



中央广播电视大学教材

混凝土结构及砌体结构

下册

HUNNINGTU JIEGOU
JI QITI JIGOU

滕智明 编
张惠英



中央广播电视大学出版社

混凝土结构及砌体结构

下 册

滕智明 张惠英 编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构及砌体结构 下册/滕智明主编. —北京:
中央广播电视大学出版社, 1995. 10

ISBN 7-304-01170-X

I. 混… II. 滕… III. ①混凝土结构-电视大学-教材
②砌块结构-电视大学-教材 IV. ①TU37②TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20198 号

混凝土结构及砌体结构

下 册

滕智明 张惠英 编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京市复兴门内大街 160 号 邮编:100031

北京印刷三厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 千字 330

1995 年 7 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—10000

定价 11.50 元

ISBN 7-304-01170-X/TU·43

目 录

第十一章 单层厂房结构	(1)
11-1 概述	(1)
11-2 单层厂房结构的组成和布置	(4)
11-2-1 单层厂房结构的组成、荷载和传力途径	(4)
11-2-2 单层厂房结构的平、剖面布置	(7)
11-2-3 厂房主要结构构件的选型及布置	(9)
11-3 排架结构的内力分析	(23)
11-3-1 排架的计算简图	(23)
11-3-2 排架上的荷载	(24)
11-3-3 排架的内力分析	(35)
11-4 钢筋混凝土柱的设计	(47)
11-4-1 柱的计算长度	(47)
11-4-2 柱的牛腿设计	(48)
11-4-3 柱的施工阶段验算	(54)
11-4-4 矩形和工形截面柱的构造	(54)
11-5 钢筋混凝土柱下独立基础设计	(59)
11-5-1 杯口基础的构造	(59)
11-5-2 杯口基础的计算	(61)
11-6 单层厂房设计计算实例	(67)
复习思考题	(83)
习题	(83)
附表	(84)
第十二章 多层房屋结构	(92)
12-1 概述	(92)
12-2 多层与高层房屋的结构体系	(92)
12-2-1 框架结构体系	(92)
12-2-2 剪力墙结构体系	(94)
12-2-3 框架—剪力墙结构体系	(95)
12-2-4 筒体结构体系	(95)
12-3 框架结构的结构布置	(97)
12-3-1 平面总体布置	(97)

12-3-2 柱网布置	(98)
12-3-3 梁、柱截面尺寸	(98)
12-4 多层房屋的荷载	(99)
12-4-1 竖向荷载	(99)
12-4-2 风荷载	(99)
12-5 框架结构的内力分析及侧移计算	(103)
12-5-1 多层框架的计算简图	(103)
12-5-2 框架在竖向荷载作用下的近似计算——分层法	(104)
12-5-3 框架在水平荷载作用下的近似计算(一)——反弯点法	(106)
12-5-4 框架在水平荷载作用下的近似计算(二)——D值法	(109)
12-5-5 框架侧移近似计算	(122)
12-6 框架结构的内力组合	(124)
12-6-1 竖向荷载下的活载不利位置及塑性调幅	(124)
12-6-2 控制截面的最不利内力组合	(124)
12-6-3 荷载效应组合式	(125)
12-7 框架结构的构件设计	(126)
12-7-1 框架梁设计	(126)
12-7-2 框架柱设计	(126)
12-7-3 框架节点构造	(128)
12-8 多层框架结构设计计算例题	(129)
复习思考题	(141)
习题	(142)
第十三章 砌体结构	(143)
13-1 概述	(143)
13-1-1 砌体结构的发展简况	(143)
13-1-2 砌体结构的优缺点及应用范围	(144)
13-1-3 砌体结构的发展趋势	(145)
13-2 砌体材料的类别、强度等级及选用	(145)
13-2-1 砖	(145)
13-2-2 石材	(147)
13-2-3 砌块	(148)
13-2-4 砂浆	(149)
13-2-5 砌体材料的选用	(150)
13-3 砌体的强度与变形性能	(150)
13-3-1 砌体的抗压强度	(150)
13-3-2 砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉及抗剪强度	(154)

13-3-3	砌体强度设计值的调整系数	(156)
13-3-4	砌体的变形性能	(157)
13-4	砌体结构构件的承载力计算	(157)
13-4-1	砌体结构设计方法	(157)
13-4-2	无筋砌体受压构件	(158)
13-4-3	轴心受拉、受弯、受剪构件	(166)
13-4-4	网状配筋砖砌体受压构件	(168)
13-4-5	砌体局部受压	(173)
13-5	混合结构房屋墙体设计	(181)
13-5-1	混合结构房屋墙体的承重体系	(182)
13-5-2	混合结构房屋的静力计算方案	(185)
13-5-3	墙、柱的高厚比验算	(189)
13-5-4	刚性方案多层房屋墙体承载力计算	(194)
13-5-5	墙体的构造措施	(199)
13-6	过梁、墙梁	(203)
13-6-1	过梁的设计	(203)
13-6-2	墙梁的设计	(208)
	复习思考题	(219)
	习题	(220)
	附表	(221)
	参考书目	(223)

第十一章 单层厂房结构

11-1 概 述

单层厂房是一个满足工业生产过程中各种需要(如遮风挡雨、隔热保温、采光通风、吊装运输等)的建筑空间,单层厂房结构则是该建筑空间的承重骨架。它用来形成生产需要的高大空间,又用来承受由于生产活动和自然现象而形成的各种荷载(如自重、吊车、风、雪等)。

