

五、计算题

5. 已知某点位于高斯投影 6° 带第 20 号带，若该点在该投影带高斯平面直角坐标系中的横坐标  $y = -306579.210\text{m}$ ，写出该点不包含负值且含有带号的横坐标  $y$  及该带的中央子午线经度  $L_0$ 。

1. 已知某地某点的经度  $\lambda = 112^\circ 47'$ ，试求它所在的 6° 带与 3° 的带号及中央子午线的经度是多少？

2. 根据下表中的观测数据完成四等水准测量各测站的计算。

测点  编号	点  号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向  及  尺号	水准尺中丝读数		K+  黑  减  红	高差  中数	备  注
			上丝		上丝		黑	红			
		后视距		前视距			黑  (m)	红  (m)			
视距差 d		Σd									
1	BM1  ↓  ZD1	1.571		0.793		后 5	1.384	6.171			K <sub>5</sub> =  4.787   K <sub>6</sub> =  4.687
		1.197		0.417		前 6	0.551	5.239			
						后—前					
2	ZD1	2.121		2.196		后 6	1.934	6.621			
		1.747		1.821		前 5	2.008	6.796			

				后—前					
	A								

3. 完成下表测回法测角记录的计算。

测站	测回数	盘位	目标	水平度盘 读数  ° ′ ″	水平角			草图
					半测回值  ° ′ ″	一测回值  ° ′ ″	平均值  ° ′ ″	
O	1	左	A	0 12 00				
			B	91 45 00				
		右	A	180 11 30				
			B	271 45 00				
	2	左	A	90 11 48				
			B	181 44 54				
		右	A	270 12 12				
			B	1 45 12				

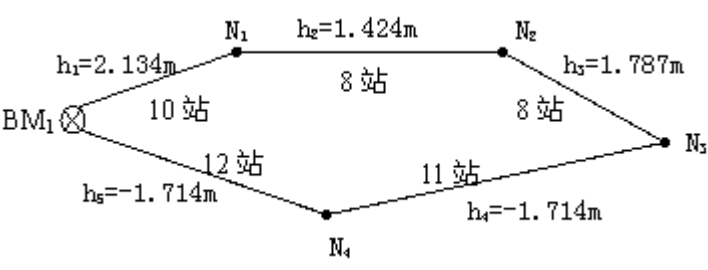
4. 试算置仪器于 M 点，用极坐标法测设 A 点所需的数据。

已知  $\alpha_{MA} = 300^\circ 25' 17''$ ， $X_M = 14.228\text{m}$ ， $Y_M = 77.564\text{m}$ ， $X_A = 47.337\text{m}$ ， $Y_A = 73.556\text{m}$ ，试计

### 五、计算题

1. 某工程距离丈量容许误差为 1/100 万，试问多大范围内，可以不考虑地球曲率的影响。

2. 调整下列闭合水准路线成果，并计算各点高程。



其中：水准点的高程  $H_{BM1}=44.313m$

水准测量成果调整表

测点	测站数	高差值			高程 m	备注
		观测值 m	改正数 mm	调整值 m		
BM <sub>1</sub>						
N <sub>1</sub>						
N <sub>2</sub>						
N <sub>3</sub>						
N <sub>4</sub>						
BM <sub>1</sub>						
Σ						

实测高差 $\sum h=$

已知高差= $H_{终}-H_{始}=0$

高差闭合差  $f_h =$

容许闭合差  $f_{h容} = \pm 10\sqrt{n} =$

一个测站的改正数 =  $-\frac{f_k}{\sum n} =$

3. 完成下表竖直角测量记录计算。

测站	目标	竖盘位置	竖盘读数 ° ′ ″	半测回角值 ° ′ ″	一测回角值 ° ′ ″	指标差	竖盘形式
O	M	左	81 18 42				全圆式
		右	278 41 30				
	N	左	124 03 30				顺时针
		右	235 56 54				
							注记

4. 一根名义长为 30 米的钢尺与标准长度比较得实际长为 30.012 米，用这根钢尺量得两点间距离为 264.580 米，求经过尺长改正后的距离。

5. 已知下列左角和右角，试计算线路的转角 $\alpha$ ，并说明路线是左转角还是右转角。

1) 左角： $\beta_1=170^\circ24'30''$ ； 2) 右角： $\beta_2=165^\circ2$

五、计算题

1. 丈量两段距离，一段往测为 126.78 米，返测为 126.68 米，另一段往测、返测分别为 357.23 米和 357.33 米。问哪一段丈量的结果比较精确？为什么？两段距离丈量的结果各等于多少？

2. 完成下列附合水准路线的成果调整表。

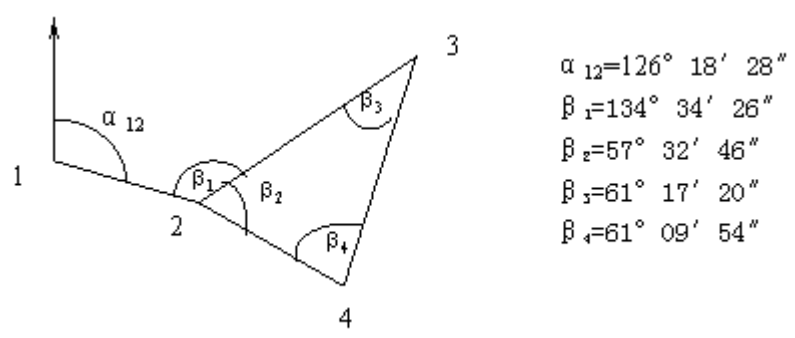
点名	测站数	实测高差 (m)	改正数(mm)	改正后高差 (m)	高程 (m)
A	16	+3.334			43.564
1					
2	14	-2.418			
	8	-0.389			
3					
B	13	-2.053			41.987
Σ					

辅助计算：

$f_k =$

$f_{\text{容}} = \pm 12\sqrt{n} =$

3. 计算下图各边的方位角、反方位角和象限角。



计算结果：

$\alpha_{23}=$	$\alpha_{32}=$	$R_{23}=$
$\alpha_{34}=$	$\alpha_{43}=$	$R_{34}=$
$\alpha_{42}=$	$\alpha_{24}=$	$R_{42}=$

4. 完成下表中平测量记录的计算。

测点	水准尺读数 (m)			视线高程 (m)	高程 (m)	备注
	后视	中视	前视			
BM <sub>5</sub>	1.426				417.628	
K4+980		0.87				
K5+000		1.56				
+020		4.25				
+040		1.62				

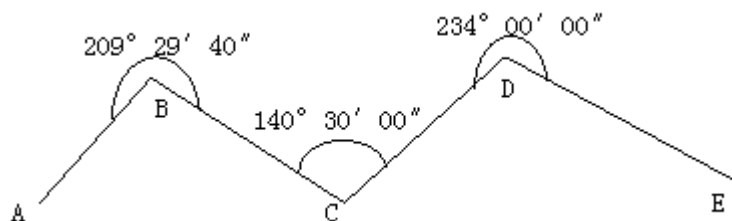
+060		2.30			
ZD <sub>1</sub>	0.876		2.402		
+080		2.42			
+092.4		1.87			
+100		0.32			
ZD <sub>2</sub>	1.286		2.004		
+120		3.15			
+140		3.04			
+160		0.94			
+180		1.88			
+200		2.00			
ZD <sub>3</sub>			2.186		

5. 等精度观测某四边形各内角为  $\alpha', \beta', \gamma', \mu'$ ，每个角的观测中误差均为  $\pm 20''$ ，设四边形角度闭合差为  $\varpi$ ，为了消除闭合差，将其平均分配到各角中得改正后的角度为  $\alpha = \alpha' - \varpi/4$ ， $\beta = \beta' - \varpi/4$ ， $\gamma = \gamma' - \varpi/4$  和  $\mu = \mu' - \varpi/4$ ，求角度闭合差的中误差  $m_{\varpi}$  和改正后的角度中误差  $m_{\alpha}$ 。

## 五、计算题

1. 设丈量了两段距离，结果为： $l_1=528.46\text{m}\pm 0.21\text{m}$ ； $l_2=517.25\text{m}\pm 0.16\text{m}$ 。试比较这两段距离之和及之差的精度。

2. 已知  $\alpha_{CB}=290^\circ 50' 10''$ ， $\beta_1$  如图所示，求  $\alpha_{AB}$ 、 $\alpha_{ED}$ 。



