江苏省上海市

改進漁業宣传会

紀念冊

中華民國二十年出版

江蘇省上海市 改進漁業宣傳會紀念册

（全一本 非賣品）

出版者 江蘇省上海市改進漁業宣傳會
出版期 中華民國二十年十二月十五日

發刊詞

（一）

何玉書

江蘇地濱東海，長江貫流其中，湖沼星羅棋布，水產之利，本極富饒，如經營得法，大可福國利民。無如漁民智識幼稚，技術惡劣，天然利源，坐聽委棄，甚且日人挾其利器，侵漁外海，一葉颿來，滿載而歸，不僅經濟損失，直國權被害矣！爲今之計，政府固應取締外輪侵漁，人民亦應速謀改進方法，上下齊心，挽回權利，庶幾吾漁業可以蒸蒸日上！

本廳爲求達到此種目的，除呈准實業部取締外輪侵漁外，並會同上海市政府及省市黨部組織江蘇省上海市改進漁業宣傳會，自中華民國二十年四月四日起，假上海南市民立中學舉行一週，搜集新式漁船漁具模型圖表，公開展覽，召集各地漁民赴會參觀，印刷改進漁業方法之文章，在會贈送，並以喚起一般社會注意漁業問題之重要，並使漁民對於改進方法有所瞭解，七日之中，到會者不下數萬人，亦可見國人之重視漁業矣！

今者該會業告閉幕，特將徵集所得之宏文讜論及經過情形，編爲紀念冊，以誌永久，用弁數語於簡前，開此卷者，其於上下齊心挽回權利二語，三致意焉，則鄙陋之所馨禱者也。

序於江蘇省農鑛廳

（二）

潘公展

吾國濱海帶江，氣候溫和，海洋之中，江河之內，水族之生息滋長者，不可數計。國人之以漁爲業者，亦不下數百萬人，漁業之有關國計民生者，豈淺鮮哉。

際茲近代科學昌明，世界漁業日益進步，漁撈之術既精，製造之技尤精，回顧中國，捕魚之器[illegible]，乃以漁政之不講究，卒致提倡督促，無人負責，社會人士，積習相沿，又賤視夫漁業，如何謀積極的發展，如何謀消極的保護，種種設施，未之或聞，漁政旣廢，而漁業不堪問矣，漁民自身，又以智識淺陋之故，故步自封，既不知採用新法，以自利者而利國，乃更不能不以漁業衰落之故，受生計之逼迫，流爲盜匪而擾民，海盜既日見其多，結果遂陷吾漁業於退化之境，彼虎視眈眈者，乃更乘我之窳敗，挾其銳進之威權，潛食我寶藏無窮之大利以去，喪權辱國，言之痛心。

今者全國統一，訓政開始，吾沿海各省市，均以盡力從事於漁業之刷新，江蘇省爲東南重要之漁區，上海市尤爲全國漁業之根據地，然年來外輪侵擾滬埠，致魚市紊亂，魚價低落，而影響於漁業生產者至大，足見生產與消費關係綦切，際此外人侵漁聲中，我蘇滬省市政府，鑒於漁商之昧於利害而不知自覺，故特會同省市黨部，組織本會於上海，而爲一大規模宣傳，誰云爲時甚暫，其含義實深，今本會業已閉幕，[illegible]各界熱心援助，足爲水產界開一新紀元，刊物方面，亦蒙國內水產專家，惠賜宏文，付刊彙編，瓊珠琳琅，美不勝收，則今日之觀摩切磋之所得，皆爲他日同舟共濟之所取材，其有益於漁業前途者，[illegible]涯涘，身體力行，願與漁業界同人共勉之！聊誌數語，弁諸本冊。

序於上海市社會局

地圖繪法舉要

胡煥庸

我國提倡新地理學，乃近數年間事，故有關地學各種基本書籍，至今尚付闕如，每欲招集同志，編譯地理叢書，就通論方志兩部，分撰若干小冊，以為初學參考，輒以課忙不能如願為憾，茲以講授地圖繪法，草就簡單講義若干頁，特以披露於本誌，或於讀者有助益焉。

第一章　緒論

吾人所居之大地，其形圓如球狀，若將地球面上之事物，繪之於一平面紙上，是為地圖。繪圖之法甚多，研究各種繪法之方法性質與理論者，是為地圖繪法，亦稱繪圖學。

一、地圖之性質　地面上確定地位之方法，通常以經緯度為標準，苟能繪出經緯線，則地面上海陸分布之形狀大小等等，即可循之而得。故地圖繪法者，易言之，即繪畫經緯線之法也。

繪圖之法甚多，其性質優劣，亦各不同，評判之法當以下列各條件為準。

㈠沿各經緯線之縮尺，是否正確。

㈡所代表之面積，是否相等。

㈢所代表之形式，是否相同。

㈣圖上方向與距離，是否正確。

㈤繪法是否簡易。

二、縮尺　地圖不能與地球等大，故必縮小若干倍數，所謂縮尺是也。縮尺者，地圖上某點，循一定方向，在短距離間，縮小之倍數。何以言之，同一地圖上之縮尺，各點不同，故同一縮尺，必限於較短距離。又同一縮尺，必限於一定之方向。地球上之經緯線，俱相交成直角，而普通地圖上所繪之經緯線，有垂直者，有不垂直者，因此兩個方向在地球上相垂直者，在地圖上未必垂直，故論縮尺，必循一定之方向，通常即以經緯線為準，因地圖上之

經緯線，即代表地球上之經緯線者也。

就理論言，地圖上之縮尺，最好在任何處所，循任何方向，均能相同，惟實際有所不能，以平面之圖代表球形之地，安能求其酷肖，苟非繪圖於球面上，其縮尺絕不能到處相同也。

因此每一地圖，循一定方向，或在經線上縮尺相同，或在緯線上縮尺相同。或在若干經緯線上縮尺相同，外此即不相同。

三、等積　繪一地圖，其所代表之面積，每欲其與地球上實際面積，有一定之比例，此所謂等積法是也。其代表方法，可有數種，如第一圖AB與AC為地球上相交成直角之兩線，如繪於圖上，ab與ac相交亦成直角，且其長度與AB及AC成一定之比例，則當然可得一等積之地圖。（依一定縮尺）惟實際上一地圖各部，絕不能全體如是，因地係球形，而圖乃平面也。欲求地圖上代表之面積與實際相等，可有下列二法。

㈠ab與ac相交成直角，ac依同一比例伸長，ab依同一比例縮短。

㈡ab與ac相交不成直角，ac依原定縮尺，而ab加長，唯b點離ac之垂直距離，與縮尺同。

四、同形　凡繪一地圖，其所代表之形式，最好能與實際相同。平常繪一地域較小之地圖，其形式不難與實際相同，惟在大區域之地圖，求其形式相同，殊屬難能。

地圖上之經緯線，相交成直角，圖上一點，循經線與緯線之縮尺，係相同者，則圖上小面積之形式，可求與地球上小面積之形式相同，所謂同形法是也。

如第二圖，沿經線一長方地，設其寬一里，被緯線劃分二截，如依同形法繪出之，可有bc兩式。二者經緯線均相交成直角，如在X點，其經緯線均依同一縮尺而擴大。惟b圖之寬度，上下不再相同，上闊而下窄，且其形彎曲，亦不對稱。c圖上下兩截雖不相等，惟不彎曲，且相對稱。bc兩圖，皆用同形法繪成，惟以經線曲直不同，兩圖形式遂呈異狀。

故選擇同形法，每取其經線係直線者，以其所代表之形式，與實際較為近似也。

五、正向與等距　地圖繪法中，有稱為正向法者，即由地圖中央之一點，趨向於四周，其方位與實際相同。此在航海與航空圖上，至為重要，以不若是，則航行軌道，

難於遵循也。此類正向法圖中，有自中央至四周，其代表之距離亦與實際相合者，所謂等距正向法是也。

六、繪法　除上述各條件外，繪法之難易。亦極重要。如係直線與圓弧之圖，較易繪畫，其他曲線則較難，又圓弧半徑過長者，亦難繪畫。

第二章　地圖繪法之種類

地圖繪法，種類繁多，就其作法而分，可得下列四種。

㈠透視法
㈡圓錐法
㈢圓柱法
㈣便宜法

一、透視法　透視法，亦可稱為切面法。設地球儀係透明體，今以一平面相切於地球儀上一點，再由地球儀內或地球儀外之一點，發光，透視地球儀，投地球儀上經緯線之影於切面紙上，即得一地圖，此種繪法，名曰透視法。以此法繪成之地圖，由其中心趨於四周之方向，均與實際相同，故亦稱正向法。

二、圓錐法　圓錐法者，假設以一圓錐形之紙筒，相切於地球儀上，圓錐之尖端，多半與地球儀上之極點相當，故此圓錐，實循一緯線與地球儀相切，此相切緯線，即稱為標準緯線。然後展開圓錐，而為平面，在標準緯線上，依縮尺劃分經度，用直線連接之，以達圓錐頂點，是為經線。再在經線上劃分緯度，以圓錐頂點為中心，依緯度距離，畫與標準緯線平行之同心圓，即為緯線。依此繪成之地圖，號圓錐法。

三、圓柱法　圓柱法者，假設以一圓筒，包於地球儀外，將地球儀上之經緯線，投影於圓柱紙上，然後展開之，即得一平面之地圖。圓錐法與圓柱法，均假設投影於圓錐或圓柱紙上，然後展開之者，故亦合稱曰展開法。

四、便宜法　除上述三類繪法外，尚有多數繪法，可總稱曰便宜法。以其既非投影，又非透視，不依一定之幾何關係，而便宜繪成，如改良圓錐法等屬之。

上述四類繪法，除便宜法外，前三類實有相連之性質。如第三圖依圓錐法，其圓錐之頂角，可大可小，如展大至於三百六十度，即成一平面，而為切面法，如收縮之，最後當成一圓柱，而屬圓柱法矣。

地圖繪法，有就其性質而分類者，如等積法，等距法

，同形法，正向法等，此種名稱，多附於作法名稱之前，如稱等積圓柱法等。有以發明者之名字稱之者，如謀開托法，阿爾波法。又以地球儀投影或透視時之方位不同，而有極地圖法，赤道圖法，傾斜圖法等。

第三章　正向圖法

概說　正向圖法之繪法，即假設以平面紙，相切於地球儀上，又設地球儀為透明體，置光於相當處所，然後將地球儀上之經緯線，投影於切面紙上。發光處所，如在地球儀之中心，則為大環圖法，如在地球直徑之一端，則為平射圖法，如在無窮遠處，則為正射圖法。如第四圖XY均為投影面，O即發光處也。

又發光處所，除上述三種外，可置於任何相當之點，如拉希氏 La Hire法，置光於地球儀半徑之一・七一倍處(自地心起算)。詹姆士 Sir H. James 法置光於半徑之一・三六七倍處。克拉克氏 Clarke 法，則置光處所在半徑之一・六五至一・三五倍之間。三氏之法，各有優點，惟應用數學較繁，故用者極鮮。

以上所述為正向法之屬於透視一類者，亦有不用透視之正向法，如等積正向法，及等距正向法是。等距正向法

之極地圖法，其緯度依照實際比例而定。等積正向法之繪法，則凡在兩緯線間之面積，必與實際相等。

凡屬正向圖法，其自中央向四周之方向，均與實際相合。其在極地圖法，尤為顯著，以此種圖法之經線，均為由極點向外輻射之直線，與方向線正相合也。

二、大環圖法　大環圖法，屬正向法中之透視類，設發光處所，在地球中心，而投影於地球儀之一切面上。此法不宜繪取面積過大之圖，因依此圖法，離圖之中央愈遠，則面積將愈擴大。惟此法有一優點，即凡屬地球儀上之大環，在此圖上，均係直線。在此圖上連接兩地之直線，即係地球儀上兩地間最短之距離，故航海航空界多樂用之。

㈠極地圖法之幾何繪法　如第五圖，繪一圓，依縮尺代表地球儀，由圓心作諸半徑，如OB，OA，OD，並延長之至D'D'面，D'D'面即相切於地球儀北極之面也，以NB'，NA'，ND'，等為半徑，作同心圓，是為緯線。如NOB'角為二十度，則NB'即為七十度之緯線，其餘類推。經線俱為直線，由N點輻射而出，用分角器畫之。

㈡極地圖法之三角繪法　如第五圖，設地球儀之半徑

爲一吋，D點緯度爲三十度，即離北極六十度，則地球儀上ND之長，爲 $\frac{2\pi R}{6}$ 即一·○四七二吋。今以D投影於D'，則ND'等於 NO tan (L NO D')，或 R tan 60°，等於一·七三二一吋，較地球儀上實際長度，展長〇·六八四九吋。

由此可知欲作極地圖法，祇須求得NOB，NOA等角之 tan.(即補緯度之 tan.或緯度之 Cot.)，即可依照縮尺求得各緯度之長度。依此圖法，赤道不能繪入，以D'D'與QQ相平行，投影不能相遇也。

