

高等林业院校交流讲义

测 量 学

北京林学院测量教研组编

农业出版社

高等林业院校交流讲义

测 量 学

北京林学院测量教研组编

林业、水土保持专业适用

农 业 出 版 社

高等林业院校交流讲义

测 量 学

北京林学院测量教研组编

农业出版社出版

北京老线局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市印刷一厂印刷装订

统一书号 15144.326

1962 年 2 月北京制型	开本 787×1092 毫米
1962 年 3 月初版	十六分之一
1962 年 3 月北京第一次印刷	字数 430 千字
印数 1—5,100 册	印张 二十二又二分之一
	定价 (9) 一元九角

前 言

本书在编写以前，于1960年夏季，在院党委的领导下，由师生相结合，根据1953年至1960年本教研组历年所编的讲义及教学经验，制定了测量学教学大纲初稿。为了使教材内容能够作到理论联系实际，并结合林业生产，于1960年秋季，曾经派教师分别参加林业生产单位，并到兄弟院校访问，得到了不少宝贵意见。回院后，对教学大纲初稿，反复地进行讨论修改，最后确定了本书的教学大纲。

本书以测量理论与实际操作并重，内容力求比较系统和完整，并结合我国生产实践。章节的安排以测量生产程序为纲，同时照顾到教学方便，先易后难，由浅入深。取材尽量结合专业的需要，文字叙述力求精简扼要，缩短篇幅。

本书适用于林业及水土保持等专业，也可作为林业测量工作人员的参考。

本书由本教研组教师集体编写，由教研组主任邢允范教授统一审定。由于编者业务水平有限，林业生产知识不足，因此，在教材内容方面，难免有错漏之处，希望采用本书的同志及读者提出宝贵意见，以便修改。

北京林学院测量教研组

1961年11月

目 录

前 言

第一章 結論	1
§ 1—1 测量学的研究对象及其在社会主义建設中的作用	1
§ 1—2 测量学在林业建設中的作用	2
§ 1—3 测量学的发展簡史及我国測繪事业的发展概況	2
§ 1—4 地球的形状和大小	4
§ 1—5 地面点位置的确定	5
§ 1—6 比例尺	6
§ 1—7 投影的概念, 平面图, 地图和地形图	7
§ 1—8 测量工作概念	8
§ 1—9 测量常用单位	9
第二章 直綫的定綫和丈量	10
§ 2—1 地面上点的标志和直线定线	10
§ 2—2 长度丈量的工具和鋼尺的檢定	12
§ 2—3 直线丈量方法	13
§ 2—4 測斜器	16
第三章 直綫定向	17
§ 3—1 直线定向的意义	17
§ 3—2 方位角与象限角	17
§ 3—3 子午线的收斂角	20
§ 3—4 座标方位(方向角)	21
第四章 罗盘仪	22
§ 4—1 罗盘仪的构造	22
§ 4—2 罗盘仪的檢驗	24
§ 4—3 罗盘仪测量方法	24
§ 4—4 按象限角及边长繪制导线图	26
第五章 經緯仪	28
§ 5—1 水平角測量原理	28
§ 5—2 經緯仪的构造	28
§ 5—3 望遠鏡	30
§ 5—4 經緯仪的讀数設備	33
§ 5—5 水准器	36

§ 5-6	水平角的观测	37
§ 5-7	經緯仪豎盘的构造及其用法	40
§ 5-8	經緯仪的檢驗和校正	44
§ 5-9	經緯仪的保养	47
第六章	測量誤差的基本知識	48
§ 6-1	測量誤差的来源与种类	48
§ 6-2	偶然誤差的特性	48
§ 6-3	算术平均值	49
§ 6-4	衡量精度的标准	50
§ 6-5	观测值函数的中誤差	51
§ 6-6	用似真誤差計算中誤差	55
§ 6-7	容許誤差	56
§ 6-8	相对誤差	57
§ 6-9	經緯仪測量水平角的精度(誤差理論的应用)	57
第七章	三角网根測量	61
§ 7-1	三角測量的概念	61
§ 7-2	国家三角測量的概念	62
§ 7-3	三角网根測量的外业实施	65
§ 7-4	測站点和照准点的归心改正	67
§ 7-5	基线长度計算	68
§ 7-6	座标增量, 座标正算問題及反算問題	71
§ 7-7	三角形的边长及座标計算	72
§ 7-8	中心形的近似平差	75
§ 7-9	有两条已知边三角網的近似平差	81
§ 7-10	线形三角網的平差計算	83
§ 7-11	菱形或四边形基线网的平差	88
§ 7-12	前方交会的計算	90
§ 7-13	后方交会的計算	92
第八章	經緯仪导綫測量	97
§ 8-1	导綫測量概述	97
§ 8-2	經緯仪导綫外业实施	98
§ 8-3	經緯仪閉合导綫計算	100
§ 8-4	經緯仪附合导綫計算	104
§ 8-5	寻找导綫測量錯誤的方法	108
§ 8-6	座标格网的繪制及展点	108
§ 8-7	导綫网平差法(波波夫平差法)	110
第九章	真方位角測量	114
§ 9-1	概說	114

