



# 武汉大学研究生课程报告

课程名称：现代测量数据处理理论

教师姓名：袁修孝

学生姓名：叶小川

学生学号：2022282140108

学 院：测 绘 学 院

专 业：资 源 与 环 境

二零二二年十二月

# 现代测量数据处理理论误差处理实践报告

## 1 概述

模拟的立体像对( $f$ 为 100.5mm,摄影比例尺为 1:25500,像点坐标量测中误差为+2.8 $\mu\text{m}$ ),控制点三维坐标没有误差,查找存在粗差的点位并且估计粗差的大小。

## 2 算法原理

根据数据的特性和参考本课程的学习,拟采用连续相对定向法。

### 2.1 相对定向法思想

#### (1) 相对定向元素

相对定向(relative orientation)是指恢复象对在摄影时候的相对关系,也就是解算立体像对相对方位元素的工作,恢复两光束间相对方位的工作,使得同名光线对对相交<sup>[1]</sup>。

#### (2) 共面条件方程式

一个立体模型实现正确相对定向示意图如图 1 所示,图中的  $m_1, m_2$  表示模型点  $M$  在左右两幅影像上的构像。

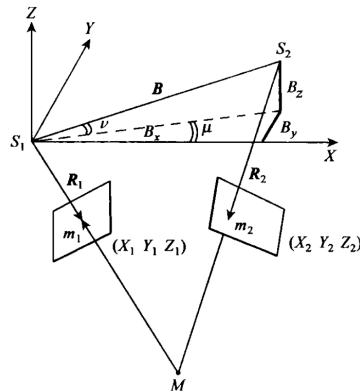


图 1 共面条件

$S_1m_1, S_2m_2$  表示一堆同名光线,它们与空间基线  $S_1S_2$  共面,这个平面可以用三个矢量的混合积表示:

$$B \cdot (R_1 \times R_2) = 0 \quad (1)$$

用坐标的形式表示为三阶行列式 (2), 即为共面条件方程式。

$$F = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 \end{vmatrix} = 0 \quad (2)$$

### 2.2 连续像对相对定向

#### (1) 解算公式

连续像对相对定向通常假定左方影像是水平的或其他方位元素是已知的,可以把 (2) 展开到一次项:

$$F = F_0 + \frac{\partial F}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial F}{\partial \omega} d\omega + \frac{\partial F}{\partial \kappa} d\kappa + \frac{\partial F}{\partial \mu} b_{\gamma} \cdot d\mu + \frac{\partial F}{\partial \nu} b_z \cdot d\nu = 0 \quad (3)$$

其中  $F_0$  是用相对定向元素的近似值求出的， $d\varphi$  等为相对定向待定参数的改正数。五个偏导数用微小旋转矩阵式表示之后可以表示为：

$$\begin{cases} Y_1 = Y_2 \\ Z_1 = Z_2 \\ X_1 = X_2 + \frac{B_x}{N'} \end{cases} \quad (4)$$

其中， $N'$  是投影系数，可以得到：

$$q = -\frac{X_2 Y_2}{Z_2} N' d\varphi - \left( Z_2 + \frac{Y_2^2}{Z_2} \right) N' d\omega + X_2 N' d\kappa + B_x d\mu - \frac{Y_2}{Z_2} B_x d\nu \quad (5)$$

(2) 解算过程

式 (5) 中有 5 个未知数，因此至少需要量测 5 对同名像对的像点坐标，有多余观测值的时候将  $q$  视为观测值，可以得到误差公式：

$$v_q = -\frac{X_2 Y_2}{Z_2} N' d\varphi - \left( Z_2 + \frac{Y_2^2}{Z_2} \right) N' d\omega + X_2 N' d\kappa + B_x d\mu - \frac{Y_2}{Z_2} B_x d\nu - q \quad (6)$$

### 3 算法实现

采用 C++ 实现，引入 Eigen 库

#### 3.1 数据读取及输入

从 dat 文件中读取相点坐标内方位元素等

#### 3.2 解算法方程

进行法方程的计算

#### 3.3 解算改正值和估值

改正值：

$$\hat{X} = (A^T P A)^{-1} A^T P L \quad (7)$$

#### 3.4 判断改正值是否小于限差

如果大于限差，改正未知数重新进行步骤 3.2，如果小于限差则直接输出结果<sup>[2]</sup>。

### 4 实验结果

序号	点号	粗差
1	81	91.2321
2	220	19.1123
3	235	42.5821
4	330	49.3823
5	452	65.2122
6	502	39.1256

---

7	821	73.9074
8	874	33.5068
9	1078	96.5401
10	1130	85.8116
11	1252	85.3634
12	1276	41.3306
13	1340	52.9206
14	1505	57.8403
15	1832	67.0305
16	2316	31.5946
17	2666	28.1936
18	2844	62.7248
19	3077	42.8454
20	3107	32.2633
21	3567	81.7237
22	3567	75.6976
23	3808	18.8321
24	3878	93.8189
25	3914	58.6753
26	4017	59.7175
27	4036	56.9016
28	4553	95.0568
29	4606	42.6973
30	4641	99.0518
31	4976	95.2892
32	4986	24.3412
33	5211	100.4265
34	5732	56.3565
35	5777	42.3411
36	5918	35.0516
37	5947	89.6993
38	6133	35.3394
39	6412	82.3587
40	6463	36.8845
41	6527	27.6581
42	6612	69.4206
43	6658	60.5126
44	6737	52.4738
45	6894	40.3166
46	7042	79.4758
47	7053	21.2022

---

48	7089	42.9935
49	7243	57.5833
50	7362	83.7944
51	7446	73.8698
52	8937	71.9389

## 5 实验总结

针对于 3 张影像，选取了相对定向方法进行计算，该方法易于理解，可以较为方便进行计算，算得有误差的点位，实践了课程所学。其次在查找资料的过程中发现光束法平差针对这个场景也比较适用，但是程序实现有一定难度，涉及到最小二乘多项式的计算，平差结果一直不理想，故只提交了相对定向方法的结果，后续还会继续进行改进。

## 参考文献

- [1] 张军, 赵淑湘. 摄影测量与遥感技术[M]. Beijing Book Co. Inc., 2015.
- [2] 广义测量平差[M]. 武汉大学出版社, 2009[2022-12-11].