

地圖投影法

J. A. Steers 原著

褚紹唐譯 李長傳校

世界書局印行

26.8

0902

翻 不 所 版
印 准 有 權

地圖投影法

實價國幣五十元

外加運費函費

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---------------|
| 發 | 出 | 發 | 校 | 譯 | 原 |
| 行 | 版 | 行 | 閱 | | 著 |
| 所 | 者 | 人 | 者 | 者 | 者 |
| 世 | 世 | 陸 | 李 | 褚 | J. A. Steerts |
| 界 | 界 | 高 | 長 | 紹 | |
| 書 | 書 | 誼 | 傳 | 唐 | |
| 局 | 局 | | | | |

【三二·十·初】

4. 20

李 序

地圖不但是研究地理與歷史不可缺少的工具，凡是研究其他社會科學及研究時事問題者，也是必要的參考品。若是進一步討論地圖如何製作，如何閱讀，那就是地圖學 (Cartography)。這地圖學的重心在什麼地方呢？那就是地圖投影法 (Map Projection)。原來地球是一個球體，把球體繪成平面，必有標準。那標準是什麼呢？簡言之，就是地面假設的經緯綫。把經緯綫用種種不同的方法，投影於平面之上，就是地圖投影法。關於地圖投影法的書籍，外國文很多，中文也有幾種。但是多引用高等數學，為一般對於高等數學無素養的人感覺困難的事。Steers 這本英文本，恰巧鑒及此點，用簡明的數理，來說明地圖投影法，深入淺出，在國外已早有定評。友人褚紹唐先生，將原書精心譯出，其譯文的信達，和譯名的正確，可無用多贅。此書一出，對於我國學術界的貢獻，實在在專門書籍之上，可以預卜。褚先生因序者曾經教過這門課程，要求作一篇序，現在勉強寫上幾句，以為介紹。

李長傅 三十年八月

譯序

二十六年冬，余自粵歸，蟄居於宜興之鄉間，時烽火遍地，風雨晨昏，乃取是書遂譯，逾月而初稿成。然以國事未寧，是稿之擱置也數年矣。年來執教滬濱，時值暑假之暇，乃將是稿整理，以供同好。

是書內容足爲讀者介紹者，有下列數端。

(1) 地圖投影法乃數理地理之一分科，其中所涉及之數學知識頗多。地理學生研究是科常感計算之困難，然本書中所述僅及簡單之三角法，故未深習數學之人研讀是書並無困難。

(2) 書中次序以圖法之難易爲主，而以系統爲次。其目的在於由易而及難，使初學者理解時可較純以系統爲主之此類書冊爲佳。故內容共分二篇。第一篇述簡易之圖法，第二篇述較難之圖法，如方位圖法中之極圖法及赤道圖法敘述於第一篇之中，而較難之斜軸圖法則敘述於第二篇之中是。

(3) 書中所敘述之圖法，雖非詳盡，然頗簡明扼要。舉凡各種不同之圖法：如方位圖法，圓錐圖法，圓柱圖法，球狀圖法，正弦曲綫圖法，拉希爾圖法，矩形圖法，毛爾威得圖法，斷裂圖法，安托夫圖法等均羅述無遺，並有二章專論拋物綫形圖法及數種新式及不常用圖法之解釋，論其優劣所在，足爲讀者進而專攻之基礎。

(4) 書末附有初步三角法及四位數字對數表等可爲實習計算時之參考，至原有序文數篇及索引茲姑從略。

原書初版於一九二六年，由倫敦大學出版所印行。於一九三三年三版增訂，本書乃取三版譯成。以其難易適度，而包羅之圖法較爲完備，足爲大學地理系學生及中學地理教師之參考，故特譯出。書中譯名均取普通，文字亦斟酌至再，容有未盡善處尙祈指正。

