

石油工业基本知识丛书

怎样看地形图

刘 焕 彰编著

石油工业出版社

內 容 提 要

本書用通俗淺顯的文字介紹了看地形圖所必須具備的基本知識。書中介紹了地圖和平面圖的範圍、地形圖的各種用法、地圖要素、地形圖上所應用的單位，等等。

書中還着重介紹了各種比例尺和等高綫，並用各種實例介紹如何根據等高綫認識各種地形，說明如何在地形圖上求實地的距離、面積，以及利用地形圖可解決一些什麼問題——如確定兩點間的坡度、設計坡度綫、決定挖土和填土的位置等。

本書可供石油系統地質、測量技工和新參加工作的地質、測量人員學習用，也可供其他部門地質、測量、建築工程單位的職工參考。

統一書號：T15037·313

石油工業基本知識叢書

怎樣看地形圖

劉 煥 軫編著

*

石油工業出版社出版（社址：北京六赫航石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張2 $\frac{1}{2}$ * 50千字 * 印1—2,000冊

1957年10月北京第1版第1次印刷

定價(11)0.54元



录

第一节 地形圖的性質和它的用途	1
一、地圖和地形圖	1
二、地形圖的用途	1
第二节 地圖和地形圖的要素	3
一、比例尺	4
二、圖廓	4
三、控制点	6
四、座标網	7
五、高斯-克呂格座标網	9
第三节 地形圖的測繪法	13
一、控制測量法	13
二、地形測量法	14
第四节 地形圖上所用的單位	16
一、長度單位	16
二、角度單位	17
三、面积單位	17
第五节 比例尺	17
一、比例尺的意義	17
二、比例尺的計算	18
三、数字比例尺	19
四、直綫比例尺	20
五、复式比例尺	22
第六节 地形圖中的常用符号	23
一、地物符号	23
二、地貌符号	25
三、註釋符号	25
四、地形圖符号表	25
第七节 确定地形圖或地面方向的方法	35

一、确定地形圖方向的方法	35
二、确定地面方向的方法	35
第八节 在地形圖上求实地距离的方法	39
一、求兩点間弯曲距离的方法	40
二、求兩点間傾斜距离的方法	40
第九节 在地形圖上計算面积的方法	41
第十节 等高綫	43
一、等高綫的意义	43
二、等高距	45
三、等高綫的种类	45
四、等高綫的性質	47
第十一节 根据等高綫認識各种地形	49
一、根据等高綫求断面圖	49
二、根据等高綫的疏密認識主要斜坡	52
三、根据等高綫認識主要地貌	53
第十二节 在地形圖上可解决的一些問題	57
一、求任一点絕對高程的方法	57
二、确定一点的斜坡方向	59
三、确定兩点間的坡度	59
四、在地形圖上設計等坡度綫	63
五、在地形圖上决定兩地点是不是通視	63
六、决定挖土或填土的地面	65
七、根据等高綫計算土方	66
八、决定土填的土坡在地面上的界綫	67
九、根据等高綫計算水、土的容量	68
十、决定排水或蓄水处的面积和容积	71
第十三节 在地形圖上旅行	71
一、第一次旅行	73
二、第二次旅行	74
后記	77
参考資料	78

第一节 地形圖的性質和它的用途

一、地圖和地形圖

地球是一个橢圓形球体，要想把球形的表面展开成一个既沒有裂隙又沒有褶皺的平面是不可能的。因此，描繪地圖时在長度、角度和面积上給以一定范围的变形是允許的。在一个很小的地区内进行測量时，我們可以把地球的表面看作平面，按照一定的比例尺詳細地把地面上的一切形狀描繪在圖紙上。这叫做平面圖或地形圖。如果是測繪一个广大的地区，就必须考虑到地球的曲率，采用地圖投影法^①把經緯綫網按一定的比例描繪在圖紙上，然后利用地形測量或航空攝影測量的方法，把地面上的一切形狀描繪在繪有經緯綫網的圖紙上。这叫做地圖。

