

单层工业厂房结构设计

(第二版)

罗福午 石裕翔 张惠英 编

清华大学出版社

单层工业厂房结构设计

(第二版)

罗福午 石裕翔 张惠英 编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书着重讨论我国当前广泛采用的“板-梁-柱”结构类型单层工业厂房的设计,全书共分十章。前九章内容包括:单层工业厂房结构的组成和布置;单层厂房结构主要构件的类型;排架的内力分析;钢筋混凝土柱、厂房基础以及钢筋混凝土构件的连接构造设计;厂房结构的抗震设计;厂房主要构件设计及计算实例,以及单层厂房的其它结构类型。最后,在第十章中详细列举了两个厂房结构设计实例。

本书可供高等院校工业与民用建筑专业和建筑结构工程专业选作教材,也可供土建工程技术人员参考。

(京)新登字158号

单 层 工 业 厂 房 结 构 设 计

(第二版)

罗福午 石裕翔 张惠英 编

责任编辑 姚美瑞

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 23.25 字数: 583 千字

1990年9月第2版 1992年9月第3次印刷

印数: 15001—23000

ISBN 7-302-00635-0/TU·62

定价: 8.70 元

前 言

本书是在《单层工业厂房结构设计》(1986年,第一版)的基础上,依据我国新修订的各类建筑结构设计规范,做了全面的增删修订而成。第一版经过清华大学土木工程系和其它一些院校的试用,以及工程技术人员的实际应用,收到较好的效果,受到使用者的欢迎。在这次修编过程中,考虑到我国国民经济建设改革开放的形势以及大量乡镇企业的兴起,增加了与小型厂房有关的轻型钢结构厂房构件的设计内容和轻型钢屋架、单层砖柱厂房的设计实例;考虑到单层厂房结构设计的完整性,增加了单层厂房基础类型、刚接排架内力分析特点、环形截面钢筋混凝土柱计算、柱下条形基础和桩基础设计、单层钢结构厂房发展趋向等章节;另外,由于按照最新颁布的设计规范进行编写和单层厂房抗震设计的引入,使新版本的内容更加实用和充实。

本书采用了三套相互联系的体系:

1. 由基本的单层工业厂房建筑布置、结构布置、构件构造和构件计算组成的设计体系;
2. 由以钢筋混凝土结构为主,配合轻型钢结构、钢结构和砌体结构组成的结构体系;
3. 由计算例题、结构构件设计实例和两个工程实例(钢筋混凝土结构厂房和轻钢砌体结构厂房)组成的应用体系。

三套体系的有机联系使得本书具有结构理论和结构设计相结合、设计理论和实际应用相结合、满足教学基本要求和符合工程设计需要相结合的特色,因而,既便于教师讲授,又便于学生及工程技术人员自学和实际应用。

在结构理论方面,本书在阐述单层工业厂房结构设计和构件计算理论的基础上,对单层工业厂房结构的几个特殊问题进行了探讨,如:阶形柱的计算长度、单层厂房的整体空间作用、牛腿和高杯口基础的破坏特征、吊车梁计算中的扭矩分配、双肢柱内力分析中的若干理论问题等,从而使本书更加符合结构设计人员探索结构理论问题的需要。

在结构设计方面,本书在全面阐述钢筋混凝土单层工业厂房结构设计的基础上,介绍了对预应力混凝土吊车梁、钢筋混凝土和轻型钢屋架、钢筋混凝土双肢柱、基础梁等常用标准构件的设计步骤和计算方法。在一般厂房结构设计过程中,对这些构件,习惯选用标准构件而不进行设计计算。本书揭示了它们的设计计算方法,从而更加符合结构设计人员全面掌握工业厂房结构的需要。

在教学应用方面,由于《单层工业厂房结构设计》是一门专业课,作为教材它在编写内容和方法上都与基础课、技术基础课教材有所不同。基础课教材只需提供相应学科在理论、概念、方法等方面的规律性知识;技术基础课教材只需提供与某类工程有关的理论、概念、方法等方面的规律性知识而极少涉及工程本身;而专业课则是与本专业某些工程直接相关的课程。由于实际工程的类型很多,不可能也没有必要把与各种实际工程有关的问题都写进来,而只能把处理实际工程问题的有关基本概念、基本程序、基本方法写清楚,把一些理论与工程设计处理好、衔接好,再运用典型实例使其形象化,使学生能从中学到概念、方法以及

目 录

前 言

第一章 单层工业厂房结构的组成和布置	(1)
1-1 单层厂房结构的组成和传力途径	(2)
1-2 结构平剖面布置	(5)
1-3 支撑布置	(14)
1-4 围护结构布置	(18)
第二章 单层厂房结构主要构件的类型	(21)
2-1 单层厂房结构设计步骤	(21)
2-2 单层厂房标准或通用、定型构件的选择方法	(21)
2-3 屋面构件类型	(23)
2-4 屋架类型	(29)
2-5 吊车梁类型	(38)
2-6 单层厂房柱的类型	(43)
2-7 单层厂房基础的类型	(47)
第三章 排架的内力分析	(53)
3-1 计算假定和计算简图	(53)
3-2 排架上的荷载	(54)
3-3 等高排架的内力计算	(65)
3-4 单层厂房排架内力分析中的空间作用问题	(72)
3-5 排架分析中的内力组合问题	(77)
3-6 排架的横向刚度验算	(83)
3-7 排架各列柱距不等时的内力分析	(85)
3-8 不等高排架的内力计算	(88)
3-9 刚接排架的内力分析特点	(92)
附录 3-1 双坡对称桁架式横梁(梯形屋架)的截面惯性矩折减系数.....	(97)
第四章 钢筋混凝土柱的设计	(98)
4-1 矩形、工形和环形截面柱的计算	(98)
4-2 牛腿设计.....	(114)
4-3 抗风柱设计.....	(120)
4-4 柱间支撑设计.....	(123)
4-5 矩形和工形截面钢筋混凝土柱的构造.....	(126)
附录 4-1 变截面排架柱在排架平面方向的计算长度问题	(129)
附录 4-2 钢筋混凝土柱的偏心距增大系数 η	(133)
第五章 单层厂房基础的设计	(135)
5-1 基础埋置深度的选择和地基承载力的确定.....	(135)
5-2 基础底面积的确定.....	(138)

