

陈章洪主编

建筑结构
选型手册

中国建筑工业出版社

建筑结构选型手册

陈章洪 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构选型手册/陈章洪主编. -北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 9
ISBN 7-112-04293-3

I. 建… II. 陈… III. 建筑结构-技术手册
IV. TU3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 27857 号

2020/20

建筑结构选型手册

陈章洪 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 18 字数: 480 千字

2000 年 9 月第一版 2000 年 9 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 34.00 元

ISBN 7-112-04293-3

TU·3715 (9748)

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)

本书全面地阐述各种类型结构的适用范围，广泛收集了有关规定及构造措施，提供了大量的技术经济分析资料，为建筑师及结构工程师合理地选择结构类型提供了理论和实践方面的依据。全书分六章论述了有关影响结构选型的因素、多层及高层建筑结构体系、单层工业厂房、网架及悬索等大跨度建筑结构体系等在结构方案设计及概念设计方面的必要知识。特别是把建筑、结构和施工的有关问题结合起来加以讲解，使本书具有更强的实用性。

编委会名单

主 编 陈章洪

编 委 (按姓氏笔画排列)

华耀宗 刘毅轩 严士超 张 策

陈云霞 陈教宜 陈章洪 周润芳

徐崇宝 崔振亚

前 言

在建筑工程建设中，建筑物的安全性和耐久性主要取决于建筑物的结构能否满足要求。此外，对于大多数建筑物，工程造价中约有50%至70%用于结构工程，而结构工程的施工工期也约占建筑物施工总工期的50%~70%。因此搞好结构工程对于建筑工程建设的质量控制、投资控制和进度控制有十分重要的作用。

搞好结构工程的关键在于结构选型。如选型不当，即使结构计算很精确，也有可能或者给结构的安全使用及耐久性带来无法弥补的缺陷，或者延误工期、提高工程造价。因此建筑师和结构工程师在建筑物方案设计中必须将结构选型放在重要地位，通过技术经济分析来进行选型决策。

本书较全面地阐述各种类型结构的优缺点、适用范围、规范标准中有关选型的规定、结构选型及方案设计中应注意的问题，并尽可能详细地提供各种结构体系的技术经济分析资料。

技术经济分析资料对于建筑结构选型决策有重要作用。由于我国历年工程造价变动较大，技术经济分析资料中主要提供实物消耗资料如每平方米建筑面积的耗钢量及混凝土耗用量。很明显，此种表示方法和每平方米耗用金额相比，有一定的局限性，这只是在目前条件下不得已而采取的措施。但是，本书中搜集的某些资料如不同荷载、跨度、网格尺寸、节点型式等因素对于网架结构耗钢量的影响；不同吊车荷载、厂房跨度、高度等因素对于单层钢筋混凝土结构厂房材料消耗量的影响等资料都是十分宝贵的，有很好的参考价值。

本书的编写分工是：陈章洪编写第一章及第二章第二节；陈教宜、周润芳编写第二章第一、三、四节；张策编写第三章第一、二节；华耀宗编写第三章第三节；刘毅轩编写第四章第一、二、五

节；崔振亚编写第四章第三、四节；徐崇宝编写第五章；严士超、陈云霞编写第六章。

由于所拥有的资料的局限性，对于某些有重要发展前景的结构体系未能列入或仅作简单的阐述，这确是一件憾事。此外为了避免重复，将楼板统一列入第二章而将框架结构统一列入第六章高层结构中，这样处理虽有一定优点但也不可避免地会在内容处理上带来一定的局限性。

由于作者水平所限，疏漏及不当之处在所难免，望读者不吝指正。

谨以此书献给我的老师、较早从事建筑结构选型研究的原天津大学建筑设计研究院总工程师宋秉泽教授。

陈章洪

目 录

第一章 影响建筑结构选型的因素

第一节 建筑物的功能要求	1
一、使用空间的要求	1
二、建筑物的使用要求与结构的合理几何体形相结合	4
三、美观功能要求	6
第二节 建筑结构材料对结构选型的影响	8
一、合理选用结构材料	8
二、选择能充分发挥材料性能的结构	10
第三节 施工技术水平对建筑结构型式的影响	11
一、先进施工技术是实现先进结构型式的前提	12
二、建筑结构方案要密切与施工条件相结合	12
三、对于某些结构应充分考虑结构受力状况在施工阶段和使用阶段有很大出入	13
第四节 结构设计理论的发展及计算手段的改进	14
一、计算手段的改进	14
二、抗震设计理论的研究和发展	15
三、结构理论研究越来越深入细致而在工程实践中越来越综合	16
第五节 经济因素对于结构选型的制约	17
一、一次性投资费用和材料劳动力消耗	17
二、节约资源	20
三、考虑由于加快建设速度所带来的经济效益	21
参考文献	22

