

地學測繪
氣象航海卷

第三分冊

主編 童慶鈞

主編 馮立昇
副主編 鄧亮

江南製造局
科技譯著集成

國家古籍整理出版專項經費資助項目



地學測繪氣象航海卷

第
叁
分冊



主編
童慶鈞

中國科學技術大學出版社

圖書在版編目(CIP)數據

江南製造局科技譯著集成.地學測繪氣象航海卷.第叁分冊/童慶鈞主編.—合肥:中國科學技術大學出版社,2017.3

ISBN 978-7-312-04154-9

I. 江… II. 童… III. ①自然科學—文集 ②地球科學—文集 ③氣象學—文集 ④測繪學—文集 ⑤航海—文集 IV. ①N53 ②P-53 ③U675-53

中國版本圖書館CIP數據核字(2017)第037814號

出版 中國科學技術大學出版社
安徽省合肥市金寨路96號,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

<https://zgkxjsdxcbs.tmall.com>

印刷 安徽聯衆印刷有限公司
發行 中國科學技術大學出版社
經銷 全國新華書店
開本 787 mm×1092 mm 1/16
印張 31
字數 794千
版次 2017年3月第1版
印次 2017年3月第1次印刷
定價 398.00圓

編委會

主編 馮立昇

副主編 鄧亮

委員 (按姓氏筆畫排序)

王雪迎 牛亞華 宋建辰 段海龍 郭世榮

陳樸 馮立昇 董傑 童慶鈞 鄭小惠

鄧亮 劉聰明 聶馥玲

分冊目錄

測候叢談	1
測候器圖說	77
御風要術	93
航海簡法	161
西藝知新·鐵船針向	245
行海要術	279
船塢論略	393
行船免撞章程	423
航海章程	459



集成 | 譯著 | 科技

地學測繪氣象航海卷

第叁分冊



測候叢談

《測候叢談》提要

《測候叢談》四卷，未署著者名，美國金楷理 (Carl Traugott Kreyer, 1839-1914) 口譯，金匱華蘅芳筆述，陽湖趙宏繪圖，光緒三年 (1877年) 刊行。底本為英國約翰·侯矢勒 (John Herschel) 所撰寫的 Meteorology 條目，載於《大英百科全書》第8版第14卷。

此書敘述氣象學的基本概念與理論，也介紹世界各地氣象觀測試驗及數據的實際分析應用，促進了氣象學在中國的傳播、氣象觀測在中國的開展，以及氣象學科在中國的發展等，被認為是晚清氣象學譯著中最有價值的一部。

此書內容如下：

卷一

總論

日光為熱之源

以化學重學之法論天空氣

空氣愈高熱度愈小

論水陸傳熱散熱之異

論空氣中水氣變化之理

卷二

論風

海風陸風

溫帶內風改方向之理

颶風

論空氣之浪

量風之法

論海水流行

論水氣凝而降下

測空氣中所含之水氣（露、霜、霧）

論散熱之霧及水面之霧（鬆霧、成雲之理、雲之形狀、成雨之理）

冰雹

雪

永雪界

雷電

卷三

論推算天氣中各事之變數

定函數之各變數及常數

定時中空氣壓力之變數

一晝夜壓力之變數

論晝夜熱度之變並各處熱度之變

卷四

論空氣含水之量

空氣中含水之數

論空氣水氣壓力熱度與風之方向相關

論空氣中所現之形（虹霓、光環、極光差、雲之顏色、海市、電極光、隕星、旋風）

測候叢談卷一

美國 金楷理 口譯

金匱 華蘅芳 筆述

總論

測候之學專攷天氣之變化其理原非甚深惟因地球每年繞日行一周以成四時而每日亦自轉一周以成晝夜是以寒暑殊焉燥濕變焉

凡測候之家以爲地面之熱度不因地心之熱力而有增減假如有處焚燒大茂林或火山吐焰其所增地面之熱一切不計惟以日光爲熱與電氣之源

測候叢談卷一

一

地面若能無風而天空之氣常能與地球同旋轉則必有恆雨恆暘之弊因各處之距日有遠有近有向有背而熱度或增或減如是則水多之處其水遇熱化爲水氣而升於天空至高處而熱度漸減水氣合爲雨仍落於本處且如是則其無水之處日光之熱傳於地面不生水氣又因無風之故他處之氣不向旁流則其處不能有雨亦不能雨露亦不能有雲若果如此陸地安得有生物此皆反言之也惟天空之氣有不能常在本處之勢則流動成風而水陸二處之氣能互相往來故有水之處不致常雨無水之處不致常旱此造化自然之調劑也然而寒暑燥濕之變因

