基于 ArcObjects 的西堠门大桥结构监测软件设计

谢　浩[1]，李　娜[1]，冯良平[1]，陈卫国[2]，张晓斌[1]，刘志强[1]
（1. 中交公路规划设计院有限公司，北京 100088；2. 浙江省舟山连岛工程建设指挥部，浙江舟山 316000）

［摘要］ 论述了桥梁结构监测系统软件的基本功能、基本组成；阐述了 ArcObjects 在软件中的应用；指出了软件设计的关键技术和难点。

［关键词］ GIS；ArcObjects；结构监测
［中图分类号］ TP273 ［文献标识码］ A ［文章编号］ 1009－1742(2010)07－0107－03

1 前言

西堠门大桥全长 5.452 km，主桥全长 2.588 km，册子岛侧接线长 2.864 km。起于册子岛桃夭门岭，于门头山经老虎山跨越西堠门水道，止于金塘岛上雄鹅嘴，接金塘大桥。其中，西堠门大桥主桥为两跨连续悬索桥，主跨 1 650 m，边跨 578 m，居国内第一，世界第二。总投资约 23.6 亿元。建立结构监测系统旨在：a. 为大桥运营期科学有序的养护运营管理提供一个平台；b. 有效地掌控运营期大桥的结构使用状态；c. 制定合理的预防性养护措施，有效降低大桥运营成本；d. 建立损伤及内力状态管理机制，追踪其演变过程，推测其预期的发展，并为制定相应的大桥管养对策提供技术支持；e. 辅助大桥管养者制定高效、经济、合理的运营管养措施，最大限度延长桥梁的使用年限。

2 GIS 概述

GIS 是一个基于数据库管理系统（DBMS）的分析和管理空间对象的信息系统，以地理空间数据为操作对象是其与其他信息系统的根本区别。GIS 即地理信息系统（geographic information system），经过了 40 年的发展，到今天已逐渐成为一门相当成熟的技术，并且得到了极广泛的应用。尤其是近些年，GIS 更以其强大的地理信息空间分析功能，在 GPS（global positioning system）及路径优化中发挥着越来越重要的作用。GIS 是以地理空间数据库为基础，在计算机软硬件的支持下，运用系统工程和信息科学的理论，科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据，以提供管理、决策等所需信息的技术系统。

当前常用的 GIS 软件有：国外的：AutoCAD Map3d，ArcGIS（包括 ArcGIS，MapObjects，ArcIMS，ArcSDE，ArcEngine，ArcServer 等），MapInfo，GeoMedia，MGE，SmallWorld，Grass，GeoServer。国内的：Supermap，MapGIS，GeoStar，TopMap，GeoBea，VRMap，MapEngine，geobrain，CityMaker。

在跨海悬索桥监测系统中引入 GIS 和空间数据库可以为大桥建立空间三维 GIS 模型，将巡检、静态信息、实时数据与三维模型进行关联，使大桥的监测养护管理变得更加方便友好。

3 关键技术

3.1 软件方案

舟山西堠门大桥结构监测软件是集数据采集、数据传输、数据处理、模型展示、资料管理、巡检管理、用户报表评估分析等一系列功能的综合系统，整

［收稿日期］ 2010－04－21
［基金项目］ 国家科技计划支撑计划课题（2008BAG07B05）
［作者简介］ 谢　浩（1982－），男，湖南耒阳市人，软件工程师，主要研究方向为桥梁结构监测、养护；E－mail：xiehao2000@gmail.com

