

# 津华线管道中线自动标注的 探讨及实现

李成皓<sup>1\*</sup>, 王小红<sup>2</sup>, 初晓航<sup>3</sup>, 顾文才<sup>1</sup>

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海新区, 天津 300457; 2. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000; 3. 中国石油管道公司(管道销售公司), 河北 廊坊 065000)

**摘要:**针对津华线管道线路的设计,探讨了如何对 AutoCAD 软件进行简单的二次开发,并能快速地对管道设计线路中线的角度、里程数、标识序号等的自动量算及标注,以满足线路的设计施工需要。

**关键词:**津华线;管道;开发;标注

**中图分类号:**TE832

**文献标志码:**A

**文章编号:**0253-4320(2016)01-0191-03

**DOI:**10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.01.047

## Automatically marking pipe line for project JINHUA

LI Cheng-hao<sup>1\*</sup>, WANG Xiao-hong<sup>2</sup>, CHU Xiao-hang<sup>3</sup>, GU Wen-cai<sup>1</sup>

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China;

3. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company). Ltd., Langfang 065000, China)

**Abstract:** For JINHUA project pipeline design, the secondary development of the function of AutoCAD and its application in fast automatically marking the angle, mileage and identification of pipe centerline are discussed, which is promising in the construction pipeline field.

**Key words:** JINHUA; pipeline; development; marking

天津港-华北石化原油管道工程(以下简称津华线),全线总长约 188 km,沿线途经天津市滨海新区、静海县,河北省黄骅市、青县、大城县、任丘市 6 个行政区域。

由于本项目经过的地理区域经济较为发达,沿线地形地貌复杂多变,如何才能取得最佳的管道走向,使得管道线路便于施工且节约用地,达到节省工程投资的目标,这是最为主要的任务。在获取最佳的管道线路中线之前,在设计阶段经实地踏勘,针对不同的地区、不同的地形地貌经多次的改线调整,获得初步最佳路线,然后在具体的施工阶段,根据遇到的不同问题,需要再次调整管道局部走向。然而,每次管道中线的调整,都需要获取其中线每个折点的里程数、转角、桩号等信息,来实时地判断本项目的长度及弯管使用量的变化情况,传统的做法是靠手工完成,每个折点需要量算一次角度、里程,并通过将里程逐个累加来取得当前折点的连续里程数,对于津华线这样的长距离管道项目,这项工作异常烦琐且费力,大大降低了效率。

针对此问题,为了加快设计、施工进度,快速获取实时的管道信息,节约建设工期,在天津港-华北石化原油管道工程项目组人员的建议及协助下,利用计算机程序语言,有了较为完善的解决方案。

## 1 基本思想

AutoDesk 公司的 AutoCAD 软件 (ACAD) 作为一款在工程领域内广泛使用的计算机辅助设计平台,具有功能强大、操作简便,并且提供多种二次开发方法及接口。

对 ACAD 的二次开发方式主要有 VisualLisp、VBA、ObjectARX 以及最新的 .NET 等,其中 ObjectARX 基于 VC++ 平台,功能非常强大,但其缺点是开发速度慢、周期长,而且对开发人员的要求也比较高;VisualLisp 与 VBA 较为简单,特别是 VBA,使用方便且开发速度较快<sup>[1]</sup>。本程序采用的开发语言是 VBA。

### 1.1 程序流程设计

ACAD 提供对每个图元对象类的操作,通过对

各个类成员的操作不仅可以提取类包含的各项属性数据(比如顶点坐标、颜色、所属图层等),而且可以编辑修改当前类所指向的图元实体。本程序主要是对 PLine 实体类进行操作,在 ACAD 中的类名为“AcadPolyline”。

程序设计流程如图 1 所示,在 ACAD 窗口中获取中线(PLine 线)的控制句柄后,通过类属性.Coordinates 提取它的顶点及所有节点坐标数据,然后用 VBA 内部函数“UBound”求得顶点总数为  $n$ 。用变量  $i$  控制循环体,下面为 1 次完整循环过程。

