

农村测绘

第一篇 基本知识和技能

送审稿

《农村测绘》编写组

说 明

“农业是国民经济的基础”“各行各业都要支援农业。”去年，第一届全国农业学大寨会议以后，在华主席“全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗”的号召下，测绘出版社为配合农业学大寨、普及大寨县的需要，拟将农村规划及测绘以及农田基本建设和“五小”工业兴建中所需的测量工作编写成《农村测绘》一书，供战斗在农业第一线的有关同志使用和参考。

本书的初稿编写工作，是在各单位各级党组织的直接领导和重视下进行的。先由合肥工业大学测量组提出《农村测绘》的编写大纲，然后，由安徽测绘局组织安庆、芜湖地区水电局、安庆交通局、安庆地质局、安庆燃化局、安庆石油局和合肥市城建局等十多个单位，对编写大纲进行了讨论修改，同时，在去年测绘部召开出版工作会议上进行了讨论，并征求过很多省测绘局及水电局的意见，经测绘出版社再三研究修改，最后由合肥工大、山东矿院、安庆市测绘局、安庆地区水电局、安庆交通局等单位派员组成编写组，一面调研，一面编写，经过一年多时间的努力，编写成初稿。

初稿内容共分五篇，计二十八章，约60万字。第一篇：农村测绘的基本知识和基本技能；第二篇：小地区控制测量；第三篇：大比例尺地形图的测绘及地形图的应用；第四篇：水利工程测量；第五篇：农村小型工程测量。现油印成册，供测绘出版社

及各有关单位审稿使用。稿中的插图绝大部分已刻印，其中少数几幅插图，由于篇幅较大，不便刻印，故暂缺。

由于此书涉及的内容很广，而我们收集的资料却很不全面，尤其是编写者三大革命斗争的实践经验不足，政治业务水平有限，故初稿中会有不少缺欠，甚至错误，谨请同志们提出宝贵的意见，以便修改。

“农村测绘”编写组

一九七九年十二月

目 录

第一篇	农村测绘的基本知识和基本技能	1—1
第一章	测男工作的一般知识	1—1
1—1	测男工作任务及其在建设社会主义新农村中的作用	1—3
1—2	我国测男上常用的计男单位	1—3
1—3	地面点位的确定	1—6
1—4	测男工作概述	1—13
1—5	觇标、三角点和水准点的保护	1—16
第二章	距离丈量	2—1
2—1	丈量距离的工效	2—1
2—2	丈量距离的方法	2—3
2—3	间接男距法	2—8
2—4	男距注意事项	2—13
第三章	确定直线的方向	3—1
3—1	确定直线方向的方向	3—1
3—2	子午线收敛角与磁偏角	3—4
3—3	用罗盘仪测定直线的磁方位角	3—6
3—4	用日圭近似地测定真子午线方向	3—9
第四章	确定地面点的高程	4—1
4—1	高程测男概述	4—1
4—2	水准测男的仪器工具	4—2

4-3	水准测量的方法	4-11
4-4	水准测量的内业	4-14
4-5	水准仪的检验与校正	4-18
4-6	水准测量的注意事项	4-22
第五章	角度测量	5-1
5-1	水平角测量的原理	5-1
5-2	游标经纬仪	5-2
5-3	游标经纬仪读数法	5-4
5-4	DJ ₆ 级光学经纬仪	5-8
5-5	水平角的观测	5-13
5-6	竖直角盘构造和竖角的观测	5-22
5-7	经纬仪的检验和校正	5-30
5-8	角度测量的影响因素及注意事项	5-41
第六章	用平板仪测定点位	6-1
6-1	平板仪测定点位的原理	6-1
6-2	大平板仪的构造	6-1
6-3	视距测量原理	6-3
6-4	小平板仪	6-8
6-5	平板仪的安置	6-13
6-6	平板仪测定点位的方法	6-14
第七章	简易测量仪的工具的制作及其应用	7-1

