

一种实用的等值线型数据网格化方法

郭 志 宏

(中国国土资源航空物探遥感中心 北京 100083)

摘要:数据网格化通常包括三大类:测线型数据网格化、等值线型数据网格化和离散点型数据网格化。文中研究的等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值的网格化方法较好地解决了平面等值线型数字化数据的网格化计算问题,其计算数据量大,实用性强,精度高,计算速度快。

关键词:等值线型数据,网格化,数据分块存储,网格八方位搜索

中图分类号:P631 文献标识码:A 文章编号:1000-8918(2001)03-0203-06

在物化探实际工作中经常要用到以前的老资料和从别处搜集来的资料,而这些资料有许多是除了已绘制的图件外,根本就没有或无法获得绘制图件的数据,这些图件多数以等值线图为主。为了对这些等值线图件资料重新利用,通常可用平板数字化仪沿图件上的等值线条采样取数(采样密度定为沿等值线条的采样点与点的图上距离为 1 mm 左右的间隔),并对这些平面等值线型数字化数据进行网格化计算处理获得规则的网格数据,尔后方可对平面网格数据做进一步的处理。因而网格化方法的好坏不仅直接影响到网格化数据的质量、精度和可信程度,而且还将进一步影响到数据解释处理图件的质量、效果和可靠性。为此有必要研制一种质量精度高、计算速度快、针对大数据量等值线型数据的网格化方法。

1 等值线型数据网格化方法的研究

物化探实际工作中的网格化通常包括三大类:测线型数据网格化、等值线型数据网格化和离散点型数据网格化,不同型式的数据类型应采用不同的网格化方法才能获得好的效果。对于测线型数据,采用三次样条函数插值的网格化方法效果较好^[1];对于离散点型数据,则可采用距离平方反比加权平均的网格化方法^[2]或者二元三次样条函数插值的网格化方法^[3];对于等值线型数据,目前较实用的网格化方法很少。针对等值线型数据的特点,模拟人工在等值线图上网格取数的方法过程,我们提出等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值的网格化方法,其主要思路及过程如下。

1.1 网格图幅条块划分

首先根据用户选择的网格图幅范围及网格点线距 ΔX 、 ΔY ,计算出网格点线数 $N \times M$;然后根据网格图幅等值线疏密度适当选择的插值搜索半径 R ,计算出网格图幅将要划分成的数据存储小方块内的网格点线数为 $LN \times LM$:

$$LN = R/\Delta X$$

$$IF(LN * XK, LT, RS) LN = R/\Delta X + 1$$

$$LM = R/\Delta Y$$

$$\text{IF}(LM * YK . LT . RS) \quad LM = R / \Delta Y + 1$$

则数据存储小方块的宽度为 $XLN \times YLM$:

$$XLN = LN \times \Delta X$$

$$YLM = LM \times \Delta Y$$

根据数据存储小方块的大小可将网格图幅划分成 $NW \times MW$ 个网格小方块 :

$$MW = M / LM$$

$$\text{IF}(MW * LM . LT . M) \quad MW = M / LM + 1$$

$$NW = N / LN$$

$$\text{IF}(NW * LN . LT . N) \quad NW = N / LN + 1$$

如图 1 所示 ,由于网格点搜索插值时网格图幅四周必须往外扩一个搜索半径范围 ,因此网格图幅划分成的数据存储小方块数为 $(NW + 2) \times (MW + 2)$ 。

