



高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

钢结构设计

宋高丽 主编

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

钢 结 构 设 计

宋高丽 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构设计/宋高丽主编. —北京: 中国建筑工程出版社, 2019. 1

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材. 全国
高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

ISBN 978-7-112-23048-8

I. ①钢… II. ①宋… III. ①钢结构-结构设计-高等学校-教材 IV. ①TU391.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 275938 号

本书主要介绍了房屋建筑工程中常用的钢结构体系的形式和设计方法, 主要内容包括普通钢屋架单层厂房、门式刚架轻型房屋结构、多层钢框架结构体系的组成、构造和设计方法。全书按现行规范编写, 配有计算实例, 以案例阐述理论, 理论和实际应用并重。

本书可作为高校土木工程及相关专业本科教材, 也可作为相关设计人员、工程技术人员参考书。

为了更好地支持教学, 本书作者制作了教学课件, 有需要的读者可以发送邮件至: 2917266507@qq.com 免费索取。本书通过二维码提供配套数字资源, 主要包括相关三维模型图及照片。

* * *

责任编辑: 聂 伟 王 跃
责任校对: 李美娜

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

钢结构设计

宋高丽 主编

*

中国建筑工程出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)
各地新华书店、建筑书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16½ 插页: 1 字数: 402 千字
2019 年 2 月第一版 2019 年 2 月第一次印刷
定价: 35.00 元 (附配套数字资源及课件)

ISBN 978-7-112-23048-8
(33134)

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)

前 言

本书重点阐述了常见钢结构体系（普通钢屋架单层厂房、门式刚架轻型房屋结构、多层钢框架结构）的基本组成、结构布置、结构体系的受力分析、构件设计和节点连接设计。此外本书还包括三大典型工程设计案例，附详细手写计算过程和主要施工图。本书可作为高校土木工程专业和相关专业建筑钢结构设计课程的本科教材，也可作为相关设计人员和工程技术人员的参考书。通过本书的学习，读者能初步掌握建筑钢结构的设计过程和计算方法。

本书所涉及的主要国家现行规范为《钢结构设计标准》GB 50017—2017、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018—2002 等。

本书由昆明学院宋高丽主编，具体分工为：宋高丽编写第 1～3、5、6 章、姚学群编写第 4、7 章、周卫霞编写附录，本书附赠课件由周卫霞制作。全书由宋高丽规划并定稿。

本书的编写参考了有关资料，谨致谢意。

限于编者水平，错误和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 钢结构的主要结构体系	1
1.2 钢结构的设计方法	5
1.3 钢结构设计的一般原则和 步骤	8
1.4 钢结构施工图	9
复习思考题	9
第 2 章 普通钢屋架单层厂房	10
2.1 结构组成	10
2.2 结构布置	11
2.3 钢屋盖结构及屋面支撑体系 ..	16
2.4 普通钢屋架设计	20
2.5 横向框架设计	35
2.6 吊车梁	40
复习思考题	42
第 3 章 门式刚架轻型房屋结构	45
3.1 概述	45
3.2 结构布置	47
3.3 门式刚架结构的荷载	55
3.4 构件设计	60
3.5 节点设计	79
复习思考题	87
第 4 章 多层钢框架结构	90
4.1 概述	90
4.2 钢框架结构平面布置与竖向 布置	95
4.3 荷载计算	96
4.4 结构内力分析	96
4.5 荷载效应组合	102

4.6 节点连接与构造	103
复习思考题	113
第 5 章 角钢桁架设计案例	114
5.1 基本资料	114
5.2 支撑布置	114
5.3 荷载计算	115
5.4 内力计算	116
5.5 杆件设计	118
5.6 节点设计	122
5.7 绘制钢屋架施工图	128
第 6 章 门式刚架轻型房屋设计 案例	129
6.1 基本资料	129
6.2 结构布置	129
6.3 屋面檩条设计	129
6.4 山墙抗风柱设计	139
6.5 屋面横向水平支撑和系杆 设计	142
6.6 柱间支撑设计	144
6.7 刚架梁-柱截面设计	145
6.8 柱脚设计	163
6.9 隅撑设计	164
第 7 章 多层钢框架结构设计 案例	176
7.1 基本资料	176
7.2 结构平面布置及材料选择	176
7.3 构件截面初选	176
7.4 荷载计算	177
7.5 内力计算	188
7.6 荷载效应组合	194

附录 1	钢材和连接强度设计值		226	附录 4	螺栓的有效直径和有效 面积		256
附录 2	型钢表		230	参考文献		257	
附录 3	建筑用压型钢板型号及 截面特性		251				

第 1 章 绪 论

1.1 钢结构的主要结构体系

1.1.1 单层钢结构

单层钢结构主要由横向抗侧力体系和纵向抗侧力体系组成，其中横向抗侧力体系可分为排架、门式刚架、框架结构体系（图 1-1），纵向抗侧力体系宜采用中心支撑体系，也可采用刚架结构。

排架由屋架（或屋面梁）、柱和基础组成。屋架（或屋面梁）与柱铰接，柱与基础刚接，是单层钢结构的基本结构形式，包括等截面柱、单阶柱和双阶柱排架。而门式刚架结构中，屋面梁与柱刚接，柱与基础铰接或刚接，包括单层柱和多层柱门式刚架。

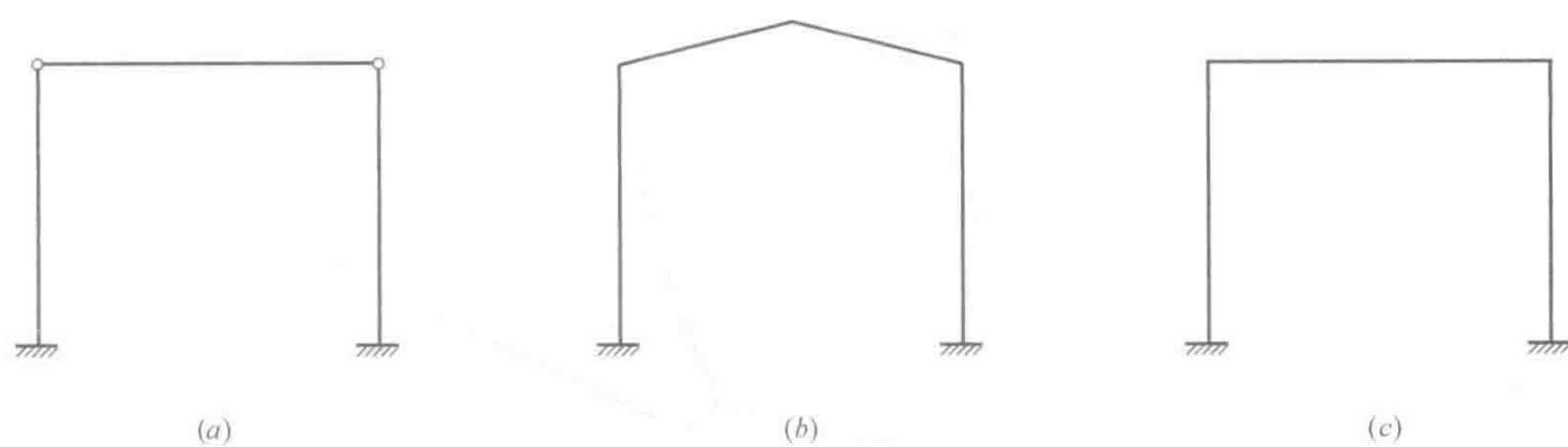


图 1-1 单层钢结构体系
(a) 排架；(b) 门式刚架；(c) 框架

在对单层钢结构建筑进行结构布置时，应注意：①多跨结构宜等高等长，各柱列的侧移刚度宜均匀；②在地震区，当结构体型复杂或有贴建的房屋和构筑物时，宜设防震缝；③在同一结构单元中，宜采用同一种结构形式，当不同结构形式混合采用时，应充分考虑荷载、位移和强度的不均衡对结构的影响。

