

文章编号:1005-0523(2000)01-0017-04

任意多边形的面积计算及在造价分析中的应用

张维锦¹, 张新希²

(1. 华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013; 2. 福建省中福置业发展有限公司, 福建 福州 350013)

摘要: 介绍了计算机绘制的任意多边形(包括弧线)其面积及周长的自动计算,及其在造价分析中的应用¹⁹。

关键词: 多边形; 土建预决算; 工程量

中图分类号: TP301.6; TU723.3

文献标识码: A

0 引言

自从我国采用建筑工程招、投标管理以来,建筑工程量计算工作在工程造价管理工作中占有重要的地位,并消耗了工程预算人员的大量时间和精力¹⁹。文献[1]介绍了土建工程定额库建库方法及预算换算套价,但土建工程量须采用人工计算,目前土建工程量自动计算技术还不太成熟,在实际应用中还存在不少问题¹⁹。虽然有很多CAD软件可以绘制建筑平面图,但也仅仅是几何图形而以,要想从中抽取出土建工程量信息是很困难的,因此工程量自动计算软件大都需要重新设计绘图平台¹⁹。本文介绍了用画直线、圆弧线、多线段线的代表的外墙,其围成的图形可以是任意的凸多边形或任意的凹多边形且带有弧线,其面积及周长的自动计算,并应用到土建工程量中的“三线一面”的计算,在造价分析中具有重要的意义¹⁹。

1 绘图元素

在一般的绘图系统中,绘图元素通常为直线、矩形、多线段、圆、圆弧、多边形等¹⁹。这些绘图元素包含有点坐标等数据结构,但缺乏造价分析中所需的属性信息,要想所绘制的平面图形为造价分析所用,则所绘制图形元素都应代表具体实物,如同样是绘制一个矩形,它可能代表楼梯,也可能代表阳台、雨蓬等所围的面积(楼梯、雨蓬其工程量均为水平投影的大小)¹⁹。因此,在造价分析中图形元素为:直线段外墙、内墙,多线段内、外墙,弧线段墙,方柱、圆柱,梁,门窗,条形基础,桩等等,这些图形元素比一般绘图软件的图形元素包含有更丰富的信息,除了其尺寸、坐标、层号等数据结构外,还应有定额号、现浇/预制、换算代码、绘图类型等属性信息¹⁹。

2 任意多边形面积、周长计算

收稿日期:1999-07-13; 修订日期:1999-10-12

中国知网 <https://www.cnki.net>

作者简介:张维锦(1962-),男,福建永泰人,华东交通大学副教授,注册造价工程师¹⁹。

计算机绘制的多边形可以是连接 n 个点形成 n 边形 ($n \geq 3$), 各种绘图系统中一般都有这个绘图函数^[13]在绘图过程中, 多边形还可以由直线、多线段等相互连接而成, 在房屋建筑中这样的多边形通常还包含有弧线, 它可代表房屋的外墙、阳台、楼梯、雨篷等以面积为其工程量大小的项目^[13]对于多边形的面积计算, 如凸 n 边形可以分解成 $(n-2)$ 个三角形, 对于凹 n 多边形最后也总能分解成若干个三角形组成, 但这种计算方法由计算机来进行的话, 程序设计将非常复杂^[13]此外由多边形的形成看, 它可由直线段、多线段、曲线等不同的绘图元素组合而成, 如房屋中的圆弧外墙、带有圆弧的阳台等^[13]所以任意的多边形 (包含曲线), 其面积的计算方法无现成的公式可套, 需寻求另外的方法^[13]