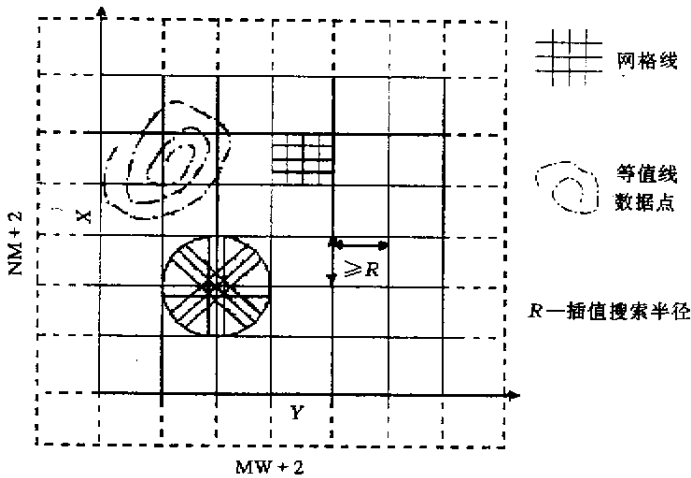


图 1 等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值网格化示意

1.2 数据内插加密及坐标转换

为保证后面网格点八方位插值条带内的搜索点数及插值计算精度 ,首先应将平面等值线型数字化数据沿每条等值线内插加密为网格图幅上 1 mm 左右间隔(具体间隔可选择)的数据点 ,并将网格图幅范围内的数据点坐标平移、旋转变换到用户确定的网格图幅坐标系中 ,以利于后面各步的计算工作。

1.3 等值线型数据分块存储

为了加快网格点搜索插值的速度 ,其关键在于减少搜索原始数据点的数量范围 ,为此 ,必须先把经坐标转换后的按一条条等值线顺序存放的一系列 (X, Y, T) 数据点 ,重新排列成按网格图幅上划分的方块顺序分块存储的等值线型数据点文件。等值线型数据点 (X, Y, T) 应存放在图 1 所示网格图幅上划分的序号为 $(IX + 1, JY + 1)$ 的小方块上 :

$$IX = X / XLN + 1 \quad (1 \leq IX + 1 \leq NW + 2)$$

$$JY = Y / YLM + 1 \quad (1 \leq JY + 1 \leq MW + 2)$$

$$JY3 = \text{MOD}(JY, 3) + 1 \quad (1 \leq JY3 \leq 3)$$

将数据点 (X, Y, T) 存放在以下几个内存数组中 :

$$\begin{aligned} \text{MNQ}(IX + 1, JY3) &= \text{MNQ}(IX + 1, JY3) + 1 \\ \text{XN}(\text{MNQ}(IX + 1, JY3), IX + 1, JY3) &= X \end{aligned}$$

$$YM(MNG(IX+1, JY3), IX+1, JY3) = Y$$

$$TMN(MNG(IX+1, JY3), IX+1, JY3) = T$$

MNG 为计算小方块内存放的数据点数的内存数组。由于等值线型数字化数据点通常密度大、数量多,因此一般无法将所有的数据点同时装入计算机内存中进行分块划分。从上面式子中看到, $JY3$ 的取数范围在 1 和 3 之间,这样沿网格图幅 Y 方向的共 $MW+2$ 个条带方块,每次仅将其中的 3 个条带(每个条带沿 X 方向有 $NW+2$ 个小)方块的等值线型数据点(仅占整个网格图幅等值线型数据量的 $3/[MW+2]$ 左右)装入计算机内存数组中进行分块划分,并输出到外存设备上分块顺序存取的数据文件中,依次完成网格图幅上全部 $MW+2$ 个条带 $(NW+2) \times (MW+2)$ 个小方块内的等值线型数据点的分块存储,成为新的按网格图幅上划分的小方块顺序分块存储的等值线型数据文件。

1.4 网格点八方位搜索插值

人工在等值线图上网格取数的方法实际上就是简单的线性插值法。人工进行线性插值取数的灵活之处在于,每个网格点插值计算时仅搜索网格点附近的等值线数值,并且线性插值的方向并不是固定不变的,而是基本选择离网格点最近的 2 条等值线数值变化梯度最大的方向进行线性内插或外推,网格点八方位搜索插值方法正是基于这种思想形成的。

