

高等学校教材試用本

測 量 学

北京地质学院测量教研室編

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校教材試用本



測 量 学

北京地质学院測量教研室編

只限学校內部使用

中国工业出版社

本书为北京地质学院测量教研室在原周卡等编写的测量学基础上，根据1958年以来的经验，重新整编，作为地质各专业的统一教材。

作为地质各专业的统一教材，自然在内容广度方面就比较偏广一点，以便教师在讲课时有一定限度的选择性；同时在某些题材处理上也可能出现有过多或不足的地方，这就要讲课教师针对具体情况，作适当深度的调整。在摄影测量的简单快速制图以及航空象片在自然资源勘查中的一般知识，作了突出的介绍。作正规的地质图必须注有经纬度格网，在地图的应用一篇中有适当的叙述，以弥补地质各专业学生的需要。

测 量 学

北京地质学院测量教研室编

*

地质部地质书刊编辑部编辑(北京西四羊市大街地质部院内)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经营

*

开本787×1092¹/₁₆·印张12³/₈·字数292,000

1963年2月北京第一版·1963年2月北京第一次印刷

印数0001—1,690·定价(10-5)1.50元

*

统一书号：K15165·1792(地质-179)

序 言

北京地質学院的測量教学,在1958年以前,都是采用周卡等編写的測量学作为教材的。1958年以后,由于改变了教学形式,將課堂教学改为部分的現場教学,就感到旧的教材不大合用,先后曾数次地在原有教材基础上,进行改編,参加的人数有李汝昌,王乃鼎,朱德彧,苏成年,刘宏謨等,最后在1962年2月又由吳蘊珉、周卡編整一次,成为目前出版的形式。

这次編整以后的結果,在某些方面虽比以前的稍有改进,但还有不能令人滿意的地方。在等高綫的反映地貌学及构造地質学的问题上,还没有接触,这是一缺点。这个缺点,由于从地形图上研究地質构造和地貌的分析資料还不多,而測量人員对地貌学和构造地質学的基础不好,目前克服,尚有一定的困难。其次在內容的安排和題材的取舍,有处理不当或偏多的地方,但在講課时,可不受此限。

編 者

1962年3月

目 录

<p>序言 1</p> <p>测量上常用的单位 4</p> <p style="text-align: center;">第一編 緒 論</p> <p>第一章 概述 1</p> <p> 1-1 测量学研究的对象和任务 1</p> <p> 1-2 测量学的发展简史 1</p> <p> 1-3 测量学在社会主义建設, 特別 是在地質勘探工作中的作用 ... 2</p> <p>第二章 测量学的基本概念 3</p> <p> 2-1 地球形状和大小的概念 3</p> <p> 2-2 平面与球面間的差异 4</p> <p> 2-3 平面坐标及球面坐标 5</p> <p> 2-4 地面上一点的绝对高程和假定 高程 6</p> <p> 2-5 测量工作概念 7</p> <p style="text-align: center;">第二編 测量的基本工作</p> <p>第三章 直綫定綫与丈量 9</p> <p> 3-1 地面点的标志 9</p> <p> 3-2 定直綫的几种方法 9</p> <p> 3-3 丈量直綫的工具和检定 11</p> <p> 3-4 直綫丈量 11</p> <p>第四章 直綫定向 14</p> <p> 4-1 标准方向的意义 14</p> <p> 4-2 标准方向的种类 14</p> <p> 4-3 一直綫的真方位角与象限角 15</p> <p> 4-4 子午綫的收敛 17</p> <p> 4-5 以罗盘仪定一測綫的磁方位 18</p> <p> 4-6 罗盘仪的檢驗 20</p> <p> 4-7 用日圭定正北方向 21</p> <p>第五章 水平角测量 22</p> <p> 5-1 测定水平角的原理 22</p> <p> 5-2 經緯仪 23</p> <p> 5-3 經緯仪的主要构成部分 25</p> <p> 5-4 經緯仪的构成条件 31</p>	<p> 5-5 經緯仪上可能发生的主要誤差 的检查、校正及消去法 32</p> <p> 5-6 仪器的保养 34</p> <p> 5-7 經緯仪的安置及整平与望远镜 的使用 35</p> <p> 5-8 水平角的测定法 35</p> <p>第六章 高程測量 38</p> <p> 6-1 高程測量的一般概念 38</p> <p> 6-2 水准測量的基本原理 38</p> <p> 6-3 水准点 40</p> <p> 6-4 水准仪 41</p> <p> 6-5 水准尺及其讀数 42</p> <p> 6-6 尺垫及其用途 44</p> <p> 6-7 水准測量的实施 44</p> <p> 6-8 水准測量的調整 46</p> <p> 6-9 路綫纵断面图的繪制 48</p> <p> 6-10 面积水准測量 49</p> <p>第七章 視距測量 50</p> <p> 7-1 視距測量所用的仪器及其工作 原理 50</p> <p> 7-2 当視綫傾斜时, 求距离及高差的 公式 52</p> <p> 7-3 竖角的測法 55</p> <p>第八章 誤差概念 57</p> <p> 8-1 誤差在測量工作中的意义 57</p> <p> 8-2 誤差的发生及其种类 57</p> <p> 8-3 偶然誤差的性質 58</p> <p> 8-4 算术平均值原理 58</p> <p> 8-5 偶然誤差的衡量 59</p> <p> 8-6 简单函数的均方誤差 60</p> <p> 8-7 算术平均值的均方誤差 61</p> <p> 8-8 以算术平均值为基础的量 度值的均方誤差 61</p> <p> 8-9 量度結果的权 63</p> <p> 8-10 权平均值及其均方誤差 64</p> <p> 8-11 相对誤差 64</p> <p> 8-12 容許誤差 65</p>
--	---