• Ⅱ •

5-3	杯形基础高度的验算·····	(140)
5-4	杯形基础底面配筋计算·····	(143)
5-5	杯形基础的构造要求·····	(145)
5-6	双杯口基础设计·····	(147)
5-7	高杯口基础设计·····	(149)
5-8	柱下和墙下条形基础设计·····	(153)
5-9	桩基础设计·····	(157)
附录 5-1	·····	(163)
第六章	单层厂房钢筋混凝土构件的连接构造设计 ·····	(167)
6-1	常用的节点构造与连接件受力情况·····	(167)
6-2	埋设件的构造要求·····	(169)
6-3	埋设件的计算·····	(171)
6-4	吊环计算·····	(177)
第七章	单层厂房结构的抗震设计 ·····	(178)
7-1	单层厂房结构抗震设计原则·····	(179)
7-2	单层厂房的横向抗震验算·····	(181)
7-3	单层厂房的纵向抗震验算·····	(196)
7-4	单层厂房的抗震构造措施·····	(208)
第八章	单层厂房主要构件设计及计算实例 ·····	(224)
8-1	吊车梁设计及计算实例·····	(224)
8-2	屋架设计及计算实例·····	(249)
8-3	基础梁设计及计算实例·····	(279)
8-4	钢筋混凝土双肢柱设计及计算实例·····	(283)
第九章	单层工业厂房的其它结构类型 ·····	(305)
9-1	常州单层工业建筑结构体系·····	(305)
9-2	T形板和T形板结构体系 ·····	(307)
9-3	V形折板屋盖和折板结构体系 ·····	(309)
9-4	门式刚架结构·····	(311)
9-5	钢筋混凝土管结构·····	(313)
9-6	大跨度工业厂房结构·····	(316)
9-7	钢结构单层厂房采用H型钢和压型钢板·····	(318)
第十章	单层工业厂房设计计算实例 ·····	(321)
10-1	实例一 某工厂金属结构车间厂房 ·····	(321)
10-2	实例二 某工厂仓库 ·····	(348)
附录	·····	(356)
附录一	单层工业厂房空间作用分配系数表 ·····	(356)
附录二	单阶柱柱顶反力与位移系数表 ·····	(357)
附录三	厂房柱截面型式和尺寸参考表 ·····	(364)
参考文献	·····	(366)

第一章 单层工业厂房结构的组成和布置

适用于工业厂房的结构有多种多样，其中单层厂房在工业建设中得到广泛的应用。因为在单层厂房中，生产工艺流程和车间内部运输比较容易组织，地面上能够放置较重的机器设备和产品。所以，重工业生产如炼钢、铸造、金工，轻工业生产如纺织，大多数是在单层厂房里进行的。

如果说单层厂房是一个满足工业生产过程中各种需要的建筑空间，那末单层厂房结构是这个建筑空间中的承重骨架。它既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。概括说来，单层厂房结构和下列几种生产需要有着密切的关系：

一、生产工艺流程的需要

不同的生产工艺流程在很大程度上决定厂房的结构平面布置，包括厂房的跨度、跨数、各跨间的关系，以及厂房的长度、柱网等。如图1-1所示金工车间，由于大、中、小型加工工部、装配工部和仓库间的工艺关系，需要将厂房做成三跨有屋盖的结构和一跨露天的结构，还需要将装配工部结构与其它结构做成丁字形连接。这些需要决定了该厂房的跨度、跨数、长度、柱网以及结构构件间连接关系等一系列的结构平面布置问题。

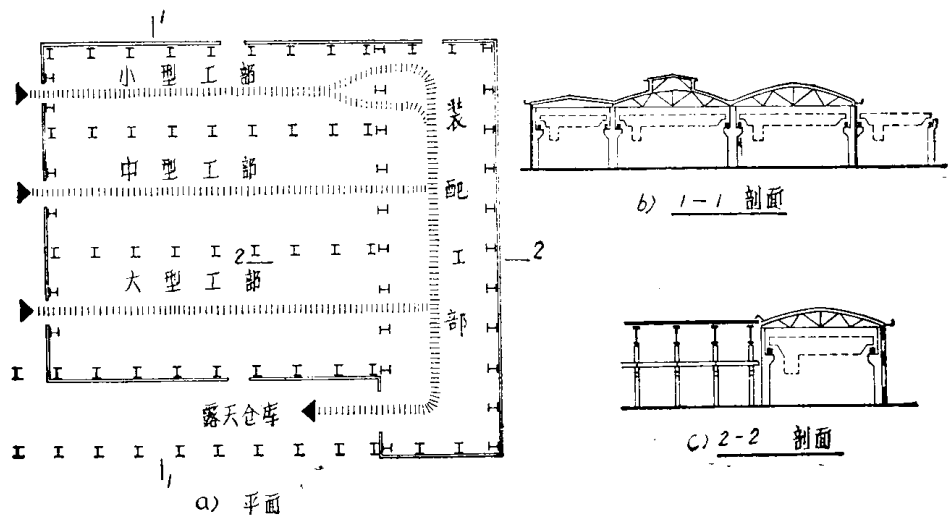


图 1-1

二、生产条件的需要

不同的生产条件，往往对厂房的结构剖面和构造做法提出不同的要求。例如，多跨厂房有时要求设置天窗，或做成高低跨结构，形成高侧窗以保证厂房中部的采光需要（图1-2a）；厂房内生产设备的埋深，有时会决定厂房结构基础的设置深度（图1-2a）。又如，选矿厂由于需要借水力或重力将散状材料从一个跨间流入另一个跨间，适宜于利用有坡地形布置厂房（图1-2b）；纺织厂因织布过程中不允许阳光直射，适宜于采用朝北的锯齿形剖面（图1-2c）等。