(三)赤道圖法之幾何繪法　赤道圖法，較極地圖法微感複雜，試繪一個，如第六圖，依縮尺代表地球，用分角器，等分圓周，依照前述極地圖法，將赤道上及中央經線上各分點覓得，然後就赤道上各分點，作與中央經線平行之其他經線，其他經線上各緯度之分點，則依下法求之，如圖作MN線。在M點與OM垂直，則MK等即爲各經線上分段之距離，其餘依此類推。

(四)赤道圖法之三角繪法　如第七圖ABC爲繪圖之切面，DE爲自中央經線EA起算經度θ之經線，DE之投影爲BC，赤道投影得AB，又GF爲緯度φ之緯線，則F點(緯度φ經度θ)當投影於BC線上如C點。

$$BC = OB \tan BOC = OB \tan \phi$$

$$\because OB = OA \sec AOB = R \sec \theta$$

$$\therefore BC = R \tan \phi \sec \theta.$$

由此可知緯度φ經度θ之交點，在ABC切面上，得投影點C，如AB相當於赤道，AD相當於中央經線，則

$$BC = R \sec \theta \tan \phi 。$$

故在大環圖法之赤道圖上，所有緯線均係弧線，即連接各經線上之分割點而成者也。茲舉一例，如欲繪一非洲圖，縮尺爲二萬五千萬分之一，經緯度之間隔爲十度，中央經線爲東經十五度，則應繪之經線，爲西經二十五度，十五度，五度，東經五度。十五度，二十五度，三十五度，四十五度，五十五度。應繪之緯線，爲赤道及南北緯十度，二十度，三十度，四十度等。

在中央經線及赤道上分段之距離如下

$R \tan 10° = 0.1763$ 吋

$R \tan 20° = 0.3640$ 吋

$R \tan 30° = 0.5774$ 吋

$R \tan 40° = 0.8391$ 吋

在其他經線上每十度緯度之距離如下。

5°E, 25°E	5°W, 35°E	15°W, 45°E	35°W, 55°E
R Sec 10°tan 10° = 0.1790	R Sec 20°tan 10° = 0.1876	R Sec 30°tan 10° = 0.2036	R Sec 40°tan 10° = 0.2301
R Sec 10°tan 20° = 0.3696	R Sec 20°tan 20° = 0.3874	R Sec 30°tan 20° = 0.4204	R Sec 40°tan 20° = 0.4751
R Sec 10°tan 30° = 0.5863	R Sec 20°tan 30° = 0.6144	R Sec 30°tan 30° = 0.6667	R Sec 40°tan 30° = 0.7537
R Sec 10°tan 40° = 0.8519	R Sec 20°tan 40° = 0.8930	R Sec 30°tan 40° = 0.9690	R Sec 40°tan 40° = 1.0954

其繪法即以二線相交成直角，代表赤道及中央經線。然後在此二線上依上列 tan 之數分段，在赤道上依分割點作垂直線爲經線。再依前表在各經線上，取得緯度距離各點，然後連接各點作曲線。是爲緯線，再將非洲輪廓繪入，即得非洲圖。

三、平射圖法　此爲透視正向圖法之又一種，設以一平面相切於地球儀某直徑之一端，由直徑之他端，投影於此切面上，即得平射圖法。

依此法所繪之圖，其代表之形式，與地球儀上實際形式相同，此其優點。用此法可繪半球之世界圖，或分洲分國圖。

㈠極地圖法之幾何繪法　試作一圓，如第九圖，XY爲其切線，相切於北極如B點，由O點分緯度得D，A等點，然後由直徑之他端，如C點，引線至D，A各點，而延長之達於XY線上，得D'，A'等點，再以BD'，BA'等爲半徑作圓，即爲緯線。再用分角器，由B點作輻射線，是即經線。

㈡極地圖法之三角繪法　如第九圖，XY爲在北極B點與地球儀相切之平面，A爲經線BAC上之一點，其補緯度或距北極之度數爲AOB角，或X角，據幾何定理AOB角，等於兩倍ACB角，地球之半徑，如BO線，以R代之，則 $A'B=2R\tan ACB=2R\tan\frac{1}{2}X$.

其他依此類推，可以計算而得。依此法作成之圖，各緯度之距離，愈離中心愈形擴大，赤道離極點之距離，將爲 $2R\tan 45°$，較實際適大一倍。

㈢赤道圖法之三角繪法　先繪兩線，相交成直角，代

表赤道及中央經線　。依各經度之半數及各緯度之半數之tan，在兩線上分段，求得極點作圓，是爲半球之最外經線。再以分角器，就最外經線上，取得各緯線之交點，然後連接最外經線上同緯兩點，及中央經線上同緯之一點作圓，是爲緯線。其次連接兩極及赤道上各點作圓，是爲經線。

如第十圖，B爲北緯五十度所在，以A爲中心，而繪BC弧線，即爲五十度之緯線，其求法如下。

$$BA = R\ \cot\ 50° = R\ \cot\ \phi$$

$$AO = R\ \mathrm{cosec}\ 50° = R\ \mathrm{cosec}\ \phi$$

作經線之法類此。

四、正射圖法　此種繪法，即假定光之來源，爲無限遠，因此各光線，俱成平行線，而投地球儀之影於切面上，是爲正射圖法。

㈠極地圖法之幾何作法　如第十一圖，ENQS爲圓，依縮尺代表地球，EQ爲赤道，N爲北極，A，B，C各點爲地面上離北極二十度四十度六十度各點，由A，B，C，各點，作與NS平行線，與E'Q'線相交，得A'，B'，C'，各點，此即A，B，C各點之投影也，再以N爲中心，NA'，NB'，NC'等爲半徑作圓，爲緯線，再以分角器作經線，其圖即成。

㈡極地圖法之三角繪法　如第十二圖，Y'Q'爲切面，NO，OB，OC爲半徑，B'，C'爲B，C之投影，然後求取繪畫緯線之半徑長度，如圖繪BX，CY線，與OQ平行，則

$$BX = BO\ \mathrm{Sin}\ BOX,$$

$$CY = CO\ \mathrm{Sin}\ COY,$$

但

$$BX = NB'$$

$$CY = NC'$$

故繪畫緯線之半徑長度，等於補緯度之Sin.。若以緯度代之，即爲緯度之cos.，因

$$\angle XBO = \angle BOQ$$

$$\angle YCO = \angle COQ$$

經線之作法與幾何繪法同。

今試繪一極地圖，縮尺爲五千萬分之一，地球儀之半徑R爲五吋，則繪畫各緯線之半徑長度如下。

90°　緯線之半徑長度 $= 5\ \mathrm{Sin}\ 0°$ 或 $5\ \mathrm{Cos}\ 90° = 0{,}0000$ 吋

80° 緯線之半徑長度＝5 Sin 10° 或 5 Cos 80°＝0.8680吋

70° 緯線之半徑長度＝5 Sin 20° 或 5 Cos 70°＝1.7100吋

60° 緯線之半徑長度＝5 Sin 30° 或 5 Cos 60°＝2.5000吋

50° 緯線之半徑長度＝5 Sin 40° 或 5 Cos 50°＝3.2140吋

其他依此類推。

㈢赤道圖法之幾何繪法　赤道圖法之繪法，較前稍難，因經線乃係曲線。赤道上各經度之距離，與中央經線上各緯度之距離相同，如第十三圖，E'Q'為切於赤道之平面，則赤道之投影為E'Q'，而A'B'為赤道上兩經線相夾線之投影，又設E'Q'為切於極點之平面，則E'Q'即為中央經線之投影，而A'B'為中央經線上兩緯線相夾線之投影。

其他緯線，均較赤道為短，故此等緯線上經度之距離，遂亦較赤道上經度之距離為短。如第十三圖，A緯線之長為MA，B緯線之長為KB，此等緯線之長，與赤道有一定之比例，因此既知赤道上各經度相間之長，則此等緯線上各經度之距離，即可依比例求得。

試繪一半球圖，縮尺為一萬二千五百萬分之一，經緯線之間隔為十五度，則先繪一圓，代表地球，（半徑為二吋）再將赤道上及中央經線上各分段之長求出，則如第十四圖OA等於OA'，AB等於A'B'，其他類推。OE等於OE'，即等於二吋，用尺量得AL等於一．九四吋，OA'等於○．五二吋，則AA''在AL線上之長，可依比例求得。

$$\frac{AA''}{OA'}=\frac{AL}{OE'}\qquad \therefore AA''=\frac{OA'\times AL}{OE'}=0.50\text{吋}$$

依法求得其他各點，連接各緯線上相當各點，而作曲線，即為經線。經線之形式，均為橢圓形，（南北緯六十度緯線之長，適得赤道之半，故其分段長度，亦為赤道上各段長度之半。）

㈣赤道圖法之三角繪法　赤道圖法之三角繪法，亦較極地圖法為難，如第十三圖，中央經線上各緯度離赤道之距離，與赤道上各經度離中央經線之距離，為各緯度或各經度之 Sin 。故緯度三十度，在中央經線上離赤道之距離，為 R Sin 30°，而東西經三十度，在赤道上離本初經線之距離，為 R Sin 30°。各緯線均為直線，經線為曲線，

較難求得，設半徑爲R，則各緯線之長爲 $2R\cos 10°$, $20°, 30°$ 等，各緯線上經線距離，可依下法求得，如以北緯四十度爲例，緯線之長爲 $2R\cos 40° = 3.0640$吋，折半得一，五三二〇吋，以此爲半徑，乘經度之 Sin，如

$$20°E = 1.5320 \times \sin 20° = 0.5240\text{吋}$$

$$50°E = 1.5320 \times \sin 50° = 1.5320\text{吋}$$

其他緯線上經度之長，依此類推。

五、大環圖法平射圖法正射圖法之關係　如第十五圖，O爲地球儀之中心，N爲北極，P爲地面上一點，（設離北極四十度）則 p^1，p^2，p^3，乃P點在XY切面上之投影，p^1 爲大環圖法之投影，p^2 爲平射圖法之投影，p^3 爲正射圖法之投影。

P點離N點之真正距離，爲PN弧，如第十五圖，設R等於二吋，則

$$PN\text{弧} = R \times 40°\ (\text{radians}) = 1.3962。$$

或 $$40° = \frac{1}{9} \times \text{圓周} = \frac{2\pi R}{9}$$

依大環圖法 $P^1N = R\tan 40° = 1.6782$吋

依平射圖法 $P^2N = 2R\tan 20° = 1.4560$吋

依正射圖法 $P^3N = R\sin 40° = 1.2856$吋

故大環圖法之錯誤數爲 $1.6782 - 1.3962 = 0.2820$吋

其百分數 $$\frac{0.2820 \times 100}{1.3962} = 20.2\%$$

其他計算法依此。

又須注意者，大環圖法及平射圖法，其錯誤數，愈離北極則愈大，失之過多，正射圖法之錯誤，愈離北極亦愈大，惟失之過少。

又各緯線上百分錯誤，亦可依同法求得，如第十五圖，M^1N^1，M^2N^2，M^3N^3 爲P緯線(P等於五十度)上經度十度之長，其真實長度爲

$$\frac{2\pi R\cos 50°}{36} = 0.2244\text{吋}$$

在大環圖法 $M^1N^1 \times 10°\ (\text{radians}) = 0.2928$吋

兩數之差 $0.2928 - 0.2244$吋 $= 0.0684$吋

以百分計之得 $$\frac{0.0684 \times 100}{0.2244} = 30.48\%$$

其他兩法錯誤之百分數，可依此求得。

六、等距正向法與等積正向法　此兩種繪法，用途極廣，普通手冊地圖多用之，其極地圖法，繪畫極易，其赤道圖法及傾斜圖法，計算較繁，作法見後。

㈠等距正向法之極地圖法　設以中央點爲極點，經線爲自中央向外輻射之直線，緯線係同心圓，其各緯線間之

距離，依據真實比例求之爲

$$2\pi R\frac{X^{\circ}}{360}$$

設繪一北極附近地圖，縮尺爲一萬二千五百萬分之一，經緯度之間隔爲十度，設R爲地球儀上之半徑，依縮尺當爲二吋，地球儀之圓周爲

$$2\pi R=2\times3.1416\times2=12.5664\text{吋。}$$

每緯度十度間之距離，當爲

$$\frac{2\pi R}{36}=\frac{2\times3.1316\times2}{36}=0.349\text{吋。}$$

依此法繪圖，則自北極至任何各點之距離，均與實際相當，且自北極向四周之方向，亦與實際相同，惟沿緯線之縮尺，則失之過大，如在七十度緯線上，每十度經度之距離，在地球儀上爲

