

# 基于 ArcGIS 的地质图智能标注\*

阿衣古力·喀德尔, 陈川, 韩忠坤

(新疆大学 新疆中亚造山带大陆动力学与成矿预测重点实验室 新疆 乌鲁木齐 830047)

**摘要:** 地质图是将各种地质体、地质现象表示在地形图上的一种图件, 注重描述实体对象的各种信息, 其核心是实体的符号化表达, 而这一过程是由标注来实现。在信息科学思想下, 标注依附于被标注空间数据而存在, 是被标注空间数据的属性组成部分, 也是被标注空间数据可视化的一个重要组成部分, 其本质是实现原本离散的空间实体与标注的一体化。在此, 以河流标注和上下标注的实现过程为例, 重点讨论基于 ArcGIS 平台的智能标注模块本身特点及应用过程, 从而体现信息科学思想的指导作用。

**关键词:** ArcGIS; 智能标注; 标注类

中图分类号: P 623

文献标识码: A

文章编号: 1007-9394(2011)04-0008-03

## The Intelligent Label of Geological Map and Its Application Based on the ArcGIS Platform

Ayiguli KADEER, CHEN Chuan, HAN Zhong-kun

(Xinjiang Key Laboratory for Geodynamic Processes and Metallogenic Prediction of the Central Asian Orogenic Belt, Xinjiang University, Urumqi Xinjiang 830047, China)

**Abstract:** Geological map is used to depict the geological body and geological phenomenon on the topographic map, especially the description of various information about the (entity) object. Its core is the symbolic expression of entity, which is achieved by labeling. According to the information science, label exist dependence on labeled space data. It is functional part of the labeled space data and is also the important part of labeled space data visualization. Its essence is to achieve integration between the original discrete spatial entity and the label. This paper takes the realization process of river labels and labeled subscripts as an example and mainly discusses the intelligent labeling module features as well as its application process based on ArcGIS platform, showing the advantage of this method.

**Key words:** ArcGIS; intelligent label; label sort

### 0 引言

标注是一幅完整地图的有机组成部分, 用于说明图形符号无法表达的定量或定性特征<sup>[1]</sup>。纵观制图发展历史, 从传统纸质图、计算机辅助制图到 GIS 制图, 随着地理信息系统向信息科学的不断发展, 标注的实现方法和意义都产生了极大的变化。以往标注是以表现为目的, 强调单纯符号化的实现<sup>[2-3]</sup>。基于 ArcGIS 的以空间数据库为基础的智能标注方法, 使地图制图走出相对狭小的范围, 更加迅速地改变传统地图制图学的概念和具体实践, 为制图学领域提供了很大的灵活性及较高的生产效益。尤其是为空间数据可视化提供了极为完善的模块化智能标注体系, 使智能标注和标注类生成成为基于空间数据库的高效成图技术流程的关键环节之一。

可见智能化标注及标注类是信息科学思想的体现, 无论在

逻辑上, 还是在时间效率上, 较传统的制图学思想均具有本质性的提升。

### 1 智能标注的实现过程

无论是在地理底图中还是在专题图件中标注都是空间数据可视化的重要内容之一<sup>[4]</sup>。智能标注是基于空间数据库的高效成图技术流程的组成部分之一, 在流程中的作用是在空间数据库完备基础上实现各类标注的高度自动化, 其本质是实现原本离散的空间实体与标注的一体化。

在 ArcGIS 平台中, 根据属性表中的“Label”项, 生成图面智能标注, 从而大大提高了地质图的可读性。同时, 标注还允许利用 Maplex 扩展功能, 设立不同的标注规则, 使标注更人性化, 简化了后期的编辑工作<sup>[5]</sup>。

