

# 自然保护工作者 ArcGIS 应用手册

李晓鸿 桑开军 魏存玉 编著



 甘肃科学技术出版社

## 图书在版编目 (C I P) 数据

自然保护工作者 ArcGIS 应用手册 / 李晓鸿, 桑开军, 魏存玉编著. -- 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2020. 7  
ISBN 978-7-5424-2412-9

I. ①自… II. ①李… ②桑… ③魏… III. ①地理信息系统—应用软件—手册 IV. ①P208-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第106275号

### 自然保护工作者 ArcGIS 应用手册

李晓鸿 桑开军 魏存玉 编著

---

责任编辑 刘 钊

封面设计 刘一辰

---

出 版 甘肃科学技术出版社

社 址 兰州市读者大道 568 号 730030

网 址 www.gskejipress.com

电 话 0931-8125103 (编辑部) 0931-8773237 (发行部)

京东官方旗舰店 <https://mall.jd.com/index-655807.html>

---

发 行 甘肃科学技术出版社 印 刷 甘肃新新包装彩印有限公司

开 本 889毫米×1194毫米 1/16 印 张 18 字 数 380 千

版 次 2020年9月第1版

印 次 2020年9月第1次印刷

印 数 1~3 000

书 号 ISBN 978-7-5424-2412-9 定 价 48.00 元

---

图书若有破损、缺页可随时与本社联系: 0931-8773237

本书所有内容经作者同意授权, 并许可使用

未经同意, 不得以任何形式复制转载

# 前 言

地理信息系统(Geographical Information System, GIS)是在计算机硬、软件系统支持下,对地球表层空间中有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。GIS与全球定位系统(GPS)、遥感系统(RS)构成“3S”集成系统,能与AutoCAD、通信、互联网、虚拟现实等多种技术相结合,构成综合的信息处理系统。

ArcGIS软件作为主流的地理信息系统应用平台之一,是全球使用率最高的GIS软件,已经广泛应用到规划设计、交通运输、自然资源管理和调查、灾害评估、环境保护、决策、军事、公共安全、农林渔牧等领域。

ArcGIS软件在自然保护领域的应用起步较晚,由于ArcGIS软件工具繁多、软件体系庞大、功能强大、操作复杂,不易熟练掌握,自然保护的工作者大多不能熟练应用。在自然保护区巡护、样线调查、野生大熊猫监测、生境调查、野生动植物调查的工作与科研过程中,编者对ArcGIS在自然资源保护和生物多样性调查监测方面做了大量探索工作,积累了较为丰富的软件使用经验,本手册从使用ArcGIS软件必备的知识出发,结合实际案例,阐述了ArcGIS理论基础和操作技巧,以便自然保护工作者快速、系统地掌握ArcGIS软件的各种工具并熟练使用,提高ArcGIS软件的学习和使用效率。手册共分为59章,前5章为基础理论部分,6~59章为应用操作部分。本手册定位为自然保护工作者ArcGIS的入门用书,省略了ArcGIS在自然保护工作中不常用的功能和一些深层次的内容。

随着地理信息系统的高速发展,ArcGIS处于快速更新的时期,本手册以ArcGIS10.0和ArcGIS10.2为基础撰写,更新的软件仍可参考使用。本手册编写过程中,参考了ArcGIS林业数据处理、林业成果制图的相关内容。

由于作者水平有限,书中疏漏,在所难免,欢迎广大读者批评指正,意见可反馈至邮箱:413237409@qq.com。

编者

2019年6月6日

# 目 录

## 第一篇 理论基础

1 ArcGIS 概述	3
2 ArcMap 基础	7
3 ArcToolbox 基础	13
4 ArcCatalog 基础	30
5 坐标系和投影	38

## 第二篇 应用操作

6 工程文件和图层的创建	57
7 Shapefile 要素的创建	60
8 ArcGIS 影像格式的转换	64
9 栅格图像的校正	66
10 栅格影像的裁剪	69
11 点线面要素的矢量化	72
12 自动矢量化	77
13 交互式矢量化	81
14 字段结构的编辑	86
15 矢量数据的裁剪	88
16 定义投影和投影转换	89
17 重叠数据的编辑	96
18 坐标数据生成点文件(带属性)	101
19 按属性对数据要素进行分层	104
20 点线面要素之间的相互转换	108
21 根据 DEM 数据生成等高线文件	115
22 符号化显示及符号的选择、修改、创建	120
23 符号样式 style 文件的创建	124
24 如何用不同的符号显示同一图层的属性	131
25 如何用等高线生成栅格数据	142
26 如何使用等高线创建 TIN	144



