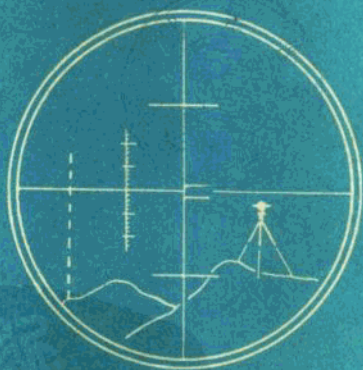


230178

基本馆藏

水利工程测量学

清华大学水利系测量队编



科学普及出版社

6
1

目次

序.....	7
--------	---

第一編 測量學的基本知識

第一章 緒論	12
--------------	----

§ 1. 測量學及其在社會主義建設中的地位	12
§ 2. 水利工程測量學及其任務	13
§ 3. 測量學的發展簡況	14
§ 4. 如何學好測量學	15
§ 5. 測圖工作的概念	16
§ 6. 誤差	17

第二章 地面點的位置及在圖形上的表示	20
--------------------------	----

§ 1. 地球的總形和大小	20
§ 2. 地面點投影在地球總形上的位置、地面點高程	22
§ 3. 地理坐標	23
§ 4. 比例尺 平面圖 地圖 地形圖	24
§ 5. 等高綫	29

第三章 直綫定向	32
----------------	----

§ 1. 什麼叫直綫定向	32
§ 2. 象限角和方位角的关系	35
§ 3. 根據兩個方向的方向角或象限角求它們的夾角	36
§ 4. 正反方位角和正反象限角	36
§ 5. 坐標方位角	37

第二編 儀器及其使用

第四章 直綫丈量	39
----------------	----

§ 1. 直綫定綫及丈量工具	39
§ 2. 直綫丈量方法及成果計算	44
§ 3. 直綫丈量的精度及誤差	46

第五章 罗盘仪及使用	47
§ 1. 罗盘仪的构造	48
§ 2. 罗盘仪的使用方法	48
第六章 经纬仪	49
§ 1. 前言	49
§ 2. 量水平角的概念	50
§ 3. 经纬仪的构造	52
§ 4. 游标原理及使用	55
§ 5. 度盘、游标盘的检查	57
§ 6. 水准器	58
§ 7. 望远镜的构造及使用	59
§ 8. 经纬仪的检验和校正	61
§ 9. 经纬仪的安置与使用	65
§ 10. 光学经纬仪的构造和使用	66
§ 11. 量水平角的方法	68
§ 12. 经纬仪的保养	73
§ 13. 量水平角产生误差的原因及其消除方法	74
§ 14. 设角器	77
第七章 水准仪	80
§ 1. 几何水准测量的原理, 地球曲率和折光的影响	80
§ 2. 水准仪的构造和类型	82
§ 3. 水准尺和尺垫	85
§ 4. 定镜水准仪的检验与校正	87
§ 5. 活镜水准仪	90
§ 6. 手水准	91
§ 7. 水准测量的基本方法	91
§ 8. 水准测量的测站校核与路线校核	93
第八章 视距仪	94
§ 1. 视距仪、视距尺	94
§ 2. 视距经纬仪的视距原理	94
§ 3. 视距表, 视距图 视距计算尺	98
§ 4. 量整直角	102
§ 5. 整盘游标与游标水准管的校核与校正	105

§ 6. 自計視距儀.....	106
§ 7. 小結.....	107
附錄.....	108
第九章 平板儀.....	116
§ 1. 平板儀的構件和附件.....	116
§ 2. 平板儀的檢驗與校正.....	120
§ 3. 平板儀的安置.....	122
§ 4. 有關問題小集.....	126
§ 5. 小平板儀.....	127

第三編 大比例尺地形測量

第十章 平面控制.....	132
§ 1. 經緯儀導線.....	132
(一) 導線概念及其種類	133
(二) 經緯儀導線測量外業	134
(三) 導線與高級控制點的連接	136
(四) 經緯儀測量工作內業	137
§ 2. 小三角測量.....	150
(一) 小三角測量的概念	150
(二) 小三角測量的外業工作	152
(三) 小三角測量的內業工作	155
§ 3. 旁點交會法.....	164
(一) 交會法概念	164
(二) 交會法外業	165
(三) 交會法內業	166
第十一章 高程控制.....	167
§ 1. 概念.....	167
§ 2. 複合水準測量.....	170
(一) 複合水準測量的工作內容	171
(二) 在陡坡上進行水準測量	177
(三) 過河水準測量	178
附: 水準測量誤差產生的原因和消除方法.....	181
§ 3. 三角測高.....	182