$$\frac{2\pi R\ \mathrm{Cos.\ lat.}}{36}=0.1193\text{吋。}$$

而在此地圖上則爲〇．一二一八吋，（此用七十度緯線距北極之距離乘經度十度之 radians 即得，）故過大之數爲

$$0.1218-0.1193=0.0025\text{吋。}$$

其錯誤之百分數爲

$$\frac{0.0025\times100}{0.1193}=2.1\%\text{。}$$

惟依此法作圖，在離極點三十度以內，大致頗完善也。

㈡等積正向法之極地圖法　此法與等距正向法同，經線俱爲直線，自極點射出，緯線亦爲同心圓，惟距離各不相同，愈離極點而愈密，惟兩緯線間所包之面積，則與實際相等。

依幾何原理，球上環帶之面積，爲$2\pi Rh$，而$h=R-R\ \mathrm{Sin\ lat.}$，圓之面積則爲$\pi r^2$，試使圓面積等於環帶面積，則r之求法如下。

$$\pi r^2=2\pi Rh$$

$$\therefore\ r=\sqrt{2Rh}$$

$$\because\ h=R-R\ \mathrm{Sin\ lat.}$$

$$\therefore\ r=\sqrt{2R(R-R\ \mathrm{Sin\ lat})}$$

緯度爲已知數，則r即可求得，舉例以明之，設作圖同前，縮尺爲一萬二千五百萬分之一，則R等於二吋。

80°緯線之半徑$r=\sqrt{4(2-1.9696)}=0.3488$吋

70°緯線之半徑$r=\sqrt{4(2-1.8794)}=0.6946$吋

60°緯線之半徑$r=\sqrt{4(2-1.7320)}=1.0352$吋

50°緯線之半徑$r=\sqrt{4(2-1.5320)}=1.3680$吋

此圖之繪法，先定一N點爲北極，由N點作放射線爲

經線，然後在經線上依各緯度之距離分段，以N為中心，作同心圓。由此可見為維持各緯線間之面積與實際相等起見，因此各緯線間之距離，即不一致。各緯線在地球儀上之實際距離為 $2\pi R\frac{X^\circ}{360^\circ}$。設R等於二吋，則每十度緯度之間隔為○・三四九○吋，依此圖法，則北緯八十度離北極為○・三四八八吋，北緯七十度離八十度之距離為○・三四五八吋，六十度離七十度為○・三四○六吋，五十度離六十度為○・三三二八吋，其他依此類推。由此可知緯度距離，愈離北極而愈小，其減小之程度，愈離北極愈甚。易言之，即緯線上之縮尺，不若等距正向法之增加之速，如依前述等距正向法七十度緯線上每十度經度之距離為○・一二一八吋，而在等積法圖上，則為○・一二一一吋，地球儀上眞正距離，則為

$$\frac{2\pi R \operatorname{Cos} lat}{36}=0.1193\text{吋}。$$

故在等積法上放長之數，為

$$0.1211-0.1193=0.0018\text{吋}。$$

其錯誤之百分數為

$$\frac{0.0018\times 100}{0.1193}=1.5\%。$$

在此圖上，其由中央向四周之方向，則完全正確。

又此圖可有另一作法，如第十六A為緯度ϕ上一點，PA為弦，P為北極，連接AO與AS，則PAS為直角。(因在半圓中)

$$\angle AOP=X=2\angle ASP$$

$$\therefore AP=PS \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2}X=2R \operatorname{Sin}\tfrac{1}{2}X \cdots\cdots(1)$$

今欲證明 $AP=\sqrt{2R(R-R\operatorname{Sin}\phi)}=r$

如圖 $AP^2=AM^2+PM^2$

但 $AM=R\operatorname{Cos}\phi,\quad PM=R-R\operatorname{Sin}\phi$

$$\therefore AP=\sqrt{R^2\operatorname{Cos}^2\phi+(R-R-\operatorname{Sin}\phi)^2}$$

$$=\sqrt{R^2(\operatorname{Cos}^2\phi+\operatorname{Sin}^2\phi)+R^2-2R^2\operatorname{Sin}\phi}$$

$$=\sqrt{2R^2-2R^2\operatorname{Sin}\phi}$$

$$=\sqrt{2R(R-R\operatorname{Sin}\phi)}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

由(1) $AP=2R\operatorname{Sin}\tfrac{1}{2}X$

$$\therefore \sqrt{2R(R-R\operatorname{Sin}\phi)}=2R\operatorname{Sin}\tfrac{1}{2}X$$

易言之，在等積正向法圖上，繪畫緯線之半徑，等於地球儀半徑之兩倍，再乘以二分之一補緯度之Sin。

由此可得一簡易幾何繪法，即先依縮尺繪一圓，如第十六圖，依緯度作各半徑，如OA，則PA，PQ等，即補緯度之弦，亦即正向等積法繪畫緯線之各半徑矣。其經

線之作法，但用分角器，由中央繪輻射線卽得。

第四章　圓錐圖法

圓錐圖法者，假設以一圓錐形紙筒，包圍於地球儀外繪取經緯線於圓錐側面上而展開之，得一扇形地圖。圓錐形之頂點，必與地球儀之兩極成一直線。故圓錐沿一緯線，與地球儀相切，此緯線卽名曰標準緯線。標準緯線與地球儀上相當緯線等長，故依照實際比例。如第十七圖，A為標準緯線上一點，其緯度為ϕ，其補緯度為NOA或X。繪取標準緯線之圓半徑，當為AP以地球儀半徑及緯度代之，當為$R\cot\phi$，因APO角與AOE角相等也。地球儀上，此緯線之眞實半徑為AB，因OAB角與AOE角相等，故$AB=R\cos\phi$。因此地球儀上此緯線之眞實長度，當為$2\pi R\cos\phi$，今以AP為半徑而作之圓，其長將為$2\pi R\cot\phi$。今以$2\pi R\cot\phi$除$2\pi R\cos\phi$，等於$\frac{\cos\phi}{\cot\phi}=\sin\phi$，是為圓錐之常數。易言之，卽圓錐展開後，扇形之角度，與三百六十度之比例也。標準緯線以外之各經緯線，作法各不同，有由透視取得者，有由計算求得者，茲分述如下。

一、中心透視圓錐法　如第十八圖，今以QPQ'代表地球儀，CTB為一圓錐，在北緯三十度處與地球儀相切，則其割分緯度之法，如第十九圖，先分QPQ'弧為若干等分，(係緯度間隔)然後由地心O點，作線連接QPQ'弧上各點，而延長之達於CTB，得R.S.T各點，卽為各緯線之所在。今試展開圓錐，得一扇形，依所取各點作同心圓，卽為緯線。由中央繪輻射線，卽為經線。依法繪取之北半球圖，如第二十圖。

二、普通圓錐法　試先繪一圓，依縮尺代表地球儀，選定標準緯線，再作赤道及地軸，並將地軸向上端延長，就標準緯線與圓半徑接觸處作一切線，並延長之與地軸延長線相遇於P點，如第二十一圖。

又以PK為半徑，繪標準緯線，如第二十二圖。然後擇一線如PM為中央經線，緯度之距離，依照實際比例，以$2\pi R/360$為緯度一度之距離。由中央經線與標準緯線相交處，依緯度距離沿中央經線向上下分割，然後以P點為中心，就各分點處作同心圓，是為緯線。標準緯線上經線之距離，如在第二十一圖，作兩半徑成十度角，得XY弧。然後以O為中心，XY為半徑，作圓弧，則如MN為標準緯線與此圓弧相交處距地軸之距離，卽為標準緯線上

每十度經度之距離。如依三角計算，則標準緯線之長為 $2\pi R\ \mathrm{Cos}\,\phi$，標準緯線上每經度十度之距離當為 $2\pi R\ \mathrm{Cos}\,\phi / 36^{\circ}$ 經線之作法即為由P點向標準緯線上各分點所作之輻射線，如第二十二圖。

依此所作之圖，凡各經線及標準緯線，均與縮尺相符，其他緯線則與縮尺不符，均失之過大，凡作緯度較少之分國圖，用此法最宜。

三、雙標準緯圓錐法　凡繪畫緯度較多之分國圖，用雙標準緯圓錐法較宜。普通圓錐法各緯線中，惟圓錐與地球儀相切之一條緯線，與縮尺相符，所謂標準緯線是也。試改良之，可使有兩條標準緯線，易言之，即有兩條緯線，與縮尺相符。前者稱曰相切圓錐法，後者稱曰相割圓錐法。惟相割圓錐法之名，頗滋誤會，凡一線有兩點與圓周相割，是為割線。設圓錐與地球儀相割，則兩標準緯線間之距，將為圓弧之弦。實則此種圖法，兩緯線間之距離，仍與地球儀上兩緯線間之弧線長度相等，蓋一種便宜繪法也。

此圖繪法，與前法略同，經線為輻射直線，而緯線乃同心圓。其作法如下，先作一直線，如第二十三圖之MN

，然後在MN線上作A，B兩點，AB之距離等於地球儀上兩標準緯線間之真實距離，即 $2\pi Rd$（設d為兩標準緯線緯度之差以全圓周之分數計算）。又試從A，B作AA'及BB'線，與MN垂直，AA'及BB'兩線之長，等於A，B兩緯線上一定經度之長（設為十度）。設A為緯度七十度，B為緯度三十度，則 $AB = 2\pi R/9$（因 $70^{\circ} - 30^{\circ} = 40^{\circ} = \frac{1}{9} \times 360^{\circ}$）。同時

$$AA' = \frac{2\pi\ R\ \mathrm{Cos}\ 70^{\circ}}{36}$$

$$BB' = \frac{2\pi\ R\ \mathrm{Cos}\ 30^{\circ}}{36}$$

連接B'A'而延長之，在N點與MN相遇，即以N為中心，NA及NB為半徑，繪畫兩標準緯線，此為簡易幾何繪法。如依三角法求取繪畫標準緯線之半徑，則如第三十四圖，設AC為地軸之延長線，EB，DC為緯線E，D之真實半徑，設ED為兩緯線間之真實距離（圖上直線等於弧線長度），然後連接DE延長之至A，則

$$AE:AD::EB:DC \quad 或 \quad AE:ED::EB:DF$$

$$ED = 2\pi Rd$$

$$EB = R \cos lat.\ E$$

$$DF = DC - EB = R \cos lat.\ D - R \cos lat.\ E$$

$$AE = \frac{2\pi Rd \times R \cos lat\ E}{R \cos lat.\ D - R \cos lat.\ E}$$

$$AD = AE + ED$$

其他緯線經線之作法同前。

四、單標準緯等積圓錐法　此法原理，卽假設圓錐之頂點，適與地球儀之極點相合，除標準緯線外，其餘各緯線均與縮尺不符，此與其他圓錐圖法相同。惟此法經線上之緯度距離，使之不再與縮尺相合，其錯誤之度，與緯線上經度距離之錯誤，適成反比例。易言之，卽由標準緯線向極點之經線縮尺，愈近極點愈形擴大，由標準緯線向赤道之經線縮尺，愈近赤道愈形縮小。緯線之縮尺反是，因此可得等積圖法。其繪畫標準緯線之半徑，不用 $R \cot \phi$ 或 $R \tan (90 - \phi_0)$，而用 $2R \tan \frac{1}{2}(90 - \phi_0)$，因此圓錐常數，不再爲 $\sin \phi_0$，而爲 $\cos^2 \frac{1}{2}(90 - \phi_0)$。其他緯線，不再依照其實距離計算，而以下述公式之數爲半徑繪之。

$$2R \sec \tfrac{1}{2}(90 - \phi_0) \sin \tfrac{1}{2}(90 - \phi)$$

(ϕ_0 爲標準緯線之緯度 ϕ 爲其他任何緯度)

五、雙標準緯等積圓錐法　此法原理，仍以經線與緯線之縮尺成反比例。兩標準緯線之間，經線縮尺使之擴大，兩標準緯線之外，經線縮尺使之縮小，因此亦得等積之利。設以 ϕ_1 與 ϕ_2 爲兩標準緯線之緯度，r_1 與 r_2 爲作此兩緯線之半徑，則

$$r_1 = \frac{R \cos \phi_1}{n}$$

$$r_2 = \frac{R \cos \phi_2}{n}$$

$$n = \tfrac{1}{2}(\sin \phi_1 + \sin \phi_2)$$

設其他緯線之緯度爲 ϕ_3，則其半徑當爲

$$r_3 = \frac{\sqrt{n r_1^2 + 2R(\sin \phi_1 - \sin \phi_3)}}{n}$$

六、多錐法　前述各法，其緯線均係同心圓，設每一緯線均有其特殊之半徑與圓心者，是爲多錐法。

試先繪一圓，代表地球儀，如第二十五圖，分各緯度得A，B，C各點，在A，B，C等點，作切線如A A'，B B'，C C'等。設經緯度之間隔爲十度，作VOQ角VO與QO相交成十度角，以VQ爲半徑，O爲圓心，畫圓，與AO，BO，CO等線相交，由各相交作與EQ平行線，如XY等。

