

高等农业院校試用教材

农业測量学

北京农业大学測量学教研組編

农学类各專业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

农 业 測 量 学

北 京 农 业 大 学 編

編著者 孟洪鑫、郁向阳、王家圣、周錫波、丁匡衡、
刘雪云、刘合源

高等农业院校試用教材
农 业 测 量 学
北 京 农 业 大 学 編

农 业 出 版 社 出 版
北京西总布胡同七号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 106 号)

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

农业出版社印刷厂印刷裝訂

統一书号 16144·1092

1961 年 6 月北京制型

1961 年 7 月初版

1961 年 7 月北京第一次印刷

印数 1-9 400册

开本 787×1092毫米

十六分之一

字数 293 千字

印张 十四又二分之一

定价 一元三角五分

再 版 序

本書这次修訂，是根据一九六〇年教研組在教学改革中討論的意見和下放到公社接受測量任务取得的經驗，并搜集其他測量部門先进經驗进行的。在党的领导和鼓舞下，教研組同志在教学改革的基础上，用新的体系修訂以前出版的农业測量学。

以前編写的农业測量学，在体系上是以仪器为中心，測量問題的叙述是用概念化的抽象代替具体任务的研究，既脱离农业生产，又不符合专业要求。新体系的农业測量学是以公社农业生产建設为对象，以农业土地測量为中心，研究和解决各个专业所需要的測量問題。新体系的建立，进一步貫徹了党的“教育为无产階級政治服务，教育与生产劳动相結合”的教育方針，以适应当前形势的发展及农业生产实践的需要。

由于新体系的农业測量学还刚刚建立，在內容上、结构上肯定会有缺点甚至錯誤，深切希望讀者指正。

北京农业大学測量学教研組

1961年2月

目 录

再版序

第一章 緒論	1
§ 1—1 农业测量学的特点与任务	1
一 农业测量学的特点	1
二 农业测量学的任务	2
§ 1—2 农业测量学与高等测量学、普通测量学的关系	2
§ 1—3 测量控制的概念及工作上的阶段区分	3
一 测量控制的概念	3
二 测量的阶段区分	6
§ 1—4 平面图、地图与地形图的区别	6
一 平面图	6
二 地圖	7
三 地形圖	7
§ 1—5 关于保证测量速度和精度的几个关键問題	7
第二章 人民公社平面图測量	9
§ 2—1 人民公社常用的平面图	9
一 平面图的比例尺	9
二 平面图的应用	9
§ 2—2 經緯仪及量距工具	10
一 經緯仪的構造	10
二 經緯仪的使用法	17
三 量距工具	18
§ 2—3 人民公社1:5000平面图的測繪	19
一 經緯仪測平面控制(簡單三角鎖)	19
二 平板仪測繪碎部	35
三 其他控制測量	48
四 保证平面測圖的精度和提高測圖的速度	61
§ 2—4 1:2000 1:10000公社平面測圖的特点	63
§ 2—5 圖幅的整理、检查、拼接、复制及縮放	64
一 圖幅的整理、檢查与拼接	64
二 晒圖和熏圖	67
三 圖的縮放	68

第三章 面积计算	70
§ 3—1 面积计算概述	70
§ 3—2 图解法计算面积	70
一 多边形地物面积的计算方法	70
二 计算曲线地塊面积的方法	72
三 计算狭长地形(如道路、水渠、护国林带等)面积的方法	72
§ 3—3 透明方格纸计算面积法	72
§ 3—4 求积仪计算面积法	73
一 求积仪构造	73
二 求积仪的用法	74
三 使用求积仪的注意事项	76
§ 3—5 解析法计算面积	76
第四章 渠道道路测量	79
§ 4—1 农业四化对渠道道路的要求	79
§ 4—2 灌溉渠道选线的原则和方法	79
一 选线原则	79
二 选线的方法	81
§ 4—3 渠道测量使用的仪器和工具	81
一 水准仪的构造	81
二 水准仪的构造原理	82
三 土水准仪的构造与测法	83
四 水准尺和尺垫	84
§ 4—4 水准仪的使用和水准测量原理	84
一 水准仪的使用	84
二 水准测量原理	86
§ 4—5 灌溉渠道测量的实施	87
一 外业工作	87
二 检核工作	92
三 内业计算	94
四 其他各种测法	95
五 横断面测量	96
六 井灌渠道测量法	97
七 关于水准测量几項問題的精度分析	100
八 注意事項	102
§ 4—6 縱横断面图的繪制	106
一 縱断面图的绘制	106
二 橫断面图的绘制	107
§ 4—7 灌溉渠道的设计	108

