦周於天球。但不若日道之爲大圈。而成螺旋線之一種。又易其處。卽易其速率。與日同者。惟皆自西而東也。諸行星道恆在黃道兩邊。最遠不過八九度。火木二道問有數小星不在此例。又恆變。自古至今黃道相近一帶中。各點俱曾經過。故其道不能著於圖。行星然其體甚微。故不論。之動法最繁。因我所居之地亦動故也。設居日面觀諸行星。則不若是之繁矣。蓋居日面觀諸行星動。與居地面觀日動無異也。是以測日躔爲最要。其益非一事而已也。考定其行法。準之卽可考諸星之行法。

黃道爲日之視道。見日行黃道一周爲一歲。歲實三百六十五日六小時九分九秒六。此太陽時之數。若恆星時。則爲三百六十六日六小時九分九秒六。二時之異。蓋由每日見太陽與星。皆向西行。而一年見太陽於黃道。則向東行。卽如太陽西行遲於諸星。每日約一度。歷一年。則見太陽繞地較諸星少一周。而太陽時較恆星時少一日也。故恆星時與太陽時之比。若一・〇〇二七三七九一與一之比。以此二數測時。猶之以二國之尺度物。既有定率。則便於用也。

考古今測望簿。知黃道有小變。其故詳後卷。但其變甚緩。若數百年中。作不變論可也。

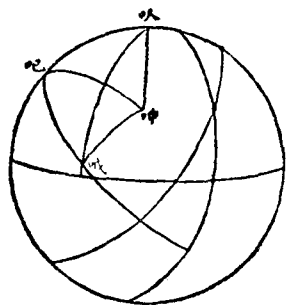
黃道之二極。爲球上相對二點。距黃道四面俱九十度。黃赤二極相距。如黃赤交角。亦二十三度二十八分。名曰黃斜度。如圖。巳爲南北二極。凡單言極皆指赤極後做此。喊呬呬咳爲赤道。呬子爲二黃極。咳呬呬爲黃道。呬咳呬角與呬呬呬呬二弧度俱相等。爲黃斜度。咳爲春分點。呬爲秋分點。呬呬俱爲黃道距赤道最遠點。名二至。



點。呻在黃道最北爲夏至。嘓在最南爲冬至也。過黃赤兩極之大圈。呾呾呾子已。名二至經圈。過二分之子午圈。呾咳已呾。名二分經圈。準從黃極過諸星之線。亦可推諸星之方位。理與赤道同。此諸線名曰黃經圈。黃經圈上星距黃道度分。名黃緯度。本經圈距春分度分。名黃經度。如前圖。呾爲星。呾呾味爲過星之赤經圈。呾呾呾爲過星之黃經圈。咳味爲星之赤經度。味呾爲赤緯度。咳呾爲星之黃經度。呾呾爲黃緯度。黃道在天球。如赤道在地球。黃道在諸星中間。方位永不變。如赤道在地面。方位永不變也。詳見後卷。

知星之赤道經緯度。即可推得黃道經緯度。反之亦然。如上圖。呾呾呾呾爲二至經圈。距春分咳俱九十度。咳點卽爲二至圈之極。故若知赤經度咳味。則亦知咳味。卽咳呾呾角。亦卽呾呾呾角。今設有弧三角形呾呾呾。已知呾呾呾弧。卽黃斜度。亦知呾呾呾弧。卽星距極。亦卽赤緯味呾之餘度。又知呾呾呾角。依三角法可推得餘邊呾呾。及呾呾二角。夫呾呾呾弧卽黃緯呾呾之餘度。而呾呾呾角卽呻呾呾角。爲黃經呾呾之餘度。是知赤經緯。即可推黃經緯也。若先知黃經緯。亦可反推之。此題在天文中。其用最廣。

