

1.1 土木工程测量学的任务

一、 测量学的概念：

测量学是研究如何测量地球或地球局部区域的形状并把测量结果用数据或图形表示出来的科学。测量学研究的对象是地球。

二、 测量学的分类：

按照测量的对象和任务不同，测量学主要分为以下几种：

- (1) 大地测量学：主要是建立国家级大范围的控制网。
- (2) 普通测量学：主要是建立小范围的控制网，在小地区内进行一些测量可以不考虑地球曲率的影响。
- (3) 工程测量学
- (4) 摄影测量学：利用摄影来进行测图，主要研究对象是利用各种仪器所获得的图像信息，经过室内分析及处理投摄的影像转换成正投影图。
- (5) 海洋测量学：属于水下测量，其测量方法和手段和陆地截然不同。
- (6) 地图制图学：是研究各种地图的制作理论、工艺技术和应用的学科。

三、 工程测量的主要任务：

- (1) 工程控制网的建立 (2) 地形测绘 (3) 施工放样 (4) 设备安装 (5) 竣工测量 (6) 变形观测

1.2 地面点位的确定

大地水准面的概念：

- (1) 水准面：处处与重力方向垂直的连续曲面称为水准面。

重力：地球吸引力与地球自转产生的离心力这两个力的合力称为重力。

- (2) 大地水准面：我们设想把平均静止的海水面向陆地延伸而形成的封闭曲面，称为大地水准面。

- (3) 大地水准面的有关说明：

a 大地水准面是一个略有起伏的不规则曲面。 b 大地水准面上处处与铅垂线方向垂直。

c 大地水准面所包围的球体可以代表整个地球形状 d 大地水准面是测量学的基准面，铅垂线是测量学的基准线。

- (4) 水平面：与水准面相切的平面称为水平面。

确定地面点位的方法：

1、确定地面点位的要素：

a 点到大地水准面的铅垂距离，即绝对高程。 b 点在大地水准面上的投影位置，即坐标。

2、地面点的高程：分为绝对高程和相对高程两种。

(1) 绝对高程：点到大地水准面的铅垂距离，称为绝对高程。用 H 表示，今后提到的高程一般指绝对高程。

(2) 相对高程：地面点到任一高程基准面的铅垂距离，称为相对高程。

(3) 我国的高程基准：称为“1985 年国家高程基准”，即根据青岛验潮站 1952 年—1979 年搜集的统计资料计算出的平均海水面作为高程零点，由此测得青岛水准原点高程为 72.260 米，称为 1985 年国家高程基准。

地面点的平面位置

- (1) 地理坐标：即经度和纬度。
- (2) 高斯平面直角坐标系。
- (3) 独立坐标系。

高斯平面直角坐标系

建立高斯平面坐标系的步骤：

- (1) 分带：沿赤道一圈每隔 6 度或 3 度分一带，共分 60 带或 120 带。
- (2) 投影：中央子午线：每一带最中间的那根子午线，称为该带的中央子午线。用一个圆柱去套地球，要求大圆柱要和中央子午线相切，假设在地心放一个点光源，把地球表面的每一带投影到圆柱面上。投影

后，再把圆柱面展开铺平，中央子午线作为坐标纵轴即 x 轴，赤道作为横轴即 y 轴，交点为坐标原点 O 。为了使地面上的点位和坐标建立起一一对应关系，规定在横坐标值即 y 值前面加上带号。

注：我国的高斯平面坐标系：我国处在北半球即赤道以北，所以 x 坐标均为正值，但 y 坐标有正有负，为了使 y 坐标均为正值，规定 x 轴向西平移 500 公里。

独立的平面直角坐标系

当测区范围较小，且测量结果不与国家、地区控制网对应，可采用独立的平面直角坐标系，规定 x 轴为纵轴，指向北， y 轴为横轴，为了使整个测区各个点的坐标不出现负值，通常把原点选在测区的西南角。

1.3 用水平面代替水准面的限度

一、对水平距离的影响：当距离为 10km 时，用水平面代替水准面所产生的距离误差为 0.82cm，相对误差为 1：220000，误差可以忽略不计。因此，在半径为 10km 的范围内进行距离测量工作时，用水平面代替水准面所产生的误差可以忽略不计。

二、对水平角的影响：对于面积为 100km² 范围内的多边形，用水平面代替水准面时，在一般测量工作中，对角度的影响可以忽略不计。

三、对高程的影响：进行高程测量中，即使在很短的距离内也必须考虑地球曲率的影响。

1.4 测绘工作的基本原则

一、测量工作的基本内容：

高差测量、水平角测量、水平距离测量是测量工作的三项基本内容。又称为三项基本测量工作。

二、测量工作的基本原则：

- 1、从整体到局部，先控制后碎部，由高级到低级。
- 2、前一步测量工作未作检核，绝不进行下一步测量工作。

三、测定和测设的概念：

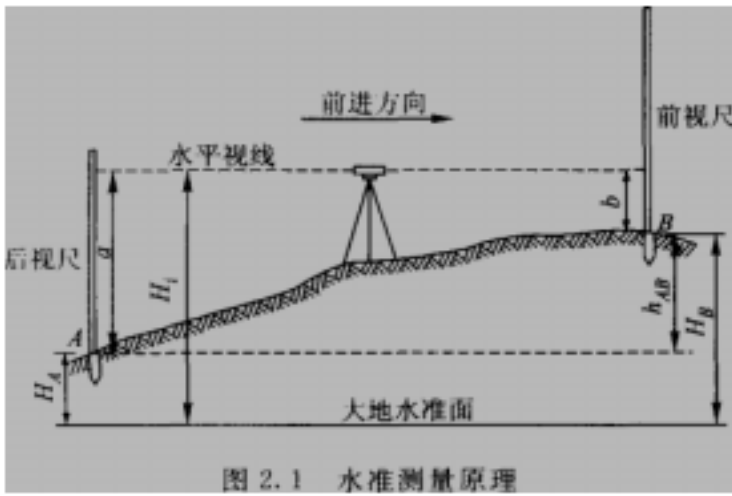
- 1、测定：把地面上原有的点、建筑物的平面位置在地形图上标定出来，这一过程称为测定。
- 2、测设：把地形图上设计好的点、建筑物的平面位置和高程在地面上标定出来，这一过程称为测设。

2 水准仪及水准测量

水准测量的目的：通过测量地面上两点之间的高差 h ，根据已知点的高程求算未知点的高程。

2.1 水准测量的原理

一、水准测量原理：水准测量是利用水准仪所提供的水平视线测定两点间高差的一种方法。



二、水准测量的有关专业术语：

注：水准测量具有方向性，若测 AB 之间的高差，一定是从 A 侧到 B。

(1) 后视点 A，前视点 B (2) 后视读数 a ，前视读数 b (3) 视线高程 H_i

(4) 测站：安置仪器的地方称为测站。

2.2 水准仪的基本构造及使用

水准测量的仪器为：水准仪，工具有：水准尺和尺垫。

我国生产的水准仪有很多种，我们只介绍 DS3 型微倾水准仪，也是比较常用的一种水准仪，其中 D 和 S 分别是大地测量和水准仪的汉语拼音的第一个字母，下标 3 表示仪器的精度等级，数字越小，精度越高。

一、DS3 型微倾水准仪的构造：

水准仪由望远镜、水准器、基座三部分构成

1、望远镜：

作用：瞄准水准尺，并对水准尺进行读数。

构成：物镜、对光透镜、物镜对光螺旋、十字丝分划板、目镜、目镜对光螺旋

视准轴：十字丝交点和物镜光心的连线，称为视准轴。物镜：由一组透镜组组成

作用：把远处目标的像反映到望远镜的镜筒内。目镜：也是由一组透镜组成

作用：是将物镜所成的实像放大成为虚像，DS3 型微倾水准仪放大率一般不小于 28 倍。

十字丝分划板：是安装在目镜筒内的一块平板玻璃，上面刻有两条垂直的长丝，称为十字丝，分别叫做竖丝、横丝（也叫中丝），水准仪读数一般为中丝读数。在中丝的上下还刻有两条对称的短丝，称为视距丝，作用可以读取距离。

对光透镜和物镜对光螺旋：两者的主要作用是通过调节物镜对光螺旋从而使对光透镜移动，从而使目标的像落在十字丝分划板上。

水准仪由望远镜、水准器、基座三部分构成。2、水准器：水准器是水准仪上一个重要部件，主要是用来整平仪器和视准轴是否处于水平位置。水准器有圆水准器和管水准器两种。

（1）圆水准器：

a 构造：圆水准器是一个密封的玻璃圆盒，盒内装有乙醇和乙醚的混合液，加热熔封而成，冷却后留有圆形气泡。

b 圆水准器零点：圆水准器的对称中心，称为圆水准器零点。c 圆水准器轴：过零点的球面法线称为圆水准器轴。作用：圆水准器气泡居中是仪器粗略整平的标志。

（2）管水准器：

a 构造：是一个玻璃管，内壁磨成具有一定半径的圆弧，管内装有乙醇和乙醚的混合液，加热熔封而成，冷却后留有气泡。

b 管水准器零点：管水准器上表面的对称中心，称为管水准器零点。

c 管水准器轴：过零点的球面切线，称为管水准器轴。

d 符合水准器：在管水准器上安装有一组棱镜，通过棱镜的反射，将气泡两端的影像同时反映到目镜旁的观察窗内，若两端的影像符合时，则表示气泡居中，反之，则不居中，这种设有棱镜组的水准器，称为符合水准器。

