

陈保胜 编

建筑结构选型

JIANZHUJIEGOU XUANXING

同济大学出版社



建筑结构选型

陈保胜 编

同济大学出版社

内 容 提 要

本书针对建筑学专业的实际情况,系统地介绍了常用的建筑结构形式,其中包括:梁、板、桁架、拱、薄壁空间、网架、网壳、悬索、薄膜、高层建筑结构等。对上述各种结构形式着重介绍了其构造特点、适用范围、选型原则等。同时介绍了国内外各种建筑结构体系的实例,使学生加深理解,拓宽设计思路。本书编写力求突出重点,多结合实际,少讲理论。

本书可作为建筑学及相关专业教材之用,也可供广大土木工程技术人员及参加全国注册建筑师考试人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构选型/陈保胜编. —上海:同济大学出版社,
2004.10
ISBN 7-5608-2904-X

I. 建… II. 陈… III. 建筑结构—选型
IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 088851 号

建筑结构选型

陈保胜 编

责任编辑 解明芳 责任校对 郁 峰 封面设计 李志云

出 版
发 行

同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销

全国各地新华书店

印 刷

同济大学印刷厂印刷

开 本

787mm×1092mm 1/16

印 张

8.75

字 数

224 000

印 数

1—5100

版 次

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

书 号

ISBN 7-5608-2904-X/TU·556

定 价

15.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

目 录

第一章 结 论	(1)
第一节 结构选型的意义.....	(1)
第二节 结构选型的基本原则.....	(1)
第二章 梁、板结构	(4)
第一节 梁.....	(4)
第二节 板.....	(7)
第三章 桁架结构	(9)
第一节 桁架结构的特点.....	(9)
第二节 桁架结构的形式和适用范围	(11)
第三节 桁架的构造	(16)
第四章 单层刚架结构	(18)
第一节 单层刚架结构的特点	(18)
第二节 单层刚架的结构形式	(22)
第三节 单层刚架结构的构造	(25)
第五章 拱式结构	(29)
第一节 拱的受力特点	(29)
第二节 拱脚水平推力的平衡	(32)
第三节 拱式结构的形式	(35)
第四节 拱式结构的选型	(36)
第六章 薄壁空间结构	(40)
第一节 概述	(40)
第二节 圆顶	(44)
第三节 筒壳	(48)
第四节 折板	(53)
第五节 幕结构	(57)
第七章 网架结构	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 网架的结构体系及其形式	(61)

第三节	网架结构的支承方式	(66)
第四节	网架结构主要几何尺寸的确定	(68)
第五节	网架结构的构造	(71)
第八章	网壳结构	(79)
第一节	概述	(79)
第二节	网壳结构的形式	(80)
第三节	网壳结构的构造	(93)
第九章	悬索结构	(95)
第一节	概述	(95)
第二节	悬索结构的受力与变形特点	(96)
第三节	悬索结构的形式	(98)
第四节	悬索结构的稳定	(105)
第十章	薄膜结构	(108)
第一节	薄膜结构的特点	(108)
第二节	薄膜结构的材料	(109)
第三节	空气薄膜结构	(110)
第四节	悬挂薄膜结构	(113)
第十一章	高层建筑结构	(115)
第一节	概述	(115)
第二节	高层建筑结构体系	(116)
第三节	高层建筑结构布置实例	(127)
参考文献	(132)

第一章 绪 论

第一节 结构选型的意义

一幢完美的建筑,它不仅要符合功能要求、体现造型的艺术美,而且要体现结构的合理性,也就是说,只有建筑和结构的有机结合,才是一幢完美无缺的建筑。

一般,结构工程师的责任要比建筑师的责任大得多。由于结构的安全重要性,所以在确定该幢建筑的使用寿命的同时,还必须考虑到人们的生命和财产的安全。当然,我们决不会刻意要求建筑师像结构工程师那样,对所有结构型式的力学原理和计算方法掌握得一清二楚,但是作为一名建筑师,在做一个建筑方案的同时,必须要考虑到在整个方案的实施过程中,结构上有没有实现的可能性,它将采用何种结构形式,施工过程中有哪些困难。因此,要求每一位建筑师对所有的结构形式和特点,以及它们基本力学原理和构造有一个全面的了解和掌握。这样,才使一个建筑方案不会成为一纸空文。图 1-1 所示是罗马体育馆,是内容和形式统一的典范。