第三編 全国性控制点网測量和測图控制点的建立

第九章 全国性控制点网的一般

知識 67

9-1 控制測量的意义 67

9-2 三角測量的概念 67

9-3 全国性水准网的概念 68

第十章 經緯仪導綫測量 69

10-1 導綫測量的意义 69

10-2 導綫測量的布置 69

10-3 經緯仪導綫測量的野外工作 70

10-4 經緯仪導綫測量的精度估計 71

10-5 經緯仪導綫計算 74

10-6 導綫錯誤的发现 81

10-7 導綫点的高程 81

第十一章 小三角測量和經緯仪交

会定点 82

11-1 小三角測量的概念 82

11-2 基綫丈量 83

11-3 角度觀測 84

11-4 小三角測量的計算和近似平差 84

11-5 經緯仪交会定点 87

第四編 地形測图

第十二章 地形測图的基本知識 95

12-1 地物地貌在測繪地形图中的意义 95

12-2 測定地物的基本操作法 95

12-3 比例尺 96

12-4 图上表示地物所用的慣用符号 97

12-5 地貌与等高綫 97

12-6 地貌的測繪 103

第十三章 經緯仪記載測图 105

13-1 經緯仪記載測图概念 105

13-2 測图前的准备工作 105

13-3 視距測量的作业 107

13-4 視距測量成果的整理与地形图的繪制 111

第十四章 平板仪測量 111

14-1 平板仪測量的概念 111

14-2 平板仪的构造 112

14-3 平板仪的檢驗及校正 114

14-4 平板仪的安置 116

14-5 平板仪的应用 116

14-6 平板仪測量的作业 119

第十五章 摄影測量概念 125

15-1 摄影測量的基本認識 125

15-2 航空摄影測量与地質工作 126

15-3 航摄像片的摄取 127

15-4 航摄像片的几何关系 129

15-5 航摄像片的立体透視及高度关系 132

15-6 由航摄像片制图的方法 135

15-7 航摄像片的鑲嵌和象片图的复照 138

15-8 象片判釋 140

第十六章 草測及气压計高程測量 158

16-1 草測的应用 158

16-2 量距的方法 158

16-3 草測的定向与測角 159

16-4 草測的进行 160

16-5 气压計高程測量 161

第五編 地形图及其应用

第十七章 地形图的基本知識 167

17-1 地形图的概念 167

17-2 地图的分幅及編号 167

17-3 地图投影的概念 170

17-4 地图格网与梯形图廓的展繪 172

第十八章 在地形图上解决的一些

具体問題 182

18-1 方位角問題 182

18-2 地图的定向 184

18-3 在图上画出一点的坐标 185

18-4 在图上确定一点的經度及緯度 185

18-5 在图上确定两点間的直綫长度 185

18-6 高程問題 186

18-7 断面图問題 186

18-8 面积問題 187

18-9 地图的縮放 190

第一編 緒 論

第一章 概 述

1-1 測量學研究的對象和任務

測量學是一門研究使用何種工具，以何種方法在地球表面上進行量度，並將量度成果加以科學的處理，以達到精確決定地面上的點位關係，從而將地球表面顯示成圖的科學。它是以太平球表面的一部分或整體為對象的；它的研究內容有量度工具，量度方法，地球表面各部的幾何關係和物理關係，量度成果處理以及有關將地球表面顯示成圖，一整套的技術和理論問題。

測量學密切地關係到社會的生產建設，並成為研究其他地球科學如地殼升降、陸地變遷等的基礎。近年來由於宇宙火箭和宇宙飛船上天的成功，測量學上的觀測成果，又進一步提供了人類認識宇宙空間的憑借。

由於我們在生活上的要求和對大自然的認識上的要求，給與了測量學下面的任務：

- (1) 決定地面上和空間各點的相對位置或某一坐標系上的統一位置；
- (2) 將地面上所測區域繪製成圖；
- (3) 決定地球的形狀和大小。

以整個地球或一廣大地區為對象，而進行測量和成果處理，研究其有關的技術和理論的一系列的問題，是屬於大地測量學的范围。以小地區為對象，詳細處理地面陸地部分的幾何關係並繪製成圖，研究其有關的技術和理論的一系列的問題，是屬於普通測量學（或地形測量學，或一般的所謂測量學）的范围。而研究繪製廣大地區或整個地球的圖，其有關的技術和理論的一系列的問題，是屬於地圖學的范围。

隨着攝影學和航空技術及裝備的高度發展，對於測制地形圖的工作，現在已成熟地改用在航空攝影象片上的量測來成圖。這是在測制地形圖方面的一巨大發展，因而出現了一門如何在航攝象片上進行量測，並借之來製成一幅完整的地形圖的科學，叫做航空攝影測量學。

