

AutoCADR12.0 半捏横担实体数学模型的建立

田增山* 胡小川 卢延诗

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

【摘要】 介绍了用 C 语言对 AutoCAD 二次开发而进行实物造型设计的数模建立过程, 包括对实物进行模型分析和数模实现。在数模建立中, 关键点的坐标变换和三维实体造型的基本命令都必须符合 ADS 和 AutoCAD 中的规范, 其数据获取和数模建立要比其他情况复杂。

关键词 数学模型; 实体造型; 半捏横担; 数据获取

中图分类号 TP984

建立数学模型的含义非常广泛, 它包罗了各种问题的范畴和方法学, 定义三维实体、设计有限元网格、通过模拟和优化建立较抽象的模型均可以采用这个术语。不论那种情况均强调: 定义物体、物体间的关系及其属性; 在用户选择适当的坐标系, 确定方位; 特定应用领域; 用应用程序建立相应的模块。计算机系统缺乏综合能力, 所以建立模型通常是由设计人员完成的一项任务。本文用一个实例(输电线铁塔的一个子部分——半捏横担)说明进行实体造型时实体的数学模型建立的基本过程。

1 半捏横担的数模分析

1.1 半捏横担的简介

半捏横担是输电线的重要组成部分, 位于铁塔的上端, 主要用于架设导线^[1]。从受力角度出发, 主要受导线施加的力、风向力和自身重力, 其架设的线路有地线和导线两种。

1.2 半捏横担的数模分析

半捏横担的自身及辅助信息为: 结构信息——半捏横担由左右相互对称的两部分组成, 分别由两个下弦杆和两个上弦杆组成; 几何信息——半捏横担的主体尺寸和主材尺寸, 被安装的四棱台的主体尺寸和主材尺寸; 制造信息——材料信息(主要材料都是型材角钢)、误差信息(按图纸要求)、制造工艺信息(打孔、切角、焊接、开角、合角等)。

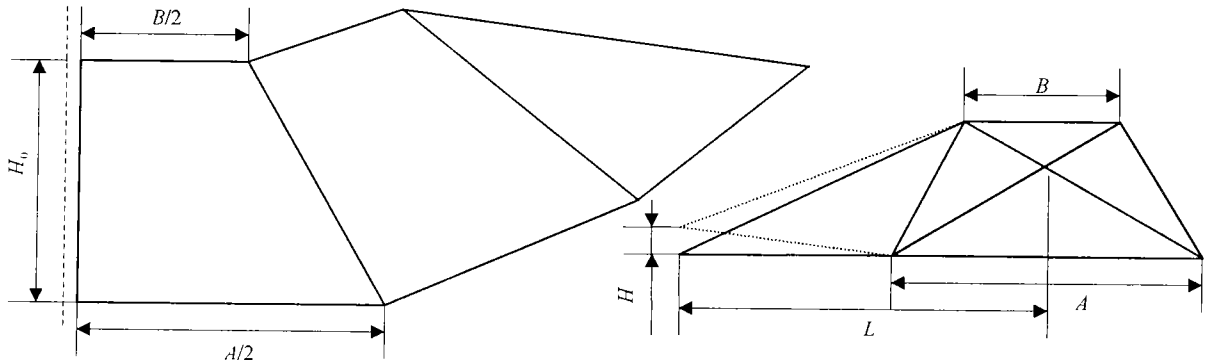


图1 楔形半捏横担展开图

半捏横担的基本数据有: 半捏横担长度 L 、端部半宽 W 、高度 H ; 以及所安装主模型的侧面数据特性: 上口宽 B 、下口宽 A 、高 H_0 。楔形半捏横担展开如图 1 所示。

由实际情况可知当确定半捏横担的安装位置和横担的主体尺寸时,即可确定半捏横担的数学模型。其安装的侧面尺寸是等腰梯形,同时两个半边横担关于整个铁塔的中心面是对称的。横担和四棱台的联接处都是准心。半捏横担的特点如下:1)半捏横担关于 XOZ 和 YOZ 平面对称;2)横担下弦杆抬高一定角度;3)上下弦杆根部安装点经过四棱台的主材前后平面的八个准心,横担和四棱台主材非背背贴合;4)上下弦杆同四棱台主材用板相联,横担端部同侧的上下弦杆在准心处用板相联,并且同侧上下弦杆角钢的外侧面在同一平面内;5)上弦杆角钢有一定的开角,下弦杆角钢有一定的合角;6)上弦杆角钢开口向下,下弦杆角钢开口向上。