单层厂房结构按照其主要承重结构的材料,分为混合结构、钢筋混凝土结构和钢结构。一般说来,厂房内无吊车或吊车吨位小于5吨、跨度在15米以内、高度在6米以内、无特殊工艺要求的小型厂房,通常选用混合结构。其主要承重结构为墙或墙垛,墙体材料为砖、石、砌块,屋架用钢筋混凝土或轻钢结构。对于有重型吊车(如150吨以上),跨度在36米以上、或有特殊工艺要求(如10吨以上锻锤,炼钢铸钢类车间等)的大型厂房,通常采用钢筋混凝土柱、钢屋架或钢柱、钢屋架即全钢结构。其余大部分中型厂房可采用钢筋混凝土结构。

单层厂房结构按其承重结构的型式分为排架、门式刚架、V形折板及T形板、拱等几种结构类型:

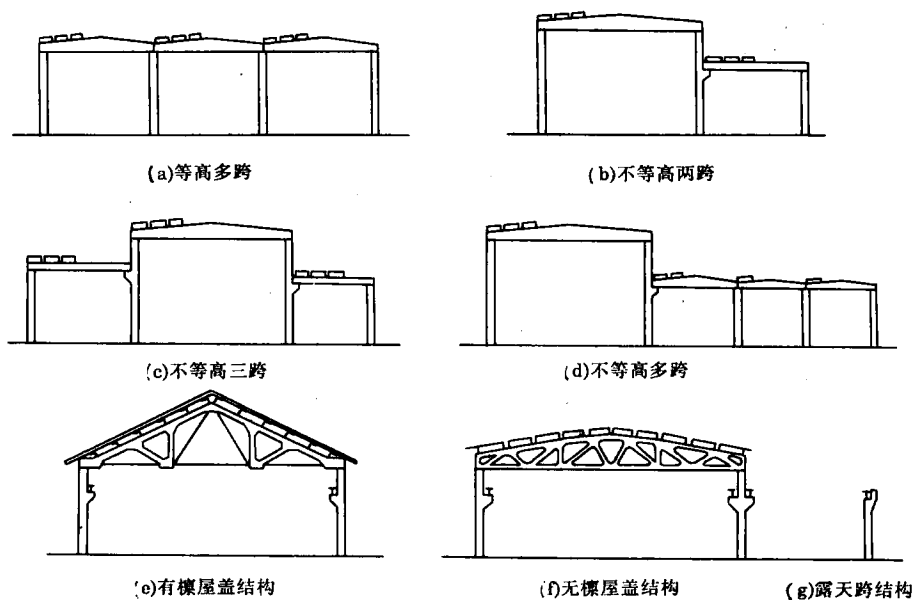


图 11-1 板—架—柱结构体系

(1) 排架结构 它是由“屋面板—屋架(屋面梁)—柱”组成的单层工业厂房传统的结构型

式,也称之为“板—架—柱”结构体系。按照跨数的多少可分为单跨和多跨排架;按厂房高度不同又可分为等高和不等高排架;按照屋盖结构的组成可分为无檩屋盖、有檩屋盖以及露天结构(图 11-1)。

(2) 门式刚架结构 它是一种梁柱合一的钢筋混凝土结构。门式刚架常作为中小型厂房的主体结构,它的跨度一般在 9~21 米,吊车起重量不超过 10 吨为宜。门式刚架有三铰、二铰、无铰三种型式,可做成单跨或多跨结构,如图 11-2 所示。

(3) V 形折板及 T 形板结构 这两种结构的屋盖均具有板、架合一(屋面板与屋架合二为一)、受力合理、施工方便、经济指标好的特点。V 形折板可直接搁置在墙上,也可放置在三角架、托梁上;T 形板分为单 T 板和双 T 板。它们仅适用

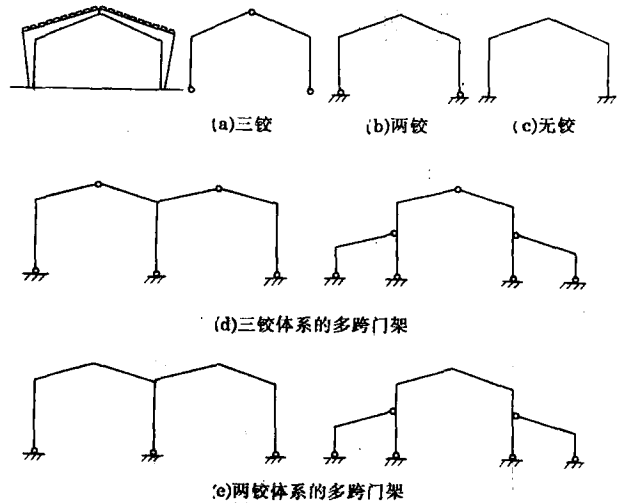
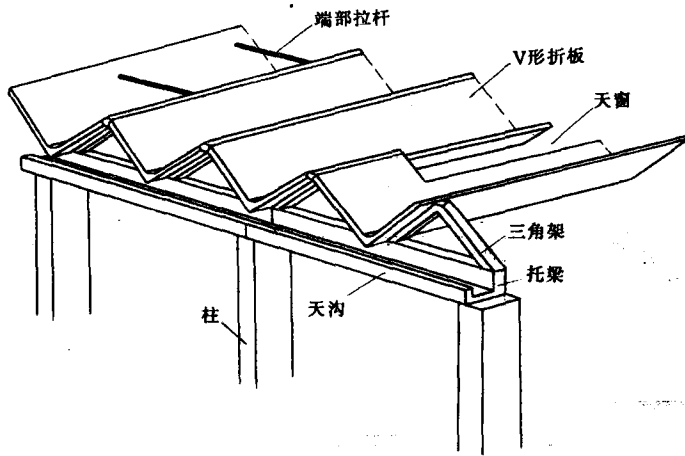
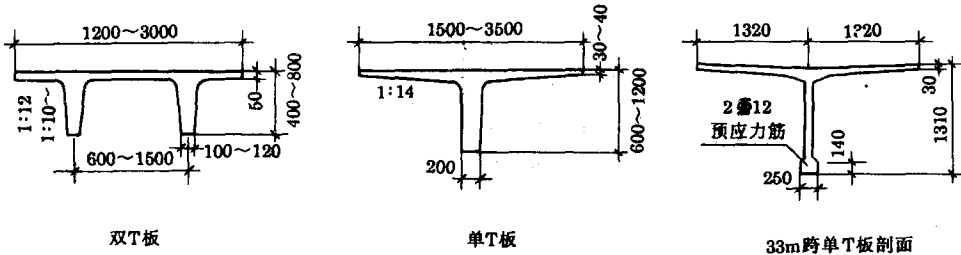