此遂難攷其理矣

重學中所最難推算者爲空氣之流動其流動之故有因晝夜而變者如晝間日光照之空氣熱而漲大夜間不見日光空氣冷而收縮彼此迭相漲縮則流動而成風又有因遠近而變者如近赤道之處其地常熱近二極之處其地常冷故熱處之氣常能流向冷處以補其虛則空氣亦流動而成風又有一故因熱處之水化爲水氣能流至冷處而爲雨當其水散化爲水氣時能使本處之空氣旁流而成風及水氣凝而爲雨必賸出其所蓄之熱其熱傳於空氣則空氣漲大故亦成風

測候叢談卷一

二

推此一切之故固已甚難況地面各處水陸異形受熱之度處處不同湖海之中化出之水氣多沙磧之地化出之水氣少又如洋海之面空氣易於平流陸地而有高山則能阻礙空氣之流或能使其流動之方向改變因是種種而天氣之變化有非尋常之算法所能推究其故者既不能以尋常之算法推究則當實測其已然之迹而攷核之庶可得其大略如太陽之熱能使水化水氣且能使天空之氣流動其大致無甚難知惟有許多瑣屑之故一時不易知之必經久測候而後可解其理凡欲詳究天氣變化之故應於各處各時常測天氣之種

種變態而詳記之則可知某處某時之天氣其先如何其後如何據其已然而度其未然大約無甚差忒所以測候之學須用兩法一爲已知其大端而推驗其變數一爲細測其瑣屑之故按其年月日逐一記之如是歷久即可知其一定之理

此書中所論亦用此二法每事必先論其大致應如何變化次乃及其纖細之故而徵其可信並論用何法以測候之而得其數

日光爲熱之源

日光所發之熱非有一定不易之率曾有日耳曼人胡爾

胡爾言一

夫與英國候失勒同攷此事見日面之黑斑愈多則所發之熱愈少黑斑愈少則所發之熱愈多又有日耳曼天文家沙白者言日面黑斑之多少亦有定期自斑之最少而小至最多而大約歷十一年百分年之十一計百年中必循環九次

案咸豐六年間日面幾無黑斑亦與此數合

行星之體惟水星爲最大其繞日而行約十一年十分年之九而一周或者日面之黑斑與水星之行度有關耶或謂水星與日因電氣之力而成黑斑惟水星一周之率十一年十分年之九與黑斑復原之期十一年百分年之十一其數尚有微差諒因他行星亦能有電氣之力故生此

差耳

若以日中所發之熱爲有常率而不計黑斑所增減之差地受日光之熱亦各時不同因地繞日所行之道爲橢圓之形故地球在最卑時與在最高時所受日光之熱若十六與十五之比

計差十五分之一

地球行近最卑之時所行之度漸盈所以日在赤道之南南半球所受之熱大於北半球

惟地球行近最高之時其所行之度漸縮所以日在北緯之時比其在南緯之時多因此故能消去熱率之差十五分之一總之地面愈近二極之處愈冷愈近赤道之處愈熱四季寒熱不同皆因地球繞日之故

胡爾言一

凡日光正射之熱與距日線之平方有反比例若以正射之熱與斜射之熱比如半徑與交角之餘弦比所以近二極之地半年爲晝之時日在平地上至高二十三度半其半年爲夜之時日在地平之下故其處所受之熱少若在赤道之處太陽午正之高不少於六十六度半而晝夜皆爲十二小時故其處所受之熱多

日光斜射至地而熱度小更有一故因光線透過天空之氣能減去其熱所以光線在空氣中所經之路愈長則減熱愈多角愈斜則所經之路愈長也如某處有兩峰高低相差六千八百四十四尺有兩人各登一峰同時測日

光之熱度而比較之推得日光直射過無雲之空氣而至海平之面平於海面之面謂之海平面亦謂之海平線已耗去其熱百分之四十六又有人在法蘭西亦攷此事其所測之時日之高度各次不同推得太陽直射過空氣而至海平面耗去其熱百分之二十四今約以耗去三分之一為折中之率日光直射至地面其熱力只有三分之一因其一分已傳於天空氣也若斜射之光則熱力更少雖空氣中所受日熱三分之一亦能傳至地面然天空之氣常能流動則其熱或可不傳於本處而傳於他處故恆以能至地面之熱為三分之二

引氣變光一
法仙童記一

三

曾於亞非利加之南角兩年間測算日光直射至海平線每一分之時其熱力能消化冰厚十萬分寸之七百五十四又有人用此法在法蘭西測知日光之熱力每一分時消化冰厚十萬分寸之七百〇三總言之若天空無纖雲日光直射而至海平線處每分時能消化冰厚百萬分寸之七千二百八十五若空氣中含水氣而天色稍不清明則日光之熱力即減少若空中多雲則熱傳於雲能使雲更長大故熱之至地面者更少

