

基于 ObjectARX 的重力坝参数化建模子系统开发

杨 威, 苏 超

(河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:以 ObjectARX 为基本工具, 针对重力坝建立了专业的图元对象模型, 阐述了参数化设计的基本特性, 并将其融入到图元对象技术中来开发重力坝的参数化三维建模子系统, 以非溢流基本实体图元为例说明了图元的数字化和图元的组装等关键技术, 最后给出了实体对象程序的基本框架。

关键词:重力坝; 面向图元对象; ObjectARX; 参数化建模

中图分类号:TV642.1

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)05-0021-03

随着数字化时代的到来, 手工设计已经不能满足时代的需要, 开发水利工程数字化设计系统已经十分迫切。国内有很多单位开发过水利工程的 CAD 系统, 比较典型的有天津勘测设计研究院和华东勘测设计研究院的重力坝 CAD 系统^[1,2], 但它们主要是用程序来模拟手工设计, 并不是真正的数字化设计, 此外, 它们的设计都是根据二维的图纸来想像三维的实体, 而真正的数字化设计应该从原始设计开始即是三维的, 先有三维的实体模型, 再来形成二维的工程图纸。这样将更有助于工程师的设计, 而且在此三维模型基础上的计算也将与工程实际更相符。

目前, 在众多的计算机辅助设计软件中, AutoCAD 以其功能强、适应广而在工程设计中占主导地位。自 AutoCAD R13 开始, Autodesk 公司把面向对象技术 ARX(AutoCAD Run-time eXtention)融入了 AutoCAD 的核心结构, 它使得对于专业 CAD 的二次开发比以前更容易, 更灵活, 智能化程度也更高, 因此, 选择利用 ObjectARX 来开发重力坝的 CAD 系统将具有良好的发展前景。

1 AutoCAD 面向图形对象技术——ObjectARX

ObjectARX^[3]平台为基于 AutoCAD 的各种应用者提供了强大的开发工具, 它包含一组动态链接库(DLL), 这些库与 AutoCAD 在同一地址空间内运行并能直接利用 AutoCAD 的核心数据库结构和代码。库中包含一组通用工具, 使得二次开发者可以充分利用 AutoCAD 的开放结构, 直接访问 AutoCAD 的数据库结构和 CAD 的图形系统几何造型核心, 以便能在运行期实时扩展 AutoCAD 具有的类似功能和具有

AutoCAD 固有命令特权的新命令。

ObjectARX 支持面向对象技术的基本特性——封装性、继承性和多态性。利用 AutoCAD 的派生机制可以很容易地生存自己的图元对象, 该对象继承 AutoCAD 实体(AcDb 类库派生类的对象)的基本属性。利用 ObjectARX 的派生功能, 用户可以创建重力坝的图元对象(非溢流坝段和廊道等), 这些对象具有很好的图形整体性和专业属性的完整性。图形整体性是指派生类图元对象本身与 AutoCAD 中基本实体(直线、圆弧等)是同级的图形实体, 用户可以像输入画线命令一样, 通过执行一条扩展图形类型的命令来创建对象。专业属性的完整性是指在派生图元对象中可以定义和封装专业属性。例如: 非溢流坝段基本实体对象, 可以给出混凝土的标号、强度等材料信息。

此外, ObjectARX 还提供了一套与 MFC 用户界面有关的类(AdUi 和 AcUi), 使开发者可以充分利用 Windows 资源, 更好地扩展 AutoCAD 的功能。这样, 开发者可以更容易地开发出具有 AutoCAD 一样外观和特性的 ObjectARX 应用程序, 从而使图元对象的创建更直观和方便。

2 重力坝参数化建模子系统

2.1 参数化原则^[4]

参数化技术是一种基于约束的实体建模方法。它用约束来描述实体的形状特征, 通过改变约束——主要是实体的尺寸约束, 来获得不同的实体形状, 从而得到不同的设计方案。它的应用可以大大提高 CAD 系统的图形输入和几何造型的效率。

结构对象参数化一般具有以下特性:①必须具有通用性,能适用于某种类型的不同结构;②能根据用户指定的参数,自动计算结构的几何点坐标;③不仅能指定结构形状控制参数,而且能指定结构或部件的位置控制参数;④能对所设计的部件进行组合;⑤能使用结构形状参数、位置参数、关系描述性参数、材料参数和施工要求参数等,并建立统一的关系数据库。

2.2 重力坝图元对象模型的划分

在重力坝的图元对象模型的设计中,先考虑如何把复杂的重力坝合理地拆分成多个简单的图元对象的组合,再由 *AcDbEntity* 类和 *AcDbObject* 类派生出基本图元对象类。对象之间的相互联系通过 *ObjectID* 来建立, *ObjectID* 是一个对象的标识,在一个 AutoCAD 的进程中 *ObjectID* 是惟一的。

