

2024 年全国大学测绘学科创新创业智能大赛

测绘程序设计比赛赛前测试

一、比赛环境要求

参赛小组由 1 人组成，每人配置 1 台电脑、1 个外置摄像头。竞赛过程中选择安静、封闭、整洁的环境，避免无关人员干扰。

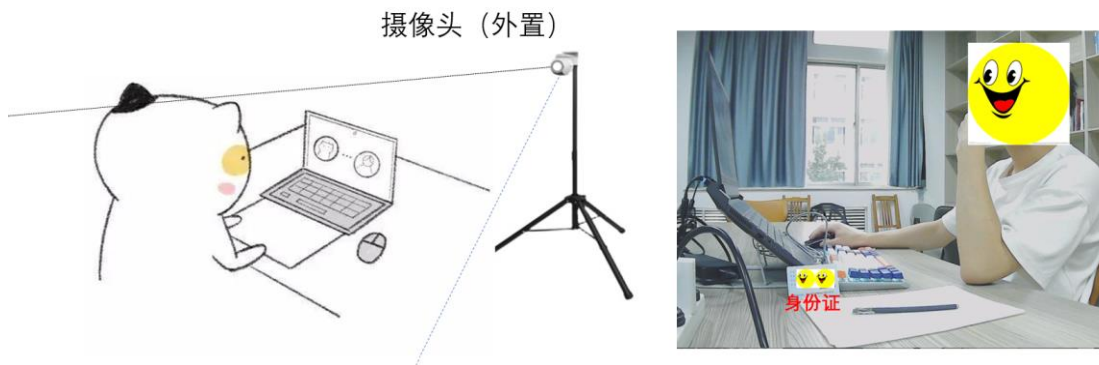


图 1 考试环境示例

二、比赛软件要求

1. 编程环境与编程语言：考试软件为 Visual studio 2017。编程语言限制为 Basic、C/C++、C#，不允许使用二次开发平台（如 Matlab、AutoCAD、ArcGIS 等）。

2. 报告编写软件：WPS Office 或 Microsoft Office。

3. 比赛软件：2024 年全国大学生测绘学科创新创业智能大赛考生监考系统（考生端）。

三、成果及要求

比赛时长 240 分钟，所有成果必须在考试开始后现场制作。在成果的任何地方都不得出现参赛编号、学校信息或参赛队员信息。

1、成果一：程序正确性

在考生端“程序正确性”界面，根据试题要求填写计算结果。该成果用于程序正确性评分，提交方式如图 2 所示。

次序	描述	得分	答案(必填, 双击填写此列)
1	基点 P0 的坐标分量 x	1	
2	基点 P0 的坐标分量 y	1	
3	基点 P5 的坐标分量 x	1	
4	基点 P5 的坐标分量 y	1	
5	第 3 个凸包点的坐标	1	
6	第 3 个凸包点的坐标	1	
7	第 5 个凸包点的坐标	1	
8	第 5 个凸包点的坐标	1	
9	最小外包矩形左下顶点的横坐标	1	
10	最小外包矩形左下顶点的纵坐标	1	
11	最小外包矩形左上顶点的横坐标	2	
12	最小外包矩形左上顶点的纵坐标	2	
13	网格单元内包含的点的总数	1	
14	网格单元内包含的点的总数	1	
15	r 值(外包矩形左下顶点的横坐标)	2	
16	外包矩形左下顶点的横坐标	1	
17	外包矩形右下顶点的横坐标	1	
18	外包矩形左上顶点的纵坐标	1	
19	外包矩形左上顶点的纵坐标	1	

样例说明; 非实际考题。

根据试题册要求填写。

一定要保存!

保存

图 2 程序正确性提交方式

2、成果二：报告文档.pdf

3、成果三：源码文件.rar

将源码文件、可执行文件、计算结果等内容，压缩为一个文件，
文件名称：源码文件.rar。

考试成果上传

报告文档 选择文件

源码文件 选择文件

报告文档.pdf

源码文件.rar

上传文件

图 3 成果二和成果三提交

说明：程序正确性可以多次保存，以最后一次为准；文件上传只能提交一次；考试结束后，需要关闭考生端软件（该时刻作为考试结束时间）。

附件 1：报告文档模板

一、程序优化性说明

1. 用户交互界面说明（建议 200 字以内，给出主要用户交互界面图）
2. 程序运行过程说明（建议 200 字以内，给出程序运行过程截图）
3. 程序运行结果（给出程序运行结果）

