

皇朝經世文續編

皇朝經世文續編卷八目錄

學術八 文學四附算學

圓率攷真圖解跋

對數序

論對數根

代數術序

論四元相消之理

九減法及任用他數減試說

論海洋深淺之理

質點

極說

繙譯航海通書原本

航海通書改率說

表算日食法

量法代算

中西歷學源流異同論

更定測北極出地簡法

曾紀鴻

劉彝程

劉彝程

華蘅芳

湯金鑄

沈善蒸

沈善蒸

韓應陞

韓應陞

金楷理

賈步緯

賈步緯

賈步緯

葉耀元

胡惟德

近代嚙人著述記

華世芳

皇朝經世文續編卷八

上海葛士溶子源輯

學術入 文藝四附算學

圖率攷眞圖解跋

曾紀鴻

曩讀古今人數學書莫不言割圖之難數理精蘊中所載圖率與西人固靈所求三十六位之數相同皆用內容外切屢次開方之法欲求此三十六位之率不下數十年工夫亦甚難矣後有泰西杜德美特立屢乘屢除之法省去開方較舊法爲稍捷然秀水朱君小梁用其術以求四十位圖率止有二十五位不誤其後十五位概行謬誤足見紛囂繁難易於淆亂果臣先生屬 紀鴻 等凝心構思幸得創茲巧法敘級甚速按等推求瞭如指掌邇日深於算者窮理之功多演數之功少反覺不切於日用今左君壬叟黃君玉屏竟用此術推得各弧背真數至百位之多庶幾息諸家之聚訟而爲古之困於圖率者置一左券也

對數序

劉彛程

人莫不知對數之用世亦不乏求對數之書奚俟後有論譔顧是書之不容已於作也其要有二一則自來求對數者求一對數祇可得一對數今思得一法求一對數俱可得兩對數蓋以前冊開方第二術求大於本數之對數較易正負相間之諸數爲皆正卽爲小於本數之對數較以前冊開方第三術求小於本數之對數較易諸數皆正者爲正負相間卽爲大於本數之對數較以此求諸對數以備立表視前人諸法不尤捷乎此首卷之所以要也一則近來西書求對數半較其法頗捷而立法之原不詳間以開方之理推之乃知亦係開方之法但此開方與前冊開方諸法不同蓋以中方根求大小兩方根半較法也爰自平方至無量數九乘方各

以率數闡之莫不顯然一貫而開方之說可以據爲定論無疑此次卷之所以要也至是書中逐事逐節闡微抉隱於對數之理均覺似非小補然以視最要之端則猶爲餘事矣

論對數根

劉彝程

第一問

問何謂對數根曰命單一下帶無數空位零一之數爲方根求其無量數九乘方之積爲真數次置方根零數即零一以一無量數乘之得單一爲真數之自然對數由自然對數求得定準對數卽對數根也法以十之自然對數爲首率十之定準對數單一爲中率求得末率爲對數根蓋十之自然對數與十之定準對數單一之比若以單一爲自然對數與其定準對數之比而此所得定準對數用之乘一切方根零數可得一切數之定準對數以其爲諸對數之所自出故曰對數根也

第二問

問以對數根乘一切數之方根零數而得一切數之定準對數其理若何且求一切定準對數舍對數根尙別有法乎曰一切數之方根零數既爲一切數之自然對數則置本數之方根零數任以若干數之定準對數乘之以若干數之自然對數除之必得本數之定準對數顧此法須一乘一除不若有乘無除或有除無乘之便有乘無除者以對數根爲乘法是也有除無乘者以十之自然對數爲除法是也蓋自然對數單一與定準對數對數根之比同於一切自然對數與一切定準對數之比而所宜置之一率係單一可以省除宜以單一爲爲二率一率一切自然對數爲三率一率求得四率爲一切定準對數故以對數根乘一切方根零數卽得一切定準對數又十之自然對數與十之定準對數之比同於一切數之自然對數與一切定準對數之比而十之定準對數係單一可以省乘故以十