27	等高线的平滑处理	147
28	标注字段的属性	149
29	数据符号自动匹配(数据快速符号化)	154
30	属性字段上下标标注操作	157
31	属性字段的分式标注	162
32	如何用不同标注方式标注同一图层的属性	170
33	如何批量替换属性字段的属性值	176
34	改变图层的数据源	179
35	如何拆分多部件要素	183
36	如何将同一图层的要素合并为多部件要素	187
37	怎样消除编辑小模版	191
38	如何添加编辑要素到创建要素模板中	194
39	线节点增密、平滑线与改线方向	196
40	延伸线工具(批量处理未闭合线)	201
41	批量合并多个 shape 图层	205
42	如何将正在编辑的要素意外中断时延续画线	207
43	等高线注记的掩膜处理	209
44	创建要素的缓冲区	215
45	如何批量计算点要素的坐标	220
46	如何计算图斑的面积和周长	223
47	如何批量删除属性字段	226
48	如何将 GPS 数据导入 ArcGIS	229
49	水系的渐变处理	233
50	根据 DEM 数据提取山顶点、凹陷点	238
51	如何设定坐标系	249
52	设置地图比例	254
53	设置数据框参考比例	257
54	总览窗口的设置	260
55	怎么设置地图单位	265
56	怎么使用转到 XY 工具	268
57	怎么样在 ArcMap 中打印地图	270
58	使用地图模板	274
59	创建视图书签	276

第一篇

理论基础



# 1 ArcGIS概述

## 1.1 发展过程

ArcGIS软件是从ARC/INFO发展而来的,它的发展历史实际上也就是ESRI公司的发展历史。

美国环境系统研究所(Environmental Systems Research Institute Inc,简称ESRI)创建于1969年,总部位于加州的Redlands。公司最初是为企业创建和分析地理信息进行咨询工作的。20世纪80年代,ESRI致力于发展和应用一套可运行在计算机环境中的,用来创建地理信息系统的核心开发工具,这就是今天众所周知的地理信息系统(GIS)技术。

在GIS发展的早期,专业人士主要关注于数据编辑或者集中于应用工程,把主要精力花费在创建GIS数据库并构造地理信息和知识。慢慢的,GIS的专业人士开始在大量的GIS应用中使用这些知识信息库。用户应用功能全面的GIS工作站来编辑地理数据集,建立数据编辑和质量控制的工作流,创建地图和分析模型并将这些工作和方法记录成文档。

这加强了GIS用户的传统观念,这些用户往往拥有连接在数据集和数据库上的专业工作站。这种工作站拥有复杂的GIS应用以及用来实现几乎所有GIS任务的逻辑和工具。

这种对GIS软件所处位置的看法已经被证明非常有价值,被全球约二十万组织中的GIS专业人士所接受。事实上,这种客户服务器的计算模式是如此的成功,以至于让许多人认为GIS只有这样的模式。但是,人们对GIS的观念还在不断的扩展。

近期Internet的发展,DBMS技术的长足进步,面向对象编程语言,移动设备以及GIS的广泛使用已经促使GIS有更加开阔的前景,可发挥更加重要的作用。

除了GIS桌面产品,GIS软件可以被集中在应用服务器上 and Web服务器上,把GIS的功能通过网络传递给任意多的用户;可以集中一些GIS逻辑,将其嵌入和部署在用户定制的应用中;为野外GIS业务在移动设备上部署GIS软件的应用也多了起来。

企业GIS用户使用传统高级的GIS桌面软件,使用Web浏览器,专门的应用程序移动计算设备以及其他数字化设备连接中心GIS服务器。GIS平台涉及的范围在不断的扩展。

使用ArcGIS能够满足GIS用户的各种需求,ArcGIS作为一个可伸缩的平台,无论是在桌面,在服务器,在野外还是通过Web,为个人用户也为群体用户提供GIS的功能。ArcGIS是一个建设完整GIS的软件集合,它包含以下几种部署GIS的框架。

