

全国大学生测绘学科创新创业智能大赛

测绘程序设计比赛规则

一、比赛说明

1. 比赛形式：参赛小组由 2 人组成，每人配置 1 台电脑。请考生提前准备好硬件设备和网络环境。参加竞赛的 2 名组员并排坐在一起，准备 2 部带摄像头的设备，考场如图 1 所示。考生需身份证反面、学生证放在摄像头可以拍照的桌面，供监考老师查阅。书桌上可以放 2-3 页 A4 空白纸张和 2-3 支笔，用于本组成员成果交流的空白 U 盘，除此之外不摆放任何物品（如书籍等）。竞赛过程中选择安静、封闭、整洁的环境，避免无关人员干扰。

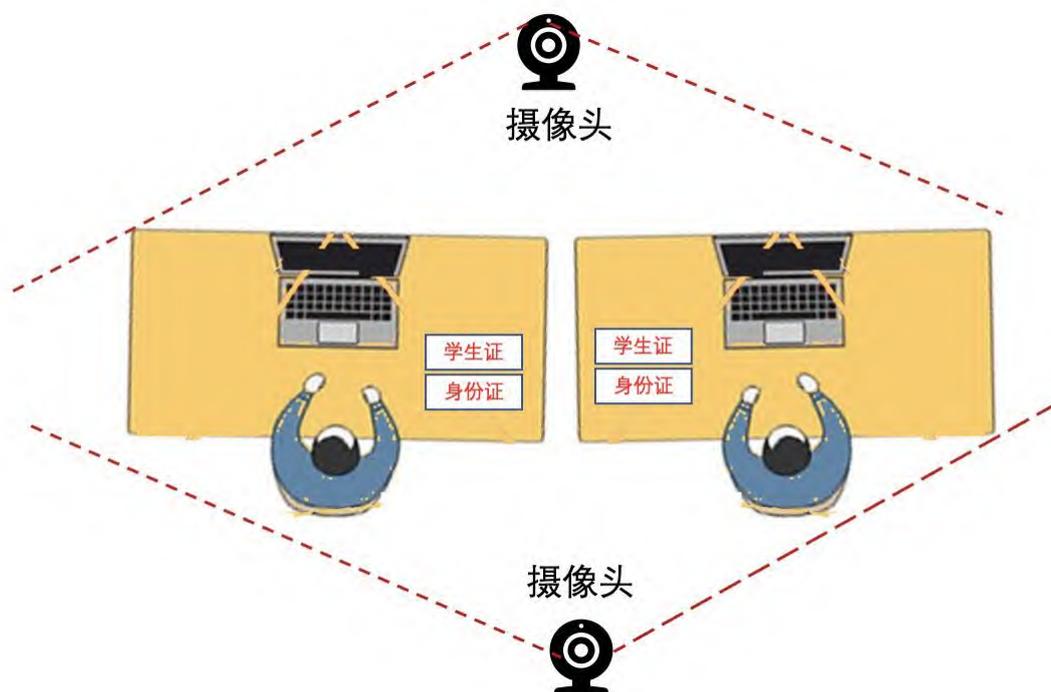


图 1 比赛考场示意图

2. 竞赛过程中信息交流：比赛小组用空白 U 盘进行资料交换；小组成员之间可以小声交流，比赛过程中不能用 QQ、微信或其他任何通讯工具进行信息交流。

3. 屏幕录制：打开“KK 录像机”，开始屏幕录制，严格按照图 2 说明进行设置。



图 2 KK 录像机设置

二、竞赛过程

比赛流程：比赛时间为 6 小时，比赛开始时，分发《试题册》和测试数据，3 个小时后发正式数据。比赛开始后 3 小时内不得交卷和离开考场，如图 3 所示。

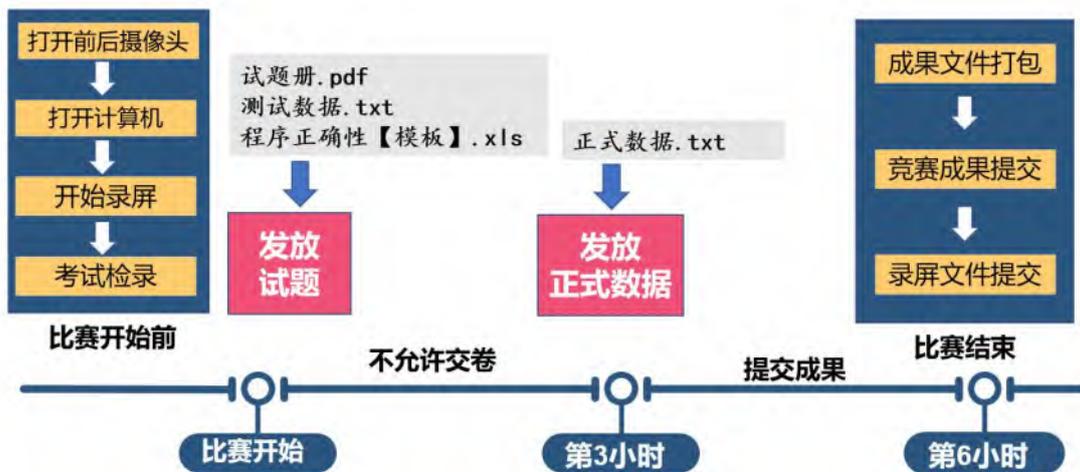


图 3 比赛流程

1. 发放试题：随机抽选《试题册》将发放在组长 QQ 群（QQ 群

号： 715771220)，组长负责下载试题。

2. 发放正式数据（考试 3 小时发放在组长群，在此之前不能提交成果）。

3. 要求：

（1）考试过程全程保持摄像头开启、全程保持屏幕录像录制，所有成果文件必须现场生成。

（2）竞赛过程中，如果需要上厕所，在腾讯会议室考场向监考老师留言报告，经监考老师批准后方可。如果需要补充食物，经监考老师批准后在摄像头监控范围内进食。

（3）在竞赛过程中不能浏览了历史项目文件、或者平时训练成果文件。

（4）组长除了下载试题册、数据文件、提交成果等竞赛过程必要操作外，不能进行其他的浏览互联网、微信和 QQ 等网络操作

