

多达85个实例教你使用Python来自动化处理ArcGIS地理处理任务

基于ArcGIS的Python 编程秘笈 (第2版)

Programming ArcGIS with
Python Cookbook
Second Edition

[美] Eric Pimpler 著
牟乃夏 张灵先 张恒才 译



基于ArcGIS的Python 编程秘笈 (第2版)

[美] Eric Pimpler 著
牟乃夏 张灵先 张恒才 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

基于ArcGIS的Python编程秘笈：第2版 / (美) 派普勒 (Eric Pimpler) 著；牟乃夏，张灵先，张恒才译
— 北京：人民邮电出版社，2017.1
ISBN 978-7-115-43804-1

I. ①基… II. ①派… ②牟… ③张… ④张… III.
①地理信息系统—应用软件—程序设计 IV. ①P208

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第291157号

版权声明

Copyright ©2015 Packt Publishing. First published in the English language under the title *Programming ArcGIS with Python Cookbook, Second Edition*.

All rights reserved.

本书由英国 Packt Publishing 公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可，对本书的任何部分不得以任何方式或任何手段复制和传播。

版权所有，侵权必究。

-
- ◆ 著 [美] Eric Pimpler
译 牟乃夏 张灵先 张恒才
责任编辑 胡俊英
责任印制 焦志炜
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
- ◆ 开本：800×1000 1/16
印张：21.5
字数：416千字 2017年1月第1版
印数：1-2500册 2017年1月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字：01-2016-2845号
-

定价：69.00元

读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316
反盗版热线：(010)81055315

内容提要

Python 作为一种高级程序设计语言，凭借其简洁、易读及可扩展性日渐成为程序设计领域备受推崇的语言。使用 Python 作为 GIS 开发的脚本语言，将大大提升 ArcGIS 数据处理的效率。

本书将介绍如何使用 Python 来创建桌面 ArcGIS 环境下的地理处理脚本、管理地图文档和图层、查找和修复丢失的数据链接、编辑要素类和表中的数据等，以期能够提高 GIS 开发人员的工作效率。

本书内容结构清晰，示例完整，不仅适合从事 GIS 开发的专业人士，而且适合那些有兴趣接触或从事 Python 编程的读者。

译者序

ArcGIS (ARC/INFO) 软件从诞生之日起就引领着地理信息系统的技术潮流, 它的很多技术方法和理念已成为教科书的内容。在某种程度上, 我们甚至可以说由它驱动了地理信息软件产业的发展。ArcGIS 软件由于其面向地理问题的科学理念, 不断创新的技术方法, 已在国内外市场占据了主导地位。特别是在国内市场, 更可谓是一枝独秀。因此, 掌握 ArcGIS 软件及其开发技巧不仅是 GIS 从业者必备的基本功, 也是在校大学生和研究生基本的专业技能。

基于 ArcGIS 软件的二次开发, 针对不同的需求应采取不同的开发方式。如果要深入行业应用的业务逻辑, 使 GIS 成为工作流的一部分, 则可以采用 ArcGIS Engine 进行细粒度的桌面端应用软件的设计与开发。如果 GIS 功能需求相对简单, 侧重于数据的可视化和分析制图, 那么可以采用 ArcGIS Server 开发 Web 端的应用。如果面向的用户对 GIS 的需求侧重于对地图的浏览, 那么移动 GIS 则是首选的开发方式。当然, 无论采用哪一种开发方式, 都需要一定的开发工作量。而且采用这些方式开发的应用软件, 尽管都是采用 ArcGIS 平台提供的接口, 但是在形式上是脱离 ArcGIS 运行的, 也就无法充分利用 ArcGIS 提供的强大的功能模块。总体来说, 上述开发方式针对的往往是公共用户或者大众用户, 而非 GIS 专业用户。