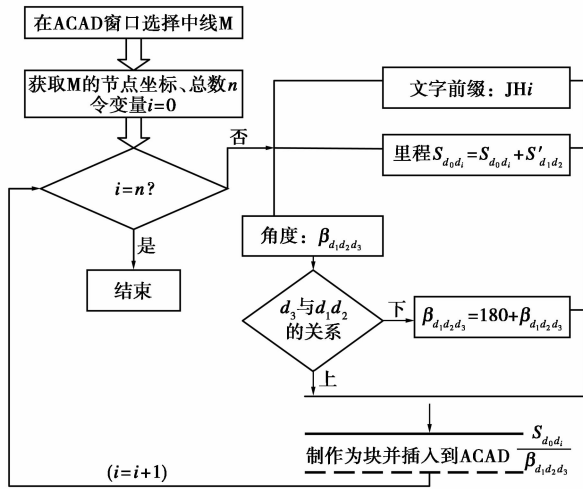
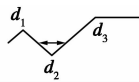


图 1 程序流程示意图

图 2 为部分中线节点示意图,节点号依次为  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ,要在节点  $d_2$  处标注角度和里程,角度为线路方向的左角(为图中双箭头所示)。



中线节点  $d_2$  处的里程为从中线起点至点  $d_2$  的连续长度

图 2 线路节点示意

角度计算方法:首先求出由点  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$  构成的三角形的内角  $\beta_{d_1d_2d_3}$ ,因为标注的一般为设计线路前进方向的左角(图中假定方向向东),所以接下来判断节点  $d_3$  与向量  $d_1d_2$  的平面位置关系,如果点  $d_3$  位于向量  $d_1d_2$  的下部,则需要加  $180^\circ$ 。

最后将文字前缀、里程、角度制作成 ACAD 块并插入到图形的相应位置。

### 1.2 界面及参数设置

程序界面如图 3 所示,在选择线路中线进行标注前应先设置好各项参数:文字高度、图形比例、前缀文字、横线长度、颜色、块的缩放比例、节点圆半

径、标记选项等。部分说明如下。

(1)前缀文字类型。津华线管道的前缀标识符号,标注结果为 JH0、JH1、JH2...JH 终。

(2)标记块的缩放比例。用来指示块实体是否需要放大或者缩小,为 1 时保持大小不变。

为满足特殊需要,对角度可以设定是否需要显示度分秒符号,是否只标注  $0^\circ \sim 180^\circ$  的角度值,还可以对中线进行反方向标注。

为方便以后的编辑修改,所有的对 ACAD 的操作都在“PL 标记”图层上进行。

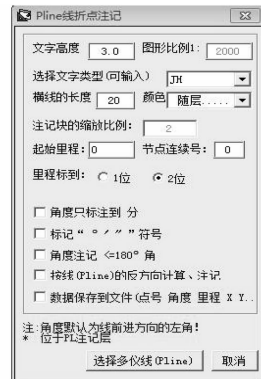


图 3 程序操作界面

## 2 具体实现

程序实施过程中主要用到的 ACAD 实体类有 AcadText、AcadLine、AcadPolyline、AcadBlockReference 等几个,这些类提供对 ACAD 实体操作的方法和属性。

### 2.1 与 ACAD 的数据交互

ACAD 提供 Utility<sup>[2]</sup> 类,通过它可以从 ACAD 操作窗口获取所需要的数据信息,下面为从操作窗口获取一条 PLine 线的控制句柄:

Dim BasePnt As Variant ‘鼠标在图中点击处的坐标

Dim returnObj As AcadObject ‘返回鼠标拾取的 ACAD 对象类实体,这里为 PLine 中线

ThisDrawing.Utility.GetEntity(returnObj, BasePnt, "选择一条 PLINE 线-Select a PLine...")