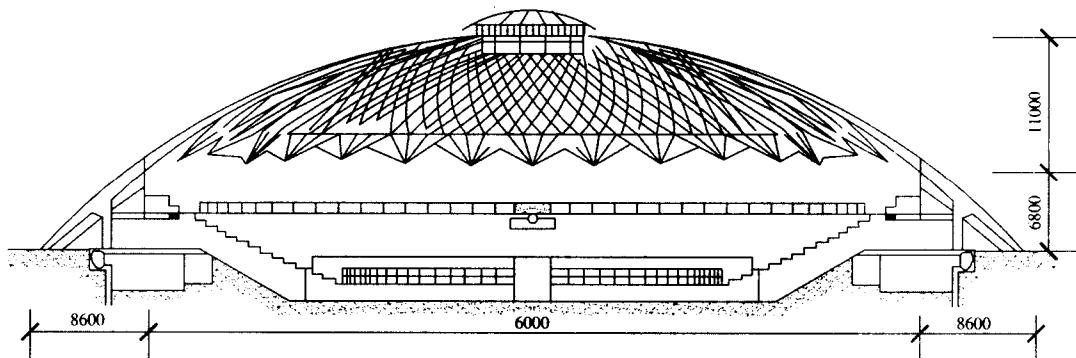


图 1-1 罗马体育馆

第二节 结构选型的基本原则

结构选择何种形式,它涉及方方面面,归纳起来有以下几个方面:

一、满足功能要求

满足功能要求,是一幢建筑设计的根本所在,如观演类建筑的观众厅,其功能是观众观演的地方,因此,在观众厅中不允许设立柱子,否则将阻挡观众的视线,在考虑其结构形式时必须强调这一点。

二、符合力学原理

结构的安全性是建立在力学的基础上的。在考虑一个结构方案时,首先要看其是否符合力学原理,也就是说,要具有科学的道理,不是凭空想象。也就是说,结构上有没有可能性,它受力是否合理,在使用阶段是否安全可靠,这是结构的关键所在。

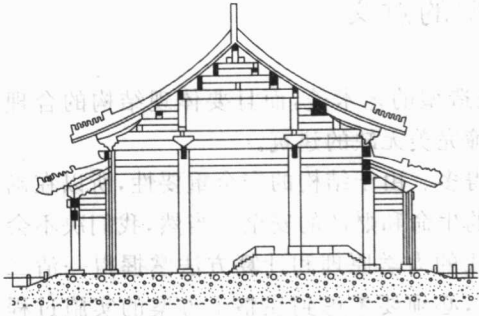


图 1-2

三、注意美观

在古代建筑中,多数结构是外露的,如殿宇从未用装饰来表现内部空间,如图 1-2 所示,它的梁、柱既是建筑的骨骼,又体现了其艺术美。

一个好的结构体系,它不仅是一幢建筑的骨骼,更是美的象征。

四、便于施工

如何把一个作品从图纸变为现实,如上海东方明珠电视塔,塔身建造完后,其顶上的天线如何安装(图 1-3),比设计一个天线难度要大得多。又如上海万人体育馆,其屋顶为圆形三向网架,直径达 110m,如何进行安装,其施工方法在方案阶段已经作了考虑。如方案确定后,施工无法实现,其方案也是一纸空文。

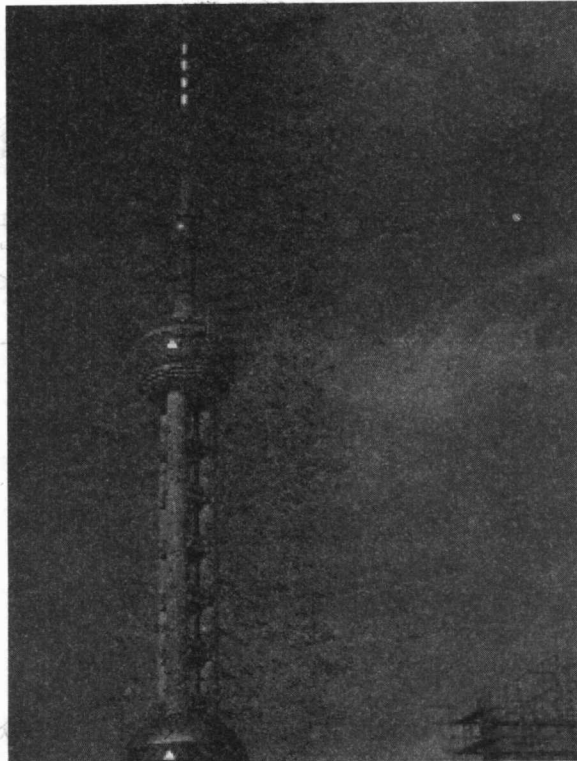


图 1-3

五、考虑经济

一幢建筑的总造价,其结构部分占的比重相当高,一般结构部分的造价占整幢建筑的总造价的60%左右,高者可达80%以上。因此,一幢建筑结构选型的标准,如何控制总造价也是基本建设的主题和基本原则。

第二章 梁、板结构

梁、板是房屋建筑中应用最广泛的构件,也是建筑结构中最基本的构件。梁主要承受垂直于梁轴线方向的荷载,板主要承受面荷载。梁、板受力分析方便、制作简单,故在中小跨度建筑中得到了大量的应用。

