

天文揭要

下卷

耶穌降世一千八百九十九年

登郡文會館撰

天文揭要

光緒二十五年歲次己亥

上海美華書館鉛板

益智書會

校訂藏版

第十一章

論各地之經度

求經度之大旨○凡地面各處之經線與哥爾尼之經線於北極所交之角即各處之經度也定此角之大小實航海者之要事因觀某曜過午線之高度即可知緯度然不知二經線於北極之交角則不能知是處在緯度圈之何點定此角之法雖不一而其大旨則一焉蓋地自轉一周既須二十四點鐘如是每點必轉十五度假如二處之時相差一點即可知二午線於北極之交角爲十五度故苟知日過此處午線至過彼處午線所歷之時即知二處相差之經度矣測日過本處午線之時見前第五章而求本處之時爲彼處之何時則有數法焉

一度時表法○以度時表於哥爾尼城對準則每至午正此表必適指十二點移至他處與他處之表相較所指之餘數即此處距哥爾尼之經度也若原表所指之時少則知其處在哥爾尼之東若原表所指之時多則知其處在哥爾尼之西論表之日差見前第二章○按此法不無微差因表位置不動之日差與攜行之日差稍有不同但舟中所用最高之表雖有

第三節

此微差亦無庸論，因各大海口之經度俱已確知，故船至各口可復對其表，若於某處之經度尚未確知，而欲推求其數，須攜度時表數枚，往反數次，而取其中數為準，即可知此處之經度矣，此爲航海者常用之一法也。

二月蝕法○月入地影，自地心視之，本有一定之時，而自地面各處視之，時則不同，然以本處之平時與通書所記月入地影哥爾尼之平時相較，即得本處之經度，此法欠精，實無他法者始用之，因月入地影本自外虛漸入內虛，故難測定月入內影之眞時也。

第四節

三 木星之月蝕法○此法之理與月蝕法同，因木星之月入出木星影亦有定時，而自地面各處觀之，則其時不同，然其在哥爾尼之平時已記於航海通書，故以其本處之時與在哥爾尼之時相比，即知本處之經度矣，按此法較第二法差勝，然亦非詳備，因月之出入非偶，乃以漸而差，且遠鏡與目力各別也，欲用此法莫如視其第一月之入出，次則第二月，因二者之速率稍大也。

第五節

四 月過午線法○以子午儀測月之明邊，過午線於何時，設甲代之，遂將航海通書所記

第六節

近月道之一二星，測其過午線於何時，則此星之經度，卽恒星表之時也。旣知本表何時等於星之經度，則明邊之經度易推。後查通書載哥爾尼平時月之明邊，何時有此經度，設乙代之，甲乙之較，卽本處之經度也。此法之所以不便者，因月變經度之速率不均，苟有一秒之差，則所得之經度，以表記之，可差至三十秒矣。

五 大曜距月之法 ○航海通書又記自地心觀月，每天每點鐘，距日與數星之度數，所記之點鐘，卽哥爾尼之平時也。航海者以紀限儀測月，距上所言數曜之一幾何度，自所得之數，棄去蒙氣差，與地平視差，餘者卽此曜自地心視距月之度數。旣得此度數，復查通書，記哥爾尼之何時月距此曜相同之度數，以哥爾尼之時，與本處測望之時相較，卽得本處之經度。此法雖亦不無少差，然仔細用之，所差者不過鐘表之二十秒也。○按此法，凡有紀限儀者，斯爲得之。故航海者，苟多日不至口岸，可以之對準其度時表焉。

第七節

六 日蝕法 ○日蝕之始末二時，乃隨地而異。然若自某處測日蝕之始末二時，可推日月二心正相合之時，卽自地心看二曜同黃經之時，爲本處之何時也。在他處如此測之，亦

可知二曜相合之時，爲他處之何時也。二時之較，卽二處相差之經度也。星被月掩之法，亦與此法同理。按此法用之雖難，而於測望二曜以定經度之法，莫善於此矣。

^七電報法○以上六法，雖各具其妙，究不如此法爲尤妙。因電氣行之極速也。如有二處，先以電線連之，於此處以手按電鑰，並記時分秒各若干。彼處一聞電筆之音，卽觀其表，指於何時，再將二處所記之時相較，卽得二處相差之經度。用此一次，其經度之差，多者一秒，欲詳核之，須如此數次，而取其均數。如尤欲綦詳，須按第二章五節，將電線二端，各連一表，如是於某曜過午線時，遂以手按電鑰，而各表卽記各處之時，其二時之較，卽二處相差之經度也。

