

文章编号:1007-6492(1999)03-0082-02

用照相机确定空间物体的位置

杨永昌, 白事钦

(焦作工学院土木建筑工程系, 河南 焦作 454000)

摘要: 根据研究物体本身形态及其运动状态的需要, 从摄影原理出发, 对同一空间物点, 通过两次照相, 详细地研究了空间物点的各空间直角坐标与照相机焦距、拍照平移距离及两次拍照的相坐标差之间的关系, 从而导出了物点的空间直角坐标公式及空间物点到测点的距离公式; 同时应用空间解析几何基本理论, 推导出空间物体表面中心法线与照相机主光轴之间的夹角公式。

关键词: 空间直角坐标系; 相坐标系; 焦距

中图分类号: TU 198.3

文献标识码: A

0 引言

摄影测量技术广泛应用于大地勘测、建筑学、生物学、电子工程等领域, 随着现代航天技术和计算机的发展应用, 其应用领域将更加广泛, 不论研究的物体是固态、液态、气态, 还是动态、静态、微观、宏观, 只要能被摄影, 都能通过摄影测量确定其空间位置, 研究其运动状态。本文从摄影原理出发, 运用两次照相的方法, 对同一物点的空间位置的确定进行了详细论证, 给出了空间点坐标和方向公式。

1 求物点的空间直角坐标

设空间直角坐标系 $OXYZ$ (见图1), 空间点 $A(X_i, Y_i, Z_i)$, a 与 a' 为 A 点在 XOY, XOZ 坐标面上的投影, $o_1xyz, o_1'x'y'z'$ 为点的相坐标系。选 O 为物镜中心, 照相过程中沿 Y 轴移动至 O' , 进行两次拍照, 相机主光轴平行 X 轴, 主光轴与点相坐标面交于 o_1 和 o_1' , $Oo_1 = O'o_1' = f$, f 为照相机焦距, A_1 和 A_1' 分别为空间点在相坐标面 o_1yz 和 $o_1'y'z'$ 上的相。

由图1知:

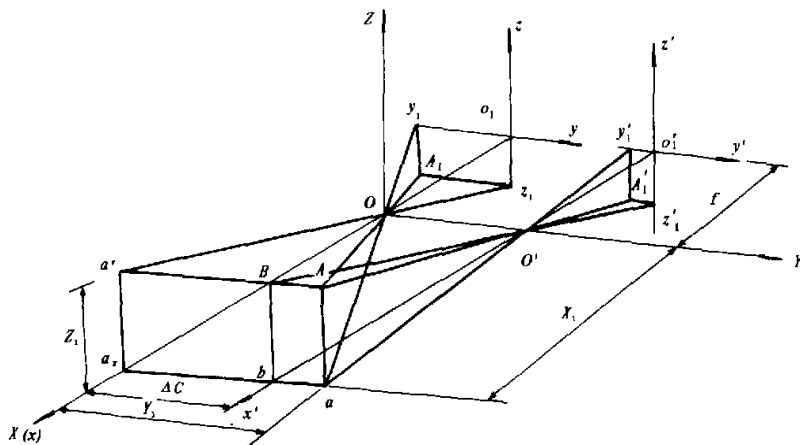


图1 两次照相法确定物点空间位置过程示意图

$$\Delta a'Oa_x \sim \Delta o_1Oy_i, Y_i = (X_i/f)y_i = \beta y_i \quad (1)$$

$$\Delta a'a_xO \sim \Delta o_1'Oz_i, Z_i = (X_i/f)z_i = \beta z_i \quad (2)$$

收稿日期:1999-04-15; 修订日期:1999-05-26

作者简介:杨永昌(1957-),男,河南省鲁山县人,焦作工学院副教授,硕士,主要从事建筑设计及测量方面的研究。

$$X_i = x_i \quad (3)$$

式中, $\beta = \left| \frac{X_i}{f} \right|$, 为垂轴放大率^[1].

将照相机由 O 沿 Y 轴平移 ΔC 至 O' , 拍照得 A 点在 $o_1'y'z'$ 的像点 A_1' .

