### 西安科技大学

# 《软件建模与实践》

## 实验报告

题 目 <u>基于 ObjectARX 的 AutoCAD 二次开发</u> <u>锚杆支护系统的设计及自动绘图软件</u>

院、系(部)		计算机科学与技术
专业及班级		计算机科学与技术 1901 班
学	号	19208049010
姓	名	赵琦
日	期	2020年1月7日

#### 1 题目要求

锚杆支护是指在边坡、岩土深基坑等地表工程及隧道、采场等地下硐室施工 中采用的一种加固支护方式。AutoCAD 是 Autodesk 公司首次于 1982 年开发的自 动计算机辅助设计软件,用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计, 现已经成为国际上广为流行的绘图工具。要求设计一个软件,实现根据不同的计 算方法对矿井巷道参数进行设计,并调用 AutoCAD 绘制巷道锚杆锚索支护设计 图。具体实验要求如下:

(1)对系统进行架构设计、详细的需求分析设计,设计需求分析的问题,并给出需求分析设计报告;

(2) 画出系统的用例图、类图、交互图、活动图等;

(3)要求在客户端对巷道参数进行输入和计算,并能调用 AutoCAD 根据设计的参数进行绘制巷道锚杆(索)支护图。

(4)设计并实现该系统,要求系统具有一定的可拓展性和良好的用户交互性,例如计算方法的增加、具有不同巷道的绘制方法,对输入的数据进行校验等。

#### 2 需求说明

根据以上题目要求分析,该锚杆支护系统需要具备以下几个功能模块:

1. 工程管理模块:完成工程的新建、打开和保存功能。每个子功能应具有 良好的用户交互设计;

2. 巷道参数管理模块:完成对巷道参数的输入及数据验证功能;

3. 计算方法模块: 根据不同的计算方法, 输入相应的参数进行计算;

4. 自动绘图模块: 根据巷道参数、锚杆、锚索参数绘制不同的 AutoCAD 设 计图。

#### 3 总体设计

#### 3.1 架构设计

对软件的功能需求进行分析,设计本系统的架构为一下三种子模块:

1. 负责与用户交互、处理数据的可执行文件 MFCad. exe;

2. 负责绘图的 AutoCAD 加载文件 INGPr jcadc. arx;

3. 桥接文件 bridge. ini,负责将以上两程序的数据进行桥接,完成参数的 传递。

本系统的软件架构图如下图所示:



图1系统架构图

#### 3.2 业务逻辑设计

分析软件各模块功能,设计出本系统的用例图如下图所示:



图 2 系统用例图

4 详细设计

#### 4.1 工程管理模块

工程管理模块负责工程的新建、打开及保存,自然而然就需要实现对文件的保存、读取和打开功能,编写 FileUtils 工具类实现文件的创建、读写等原子函数,再编写 MFC 按钮的点击事件对其进行个性化调用。

由于同一时刻只能有一个工程打开,故采用单例的模式构建一个工程,与工程对应的界面ProjectDialog也是同理,实例化一个全局的ProjectDialog对象,确保加载的是只有一个工程。

```
CProjectDialog* pDlg = NULL;
```

打开工程的代码如下所示:

```
void CMFCadDlg::OnOpenProject()
{
    // TODO: 在此添加命令处理程序代码
    TCHAR szFilter[] = TEXT ("参数文件(*. ini) |*. ini | 所有文件(*. *) |*. *| |");
    CFileDialog fileDlg(TRUE, TEXT("ini"), NULL, 0, szFilter, this);
    CString strFilePath;
    if (IDOK == fileDlg.DoModal())
    {
        strFilePath = fileDlg.GetPathName();
    }
    if (!strFilePath.IsEmpty()) {
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetFileUrl(strFilePath);
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->BuildAll();
        MessageBox(T("文件打开成功!参数载入完毕"));
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetSavedToFile(FALSE);
         pDlg = new CProjectDialog();
        pDlg->Create(IDD_PROJECT_DIALOG, this);
        pD1g->ShowWindow(SW_SHOW);
    }
}
```