第一節

第十二章 論潮汐

何爲潮汐○潮汐者，乃海面之水，每經一太陰日，二次迭爲起落者也。取其均數而言之，自水高至再高時，歷十二點鐘二十五分二十四秒，惟近朔望二日，潮則最大，而二潮相距之時則最小，即十二點十九分也。近二弦之日，潮則最小，而相距之時則最大，即十二點三十分也。二潮之高低不同，乃隨地而異，如在紐約，則二潮之當朔望者，比弦時之高，有若5.4尺比3.4尺云。

第二節

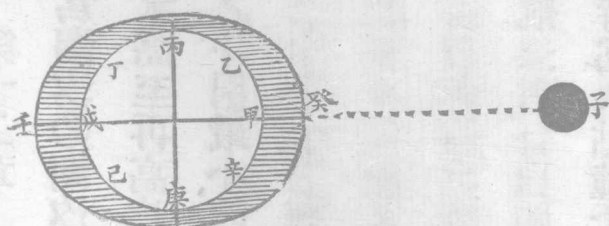
各海口潮汐之時○各處海口，各有其滿潮之時，即在月過午線，或子線後之某點鐘也。而航海者，每自朔望月過午線，至潮滿所歷之時爲準，如在紐約，自月過午線至潮滿，其平時爲八點鐘十三分，而一月內潮最高時，較此數或疾或徐，不過約刻半耳。

第三節

潮汐與月遠近相關之理○潮汐之高低，不第與月之朔望有關，且隨月距地之遠近而變，近則高，遠則低，朔望之潮固高，如爾時月距地近則更高，至弦時之潮固低，如爾時月距地遠，則更低矣。按潮之高低，亦關乎風之順逆，如在登州，潮適至，又兼東北順風，則潮必大，若遇西南逆風，則又小矣。又與天氣之壓力有關，大抵風雨表之

水銀，下降一尺，則潮上升一尺。

生潮汐之故○由上所言，知潮汐固因月吸海水而生，然細究其故，非因月吸海水，乃因海面受月之吸力有大小不同而生也。見第一圖甲丙戊庚為裏地之水，子為月，吸力與遠近



第一圖

既有乘方反比之理，則月吸甲點之力，比吸乙辛之力自大，而比丙庚尤大，至戊點，其所受之吸力更小，海面之癸點，距月既近，其所受之吸力，必大於地體所受者，故水必在癸點凸起，即為潮滿，惟此凸起之水，自丙庚處而來，故丙庚二處之水最低焉，若壬戌之水，既比地實體距月遠，其所受之吸力，自必小於地體所受者，故戊點比壬點，多向月行，而壬點之水，見似高起，亦為潮滿，於是統海而觀，必為橢圓式，而其長徑常向月焉，夫日既吸地，亦必有所生之潮汐，然日之吸力雖大，而生潮汐之力則小，蓋地之向日背日，二面受日之吸力畧同故耳，然仍有所差，故日亦有所生之

潮當朔望時潮之所以大者因日月生潮之力相助故也當二弦時潮之所以小者因日月生潮之力相敵故也



第

潮汐與月緯度其關何如○各處潮汐之高低亦隨月之緯度而變若月有圈緯度則赤道諸地潮汐最大迤南迤北則漸小矣且各處每日之潮汐高低宜同若月有北緯度見第二圖則北半球凡與月同緯度諸處每日必有一大潮即當月近午線者也若當月近子線者則小矣北半球如是南半球則相反二潮高低之差名曰潮之日差

潮汐為何不循當然之理○地之全球若俱為水所裹則潮汐之理自當如上文所言顯而易明而究之不能盡循其當然之理者何也其故有二一水居球面不過四分之三且洋海之水深淺不等深不及三里者不鮮二地球之陸地有二大洲自近北極處向南一至南緯五十餘度一至南緯三十餘度故水

