



工程测量学

第一章 绪论

主讲人：张正禄



主要内容和重点

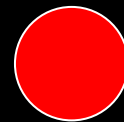
主要内容:

- 1 什么是工程测量学?
- 2 为什么要学工程测量学?
- 3 如何学工程测量学?

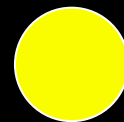
重点:

什么是工程测量学?

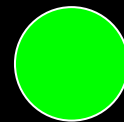
友情提示!



重点



难点



需要掌握点



1.1 工程测量学在测绘学中的定位和研究应用领域

1.1.1 学科定义

定义一：

工程测量学是**研究**各种工程在**规划设计、施工建设和运营管理**阶段所进行的各种**测量工作**的学科。



定义二:

工程测量学主要研究在**工程**、工业和城市**建设**以及资源开发**各个阶段**所进行的地形和有关信息的采集和处理，施工放样、设备安装、变形监测分析和预报等的**理论、方法和技术**，以及研究对测量和工程有关的信息进行管理和使用的学科，它是**测绘学**在国民经济和国防建设中的直接**应用**。



定义三:

工程测量学是研究地球空间（包括地面、地下、水下、空中）中**具体几何实体的测量描绘和抽象几何实体的测设实现的理论、方法和技术的**一门应用性学科。



评价:

定义一比较大众化，易于理解。

定义二较定义一更具体、准确，且范围更大

定义三更加概括、抽象和科学。

定义二、三除建筑工程外，机器设备乃至其它几何实体都是工程测量学的研究对象，且都上升到了理论、方法和技术，强调工程测量学所研究的是与几何实体相联系的测量、测设的理论、方法和技术，而不是研究各种测量工作



工程测量学的学科位置

一级学科

测绘学

二级学科

大地测量学

工程测量学

摄影测量与遥感

地图制图学



1.1.2 学科地位

学科交叉、学科综合、学科细分。

测绘学的二级学科：

大地测量学：几何大地测量、物理大地测量、
空间大地测量、海洋大地测量

工程测量学（矿山测量）；

摄影测量学与遥感；

地图制图学；

地理信息系统；

不动产测绘（房地产测绘、地籍测绘）。

60余所高校设有“测绘工程”本科专业



1.1.3 研究应用领域

工程测量学（德国）：

- 测量仪器和方法
- 线路、铁路、公路工程测量
- 高层建筑测量
- 地下建筑测量
- 安全监测



国际测量师联合会 (*Fédération Internationale des Géomètres FIG*) 工程测量委员会

四个工作组:

- 1) 测量方法和限差;
- 2) 土石方计算;
- 3) 变形测量;
- 4) 地下工程测量。

一个特别组:

变形分析与解释



六个工作组

1. 精密工程测量技术与方法；
2. 线路工程测量与优化；
3. 变形测量；
4. 工程测量信息系统；
5. 激光技术在工程测量中的应用；
6. 电子科技文献和网络。

两个专题组：

1. 专用测量仪器；
2. 工程测量标准。



工程测量国际学术讨论会

1988年前的专题：

1. 测量仪器和数据获取；
2. 数据解释、处理和应用；
3. 高层建筑物和设备安装测量；
4. 地下和深层建筑物测量；
5. 环境和工程建筑物变形监测。

1992年的专题是：

1. 测量理论与测量方案；
2. 测量技术和测量系统；
3. 信息系统和CAD；
4. 在建筑工程和工业中的应用。



1996年的专题：

1. 测量和数据处理系统；
2. 监测和控制；
3. 在工业和建筑工程中的质量问题；
4. 数据模型和信息系统；
5. 交叉学科的大型工程项目。

2004年的专题：

1. 大型工程测量项目；
2. 测量和数据处理技术；
3. 监测和风险管理；
4. 瑞士阿尔卑斯山特长隧道



工程测量学的研究、应用领域很广，涉及到大型工程项目，既有测量及其数据获取、处理的理论、技术与方法；又有专用测量仪器的研制和信息系统的建立。

既相对稳定性，又不断发展、与时俱进。



工程测量学的研究领域(面向工程建设)