重力坝结构的基本图元对象应体现对象之间的包容关系和组装原则,而且各基本图元对象要尽可能地具有相对的独立性。因为一般重力坝都是分段建筑的(碾压混凝土重力坝除外),因此以坝段来考虑基本对象的划分。重力坝可分为非溢流坝段和溢流坝段,只要能把它们都简化为基本图元对象的组合就行了。分析非溢流坝段和溢流坝段的结构形体,如果把整个坝段作为一个正实体大图元,其余的图元看做或是包含于这个大图元中的小的负实体,或是需在这个大图元上添加的小的正实体。这样在形成每个基本图元对象后,再根据一定的组装规则把它们组装起来,坝段模型即可形成,最后把各个坝段组合在一起即可得到整个重力坝的三维模型。根据上述原则,考虑所有的重力坝类型(实体、宽缝、空腹),可以建立如图 1 所示的重力坝结构模型。

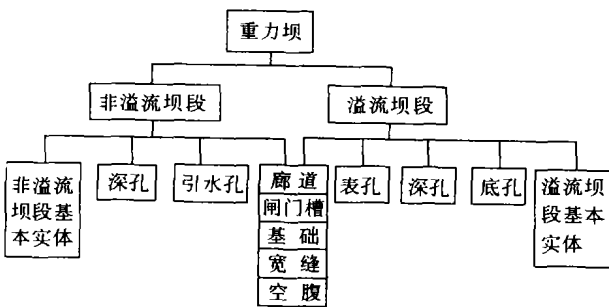


图 1 重力坝结构模型

2.3 基本图元对象的参数化

遵循参数化原则和图元对象模型的划分,在重力坝的参数化建模子系统中,把参数化技术融入图元对象模型中。先把重力坝基本图元对象参数化,即提炼出基本对象的结构控制参数,一般包括结构实体的形状、位置和截面尺寸的控制参数。在提炼这些控制参数时,应考虑到上面所提到的参数化特征的

要求,同时还要满足结构易组装成完整重力坝结构的要求。然后,以这些控制参数为基础,通过 *Object ARX* 平台从 *AcDbObject* 或 *AcDbEntity* 派生出我们的定制类。从图 1 中可知,上一级结构是由下一级结构组装构成的,所以,只要用户生成了重力坝的基本图元对象,完整的重力坝实体也就完成了。

下面以非溢流坝段基本实体对象为例,简述重力坝建模子系统的开发。基于程序设计的模块化思想,每个实体对象的建立可以作为一个单独的模块,然后再把所有的实体对象按重力坝的结构模型图组装起来,从而得到重力坝的模型。

如图 2 所示,根据参数化设计的基本原则,为非溢流基本实体对象提出 10 个基本图元对象控制参数和 1 个图元对象组装控制参数 *jzhun*, 10 个基本图元对象控制参数包括 9 个控制坝体几何形状的参数 ($L_1 \sim L_4, H_1 \sim H_5$) 和一个控制坝段宽度的 *width* 参数。根据工程上的实际情况,所提取的 $L_1 \sim L_4$ 都是距离坝轴线的尺寸, $H_1 \sim H_5$ 都是实际的高程值。因此这 11 个参数中有的也具有位置控制参数的双重意义(以高程向为 *z* 轴,坝轴线向为 *y* 轴,河流流向为 *x* 轴)。

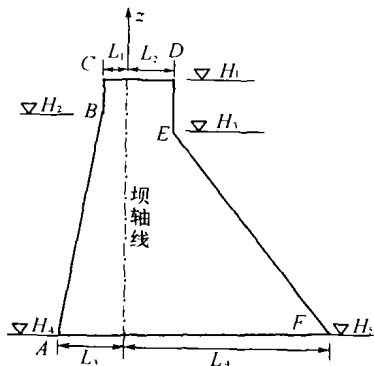


图 2 非溢流基本对象图元示意图

2.4 基本图元对象的组装

在单个非溢流基本实体图元对象形成后,要把它和其他的实体图元对象组装为一个有机的重力坝实体。这里必须考虑两个方面:一是它和其他负实体对象和正实体对象(即坝段内的孔洞等)的组装,二是非溢流基本实体图元对象(即坝段)之间的位置组装。

从前面的图元基本参数可知,非溢流坝段基本实体对象中的参数提取是以坝轴线和实际高程为基准的,所以当坝体的坝轴线的位置确立后,所建立的非溢流坝段基本实体对象三维模型在给出的三维坐标系中的 *x, z* 的位置坐标也就确定不变了。这个特征对于其他的图元也是一样的。因此,对于第一点,是要确定包含于非溢流坝段基本实体图元对象中的图元对象相对 *y* 轴的位置,方法是给这些图元对象

一个组装控制参数 *youju*, 即描述这些图元对象的特征点到坝段右面(从上游面看)的相对距离, 当这个参数值确定后, 它们在每个非溢流坝段中的位置也就确定了. 而对于第二点, 是要确定每个三维非溢流基本实体图元对象在 *y* 轴上的位置, 笔者在此引用了一个基准面的概念, 即人为地在坐标系中确定的一个固定的 *xz* 面, 当给定它的图元对象组装控制参数 *jzhun*, 即坝段右面(从上游面看)到基准面的距离后, 这个非溢流基本实体图元对象在坐标系中的位置就惟一确定了. 此方法对于溢流坝段也同样适用.

