

基于 GeoDatabase 的中国岩石圈 三维结构数据库设计

覃如府^{1 2)} 许惠平^{1 2)} 欧少佳²⁾ 叶 娜^{1 2)}

1) 吉林大学 地球探测科学与技术学院, 吉林 长春, 130026;

2) 同济大学 海洋地质国家重点实验室, 上海, 200092

摘 要 数据对于 GIS 是非常重要的, 但目前在各领域的 GIS 应用中, 普遍对数据的重视程度不够。“中国岩石圈三维结构数据库”是基于 GIS(地理信息系统)平台下建立起标准、规范的空间数据库, 是整个数据库系统稳定运行的基础。CASE 工具是建立复杂地理数据库的最佳方法之一。本文依据面向对象的地理数据模型——GeoDatabase, 讨论用 CASE 工具来建立基于 GeoDatabase 的中国岩石圈三维结构数据库的具体过程。

关键词 中国岩石圈三维结构数据库 GeoDatabase CASE 工具 UML

The Design of Chinese Lithosphere 3D Structure Database on the Basis of GeoDatabase

QIN Rufu^{1 2)} XU Huiping^{1 2)} OU Shaojia²⁾ YE Na^{1 2)}

1) College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun, Jilin, 130026;

2) State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai, 200092

Abstract Data, which play an important role in GIS, have frequently been neglected by GIS designers. In order to make the system running stably and efficiently, the authors established the China Lithosphere 3D Structure Database based on ArcGIS GIS software. The object-oriented database model, i. e., GeoDatabase, was used to design the database structure. The UML and the CASE Tools which serve as one of the best means for designing complicated database were used to build the China Lithosphere 3D Structure Database.

Key words Chinese Lithosphere 3D Structure Database GeoDatabase CASE tools UML

岩石圈数据具有基础性、探索性的特点及其在地球科学研究中占重要地位, 一些发达国家建立了相应的探测数据库, 并对外发布, 如美国宽频地震数据库、大陆反射地震剖面数据库、德国大陆科学深钻数据库等(高锐等, 2001)。

在几十年的深部地球物理和岩石圈研究中, 我国投入了大量的人力和财力, 获得并积累了大量珍贵的资料。目前收集到的数据主要有: 深部磁力、深部重力、大地电磁、深部地震测深、宽频地震、深地震反射、地学断面、盆地深部构造等十几个专业的相关数据(吴仲煜等, 2001)。这些数据包括空间数据、非空间数据表及各种相关图片的栅格数据构成, 是海量的、多源的数据。中国岩石圈三维结构数据库的内容如图 1 所示。

国土资源部 2000 年重点专项研究计划项目“中国岩石圈三维结构数据库”是依托于 ArcGIS 8.1 下的 GIS 管理系统, 目标是建立数据库以便于高效地管理海量的、多源的岩石圈数据及能够对岩石圈数据信息各种查询、分析和统计, 充分发挥岩石圈信息的社会经济效益。对于 GIS 应用来说, 数据是至关重要的, 可以说, GIS 的许多分析功能是建立在良好的数据库结构基础上的。本文讨论采用面向对象的地理数据模型——GeoDatabase 来设计地理数据库的方案。

