

VBA 在创建空间结构实体模型中的应用

文献民^a,姜鲁珍^b

(浙江科技学院 a. 建筑工程学院; b. 经济管理学院, 浙江 杭州 310023)

摘 要: 为解决如何创建空间结构实体模型的问题,提出了模型从局部坐标系向全局坐标系的转换方法,并使用 AutoCAD 中的 VBA 编程工具实现了从空间结构的线框模型向实体模型的转换;它所生成的实体模型不仅可以检验空间结构的线框模型的正确性,而且还可以十分方便地制作成动画,实现三维漫游。

关键词: AutoCAD; VBA; 空间结构

中图分类号: TU201.4; TU318

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2006)02-0099-04

Application of VBA in the Modeling of Space Structure

WEN Xian-min^a, JIANG Lu-zhen^b

(a. School of Architecture and Civil Engineering; b. School of Economics and Management,
Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: To solve the problem about the modeling of random placed cylinder, the method about the model translation from local coordinate system to global coordinate system was presented. Using AutoCAD VBA programming, the entity model of space structure was created based on its wired frame mode. The generated entity model of space structure can not only be used in verifying the former wired frame model, but also in making of 3D animation.

Key words: AutoCAD; VBA; space structure

空间结构通常是由圆管或其他截面形式的型钢构件组成的^[1],展现在人们面前的应该是优美的造型和具有视觉冲击力的震撼效果。但就其设计过程而言,首先建立的却是它的原始胚胎——线框模型。对于规则性空间结构,如平板网架、网壳等,已经实现了参数化建模,输入几个控制参数就能够快速准确地生成其线框模型。但是,对于非规则空间结构,则必须

根据结构中每条线段所对应的两个节点的空间坐标生成其线框模型,数据输入量大,容易出现错误,而且错误不易被发现。除此之外,空间结构的线框模型存在的最大问题是视觉效果差,不能反映结构的实际三维效果,更不用说能及时发现模型中存在的杆件交叉、重复等问题。这不仅不利于设计效果的展示,而且还有可能为下一步的结构设计和计算留下隐患。

收稿日期: 2006-04-18

作者简介: 文献民(1962—),男,河南省偃师县人,教授,主要从事结构分析与设计。

虽然 AutoCAD 提供了基本的三维实体命令^[2,3],但是这些命令在使用上存在一定的局限性,以圆柱体命令 cylinder 为例,所建立的圆柱体的轴线方位是与当前坐标系的 z 轴方位平行的。若想建立任意方位的圆柱体,就必须先在全局坐标系下根据该圆柱体的轴线方位建立相应的局部坐标系,然后在该局部坐标系下使用 cylinder 命令生成所需要的圆柱体,整个过程至少需要三道命令方可完成;其中还不包括局部坐标系方位的计算,操作过程十分烦琐。若想通过命令行方式逐个构件地搭建空间结构的实体模型几乎是不可能的,并且在 VBA 环境中不支持这种建模方式,因此,也就无法利用程序实现空间结构的实体建模。

为了实现在空间结构线框模型基础上的自动实体建模,必须解决以下两个问题:在局部坐标系和全

局坐标系转换的基本理论基础上生成任意方位圆柱体;借助 AutoCAD VBA 编程工具,实现由空间结构的线框模型向以圆柱为基本实体的三维模型的自动转换,并且所生成的三维模型还可以直接被 3Dmax 等软件做进一步的渲染或者制作成动画,实现空间结构的三维漫游^[4]。

1 基本原理

生成任意方位的空间圆柱实体的基本思路和过程如图 1~3 所示,要经过三个主要步骤:即在全局坐标系下,按照构件的实际长度(线段 ij 的长度)和直径,生成圆柱体;将圆柱体旋转,使其轴线与线段 ij 平行;将旋转后的圆柱体平移,使其端部的两个圆心点分别与线段 ij 的两个节点重合。每个步骤所涉及的内容、理论及 AutoCAD VBA 实现方法分述如下。