第二章 多层建筑结构体系

第一节 砖墙承重结构体系	24
--------------	----

一、多层砖房结构方案设计的一般要求	25
二、多层砖房抗震设计的一般要求	28
三、多层砖房裂缝的预防措施	37
第二节 混凝土小型空心砌块墙承重结构体系	42
一、砌块建筑在我国的发展	42
二、混凝土小型空心砌块建筑的优越性及存在问题	44
三、小型空心砌块建筑的设计及构造一般规定	55
四、抗震设计	61
五、技术经济分析	67
第三节 混凝土楼盖结构设计选型	74
一、现浇楼盖体系	74
二、预制板楼盖体系	88
第四节 预应力混凝土结构	96
一、预应力结构材料的一般要求	96
二、预应力楼盖结构体系设计的一般要求	100
三、框架梁预应力筋布置和锚固区构造	102
四、板柱结构的楼板(密肋板)预应力筋布置及构造要求	104
五、普通预应力楼板设计及预应力筋布置	106
六、预应力筋张拉长度的要求	107
参考文献	107

第三章 单层工业厂房

第一节 概述	111
一、单层工业厂房特点及发展概况	111
二、单层工业厂房结构组成和传力途径	112
三、单层工业厂房柱网和主要结构构件的定位	115
第二节 单层工业厂房结构类别选择	122
一、单层工业厂房结构分类及结构类别选择原则	122
二、单层钢筋混凝土结构厂房和钢-钢筋混凝土结构厂房	122
三、单层钢结构厂房	131
四、单层砖混结构厂房	146
第三节 单层工业厂房结构构件选型	149

一、屋盖构件选用	149
二、柱列构件选型	182
参考文献	201

第四章 网架结构

第一节 一般网架结构	203
一、网架结构的优越性	203
二、网架结构设计要点	204
三、网架形式的选择	205
四、网架结构的节点构造	218
五、支座节点	225
六、屋面托座	229
七、网架杆件和节点的设计	230
八、网架的高度及网格的尺寸	234
九、网架屋面的排水及屋面构造	235
十、网架的制作安装及验收	240
十一、网架结构的防锈与防火	246
第二节 大柱网单层工业厂房网架结构	247
一、网架结构厂房的跨度	247
二、网架结构的厂房排架分析	247
三、网架结构厂房的柱间支撑	247
四、厂房的轴线关系	248
五、厂房的伸缩缝	249
六、网架的网格尺寸及高度的确定	251
七、悬挂吊车对网架结构的影响	251
八、各种因素对网架结构用钢量的影响	255
九、网架结构的通风采光问题	256
十、单层工业厂房网架结构橡胶垫的选用	257
十一、单层工业厂房网架结构工程实例	258
第三节 体育建筑屋盖网架结构选型	263
一、网架选型考虑的几个因素	263
二、网架类型在体育建筑屋盖中的适用性	264

三、选型与经济之间的关系	264
四、用钢量指标分析	269
第四节 网壳结构	271
一、网壳结构的设计方法	271
二、网壳结构的基本类型及其应用	273
三、网壳的层数及网壳的选型	283
四、网壳的节点	286
五、网壳用钢量的分析	287
第五节 多层网架结构厂房	289
一、多层网架结构厂房的优点	289
二、多层厂房网架结构的设计要点	289
三、多层厂房网架结构实例	291
参考文献	291

第五章 悬索结构

第一节 概述	293
一、悬索结构的特点	293
二、悬索结构的发展概况	295
三、悬索结构的形式	297
第二节 单层悬索体系	298
一、结构方案	298
二、受力特点	301
三、工程应用	303
第三节 预应力双层悬索体系	307
一、结构方案	307
二、受力特点	309
三、工程应用	310
第四节 预应力鞍形索网	315
一、结构方案	315
二、受力特点	318
三、工程应用	322
第五节 劲性索、横向加劲单层索系与索拱体系	329

一、劲性索结构	330
二、预应力横向加劲单层索系	332
三、预应力索拱体系	334
第六节 组合悬索结构	337
第七节 悬挂薄壳与薄膜结构	342
一、预应力悬挂薄壳	342
二、悬挂薄膜结构	343
第八节 混合悬挂结构体系	348
一、吊挂式混合悬挂结构体系	348
二、斜拉式混合悬挂结构体系	349
第九节 悬索屋盖结构的材料与构造	354
一、钢索材料及性能	354
二、钢索锚具及锚固节点构造	357
三、悬索结构的其他节点构造	363
第十节 悬挂屋盖的设计与施工要点	368
一、设计要点	368
二、施工要点	371
参考文献	377

