

基于 ArcSDE 的卫星遥感影像数据库研究

陈昌生¹, 许文波², 赵 健¹

(1. 四川大学 计算机学院, 四川 成都 610064;

2. 电子科技大学 自动化工程学院, 四川 成都 610054)

摘 要:随着遥感影像数据的不断获取,如何有效地存储、管理和发布这些海量数据,已成为国家基础地理信息建设中迫切需要解决的一个难题。针对传统关系模型数据库在数据共享上存在的问题,尤其是在对数据访问的并发性、安全性和备份恢复上存在的弱点,提出基于 Oracle 10G 的 ArcSDE 的方式建立遥感影像数据库,经过与传统建库方式的比较,实验验证基于 Oracle 10G 的 ArcSDE 方式建立遥感影像数据库比传统建库方式更能提高遥感影像入库的时间和效率,具有较好的安全性和稳定性。同时,该方式在工程应用中能发挥出显著的效果。

关键词:遥感图像; Oracle 10G; ArcSDE; 栅格数据

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)07-0080-04

Research on Remote Sensing Image Database Based on ArcSDE

CHEN Chang-sheng¹, XU Wen-bo², ZHAO Jian¹

(1. Computer College, Sichuan University, Chengdu 610064, China;

2. School of Automation Eng., University of Electronic Sci. and Techn. of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: Along with the obtaining of the remote sensing image data, how effectively to storage, manage and publish these large data have turned into a desiderate solving problem in the foundation of the nationality geography. Aiming at traditional RDBMS which exists data share's problem, especially representing at the security of accessing the data, intercurrent accessing, backup and renew exists weakness, it brings forward the remote sensing image database based on the Oracle 10G and ArcSDE, comparing with the traditional way, this method can improve the time and efficiency in building the image database, it has better security and stability. At the same time, this way plays a significant effect in engineering applications.

Key words: remote sensing image; Oracle 10G; ArcSDE; raster data

0 引 言

随着我国航空航天遥感技术的迅猛发展,遥感影像数据量呈几何级数增长,遥感探测数据处理能力发展相对滞后,当前运用于遥感影像数据存储方式有基于 RDBMS 的空间数据库技术和面向对象的空间数据库技术^[1]。国外,围绕着遥感影像数据管理方法先后存在四种管理方式:文件模式、文件结合关系型数据库的管理模式、全关系型数据库管理模式和面向对象的数据库管理模式^[2]。遥感影像数据库对数据的管理经历了从文件系统到“双数据库”系统、全关系数据库再到对象关系数据库系统的发展历程^[3]。国内,在遥感影像数据存储方面,提出以 Oracle 8 等软件支撑的海

量遥感影像数据库建设的模式^[4]。实现了遥感影像数据与遥感影像属性数据的一体化存储与统一的查询,提高了遥感影像数据组织管理和操纵能力。在遥感影像数据库引擎方面,着重对遥感影像数据模型的建立、数据索引、多用户编辑的数据一致性问题等数据库引擎的关键技术进行剖析,提出一种面向大型遥感影像数据库的 QR-树索引方法^[5]。

遥感影像数据管理的四种方式各有其优缺点,要建立一个业务化运行的存储系统,应该采用相对成熟且有利于数据管理的方法,面向对象的遥感影像数据管理模式是当前解决“如何有效提高探测数据的处理能力”的有效途径之一^[6,7]。

文中对基于传统 RDBMS 和基于面向对象 Oracle 10G 的 ArcSDE 方式建立遥感影像数据库做出比较分析,实验得出单幅影像数据越大,入库时间越大,但总体效率更高;对同一影像数据,基于 Oracle 10G 的 ArcSDE 方式比传统 RDBMS 入库速度更快。

收稿日期:2009-11-09;修回日期:2010-02-18

作者简介:陈昌生(1986-),男,硕士研究生,研究方向为图形图像处理、计算机网络;许文波,副教授,博士,从事遥感信息处理及应用研究工作。

1 遥感影像数据库存储结构和关键技术

1.1 遥感影像的数据组织结构

遥感影像数据采用 Oracle 10G 环境下的 GeoRaster 进行存储,采用 GeoRaster 方式,像素矩阵在 Oracle 数据库中被分块存储^[8]。其中每块(block)都作为一个二进制的对象数据类型存在一个表中,而一个空间范围对象 SDO_Geometry 和它一起存储,这样来定义这一分块的空间范围,这样做的目的是为了能对这一块进行 R-Tree 空间索引^[9]。Oracle 数据库系统提供了两个对象:SDO_GEORASTER 对象和 SDO_RASTER 对象^[10]。图 1 为 GeoRaster 的物理存储结构示意图。