§ 9—2 天球的概念	114
§ 9—3 定位三角形	117
§ 9—4 时的概念	118
§ 9—5 蒙气差与视差	121
§ 9—6 观测北极星定目标的方位角	123
§ 9—7 观测太阳定目标方位角	127
第十章 几何水准测量	131
§ 10—1 概說	131
§ 10—2 水准测量的原理	132
§ 10—3 地球曲率及大气折光的影响	134
§ 10—4 水准仪和水准尺	135
§ 10—5 定镜水准仪的检验与校正	138
§ 10—6 水准测量的施测	139
§ 10—7 水准测量的误差	141
§ 10—8 水准测量闭合差及其分配	142
§ 10—9 面水准测量	144
第十一章 三角高程测量	146
§ 11—1 三角高程测量的原理	146
§ 11—2 三角高程测量的实施	147
§ 11—3 三角高程测量的计算及平差	149
第十二章 地形测量的概念	152
§ 12—1 地形概念及其基本形状	152
§ 12—2 等高线及其性质	152
§ 12—3 地形测图的基本方法	156
第十三章 视距测量	161
§ 13—1 概說	161
§ 13—2 视距测量原理	161
§ 13—3 视距常数的测定	163
§ 13—4 视距测量计算距离及高差的方法	165
§ 13—5 视距测量的精度	169
§ 13—6 几种其他形式的视距仪	171
§ 13—7 视差导线测量	178
§ 13—8 视距法测绘地形图	180
§ 13—9 视距测量在林业测量工作中的应用	184
第十四章 平板仪测量	185
§ 14—1 平板仪测量的概念	185
§ 14—2 平板仪的构造及附件	186
§ 14—3 平板仪的检验及校正	187

§ 14—4	平板仪的安置	188
§ 14—5	平板仪交会法	190
§ 14—6	平板仪测量的控制网	193
§ 14—7	平板仪碎部测量	196
§ 14—8	小平板仪测量	199
§ 14—9	小平板仪与经纬仪配合测繪碎部	201
§ 14—10	平板仪测量在林业工作中的应用	202
第十五章 地形制图与地形图的应用		203
§ 15—1	地形图的繪制	203
§ 15—2	高斯投影的概念	206
§ 15—3	地形图的分幅与编号	207
§ 15—4	高斯-克吕格座标	212
§ 15—5	图框繪制及整飾	215
§ 15—6	地形图的复制	216
§ 15—7	地形图在林业工作中的应用	220
第十六章 面积测定		225
§ 16—1	概說	225
§ 16—2	图解法测定面积	225
§ 16—3	解析法测定面积	226
§ 16—4	求积仪的构造和用法	228
§ 16—5	求积仪的原理	230
§ 16—6	求积仪常数的测定及检查調整	232
§ 16—7	用沙維奇法测定面积	234
§ 16—8	关于森林經營规划分区面积計算的規定	235
第十七章 草測		237
§ 17—1	草測及其应用	237
§ 17—2	草測工具及其測法	237
§ 17—3	草測的实施	244
第十八章 森林道路測量		246
§ 18—1	概說	246
§ 18—2	森林道路測量工作的程序	246
§ 18—3	森林道路的选线	247
§ 18—4	圓曲线	249
§ 18—5	圓曲线細部測設	252
§ 18—6	路线中线測量	255
§ 18—7	路线縱断面水准測量及縱断面图的繪制	257
§ 18—8	路线橫断面測量及橫断面图的繪制	260
§ 18—9	豎曲线的測設	262

