

DITUXUE SHIXI
JIANMING JIAOCHENG

地图学实习 简明教程

常占强 编著

新世纪地理科学野外实习系列丛书

地图学实习简明教程

常占强 编著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

地图学实习简明教程/常占强编著. —北京: 中国环境出版社, 2014.10

ISBN 978-7-5111-2087-8

I. ①地… II. ①常… III. ①地图学—高等学校—教材 IV. ①P28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 225811 号

出版人 王新程
责任编辑 沈建 刘杨
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 10 月第 1 版
印 次 2014 年 10 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 9.5
字 数 226 千字
定 价 26.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《新世纪地理科学野外实习系列丛书》

编 委 会

主 编 齐 童

副主编 常占强 王学东

编 委 (按姓氏笔划为序)

王学东 李业锦 李 宏 刘永顺

齐 童 常占强 徐建英

序

新世纪地理科学野外实习系列丛书终于和读者见面了。谨此献给首都师范大学 60 年华诞!

首都师范大学资源环境与旅游学院地理科学专业是学院四个专业中最早建立的,建于 1954 年原北京师范学院建院之初。地理科学专业的同仁们秉承了老地理系的优良传统,教书育人、勤与教、精与育、导与学、贵与恒。本系列丛书的出版,无不凝聚着前辈老师们善行诱导和同学们的艰辛求索。

地理科学专业的特色之一是野外实践。大自然是学习地理学的第一课堂、是理论践行与实践相结合最好的实验室,是学好地理学不可或缺的教学过程。重视野外教学实践、重视理论联系实际、理论指导实践、实践验证理论,提高学生的专业技能是地理科学专业一贯秉承的教学理念,它是一把尺子,时时处处量度着我们教师的责任心。这些年来,无论培养目标如何改动、教学时数如何调整,野外实践教学始终保持着自己的特色和优势,成为了地理科学专业的品牌。

系列丛书共 5 本。由《地图学实习简明教程》《地质学野外实习简明教程》《雾灵山地区土壤——植物地理实习简明教程》《地理科学专业实习实践成果——科研论文篇》《地理科学专业实习实践成果——实习报告篇》组成。本系列丛书较全面地反映了地理科学的专业特色以及野外教学实习成果。《地图学实习简明教程》主编常占强博士长期从事测量与地图学方面的研究,野外教学经验丰富;《地质学野外实习简明教程》主编齐童老师、刘永顺博士长期从事基础地质学、火山动力学、地貌学以及景观学教学和研究工作,有着 20 年以上的野外工作经历;《雾灵山地区土壤——植物地理实习简明教程》主编李宏博士主要从事林学、景观规划和设计研究,野外工作经验丰富;学生野外实践成果和科学研究汇编主编分别是王学东博士和李业锦博士,两位教师都是年轻有为、学有所长、专注野外教学工作的青年教师。

系列丛书编委会成员是王学东、李业锦、李宏、刘永顺、齐童、常占强、徐建英。主编:齐童;副主编:常占强、王学东。在系列丛书编写过程中,得到了首都师范大学教务处资助和大力支持,王德胜处长亲自参加了丛书组稿的策划、讨论、定稿、定名,为系列丛书的出版倾注了大量心血,在此表示衷心的感谢!

丛书编委会

前 言

地图既是地理学研究不可或缺的工具,也是其研究成果的最好表达方式。地图学是我国高等院校地学各专业的基础课,具有技术性、实践性极强的特点。特别是对于师范院校中地理科学与地理信息系统专业而言,地图学实习教学在整个课程学习中占有举足轻重的地位。近年来,随着现代信息技术对地图学的不断渗透,地图学实习内容亟须改进与完善。为此,在内容上本教程在充分汲取经典地图学实习内容的基础上,加入了现代信息技术在地图学实习教学中的应用,如:计算机制图技术、遥感技术及全球导航卫星信息技术;在形式上,本教程采用层次化、模块化形式组织编写。本教程将涵盖地图学主要实习内容的10多个单项实习分别整合到地形图室内实习、地形图野外应用实习、计算机地图制图实习、地图投影实习等四大实习模块中,使得本教程在结构上更为清晰、严谨。

