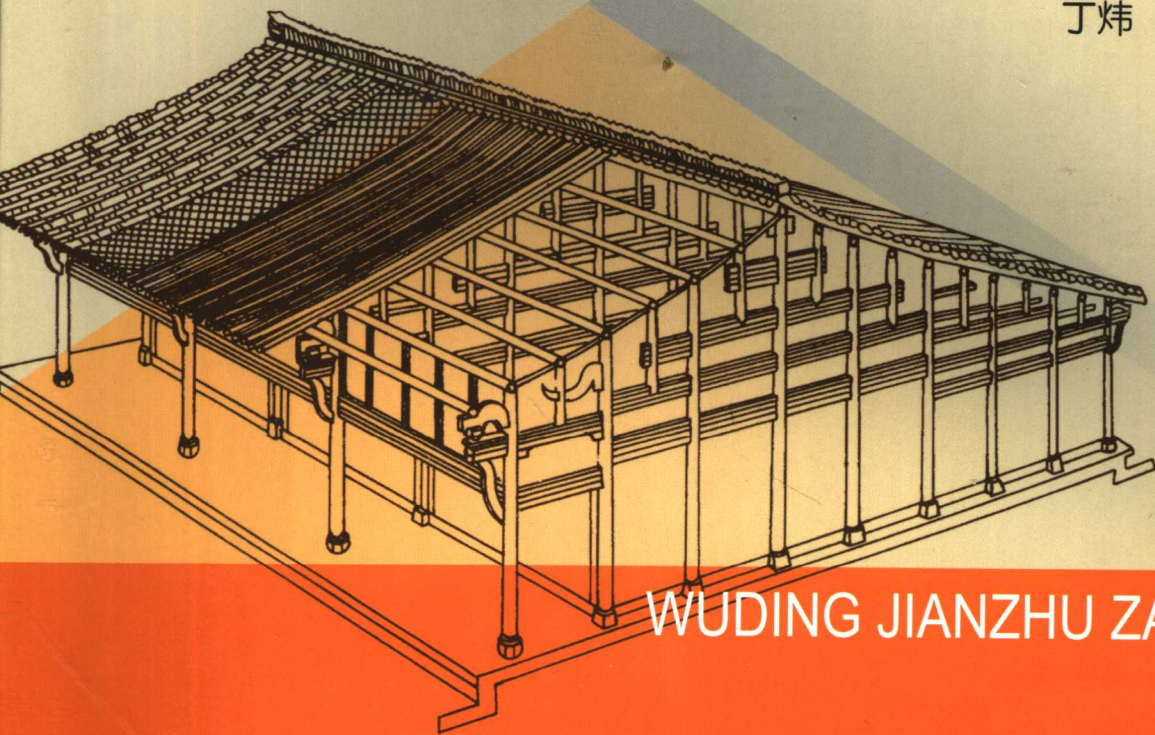


# 屋顶 建筑造型

丁炜 编著



WUDING JIANZHU ZAOXING

中国建筑工业出版社

# 屋顶建筑造型

丁 炜 编著

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

屋顶建筑造型/丁炜编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

ISBN 978-7-112-08998-7

I. 屋... II. 丁... III. 屋顶—建筑设计: 造型设计  
IV. TU231

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 028187 号

本书在对建筑屋顶造型历史演变进行细致梳理的基础上, 运用系统归纳和原型分析的研究方法, 从屋顶单体的几何原型、形式构成、材料变化与表面处理、轮廓线、内部空间, 到屋顶群体的组合手法与创作风格, 对屋顶造型的设计手法与理念进行了深入的探讨。论述全面, 内容丰富, 文字流畅, 插图精美, 是一本图文并茂的有实用价值的参考书。

本书可供建筑设计、科研、规划人员和建筑院校师生参考。

\* \* \*

责任编辑: 程佛根

责任设计: 赵 力

责任校对: 安 东 刘 钰

## 屋顶建筑造型

丁炜 编著

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京永峥印刷有限责任公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8 字数: 183 千字

2007 年 4 月第一版 2007 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-08998-7

(15662)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

## 序

古今中外，建筑的“收顶”，是一件决定建筑审美与功能是否和谐体现的大事。中国建筑体系的辉煌成就之一就是独具特色的“大屋顶”造型，它在我国古代建筑中运用最普遍，以后在亚洲各地流传开来，影响很大。