ArcGISDesktop——一个专业GIS应用的完整套件。

ArcGISEngine——为定制开发GIS应用的嵌入式开发组件。

服务端GIS——ArcSDE、ArcIMS和ArcGISServer。

移动GIS——ArcPad以及供平板电脑使用的ArcGISDesktop和Engine。

ArcGIS是基于一套由共享GIS组件组成的通用组件库实现的,这些组件被称为ArcObjects™。

## 1.2 产品发展历史

1981年10月到1982年6月的9个月里,Esri开发出了ARC/INFO1.0,这是世界上第一个现代意义上

的GIS软件,第一个商品化的GIS软件,它可以在计算机上显示诸如点、线、面等地理特征,并通过数据库管理工具将描述这些地理特征的属性数据结合起来。

1986年,PCARC/INFO的出现是Esri软件发展史上的又一个里程碑,它是为基于PC的GIS工作站设计的。

1992年,Esri推出了ArcView软件,它使人们用更少的投资就可以获得一套简单易用的桌面制图工具。

在20世纪90年代中期,Esri公司的产品线继续增长,推出了基于WindowsNT的ArcInfo产品,为用户的GIS和制图需求提供多样的选择,Esri公司也在世界GIS市场中占据了领先地位。

1999年,发布ArcInfo8,同时也推出了ArcIMS,这是当时第一个只要运用简单的浏览器界面,就可以将本地数据和Internet网上的数据结合起来的GIS软件。

2004年4月,Esri推出了新一代9版本ArcGIS软件,为构建完善的GIS系统,提供了一套完整的软件产品。

2010年,Esri推出ArcGIS10。这是全球首款支持云架构的GIS平台,在WEB2.0时代实现了GIS由共享向协同的飞跃;同时ArcGIS10具备了真正的3D建模、编辑和分析能力,并实现了由三维空间向四维时空的飞跃;真正的遥感与GIS一体化让RS+GIS价值凸显。

2012年Esri推出ArcGIS10.1。

Esri已于美国时间2013年7月30日正式发布了最新版产品ArcGIS10.2。该产品的发布,标志着Esri又进入了一个新的里程碑。在ArcGIS10.2中,Esri充分利用了IT技术的重大变革来扩大GIS的影响力和适用性。新产品在易用性、对实时数据的访问,以及与现有基础设施的集成等方面都得到了极大的改善。用户可以更加轻松地部署自己的WebGIS应用,大大简化了地理信息探索、访问、分享和协作的过程,可感受新一代WebGIS所带来的高效与便捷。

随后Esri又于2015年发布了ArcGIS10.3,2016年发布了ArcGIS10.4,使ArcGIS诸多功能有了新突破,迈进真正云平台。

(1)新增在线分析工具,提供空间分析功能  
支持第三方切片地图服务等更多服务类型。  
推出全新的ArcGIS for Developers站点。  
支持多个shapefile文件发布托管的要素服务。  
支持Oauth2.0协议。

(2)PortalforArcGIS正式纳入ArcGIS产品体系,开启企业级GIS应用新模式  
集中内网资源,组织内快速分享。  
多种业务数据结合免费底图,简单快速制图。  
为组织用户托管GIS服务。  
与EsriMap for Office集成,实现业务数据快速上图与分享。

可结合私有云GIS环境,成为私有云门户。

(3)ArcGIS for Server具备大数据实时分析和处理能力  
全新的Geo Event Processor实时数据处理分析扩展。  
通过集成使Portal for ArcGIS具备服务托管能力。  
采用全新站点模型,智能支持云架构。  
提供即拿即用的备份/恢复站点信息功能。  
直接编辑关系型数据库中原生的空间数据。