地圖 可以根据比例尺、領土范围、專業內容、用途、等等特征分为：地理圖、地形圖、航海圖、工業分佈圖、林業圖、道路圖、地質圖、土壤圖等。

地形圖 是圖上画有地面高低起伏的形狀，画有具有經濟价值和国防意义的地物。如果是各种經濟建設所需用的、另补充有專業內容的平面圖叫做經濟平面圖。

二、地形圖的用途

地形圖是指把地面上所有的一切形狀（包括地貌、具有

① 地圖投影法是專門研究怎样把地球面投影到平面上的一种科学。

經濟价值和国防意义的地物)按照需要的情况描繪在圖紙上的地圖。地形圖通常是按照地形測量的實測成果,或航空測量的照片繪制的。

目前,我們偉大的祖國正在進行有計劃的社會主義經濟建設,正在有計劃地開采地下寶藏,進行交通運輸、水利、國防、等等建設事業。我們祖國的土地是遼闊廣大的,我們應在哪兒開發地下的寶藏、在哪兒進行建設呢?這就必須先有精確的地形圖,然後才能根據地形圖制定計劃,考慮應該怎樣佈置才能最經濟又最安全,應怎樣把主要的建築物放在最有利最合理的地方,否則就會使社會主義經濟建設遭到很大的損失。因此,無論哪一種經濟建設和技術計劃,都必須依靠詳細、精密的地形圖的幫助。下面我們就簡單地談一談地形圖的幾種主要用途。

1. 進行石油、鐵、煤和稀有金屬等自然資源的地質調查(普查、詳查、細測)時,必須有詳細、精確的地形圖作為根據,以便從地形的總貌、地面的變遷、岩層的錯綜排列方向、地層的斷裂褶曲痕跡、岩層特性等的調查研究中,決定鑽探位置、計算資源的儲量和確定開采方案,等等。

2. 地形圖在治河、水利事業的基本建設中佔有很重要的地位。例如解放後所進行的治黃、治淮、荊江分洪、官廳水庫等巨大的水利工程,以及正在進行的三門峽水電站工程,都須先經過各項精確的測量勘查工作,制定地形圖,然後根據地形圖決定填址、填身高度、蓄水面積、地層構造等。同樣,發展水路運輸事業也必須先了解河道形勢、河水深度、水位變化、流量流速、淺灘的位置、航綫中的障礙、治河所需的工程、等等。這就必須依靠地形圖的幫助。其它如防洪

排水、灌溉事業等也都是离开不了地形圖。

3. 運輸事業除水路運輸外，主要是鐵路和公路運輸。道路工程經過初測、定綫勘查等設計工作，選擇建築道路最合理的位置，進行施工測量，做好開工的准备工作，等等——所有這些也都需要依靠地形圖來決定。

4. 進行土木工程建築之前，也必須依靠地形圖了解全部地區的形勢、地層的構造、本地区同鄰近地区地形的相互關係，或氣候的變化、水流的方向、水位的變化等。然後進行工程設計，決定建築地點。完成了工程設計工作以後，便須進行施工設計，精確地把建築物從圖上的位置移到實地上。施工時還必須經常進行實地測量，檢查工程的準確性，因此也離不了地形圖。

5. 地形圖在軍事上對鞏固我國國防具有很大的意義。計劃戰鬥任務時，必須利用地形圖研究地形，確定戰鬥的方略。

在戰鬥行動中，可根據地形圖測定方位準備射擊，以及構築工事和一切軍事設備等。

第二節 地圖和地形圖的要素

任何一幅地圖和地形圖都是由地理要素和數學要素組成的。地理要素是把地物和地貌^①的表示符號畫在地圖上反映出地面上各種人工的或自然的現象。這些符號不僅要能在地圖上表示出地面上各個物體的位臵、大小、形狀、質和量

• ① 地面上的自然和人工的物體(如河流、道路、房屋、一切建築物、植物等)都叫做地物。地面上的高低起伏狀態都叫做地貌。

(如房屋的性質、樹林的種類和樹木的高度等)，還必須能讓人們一看便懂。數學要素是以數學數據為基礎，把地理要素表示在地圖上的幾何標記。每幅地圖和地形圖都必須具備下列各種數學要素。

一、比例尺

是決定地圖比地面縮小的程度，是實地上兩點間的距離同地圖上相應長度之比。這種比例通常用分數式寫出，分子表示地圖上的單位長度，分母表示實地的單位長度。如地面長度是 1 公里，畫到圖上只長 1 公分，也就是說，圖上長度是地面上真正長度的十萬分之一^①，寫成分數式是 $\frac{1}{100000}$ 或 1:100000。