(一) 基本原理.....	183
(二) 外业工作.....	183
(三) 内业工作.....	186
§ 4. 大比例尺地形圖高程控制網.....	187
第十二章 碎部測量	194
§ 1. 碎部測量概念.....	194
(一) 測碎部的任务和測量过程.....	194
(二) 測定碎部的方 法.....	195
§ 2. 測碎部前的准备工作.....	196
(一) 踏勘地形, 統筹安排.....	196
(二) 加密控制点.....	197
(三) 分工組織.....	204
§ 3. 碎部測量.....	205
(一) 測量程序.....	205
(二) 碎部点的選擇和跑尺.....	206
(三) 各种仪器測定每个碎部点的工作情况.....	211
(四) 等高綫勾繪.....	214
(五) 地形圖的完成.....	217
(六) 小組間、小組內工作的密切協作和配合.....	218
第十三章 地形圖的应用	220
§ 1. 讀圖和用圖.....	220
§ 2. 地形圖在水利工程中的应用.....	220
§ 3. 面积計算.....	227

第四編 广大群众創造的測量仪器及測量方法

第十四章 水平仪部分	234
§ 1. 用水面置平視綫.....	234
§ 2. 用鉛垂綫置平視綫.....	236
§ 3. 用水准管置平視綫.....	238
§ 4. 瓶子水平仪.....	241
§ 5. 水准尺.....	242
§ 6. 測量方法和仪器檢驗.....	242
§ 7. 在修渠道上的应用.....	24

第十五章 簡便經緯儀及其他	245
§ 1. 木制簡便經緯儀.....	245
§ 2. 坡度表.....	247
§ 3. 万能三角板.....	247
§ 4. 听声开腔洞.....	250

第五編 水利工程中的測量工作

水利工程的勘测工作.....	251
水利工程中的工程測量.....	253
建筑物的測設工作.....	255
第十六章 勘测时的草測工作	264
§ 1. 草測的意义、內容以及在水利工程上的应用.....	264
§ 2. 草測使用的仪器和使用方法.....	264
§ 3. 草測时測定距离的方法.....	266
§ 4. 高差、高程及斜坡的測量.....	267
§ 5. 草測的方法.....	270
第十七章 河道測量	270
§ 1. 河道測量的概念.....	270
§ 2. 控制測量和地形測量.....	270
§ 3. 水位測量.....	271
§ 4. 水位比降測量.....	272
§ 5. 水深測量.....	273
§ 6. 河流橫断面測量.....	277
§ 7. 河底地形及縱断面的繪制.....	278
第十八章 渠道及道路的測量	279
§ 1. 渠道及道路測量的內容及意义.....	279
§ 2. 渠道及道路的定綫、縱断面測量.....	279
§ 3. 縱橫断面水准測量.....	282
§ 4. 土方計算.....	286
§ 5. 施工时的控制測量.....	287
第十九章 坝区測量	289
§ 1. 坝区測量工作的重要意义.....	289
§ 2. 坝区平面控制点的測量.....	289

§ 3. 高程控制点	293
§ 4. 坝基开挖测量	295
§ 5. 坝体施工时的测量	296
§ 6. 竣工后的测量	299
§ 7. 溢洪道控制点的布置与测量	300
§ 8. 小型水库的测量	302
第二十章 隧洞测量	303
§ 1. 隧洞测量的概念	303
§ 2. 技术设计阶段隧洞的工程测量	304
§ 3. 施工前的放样工作	305
§ 4. 施工过程中的测量	309
第二十一章 航空摄影测量	318
§ 1. 概念	318
§ 2. 基本原理	319
§ 3. 航空摄影	320
§ 4. 控制点的测定	321
§ 5. 判读调绘	322
§ 6. 内业成图	324
§ 7. 地面摄影测量	328
第二十二章 雷达测量	328