第一节 梁

一、梁的分类

梁的形式很多,可以按材料分类,也可以按截面形式分类。

1. 按材料分类

梁按材料分类有石梁、木梁、钢梁、钢筋混凝土梁、预应力混凝土梁及钢-钢筋混凝土组合梁等。

在古代大量的石建筑中,石梁(石板)得到了大量的应用,其跨度为8~9m。如古希腊建于公元前356年的阿提密斯庙(Temple of Artemis),石梁的跨度最大达8.6m左右。石材尽管抗压强度很高,但抗拉强度却很低,所以石梁高度往往很大,极其笨重,而跨度却很小,使柱网尺寸受到限制,影响室内空间的使用。

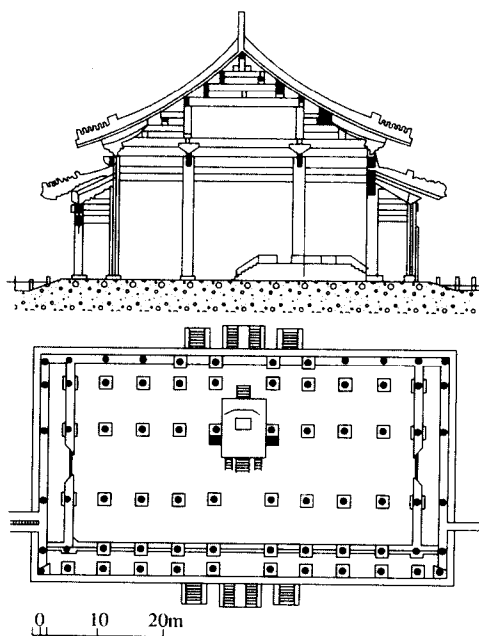


图 2-1 北京故宫太和殿

木梁在我国古代的庙宇、宫殿建筑中应用极为普遍,直至近代仍有较多的地方在应用。如图2-1所示的北京故宫太和殿,木梁跨度在11m左右。由于木材自重轻,抗弯、抗剪强度均较高,因此,木梁比石梁截面小、跨度大,室内空间开阔,制作方便,但木材防腐、防蛀、防火性能差,且资源有限,因此,在现代建筑结构中受到一定的限制。

钢梁的特点是材料强度高、加工方便、制作工期短、适用范围广。尽管钢材容重较大,但由于材料强度高,所需截面尺寸较小,钢梁的自重比相同跨度的混凝土梁要轻。但钢材防腐、防火性能较差,造价和维修费用较高。

钢筋混凝土梁是目前应用最为广泛的梁。它利用混凝土受压、纵向钢筋受拉、箍筋受剪的特性,由纵向钢筋、箍筋和混凝土共同工作,整体来受力。钢筋混凝土梁具有受力明确、构造简单、施工方便、造价低廉等优点,但缺点是自

重大。当跨度较大时,常受到挠度和裂缝宽度等控制条件的限制,跨度一般不超过 12m。

预应力混凝土梁则可部分地克服钢筋混凝土梁的缺点,由于在受拉区施加了预压应力并对梁进行了预起拱,可有效地控制梁的裂缝宽度和挠度;由于采用了高强混凝土和高强钢筋,可有效地节省材料、减轻结构自重。预应力混凝土梁的适用跨度一般可达 18m,甚至更大。

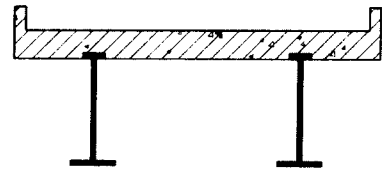


图 2-2 钢-钢筋混凝土组合梁

钢-钢筋混凝土组合梁在房屋建筑中应用不多,而在桥梁工程中较为常见,如图 2-2 所示。它是下部钢材受拉、上部钢筋混凝土受压的结构,充分利用了钢和混凝土的强度性能,因而具有较好的技术经济指标。

2. 梁按截面形式分类

梁的截面形式一般为焊接工字形截面,钢筋混凝土梁常见的截面形式如图 2-3 所示。其最简单的是矩形截面,一般来说,梁截面高度应大于梁面宽度,假如梁高为 h ,宽为 b ,通常 $b = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right)h$,这样可充分发挥材料的强度作用,并使梁具有较大的刚度,但当建筑上对梁高或层高有限制时,也可采用宽度大于高度的扁梁或花篮梁,当梁与楼板整浇在一起时,则成为 T 形截面梁。考虑到中性轴附近材料不能充分发挥作用,也常减少中性轴附近的材料并把它集中布置到上下边缘处,形成了工字形截面或箱形截面梁。