1.1.2 多高层钢结构

按抗侧力结构的特点，在多、高层钢结构常用的结构体系主要有：(1) 框架结构：以钢梁和钢柱为主要承重构件的结构体系为框架结构，它可以形成较大使用空间，平面布置灵活，构造简单，延性好，但侧向刚度较差，常用于层数不超过 30 层的建筑。(2) 框架支撑体系：在框架体系中的部分框架柱之间设置竖向支撑，支撑结构承担大部分水平侧力，这类体系具有良好的抗震特性和较大的侧向刚度，可用于 30~40 层的高层钢结构，如图 1-2 所示。(3) 框架剪力墙板体系：该体系是以钢框架为基础，在框架间设置一定数

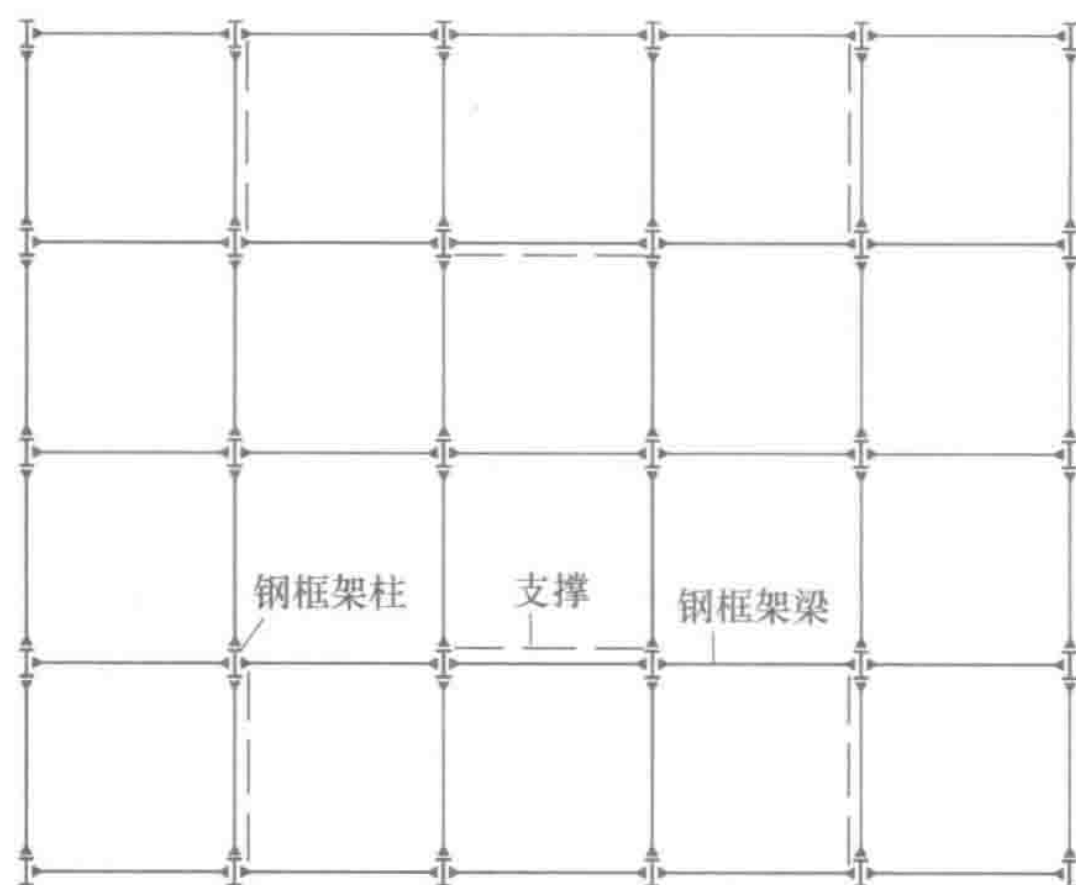


图 1-2 钢框架支撑体系平面示例

量的带肋钢板或预制钢筋混凝土板所组成的结构体系。整个建筑的竖向荷载全部由钢框架承担，水平荷载由钢框架和墙板共同承担。在风荷载或地震作用下，框架剪力墙板体系的侧移比框架体系减小很多。(4) 框筒体系：该体系是由密柱深梁构成的外筒结构，承担全部水平荷载；内筒是梁柱铰接相连的结构，仅按筒截面积比例承担竖向荷载，不承担水平荷载。整个结构无须设置支撑等抗侧力构件，可提供较大的灵活空间，如图 1-3 所示。(5) 筒中筒体系：该体系由外筒和内筒通过有效的连接组成一个共同工作的空间结构体系，其外筒与框筒体系的外筒类似，内筒可采用梁柱刚接的支撑框架，或梁柱铰接的支撑排架。内、外筒通过楼面结构连接在一起共同抵抗侧力，从而提高了结构总的侧向刚度，如图 1-4 所示。(6) 束筒体系：是由一个外筒与多个内筒并列组合在一起形成的结构体系，具有更好的整体性和更大的侧向刚度，如图 1-5 所示。(7) 巨型框架体系：该体系是由柱距较大的格构式立体桁架柱及立体桁架梁构成巨型框架主体，配以局部小框架而组成的结构体系。水平荷载全部由巨型框架承担，在局部范围内设置的小框架，由实腹柱和实腹梁组成，仅承担所辖范围的楼层重力荷载。巨型框架的“巨梁”通常是每隔 12~15 个楼层设置一道，如图 1-6 所示。