為了滿足城市建設和各工礦企業生產上的需要，逐漸發展成為某種專業服務的測量學，叫做工程測量學。

1-2 測量學的發展簡史

測量學也和其他科學一樣，是為了滿足人們生活上的需要，在和大自然的鬥爭中，逐漸充實和發展起來的。

測量學是一門最古老的科學之一。遠在上古時代，在埃及以尼羅河的經常泛濫，產生了人民在農業生產上劃分土地的問題。從解決劃分土地問題當中，發明了土地丈量的方法。由土地丈量促進了幾何學的形成和發展。

在歐洲，測量學得到比較大的發展，是在17世紀望遠鏡和鐘表發明了以後才形成的。

当时以数学上的解析几何,球面三角,对数等的建立,为测量学奠定了巩固的基础。从18世紀的末期起至19世紀,經产业革命以后,测量学又得到了很大的发展。欧洲各个国家都在这一时期,先后完成他們的精确的地图。出現了不少在测量学上作出巨大貢獻的科学家如英国的克拉克 (Clarke),德国的白塞尔 (Bessel),赫尔墨特 (Helmert),高斯 (Gauss) 等人。不只测量学在理論方面接近于成熟,而对地球形状和大小的認識,經過一部分的精密弧度测量的結果,也推出了較为科学的数据。

我們應該指出测量学获得真正的成就,和对人类生活作出巨大貢獻,还是从苏联的十月社会主义革命成功以后才开始。經過苏联广大测量科学工作者的努力,全苏进行了大面积的,史无前例的高精度测量工作;在斯大林奖金获得者,杰出的大地测量学家克拉索夫斯基 (Ф. Н. Красовский) 教授的主持下,1940年得出了到目前为止的,最新穎和最科学的地球橢圓体数据。由于全苏进行了大面积的高精度的测量工作,对于社会主义的建設事业,起了巨大的作用,解放了生产力。

我国在测量学上的貢獻,是有悠久的历史。早在公元前4世紀(战国时代),我国劳动人民就利用了磁石制成世界上最早的指南工具“司南”。公元2世紀(后汉)张衡制成渾天仪,进行了天文观测。公元3世紀(西晋)裴秀綜合前人的經驗,編制了“制图六体”,是世界上最早的制图规范。刘徽著量差术,是世界上最早的测量规范。公元8世紀,唐朝南宮說在河南以“水准繩墨”作了大規模的距离丈量。18世紀,清康熙年間,測制了全国性的“皇輿全图”。在此以后一直到全国解放为止,由于帝国主义的侵略,封建制度以及封建軍閥和国民党反动派的罪恶統治,使测量科学沒有得到应有的发展,而一直处于极为落后的状态。

解放以后,在中国共产党的领导下,进行了伟大的社会主义經濟建設,测量科学从而获得了飞跃的发展。全国已經完成了絕大部分的精密测量工作,在数量上是成数十倍地增长,超过了解放前四十年的总和。在培訓人才上不只有其專門的高等学校;在理論科学的研究方面,也有其独立的测量制图研究机构。

以上所述,只不过是短短十数年的事情。从这里显明的指出了科学工作者在社会主义制度下的光輝前途;需要我們坚定信心,奋勇前进。

1-3 测量学在社会主义建設,特别是在地质勘探工作中的作用

测量学在社会主义建設的計劃經濟中所起的作用,不只是借测量学的帮助,来获得全国各地区的地形資料,以此資料来实现各种工程上、农业上的設計与施工,而且借地形图的研究,可使各种的不同經濟和技术规划有全面配合的可能,进而解放生产力,促进生产的发展。

测量学在各种自然資源的調查中,尤其是地質勘探工作中的意义,表现在:(1)借测量学的帮助,来确定各地質現象間的层位关系,从而使埋藏在地下較深的矿产有发现的可能;(2)为了进一步探明矿体在地下的分布情况,作儲量的正确估計,以便开采,也非要测量資料不可;(3)在开采过程中,也必須有测量数据来作技术設計;解决地上和地下有关开采和运输等一系列的問題。