之自然對數除一切方根零數即得一切定準對數夫位少之數乘便於除位多之數除便於乘似以十之自然對數為除法較以對數根為乘法為便十之自然對數與對數根皆位多之數顧乘除方根零數乃乘除於得數之後得方根也乘除所借之根單一為乘根於第一數之先第一數即連比乘除於後與乘除於先原無少異則與其以十之自然對數除方根零數孰若以對數根乘借根單一之為便乎此求對數者所以恆置對數根為第一數之實也置對數根為第一數之實即如以對數根乘單一也

第三問

問求對數根共有幾法曰舊法以十為本積開五十四次平方然後以方根為真數以方根之零數為自然對數以單一折半五十四次為定準對數置單一以定準對數乘之自然對數除之得對數根此一法也戴氏以十為本積先開三十一乘方為用數然後以用數開無量數九乘方求得方根零數以三十一乘方之廉率乘之即三十得十之自然對數以十之自然對數除定準對數單一得對數根此又一法也李紉叔氏以二為本數求得自然對數三因之得八之自然對數又求得四與五之自然對數較命為八與十之自然對數較四與五十比例同故對數較亦同以加入之自然對數為十之自然對數然後以十之自然對數除單一得對數根此又一法也夫舊法極繁不可為訓戴李二術因十之自然對數不可徑求故一則借用數以求之一則分二次以求之皆法之極善者也

第四問

又問求對數根別有法乎曰無論以若干數之自然對數除本數之定準對數皆得對數根以對數根乘諸自準對數則以諸自然對數除但諸數之自然對數與定準對數恆難兼而有之如二可得自然對數不能得定準對數十之平方根可得定準

對數不能得自然對數

試思何數可兼得自然與定準兩對數則得對數根矣間嘗於戴李二法外另立二法此二法比

戴李之法亦大略相似

前一法與戴法相似後一法與李法相似

此法任取略大於單一之數皆可為求對數根之借端明乎此然

後覺求之術途徑甚寬非一格所能限矣法如左

一任取略大於單一之數為借根屢自再乘至比十略大或略小而止為借積以十為本積視借根屢自再乘為若干次即以十開若干乘方得數為十之若干乘方根次以此方根為本數以若干乘方之廉率除十之定準對數單一為本數之定準對數復由本數求得自然對數然後以自然對數除定準對數得對數根

假如任取一一為借根自乘得一二一為平方以平方自乘得一四六四一為三乘方以三乘方自乘得二

一四三五八八八一為七乘方以七乘方自乘得四五九四九七二九八六三為十五乘方又以七乘方乘

之得九八四九七三三六七五為二十三乘方

此法較以一一累乘二十三乘方略捷

視二十三乘方之數與十相近而略小乃

以此數為借積十為本積求十之二十三乘方根法以借積減本積得〇一五〇二六七三三五為屢次乘

法十為屢次除法置借根一一為第一數乘法乘第一數除法除之得〇〇一六五二九四〇五八以廉率

二十四除之得〇〇〇〇六八八七二五三為第二數除法除之得〇〇〇〇〇一〇三四九三以二十五

乘之四十八除之

即廉率加一乘之二因廉率除之

得〇〇〇〇〇〇五三九〇四為第三數乘法乘第三數除法除之得

〇〇〇〇〇〇〇八一以四十九乘之七十二除之得〇〇〇〇〇〇〇〇五五一為第四數乘法乘第

四數除法除之得〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇八以七十三乘之九十六除之得〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇六