設欲知某時黃道交地平之二點。及黃平象限。卽高弧最大之點也。及此點距分點之度。當準天頂及黃赤二極所成之弧三角形推之。如圖。呬爲天頂。卽地平之極。吧爲赤極。𠵿爲黃極。設有恆星時。又有黃極赤經度十八時。卽亦知呬吧𠵿時角。推黃道所在。取呬吧𠵿三角形。有呬吧弧。卽天頂赤緯餘度。有呬𠵿弧。卽黃赤二極距度二十三度二十八分。有呬吧𠵿角。卽黃極距午度也。依三角法推得呬𠵿弧。等於黃平象限之高弧。又得呬吧𠵿角。爲黃極地平經度。以加減九十度。卽得黃道交地平二點之地平經度。又推得呬吧𠵿角。其餘度卽黃平象限之黃經度。設欲知星之黃赤二經交角。以呬爲星。用呬吧𠵿三角形推之。已有呬吧𠵿二弧。亦有呬吧𠵿角。爲星之赤經與二至經線之交角。依法可推得呬吧𠵿角。卽所求之角也。



既測得諸星中間之黃道。亦可知此時春分點咳見黃道之二極條之圖所在。此點爲赤道經度所起。爲最要點。考歷代測簿。知此點時時移動。以平速行於黃道。自東至西。以諸曜每日西行言之。則分點恆速於星。

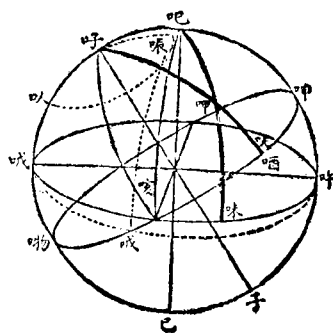
以東行言之。則分點每歲退行五十秒一。名歲差。雖甚微。然積久則大。亦天學中一不便事。因星表恆須改造故也。最古之星表。與今星表相較。二分點退至三十度。今推得二萬五千八百六十八年。行於黃道一周。

因有歲差。故恆星行星經度。俱以平速漸變。蓋春分點爲黃赤經度所起。此點退後。則無論恆星行星。經度必俱變也。一若天球自轉於黃道極。其一周與每日繞赤道極一周相似。諸星經度之變。非星自動。由原點即春分點退行而然也。若任取一恆星爲原點。則無此變矣。置分點不論。但觀赤極屢變其處。其故自明。無論何時。用子午環或牆環。任測三星。用三角形推之。能知赤極所在。黃道及他圈俱不論。細考之。雖二時甚相近。其變不能覺。然據理一定有變。赤極之變法有多端。其一略近平速。歲差所由生。又有諸不平速。章動詳後所由生。此二事本於一根。俱因地球自轉而生也。歲差之動。以平速繞行黃極。所行平員之半徑。爲二十三度二十八分。自東而西。一年行五十秒一。歷二萬五千八百六十八年而一周。觀極有如是行法。即明歲差之故矣。如圖。赤極吧繞黃極呼。行於小圈吧。嗆人。赤極至嗆。則赤道咳嗽變成咳嗽。距新極嗆皆九十度。而黃赤交點即春分。自咳嗽行至咳嗽。是歲差之理。由於赤極

繞黃極。行於諸星間。成小圈。故天球之轉。日日生變。而古今所見天球之極。恆易其處。夫極爲地軸諸平行線之合點。極既見有如是之行。則地軸必有尖錐形動法。其端恆指極所行之小圈。地軸變。全地球與之同變。蓋地軸一如鐵條貫地球。其兩端在地面。永不變方位。故從太古至今。地面之緯度永不變。而海潮升降。亦略無少異。此軸與球同變之明證也。

準歲差理。諸恆星與極有漸近者。有漸遠者。今之極星。昔非恆近於極。後亦非恆近於極。考最古之星表。此星距極十二度。今一度二十四分。後必近至半度。再後必復漸遠。而他星爲極星。後一萬二千年。織女大星必爲極星。最近時距極五度。