譯稿之成，承盛敘功李長傳二先生之指示甚多，同學吳烈君之鼓勵，亦深爲感謝，誌此以示謝忱。

一九四一年七月譯者誌。

目次

李序
譯序

第一篇

| | |
|-----------------------|----|
| 第一章 導言：投影圖法之性質 | 3 |
| 第二章 投影圖法系統 | 6 |
| 第三章 | 8 |
| 第一節 面積 | 8 |
| 第二節 緯度與經度 | 15 |
| 第四章 縮尺 | 17 |
| 第五章 | 21 |
| 第一節 方位圖法 | 21 |
| 第二節 球心或中心射圖法 | 22 |
| 第三節 平射圖法 | 29 |
| 第四節 正射圖法 | 34 |
| 第五節 球心，平射與正射圖法間之關係 | 38 |
| 第六節 等距方位及等積方位圖法 | 41 |
| 第六章 球狀圖法 | 47 |
| 第七章 可展之平面 圓錐之常數 標準緯綫 | 49 |
| 第八章 | 54 |
| 第一節 圓錐圖法：一標準緯綫之簡單圓錐圖法 | 54 |
| 第二節 二標準緯綫圓錐法 | 59 |
| 第三節 多圓錐圖法 | 64 |
| 第四節 波納氏（修正）圓錐圖法 | 66 |
| 第九章 由直角坐標法作圓錐圖法 | 71 |
| 第十章 | 74 |

| | | |
|------|----------------|----|
| 第一節 | 圓柱圖法 | 74 |
| 第二節 | 簡單圓柱圖法或方眼圖法 | 74 |
| 第三節 | 等積圓柱圖法 | 76 |
| 第四節 | 謀開托圖法 | 77 |
| 第十一章 | 撒遜弗蘭斯特德或正弦曲綫圖法 | 83 |
| 第十二章 | 圖法之選擇 | 85 |

第二篇

| | | |
|-----|--------------------|-----|
| 第一章 | | 91 |
| 第一節 | 球心圖法之斜軸圖式 | 91 |
| 第二節 | 球心圖法之立體展開 | 98 |
| 第三節 | 球心法立體展開圖上之大圓路綫之作法 | 98 |
| 第二章 | | 100 |
| 第一節 | 平射斜軸圖法 | 100 |
| 第二節 | 作大縮尺平射圖法之簡單方法 | 103 |
| 第三節 | 平射法之正變形 | 104 |
| 第三章 | | 107 |
| 第一節 | 拉希爾圖法 | 107 |
| 第二節 | 格林敦圖法 | 108 |
| 第三節 | 高爾氏平射圖法 | 109 |
| 第四章 | | 111 |
| 第一節 | 矩形圖法 | 111 |
| 第二節 | 二標準緯綫之等積圓柱圖法 | 111 |
| 第五章 | 毛爾威得圖法 | 113 |
| 第六章 | 斷裂圖法 | 119 |
| 第七章 | 由轉移方法作較難之圖法 | 121 |
| 第八章 | 自等積方位赤道圖法作安托夫圖法之方法 | 126 |
| 第九章 | 拋物綫形及相關之圖法 | 128 |
| 第十章 | 其他圓錐圖法 | 136 |

| | |
|--------------------|-----|
| 第十一章 | 142 |
| 第一節 百萬分之一地圖 | 142 |
| 第二節 軍用測量地圖 | 143 |
| 第十二章 幾種新式及不常用圖法之解釋 | 145 |

附 錄

| | |
|-----------|-----|
| 1. 適用諸圖法表 | 154 |
| 2. 初步三角法 | 157 |
| 四位數字表 | 162 |

插圖

圖版

| | |
|--------------------------------------------------------|---------|
| I. 方位極圖法之比較 | 42 |
| II. 謀開托圖法;大圓綫;與子午綫交切作同角度之綫 | 79 |
| III. 北美洲之球心斜軸圖法 | 94 |
| IV. 球心圖法之立方體展開,當此立方體切於兩極及赤道上 之四點 | 96 |
| V. 球心圖法之立方體展開,當此立方體切於北緯 30° 及西 經 100° | 97 |
| VI. 斷裂毛爾威得圖法(依照大陸塊) | 118 |
| VII. 斷裂撒遜弗拉斯特德圖法(依照大陸塊) | 120 |
| VIII. 等積方位圖法之斜軸圖——歐亞大陸 | 124 |
| IX. 全球之安托夫圖 | 126—127 |
| X. 拋物綫形圖法 | 130 |
| XI. 橢變形圖法 | 133 |
| XII. 毛爾威得橫軸圖法 | 146 |
| XIII. 毛爾威得斜軸圖法 | 147 |

