

# Open Street Map 的数据转换方法研究

姜晶莉, 郭 黎, 邓圣乾, 赵家瑶

(信息工程大学 河南 郑州 450001)

**摘 要:** 众源地理数据是指由大众采集并向大众提供的开放地理空间数据。其更新速度快、现势性强,有极大的发展潜力。针对这一热点,本文以 Open Street Map 项目为代表,对其数据格式分 Node、Way 及 Relation 3 种数据元素进行深入解析。进而利用 FME 软件、ArcGIS 软件的数据互操作性及 ArcGIS Editor For OSM 工具这 3 种数据转换工具对以郑州大学为例的 OSM 数据进行转换。结果显示,利用 FME 软件、ArcGIS Editor For OSM 工具数据保存较完整,但有较为严重的属性丢失,而利用 ArcGIS 的数据互操作性工具转换则会造成较严重的线元素数据丢失。鉴于上述 3 种方法的不足,提出一种利用 C++ 对 OSM 数据的编程转换,这为下一步的数据关联工作打下了良好的基础。最后为更直观地查看 OSM 数据,基于 C# 及 ArcGIS Engine 二次开发工具对其进行了可视化,并实现了基本的地图操作。

**关键词:** 众源地理数据; OSM 数据; 数据转换; C++ 转换可视程序

中图分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1672-5867(2018)10-0048-05

## Research on the Data Conversion of Open Street Map

JIANG Jingli, GUO Li, DENG Shengqian, ZHAO Jiayao

(Information Engineering University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Crowd source geographic data refers to open geospatial data which is collected from the public and provide to the public as well. It has great potential of development and the update speed of which is fast. Aimed at this hot topic, this article takes Open Street Map as representative, analyze its data format from three dimensions which includes Node, Way and Relation deeply. And then use three data conversion tools, which are FME software, Data Interoperability tools and ArcGIS Editor for OSM tools of ArcGIS software, to transform OSM data, take the data of Zhengzhou University as example. The result shows that when using FME software and ArcGIS Editor For OSM tools for converting, the data preservation is relatively complete but the attribute loss is serious. However, when using Data Interoperability tools of ArcGIS, it can cause a serious loss of line element. In view of the deficiency of those three methods, use C++ to convert OSM data programmatically, it can lay a good foundation for subsequent work. Finally, for looking OSM data more visualized, use C# as well as ArcGIS Engine secondary development tools to visualize OSM data, and make essential map operation come true.

**Key words:** crowd source geographic data; OSM data; data conversion; C++ conversion visual program

## 0 引 言

信息传输速度的不断加快及卫星定位技术的飞速发展,都使得地理信息世界发生了巨大变化,尤其体现在地理信息的获取及应用方式方面,这就导致了众源地理数据的出现。所谓众源地理数据,是指由大众采集并向大众提供的开放地理空间数据<sup>[1]</sup>。与传统的数据采集和更新方式相比,众源数据更新速度快、现势性强,有极大的发展潜力<sup>[2]</sup>。在广泛的众源数据之中,Open Street Map 是

代表性较强且发展较好的项目之一<sup>[3]</sup>。Open Street Map (OSM) 即开放街道地图,它是一个网上地图协作计划,可为用户提供完全免费的地理信息服务<sup>[4]</sup>。

本文在对众源地理数据及 OSM 项目做简要介绍的基础上,对 OSM 数据格式进行深入分析,进而探讨用已有的数据转换工具对 OSM 数据进行转换的优缺点。最后为进行下一步的数据关联工作,实现了利用 C++ 语言对 OSM 数据的读取。

收稿日期: 2017-10-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(41471314, 41001313) 资助

作者简介: 姜晶莉(1994-) 女,山东潍坊人,地图制图学与地理信息工程专业硕士研究生,主要研究方向为空间关联。

## 1 众源地理数据与 Open Street Map

### 1.1 众源地理数据

众源地理数据是地理信息领域近年来出现的新概念,是众源概念与传统地理数据的结合。众源地理数据具有现势性强、数据量大、成本低廉、传播快等优点<sup>[5]</sup>。然而由于其数据大多来自未经培训的非专业用户,因而也存在着数据冗余、不完整、覆盖不均等质量问题<sup>[6]</sup>。但瑕不掩瑜,近年来众源地理数据飞速发展,逐渐应用于地图数据的更新、基于位置的服务等研究领域。