在地質普查期間,地形图和航摄影片是地質人員不可缺少的工具。他們經常要在航摄影片上查明各类地質現象,作必要普查設計以指导野外工作;返回来又要以野外成果来在

地形图或象片上填地質图，根据地質图再来研究地层关系和地貌演化情况。

另一方面，在研究各种地貌变化以及地壳运动的規律性时，只有在地面上进行反复的精密測量工作，以此结果加以系統的分析、比較，才会得出正确的、可以揭开大自然神秘的結論。

第二章 測量学的基本概念

2-1 地球形状和大小的概念

地球的地形表面和地球的总的外形 地球表面是不平坦、不規則的，有山岭、高原、平原、深谷；海洋里的底面，也是高低起伏，变化多端。尽管地球表面的陆地部分，起伏变化是如此复杂，而它的面积只占全地球表面約30%，其余广大部分确被海洋水面复盖起来，若以平静的海洋面来代表地球的总的外形，基本上是差不多的。地面最高的山峰——珠穆朗瑪峰——高出海面8882米，最低的深海槽——涅洛海槽（菲律宾以东，关島以南）——低于海面10899米，与地球总的大小比較起来，是微不足道的，那不过好象一个桔皮上的皺紋而已。以平静的海洋面对地球整体來說，有这样大的代表性，以后我們凡是談到地球形状和大小时，总是指平静海洋面的形状和大小。在大地測量学上，把这一平静的海洋面給以一特别的名称，叫“大地水准面”。大地水准面是一个理想的物理表面，只可想象而不能把握。我們在实际工作中，为了找寻它对于陆地的关系，我們在海边設立驗潮站測定水位的高低，經過若干年后取一个中数，来表示它对于陆地的零位置。在这零位置上的假想平静海面，叫做平均海面。平均海面与設立驗潮站位置的不同和取平均水位的时间段的不同，也有变化，所以平均海面并不是一个真正的大地水准面，只是說它們很接近，在实际工作中以平均海面来代替大地水准面而已。

由于近百年来測量科学的发展，我們得知大地水准面近似于一个橢球体的形状。这个橢球体的形状和大小，决定于三个元素（如图 2-1）：

长半径 a

短半径 b

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a}$$

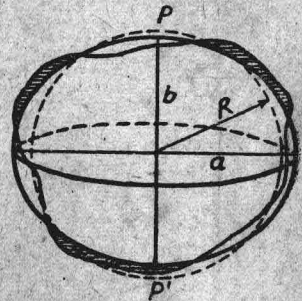


图 2-1 地球的形状和大小

美国人海佛特 (Hayford) 于1909年公布了

长半径 $a = 6378388$ 米

短半径 $b = 6356911$ 米

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a} = 1:297.0$$

目前在最新的、科学的測量工作基础上，苏联学者克拉索夫斯基得到最新的地球橢圆体元素：

$a = 6378245$ 米

$b = 6356863$ 米

$$\alpha = 1:298.3$$

在我們求出了近似代表大地水准面的橢圓体以后，在地面上进行的大地測量工作，就可以該数学表面为基准，进行严格的处理，致收到統一的、相互符合的、各地面点的精确位置关系。为了这一目的，我国过去曾选用海佛德橢球体为大地測量基准面；解放后则改用克拉索夫斯基橢球体。

2-2 平面与球面間的差异

在进行小地区的測量工作时，我們可将地球看成一个圓球，半径等于 6371.11 公里。在这样一个圓球表面上的一小部分面积，于一定限度內，可将它測制在平面上；也就是說进行这样的小区域測量工作，可取測区中央某一点的切平面为基准面。这一切平面，我們給它一名称，叫做“水平面”。

水平面只有在地球表面的切点处，才与該点的重力方向成正交（見图 2—2）。

但是，把地球表面看作一个平面是有一定限度的。这是因为球面不可能展成平面而无裂口，也就是球面上的形象，不可能和平面上的形象一样。用平面上的形象来表示球面上的形象，一定会发生变形。显然，球面的面积愈大，用平面形象来表示球面形象的变形也愈大。

假定在地球上有 A、B、C、D 四点組成一四边形（如图 2—3）。通过 A、B、C、D 四点各作鉛垂綫到球面上，得 A₁、B₁、C₁、D₁ 四点，則 A₁、B₁、C₁、D₁ 为 ABCD 四边