序

我們偉大而豪迈的事業

能做祖國的一個共產主義建設者是十分光榮的；而水利事業在共產主義建設事業中更有特殊的使命。它是農業大躍進和電氣化的尖兵。年青的水利工作者經常這樣歌唱自己的事業：

從那黃河走到長江，	我們一生走遍四方。
遼闊的祖國萬里山河，	都是我們的家鄉。
住着帳篷和土房，	冒着山野的風霜。
一旦修好了水庫、大壩，	我們就再換一個地方。
前面是滾滾的江水，	身旁是燈火輝煌，
我們的生活就是這樣，	戰鬥着奔向前方。

在1958年，水利建設大躍進的時候，我國水利建設者和廣大群眾就是以這樣的氣魄創造了奇蹟，一個冬天就完成了250億土方，灌溉面積增加了4億5千萬畝，幾乎等於過去幾個世紀的總和！

祖國水利事業的發展遠景更加宏偉壯麗。幾年以後，中小型電站將像蛛網一樣布滿全國。黃河的綜合規劃逐步在實現。在長江三峽，建設世界第一流水電站的工作也正在開始，在雅魯藏布江上可建立數千萬瓩的水電站。祖國有着無窮的水利資源等待開發。我們紅色水利工作者應當有勇敢而富於理想、好學而勇於創造的共產主義風格，應當獻身於偉大的水利事業。

測量學是水利工作者所必須掌握的一門科學知識，它與水利事業課的學習及實際工作有重要的關係，所以必須學好這一門科學。

編写本書的目的

祖国正处在一天等于20年的大跃进中，正在蓬勃發展的建設事業要求我們迅速地培养出一支強大的工人階級的技术干部队伍。党的教育为无产階級的政治服务，教育同生产劳动相結合的方針就具体的指出了培养又紅又專的共产主义劳动者的道路。根据这个要求学生在掌握了知識以后，他們首先应当树立明确的为共产主义事业而奋斗的雄心，在工作中不是墨守成規，而是要能够忠誠的創造性的貫徹多、快、好、省的建設社会主义的总路綫，在實踐中創造性的运用和發展这些知識，以促进社会生产力和科学技术水平的不斷發展。

一般的測量学講义或教科書，远远不能滿足这个要求。首先，它不結合我們的水利事業，其次是結合生产实际很差，至于貫徹政治思想教育更談不上。今年暑假我們根据党的教育同生产劳动相結合的方針，进行了真刀真槍的測量實習，給国家完成了一部分生产任务，在生产过程中我們的业务能力和思想觉悟得到了进一步的提高，我們更加感到有写一本又紅又專的、密切結合專业的測量学教科書的必要。因此，尽管我們的知識和經驗都很有限，但我們破除了迷信，依靠了党的領導和群众的支持，編出了这本“水利工程測量学”。

編 写 过 程

本書是在党的領導和广大同学直接参加下編写出来的。起初有人怀疑只学了半年測量的一年級大学生能否写成教科書。事实做了回答！在为編写測量学而掀起的献策运动中，我們一共收集了技术革新和合理化建議 216 条，这些都是同學們在生产劳动中宝貴經驗的結晶。同时，同學們分別到中央和北京市的六个产业部門、两个工地、五个学校和展覽会吸取經驗，訪問了許多測工、有实际經驗的工程师、畢業班学生和教师等，而且还参考了一些測量方面的書籍和資料，群策群力地研究問題，

最后由十八位同学做了总结，写出了大纲，定出了初稿。水利工程测量工作一編的编写，得到我校水利系五年級几位同学和教师的極大支持并参加了部份编写工作；清华大学测量教研組的教师也給了我們一定的帮助。在破除迷信，大家动手的情况下，很快就写出了这本紅專結合的“水利工程测量学”。

本書的特点

本書同过去的测量学比較起来有如下的特点，

(1) 緊密結合水利工程的需要。本書第五編水利施工中的測量工作分七章專門講述測量学在水利工程方面的应用，这些内容是过去測量学从未有过的，而这些又恰恰是一个水利工作者迫切需要的。

(2) 总结了一些在水利大跃进中，群众測量工作上的創造和發明，有許多土仪器，制造簡單，使用方便，而且有的在某些方面已达到国际水平。这些土办法在中小型工程中，仪器不足的情况下，十分解决问题，掌握了这些本領就能够多、快、好、省地去測量，就能够更好的貫徹党的大中小相結合的办水利的方針。

