

全国測繪科学技术經驗交流会

技 术 資 料

第 一 冊

中华人民共和国大地图集 地图投影的选择和設計

測 繪 出 版 社

目 录

中华人民共和国大地图集地图投影的选择和設計

一、前言	1
二、选择地图投影的一般原则	1
三、关于世界地图投影的选择和設計	8
1. 世界政治区划图	9
2. 世界人口密度图	23
3. 世界交通图	24
四、关于半球地图投影的选择和設計	25
1. 东西半球地图	25
2. 水陆半球地图	29
3. 南北极地图	30
五、关于亚洲地图投影的选择和設計	33
1. 亚洲地势图	39
2. 亚洲政区交通图	40
3. 东南亚地势图	40
六、关于中国全图投影的选择和設計	41
1. 中国政区图	41
2. 中国地势图	54
3. 中国地质图, 中国古地理图, 中国大地构造图, 中国地磁重力图, 中国水文地质图, 中国第四纪沉积物分布图, 中国地貌成因类型与地貌区域图, 中国气候图, 中国陆地水文与水文区域图, 中国土壤图, 中国植被图, 中国动物地理图, 中国自然区域图和中国人口图	55
4. 中国地区的风速与风向图	55
七、关于中国分区地图投影的选择和設計	55

中华人民共和国大地图集

地图投影的选择和设计

中国人民解放军测绘学院制图系

选择和设计者 吳忠性

計算者：吳忠性、高俊、刘光运、祝国瑞、王泉潤、万文襄、
郭善文、崔浚沄、袁 鈞、李振木

一、前 言

为了供应各事业部門、科学研究机构教育單位的迫切需要，并反映我国解放以来制图技术的进步及其科学成就，中华人民共和国大地图集的編制即將着手，这对于从事制图工作者來說是一件振奋人心的大事。本文的目的是为編制此項地图在数学基础方面的設計提供一点参考意見。意見可能很不成熟，旨在拋磚引玉，借以引起国内学者的重視，以便得到更好的結果。

在書写此文时，国家大地图集尚未定案，因而有些內容現在尚不能确定，尤其在中国普通地理图的分幅方面，意見尚未集中，故本文仅就我們認為基本上可以固定的一些地图应用的投影，提出初步方案，希望同志們閱讀之后，加以指正。

二、选择地图投影的一般原則

地图投影是地图的数学基础，地图数学基础的好坏，將影响地图的精度，影响地图的使用价值。犹如盖房子一样，基础未打好，結構未設計妥当，將影响整个建筑物的質量。所以制作某种地图，选择某种投影是一件非常重要而复杂的任务。尤其是目前投影种类繁多，更增加这个任务的复杂性，但也提供一个有利条件，有可能选出最适合某一地区某种用途地图所要求最好的投影。

選擇地圖投影，必須考慮一些技術上的要求。如對這些要求都能估計到。研究其中哪些要求起主導作用。必須加以特別注意，同時在不影響主要要求下，兼顧其他方面，就能很好的完成這一任務。

技術上主要要求有：

- (1) 地圖的性質，即地圖的主旨何在，
- (2) 制圖區域的形狀和地理位置，
- (3) 制圖區域面積的大小及地圖比例尺，
- (4) 讀者對象及地圖使用方式，
- (5) 對於該圖投影的特殊要求（如經緯線的一般形狀，地圖配置，圖廓範圍及該圖在成套地圖中的地位等）。

在考慮上述要求時，必須注意這樣一個原則：“地球面任何一部分描寫於圖上之最有利的投影，是在描寫境界線上比例尺保持為同一數值的投影”^①，因此，選擇具有較小的變形及其在制圖區域內變形分布最均勻的投影，在應用上是最適宜的。

現將上述要求對投影選擇的影響，簡要的分別說明如下：

1. 地圖的性質對投影選擇的影響

選擇地圖投影，首先要注意地圖的性質，即地圖的主旨何在。是屬於什麼性質內容的地圖，明確了這個要求之後，即可考慮按投影的變形性質，採用哪一類投影。如經濟地圖一般多採用等積投影，因為這種地圖多用以表示經濟要素面積的分布情況，希望圖上對這些要素的輪廓面積能有正確的對比。當然，採用這種投影角度變形一定比較顯著，長度變化可能也比較大，但這對於這種地圖來說，不是主要的。關係不大，故可忽視之，但也可以考慮兼顧後二種變形採用一種面積變形不大的投影。其他如行政區劃圖、人口密度圖及需要強調面積比較正確的地圖，都可採用此類投影。

又在航海圖、航空圖或軍用地形圖一般多採用等角投影，因為它能比較正確地表示風向和海流的流向，且在小面積內點與點之間的關係沒有角度變形，故可保持圖形與實地相似。這對於實地使用地圖有

① 這是俄國著名數學家П. П. 契比雪夫所提出來的。

很大的方便。

又如教学地图一般多采用任意投影，因为这种地图对于各种变形的大小一般要求不太严格，而有时需要明确显示地理概念。如苏联在教学地图中常用透视圆柱投影表示她的国土。这样既可减小纬线的曲率且亦可正确显示她与北极的关系。