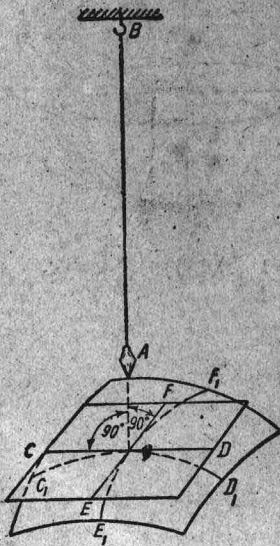


图 2—2 水平面

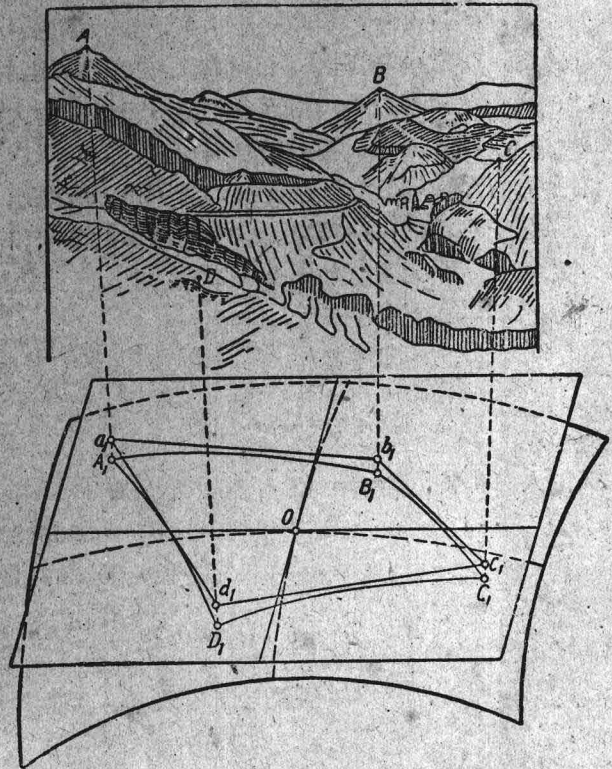


图 2—3 图形投影至球面和平面的差异

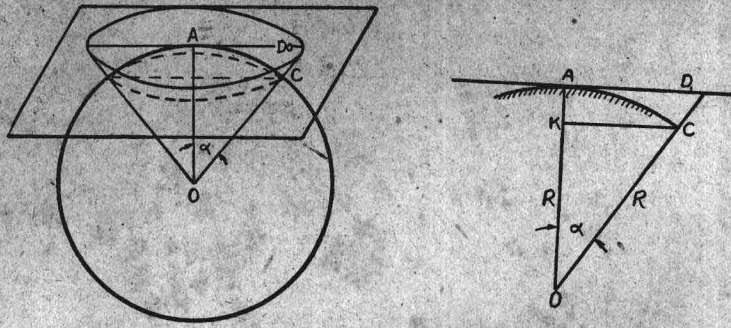


图 2-4

形在球面上的水平投影。同时，在球面上 O 点作一切平面。切平面上 a_1, b_1, c_1, d_1 四点为铅垂线 AA_1, BB_1, CC_1, DD_1 与切面的交点，则四边形 $a_1b_1c_1d_1$ 为 $ABCD$ 在平面上的投影。显然球面上的投影 $A_1B_1C_1D_1$ 和平面上的投影 $a_1b_1c_1d_1$ 是有差别的，也就是说用平面上的 $a_1b_1c_1d_1$ 来表示球面上的 $A_1B_1C_1D_1$ 是有误差的。但是，可以看出，当这个图形的面积不大时，平面和球面是近于重合的，它们之间的差异将变的很小，以至我们在测量上觉察不到。现在我们就来研究多么大范围之内球面可以当作平面。

假定在球面上 A 点处，作一切平面（如图 2-4）。我们在地球上量了 AC 的长度，以 AC 为半径在地球上画一个圆周。然后将量得的 AC 展到切平面上得到 AD ，因为在 A 点附近面积不大，切平面和球面无限接近，可以视作 $AD=AC$ 。以 AD 为半径在切平面上作圆周。地球上的圆周和平面上的圆周是不等长的，两个圆周长的差异，即代表以地球上量得的球面上的长度，直接画到平面上所产生的差异，也即以球面当作平面所产生的差异。我们必须划定这种差异的容许界限。

如图 2-4，先假定 $\alpha=15'$ 看看它们间差好大。

以地球的半径等于6371.11公里，等于图上的 $OA=R=OC$

于是有 $CK=R\sin\alpha=R\sin 15'=27799.128$ 米

$$AC = \frac{R \cdot \alpha}{\rho} = 27799.185 \text{ 米}$$

$$\rho = 206265''$$

球面上的圆周长等于 $2\pi \cdot R \cdot \sin\alpha = 174661.921$ 米

平面上的圆周长等于 $2\pi \cdot R \cdot \alpha / \rho = 174662.279$ 米

将上面的二圆周长相减得其差等于0.358米

当我们测量时是将地上的长缩小若干倍画在图上的，如果缩小的倍数为5000，则在图上的影响为0.072毫米。

此时的球面面积约可到2400平方公里。这无论如何是可以允许的，在某些场合还可以加大。

2-3 平面坐标及球面坐标

在我们选定了测量的基准面以后，我们要进一步研究如何在这基准面上定出一点的位

置：决定点的位置方法是采用坐标，坐标系有两种：

(一) 平面坐标系

在平面上定一点的位置的条件是先要有一原点及一标准方向。普通我們把这原点設置在测区的中央，即水平面对于球面的切点处；至于这一标准方向呢？本可是任意的。但为求得便于統一起見，我們采取了过原点的正南正北方向为标准方向。

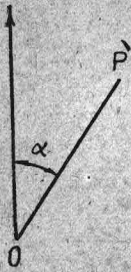


图 2-5

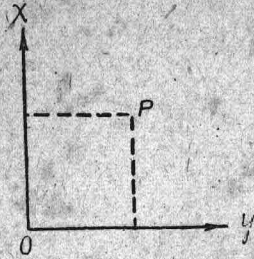


图 2-6

有了原点及标准方向，我們定一点的平面位置就需要测点与原点間的距离（如图 2-5 的 OP ）及连接这二点的直綫与正南正北方向間的夹角（如图 2-5 的 α ）。这叫极坐标法。