### 1.2 Open Street Map 项目

Open Street Map 项目是众源地理数据的代表性项目,它旨在建立一个开放式世界矢量地图。OSM 数据的优点主要有以下几个方面:第一,数据免费;第二,覆盖全球;第三,数据更新快,现势性强<sup>[7]</sup>。如今已成为广大学者及学术型机构进行研究的基础数据,且逐渐被广大企业所应用。

## 2 OSM 数据格式解析

OSM 数据可以从官网下载,也可以通过 Geofabrik 下载特定区域<sup>[8]</sup>。本文主要讨论从官网下载的数据,该数据的数据模型与传统专业数据的模型有很大不同,OSM 数据更新频繁、动态性强,因而未采用传统的专题分层管理<sup>[9]</sup>。

OSM 数据主要有 Node、Way 和 Relation 3 种数据类型,分别表示节点、路线和关系<sup>[10]</sup>,通过这 3 种数据类型来描述 GIS 中的点、线、面。下面将详细介绍这 3 种数据类型。

### 2.1 Node

Node 实例如图 1 所示。

```
<node id="2751210016" visible="true" version="2" changeset="41666028"
timestamp="2016-08-24T15:26:36Z" user="_rockmachine" uid="1836406" lat="34.7474613"
lon="113.6496792">
  <tag k="name" v="郑州火车站"/>
  <tag k="name:en" v="Zhengzhou Railway Station"/>
  <tag k="railway" v="station"/>
</node>
```

图 1 Node 要素实例

Fig.1 An example of Node element

Node 指空间中的点。“id”为识别该元素的唯一标识,代表该点的编号。“visible”用于判断被删除的对象在数据库中是否可见,其值可为“true”或“false”;“version”代表对象的编辑版本,随着编辑次数的增多,其值也依次加一;“changeset”可记录用户被创建或更改的信息,“timestamp”表示最近一次修改时间,“user”和“uid”分别表示编辑者的名称和编号,“lat”和“lon”分别表示该点的经纬度,其值以十进制格式存储 7 位小数,“tag”用来描述该点的属性信息<sup>[11]</sup>,如图 1 中记录了该点的中英文名称及属性。

值得注意的是,每一个 Node 都必须有唯一的 id 和经纬度,Node 可以独立地表示地物特性,也可以作为一种基本元素构成 Way 和 Relation。

### 2.2 Way

Way 实例如图 2 所示。

```
<way id="152016659" visible="true" version="2" changeset="45957581"
timestamp="2017-02-09T21:03:07Z" user="Yuanchu Si" uid="4691731">
  <nd ref="1648493656"/>
  <nd ref="1648493651"/>
  <nd ref="1648493650"/>
  <nd ref="1648493648"/>
  <nd ref="1648493646"/>
  <tag k="highway" v="residential"/>
  <tag k="name" v="康复前街"/>
</way>
```

图 2 Way 要素实例

Fig.2 An example of Way element

Way 可以表示折线、环、面,它是由 Node 组成的,一条 Way 可以包含 2—2 000 个 Node,其前两行变量含义同 Node。然而 Node 中的“id”与 Way 中的“id”可能相同,但并不代表它们一定有联系。“nd ref”代表构成 Way 的 Node 的 id,由第一个点依次连接到最后一个点构成一条线,若第一个点和最后一个点重合,则构成环或面。“tag”表示线的属性,如图 2 中,表示该路线名称为“康复前街”,其周围为住宅区。

### 2.3 Relation

Relation 实例如图 3 所示。

```
<relation id="4566386" visible="true" version="3" changeset="44092455"
timestamp="2016-12-01T17:51:55Z" user="nyuriks" uid="339581">
  <member type="way" ref="326859937" role="outer"/>
  <member type="way" ref="326860213" role="outer"/>
  <member type="way" ref="326860211" role="outer"/>
  <member type="way" ref="326855924" role="outer"/>
  <member type="way" ref="326858427" role="outer"/>
  <member type="way" ref="326858430" role="outer"/>
  <tag k="admin_level" v="6"/>
  <tag k="alt_name" v="Erqi 二七"/>
  <tag k="boundary" v="administrative"/>
  <tag k="name" v="二七区 (Erqi)"/>
  <tag k="name:en" v="Erqi District"/>
  <tag k="name:zh" v="二七区"/>
  <tag k="type" v="boundary"/>
  <tag k="wikidata" v="Q1337114"/>
  <tag k="wikipedia" v="en:Erqi District"/>
</relation>
```

