

建筑结构基本知识丛书

单层厂房结构

南京工学院

《单层厂房结构》编写组

中国建筑工业出版社



建筑结构基本知识丛书

单层厂房结构

南京工学院《单层厂房结构》编写组

中国建筑工业出版社

本书是建筑结构基本知识丛书之一，主要介绍单层工业厂房结构设计的基本原理和基本知识。书中首先简述工业建筑的特点和分类，以及单层厂房结构设计任务和程序，然后结合工程实例，分章讲解单层厂房的结构组成、受力分析、结构选型和结构布置、排架计算，单层厂房钢筋混凝土柱和柱下单独基础设计等。书中附有一定数量的例题和计算图表。

这套《建筑结构基本知识丛书》包括建筑力学、建筑结构和构件计算等方面的基本知识，按专题分册出版，每册力求重点突出，并有一定的独立性，以便读者根据需要选读。

本书可供具有初中以上文化水平的基本建设战线的职工和从事基本建设工作的读者自学建筑结构知识参考。

建筑结构基本知识丛书
单层厂房结构
南京工学院〈单层厂房结构〉编写组

*
中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*
开本：787×1092毫米1/32 印张：8 3/4 插页：1 字数：197千字

1980年5月第一版 1980年5月第一次印刷

印数：1—40,200册 定价：0.66元

统一书号：15040·3705

目 录

第一章 概述	1
一、工业建筑的特点和分类	1
二、单层厂房结构设计的任务和程序	3
第二章 单层厂房结构的组成和受力分析	5
一、单层厂房结构的主要构件	5
二、单层厂房结构承受的主要荷载和荷载传递路线	7
三、横向排架和纵向排架的受力分析	10
第三章 单层厂房的结构选型和结构布置	13
一、单层厂房结构型式的分类和选择	14
二、单层厂房的平、剖面布置	16
三、单层厂房主要构件的选型	28
四、抗风柱、围护墙、圈梁、连系梁及基础梁的作用与 布置原则	47
五、支撑的作用与布置原则	54
六、结构平面布置图	62
附录 3-1 新编全国通用工业厂房结构构件标准图集和 重复使用图集索引	68
附录 3-2 常用构件代号	71
第四章 单层厂房排架计算	73
一、排架计算的基本概念	73
二、排架荷载计算及实例	79
三、排架内力计算及实例	93
四、排架内力组合及实例	122
附录 4-1 部分常用材料和构件重量表	126

附录 4-2	基本雪压 S_0 及屋面积雪分布系数 C	130
附录 4-3	电动桥式起重机主要规格	133
附录 4-4	基本风压 W_0 、风压高度变化系数 k_z 和风载体 型系数 k	135
附录 4-5	柱顶反力及位移图使用说明	138
附录 4-6	单阶柱位移计算公式	147
第五章	单层厂房钢筋混凝土柱设计	157
一、概述	.....	157
二、柱子选型	.....	160
三、柱子的外形尺寸和材料选用	.....	164
四、柱子正截面强度(配筋)计算和构造要求	.....	168
五、钢筋混凝土牛腿设计	.....	197
六、柱吊装、运输阶段的验算	.....	210
七、单层厂房钢筋混凝土柱设计实例	.....	211
附录 5-1	柱截面几何特征	223
附录 5-2	混凝土和钢筋的计算指标	226
附录 5-3	钢筋的计算横截面面积、周边长 度和每米重量	228
附录 5-4	对称配筋矩形和工字形截面偏心 受压柱计算图	229
附录 5-5	钢筋混凝土实腹牛腿计算图	245
第六章	柱下单独基础设计	249
一、概述	.....	249
二、钢筋混凝土杯形基础设计	.....	252
三、杯形基础设计实例	.....	266