组员：不能浏览互联网、微信和 QQ 等网络。

三、计算成果说明

1 输入数据说明：数据文件为文本文件(.txt)；图形文件为 JPG 格式 (*.jpg)。

2. 计算成果要求

在竞赛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。主要成果内容包括：

成果内容包括：源码文件、可执行文件、计算成果（程序正确

性.xls、result.txt、成果图形.jpg)、开发文档。严格按照图 4 进行目录组织和文件命名。



图 4 成果文件组织标准

- (1) 源码文件：保存所编写的程序代码，及其工程等相关文件
- (2) 可执行文件；保存可执行文件(.exe)和动态连接库文件(.dll)。删除编译和链接等中间过程文件。
- (3) result.txt：根据《试题册》要求，利用“正式数据.txt”进行计算，将计算过程或结果保存到该文件中。
- (4) 程序正确性.xls：手工填写“程序正确性【模板】.xls”相应字段，用于程序正确性评分。程序正确性【模板】.xls 将会在比赛开始时和试题册一起发放，手工修改红色部分，不用编程。
- (5) 成果图形.jpg：根据《试题册》要求进行的图形绘制，将其保存的图形文件(.jpg)。
- (6) 开发文档：包括程序功能简介、算法设计与流程图、主要函数和变量说明、主要程序运行界面、使用说明等部分。保存为 pdf 格式。

3. 用户界面要求：界面风格采用标准 Window 应用程序，包括菜单、工具条、主窗体、状态栏等要素构成。其中菜单包含文件、算法、

显示等内容，主窗体包含表格（显示输入数据）、图形（显示相关图形要素）、报告（显示计算成果）等组成部分。

四、竞赛成果提交

将如图 5 成果文件打包成一个压缩文件（zip 格式），文件名：**P2022.zip**。文件大小控制在 30MB 以内（删除编译、链接等中间过程文件）。由组长通过“全国大学生测绘类竞赛管理平台”（<http://ch3.whu.edu.cn/apply/>）的“测绘技能竞赛”进行成果提交，如图 5 所示。