下面以图 1 为例说明计算机很容易实现的计算方法: 直线 AB 与 x 轴围成的梯形面积 S_1 容易计算, 同样地直线 CD 与 x 轴围成的梯形面积 S_2 也很容易求得, $S_2 - S_1$ 就是矩形 $ABCD$ 的面积, 在程序中, 实际进行的是连加计算, 关键是什么情况下计算的面积为正、什么情况计算的为负, 若 $ABCD$ 是以逆时的顺序来绘制的话, 这个问题就很容易解决, 因直线的两端点坐标是按顺序进行存贮的, 当取出一直线, 其两端点的坐标分别为 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) , 则 $x_2 > x_1$ 时, 计算其与 x 轴围成的面积 S 为负, 否则为正; 若 $x_2 = x_1$, 则 S 为零^[13]这种方法编程简单, 且很容易推广到任意多边形的面积计算, 不管是凸的还是凹的, 只要这个任意多边形是由直线段或多线段所组成, 但这个多边形应按逆时针方向画的, 若按顺时针画, 则上面的面积正、负规定要相反^[13]在计算面积的同时, 线段的长度 L 很容易计算^[13]

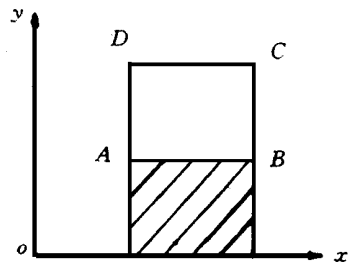


图 1

3 带弧线的多边形的面积计算

以上介绍的多边形是由直线段所围成, 但在实际应用中, 这种多边形部分转角处可能用弧线代替, 这在房屋建筑中是很常见的, 如带弧线拐角的外墙及阳台^[13]那么这种带弧线的多边形面积计算与其图形的组成及弧线的数据结构有关^[13]

计算机绘制弧线, 通常有多种方法, 不管怎么绘制, 一段弧线应有圆心坐标 (x_0, y_0) 、圆弧的起点坐标 (x_1, y_1) 、圆弧的终点坐标 (x_2, y_2) 的数据结构^[13]

图 2 所示的图形其作图过程是: 画直线 AB 、 CD 、 EF 、 FA , 再画弧线 BC 、 DE ^[13]其中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 O' 、 O'' 的坐标都可从各图形元素的数据结构得到, 图 2 图形的面积是由多边形 $ABO' CDO'' EFA$ 的面积及 2 个扇形面积相叠加^[13]

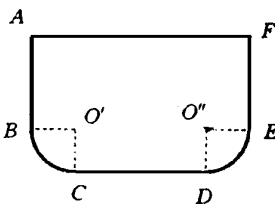


图 2

$$\text{扇形面积 } S = \left(\frac{\alpha - \alpha'}{360} \right) \cdot \pi r^2 \quad (1)$$

$$\text{弧线长 } L = \left(\frac{\alpha - \alpha'}{360} \right) \cdot \pi r \quad (2)$$

其中: α 、 α' 分别为弧的起点与圆心连线与 x 轴的夹角、弧的终点与圆心连线与 x 轴的夹角; r 为弧的半径^[13]

上述数据很容易由程序计算得到, 但注意应保证 $\alpha > \alpha'$, 因计算机的圆弧绘制函数是以逆

时针方向,从弧的起点画到弧的终点^[13]

4 在造价分析中的应用

有了任意多边形的面积及周长计算方法,则就可自动计算建筑工程量中的“三线一面”的基本数据,所谓的“三线一面”就是:外墙外边线 $L_{\text{外}}$ 、外墙中心线 $L_{\text{中}}$ 、内墙净长线 $L_{\text{内}}$ 及某层建筑面积 S ^[13]。这些基本数据是计算建筑工程量的基础,如利用外墙外边线可计算出场地平整、外墙抹灰、散水、勒脚等项目;利用内、外墙中心线,可计算出基础砌筑、墙基础防潮层、墙体砌筑等;与面积有关项目有:场地平整、散水、地面、楼梯、阳台、雨蓬等^[13]。

上面分析的面积及周长实际上是定位轴线或柱网间的面积及周长,并不代表该层的建筑面积(多形状楼梯、阳台、雨蓬等除外),若墙的中心线与定位轴线有一偏心距,则计算出的周长也不代表外墙中心线(如 370 外墙,通常外墙的中心线与定位轴线有 65 mm 的偏心距 z_0),因此“三线一面”的计算还要依具体的情况进行分析^[13]。

