

# 基于影像的多源地学数据融合处理及应用

王正海, 胡光道, 刘 星

(中国地质大学 资源学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**针对地学数据空间性、多源性和多解性的特点,提出了基于影像色觉原理的多源地学数据融合方法。融合的关键是地学信息的图像化,在云南镇康县芦子园地区多源地学数据融合处理中,根据不同时代地层对成矿的贡献,按重要性量化为256级的灰度值,实现地层数据的图像化;物化探异常通过插值生成栅格数据实现图像化;然后,利用图像化的地层、重力、化探、线环构造和遥感影像数据进行RGB合成,通过HIS变换进行多源地学数据融合。融合后的图像能充分显示研究区地层-构造-岩浆复合控矿特征,对进一步的找矿勘探有重要意义。

**关键词:**地学数据融合;影像原理;HIS变换

中图分类号:TP75

文献标识码:A

文章编号:1671-5888(2004)04-0617-04

## Merging and applications of multi-sources geological data based on image

WANG Zheng-hai, HU Guang-dao, LIU Xing

(Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** A merging processing method of geological data with multi-sources is proposed based on the color principle of image according to the spatial characteristics, multi-sources and multi-solutions of geological data. The key problem in the merging processing is transformation of geological data into images. Strata data can be converted into 256 grade gray values in terms of mineralization effects of different strata. Geophysical and geochemical data will be transferred to images by raster data formed by interpolations. These image data and remote sensing image can be integrated in RGB form and then be transformed into HIS to merge the geological data. This method with multi-sources geological data such as remote sensing image, chemical abnormality, gravity and geological map has been successively applied in Luziyuan area. The merged data can give us very good composite controlling characteristics of minerals by strata-structure-magma in the district.

**Key words:** geology data fusion; image method; HIS transforming

随着找矿技术的发展,信息来源和种类越来越多。单一的信息源所提供的信息往往是片面的,需要对众多复杂而又相互关联的内容进行更深入、更贴近本质的认识。数据融合技术用于多源数据的处理,能够有效消除数据中信息的不确定因素,提高检测结果的准确性,使融合结果比它的各组成部分有

更充分的信息<sup>[1-4]</sup>。本文尝试应用图像处理技术对多源地学信息进行融合,通过图像形象地表达数据中不同级次的强度信息,直观显示场的二维结构特征,进行地学弱信息挖掘。

收稿日期:2003-11-05

基金项目:国家“十五”重大科技攻关项目(2001BA609A-02)

作者简介:王正海(1972-),男,安徽怀宁人,博士研究生,主要从事资源勘查与评价研究, Tel:027-67885097, E-mail: wzhyy@tom.com.

### 1 地学数据特点

**空间性** 人们已经认识到,所有的地球科学信息都是空间信息,因此,21 世纪地球科学发展的重要技术取向是在地球科学领域大力发展和应用空间信息技术。传统的统计学没有考虑观察点之间的空间关系,而成矿预测中的各种地质规律则立足于观察点的空间关系。

**多源性** 成矿预测面临的数据量纲不一、定性与定量数据以及文字描述同时并存。为了获取各种空间数据,使用的方法和手段也多种多样,产生了地学数据的多源性。

**多解性** 物探、化探,以及遥感勘查技术都是一种间接的找矿方法。单一数据源信息具有不确定性,因此有必要采用特殊的方法识别成矿信息,压缩和排除干扰信息,特别是要研究当一种勘查技术测量信息只有在另一种地质观测出现时才有找矿可能的方法<sup>[5~8]</sup>。

### 2 多源地学数据融合基本方法和技术流程

#### 2.1 基本方法

目前,成矿预测工作中要解决多源地学数据间的融合包括:(1)定性和定量数据的融合;(2)相同分辨率的不同平台测量数据的融合;(3)不同分辨率不同平台测量数据的融合。从地学数据特点来看,基于影像色觉原理的融合在多源地学数据融合中有较大潜力。基于影像原理的融合方法有 3 个层面:(1)基于原始数据的数据融合;(2)基于特征的数据融合;(3)基于判别水平的影像融合<sup>[9~11]</sup>。