比赛成果的时间分是以“上传成果”时间计算的。组长一定要**检查成果是否上传成功**，可以通过检查文件大小，或者将上传成果下载，看看是否能够解压成功。

2022年度全国大学生测绘学科创新创业智能大赛

测绘技能竞赛基本信息表

学校名称					
学院名称					
领队	姓名	职务、职称	手机号	Email	
组别	<input checked="" type="radio"/> 专业组 <input type="radio"/> 非专业组				
测绘程序设计					
指导教师	姓名	职务、职称	手机号	Email	
参赛选手	姓名	性别	Email	身份证号码	专业

成果信息【上传一个压缩文件 (zip/rar格式) 30MB以内】 上传成果

暂未上传成果附件!

填写说明

1. 管理员确认完成之前可以修改表单信息和重新上传成果附件。
2. 点击【设置组长】按钮分配当前参赛组的组长信息。组长设置成功后会以邮件的形式将账号发送给组长，账号：身份证号，密码：身份证号后八位。
3. 成果附件提交成功后，请等待

提前设置好组长账号; 记住该账号和密码

长登录系统提交。如果不设置组长, 成果附件可以由学校主账号登

图 5 成果提交入口

缺省账号信息提示：用户名为组长身份证号码，密码为身份证号码后 8 位。

五、录屏文件成果提交

1. 竞赛成果提交后，再停止屏幕录制。
2. 文件命名：学校名称-参赛选手姓名.mp4
3. 视频文件提交：视频文件生成后，立即上传到网盘。
4. 将网络链接和提取码发送，通过私信发送给比赛监考 QQ 群群主。

主题：测绘程序竞赛录屏文件-学校名称。

内容：

- ① 组长的录屏文件的网盘链接、提取码。
- ② 组员的录屏文件的网盘链接、提取码。

六、无效成果认定

有以下任何情况之一，成果将被认定为无效：

1. 缺少竞赛过程录屏文件，或者录屏文件中竞赛过程不完整；
2. 竞赛过程中浏览了历史项目文件、或者平时训练成果文件；
3. 组长：除了下载试题册、数据文件、提交成果等竞赛过程必要操作外，进行了其他的浏览互联网、微信和 QQ 等网络操作；
4. 组员：进行浏览互联网、微信和 QQ 等网络操作
5. 缺少“开发文档.pdf”成果文件；
6. 缺少“程序正确性.xls”成果文件。

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，2 条横断面，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。

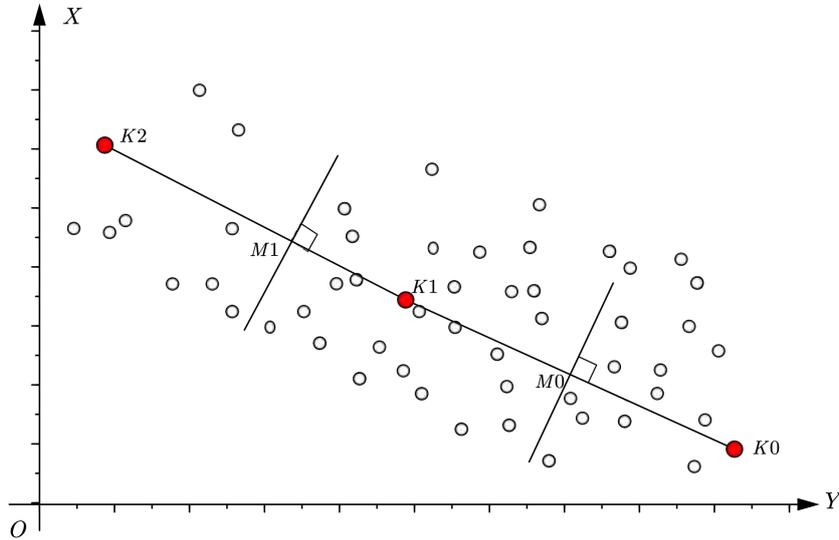


图 1 纵横断面示意图

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	点名, X (m), Y (m), H (m)
P01, 3570.355, 3382.210, 20.558	
.....	
P22, 4536.141, 3378.766, 19.502	
K1, 4534.227, 3380.195, 19.925	
.....	
P41, 3509.525, 3431.290, 20.478	
P42, 3578.863, 3327.300, 23.678	
K2, 3497.844, 3403.422, 20.836	