7-1	概 述	7-1
7-2	标杆与标尺的制作	7-1
7-3	竹尺与测绳的制作	7-2
7-4	直角田的制作	7-3
7-5	连通水准仪及其使用	7-4
7-6	连通水箱式水准仪的制作及其使用	7-7
7-7	土觇板水准仪的制作与应用	7-8
7-8	丁字形水准田的制作与应用	7-9
7-9	水平测角田的制作与应用	7-11
7-10	简易经纬仪	7-13
7-11	自制小平板仪	7-17
第八章	测量误差的基本知识	8-1
8-1	测量误差的分类	8-2
8-2	偶然误差性质	8-3
8-3	等精度观测的算术平均值	8-6
8-4	衡量观测精度的尺度	8-8
8-5	误差传播定律	8-14
8-6	应用问题	8-19
第九章	绘图材料及绘盘工具	9-1
9-1	绘盘材料	9-1
9-2	绘盘用具及其使用	9-2

9-3	直尺、三角板的要求及使用	9-3
9-4	绘图笔尖的使用与修整	9-5
9-5	直线笔的使用与修整	9-8
9-6	曲线笔的使用与修整	9-11
9-7	点圆规的使用与修整	9-13
9-8	常用字体的写法	9-16

第一篇

农村测绘的基本知识和基本技能

第一章 测量工作的一般知识

1—1 测量工作的任务及其在建设社会主义新农村中的作用

毛主席教导我们：“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”正是伟大的人民群众用自己的辛勤劳动和无穷智慧，创造了人类的物质文明；正是伟大的劳动人民在与反动统治阶级斗争、与大自然进行搏斗的过程中，推动了人类历史的前进。

测量学是劳动人民在长期社会实践中创造发明的，并随着社会生产力的发展而发展起来的。但在阶级社会里，测量学和其他科学一样，总是为一定的阶级服务的。在旧社会，测量学掌握在地主阶级、官僚资产阶级手里，成为他们压迫和剥削广大劳动人民的工具。例如在军阀割据时期，各军阀也设立测量局，创办测量学校，也进行过一些测量工作，但那只是为军阀割据利益服务的，给广大劳动人民带来的是连年战争的灾难。在国民党反动派统治期间，也进行过测图和线路测量，然而其罪恶目的是为了进攻革命根据地，妄图消灭我中国共产党领导下的革命的武装斗争；甚至让美、日帝国主义在我国领土上进行航空摄影测量，从而编绘军用地图，更光秃秃地来侵略和压迫我国。至于地籍测量，那更是直接为地主阶级兼并土地、收租剥削服务。总之，在旧社会，测量是为维护剥削阶级利益服务的，是反动统治者压榨劳动人民的一种手段。

“一唱雄鸡天下白。”一九四九年，中国人民在伟大领袖毛主席和中国共产党的领导下，推翻了帝国主义、封建主义、官僚资本主义和国民党反动派的统治，劳动人民翻身作了国家的主人。测量也就从落后的生产关系中解放出来，回到了人民的手中，焕发了青春，开始为社会主义革命和社会主义建设服务，为阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动提供了极其宝贵的资料。

测量学是研究地球表面的起伏、形状大小的科学。农村测绘是研究社会主义新农村的建设中所进行的测量工作的，它的基本任务有两项：一项是测绘各种地形图（例如公社、生产大队现状图、库区地形图、填址地形图、灌区地形图与河道地形图等），供农业规划设计和水利工程设计使用，简称为测图，是为了自然服务的。另一项任务是按已规划设计好的土地围田化工程和各项水利建设工程，用测量的方法在实地标定出来，作为施工的依据，叫做施工测量，简称测设或放样。

“农业是国民经济的基础。”农业的情况如何，对我国社会主义革命和社会主义建设的发展，关系极大。一九七五年十月全国农业学大寨会议上，华国锋总理提出了“全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗”的号召。农业学大寨，普及大寨县，是一个在无产阶级专政下继续革命、多快好省地建设社会主义农业的伟大革命群众运动，我们测绘工作者，要积极响应中央的号召，全力以赴，在农田基本建设中发挥好“先行”作用，为到一九八〇年，全国三分之一以上的县建成大寨县而努力。

在农业学大寨，普及大寨县的工作中，测绘工作者是有许多工作要做的。为各县、社制定农田基本建设全面规划，以改土、治水为中心，实行山、水、田、林、路综合治理时，测绘工作者应及时提供准确的地形图；在治山、治水、科学种田、绿化造林、机耕路的修筑、居民区的兴建，水力、火力电站的建设等各项具体工程的规划设计阶段，测绘工作者要提供各种大比例尺的地

