



草图大师 SketchUp应用 七类建筑项目实践

DVD

多种学习途径（图文、视频、语音）
——让您的学习不再枯燥

多个建筑设计的经典案例
——让您的创作豁然开朗

多种设计软件的协同作业
——让您的创作随心所欲

多个老师的精心讲解
——让您的学习升华为实战

主 编：陈李波 李 容 卫 涛

参 编：胡志刚 吴 枫 肖 娇

张程蓓 邹 丹 魏 勇

 华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



草图大师 SketchUp 应用 七类建筑项目实践

主 编：陈李波 李 容 卫 涛
参 编：胡志刚 吴 枫 肖 娇
张程蓓 邹 丹 魏 勇



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

草图大师SketchUp应用：七类建筑项目实践 / 陈李波, 李容, 卫涛主编. — 武汉：华中科技大学出版社, 2016.6

ISBN 978-7-5680-1262-1

I. ①草… II. ①陈… ②李… ③卫… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件
IV. ①TU201.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第238563号

草图大师SketchUp应用：七类建筑项目实践

陈李波 李容 卫涛 主编

CAOTU DASHI SKETCHUP YINGYONG: QI LEI JIANZHU XIANGMU SHIJIAN

出版发行：华中科技大学出版社（中国·武汉）

地 址：武汉市武昌珞喻路1037号（邮编：430074）

出 版 人：阮海洪

责任编辑：易彩萍

责任校对：刘 竣

责任监印：张贵君

装帧设计：张 靖

印 刷：武汉市金港彩印有限公司

开 本：787 mm × 1092 mm 1/16

印 张：14.5

字 数：480千字

版 次：2016年6月第1版第1次印刷

定 价：69.80元（含光盘）



投稿热线：(010)64155588-8000

本书若有印装质量问题，请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线：400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

前言

SketchUp 不单是一款建筑设计的工具！

作为一款出色的建筑草图设计工具，其更为突出之处在于其贯穿到设计方案创作的过程之中，贯穿到建筑方案的构思与推敲之中，而非只是面向渲染成品或施工图纸的设计工具，这便是 SketchUp 称之为草图大师的原因所在。

何谓草图中的“草”？草并非指其渲染成品的粗糙，而是意指设计过程中反复的推敲与斟酌，意指一件成功的设计作品在其方案推敲过程中的艰辛劳作。贾岛驴背吟诗：“鸟宿池边树，僧敲月下门。”但他又想用“推”字，犹豫不定。他在驴上一边吟诵一边做推、敲的姿态，旁人看见都觉得他痴狂。但这样的痴狂之态，不正是我们在建筑艺术创作中最为弥足珍贵并执着追求的吗？倘若没有对方案近乎痴狂的推敲与揣度，倘若自己都对方案不甚满意，我们又如何让它为别人所认可呢？又如何企望它成为一个优秀的设计方案并付之实施呢？

诚然，现今的建筑设计软件，无论在功能和种类上已经大大超过十年前的情形。但是，会不会出现这样的情形，即我们只会用设计软件绘图，而不会使用它们来帮助我们思考呢？是否绘图的结果更重要，而绘制的过程我们就可以忽视了呢？从 AutoCAD R12、AutoCAD R14 到现今的 AutoCAD 2016，从 3DS 4.0 到现今的 3ds Max 2016，我们在追逐软件功能强大的同时，是否作为主体的设计者

的思考能动性就逐渐退化了呢？工具只能是工具，是实现目的之手段，若工具成为了目的，则不可谓不悲哀！

因此，我更倾向于将设计软件与设计者的思考结合起来，更加倾向于过程化的设计软件操作模式，一种将软件操作便捷性与主体思考能动性结合的软件操作模式。幸运的是，SketchUp 为我们这些设计者推敲方案提供了如此有力的设计模式！

本书采用住宅楼、长途汽车站、中学教学楼、博物馆、高新技术发布中心、高层建筑、建筑测绘这七个建筑经典类型为实例，为读者介绍使用 SketchUp 进行建筑设计的常规方式方法。

除此之外，我在本书的编写中，还尝试将 SketchUp 的软件使用与现今高校建筑学教学体系与模式结合起来，希望将设计软件的学习操作与建筑设计手法的掌握结合起来。因此，本书在章节与内容上涵盖建筑学专业五年制教学内容的大部分内容，并依照修习时序安排章节。内容涵盖建筑方案解析、结构选型与设计、类型建筑设计与历史建筑测绘，并在每个章节中详细介绍案例的背景资料、构思手法与规范要求，希望这样的安排能够使得读者在了解 SketchUp 建模和表现的同时，学习和了解建筑设计的流程与设计方法，并对建筑学专业的能力培养的脉络有着大致认识。

编者

二〇一六年三月于武汉光谷

目录

第 1 章 建筑结构简介

- 1.1 大跨度空间结构 2
- 1.2 多种结构的组合 10

第 2 章 住宅设计

- 2.1 建立一层主体建筑 20
- 2.2 设置门窗 22
- 2.3 建立阳台 28
- 2.4 复制楼层 31
- 2.5 建立屋顶 35
- 2.6 后期处理 40

第 3 章 交通建筑——长途汽车客运站设计

- 3.1 方案研究 48
- 3.2 初期建模 50
- 3.3 完成模型 69

第4章 教育建筑——南中18班

4.1 方案构思	78
4.2 初步建模	80
4.3 细节建模	96
4.4 后期制作	111

第5章 公共建筑——单主题博物馆设计

5.1 方案构思	116
5.2 初步建模	118
5.3 细节建模	125
5.4 后期制作	131

第6章 高新技术体验发布中心

6.1 方案构思	136
6.2 方案分析	139
6.3 绘制基地	141
6.4 绘制主体建筑	144
6.5 绘制建筑入口	148
6.6 绘制建筑立面	150
6.7 绘制建筑配景	161

第7章 高层建筑

7.1 方案分析	168
7.2 在 SketchUp 中创建裙房模型	171
7.3 在 SketchUp 中创建塔楼模型	180
7.4 在 SketchUp 中创建模型场景	186

第8章 历史建筑测绘

8.1 测绘建筑分析	194
8.2 在 SketchUp 中创建建筑基本轮廓模型	197
8.3 在 SketchUp 中创建建筑细部组件模型	202
8.4 在 SketchUp 中完善建筑轮廓模型	211



第1章 建筑结构简介



历史上,每一次建筑技术的重大进步,无不是建筑结构和支撑形式的变革。对于一个建筑师来说,建筑结构的知识必不可少,建筑的结构相当于人体的骨骼,人体骨骼是人体各个器官的载体,而建筑结构是支撑建筑的组织形式。当今的建筑环境中,“骨感美”更是越来越被凸显,纯粹的建筑结构提出了一种新的美学形式,它往往能给人们带来一种全新的、令人震撼的视觉冲击。特别是在一些大跨度建筑如车站、机场、音乐厅等当中,建筑的结构显得尤为重要,它直接影响到建筑内部功能空间的组织形式。屋顶的跨度和它的支撑方式,决定着它覆盖下的空间的使用价值。

SketchUp 独有的推拉、路径跟随等工具对于推敲比较复杂的大跨度建筑的结构形式有着非同寻常的优势。建筑设计师、结构设计师可以根据建筑自身的状况,用 SketchUp 对建筑结构进行分析、评估、测试,让建筑方案以及结构方案能在比较直观的角度一步步趋于合理、美观、完善。