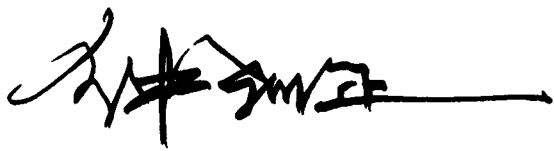
作为建筑的制高点和第五立面，屋顶是建筑主要的元素之一，其造型体现了不同文化背景、使用功能、结构形式和构造特征对建筑的影响。屋顶的外形轮廓不仅直接作用于建筑风格的形成，也是城市天际线的组成部分，对城市景观同样具有不可忽视的意义。

单栋建筑的屋顶之美，例子极多，然而众多建筑屋顶相互之间的那种和谐感则更为难得。

随着建筑科学的不断发展，建筑的整体设计更加重要。在各项工程设计中，屋顶与建筑相关的各个元素及外部环境、建筑技术的协同，也是建筑师必须把握的要点。

建筑创作离不开理论与经验的总结，但是许多设计人员忙于应付工程设计，很少有机会和时间深入研究和探讨问题。本书的作者也曾经是一位埋头于设计的建筑师，但他走上教学岗位以后，能够不断积累建筑知识，提出自己的见解，著就这本屋顶造型设计参考书，令人欣慰。

本书以屋顶造型为题进行探讨，论述全面，文字流畅，插图精美，书中回顾了屋顶发展历史之后，运用系统归纳和原型分析的研究方法，对单体、群体屋顶的各种造型手法与理念进行了分析与总结，这些对设计人员的建筑创作都具有一定的实用参考价值。



2006.5.

(钟训正 中国工程院院士、著名建筑教育家、东南大学教授、博士生导师)

## 前言

屋顶造型是建筑最富有艺术魅力的组成部分之一，是建筑的冠冕。构思奇巧、风格多变的屋顶造型凝聚了人类建筑文化最自由奔放、绚丽多彩的智慧 and 幻想。屋顶造型在建筑形象的塑造中往往起着决定性作用。它犹如丛丛绿叶之上艳丽的花朵，又如人体的头部，既是自身特征性格的内在表现，又是人们注意力的焦点。建筑的屋顶在形式上千变万化，极其丰富；在功能上则亦有各种要求。实际情况中，在起覆盖作用的屋面之上，还有许多装饰构造（件）是建筑与天空对话的桥梁。当人们处于建筑的内部时，抬头端详上方的形象或是体会环视四周的感受，所议论的屋顶是指房屋顶部覆盖所形成的内部空间与顶棚；而在高层建筑的评论中，屋顶又更多是指建筑的顶部，即建筑造型在垂直方向上的结束。

屋顶造型的发展变化反映了人类科学技术水平的不断进步，反映了多姿多彩的、不断丰富的人类生活。建筑艺术首先是视觉的艺术，建筑形象的塑造离不开建筑形式的研究。然而，产生于现代工业社会的现代主义建筑思潮，以其技术理性主义、功能理性主义否定了建筑中的人性因素和文化因素，过于强调功能而忽略形式，强调空间而忽视装饰，对建筑形式相对独立的研究也长期被忽视。建筑的屋顶虽然有着极其丰富的形式语言，有着重要的象征意义，却总是缺少独立的多方位、多层次的形式研究。国际式建筑曾经风行全球，建筑屋顶造型几乎丧失一切文化特征和象征意义，常常简化为一根水平线的处理。由于多元化思潮的影响，屋顶造型开始得到重视，它要求建筑返璞归真，用高情感去平衡高技术，使建筑成为人性的建筑，屋顶造型亦变得丰富多彩。但是，在国内屋顶造型设计的实践中，也出现过另外一种堆砌符号、求奇求新的倾向，而忽视了屋顶造型与建筑整体形象的关系。事实上，在当代屋顶造型的实践中，一方面要传承许多富有传统特点和文化意味的建筑要素；另一方面随着建筑类型的扩大，新技术、新材料的发展及人类对资源、环境可持续发展的关注，屋顶造型产生了许多新的风格和变化。

