

岩土工程CAD系统建模技术的研究

郑俊杰, 李强, 何为, 王元汉

(华中科技大学 岩土与地下工程研究所, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 论述了在开发CAD系统中引入面向对象的设计思想的优点, 结合开发岩土工程CAD系统实例, 对其中的关键技术——系统建模进行了分析, 并就建立一般的系统模型技术进行了探讨。同时, 给出了必要的代码, 提供给相关程序开发者借鉴。

关 键 词: 岩土工程; CAD; 对象模型; ObjectARX

中图分类号: TP 391 **文献标识码:** A

Study on modeling technique of CAD system for geotechnical engineering

ZHENG Jun-jie, LI Qiang, HE Wei, WANG Yuan-han

(Institute of Geotechnical Engineering , Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The advantages of object modeling technique in developing CAD system are expounded. The modeling techniques of CAD system for geotechnical engineering are analyzed. The general modeling techniques are also discussed. The key program codes are presented for relevant developers' reference.

Key words: geotechnical engineering; CAD; object model; ObjectARX

1 引言

选择ObjectARX作为岩土工程CAD系统的二次开发工具是基于这样一个事实: ObjectARX全面引入了面向对象的设计思想。经过分析比较, 认为面向对象技术所具有的特性, 能清楚且简洁地抽象岩土工程中的各组成部分和复杂多变的相互关系, 存在着实现岩土工程CAD系统的合理内核。

在面向对象技术中, 最基本和最关键的技术是建立系统模型。一个好的系统模型, 映射出真实生活中的一部分概念化的抽象实体, 是现实世界的问题与计算机的可执行系统之间的桥梁。本文通过对岩土工程CAD系统建模技术的分析, 给出了一种切合实际的一般工程CAD系统建模的方法。

2 面向对象技术的AutoCAD二次开发

Coad和Yourdon给出了一个定义: “面向对象=对象+类+继承+通信”, 如果一个软件系统是使用这样4个概念设计和实现的, 则认为这个软件是面向对象的^[1]。一个面向对象程序的每一成分应是对象, 计算是通过新的对象的建立和对象之间的通信来执行的。

2.1 面向对象的设计思想

在面向对象程序设计 (Object-oriented Programming, 简称OOP) 中, 内存块的结构可被用作样板产生许多同样的对象, 但对象之间只能通过函数调用相互通信, 正是因为对象这一特点, 面向对象可以被看成把世界分解成相互通信的对象的方法, 程序中的对象映射了现实世界中的对象, OOP的基础编程方法就是从许多具有共性的一般事物中寻找规律, 即抽象。OOP要求程序员集中于事物的本质特征, 而不是具体的细节和实现。

2.2 面向对象技术的优点

传统的软件设计方法往往是出于解决面向过程语言系统的设计问题，而面向过程的结构化方法与现实世界之间存在着巨大的差距，在需要更贴近现实的计算机应用的前提下，面向对象技术具有其优越性。事实上，面向对象思想的本质，并不是从功能上或是从处理问题的算法上来考虑，而是从系统的组成上来进行分解。这种对问题的自然分割，利用类及对象作为基本构造单元，以更接近人类的思维方式建立问题域模型，从而，使设计出的软件尽可能直接地描述现实世界，构造出模块化的、可重用的和维护性好的软件，并能控制软件的复杂性和降低开发维护费用。

2.3 面向对象的AutoCAD二次开发工具

面向对象技术已逐渐成为现在及今后软件开发的主流，从AutoCAD R14起，Autodesk公司提供了新的二次开发工具ObjectARX^[2]，由于ObjectARX的编程语言为VC++6.0，这样很自然地引入了面向对象的设计思想。

ObjectARX应用程序是一个动态链接库（DLL），它共享AutoCAD的地址空间并直接调用AutoCAD的函数，可以向ObjectARX程序环境添加新类，并将其输出供其他程序使用，创建的ObjectARX实体与AutoCAD内部实体并无区别，也可以在运行时通过向既有的AutoCAD类添加函数来扩充ObjectARX协议。