由 $\Delta BbO' \sim \Delta O'o_1'z'$, 得 $Z_i = X_i/f \cdot z_i'$; (4)

$\Delta aO'b \sim \Delta O'o_1'y_i'$, 得 $y_i'/(ab) = f/X_i$,

由 $ab = Y_i - \Delta C$, $Y_i = X_i/fy_i' + \Delta C$. (5)

将式(5)代入式(1),(2),(3),得

$$X_i = f \cdot \Delta C / (y_i - y_i'); \quad (6)$$

$$Y_i = \Delta C \cdot y_i' / (y_i - y_i'); \quad (7)$$

$$Z_i = \Delta C \cdot z_i / (y_i - y_i'). \quad (8)$$

式中, f 为所使用相机镜头焦距, 为已知, 则 A_i 点相对测点 O 的空间距离 L_i 为

$$L_i = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2}, \quad (9)$$

该距离相对测点 o_1 . 反射面的大小可由物象距离及放大率求得.

2 物体表面法线与相机主光轴夹角^[2]

设 S 为相机主光轴, α 为物体表面法线与光轴夹角. 在空间物体任一表面(平面) Q' 上取 3 个点 $A_1(x_1, y_1, z_1)$, $A_2(x_2, y_2, z_2)$, $A_3(x_3, y_3, z_3)$, 其中, 令 A_1 为 Q' 的中心点(见图 2), 则由此 3 个点所确定的 Q' 中心法向矢量为:

$$\begin{aligned} \vec{n} &= \overrightarrow{A_1A_2} \times \overrightarrow{A_1A_3} \\ &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix} \end{aligned}$$

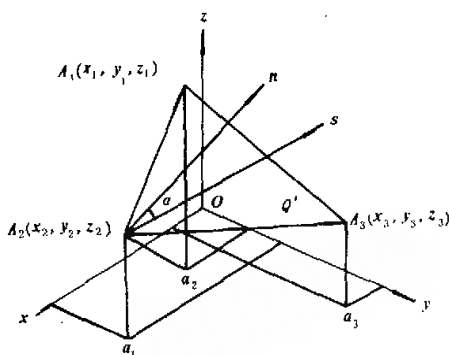


图 2 物体表面法线与主光轴夹角示意图

$$= \{n_1, n_2, n_3\}. \quad (10)$$

此时把测点至表面中心的视线也视为矢量, 故到达点 A_1 矢量为

$$\vec{m}_1 = \{x_1, y_1, z_1\},$$

$$\text{则 } \cos(\vec{n}, \vec{m}_1) = \frac{\vec{n} \cdot \vec{m}_1}{|\vec{n}| \cdot |\vec{m}_1|}$$

$$= \frac{n_1 \cdot x_1 + n_2 \cdot y_1 + n_3 \cdot z_1}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2} \cdot \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}}. \quad (11)$$

故两矢量夹角 $\alpha = \arccos(\vec{n}, \vec{m}_1)$, (12)

规定 $0 \leq \alpha \leq \pi/2$, 当 $|\vec{n}, \vec{m}_1| \geq \pi/2$ 时, 取 $\alpha = \pi - |\vec{n}, \vec{m}_1|$.

参考文献:

- [1] 张卓权. 光学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1986. 268-270.
- [2] 杨永昌. 物象空间关系的计算机处理方法[J]. 焦作工学院学报, 1996, 15(6): 7-8.

Position Determination of Spatial Object By Photographing

YANG Yong - chang, BAI Yu - qin

(Department of Civil Engineering, Jiaozuo Institute of Technology, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: According to the requirements of researching material object's morphological shape and motional state, following the photograph principle, through the twice shooting of the same spatial point, the relationship between the spacial rectangular coordinates of space object and camera focal length is studied in detail; between photo translating distance and the difference of twice phase coordinates. As a result, the distance formula of spatial points to the measuring points and rectangular coordinate formula are arrived at. Meanwhile, on the basis of spatial analytical geometry elemental theory, the formula of included angle between the surface central normal line of spatial object and camera principal optic axis is presented.

Key words: space rectangular coordinate system; phase coordinate system; focal length