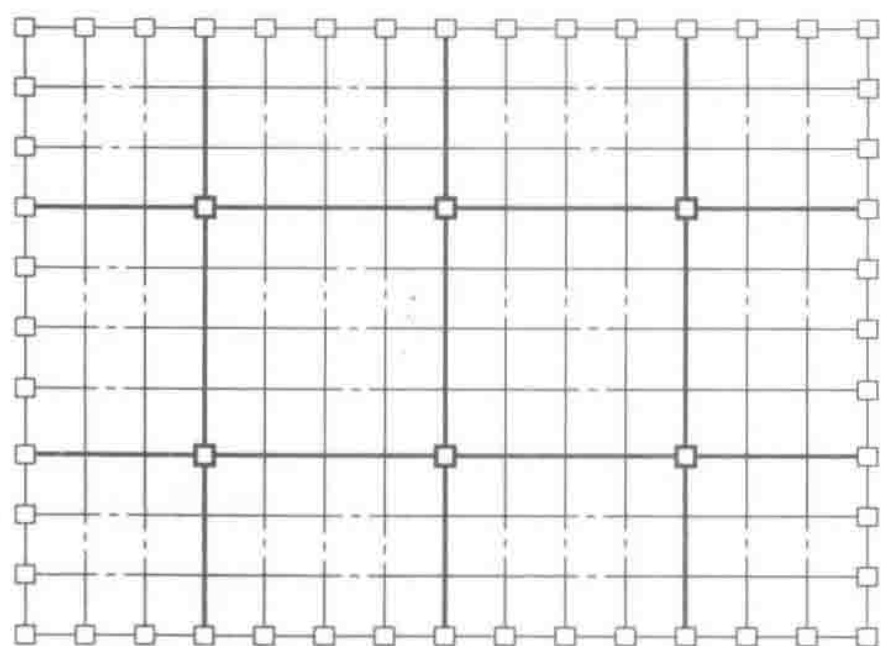


图 1-3 框筒体系平面示例

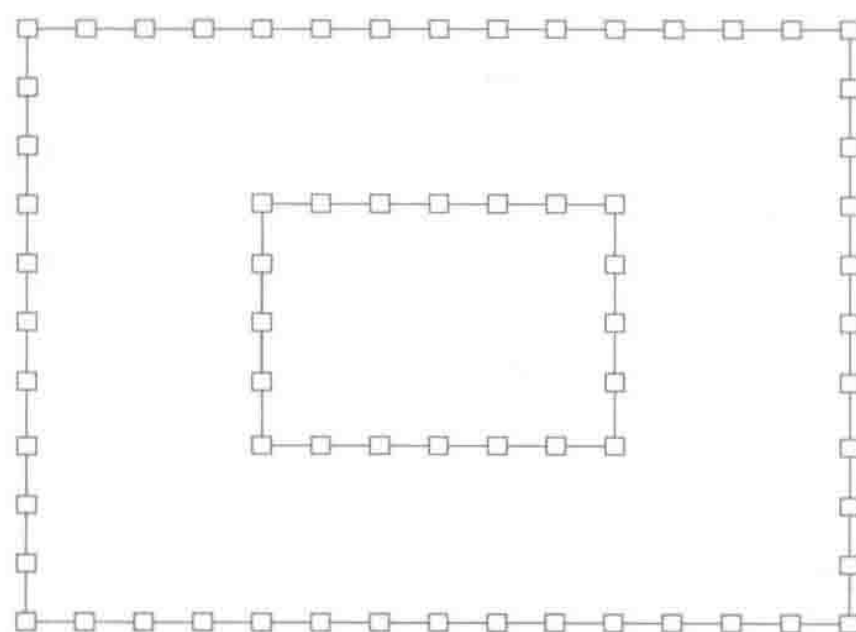


图 1-4 筒中筒体系平面示例

对多（高）层钢结构建筑进行结构布置时应尽量遵循以下原则：①建筑平面宜简单、规则，结构平面布置宜对称，水平荷载的合力作用线宜接近抗侧力结构的刚度中心，高层

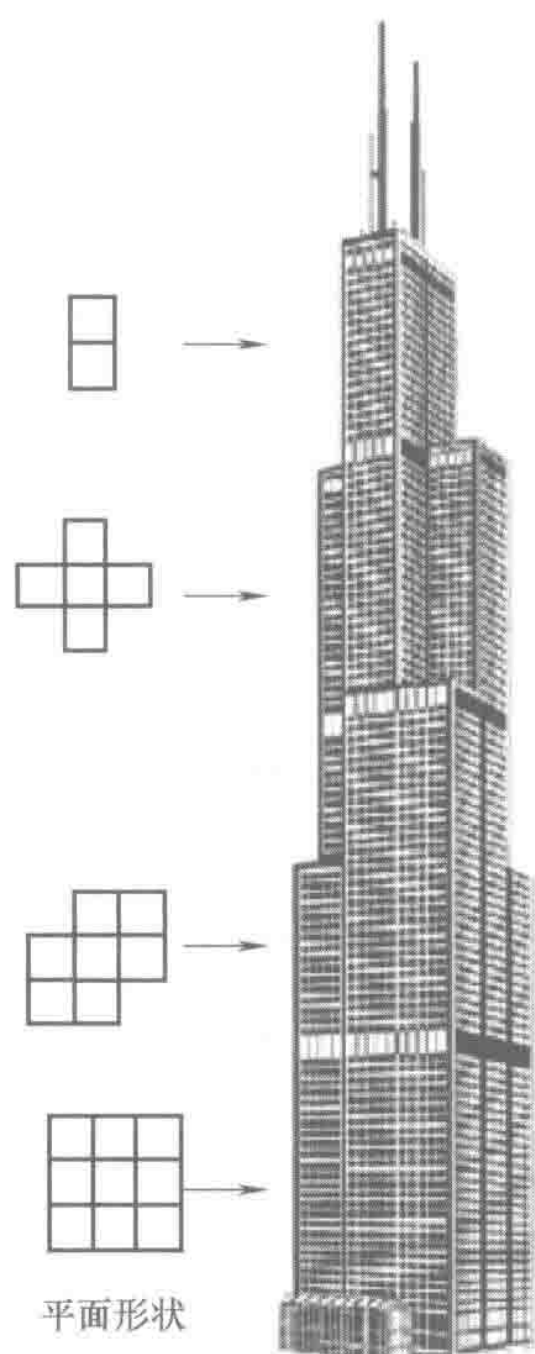


图 1-5 束筒结构示例

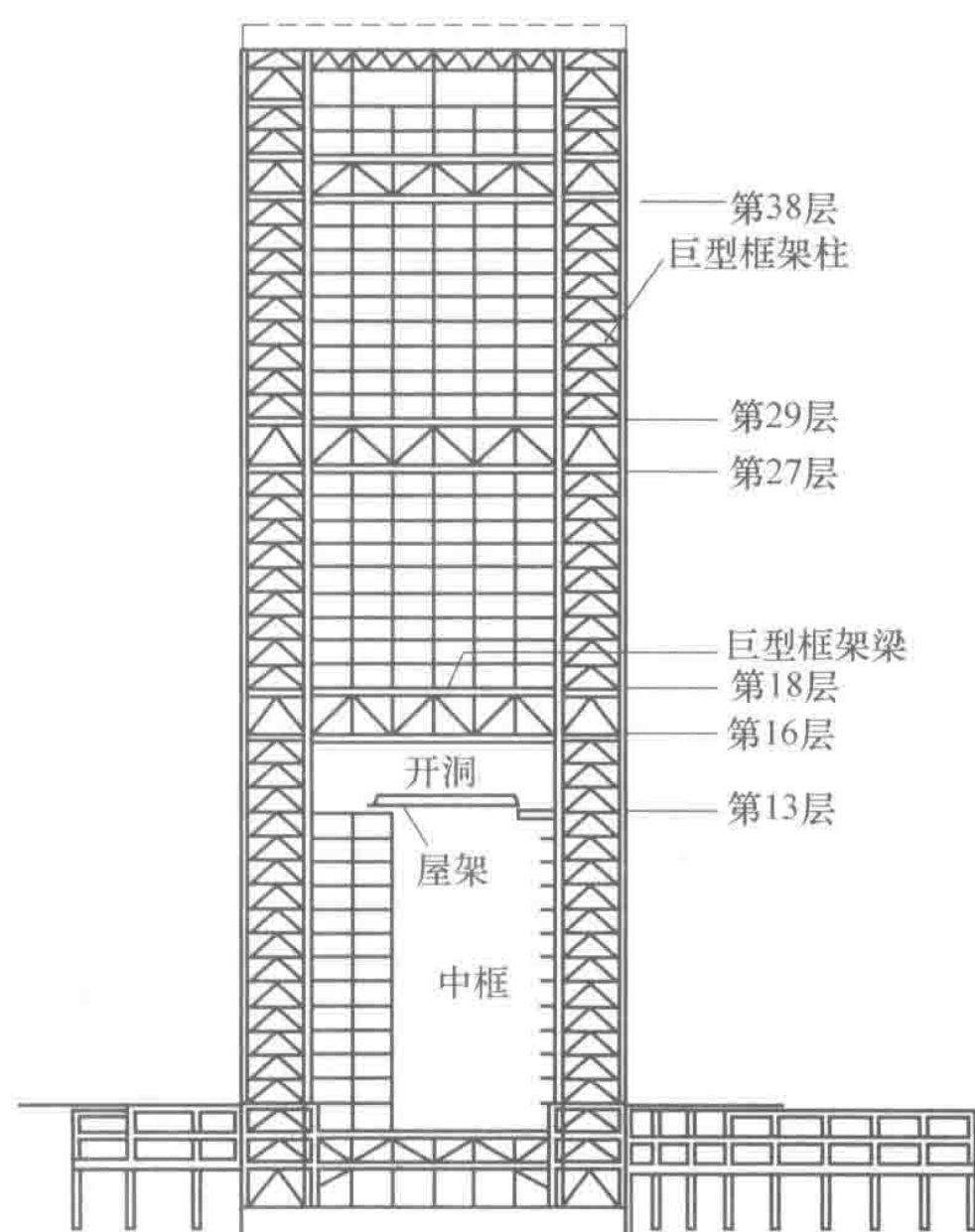


图 1-6 巨型框架结构示例

钢结构两个主轴方向动力特性宜相近；②结构竖向体型应力求规则、均匀，避免过大的外挑和内收，结构竖向布置宜使侧向刚度和受剪承载力沿竖向均匀变化，避免因突变导致过大的应力集中和塑性变形集中；③采用框架结构体系时，高层建筑不应采用单跨结构，多层的甲、乙类建筑不宜采用单跨结构；④高层钢结构宜选用风压较小的平面形状和横向风向振动效应较小的建筑体型，并应考虑相邻高层建筑对风荷载的影响；⑤平面上的支撑布置宜均匀、分散，沿竖向宜连续，不连续时应适当增加错开支撑及错开支撑之间的上下楼层水平刚度；设置地下室时，支撑应延伸至基础。

1.1.3 大跨度钢结构

大跨度钢结构常用的结构体系主要有：（1）桁架结构：该结构分为平面桁架和空间桁架，空间桁架结构是由平面或空间桁架平行或交叉布置而形成的空间刚性结构体系，整体刚度好，但两个方向的桁架往往有主次之分，使传力以平面传力为主，用钢量较多，如图 1-7 所示。（2）网架结构：该结构是由许多杆件按一定规律组成的平板型空间网格结构（图 1-8），按弦杆层数不同可分为双层网架和三（多）层网架。（3）网壳结构：该结构是由许多杆件按一定规律组成的曲面型空间网格结构（图 1-9），分单层网壳和双层网壳。（4）悬索结构：该结构是以只能受拉的钢索通过预拉力构成能承重的结构（图 1-10），外荷载由受拉的钢索承担，充分利用钢材的强度，可节约用钢量，但安装技术要求高，难度较大。（5）索穹顶结构：该结构是由拉索和少量压杆组成的结构体系（图 1-11），由于这类结构依靠索的张力将索和压杆组装成有刚度的结构，因此也称为张拉集成结构。