如果以这过 O 的正北方向为 X 轴，过 O 的正东方向为 Y 轴，于是测点 P 的位置又可由其距 OX 与 OY 的距离 (x, y) 来决定（图 2-6）。

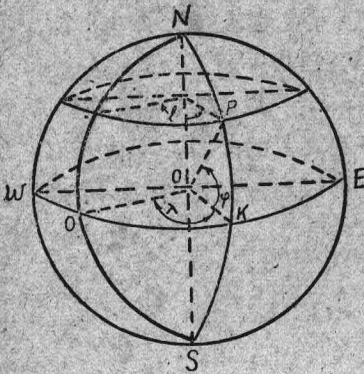


图 2-7 球面(地理)坐标

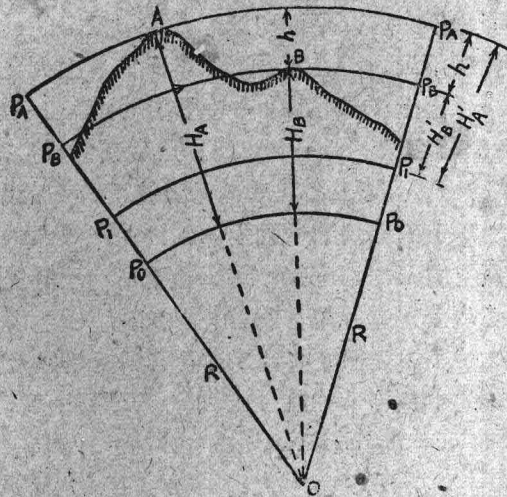


图 2-8 绝对高程与假定高程

(二) 球面坐标系

在球面上定一点的位置，就是当测量的区域比較大时，不能把球面当作平面看，因而不能采用平面坐标系，要用球面坐标系。

对于全球上的坐标系統，經過国际天文学会的决定，采取通过英国格林威治天文台的正南正北綫（即所謂的首子午綫）为 X 轴，与格林威治的这正北綫成正交的地球的赤道为 Y 轴。这时 P 点的位置由地理緯度，即 φ 角，及經度 λ 角来表示（如图 2-7）。緯度 φ 角是 P 点的鉛垂綫与赤道面的交角，經度 λ 角是通过 P 点的子午面与首子午面所夹的二面角。这种球面坐标称做地理坐标。它在航海上及制图上是很重要的。

2-4 地面上一点的绝对高程和假定高程

地面是高低起伏不平的。要决定地面一点的空间位置，除其平面位置外，还必須要知道

这一点的高程，否则这地面点是不能确定的。

高程的起算是应当以决定那一点的平面位置的基准面为基准的。对于大地水准面（平均海面）来说，一点离开于它的距离叫做绝对高程。如图 2—8 A、B 各为地面上一点， P_0P_0 为平均海面，则 A、B 二点高出于 P_0P_0 的 H_A 、 H_B 即分别为 A、B 二点的绝对高程了。

但在某一地区不能与平均海面连接起来，这时我们就以通过这测区中的一适当点的平静水面，叫做水准面为基准，如图 2—8 中的 P_1P_1 。其他任一点高出于 P_1P_1 的，叫做假定高程，如 H'_A 及 H'_B 。

2-5 测量工作概念

测量的主要目的在决定地面上各点的相对位置。为进行这个工作，如从一点出发，而推测到各地方去，最后将全测区的点都能定出；但是由于测量必然发生误差，如果这种误差由一点传递到下一点，一点一点地累积起来，最后将产生严重而不可容许的后果。这样的方法我们是不采用的。所以在实际工作中将必须以另外的方式进行，那就是本着“由点到面，由整体到局部，全面控制”的思想出发，先在一测区内找出若干重要的地点，用精确的方法，把它们的位置先测出来，作为做下一步测量工作的依据，叫做控制点网。控制点网是测量工作中的骨干，非常重要的。如果控制点的工作没有作好，那就不可能顺利完成全面的地形测量工作。

作控制点网的方式有二：一、三角测量；把地面上的每二个彼此都能看得见的点，组成一个一个的三角形，如图 2—9 的 A、B、C、D、E、F、G 各点，组成 ABC、

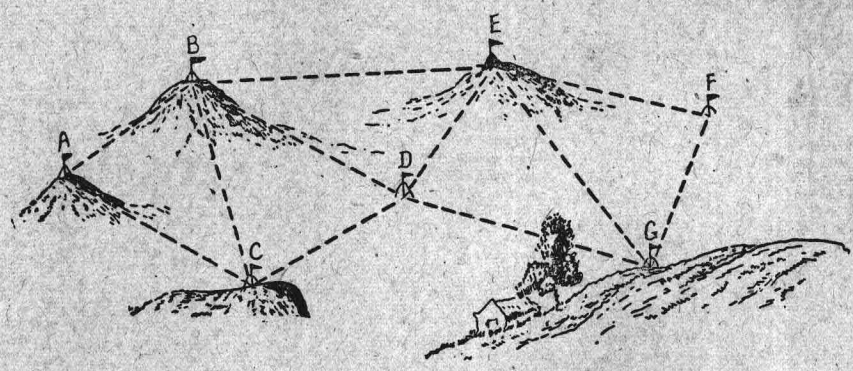


图 2—9

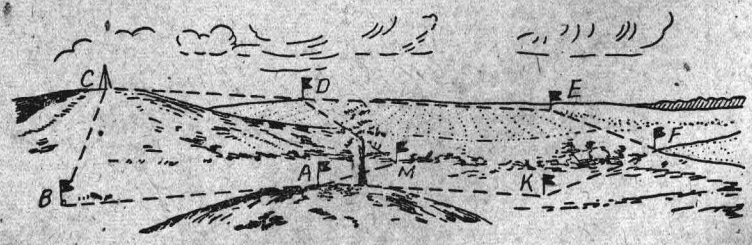


图 2—10

BCD 、 BDE 、 DEG 、 EGF 三角形。如果有一边 CD 在地面上直接量出其水平长度来，又在各点上测出各相应的内角，则按三角形上的正弦定律，即可求得所有各三角形中的边长，于是 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 各点的相对平面位置算是确定了。然后又在各点上进行高程测量，把高差确定了。联合以上的平面位置及高差，就确定出以上各点的立体位置。