為第五數諸數相并得一一〇〇六九四一七一四為十之二十三乘方根

以上用開方第一術

次以十之二十三乘方根為本數以廉率二十四除十之定準對數得〇〇四一六六六六六七為本數

之定準對數仍以開方術求本數之自然對數法以單一為借積即為屢次除法以借積減本數得〇一〇

〇六九四一七一四為較積即為屢次乘法置借根單一借積一借根必仍為一以乘法乘之除法除之得〇一〇〇

六九四一七一四合以一無量數除之今不除寄為母即為第一數正本係第二數因但求方根零數故徑以第二數為第一數乘乘法乘

第一數除無法為單一除與不除無異故可省去得〇〇一〇一三九三一六一又一乘之二除之一乘二無量數除等得〇〇

〇五〇六九六五八一為第二數負乘法乘第二數得〇〇〇〇五二〇四八五又二乘之三除之得〇〇

〇〇三四〇三三三三為第三數正乘法乘第三數得〇〇〇〇〇〇三四二六八五又三乘之四除之得〇〇

〇〇〇〇二五七〇一四為第四數負如是求得〇〇〇〇〇〇二〇七〇四為第五數正〇〇〇〇〇〇

〇一七三八為第六數負〇〇〇〇〇〇〇〇一五為第七數正〇〇〇〇〇〇〇〇一三為第八數負

〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇一為第九數正諸正數相并并諸負數以減之得〇〇九五九四一〇四五六合

以一無量數乘之因第一數已寄一無量數為母是此數已為一無量數與方根零數相乘之數故即為借

積與本數之對數較又此對數較合加借積之對數為本數之對數而借積係單一無對數可加諸數之中無

對數故此對數較即為本數之自然對數置本數之定準對數〇〇四一六六六六六七以自然對數〇〇

九五九四一〇四五六除之得〇四三四二九四四八二即對數根也以上用開方第二術

一任取略大於單一之數為本數求得自然對數次以本數屢自再乘至比十略小或略大而止復求得此數

與十之自然對數較次置先所求自然對數以屢自再乘之次數加一乘之以後所求自然對數較加之得十

之自然對數然後以十之自然對數除十之定準對數單一得對數根

假如任取一一為本數求其自然對數法以單一為借積即為屢次除法以借積減本數得〇一為較積即

爲屢次乘法置借根單一降一位屢乘法除法皆爲一乘除所得之數但降一位而數不變故以降一位代乘除一次也得〇一爲第一數正此處寄母及得

數後不復以無量數乘之之說俱已見前置第一數降一位一乘之二除之得〇〇〇五爲第二數負置第二數降一位二乘之

三乘之得〇〇〇〇三三三三三三爲第三數正置第三數降一位三乘之四除之得〇〇〇〇〇二五爲

第四數負如是求得〇〇〇〇〇〇〇二爲第五數正〇〇〇〇〇〇〇一六七爲第六數負〇〇〇〇〇〇〇〇

〇〇一四爲第七數正〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇一爲第八數負諸正數相并并諸負數以減之得〇〇九五

三二〇一八爲一一之自然對數以上用開方第二術

次以一一累乘二十三次得九八四九七三二六七五爲一一之二十三乘方視此數與十相近而略小乃

以此數爲小積十爲大積復開無量數九乘方求大小兩積之對數較法置大積自除得一爲大借積以大

積除小積得〇九八四九七三二六七五爲小借積以減大借積得〇〇一五〇二六七三二五爲較積乃

以較積除小借積得六四五四八〇六七第二二位爲單數故誌以口爲屢次除法合以較積爲乘法小借積爲除法今以

去省置大借積之根單一以除法除之得〇〇一五二五五九八爲第一數正除法除第一數一乘之二除之

得〇〇〇〇〇一一六三七五爲第二數負除法除第二數二乘之三除之得〇〇〇〇〇〇〇一一八四爲第

三數正除法除第三數三乘之四除之得〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇一四爲第四數負第一第三數相并以第二

