

# 觀象叢報

第 四 卷

第 九 冊

中華民國八年三月十五日出版

# 目 錄

---

## 著 譯

美國曆象全書譯序		常福元
星局天演論	羅惠爾原著	胡文耀
空中世界	佛拉瑪海員原著	廖鳴韶
氣空之過去及未來		蔣丙然
通俗氣象學		蔣丙然

## 報 告

八年二月分北京氣象測候圖表
八年二月分中國各地氣象測候表

## 附 刊

應用天文學	秦 汾
-------	-----

## 美國曆象全書譯序

本書綱要。一取近時最精測數。用純一方法。定天文學中諸常數。二取各家天行數理。復爲研究。而定一尊。三造詳表。立公式。備推算航海通書之用。自餘學術。概不闌入。全書卷帙較繁。勢難一氣出版。擬按成書先後。陸續殺青。所有板本裝潢。始終一致。俾分之可各自爲書。合之則成全集。

日月行星子午觀測之數。與用今有表推算之數。不能相合。而其差數逐漸加增。此今日天文家所共知者也。雖預報交食。及推算行星所在。并無或爽。即用於測地航海諸端。亦不見有差誤。似乎今有表非不甚精。但從廣義觀察。及現世與將來科學上之缺憾着想。則此時觀測與數理之不相合。似尙有餘地。亟待研究者。

諸星行天。其遲疾變動原因。若專在奈端所發明之吸力。吾人可用算學造表。預推其位。使極精密。且歷久無差。倘或推算之數。與觀測之數。不能相合。則其誤當然在數理之不精。但經詳考其所以不合之理。誠不敢遽下此斷語。蓋尙有他種事項。亦足爲不合之分子者。其事爲何。曰自精密觀測以來。爲時甚短。而用數理研究。法數難憑。

天文之需要。與物理異者。物理用時暫。而天文用時久。物理學之研究地心吸力。固需稍長時間。以竟其功。但從無需若干年歲或若干世紀者。而天文學之研究。重在觀測。故必需甚長之時間。以待天象之再至。方有結論。今日天學研

究之主要。在天體相互吸力。非精測諸星之行動。不能稽吸力之強弱。故歷時愈久。則考測愈詳。而結果亦愈密。顧精密觀測。實始自英人布拉里 Bradley。時在十八世紀中葉。迄今不過百三十年。而布氏之各種觀測。又有多數不能爲用者。試就太陰而言。在布氏前一世紀。已上溯遠古。得巴比倫及阿拉伯之觀測。爲月離數理之中堅。故布氏之觀測。鮮有其效。况所用儀器。又復欠精。其所觀測之結果。有時極不圓滿。苟欲詳究其所造之境。須將其各種觀測。一一爲之討論。然而費工甚矣。

行星速率既有變動。設欲求所致之真因。首在證明觀測結果。與數理結果。實有不合之點。而求此不合之點。又首在造表立式。俾推算結果。確爲太陽系中各行星吸力之結果。而無幾微之疑。顧欲達此目的。則造表也。立式也。均須根據純一之根數與用數。乃研究至今。不獨純一之根數與用數。及所立之表與公式。未能饜吾人之望。且依據最近天文學之進步而觀察之。恐此希望愈趨愈遠。其真因且永無發現之時。

方今科學昌明。天文學子爭尙研究。或用數理。或憑觀測。幾於無年不有所發明。俾天文學中之常數。日加精密。而人心好勝。既有所心得。卽欲畢其用。舍舊從新。不問與古人之作相合與否。甚至一法方興。未旋踵而修改。至於再。至於三。不獨無與古人求合之心。且有一志求異以自顯者。試略閱今有各行星表。便知吾說之非枉也。

納伯拉斯 Laplace 著天體力學 *Mechanique Celeste*。其第三冊爲行星吸動差之完全數理。乃取當時最精密之法。演算而成。林登納 Lindenau 與布法特 Bouvard 本之造表以行世。時在十九世紀初葉。固非甚精者也。顧欲改良之。須用觀測比較。而修正其根數。因而新表之作。非復納氏之法。數是賴。况納氏之數理。亦有數處頗欠完全。而以二級吸動差爲尤著。此改造其數理之所以不容已也。雖然。行星吸動之數理。究極精微。非旦夕所能卒業。林布兩氏之表。得延用半世紀之久者。蓋以此耳。

改造納伯拉斯之數理與表。首推法人勒威耶 Leverrier。凡所著作。其大部分已載於巴黎觀象臺年報 *Annales de l'Observatoire de Paris* 之首十四冊。第一冊出版在一八五五年。末冊出版在一八七七年。

今請略述勒氏著書之情形與目的。俾明其缺點所在。須待後人補作者。正自不少。林布兩氏之表。當著作之初。雖精核無倫。而以近世科學衡之。誠多缺憾。勒氏有鑒於此。謂非造較精之表。立較優之式。不能促天文學之進步。而勒氏所居之位。與其學問所造之境。當然以改良之功爲己任。而不容他屬者。吾前不云乎。學子好名。維新是尙。勒氏惟急求近功。故研究諸行星根數。每有所得。卽用以造表。刊而問世。未將全書通盤籌畫。卒之所採根數與用數。未達整齊之境。當時尙未覺察。不久卽罅隙畢現。雖其創始之功。開推步學之新紀元。非繼任者所能望其項背。而所造之表。乃本諸早

年研究。非其最後結果。不足供今日之需要。則勿庸爲之諱。土星數理無圓足結論。以故推算結果。與觀測結果。相差頗巨。金火兩星當行近地球時。錯誤亦多。天海更無足道。綜其各表。只有太陽與水星。尙能與今日觀測相合耳。

上述勒氏各表。所謂天海更無足道者。蓋天海兩星。發明未久。勒氏之目的。在速造兩表。以供近用。故所採之根數。尙非確數所用之體質。亦無定論。至吸動差所本之公式。尤多可議。吾不敢遽謂其數理之不精。然推算結果。與觀測結果。不能相合。亦不敢謂必無他項原因可以致之者。

自勒氏內四行星告成以後。所有定天文根數之材料。日益加多。如金水兩星過日面也。觀測儀器之精密也。恆星部位之確定也。考求方法之統一也。舊時觀測之復究也。皆足提升精密天文學之地位而高之。設各大行星之變動。除天王不計外。實在相互之吸力。則今日之數理與用數。足能造表立式。俾推步結果。可以代表觀測。無幾微之差。且可用至下世紀之半。而無或爽。而余所欲改良諸表之大計畫。可以不作。但數理與觀測之不合。究竟誤在數理。抑或別有原因。而非吾人所知與所覺者。欲解決此疑問。則整齊劃一之數理。又烏能少耶。

夫所謂整齊劃一之數理。吾人若詳加思考。則知前人之觀測與研究。宜先加討論。刪繁就簡。俾利吾用。蓋前人之觀測。可作爲吾之資料者。尙多度之高閣。未經採用。而欲求數理齊整劃一。若不利用前人觀測。最爲危險。願欲利用之。

而臻完美之境。則凡本世紀著名天文家之精密觀測。須用最新方法與恆星位次。詳爲討論。近日天文家亦頗有從事於此者。然皆各就所需。枝節爲之。無與於大成。今欲擴充範圍。俾成巨著。則厥有兩法。一不惜巨資。將各著名天文家苦心搜輯之資料。彙而刊之。二速將其資料修而整之。以供今後之用。夫使前人觀測。祇有此數。吾雖不作。焉知後人之不繼吾而作。且致力尤勤於吾者。但資料之增多。如泉湧而出。源源不絕。及今不作。恐積壓愈久。將來愈無希望再作之時。雖然。此事工程浩大。斷非個人之力所能從事。宜組織一機關而立之。爲其長者。但計畫此事之如何進行。研究應採之公式與用數。并立法以察其誤。餘悉委諸他人。及其成也。則討論其結果。編纂其次序。而付之剞劂。并省察所用指揮引導各法。是否中理而無誤。合法而最良。如是而已矣。

是舉也。不獨觀測資料。須取諸他人。卽所有議論。亦宜博採而約取。蓋前人之辛苦。卽後人之師資。雖取捨之間。煞費斟酌。然豈個人所能專美哉。

編者自一八七七年就美國航海通書監督之職。卽決定用在手之資料。將平生夙願。見諸實行。願預定計畫。迄未敢公之於世。蓋計畫不難。而成功爲難。恐遺行不踐言之譏。而其計畫有不可終秘者。則有兩因。一數年來所從事。雖不過粗發其端。而默察現況。頗覺進行順利。成功可期。又得國會與海軍部之協助。凡所需求。皆可供給。且自開辦以來。已聘到計算員八人至十二人。其中有算學技能。備極高深。窮

一時之選者。將來如有不足。人數仍可加增。二近日各地天文家頗有研究此事者。且其議論嘗見諸私人書信。惟都未成書。故吾之所作。尤不得不預爲露布。俾免重複。

吾謂世人已有先我而作者。并非餒我之志。蓋此事體大思精。原貴集思廣益。藉衆志而成城。不過吾有吾之計畫。凡他家研究。苟能與吾之計畫。表示贊同。則閉門造車。出門合轍。可免將來改作之勞。因將吾已成未印之書。及將來繼續之計畫。貢諸世人之前。以備審裁。匡我不逮。

內四行星之數理。當然首先研究。因天文學之基本原料。悉在於是。所謂研究者。不獨四星之體質。及其軌道之根數。在所研究。凡於地球自轉有關之常數。如歲差也。黃赤大距及其常期增減也。春分點之移動也。以及間接有關之基本恆星也。此外如太陽視差。太陰體質等類。皆利用前人極有價值之數。一一爲之考核。擇精取華。編成定數。

全書內容。除本首冊所刊者外。以下各種或已告竣。或尙在編輯中。

勒威耶氏之太陽水星金星火星四表。皆各改造一部分。俾便查用。其數理則一仍舊貫。所有格林維基巴黎華盛頓三地之水星子午觀測。已取與推算結果相比較。行將告竣。其太陽金星火星之子午觀測。尙未切實比較。可希望於一八八三年着手辦理。

愛理正教授 Professor Airy 所刊之格林維基觀測。截至一八三零年止。須加修改。現已討論修改法則。俾其結果



整齊可用。此討論已將告竣。約可刊入第二冊。

新造微分係數之表與公式。備修改內行星根數之用。現已告成。亦擬刊入次冊。

外行星之數理。其最後完結。雖須根據內行星。但因費工較巨。已提前演算。如木土兩星之吸動差。則於一八七七年歸希爾君 Mr George W. Hill 擔任。約一八八三年終可以告竣。其計算方法。大致取諸漢森。

月離一門。尤所注意。多數心血。悉用於斯。吾之目的。在繼續討論一七五零年以前之日月交食與月掩星。迄於今茲。至所以重視月掩星之故。因不論觀測如何粗疏。及錯誤如何荒謬。要為太陰觀測而可免去常差者之惟一方法。故用以比較古今月之平行。最為穩妥。雖重費修改之力。所不惜焉。

自一七五零年以後。凡重要月掩星之月星部位。現已纂修成表。其視差之改正。亦在編輯中。吾又欲作太陰新表。若非故意延緩。以待新表之成。則月掩星之討論。於一八八四年終可望告成。

木星之衛星數理。在余計畫中。雖不甚重視。但第一衛星關於計畫之全部者則甚巨。因就其所射之光。可研地球自轉之不變也。以故木衛之交食。凡見諸觀測與記載者。統用達摩梭氏 Damoiseau 之表。詳為推算。已步至本世紀初葉。但因觀測者所用之遠鏡。大小懸殊。地球與木星之距離。遠近各異。諸如此類。不勝枚舉。整齊之法。備極艱難。今已廢

棄不作。猶憶六年前格勒森納 Mr. Glasenapp 曾將木衛觀測。刊而行世。但迄未繼續討論。此吾與世之天文家而專研此道者。所同爲深惜者也。

吾之計畫中所最重要。且最煩難者。厥維立式造表。專備推算行星一般吸動差之用。此問題已費盡疇人心血。而結果終不能達圓足之境。編者寧敢引爲己任。雖然。編者對於吸動函數及其微係數之開展。已創設一法。可冀於計算中。得收便利之效。至於聚零爲整。法取積分。能否創立良法。吾不敢決焉。請俟諸異日。

此外所欲繼作者。乃將已有之得數。用特種方法組合之。蓋內四行星若相互爲用。則於天學中之各項結果。裨益良多。今姑舉一事言之。水金之觀測。於考定黃赤大距及春分點所在。煞有關係。往者考定以上兩項。悉本諸太陽觀測。設太陽爲一點之光。如恆星然。則其觀測自是可信。吾亦不必爲之深慮。乃有各種原因。而足減太陽觀測之價值者。首爲太陽輪邊觀測。瞥觀之差。因人而異。難得其真。次爲太陽觀測。須在日中。其時空氣受直射日光。變動甚烈。屋頂亦因而發熱。且不止此也。日光聚於遠鏡之勺點。熱力甚強。儀器之體質。伸縮可慮。是故太陽觀測。常含有必不可免之差。此吾所以疑其結果爲不甚可信也。

吾謂水星觀測。可用以考定黃赤兩道之關係。與用太陽觀測者無異。蓋從幾何言之。設水星軌道之根數。已確知無疑。則不難由水星觀測。而求其日心經緯。如不知水星根

數。則由水星觀測。可否單獨考定水星根數與地球根數。乃是一大疑問。今言其可也。惟範圍稍狹耳。有說如下。

設觀測者居地球軌道之一定點。繼續觀測水星繞日。至數周之久。則水星軌道。與觀測者對於水星所居之位。當然可以同時考定。今使觀測者循地球軌道而行。每至一處。皆仍前觀測。則得無數之水星根數。彙而觀之。設數以消息之。地球之根數。可不求而自見。

上法乃理有固然。非吾臆造。不過由地球軌道觀測水星。祇能得水星上下合前後之軌道。而不能得其全耳。雖然。此於考定上。謂之不完全則可。至於本題之主旨。即求黃赤大距與春分點所在。其精密并不因之減色。是故由水星半午觀測。可求地球繞日之重要根數。既得太陽之絕對黃經。則春分點之所在。從可知矣。或云此法所得之地球根數。其兩心差與最卑點。幾無重量之可言。余曰誠然。因觀測所得之數。祇為修正根數之一次函數。但即此粗疏之結果。其於考定黃赤大距與春分點所在之最後值。已可作為有價值之用數矣。

水星觀測之有裨於考定黃赤大距與春分點所在。既如上述矣。金星亦然。火星亦無不然。不過稍有限制耳。然則吾人據地球以觀測行星。可得行星在天之向。就其在天之向。可考定行星與地球之根數。固毫無疑義。而太陽觀測可以不作。是又不然。太陽觀測之不足恃。吾前已言之。行星連合觀測。亦有其弱點。要在詳究優劣之所在。以此之優。代彼

之劣。不專尙一宗。無囿於成見。斯可矣。

以數理言之。太陰觀測。亦可用以考定黃赤大距與春分點所在。蓋太陰之軌道。當正交點繞日一周之間。其平均數卽是黃道。故精測一周之太陰軌道。便得黃道之準位。所惜者太陰行近春秋兩分點時。其赤緯之增減最速。凡按定時觀測之數。皆有不可幸免之差。因而所得之春分點。亦難畀以相當重量。但由子午觀測所得之黃赤大距。則頗有研究之價值。

太陰觀測雖不甚可信。但用月離以定日纏。則又頗精密。蓋普通考定日纏之法。係用太陽觀測。求太陽鐘表之差。用恆星觀測。求恆星鐘表之差。比較兩鐘表之時間。卽得日纏之數。但太陽觀測之不足恃。吾已歷舉其故。若精測日食之初復時刻。全食尤佳。則日月相合之準時可以算定。且甚精密。又詳測月掩星。則所得月行恆星中之平均白道。尤爲精密。兩者相合。卽得日在恆星中之纏次。且可畀以巨大重量。惜乎自一七二零年至一八零零年間之日食觀測。皆不甚精。而一七二零年前之觀測。又多可疑之點。均足爲此法之阻耳。

上述求日纏之法。其原理實本諸伊巴谷 Hipparchus 與都祿畝 Ptolemy。不敢掠古人之美。故特表而出之。

以上所舉。爲吾計畫中之主要事項。所以異於前此之編輯曆象全書者。而吾之目的。亦微有不同。蓋凡所欲作。意不在集曆象之大成。惟預立之基。以備將來論定。兼爲考定

天學中諸常數及改造新表之用。苟能貫徹吾之宗旨。則他日吾書告成。所有現用諸常數。原從雜家之說編輯而成者。可用純一之常數代之。倘或推算結果。與觀測結果。仍有不合。則原因所在。當不難於覺察。乃吾所切盼者也。

一八八二年九月十六日紐孔氏西蒙 Simon Newcomb  
書於華盛頓。

## 書 後

往者余嘗從事於觀測矣。由恆星觀測。求恆星鐘表之誤差及行數。由太陽觀測。求太陽鐘表之誤差及行數。而彼此互轉。得數恆不能密合。固疑觀測之欠準確也。今讀紐孔氏曆象全書自序。始恍然於其所以不合之故。蓋求鐘表誤差。乃取推算結果與觀測結果之較。推算與觀測既不能相合。則恆星觀測與太陽觀測亦不能無差。夫推算結果。其原出自觀測結果。今二者不復相合。豈前後觀測之重量有不同歟。抑推算數理之欠精確歟。紐孔氏不能知。或知之而不欲明言。惟先從整齊諸行星之根數入手。謂必須數理精純。始能考究原因所在。余則謂原因或不在數理與觀測之中。當求諸日系行星之外。

自奈端發明吸力。謂行星在天。能周行不息者。以太陽吸引故也。二百年來。經無數物理家推闡研究。未有能非之者。則天體之吸力。彌漫空間。自屬不刊之論。夫太陽既吸引行星。使不越乎軌道之外。則太陽亦必有所吸引。方能長居

犬宇之中。而恆星羅列天空。歷久無改。抑豈無相維相繫之力。又自侯失勒發明太陽有自行。謂在所進之向。恆星之距度漸廣。而光漸強。在所退之向。恆星之距度漸狹。而光漸弱。其在兩旁者。光雖不變。而位則退後。亦經無數天文家測驗。至紐孔氏始論定。謂太陽自行之向。應在赤經二百七十七度半。赤緯北三十五度。後雖有作者。亦不過略改經緯之數。大致方向。則一如紐孔。夫吸力者。於物體與距離有比例。太陽行於恆星之中。其吸力之交錯。亂如棼絲。莫可窮究。地球在軌道甲地所測定之數。預推乙地之數。而驗諸實測不能相合者。或以太陽兩向之吸力。未必相同也。今年所測定之數。預推翌年今日之數。而驗諸實測不能相合者。或以太陽兩地之吸力。未必相同也。故欲知太陽各向與各地之吸力。必於八大行星而外。更求諸小行星彗星與恆星。顧小行星之數。年有加增。新彗之發現。亦時有所聞。而恆星之體積與距離。迄無定論。當今天學進步。雖視若甚銳。苟任取一問題。稍爲追詢。卽令言者語塞。竊恐欲考厥原因。須待諸天學大成而後。

星雲有散形者。有螺旋形者。在第一章已略言及。惟未詳盡。茲特再論之。

散形星雲與螺旋星雲。非特形狀各異。即其分光圖。亦大不相同。散形星雲之分光圖。在綠色中。有明亮光綫。是以散形星雲亦名綠星雲。至於螺旋星雲之分光圖。則為連續式。是以亦名白星雲。仙女座大星雲即為是類星雲之最重要者。其分光圖既為連續式。則星雲必係堅質。或流質。然亦非多數恆星所聚集而成。蓋恆星體積甚大。觀測者必能辨



天 鵝 座 之 星 V. 14 星 雲 圖

別之。且分光圖雖屬連續式。然其間頗現極淡之黑綫。及光綫。其黑綫與太陽分光圖中之黑綫相似。其光綫與 Wolf-Rayet 星之光綫相似。可知星雲雖非氣體。其性質實與氣體



相近。當係細小之堅質所集合而成者。此細小之堅質。即吾人所謂隕石是也。



英仙座之 N. G. C. 1499 星雲圖

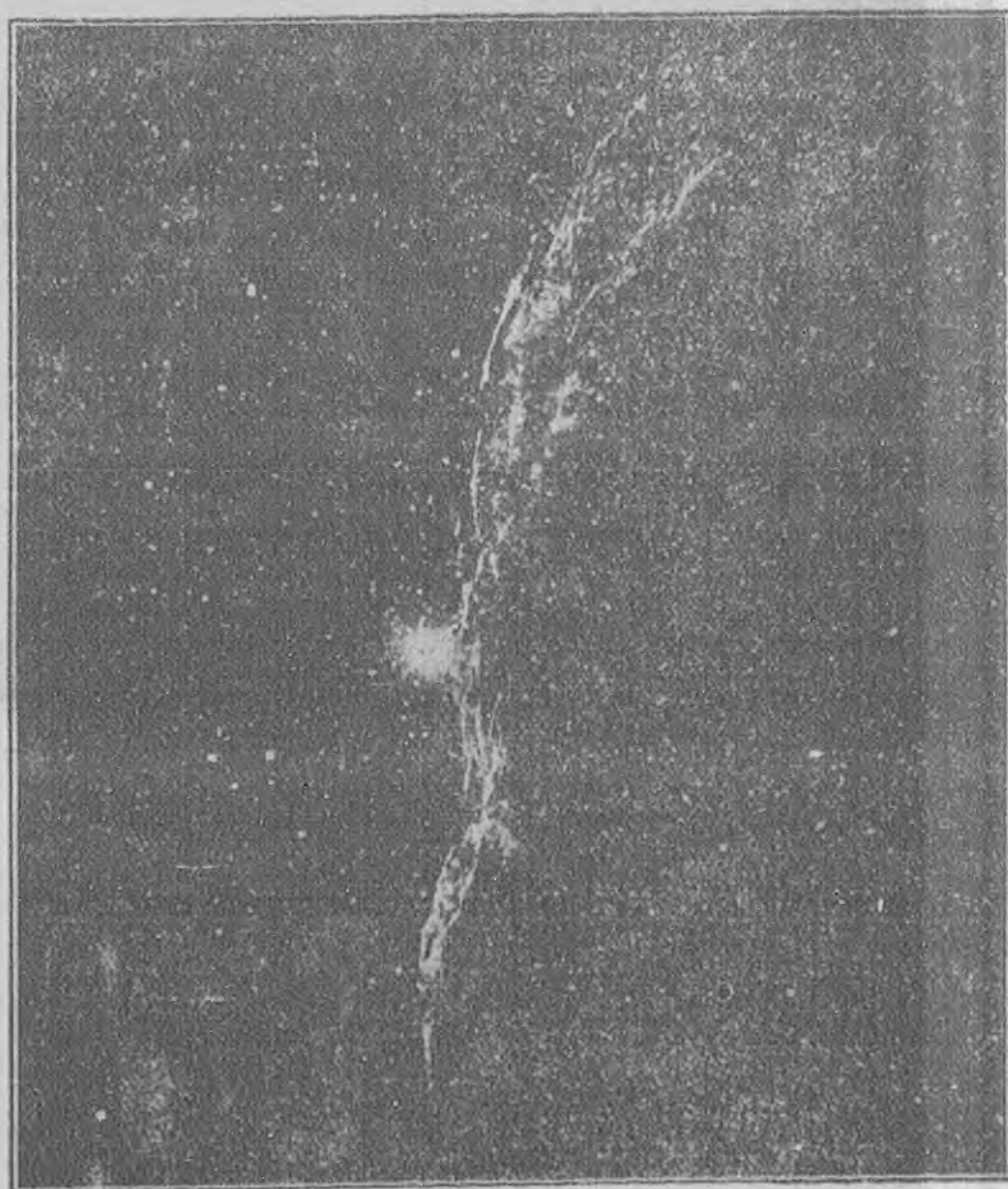
由上所述。既知白星雲為無數隕石所集合而成。而此種星雲之形如螺旋。正以其衆分子常繞公共重心而旋轉也。惟各分子之軌道。非完全平行。彼此常有交觸之處。因而互相擊撞。以致生熱發光。中央部分物質較密。擊撞較多。此星雲中部之所以較周圍為明亮也。