#### (4) 开发工具, 让GIS应用遍地开花

灵活多样的扩展能力, 提供覆盖主流桌面、Web和移动终端的全方位扩展功能。

新增ArcGIS Runtime for OSX/WindowsStore/Qt三大产品。

ArcGIS移动产品重磅出击, 大力支持离线编辑和分析。

三大WebAPIs(JavaScript/Silverlight/FlexAPI)各显其能, 共同推进敏捷的Web开发。

云中开发者站点提供一体化的资源入口, 开源社区GitHub上共享大量丰富的应用示例。

#### (5) 桌面应用, 从未停止过的增强

ArcGIS for Desktop质量和性能全面提升, 大数据支持能力彰显。

ArcGIS三维可以共享3Dweb场景, 并与City Engine深度集成。

ArcGIS影像扩展栅格类型, 实现国产卫星影像的支持。

在Esri的协助下, 青藏铁路首次采用了基于ArcGIS构建的实时监控系統, 对运营进行保障。2008年的四川大地震救援、奥运会安保都活跃着ArcGIS的身影。2009年国庆60周年阅兵的气象保障服务中ArcGIS也起到重要作用。2010年玉树地震救灾中, ArcGIS为快速响应提供了技术保障。2010年上海世博会的信息化保障中, ArcGIS也活跃在各个角落。

### 1.3 ArcGIS基础教程

TIN表面数据模型由结点、边、三角形、包面和拓扑组成。

#### (1) 结点

结点是TIN的基本结构单元。结点来自输入数据源中包含的点和线折点。每个结点都将包括在TIN三角形中。TIN表面模型中的每个结点都必须包含一个z值。

#### (2) 边

通过边将每个结点与其最近的结点连接起来, 从而形成符合Delaunay准则的三角形。每条边有两个结点, 但每个结点可包含两条或多条边。每条边的两个端点都有一个包含z值的结点, 因此可以计算边的两个结点间的坡度。

对于用于构建TIN的输入数据源中的每个要素, 将根据其表面要素类型进行处理。断裂线要素始终保留为TIN三角形的边。在内部将这些断裂线TIN边标记为硬边或软边。

#### (3) 三角形

每个三角面描述部分TIN表面的行为。三角形三个结点的 $x$ 、 $y$ 和 $z$ 坐标值可用于获取面的信息, 例如坡度、坡向、表面积和表面长度。将整组三角形作为整体考虑, 可以获取表面的其他信息, 包括体积、表面轮廓和可见性分析。

由于每个面概括特定的表面行为, 因此确保采样点选择恰当以实现表面的最佳拟合十分重要。如果对表面的重要区域采样不当, TIN表面模型产生的结果可能不够理想。

#### (4) 包面

TIN包由一个或多个包含用于构建TIN的整组数据点的面构成。包面定义TIN的插值区。在包面内部或边上, 可以插入表面z值, 执行分析以及生成表面显示。在包面外部, 无法获取表面信息。TIN包可由一个或多个非凸面构成。

非凸包必须由用户定义, 通过在TIN构建期间加入“裁剪”和“擦除”排除要素来实现。这些要素明确定义表面的边。如果未使用排除要素定义包, TIN生成器将创建一个凸包来定义TIN的边界边。凸包是一个具有以下属性的面: 连接TIN任意两点的线本身必须位于面内部或必须定义凸包的边。非凸包的定义对避免在位于实际数据集外但在凸包内部的TIN区域产生错误信息非常重要。



如果不使用裁减要素,阴影区域可能会插入不正确的值。

#### (5) 拓扑

通过保留定义每个三角形的结点、边数、类型以及与其他三角形邻接性的信息定义TIN的拓扑结构。对每个三角形,TIN将记录以下信息:

三角形数量

每个相邻三角形的数量

定义三角形的三个结点

每个结点的 $x$ 、 $y$ 坐标

每个结点的表面 $z$ 值

每个三角形边的边类型(硬或软)

另外,TIN还保留了构成TIN包的所有边的列表以及定义TIN投影和测量单位的信息。

#### (6) TIN的存储方式

与coverage类似,TIN以文件目录形式存储。但请注意,TIN不是coverage,它没有关联的INFO文件,TIN目录由七个包含TIN表面信息的文件组成,这些文件以二进制格式编码,因此无法通过标准文本显示或编辑程序读取。

## 2 ArcMap基础

### 2.1 使用ArcMap浏览地理数据

ArcMap是ArcGIS Desktop中一个主要的应用程序,具有基于地图的所有功能,包括制图、地图分析和编辑。

最普通的GIS查询就是确定在指定的位置有什么。在这类查询中,用户知道他感兴趣的要素的位置,但是想进一步了解与之相关的特征,在GIS中,这是很容易实现的,因为地图显示区中的地理要素与它们的属性(描述性的特征)是相互关联的,属性信息是存储在数据库中的。