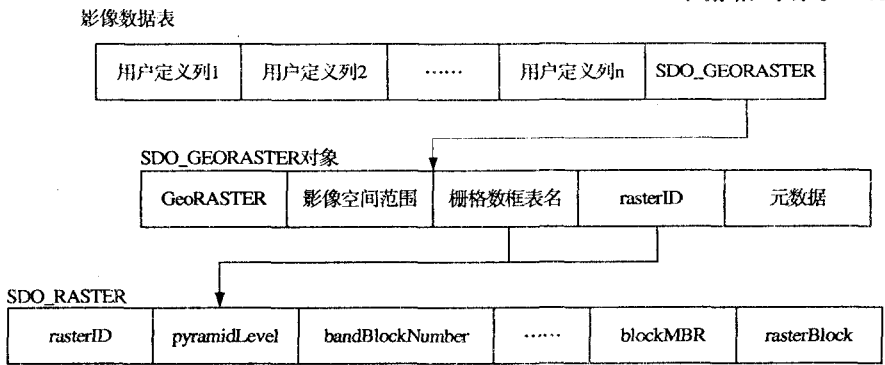


图 1 GeoRaster 的物理存储结构示意图

对象一, SDO_GEORASTER 对象^[11,12]:

```
create type sdo_georaster AS OBJECT (  
  rastertype NUMBER, //表示空间维数、分层和类型信息  
  spatialExtent SDO_GEOMETRY, //空间范围  
  rasterDataTable VARCHAR2(32) //栅格数据表名(RDT),建立索引  
  rasterID NUMBER, //栅格数据表编号  
  metadata XMLType); //XML 格式的元数据信息
```

对象一主要用于存储栅格数据的元数据,其中包含一个 SDO_Geometry 对象类型的空间扩展属性字段,用于建立空间索引以提高查询速度。这个对象中包含一个或多个这样对象类型的表称为栅格表(GeoRaster table)。SDO_GEORASTER 对象用 RasterID 和 RDT 栅格数据表名可以唯一确定 RDT 表中哪些块属于该对象。GeoRaster table 与 RDT 栅格数据表是多对一的关系。

对象二, SDO_RASTER 对象^[11,12]:

```
create type sdo_raster AS OBJECT (  
  rasterID NUMBER, //数据块的编号  
  pyramidlevel NUMBER, //建立金字塔模型级别  
  bandBlockNumber NUMBER, //数据块的层数  
  rowBlockNumber NUMBER, //数据块的行号  
  columnBlockNumber NUMBER, //数据块的列号
```

```
blockMBR SDO_GEOMETRY, //最小外接矩形对象  
rasterBlock BLOB); //块数据信息
```

对象二包含一个 BLOB 字段用来存储栅格对象的一个栅格块数据,栅格数据表用来存储栅格图像中的所有栅格数据,每条记录存储一个分块和这个分块对应的信息。栅格数据影像数据库的物理全貌如图 2 所示。

创建 SDO_GEORASTER 对象时,栅格数据表由系统自动生成。系统自动为 SDO_GEORASTER 对象分配 RasterID。GeoRaster 栅格数据模型是基于逻辑上分层,这种分层管理方式很好地解决了遥感影像的存储问题,栅格数据表名和 rasterID 能够唯一识别一个栅格对象。GeoRaster 对象使用一个系统数据表

SDO_GEOR_SYSDATA_TABLE 来维护栅格表和相应的栅格数据表的关系。

用户可以将多个栅格对象的数据存储在同一个栅格数据表中,当一个新的栅格对象被创建时,系统都要给它指定一个栅格数据表同时为其分配一个 rasterID 值,所有 SDO_GEORASTER 对象在创建时都会被记录在这个系统数据表中。