第七節

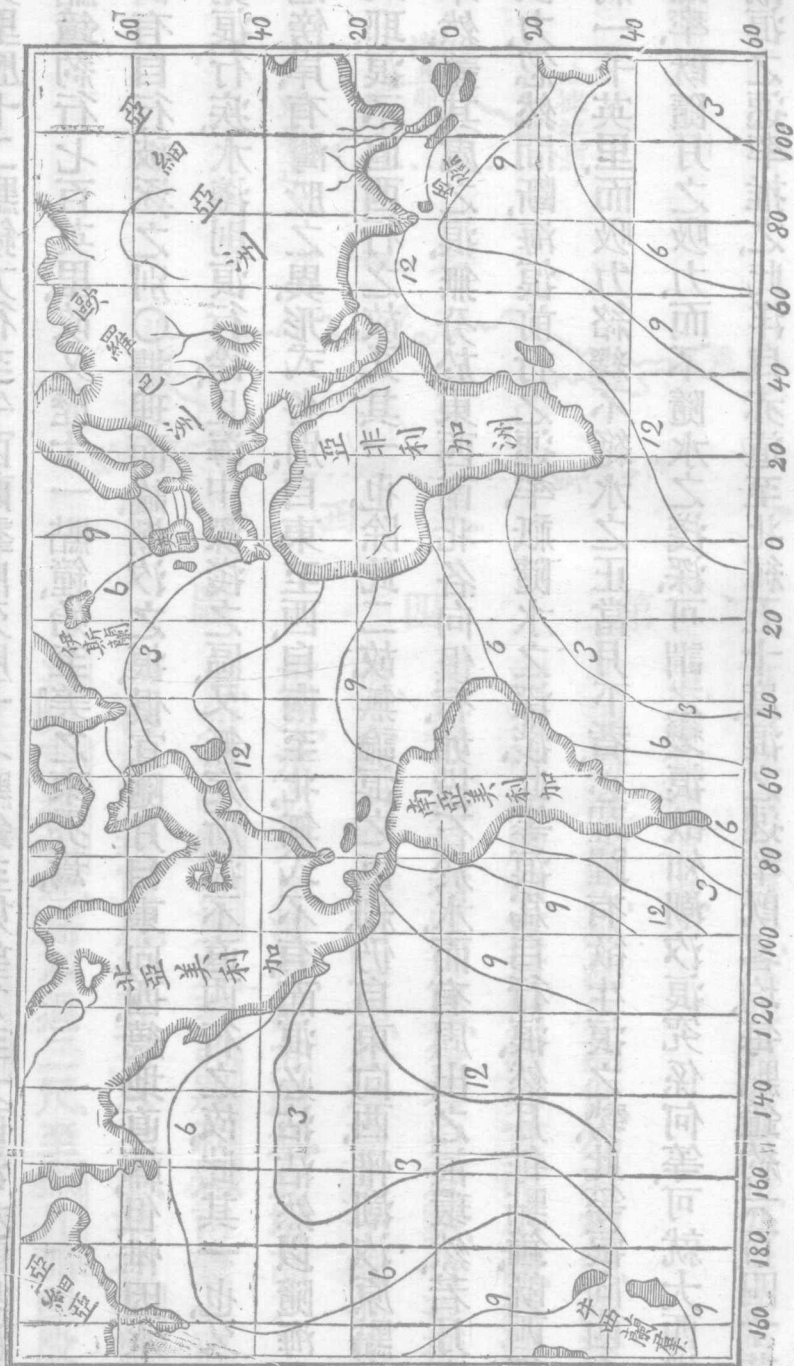
分有二大洋，若大西洋之水，自北流於太平洋，必經比令海腰而過，但此腰不過百零四里之寬，故所過之潮浪不足論，若自南流於太平洋，必經南亞美利加與南極洲中間之海股而過，此股不過千五百里之寬，潮浪過此，恒自西徂東，又與常例相逆，故不能循其當然之理也。

同潮線○潮浪既如此被阻，不能循其當然之理，故欲推潮浪之來源，必先於各處測潮，汝之來時與高低，復將同時有潮之處，繪一連線，名同潮線，下圖乃全地之同潮線，各線相距三點鐘時，如將其圖展大，按線細推，可知潮之原點，起於南亞美利加西之太平洋，距洲約三千里，此處有潮，約在月過午線後兩點鐘時，蓋水有動靜，不自移之理，而月之吸力不能遠勝其靜力，故潮起必

在月過午
線之後

第八節

潮行之速率○月在赤道時測之，每點鐘約西行一千英里，以理而論，則浪之速當亦如是，但洋海多有水淺之處，浪遂不能如此速矣，自原點向西北，過太平洋之深水，每點鐘行八百五十英里，歷十點鐘，方行至干午德嘎土股，向西南，水既畧淺，每點鐘祇行四百