查询通常是通过语句或表达式来定义的,用以从地图上及数据库中选择要素,其主要原理就是数据查询,最常用、最基本的查询方法有根据位置查询要素属性、通过属性来查询要素两种。

在GIS中,你可以选择识别按钮,在地图上点击一个要素,在弹出的识别窗口中来查看数据库中与之相关联的属性(图2-1)。

另一类型的GIS查询是确定符合给定条件要素的位置在哪里。在这种情况下,用户知道要素的重要特征,他想要找出具有这些特征的那些要素的具体位置,假定你想查找阿夏自然保护区标准化巡护第005号巡护小区,你应该使用这个限定条件创建一个查询表达式,一旦GIS找到符合查询限定条件的要素,将会在地图上高亮显示这些要素(图2-2)。



图 2-1

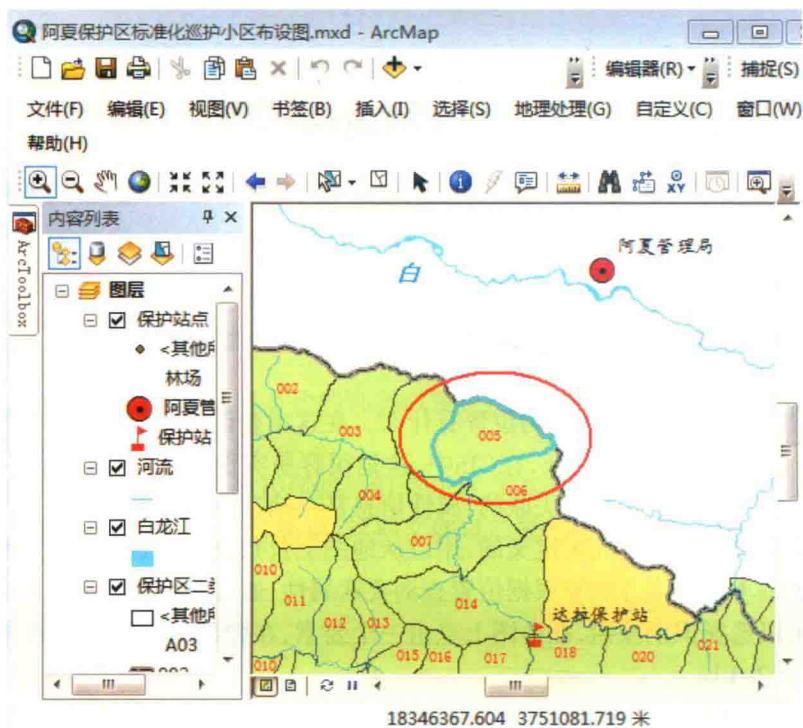


图 2-2

## 2.2 查询地理要素

在ArcMap中,通过在地图显示区点击某个要素就可以查询其属性,了解它是什么东西。

首先,你应放大地图,这样你能够更清楚地查看单个的要素。

当显示区被缩放到合适的区域,你可以很容易找到阿夏管理局所处的位置(图2-3)。

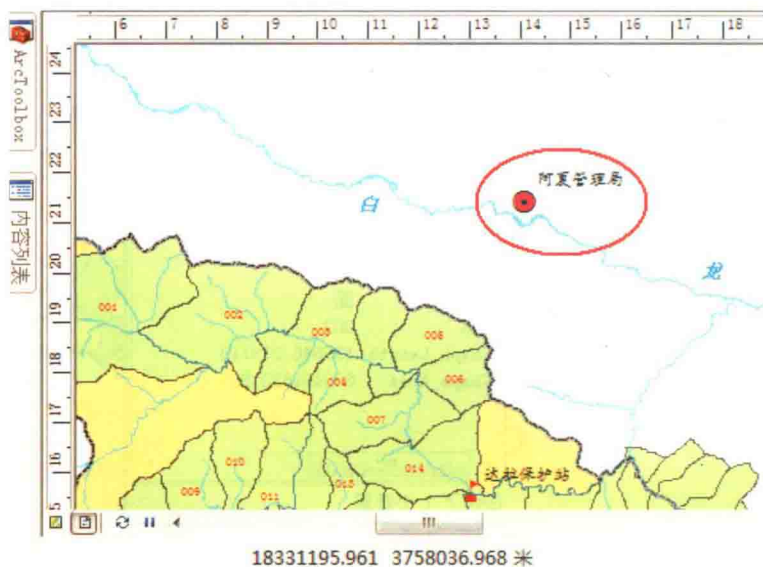


图 2-3

在“工具”(Tools)工具栏上,点击查询按钮①。如果看不到“工具”(Tools)工具栏,在空白处点击右键,然后点击“工具”(Tools)选项。

查询结果窗口打开并显示数据库中名为日常巡护样线的所有属性,你可能需要将查询结果窗口放大,才能看到所有的属性(图2-4)。

