

全国中等林业学校试用教材

测量学

广西壮族自治区林业学校
辽宁省林业学校 主编

林业专业用

农业出版社

全国中等林业学校试用教材

测 量 学

广西壮族自治区林业学校
辽宁省林业学校 主编

林业专业用

农业出版社

全国中等林业学校试用教材

测 量 学

广西壮族自治区林业学校 主编
江 宁 省 林 业 学 校

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行

七二二六工厂印刷

787X1092毫米1/2开本 12.75印张 388千字
1979年9月第1版 1979年9月西安第1次印刷
印数1—25,000册

统一书号 16144·1954 定价 1.20元

前 言

本教材根据农林部(77)农林(科)字第100号文关于中等农林学校试用教材编写工作的安排,全国中等林校林业专业《测量学》试用教材由广西壮族自治区林业学校陈惠祥(主编)、辽宁省林业学校赵德惠(副主编)、山东省林业学校张景楼与内蒙古自治区农业学校甄佩珺参加编写。

一九七七年十二月在湖南长沙召开的全国中等林业学校林业专业教材编写会第一次会议上,研究制定了教材编写大纲及教材编写计划。按编写计划的分工,由陈惠祥编写第一、五、七、十四章,赵德惠编写第二、四、十、十二、十三、十五章,张景楼编写第九、十一、十六章,甄佩珺编写第三、六、八章。初稿完成后,刻印成册,发至各兄弟院校广泛征求意见。

一九七八年七月在四川成都召开的第二次教材编写会后,按照农林部(78)农林(科)字第64号文的精神,于广西林校召开《测量学》试用教材审定会议,邀请东北林学院赵怀珍(副教授)、云南林学院阮志诚(讲师)、广西农学院来宾林业分院陈训清(讲师)、贵州省林业学校董健、陕西省农林学校李天记、福建省南平林业学校季承东、四川省林业学校刘家驹、广东省林业学校周润巧等同志参加审定,提出了许多宝贵的意见。会后我们又进行了修改,并经主编

汇总润色定稿。

本教材的编写工作是在国家林业总局和四川、湖南、广西林业局的关怀领导下完成的。在编审过程中，有关单位给予大力支持与帮助，在此表示感谢。

编 者

一九七八年十月

目 录

第 一 章 测量的基本知识.....	1
§ 1—1 测量学的任务和分类.....	1
§ 1—2 测量学发展概况.....	2
§ 1—3 地面点位的确定.....	4
§ 1—4 测量工作的基本原则与要求.....	7
§ 1—5 测量常用单位.....	8
第 二 章 绘图的基本知识.....	10
§ 2—1 平面图、地形图，地图和断面图.....	10
§ 2—2 比例尺.....	13
§ 2—3 绘图材料与工具.....	17
§ 2—4 画线.....	22
§ 2—5 地形图图式.....	27
§ 2—6 字体与注记的布置.....	33
第 三 章 直线的定线与距离丈量.....	37
§ 3—1 地面上点的标志.....	37
§ 3—2 直线定线.....	39
§ 3—3 距离丈量.....	41
§ 3—4 尺长的检验.....	49
第 四 章 直线定向及罗盘仪测量.....	51
§ 4—1 直线定向.....	51
§ 4—2 罗盘仪的构造.....	56
§ 4—3 用罗盘仪测定磁方位角.....	58

§ 4—4	罗盘仪的检验与校正	60
§ 4—5	罗盘仪导线测量	61
§ 4—6	罗盘仪碎部测量	69
§ 4—7	罗盘仪测量注意事项	70
第 五 章	经纬仪及其使用	73
§ 5—1	测水平角的概念	73
§ 5—2	游标经纬仪的构造	74
§ 5—3	水平度盘及游标	78
§ 5—4	光学经纬仪的读数法	83
§ 5—5	水平角的观测	87
§ 5—6	竖直角观测与计算	94
§ 5—7	经纬仪的检验与校正	99
§ 5—8	使用经纬仪的注意事项	103
第 六 章	测量误差的概念	105
§ 6—1	测量误差的分类	106
§ 6—2	衡量精度的标准	108
§ 6—3	观测值函数的中误差	111
§ 6—4	算术平均值及其中误差	115
第 七 章	经纬仪导线测量	121
§ 7—1	平面控制测量概念	121
§ 7—2	经纬仪导线外业	124
§ 7—3	经纬仪导线计算	128
§ 7—4	导线测量检查错误的方法	144
§ 7—5	坐标格网的绘制与展点	146
第 八 章	小三角测量	149
§ 8—1	小三角测量的外业	149
§ 8—2	小三角测量的计算	157
§ 8—3	交会定点	181