1.1 大跨度空间结构

大跨度空间结构是目前发展最快的结构类型。大跨度建筑及作为其核心的空间结构技术的发展状况是代表一个国家建筑科技水平的重要标志之一。在现实的三维世界里,任何结构物本质上都是空间性质的。出于简化设计和建造的目的,人们在许多场合把它们分解成一片片平面结构来进行构造和计算。大跨度建筑基本的结构选型大致包括如下几类:排架结构(梁、板结构)、刚架结构、拱式结构、折板结构、桁架结构、网架结构、索膜结构等。

1.1.1 排架结构

排架结构的组成是以一个屋架支撑在两边的柱子上,形成排,在两排与上屋架之间放上一个板子形成空架连续的房子。排架的特点是在自身的平面内承载力和刚度都较大,而排架间的承载能力则较弱,通常在两个支架之间应该加上相应的支撑,避免在风荷载的推动下发生侧向的移动,适合用于单层的工业厂房。建模步骤如下。

(1) 在平面内画一个矩形,尺寸 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$,拉起到约 $4\sim 8\text{m}$ 高度作为柱子,起到承受荷载的作用,然后将柱子复制一个到一边,如图 1.1 所示。

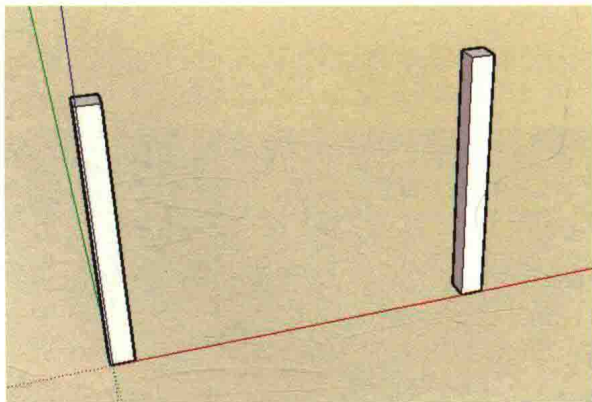


图 1.1 底部的柱子

(2) 两根柱子上搭一根简支梁(截面为矩形的梁),截面尺寸约为 $350\text{mm} \times 450\text{mm}$,作用是支撑屋面板,传递荷载到底下的柱子,如图 1.2 所示。

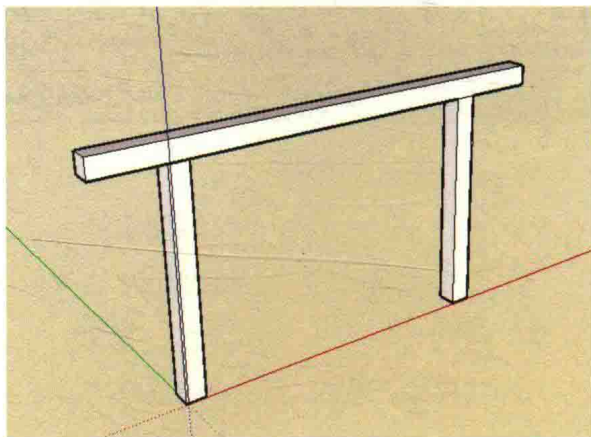


图 1.2 搭接梁

(3) 将整个梁柱构件向与梁垂直的方向复制一组,这是最简易的梁柱体系,如图 1.3 所示。由于它的梁与柱之间是搭接,可活动性强且不够牢固,两组构件之间联系较少,所以整体抗水平侧推力较弱。

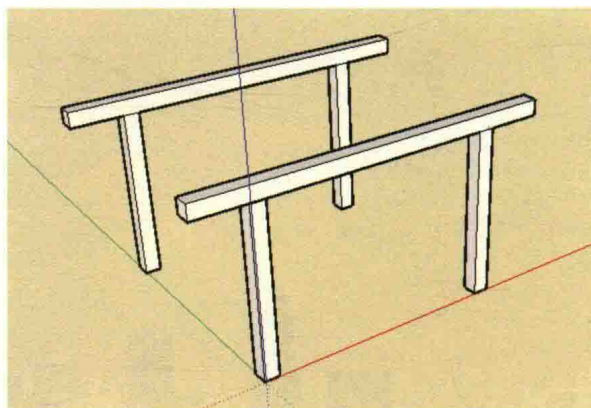


图 1.3 复制梁柱

(4) 在两排构架的梁上面横向放置屋面板,如图1.4所示。如果是独立的一个单元,屋面板的长度应该是长于两排构架之间的跨度,如果是阵列的几个单元,则屋面板的长度应该略大于两排(或是几排)构架的跨度,以便于搭接。宽度以具体的屋面板材料和构件尺寸等因素而定。

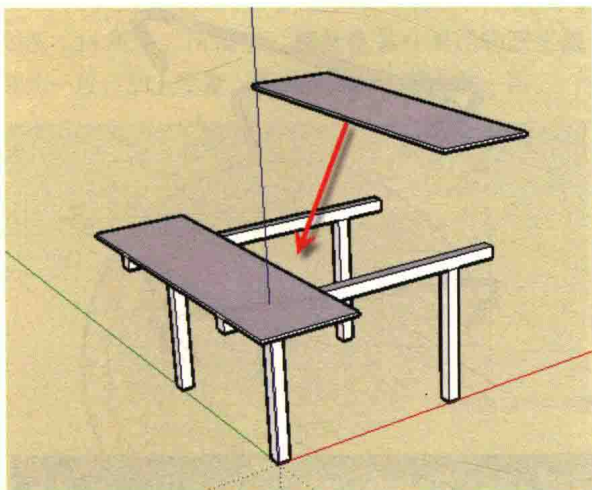


图 1.4 加屋面板

(5) 这样,排架结构就形成了,如图1.5所示。可以此为单元,横向或纵向排列组合形成更大的空间,这就是工业厂房建设的实际过程。

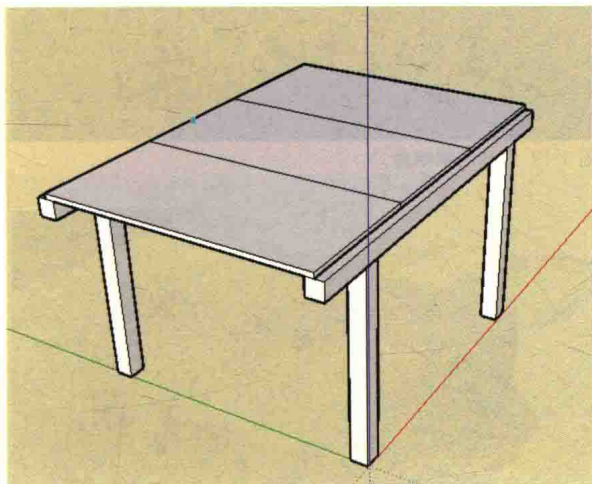


图 1.5 排架结构

1.1.2 刚架结构

刚架结构的主要特点是梁与柱刚接,柱与基础通常为铰接。因梁、柱整体结合,故受荷载后,在刚架的转折处将产生较大的弯矩,容易开裂;另外,柱顶在横梁推力的作用下,将产生相对位移,使厂房的