二、圖 廓

用來劃定地形圖範圍的一條綫或幾條綫就叫做圖廓。如

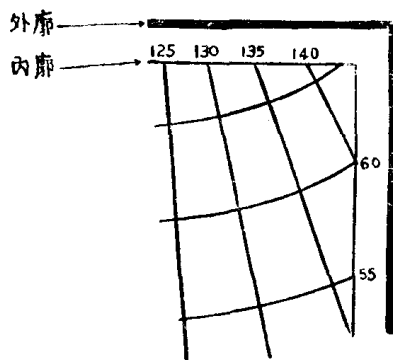


圖 1 內廓和外廓

圖 1 有內廓、有外廓，內廓用一條細綫表示，專為圈劃圖畫的範圍。外廓用同內廓平行的一條粗綫（或再加一條細綫）表示，專為裝飾美觀用。

為了便於在地形圖上決定點的地理座標，應在內廓同外廓之間，按照經緯度一

① 因為 1 公里 = 1000 公尺，1 公尺 = 100 公分，所以 1 公里 = 100000 公分。

度，或几度几分，划分成等分半黑和全白的格子，这些格子叫做分度帶。大比例尺的地形圖上的分度帶通常用分数作單位。小比例尺的地圖上是用度作單位。在分度帶的每一端須用数字註明經度和緯度数目(如圖 2 所示)。

圖廓的形式随地形圖比例尺的大小而不同。在 1:10 000—1:50000 等大比例尺的地形圖上，圖廓多是正方形、長方形(矩形)，叫做方形圖廓或矩形圖廓。它的長寬数值如表 1 所示。在 1:100000—1:1000000 等比例尺的地形圖上，圖廓的寬長常用經度和緯度的数值表示。这样的圖廓上窄下寬(北半球以北为上)是一梯形，叫做梯形圖廓。它的經緯度数值随比例尺的大小而不同，如表 2 所示。

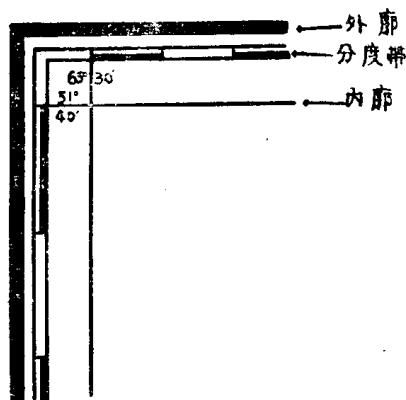


圖 2 圖廓和分度帶

梯形圖廓 表 2

比例尺	东西經度	南北緯度
1:10000	3' 45"	2' 30"
1:25000	7' 30"	5' 00"
1:50000	15' 00"	10' 00"
1:100000	30' 00"	20' 00"
1:1000000 ^①	6° 00'	4° 00'

方形圖廓 表 1

比例尺	东、西	南、北	面 积
1:1000	50公分	50公分	25公頃
1:2000	50公分	50公分	100公頃
1:5000	40公分	40公分	200公頃

① 1:1000000 地圖叫做国际奥圖。下面所說的高斯-克呂格投影按 6° 分帶，它的長寬与国际奥圖的圖幅相同。

三、控制点

一般在地形测量时，为了减少累积误差，都应当先整体而后部分。所以在大面积的地形测量时，必须先在地面上建立控制整个面积的基本点，这种基本点就叫做控制点。連結多数的控制点就成为控制網。测量上有平面控制網和高程控制網两种。

平面控制網 是用三角测量法所测定的三角点，或用导綫法测定的导綫点組成，或由三角点同导綫点混合組成。这些点的地理座标(即經度和緯度)或直角座标(即縱綫和橫綫)都是用精密的方法算出的。

三角点是根据在地面上建立一系列的三角形来測定的(如图3)。假定在实地上量得 AB 的長度，并且依次測得 α_1

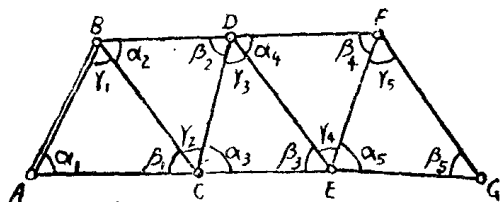


圖 3 三角測量

β_1, γ_1 等角度，就可以按三角測量的規則，算得其它各边的長度和各三角形頂点的座标。

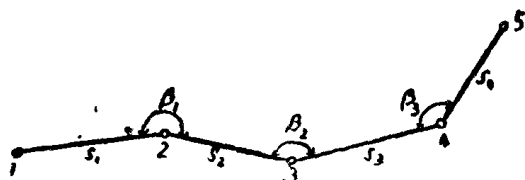


圖 4 導綫測量

导綫点的测定。圖 4 是一导綫圖形，如在实地上测定每一边的长度和各边的角度(如 $\beta_1, \beta_2, \dots$)就可按这种方法计算出各轉折点的坐标。