二、程序规范性说明

1. 程序功能与结构设计说明（建议 500 字以内）
2. 核心算法源码（给出主要算法的源码）

附件 2：评分说明

测绘程序设计比赛满分 100 分，其中比赛用时成绩 20 分，程序正确性成绩 60 分，程序规范性和优化性成绩 20 分。比赛用时成绩和程序正确性成绩由计算机自动评分，程序规范性和优化性由专家团队评分。

1. 程序正确性评分（60 分）

根据《试题册》要求，编程完成相关算法，根据“程序正确性”给分点要求，将相关计算结果填写考生端“程序正确性”界面，并提交。

本项内容用于检验算法的正确性，该项成绩由计算机自动评阅。

2. 比赛用时评分（20 分）

比赛用时成绩总分为 20 分，记为 S_0 。第 i 组参赛选手提交的时间设为 T_i ，其本项成绩得分 S_i 的计算公式为：

$$S_i = \left(1 - \frac{T_i - T_1}{T_n - T_1} \times 40\% \right) \times S_0$$

式中： T_1 是第一组“程序正确性成绩 ≥ 30 分”参赛队伍的比赛时间。 T_n 是在规定时间内最后一组参赛队伍的比赛时间。由该公式可知：第一组的时间得分为 20 分， T_n 组的时间分为 12 分。

特殊情况说明：（1）第一组之前提交的参赛选手，本项成绩为 15 分；（2）比赛用时超过比赛规定时间 15 分钟以内，本项成绩为 7 分；（3）比赛用时超过比赛规定时间 15 分钟以上，取消比赛资格。

3. 专家评审（20 分）

评测内容	评分细则说明
程序优化性 (10 分)	人机交互界面设计良好（4 分）
	容错性、鲁棒性好（3 分）
	计算成果规范（3 分）
程序规范性 (10 分)	程序设计合理（3 分）
	类结构、函数设计清晰（3 分）
	注释规范（2 分）
	类、函数和变量命名规范（2 分）

试题：纵横断面计算

根据给定道路中心线上已知的 N 个关键点和散点数据，绘制 1 条纵断面，并计算断面面积。如图 1 所示， K_0 ， K_1 ， K_2 是道路中心线上的 3 个关键点，过这 3 个点构建纵断面。 M_0 是 K_0 、 K_1 的中心点， M_1 是 K_1 、 K_2 的中心点，分别过 M_0 和 M_1 点绘制横断面。

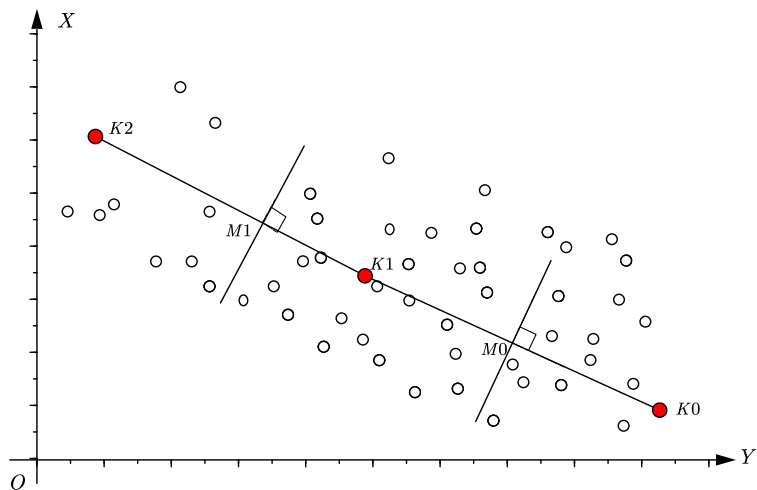


图 1 纵断面示意图

一、读取数据文件

数据内容和格式如表 1 所示，其中第 1 行参考高程点名和参考高程数字，第 2 行为 3 个关键点的点名，第 3 和第 4 行为 2 测试点。其余行为各点的相关信息，格式为“点名，X 分量,Y 分量,高程 H ”。

