

第一章 绪论

1 参 考 书 目

4 测量学的任务及分类

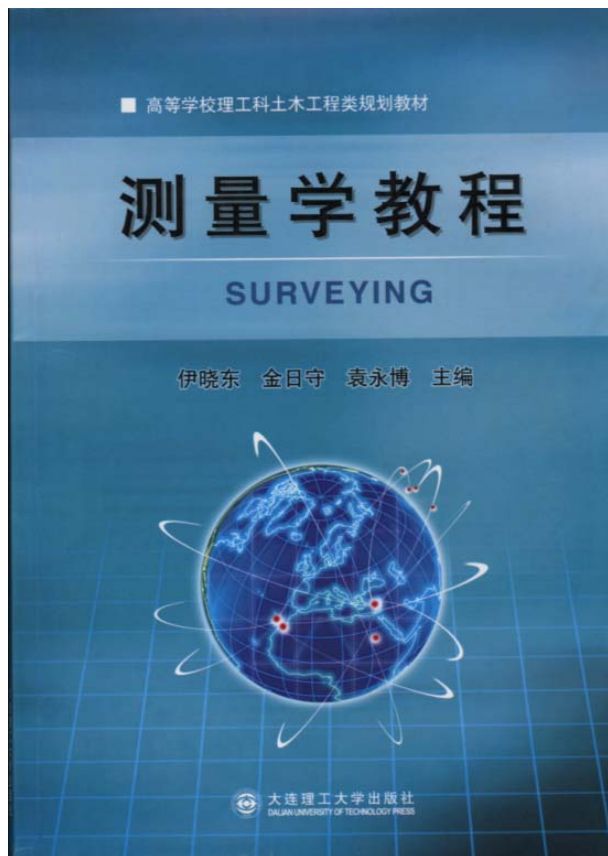
2 课 程 介 绍

5 测量技术发展简介

3 测量技术基本知识

6 测量学与工程建设

参考书目



工程测量规范(GB50026-2007)，中国计划出版社
城市测量规范(CJJ8-99)，中国建筑工业出版社

第一章 绪论

1 参 考 书 目

4 测量学的任务及分类

2 课 程 介 绍

5 测量技术发展简介

3 测量技术基本知识

6 测量学与工程建设

课程介绍

测量学适用于工业与民用建筑、给排水、建筑学、地下建筑、城市规划等专业的学生。

课时：**56学时**（授课**32**，实验**24**）——**必修课**！

本书共分**11章**：

第1-2章：介绍测量学基本知识和基本理论。

第3章：学习测量误差理论及处理方法。

第4章：测量学3项基本工作（高差、角度、距离）的应用和实施。

课程介绍

第5章：坐标测量。

第6章：小区域控制测量方法。

第7章：地形图基本知识。

第8章：大比例尺地形图测绘方法，尤其关注数字化成图技术。

第9章：地形图的阅读与使用。

第10章：工程放样的基本方法。

第11章：介绍民用建筑到桥梁、道路工程等施工测量。

课程介绍

➤ 测量实验课

实验1: 水准测量

实验2: 经纬仪认识和使用

实验3: 全站仪及坐标测量

实验4: 数字化成图

实验5: 全站仪放样

实验6: GPS的认识和使用

➤ 课程考核方法

课后作业: 15% (9~10次)

实验作业: 15% (6次)

期末考试: 70%

第一章 绪论

1 参 考 书 目

4 测量学的任务及分类

2 课 程 介 绍

5 测量技术发展简介

3 测量技术基本知识

6 测量学与工程建设

1.1 测量技术基本知识

1.1.1 测量学的定义

测量学

```
graph TD; A[测量学] --> B[研究地球的形状和大小并描述和确定地球表面自然形态及要素和地面上人工设施的形状、大小、空间位置及其属性的学科。]; B --> C[测定]; B --> D[测设];
```