本教程是在总结前人工作的基础上结合编著者多年来地图学实习教学经验编写而成,是首都师范大学资源环境与旅游学院地理信息系统与遥感教研室以及地理科学教研室多年实习教学工作成果的结晶。教研室中下列人员参加了本教程稿件的讨论工作:韩景辉、张晶、刘晓萌、张立燕、陈蜜、张志强、李家存、谢东海等。

在整个教程编写过程中,博士研究生敖祖锐、薛腾飞发挥了重要作用,特别是在计算机制图实习部分;硕士研究生姚骐、赵超等参与了本教程的订正和校对工作。

本教程的完成得到了兄弟院校老师和同行的关怀与支持,北京大学的秦其明教授、中国矿业大学(北京)的王金庄教授、青岛大学的于冬梅教授、北京师范大学的朱良教授、陕西师范大学的白建军教授和苏惠敏老师等都为本教程提出了许多有益的建议与修改意见,在此表示衷心感谢!

本书特别感谢北京市自然科学基金(No. 8142009)的资助出版。由于作者水平与时间有限,书中难免存在纰漏甚至错误之处,希望读者不吝指正。

编 者

2014年6月

教师反馈卡

尊敬的老师：您好！

感谢您购买本书。为了进一步加强我们与老师之间的联系与沟通，请您协助填妥下表，以便定期向您寄送最新的出版信息，您还有机会获得我们免费寄送的样书及相关的教辅材料；同时我们还会为您的教学工作以及论著或译著的出版提供尽可能的帮助。欢迎您对我们的产品和服务提出宝贵意见，非常感谢您的大力支持与帮助。

姓名：_____ 年龄：_____ 职务：_____ 职称：_____
系别：_____ 学院：_____ 学校：_____
通信地址：_____ 邮编：_____
电话（办）：_____（家）_____ E-mail _____
学历：_____ 毕业学校：_____
国外进修或讲学经历：_____

	教授课程	学生水平	学生人数/年	开课时间
1.	_____	_____	_____	_____
2.	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____

您的研究领域：_____

您现在授课使用的教材名称：_____

您使用的教材的出版社：_____

您是否已经采用本书作为教材：☐是；☐没有。

采用人数：_____

您使用的教材的购买渠道：☐教材科；☐出版社；☐书店；☐其他。

您需要以下教辅：☐教师手册；☐学生手册；☐PPT；☐习题集；☐其他_____

（我们将为选择本教材的老师提供现有教辅产品）

您对本书的意见：_____

您是否有翻译意向：☐有；☐没有。

您的翻译方向：_____

您是否计划或正在编著专著：☐是；☐没有。

您编著的专著的方向：_____

您还希望获得的服务：_____

填妥后请选择以下任何一种方式将此表返回（如方便请赐名片）：

地址：北京市东城区广渠门内大街 16 号 中国环境出版社教材图书出版中心

邮编：100062

电话（传真）：（010）67113412

E-mail: shenjian1960@126.com

网址: <http://www.cesp.com.cn>

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 地图学	1
1.2 3S 技术对地图学的影响	1
1.3 地图学实习的地位	4
1.4 教程目的与要求	4
第 2 章 地形图室内实习	6
2.1 常规绘图工具的使用实习	6
2.2 地形图量测实习 1 (坐标、距离、高程量测)	7
2.3 地形图量测实习 2 (面积量测)	12
2.4 地形图阅读实习	17
第 3 章 地形图野外应用实习	19
3.1 概述	19
3.2 地形图野外实习 1——野外读图对照	21
3.3 地形图野外实习 2——野外填图实习	25
第 4 章 计算机地图制图实习	30
4.1 概述	30
4.2 计算机制图软件简介	33
4.3 计算机地图制图实习	60
第 5 章 地图投影实习	124
5.1 常用地图投影经纬网形状与特征	124
5.2 地图投影辨识实习	125
5.3 地图投影变换实习	128
附表 地类分类的名称及其含义	139
参考文献	142

