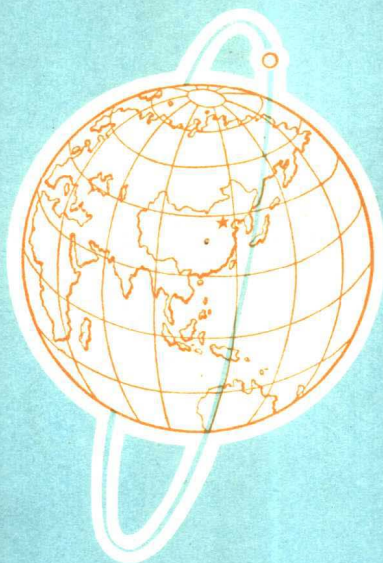


制图学



中国人民解放军总字七一〇部队

1971年12月

制图学



中国人民解放军总字七一〇部队

1971年12月

☆☆☆☆☆☆☆☆ 毛主席语录 ☆☆☆☆☆☆☆☆

教育必须为无产阶级政治服务，必须同
生产劳动相结合。

红与专，政治与业务的关系，是两个对
立物的统一。一定要批判不问政治的倾向。
一方面要反对空头政治家，另一方面要反对
迷失方向的实际家。

知识的问题是一个科学问题，来不得半
点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反
面——诚实和谦逊的态度。

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

目 录

第一章 地图的概念	1
第一节 地图的用途.....	1
第二节 地图的特性和定义.....	2
第三节 地图的分类.....	3
第四节 地图的内容.....	4
第五节 测制地形图的一般过程.....	5
第二章 地图比例尺	7
第六节 数字比例尺及比例尺的大小.....	7
第七节 直线比例尺.....	10
第八节 微分尺.....	11
第九节 不同长度单位比例尺的改绘.....	13
第三章 地球形态、地理座标和高程	14
第十节 地球的形态和大小.....	14
第十一节 地球上的基准点、线、面和地理座标.....	16
第十二节 地理座标系和高程系.....	18
第四章 地形图的分幅与编号	20
第十三节 1:100万地形图的分幅编号.....	20
第十四节 1:50万—1:1万地形图分幅编号.....	23
第十五节 接图表.....	28
第五章 地图投影概述	30
第十六节 地图投影的概念.....	30
第十七节 高斯——克吕格投影.....	32
第十八节 1:100万地图投影(改良多圆锥投影).....	42
第六章 地形图数学基础的展绘	45
第十九节 图廓展绘的规定和要求.....	45
第二十节 展绘前的数据准备.....	48

第二一节	展绘数学基础的工具和方法·····	57
第二二节	邻带方里网的展绘·····	65
第七章	方位角、分度尺和坡度尺·····	69
第二三节	起始方向綫和方位角·····	69
第二四节	地图上的三北方向角·····	70
第二五节	分度尺原理及分度尺胶片的应用·····	72
第二六节	坡度尺原理及其应用·····	74
第八章	編繪原图和連編帶繪原图·····	79
第二七节	制作編绘、連編帶绘原图的目的和要求·····	79
第二八节	制作編绘、連編帶绘原图的程序·····	81
第二九节	編绘、連編帶绘原图内容的轉绘方法·····	85
第九章	各要素的編繪（綜合取舍）·····	90
第三十节	綜合取舍的概念·····	90
第三一节	水系的綜合取舍·····	92
第三二节	居民地的綜合取舍·····	98
第三三节	道路的綜合取舍·····	104
第三四节	地貌的綜合取舍·····	106
第三五节	植物类的綜合取舍·····	115
第三六节	境界綫的綜合取舍·····	118
第十章	地图制印常識·····	120
第三七节	地图制印的一般过程·····	120
第三八节	地图制印对出版原图的要求·····	121