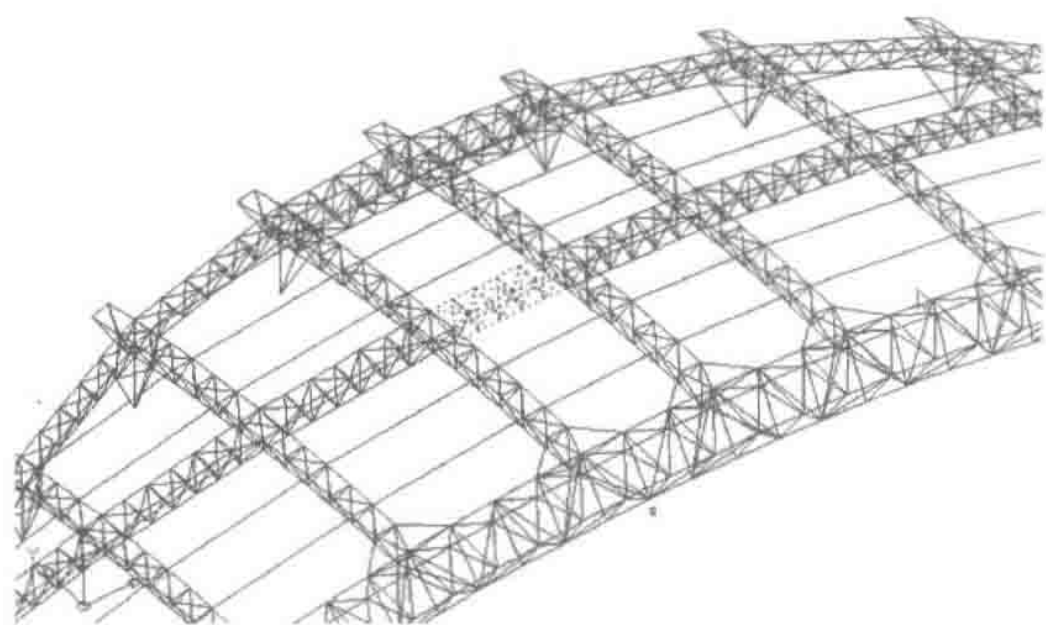


图 1-7 空间桁架结构示例

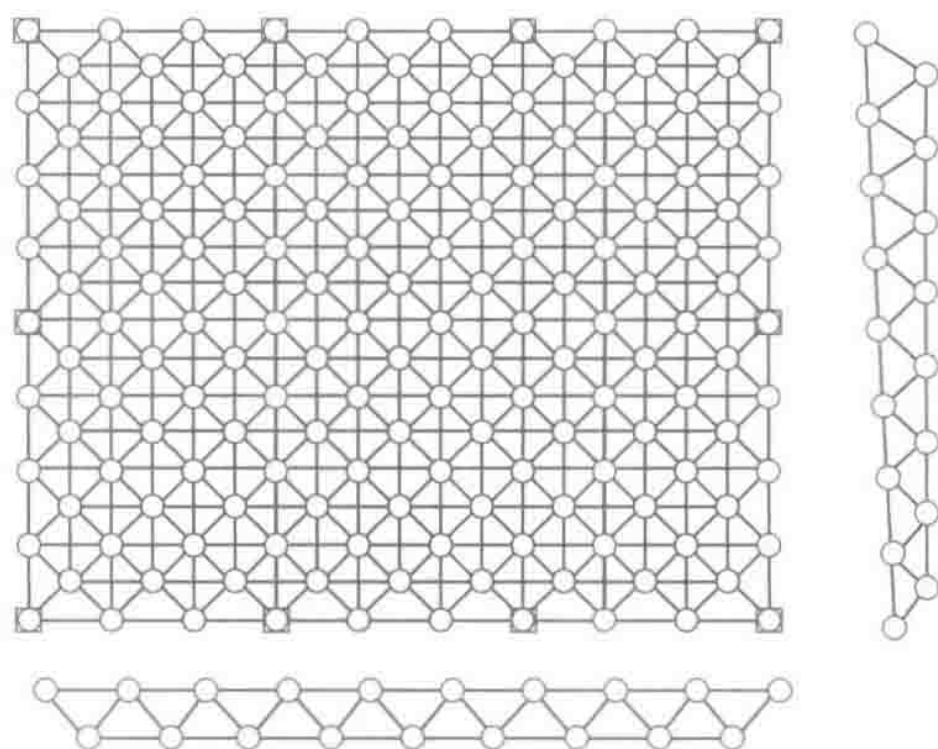


图 1-8 网架结构示例

大跨度钢结构体系设计时应遵循的原则主要有：①大跨度钢结构的设计应根据结构工程的平面形状、体型、跨度、支承情况、荷载大小、建筑功能综合分析确定，结构布置和支承形式应保证结构具有合理的传力途径和整体稳定性，平面结构应设置平面外的支撑体系；②应根据大跨度钢结构的结构和节点形式、构件类型、荷载特点，并考虑上部大跨度钢结构与下部支撑结构的相互影响，建立合理的计算模型，进行协同分析；③地震区的大跨度钢结构，应按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010(2016 年版)考虑水平及竖向地震作用效应，对于大跨度钢结构楼盖，应保证使用功能满足相应的舒适度要求；④应对施工过程中复杂的大跨度钢结构或复杂的预应力大跨度钢结构进行施工过程分析；⑤杆件截面的最小尺寸应根据结构的重要性、跨度、网格大小计算确定，普通角钢不宜小于 $L50 \times 3$ ，钢管不宜小于 $\phi 48 \times 3$ ，对大、中跨度的结构，钢管不宜小于 $\phi 60 \times 3.5$ 。