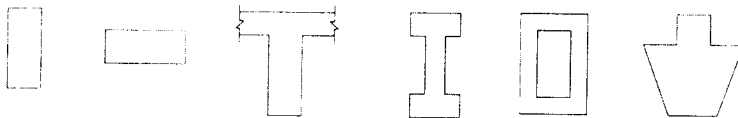


图 2-3 钢筋混凝土梁的截面形式

较大跨度的梁常采用薄腹梁并施加预应力,根据简支梁的受力特点,为适应弯矩和剪力的变化,可采用变高度双坡薄腹梁(图 2-4a)、鱼腹梁(2-4b))或空腹梁(2-4c))等。因为腹跨中以承受弯矩为主,故可采用薄腹的工字截面梁或空腹梁,通过增加梁高来提高梁的抗弯承载力。在梁端因变短、变小而剪力增大,这时,可减少梁高,但应增加梁宽来提高梁的抗剪承载力,故常采用矩形截面梁。普通钢筋混凝土薄腹梁的适用跨度为 6~12m,预应力混凝土薄腹梁的适用跨度为 12~18m。

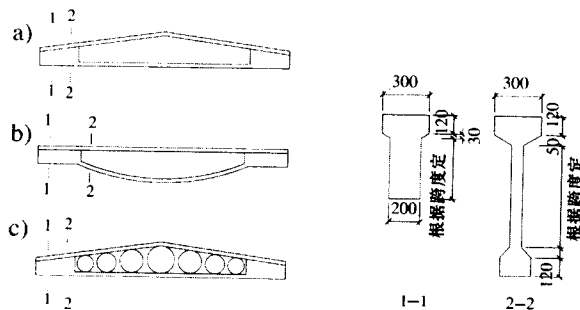


图 2-4 薄腹梁的主要形式

3. 梁按支座约束条件分类

梁按支座约束条件分类,可分为静定梁和超静定梁。根据梁跨数的不同,有单跨静定梁或单跨超静定梁、多跨静定梁或多跨连续梁。

单跨静定梁有简支梁和悬臂梁两种。单跨超静定梁常见的有两端固定梁和一端固定一端简支梁两种。对于悬臂端设支柱或拉索的悬挑结构(图 2-5a、b)),根据梁的刚度(EI)与柱或拉索的刚度(EA)之比的不同,可简化为一端固定、一端简支梁(图 2-5c)),也可简化为一端固定、一端弹性支承梁(图 2-5d))。

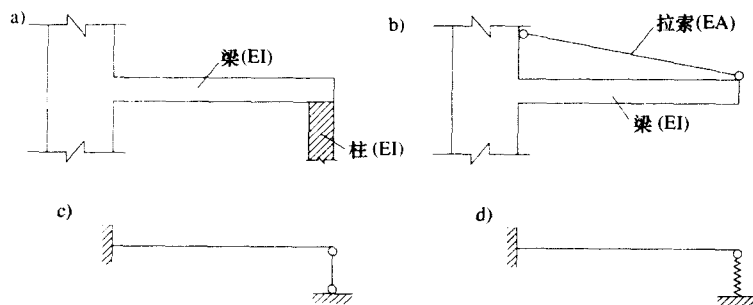


图 2-5 悬臂端设支柱或拉索的悬挑梁

多跨静定梁如图 2-6 所示,它实际上是带外伸段的单跨静定梁的组合。

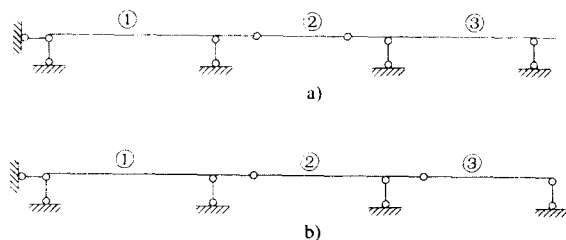


图 2-6 三跨静定梁

二、梁的受力

梁主要承受垂直于梁轴线方向的荷载的作用,其内力主要为弯矩和剪力,有时也伴有扭矩或轴力。梁的变形主要是挠曲变形。梁的受力与变形主要与梁的约束条件有关。

三、钢筋混凝土梁的构造

钢筋混凝土梁的截面尺寸应根据梁的跨度、荷载大小、支承情况及建筑使用要求来确定。一般梁的高度可取梁的跨度的 $1/14 \sim 1/8$, 美国和西欧各国取值较小, 常为 $1/25 \sim 1/15$ 。梁的宽度可取梁的高度的 $1/3 \sim 1/2$ 。当梁的截面高度受到限制时,也可采用梁宽大于梁高的扁梁。当荷载较大时,梁的截面应取得大些,简支梁应比连续梁截面取得大些,施加预应力时梁的截面高度可取得小些。