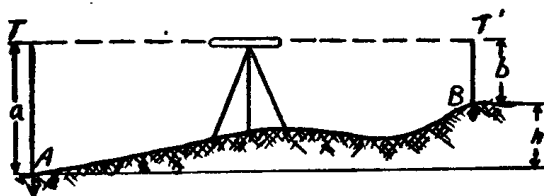


圖 5 几何水准测量

高程控制網 是由各水准点組成的，它的绝对高程^①为已知。这些水准点的绝对高程是用几何水准测量法测定的。如果在圖 5 地面上 A、B 兩点間安設水准仪，利用 T'T' 水平視綫测定兩点上水准尺 a 和 b 綫段的高度。A、B 兩点的高差 h 就等于 $a - b$ ，所以假定 A 点的高程为已知，就可按高差求得 B 点的高程。

所有平面控制網和高程控制網中各控制点的座标值和绝对高程为已知后，就可以把这些点的位置展繪在測圖平板上，作为地形測圖的已知点，根据这些点作基础，就可以順利地进行地形測量。但是想把一些控制点展繪在圖板上，就需要有座标網的帮助。

四、座 标 網

想要明了座标網的意义，必須先了解什么叫座标^②。座标就是确定一点在地面上或空間里位置的数值。在地形測量

① 凡一点的高程是从平均海面为零点起算的就叫做绝对高程，通常也叫做海拔或真高。

以前，想把一些控制点的座标依据比例尺縮繪在圖板上，以便得出各点在圖上的位置，一般是在內圖廓以內画上縱橫相交的直綫或弧綫若干条，交織地成網狀。这就叫做座标網。座标網的形式，分为直角座标網和地理座标網兩種。

1. 直角座标網 就是在圖廓內部画出一些同縱橫圖廓互相平行的直綫，各条縱橫直綫都直角相交。然后选一条較适宜的縱橫綫作为座标軸，兩座标軸的交点为原点，它的座标值为0,0。这样，就成为方格網的形狀，这叫做直角座标網。

应用直角座标網展开的各点，第一个座标是縱綫 X ，第二个座标是橫綫 Y 。它們的数值是用長度表示的。这种座标在地形測量工作上应用是很便利的。

2. 地理座标網 凡一点的座标值是用地球表面上的緯度和經度表示的，就叫做地理座标。为了把一些点的地理座标展繪在測圖板上，須先在圖廓內用經緯綫組成滿幅的格網，这就叫做地理座标網。

緯度和經度的数值都由零点起算，緯度是以赤道为零点，赤道以北叫北緯，以南叫南緯，南北緯各为90度。經度以通过英国倫敦格林維治天文台中心的子午綫^②为零点，所以这条子午綫叫做首子午綫。首子午綫以东叫东經，以西叫西經，东西經各是180度。

地理座标所应用的經緯度值的計算很繁难、复杂，同时

② 如果要确定一个点的位置，必須有三个座标，兩個是确定一点在平面上的位置，就是下面所說的直角座标的縱綫和橫綫，地理座标的經度和緯度。另一个座标是确定一点在空間的位置，就是高程。高程仅用数字表示，在座标網上看不出来。

③ 地球上通过某地点和南北極的經綫叫做子午綫。

照角度值展开也不易精确。所以应用时多改算作直角座标，比較便利。

五、高斯-克呂格*座标網

因为地面是球面，我們把它的一部分形狀描画在平面的地形圖上，就好象在一个大皮球上割下一塊皮硬想把这块皮展貼在一个平板上一样，不是中間有皺紋就是四圍要破裂，要想無誤差地展开为平面是不可能的。因此在地球表面上，不可能建立統一的平面直角座标系統，平面直角座标系統必須建立在不大的、可把球面看作平面的地区上。这就必須研究怎样把地球划分成許多狹条，然后方可分別在每一个狹条里建立平面直角座标系統。高斯-克呂格座标網是一种較为优良的地圖投影法，我国、苏联和其他各国多是采用这种方法。現將分帶和分幅法簡單地叙述如下：