由于 ArcGIS 的触角已渗透到各行各业, 大多数企事业单位的 GIS 从业人员能在一定程度上熟悉 ArcGIS 软件的使用, ArcGIS 软件也成为他们日常业务的得力助手。但是工作中经常会有一些行业特色的应用或者大量重复的工作, 仅凭 ArcGIS 软件来完成是有一定难度的, 或者工作量超过了可承受的范围。这时, 如果能通过一些简单的编程来满足特殊需求或者提高自动化处理的水平, 则可以起到事半功倍的效果。同样, 对于那些经常使用 ArcGIS 进行数据处理和分析的科研工作者, 也时常需要对 ArcGIS 进行改造以满足专业研

究的深度应用。实际上,有时仅仅几句简单的代码就可以满足用户的要求,解决工作难题,提高工作效率。因此,在 ArcGIS 平台的基础上进行改造和定制,既能最大化地利用 ArcGIS 软件提供的功能,又可以最大化地满足个性化的需求。这似乎是基于 ArcGIS 开发的最聪明的方式,也是有一定 ArcGIS 使用基础的数量庞大的 GIS 行业用户最现实的深度掌握和应用 ArcGIS 的方式。

ArcGIS 软件在不同时期也提供了不同的定制开发方式,如 VBA 方式、动态库方式等,但是这些开发方式对读者的编程水平要求较高,不适于大范围推广。Python 语言由于语法简洁,简单易学,适合没有编程经验的初学者。ArcGIS 已经将其内嵌于桌面软件中,因此使用 Python 语言进行 ArcGIS 的定制开发是近年 Esri 力推的开发方式。这种方式介于单纯使用 ArcGIS 软件来处理与分析数据和使用 ArcObjects 进行深度开发之间,特别适用于那些具有一定的 ArcGIS 软件使用基础,却又不想在编程方面投入较多精力,同时还需要针对 ArcGIS 软件做一些扩展和智能化应用的用户。

本书就是讲解如何使用 Python 这一脚本语言来进行基于 ArcGIS 平台的二次开发。主要介绍了 Python 语言的架构、数据管理、地图制图、数据查询与检索、地理处理工具的调用等基本功能,还介绍了如何定制 ArcGIS 的界面,访问 ArcGIS server 发布的地图服务等功能,并提及了 ArcGIS Pro 下 Python 的编程。本书概念清晰、条理清楚、步骤详细,特别适合初学者。对于具有一定开发经验的读者来讲,也具有一定的参考价值。

本书由山东科技大学的牟乃夏、张灵先和中国科学院地理科学与资源研究所的张恒才 3 人统筹规划,分工负责各个章节的审校,最后由 3 人统稿并定稿。山东科技大学的研究生许璐璐、张晨、廖梦迪、杨忍等和江苏省邳州市国土资源局的赵永分别负责了其中一部分的翻译工作。

尽管本书经过翻译人员的多次集体讨论和修改方才定稿,以力求全面真实地再现原著。由于中外著作写作风格与语言表达的差异,为了兼容国内读者的阅读习惯,我们在贯彻“信、雅、达”的基础上,对很多技术细节依据自己的理解进行了调整。限于作者的学识和经验,定有不少疏漏和不当之处,甚至是错误也在所难免,恳请读者和同行批评指正。读者的批评和建议请致信: mounaixia@163.com, 或者关注译者的微博@山东科大牟乃夏老师 GISer, 译者将及时发布本书的勘误,并对读者的建议、意见和学习指导进行反馈。

牟乃夏

于青岛开发区洞门山下寓所

译者简介

牟乃夏，博士、博士后，知名 GIS 技术作家，现为山东科技大学测绘学院副教授，硕士生导师。已出版《ArcGIS 10 地理信息系统教程-从初学到精通》《ArcGIS Engine 地理信息系统开发教程》《CityEngine 城市三维建模》等多部著作，并被全国诸多高校采用为相关课程的教材，收到同学们的广泛好评。目前主要从事地理信息科学的理论研究和工程实践，开发了城市管网、环境保护、地质矿产等多个行业软件，已获得软件著作权 30 余项。科研方向主要为时空数据挖掘，已主持和参与国家自然科学基金、山东省自然科学基金、中国博士后基金、国家 863 计划等多项课题，发表论文 40 余篇，培养研究生 50 余人。