其他如普通地理图对于各种变形都有同等重要的意义。故常采用等距离投影，或者采用其他各种变形都不大的投影。因为这种地图既要比较各种不同物体的面积，又要研究陆地的境界线、海岸线、河流、道路及通讯线的长度，并且还要注意地貌各要素的形态和物体的方向等。

另在一些特种地图中有时为了利用某一投影的特性，虽然这种投影其他变形很大而常采用这种投影。如中心透视投影由于大圆投影成直线，故在海图中常用以决定正航线的方向。又如等距离方位投影由中心点至各方向的方位和距离都正确。故常用以决定某一航空站至各地的飞行半径及其方向。再如时区图常用任意或等角圆柱投影制成，即因其经线投影成平行直线，对于划分时区有很大的方便。

总之，根据地图的性质，基本上可以确定按投影的变形性质采用某一类投影。当然这不是唯一标准，有时也不见得都是如此。如普通地理图亦有采用等角投影作为它的数学基础。必须联系其他要求，整个来看，方可得到更好的结论。

2. 制图区域的形状和地理位置对投影选择的影响

制图区域的形状和地理位置对投影选择的影响，主要的是告诉我们应当按投影的经纬线形状分类采用那一类投影。是采用圆锥投影呢？圆柱投影呢？方位投影呢？还是其他投影呢？研究的方法要使等变形线基本上符合于描写区域的概略轮廓。以便减小图上变形，亦即如前所述：地球面任何一部分描写于图上之最有利的投影，是在描写境界线上比例尺保持为同一数值的投影。因此圆形地区一般多采用方位投影，如在两极附近则采用正方位投影，在中等纬度地区采用斜方位投影（如欧亚大陆或北美洲等地图），以赤道为中心的地区采用横方位投影（如东西半球或大洋洲等地图），其理由即因这种投影比例尺的变化

是以圍繞投影中心的等高圈的大小而不同的，故能符合上述要求。

又在中等緯度东西延伸的地区。一般多采用正圓錐投影，如中国地形、苏联地形多适合这种投影，亦即由于正圓錐投影比例尺的变化是随緯度的高低而不同的。不依經度的增加而增大。故能保持上下邊綫的比例尺基本一致，且东西任意延伸，变形也不会增大。

当制图地区在赤道附近，或沿赤道兩側东西延伸。如象印度尼西亚这样的国家，則宜采用正圓柱投影。其理由亦即这种投影等变綫是和緯綫的方向一致。

又在沿南北方向延伸的地区，一般可采用橫圓柱投影或多圓錐投影。如南美智利国家，美国东西海岸附近，多适宜这两种投影。前者是因等变綫与子午綫的方向一致，后者則由于在中央子午綫的兩側变形較小。但在具体应用上后一种更較适合于南北狹長的地区。

如系任意沿斜方向延伸的地区，常多采用斜圓柱或斜圓錐投影。如斯堪的那維亞半島，或者象苏联远东地区，这样亦可使投影的变形較小且分布比較均匀，但斜圓柱投影比斜圓錐投影应用更为廣泛。

在世界全图中希望某种投影的等变形綫与它的形狀一致則比較困难，但也可以概略地找出一些投影符合这个要求，如一些伪圓柱投影或改良的多圓錐投影。

以上主要系就大面积小比例尺地图而言，如在小面积大比例尺地图的地区，則可不必严格按照这个要求，因为在小面积內各种投影的变形都是很小的。

3. 制图区域面积的大小及地图比例尺对投影选择的影响。

制图区域面积的大小对投影选择的影响主要表现在因面积的增大使投影选择更为复杂化，需要考虑的投影种类更多，且須更多联系其他方面的要求，方能作出决定。如前所述，在小面积內（指一幅地图所代表的面积）大比例尺地图就不需要更多考虑到制图区域的形狀和地理位置的特点，按六度分帶的高斯-克呂格投影在各个国家都可以适用。又按梯形分幅的多面体投影亦可廣泛应用于各地。当然这不是說只有这两种投影則可以应用，其意思是一个国家的基本地形图一經决定采用某种投影，非不得已是不輕易改变的，故在这方面可不必作更多。

的考虑。

代表一个国家整个领土的地图，应用投影也不是那样太复杂。如苏联地图多采用圆锥投影或透视斜圆柱投影。中国地图多采用圆锥投影或斜方位投影，但也不能只固定在这几个投影中去想。最好是連同描写区域的形状和地理位置的要求从更多的投影中加以推敲。

随着地图代表面积的扩大，如大陆图、大洋图、世界图或某一較大的局部地区的地图，选择投影就并不是太简单了，如世界地图有許多伪圆柱投影，改良多圆锥投影和圆柱投影可以应用。某一大陆也是那样，如欧洲地图可以采用彭納投影、斜方位投影，甚至圆锥投影也可以考虑。北美洲大陆也可以采用斜方位投影、彭納投影，或者斜圆柱投影。这时一定要根据地图的性质、形状的特点，讀者对象，使用的方式，以及所显示的变形的分布情况一起加以考虑，有时还要照顧到經緯綫形状的特点、地图的配置等。