埃及峇塞之地。有石築四方大尖堆九。其築時迄今約四千年。爾時諸星之經度。較今少五十五度四十五分。推赤極當近右樞。相距三度四十四分二十五秒。爾時近極諸星中。此爲最明則必爲極星。考峇塞地北極出地三十度。故此星下過峇塞子午圈。其高度爲二十六度十五分三十五秒。近有西士



外仕者。開此諸尖堆驗之。其大者六。俱有隧道斜下。與地平交角略同。一爲二十六度四十一分。一爲二十五度五十五分。一爲二十六度二分。一爲二十七度。一爲二十七度十二分。一爲二十八度。約得中數爲二十六度四十七分。又阿婆媳地二尖堆。其隧道與地平交角。一爲二十七度五分。一爲二十六度。當時坐諸隧道底。能見極星下過子午圈。則此諸尖堆。蓋爲測極星而設。非漫然築之也。

地軸除歲差外。別有搖旋之動。十九年一周。名章動。若無歲差。則十九年中。赤極必行成一小橢圓。長徑十八秒五。短徑十三秒七四。長徑恆向黃極。地軸有此動。故天空諸星。十九年中與赤極必乍近乍遠。而分點在黃道。必乍進乍退。諸星之黃赤二經度。必乍加乍減。

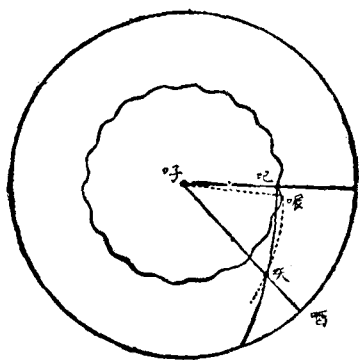
地軸兼有此二動。章動橢圓之長徑。一章中依歲差之動繞黃極行於小圈。過若干分。此若干分與圈之比。若一章與歲差周時之比。乃十九倍五十秒一。以真數計之。設小圈徑爲二十三度二十八分。則得六分二十秒。赤極依此二動而行。故其道非正圓。亦非橢圓。而成浪紋之圈。圖見後。天空諸曜。無論或

動或定。皆有此二差。故不能不云地軸之動。蓋若惟恆星有此二差。則可云恆星天如硬殼以黃極爲心而轉。二萬五千八百六十八年而一周。又有小動。十九年而一終。今日月行星俱有此二差。則其故

含地軸之動。不能解之矣。

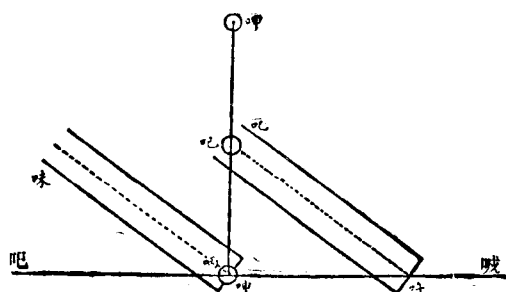
天空諸曜。因上二動。其方位時時生變。故凡言諸曜之經緯度。必當云在某年。又當分別平赤經度。真赤經度。真赤經度者。從春分實在之點起算也。凡推步皆用一定之元。或用正月初一日。或用每十年之第一年。或用每百年之第一年。皆推其時之歲差及章動而定其赤經緯度。其推法即前用黃經緯求赤經緯也。試依簡平儀法作圖。吁爲黃極。吧爲赤極。呋爲星。已有吁吧爲黃赤大距。吁呋爲星之黃緯餘度。吧呋呋角爲星之黃經餘度。吁呋不變。餘二數俱因歲差章動而微變。用所變弧角。求吧呋呋邊及吁吧呋角。即可定赤經緯度。蓋吧呋呋即赤緯餘度。而吁吧呋角。乃赤經加象限也。