研究地球的形状和大小并描述和确定地球表面自然形态及要素和地面上人工设施的形状、大小、空间位置及其属性的学科。

测定

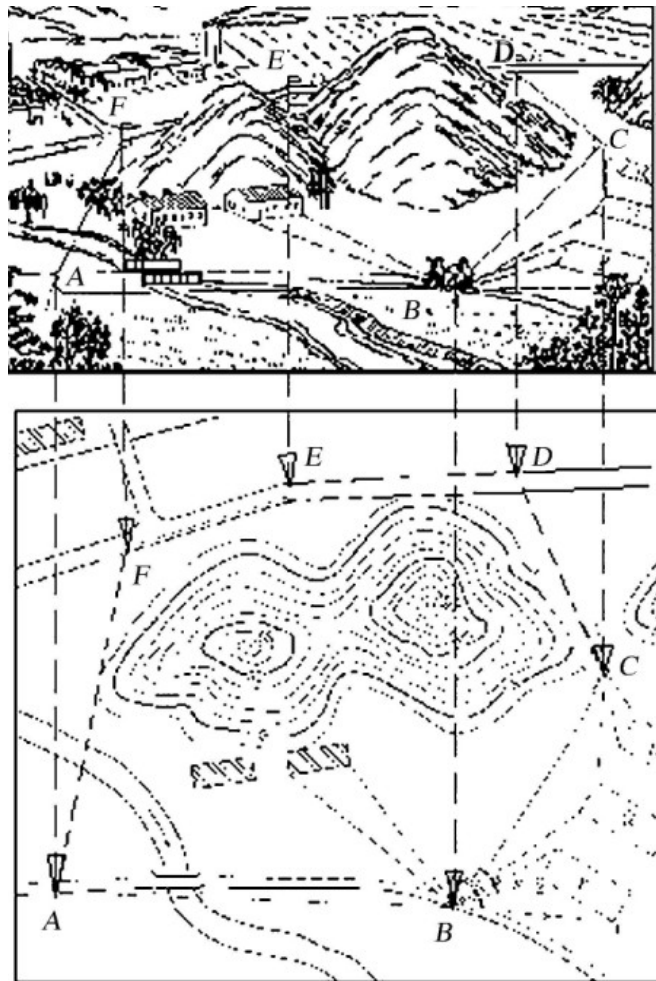
测设

1.1.1 测量学的定义

➤ 测定

指用测量仪器通过对地球表面上的点进行测量，从而获得一系列的测量数据，或把地球表面的地形缩绘成地形图，供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用。

