

2024 年全国大学测绘学科创新创业智能大赛

测绘程序设计比赛模拟

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。

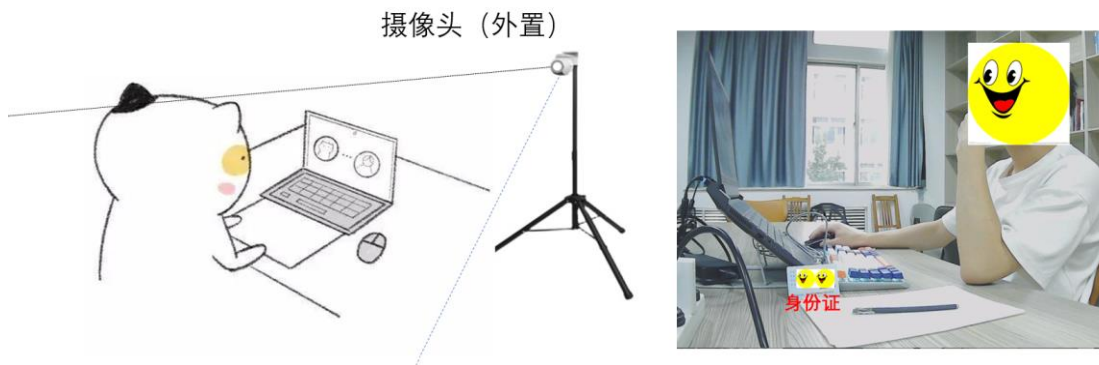


图 1 考试环境示例

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。



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。

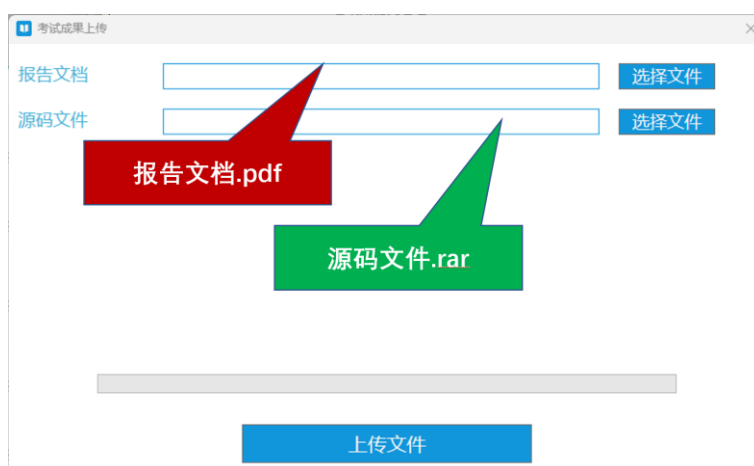


图 3 成果二和成果三提交

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. 专家评分（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)

试题册：大地线长度计算

大地线（Geodesic Lines）是指地球椭球面上两点间的最短程曲线。大地线上各点的主法线与该点的曲面法线重合。

如图 1 所示，在椭球面上的两点 P_1 和 P_2 ，其中 P_1 的纬度和经度值为 B_1 和 L_1 ， P_2 的纬度和经度值为 B_2 和 L_2 ，请根据两点坐标，计算两点间的大地线长度 S 。在计算大地线长度时，需要计算起点大地方位角 A_1 和经差 λ 。因此，主要任务为：

已知：大地线起点 P_1 的大地坐标 (B_1, L_1) 、终点 P_2 的大地坐标 (B_2, L_2)

计算：大地线长度 S 。

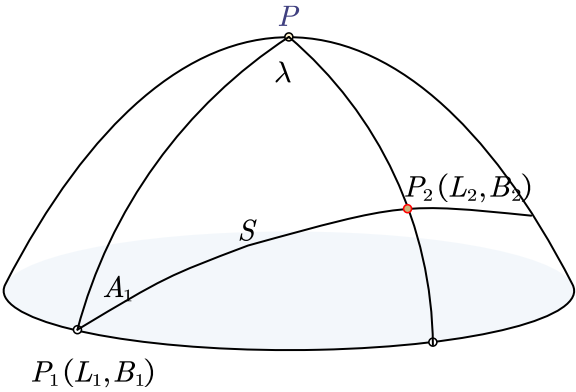


图 1 大地线示意图

一、数据文件读取

编程读取 “data.txt” 文件，数据内容和相应的说明如表 1 所示。数据由两部分组成，分别为椭球参数和反算数据。其中涉及的角度格式为 dd.mmsss，dd 表示度，mm 表示分，sss 表示秒（ss.s”）。