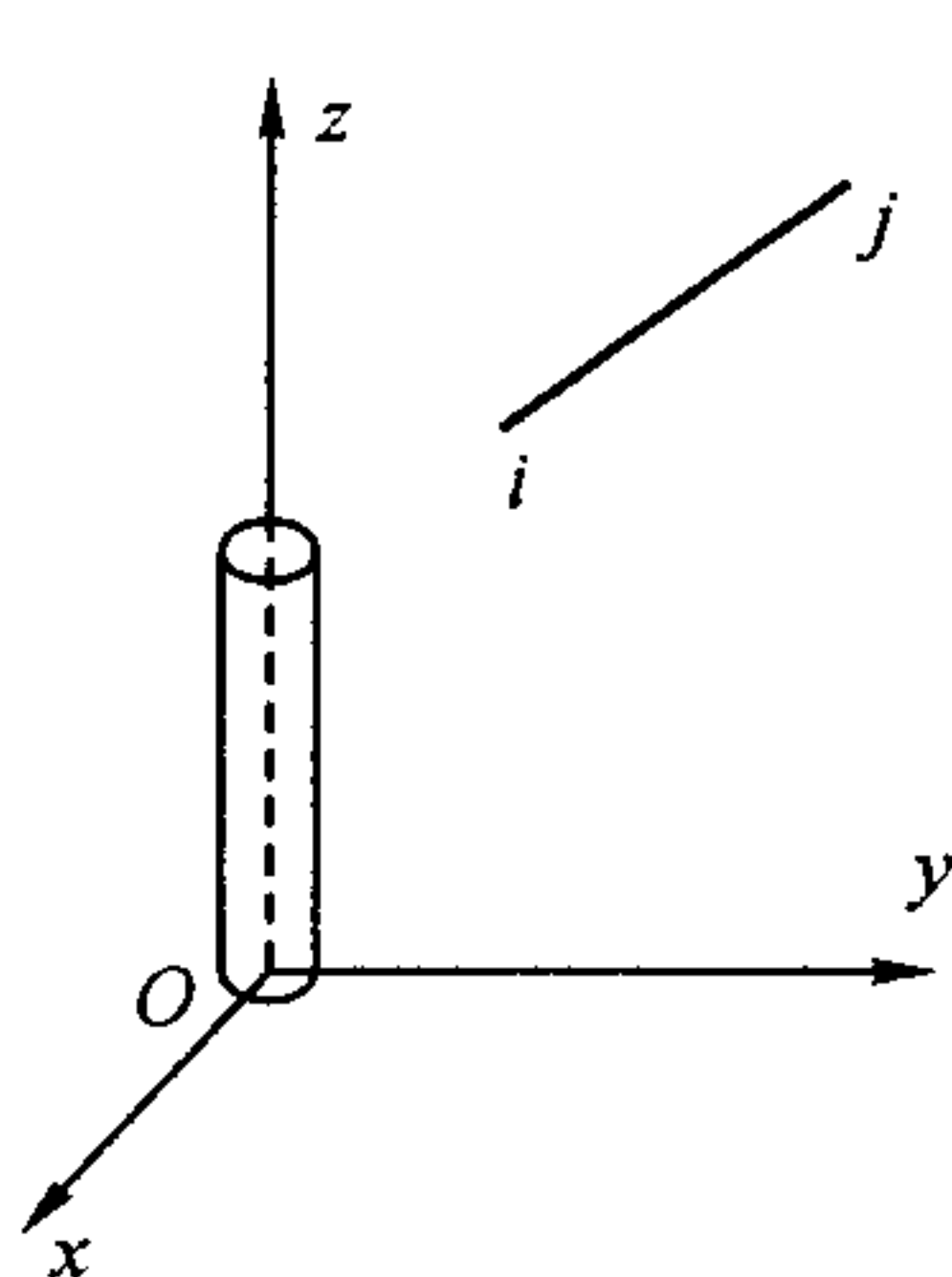


图 1 原始圆柱体

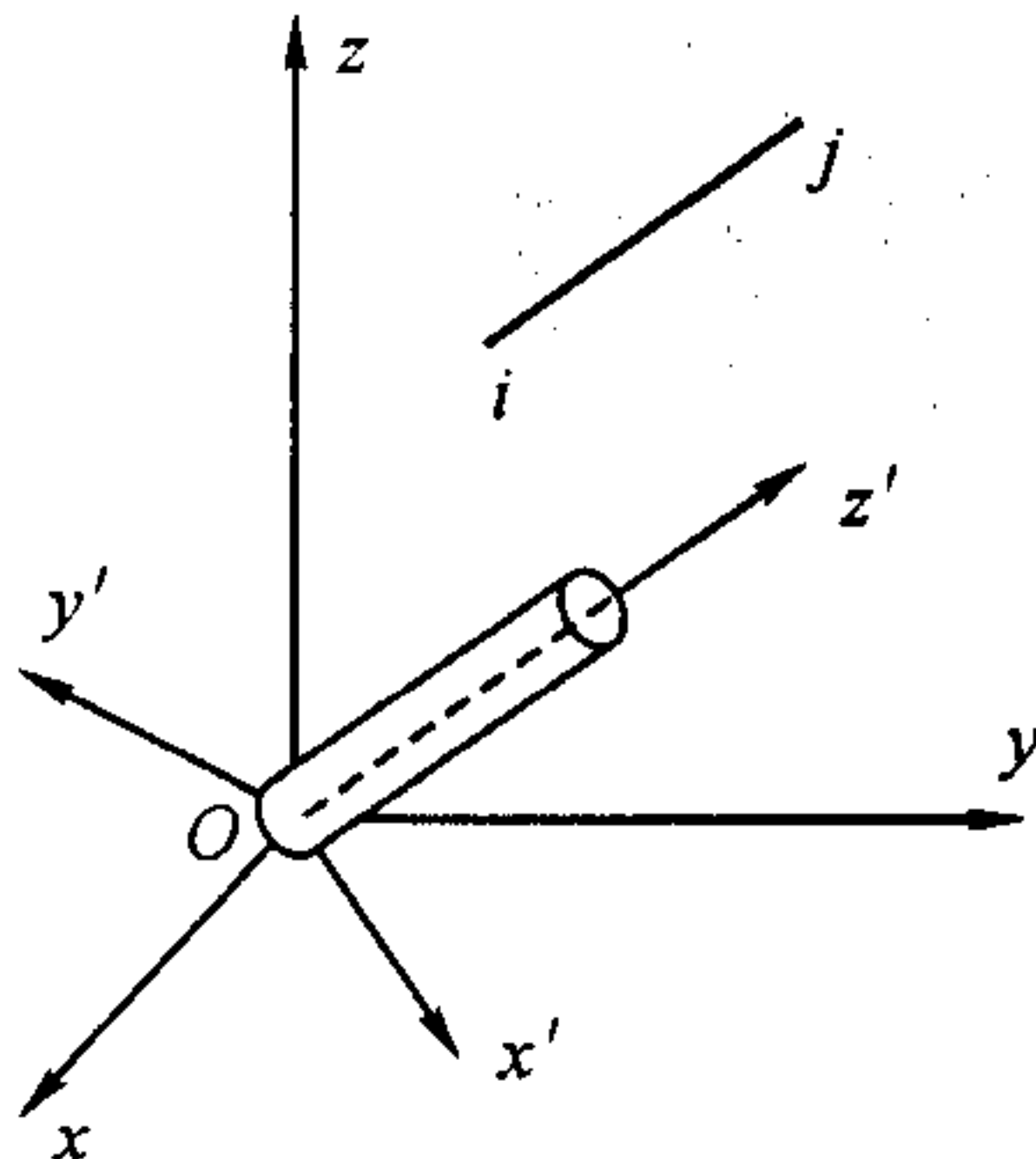


图 2 旋转后的圆柱体

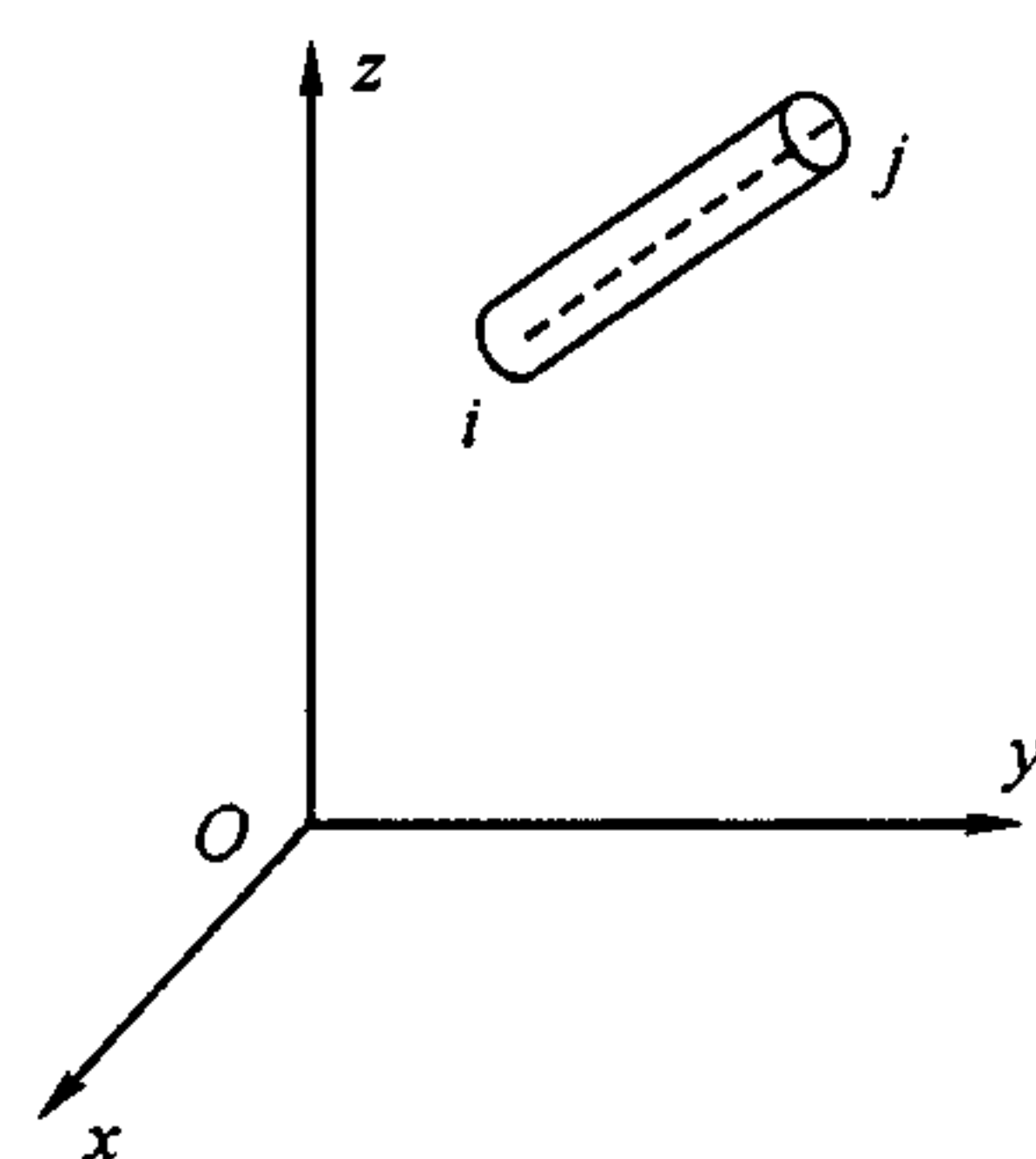


图 3 最终圆柱体

(1)按照任意一条空间线段的实际长度和所要表示的圆柱半径,在整体坐标系中生成原始圆柱体,如图 1 所示,AutoCAD VBA 实现方法如下:

```
Set userCylinder = ThisDrawing.ModelSpace.  
AddCylinder(Origin, Radius, Height)
```

其中:为含有三个元素的一维数组,代表整体坐标系的原点,即原始圆柱体的一个端点;为圆柱体的高度,即空间线段 ij 的长度;为圆柱体的半径,可以根据线段所在的图层信息由用户给定。