直接作为屋面梁的钢筋混凝土薄腹梁,采用卷材防水时,屋面坡度可取 $1/8 \sim 1/12$ 。薄腹梁的腹板厚度,可取 $60 \sim 100\text{mm}$;上翼缘宽度可取 $250 \sim 400\text{mm}$,取决于屋面板的搁置要求;下翼缘宽度可取 $200 \sim 230\text{mm}$,取决于钢筋的布置要求。

第二节 板

钢筋混凝土楼板的结构层主要指楼板层的承重构件部分。它按施工方式的不同,有现浇整体式、预制装配式和装配式三种类型。

1. 现浇钢筋混凝土楼板

现浇钢筋混凝土楼板常用的有板式楼板和梁板式楼板两种。现浇板式楼板多用于较小跨度的房间或走廊,如居住建筑中浴室、厕所、厨房等处。

当房间的跨度较大,若仍采用板式楼板,则势必要加大板的厚度和增加板的配筋量,很不经济。因此,当出现跨度较大的房间时,为使楼板结构的设计更为合理,常采用梁板式楼板,即设置梁作为板的支点来减小板的跨度。这时楼板层的荷载是由板传给梁,再由梁传到墙或柱上。

现浇钢筋混凝土板的厚度为 $60\sim 80\text{mm}$ 。当板的长边 l_2 (即主梁间距)与板的宽度(即次梁间距)之比大于2时,在荷载作用下,板基本上沿单方向传递,所以,被称为单向板。当板的长边 l_2 与短边 l_1 之比小于或等于2时,板在两个方向都有弯曲,即在两个方向都传递荷载,所以被称为双向板。当柱网或房间为方形或接近方形,且跨度在6m左右时,如民用建筑中的门厅或大厅,常从建筑角度考虑而采用主次梁相同截面的格子形梁板结构,这种结构通常被称为井字梁楼板,见图2-7。

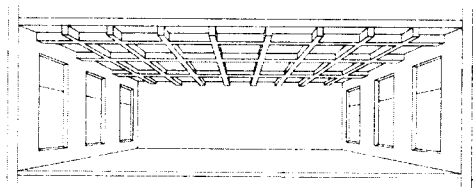


图2-7 井字梁楼板

2. 装配式钢筋混凝土楼板

装配式楼板系在工厂或现场预制而成。可根据需要制作成各种类型的板。常见的有预制实心板、空心板、槽形板、T形板等。

根据预制钢筋混凝土楼板是否施加预应力,又可分为预应力和非预应力两种构件。

预应力板的主要优点是构件的刚度大,受力后抗裂能力强,与非预应力板比较,可节省钢材 $30\%\sim 50\%$,节省混凝土 $10\%\sim 30\%$,自重减轻,从而降低建造造价。

3. 预制钢筋混凝土楼板

1) 实心平板(图2-8)

预制实心板因跨度小,仅适用于作过道、厨房、厕所等处的楼板,也可作为架空搁板、管道板等。

板的尺寸为:跨度 $l\leq 2.5\text{m}$;板厚 $h\geq 1/30l$,一般为 $60\sim 80\text{mm}$;板宽 b 约为 $400\sim 900\text{mm}$ 。

实心板的两端支承在墙或梁上,构件较小,吊装设备要求不高,造价低;其缺点是楼板隔声效果差,易漏水。

2) 槽形板(图2-9)

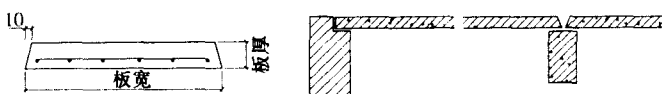


图 2-8 预制实心板

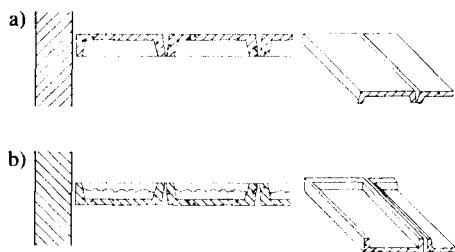


图 2-9 槽形板

槽形板是一种梁板结合的构件,即在平板两侧设有纵肋,构成槽形截面。其尺寸较平板为大,能跨越较大跨度。板宽为 600,800,1200mm 等;板厚为 30~35mm,肋高 150~300mm;板跨 3~6m。为了提高板的刚度和便于搁置,常将板的两端以端肋封闭,当板跨达 6m 时,则在板的中部每隔 500~700mm 处增设肋一道。板有正置(肋向下)与倒置(肋向上)两种。正置槽形板由于板底不平,一般用于观瞻要求不高的房间,否则,需另作吊顶。倒置

槽形板上面需要另作面层,槽内常填轻质材料作为隔声或保温之用。

3) 空心板(图 2-10)

空心板根据抽空方式的不同,其截面有圆孔、椭圆孔和方形孔之分。方孔能节约一定量的混凝土,但脱模较为困难,易出现裂缝。椭圆孔和圆孔增大了肋的截面面积,使板的刚度增强,对受力有利,同时抽芯脱模也较方便。相比之下,圆孔虽存在用料多、自重大等问题,但因它比椭圆孔抽芯脱模更省事,故目前预制多孔板基本上采用圆孔空心板。