实地  图纸



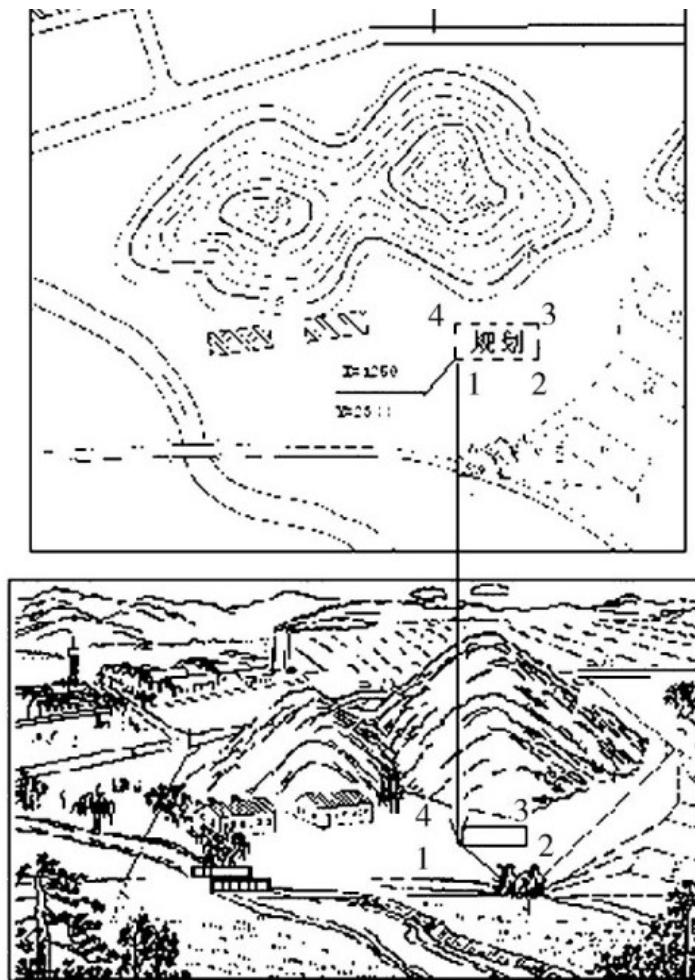
测定示意图

1.1.1 测量学的定义

➤ 测设

是指把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置通过测量在地面上标定出来，作为施工的依据。

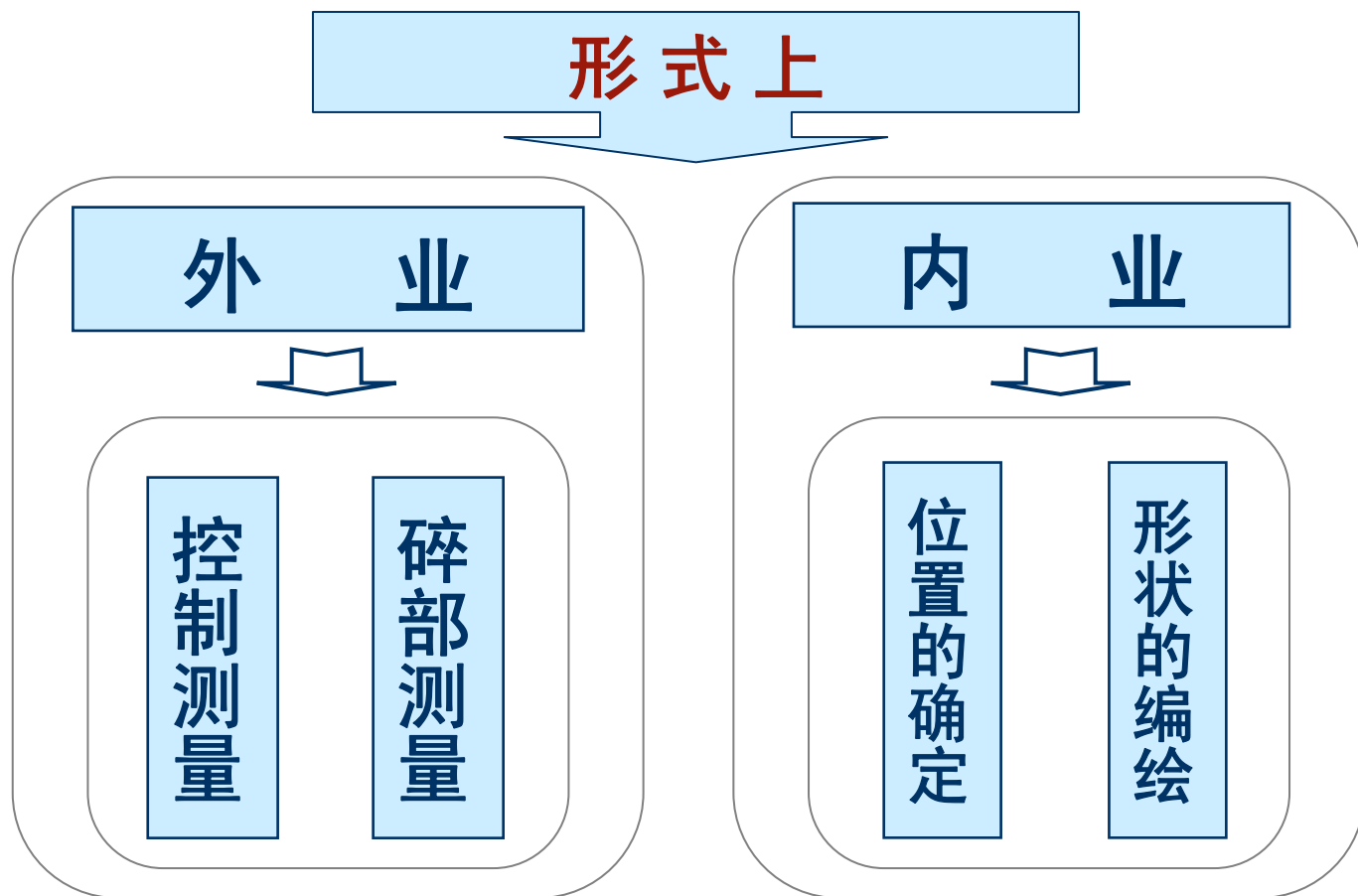
图纸  实地



测设示意图

1.1.2 测量技术的实质

测量是以地球及地球上分布的自然和人文物体为研究对象进行测定和描绘的科学。



1.1.2 测量技术的实质

本质上，测量就是研究地面点定位问题。即确定地面目标在三维空间的位置及其随时间的变化。

一般是通过测量角度、距离、高差等几何量来实现。

应用数学上的 { 极坐标
直角坐标 } 实现点对点位的确定

1.1.2 测量技术的实质

任意选取地面上两点A、B，投影到某一水平面上，A、B边投影后的水平距离为 D_{AB} ，建立直角坐标系 xOy ，如图所示

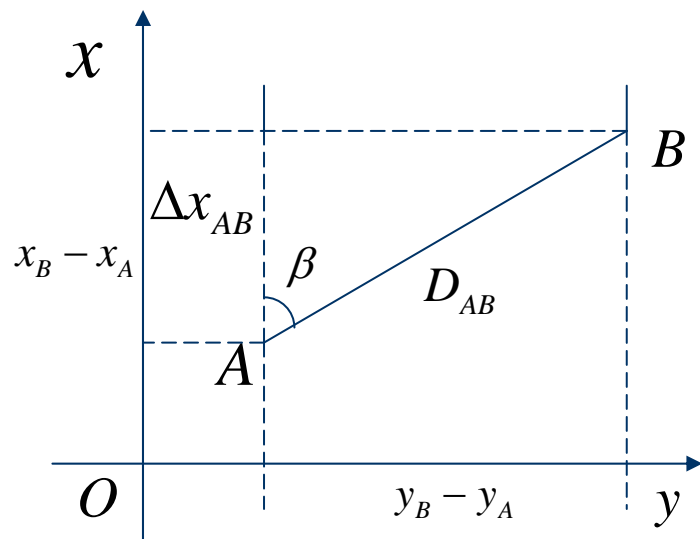
$$x_B = x_A + (x_B - x_A) = x_A + \Delta x_{AB}$$

$$y_B = y_A + (y_B - y_A) = y_A + \Delta y_{AB}$$

其中

$$\Delta x_{AB} = D_{AB} \cdot \cos \beta$$

$$\Delta y_{AB} = D_{AB} \cdot \sin \beta$$



地面点的定位

代入得

$$x_B = x_A + D_{AB} \cdot \cos \beta$$

$$y_B = y_A + D_{AB} \cdot \sin \beta$$

1.1.2 测量技术的实质

- 从宏观方面考虑，测量的任务在于：
 - (1) 进行精密控制测量建立国家控制网；
 - (2) 提供地形测图和大型工程测量所需要的基本资料；
 - (3) 为空间科技和军事工作提供精确的坐标资料；
 - (4) 参与对地球形状、大小、地球外部重力场及随时间变化的地壳形变及地震预报等方面的科学研究。