图 11-2 门式刚架



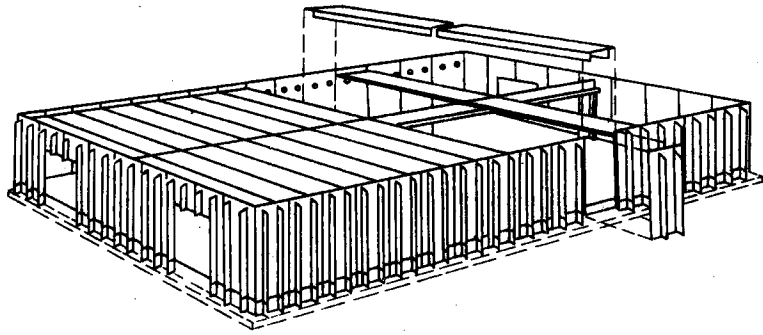
(a) V 形折板结构



双T板

单T板

33m跨单T板剖面



(b) T形板结构

图 11-3 V形折板及T形板结构

于跨度较小、无吊车或吊车吨位小于3吨的中小型厂房,对于跨度较大的厂房尚处于研制试用阶段。若将V形折板或T形板竖向搁置兼作承重墙,就可建成全折板或全T板结构,如图11-3所示。

(4) 拱结构 一些无吊车或使用龙门吊车(轨道铺设在地面上)的单厂结构,可采用各种型式的拱结构。拱结构的特点是必须处理好拱脚推力的支承问题,其做法通常是设置拉杆。如德国某仓库采用落地拱结构,在基础中设置拉杆,以抵抗拱脚处水平推力(图11-4)。

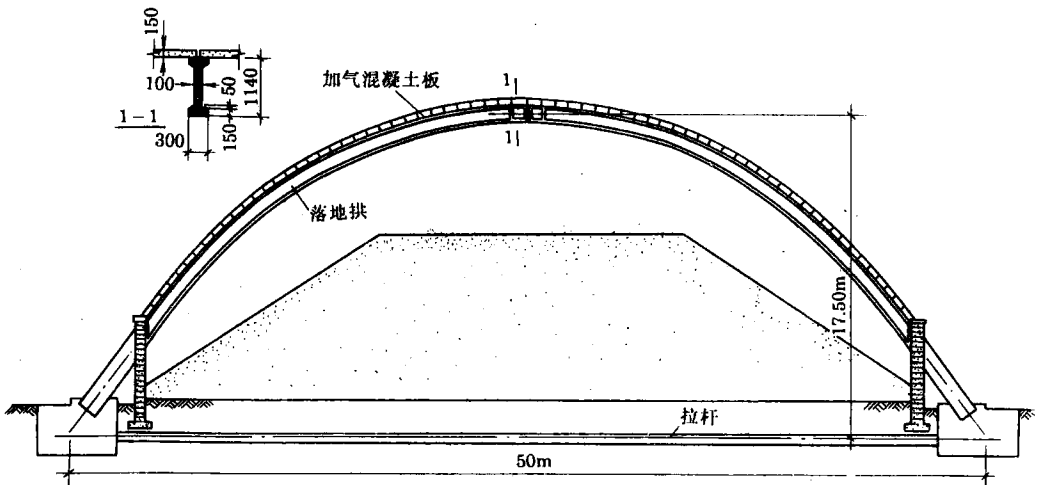


图 11-4 拱结构

目前,在我国工业建设中主要采用的是“板—架—柱”体系的钢筋混凝土排架结构,它有长期成熟的设计、施工、生产和使用经验;除基础采用现浇混凝土外,其它几乎均为定型预制构件,因而这种结构的标准化、工业化程度高。但是应该指出,这种传统的单厂结构也存在着很多缺点,需要发展新型的单厂结构体系。初学者应首先掌握基本的、应用面广的排架结构设计,故本章将仅限于讨论这种单厂结构。