(3) 貫徹政治思想教育。本書各編和各章节中都貫徹相应的思想內容，貫徹政治挂帅，以紅帶專的精神。在这次生产实习中我們深刻地体会到，生产中的問題許多不是技術問題，而是思想問題，有了革命的、促进的思想一切技術問題只要發動群众就会势如破竹地解决！有了先进的思想，不但能掌握科学，而且还会有創造。我們热烈拥护学校党委所提出的“写一本紅專結合的书”的指示。写書过程中重視了这一方面；这是本書十分突出的一点。

(4) 在內容的編排上，是按照生产过程的順序排列的，譬如：要測一幅地形圖，实际过程是先搞控制，再搞碎部，再勾繪地形圖，再应用地形圖，本書的第三編就是按照这个順序写下來的。我們認為以生产为綱可以使教学更好地和生产、

科学研究相結合。

(5) 理論和實踐並重。本書內容按照本專業對學生的要求做了適當的安排，譬如：對水利系的学生在測量方面的要求是要有獨立的、實際的工作能力，能够很好的解決在水利方面遇到的一些測量問題，因此本書關於理論部分對一般的原理作了基本的介紹，減少了一些繁瑣的公式推导；對一些經常用到的實際操作方法，過去講得極少的，本書也根據同學們的親身經驗、體會作了補充，這就使本書內容進一步符合了我們學習和工作上的要求。

本書適用範圍

本書貫徹了理論結合實踐的原則，既結合了水利專業，又貫徹了大中小相結合，土洋相結合的方針。它的文字通俗易懂，且着重於結合生產的需要來講述測量學的基本知識，所以它不僅可以作為高等學校水利系學生、各省紅專大學水利系、科、中等水利技術學校的教材，也是從事水利建設工作幹部的良好參考書。

對講授本科知識的建議

根據總路線的精神和我們的體會，對今後講述測量學謹提供如下的建議，作為教學工作上的參考：

(1) 克服和防止「教書不教人」的缺點，積極貫徹黨的教育為無產階級政治服務的方針。有些教師只管把書講完，不問學生掌握知識的目的什麼，學生應當用什麼思想來接受這些知識；有的教師甚至自覺或不自覺地散布一些資產階級觀點，這是十分有害的！我們認為教師必須首先有強烈的政治責任感，這樣培養出來的學生才能成為又紅又專的建設者。

(2) 在教學的各個環節中，充分注意同生產、實踐、專業相結合。學校里在講課過程中，儀器部分不宜在大課上講，可在輔導課上講，並以儀器作示範表演，容易為學生接受。在

大課上講解某一部分內容以前，就应当在輔導上提前把这部分儀器講完。實驗課上应当安排一个和生产过程大概相同的、比較完整的實驗，随着大課上內容的講授順序，逐步地完成这个實驗。这样當我們講完某一部分課程后，就能获得这一方面的实际知識和工作能力，至于教学實習，更应当結合生产任务进行，这样做可以全面地取得生产、思想、教学、身体四大丰收。

由于講課、實驗和實習都以生产为綱，那么各个环节全部完成后，同學們的独立工作能力就会大大提高，生产觀點和經濟觀點就会得到进一步的加强；思想和意志也都受到了鍛煉。

紅專大學的學員可以緊密結合生产过程来學習。而正在从事工作的同志也可以根据工作中的需要分段學習。只要破除迷信，努力鑽研，就可以掌握測量知識而把它应用到生产中去。

对教师和讀者的希望

本書是由我們一些大學一年級學生編写成的，我們的知識和理論都是有限的，因此本書难免有些錯誤和缺点。我們希望教师 and 讀者能對本書多多提出意見。我們熱烈地欢迎来自四面八方的批評，以便再版时改正。

在这里我們要向支持和幫助我們的各部門和同志們表示衷心的感謝，并致以革命的敬禮！

第一編 測量學的基本知識

第一章 緒 論

§1. 測量學及其在社會主義建設中的地位

測量學是一門量地的技術科學。它的任務主要有二：（1）用各種儀器和方法把地面點的位置和高程確定下來，再用適當的比例尺和符號表達在圖紙上；（2）把在圖紙上確定的點在相應的地面上樁定出來。