新建工程分为三种不同的情况,若当前无工程打开,直接新建即可;若当前 有工程打开,需要查看当前工程是否已经保存了,若已保存则直接新建,若未保 存需要询问是否保存当前工程,或是不保存直接新建,同时需要对当前软件中所 维护的信息进行修改。核心代码如下所示:

```
void CMFCadDlg::OnNewProject()
```

```
CArcProjectBuilder::GetInstance()->GetSavedToFile()
    if (CArcProjectBuilder::GetInstance()->GetSavedToFile() == TRUE
        && (!CArcProjectBuilder::GetInstance()->GetFileUrl().IsEmpty()))
    {
        // 打开的工程已经保存了
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetFileUrl(_T(""));
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetSavedToFile(FALSE);
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetTunnelProject(new CTunnelProject());
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetArcTunnel(new CArcTunnel());
        if (pDlg == NULL)
         {
             pDlg = new CProjectDialog();
             pDlg->Create(IDD_PROJECT_DIALOG, this);
        }
        pD1g->ShowWindow(SW_SHOW);
    }
    else if (CArcProjectBuilder::GetInstance()->GetSavedToFile() == TRUE &&
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->GetFileUrl().IsEmpty()) {
        // 当前窗口是新建窗口
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetFileUrl(_T(""));
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetSavedToFile(FALSE);
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetTunnelProject(new CTunnelProject());
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetArcTunnel(new CArcTunnel());
        if (pDlg == NULL)
         {
             pDlg = new CProjectDialog();
             pDlg->Create(IDD PROJECT DIALOG, this);
             pDlg->ShowWindow(SW_SHOW);
        }
    }
    else if (CArcProjectBuilder::GetInstance() ->GetSavedToFile() == FALSE)
    {
        // 打开的工程没保存
        if(IDYES== MessageBox(T("当前工程尚未保存,是否直接新建?"),0,MB YESNO))
             if (pDlg != NULL)
             {
                 CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetProjectSaveToInstance(TRUE);
                 std::cout << "destory pdlg\n";</pre>
                 pDlg->DestroyWindow();
                 delete pDlg;
                 pD1g = NULL;
                 std::cout << "test destory pdlg\n";</pre>
```

```
CArcProjectBuilder::GetInstance() ->SetProjectSaveToInstance(FALSE);
             }
                 CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetFileUrl(_T(""));
                 CArcProjectBuilder::GetInstance() ->SetSavedToFile(FALSE);
                 CArcProjectBuilder::GetInstance() ->SetTunnelProject(new
CTunnelProject());
                 CArcProjectBuilder::GetInstance() ->SetArcTunnel(new CArcTunnel());
                 if (pD1g == NULL)
                 {
                     pDlg = new CProjectDialog();
                     pDlg->Create(IDD PROJECT DIALOG, this);
                     pD1g->ShowWindow(SW_SHOW);
                 }
        }
    }
}
    保存当前工程参数到文件,核心代码如下所示:
    CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetFileUrl(strFilePath);
    if ((CArcProjectBuilder::GetInstance()->SaveProjectToFile() == true)
        && (CArcProjectBuilder::GetInstance()->SaveTunnelFlagToFile() == true)
        && (CArcProjectBuilder::GetInstance()->SaveParametersToFile() == true)
        && (CArcProjectBuilder::GetInstance()->SaveArcTunnelInfoToFile() == true)
        && (CArcProjectBuilder::GetInstance()->SaveMethodToFile() == true)
        ) {
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetSavedToFile(TRUE);
        MessageBox(_T("保存工程信息成功"));
    }
    else {
        CArcProjectBuilder::GetInstance()->SetSavedToFile(FALSE);
        MessageBox(_T("保存工程信息失败,参数可能不完善"));
    }
```