假如以日之各光線為一樣熱力則天空無雲時可命日距天頂之度為人不可多於八十度物面與日之光線成直角其

所受之熱為

餘割人
0.0-0.9三

物面與地面平行其所受之熱為

餘法人
0.0-0.9三

此即

地面受日光正照斜照之熱率也

凡測日光之熱率共有數法

一可用兩箇黑色塗黑之寒暑表一置日光中一置於陰處觀其各至若干度而止以兩表之較度為日光加熱於地之度

此法之弊譬如人欲自量其力而用水竿插向土中以入

引氣變光一
法仙童記一

六

土之分寸為其力之大小不計土之堅壤竿之銳鈍也為其所用以測量之器尚未自量也有人置寒暑表於真空罩內測之雖無空氣傳去其熱亦未足為準

又有測日光熱率之法任用某物置日光中若干時使變其原形如冰化為水或水受熱而散化為氣皆是也或將玻璃杯盛黑色之水中浸一最精之寒暑表置日光中五分時又置於陰處五分時觀其加減若干度即為日光至地之熱度

又有一種量日熱之器用一長圓玻璃泡滿盛藍色之藥水淡輕水與銅養水統養水相和其泡之一端有一銀螺絲可旋轉進退

以加減其中空之處其泡之又一端有一寒暑表之管可見藍水漲出若干度惟其泡中又含一小寒暑表其管透過銀螺絲而出用以顯藍水若干熱置此器於日光中一分時又置於陰處一分時各記其兩端之表漲縮若干度即可推算得日光之熱率此因天時之本熱各有不同故必用兩表以消息之也測日熱之器以此爲最

以化學重學之法論天空氣

空氣包於地球之外，彌滿普遍其氣之上面，比最高之山更高，人之在氣中，如魚之在水中也。故空氣亦有自流行之性，或成大浪，目雖不能見，可用風雨表測之，且亦能因

淚傾囊記

日月吸力而成潮

空氣雖用大力壓之不能成重流質及定質而其能漲能縮之性甚大其漲縮力之比若其鬆緊率之比亦如其熱度大小之比若加熱百度表之一度卽加漲力二百七十三分之二若令其原有之漲率爲一則加熱百度表之一度其共漲之率爲一〇〇三六六加熱法倫海表之一度其共漲之率爲一〇〇二〇三三

空氣壓於地面之上若以地面之每方寸而論之其受空氣之壓力等於以空氣作徑寸之方柱從地面起而高與空氣之上面齊故可用風雨表測之則管中水銀柱之重

必與空氣之壓力相等

已測知空氣之壓力在各處不同卽在一處亦各時不同

在某處海平線上其處與法京之緯度同

法倫海表冰度時測得

空氣之平壓力與水銀柱長英尺二千九寸又千分寸

之九百二十二相等 若以蒸水最密之率爲一則冰

度之水銀其緊密之率爲一三〇五九六若欲知法倫

海寒暑表六十二度時水銀之漲率則每加一度之熱

水銀之體漲大萬分之一所以法倫海寒暑表六十二

度時風雨表之水銀柱應長英尺三十寸又千分寸之

十二今英國測候之家咸以法倫海寒暑表六十二度

泪作膏血

時風雨表之水銀柱高三十寸爲空氣壓力之中數

若用水銀柱方一寸高三寸而權其輕重得十四磅又萬分磅之七千三百〇四卽地面每方寸所受天空氣之壓力也惟因地球微爲扁圓形故在各處之海平線上壓力亦有微差

假如以七千九百二十六英里

每中國三里有奇爲一英里

爲地球

之全徑則統計全地球之空氣壓力而均分之每方寸

應得十一磅又十萬分磅之六萬七千〇八十五故全

地球共受之壓力爲一六六六〇〇〇〇〇〇〇〇

○若減去高於海平線處之陸地及高山所占之積卽

得^{一〇}爲一切空氣總壓力之磅數即爲空氣之總重

若以空氣之總重與地球之總重比則空氣之重爲一
地球之總重爲一八八〇〇〇〇。

空氣之質爲淡養二氣和合而成計空氣百分中淡養二
氣居九十九分半其半分爲雜質。

其九十九分半之養氣淡氣若論體積之比例則養氣
爲二十一淡氣爲七十九 論輕重之比例則養氣爲
二十三淡氣爲七十七 論其質點之比例則爲四箇
淡氣之質點與一箇養氣質點相合 論其股劑之比