第四數相并減之得〇〇一五一四〇七八爲大借積與小借積之自然對數較亦卽爲大積與小積之自

然對數較大小兩借積皆寄大積除法爲母同一寄母則與原大積小積比例仍同比例同故對數較亦同次置一一之自然對數以二十三乘方之廉率

二十四乘之即是以累乘之次得二二八七四四三二爲小積之自然對數以大小兩積之自然對數較

加之得二三〇二五八五二爲十之自然對數置定準對數單一以十之自然對數除之得〇四三四二九

四四八二卽對數根也

以上用開方第四術

代數術序

華蘅芳

代數術二十五卷余與西士傅蘭雅所譯也傳君本精於此學余亦粗明算法故傳君口述之余筆記之一日數千言不厭其艱苦凡兩月而脫稿繕寫付梓經年告成爰展閱一過而序之曰數之名始於一而終於九故至十則進其位而仍以自一至九之數名之至百則又進其位而仍以自一至九之數名之如是以至千萬億兆其例一也夫古人造數之時所以必以十紀之者誠以數之多可至無窮若每數各與一名則吾之名必有窮時且紛而無序將不可記憶不如極之於九而以十進其位則舉手而示屈指而記雖愚魯者皆能之故可便於民生日用傳之數千百年至今不變也觀夫市廛貿易之區百貨羅列精粗美惡貴賤之不同則其數殊焉多寡長短大小之不同則其數又殊焉凡欲以其所有易其所無者必握算而計之其所斤斤計較者莫非數也設有人言吾可用他法以代其數夫誰能信之良以其乘除加減不過舉手之勞頃刻而得無有奧邃難明之理在其間本無藉乎代也惟是數理幽深最耐探索疇人演算務闡精微於是乎設題愈難布算愈繁甚至經旬累月不能畢一數且其所求之數往往雜糅隱匿於各數之內而其理亦紆遠而不易明若每事必設一題每題必立一術枝枝節節而爲之術之多將不可勝紀而仍不足以窮數理之變則不如任數理之萬變而我立一通法以馭之此中法之天元西法之代數所由作也代數之術其已知未知之數皆代之以字而乘除加減各有記號以爲區別可如題之曲折以相赴迨夫層累已明階級已見乃以所代之數入之而所求之數出焉故可以省算學之工而心亦較逸以其可不藉思索而得也雖然代數之術誠簡矣誠便矣試問工此術者遂能不病其繁乎則又不能也夫人之用心日進而不已苟不至昏耗迷亂必不肯中輟故始則因繁而

求簡及其既簡也必更進焉而復遇其繁雖迭代數十次其能免哉由是知代數之意乃爲數學中鉤深索隱之用非爲淺近之算法而設也若米鹽零雜之事而概欲以代數施之未有不爲市僧所笑者也至於代數天元之異同優劣讀此書者自能知之無待余言也

論四元相消之理

湯金鑄

四元之書今所存者以元朱漢卿四元玉鑑爲最古然四元實由天元所推廣而天元則宋秦道古數學九章元李鏡齋測圓海鏡益古演段郭邢臺授時脈艸皆著其法今並存唐王又孝通輯古算經所立諸術多與天元四元所衍得者同疑亦據此而作也攷九章算術少廣章曰借一算爲法步之似卽立天元一所自始顧天元因借一而立然所借止於一用猶未廣故推衍爲四元而四元法則悉本方程以爲用也蓋天元地元卽方程之一色一色而今式云式卽方程之一行二行故方程多一色須多一行猶元術多一元卽多一式四元之相消無異方程之互乘對減方程對減一徧去一色而省一行四元相消一徧亦去一元而省一式然則對減者方程之轉樞而相消者實四元之關鍵矣夫相消原與常法相減無異而理則有殊蓋減則數有大小卽有減餘之數而相消必兩數參差相等消後數有對者汰之無對者列爲正負存之故所得必正負相當而等於無數天元四元如是方程亦如是也相消法立一元者須得相等兩如積相消遇寄左數須開平方始與又數等者卽又數等於左數之平方根也故以又數自乘卽與寄左數相等因自乘必無奇零開方數常不盡故以此通之也或遇左數當以某數除之始與又數等者卽又數小於左數若干倍也則以其數乘又數令大若干倍卽與左數相等因如積常不受除故以此通之也兩數既等卽可消爲一行得開方式若立三元者既有兩如積相消而得一式矣然式中又有兩元之和數或較數則兩元仍不可知故必更求兩如積相消而得又一