3. 闭合导线的观测数据和已知数据如表所示，试求 B、C、D 三点的坐标。（取为至 cm）

点号	坐标方位角	距离 (m)	增量计算值 (m)		改正后增量 (m)		坐标值	
			$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y$	x	y
A	125°30'30"	105.22					500.000	500.000
B								
C	53°18'43"	80.18						
D								
A	306°19'15"	129.34						
A	215°53'17"	78.16						
$\Sigma$								

辅助计算：

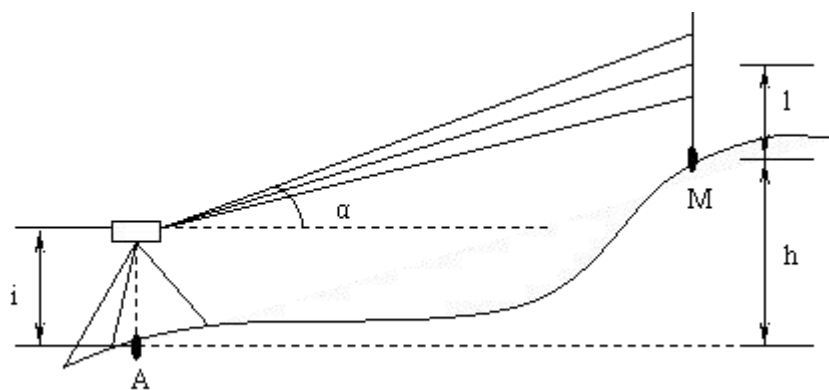
$f_x =$

$f_y =$

$f_D =$

$K =$

4. 如图，仪器安置在 A 点，要测定 M 点的距离和高程，今测得仰角 $\alpha=17^{\circ}02'$ ，视距间隔 $s=1.37m$ ，量得仪器高 $i=1.32m$ ，目标高 $l=2.00m$ ，已知 A 点高程为 $H_A=80.643m$ ，试计算两点间的水平距离和 M 点高程。



## 五、计算题

1. 设拟测设 AB 的水平距离  $D_0=18\text{m}$ ，经水准测量得相邻桩之间的高差  $h=0.115\text{m}$ 。精密丈量时所用钢尺的名义长度  $L_0=30\text{m}$ ，实际长度  $L=29.997\text{m}$ ，膨胀系数  $\alpha=1.25\times 10^{-5}$ ，检定钢尺时的温度  $t=20^\circ\text{C}$ 。求在  $4^\circ\text{C}$  环境下测设时在地面上应量出的长度  $D$ 。

2. 完成下列碎部测量手簿的计算

测站高程  $H_O=65.321\text{m}$

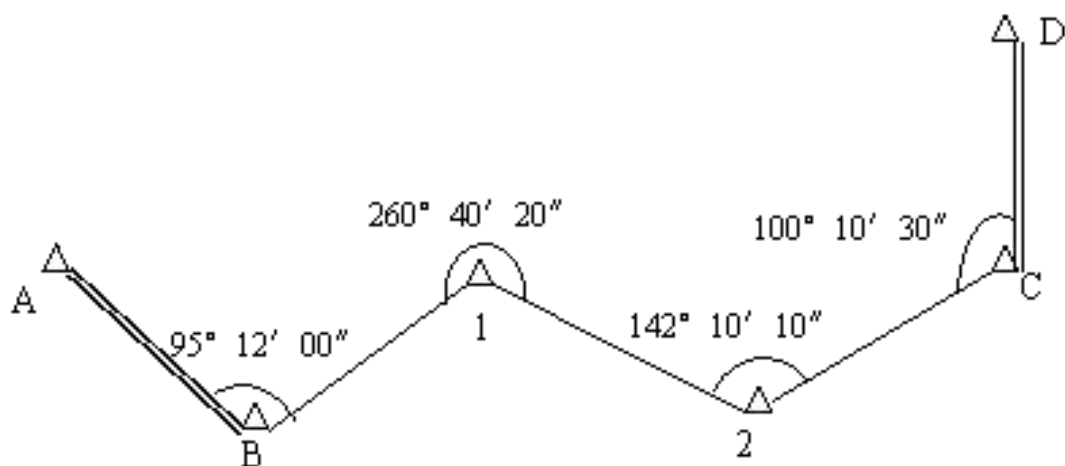
仪器高  $i=1.542\text{m}$

指标差  $x=-1'$

测站	碎部点	视距 读数 m	中丝 读数 m	竖盘 读数 $^\circ$	水平角 $^\circ$	竖直角 $^\circ$	水平 距离 m	高差 m	高程 m
O	P	0.325	1.236	91 06	65 24				

- 3.



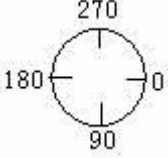


如图, 已知 $\alpha_{AB}=150^{\circ}30'42''$ ,  $\alpha_{CD}=28^{\circ}44'02''$ , 试计算附和导线各边的方位角。(  $f_{\beta_{容}}=\pm 40\sqrt{n}''$  )

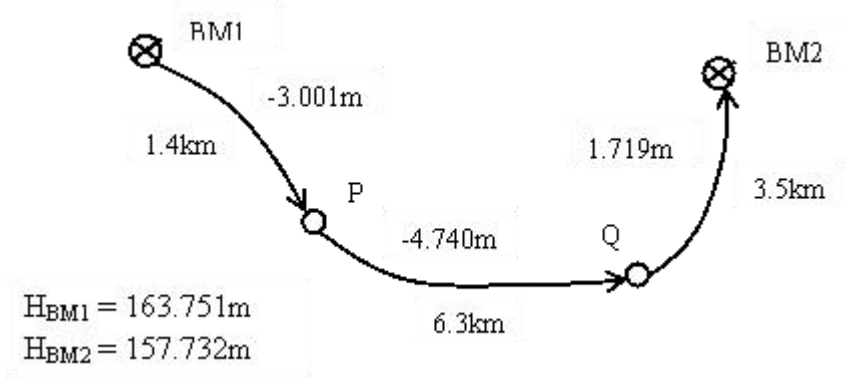
4. 已知 M、N 为已知控制点,  $XM=15.245m$ ,  $YM=56.356m$ ,  $XN=34.235m$ ,  $YN=34.791m$ , P 点为测设点,  $XP=43.784m$ ,  $YP=100.006m$ , 现以 M 点为测站点, N 为后视点, 用极坐标法测设 P 点, 试: (1) 计算测设所需的元素  $\beta$ 、D; (2) 简述测设的步骤;

## 五、计算题

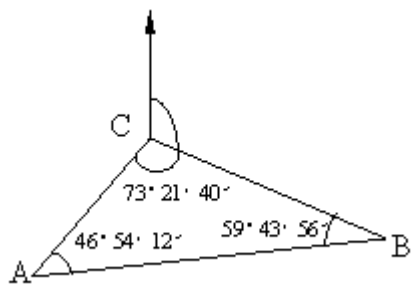
1. 完成下列竖直角测量的计算

测站	盘位	目标	竖盘读数 ° ′ ″	半测回角值 ° ′ ″	一测回角值 ° ′ ″	备注
O	左	A	112 09 54			
	右	A	247 50 30			

2. 根据下图所示水准路线中的数据，计算 P、Q 点的高程。



3. 如图所示，三角形的三个观测值列于图上，已知： $\alpha_{CB}=124^{\circ}15'$ ，求 $\alpha_{BA}$ 和 $\alpha_{CA}$ 。



4. 已知交点的里程为 K3+182.76，测得转角 $\alpha_y=25^{\circ}48'$ ，圆曲线半径  $R=300\text{m}$ ，求曲线测设元素及主点里程。

五、计算题

1．完成下列附合水准的内业计算

测点	测站 数	高差栏			高程	备注
		观测值	改正数	改正后高差		
		m	mm	m		

BM1					56.324	
	7	3.564				
1						
	9	-11.231				
2						
	3	6.589				
3						
	11	3.254				
4						
	8	5.247				
BM2					63.785	
Σ						

辅助计算:fh=

$$fh_{\text{允}} = \pm 12 \sqrt{N} =$$

精度评定:

2. 完成下列测回法测水平角的计算

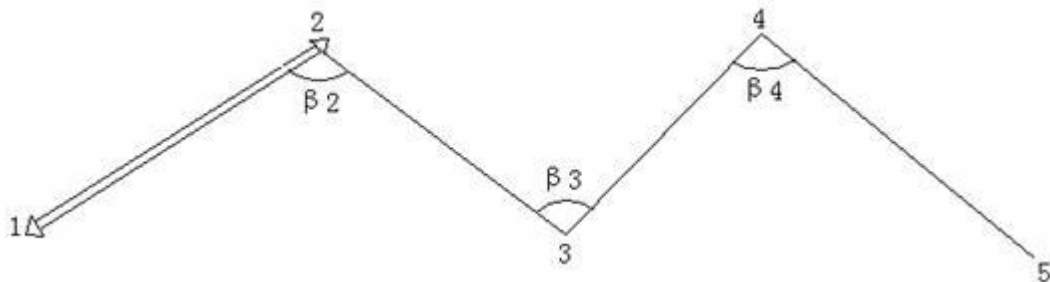
测站	盘位	目标	水平方向读数 ° ' "	半测回角值 ° ' "	一测回角值 ° ' "	备 注  ∠AOB
O	左	A	0    01    06			
		B	181   09   54			
	右	A	180   00   54			
		B	1    10    00			

3. 视距测量中, 已知测站点 HO=65.349m, 量得仪器高 i=1.457m, 测点为 P 点, 观测得: 视距读数为 0.492m, 中丝读数为 1.214m, 竖盘读数为 95°06' (顺时针注记), 竖盘指标

差为+1', 计算平距和 P 点的高程。

4. 如图, 已知点 1 (56.241, 31.021)m, 点 2 (78.149, 69.473)m,  $D_{23}=112.230\text{m}$ ,  $\beta_2=112^\circ 25' 06''$ ,  $\beta_3=109^\circ 24' 54''$ ,  $\beta_4=89^\circ 54' 30''$ ,

试求:  $\alpha_{23}$ 、 $\alpha_{34}$ 、 $\alpha_{45}$ 、及点 3 的坐标。



5. 已知 M、N 为已知控制点,  $XM=15.245\text{m}$ ,  $YM=56.356\text{m}$ ,  $XN=34.235\text{m}$ ,  $YN=34.791\text{m}$ , P 点为测设点,  $XP=43.784\text{m}$ ,  $YP=100.006\text{m}$ , 现以 M 点为测站点, N 为

后视点, 用极坐标法测设 P 点, 试:

(1) 计算测设所需的元素  $\beta$ 、D;

(2) 简述测设的步骤；

五、计算题

点名	路线长度 (Km)	实测高差(m)	改正数 (mm)	改正后高差 (m)	高程 (m)
A	8.0	+3.334			<b>43.564</b>
1					
2	7.0	-2.418			
	4.0	-0.389			
3	6.5	-2.053			<b>41.987</b>
B					
Σ					
辅助计算：  <div><math>f_k =</math><math>f_{k\text{容}} = \pm 12\sqrt{n} =</math></div>					

1. 完成下列附和水准路线的成果调整表

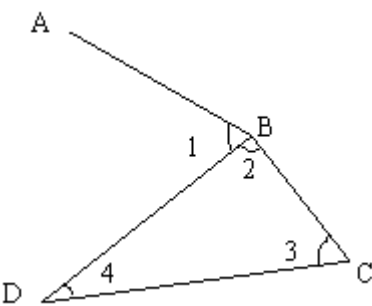
2. 完成下列碎部测量手簿的计算

测站高程  $H_0=65.321\text{m}$       仪器高  $i=1.542\text{m}$       指标差  $x=-1'$

测站	碎部	视距间隔读数	中丝读数	竖盘读数	水平角	竖直角	水平距离	高差	高程
点	点	m	m	° ' "	° ' "	° ' "	m	m	m

O	P	0.325	1.236	91 06	65 24				
	Q	0.582	1.513	88 25	98 30				

3. 如图所示，已知 $\alpha_{AB}=105^{\circ}59'54''$ ， $\angle 1=65^{\circ}12'06''$ ，观测角为： $\angle 2=72^{\circ}21'36''$ ， $\angle 3=60^{\circ}33'54''$ ， $\angle 4=47^{\circ}04'06''$ ，求方位角 $\alpha_{BC},\alpha_{CD},\alpha_{DB}$ 。



五、计算题

1. 下列为测回法观测水平角记录，请完成表中各项计算（计算取到秒）。

测站	竖盘位置	测点	水平度盘读数	半测回角值	一测回角值	各测回平均角值
			° ' "	° ' "	° ' "	° ' "

O	左	A	0	05	30			
		B	120	18	24			
	右	A	180	05	42			
		B	300	18	30			
O	左	A	90	04	18			
		B	210	17	06			
	右	A	270	04	24			
		B	30	17	24			

2. 完成下列碎部测量手簿的计算。

测站高程  $H_0=65.321\text{m}$

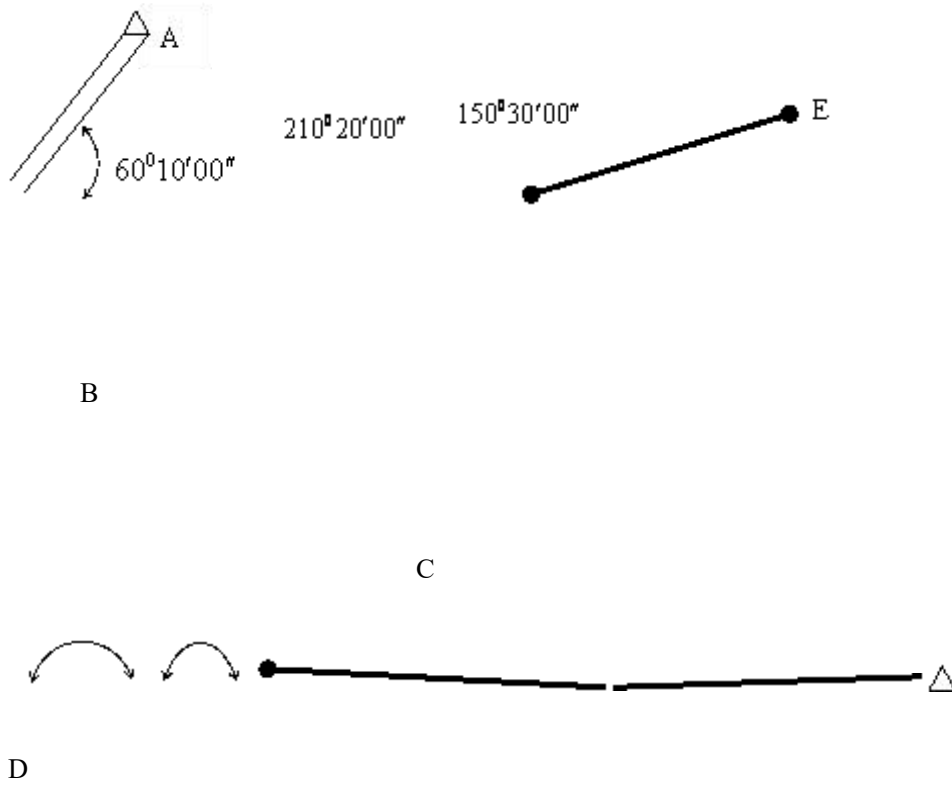
仪器高  $i=1.542\text{m}$

指标差  $x=-60''$

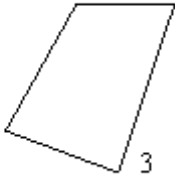
测 站 点	碎 部 点	视距间 隔读数 m	中丝 读数 m	竖盘 读数 ° ' "	水平角 ° ' "	竖直角 ° ' "	水平 距离 m	高差 m	高程 m
O	P	0.325	1.236	91 06	65 24				
	Q	0.582	1.513	88 25	98 30				

