

地形測量經驗小叢書

第四集

怎样測繪地貌



測 繪 出 版 社

地形測量經驗小叢書

第四集

怎樣測繪地貌

編者	測繪出版社
出版者	測繪出版社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可証出字第081號

發行者	新華書店
印刷者	天津市第一印刷廠

天津市和平區和平路377號

印數(京)1—6,000冊	1958年10月北京第1版
開本31"×43" 1/32	1958年10月第1次印刷
字數18,000字	印張 ¹⁵ / ₁₆
定價(8)0.10元	統一書號:T15039·204

編 者 的 話

本書提供了如何測繪好地貌的要領和方法，對於提高地形圖的測繪質量有重要的指導作用。“關於勾繪地貌象真的一些體會”這篇文章的作者，還特別結合我國的地形來敘述自己的經驗，這一點是十分重要的。

測繪好地貌且要求所繪的地貌與實地畢真，這是目前我國大中比例尺地形測繪工作中的薄弱環節。本書有助於讀者掌握地貌測繪的要領和方法。

目 录

1. 关于勾繪地貌“象真”的一些体会..... 1
2. 怎样正确选择地形点..... 6
3. 地貌測繪法..... 23

关于勾繪地貌“象真”的一些体会

李 鑫 山

(黄河勘察设计院測量总隊地形一隊)

一、等高綫的作用

等高綫是表示地貌起伏变化的最好方法。它只需用几根简单的曲綫就可以把地面上变化无穷的形狀表达出来。因此我們如何勾繪好等高綫，使它与实地一致、“象真”，并充分反映地貌上每一个細小的变化，是一个很重要的問題。

过去我們勾繪的地貌，一般都犯了均匀而异常圓滑的毛病，因此只能看出地形的大概形势，要在实地迅速判定方位及决定野外所站的地方在图上的位置，就不易办到了。自从掌握了苏联规范后，我們在勾繪技术上已大大提高了一步，基本上能达到苏联规范的要求。但是在象真的程度上，或多或少还存在些缺点。平板仪測量规范中对測图的基本要求，第一条就談到“要清晰易讀，能迅速判定方位”。我現在体会这一条很重要，特别是大比例尺測图，一般地物很少，全靠等高綫来判定方位时，勾繪等高綫的象真就尤屬必要了。

二、要随測随繪

測繪等高綫的方法，一般有“散点測法”（即根据已測

定的标点高来勾繪等高綫)及“等高測法”(即在实地上寻找与等高綫同高的地方立尺打点)。生产单位一般以散点法为主,有时在平坦地区亦采用等高測法。用散点測法勾繪等高綫,一般書刊上的叙述都是根据二个点的高度,用比例法来求得点間等高綫的位置。这是过去普遍采用的方法;施測碎部时在野外测定了很多的地形地貌点,展繪在图上,回到室内憑点按比例勾繪等高綫,这种等高綫在图上虽然非常均匀圓滑,但会漏繪很多地貌变化,因此与实地是不能象真的,亦是不可能象真的。这种图拿到我們水利工程上来用,精度是不夠的。因为地面上变化无穷,如果我們要按所有散点来表示地面上的一切变化,就得在每一个变化地方(根据測图比例尺)打点,这样就会影响生产效率。因此我們要設法少打点而仍能將地面上的一切变化(根据比例尺及需要)都表达出来,应練習“随測随繪”,亦就是根据点子的位置,参照实际地貌的变化勾繪等高綫,而不能光靠打点,平均按比例分配。当然一般均匀的坡度是可以按比例插入等高綫的。所以我們現在实测碎部时,一般都是測一点勾繪一点,这样来勾繪地貌可以使精度好,效率高,而且象真。

三、先繪地性綫

地性綫——即地面上明显的相关輪廓点,如山脊、山溝、梯田及台阶地的边緣、地貌变化处及大雨裂的边緣等等。勾繪等高綫时,首先应根据已测定的控制点,用很淡的鉛笔綫將地性綫連起来,然后再根据測定点的高度及地性綫来勾繪等高綫,这样勾出的綫,方向不会偏,精度好而象真。特別