作用：符合水准器气泡居中是仪器精确整平的标志。

水准仪由望远镜、水准器、基座三部分构成。3、基座：基座由轴座、脚螺旋、连接板组成。仪器上部通过竖轴插入轴座内，脚螺旋用来调节圆水准器使圆气泡居中。整个仪器通过连接板连接螺旋与三脚架相连接。

4、水准仪上各种螺旋的名称及其作用：

共有六种螺旋，分别是

物镜对光螺旋：使远处目标的像清晰。

目镜对光螺旋：使十字丝清晰。

脚螺旋：使圆水准器气泡居中。

制动螺旋：固定或松开望远镜。

微动螺旋：使望远镜左右微微摆动。

微倾螺旋：使管水准器气泡居中。

二、水准尺：

水准尺有塔尺和双面尺两种。用优质的木材、铝合金或玻璃钢制成。

1、塔尺：用优质木材制成，由两或三节套接而成，尺的底部为零点，尺上刻有黑白相间的分划，每分划为 1 厘米。

2、双面尺：又称红黑面尺，尺长 3 米，两根为一对，尺子两面均有分划，黑面分划为基本分划，底部起点

为零，红面分划为辅助分划，底部起点不为零。

三、水准仪的使用：

主要讲使用步骤：共分五步。

安设仪器，粗略整平，瞄准水准尺，精确整平，读数

1、安设仪器：把水准仪安设脚架上并拧紧连接螺旋。

三点要求：

(1) 要双手抱仪器 (2) 脚架高度要适中 (3) 架台要大致水平

2、粗略整平：

(1) 概念：调节脚螺旋，使圆水准器气泡居中。

(2) 方法：记住一句话，气泡移动方向始终与转动脚螺旋的左手大拇指移动方向一致。

3、瞄准水准尺：

(1) 目镜对光：转动目镜对光螺旋，使十字丝清晰。

(2) 初步瞄准：松开制动螺旋，转动望远镜，利用望远镜上的准星、照门瞄准水准尺，然后拧紧制动螺旋。

(3) 物镜对光：转动物镜对光螺旋，使水准尺成像清晰。

(4) 精确瞄准：转动微动螺旋，使水准尺影像处在视场中央。

(5) 消除视差：

视差：物镜对光后，眼睛在目镜端上下微微地移动，若发现十字丝和水准尺影像有相对移动的现象，则称为视差。

产生原因：水准尺没用恰好成像于十字丝分划板上。

消除方法：反复调节目镜和物镜对光螺旋，直至视差消除。

4、精确整平：调节微倾螺旋，使管水准器气泡居中，即豆芽瓣重合。

5、读数：读取中丝读数。要求：直接读出米、分米、厘米、估计到毫米。

2.3 水准测量一般方法及计算

一、水准点：

1、定义：用水准测量的方法测定的高程控制点，称为水准点，有 BM 表示。

2、种类：永久性水准点和临时性水准点两种。

二、水准测量的施测方法：

利用转点进行测量，但测量结果不一定正确。

三、水准测量的实施路线：

1、符合水准路线 2、闭合水准路线 3、支水准路线

四、水准测量的检核方法：

1、计算校核

2、测站检核：在同一测站测得的结果是否一致，称为测站检核。常用的有两种方法。

(1) 双仪器高法：对于普通水准测量，两次测得高差之差的绝对值应小于 6mm。

(2) 双面尺法：

3、成果检核：计算检核只能发现计算是否有误，测站检核只能检验一个测站上是否存在错误或误差是否超限，但对于一条水准路线来说，测站检核不足以说明测量全过程的精度是否符合要求：如仪器本身误差。只有通过成果检核才能知道。

(1) 符合水准路线：(2) 闭合水准路线：

五、水准测量的内业计算：

包括闭合水准路线的计算和符合水准路线的计算：

计算过程：

(1) 列表，把已知数据填入表中；(2) 计算高差闭合差 f_h ，对于闭合水准路线， $f_h = \sum h_{测}$

对于符合水准路线， $f_h = h_{测} - h_{理}$

(3) 计算高差容许闭合差 $f_{h容}$

$$f_{h容} = \pm 12 \sqrt{n} \quad f_{h容} = \pm 40 \sqrt{L}$$

若 $f_h < f_{h容}$ ，说明测量结果符合要求。

(4) 调整高差闭合差：

调整原则：将闭合差以相反的符号，按与测站数或距离成正比的原则分配到各段中去。

(5) 计算改正后的高差：实测高差 + 改正数

(6) 计算待定点的高程。

2.4 水准仪的检验方法

一、水准仪在使用之前应进行一般性检查：

望远镜成像是否清晰

制动螺旋、微动螺旋、微倾螺旋和对光螺旋是否有效

脚螺旋是否灵活

脚架固定螺旋是否可靠

二、水准仪应满足的几何条件：

圆水准器轴应平行于仪器竖轴；

视准轴应平行于水准管轴

十字丝的横丝应垂直于仪器的竖轴

三、水准仪的检验方法：

圆水准器轴应平行于仪器竖轴的检验方法：

转动脚螺旋，使圆水准器气泡居中，然后将仪器转动 180° ，若气泡仍然居中，则此条件满足，否则需进行校正。

2.5 水准测量误差及注意事项

一、水准测量的误差来源：

(一) 仪器误差：

1、仪器校正不完善的误差，如水准管轴与视准轴不平行产生的误差。

2、水准尺误差，如分划不准确，尺身弯曲产生的误差，水准尺零点误差。

(二) 观测误差：

1、水准管气泡居中误差。 2、读数误差 3、视差影响 4、水准尺倾斜误差

(三) 外界条件的影响

1、仪器下沉 2、大气折光影响 3、温度变化的影响

二、水准测量时取前后视距相等可以消除以下误差：

1、视准轴不平行于水准管轴产生的误差。

2、大气折光的影响产生的误差。

3、地球曲率的影响产生的误差。

3 经纬仪及角度测量

3.1 角度测量原理

一、角度的种类及概念：

种类：水平角和竖直角

水平角：空间相交的两条直线在水平面上的投影所夹得角度称为水平角。用 α 表示

竖直角：视线方向与水平方向所夹得角度称为竖直角。用 β 表示，分为仰角和俯角，仰角为正，俯角为负。

二、水平角测量原理：

在角顶点的上方装有一水平圆盘，圆盘中心和角的顶点处在同一条竖直线上，圆盘上标有刻度，通过角的两个边作两个竖直面与圆盘相交，在圆盘上有两个读数，这两个读书差就是所测得水平角。

三、测量水平角时对水平度盘的要求：

- 1、水平度盘一定要水平放路。
- 2、水平度盘中心一定要和地面上的点位处在同一条竖直线上。

3.2 光学经纬仪的基本构造及使用

工程上常用经纬仪的全称：

DJ6 级光学经纬仪。 D：表示大地测量 J：表示经纬仪 6：表示经纬仪的精度等级，数字越小，精度越高。

经纬仪的组成：由照准部、水平度盘、基座三部分组成。

一、经纬仪上各种螺旋的名称及其作用：

- 1、物镜对光螺旋：使远处目标的像清晰。
- 2、目镜对光螺旋：使十字丝清晰。
- 3、读数显微镜调焦螺旋：使读数清晰。在读数时，要通过反光镜把光线充分反射到进光孔中。
- 4、水平制动螺旋：固定或松开照准部。
- 5、水平微动螺旋：使照准部左右微微摆动。
- 6、望远镜制动螺旋：固定或松开望远镜。
- 7、望远镜微动螺旋：使望远镜上下微微摆动。
- 8、竖盘指标水准管微动螺旋：使竖盘指标水准管气泡居中。
- 9、光学对中器调焦螺旋：使地面上的点位清晰。
- 10、脚螺旋：使水平度盘上的水准管气泡居中。
- 11、度盘控制螺旋：使水平度盘转动
- 12、轴座固定螺旋：固定轴座。

二、经纬仪的读数方法：

测微尺读数

读数要求：直接读出度、分估计到秒且秒数应估计成 6 的倍数。

三、经纬仪的使用步骤：

1、安置仪器：

注意事项：（1）脚架高度要适中。（2）架台要大致水平。（3）要双手抱仪器。（4）连接螺旋暂时不要拧紧。

2、对中：

对中目的：使仪器中心和角的顶点处在同一条竖直线上。

对中方法：有垂球对中和光学对中两种方法

3、整平：

整平目的：使水平度盘处于水平位路。

整平方法：首先使水平度盘水准管平行于任意一对脚螺旋的连线，两手相向转动着一对脚螺旋，使水准管气泡居中，注意气泡移动方向始终和转动脚螺旋的左手大拇指移动方向一致，然后把仪器转动 90 度，再调节第三个脚螺旋，使气泡居中。如此反复进行两到三次，直至仪器转动任一位路气泡都居中为止。

4、照准目标：

- （1）用望远镜上的对点器照准目标，然后固定水平制动螺旋和望远镜制动螺旋。
- （2）调节物镜对光螺旋，使目标的像清晰。
- （3）调节目镜对光螺旋，使十字丝清晰。
- （4）调节水平微动螺旋和望远镜微动螺旋，使目标的像处在十字丝中心。