描写区域面积的大小也影响地图比例尺的选择。甚至在幅面最大的地图集中，世界地图的比例尺可能只是1:45 000 000—1:50 000 000，各大陆地图的比例尺可能只是1:20 000 000—1:25 000 000，中国全图的比例尺可能只是1:800 000—1:10 000 000，如再大則就很难裝訂且也不便在桌上使用了。即使是掛图，如面积过大，比例尺也受到一定限制，如中国全图的掛图的比例尺一般是1:2500 000—1:4000 000比較合适，如用1:1 500 000比例尺的大掛图則閱讀就不方便了。

最后还要說明，有些投影只能适合小比例尺地图，另一些投影只能应用于大比例尺地图。如伪圆柱投影或是双圆投影中的格灵登投影一般只可以編制小比例尺的世界地图。如用它来編制一国或更小面积地区的地图，則就很不恰当，另一方面，如高斯-克呂格投影或多面体投影也就只能用于大比例尺地图。其所以如此是因受投影本身条件所限制。

4. 讀者对象及地图使用方式对投影选择的影响

地图是人們了解自然面貌的一种工具，是供廣大人民使用的，是为全民服务的。但由于各界人民文化水平有所不同，并且使用地图的要

求程度也不一致，故在地图制作上应有詳簡或偏重在某一方面的区别，这不但应表现在地图内容上，而且对地图数学基础亦应注意这个要求。

供小学或中学低年级学生用的地图数学基础，最好采用緯綫曲率較小的經緯綫网，使其略近于地球仪上代表經緯綫的形狀，以便学生树立明确的地理概念，否則学生常把图的上下与南北混为一談，因而发生不必要的錯觉。如苏联在制其本国領土的教学地图，常用斜透視圓柱投影而不用圓錐投影即是这个緣故。

又制作大洋、半球和世界的教学地图，最好采用对称于赤道的經緯綫网，以便位于南北半球物体的图形相应于地面上的位置能有正确的概念，并且要使图形完整，中間无裂縫并尽可能避免地区的重复，使学生正确了解各地区之間的关系，但在世界地理发现图、世界交通图、世界洋流和气候图則必須使經緯綫网沿赤道的方向向左右延伸，这样才可表示出各大洋之間的通路和海水的运动方向。

如系大学生或有較高文化修养的人用的地图，則須提高地图数学基础的精度，亦即尽量减小投影的变形，以便其能在图上进行各种量測和比較工作。至于因緯綫曲率較大易使南北方向发生模糊，或者图上某一地区重复出現(如世界地图)，甚至图有裂开現象(如古特分瓣方法)，对他們說来都不是太要紧的。因为他們有这种判別能力。

供科学研究或其他参考用的地图，由于用图者的讀图能力更高，沒有必要強調这些了，应当尽量要求提高地图数学基础的精度，并符合地图的主旨而选择最好的投影。

供專門工程技術人員或軍事方面用以指揮作战的地图，他們对于地图数学基础的精度要求更高，常希望誤差不超过千分之几或万分之几，为此常采用分帶投影方法或一块一块的單独投影(如多面体投影)。或者在投影常数的选择方面更加注意，用以提高地图的精度。在必要时有时还要加繪其他地图数学綫，如坐标网或方向綫等，俾能更好的符合地图的要求。

至于地图使用方式对投影选择的影响，是指牆上掛图与桌上用图有时选择投影应有区别。牆上掛图一般不容許“斜向”割开(即图中中央經綫与矩形图廓的縱边方向不一致)，因而增加讀图的不便(須要从

側面看圖),但桌上用圖為了遷就地形減小幅面且使投影變形較小,有時可以允許這樣做,當讀圖時可將圖扭轉一個方向來看,也就可以了。由於兩者作法要求不同,影響圖幅範圍所包括的面積及其形狀,當然選擇投影也就有差別了。

5. 對於該圖投影的特殊要求對投影選擇的影響

選擇地圖投影,不僅要注意它的變形,而且有時還要考慮它的特殊要求。如要求經緯綫能有某種形狀,地圖如何配置,圖廓大小限制在某一個範圍內,以及該圖必須與成套地圖的投影取得一致等。

關於經緯綫形狀的特殊要求,我們在前面已經提到了,如教學地圖或普通用圖中的世界地圖或半球地圖一般要求經緯綫形狀對稱於赤道,北極投影成點狀,時區圖要求經綫成平行直綫。另一些地圖如書中插圖或書的封面圖有時要求經緯綫網組成球狀,增加它與實際近似的球形感。但在滿足這樣要求時,往往引起變形的增大。如在緯綫曲率小的蘇聯地圖上,有時面積的變形要比正圓錐投影大好几倍,保持經緯綫網對稱於赤道的世界圖,常常引起大陸地區角度變形增大到幾十度,而面積變形比制圖網不對稱於赤道的增大到百分之幾十。