二、导线测量：如果在一测区内的各控制点间的关系不连成三角形而连成闭合的多边形，如图2—10的 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 K 、 M 叫做闭合导线。以测量学上测导线的方法沿以上各点测出导线各边的水平距离，及各相应的内角及高差，于是这些点就确定了。

根据无论以三角测量所定的控制点或以导线测量所定的控制点，来测其附近各必要的测点，依一定的倍数缩小画在图上，如此进行至全测区为止，则就成功一幅完整的局部地形图了。

在实际工作中测量工作分成三个阶段：

(一) 敷设控制网的工作，即三角网或导线网的测量；

(二) 控制网测量结果的计算；

(三) 以控制网为基础的地形测图。测制地形图的主要方式有二：在地面上以人工一点一点测制成图的方法；利用摄影所得的象片来测制成图的方法。目前的趋势，大多以摄影测量成图来代替地面上人工测图了。

第二編 測量的基本工作

第三章 直綫定綫与丈量

3-1 地面点的标志

最基本的測量工作之一，就是在地面上量出一綫段的水平距离。要丈量某一綫段的水平距离，必須先将这一綫段的兩端点，在地面上用一定的标志标設出来。这种标志一般分为：

一 临时性标志 即为短時間使用而設立的，大多用木桩、花杆或金属杆之类，待測量完毕后即可除去；

二 永久性标志 即为永久使用而設立的。这种标志需牢固地埋設于地面。根据就地的材料及土壤的性質（軟土、硬土、冻土等），可于地面上埋設水泥标石或金属軸等，并在这些标志上架起高的标架以便远方都能看見。