个用户界面开发基于 ArcObjects（AO）（见图 1）。

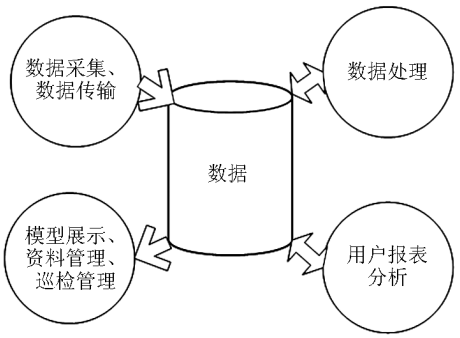

图 1　主要模块数据交换关系

Fig. 1　Data exchange between main modules

3.2　AO 设计概述

AO 是 ESRI 公司 ArcGIS 家族中应用程序 ArcMap，ArcCatalog 和 ArcScene 的开发平台，它是基于 Microsoft 的 COM 技术所构建的一系列 COM 组件集。AO 是基于微软的 COM 技术来构建的，因此它的开放性和扩展性很强大。开放性是指在开发环境的选择上可以有 VBA，VB，VC ++，DEPHI 等多种支持 COM 标准的开发工具，而扩展性是指 AO 组件没有提供的功能，如需要定义一种新的数据格式，就可以利用 COM 技术来写自己的 COM 组件，对 AO 组件库进行扩展补充。

3.3　Geodatabase 空间数据库

Geodatabase 是一种采用标准关系数据库技术来表现地理信息的数据模型。Geodatabase 支持在标准的数据库管理系统（DBMS）表中存储和管理地理信息。它支持多种 DBMS 结构和多用户访问，且大小可伸缩。从基于 Microsoft Jet Engine 的小型单用户数据库，到工作组、部门和企业级的多用户数据库，Geodatabase 都支持。目前有两种 Geodatabase 结构，个人 Geodatabase 和多用户 Geodatabase。

个人 Geodatabase 对于 ArcGIS 用户是免费的，它使用 Microsoft Jet Engine 数据文件结构，将 GIS 数据存储在小型数据库中。个人 Geodatabase 更像基于文件的工作空间，数据库存储量最大为 2 GB。个人 Geodatabase 使用微软的 Access 数据库来存储属性表。对于小型的 GIS 项目和工作组来说，个人 Geodatabase 是非常理想的工具。通常，GIS 用户采用多用户 Geodatabase 来存储和并发访问数据。个人 Geodatabase 支持单用户编辑，不支持版本管理。

多用户 Geodatabase 通过 ArcSDE 支持多种数据库平台，包括 IBM DB2，Informix，Oracle（有或没有 Oracle Spatial 都可以）和 SQL Server。多用户 Geodatabase 使用范围很广，主要用于工作组、部门和企业，利用底层 DBMS 结构的优点实现以下功能。a. 支持海量的，连续的 GIS 数据库；b. 多用户的并发访问；c. 长事务和版本管理的工作流。

基于数据库的 Geodatabase 可以支持海量数据以及多用户并发。在众多的 Geodatabase 实现中，空间地理数据一般存放在大型的 binary object 中，ESRI 发现插入和取出这样的大对象，关系数据库是非常高效的，而且 GIS 数据库的容量和支持的用户数远大于文件的存储形式[1]。

3.4　基于 AO 的软件设计[2]

ArcObjects 组件库的每一个组件中都定义有不同的类，类下面定义了不同接口，接口中包含不同的属性和方法。类之间有类型继承关系，接口之间有相互调用及相互继承关系（见图 2）。

1）类：ArcObjects 中的类有 3 种，Abstract Classes，Coclasses 和 Classes。Coclasses 可在开发环境中利用声明语句直接创建对象；Classes 不能直接创建对象，只能从其他类接口的属性函数或其他方法的输出参数中获得；而 Abstract Classes 为抽象类，不能定义及创建对象，只是用来派生其他类。

2）关系：在 Abstract Classes，Coclasses 和 Classes 之间有一对一、一对多、多对多等多种关系。

3）类的类型继承：类型继承是指类之间的接口类型的继承，定义了不但具有与超类有相同的属性和方法，还具有其自身附加属性和方法的类。

4）接口：类下面包含不同接口，接口名前都有“I”字母。如 FeatureClass 类包含 IFeatureClass，IDataset，ITable 等不同接口。不同的 Coclasses 可以有同一个接口，如 FeatureClass 类有 IFeatureClass 接口，而 RelQueryTable 类也有 IFeatureClass 接口。