1.1.2 测量技术的实质

➤ 从微观方面考虑，测量的任务在于：

(1) 按照需求测绘各种比例尺的地形图；

(2) 为各个领域提供定位和定向服务；

(3) 管理开发土地，建立工程控制网，进行施工放样，辅助设备安装，监测建筑物变形以及为工程竣工服务等。

1.1.3 测量工作的原则和程序

地球表面复杂多样的形态，可分为**地物**和**地貌**两大类。

地物



地面上固定性的物体。
如公路、铁路、河流、桥梁、
建筑物、居民地等称为地物

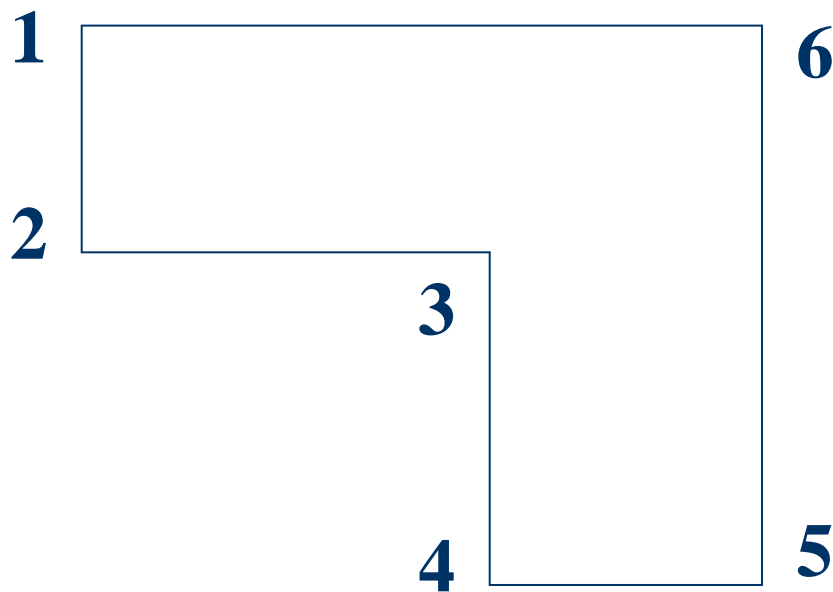
地貌



地面上高低起伏的形态。
如平原、盆地、丘陵、山地等

1.1.3 测量工作的原则和程序

如图(a)为一栋房子，其平面位置由房屋轮廓线组成。因此，如果能确定1~6个点的平面位置，这栋房屋的平面位置就确定了。

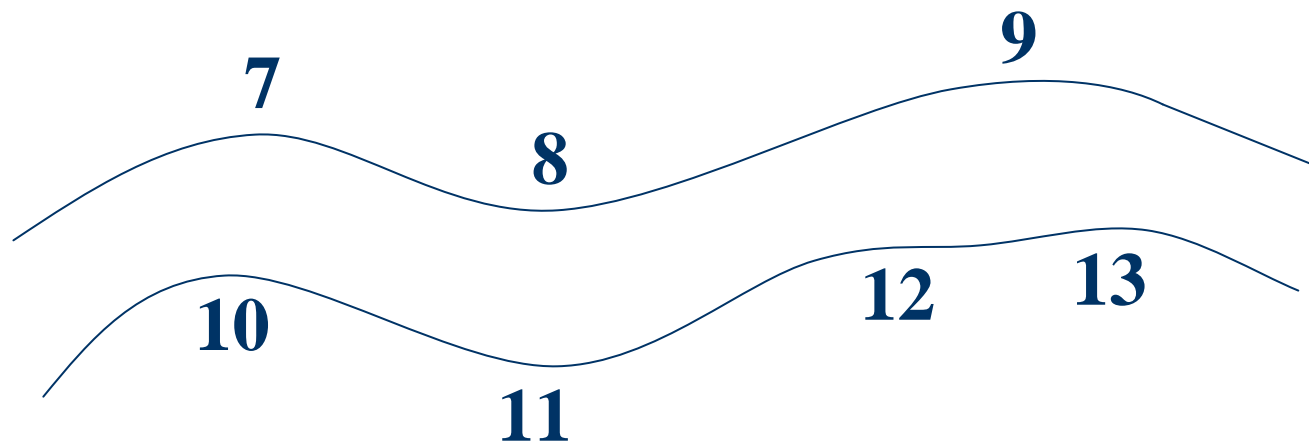


(a)