1 GeoDatabase 地理数据模型

在 GeoDatabase 地理数据模型诞生前, 空间数据多是以文件形式管理的, 如 ArcView 的 Shapefile

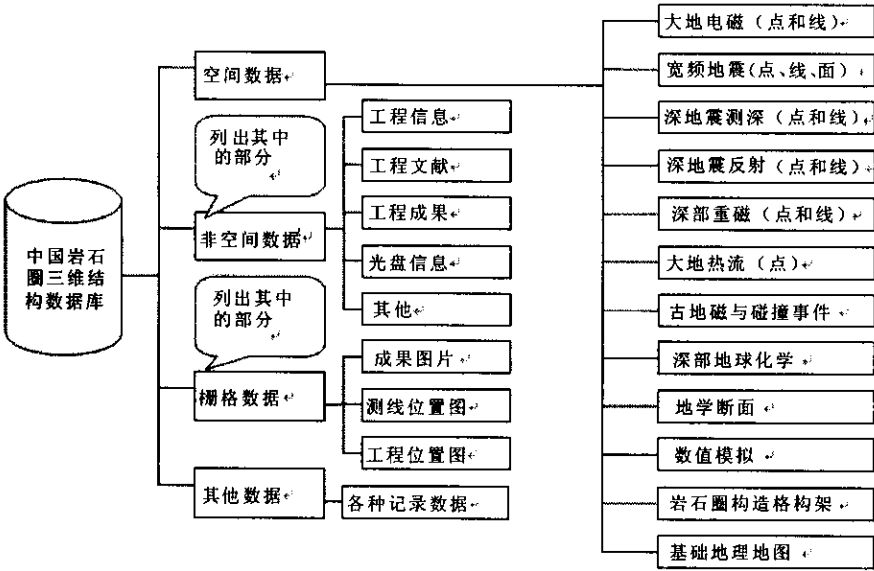


图 1 中国岩石圈三维结构数据库内容

Fig. 1 The Content of Chinese lithosphere 3D structure database

和 ArcInfo 的 Coverage 等(樊红,1999)。在过去近二十年中,Shapefile、Coverage 数据模型得到了广泛应用,但是随着 GIS 技术和数据库技术的发展,以文件形式管理空间数据暴露出了在数据输入、存储及管理等方面的缺欠。为对空间数据和非空间数据进行一体化管理,迫切要求使用面向对象数据库模型。为顺应这一需求,ESRI 公司最新推出 GIS 平台软件 ArcGIS 8 中引入的面向对象的地理数据库模型——GeoDatabase。

在 GeoDatabase 中,数据是按要素类、对象类和要素数据集进行组合的。要素类是具有同样几何类型和属性的要素集合(如深地震测深测线),对象类是 GeoDatabase 中存储数据库表(如工程文献表等),要素数据集是有相同空间参考的要素类的集合(毛锋等,2002,如深地震测深测线和深地震测深炮点在一个要素数据集下)。

在 GeoDatabase 中,可以定义对象间的关系,这种关系可以是空间数据要素类之间,也可以是数据库表之间或是空间数据的要素类与数据库表之间。通过建立这些关系类,可以改善数据库查询机制,提高数据查询检索效率。

GeoDatabase 采用一种开放的结构将空间数据及其相关的属性数据统一存放在工业标准的数据库管理系统 DBMS 中,便于数据的一体化管理,实现多源数据的无缝集成。而且,通过 ArcSDE(空间数据引擎),生成 ArcSDE GeoDatabase,可以将数据和客户端应用程序分离,数据存放在服务器端的

SQL Server 或 Oracle 中,从而实现数据共享和多用户操作。因此,中国岩石圈三维结构数据库将采用面向对象的 GeoDatabase 地理数据库模型。

2 CASE 工具设计地理数据库结构

ArcGIS 支持工业标准的统一建模语言(UML)和 CASE 工具(如 Visio 2000 Enterprise 和 Rational Rose Enterprise),通过 CASE 工具可以完成对数据库结构的定义。虽然建立 GeoDatabase 有多种方法,但是,建立数据库面临以下两个问题时,那么采用 CASE 工具来建立 GeoDatabase 是很有利:①如果数据库包含大量的空间数据和非空间数据表,并且它们相互关联的,即数据间需要建立关系类;②数据库的结构或模式不时地需要更新。

由于中国岩石圈三维结构数据库中数据量大、不同数据间又是相互关联的,而且项目各个课题组的工作进度不一致,目前只是 5 个地球物理课题提交了数据,因此,数据库结构需经常修改更新(因为日后其他课题的数据还需向数据库中添加)。所以,用 CASE 工具建立“中国岩石圈三维结构数据库”是最佳选择。

Visio 2000 Enterprise 和 Rational Rose Enterprise 这两个软件都是支持面向对象软件开发的 CASE 工具,其中 Visio 2000 Enterprise 是 ArcGIS 8.1 所支持的地理数据库建模工具,ArcGIS 8.3 以后才提供对 Rational Rose Enterprise 的支持(毛锋等,2002)。本项目是依托 ArcGIS 8.1 平台,因此,