#### 4.2 巷道参数管理模块

对打开的文件进行读写处理,从工程构造 ProjectBuilder 类实现对本系统 中一个工程的参数的构建和保存等功能,利用建造者模式创建工程类这一复杂对 象,工程类包括基本的巷道属性、支护方式、计算方法及各锚杆锚索参数等。

对项目中所需要的参数进行分析,设计出如下图所示的类间关系图,将巷道 的公共参数封装在 CTunnel 类,工程信息如设计者、图纸编号等信息抽象为 CTunnelProject 类,相应的锚杆锚索信息也进行封装,在建造者类中的成员方 法,通过 fileUrl 这一变量控制本地文件,从而实现数据的初始化、保存、加载等功能。



图 3 锚杆支护系统 UML 类图

#### 4.3 计算方法模块

每个工程可以选择相应的计算方法对输入的参数进行计算,得到锚杆、锚索 的值,将不同的计算方法采用工厂模式进行封装,在 BuildMethod 方法中对工程 的各个计算方法进行初始化,采用静态转型方法进行向下转型,便于工程中抽象 得调用。

<pre> Eclass CMethod { }; </pre>
<pre>€ class CTheoryCalMethod { };</pre>
<pre> etass CProExpMethod { }; </pre>
<pre>€ class CLooseRangeMethod { };</pre>
<pre> <b>■ class</b> CMethodFactory { }; </pre>
<pre> ∎ class CTheroyMethodFactory { }; </pre>
<pre> ∎ class CProExpMethodFactory { }; </pre>
the class CLooseRangeMethodFactory { { } ; }
图 4 计算方法类结构

对计算方法进行初始化的核心代码如下所示:

```
factory = new CTheroyMethodFactory();
method = factory->createMethod();
// 静态转型
```

theory = static\_cast<CTheoryCalMethod \*>(method);

#### 4.4 自动绘图模块

要调用 AutoCAD 绘图,首先通过注册表获取到 AucoCAD 的安装路径,通过创 建进程的方式启动 AutoCAD,并令其在启动时,自动加载编写好的 INGPr jcadc. arx 文件绘图。通过注册表获取 AutoCAD 安装路径的代码如下: CString CFileUtil::GetAppRegeditPath() { CString strAppName("SOFTWARE\\Autodesk\\AutoCAD\\R21.0\\ACAD-0001\\Install"); std::cout << strAppName.GetString() << std::endl;</pre> HKEY hKey; CString strAppRegeditPath(""); TCHAR szProductType[MAX\_PATH]; memset(szProductType, 0, sizeof(szProductType)); DWORD dwBuflen = MAX PATH; LONG 1Ret = 0; // 打开注册表,只有打开后才能进行其他操作 1Ret = RegOpenKeyEx(HKEY\_LOCAL\_MACHINE, //要打开的根键 LPCTSTR(strAppName), // 要打开的子键 0, //这个一定为0 KEY\_WOW64\_64KEY | KEY\_QUERY\_VALUE, //指定打开方式为读 &hKey ); if (1Ret != ERROR\_SUCCESS) { printf("open error!\n"); return strAppRegeditPath; } else { // 下面开始查询 1Ret = RegQueryValueEx(hKey, //打开注册表时返回的句柄 TEXT ("INSTALLDIR"), //要查询的名称 NULL, NULL, (LPBYTE) szProductType, &dwBuflen); if (1Ret != ERROR SUCCESS)

```
{
    printf("read error!\n");
    return strAppRegeditPath;
}
else
{
    RegCloseKey(hKey);
    strAppRegeditPath = szProductType;
}
std::cout << strAppRegeditPath.GetString() << std::endl;
return strAppRegeditPath;
</pre>
```