跨度发生变化,故此类结构的刚度较差,仅适用于屋盖较轻的厂房或吊车吨位不超过10t,跨度不超过10m的轻型厂房或仓库等。建模步骤如下。

(1) 用【直线】和【推拉】工具画出一个门式的连体结构,如图1.6所示。截面尺寸约为400mm×300mm,高4~8m,这个结构俗称“门式刚架”,通常根据它自身的受力特点,在两边的支座往地面的方向收分变细。

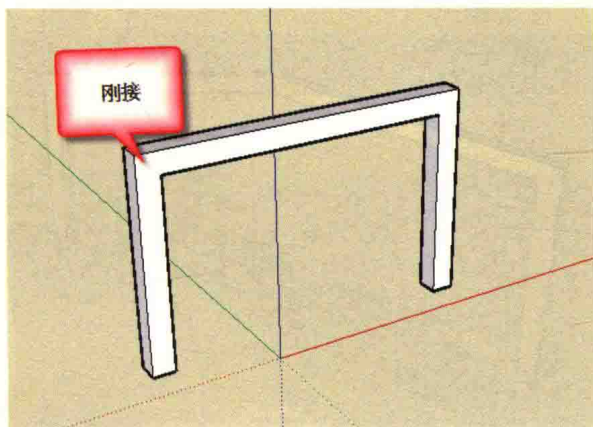


图 1.6 门式刚架

(2) 选择已经生成的刚架,配合键盘的【Ctrl】键,用【移动】工具向一侧复制一个或者多个,间距根据具体情况而定。如图1.7所示。

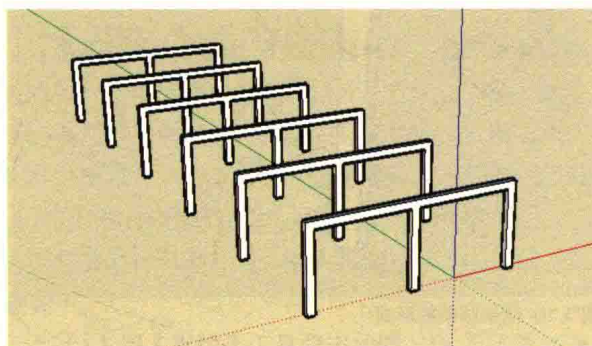


图 1.7 刚架阵列

(3) 盖板步骤如排架结构。作为像厂房这样的单一空间的单层建筑,屋面不需要承重,只是起到遮蔽的作用,可以选择轻型材料的屋面板然后加以固定。如图1.8所示。

(4) 刚架结构的形式还有很多种变形,如图1.9和图1.10所示。只要遵循节点刚接的原则即可,很多体育馆看台的顶棚、公交站台遮阳顶棚等都采用了此种结构形式。

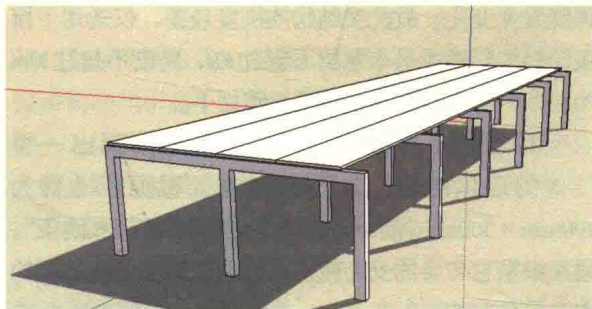


图 1.8 刚架结构的形式

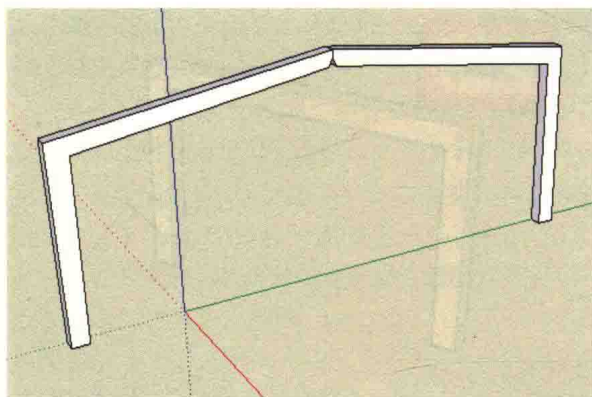


图 1.9 刚架结构的形式

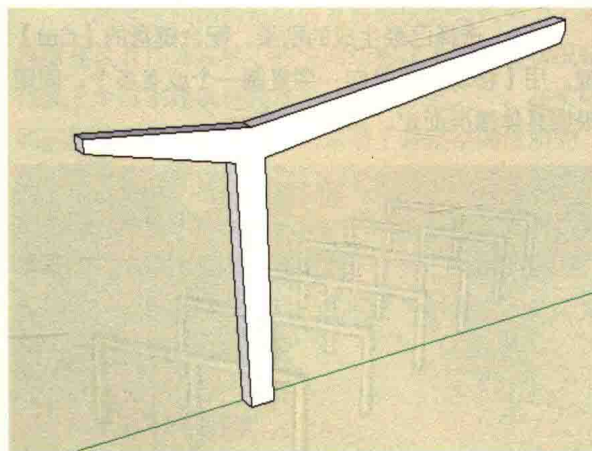


图 1.10 刚架结构的形式

技术在进步，结构形式也在进步。例如，2008年北京奥运会的主场馆“鸟巢”的独特结构，其实就是由许多个异化的“门式刚架”结构编织而成的。如图 1.11 至图 1.13 所示。

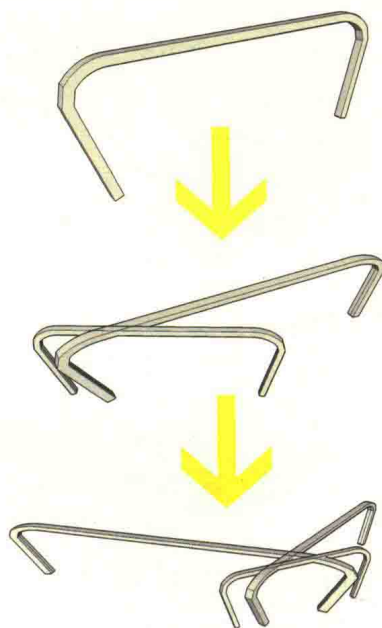


图 1.11 结构演变

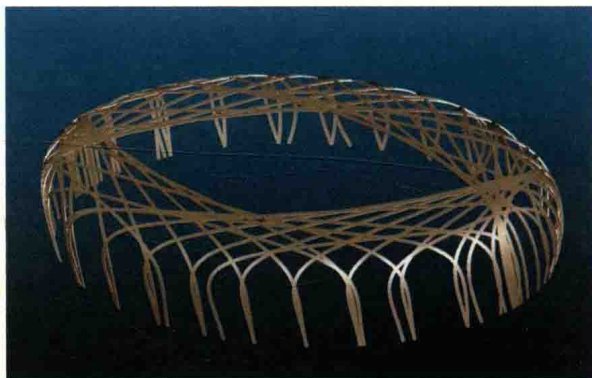


图 1.12 门式刚架组合



图 1.13 鸟巢结构图

1.1.3 拱式结构

拱式结构是由曲线形或折线形的竖向拱圈杆和支承拱圈两端铰接的或固接的拱址组成的构件,有时在拱址间设置拉杆。拱式结构由于受轴向力,抗剪性强,是一种较好的结构方式。建模步骤如下。