$Origin(0)=0; Origin(1)=0; Origin(2)=0;$

$Height = \sqrt{(i_x - j_x)^2 + (i_y - j_y)^2 + (i_z - j_z)^2};$

i_x, j_x 分别为 i 节点和 j 节点的 x 坐标值,其他依此类推。

圆柱体底面的圆心位于坐标系原点,高度沿轴正向,如图 1 所示。

(2)根据该空间线段的 i 节点和 j 节点坐标,确

定空间圆柱体局部坐标系,将所生成的原始圆柱体旋转到局部坐标系下,如图 2 所示,AutoCAD VBA 实现方法如下:

```
Set myucs = ThisDrawing.UserCoordinateSystems.  
Add(Origin, xA, yA, "fff")
```

```
ThisDrawing.ActiveUCS = myucs
```

```
ucsMat = myucs.GetUCSMatrix
```

```
userCylinder.TransformBy(ucsMat)
```

其中: xA 和 yA 分别是空间圆柱体局部坐标轴 x' 和 y' 正方向上的两个点,是含有三个元素的一维数组。这两个点必须保证 x' 和 y' 轴正交,并且由它们所组成的平面 $ox'y'$ 与代表空间圆柱体方位的 z' 轴垂直,如图 4 所示。如何确定这两个点就成为建立局部坐标系的难点,本文提出了以下解决方法。

设 x' 轴位于 $ox'y'$ 平面与 oxy 平面的交线上, zA 位于 z' 轴上,且距坐标原点的距离为 $Height$,由于 x' 轴与 z' 轴正交,则点 xA 的 x, y, z 坐标分别为:

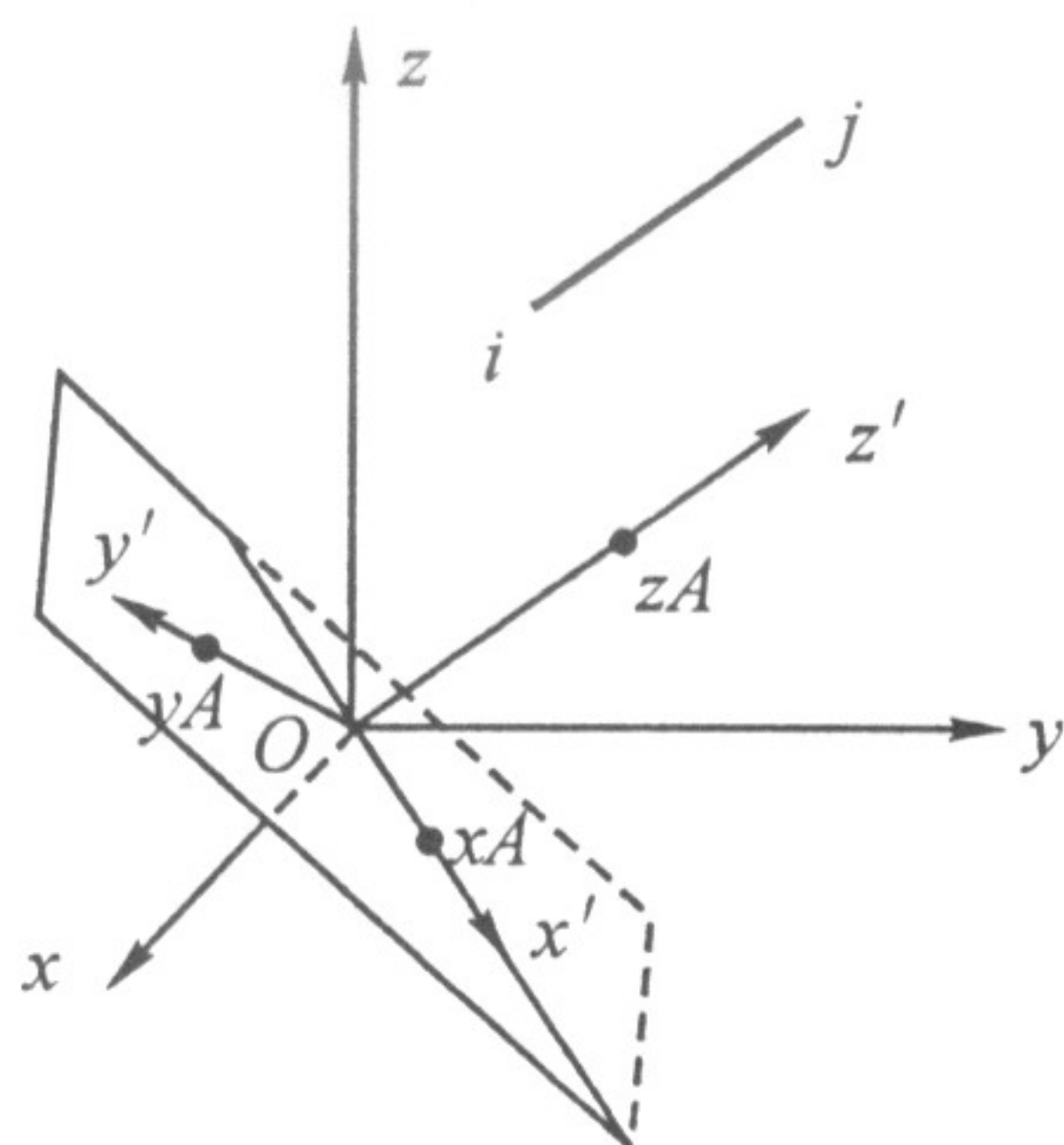


图4 局部坐标系构成

$$\begin{aligned} xA(0) &= -(i_y - j_y) \times \text{Height} \\ xA(1) &= (i_x - j_x) \times \text{Height} \\ xA(2) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