1.3 半捏横担的模型分析^[2]

1.3.1 基本结构

准心连线(准线)是一个角钢两端的联接螺栓孔中心点在外侧面的连线,准心是两角钢准线的交点。准心是铁塔的关键承载点和连接点,同时也是铁塔主体尺寸的标识点。因此以准心和准心连线(准线)简化半捏横担的实际结构。

1.3.2 基本数据的确定

1) 已知数据

已知四棱台的主体尺寸为:上口宽 B 、下口宽 A 、垂高 H_0 ;四棱台的主材尺寸为:宽 b 、厚 d 、倒角 r 、准线 z 。

半捏横担的主体尺寸为:横担长 L 、端口半宽 W 、横担高 H ;横担主材尺寸为:上弦杆的主体尺寸宽 b_2 、厚 d_2 、倒角 r_2 、准线 z_2 ,下弦杆的主体宽 b_1 、厚 d_1 、倒角 r_1 、准线 z_1 。

四棱台的准心为:上部准心 (A_1, B_1, C_1, D_1) ;下部准心 (A_2, B_2, C_2, D_2) 。

半捏横担的根部准心为: A, B, C, D 。

半捏横担的端部准心为: M, N 。

半捏横担的端部中心为: S_0 。

2) 上述各数据的获取方法

四棱台数据的获取方法为:用户通过界面提示后,选取四棱台的实体,然后程序通过图形数据库提取实体在图形数据库中所存贮的扩展数据。这些数据包括:四棱台上口宽、下口宽、垂高、主材基本尺寸、主材准心 $(A_1, B_1, C_1, D_1, A_2, B_2, C_2, D_2)$ 、四棱台的模型坐标系(MCS)。

横担的主体尺寸(即横担的长、端口半宽、高)通过界面的命令行或对话框进行输入。横担的主材尺寸(即上、下弦杆的关键尺寸)也通过对话框进行选取。

根据上述参数和铁塔的设计要求进行的设计计算得到点 A, B, C, D, M, N, S_0 的坐标。

1.3.3 横担模型坐标系(MCS)的建立

横担模型坐标系的建立是以原四棱台的模型坐标系为基础。仅将横担 MCS 在原四棱台模型坐标系(MCS)的 Z 轴和坐标原点上升 ΔH (此 ΔH 是横担的高),且 X 轴、 Y 轴、 Z 轴和四棱台模型坐标系(MCS)的 X 轴、 Y 轴、 Z 轴方向相同。以此建立模型坐标系的特点,在程序设计过程中保持一致性和可读性,抬高 ΔH 的原因是使新建的 MCS 和以前 MCS 相互错开,使在选取和操作 MCS 坐标系时可方便快捷地进行。

1.3.4 横担根部的准心位置的获取

根据铁塔构造特性要求为:1)四棱台前侧面投影要求,横担的上、下弦角钢的前侧面的准线分别通过四棱台主材前侧面的上、下准心;2)横担的上、下弦角钢根部距四棱台主材曲线,最小距离大于 10 mm ;3)下弦角钢前半块实体的外皮面位于(仅就横担的 MCS 中 XOY 象限讨论,其他三个象限相似)主材曲线和下弦杆端部准心构成的平面内;4)下弦杆角钢另半块实体外皮,通过平行于 XOZ 平面截取后,其交线平行于横担端部准心连线;5)上弦角钢前半块实体的外皮面位于