圖目

| | |
|---------------------|----|
| 1. 示正變形(採自 Hinks 君) | 4 |
| 2. 長方形之面積 | 8 |
| 3. 三角形之面積 | 8 |
| 4. 多邊形之面積 | 9 |
| 5. 圓之面積 | 9 |
| 6. 扇形之面積 | 10 |
| 7. 圓柱體之面積 | 11 |
| 8. 圓錐體之面積 | 11 |

| | |
|--------------------------|----|
| 9. 圓錐體之面積 | 12 |
| 10. 圓錐截體之面積 | 12 |
| 11. 球體之面積 | 13 |
| 12. 球帶之面積 | 14 |
| 13. 示緯度與經度 | 15 |
| 14. 示緯度與經度 | 16 |
| 15. 簡單透視方位圖法 | 21 |
| 16. 某方位之投影點 | 22 |
| 17. 球心極圖法之圖學作法 | 23 |
| 18. 北極區域之球心法地圖 | 24 |
| 19. 球心赤道圖法之圖學作法 | 25 |
| 20. 球心赤道圖法之三角作法 | 26 |
| 21. 球心赤道圖法之三角作法 | 26 |
| 22. 球心赤道圖法之三角作法 | 27 |
| 23. 示球心赤道圖法之緯綫作法 | 27 |
| 24. 球心圖法上之非洲 | 29 |
| 25. 平射極圖法之作法 | 30 |
| 26. 北半球之平射法圖 | 32 |
| 27. 平射赤道圖法上之緯綫作法 | 33 |
| 28. 平射赤道圖法上之經綫作法 | 33 |
| 29. 作正射極圖法之圖學方法 | 34 |
| 30. 作正射極圖法之三角方法 | 35 |
| 31. 正射赤道圖上之緯綫與經綫間隔 | 36 |
| 32. 正射赤道圖法上之經綫 | 37 |
| 33. 北半球之正射法地圖 | 38 |
| 34. 印度洋之正射法地圖 | 39 |
| 35. 球心, 平射, 及正射圖法之極圖間之關係 | 40 |
| 36. 北半球之等距方位地圖 | 43 |
| 37. 北半球之等積方位地圖 | 45 |

| | |
|----------------------------------------------|----|
| 38. 等積方位圖法之極圖作法 | 46 |
| 39. 球狀圖法上之美洲 | 48 |
| 40. 一“自然”之圓柱圖法 | 49 |
| 41. 與 42. 圖示圓錐之常數 | 50 |
| 43. 一“自然”之圓錐圖法 | 51 |
| 44. 平面, 圓錐, 與圓柱 | 52 |
| 45. 真正割圓錐投影 | 53 |
| 46. 簡單圓錐法之簡易三角 | 55 |
| 47. 簡單圓錐法之圖學作法 | 56 |
| 48. 簡單圓錐法之展開 | 57 |
| 49. a. 與 b. 簡單圓錐法之三角作法 | 58 |
| 50. 二標準緯綫圓錐法之近似作法 | 60 |
| 51. 示二標準緯綫圓錐法之作法 | 61 |
| 51. A. 二標準緯綫圓錐法之替換作法 | 63 |
| 52. 多圓錐圖法之圖學作法 | 65 |
| 53. 多圓錐圖法之展開 | 65 |
| 54. 波納氏圖法上之亞洲, 選取之標準緯綫為 80°N | 67 |
| 55. 波納氏圖法上之亞洲, 選取之標準緯綫為 40°N | 67 |
| 56. 波納氏圖法之圖學作法 | 68 |
| 57. 波納氏圖法之展開 | 69 |
| 58. 波納氏圖法之等積性 | 70 |
| 59. 圓錐圖法之直角坐標 | 71 |
| 60. 由直角坐標之多圓錐作法 | 73 |
| 61. 世界之簡單圓柱法圖 | 75 |
| 62. 等積圓柱圖法之作法 | 76 |
| 63. 正弦曲綫圖法之圖學作法 | 83 |
| 64. 正弦曲綫法上之世界全圖 | 84 |
| 65. 球心圖法之斜軸圖之作法 | 91 |
| 66. 球心法立體展開圖上之大圓路綫 | 99 |