本文以河流标注和上下标注的实现过程为例简要说明地

\* 收稿日期: 2011-08-26

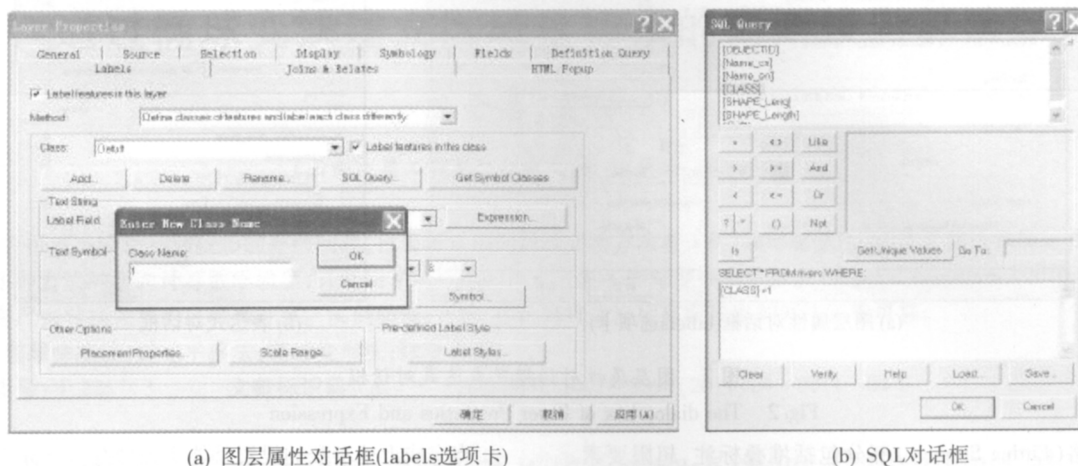
基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划重点项目“中国新疆和中亚邻国地质矿产信息集成与成矿预测”(2007BAB25B06)

质图智能标注方法。

### 1.1 河流标注的形成过程

在地质图上河流常常是按流量、河流长度等特征来分类的，

然而给这些分类的河流按照不同的显示要求来进行标注会给制图人员增加很大的工作量。基于 ArcGIS 平台的智能标注模块可以简化这繁琐的过程(见图 1)。



(a) 图层属性对话框(labels选项卡)

(b) SQL对话框

图 1 图层属性对话框及 SQL 对话框

Fig. 1 Dialog box of Layer Attributes and SQL

1) 标注方法: 在对属性表已完成分类的前提下, 对目标要素类中的要素组用不同方式进行标注(Define classes of features and label each class differently), 见图 1(a)。在分类(class)选项中创建需要标注的组名: add→enter new class name 添加类名, 见图 1(a); 打开 SQL Query 对话框, 见图 1(b), 通过创建表达式([CLASS] = 1) 对一个属性表或一个图层内的要素进行查询并选择; 表达式是根据标准运算符的优先级规则来评价。例如, 在一个表达式中被括号表示的内容比其它部分先执行。之后验证(Verify)执行的有效性即可。

2) 标注字段: 指要素类中用以标注的属性字段, 可以使用单一字段通过直接定义标注式样(字体、字号、字形、颜色等)进行标注。

3) 标注位置: 为了适应弯曲河流的几何形状可以对河流标注进行多次弯曲设置, 按照标注位置的定义和智能标注机制的具体要求可以计算最优标注位置进而对要素进行标注。打开 Placement Properties→Label Position 对话框, 设置标注位置的各参数; 标注的常规处理包括有规律的放置、地块放置、河流放置。从中选择河流放置, 之后根据需要对标注与要素的空间位置关系(position option) 标注偏移度(Label offset) 标注方向(Orientation) 以及字符间距等内容进行设置。用类似的方法处理每一个要素组即可达到标注文字符号的各种显示效果又能达到河流标注沿着河流线分散分布的目的。

### 1.2 上下标注的形成过程

制图时通过属性表直接显示带有上下标符号的内容无疑是地质图标注的最好方法。在 ArcGIS 平台, 使用智能标注表达式定义可以达到此目的, 但前提是标注表达式能够识别属性表中所添加的内容<sup>[6]</sup>。

1) 标注方法: 目标要素类中的所有要素用相同方式标注(Label all the feature the same way), 见图 2(a)。

2) 在利用标注字段进行标注时, 通过标注表达式定义可以进行任意复杂的标注, 见图 2(b)。这个对话框可以让用户建立

一个表达式, 推导出各个特征的标签字符串。表达式是从分析程序的下拉列表中对选择的描述语言规则进行编码; 编码时要选择高级对话框(Advanced), 否则表达式会被一行编码所限制, 用高级对话框进行检查时允许输入一个包含程序逻辑与跨越多行编码的函数; 它可以包括被选定的描述语言所支持的任何有效陈述。标注表达式支持 VB Script 和 Java Script 描述语言, 可用于定义复杂标注内容和方式。根据在此使用的表达式(Expression) VB Script 语言程序, 在属性表中用“@”符号来表示之后的内容为“下标”, 用“\$”符号来表示之后的内容为“上标”。比如沉积岩符号“ $N_1^{2-3}pv$ ”用“N@1\$2\$-\$3pv”来表示。程序(见图 2(b))中 Strata\_Code 字段是要素类中用以标注的属性字段, 可按需求替换字段灵活使用。无论图层数据源是什么数据类型, 需要标注的字段应该都放在括号“[]”内, 之后用验证(Verify)按钮检查标注的有效性即可。