一 計算地面坡度	108
二 标准横断面的設計	108
三 將設計綫绘在圖上的方法	109
四 計算各点的設計高程	111
五 計算填高、挖深	112
六 計算土方量	112
§ 4—8 施工放样和施工中的測量工作	118
一 平地上定边桩	118
二 斜坡上定边桩	119
三 施工中的檢查和竣工驗收	121
§ 4—9 特殊情况渠道測量法	121
一 逆綫与測量	121
二 优缺点	123
§ 4—10 泄水渠及道路的布置和設計	122
一 布置	122
二 泄水渠的設計	123
第五章 人民公社 1/5000地形图測量	124
§ 5—1 1/5000 地形图測量	124
一 地形測量概念	124
二 等高綫及其性質	124
三 地形測量的高程控制及等高距的規定	128
四 等高綫的測定	131
§ 5—2 1/2000 地形图測量的特点	142
§ 5—3 万分之一地形图的修測	142
§ 5—4 地形图的应用	143
一 某点經对高程的确定	143
二 地下水流方向的确定	144
三 求傾斜的坡度	144
四 排灌网系的布置	145
第六章 人民公社土地规划設計图的放样	145
§ 6—1 规划設計图放样的概念	146
一 卷尺測量法	146
二 角度測量法	146
三 匯解法	146
§ 6—2 放样的一般程序	146
§ 6—3 用經緯仪和鋼尺放样	147
一 利用各点坐标值放样法	147
二 利用分度器在圖上量取角度和距离法	149

§ 6—4 平板仪放样法	149
第七章 小型水库测量	150
§ 7—1 库址的选择	150
§ 7—2 测量方法	150
一 山区水库的测量	150
二 平原水库的测量	153
三 基流水量的测定	154
第八章 果树定植测量	156
§ 8—1 平地果树定植测量	156
§ 8—2 山区果树定植测量	157
一 测设等高线法	157
二 测设比降线法	158
第九章 方格网调查测量法	160
§ 9—1 方格网的基本测法	160
§ 9—2 方格网的碎部测量及调查和测量的配合	162
§ 9—3 遇障碍物时的处理	162
第十章 草测	164
§ 10—1 草测的意义和用途	164
§ 10—2 距离的草测	164
一 步测	164
二 目测	165
§ 10—3 高程的草测	165
一 空盒气压计	165
二 测斜仪板	167
§ 10—4 方向的草测	167
一 图解法	167
二 简单仪器法	168
§ 10—5 草测的实施	169
第十一章 航空象片的应用	171
§ 11—1 航空象片在国民经济中的作用	171
§ 11—2 航空象片判读概述	171
§ 11—3 航空象片的判读	173
一 判读的目的及其分类	173
二 判读各种元素的依据	173
三 地物目标判读基本原则	176
四 野外象片土壤调查	179
§ 11—4 反光立体镜和立体效能的获得	180

第十二章 真子午綫及經緯度的測定.....	181
§ 12—1 时.....	181
一 时的意义及其基本单位.....	181
二 时的分类及彼此間的換算.....	181
§ 12—2 緯度測定法.....	185
一 观测北極星高度測定緯度法.....	185
二 北極星中天时測定緯度.....	187
§ 12—3 观测太阳高度定子午綫.....	188
一 应用工具.....	188
二 观测順序.....	188
三 計算公式.....	189
四 計算实例.....	189
五 真子午綫标定.....	189
§ 12—4 經度測定法.....	191
一 观测太陽經過真子午綫測定經度.....	191
二 計算.....	191
附录.....	
一 誤差理論的基本知識.....	202
二 經緯仪的檢查和校正.....	209
三 水准仪的檢查和校正.....	213
四 大平板仪的檢查和校正.....	214
五 仪器的維護和管理.....	216
六 地形图的編号.....	217
七 农业慣用符号.....	220