}

负责自动绘图的 Arx 文件通过调用 ObjectArx 提供的各种绘图 Api,将绘制 直线、矩形、拱形等基本函数封装起来,在不同种巷道的绘制中进行调用即可。

将绘制的图形添加到模型空间,需要封装一个关键的函数:

```
//将实体添加到模型空间
AcDbObjectId CDrawUtil::PostToModelSpace(AcDbEntity * pEnt)
{
    //检查输入参数的有效性
   assert(pEnt);
    //获得当前图形数据库的块表
    AcDbBlockTable *pBlkTbl = NULL;
    acdbHostApplicationServices() ->workingDatabase() ->getBlockTable(pBlkTbl,
AcDb::kForRead);
    //获得模型空间对应的块表记录
    AcDbBlockTableRecord *pBLkTblRcd = NULL;
    pBlkTbl->getAt(ACDB_MODEL_SPACE, pBLkTblRcd, AcDb::kForWrite);
    pB1kTb1->close();
    //将实体添加到模型空间的块表记录
    AcDbObjectId entId;
    Acad::ErrorStatus errorStatus = pBLkTblRcd->appendAcDbEntity(entId, pEnt);
    if (errorStatus != Acad::e0k)
    {
        pBLkTb1Rcd->close();
        delete pEnt;
        pEnt = NULL;
        return AcDbObjectId::kNull;
    }
    //关闭模型空间表记录和实体
    pBLkTb1Rcd->close();
    pEnt \rightarrow close();
    return entId;
    }
```

对三种巷道的绘制方式进行分析,不同巷道的绘制方法不同,设计出绘制函

数如下所示,在具体的每个巷道中根据彼此的差异分别设计不同的绘制函数。

```
virtual void DrawProject(); // 绘制工程信息的表格
//绘制断面图形,三种巷道绘制断面方式各不相同
virtual void DrawTunnel();
//顶部锚杆托梁
virtual void DrawTopTuoLiang(CBolt bolt);
// 绘制顶部锚杆
virtual void DrawTopBolt(CBolt bolt);
//绘制顶视图的网格线
virtual void DrawTopViewNet(CBolt bolt);
virtual void DrawLeftBolt(CBolt bolt);
virtual void DrawLeftTuoLiang(CBolt bolt);
virtual void DrawLeftViewNet(CBolt bolt);
virtual void DrawRightBolt(CBolt bolt);
virtual void DrawRightTuoLiang(CBolt bolt);
virtual void DrawRightViewNet(CBolt bolt);
// 绘制锚索
virtual void DrawCable(CCable cable);
```

### 5 测试与实现



图 5 软件主界面

设置工程模板信	ŧ.	<b></b> X
绘图信自		
图纸名称:	建新煤矿1号	
图名标注:	1	
图形比例:	1 : 100	
图形编号:	1	
图纸尺寸:	A4 👻	
设计信息		
设计者:	贾澎涛	
日期:	2020年 1月15日	
审核者:	宋勇军	
审核日期:	2020年 1月15日	
设计单位:	西安科技大学建工学院	
开发单位:	西安科技大学	
	确定 取消	

图 6 新建工程界面

输入巷道断面	面几何参数	×
1 4	₩八夜日仓垣盼面儿刊参致 巷道支护方式	
	<ul> <li>● 锚杆(索)支护</li> <li>○ 锚杆(索)+混凝土砌碹支护</li> <li>○ 锚杆(索)+喷射混凝土支护</li> <li>○ 混凝土砌碹支护</li> </ul>	
	其形断面宽度(mm):       5500.00         拱形直墙高度(mm):       2200.00         拱形断面高度(mm):       1500.00         横形断面高度(mm):       1500.00         ● 锚索垂直于拱面       ○ 锚索垂直于地面	
☑角	角部锚杆偏转角度	
	与帮的上采用(度):[85 与常的下采用(度):[79 ] 上一页 确定 取消	