式乃以此二式相消得開方式其法以所得二式左右列之以右式最左一行徧乘左式以左式最左一行徧乘右式則二式之最左一行必相同而相消必盡猶方程之互乘對減必減去最上一層也知其必盡故不必乘亦不必減所以省算也如是屢乘屢消以消至一行止爲開方式若遇兩式中左行之數彼大於此若干倍者可以約率求之不必互乘蓋互乘所以齊同今此既小於彼若干倍則依若干倍之卽與彼齊同矣遇兩式之行數不同如左式三行右式止二行者卽以右式移左一行消之其能移左者如以地元一徧乘之也遇層數高下不同者亦然如右式有數在太上一層左式太下一層始有數可令右式降而從之或以左式升而從之其能任意升降者如以天元一徧除之或徧乘之也若立三元則可任意升降而不可任意左右蓋地人兩元互相牽制也必消去人元或地元乃可任移左右也立四元則牽制更多升降左右均所不能必消去天元或物元乃可升降消去人元或地元乃可左右也故三元四元之法遇行數層數不齊者必用剔消法馭之剔消之理因各式之數既正負相當則任以一數乘之或除之其相當固不變卽其數任分爲二各自乘相減所得仍相當不變也故三元法遇各式行數多少不齊卽將少行之式直剔爲二各自乘而相消則數本爲元者可增而爲面體及多乘方可與多行之式相消矣四元法遇各式行數層數均不齊者則直剔一式使少行增爲多行又橫剔一式使少層增爲多層亦可與多行多層者相消矣至舊法天物相乘地人相乘得數皆紀於夾縫中式中有此則視其由何數相乘而得者卽以其數除而去之若不受除則乘他式以齊之凡此皆不外通分齊同之義而能盡相消之用者也

正負相當等於無數則任以數乘之除之或自乘開方或剔乘相消必仍相當而等於無數作者以此釋相消之理良由於四元代數貫徹純熟故能語必破的

九減法及任用他數減試說

沈善蒸

驗乘除之誤舊傳九減之外其三四六七八皆可作減試之法惟一二五不可用因乘除之誤恆差一二五等數故也梅氏算書祇有九減七減兩法因用他數減試之法均同七減故用他數之減法可不俱載焉按九減法無論驗加減乘除之誤先以法數各位相併滿九者以九減之減至不滿九而止又實數得數併減亦如之併減過之數法仍爲法實仍爲實如驗乘法者仍相乘驗除法者仍除之驗加減者仍加減之所得之數滿九者又九減之必與減過之原得數相同是爲無誤若不同必有誤矣七減法則稍異不能各位相併須從首位次第以七減之減至尾位不滿七而止減畢後乘除加減試驗之法皆與九減同試言其理夫數起於一極於九以一加九而成十以十加九十而成百所以一與十百千萬之較數爲九九九九九九九九九九十九按此諸較數俱爲九之倍數以九減之俱能卻盡無餘又如三與三十之較數二十七與七十之較數六十三亦爲九之倍數故無論何數退下一位或幾位卽與九減幾次無異譬如八十退下一位變爲八卽如八十以九減八次亦爲八所以九減之法十百千萬均可併入單位而他減則不能併也又準此理九減之法可以改爲以併代減更爲簡捷假如八百六十五萬五千七百八十四今欲以併代減將各位相併得四十三又相併得七則與九減減得之數同若論用他數減試視九減孰爲難易則他減難而九減易因九減可併故也然九減法有利亦必有弊凡乘除之誤往往因加錯位次與減錯位次者居多乃九減不能驗出此等之誤因九減亦不計位次之故是以九減雖稱捷法誠不如七減之盡善也