第1章 绪论

1.1 地图学

地图学是研究地图理论、编制技术与应用方法的科学，是一门研究以地图图形揭示各种自然和社会现象空间分布、相互联系及动态变化的科学，也是一门技术与艺术相结合的科学。

20 世纪 50 年代以来，随着航空摄影、卫星遥感、计算机技术等的应用和进步，地图学出现了系列地图、遥感地图、机助制图和地理信息系统等新的方法和形式。信息论、传输论、模式论、感受论等理论的引进，推动了地图学的理论研究。

20 世纪 70 年代以后，现代地图学逐渐从地理学和测量学中脱颖而出，其研究手段兼收并容空间科学和信息科学的最新成就，研究内容跨越了自然科学和社会科学的范畴，越来越明显地显示出横断科学的性质。现代地图学更趋于从信息论的观点来研究地图，地图被认为是人类认识自然的信息载体、客观存在的地理环境的概念模型。人们通过地图的制作和应用，采集大量有关自然和经济现象的位置、形态、动态和内部联系的信息，进而加以浓缩、复制、存储、传递，方便读者感受、量测、理解和利用。

20 世纪 90 年代以来，现代地图学得到了迅猛发展：专题制图进一步拓宽领域并向纵深发展；计算机制图已广泛应用于各类地图生产，多媒体电子地图集与互联网地图集迅速推广；地图学—遥感—地理信息系统相结合已形成一体化的研究技术体系；计算机制图及电子出版生产一体化从根本上改变了地图设计与生产的传统工艺；地图学新概念与新理论不断涌现，其学科框架已由“三角形”转变为“四面体”。

进入 21 世纪后，人类的认识正在从陆地表层向海洋、地壳深部和外层空间扩延，现代地图学的研究对象仍将继续扩大，今后有望建立适用于整个人类智慧圈的统一的空间坐标体系，当前我们已能看到多维动态地图的曙光。可见，地图学是一门既古老又年轻的学科。

1.2 3S 技术对地图学的影响

1.2.1 遥感与地图学

在现代科技飞速发展的今天，传统地图产品的现势性越来越不能满足生产和生活的需要；传统的地图更新方法已无法满足城市规划、建设和管理快速变化的需要。因此，必须提供实时、快捷的地图要素更新方法，否则地图将失去其现势性。随着遥感技术的发展，

各种分辨率高、信息丰富、获取周期短、现势性强的影像不断涌现。现有高分辨遥感影像已达到厘米级,完全能满足制作大比例尺地图的精度要求。由遥感技术获取的影像图,具有直观性、现势性、成图周期短、更新快、信息量全面、内容形象等特点,能够在军事、抢险救灾、地籍调查、数字城市建设等方面发挥重要作用。例如:在 2008 年汶川大地震中,震后大部分地形和地理特征都发生了很大变化,震前地图无法满足紧急救援任务的需要,而影像图就基本可以满足现势性的需求。这说明影像图的制作是今后一个重要的发展方向,影像图的出现必定将对地图学产生深远的影响,地图学的一些理论和方法将会逐步完善,其主要表现如下。

(1) 地图概念的拓展。地图的定义和概念是多年来国内外地图学者反复讨论的课题,从不同角度提出的定义和概念有很多。对地图的传统定义多年来一直是:“地图就是按照一定的数学法则,运用符号系统,概括地将地球上各种自然和社会经济现象缩小表示在平面上的图形。”到现在对该定义还有很多争议,例如:一幅经过校正过的遥感影像,它有严格的数学基础,其所包含的空间信息并不亚于现在的线划地图(可进行量测和分析),但是它没有严格意义上的地图符号,也没有制图综合,按照经典地图定义中的 3 个基本要素要求(数学法则、地图语言和制图综合),它不能被称为严格意义上的地图。到底该不该将这种影像视作一种地图产品,是很值得思考的一个问题。