第九章 水准测量	189
§ 9—1 高程测量的概念	189
§ 9—2 水准测量原理	190
§ 9—3 微倾水准仪和水准尺	191
§ 9—4 水准测量的方法	196
§ 9—5 水准测量的注意事项	200
§ 9—6 水准测量的校核	201
§ 9—7 微倾水准仪的检验与校正	205
第十章 视距测量	210
§ 10—1 视距原理和计算方法	210
§ 10—2 视距常数的测定	220
§ 10—3 等差级数视距尺	222
§ 10—4 视距导线测量	227
第十一章 平板仪测量	230
§ 11—1 平板仪的构造及其附件	231
§ 11—2 平板仪的安置	235
§ 11—3 平板仪的测量方法	237
§ 11—4 平板仪的检验与校正	243
第十二章 地形图测绘的基本知识	245
§ 12—1 地貌与等高线	245
§ 12—2 地形测图	254
§ 12—3 地形图的清绘与复制	264
第十三章 地形图的应用	275
§ 13—1 高斯投影的概念	275
§ 13—2 地形图的分幅与编号	277
§ 13—3 利用地形图解决一些问题	287
§ 12—4 面积计算	288
第十四章 林区公路测量	297

§ 14—1	概述.....	297
§ 14—2	选线.....	300
§ 14—3	中线测量.....	305
§ 14—4	圆曲线的测设.....	308
§ 14—5	路线纵断面水准测量.....	337
§ 14—6	横断面测量与横断面图的绘制.....	344
§ 14—7	纵断面图的绘制与纵向设计.....	349
§ 14—8	竖曲线.....	354
§ 14—9	路基设计.....	357
§ 14—10	土石方计算.....	364
§ 14—11	路基放样.....	367
第十五章	渠道测量	369
§ 15—1	渠道选线	370
§ 15—2	渠道测量	372
§ 15—3	渠道设计	372
§ 15—4	渠道施工放样	377
第十六章	平整土地测量.....	380
§ 16—1	方格水准测量	380
§ 16—2	水田平整测量	393
§ 16—3	水平梯田测量	395

第一章 测量的基本知识

§ 1—1 测量学的任务和分类

测量学是研究地球表面各个部分以及地球整体形状和大小而进行测绘的一门应用科学。它的主要工作任务是：

1.测定局部地球表面或整个地球表面的形状和大小，用一定的比例尺缩绘成图，以供各项建设事业和国防上的应用；另一方面为研究地壳升降，大陆变迁，海岸的变动等提供需要的数据。

2.把已在图纸上设计好的工程或构筑物的位置测设到地面上，做为施工的依据。

测量在国民经济和国防事业建设中，都起着重要的作用。在工业与交通运输中，如大型工矿企业、铁路、桥梁、隧道的修建；在农业生产中，如农田水利，人民公社的规划；在林业生产中，如森林资源清查，造林调查设计，大地园林化，水土保持，林区公路及集运材索道的修建，贮木场的开辟等工作，都是离不开测量。在国防建设上，军事战略、战役的部署，具体军事行动的指挥和各项国防工程的修建，都需要有精确的地形图和各种观测数据。

总之，测量工作在社会主义经济建设、国防建设和科学研究中，都起着重要作用。

测量学和其他科学一样，是由于人类社会生产活动需要而产生的，随着人类历史发展而不断发展和充实起来。它包括的范围较广。当研究的对象是地球表面上一个广大区域或整个地球的形状和大小，必须考虑到地球曲率，就称为大地测量学。如果研究的对象是小区域内（半径10公里的范围内）地球表面的形状和大小，由于地球的半径很大（6371公里），不考虑地球曲率的影响，而把地球表面当作平面看待所进行的测绘工作，则属于地形测量学（或称普通测量学）。利用航空摄影像片进行测量的，就是航空摄影测量学。为了满足城市建设、各种大型工矿企业、农田水利等方面的需要而发展成专为某种工程建设服务的测量学称为工程测量学。在我们这门课程里，主要是讨论小区域内地面形状和大小的测定方法，介绍进行这种测量工作时所用仪器的构造和使用方法的知识，以及小区域测量成果的整理和图的绘制方法等。属于普通测量学范围。

§ 1—2 测量学发展概况

测量学是最古老的科学之一，是劳动人民在多年生产实践中总结、创造和发展起来的。根据历史的记载，在公元前四千多年，埃及的尼罗河由于洪水常常泛滥，在洪水消退后泥沙淹没了土地边界，需要重新划定土地边界，因此，就发明了简单的测量学。后来随着文化和科学技术的发展，测量学也得到进一步的发展。在公元前一、二百年和公元后若干年代中，由于社会生产的发展，希腊有不少科学家已把测量学应用到天文方面，并且已经能用天文测量的方法初步测定