| | |
|----------------------------------------------------|---------|
| 67. 平射斜軸圖法之作法 | 101 |
| 68. 半球之平射斜軸圖, 以投影平面切於北緯 30° 之格林威治經綫上 | 102 |
| 69. 大縮尺平射圖上之緯綫作法 | 103 |
| 70. 大縮尺平射圖上之經綫作法 | 105 |
| 71. 示拉希爾圖法之作法 | 107 |
| 72. 示格林敦圖法之作法 | 108 |
| 73. 示高爾氏平射圖法之作法 | 109 |
| 74. 毛爾威得圖法之作法 | 113 |
| 75. 示毛爾威得圖法 ϕ 與 θ 之值之軌跡曲綫 | 115 |
| 76. 毛爾威得圖法之世界地圖 | 117 |
| 77. 毛爾威得與撒遜弗拉斯特德圖法, 表示介於緯綫間及中央經綫東西第 90 與 180 經綫之關係 | 117 |
| 78. 西半球之等積方位圖 | 123 |
| 79. 安托夫圖法之作法 | 126 |
| 80. 作拋物綫形圖法之方法 | 128 |
| 81. 橢變形法, 正弦曲綫法, 及毛爾威得法之關係 | 134 |
| 82. 百萬分之一地圖各頁之排列法 | 142 |
| 83. 喀西尼圖法 | 143 |
| 84. 謀開托橫軸圖法 | 149 |
| 85. 北大西洋之二點等距圖法 | 152 |
| 86—91. 圖解說明附錄 II | 157—161 |

第一篇

第 16, 26, 32, 34, 54, 55, 61, 74,
76, 77 諸圖均爲印刷上之便利起見,將
縮尺略加縮小。當論述各圖時務須注意。

第一章

導言：投影圖法之性質

地圖投影法乃將地球上之經綫及緯綫表示於一平面紙上之一種方法。任何表示方法均爲一種投影。其所成之網綫常稱之曰地圖之網。

吾人之地球爲一球體，惟地圖乃一平面。因使一平面之紙平貼於球體上乃不可能之事，故欲作一正確之圖於平面紙上亦屬困難。此即所以必須研究投影法之理由也。若仔細考查一優良之地圖冊必可示吾人數種不同之投影法。在某圖中，其緯綫及經綫爲直綫，他圖中則爲曲綫，或其經綫爲直綫，緯綫爲曲綫等。由於此數種選擇，即可獲得某種利益，由是以某種投影法表示特殊國家當較以他法爲佳也。

雖則吾人不能作一於地球各部分均能正確之圖，然在一投影法中，保持某種一定之性質，並非困難。此種性質可列舉如下：

保持面積。

保持形狀（正變形）。

保持縮尺。

保持方向。

易於繪畫。

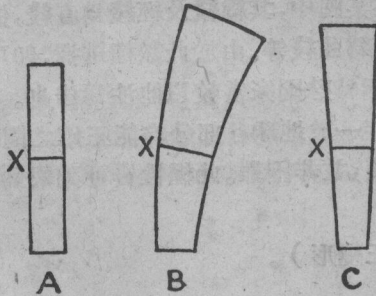
爲欲使一圖（依縮尺縮小之後）與其所代表地球上某部分之面積相等，則形狀必所忽略。同形與等積，兼而有之，實非可能。若不慮及形狀之變異，使一平面之面積相等，則此事頗爲簡單。例如，一長方形之邊爲一吋及四吋者，其面積與一每邊長二吋之正方形相等。再二平行四邊形在同底及介於相同之平行綫之間者，其面積亦相等。由簡單之計算，可作一圓，其所圍之面積可與一圓球之面積相等。相同之例，均可列舉，惟此處已足以說明僅保持面積並非難事。

正變形（orthomorphism）之性質殊較難解。苟一圖在其形狀之各方面均能正確，則此圖必爲正確之圖。但此點實不可能，故此詞殊易引起誤解。實際上，正變形僅適用於小面積之中。在理論上，此法僅能適用