繪時如第二十六圖，先作一中線，依QV之長，分之爲若干等分，然後通過此等等分點，以A A'．B B'．C C'等爲半徑，作圓弧，是爲緯線。各緯線上之經度距離，即以X Y等沿各緯線由中央經線向外等分，最後連接各相當分點作弧線，是爲經線。

如依三角計算，則中央經線上之分段，當爲$\frac{\pi}{180}$Rd（d爲經度或緯度間隔合全圓周之分數）。繪畫緯線之半徑，如第二十五圖，A A'．B B'．C C'等當爲A．B．C各緯度之 cot 乘半徑。各緯線上經度之距離，（設以每十度爲間隔）當爲$\frac{\pi}{180}$R cos lat. ／36。

依此法作成之圖，則沿中央經線及各緯線之縮尺均相合，惟各緯線既非同心圓，中央經線以外之各經線，其縮尺均嫌過大。故繪入之圖並不等積，且形狀離眞亦甚，故不宜作大面積之地圖。惟作分頁地形圖時，此法甚便，因每張地圖，可與其四鄰各張相拚合也。

七、彭納氏圓錐法　彭納氏Bonne圓錐法，亦稱改良圓錐法，其作法與普通圓錐法大略相同。惟各緯線均與縮尺相合，故俱可目爲標準緯線。普通圓錐法及多錐法之標準緯線，其半徑爲地球儀半徑R乘緯度之cot.，在彭納氏圓錐法，祇一條緯線依此作法，其他緯線均爲同心圓，其半徑就中央經線上依縮尺計算之。經線則爲弧線，各緯線之曲度須視所選擇以緯度之cot.爲半徑所作之緯線而定，大概此線之緯度愈高，圖形將愈曲，緯度愈低，則圖形愈平。

此圖之幾何作法，如第二十七圖，設以N M E代表地球儀之一象限，設經緯線之間隔爲十度，則作O K線與O E相交成十度角，然後以K E爲半徑，O爲中心畫圓弧。選定標準緯線如M，再以分角器依所需緯線分N O E角，再作A L等線，與O E平行。然後以V M爲半徑畫弧，依實際比例由中央經線向外分段。再就中央經線上，如第二十八圖由M點向上下依實際比例分段，以V爲中心，通過此等等分點作同心圓，是爲緯線。就各緯線上依A L等距離分段，連接各點作弧線，是爲經線。

如依三角計算，則選定標準緯線後，繪畫標準緯線之半徑，當爲地球儀半徑R乘緯度之 cot 。中央經線係一直線，其分段當爲$\frac{\pi}{180}$Rd。其他緯線上之分段，當爲$\frac{\pi}{180}$R cos lat. d。

此法乃一等積法，因各緯線均依實際比例，而各緯線

間之距離，又皆正確。故此圖上兩緯線與兩經線所包之面積，與地球儀上相當面積，正相等也。

八、撒遜弗拉斯帝法Sanson-Flamsteed Projection

此法與彭納氏法略同，惟以赤道為標準緯線，其他緯線均係平行直線。除中央經線為直線外，其餘均為弧線。中央經線及一切緯線之分段，均依實際比例，故所作圖均係等積，惟形式頗有改變，以之作非洲圖最佳。

地圖繪法舉要（續）

胡煥庸

第五章　圓柱圖法

圓柱圖法者，卽假設以一圓柱包圍於地球儀外，繪經緯線於圓柱上而展開之卽得，其繪取經緯線之法。間有根據幾何投影者，惟多半係便宜法，由計算求得，試分述如下。

一、等積圓柱法　假設以一圓柱包圍於地球儀外，沿赤道處與地球儀相切，圓柱之高，等於地軸之長，就地球儀上各緯度，引與赤道平行之線以達於圓柱上，然後展開圓柱，可得一世界圖。如第二十九圖，經線均係平行直線，其距離依赤道上經度之距離。緯線亦係平行直線，其相互距離，愈遠赤道而愈密，各緯線離赤道之距離，等於其緯度之 Sin 。地球儀上緯度之距離，各處相同，在此圖上，則愈近兩極而愈窄。另一方面，地球儀上之經度，愈近兩極而愈小，至極點卽等於零。在此圖上，經度之距離，雖在極點，與赤道上同。因此在此圖上所繪之地圖，其形式與實際，頗不相合，愈近兩極，改形愈甚。其南北緊縮之數，適與東西放寬之數相當，故所代表之面積，實與地球儀上實際面積相等。故繪世界分佈圖多用此法。

二、等分圓柱法　等分圓柱法者，先依地球儀經線之長，作一垂直線，以爲經線。然後依緯度實際間隔，作水平線，是爲緯線。各緯線均與赤道同長，再依赤道上經度間隔，作與赤道垂直線，是爲經線。因此在此圖上，凡兩經線與兩緯線所類之面，均作正方形，故亦稱正方形法。

三、平行四邊形法　法以離赤道同距離處兩緯線爲標準緯線，其他緯線之長，均與之相等，各緯線間之距離，依實際比例。經線係垂直線，兩經線間之距離，依標準緯線上之眞實比例。故作成後經線與緯線相類成長方形，平行四邊形之名本此。

四、雙標準緯等積圓柱法　此法與平行四邊形法略同，有兩標準緯線，標準緯線之分段，依實際比例，惟各緯

線至赤道間之面積，則與地球儀上相當面積相等，即為 $2\pi Rh$ ($h=R \sin lat.$)。今標準緯線之長，等於 $2\pi R \cos\varphi$，以標準緯線之長，除截體之面積，即等於標準緯線離赤道之長。以d代之，即

$$d=\frac{2\pi Rh}{2\pi R\cos\varphi}=\frac{h}{\cos\varphi}$$。

標準緯線依實際比例分段，而作垂直線，是為經線。其他各緯線均為水平線，其離赤道之距離，即依上述公式求得之。

五、謀開托法　此法應用最廣，普通世界圖多用之。其圖上所代表之形式，與實際相同，且圖上一直線，均循一定方向，故航海圖多用之。惟此圖在高緯度之面積，擴大過多，如圖上格林蘭島，較南美洲為大，實則格林蘭島之面積，尚不足南美洲十分之一耳。

此圖之作法，須依數學計算，其經緯線均係直線，相交成直角。經度之距離，即依地球儀赤道上經度之距離。緯度之距離，各不相等，依照所在經度距離擴大之倍數而擴大。地球儀上緯度距離，各處相同，經度距離，則愈趨極地而愈窄。如六十度緯線之長，(經度沿緯線計算)僅赤道長度之半，緯度六十度處，每一度見方之面積，其南北長度與赤道上一度見方面積之南北長度同，惟東西寬度，則僅赤道上之半。故緯度六十度處，每度見方之面積，亦僅赤道上每度見方面積之半。今依謀開托法，緯度六十度處，經度距離既較實際放寬兩倍，(因緯線與赤道等長)故同時緯度距離，亦使之放寬兩倍，故結果面積將放大四倍。其他依此類推。緯度八十度處，面積放大三十六倍，緯度八十九度處，面積放大達三千倍矣。

謀開托法各緯線均與赤道等長，故其擴大倍數，有如下式。

$$\text{擴大倍數}=\frac{\text{圖上緯線之長}}{\text{地球儀上緯線之長}}=\frac{2\pi R}{2\pi R\cos lat}=\frac{1}{\cos lat}=\mathrm{Sec}\ lat.$$

各緯線擴大之倍數，有如其緯度之 Sec。今欲保持地形相同起見，故經線亦當使之依同一標準擴大。設地球儀之半徑為R，則各緯線與赤道間之距離，即為其緯度之 Sec，乘 $2\pi R/360$ 之數。今試就各緯線間之距離，列表如下。

緯線間隔	合於赤道上經度之數
0—10	9°57′
10—20	10°20′
20—30	10°59′
30—40	12°12′
40—50	14° 9′
50—60	17°31′
60—70	23°37′
70—80	40° 8′

（上表連球地扁平度合併計算赤道上經度一度等於一一一三二一公尺或一二一七四二碼）

六、加爾氏平射法Gall's Stereographic projection

此爲圓柱法之一種，假設圓柱在南北緯四十五度，與地球儀相割，然後用平射圖法投經緯線之影於圓柱上即得。此法繪世界分布圖頗佳，如第三十圖，各緯線離赤道之距離，非若普通平射圖法，用 $2R\tan\frac{1}{2}\phi$ 之公式，而用 $1.7071R\tan\frac{1}{2}\phi$（如第三十圖 $OK=R\cos 45°=0.7071R$）經度之分段，則依四十五度緯線上之數，即 $2\pi Rd\cos 45°$。（d爲經度間隔在四十五度緯線上合於全圓周之分數）依此繪圖，則四十五度以內之經線與緯線，均較縮尺爲小，以外則較縮尺爲大。故所繪地圖，既不等積，亦不同形，惟頗整齊。故常以之繪分布圖。如不以四十五度爲標準緯線，以其他緯度爲標準緯線亦可。

第六章　便宜圓球法

凡不根據幾何投影而作之圖，均可稱爲便宜圖法。便宜圓球法，即便宜圖法之一種，其繪法極易，故應用頗廣。試先繪一圓，依縮尺代表半球。分赤道直徑及中央經線爲十八等分，（即以每十度爲間隔）再由中央經線與赤道直徑相交處，作每十度之角，引半徑達於圓周，得各交點。然後連接兩極及赤道上各分點，作圓弧，爲經線。連接圓周上各分點，及中央經線上各分點，作圓弧，即爲緯線。

此圖普通作法代表半球之圓半徑，即等於地球儀之半徑。惟亦可使圓周所包之面積，等於地球儀半球之面積。則其圓半徑之求法如下。

設以　$\pi r^2=2\pi R^2$

則　$r=\sqrt{2}R$

其他作法，均與前法相同。

按地球儀赤道上經度一度之長，等於任何經線上緯度一度之長如 $2\pi R/360$。依第一種作法，r等於R，則赤道上經度一度之長，等於 $2r/180$。依第二種作法，則爲 $\frac{2\sqrt{2}R}{180}$。

設　R＝10吋　則　$2\pi R/360=0.1745$吋

$2R/180=0.111$吋

$\frac{2\sqrt{2}R}{180}=0.1571$吋

設以赤道上經度一度緯度一度之面積爲方形，在地球儀上，其面積 0.1742^2 方吋，在地圖上則爲 0.1571^2 方吋。易言之，即在地圖之中央部份，所代表之面積，僅爲地

球儀上相當面積之六分之五。

今圖之面積，既與半球之面積相等，而圓圖中央部份，所代表之面積，又不及地球儀上之實際面積，則圓圖之外圍，必較實際面積爲大。設以赤道上離中央經線九十度之處計之，地球儀上之面積，仍與前述者相等。而在圓球圖上，則不復相同。緯度之長，已較中央部份爲大，圓周之長爲 $2\pi\sqrt{2}R$，設R爲十吋，則圓周將爲88.844吋，每度得 $88.844 \div 360 = 0.247$ 吋。同時經度之長不變，則每度經緯所包之面積，將爲長方形，其面積等於 $0.247 \times 0.1571 = 0.0388$ 方吋。地球儀上同地之面積爲 0.0305方吋，故地圖上之面積，實際擴大一·二七倍。

第七章　各種傾斜圖法

一、大環圖法之傾斜圖法　大環圖法之切面，有時不在極點或赤道上，與地球儀相切，此即屬於傾斜圖法。圖上經線，仍爲直線，緯線則爲曲線，凸面向赤道。如第三十一圖，DLV面在C點與地球儀相切，設a爲C點之緯度，則LCV爲L'CV'之投影，V爲極點之投影，L爲赤道上L'點之投影。赤道之投影，將成一直線。又DHV爲經線D'H'V'之投影，L'CV'經線與D'H'V'經線之經度差爲X。

先由C點作一垂直線，至VD線，與VD線相遇於H點，此爲經線DHV上一點。C爲切點，O爲投影之中心，則HCO面，當沿HC線垂直於切面上。因CH垂直於DV，故DV當垂直於HCO面，故VH在VHO面上，垂直於HO，而VHO角爲直角。

HCO爲一直角三角形，C爲直角，故 $\tan\lambda = CH/L$，而R等於CO，即地球儀之半徑。

VOD三角形O爲直角，又因OH垂直於DV，故

$$OH^2 = VH \times HD.$$

設 $\angle HOD = \phi_{\circ}$,

則 $\tan\phi_{\circ} = \dfrac{DH}{OH} = \dfrac{OH}{HV} = \dfrac{DH}{R\ \mathrm{Sec}\ \lambda} = \dfrac{DH\ \cos\lambda}{R}$.

又設 $\angle KOD = \phi$,

則 $\tan(\phi_{\circ} - \phi) = \dfrac{KH}{OH}$,

故 $KH = R\ \mathrm{Sec}\ \lambda\ \tan(\phi_{\circ} - \phi)$.