是梯田及台阶地，如果不繪地性綫，往往会将梯田坎坡的等高綫繪在坎上或坎下，这样就降低了測图的质量。等高綫繪好后应将地性綫擦去，因此我們要把地性綫尽量勾得輕些，这样不去擦它，亦会漸漸退掉。

四、熟悉各种地貌符号

一般的地貌，不外是山頂、盆地、山脊、谷地、鞍部及台阶地等类。但是由于測图比例尺的不同及地貌的变化复

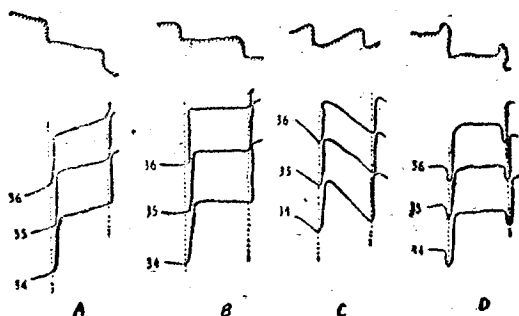


图 1

杂，等高綫的形状亦有程度不同的变化。下面是我在工作中所遇到的一些地貌，其余一般的类形就不再介紹了。

1. 梯田及台阶地：一般有四种形状，如图 1（上面是橫断面，下面是等高綫形状，点綫是地性綫）。A 台是左面高右面底、B 台是左右一样高、C 台与 A 台相反、D 台有水土保持的田埂，其等高綫的形状分別如图。当等高綫由上坎轉入下坎时就得考虑梯田面的情况，如 A 台經過梯田面时，要

向高处方向倾斜进下坎；又如D台转入下坎时因坎边有埂或稍高，就得沿埂向低处走一段再转入下坎（这种情况在大比例尺测图时应加考虑）。

2. 山坡上的路：一般测小比例尺图，山坡上的小径只是

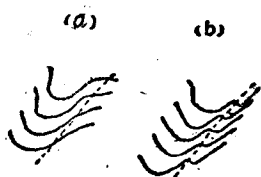


图 2

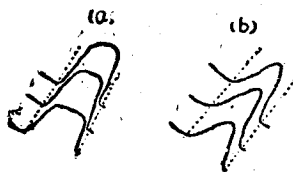


图 3

画一条短虚线，等高线经过时没有变化，如图2(a)，但是测大比例尺图就要加以考虑了。例如路面左右是平的，或里面高、外面低，或是有些歪的，这样勾出的等高线亦就不同了，如图2(b)。

3. “V”字形与“U”字形的沟：
这种地形要把它们分别象真地

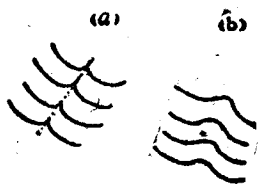


图 4

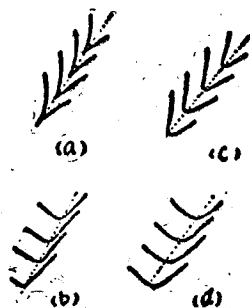


图 5

表示出来。过去我们经常将“U”字形的沟绘成“V”字形。因为扶尺员一般立尺点就是在沟坎及沟底，如果根据沟边及沟底

二个点勾綫，当然就勾成“V”字形了，假如我們在溝底邊緣打点檢查，就很易超限，因此我們应勾成图3(a)的形状。(a)为“U”字形溝，等高綫靠坎較密，(b)为“V”字形溝。实际操作时溝底邊緣不需打点只要左右用尺丈量，随測随繪就可以。一般大的溝（在图上5公厘左右）才需打点。

4. 在黄土区常見的扇形

等高綫：我們往往把图4(a)的形状勾成b的形状，这样就不象真了。因为扇形的地貌一般在变化处有一急轉

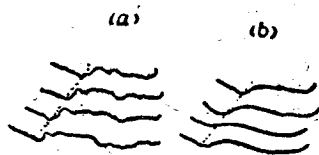


图 6

弯，因此等高綫經過該处时，它的形状一般是稍尖的，而(b)的形状是一般的慢緩窪子，它的性質是不同的，我們勾繪等高綫亦很容易忽略这一点。

5. 刀形的山脊地貌及明显的变化等高綫形状：过去我們往往把图5(a)及(b)勾成(c)与(d)的一种圓滑形状，这样也就不象真了。刀形等高綫是尖的就画成尖的，等高綫經過明显的变化处，它是硬弯，我們就勾成硬弯，象(a)与(b)一样，如果修飾成(c)与(d)一样就不对了。