1.2 工程测量学的内容

- 1.2.1 按工程建设阶段划分
- 工程测量按工程建设的规划设计、施工建设和运营管理三个阶段分为“工程勘测”、“施工测量”和“安全监测”，三个阶段测绘工作有：
 - 1、规划设计阶：主要是提供各种比例尺的地形图，另外还要为工程地质勘探，水文地质勘探以及水文测验等进行测量。对于重要的工程区的稳定性监测。



- 2、建设施工阶段：建立施工控制网，工程建筑物定线放样，施工质量控制，开挖与建筑方量测绘，工程竣工测量、变形观测以及设备的安装测量等。
- 3、运营管理阶段：工程建筑物的变形观测：水平位移、沉陷、倾斜以及摆动等定期或持续监测。建立工程进管理、维护信息系统。



• 1.2.2 按服务对象划分

- 按服务对象分：建筑工程测量、水利工程测量、线路工程测量、桥隧工程测量、地下工程的测量、海洋工程测量、军事工程测量、三维工业测量，以及矿山测量、城市测量等。个性、共性；特殊和一般的关系。



• 1.2.3 工程测量学的内容

- 主要内容：模拟或数字的地形资料的获取与表达；工程控制测量及数据处理；建筑物的施工放样；大型精密设备的安装和调试测量；工业生产过程中的质量检测和控制；工程变形及与工程有关的各种灾害的监测分析与预报；工程测量专用仪器的研制与应用；工程信息系统的建立与应用等。



• 1) 地形图测绘

- 直接使用1:1万至1:10万比例尺的国家基本地形图。
- 对于一些大型工程，往往还需要专门测绘1:2000到1:5000比例尺的区域性或带状性地形图。
- 在施工建设和运营管理阶段，往往需要用数字成图法测绘1:1000, 1:500乃至更大比例尺的地形图或专题图。



- 水下（含江、河、库、湖、海等）地形测绘和各种纵横断面图测绘。
- 各种比例尺的地形图是工程信息系统的基础地理信息。
- 城市1:500或1:1000的基本地形图和城乡地籍图测绘属于国家基本测绘范畴，与工程测量的关系密切。



● 2) 工程控制网布设

- 分为测图控制网、施工控制网、变形监测网和安装控制网。
- 网的精度、可靠性、灵敏度和建网费用等质量准则问题。
- 绝大多数首级工程控制网都可采用GPS定位技术来建立。
- 将现代卫星与地面测量技术相结合、取长补短。
- 无加密控制网的控制测量将走进工程测量领域。
- 精密工程控制网须进行网的优化设计。



● 3) 施工放样技术和方法

- 放样（或称测设）。
- 点、线、面、体的放样。
- 方法：方向交会法、距离交会法、方向距离交会法、极坐标法、坐标法、偏角法、偏距法、投点法等。仪器：常规的光学、电子经纬仪、水准仪、全站仪，GPS技术、专用的测量仪器和工具。
- 施工放样一体化、自动化。



4) 工程的变形监测分析和预报

- 工程建筑物的变形及与工程有关的灾害监测是工程测量学的重要内容。
- 变形分析和预报属于多学科的交叉领域。
- 变形监测网的布设；
- 变形监测技术，除常规的仪器和方法外，大量地使用各种传感器和专用仪器。
- 变形观测数据处理的内容和方法：监测网处理：参考点稳定性分析，目标点位移量计算。
- 监测点上的时间序列观测数据处理方法。
- 变形体的静态、准静态、运动态和动态模型。



