

计算机遥感图象复合配准处理技术的应用

王爱军* 吴景坤

(北方交通大学)

提 要 据航判资料的初步统计,在宝成铁路宝略段线路两侧各 1km 范围内,共存在崩塌病害 700 余处,对铁路的安全运输形成一种潜在的隐患,本文深入地研究了崩塌的发生发展状况及铁路沿线各个崩塌病害工点对铁路运输所能产生的危害程度及崩塌对铁路行车安全所造成的损失。

主题词 计算机 遥感图象 处理技术

现有的对崩塌地质灾害的分析研究方法很多,但一般仅是定性的分析、静态的研究;而利用计算机复合配准处理技术研究崩塌的动态变化特征,则可将一般的定性分析、静态研究崩塌的方法发展为定量分析、动态研究。

本项研究工作是以宝成铁路油房沟车站附近的华林湾崩塌为实验点,采用多时相航空像片,经目视判释后,对两个不同时相的、不同摄影比例尺的航空像片进行了计算机复合配准处理,在计算机上可直观的全面的观察到崩塌的动态变化特征、病害范围的大小及病害历年发展变化的情况。综合分析病害工点资料和计算机处理得到的数据及图象资料,更加精确地判断其稳定性,并推算出崩塌发展的速度。

1 复合配准处理技术的原理和方法步骤

1.1 原理

在利用航空像片进行崩塌病害的动态变化特征的研究中,由于摄影时间、摄影方法、摄影高度的不同以及飞行姿态的变化等诸多因素的干扰,同一地区的不同时相的航片之间存在着相互失配的现象,所以,为保证分析研究工作的准确性,就需要对这些图象进行复合配准处理,使它们相互配准起来。

复合配准处理技术就是使位于同一地理位置的两幅图象相互一致、相互配准的处理,是在两幅对应景物相同的图象上识别同一特征点的处理。

复合配准处理是利用控制点坐标进行的。设有两幅图象 $F(X, Y)$ 和 $G(\xi, \eta)$, 现进行以 G 为标准的 F/G 之间的复合配准。首先在图象 F/G 上分别找出他们共有的特征点的对应坐标,即控制点坐标,通过控制点坐标数据对 F 图象的几何畸变过程进行数学模拟,建立原始的畸变图象空间与标准图象空间之间的某种对应关系 L 。然后利用这种对应关系把畸变图象空间

* 本文收稿日期:1995-11-20 王爱军 副教授 北方交通大学建筑系 北京 邮编:100081

F 中的全部元素变换到标准图象 G 所在的空间平面中去, 形成一幅新的图象 F' , 从而实现两幅图象的相互配准。

通常有多种方法实现图象空间之间的配准。我们采取的是重采样技术, 即首先通过对应关系 L 反求出标准图象空间中各象元 $G(\xi, \eta)$ 在原始图象空间中的共轭点位置 $F(X, Y)$, 然后利用某种计算方法确定这一共轭点位置的亮度值 $f(X, Y)$, 最后将亮度值搬移到标准图象空间中。

常用的确定共轭点位置的亮度值的方法有:

最近邻点法: 即取离共轭点最近的象元亮度值作为该网格点的亮度值。这是一种简单而有效的方法, 计算量小, 有一定的精度, 但处理后的图象有一定的不连续性, 图象模糊。

其计算公式为:

$$f(X, Y) = F[\text{IFIX}(X+0.5), \text{IFIX}(Y+0.5)].$$

式中 $\text{IFIX}(X+0.5)$ 意义为取 $(X+0.5)$ 的整数。

双向线性插值法: 即对共轭点的四个邻近象元进行双向线性插值, 求出该点的亮度值。其计算量较最近邻点法大, 但精度比最近邻点法高, 且处理后的图象亮度有一定的连续性, 图象比较清晰。其计公式为:

$$f(X, Y) = (1-U)(1-V)f(I, J) + (1-U)Vf(I, J+1) + U(1-V)f(I+1, J) + UVf(I+1, J+1)$$