5、读数。

1.3 水平角观测

一、水平角观测方法：

有测回法和方向观测法两种。

测回法：适用于观测两个方向之间的单角。

方向观测法：适用于同一点多个方向之间的夹角。

我们重点学习测回法。

二、测回法观测水平角的步骤：

- 1、在 O 点安置经纬仪，对中整平。
- 2、盘左照准 A 点，读取读数 a_1
- 3、松开制动螺旋，顺时针转动照准部，盘左照准 B 点，读取读数 b_1
- 4、松开制动螺旋，翻转望远镜，盘右照准 B 点，读取读数 b_2
- 5、松开制动螺旋，逆时针转动照准部，盘右照准 A 点，读取读数 a_2
- 6、计算：上半测回 $\alpha_1 = b_1 - a_1$ 下半测回 $\alpha_2 = b_2 - a_2$

若 $\alpha_1 - \alpha_2 \leq 40''$ 取 $\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2$

1.4 光学经纬仪的检验方法

一、经纬仪应满足的几何条件：

- 1、照准部水准管轴应垂直于竖轴。
- 2、十字丝的竖丝应垂直于横轴。
- 3、视准轴应垂直于横轴。
- 4、横轴应垂直于竖轴。
- 5、观测竖直角时，望远镜视线水平，竖盘指标水准管气泡居中时，指标线所指读数为始读数。

二、角度测量时经纬仪应满足的要求：

- 1、水平度盘一定要水平放路。
- 2、水平度盘中心一定要和角的顶点处在同一铅垂线上。
- 3、望远镜绕水平轴旋转，视准轴一定要扫出一个竖直面。

三、经纬仪的检验方法：

照准部水准管轴应垂直于竖轴的检验方法：

转动照准部使水准管平行于任意一对脚螺旋，相向转动这一对脚螺旋使气泡居中，然后将仪器转动 180° 度，若气泡仍然居中说明条件满足，否则应进行校正。

1.5 角度测量误差与注意事项

一、误差来源：

- 1、仪器误差：
 - (1) 仪器加工制造不完善所产生的误差
 - (2) 仪器校正不精确所引起的误差
- 2、人为因素的影响：
 - (1) 对中误差
 - (2) 整平误差
 - (3) 照准误差
 - (4) 读数误差
- 3、外界条件的影响。

一、角度测量时采用盘左盘右观测可以消除或减小的误差：

- 1、度盘刻划不均匀产生的误差。
- 2、照准部偏心产生的误差。
- 3、视准轴不垂直于横轴产生的误差。
- 4、横轴不垂直于竖轴产生的误差。
- 5、竖盘指标差的影响。

4 距离测量

水平距离：地面上的两点沿铅垂线方向投影

到水平面以后投影点之间的距离，称为水平距离。

距离测量的方法：钢尺量距、视距测量、光

电测距

本章重点介绍钢尺量距。

钢尺量距有一般方法和精密方法两种。

4.1 钢尺量距的一般方法

一、测量工具：

1、主要工具：钢尺

规格有 20m、30m、50m 等几种

根据钢尺零点位置的不同有端点尺和刻线尺之分。

2、辅助工具：测钎、标杆、垂球等。

要往返测量一次，取平均值作为最后结果，测量精度用相对误差 k 来

衡量 $K = \left(\frac{d_{\text{往}} + d_{\text{返}}}{d_{\text{均}}} \right)$ 在平坦地区， $k = 1/3000$

5 施工放样的基本方法

一、施工测量的目的和内容：

1、施工放样的概念：施工放样又称为测设，把地形图上设计好的建筑物、构筑物的平面位置和高程在地面上标定出来，这个过程就称为施工放样。

2、施工测量的目的：把地形图上设计好的建筑物、构筑物的平面位置和高程在地面上标定出来，作为施工的依据。

3、施工测量的内容：

(1) 施工控制网的建立

(2) 建筑物的定位

(3) 建筑物主要轴线的测设

(4) 建筑物的细部测设

(5) 工程竣工测量

(6) 建筑物的变形观测

二、施工测量的特点：

1、施工测量贯穿于施工的全过程

2、施工现场多为立体交叉作业，对施工测量带来很大影响

三、施工放样方法：

1、一般方法

2、精密方法：又称为归化放样。

4.2 距离、水平角和高程放样

二、水平角测设：

已知：在地面上有 A、P 两点，

要求：在地面上测设出 B 点，使 $\angle PAB = 30^\circ$ ， $AB = 30$ 米

测设过程：(1) 在 A 点安置经纬仪，对中整平；

(2) 盘左照准 P 点，读取读数

(3) 松开制动螺旋，顺时针转动照准部 30° ，在此方向上量出 30 米，得 B1 点

(4) 松开制动螺旋，盘右照准 P 点，读取读数

(5) 松开制动螺旋，顺时针转动照准部 30° ，在此方向上量出 30 米，得 B2 点

(6) 若 B1 B2 点不重合，取 B1 B2 中点作为最后结果。

三、高程测设：

已知：地面上有一点 A，在 A 点附近有一电杆

要求：在电杆上标出标出一点 B，使 B 点比 A 点高 0.450 米。

测设过程：

(1) 在 A 点和电杆之间安置水准仪，在 A 点立一塔尺，望远镜照准塔尺得后视读数为 a；

(2) 假设 B 点塔尺上的读数 b，计算 B 点塔尺上的读数 b

$$H_A + a = H_B + b$$

$$b = a - (H_B - H_A) = a - 0.450$$

(3) 在电杆侧面上立一塔尺，望远镜照准塔尺，上下移动塔尺，当读数恰好为 (a - 0.450) 时，在尺底电杆侧面上画一标志，即表示 B 点的高程位置。

4.3 点的平面位置放样

一、直角坐标法：二、极坐标法：三 距离交会法：四、角度交会法：

4.5 圆曲线的测设

一、圆曲线的应用：

- 1、路线方向转向时，为了行车的安全，必须用曲线连接。
- 2、在房屋建筑工程中，也有广泛的应用。

如：体育场馆、娱乐中心、商业中心

二、曲线的类型：

- 1、圆曲线：是指由一定半径的圆弧所构成的曲线。
- 2、缓和曲线：是在直线与圆曲线之间加设的，曲率半径由无穷大逐渐变化为圆半径的曲线。

注：我们主要讲圆曲线的测设。

三、圆曲线的有关术语：

- 1、直圆 (ZY)：直线和圆曲线的分界点。
- 2、曲中 (QZ)：圆曲线的中点。
- 3、圆直 (YZ)：圆曲线和直线的分界点。
- 4、主点
- 5、细部点
- 6、路线交角点：路线转折的交点即是路线交角点，用 JD 表示。分为右偏交角点和左偏交角点

四、圆曲线的测设步骤：

- 1、测设圆曲线的主点：即曲线的起点 (ZY)、曲线的中点 (QZ) 和曲线的终点 (YZ)。
- 2、测设圆曲线的细部点：即按规定的桩距进行加密点测设，详细标定圆曲线的形状和位置。

五、圆曲线的测设元素：

- 1、切线长 $T = R \tan \frac{\alpha}{2}$
- 2、曲线长 $L = R \frac{\alpha}{180}$
- 3、外矢距 $E = R (\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$
- 4、弦长 $C = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$
- 5、中央纵距 $M = R (1 - \cos \frac{\alpha}{2})$
- 6、切曲差：(即切线长与曲线长之差)

$$D = 2T - L$$

其中：T、E 用于主点测设，C、M 用于测设检核

六、圆曲线主点测设步骤：

- 1、在交点 JD 处安置经纬仪，瞄准后视相邻交点 (即线路原方向) 自 JD 沿视线测设切线长 T，既得曲线起点 ZY。
- 2、同理、瞄准前视相邻交点 (即线路现方向) 自 JD 沿