地圖的配置對投影選擇的影響,是指有些地圖不但要描繪制圖區域本身的陸地和水域,有時還要考慮它的隣近地區具有重要意義的地点。如制中國東北地區圖,有時不得不將北京天津平壤海參崴及其他具有戰略或有特別交通意義的地点繪制在內,這樣將影響制圖區域的範圍,因而選擇投影也就不能不另行考慮了。又編制某種地圖有時為了縮小圖幅面積,或者更好說明本圖地區與隣近地域的關係,需要配置某種插圖。如制中國大陸全圖,往往將南海諸島附以插圖,而不繪在正圖內,編制台灣地圖常將台灣與浙閩沿海之間的關係繪入圖中或附以插圖,這樣圖幅範圍變了,區域的形狀和位置也就有所不同了,根據前項要求,投影選擇也應有所差別。

其次,為了保持規定的地圖尺寸和普通比例尺,除了改變圖形配置方式以外,有時不得不考慮在這樣投影常數時,能使描繪圖形壓縮或拉長,或取中心點或中心綫的局部比例尺不等於一,而採取小於一或大於一(實際上採取大於一的數值是很少的),以便將整個圖形縮小

或放大。

又選擇成套地圖中各圖所需要的投影，不僅要注意滿足每一幅地圖中單獨提出的要求，同時還要注意便於進行成套地圖中各種不同地圖的內容的比較，要關心這些地圖的協同使用。如選擇各大陸自然地理圖：地殼構造圖，地貌形態圖，地質圖和土壤圖可以共同採用等面積或面積變形不大的方位投影，又如對於各大陸的社會政治經濟圖：政治行政圖，工業圖，農業圖，民族分布圖和人口密度圖亦可以採取共同的投影。當然這不是主要的唯一的要求，是在不影響其他要求下才可以這樣做。同時，必須是性質相同的地圖才需要進行比較或協同使用。假如地圖的性質不同，也就沒有必要考慮這些問題了。

以上的簡短說明，並未能將影響投影選擇的所有問題都談到，但根據這些原則進行投影選擇，也就基本上有所依據了。總之，投影選擇是一項科學研究工作，必須精通地圖投影原理和十分熟習地圖使用要求，方能出色地完成此項任務。

三、關於世界地圖投影的選擇和設計

應用於世界地圖的投影，歸納起來，約有三類，一為正圓柱投影，一為偽圓柱投影，一為蘇聯中央測繪科學研究所所擬的多圓錐投影。其他亦有應用到雙圓投影，如格靈登投影，及少數由其他投影派生的投影。如愛托夫-漢麥爾投影。但總的趨勢以前三類投影為最多，在這三類投影中，從歷史發展來看，最初多用正圓柱投影，以後逐漸為偽圓柱投影所代替，近年來更多應用蘇聯中央測繪科學研究所的多圓錐投影，但這不是說現在製作世界地圖都用多圓錐投影，前面兩類或其他投影已不再用了，並且有些地圖必須應用前面兩類或其他投影，如編世界時區劃分圖則以正圓柱投影為最好，因為它使經綫投影成平行直綫，對於劃分時區有很大的方便，又格靈登投影在本世紀四十年代初期還常採用，只不過說在一般情況下是如此而已。為什麼目前編制世界地圖在一般情況下多不用正圓柱投影呢？因為正圓柱投影經緯綫投影成彼此正交的平行直綫，且各緯綫投影都一樣長。故緯度愈高緯綫擴張愈大，如系等積投影在中等緯度以上的地區勢必使經綫縮

小很多,方能保持等积的关系。又如系等角投影則又因經緯綫的伸長按同一比例扩展。致使經綫在中等緯度以上的地区亦放長很多,即使是等距离圓柱投影或其他圓柱投影亦不易使实地与图上在这些地区发生正确的对比关系。故应用这类投影編制世界地图在高緯度的地区很难得到正确的地理概念,不是形狀偏畸很大,就是面积增大很多。至于伪圓柱投影虽然緯綫也系平行的直綫。但由于經綫系由兩側向中部弯曲的曲綫,故可使緯綫擴張較小或保持原有的長度,因而就有可能在上述地区保持比較正确的关系。然而伪圓柱投影又由于緯綫的平行的直綫而經綫系离中央經綫愈远弯曲較大的曲綫,致使兩側經緯綫的交角与实地相差較多(实地上經緯綫是正交的)。因而也就影响在这部分的地区形狀有較大的偏畸。为了补救这个缺点,曾使兩极投影不成一点而成极綫的許多伪圓柱投影,另外在本世紀的初期又創造了分裂图法(即古特分瓣方法)。使赤道保持連接而將大洋或大陆裂开,而將各个大陆或大洋各用一个中央經綫,用某种伪圓柱投影或在某一緯綫上用兩种投影合制成世界地图,但前一种方法由于极地拉得過長,使高緯度地区形狀变形較大,后一种方法又使世界整个形势割裂,所以这两种办法也不是很好的方法。正由于这种緣故,为了获得比較滿意的世界地图的投影,苏联近二十年来創制了許多滿足世界地图要求的多圓錐投影或改良多圓錐投影,多圓錐投影的特点經緯綫都系弯曲的曲綫,具有球形感,故可減少伪圓柱投影經緯綫交角与实地相差較大的缺点,且亦能保持上述兩类投影与赤道对称的关系,故这类投影在現在說来不失为一种編制世界地图較好的投影,当然格灵登投影或麦托夫-汉麦尔投影經緯綫亦系弯曲的曲綫,亦有球体感。然而这种投影变形都比多圓錐投影大,所以亦不宜采用。下面根据本图集設計方案所規定的世界地图的性質并参考变形的大小,具体分析采用哪种多圓錐投影或其他投影。