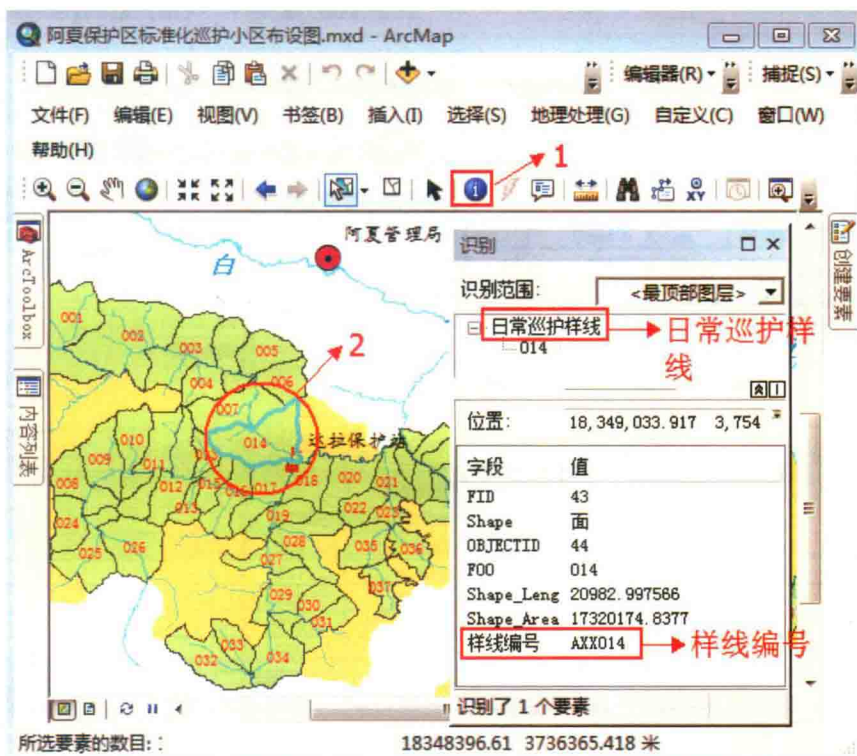


图 2-4

从“识别范围”下拉列表框中选择“所有图层”,然后在图上再次点击代表“日常巡护样线”的014号小区(图2-5)。

查询结果窗口现在包含了“014”图层中与选中的小区相交的图层。

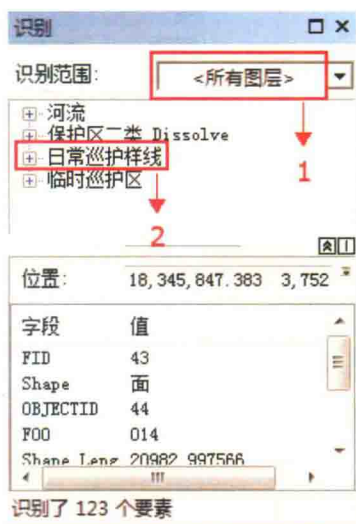



图 2-5

通过在显示区内点击,可以继续查询其他的要素。

点击“查询结果窗口”右上角的  结束查询。

右键点击【日常巡护样线】图层,打开图层【属性】对话框,选择【字段】选项卡,点击左边可见字段框中的【样线编号】,设置其高亮显示(图2-6)。

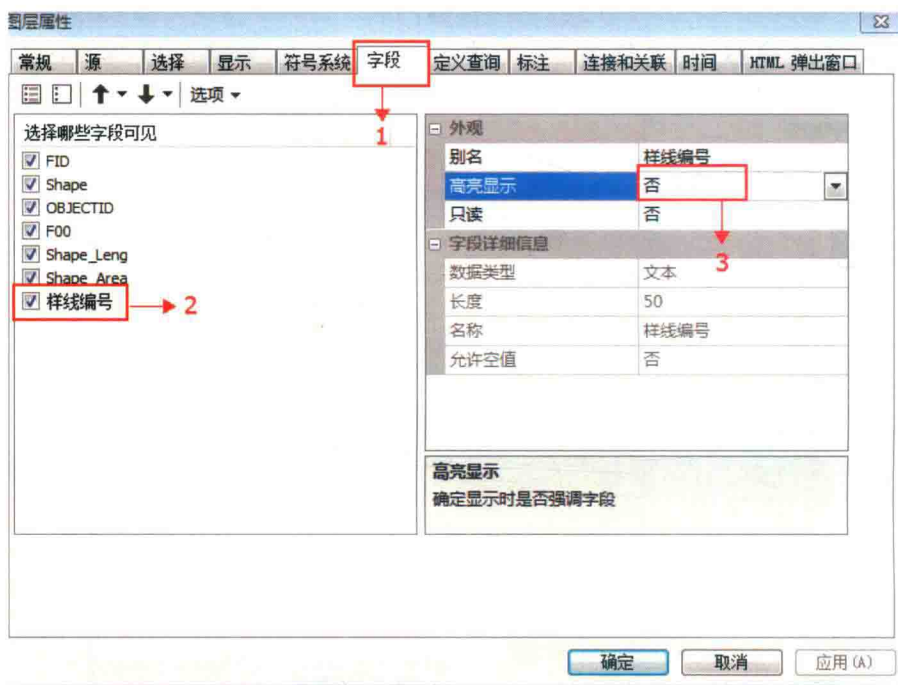


图 2-6

再使用查询工具点击要查询的【日常巡护样线】图层上的小班,则【识别】对话框中的【样线编号】,属性字段就会高亮显示(图2-7)。

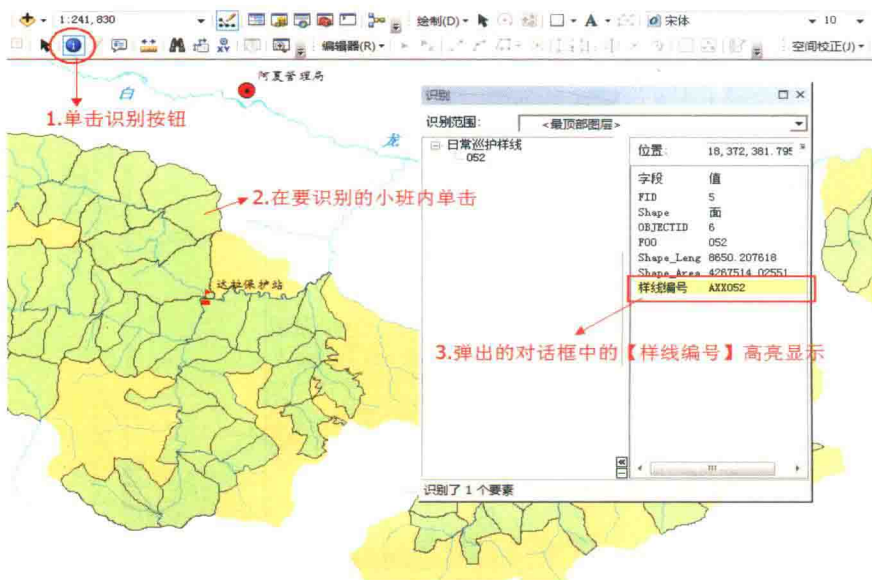


图 2-7

## 2.3 浏览属性信息

在图层列表(TOC)中,选中【日常巡护样线】图层,然后点击右键执行“打开属性表”命令。

这时会显示与【日常巡护样线】图层相关的属性表窗口,这个表中的每一行是一个记录,每个记录表示【日常巡护样线】图层中的一个要素(图2-8)。

Shape *	OBJECTID	FOO	Shape_Leng	Shape_Area	样线编号
面	47	005	12800.787748	8982230.93349	AXX005