6. 土石轉折处及岩石部分的等高綫形状：一般土質所构成的地貌，其等高綫总是比較光滑，岩石地貌則有稜角的形状。土石分界处，一般总是有比較硬的变化，因此我們勾繪等高綫时就須加以注意。如图6(a)就比較象真，(b)就很难辨别出它是岩石了。因为岩石部分的等高綫要勾成較硬的轉折形状。在实測时，大部分小的变化，都可以根据附近控制点用目測来勾繪，而不是每一个变化都要打点，这样勾繪仍能

达到精度要求及能做到充分的象真。象三門峽坝址測量中，陈秀娣同志所繪的三門島附近的岩石部分就繪得非常象真，每个稜角都繪得很突出，如果把二只眼睛合攏来留一細縫看这部分图，就好象是立体的岩石一样，因而得到苏联专家的好评。

7. 必須用地貌符号来表示的真实地貌变化：我們在山区測图时，常常碰見陡达七、八十度的岩石陡壁或陡土堰及崩土等等，这种情形，我們还是用适当的符号来表示較為合适而近于真实。用等高綫来表示时就不夠合适了。

总之，我們勾繪等高綫要做到尽量与实地一致象真。曲綫是硬的弯就勾成硬的弯，有稜角的就勾成稜角形，是圓滑的就勾成圓滑的。这样對我們实际用图及实地判定方位才有好处，才能真正符合測图的基本要求。

（原載測繪通報四卷一期）

怎样正确選擇地形点

（冶金工業部武漢黑色金屬礦山設計院勘察公司）

黃 懋 胥

今年五月間苏联专家古德良晓夫在技术业务會議測量专业会上指出：我們某些細部測量人員还不善于判別出主、次地形和正确選擇地形点，再加上等高綫是在室內勾画的；因此，地形往往就变形了。这是我們細部測量中主要的缺点，也是我們勘察公司測量工作中最弱的一环。

細部測量工作要达到正确的表示地形，~~主要的關鍵~~能否正确的選擇地形点和按比例插繪等高綫，~~根据我們目前~~的情况来看：圖面整飾方面主要是存在不耐煩和粗枝大叶作风所致，并不是技術水平問題。由外業方面来看，地形点的選擇多数按地形点最大的間距的要求来跑点，但是只有这一个条件是不能滿足地形測圖要求的。同时跑点的同志，除一部分是測工外，很多是由临时工来担任，他們既不了解如何掌握地形的特点，也不知道怎样去正确選擇地形点，那些点位是必要的，那些是廢的，显然就不可能做好这项工作。所以有些地形圖，地形点数多有二千一三千个虽然很密，但仍不能正确的表示地形，主要是对怎样正确選擇地形点，在理論上和實踐上还不够明确所致。故专家的建議是正确的，是值得我們注意的。

因此，我們應該虛心接受专家的建議，必須解決和克服这个最弱的一环。我們認為有必要提出這個問題来討論，使理論与實際結合起来。現在根据我个人閱讀的一些体会，提出一些膚淺意見，以供大家参考，如有不正确的地方，請大家指正。

1. 如何掌握地形的規律

測繪工作的任务在于把地球自然表面的形状，正确地繪成地形圖，以供設計者应用。要掌握地球自然表面的形状，就必須掌握构成这样自然表面的骨骼，也就是說：我們如何在复杂的地形中掌握住自然表面的地形規律。

我們都知道整个地面上的地勢起伏，是由各种不同形

狀，各種傾斜不同的坡面所組成的。就是說整個地球自然表面，都是由各種傾斜坡面形成的。雖然我們看到一些平地，但這些平地不過是有些很微小的曲折，在不足以影響整個地形時，可以作為平地看待，事實上，這些平地也是有傾斜坡度，不是絕對平整的，而是曲率較小的曲面。所以，地球自然表面是由坡面所組成的。每一個坡度都有着自己的傾斜角。坡面之間的組合又反映了地表形狀的獨特方面。