又 $HV = R\ \mathrm{Sec}\ \lambda\ \cot\phi$。

$VK = R\ \mathrm{Sec}\ \lambda\ [\tan(\phi_{\circ} - \phi) + \cot\phi_{\circ}]$

$CH = CV\ \mathrm{Sin}\ \theta = R\ \mathrm{Sin}\ \theta\ \cot a$.

(VHC三角形H為直角θ為經線投影在V點之夾角)

$\because CH = R \operatorname{Sin}\theta \cot a,\quad \tan\lambda = \operatorname{Sin}\theta \cot a.$

$$DH = \frac{OH^2}{VH} = \frac{R^2 \operatorname{Sec}^2\lambda}{CV \cos\theta} = \frac{R \tan a}{\cos\theta \cos^2\lambda}$$

$\angle DLV$ 與 $\angle DLO$ 均為直角

$\therefore DL = LO \tan X = R \operatorname{Sec} a \tan X.$

$$LV = \frac{R}{\operatorname{Sin} a \cos a},$$

$\because LV = LC + CV$

$$= R \tan a + R \cot a$$

$$= R\left(\frac{\operatorname{Sin} a}{\cos a} + \frac{\cos a}{\operatorname{Sin} a}\right)$$

$$= \frac{R}{\operatorname{Sin} a \cos a},\quad \text{因} \operatorname{Sin}^2 a + \cos^2 a = 1.$$

$$\therefore \tan\theta = \frac{LD}{LV}$$

$$= \frac{R \operatorname{Sec} a \tan X \operatorname{Sin} a \cos a}{R}$$

$$= \tan X \operatorname{Sin} a$$

根據上述公式，則各緯線與各經線之交點，即可求得。設繪北美地圖，如第三十二圖，以西經一百度，北緯四十五度為切點，縮尺五千萬分之一，則其求法如下。

㈠赤道上經度距離　$DL = R \operatorname{Sec} a \tan X$

設 $DL = 10^\circ$ 則

$\log DL = 0.6990 + 0.1505 + \bar{1}.2463 = 0.0958,$

$\text{antilog} = 1.2470$ 時

㈡ $\tan\theta = \tan X \operatorname{Sin} a$

設 $X = 10^\circ$，則

$\log \tan\theta = 1.2463 + \bar{1}.8495 = \bar{1}.0958$

$\therefore \theta = 7^\circ 6'.$

㈢ $CH = R \operatorname{Sin}\theta \cot a.$

設 CH 為中央經線東西各十度則

$\log CH = 0.6990 + \bar{1}.0920 + 0.0000 = \bar{1}.7910.$

$\therefore \text{antilog} = 0.6180$ 時

㈣ $\operatorname{Tan}\lambda = \operatorname{Sin}\theta \cot a.$

$X = 10^\circ$，則 $\log \tan\lambda = \bar{1}.0930 + 0.0000$

$\therefore \lambda = 7^\circ 3'.$

㈤ $DH = \dfrac{R \tan a}{\cos\theta \cos^2\lambda}$

當 $X = 10^\circ,\quad \theta = 7^\circ 6',\quad \lambda = 7^\circ 3'$

$\log DH = 0.6990 + 0.0000 - (\bar{1}.9967 + \bar{1}.9934)$

$= 0.6990 - \bar{1}.9901 = 0.7089.$

antilog=5.1160吋

(六) $\tan\phi_{\circ}=\frac{\cos\lambda\ DH}{R}$

當$X=10^\circ$,　$\lambda=7^\circ3'$,　$CH=5.1160$吋

$\log\tan\phi_{\circ}=\bar{1}.9968+0.7089-0.6990$

$=0.7057-0.6990=0.0067$

$\therefore\phi_{\circ}=45^\circ26'$.

(七) $KH=R\sec\lambda\tan(\phi_{\circ}-\phi)$

當$X=10^\circ$,　$\lambda=7^\circ3'$,　$\phi_{\circ}-\phi=0^\circ26'$(即北緯45°)

$\log KH=0.6990+0.0032+\bar{3}.8787=\bar{2}.5809$

antilog=0.03810吋.　其他X之距離依此.

繪時先作一直線，爲中央經線，以一點爲C。再以C緯度之cot爲CV，而C緯度之tan爲CL，再作CH垂直線，代表若干經度。因CHV爲直角，故C角爲$90-\theta$。既得H點，連接VH而延長之，則各緯度如KH等，即爲在VH線上由H點起之分段距離，以CH代表各種經度，即可依法，作其他各經線。

二、大環圖法之立方體開展法　今設以一立方體，外切於地球儀，依大環圖法投經緯線之影，於立方體各面而展開之，得立方體開展法。設立方體之兩面，相切於地球儀之極點，則其餘四圖，當相切於赤道上，各相距爲九十度。又設擇定某地爲一面之中心，如在北緯三十度西經一百度，則其相對面之中心，當爲南緯三十度，東經八十度，其他依此推算，如第三十三圖。

三、平射圖法之傾斜圖法　如第三十四圖，以S'B爲地球儀之切面，P爲發光點，M爲地球儀與切面相切點，設爲北緯三十度。O爲地心，EQ爲赤道，分NESQ爲若干等分，然後作PQ，PN，PB，PS等線，延長之達於切面。北極離切點六十度，故在切面上離M點，爲$2R\tan 30^\circ$，即MN'線也。其他依此類推。中央經線上任何緯度，投影於切面上，其離M之距離，當爲$2R\tan\frac{1}{2}d$，設d爲該緯線在地球儀上離M點之緯度距離。如南緯六十度離M點九十度，則在切面上之投影點如V，離M點之距離當爲$2R\tan\frac{1}{2}90^\circ$。

試依縮尺，先繪一圓，代表地球，如第三十五圖。通過圓心繪一垂直線，代表中央經線，試以圓之中心O爲北緯三十度，則北極距O點爲$2R\tan 30^\circ$。其餘各緯線之距離，均依此求得。緯線均依圓弧，其圓心之求法如下，

設以北緯四十五度爲例，此緯線在中央經線上之兩相交點，離M點之距離各如次。

第一相交點 $2R\tan\frac{1}{2}(45^\circ-30^\circ)$

第二相交點 $2R\tan\frac{1}{2}(60^\circ+45^\circ)$

兩相交點之平分點，即繪畫此緯線之圓心也。

南半球與切面所在同緯度之緯線，爲一直線，如此圖上南緯三十度是。南緯三十度以南之緯線，其曲向與南緯三十度以北之緯線相反。

欲求經線，當先求得南極所在。南極距O點，當爲 $2R\tan\frac{1}{2}(90^\circ+30^\circ)$。就南極點之間，作平分線，如AX，爲作經線之圓心所在。依前赤道圖法，經線圓心，離中央經線與赤道交點之距離，爲R乘經度差之 cot。此則以NA代R，如圖中 $XA=NA\cot 50^\circ$, $YA=NA\cot 30^\circ$ 等。繪畫經線之半徑，則爲 $XN=NA\operatorname{cosec} 50^\circ$, $YN=NA\operatorname{cosec} 30^\circ$ 等。

四、正射圖法之傾斜圖法　繪畫正射圖法之傾斜圖法，可由幾何投影得之。今設以北緯六十度，爲圖之中心，如第三十六圖，先繪一極地圖，如圖中甲。再繪一赤道圖法，如圖中乙，其地軸與水平線成六十度角，然後由兩圖投影得丙，即爲所求之傾斜圖法。

繪畫緯線之法，今設以北緯六十度爲例，甲圖A，B之投影點，爲A''，B''，乙圖A'，B'之投影點爲C''，D''，今以A''B''爲長徑，C''D''爲短徑，作橢圓，即爲北緯六十度之緯線。其他如E''F''爲長徑，G''K''爲短徑，所作之橢圓，即爲北緯三十度之緯線。

繪畫經線之法，即以甲圖經緯線相交點之投影，與丙圖緯線相遇之處爲起點，連結之達北極，即爲經線。如丙圖a'N''，b'N''即相當於甲圖之aN，bN，丙圖之a'c'，b'd'，相當於甲圖之ac，bd等。

第八章　毛爾瓦特法與安托夫法

一、毛爾瓦特法 Mollweide's Projection　此爲一種等積全球圖法，形狀橢圓，故亦名橢圓圖法。作世界分布圖多用之。緯線多爲平行直線，經線除中央經線爲直線，離中央經線九十度之經線爲圓弧外，其餘均係橢圓。

緯線之距離，各不相等，依等積之理作之，其法如下。

圓之面積

半球之面積 $=2\pi R^2$

今使　　$\pi r^2 = 2\pi R^2$,

則　　$r = \sqrt{2} R$.

設縮尺爲二萬五千萬分之一，則R爲一吋，r卽等於一·四一四吋。依此作圓，則圓之面積，卽等於半球之面積。如第三十七圖，延長赤道線HK，使HF等於HO，而KG等於KO，作FANBGS橢圓。

設以DE爲圖上一緯線，以θ代表EOK角，地球儀上φ緯度與赤道間之面積，當爲 $2\pi R^2 \sin\phi$，以之作圖，當使FABG，等於 $2\pi R^2 \sin\phi$ 之面積。

依橢圓定理，FABG，爲HDEK之兩倍，而HDEK又爲OCE三角形及OKE扇形相加之兩倍。

扇形面積爲 $\frac{1}{2} r^2 \theta$ (θ爲弧角)

三角形之面積爲 $\frac{1}{2} r \sin\phi\, r \cos\theta = \frac{1}{4} r^2 \sin 2\theta$.

$$\pi R^2 \sin\phi = 2(\tfrac{1}{2} r^2 \theta) + 2(\tfrac{1}{4} r^2 \sin 2\theta)$$

$$r^2 \theta + \tfrac{1}{2} r^2 \sin 2\theta.$$

$$= \sqrt{2} R.$$

$$R^2 \sin\phi = 2R^2\theta + R^2 \sin 2\theta$$

$$\sin\phi = 2\theta + \sin 2\theta$$

設θ爲已知數則φ卽可求得

設 $\theta = 40° = 0.6981$ radians.

$2\theta = 1.3962$ radians.

$\sin 2\theta = 0.9848$

$\therefore \pi \sin\phi = 2.3810.$

$\therefore \log(\pi \sin\phi) = 0.3768.$

$\therefore \log \sin\phi = 0.3768 - \log\pi$

$= 0.3768 - 0.4971$

$= \bar{1}.8797.$

$\therefore \phi = 49°18'.$

由此可得θ與φ之關係如下表

設 $\theta = 10°$	$\phi = 12°43'$	設 $\phi = 10°$	$\theta = 8°\ 0'$
$= 20°$	$= 25°16'$	$= 20°$	$= 15°45'$
$= 30°$	$= 37°31'$	$= 30°$	$= 24°\ 0'$
$= 40°$	$= 49°18'$	$= 40°$	$= 32°\ 0'$
$= 50°$	$= 60°22'$	$= 50°$	$= 40°30'$
$= 60°$	$= 70°30'$	$= 60°$	$= 49°25'$
$= 70°$	$= 79°18'$	$= 70°$	$= 59°30'$
$= 80°$	$= 86°18'$	$= 80°$	$= 71°\ 0'$
$= 90°$	$= 90°\ 0'$	$= 90°$	$= 90°\ 0'$

$R=1,\quad r=1.414;$ 故 $1.414:1::1:0.707.$

設OC爲緯線DE離赤道之距離等於X

則$X=r\ \mathrm{Sin}\ \theta$

當$\phi=10^\circ$,

$$X=1.414R\ \mathrm{Sin}\ 8^\circ=1.414\times0.1392R=0.1968R$$

設以 r 爲單位則爲 $0.1968\times0.707\ r=0.1391\ r.$

由此可得下表

當$\phi=10^\circ$,	則 $X=0.197\ R$	或 $0.139r$
20°,	$0.384\ R$	$0.271r$
30°,	$0.575\ R$	$0.407r$
40°,	$0.749\ R$	$0.530r$
50°,	$0.921\ R$	$0.652r$
60°,	$1.074\ R$	$0.759r$
70°,	$1.218\ R$	$0.862r$
80°,	$1.337\ R$	$0.945r$
90°,	$1.414\ R$	$1.000r$

依上表作緯線，然後等分各緯線，連接相當各點，作橢圓，即得經線。依上法赤道之長，當爲$4r=4\times1.414\ R$經度之間隔，設爲二十度，則在赤道上之距離，當爲

$$\frac{4\times1.414}{18}=0.314\text{吋。}$$

其他緯線之長，當爲 $4\ r\ \cos\ \theta$。如在緯線四十度上，則每二十度經度之距離，可用下法求得。

lat $(\phi)40^\circ$ 相當於$(\theta)32^\circ$,

$4r\ \cos\ 32^\circ=4\times1.414\times0.8480=4.7963.$

$\therefore 20^\circ$ 經度爲$\dfrac{4.7963}{18}=0.2665$ (設 $R=1$).