1.1.3 测量工作的原则和程序

如图 (b) 一条河流，河岸线虽然不规则，但**平面**位置仍由7~13号点来基本确定。

至于**地貌**，因为地势起伏变化复杂，可以看成有许多不同方向、不同坡度的平面相交而成的几何体。

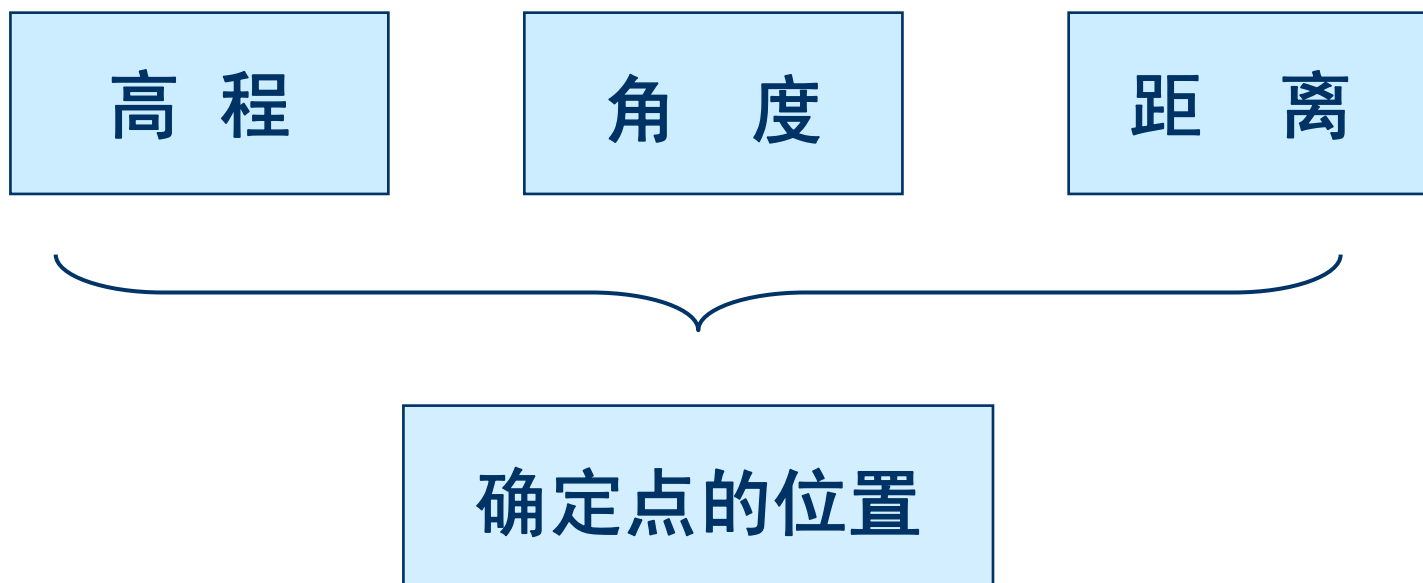


(b)

1.1.3 测量工作的原则和程序

由上面两个例子我们可以看到不论地物还是地貌，它们的形状和大小都由一些特征点的位置来决定。这些特征点称为**碎部点**。

因此测量学的基本工作就是对控制点及碎部点间的



1.1.3 测量工作的原则和程序

➤ 测量组织工作一般分为两个步骤：

控制测量

在测区内选择若干具有控制意义的点作为**控制点**。应用较精确的方法和仪器测定这些点的相对位置。

碎部测量

根据各碎部点附近的控制点来测定碎部点的位置。

1.1.3 测量工作的原则和程序

上述方法即遵循了测量工作的基本原则：

(1) 在测量布局方面，要“从整体到局部”，在工作程序方面要“先控制后碎部”。

遵循“由整体到局部”或“先控制后碎部”的原则，可以使测量误差分布比较均匀，制图精度得到保证，而且可以分幅测绘、平行作业，加快测图速度，使整个测区连成一个完整的实体出图。

