

文章编号: 1004 - 7271(2005)03 - 0288 - 06

基于 Web 的场地平整优化设计系统

印润远

(上海水产大学信息学院, 上海 200090)

摘 要:主要分析了用 Visual Basic.NET 与 AutoCAD 相结合开发场地平整优化设计系统的设计思想,并详细介绍了在场地平整优化设计中数学模型的建立。AutoCAD ActiveX 技术的出现使 Visual Basic.NET 对 AutoCAD 进行二次开发成为了可能;在原有工作的基础上,开发出了基于 Web 的、用户界面友好、操作简单快捷的“场地平整优化设计及自动绘图系统”,将专业人员从繁琐的计算与枯燥的手工画图中解放出来,提高工程设计的效率。

关键词:场地平整优化设计; Visual Basic.NET; AutoCAD; ActiveX

中图分类号: TP 311 **文献标识码:** A

The site leveling optimization design system based on Web

YIN Run-yuan

(College of information, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: The paper mainly analyzed the development of site leveling optimization design with the combination of Visual Basic.NET and AutoCAD, also it gave a detailed introduction on how to build up the optimal design in the establishment of mathematics model. The emergence of the AutoCAD ActiveX technology has made Visual Basic.NET possible for the second development of AutoCAD. On the original working basis, the development of “the site leveling optimization design and automatic painting system” on the web basis, simple and convenient, user friendly, will relieve the professionals of the tedious calculation and plotting work, and will raise the efficiency of project designing.

Key words: site leveling optimization design; Visual Basic.NET; AutoCAD; ActiveX

在工业建设和城市住宅小区建设中,经常需要专业人员进行土地平整优化设计,土地平整优化设计的要求是尽一切可能在满足工程施工的要求下使挖出的土方量(简称挖方)等于填入的土方量(简称填方),这样的设计就是总图最佳平面设计。土方量计算是地形设计工作不可缺少的一个内容,目前在一般的设计工作中,经常采用如断面法(等高面法和垂直断面法)和方格网法等计算方法进行粗略计算,据此绘制的土方施工图与实际情况误差较大。本系统研究总图平面设计中数学模型的建立及数据库的生成和自动绘制土方施工图,不仅解决了计算问题,而且实现了自动绘图,可将专业人员从繁琐的计算与枯燥的手工画图中解放出来,提高工作效率。

1 系统的组成

本系统主要由四个模块组成:用户管理模块、数据库模块、程序计算模块、自动绘图模块。系统模块

收稿日期:2004-11-30

作者简介:印润远(1952-),男,上海市人,副教授,硕士生导师,主要研究方向为计算机网络技术应用,信息安全. E-mail: ryyin@shfu.edu.cn

如图 1 所示.

1.1 用户管理模块

用户管理模块包括用户登录和用户管理系统。建立用户管理模块的目的是防止没有权限的用户使用本软件。用户的权限分两种,合法用户和非法用户。用户登录系统用来阻止非法用户进入系统。

用户管理系统有新用户注册功能和用户密码修改功能,新用户注册功能只有在登录以后才能使用。

1.2 数据库模块

数据库存放施工区域的自然标高、设计标高以及每方格的填挖土方数量。

1.3 程序计算模块

根据工程施工的要求,计算满足最佳平面设计的设计标高,并根据高差计算每个方格的土方量以及总的土方量。

1.4 自动绘图模块

连接 AutoCAD,调用数据库,开始自动绘图。

2 系统主要功能

本系统考虑到工业、民用场地的不同情况,采用方格网法计算填和挖的土方量。系统既适用于对规则区域的处理,即:设计区域的方格为 $N \times Nm$,也可适用于对不规则区域的处理,即允许设计区域的余边为 $N \times Mm$ 。

对于已确定的平面可按两种类型来处理,一是当设计面为起伏不平的不规则的面或曲面时,程序按方格网点的设计高度来计算土方量;二是当设计面为平面或斜面时,程序按设计的参数来计算土方量,这时需要确定设计面的三个参数,也可以是设计面上三个已知点的设计高度。程序首先求解空间平面的方程和各方格网点的设计高度,然后再计算土方量。

当设计面还未确定,需要由计算机来计算设计平面时,可以完全依靠计算机求出填挖方最合理的平面和相应的土方量,也可以求出满足预定条件的设计平面和土方量,预定的条件包括以下几种情况:(1)设计平面在 H 轴上的截距为 C;(2)使设计平面在 X 轴上的坡度为 A;(3)使设计平面在 Y 轴上的坡度为 B;(4)使设计平面具有 H 轴上的截距 C 和 X 方向上的坡度 A;(5)使设计平面在 X 和 Y 轴方向上的坡度分别为 A 和 B;(6)使设计平面在某一点的高度为 $H01$;(7)使设计平面在两点上的高度为 $H01$ 或 $H02$ 。