11-2 单层厂房结构的组成和布置

11-2-1 单层厂房结构的组成、荷载和传力途径

1. 单层厂房结构的组成

装配式钢筋混凝土单层工业厂房由下列各种构件所组成,并联结成一整体(图 11-5)。

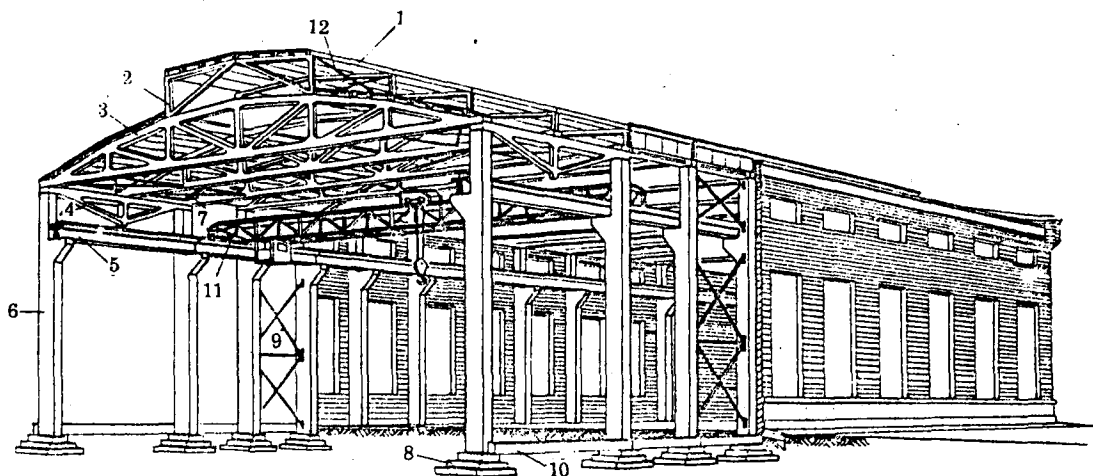


图 11-5 单层厂房结构组成

1. 屋面板 2. 天窗架 3. 屋架 4. 托架 5. 吊车梁 6. 柱子 7. 屋架支撑(纵向水平支撑)
8. 基础 9. 柱间支撑 10. 基础梁 11. 吊车 12. 天窗架支撑

- (1) 屋盖结构 位于厂房顶部,它包括:屋面板、天窗架、屋架和托架;
- (2) 吊车梁 它的两端放在柱子的牛腿上,承受吊车荷载;
- (3) 柱 它有排架柱和抗风柱之分;
- (4) 支撑 它包括:屋架支撑、天窗架支撑和柱间支撑;
- (5) 基础;
- (6) 围护结构 它位于厂房四周,包括:外纵墙、山墙、连系梁(墙梁)、圈梁和基础梁。

2. 单层厂房结构的荷载

单层厂房结构在施工和生产使用期间所承受的主要荷载有(图 11-6):

- (1) 恒载 各种结构构件、围护结构的自重,各种建筑构造层的重量等;
- (2) 吊车竖向荷载 吊车起吊重物在厂房内运行时的移动集中荷载;
- (3) 吊车纵、横向水平制动力 吊车起吊重物时,启动或制动时所产生的水平荷载;
- (4) 风荷载 据基本风压、风荷载体型系数、风压高度系数算得的,作用在厂房各部分表面上的风压(吸)力;
- (5) 雪荷载 据基本雪压、屋面积雪分布系数算得的,作用在厂房屋面上的积雪重量;

- (6) 施工荷载 施工或检修期间作用的荷载；
- (7) 地震作用 地震时作用在厂房结构上的惯性力；
- (8) 其它荷载 如设备工作平台加于厂房结构的荷载,管道荷载以及热加工车间的积灰荷载等。

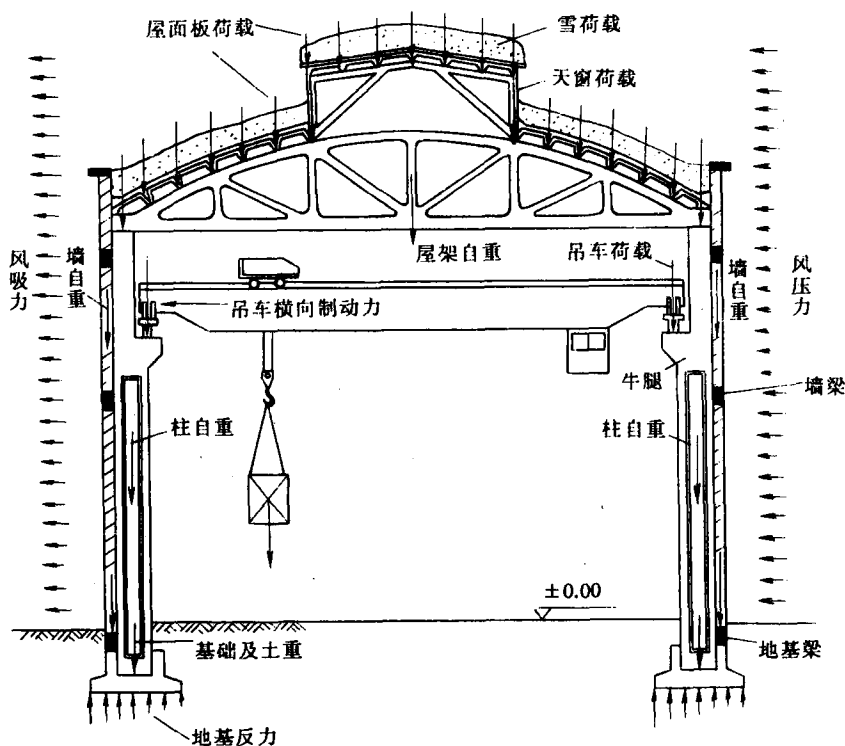


图 11-6 单层厂房主要荷载示意

在这些荷载中,恒载、吊车荷载(竖向荷载和横向水平制动力)和风荷载对结构构件内力的影响比较大,在设计时要予以重视。上述主要荷载作用于厂房的位置和方向如图 11-6 所示。本课程不讨论地震作用,这些将在“结构抗震”课中专门论述。