式中各符号的意义如图 1。

$$U = X - I$$

$$V = Y - J$$

$$1-U = (I+1) - X$$

$$1-V = (J+1) - Y$$

1.2 复合配准处理应注意的问题

复合配准处理的关键问题是控制点坐标的定位。控制点应是在原始畸变图象及标准图象上都可精确定位的特征点。它可以是自然要素, 也可以是人为要素。控制点的选择是复合配准处理的速度快慢、效果好坏的重要环节。通常将其选在明显而又没有变化的地物上, 如桥梁、涵洞、道路交叉点或建筑物拐角处、电线杆、房屋等处。这些控制点在两张图象上都应存在, 并能组成点对。

控制点坐标就是其在图象空间中所处点象元的行号和列号, 其在图象空间的位置一经确定, 计算机便可自动得知其坐标值及亮度值。当然控制点的定位精度越高, 其复合配准的效果将越好。

另外, 控制点的分布应力求均匀分布, 否则, 控制点密集区, 图象配准效果好, 而控制点稀

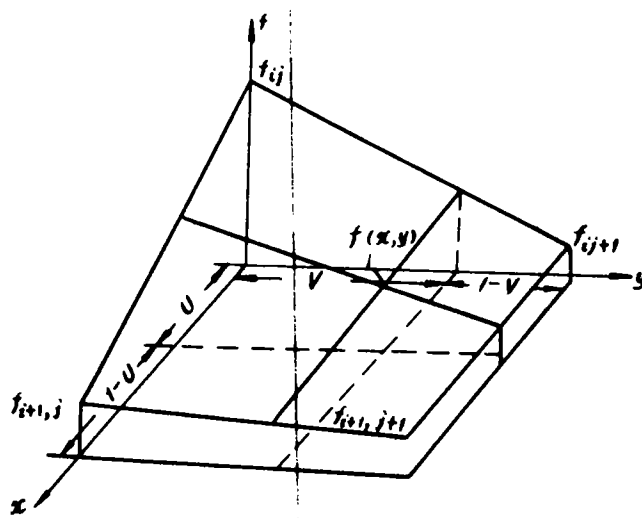


图 1 双向线性插值法

疏区会有较大的配准误差出现。同时控制点的数量要适当,适当的增加控制点的数量,可提高复合配准的精度,但也不宜太多,过多将不再显著提高计算精度,反到大大增加计算量。

1.3 华林湾崩塌复合配准处理步骤

(1) 图象判释

首先对华林湾崩塌进行目视判释分析,使用的全色黑白航空像片是1968年和1985年两个时期摄制的航片,其比例尺分别为1:18 000及1:10 000。

经判释分析在航片上方该崩塌体呈浅色调,轮廓清晰,具有粗糙感。从地质资料及野外调查得知,华林湾崩塌发生在泥盆系变质岩石中,岩石节理极为发育,主要有四组,密集,张节理较多,在片理和节理共同切割下,岩石很破碎。坡面参差不齐,岩体裂缝明显,有少量植物生长,每年雨季都有崩塌堆积物堵塞公路,中断行车,属于仍在发展的病害类型。

在目视判释分析的基础上,借助于立体镜,在两张航片上分别选择出他们共同存在的特征点,即控制点的初步定位。这样可以减少在计算机上寻找控制点的时间,节省机时,加快运算速度。

(2) 图象数字化

这项工作的主要目的是将航空像片资料转换为计算机能够识别和接受的数字图象资料。选择不同时相的两张航空象片中的子区分别进行模数转换,对图象采样和量化,取得一张数字化图象,待在计算机上进行处理。

模数转换时,采样点的尺寸要根据图像的类型及比例尺的大小来确定。本工程航片所选用的采样点尺寸为 50×50 微米。量化后的灰度值(亮度值)为256级,经数字化后的图象和图形需记录在CCT磁带上,以备图象复合配准处理时用。

