

## 鳥瞰圖的投影和透視

刘 迪 生

(北京大学地質地理系)

地圖是把地球表面的各种景象用科学方法概括化并縮繪在平面上，以便令人获得各景象分布的空間概念。

但地圖不是圖画，只有对地圖具有初步認識的人，才能閱讀它。因此，地圖的大众化、普及化也是地圖学家主要任务之一。近来我們看到不少地圖大众化的試尝，“中国地形鳥瞰圖”<sup>[1]</sup>就是其中之一。因此，我們想把这本圖集作为一个例子加以討論。

这本鳥瞰圖集的原作者对于地圖的大众化作了極宝贵的努力和鑽研。这圖集的編繪显示了作者的艺术天才，他創造性地把断塊圖(立体圖)、晕渲、分層設色三种方法結合起来表現地形。試看这圖集的“改造大自然的开始”、“天山南北”、“康藏高原”等幅，在构图、色調方面都是很美的，这种制圖学家兼艺术家的人材是难能可貴的。

我們知道地圖的編繪应当要求艺术性，缺乏艺术性就会使地圖的作用减低或达不到預期的目的。但在另一方面，我們也要求形式和內容的統一、艺术和科学的結合。地圖本身就是一种科学，它脫离科学是不可想像的。地圖的政治思想性是在地圖科学基础上反映出来的，而地圖編繪的艺术性也应在地圖科学的基础上显示出来。

在中国，地圖学还是个崭新的科学。这本圖集还是个試尝性的、創造性的工作。这本圖集是有成績的，它可以作为地形的参考讀物。但因为这是一个創作，缺点也在所不免。它的缺点已有人提出来了，个人認為它的缺点不在政治方面，而在其他方面。比如为了衬托地表的球面立体感，对于地圖投影和透視的处理問題。現在我們就要討論这个问题。

地圖立体感的显示，是地圖学家感到兴趣的一个問題。立体感的表現方法可用綫条符号法，比如地形类型圖法或地文圖解法，也可以用晕渲法。晕渲是利用光綫的明暗变化，表現地势起伏的，这种方法可以单独的使用，可以在等高綫上加晕渲，亦可以作成明暗的晕渲或明暗的等高綫。

依地圖的目的、用途和比例尺的不同，可适当地选择各种表現方法。而依上述不同条件可适当地选择不同的投影或透視作为基圖而进行描繪。普通可以在一般的地圖投影上应用上述方法来表現立体感；还有一种是应用透視的方法来表現立体感。前者虽然表現了立体感，但看起来很不自然，可是度量性很大。后者看起来很自然，但度量性

很小。这是有矛盾的。而“中国鳥瞰圖”是想使讀者像巨鷹一样，在高空远眺中国的錦綉山河，这就是透視的理想。

“中国地形鳥瞰圖”是由断塊圖、暈渲、分層設色三种方法結合起来表現地形的。一般断塊圖是一种利用透視方法描繪的圖解圖<sup>[2]</sup>，在它的上面所描繪的地形，能給讀者以立体感，很易被讀者所接受。如果描繪一小地区，把地面当作平面，問題很简单，应用普通的透視法即可。但描繪一大区域，以地面当作球面画上經緯綫，再加上分層設色和暈渲，则需要新的考虑和研究。

在这本鳥瞰圖集中，曾采用了正射投影(原作者称球形投影)，同时也采用了透視法。

普通透視法在投影几何上是中心投影，准确地說应为傾斜中心投影。利用这种方法描繪的景象形态是我們所喜爱的，比如利用这种方法所描繪的广大的田野、曲折的江河、崎嶇的山岭都是我們所習見的。

在文艺复兴时期，常用正射投影来描繪半球地圖，近来有些地圖学家用它来描繪全球地圖。这投影的优点是：若描繪一个大区域、全球或半球，借地形輪廓的变化形式或經緯綫排列的式样，即可在平面上看出球面来（在一小区域上是看不到这种效果的）。