第一章 地图的概念

第一节 地图的用途

毛主席教导說：“作战时选择突击方向和突击点，要按照当前的敌情、地形和自己兵力的情况去規定。”地图是指揮員的眼睛。軍隊的一切战斗行动，都是在一定的地形上进行的，如軍隊的运动、观察、射击、蔭蔽、伪装、陣地选择、工事构筑、軍隊布署、兵器的运用、作战指揮等都必須考虑地形的影响。因此地形是組織指揮作战的重要因素之一，各級指揮員必須对地形进行詳細认真的研究。研究地形的方有現地勘察，利用航空象片或其它偵察資料研究地形等。但由于敌情、時間和作战地区的广大等条件的限制，各級指揮員最常用的是用地图研究地形。因为在地图上形象具体的显示了自然地理現狀（山脉河流等）和社会地理現狀（居民地道路等）的分布和相互关系，具有很好的直观性和精确性。所以各級司令部拟定作战计划时，总是利用地图研究兵力布署、火力配置、部队运动路綫，确定指揮所、观察所的位置。并根据地形情况采取措施克服和改造地形的不利条件，发揚我軍夜战、近战的特长，爭取战争的胜利。战斗行动中的部队要根据地图判定方位，炮兵要在地图上測量距离和方位組織射击，海軍和空軍的行动更是要靠地图来指揮其作战行动。

随着原子、导弹等尖端武器的发展，战争的突然性和破坏力的增大，战場范围的扩大，战役間隔縮短，情况复杂，变化急剧，地图就更成为各級指揮員不可缺少的工具。因此不論在常規战争或原子条件下的战争，地图都是指导战争順利进行的响导，是各軍、兵种行动的眼睛，是指导战争胜利进行的不可缺少的工具。

地图在經濟建設和科学研究方面应用极广，如国民經济的布局、城市规划、經營管理、設計施工、鉄道、公路、运河、水庫的修筑，勘探矿藏，开拓荒地，調查森林資源等都离不开地图。研究各种自然

現象的分布規律和形成原因也离不开地图。在宣传教育工作中，地图也是人們了解祖国社会主义建設和革命斗争形势的重要工具。

我們了解了地图在战争中和經濟建設中的重要作用，为了响应毛主席“备战、备荒、为人民”和“多快好省地建設社会主义”的伟大号召，就必须努力学习編制地图的基本技术，为我国的国防建設和經濟建設，为巩固无产阶级专政，更快的绘制出大量精度高、质量好的地图。在粉碎美帝、苏修所发动的侵略战争，保卫社会主义祖国的伟大斗争中，在支援世界革命的伟大斗争中，在建設伟大社会主义祖国的伟大斗争中为人民立功。

第二节 地图的特性和定义

在很早以前，人們把地表形态在平面上的縮小图形叫做地图，随着社会生产力的发展和进步，人們对于地图的精度和内容也愈来愈充实和丰富。因此拿人們对古代地图的认识来看現代的地图显然是不正确的，因为現代地图具有以下特性，并有它的科学定义。

（一）現代地图有特定的数学基础：大家知道地球是一个不規則的球体，这个球体极接近于某一假定的規則橢圆体，用一定的数学法則将地球橢圆体上的經緯綫轉绘到平面上，也就成了绘制地图和图上測量的数学基础。在地图上可以根据經緯綫网来定任一点的位置，任意两点間的距离和某物体的方位。因此地图的数学基础是地图的特性之一。

（二）地图是以綜合取舍的方法显示地面現狀的：地表物体是非常众多而庞杂的，在有限的图紙上要想全部的表示这些物体是不可能的，因此必須遵循毛主席所教导的“去粗取精，去伪存真”的方法，有归納有选择的选取需要表示的内容，而决不是不加选择的全盘照搬。

（三）地图是按图式規定符号来表示地面現狀的：地图上的内容，不是地面物体的直接写照，而是用一些特定符号表示的。用符号表示地图各項要素，可以使地图内容主次分明，同时能把眼看不見的内容表示出来，如沼泽通行程度，地磁現象等。因此用地形图符号表示各

項要素是地图的特性之一。

(四) **地图的文字注記**：在地形图符号不能表示的情况下，用地形图符号和文字注記相互配合表示。这样就弥补了地形图符号的不足。同时也增强了地图的表现力和易讀性。