(1)用【圆】工具在垂直界面内画出两个同心圆,如图 1.14 所示。所谓拱,都是在某一半径的圆上截取的一段,加上厚度,所以就是环上截取的一段。

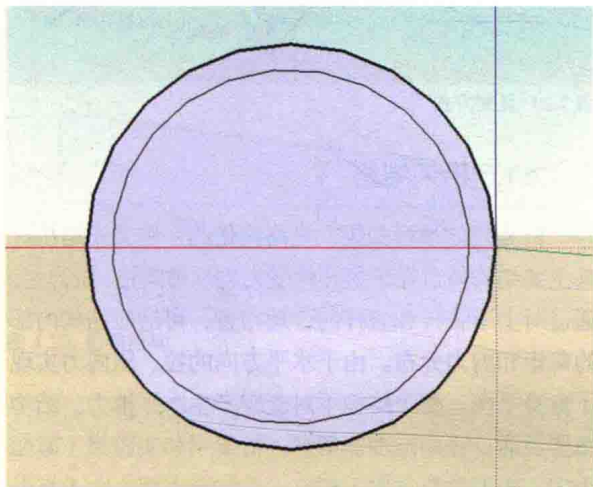


图 1.14 同心圆定型

(2)去掉下部的半圆以及上部中心的部分,形成拱的外轮廓,如图 1.15 所示。随意截取的一段都可以称之为拱,但是为了操作方便,此处截取半圆为例。

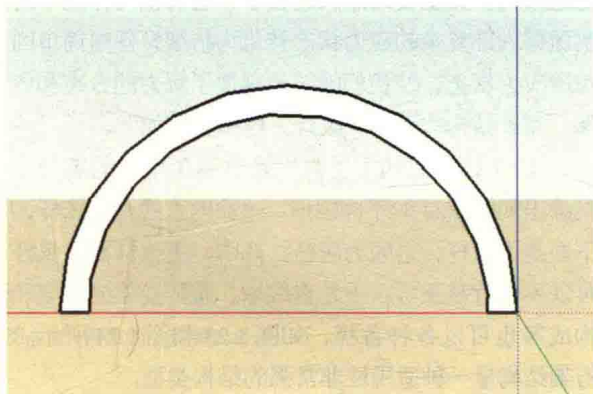


图 1.15 拱的轮廓

(3)用【推拉】工具将拱的外形轮廓拉伸,形成最简单的拱式结构,如图 1.16 所示。如果向外拉伸的长度比较大,就形成筒拱结构,如图 1.17 所示。

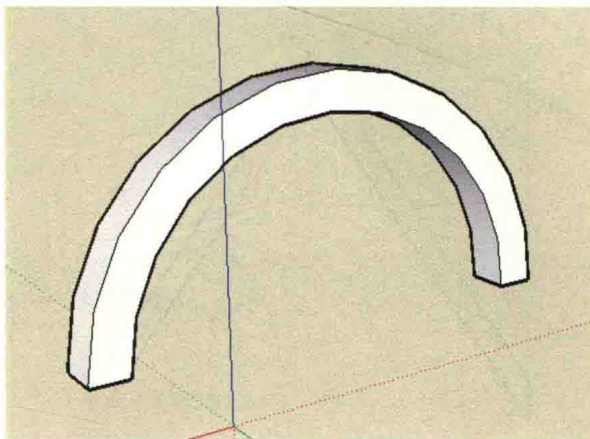


图 1.16 拱式结构

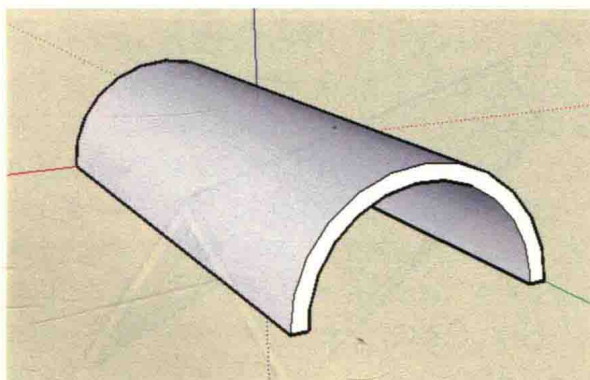


图 1.17 筒拱结构

1.1.4 折板结构

折板结构是由若干狭长的薄板以一定角度相交连成折线形的空间薄壁体系。跨度不宜超过 30m,适宜于长条形平面的屋盖,两端应有通长的墙或圈梁作为折板的支点。常用有 V 形、梯形等形式。预应力混凝土 V 形折板在我国最为常用,它具有制作简单、安装方便与节省材料等优点,最大跨度可达 24m。建模步骤如下。

(1)用【直线】工具画出如图 1.18 所示倒 V 字平面图形,可以是等腰三角形也可以是不等腰三角形,但是根据受力的需要,倒 V 的夹角一般为锐角。

(2)用【推拉】工具拉伸到一定的长度如图 1.19 所示,这就形成了折板结构组成的基本单元,由于它的结构使得受力分散,使材料的性能得到更好的发挥,所以在大跨度建筑中得到广泛应用。