3. 单层厂房结构的传力途径

单层厂房的整体结构是由上述各单独构件所组成的一个空间体系,如图 11-5 所示。厂房在施工和建成后,这个空间体系承受着各种荷载。为了分析厂房的受力情况、各构件的作用(表 11-1)

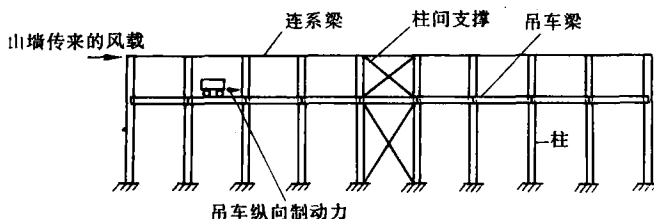


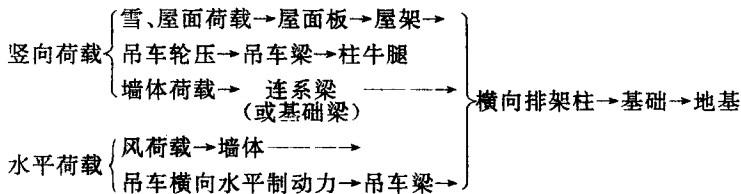
图 11-7 厂房纵向排架传力示意

以及传力途径,我们分别取厂房的横向剖面及纵向剖面来分析。由图 11-6 可知横向剖面是由屋架、柱、基础组成的平面骨架,称之为横向排架。它是厂房的基本承重结构,厂房的主要荷载

都是通过它传给地基的。厂房纵向剖面是由连系梁、吊车梁、柱和基础组成的纵向平面骨架，称之为纵向排架。作用在厂房上的纵向荷载，如山墙上的风荷载，吊车纵向制动力等，均是由它传到地基的，如图 11-7 所示。

横向和纵向平面排架结构上主要荷载的传力途径如下所示：

(1) 横向平面排架(图 11-6)



(2) 纵向平面排架(图 11-7)

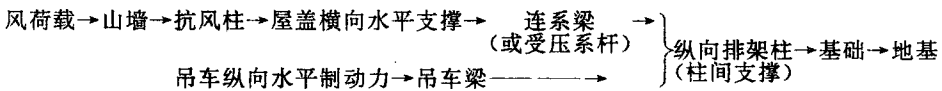


表 11-1

构 件	作 用	附 注	
屋 盖 结 构	屋 面 板	屋面围护用,承受屋面构造层(防水、保温层等)重力荷载、雪荷载、屋面施工荷载,并将它们传给屋架	也是围护结构的一部分
	天 沟 板	屋面排水用,承受屋面积水及天沟板上构造层重力荷载,并将它们传给屋架	
	天 窗 架	形成天窗以便采光和通风,承受屋面板传来的重力荷载和施加于天窗上的风荷载,并将它们传给屋架	
	屋架(屋面大梁)	连接柱形成横向排架结构,承受屋盖上的全部荷载,并将它们传给柱	
	托 架	当柱间距比屋架间距大时,用以支承屋架,并将力传给柱	
	屋盖支撑	加强层盖空间刚度,保证屋架的稳定,传递风荷载至排架结构	
	檩 条	支承屋面板,承受屋面板传来的荷载,并将它们传给屋架	在有檩体系结构中采用
吊 车 梁	承受吊车的竖向轮压和水平制动力,并将它们传给排架结构	支承在柱的牛腿上	
柱	排 架 柱	排架结构的主要承重构件,承受屋盖结构、吊车梁、外墙、柱间支撑传来的竖向力和水平力,并将它们传给基础	既是横向排架结构的构件,也是纵向排架结构的构件
	抗 风 柱	承受山墙传来的风荷载,并将它们传给屋盖结构和基础	也是围护结构的一部分
	柱间支撑	加强厂房的纵向水平刚度,承受纵向风荷载和吊车的纵向水平制动力、纵向地震力等	有上柱柱间支撑和下柱柱间支撑

续表

构 件	作 用	附 注
围 护 结 构	外纵墙、山墙	厂房的围护构件,承受作用在墙面上的风荷载及本身自重
	连系梁(墙梁)	承受墙体重量,并将它传给柱;亦作为纵向柱列的连系构件
	基础梁	承受墙体重量,并将它传给基础
	过梁	承受门窗洞口上的荷载,并将它传给门窗两侧墙体
	圈梁	加强厂房的空间刚度,抵抗可能产生的过大不均匀沉降,传递风荷载等
基 础	承受柱、基础梁传来的荷载,并将它传给地基	

11-2-2 单层厂房结构的平、剖面布置

1. 平面

在厂房平面结构布置中,需根据生产工艺和建筑平面要求,确定厂房的纵向定位轴线(跨度)和横向定位轴线(柱距)。轴线尺寸应符合《厂房建筑模数协调标准》(GBJ6-86)的规定。如厂房跨度在18m及18m以下,取3m的倍数;在18m以上,一般取6m的倍数,必要时也可采用3m的倍数。柱距应取6m或6m的倍数。轴线一般设在柱截面中线处,端部山墙和变形缝处柱截面中线离横向定位轴线500mm。厂房纵向定位轴线有封闭轴线和非封闭轴线两种,如图11-8所示。如厂房的长度或宽度过大时,要在一定距离处设置温度伸缩缝,即变形缝,以防止