中型空心板宽为 500~1500mm,常见的是 600~1200mm,大型的宽为半间或整间房间的深度,板厚随板跨度不同而变化,一般为 500~1500mm,圆孔孔径为 60~100mm,上表面为 15~20mm,下表面厚为 15~20mm。板跨一般有小跨和大跨两种,小跨多为 4m 以下,大跨多为 4~6m。板的两端孔内以砖块或混凝土塞住,这样处理避免了安装时有过多的嵌缝砂浆滴入板孔内,孔大壁薄者,还可避免板端在支点处压坏。

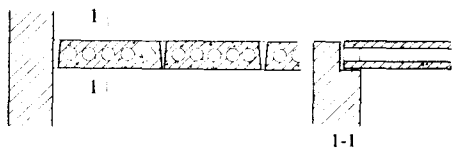


图 2-10 预制空心板

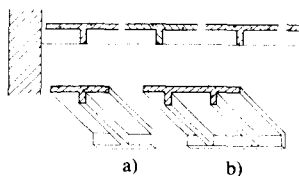


图 2-11 T 形板

4) T 形板(图 2-11)

T 形板有单 T 板和双 T 板两种,是一种梁板结合的构件,具有跨度大、多功能的特点,可作楼板也可作墙板构件。T 形板体形简洁,具有比槽形板更大的尺度、更省的经济指标。其板宽一般为 2.4m,少数采用 1.6m 和 2m。跨度为 6m、9m、12m 不等。

预制板的类型很多,常见的基本形式就是以上几种,上述各种预制板,各地均有适当地使用需要的不同类型、规格,供设计时选用。

第三章 桁架结构

桁架结构的特点是受力合理,计算简单,施工方便,适应性强,对支座没有横向力。因此在结构工程中,桁架常用来作为屋盖承重结构,常称为屋架。屋架的主要缺点是结构高度大,侧向刚度小。由于结构高度大,不但增加了屋面及围护墙的用料,而且增加了采暖、通风、采光等设备的负荷;对音质控制也带来困难。桁架侧向刚度小,对于钢桁架特别明显,因为受压的上弦平面外稳定性差,也难以抵抗房屋纵向的侧向力,这就需要设置支撑。一般房屋纵向的侧向力并不大,但钢屋架的支撑很多,都按构造(长细比)要求确定截面,故耗钢量不少,但未能材尽其用。

第一节 桁架结构的特点

一、桁架结构的组成

桁架结构主要由上弦杆、下弦杆和腹杆三部分组成,如图 3-1 所示。简支梁在竖向均布荷载作用下,沿梁轴线的弯矩和剪力的分布及截面内的正应力和剪应力的分布都不均匀。在弯矩作用下,截面正应力分别为受压区和受拉区呈三角形分布,在中性轴处应力为零,在上、下边缘处分别是拉应力和压应力为最大,因此,若以上、下边缘处材料的强度作为控制值,则中间部分的材料不能充分发挥作用。同时,在剪力作用下,剪应力在中性轴处为最大,在上、下边缘处剪应力为零,分布在上、下边缘处的材料不能发挥其抗剪作用,尽管通过改变梁的截面形式(例如,把梁截面由矩形改为工字形)、改变梁的截面尺寸(例如,在梁的跨中和支座附近变高度、变梁宽)等,可改善梁的受力性能,但这些都只是量的改变,而难以达到质的飞跃。

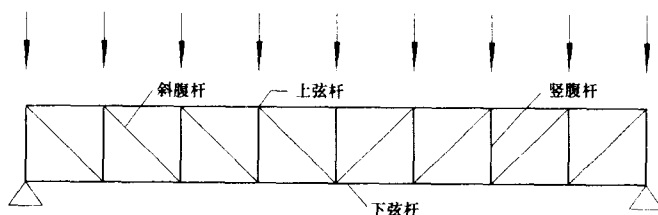


图 3-1 桁架示意

图 3-1 所示的桁架结构则具有与简支梁不同的受力性能,尽管从整体结构来说,外荷载所产生的弯矩图与剪力图与作用在简支梁上完全一致,但在桁架结构内部,则是桁架的上弦受压、下弦受拉,因此,形成力偶来平衡外荷载所产生的弯矩。外荷载所产生的剪力则是由斜腹杆轴力中的竖向分量来平衡。因此,在桁架结构中,各杆件单元(上弦杆、下弦杆、斜腹杆、竖腹杆)均为轴向受拉或轴向受压构件,使材料的强度可以得到充分的发挥。

二、桁架结构计算的基本假定

实际桁架结构的构造和受力情况一般是比较复杂的,为了简化计算,通常采用以下几个基本假定:

(1) 组成桁架的所有杆件都是直杆,所有杆件的中心线(轴线)都在同一平面内,这一平面称为桁架的中心平面。

(2) 桁架的杆件与杆件相连接的节点均为铰接节点。

(3) 所有外力(包括荷载及支座反力)都作用在桁架的中心平面内,并集中作用于节点上。

上述假定(2)是桁架结构简化计算模型的关键。在房屋建筑的实际工程中,真正采用铰接节点的桁架是极少的。例如,木材常常采用榫接,与铰接的力学要求较为接近;钢材常用铆接或焊接,节点可以传递一定的弯矩;钢筋混凝土的节点构造则往往采用刚性连接,如图3-2所示。因此,严格地说,钢桁架和钢筋混凝土桁架都应该按刚架结构计算,各杆件除承受轴力外,还承受弯矩的作用,但进一步的理论分析和工程实践经验表明,上述杆件内的弯矩所产生的应力很小,只要在节点构造上采取适当的措施,其应力对结构或构件不会造成危害,故在一般计算中均将桁架结构节点按铰接处理。

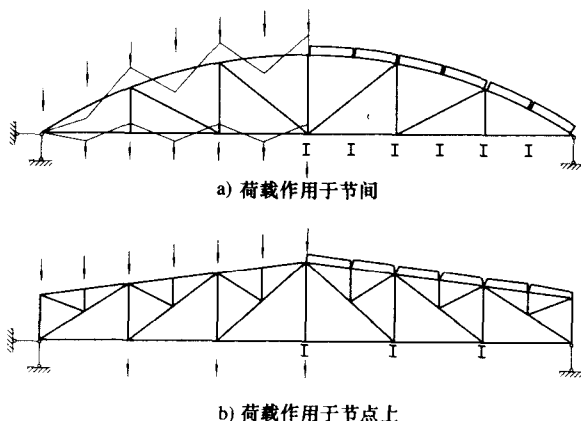


图 3-2 桁架上下弦的受力

将节点简化成铰接节点后,为保证各杆件承受轴力,还必须满足假定(3)的要求,即桁架结构仅受到节点荷载的作用。对于桁架上直接搁置屋面板的结构,当屋面板的宽度和桁架上弦杆的节间长度不等时,上弦杆将受到节间荷载的作用并产生弯矩;或对下弦杆承受吊顶荷载的结构,当吊顶梁间距与下弦杆节间长度不等时,也会在下弦杆产生节间荷载及弯矩。这将使上、下弦杆由轴向受压或轴向受拉变为压弯或拉弯构件(图3-2a),是极为不利的。对于木桁架或钢筋混凝土桁架,因其上、下弦杆截面尺寸较大,节间荷载所产生的弯矩对构件受力的影响可通过适当增大截面或采取一些构造措施予以解决,而对于钢桁架,因其上、下弦截面尺寸很小,节间荷载所产生的弯矩对构件受力有较大的影响,将会引起材料用量的大幅度上升。这时候,桁架节间的划分应考虑屋面板、檩条、吊顶梁的布置要求,使荷载尽量作用在节点上。当节间长度较大时,在钢结构中,常采用再分式屋架,如图3-2b)所示,使屋

面荷载直接作用在上弦杆节点上,避免了上弦杆受弯。

第二节 桁架结构的形式和适用范围

桁架结构的形式很多,按所使用材料的不同,可分为木屋架、钢-木组合屋架、混凝土屋架等。按屋架外形的不同,可分为三角形屋架、梯形屋架、抛物线屋架、折线型屋架、平行弦屋架等。根据结构受力的特点及材料性能的不同,也可分为桥式屋架、无斜腹杆屋架或刚接屋架、立体屋架等。

一、木屋架

常用的木屋架是方木或原木齿连接的豪式木屋架,一般分为三角形(图 3-3a))和梯形(图 3-3b))两种,大多在工地上用手工制作。

豪式木屋架的节间长度控制在 2~3m 的范围内为宜,一般为 4~8 节间,适用跨度为 12~18m。当屋架跨度不大时,上弦杆可用整根木料,当屋架跨度较大,上弦杆需做节头时,四节头位置应尽量靠近节点,避免承受较大的弯矩。木屋架的高跨比宜在 1/5~1/4 之间。

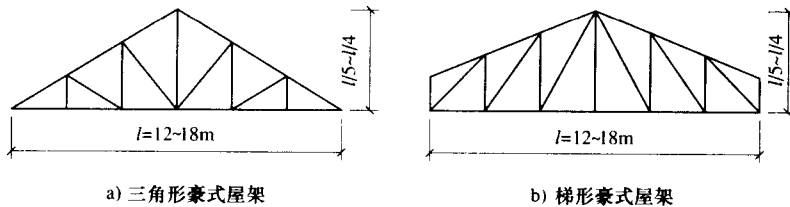


图 3-3 豪式木屋架

三角形屋架的内力分布不均匀,内力分布为支座处大而跨中小。一般适用于跨度在 18m 以内的建筑中,三角形屋架的坡度大,因此,适用于屋面材料为粘土瓦、水泥瓦及小青瓦等要求排水坡度较大的情况。