研究星雲之現狀。可明日局演變之程序。前云日局初為巨大暗星。繼因破裂而為星雲。終乃結合而成日局。其大者為太陽。為行星。為彗星。其小者為隕石。為流星。今由星雲之現狀觀之。可知此說之非無據矣。

日局由暗星破裂而來。是說也。除星雲隕石外。尚有足以證明之者。蓋吾人若取各行星之密率而比較之。即見愈



近太陽之行星。其密率愈大。愈遠太陽之行星。其密率愈小。若以體積論。與太陽相近之行星。體積最小。壓力最輕。其密率亦應最小也。若謂密率之大小。由於熱度之高低。則天王星海王星之熱度亦不甚高。何以密率甚小耶。可知密率之變差。非體積及熱度所可解。其故蓋由於日局在暗星時代。本係外層物質輕而內層物質重。當其破裂也。最輕者仍居最外層。此行星之密率所以愈遠而愈小也。



天鵝座之 N. G. C. 6960 星雲圖

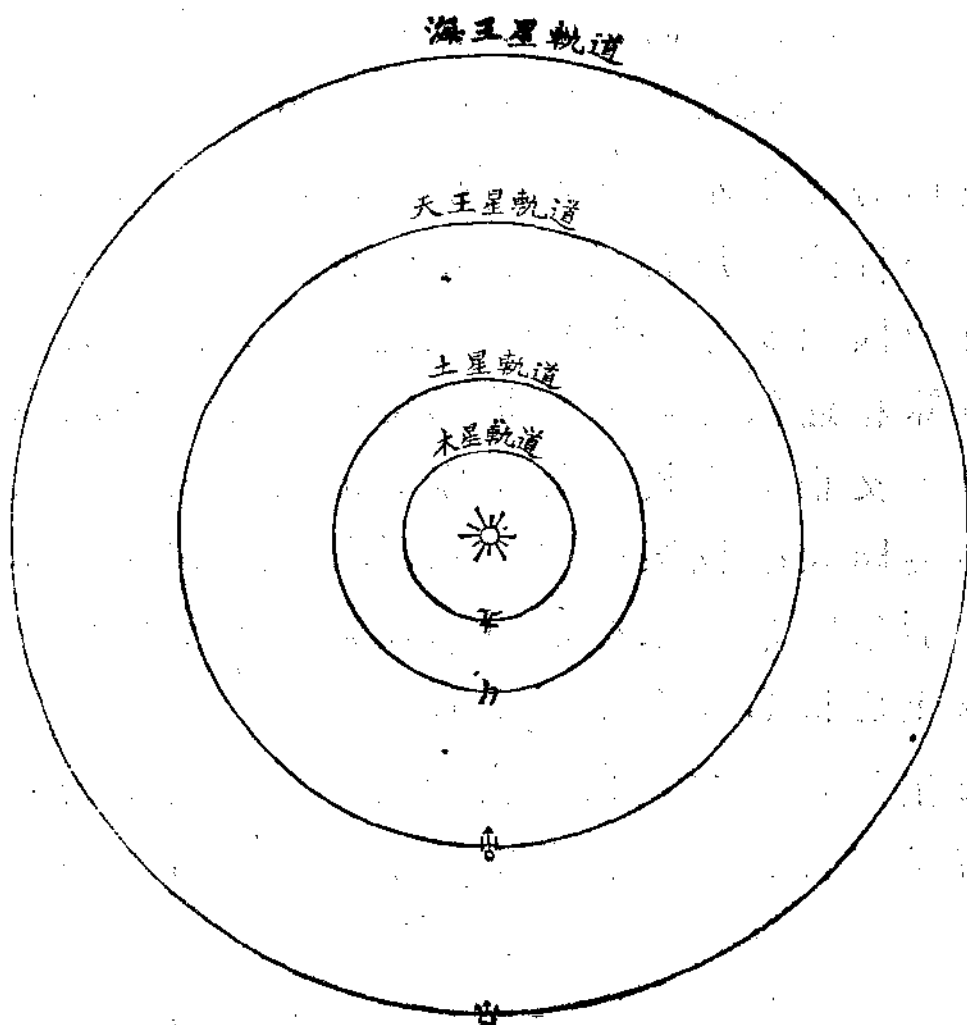


獵 犬 座 之 M. 51 星 雲 圖

第十編 海王星

天王星發見於一七八一年。日局自一萬三千四百兆里之範圍。拓至二萬九千四百二十兆公里。迨一八四六年。海王星見。日局範圍。又復擴充至四萬四千兆公里。在十八世紀以前。天文家以爲天王星當距恆星天不遠矣。由今觀之。日局逐漸推寬。則吾人思想界之展拓。應與星學界之發明。成正比例焉。下附一圖。爲海王星在日局所處之地位。

日 局 外 行 星 圖



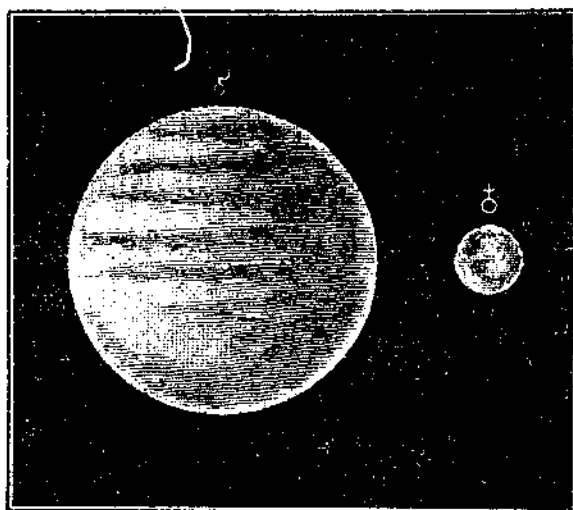
第 一 圖

設將此圖與前論火星時所繪日局圖爲比較。則內外行星地位。廣狹懸殊。觀者必訝其不倫。而生一番感想也。發明海王星之歷史。實與各行星不同。吾人目力所不能見者。如木衛土衛。及天王星等。皆由遠鏡觀測而定。獨海王星乃從推算上得之。法國天文家普華爾。於一八二一年。因製天王星表。步算各數。謂天王星不規則之運行。係由外來行星引力所致。抱此疑問。垂二十年。各天文家莫能爲之斷決。亦無人將未知之行星。詳審測算。而定其方位者。而在德國則有白塞爾。亦以此項問題。從事研究。卒之效果乃歸於少年之算學家勒威耶。稟承其師亞拉哥之指導。成千古不朽之名。勒威耶將海王星一切運行。推算詳悉。於一八四六年八月三十一日。證其所得成績於博士會。未旬月。即於九月二十三日。德國天文家在栢靈。由遠鏡內測見此星。其方位與勒氏所算相近。似此發明。實足爲空中引力公例之鐵證。並可表見天文推算之真確。算學家竟能於筆尖之下。發見行星。同時英國大學校某學生。在八閱月前。亦曾將天王星定數。推算完畢。惜爲觀象臺擱置。未卽披露。致令湮沒不彰。可知科學上之得名。亦有幸不幸者焉。

海王星軌道甚廣。每日約行四十六萬四千公里。每秒約行五千四百公尺。爲行星中速率之最小者。相距離屬遙遙。而有此確實球體。自不得忽略置之。就星等論。其光力僅達八等。鏡中視逕不過 $2^{\text{秒}}42$ 。設以地球爲單位。海王星全逕。應四千三百八十七倍。約得五萬六千公里。周行全球。應十

七萬六千公里。其面積比地球大十九倍。其立體大八十四倍。日局星體大小。海王實居第三云。附圖。

地球海王星體之比較圖



第 二 圖

自海王星發見後。天文家拉塞勒。以最大遠鏡觀測。於一八四六年十月十日。又發見一衛星。光埒第十四等。對海王星距離。有其全逕十三倍半。約合四十萬公里。環繞主星。約五日二十。一時一周。其月分準諸地球。不及六日。因此而知海王星自轉之迅。海衛與海王星斜度俱甚大。其運行方向。均與地球相背。自土星外則皆然。日局行星可分為兩部分。土星內之行星為正行。土星外之行星為逆行。由海王推之。設更有行星。恐亦係逆行也。海王星上一年。合地球殆一百六十五年。倘有生人。其甫經周晬之嬰孩。在地球已二百歲矣。彼人壽命蓋永甚。平均歲數。約合三千三百年。其百歲之人。曾經一萬六千五百度之春風。且一切思想動作。俱甚遲緩。在吾球一秒鐘之構思。以彼腦筋。直須二分之頃。一小

時之談讖。在彼殆將一周復也。以此可悟其去吾球極遠。卽有最鉅之鏡。尙難辨析其球面稜兆。故其中物理之組合。大半不能知之。藉彼衛星之速率。及天王星受其吸引之力。甫能識得海王星之積體。十有八倍於地球。其密積祇有地球五之一。其氣壓與地面略相似。從分光儀中。測知其氣質所含。都非地上所有之物質。其距太陽也。比地球遠三十倍。視日之逕亦如之。設以地球日逕以六十四公分代表之。在海王星所見。不過二公分。相去之差。令人驚異。由此推算太陽面積。知海王星上所見。應比地球小九百倍。其所受光熱。亦小九百倍可知。雖然太陽見象固屬甚小。而較諸吾人夜間望見各星。則又甚大。吾人觀木星全逕約四十五秒。而海王星中觀太陽全逕。有六十四秒。且光力尙見熾盛。設出太陽系入恆星天中。亦不至與恆星混也。

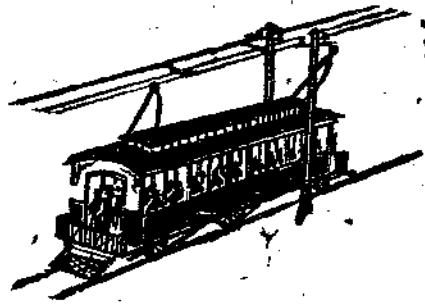
海王星上所受日光。既減於地球九百倍。因其光力如許之弱。必將疑其晝夜無甚分別者。雖然無足慮也。設將地球上月望夜午爲之比較。恐尙非吾人摹想所及。蓋月色最明時。較諸日光減少六十一萬八千倍。是以海王星上受日雖弱於地球九百倍。而時當白晝。比望夜皎月之輝。猶強至六百八十七倍也。前編論天王星時。吾人理想所構。輒謂天王星上人目力較見薄弱云云。此種論調。亦可移諸海王星。彼中人目力既弱。或亦不能任受吾球烜赫之陽暉也。德國有理想家曰福勒夫。嘗謂眼膜之厚薄。與受光之大小成比例。亦猶之各行星上人類。體幹之侏偉。以其眸子之纖巨爲



差也。是說吾人殊不敢強爲附和。若根據此說以爲推算。則在木星上人軀體。恐尙不及半公尺之高。設再以之推算海王星人之體格。應在五十公尺以上矣。吾謂不止眼目不能以體格爲比例。而且人身重量。與本星球之吸力。及氣壓。均有關係也。抑海王星上生熱來源。果全由太陽施以平均熱度。恐不至減少於地球九百倍。或者彼中天氣。比吾地球兩極積雪最盛時。其熱度尙高少許。以其間亦有空氣。斯可保存其受日熱度也。就地球人眼光觀之。彼海王星定在黑闇地點無疑矣。夫既墮入於昏昏冥冥之區。斯全球胥成爲冰洋。而無復生氣存焉。雖然似此單純之思。膠固之見。與大造神奇化育之功能。未必悉合無間。蓋地球與外行星。相去綦遠。惟其遠也。根本上已特見其不同矣。從分光儀種種觀測推求。略知天王海王二星世界。其人類之組合。斷非吾球所可比而同之。彼中亦藉造化天然之力。發育萬有。與地球迥異者也。此卽球外旅行所得見之結果。若夫吾目所未經者。自土星以迄海王星。更非吾人夢想所能及者矣。

海王星上人類之組合如何。固毋庸爲之深究。第從彼中觀測天文。成爲特別地點。在日局實無第二區域。吾人生於地球者。所處地位甚不完全。故遠觀天象。殊屬非易。蓋以恆星去吾太遠。難得其距離之率。測恆星者。係用地球軌道直逕兩端爲根據。觀測期間相隔六閱月。以七百四十兆公里距率。爲三角形底線。以求恆星距地之遠近。此不過施於最近之恆星。強爲準測。若較遠者。則底線太短。不敷用矣。若

在海王星。其底線修於吾球可三十倍。故推算亦易至三十倍。但不知海王星上天文家所用儀器。是否亦如吾球之精密。其距恆星。是否比吾球爲近。此節吾人固已相信其然矣。特未悉其近至何許。大抵尙須八千倍於海王距日之率也。地球非海王上人所能目覩。其距太陽無過二度。金水二星更無論矣。火星去日亦無過三度。即木星亦不之見。蓋距日不出十度也。土星則以十六度爲準。非有最良儀器。莫能窺其藩。恐海王星對於日局得見之行星。僅有天王星而已。其距日也約在四十度左右。祇於太陽出沒前後見之。然則吾擗擗瀨瀨之地球。彼中直未審有斯構造矣。





## 海 王 星 概 象 簡 明 表

年長	合地球百六十五年即60181日
日長	約合地球十一時
月分	每月五日二十一時
球全徑	大於地球四倍
環球一周	176000公里
物體密積	較地球輕五倍
球面壓力	與地面略同
空氣	與地面大異
生活概況	人體之組合與地球迥異而壽命較長
太陽視象	比地面見象小三十倍光力則小九百倍
對於地球	全然不知

## 氣空之過去及未來

爲進化之說者。謂宇宙間萬物。均有進化。試問宇宙亦進化否。則自亦進化如萬物。推之氣空。亦必有進化。以其不能出通例之外也。若然則必研究其過去之狀況。及未來之情形。夫過去現在。均爲已知者。欲知未來。則亦當以此過去現在推求之也。

氣空之本原。與地球同。最初氣團。以漸凝聚。是生太陽。地球之組織。與太陽同。其原素當爲太陽中之碎塊。由離心力所拋擲者。其始之熱度。必異常之高。最初氣團。僅含有至稀薄之氦氣及輕氣分子。其後因收縮而有至大之壓力。遂生至高之熱度。而物質亦以漸充積。遂有較複雜之分子。卽今日吾人所稱爲單獨體 *Corps Simples* 也。

地球自太陽分裂而來。其原有之高溫度。足以維持所有物體。常存其鎔化沸騰之狀況。然因熱體對冷空之散熱能力。熱氣以漸散失。遂使此鎔化之體漸固結。而成一層堅皮。其始甚脆。而包含此鎔化之渣滓於其內。其外殼以漸冷凝。此物體則因有外殼之防護。其退冷乃不甚速。

此地殼之成。當有一作用。卽使此鎔化之物質。與氣體分離也。鎔化物質。裹於地殼之內。其氣體在外。裹此地球以至熟之氣。而氣空於是生焉。

此首初之氣空。與吾人今日所見者。大相徑庭。含有最大飛發性 *Volatil* 之金屬體。如鉀 *Potassium* 鈉 *Sodium* 等。

其綠氣 Chlore 鎳氣 Brome 硫磺 Soufre 及養氣 Oxygène 淡氣 Azote 均含其中。氦氣 Helium 輕氣亦有之。而以輕氣之含分爲多。此與天王星海王星新成氣空。所作之分光解析成績相同。此類物體。因溫度太高。均係分離。而不能化合。

迨至溫度低降至適合時。始有化合現象。飛發性金屬體之鉀鈉鋰 Lithium 等。遂得凝聚。因溫度之低降不息。達其溫熱率。遂與其他物質如綠氣碘氣硫磺鎳氣相化合。而成綠化硫化碘化之化學物。輕氣養氣亦化合而成水。但此水不能凝聚。因溫度尙在三百六十度之上也。

當氣空初成時。含有種種金屬質。及各種氣體。其壓力之大。固可想像得之。但實數若何。今且姑置勿論。惟至各物體凝聚後。輕氣養氣化合成水。在極界溫度 T. Critique 三百六十度以上。而未成流質時。氣空壓力。可得略爲計之。

蓋此水汽凝聚。遂成地球面之大洋。而今日海水之量。爲吾人所已知。因摩納歌親王 Prince de Monaco 曾計算海洋之周圍。及其深度。爲製二十四海圖。幸有此圖。而今日海水之量。始可計得。以整數言。當爲 1,400 百兆公里立方。若以此量之水。分佈全地球。當有三公里厚之水。由此觀之。三公里厚之水。其壓力等於三百氣壓。且此水卽當蒸發之時。在最初氣空中。必具此全份之水。且受地球之吸力。自必施其全份之壓力於地殼。然則當水汽尙在其極界溫度。而未凝結之時。此項壓力當以三百氣壓計。

當溫度降至三百六十度之下。水汽始能凝聚。即成爲極熱之暴雨。降于地殼。先流布於地面之平坦處。而後流注於低窪。凡地面能爲水溶化之物質。均被溶化。其最多者。爲綠化鎳化碘化之體。以其已成而已沉澱也。海水之鹹。當係此溶化力所由成也。

水汽凝聚之後。氣空所含者僅氣體耳。但其含分。則與今日吾人所接觸者不同。輕氣之分量至大。尙有炭輕。及至多之養氣。淡氣。又有氦氣。爲地殼物體所發散。又有充分之炭酸。CO<sup>2</sup>爲地殼內含之渣滓所沸騰之氣。

當此最初氣空溫度在沸點以上時。地球上不能有生物存在。必至此溫度降至五十五度時。始有生機之可言。然亦僅爲物理的可以呼吸之氣空。若就化學的言。則尙當爲研究也。

其始也。氣空富有水汽及炭酸。所含之養氣量。不足應動物生機之需。且尙有一大份與炭氣化合。更形不足。而水汽既多。遂生濃厚之雲。遍佈於地球面。

即此水汽之多。炭酸之富。已足以分別古初之氣空與現在之氣空。此種水汽與炭酸。對於熱光綫。必爲不透明。故古初時代。此兩氣存在氣空。可使氣空盡保護之責。而散熱不至過大。至今日則據計算所得。氣空所含之炭酸。僅千分之三。但含分雖少。未始無用。設一旦此氣全消。則地面溫度當下降二十一度。(據亞赫寧 Arrhenius 所計算)則地球當有絕大禍災。由此觀之。可見古代氣空中之炭酸。爲大有造

於地球者矣。

按此，則當地質家所謂第一紀時代，已有數世紀。地球上之氣空，已具有可以呼吸之要素。而生物遂由此發生。但其發生之情況，及其原因，為一神秘問題，固非吾人所得而知。出乎吾人意想之上。惟無論如何，幸當此時代，氣空中富有炭養植物之生機，異常發達，即石炭期也。此種茂盛之發生，觀石炭層植物可見。因有多數樹木，在今日僅為小樹，而在當日，竟為巨木，且可成林。且炭養之作用，不僅應植物之要需，以供其發達，且可為地球之保障，使其退冷能力減小，俾有高溫度，植物生長，始能如許之盛也。

但此遠時代，富有炭養之氣空，尚有一問題，足為吾人注意者，即航空是也。蓋此氣之充裕，不僅足為地球之保障，使散熱力微，且可使氣空之密率增大。古代地質學家亞黎氏 Paleontologiste Harle 最近研究鳥蟲飛揚，引起航空學說。因討論此問題，對於古代能飛動物，適合與否，據其報告，動物之飛，體量愈重者愈難，可見動物之飛，必有一定之重量。以今日氣空之密率言，當以今日最大之蟲鳥體量為界。但在遠古時代，則有至大之飛鳥，如羽龍之類，Pterodactyle 據埃亞當 Earton 氏云，其脊骨長逾八公尺，較今日之小單葉飛機為大。此羽龍生於白堊地層時代，而能飛至一百五十公里之遠。在石炭層時代，蜻蜓脊骨有一公尺長，若今日則如許大蟲，不能飛於空中，其所以能飛者，必空氣之密率較大也。

遠古氣空。富有碳酸。本不宜於今日之人類。幸有極豐茂之樹木。吸收碳酸。還空中以自由養氣。即此迴復之能力。故今日之氣空。得有此含分之養氣。

但植物之外。尙有其他原因。足以吸收氣空中之碳酸。蓋即礦物是也。此種礦物。始係硅化之鎳、鎂、鈉、鈣、鐵等。因空中富有碳酸。水中亦多含此質。遂漸被溶化。而成炭化體。其一部之被水化者。流入大洋。其餘則積於地殼。其入海之一份。足供最初生物之利用。以理推之。地面動物之發生。當自海始。且白灰及白雲石之造成。所需之碳酸。亦至多。此亦爲吸收空中碳酸之一大原因。由此觀之。可見迄今空中所含之養氣。大半均由第一紀時代植物發生來也。

自第一紀始。碳酸之減少不絕。而地球亦以漸退冷。因溫度之低減。而水氣之凝聚亦漸多。降水之量亦自以漸增進。洪水之源。爲各民族所同研究。多謂在第四紀人類發生時代。以理推之。當以此降水適量之時爲準也。且因降水之多。遂令降水富而雪多。因地球溫度低降。故不能溶化。而成冰川。在此時代。遍佈北美洲及歐洲中部。但在此代之末。亞維宜 Anvergne 火山發生。散氣空以新碳酸。似乎卽以此故。冰川退而成今日之氣候。而氣空之含分亦得與今日所分析者相同。但此年代亦已久遠矣。