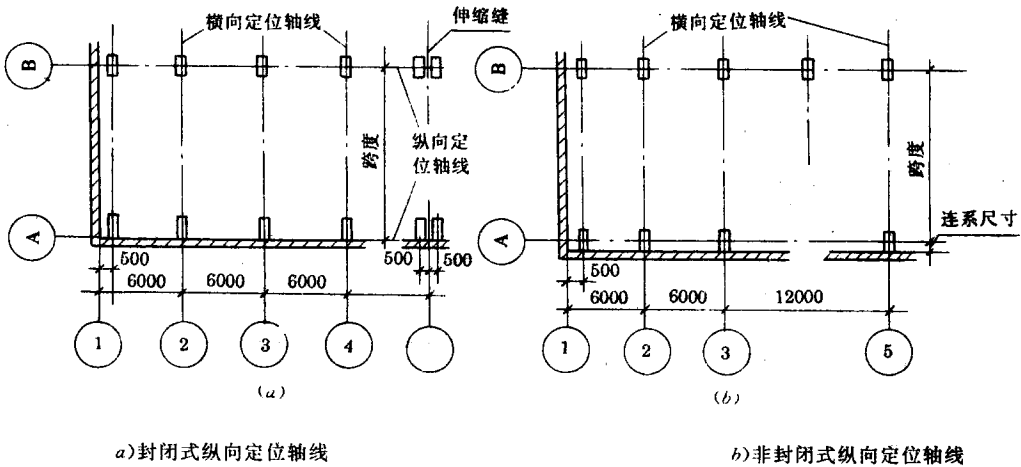
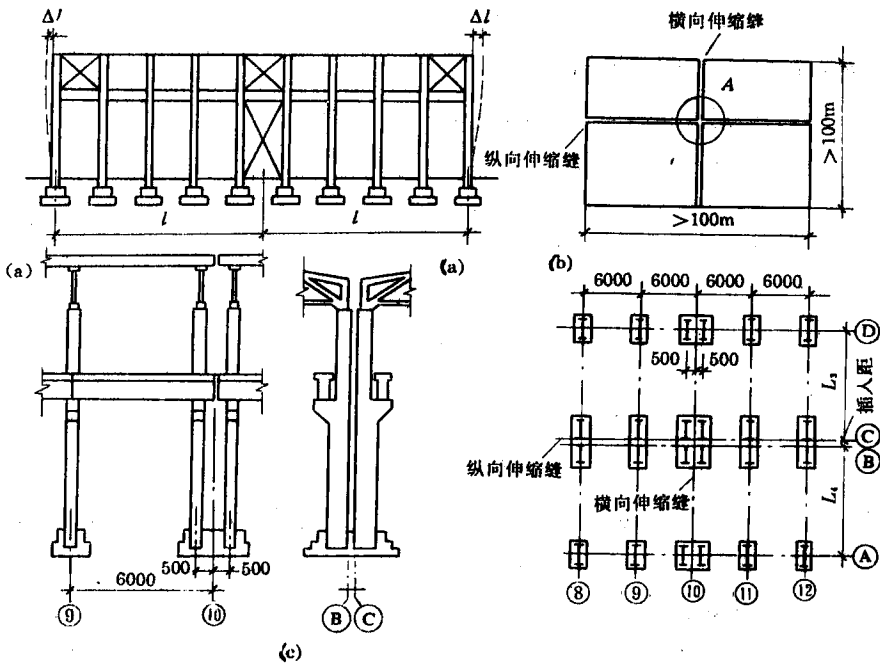


图 11-8 纵、横向定位轴线与柱的关系

由于气温变化,厂房上、下部(埋在地下)结构变形不同而导致厂房发生墙面、屋面、纵梁拉裂等。《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89)规定,装配式钢筋混凝土排架结构的伸缩缝最大间距为100m(室内或土中)、70m(露天)。伸缩缝的一般做法是从基础顶面开始将相邻温度区段的上部结构完全分开,在伸缩缝两侧形成并列的双排柱、双楹屋架,而基础可做成将双排柱连在一起的双杯口基础,见图11-9。沉降缝也是一种变形缝。它在单厂中很少设置,只有当厂房各部分吊车起重量有很大差别、相邻厂房高度差在10m以上,厂房所在部位地基差别巨大或下

卧层土质有很大差别时才设置沉降缝。沉降缝的做法是从基础开始构件全部分开,允许缝两边建筑有不同沉降而不致损坏整个建筑物。沉降缝可兼作温度缝用。



(a) 厂房由于温度变化引起的变形情况 (b) 纵横向伸缩缝平面 (c) 伸缩缝做法

图 11-9 伸缩缝示意

2. 剖面

在厂房剖面布置中,要综合考虑生产工艺和建筑结构两方面的因素确定屋架下弦底皮和吊车轨顶标高(图 11-10)。轨顶标高减去吊车轨道连接高度和吊车梁梁端高度(查有关标准图集),即为柱的牛腿顶面标高,此时,尚应考虑模数的要求。对于连续多跨厂房,若相邻两跨根据各自工艺需要所决定的厂房高差在 2m 以内时,宜做成等高;若相邻两跨都没有吊车,中柱的牛腿顶面也