本书的第一章以历史为线索，纵向分析了屋顶结构形式的发展和各个时期的屋顶形式。在第二章中，首先是对屋顶形式的几何原型进行归纳，提出屋顶形式构成的几何基础，然后再具体地分析屋顶造型中的轮廓线、表面处理、体块构成和内部空间，最后对屋顶形式的各个局部进行重点分析。第三章则在单个屋顶的层次上分析了屋顶的形式组合，然后过渡到整个屋顶群体及其在具体环境中的表现，再以代表性的建筑师及其作品为线索，总结了建筑屋顶造型的各种创作风格。第四章结合屋顶实例对其造型手法进行了具体分析。

对建筑屋顶造型的影响，存在着诸多方面的复杂因素。形式的创造是一个从自在到自由的过程，对屋顶形式的表达和掌握将有助于我们在建筑设计中发挥更大的想像力和创造力。

本书是作者对屋顶造型研究成果的总结，由于学识水平所限，书中难免有谬误及不当之处，恳请广大读者指正。

中国工程院院士钟训正先生对本书的出版给予了关心和指导，并为本书作序，在此表示衷心的感谢。

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一章 屋顶的起源与历史 .....          | 1  |
| 第一节 屋顶的起源和原始形态 .....        | 1  |
| 一、屋顶的起源 .....               | 1  |
| 二、屋顶的原始形态 .....             | 1  |
| 第二节 屋顶结构形式的发展 .....         | 3  |
| 一、屋顶的结构与形式 .....            | 3  |
| 二、梁柱体系屋顶的形式 .....           | 4  |
| 三、拱屋顶的形式 .....              | 6  |
| 四、折板屋顶的形式 .....             | 7  |
| 五、网架屋顶的形式 .....             | 8  |
| 六、壳体屋顶的形式 .....             | 8  |
| 七、悬索及其他张力结构屋顶的形式 .....      | 10 |
| 第三节 古典建筑的屋顶形式 .....         | 11 |
| 一、东方古典建筑屋顶形式 .....          | 11 |
| 二、西方古典建筑的屋顶形式 .....         | 21 |
| 第四节 现代主义建筑与多元化时期的屋顶形式 ..... | 35 |
| 一、现代主义建筑的屋顶形式 .....         | 35 |
| 二、多元化时期建筑的屋顶形式 .....        | 37 |
| 第二章 屋顶造型的构成分析 .....         | 43 |
| 第一节 屋顶形式的几何原型 .....         | 43 |
| 一、几何中心 .....                | 45 |
| 二、边界 .....                  | 46 |
| 三、顶点、节点、棱线 .....            | 46 |
| 四、轴线和方向性 .....              | 47 |
| 五、体积(容积)和洞口 .....           | 49 |
| 第二节 单体屋顶形式构成的分析 .....       | 50 |
| 一、屋檐 .....                  | 50 |
| 二、屋面 .....                  | 59 |
| 三、顶尖 .....                  | 60 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 四、附件 .....                    | 62  |
| 第三节 屋顶造型中的材料变化与表面处理 .....     | 64  |
| 一、材料变化 .....                  | 65  |
| 二、表面处理 .....                  | 69  |
| 三、色彩变化 .....                  | 71  |
| 第四节 屋顶造型中的轮廓线、体块构成与内部空间 ..... | 71  |
| 一、轮廓线 .....                   | 71  |
| 二、体块构成 .....                  | 76  |
| 三、屋顶造型与内部空间 .....             | 79  |
| 第三章 屋顶造型的组合手法与创作风格 .....      | 83  |
| 第一节 屋顶单体的造型手法 .....           | 83  |
| 一、垂直方向上的水平划分 .....            | 83  |
| 二、透视变化及视觉纠正 .....             | 85  |
| 三、象征、隐喻和夸张变形 .....            | 85  |
| 四、符号与构架 .....                 | 86  |
| 五、高层建筑屋顶造型 .....              | 88  |
| 六、屋顶造型中的物理功能与精神功能 .....       | 90  |
| 第二节 屋顶群体的造型手法 .....           | 92  |
| 一、几何模式关系与层次分析 .....           | 92  |
| 二、平面组合手法 .....                | 94  |
| 三、立面组合手法 .....                | 96  |
| 四、空间组合手法 .....                | 99  |
| 第三节 建筑师与屋顶造型的创作风格 .....       | 101 |
| 第四章 实例分析 .....                | 106 |
| 参考文献 .....                    | 119 |