二、分瓣法　毛爾瓦特法或撒遜弗拉姆斯蒂法，均可用分瓣法繪之。設以若干經線分別作爲中央經線，又就若干經線處，分裂成瓣，如此可使近兩極處之地形，較爲正確。其分裂處，多爲圖中比較不甚重要之地，如作陸地圖，則就海洋處分裂，作海洋圖，則就大陸處分裂等，如第三十八圖。

三、安托夫法　設取一赤道等積正向法，以一平面通過其中央經線，而與此圓相交作六十度角，然後依正射法將赤道等積正向圖，投影於此相交面上，即得一橢圓形圖。其長軸適爲短軸之兩倍，短軸即與原圖之中央經線等長。如第三十九圖，ABA'爲等積正向法之赤道，BC與BC'爲與ABA'相交成六十度角之兩面，M爲赤道上一點，投影於BC面，得M'點，則BM'爲BM Sec 60°，因Sec

60°爲9，故BM'等於BM之兩倍。今設以中央經線爲Y，赤道爲X，則等積正向法上各點，可使移置安托夫法圖上，其移置之法，Y軸上之比例仍舊，惟X軸之數，當使加倍，同時如M點在原圖上設爲西經五十度，則在此圖上，即爲西經一百度，其餘依此類推。故在等積正向法上，僅能代表半球，此則代表全球。同時等積之優點，仍能保存。且安托夫法，不論經線與緯線，（中央經線與赤道除外）均係弧線，故圖之邊緣部份，不若毛爾瓦特法改形之甚，作世界分布圖多用之。

第九章　移植法與大縮尺法

一、移植法　地圖繪法，有因應用數學較繁，不易繪製者，可用移植法繪出之。移植法者，即利用一種媒介圖，由甲種圖法，改作爲乙種圖法。此種媒介圖，普通多以平射圖法，或正射圖法充之，間亦有用大環圖法者。

今試有同縮尺之極地平射圖法，及赤道平射圖法各一，極地圖法之赤道，當與赤道圖法之最外經線大小相同。今試將極地圖於透明紙上，以之蒙於赤道圖上，則前者之垂直經線與水平經線，將適與後者之中央經線與赤道相合兩圖上任何一點之地位，均視對於此兩線之關係而確定。

設有一正向等距法之極地圖，與一極地平射圖相較，惟緯線之距離不相同。經線地位，兩圖相同。設以透明極地平射圖，蒙於赤道平射圖上，則赤道平射圖上各點，在極地平射圖上之地位，即可移植於極地等距正向圖上相當處所。設以赤道平射圖上所有經緯線之交點，移植於極地等距正向圖上，則連接各移植點，即可得一等距正向法之赤道圖矣。

其他各種圖法，均可依此移植，設係一傾斜圖法，其移植之法，亦大略相同。設先作一傾斜大環圖法，然後由大環圖之中心點，以各緯線距中心點之距離爲半徑畫圓，再作各輻射線，以此爲媒介圖，蒙於傾斜大環圖法上，而繪出傾斜大環圖法各點於此圖上。設係繪一等積正向法，即移植媒介圖上各點於極地等積正向圖上，而連棱之，即得一傾斜等積正向圖矣。

二、大縮尺平射圖之作法　如作大縮尺之平射圖法，因其圓弧半徑過長，不能應用平常方法。如第四十圖，L與P爲北緯五十度與二十度上兩點，則

$$L_1L = R\cot 50^\circ$$

$P_1P = R \cot 20°$

L_1點之角為五十度，P_1點之角為二十度，L、V、L_1各點及P、U、P_1各點在兩緯線上均係已知數，惟緯線上其他各點，當設法求之。設分LL_1O及PP_1O為若干等分，則如K、M各點，可依縱橫距法求得，設KL_1O角為三十六度。

$L_1K = r$

$x = r \sin 36°$

$y = r - r \cos 36°$　(以V為起點)

五十度緯線上任何點，均可依此法求得。二十度緯線上M，及其他各點之求法，亦依此。經線上各點縱橫距之求法亦依此，惟r之數不同，緯線上r之數為緯度之cot乘R，經線上r之數為cosec 緯度乘R。

三、大縮尺圓錐圖之作法　大縮尺之圓錐法，亦以其緯線半徑過長，不易繪畫，利用縱橫距之原理，依表作圖，其法較便。如第四十一圖，P為圓錐之頂點，AA'為標準緯線(緯度ϕ)之一段，PA或PA'為繪取標準緯線之半徑。今設以PA為中央緯線，則A'之位置，即可就BA'與CA'之縱橫距，以確定之。同時APA'角，當為已知數，其求法如下。

$BA' = PA' \sin\theta = r \sin\theta$

$PB = PA' \cos\theta = r \cos\theta$

但　$AB = PA - PB = r - r\cos\theta$

故　A'點之縱橫距　$x = r\sin\theta$

$y = r - r\cos\theta$

θ角之求法如下

設　AA'為經度10°

則　$AA' = \dfrac{2\pi R \cos\phi}{36}$

θ以弧角計之　$\dfrac{AA'弧}{PA} = \dfrac{\dfrac{2\pi R\cos\phi}{36}}{PA}$

舉例試繪一普通圓錐法，縮尺為五百萬分之一，(即R等於五十吋) 以四十五度北緯為標準緯線，則

$r = 50'' \cot 45° = 50 \times 1.000 = 50.000$吋

$AA' = \dfrac{2\pi R \cos 45°}{36} = 6.170$吋

θ以弧角計之$= \dfrac{AA'}{PA} = \dfrac{6.170}{50} = 0.1234$　或7°3'

$x = r \sin\theta = 50 \times 0.1228 = 6.14$吋

$$y = r - r\cos\theta = 50 - 50 \times 0.9994 = 0.384$$

其他各點之位置，均依此計算，惟須求得θ之角度。如在同緯線上，A'點東十度之角，即爲兩倍θ角，其餘依此類推。各種圓錐法，在中央經線兩側均成對稱，故求得一面，他面情形完全相同。

其他緯線上各點之求法亦依此，先求繪畫緯線之半徑，然乃求其縱橫距。如依普通圓錐法，北緯六十度緯線之半徑爲

$$R\cot(\text{標準緯線之緯度}) - 2\pi Rd$$

（d爲所指緯線與標準緯線緯度之差相當於全圓周之分數）

其他依此類推。各種圓錐法，凡經線直線，緯線係同心圓者，均可應用此法。如係彭納氏法，則依前法先繪出標準緯線，其他緯線亦一一分別依前法繪出，然後等分各緯線連接之作弧線，即爲經線。如係多錐法，則每一緯線，有其特有半徑，故繪畫較繁，經線之作法，則與彭納氏法同。

四、國際百萬分一地圖　國際百萬分一地圖之作法，與多錐法略同，惟多錐法之經線爲弧線，此則均爲直線，多錐法之中央經線，與縮尺相合，此則以中央經線左右各二度之經線，與縮尺相合，故中央經線上之縮尺微感減小。國際規定每張地圖，在緯度六十度以內，均以六度經度，四度緯度爲一張。任何一張，與其四周之鄰張，均相銜接。此圖作法，先作一直線，以爲中央經線。再依一定距離，作頂底兩緯線，頂底兩緯線係弧線，故當先作水平直線，然後依其縱橫距，作成弧線。其他緯線之作法同此。惟在中央經線上之地位，則由等分得之。經線乃連接頂底兩緯線上相當分點之直線，作此圖應用之表如下。

第一表　中央經線上各緯度校正距離（以米厘爲單位）

緯度	校正長度
0°—4°	442.00
4—8	442.04
8—12	442.14
12—16	442.28
16—20	442.45
20—24	442.67
24—28	442.91
28—32	443.19
32—36	443.50
36—40	443.81
40—44	444.14
44—48	444.47
48—52	444.81
52—56	445.13
56—60	445.41

第二表　經緯交點之縱橫距(以米厘爲單位)

		由中央經線起算之經度		
緯度	縱橫距	1°	2°	3°
0°	Mm. x	111.32	222.64	333.96
	y	0.00	0.00	0.00
4	x	111.05	222.10	333.16
	y	0.07	0.27	0.61
8	x	110.25	220.49	330.74
	y	0.13	0.54	1.21
12	x	108.91	217.81	326.73
	y	0.20	0.79	1.78
16	x	107.04	214.08	321.13
	y	0.26	1.03	2.32
20	x	104.65	209.31	313.98
	y	0.31	1.25	2.81
24	x	101.76	203.52	305.31
	y	0.36	1.45	3.25
28	x	98.37	196.75	295.15
	y	0.40	1.61	3.63
32	x	94.50	189.01	283.56
	y	0.44	1.75	3.93
36	x	90.17	180.36	270.59
	y	0.46	1.92	4.16
40	x	85.40	170.82	256.29
	y	0.48	1.92	4.31
44	x	80.21	160.45	240.73
	y	0.49	1.95	4.38
48	x	74.63	149.29	224.00
	y	0.48	1.94	4.36
52	x	68.69	137.40	206.16
	y	0.47	1.89	4.25
56	x	62.40	124.83	187.31
	y	0.45	1.81	4.06
60	x	55.81	111.64	167.52
	y	0.42	1.69	3.80

第十章　地圖繪法之選擇與辨別

前述地圖繪法，都凡二十餘種，重要而普通之圖法，已略盡於此。各種圖法，有各種圖法之優點，亦各有其劣點。選擇無定法，惟視繪圖之需要以爲斷。凡繪全球地圖，多用謀開托法，毛爾瓦特法，安托夫法，等積圓柱法等。繪半球圖，多用毛爾瓦特法，安托夫法，或便宜圓球法。其他分洲分國地圖，多用圓錐法。兩極地圖，多用正向法。地形測量圖，多用多錐法，或國際圖法。更就地圖之性質言之，如係分布圖，當用等積法。航海航空圖，當用謀開托法，或大環圖法。探險或鐵道圖，當用等距法。洋流風向圖，當用謀開托法。所謂用長捨短，各隨其性而定。茲爲便利起見，列表如下。

用途	性質	圖法
半球圖	等積	等積正向法
		毛爾瓦特法
	同形	平射圖法
	普通	等距正向法
		便宜圓球法
全球圖	等積	等積圓柱法(近兩極處東西擴大)
		撒遜弗拉斯蒂法(南北兩端改形極甚)
		毛爾瓦特法 }繪分布圖最佳
		安托夫法 }繪分布圖最佳
	同形	謀開托法(各處方向正確)
	普通	加爾平射圖法(不若謀開托法擴大之甚)
分洲圖 1.亞洲與北美	等積	等積正向法
		彭納氏法(東北與西北兩部改形較甚)
2.歐洲與澳洲	普通	等距正向法
	等積	等積正向法
		彭納氏法
		雙標準緯等積圓錐法
	普通	雙標準緯圓錐法
3.非洲與南美	等積	等積正向法
		撒遜弗拉斯蒂法
		毛爾瓦特法
		安托夫法
		等積圓柱法
	普通	等距正向法
		謀開托法
		平射法
		正射法
		便宜圓球法
極地	等積	等積正向法
	等距	等距正向法

溫帶大國如中美俄等	等積	等積正向法
		單標準緯等積圓錐法
		雙標準緯等積圓錐法
		彭納氏法
	普通	雙標準緯圓錐法
熱帶大小國家		如跨赤道或鄰赤道圖法依非洲南北緯度較長則當用繪畫中國各圖
溫帶各小國	等積	單標準緯等積圓錐法
		雙標準緯等積圓錐法
		彭納氏法
	普通	普通圓錐法
		雙標準緯圓錐法
大縮尺圖		國際百萬分一圖法
特種地圖	航海	謀開托法
	航空	謀開托法或大環圖法
	無線電方向	大環圖法

除大縮尺之地形圖，不易辨其爲何種圖法外，其餘各種掛圖或手册圖，均可就其經緯線之形式，分別其爲何種圖法。玆列表如下。

一、緯線係同心圓者

A. 如經線爲弧線則爲彭納氏法

B. 經線係直線則係一種圓錐法

㊀緯線係等距者則爲普通圓錐法或

㊁雙標準緯圓錐法此兩種較難分辨

㊂緯線距離愈近極點愈小者爲等積圓錐法

二、緯線係直線者

C. 經線爲弧線

㊃緯線距離相等者爲撒遜弗拉斯蒂法

㊄緯線向極愈密者爲毛爾瓦特法

D. 經線爲直線者

㊅緯線距離相等爲方形法

㊆緯線向極愈密者爲等積圓柱法

㊇緯線向極愈稀者爲謀開托法

三、經線係直線緯線係曲者爲大環圖法

四、經緯線俱係弧線者

㈨相交成直角者爲平射圖法如係大縮尺之地形圖或係多錐法

㈩設相交不成直角則較難分辨

a. 設中央經線上緯線距離係等分者爲等距正向法

b. 中央經緯上緯線距離向外漸減者則爲等積正向法

c. 中央經線上緯線距離向外漸加者則爲平射圖法

附參考書籍

J.A.Steers: The Study of Map Projection.