第一章 緒 論

§ 1—1 农业测量学的特点与任务

一 农业测量学的特点

在总路綫的光輝照耀下,农业生产出現大跃进的形势,人民公社的产生和发展,更推动农业生产一日千里地向前跃进。做为促进农业发展的农业测量,它不能不反映出时代的特点,它与其他科学一样,以党的总路綫为綱,并貫徹执行一整套两条腿走路的方針;更具体地說,农业测量学是以农业“八字宪法”为基础,以实现农业現代化任务为中心,来研究人民公社、国营农場的平面图、地形图和断面图的测量、繪图以及有关計算、設計、放样与施工的一門科学。

农业测量学的組成,是以与农业有关的测量专题为体系,具体研究测量的方法、程序和仪器使用等問題,并从农业测量的实际出发,紧紧地結合专业的特殊要求,根据不同条件制定相应的测量方案,以求“对口徑”地服务于农业生产和有关的基本建設,此即农业测量学的特点。

由于农业测量学是围绕专题,提出研究和完成生产任务,因而它应既有理論性又能做为实际测量的指导書。

新体系的农业测量学,經多次实践証实,在解决农业生产的需要上,在同专业課联系上,在同学学习理解的深入和透彻上,在学后操作技术的熟練上,都有它一定的优点,体现了党的教育方針的正确性。

本書涉及的测量規模,相对地說是属于小区域的,如以人民公社的生产大队为对象,則須在万亩左右的土地面积上进行測繪工作。整个教学过程的安排,是根据理論和实践相結合的精神,加强現場教学,通过完成人民公社有关的测量任务,达到更好地掌握这門学科的主要要求;生产过程即是教学过程,也是科学研究的过程。它不仅可以保証教好,而且能够完成一定的生产任务,同时又貫徹了“实践——理論——实践”的公式。这种紧密配合农业生产的需要,通过完成测量任务达到教学、生产和科研的三結合,經驗証明这是农业测量学內容安排和教学上的最恰当的方法。

农业测量学的教学方式,采取一条龙的方式,無論在結合专业的紧密性方面,抑或在測量学的系統性、完整性方面,都反映出一定的优点。如水渠测量一章,因在現場与专业教学相

結合,由选綫、測量、設計和施工均能完整而系統地为同学所掌握,当然一方面还要着重貫徹教材內容。新的教学方式使理論緊密联系实际,摆脱了过去的測量脱离专业,而相同問題又彼此割裂的情况。

引导同学学习測量的方法,应先由个别問題的提出和解决,再轉到一般問題的概括和抽象,唯其如此,同学才有可能由淺入深,逐漸掌握測量科学的全貌。过去的測量教学,是先由概念出发,而避开具体的測量任务和实际的操作技术,因此同学在生产任务面前,只能熟背概念教条,表现为“束手无策”。新体系的农业測量学,对于任务的提出和解决,采取先具体、后抽象,先个别、后一般的方法。这既符合認識事物的发展規律,又有利于学习效果的提高。

二 农业測量学的任务

农业是国民經济的基础,党所提出的全党全民大办农业、大办粮食的伟大号召,已成为全国人民一致的行动,如期或提前实现“全国农业发展綱要”所規定的指标是农业生产发展的主要目标。

“农业发展綱要”中关于“水”的問題,亦即发展灌溉、免除旱涝灾害的問題。如大跃进以来正在蓬勃发展着的水利化运动,首先需要經過測量地形地势,明了河流、水井、水泉等位置,明了适宜筑水庫的地形,然后才可計劃灌溉和計劃排除涝淤。关于“土”的問題,首先需要調查土壤,摸清土壤情况,了解地上道路、电力綫、村鎮及其他与农业有关建筑物的摆列情况,然后才可规划研究如何合理种植,如何改良土壤,如何合理规划用地。这些都需要經過測量,才可能得到规划設計应用的图。关于“肥”的問題,綠肥的种植,施肥面积的計算,也都需要利用測量繪图方法。关于开垦問題,我国尚有很多可以开垦的土地,因此需要进行各种調查,具备了各种調查的測图,然后才便于规划和进行开垦。其他如气象、防止病虫害及农业管理等問題,也无一不需要利用測图。此外,已經規定妥善的规划設計,实地执行时,又需要将設計敷設于田地的測量——放样測量,不然就无法施工,此种測量往往需要更高的精确度。綜合以上所述,我們可以清楚地知道,农业測量学不仅在发展农业上負有重大的任务,而且具有相当广泛的范围。