四棱台的主材曲线和上弦角钢端部准心构成的平面内; 6) 上弦角钢另半块实体的外皮, 经过平行于 XOZ 平面截取后, 其交线平行与横担端部准心连线。

根据上述分析, 可以计算出横担的上弦角钢的根部准心 A , 下弦角钢的根部准心 C 。

1.3.5 横担的上弦角钢的开角和下弦角钢的合角的确定

角钢是一种型材, 在出厂时具有确定的角度 (一般为 90°), 但在铁塔设计过程中为使角钢的承载能力和节点处受力合理, 就将角钢进行开角和合角来满足实际要求。

1) 上弦角钢开角的确定

上弦角钢开角后角度的数值相当于面 ACM (AC 是上下弦角钢根部准心, M 是上下弦端部准心) 和面 ABM 之间夹角 (B 为 YOX 象限的上弦角钢根部准心)。其夹角可利用几何法求出。

2) 下弦角钢合角的确定

下弦角钢合角后角度的数值相当于面 CAM 和面 CDM 的夹角 (ACM 标志如前所述, D 为 YOX 象限的下弦角钢根部准心)。其夹角可利用几何法求得。

2 半捏横担角钢实体的数模建立^[3]

由于篇幅有限, 本文仅以横担的下弦角钢的数模建立为例来说明横担建模基本过程, 事实上, 上弦角钢的数模建立及造型同下弦角钢完全相似。数学模型的建立主要是获取实体关键点的坐标以便可用 AutoCAD 进行实体造型^[4]。当选取完毕四棱台的实体后, 即获得了横担的安装数据。

2.1 确定横担上下弦角钢根部准心 (A 、 C) 端部准心 (M) 及横担端部中心 (S_0)

根部准心 A 点和 B 点坐标是根据相对于四棱台的准心 B_1 点和 B_2 点的坐标求得的, 它们之间的几何关系由铁塔的制造和安装要求决定。端部准心 M 点和根部中心 S_0 点的坐标由铁塔的整体的尺寸决定。

2.2 确定下弦角钢的顶点坐标 (P_{00} , P_1 , P_2)^[5]

1) 确定下弦角钢前侧半块实体 (BOX_1) 的顶点坐标 (P_{00} , P_1)

进入半捏横担模型坐标系 (MCS), 根据角钢厚度和半捏横担的结构确定端部准心 (M) 对应的内皮点 (M_2) (M_2 位于内皮上, 并且 M 、 M_2 的连线垂直于角钢的外侧面)。

建立用户坐标系 ($UCSMM_2C$); 此坐标系位于下弦角钢。 P_1 的坐标为: $P_1[x]=d_1$; $P_1[y]=C[y]$; $P_1[z]=d_1-z_1$ 。其中 d_1 是下弦角钢的厚度, b_1 是下弦角钢的宽度, z_1 是下弦角钢的准线距角钢背棱的距离。

在用户坐标系 MM_2C 确定下弦角钢的背棱线 P_5P_6 (P_5P_6 即角钢两外皮面的交线)。其中 P_5 , P_6 的坐标为: $P_5[x]=C[x]$; $P_5[y]=C[y]$; $P_5[z]=b_1-z_1$; $P_6[x]=0$; $P_6[y]=0$; $P_6[z]=b_1-z_1$ 。

建立用户坐标系 ($UCSMM_2A$); (此坐标系位于上弦角钢)

在用户坐标系 MM_2A 确定上弦角钢的背棱线 P_7P_7 。 P_7 , P_7 的坐标为: $P_7[x]=A[x]$; $P_7[y]=A[y]$; $P_7[z]=b_2-z_2$; $P_7[x]=0$; $P_7[y]=0$; $P_7[z]=-z_2$ 。其中 d_2 是下弦角钢的厚度, b_2 是下弦角钢的宽度, z_2 是下弦角钢的准线距角钢背棱的距离。 P_{00} 是下弦角钢的背棱线 P_7P_7 和上弦角钢的背棱线 P_5P_6 的交点。

2) 确定下弦角钢下半块实体 (BOX_2) 的顶点坐标 (P_{00} , P_2)

P_{00} 同上; 在用户坐标系 MM_2C 确定顶点 P_2 的坐标为: $P_2[x]=b_1$; $P_2[y]=C[y]$; $P_2[z]=d_1-z_1$ 。