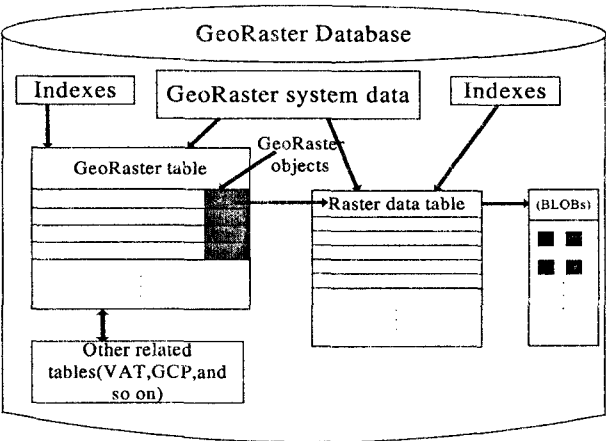


图 2 栅格数据影像数据库的物理全貌

1.2 创建影像金字塔

由于栅格数据的数据量非常大,所以在实际应用中更多的用户仅仅关注于一个相对较小的区域或是原始图像的某种分辨率的图像,构建多分辨率金字塔和进行分块处理^[8]是解决这一问题最有效的方法之一。Oracle10G GeoRaster 模块提供如何创建影像金字塔,影像金字塔的创建是为了实现空间分辨率递减,在基于 WEB 方式的数据传送时能减少网络上传输的信息,加快数据的传输速度。栅格数据影像金字塔如图

3 所示。

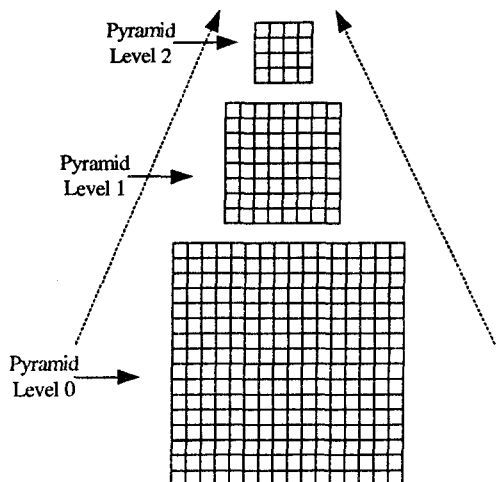


图 3 栅格数据影像金字塔

在原始图像大小确定的情况下,金字塔的每个层次对应的栅格图像的尺寸可以由公式(1)、(2)计算出:

$$r(n) = (\text{int})(r(0)/2^n) \quad (1)$$

$$c(n) = (\text{int})(c(0)/2^n) \quad (2)$$

其中 $r(0)$ 与 $c(0)$ 表示原始图像的行数与列数; $r(n)$ 与 $c(n)$ 表示第 n 层的影像金字塔的行数与列数; int 用来取整数。

金字塔的层数不是无限多的,其最大的层次数由公式(3)决定:

$$(\text{int})(\log_2(a/64)) \quad (3)$$

其中 a 表示原始图像中行数和列数中较小的一个数。例如,如果图像的大小是 1024×768 ,由于行数和列数的较小值是 768,所以影像金字塔的最高层次数就是 $(\text{int})(\log_2(768/64)) = \text{int}(3.6) = 3$,即只能达到 3 层。

影像建立金字塔算法如图 4 所示。

```

xScale = ImageWidth/ImageBlockWidth;
yScale = ImageHeight/ImageBlockHeight;
if xScale < yScale then
    for i = 0 to TotalLayer do
        if ImageBlockWidth * 2^i > ImageWidth
            then
                返回 i;
            else
                for i = 0 to TotalLayer do
                    if ImageBlockHeight * 2^i > ImageHeight
                        then
                            返回 i;

```

图 4 构建影像金字塔算法

“2”倍率金字塔具有如下性质:

- 1) 上层大小为下层大小的四分之一;
- 2) 上层分辨率数值为下层分辨率数值的 2 倍;

3) 每层表示的地面范围不变。

2 遥感影像数据入库方法比较

实验在遥感影像入库之前,首先对卫星遥感影像进行正射纠正预处理,用 ERDAS 对获取的遥感影像进行正射纠正,形成高精度、清晰的遥感图像数据,选取质量好的遥感影像,质量差的直接删除,并在此基础上建立遥感影像数据库。最后比较两种遥感图像入库方法,即基于 RDBMS 的空间数据库方式和基于 Oracle 的 ArcSDE 的方式,经过比较后选用具有快速、高效的基于 Oracle 的 ArcSDE 方案为遥感图像入库解决方案。