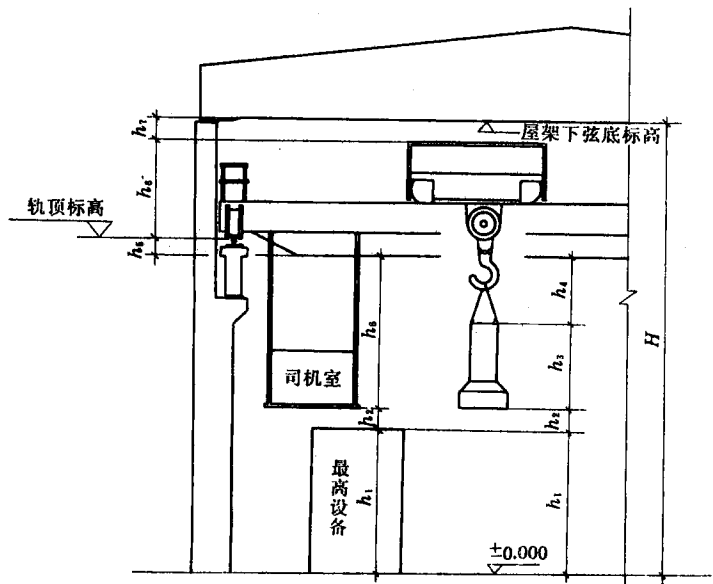


图 11-10 厂房的高度示意

应做成等高,这样可简化构造处理,增加厂房刚度。有些厂房由于采光和通风的要求需设置天窗,最常用的天窗型式为高出屋面的纵向通长矩形天窗(图 11-5)。厂房外墙可采用自承重砖墙、大型墙板等。

11-2-3 厂房主要结构构件的选型及布置

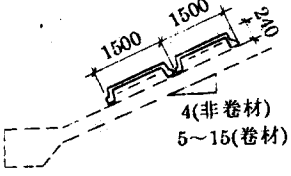
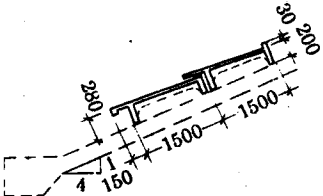
钢筋混凝土单层厂房主要结构构件包括:屋面板、屋架、柱、吊车梁、基础梁、基础等。每种构件的类型也很多,适用于不同跨度、不同高度、不同荷载的厂房情况。选型时应结合具体工程特点、当时当地施工条件、材料供应情况,进行全面技术经济比较,作出决定。上述主要结构构件,大都有现成的标准图集,供设计时选用,柱子和基础一般都需要自行设计。选用构件时,要根据标准图集中的“构件选用表”,据构件的允许荷载或允许内力选用。

1. 屋盖构件

单层厂房的屋盖结构分无檩体系和有檩体系两种。无檩体系由大型屋面板、天窗架、屋架和屋盖支撑组成。有檩体系由小型屋面板(或瓦材)、檩条、天窗架、屋架和屋盖支撑组成。两者相比,有檩体系由于构件种类多、传力途径长、屋盖的刚度和整体性差,但它的构件尺寸小,重量轻,便于运输和安装,故在非保温的小型车间和山区工业建筑中采用较多。反之,无檩体系的构件种类少、传力途径短、施工速度快、屋盖的刚度和整体性好,广泛地用于大中型厂房。这里着重介绍无檩体系屋盖。

屋面板:用于无檩体系屋盖结构的屋面板的类型、尺寸及其特点如表 11-2 所列。其中预应力混凝土大型屋面板是应用最为广泛的一种。用于有檩屋盖的屋面板有预应力混凝土槽瓦、石棉水泥大(中、小)波瓦等。当确定了屋面板型式后,便可查阅有关标准图集的“构件选用表”,选用屋面板,并以编号标出。画出屋面板布置图(图 11-11)。

表 11-2 无檩体系屋盖各种屋面板

构件名称	截面形状及排列情况	尺寸(宽×长×高) (mm ³)	特点及适用范围
预应力混凝土屋面板		500×6000×240	<ol style="list-style-type: none"> 1. 屋面有卷材防水及非卷材防水两种 2. 屋面水平刚度大 3. 适用于中、重型和振动较大,对屋面刚度要求较高的厂房 4. 屋面坡度:卷材防水$\leq \frac{1}{5}$,非卷材防水$\leq \frac{1}{4}$
预应力混凝土“F”型屋面板		1500×6000× $\begin{cases} 280 \\ 200 \end{cases}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 屋面自防水 2. 屋面材料省,水平刚度较小 3. 适用于中、小型非保温厂房 4. 屋面坡度$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}$

续表

构件名称	截面形状及排列情况	尺寸(宽×长×高) (mm ³)	特点及适用范围
<p>预应力 自防水保温 屋面板</p>		<p>1500×6000×160</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有承重、保温、防水三种作用,故称“三合一”板 2. 屋面材料省 3. 适用于一般保温厂房,不可用于高温及有侵蚀性气体厂房 4. 屋面坡度 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{12}$
<p>钢筋加 气混凝土 板</p>		<p>600×6000×200</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 屋面为卷材防水 2. 屋面保温好,重量轻,刚度差,有时与钢筋混凝土板带结合使用 3. 适用于一般中、小型厂房 4. 屋面坡度 $\leq \frac{1}{5}$
<p>钢筋混 凝土天沟 板</p>		<p>580 } × 6000 × { 400 860 }</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用于屋面内、外檐处 2. 卷材防水 3. 必须与大型屋面板、加气混凝土板等配合使用