1. 分帶法 高斯-克呂格投影是从首子午綫起为零度，每6度分为1帶，挨着次序編，按1、2、3……將全球分作60帶(如圖6所示)。

如果把每一6度帶的兩边緣(經綫)切开，并把它展开在平面上，它的中央經綫和赤道 AB 便都成直綫相正交，其余的經綫和緯綫則为弧綫。我們如把中央經綫作为縱軸 X ，赤道作为橫軸 Y ，縱橫軸的交点为零点(原点)，就成为一個獨立直角座标網(如圖7所示)。但是这样，如果点在中央經綫以西，它的橫座标是負值。如果零点西移500公里在地球半

* 高斯、克呂格是兩個人的名字，他們的投影法叫做橫圓柱投影法，是高斯先創造的。后来由克呂格修正，便为世界各国所采用。这种方法是近代通行的地圖投影法中較好的一种。

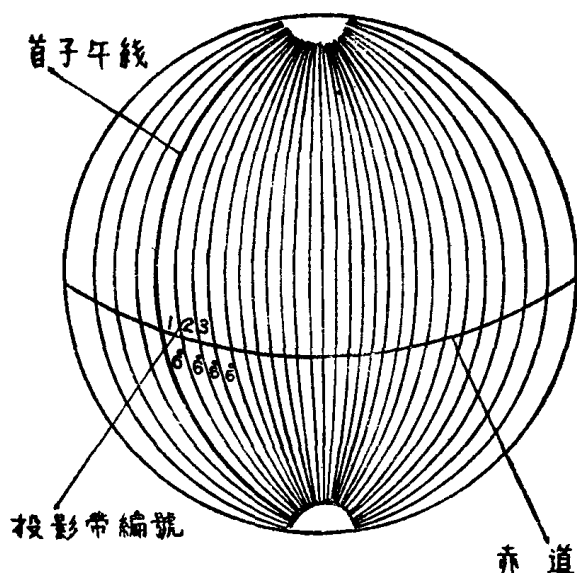


圖 6 地球表面的分帶圖

球來說，則任何一點 A 的座標 X 和 Y 就可永為正值（如圖 8 所示）。

2. 分幅法 在每一帶內划分圖幅（前已說明），国际 1:1000000 輿圖是从赤道向北量，每長 4 度为一幅（即長为緯度 4 度，寬为經度 6 度）。其它各种比例尺的圖幅可按照这样一个圖幅为基础来划分。比例尺越大划分的数目越多。例如 1:1000000 的一个圖幅可以划分为 144 幅 1:100000 圖（緯度 20 分，經度 30 分）的圖。一幅 1:100000 比例尺圖又可划分为四幅 1:50000 圖（緯度 10 分，經度 15 分）。其它的可以这样推下去。

3. 划分公里網 在 1:10000—100000 等各种比例尺地形圖分幅后，就必须划分公里網。圖 9 是 1:50000 比例尺地形

圖的西南一部分，這一整幅圖是緯度 10 分、經度 15 分，是一個梯形（即梯形圖廓）。這幅圖的範圍，南北是緯度 $54^{\circ}20'$ — $54^{\circ}30'$ ，東西是經度 $41^{\circ}15'$ — $41^{\circ}30'$ ，都註記在相應的圖角上。

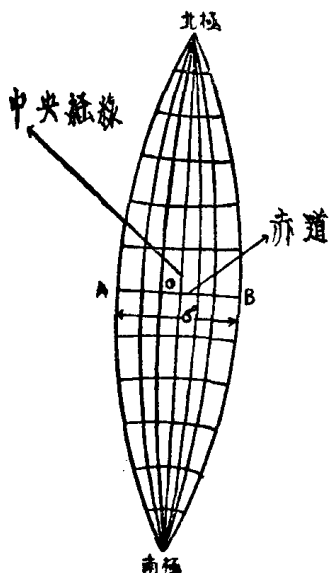


圖 7 6 度帶展開圖

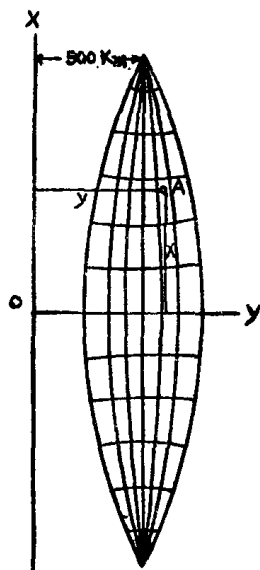


圖 8 6 度帶的直角
座標圖

圖中 DD_1 、 EE_1 、 FF_1 和 GG_1 是同投影帶中央子午綫平行的各直綫， HH_1 、 II_1 、 JJ_1 ……是同中央子午綫成正交的各直綫，這兩組直綫組成了彼此都用公里計算的方格網，所以叫做公里網。

