测量实践中可以发现，测量结果不可避免的存在误差，比如：

1、对同一量多次观测，其观测值不相同。

2、 观测值之和不等于理论值：

三角形 $\alpha+\beta+\gamma \neq 180^{\circ}$

闭合水准 $\sum h \neq 0$

一、测量误差的来源

1. 仪器误差
2. 观测误差
3. 外界条件的影响

观测条件

等精度观测：观测条件相同的各次观测。

不等精度观测：观测条件不相同的各次观测。

粗差：因读错、记错、测错造成的错误。

二、　测量误差的分类

1、系统误差 — 误差的大小、符号相同或按一定的规律变化。

在相同的观测条件下，无论在个体和群体上，呈现出以下特性：

- 误差的绝对值为一常量，或按一定的规律变化；
- 误差的正负号保持不变，或按一定的规律变化；
- 误差的绝对值随着单一观测值的倍数而积累。

例 ：钢尺—尺长、温度、倾斜改正

水准仪 — i角

经纬仪 — c角、i角

注意：系统误差具有累积性，对测量成果影响较大。

消除和削弱的方法：

（1）校正仪器；

（2）观测值加改正数；

（3）采用一定的观测方法加以抵消或削弱。

2、偶然误差

在相同的观测条件下，对某个固定量作一系列的观测，如果观测结果的差异在正负号及数值上，都没有表现出一致的倾向，即没有任何规律性，这类误差称为偶然误差。

偶然误差的特性

真误差 $\Delta = l - x = l - 180°$

观测值与理**论值**之差

误差所在区间	正误差个数	负误差个数	总　数
0.0″—0.5″	19	20	39
0.5″—1.0″	13	12	25
1.0″—1.5″	8	9	17
1.5″—2.0″	5	4	9
2.0″—2.5″	2	2	4
2.5″—3.0″	1	1	2
3.0″以上	0	0	0
	48	48	96

①在一定的条件下，偶然误差的绝对值不会超过一定的限度;（有界性）

②绝对值小的误差比绝对值大的误差出现的机会要多；（密集性、区间性）

③绝对值相等的正、负误差出现的机会相等，可相互抵消；

④同一量的等精度观测，其偶然误差的算术平均值，随着观测次数的增加而趋近于零，

即：

$$\lim_{n\to\infty}\frac{[\Delta]}{n}=0$$

（抵偿性）

误差处理的原则：

1、粗差：舍弃含有粗差的观测值，并重新进行观测。

2、系统误差：按其产生的原因和规律加以改正、抵消和削弱。

3、偶然误差：根据误差特性合理的处理观测数据减少其影响。

返回

精度： 又称精密度，指在对某量进行多次观测中，各观测值之间的离散程度。

评定精度的标准

- 中误差
- 容许误差
- 相对误差

一、 中误差

定义 在相同条件下，对某量（真值为X）进行 n 次独立观测，观测值 l_1，……，l_n，偶然误差（真误差）Δ_1，Δ_2，……，Δ_n，则中误差m的定义为：

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$

式中 $[\Delta\Delta] = \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \ldots + \Delta_n^2, \Delta_i = l_i - x$

例：试根据下表数据，分别计算各组观测值的中误差。

第一组					第二组				
次数	观测值 °	′	″	真误差Δ ″	次数	观测值 °	′	″	真误差Δ ″
1	180	00	00	0	1	180	00	01	−1
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	[illegible]	00	03	−3	4	180	00	00	0
5	[illegible]	59	56	+4	5	180	00	01	−1
6	[illegible]	59	57	+3	6	179	59	53	+7
7	[illegible]	00	02	−2	7	179	59	59	+1
8	[illegible]	00	01	−1	8	180	00	00	0
9	[illegible]	59	58	+2	9	180	00	03	−3
10	[illegible]	00	04	−4	10	180	00	01	−1

解：第一**组观测值**的中**误**差：

$$m_1 = \pm\sqrt{\frac{0^2+2^2+1^2+(-3)^2+4^2+3^2+(-2)^2+(-1)^2+2^2+(-4)^2}{10}} = \pm 2.5''$$

第二**组观测值**的中**误**差：

$$m_2 = \pm\sqrt{\frac{(-1)^2+2^2+(-6)^2+0^2+(-1)^2+7^2+1^2+0^2+(-3)^2+(-1)^2}{10}} = \pm 3.2''$$

$m_1 < m_2$，**说**明第一**组**的精度高于第二**组**的精度。

说明：中**误**差越小，**观测**精度越高

二、容许误差（极限误差）

定义　由偶然误差的特性可知，在一定的观测条件下，偶然误差的绝对值不会超过一定的限值。这个限值就是容许（极限）误差。

测量中通常取2倍或3倍中误差作为偶然误差的容许误差；

即 $\Delta_{容}=2m$ 或 $\Delta_{容}=3m$ 。

三、 相对误差

相对误差K 是中误差的绝对值 m 与相应观测值 D 之比，通常以分子为1的分式来表示，称其为相对（中）误差。即：

$$K=\frac{|m|}{D}=\frac{1}{\frac{D}{|m|}}$$

一般情况 :角度、高差的误差用m表示，

量距误差用K表示。

［ 例 ］ 已知：D_1 =100m, m_1
D_2=200m, m_2=±0.01m，求：K_1, K_2

解：

$$K_1 = {m_1}/{D_1} = {0.01}/{100} = {1}/{10000}$$

$$K_2 = {m_2}/{D_2} = {0.01}/{200} = {1}/{20000}$$

返回