计算设计平面时,程序可以额加或额减所需的土方量,设计的场地可以分成 N 块,各块之间可以连接,也可以分离。每方格的边长可根据需要任意确定,可以是整数,也可以是小数。

3 实现场地平整优化设计的数学模型

3.1 设计平面的确定

设计平面是一个空间平面,先要建立平面的方程,确定设计平面的基本方法是建立空间直角坐标系,空间直角坐标系如图 2 所示。

H 轴垂直于 OX 和 OY 轴所在的平面,所需要的设计平面 P 在 X、Y 和 H 轴上的截距分别为 a、b、c,则平面 P 的截距式方程是:

$$X/a + Y/b + H/c = 1 \quad (1)$$

$$\text{即: } H = C - X(c/a) - Y(c/b) \quad (2)$$

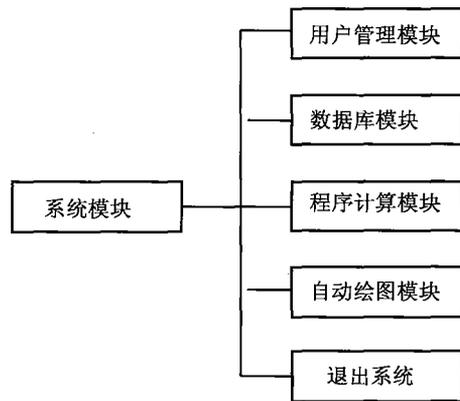


图 1 系统模块

Fig.1 System model

$$\text{令 } A = c/a \quad B = c/b \quad C = c$$

$$\text{则 } H = C - X \cdot A - Y \cdot B \quad (3)$$

X、Y、H是平面上点的坐标,A、B、C是确定平面P的三个参数,系统可自动求出这三个参数来确定设计平面,也可在输入数据中给定A、B、C三个参数或给定每个方格网点上的设计高度,系统采用最小二乘法原理来确定设计平面P,使平面P能满足最终填挖方之差等于额加减的土方量,并使填挖方尽量少。

其中,设*i*个网格点的自然标高为 H_i ,在平面上相应的坐标为 X_i, Y_i, H_i ,则第*i*点上的填挖高度为 ΔH 。

$$\Delta H = C - X_i \cdot A - Y_i \cdot B - H_i$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

若方格内有*n*个交叉点,则按上式可有*n*个方程的方程组,按最小二乘法原理来求解合理的未知数时,可得到用(4)式组成的法方程为:

$$\left. \begin{aligned} nC - [X]A - [Y]B &= [H] \\ -[X]C + [X \cdot X]A + [X \cdot Y]B &= -[X \cdot H] \\ -[Y]C + [X \cdot Y]A + [Y \cdot Y]B &= -[Y \cdot H] \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

该法方程是三元一次线性对称方程组,可求解得出A、B、C,从而确定设计平面P。这个平面就是满足总图最佳平面设计要求的平面。

3.2 已知H轴的截距C值的算法

当C值预先给定后,方程(4)可写为:

$$\Delta H_i = X_i \cdot A - Y_i \cdot B + (C - H_i) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (6)$$

其中需求出两个未知数A和B,由(6)式组成方程式为:

$$\left. \begin{aligned} [X \cdot X]A + [X \cdot Y]B &= [X \cdot H] + C[X] \\ [X \cdot Y]A + [Y \cdot Y]B &= [Y \cdot H] + C[Y] \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

求解(7)式得出A和B,即可确定平面P。

3.3 已知X轴的坡度值A的算法

当A值给定后,方程(4)可写为:

$$\Delta H_i = C - Y_i \cdot B - (H_i + X_i \cdot A) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (8)$$

其中需求出两个未知数B和C,由(8)式组成方程式为:

$$\left. \begin{aligned} nc - [Y]B &= [H] + [X]A \\ -[Y]C - [Y \cdot Y]B &= [Y \cdot H] - [Y \cdot X]A \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

求解(9)式得出B和C,即可确定平面P。

3.4 已知Y轴的坡度值B的算法

当B值给定后,方程(4)可写为:

$$\Delta H_i = C - X_i \cdot A - (H_i + Y_i \cdot B) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (10)$$