在同一个坐标系中形成所有的图元对象模型后, 给定一个合适的组装控制参数, 通过相应的布尔运算, 即形成一个重力坝的三维实体模型, 如图 3 所示.

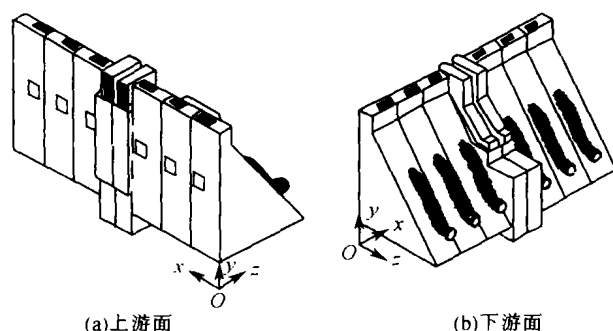


图 3 重力坝三维实体模型示意图

2.5 图元对象的程序建立

在上述 11 个基本参数的基础上, 利用 Object ARX 开发平台从 *AcDbObject* 派生出了 *CNoDamShiTi* 类, *CNoDamShiTi* 具体实现非溢流坝段基本实体对象模型的建立. 它的基本定义如下:

```
class CNoDamShiTi: public AcDbObject
{
public:
    ACRX_DECLARE_MEMBERS(CNoDamShiTi);
    CNoDamShiTi();
    ~CNoDamShiTi();
    //参数通信函数,用以接受用户的数字化信息
    void getShiTiL1(double L1); void getShiTiH1(double H1);
    void getShiTiL2(double L2); void getShiTiH2(double H2);
    void getShiTiL3(double L3); void getShiTiH3(double H3);
    void getShiTiL4(double L4); void getShiTiH4(double H4);
    void getShiTiH5(double H5); void getShiTiWidth(double
Width);
    //图元绘制函数,用以显示建立最后的模型实体
    void drawShiTi(AcDbBlockTableRecord * pBlkTableRecord);
    //图元对象存储函数,用以保存图形实体对象模型
    Acad::ErrorStatus dwgInFields(AcDbDwgFiler * filer);
    Acad::ErrorStatus dwgOutFields(AcDbDwgFiler * filer) const;
    Acad::ErrorStatus dxfInFields(AcDbDxfFiler * filer);
    Acad::ErrorStatus dxfOutFields(AcDbDxfFiler * filer) const;
```

//专业信息存储函数,用以增加实体专业数字信息

Void addShiTiInfo(CNoDamShiTi * pShiTiObj);

//数字信息参数

Private:

Double m_L1; Double m_L2;

Double m_L3; Double m_L4;

Double m_H1; Double m_H2;

Double m_H3; Double m_H4;

Double m_H5; Double m_Width;

}

通过用户的数据输入,由参数通信函数得到参数数值,再经过图元绘制函数即可以得到图元模型. 此时得到的图元模型和 CAD 的基本图元具有同样的性质.

通过这个非溢流坝实体模块,可以得到这个基本图元对象的模型,同理可以为其余的基本图元对象构造相应的模块. 当形成了所有的图元模型后,整个重力坝模型也就出来了.

3 结 语

通过把参数化技术融入到面向图元对象技术中,所开发的重力坝建模子系统不仅继承了参数化绘图的特点,而且具有了可视化的特点. 由于该建模子系统是基于三维实体的,因此可以让设计者更直接地审查自己的设计,而且可以在此三维模型的基础上,开发出适用的计算应用程序及工程图出图程序.

参考文献:

- [1] 莘志宏,邱浩.重力坝 CAD 系统(微机)概况[J].水力发电,1995(2):8~9.
- [2] 华东勘测设计研究院.重力坝 CAD 系统的功能、运行和特点[J].水力发电,1994(6):48~51.
- [3] Charles McAuley. AutoCAD 2000 ObjectARX 编程指南[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [4] 孔宪,马丽敏.计算机绘图与计算机辅助设计[M].大连:大连理工大学出版社,1998.

(收稿日期:2001-09-03 编辑:熊水斌)