图 3 Relation 要素实例

Fig.3 An example of Relation element

Relation 描述的是 Node、Way 及其他要素间的相互关系,前两行含义与 Node 相同,“member”代表 Relation 所包含的要素类型(type)及该要素所承担的角色(role)。如图 3 中,该 Relation 包含 6 个 Way 要素,其角色为“outer”,即二七区的外部轮廓,tag 记录了该 Relation 要素的属性,分别表示其名称及类型。

## 3 3 种转换工具转换结果分析

从 OSM 官方网站下载的数据后缀为.osm,是以.xml

格式存储的,目前没有可以直接打开的软件,需进行数据格式转换。本文将介绍 3 种利用现有软件转换 OSM 数据的方法,分别为 ArcGIS 的数据互操作(Data Interoperability)、ArcGIS Editor For OSM 工具及 FME 软件,而后以郑州大学 OSM 数据为例进行实验,并对转换结果进行了分析。

### 3.1 FME 转换

FME(Feature Manipulate Engine,简称 FME)是加拿大 Safe Software 公司开发的空间数据转换处理系统<sup>[12]</sup>,可以实现超过 270 多种 GIS 及 CAD 空间数据格式的转换,为进行快速、多需求的数据转换应用提供了可靠的手段,其转换过程简单易操作。

最左侧表示分层情况及每层所含数据量,以土地利用方式分类为“amenity”等 10 层,中间主要部分是 OSM 数据的可视化,可对其进行放缩、平移、区域查询等基本图形操作,右侧部分是点击图中某一特定元素后对其进行属性列举。研究发现,转换后丢失了数据的部分属性,如“name”“surface”等,这是由于 FME 软件是根据原 OSM 文件中“tag”项来分层的,而在分层时只利用了多个“tag”中的一项,这就导致了部分属性的丢失。但是总体看来,这种转换方法质量还是较高的,除部分属性项丢失外,在图形分层查看、属性项查看及原 OSM 文件内容对应查看方面都比较实用。另外,在转换后,利用 FME 软件也可将其保存为其他格式以便后续使用。

### 3.2 Data Interoperability 工具转换

ArcGIS 本身并不包含 Data Interoperability 工具,需额外安装,使用 Data Interoperability 工具可直接读访问几十种空间数据格式,包括 GML、OSM 文件、MapInfo TAB 文件等,该工具来自于 FME,是 FME 的传承与升华。

与 FME 转换显示图对比,可以明显看出利用 Data Interoperability 工具转换存在数据丢失,主要表现在 Way 元素。虽然左侧根据土地利用方式将其分为 12 层,但除点元素层和“highway”层外,其他层属性表是空的。因此,想后续使用 OSM 数据,此方法不适用。

### 3.3 ArcGIS Editor For OSM 转换

如今 Esri 公司已经基于 ArcGIS 10 开发了一个可以直接下载、转换 OSM 数据的插件 ArcGIS Editor For OSM Data,可将 OSM 数据转化为 .gdb 格式,且这个工具是开源的。但 ArcGIS 不自带,需登陆 Esri 官方网站下载安装。

利用 Open Street Map 工具转换时,从点、线、面三方面将其分为三层。查看其属性表可以发现,该转换方法与利用 FME 转换的缺点相似,都有部分属性缺失,主要表现在“name”项,且其分层数量没有上述两种软件详细,但在图形及属性查看方面较为方便实用。

### 3.4 3 种转换方法比较

综合上述 3 种转换方法,查看其属性表,各类数据类

型转换结果个数见表 1。

表 1 3 种转换方法转换结果对比  
Tab.1 Comparison of conversion results between 3 conversion methods

数据 类型	数据转换结果个数		
	FME 转换	Data Interoperability 工具转换	ArcGIS Editor For OSM 转换
Point	1 680	1 682	1 682
Polyline	71	3	68
Polygon	153	0	154

