

# 矿井通风系统立体图的自动绘制

蒋瑾瑜

TD44102

(南昌有色冶金设计研究院, 江西, 330002)

**摘要** 本文较详细地论述了利用 Auto CAD 编制矿井通风系统立体图软件的原理和方法, 并以某深井铜矿为例验证软件 LTT 编制的正确性。

**关键词** 矿井 通风系统 立体图 软件

## 1 概述

矿井通风系统立体图, 是根据投影原理把矿山井巷的立体图象投影到平面上而形成的图形。它能较好地表达井巷之间的立体关系, 是进行通风系统设计和现场施工管理必不可少的资料。

由于立体图的三维性, 其投影关系复杂、不易掌握, 因此用计算机代替人工绘制将是很有意义的。而使用计算机绘图又可分为以下两种:

(1) 直接绘图方式利用某些绘图命令直接绘图, 其过程基本同人工绘图, 键入一条命令, 绘制一部分图纸, 只是用计算机的命令代替了手中的铅笔, 从而使图面质量得以改善、图纸修改量大为减少。

(2) 事先编程方式, 完全由程序控制绘图所需命令及其执行过程。只要输入程序所需要的原始数据, 便可自动绘出满足要求的图纸。这将有利于简化绘图过程, 提高绘图速度, 同时有助于计算机绘图的推广。只要掌握计算机基本操作就能用计算机绘

图。

由于立体图绘制的三维复杂性, 其绘图结果显示不直观, 输入数据使用不直接, 如用直接绘图方式, 难度较大, 因此最好采用事先编程方式。

## 2 编程原理

Auto CAD 是目前国内外使用最广泛的计算机辅助绘图、设计支撑软件。它拥有一套高效的绘图工具, 如能充分利用这些绘图工具, 将使程序编制过程和数据输入大大简化和减少。

立体图的绘制主要包括: 三维绘图、设置观察方向、消除隐藏线等内容。其中后两部分内容, Auto CAD 已设计得比较完善, 基本能让用户用简单的命令代替繁琐的编程。因此软件编制的重点将放在第一部分——三维绘图上。

Auto CAD10.0 以后版, 才真正实现了三维绘图功能。其中较重要的手段之一就是引入了与基本坐标系(简称 WCS)不同的用户坐标系(简称 UCS)。

WCS——原点在(0,0,0)处; XY 平面内, X 轴水平向左, Y 轴垂直向上; Z 轴垂直于 XY 平面向外。这是 Auto CAD10.0

以前版的唯一设置,也是 Auto CAD 10.0 以后版的缺省设置。在这种坐标系中,任何空间点,都必须用三维坐标表示,很复杂,对于空间面、空间体的表示就更复杂了。

UCS——可将原点  $O'$  定义在 WCS 的任何空间位置上,3 个坐标轴  $X', Y', Z'$  与 WCS 的  $X, Y, Z$  轴成任意角度。即 UCS 可构成任意平面,从而使三维绘图的处理变的同二维一样简单。对于 Auto CAD 而言, WCS 只有一个, UCS 可定义无穷多个。

在矿井立体图软件编制中,怎样应用 UCS 坐标系呢?巷道始、末点坐标随着开拓运输通风系统的确定已被确定,它是绘制矿井立体图的已知条件,因此我们可以建立以巷道始点为原点,巷道始点到末点为  $Z'$  轴方向的 UCS。Auto CAD 提供了许多定义 UCS 的方法,根据矿山井巷的特点,定义其 UCS 主要采用以下两种方法。

### 2.1 3P 法(三点式)

选择 3 个点,其中第一点为新原点  $O'$ ,第二点为新  $X'$  轴上一点,第三点为  $X'Y'$  平面  $Y'$  向上一一点,构成新的 UCS 坐标系。对于斜井或平巷,因其每条巷道的  $Z'$  轴方向可能都不一样,须根据始、末点坐标逐条反算,故适于用此法定义 UCS。

为保持斜井方向倾斜向下、平巷方向由始点到末点,现给定  $X'$  轴为倾斜向下或向下方向,  $Y'$  轴为水平方向,对于 WCS 中任意始节点为  $(X_1, Y_1, Z_1)$ 、末节点为  $(X_2, Y_2, Z_2)$  的巷道,根据图 1 中的几何关系,便可推导出上述以  $(X_1, Y_1, Z_1)$  为原点,点  $(X_1, Y_1, Z_1)$  到点  $(X_2, Y_2, Z_2)$  为  $Z'$  轴方向建立 UCS 相应的  $X'$  轴方向值  $(X_3, Y_3, Z_3)$  和  $Y'$  轴方向值  $(X_4, Y_4, Z_4)$ 。现简单推导如下:

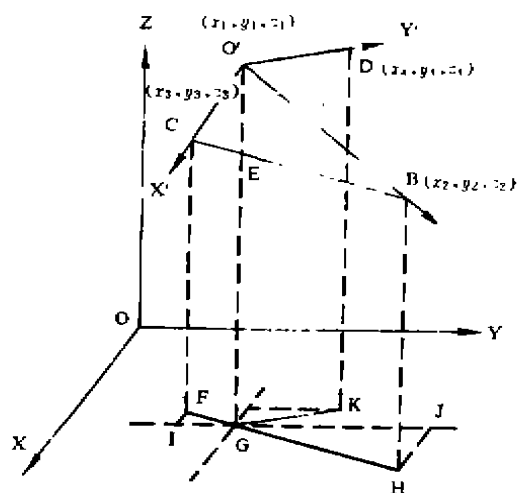


图 1 WCS( $X, Y, Z$ )与 UCS( $X', Y', Z'$ )

因  $O'C \perp O'D$   $O'B \perp O'D$   
而  $O'D \parallel$  平面 XOY  
则 平面  $O'CB \perp$  平面 XOY

取  $O'X'$  方向上点 C, 使

$$Z_1 = Z_0 = Z_2$$

从而  $CB \parallel$  平面 XOY

故  $O'G \perp CB$  或  $O'E \perp CB$

则  $EB = GH$  及  $CE = FG$

又因  $O'C \perp O'B$

则  $\triangle O'CE \sim \triangle O'EB$

从而  $CE = O'E^2 / EA$

因  $O'E = Z_1 - Z_2$  (为  $O', B$  两点的高差)

令  $l_1 = EB$  (为巷道  $O'B$  在 XOY 平面上投影)

$$l_2 = CE$$

$$\text{则 } l_1 = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad \dots\dots(1)$$

$$l_2 = (Z_1 - Z_2)^2 / l_1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

根据 XOY 平面上的三角形相似可得

$$FI = \frac{FG}{GH} * JH$$

$$\text{即 } X_1 - X_3 = \frac{l_2}{l_1} * (X_2 - X_1)$$

$$\text{整理得 } X_3 = X_1 + (X_1 - X_2) * l_2 / l_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{同理 } Y_3 = Y_1 + (Y_1 - Y_2) * l_2 / l_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$Z_3 = Z_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

因  $O'D // \text{平面 } XOY$

$CB // \text{平面 } XOY$

平面  $O'CB \perp \text{平面 } XOY$

则  $O'D \perp CB$

从而  $GK \perp FH$

因  $(X_3, Y_3, Z_3)$  仅表示  $Y'$  轴的方向,  $GK$  可取任意值, 现取  $GK = 1$ , 则根据  $XOY$  平面上的三角形相似, 同理可得:

$$X_4 = X_1 + (Y_1 - Y_2) / l_1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$Y_4 = Y_1 + (X_2 - X_1) / l_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$Z_4 = 1 \quad \dots\dots\dots (8)$$

对于平巷, 因  $Z_1 = Z_2$ , 则  $l_2 = 0$ ; 为保持  $X'$  轴方向向下,  $Z_3$  须取小于  $Z_1$  的值, 现取  $Z_1 - 1$ , 则公式 (3)、(4)、(5) 可简化为

$$X_4 = X_1 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$Y_4 = Y_1 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$Z_4 = Z_1 - 1 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式 (1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8) 为定义斜井 UCS 的  $X', Y'$  方向值; 式 (1)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11) 为定义平巷 UCS 的  $X', Y'$  轴方向值。

## 2.2 ZA 法(新 $Z'$ 轴方向法)

选择新原点  $O'$  及新  $Z'$  轴方向上一点, 构成新的 UCS 坐标系, 这是定义 UCS 最简单的方法。对竖井或天井, 因  $Z'$  方向始终垂直向下, 故用此法建立 UCS, 即将原点  $O'$  移至该井的始点  $(X_1, Y_1, Z_1)$ , 取  $(X_1, Y_1, Z_1 - 1)$  为  $Z'$  轴上一点, 建立 UCS 坐标系。

某井巷的 UCS 建立后, 便可在原点  $O'$  处插入与  $Z'$  轴方向一致的巷道块, 其中插入块时  $X, Y$  方向的比例即为巷道断面的宽和高;  $Z$  方向的比例即为巷道的长度, 该井巷绘完后, 返回 WCS, 计算下一条井巷