3) 放置性能(placement properties), 见图 2(a)。包括标注位置(Label position)、拟合策略(Fitting Strategy)、解决冲突(Conflict Resolution)等 3 部分。要在标注时得到快速、准确、美观等效果这 3 部分是不可缺少的。

标注位置(Label position) 是通过标注与被标注要素的相对空间位置以及标注方向的定义联合完成, 这部分包括标注的常规处理、重复标注及字符间距 3 项。在常规处理中提供了水平放置、垂直放置、弯曲放置、水平偏移放置、边界放置、弯曲偏移放置等 6 种放置方法供用户任选。而相对标注与多边形的位置关系是既可以在多边形的外部也可以是在多边形内部的某个固定位置, 这个可以通过多边形内部 8 个区域(external zones and internal zones) 设置不同的参数来确定; 在重复标注部分可以设置相邻两个重复标注的间距; 在字符间距部分可以设置标注文本内容的字符间距。

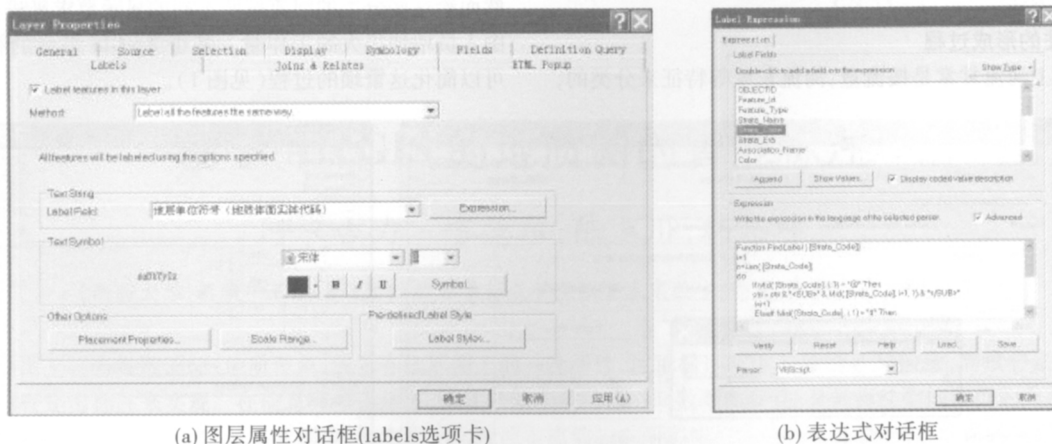


图2 图层属性对话框及表达式对话框

Fig. 2 The dialog box of Layer Properties and Expression

拟合策略( Fitting Strategy) 部分包括堆叠标注、超限要素、缩小字体、缩写标注、标注的最小特征尺寸、策略秩序等 6 项功能。在堆叠标注部分可以设置堆叠标注的对齐方式和可见性等属性; 在超限要素部分可以对标注要素边界范围以及非对称超限进行设置; 在缩小字体部分可以使字体的大小和宽度进行压缩; 在缩写标注部分可以对标注的文本内容进行压缩或截断; 在标注的最小特征尺寸部分可以对标注的面积和长度进行修改; 在策略秩序部分可以对前 5 个策略实行的先后进行设置。

解决冲突( Conflict Resolution) 提供了在标注位置定义过程中, 标注和标注之间以及标注和要素之间发生位置冲突时的解决方案。标注权重可以通过定义要素类和标注权重的级别来确定, 一旦发生位置冲突, 标注间应采取何种取舍方案。这部分包括要素权重、背景标注、删除重复、标注缓冲、永不删除等 5 项。在要素权重部分可以对标注的内部要素权重和边界要素权重进行设置; 在背景标注部分可以对背景标注的顺序进行设置; 在删除重复部分通过设定范围删除重复的标注; 在标注缓冲部分可以对标注内文本内容的字型高度进行设置。