§ 18—10 土方計算	263
§ 18—11 路基放样	265
第十九章 流送河道測量	267
§ 19—1 概說	267
§ 19—2 岸线測量	267
§ 19—3 水位觀測及河流比降的測定	268
§ 19—4 河流橫断面測量	269
§ 19—5 流向測量	270
§ 19—6 流速測量	271
§ 19—7 流量計算	273
第二十章 航空摄影測量的概念	276
§ 20—1 航空摄影測量研究对象	276
§ 20—2 航空摄影及摄影处理	276
§ 20—3 航空象片解析	279
§ 20—4 航摄影片的判讀	282
§ 20—5 象片略图的編制	283
§ 20—6 航摄影片的平面联測	284
§ 20—7 象片三角測量	284
§ 20—8 象片糾正	288
§ 20—9 象片平面图	293
§ 20—10 航摄影片的轉繪	294
§ 20—11 航空摄影測量綜合測图法	298
§ 20—12 立体航空摄影測量	298
第二十一章 森林調查設計、造林調查設計及水土保持中的測量工作	305
§ 21—1 森林調查設計的測量工作	305
§ 21—2 造林調查設計的測量工作	309
§ 21—3 营造防护林带的測量工作	310
§ 21—4 水土保持的測量工作	314

第一章 緒 論

§ 1—1 測量学的研究对象及其在社会主义建設中的作用

測量学是一門研究地球局部地区及广大地区以至整个地球形状和大小的科学。它的任务一方面是測定地球表面某一区域的形状和大小并繪制成图,供各項建設的规划設計,并将图上設計的工程放样到地面上;另一方面是測定整个地球的形状和大小,作为測量計算的依据,以及研究地壳的升降,大陆的变迁,海岸的变动等。

測量学和其他科学一样是由于人类生产需要而产生的,又随着人类历史的不断发展而逐步地发展和充实的。測量学由于測量的对象及使用方法不同又分为下列几門学科:

地形測量学 它的研究对象是較小的区域,因此,可以把地面看成平面,不必考虑地球表面的曲率影响。它的最后成果是某一地区的形状大小和起伏状况的地形图。

大地測量学 它以研究較大区域和整个地球的形状大小为对象,因此,必須考虑到地球曲率的影响,它对小区域的測量起控制連接的作用。

航空摄影測量学 它用飞机所拍照的地面象片改制成地形图,其目的和地形測量一样,但比地形測量方法有很大的优越性。

工程測量学 它是专门为农田水利,工矿企业和城市等工程建設服务的測量学。

制圖学 它是研究如何将地球面上的图形描繪到图紙上以及研究編制印刷出版各种地图的学科。

測量学是来自于生产实践而又为生产建設服务的,它对我国的国民經济建設有很大的作用。如修建武汉长江大桥,从桥址的选择到精确地測定桥址,都离不开測量;首先測繪桥址地形图以及长江的宽度和两岸高差,而后进行图面設計,設計后,并要求很高精度于实地定出桥墩的位置,以及桥梁的軸綫,以便施工。在各种工程建設中,測量工作首先是在工程建設前提供图面材料及数据;在施工过程中保証正确的放样,并在工程竣工后,进行精确的觀察,确定工程建筑物的是否变形,以保証工程的安全,并提供科学研究的重要数据。在地质勘探,林业調查,水利建設,土壤植物調查,土地规划等等工作中,測量都起着重要的作用。

測量学在国防建設方面也同样占着重要的地位。

§ 1-2 测量学在林业建设中的作用

林业建设是国民经济建设的组成部分之一。林业建设的任务,一方面是绿化祖国,实现大地园林化;另一方面是开发林区,为祖国提供木材与林产化学产品。测量工作在其中起着很大的作用。如进行森林调查设计,造林调查设计,大地园林化,水土保持,居民区绿化等工作,在工作的开始就要进行测量,获得工作地区的平面图或地形图。这些图就是工作地区的缩影。

森林调查设计工作根据林区地面的图面材料,可以了解到调查对象的地理位置、林地概况、各类土地的面积和林区总面积。根据这些材料,才能正确掌握森林资源的数量,供经营管理与开发林区设计之用。