引義卷一

ナ

例則爲養氣二十淡氣八十 此二氣外之半分內有
十分之一爲炭養十分之九爲水氣
無水之天空氣謂之燥空氣

當法倫海表三十二度風雨表之水銀柱高二十九寸
又千分寸之九百二十二分之時測得燥空氣與等體
水銀重之比若一與一〇五二三五之比

燥空氣一立方尺其重爲一盎斯二九〇五六

然則近地面之空氣若能與以上之空氣鬆緊無異則天
空之氣必有盡界其高當爲二萬六千二百十四尺即不
及五英里^{此反言}之也

惟因氣之鬆緊上下不同愈高愈鬆愈低愈緊所以不能
知天空之氣有盡界否 如地面之高山有比二萬六千

二百十四尺更高者其山頂上仍有雪其上仍有雲

離地面愈遠則空氣之壓力愈輕故愈至高處則空氣之
質體鬆而漲大若其漲大之性常能無限則天空之氣亦
無盡界

空氣漲大之數以同熱度而論之若離地之尺寸爲數學
之比例則其體積變大爲幾何之比例

如以海平線上空氣之壓力爲吧 高處之壓力爲已

^{壓力之數即風雨}
表水銀柱之高 兩處高低之相距爲辛則有算式

引義卷一

如其^已呼爲同類空氣之高界 若以呼爲尺數又變

辛^{一呼}

訥對爲常對數則其式爲 依此式推之若以高於海

辛一六〇三〇九^{對已}

平線六萬餘尺處^{即十一英里半}空氣之緊率爲一則在海平

線上之緊率爲十

若以高於海平線二十三英里處緊率爲一，則海平線上之緊率爲一百。

若以高於海平線三十三英里處緊率爲一，則海平線上之緊率爲一千。

若以高於海平線一百〇三英里處緊率爲一，則海平線上之緊率爲一〇〇〇〇〇〇〇〇。

緊率之比例漸減，則鬆率之比例漸增，此理俟下再詳論之。

天空之氣能有盡界否？此與化學家論質點有無之理相關，若以空氣爲有質點，則分至各爲一點之後，無可再分。

測候叢談一

二

故空氣必有盡界，若以空氣爲無質點，則無不能再分之理。即天空可彌滿甚鬆之空氣，而日與諸行星亦各能按攝力之大小而攝之。如此，則離日面四倍半日半徑之遠，其空氣之鬆緊當與地球之海平線處同。離木星面十分木星半徑之八處，其空氣之鬆緊亦與地球之海平線處同。

果如此，則他星距日與木星之視角在此限內時，其光必透過緊密之空氣而至地面，則常有蒙氣差，其差應比地面之蒙氣差大一倍。即爲大於一度然測之而無此差也。

前所論者尚未及離心力。若論離心力，即可言赤道處離

地面遠二萬六千英里，地球自轉之離心力與地心之攝力相等。若更遠於此數，則離心力大於攝力，而其氣必散於天空。且其離心力與攝力相等之處，空氣已無壓下之力，故其處之氣若再上升，必散於空中。如是，則地面之空氣至後必能成一光環如土星然。惟離心力比吸力較大之處，其氣必甚淡。若以地面空氣之緊率比此處空氣之緊率，必如用一下有一千三百七十空位之數與一之比。因其爲數甚小，故此理可置之不論。

測候叢談一

三

若以空氣之鬆率爲與熱度有相同之比例，即可知冷至百度表負二百七十三度時，其空氣之鬆率爲〇。惟不能成此大負度之冷，故不能攷其是否。

所以只可言離地面八十九英里處已甚近於真空。其在抽氣罩內更空若以海平線上空氣之鬆率與高於地面四十五英里處空氣之鬆率比，若一與二五〇〇〇之比，因其處猶微有蒙氣差，故知尚有空氣。

若有兩種異類之氣同在一處，而彼此相視如真空，則必不能有相抵之力。夫空氣亦爲數種氣相合而成，若無風及流動之勢，則空氣中之各種氣各有其自己所占之處。

而每種氣在各處所受本氣之壓力等於本處以上本氣體之重 若果如此則愈在高處本氣之壓力愈小而本氣之體積愈鬆且養氣變鬆之率比淡氣較速而炭養氣變鬆之率更比養氣速則空氣之質必至不能處處皆同惟因彼此相視非如真空故各氣能彼此相抵且常能流動為風所以空氣之質能處處無異 五六十年前曾有人乘輕氣球上升至二萬二千八百九十六尺取高處之空氣攷其養氣與淡氣之比例與地面之空氣同惟炭養氣則稍異此因地面動植之物多故其氣稍異也凡論空氣之質不可以各處之空氣為非同類