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:

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

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°

说明: 计算输入文件中的 A, B 两点的坐标方位角。

(1) 计算结果保存“result.txt”中。输出格式为 dd.mmssss, 其中 dd 表示度 (dd°), mm 表示分 (mm'), ssss 表示秒 ($ss.ss''$)。

(2) 将计算结果保存到“程序正确性.xls”文件中, 格式为 dd.mmssss。

将结果手工填写在“程序正确性.xls”中, 该文件在“程序正确性【模板】.xls”基础上, 手工修改红色部分, 不用编程。

序号	输出格式要求	说明
1	*.*****	A, B 两点的坐标方位角

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(在计算过程

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:

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

(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:

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

说明: 以 A、B 为内插点, 计算各自最近 5 个点(关键点和实测点)的点号、距离、以及内插高程, 计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 将距离 A、B 最近 5 个点(关键点和实测点)的点号、距离, 以及这 2 个点的内插高程, 将计算结果保存“result.txt”中。

(2) 将 A、B 点内插高程计算结果填写到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
2	*.***	A 的内插高程
3	*.***	B 的内插高程

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 , 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

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

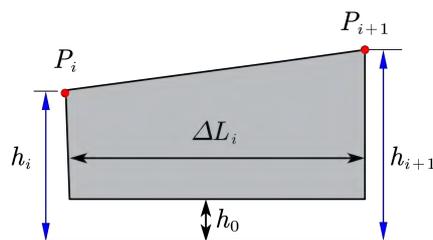


图 2 梯形面积示意图

说明：以 H0 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，将结果输出到计算报告中，计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 结果保存“result.txt”中。

(2) 计算结果保存到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
4	*.***	以 A、B 为梯形的两个端点的梯形面积

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。

2.1 计算纵断面的长度

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 $D = \sum_{i=0}^1 D_i$

说明：在计算报告中输出纵断面的总长度，计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 结果保存“result.txt”中

(2) 将计算结果保存到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
5	*.***	纵断面的总长度

2.2 计算内插点的平面坐标

在纵断面上，从起点 K_0 开始，每隔 Δ 内插一点，记为 Z_i ，形成纵断面上的内插点序列。

当插值点 Z_i 在 K_0, K_1 直线上，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。

当插值点在 K_j 和 K_{j+1} 直线上, 则 P_i 点的坐标为

$$\begin{cases} x_i = x_j + (L_i - D_0) \cos(\alpha_{j,j+1}) \\ y_i = y_j + (L_i - D_0) \sin(\alpha_{j,j+1}) \end{cases} \quad (8)$$

其中 $\alpha_{j,j+1}$ 为 K_jK_{j+1} 的坐标方位角, L_i 是待插值 P_i 点和 K_0 点之间沿中心线的平面投影距离, D_0 是 K_j 和 K_0 之间沿中心线的平面投影距离。

根据内插点的平面坐标, 依据公式(3)计算其高程。

说明: (1) 在纵断面上, 按照 $\Delta=10\text{m}$ 依次距离依次内插, 内插点名依次为 Z1、Z2、……, 计算结果保留小数点后 3 位数值。

(1) 将内插点的点名、坐标、高程保存“result.txt”中。

(2) 将第 5 个内插点的计算结果输出“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
6	*,***	第 5 个内插点的 x 坐标
7	*,***	第 5 个内插点的 y 坐标
8	*,***	第 5 个内插点的高程

2.3 计算纵断面面积

说明: 根据(5)的公式, 利用 2.2 中内插点及关键点数据计算纵断面面积, 计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 结果显示在“报告显示”中。

(2) 结果保存到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
9	*,***	纵断面面积

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:

$$x_{M_i} = \frac{x_i + x_{i+1}}{2}; y_{M_i} = \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \quad (9)$$

说明: 在计算报告中输出所有横断面中心点的坐标, 计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 结果保存“result.txt”中。

(2) 将第 2 中心点坐标输出到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
10	*.***	第 2 个横断面中心点的坐标 x
11	*.***	第 2 个横断面中心点的坐标 y