(3) 几何校正

航空摄影系统为中心投影,至使一张像片上的比例尺各处不一,为了消除图形的畸变,需要进行几何校正。几何校正包括图像象元空间变换和象元亮度值内插。在完成坐标变换和亮度值内插后按要求进行投影变换。

(4) 复合配准

首先在航片上确定复合配准范围。其范围的大小,除包括目标物之外,还应有利于控制点的选择。因此,一般较目标物的范围要大些。第二步,先在两张航片上进行控制点对的初步选择。然后在计算机上进行精确定位。以其中一张图像为标准图像,与另一张需要配准的航片通过相应的控制点对关系进行空间转换的运算,最后实现两幅图象的复合配准。如果图像间的比例尺相差较大,在配准前需要进行比例尺调整。

在复合配准运算时,怎样才算得到一张高精度的配准图象呢?我们是通过配准误差进行控制的。每进行一次配准运算后,都必须及时对点对点误差进行检验。一般点对点误差应不大于一个象元。若第一次配准误差达不到要求时,应以已配准运算后的图象为基础,再次进行几何配准。多次反复,直到满足要求时为止。

2 华林湾崩塌动态变化特征的研究分析

2.1 复合显示

复合显示,是将经配准纠正后的两张不同时相的同一地区的航片套合在一起,在荧光屏上显示,取得一张复合图象。这是一张黑白图像。为了便于识别目标物,一般需要进行彩色增强。由于华林湾崩塌的原始图像为全色黑白航片,因此,需要经过各种增强处理,改变图像灰度,取三张不同灰度的黑白图像进行假彩色合成,获得的图像信息会有不同程度的改善。在复合显示的图象上,可非常直观地看到历年来崩塌范围大小的变化情况。

同时也可将经计算机复合处理后的华林湾崩塌的两张不同时相的数字图像,采用分割荧光屏数字处理方法,将其放在同一屏幕上进行比较分析,观察其崩塌的动态变化特征。

2.2 崩塌动态变化范围的测量

圈定病害范围:删除崩塌体之外的多余部分,对有关的象元进行统计分析。这一工作是使用 BLOTCH(着色)功能完成的。为保证测量精度,在圈定它们的周界时,最好将图象放大,由于其边界极不规则,在边界上取点连线时,点的分布应尽量密一些。

计算面积:面积计算是使用 HECTARE(公顷统计)功能进行的。其计算过程即:首先根据航片的比例尺同时结合航片扫描时的分辨率计算出图象中每个象元在实际地面上所表示的面积大小,然后利用计算机统计出崩塌范围内的象元总数,将其乘以每个象元所代表的实际地面面积,即可得到崩塌的总面积。将不同时相航片上的崩塌面积相互对照,便可反应出崩塌的变化情况。

经测量得知华林湾崩塌在 1968 年摄制的航片上,崩塌体面积约为 $2\,915\text{m}^2$,在 1985 年的航片上崩塌体面积约为 $35\,304\text{m}^2$ 。表明该崩塌体在 17 年中有很大的发展。

2.3 崩塌发展速度的计算

在两张不同时相航片上测得的面积差值为 17 年间该崩塌的发展变化值,据此可推出每年其扩大范围的近似值,经计算该病害以 $1\,904.7$ 米/年的速度发展。

实践证明,不同时相的遥感图象的复合配准处理,取得的成果图象能充分显示地质灾害的动态变化特征及其变化范围的大小,从而可以推算每年灾害发展变化的速度,这使遥感技术应用研究逐渐从定性、静态研究逐渐向定量、动态研究方向发展。

本试验仅搜集到两个时期的航片,推算的数据较为粗略。在实际应用中,如有可能,应尽量搜集多个时期的航空像片进行处理,以提高推算数据的精度,更加准确地判断分析各类地质灾害的动态变化特征和危险危害程度,为铁路安全行车的决策管理及时、准确地提供可靠的地质灾害的信息资料。