# 第一章 屋顶的起源与历史

## 第一节 屋顶的起源和原始形态

### 一、屋顶的起源

关于原始建筑，我们知之甚少。可以说那是一个几乎被时间湮没的年代，是神话与传说交织的年代。但作为物的建筑，它的功能首先是为了满足人类基本的生存和生活需要，屋顶作为建筑重要的围合要素，它首先起源于原始人居住中遮蔽风雨的需要。

人类祖先最初或穴居或巢居。古罗马的《建筑十书》曾把原始建筑活动归结为人们“仿照燕窝建造自己的避难场所”。但那时屋顶和墙壁常常没有明确的划分，二者合为一个连续的界面。中国的《易·系辞》写道：“上古穴居而野处”，旧石器时代原始人居住的岩洞在北京、辽宁、贵州、广东、湖北、江西、江苏、浙江等地都有发现。原始社会晚期，竖穴上覆盖草顶的穴居成为这一区域氏族部落广泛采用的一种居住方式，而巢居则是地势低洼气候潮湿而多虫蛇的地区采用过的一种原始居住方式。

### 二、屋顶的原始形态

一般而言，考古发掘所能见到的史前房屋建筑，多是柱洞、基槽、桩柱等建筑残迹，有机质的屋顶很难保存，有关屋顶原始形态的研究大多数是推测与想像的结果。但是，在历史上的许多建筑中，仍然发现原始屋顶形态的痕迹。例如，C·诺伯格-舒尔茨在《西方建筑的意

义》一书中指出：“在1750年后不久，法国理论家劳格回头研究了原始的小屋，对于圆柱、雕像的平三角形屋顶这些‘朴实’和‘天然’的建筑元素的重新研究，使他认为希腊神殿事实上是继承了古代小茅屋的传统。”同样，从东南亚干阑式建筑上也可以看到巢居屋顶形态的影子。今天，许多建筑师正对屋顶的原始形态重新认识，以此汲取创新的灵感。

原始洞穴的顶，实际是上面的土层或是加固的石板，但它们所形成的内部空间却已有变化，一些实例分布在挪威、西班牙等地。

比较重要的原始屋顶形态之一是茅屋(hut)顶，它是由插于地面的一圈枝条在顶部扎结而弯曲成穹隆状，在上面覆盖草皮、泥土等(图1-1-1)。

在许多沙漠地区仍被使用的帐篷(tent)顶是原始屋顶形态的体现，当初它是由斜插在地上的杆件组成骨架，盖上毛皮而成(图1-1-2)。

发现于苏格兰、威尔士和爱尔兰等地的“蜂巢窝”(beehive)则是由石块叠砌成穹隆状，被认为在一定程度上保留了原始屋顶形态的某些特征，并推测它和金字塔一样，与原始坟墓的形式有着联系(图1-1-3)。



图1-1-1

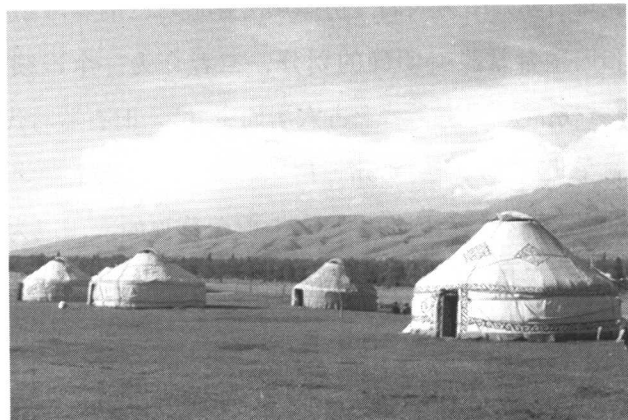


图1-1-2



图1-1-3



图1-1-4



图1-1-5

坡顶的出现源于木构架的大量使用,从茅屋顶到坡顶的过渡导致了屋顶与墙在形式上的明确分离。为了利于采光和排烟,在房屋内部又出现另有柱子支撑的屋顶,这样可以在屋顶尖上再升起一个小坡顶(图1-1-4)。支撑屋顶的结构有东南亚的人字架和北欧的叉柱架(cruck),而随着扩大空间的需求,四坡顶和歇山顶也相继出现(图1-1-5)。