2.3 确定应切除的因合角而造成的形体凸出部分实体的关键点的坐标 (见图 2)

确定关键点 P_{00} , P_{17} , P_{19} , 在实体端部端面上建立用户坐标系 $UCS P_{00} P_{13} P_{17}$, 其中 P_{00} 的坐标定义同前, P_{13} , P_{17} 的坐标定义如下:

在用户坐标系 $UCSMM_2C$ 中

$$P_{13}[x]=b_1; P_{13}[y]=P_{00}[y]; P_{13}[z]=P_{00}[z];$$

$$P_{17}[x]=P_{00}[x]; P_{17}[y]=P_{00}[y];$$

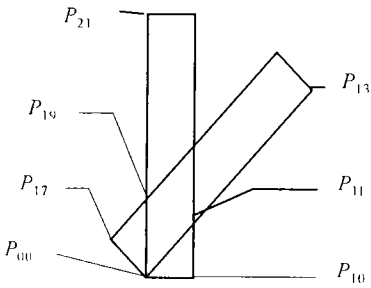


图 2 下弦角钢合角图

$$P_{17}[z] = P_{00}[z] + d_1。$$

确定切除关键点 P_{19} (在 $UCSP_{00} P_{13} P_{17}$ 中):

$$P_{19}[x] = d_1 * \text{ctg}(\text{angle});$$

$$P_{19}[y] = d_1;$$

$$P_{19}[z] = 0。$$

其中 变量 $angle$ 为下弦角钢合角后两半块实体外表面的夹角 (其求取的方法参考前面求取合角的内容)。

2.4 确定应切除的下弦角钢前半块实体中干涉上弦角钢部分的关键点坐标(见图 3)

确定干涉点的坐标 ($P_{00}, P_{12}, P_{16}, P_{17}, P$):

P_{00}, P_{12} 点的坐标定义如前, 进入用户坐标系 $UCSMM_2C$, 确定下弦角钢的外侧面边缘上线 P_9, P_{12} 及下弦角钢下半块实体的内皮扩展面和前半块实体的外侧面的交线 P_i, P_j 。

P_9 定义为: $P_9[x]=0; P_9[y]=C[y]; P_9[z]=P_{12}[z]$ 。

P_i, P_j 定义如下:

$$P_i[x]=0; P_i[y]=C[y]; P_i[z]=d_1-z_1; P_j[x]=0; P_j[y]=0; P_j[z]=d_1-z_1。$$

进入用户坐标系 $UCSMM_2A$, 确定上弦角钢的外侧面边缘下线 P_{16}, P_{17} 及上弦角钢上半块实体的内皮扩展面和前半块实体的外侧面的交线 P_l, P_k 。

P_{16}, P_{17} 定义为: $P_{16}[x]=0; P_{16}[y]=A[y]; P_{16}[z]=z_2-b_2; P_{17}[x]=0; P_{17}[y]=0; P_{17}[z]=z_2-b_2。$

P_l, P_k 定义为: $P_l[x]=0; P_l[y]=A[y]; P_l[z]=z_2-d_2; P_k[x]=0; P_k[y]=0; P_k[z]=z_2-d_2。$

取线 P_9, P_{12} 和 P_{16}, P_{17} 的交点 P_{16} ; 线 P_i, P_j 和 P_{16}, P_{17} 的交点为 P_{17} ; 线 P_i, P_j 和线 P_l, P_k 的交点 P_0 ; 线 P_7, P_7 和线 P_l, P_k 的交点为 P 。