在組成公里網的各個直綫上，順次註有 60.25、26.27 和 76.47、48.49 等數字，60.25、26.27 是從赤道沿中央子午綫至該直綫的實地公里數。7647 的第一位 7 字是代表投

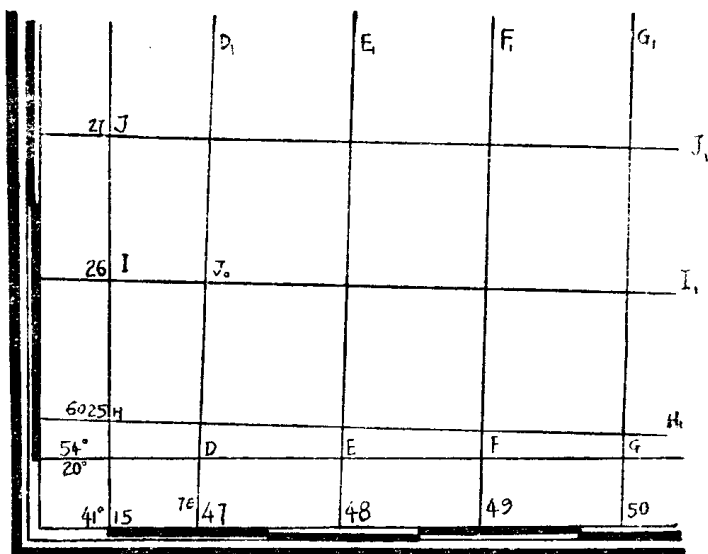


圖 9 公里網

影帶的号数，其余的三位数字（647）是該公里綫距中央子午綫（当作 500 公里起算）的公里数。如果將中央子午綫当作零公里起算，則由 647 內減去 500（实际是 147 公里）。

4. 根据座标網決定点的直角座标 有了座标網就可很容易地決定圖幅內任一点的直角座标，我們应用时就会很方便。

如果我們要在圖 10（1:50000 圖）的东北角上決定 A 点的直角座标 X 、 Y 。假定已知 A 点是位于 6004 同 6005 公里之間，那么，我們就可知道 A 点的 X 大于 6004 公里小于 6005 公里，同样也可以知道 Y 大于 335 公里小于 336 公里。然后再按照 1:50000 比例尺求得 AB 的距离（0.36 公里）和 AC 的距离（0.70 公里），便可以求得 A 点的直角座标精

确数值 $X=6004.36$ 公里、 $Y=335.70$ 公里。依照同样方法，我們也可求得其它各点的直角坐标 X 和 Y 的精确数值。

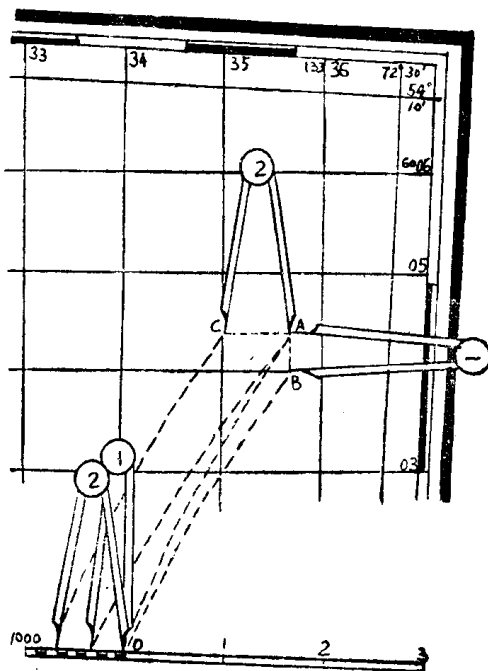


圖 10 在公里網上求任一点的直角坐标值

第三节 地形圖的測繪法

測繪地形圖的工作一般分为两个步骤——控制测量和地形测量。

一、控制测量法

因为测量地区的地面起伏形状不同，所以这种方法又分