5) 工程测量的仪器

- 经纬仪、水准仪、全站仪和GPS接收机是工程测量的通用仪器。
- 专用仪器包括机械式、光电式及光机电（子）多传感器集成式仪器或测量系统。
- 基维线测量或准直测量仪器：有正锤、倒锤及垂线观测仪、引张线仪、各种激光准直仪、铅直仪（向下、向上）、自准直仪以及尼龙丝或金属丝准直测量系统等。
- 在距离测量仪器：中长距离、短距离和微距离测量。ME5000、钢瓦线尺测距仪DISTINVAR、应变仪DISTERMETER、双频激光干涉仪、CCD线列传感器测量，距离测量精度从毫米、微米级进入到纳米级。



- 高程测量：液体静力水准测量系统。
- 倾斜测量（又称挠度曲线测量）。
- 三维激光扫瞄仪：图象工程测量。
- 混合测量系统。
- 高精度（亚毫米、微米乃至纳米）、快速、遥测、无接触、可移动、连续、自动记录、微机控制等特点，可作精密定位测量、准直测量，可测量坐标、偏距、倾斜度、厚度、表面粗糙度和平直度，还可测量振动频度以及物体的动态变化等。



6) 工程测量学中的误差及测量平差理论

- 最小二乘法：经典最小二乘法、模型误差、自由网、和拟稳平差。
- 非最小二乘估计：稳健估计和有偏估计。
- 参数估计、非参数估计、半参数估计；线性估计、非线性估计。



1.3 工程测量学的结构体系

- “特殊与一般”、“纵向与横向处理”相结合的结构体系。
- 特殊”，指每一工程的特殊性，“一般”指各种工程的共性（一般性），对于共性，进行统一讲解，而对于特殊性，则针对某一工程进行具体描述。
- “纵向处理”，是指按工程建设的三个阶段阐述测量工作的理论、方法和技术；
- 而“横向处理”是指按典型工程分别进行讲述。



- 本《工程测量学》特点：第一篇“工程测量学的基本理论、方法与技术”中，分别用一章来讲述“工程建设中的测量工作与信息管理”、“工程控制网布设的理论与方法”、“工程测量学的仪器与方法”、“工程建设中的地形图测绘”、“工程建筑物的施工放样”、“工程建筑物的变形监测”、“工业设备的安装和检校测量”，突出了该二级学科的基本理论、方法与技术，具有一般性，是纵向处理。这一篇也是测绘工程专业各选修方向的必学内容；



- 第二篇“典型工程的测量和实践”则体现了各典型工程的特殊性，具有横向结构体系特点，可根据各测绘工程专业和选修方向的特点选择性地学习。
- “绪论”和“展望”前后相呼应，既是铺垫，又有总结，统领全书和指明本学科的发展方向。



1.4 工程测量学的发展概况

- 工程测量学是一门历史悠久的学科。
- 公元前二十七世纪：埃及大金字塔。
- 公元前十四世纪，在幼发拉底河与尼罗河流域进行过土地边界划分测量。
- 公元前十五世纪意大利都灵保存的金矿巷道图



- 我国早在三千多年前的夏商时代的夏禹治水描述：“陆行乘车，水行乘船，泥行乘橇，山行乘攀（jú），左准绳，右规矩、载四时，以开九州，通九道，陂九泽，度九山。”这里所记录的就是当时的工程勘测情景，准绳和规矩就是当时所用的测量工具，准是可揆（kui）平的水准器，绳是丈量距离的工具，规是画圆的器具，矩则是一种可定平，可测长度、高度、深度和画圆、画矩形的通用测量仪器。



- 秦代李冰父子领导修建的都江堰水利枢纽工程。
- 北宋时沈括为了治理汴渠，测得“京师之地比泗州凡高十九丈四尺八寸六分”，是水准测量的结果。
- 长沙马王堆汉墓出土的地图包括地形图、驻军图和城邑图三种，是目前世界上发现的最早的地图。
- 殷周时期的土地测量，秦、汉的私田制。隋唐实行均田制，建立户籍册。宋朝按乡登记和清丈土地，出现地块图。到了明朝洪武年间的土地大清丈，编制鱼鳞图册（世界最早的地籍图册）。
- 四大发明之一的指南针，从司南、指南鱼算起，有二千多年的历史。对矿山测量和其它工程勘测有很大的贡献。