第一章 概 述

一、工业建筑的特点和分类

工业建筑是直接为工业生产服务的，在使用要求上和民用建筑有很大差别且有其特点，如：

1. 厂房要满足生产工艺的要求。

2. 厂房内有笨重的机器设备、起重运输设备（吊车），要求厂房有较大空间。同时，厂房结构要承受较大的静荷载、动荷载、振动或撞击力等。

3. 在生产过程中会散发出大量的余热、烟尘、有害气体、有侵蚀性的液体以及生产噪音，要求厂房有良好的通风采光。

4. 为保证某种生产的正常条件，要求厂房内保持一定的温、湿度或要求防尘、防振、防爆、防菌、防放射线等，因此，设计时必须采取相应的特殊技术措施。

5. 生产过程中需要各种工程技术管网，如上下水道、热力管道、压缩空气、煤气、氧气管道和电力供应等。设计时要考虑各种管道的敷设和荷载。

6. 生产过程中有大量的原料、加工零件、半成品、成品、废料等需要电瓶车、汽车或火车运输，厂房设计时要考虑所采用的运输工具的通行问题。

工业生产类别繁多，例如有钢铁、有色金属、机械、电

力、石油、化工、纺织、食品和电子，等等。各类工业具有不同的生产工艺和特征。对厂房建筑也有不同的要求，因而厂房设计也随之而异。上述工业建筑的特点并非每一厂房均有，其中除共性部分统一考虑外，对特殊要求则要特殊处理。为便于掌握厂房设计的规律，将工业建筑按不同特征进行分类：

1. 按建筑用途分

生产用建筑物 指全厂最主要生产工艺过程的车间。今以机械制造工业为例，有铸工（铸铁、铸钢、有色铸造）车间、锻工车间、机械加工车间（金工）、冲压车间、热处理车间、木工车间、部件及总装配车间等。

生产辅助用建筑物 为主要车间服务的车间，如机修、工具、成品包装等车间。

此外，还有动力用建筑物（如锅炉房、变电所、压缩空气站等），运输用建筑物及构筑物（如机车库、汽车库、各种栈桥和支架等），储藏用建筑物（如各种材料、半成品及成品仓库），给排水用建筑物和构筑物（如水泵房、水塔、冷却塔以及与管道系统有关的建筑物）以及全厂性行政福利建筑物等。

2. 按工业建筑层数分

按工业建筑的层数分类便于了解建筑物的特征，因为单层厂房和多层厂房的工艺布置、平剖面布置、结构选型和结构布置均不相同，设计要求也不相同。

按工业建筑的层数可分为：

单层工业建筑 目前单层工业建筑的适用范围比较广，一般机械工业和冶金工业等均采用单层工业建筑。

多层工业建筑 如食品、电子和精密仪器等工业，生产

设备较轻，原料和产品重量轻、体积小、内部运输适于采用垂直运输，故它们的生产车间，一般都设计成多层厂房。近年来，为节约用地，某些金属加工车间亦有采用多层者。

层数混合的工业建筑 如电力工业和化学工业的主要生产车间的工艺流程，部分需要建筑物为单层，部分则需要建筑物为多层，这就构成层数混合的厂房建筑。

3. 按某些车间的内部生产状况分

有热加工车间（如铸工、锻工、炼钢和轧钢等车间）、冷加工车间（如金工、装配、机修等车间）、恒温、恒湿或超净车间（如精密仪器车间），不同性质的车间对建筑设计和结构设计均有不同的要求。

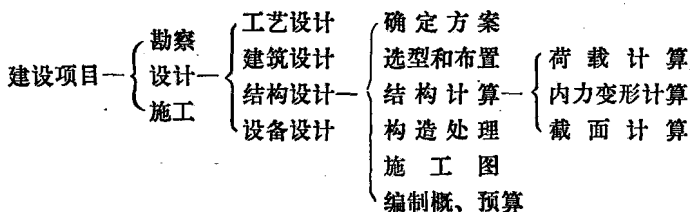
单层厂房目前是工业建筑中基本的、适用性较广的一种建筑类型。所以本书仅讨论这类厂房的设计问题，并以建于非地震区的某机械加工装配车间为实例，讲解单层厂房结构设计的基本知识。