空氣愈高熱度愈小

曾有登高山者亦有乘輕氣球上升者皆云愈高則空氣之熱度愈少曾見熱地之高山其上亦有永不消之雪則愈高愈冷之說可無疑也惟高而減熱之理及減熱之率則其難明之故甚多

雖已有數人於各處之高山上測空氣之熱度然於減熱之理尚未能盡明惟略知減熱之率與時令有相關亦與其處之緯度有相關

大約每高三百尺則空氣之熱減去法倫海表之一度或可云每高四百四十尺減熱百分之一

若能乘輕氣球直升而上每升上若干尺必測其熱度則最準惟氣球上升即以寒暑表之數加減風雨表之數而定其高所以測得之減熱率必少於登山所測者 六十年前曾有人乘輕氣球升上二萬二千八百九十六尺測其熱比地面少七十二度半法倫海表約每高三百十尺減熱一度此數與上條所言者相近其後又有兩人乘輕氣球上升至一萬九千一百八十五尺與二萬〇三百五十二尺之間測其熱度算得每高四百八十五尺減法倫海表一度 此後又有人四次乘輕氣球上升其升至最高者為二萬二千九百三十尺仔細測算高處之熱度而列為表約為每

高三百八十六尺減法倫海表一度

所以知高而減熱其率非為平分若姑作平減之率則可以每高四百尺減法倫海表一度為準已比每高三百尺減一度者較密

高而減熱其率不能均平有二故焉

一因凡離地面而上升即是離一熱體而向空處行其行愈遠則地面之上氣球之下有一段空氣能擋住近地面之熱 曾有法蘭西人以行星間空處之熱度為法倫海表負二百二十六度 若按此數算之則赤道上無空氣之處當為法倫海表負七十二度二極無空氣之處當為負

一百十三度此數用赤道處海平線上之平熱八十二度兩極處海平線上之平熱爲○度與負二百二十六度折取而得其中數若欲推赤道與兩極之間無空氣處之熱度當以二百二十六度與本緯度之平熱度求其中數即得

二因地面所受日光之熱比空氣所受之熱多一倍所以地比空氣較熱而能傳散其熱於空中故近地面之空氣能得地之傳熱並能得地之散熱而遠地面之空氣僅能得地之散熱散熱與傳熱不同空氣愈高則熱度愈減可以譬喻明之假如謂空氣當

測候叢談

三

靜而不動之時高下各質體之熱度本爲相同若其近地面之各質體受他物之力推之使上則氣之各質體雖未嘗加熱其勢亦不得不升則原居之處爲空故必有在上之空氣各質體下而補其虛如是升者愈升而高降者愈降而低須遇他力阻之方已若就其升上之質體而論之因愈高而所受之壓力愈小其質體必漸放大若就其降下之質體而論之因愈低而所受之壓力愈大其質體必漸束小故上下二處之空氣各體仍能相定然其升上之質體因放大而漸藏其熱則熱度能減小其降下之質體因束小而漸散其熱則熱度能加大又如謂空氣當

靜而不動之時高下之各質體熱度相同若其在高處之各質體受他物墜下之力而壓之使沈下則其在下之質體必能上而補其空亦必至遇他力以阻之而後已然其沈下之質體因所受之壓力愈大而其質體束小束小則放出其所蓄之熱而氣之熱度能加大又其向上之質體因所受之壓力愈小而其質體放大放大則藏匿其所有之熱而氣之熱度能減小

夫所謂推空氣使上壓空氣使下者何物也假如水中化出之水氣因輕而上升即能推近地面之空氣使成向上之動及至濕氣合爲雨雪而下墜即能壓其高處之空氣

測候叢談

三

使成向下之動然則高處之空氣所以能冷於低處者由於氣體之動而氣體之動又由於水氣之變化其理甚易明也

空氣愈高其熱度愈減其所減之率大約不是均平惟自離地面一萬五千尺或二萬尺以下其減熱之率若依下式推之亦不甚差

$$\begin{aligned} & \text{柳} = \frac{\text{吧}}{\text{吧}} \left(\frac{\text{甲}}{\text{吧}} \right)^{\frac{5584}{1000}} \\ & \text{甲} = \frac{1}{1000} \left(\frac{\text{吧}}{\text{柳}} \right)^{\frac{1000}{5584}} \\ & \text{吧} = \text{甲} \times 1000 \end{aligned}$$

柳爲高低二處壓力之比例率已爲高處之壓力吧爲低處之壓力甲爲低處百度表之數吧爲低於甲尺處之熱度與甲之較天爲高若干碼