5）接口继承：如 IMapFrame 接口和 IMapSurroundFrame 接口继承于 IFrameElement 接口，则父类接口 IFrameElement 所具有的方法和属性对派生接口 ImapFrame 和 IMapSurroundFrame 都有效。

3.5　软件开发过程举例

首先，将模型等导入空间数据库；其次，界面中加入 AO 组件；再次，利用 AO 接口实现软件功能。例如：IImport3DFile Interface[3]，导入 3D 到 ArcGis 中，查询到相关接口，调用接口即可。表 1 为 IImport3DFile 相关接口说明。

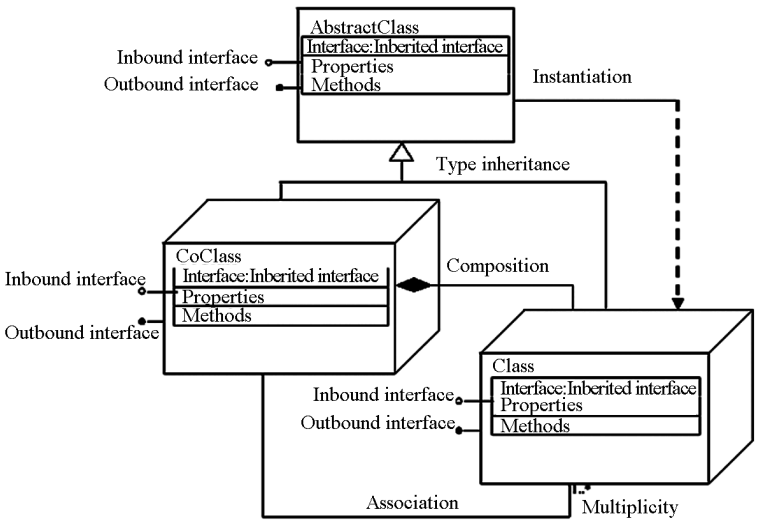

图 2　AO 的对象和属性关系

Fig. 2　The relationship between objects and properties of AO

表 1　相关接口说明

Table 1　Description of related interface

Members	Description
get_CanBrowse	Indicates if this implementation can browse for files
CreateFromFile	Load from File
get_FileDescription	The File Description for Browsing
get_FileExtension	The File Extension for Browsing
get_Geometry	The Geometry interface
get_IsValidFile	Indicates if this is a valid 3D Import File

4　结语

AO 基于 COM,使用便捷,可扩展性很强,在桥梁结构监测软件中得到良好应用。界面非常友好,使软件使用更加贴近用户。

参考文献

[1] David Arctur, Michael Zeiler. Designing Geodatabases[M]. CA, USA:ESRI Press,2004

[2] ESRI. ArcGIS Developer Help[M]. CA, USA:ESRI Press,2005

[3] ESRI White Paper. Feature Coding Standards and Geodatabase Design [M]. CA, USA:ESRI Press,2002

ArcObjects-based software design of Xihoumen Bridge structural health monitoring

Xie Hao[1], Li Na[1], Feng Liangping[1], Chen Weiguo[2], Zhang Xiaobin[1], Liu Zhiqing[1]

(1. CCCC Highway Consultants Co., Ltd., Beijing 100088, China; 2. Zhejiang Provincial Construction Headquarters of Zhoushan Islands Link Project, Zhoushan, Zhejiang 316000, China)

[**Abstract**] Basic functions and constitution of bridge structure health monitoring software were discussed. The application of ArcObjects was reviewed, and key technologies and characteristics of the software were pointed out.

[**Key words**] GIS; ArcObjects; SHM (structural health monitoring)