- 在工程测量学的发展也受到了战争的促进。公元前210年秦始皇修建的“堑山堙谷，千八百里”直道，古罗马构筑的兵道，以及公元前218年欧洲修建的通向意大利的“汉尼拔通道”等，都是著名的军用道路。
- 工程测量学的发展在很长的一段时间内是非常缓慢的。直到二十世纪初，由于西方的第一、二次技术革命和工程建设规模的不断扩大，工程测量学才受到人们的重视，并发展成为测绘学的一个重要分支。1964年国际测量师联合会（FIG）为了促进和繁荣工程测量，成立了工程测量委员会（第六委员会），从此，工程测量学在国际上作为一门独立的学科开展活动。



- “广义工程测量学”：“一切不属于地球测量，不属于国家地图集范畴的地形测量和不属于官方的测量，都属于工程测量”。
- 大型特种精密工程建设和对测绘提出的愈来愈高的要求是工程测量学发展的动力。



长江三峡水利枢纽工程



图1-1 长江三峡水利枢纽工程示意图



- 隔河岩大坝外部变形观测。北京正负电子对撞机m。武汉长江二桥、长达30多公里的杭州湾大桥。
- 高454m的上海东方明珠电视塔。长18.4km的秦岭隧道等。
- 国外的大型特种精密工程：德国汉堡的粒子加速器研究中心，1959年建的正同步加速器，直径仅100m，1978年的正负电子储存环，直径743m，1990年的电子质子储存环，直径2000m。



- 欧洲原子核研究中心1990年建成的环形正负电子对撞机，直径8.6km、周长27km，整个工程位于百米深的地下。
- 美国的超导超级对撞机，其直径就长达27km，为保证椭圆轨道上的投影变形最小且位于一平面上，采用了一种双重正形投影，所作的各种精密测量，均考虑了重力和潮汐的影响。



- 德国的露天煤矿大型挖煤机开挖量动态测量计算系统是GPS、GIS技术相结合在大型特种工程中应用的一个典型例子。大型挖煤机长140m，高65m，自重8000吨，其挖斗轮的直径达17.8m，每天挖煤量可达10多万吨。



- 南非某一核电站的冷却塔高165m，直径163m，在整个施工过程中，要求每一高程面上塔壁中心线与设计尺寸的限差小于 $\pm 50\text{mm}$ ，在塔高方向上每10m的相邻精度优于 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 瑞士阿尔卑斯山的哥特哈德特长双线铁路隧道长达57km，
- 高耸建筑物方面，有人设想，在21世纪将建造2000m乃至4000m的摩天大厦。