视线测设切线长 T ，既得曲线终点 YZ 。

3、用经纬仪测设 $(180^\circ - \alpha)$ 角的平分线方向，沿该方向测设外矢距 E ，得曲中点 QZ ，各点均定桩标出。

4、检核：(1) 弦长检核 (2) 中央纵距检核。若误差超过相应工程的规范要求，应调整点位。

七、圆曲线细部点测设：又称为定点

1、定点：当曲线较长时，为了满足施工的需要，还要在曲线上每隔一定弧长测设一点，把曲线的位置和形状详细地表示出来，这项工作称为定点。

2、圆曲线细部点测设过程（切线支距法，又称直角坐标法）

(1) 建立直角坐标系：以曲线的起点或终点作为坐标原点，以切线方向作为坐标纵轴 x ，过原点的半径方向作为坐标横轴 y

(2) 计算测设数据：待测点 P_i 的坐标可按下式计算

$$x_i = R \sin i \quad y_i = R(1 - \cos i)$$

(3) 线细部点测设：采用直角坐标法

(4) 检核：丈量相邻点间的距离与相应的弦长相比较，判断其差值是否在规定的范围内，以作比较。

6 交通运输工程施工测量

1、工程测量：是一门测定地面点位的科学。

2、大地水准面：代替海水静止时水面的平均海面是一个特定的重力等位的水准面（面上处处与重力方向线正交）。

3、铅垂线：重力方向线。

4、绝对高程：地面点沿铅垂线方向到大地水准面的距离。

5、中央子午线：高斯分带投影中，位于各带中央的子午线。

6、水准测量：又名几何水准测量，它是用水准仪和水准尺测定地面两点高差的测量。

7、望远镜视准轴：望远镜目镜中心十字丝交点与物镜光心的连线。

8、水准路线：在两水准点之间进行水准测量所经过的路线，也就是所经路线上各高程点的连线。

9、水准点：用水准测量方法建立的高程控制点。

10、高差闭和差：在水准测量中，由于误差的存在，使得两点间的实测高差与其理论值不符。

11、水平角：一点至两目标方向线在水平面上投影的夹角。

12、竖直角：在同一竖直面内一点至目标倾斜视线与水平线所夹的锐角。

13、竖盘指标差：竖盘指标水准管气泡居中时，竖盘指标不是恰好指在始读数 MO 上，而是与之相差一个 X 角。

14、照准部偏心差：照准部旋转中心与水平度盘分划中心不重合，指标在度盘上读数时产生的误差。

15、照准误差：视准轴偏离目标与理想照准线的夹角。

16、直线定线：在欲量直线的方向上标定出一些表明直线走向的中间点的工作。

17、端点尺：以最外端作为零点位置的钢尺。

18、刻划尺：在前端刻有零分划线的钢尺。

19、尺长改正：钢尺实际长度与名义长度的差值。

20、温度改正：钢尺检定时的温度与用之进行丈量时温度一般不相等则由于温度变化引起钢尺本身热胀冷缩所导致的尺长变化。

21、直线定向：确定直线与一基本方向线之间的水平夹角，以表达直线方位。

22、方位角：以直线端点的子午线北端起算，顺时针方向量至直线的水平夹角。

- 23、象限角：以直线端点的子午线北端或南端起算，量至直线的锐角。
- 24、子午线收敛角：地面上两点真子午线间的夹角。
- 25、轴北方向：坐标纵轴（ X 轴）正向所指方向（轴子午线北端所指方向）。
- 26、误差：在测量中，由于仪器本身不尽完善、观测者的局限性以及外界条件的影响，使得观测值不可避免地与其理论值不符。
- 27、系统误差：观测误差在正负号及量的大小上表现出一致的倾向，即按一定的规律变化或保持为常数，这类误差称为。
- 28、偶然误差：观测值结果的差异在正负号和数值上都没有表现出一致的倾向，即没有任何规律性，例如读数时估读小数的误差等等。
- 29、误差传播定律：是一种阐明直接观测值与其函数之间的误差关系的规律。
- 30、权：就是衡量不等精度观测值在计算中应占的比例数。
- 31、平面控制测量：在全测区范围内选点布网，测定控制点平面位谿 X、Y 的工作。
- 32、导线：将测区内相邻控制点连成直线而构成的折线。
- 33、图根点：直接用于测图的控制点。
- 34、导线相对闭合差：在导线测量中，实际计算出的闭合（或附合）导线坐标并不闭合（附合），存在着一个终点点位误差 f ， f 与导线全长的比值。
- 35、归零差：在用全圆方向观测法测量水平角时，两次照准起始方向的读数差。
- 36、比例尺精度：按比例尺缩小，相当于图上 0.1 的地上水平距离（ $0.1 \cdot M$ ）。
- 37、等高线：地面上相邻高点连接而成的闭合曲线。
- 38、等高距：相邻两等高线之间的高差。
- 39、地貌特征线：地表相邻坡面的交线，即相邻特征点的连线。
- 40、示坡线：垂直绘在等高线上表示坡度递减方向的短线。
- 41、视距测量：是根据几何光学原理，利用望远镜视距丝（上、下丝）同时测定地形点距离和高差的一种方法。
- 42、碎部测量：是以图根控制点为测站，测定周围碎部点的平面位谿和高程，并按规定的图式符号绘成地形图的一种测量方法。
- 43、图廓：图的连界线或范围线。
- 44、接图表：一种表示本图幅与相邻图幅的相关关系的表格。
- 45、三北方向：表示真北、轴北、磁北方向之间的关系图。
- 46、坡度比例尺：一种量测地面坡度的图解尺度。
- 47、填挖边界线：填挖场地中，高程等于该场地设计的平整后高程的点的连线。
- 48、中线测量：就是把线路工程的中心线（中线）标定在地面上，并测出其里程的工作。
- 49、转点：当相邻两交点互不通视时，为测角和量距需要，应在其连线或延长线上测定一点或数点。
- 50、整桩：是从路线的起始点开始，按规定桩距（20 米或 50 米）设谿的里程桩。
- 51、中平测量：用视线高的方法测定相邻两水准点间中桩的地面高程。
- 52、测设：就是通过测量的方法，将设计的已知数值标定到实地上的工作。
- 53、整桩号测设：将由线上靠近起点 ZY 的第一个桩的桩号凑整成为整距 L_0 的倍数的整桩号，然后按桩距连续向曲终点 YZ 设桩的测设方法。这样设谿的桩均为。
- 54、整桩距测设：从由线起点 ZY 和终点 YZ 开始，分别以桩距 L_0 连续向曲线中点 QZ 设桩的测设方法。由于这样设谿的桩均为零桩号，因此应注意加测百米桩和公里桩。
- 55、建筑方格网：在大中型建筑场地中，建筑物布谿整齐、密集，建立施工平面控制网时采用的正方形或矩形网格。
- 56、龙门桩：在建筑物四角和中间隔墙的两端基槽之外 1 至 2 米处，竖直钉设的木桩。
- 57、清基开挖线：就是坝体与地面的交线。

58、施工基面：在坡面上竖立杆塔时，作为杆塔基础的深度和杆塔高度的基准面。

简答题

1、工程测量的定义及其主要任务是什么？

答：工程测量是一门测定地面点位的科学。其主要任务是：测图、用图、放样（放图）。

2、测量上所采用的平面直角坐标系与数学上所用的直角坐标系统有何不同？

答：坐标轴互换；象限编号顺序相反。

3、什么叫大地水准面？测量中的点位计算和绘图能否投影到大地水准面上？为什么？

答：通过平均海水面并延伸穿过陆地所形成闭合的那个水准面。不能，因为大地水准面表面是一个凹凸不平的闭合曲面，这给测量中点位计算以及绘图投影带都会带来很大麻烦。

4、测量选用的基准面应满足什么条件？为什么？

答：条件： 1) 基准面的形状和大小，要尽可能地接近地球的形状和大小； 2) 要是规则的数学面，能用简单的几何体和方程式表达。这是因为： 1) 所有的测量工作都是在地球表面进行的，是以地球为参照的，所以要保证测量工作的真实性和准确性； 2) 为了尽可能地方便测量中繁杂的数据计算处理。

5、水准仪必须满足哪些条件？

答：1) 水准管轴平行于视准轴； 2) 圆水准器轴平行于仪器竖轴； 3) 当仪器整平后，十字丝必须满足水平的条件。

6、为什么把水准仪安放在距离前后视两根尺子大致相等的地方？

答：可以消除或减弱视准轴水平残余误差、对光透镜进行误差、地球曲率误差、大气折光误差等对高差观测值的影响。

7、为什么水准测量读数时，视线不能靠近地面？

答：尽可能地避免大气折光的影响。

8、转点在测量中起何用？转点前视点变为后视点及仪器搬至下一站的过程中，为什么不宽允许发生任何移动？如何选择转点？

答：起传递高程的作用。若发生移动，则前、后两站所测的不是同一个点，就达不到其转递高程的作用。选择转点首先应考虑其要与前、后两点通视并且与前、后两点之间的距离大致相等，一般应选在质地比较坚硬的地面上。

9、用经纬仪照准在同一竖直面类不同高度的两个点，在水平度盘上的读数是否一样？在一个测站，不在同一铅垂面上的不同高度的两个点，两视线之间夹角是不是所测得的水平面？

答：一样。不是，两视线在同一水平面上的投影夹角才是所测得的水平角。

10、什么叫竖直角？在测竖直角时，竖盘和指标的转动关系与测水平角时水平度盘和指标的转动关系有什么不同？

答：在同一竖直面内，一点至目标的倾斜视线与水平视线所夹的锐角。水平度盘是固定不动的，指标随望远镜的转动而转动；而竖直角观测中，指标是不动的，竖直度盘随望远镜的转动而转动。

11、水平角与竖直角的取值范围和符号有什么不同？

答：水平角都为正，取值范围是 0 度到 360 度之间；竖直角有正（仰角）有负（俯角），其取值范围是 -90 度到 +90 度之间。

12、钢尺量距精度受到哪些误差的影响？在量距过程中应注意些什么问题？

答：1) 定线误差，丈量前必面认真定线，在丈量时钢尺必须贴定向点； 2) 尺长误差，在丈量前应将钢尺交有关部门进行检定。并且由于钢尺尺长误差对量距的影响随距离增长而增大，所以对于比较精密的丈量一定要加尺长改正； 3) 温度误差，加温度改正数。并且在精密丈量中，必须设法测定钢尺表面的温度，据此加以改正； 4) 拉力误差，在丈量时要保持拉力均匀； 5) 钢尺对准及读数误差，量距时钢尺要对准点位；读数时要集中精力，避免把数字读错或颠倒，记录表不能听错、记错。