造林调查设计和水土保持工作,有了地图材料,才能到现场做土壤和植物的调查,并从图上求得分区与小班的面积作为设计的依据。有了图面材料与设计书,才可以正确地施工。

居民区绿化工作,有了绿化地区的图面材料,才能把所设计的园亭、花卉树木、花坛、假山、草坪等风景物作合理的布置。在施工时,从地形图上设计场地整理,计算土方,并从图上决定风景物的地面座标以便进行实地施工放样。

在森林经营与林区开发工作中,以及森林工程建设中,都需要进行许多测量工作。如修建运输道路(如森林铁路,公路等),就要勘测路线和施工放样;整治流送河道就要通过测量提供工程设计所必需的沿河地形图及水文资料;建筑厂房和整理苗圃,也同样要有建筑地址的地形图。

各种林业设计工作最后的成果就是各种设计图与设计说明书,这些设计图是根据最初的测量资料制成的。因此,林业的总体规划也要各种地图材料。近年来,我国广泛利用航测象片进行林业调查与造林设计工作,这不仅满足了设计所需要的图面材料,而且从象片中可以初步了解森林的组成、树冠幅度、疏密度、龄组、树高等,对于调查设计工作提供了更有利的条件。因此,测量工作是林业工作中很重要的一环。

§ 1-3 测量学的发展简史及我国测绘事业的发展概况

测量学是在人类生产斗争实践中产生和发展的,我国早在四千二百年前,夏禹治水就创用了“准、绳、规、矩”等简易测量工具。夏禹还把我国当时九洲的山川、草木、禽兽的图象铸在九个鼎上,这些图象可供当时人们旅行的参考。战国时代我国已制成了世界最早的指南工具,称为“司南”。秦朝李冰父子已把测量技术应用到四川省都江堰的分洪工程上。汉朝张衡创造了浑天仪,进行天文观测。晋朝裴秀总结了前人经验,编制了世界上最早的制图方法,称为“制图六体”。唐朝在河南一带进行了世界上第一次子午线测量。元朝郭守敬拟定

了全國緯度測量計劃，并實測了 27 點。清朝康熙年間，我國完成了全國各省的測量工作，并繪成了“皇輿全圖”。

在其他國家，如古代埃及，由於每年受尼羅河洪水泛濫，必須重新劃分土地界限，因此，就發明了簡單的測量學和幾何學。古代希臘繼承和發展了埃及的文化和科學，如喬芬德創始了代數學，歐幾里得發展了幾何學。在紀元前六世紀希臘哲學家畢達哥拉斯就提出了地球為一球形的假說。紀元前三世紀希臘天文學家埃拉托色尼初步測定地球的形狀和大小。古希臘利用圓周測角，編制了作為測地規範的測地學，并开始用天文方法測定緯度。

十七世紀以後，由於測量儀器和測量方法的不斷改進，使測量學的內容逐漸提高和充實。但過去的測量仍屬於手工業生產方法，到第一次世界大戰以後由於攝影學和航空事業的發展，航空攝影測量得到了廣泛的利用，於是測量學進入了機械化時代。最近又發展了精密物理測距（如光電測距、微波測距）、雷達航空測量和電子計算等新技术，由於尖端科學的發展，使測量學的發展進入一個新階段。

在近代測量科學技術的發展中，蘇聯站在世界的最前列。在蘇聯十月革命勝利後，測繪事業得到了蓬勃的發展。在蘇聯傑出的大地測量學家克拉索夫斯基的指導下，求出了目前世界上最精確的地球形狀和大小的元素。而且在測量方法，儀器製造，培養幹部的數量和質量等方面，都遠遠超過任何資本主義國家。這些都充分說明了社會主義制度有着無比的優越性。

如前所述，測繪學術在我國發明得很早，歷代在測量儀器和方法上都有一些發明創造。解放前，在國民黨統治時期，也做了一些測量工作，如國家控制測量，在部分地區測出地形圖等，但由於國民黨反動政府醉心於打內戰，屠殺人民，不重視國家建設和科學文化的發展，因此，測量事業的發展非常緩慢。解放以後，由於黨和人民政府對測量科學的重視，蘇聯的幫助及我國廣大測繪工作者的艱苦努力，使我國測繪事業得到迅速的發展，取得了偉大的成就。1956 年在國務院直接領導下成立了國家測繪總局，統一領導全國的大地測量和基本地形圖的繪制工作。同年，建立了武漢測繪學院，在許多高等學校設置測量專業，及新辦許多測量中等技術學校培養測繪專業人才。並且成立了中國科學院測量製圖研究所，大力開展測繪科學研究工作。解放以前，國內不能製造測繪儀器，全靠外國進口，而現在已能大量生產各種普通測量儀器及工具，同時也開始試制和生產高精度的光學經緯儀、多倍投影儀和光速測距儀等。