的 UCS……直到所有井巷绘完为止; 接下来还需反复选择观察方向(即视点), 从而得到满意的立体图投影效果; 最后进入与所选择视线垂直的平面, 插入一系列辅助图块; 因消除隐藏线命令不能存盘, 故在绘图仪输出图形时需选择“消隐”项。软件编制的全过程详见图 2。

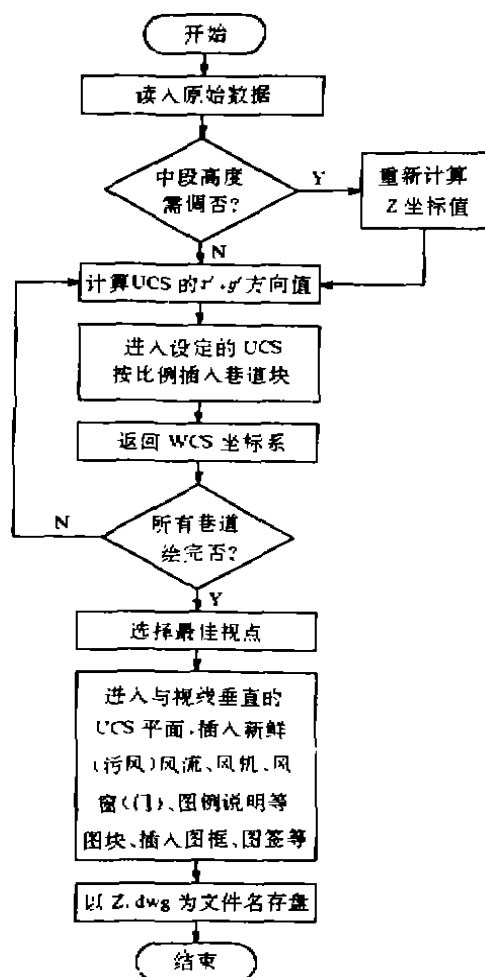


图 2 软件 LTT 的流程

## 3 软件与实例

### 3.1 软件

根据上述编程原理和图 2, 利用与 Auto CAD 结合巧妙的 Auto LISP 语言编制出矿井立体图绘制软件 LTT。

软件数据输入有: 中段数、中段巷道

数、中段标高、地面有出口的井巷数、斜井数、天井数、各井巷节点编号和坐标。数据均以数据文件格式输入。

对于数据文件的 Z 坐标,由于实际通风系统范围大小不一,多数中段间隔相差悬殊,为使绘制的矿井立体图结构合理,可将中段间隔设为相对固定值,这样除竖井

外,其它各点 Z 坐标均可选择给定值而不需输入,从而减少原始数据输入量。

另外,软件 LTT 还具有自动选择图纸大小的功能,即输入实际图形长宽范围及绘图比例后,自动选出符合要求的图号,并绘出相应的图框和图签。此部分内容相对独立,可用于其它绘图软件的编制。