图 7 巷道参数输入界面

・ A 巷道锚 材	杆 (索) 支护参数计算	×
-	方法选择	
1	●理论计算法	
-	○工程经验类比法	
	○松动范围设计法	
	○专家决策设计法	
1		
ŧ	确定取消	

图 8 方法选择界面

☑ 要顶部锚杆	🔽 要帮部锚杆	🔲 是否为全锚索	☑ 要锚索
顶部锚杆	帮部锚杆	短锚索	锚索
直径(mm): 18.00	直径(mm): 18.00	直径(mm):	直径(mm): 15.24
长度(mm): 2000.00	长度(mm): 2000.00	长度(mm):	长度(mm): 4500.00
材料(型号): 螺旋钢纹	材料(型号): 螺旋钢纹	材料(型号):	材料(型号): 钢绞线
尾部螺纹长(mm): 120.00	尾部螺纹长(mm): 120.00	尾部螺纹长(mm):	尾部螺纹长(mm): 120.00
数里(根): 3	数里(根): 3	数量(根):	数量(根): 2
间距(mm): 1000.00	间距(mm): 1000.00	间距(mm):	间距(mm): 1200.00
排距(mm): 1000.00	排距(mm): 1000.00	排距(mm):	排距(mm): 2400.00
锚固长(mm): 700.00	锚固长(mm): 700.00	锚固长(mm):	锚固长(mm): 1400.00
顶锚杆托梁	帮部锚杆托梁	短锚索托梁	锚索托盘
净宽(mm): 50.00	净宽(mm): 50.00	净宽(mm):	长度(mm): 500.00
材料(型号): 14号圆钢焊接	材料(型号): 14号圆钢焊接	材料(型号):	材料(型号): 12槽钢
顶板纵向托梁	帮部纵向托梁	短锚索组向托逊	树脂药卷
净宽(mm): 50.00	净宽(mm): 50.00	》运输来就回50米 净宽(mm):	直径(mm): 28.00
材料(型号): 14号圆钢焊接	材料(型号): 14号圆钢焊接	材料(뀐묵):	长度(mm): 35.00
「「「「「」」」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「	邦報锚杠任舟	<b>拉猫卖猫杠</b> 托舟	材料(型号): Z2835
长度(mm): 150*150*10	长度(mm): 150*150*10	长度(mm):	备注
材料(型号): 10槽钢	材料(型号): 10槽钢	材料(型号):	
而部网	帮部部网	混凝土砌煊参数	
◎ 无 尺寸:	◎ 无 尺寸:	混凝土厚度(mm): 20	
◎ 金属网 ◎ 钢筋网 ◎ 塑料网	◎ 金属网 ◎ 钢筋网 ◎ 塑料网	砌煊厚度(mm): 20	



给入带去分数								
欄穴曲系参数 煤岩平均重度:	0	kN/m^3	抗压强度: 0	1	МРа	读探围要来早	u.	
巷道埋深:	0	mm	煤层内摩擦角: 0		度均	○ 稳定围	씤	
煤层粘聚力:	0	kN	树脂药卷长度: 0		mm 1	◎ 稳定性转	迹好围岩	
岩石坚固系数(1	.5~2.5);	0				◎ 中等稳定	注围岩	
約二十分秒			检》谋去关款			◎ 稳定性转	迹差围岩	
制八曲1T参数 锚杆钻斗 吉	íz. 0	mm	間へ曲系 S 数	. 0	mm	◎ 不稳定图	諸	
猫肉力设计	值: 0	kN	猫索硝肟香油	: 0	kN	查看围	<b>岩分</b> 类	
锚固粘结涡	La. 。	MPa	湖南粘结品度		MPa			
	95. 0		福安排跖	: 0	mm	输入锚索参数	t	
101717	76: 0		****			锚索长度:	1000	mn
田竹松	· () () () () () () () () () () () () ()	根	田糸根剣	: 0	恨	间距:	1000	mn
经验系数 <b>(</b> 1.	2~1.5):	0	锚索自由长度	: 0	mm	排距:	1000	mn
采动影响系数 <b>(1</b> .)	3~2.5):	0	采动影响系数(1.3	~2.5):	0	锚索根数:	5	根
喷射混凝土			砌煊厚度			喷射混凝土		
n本自长月·短上 同	me. 0		砌信厚度	: 0	mm	nah:泪:好十	ER.	

