

文章编号:1000-582X(2002)02-0088-05

面向对象的地基与基础规范知识库设计^{*}

晏致涛,李正良,邓安福

(重庆大学土木工程学院,重庆 400045)

摘要:按照面向对象的方法,采用C++语言建立了现行地基与基础规范的知识库,该知识库与应用程序相对独立。这样,一方面便于设计规范知识库的单独维护与更新,另一方面能使规范知识库提供给多个应用程序使用。同时,通过继承性和多态性,同一个应用程序有可能通过统一的接口使用不同的规范。文中具体描述了规范知识库类等级关系的设计,给出了土层参数类、基础设计类、以及相关参数类、截面设计类等的类定义及其使用方法。此规范知识库可以应用于基础选型专家系统或基础设计决策支持系统。

关键词:知识库;地基基础;面向对象;基础设计

中图分类号:TU 470

文献标识码:A

传统的各种建筑基础设计CAD系统或专家系统基本上是在应用程序中融入规范的各种规定,规范与应用程序之间的联系非常紧密。随着技术的进步,各种设计规范的更新是在所难免的,而规范的任何细小的变更都必须在所有的涉及规范的程序中进行修改,这样必然导致系统维护困难。面向对象编程技术的出现为我们提供了一种复杂系统的建模手段^[1,2]。在面向对象技术中,具有相似性的实体可以建模为类,通过继承建立类中的层次关系。对象是类的实例化,在单个对象实体中封装数据和处理。这样,类和对象的概念就为统一表达知识和模型提供了条件。对每一种知识表达形式可以用一个类来加以表示和实现,知识库的扩充变成了类体系的扩充,其接口形式是一致的,统一由面向对象的消息传递实现^[3]。笔者采用自底向上的面向对象的方法建构了一个地基及基础规范知识库的原型。此规范知识库可作为基础选型专家系统以及决策支持系统的知识库,也可以与应用程序连接形成CAD系统。

1 地基与基础设计知识库概况

地基与基础设计规范知识库的面向对象模型,其实质是一个C++类库。应用程序对规范知识库的引用是通过在类库中寻找所要求的类,若没有则找其派

生子类,否则设计新子类,建立类的实例对象,运行时通过向类对象发消息来完成。对象执行相应操作并返回结果,使对象集的初始状态变成了终态。

该知识库主要有以下几个方面的特点:(1)类库的封装性使得规范知识库与应用程序之间具有清晰的界面,能使二者真正分离。规范知识库的内部都有确定范围以及清楚的外部边界,具有友好的接口,用以说明部件之间的相互作用和相互关系。用户不必了解如何具体实现应用程序。另外,对数据的封装还使得维护工作大大简化。(2)类库的继承性使得规范知识库非常容易扩充,可以在不改变公共接口的情况下,通过编写不同规范的类实现代码,使开发多规范知识库成为可能。本文的地基与基础规范知识库,就包含了派生的湿陷性黄土规范,膨胀地区建筑技术规范等。父对象定义的数据和操作子对象可以继承,此外还可以增加自己的数据和操作。这样,一个程序系统的数据和操作只定义一次,系统的处理能力可以通过对象的继承性实现共享,系统中的类因此具有了层次结构。(3)类库的多态性使规范知识库具有简单易用的公共接口。多态性主要强调可以在一个等级中使用相同函数的多个版本,在运行时决定使用特定版本,也就是相同的操作随着不同类型的人口参数,存取方式以及返回值可在不同运行时出现,即能做到“一种接口,多种功

• 收稿日期:2001-10-10

基金项目:重庆市科委攻关项目资助(渝科委计[2000]25号)