表 1 数据内容和格式说明

数据内容	格式说明
H0,15.000	参考高程的点名,参考高程值
K0,K1,K2	点名 1,点名 2,点名 3 （三点为道路中心线上点，相应坐标见后面数据主体）
A,3552.028,3354.823	测试点名（A，B），X（m），Y（m）
B,3537.910,3348.913	
K0,3574.012,3358.300,22.922	
P01,3570.355,3382.210,20.558	点名，X（m），Y（m），H（m）
.....	
K1,4534.227 ,3380.195 ,19.925	
.....	
P42,3578.863,3327.300,23.678	
K2,3497.844,3403.422,20.836	

【程序正确性】 将“参考高程点 H_0 、 K_0 、 K_1 、 K_2 ”的高程数值填写在“程序正确性”中，结果保留 3 位小数。

二、程序算法

1. 基本算法

1.1 坐标方位角计算

已知两点 $A(x_A, y_A), B(x_B, y_B)$ ，则 A, B 的坐标方位角为：

$$\alpha_{AB} = \text{atan}\left(\frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}}\right) = \text{atan}\left(\frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}\right) \tag{1}$$

方位角的值与所在象限有关，判定方法如表 2 所示。

表 2 方位角取值范围判断

Δy_{AB}	Δx_{AB}	坐标方位角
+	+	α_{AB}
+	-	$180^\circ + \alpha_{AB}$
-	-	$180^\circ + \alpha_{AB}$
-	+	$360^\circ + \alpha_{AB}$
>0	0	90°
<0	0	270°

【程序正确性】 计算 AB 的坐标方位角，以弧度为单位，结果保留 5 位小数。

1.2 内插点 P 的高程值的计算方法

采用反距离加权法求内插点 P 的高程，计算方法为：

- (1) 以点 $P(x, y)$ 为圆心，寻找最近的 n 个离散点 $Q_i(x_i, y_i)$ ，形成点集 Q (在搜索离散点时，包括关键点 K_i 和一般点 P_i ，其中 n 取 5)；
- (2) 计算 P 到 Q 中每一已知点 Q_i 的距离 d_i ，计算公式为：

$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \tag{2}$$

- (3) 计算 P 点的内插高程

设 $Q_i(x_i, y_i)$ 的高程为 h_i ， P 点高程 h 的插值为：

$$h = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i/d_i)}{\sum_{i=1}^n (1/d_i)} \tag{3}$$

【程序正确性】以 A、B 为内插点，搜索各自最近 5 个点（关键点和实测点）、计算 A、B 的内插高程，结果保留 3 位小数。

1.3 断面面积的计算

已知梯形两点 P_i , P_{i+1} 两点间的平面投影距离为 ΔL_i （计算方法见公式 2），基准高程为 h_0

P_i , P_{i+1} 的点高程为 h_i , h_{i+1} ，如图 2 所示，则该梯形的面积为：

$$S_i = \frac{(h_i + h_{i+1} - 2h_0)}{2} \Delta L_i \quad (4)$$

将断面的所有梯形进行累和得到最后的总面积

$$S = \sum S_i \quad (5)$$

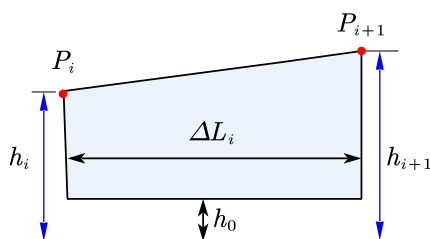


图 2 梯形面积示意图

【程序正确性】以 H_0 为高程参考面，以 A、B 为梯形的两个端点（不考虑中间内插点），计算其梯形面积。结果保留 3 位小数。

2. 道路纵断面计算

以道路中心线上的 $n+1$ 个点关键点 K_0, K_1, \dots, K_n ，形成道路的纵断面，在计算时 $n=2$ 。

2.1 计算纵断面的平面距离

已知 $K_i(X_i, Y_i)$, $K_{i+1}(X_{i+1}, Y_{i+1})$ ，可以计算它们之间的平面距离，公式为：

$$D_i = \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2} \quad (6)$$

纵断面的总长度为 $D = \sum_{i=0}^1 D_i$

【程序正确性】计算纵断面 K_0-K_1 , K_1-K_2 的分段平面距离,以及纵断面的平面总距离。结果保留 3 位小数。

2.2 计算 K_0 到 K_1 之间的内插点平面坐标

在纵断面上, 从起点 K_0 开始, 每隔平面距离 Δ 内插一点 (在计算时, 取 $\Delta=10\text{m}$), 形成纵断面上的内插点序列。

当插值点在 K_0, K_1 直线上, 记为 Z_i , 则 Z_i 点的坐标为

$$\begin{cases} x_i = X_0 + L_i \cos(\alpha_{01}) \\ y_i = Y_0 + L_i \sin(\alpha_{01}) \end{cases} \quad (7)$$