下面分析 $S_{\text{轴}}$ 、 $L_{\text{轴}}$ 与 $L_{\text{外}}$ 、面积 S 的关系, $L_{\text{轴}}$ 代表外墙定位轴线的长度, $S_{\text{轴}}$ 代表外墙定位轴线所围成的面积,这两个数据就是上述 2、3 所计算的结果^[13]。

若外墙的中心线与定位轴线重合,即图 3 中内部线段

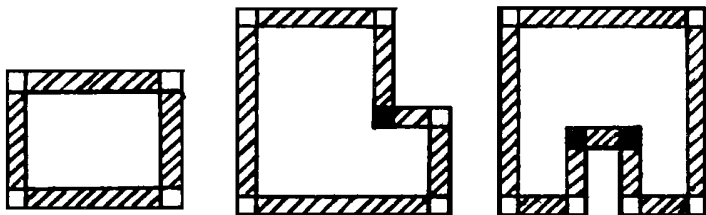


图 3

代表定位轴线,外部线段代表外墙外边线,则阴影部分的宽度为 $1/2$ 墙厚^[13]。从图 3 所示 3 种情况可知:空白小方块减黑小方块总是 4, 所以有:

$$L_{\text{外}} = L_{\text{轴}} + 4h = L_{\text{中}} + 4h \quad (h \text{ 为墙厚}) \quad (3)$$

$$S = S_{\text{轴}} + L_{\text{轴}} \cdot \frac{h}{2} + \underbrace{\left(\frac{h}{2} \cdot \frac{h}{2} \right)}_{\text{阴影面积(不包括黑四方块)}} \times 4 \quad (4)$$

空白部分面积

若墙的中心线与定位轴线有一偏心距 z_0 , 还是以图 3 为例, 此时内部线段还代表定位轴线, 外部线段则代表外墙中心线, 同理得:

$$L_{\text{中}} = L_{\text{轴}} + 4 \times z_0; \quad (5)$$

$$L_{\text{外}} = L_{\text{中}} + 4 \times h = L_{\text{轴}} + 4(h + z_0); \quad (6)$$

$$S = S_{\text{轴}} + (h/2 + z_0)L_{\text{轴}} + (h/2 + z_0)h/2 + z_0 \times 4(13) \quad (7)$$

根据计算规则场地平整工程量是按建筑物底层面积的外边线各放出 2 m 后所围的面积与上述 S 的算法类似, 即

$$\text{平整场地} = S + 2L_{\text{外}} + 4 \times 2 \times 2 \quad (8)$$

楼梯、阳台、雨蓬等面积就是多边形的面积, 内墙净长线计算较简单, 其他项目利用“三线一面”的算法可参阅^[3]^[13]。

为外凸向圆弧过渡,则(5) ~ (7) 变为:

$$L_{中} = L_{轴} + (4 - n) \times 2z_0; \tag{ 9}$$

$$L_{外} = L_{中} + 4 \times h + n\pi h/4; \tag{ 10}$$

$$S = S_{轴} + (h/2 + z_0) L_{轴} + (h/2 + z_0)^2 (4 - n) \tag{ 11}$$

其中: n 为圆弧的数目; h 为墙厚度^[3]

5 结 论

本文的方法已编成程序,通过各种各样的墙体平面图的分析计算,结果是精确可靠的,在建筑工程造价分析具有一定的应用价值¹⁹.

[参 考 文 献]

[1] 张维锦¹⁹.计算机辅助土建工程预决算[J]¹⁹.华东交通大学学报,1997,14(2) :64~68¹⁹.
[2] 蔡汉明,宋晓梅¹⁹.交互式微计算机图形学[M]¹⁹.青岛:青岛海洋大学出版社,1994¹⁹.
[3] 王维如¹⁹.建筑工程概预算编制技巧[M]¹⁹.上海:同济大学出版社,1995¹⁹.

Area Calculation of Polygon and is't Use
in Building Price Budget

ZHANG Wei-jin¹, ZHANG Xin-xi²

(¹.Civil Engineering and Architecture College, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; ².Fujian CFC Real Estate Development co., Fuzhou 350013, China)

Abstract: The computation of area of polygon with joined angles is introduced and its use in building price budget is also presented.

Key words: polygon; budget and balance account of civil engineering; engineering account