若問此含分有變更否。則必答之曰。有。地球之物理現象。已與吾人以證明矣。

先就碳酸言。氣空所含之成分。始係漸減。繼乃爲漸加。

此理至明。不難立析。蓋一部分爲火山噴發。炭氣復騰。次則工業發達神速。人之能力。除利用天然機力。如風、水、海潮、波浪之外。當用及地內蘊存之煤炭。供燃燒料。以爲能力之生源。因此燃燒之場所。增加不息。遂散其炭酸於氣空之中。而此氣之成分。乃亦因此以增加。

若按海洋學說。尙可證明此種炭酸成分增加之因。蓋炭酸爲溶化於水之氣體。而地球面海洋占四分之三。則在地面此溶解水與溶化氣體接觸之面積至大。是海洋能吸收海面氣層之炭酸。而氣空中之成分。自必減少。據觀測及分析所得。已證明海面空氣所含之炭酸。較陸面空氣少十分之一。海洋吸收炭酸。既無或息。則此氣必有新來之源。而氣空中容量之增加。亦無疑義矣。

由此觀之。可以預言將來數世紀。氣空中炭酸必較多。地面溫度必較暖。而有極茂盛之植物發生焉。

但此後。尙有一變更原因。爲氣空所不能免者。且可使地球達其最終之日。即退冷是也。夫炭酸含分之臨時增加。固可使溫度之突然增大。但其後必漸須減小。蓋地球生熱之原。在於太陽。太陽以漸退冷。則其所傳之熱亦漸少也。

據德國著名博物家。赫爾摹和集 Helmholtz 預算。在十七兆年之後。太陽因其散熱不息之故。必縮小至其現有之體積四分之一。設無電能足使太陽之能力。得以久持。則未至此縮小時期之前。地球因所受熱力不足。其溫度必低降至零度之下。

自是氣空之溫度。以漸低降。地球面之生機絕。而所有生物。當均死亡。海洋湖澤江河。均凝結。始僅面層。繼及全體。雲中水點。結而爲雪。下降地面。空中遂無雲彩。以供地球之保障。溫度既低。水氣既凝。而炭酸遂亦達其成液點。化爲白雪。落於地面。此雪卽物理試驗冷度時。所造之炭酸白雪是也。炭酸化雪之後。地球又失其防止退冷之障。退冷之力愈大。當溫度低至絕對度七十三度時。即現用攝氏度之零下二百度。又有新海出現。其流均集於地面冰殼之凹處。此海係由空氣中淡氣養氣化爲液體所成。繼而此液體亦結爲冰。空中氣體更稀。僅有輕氣及氦氣而已。

至是氣空之傳從往昔者。乃將消滅矣。

夫氣空在初本已有進化者也。此氦氣。輕氣。原爲最初氣空之構造氣體。但數千萬年之後。此兩氣仍游行四散。繞此永裹冰殼之地球。尙足以指示此已滅氣空之墟跡。迨又歷一時。此已死之世界。與其他天空一星體相遇。發生至大之熱力。分化地核中所含之藏熱體。復生一新氣團。亦係氦氣與輕氣所構成。此則造成諸衝突世界之離解物質。所得之最後結果也。

但在現在氣空。亦進化不息。何以言之。前論空氣中。炭酸含分時。已云其變更不息。茲再論氦氣與輕氣。在氣空中亦非固定。且其含分。時有變更。

輕氣之在氣空中者。原係最初氣團之組織體。迨地球造成之後。輕氣與養氣。及其他物體相化合。遂成爲種種物



質。而所餘存於氣空之含量。自必至少。

但尙有大多數之原因。足以佈之於空氣中。一爲有機物質之分化。如已死機體腐化後所散之氣是也。一爲火山之噴發。蓋其力能令水經此火質之渣滓而過。俾與沸騰物體接觸。遂化分而輕氣散焉。至於氦氣則生於射光能力物體之分散。此散分之力。自有地球以來。卽有之。故其散於空中之氦氣。亦不息。此種情形。並非理想。實爲近今理學家所已試驗。而證明者也。

然氣空之輕氣氦氣。其來也既源源不絕。何以其含分不能增進不已。茲當舉氣體運動學說。以爲左證。此說創自柏訥禮 Bernoulli 已經博物家所許可。據云。氣體之分子。非常靜實係常動。其速率至大。可使軌道幾成直綫。其形與用至多火藥發射小彈丸相似。據砲術家云。以同量之火藥。發射各種砲彈。其砲彈愈小者。速率愈大。以同理推之。則氣體運行速率。亦當以分子密率輕者爲大。輕氣氦氣之分子。較其他氣體爲輕。則其速率。自當甚大也。

此說非僅臆想中之比較。英國博物家博倫氏 Brown 曾見流質體中之分子。常飛舞不定。此運動卽名博倫動 *Mouvement Brownien*。近日科學昌明。有極大之顯微鏡。而此種神秘之運動。乃得窺見。

由此觀之。構造氣體之分子。均類至小之砲彈。飛行空中。互相衝突。正如閉多數小蟲於瓶中之飛舞焉。

幸有種種試驗。遂得定各氣彈之平均速率。輕氣爲每

秒一八〇〇公尺。氦氣爲一二〇〇公尺。炭酸爲四〇〇公尺。淡氣爲五〇〇公尺。但此數僅爲一平均數。蓋以至大與至小者折計之也。

設有一氣分子。其最初速率略小於一秒十二公里。即可達地球吸力等於太陽吸力之點。此氣分子能越此界否。自屬疑問。但以太陽吸力挾之。必有一時離地球而去。

苟輕氣或氦氣之分子。具有等於平均速率十倍之速率。必越均勢界而落於太陽。久不再迴入吾地球之氣空。輕氦二氣之速率。既較他氣爲大。可見其分子必能脫離地球吸力。而離去原有之氣空。是以來源雖多。而氣空中輕氦氣之含分。無甚變更也。

惟上述原因。尚非僅有者。若不僅計地面空氣。而推及於各高度之上。則尙有其影響較大之原因存焉。

在下層地面。因有風故空氣時時震動。乃成其混和勻合之功。但此情形。只下層空氣中有之。若至高度一〇〇〇〇至一一〇〇〇公尺時。則無有焉。蓋至如許高度。氣空可視爲聚而不動之空氣積質。

設除去各層上之水汽。則此各氣體。可視爲完全氣體。若按氣體混合例言。各氣體之在氣空中者。如單獨存在相類。可依公理推求各高度應有之單獨氣體。

此公理卽氣壓依高度遞減之公理也。拉巴拉西 Laplace 首創計算之公式。在此公式中。須加入所注意氣體之密率。是以在氣空中相等高度上。密率不同之兩氣體。不能

有相同之壓力。即謂在混和氣體。各體有其自有之壓力。其含分之多寡。以其密率而變更。在最高層以密率最輕者爲多。而其密率大者則因重量之故。殊難達至此層。

奧國著名氣象家漢嬰 Hann 氏。曾用計數。解釋此問題。研究自地面始至一百公里高。每層中各氣體之分量。其所得成績如下。在地面則養氣爲二十一分。淡氣七十八分。氦氣一分。輕氣萬分之一。氖氣約千萬分之一。至二十公里高。則淡氣有八十四分。養氣較重僅有十五分。以飛行言。此問題大堪注意。因即有勇敢之飛行家。能造呼吸機關。以達此高度。惟其養氣量恐不敷發動機之燃燒力。但至此高度。輕氣量之增。較地面者多十倍。氖氣亦然。氬氣比養氣爲重。其含分只有三分之一矣。至五十公里。淡氣仍爲七十九分。養氣僅七分。氬氣僅千分之三。而有十三分之輕氣。千分之二之氖氣。可見養氣之含分減。而輕氣之含分增加至速。

若至百公里高。則無養氣。僅有千分之一之淡氣。而有千分之五之氖氣。九十九分半之輕氣。則此氣層。幾爲完全輕氣層矣。

以近今探空汽球所到之高度。(三十公里)所取空氣爲之解析。已可證明此說之精。

由此觀之。可以斷言。在至高之界。氣空只有輕氣及少許之氖氣。至微之淡氣而已。此二氣者。固與吾人生息之氣空相終始也。

百四十四日。平均計之。約每六日達三公尺。(乙)太陽熱力。至十二五公尺以下。無週年變差。(丙)週日溫度變差。傳於地內之速率。每三小時達一公寸。(丁)地內深一公尺三十。已無週日變差。約較週年變差界綫之深度。小十九倍。按二十五公尺等於一公尺三十之十九倍。而十九又適爲三百六十五之平方根云。一八四一年。帕渭 Bravais 氏。及馬達 Marin 氏。同在距海平面高度二千六百八十三公尺處觀測地溫。所得成績亦與格氏相符。據帕氏云。依地溫之觀測。足以證明最高最低溫度傳遞之速率。約一公寸須二小時五十分。不變溫度層之下。同在一層內者。溫度週年常同。而其增進。則依深度。但漸加之級數。隨地不同。蓋依地質爲標準。大抵三十公尺至四十公尺間。可進一度。平均計之。約三十三公尺進一度。然據最深礦井之觀測。則深度愈大。此增進率當較小也。其在週年平均溫度低於零度之地。雖夏季解凍。草木蕃殖之時。地底深下之處。仍自凝結。是以伊古斯克 I Kouk 週年平均溫度爲零下七度。即深至一百十六公尺。仍爲零下三度。以臆度之。至一百九十公尺當在零上矣。

水之溫度。可分爲泉水、江河、湖水及海水。大概泉水無週日或週年溫度之變差。江河湖水週日無甚變差。以其常流不息也。惟週年之差。則甚大。冬季河面結冰。冰層之下。溫度均爲零度。冷期愈長。則冰層愈厚。而零度亦愈下。若在不活動之深湖。夏季溫度自水面漸減至水底。蓋因不動之故。水之密率自面漸增至底也。大概水底之溫度。多爲四度。以

水之密率。以四度爲最大也。若淺湖則現象亦然。惟其底不常爲四度耳。

以海水溫度言。與風土頗有關係。然其受溫度影響之深度亦不甚大。因海面有海流。至深底則海水爲不動性也。據地中海之觀測。至一百六十二公尺深。溫度已常爲十三度。若至深底。則常僅二度耳。大洋中常有大海流。與海面及海岸之溫度。大有關係。熱海流在海面。引赤道之水以向兩極。其冷海流則在下層。引兩極之水向赤道。此熱海流謂之海灣流。冷海流謂之拉巴陶海流。

沿海之地。大都爲經常風土。因水之比熱率甚大。故海能藏熱。且能使溫度無大變差。此所以海島之氣候常平和也。據邇來林甯 Lightning 探海隊之報告。大西洋面溫度之分配如下。緯度六十度至四十度。經度四度至十四度。溫度十一度至十四度。緯度三十度至二十三度。經度十度至三十五度。溫度十七度至二十度。緯度二十六度。至赤道及南緯二十度。溫度爲二十一度至二十六度。至二千至三千海尺(約一公尺二五)深。平均溫度爲一度。二度。三度。在緯度六十度。五百海尺深處。水溫在零度下。(零下一度一, 一度二, 一度三)至於海水之鹽分。則各地不同。而與水密率及海流之造成有大關係焉。

海水結冰之溫度。平均在零下二度。附岸之海面。必先凝結。在北極區域。冬季所成之冰。較夏季能溶化者爲厚。是以北冰洋終年均有冰塊。夏季此冰塊。有時分裂。爲風力浪

力及海流所冲。挾而下行。即成所謂流冰。此流冰所至之界。不可不知。以與航海大有危險也。

## 第二章 氣壓與風

空氣之壓力 空氣包襲地球。球面物體。均受空氣壓力。因其係屬氣體。與尋常氣體。性質相同。任何空隙之處。必占滿之。且有重力。故上層空氣疊於下層空氣。欲使其平均。必壓力與彈力相等。是以上層空氣積質有變動。下層所受之壓力。亦有輕重也。平均計之。每一公分之平方面。受壓力一公斤。即中國一寸平方面。受壓力十五斤也。茲欲詳明氣壓之真相如何。請舉人之身體為例。人體大小不同。平均面積約一平方公尺。則人身所受空氣壓力。為  $1033 \times 10000 \text{gr} = 1330 \text{kg}$  (一萬零三百三十公斤) 以如許重量。人體乃能載之。豈非異事。不知人體中之流質。大都具不受壓性。而氣體亦具有彈力。互相抵抗。而得其平。若外來之氣壓。因故減少。體中之氣壓大。而液體即從口鼻而出也。此所以飛行家。高入空中。往往因氣壓太低。因而眩暈。或口鼻出血也。

測定氣空壓力之器。曰氣壓表。俗稱風雨表。首創斯器者。為卓西利。有一玻璃管。長約一公尺。一端封閉。其中滿貯水銀。開口一端。倒置於水銀盆內。管中水銀下降。至一定之高度為止。在此高度以上。則成爲真空。量盆平面與水銀柱頂之高度。即氣壓度。因此水銀柱之重量。等於空氣用於盆平面之壓力也。此種水銀表甚多。以佛丁氏與陶迺樂氏兩種爲適用。(第八圖)尚有一種空盒氣壓表。(第九圖)爲一金屬製

盒中係真空。兩底爲有撓力之鐵葉。中置有彈簧。按外來氣壓之大小以伸縮。故足以示氣壓度數。此表吾人平日多稱之曰風雨表。實則僅足以示氣壓之變象如何。與風雨初無與也。且嘗見空盒表上。載風、雨、晴、變動等字。亦毫無標準。不可據以爲實。凡欲得任一時間之氣壓。則用自記表。(第十圖)其主動機關。係真空盒。其他則與溫度自記表同。

空氣係屬氣體。受壓力愈小。其所占之體積愈大。愈向高空。空氣柱愈短。而空氣愈輕。此所以氣壓依高度而變更。氣空之界。本屬無有止境。惟以漸稀薄。就實用言之。則氣壓低至等於地面壓力千萬分之一。當可視爲氣空之界。因抽氣機所能有之真空。亦不能過此也。平均計之。此界當爲五十五公里。但氣壓單位若改小。則可達八十公里。然較之地球全徑。已小多矣。據實測者言。若向高空上升。其始氣壓之減小甚速。以後則漸緩。繼則變差不甚大。所以欲得地面各點氣壓之真相者。必須先爲高度之訂正。始可比較。實用之簡單法。則可依每高百公尺減小十公釐折算。若欲求精密之數。可用拉巴拉西 Laplace 公式。且此公式。尙可爲計算高度之用也。

若欲明氣壓週日之變差。以用自記表格紙爲最明瞭。以中緯度各地言。如北京。天氣晴明時。高低有一定之時間。冬季最低在九時十四時間。夏季在八時十六時間。夏季之差。較冬季爲大。此變差與溫度反向。其原因如何。當如下述。溫度一高。空氣膨脹。上升而向較冷之區。故因稀薄而壓力

低降也。若以週年之變差言。則彼區與此區。各不相同。就中緯度諸地。有通例如下。大陸氣壓冬高而夏低。海洋氣壓則相反。居海陸間各區域。則冬季陸地之能力勝。夏季海洋之能力勝。故在兩季。有兩最高。而中間以春秋之兩最低也。

地面海面氣壓之變差。原無或息。欲研究其分配如何。則可取各地氣壓度數。爲去其高度及緯度之影響。而將其同度之點。用聯綫聯之。卽成所謂同氣壓綫圖。其周圍氣壓較中心爲低者。謂之高氣壓圈。周圍氣壓較中心爲高者。謂之低氣壓圈。觀此圖而週年中各地氣壓之情形如何。昭然若揭。故可得一公例焉。凡在一區域。其溫度較其周圍之溫度爲最高。無論其絕對的或關係的必有一最低氣壓。而其絕對或關係之最低溫度。必附以最高氣壓焉。卽地面性質不同。氣壓分配有不平均。此例均不能破也。(第十一十二圖)

風之造成原因 上章論太陽光熱對於地面氣候之作用。已明晰其爲孳生之機。今茲所論之風。則亦以此光熱爲樞紐。設無太陽光熱。則氣空包地球而不動。重而且冷。毫無生氣。從無微風之振動。因而瘴厲之氣咸萃。不惟不足以養生。且足以致死。惟有光熱。而後大氣乃能繞地球而運行。俾各層氣流以次更新。掃除傷生之濁氣。以涼颯調盛暑。以和風劑嚴寒。佈生機於大地。使萬物均吸此清氣以資生焉。

茲篇所論之風。及後篇所論之雲雨。均爲氣象學中之通識。因大空氣流。及空中水氣。爲節調天時。及一年四季氣象概況之兩中心點。所以當詳爲研究。以明乎氣空之機力



作用也。蓋此中當有一定不易之公例存。言氣象者。必深明此公例。而後能與天文學並駕齊驅。因天文學者。能預知日月五星之纏度軌道。而言氣象者。若於種種原因。未能深悉。則無以爲定準。故不可不深爲研究也。

所謂風者。氣空失其均勢。任一積量之空氣所發生之運動是也。故風者即空氣之流行。其向大抵多係平橫的。其力之大小。則非均等的。其原起點。則爲壓力之不均。設氣空到處密率均同。而各地之氣壓表度數均等。則氣空當永久不動。無如有多數之原因。足使氣空之均勢破壞。而其最大之故。則爲溫度之參差。與水汽之變化。是以隨地隨時。氣壓均不相同。且變差極大。而風颯因此而生。至其流行則多由氣壓重處向氣壓輕處。故圍繞高氣壓圈。風多向外行。而繞低氣壓圈。則風多向內行。

溫度不同。密率亦異。故氣壓亦有參差。假設有一時。氣空到處均平靜不動。忽有雲積掩太陽光綫。則空氣之在其下者。必冷而凝縮。密率以重。均勢遂失。而動象見矣。其向與雲行同。且此較涼之氣。必占其周圍較熱較漲者之位置。須至溫度平均。無此地凝縮。彼處膨脹。而後空氣始定。設晴天無雲。太陽光綫正射於吾人頂上。則正對光綫之空氣。其增熱必較受斜光綫之空氣爲速。因而膨脹上升。其周圍之空氣。乃進而補之。猛進不已。如此則風颯生焉。蓋氣空中之特別或普通氣流。無非此太陽光熱之不均。冷熱空氣互求均勢所造成也。

但兩方面之間隔空氣。若受熱不同。應見何象。亦有研究之價值。所最困難者。則對此茫茫氣空。並無標點。其氣層之行向如何。不能明定之耳。然以科學思想爲之證明。亦可解此疑問。其曾爲此試驗者。爲佛朗格蘭氏。佛氏取相隔兩室。冷暖不同。燃三蠟燭。分置於兩室相通之門隙。一近門楣。一在中間。一在地板。而見近地板處。火焰之向。可指明風自冷室入於暖室。在上端則向相反。而在兩端之間。則有一處。空氣不動。(第十三圖)若以流質爲比。亦更明顯。設有甲乙兩管。(第十四圖)上下均有管相通。惟上通管有活拴。以便啓閉。其始兩管中所貯之水。溫度相同。則水均不動。若令甲管之溫度不變。乙管之溫度增加。又啓上端之活拴。則見在下端熱管。壓力小於冷管。水從冷管流向熱管。而上端熱管壓力大於冷管。而水從熱管流向冷管。而管之中央。則有一處。壓力相等。而水不運行。此平面。在氣學中謂之中性平面。若以此理推之。地面空氣。亦莫不然。設以空氣柱。因故增熱。則氣層上升。而下端有氣流向熱處行。而此增熱空氣柱之上端。則有氣流自熱處向冷處行。

凡寓居海濱者。常見每日當早九十點鐘時。有風自海而陸。卽海軟風。此風能使氣空清涼。至下午五六點鐘止。依佛朗格蘭之試驗。則其故甚易知。蓋以太陽光綫對於海陸所生之效力不同也。每日自九時始。海岸之溫度漸大於平均溫度。此平均溫度。與海面溫度幾相等。於是有風自海而陸。至晚九時後。則不同。海岸溫度較平均溫度爲高。則有風

自陸而海。故居海岸者。均覺每日海軟風之後。必有數小時靜風。卽有陸風繼之而生。是以海潮之外。航海亦可利用此風。以進口或出口焉。

距海岸頗遠。軟風卽失其用。而在海面。則有所謂季風者生焉。據觀測所得。在北半球。春季季風始於四月。秋季季風始於十月。而在南半球。則時令相反。故秋季季風始於四月。春季季風始於十月。季風之行向。多依太陽光綫最有能力之半球。當兩季風交換之時。航海最爲危險。或因諸風集合。互相衝突而成颶風。或因有較大之靜風。間於兩相反季風之間。海陸之形勢不同。大有影響及諸現象。是以對於季風。各地有各地之特例。向赤道處。太陽光綫大都爲垂綫。故其溫度較地球面任何地點爲高。是以兩半球均有下層氣流向赤道行。而在赤道區之空氣。增熱甚大。升而上向高空。至數公里之高。此上升氣流。乃分而爲二。而向兩極。但此上升運動。必能吸收其兩旁之空氣。故切地面兩氣流。自溫帶向赤道。是以圍繞地球。有兩循環氣流。可以下說解釋之。吾人所處者。爲北半球。今先就北半球論。有一氣流。自熱帶行向赤道。其位置在氣空下層。且切地面。爲吾人觀測所能覺察者。卽北半球之恆風或貿易風也。將近赤道時。其遠近以時令而變。上升而向高空。至一定之高度時。漸平行向兩極。但漸離赤道。亦漸下降。莫利 Maury 氏名之曰上層反恆風。界止於此。其周環尙未完全。以恆風與反恆風。爲赤道之上升氣流所聯合。尙未達於極北也。

設地球爲不動體。而到處之性質均同。又運行之向非有顛倒。則兩氣流之集合。必向北。其向南者。亦向南。而上層之反恆風。必下行向地面。以與恆風相合。則氣空之流行。幾乎僅在低緯度之地有之。但就吾人日常所見者。其運動之發點。在赤道。此運動極有規則。恆風及反恆風在赤道綫附近。其運行亦甚有規則。但去此綫漸遠。其主動之作用。以漸而減。故下降氣流。較上升氣流爲分散。且不如其有界限而固定。其平均位置。與赤道之引力及反恆風所達之高度有關係。而此高度。則與溫度按高度漸減之例有關。故因時令不同。而有變差焉。

其南向之周環。較北向之周環。範圍爲廣。且侵入北半球之大西洋。夏季時其侵占之現象更顯。(第十五圖)

地面氣空。異常活動。故無論其如何有規則。其界外氣流。亦必受厥影響。况以前所論者。均謂地球不動。而性質均同。實則地球有自動公動。及海陸分配之不平均。遂足以使氣流出原有周環之外。而生第二周環焉。