需要在 Visio 2000 中完成对数据库结构的定义。

2.1 Rational Rose Enterprise 下数据分析

为使数据库结构更合理,在定义数据库结构之前,必须对各个课题组提供的数据进行剖析,明确数据间的关系。为简单明了,运用 Rational Rose Enterprise 分析各个课题的数据,把原数据不合理的地方进行适当的整理和修改,将各个课题组提供的数据中相同的空间实体、非空间实体进行合并(减少数据库中表的个数,以便于管理),建立数据库的模型

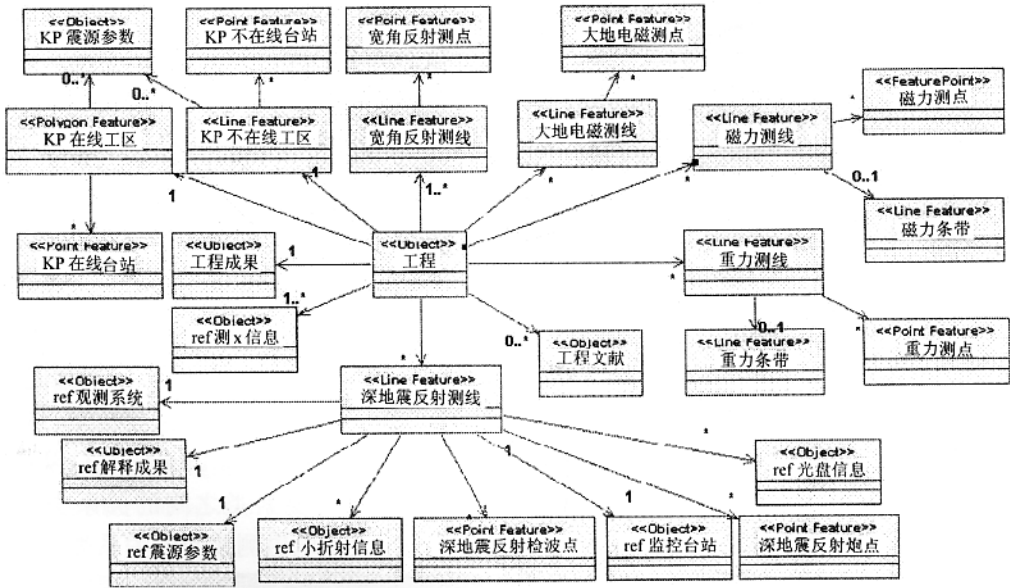


图 2 5 个地理物理课题组数据集成后的数据模型
Fig. 2 The integrated data model of 5 geophysical sub-databases

测线等空间要素类以及工程成果、工程文献等数据库表是相互关联的,它们之间的关系可以是 1- n , 1-1, 1-0.. n 和 1-1.. n ,而重力测线与重力测点和重力条带又是相互关联的,其关系是 1- n 和 1-0.. 1 。明确数据间的关系,才能使得建立的数据库结构更为合理。下一步将根据图 2 中建立的数据关系,在 Visio 2000 Enterprise 中生成数据库的 UML 类图。

2.2 Visio 2000 Enterprise 中生成数据库 UML 类图

由于管理系统依托于 ArcGIS 8.1,所以需要在 Visio 2000 Enterprise 中生成数据库 UML 类图。用 Visio 2000 Enterprise 创建 GeoDatabase 的 UML 类图时,需要加载一个称为 ArcInfo UML Model 的模板文件。该模板文件包含了创建定制要素所需要的相关的地理数据访问组件。ArcInfo UML Model 的对象模型包括 4 个包,即逻辑视图(Logical View)、ESRI 类(ESRI Classes)、ESRI 接口(ESRI Inter-

图。图 2 是集成 5 个地球物理课题组提交的数据后生成的数据库模型图,对于以后其他课题组提交的数据,可以用同样的方法将其集成到数据库中来。

图 2 中的 <<Feature>> 表示空间数据的要素类,<<Object>> 则表示没有空间特征的数据表。从构建的数据库模型图中,可以容易地看出 <<Feature>> 与 <<Object>> 关系、不同 <<Feature>> 间的关系以及不同 <<Object>> 间的关系,如图 2 中所示,工程表与重力测线、大地电磁

测线等空间要素类以及工程成果、工程文献等数据库表是相互关联的,它们之间的关系可以是 1- n , 1-1, 1-0.. n 和 1-1.. n ,而重力测线与重力测点和重力条带又是相互关联的,其关系是 1- n 和 1-0.. 1 。明确数据间的关系,才能使得建立的数据库结构更为合理。下一步将根据图 2 中建立的数据关系,在 Visio 2000 Enterprise 中生成数据库的 UML 类图。