解放以來，我國林業測繪事業也同樣獲得了輝煌的成績。建國之初，在全國範圍內就廣泛地培養技術力量，配置儀器，積極組織勘測隊伍，幾年來使林業測繪事業，從無到有，從小到大。在測量方法方面也不斷地改進和提高。最初採用了人工區劃方格測量法，這種方法只適用於起伏不大的地區而不適用於山區。從 1954 年以後，改用了方格法結合自然地勢測定導線環等方法，還同時採用了航空攝影測量方法。1956 年頒布了森林測繪規範。有部分的隊還進行了三角圖根控制測量。

總之，我國測繪科學在建國十餘年中和其他科學事業一樣取得了巨大的成就。隨着社

社会主义建设事业的发展,将会给测绘科学工作带来更加艰巨而光荣的任务。在党和政府的领导下,全国测绘工作者,高举三面红旗、发奋图强、艰苦奋斗,一定能作出更多的贡献。

§ 1-4 地球的形状和大小

测量工作是在地面上进行的,因此,我们对地球的形状和大小应有一个概念。

地球表面不是平整的球面,而是有着高山、平原、海洋、深谷等起伏,但这些起伏对地球来说是微小的。此外,地球上海洋面积占整个地球表面的71%,而大陆仅占29%,因而地球总的形状可认为是被静止海水面所包围的球体。

静止水面所形成的曲面有一个特点,就是通过这个曲面上任何一点所作的铅垂线(和重力方向一致的线),在该点与曲面成正交。凡是满足这个条件的面就称为水准面。由此可知,这样的水准面有无限之多。与水准面相切于一点的平面称为水平面,水平面内任何方向的直线称为水平线。

把水准面无限扩张起来,包围了整个地球而形成一个闭合曲面,在无限多个闭合水准面中,有一个通过静止的平均海洋面的水准面,称为大地水准面。

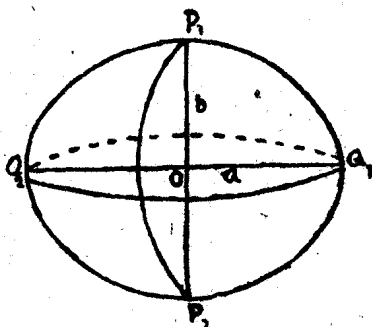


图 1-1

用大地水准面代表地球的外形本来是恰当的,但由于地球内部质量分布不匀,使铅垂线的方向变动而没有一定的几何规则,因而使大地水准面成为一个极为复杂的曲面,实际上无法求得。因此,为了计算和绘图便利起见,目前我们采用接近于大地水准面的几何面来代表地球的形状,这个面称为旋转椭圆体面或称为地球椭圆体面。它的形状和大小可由长半轴 \$a\$ 和短半轴 \$b\$ (图 1-1),或由一个长半轴 \$a\$ 及扁率 \$\alpha\$ 来表示; \$a, b, \alpha\$ 称为地球椭圆体元素,其中

$$\alpha = \frac{a-b}{a} \quad (1-1)$$

地球椭圆体元素目前在国际上以苏联测量学家克拉索夫斯基领导下所推算的最为准确。苏联 1946 年正式采用这个元素。我国解放前是采用美国海福特所推算的元素,解放后也改用了克拉索夫斯基推算的元素。

推算者	年代	长半轴 \$a\$ (米)	短半轴 \$b\$ (米)	扁率 \$\alpha\$
海 福 特	1909	6,378,388	6,356,912	1:297.0
克拉索夫斯基	1940	6,378,245	6,356,863	1:298.3

由于长短半径只相差约 1/300, 因此,在一般测量中,我们可以认为地球是一个圆球,它

的半径为 6371 公里。

图 1—2 表示地球表面,大地水准面和地球椭圆柱体的形状与相互关系。

§ 1—5 地面点位置的确定

要确定地面上点的位置,需要知道它们的座标和高程。地面点的地理座标是用經度和緯度来表示的。



图 1—2

如图 1—3 所示,垂直于地軸的平面与地球面的交綫称为緯圈。通过球心的緯圈称为赤道。过地面一点和南北极的平面与地球面的交綫称为子午圈,其中通过英国格林威治天文台的子午圈称为首子午圈。