沿图 1 网格图幅 Y 方向从 1 ~ $MW+1$ 有 $MW+1$ 个条带方块,每次在计算机内存中仅进行 1 个条带方块网格点的搜索插值计算,在此之前,按顺序从分块存储的等值线型数据文件中同步读入相邻 3 个条带方块的等值线型数据点到相应的内存数组中;每个条带沿 X 方向从 1 ~ $NW+1$ 有 $NW+1$ 个网格小方块,在进行网格小方块内 $LN \times LM$ 个网格点中每个网格点的插值计算时,仅需搜索读入内存的相邻 3 个条带方块中与该网格小方块相邻的 9 个小方块内的等值线型数据点,占分块存储的整个网格图幅等值线型数据点的 $9/[(NW+2) \times (MW+2)]$ 左右,从而大大地缩小了等值线型数据点搜索的数量范围,节省了数据搜索时间,仅需常规搜索法所用时间的 $9/[(NW+2) \times (MW+2)]$ 左右,这对通常为大数据量的等值线型数据是相当可观的。根据内插加密后的等值线型数字化数据点的密度及网格图幅等值线疏密程度,选择合适的插值条带宽度,以搜索半径 R 为插值条带长度,形成以网格点为中心的 8 个方位的插值条带,从相邻的 9 个小方块内的等值线数据点中,搜索出位于 8 个方位插值条带内距网格点最近的等值线数据点各 1 个。数据点的搜索结果分以下 3 种情况:

1. 如果 8 个方位 4 组相对的插值条带没有 1 组插值条带内存在 2 个等值线数据点,表明该网格点位于网格图幅等值线空白区或边部,则可给网格点赋假值;

2. 如果 8 个方位 4 组相对的插值条带至少有 1 组插值条带内存在数值不相等的 2 个等值线数据点,则可选择距离最近的 1 组插值条带内的 2 个数值不相等的的数据点,线性内插来求出网格点处的数值;

3. 如果 8 个方位 4 组相对的插值条带,各组插值条带内存在的 2 个等值线数据点数值均相等,表明该网格点位于网格图幅等值线极值封闭圈内或边沿半封闭圈内,这种情况下,应从相邻的 9 个小方块内的等值线数据点中,再次搜索出位于 8 个方位插值条带内距网格点最近但数值与已存在的前一个点不相等的另一个等值线数据点各 1 个,则可选择距离最近的 1 个方位的插值条带内的 2 个数值不相等的的数据点外推,求出网格点处的数值。

按以上方法完成该条带方块 $NW+1$ 个网格小方块网格点的八方位搜索插值计算,并将该条带方块网格点的计算结果按顺序存入到外存设备上的分块随机存取的数据文件中。依次完成网格图幅上全部 $MW+1$ 个条带方块网格点的八方位搜索插值计算,从而获得该原始网格图

幅区网格数据结果。

1.5 大范围网格图幅分幅计算

为了解决大数据量大范围等值线图幅的网格化计算问题,可将大范围网格图幅沿 X 方向按适当选定的图幅大小分成几个相对较小的网格图幅,尔后重复前面 1 至 4 的步骤,依次将各小网格图幅经网格化计算获得的网格数据结果,按顺序存入到外存设备上的分块随机存取数据文件中,最后转换成统一的大范围原始网格图幅区网格数据结果。

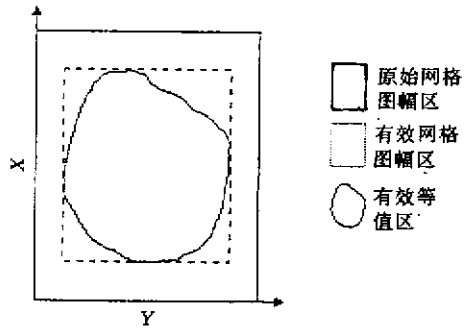


图 2 原始网格图幅区边部去假值示意

1.6 原始网格图幅网格数据边部去假处理

由于用户选定的原始网格图幅区可能要比图幅上的有效等值线区域大,所以需要将上面获得的原始网格图幅区网格数据进行边部去假值处理,去掉如图 2 虚线所示有效网格图幅区以外无意义的假值数据,从而得到有效网格图幅区网格数据结果。