(3)选择已经生成的刚架,配合键盘的【Ctrl】键,用【移动】工具向一侧复制一个或者多个,就形成了折板结构,如图 1.20 所示。

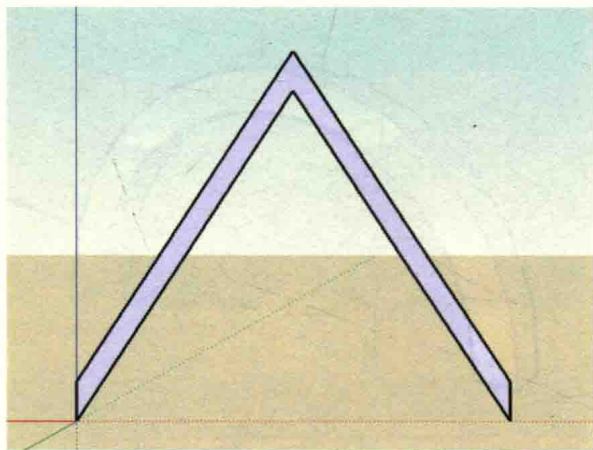


图 1.18 V形轮廓

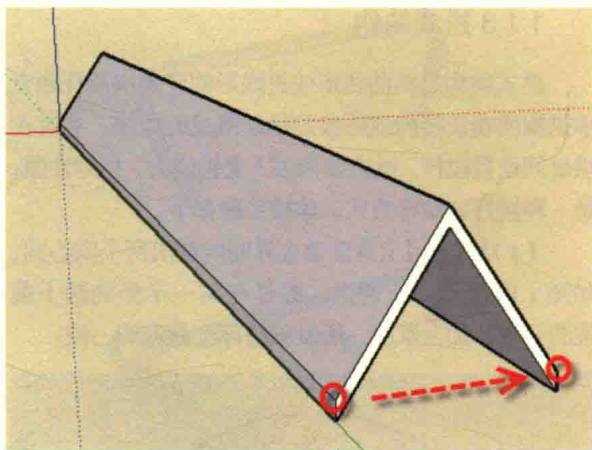


图 1.21 复制方式

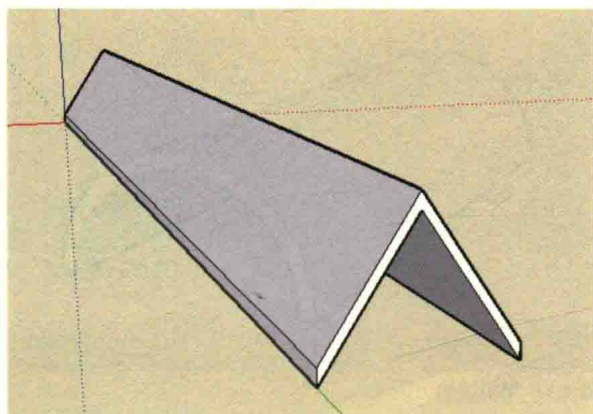


图 1.19 折板单元体

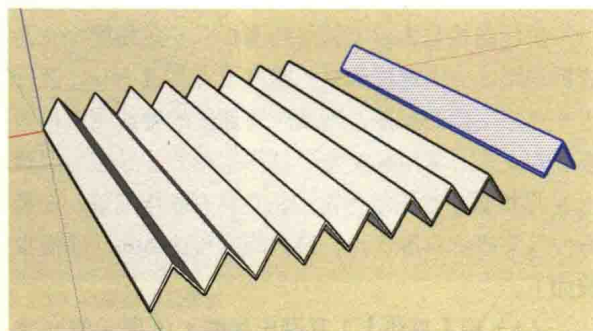


图 1.20 折板结构

(4) 复制的时候基点取在折板单元体截面背于复制方向的节点上, 然后拖动到复制方向的与之对应的节点上, 就可以比较容易形成整齐的折板结构了。如图 1.21 所示。

1.1.5 桁架结构

桁架指的是桁架梁, 是格构化的一种梁式结构。其主要结构特点在于各杆件受力均以单向拉、压为主, 通过对上下弦杆和腹杆的合理布置, 可适应结构内部的弯矩和剪力分布。由于水平方向的拉、压内力实现了自身平衡, 整个结构不对支座产生水平推力。结构布置灵活, 应用范围非常广。桁架梁和实腹梁(截面为实心矩形的简支梁)相比, 在抗弯方面, 由于将受拉与受压的截面集中布置在上下两端, 增大了内力臂, 使得以同样的材料用量实现了更大的抗弯强度。在抗剪方面, 通过合理布置腹杆, 能够将剪力逐步传递给支座。这样无论是抗弯还是抗剪, 桁架结构都能够使材料强度得到充分发挥, 从而适用于各种跨度的建筑屋盖结构。更重要的意义还在于, 它将横弯作用下的实腹梁内部复杂的应力状态转化为桁架杆件内简单的拉压应力状态, 使我们能够直观地了解力的分布和传递, 便于结构的变化和组合。建模步骤如下。

(1) 用【直线】工具以及右键菜单中的等分工具画出如图 1.22 的平面图形, 上面的直线是上弦杆, 下面是下弦杆, 之间为腹杆。其中, 上弦杆和下弦杆可以不平行甚至可以不是直线型, 腹杆变化的角度和构成等也可以各种各样, 如图 1.23 和图 1.24 所示。桁架结构是一种适用性非常强的结构类型。

(2) 用【圆】和【推拉】工具画出水平和垂直方向上的杆件, 如图 1.25 所示。先画出上弦杆和下弦杆后, 中间的腹杆会稍复杂, 比较简便的方法是将其中一条线复制拖出, 拉伸成圆柱体后再复制拖入。

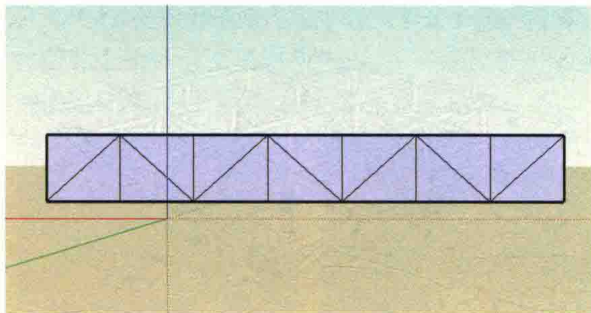


图 1.22 桁架的形

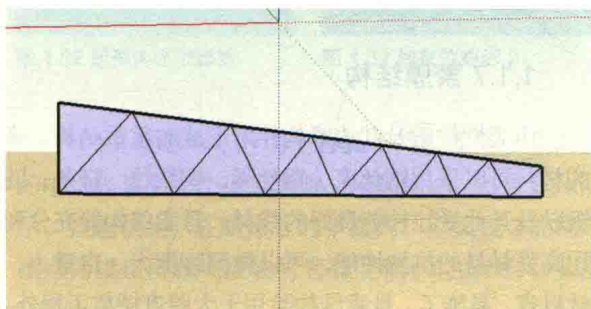


图 1.23 桁架结构

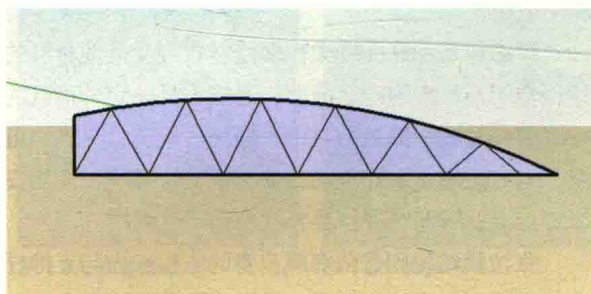


图 1.24 桁架结构

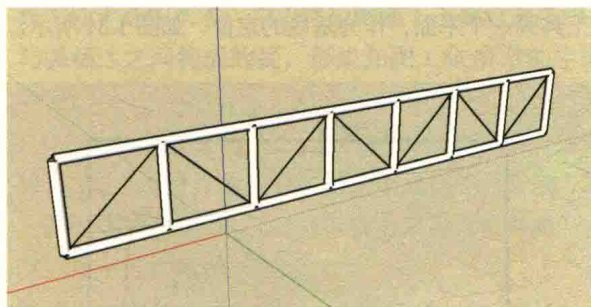


图 1.25 桁架的主要受力杆件

(3) 用【圆】和【路径跟随】工具画出中间的零杆,如图 1.26 所示。如果在交接的地方不方便画圆,可参照上一步垂直方向腹杆的做法,桁架结构有很多种变形,可以此为原型作平面或空间的变形,从而形成各种多变的桁架屋顶形式。

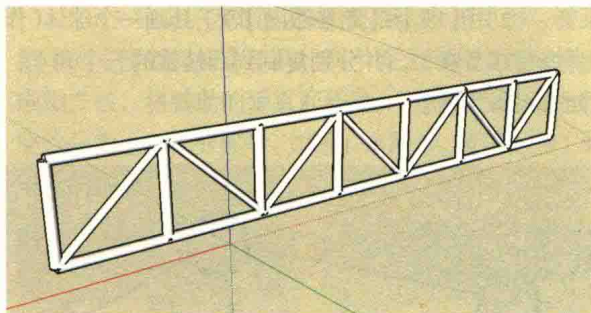


图 1.26 增加零杆

1.1.6 网架结构

网架结构是由多根杆件按照一定的网格形式通过节点连接而成的空间结构。具有空间受力稳定、重量轻、刚度大、抗震性能好等优点。网架结构广泛用作体育馆、展览馆、俱乐部、影剧院、食堂、会议室、候车厅、飞机库、车间等的屋盖结构。采用网架结构的屋盖具有工业化程度高、自重轻、稳定性好、外形美观的特点,缺点是汇交于节点上的杆件数量较多,制作安装较平面结构复杂。构成网架的基本单元有三角锥、三棱体、正方体、截头四角锥等,由这些基本单元可组合成平面形状的三边形、四边形、六边形、圆形或其他任何形体。一般而言,网架结构有下列三种节点形式:焊接球节点、螺栓球节点、钢板节点。建模步骤如下。