根据表 1 得,Data Interoperability 工具转换有很明显的线及面元素的丢失,而用 FME 和 ArcGIS Editor For OSM 转换则数据保存较为完整,因而若要对 OSM 数据进行空间分析,用后两种方法更为合适。而由 3.1—3.3 节可知, FME 和 Data Interoperability 工具转换分层较为详细,而用 ArcGIS Editor For OSM 工具转换则仅仅按点、线、面分为三层,如果要根据其分层进行后续工作,则 ArcGIS Editor For OSM 工具不适用。另外,通过分析可知,利用 FME 及 ArcGIS Editor For OSM 会造成较为严重的属性丢失,主要表现在重要属性“name”上,因而后期如果要根据属性对 OSM 数据进行分析,会面临较大的困难。

## 4 一种基于 C++的 OSM 数据转换可视程序

鉴于上述 3 种转换工具都会造成一定程度的数据丢失,现提出一种基于 C++的 OSM 数据转换可视程序,旨在较为完整的转换 OSM 数据,以便于后续的空间关联工作。程序使用 visual studio 2012 编程,该程序可以文本格式打开、读取 OSM 数据,并实现包括名称、坐标、属性等在内的关键信息的存储,而后基于 C#和 ArcGIS Engine 将其可视化,实现可视图形的放大缩小、平移及恢复首屏等功能。

从 Open Street Map 网站上下下载的 OSM 数据本是 XML 格式,将其转为 TXT 格式以便读取,由于 Relation 数据类型没有后续使用,因而只对 Node 和 Way 分别读取保存。

### 4.1 Node 解析读取

首先实现 TXT 文件的打开,可以用 MFC 的 File Dialog 类来进行。

观察图 1 所示的 Node 数据格式,可从中提取出可代表地物坐标、属性的关键信息,即为: id ,lat ,lon 及 tag。而 tag 标签中又包含各类 key 值,每一个 key 值下对应众多 value 值。现从 key 值中提取能代表地物属性的几个关键信息: name ,place ,railway 等。而后可进行数据的读取,其功能模块函数为: void Cmyfile:: getnode( CString fname , CWnd \* wnd) 通过传入文件名称读取文件,进而存储坐标、属性等关键信息。

具体思路如下:

- 1) 构建如下数组存储上述关键信息: id, lat, lon, name, place 及 railway;
- 2) 对打开后的 TXT 进行逐字符串读取;
- 3) 为便于后续与所需存储的关键信息的匹配, 将读取所得的字符串切割而后存入数组。
- 4) 将切割后的字符串与关键信息进行匹配, 若匹配成功, 则继续读取下一个字符串, 将下一个字符串按要求切割后存入所属数组。如: 读取的字符串为“id”, 与我们所需存储的关键信息点号“id”一致, 此时就需继续读取下一个字符串获得点号信息, 进行切割后存入 id 数组, 其他关键信息的读取存储同“id”。
- 5) 若匹配失败, 则继续读取字符串。重复 2)、3)、4) 步, 直到读取的字符串中出现“Way”或者“Relation”则停止, Node 读取完毕。

其流程图如图 4 所示。

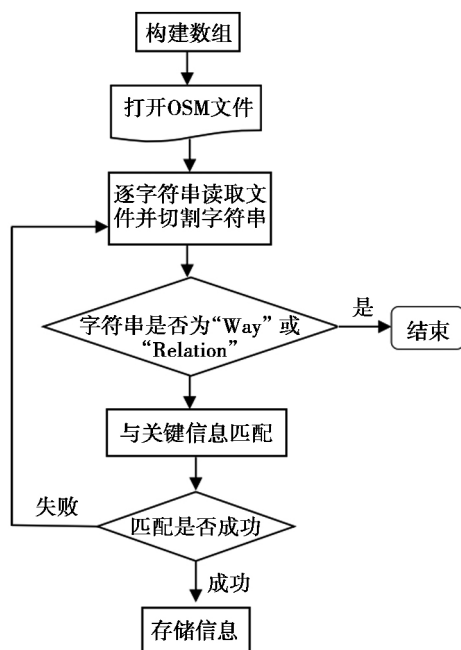


图 4 Node 读取流程图

Fig.4 Flow chart of reading Node element

## 4.2 Way 解析读取

从 2.2 节 Way 的结构中, 提取出其重要信息为 id, nd ref 及 tag。其中, nd ref 指的是构成 Way 的 Node 的 id。其功能模块函数为: void Cmyfile::getway( CString fname, CWnd \* wnd)