地球自轉。自西而東。在二十四小時間。地面各點。均轉一周。但在此期間。其所行之路不等。其速率亦不等。其在赤道每秒速率爲四百六十五公尺。至克恩郎 Greenland (緯度約七十度) 每度約一百六十公尺。至極上則速率等于零。凡居赤道下者。均覺空氣不動。實則每秒行四百六十五公尺。或每小時一千六百七十四公里。設此空氣。移置于五十六度緯度上。而其運行之速率不改。惟四十六度上之每點速

率。僅每小時九百二十四公里。則此空氣到地面時。爲東來之空氣。每小時七百二十五公里。成世界上未有之暴風。若有空氣。自五十六度移向赤道。則其現象相同。惟風向爲自東而西耳。而就實際言之。則不若是。蓋空氣自此緯度移至彼緯度。其行以漸而進。當其運行期間。則有多數之阻力。使其速率均等。但微弱之較差。非盡無之。且緯度愈高。範圍愈小。故以上所述之效果。至高緯度處。尤爲顯著。則其暴風之多。自非無原矣。

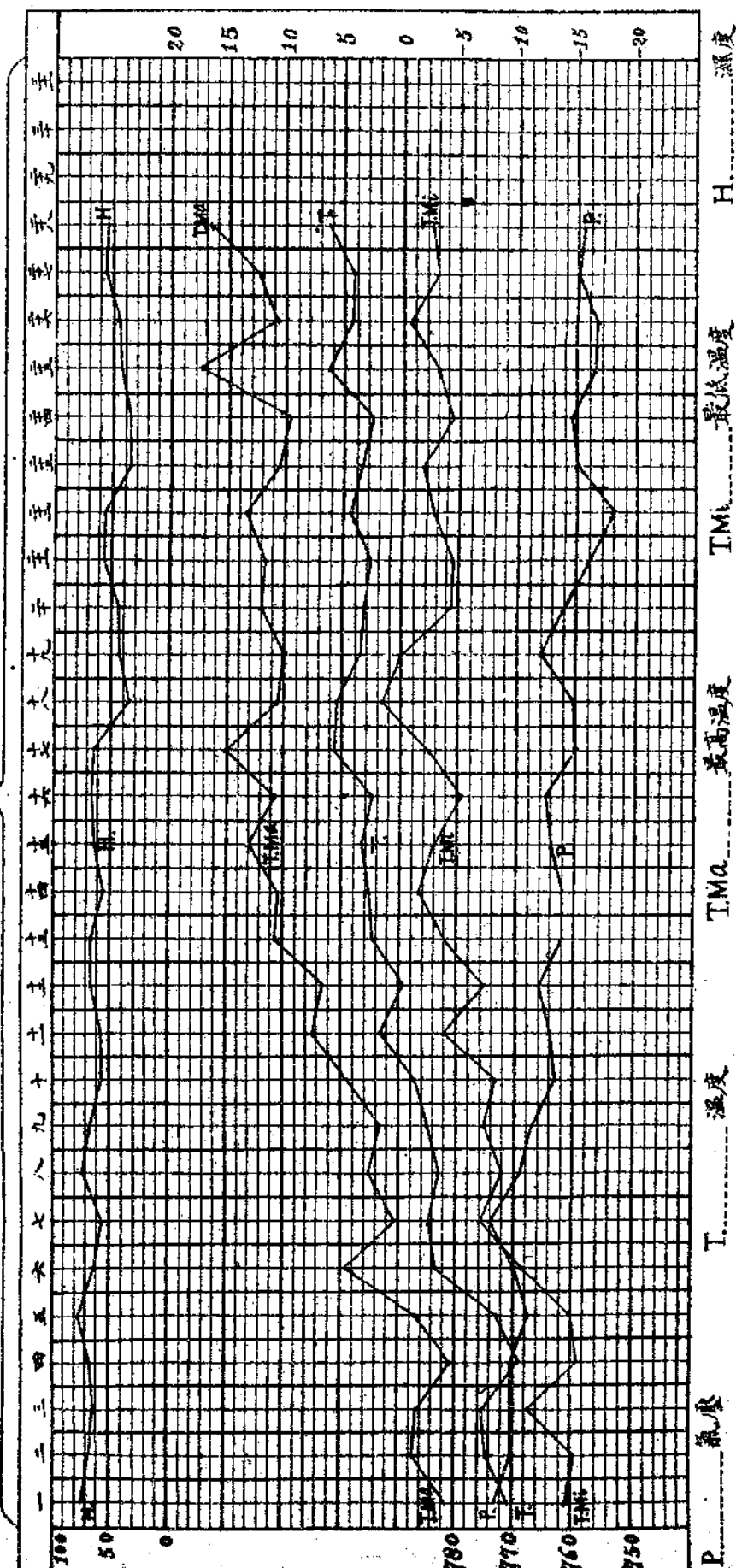
今試就恆風之轉向。以證明地球旋轉之影響。在北半球之恆風。當其運行時。係自北而南。向赤道行。惟在此時間。其所經之緯度。半徑漸大。速率亦漸增。設其速率不變。似漸移西。其視向當爲北西向南東。即北半球恆風之方向也。其在南半球亦然。故南半球恆風方向爲南東。

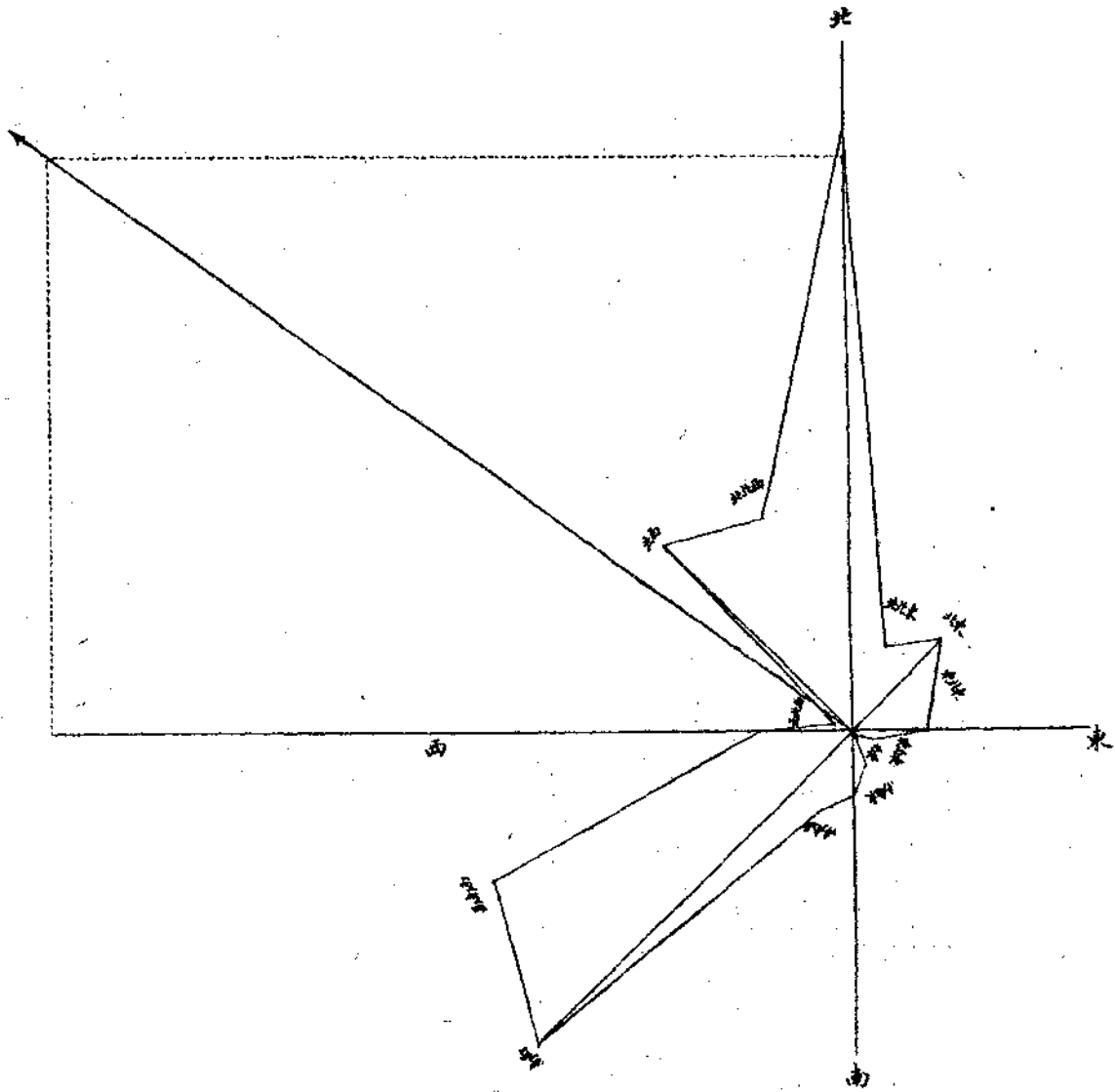
當上升氣流。達其一定高度時。乃分爲二枝。以成上層反恆風。此層風初成時。仍守其向西之趨勢。但愈向北緯度。徑小而速率亦小。故更而徧東。遂成北東向。達於二至綫附近。下降向地。此處爲上升風現象又行發生之地。反恆風以其東向及其速率侵入。但因係垂直之運行。故其速率不顯。至此緯度。又得兩區。曰二至綫靜風區。

總言之。自赤道向北極。所見之風行現象如下(一)赤道靜風圈(二)北東恆風(三)二至綫靜風(四)無定風。向在北西及南東之間。而南半球之次第亦同。(第十六圖)

此種氣空之氣流。大都受時令之影響。夏季之末。北極

二月份北京氣象圖表  
日序





二月份北京風向平均圖

二 月 份 北 京 氣 象 概 況

氣 壓 平 均 為 七 百 六 十 四 公 釐 一 三。 最 高 氣 壓 平 均 為 七 百 六 十 六 公 釐 五 三。 最 低 氣 壓 平 均 為 七 百 六 十 二 公 釐 〇 二。  
 溫 度 平 均 為 零 度 二。 最 高 溫 度 平 均 為 七 度 五。 最 低 溫 度 平 均 為 零 下 十 三 度 四。  
 雨 計 無。 本 月 無 降 水。  
 雲 量 平 均 為 一 八。  
 濕 度 平 均 為 五 七 二。  
 水 氣 壓 平 均 為 二 公 釐 四 七。  
 蒸 氣 量 因 凍 無 計。  
 風 向 平 均 為 北 西 9° 西 本 月 大 風 共 六 次。  
 風 力 平 均 為 每 秒 一 公 尺 七 七。

符 號

○ 晴	← 冰 針	∞ 烟 霧	△ 北 極 光
⊙ 陰	△ 露	⊕ 日 暈	⚡ 閃 電 (無 雷)
● 雨	∨ 霜	⊙ 日 光 環	T 遠 雷
* 雪	∨ 露 凝	☾ 月 暈	⚡ 雷 雨
▲ 雹	S 雨 凝	☾ 月 光 環	⚡ 大 風
△ 霧	≡ 霧	○ 虹	⚡ 大 風 雪

觀 測 簡 章

觀 測 時 間 用 東 經 一 百 二 十 度 標 準 時。日 照 時 數 則 用 太 陽 時。  
 氣 壓 以 公 釐 計。  
 溫 度 用 攝 氏 度。其 在 零 下 者 加 以 負 號。  
 雨 計 高 低 亦 用 公 釐。凡 雨 雪 雹 霰 所 降 之 水。均 謂 之 雨 計。無 雨 之 日 作 一 橫 畫。有 雨 而 不 足 計 者 作 〇。  
 濕 度 自 〇 至 100 計。最 乾 為 〇。最 濕 為 100。  
 水 氣 壓 以 公 釐 計。  
 地 內 溫 度 每 日 記 載 一 次。計 分 三 種。(一) 三 十 公 分。(一) 六 十 公 分 (一) 一 公 尺。  
 雲 量 以 〇 至 十 計。  
 風 力 以 每 秒 若 干 公 尺 計。  
 風 向 以 十 六 向 計。  
 各 種 現 象 用 萬 國 公 用 符 號 紀 載。



日期	類別	氣壓 mm	溫度 C	雨計 mm	雲量 %	最風 多向	風平 力均	濕度 %	水氣壓 mm	蒸氣量 mm
1		772.66	-9.8	—	2.0	N	1.87	73.9	1.41	—
2		770.28	-7.8	—	1.3	WSW	0.94	69.3	1.53	—
3		772.03	-7.1	—	1.0	N	2.29	61.3	1.44	—
4		773.06	-10.1	—	0.3	SW	1.49	67.8	1.24	—
5		767.74	-8.6	—	1.0	WSW	0.80	78.1	1.68	—
6		770.51	-3.2	—	1.4	N	1.74	60.3	1.96	—
7		774.04	-2.9	—	2.3	N	2.39	55.1	1.89	—
8		768.94	-3.7	—	2.6	SW	1.17	70.4	2.28	—
9		767.35	-2.9	—	0.6	NW	3.04	65.3	2.23	—
10		762.92	-1.3	—	2.2	SW	4.30	55.0	2.14	—
11		763.73	1.6	—	0.0	N	1.95	56.5	2.65	—
12		765.85	-1.1	—	3.3	NNW	1.24	67.9	2.69	—
13		761.69	2.1	—	0.6	N	0.73	65.5	3.22	—
14		762.11	2.8	—	5.6	N	1.79	54.3	2.81	—
15		763.91	3.6	—	0.1	SW	0.33	60.5	3.39	—
16		764.87	2.4	—	0.4	NE	0.89	67.3	3.54	—
17		759.62	5.7	—	2.5	N	0.64	61.2	3.95	—
18		760.41	5.5	—	5.8	NW	6.76	35.3	2.26	—
19		765.81	3.7	—	0.3	SW	2.19	42.4	2.34	—
20		762.17	3.2	—	0.5	WSW	1.18	45.7	2.28	—
21		757.67	2.8	—	0.5	WSW	0.43	57.8	2.94	—
22		754.07	4.6	—	0.4	WSW	0.92	56.5	3.28	—
23		760.00	3.6	—	6.3	NNW	4.51	37.5	2.11	—
24		760.51	2.7	—	0.6	SW	1.52	36.7	1.83	—
25		756.92	6.2	—	0.6	N	0.75	43.8	2.66	—
26		757.45	4.3	—	6.1	N	0.75	47.7	2.84	—
27		760.28	4.1	—	0.6	SW	1.18	56.7	3.30	—
28		758.90	6.2	—	0.3	SW	1.70	51.7	3.36	—
平均		764.13	0.2	—	1.8	NW <sup>9</sup> W	1.77	57.2	2.47	—
總計				—						—

地 温 面 度 90°C	地 内 温 度			井 水 温 C	雨 日	最 温 高 度 C	最 温 低 度 C	較 差
	30 <sup>Cm</sup>	60 <sup>Cm</sup>	700 <sup>Cm</sup>					
- 8.2	- 1.6	1.3	5.1	9.3		- 4.1	- 14.6	10.5
- 7.0	- 2.2	0.8	5.0	9.3		- 1.1	- 15.1	14.0
- 5.9	- 2.0	1.0	5.0	9.0		- 1.6	- 11.3	9.7
- 7.9	- 2.1	0.5	4.8	9.0		- 4.7	- 15.5	10.8
- 6.2	- 2.5	1.7	4.8	8.8		- 1.5	- 15.0	13.5
- 2.6	- 2.3	0.7	4.6	9.0		4.6	- 10.8	15.4
- 2.4	- 2.0	0.7	4.8	9.0		0.1	- 7.0	7.1
- 2.2	- 1.7	0.6	4.5	9.3		2.8	- 9.0	11.8
- 2.5	- 1.4	0.5	4.4	9.4		1.6	- 7.2	8.8
- 1.0	- 1.6	0.7	4.3	9.3		4.5	- 8.3	12.8
1.4	- 1.2	1.0	4.4	9.2		7.3	- 4.0	11.3
0.5	- 1.2	0.8	4.3	9.1		6.5	- 7.2	13.7
2.2	- 1.0	1.0	4.3	9.1		10.6	- 4.0	14.6
2.6	- 0.6	1.0	3.4	9.1		10.4	- 1.7	12.1
3.8	- 0.5	1.4	4.4	9.1		13.0	- 3.0	16.0
3.3	- 0.6	1.4	4.1	9.4		10.9	- 5.2	16.1
5.9	- 0.5	1.5	4.4	9.4		15.0	- 2.2	17.2
4.9	- 0.3	1.4	4.3	9.5		10.5	1.9	8.6
5.0	- 0.3	1.4	4.4	9.6		10.0	0.0	10.0
4.4	- 0.1	1.5	4.3	9.3		12.0	- 4.1	16.1
4.2	0.0	1.4	4.4	9.4		11.8	- 4.5	16.3
6.2	- 0.2	1.5	4.2	9.5		13.3	- 2.9	16.2
3.2	0.0	2.2	4.5	9.3		10.4	- 1.7	12.1
3.6	- 0.1	2.3	4.6	9.3		9.8	- 4.4	14.2
8.0	0.0	2.3	4.5	9.2		17.4	- 3.0	20.4
5.1	- 0.1	2.4	4.6	9.3		10.6	- 0.6	11.2
5.9	0.2	3.2	4.6	9.4		12.2	- 3.0	15.2
7.6	0.4	3.5	5.2	9.1		16.7	- 2.4	19.1
1.1	- 0.9	1.4	4.5	9.2		7.5	- 5.9	13.4

最氣 高壓 mm	最氣 低壓 mm	較 差	紀 要
773.32	771.87	1.45	○17 <sup>h</sup> 10' ⊙19 <sup>h</sup> ○
771.67	768.67	3.00	○6 <sup>h</sup> 30' ≡
774.12	771.02	3.10	○13 <sup>h</sup> ∇
774.92	770.17	4.75	○6 <sup>h</sup> ≡
769.87	765.67	4.20	○
772.17	768.72	3.45	○2 <sup>h</sup> 40' ∇ 18 <sup>h</sup> ≡
775.72	772.57	3.15	○21 <sup>h</sup> ⊕
772.47	766.22	6.25	○9 <sup>h</sup> ≡
769.37	766.07	3.30	○10 <sup>h</sup> 45' ∇ 22 <sup>h</sup> ≡ 23 <sup>h</sup> ⊕
768.87	758.42	10.45	○⊕2 <sup>h</sup> ∇ 6 <sup>h</sup> ≡
767.77	759.07	8.70	○
768.42	763.32	5.10	○∪18 <sup>h</sup> 30' ⊕
763.12	760.42	2.70	○7 <sup>h</sup> ≡ 22 <sup>h</sup> 45' ⊕
763.72	761.37	2.35	○⊕
764.87	763.12	1.75	○≡
766.32	763.42	2.90	○6 <sup>h</sup> ∪8 <sup>h</sup> ∞
763.62	757.12	6.50	○
765.67	756.07	9.60	○5 <sup>h</sup> 40' ∇ 12 <sup>h</sup> 20' ⊙ 14 <sup>h</sup> 35' ○
767.82	764.22	3.60	○
764.37	760.02	4.35	○⊕
759.77	756.02	3.75	○7 <sup>h</sup> ∞
756.12	752.37	3.75	○≡
764.92	754.02	10.90	○5 <sup>h</sup> 48' ⊙ 6 <sup>h</sup> ∇ 17 <sup>h</sup> 40' ○
764.22	757.62	6.60	○6 <sup>h</sup> ≡ 18 <sup>h</sup> ≡
757.92	756.12	1.80	○5 <sup>h</sup> ≡
758.82	756.32	2.50	○11 <sup>h</sup> ⊙ ≡ 15 <sup>h</sup> ○
762.32	759.02	3.30	○
760.47	757.52	2.95	○6 <sup>h</sup> ≡
766.53	762.02	4.51	

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

地名 日期	東經 109.4' 北海 緯 21.28'						東經 113.16' 沙 面 緯 23.12'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	762.0	8.33	91.0	N	5	☉	766.1	6.67	91.0	N	2	☉
2	766.3	4.44	90.0	N	2	☉	769.6	5.00	90.0	N	3	☉
3	775.2	6.11	74.5	N	5	○	771.7	2.78	100.0	N	2	●
4	...	...	...	...	...	...	775.5	1.67	69.0	N	2	○
5	770.4	8.33	84.5	N	2	☉	774.7	1.67	80.5	N	1	○
6	769.1	5.56	90.0	N	2	☉	770.9	9.44	92.0	NW	1	☉
7	766.3	14.44	93.0	○	0	☉	768.1	12.22	93.0	WNW	1	☉
8	768.6	10.00	86.0	N	3	☉	769.1	10.00	78.0	N	3	☉
9	765.3	10.00	86.0	N	3	☉	768.6	8.89	100.0	NE	2	●
10	770.1	8.89	85.5	N	3	●	770.1	7.77	84.0	N	2	●
11	767.8	10.00	92.0	N	2	●	769.1	7.77	84.5	N	1	☉
12	766.6	10.00	100.0	N	3	☉	766.6	8.89	92.5	NNW	2	●
13	767.5	11.67	87.0	N	2	☉	767.6	11.11	86.5	N	2	●
14	767.6	13.33	87.0	N	2	○	768.1	8.33	84.5	N	1	○
15	766.1	11.11	86.5	○	0	●	767.6	13.33	93.0	○	0	☉
16	...	...	...	...	...	...	767.3	12.78	93.0	NNW	2	○
17	...	...	...	...	...	...	765.6	10.56	93.0	○	0	○
18	760.7	18.89	89.0	E	2	○	763.5	12.22	84.0	E	1	●
19	760.5	20.00	90.0	E	2	○	763.0	12.78	87.0	E	1	○
20	760.7	15.00	93.0	N	3	●	760.2	16.67	82.5	E	2	☉
21	762.3	10.56	92.0	N	2	○	762.8	9.44	85.5	N	2	○
22	759.5	15.56	88.0	N	2	☉	759.7	14.44	88.0	NNW	1	●
23	766.1	17.22	94.0	N	2	☉	759.7	13.33	100.0	N	1	☉
24	...	...	...	...	...	...	765.8	13.33	75.0	N	2	○
25	764.8	18.89	89.0	NE	1	○	766.3	10.00	86.0	N	1	○
26	762.0	19.44	89.0	SE	2	☉	764.0	13.33	87.0	ENE	4	☉
27	761.5	21.11	84.5	SE	2	☉	762.5	16.67	94.0	SE	1	☉
28							762.8	17.78	94.0	WNW	1	●
平均							766.7	10.32	88.1			