图 10 理论计算法界面

选择围岩类别	1		输入锚杆参数	輸入锚杆参数			
◎ 稳定围岩	H		锚杆长度(2.2~2.8):	0	m		
◎ 稳定性转	好围岩		间距(0.6~1.0):	0	m		
◎ 中等稳定围岩			排距(0.6~1.0):	0	m		
◎ 稳定性转	達围岩		锚杆钻孔直径:	0	mm		
◎ 不稳定国	岩		锚固力设计值:	0	kN		
查看围岩分类			锚固粘结强度:	0	MPa		
			树脂药卷长度:	0	mm		
输入锚索参数	t						
锚索长度:	1000	mm	锚杆钻孔直径:	0	mm		
间距	1000	mm	锚固粘结强度:	0	MPa		
排距:	1000	mm	树脂药卷长度:	3.7604984	mm		
锚索根数:	5	根					
喷射混凝土			砌煊厚度				
喷射混凝土厚度: mm			砌煊厚度:		mm		
<u> </u>	一页	-	确定 取	消			

~

#### 图 11 工程经验类比法

A 松动范围设计法			×
松动范围计算方法选择			
○ 松动范围直接测题	定法	松动范围:	m
○ 冒落拱理论围岩参	参数法	岩石坚固系数:	
围岩参数			
围岩平均重度:	kN/m^3	围岩平均粘聚力:	MPa
巷道埋深:	m	围岩平均内摩擦角:	度
煤岩重度:	kN/m^3	树脂药卷长度:	mm
输入锚杆参数		输入锚索参数	
锚杆长度(2.2~2.8):	m	锚索自由长度:	m
间距(0.6~1.0):	m	间距(0.6~1.0):	m
排距(0.6~1.0):	m	排距(0.6~1.0):	m
锚杆钻孔直径:	mm	锚索钻孔直径:	mm
锚固力设计值:	kN	锚索破断力:	kN
锚固粘结强度:	MPa	锚固粘结强度:	MPa
喷射混凝土		砌煊厚度	
喷射混凝土厚度:	mm	砌煊厚度:	mm
确定		取消	

图 12 松动范围设计法界面



图 13 绘制锚杆支护设计图总览

		Sun			
	比例	100			
	令天			编号	5
设计者	赵琦	2010和5加6日			
审核者	Mrs. Jia	2010年10月11日	描述		

图 14 工程信息标注表格



图 15 巷道断面图



图 16 顶视图



图 17 左视图 (右视图与其类似)

#### 6 总结

第一次编程实际应用中的软件,更是与之前所编的软件相差较大的 AutoCAD 自动绘图工具,从一开始了解自己要用什么技术、什么工具,到后面独立设计项 目架构,子模块间的结构,市面上关于 ObjectARX 的 AutoCAD 学习资料甚少,所 以一开始处处碰壁,在数次踩坑后最终还是开发出一个基本能用的软件,历时三 个月,自己对于 C++和 MFC 的应用更加熟练了,ObjectArx 开发实现了从 0 到 1 的质的飞跃,也感觉到自己更好地成为了一个问题解决者。

在此过程中,我更加明白了需求沟通的重要性,贾老师总是能站在用户的角 度提出很多的建议,包括测试文档更是让我感受到软件开发流程中的严谨性。关 于开发日志和测试日志,我有时候会写,但大多数时间一改 bug,改完改不完的 就到深夜了,也不知道该记录些什么东西,总是潦草几笔就盖过了,在这一部分 自己还需要多努力。