## 第二节 屋顶结构形式的发展

### 一、屋顶的结构与形式

任何一种建筑模式的产生和发展,都是和一种新的生活方式密切相关的。从居住建筑到交通建筑、体育建筑、工业建筑、纪念建筑、博览建筑等,屋顶结构发展的历史也是人类生活领域不断扩大的历史。屋顶结构从梁柱体系、拱发展到桁架、网架、薄壳、折板、悬索、张力、充气等结构体系,屋顶形式也直接表现为覆盖跨度的增大和所形成的内部空间的多种适应性。

建造屋顶首先是要克服重力并获得水平方向的跨度,这些都要通过结构材料把架空部分的重量传递到周围的支点上,不同的材料

具有不同的抗拉、抗弯、抗压性能。研究表明,历史上各个地区所采用的屋顶结构形式,很大程度上取决于当地结构材料的来源和使用方式。砌块(砖、石、混凝土)结构利用的是构件的压力;在木材资源丰富的地区,骨架结构充分发挥了木材的抗弯性能;而游牧民族则利用毛皮、支杆、绳索发明了张力结构的雏形——帐篷。

这些屋顶结构因受力特征的差异,在断面形式、构件、节点等方面都表现出各自的特殊造型。随着新材料、新技术的发展与运用,屋顶结构体系由早期的平面结构发展为空间结构,而後者的结构与形式又更加密不可分,浑然一体,达到结构与形式在艺术上的完美结合。

## 二、梁柱体系屋顶的形式

梁柱体系的受力特征是承受弯矩力。这种形式可以追溯到史前的神庙或迈锡尼(Mycenae)的狮子门(图1-2-1、图1-2-2)。在埃及神庙和希腊神庙,石梁采用平置的形式。为了获得更大的跨度,三角形屋架得到了发展,如中国古代建筑中的“抬梁式”构架和西方古代建筑中的三角形或多边形屋架。



图1-2-1



图1-2-2

梁柱体系是最古老的一种屋顶结构方法。梁是一种直线或曲线形构件,主要承受各种作用产生的弯矩和剪力,当然有时也承受扭矩,但主要是承受轴压力。在古埃及的神庙中,平置的石梁上承托作为屋面的石板,粗壮的石柱密密地排列成“森林”。由于石材的力学性能,梁的跨度与悬挑距离都非常小,平面布置形式大多是矩形

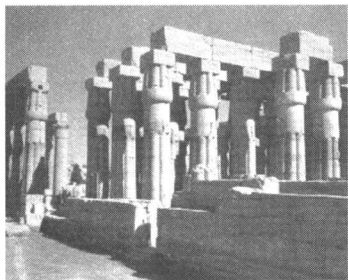


图1-2-3

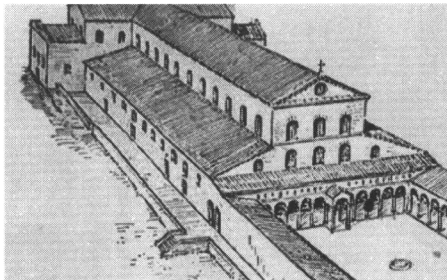


图1-2-4

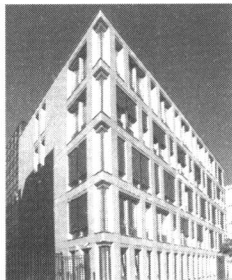


图1-2-5

排列 (图1-2-3)。木梁采用倾斜交叉布置成两坡,其底部再连以水平构件,形成了三角形的屋架,从而获得了更大的跨度,屋面也随着梁的出挑向外延伸,在造型中获得了更多的变化 (图1-2-4)。典型的实例有中国的“抬梁式”构架和以斜向构件连接的西方三角形或多边形屋架,而平面布置形式则发展到多边形、圆形等。

梁和柱的连接在纵横两个方向上进行组合形成了框架(Skeleton)。混凝土、钢、玻璃等材料的运用促进了框架的发展,框架结构的多层或高层建筑在立面上常常表现为各种网格 (图1-2-5)。框架在建筑顶部的收束可以形成多种变化 (图1-2-6、图1-2-7、图1-2-8)。