3. 已知  $\alpha_{AB} = 210^{\circ}00'00''$ ，请按图中所注观测角值推算 BC，CD，DE 边方位角。

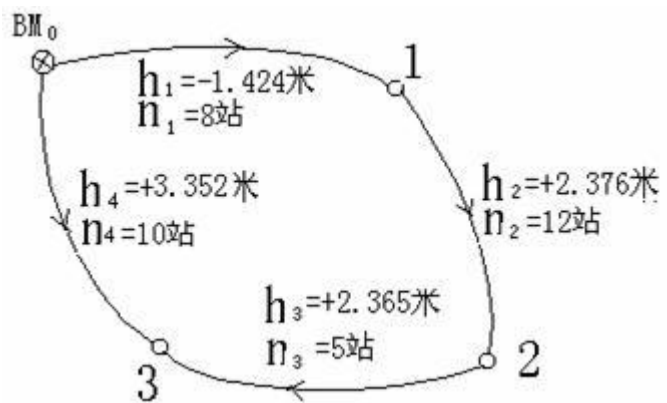




4. 完成下列闭合导线计算表，取位到 mm。

点名	坐标 方位 角 ° ′ ″	距离 (m)	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	改正后 $\Delta X$ (m)	改正后 $\Delta Y$ (m)	坐标 (m)	
							X	Y
1	125 30	105.330	-61.165				500.000	500.000
2	00							
	53 18	80.180		+64.296				
3	42							
	306 19	129.340	+76.608					
4	14							
	215 53	78.160		-45.817				
1	16						500.000	500.000
$\Sigma$								
辅助计 算： $f_x =$ $f_y =$ $f =$ $K =$ $K_{\text{容}} = \frac{1}{3000}$						4  1    略图：		

5. 如图所示，水准点 BM<sub>0</sub> 的高程为 44.856 米，1，2，3 点为待求高程点，各测段高差及测站数均标注图中，图中箭头表示水准测量前进方向，试计算各点高程。

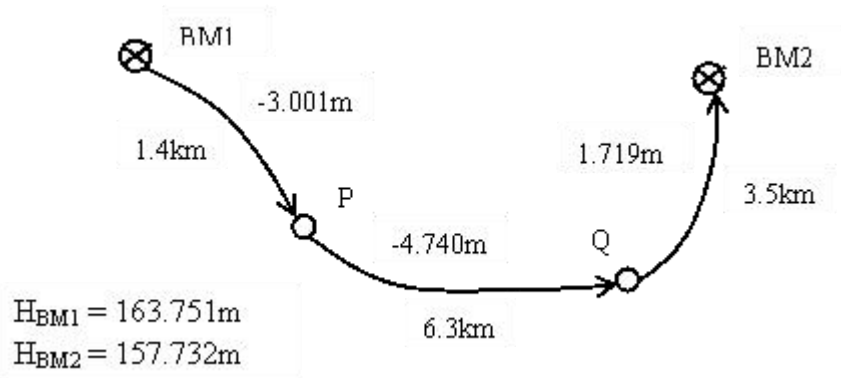


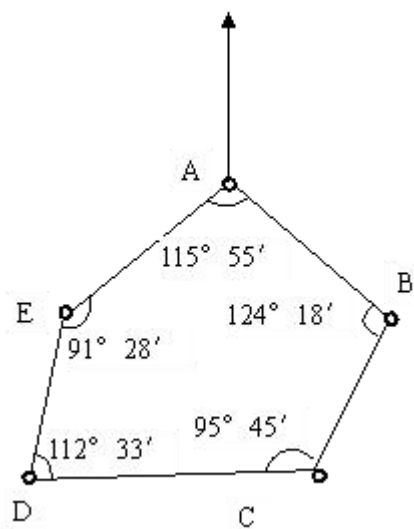
4. 控制点 M、N 的坐标已知,其值分别为:  $X_M=233.468\text{m}$ ,  $Y_M=367.457\text{m}$ ,  $X_N=314.366\text{m}$ ,  $Y_N=300.245\text{m}$ ,若 P 点为测设点, $X_P=200.000\text{m}$ , $Y_P=300.000\text{m}$ ,现以 M 点为测站点,N 为后视点,采用极坐标的方法测设 P 点,试:

(1) 计算测设所需的元素 $\beta$ 和 D; (2) 简述测设的步骤。

## 五、填空题

1. 根据下图所示水准路线中的数据，计算 P、Q 点的高程。





2. 如下图所示，已知 AB 边的坐标方位角 $\alpha_{AB}=137^{\circ}48'$ ，

各观测角标在图中，推算 CD、DE 边的方位角。（10 分）

3. 今用钢尺丈量得三段距离:  $S_1 = 60.25\text{m} \pm 6\text{ cm}$ ,  $S_2 = 80.30\text{m} \pm 7\text{ cm}$ ,  $S_3 = 102.50\text{m} \pm 8\text{ cm}$ , 距离  $S_4 = (S_1 + S_2 + S_3)/3$ , 分别计算  $S_4$  的距离值、中误差和相对误差。(10 分)

4. 已知 A、B 两点的坐标为  $X_A=1011.358\text{m}$ ,  $Y_A=1185.395\text{m}$ ; 点 B 的坐标为  $X_B=883.122\text{m}$ ,  $Y_B=1284.855\text{m}$ 。

1) 设在 AB 线段的延长线上有一点 C, BC 间距离  $D_{BC}=50.000\text{m}$ , 计算 C 点的坐标。(8 分)

2) 设 D 点的设计坐标为  $(1100.000\text{m}, 1100.000\text{m})$ , 试计算在 A 点测设 D 点的测设元素, 并简要叙述放样 D 点的步骤。(10 分)

答案及解析


五、计算题


5.  $Y=20000000+(-306579.210m+500000m)=20193420.790。$

$L_0=6\times 20-3^{\circ}=117^{\circ}$

1. 6°带：N=19，λ=111°； 3°带：N=38，λ=114°。

2. 计算结果如下表：

测点  编号	点  号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向  及  尺号	水准尺中丝读数		K+  黑  减  红	高差   中数	备   注
			上丝		上丝		黑	红			
		后视距		前视距			(m)	(m)			
		视距差 d		Σd							
1	BM1    ZD1	1.571		0.793		后 5	1.384	6.171	0	+0.832	K <sub>5</sub> = 4.787  K <sub>6</sub> = 4.687
		1.197		0.417		前 6	0.551	5.239	-1		
		37.4		37.6		后— 前	+0.833	+0.932	+1		
		-0.2		-0.2							
2	ZD1	2.121		2.196		后 6	1.934	6.621	0	-0.074	
		1.747		1.821		前 5	2.008	6.796	-1		
		37.4		37.5		后— 前	-0.074	-0.175	+1		

								
	A	-0.1	-0.3					

3. 计算结果如下表:

测站	测回数	盘位	目标	水平度盘 读数  ° ′ ″	水平角			草图
					半测回值  ° ′ ″	一测回值  ° ′ ″	平均值  ° ′ ″	
O	1	左	A	0 12 00	91 33 00	91 33 15	91 33 09	
			B	91 45 00				
		右	A	180 11 30	91 33 30			
			B	271 45 00				
	2	左	A	90 11 48	91 33 06	91 33 03		
			B	181 44 54				
		右	A	270 12 12	91 33 00			
			B	1 45 12				

4.  $D_{MN} = 33.58\text{m}$ ;  $\alpha_{MN} = 353^\circ 05' 52''$ ;  $\angle NMA = 52^\circ 40' 35''$ 。

### 5. 五、计算题

1. 半径在 10km 的范围内, 可以不考虑地球曲率的影响。

2. 计算结果如下表:

水准测量成果调整表

测点	测站数	高差值	高程	备注
----	-----	-----	----	----



		观测值 m	改正数 mm	调整值 m	m	
BM <sub>1</sub>	10	2.134	+10	2.144	44.313	
N <sub>1</sub>					46.457	
N <sub>2</sub>	8	1.424	+8	1.432	47.889	
	8	-1.787	+8	-1.779	46.110	
N <sub>3</sub>	11	-1.714	+12	-1.702	44.408	
N <sub>4</sub>					44.313	
BM <sub>1</sub>	12	-0.108	+13	-0.095		
Σ	49	-0.051	+51	0		

实测高差  $\sum h = -0.051\text{m}$

已知高差  $H_{\text{终}} - H_{\text{始}} = 0$

高差闭合差  $f_h = -0.051\text{m}$

容许闭合差  $f_{h\text{容}} = \pm 10\sqrt{n} = \pm 70\text{mm}$

一个测站的改正数 =  $-\frac{f_h}{\sum n} = \frac{+51}{49} \approx +1\text{ mm}$

3. 计算结果如下表:

测站	目标	竖盘位置	竖盘读数 ° ' "	半测回角值 ° ' "	一测回角值 ° ' "	指标差"	竖盘形式
O	M	左	81 18 42	8 41 18	8 41 24	+6	全圆式
		右	278 41 30	8 41 30			
	N	左	124 03 30	-34 03 30	-34 03 18	+12	顺时针
		右	235 56 54	-34 03 06			