形图断面图和测量资料；在施工阶段，要紧密配合施工程序，将各项工程^的位置、高程标示出来，以便施工；就是在工程竣工后，为了了解所建工程的质量，例如像各种坝址、干渠、渠道的大边坡等，应进行变形观测，以及时发现问题，及时处理，确保安全。由此可见，在普及大寨县，建设社会主义新农村的伟大战斗中，测绘工作者肩负着—项光荣而艰巨的任务，要象全国其它各条战线—样，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，在各领域对资产阶级实行全面专政。并“用我们的双手艰苦奋斗，改变我们的世界，将我们现在还很落后的乡村建设成为一个繁荣富强的乐园。”

1—2 我国测量上常用的计量单位

我国过去受帝国主义侵略的影响，在计量单位上曾采用过英制，而传统的习惯是采用市制，长度用尺，重量用斤，面积用亩。市制目前还被广泛应用于人民生活中。但在工程上，1959年6月25日国务院发布了关于统一我国计量制度的命令，规定计量单位一律采用公制。

一、长度

公制的长度单位为米。即

$$1 \text{ 米 (m)} = 10 \text{ 分米 (dm)} = 100 \text{ 厘米 (cm)} = 1000 \text{ 毫米 (mm)};$$

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

二、角度

测量上常用的角度为60进制制，即

$$1 \text{ 圆周} = 360^\circ (\text{度}), 1^\circ = 60' (\text{分}), 1' = 60'' (\text{秒})。$$

角值也可用弧度法表示。长度等于半径的弧所对的圆心角称为1弧度，通常用符号 ρ 表示。弧度与角度的关系为：

$$\rho^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{\pi} \doteq 57.3 ;$$

$$\rho' = \frac{180^{\circ} \times 60'}{\pi} \doteq 3438' ;$$

$$\rho'' = \frac{180^{\circ} \times 60'}{\pi} \times 60'' \doteq 206265'' .$$

三、面积

面积的基本单位是平方米。大面积用公顷或平方公里。

公制和市制的互相换算，如表1—1所示。

公制与市制的互相换算

表1—1

类别	公 制	市 制	换算关系
长 度	1公里(Km)=1000米(m) 1米(m)=10分米(dm) 1分米(dm)=10厘米(cm) 1厘米(cm)=10毫米(mm) 1毫米(mm)=100忽米(cmm) (忽米俗称为丝)	1里=150丈 1丈=10尺 1尺=10寸 1寸=10分	1公里=2里 1米=3尺 1里=1.852公里 1呎=0.305米 1吋=2.54厘米 1呎=12吋
面 积	1平方公里(Km ²) =1000000平方米(m ²) 1平方米(m ²) =100平方分米(dm ²) 1平方分米(dm ²) =100平方厘米(cm ²) 1平方厘米(cm ²) =100平方毫米(mm ²)	1平方里=22500平方丈 1平方丈=100平方尺 1平方尺=100平方寸 1平方寸=100平方分	1平方公里 =4平方里 1平方米 =9平方尺