#### 2.2 技术流程

**图像的配准和镶嵌** 在两幅图像上找出若干个同名地物,利用坐标变换将需要配准的图像坐标变换为标准坐标,把分幅图像拼接为一幅图像,便于下一步处理。

**从物化探数据生成图像** 物化探数据在空间结构上有网格化数据和不规则数据两种。对于网格化数据,根据所需像素密度应用插值技术生成二值、灰度或彩色的图像;离散数据可以先进行网格化再插值,或直接用三角网插值生成图像。

**从地质数据生成图像** 地质数据有定性的,也有定量的。通过数据处理方法,如用数量化理论、多元统计分析方法获得数据处理结果,并将数据处理结果转换为图像进行处理。与处理物化探数据一

样,从结果数据生成图像。

**图像的地质专业化处理及信息提取** 是基于地学目标对不同类型的空间数据进行的各种预处理,如遥感数据的光谱信息和空间信息提取、物探数据进行专业化的化极、延拓处理等。

**多源地学数据的融合** 在上述数据处理基础上,利用选定的数学融合方法,进行多源地学数据的融合(图 1)。

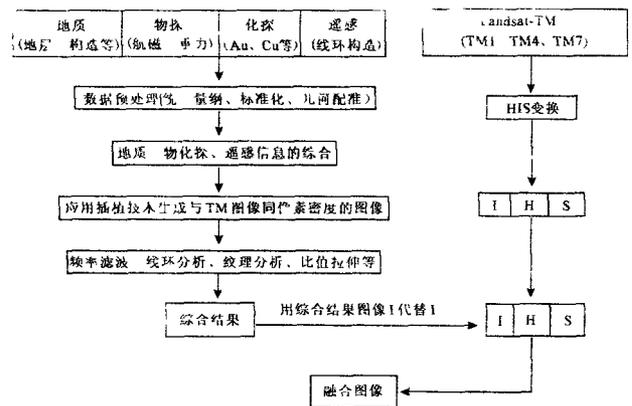


图 1 基于 HIS 的遥感和多源地学数据融合流程示意图  
Fig.1 Sketch map of image and multi-sources geologic data fusion procession

### 3 多源地学数据融合处理及应用实例

以云南镇康县芦子园地区 1:50 万地质、化探、重力数据和 TM 影像进行多源地学数据融合处理,探讨多源地学数据融合处理技术在多源地学信息提取中的应用效果。

#### 3.1 地学信息的图像化提取

**地层数据图像化** 根据本地区成矿地层分析,铅锌铜矿主要集中分布于晚寒武纪保山组、柳水组以及晚奥陶世的砂质板岩、灰岩及角砾岩中。因此,为了把已知的先验知识用于矿产预测,根据不同时代地层对成矿的贡献,按重要性量化为 256 级的灰度值,而将数据缺失区对应灰度值人为设定为 5,这样上述地层单位对应的灰度值为 255、171、88、5。首先把地层时代属性转变为灰度值,然后创建合适大小的网格,利用 GIS 空间分析的功能,从网格中提取地层的灰度值,转为网格的灰度值,将晚寒武世、晚奥陶世和早二叠世地层按照灰度转化为位图。网格单元的划分原则是与研究区遥感图像的像元个数匹配,共划分出 2 334×3 834 个单元。

**化探数据图像化** 化探数据收集了本区 24 种元素的水系沉积物。因子分析表明:F3 主要反映铅锌铜的初始富集信息,F4 反映了后期的热液叠加,F3,F4 可以用作铅锌铜多金属找矿指示组合。因此,选取 F3,F4 数据直接用三角网插值生成图像。

**重力数据图像化** 布格重力异常在本区表现为负异常,表明酸性隐伏岩体的存在。通过对原始重力数据进行趋势剩余分析,并对 135°和 225°两个方向进行梯度分析,利用重力二次趋势剩余值运用双三次样条插值生成图像。

**线、环形构造信息图像化** 利用 GIS 的空间分析功能提取构造的强度(断裂长度/单位面积)和构造频度(条数/单位面积)信息,用有双三次样条插值生成图像。

### 3.2 线性特征、地层、化探、重力数据彩色融合

通过上述地质信息图像化处理,产生 4 种数据源:重力二次趋势剩余值、地层、化探 F3,F4 因子和线、环形构造强度与频度。首先合成重力(R),地层(G),化探(B)彩色影像,把它们变换到 HIS 空间,利用线性特征影像代替 I 分量,经过反变换得到融合影像(图 2)。融合结果显示了 4 种数据之间的综合信息,融合后影像把 4 种信息有机地融合在一起,不仅可以得到遥感信息视角广阔、分辨率高、光谱信息丰富,以及对地物清晰定位的优点,同时对地下隐