(1) 利用几何知识(如底部正方形对角线的一半等于正四棱锥的高)用【直线】工具画出一个倒的正四棱锥体,去掉所有的面留下线条,如图 1.27 所示。

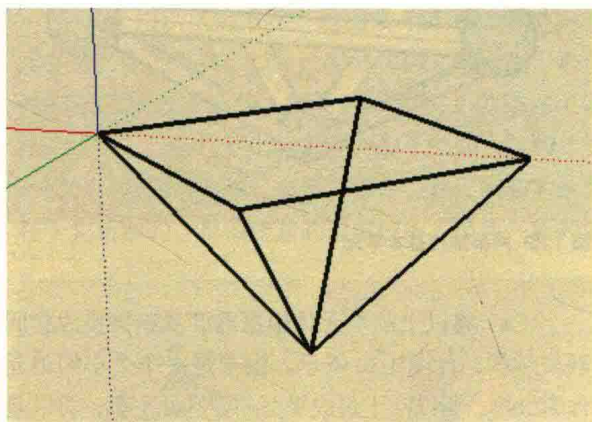


图 1.27 正四棱锥

(2)用【圆】和【路径跟随】等工具画一个球体(作为焊接球节点),并分别复制到四棱锥的五个角上,如图 1.28 所示。

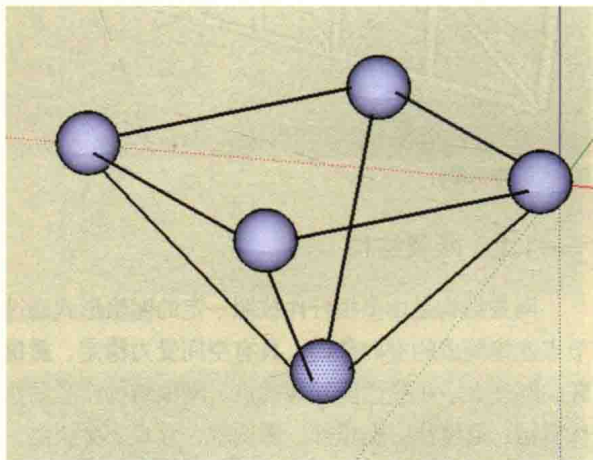


图 1.28 铰接点

(3)用【圆】和【路径跟随】工具画出各个铰接点之间的连接杆件,这样就形成了空间网架结构中的一个基本的单元体,如图 1.29 所示。网架结构的基本单元体并不局限于这样的四棱锥体,还可以是三角锥体等等。

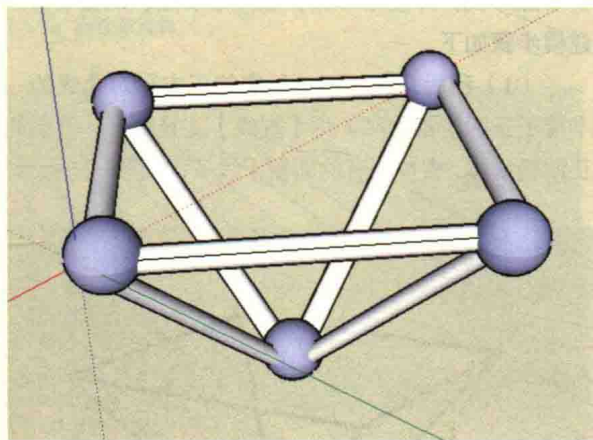


图 1.29 网架结构基本单元

(4)将以上的单元体根据需要复制拼接成空间网架结构,如图 1.30 所示。由于是一个个小的单元体的拼接,所以对于组成平面的要求并不高,可以是规则的或是不规则的图形。

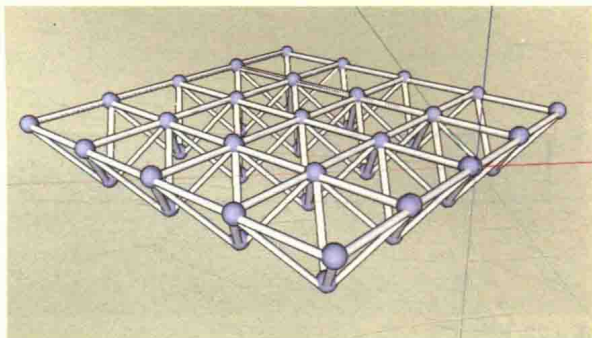


图 1.30 空间网架结构

1.1.7 索膜结构

由柔性拉索及其边缘构件所形成的承重结构。索的材料可以采用钢丝束、钢丝绳、钢绞线、链条、圆钢以及其他受拉性能良好的线材。悬索结构能充分利用高强材料的抗拉性能,可以做到跨度大、自重小、材料省、易施工。悬索结构除用于大跨度桥梁工程外,还在体育馆、飞机库、展览馆、仓库等大跨度屋盖结构中应用。

膜结构是用高强度柔性薄膜材料经受其他材料的拉压作用而形成的稳定曲面,是能承受一定外荷载的空间结构形式。其造型自由、轻巧、柔美,充满力量感,具有阻燃、制作简易、安装快捷、节能、使用安全等优点,因而它在世界各地受到广泛应用。

张拉膜结构则是依靠膜自身的张拉应力与支撑杆和拉索共同构成结构体系。建模步骤如下。

(1)在 SketchUp 顶视图中用【矩形】或者【圆】工具画一个平面,作为基底的定位,如图 1.31 所示。

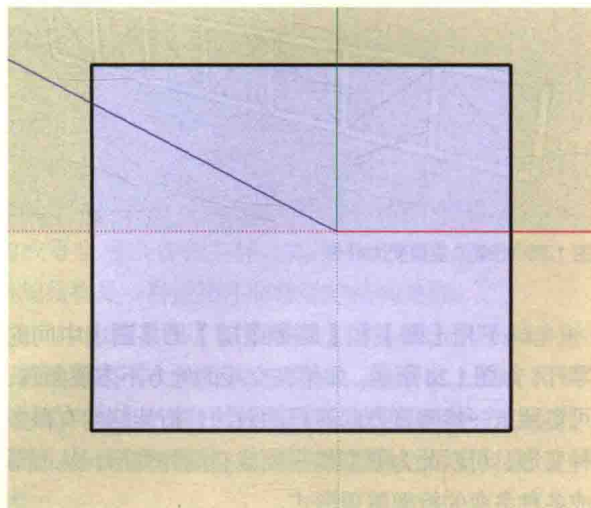


图 1.31 矩形定位

(2) 在矩形平面内用【圆弧工具】画一段弧,如图 1.32 所示,在圆弧的中点向与其垂直的方向用【直线】工具再画一个矩形 2,如图 1.33 所示。

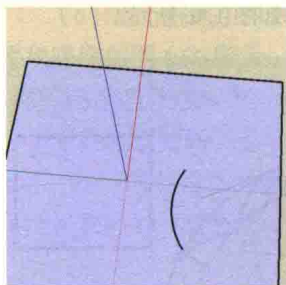


图 1.32 矩形内定位弧线

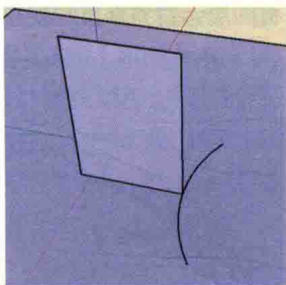


图 1.33 加定位矩形 2

(3) 在矩形 2 内用【圆弧工具】以第一段圆弧的中点为其中一个顶点再画一段弧线 2,如图 1.34 所示。拉近视距,在矩形 2 的平面内,以弧线 2 的两个顶点为顶点再画一段较前者弧度稍小的弧线 3,如图 1.35 所示。