然后利用 returnObj.Coordinates 属性就可以获得中线所有节点的坐标值序列。

### 2.2 里程数据的格式化

里程数据就是指从设计中线起点到当前节点的连续水平距离。根据《长距离输油输气管道测量规

范》的第3.9.4条的规定,标注格式应该为“1 + 235.6”,其中“+”前为整千米数,其后为以米为单位的长度。

$$S = S_0 + \text{Distance}(d_1, d_2) * (\text{MapScale}/1000)$$

‘ $S_0$ ’为中线起点到 $d_1$ 点的距离,  $\text{MapScale}/1000$ 为尺度比例因子

当 $S$ 求出来后,需要对其进行格式化处理,  $\text{Str}_S$ 为格式化后的里程字符串。语句为:

```
Str_S = " " & Int(S/1000) & " + " & Format(S - Int(S/1000) * 1000, "000.0")
```

### 2.3 角度的量算及处理

所要标注的角度是线路前进方向的左角,在ACAD中多段线的方向为绘制的顺序形成的方向。程序内部计算采用的坐标系为数学坐标系,根据获得的节点坐标值为源数据,利用余弦定理求出 $\Delta_{d_1d_2d_3}$ 内的由边 $d_2d_1$ 和边 $d_2d_3$ 构成的内角 $\beta_{d_1d_2d_3}$ (相对关系如图1所示)。因为用余弦定理求出的角度都是在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 的值,而线路标注要求的角度既有 $0^\circ \sim 180^\circ$ 的还有 $180^\circ \sim 360^\circ$ 的值,解决这个问题需要判断点 $d_3$ 与向量 $d_1d_2$ 间的平面位置关系。

判断点与线平面位置关系采用的方法为:

由已知点 $d_1$ 、 $d_2$ 求出直线的2点方程,然后求出过点 $d_3$ 的铅垂线与线 $d_1d_2$ 的交点 $J_d$ ,再判断 $Y_{J_d}$ 与 $Y_{d_3}$ 的大小,如果 $Y_{J_d} > Y_{d_3}$ ,则说明点 $d_3$ 位于线 $d_1d_2$ 的下部, $\beta_{d_1d_2d_3}$ 需要加一个半圆角 $180^\circ$ ,反之无须处理。

### 2.4 块实体的创建与插入

所谓块(Block)就是ACAD的一个对象实体,类名为“AcadBlockReference”,它可以将文字、线条、圆等多个图元组合成为一个整体对象,方便用户的各种操作<sup>[2]</sup>。本程序要创建的块包括文字(里程、角度、文字前缀)和直线2种类型的图元。下面为部分实现代码:

```
Set blockObj = ThisDrawing.Blocks.Add(insertionPnt, " * U")[3] 建立匿名块,以避免块名重复引起错误
```

```
Set lineObj = blockObj.AddLine(StartPoint, EndPoint) ‘向块blockObj添加横线图元
```

```
Set TextObj1 = blockObj.AddText(TextJiaodu, insertionPnt, 3) ‘向块blockObj添加角度
```

```
TextObj1.Color = ColorBlock; TextObj1.StyleName = "
```

```
hwxxh” ‘设置文字颜色和字体
```

下面将制作好的块插入到图中的相应位置,其中InsertionPnt为在图形中的插入点坐标,BlockName要插入的图块名,Xscale X向的缩放比例,Rotation旋转角(弧度值):

```
Set blockRefObj = ThisDrawing.ModelSpace.InsertBlock(insertionPnt, BlockName, Xscale, Yscale, Zscale, Rotation)
```

由于标注项只有文字前缀和里程2项,对线路的起点和终点需要做特殊处理,在这里不予讨论。

### 2.5 标注示例

图4为一段津华线原油管道在天津市范围内的某段带状电子地形图,其中加粗的黑线为用PLine命令绘制的设计线路中线,针对折点JH\_004,“0 + 269.96”为当前折点处的连续水平里程, $255^\circ 22' 37''$ 为当前折点的左角。



图4 管道中线自动标注实例

### 3 结语

针对津华线管道项目,在此采用AutoCAD二次开发的方式来快速地获取管道中线信息,完全避免了人工量算时的点位选取误差、里程累加误差、角度量算误差、手工输入误差等多重偶然性误差的产生,提高了数据的准确性,对本项目管道最佳走向的获取发挥了重要的作用。

### 参考文献

- [1] 明经通道—AutoCAD二次开发—VBA专栏[OL]. <http://www.mjtd.com>.
- [2] 张帆主. AutoCAD VBA二次开发教程[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [3] 李长勋. AutoCAD VBA程序开发技术[M]. 北京:国防工业出版社,2004. ■