貫徹农业“八字宪法”,逐步实现农业机械化、电气化、水利化和耕作园田化,給农业測量学增加了新的任务,农业測量工作者应担負起这一光荣伟大而艰巨的农业建設尖兵任务,为发展农业而努力。

§ 1—2 农业測量学与高等測量学、普通測量学的关系

測量学,分为高等測量学(又称大地測量)和普通測量学。

高等測量学,主要是确定整个地球的形狀和大小,研究地球表面的变化以及精确地測定

地面点的平面位置(地理坐标——經緯度)和垂直位置(高程),視地面为球面而进行的一种測量。

普通測量学,是在高等測量学的基础上,研究可以将地面視作为平面較小区域范围内的測量。

所以高等測量并不是我們所要研究的对象,而普通測量却与农业測量学具有密切的关系。因此,对于高等測量而論,只要求知道它的概念,和应用它的某些理論上的結論、部分測量成果和原則。在測量学分类上,农业測量学属于普通測量学的范畴,其共同点是都在高等測量的基础上进行小区域的測量,其分歧在于农业測量另外具有它独有的特点,这在上节已有論述。由于科学的发展,特别是祖国农业社会主义建設的伟大成就,要求測量学更向专业化方向发展,尤其在大地园田化、机械化、电气化、水利化等任务提出后,农业測量的內容就愈益多样化和复杂化,而原来的普通測量学的普遍原則,必須用符合农业需要的特点加以变更和充实,从而产生了普通測量学的一个分支——农业測量学。因此,可以說农业測量学是农业大跃进的产物,是形势发展的必然結果。

§ 1—3 測量控制的概念及工作上的阶段区分

一 測量控制的概念

在闡述本問題之前,需要先討論确定地面点位置的問題及水平投影的問題。地面上每一个点,不仅有其平面位置,而且在高低上也有一定位置。所以測定一点的位置时,除測定其平面位置外,还需要測定它的高程;水平投影,是将地面上的点垂直地投影到一个水平面上的一种投影,这也就是我們用以繪制平面图的一种投影。如图 1—1 所示: $A、B、C、D、E$ 为地面上的点, MN 为一水平面, $a、b、c、d、e$ 为地面点 $A、B、C、D、E$ 水平投影后在平面 MN 上的位置。本書內述及的平面位置,都是这种水平投影后的位置。

在地面上从事測量工作时,需要測定很多碎部点(即地物点和地形点,也称为細部点)的平面位置和高程。假使从一点开始測量,一点一点地逐漸向远方推进測量,在理想上固无不可,但由于測量不能沒有誤差存在,誤差会由上一点传递到下一点,一点一点地累积起来,最后将构成严重誤差。所以实际上不能采用这种方法,而須遵守“由点到面,由整体到局部”的原則。

所謂“由点到面,由整体到局部”,就是选定一些点作为全部測量的“控制点”,用精密的方

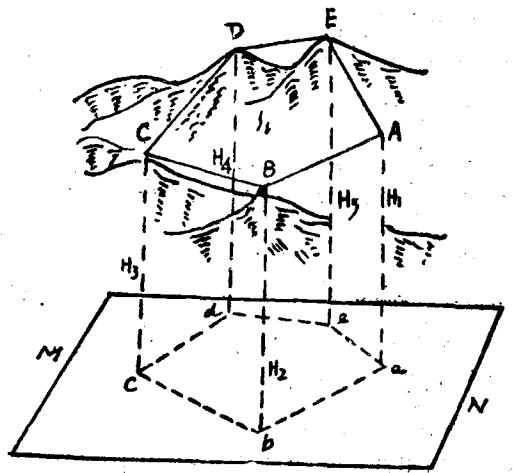


图 1—1

法, 先将这些点的位置测出, 然后根据这些点的位置, 再用精度較低的方法, 測繪各控制点附近物体的位置、形状。这样做可以使測量进度快, 而且同一幅图内有同一的精度。