作者简介

Eric Pimpler 是 GeoSpatial Training Services (<http://geospatialtraining.com/>) 的创始人和所有者，他使用 Esri、Google Earth/Maps 和开源技术等进行 GIS 实践和教学已有 20 多年的历史。目前，Eric 侧重于使用 Python 编写 ArcGIS 脚本，以及使用 JavaScript 开发 web 和移动 ArcGIS Server 应用程序。此外，Eric 还编写了《Programming ArcGIS with Python Cookbook》和《Building Web and Mobile ArcGIS Server Applications with JavaScript》（中文版名为《JavaScript 构建 Web 和 ArcGIS Server 应用实战》由人民邮电出版社出版）两本书，这两本书都已经由 Packt 出版社出版。

Eric 获得了美国德克萨斯 A&M 大学地理学专业的学士学位，以及美国德克萨斯州立大学应用地理学（GIS 方向）专业的硕士学位。

审阅人简介

Mohammed Alhessi 是一位主要研究地理空间分析理论、算法和应用的 GIS 专家和培训师，在 GIS 分析、开发和培训等方面具有丰富的经验。他为不同专业背景的人开设了很多培训课程，培训课程涉及到 GIS 应用的各个领域，包括 MS SQL Server 企业数据库管理、空间数据分析和建模、面向 ArcGIS 的 Python 脚本编程等。

Mohammed 曾是德国斯图加特大学的一名 GIS 开发人员，在职期间使用 Java 和 Python 开发了许多地理处理工具。此外，他还参与过当地的许多 GIS 项目，为当地社区提供了咨询服务。目前，他是巴勒斯坦加沙伊斯兰大学的一名讲师，并且还在巴勒斯坦加沙大学应用科学学院开设了课程。

Mohammed 获得了巴勒斯坦加沙伊斯兰大学土木工程专业的学士学位，以及德国斯图加特大学测绘工程专业的硕士学位。

Matthew Bernardo 是新港可再生能源（Newport Renewables）公司的一名高级 GIS 分析师，该公司是位于美国新港的一家可再生能源公司。作为一个狂热的户外运动达人和技术爱好者，他热衷于将 GIS 技术与环境相结合。在过去的几年里，他使用 GIS 和 Python 编程处理了包括可再生能源、情报分析、遥感、海洋科学、环境科学和城市规划等多个领域中的复杂问题。

Matthew 获得了美国罗德岛大学环境科学专业的理学学士学位，以及美国宾夕法尼亚州立大学地理空间情报专业的硕士学位。

Rahul Bhosle 获得了印度希瓦吉大学信息技术工程专业的学士学位和美国北卡罗来纳州立大学地理信息科学与技术专业的硕士学位。目前，他是美国 GIS 数据资源（GIS Data

Resources) 公司的一名 GIS 开发人员。按专业来说,他是一名地理空间开发人员,在 Python、JavaScript、ArcGIS Suite、GeoServer、PostGIS、PostgreSQL、SQL Server、Leaflet、Openlayers、Machine Learning 和 NoSQL 等运用方面具有丰富的经验。

Kristofer Lasko 获得了美国马里兰大学地理科学专业的学士学位和地理空间信息科学专业的硕士学位。他现在在马里兰大学分别给研究生和本科生讲授 GIS 课程。几年前,他发现以自动化的方式处理日常任务和大量的地理空间数据是非常有必要的,于是他开始学习 Python。

目前,他正在马里兰大学攻读地理科学专业的博士学位。在此之前,他曾在 NASA (美国国家航空航天局) 的戈达德太空飞行中心和喷气推进实验室工作,也曾作为 GIS 和遥感分析师在马里兰大学工作过。目前他的研究重点是越南农作物燃烧的残留。

可以浏览如下网址来访问他的个人网页: <http://terpconnect.umd.edu/~klasko/cv.html>。

Doug McGeehan 是美国密苏里州密苏里科学技术大学罗拉分校博士三年级的学生,目前正在 Sanjay Madria 博士和 Dan Lin 博士的指导下从事计算机科学技术的研究。2013 年,他获得了美国密苏里科学技术大学计算机科学专业的学士学位,并在《computational geometry》(《计算机几何》) 期刊上发表了两篇论文。目前他在美国地质调查局 (USGS) 从事计算机制图工作。