永久性标志的設置如图3-1。

3-2 定直綫的几种方法

当在兩点間进行直綫丈量时，应严格地在这直綫方向上进行。倘所量的直綫很长，就

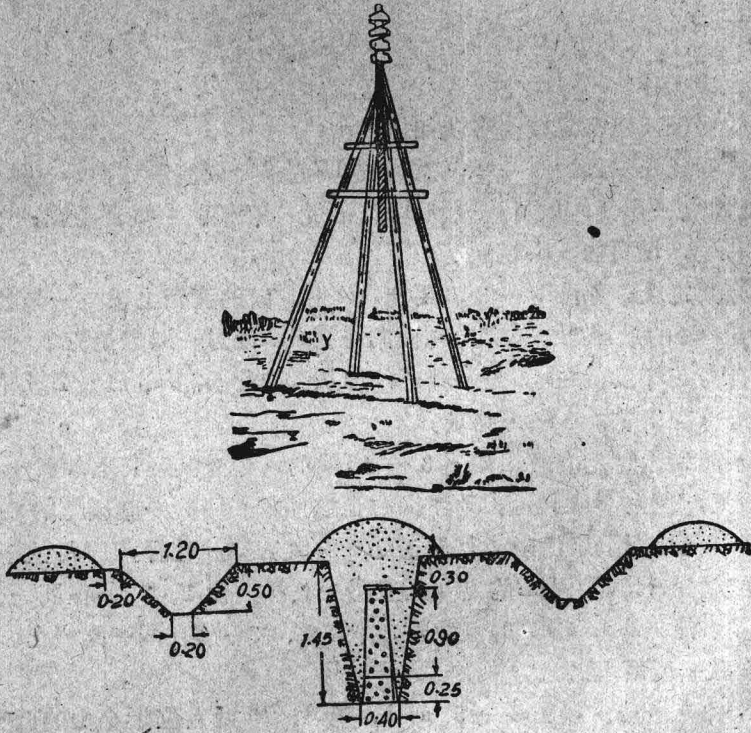


图 3-1

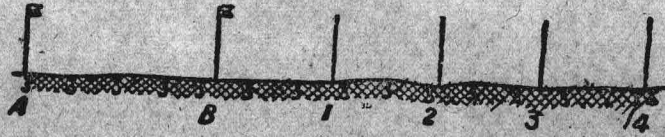


图 3-2

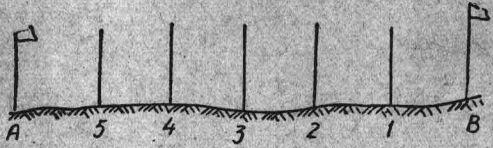


图 3-3

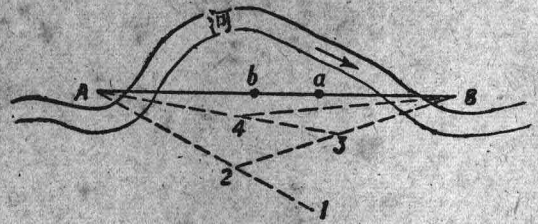


图 3-4

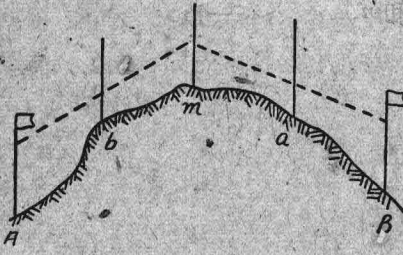


图 3-5a

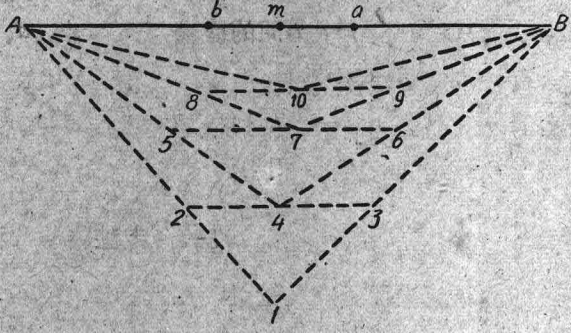


图 3-5b

需要預先进行定綫工作。

根据不同的情况，概略定綫的方法如下：

一 将方向綫延长。如图 3-2，需延长AB直綫，則測量員携带足够数量的花杆，沿AB方向于1处設立一花杆，以目視之使AB 1三花杆在視綫中重合为止；如是又至2、3等点作同样的工作，即可将AB綫延长了。

二 在两点間定綫。如图 3-3，要在AB 两点間的直綫上設立一系列的点，則一測量員甲立于花杆A处的后面約一米处；并面向花杆B，待另一助理員乙拿着花杆由B走向A于1处时，指揮将花杆設置在AB方向綫上；即从A点看去，A、1、B三花杆重合为一。如是，按同法进行定出2、3……等点。

三 終点不能到达时定直綫。如图 3-4，河的对岸有某种岩层的露头A及B两点，虽然AB能彼此看見，但人不能到达。为了探討在这两露头間同一直綫上的地質构造关系，需将A、B的联綫在地面上定出来。首先在点1的地方立一花杆，一人立于花杆后約一米处；第二人在能看見A又能看見B的点2处立另一花杆，使1、2、A在同一直綫上。然后，将1处的花杆移于能見A又能見B的点3处，并使2、3、B在同一直綫上。如是逐渐进行至A、b、a、B全在同一直綫上为止。

四 經過小山定直綫。如图 3-5 a、b，有A、B 两点位于小山的两旁，互不通視，需将AB直綫沿着山坡定出来。此时，先在半山坡上找一点1，能見A又能見B；其次，在

A与1之間以花杆定出2点，使A、2、1在一直綫上。另外，又在1与B間以花杆定一点3使能見1、B，又能見2，并使B、3、1在一直綫上。

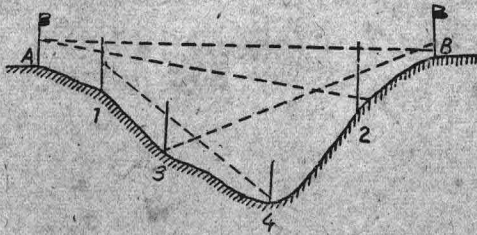


图 3-6



图 3-7

連結2、3，并在其中間找一点4，能見A又能見B；如是进行到B、a、m、b、A同在一直綫上为止。此时A、B間的直綫，是以m、a、B和m、b、A各在一直綫上而a、m、b又在一直綫上来保証的。

五 經過山谷定直綫。如图3-6，在山谷两旁有A、B两点，需将AB直綫沿山谷斜坡标定出来。首先于A、B两点各立一花杆，然后在A点的測量員沿AB綫的方向看过去，指揮助手于A、B两点的垂直面內，立另一杆1，再在A-1的延長綫上定出点2，又在B-2的延長綫上定点3，以及在1-3方向上定点4，如此就完成了山谷定綫的工作。

3-3 丈量直綫的工具和檢定

丈量直綫的工具視測量工作要求精度的不同而采用皮尺、鋼卷尺、鋼綫尺等等，其中最常用的是鋼卷尺（見图3-7a）。鋼卷尺有20米、30米、50米等不同的长度，一般成带状，寬約15—20毫米。鋼卷尺又分为端点尺和刻綫尺两种：端点尺是以尺子端点作为起点的；刻綫尺是以刻在尺上的零分划綫作为尺子的起点，在重要的地方記有数字，以便記数，这种尺应用极为广泛。

此外，丈量直綫的工具还有測釵，用以記数及标志尺子在地面上的端点，見图3-7b。为了丈量精确起見，丈量之前应将尺子加以檢定，即将其与标准尺比較，以决定其长度是否正确。如尺子名义长度为20米，与标准尺比較后实际长度只有19.998米或20.002米，則該尺含有比长誤差 ± 0.002 米。此种比长誤差，在計算直綫长度时应加以改正。

3-4 直綫丈量

直綫丈量时有两种情况：

一 丈量水平地面的直綫距离

当要量的直綫在水平地面上定出以后，則：

(一) 以一人甲托鋼尺的起始記数的一端立于欲量直綫的起点A，并插一測釵于A处，而另一人乙即執鋼尺的另一端沿AB方向前进至一整尺长为止。

(二) 乙以測釵插入鋼尺端点的缺口上，并在地面上左右摆动，听候甲執尺人的指揮，至測釵恰好在AB方向为止。此时甲将尺的O端对准A点，而乙于拉紧尺后，将測釵于一整