## 二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

地名 日期	東經 116°40' 汕頭 北緯 23°21'						東經 110°26' 梧州 北緯 23°32'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	761.5	10.56	100.0	N	2	●	768.1	5.56	83.5	N	2	○
2	766.8	8.89	100.0	NNE	1	☉	772.2	4.44	71.5	N	2	☉
3	768.1	6.67	100.0	N	1	●	774.7	7.22	75.5	N	3	☉
4	772.9	3.89	90.0	N	1	☉	777.7	8.33	62.0	NE	3	○
5	774.2	7.22	91.0	NE	2	○	774.7	6.11	83.5	N	3	☉
6	773.9	8.33	100.0	E	1	○	771.4	11.67	87.0	E	2	☉
7	768.6	12.78	100.0	NE	1	○	769.1	13.33	93.0	E	2	☉
8	766.6	15.56	100.0	W	1	☉	772.9	10.56	73.0	N	3	☉
9	768.4	10.56	92.0	NNE	2	☉	769.6	8.89	85.5	NE	1	☉
10	767.6	11.67	100.0	N	1	☉	773.4	10.00	64.0	NE	2	☉
11	768.1	9.44	100.0	N	1	☉	770.9	10.56	86.5	NE	2	☉
12	764.3	11.67	93.0	NNE	2	☉	768.1	5.56	83.5	N	1	○
13	766.3	6.67	91.0	○	0	☉	766.6	10.00	92.0	W	1	☉
14	766.6	12.22	93.0	N	1	☉	769.6	11.67	87.0	NE	2	☉
15	766.6	11.67	79.5	NNW	1	☉	768.6	13.33	87.0	N	2	☉
16	765.8	12.78	93.0	NW	1	☉	770.4	13.33	87.0	E	1	○
17	763.0	12.78	87.0	E	1	○	769.6	11.11	92.0	E	1	☉
18	763.0	9.44	92.0	NE	1	○	764.8	15.56	82.0	E	2	○
19	763.0	10.00	92.0	NNE	1	○	777.2	16.67	89.0	E	2	☉
20	761.7	14.44	81.0	NE	3	☉	763.8	15.56	82.0	N	2	☉
21	760.5	12.78	93.0	NE	1	☉	765.0	12.78	75.0	E	3	○
22	759.5	6.67	91.0	SE	1	○	761.7	14.44	88.0	W	3	○
23	760.0	13.89	93.0	NE	1	☉	762.5	13.33	93.0	NE	1	○
24	760.5	15.56	77.0	WNW	1	☉	767.8	12.78	93.0	NE	2	☉
25	766.1	12.22	93.0	NE	1	○	772.2	15.00	88.0	E	2	☉
26	764.3	11.67	93.0	N	1	○	764.5	15.00	88.0	E	2	☉
27	762.5	11.67	87.0	SE	1	☉	764.3	17.22	89.0	N	1	☉
28	761.5	16.67	94.0	S	1	☉	764.3	17.78	89.0	E	1	☉
平均	765.4	11.01	92.7				769.1	11.71	83.9			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

地名 日期	東經 118°6' 廈門 北緯 24°28'						東經 120°37' 温州 北緯 28°0'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	760.0	8.33	91.0	NE	2	☉	771.9	1.11	71.5	WNW	3	*
2	760.0	7.77	91.0	NE	2	●	773.2	-1.67	100.0	WNW	3	*
3	768.9	6.67	91.0	ENE	2	●	771.7	0.00	89.0	NW	3	☉
4	773.4	5.56	83.5	ENE	2	☉	778.3	0.00	61.0	NW	2	○
5	774.7	3.89	71.5	ENE	2	○	778.3	-0.56	89.0	○	0	○
6	772.9	8.33	84.5	ENE	1	○	774.2	5.56	83.5	SE	1	○
7	769.4	11.67	93.0	○	0	○	769.4	10.00	92.0	WNW	2	○
8	767.1	13.89	88.0	E	1	☉	772.9	0.00	69.0	NW	4	○
9	769.1	9.44	77.0	ENE	2	☉	770.9	3.89	71.5	E	1	●
10	767.6	10.56	92.0	ENE	2	☉	772.9	6.11	67.0	NW	4	○
11	769.1	8.89	92.0	ENE	2	○	772.4	5.00	90.0	○	0	○
12	766.6	10.56	92.0	NE	2	☉	771.4	6.67	84.0	WNW	1	☉
13	764.8	11.11	92.0	W	2	☉	767.6	7.77	91.0	NNW	3	●
14	766.8	11.11	92.0	ENE	2	☉	770.1	5.56	91.0	○	0	≡
15	765.0	18.89	94.0	E	2	○	769.1	6.67	91.0	NW	1	∞
16	765.0	12.22	93.0	W	1	○	766.3	11.11	73.0	WNW	1	○
17	764.8	11.11	92.0	○	0	○	765.6	9.44	77.0	NW	1	○
18	763.8	10.56	86.5	○	0	○	764.3	7.77	76.0	NW	1	○
19	763.5	11.67	93.0	W	1	○	765.3	8.89	85.5	○	0	○
20	763.5	13.33	75.0	ENE	2	☉	769.4	4.44	82.0	SE	2	●
21	761.5	12.22	93.0	○	0	☉	761.7	8.89	82.0	NNW	2	○
22	761.0	12.78	93.0	ENE	1	☉	762.5	7.77	91.0	SE	1	∞
23	761.0	12.78	93.0	○	0	☉	763.5	8.33	84.5	SE	1	☉
24	763.3	13.89	93.0	ENE	2	≡	765.0	13.33	68.0	NW	1	○
25	766.8	11.67	87.0	E	2	○	768.6	9.44	85.5	SE	1	∞
26	765.6	10.56	86.5	NE	2	○	766.1	9.44	77.0	SE	1	○
27	762.5	15.00	88.0	NE	1	○	762.8	12.22	87.0	W	1	∞
28	761.5	12.78	87.0	NE	1	○	763.0	15.56	77.0	SE	2	∞
平均	765.7	10.97	88.7				768.9	6.53	81.6			

## 二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

地名	東經 112.46' 長沙 北緯 28.13'						東經 106.35' 重慶 北緯 29.29'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	江高 水度	風 向	風 力	天狀 氣况
1	769.4	-2.22	87.0	NW	2	●	753.1	5.56	0.6	N	1	◎
2	773.2	-3.89	100.0	NW	2	◎	757.9	3.33	0.6	N	2	◎
3	774.4	-2.22	87.0	NNW	2	◎	763.3	3.89	0.6	S	2	◎
4	776.2	-2.78	87.0	○	0	○	762.3	1.11	0.6	N	2	◎
5	770.9	-1.11	88.0	○	0	○	754.9	3.89	0.6	S	1	≡
6	768.1	5.56	91.0	○	0	●	754.9	8.33	0.6	SE	1	◎
7	768.4	3.89	90.0	NNW	3	●	756.7	7.22	0.6	SE	1	◎
8	771.1	1.67	89.0	NNW	2	◎	757.7	7.77	0.6	N	1	○
9	767.3	2.22	89.0	SE	2	●	757.4	7.77	0.6	SE	1	◎
10	771.4	-1.67	89.0	○	0	○	757.9	7.22	0.3	NW	1	○
11	767.1	4.44	82.0	○	0	○	754.6	8.89	0.3	N	1	◎
12	765.3	6.11	91.0	○	0	◎	755.9	7.77	0.3	NW	1	8
13	766.8	5.56	91.0	○	0	○	755.1	6.11	0.3	NW	1	≡
14	765.6	4.44	90.0	○	0	○	755.0	8.89	0.3	...	...	...
15	763.5	9.44	85.5	○	0	◎	754.9	11.67	0.3	SE	1	◎
16	766.1	5.00	90.0	○	0	≡	753.9	8.89	0.3	NW	1	≡
17	762.8	6.67	91.0	○	0	≡	747.8	11.67	0.3	SE	1	◎
18	759.0	11.11	79.0	○	0	◎	745.5	13.89	0.3	N	1	◎
19	760.7	11.11	73.0	NW	3	●	750.6	8.33	0.3	N	1	●
20	764.0	3.33	89.0	NW	3	●	751.8	7.77	0.3	S	1	◎
21	761.7	2.78	89.0	SE	2	○	746.8	10.00	0.3	N	1	○
22	758.2	7.77	84.5	○	0	◎	747.3	10.00	0.3	S	1	◎
23	757.4	8.33	91.0	○	0	○	749.6	9.44	0.3	SSE	2	◎
24	766.6	10.00	88.0	○	0	◎	754.9	9.44	0.3	NW	1	○
25	762.5	7.22	91.0	○	0	○	746.0	11.11	0.3	N	1	○
26	755.7	10.00	64.0	○	0	○	743.7	10.56	0.3	N	2	○
27	757.9	11.11	92.0	○	0	●	745.3	11.11	0.3	...	...	...
28	760.7	10.56	92.0	NW	1	●	749.0	11.67	0.3	NW	1	◎
平均	765.4	4.92	87.5				753.0	8.33	0.4			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

地名 日期	東經 116°6' 九江 北緯 29°42'						東經 121°42' 鎮海 北緯 29°57'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	771.1	- 3.89	100.0	NE	5	☉	775.5	- 0.56	89.0	NNE	5	☉
2	773.9	- 8.89	83.0	NE	2	☉	772.9	- 2.22	100.0	NW	5	✱
3	773.9	- 2.22	100.0	NW	1	☉	774.9	- 2.22	100.0	NNW	5	☉
4	776.7	- 2.78	100.0	○	0	○	777.5	- 1.67	100.0	NW	3	○
5	772.2	- 3.89	100.0	○	0	○	777.2	- 4.44	100.0	SW	1	○
6	769.4	2.78	89.0	○	0	●	772.9	- 0.56	100.0	○	0	○
7	769.6	3.33	89.0	○	0	●	770.4	3.89	100.0	N	2	○
8	772.9	1.67	80.5	NE	2	☉	773.4	2.22	100.0	N	5	●
9	767.8	0.00	100.0	NE	2	✱	770.1	1.11	89.0	○	0	☉
10	771.9	1.11	89.0	○	0	☉	772.7	1.11	89.0	NNW	4	☉
11	767.8	0.00	89.0	○	0	○	770.6	- 0.56	89.0	SW	1	○
12	766.3	6.11	83.5	○	0	☉	770.6	1.11	89.0	○	0	☉
13	765.3	6.11	91.0	○	0	☉	767.6	4.44	100.0	N	1	●
14	765.8	3.33	89.0	○	0	○	769.6	1.11	100.0	○	0	☉
15	764.0	5.56	83.5	○	0	○	768.1	2.78	91.5	○	0	☉
16	765.8	5.56	91.0	○	0	○	766.6	7.77	91.0	NW	2	☉
17	764.3	5.00	90.0	○	0	○	766.6	4.44	71.5	NNW	5	☉
18	760.2	3.89	90.0	○	0	○	763.8	1.67	100.0	○	0	☉
19	763.0	10.00	59.0	NE	4	☉	763.8	9.44	49.5	NNE	2	☉
20	764.5	3.33	89.0	NE	2	●	767.8	3.89	90.0	NE	3	●
21	762.0	2.22	89.0	○	0	○	763.3	3.33	100.0	NW	2	●
22	759.0	5.56	91.0	○	0	○	762.0	3.33	89.0	NW	1	☉
23	758.2	7.22	91.0	○	0	○	762.0	5.56	90.0	○	0	○
24	766.1	8.89	63.0	NW	2	☉	763.8	7.22	100.0	NNW	2	☉
25	763.3	5.56	83.5	○	0	○	767.6	1.67	89.0	○	0	○
26	756.7	12.22	74.0	NW	1	☉	764.3	7.77	62.0	SSE	1	☉
27	758.2	13.33	87.0	○	0	☉	759.7	11.11	86.5	○	0	○
28	760.7	11.11	92.0	○	0	○	760.8	10.55	92.0	...	...	...
平均	766.1	3.65	87.7				768.4	2.97	91.0			



二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

日期	地名 類別	東經 114.20 漢口北緯 30.32					東經 111.21 宜昌北緯 30.40						
		氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况
1		774.4	- 1.11	88.0	○	0	☉	769.9	- 4.44	100.0	○	0	✱
2		772.2	- 5.00	85.0	E	1	○	770.1	1.67	69.0	○	0	○
3		774.4	- 1.11	89.0	○	0	☉	771.4	- 0.56	89.0	○	0	○
4		777.5	- 1.67	88.0	○	0	○	774.2	- 0.56	89.0	SE	2	○
5		771.9	- 0.56	89.0	SE	2	○	767.8	- 1.67	88.0	SE	2	○
6		769.6	- 3.89	7.70	○	0	☉	765.0	6.67	75.5	○	0	☉
7		770.6	3.33	75.5	NNE	3	○	767.3	4.44	71.5	○	0	○
8		773.9	0.56	80.5	NNE	3	☉	772.4	- 0.56	89.0	SE	2	○
9		768.1	1.11	89.0	○	0	✱	766.1	1.67	100.0	○	0	☉
10		772.2	0.56	100.0	○	0	○	767.6	1.11	100.0	○	0	☉
11		768.4	2.22	89.0	○	0	○	764.5	3.33	89.0	○	0	☉
12		764.8	7.22	84.0	○	0	☉	763.0	6.67	91.0	○	0	○
13		766.3	6.67	91.0	○	0	☉	763.5	3.33	89.0	○	0	☉
14		766.3	6.67	84.0	○	0	○	762.0	3.33	100.0	○	0	○
15		765.6	6.39	87.5	...	...	...	760.5	7.77	91.0	○	0	○
16		765.0	6.11	91.0	○	0	○	763.5	5.00	90.0	○	0	○
17		764.3	6.67	75.5	○	0	○	761.2	5.56	91.0	○	0	○
18		760.2	7.77	84.5	SE	2	○	756.9	9.44	92.0	○	0	○
19		763.8	9.44	92.0	NNE	2	☉	763.8	7.22	84.0	SE	1	●
20		765.3	3.89	82.0	N	2	●	765.6	0.00	79.5	○	0	○
21		762.8	2.78	89.0	○	0	○	759.7	3.33	81.0	SE	1	○
22		759.5	6.67	91.0	SE	1	○	755.7	7.22	91.0	○	0	☉
23		758.7	7.22	91.0	○	0	○	756.7	5.00	90.0	○	0	○
24		761.5	7.22	69.0	○	0	○	764.0	7.22	91.0	○	0	≡
25		763.0	7.77	84.5	SSW	1	○	758.4	6.11	91.0	○	0	○
26		755.9	12.78	63.0	SE	2	○	752.1	10.56	92.0	○	0	○
27		758.4	11.11	79.0	○	0	○	755.1	11.67	92.0	○	0	☉
28		761.5	10.56	92.0	○	0	☉	759.2	8.89	92.0	○	0	○
平均		766.3	4.34	85.0				763.5	4.27	88.8			

## 二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

地名 日期	東經 119.25 鎮江北緯 32.10'						東經 121.25 烟台北緯 37.32'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况
1	771.4	1.94	96.0	...	...	...	771.4	8.89	94.0	SE	7	☉
2	775.0	-5.00	100.0	NW	2	☉	775.0	-4.44	92.5	WNW	4	☉
3	774.4	-3.89	100.0	NW	2	○	773.7	-4.44	100.0	W	4	○
4	778.3	-4.44	100.0	NW	2	○	779.2	-4.44	100.0	NW	6	☉
5	775.5	-3.89	87.0	NE	1	○	776.5	-4.44	100.0	S	1	○
6	772.2	0.00	89.0	SE	1	○	776.5	7.77	100.0	S	4	○
7	771.7	1.67	89.0	NE	2	☉	778.0	-2.22	84.0	S	2	○
8	775.7	-1.67	100.0	NW	3	○	777.5	-3.33	91.5	NE	4	○
9	771.1	0.00	79.5	SE	1	☉	770.4	-2.22	91.5	S	4	○
10	773.9	-1.11	88.0	NW	1	○	769.6	-4.44	100.0	NW	6	○
11	768.9	1.67	80.5	SW	1	○	765.0	0.00	90.5	SW	4	○
12	771.1	1.11	100.0	SE	1	○	773.7	-4.44	100.0	SW	3	○
13	767.6	3.33	89.0	SE	1	☉	769.4	-1.11	100.0	S	1	○
14	767.6	2.22	89.0	SE	1	○	765.8	0.00	90.5	S	3	○
15	765.6	1.11	88.0	NW	1	☉	766.6	1.11	95.0	NW	3	☉
16	767.8	2.78	89.0	NE	1	☉	770.6	2.22	100.0	SW	4	☉
17	766.8	1.11	88.0	NW	1	☉	766.1	-2.22	91.5	E	1	☉
18	762.3	1.11	100.0	SE	1	○	760.0	5.56	66.0	SE	2	○
19	765.6	6.11	67.0	NW	2	○	768.6	-1.11	59.0	NNW	6	○
20	767.8	2.78	63.0	SE	1	☉	768.9	-3.33	89.0	S	2	☉
21	763.5	2.22	89.0	NE	1	●	763.8	-1.11	81.0	S	1	○
22	761.2	3.33	89.0	SW	2	○	760.0	1.11	62.0	SE	2	○
23	766.1	6.11	67.0	NW	2	☉	757.9	5.56	66.0	SSW	2	○
24	766.1	6.11	67.0	NW	2	☉	766.3	0.00	82.0	N	5	○
25	766.1	4.44	90.0	S	2	○	762.8	3.33	63.0	S	1	○
26	761.2	7.22	84.0	SE	1	☉	761.7	2.22	82.0	S	10	☉
27	759.7	8.89	92.0	○	0	☉	761.7	2.22	82.0	S	7	☉
28	763.8	7.77	91.0	E	1	☉	763.0	-3.33	79.0	WSW	3	○
平均	768.5	1.89	87.5				768.5	0.24	86.9			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所上午電報)

日期	東經 122°36' 牛莊 北緯 40°58'						東經 127°28' 海蘭泡 北緯 50°22'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	776.7	-18.89	100.0	○	0	○	761.2	-28.33	100.0	N	2	○
2	775.0	-16.11	100.0	○	0	○	760.0	-31.67	100.0	NW	2	○
3	773.2	-15.00	100.0	NNE	1	○	760.0	-31.67	96.0	○	0	○
4	779.2	-20.56	100.0	NNW	2	○	761.0	-30.56	100.0	○	0	○
5	771.9	-10.00	100.0	S	2	○	756.7	-31.67	100.0	○	0	○
6	773.2	-10.56	100.0	NNW	2	○	756.7	-31.67	100.0	NW	2	○
7	778.5	-12.22	100.0	ENE	2	○	754.1	-12.22	100.0	NW	1	✕
8	775.5	-11.11	100.0	SSE	2	○	755.9	-28.33	100.0	NE	2	○
9	767.8	-6.11	100.0	SW	2	○	755.1	-20.56	100.0	○	0	✕
10	769.9	-14.44	100.0	ESE	1	○	749.6	-27.78	100.0	○	0	○
11	765.6	-8.89	100.0	NNE	2	○	752.6	-28.89	100.0	NW	2	○
12	770.6	-11.11	100.0	SSW	1	○	757.7	-36.11	100.0	NNW	2	○
13	766.3	-3.33	100.0	S	1	☉	752.1	-22.78	100.0	N	1	○
14	766.3	-3.33	100.0	NNE	1	☉	755.7	-27.78	100.0	NW	2	○
15	766.6	-3.33	100.0	○	0	○	754.9	-27.78	100.0	NW	1	○
16	769.1	-3.33	100.0	○	0	☉	747.0	-16.67	100.0	○	0	○
17	762.5	-1.11	100.0	SW	1	○	754.6	-17.22	100.0	NW	2	○
18	757.9	-1.67	100.0	○	0	○	746.3	-12.22	100.0	W	1	☉
19	768.1	-6.67	100.0	NNE	1	○	745.2	-12.22	100.0	W	2	☉
20	766.6	-8.33	100.0	○	0	○	740.4	-8.33	100.0	○	0	☉
21	761.2	-1.11	100.0	SSW	2	○	744.5	-13.89	100.0	○	0	○
22	756.7	1.11	100.0	SSW	1	○	754.1	-19.44	100.0	N	2	○
23	755.4	1.11	100.0	SSW	1	○	743.0	-13.33	100.0	○	0	☉
24	765.6	-10.00	100.0	○	0	○	744.7	-22.22	100.0	W	2	○
25	757.7	0.56	100.0	SSW	4	☉	744.2	-22.22	100.0	W	1	○
26	762.5	-6.11	100.0	NE	1	○	751.3	-26.11	91.0	NW	2	○
27	763.8	-7.78	100.0	NE	2	○	748.8	-26.11	91.0	NW	1	○
28	762.2	-3.34	100.0	...	...	...	748.5	-27.78	100.0	N	2	○
平均	767.3	-7.56	100.0				752.0	-23.41	99.2			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

地名 日期	東經 109.4' 北海 北緯 21.28'						東經 113.16' 沙面 北緯 23.12'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	764.0	8.33	91.0	N	5	☉	765.8	7.22	91.0	NNE	2	☉
2	766.3	6.67	75.5	N	5	☉	769.6	6.11	74.5	NNE	2	☉
3	770.6	5.56	74.5	N	6	☉	770.9	3.89	90.0	N	2	●
4	771.1	10.56	60.5	N	4	○	773.9	10.00	51.0	NNE	2	○
5	764.5	15.56	93.0	N	2	☉	771.1	12.22	55.0	ESE	2	☉
6	765.0	13.89	80.0	N	2	○	768.1	14.44	69.0	N	1	☉
7	763.8	16.11	100.0	NW	1	☉	766.1	16.67	82.5	NNW	2	☉
8	765.3	10.56	86.5	N	3	○	768.1	12.22	67.0	N	2	☉
9	765.0	13.89	81.0	N	1	☉	766.6	10.56	92.0	N	2	☉
10	766.3	16.11	82.0	N	2	☉	769.1	7.77	91.0	NE	2	●
11	765.3	11.11	92.0	N	2	☉	767.8	8.89	91.0	N	2	●
12	765.8	10.56	92.0	N	2	●	765.8	10.56	92.0	N	2	●
13	765.0	17.78	63.0	N	2	○	766.3	17.22	67.5	N	2	○
14	761.2	17.78	62.0	S	1	○	766.6	18.33	53.0	NNW	1	○
15	764.5	15.56	93.0	N	2	☉	767.5	16.11	82.0	NE	2	☉
16	764.0	22.22	66.5	W	2	○	765.8	20.56	52.0	NNW	1	○
17	761.2	22.76	90.0	E	2	○	763.5	22.22	34.0	SSW	2	○
18	759.7	22.22	76.0	E	2	○	762.3	22.22	50.5	SSE	2	○
19	757.4	24.44	77.0	SE	2	○	761.0	21.11	66.0	SE	2	☉
20	759.5	16.11	93.0	N	3	○	760.2	12.78	93.0	N	2	●
21	758.4	16.11	88.0	E	2	☉	760.7	16.11	67.0	N	2	○
22	757.2	15.00	100.0	N	2	☉	759.0	14.44	88.0	N	2	☉
23	758.4	17.22	94.0	N	2	☉	760.2	15.56	93.0	N	2	☉
24	763.3	21.67	85.0	N	2	○	765.0	22.22	41.5	N	3	○
25	761.7	23.33	85.0	SE	2	○	765.0	20.56	48.5	S	2	○
26	760.0	22.22	76.0	S	1	☉	763.3	20.56	66.0	S	2	☉
27	760.2	21.11	84.5	SE	2	☉	762.5	21.11	80.0	SE	1	☉
28	759.2	21.11	94.0	N	2	☉	761.7	21.11	80.0	SE	1	☉
平均	762.9	16.26	83.4				765.5	15.10	71.7			