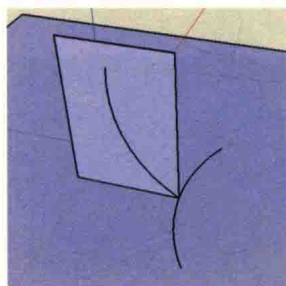


图 1.34 加弧形 2

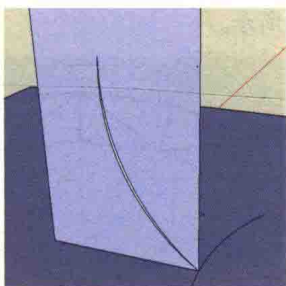


图 1.35 加弧形 3

(4) 用【删除】工具将矩形 2 去掉,然后让弧线 1 处于选中状态,用【路径跟随】工具点击弧线 2 与弧线 3 之间构成的面,形成如图 1.36 所示的空间曲面。

(5) 将遗留下的处于空间曲面外的辅助弧线删除,用【直线】工具连接空间曲面底部的一个顶点和上部弧线的中点,作延长线画垂直的面与空间曲面相交,如图 1.37 所示。

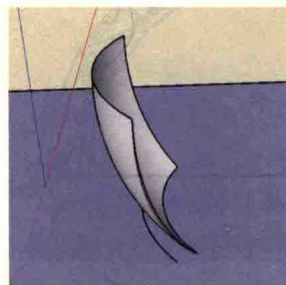


图 1.36 形成空间曲面

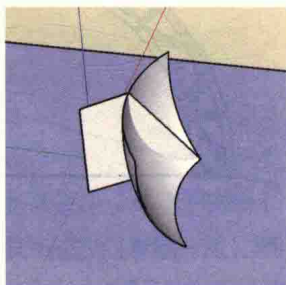


图 1.37 相交的垂直面

(6) 将上一步画出的垂直面选中,使用右键菜单中的【模型交错】工具,两个面之间的交接处将出现相交线,将辅助的垂直面删除,并将空间曲面上相交线一角上的部分删除,如图 1.38 所示。留下如图 1.39 所示的部分。

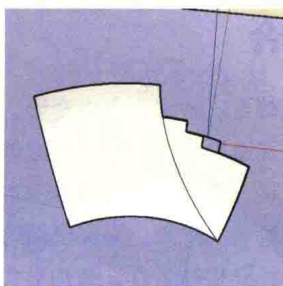


图 1.38 删除边角

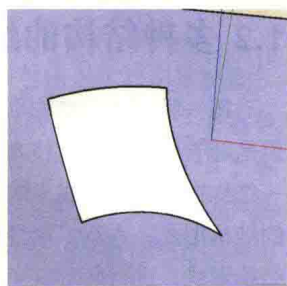


图 1.39 留下的空间曲面

(7) 用同样的方法,再以另一个底部顶点和上部与之相对的顶点画直线和垂直的面,如图 1.40 所示,去掉垂直的面和边角,留下如图 1.41 所示的空间曲面。于是,一个索膜结构的单元体就形成了。

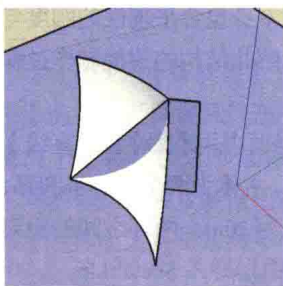


图 1.40 模型交错

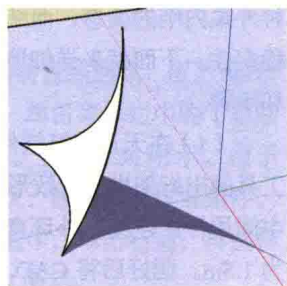


图 1.41 删除边角

(8) 用以上的方法,画出多个张拉的膜结构单元体进行空间组合,就可以形成体型和轮廓都非常漂亮的张拉膜组合小品,如图 1.42 和图 1.43 所示(索结构省去)。张拉膜结构最先兴起于国外,这种结构一经出现就风靡各地,被竞相模仿。其受欢迎的原因在于它新颖的、自由随意的造型能给人焕然一新的感

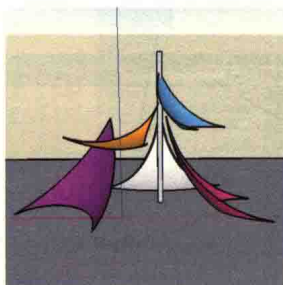


图 1.42 城市索膜结构小品 1

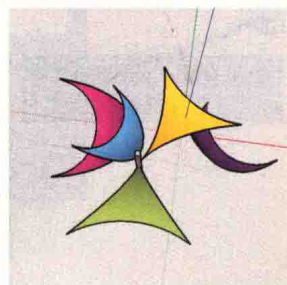


图 1.43 城市索膜结构小品 2

觉, 新型而且实用的结构也能让人眼前一亮, 为人们的生活、城市的风貌添加丰富的亮点。

注意: 张拉膜/城市索膜结构是一种常用的建筑小品的形式, 在制作完成之后, 应当马上创建一个组件, 方便设计师在以后的工作中随时调用。

1.2 多种结构的组合

每一种基本的结构形式都可以做出许多的变形, 但是随着经济与建筑技术的飞速发展, 逐渐暴露出单一结构在功能、形式上的不足, 建筑师开始根据基本的结构形式, 进行扩展性的科学的想象, 发展出新的结构形式, 进行两种甚至多种结构的组合, 结构形式多种多样使建筑形式也随之各不相同。下面, 就将介绍几种基本结构组合所形成的新的结构。

1.2.1 桁架拱 + 悬索结构

此结构由桁架拱结构和悬索结构组成, 利用拱结构的稳定与柔美, 配合悬索结构的随性, 更加体现一种外柔内刚的美感, 而结构本身也合乎理性的刚度与稳定性。下面就来详细地介绍此结构的建模制作过程和步骤。

(1) 在天正建筑软件界面中用【圆】和【直线】工具画出桁架拱的大致形式, 主体为两个同心半圆环, 中间用杆件连接, 外环直径为 20m, 两环之间的距离为 1.5m。画好后将 CAD 的图形导入 SketchUp。

注意: 也可以在 SketchUp 软件界面中直接用【圆】和【直线】画出。一般情况是复杂的图形用 AutoCAD 绘制, 然后导入 SketchUp; 简单的图形直接在 SketchUp 中画线。