伏岩体和构造展布的信息也得到了显示,先验的成矿有利岩性分布的知识在遥感图像上得到显示,在融合图像上不仅可以分析各种其他信息的范围,还可以得出这些信息和地物、地貌上的分布关系,融合结果给出的是一个立体的信息。

断裂控矿的主要作用是热液、矿源的疏导,因此,往往断裂密度大、相互交叉密集的地段,成为找矿的有利地段,在融合图像上,不仅可以明确断裂的优选地段,还可以分析有利地层和有利岩体的联合控制。在图像上,断裂的密集部位分布在中部褶皱断裂拐角处,在上部和右上角地区断裂的发育也很密集,这些部位的控矿地层也非常发育。

与成矿作用最密切的出露和隐伏岩体的展布以及由其产生的地质响应相当明确,但这些信息只从遥感影像上很难发现,红色色调表现的就是中酸性侵入岩的分布,其边界控制了地层和水系的分布,地貌特征。各种异常分布也围绕环形体分布,在岩体过渡带和边缘存在构造破碎带。因为它们的脆弱性,在遥感信息上表现的地貌为平直、拐弯的水系组合。中部地区隐伏岩体表现的信息更加丰富,由地层和化探构成的异常在红色色调显示的隐伏岩体附近形成明显的圈闭。由于本区地貌特征是中部靠东为隆起脊,中央受构造影响,地层出露,因此推断中部靠东还应该存在对应地层,此处各种控矿条件组

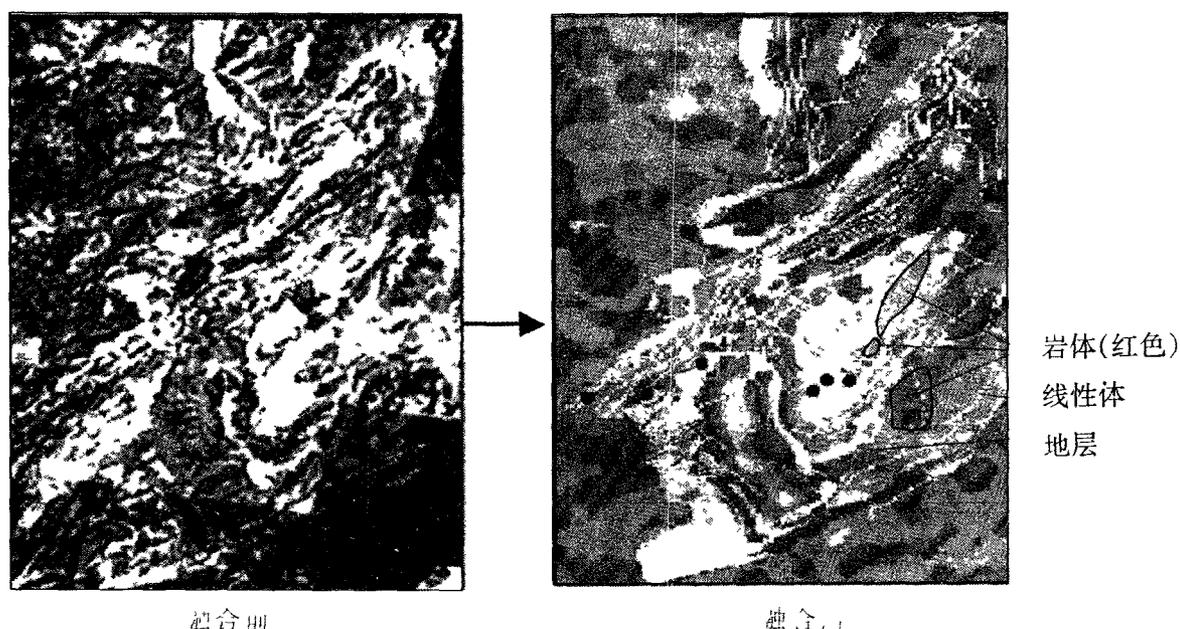


图 2 基于 HIS 变换的重力(R),地层(G),化探(B)和断裂(I)融合影像

Fig. 2 Fused image by gravity, strata, chemical data and faults

图幅大小:70 km×115 km

合优良,有良好的找矿远景,而这些微弱信息从等值线图上是很难发现的。

总之,融合影像异常信息特征反映了研究区地层—构造—岩浆复合控矿特征,对进一步的找矿勘探有重要意义。

#### 4 结 论

(1)多源数据融合技术把针对目标的专题信息融合在一起,综合了各种信息优点,便于对地质成矿模式进行分析和异常区进行圈定,采用数据融合技术处理表达数据。对于二维场的趋势,数据不同级别的强度信息、二维结构信息,特别是等值线图反映不明显的微弱信息更具明显效果,从融合结果上更容易发现构造细节和岩性地层的分布特征。