13、当钢尺的实际长不于钢尺的名义长度时，使用这把尺量距是会把距离量长了还是量短了？若实际长小于名义长度时，又会怎么样？

答：当实际长度小于名义长度时，会把距离量长了；反之，会把距离量短了。

14、为什么红外测距仪要采用两个以上的调制频率？

答：分别用不同调制频率的光波来作为 粗测尺 和 “精测尺 ”，解决了测程与测距精度的矛盾。

15、何为直线定向？

答：确定直线与一基本方向线之间的水平夹角；以表达直线的方位。

16、什么叫象限角？象限角与方位角有何关系？答：以直线端点的子午线北端或南端起算，量至直线的锐角。它与坐标方位角之间的换算关系如下表所示。

象限 ，换算公式：北东： $R=$

象限 ，换算公式：南东： $R=180^\circ -$

象限 ，换算公式：南西： $R= -180^\circ$ 度

象限 ，换算公式：北西： $R=360^\circ -$

17、真方位角、磁方位角均可直接测定，坐标方位角一般不能直接测定，可通过计算获得，试问：计算某一条边的方位角时，需要什么已知数据和测定的数据？

答：已知一条边的方位角，测定该边与已知边的水平夹角。

18、偶然误差和系统误差有什么区别？偶然误差具有哪些特性？

答：系统误差的大小及符号表现出系统性，或按一定的规律变化，而偶然误差的大小及符号都表现出偶然性，即从单个来看，该误差的大小及符号没有规律，但从大量误差的总体来看，具有一定的规律。偶然误差具有随机性和偶然性。

19、何谓中误差？为什么用中误差为衡量观测值的精度？在一组等精度观测中，中误差与真误差有什么区别？

答：中误差是由有限个观测值的真差而求得的标准差的估值，它是一个反映一组真误差离散大小的指标。真误差是一个量的观测值与理论值之差值，而中误差是由真误差计算而来的，并且它反映出真误差离散度的大小。

20、利用误差传播定律时，应注意哪些问题？

答：1) 正确列出观测值函数，合并同类项； 2) 根据函数是找出误差传播定律公式，注意区分倍函数与和函数的区别； 3) 检查各观测值之间是否独立。

21、布设测量控制网应遵循什么样的原则？为什么？

答：从整体到局部；由高级到低级。原因是为了限制误差的传播范围，满足测图和放样的碎部测量的需要，使分区的测图能拼接成整体，使整体的工程能分区开展测量工作。

22、导线可布设成哪几种形式？都在什么条件下采用？

答：闭合导线：多用在面积较宽阔的独立地区作测图控制；附和导线：多用于带状地区作测图控制，也广泛用于公路、铁路、水利等工程的勘测与施工；支导线：一般只作补点使用，而且点数不宜超过两个。

23、导线测量的外业工作有哪些？

答：1) 踏勘选点及建立标志； 2) 丈量各条导线边长； 3) 测量导线转角； 4) 与高级控制网进行连测。

24、导线点的选择应注意哪些问题？

答：1) 相邻点间必须通视良好，地势较平坦，便于测角和量距； 2) 点位应选在土质坚实处，便于保存标志和安置仪器； 3) 视野开阔，便于测图或放样； 4) 导线各边的长度应大致相等，除特殊条件外，导线边长一般在 50 米至 350 米之间； 5) 导线点应有足够的密度，分布较均匀，便于控制整个测区。

25、比例尺和比例尺精度之间关系如何？

答：比例尺就是图上一段直线的长度与地面上相应线的水平长度之比；比例尺精度是相当于图上 0.1 毫米的实地水平距离。比例尺精度 $m=0.1 \text{ 毫米} \times \text{数字比例尺分母 } M$ 。

26、等高线有什么特性？

答：1) 同一等高线上的点，其高程相等； 2) 等高线是一条连续闭合的曲线，不在本图幅内闭合，必在另一图幅内闭合； 3) 等高线越密，表示地面坡度就愈陡，反之愈缓； 4) 等高线与山脊线、山谷线正交。

27、试述经纬仪测绘测图的工作步骤？

答：1) 安置仪器，对中整平，量取仪器高； 2) 立尺员按计划路线跑点立尺 3) 观测读数（水平角、竖直角、中丝、视距）； 4) 计算碎部点的水平距离、高差按极坐标法绘图。

28、地形图在工程上有哪些用途？

答：1) 测定图上点位的坐标与高程； 2) 测定图上直线的距离、方位角和坡度； 3) 按已知坡度在图上选定线路； 4) 沿已知方向绘制断面图； 5) 测定汇水面积等。

29、如何识别地貌？

答：先根据水系的江河、溪流找出山谷、山脊系列，无河流时可根据相邻山头找出山脊再按照两山谷间必有一山脊，两山脊间必有一山谷的地貌特征，即可识别山脊、山谷的分布情况；然后结合特殊地貌符号和等高线的疏密进行分析，地貌的分布和高低起伏情况就清楚了。

30、试述用等高线法进行土方估算的步骤？

答：1) 绘出填挖边界线，其实就是等于设计高程的等高线或平整场中高程等于设计高程的相邻等高点的连线 2) 测出各条等高线所围的填挖面积 3) 计算填挖方量：填（挖）方量相邻两填（挖）方面积的平均值 * 等高距。

31、中线测量的任务是什么？其主要内容有哪些？

答：中线测量就是把线路的中心（中线）标定在地面上，并测出其里程。主要内容包括：测设中线各交点和转点、量距和钉桩、测量线路各转角，道路工程还需在线路转折处加测圆曲线。

32、某里程桩号为 K25+400，试说明该桩号的意义？

答：表示该桩至路线起点的水平距离为 250400 米。

33、什么是穿线交点法？其主要的测设步骤有哪些？

答：这种方法是利用测图导线点与纸上定线之间的角度和距离关系，将中线的直线段测设于地上，然后将相邻直线延长相交，定出交点。其测设的主要步骤是：放点；穿线；交点。

34、施工测量包括哪些内容任务？

答：施工测量就是根据建筑物、构筑物设计施工图的要求，通过施工测量的定位、放线和检查，将其平面位路和高程标定到施工需要的作业面上，以指导施工，还有就是对于一些高大或特殊的建筑物进行变形监测。

35、测设与测图有什么区别？

答：恰好是两个相反过程，测设是从图纸上到实地的过程，也就是把图纸上的设计实测到实地的过程；而测图是从实地到图纸的测量过程，即把地表面上的地物、地貌测绘到图纸上的过程。

1. 建筑工程测量的主要任务是什么

绘大比例尺地形图、建筑物的施工测量、建筑物的变形观测

2. 测量上的平面直角坐标与数学中的平面直角坐标有何不同？

数学平面直角坐标系纵轴为 y 轴，横轴为 x 轴。坐标象限划分按照逆时针测量；

测量平面直角坐标系纵轴为 x 轴，横轴为 y 轴。坐标象限划分按照顺时针。

3. 确定地面点的基本要素是什么？

基本要素为该点在大地水准面上的投影位路（两个参数： 、 或 x、y）和该点的高程 H（一个参数）。

4. 用水平面代替球面的限度是多少？

1、在半径为 10km 的范围内，进行距离测量时，可以用水平面代替水准面，而不必考虑地球曲率对距离的

影响。

2、用水平面代替水准面，对高程的影响是很大的，因此，在进行高程测量时，即使距离很短，也应顾及地球曲率对高程的影响。

5. 测量工作的基本原则是什么？

从整体到局部、先控制后碎部

边工作边检查，前一步工作未作检核不进行下一步工作

6. 视差的产生原因是什么？如何消除？

产生视差的原因是水准尺的尺像与十字丝平面不重合。

消除视差的方法是仔细地转动物镜对光螺旋，直至尺像与十字丝平面重合。

7. 水准测量时为什么要求前后视距相等？

水准测量时前后视距相等可以减少水准管轴不平行于视准轴产生的误差。

8. 水准仪应满足哪些条件？

1、圆水准器轴 $L \quad L$ 应平行于仪器的竖轴 VV ；

2、十字丝的中丝应垂直于仪器的竖轴 VV ；

3、水准管轴 LL 应平行于视准轴 CC 。

9. 什么是绝对高程和相对高程？在什么情况下可采用相对高程？

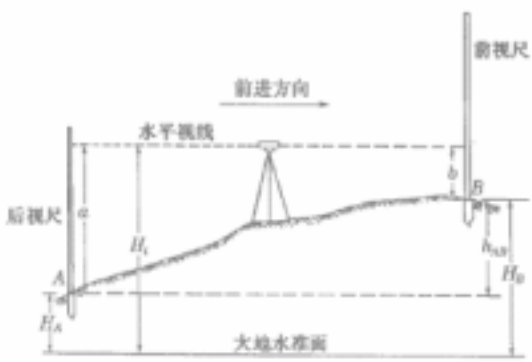
地面点到大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程，简称高程，用 H 表示。