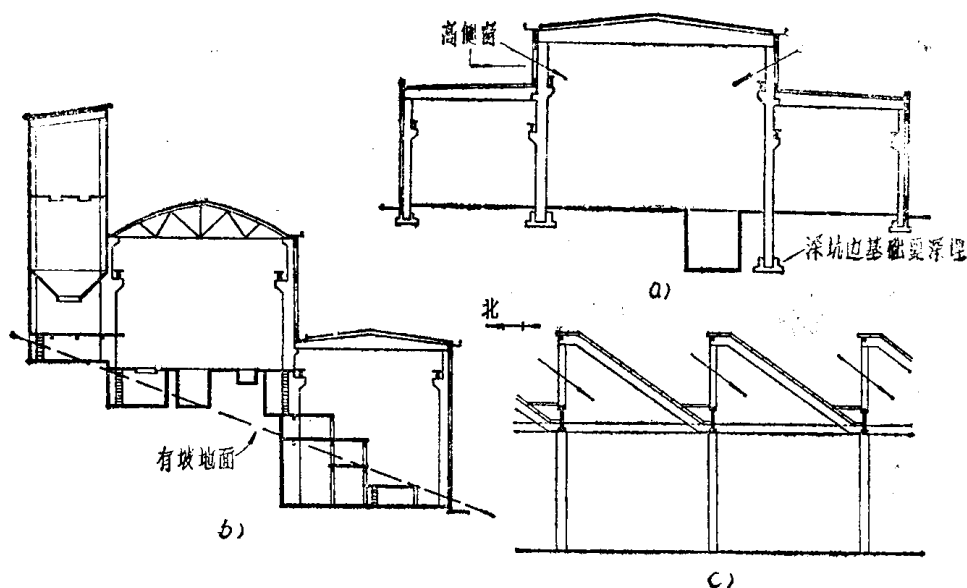


图 1-2

三、起重运输的需要

由于工业生产中起重和运输的任务十分繁重，厂房内常设有吨位较大的起重吊车和供汽车、火车通行的运输通道。它们往往对厂房的跨度和高度，柱和屋架等主要构件的型式，以及地面、山墙、大门结构的作法产生重要影响。

四、防止生产过程中产生有害因素的需要

例如生产过程中有撞击和振动时，厂房结构要具有防震、隔震的措施；生产过程中有爆炸的可能时，要多开门窗并采用轻型墙体和屋面结构；生产过程中会产生侵蚀性气体时，结构构件要提高抗裂性能和增设防腐措施等。

单层厂房依其生产规模，分成大、中、小型；依其主要承重结构的材料，分成钢筋混凝土结构、混合结构和钢结构。一般说来，厂房内无吊车，或吊车吨位不超过 5 t、跨度在 15 m 以内、柱高在 6 m 以内、无特殊工艺要求的小型厂房，通常选用混合结构，即采用以钢筋混凝土或轻钢屋架、承重砖柱作为主要构件的结构。对于有重型吊车（如 150 t 以上的吊车），跨度在 36 m 以上，或有特殊工艺要求（如设有 10 t 以上锻锤的车间）的大型厂房，通常选用钢屋架、钢筋混凝土柱，或全钢结构。其余大部分厂房都可以选用钢筋混凝土结构。在应当选用钢筋混凝土结构的单层厂房工程中，应该尽可能地采用装配式和预应力混凝土结构。

单层厂房结构设计任务，是按照党的工业建设方针，在满足各种生产需要的前提下，确定经济合理、技术先进、施工方便的结构方案，选择适宜的结构构件，并且通过结构计算和构造处理，保证厂房结构在各种荷载作用下的稳定和刚度要求，保证每个结构构件及其连接处的强度和抗裂要求，做到安全可靠。

1-1 单层厂房结构的组成和传力途径

1-1-1 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：

- (1)恒载——各种结构构件的自重，各种建筑构造层的重量等；
- (2)吊车竖向荷载——吊车吊起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——吊车起吊重物后，启动或制动时所产生的水平荷载；
- (4)风荷载——以基本风压所算得的在厂房各部分表面上的风压（吸）力；
- (5)雪荷载——以基本雪压所算得的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。

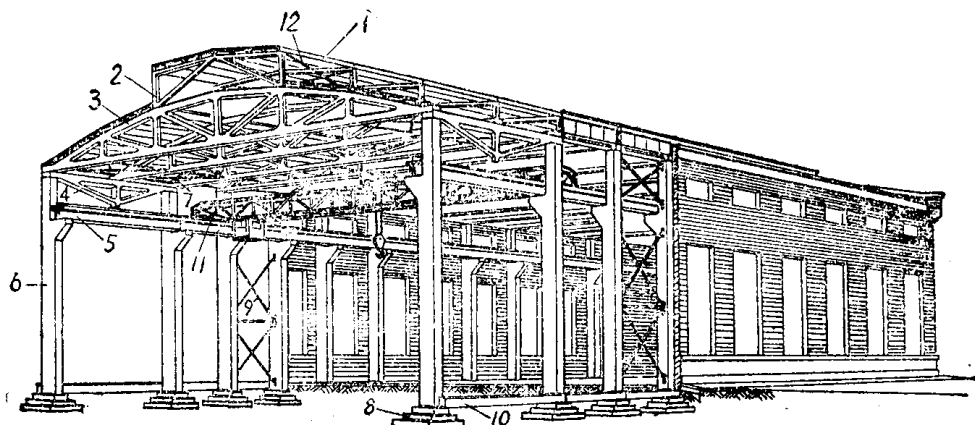


图 1-3

- 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

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 1-3 和图 1-4 所示。地震作用将在第七章中进行专门讨论。

1-1-2 单层厂房结构的组成和传力途径

装配式钢筋混凝土单层厂房结构，通常由下表所列的结构构件组成：

在这些构件中，由屋架、柱和基础组成的横向平面排架结构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。此外，还由连系梁、吊车梁、柱和基础组成纵向平面排架结构，传递沿厂房纵向的各种水平力（风力、纵向水平制动力、纵向