4.  $D = 264.686\text{m}$ 。

5.  $\alpha_1 = 9^\circ 35' 30''$  为左转角； $\alpha_2 = 14^\circ 34' 24''$  为右转角。

五、计算题

1. 相对误差:  $k_1 = 1/1200$ ,  $k_2 = 1/3590$ , 因为相对误差  $k_1 > k_2$ ; 所以第二段距离丈量比较精确。两段距离丈量的结果分别为:  $d_1 = 126.73\text{m}$ ,  $d_2 = 357.28\text{m}$ 。

2. 计算表格如下:

点名	测站数	实测高差 (m)	改正数(mm)	改正后高差 (m)	高程 (m)
A	16	+3.334	-16	+3.318	43.564
1					46.882
2	14	-2.418	-14	-2.432	44.450
	8	-0.389	-8	-0.397	
3	13	-2.053	-13	-2.066	44.053
B					41.987
Σ	51	-1.526	-51	-1.577	
辅助计算：  $f_k = -1.526 - (41.987 - 43.564) = +51\text{mm}$ $f_{k\text{容}} = \pm 12\sqrt{n} = \pm 85\text{mm}$					

3. 计算结果如下：

$\alpha_{23}=80^{\circ}52'54''$	$\alpha_{32}=260^{\circ}52'54''$	$R_{23}=80^{\circ}52'54''$
$\alpha_{34}=199^{\circ}35'34''$	$\alpha_{43}=19^{\circ}35'34''$	$R_{34}=19^{\circ}35'34''$
$\alpha_{42}=318^{\circ}25'40''$	$\alpha_{24}=138^{\circ}25'40''$	$R_{42}=41^{\circ}34'20''$

4. 计算结果如下表：

测点	水准尺读数 (m)			视线高程 (m)	高程 (m)	备注
	后视	中视	前视			
BM <sub>5</sub>	1.426			419. 054	417.628	
K4+980		0.87			418.18	
K5+000		1.56			417.49	
+020		4.25			414.80	
+040		1.62			417.43	
+060		2.30			416.75	
ZD <sub>1</sub>	0.876		2.402	417.528	416.652	
+080		2.42			415.11	
+092.4		1.87			415.66	
+100		0.32			417.21	
ZD <sub>2</sub>	1.286		2.004	416.810	415.524	
+120		3.15			413.66	
+140		3.04			413.77	
+160		0.94			415.87	
+180		1.88			414.93	
+200		2.00			414.81	
ZD <sub>3</sub>			2.186		414.624	

$$5. m_{\alpha} = 2m_{\alpha'} = \pm 40''; \quad m_{\alpha} = \pm \frac{\sqrt{3}}{2} * 20 = \pm 17.3''。$$

## 五、计算题

1. 两段距离的中误差  $m_1=m_2=\pm 0.26\text{m}$  。由于第一段距离比第二段长，所以第一段的相对中误差小于第二段的相对中误差。

2.  $\alpha_{AB}=89^{\circ}20'30''$ 、 $\alpha_{ED}=313^{\circ}20'10''$ 。

3. 计算结果如下表：

点号	坐标方位角	距离 (m)	增量计算值 (m)		改正后增量 (m)		坐标值	
			$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y$	x	y
A	125°30'30"	105.22	-61.11	+85.65	-61.13	+85.67	500.000	500.000
B							438.87	585.67
C	53°18'43"	80.18	+47.90	+64.30	+47.88	+64.32	486.75	649.99
	306°19'15"	129.34	+76.61	-104.21	+76.59	-104.19	563.34	545.80
D	215°53'17"	78.16	-63.32	-45.82	-63.34	-45.80	500.000	500.000
A							500.000	500.000
$\Sigma$		392.90	+0.08	-0.08				

辅助计算：

$f_x=+0.08$

$f_y=-0.08$

$f_D=0.113$

$K=1/3400$

4. 水平距离：D=125.24 米；高程  $H_M=118.334$  米

五、计算题

1. D=18.0051 米。

2. 计算如下：

测站高程  $H_O=65.321\text{m}$       仪器高  $i=1.542\text{m}$       指标差  $x=-1'$

测站 点	碎部 点	视距 读数 m	中丝 读数 m	竖盘 读数 ° ′	水平角 ° ′	竖直角 ° ′	水平 距离 m	高差 m	高程 m
O	P	0.325	1.236	91 06	65 24	1 05	32.488	0.920	66.241

3.  $\alpha_{B1}=65^{\circ}42'47''$  ；  $\alpha_{12}=146^{\circ}23'12''$  ；  $\alpha_{2C}=108^{\circ}33'12''$  。

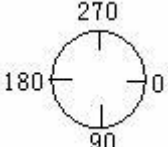
4. 1)  $\beta=104^{\circ}38'04''$ ； D=52.152m

2) 测设步骤：

- a. 计算出测设元素；
- b. 在 M 点安置好仪器，以 N 点为后视点向右边放样出角度β；
- c. 在β角的方向线上，从 M 点开始放样出距离 D，定出 p 点。

五、计算题

1. 完成下列竖直角测量的计算

测站	盘位	目标	竖盘读数 ° ' "	半测回角值 ° ' "	一测回角值 ° ' "	备注
O	左	A	112 09 54	-32 09 54	-32 09 42	
	右	A	247 50 30	-32 09 30		

2. (1) 计算高差闭合差：

$\Delta h = H_{BM2} - H_{BM1} = 157.732 - 163.751 = -6.019\text{ m}$

$\sum h = -3.001 - 4.740 + 1.719 = -6.022\text{m}$

$f_h = \sum h - \Delta h = -6.022 - (-6.019) = -0.003\text{m} = -3\text{mm}$

(2) 分配闭合差，计算改正数

$\sum L = 1.4 + 6.3 + 3.5 = 11.2\text{ km}$

$v1 = - (L_1/\sum L) * f_h = 0\text{mm}$

$v2 = - (L_2/\sum L) * f_h = 2\text{mm}$

$v3 = - (L_3/\sum L) * f_h = 1\text{mm}$

(3) 计算改正后的高差的高程

$H_P = H_{BM1} + h1 + v1 = 163.751 - 3.001 + 0 = 160.750\text{m}$

$H_Q = H_P + h2 + v2 = 160.750 - 4.740 + (0.002) = 160.750 - 4.738 = 156.012\text{m}$

或  $H_Q = H_{BM2} + (h_3 + v_3) = 157.732 - 1.719 - 0.001 = 160.750 - 4.738 = 156.012\text{m}$

3.  $\alpha_{BA}=244^{\circ}31'04''$  ；  $\alpha_{CA}=197^{\circ}26'36''$  。

4.  $T=68.71\text{m}$  ；  $L=135.09\text{m}$  ；  $E=7.77\text{m}$  ；  $D=2.33\text{m}$  。  $JD=K3+182.76$  ；  $ZY=K3+114.05$  ；  
 $YZ=K3+249.14$ ；  $QZ=K3+181.60$ 。

五、计算题

1 . 计算如下表：

测点	测站数	高差栏			高程	备注
		观测值 m	改正数 mm	改正后高差 m		
BM1					56.324	
	7	3.564	+7	3.571	59.895	
1						
	9	-11.231	+9	-11.222	48.673	
2						
	3	6.589	+3	6.592	55.265	
3						
	11	3.254	+11	3.265	58.530	
4						
	8	5.247	+8	5.255	63.785	
BM2						

$\Sigma$						
----------	--	--	--	--	--	--

辅助计算:fh=-38

$$fh_{允} = \pm 12 \sqrt{N} = \pm 73 \text{mm}$$

精度评定:该路线合格。

2. 计算如下表:

测站	盘位	目标	水平方向读数 ° ' "	半测回角值 ° ' "	一测回角值 ° ' "	备 注  ∠AOB
O	左	A	0    01   06	181 08 48	181 09 57	
		B	181 09 54			
	右	A	180 00 54	181 09 06		
		B	1    10   00			