表 1 数据的内容示例(仅供参考，可用于检验程序正确性)

数据内容	数据说明
6378137,298.257222	椭球长半轴,扁率倒数(CGCS2000)
P1,31.23315,121.45376,P2,31.31134,120.54107	(第 1 条大地线) 起点名称,纬度 B_1 ,经度 L_1 ,终点名称,纬度 B_2 ,经度 L_2

【程序正确性】 给出 “椭球长半轴,扁率倒数，扁率” 数据

二、程序算法

1. 辅助量计算

1.1 椭球基本参数

a 为椭球长半轴，椭球扁率 f ，椭球短半轴 (b) 为：

$$b = a(1 - f) \quad (1)$$

椭球第一偏心率的平方为：

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (2)$$

椭球第二偏心率的平方为：

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} = \frac{e^2}{1 - e^2} \quad (3)$$

【程序正确性】 给出“椭球短半轴，第一偏心率的平方，第二偏心率的平方”。

1.2 辅助计算

根据起点 P1 的大地坐标 (B_1, L_1)、终点 P2 的大地坐标 (B_2, L_2)，计算相关辅助量。

提示：在计算时，需要将度分秒转化为弧度。

$$\begin{cases} u_1 = \text{atan}\left(\sqrt{1 - e^2} \tan B_1\right) \\ u_2 = \text{atan}\left(\sqrt{1 - e^2} \tan B_2\right) \end{cases} \quad (4)$$

$$l = L_2 - L_1 \quad (5)$$

$$\begin{cases} a_1 = \sin u_1 \sin u_2 \\ a_2 = \cos u_1 \cos u_2 \\ b_1 = \cos u_1 \sin u_2 \\ b_2 = \sin u_1 \cos u_2 \end{cases} \quad (6)$$

【程序正确性】 给出第 1 条大地线辅助计算结果。

2. 计算起点大地方位角

用逐次趋近法同时计算起点大地方位角 A_1 和经差 $\lambda = l + \delta$

第一次趋近时, 取 $\delta = 0$, A_1 计算公式如下:

$$\begin{cases} p = \cos u_2 \sin \lambda \\ q = b_1 - b_2 \cos \lambda \\ A_1 = \text{atan}(p/q) \end{cases} \quad (7)$$

p 符号	+	+	-	-
q 符号	+	-	-	+
$A_1 =$	$ A_1 $	$180^\circ - A_1 $	$180^\circ + A_1 $	$360^\circ - A_1 $

若 $A_1 < 0$, $A_1 = A_1 + 360^\circ$; 若 $A_1 > 360^\circ$, $A_1 = A_1 - 360^\circ$ 。

$$\begin{cases} \sin \sigma = p \sin A_1 + q \cos A_1 \\ \cos \sigma = a_1 + a_2 \cos \lambda \\ \sigma = \text{atan}(\sin \sigma, \cos \sigma) \end{cases} \quad (8)$$

$\cos \sigma$ 符号	+	-
$\sigma =$	$ \sigma $	$180^\circ - \sigma $

其中, $|A_1|$ 、 $|\sigma|$ 是第一象限角。

$$\begin{cases} \sin A_0 = \cos u_1 \sin A_1 \\ \sigma_1 = \text{atan}\left(\frac{\tan(u_1)}{\cos(A_1)}\right) \\ \delta = (\alpha \sigma + \beta \cos(2\sigma_1 + \sigma) \sin(\sigma) + \gamma \sin(2\sigma) \cos(4\sigma_1 + 2\sigma)) \sin A_0 \end{cases} \quad (9)$$

其中 α , β , γ 按照下式计算。

$$\begin{cases} \alpha = \left(\frac{e^2}{2} + \frac{e^4}{8} + \frac{e^6}{16} \right) - \left(\frac{e^4}{16} + \frac{e^6}{16} \right) \cos^2 A_0 + \left(\frac{3e^6}{128} \right) \cos^4 A_0 \\ \beta = \left(\frac{e^4}{16} + \frac{e^6}{16} \right) \cos^2 A_0 - \left(\frac{e^6}{32} \right) \cos^4 A_0 \\ \gamma = \left(\frac{e^6}{256} \right) \cos^4 A_0 \end{cases} \quad (10)$$