1. 世界政治区划图

世界政治区划图就地理上要求來說,是为了了解各国疆域輪廓形狀和面积的对比关系,因此需要面积变形不大而輪廓形狀亦不太偏畸

的某种投影，根据这种情况，笔者认为以下几种投影可以考虑。

(1) 苏联中央測繪科学研究所1950年所拟的多圓錐投影。这种投影就变形性質來說，是介于等积投影与等角投影之間的一种投影，但更接近于前者，它比格灵登投影面积变形要小得多，陆地大部分的面积变形不超过50—60%，在中心点上面积变形为-18%，沿赤道的長度比 $N=0.823$ ， 60° 的緯綫長度比 $N=1.17$ ， 80° 緯綫長度比 $N=2.43$ ，經綫放大更小，在主要图形范圍內，即有人烟的大陆部分角度变形不超过 60° ，几个主要大陆，如亞洲、欧洲、南北美洲、非洲和大洋洲都有比較好的面积对比关系。形状变形亦不太大，亞洲、欧洲和北美洲等南部，以及南美洲，非洲和大洋洲的整个图形具有更好的結果。如取中央經綫的經度为 30° 或 40° ，可使全球图形容納在一个矩形图廓的范圍內，兩极图上不能表示，这种投影苏联曾用以編制許多世界地图，包括世界行政区划图。其詳細的变形情况，如图1、图2所示。

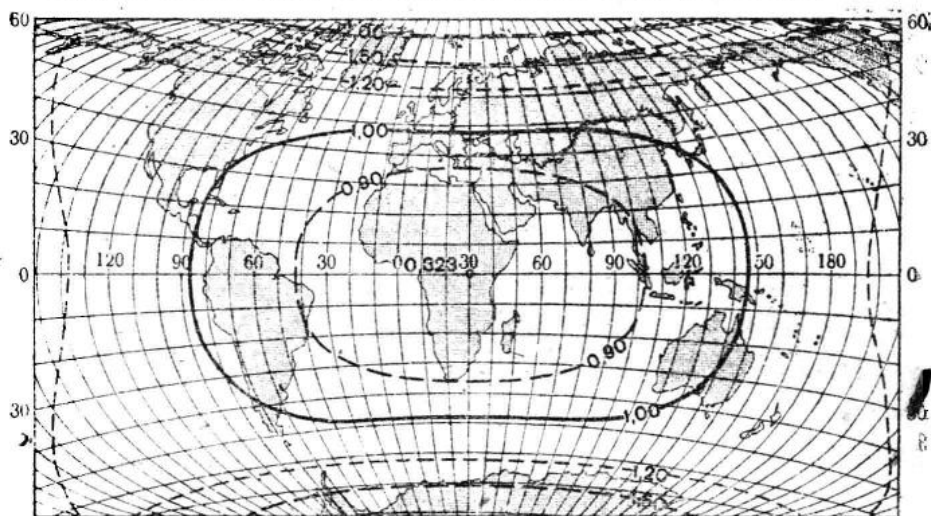


图1. 苏联中央測繪科学研究所1950年所拟多圓錐投影面积变形的等变形綫

(2) 苏联中央測繪科学研究所为大百科全图中世界地图所拟的多圓錐投影。这种投影按变形性質來說，亦是介于等积投影与等角投影之間的一种投影，但更接近于后者，即角度变形比前一投影要小，而面积变形比前一投影来得大，在有人烟大陆的地区，面积变形在

150%以內，投影中心面积变形为-17%，除北美洲的西部外，角度变形都未超过 40° ，沿赤道的长度比 $N=0.83$ ， 60° 的緯綫 $N=1.22$ ， 80° 的緯綫 $N=2.36$ ，但經綫比前一投影放大要多得多，因此，这种投影各国面积的对比关系比前一投影要差一些，外部輪廓形状虽然角度变形要