3. 解:  $D = 0.492 \times 100 \times \cos^2(5^\circ 06' + 1') = 48.809 \text{m}$

$$H_p = 65.349 + D \times \tan 5^\circ 07' + 1.457 - 1.214 = 69.962 \text{m}$$

4. 解:

$$\alpha_{12} = \arctan(38.452/21.908) = 60^\circ 19' 40''$$

$$\alpha_{23} = 60^\circ 19' 40'' + 360 - 112^\circ 25' 06'' - 180^\circ = 127^\circ 54' 34''$$

$$\alpha_{34} = 127^\circ 54' 34'' + 109^\circ 24' 54'' + 180 = 57^\circ 19' 28''$$

$$\alpha_{45} = 57^\circ 19' 28'' + 360 - 89^\circ 54' 30'' - 180 = 147^\circ 24' 58''$$

$$x_3 = 78.149 + 112.230 \times \cos 127^\circ 54' 34'' = 9.193$$

$$y_3 = 69.473 + 112.230 \times \sin 127^\circ 54' 34'' = 158.020 \text{m}$$

5. 1)  $\beta = 104^\circ 38' 04''$ ;  $D = 52.152 \text{m}$

2) 测设步骤：

- a. 计算出测设元素；
- b. 在 M 点安置好仪器，以 N 点为后视点向右边放样出角度 $\beta$ ；
- c. 在 $\beta$ 角的方向线上，从 M 点开始放样出距离 D，定出 p 点。

五、计算题

1. 完成下列附合水准路线的成果调整表（10 分）。

点名	路线长度 (Km)	实测高差 (m)	改正数 (mm)	改正后高差 (m)	高程 (m)
A	8.0	+3.334	-16	+3.318	<b>43.564</b>
1					46.882
2	7.0	-2.418	-14	-2.432	44.450
	4.0	-0.389	-8	-0.397	
3	6.5	-2.053	-13	-2.066	44.053
B					<b>41.987</b>
$\Sigma$					
辅助计算：					
$f_h = +51\text{ mm}$ $f_{\text{容}} = \pm 24\sqrt{l} = 121\text{ mm}$					

2. 完成下列碎部测量手簿的计算（12 分）

测站高程 HO=65.321m      仪器高 i=1.542m      指标差 x=-1'

测站 点	碎部 点	竖直角 ° '	水平距离 m	高差 m	高程 m
O	P	-1 07	32.488	-0.327	64.994
	Q	+1 33	58.157	1.602	66.923



3. 解题步骤和答案如下:

角度闭合差为:  $-24''$

改正后的角度分别为:  $\angle 2 = 72^\circ 21' 44''$

$$\angle 3 = 60^\circ 34' 02''$$

$$\angle 4 = 47^\circ 04' 14''$$

推算出的方位角分别为:  $\alpha_{BC} = 148^\circ 26' 04''$

$$\alpha_{CD} = 267^\circ 52' 02''$$

$$\alpha_{DB} = 40^\circ 47' 48''$$

4. 解答如下:

a) 测设元素计算:

距离:

$$\begin{aligned} D_{MP} &= \sqrt{(200.000 - 233.468)^2 + (300.000 - 367.457)^2} \\ &= 75.303m \end{aligned}$$

角度:

$$R_{MN} = \arctan \frac{(300.245 - 367.457)}{(314.366 - 233.468)} = -39^\circ 43' 14''$$

$$\alpha_{MN} = 360^\circ + R_{MN} = 320^\circ 16' 46''$$

$$R_{MP} = \arctan \frac{(300.000 - 367.457)}{(200.000 - 233.468)} = 63^\circ 36' 44''$$

$$\alpha_{MP} = 180^\circ + R_{MP} = 243^\circ 36' 44''$$

$$\beta = \alpha_{MN} - \alpha_{MP} = 320^\circ 16' 46'' - 243^\circ 36' 44'' = 76^\circ 40' 02''$$

b) 测设步骤:

- ① 如上所示进行测设元素的计算 (距离和角度);
- ② 在M点安置仪器, 瞄准N点进行后视定向;
- ③ 测设角度, 定出P点所在的视线方向;

④ 在测设的方向线上，测设距离，定出 P 点的具体位置，并做好标志。

### 五、计算题

1. 计算如下表：

测站	竖盘位置	测点	水平度盘读数	半测回角值	一测回角值	测回平均角值
			°   '   "	°   '   "	°   '   "	°   '   "
O	左	A	0   05   30	120   12   54	120   12   51	120   12   53
		B	120   18   24			
	右	A	180   05   42	120   12   48		
		B	300   18   30			
O	左	A	90   04   18	120   12   48	120   12   54	
		B	210   17   06			
	右	A	270   04   24	120   13   00		
		B	30   17   24			

2. 计算如下表：

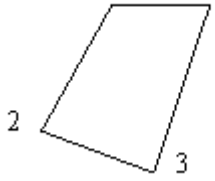
测站高程 HO=65.321m      仪器高 i=1.542m      指标差 x=-60"

测站点	碎部点	竖直角° '	水平距离 m	高差 m	高程 m
O	P	-1 07	32.488	-0.327	64.994
	Q	+1 33	58.157	1.602	66.923

3.  $\alpha_{BC} = 90^{\circ}10'00''$ ,  $\alpha_{CD} = 120^{\circ}30'00''$ ,  $\alpha_{DE} = 91^{\circ}00'00''$

4. 计算如下表：

点名	坐标方位角 ° ' "	距离 (m)	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	改正后 $\Delta X$ (m)	改正后 $\Delta Y$ (m)	坐标 (m)	
							X	Y
1	125 30	105.330	-6	-5	-61.171	+85.746	500.000	500.000

2	00		-61.165	+85.781			438.829	585.746
	53 18	80.180	-5	-4	+47.899	+64.292		
3	42		+47.904	+64.296			486.728	650.038
	306 19	129.340	-8	-6	+76.600	-104.217		
4	14		+76.608	-104.211			563.328	545.821
	215 53	78.160	-5	-4	-63.328	-45.821		
1	16		-63.323	-45.817				
Σ		393.010	+0.024	+0.019	0	0	50.000	500.000
辅助计算: $f_x = +24\text{mm}$ $f_y = +19\text{mm}$ $f = 31\text{mm}$ $K = \frac{1}{12839}$ $K_{\text{容}} = \frac{1}{3000}$						4  1    略图:		

5. 计算如下表:

点名	测站数	实测高差 (m)	改正数(mm)	改正后高差 (m)	高程 (m)
BM0	8	-1.424	+8	-1.416	44.856
1					43.440
2	12	+2.376	+12	+2.388	45.828
	5	+2.365	+5	+2.370	
3	10	-3.352	+10	-3.342	48.198
BM0					44.856

$\Sigma$	35	-0.035	+35	0	
辅助计算：  $f_h = \sum h = -35\text{mm} \quad f_{k\text{容}} = \pm 12\sqrt{n} = \pm 71\text{mm}$					

## 五、计算题

1 解：

点号	观测高差	测段长度	改正数	改正后高差	高程
BM1	-3.001	1.4	1	-3.000	<b>163.751</b>
P	-4.740	6.3	1	-4.739	160.751
Q	1.719	3.5	1	1.720	156.012
BM2					<b>157.732</b>

$$f_h = -0.003\text{m} = -3\text{mm} \quad v_i = 1\text{mm}$$

2 解：

$$f_\beta = \sum \beta - (5-2) \times 180^\circ = -60'' \quad v_i = \frac{60''}{5} = +12''$$

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 115^\circ 55' 12'' & \alpha_{AB} &= 317^\circ 48' + 115^\circ 55' 12'' - 180^\circ = 253^\circ 43' 12'' \\
 \beta_2 &= 91^\circ 28' 12'' & \alpha_{BD} &= 253^\circ 43' 12'' + 91^\circ 28' 12'' - 180^\circ = 165^\circ 11' 24'' \\
 \beta_3 &= 112^\circ 33' 12'' & \alpha_{DC} &= 165^\circ 11' 24'' + 112^\circ 33' 12'' - 180^\circ = 97^\circ 44' 36'' \\
 \beta_4 &= 95^\circ 45' 12'' & \alpha_{DE} &= 180^\circ + \alpha_{BD} = 345^\circ 11' 24'' \\
 \beta_5 &= 124^\circ 18' 12'' & \alpha_{CD} &= 180^\circ + \alpha_{DC} = 277^\circ 44' 36''
 \end{aligned}$$