屋架的组合形成了桁架。桁架是由若干杆件构成的平面或空间的格架式结构。各杆件承受轴向力,有时也承受弯矩和剪力 (图1-2-9)。



图1-2-6

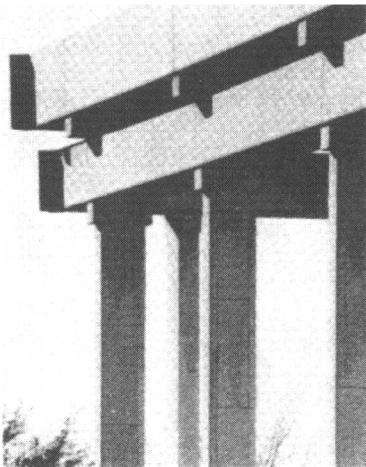
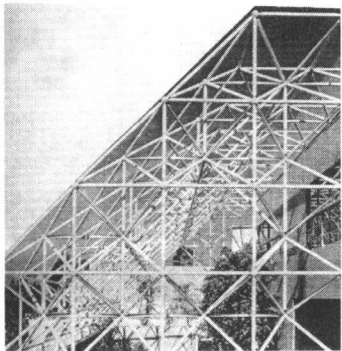


图1-2-7

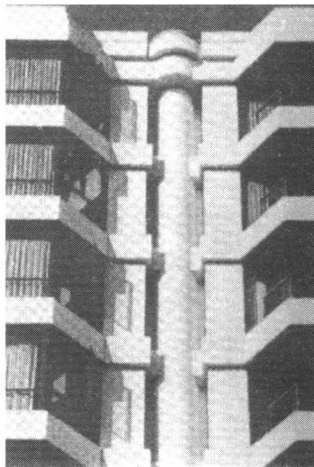


图1-2-8

图1-2-9

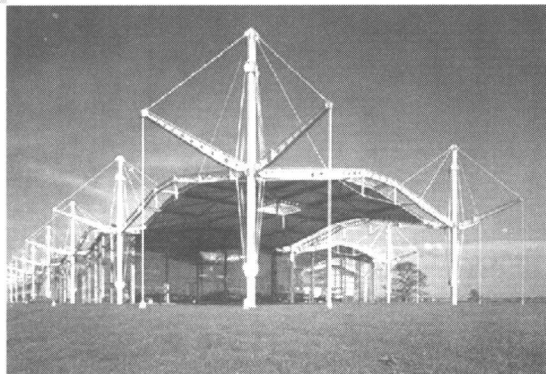


图1-2-10



图1-2-11

桁架有三角形、拱形、折线形、梯形和平行弦等多种类型，它能适应较大的跨度，造型变化较丰富。有些桁架也可直接暴露在屋面上，成为突出的造型要素（图1-2-10、图1-2-11）。

### 三、拱屋顶的形式

拱（Vault）是另一种最基本的屋顶结构形式，它的历史可以追溯到人类穴居的时代。拱是一种曲线或折线形构件，主要承受轴向压力，有时也承受弯矩、剪力或扭矩。从结构特点看，拱是一种有外推力的结构，外形一般是抛物线、圆弧线或折线，这样可使拱在外荷载、支座反力和推力作用下截面处于受压状态或较小偏心受压状态。拱的矢高与跨度之比越大，拱脚推力愈小，因而从扁平的拱到半圆的、凸形的拱，侧推力逐渐减小。为抵抗侧推力，许多情况下采用在拱的底部设立拉杆（索）的方法。