其中 α_{01} 为 $K_0(X_0, Y_0), K_1(X_1, Y_1)$ 的方位角, L_i 是待插值 Z_i 点距 K_0 点的平面投影距离。

本断面记为第一条纵断面, 按照 $\Delta=10\text{m}$ 的平面距离依次内插, 点名依次为: $K_0, Z_1, Z_2, \dots, K_1$

根据内插点的平面坐标, 依据公式 (3) 计算其高程。

【程序正确性】 方位角 α_{01} , 以弧度为单位, 保留 5 位小数。给出第一条纵断面的内插点 Z_3 坐标值, 结果保留 3 位小数。

2.3 计算 K_1 到 K_2 之间的内插点平面坐标

当插值点在 $K_1(X_1, Y_1)$ 和 $K_2(X_2, Y_2)$ 直线上, 记为 Y_i , 则 Y_i 点的坐标为

$$\begin{cases} x_i = X_1 + (L_i - D_0) \cos(\alpha_{12}) \\ y_i = Y_1 + (L_i - D_0) \sin(\alpha_{12}) \end{cases} \quad (8)$$

其中 α_{12} 为 K_1, K_2 的坐标方位角, L_i 是待插值 Y_i 点和 K_0 点之间沿中心线的平面投影距离, D_0 是 K_1, K_0 之间沿中心线的平面投影距离。

本断面记为第二条纵断面, 按照 $\Delta=10\text{m}$ 的平面距离依次内插, 内插点名依次为 $K_1, Y_1, Y_2, \dots, K_2$

根据内插点的平面坐标, 依据公式 (3) 计算其高程。

【程序正确性】 方位角 α_{12} , 以弧度为单位, 保留 5 位小数。给出第二条纵断面的内插点 Y_3 坐标值, 结果保留 3 位小数。

2.4 计算纵断面面积

根据 1.3 的面积计算公式, 分别计算第一条纵断面 $K_0, Z_1, Z_2, \dots, K_1$ 的面积, 记为 S_1 , 同理, 计算第二条纵断面 $K_1, Y_1, Y_2, \dots, K_2$ 的面积, 记为 S_2 。

则纵断面总面积 $S = S_1 + S_2$ 。

【程序正确性】 填写第一条纵断面面积、第二条纵断面面积、以及纵断面总

面积的计算结果, 结果保留 3 位小数。

3. 道路横断面计算

3.1 计算横断面中心点

取 K_i, K_{i+1} 的中心点 $M_i(x_{M_i}, y_{M_i})$ 计算公式为:

$$x_{M_i} = \frac{x_i + x_{i+1}}{2}; y_{M_i} = \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \quad (8)$$

3.2 计算横断面插值的平面坐标和高程

过横断面中间点 M_i , 分别向直线 K_0, \dots, K_n 垂直线, 两边各延伸 25 米, 得到 n 条横断面。

过 M_i 点的横断面的坐标方位角为 α_{M_i} 计算公式为:

$$\alpha_{M_i} = \alpha_{i,i+1} + 90^\circ \quad (9)$$

其中 $\alpha_{i,i+1}$ 是 K_i, K_{i+1} 的坐标方位角,

过 M_i 点横断面的内插点 P_i 平面坐标为:

$$\begin{cases} x_j = x_{M_i} + j\Delta \cos(\alpha_M) \\ y_j = y_{M_i} + j\Delta \sin(\alpha_M) \end{cases} \quad (j = -5, \dots, -1, 1, \dots, 5) \quad (10)$$

在横断面上, 按照 $\Delta=5m$ 的平面距离依次内插。

第一条横断面(过 M_0 点的横断面), 点名依次记为 $Q_1, \dots, Q_5, M_0, Q_6, \dots, Q_{10}$;

第二条横断面(过 M_1 点的横断面), 点名依次记为 $W_1, \dots, W_5, M_1, W_6, \dots, W_{10}$;