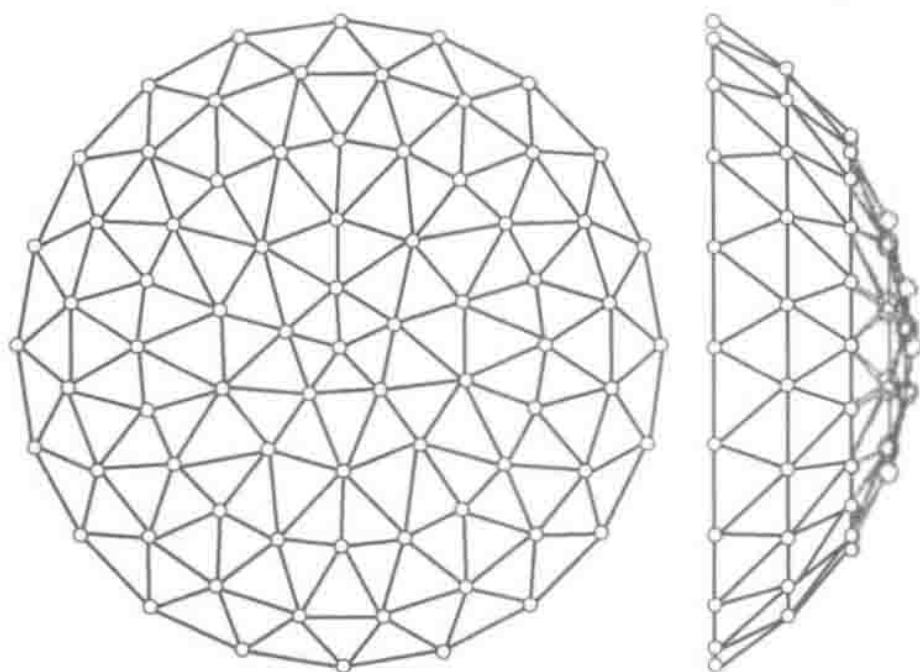


图 1-9 网壳结构示例

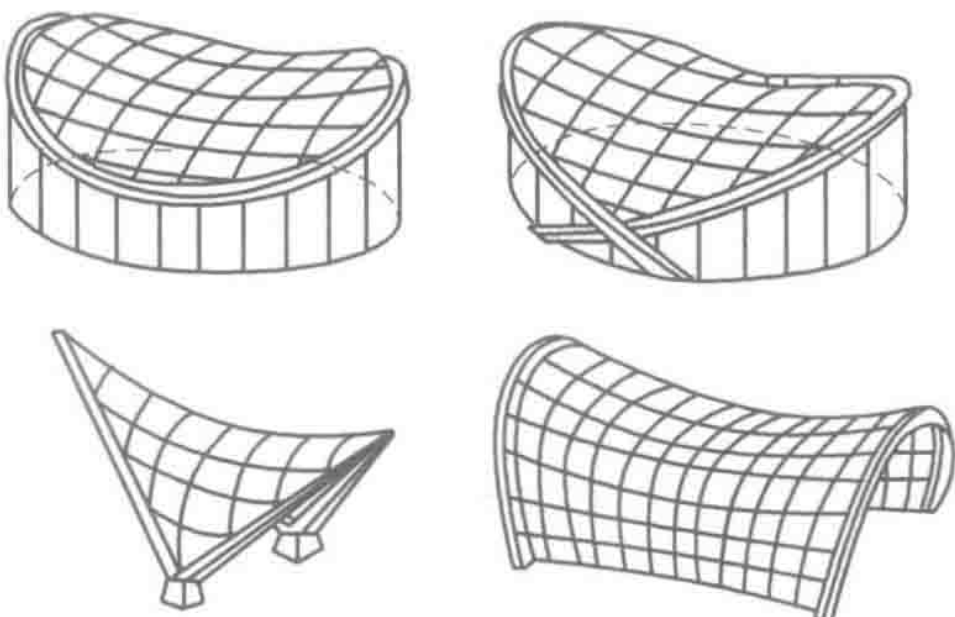


图 1-10 悬索结构示例

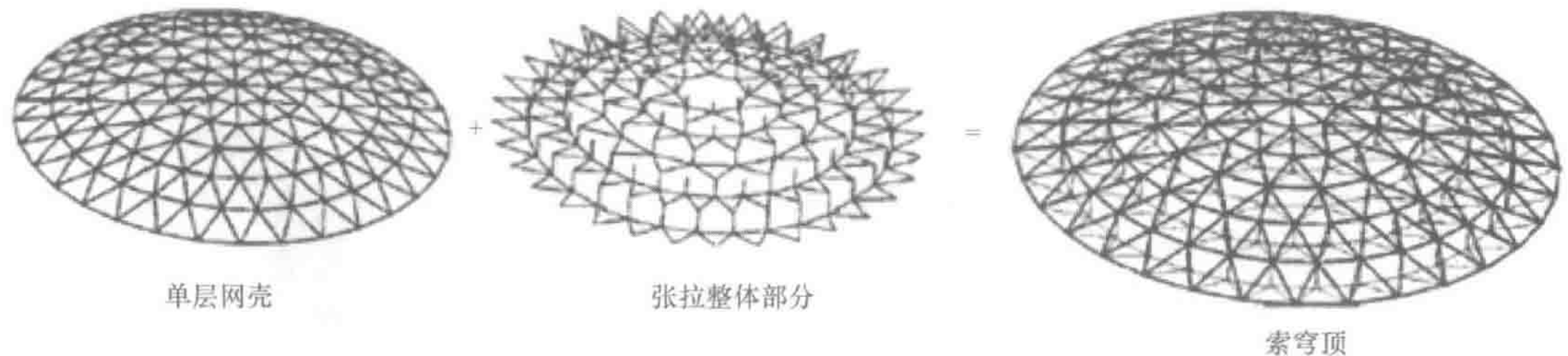


图 1-11 索穹顶结构示例

1.2 钢结构的设计方法

1.2.1 概率极限状态设计方法

(1) 结构的功能要求

结构计算的目的在于保证所设计的结构构件在施工和使用过程中能满足预期的各种功能要求。结构在规定的设计使用年限内应满足的功能主要有：

- ① 在正常施工和正常使用时，能承受可能出现的各种作用；
- ② 在正常使用情况下具有良好的工作性能；
- ③ 在正常维护下具有足够的耐久性；
- ④ 在偶然事件（如地震、火灾、爆炸、撞击等）发生时及发生后，仍能保持必需的整体稳定性。

这里的“各种作用”指使结构产生内力或变形的各种原因，如施加在结构上的集中力或分布力（直接作用，也称为荷载），以及引起结构外加变形或约束变形的原因（间接作用，如地震、温度变化、地基沉降等）。

(2) 结构的极限状态

当整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一项功能要求时，此特定状态就称为该功能的极限状态。钢结构的极限状态可以分为两类：

① 承载能力极限状态

它包括构件或连接的强度破坏、脆性断裂，因过度变形而不适用于继续承载，结构或构件丧失稳定，结构转变为机动体系和结构倾覆。

② 正常使用极限状态

它包括影响结构、构件或非结构构件正常使用或外观的变形，影响正常使用的振动，影响正常使用或耐久性能的局部破坏。

(3) 概率极限状态设计方法

结构的工作性能可用结构的功能函数来描述。若结构设计时需要考虑 n 个影响结构可靠性的随机变量，即 $x_1, x_2 \cdots x_n$ ，则这 n 个随机变量之间通常可建立函数关系：

$$Z = g(x_1, x_2 \cdots x_n) \quad (1-1)$$

式中， Z 称为结构的功能函数。

为了简化，只以作用效应 S 和结构抗力 R 两个基本随机变量表达结构的功能函数，则得：

$$Z = g(R, S) = R - S \quad (1-2)$$

在实际工程中，可能出现三种情况：① $Z > 0$ 时，结构处于可靠状态；② $Z = 0$ 时，结构达到临界状态；③ $Z < 0$ 时，结构处于失效状态。

传统的设计方法认为 S 和 R 都是确定的变量，只要按 $Z > 0$ 进行设计结构就是绝对安全的，但事实并非如此，因为影响结构功能的各种因素，如荷载的大小、材料强度的高低、构件截面尺寸大小和施工质量等都具有不确定性，因此绝对可靠的结构是不存在的。因此，结构设计要解决的根本问题是在结构的可靠性和经济性之间选择一种最佳的平衡，

那么，对所设计的结构的功能只能给出一定概率的保证，只要可靠的概率足够大，或者说失效的概率足够小，便可认为所设计的结构是安全的。

按照概率极限状态设计方法，结构的可靠度定义为：结构在规定的时间内、规定的条件下，完成预定功能的概率。若以 p_s 表示结构的可靠度，则可靠度的定义可表达为：

$$p_s = P(Z \geq 0) \tag{1-3}$$

若以 p_f 表示结构的失效概率，则：

$$p_f = P(Z < 0) \tag{1-4}$$

由于事件 $(Z < 0)$ 和 $(Z \geq 0)$ 是对立的，所以结构可靠度 p_s 和结构的失效概率 p_f 的关系可表示为：

$$p_s + p_f = 1 \tag{1-5}$$

因此，结构可靠度的计算可以转换为结构失效概率的计算。《钢结构设计标准》GB 50017—2017 规定，除疲劳计算外，采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数设计表达式进行计算。

1.2.2 分项系数设计表达式

(1) 承载能力极限状态设计表达式

按承载能力极限状态设计时，应根据不同设计要求，按下列表达式进行设计：
无地震作用效应组合验算：

$$\gamma_0 S \leq R \tag{1-6}$$