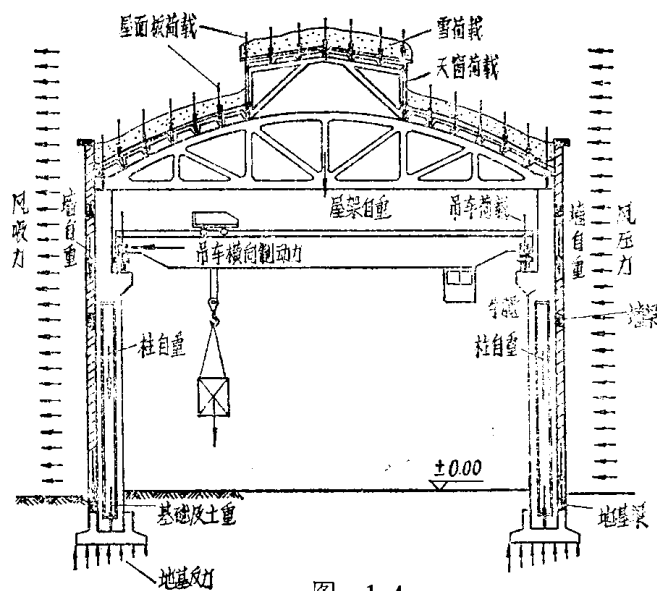


图 1-4

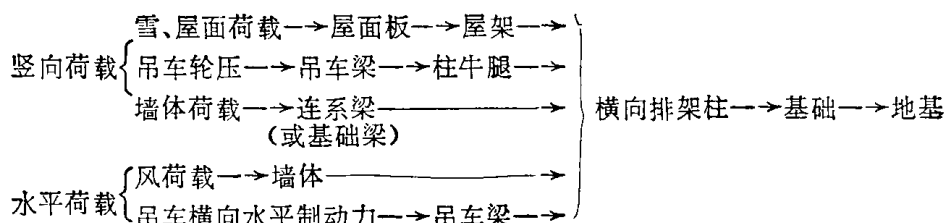
地震力等），以及因材料的温度和收缩变形而产生的内力，并把它传给地基。

横向和纵向平面排架结构上主要荷载的传力途径如下：

一、横向平面排架（图 1-4）

表 1-1

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	加强屋盖空间刚度，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
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	



二、纵向平面排架 (图 1-5)

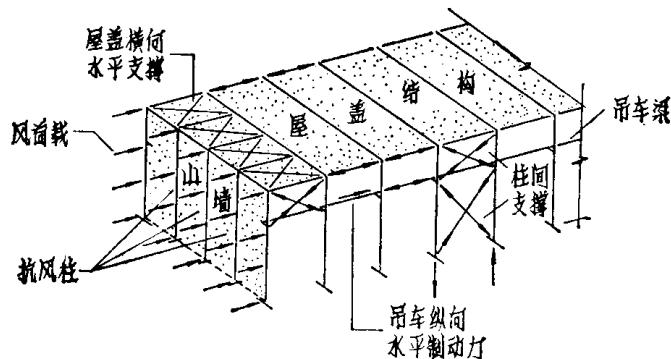
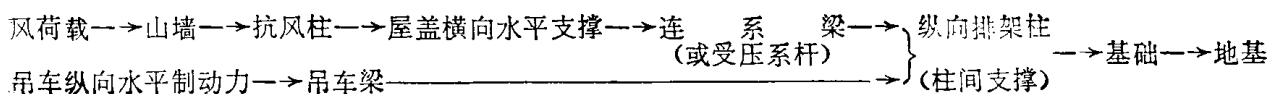


图 1-5

1-2 结构平剖面布置

为了使单层厂房的构配件逐步达到统一，提高设计标准化、生产工厂化和施工机械化的水平，在考虑厂房结构的布置时，必须使其主要尺寸和标高符合统一模数制。^①我国规定^①的统一模数制，以100mm为基本单位，用“ M_0 ”表示。

1-2-1 平面布置

在结构平面布置中，厂房的跨度在18m和18m以下，一般取3m的倍数 ($30M_0$)；在18m以上，一般取6m的倍数 ($60M_0$)。必要时也允许采用21m，27m，33m的跨度。厂房的柱距，一般取6m或6m的倍数 ($60M_0$)，个别也有取9m柱距的。

结构平面的主要尺寸，都由轴线表示。跨度方向的轴线称纵向定位轴线，以④、⑤、⑥、…表示；柱距方向的轴线称横向定位轴线，以①、②、③、…表示。轴线的尺寸应符合上述模数的规定。

一、定位轴线

和轴线划分紧密相关的构件是屋面板和屋架（屋面梁）。轴线尺寸均采用标志尺寸或标志尺寸的倍数。所谓标志尺寸是构件的实际尺寸加上两端必要的构造尺寸。例如，

大型屋面板的实际尺寸是1490×5970mm；标志尺寸是1500×6000mm。

18m屋面大梁的实际跨度是17950mm；标志跨度是18000mm。

① 指《建筑统一模数制》(GBJ2-73)和《厂房建筑统一化基本规则》(TJ6-74)的规定。

由图1-6可见，屋面大梁（屋架）的标志尺寸为3m的倍数，是与大型屋面板的标志宽度相配合的，而纵向定位轴线④、⑤亦与屋面大梁（屋架）的标志尺寸相吻合。一般说来，当纵向定位轴线和屋架的标志尺寸相应，屋面板铺至屋架边缘①，屋架的标志尺寸与纵墙内皮重合时，这种轴线称为封闭式纵向定位轴线。

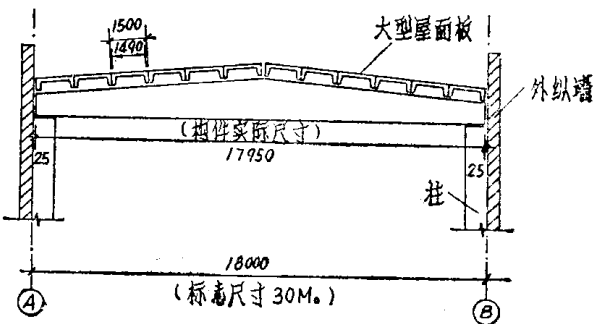


图 1-6

但是，纵向定位轴线还与吊车的柱子截面尺寸有关。为了吊车和柱子间的构造连接以及吊车安全行驶的需要，吊车的轨距 L_K 要小于厂房的标志跨度 L （ L 亦即纵向定位轴线的间距），使得吊车轨道中心离开纵向定位轴线一段距离（图1-7a）。工程中大量遇到的吊车轨距多是 $L_K = L - 1.5\text{m}$ ，例如 L_K 为13.5m，16.5m，22.5m等，吊车轨道中心至纵向定位轴线的距离为 $(L - L_K)/2 = 750\text{mm}$ 。