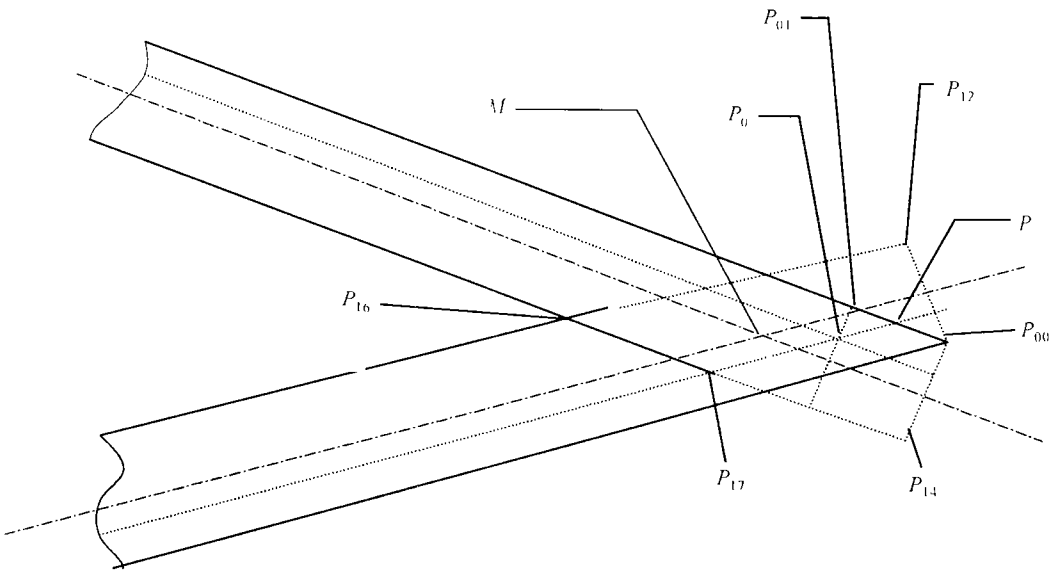


图 3 上、下弦角钢干涉图

以上即完成了下弦角钢的数模建立、实体造型、实体的开角和合角过程。

参 考 文 献

- 1 杜治洲. 铁塔构造设计与制造尺寸计算. 辽宁: 鞍山铁塔制造总厂东北电力实验研究所, 1993: 164~179
- 2 Omura George. Master AutoCAD Release 12. Paris: SYBEX, 1992: 749~792
- 3 方 铁. AutoCAD C 语言高级教程. 北京: 清华大学出版社, 1995
- 4 Hampe Kurt, Boyce Jim. 现民晓志译. AutoCAD 应用开发工具大全. 北京: 清华大学出版社, 1994: 45~51
- 5 张凤荔, 秦志光, 敬万均. 3D 图形平行投影的算法研究与实现. 电子科技大学学报, 1994, 23(5): 510~516

Founding Mathematical Model of Half Mediating Horizontal Supporter Entity with AutoCAD R12.0

Tian Zengshan Hu Xiaochuan Lu Yanshi

(Dept. of Electronic Mechanic Eng., UEST of China Chengdu 610054)

Abstract This paper mainly introduces the process of modeling that carries out the design about the model of entity using the second development system of AutoCAD by means of language C. It includes the analysis of entity modeling and achievement of model. During the modeling, the coordinate transformation of key point and the basis commands of 3-D entity model conform to some specific standard of ADS language and AutoCAD software. The achievement of data and foundation of mathematical model is more complicated than others.

Key words mathematical model; the entity modeling; horizontal supporter of half mediation; the achievement of data

· 科研成果介绍 ·

投影电视机数字——模拟混合式动态会聚系统的研制

主研人员 陈泽祥 曹贵川 钟 建 黄宇红 蒋 泉

在三管式投影电视中, 电路系统中的关键部分是动态会聚系统, 它是影响和决定电视机分辨率和色纯的关键因素之一。动态会聚系统校正各个投影管的光栅形状, 使红、绿、蓝三色在空间实现准确的会聚混色, 保证图像色彩的逼真。

该项目研制的数字——模拟混合式动态会聚系统具有以下特点: 宽带高分辨系统数字式锁相环技术, 使行频在 15~128 kHz 的范围内均能锁相; 多路 D/A 转换器分时共享数据总线, 并行转换技术, 使红、绿、蓝三管共 6 路校正信号在严格同步的情况下, 实现数据总线、存储器共享; 应用时基分割技术, 使 D/A 转换器只需通常投影机的一半; 采用了高次函数内插技术, 使数字会聚失真更小; 采用会聚校正的自适应技术, 满足从常规电视制式到 HDTV 扫描制式的空间会聚要求。

· 科 下 ·