現在再進一步研究常常有兩種不同的坡面由於走向不同而相遇了，組成地勢上一些曲折的綫條。也就是說：各種不同的坡面相遇，把整個地球表面鋪滿了一些各種各樣的綫條，這些綫條就是構成地球自然表面的骨骼。如果我們掌握這個骨骼，就是掌握了整個地形的總貌。所以：我們要掌握地形的規律，就要掌握地形的骨骼，也就是掌握這些綫條。這些綫條總叫做地性綫。

地性綫一般有下列四種：

①分水綫或是山脊綫：它是由相反方的坡面相遇而組成向外凸出形狀的地勢。因此這條綫是由上而下傾斜的，如圖一所示：

②合水綫或山谷綫：它是由二個方向相同的坡面相遇而組成的凹形地勢。這條綫也是由上而下的。如圖二所示。

以上兩種地性綫，都是由上而下，表示坡度的走向，因此我們將分水綫和合水綫叫垂直方向的地性綫。

③坡緣綫：傾斜角不同的坡面的交綫移出坡緣綫。如圖三所示。

④坡麓綫：它是由傾斜角較大的坡面與傾斜角較小的坡

面的交綫如图四所示。

这些坡緣与坡麓綫，都是改变坡面傾斜度的地性綫，又叫变坡綫，在地球自然表面上，很少是过于平坦和过于笔直



图 1



图 2

的綫条，一般都是傾斜和弯曲的。这些綫的走向都是水平方向的，因此变坡綫又叫做水平方向的地性綫。

掌握这些地性綫也就可以把地球自然表面的地形骨骼掌握起来。因为这些綫控制了整个自然表面的地形。



图 3



图 4

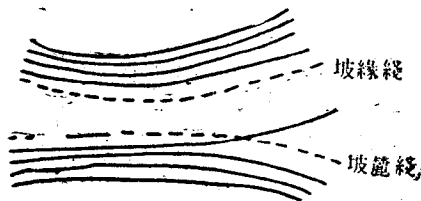


图 5

我們是以等高綫表示地形的，那么各种地性綫所組成的地形，在等高綫上是否能得到正确的显示呢？这个問題，我

們以下列几个图來說明，如图五是以地性綫来表示台地及馬鞍形的情况，是能获得真貌的。

又如图六，是表示山頂和山溝流水綫。

由这两图来看，也可以知道坡緣綫和坡麓綫是与等高綫大約平行的，故为水平方向的綫。分水綫与合水綫是与等高綫大致垂直的，是为垂直方向的綫。

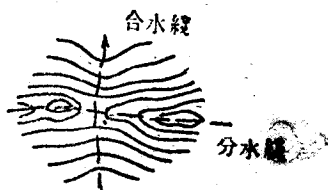


图 6

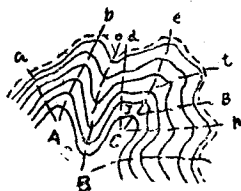


图 7

如图七所示，我們將各种地性綫測出之后，如A, B, C为頂点，Aa, Ab, Cd, Ce, Ch等为分水綫，Bc, Jg, Bi等为合水綫，abc—i为坡麓綫，这样控制了地形，則所繪等高綫表示的地形定形了，可以說：地性綫是为定形綫。

由于地球自然表面是由土和岩石所組成，而較多数为久經剝蝕及松散性的岩石，所以地性綫都是曲綫的。

因此，掌握地形的地形綫来測繪等高綫，才能正确的表示地球自然表面的地形。也就是掌握了地形的規律。

在实际操作时，要正确的選擇地形点，根据上述的理論，必須沿着各种地性綫来跑尺，才能使等高綫繪出正确的地形。

根据实际情况，如果我們選擇的地形点不是在地性綫上

时，如图八有一般山脊是分水綫，两边是合水綫。由于选择地形点时，不是在地性綫上，而是按规范规定的地形点最大间距分布的，则等高綫势必描繪成如图九，一些突出和凹入的地形，就沒有表現出来，看不出真实的地貌。