地面点到假定水准面的铅垂距离，称为该点的相对高程或假定高程。

采用绝对高程有困难的区域可以采用相对高程。

10. 水准测量的基本原理并绘图说明？

利用水准仪所提供的水平视线，通过读取竖立在两点上水准尺的读数，测定两点间的高差，从而由已知点



高程推求未知高程。

11. 如何粗略整平？

通过调节水准仪的脚螺旋，使圆水准气泡居中，以达到仪器纵轴铅直，视准轴粗略水平的目的。

12. 如何精确整平？

眼睛观察水准气泡观察窗内的气泡影像，用右手缓慢地转动微倾螺旋，使气泡两端的影像严密吻合。

13. 何为视差？如何消除？

当目镜，物镜对光不够精细时，目标的影像不在十字丝平面上，以致两者不能被同时看清。这种现象称为视差。

消除视差的方法是仔细地进行目镜调焦和物镜调焦，直至眼睛上下移动读数不变为止。

14. 视差的产生原因是什么？如何消除？

产生视差的原因是水准尺的尺像与十字丝平面不重合。

消除视差的方法是仔细地转动物镜对光螺旋，直至尺像与十字丝平面重合。

15. 微倾式水准仪有哪些轴线？

主要轴线有圆水准器轴 $L \quad L$ 、仪器竖轴 VV 、水准管轴 LL 、视准轴 CC 。

16. 微倾式水准仪的主要轴线应满足哪些条件？

1、圆水准器轴 $L \quad L$ 应平行于仪器的竖轴 VV ；

2、十字丝的中丝应垂直于仪器的竖轴 VV ；

3、水准管轴 LL 应平行于视准轴 CC 。

17. 观测水平角时为什么要盘左盘右观测？

抵消仪器误差对测角的影响，作为观测有无错误的检核。

18. 水平角及水平角的实质？

水平角就是相交的两条直线在同一水平面上的投影所夹的角度。

水平角的实质就是分别过两条直线所作的竖直面所夹的二面角。

19. 水平角测量原理？

带有刻度的水平圆盘，且圆盘中心在同一铅垂线上，在度盘上截取相应的读数，则水平角为右目标读数减去左目标的读数。

20. 如何进行分微尺测微器的读数？

先调节读数显微镜调焦螺旋与反光镜使读数清晰亮度合适，然后根据在分微尺上重叠的度盘分划线上的注记读出整度数，再根据该分划线与分微尺上 0 注记之间的刻划读出分和秒。

21. 如何进行单平板玻璃测微器读数？

望远镜瞄准目标后，先转动测微轮，使度盘上某一分划精确移至双指标线的中央，读取该分划的度盘读数，再在测微尺上根据单指标线读取 30 以下的分、秒数，两数相加，即得完整的度盘读数。

22. 经纬仪的使用步骤？

1、对中； 2、整平（ a、初步对中； b、初步整平； c、精确对中； d、精确整平）； 3、调焦与照准（ e、目镜调焦及初步瞄准目标； f、物镜调焦及精确瞄准目标）； 4、读数。

23. 经纬仪整平，为什么要在两个不同的位罝反复数次才能够使气泡居中？

使照准部水准管在相互垂直方向上气泡都居中，才能使照准部转动到任何位罝气泡总是居中。

24. 测回法操作步骤有哪些？

1、将经纬仪安罝于测站点，对中、整平。

2、使经纬仪罝于盘左位罝，瞄准目标 A，读取读数 a 左，顺时针旋转照准部，瞄准目标 B，读取读数 b 左， $b_{左} - a_{左}$ ；

3、使经纬仪罝于盘右位罝，瞄准目标 B，读取读数 b 右，顺时针旋转照准部，瞄准目标 A，读取读数 a 右， $b_{右} - a_{右}$ 。

25. 如何判断竖直度盘是顺、逆时针方向注记？

将经纬仪罝于盘左位罝，望远镜往上仰，读数变小，则为顺时针注记，若读数变大则为逆时针注记。

26. 经纬仪的主要轴线有哪些？

经纬仪的主要轴线有竖轴（VV）、横轴（HH）、视准轴（CC）和水准管轴（LL）。

27. 经纬仪的主要轴线应满足哪些条件？

1、水准管轴应垂直于竖轴（LL ⊥ VV）；

2、十字丝纵丝应垂直于水平轴；

3、视准轴应垂直于水平轴（CC ⊥ HH）；

4、水平轴应垂直于竖轴（HH ⊥ VV）；

5、望远镜视准轴水平、竖盘指标水准管气泡居中时，指标读数应为 90° 的整倍数，即竖盘指标差为零。

28. 直线定线的方法主要有哪些？

按精度要求的不同，直线定线有目估定线和经纬仪定线两种方法。

29. 平坦地面的距离丈量的方法？

1、用目估定线，往返测量的方法

2、A、B 两点间的水平距离为： $D_{往} = nl + q_{往}$ ， $D_{返} = nl + q_{返}$ （式中 n — 整尺段数，l — 钢尺长度；q — 不足一整尺段的余长）

3、计算相对误差 K 和 AB 的水平距离 D 平均。

30. 丈量距的精密方法通常要加哪几项改正？

通常需要尺长改正数；温度改正；以及倾斜改正。

31. 什么是方位角？根据标准方向的不同，方位角可分为哪几种？

从直线起点的标准方向北端起，顺时针方向量至该直线的水平夹角，为该直线的方位角。

可分为：真方位角，磁方位角和坐标方位角。

32. 视距测量计算公式？

水平距离计算公式为： $D = D_0 \cos^2 \alpha = K l \cos^2 \alpha$

高差的计算公式为： $h = K l \sin^2 \alpha + i - v$

33. 视距测量时，影响测距精度的主要因素是什么？

读数误差（尺上最小分划、视距长度、望远镜放大倍率）、垂直折光、标尺倾斜、视距常数 K 误差

34. 光电测距仪测距计算公式？

公式为： $D = L_0 (N + \frac{N_0}{2}) = N L_0 + \frac{N_0 L_0}{2}$ （式中 L_0 常称为“光尺”，相当于以半波长

$\lambda/2$ 为整尺长的“光尺”进行测距， N 相当于整尺段数， N_0 为不足一尺段的余长）。

35. 偶然误差的特性是什么？

- 1、在一定观测条件下，偶然误差的绝对值有一定的限值，或者说，超出该限值的误差出现的概率为零；
2、绝对值较小的误差比绝对值较大的误差出现的概率大；
3、绝对值相等的正、负误差出现的概率相同；
4、同一量的等精度观测，其偶然误差的算术平均值，随着观测次数 n 的无限增大而趋于零。

36. 小地区控制测量的导线布设形式有哪些？

主要布设形式有：闭合导线、附和导线、支导线。

37. 导线测量的外业工作有哪些？

外业工作有：踏勘选点及建立标志；测量导线边长；测量转折角。

38. 导线计算中是如何调整角度闭合差及坐标增量闭合差的？

角度闭合差的调整原则是：将角度闭合差以相反的符号平均分配到各个观测角中，即各个角度的改正数为：

$$v_{\beta_i} = -f_{\beta} / n$$

角度闭合差的调整原则是：将坐标增量闭合差 f_x 、 f_y ，按与边长成正比分配到各边坐标增量中。任一边

$$\left. \begin{aligned} v_{\Delta x_{i,j}} &= -\frac{f_x}{\sum D} \times D_{i,j} \\ v_{\Delta y_{i,j}} &= -\frac{f_y}{\sum D} \times D_{i,j} \end{aligned} \right\}$$

分配的改正数按式计算

39. 何谓坐标正算和坐标反算？坐标反算时应注意什么？

坐标正算：已知 A 点坐标 ()、已知边长 D 和坐标方位角，计算未知 B 点坐标。根据已知点坐标、已知边长和坐标方位角计算未知点坐标。

坐标反算：已知 A 点坐标 ()、B 点坐标 ()，计算边长 D 和坐标方位角。由两个已知点的坐标反算坐标方位角和边长。

坐标反算的时候要注意：求得的 α 可在四个象限之内，它由 Δx 和 Δy 的正负符号确定。

40. 导线坐标计算的一般步骤是什么？

- 1、角度闭合差的计算与调整；
2、推算各边的坐标方位角；
3、计算各边的坐标增量；
4、坐标增量闭合差的计算与调整；
5、坐标计算。

41. 在四等水准测量中，观测程序如何？每一站应读取哪些读数？

观测程序为：
1、照准后视尺黑面，精平，分别读取上、中、下三丝读数，并填入表中；
2、照准前视尺黑

面，精平，分别读取上、中、下三丝读数，并填入表中为；

3、照准前视尺红面，精平，读取中丝读数，并填入表中；

4、照准后视尺红面，精平，读取中丝读数，填入表中。

每一站应读取的读数有：后视尺和前视尺黑面上、中、下三丝读数，后视尺和前视尺黑面中丝读数。

42. 比例尺精度的作用是什么？

地形图比例尺精度的大小， 可以使我们知道图上内容的显示程度。 地形图所能达到的最大精度取决于人眼的分辨能力和绘图与印刷的能力。

43. 地形图上表示地物的符号有哪些？

地物在地形图中是用地物符号来表示的。地物符号分为：比例符号、非比例符号与半比例符号。

44. 等高线有哪些特性？

1、在同一条等高线上的各点高程相等； 2、等高线是闭合的曲线； 3、不同高程的等高线一般不能相交； 4、等高线与地性线正交； 5、两等高线之间的水平距离称为平距，等高线间平距的大小与地面坡度的大小成反比； 6、等高线跨越河流时，不能直穿而过，要绕经上游通过。

45. 平板仪安路的步骤有哪些？

将对点器尖端对准图板上点， 移动三角架使垂球尖对准地面点； 利用照准仪的水准管使图板位于水平位路； 将照准仪直尺边缘靠近图上已知直线，转动图板使照准仪瞄准地面目标，旋紧水平制动螺旋固定图板。

46. 大比例尺数字测图的作业过程主要有哪些？

利用电子全站仪或其它测量仪器进行野外数字化测图； 利用手扶数字化仪或扫描数字化仪对传统方法测绘的原图的数字化；以及借助解西侧图仪或立体坐标量测仪对航空摄影、遥感像片进行数字化测图等技术。

利用上述技术将采集到的地形数据传输到计算机， 并由功能齐全的成图软件进行数据处理、 成图显示， 再经过编辑、修改，生成符合国标的地形图。最后将地形数据和地形图分类建立数据库，并用数控绘图仪或打印机完成地形图和相关数据的输出。