ObjectARX是一个综合的API，它包含220多个类和3 000多个独一无二的函数，ObjectARX环境下的类可分为下列几组类：

- （1）AcRx：用于绑定应用程序及运行时类的注册和标识的类；
- （2）AcEd：注册本地AutoCAD命令和AutoCAD事件通知的类；
- （3）AcDb：AutoCAD数据库类；
- （4）AcGi：显示AutoCAD实体的图形类；
- （5）AcGe：公用线性代数学和几何学对象应用类。

3 岩土工程CAD系统建模技术的分析

采用面向对象模型化技术（Object Modeling Technique，简称OMT）来建立岩土工程CAD系统中模型，通过构造一组相关模型（对象模型、动态模型和功能模型）来获得关于问题的全面分析（即问题的领域模型）^[3,4]。OMT的基础是面向对象的思想。由于篇幅原因，下面以岩土工程CAD系统中较为简单的复合地基处理CAD子系统为例，详细分析建立各相关模型的技术，本文将在后面给出相应的实例程序代码。

3.1 对象模型（Object Model）

对象模型描述的是系统中静态结构的特征，它定义了软件开发的背景环境——论域。一个对象模型可通过一个或多个类的描述来表达，同时，也为放置动态模型和功能模型提供了重要的框架。

在建立对象模型之前，程序设计人员需要对复合地基CAD将要提供的需求进行充分的掌握。可以请教地基处理专家和工程设计人员，还可以借鉴从前的工作、手册及规范等相关信息，程序设计人员要确认已经清楚地理解了要解决的问题。

整理和分析收集到的信息同样重要，程序设计人员应集中精力于问题的本质，而忽略其细节部分，力争使抽象出的对象模型保持简单，因为一个简单的模型更易于理解，同时，尽可能使用少的类，这些类要有清楚的定义，且没有冗余。在此基础上，可以定义三个类：CLoad荷载类、CPile桩类及CSoil地基土类，前二类派生于ObjectARX提供的基类AcDbEntity，后一类派生于AcDbObject，这样主要考虑到的是由于CLoad类和CPile类的对

象需要用图形表示。定义类模型层次见图1。

图1 类模型层次
Fig.1 The structure of class model

3.2 动态模型 (Dynamic Model)

动态模型描述的是对象之间的时间交互性——出现的不同种刺激以及对象对这些刺激的响应，包括引起变化的事件、事件的序列、上下文的状态及状态的主次。

建立动态模型的关键是抓住“控制流”特性，即系统中的各个操作发生的顺序，这对于用户界面和控制应用等非常重要，工程设计的一般流程见图2，控制复合地基CAD的操作执行顺序与图2相似，这样做的好处是更加能符合工程设计人员的思维方式，同时，使设计出的软件具有较好的操作性和亲和力。一般时间上的关系很难理解。在对复合地基CAD建立动态模型前，先建立某一时刻的对象和关系的结构，然后，再看这些对象和关系如何随时间而变化，包括哪些决策是依赖于对象值，哪些引起对象的变化，并激活了函数，清楚地了解系统的控制结构，也就能容易地建立起动态模型。

3.3 功能模型 (Functional Model)

功能模型定义的是对象所执行的计算，即如何从输入值计算出输出值，功能模型指明了对象和动态模型中所产生的操作。

通常复合地基设计人员需要提供工程设计计算书和施工图，但有时也需要得到计算的中间结果或其他信息，所有这些在建立功能模型时都应得到考虑。建立的复合地基CAD系

统流程见图3，它是一个数据流程图（DFD）。

图3 复合地基CAD系统流程图

Fig.3 The flow chart of CAD system for composite foundation

在建立功能模型阶段中，有一个从应用领域概念到计算机概念的转移。首先，设计算法来突现操作，优化算法以期得到实现操作开销最小的算法，同时，决定每个联结和属性的实现，最后，子系统被打包成模块。

3.4 完整的系统模型

笔者已经建立了三种互补的模型来表达复合地基CAD系统的不同侧面以及解决方案，每个模型本身是不完整的，每个模型表示的都是系统的一种透视角度，这些模型的组合给出了复合地基CAD系统的完整的描述。