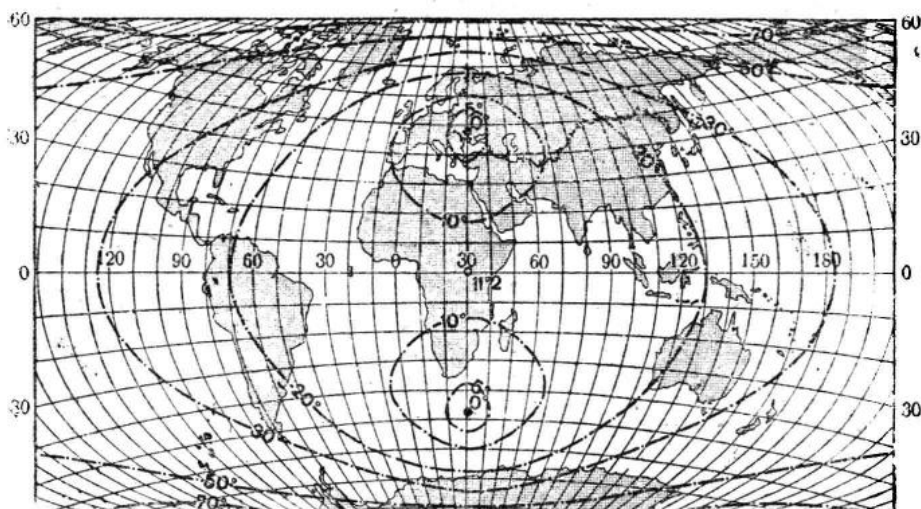


图 2. 苏联中央測繪科学研究所1950年所拟多圓錐投影角度变形的等变形綫

表 1

苏联中央測繪科学研究所1950年所拟多圓錐投影的經緯綫長度比

ϕ	λ_{rp} λ	$+30^\circ$ 0°	$+60^\circ$ 30°	$+90^\circ$ 60°	$+120^\circ$ 90°	$+150^\circ$ 120°	$\pm 180^\circ$ 150°	-150° 180°	-120° 210°	-90° 240°
0°	n	m								
	0.82	1.00	1.02	1.06	1.14	1.24	1.38	1.54		
$+20^\circ$	0.84	1.00	1.02	1.06	1.13	1.23	1.35	1.50		
$+40^\circ$	0.93	1.00	1.01	1.05	1.12	1.21	1.30	1.43		
$+60^\circ$	1.17	1.00	1.02	1.06	1.12	1.20	1.32	1.43	1.55	1.69
$+70^\circ$	1.49	1.00	1.05	1.08	1.16	1.26	1.40	1.55	1.71	1.73
$+80^\circ$	2.43	1.00	1.03	1.12	1.26	1.43	1.63	1.83	2.07	