Ann Stark 在 2005 年成为 GISP, 从事 GIS 工作已有 20 多年。她热衷于 GIS 行业,是美国西北太平洋地区 GIS 社区中的活跃成员,不仅协调当地用户组,而且担任区域 GIS 专业组的主席。她还是一位热心的老师,主要讲解如何有效地在 ArcGIS 中使用 Python,并且她会在她的博客 (<https://gisstudio.wordpress.com/>) 上分享相关主题的内容。此外,她还是美国萨利希海岸科学 (Salish Coast Sciences) 公司的 GIS 咨询顾问,为该公司提供战略规划、过程自动化和 GIS 开发服务等方面的咨询服务。

在工作之余,Ann 会和她的丈夫与儿子一起去城市中心的城市农场,在那里体验可持续的生活方式以及城市农场的自给自足。

前言

ArcGIS 是 Esri 公司研发的构建于工业标准之上的地理信息系统软件系列的总称。

本书将介绍如何使用 Python 语言来创建桌面 ArcGIS 环境下的地理处理脚本、工具和快捷方式等。并通过介绍如何使用 Python 语言和桌面 ArcGIS 来自动执行地理处理任务、管理地图文档和图层、查找和修复丢失的数据链接、编辑要素类和表中的数据等，以期能够有效地提高 GIS 工作人员的工作效率。

本书首先介绍了桌面 ArcGIS 环境中 Python 编程的基本概念，然后通过具体的操作方法来介绍如何使用 Python 编程实现 ArcGIS 中的地理处理任务。

在使用 ArcGIS 工作时，针对特定的任务编写脚本可以有效地节省 GIS 工作人员的时间和 workload。本书根据 ArcGIS 脚本处理的功能分为不同的主题进行讲解，主要包括管理地图文档文件、自动化地图制图和打印、查找和修复丢失的数据链接、创建自定义地理处理工具、编辑要素类和表中的数据等。

通过对本书的学习，读者将学会如何设计和使用合适的方法来编写地理处理脚本，以完成指定的任务。

本书的章节内容

第 1 章主要介绍 Python 语言的基本架构，首先介绍了如何创建新的 Python 脚本及编辑已有的脚本；其次介绍了 Python 语言的特点，如添加注释、创建变量并赋值、创建内置变量等，以使 Python 的代码更加简单明了；还介绍了 Python 语言提供的各种内置数据类型

型，如字符串、数字、列表和字典等；最后介绍了一些语句，包括条件语句、循环语句和 with 语句等。

第 2 章主要介绍如何使用 ArcPy 制图模块管理地图文档和图层文件，包括在地图文档中添加和移除地理图层，将图层插入到数据框中，在地图文档中移动图层，以及更新图层属性和符号系统等。

第 3 章主要介绍如何在地图文档文件中生成丢失的数据源列表，并应用 ArcPy 制图模块中的函数修复丢失的数据源。此外，还介绍了如何通过编程来修复多个地图文档中丢失的数据源。

第 4 章主要介绍如何自动化地创建高质量的地图，以及如何将这些地图进行打印、导出为图像文件或 PDF 文件等并存入地图册中。

第 5 章主要介绍如何编写脚本来访问和运行 ArcGIS 提供的地理处理工具。

第 6 章主要介绍如何创建自定义的地理处理工具，这些工具既可以添加到 ArcGIS 中，又能够与其他用户共享。自定义地理处理工具需要添加一个 Python 脚本，该脚本可以以某种方式处理或分析地理数据。

第 7 章主要介绍如何在脚本中执行 Select Layer by Attribute 和 Select Layer by Location 地理处理工具来选择要素和记录。包括：如何为 Select Layer by Attribute 工具的可选参数 where 子句构造查询语句，如何使用作为临时数据集的要素图层和表视图等。