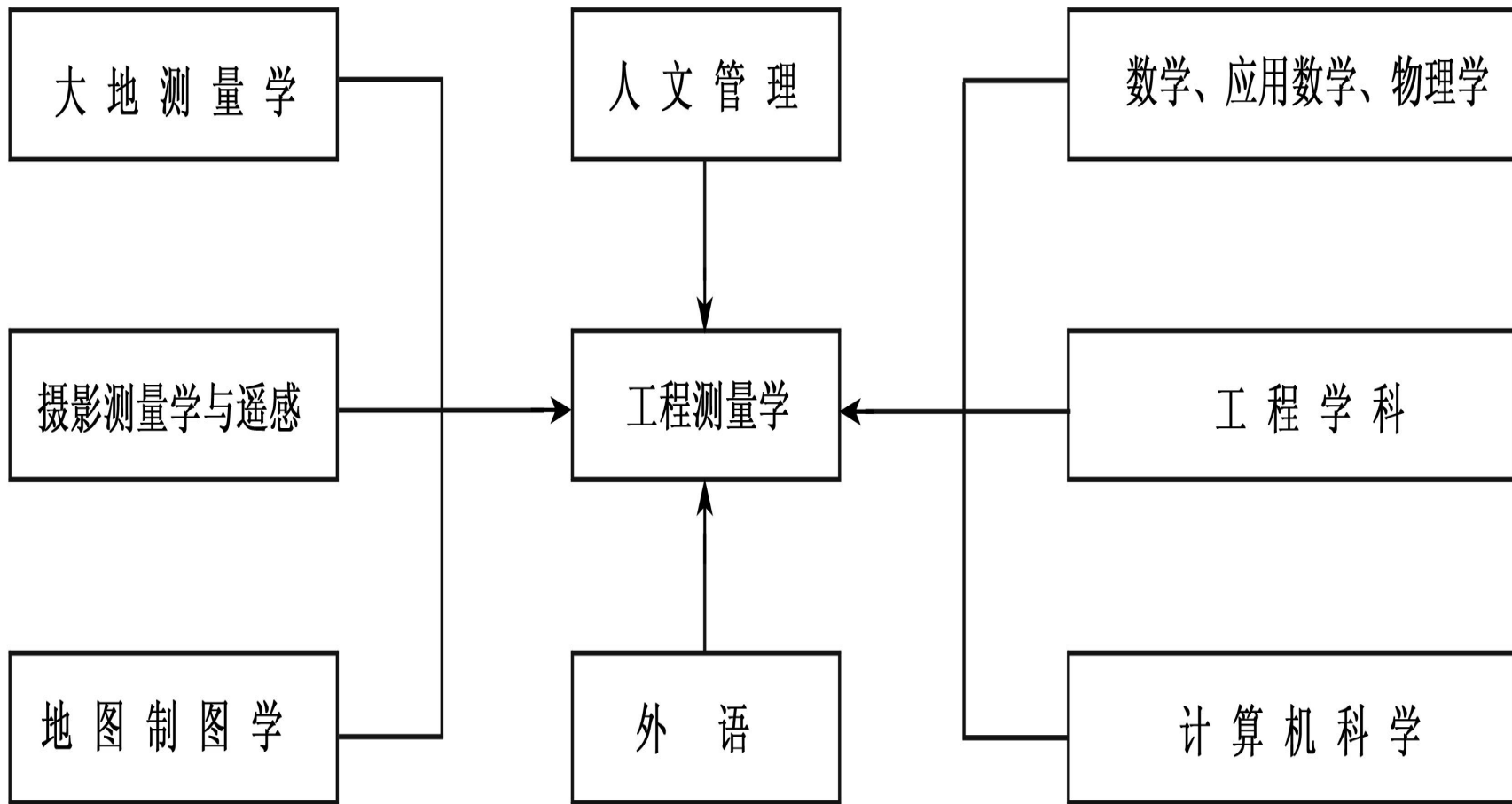


1.5 工程测量学与相邻课程的关系

- 大地测量学是工程测量学的理论基础：几何大地测量中的椭球体，国家控制网；大地水准面、重力异常、垂线偏差；卫星轨道运动、GPS定位原理。
- 地图制图学：国家中、小比例尺的地形图系列；建立工程或专题信息系统，数字或电子地图；
- 摄影测量与遥感：城市基本图、道路带状地形图测绘；
- 近景摄影测量方法的应用。



工程测量学与其它学科课程的关系





- 误差理论、测量平差、数理统计是工程测量各种观测数据处理的基础。
- 高等数学：微积分、微分方程；
- 物理学：电磁波传播、力学、光学等内容；光、机、电（子）以及传感器方面的基础知识。
- 土建工程、机械工程、工程地质、水文地质和环境地质方面的知识。



- 计算机科学与技术：海量数据处理、图形图像处理、信息系统以及基于知识的专家系统，软件设计和编程能力，计算机软硬件和网络方面的知识。
- 人文管理方面的知识：如为了加强国内外的学术交流，一至二门外语具有较好的听、说、阅读理解乃至思维能力。



参考文献

www.fig.net

思考题

- 1 工程测量学的研究内容、服务对象是什么？
- 2 测绘科学和技术的二级学科有那些？
- 3 为什么说大型特种精密工程建设是工程测量学发展的动力？试举例说明之。



谢谢大家!