如图1-7b、c所示，纵向定位轴线能否与纵墙内皮重合，则与吊车端部尺寸 B_1 （查《起重运输机械专业标准ZQ1-62》可得），吊车端部和上柱间的最小空隙 B_2 ，以及上柱截面高度 B_3 三个值有关。一般说来，当吊车起重重量 $\leq 50\text{t}$ 时， $B_2 \geq 80\text{mm}$ ，否则 $B_2 \geq 100\text{mm}$ 。 B_3 由排架内力分析得到，一般采用400mm，500mm，…。当

$$A = B_1 + B_2 \text{ (取最小值)} + B_3 \text{ (估算)} \leq 750\text{mm}$$

时，纵向定位轴线可以与外纵墙内皮重合，屋面板正好铺至墙内皮，屋面不出现缝隙，这就是封闭式纵向定位轴线（图1-7b）。当 $A > 750\text{mm}$ 时，纵向定位轴线位置不变，外纵墙内皮不能和它重合，因而和屋面板间将留有一条空隙，在屋面的构造处理上需另补一条异型小板（图1-7c）。这时的轴线称为非封闭纵向定位轴线。非封闭轴线与外纵墙内皮间的距离称为联系尺寸，视吊车起重量的大小，可为150mm，250mm或500mm。

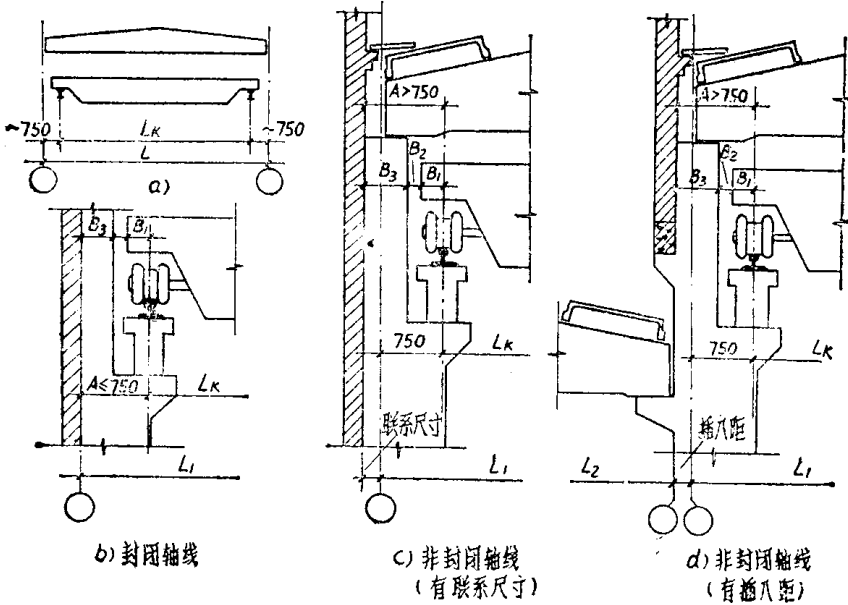


图 1-7

① 如果屋架的跨度较大，屋架上弦斜边的实际长度与屋面板宽度方向的标志尺寸不相应时，可加铺宽度小于一般屋面板的嵌板。

当厂房为等高多跨时，中柱的上柱中心线一般与纵向定位轴线重合。

当相邻两跨有高度差时，纵向定位轴线一般与较高部分厂房柱的外皮重合。但当该柱的 $A > 750\text{mm}$ 时（图1-7d），必需增设一条纵向定位轴线。两条纵向定位轴线间的距离称为插入距，意思是需要插入轴线间的距离。插入距一般也取150mm，250mm等。

横向定位轴线，一般说来通过柱子的截面几何中心，所以它们的间距一般就是柱距。显然，横向定位轴线亦是与屋面板的标志尺寸相重合的。在厂房尽端，横向定位轴线与山墙内皮重合，将山墙内侧第一排柱中心线内移500mm，并将端部屋面板做成一端伸臂板（图1-8）。这样做的目的是使端屋架和山墙抗风柱的位置不发生冲突，使端部屋面板与中部屋面板的长度相同，使屋面板端头与山墙内皮重合，屋面不留缝隙，以形成封闭式横向定位轴线。同理，伸缩缝两边的柱子中心线亦需向两边移500mm，使伸缩缝中心线与横向定位轴线重合。

二、构件的平面布置

在单层厂房结构设计中，结构构件的平面布置图以单线图表示，反映构件间的相互关系。

图1-9a列出一个典型单层厂房的横剖面。图1-9b列出该厂房的柱网布置，以及吊车梁、外纵墙、山墙的布置图。这里应予以注意的是：（1）边列柱、抗风柱、墙体（外纵墙和山墙）和定位轴线的关系；（2）吊车梁搁置在柱的牛腿上，两端第一柱间的吊车梁和其它柱间的吊车梁有所不同。