## 二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

地名 日期	東經 116°40' 汕頭 北緯 23°21'						東經 110°26' 梧州 北緯 23°32'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	765.3	12.22	100.0	N	1	☉	766.8	6.67	75.5	N	1	☉
2	767.3	8.89	92.0	N	1	☉	770.4	5.56	74.5	N	3	☉
3	768.1	6.11	100.0	N	2	●	774.4	11.67	74.0	NNE	3	●
4	772.4	12.22	67.0	E	2	○	775.5	15.00	49.0	N	3	○
5	771.1	11.67	50.0	ENE	2	○	770.9	15.00	59.0	NE	2	○
6	769.1	13.89	64.5	NE	1	○	769.1	15.00	81.5	N	2	○
7	766.3	16.67	89.0	W	1	☉	767.5	16.67	82.5	N	2	☉
8	766.8	14.44	88.0	ESE	1	☉	769.6	14.44	69.0	N	3	☉
9	765.6	15.00	93.0	SE	2	○	768.9	10.00	86.5	W	2	☉
10	764.8	10.56	92.0	NE	1	☉	770.1	13.89	69.0	NE	1	☉
11	764.8	10.56	100.0	N	1	☉	768.6	15.00	77.0	E	3	○
12	765.3	12.78	93.0	NE	1	☉	766.6	11.67	87.0	N	1	☉
13	764.8	16.11	82.0	NW	1	☉	770.1	11.67	79.5	NE	1	☉
14	765.8	14.16	87.5	...	...	...	767.5	18.33	83.0	E	2	○
15	766.8	12.22	93.0	SW	1	●	768.4	14.44	81.0	E	3	●
16	763.3	23.33	95.0	W	1	○	768.1	20.00	65.0	W	1	○
17	763.5	17.78	68.5	E	2	○	765.3	19.44	55.0	E	3	○
18	762.5	18.89	83.5	E	1	○	762.5	20.56	66.5	E	3	○
19	762.5	20.00	74.0	SE	1	○	761.7	18.89	83.5	E	3	☉
20	759.2	12.78	100.0	NE	1	☉	763.3	16.11	77.0	N	2	☉
21	759.7	20.56	80.0	WNW	1	○	760.7	14.44	64.5	E	3	≡
22	759.2	15.56	77.0	ENE	1	☉	760.7	16.67	82.5	W	3	☉
23	760.0	15.56	93.0	NE	1	☉	761.5	16.67	82.5	N	1	☉
24	762.5	24.44	65.0	NE	2	○	767.1	21.11	80.0	N	3	∞
25	765.0	17.78	68.5	ESE	2	○	765.3	20.00	56.0	E	3	○
26	764.0	19.44	79.0	E	2	○	763.3	18.33	79.0	N	5	☉
27	764.0	19.44	79.0	E	1	○	762.8	19.44	83.5	E	2	☉
28	761.0	22.22	81.0	WNW	1	○	762.5	20.00	84.0	E	3	☉
平均	764.7	15.55	83.4				766.8	15.60	74.5			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

地名 日期	東經 118°6' 廈門 北緯 24°28'						東經 120°37' 溫州 北緯 28°0'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	766.8	8.89	92.0	ENE	2	☉	770.9	1.67	89.0	NW	2	☉
2	767.6	9.44	92.0	E	2	☉	769.1	0.00	88.0	NW	3	☉
3	769.6	7.22	91.0	ENE	2	●	772.4	0.00	100.0	NNW	2	☉
4	773.2	11.11	66.0	E	3	○	776.7	3.33	70.5	NW	2	○
5	771.9	12.22	62.0	ENE	2	○	774.4	3.89	90.0	E	3	○
6	769.4	15.56	71.0	ESE	2	○	770.4	11.67	79.5	SE	1	☉
7	766.1	16.11	77.0	SSE	2	☉	766.8	11.67	93.0	NW	1	●
8	767.8	11.67	87.0	ENE	2	☉	770.4	7.77	70.0	NW	3	○
9	765.8	13.33	87.0	SE	2	○	768.4	4.44	90.0	N	1	●
10	768.1	11.67	87.0	ENE	2	●	770.1	8.33	62.0	E	1	○
11	768.1	10.00	92.0	NE	1	●	769.4	10.00	72.0	SE	2	○
12	...	...	...	...	...	...	769.1	7.77	76.0	WNW	1	☉
13	...	...	...	...	...	...	765.3	11.11	73.0	NNW	3	○
14	...	...	...	...	...	...	768.4	12.22	74.0	SE	3	○
15	766.3	13.89	81.0	W	1	●	766.6	11.67	62.0	E	1	∞
16	764.0	18.33	73.0	SSE	2	○	764.0	17.22	46.0	SE	2	○
17	763.3	16.11	71.0	SSE	4	○	763.0	12.78	68.0	SE	4	○
18	762.3	17.22	72.0	SSE	2	○	762.0	14.44	58.0	SE	4	○
19	762.5	16.11	77.0	SSE	2	○	763.5	16.11	60.5	SE	2	☉
20	...	...	...	...	...	...	763.8	7.22	91.0	○	0	●
21	...	...	...	...	...	...	759.5	12.78	62.0	NW	3	○
22	759.7	14.44	88.0	ENE	1	☉	761.0	8.89	92.0	○	0	∞
23	760.5	15.56	88.0	ENE	2	☉	761.7	10.56	79.0	SE	2	☉
24	762.8	20.56	94.0	NE	2	○	763.8	15.56	56.0	N	3	○
25	...	...	...	...	...	...	766.3	12.22	74.0	ESE	2	○
26	763.8	16.67	72.0	SSE	3	☉	763.3	14.44	76.0	SE	2	☉
27	...	...	...	...	...	...	769.0	19.44	69.5	SE	2	∞
28	761.5	17.78	89.0	ENE	2	☉	760.3	16.72	69.5			
平均							766.5	10.12	74.7			



二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

日期	東經 112°46' 長沙 北緯 28°13'						東經 106°35' 重慶 北緯 29°29'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣況	氣壓 mm	溫度 C	江高 水度	風 向	風 力	天狀 氣況
1	769.4	- 2.22	87.0	NNW	3	☉	751.1	7.50	0.6	...	...	...
2	771.7	- 1.67	79.0	NNW	2	☉	755.1	6.11	0.6	NW	2	☉
3	773.2	1.67	69.0	NNW	2	○	759.2	6.67	0.6	NW	1	○
4	772.9	5.56	50.0	○	0	○	755.0	8.33	0.6	...	...	...
5	765.3	7.77	60.0	S	1	○	750.8	10.00	0.6	NW	2	○
6	765.8	5.00	90.0	NNW	1	●	751.8	9.44	0.6	N	1	☉
7	767.3	2.22	89.0	NNW	2	●	754.6	10.56	0.6	SE	1	○
8	768.1	2.78	81.0	NW	1	○	751.3	10.00	0.6	NNE	2	○
9	768.6	2.78	52.0	NNW	3	☉	755.4	8.89	0.6	SE	1	☉
10	766.6	10.00	51.0	○	0	○	752.3	11.67	0.3	N	2	○
11	764.3	9.44	63.0	○	0	○	753.3	10.56	0.3	N	1	☉
12	764.5	10.00	64.0	○	0	☉	751.3	7.77	0.3	NW	1	○
13	764.3	14.44	54.0	○	0	○	751.8	16.67	0.3	N	1	○
14	762.8	16.67	78.0	○	0	○	752.4	16.67	0.3	...	...	...
15	763.5	11.67	79.5	○	0	☉	753.1	16.67	0.3	S	2	○
16	764.3	17.78	59.0	NNW	1	○	747.8	20.56	0.3	WSW	2	○
17	759.5	18.89	64.0	○	0	○	745.0	17.78	0.3	SE	1	☉
18	756.7	20.56	65.5	S	1	○	743.2	14.44	0.3	SE	1	☉
19	761.2	8.33	76.0	NW	3	☉	749.0	7.77	0.3	W	1	☉
20	762.3	5.00	82.5	NW	2	☉	748.0	15.56	0.3	N	1	☉
21	758.4	11.11	60.5	W	1	○	743.2	11.67	0.3	NW	1	☉
22	757.2	11.11	73.0	○	0	○	743.7	12.78	0.3	S	1	○
23	758.7	13.33	68.0	N	2	○	750.6	15.56	0.3	S	3	●
24	764.3	14.44	47.0	NNW	1	○	748.3	19.44	0.3	N	2	○
25	757.9	17.78	73.0	S	1	○	741.4	15.00	0.3	N	1	☉
26	753.9	19.44	55.0	S	1	○	741.7	18.89	0.3	S	1	○
27	758.4	12.22	87.0	NW	2	☉	746.8	16.67	0.3	NW	1	○
28	759.5	13.89	69.0	○	0	○	744.7	14.44	0.3	N	1	☉
平均	763.6	10.00	68.8				749.7	12.79	0.3			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

日期	九江 北緯 29.42'						鎮海 北緯 29.57'						
	東經 116.6'	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	東經 121.42'	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况
1	770.9	- 2.78	87.0	NE	5	☉	772.7	0.00	80.5	NNW	5	☉	
2	771.4	- 1.11	88.0	NNW	1	○	773.9	- 1.11	100.0	NW	4	☉	
3	773.7	1.11	89.0	NW	1	○	774.4	- 1.11	100.0	NW	5	☉	
4	775.5	2.78	45.5	NE	1	○	778.7	1.11	89.0	N	5	○	
5	768.4	6.11	58.0	NW	1	○	774.2	3.89	47.5	SE	2	○	
6	769.4	2.78	89.0	○	0	●	770.9	7.22	84.0	NE	2	☉	
7	769.4	0.56	100.0	○	0	*	769.9	3.89	100.0	NW	2	●	
8	770.4	2.78	81.0	NE	2	☉	773.4	3.33	70.5	N	4	☉	
9	768.4	1.67	89.0	W	1	☉	768.6	0.56	100.0	W	1	*	
10	766.6	10.56	53.0	○	0	○	771.9	2.78	70.5	NNW	3	○	
11	766.6	10.56	53.0	○	0	○	769.9	8.89	49.5	NE	2	○	
12	765.6	8.89	77.0	E	1	☉	771.1	3.89	82.0	NNW	1	●	
13	765.3	8.89	71.0	SSW	2	○	767.8	5.00	100.0	NNE	3	●	
14	764.0	17.22	42.5	SW	2	○	768.4	9.44	71.0	NE	2	○	
15	764.5	12.22	67.0	NW	1	☉	766.1	13.89	54.0	NE	2	☉	
16	764.5	15.00	55.0	NW	1	○	767.3	5.56	91.0	NNE	5	☉	
17	761.7	15.00	59.0	NE	1	○	765.6	8.89	71.0	N	5	○	
18	747.0	11.67	62.0	NE	1	○	759.7	17.22	52.0	NE	2	○	
19	763.5	9.44	49.5	○	0	☉	766.8	6.11	91.0	NNW	4	☉	
20	763.0	3.33	89.0	NE	2	●	765.6	3.33	89.0	NNW	2	●	
21	759.7	9.44	57.5	W	1	○	762.5	4.44	82.0	WNW	2	☉	
22	758.2	13.33	56.0	NE	1	○	761.2	8.33	70.0	NE	3	○	
23	758.7	11.67	67.0	○	0	☉	761.7	12.22	62.0	E	2	○	
24	765.0	13.89	40.0	W	1	○	766.6	9.44	71.0	N	5	○	
25	760.0	16.11	100.0	NE	1	○	765.8	12.78	38.0	ESE	2	○	
26	755.7	6.67	40.0	NE	1	☉	760.7	14.44	47.0	SSE	4	☉	
27	762.0	10.56	86.5	NE	2	☉	761.2	12.78	75.0	N	3	☉	
28	759.5	10.56	71.0	NE	1	☉	764.3	8.89	92.0	NNE	2	☉	
平均	764.6	8.35	68.7				767.9	6.65	76.1				



## 二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

地名 日期	東經 114.20 漢口北緯 30.32						東經 111.21 宜昌北緯 30.40					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風向	風力	天狀 氣况
1	772.4	2.22	87.0	NE	3	☉	770.6	3.33	87.0	SE	1	☉
2	773.4	1.67	89.0	NW	1	○	770.1	1.67	69.0	SE	1	○
3	774.7	3.33	71.5	N	2	☉	771.1	5.56	58.0	SE	1	☉
4	775.7	5.00	56.0	E	1	○	770.1	5.00	56.0	SE	1	○
5	768.9	5.56	58.0	NE	2	○	763.0	8.33	91.0	SW	2	○
6	768.9	6.11	67.0	E	1	☉	767.3	0.00	79.5	○	0	○
7	770.6	3.89	82.0	N	2	●	772.4	1.11	89.0	SE	1	☉
8	770.9	3.89	82.0	○	0	○	766.6	5.00	56.0	○	0	○
9	769.6	4.44	82.0	E	2	☉	766.3	7.77	70.0	SE	2	○
10	769.6	8.89	71.0	○	0	○	763.3	13.33	93.0	SE	2	○
11	767.1	11.67	55.0	S	1	○	764.0	12.22	55.0	SE	2	○
12	763.3	12.22	50.0	NE	1	☉	762.8	14.44	40.0	○	0	○
13	766.3	16.11	50.0	W	1	○	760.2	20.00	89.0	SE	1	○
14	764.0	18.33	44.5	S	1	○	759.5	20.00	90.0	SE	2	○
15	765.6	16.11	56.0	NW	1	○	761.7	14.44	69.0	○	0	☉
16	765.8	16.11	67.0	○	0	○	761.5	18.33	59.0	SE	4	○
17	762.3	17.22	42.5	SSE	2	○	760.2	18.89	49.0	SE	1	○
18	759.7	17.22	52.0	NE	2	○	756.1	16.67	67.5	○	0	☉
19	765.6	6.11	58.0	N	2	○	764.0	5.56	83.5	SSE	2	●
20	763.8	5.56	83.5	N	1	○	759.7	11.67	87.0	○	0	○
21	761.7	11.67	50.0	NW	2	○	745.2	13.89	47.0	SE	1	○
22	758.2	16.11	50.0	S	2	○	753.1	16.11	93.0	SE	2	○
23	760.0	14.44	76.0	○	0	☉	755.7	11.67	79.5	SE	1	☉
24	766.1	16.11	93.0	SW	2	○	760.2	16.11	88.0	SE	2	○
25	760.0	17.78	44.5	E	2	○	754.9	17.22	52.0	SE	1	○
26	765.8	16.11	71.0	ESE	2	☉	752.3	16.11	67.0	○	0	○
27	760.2	15.00	70.0	NW	2	☉	758.7	14.44	67.0	W	2	○
28	760.0	18.89	49.0	○	0	○	756.7	19.44	94.0	SE	1	○
平均	766.1	10.83	64.6				761.7	11.31	72.3			

二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

日期	地名	東經 119.26' 鎮江北緯 32.10'					東經 121.25' 烟台北緯 37.32'						
		氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1		774.2	-2.78	87.0	NNE	2	☉	774.4	-4.44	88.5	...	...	...
2		776.2	-0.56	89.0	N	2	○	773.9	-4.44	89.5	NW	6	○
3		774.7	0.00	88.0	NNW	2	○	773.2	-4.44	89.5	NNW	6	☉
4		778.3	1.67	89.0	NNW	2	○	779.0	-4.44	100.0	NW	7	○
5		772.2	5.00	50.0	SSE	2	○	772.7	12.22	62.0	SSW	5	○
6		771.4	2.78	81.0	○	0	☉	774.7	0.00	81.0	NW	2	○
7		772.4	2.22	89.0	NE	4	✳	777.7	-1.11	90.0	NNE	6	○
8		773.7	3.33	63.0	NE	1	○	773.9	-2.22	80.0	NE	2	○
9		772.4	2.22	89.0	NE	4	✳	768.1	3.33	52.0	W	6	☉
10		770.6	5.00	66.0	SW	2	☉	761.5	1.11	90.5	W	6	○
11		768.1	12.22	55.0	SW	2	○	767.3	-1.11	90.0	N	4	○
12		769.6	7.77	69.0	SE	2	○	771.4	6.67	91.0	S	4	○
13		767.3	9.44	71.0	○	0	○	765.3	8.89	49.5	S	6	○
14		765.8	16.11	93.0	SSW	2	○	768.6	1.11	90.0	E	3	○
15		765.8	15.56	71.0	W	1	☉	766.6	2.22	83.0	NW	3	○
16		768.6	5.00	90.0	NW	1	☉	772.4	2.22	100.0	W	8	≡
17		764.5	9.44	71.0	NW	1	○	763.3	11.11	48.0	SW	2	○
18		760.2	15.00	65.5	WNW	1	○	757.7	8.89	63.0	SE	2	☉
19		768.1	7.22	54.0	NE	3	☉	768.9	1.11	90.5	NW	5	○
20		765.6	4.44	71.5	E	1	☉	766.1	6.67	75.5	NE	2	○
21		762.3	2.22	89.0	○	0	☉	763.4	7.78	58.5	...	...	...
22		760.0	11.67	62.0	NW	1	○	760.7	8.89	42.0	NE	4	○
23		761.0	14.44	58.0	SE	1	○	759.7	8.89	80.0	NW	6	☉
24		766.3	11.67	50.0	NW	2	○	765.3	2.22	82.0	NE	4	○
25		763.0	16.67	42.5	SW	2	○	760.7	15.56	29.0	SW	4	○
26		758.7	11.11	79.0	SE	1	☉	759.7	15.56	29.0	S	6	☉
27		761.7	13.89	81.0	NW	1	☉	763.0	3.33	63.0	NW	4	○
28		763.0	15.00	59.0	E	2	○	763.0	15.56	29.0	WSW	3	○
平均		767.7	7.78	72.2				767.9	4.49	70.2			

## 二月份中國各地氣象測候表 (海關測候所下午電報)

地名 日期	東經 122°36' 牛莊 北緯 40°58'						東經 127°28' 海蘭泡 北緯 50°22'					
	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况	氣壓 mm	溫度 C	濕度 %	風 向	風 力	天狀 氣况
1	773.2	10.00	100.0	NNE	1	○	758.7	-22.22	100.0	NW	1	○
2	772.9	-5.56	100.0	○	0	○	758.7	-22.22	100.0	○	0	○
3	774.4	-10.00	100.0	NNE	5	○	761.7	-19.44	100.0	NNW	2	○
4	777.2	-12.22	100.0	WSW	2	○	758.7	-21.67	100.0	○	0	○
5	769.1	-3.33	100.0	SSW	3	○	757.7	-18.89	100.0	WNW	2	○
6	774.7	-2.22	100.0	N	2	○	759.0	-21.11	100.0	E	3	✕
7	777.2	-2.78	100.0	N	2	○	756.9	-20.55	100.0	...	...	...
8	770.6	-1.11	100.0	SSW	2	○	754.9	-20.00	100.0	○	0	○
9	766.1	-3.89	100.0	NE	3	○	750.1	-18.33	100.0	NW	2	◎
10	762.8	-3.33	100.0	SSW	3	◎	747.8	-15.00	100.0	NW	2	○
11	770.1	-5.56	100.0	NNE	1	○	753.3	-17.22	100.0	NW	2	○
12	768.4	3.33	100.0	SW	5	○	753.6	-20.00	100.0	○	0	○
13	764.0	4.44	100.0	S	2	○	755.1	-20.00	100.0	ENE	0	○
14	761.7	6.11	100.0	SSW	2	○	756.4	-28.89	100.0	WNW	2	○
15	767.3	3.89	100.0	WNW	2	○	751.1	-16.67	100.0	○	1	○
16	767.1	3.89	10.00	WSW	2	○	743.0	-16.11	71.0	NW	0	○
17	763.0	3.33	100.0	NW	2	○	755.1	-4.44	100.0	W	2	○
18	760.5	2.22	100.0	WNW	2	◎	743.5	-9.44	100.0	WSW	3	✕
19	768.4	1.11	100.0	WNW	2	○	749.0	-10.00	81.0	NW	2	◎
20	763.5	5.56	100.0	SSW	2	○	753.6	-0.56	89.0	WNW	2	○
21	759.0	6.67	100.0	SSW	2	○	748.3	-7.22	100.0	WNW	2	○
22	755.4	7.22	100.0	SSW	2	○	751.1	-12.22	78.0	NW	3	◎
23	763.5	0.56	100.0	NE	3	◎	740.7	-7.78	100.0	NW	1	✕
24	762.5	1.11	100.0	SSE	2	○	745.0	-15.56	73.0	NW	2	○
25	760.0	6.67	100.0	WSW	2	○	748.5	-17.22	69.0	NW	2	◎
26	759.2	5.56	100.0	WNW	2	○	753.1	-15.00	93.0	NW	2	○
27	762.5	3.33	100.0	○	0	○	751.1	-10.56	92.0	SW	2	○
28	759.7	6.11	100.0	SSW	2	○	751.3	-19.44	100.0	NE	2	○
平均	766.2	1.11	100.0				752.4	-15.99	94.5			

## 第 八 章

### 測 方 向 角 法

93, [方向角] 地面上一點之天文方向角者, 觀測處之子午圈面與其垂直面之通過該點者所夾之角也。子午圈面與垂直面皆通過垂直線。垂直線與地球之吸力同其方向, 不必即為地球面之法線也。若假設一平面通過觀測處之法線與所觀測之點, 又一平面通過法線與北極, 則此兩面所夾之角謂之所觀測點之地理方向角。惟天文方向角可以直接測定。本章所論為測定天文方向角之法。