二、单层厂房结构设计任务和程序

一个建设项目一般要经过勘察、设计和施工三个阶段。在厂房建造前必须要有一个全面的规划，编制出一套技术文件和绘制出为施工用的图纸，这些工作通常被称为“设计工作”。设计工作是基本建设的首要环节，是一项十分重要的工作。厂房设计的基本任务是：遵照党的方针、政策，综合分析并正确解决各种矛盾（如土建与生产工艺、结构与建筑设计、设计和施工、建设需要与建设可能、安全适用与经济等等都有矛盾），用最少的投资、材料和劳动力，多快好省地建成工业生产所需要的厂房，做到技术先进、经济合

理、安全可靠、确保质量。一个建设项目的的设计，一般包括工艺设计、建筑设计、结构设计和设备设计（如水、暖、电等设计）等几方面。结构设计任务是：在满足厂房生产工艺和正常使用的前提下，选择技术先进、经济合理、安全可靠、施工方便的结构方案，并通过计算和构造处理，保证厂房在各种可能荷载作用下的整体稳定性和必要的刚度，以及每个结构构件和构件连接的强度、刚度和抗裂度。结构设计的主要内容和程序可归纳为：确定结构方案、结构构件的选型和布置、结构计算、构造处理、绘制施工图纸和编制设计概（预）算等。结构计算则包括荷载计算、结构构件的内力和变形计算、构件截面计算等几项工作。

上述各方面和各项工作之间的大致关系可归纳如下：



设计单层厂房，首先应了解和掌握它的组成及受力情况，进而研究结构选型和布置，以及结构构件的计算和构造等问题。下面，我们将依次讲解单层厂房结构的组成和受力分析、单层厂房结构选型和结构布置、单层厂房排架计算、单层厂房钢筋混凝土柱和杯形基础设计等问题。

第二章 单层厂房结构的组成 和 受 力 分 析

一、单层厂房结构的主要构件

建筑物中支承各种荷载而起骨架作用的部分通常称为结构。在单层厂房建筑中，由屋架（或屋面梁）、柱和基础等主要构件组成的体系在建筑物中起骨架作用，这个体系就叫做厂房结构。