第 8 章主要介绍如何创建地理处理脚本来选择、插入或更新地理数据图层和表中的数据。通过使用 ArcGIS 10.1 中新的数据访问模块，地理处理脚本可以创建要素类和表中数据的内存表，即游标。此外，还将介绍如何创建不同类型的游标，如搜索游标、查询游标和更新游标等。

第 9 章主要介绍如何通过使用 ArcPy 的 Describe 函数获取关于地理数据集的描述性信息。一项具体的地理处理任务的第 1 步通常是生成一个地理数据的列表，其后才是针对这些数据集进行的各种地理处理操作。

第 10 章主要介绍如何通过创建 Python 加载项来定制 ArcGIS 界面。Add-in（加载项）提供了一种扩展桌面应用程序的方式，即使用模块化的代码库，将用户界面（UI）元素添加到桌面 ArcGIS 中，这个模块化的代码库是为执行特定操作而设计的。UI 组件包括按钮、工具、工具条、菜单、组合框、工具选项板 and 应用程序扩展模块等。基于 Python 语言的加载项，需要使用 Python 脚本和 XML 文件来创建，其中 XML 文件用来定义用户界面的显示方式。

第 11 章主要介绍如何处理运行地理处理脚本时生成的错误和异常，讲解了如何使用

try/except 语句捕获 ArcPy 和 Python 的错误，并进行相应的响应。

第 12 章主要介绍如何使用 ArcGIS REST API 和 Python 访问由 ArcGIS Server 和 ArcGIS Online 发布的服务。首先介绍了如何制作 HTTP 请求并解析响应、导出地图、查询地图服务、进行地理编码等。然后介绍了一些 ArcPy 的其他内容，如 FieldMap 和 FieldMappings 类，以及 ValueTable 对象的使用等。

第 13 章主要介绍新的 ArcGIS Pro 环境与桌面 ArcGIS 中 Python 的差异，特别是使用 Python 窗口编写和执行代码的差异。

附录 A 主要介绍如何在规定的时间内运行地理处理脚本。许多脚本的执行需要花费很长的时间，这就需要将其安排在工作时间内执行。具体介绍了如何创建包含地理处理脚本的批处理文件以及如何在规定的时间内执行它。

附录 B 主要介绍如何使用 Python 编写脚本来执行一些常规的任务，如读取和编辑带分隔符的文本文件、发送邮件、访问 FTP 服务、创建.zip 文件、读取和编辑 JSON 与 XML 文件等。每个 GIS 程序员都应该知道如何编写 Python 脚本来实现这些功能。

本书的软件需求

要完成本书中的练习，需要安装具有基础版、标准版或高级版许可级别的桌面 ArcGIS 10.3。安装桌面 ArcGIS 10.3 时，会同时安装 Python 2.7 和 Python 代码编辑器 IDLE。本书也同样适用于桌面 ArcGIS 10.2 和 ArcGIS 10.1。另外，由于第 13 章要在 ArcGIS Pro 中使用 Python，因此需要安装 ArcGIS Pro 1.0。

本书面向的读者

本书面向的读者是那些想要使用 Python 革新 ArcGIS 工作流程、提高工作效率的 GIS 专业人员。无论是初学者，还是经验丰富的专业人员，几乎每天都需要花费大量时间来执行各种地理处理任务。本书将介绍如何使用 Python 语言编程来实现这些地理处理任务，从而有效地提高 GIS 专业人员的工作效率。