凡言天體, 其方向角自南方向西量起。然測定地面上之點之方向角, 往往用近北極之星。故其方向角以自北方向東量起為便。以後所謂方向角者, 均自北方向東量起者也。

94, [測方向角法] 凡測方向角, 先于所觀測之點立規標, 于觀測處置儀器。規標以燈為之。其離觀測處若在一英里之內, 則須用照準鏡代之。照準鏡者, 一尋常之望遠鏡也。自其對物片窺鏡中之絲網, 則絲之光, 一若來自至遠之處。故用照準鏡, 則以儀器之望遠鏡窺星及規標, 可不庸變更其焦點距。觀測適當之天體而記下水平盤之盤面值。再以望遠鏡指規標, 亦讀水平盤之盤面值。自觀測之所得者算得星之方向角, 即可以求所觀測點之方向角。設水平盤之分劃依左手指之方向而進。令

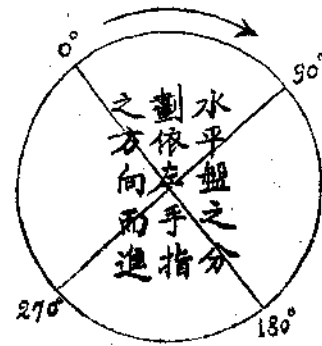
$R_m$  = 指規標時水平盤之改正盤面值,

$R_s$  = 指星時水平盤之改正盤面值。

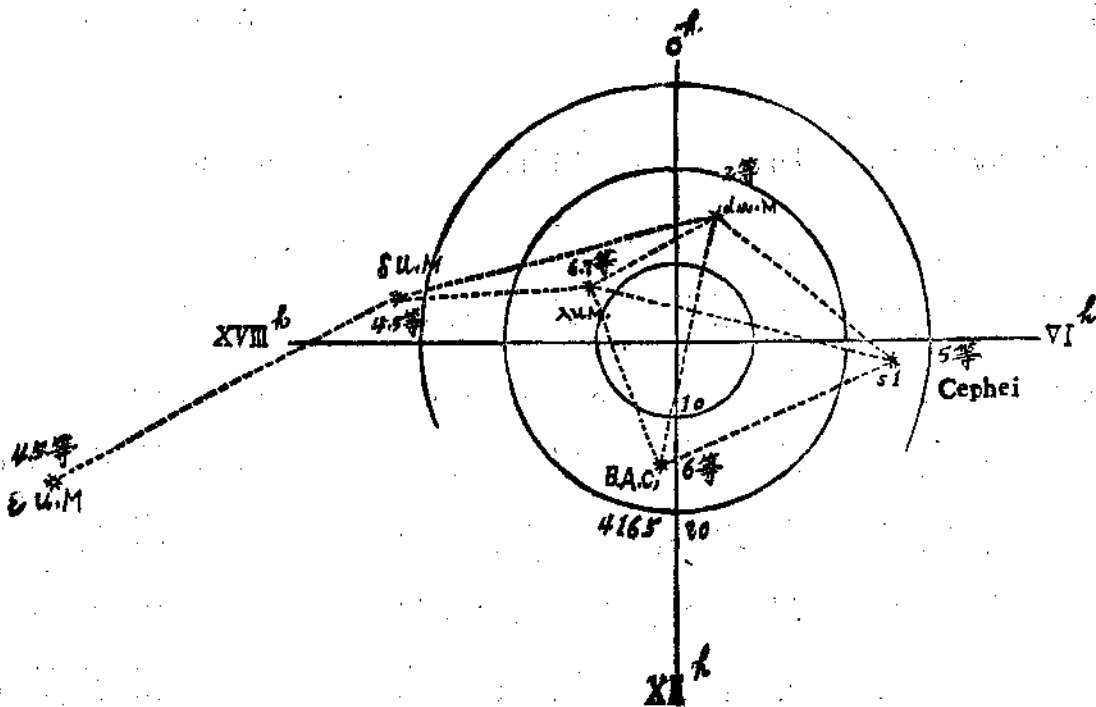
A = 視標之方向角,

a = 星之視方向角,

$$\text{則 } A = a + (R_m - R_s) \quad (1)$$



凡測方向角,欲得精密之結果,當用極近之環極星。最善之星爲  $\alpha, \delta, \lambda$  Ursae Minoris 及 51 Cephei。除  $\alpha$  Ursae Minoris 外,均爲微小之星,非先知其位置不易覓也。茲繪應用諸星之圖於下:



95. [水平差之改正] 儀器之望遠鏡連結於可以旋轉之橫軸。橫軸當與地平圈面平行。橫軸旋轉時,凡與橫軸正交之線於空間劃一垂直面。通過望遠鏡對物片之中心與鏡中絲綢之中線之線,謂之視軸。若橫軸不與地平圈面平行,

或視軸不與橫軸正交，則當橫軸旋轉時，視軸在空間所劃之面不為垂直面，故觀測不同高度之物點時，水平盤所示方向角之差將不為真方向角之差。茲欲求其改正。

令  $b$  = 橫軸左端之高度，(左端太高，則  $b$  為  $+$ ) 謂之水平差，

$c$  = 視軸偏右之角，

$x$  = 水平盤所示值之誤差，

令  $Z$  為天頂， $W'$  為橫軸之西端，

$\delta$  為星。在三角形  $W'Z\delta$ ，

$$W'Z = 90^\circ - b, \quad W'\delta = 90^\circ + c,$$

$$W'Z\delta = 90^\circ + x,$$

$$\text{故 } -\sin c = \sin b \cos z - \cos b \sin z \sin x.$$

$b, c, x$  均為微小之數。略去其高次冪，則得

$$-c = b \cos z - x \sin z,$$

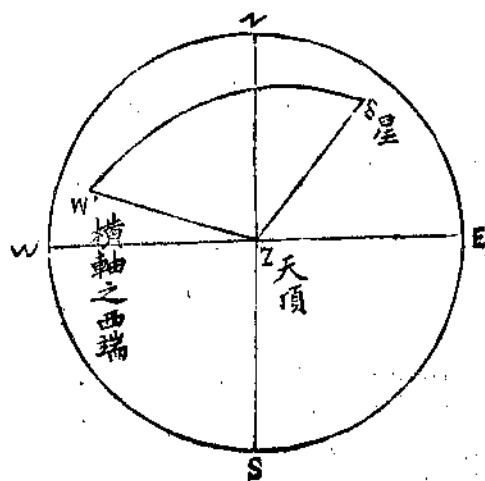
$$\text{故 } x = \frac{c}{\sin z} + \frac{b}{\tan z} \tag{1}$$

依水平盤所示，則  $W'Z\delta$  為  $90^\circ$ 。今此角實為  $90^\circ + x$ 。故欲自水平盤所示之值求其當示之值，當加  $x$ 。

若以儀器正反觀測相等之次而取結果之平數，則  $c$  之誤差可以對消。故所當改正者，獨  $b$  之誤差也。欲測定  $b$  之值，以水準跨於橫軸，而讀氣泡兩端之數。反置水準，再讀氣泡之兩端。設氣泡之零格在中心。

令  $w, w'$  為氣泡左端之數，

$e, e'$  為氣泡右端之數，



$d$  爲氣泡一格所當之秒數，

$b$  爲橫軸左端高度之秒數，

$$\text{則 } b = \frac{1}{4}[(w+w') - (e+e')]d \quad (2)$$

凡測環極星，則  $Z$  與  $90^\circ - \varphi$  相差不多。故若不計  $c$  之誤差，則

$$x = b \tan \varphi \quad (3)$$

96. [光行差之改正] 依 46 節公式 (9)，方向角之光行差改正爲

$$\Delta a = +0.''31 \cos \varphi \cos a \sec h.$$

若所觀測之天體爲環極星，則  $h$  與  $\varphi$  必甚相近。再令  $a$  爲自北方向東量起之方向角，則其改正爲

$$\Delta a = -0.''31 \cos a.$$

即欲自視方向角求真方向角，當於視方向角加  $\Delta a$ 。故欲自算得之方向角（即真方向角）求視方向角，當於算得之方向角加  $0.''31 \cos a$ 。

97. [第一法，環極星之任意時角法] 觀測適當之環極星，而記其觀測時之表面時。知時表之表差與星之赤經，則知星之時角。於是可算得觀測時星之方向角。計算方向角，其法有三。

I. 令  $a$  爲星之方向角，自北方向東量起者。依 6 節之公式 (15), (16)，則得

$$\begin{cases} \sin z \sin a = -\cos \delta \sin t \\ \sin z \cos a = \sin \delta \cos \varphi - \cos \delta \sin \varphi \cos t \end{cases}$$

於是得

$$\begin{aligned}\tan a &= \frac{-\sin t}{\cos \varphi \tan \delta - \sin \varphi \cos t} \\ &= \frac{\cot \delta \sec \varphi \sin t}{1 - \cot \delta \tan \varphi \cos t}\end{aligned}$$

$$\left. \tan a = -\cot \delta \sec \varphi \sin t \left( \frac{1}{1-n} \right) \right\}$$

式內之  $n = \cot \delta \tan \varphi \cos t$

II, 令  $p = 90^\circ - \delta$ , 以之代入上式, 則得

$$\tan a = -\frac{\sin t \sin p}{\cos \varphi \cos p - \sin \varphi \cos t \sin p}$$

$a$  與  $p$  均為微小之數。若展開  $a$  與  $p$  之各函數而略去其三次以上之冪, 則得

$$a + \frac{1}{3}a^3 = \frac{\sin t \left( p - \frac{1}{6}p^3 \right)}{\cot \varphi \left( 1 - \frac{1}{2}p^2 \right) - \sin \varphi \cos t \left( p - \frac{1}{6}p^3 \right)}$$

$$\begin{aligned}\text{即 } a \cos \varphi &= -p \sin t + a p \sin \varphi \cos t + \frac{1}{2} a p^2 \cos \varphi - \frac{1}{3} a^3 \cos \varphi \\ &+ \frac{1}{6} p^3 \sin t.\end{aligned}$$

略去  $a$  及  $p$  之二次及二次以上冪之項得第一次約計式

$$a = -\frac{\sin t}{\cos \varphi} p.$$

以此代入前式右端之第二項, 再略去  $a$  及  $p$  之三次及三次以上冪之項, 則得第二次約計式

$$a = -\frac{\sin t}{\cos \varphi} \left[ p + p^2 \tan \varphi \cos t \right].$$

以此代入第二、第三、第四項而求第三次約計之  $a$ , 則得

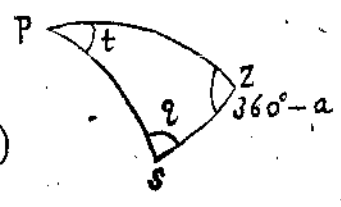
$$a = -\frac{\sin t}{\cos \varphi} \left[ p + p^2 \tan \varphi \cos t + \frac{1}{3} p^3 \left\{ (1 + 4 \tan^2 \varphi) \cos^2 t - \tan^2 \varphi \right\} \right] \quad (2)$$

式內之  $a$  及  $p$  均為半徑角數。若令為秒數, 則當以  $\sin 1''$ ,  $\sin^2 1''$  依次乘含  $p$ ,  $p^2$  之項。依此約計式計算  $a$ , 若  $\varphi$  在  $45^\circ$



之內,其略去之項所生之影響必在 0.1 之內。

III,取 ZPS 三角形,依納披爾比例式,則得

$$\left. \begin{aligned} \tan \frac{1}{2} (q+a) &= \frac{\sin \frac{1}{2} (\delta-\varphi)}{\cos \frac{1}{2} (\delta+\varphi)} \cot \frac{1}{2} t \\ \tan \frac{1}{2} (q-a) &= \frac{\cos \frac{1}{2} (\delta-\varphi)}{\sin \frac{1}{2} (\delta+\varphi)} \cot \frac{1}{2} t \end{aligned} \right\} (3)$$


$$a = \frac{1}{2} (q+a) - \frac{1}{2} (q-a)$$

98, [平數之改正] 取接續多數次觀測之所得以計算方向角 a。若必將各次之所得逐一計算,則為事太繁。是以往往取各次觀測時之平數,而準此時以計算方向角。然方向角之變更,不必適與所歷之時間成正比。故準各次觀測時之平數而算得之方向角,不必即為各次觀測之方向角之平數也。茲欲求二者之相差。

令  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$  為各次觀測之時,

$a_1, a_2, \dots, a_n$  為各次觀測時星之方向角,

$\theta_0 = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n}{n}$  為各次觀測時之平數,

$a_0$  為  $\theta_0$  時之方向角。

令  $\Delta\theta_1 = \theta_1 - \theta_0, \Delta\theta_2 = \theta_2 - \theta_0, \dots, \Delta\theta_n = \theta_n - \theta_0,$

於是則

$$\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2 + \dots + \Delta\theta_n = 0.$$

設 a 為  $\theta$  之函數。依戴氏定理展開之,則得

$$a_1 = f(\theta_1) = f(\theta_0 + \Delta\theta_1) = a_0 + \frac{da}{d\theta} \Delta\theta_1 + \frac{d^2a}{d\theta^2} \frac{1}{2} \Delta\theta_1^2,$$

$$a_2 = f(\theta_2) = f(\theta_0 + \Delta\theta_2) = a_0 + \frac{da}{d\theta} \Delta\theta_2 + \frac{d^2a}{d\theta^2} \frac{1}{2} \Delta\theta_2^2,$$

$$a_n = f(\theta_n) = f(\theta_0 + \Delta\theta_n) = a_0 + \frac{da}{d\theta} \Delta\theta_n + \frac{d^2a}{d\theta^2} \frac{1}{2} \overline{\Delta\theta_n^2}$$

故

$$\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = a_0 + \frac{d^2a}{d\theta^2} \frac{1}{2} \frac{\overline{\Delta\theta_1^2} + \overline{\Delta\theta_2^2} + \dots + \overline{\Delta\theta_n^2}}{n}$$

故  $a_0$  與方向角平數之差  $\epsilon = \frac{1}{2} \frac{d^2a}{d\theta^2} \frac{1}{n} \sum_1^n \overline{\Delta\theta^2}$

式內之  $\Delta\theta$  爲時間。欲化之爲弧長，當以 15 乘之。若  $a$  及 15  $\Delta\theta$  均爲弧之秒數，則當以  $\sin I'$  乘  $(15 \Delta\theta)^2$  各項。故若  $\epsilon$  爲弧之秒數，則

$$\begin{aligned} \epsilon &= \left( \frac{(15)^2}{2} \sin I' \frac{1}{n} \sum_1^n \overline{\Delta\theta^2} \right) \frac{d^2a}{d\theta^2} \\ &= [6,7372] \frac{1}{n} \sum_1^n \overline{\Delta\theta^2} \frac{da^2}{d\theta^2} \end{aligned} \tag{1}$$

今  $\frac{(15)^2}{2} \overline{\Delta\theta^2} \sin I'' = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \Delta\theta}{\sin I''}$ ,

故  $\epsilon = \left( \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \Delta\theta}{\sin I''} \right) \frac{da^2}{d\theta^2}$ , (1')

式內  $\sum$  後之各項可自表檢得之。

茲欲求  $\frac{d^2a}{d\theta^2}$  之值。取公式  $\cos h \sin a = -\cos \delta \sin t$ ，求二次

微係數，則得

$$\frac{d^2a}{d\theta^2} = \frac{d^2a}{d\theta^2} = \frac{\tan a}{\sin^2 t} \left( \frac{\cos^2 t - \cos^2 a}{\cos^3 a} \right) \tag{2}$$

若用近極之星，則其  $a$  必甚微小。故  $\cos^2 a$  可作爲 1。故

$$\frac{d^2a}{d\theta^2} = -\tan a \tag{2'}$$

於是得  $\epsilon = -\tan a_0 [6,73672] \frac{1}{n} \sum_1^n \overline{\Delta\theta^2}$  (3)

或  $\epsilon = -\tan a_0 \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \Delta\theta}{\sin I''}$  (3')

$$\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = a_0 + \epsilon \tag{4}$$

[例 1,] 1848 年 四 月 五 日, 在 Dollar Point 測 旬 陳 大 星 以 定  
方 向 角。測 器 爲 Troughton and Simons 之 18 寸 經 緯 儀。

$$\varphi = 29^{\circ} 26' 2'' 6 \quad \Delta \theta = -1'' 8$$

$$\alpha = 1^{\text{h}} 4^{\text{m}} 4'' 7 \quad \delta = 88^{\circ} 29' 57'' 8 3$$

氣 泡 一 格 =  $0'' 8 2$

物	望遠鏡	表面時	水 平 盤			水 準	
			A	B	C	E	W
規標	正		158° 50' 55"	65	50	129	71,5
	反		51 20	20	00	81	119,
星	正	<sup>h m s</sup> 93 33,5	337 18 40	35	20	126	74
	„	4 47,5	18 55	55	35	83	117
	„	6 7,0	18 75	70	55		
	反	9 8 65	19 45	55	40		
	„	9 24,0	19 65	75	55	121,5	79
	„	10 23,5	20 20	30	10	80	120
規標	正		158 50 55	65	50	121,5	78
	反		51 20	15	00	77,5	122
平數						102,44	97,56

物	望遠鏡	盤面值	中數	表面時	$\Delta \theta$	$\frac{\Delta \theta^2}{\Delta \theta}$
規標	正	158°50'56,7				
	反	51 13,3				
星	正	337 18 31,7		<sup>h m s</sup> 9 3 33,5	<sup>s</sup> 21 0,2	4418,4
	”	18 48,3		4 47,5	13 6,2	18523
	”	18 66,7		6 7,0	5 6,7	3215
	反	19 46,7		8 6,5	6 2,8	3944
	”	19 65,0		9 24,0	14 0,3	19684
	”	337 20 20,0	337° 19' 26,4	9 10 23,5	19 9,8	39920
規標	正	158 50 56,7		<sup>h m s</sup> 9 7 3,7	$\sum \Delta \theta = 129470$	
	反	51 11,7	158° 51' 4,6		$n = 6$	

觀測時表面時之平數 = 9<sup>h</sup>7<sup>m</sup>3,7<sup>s</sup>

$$\Delta \theta = -1,8$$

$$\alpha = 14 4,7$$

$$t = 8 2 57,2 = 120^{\circ}44,18,0$$

計算 a 用 97 節 公式 (3)。

$\delta = 88^\circ 29' 57,83$		
$\varphi = 29 26 2,6$		
$\delta - \varphi = 59 3 55,23$		
$\frac{1}{2}(\delta - \varphi) = 29 31 57,61$	$\log \sin \frac{1}{2}(\delta - \varphi) = 9,6927762$	$\log \cos \frac{1}{2}(\delta - \varphi) = 9,9395566$
$(\delta + \varphi) = 117 56 0,43$		
$\frac{1}{2}(\delta + \varphi) = 58 58 0,21$	$\log \cos \frac{1}{2}(\delta + \varphi) = 9,7122589$	$\log \sin \frac{1}{2}(\delta + \varphi) = 9,9329140$
$\frac{1}{2}t = 60 22 9,0$	$\log \cot \frac{1}{2}t = 9,7549528$	$\log \cot \frac{1}{2}t = 9,7549528$
$\frac{1}{2}(q + a) = 28 32 20,60$	$\log \tan \frac{1}{2}(q + a_0) = 9,7354701$	$\log \tan \frac{1}{2}(q - a_0) = 9,7615954$
$\frac{1}{2}(q - a) = 30 0 32,09$		
$a_0 = -1 28 11,5$		

平 數 之 改 正	光 行 差 之 改 正	水 平 差 之 改 正
$\Sigma \Delta \theta^2 = 129470$	$\log 0,31 = 9,4914$	$b = \frac{1}{2} \times 0,82 [97,59 - 102,44]$
$\log \Sigma \Delta \theta^2 = 5,1122$	$\log \cos a = 9,9999$	$= -2,00$
$\log \frac{1}{n} = 9,2218$	$\log \Delta a = 9,4913$	$\log b = 0,3010 n$
$\log [ ] = 6,7367$	$\Delta a = -0,31$	$\log \tan \varphi = 9,7515$
$\tan a_0 = 8,4092n$		$\log x = 0,0525 n$
$\log e = 9,4800n$		$x = -1,13$
$e = +0,32$		

指規標時之盤面值 =  $R_m = 158^\circ 51' 4,6$

指星時之盤面值 +  $x = R_s = 337 19 25,3$

$R_m - R_s = 181 31 39,3$

$a_0 + e - \Delta a = a = -1 28 10,9$

規標之方向角  $A = 180^\circ 3' 28,4$

[例 2, 用 回 轉 器] 1898 年 六 月 六 日 在 K a h a t c h e e r

測 Polaris 以 定 方 向 角。

$$\varphi = 33^{\circ} 13' 40''.3, \Delta\theta = -31''.1, \text{氣泡 - 格} = 2.97$$

物	望遠鏡	表 面 時	回轉次	水 準		水 平 盤			角
				W	E	A	B	平數	
規標(東) 星 " " (第五次) " " "	正		0			178°03'22".5	20'	21".2	
	正	h m s 14 46 20	1	4.5	10.7				
	正	49 08	2	9.2	5.9				
	正	52 51	3	9.6	5.6				
	反	56 10	4	5.2	10.0				
	反	14 59 12	5	11.3	4.0				
	反	15 01 55	6	7.8	7.4				
平 數		14 54 17.7		8.52	6.70	100 16 20	20	20	725746".2
星 " " " " " 規 標 (第六次)	反	15 04 44	1	11.9	3.4				
	反	07 18	2	8.5	6.8				
	反	09 54	3	7.9	7.3				
	正	14 15	4	11.2	4.1				
	正	16 14	5	9.0	6.1				
	正	15 18 24	6	5.9	9.6				
	正			9.1	6.2				
平 數		15 11 48.2		8.67	6.64	177 27 00	00	00	725146".7

## 計算 a, 用 97 節 公式 (1)

觀測時之表面時	h	m	s	n	m	s
	14	54	17,7	15	11	48,2
表差			-31,1			-31,1
觀測時之恆星時	14	53	46,6	15	11	17,1
Polaris 之赤經 $\alpha$	1	21	20,3	1	21	20,3
時角 $t$	13	32	26,3	13	49	56,8
$t$	203°	06'	34,"5	207°	29'	12,"0
赤緯 $\delta$	88	45	46,9			
$\log \cot \delta$		8,33430			8,33430	
$\log \tan \varphi$		9,81629			9,81629	
$\log \cos t$		9,96367n			9,96367n	
$\log n$		8,11426n			8,09857n	
$\log \cos \delta$		8,334305			8,334305	
$\log \sec \varphi$		0,077535			0,077535	
$\log \sin t$		9,593830n			9,593830n	
$\log \frac{1}{1-n}$		9,994387			9,994584	
$\log (-\tan \alpha_0)$		8,000057n			8,070635n	
$\alpha_0$		+0° 34' 22,"8			+0° 40' 26,"8	