3 解：

$$\begin{aligned}
 s_4 &= \frac{s_1 + s_2 + s_3}{3} = 81.017\text{m} \\
 m_4 &= \sqrt{\frac{1}{9} \times 6^2 + \frac{1}{9} \times 7^2 + \frac{1}{9} \times 8^2} = 4.069\text{cm} \\
 k_4 &= \frac{|m_4|}{s_4} = \frac{1}{1991}
 \end{aligned}$$

4 解：

$$1) \quad \arctan \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} = \arctan \frac{99.460}{-128.236} = -37^{\circ}47'50'' \quad \alpha_{AB} = \alpha_{BC} = 180^{\circ} - 37^{\circ}47'50'' = 142^{\circ}12'10''$$

$$x_C = 883.122 + 50 \cos 142^{\circ}12'10'' = 843.613m$$

$$y_C = 1284.855 + 50 \sin 142^{\circ}12'10'' = 1315.498m$$

2) 测设元素的计算:

$$\arctan \frac{\Delta y_{AD}}{\Delta x_{AD}} = \arctan \frac{-185.395}{-11.358} = 86^{\circ}29'39''$$

$$\alpha_{AD} = 180^{\circ} + 86^{\circ}29'39'' = 266^{\circ}29'39''$$

$$\angle BAD = \beta = 266^{\circ}29'39'' - 142^{\circ}12'10'' = 124^{\circ}17'29''$$

$$D_{AD} = \sqrt{185.395^2 + 11.358^2} = 185.707m$$

步骤:

1. 根据已知数据和设计坐标计算测设元素 (距离和角度);
2. 在 A 点安置仪器, 对中整平;
3. 根据计算出的角度定出 AD 的方向线
4. 在方向线上测设 AD 间的距离, 即可得到 D 点的地面位置, 打桩作标记。

## 六、计算题

1、设 A 点高程为 15.023m, 欲测设设计高程为 16.000m 的 B 点, 水准仪安置在 A、B 两点之间, 读得 A 尺读数  $a=2.340m$ , B 尺读数  $b$  为多少时, 才能使尺底高程为 B 点高程。

**【解】** 水准仪的仪器高为  $H_i = 15.023 + 2.23 = 17.363m$ , 则 B 尺的后视读数应为  $b = 17.363 - 16 = 1.363m$ , 此时, B 尺零点的高程为 16m。

2、在 1:2000 地形图上, 量得一段距离  $d=23.2cm$ , 其测量中误差  $m_d = \pm 0.1cm$ , 求该段距离的实地长度  $D$  及中误差  $m_D$ 。

**【解】**  $D = dM = 23.2 \times 2000 = 464m$ ,  $m_D = Mm_d = 2000 \times 0.1 = 200cm = 2m$ 。

3、已知图中 AB 的坐标方位角, 观测了图中四个水平角, 试计算边长  $B \rightarrow 1, 1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4$  的坐标方位角。

**【解】**  $\alpha_{B1} = 197^{\circ}15'27'' + 90^{\circ}29'25'' - 180^{\circ} = 107^{\circ}44'52''$   
 $\alpha_{12} = 107^{\circ}44'52'' + 106^{\circ}16'32'' - 180^{\circ} = 34^{\circ}01'24''$   
 $\alpha_{23} = 34^{\circ}01'24'' + 270^{\circ}52'48'' - 180^{\circ} = 124^{\circ}54'12''$

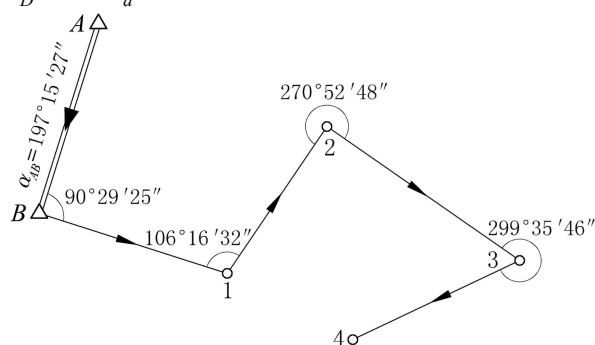


图 推算支导线的坐标方位角

$$\alpha_{34} = 124^{\circ} 54' 12'' + 299^{\circ} 35' 46'' - 180^{\circ} = 244^{\circ} 29' 58''$$

4、在同一观测条件下，对某水平角观测了五测回，观测值分别为： $39^{\circ} 40' 30''$ ， $39^{\circ} 40' 48''$ ， $39^{\circ} 40' 54''$ ， $39^{\circ} 40' 42''$ ， $39^{\circ} 40' 36''$ ，试计算：

- ① 该角的算术平均值—— $39^{\circ} 40' 42''$ ；
- ② 一测回水平角观测中误差—— $\pm 9.487''$ ；
- ③ 五测回算术平均值的中误差—— $\pm 4.243''$ 。

5、在一个直角三角形中，独立丈量了两条直角边  $a$ ， $b$ ，其中误差均为  $m$ ，试推导由  $a$ ， $b$  边计算所得斜边  $c$  的中误差  $m_c$  的公式？

【解】斜边  $c$  的计算公式为  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ ，全微分得

$$\begin{aligned} dc &= \frac{1}{2}(a^2 + b^2)^{-\frac{1}{2}} 2ada + \frac{1}{2}(a^2 + b^2)^{-\frac{1}{2}} 2bdb \\ &= \frac{a}{c} da + \frac{b}{c} db \end{aligned}$$

$$\text{应用误差传播定律得 } m_c^2 = \frac{a^2}{c^2} m^2 + \frac{b^2}{c^2} m^2 = \frac{a^2 + b^2}{c^2} m^2 = m^2$$

6、已知  $\alpha_{AB} = 89^{\circ} 12' 01''$ ， $x_B = 3065.347\text{m}$ ， $y_B = 2135.265\text{m}$ ，坐标推算路线为  $B \rightarrow 1 \rightarrow 2$ ，测得坐标推算路线的右角分别为  $\beta_B = 32^{\circ} 30' 12''$ ， $\beta_1 = 261^{\circ} 06' 16''$ ，水平距离分别为  $D_{B1} = 123.704\text{m}$ ， $D_{12} = 98.506\text{m}$ ，试计算 1，2 点的平面坐标。

【解】 1) 推算坐标方位角

$$\alpha_{B1} = 89^{\circ} 12' 01'' - 32^{\circ} 30' 12'' + 180^{\circ} = 236^{\circ} 41' 49''$$

$$\alpha_{12} = 236^{\circ} 41' 49'' - 261^{\circ} 06' 16'' + 180^{\circ} = 155^{\circ} 35' 33''$$

2) 计算坐标增量

$$\Delta x_{B1} = 123.704 \times \cos 236^{\circ} 41' 49'' = -67.922\text{m},$$

$$\Delta y_{B1} = 123.704 \times \sin 236^{\circ} 41' 49'' = -103.389\text{m}.$$

$$\Delta x_{12} = 98.506 \times \cos 155^{\circ} 35' 33'' = -89.702\text{m},$$

$$\Delta y_{12} = 98.506 \times \sin 155^{\circ} 35' 33'' = 40.705\text{m}.$$

3) 计算 1，2 点的平面坐标

$$x_1 = 3065.347 - 67.922 = 2997.425\text{m}$$

$$y_1 = 2135.265 - 103.389 = 2031.876\text{m}$$

$$x_2 = 2997.425 - 89.702 = 2907.723\text{m}$$

$$y_2 = 2031.876 + 40.705 = 2072.581\text{m}$$

7、试完成下列测回法水平角观测手簿的计算。

测站	目标	竖盘位置	水平度盘读数 (° ' ")	半测回角值 (° ' ")	一测回平均角值 (° ' ")
一测回 B	A	左	0 06 24	111 39 54	111 39 51
	C		111 46 18		
	A	右	180 06 48	111 39 48	
	C		291 46 36		

8、完成下列竖直角观测手簿的计算，不需要写公式，全部计算均在表格中完成。

测站	目标	竖盘位置	竖盘读 ( $^{\circ}$ ' '')	半测回竖直角 ( $^{\circ}$ ' '')	指标差 ( $''$ )	一测回竖直角 ( $^{\circ}$ ' '')
A	B	左	81 18 42	8 41 18	6	8 41 24
		右	278 41 30	8 41 30		
	C	左	124 03 30	-34 03 30	12	-34 03 18
		右	235 56 54	-34 03 06		