具体思路如下:

- 1) 前三步与 Node 的读取方式一致, 只是构建的数组略有不同;
- 2) 线号 id 和属性 tag 的读取方式同点号的读取方式。
- 3) 当切割后的字符串与 nd ref 匹配成功时, 继续读取下一字符串, 进行适当切割后即构成线的点的点号, 对其进行存储。将上述存储的点号与对 Node 解析读取时存

储的点号进行匹配, 若匹配成功, 则提取该点的坐标信息进行存储, 因而存储线坐标信息时可以用二维数组, 分别表示线的数量和构成线的点的数量。

## 4.3 OSM 数据的可视化

为更直观地查看 OSM 数据, 需实现可视化。可视化方法有多种, 本文采用基于 C#和 ArcGIS Engine 的可视化工具。

解析读取完 Node 及 Way 后, 将所得的点、线坐标传递到 C#程序里, 利用 C#调用 C++程序的关键代码如下所示

```

[DllImport( @" " c++源程序目录" , EntryPoint = "
read" ) ]
extern unsafe static double * read( 参数 1, 参数 2,
..... );
  
```

然后便可设计界面, 主要添加了地图的放大、缩小、恢复首屏及平移工具。

最后就是编程实现, 主要有以下步骤:

- 1) 获取坐标数据。主要通过 C++语言与 C#语言的互调。在 C#程序里实现文件的打开, 进而将文件名传输到读取 Node 及 Way 数据的 C++程序里以实现文件的读取, 而后将读取所得的点、线的坐标文件传回 C#程序, 完成坐标数据的获取。在 C#中的程序代码体现为 read( 参数 1, 参数 2, ..... )。

2) 根据点、线坐标创建 Shapefile 图层, 其功能模块函数为: private IFeature Layer Create Layer From Coordinate( string filePath)。主要通过 ArcGIS Engine 的 IFields、IFields Edit 等接口来创建属性字段, 根据所获得的点、线坐标为属性字段赋值; 通过 ISpatial Reference 及 ISpatial Reference 接口定义坐标系, 本程序使用北京 1954 坐标; 利用 IGeometry Def 及 IGeometry Def Edit 创建几何字段; 利用 IFeature Class 接口创建要素集, 将创建的属性字段添加到要素集中; 最后利用 IFeature Layer 接口将要素集添加到图层, 完成图层的创建。

3) Shapefile 图层的加载。通过 ArcGIS Engine 的 IMap Control 接口来实现。

该可视化程序将 OSM 数据分为点、线两层, 且可实现放缩、平移等基本地图操作。经统计得, Point 数据类型数量为 1 682, Polyline 数据类型数量为 222, 数据保存较为完整。其属性数据通过数组保存, 可随时调用, 这也为下一步的基于 OSM 数据的空间关联工作打下了良好的基础。

## 5 结束语

众源地理数据是一种新的地理数据理念, 它的出现极大地丰富了地理空间数据源, 也为地信科学的发展指引了新的方向。而 OSM 数据作为众源地理数据的代表, 具有广阔的发展前景。本文以 Open Street Map 项目为中心, 解析了 OSM 数据的格式, 简要分析了其 3 种数据类型: Node、Way 和 Relation。然后基于 ArcGIS 的 Data Inter-

operability 和 ArcGIS Editor For OSM 工具及 FME 软件进行转换,并对这几种方法进行了实践对比,总结了各自的优缺点及适用范围。经比较发现,利用 FME 软件转换和 ArcGIS 的 ArcGIS Editor For OSM 工具转换,数据丢失较少、质量高,但有较为严重的属性信息丢失;而 Data Interoperability 工具则会造成较严重的线、面数据丢失。因而在使用上述 3 种工具转换时,要根据实际需要进行选择。最后鉴于上述 3 种方法的不足,提出了一种基于 C++ 的 OSM 数据转换可视程序,该程序可实现 OSM 数据读取及重要信息的存储,其数据转换较为完整,也为下一步的 OSM 数据关联工作打下了良好的基础。最后为更直观地查看 OSM 数据,基于上述 C++ 程序,利用 C# 及 ArcGIS Engine 二次开发工具对其进行了可视化。下一步将在此程序的基础上,对 OSM 数据进行空间关联规则的挖掘,进而选择合适的关联规则对其进行空间数据关联。