A.R.Hinks: Map Projectoins.

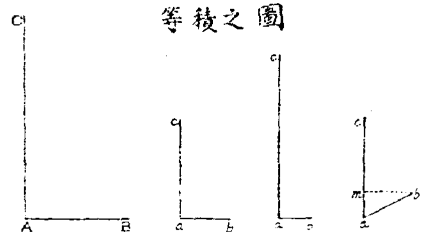
C.H. Deetz and O. S. Adams: Elements of Map Projection

A.Stevens: Applied Geography

(完)

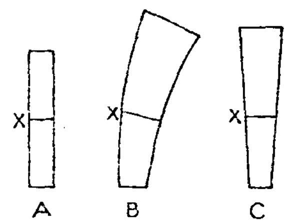
第一圖

等積之圖



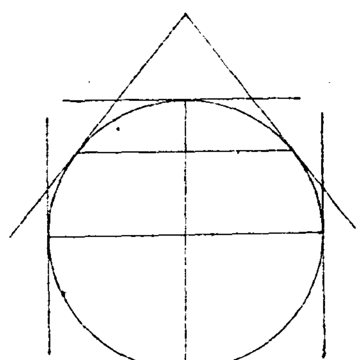
第二圖

同形之圖



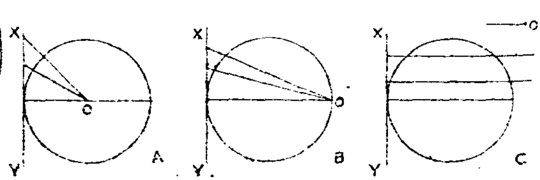
第三圖

切面法圓錐法圓柱法相互之關係



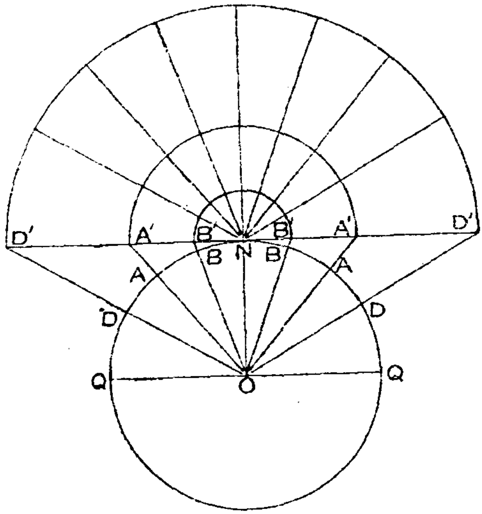
第四圖

大環圖法 平射圖法正射圖法



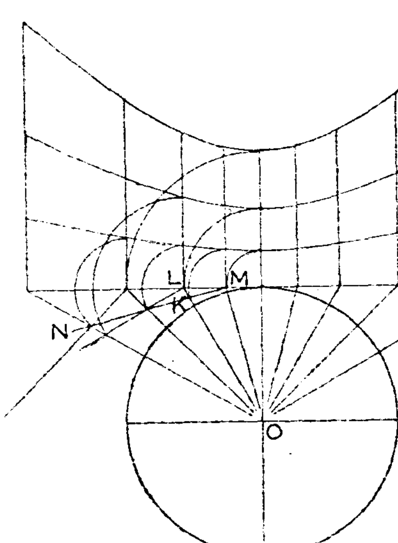
第五圖

極地大環圖法之幾何繪法



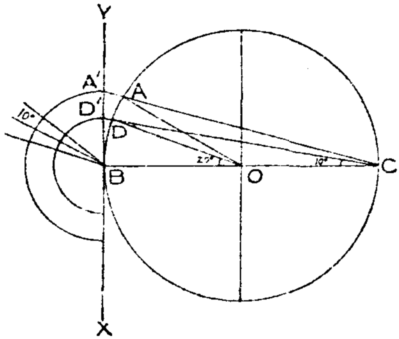
第六圖

赤道大環圖法之幾何繪法



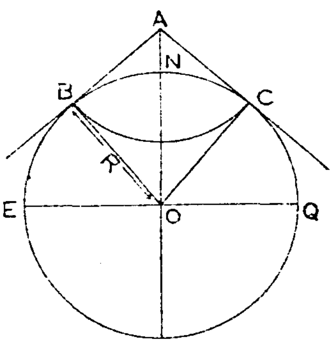
第九圖

平射圖法之極地圖法



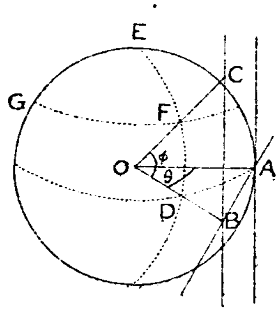
第十圖

平射圖法之赤道圖法



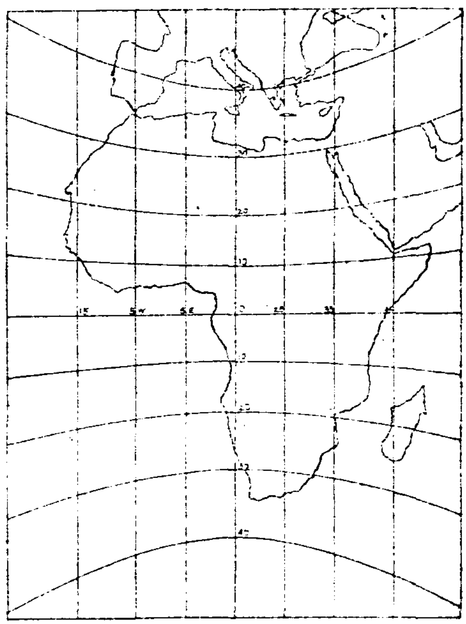
第七圖

赤道大環圖法之三角繪法



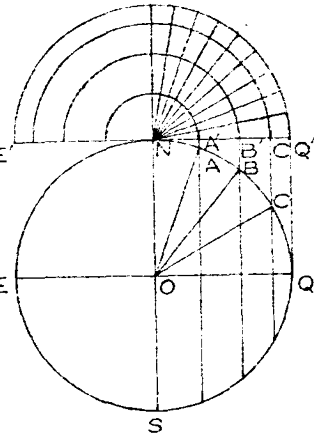
第八圖

大環圖法之非洲圖



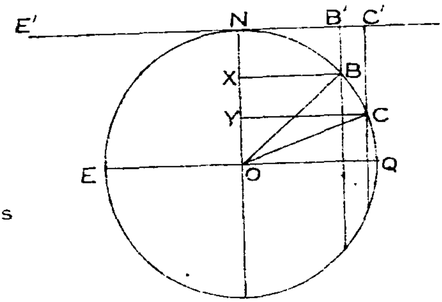
第十一圖

極地正射圖法之幾何繪法



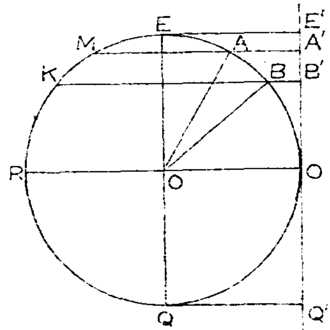
第十二圖

極地正射圖法之三角繪法



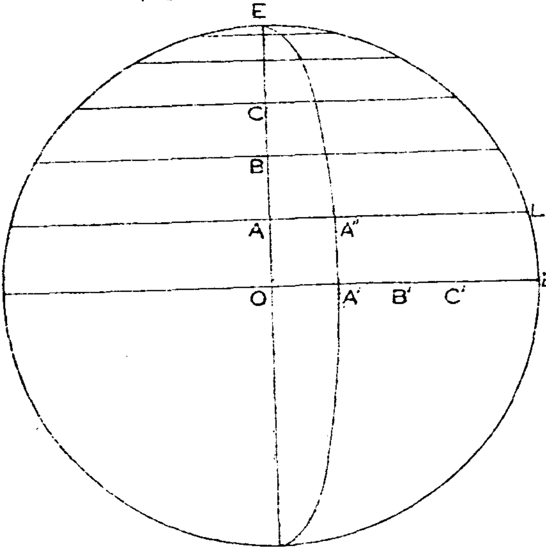
第十三圖

赤道正射圖法之緯線作法



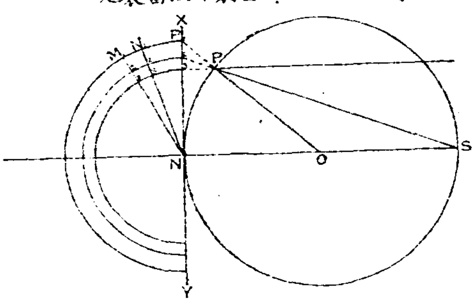
第十四圖

赤道正射圖法之經線作法



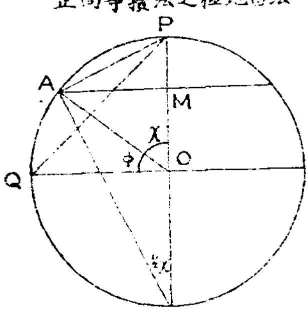
第十五圖

大環圖法平射圖法正射圖法之關係

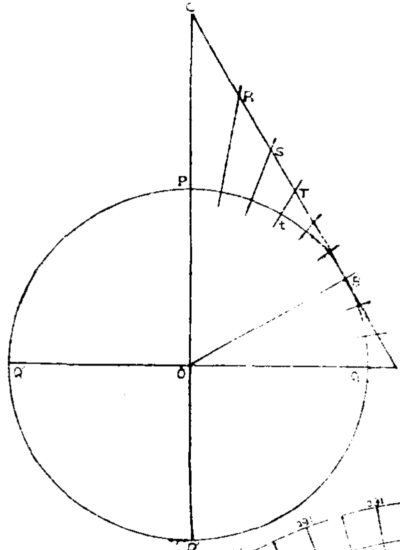


第十六圖

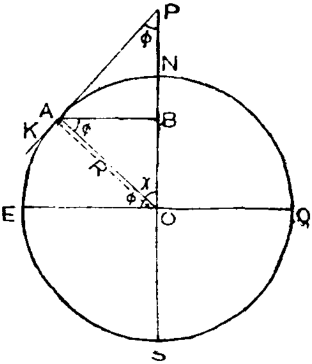
正向等積法之極地圖法

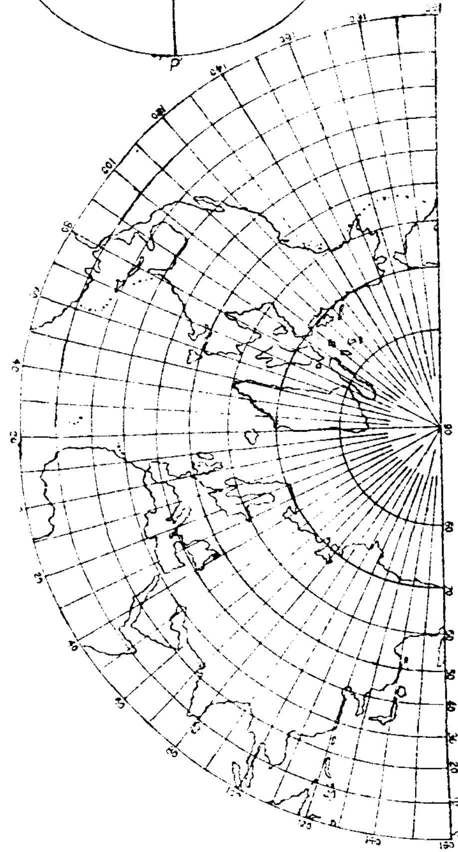


第十九圖
中心透視圓錐法



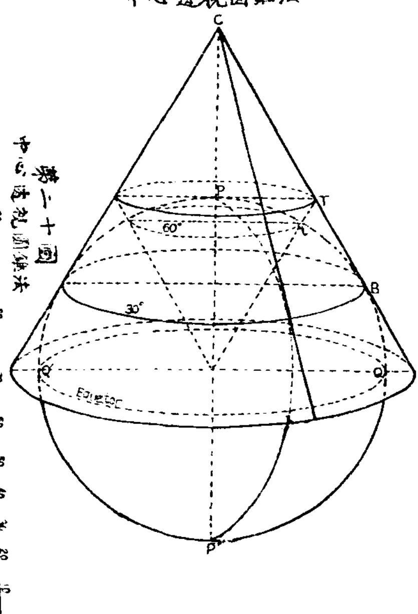
第十七圖
普通圓錐法之三角計算