正射投影和透視法都有它的优点，但結合在一起是否适当？效果如何則应提出商榷。

首先讓我們分析正射投影和透視法的本質：

可以作为鳥瞰圖的投影是透視的投影，这种投影在投影几何中有，在地圖投影中也有，很易混淆起来，必須加以分析。

在投影几何上是中心投影及其特例平行投影。中心投影是投影几何上一个名詞，它的定义是“空間任何一点 M 与一固定点 S 联成直綫或其延長綫上，被一平面所截，則此直綫与这平面的交点 M'，叫做 M 点的中心投影(錐投影或中心透視)<sup>[3]</sup>。如这一固定点位于無穷远，則中心投影即变为平行投影，因此平行投影可認為中心投影的特殊情况。

投影对象可以是一地物或一地形，也可以是一地球。若为一地球則必須加以研究：

投影方向綫(垂直于投影面中心的直綫)可以和地球的直徑或其延長綫一致，也可以不一致。前者可叫做垂直中心投影，后者可叫做傾斜中心投影；

垂直中心投影如水平航空像片，在一个不大的区域中，地物和地形的变形較小；但和我們的視覺經驗不同，閱讀时感到困难。为了結合生活經驗，使讀者获得一立体感的形态，傾斜中心投影是愜意的，比如傾斜航空像片即屬於此类，普通我們所指的透視就是这一种<sup>[4]</sup>。又依投影方向綫和基面所夹的角度大小，又可分为高傾斜和低傾斜。我們站在平地上或稍高的地上眺望就是低傾斜，普通的圖画或地景素描就屬於这一类。如果我們站在高处，向下作鳥瞰就是高傾斜。普通的鳥瞰圖就屬於这一类。

平行投影是中心投影的一种特例，投影方向綫可以和地球半徑或其延長綫上一致，

也可以不一致。前者可叫做垂直平行投影, 后者可叫做傾斜平行投影。这种平行投影常用于軸綫立体圖解<sup>[5]</sup>。

中心投影及其特例平行投影用之于描繪經緯綫网即变为地圖投影問題。

在地圖投影中, 上述投影即变为方位透視投影。在这种投影中, 简单地可以把地球仪当作地球看待。以綫透視原理, 从一点(視点)把它投影到平面上(画面), 視点可在地球仪直徑上, 或其延長綫上或在無穷远<sup>[7]</sup>, 即投影方向綫和地球直徑或其延長綫一致。在地圖投影上, 依視点距地球中心的远近而有各种名称。視点在地球直徑一端和無穷远之間的做法外心射投影, 視点在無穷远即光綫是平行的叫做正射投影。

因此可以說, 投影几何中的垂直中心投影和地圖投影中的外心射投影的原理一样, 投影几何中的垂直平行投影和地圖投影中的正射投影的原理一样, 而傾斜中心投影或傾斜平行投影則不屬於地圖投影中的方位投影。由此可知, 地圖投影中的正射投影和投影几何中的中心投影, 特別是傾斜中心投影是不同的, 它們是屬於两种体系的。再以变形橢圓来看, 它們也有很大的差异。傾斜中心投影的变形橢圓是: 长半徑和短半徑距觀者越远越小, 而高度是越远越低, 到地平綫它們都消失了。正射投影的变形橢圓是: 长半徑永远保持不变, 短半徑距投影中心越远越小。而高度在投影中心表現为一点, 距中心越远越接近真高。

总之, 中心投影和正射投影是屬於两个体系, 变形橢圓的变形和高度的变化是不同的。

“中国地形鳥瞰圖”的作者采用正射投影, 为了适合于視觉又牺牲投影的良好部分而利用其边缘部分。同时又在这投影上把弧形的剖面, 經過透視距离和透視角度的改变, 就产生距离远近的感觉<sup>1)</sup>。原作者并没有說明如何改变。不过, 从这本鳥瞰圖上可以清楚看出, 它是依傾斜中心投影改变的。但这里要注意, 这本鳥瞰圖的地圖投影是正射投影, 視点在無穷远; 而景象的距离和高度又依透視的傾斜中心投影的原則改变, 它們的視点距离不同, 投影的方向綫也不一致。并且它們的变形橢圓的变化和高度变化也不一致。現在这本鳥瞰圖集中却把它們混在一起, 这在科学上不对头, 在視觉上不自然。这是达不到預期的目的。