1.7 有效网格图幅区网格数据圆滑处理

有效网格图幅区网格数据通常还需要做一定圆滑处理,可对其进行空间域的加权平均圆滑处理,从而获得有效网格图幅区圆滑网格数据,该有效网格图幅区圆滑网格数据结果就是按等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值的网格化方法获得的网格图幅最终的网格化计算结果。

图 3 是以上等值线型数据网格化方法程序流程。

2 等值线型数据网格化方法实例计算

图 4 是内蒙古某地区的重力等值线图经数字化仪取数后,采用前面阐述的等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值的网格化方法获得网格数据,然后再绘制成图,图中小圆点是沿原重力图上等值线条的数字化取数点。

从该图可以看到,网格化计算后重新绘制的等值线条与原图的等值线条的数字化取数点基本重合,说明网格化质量精度高,尤其是较好地解决了等值线极值圈内的判断及插值、图幅边部等值线条的判断及插值两大难点问题,从而获得了较高质量的网格化图。另外该图原图是 1:20 万的 60 cm × 70 cm 大小的图幅,选择图上网格间距为 4 mm × 4 mm,图上插值搜索

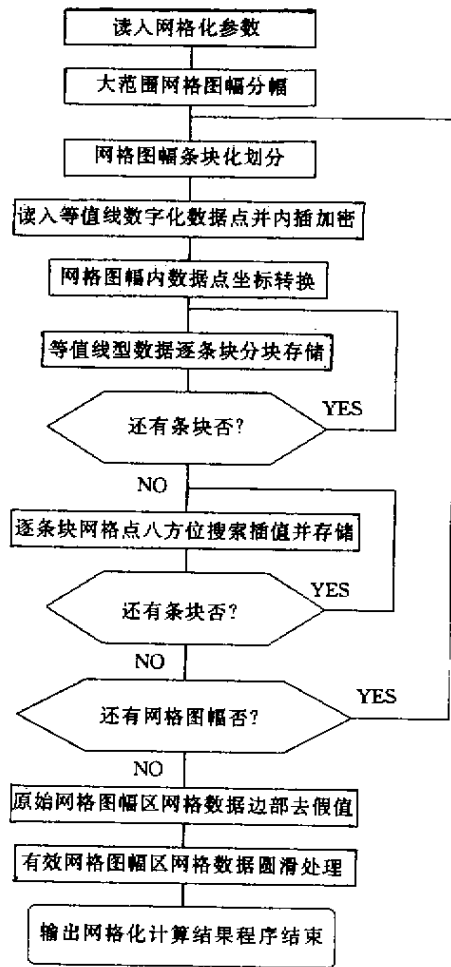


图 3 等值线型数据网格化方法程序流程

半径为 50 mm,按等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值的网格化方法,在普通 586 微机上网格化仅用了不到 6 min 的时间,其速度是常规全区搜索插值的网格化方法所无法比拟的,后者网格化计算时间近 2 h。