根据内插点的平面坐标, 计算其高程, 计算公式见 2.2 节。

【程序正确性】 给出第一条横断面内插点 Q_3 (即 $j=-3$)、第二条横断面内插点 W_3 (即 $j=3$)的坐标, 结果保留 3 位小数。

3.3 计算横断面面积

根据公式 5, 计算横断面面积。

【程序正确性】 给出第一条横断面的面积 S_{row1} 、第二条横断面横断面的面积 S_{row2} , 结果保留 3 位小数。

三、程序正确性和计算结果输出

1. 程序正确性

根据读取的数据文件，编程完成相关算法，按照格式要求输出结果，如下表所示。并将计算结果填写到“考生客户端”对应的“程序正确性”表格中。（已经填写的数据仅供参考）

其中：

序号 1 至 4：对应于“一、读取数据文件”；

序号 5 至 8：对应于“1. 基本算法”；

序号 9 至 11：对应于“2.1 计算纵断面的平面距离”；

序号 12 至 16：对应于“2.2 计算 K_0 到 K_l 之间的内插点平面坐标”；

序号 17 至 19：对应于“2.3 计算 K_1 到 K_2 之间的内插点平面坐标”；

序号 20 至 22：对应于“2.4 计算纵断面面积”；

序号 23 至 28：对应于“3.2 计算横断面插值的平面坐标和高程”；

序号 29 至 30：对应于“3.2 计算横断面插值的平面坐标和高程”；

序号	说明	输出格式要求
1	参考高程点 H_0 的高程值	100.000（保留 3 位小数）
2	关键点 K_0 的高程值	*.***（保留 3 位小数）
3	关键点 K_1 的高程值	*.***（保留 3 位小数）
4	关键点 K_2 的高程值	*.***（保留 3 位小数）
5	测试点 AB 的坐标方位角	*.*****（保留 5 位小数）
6	A 的内插高程 h	112.935
7	B 的内插高程 h	*.***（保留 3 位小数）
8	以 A、B 为两个端点的梯形面积 S	*.***（保留 3 位小数）
9	K_0 到 K_1 的平面距离 D_0	127.626（保留 3 位小数）
10	K_1 到 K_2 的平面距离 D_1	*.***（保留 3 位小数）
11	纵断面的平面总距离 D	*.***（保留 3 位小数）
12	方位角 α_{01}	0.21008
13	方位角 α_{12}	*.*****（保留 5 位小数）
14	第一条纵断面的内插点 Z3 的坐标 X	135.127（保留 3 位小数）
15	第一条纵断面的内插点 Z3 的坐标 Y	*.***（保留 3 位小数）
16	第一条纵断面的内插点 Z3 的高程 H	*.***（保留 3 位小数）
17	第二条纵断面的内插点 Y3 的坐标 X	*.***（保留 3 位小数）
18	第二条纵断面的内插点 Y3 的坐标 Y	*.***（保留 3 位小数）
19	第二条纵断面的内插点 Y3 的高程 H	*.***（保留 3 位小数）
20	第一条纵断面面积 S_1	*.***（保留 3 位小数）
21	第二条纵断面面积 S_2	*.***（保留 3 位小数）
22	纵断面总面积 S	*.***（保留 3 位小数）
23	第一条横断面内插点 Q3 的坐标 X	177.592
24	第一条横断面内插点 Q3 的坐标 Y	*.***（保留 3 位小数）

25	第一条横断面内插点 Q3 的高程 H	*.*** (保留 3 位小数)
26	第二条横断面内插点 W3 的坐标 X	*.*** (保留 3 位小数)
27	第二条横断面内插点 W3 的坐标 Y	*.*** (保留 3 位小数)
28	第二条横断面内插点 W3 的高程 H	*.*** (保留 3 位小数)
29	第一条横断面的面积 Srow1	*.*** (保留 3 位小数)
30	第一条横断面的面积 Srow2	*.*** (保留 3 位小数)

2. 计算结果输出

将上表结果，编程保存在“**result.txt**”文件中。文件格式如下：

序号,说明,计算结果
1, 参考高程点 H0 的高程值, 100.000
2,
.....

四、用户界面设计

1. 交互界面设计与实现要求

- (1) 包括菜单、工具栏、表格等功能；
- (2) 要求功能正确、可正常运行，布局合理、直观美观、人性化。

2. 计算报告的显示与保存

- (1) 将相关统计信息、计算报告在用户界面中显示；
- (2) 保存为文本文件 (*.txt) 。