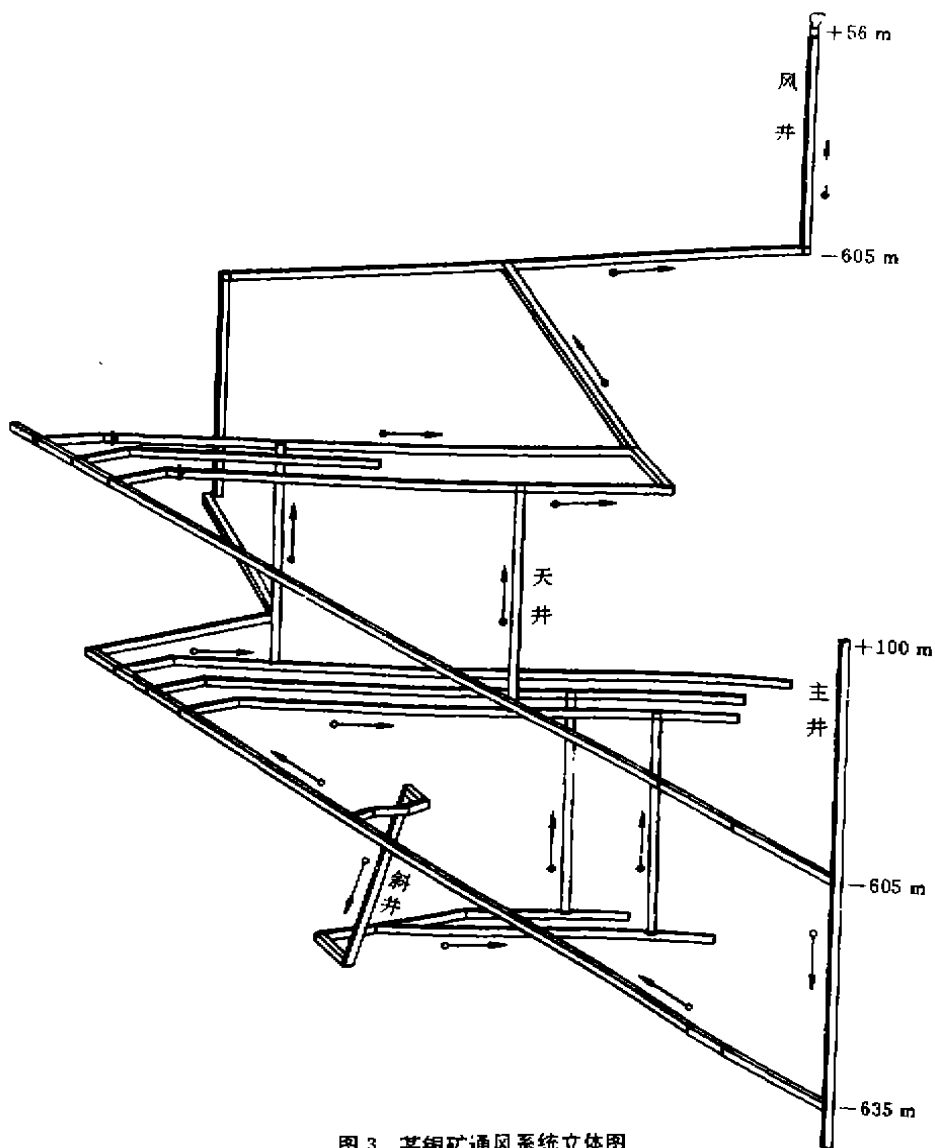


图3 某铜矿通风系统立体图

1—新风风流; 2—污风风流; 3—简易风门; 4—扇风机

(下转第 27 页)

差,因此,只能作一般的单串回路调节,不能完成复杂的数模运算及优化控制,但维护生产是可行的。

#### 4 结论

这套控制系统的设计,无论硬件还是

软件均是取各家之所长的产品,性能价格比高。投入运行后,性能可靠、操作方便,回收率预计提高 4% 左右,这套系统为提供或开发新的 DCS 和优化控制提供了一定的借鉴。

(上接第 4 页)

事、行政事务管理方面的水平和科学决策能力。

##### 3.5 图纸管理系统

提高装备水平,购置 586/90,内存 32M 原装机及 486/80,内存 16M 微机,CD-ROM 光盘机、扫描仪、绘图仪、喷墨打印机及部分软件,以便使工程图纸管理系统跃上一个新的台阶。

##### 3.6 CAD 网络系统

完善我院工程 CAD 网络系统,购置 486、586 微机 180 台,绘图仪 5 台,打印机 50 台及网络设备和软件,组织开发选矿工艺设计智能决策支持系统,坑下采矿工程设计自动化程序软件包等。工程设计电算化、网络化是必然的趋势,到 2000 年工程设计全部采用计算机网络通讯(提设计条件等),CAD 绘图率的目标值由目前的 30% 达到 90% 以上。以实现设计、计算、绘图一体化,最终“甩掉图板”。

(上接第 13 页)

##### 3.2 实例

现将软件 LTT 应用于安徽某深井铜矿通风系统立体图的绘制。

该铜矿为竖井——风井开拓通风系统,其中 -635 m 为生产中段, -605 m 为回风中段, -665 m 为盲中段。

原始数据:中段数 3 个,中段标高(巷道数)分别为 -605 m(16 条)、-635 m(18 条)、-665 m(4 条)、地面有出口的井巷 2 条,斜井 1 条,天井 5 条,各井巷节点编号和座标,本文从略。

软件 LTT 获得上述原始数据后,便可自动绘出图 3 所示的通风系统立体图(视

点为  $(-5, -15, 3)$ )。

#### 4 结语

(1)充分利用 Auto CAD 已有功能开发绘图软件,确实不失为一种简化编程手段、减少数据输入量的好办法。

(2)软件 LTT,原始数据准备简单,绘图速度快,图面整洁、美观,适用于所有矿井通风系统立体图的绘制

(3)不同的视点,有不同的立体图,视点选择的好坏,直接影响立体图的立体效果,因此,视点应反复选择多次,以便得到投影效果最佳的矿井立体图。