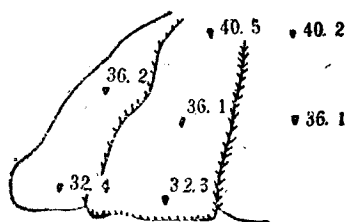


图 8

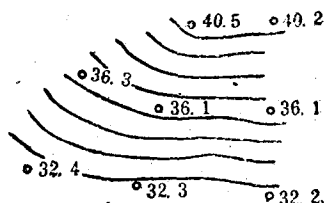


图 9

如果我們能將地形点摆在地性綫上，如图十所示，所有地形点都选择在地性綫上，則繪出等高綫，是能正确的表示地形的如图十一。

由这个例子我們可以充分的了解，所选择的地形点必須在地性綫上才能正确的表示地形。因此，怎样正确选择地形点的第一个原則，就是地形点必須选择在各种地性綫上，这样才可以掌握了地形的

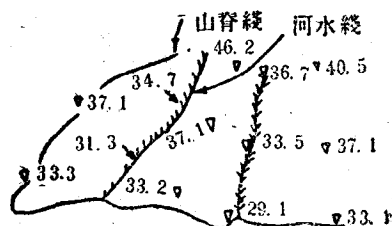


图 10

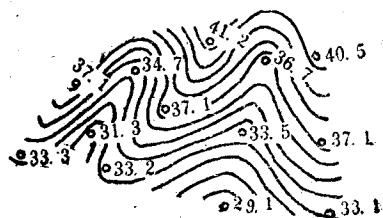


图 11

总貌。在小比例尺的地形测量上尤其重要。

2. 必須滿足設計上的需要

工业設計中的大比例尺地形测量是为設計而服务，我們所測的地形图，必須滿足設計上的需要。設計者对于地形点間距的要求，是便于計算土方、矿量、以及各种傾斜坡度，所以地形点不宜太稀。根据测量規范的規定，地点間最大的距离不超过图上位置 2 公分，在平坦地区最大間距也不超过 4 公分。因此在地形测量时，地形点的选择必須滿足这个規定。

我們遵守这个間距的規定，是作为最大的限度，而不是所有地形点的間距都必須是这个距离。过去有些同志，将这个限度作为选择地形点的唯一条件，甚至不論在山地或者丘陵地也布置 2 公分的方格点。就是在很平坦的地区，有意識的布置方格点，也是沒有必要的。这样忽略了地形本身的特征和等高綫来选择地形点，是不对的。所以說：滿足这个最大的限度，只是滿足設計上需要的一个条件，也是工业测量上一个特点，但不是选择地形点的絕對条件，應該在这个限度内首先結合地形的特征来选择地形点。

在工业测量上規定地形点間距的最大限度，不单在使用上有很大的方便，而对地形的正确显示也有很大的好处。譬如說：可以减低一部分高程誤差（这个问题在下一节再詳細討論）；和对于曲綫的平滑性也有一定的作用。关于这个问题，我們以等高綫表示地形的基本原理来进行分析。

根据苏联 П. К. 苏布列夫教授所提出的問題，是以数理

来詳細研究分析的。

在地球面上任何一个地形点的数据，是包括高程 H 和坐标 x, y 的函数。所以地球自然表面和所有物体表面一样，可以用下列函数形式表示：

即为

$$H = F(x, y)$$

这个函数，必須滿足下列四点性質：

①有限性：对于地球表面上任一地形点，它的 H 值应当是有限的。因为地球表面既不可能有无限高的高山，也不可能有无无限低的深谷。也就是說 H 值不能是正負无穷大，則为有限值了。

②单值性：在任一地区內，对于任何 xy 座标值來說，在地形点上只有一标值，因为任意一个地形点在地球表面上只有一个位置，故只有一个 xy 值。高程也是一样，一个点只有一个标高，不可能有两个絕對标高。因此， H 值是单值性的。

③連續性：地面上任何一点在水平面內发生一点点微小的移动，它的单值就变化。而事实上任何地形高不論低都是連續的，而不会中断。所以不論移动多少，是不会中断的，而这种实际的情况，与函数的 H 微分变化的連續性是相应的。

④平滑性：在等高綫上，这个条件表现为两方面：

a. 每一等高綫外形的平滑性；也就是說：在任何方向上作地表表面的截面，此截口綫的曲綫是平滑的。也就是漸变的。

b. 地形面变化的平滑性，或地形面各种坡度的平滑性。

由于地球表面形状是不規則的，就不能象有理函数，代