而 z' 轴上点 zA 的 x, y, z 坐标分别为:

$$\begin{aligned} zA(0) &= j_x - i_x \\ zA(1) &= j_y - i_y \\ zA(2) &= j_z - i_z \end{aligned} \quad (2)$$

y' 轴的方位则根据 x' 轴与 z' 轴的差积取得, 即 $y' = x' \times z'$, 则 y' 轴上点 yA 的 x, y, z 坐标为:

$$\begin{aligned} yA(0) &= -(i_x - j_x) \times (i_z - j_z) \times \text{Height} \\ yA(1) &= -(i_z - j_z) \times (i_y - j_y) \times \text{Height} \\ yA(2) &= [(i_x - j_x)^2 + (i_y - j_y)^2] \times \text{Height} \end{aligned} \quad (3)$$

(3) 将经过旋转的圆柱体平移到空间实际位置, 如图3所示, AutoCAD VBA 实现方法如下:

`userCylinder.Move(Origin, iPoint)`

其中: Origin 为平移前的圆柱体端点位置, 即坐标系原点; iPoint 为平移后的圆柱体端点位置, 即节点 i

的位置。

按照上述基本原理, 根据任一三维线段, 就可以生成对应的空间实体模型。为了能够表示不同规格的钢管, 需要建立相应的钢管规格对照表, 可以利用线段的属性予以设定, 程序可根据该表所给定的直径值生成相应的圆柱体。由于本文不涉及钢管的加工过程, 因此圆柱体之间的相贯面可以借助 AutoCAD 或 3Dmax 的渲染功能予以实现。

2 应用实例

笔者对某大型综合馆的钢结构部分的造型进行了再现, 该结构的水平投影为椭圆, 长轴为 164.0 m, 短轴 112.0 m, 空间三向弯曲主桁架断面高度约为 11.0 m。其主结构由沿长轴对称分布的两道三向弯曲主桁架、环形桁架和与短轴平行的次桁架组成, 所有的构件均由不同直径的无缝钢管按照钢管之间的相贯线切割而成。原始设计中采用的是线框模型, 根本不可能直观地表现整体或者局部的三维效果, 更不用说了解各个构件之间的相对位置是否正确。该线框模型经过本文方法处理后, 展现在面前的不再是乱麻一般的线条, 而是清晰的实体模型, 并且发现了构件交叉、相贯位置不正确等重大问题。该综合馆的半幅结构造型如图5~8所示, 结构的局部如图9~10所示。所生成的实体模型在经过 3Dmax 处理后, 实现了结构的三维动画浏览。