图1-2-12

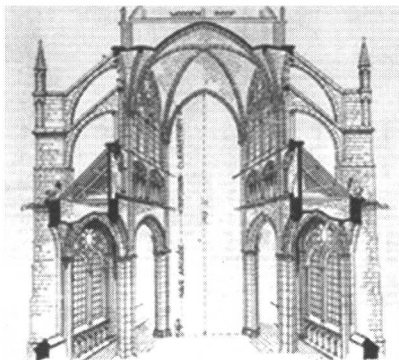


图1-2-13

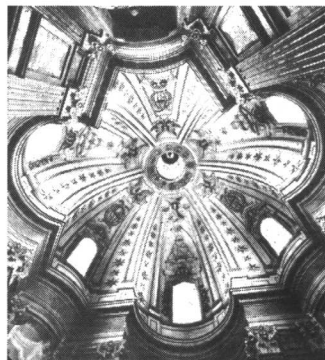


图1-2-14



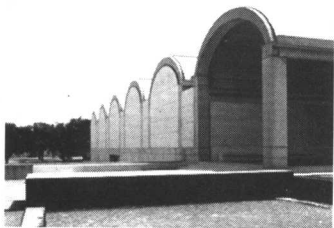


图1-2-15



图1-2-16

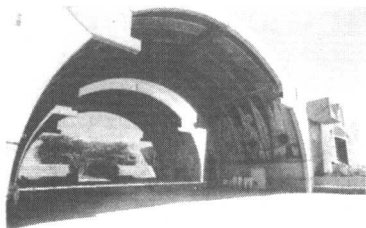


图1-2-17

古代建筑拱屋顶的材料可以是砖、石、混凝土等，由于材料性能的限制，获得的跨度有限，但拱的组合形式却千变万化，拜占庭建筑和哥特建筑就是其成就的集中体现（图1-2-12、图1-2-13）。肋骨拱的出现是拱顶结构的重大发展，它改善了拱顶的视觉效果（图1-2-14）。现代建筑中拱屋顶采用钢、混凝土等新型材料，常采用三铰拱、两铰拱和无铰拱的形式。由于支承条件不同，拱截面的内力有较大差异，但与同跨度、同荷载的梁相比有着明显的优越性，因而较多地运用在大跨结构中（图1-2-15、图1-2-16、图1-2-17）。

#### 四、折板屋顶的形式

折板（folded plate）结构是一种类似于筒壳的薄壁空间体系。它由边梁、横隔以及薄板组成，空间作用也类似主筒壳。折板结构最简单的形式是板都平行，如果平面布置是梯形的，折板结构本身就

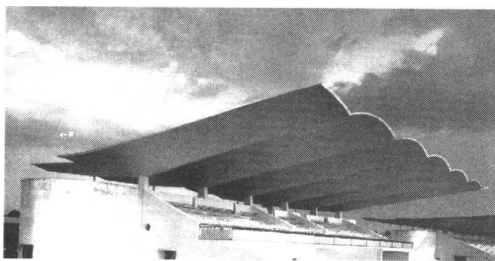


图1-2-18

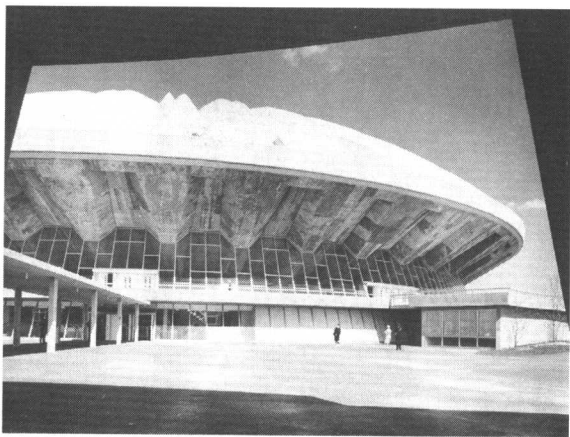


图1-2-19

图1-2-20

成为扇形，折板叉开，板就越来越宽，边就越高。除了平行折板和扇形折板，还有相互反向的折板，它们或是跨越支座的全长，或是较短段落交贯，形成结构中的折结。折板结构的晶体般檐口造型极为丰富，而折板自身在檐部的结束往往做成向前斜的“断面”，或者在横断方向上作一次折叠结束，以起到边沿加固的作用（图1-2-18、图1-2-19、图1-2-20）。

### 五、网架屋顶的形式

网架（Space frame）是一种新型的、由许多杆件按照一定规律组成的网状结构，具有各向受力的性能。

网架结构从外形上可以分成平面网架和空间网架两类。而平面网架又可分为桁架体系网架和角锥体系网架。网架由于杆件间互相起支撑作用，具有整体性强、稳定性好、空间跨度大、刚度强、抗震性能好的优点。网架还有一个无可置疑的优点就是装卸迅速，所以它们经常用于搬迁活动频繁的地方。网架屋顶在外观表现为构件交叉的角度变化、精巧规则的表面划分（图1-2-21、图1-2-22）。