地面上某一点 M 的經度,即通过該点的子午面与首子午面所夹的二面角,經度以 λ 表示,以首子午綫为 0° 起算,分向东西至 180° 为止。在首子午綫以东为东經,以西为西經。它的緯度,就是該点的鉛垂綫与赤道平面的交角。緯度以 φ 表示,以赤道为 0° ,分向南北极至 90° 为止。在赤道以北者为北緯,以南者为南緯。

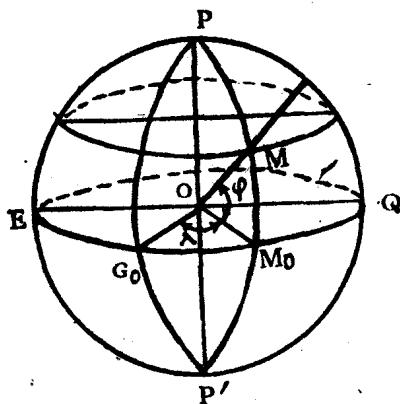


图 1—3

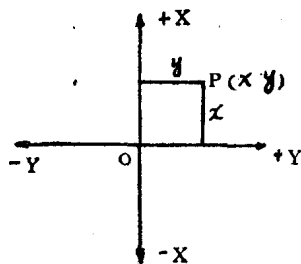


图 1—4

地理座标用于較大的測量区域,如在小区域的测区,則可用平面直角座标来表示地面点的位置。如图 1—4,把地面当作一个平面看待, O 为原点,一般把原点設置在区域的中央,即水平面对于球面的切点处。 XX 为纵座标軸,通常和南北方向一致, YY 为横座标軸,通常和东西方向一致。从原点向上的 X 为正,向下的 X 为負。从原点向东的 Y 为正,向西为負。地面上任意一点 P 的平面直角座标就是用 x, y 来表示。

高程决定地面点高低的位置,它是从某一个水准面起沿鉛垂綫到地面点的豎直距离。从大地水准面起算的高程称为绝对高程,或称海拔高,从假定的水准面起算的高程称为相对高程,或称假定高程。如图 1—5, A 点的绝对高程为 H_a , 假定高程为 H'_a ; B 点的绝对高程为 H_b , 假定高程为 H'_b 。两点高程之差称为高差。如 h 称为 A, B 两点的高差。高差有正

負,若測點高于起算點則高差為正,反之為負。知道了高程 H 和地理座標經度 λ 、緯度 φ ,或平面直角座標縱座標 X 、橫座標 Y 時,該點的位置即可完全確定。

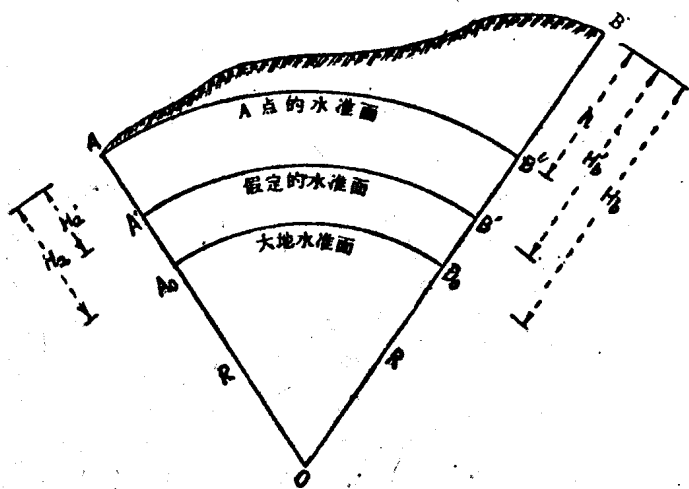


圖 1—5

不同,可分為數字比例尺和圖示比例尺。

以分數表示的比例尺為數字比例尺,它的分子永遠為1,分母為某一整數,分母即表示實地綫段在圖上縮小的倍數。設地面上某綫段的水平長度 $D=400$ 米,圖上相應綫段長度 $d=2$ 厘米, M 為比例尺分母,則該圖比例尺為:

$$\frac{1}{M} = \frac{d}{D} = \frac{2 \text{ 厘米}}{400 \text{ 米}} = \frac{2}{40000} = \frac{1}{20000}$$