(2) 在精度控制方面，要“由高级到低级”，按不同精度进行。

(3) 对测量工作的每个工序，都必须坚持“边工作边检核”，以确保测量成果精确可靠。

第一章 绪论

1 参 考 书 目

4 测量学的任务及分类

2 课 程 介 绍

5 测量技术发展简介

3 测量技术基本知识

6 测量学与工程建设

1.2 测量学的任务及分类

针对测量要研究的对象，以及获取这些对象位置信息的方法，测量学可以分为以下**五类**：

(1) 普通测量学

普通测量学是研究地球表面较小区内测量工作的基本理论、技术、方法和应用的学科，是测量学的基础。

主要内容包括：图根控制网的建立、地形图的测绘及一般工程的施工测量。

具体工作有：距离测量、角度测量、定向测量、高程测量、观测数据的处理与绘图等。

1.2 测量学的任务及分类

(2) 大地测量学

大地测量学是研究在地面广大区域上建立国家大地控制网，研究确定地球形状、大小和地球重力场的理论、技术与方法的学科。

大地测量学包括：常规大地测量学、卫星大地测量学与空间大地测量学。

(3) 摄影测量学

摄影测量学是利用摄影像片来研究和测定物体的形状大小和位置的学科。

摄影测量学包括：水下摄影测量学、地面摄影测量学、航空摄影测量学和航天摄影测量学。

1.2 测量学的任务及分类

(4) 工程测量学

工程测量学是研究工程建设项目在勘测设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作的学科。

主要内容：建立工程控制网、测绘地形图、施工放样、设备安装测量、竣工测量、变形观测等。

(5) 海洋测量学

海洋测量学是研究和测量地球表面水体(海洋、江河、湖泊等)及水下地貌的一门综合性学科。

主要包括：控制测量、地形岸线测量、水深测量等。

第一章 绪论

1 参 考 书 目

4 测量学的任务及分类

2 课 程 介 绍

5 测量技术发展简介

3 测量技术基本知识

6 测量学与工程建设

1.3.1 测量技术发展简介

➤ 测量技术发展史

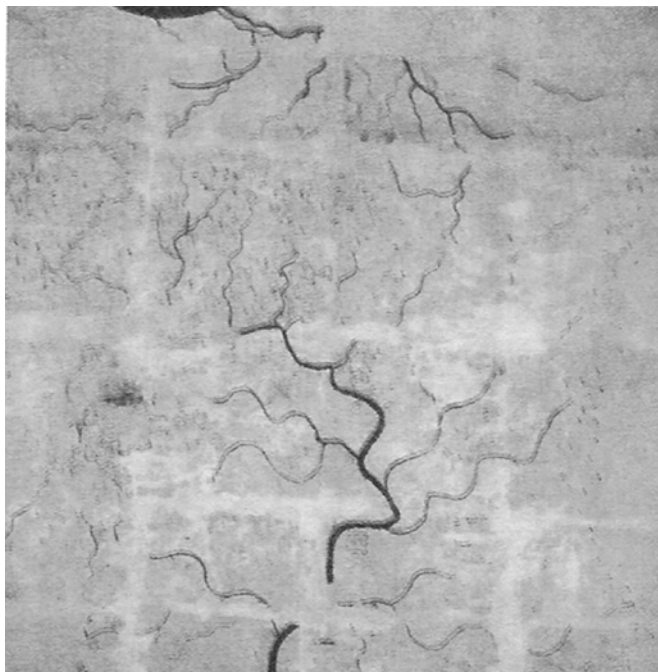
社会生产的需求促进了测量学科的兴起，社会的进步也使测量技术有了很大的发展。

目前考古发现的证据表明，上溯到公元前2400年，古埃及尼罗河三角洲就已有地产边界的测定活动。

司马迁在《史记·夏本纪》中叙述了大禹受命治理洪水而进行的测量工作：“左准绳，右规矩，载四时，以开九州，通九道，陂九泽，度九山”，这充分说明在我国的历史上，测量技术的应用可追溯到四千年以前。

1.3.1 测量技术发展简介

长沙马王堆汉墓出土的公元前2世纪的地形图、驻军图和城邑图，是迄今发现的最古老最翔实的地图。



马王堆汉墓出土地图

1.3.1 测量技术发展简介

西晋裴秀编制的《禹贡地域图十八篇》反映了晋十六州郡国县邑、山川原泽及境界，并总结出分率、准望、道里、高下、方斜、迂直的“制图六体”，归纳了地图制图的标准和原则。



公元724年唐代高僧一行最早进行了子午线测量，在河南平原南部的4个地点，在同一子午线上的4个时段正午的日影长度，用绳尺丈量了四个点间的实地距离，推算出北极星每差一度相应的地面距离。

《禹贡地域图十八篇》

1.3.1 测量技术发展简介

北宋沈括发展了裴秀的制图理论，编绘了比例尺为“一寸折一百里”（相当于1:90万）的《天下州县图》，并发明和发展了许多简单易行的测量技术。



《天下州县图》

1.3.1 测量技术发展简介

元代郭守敬在全国进行了天文测量，还通过修渠治水，总结了水准测量的经验，创造性地提出海拔高程的概念。

明代郑和七下西洋首次绘制了航海图。



郑和航海图

1.3.1 测量技术发展简介

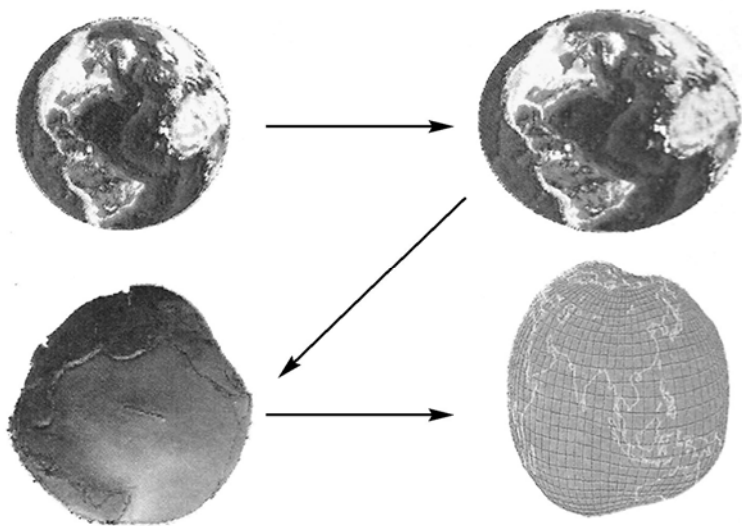
清代康熙年间，西方科学制图法的传入，康熙帝认识到我国地图的粗略、模糊，需借鉴科学技术实测后绘制，于是组织一次全国大地测量，以天文观测为基础，开展三角测量法进而测图。公元1708年开始测制，历经10年，完成了《皇舆全览图》的编制，这是我国第一部完整的实测地图。



《皇舆全览图》的一部分

1.3.1 测量技术发展简介

近代测量技术由于航海技术的发展，使得人类对地球形状认识逐步深化。从人类最早对地球认识为天圆地方到地球为圆球，再从地球为椭球到证实地球的非椭球而是一个梨形的过程，验证了测绘技术的理论发展和实际应用不断走向成熟。



地球形状认识演变

1.3.1 测量技术发展简介

新中国成立后，我国测量事业有了很大发展。建立和统一了全国坐标系统和高程系统；建立了遍及全国的大地控制网和国家水准网；配合国民经济进行大量测绘工作，如进行南京长江大桥、葛洲坝水电站等。



南京长江大桥



葛洲坝水电站

1.3.1 测量技术发展简介

目前，世界前10座最高建筑，我国6座（台北101大楼509m）；世界前10座最大跨度斜拉桥，我国7座（苏通大桥主跨1088m）；世界前10座最大跨度悬索桥，我国3座（西堠门大桥主跨1650m）；世界最长双洞公路隧道（秦岭隧道18.2km）；世界最高的拱坝（锦屏拱坝305m）；世界最大的水利工程（三峡大坝）；世界最高、跨度最大的输电塔（舟山输电塔高370m、跨度2756m）。