装配式钢筋混凝土单层厂房结构是一个由横向排架和纵向连系构件以及支撑等所组成的空间体系。它通常是由下列结构构件所组成，并相互联结成一体（图2-1）。

1. 屋盖结构起围护和承重双重作用。包括：

屋面板（包括天沟板）——支承在屋架（屋面梁）或天窗架上。直接承受上面的恒载（如防水层等）和活荷载（如雪、积灰或施工荷载等），并把它们传给屋架。

天窗架——支承在屋架上。承受天窗部分屋面荷载及窗重，并把它们传给屋架。

屋架（或屋面梁）——通常支承在柱上，也有支承在托架上者，承受屋盖结构的全部荷载（包括有悬挂吊车时的荷载），并将它们传给柱子或托架。

托架——当柱子间距比屋架间距大时，则用它支承屋架，并将其上的荷载传给柱子。

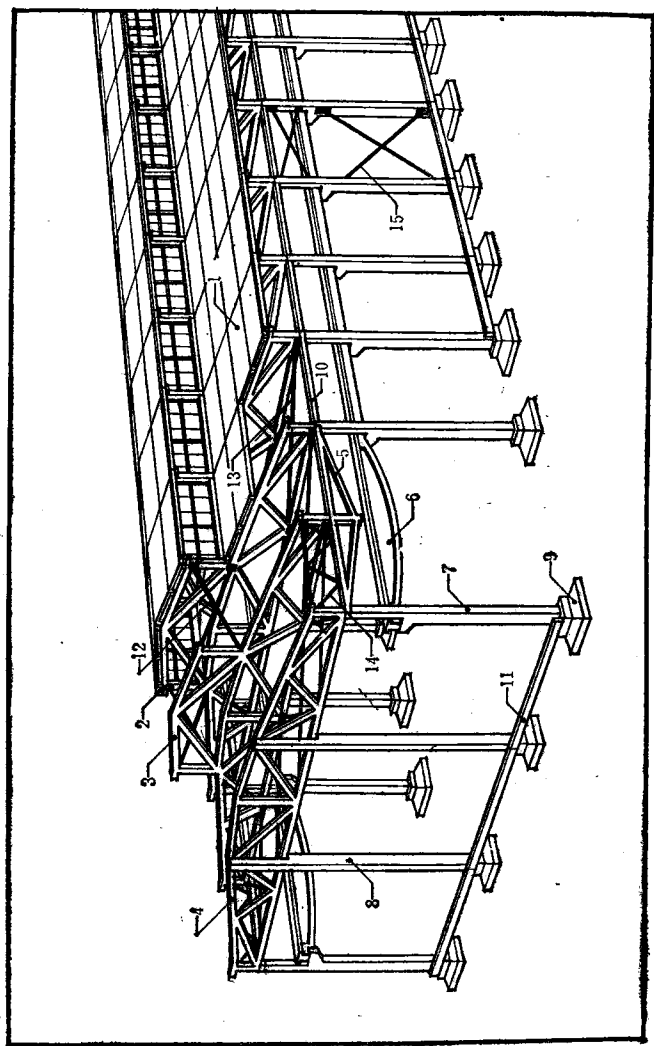


图 2-1 单层厂房结构的组成

1—屋面板, 2—天沟板, 3—天窗架, 4—屋架, 5—托架, 6—吊车梁, 7—排架柱, 8—抗风柱, 9—基础, 10—连系梁, 11—基础梁, 12—天窗架垂直支撑, 13—屋架下弦纵向水平支撑, 14—屋架端部垂直支撑, 15—柱间支撑

2. 吊车梁 支承在柱子牛腿上。承受吊车荷载（包括吊车起吊重物、吊车运行时的移动集中竖向荷载，以及吊车制动时所产生的纵向和横向水平荷载）并传至柱子。

3. 柱子 承受由屋架（有时还有托架）、吊车梁、外墙和支撑等传来的荷载，并将它们传给基础。

4. 基础 承受柱子和基础梁传来的荷载并传给地基。

5. 支撑 包括屋盖支撑和柱间支撑等。支撑的主要作用是加强厂房结构的空间刚度和稳定性；同时起传递风荷载和吊车水平荷载的作用以及在地震区尚能起传递纵向地震荷载的作用。

6. 围护结构 位于厂房四周，一般包括：

墙（外墙和山墙）——通常为砖砌的自承重墙，砖墙下部支承在基础梁或带形基础上。墙承受风荷载并传给柱子。在某些大型厂房，也有采用预制墙板代替人工砌筑的砖墙。

墙梁（有时做成支承在柱子上的预制连系梁，有时浇成连续的圈梁）——加强厂房的纵向刚度。当为连系梁时，承受外墙重量，并把它传给柱子和基础；当为圈梁时，外墙重量则通过基础梁传给基础。

基础梁——承受外墙重量并把它传给基础。

抗风柱——承受山墙传来的风荷载，并把它传给屋盖和基础。

二、单层厂房结构承受的主要荷载和 荷载传递路线

单层厂房结构在生产使用和施工期间，承受的主要荷载有下列几种：

1. 恒载 恒载是长期作用在厂房结构上的不变荷载，如各种构件和墙体的自重，以及管道等生产工艺设备的重量。

2. 活荷载 活荷载是作用在厂房结构上的可变荷载，有：

吊车竖向荷载——包括吊车自重和最大起重物件的重量，即所谓吊车的最大轮压和最小轮压。这可根据所采用吊车的情况（如桥式或梁式、起重量、工作制、桥跨等），从吊车设备的标准和产品类型规格中查得。