測定控制点的平面位置和高程的測量, 称为控制測量。亦即控制測量有平面控制和高程

控制两种。

1. 平面控制

平面控制有两种形式。一种为导綫网, 一种为三角网。

(1) 导綫网 导綫, 是引导測量向前推进的

綫, 它是由若干导綫点組成的折綫。如图 1-2 所示: A, B, C, D, E, F, K, M 这些点称为导綫点, 两导綫点間所連成的直綫, 称为导綫, 折綫組成网的形状时, 称为导綫网。測量时, 需要測量各导綫点間的距离和相邻两导綫所夾的夾角, 用以确定各导綫点在平面上的位置。因此, 导綫网是适用在容易量距离地区的一种平面控制方法。

(2) 三角网 三角网, 是把地面上一些能相互通視的二个点, 組成許多三角形而構成的。如图 1-3 中的 A, B, C, D, E, F, G 各点, 組成 ABC, BCD, BDE, DEG, EFG 等三角形, 这些三角形构成复杂的网形, 称为三角网。若在地面上直接量出三角形的一边 CD (以 CD 为例) 的水平长度, 又在三角形頂点上測出各相应的內角, 則按正弦定律, 便可求出所有三角形的边长。因此, 就决定了 A, B, C, D, E, F, G 各点在平面上的位置。由上所述, 不难看出以三角网作平面控制, 是适用在量距离困难的山岳地区和为免除量距麻煩时在平闊地区的一种平面控制方法。但在通視困难的地区, 导綫控制优胜于三角控制。

我国幅員辽阔, 測繪全国領土, 也需本着由整体到局部的原則进行。因此, 我国将三角网分为四个等級, 由高級到低級, 层层控制。一等三角, 边长約为 25 公里; 二等三角网边长为 13 公里左右; 三等三角边长为 8 公里左右; 四等三角网边长为 2—6 公里。在測設三角网困难的地区, 可以同等級的精密导綫代替。部分地区的測量是在这些控制范围内再加密控制而进行的。

2. 高程控制及計算高程的标准

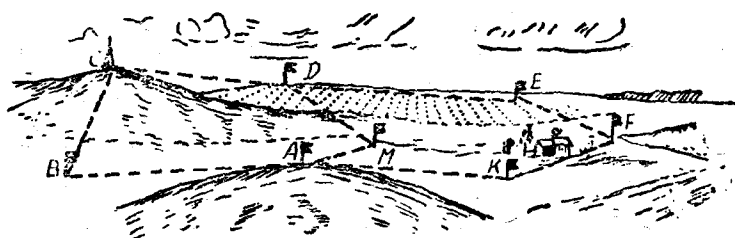


图 1-2

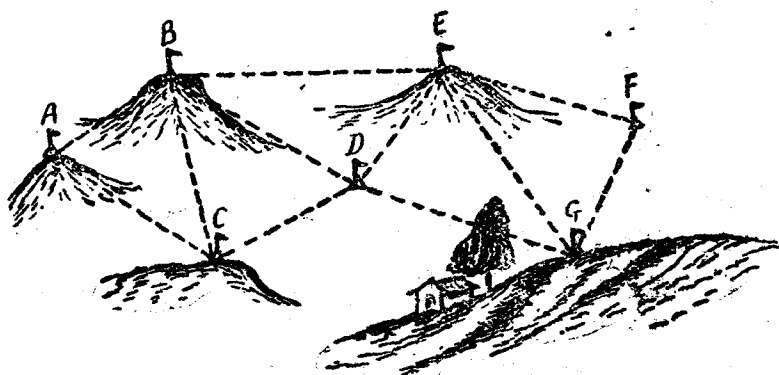


图 1-3

我們不仅要測繪各地物在平面上的位置, 还需測繪地面的高低情况——地形, 为了測繪地形, 在高程方面也需要本着由点到面, 由整体到局部的原則进行控制, 我們称这种控制为高程控制。高程控制与平面控制相同, 也是需要先定出一些点作为控制点, 用精密的仪器和精密的方法測出这些点的高程, 然后根据这些点的高程測繪它附近的地形。一般地形測繪, 是借用平面控制点, 将它的高程精密測出, 作为測区内的高程控制点。