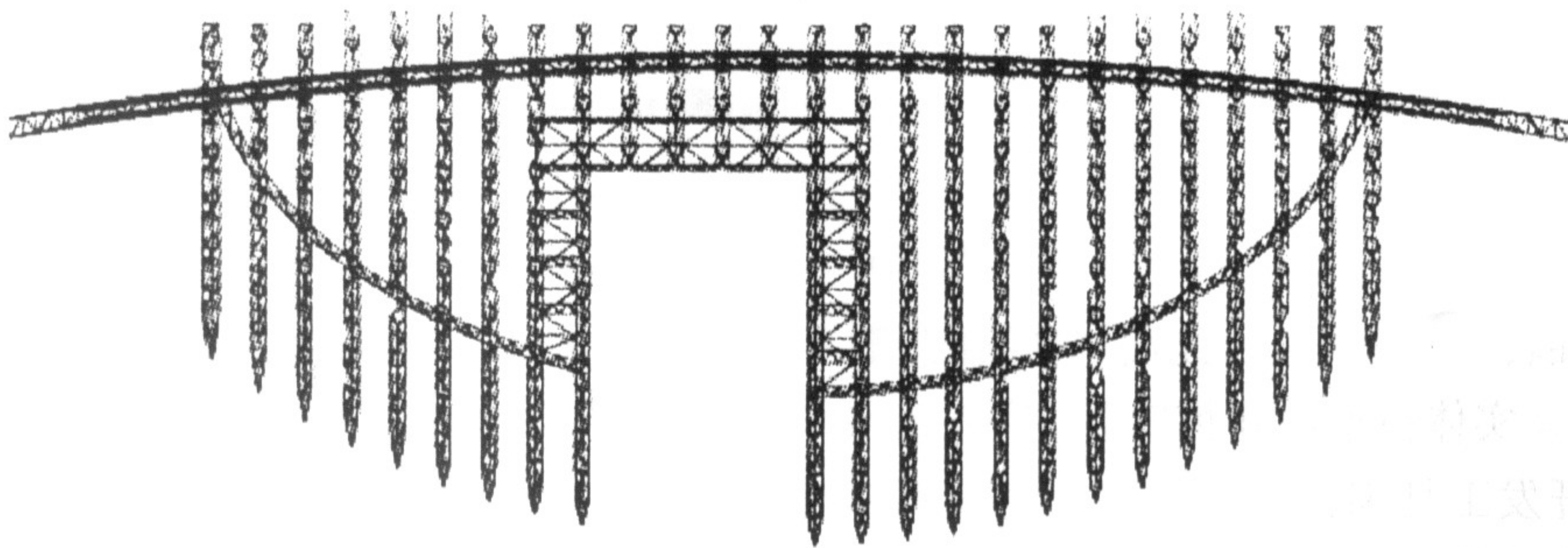


图5 结构平面图

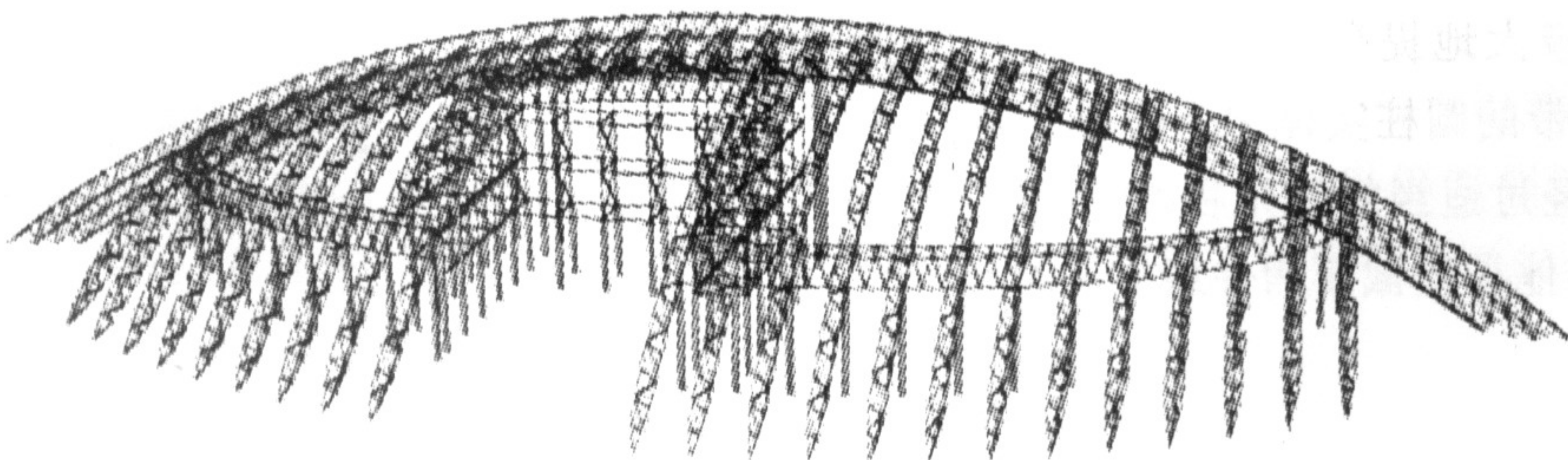


图6 结构鸟瞰图

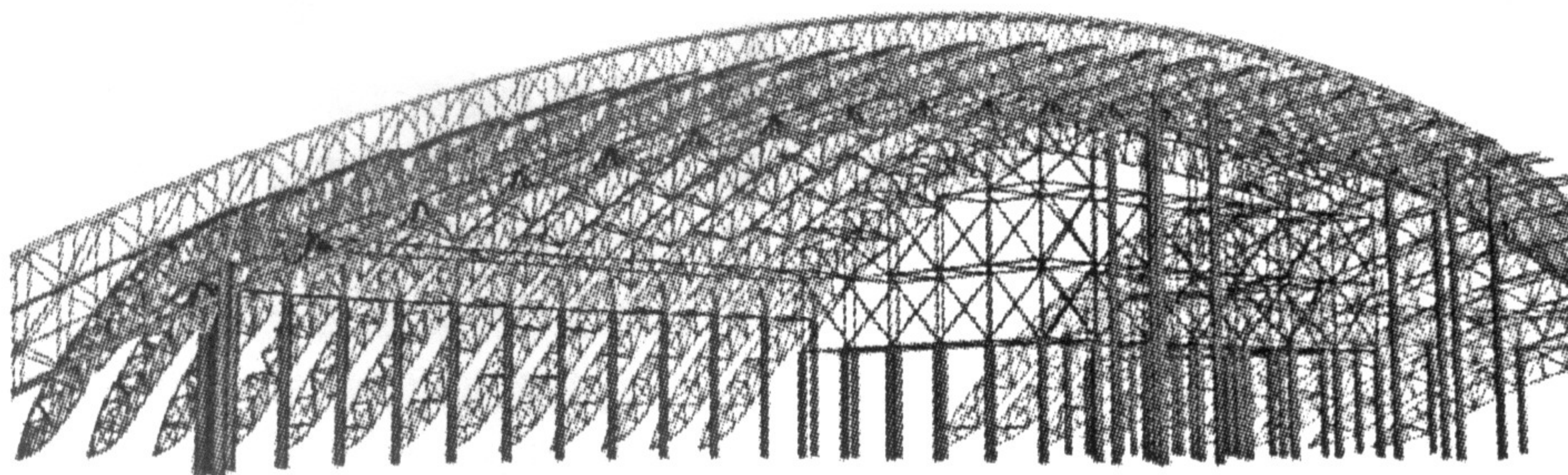


图 7 结构视图

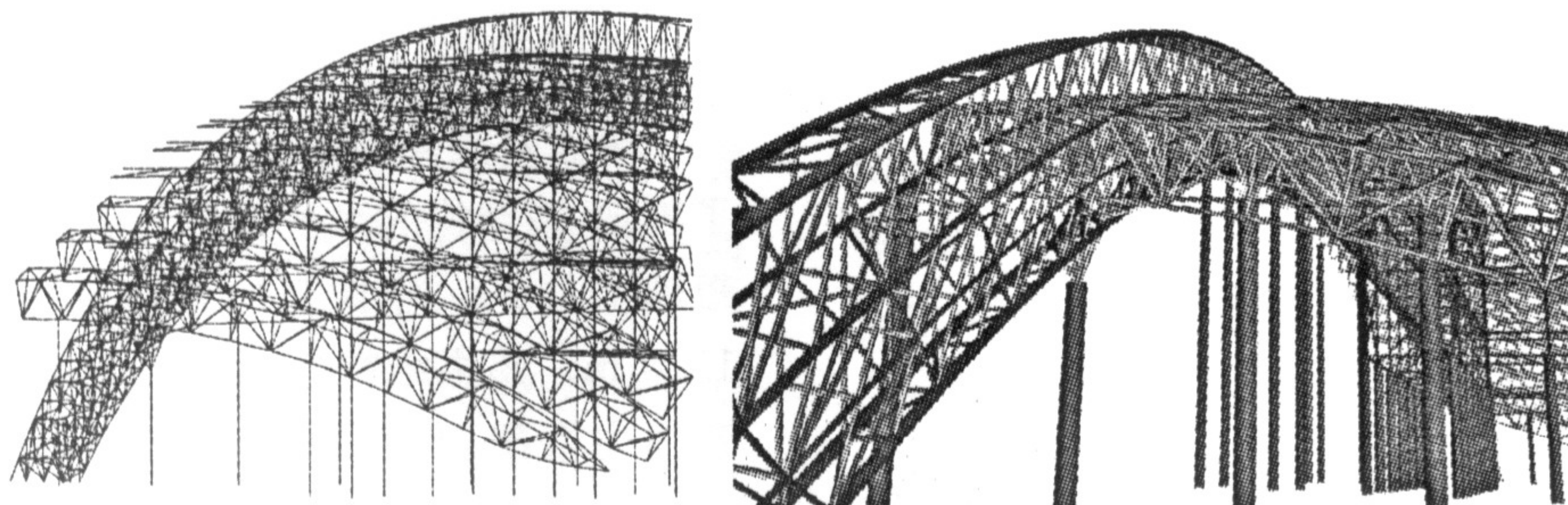


图 8 线框模型和转换后的实体模型对照

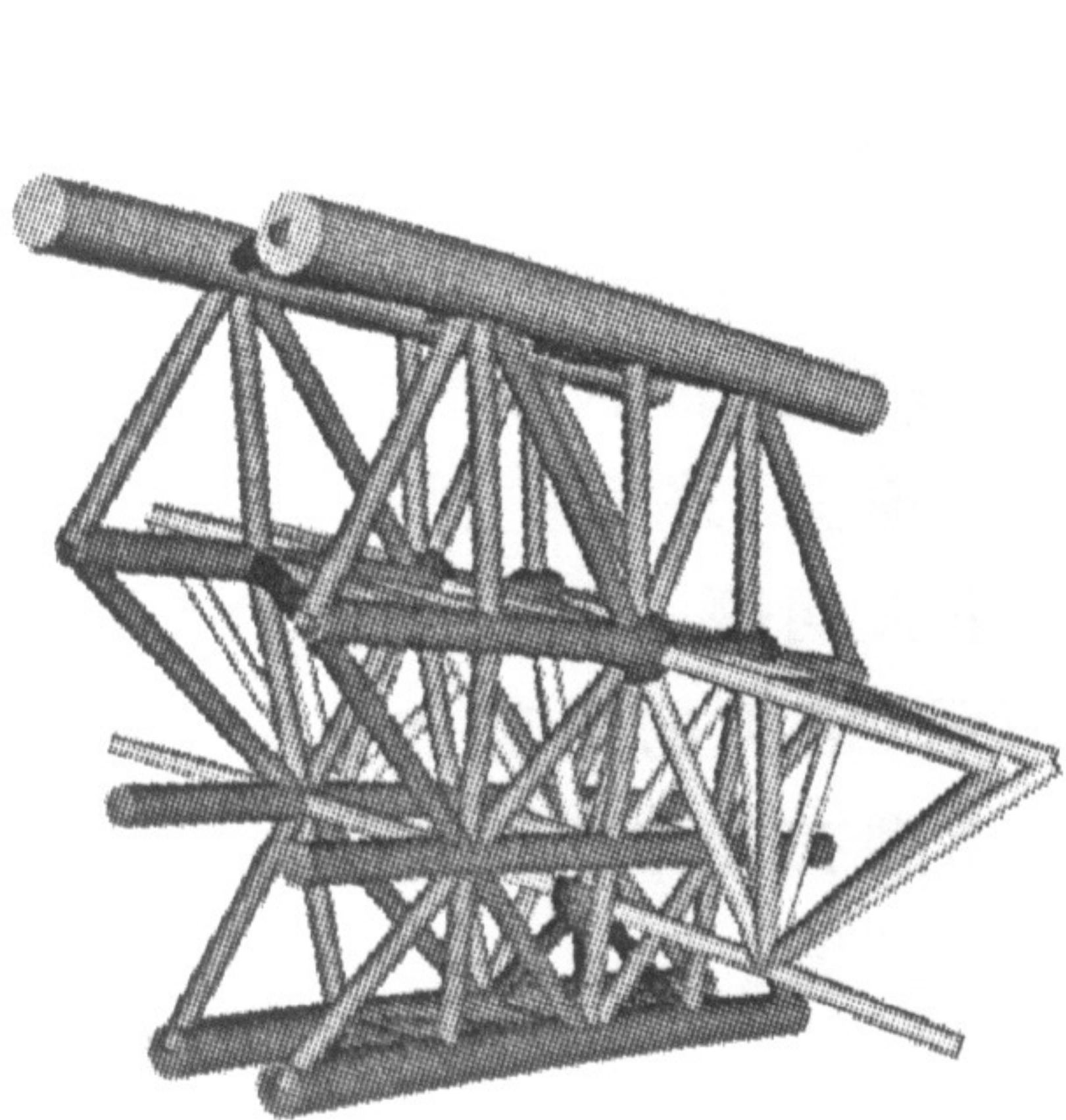


图 9 主桁架与次桁架节点