吊车水平荷载——吊车在起吊重物时，启动或制动时吊车制动轮作用于轨顶的纵向和横向水平制动力。

雪荷载

风荷载

屋面积灰荷载——在设计生产中有大量排灰的厂房及其邻近建筑物时，应考虑屋面积灰荷载。如炼钢厂的转炉炼钢车间，机械厂的铸造车间冲天炉，铁合金厂的锰、铬铁车间以及水泥厂等均应考虑屋面积灰荷载。

施工荷载——厂房在施工或检修期间承受的荷载。

此外，还可能有些特殊荷载，如：

地震荷载——当厂房位于地震设计烈度为7度及7度以上的地区时应予考虑。

温度荷载——当厂房的伸缩缝区段超过规范规定的允许伸缩缝最大间距时或厂房处于高温情况下应予考虑。

图2-2是作用于厂房结构的主要荷载的示意图。

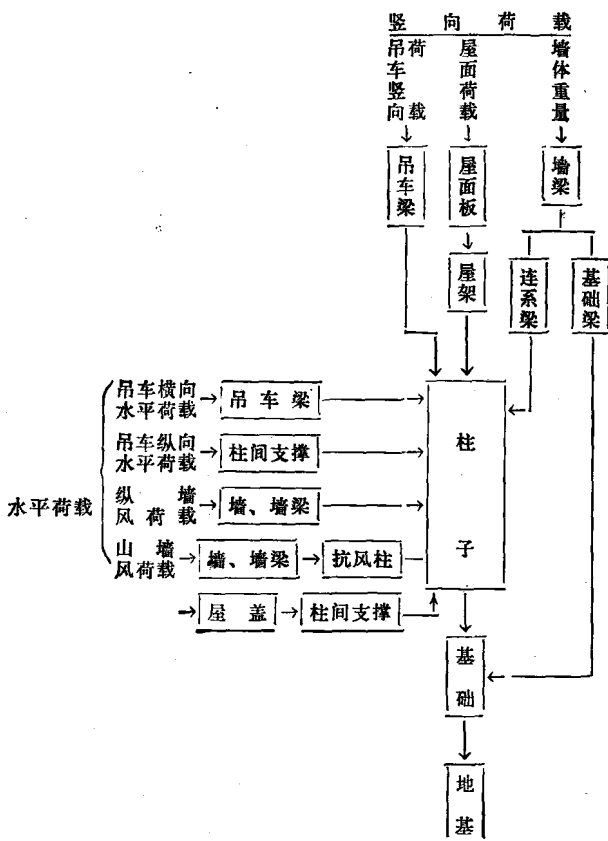
荷载数值的确定，是比较复杂的，而且政策性较强。若考虑过大，会造成浪费；考虑过小，则安全度不够。国家建委批准的《工业与民用建筑结构荷载规范 TJ9-74(试行)》^①

① 中国建筑工业出版社，1974年出版。

(以下简称《荷载规范》)总结了工程设计的实践经验和科研成果,设计时一般可根据它来确定荷载的数值。但设计人员尚应结合实际进行调查研究,才能对荷载数值作出合理的决定。

荷载数值的具体计算见第四章第二节。

单层厂房结构主要荷载的传递路线如下:



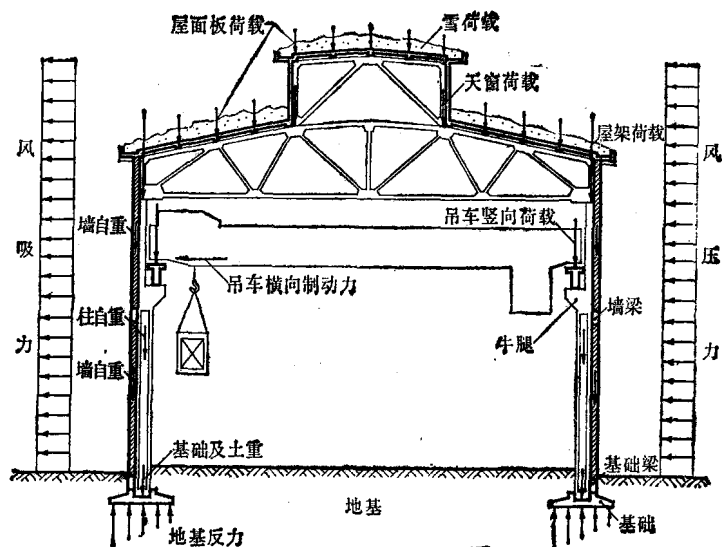


图 2-2 单层厂房结构主要荷载示意图

由此可见，单层厂房结构所承受的各种荷载，基本上都是通过柱子再传递到基础、地基的，所以柱子是厂房结构中的主要承重构件。

三、横向排架和纵向排架的受力分析

装配式钢筋混凝土单层厂房结构是由各种承重构件互相连接起来的一个空间骨架。这个空间骨架根据其组成和承受荷载的方向，可分成横向排架和纵向排架两部分，而作为一个整体，它们共同承受各种荷载。

从图 2-1 中，我们取出一排横向柱列进行分析。这排柱列（及其基础）用屋架（或屋面梁）联系起来后，形成了一

种骨架体系，常称为横向排架（图2-2）。横向排架承受着厂房的主要荷载，如屋面荷载、墙体重量、吊车竖向荷载和横向水平荷载，以及纵墙风荷载等。在横向排架体系中，只要其中某一柱子受到在排架平面中的荷载作用，通过屋架（或屋面梁）将对该排架中所有的柱子发生影响。因此，作用在这个排架平面的任何荷载，都是通过排架作用传至基础，然后再传到地基中去的。

厂房中的纵向柱列（及其基础）通过吊车梁、连系梁、柱间支撑等构件的联系，也形成一种骨架体系，常称为纵向排架（图2-3）。厂房中的纵向排架，一般仅承受作用在山墙和天窗端壁并通过屋盖结构传来的风荷载和吊车纵向水平荷载，地震区的厂房尚承受纵向地震荷载。这些荷载通过纵向排架的作用传递到基础。在一般厂房中，纵向荷载都较小，而厂房的长度常比宽度大得多，虽然柱子在纵向的刚度较小，但纵向柱列的柱距较小，柱的数量较多，并有吊车梁和连系梁等多道联系，又有柱间支撑的有效作用。因此纵向排架中构件的内力通常都不大，一般不作计算，在构造上采取必要的措施即可。当然，如果厂房的平面布置接近于正方形，纵向柱子较少，或地震区的厂房，则纵向排架的内力计算也就不能忽略了。

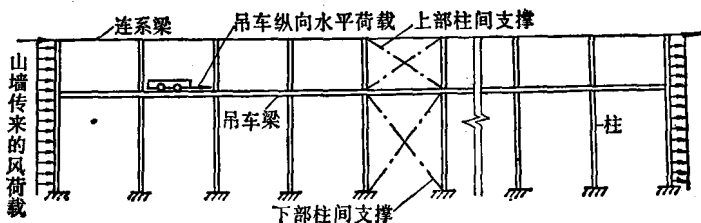


图 2-3 纵向排架受力示意图

厂房横向排架不仅柱子少，柱距大，且承受着作用在厂房上的大部分主要荷载，所以一般说来，横向排架在厂房结构中是起主要作用的。一般，厂房结构是否安全，主要取决于横向排架是否有足够的刚度和承载能力。因此，在设计柱子和基础时，必须首先对横向排架进行计算（通常称为排架内力分析）。