续表 1—1

类别	公 制	市 制	换 称 关 系
体 积	$1 \text{ 立方米} (m^3)$ $= 1000 \text{ 立方分米} (dm^3)$ $1 \text{ 立方分米} (dm^3)$ $= 1000 \text{ 立方厘米} (cm^3)$ $1 \text{ 立方厘米} (cm^3)$ $= 1000 \text{ 立方毫米} (mm^3)$	$1 \text{ 立方尺} = 1000 \text{ 立方寸}$ $1 \text{ 立方寸} = 1000 \text{ 立方分}$	1 立方米 $= 27 \text{ 立方尺}$
重 量	$1 \text{ 吨} (t)$ $= 1000 \text{ 公斤} (kg)$ $1 \text{ 公斤} (kg)$ $= 1000 \text{ 克} (g)$ $1 \text{ 克} (g)$ $= 1000 \text{ 毫克} (mg)$	$1 \text{ 担} = 100 \text{ 斤}$ $1 \text{ 斤} = 10 \text{ 两}$ $1 \text{ 两} = 10 \text{ 钱}$	$1 \text{ 吨} = 2000 \text{ 斤}$ $1 \text{ 公斤} = 2 \text{ 市斤}$ $1 \text{ 斤} = 500 \text{ 克}$
容 量	$1 \text{ 公斤} = 1000 \text{ 毫升}$	$1 \text{ 石} = 10 \text{ 斗}$ $1 \text{ 斗} = 10 \text{ 升}$ $1 \text{ 升} = 10 \text{ 合}$	$1 \text{ 公升} = 1 \text{ 升}$ $= 1 \text{ 立方分米}$ $1 \text{ 毫升} = 1 \text{ 立方厘米}$
地 积	$1 \text{ 公顷} = 100 \text{ 公亩}$ $1 \text{ 公亩} = 10 \text{ 公方}$ $1 \text{ 公方} = 10 \text{ 公厘}$	$1 \text{ 顷} = 100 \text{ 亩}$ $1 \text{ 亩} = 10 \text{ 分}$ $1 \text{ 分} = 10 \text{ 厘}$	$1 \text{ 公顷} = 15 \text{ 亩}$ $1 \text{ 平方公里} = 100 \text{ 公顷}$ $1 \text{ 亩} = 60 \text{ 平方丈}$ $= 666 \frac{2}{3} \text{ 平方米}$ $1 \text{ 平方米} = 0.0015 \text{ 亩}$

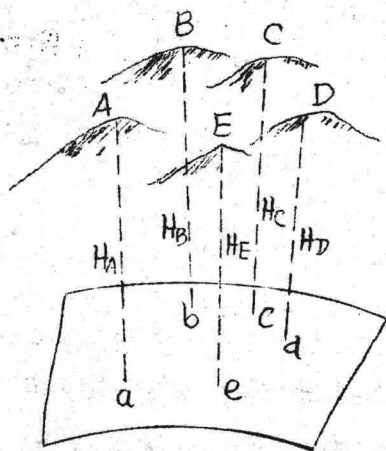
在实际工作中，经常遇到要将平方米换算为亩，亩下中农创

造了一种简便方法，叫做“加半向左移三法”。即把平方米数，加上它的一半后，再把小数点向左移动三位，所得的结果，就是地积亩数。

例如，将1540平方米化为亩数：1540加上它的一半770得2310，小数点向左移三位得2.31，地积即为2.31亩。

1-3 地面点位的确定

地球表面的形状是错综复杂的、千形万状的，但仔细分析起来，不论地球表面起伏和形态如何，它都是由一系列的地面点组合而成。只要能确定地面上某一点的位置，其他地面点位就可依此类推而定，地表面的形状也就表达出来。



图：1-1

如图1-1，A、B、C、D、E等是地面点；将它们沿着铅垂线方向投影到大地水准面上，得到a、b、c、d、e等点，则地面点A、B、C、D、E等点的空间位置，就可以用a、b、c、d、e等点在大地水准面上的坐标和a、b、c、d、e等点到A、

*注：加半向左移三法的证明

设有 x 平方米，而一亩 $=\frac{2000}{3}$ 平方米，所以 x 平方米

化为亩数时，应除以 $\frac{2000}{3}$ 平方米，即

$$\frac{x}{\frac{2000}{3}} = \frac{3x}{2000} = \frac{1.5x}{1000} = \frac{x+0.5x}{1000}$$

从上式可明显看出，将 x 平方米加上它的一半，再除以1000即小数点向左移动三位，即得到与它相应的亩数。

B、C、D、E 的铅垂距离来确定。

一、高程

地面点到大地水准面的铅垂距离就叫做高程，也称之为绝对高程、标高或海拔。由此可见，大地水准面是作为起算高程的基准面。比大地水准面高的地面点的高程用正数表示，比其低的地面点的高程用负数表示。图 1—2 中，地面点 A 的高程为 H_A ，地面点 B（海底）的高程为 $-H_B$ 。