作者简介:晏致涛(1978-),男,江西人,重庆大学硕士生。主要从事高层建筑基础设计智能决策支持系统研究。

能^[4]。

虑地基设计及基础设计两大内容,因此可以据此进行类层次的构造。图 1 显示了类库中类的层次关系。

2 类的层次实现

根据现行的地基及基础规范,涉及的对象主要考

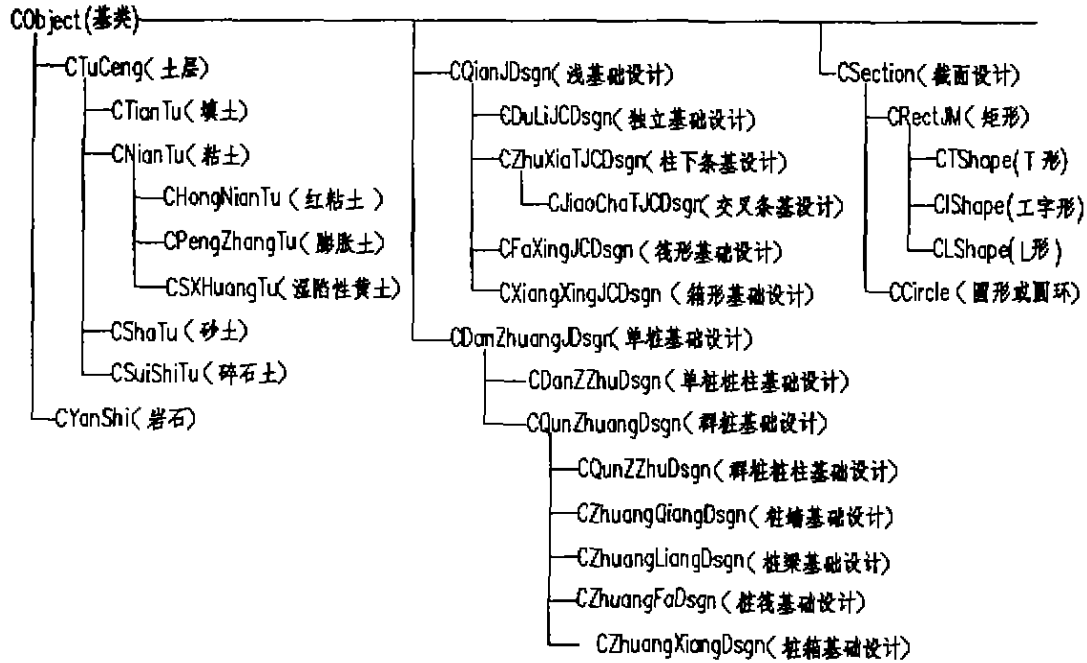


图 1 地基与基础设计类库层次关系

图 1 中 CObject 类是 MFC (Microsoft Foundation Class) 的抽象基类,它提供类的基本操作,如诊断转储、序列化等。抽象类不是一种具体的对象,它的唯一的用处是为其他类提供基类,类库中其他类可以从这里继承公共接口。图 1 中就有许多类是抽象类,如 CTuCeng(土层类)、CQJCDsgn(浅基础设计类)、CSection(截面类)等,这些类提供了最一般的属性和操作。下面对主要的对象类进行介绍。

2.1 土层参数类

各种土层都有一些共同的物理力学特性,将这些共性抽象出来,可封装成抽象类 CTuCeng(土层类)。如图 1,CTuCeng 是一个抽象类,它由 MFC 类库的基类 CObject 继承,除了提供最一般的转储、诊断以及序列化存储等功能之外,它还具有各种土的一般性质,其他的土可以由它继承而得到。通过重载基类的虚函数,可以实现“一个接口,多个算法”。这种技术使得程序能在运行时依据其类型确认调用哪个函数的能力。类对象定义如下:

1) 对象类:CTuCeng 土层类
属性:

m-cenghao	土层层号
m-kongxibi	土层的孔隙比
m-neimej	内摩擦角
m-shuxing	土层属性描述
m-junyunxing	土层的均匀性
m-maishen	土层埋深
m-zhongdu	土的重度
m-chuiji	N _{63.5} 锤击数
m-chengzailibz	承载力标准值
m-yasuornl	土的压缩模量 E _s
m-jiexishu	地基土的基床系数
操作:	
Initial()	土层初始化(纯虚函数)
GetMiDu()	求出土的密度
GetE0()	计算土的变形模量 E0
GetMiu()	求泊松比
GetK0()	计算土的侧压力系数
GetYaSuoXing()	求得土压缩性
GetYaSuoXS()	求得土压缩系数
GetMd()	求承载力系数 Md