數字比例尺也可用比式表示,如1:20000。

如果應用數字比例尺來繪圖時,每一距離都要按同一縮小倍數來換算,這是非常不方便的,而且圖紙用久之後,圖上與地面的相應關係也與原比例尺不一樣。為了避免這種計算和減少圖紙變形的影響,有必要採用圖示比例尺。圖示比例尺又分為直綫比例尺和複式比例尺。

直綫比例尺是用圖解方法表示在一直綫上,它的画法如圖1—6。在一直綫上截取若干相等的綫段,這種綫段稱為比例尺的基本單位,一般為1厘米或2厘米。將最左邊的一段又等分為10小段。圖1—6的比例尺為1:10000,它的基本單位為1厘米,代表地面水平長度100米。

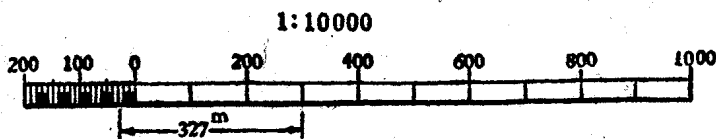


圖 1—6

用直綫比例尺時,其基本單位的 $\frac{1}{100}$ 是以目估的,為了避免目估產生的誤差,可用複式比例尺。

§ 1—6 比例尺

繪制各種圖時,實地的圖形必須經過縮小後才能繪在圖紙上。圖上綫段長度和相應地面綫段的水平投影長度之比稱為比例尺,或稱為縮尺。

比例尺根據表示方法的

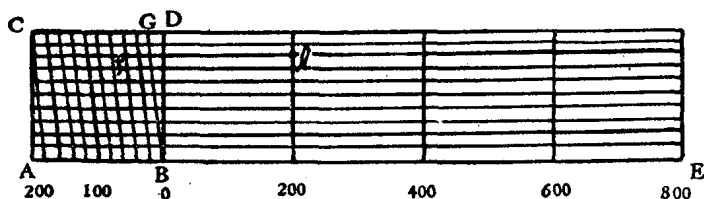


图 1-7

图 1-7 为复式比例尺。其制作方法是在已作成直綫比例尺的 AE 直綫上, 先从每一基本单位的端点作垂綫, 长亦为 2 厘米。把两边的垂綫分成十等份, 用直綫联结两边相对应的分点, 与底綫平行。然后再将左边的一个基本单位的上下两边 AB 和 CD 也分为十等份, 把下面的零点与上面的第一点相连接, 下面的第一点与上面的第二点相连接, 依此类推, 划出斜的平行綫。最后由零向左注出基本单位的数字, 同样在斜綫上和平行于底边的横綫上注出数字即成。根据相似三角形原理可証明在从縱綫 BD 和斜綫 BG 之間各横綫段自下而上分别为 GD 的 $\frac{1}{10}, \frac{2}{10}, \frac{3}{10}, \frac{4}{10}, \frac{5}{10}, \frac{6}{10}, \frac{7}{10}, \frac{8}{10}, \frac{9}{10}$, 也就是任意两相邻横綫之間的差数均为 $\frac{GD}{10}$ 即 $\frac{CD}{100}$ 。所以根据复式比例尺能直接量取到基本单位的 $\frac{1}{100}$ 。应用时, 用两脚規的两脚在图上截得两点后, 将一脚尖置于 O 点左边之某基本单位的分划綫上, 上下移动两脚規, 使另一脚尖恰好落在斜綫与横綫之某交点上, 如图: $lf = 256$ 米。

当图上距离大于 0.1 毫米的两点, 正常的眼睛是可以分辨出来的, 如果地面上的一段长度按比例尺縮小后小于 0.1 毫米, 就在图上表示不出来。这种相当图上 0.1 毫米的实地上的水平距离称为比例尺的精度。根据比例尺的精度, 不但可以按照比例尺知道地面上丈量距离究竟要准确到什么程度, 反过来也可以按照丈量地面距离的規定精度来确定采用多大比例尺。如測量 $\frac{1}{10000}$ 比例尺的图, 則地面距离的丈量精度只需要达到 1 米; 又如要求在图上能表现出 0.5 米距离的精度, 則所用的比例尺不应小于 $\frac{0.1 \text{ 毫米}}{0.5 \text{ 米}} = \frac{1}{5000}$ 。