根据地图以上的特性，我們认为地图的定义是：根据一定的数学法則，将地表物体进行“去粗取精，去伪存真”的綜合取舍，用地形图符号和注記表现于平面上的图形叫做地图。

第三节 地图的分类

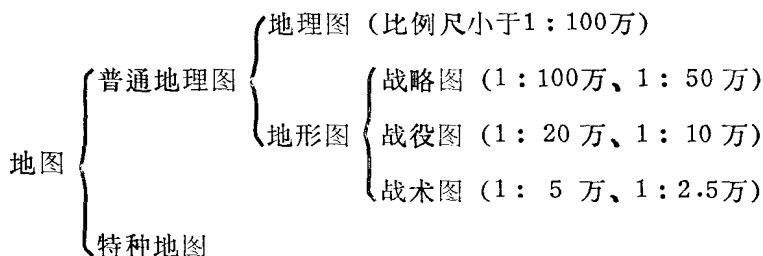
地图一般是按其內容、比例尺和用途进行分类。按地图內容分为普通地理图和特种图。普通地理图基本上是以同等詳細程度来反映社会地理要素和自然地理要素；特种图是重点反映一种或几种要素，如人口密度图，民族分布图，森林矿藏資源分布图等，都属于特种图。

普通地理图又按其比例尺大小分为地理图和地形图。比例尺小于一百万分之一的叫地理图，由于其比例尺小，每幅图所包括的地区广大，只能反应出地区的較大物体和主要特征，如山脉、大河、大居民地等，多用它了解地区的总貌及相关位置。比例尺大于一百万分之一的叫地形图，一般是指1：2.5万，1：5万，1：10万，1：20万，1：50万，1：100万六种比例尺图。由于其比例尺較大，因而能反映出各种要素分布的精确位置及詳細內容，这六种比例尺图又叫做国家的基本地图。

由于不同比例尺的地形图在战争中的用途不同，根据其用途又可将其分为战略图、战役图和战术图。战略图一般是指 1：100万和1：50万图，又称小比例尺地形图，是供高級司令部研究战場、布署兵力和統一指揮作战与訓練用的地图。战役图一般是指1：20万和1：10万图，又称中等比例尺地形图，是供軍、兵团、軍区以上司令部指揮战役的战斗或訓練之用。战术图它要求显示地形比較詳細精确，用以进行图上测量和研究地形的战术特性，所以一般用 1：2.5万和 1：5万地形图作战术图，又称大比例尺地形图，它主要是供师、团以下部

队进行训练、指挥战斗行动，计算火器射击诸元之用。

现将地图分类列表说明如下：



表（1）

第四节 地图的内容

地图内容是由地图的类型、用途和比例尺决定的。如普通地理图与特种图，地理图和地形图他们的内容各有差异。结合我们的任务现只着重介绍地形图的内容。

（一）数学要素：即地图的数学基础，包括经纬线网，平面直角坐标网，比例尺，控制点等。经纬网决定图幅的地理位置，以便图幅进行分幅编号；平面直角坐标网（方里网、公里网），决定图上任一点的位置，用它可以量测面积、方位和距离；比例尺是表示地图比实地缩小的倍数；控制点是大地、水准测量的成果，用它来控制地图的精度和某点的高程。

地图其它内容都是在地图数学基础上进行填绘的，因此地图的数学基础在图中起着控制作用或骨架作用。所以在地图的各项内容中，特别要保证数学基础的精确性。

（二）自然地理要素：即地球表面的自然现状。它包括山脉、平原、沙漠、江河、湖、海、冰川、雪山、森林、沼泽、地磁现象等。地形图上表示山脉、平原、沙漠的就是地貌要素。表示江河、湖、海的就是水系要素。森林、草地等属于植物类要素。地磁现象在图上有它单独的表示方法。

(三) 社会地理要素：即人类在爭取自然的斗争中所取得的劳动成果。它包括居民地、道路网、通訊設施、經濟現象、文化标志、社会政治标志等。

(四) 注記和整飾：包括图上各种文字注記和图廓外的各項整飾內容。

第五节 测制地形图的一般过程

一张地图从无到有是經過外业测量和內业制图两个阶段来完成的。

(一) 外业测量：外业测量包括大地测量、地形测量和航空摄影测量。通过大地测量使我們了解了地球的形状和大小，得到了一些控制点的地理座标和高程，使地图有了数学基础。在大地测量的基础上进行地形测量和航空摄影测量。地形测量是用一定的测量仪器（平板仪、經緯仪），到野外直接把各种自然地理要素和社会地理要素测绘在图板上，并注記出各物体的名称及其它說明注記。航空摄影测量是首先用航空照象的方法，把野外的一切物体照成象片，然后在室內按一定的光学原理，把摄得象片在室內构成光学立体模型，然后对此模型进行测量而得地形原图。图上的名称注記和其它文字注記，通过外业調绘的方法取得。所以地形测量和航空摄影测量的最后成果都是地形原图。