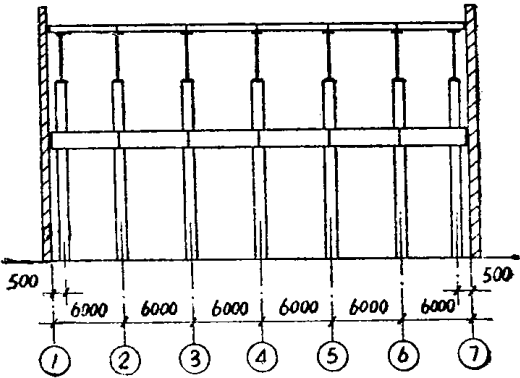


图 1-8

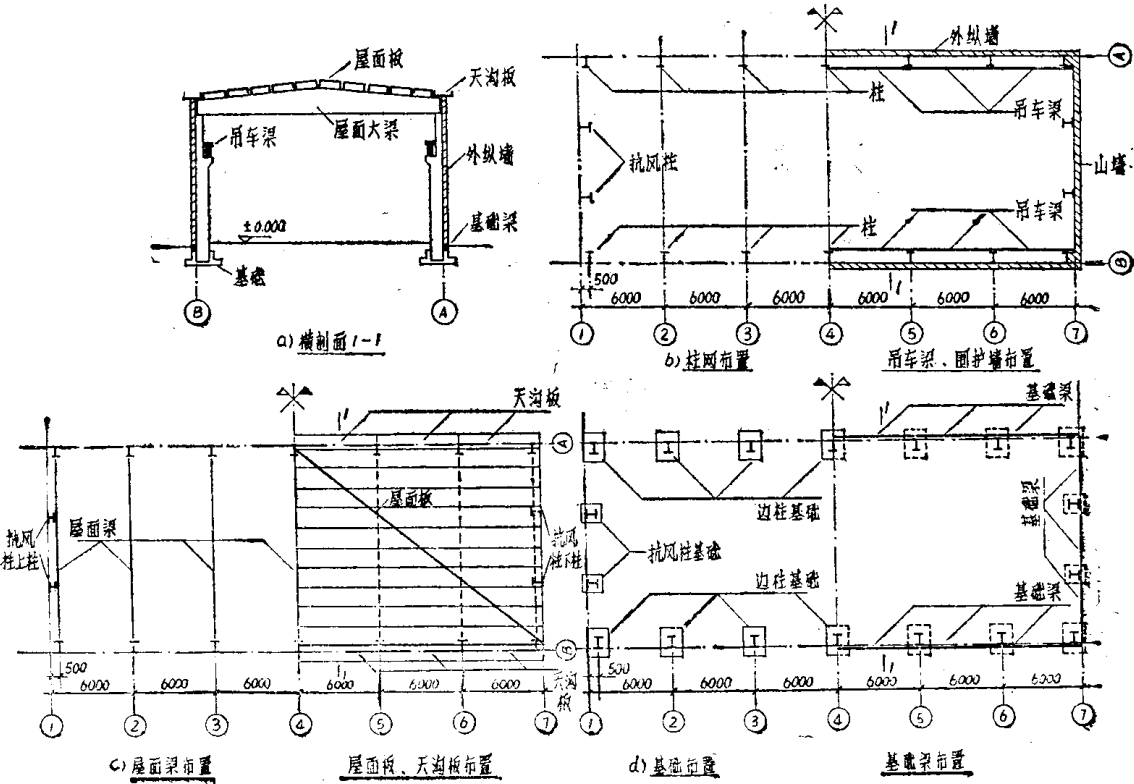


图 1-9

图1-9c列出该厂房的屋面大梁和屋面板、天沟板布置图。这里屋面大梁和边列柱的中心线是重合的，并应注意两端第一柱间的屋面板、天沟板与周围构件的关系，与其它柱间的相应板与周围构件的关系有所不同。

图1-9d列出该厂房的基础和基础梁布置图。这里边列柱下柱的截面几何中心线和基础的平面中心线相重合，并应注意基础梁和基础、柱的关系，尤其是四个角部基础梁和角部基础、角柱的关系。

三、变形缝（伸缩缝和沉降缝）

如果单层厂房的长度或宽度过大，在气温变化时，厂房的地上部分要热胀冷缩，而厂房的埋在地下部分受温度变化的影响很小，基本上不产生变形，这样就使暴露在大气中的上部结构的伸缩受到限制，在结构内部（指柱、墙、纵向吊车梁、连系梁内部）产生温度应力，严重时可使墙面、屋面、纵梁拉裂，使柱的承载力降低（图1-10a）。

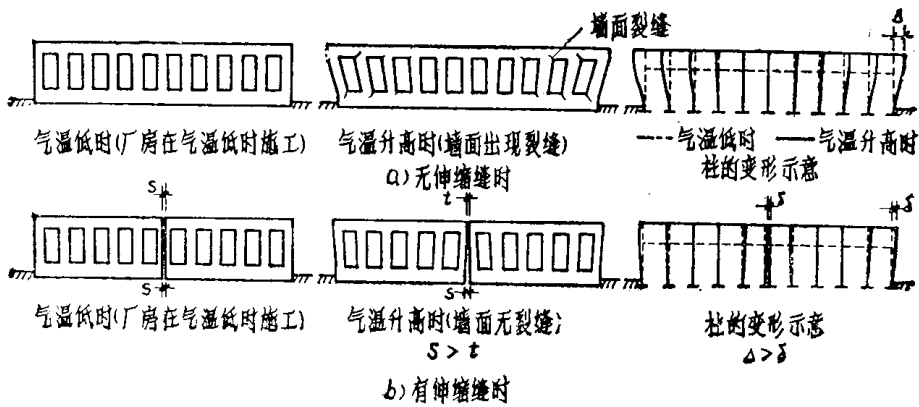


图 1-10

影响温度应力的因素很多，而厂房本身又是复杂的结构体系，要准确估算这种应力是困难的。目前采取沿厂房的纵向和横向在一定长度内设置伸缩变形缝的办法，将厂房结构分成若干个温度区段来减少温度应力，保证厂房的正常使用。

伸缩缝的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。这样，每个温度区段的长度（或宽度）可以缩短，因温度变化而产生的变形可以减小，结构的内应力随之降低，使有关构件避免开裂（图1-10b）。

温度区段的长度，取决于厂房结构类型和该地区每年气温变化的情况《混凝土结构设计规范》（GBJ10-89）规定：装配式单层厂房结构（指排架结构，见第三章）伸缩缝最大间距，在室内或土中时为100m，露天时为70m。

伸缩缝有横向和纵向两种。横向伸缩缝的一般做法是该处的横向定位轴线位置不变，而将该轴线上的柱子、屋架做成双排柱、双排屋架，将该轴线上的基础做成留有可插入双排柱的双杯口基础，每个柱子和屋架的中心线都自横向定位轴线向两边移500mm（图1-11a、b）。这种伸缩缝亦称双柱伸缩缝。纵向伸缩缝可以采用双柱伸缩缝，这时应设置两条纵向定位轴线，并加设插入距（图1-11c）；也可做成单柱伸缩缝，将伸缩缝一侧的屋架或屋面大梁搁置在活动支座上（图1-11d）。