論海洋深淺之理

沈善蒸

依重心之理而論大西洋必深於太平洋赤道以北之洋必深於赤道以南之洋何以故凡地球吸力非地心

所生是地球全體各質點皆有吸力各點互吸其力必聚於公重心猶之一重物各質點皆有重率而重心必歸於一點也

凡萬物之有重力皆因地球吸力所致而重力與吸力原非二物故吸力之心即重心無疑

所以地面上有物墜下必向地球之公重心而海

面恆與重心至地面徑線成正交故重心即球心也又因地球以二極為軸每日東轉一周而生離心力焉故北半球之垂線俱向重心而稍偏南

垂線者即懸線也

南半球之垂線俱向重心而稍偏北維赤道與二極地方之垂

線直向重心是以地球為微圓形矣今閱地圖北半球陸地多於南半球若使海洋深淺略同則北半球地質多於南半球是北半球重而南半球輕其公重心必偏在北半球海水亦隨之而北乃北半球之低地沒為海洋南半球之淺海變為陸何能成現在之形狀以鄙意度之北半球之海洋應倍深於南半球之海洋故北半球洋面雖少以深補之仍不為少南半球洋面雖多以淺消之仍不為多乃兩半球之地質輕重相等而重心亦無偏北之勢庶能成現在之形狀又大西洋應深於太平洋之理亦然不知此論然否須質諸泰西測海家驗以實測方可自信如其不然必因地質有鬆密北半球地質多而鬆南半球地質少而密亦能輕重相等可使重心不偏也

質點

韓應陞

歐羅巴人光性論云物之微分人亦能分然不能至不可分之地蒙以為人之不能分非物之不可分以幾何之理言之物雖大合之可至無窮雖微分之可至無窮尺樵之說也而以為物有不可分之地者何也定質質點大水質點小水質點大氣質點小氣中各類應又分何類質點大何類質點小九與黍大小懸殊也以困盛丸以孟盛黍困底穴則丸相聚下至盡困而正孟底穴則黍相聚下至盡孟而止其下之形與水之下之形無以異也顧困之穴必大於丸孟之穴必大於黍困之穴不大於丸則丸不得下也孟之穴不大於黍則黍不得

下也故丸也黍也以網盛則下以布帛盛則不下布帛以盛水則下陶爲密矣以盛水久而水沁於外陶孔大水粒小也羹比陶爲尤密矣羹質較疏者以盛水水無沁於外以盛油久而油沁於外羹孔大油粒小也水粒之大大於羹孔油粒之大大於羹孔也据此而知凡物質之有特點之有原度不獨定質重流質亦有之則亦可推此而知不獨重流質輕流質亦有之輕流質之有質點雖無據豈遂不能更有他器可以測而知之者乎而今則未有其器可以測而知之者也

極說

韓應陛

凡可論之物有有極者有無極者有兩端皆有極者有一端有極一端無極者一端有極一端無極者數也度也數始於一一數之至小也不可更減也故卽以是爲小極由是而遞加加之而至無窮也此小有極大無極者也度終於三百六十三百六十度之至大也不可更加也故卽以是爲大極由是而遞減減之而至無窮也此大有極小無極者也兩端皆有極者南北極是也幾何之理是也幾何之理始於點終於體點不可減故爲小極體不可加故爲大極點不但不可減亦不可加使點可加加而爲線是點雖不本大而固可使大維其不可加使大故終於點終於小也故爲小極也體不但不可加亦不可減使體可減減而爲面是體雖不本小而固可使小惟其不可減使小故終於體終於大也故爲大極也是兩端皆有極者也而幾何中線加減不離線遞減不及點遞加不及面面加減不離面遞減不及線遞加不及體體加減不離體遞減不及面遞加不及他形也是線也面也體也小亦無極也大亦無極也是兩端皆無極者也而線以兩點爲界卽以兩點爲極而兩端可引之至無窮是兩端皆無極者也面以心一點爲心線爲界體以重心一點爲心面爲界心爲小極線爲大極重心爲小極面爲大極也而面之心一而已其界之線遞加而無窮也遞減而無窮也體之重心一而