如果要統一起来, 可利用傾斜中心投影方法来描繪經緯綫, 同时也要采用与之相应的傾斜中心投影来描繪景象, 即可采用“越远越小”“越远越淡”的原則; 其次, 也可以采用正射投影来描繪經緯綫, 但描繪景象也要采用与之相应的垂直平行投影方法, 即不采用上述描繪景象的原則而采用“越高越暗”或“越高越淡”的原則。

在这本鳥瞰圖集中, 分層設色自高而低采用紅、棕而黃綠, 这是采用“越高越暗”或“越高越淡”的原則, 这是符合正射投影的要求的, 似不应在同級色層考虑透視距离的远

1) 陈述彭: 中国地形鳥瞰圖序言。

近,而呈濃淡的差別,因为这是傾斜中心投影“越远越淡”的原則。上述两种原則是不相同的,混在一起,处理景象时就会感到困难,特別在表現越远越高的山地。

附带在这里也談談經緯綫的描繪問題。經緯綫是为了确定方位而規定的一些綫,这些綫是假定在大地水准面上,实际上是在参考橢圓体上,而“中国地形鳥瞰圖”中的經緯綫是依自然表面的起伏甚至随森林的高低画成曲折的綫条。驟看起来,有些好像河流,这就失掉表現方法的正确性,因而使經緯綫沒有發生应有的作用。如果要利用經緯綫来表示方位或衬托球面,最好把地勢的垂直比例尺稍夸大些,經緯綫可以断續地画出,即仅画低处,高处不画,其实若垂直比例尺夸大得适当,都画成实綫也未尝不可。

### 参 考 文 献

- [1] 陈述彭:中国地形鳥瞰圖(中华書局), 1954。
- [2] Г.Н. Лионт: Картоведение, §47, 1948。
- [3] Н.А. Глаголев: Начертательная Геометрия, Глава I, 1953。
- [4] А.А. 包洛文金:地理和素描,第二編(刘迪生譯), 1952。
- [5] В.Н. 帕夫林諾夫:表示地質构造用的立体圖解(馬万鈞譯), 1955。
- [6] М.Д. Соловьев: Картографические проекции, §11, 1946。

## PROBLEM OF PROJECTION AND PERSPECTIVE IN PICTORIAL REPRESENTATION OF RELIEF IN MAP DRAWING

LIU TI-SHENG

*(Department of Geology and Geography, Peking University)*

(AN ABSTRACT)

The pictorial representation of the three dimensions of the earth surface has always been of special concern to cartographers. Several such drawings have already been published in China, among which "The bird's-eye-view atlas of the topography of China" produced by Mr. Chen Shu-peng is the outstanding one.

The technics employed in drawing this atlas are the combination of shading, layer tints and block diagram. Thus a more realistic effect is attained in the maps.

Methods of representing relief with three dimensional picture may be grouped under two categories: (1) The perspective drawing and (2) the pictorial representation. The atlas mentioned above belongs to the first type.

The author of this atlas applies orthographic projection as a base map and at the same time he takes perspective (oblique central projection) for representing relief. We know that orthographic projection and perspective (oblique central projection) are different in viewpoint. The combination of these two is not appropriate. Moreover, the author uses the principle of "the higher the darker" in layer shading for showing relief, simultaneously he makes use of the principle of "the farther the lighter" for showing the perspective. Evidently, these two systems are contradictory too.

The reviewer is of the opinion that in order to solve the problem, the oblique central projection may be used as map net, but the method of perspective shading must be adopted concordantly. The alternative is to use orthographic projection as a base map and to adopt the vertical parallel shading for relief representation.

Furthermore, the longitudes and latitudes in the atlas are drawn so as to follow the relief. Thus unsatisfactory results of zigzag lines are shown. The reviewer suggests that longitudes and latitudes may be drawn for lowlands and neglected for highlands. They may also be drawn in smooth solid lines, if the vertical scale of landscape representation is properly exaggerated.