2.1 基于 RDBMS 的空间数据库方式

在传统的基于关系一对象模型的影像数据库中,栅格数据入库分为三个步骤:一是数据分块;二是创建栅格对象表和栅格数据表;三是载入栅格数据。

(1) 数据分块。

海量栅格数据的存储策略是“分块,再分块”。在入库之前算出每个数据块的最佳尺寸,在分块中数据块的尺寸必须是 2 的 n 次幂。

(2) 创建栅格对象表和栅格数据表。

结合影像数据库创建栅格表和栅格数据表,首先创建 GeoRaster 表;其次创建触发器,对表中的各 SDO_GEORASTER 类型的字段创建触发器的目的是为了对表进行操作后,系统相关视图能得到及时更新,保持影像数据库一致。创建语法如下:

```

CALL MDSYS.SDO_GEOR.UTL.CreateDML-
Trigger('RasterTable','image');

```

最后创建栅格数据表。

(3) 载入栅格数据。

载入栅格数据时,首先创建临时 SDO_GEORASTER 对象。临时对象用于存储栅格表中的栅格对象,然后初始化 SDO_GEORASTER 对象,创建和初始化语法如下:

```

DECLARE
geor MDSYS.SDO_GEORASTER;
BEGIN
//初始化 SDO_GEORASTER 对象,即插入一条空记录
INSERT INTO RasterTable values (1, 'TIFF', MDSYS.SDO_
GEOR.init('rdt1',1));
//从 rastertable 表中返回 geoid 为 1 的栅格对象
SELECT image INTO geor FROM RasterTable WHERE GEOID
= 1 FOR UPDATE;
//利用 sdo_geor.importFrom 载入数据
MDSYS.SDO_GEOR.importFrom(geor, 'TIFF', 'file', 'C:\
image\p129r39_5t19920816.tif');

```

表 1 两种不同方式上载数据时间及效率比较

入库方式 文件名大小	基于 RDBMS 的空 间数据库技术	基于 Oracle 10g 的 ArcSDE 的方式	ArcSDE 方 式提高效率
373-56-L20000077167/32.681M	29.4s	25.3s	16.21%
373-56-B-2-L20000077294/127.134M	112.0s	95.4s	17.40%
p129r39-5t19920816/379.795M	243.4s	206.7s	17.76%

```
UPDATE RasterTable SET image = geor WHERE geoid = 1;  
COMMIT;  
END;  
/
```

2.2 采取 Oracle 10G Spatial 与 ArcSDE 相结合的策略

GeoRaster 是 Oracle 10G 中 Oracle Spatial 增加的一个新的特性^[9],它提供了对影像和网格化的栅格数据及其相关元数据进行有效管理(存储、索引、查询、分析和输入、输出)的功能。采取 Oracle 10G Spatial 与 ArcSDE 相结合的策略,实现大数据量遥感图像处理的存储与管理,即遥感数据以 Oracle 10G Spatial Georaster 进行存储,使用 ESRI GeoDatabase 构建空间数据模型,通过 ESRI ArcSDE 存取 Oracle 10G 中使用 ESRI GeoDatabase 组织的空间数据。统一采用 GeoDatabase 数据模型,入库前将 ESRI Coverage、Shapefile 及 Grid Raster 数据经 ArcCatalog 转换为 GeoDatabase 数据模型,再经过空间数据引擎 ArcSDE 加载到 Oracle 10G 数据库中,并保证入库数据的正确性、完整性、可靠性和一致性。ArcSDE 存储栅格数据集的方式类似于它存储压缩二进制要素类的方式。栅格数据存入 ArcSDE 数据库时,ArcSDE 在存储业务表中增加一个栅格数据字,同时创建栅格表、栅格波段表、栅格辅助表、栅格块表和元数据表,随即完成遥感影像数据入库。