地球的大小了；公元七世纪，中国发明的指南针传到欧洲，从而为方向的测定作出了卓越的贡献；其后，由于航海和天文观测的需要，又促进罗盘仪和望远镜的发明；随着天文学、数学、物理学的发展和工农业生产对测量的需要和促进，使测量的理论和实践都有了较大的发展，仪器设备也有了显著的改进；到十八世纪初，测量学就已逐步形成一门独立的科学体系；到二十世纪初，又采用了航空摄影测量方法，促使测量学获得更大的发展。

我国在测量方面有着悠久的历史，不论过去和现在，我国劳动人民在测量学方面都有着不少宝贵的贡献。早在公元前二十三世纪夏禹治水时所用的“准、绳、规、矩”就是实际进行测量的工具。公元前四世纪，我们的祖先已利用磁石制成了世界上最早的指南工具，称为“司南”。公元二世纪初，后汉张衡制造了浑天仪，在天文测量方面作出了贡献。公元三世纪，晋朝裴秀拟定了编制小比例尺地图的法则，称为“制图六体”，是世界上最早的地图制图规范。刘徽著“重差术”，指出以相似三角形的原理来测定山高、水深及城垣、河涧的宽广等九个典型性的测量问题，是世界上最早的地形测量规范。清末制成皇舆全图，为世界上完成全国地图的先例。总之，我国历代劳动人民随着生产的需要和发展对测量科学作出了一定的贡献。但在解放前，由于反动旧王朝长期的罪恶统治，极严重地阻碍了我国生产力的发展，使科学的发展也受到严重的束缚，测量学也和其他科学一样，没有得到应有的发展。

解放后，在毛主席和中国共产党的领导下，测量事业随着社会主义建设的需要得到了迅速的发展。成立了国家测绘

总局，领导和组织了全国测绘工作，测绘了广大地区的国家基本地形图，培养了大批测绘专业人才。在科学研究方面，成立了中国科学院测绘研究所，大力开展测绘科学研究工作。在测绘仪器制造方面，目前不仅能够成批生产一般的光学经纬仪和水准仪，而且，已开始生产高精度的光学经纬仪、水准仪和激光测距仪等。我国测绘事业上的这些巨大成就，是高举毛主席的伟大旗帜，执行毛主席革命路线的伟大胜利。

革命在前进，科学在发展。不少新技术在测量工作上得到了应用，使测量工作朝着电子化、自动化的方向发展。例如，在距离丈量方面，使用激光测距，效果很好；在仪器构造上采用自动定平和自动归零装置；在计算技术上，用电子计算机解决繁重的计算工作。随着我国社会主义建设事业的高速度发展，必然会不断地对测绘科学提出更高、更艰巨的任务。我们要不断地学习和掌握先进的科学技术，更好地为社会主义建设服务，为实现新时期的总任务而奋斗。

§ 1—3 地面点位的确定

地面上一点的位置，是以它的坐标及高程来确定的。

一、地理坐标 以经度和纬度来确定地面点的绝对位置称为地理坐标。

如图 1—1，O 为地球中心， PP_1 为地球自转轴，经过地球表面上任一点 L 的铅垂线和 PP_1 所作的平面称为 L 点的地理子午面，该面与地球表面的交线称为 L 点的地理子午线，又称真子午线。国际公认经过英国格林威治天文台原址

的子午面为首子午面，相应的子午线为首子午线。

地面上某一点的经度是通过该点的子午面与首子午面之间的两面角。经度通常以 λ 表示，以首子午线为 0° 起算，分向东西至 180° 为止。在首子午线以东者为东经，以西者为西经。

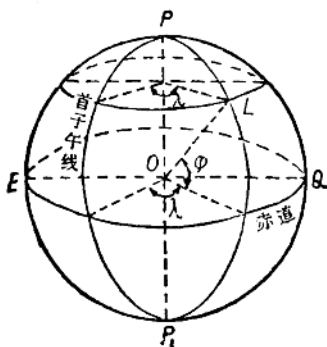


图 1—1

地面上某一点的纬度，即是该点的铅垂线和赤道平面（垂直于地轴并通过球心的平面）所组成的角度，以 φ 表示。从赤道算起向南、向北各由 0° 到 90° ，在赤道以北者为北纬，在赤道以南者为南纬。

二、平面直角坐标 在地形测量中，地面点的位置常用平面直角坐标来表示。平面直角坐标是由一平面内两条互相垂直的坐标轴X和Y所构成（图 1—2）。两轴线的交点O为坐标原点，OX为纵轴，通常和南北方向一致，OY为横轴，通常和东西方向一致。并规定由坐标原点向上（北）、向右（东）为正，向下（南）、向左（西）为负。