小节标题

为了更清楚地指导读者完成每个章节的实例，本书频繁地使用了这几个小节标题——准

备工作、操作方法、工作原理、拓展、链接来进行介绍。

准备工作

这一部分介绍本节将要讲解的内容，以及本节练习所需要的软件设置或其他初步设置。

操作方法

这一部分讲解完成操作所需要执行的具体步骤。

工作原理

这一部分通常是对“操作方法”的详细解释。

拓展

这一部分补充介绍与本节相关的其他知识，以使读者了解更多与本节相关的内容。

链接

这一部分提供了与本节内容相关信息的链接。

体例

本书使用了不同的文本样式来区分不同类型的信息。以下是一些文本样式的例子及其解释。

正文中的代码词汇样式如下所示：“IDLE 加载了 `ListFeatureClasses.py` 脚本”。

代码块的样式如下所示。

```
import arcpy
fc = "c:/ArcpyBook/data/TravisCounty/TravisCounty.shp"
# Fetch each feature from the cursor and examine the extent
# properties and spatial reference
for row in arcpy.da.SearchCursor(fc, ["SHAPE@"]):
    # get the extent of the county boundary
    ext = row[0].extent
    # print out the bounding coordinates and spatial reference
```

```
print("XMin: " + ext.XMin)
print("XMax: " + ext.XMax)
print("YMin: " + ext.YMin)
print("YMax: " + ext.YMax)
print("Spatial Reference: " + ext.spatialReference.name)
```

需要读者特别注意的内容用粗体显示，如代码块中的重点部分、重要的代码行或选项等，样式如下所示。

```
import arcpy
fc = "c:/data/city.gdb/streets"
# For each row print the Object ID field, and use the SHAPE@AREA
# token to access geometry properties
with arcpy.da.SearchCursor(fc, ("OID@", "SHAPE@AREA")) as cursor:
    for row in cursor:
        print("Feature {0} has an area of {1}".format(row[0],
            row[1]))
```

命令行的输入或输出样式如下所示。

```
[<map layer u'City of Austin Bldg Permits'>,
<map layer u'Hospitals'>, <map layer u'Schools'>,
<map layer u'Streams'>, <map layer u'Streets'>,
<map layer u'Streams_Buff'>, <map layer u'Floodplains'>,
<map layer u'2000 Census Tracts'>, <map layer u'City Limits'>,
<map layer u'Travis County'>]
```

新的术语和重要词汇用粗体显示，例如屏幕上、菜单或对话框中的词汇等，其在正文中的样式为单击“Start | All Programs | ArcGIS | Python 2.7 | IDLE”。



注意事项或重要的笔记会以这种形式表示。



提示和技巧会以这种形式表示。

读者反馈

欢迎读者对本书进行反馈，这可以让我们了解读者对本书的意见——是否喜欢这本书。

读者的反馈意见对我们非常重要，因为它可以帮助我们编写出更符合读者需求的书，使读者可以从我们的书中获得最大的帮助。

读者的反馈意见可以发送邮件到 feedback@packtpub.com，并在邮件的主题上注明书名。

如果读者对本书的任何一部分内容有深入见解，并且有兴趣编写或补充相关专业知识，可以访问作者指南：www.packtpub.com/authors。

客户支持

如果读者购买了 Packt 出版社的图书，可以享受以下权益。

下载示例代码

使用个人账户在 <http://www.PacktPub.com> 网站上购买了 Packt 出版社出版的图书的读者，可以直接下载示例代码文件；在其他地方购买的读者，可以访问 <http://www.PacktPub.com/support>，注册账户后代码文件会通过邮件发送给用户。

勘误

虽然我们已尽可能地确保内容的准确性，但是由于编者水平有限，错误与不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正，以便避免误导其他读者，同时帮助我们改进和完善本书的后续版本。如果读者发现任何错误——不论是正文中的还是代码中的，请记录错误的信息，访问勘误页面：<http://www.packtpub.com/submit-errata>，选择本书，输入发现的错误的详细信息。一旦读者提交的勘误内容通过验证，我们就会接受该勘误，并将其上传到 packt 出版社的网站上或添加到“Errata”下的勘误列表中。

盗版

互联网上存在盗版资料一直是所有媒体都存在的问题。我们非常重视版权的保护和授权的合法性。如果读者在互联网上看到了非法抄袭本书内容的情况，无论对方以何种形式抄袭，请立即向我们提供网址或网站名称，我们将会采取补救措施。

请将涉嫌盗版资料的链接发送到 copyright@packtpub.com，我们会非常感谢读者对出版方和作者权益的保护。

问题

如果读者有任何关于本书的问题，都可以通过 questions@packtpub.com 邮箱联系我们，我们将竭尽全力解决读者的问题。

目录