47. 地形图主要包括哪些要素？

1、地形图比例尺； 2、地形图图名、图号、图廓及接合图表； 3、地物符号 4、地貌符号。

48. 三角高程测量的原理？

三角高程测量是根据已知点高程及两点间的竖直角和距离， 通过应用三角公式计算两点间的高差， 求出未知点的高程。

49. 一个测站上的测绘工作步骤有哪些？

一个测绘工作步骤有：安路仪器、定向、立尺、观测、记录与计算、绘点。

50. 简述地形图的主要用途？

地形图的主要用途有：地质勘探、矿山开采、城市用地分析、城市规划、工程建设等。

51. 测设的基本工作有哪些？

测设的三项基本工作包括已知水平距离的测设、已知水平角测设、已知高程测设。

52. 施工测量的主要内容有哪些？其基本任务是什么？

施工测量的主要内容有： 建立施工控制网； 依照设计图纸要求进行建筑物放样； 通过测量检查建筑物平面位路和高程是否符合设计要求；变形观测等。

施工测量的基本任务是： 按照设计要求， 把图纸上设计的建筑物和构筑物的平面和高程位路在实地标定出来。

53. 建筑场地平面控制网形式有哪几种？它们各适用于哪些场合？

常用的平面控制网有建筑方格网和建筑基线

建筑方格网适用场合：地形较平坦的大、中型建筑场区，主要建筑物、道路和管线常按相互平行或垂直关系布路。

建筑基线适用场合：建筑场地较小，平面布路相对简单，地势较平坦而狭长的建筑场地。

54. 建筑方格网、建筑基线如何设计？如何测设？

建筑基线的布设形式主要有三点“一”字形、三点“L”形，四点“T”字形及五点“十”字形。其测设方法有：根据建筑红线放样，根据测量控制点放样。

建筑方格网主要是根据设计总平面图中建筑物、构筑物、道路及各种管线的分布情况、施工组织设计并结合场地的地形情况进行布设的。其测设方法是：先测设建筑方格网主轴线，再测设建筑方格网点，最后进行建筑方格网点的检核和调整

55. 民用建筑测量的工作内容有哪些？

民用建筑测量包括：建筑物的定位和放线、基础工程施工测量、墙体工程施工测量以及高层建筑施工测量等。

56. 民用建筑的施工测量，测设前的准备工作有哪些？

民用建筑测设前的准备工作有：

1、熟悉设计图纸； 2、现场踏勘； 3、确定测设方案； 4、准备测设数据

57. 工业建筑测量的工作内容有哪些？

1、厂房矩形控制网测设； 2、厂房柱列轴线放线；
3、杯形基础施工测量； 4、厂房预制构件与设备的安装测量。

58. 什么叫水平桩？有什么作用？

为了控制基槽开挖深度，当快挖到基底设计标高时，可用水准仪根据地面上 ± 0.000 m点从拐角开始每隔3 - 5m在槽壁上测设一些表面离槽底设计标高为0.3 - 0.5m 整分米数的水平小木桩，这就是水平桩，又称腰桩。

其作用是作为控制基底深度和控制基础垫层标高的依据。

59. 什么叫垫层标高桩？什么叫撂底？

为控制垫层标高，在槽底每隔2 - 3 m 用水准仪测设一些小木桩，使桩顶高程为垫层设计标高，呈行列或梅花形排列，作为控制基础垫层标高的依据，这就是垫层标高桩。

基础垫层打好后，用接线吊垂球或用经纬仪将轴线恢复到垫层上，并用墨线弹出中心线和基础边线，作为砌基础的依据，这种恢复轴线的方法又称撂底。

60. 简述龙门板的测设过程？

- 1、钉龙门桩：在基槽开挖边线以外1.5 - 2m处钉龙门桩，要竖直牢固，桩面与基槽平行。
- 2、测设 ± 0.000 m标高线：根据建筑场地水准点，在每个龙门桩上测设 ± 0.000 m标高线。若现场条件不许可时，也可测设比 ± 0.000 m 高或低某一整分米数的标高线。
- 3、钉龙门板：沿龙门桩上 ± 0.000 m 标高线钉龙门板，顶面与标高线平齐，误差为 ± 5 mm。
- 4、钉中心钉：采用经纬仪投测法或顺小线法，将轴线引测到龙门板顶面上，并用小钉标定，该钉即为轴线钉或中心钉。
- 5、检查并设路施工标志：用钢尺沿龙门板顶面检查轴线钉的间距，以轴线钉为准，将墙宽、基础宽、基槽宽标定在龙门板上。

61. 如何进行楼层轴线的测设？

楼层轴线的测设方法主要有重锤法、经纬仪投测法和激光铅直仪投测法。

对于低层和多层常用前两种。

重锤法：在楼板或柱顶边缘悬挂重锤，当锤尖对准基础墙立面上红色三角形轴线标志时，按铅垂线在施工面上标定出轴线投影标志，以同样方法定出另一端，此连线即为轴线。

经纬仪投测法：在控制桩上安设经纬仪，采用正倒镜取中法，将基础墙立面上的轴线引测到施工面边缘，并作标志，把相应的标志点相连即为轴线。

激光铅直仪投测法：将仪器安设在底层轴线控制点上，进行严格的对中整平，在施工层预留孔中央放接收靶，开启仪器，接收靶上会有一光斑，此光斑即为欲铅直投测的控制点。

62. 简述依靠原有建筑物确定新建筑物位路的具体步骤？

设路辅助点 a、b：用顺小线法沿东西山墙量水平距离2m标定 a、b 两点。

设路垂足 c、d：在 a 点安置经纬仪，以 b 点定向，按计算的测设数据分别定出 c、d 两点。

测设定位点 E、F、M、N：在测站 c 安置经纬仪，以 a 点定向，正拨 90° ，沿经纬仪视准轴方向量取计算的测设数据，桩钉角桩 E、F；同理测设 M、N 点。

检查：先检测弱角 F、N，要求在 $90^\circ \pm 1'$ 范围内；

再检测弱边 FN，要求 $K = 1/5000$ 。

参考答案

选择题

1—10 DABBA CBBCC

11—20 BABDA DBABD

21—30 ACCAB ABDDC

31—40 ABBBC AABAD

41—50 ADBCB BBACC

51—60 ACACB DAABB

61—70 ACBBC DCCBD

71—80 DBDAD BCCBA

81—90 CBBAD BADDC

91—100 AABDA CABDC

一、判断题

1. × 2. 3. × 4. 5. 6. × 7. 8. 9. 10. 11.
12. 13. × 14. × 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. × 22. × 23.
× 24. 25. × 26. × 27. 28. × 29. × 30. 31.

二、选择题

1.B 2.D 3.B 4.D 5.C 6.D 7.D 8.B 9.A 10.C 11.D 12.B 13.B 14.C 15.B 16.A 17.C

18.C 19.C 20.B 21.C 22.C 23.A 24.C 25.B 26.C 27.A 28.B 29.C 30.B 31.D 32.C

33.A

三、填空题

1. 水准面 2. 坐标、高程 3. 平面直角坐标系 4. 高差 5. 绝对高程 [黄海高程系统]
6. 视线 [视准轴] 7. 物镜、目镜 8. 横丝 9. 外界环境的影响 10. 测站检核、水准路线检
核 11. 圆水准器、管水准器 12. 水平角、竖直角 13. 对中、整平 14. 测回
法、方向观测法 15. 仪器误差、观测误差、外界条件的影响 16. 270° 17. 盘左 18. 钢尺量距、
视距测量、光电测距仪测距 19. 水平距离 20. 方位角 21. 反方向 22. 系统误差、偶然误差 23.
最或然值 24. 最或然值误差
25. ± 7 26. 1/7500 27. ± 8.4 28. 坐标增量 29. 坐标正算 30. 坐标反算 31. 导线测量、
三角测量、三边测量 32. 角度闭合差 33. 前方交会、侧方交会、后方交会、距离交会 34. 水
准测量、三角高程测量 35. 水准点 36. 首级控制、图根控制 37. 极坐标法、直角坐标法、
角度交会法、距离交会法 38. $K = 100$ 39. 地物 40. 地貌 41. 高差 42. 陡、缓、
均匀 43. $i = -0.15$ 44. $i = 0.06$ 45. 中线测量、线路纵断面测量、线路横断面测量 46. 圆
曲线、缓和曲线 47. 里程 48. 拨角法、支距法、极坐标法 49. 基平测量 50. 纵断
面图 51. 施工放样