随着计算机、网络和虚拟现实技术的进一步发展,各种与地图类似的新产品必将会不断涌现。这些产品与地图之间的界限会越来越模糊,因而地图的概念可能需要进行调整与扩展。

(2) 制图理论的完善。认知制图是理论地图学中的一个重要概念,根据 Downs 和 Stea 的定义,它包括使人们能够收集、组织、存储、回忆和利用有关空间环境信息的那些认知能力或思维能力。认知制图的目的,主要是通过研究人们获取空间对象位置和属性信息的方式、过程和一些规律以及对行为的影响,来更科学地开展制图工作。

影像图不同于传统的地形图或专题图,它包含的影像信息直接来自于客观世界,包含的大部分信息还比较“原始”,视觉上的效果与现有其他图种差别较大。未来地图学的发展可能倾向于研究人们对影像图的一些认知规律,逐步完善现有的认知制图理论,从而指导地图工作者更好地进行地图表达。

(3) 制图方式的丰富。20 世纪 70 年代,以计算机的引进为标志,地图学开始进入一个崭新的时代,经过几十年的理论探讨和应用实践,在地图学中形成了一门崭新的制图技术——数字制图技术。它把制图人员从烦琐的手工制图中解脱出来,制图效率大大提高。不过,这种更新地图的方式还需要人机交互操作进行。在现代信息时代,这种制图方式有时仍难以满足决策者的需求。特别是瞬息万变的战场环境,所需的地图往往是最新的,而矢量地图通过人机交互来更新地图则显得“力不从心”。遥感对制图方式的增加主要表现在:①数字影像图的快速制作;②利用遥感影像更新数据。

1.2.2 全球导航卫星系统与地图学

全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)泛指美国的 GPS、俄罗斯的 Glonass、欧洲的 Galileo、中国的北斗卫星导航系统以及相关增强系统。GNSS 技术可提供高精度、全天候、实时动态定位、定时及导航服务。目前,应用最为广泛的是美

国的 GPS。实践证明, GPS 可获取高精度的地面点坐标, 相对定位精度在 50 km 以内可达 10^{-6} m, 远远高于传统测量精度。除此以外, 与传统测量方法相比 GPS 还具有观测时间短、测站间无需通视、操作简便、全天候作业等优点。

上述特点使 GNSS 测量的理论、操作方法、数据处理方法完全不同于传统的地面测量, 给现代地图学制图的数据获取方法带来一次革命。目前, GNSS 已全面应用于大地测量定位、地图数字化测绘系统, 彻底改变了传统的地图测绘手段。在现代地图学中的具体应用如下。

(1) 各级控制网的建立: 包括建立国家级、省级、城市级统一的 GPS 控制网; 水准高程控制网(一、二、三等)复测; 精化拟合大地水准面。

(2) 各种比例尺基础地理信息数据采集与更新: 包括 1:1 000 000, 1:250 000 全国覆盖; 1:50 000 全国覆盖; 1:10 000 全省覆盖; 1:500~1:2 000 大中小城市全部覆盖。

1.2.3 地理信息系统与地图学

地理信息系统(Geographical Information System, GIS)是由计算机软硬件、地理数据和用户组成, 通过对地理数据的采集、输入、存储、检索、操作和分析, 生成并输出各种地理信息的系统。GIS 为地图的快速绘制和更新提供了强有力的手段, 同时也是现代地图学管理和分析的重要手段, 其功能涵盖了地图制图的全部内容:

(1) 地球体与地图投影。包括坐标系统、地图投影、地图比例尺等内容, 这些内容是地图学的数学基础, 也是 GIS 空间数据组织的数学基础, 可以利用 GIS 软件方便、快捷地进行转换和设置。

(2) 地图概括。在制图时根据需要, 对地面景物进行有目的的综合取舍, 在图面上清晰地表现出地物的主次、从属关系及其重要程度。地图概括在 GIS 中通过编辑功能实现, 一般根据地物特征将地物概括为面状地物、线状地物和点状地物。面状地物, 如居民区、道路、水系、土壤和植被; 线状地物, 如电力线和境界线; 点状地物, 如国旗、宣传栏、路灯、水塔、各种小雕塑、测量控制点等。