有地震作用效应组合验算：

$$S \leq R / \gamma_{RE} \tag{1-7}$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数：对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于 0.9；

S ——承载能力极限状态下，作用组合的效应设计值：对非抗震设计，应按作用的基本组合计算；对抗震设计，应按作用的地震组合计算；

R ——结构构件的抗力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；对于钢结构构件：强度验算时， $\gamma_{RE} = 0.75$ ，稳定性验算时， $\gamma_{RE} = 0.80$ 。

非抗震设计时，作用基本组合的效应设计值 S ，应从下列荷载组合中取最不利的效应设计值进行计算：

① 当可变荷载起控制作用时

$$S = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_{jk}} + \gamma_{Q_1} \gamma_{L_1} S_{Q_{1k}} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q_i} \gamma_{L_i} \psi_{ci} S_{Q_{ik}} \tag{1-8}$$

② 当永久荷载起控制作用时

$$S = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_{jk}} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Q_i} \gamma_{L_i} \psi_{ci} S_{Q_{ik}} \tag{1-9}$$

式中 γ_{G_j} ——第 j 个永久荷载的分项系数，当永久荷载效应对结构不利时，对由可变荷载效应控制的组合应取 1.2，对由永久荷载效应控制的组合应取 1.35；当

- 永久荷载效应对结构有利时，不应大于 1.0；
- $S_{G_{jk}}$ ——按第 j 个永久荷载标准值 G_{jk} 计算的荷载效应值；
- γ_{Q_i} ——第 i 个可变荷载的分项系数，其中 γ_{Q_1} 为主导可变荷载 Q_1 的分项系数。对标准值大于 4kN/m^2 的工业房屋楼面结构的活荷载，应取 1.3；其他情况，应取 1.4；
- γ_{L_i} ——第 i 个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中 γ_{L_1} 为主导可变荷载 Q_1 考虑设计使用年限的调整系数，按表 1-1 取值；
- $S_{Q_{ik}}$ ——按第 i 个可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值，其中 $S_{Q_{1k}}$ 为各可变荷载效应中起控制作用者；
- ϕ_{ci} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数，按《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 规定采用；
- m ——参与组合的永久荷载数；
- n ——参与组合的可变荷载数。

楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_L 表 1-1

结构设计使用年限(年)	5	50	100
γ_L	0.9	1.0	1.1

注：1. 当设计使用年限不为表中数值时，调整系数 γ_L 可按线性内插确定；
2. 对于荷载标准值可控制的活荷载，设计使用年限调整系数 γ_L 取 1.0。

抗震设计时，结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合应按式 (1-10) 计算：

$$S=\gamma_G S_{GE}+\gamma_{Eh} S_{Ehk}+\gamma_{Ev} S_{Evk}+\phi_w \gamma_w S_{wk}$$