四、简答题

1. 地面上从一点出发的两直线之间的夹角在水平面上的投影称为水平角。

在同一竖直面内，目标视线方向与水平线的夹角称为竖直角。

2. 地面点到大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程。

地面点到假定水准面的铅垂距离，称为该点的相对高程或假定高程。

3. 观测步骤：

(1) 盘左瞄准左边的目标 A，读取 a_1 ；

(2) 顺时针旋转瞄准右边的目标 B，读取 b_1 ；

则上半测回角值： $\alpha_1 = b_1 - a_1$ 。

- (3) 倒镜成盘右，瞄准右边的目标 B, 读取 b₂ ;
- (4) 逆时针旋转瞄准左边的目标 A, 读取 a_o。
- 则下半测回角值： $\alpha_2=b_2-a_{2o}$ 。
4. 在测量上，确定一条直线与基本方向之间的水平夹角，称为直线定向。
- 用于直线定向的基本方向有：真子午线、磁子午线和轴子午线。
5. 由坐标纵轴指北端按顺时针方向量到测线上的水平夹角，称为该直线的坐标方位角。
6. (1) 因人在观测时分辨率不高而进行估读所造成的误差；
- (2) 外界环境（风、震动） ；
- (3) 仪器构造缺陷所造成。
7. 系统误差是指误差出现的大小与方向具有明显规律性的误差，系统误差主要由于仪器引起。偶然误差是指误差出现的大于与方向没有明显规律。它主要由于观测和外界条件所造成。
8. 为敷设经纬仪导线，在选点时应考虑以下五个问题：
- (1) 导线点应选在地势较高，视野开阔的地点，以便于施测周围地形；
- (2) 导线点应选在土质坚实处，便于保存标志和安路仪器；
- (3) 相邻两导线点间要通视良好，地面平坦，便于测角和量距；
- (4) 导线点应有足够的密度面且分布要均匀。导线边长要大致相等，相邻边长不应悬殊过大；
- (5) 在公路测量中，导线应尽可能接近线路位路。
9. 两点之间的方位角和距离已知，其中一点的坐标已知，来推算另上点坐标的过程即坐标正算。坐标反算是指已知两点坐标，来两点的方位角与水平距离的过程即坐标反算。
- 注意：在推算方位角时应注意坐标增量的正负值，即方位角处于的象限。
10. (1) 角度闭合差的计算与调整；
- (2) 方位角推算；
- (3) 坐标增量计算；
- (4) 坐标增量闭合差的计算与调整；
- (5) 各点坐标值计算。
11. 坡度是高差与水平距离之比值，既 $i=h/D \times 100\%$ 。地图上两点之间的坡度，可以先计算出两点的高程，相减得到它们的高差 h，而后用直尺在图上量出两点的长度乘以地形图比例尺的分母，得到两点在地面上的实际水平距离 D，则它们的坡度 $i=h / D\times 100\%$ 。
12. 所谓转角，是指路线由一个方向偏转至另一个方向时，偏转后的方向与原方向间的夹角。
- 当偏转后的方向位于原方向左侧时，为左转角；当偏转后的方向位于原方向右侧时，为右转角。
13. 为了符合车辆行驶的轨迹，在直线与圆曲线间插入一段半径由逐渐 变化到 R 的曲线，这种曲线称为缓和曲线。
- 带有缓和曲线的曲线详细测设方法有：(1)切线支距法；(2)偏角法。
14. (1) 已知距离的放样；(2) 已知水平角的放样；(3) 已知高程的放样；(4) 已知坡度的放样；
- (5) 在地面上测设已知点的方法。

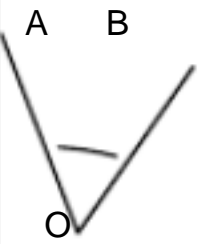
五、计算题

1、计算下列附合水准路线观测成果表（其中 $F_h = \pm 30 \sqrt{L}$ mm，L 为水准路线长度，以 KM为单位）

点 号	路线长（公里） (km)	高 差 (m)	改 正 数 (mm)	改正后高差 (mm)	高 程 (m)
A	1.3	+2.364	13	+2.377	135.000
BM1					137.377
BM2	1.8	+3.756	18	+3.774	141.151

				-2.401	
B	3.2	-2.433	32		138.750
Σ	6.3	+3.687	63	+3.750	
辅助 计算	$f_h = 135.000 + 3.687 - 138.750 = -0.063\text{m}$ $F_h = \pm 30 \sqrt{L} = \pm 75 \text{ mm}$ 因为 $f_h < F_h$, 故成果合格。				

2、试完成下面测回法测水平角观测手簿：

测站	测点	盘位	水平度盘读数	水平角值	平均角值	备注
O	A	左	20 ° 01 12	47 ° 11	47 ° 11	
	B		67 ° 12 30	18	12	
	B	右	247 ° 12 54	47 ° 11		
	A		200 ° 01 48	06		

= —12

3.

测站	测点	盘位	竖盘读数	竖直角	平均竖直角	指标差
O	A	左	97 ° 16 30	-7 ° 16 30	-7 ° 16 39	-9
		右	262 ° 43 12	-7 ° 16 48		

4. D= =156.30 × cos15 ° 34 =150.57m

$m_D = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial D}{\partial S}\right)^2 m_s^2 + \left(\frac{\partial D}{\partial \alpha}\right)^2 m_\alpha^2}$

$\frac{\partial D}{\partial S} = \cos \alpha = \cos 15^\circ 34' = 0.9633$

$\frac{\partial D}{\partial \alpha} = -s \sin \alpha = -156.3 \times \sin 15^\circ 34' = -41.945$

$m_D = \pm \sqrt{(0.9633)^2 \times 0.02^2 + (-41.945)^2 \times \left(\frac{60}{206265}\right)^2} = \pm 0.023\text{m}$

D = 150.57 ± 0.023m

5.

（1） 三内角之和的算术平均值：

X=(179o59 59 +180o00 07 +179o59 56 +180o00 02) /4=180 o00 01 ；

三角形内角和的观测中误差：

$m_\Delta = \pm \sqrt{\frac{(-2)^2 + 6^2 + (-5)^2 + 1^2}{4 - 1}} = \pm \sqrt{\frac{(-2)^2 + 6^2 + (-5)^2 + 1^2}{4 - 1}} = \pm \sqrt{22} = \pm 4.7$

(2) 每个内角的观测中误差 ：

$m = \frac{m_\Delta}{\sqrt{n}} = \frac{\pm \sqrt{22}}{\sqrt{4}} = \pm 2.35$

6.

点号	右角观测值	改正数	调整后右角	坐标方位角
B				263 ° 39 34
A	102 ° 29 16	-8	102 ° 29 16	
				341 ° 10 26
1	190 ° 12 12	-8	190 ° 12 12	330 ° 58 22
2	180 ° 47 48	-8	180 ° 47 48	330 ° 10 42
C	79 ° 12 44	-8	79 ° 12 44	70 ° 58 06
D				
	552 ° 42 00	-32	552 ° 41 28	

7、解：

$$\alpha_{BC} = \alpha_{BA} + \beta - 360^{\circ} = 60^{\circ}$$

$$X_C = X_B + D_{BC} * \cos(\alpha_{BC}) = 250.00m$$

$$Y_C = Y_B + D_{BC} * \sin(\alpha_{BC}) = 286.60m$$

8、解： h = D_{AB} * tg α_A + i_A - v_B = 27.320m。

$$h_{BA} = D_{AB} *tg \alpha_B + i_B - v_A = -27.337m。$$

则该边的高差 h_{AB平} = (h_{AB} - h_{BA}) /2=27.3285 m 。

9、解：

点号	视距读数	中丝读数	竖盘读数	竖直角	高 差	水平距离	高 程
1	0 . 345	1 . 53	103 ° 27	-13 ° 26	-7.93	32.64	188.55
2	0 . 748	1 . 78	86 ° 45	3 ° 16	3.88	74.56	200.36

10、

$$\alpha_{BP} = \arctg \left(\frac{Y_P - Y_B}{X_P - X_B} \right) = \arctg \left(\frac{125.9}{-125.9} \right)$$

$$\alpha_{BP} = 135^{\circ} 00 00$$

$$= \alpha_{BP} - (\alpha_{AB} - 180^{\circ}) = 135^{\circ} 00 00 - 43^{\circ} 23 45 = 91^{\circ} 36 15$$

$$D_{BP} = \sqrt{(Y_P - Y_B)^2 + (X_P - X_B)^2} = 178.05 m$$

11.

$$T = R * \tan \frac{\alpha}{2} = 400 \times \text{tg} \frac{18^{\circ} 36' 30''}{2} = 65.53\text{m}$$

$$L = R * \alpha * \frac{\pi}{180} = 129.91\text{m}$$

主点里程计算：

$$E_0 = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) = 5.33\text{m}$$

$$\text{ZY DK3} + 220.68$$

$$\text{QZ DK3} + 285.64$$

$$\text{YZ DK3} + 350.60$$

偏角计算资料：

里程	间距 m	曲线长 m	偏角	备注
ZY 3+220.68	0	0	0 ° 00 00	设镜点
3+240.00	19.32	19.32	1 ° 23 01	
3+260.00	20.00	39.32	2 ° 48 58	
3+280.00	20.00	59.32	4 ° 14 55	
QZ 3+285.64	5.64	64.96	4 ° 39 08	检核

测设步骤：

在交点设镜，照准第一切线方向量 65.53m 得 ZY 点，照准第二切线方向量 65.53m 得 YZ 点，并拨角 [90 ° - /2] =80 ° 41 45 ，量 5.33m 得 QZ 点。

设镜于 ZY 点，照准 JD，度盘盘左对准 0 ° 00 00 ，拨 1 ° 23 01 ，自 ZY 点沿视线方向量 19.32m 得 1 点，拨 2 ° 48 58 ，由 1 点量 20m 与视线相交得 2 点，依次测至 QZ 点。

12、答：

立尺点	水准尺读数 (m)			视线高 (m)	高程 (m)
	后视	中视	前视		
BM1	2.047			101.293	99.246
K4+000		1.82			99.473
K4+020		1.67			99.623
K4+040		1.91			99.383
K4+060		1.56			99.733
	1.734		1.012	102.015	100.281)