如图 1—2 所示

，地面点 A 与 C 之间高程的差数 h_{AC} ，叫做高差，通常用 h 表示。

什么叫大地水准面呢？水在自由静止时的表面称为水准面

，与水准面上某点相切的平面称为水平面

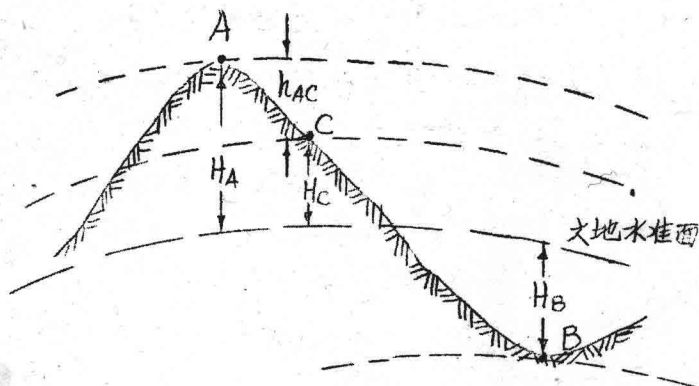


图 1—2

。在水准面内任一点的铅垂线（重力方向线）都垂直于该点的切平面。由于地球是个球体，所以水准面是个曲面，而且水准面有无数多个，象水准面、湖面、海面等。所谓大地水准面也就是平均海面。海水面并不是静止的，而是经常变动着的，如何确定它的平均位置呢？我国是在青岛沿海设立一验潮站，从 1950 年到 1956 年经常观测水位标尺，即每隔一定时间读取海水面的高度，取其平均值，作为大地水准面的位置，即高程零点。另外为了推算高程方便起见，在青岛验潮站附近建立一水准原点，用精密水准测量方法连测水准原点和水位标尺（基点），得水准原点的高程为 72.289 米。这就是我国 1956 年黄海高程系统。它

是我国起算高程的基准点。

解放前，我国受帝国主义各国的侵略，国内军阀割据，各自为政，高程系统混乱，因此在使用过去的旧图时，应先了解它是属于那个高程系，以便根据下列的数据，改换成黄海高程系：

坎门系应加	+0.237米；
吴淞系	-1.807米；
废黄河系	-0.063米；
大沽系	-1.296米；
旧黄海系	+0.083米。

二、坐标

地面点在大地水准面上的坐标，视测区的大小和具体情况，任选下列三种坐标系统中的一种来确定。

1. 地理坐标(球面坐标)

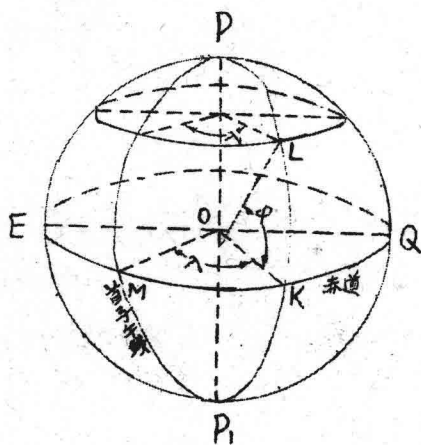


图 1—3

当研究解决整个地球的形状或大区域的测量时，可以采用图 1—3 的球面坐标系来确定地面点位。例如 L 点的位置可以用地理坐标经度 λ 和纬度 φ 来表示。

图 1—3 中，O 点为球心，P—P₁ 为地球自转轴，通过 L 点的铅垂线和 P P₁ 所作的平面，称为 L 点的地理子午面（真子午面），该平

面与地球表面的交线叫做地理子午线（真子午线）。世界天文学会决定：通过英国格林尼治天文台的地理子午面，称为首子午面；它与地面的交线称为首子午线。垂直于地轴并通过球心的平面，

称为赤道平面，该平面与地表面的交线称为赤道。首子午面和赤道平面是起算地理坐标的基准面。

L点的经度是通过该点的子午面与首子午面之间的夹角，以 λ 表示。经度自首子午线向东、向西计称，各由 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，在首子午线以东者为东经，以西者为西经。

L的纬度是通过该点的铅垂线与赤道面间的夹角，以 φ 表示。纬度自赤道起向南、向北计称，各由 $0^\circ \sim 90^\circ$ ，在赤道以北者为北纬，以南者为南纬。