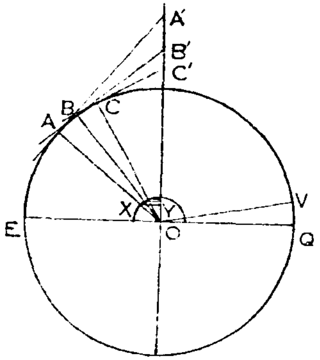


第二十圖
中心透視圓錐法

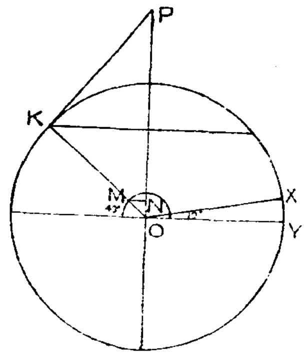
第十八圖
中心透視圓錐法



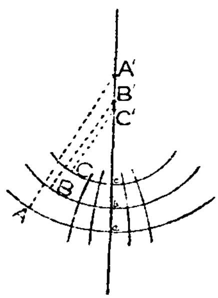
第二十五圖
多錐法之幾何絵法



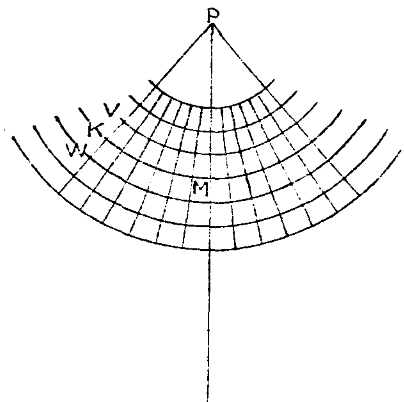
第二十一圖
普通圓錐法之幾何絵法



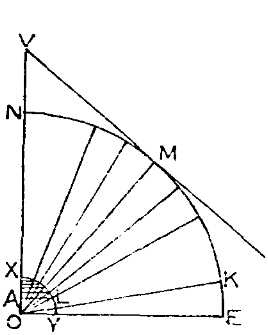
第二十六圖
多錐法之開展法



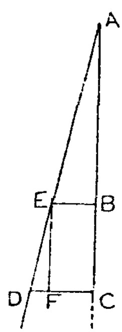
第二十二圖
普通圓錐法之開展圖



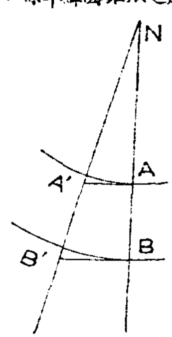
第二十七圖
彭納氏圓錐法



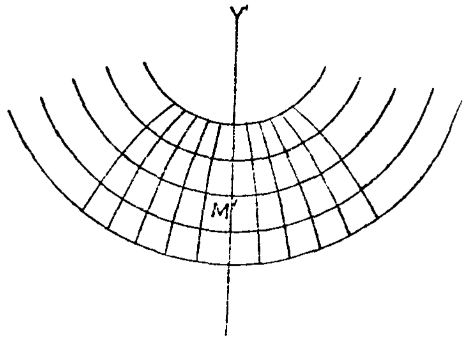
第二十四圖
双標準緯圓錐法之三角絵法



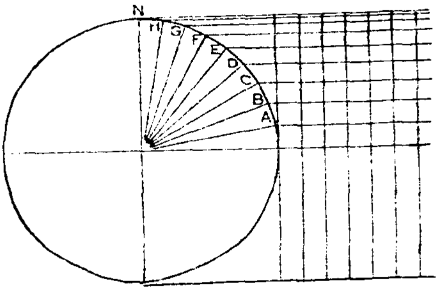
第二十三圖
双標準緯圓錐法之幾何絵法



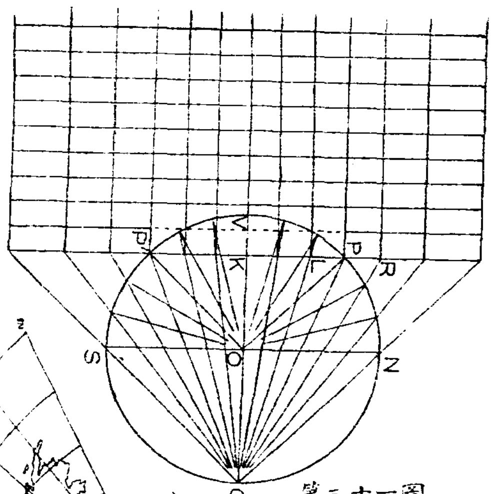
第二十八圖
彭納氏圓錐法之開展



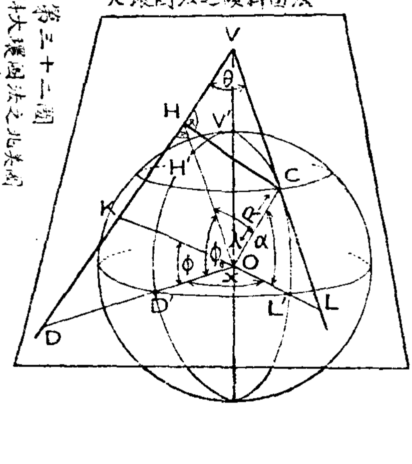
第二十九圖
等積圓錐法之繪法



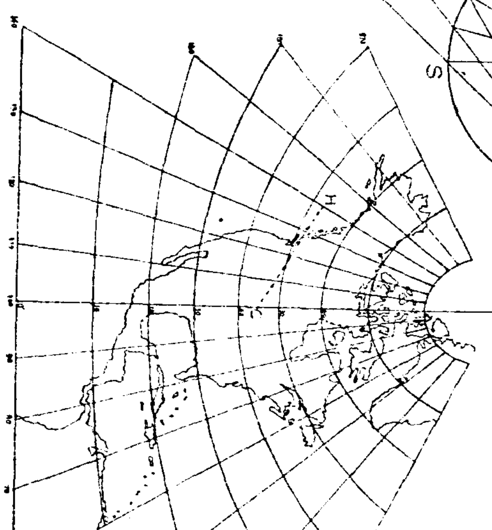
第三十圖
加爾氏平射法



第三十一圖
大環圓法之傾斜面法

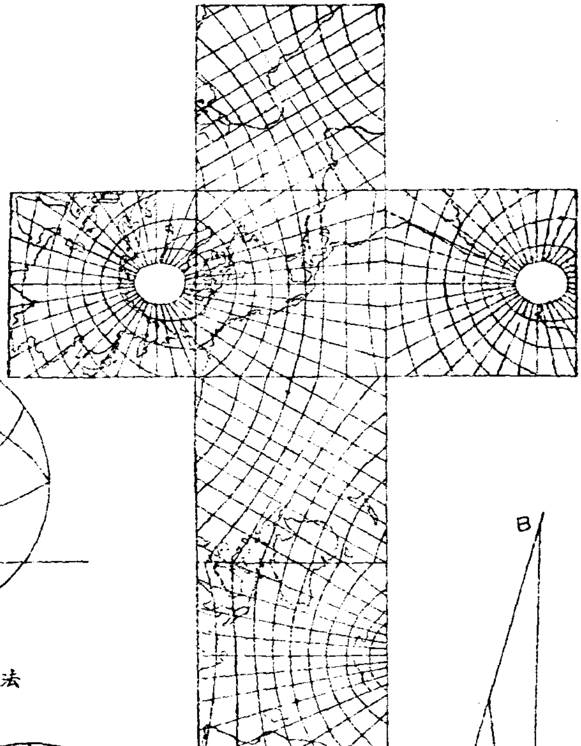


第三十二圖
傾斜大環圓法之北美圖



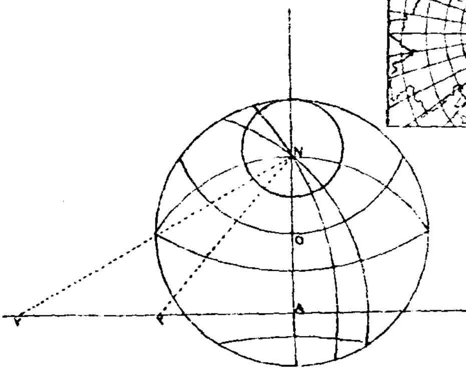
第三十三圖

大環圖法之立方体開展法



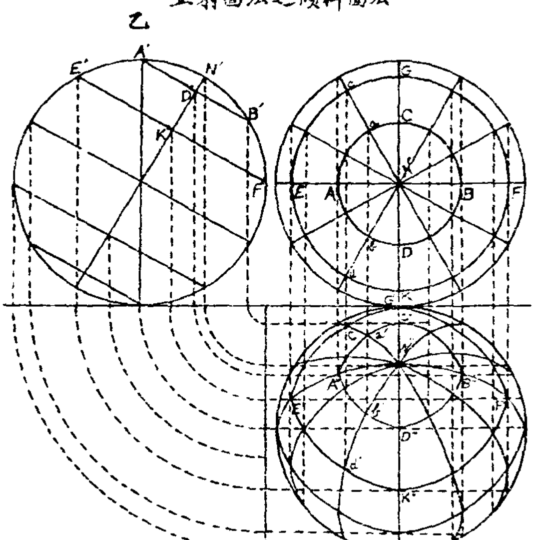
第三十五圖

傾斜平射畫之作法



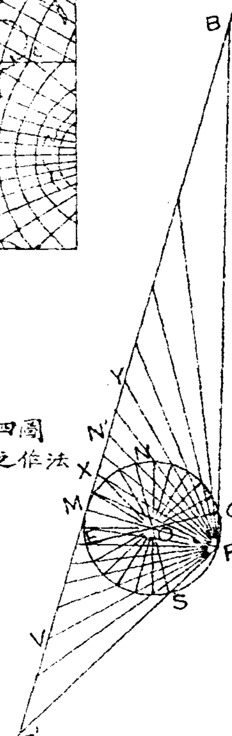
第三十六圖

正射畫法之傾斜畫法

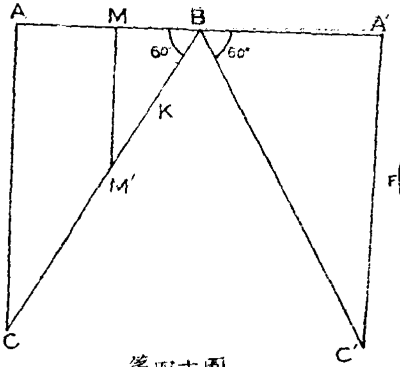


第三十四圖

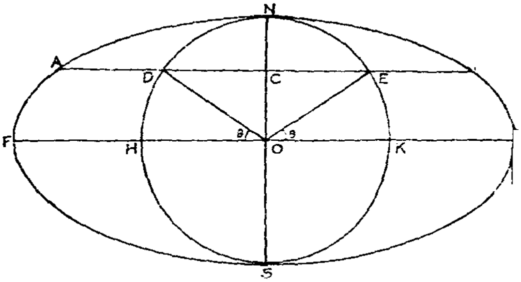
傾斜平射畫之作法



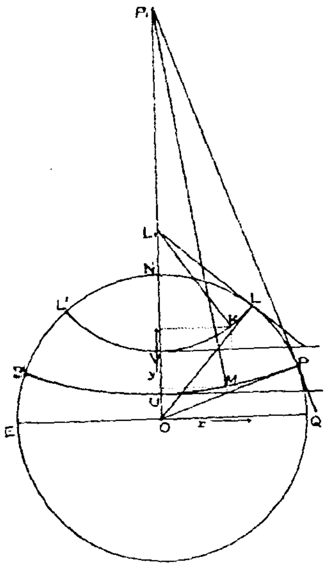
第三十九圖
安托大法之作法



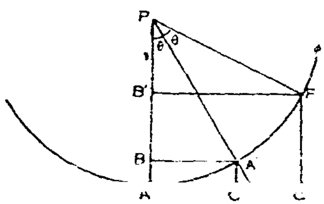
第三十七圖
毛爾瓦特法之作法

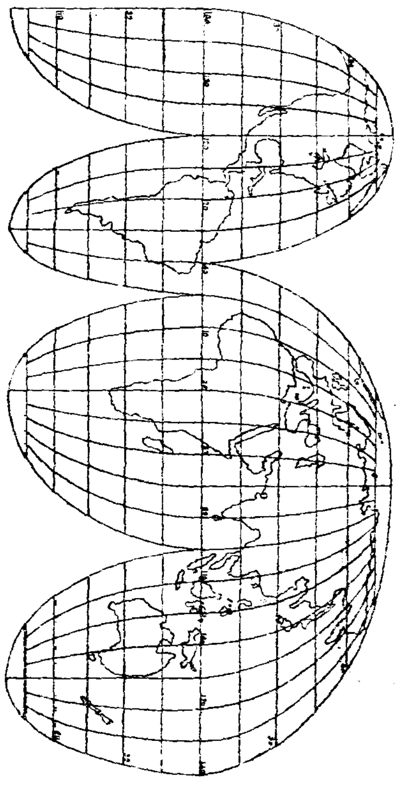


第四十圖
大縮尺平射圖之作法



第四十一圖
大縮尺圓錐圖之作法





第三十八圖
毛爾瓦特分瓣法

6

– 4

(2)