沉降缝在一般单层厂房中很少采用，只在特殊情况下才设置：如相邻厂房高度差异悬殊处；厂房所在地的地基土压缩性有显著差异处；厂房结构（或基础）类型有明显差异处等。

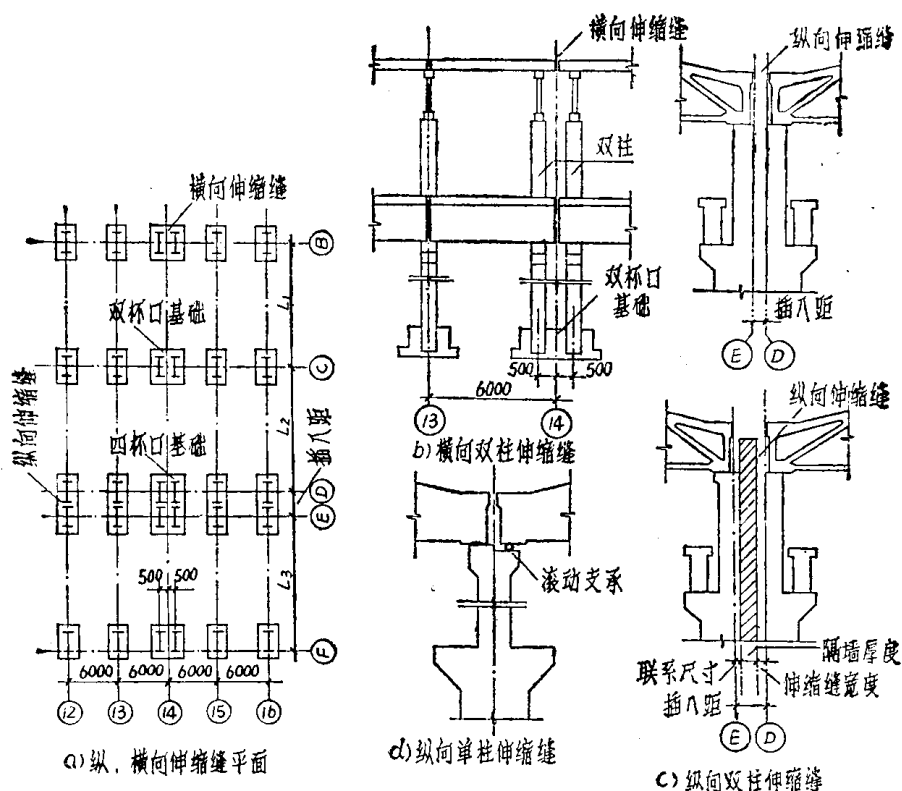


图 1-11

沉降缝的做法是将缝两侧厂房结构的全部构件（包括基础）都分开。当缝两侧厂房有过大的不均匀沉降时，每个厂房的承重结构和围护结构都不致发生损伤。沉降缝可兼作伸缩缝，而伸缩缝不能兼作沉降缝。

1-2-2 剖面布置

一、厂房的高度

厂房的高度，指的是屋架下弦下皮（或屋盖结构最低构件的下皮），以及吊车轨顶距室内地面的高度，分别以屋架下弦底面标高和轨顶标高表示（室内地面标高为 ± 0.000 ）。这两个数值是厂房结构设计中的两个重要参数，要综合考虑生产工艺和建筑结构两方面的因素才能确定。

无吊车厂房，屋架下弦底面标高由设备的高度和生产需要的使用高度确定。

有吊车厂房，屋架下弦底面标高由设备的高度和吊车需要的高度确定，并可用下式表达：

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7, \text{ 或 } H = h_1 + h_2 + h_8 + h_9 + h_6 + h_7$$

取两个数值中的较大者(图1-12)。

式中， h_1 ——最高设备的高度，由工艺设计人确定，当只有个别高大设备时，可采用局部降低该处地面的办法以减少厂房高度； h_2 ——超越安全高度($\geq 500\text{mm}$)； h_3 ——最高吊物高度， h_4 ——吊索最小高度（ h_3 、 h_4 均由工艺设计人确定）； h_5 、 h_6 ——吊车底、顶至吊车轨顶高度（查起重机手册）； h_7 ——吊车行驶安全高度($\geq 220\text{mm}$)； h_8 ——司机室底至吊车底高度（查起重机手册）。

吊车轨顶标高由屋架下弦底面标高减去 ($h_6 + h_7$) 得到, 一般由工艺设计人向土建设计人提供。

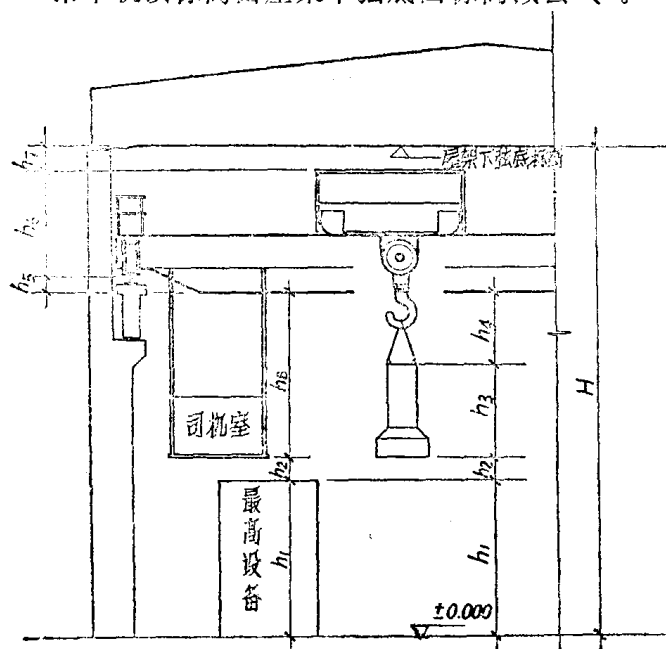


图 1-12

吊车轨顶标高减去吊车轨道连接高度和吊车梁梁端高度 (均可查有关标准图集), 即为柱的牛腿顶面标高 (图1-12)。

在确定屋架下弦底面标高和牛腿顶面标高时, 都应按照《厂房建筑统一化基本规则》, 考虑统一模数的要求。当外墙采用大型板材时, 还应与板材的尺寸相适应。

对于连续多跨厂房, 如果相邻各跨根据各自的工艺需要所决定的厂房高度参差不一时, 会使得构造复杂, 计算麻烦, 构件规格增多, 不利于工业化施工。这时最好做成等高厂房, 可以增加厂房结构的刚度, 简化构造处理 (请读者自己对图1-13a,b进行对比)。

一般可按下列规定处理:

- (1) 当高跨一侧仅有一个低跨时, 如高度差 $\leq 2.10\text{m}$, 可不设高低跨;
- (2) 当高跨一侧连续有两个低跨时, 如高度差 $\leq 1.80\text{m}$, 可不设高低跨;
- (3) 当高跨一侧连续有三个低跨 (或更多) 时, 如高度差 $\leq 1.50\text{m}$, 可不设高低跨。

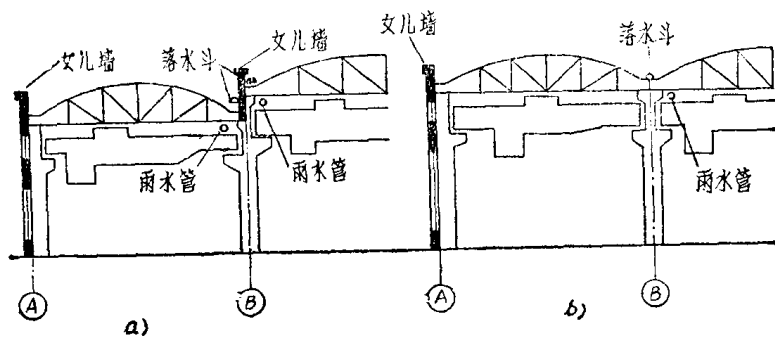


图 1-13

确定厂房高度的原则是, 在满足生产工艺前提下, 尽可能合理地降低厂房高度, 以便减小柱的内力, 减少围护结构面积, 降低造价; 同时还要考虑减少构件种类, 简化连接构造, 保证施工方便等因素。总之, 应结合具体工程特点, 进行全面分析来确定。

二、天窗

和厂房结构剖面布置密切相关的问题之一是天窗的设置方式。天窗是因厂房通风和采光需要而设置的。常用的天窗形式有下列几种:

1. 平天窗

采用采光屋面板的形式来解决厂房的采光问题 (图1-14)。其做法是将部分屋面板或屋

面板中的某些部分换以采光材料，如铅丝玻璃、钢化玻璃、玻璃钢等。~~平天窗不必设天窗架~~，构造简单，但防水做法复杂，采光材料造价较高，不能解决通风问题。

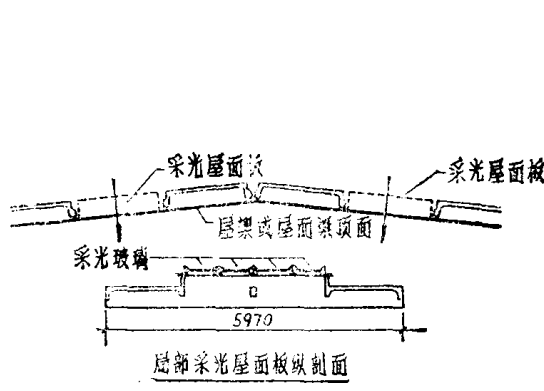


图 1-14

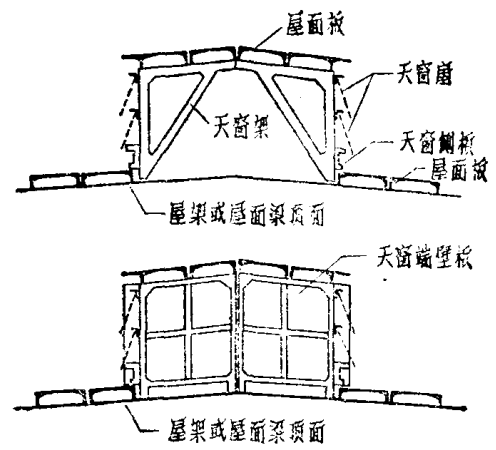


图 1-15

2. 纵向矩形天窗

将屋盖上的部分屋面板用横向天窗架加以抬高，两侧安装垂直于跨度方向的纵向通长窗扇，形成纵向天窗，以满足采光和通风的要求。一些热车间厂房（如铸造、锻压车间等），常在纵向天窗外侧加挡风板，以取得更好的排风效果。国内常用的纵向天窗做法（图1-15）是：在屋架或屋面大梁上设置横向天窗架，作为天窗的承重结构，两侧的围护结构是天窗侧板，在天窗侧板上部安放天窗扇，天窗两端的围护构件是天窗端壁板。纵向矩形天窗的优点是能满足各类厂房的采光、通风要求；缺点是构件种类多，自重大，造价较高。

3. 横向天窗

与纵向天窗不同，横向天窗是沿厂房跨度方向设置的天窗。目前国内横向天窗常用的构造方式有：①将屋面大梁高低错落设置以形成横向天窗的（图1-16）；②利用屋架高度间的空间形成横向天窗，不另设纵向天窗架的；③设置纵向天窗架的三种。横向天窗的优点是采光均匀，通风良好；缺点是构造复杂，屋面高低变化频繁，对防水、清灰、检修都不利。

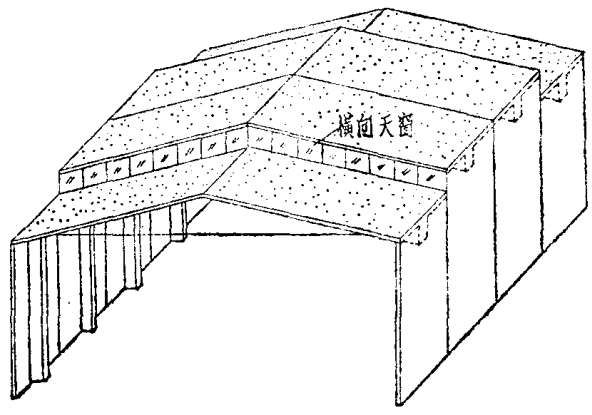


图 1-16

横向天窗架可以采用钢筋混凝土或钢构件做成。

4. 井式天窗

利用屋架高度间的空间，在厂房局部地区设置的天窗（图1-17）。它可随生产工艺的需要而设置，布置灵活，一般可以有三至四面采光和通风，又可互为挡风板，有较好的采光和通风效果；缺点是它的高度受屋架高度的限制，井底排水做法比较复杂，屋面清扫比较困难。

三、外墙

和厂房结构布置有关的另一个问题是外墙做法。外墙在厂房结构设计中一般属于建筑构造范畴，但它的构造做法对结构构件的布置和设计却有着重要影响，外墙的常用形式有以下