其中需求出两个未知数A和C,由(10)式组成方程式为:

$$\left. \begin{aligned} nc - X_i \cdot A &= [H] + [Y]B \\ -[X]C + [X \cdot X]A &= [X \cdot H] - [X \cdot Y]B \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

求解(11)式得出A和C,即可确定平面P。

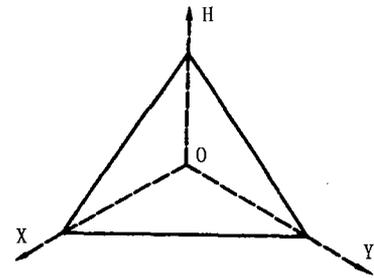


图2 空间直角坐标系

Fig.2 Spatial right-angle coordinate system

3.5 已知 X 轴的坡度值 A 和 H 轴的截距值 C 的算法

当预先给定 A 和 C 的值后,方程(4)可写为:

$$\Delta H_i = Y_i \cdot B + (C - H_i - X_i \cdot A) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (12)$$

其中只需求解一个未知数 B,由(12)式组成方程式为:

$$[Y \cdot Y]B = [Y]C - [Y \cdot H] - [Y \cdot X]A \quad (13)$$

解算得到 B 值,即可确定平面 P。

3.6 已知 X、Y 轴的坡度值 A、B 时的算法

当 A、B 值确定后,方程(4)可写为:

$$\Delta H_i = C - (X_i \cdot A + Y_i \cdot B + H_i) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (14)$$

其中只需求解一个未知数 C,由(14)式组成方程式为:

$$nc = [X]A + [Y]B + [H] \quad (15)$$

解算得到 C 值,即可确定平面 P。

3.7 要求设计平面通过一个固定点的算法

若固定点的平面位置为 X_{01} 、 Y_{01} ,高度为 H_{01} ,设点 1 位于平面 P 上,由(3)式可得:

$$C = X_{01} \cdot A + Y_{01} \cdot B + H_{01} \quad (16)$$

把(16)式代入(4)式并整理得到:

$$\Delta H_i = (X_{01} - X_i)A + (Y_{01} - Y_i)B + (H_{01} - H_i) \quad (17)$$

可组成方程:

$$\left. \begin{aligned} [(X_{01} - X)^2]A + [(X_{01} - X)(Y_{01} - Y)]B &= [(X_{01} - X)(H_{01} - H)] \\ [(X_{01} - X)(Y_{01} - Y)]A + [(Y_{01} - Y)^2]B &= [(Y_{01} - Y)(H_{01} - H)] \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

求解方程式(18)得出 A 和 B,再代入(16)式中得出 C,即可确定平面 P。

3.8 要求设计平面通过两个固定点的算法

设点 1 和点 2 都位于平面 P 上,坐标分别为 X_{01} 、 Y_{01} 、 H_{01} 和 X_{02} 、 Y_{02} 、 H_{02} ,由(3)式可得出:

$$H_{01} = C - X_{01} \cdot A - Y_{01} \cdot B$$

$$H_{02} = C - X_{02} \cdot A - Y_{02} \cdot B$$

以上两式可转换为:

$$C = X_{01} \cdot A + Y_{01} \cdot B + H_{01} \quad (19)$$

$$A = -\frac{Y_{01} - Y_{02}}{X_{01} - X_{02}} \cdot B - \frac{H_{01} - H_{02}}{X_{01} - X_{02}} \quad (20)$$

将(19)式和(20)式代入(4)式并整理得到下式:

$$\Delta H_i = \left[(Y_{01} - Y_i) - \frac{(X_{01} - X_i)(Y_{01} - Y_{02})}{(X_{01} - X_{02})} \right] \cdot B + (H_{01} - H_i) - \frac{(X_{01} - X_i)(H_{01} - H_{02})}{(X_{01} - X_{02})} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (21)$$

4 确定各方格网点的设计高度

当设计平面 P 的参数 A、B、C 确定后,可按(3)式求得各个方格网点的设计高度和填挖高度:

$$H_{0i} = C - X_i \cdot A - Y_i \cdot B \quad (22)$$

$$\Delta H_i = H_{0i} - H_i \quad (23)$$

若相邻网格交点间的 ΔH_i 符号相反,则有零点,零点位置如下式:

$$X_0 = \Delta H_i / (\Delta H_i + \Delta H_{i+1}) \quad (24)$$

4.1 各方格的计算类型

程序中,根据每方格的不同情况,填挖方数量可分别采用以下四种计算公式:

$$\textcircled{1} \text{ 三角形 } V = ab(H/6)D^2 \quad (25)$$

$$\textcircled{2} \text{ 梯形 } V = (a+b)(H_1+H_2)(D^2/8) \quad (26)$$

$$\textcircled{3} \text{ 五边形 } V = [(2-ab)(H_1+H_2+H_3)/10]D^2 \quad (27)$$

$$\textcircled{4} \text{ 正方形 } V = (H_1+H_2+H_3+H_4)(D^2/4) \quad (28)$$

4.2 每方格的土方计算

对每方格的土方,可区分以下几种情况来判断和计算:(1)当方格四角的填挖高度都为零时,填挖方数量均为零。(2)当方格四角中有三个高差为零时;或者当有两个高差为零、其余两个高差异号时;或者当只有一个高差为零、其余两个高差同号且不相邻时,都按三角形计算式计算填挖方数量。(3)当方格四角中有两个高差为零、其余两个高差同号时;或者当有四个高差都同号时;或者当只有一个高差为零、其余三个高差皆同号时,则都按正方形计算式计算填挖方数量。(4)当方格四角中有两个高差为零、其余两个高差同号且相邻时;按三角形和梯形计算式分别计算填挖方数量。(5)当方格四角中有三个高差都与第四个高差异号时,按三角形和五边形计算式分别计算填挖方数量。(6)当方格四角中有两个高差与另两个高差异号、而同号的高差相邻时,则按两个梯形来计算。

5 自动绘图的实现

本系统用 Visual Basic.NET 对 AutoCAD 进行二次开发^[1-4],程序自动从数据库中读取自然标高、设计标高和高差,将它们标注在指定的位置,字型大小与网格的边长成一定的比例。同时,每格的零点位置被求出后,程序连接所有的零点,画出零线,最终生成方格网图,如图 3 所示。



图 3 方格网图

Fig. 3 Pane net map

6 结果与讨论

本系统有两大功能,一是可实现工程建设中的平面设计和土方量的计算,二是将计算结果连接绘图软件,在 Visual Basic.NET 中使用 AutoCAD ActiveX 技术对 AutoCAD^[1-4]进行二次开发,系统按照有关的数据,自动绘制出方格网图。由计算机绘出方格网图,不但座标位置和填挖方数量准确,而且绘图速度快,不用描图,一次成底图。图纸比例可任意设定,可满足专业施工图的要求。

为了更好地满足专业规划设计工作的需要,还应在绘图系统中建立专业图例库,图例库中建有全国主要地区的风玫瑰图例,只要给出项目所在地区的编号,程序就自动调出该地区对应的风玫瑰图插入图纸的相应位置,图纸的常用图例及土方平衡表也随即被插入图中,形成完整的土方平整图。

参考文献:

- [1] 张晋西. Visual Basic 与 AutoCAD 二次开发[M]. 北京:清华大学出版社.2003.
- [2] 胡百敬, 罗慧真. 精通 Visual Basic.NET 程序设计[M]. 北京:中国青年出版社.2004.
- [3] 石 磊. Visual Basic.NET 与数据库开发[M]. 北京:人民邮电出版社.2004.
- [4] 张梅峰, 马吉明, 张建伟. Visual Basic.NET 程序设计与算法基础[M]. 北京:电子工业出版社.2003.

欢迎订阅 2006 年《动物学报》

《动物学报》于 1935 年创刊,由中国动物学会和中国科学院动物研究所共同主办,是我国动物学领域中历史最悠久、最具权威性的学术刊物之一,在国内外有广泛的影响。据中国科学技术信息研究所 2004 年公布的数据,本刊影响因子为 0.873,在 51 种生命科学期刊中排名第 6,在 1576 种源刊特中排名第 96,并获得“百种国家杰出期刊”荣誉称号。

《动物学报》为动物学研究领域的综合性学术期刊,主要刊登原创性的研究论文,优先发表创新突出、理论性强和有关中国特有动物的研究论文,并刊登特定研究领域的综述(以特约稿为主)。主要领域包括:生态学和行为学,系统学和动物地理学,生理学和生物化学,生殖、发育和衰老生物学,遗传、细胞和分子生物学;主要栏目为综述、研究论文、观点与方法、研究简报。

《动物学报》可全文免费下载(www.actazool.org),双月刊,大 16 开本,双月下旬出版,国内、外发行,每期定价 49 元。邮发代号:2-497。全国各地邮局均可订阅,也可与编辑部联系补订或补刊等有关事项。

地址:北京海淀北四环西路 25 号《动物学报》编辑部

邮政编码:100080

联系电话:010-62624530

E-mail: zool@ioz.ac.cn