梯形屋架受力性能比三角形屋架合理,当房屋跨度较大时,选用梯形屋架较为适宜。当采用坡形石棉瓦、铁皮或卷材作屋面防水材料时,屋面坡度需取 $i=1/5$ 。梯形屋架适用跨度为 12~18m。

二、钢-木组合屋架

钢-木组合屋架的形式有豪式屋架、芬克式屋架、梯形屋架和下折式屋架(图 3-4)。

由于不易取得符合下弦杆材质标准的上等木材,特别是原木和方木干燥较慢,干裂缝对采用齿连接和螺栓连接的下弦杆十分不利,而采用钢拉杆作为屋架的下弦,每平方米建筑面积的用钢量仅增加 2~4kg,却显著地提高了结构的可靠性。同时,由于钢材的弹性模量高于木材,且消除了接头的非弹性变形,从而提高了屋架结构的刚度。

钢-木组合屋架的适用跨度视屋架结构的外形而定,对于三角形屋架,其跨度一般为 12~18m,对于梯形、折线形等多边形屋架,其跨度可为 18~24m。

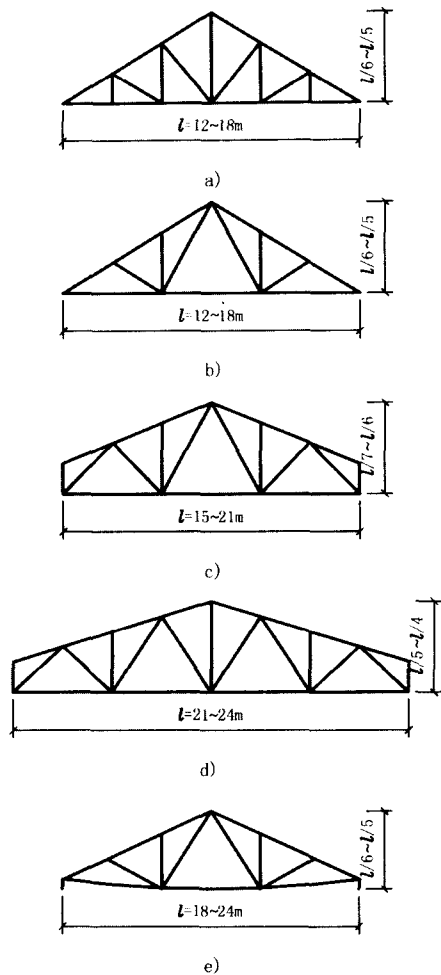


图 3-4 钢木组合屋架

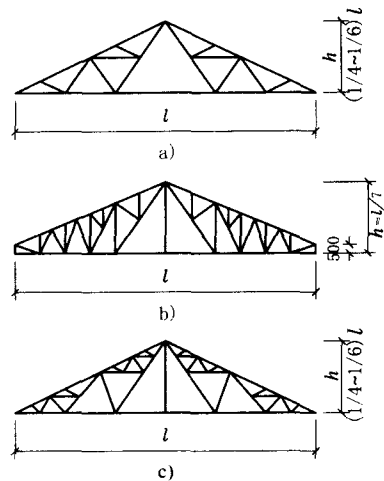


图 3-5 三角形钢屋架

三、钢屋架

钢屋架的形式主要有三角形屋架(图 3-5)、梯形屋架(图 3-6)、矩形(平行弦)屋架(图 3-7)等,为改善上弦杆的受力情况,常采用再分式腹杆的形式,如图 3-6b)所示。

三角形屋架一般用于屋面坡度较大的屋盖结构中,当屋面材料为粘土瓦、机制平瓦时,要求屋架的高跨比为 $1/4 \sim 1/6$ 。三角形屋架上、下弦杆内力变化较大,弦杆内力在支座处最大,跨度小,材料强度不能充分发挥作用。一般宜用于中小跨度的轻屋盖结构,当荷载和跨度较大时,采用三角形屋架就不经济,三角形网屋架的常用形式是芬克式屋架,它的腹杆受力合理,长杆受拉,且可分为两榀小屋架制作,运至现场进行安装,施工方便,必要时可将下弦杆中段抬高,使房屋净空增加。

梯形屋架一般用于屋面坡度较小的屋盖中,其受力性能比三角形屋架优越,适用于较大跨度或荷载的工业厂房。当上弦杆坡度为 $1/8 \sim 1/12$ 时,梯形屋架的高度可取 $(1/6 \sim 1/10)l$,当