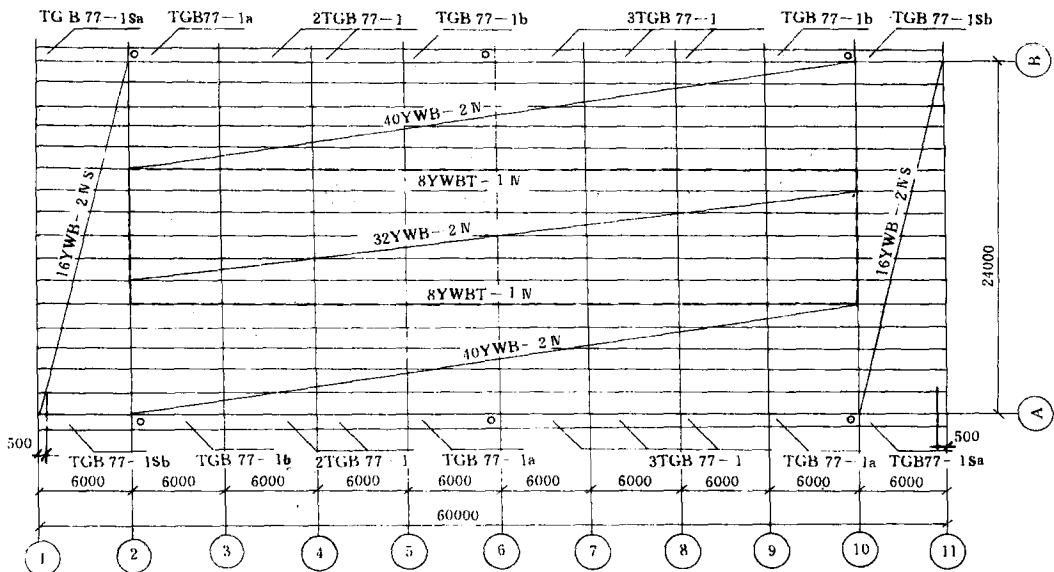


图 11-11 屋面板、天沟板布置图

注:YWB-2N

预应力卷材防水屋面板 荷载等级 主筋类别
TGB 77-1

钢筋混凝土 天沟宽度 等高跨天沟板
天沟板 荷载

YWBT- $\times\times$:预应力檐口板

YWB-2NS:伸缩缝和厂房端部屋面板

TGB77-1a:开洞天沟板(用于板的一边开洞)

TGB77-1b:开洞天沟板(用于板的另一边开洞)

TGB77-1Sa:伸缩缝和厂房端部天沟板(用于厂房的一边)

TGB77-1Sb:伸缩缝和厂房端部天沟板(用于厂房的另一边)

檩条:檩条搁在屋架上,起支承小型屋面板并将屋面荷载传给屋架的作用(图 11-12)。它与屋架应连接牢固,并与支撑构件共同组成整体,保证厂房的空间刚度。檩条的跨度一般为 4m 和 6m。应用较多的是钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土 Γ 型檩条,也有钢筋混凝土和钢材的组合檩条、钢檩条和轻钢檩条等。

屋架:屋架或屋面大梁(统称为屋架)是厂房屋盖的主要承重构件。它是排架分析中的水平横梁;直接承受屋面板、檩条、天窗架、悬挂吊车等作用力;并与屋盖支撑组成水平和垂直支撑系统,保证屋盖在水平和垂直方向的刚度和稳定。常用的屋架型式、跨度、特点及其适用范围如表 11-3

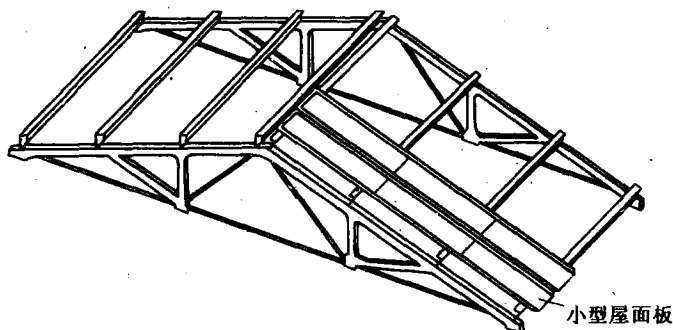
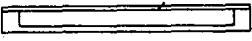
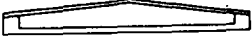



图 11-12 有檩体系屋盖

所列。设计时,要根据工艺和建筑提出的要求(如跨度、高度、吊车、采光天窗等),以及材料、施工等因素,按照各种屋架的受力特点,进行综合技术经济比较,选用合理的屋架型式。然后可查阅有关标准图集,根据跨度、允许荷载、檐口形状、天窗类别选定屋架,并在屋架布置图中标明屋架编号,如图 11-15 所示。

表 11-3 常用屋面梁、屋架表(6m 柱距)

序号	构件名称	形 式	跨度 (m)	特点及适用条件
1	钢筋混凝土工字形薄腹屋面梁		9	1. 自重较大 2. 适用于跨度不大、有较大振动或有腐蚀性介质的厂房
			12	
			15	
2	预应力混凝土工字形薄腹屋面梁		12	3. 屋面坡度 1/8~1/12
			15	
			18	
3	钢筋混凝土三角形屋架		9	1. 自重较大,屋架上设檩条或挂瓦条 2. 适用于跨度不大的中、轻型厂房 3. 屋面坡度 1/2.5~1/5
			12	
			15	