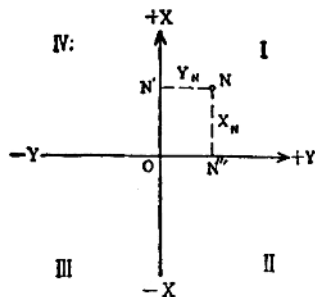


图 1—2

地面上任意一点N的平面位置是以其到纵、横坐标轴的垂直距离来决定。如图

1—2 中N 点的坐标,是由N点到纵、横坐标轴的垂直距离 NN' 和 NN'' 来表示的。 NN'' 称为N点的纵坐标,用 X_N 表示, NN' 称N点的横坐标,用 Y 表示。

测量上所用的直角坐标系除X轴和Y轴与数学上的 X 轴和Y轴互换外,其 I、II、III、IV 四个象限的顺序也与数学上的顺序相反。这是因为测量工作中规定所有直线方向都是从纵轴北端顺时针方向量度的,这样变换,既不改变数学公式,又便于测量上的方向和坐标计算。

三、高程 由于地球表面是起伏不平的,为了完全确定点的位置,除前面说明的坐标外,还要确定点的高程。

当海洋和湖泊的水面在静止的状态下,设想穿过陆地而形成一闭合曲面。在这个曲面上任一点所作的铅垂线都垂直于这个面,这样的面称为水准面。水准面有无穷多个,其中的平均海面称为大地水准面。我国规定以黄海平均海面作为大地水准面。

所谓点的高程,即该点至水准面的铅垂距离。至大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程或海拔。至任一假定水准面的铅垂距离,称为该点的相对高程或假定高程。如图 1—3, A 点的绝对高程为 H_A , B 点的绝对高程为 H_B 。两点高程之差称

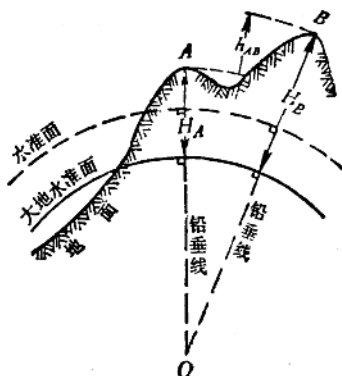


图 1—3

为高差，而A、B两点的高差为：

$$h_{AB} = H - H$$

高差有正负之分，如B高于A，AB之高差为正，而BA的高差为负。

§ 1—4 测量工作的基本原则与要求

测量工作包括距离测量、角度测量和高程测量，其共同的目的就是确定地面上各点的平面位置和高程，加以绘制，以便获得测区的平面图或地形图。由于任何一种测量工作都会产生不可避免的误差。为了防止测量误差的积累，提高测量精度，在实际测量工作中，必须遵循由“整体到局部”的测量原则，即是先建立控制网，再以控制网为基础进行碎部测量。所谓控制网，就是在测区中选定一些密度较小而有控制作用的点子，称为控制点；用精密的仪器和方法测定它们的位置，作为全面测量的依据。这些控制点所组成的图形称为控制网。这部分测量工作称为控制测量。控制点的位置测定后，再根据这些控制点测定附近的地物和地貌，这部分测量工作称为碎部测量。

测量工作中有些是在野外进行的称为外业，有些是在室内进行的称为内业。外业工作主要是用仪器测定点与点之间的距离、方向（角度）和高程等。内业工作主要是根据外业观测的成果，进行整理计算和绘图等。无论那种工作都要过细，不可粗枝大叶，一处发生错误如未及时发现，即影响下一步工作，甚至影响到整个测量成果。一切测量工作都必须随时检查，坚持做到测、算工作步步有校核，绝不容许错误

存在。测量人员必须树立为人民服务的思想，坚持认真严肃的科学态度。

测量工作都是以队、组的组织形式，集体进行工作的。因此，要发扬集体主义精神，做到团结互助，才能把工作搞好。

测量人员对测量仪器要十分注意爱护，不论是贵重的光学仪器还是细小的测针，都是测量工作中不可缺少的生产工具，是劳动人民辛勤劳动的成果。因此，测量人员必须首先从思想上爱护仪器，并在行动上养成正确使用仪器的良好习惯。

测量记录和测绘的图纸是外业工作的成果，是评定观测质量，使用观测成果的基本依据。因此，必须认真做好记录工作，要做到内容真实、完善、书写清楚、整洁，要保持记录的“原始性”。

§ 1—5 测量常用单位

1959年我国国务院公布国际公制为我国基本计量制度，并规定以国际公制为基础所制定的市制，已为我国人民习惯使用，可以保留。测量常用计量单位如下：

一、长度单位 长度单位是米。

$$1 \text{ 米 (m)} = 10 \text{ 分米 (dm)}$$

$$1 \text{ 分米 (dm)} = 10 \text{ 厘米 (cm)}$$

$$1 \text{ 厘米 (cm)} = 10 \text{ 毫米 (mm)}$$

$$1 \text{ 公里 (km)} = 1000 \text{ 米 (m)}$$

$$1 \text{ 公里 (km)} = 2 \text{ 市里}$$