3 实验结果及分析

文中两种方法的实验平台为 Windows XP + sp2,数据库环境为 Oracle 10G 和 ArcSDE,实验硬件为 INTEL Duo T2350 CPU,1G 内存。表 1 显示了文中两种方法入库时间及效率比较。

- 基于 ArcSDE 的空间数据库的优势在于:
- 1)在同一数据库中统一管理各种类型的空间数据和属性数据;
 - 2)空间数据的显示、录入和编辑更加准确;
 - 3)可管理连续的空间数据,提供地图的无缝显示;
 - 4)支持大型空间数据库管理以及在网络环境中对多用户并发空间数据访问的快速响应。

对实验结果分析得出,基于 Oracle 10G 的 ArcSDE 的方式建立遥感影像数据库比 RDBMS 方式效率更

高,分别提高 16.21%、17.40% 和 17.76%,上载速度更快。随着单幅影像数据增大,两种方式下影像数据入库时间增大,但入库效率提高,基于 Oracle 10G 的 ArcSDE 方式比传统 RDBMS 入库速度更快,ArcSDE 方式从 16.21% 提高到 17.76%。实验结果表明,与传统入库方法相比,基于 Oracle 10G 的 ArcSDE 的方式建立遥感影像数据库具有较快的速度和安全性。

4 结束语

文中提出了利用 ArcSDE 和 Oracle 10G 相结合的方式管理空间数据库,在实验中发挥了很好的作用,相对于其他空间数据模型而言,ArcSDE 具有更快的速度和更高的效率,ArcSDE 方式建立遥感影像数据库具有较快的速度和安全性。文中未进行研究影像数据分块大小对影像入库效率的影响,基于 ArcSDE 方式建立遥感影像数据库为下一步的研究打下很好的基础。

参考文献:

- [1] 汤国安.地理信息系统设计与开发[M].北京:科学出版社,2005:15-17.
- [2] 苗作化.基于 ArcSDE 的空间数据库管理信息系统设计与实现[J].软件导报,2007(17):59-60.
- [3] Worboys M F. Objected - Oriented Approaches to Geo - referenced Information[J]. Int J. Geographical Information Systems,1994,8(4):385-389.
- [4] 杨晨毅,刘吉平.基于 SDE 的 GIS 空间和属性数据在 RDBMS 中的集成[J].应用技术开发,2003,20(3):61-64.
- [5] 桂润堂,钟 霞,薛重生.基于 ArcSDE 空间数据库引擎技术的应用研究[J].微机发展(现更名:计算机技术与发展),2003,13(S1):50-51.
- [6] UESRI Corporation. Understanding ArcSDE: ArcGIS 9[M]. [s.l.]:ESRI Press,2004.
- [7] Hanssen G. Concurrency control in distributed geographical database systems[C]//Proceedings of the 9th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science. Espoo Kivenlahti:[s. n.],2003:167-180.
- [8] 胡金星,潘 懋.基于 Oracle Spatail 的 WebGIS 解决方案[J].计算机工程与应用,2003(3):184-186.
- [9] 易国彪,白振兴.基于 ArcSDE 的空间数据库研究与应用

一时间高很多、而且生命周期延长 3 分钟左右,比 LEACH 协议更能节省无线多媒体传感器网络宝贵的能量,使得无线多媒体传感器网络在网络的传感器数量、平均能量消耗、生命周期方面表现出良好的性能,为更好地提高无线多媒体传感器网络的性能提供了可能。

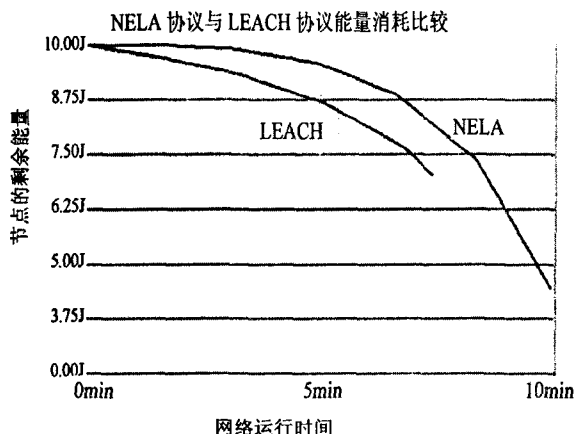


图 4 LEACH 协议和 NELA 协议的能量消耗比较

4 结束语

作为无线传感器网络的高级形式,无线多媒体传感器网络在军事、民用、商业等领域具有广阔的应用前景。虽然目前研究取得了一定成果,但是距离实际应用相差有一定距离^[12]。