(3) 地图符号。地图符号是表示地图信息的图解语言, 由形状、尺寸和颜色 3 个基本要素构成。地图符号是现代地图学课程的重要内容, 是地图可视化的基础工具。国内外广泛应用的 GIS 软件都提供部分符号库和符号库制作工具。其中, 点状符号是通过字体编辑器和 GIS 符号设计器相结合来完成的; 线状符号可以抽象成基本线条的组合和叠加, 使用 GIS 的符号设计器, 通过对基本线条的宽度、偏移的设置及周期性重复完成; 面状符号包括封闭轮廓线和内部填充两个部分。边线的符号化同线状符号。内部填充采用制作点状或线状符号的方式制作好内部填充符号, 然后用点填充和线填充方式实现。

(4) 地图分析。GIS 的分析功能可以实现全部传统的地图学分析操作, 如坐标、距离、面积、体积的量测; 数字高程模型(DEM)基础之上的图形分析, 如地形的坡度、坡向图的获取; 最短路径分析; 环境的污染范围和程度分析; 矿体的储量计算; 水库的选址、蓄水量的计算等。

可见, 地图学与 3S 之间有着不可分割的关系, 地图既是全球导航卫星系统(GNSS)、遥感(RS)与地理信息系统(GIS)不可或缺的研究成果表达形式, 同时也为空间图形分析研究(地图认知)提供了重要手段。

1.3 地图学实习的地位

地图学既是地理学研究工作中不可或缺的工具,也是其研究成果的最好表达方式。作为地理学的第二语言,地图不仅是地学调查研究成果的重要表现形式,也是地学分析的重要手段。随着地图应用领域的不断开拓,对地图分析与应用的研究将更加深入。

由于地图学具有实践性强的特点,地图学实习在整个课程中占有举足轻重的地位。对于高等院校地学各专业而言,开设好地图学课程,加深学生对地学研究中定位和定量化的理解,提高综合分析能力,可为其他专业课程的学习奠定坚实的基础。

在地图学教学中,如何使学生能深刻理解地图学的基本原理,掌握地图制图及应用的基本方法显得尤为重要,而达到这一目的的最佳方式就是课堂教学与实习教学环节的有机结合。特别是地图制图学和应用地图学部分,更应注重课堂理论讲授与实际应用紧密结合,“讲讲练练”的方法应贯穿始终。要使学生更加深刻地理解和巩固基本理论知识,掌握基本技能和动手操作能力,提高综合观察分析问题的能力,获得理想教学效果,必须高度重视实习环节。野外与室内实习是地图学课程教学中不可或缺的重要环节,直接关系到教学的成败,具有举足轻重的地位。

长期以来,由于各种原因,在地图学教学中较普遍存在着重讲授、轻实习的现象,从而制约了学生对课堂讲授知识的理解与实际动手能力的提高,对后续学习也造成一定影响。

地图学实习可分为观察性实习、实测性实习、技能训练性实习、综合性实习及设计性实习等。地图学实习除具有实验教学的共性外,还有其双重性、循序渐进性和连续性的特点。其中双重性指既具有室内性又有室外性的特点。有些实验教学必须在固定的场所、规定的时间内进行,如:手工制图或计算机制图都必须在实验室完成;还有一些可以不依赖于实验室,需在野外进行。循序渐进性指要按照由单项训练到综合性训练的顺序安排实习。从实习一开始就必须对学生进行严格的单项训练,练好扎实的基本功,再完成综合性较强、要求较高的实习内容。连续性指地图的应用应当贯穿于整个学习过程中。只有持续地练习,才能达到对地图学理论知识融会贯通,在学习和工作中更好地应用地图的目的。

1.4 教程目的与要求

现代信息技术,特别是 3S 技术,已对地图学产生了深刻的影响。地图学内容不断被渗透,其相应的实习内容急需改进与完善。本教程在充分汲取传统地图学实习内容的基础上,结合编著者多年来地图学的实习教学经验,加入了现代信息技术在地图学实习教学中的应用。本教程的主要目的包括:

- (1) 巩固与加深学生对地图学理论知识的理解。
- (2) 提高学生的野外识图、读图以及填图能力。
- (3) 提高学生利用地图分析问题、解决问题的能力。
- (4) 熟练掌握判别地图投影的基本方法,并能利用制图软件进行常用地图投影变换。

(5) 使学生在上机实践中掌握利用制图软件进行地图制作、地图分析的各项基本操作。该实践环节要求学生在课程上机的基础上深化学习地图数字化的方法。

为了达到上述目的,对实习提出以下要求:

- (1) 实习前,准备好相应的实习仪器工具和用品,并正确使用、妥善保管。
- (2) 要认真学习本教程中的有关章节,明确实习目的、内容和要求,掌握相应方法和步骤,以期获得较好的实习效果。
- (3) 要养成认真、准确、细致、求是的良好作风。

第2章 地形图室内实习

地形图室内实习一般包括地形图的室内量测实习(坐标、距离、高程、面积量测等)、地形图阅读实习以及地形图分幅编号实习。其中,常规绘图工具的使用实习是进行地形图室内实习的前提,量测实习是阅读实习的基础。由于目前通常采用编程方法获取地形图的分幅编号,很少采用传统的图解法,因此本教程略去了地形图分幅编号实习部分。

进行地形图的室内实习,最好选择一幅内容要素比较全面,低山丘陵地区的1:10 000~1:50 000国家基本比例尺地形图为宜。

2.1 常规绘图工具的使用实习

2.1.1 实习目的

- (1) 熟悉各种常规绘图工具的性能和使用方法。
- (2) 初步掌握运用各种绘图工具绘制地图上各种图形要素的方法。

2.1.2 实习要求

- (1) 准确描绘样图上符号的位置和轮廓。
- (2) 图形大小、线划粗细符合规定。
- (3) 按规定程序清绘,图面整洁、美观。

2.1.3 实习工具

小钢笔、直线笔、小圆规、两脚规、三角板、绘图墨汁、透明纸、样图。

2.1.4 绘图工具的使用方法

2.1.4.1 小钢笔

- (1) 绘短直线。

方法:用左手捏住玻璃棒左端1/3处(食指在玻璃棒的上面,拇指在里边,其余手指在外边),使玻璃棒不能任意滚动,用右手大拇指、中指和食指捏住小钢笔笔杆下端的1/3处,以肘部和手腕的边缘为支撑点,笔杆向右倾斜75°左右,从左到右均匀运笔,一般绘5 cm以内长的线为宜。

注意事项:小钢笔笔尖上有墨汁时不能把笔尖直接放入墨汁瓶中,而应借助一个小窄胶片蘸墨汁后,再注入到笔尖内侧凹面的尖端处,笔尖的外侧不能蘸墨汁,否则会使墨汁蘸到玻璃棒流到图面上弄脏图纸,墨汁量不能超过笔孔,用完后要擦干净。

要领：起笔轻，落笔准，不要跑线。

(2) 绘曲线。

运笔：绘线时应保持小钢笔笔口方向与绘线方向一致，运笔方向一般为从左到右或从上到下比较顺手。当画线不顺手时，可停笔不继续向下画，适当转动图纸，再从顺手方向运笔。

接头：曲线接头位置一般选在曲线顶点附近，曲线接头时提笔和落笔要稳、准，不跑线，避免出现折角或交叉现象。

2.1.4.2 直线笔

方法：画直线时必须紧靠直尺，由于钢笔片具有一定的厚度和弧度，直尺位置应与所画直线间留出一定的距离（0.2~0.4 mm）。画线的姿态是直线笔的螺丝朝外，轻靠尺边，笔杆略向右倾，使两钢片同时接触纸面，左手按牢直尺，保持直线笔的运笔面与直尺始终垂直，由左到右，速度均匀，用力一致，一笔画完。