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 点的横断面的坐标方位角为 α_{M_i} 计算公式为：

$$\alpha_{M_i} = \alpha_{i,i+1} + 90^\circ \quad (10)$$

过 M 点横断面的内插点 N_i 平面坐标为：

$$\begin{cases} x_j = x_{M_i} + j\Delta \cos(\alpha_M) \\ y_j = y_{M_i} + j\Delta \sin(\alpha_M) \end{cases} \quad (j = -5, \dots, -1, 1, \dots, 5) \quad (11)$$

根据内插点的平面坐标，计算其高程，计算公式见 3.2 节。

说明：(1) 计算各横断面的坐标方位角，计算结果保留小数点后 6 位；(2) 计算各横断面内插点的坐标、高程，第 1 个横断面内插点的编号前缀为“NA”，第 2 个前缀为“NB”，第 3 个为“NC”，内插点的序号依次为“-5, -4, ..., 4, 5”，例如“NA-4”、“NC3”。计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 结果保存“result.txt”中。

(2) 计算 2 个横断面的坐标方位角，以及第 2 个横断面中的 j=3 的内插点的坐标和高程，保存到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
12	*.*****	第 2 个横断面的坐标方位角，以弧度为单位
13	*.***	第 1 个横断面中的 j=3 的内插点的坐标 x
14	*.***	第 1 个横断面中的 j=3 的内插点的坐标 y
15	*.***	第 1 个横断面中的 j=3 的内插点的高程
16	*.***	第 2 个横断面中的 j=-3 的内插点的坐标 x
17	*.***	第 2 个横断面中的 j=-3 的内插点的坐标 y
18	*.***	第 2 个横断面中的 j=-3 的内插点的高程

3.3 计算横断面面积

说明：根据（5）公式，计算 2 个横断面的面积，用于横断面面积的计算点包括横断面中心点和横断面内插点（每个横断面共有 11 个点）构成的断面，计算结果保留小数点后 3 位。

（1）结果保存“result.txt”中。

（2）将二个横断面面积计算结果保存到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
19	*.***	第 1 个横断面的面积
20	*.***	第 2 个横断面的面积

4.路基土石方量计算

4.1 横断面面积计算

以关键点 K_j 和纵断面上的内插点 Z_j （内插距离 $\Delta=10\text{m}$ ；见 2.2 节）为中心点，分别向纵断面做垂直线，两边各延伸 5 米，根据公式（5），计算各横断面面积 S_j 。