歲差之經度。與積時比。若五十秒一。與一年比。而無緯度差。故黃赤大距不變。章動則兼有經緯度差。其數即地軸所行小橢圓之諸縱橫線也。

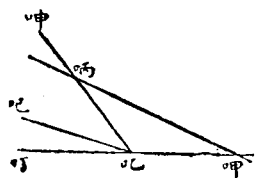


天算家所用之恆星時。以春分點過子午圈爲時之始。而春分點因章動而變。則時有加減不平矣。章動之差。已推得除去之。而時仍不平。蓋太陽一年中向西之行。比恆星少一日。而分點因逆行。二萬五千八百六十八年中多一日。故有平恆星時。真恆星時。平太陽時。真太陽時。歲差章動。令諸曜同變。而相與之方位不變。譬若舟在中流搖動。視岸上物俱生變。而相與之方位如故也。

諸曜又有光行差。因地球繞日行甚速。而諸曜之光亦有行法。故人視之。俱生微差。譬如無風時人立雨中。雨俱直下。僅着笠而不溼身。若疾行向前。則必着面。一若雨斜入笠下也。又譬如球從甲下墜。斜置吧咤筒。筒口在吧承之。若筒不動。則着吧邊。若球至吧時。筒向呻行。筒底自咤至呻。與球自吧至呻。其速率恰相合。則球雖直下。人視之一若斜行於筒之軸線也。遠鏡與人目亦然。無論光或如浪之來。或爲無數細點相聯直射。過物鏡未至聚光點時。若鏡中之交線橫移。而聚光點不變。則與交點不能合。又過目明角罩未至聚光點時。若日中之腦筋衣橫移。而聚光點不變。則與目底之中點不能合。故視物之處不真。卽光行差也。今地球繞日行於橢圓道。每秒約五十五里。其方向刻刻不同。而光行



每秒約五十五萬五千里。此二速率之比例雖甚大。然非無窮。乃若二十秒五之正切與半徑比也。如前圖。啞爲星。啞吧啞爲星之光線。吧啞爲遠鏡筒。斜置之。令物鏡之聚光點恰遇銅線交點。則吧啞與啞吧啞比。必若光速率與地速率比。即若半徑與二十秒五正切之比也。故啞吧啞啞。味角。啞吧啞爲遠鏡視軸方向與星真方向之交角。必爲二十秒五。若地行方向與星真方向非正交。理亦合。如圖。啞吧啞爲星之真方向。啞吧啞爲遠鏡斜置方向。則吧啞與啞吧啞比。若光速率與地速率比。亦若半徑與二十秒五正切比。準三角理。啞吧啞與啞吧啞比。若吧啞啞之正弦與啞吧啞比。即啞吧啞之正弦比。夫啞吧啞即光行差角也。光行差之正弦與地道及視線交角之正弦有比例。故視線與地道正交。則光行差最大。此事本當詳於後卷。因與天圖之理有關。故先論之。



光行差令諸曜之度俱微移。共向天空一點。卽本時地行方向諸平行線之合點也。地球行於黃道。則此點必居黃道面。在地球所在經度前九十度。卽太陽後九十度。故此點刻刻變。一年周於黃道。若每星論其差。則一年必成一小橢圓。設地不動。必見星在橢圓之中心。

諸星之視赤經緯。歲差章動外。又有此光行差。西士白西勒已造表。故求赤道之真經緯。甚便也。

凡物發光入我目。我方見物。然我所見之光。非我見時所發之光。乃未見前所發之光。其光自物至我目。中間所行之時。卽我見物距物發光之時。準地球速率。推得光行差而改正之。得恆星之真方向。然此方向。非發光時地球至星之一直線。乃光到時。地球至星之一直線也。故凡步行星。當以星地之距推光行若干時始至地。此若干時中。地當行若干路。星當行若干路。乃能得星視行度之全差。此差令星行之方向與視行之方向不符。其故有二。一爲光行差。卽上條地行與光行相合而生。一爲光道差。乃因光行之時星亦行而生。光道差恆并入光行差而合推之。

凡用器測天。所得之數有五差。須改正之。方可著於圖。或球。一蒙氣差。二視差。三光行差。四歲差。五章動差。以蒙氣差改之。則知無蒙氣時星當在何處。以視差改之。則知從地心視星當在何處。以光行差