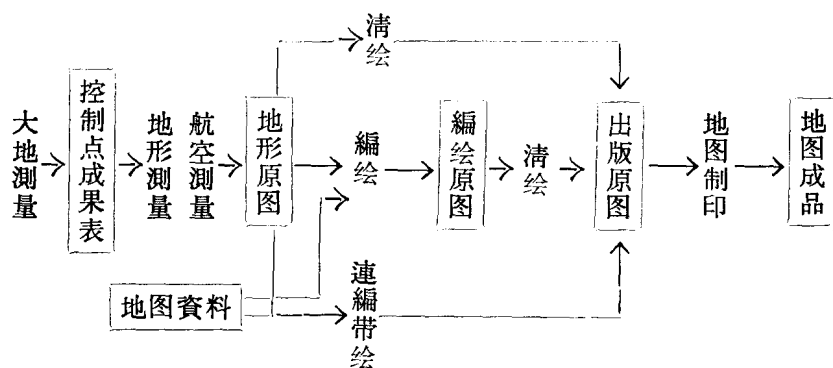
(二) 內业制图：內业制图的任务，是在有了大地测量成果和地形原图的基础上，通过多种工序生产出大量的地图成品。它有三个部分组成。

1. 地图投影（又称数学制图）：是研究如何将地球橢圆体表面描绘（投影）于平面上，問題的实质是如何把地球面上的經緯綫网描绘于平面的图紙上。关于这一部分的内容将在第五章介紹。

2. 地图编制：是研究經緯綫网描繪于图紙上以后，如何处理和填绘地图各項要素，并最后經過清绘（或連編带绘）制成出版原图的問題。关于地图編制的内容将在第八章和第九章介紹。

3. 地图制印：是研究在有了出版原图（清繪图或連編帶繪图）以后，怎样最后的印制出大量完美的地图成品，以供应国防和社会主义建設需要的一門科学。地图制印的内容将在第十章介紹。

現將地图測制过程用下表說明：



表（2）

第二章 地图比例尺

地图是将地球表面按一定的比例缩小后描绘在平面上的。因此要知道地图上一段距离在实地上的长度，就必须知道缩小的倍数。地图比例尺就是为了说明实地长相当于图上长的倍数。因此比例尺的定义是：地图上某一线段长度与实地相应长度之比。

第六节 数字比例尺及比例尺的大小

(一) 数字比例尺：

为了计算方便起见，地图比例尺用分子为一的分数式表示，叫数字比例尺。分子1表示图上的单位长度（如一厘米，一毫米）。分母表示实地长度。若把实地长缩小一万倍绘在地图上，则图上长一厘米就相当于实地一万厘米。因此，分母就是实地长相当于图上长的倍数。如以下的分数式：

$$\frac{1}{10000}; \quad \frac{1}{25000}; \quad \frac{1}{50000}; \quad \frac{1}{100000};$$

或写作：

$$1:10000; \quad 1:25000; \quad 1:50000; \quad 1:100000;$$

以上都是以数字形式表示的比例尺，都是数字比例尺。

(二) 比例尺的大小：

比例尺的大小决定于分式的分母（因分子为一定）。分母愈大比值愈小，比例尺也就越小；反之分母愈小比值愈大，比例尺也就愈大。所以比例尺的大小与数字比例尺的分母成反比。如

$$1:2.5\text{万} > 1:5\text{万}; 1:5\text{万} > 1:10\text{万}; 1:10\text{万} > 1:20\text{万}; \\ 1:20\text{万} > 1:50\text{万}; 1:50\text{万} > 1:100\text{万};$$

根据以上六种比例尺的大小，通常把1:2.5万和1:5万地形图称为大比例尺地形图；把1:10万和1:20万地形图称为中比例尺地形图；把1:50万和1:100万地形图称为小比例尺地形图。

比例尺的大小，直接影响地图对地表物体表示的详细程度。比例尺愈大，对地表物体愈能详细的表示。比例尺愈小，对地面物体表示的愈概略。

另外，不同比例尺图上量测产生的误差所代表的实地长也不同。例如我们在图上量一段长度，一般可产生0.1毫米的误差，这0.1毫米的误差在1:1万图上相当于实地一米。在1:10万图上相当于实地10米。因此比例尺愈大，实地误差愈小，比例尺愈小，实地误差愈大。所以战术图用大比例尺图。战役图用中比例尺图。战略图用小比例尺图。