4.2 路基土石方量计算

$$V_{j,j+1} = \frac{S_j + S_{j+1}}{2} L_{j,j+1} \quad (12)$$

式中， S_j 和 S_{j+1} 是相邻两个横断面面积， $L_{j,j+1}$ 是这两个横断面中心点之间的平面距离。

4.3 每段纵断面土石方总量计算

针对每个纵断面（ K_0K_1 ， K_1K_2 ， K_2K_3 ），计算土石方总量：

$$V_{k_i,k_{i+1}} = \sum V_{j,j+1} \quad (13)$$

说明：计算所有纵断面的土石方总量，计算结果保留小数点后 3 位。

(1) 结果保存“result.txt”中。

(2) 将计算结果保存到“程序正确性.xls”文件中。

序号	输出格式要求	说明
21	*.***	第 1 个纵断面的土石方总量
22	*.***	第 2 个纵断面的土石方总量

三、成果要求

1. 程序正确性评价

根据“二、程序算法”，利用“正式数据”进行计算，填写成果文件“程序正确性.xls”，如表 2 所示，该文件将用于程序正确性评分。

说明：该文件在“程序正确性【模板】.xls”基础上，只需要手工修改红色部分，不要更改模板中的其他内容，不用编程。

表 3 “程序正确性.xls”的文件内容与分值

序号	输出格式要求	说明	分值
1	*.*****	A, B 两点的坐标方位角	2
2	*.***	A 的内插高程	2
3	*.***	B 的内插高程	2
4	*.***	以 A、B 为梯形的两个端点的梯形面积	2
5	*.***	纵断面的总长度	2
6	*.***	第 5 个内插点的 x 坐标	2
7	*.***	第 5 个内插点的 y 坐标	1
8	*.***	第 5 个内插点的高程	1
9	*.***	纵断面面积	2
10	*.***	第 2 个横断面中心点的坐标 x	1
11	*.***	第 2 个横断面中心点的坐标 y	1
12	*.*****	第 2 个横断面的坐标方位角，以弧度为单位	2
13	*.***	第 1 个横断面中的 j=3 的内插点的坐标 x	1
14	*.***	第 1 个横断面中的 j=3 的内插点的坐标 y	1
15	*.***	第 1 个横断面中的 j=3 的内插点的高程	1
16	*.***	第 2 个横断面中的 j=-3 的内插点的坐标 x	1
17	*.***	第 2 个横断面中的 j=-3 的内插点的坐标 y	1
18	*.***	第 2 个横断面中的 j=-3 的内插点的高程	1
19	*.***	第 1 个横断面的面积	1
20	*.***	第 2 个横断面的面积	1
21	*.***	第 1 个纵断面的土石方总量	1
22	*.***	第 2 个纵断面的土石方总量	1

2. 用户界面设计

2.1. 人机交互界面设计与实现

- (1) 包括菜单、工具条、表格、图形和文本等功能；
- (2) 功能完善、可正常运行，布局合理，直观美观、人性化；

2.2. 计算报告显示功能

在用户界面提供计算报告显示功能，显示内容为：保存在“result.txt”文件中的内容。

2.3 图形显示功能

在程序用户界面中，编程显示以下内容的图形：

- (1) 关键点 K0, K1……, 和中心点 M0, M1…… (用红色△表示)。
- (2) 实测点 (K0、K1、K2 除外) 平面散点图 (用灰色○标识)
- (3) 纵断面上的内插点 (用蓝色○标识)。
- (4) 横断面上的内插点 (用绿色○标识)。
- (5) 分别绘制纵断面和两个横断面的连线图或断面图，以断面上点到断面起点的距离为 X 坐标，点的高程为 Y 坐标分别绘制三幅断面图，绘制颜色自选。

2.4 表格显示功能

在程序用户界面中，编程实现数据表格显示功能，在表格中“程序正确性评价”内容，如表 3 所示 (不需要第 4 列，即不用输出“分值”列)。

3. 计算成果输出

3.1 计算报告保存

利用“正式数据.txt”进行计算，生成结果文件“result.txt”。

3.2 图形文件保存

编程将“2.3 图形显示功能”的图形保存为：成果图形.jpg

4. 开发文档

针对程序开发过程，撰写编程开发技术文档，并保存为“开发文档.pdf”文件。

内容包括：

- (1) 程序功能简介；
- (2) 算法设计与流程图；
- (3) 主要函数和变量说明；
- (4) 主要程序运行界面；
- (5) 使用说明。

四、评分规则

评测内容	评分细则说明
程序正确性 (30分)	1. 本部分评分根据成果文件“程序正确性”输出结果进行评分，该结果文件是用“正式数据”计算生成的结果。“正式数据”会在考试开始3小时左右分发。 2. 如果本项成绩低于15分，不能参评特等奖和一等奖（该参赛队如果是第一个提交成果，其时间不作为最短时间基准，其时间得分为最高和最低分的平均值）。
程序完整 与规范性 (15分)	数据读取正确（读“正式数据.txt”文件）（3分）
	文本文件保存（输出“计算结果.txt”文件）（3分）
	图形保存（输出“成果图.jpg”文件）（2分）
	程序结构完整、函数与类结构设计清晰（3分）
	注释规范（2分）
程序优化性 (15分)	类、函数和变量命名规范（2分）
	人机交互界面设计良好（4分）
	表格显示符合要求（2分）
	报告显示符合要求（3分）
	图形显示美观（3分）
开发文档 (10分)	容错性、鲁棒性好（3分）
	程序功能简介（2分）
	算法设计与流程图（2分）
	主要函数和变量说明（2分）
	主要程序运行界面（2分）
完成时间 (30分)	使用说明（2分）
	$S = \left(1 - \frac{T_i - T_1}{T_n - T_1} \times 40\%\right) \times 30$ (其中 T_1 ， T_i ， T_n 分别表示第一组，第 <i>i</i> 组和最后一组提交的时间)