### 参考文献:

- [1] 李德仁,钱新林. 浅论自发地理信息的数据管理[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2010,35(4):379-383.
- [2] 贾宁,赵鹏祥. 浅谈众源地理数据[J]. 中国科技信息,2013(12):42-49.
- [3] Goodchild M F, Li L. Assuring the quality of volunteered geographic information[J]. Spatial Statistics, 2012(1): 110-120.

- [4] 张红辉. 多源网络地名数据动态整合方法研究[D]. 长沙:中南大学,2014.
- [5] 王明,李清泉,胡庆武,等. 面向众源开放街道地图空间数据的质量评价方法[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2013,38(12):1490-1494.
- [6] Heipke C. Crowdsourcing geospatial data[J]. Isprs Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 2010, 65(6): 550-557.
- [7] 范博文. 众源地理数据质量研究[D]. 昆明:云南大学,2015.
- [8] 张章. 顾及地理实体属性信息的网络最短路径分析算法研究[D]. 兰州:兰州交通大学,2014.
- [9] 江瑜,周晓光,李志盛,等. 基于规则的 Open Street Map 数据模型转换[J]. 测绘与空间地理信息,2016,39(1): 31-34.
- [10] Zielstra D, Hochmair H H, Neis P. Assessing the effect of data imports on the completeness of open street Map—a united states case study[J]. Transactions in Gis, 2013, 17(3): 315-334.
- [11] 夏锐. 基于 Hadoop 的 VGI 矢量空间数据管理方法研究[D]. 南京:南京师范大学,2014.
- [12] 曹永桃,黄勇军,吴杰明. 基于 FME 的多源地籍图形数据的转换及应用[J]. 资源环境与工程,2014(6): 975-977.

[编辑:刘莉鑫]

(上接第 47 页)

- 1) 测绘类拓扑序列: S3、S6、S8、S7、S9、S14、S15;
- 2) 地理信息类拓扑序列: S4、S5、S12、S10、S11、S13、S16、S17。

### 2.4 专业主干课程序列优化

以上拓扑序列形式表明,本课程安排不存在回路,证明课程安排方案有效。从拓扑序列反映出的信息来看,在课程安排时主要是沿着两条主线进行,即测绘类和地理信息类,这也是和测绘地理信息技术专业的人才培养目标与课程体系相一致的。

受学制限制,某些课程在局部内容上虽有先后承接关系,但往往无法严格分别安排在两个学期开设,这种情况下,授课教师应相互统筹好课程进度,选择在同一学期平行开设也可。据此,综合学制、学分,考虑到两类课程间的先后及交叉等问题,以学期为分割区间,优化设置了专业主干课程序列,具体安排如图 3 所示。

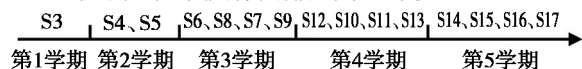


图 3 以学期为分割区间的测绘地理信息技术专业主干课程序列

Fig.3 The professional backbone course sequence of geoinformation technology specialty of surveying and mapping in accordance with the term segmentation

### 3 结束语

利用拓扑排序的基本思想,可以清楚地将测绘地理信息技术专业两类主线课程间的先后次序表示出来,突出了课程间的前后衔接性,利于学生循序渐进、系统地学习专业知识和技能。同时,该方法具有较强的可复制性,可对高等院校专业主干课程序列优化起到参考作用。

### 参考文献:

- [1] 薛春艳. 基于邻接表结构的拓扑排序的全序列算法研究[J]. 现代计算机, 2016(13): 74-76.
- [2] 王琼. 拓扑排序算法的拓展研究[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(24): 75-76.
- [3] 严蔚敏,吴伟民. 数据结构(C语言版)[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
- [4] 夏既胜,谈树成,曾洪云. GIS 本科专业主干课程拓扑关系探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 35(7): 14-16.

[编辑:张 曦]