(1-10)

- 式中 γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况应取 1.2，当重力荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于 1.0；
- S_{GE} ——重力荷载代表值的效应，重力荷载代表值应取结构和构配件自重标准值和各可变荷载组合值之和，各可变荷载的组合值系数，按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010（2016 年版）相关规定取值；
- γ_{Eh} 、 γ_{Ev} ——分别为水平、竖向地震作用分项系数，按表 1-2 取值；
- S_{Ehk} 、 S_{Evk} ——水平地震、竖向地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；
- S_{wk} ——风荷载标准值的效应；
- γ_w ——风荷载分项系数，应采用 1.4；
- ϕ_w ——风荷载组合值系数，一般结构取 0.0，风荷载起控制作用的高层建筑应取 0.2。

地震作用分项系数 表 1-2

地震作用	γ_{Eh}	γ_{Ev}
仅计算水平地震作用	1.3	0.0
仅计算竖向地震作用	0.0	1.3
同时计算水平与竖向地震作用(水平地震为主)	1.3	0.5
同时计算水平与竖向地震作用(竖向地震为主)	0.5	1.3

(2) 正常使用极限状态设计表达式

按正常使用极限状态设计时，应根据不同设计要求，按下列表达式进行设计：

$$S \leq C \quad (1-11)$$

式中 S ——正常使用极限状态下，作用组合的效应值，一般应考虑荷载效应的标准组合，对钢与混凝土组合梁，尚应考虑准永久组合；

C ——结构或构件达到正常使用要求的规定限值，例如挠度、侧移等限值，按《钢结构设计标准》GB 50017—2017 相关规定采用。

荷载标准组合的效应设计值 S 应按式 (1-12) 计算：

$$S = \sum_{j=1}^m S_{G_{jk}} + S_{Q_{1k}} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{Q_{ik}} \quad (1-12)$$

荷载准永久组合的效应设计值 S 应按式 (1-13) 计算：

$$S = \sum_{j=1}^m S_{G_{jk}} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Q_{ik}} \quad (1-13)$$

式中 ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数，按《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 规定采用。

1.3 钢结构设计的一般原则和步骤

1.3.1 钢结构设计的一般原则

结构设计要解决的根本问题是在结构的可靠性和经济性之间取得一种最佳的平衡，既要做到安全可靠，也要考虑经济合理，应遵循的基本原则主要有：

(1) 除疲劳计算外，采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数表达式进行计算。

(2) 所有承重结构或构件均应按承载能力极限状态进行设计以保证安全，再按正常使用极限状态进行设计以保证适用性。承载能力极限状态包括：构件或连接的强度破坏、脆性断裂，因过度变形而不适用于继续承载，结构或构件丧失稳定、结构转变为机动体系和结构倾覆。正常使用极限状态包括：影响结构、构件或非结构构件正常使用或外观的变形，影响正常使用的振动，影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

(3) 按正常使用极限状态设计钢结构时，应考虑荷载效应的标准组合，对钢与混凝土组合梁，尚应考虑准永久组合。

(4) 钢结构的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准相关规定。一般工业与民用建筑钢结构的安全等级应取为二级，其他特殊建筑钢结构的安全等级应根据具体情况另行确定。建筑物中各类结构构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同。对其中部分结构构件的安全等级可进行调整，但不得低于三级。

(5) 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时，应采用荷载设计值（荷载标准值乘以荷载分项系数），计算疲劳时，应采用荷载标准值。

(6) 应从工程实际出发，合理选择材料、结构方案和构造措施，满足结构构件在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求，并符合防火、防腐蚀要求，宜优先采

用通用的和标准化的结构和构件，减少制作、安装工作量。

(7) 钢结构的构造应便于制作、运输、安装、维护并使结构受力简单明确，减少应力集中，避免材料三向受拉。以受风荷载为主的空腹结构，应尽量减少受风面积。钢结构设计应考虑制作、运输和安装的经济合理与施工方便。

1.3.2 钢结构设计主要内容和基本步骤

钢结构设计应包括的主要内容有：①结构方案设计，包括结构选型、构件布置；②材料选用；③作用及作用效应分析；④结构的极限状态验算；⑤结构、构件及连接的构造；⑥抗火设计；⑦制作、安装、防腐和防火等要求；⑧满足特殊要求结构的专门性能设计等。

钢结构设计的基本步骤主要包括：①收集资料：主要包括拟建项目所在地环境、地质、水文、气象和地震等资料，以及结构设计所需的各种规范、标准图集等；②结构选型：根据建筑使用要求、受力特点、施工条件等因素综合考虑选择合适的结构体系；③结构布置：进行结构体系平面和竖向布置；④确定计算简图：将复杂的工程结构抽象为简单合理的力学模型，确定其所受的各类荷载，画出计算简图，以便于分析设计；⑤内力计算：计算出结构构件在各种荷载作用下的内力；⑥荷载效应组合：考虑各种可能工况下的荷载效应组合，求出结构构件控制截面最不利内力，作为结构设计的依据；⑦构件截面设计及连接节点设计；⑧施工图绘制。

1.4 钢结构施工图

钢结构的建筑施工图是在确定了建筑平面图、立面图、剖面图初步设计的基础上绘制的，表示建筑物的总体布局、外部造型、内部功能分区、细部构造等，一般包括建筑设计总说明、总平面图、门窗表、建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图及详图等。

结构施工图主要包括：①结构设计总说明：设计说明中应明确工程概况、设计依据、荷载取值、所用钢牌号和等级（必要时提出力学性能和化学成分要求）、连接材料及其质量要求、防腐防火措施、加工制造及安装要求等；②基础平面图及详图；③结构平面图：应注明定位关系、标高、构件的位置及编号、节点详图索引号等，构件可用单线绘制；④构件与节点详图：简单的钢梁、柱可用统一详图和列表法表示，一般应注明构件钢材牌号、尺寸、规格等，绘出节点详图并注明施工与安装要求。

复习思考题

- 1-1 按抗侧力结构的特点，多、高层钢结构体系可分为哪几类？
- 1-2 按抗侧力结构的特点，大跨度钢结构体系可分为哪几类？
- 1-3 按横向抗侧力体系的特点，单层钢结构体系可分为哪几类？
- 1-4 一般钢结构设计主要包括哪些内容？
- 1-5 一般的钢结构施工图应包括哪些内容？

第 2 章 普通钢屋架单层厂房

目前，单层钢结构厂房主要分为轻型门式刚架结构厂房和普通钢屋架单层厂房。对无吊车或吊车吨位较小的钢结构厂房常采用门式刚架结构形式（详见第 3 章），对于内部配重型设备、管线以及车间具有很大高度的工业厂房，大多采用以钢柱、钢屋架为主要承重构件的结构形式。相对于门式刚架结构这样的轻型厂房，这类结构可以称为重型厂房，本章主要介绍重型厂房的设计思路和方法。