測量學同我國的社會主義建設，特別是同工程建築有着密切的關係。

為了設計鐵路、公路、渠道、水壩和電站等，首先要進行測量工作，得到這個地區的地形圖，然後按照這個地形圖情況和任務要求進行設計。

土壤、植物、地質、水文、河、海等的調查，都是以平面圖和地形圖為依據的（在這些圖上要有必要的地物和地形）。目前我國正在進行大規模的土地規劃和農田水利化，這些工作都需要大量的測量工作，以得到地形圖。隨着社會主義建設一日千里的發展，我國的舊城市在按照社會主義原則進行新的規劃和擴大，城鄉差別逐步消滅，這些工作的進行也都需要精確的地形圖。

各種測量工作亦被廣泛的應用到水利工作中去，進行河流規劃，確定水工結構的位置和模型，如開辟運河，建築閘壩，布置灌溉系統等也需要地形圖。

尋找地下寶藏，開發祖國的資源，也不能離開測量。各種礦藏都蘊藏在一定的地質層里，而地質層又同地形密切地關係着，故研究地形圖是勘探地下資源工作之一。同樣，已經發現

了的地下資源和礦藏的位置和多少，也应当把它們測出來，添到地形圖上，以便應用。

軍事上，測量則具有更重要的作用，作戰指揮部常常要根據戰略地圖和最詳細的地形圖擬訂自己的作戰計劃，布置戰鬥隊伍。作戰時，地圖就是軍事家的眼睛。

總之，測量是許多工程中的基本工作，是工程的尖兵，在我國萬馬奔騰的社會主義建設中，測量工作就具有更加重要的意義，所以我們每一個工作人員，特別是作為一個水利工作者更應當努力學好這門科學。

§2. 水利工程測量學及其任務

水利工程測量學是測量學的一個重要部分，它除了研究普通測量學的必要知識和技術外，還着重研究測量在水工勘測和水利施工方面的應用。這些知識和技能是一個紅色水利工作者所不可缺少的，在今後的工作中要經常用到這些知識。

水利建設者確定在某地建築一個水庫、電站以前，必須根據該地區的地形、地質和水文情況，來進行各階段的設計，這就要求我們首先掌握取得該地區的地形和地物資料並把它們表達在圖紙上的技能。這件工作叫做地形圖的測繪工作，這是我們學習這門功課的第一項任務。其次，我們還要把設計出來的水工建築物（例如壩和電站）的位置放到相應的地面上去，以便我們能在準確的位置上進行建築物的施工，所以我們還必須掌握水利施工中的測量工作。例如壩軸線的定線，電廠定位，隧洞開挖定線等工作，這些工作叫做水工結構物的放樣工作。熟練掌握這一部分工作是水利建設者的獨特任務，我們必須重視這一部分的學習。特別是在黨中央提出大中小型相結合的辦水利方針以後，我們能獨立的掌握這些工作就顯得更加重要了。因為我們常會遇到一些中小型工程，這些工程分工不太細緻，所以要求一個工程師能做多面手，會全面的安排整個工程的進行，並負責培養需要的各種技術人員。例如，在修建一個

水工建築物時就應當能勘測，能設計，能施工。所以必須掌握測量方面的知識。否則就不能使我們的事業符合多、快、好、省的總路線的原則。

過去有好些人認為測量是實踐，簡單，不重視這項工作。但事實證明並不是這樣，這種人，往往在實際工作中會束手無策。只有按照黨的教育為政治服務，教育與生產勞動相結合的方針，把政治、理論和實踐緊密的結合起來，才能獲得真正的知識，才能培養成又紅又專的水利建設者。

§3. 測量學的發展簡況

測量學同其它科學一樣，它產生於人們在生產上和生活中的需要。它的產生又直接推動了生產的發展，並隨着生產的不斷發展，測量學也在不斷地發展和日臻完善。

測量學最初是在埃及開始應用。由於尼羅河每年定期漲水，河流兩岸的農田界志全被淹沒，經常需要用測量來劃分土地，測出原來各家的土地。此後，測量學隨着數學、天文、物理等科學的發展而迅速地發展起來。

我們的祖先也很早就取得了測量學方面的成就，如：黃帝時代發明的指南車，夏禹的禹迹圖，都是有關測量方面的創舉。在清康熙、乾隆年間，曾在全國各大城市測定經緯度 400 多處，作為編制全國地圖的依據。從 1931 年後，我國開始舉辦軍用航空測量和地籍、鐵道、水利等航空測量。