苏通大桥



台北101大楼



三峡大坝

1.3.2 现代测绘学的内涵和发展

近年来，全球定位系统GPS的广泛应用，全球GPS大地网的完成，电磁波测距仪、电子全站仪、数字摄影测量系统等的问世，使测量学进入一个新的时代。



某GPS信号接收机



北京京海正通科技有限公司

全站仪

1.3.2 现代测绘学的内涵和发展

目前，由测量学、摄影测量与遥感学、地图学、地理科学、计算机科学、卫星定位技术、专家系统技术与现代通讯技术的有机集成和综合，产生了应用各种现代化方法来采集、量测、分析、存储、管理、显示、传播和应用空间分布数据的新型的地理信息科学。

现代测绘学是指对空间数据的测量、分析、管理、存储和综合研究的学科，这些空间数据来源于地球卫星、空载和船载的传感器以及地面上各种测量技术，并利用计算机的硬件和软件对这些空间数据进行处理和使用。

1.3.2 现代测绘学的内涵和发展

测绘学科的现代发展促使测绘学中出现若干新学科，例如空间大地测量、航天遥感测绘、地图制图与地理信息工程。测绘学科的应用已发展到与空间分布信息确定有关的众多领域，这也是现代测绘工程所要完成的任务。

现代测绘学作为一门新兴学科，又被赋予一个新的综合性总称 – **地球空间信息科学** (Geo-Spatial Information Science)，它是以GPS、RS、GIS技术及其集成为核心，光缆通信、卫星通信、数字化多媒体网络技术为辅助的多学科交叉学科。

1.3.2 现代测绘学的内涵和发展

以“3S”为代表的跨世纪的高新测绘科学技术，是测量定位、导航、建设开发、国土与城市管理领域的一场新的技术革命。

3S技术是GPS技术，RS技术和GIS技术的简称。

- GPS** (*Global Positioning System*) 全球定位系统
- RS** (*Remote Sensing*) 遥感
- GIS** (*Geographic Information System*) 地理信息系统