9、用计算器完成下表的视距测量计算。其中仪器高  $i = 1.52\text{m}$ ，竖直角的计算公式为

$\alpha_L = 90^0 - L$ 。(水平距离和高差计算取位至 0.01m，需要写出计算公式和计算过程)

目标	上丝读数 (m)	下丝读数 (m)	竖盘读数 (° ' ")	水平距离(m)	高差 (m)
1	0.960	2.003	83° 50' 24"	103.099	11.166

10、已知 1、2 点的平面坐标列于下表，试用计算器计算坐标方位角  $\alpha_{12}$ ，计算取位到 1"。

点名	X(m)	Y(m)	方向	方位角(° ' ")
1	44810.101	23796.972		
2	44644.025	23763.977	1→2	191 14 12.72

11、在测站 A 进行视距测量，仪器高  $i = 1.45\text{m}$ ，望远镜盘左照准 B 点标尺，中丝读数  $v = 2.56\text{m}$ ，视距间隔为  $l = 0.586\text{m}$ ，竖盘读数  $L = 93^\circ 28'$ ，求水平距离  $D$  及高差  $h$ 。

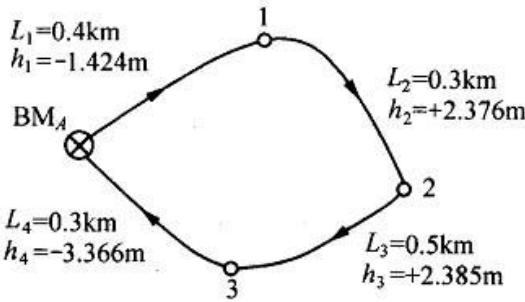
【解】  $D = 100l \cos^2(90 - L) = 100 \times 0.586 \times (\cos(90 - 93^\circ 28'))^2 = 58.386\text{m}$   
 $h = D \tan(90 - L) + i - v = 58.386 \times \tan(-3^\circ 28') + 1.45 - 2.56 = -4.647\text{m}$

12、已知控制点 A、B 及待定点 P 的坐标如下：

点名	X(m)	Y(m)	方向	方位角(° ' ")	平距(m)
A	3189.126	2102.567			
B	3185.165	2126.704	A→B	99 19 10	24.460
P	3200.506	2124.304	A→P	62 21 59	24.536

试在表格中计算 A→B 的方位角，A→P 的方位角，A→P 的水平距离。

13、如图所示，已知水准点  $BM_A$  的高程为 33.012m，1、2、3 点为待定高程点，水准测量观测的各段高差及路线长度标注在图中，试计算各点高程。要求在下列表格中计算。



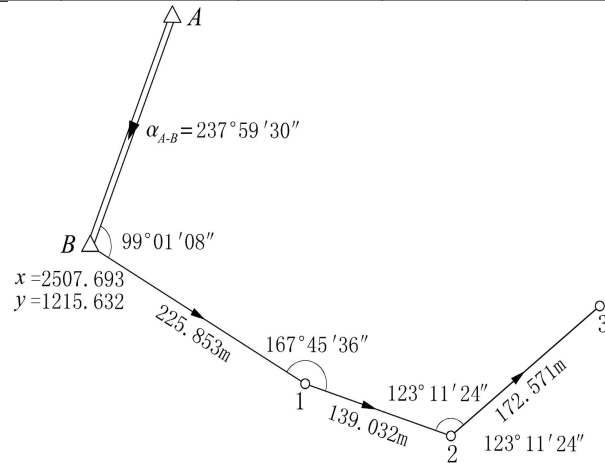
计算题 13

点号	L(km)	h(m)	V(mm)	h+V(m)	H(m)
A					33.012
1	0.4	-1.424	0.008	-1.416	31.569
2	0.3	+2.376	0.006	+2.382	33.978
3	0.5	+2.385	0.009	+2.394	36.372
A	0.3	-3.366	0.006	-3.360	33.012
Σ	1.5	-0.029	0.029	0.000	
辅助 计算	$f_{h容} = \pm 30\sqrt{L} \text{ (mm)} = \pm 36.7\text{mm}$				

14、下图为某支导线的已知数据与观测数据，试在下列表格中计算 1、2、3 点的平面坐标。

点名	水平角	方位角	水平距离	$\Delta x$	$\Delta y$	$x$	$y$
----	-----	-----	------	------------	------------	-----	-----

	° ′ ″	° ′ ″	m	m	m	m	m
A		237 59 30					
B	99 01 08	157 00 38	225.853	-207.915	88.209	2507.693	1215.632
1	167 45 36	144 46 14	139.032	-113.568	80.201	2299.778	1303.841
2	123 11 24	87 57 38	172.571	6.141	172.462	2186.210	1384.042
3						2192.351	1556.504



计算题 14

15、为了求得 E 点的高程，分别从已知水准点 A,B,C 出发进行水准测量，计算得到 E 点的高程值及各段的路线长列于下表中，试求

- (1) E 点高程的加权平均值(取位至 mm); **78.321m**
- (2) 单位权中误差;
- (3) E 点高程加权平均值的中误差。

路线	E 点 高程值(m)	路线长 $L_i$ (km)	权 $P_i = 1/L_i$	改正数 $V_i$ (mm)	$P_i V_i^2$
A→E	78.316	2.5	<b>0.4</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
B→E	78.329	4.0	<b>0.25</b>	<b>-8</b>	<b>16</b>
C→E	78.320	5.0	<b>0.2</b>	<b>1</b>	<b>0.2</b>
Σ			<b>0.85</b>	<b>90</b>	<b>26.2</b>

【解】E 点高程的加权平均值——**78.321m**。

$$\text{单位权中误差——} m_0 = \pm \sqrt{\frac{[P V V]}{n-1}} = \pm 3.6 \text{mm}$$

$$\text{E 点高程加权平均值的中误差 } m_{\bar{H}_w} = \pm \sqrt{\frac{[P V V]}{[P]n-1}} = \pm 3.9 \text{mm}$$

16、已知 1、2、3、4、5 五个控制点的平面坐标列于下表，试计算出方位角  $\alpha_{31}$ ， $\alpha_{32}$ ， $\alpha_{34}$  与  $\alpha_{35}$  计算取位到秒。

点名	X(m)	Y(m)	点名	X(m)	Y(m)
1	4957.219	3588.478	4	4644.025	3763.977
2	4870.578	3989.619	5	4730.524	3903.416
3	4810.101	3796.972			

$$\alpha_{31} = 305^\circ 12' 27.5'' , \alpha_{32} = 72^\circ 34' 17.6''$$

$$\alpha_{34} = 191^\circ 14' 12.7'' , \alpha_{35} = 126^\circ 46' 53.78''$$

17、在相同的观测条件下，对某段距离丈量了 5 次，各次丈量的长度分别为：139.413、139.435、139.420、139.428m、139.444。试求：

- (1) 距离的算术平均值;
- (2) 观测值的中误差;



(3) 算术平均值的中误差

(4) 算术平均值的相对中误差。

【解】 $\bar{l}=139.428\text{m}$ ,  $m=\pm 0.012\text{m}$ ,  $m_{\bar{l}}=\pm 0.005\text{m}$ ,  $K_{\bar{l}}=0.005/139.428=1/27885$ 。

18、用钢尺往、返丈量了一段距离，其平均值为 167.38m，要求量距的相对误差为 1/15000，问往、返丈量这段距离的绝对误差不能超过多少？

【解】 $\frac{\Delta}{D} < \frac{1}{15000}$ ,  $\Delta = D/15000 = 167.38/15000 = 0.011\text{m}$ 。

19、已知交点里程为 K3+182.76，转角  $\Delta_R = 25^\circ 48'$ ，圆曲线半径  $R = 300\text{m}$ ，试计算曲线测设元素与主点里程。

【解】曲线测设元素

$$T = R \tan(\Delta/2) = 68.709\text{m}, \quad L = R\Delta \frac{\pi}{180} = 135.088\text{m}, \quad E = R(\sec \frac{\Delta}{2} - 1) = 7.768\text{m}$$

$$J = 2T - L = 2.33\text{m}$$

主点里程

$$ZY = 3182.76 - 68.709 = 3114.051\text{m} = \text{K}3+114.051$$

$$QZ = 3114.051 + 135.088/2 = 3181.595\text{m} = \text{K}3+181.595$$

$$YZ = 3114.051 + 135.088 = 3249.139\text{m} = \text{K}3+249.139$$