### 六、壳体屋顶的形式

“壳体”（shell）这个名词，使人联想起自然界的一些物体形状，

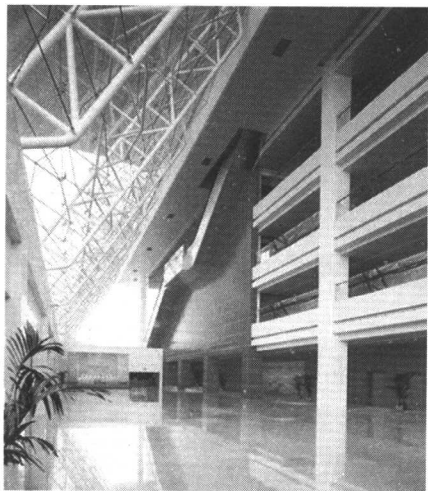


图1-2-21



图1-2-22



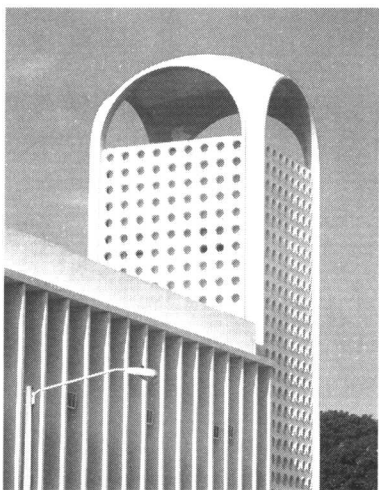


图1-2-23

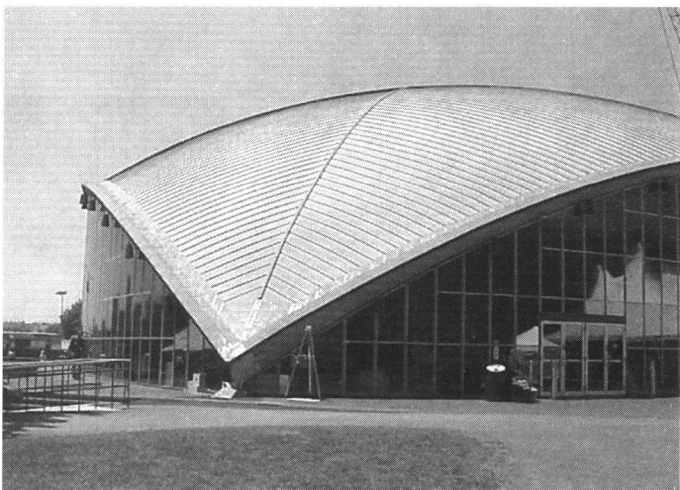


图1-2-24

如鸡蛋、坚果、软体动物或昆虫的护身壳等。它具有两个非常特殊的性能：刚性和曲面。壳体可分为圆柱体壳体、旋转壳体、劈锥壳体、双曲抛物面壳体、自由式造型壳体等。壳体屋顶的曲线和厚度很薄，充分体现了轻快、优美的风格，其丰富的形式也适用于大跨度和多种建筑平面（图1-2-23、图1-2-24）。

圆柱体壳体由壳板、边梁和横隔组成。筒壳的一些组成变化类似于筒拱，或是十字连接，或是多波相连。若干弧段筒壳形成的空间结构，在技术上和形式上都颇有趣味。

旋转壳体可看作是由一定形状的平面曲线环绕一个竖向的轴线旋转而成。最常见的旋转壳体是球壳，但它与穹顶并不完全一样。在旋转壳体中，双曲面享有特殊的地位。它是一个独具风格、富有表现力而又严格的几何形式，由扭转两个圆圈之间的一系列直线而形成。

劈锥壳体是由一根直线一端沿着一根直线，另一端沿着一根曲线移动而成。它的造型与自然界的贝壳具有惊人的相似性。

双曲抛物面壳体是由直线沿两条固定的直线或曲线移动而成。壳体可分割或组合成各种形式，覆盖在不同的平面之上，如马鞍形、扭壳等。