全国的高程測量, 为了符合由整体到局部的原則, 把高程控制网(水准控制网)分为四个等級, 层层控制。这些控制点, 我們按它們的等級称为某等級水准点, 水准点的高程是早經測知的, 供我們在它們附近作高程測量的高程依据。全国各水准点的高程, 須要从統一的大地水准面(平均海水面)为基准, 測定它們的高程, 这样測定的高程, 称为絕對高程。我国絕對高程的計算, 是以青島水准原点为依据, 以求全国高程的統一。原点高程定为高出黄海平均海面 71.289 米。两点間的絕對高程差, 等于两点間的高低差。

距水准点較远的地区, 我們可以自設水准面并假定它的高程, 根据假定高程測得的高程, 称为相对高程。如果两个点的相对高程是由两个假定高程測得的, 則无法直接比較其高低差。所以在同一地区內, 不容許用两个假定高程。

所有各控制点, 我們又必須确定它們在平面图上的位置, 以便繪制平面图。应用最广的方法, 是直角坐标法。它是先規定一点为原点, 通过原点画出相互垂直的二直綫, 其中縱的一条直綫称为縱軸, 橫的一条直綫称为橫軸, 这样就可使任何一个控制点都可按它在縱軸上和橫軸上距原点的距离, 确定它的位置。直角坐标法, 在中学已經学过, 但应用在測量上时, 縱軸是用 x 代表, 橫軸用 y 代表, 这一点与中学学过的不同, 应当注意。所以这样規定的緣故, 因为方位角的数計, 是从北开始向右順时針方向数計; 又因所有一切測图, 都是以上方为北, 这样規定, 才便于繪制平面图。各控制点在縱軸上和橫軸上距原点的距离——縱橫坐标的計算, 以后在講解三角鎖測量时将列为专题講解, 不在此处詳述。

我們既是采用直角坐标法确定控制点的平面位置, 因而須确定縱軸的基准方向, 即測量时引以为依据的方向; 既是地图以上端为北, 縱軸的上端須指向北是肯定的, 所以南北綫是測定一直綫方位角的基准方向。但南北綫有真南北綫和磁南北綫的區別, 真南北綫是通过測站与地球南北两极的連綫, 磁南北綫是通过測站与地球南北两磁极的連綫。地球的南北两极和地球的南北两磁极, 位置并不相同, 所以真南北綫和磁南北綫不是一致的, 而是交成一个夹角。在同一点上, 真南北綫和磁南北綫所夹的角度, 称为磁偏差。真南北綫需要通过測定天体的方法来測定, 操作比較复杂; 磁南北綫, 可以利用磁針直接測定, 方法簡單。因此, 一般农业測量, 多是采用磁南北綫为基准方向。但是, 以磁南北綫为基准方向, 因磁針受地球磁力綫变动的影响及局部引力的影响等, 使其所指南北随时随地都有些不同, 所以正規測量应采用真南北綫为基准方向。

二 测量的阶段区分

按工作性质的不同，测量可分为两个工作阶段：在野外踏查、选点及施测的阶段，称为外业阶段；对外业所做的工作，简称为外业。在室内审核检查、计算、制图的阶段，称为内业阶段；对内业所做的工作，简称为内业。