用求得的 δ 计算 $\lambda_1 = l + \delta$ ，依此，按上述步骤重新计算得 δ_2 ，再用 δ_2 计算 λ_2 ，仿此一直迭代，直到最后两次 δ 相同或差值小于给定的允许值（编程时取 1.0×10^{-10} ）。 λ 、 A_1 、 σ 及 $\sin A_0$ 均采用最后一次计算的结果。

【程序正确性】 给出第 1 条大地线的相关计算结果。

3. 计算大地线长度 S

$$\begin{cases} \sigma_1 = \text{atan} \left(\frac{\tan(u_1)}{\cos(A_1)} \right) \\ x_s = C \sin(2\sigma) \cos(4\sigma_1 + 2\sigma) \\ S = \frac{\sigma - B \sin(\sigma) \cos(2\sigma_1 + \sigma) - x_s}{A} \end{cases} \quad (11)$$

其中 A, B, C 按照下式计算。

$$\cos^2 A_0 = 1 - \sin^2 A_0, \quad k^2 = e'^2 \cos^2 A_0$$

$$\begin{cases} A = \left(1 - \frac{k^2}{4} + \frac{7k^4}{64} - \frac{15k^6}{256} \right) / b \\ B = \left(\frac{k^2}{4} - \frac{k^4}{8} + \frac{37k^6}{512} \right) \\ C = \left(\frac{k^4}{128} - \frac{k^6}{128} \right) \end{cases} \quad (12)$$

按以上步骤计算第一条大地线后，依次计算其他大地线的长度并输出。

【程序正确性】 给出大地线的相关计算结果。

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 3：对应于“一、读取数据文件”；

序号 4 至 6：对应于“1.1 椭球基本参数”；

序号 7 至 13：对应于“1.2 辅助计算”；

序号 14 至 20：对应于“2. 计算起点大地方位角”；

序号 21 至 29：对应于“3. 计算大地线长度 S”；

序号	说明	输出格式要求
1	椭球长半轴 a	6378137（保留整数位）
2	扁率倒数 $1/f$	*, ***（保留 3 位小数）
3	扁率 f	*, ****（保留 8 位小数）
4	椭球短半轴 b	6356752.314（保留 3 位小数）
5	第一偏心率平方 e^2	*, ****（保留 8 位小数）
6	第二偏心率平方 e'^2	*, ****（保留 8 位小数）
7	第 1 条大地线 u_1	0.54640305（保留 8 位小数）
8	第 1 条大地线 u_2	*, ****（保留 8 位小数）
9	第 1 条大地线经差 l （弧度）	*, ****（保留 8 位小数）
10	第 1 条大地线 a_1	*, ****（保留 8 位小数）
11	第 1 条大地线 a_2	*, ****（保留 8 位小数）
12	第 1 条大地线 b_1	*, ****（保留 8 位小数）
13	第 1 条大地线 b_2	*, ****（保留 8 位小数）
14	第 1 条大地线系数 α	0.00335199（保留 8 位小数）
15	第 1 条大地线系数 β	*, ****（保留 8 位小数）
16	第 1 条大地线系数 γ	*, ****（保留 8 位小数）
17	第 1 条大地线 A_1 （弧度）	*, ****（保留 8 位小数）
18	第 1 条大地线 λ	*, ****（保留 8 位小数）
19	第 1 条大地线 σ	*, ****（保留 8 位小数）
20	第 1 条大地线 $\sin A_0$	*, ****（保留 8 位小数）
21	第 1 条大地线系数 A	0.00000016（保留 8 位小数）

22	第 1 条大地线系数 B	*, *****(保留 8 位小数)
23	第 1 条大地线系数 C	*, *****(保留 8 位小数)
24	第 1 条大地线 σ_1	*, *****(保留 8 位小数)
25	第 1 条大地线长 S	*, *** (保留 3 位小数)
26	第 2 条大地线长 S_2	*, *** (保留 3 位小数)
27	第 3 条大地线长 S_3	*, *** (保留 3 位小数)
28	第 4 条大地线长 S_4	*, *** (保留 3 位小数)
29	第 5 条大地线长 S_5	*, *** (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, 椭球长半轴 a, 6378137
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)。