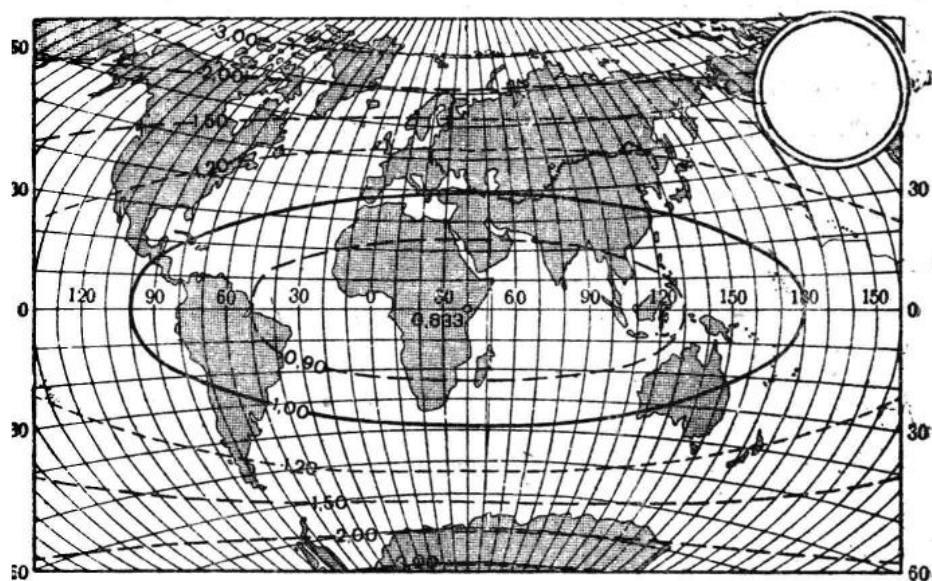


图 3. 苏联中央測繪科学研究所为大百科全书中世界地图所拟多圓錐投影面积变形的等变形綫

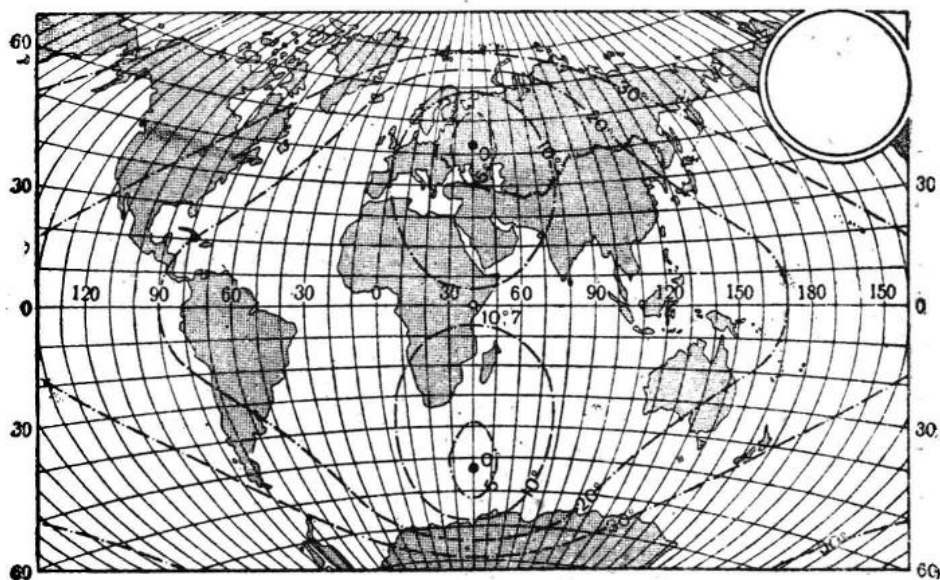


图 4. 苏联中央測繪科学研究所为大百科全书中世界地图所拟多圓錐投影角度变形的等变形綫

小些，但因經綫放大較多，比前一投影亦不好些。如取中央經綫的經度為 $+40^\circ$ ，則可將整個全球的圖形容納在一個矩形的圖廓內，兩極在圖上亦不能表示，這種投影在蘇聯大百科全書中曾用以制作許多世界地圖，其中亦包括政治區劃圖，其詳細的變形情況如圖3，圖4所示。

表 2

蘇聯中央測繪科學研究所為大百科全書中世界地圖所擬多圓錐投影
的經綫長度比

φ	λ_{rp} λ	$+30^\circ$ 0°	$+60^\circ$ 30°	$+90^\circ$ 60°	$+120^\circ$ 90°	$+150^\circ$ 120°	$+180^\circ$ 150°	-150° 180°	-120° 210°	-90° 240°
0°		m								
		0.83	1.00	1.01	1.04	1.09	1.16	1.24	1.35	
$+20^\circ$		0.86	1.02	1.03	1.06	1.12	1.19	1.28	1.40	
$+40^\circ$		0.96	1.06	1.08	1.13	1.20	1.30	1.42	1.57	1.73
$+60^\circ$		1.22	1.15	1.18	1.25	1.36	1.51	1.68	1.88	2.08
$+70^\circ$		1.52	1.20	1.23	1.33	1.47	1.66	1.86	2.10	2.34
$+80^\circ$		2.36	1.56	1.3	1.43	1.61	1.83	2.08	2.36	2.64

(3) 蘇聯中央測繪科學研究所1939—1949年所擬的多圓錐投影。這種投影按變形性質來說，亦介於等角投影與等積投影之間的一種投影，但比前面兩種投影則較適中，兩極描寫為曲綫。在有人煙大陸範圍內，面積變形由-1%到66%，角度變形由 0° — 50° ，沿赤道的長度比 $N=0.90$ ， 60° 的經綫 $N=1.08$ ， 80° 的經綫 $N=1.98$ ，經綫放大在低緯度的地區比第一種投影還小，但在高緯度地區比它大，即這種投影面積的對比關係接近於第一種投影，輪廓形狀亦較好。如取 $+10^\circ$ 為中央經綫的經度可將整個全球的圖形容納在一個橢圓形的圖廓內，這個投影蘇聯曾用於編制中學教師地理圖集中的一組世界地理圖，其詳細的變形情況，如圖5，6所示。