(2)基于 HIS 色度空间变换的多源数据融合可以实现多种数据间的融合,以彩色的方式显示不同数据的关系,同时保留原数据的特点,为人们分析地质成矿提供丰富的信息,是一种得到广泛应用且卓有成效的方法。

#### 参考文献(References):

- [1] 薛重生,傅小林,王京明. 遥感与地球物理数据的融合处理及其地质应用[J]. 地质科技情报, 1997, 16(增刊): 35 - 42.  
XUE Chong-sheng, FU Xiao-lin, WANG Jing-ming. Fusion processing of remote sensing and geophysical data and its applicatin in geology[J]. Geological Science and Technology Information, 1997, 16(Sup. ): 35 - 42.
- [2] 马洪超,胡光道. 地学数据融合技术综述[J]. 地质科技情报, 1999, 18(1): 97 - 101.  
MA Hong-chao, HU Guang-dao. Overview of geo-data fusion technique[J]. Geological Science and Technology Information, 1999, 18(1): 97 - 101.
- [3] 贾永红,李德仁,孙家柄,等. 四种 HIS 变换用于 SAR 与 TM 影像复合的比较[J]. 遥感学报, 1998, 20(2): 103 - 106.  
JIA Yong-hong, LI De-ren, SUN Jia-bing, et al. Comparison of HIS transforming for integrating SAR and TM images[J]. Journal of Remote Sensing, 1998, 20(2): 103 - 106.
- [4] 刘晓龙. 多源遥感图像信息保持型融合技术的研究[J]. 中国图像图形学报, 2001, 6(A 版)(7): 636 - 641.  
LIU Xiao-long. Information restore fusion of multisensor remote sensing data [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(A)(7): 636 - 641.
- [5] 肖克炎,朱裕生,张晓华,等. 矿产资源评价中的成矿信息提取与信息综合技术[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 379 - 384.  
XIAO Ke-yan, ZHU Yu-sheng, ZHANG Xiao-hua, et al. The extraction and integration technology of mineralogenic information in mineral resources assessment [J]. Mineral Deposits, 1999, 18(4): 379 - 384.
- [6] 龚元明,萧德云,王俊杰. 多传感器数据融合在自控垂钻检测系统中的应用[J]. 地球科学, 2001, 26(5): 524 - 527.  
GONG Yuan-ming, XIAO De-yun, WANG Jun-jie. Application of multisensor data fusion techniques in automatic vertical drilling detecting system[J]. Earth Science, 2001, 26(5): 524 - 527.
- [7] 胡光道,陈建国. 金属矿产资源评价分析系统设计[J]. 地质科技情报, 1998, 17(1): 45 - 49.  
HU Guang-dao, CHEN Jian-guo. Design of the metallic mineral resources assessment and analysis system[J]. Geological Science and Technology Information, 1998, 17(1): 45 - 49.
- [8] 张满郎,郑兰芬. Landsat TM 和 JERS-1 SAR 数据在金矿探测中应用的研究[J]. 环境遥感, 1996, 11(4): 260 - 266.  
ZHANG Man-lang, ZHENG Lan-fen. Application of landsat TM and JERS-1 SAR data to gold exploration [J]. Remote Sense of Environment China, 1996, 11(4): 260 - 266.
- [9] 邹仲濂,王润生. 桐柏山—大别山地区物化探资料的图像处理 and 地质构造分析[J]. 物探与化探, 2000, 24(6): 438 - 446.  
ZOU Zhong-lian, WANG Run-sheng. The image procession and geotectonic anslysis of geophysic and geochemical data of Tongbaishan—Dabieshan area[J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2000, 24(6): 438 - 446.
- [10] 刘宴森,余金生,李纯杰. 基于图像处理技术的矿产预测综合分析系统[J]. 物化探计算技术, 1994, 16(1): 22 - 28.  
LIU Yan-miao, YU Jin-sheng, LI Chun-jie. Synthetic analysis system for mineral resources prediction based on images[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 1994, 16(1): 22 - 28.
- [11] Corbley K P. Canad applies new processing technology to "old" data in mining exploration project [J]. Earth Observation, 1994, 5: 34 - 36.