2.1 结构组成

重型厂房钢结构一般由屋盖结构、柱、吊车梁（包括制动梁或制动桁架）、各种支撑及墙架等构件组成，如图 2-1 所示。

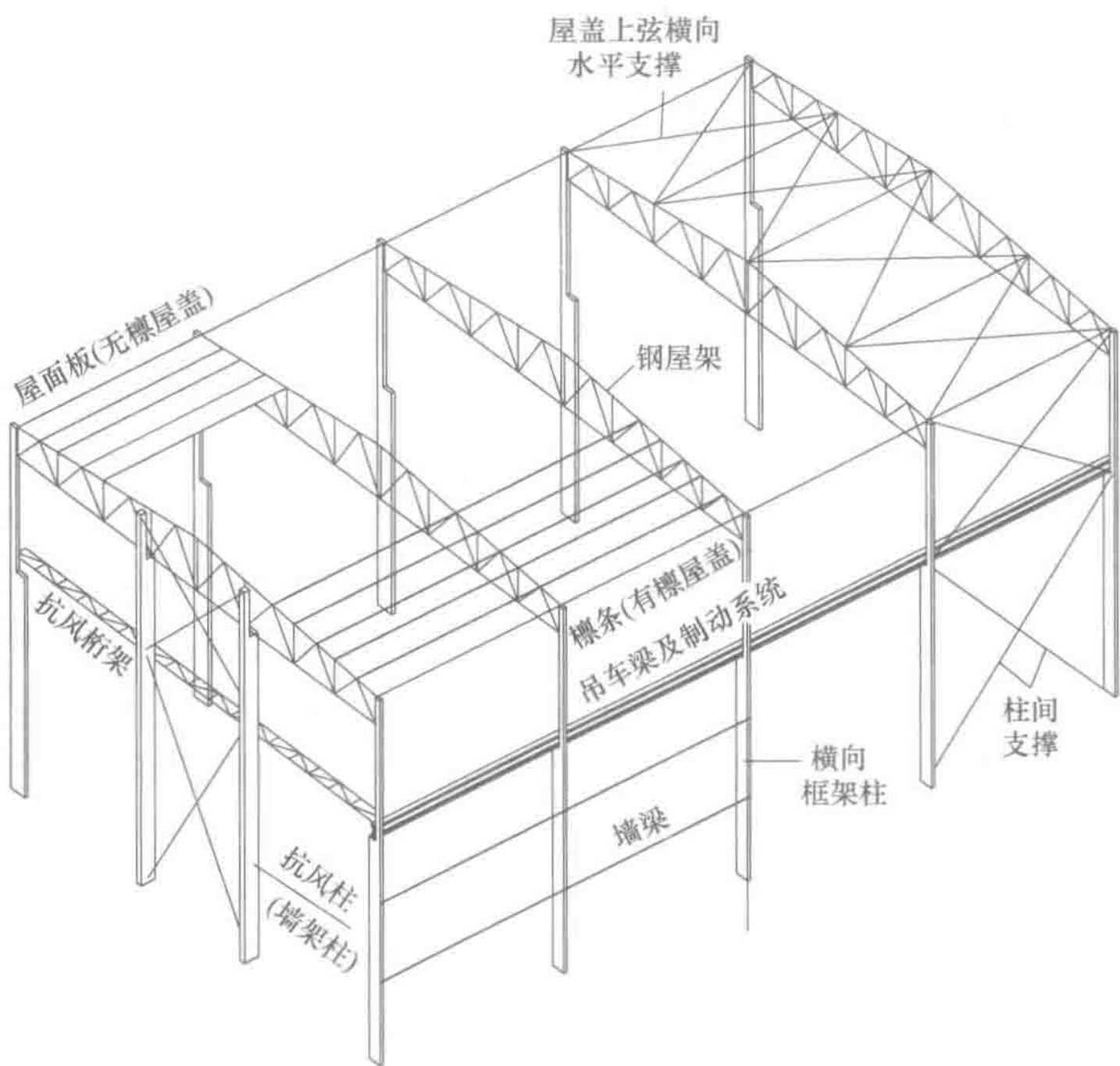


图 2-1 普通钢屋架单层厂房结构体系

结构整体可以看作由各构件组成的若干子结构构成，各子结构如下：

(1) 横向框架

横向框架由柱和它所支承的屋架组成，是厂房的主要承重体系，承受作用在厂房上的横向水平荷载和竖向荷载，如结构自重、雪荷载、吊车竖向荷载、吊车横向水平荷载、横

向风荷载等，并将这些荷载传至基础。

(2) 纵向框架

纵向框架由位于同一轴线上垂直于厂房跨度方向的柱子、托架或连系梁、吊车梁、柱间支撑等构成，承受纵向水平荷载，主要有吊车纵向水平荷载、纵向风荷载、纵向地震作用等，并将这些荷载传至基础。

(3) 屋盖结构

屋盖结构由檩条、天窗架、屋架、托架和屋盖支撑等构件组成，主要承受屋面竖向荷载以及在屋盖结构高度范围内的纵向及横向风荷载，可分为有檩体系和无檩体系两大类。当屋盖刚度较大时，部分吊车水平荷载也可由屋盖系统传递。

(4) 支撑体系

支撑体系包括屋盖支撑和柱间支撑，其作用是将平面框架连成空间体系，从而保证了结构的刚度和稳定，同时承受作用在支撑平面内的风荷载、吊车荷载和地震作用等。

(5) 吊车梁及制动系统

吊车梁及制动系统由吊车梁和在吊车梁上翼缘平面内沿水平方向布置的制动结构（制动梁或制动桁架）组成，直接承受吊车竖向荷载和水平荷载。

(6) 墙架系统

墙架系统通常由墙架梁、墙架柱、抗风桁架和支撑等构件组成，主要承受墙体自重和作用于墙面的风荷载，并将荷载传递到厂房框架柱或基础上。

当处于腐蚀性强的工作环境下时，普通钢屋架单层厂房的屋面可选用传统的预制预应力混凝土屋面板，墙体可采用砌体或预制墙板。对于一般环境，也可采用压型钢板和轻质保温材料构成的屋面和外墙。

2.2 结构布置

钢结构厂房结构布置的主要内容是确定厂房的平面及高度方向的主要尺寸，布置柱网，确定变形缝的位置和做法，选择主要承重结构体系，并布置屋盖结构、支撑系统和墙架体系等。在进行结构布置时主要考虑：①满足生产工艺流程和使用的要求；②确保结构体系的完整性和安全性；③充分考虑设计标准化、生产工厂化、施工机械化的要求，以提高建筑工业化水平；④技术经济指标的要求。

2.2.1 柱网布置

厂房柱纵横向定位轴线在平面上构成的网格称为柱网。纵向定位轴线之间的距离为房屋的横向跨度，横向定位轴线之间的距离为柱距，如图 2-2 所示。

柱网的布置首先要考虑生产工艺的要求，柱的位置应与生产流程及设备布置相协调，并需考虑生产发展的可能性。一般情况下，尽量让柱距相等并符合模数，这样可以使结构构件统一化和标准化，从而降低制作和安装的工作量。通常，横向跨度不大于 18m 时模数取为 3m，横向跨度大于 18m 时模数取为 6m，只有生产工艺有特殊要求时横向跨度才采用 21m、27m、33m 等。纵向柱距（厂房长度方向）的模数取为 6m，以前纵向柱距一般采用 6m 或 12m，随着压型钢板等轻型围护材料的广泛应用，18m 甚至 24m 的纵向柱距