(三) 数字比例尺的应用：

在一幅图上，已知比例尺为 $1/M$ (M 是比例尺的分母)，设图上长为 l ，相应的实地长为 L ，则由比例尺定义可得如下关系式：

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{M} \quad (1)$$

由(1)式可以看出，当图上长 l 为已知时，可求出实地长 L

$$L = l \times M \quad (2)$$

当实地长 L 为已知时，可求出图上长 l

$$l = L \div M \quad (3)$$

例：在1:2.5万图上量得两点间距离为8厘米，求两点间实地距离？

根据公式(2)

$$L = 8 \text{ 厘米} \times 25000 = 200000 \text{ 厘米} = 2 \text{ 公里}$$

用同样的方法进行计算，得不同比例尺图上长一厘米相当于实地长度载于表(3)

比例尺	图上一厘米相当于实地长
1 : 25000	250米
1 : 50000	500米
1 : 100000	1公里
1 : 200000	2公里
1 : 500000	5公里
1 : 1000000	10公里

表 (3)

(四) 图廓尺寸的换算:

工作中经常遇到把某种比例尺图经过照象放缩为另一比例尺图的问题。因而就须要把放大或缩小后的图廓尺寸计算出来, 供照象控制用。为解决这一问题假设:

L 为甲乙两地实地长

l_1 为甲乙两地在 $1 : M_1$ 图上长

l_2 为甲乙两地在 $1 : M_2$ 图上长

根据 (3) 式则 $l_1 = \frac{L}{M_1}$ $l_2 = \frac{L}{M_2}$

两式相除: $\frac{l_1}{l_2} = \frac{M_2}{M_1}$ (4)

或将 (4) 式写为 $l_1 = l_2 \frac{M_2}{M_1}$; $l_2 = l_1 \frac{M_1}{M_2}$;

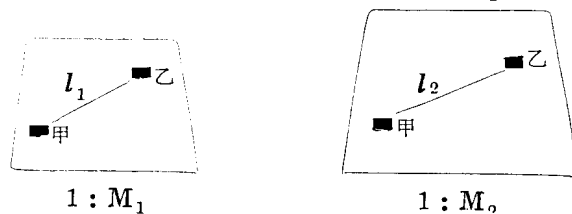


图 (1)

根据(4)式, 当甲乙两地在 $1:M_1$ 图上长 l_1 为已知时, 就可算出甲乙两地在 $1:M_2$ 的图上长 l_2 , 反之也是一样。同理若将 $1:M_1$ 的图廓边长化为 $1:M_2$ 的图廓边长, 计算方法也是一样。现举例说明图廓尺寸的换算:

例: 已知某幅 $1:35$ 万图的图廓尺寸, 上边长为39.96厘米, 下边长为40厘米, 东、西图廓边长为46.39厘米, 对角线长为61.24厘米, 求放大为 $1:20$ 万的图廓尺寸:

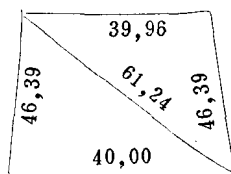
根据(4)式则:

$$a_1 = 39.96 \frac{350000}{200000} = 39.96 \frac{7}{4} = 69.93$$

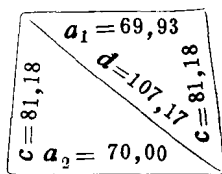
$$a_2 = 40.00 \frac{350000}{200000} = 40.00 \frac{7}{4} = 70.00$$

$$c = 46.39 \frac{350000}{200000} = 46.39 \frac{7}{4} = 81.18$$

$$d = 61.24 \frac{350000}{200000} = 61.24 \frac{7}{4} = 107.17$$



1 : 350000



1 : 200000

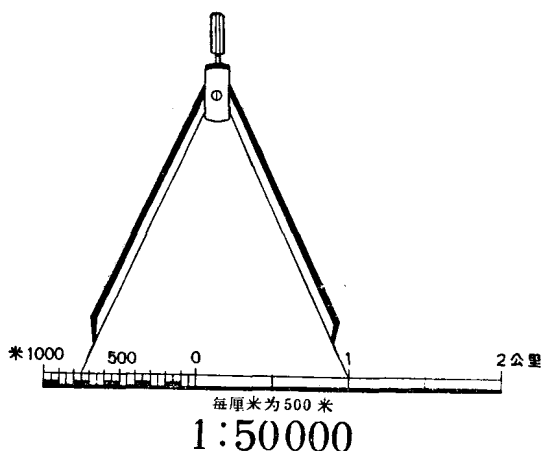
图(2)