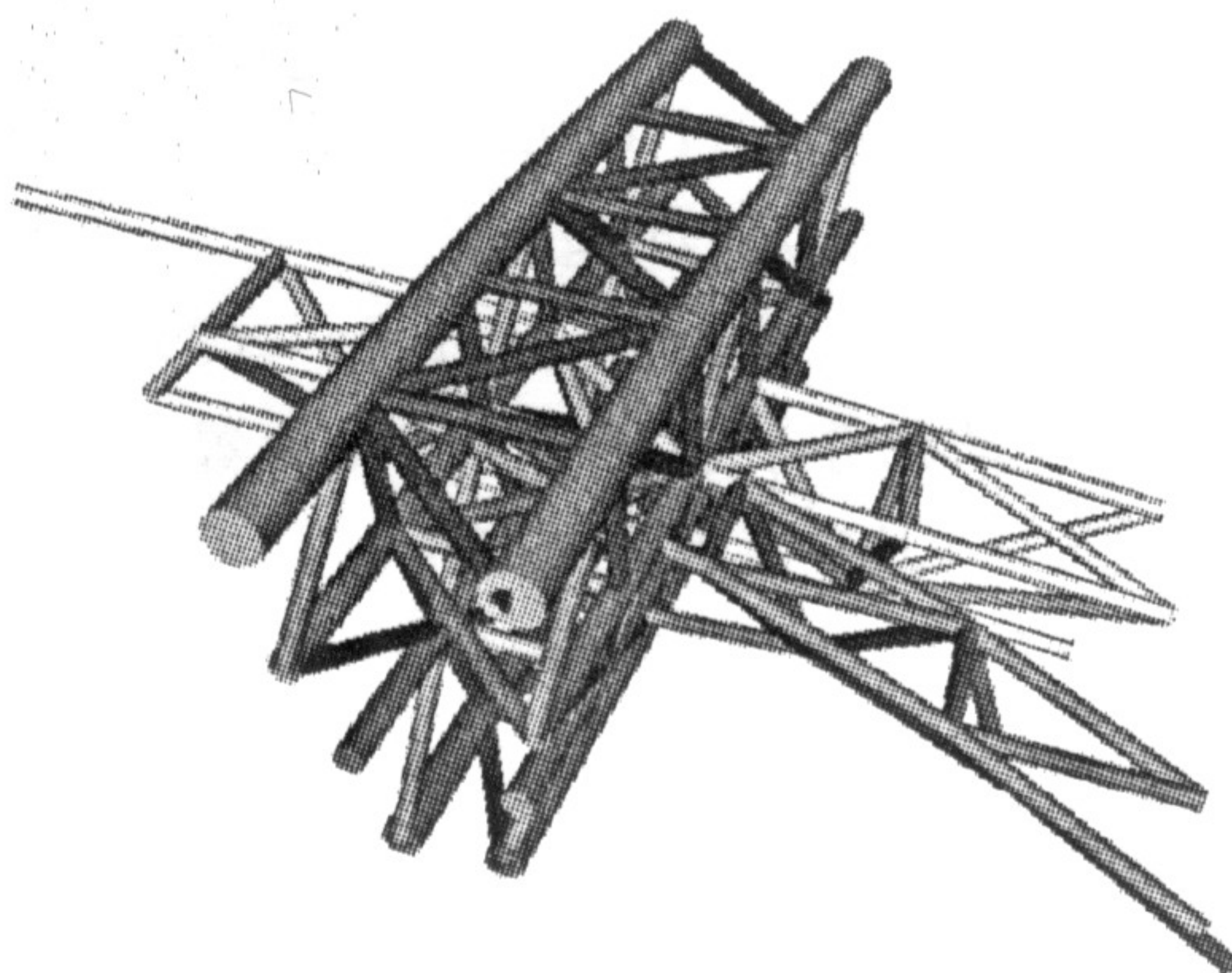


图 10 主桁架、环桁架、次桁架节点

3 结 语

本文使用了旋转加平移的方式创建空间任意圆柱体,解决了圆柱体实体模型的建模问题,并且利用 AutoCAD VBA 开发工具编制了相应的程序,实现了由线框模型向实体模型的自动转换;所建立的实体文件可以直接导入到 3Dmax 中进行渲染或三维动画等后期制作,极大地提高了效率。虽然该方法是以 AutoCAD 自带的圆柱实体为基本模型建立三维实体模型,但是经过适当的补充后,还可以应用到由工字形截面等其他类型截面构件组成的结构中。

参考文献:

- [1] 王力,吕大刚,刘晓燕,等. 大跨空间结构智能选型系统的研究与开发[J]. 哈尔滨工业大学学报,2003,35(6): 644-646.
- [2] 张国宝. AutoCAD 2000 VBA 开发技术[M]. 北京:清华大学出版社,2000.
- [3] 王钰. 用 VBA 开发 AutoCAD 2000 应用程序[M]. 北京:人民邮电出版社,1999.
- [4] 牛永胜,刘力. 基于 VRML 的虚拟管网漫游系统的研究与实现[J]. 华北科技学院学报,2005,2(1): 102-104.