注意事项：

(1) 直线笔笔头的装墨汁量以高不超过 5 mm 为宜（装墨汁过多容易溢出，过少又不能保证画完一条线，钢片外侧一定不能带有墨汁，以免弄脏图纸）。

(2) 画较长的直线时，需要挪动身体，并随右臂画线方向移动，人最好站起来，左手按住直尺，但又应当能轻巧地随之移动。

(3) 画 0.5 mm 以上的粗直线时，先画两边线，然后再依直尺画线，将中间填满墨汁。

(4) 每次画线都要用螺丝调整好粗细，在另外一张纸上试画一段，然后将笔放在直尺两端检查直尺与所画线的距离是否适宜。

(5) 直线笔用完后，应将笔头螺丝松开，擦拭干净后予以保存。

2.1.4.3 小圆规

方法：绘圆时，以右手拇指和中指捏住小圆规套管上部，食指顶住轴针上端丝帽。先将笔头提起，然后将轴针尖对准圆心，再轻轻放下笔头，用中指和拇指按顺时针方向交替拨动套管顶部，使笔头旋转一周，即可画出小圆。圆画好后，先提笔头，再提轴针。

注意事项：画圆时，一定要保持小圆规笔杆垂直；旋转笔头一般只能转一次，不要猛转；要轻按轴针，以防刺孔太大，影响质量。

2.2 地形图量测实习 1（坐标、距离、高程量测）

地图量测就是在地图上按一定方法计算出各种现象的数量特征，并评价所得结果的精度。在地图上可以量测各种物体的坐标、长度、面积、坡度、体积等。量测方法可以用手工方法，也可用仪器和计算机方法进行。影响量测精度的因素有地图比例尺、地图投影、地图概括等。

2.2.1 实习目的

为读图、用图、野外实习以及地理信息系统与遥感课程的相关内容奠定基础。

2.2.2 实习内容

国家基本比例尺地形图采用的是高斯—克吕格投影(1:1 000 000 除外),同时具有地理坐标和平面直角坐标系格网,因此可测定任意地面点的坐标值。

2.2.2.1 地面点平面直角坐标的量测

先查出某点(P)所在直角坐标的千米格网,并计算出该千米格网西南角点(A)的坐标(x_A, y_A);然后过待测点(P)作平行于 x 轴和 y 轴的直线,分别在千米格网西、南两边得两交点,如图 2-1 所示。

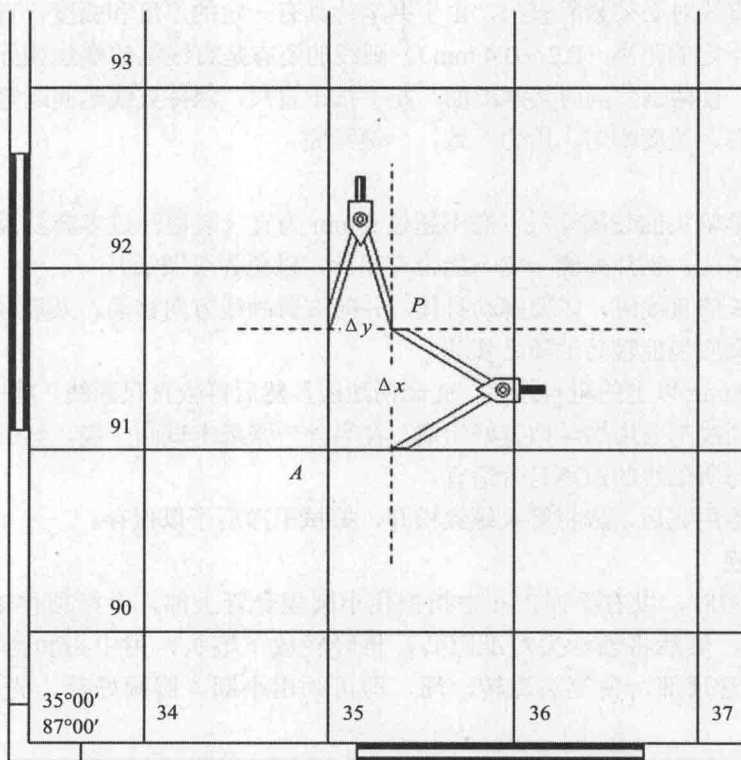


图 2-1 平面直角坐标量测

用两脚规分别截取该点至本千米格网西南角点 A 的距离,并放置于图上直线比例尺读出距离,得到测点 P 在此千米格网的坐标增量 $\Delta x_A, \Delta y_A$ 。最后按式(2-1)、式(2-2)计算出待测点的坐标值(结果以 m 为单位,精确到小数点后2位)。