将 CAD 格式的文件导入 SketchUp, 在天正建筑界面上方工具栏中单击【图形导出】按钮, 如图 1.44 所示。

(2) 将图形保存为天正 3 的文件格式, 如图 1.45 所示。



图 1.44 选择图形导出命令

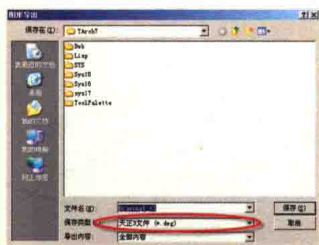


图 1.45 保存为天正 3 格式

(3) 打开 SketchUp 软件, 根据上一次保存的位置, 导入天正 3 格式的文件就可以了。为了画图的方便, 可以先画一个垂直矩形做参照, 用【旋转】工具将图形调整到垂直的视角, 如图 1.46 所示。

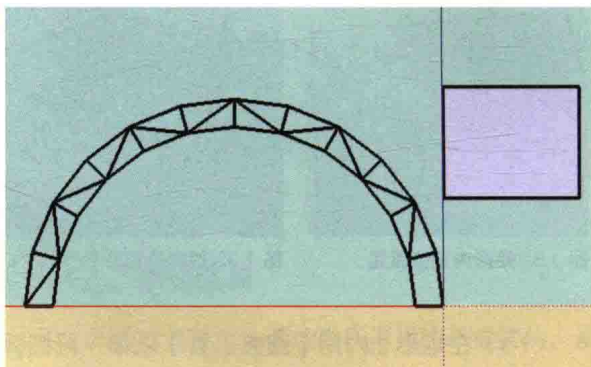


图 1.46 从 CAD 导入 SketchUp

(4) 利用【单线生筒】工具, 将所有的线变成筒, 形成一个个的杆件, 如图 1.47 所示, 完成后如图 1.48 所示。

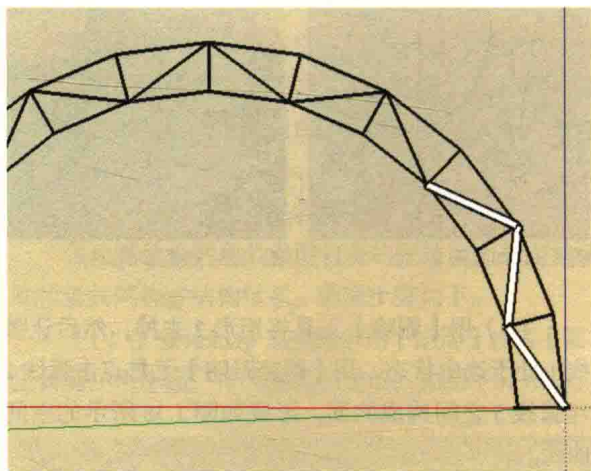


图 1.47 用单线生筒工具形成杆件

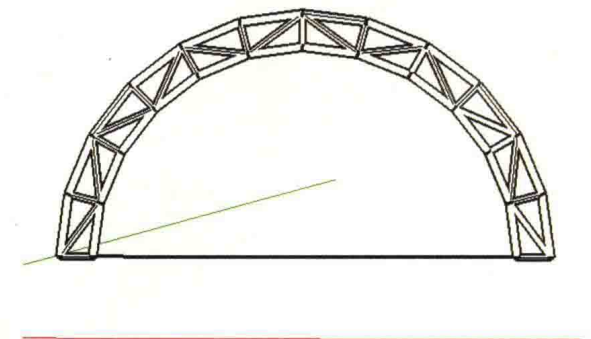


图 1.48 单元桁架拱

(5) 用【选择】工具将整个形体选中,再用【移动】工具,配合 Ctrl 键与形体垂直的方向复制一组,距离约为 2m,如图 1.49 所示。

(6) 用【直线】工具将两组形体联系起来,位置和密度如图 1.50 所示。同样,用【单线生筒】工具将联系的直线生成筒,形成杆件,如图 1.51 所示。

(7) 用【选择】工具将所有构件选中,如图 1.52 所示,然后单击右键,选择【生成组件】命令,将其变成一个整体,如图 1.53 所示。

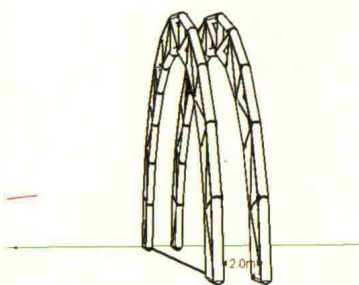


图 1.49 复制一组

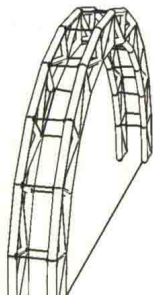


图 1.50 画联系的直线

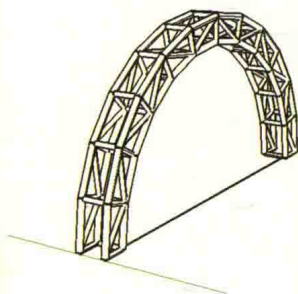


图 1.51 生成筒

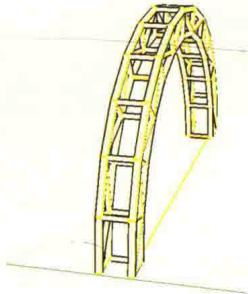


图 1.52 选中构件

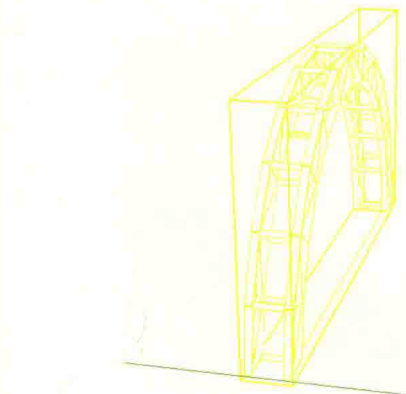


图 1.53 制作成组件

(8) 用【选择】工具将组件选中,再用【移动】工具,配合 Ctrl 键向与形体垂直的方向复制一组,距离为 37.7m,如图 1.54 所示。

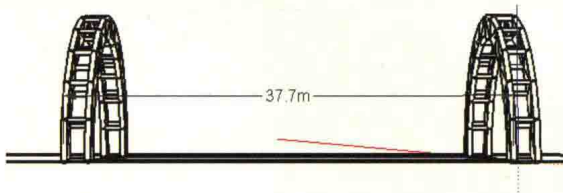


图 1.54 复制一组

(9) 为了画图方便,在形体上方较远的距离,另画索绳,画好后移动或复制到下面即可,在垂直单个形体的方向,即图中绿轴的方向,用【直线】工具画一长约 35.6m 的直线,再用【弧线】工具以直线的两端为顶点,在竖直向下的方向,即蓝轴的方向拉出 4.3m 的距离,如图 1.55 所示。

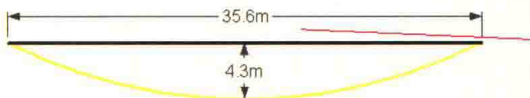


图 1.55 画弧线

(10) 用【橡皮擦】工具将直线删除,留下弧线,用【选择】工具将弧线选中,单击菜单栏中的【单线生筒】工具,使之形成索绳。如图 1.56 所示。由于索绳的单元要被复制使用多次,故将其制作成组件,用【选择】工具将索绳形体选中,单击右键,再选择【制作组件】即可,如图 1.57 所示。



图 1.56 单线生筒

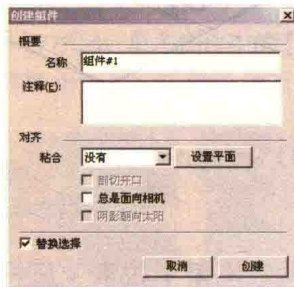


图 1.57 制作成组件