第七节 直线比例尺

为了图上量测距离的方便, 在地形图的南图廓外绘有直线比例尺。用直线比例尺可以把图上任意线段长度, 不经换算而直接量出相当于实地的长度。它是按照数字比例尺的原理, 以整厘米为单位分划绘制的。如图(3)

直线比例尺的用法是: 用两脚规在图上量取两点间的直线距离, 然后将两脚规移到直线比例尺上, 使两脚规的一端落在直线比例尺某

一基本单位值（整分划数）的分划线上，再看另一端落在尺头（即详细分划的一端）的什么位置，然后按照尺上的注记即可读出两点间的实地距离。如图（3），所量距离在实地为1750米。



图(3) 直线比例尺及其应用

第八节 微分尺

微分尺是有纵横两种分划的复合比例尺，故又叫复比例尺。复比例尺的优点是精度高。为保证尺子的精度，一般都将它刻制在特制的金属版上。

（一）微分尺的绘制方法及原理：

1. 按所需长度绘一直线，以2厘米为单位将直线等分为若干等分。
 2. 从各分点作2厘米的垂线，再将两端垂线十等分，连接各等分点得十条平行线。
 3. 将左端2厘米范围的上下线再十等分，将上下各分点交错连接直线。
 4. 按尺身分划加注数字注记即绘成微分尺。如图（4）
- 由图（4）可以看出，斜线每上升一小格就向左偏一小格边长的

十分之一，上升两小格就向左偏一小格的十分之二。同理斜綫上升三小格、四小格、五小格……十小格，斜綫就向左偏一小格边长的 $3/10$ ， $4/10$ ， $5/10$ ，…… $10/10$ 。由于微分尺有这一特性，故用它量距离时，可讀出基本单位（两厘米）的百分之一（0.2毫米）。如果在一个小分划中进行目估，则可讀到基本单位（两厘米）的千分之一（0.02毫米）。

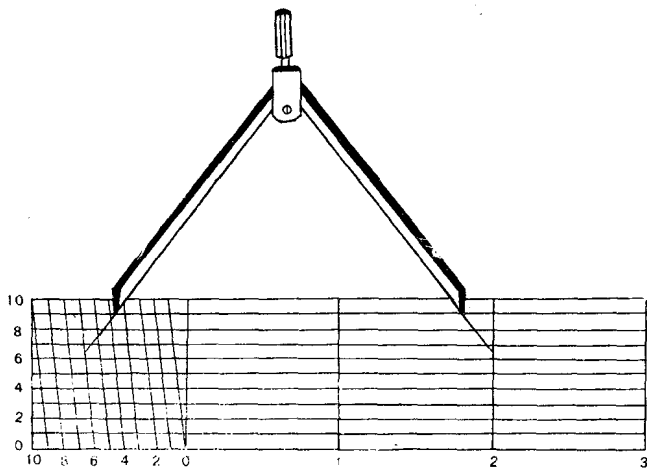
（二）微分尺的应用：

微分尺与直綫比例尺的用法基本相同。但应注意在微分尺上量取距离时，必須使两脚規的两脚放在同一条水平綫上。从图上量取一段距离后，将两脚規的一脚放在一条适当的整分划上，上下移动两脚規，使另一脚正好放在某一斜綫上，即可讀出分划值。然后将此分划值折合成厘米数，乘以比例尺分母即得相应的实地距离。

例：在1:2.5万图上量得甲乙两地距离为2.665基本分划，如图（4），求甲乙两地实地距离？

因一基本分划为2厘米
故 2.665×2 厘米
=5.33厘米

由表（3）
知：1:2.5万
图上一厘米相当
于实地250
米，故图上长
5.33厘米相当
于实地长为：
 5.33×250 米
=1332.5米=
1.3325公里。



图（4）微分尺及其应用