当完成上述参数的设置就能实现带有上下标符号的任意复杂内容的标注。

## 2 标注类生成

智能标注是将属性表内的描述性文字自动显示在地质图上的过程, 也是把符号特征添加到地质图上的快速方法; 其功能避免制图时为每一个要素手工标注的过程。在 ArcGIS 平台下智能标注是以要素组为单位, 即所定义的标注以分组形式存在, 不以个体形式存在, 因此不能直接编辑<sup>[7]</sup>。当需要对局部或个别标注进行改动时, 必须把标注( labeling) 转换成注释( annotation)。实现此过程之后, ArcGIS 为用户提供一个包含当前进行转换的所有标注的表格, 并以此作为地图的图形或者空间数据库的要素被存储, 这就是所说的标注类( 见图 3)。当对一个图层中的要素标注进行转换创建标注类之后, 每个标注文本可以独立操作, 它的大小相对地图上的其它要素保持不变。存储在空间数据库中的标注可以链接到一个要素上, 要素标注中的文本来自一个相关的点、线要素或者多边形的属性表的一个或多个字段。

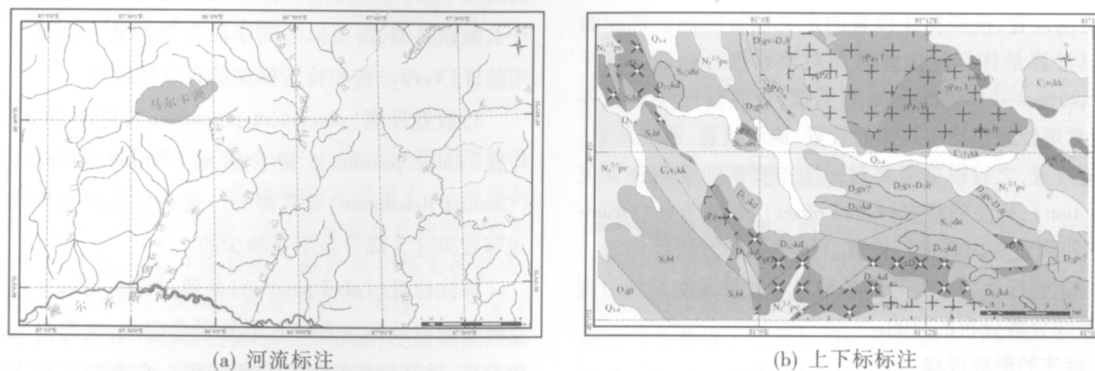


图3 标注类和对要素示意图

Fig. 3 Label sort and their corresponding feature schematic

标注类( Annotation Class) 是由要素类的标注所生成的存储与空间数据库的特殊类别, 标注类和对要素类之间存在着聚合关联关系, 这种关系存储于关系类中( Relationship Class)。标注类中的每一个标注都关联到要素类中的一个具体要素, 这一具体要素不但限定了标注的空间位置, 同时也决定了标注的存

在。即要素被删除时, 标注就自动从标注类中删除。标注类既能使标注具备智能化特点, 又可以使标注同要素一样, 具有灵活的可编辑性, 为 ArcGIS 平台下标注类的生成提供了一种更为实际的改进标注可视化的机制。

(下转第 14 页)

表 3 边长变形和角度变形比较

Tab. 3 Comparison between side length distortion and angle distortion

方法	边名					
	1~2		2~3		3~4	
	边长/m	方位角	边长/m	方位角	边长/m	方位角
膨胀法	13 517.622 3	311°40'40.747"	11 357.816 5	154°24'49.061"	8 806.906 9	86°17'06.088"
平移法	13 517.619 4	311°40'40.748"	11 357.814 0	154°24'49.061"	8 806.905 1	86°17'06.090"
变形法	13 517.621 6	311°40'40.852"	11 357.820 1	154°24'49.142"	8 806.902 5	86°17'06.074"
最大互差	2.9 mm	0.105"	6.1 mm	0.081"	4.4 mm	0.014"

## 5 结束语

本文阐述了通过椭球变换建立区域坐标系的高斯投影算法,在椭球变换的广义模型基础上,推导出椭球变换逆向计算数学模型,编写计算软件求出区域椭球几何参数,建立区域坐标系,并结合实例对数学模型与算法进行验证,计算结果表明:数学模型正确、软件运行稳定、计算结果可靠。实现区域坐标系与国家坐标系严密转换计算;实现国家坐标系高斯投影正、反算和任意带坐标换带计算;实现区域坐标系高斯投影正、反算和任意带坐标换带计算。