文中针对无线多媒体传感器网络的节点分布不均匀性和节点剩余能量的不均衡性,提出了一种在节点非均匀分布的条件下适合 WMSNs 信息传输的能量感知地理位置路由协议 NELA, NELA 路由协议在选取前向邻居节点和传送数据阶段对节点的选取进行了改进和优化,通过节点的邻居节点的数量,动态地选择前向区域,适应了非均匀分布的环境,并选取距离目的节点最近和尽量选择剩余能量大的节点作为转发节点的改进和优化算法。实验仿真结果表明, NELA 路由协议与 LEACH 路由协议相比较,明显地延长了网络的生命周期,均衡了网络中节点的能量消耗,具有良好的性能。

参考文献:

[1] Tao D, Ma Huadong, Liu Yonghe. Energy - Efficient Cooperative Image Processing in Video Sensor Networks[C]//Proc.

of the 2005 Pacific - Rim Conf. on Multimedia. Berlin: Springer - Verlag, 2005: 572 - 583.

- [2] Ian F A, Melodia T, Chowdhury K R. A Survey on Wireless Multimedia Sensor Networks[J]. Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking, 2007, 51(4): 921 - 960.
- [3] Eren G, Akan O B. Multimedia Communication in Wireless Sensor Networks[J]. Annales Des Telecommunications, 2005, 60(7): 872 - 900.
- [4] He T, Stankovic J A, Lu C Y, et al. SPEED: A Stateless Protocol for Real - Time Communication in Sensor Networks [C]//International Conference on Distributed Computing Systems 2003. Providence, RI: [s. n.], 2003: 204 - 223.
- [5] Akkaya K, Younis M. An Energy - aware QoS Routing Protocol for Wireless Sensor Networks[C]//Proceedings of the IEEE Workshop on Mobile and Wireless Networks. Piscataway, USA: [s. n.], 2003: 710 - 715.
- [6] Kang Jaewon, Zhang Y Y, Nath B, et al. Adaptive Resource Control Scheme to Alleviate Congestion in Sensor Networks [C]//Proceedings of the First Workshop on Broadband Advanced Sensor Networks (BASENETS). San Jose, CA: [s. n.], 2004.
- [7] Deb B, Bhatnagar S, Reinforce B N. Reliable Information Forwarding using Multiple Paths in Sensor Networks[C]//Proc. 28th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2003). Bonn, Germany: [s. n.], 2003.
- [8] Nesrine O, Abdelhamid M. QoS Dynamic Routing for Wireless Sensor Networks[C]//Proceedings of the 2nd ACM International Workshop on Quality of Service & Security for Wireless and Mobile Networks. Terronmolinos, Spain: [s. n.], 2006: 45 - 50.
- [9] Su Yan, Ma Huadong, Liu Liang. ASAR: An ant - based service - aware routing algorithm for multimedia sensor networks[J]. Frontiers of Electrical and Electronic Engineering in China, 2008, 39(1): 25 - 33.
- [10] Heinzelman W R, Chandrakasan A. Energy - Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks[C]//In: Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Science. Hawaii, USA: [s. n.], 2000.
- [11] 刘明, 曹建农, 程桂海. EADEEG: 能量感知的无线传感器网络数据收集协议[J]. 软件学报, 2007, 18(5): 1092 - 1109.
- [12] 罗武胜, 翟永平, 鲁琴. 无线多媒体传感器网络研究[J]. 电子与信息学报, 2008, 30(6): 1511 - 1516.

(上接第 83 页)

- [J]. 微计算机信息, 2008(18): 68 - 69.
- [10] 张成才, 孙喜梅, 黄慧. SDE 的实体 - 关系模型空间数据管理方式研究[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(2): 199 - 201.

- [11] 张飞. 基于 ArcSDE 的空间数据库设计[J]. 技术与市场, 2008(8): 62 - 63.
- [12] 张佐帮, 尚颖娟. 基于 ArcSDE 的空间数据组织和管理[J]. 农业网络信息, 2007(9): 56 - 57.