$$x_i = x_A + \Delta x_A \quad (2-1)$$

$$y_i = y_A + \Delta y_A \quad (2-2)$$

2.2.2.2 地面点地理坐标的量测

首先找出待测点(P)在地形图上的位置,相对应地联结其附近的经、纬度短线,形成经纬网格(A, B, C, D),并读出待测点(P)所在经纬网格西南角点(A)的地理坐标值 λ_A, φ_A ;再确定 P 点到它所在经纬网西、南两边垂线长度的相应秒值,如图 2-2 所示。

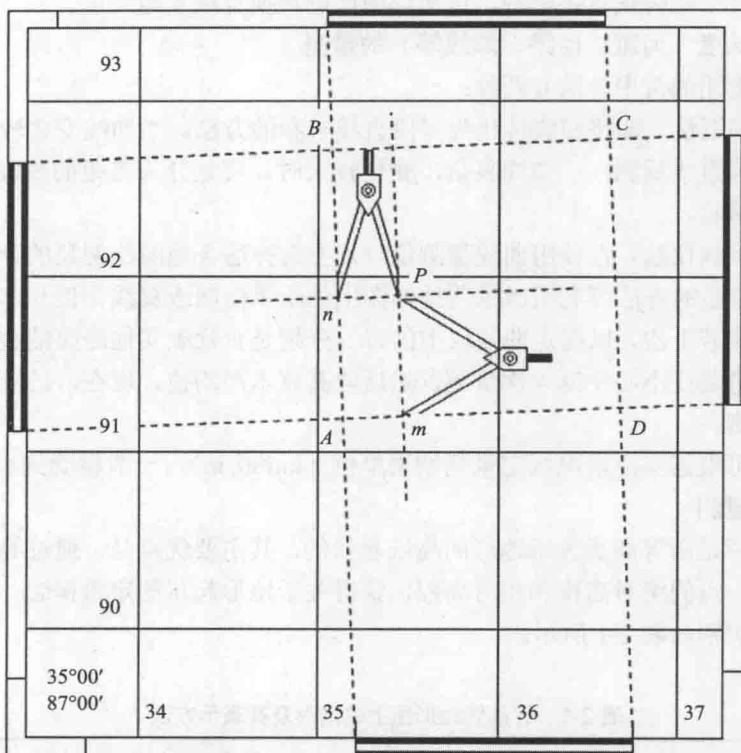


图 2-2 地理坐标量测

为此,可用两脚规量取 P 点所在方格的长边 CD 和宽边 AD (相当于 $1''$ 的经线长和纬线长),同时,量出 P 点至西、南两边垂线长 P_m 和 P_n 。根据式 (2-3)、式 (2-4),算出增量值:

$$\Delta\lambda_p = \frac{P_n}{AD} \times 60'' \quad (2-3)$$

$$\Delta\varphi_p = \frac{P_m}{CD} \times 60'' \quad (2-4)$$

式中: $\Delta\lambda$ 和 $\Delta\varphi$ 分别为 P 点到所在方格西、南边的垂线长所代表经差和纬差的秒值。则待测点 P 的地理坐标值为 (最后结果精确到小数点后 2 位)

$$\lambda_p = \lambda_A + \Delta\lambda_p \quad (2-5)$$

$$\varphi_p = \varphi_A + \Delta\varphi_p \quad (2-6)$$

2.2.2.3 直线距离量测

直线距离量测的常用方法有两种:

(1) 根据两点的坐标,利用解析几何中计算两点距离的公式。

$$L = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} \quad (2-7)$$