不過，測量工作真正被重視和迅速發展還是解放以後的事。

解放後，由於在社會主義建設中黨十分重視測量工作，目前各項測繪工作進展極為迅速，全國建立了測量制圖學院，擴大了科學研究機構；航空測量和雷達測量等現代化測量方法也在飛躍地發展着。在總路線光輝照耀下，測量工作真是遍地開花。勤勞的工人羣眾發明了各種測量方法和測量儀器。河南農民張廣義在水利大躍進形勢下，發明了木制水準儀等八種儀器，這些儀器的製造解決了地方中小型工程中的測量問題，大大促

进了我国农田水利化和测量工作多快好省的发展。由于测量技术的迅速提高，促使了仪器制造的大跃进：上海的大平板现已投入生产，世界水平的光学经纬仪地形一号也已问世了。现在正在试制更新更多质量更高的各种类型仪器。反过来，仪器制造业的发展一定会把测量技术推向更高的阶段，这样互相影响，互相促进，其结果是促使测量事业更大的跃进。

我们伟大的盟邦苏联，在测量事业和测绘科学的研究方面，都名列世界前茅，他们早已大量使用航空测量；在方法上和仪器使用上有了许多新的创造，并取得了辉煌成果。我们必须更积极地学习苏联，使我国测绘工作更加飞快地前进。

§4. 如何学好测量学

(一) 在学习测量学中必须不断克服重理论轻实际轻劳动的资产阶级观点，树立实践论的观点和劳动观点；在思想上自觉地开展两条道路的斗争。出现了轻视实际的现象后，要在党的领导下，及时的用大鸣大放大辩论的方法处理，拔掉白旗，插上红旗。这是一个最重要的问题，因为测量学是一门理论和实践不能分离的科学。有些学生在课上不爱听讲，实习时不认真做，结果在工作中呆若木鸡；而有的学生，则重视课内外结合，注意实际应用，在工作中，操纵灵活，完全能胜任一个测量员的任务。显然，要真正提高学习质量，使自己成为又红又专的人，必须“兴无灭资”。

(二) 在学习过程中必须时刻掌握理论联系实际的方法。测量学的许多内容都是具体的东西，其中各章节除了作一些原理分析以外，用很多篇幅介绍了各种仪器的构造和使用，介绍了许多具体的工作方法，这些是前人智慧的总结，我们必须学好；而且还要创造性地做好家庭作业和上好实验课。今后的作业和实验一般都是生产过程中的实际问题，这些学好了，独立工作能力将会大大加强。要对上实验课时不严肃现象提出严厉的批评。

(三) 要政治挂帅，發揚共产主义風格。我們認真接受前人的經驗，不等于迷信过去。我們的国家正以“一天等于二十年”的速度前进着，我們干的事业是前人从未干过的，因此，时代要求我們乘風破浪，大胆革新，毛主席教导我們說，要有敢說、敢想、敢干的共产主义風格，这是完全正确的。測量中亦有陈規可破，新法可創，我們相信，有党的領導，有集体的智慧，我們一定能創造奇迹。

(四) 最后再講一下，該怎麼上講課和輔導課。講課的目的是要使同學們了解概念、道理和工作程序等，这和其它理論課相差不大，學習方法也是一样的：上課時注意听講，并把重点和內容記下来。課后根据筆記，再参考教本进行復習和整理筆記，直至把遺漏的填上和不懂的問題搞懂为止。

實驗課——輔導課是把理論应用到實踐的过程，故在这課上特別要注意到老师如何把理論和实际結合起来。仪器，必須搞懂其构件及其作用和互相关系，还要会用。在这課上也要記筆記。这很有用，因为这些东西往往是工作中最有用的东西。

再有，每講一單元后做小結是必不可少的。这样可以使学到的东西在脑子里形成一个完整的系統。

§5. 測圖工作的概念

測圖工作按工作地点分外业和內业。

在接受了測量任务进行測量时，大部工作是在野外进行，利用仪器进行观测，把測量結果記入手簿，作些簡單的計算，有时还要画草圖和地形圖，这些叫測量工作的外业。

測量工作的內业是根据外业成果在室內进行計算及繪圖工作(有时內业亦在野外进行，便于檢查及發現計算中的錯誤)。

測量工作按性質不同分平面測量和高程測量。

測量时，一方面要測出地形地物的平面位置，即地形地物投影在大地水准面上的位置，这部分工作叫平面測量。另外还要測出地面点的高低位置，这叫做高程測量。