第一章 绪论

1 参 考 书 目

4 测量学的任务及分类

2 课 程 介 绍

5 测量技术发展简介

3 测量技术基本知识

6 测量学与工程建设

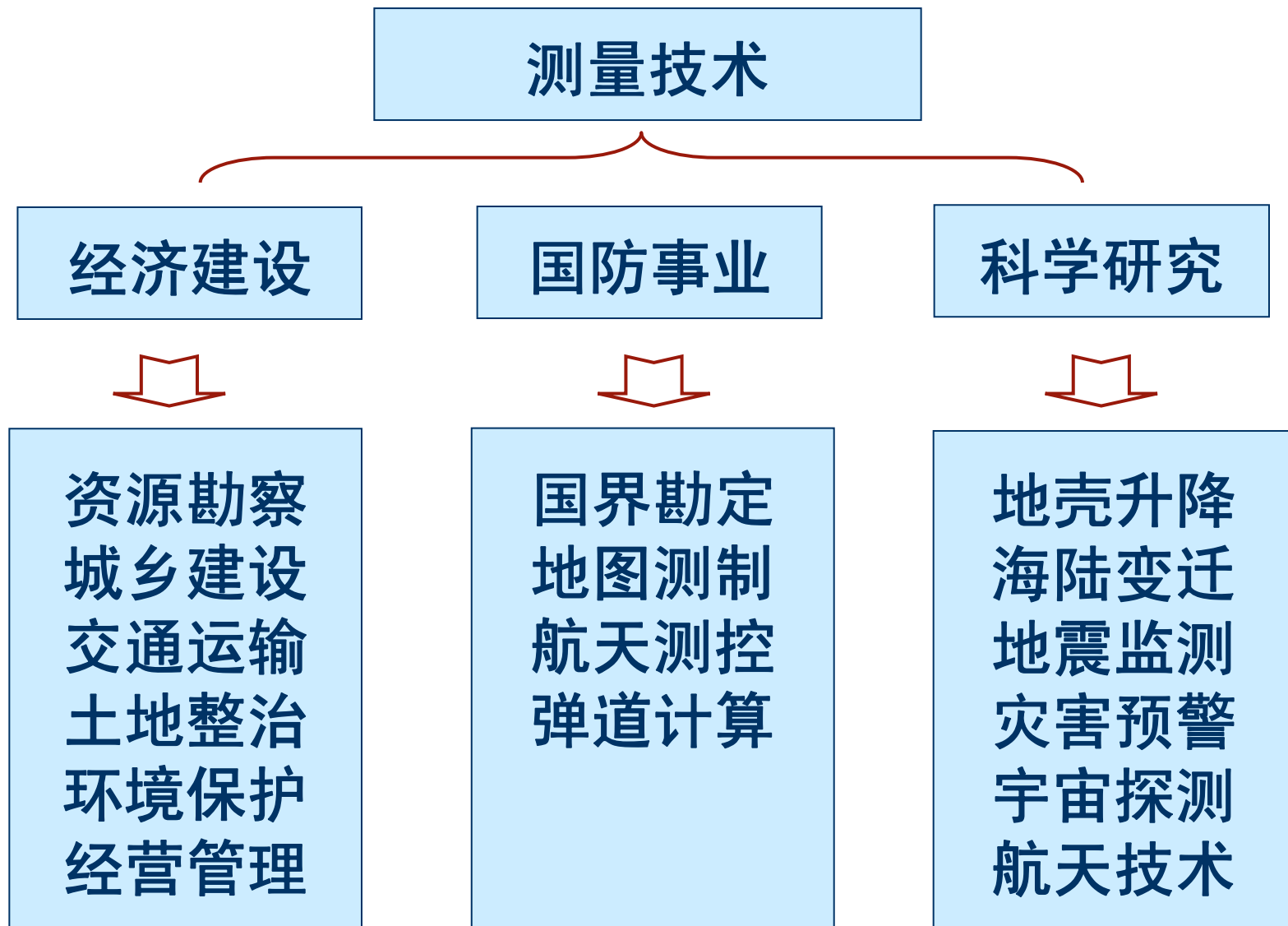
1.4.1 测量与工程建设的关系

测量是国家经济建设的一项重要的基础性、先行性工作，从工程规划设计，到每项具体工程的建设，都需要有准确的测量成果作依据。

勘测 → 规划 → 设计 → 施工 → 验收 → 监测

伴随社会和科学技术的发展，测量的重要性日益增强，应用的领域不断扩大，在国民经济建设中已经成为不可缺少的工具。现代化建设越向前发展，就越需要测量工作及时为之提供准确而有效的服务。

1.4.1 测量与工程建设的关系



1.4.2 测量在土木类专业中的应用

在土木工程中，不论民用建筑、工业用房、多种管线、隧道、坑道、铁路、公路、交通、水利枢纽等多种工程，都离不开相应的测量工作。

在国民经济、国防建设和科学研究中的地位越来越被全社会所认识。国民经济建设中的任何一项发展项目，从调研、立项、设计到施工建设，都必须以地形图和各种测量数据和测绘信息作为依据。

测量学是土建类专业一门必修的技术基础课。

1.4.2 测量在土木类专业中的应用

土建类各专业学生，学完本课程后，在业务上应达到如下要求：

- (1) 掌握测量学的基本理论、基本知识、基本技能；
- (2) 掌握水准仪、经纬仪、全站仪的使用方法；
- (3) 了解大比例尺数字地形图的成图原理和方法并能熟练的阅读和使用地形图；
- (4) 具有运用所学测量知识解决土建工程中实际测量问题的能力，并能从设计和施工技术角度，对测量工作提出合理的要求；
- (5) 了解当前国内外测量技术和设备的新成就和发展方向

1.4.2 测量在土木类专业中的应用

本教材主要是介绍土建工程在各个阶段所进行的测量工作，它与普通测量学、摄影测量学、工程测量学等学科都有着密切的联系。

主要包括：

(1) 数据采集和质量评估

利用测量手段，获取地面点定位的三个最基本要素，并对采集的数据质量（精度）进行评估。

1.4.2 测量在土木类专业中的应用

(2) 数字测图

根据需要，测绘不同比例尺地形图，包括建立控制网，获取地面上的地物（如房屋、道路、管线等）、地貌（如山头、洼地、悬崖）等空间和属性信息，并展绘在图纸上。

随着测绘设备和计算机技术的发展，数字测图已成为主流，因此掌握数字化测图从数据采集到成图的全过程是很有必要的。通过对本课程的学习后，应熟练掌握全站仪的使用和应用计算机对所测图形的展绘。

1.4.2 测量在土木类专业中的应用

(3) 地形图识图

要有能看懂、理解各种比例尺地形图的能力，并能借助地形图解决若干工程设计、规划方面的基本问题。

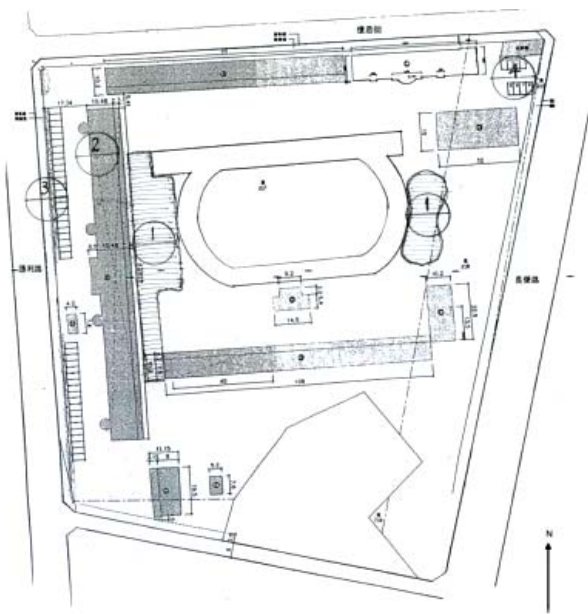


中国地形图

1.4.2 测量在土木类专业中的应用

(4) 建筑物放样

根据控制网提供的已知点将图纸上已设计好的建筑物(如房屋、线路)的平面位置和高程按设计要求测设到地面上，作为施工的依据。



施工放样图

1.4.2 测量在土木类专业中的应用

(5) 变形观测

测定建筑物及其地基在自身荷重和外力作用下随时间而变形的工作。

主要内容包括沉降观测、位移观测、倾斜观测、裂缝观测等。

变形观测是监视重要建筑物在各种应力作用下是否安全的重要手段，其结果将是验证设计理论和检验施工质量的重要资料。



GPS接收设备