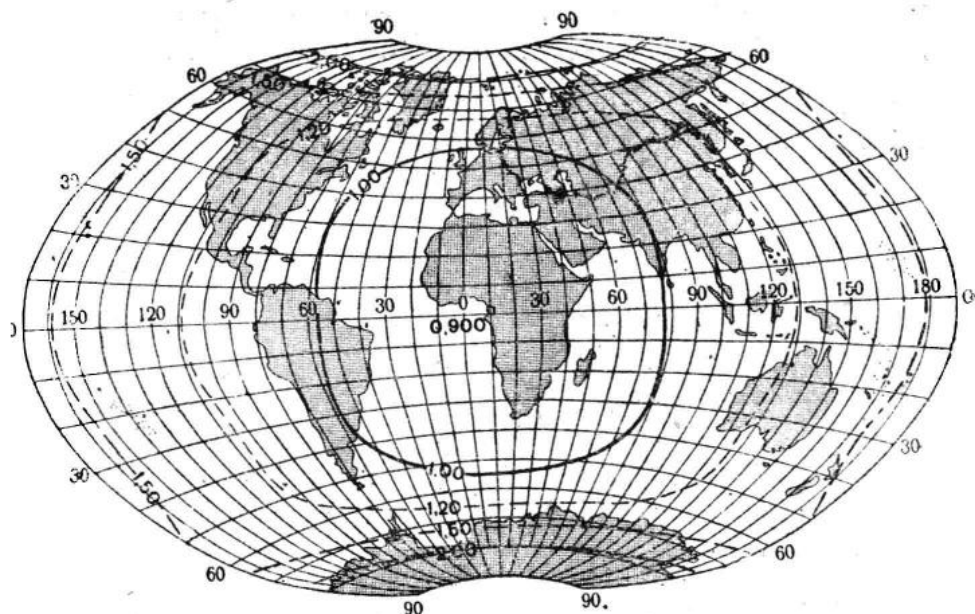


图 5. 苏联中央测绘科学研究所1939—1949年所拟多圆锥投影面积变形的等变形线

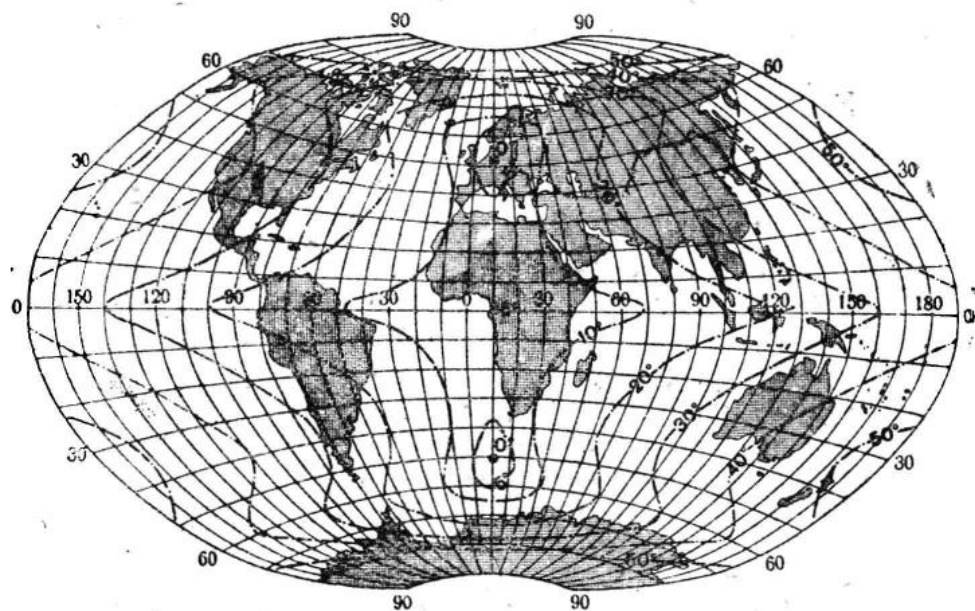


图 6. 苏联中央测绘科学研究所1939—1949年所拟多圆锥投影角度变形的等变形线

苏联中央測繪科学研究所1939—1949年所拟多圓錐投影
的經緯綫長度比

φ	λ_{rp} λ	$+10^\circ$ 0°	$+40^\circ$ 3°	$+70^\circ$ 60°	$+100^\circ$ 90°	$+130^\circ$ 120°	$+160^\circ$ 150°	-170° 180°
0°	n	m						
	0.90	1.00	1.02	1.08	1.19	1.34	1.53	1.76
$+20^\circ$	0.90	1.00	1.04	1.12	1.26	1.45	1.68	1.94
$+40^\circ$	0.92	1.00	1.04	1.14	1.29	1.48	1.71	1.97
$+60^\circ$	1.08	1.00	1.02	1.09	1.18	1.31	1.47	1.64
$+70^\circ$	1.33	1.00	1.02	1.11	1.25	1.41	1.57	1.71
$+80^\circ$	1.98	1.00	1.06	1.23	1.46	1.73	2.01	2.39

(4) 苏联中央測繪科学研究所1954年所拟的多圓錐投影。这个投影按变形性質來說，只介于等角投影与等积投影之間的一种投影，在大陆的范围內（南极洲除外），面积的变形：在投影中心点上为-17.1%，到北冰洋岸边为120%，角度变形在上述相应地区由 $10^\circ.2$ 到 25° ，但在中央經綫上緯度 $\pm 48^\circ$ 处沒有角度变形，中心点的長度比 $N = 0.829$ ，如取中央經綫的經度为 $+50^\circ$ ，則可使全球图形容納在一个矩形图廓內，如將赤道延伸到 440° 并可使全部大洋无裂縫的连接起来，但兩极图上不能表示，其詳細变形情况如图7，图8所示。

(5) 卡夫拉依斯基伪圓柱橢圓投影。这个投影按变形性質來說，亦介于等角投影与面积投影之間的一种投影，但更接近于后者，在中央經綫上和緯度 $\varphi = \pm 35^\circ 32'$ 的兩条經綫上長度保持不变，所有緯綫都是等分的，距中央經綫經差为 $\pm 120^\circ$ 的經綫描写为一圓弧，其余經綫描写为橢圓，极描写成等于赤道長的一半的直綫，面积变形