创建 Feature 类(即空间要素)UML 类图时要用标记值(Tagged Value)来指定要素类的特性,如标记值 GeometryType 为 esriGeometryPolygon、esriGeometryPolyline、esriGeometryPoint 分别定义了要素类为面状、线状、点状等几何类型。

没有空间特征的 Object 类(即数据库表)不能在空间要素数据集中创建,而要直接在 Workspace 包下创建。同时,在 Workspace 图中绘出 Object 类之间、Object 类与各个要素数据集中的 Feature 类之间的关系,这样就完成了 Workspace 图的绘制。因为数据库在 Visio 中的 UML 类图太大,下面只取其其中的深地震测深子库空间要素在 Visio 中的 UML 类图示例,如图 4 所示,在类图中定义深地震测深测



图 3 Visio 中的 UML 导航框
Fig.3 The UML navigator in Visio

线和深地震测深炮点两个空间要素类和每个要素类包含字段、字段类型以及两个要素类间的关系(ESRI 2000 2001)。

2.3 在 ArcCatalog 中将 UML 类图导入地理数据库

在 Visio 中生成数据库的 UML 类图后,需要将 UML 类图输出到微软知识库(Microsoft Repository)中,然后,通过 ArcCatalog 中 CASE 工具命令,“Schema Wizard(模式向导)”,将知识库中记录的 UML 模型信息来创建完整的地理数据库结构(Wendy 等 2000)。

图 5 是在 ArcCatalog 中创建的中国岩石圈三维结构数据库(3DLGeodatabase),经 CASE 工具将 UML 类图导入 3DLGeodatabase 后在 ArcCatalog 中展开的目录树。从图中看到在名为 3DLGeodatabase 数据库下有 6 个要素数据集,它们将分别存储 5 个课题组的空间数据和基础地理数据,如在大地球磁要素数据集下有两个空间要素类(大地电磁测线、大地电磁测点)以及这两个要素类之间的关系类(即图中的“mtLnToPt”)。此外,在 3DLGeodatabase 下还有若干数据库表(如 Project 表),以及若干表示这些数据库表与要素类之间的关系类,如工程表(Project)与大地电磁测线间的关系类为“mtLnToPrj”。

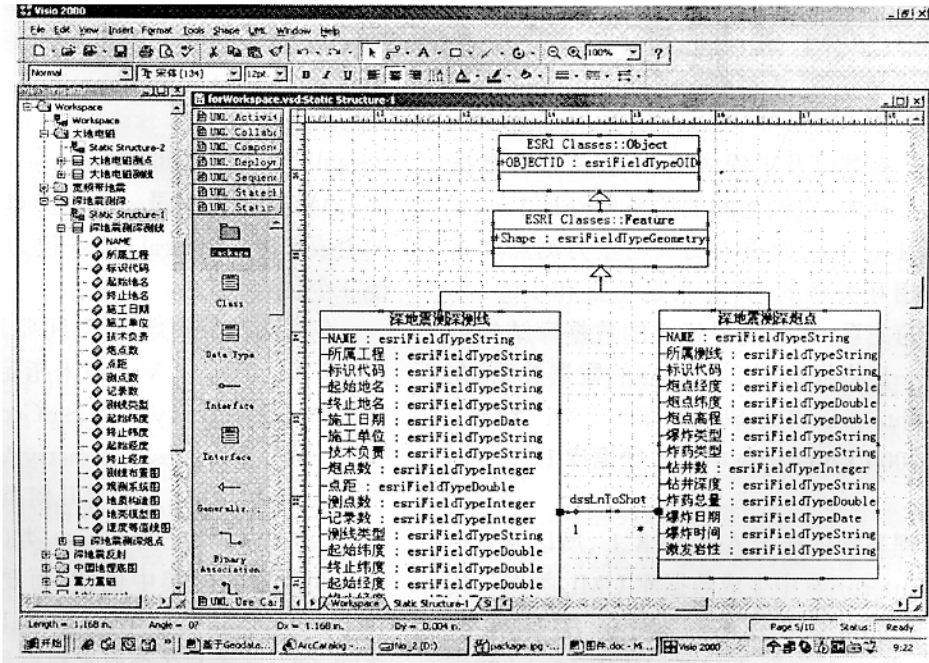


图 4 Visio 中深地震测深空间要素 UML 类图
Fig.4 The Feature Class Diagram of Package DSS in Visio