已其界之面遞加而無窮也遞減而無窮也是又小有極大無極者也一端有極一端無極者也投物水中水之浪層層相生以至無窮投物處極也其層層相生而無窮者無極也聲亦然出聲處爲極聲漸遠而漸微者無極也光亦然出光處爲極光漸遠而漸暗者無極也地球之理亦如是也地球以地心爲極而水附於土以共爲一球氣又附於水土以共爲一大球地心吸力極大以漸而減地心吸力地質點滯力用足相反也力足相敵也力相敵故相定幾何度球面距地心一里吸力幾何則等幾何度球面距地心加一倍爲距二里其吸力必減四倍何也距地心二里球面必四倍大於距地心一里球面也則距地心二里球面質點滯力必四倍大於距地心一里球面質點滯力也夫地心吸力加於地質遞加遞進以至地面亦加於水遞及水面地水之上地心吸力又加風氣使地心吸力不加風氣則風氣之性既自生漲力能推諸點四面散行漸遠地心地水向心風氣離心方向相反地上氣下應生空隙今乃不然足證非是地心吸力加於地質漸遠漸減以至地面地面之上又加風氣漸遠漸減以至無窮何也地面風氣漲力有幾何重可測而知如以玻璃方器抽出風氣外面風氣擠逼立碎試問此器不用風氣用幾何力方能擠碎設云一十六兩則風氣擠力極小當不能減於一十六兩擠力漲力名異實同非有二義地心至地面萬五千里据上所云其距倍是爲三萬里面大四倍力減四倍吸力漲力爲成四兩使更倍是爲六萬里面大四倍力減四倍吸力漲力爲成一兩其距遞加其力遞減遞加之數可至無窮遞減之數去多存少去三存一終存四一亦自無窮譬如尺椎日取其半萬世不竭使不取半日取四三萬世之後終存四一是故地心吸力最大漸遠漸減以至地面又加風氣漸遠漸減以至無窮永無盡界地心極也其漸遠漸減而無窮者無極也故風氣盡界說稱風氣愈高愈薄漲力愈小漲力能推諸點四面散行漸遠地心其方向與地心力對面此言是也至稱漲力漸小至與地心力相等風氣諸點不復

推開而有盡界者其義非是也

繙譯航海通書原本

金楷理

是書所列日月行星每日躔度悉照英國都城外之觀象臺

地名四林為志

經綫所定其地在赤道北緯五十一度二

十八分三十八秒凡日月星從午綫迤西旋轉復至午綫為一日所歷之太陽平時日月星多寡不同在日則

曰太陽日

二十

在月則曰太陰日

約二十五時弱即今日過午至明日過午為一日

在行星則各有行星日在恆星則有恆星日

二十

五十六分三秒半弱

其命時也悉以太陽平時為宗

設太陽為不動則地軸旋轉及繞日其方向終古不變月星繞日

從地心見其遲速不一成各星日也

測算有平時真時之別按鐘表走時平分即太陽之平時日晷測時不平分即太陽真時其理解見譯之航海

通書

凡鐘表宜照平時開準蓋真時由測星而得平時以意平分之謂為平時者別於真時也

平時真時之較曰時差每日午正以所差之數列如表

設於一千八百七十年正月初一日在該處測日心正交午綫所得之午正即為該處真時查其時差為三分

五十一秒四零依號加於真時則知日交午綫之平時為午正三分五十一秒四零也

凡推算必先準定一處為起算之端如此表依英國為準移用他處俱照相距該處之遠近為加減如距十五

度即差一點鐘設同此一時在該處為午正者其西十五度之處尚為午初蓋同時太陽不能分居兩處之午

綫也

行船表

即度時表

在該處開準者任至某處欲知該處之時檢表即得驗諸官測尚須推算其時差以加減之凡算