§ 1—4 平面图、地图与地形图的区别

一 平面图

把地面上的许多点，根据水平投影后的位置，用缩小及相似的方法，在图纸上绘出其位置表示实际位置的图，称为平面图(图 1—4)。

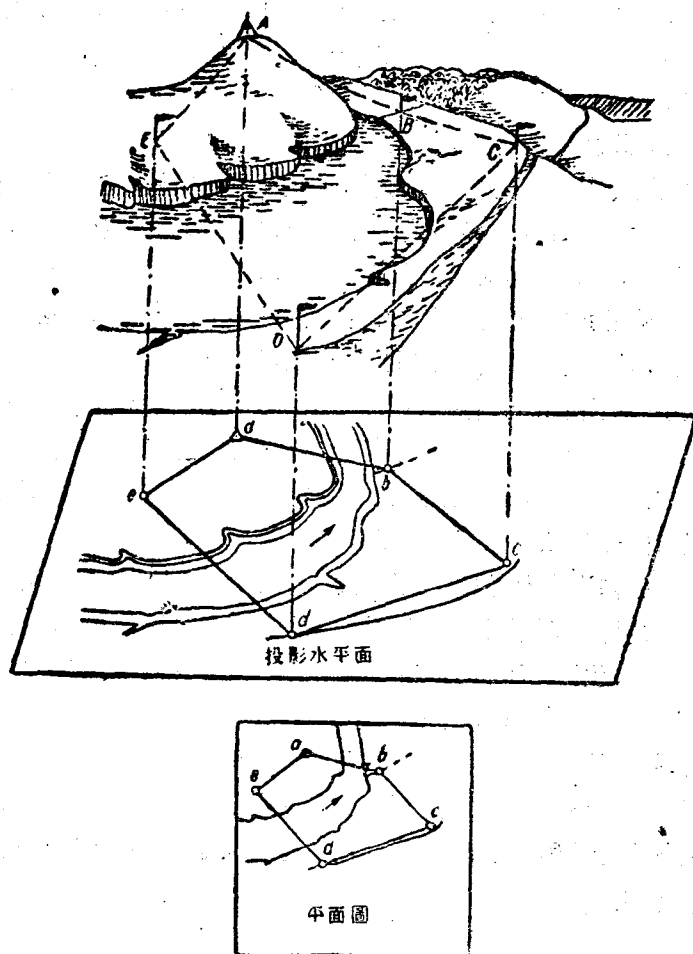


图 1—4 地区及其平面图

二 地 图

当地区很大,不可視作为平面的范围时,此时沿地面各点的垂直投影綫,不是相互平行,而是相互夹成一交角,故此时的投影面不是平面而是球面。将球面投影展为平面时,須經過特別投影的方法——地图投影。經地图投影所获得的地球整体或一部分的图,称为地图。因为由球面展为平面时,各地方被伸展的程度不同,所以地图上的距离、方向和面积等,都与平面图不同。

三 地 形 图

平面图及地图除表示平面位置关系外,同时还表示地面高低起伏变化的图,称为地形图。

§ 1—5 关于保証測量速度和精度的几个关键問題

測量如同其他工作一样,必須符合多快好省的精神,才能适应社会主义建設大跃进的形式。

現在扼要地討論和分析直接影响測量进度与質量的几个关键性問題。

1. 加强政治思想工作,开展群众性的技术革新与技术革命是保証多快好省的主导因素,必須在党的领导下使測繪整个过程,始終貫徹以紅帶专、先虛后实的作法。只有这样,測繪人員才会解放思想,破除迷信,發揮敢想敢干的共产主义风格,經常以不断革命精神要求自己,把測繪工作向前推进。

許多先进单位的經驗証明,在党领导的技术革新、技术革命运动轟轟烈烈开展以后,祖国各个方面的測繪面貌都大为改观,收到了多、快、好、省的效果,并且許多达到了科学高度水平,可見解放思想和技术革命对推进測量工作的重要性。

2. 加强組織工作,密切配合,是增进測繪速度的必要条件之一。

各种測量都有測量員与跑尺員的配合問題。为了密切联系,步調一致,事先必須做好組織工作,对于測繪計劃及跑綫、旗語或信号等都应有明确的議定,免得两人相距較远不易传呼,而致影响工作进度。

3. 摸清用图单位的要求,是快速測图的前提条件之一。

有的公社当前任务在于规划水利网系,有的公社可能是规划几条主干道路或居民点,根据任务的不同,确定測图的繁簡。如果用于初步规划,可单測主要地形,舍去不必要的碎部,这样就会既符合用图部門的要求,又可快速成图。

4. 适应环境,灵活安排工作,才能善于利用時間。

例如在山区測量突遇大风,就必须暫停山上測量,調到可以挡风的地区先行工作,俟风过后再測山上。如遇雨天,就必须提前布置內业或布置討論研究問題。这样才可能保証进度。

5. 检查仪器及检查测繪制度,是确保質量的重要条件。

如果測量前仪器未經检查,存在仪器誤差,即使測量方法先进,操作技术熟練,而获得的成果仍是不正确。因此,工作之前必須检查仪器和修正仪器,在工作中对所測得的成果,也必須遵照检查制度經常检查,才可能保証精度和提高精度。此外要特別強調貫徹群众路綫,在人民公社的測图过程中要密切联系群众,拜农民为师,唯其如此,才能使測图合乎农业生产的要求,才能使測量方法应用得当,任何脱离群众的工作方法都是不合乎多快好省的原則的。