面	46	006	18965.568576	9910357.53295	AXX006
面	45	007	19027.16622	13985532.6953	AXX007
面	54	008	17357.613408	10605691.921	AXX008
面	55	009	15610.019634	11104108.814	AXX009
面	56	010	19386.654897	11274631.8323	AXX010
面	57	011	25720.055294	13224079.1238	AXX011
面	58	012	23333.14404	13515833.7087	AXX012
面	59	013	19159.237297	7539385.58587	AXX013
面	44	014	20982.997566	17320174.8377	AXX014
面	30	015	11538.638548	5623097.6076	AXX015
面	31	016	16323.634812	9600309.84675	AXX016
面	32	017	17330.093452	10675125.884	AXX017
面	43	018	16278.545322	8981304.17978	AXX018
面	33	019	13718.681561	7152605.23961	AXX019
面	53	020	16865.917874	9838242.56908	AXX020
面	23	021	14272.028964	6781621.01331	AXX021
面	24	022	10004.912844	5639684.26541	AXX022
面	25	023	11697.31232	3624257.27069	AXX023
面	51	024	12363.236302	7931213.03108	AXX024
面	40	025	21826.962748	13106504.4485	AXX025

图 2-8

【请注意】图层中要素的数目也就是数据表中记录的个数被显示在属性表窗口的底部,在这个例子中,有108个记录,其中有一个记录被选中。

## 2.4 设置并显示地图提示信息

地图提示以文本方式显示某个要素的某一属性,当你保持将鼠标放在某个要素之上时,将会显示地图提示。使用地图提示是获取指定要素属性信息比较简单的一种方式。

在图层列表中,右键点击【保护区二类】图层,然后点击“属性”命令,在出现的属性对话框中,点击“显示”选项页,通过设置“显示表达式”来设定地图提示信息的对应字段。你可以指定任何一个属性字段作为地图提示字段,默认情况下,ArcGIS使用字段“Name”作为地图提示字段,你可以改变为其他的字段。

在“显示表达式”字段下拉列表框中,选中字段“S08”并勾选“使用显示表达式显示地图提示”复选框,则完成该图层地图提示信息的设置,点击OK按钮关闭图层属性对话框,将鼠标保持在【保护区二

类]图层中的任意一个位置之上,这个要素的“S08”字段就被作为地图提示信息显示出来(图2-9)。

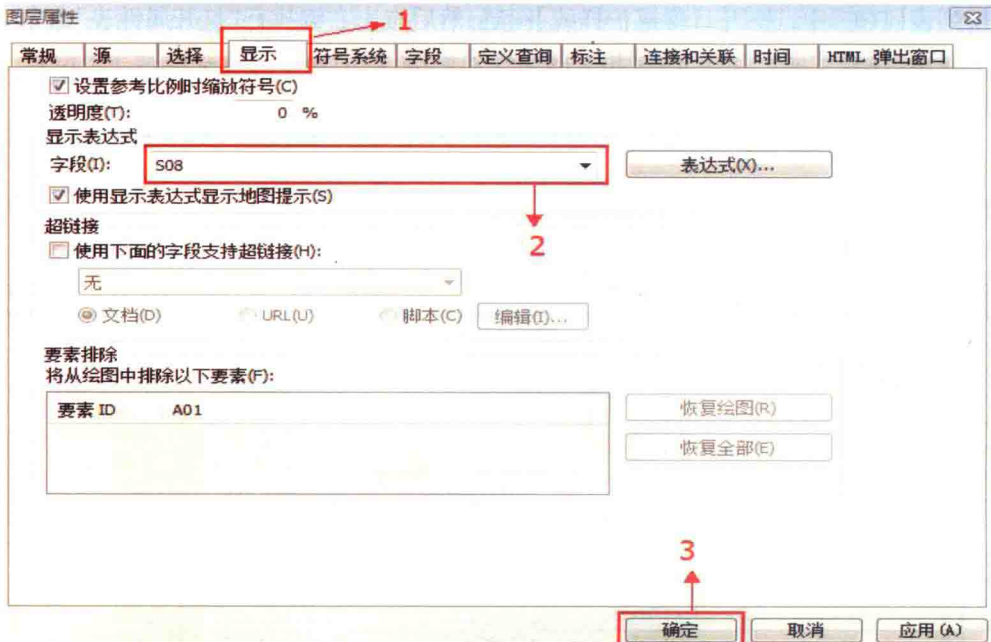


图 2-9