- GetMc() 求承载力系数 Mc
- GetMb() 求承载力系数 Mb
- GetYitab() 求承载力宽度修正系数
- GetYitad() 求承载力深度修正系数

我国地域辽阔,从沿海到内陆,由山区到平原,分布着不同的土类。某些土类,由于有不同的地理环境、地质成因、历史过程、气候条件、物质成分、和次生变化等原因,因而具有与一般土显然不同的特殊性质。所有的这些土层类型都可以由 CTuCeng 类或其子类继承,只要在子类中加入特有的属性和操作即可。例如,在我国广泛分布的湿陷性黄土和膨胀土地基类可由粘土层类 CNianTu 继承,定义如下:

- 2) 对象类: CSXHuangTu 湿陷性黄土类
- 属性:
- m-mingchen 土层名称
- m-shixiandj 黄土湿陷性等级
- m-shixianleixing 黄土湿陷类型
- m-shixianxishu 黄土湿陷系数

- 操作:
- GetBeta() 考虑地基土的侧向挤出和浸水机率等因素的修正系数
- GetBeta0() 因土质而异的修正系数
- GetZZShiXianLiang() 求得土的自重湿陷量
- GetShiXianLiang() 求得土的湿陷量
- GetYitab() 承载力宽度修正系数
- GetYitad() 承载力深度修正系数

- 3) 对象类: CPengZhangTu 膨胀性土类
- 属性:
- m-mingchen 土类名称
- m-zhanguosudj 胀缩等级
- m-freepengzlv 土的自由膨胀率
- m-pengzlv 土的膨胀率
- m-shousuoxis 土的收缩系数
- m-pengzhangli 土的膨胀力

- 操作:
- GetShiXianLiang() 得到土的湿陷量
- GetYitab() 承载力宽度修正系数
- GetYitad() 承载力深度修正系数
- GetQianShi() 膨胀土的膨胀潜势
- GenPZBianXing() 计算膨胀变形量
- GenSSBianXing() 计算收缩变形量
- GetShiDu() 计算膨胀土湿度系数
- GetShenDu() 大气影响深度

如图 1 所示,从土层类 CTuCeng 可以派生出

CShaTu(砂土)类、CYanShi(岩石类)、CSuiShiTu(碎石土类)、CPengZTu(膨胀土类)、CHuangTu(黄土类)等。可以通过微软类库 MFC 的集合类 CObList 来建模现实中的土层,CObList 完全封装了链表的数据结构。它支持指向 CObject 派生类的对象的有序的指针列表,能对先人先出的链表实现各种操作。它的主要特色之一是能够包含混合的指针。例如,粘性土类、砂土类等都是从 CObject 派生而来,那么,一个 CObList 集合可以包括指向 CNianTu 类的指针,也可以包括指向 CShaTu 类的指针。各类对象在程序中组成链表结构,每一层土层即为链表中的一个节点,通过链表指针 pTuCeng 实现对各土层的访问(如图 2)。

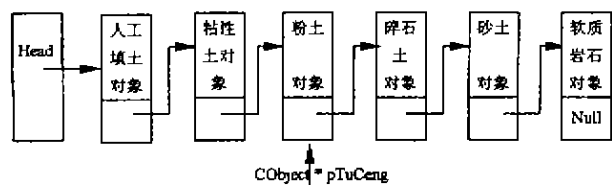


图 2 用链表结构实现分层土模拟

2.2 基础设计类

对于独立基础、柱下条形基础、箱形基础、筏形基础等都属于浅基础的范畴。可从中抽象出共同的属性和操作,形成抽象类 CQJCDsgn,定义如下:

- 对象类: CQJCDsgn 天然地基浅基础设计类
- 属性:
- m-maishen 基础埋深
- m-pos 当前基础埋深的位置
- m-kuandu 基础宽度
- m-changdu 基础长度
- m-pList 指向土层链表的指针
- m-pShangBuJieGou 指向上部结构参数类的指针
- m-pXiaBuJieGou 指向下部结构参数类的指针
- m-pDiXiaShui 指向地下水参数类的指针
- m-pDiZhen 指向地震参数类的指针

- 操作:
- GetJiDiFJYaLi() 计算基底附加压力
- RRCLsEnough() 判断是否为软弱下卧层
- TestRuanRuoCeng() 软弱下卧层验算
- GetJiDiYaLi() 计算某深度下的基底压力
- GetJiDiYaLi() 计算基底压力
- GetFuJiYaLiMin() 计算基底最小附加压力
- GetFuJiYaLiMax() 计算基底最大附加压力
- GetMaiShen() 得到基础埋深
- GetPos(double maishen) 找到土层位置
- GetSigmaZ() 计算自重应力标准值

GetChenJiang3()	计算基础沉降(弹性力学法)
GetChenJiang2()	计算基础沉降(规范法)
GetChenJiang1()	计算基础沉降(分层总和法)
GetChengZaiLiFv()	计算地基承载力
SetJiChuShape()	确定基础形状(纯虚函数)
GetJiDiYaLiMin()	计算基础压力最小值
GetJiDiYaLiMax()	计算基础压力最大值
GetSigmaZ()	计算自重应力标准值
GetSita(POSITION pos)	计算地基压力扩散角
GetSigmaC(double maishen)	某深度下自重压力
GetHouDu(POSITION pos)	计算某土层厚度
GetChengZaiLi()	计算深度修正承载力
GetChengZaiLi()	计算地基承载力设计值
GetGama(double maishen)	土的重度
GetGama0()	基础底面以上土的加权平均重度

上述浅基础设计类 CQJCDsgn 是一个抽象类,它提供了对天然地基基础设计的一般操作,包括计算基底压力、地基承载力验算、确定基础埋深、确定基础形状、软弱下卧层验算、沉降计算等等。该类还提供了 3 种计算基础沉降的方法——弹性力学法、分层总和法、规范法,以及多种计算地基承载力的函数。独立基础设计类、柱下条形基础设计类、筏板基础设计类、箱形基础设计类等的构造只要在该类上的基础添加一定的属性与操作即可完成。例如,构造独立基础类需要重载确定基础截面形状、独立基础沉降验算、确定基础高度、基础软弱下卧层验算、独立基础抗冲切验算、计算截面配筋等操作。

对于各种桩基础设计,都要进行单桩设计,如单桩承载力的计算、地基的设计及验算等等。这样便可将其抽象、封装成单桩基础设计类 CDanZhuangJCDsgn。本知识库将单桩基础和群桩基础区分开来,单桩基础类派生出单桩柱基础类以及群桩基础类(如图 1)。群桩桩柱基础、桩梁基础、桩筏基础、桩箱基础均由群桩基础派生。在高层建筑中,经常采用桩梁、桩墙、桩筏、桩箱基础等,其中的连接结构梁、墙、筏、和箱基也被视为广义的承台结构。因此,对于它们一般需要进行承台结构、桩与土的共同作用分析来设计地基与基础,这些共同作用分析算法连同数据均封装到具体的类中。

2.3 截面设计类

基础的设计离不开截面的设计。往往一个基础要取多个截面进行设计。因此,关于截面强度问题可以自成一个类层次。CSection 是抽象基类,包含了截面强度计算问题的共同属性和操作,具体形状的截面问题均有此类继承扩充。该类定义如下:

对象类:	
CSection	截面设计类
属性:	
m-condenji	混凝土强度等
m-steelzlei	纵筋钢筋种类
m-steelgilei	箍筋钢筋种类
m-wanju	弯矩值
m-zhouli	轴力值
m-jianli	剪力值
m-kangzhendj	抗震等级
操作:	
GetGuJin()	计算钢筋箍筋量
GetLaJin()	计算受拉纵筋量
GetYajin()	计算钢筋受压纵筋量
GetArea()	计算截面面积
SetShape()	设置截面形状
GetGuanXingJu()	计算截面惯性矩
GetConFm()	得到混凝土受弯抗压强度
GetConFc()	计算混凝土轴心抗压强度
GetConFt()	计算混凝土轴心抗拉强度
GetSteelQiangDu()	钢筋的抗拉强度
GetZitab()	求得最大相对受压区高度

2.4 相关参数类

地基与基础设计不仅与地质条件有关,而且与上部结构类型、层数、高度、荷载、抗震条件、水文地质条件、地下室使用功能等有关。因此在类库中同样也包含这些参数类,如上部结构参数类、地震参数类、地下水参数类、下部结构类等等。其中上部结构参数类定义如下:

对象类:	
CShangBuJieGou	上部结构参数类
属性:	
m-pianxinju	建筑物荷载偏心距
m-dimianchangdu	建筑物长度
m-dimiankuandu	建筑物宽度
m-jianzhudengji	建筑等级
m-shuxianghezai	建筑物竖向荷载
m-shuipinghezai	建筑物水平荷载
m-jiegouleixing	建筑物结构类型
m-gaodu	建筑高度
m-cengshu	建筑物层数
操作:	
GetDiMianJi()	求出建筑物底面积
GetShuXiangHeZai()	求得建筑物竖向荷载

GetShuiPingHeZai() 求得建筑物水平荷载
GetPianXinJu() 求得建筑物荷载偏心距

另外,本文采用 MFC 集合类 CObList 表示地基分层模型,至于其他地基模型,如层向各向同性体模型、双参数弹性地基模型、邓肯-张模型等均可生成不同的模型参数类。这些模型的参数在土与基础分析中是必不可少的。

3 结语

文章介绍了面向对象的地基与基础设计规范知识库建构,给出了主要的抽象类及部分派生类的定义。这种规范知识库可以应用于基础初步设计专家系统和决策支持系统,对于集成化基础设计 CAD 系统也具有较大的优越性。一方面规范知识库能用于多个应用程序,另一方面有可能通过不同的实现代码,实现多规范

知识库系统。在具体运用中,可以根据具体运用的需要,选择相应的类加以实例化即构成具体的对象。这样,系统的扩充只变成了类体系的扩充。本地基与基础规范知识库原型已成功地集成到本人开发的高层建筑基础选型设计专家系统当中。

参考文献:

- [1] 中国建筑工业出版社编. 地基与基础规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [2] 王余旺, 任爱珠, 朱金铨. 用 OOP 技术实现混凝土结构设计规范库[J]. 建筑科学, 1996, 1: 65-67.
- [3] 袁政强, 白绍良, 李正良. 面向对象的有限元程序设计[J]. 重庆建筑大学学报(自然版), 2000, 22: 144-151.
- [4] 钱能. C++ 程序设计教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

Object - Oriented Ground and Foundation Code Knowledge Base Programming

YAN Zhi-tao, LI Zheng-liang, DEN An-fu

(College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: Based on the object-oriented programming method, the knowledge base of ground and foundation code have been constructed by using the object oriented programming language C++. On the one hand, it is so easy to maintain and update the code base. On the other hand, different programs can use the code base. By the inheritance and the polymorphism, the code base can bring forward the uniform interface. The hierarchy of class base is described, then, the definition and the usage of the class of ground, the class of foundation design, the class of parameter and the class of section design are discussed. The knowledge base can be used in the foundation scheme expert system or the foundation design decision support system.

Key words: ground and foundation; knowledge base; object-oriented; foundation design

(责任编辑 姚 飞)