第六圖

英里，歷十二點鐘，方行至牛西蘭羣島，又歷十七點鐘，至好望角，至大西洋，水既畧深，每點鐘約行七百英里，故又歷十一點鐘，始至美之東界焉。

浪有自行被逐之別。○據理而論，潮汐之浪，俱宜隨月自東向西，繞地直轉，但惟因水深則浪行疾，水淺則浪行徐，且海中深淺之區，又無定所，浪不直西行之故，此其一也。又海之傍岸，有灣股之異，形式各別，自東至西，自南至北，無式不有，而浪必沾沾然以隨海之式耶？浪不直西行之故，又其一也。除此二故，無論浪之巨細，仍自東向西，惟潮汐原點處不然，蓋其處之浪，無分於東西南北，各向俱有，如投石於水，而有周出之浪環然，若月之吸力，忽然間斷，海，浪前行之速率，祇隨水之深淺，此等浪爲自行浪，然月每點鐘，既西行約一千英里，而吸力絡繹不絕，水之正當月下者，必躍躍有欲生浪之勢，此等浪向西之速率，既隨月之吸力，而不隨水之淺深，可謂之變浪，欲知潮汐浪究係何等，可就大西洋潮浪之速率推之，此洋自赤道至北緯五十度，浪之速率既畧均，每點鐘約六百四十英里，然以大西洋水深淺之平數，推自行浪之速率，每點鐘宜行者，約四百三十英里，於是



潮汐既不足一千英里，又過於四百三十英里，可知非盡為自行，亦非盡為變者，乃半為自行，半為變浪也。

第

四

圖

大洲沿海形勢，與潮之高低，亦有相關。海邊多有海股，而股口寬者，則潮亦寬而不高。然潮已進股口，則前者阻於岸，後者迫於勢，後浪擁前浪，擁則必奮擊而躍起，此增高之一故也。且股愈窄，水必夾岸激湍，浪尤轟起，此增高之二故也。如自哈德拉斯角，至弗羅利達，南畫一直線，向西北海股最寬處，約五百八十里，潮在哈德拉斯與弗羅利達，高不過二尺，至撒凡那，即股頂，高有七尺。又如自色伯勒土角，至漢忒克忒島，

畫一線，線之西北有海股，其潮爲最奇者。潮在漢忒克忒，高止二尺，至股端，則七十尺。若股口有島，則不然。如美希哥海股，因股口有古巴，及巴哈瑪羣島，沮滯浪勢，故股內之潮，處處皆小。至江河之潮汐，亦可以同理推之。浪初入河口，原力尙存，故浪勢猶峙，至漸以入內，河道漸狹，河水漸淺，浪力亦漸殺，以至浪平無踪。其故蓋以河岸阻力，河底磨力，而潮力漸盡矣。

每日有四潮處，此何以故？○每日二潮，此海之常例。然有不止二潮者，如蘇格蘭以東之海沿，有每日四潮之處，其故非他，地勢使然也。北海每日之兩潮，各自西南而來，先至愛而蘭，遂分爲二：一由蘇格蘭北入此海，一由英格蘭海岔入此海，故蘇格蘭之東，有二潮齊到之時，此固與常例無異。又有一早一晚，相差兩三點鐘之處，是一潮分爲二潮矣。一潮旣分爲二潮，故一日有四潮焉。

南太平洋潮小之故。○於太平洋近梭賽伊第羣島，經度自一百四十至一百七十度，南緯度自十三至十八度之處，其潮俱小於洋海他處。平日之高，不足一尺，朔望之高，不過

第十二節

十二寸，弦時之高，不過二寸半，其故蓋以月過其午線，約六點鐘時，潮浪初至其處，而水之高起者，月即欲令之低平，故所來之潮，除能補月所徹者，而所餘無幾耳，即論他處之潮，亦不能依舊如原來之潮，誠以一路奔騰，多受日月之變更故也。

湖海之潮汐○凡不甚通大洋之湖海，其潮雖與大洋不同，而其理則同，蓋其潮之高低，較大洋潮之高低，猶海之長短，較地之全徑，即如地中海，其長約爲地全徑之三分之一，而其潮之高低，約爲大洋高之三分之一，又如米西干湖之平數，約爲大洋潮之二十三分之一，而其湖之長短，約爲地全徑之二十三分之一也。