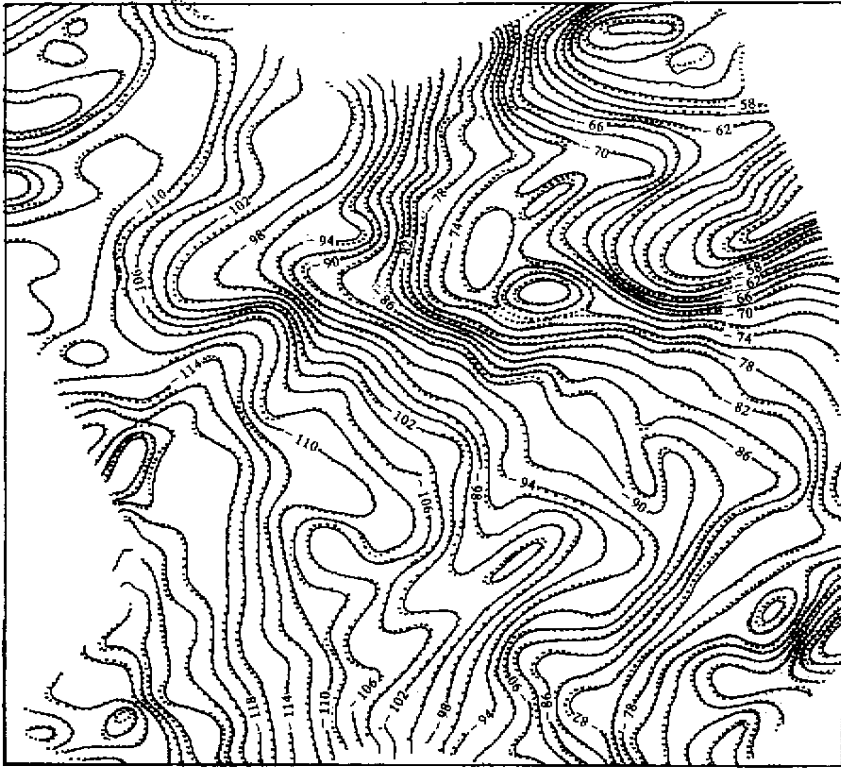


图 4 内蒙古某地区重力等值线型数据网格化方法计算实例图示
实线为等值线型数据网格化的重力等值线,虚线为原料图等值线条的数字化解数点

3 结论

通过上面的方法阐述及计算实例,对等值线型数据分块存储、网格点八方位搜索插值的网格化方法可以总结出以下几点结论。

1. 由于采用了大图幅分幅计算技术及等值线数据分条块存储、网格点分条块计算技巧,从而能解决大幅面、大数据量、大网格的计算问题,使得该方法具有很强的实用性。
2. 由于采用了网格点八方位搜索插值方法,保证了较高的网格点插值精度,并较好地解决了等值线极值圈内的判断及插值、图幅边部等值线条的判断及插值两大难点问题,保证了网格化的质量效果。
3. 分块存储、分块插值技术的采用,大大缩小了原始数据搜索范围及点数,节省了大量时间,从而大大提高了网格化计算速度。

参考文献:

- [1] 郭志宏. 双三次样条内插网格化方法软件的研制开发及应用[A]. 见:熊盛青,唐文周,姚正熙. 航空物探遥感论文集[C]. 北京:地质出版社,1999.
- [2] 郭志宏. 中国东部航磁数据处理计算及成果分析[D]. 长春:长春科技大学,1988.

[3] 汪柄柱. 快速样条函数插值网格化方法 [J]. 物探化探计算技术 , 1996 , 18 (4).

A PRACTICAL CONTOUR TYPE DATA GRIDDING TECHNIQUE

GUO Zhi-hong

(*China Aerogeophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources , Beijing 100083 , china*)

Abstract : The data gridding techniques can be divided into three types : traverse type data gridding , contour type data gridding and discrete point type data gridding . The gridding technique for contour type data block storage and mesh points eight-directional searching interpolation discussed in this paper can quite satisfactorily solve the gridding calculation problem for planar contour type digitalized data . The technique is characterized by large quantities of calculated data , good feasibility , high precision and rapid calculation speed .

Key words : contour type data ; gridding ; data block storage ; eight-directional searching

作者简介 : 郭志宏 (1965 -) , 男 , 江西万安人 . 1988 年获长春地质学院地球物理系重磁专业硕士学位 , 现就职于中国国土资源航空物探遥感中心 , 物探高级工程师 , 已发表论文数篇 .