地形图按比例尺分为大、中、小三种。 $\frac{1}{500}$ 至 $\frac{1}{5000}$ 的地形图称为大比例尺图; $\frac{1}{10000}$ 至 $\frac{1}{50000}$ 的地形图称为中比例尺图; $\frac{1}{100000}$ 或更小的地形图称为小比例尺图。在林业工作中多用大、中比例尺图。

§ 1-7 投影的概念, 平面图, 地图和地形图

前面我們已經讲过, 地球表面接近于椭圆形, 有一定的曲率, 有些地方高低不平, 有高山和低谷。地球表面上的这些形状和大小是用投影的方法繪制在图紙上。

投影的基本概念如下：如图 1—8, A, B, C, D, E, F 为地面上各点, 从地面各点向水准面 (图中没有画出来) 作铅垂线, 铅垂线和水准面的交点称为地面各点的水平投影。如果测区很小, 水准面可用水平面代替, 则地面各点的投影可认为在水平面上 (如图 1—8 的 a, b, c, d, e, f), 再保持相似且按照一定的比例尺缩小在图纸上, 这样作成的图称为平面图。平面图上各处的比例尺是相同的。在大区域内或整个地球范围的图形描绘于平面上, 必须采用特殊的方法, 这种特殊方法称为地图投影。应用地图投影的方法, 将整个地球或地球表面某一广大区域的图形, 按比例尺缩小于平面上, 这种图称为地图。

如果在平面图上, 除表示地物的平面位置外, 还用特殊符号表示地势起伏形状, 这种图称为地形图。

§ 1—8 测量工作概念

测量工作包括距离测量, 高程测量和角度测量, 其共同的目的就是确定地面上各点的平面位置和高程。地面上许多点经过测定后, 加以绘制即得各种的图。在进行这个工作时, 如从一点出发而推测到各个地方去, 最后当然能将全测区的点子定出。但是, 由于在测量过程中, 必然发生误差, 如果这种误差由一点传递到下一点, 一点一点的积累下去, 最后将产生不可容许的误差, 这样的方法我们是不能采用的。所以在实际工作中, 必须以另外的方式进行即按照由整体到局部和由高级到低级的这一原则来进行。先在全测区内建立一些密度较小的, 有控制意义的点子, 称为控制点, 用精确的方法测定它们的位置, 作为全面测量的依据。这些控制点组成的图形称为控制网, 控制网是其他测量的骨干。根据这些控制点再进行碎部测量, 这样就大大减少了误差的积累, 从而提高了测量精度。

控制网又分平面控制与高程控制。平面控制是用来控制平面位置。建立平面控制的方法是应用三角测量和导线测量, 即是将地面上所选择的控制点组成一系列的三角形而成三角网, 或将所选择的控制点连成折线形而成导线网。测定三角网或导线网的水平角和边长, 通过计算手册, 可求得三角点或导线点的平面位置。高程控制是在地面选择一些点, 用坚固的标志固定在地面上, 用水准测量方法来测定这些点的高程, 作为测量其他各点的依据, 这些点称为水准点。

有了控制点, 就可以进行碎部测量。碎部测量就是根据各个控制点, 测定附近局部的地物 (如河流, 道路, 房子, 湖泊……等) 和地形轮廓特征点的位置, 并描绘于平面图上。碎部测量根据实地情况可以采取直角坐标法, 极坐标法, 角度交会以及距离交会等方法 (详见 § 12—3)。

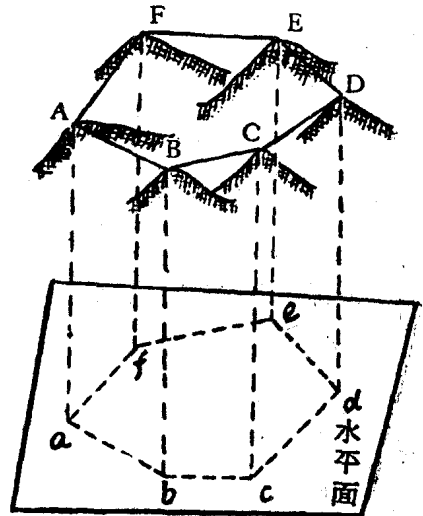


图 1—8