4 工程CAD系统建模技术

构造系统模型的方法有许多种，对于面向对象的方法来说，该过程就是从描述真实世界的相关侧面入手，逐渐将这种描述进行细化和净化，直到形成一个工作系统。一个工程CAD模型就是一个实际工程问题的一种抽象，一般

工程CAD系统建模由三个阶段组成。

4.1 分析问题阶段

- (1) 全面而详细地收集所需解决的工程问题的资料和信息。
- (2) 程序开发者充分理解工程问题叙述的真实世界，并分析现状。
- (3) 将工程问题的本质抽象成为模型。
- (4) 如有需要，首先，构造子模型，然后，加以扩展，直到全部问题被理解。

4.2 系统设计阶段

- (1) 确定整个系统结构及风格。
- (2) 把系统划分成为小的系统分量。
- (3) 确定哪些性能特征要优化，选择问题涉及的策略。
- (4) 识别全局资源并且确定控制访问这些资源的方法。
- (5) 关注稳定状态行为，同时考虑边界条件。

4.3 对象设计阶段

- (1) 组合三种模型以获得类上的操作。
- (2) 实现操作的设计算法和优化数据访问路径。
- (3) 实现外部交互的控制和提高继承性。
- (4) 设计关联，确定对象表示，并将类和关联封装成模块。

5 程序实例代码

复合地基CAD软件已经在AutoCAD 2000环境下正常运行，以下给出的是在其中定义的桩类的代码，荷载类和地基土类的代码与桩类大致相同。由于不需要在施工图中表示地基土类的实例，地基土类仅必须重载代码中后4个虚函数。

```
class CPile : public AcDbEntity
{
public:
ACRX_DECLARE_MEMBERS(CPile);
CPile();
virtual ~CPile();
public:
AcGePoint3d pile_cen;    // 桩中心位置
Double pile_dia;        // 桩径
Double pile_length;      // 桩长
Double pile_bearing;     // 桩承载力
public:
virtual Adesk::Boolean worldDraw(AcGiWorldDraw *);
virtual Acad::ErrorStatus getGeomExtents(AcDbExtents& ) const;
virtual Acad::ErrorStatus transformBy(const AcGeMatrix3d &);
virtual Acad::ErrorStatus getTransformedCopy(const AcGeMatrix3d&, AcDbEntity*& ) const;

virtual Acad::ErrorStatus getGripPoints(AcGePoint3dArray& ,AcDbIntArray& ,AcDbIntArray&
```

```

) const;
virtual Acad::ErrorStatus moveGripPointsAt(const AcDbIntArray& ,const AcGeVector3d&);
virtual Acad::ErrorStatus dwgInFields(AcDbDwgFiler* );
virtual Acad::ErrorStatus dwgOutFields(AcDbDwgFiler* ) const;
virtual Acad::ErrorStatus dxfInFields(AcDbDxfFiler* );
virtual Acad::ErrorStatus dxfOutFields(AcDbDxfFiler* ) const;
};

```

6 结 论

将系统对象化和模型化，用面向对象的概念、方法和手段建立系统模型是面向对象开发方法的核心思想。成功的系统模型有助于用户和系统开发者理解系统，并具有相对稳定的结构和适应性以满足需求的变化。专业的工程CAD系统采用面向对象的技术建立系统模型有重要的现实意义，因为，已经建立起的系统模型具有充分的可重用性和可扩充性，利用已经建立起来的成熟的系统模型，可以很容易地开发类似的专业工程CAD系统，从而产生较好的技术效果和经济效益。

参 考 文 献

- 1 coad P, Yourdon E. Object Oriented Analysis[Z]. Prentice-Hall , 1990.
- 2 Autodesk, ObjectARX Developer's Guide[Z]. Autodesk Inc, 1997.
- 3 王国军, 陈明, 胡海. 面向对象分析在建筑CAD应用中的研究与实现[J]. 计算机应用, 2000, (3): 95—96.