於點，然苟如此精細區別，則吾人於此可毋庸討論。為欲保持形狀起見，必須注意二點：(1)地球上之經綫及緯綫均相交成直角，故在正變形之投影地圖上，亦必如此。(2)在任何一點，其各方面之縮尺均相同，但此點與彼點間則可不同。

Hinks 君於其“地圖投影法”一書中舉正變形之例，如第一圖所示。

設 A 代表沿子午綫上之一狹條地區，由緯綫 X 分爲二等分。此狹條依正變形表示爲 B 及 C。在各圖式中，其角均仍爲直角，在任何各點如 X，其沿緯綫及經綫之縮尺均同等歪誤。但 C 式較 B 式爲佳，其中之經綫爲直綫，而 B 式中則否。



第一圖 示正變形 (採自 Hinks 君)

縮尺之問題在下章中再詳爲討論。在此吾人可解釋縮尺乃地圖與實地之比例。再者，使縮尺正確於一圖之全部分，雖不可能；但使經綫正確，或緯綫正確，或某數經綫或緯綫之正確，則頗爲可能也。

保持方向或方位之正確常爲重要之事，尤於航海爲然。在此處固不能將此問題全部討論，但簡言之，即最簡單之圖式爲保持自地圖中心之方向之正確。當地圖之中心與南北極相符合時，其方位角 (azimuths) 即與經綫相符合。此種特殊應用之謀開托航海圖 (Mercator Chart) 在第十章中討論之。

最後，吾人必須考慮投影法之實際繪畫。同時亦須研究地圖網中所需要之計算方法。若其他之條件相等時，則所需要最少計算及最易繪畫之投影法選作特殊地圖時當較複雜者爲適宜。此種計算並非繪圖者所

研究之事，實為數學者之工作。顯然繪畫直線及圓弧較複雜曲綫為易。然在實用上，此種意見之理論並不確當，因多種較複雜之投影法，繪畫時不僅美觀，同時更可適用於所描畫之國家。第七章中將進而討論之。

第二章

投影圖法之系統

由作圖學之意義言，‘投影法’之字語並不必須包含透視的或‘幾何學的’投影法。依吾人之目的言，此字語乃指一平面上任何事物之表示方法。吾人所研究者，即將地球上之平行綫圈及子午綫描繪於一平面上之不同方法也。

試先由吾人討論一簡單之例式。設想於球體之中心有一光體，再設此光體可能射出子午綫及平行圈之影，或大洲及大洋之形狀於一平面紙上。爲簡單起見，吾人可假定一紙接觸於地球之北極。吾人即可發現子午綫投射成爲直綫，平行圈則成圓圈。但在地球面上，緯度之平行圈間之距離爲相等者，在吾人之投影中，其距離則自中心向外逐漸增加。

若移動光綫或紙之位置，則圖上之影必大爲改變。例如，吾人可置光於南極，而置平面於平分球體處，即在赤道之平面中。〔註一〕再者，此平面可使接觸於除北極之外之任何點。然則，方吾人投射地球之形狀爲陰影時，吾人即可得在一平面上之數種透視的或幾何的投影法。

由此法作於一平面上之投影法，稱之爲方位圖法（Zenithal or Azimuthal Projection）一方位角（Azimuth）即真正之方向。在任何方位圖法中，自中心處之方向均係正確者。吾人已言及，平面可不必接於地球之兩極上。彼可接於赤道上之一點或在赤道與兩極之間。此三種圖式可名之爲正軸圖式（Normal 即極圖法）赤道圖式（Equatorial）及斜軸圖式（Oblique）。

以上吾人僅論述透視方位圖法（Perspective zenithal projection）。但此僅就投影法之嚴格之字義上而言，固未能引爲滿足。爲求保持面積之正確或距離之保持，修正圖法即以產生。關於修正圖法之性質在他處均有論及，但此處可言，此修正式或非透視式頗爲重要，亦如透視圖法之圖式然，可分正軸圖式，赤道圖式及斜軸圖式。

〔註一〕 在此種圖式中，其影乃係“倒射”於平面上者。