平 數 之 改 正	$\Delta \theta$	$\frac{2 \sin^2 \frac{I}{2} \Delta \theta}{\sin I''}$	$\Delta \theta$	$\frac{2 \sin^2 \frac{I}{2} \Delta \theta}{\sin I''}$
[ 用98節公式(3') ]	<sup>m</sup> 7 47,7	119,3	<sup>m</sup> 7 04,2	98,1
	5 9,7	52,3	4 30,2	39,8
	1 26,7	4,1	1 54,2	7,1
	1 52,3	6,9	2 26,8	11,8
	4 54,3	47,2	4 25,8	38,5
	7 37,3	114,0	6 35,8	85,4
$\sum \frac{2 \sin^2 \frac{I}{2} \Delta \theta}{\sin I''}$		343,4		280,7
$\frac{I}{n} \sum ( )$		57,3		46,8
$\log \frac{I}{n} \sum ( )$		1,75 8		1,670
$\log e$		9,75 8		9,741
$e$		-0,6		-0,6
$C = \frac{I}{2} (W - E) d$		+ 0,91 × 2,6		+ 1,01 × 2,67
$\tan \varphi$		655		
水平差之改正 x		-1,6		-1,8
星與規標之角		72° 57' 50,2		71° 51' 46,7
改正之角		72° 57' 48,6		72° 51' 44,9
改正之星之方向角		0 34 22,2		0 40 26,2
規標之方向角		73° 32' 10,9		73° 32' 11,2

自三十七次觀測之結果得



規標之方向角 =  $73^{\circ} 32' 12,49$

光行差之改正 = + 0.31

規標之方向角 =  $73^{\circ} 32' 12,80$

99. [任意時角法之誤差] 球面三角 63 節公式 (7)

爲

$$-\sin C \cdot \delta a + \cos b \sin A \cdot \delta c + \sin b \cdot \delta A + \cos C \sin a \cdot \delta B = 0.$$

以  $ZP\delta$  三角形之各部分代入之, 則得

$$\sin q \cdot \Delta \delta + \sin h \sin a \cdot \Delta \varphi - \cos h \cdot \Delta a + \cos q \cos \delta \cdot \Delta t = 0,$$

式內之  $q$  爲視差角,  $a$  爲星之方向角, 自北方量起者。自此式可得  $a$  之誤差與  $\delta, \varphi, t$  之誤差之關係。

若僅  $\Delta t$  有誤差,  $\Delta \varphi = 0, \Delta \delta = 0,$

則 
$$\Delta a = \frac{\cos q \cos \delta}{\cos h} \Delta t.$$

故若  $q = 90^{\circ}$ , 則  $\Delta t$  之誤差於  $a$  不生影響。 $\delta$  愈近  $90^{\circ}$ , 則  $\cos \delta$  愈小。故欲免去  $\Delta t$  之影響, 當擇近北極之星就其在最大隔離時觀測之。

先令  $\Delta t = 0, \Delta \varphi = 0,$  次令  $\Delta t = 0, \Delta \delta = 0,$  則依次得

$$\Delta a = \frac{\sin q}{\cos h} \Delta \delta = \frac{-\cos \varphi \sin a}{\cos h \cos \delta} \Delta \delta,$$

$$\Delta a = \tan h \sin a \Delta \varphi.$$

自此二式, 可見  $\Delta \delta$  及  $\Delta \varphi$  之影響, 以天體近子午圈時爲最小。然天體近子午圈則  $\Delta t$  之影響將大。最善之法, 觀測東西二次之最大隔離而取其結果之平數, 蓋當東西最大隔離時  $\sin a$  有相反之號。取二次結果之平數, 則  $\Delta \varphi$  及  $\Delta \delta$  之影響可因對消而免焉。

100, [第二法,環極星最大隔離法] 觀測環極星最大隔離以定方向角,可得精密之結果。然在最大隔離,僅可舉行一次觀測。欲得多次觀測之利益,當就星在最大隔離之附近時觀測之。計算之法,先算得最大隔離時之方向角。自觀測時之表面時算得當時之方向角與最大隔離時方向角之差。此差即為觀測所得之改正盤面值與觀測最大隔離當得改正盤面值之差。以之加於觀測所得之改正盤面值,即得觀測最大隔離當得之改正盤面值。

令  $a_e$  為最大隔離時星之方向角,自北方向東量起者,

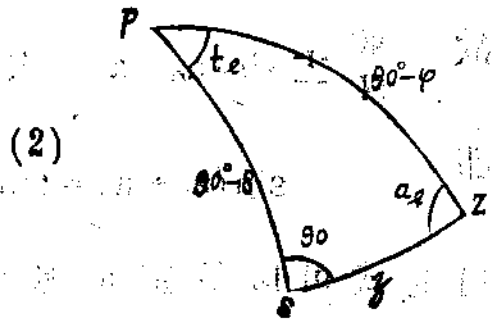
$t_e$  為最大隔離時星之時角,

$\alpha, \delta, \theta$  為其時之赤經,赤緯,及恆星時。

$$\text{則東西} \left\{ \begin{array}{l} \pm \sin a_e = \cos \delta \sec \varphi, \\ \cos t_e = \cot \delta \tan \varphi, \end{array} \right. \quad (1)$$

(星在子午圈之東,  $a_e$  為正,則用 + 號,在西則用 - 號)

$$\theta = \alpha \pm t_e$$



若表差為  $\Delta$ , 則最大隔離時之表面時為  $\theta - \Delta$ 。設當星之時角為  $t$  時, 其方向角為  $a$ , 天頂距為  $Z$ , 則依節 1 之公式, 得

$$\sin z \cos a = \sin \delta \cos \varphi - \cos \delta \sin \varphi \cos t, \quad (a)$$

$$\sin z \sin a = -\cos \delta \sin t. \quad (b)$$

當最大隔離時,

$$\left. \begin{array}{l} \text{東} \\ \text{西} \end{array} \right\} \pm \sin a_e = \frac{\cos \delta}{\cos \varphi} = \frac{\sin \delta \cos t_e}{\sin \varphi}, \quad (c)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{東} \\ \text{西} \end{array} \right\} \cos a_e = \mp \sin \delta \sin t_e \text{ (星在西, 則 } \sin t_e \text{ 爲正)} \quad (d)$$

以 (c) 式乘 (a) 式, 以 (d) 式乘 (b) 式, 則依次得

$$\pm \sin z \cos a \sin a_e = \sin \delta \cos \delta - \sin \delta \cos \delta \cos t \cos t_e, \quad (e)$$

$$\mp \sin z \sin a \cos a_e = -\sin \delta \cos \delta \sin t \sin t_e. \quad (f)$$

以 (e) 與 (f) 相加, 則得

$$\pm \sin z \sin(a_e - a) = \sin \delta \cos \delta - \sin \delta \cos \delta \cos(t_e - t),$$

$$\text{即 } \left. \begin{array}{l} \text{東} \\ \text{西} \end{array} \right\} \pm \sin(a_e - a) = \frac{\sin \delta \cos \delta}{\sin z} \cdot 2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t).$$

$$\text{今 } \left. \begin{array}{l} \text{東} \\ \text{西} \end{array} \right\} \sin z = \pm \cot a_e \cot \delta,$$

$$\text{故 } \left. \begin{array}{l} \text{東} \\ \text{西} \end{array} \right\} \pm \sin(a_e - a) = \pm \tan a_e \sin^2 \delta \cdot 2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t).$$

$$\text{即 } \sin(a_e - a) = \tan a_e \sin^2 \delta \cdot 2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t). \quad (3)$$

自此式可以算定  $a_e$  與  $a$  之差。設觀測時星在最大隔離之附近, 則  $(t_e - t)$  必爲極微小之數。展開  $(a_e - a)$  而略去其高次冪項, 則得

$$(a_e - a) = \sin^{-1} \left[ \tan a_e \sin^2 \delta \cdot 2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t) \right]$$

$$(a_e - a) = \tan a_e \sin^2 \delta \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t)}{\sin 1'} + \frac{1}{6} (\tan a_e \sin^2 \delta)^3 \frac{[2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t)]^3}{\sin 1'} \quad (4)$$

環極星之  $a_e$  亦必微小，式內之第二項可以不計。 $\sin^2 \delta$  必甚近 1。故下列公式已足應用，

$$a_e - a = \tan a_e \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}(t_e - t)}{\sin 1'} \quad (5)$$

[例] 1847 年十月十七日在 Agamenticus 測 Polaris 之西邊最大隔離以定方向角。

$$\alpha = 1^h \ 5^m \ 32^s.96 \qquad \varphi = 43^\circ \ 13' \ 25.0$$

$$\delta = 88^\circ \ 29' \ 54.27 \qquad \Delta \theta = \quad -1^m \ 51.8$$

$$\log \cos \delta = 8.4183795 \qquad \log \cot \delta = 8.4185287$$

$$\log \cos \varphi = 9.8625407 \qquad \log \tan \varphi = 9.9730531$$

$$\log \sin a_e = 8.5558388 \qquad \log \cos t_e = 8.3915818$$

$$a_e = -2^\circ 3' 39.21 \qquad t_e = 88^\circ 3' 17.8$$

$$= 5^h \ 54^m \ 21.2$$

$$\tan a_e = 0.036 \qquad \alpha = 1 \ 5 \ 33.0$$

$$\theta = 6 \ 59 \ 54.2$$

$$\Delta \theta = \quad -1 \ 51.8$$

$$\text{最大隔離之表面時} = 7^h \ 1^m \ 46.50$$

在此表面時之前後舉行觀測，得

次	物	望遠鏡	表面時	水 平 盤								水 準		
					A	B	C							
1	規標	反	6h 30 <sup>m</sup>	63° 55'	39.7	39.0	27.5	27.0	27.7	26.5	分割差改正加	氣泡一格 - 0.97		
2			33	63 55	41.0	39.7	27.0	28.0	26.0	24.3				
3			34	63 55	41.0	41.0	29.8	29.0	26.4	26.3				
4		正	37	243 55	26.2	28.2	16.8	17.0	16.8	13.3				
5			39	243 55	25.5	28.0	17.0	17.0	16.4	15.2				
6			42	243 55	27.0	29.0	19.0	19.0	16.2	14.0		+0.1	E	W
1	星	正	6 47 12	127 42	68.0	67.0	61.5	63.0	64.5	64.3	分割差改正加	44	62	
2			49 06	127 42	65.0	65.0	63.5	63.2	63.1	60.5			63	44
3			51 38	127 42	62.8	62.8	57.0	59.8	60.0	58.2			43	63
4			52 12.5	127 42	58.0	58.0	54.0	52.5	55.3	53.5			64	43
5			53 55.5	127 42	56.0	57.0	51.1	52.0	53.0	52.0				
6		反	7 00 54	307 42	48.2	48.7	45.2	45.0	47.7	45.8		0.0		
7			2 25.5	307 42	48.0	49.2	43.2	42.2	45.0	44.8		46	62	
8			4 01.5	307 42	48.0	48.7	43.0	47.7	46.8	45.0		62	46	
9			5 51	307 42	49.0	49.0	44.7	45.0	47.9	46.9				
10			7 14.5	307 42	49.2	50.5	44.8	44.8	47.2	46.2		43	63	
7	規標	反	7 16	63 55	40.0	40.0	23.0	25.0	29.8	25.2	分割差改正加	63	43	
8			17	63 55	39.7	39.7	23.0	23.0	25.7	24.8				
9			18	63 55	38.0	38.0	21.5	22.7	25.0	23.8				
10		正	23	243 55	26.0	26.5	13.7	14.0	15.0	14.6				
11			24	243 55	26.8	26.8	14.5	14.8	15.2	14.0				
12			26	243 55	26.7	27.3	14.0	13.0	14.5	13.9		+0.0		

次	望遠鏡	盤面值 (測微器之平數加分劃差之改正)	te - t	$2 \sin^2 \frac{1}{2} (te - t)$	ae - a	最大隔離時之盤面值	平 數
				sinh l'			
1	反	63° 55' 31.3		tan <sup>2</sup> e = 0.036			
2		31.1					
3		32.3					
4	正	243 55 19.8					
5		19.9					
6		20.8					243° 55' 25.87
1	正	127 42 64.7	<sup>m s</sup> + 14 34	416.5	- 15.0	127° 42' 49.7	
2		63.4	12 40	315.0	11.3	52.1	
3		60.1	10 8	201.6	7.3	52.8	
4		55.2	9 33.5	179.4	6.5	48.7	
5		53.5	7 50.5	120.7	4.3	49.2	127° 42' 50.50
6	反	307 24 46.8	+ 52	1.5	.1	307 24 46.7	水平差 - 0.2 3
7		45.7	- 39.5	.8	.0	45.7	127° 42' 50.27
8		46.0	2 15.5	10.0	.3	45.7	
9		47.1	4 5	32.7	1.2	45.9	
10		47.1	- 5 28.5	58.9	- 2.1	55.0	307 24 45.80
7	反	63 55 30.0					水平差 0.00
8		29.4					42 45.80
9		28.4					
10	正	234 55 18.3					
11		18.7					
12		18.3					243° 55' 23.85

指規標時盤面值之平數  $R_m = 243^\circ 55' 24,86$

最大隔離時盤面值之平數  $R_s = 127 42 48,03$

$R_m - R_s = 116 12 36,83$

$a = a_s - \Delta a = -2 3 38,90$

規標之方向角  $A = 114^\circ 8' 57,93$

101. [第三法,單高法] 觀測適當之天體。讀其高度盤與水平盤。再以望遠鏡指規標而讀水平盤。加相當之改正於高度盤之盤面值即得觀測時之高度。自天體之高度可以算得其方向角。用此法測方向角,不必豫知表差。其結果則不甚精密。故僅簡單測量時用之。

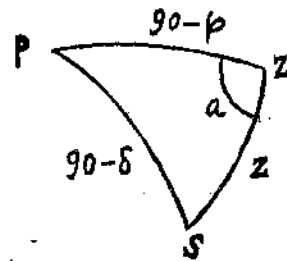
令  $a$  為天體之方向角,

$z$  為天頂距,

$\delta$  為赤緯,

$\varphi$  為緯度,

則依球面三角40節之公式得



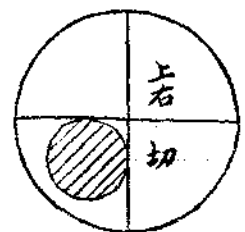
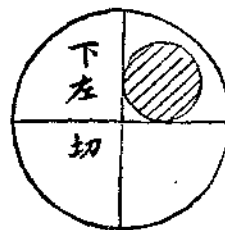
$$\sin \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2} (z + \varphi + \delta) \sin \frac{1}{2} (z + \varphi - \delta)}{\sin z \cos \varphi}}$$

$$\cos \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{\sin \frac{1}{2} (z - \varphi + \delta) \cos \frac{1}{2} (z - \varphi - \delta)}{\sin z \cos \varphi}}$$

$$\tan \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2} (z + \varphi + \delta) \sin \frac{1}{2} (z + \varphi - \delta)}{\cos \frac{1}{2} (z - \varphi - \delta) \sin \frac{1}{2} (z - \varphi + \delta)}}$$

(1)

凡測太陽,當測其下左切及上右切相等之次而取其結果之平數,則角半徑之改



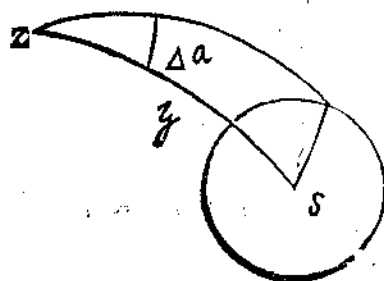
正可以免去。若僅得測其一切，而欲求角半徑之改正，則

令  $\delta$  = 太陽之角半徑，

$\Delta a$  = 角半徑之改正，

則  $\sin \delta = \sin z \sin \Delta a$ ,

$$\Delta a = \pm \frac{\delta}{\sin z}$$



[例] 1856年八月十五號上午在華盛頓測太陽之高度以求經緯儀指正北之盤面值。

太陽	望遠鏡	表面時	水 平 盤		高 度 盤	
			A	B	A	B
	正	5 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>	25° 24' 30"	24' 30"	61° 56' 0"	56' 0"
		5 34	25 50 45	51 30	61 24 30	25 0
		6 55.5	26 4 50	5 15	61 8 45	9 30
	反	5 9 12	205 54 15	54 00	61 19 30	18 30
		10 32	206 7 15	6 45	61 4 00	3 00
		11 42	206 18 30	18 15	60 50 00	49 45

經度  $L = 51^{\circ} 8^m 1^s W$  表面時之平數 = 5h7m48<sup>s</sup>1 (用以算 $\delta$ )

緯度  $\varphi = 38^{\circ} 53' 18''$  水平盤之平數 = 25° 56' 40"

赤緯  $\delta = 13^{\circ} 55' 33''$  高度盤之平數 = 61 17 02

赤道地平視差  $\pi = 8.5$  折光差 = + 1 41.7

溫度 = 73° F 視差 = - 7.4

氣壓 = 30 英寸 真天頂距  $z = 61^{\circ} 18' 36''$

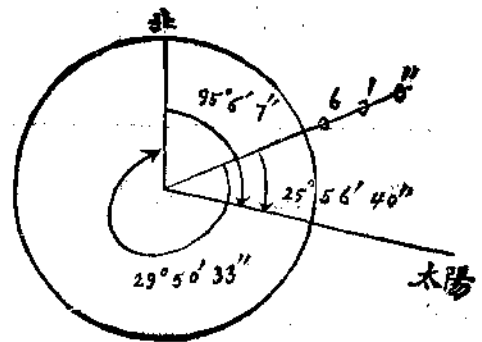


$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(z + \varphi + \delta) &= 57^\circ 3' 44'' & \log \cos &= 9.73538 \\ \frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) &= 43 \quad 8 \quad 11 & \log \sin &= 9.83489 \\ \frac{1}{2}(z - \varphi - \delta) &= 4 \quad 14 \quad 53 & \log \sec &= 0.00120 \\ \frac{1}{2}(z - \varphi + \delta) &= 18 \quad 10 \quad 26 & \log \csc &= 0.50598 \\ & & & \underline{0.07745} \\ \frac{1}{2}a &= 47^\circ 33' 3'', 5 & \log \tan \frac{1}{2}a &= 0.038725 \end{aligned}$$

$$a = 95 \quad 6 \quad 7$$

$$\text{水平盤} = \underline{25 \quad 56 \quad 40}$$

$$\text{指正北之盤面值} = 290 \quad 50 \quad 33$$



102. [單高法之誤差] 令  $a$  為

方向角, 自北方向東量起者, 則 5 節之公式(6)變為

$$\sin \delta = \cos z \sin \varphi + \cos \varphi \sin z \cos a.$$

自此式求  $a$  與  $z$  之微變, 及  $a$  與  $\varphi$  之微變, 則依次得

$$\Delta z = [-\tan \varphi \csc a + \cot z \cot a] \Delta a,$$

$$\Delta a = [-\tan \varphi \cot a + \cot z \csc a] \Delta \varphi.$$

$a$  與  $z$  愈近  $90^\circ$ , 則  $\Delta z$  及  $\Delta \varphi$  之係數愈小。故欲減少  $\Delta z$  及  $\Delta \varphi$  之影響, 當就天體在卯酉而近地平圈之時觀測之。若就天體在東方及西方時兩次觀測之, 而取其結果之平數, 則  $\cot a$  及  $\csc a$  有相反之號, 故因  $\Delta z$  及  $\Delta \varphi$  而生之誤差可以對消。

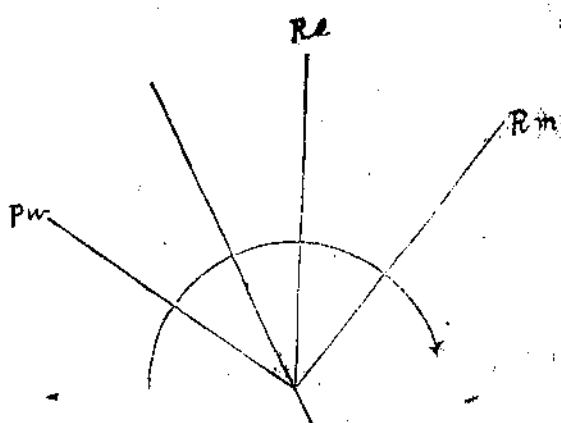
103. [第四法, 等高法] 觀測東方之星而記其水平盤之盤

面值。俟該星至西方同高度時，再觀測之而記其水平盤之盤之面值。令

$R_e$  = 東方之盤面值，

$R_w$  = 西方之盤面值，

$R_m$  = 指規標之盤面值，



則規標之方向角  $A = R_m - \frac{1}{2}(R_e + R_w)$

若觀測太陽之等高，則因其赤緯東西不同之故，須加相當之改正。

令  $a_e$  = 太陽在東方時之方向角，(自北方向東量者)

$a_w$  = 太陽在西方時之方向角，(向西量者)

$\delta$  = 視午正時太陽之赤緯，

$\Delta\delta$  = 自觀測時至視午正太陽赤緯之增加，

$h$  = 太陽之高度，

則  $\sin(\delta - \Delta\delta) = \sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos a_e$ .

$\sin(\delta + \Delta\delta) = \sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos a_w$ .

自前式之兩端減去後式之兩端，則得

$$2 \cos \delta \sin \Delta\delta = 2 \cos \varphi \cos h \sin \frac{1}{2}(a_e + a_w) \sin \frac{1}{2}(a_e - a_w).$$

約計之，則得

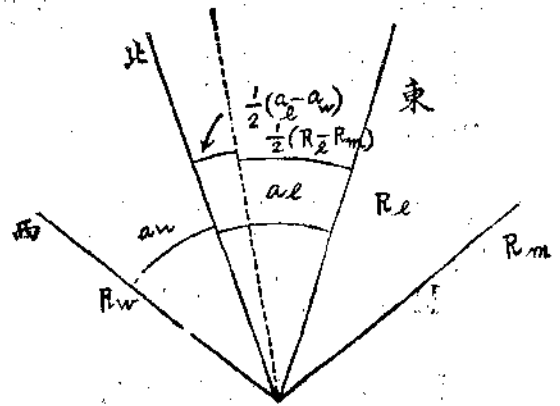
$$a_e - a_w = \frac{2 \Delta\delta \cos \delta}{\cos \varphi \cos h \sin a} \quad (2)$$

設  $2t$  為二次觀測相隔之時間，則依 6 節公式(15)

得 
$$a_e - a_w = \frac{2\Delta\delta}{\cos\varphi \sin t} \quad (3)$$

於是

$$A = R_m - \frac{1}{2}(R_e + R_w) + \frac{1}{2}(a_e - a_w) \quad (4)$$



107. [子午儀測方向角] 用子午儀測方向角, 可得精密之結果。

其法, 於子午圈平面之附近立一規標, 而以測微器量星與規標之方向角之差。自相當之公式算得星之方向角, 即可得所立規標之方向角。其他地點之方向角, 則以比於所立規標而得之。此法當於子午儀章詳述之。