3 将数据导入地理数据库

以上的工作,只是完成了定义数据库的模型,

3DLGeodatabase 数据库中并没有数据。可以在 ArcCatalog 或 ArcMap 中通过数据导入向导工具——LoadObjects Wizard 将实际数据导入到

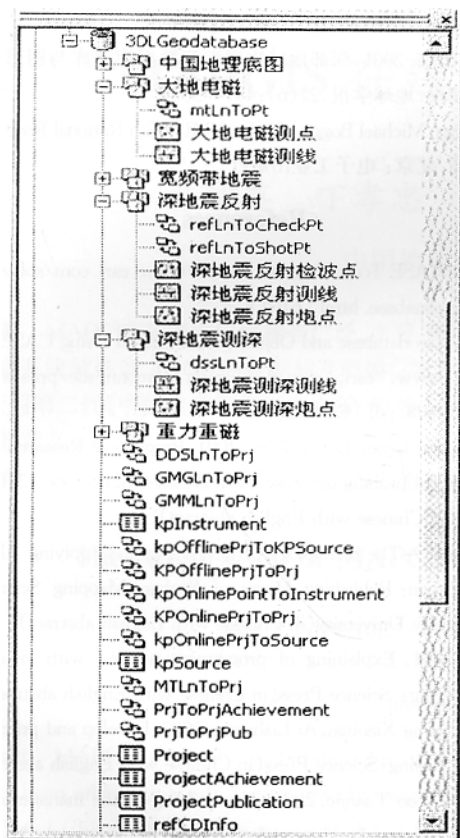


图 5 CASE 工具生成地理数据库

Fig. 5 Geodatabase created with CASE Tool

3DGeoDatabase 中。值得注意的是, LoadObjects 只能导入 Simple Data,即用 LoadObjects 加载数据时,数据间不能存在关系类。因此,需要将数据库中的定义好的关系类先删除掉,待将数据完全导入

3DLGeodatabase 库后,再重复 2.3 节中的步骤,重新将知识库中记录的 UML 模型信息导出到 3DLGeodatabase 中,这样就可以再将 UML 模型中定义好的关系类添加到 3DLGeodatabase 库中。

各个专业数据包含了大量的相关图片,对于这些栅格数据,为便于管理,可以在空间要素类(<<Feature>>)中建立BLOB(二进制大型对象)类型的字段,然后通过编写程序将图片存放到的与之对应的空间要素的BOLB字段中去(李鸿吉,2001)。

在数据库的维护过程中,如果需要更新或修改地理数据库的结构或模式,只要修改相应的 UML 类图,重新输出到知识库,并在 ArcCatalog 下用模式向导(Schema Wizard)即可重新生成修改后的地理数据库模式。这个过程即使在地理数据库中已经有数据时也可以进行,这就使数据库更易于维护。这也是利用 CASE 工具生成 GeoDatabase 的最大优势。由于在地理数据库中建立了正确的各种要素类和对象类之间的关系类,通过编程可以很容易地实现对空间要素及相关信息的查询。例如,在系统中查看一条 DSS 测线的属性,在内容框中显示了该测线(“渡口-西昌-长河坝”测线)属性的同时,与该测线相关的各项信息如测线中包含的炮点(空间要素)及与该测线相关的工程信息、工程成果、工程文献(数据库表),都可以一并查询出来并显示在目录框中,用户只要在目录框中点选相应的项,内容框中就会显示该项信息的内容(图 6)。可以看出,建立面向对象的地理数据库,将会使得信息查询变得简单、