## 【参 考 文 献】

- [1] 熊介. 椭球大地测量学[M]. 北京: 解放军出版社, 1988.
- [2] 边少峰, 柴洪洲, 金际航. 大地坐标系与大地基准[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [3] 董鸿闻, 李国智, 陈士银, 等. 地理空间定位基准及其应用[M]. 北京: 测绘出版社, 2004.
- [4] 邓兴升, 汤仲安, 花向红, 等. 椭球变换后的高斯投影正反算算法[J]. 大地测量与地球动力学, 2010, 30(2): 49-52.
- [5] 李世安, 刘经南, 施闯. 应用 GPS 建立区域独立坐标系中椭球变换的研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2005, 30(10): 888-891.
- [6] 海清. 通过椭球变换建立区域独立坐标系的方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2008, 31(1): 168-169.

- [7] 邱云峰, 倪津. 不同投影归算面间的坐标换算[J]. 测绘通报, 2001(9): 12-13.
- [8] 丁士俊, 畅开蟠, 高瑛义. 独立网椭球变换与坐标转换的研究[J]. 测绘通报, 2008(8): 4-6, 35.
- [9] 秦永乐. Visual Basic 测绘程序设计[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2005.
- [10] 佟彪. VB 语言与测量程序设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [11] 覃辉. 测量程序与新型全站仪的应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [12] 何佳, 韩燕, 张献州, 等. 国家坐标系与基于工程投影面的地方坐标系坐标变换通用计算模型研究[J]. 城市勘测, 2007(3): 32-35.
- [13] 余代俊. 试论选择地方参考椭球体长半径的合理公式[J]. 测绘科学, 2005, 30(5): 36-37.
- [14] 宁津生, 刘经南, 陈俊勇, 等. 现代大地测量理论与技术[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2006.
- [15] 邱云峰, 倪津, 胡超滇, 等. “新昆明坐标系”的椭球定位和坐标方位角研究[J]. 测绘工程, 2009, 18(1): 65-67.

作者简介: 况金著(1974~), 男, 云南邱北人, 工程师, 现主要从事地形地籍测量、GPS 生产应用方面的研究工作。

(上接第 10 页)

## 3 结论

在传统制图学思想下, 标注与被标注的数据之间没有直接关系, 标注是以点文件形式存在, 可视化方式同其它点文件可视化方式相同; 在信息科学思想下, 标注依附于被标注空间数据而存在, 是被标注空间数据的属性组成部分, 也是被标注空间数据可视化的一个重要组成部分。基于 ArcGIS 平台的智能标注方法改变了传统制图中的手工标注方法, 可根据各要素类和标注的重要性及分布特性, 定义标注的权重、层次关系以及图面展布方式, 使标注通过要素类属性快速自动生成。如需编辑, 还可进一步生成标注类。并且所有标注都同要素关联, 并依附于要素而存在, 从而保证标注和要素属性的一致性。

## 【参 考 文 献】

- [1] 安荣, 贾海峰, 易善桢, 等. ArcGIS 8 Desktop 地理信息系统应用指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 110-123.
- [2] 韩坤英, 李廷栋, 丁孝忠, 等. 基于 GIS 的地质编图方法的探讨[C] // 全国数字地质制图学术讨论会论文、论文摘要汇编. 杭州: 中国

地质学会地质制图专业委员会, 2004.

- [3] 董敏, 孙宝生, 陈川. 基于 ArcGIS 的地质图图例绘制及意义——以《西准噶尔地区地质图》为例[J]. 新疆地质, 2010, 28(1): 116-118.
- [4] Hugo A. D. do Nascimento, Peter Eades. User Hints for map labeling[J]. Visual Languages and Computing, 2008(19): 39-74.
- [5] 王军, 姜兰, 牛宝贵. 1:500 万国际亚洲地质图新进展——ArcGIS 制图技术在地质图编制中的应用[C] // 2008 年亚洲大陆深部地质作用与浅部地质——成矿响应学术研讨会论文集. 乌鲁木齐: 中国地质调查局科技外事部, 2008.
- [6] 李军, 高光大, 王芳, 等. 基于 ArcGIS 平台的地质制图的实现[J]. 地质通报, 2009, 28(1): 150-154.
- [7] Environmental Systems Research Institute. ArcGIS9.2 Desktop Help[EB/OL]. [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=About\\_Labeling](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=About_Labeling), 2008-02-02.

作者简介: 阿衣古力·喀德尔(1985~), 女(维族), 新疆库尔勒人, 硕士研究生, 研究方向: 应用地球物理。