经度 λ 和纬度 φ 叫做L点的地理坐标，其值是用天文测量方法测定的。例如我国领土台湾省台北市的地理坐标为：东经 $121^\circ 30' 36''$ ，北纬 $25^\circ 00' 32''$ ；我国南海永乐群岛的地理坐标为：东经 $111^\circ 37' 08''$ ，北纬 $16^\circ 31' 05''$ 。

2、高斯平面直角坐标

地理坐标对一般测量工作来说是不方便的，测量和计称最好是在平面上进行。但地球是个曲面，只有在小范围内测量才可把水准面当作水平面看待，我国领土辽阔，不能将水准面当作平面，那么，如何将球面上的点位描绘到平面图纸上，从而绘制成地形图呢？我国是采用高斯投影的方法，用高斯平面直角坐标来确定地面点位。

高斯投影的原理本文从略，现仅介绍高斯投影分带的方法和高斯平面直角坐标系是怎样建立的。

如图1—4，投影带是从首子午线起，每隔经差 6° 为一个带（称为六度带）也就是把经差等分成若干个瓜瓣形，自西向东将整个地球分为六十个带，即 $0^\circ \sim 6^\circ$ 为第一带， $6^\circ \sim 12^\circ$ 为第二带……依次类推，带号用阿拉伯字表示。位于各带中央的子午线， 6° 带第一带的中央子午线是 3° ，第二带的中央子午线是 9° ，

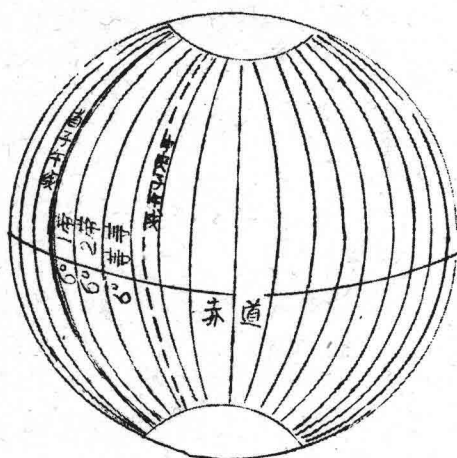


图 1—4

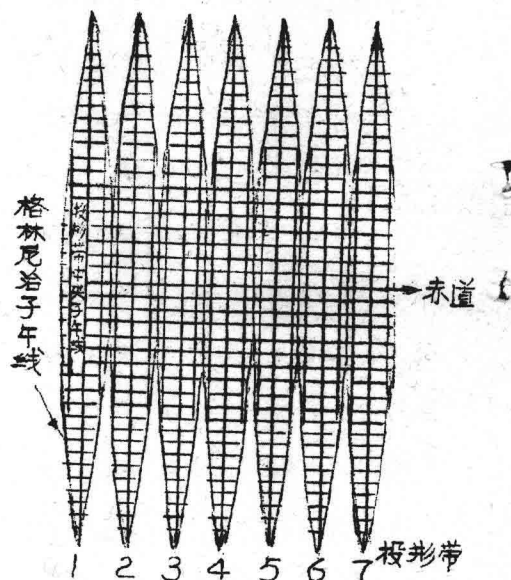


图 1—5

由此可见，任意一带的中央子午线经度 λ_0 可按下列式计算：

$$\lambda_0 = 6N - 3$$

(1—1)

式中 N 为极形带的号数。

将每个 6° 带都沿着边界线切开，展成平面后并依次连接起来，即如图1—5所示。在每个极形带里，以中央子午线为 X 轴，赤道为 Y 轴，两轴的交点作为坐标原点，则组成高斯平面直角坐标系。若按一定间隔作一系列平行于纵横轴的直线，便构成坐标格网。并规定 X 轴向北为正， Y 轴向东为正；象限角按顺时针方向编号（图1—6a），此种规定与数学上恰好相反，其目的是便于将数学上的公式直接应用到测量计算中来，不需要作任何改变。我国位于北半球， X 坐标值均为正号， Y 坐标值则有正有负。如图1—6a， $Y_A = +37.680$ 米， $Y_B = 74.240$ 米。为了避免出现负号，将每带的坐标原点向西移500公里，则每点的横坐