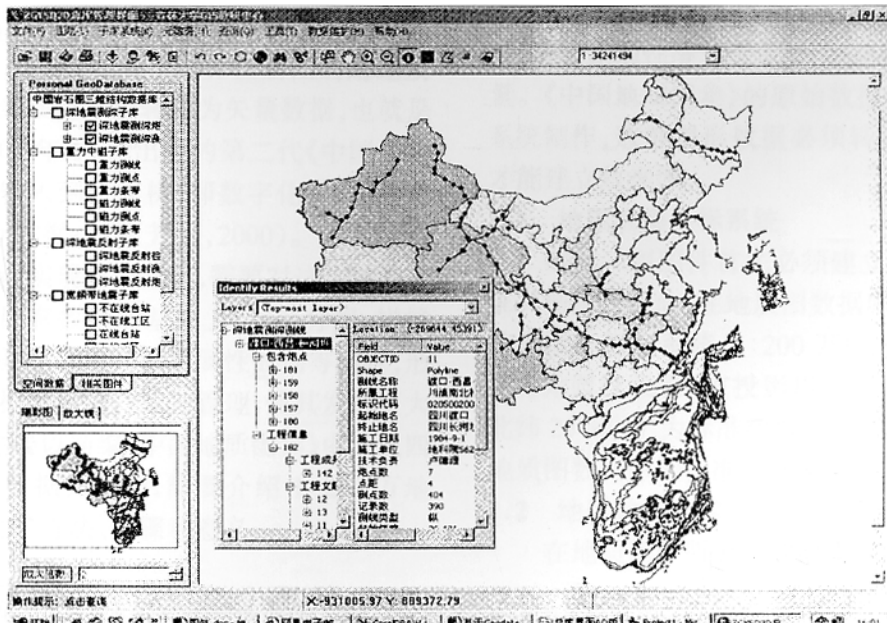


图 6 DSS 测线及相关信息查询

Fig. 6 Query of a DSS survey-line and its related informations

快捷。

4 结语

采用面向对象的数据模型——GeoDatabase 建立地理数据库,充分实现了对中国岩石圈三维结构数据库的空间数据与非空间数据一体化的无缝集成,解决多源的、海量的中国岩石圈数据管理问题。用 CASE 工具进行 GeoDatabase 地理数据库的建模和设计,不仅方便了地理数据库的建立和维护,而且其他开发人员很容易在整体上把握数据库对象(包括空间对象和非空间对象)相互之间的复杂关系,从而正确地用面向对象的地理数据库表现客观对象。目前,按上述方案集成的“中国岩石圈三维结构数据库”已在应用中取得良好的效果。因此,使用 UML 和 CASE 工具建立复杂的地理数据库是最佳选择。

参考文献

高锐,黄立言,骆团结等. 2001. 深部地球物理探测数据库研究进展. 地球学报 22(6):481~485.

樊红. 1999. ARC/INFO 应用与开发技术. 武汉:武汉测绘科技大学出版社.

李鸿吉. 2001. Visual Basic 6.0 中文版编程方法详解. 北京:科学出版社.

毛锋,沈小华,艾丽双. 2002. ArcGIS8 开发与实践. 北京:科学出版

社.

吴仲煜,骆团结. 2001. 深部地球物理探测数据库总库与图形库管理系统建设. 地球学报 22(6):497~500.

Wendy Boggs,Michael Boggs. 2000. UML With Rational Rose 从入门到精通. 北京:电子工业出版社.

References

ESRI. 2000. CASE Tools Tutorial .<http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase.html> [EB/OL].

ESRI. 2001. Geodatabase and Object Model Design Using CASE Tools , <http://www.esri.com/devsupport/devconn/sde/presentations/uc2000/608.pdf> [EB/OL].

Gao Rui ,Huang Liyan ,Luo Tuanjie. 2001. Progress of Research on deep geophysical probing database. Acta Geoscientica Sinica 22(6):481~485 (in Chinese with English abstract).

Fan Hong. 1999. The technology of developing and applying ARC/INFO. Wuhan :Publishing House of Wuhan Mapping Science and Technology University (in Chinese with English abstract).

Li Hongji. 2001. Explaining of programming method with visual basic 6.0. Beijing : Science Press (in Chinese with English abstract).

Mao Feng ,Sheng Xiaohua ,Ai Lishuang. 2002. Develop and practice ArcGIS8. Beijing : Science Press (in Chinese with English abstract).

Wu Zhongyu ,Luo Tuanjie. 2001. The building of the management system of integrated and map database. Acta Geoscientica Sinica 22(6):497~500 (in Chinese with English abstract).

Wendy Boggs ,Michael Boggs. 2000. Mastering UML with rational rose. Beijing :Publishing House of Electronics Industry.