第六章 高层建筑结构体系

第一节 高层建筑结构体系的一般问题	379
一、关于划分高层建筑的层数或高度的界限	379
二、高层建筑结构体系的分类	380
三、高层建筑结构体系的选型原则	380
四、高层建筑结构体系选型的综合评定	382
第二节 高层建筑结构体系选型与建筑设计的关系	385
一、常用结构体系所能提供的建筑内部空间	385
二、根据不同建筑功能要求选择高层建筑结构体系	386
三、高层住宅建筑结构体系	386
四、高层旅馆及公寓建筑结构体系	388
五、高层公共建筑结构体系	390
第三节 高层建筑结构体系选型与建筑施工的关系	392

一、一般说明	392
二、钢筋混凝土高层建筑结构体系的施工工艺	392
三、几种主要施工工艺体系的技术经济指标	393
四、高层剪力墙住宅四种主要施工工艺体系的综合评价	395
五、结论	396
第四节 高层建筑结构体系选型与结构设计的关系	397
一、高层建筑结构设计的主要特点	397
二、非地震区高层建筑结构体系	400
三、地震区高层建筑结构体系	406
第五节 框架结构体系	418
一、一般说明	418
二、内力及变形特点	419
三、震害特点及震害实例	420
四、一般要求	425
五、材料要求	426
六、截面尺寸要求	426
七、填充墙要求	427
八、结构布置要求	428
九、工程实例	429
十、框架结构体系的技术经济指标	431
第六节 剪力墙结构体系	435
一、一般说明	435
二、剪力墙结构体系的抗震性能	436
三、剪力墙结构体系的分类	437
四、剪力墙结构体系受力及变形特点	441
五、剪力墙结构的一种特殊形式——框支剪力墙结构	443
六、一般要求	447
七、结构布置要求	449
八、工程实例	452
九、技术经济指标	452
第七节 框架-剪力墙结构体系	455
一、一般说明	455

二、受力及变形特点	455
三、抗震性能	457
四、一般要求	458
五、截面尺寸要求	459
六、结构布置要求	459
七、框架-剪力墙结构体系中剪力墙的适宜数量	461
八、工程实例	462
九、技术经济指标	463
第八节 筒体结构体系	466
一、一般说明	466
二、受力及变形性能	467
三、抗震性能	470
四、设计布置要求	473
五、工程实例	476
六、技术经济指标	477
第九节 框架-筒体结构体系	477
一、框架-筒体结构体系的形成	477
二、受力及变形特点	480
三、设计布置要求	484
四、工程实例	485
五、技术经济指标	486
第十节 高层建筑结构新体系及其选型新概念	489
一、概述	489
二、建筑轻型化	490
三、柱网、开间扩大化	499
四、功能综合化（设置转换层的高层建筑结构体系）	504
五、设置加强层的高层建筑结构体系	519
六、结构体系巨型化	536
七、基础深埋化	548
参考文献	552

第一章 影响建筑结构选型的因素

建筑结构作为建筑物的骨架而形成人类活动的空间，以满足人类的生产生活需求及对建筑物的美观要求。在正确设计、施工及正常使用条件下，建筑结构具有抵御可能出现的各种作用的能力，因此建筑结构对于建筑物的安全性具有决定性作用。此外，建筑结构的工程造价及用工量分别占建筑物造价及施工用工量的30%至40%，建筑结构工程的施工工期约占建筑物施工总工期的40%至50%，因此建筑结构对于建筑物建造的经济性具有重要作用。为了使建筑物设计符合技术先进、经济合理、安全适用、确保质量的要求，建筑结构方案设计，其中包括结构选型设计占有重要地位。结构方案设计和选型设计的构思是一项很细致的工作，只有充分考虑各种影响因素并进行全面综合分析才能选出优化的方案。对于影响建筑结构选型的各种因素分述如下。

第一节 建筑物的功能要求

建筑物的功能要求是建筑物设计中应考虑的首要因素，功能要求包括使用空间要求、使用要求以及美观要求，结构选型时应如何满足这些功能要求可以分述如下。

一、使用空间的要求

任何建筑物都具有对客观空间环境的要求，根据这些要求可大体确定建筑物的尺度、规模与相互关系。例如，工业建筑考虑车间的使用性质、工艺流程及工艺设备、垂直及水平运输要求以及采光通风功能要求初步定出建筑物的跨度、开间及最低高度。体育馆设计中首先考虑供何种项目使用定出场地的最小尺度及该项目所要求的空间高度，然后再根据观众座位数量和视线要求等最

后定出建筑物跨度、长度和高度。

建筑结构所覆盖的空间除了能容纳建筑物的使用空间外还包括非使用空间，其中包括结构体系所占用的空间。当结构所覆盖的空间与建筑物的使用空间接近时，可以提高空间的使用效率、节省围护结构的初始投资费用、减少照明采暖空调负荷、节省维修费用。因此这是降低建筑物全寿命期费用的一个重要途径。为了达到此目的，在结构选型时要注意以下两点。

(一) 尽可能降低结构构件的高度，例如：

1. 大跨度平板网架结构是三维空间结构，整体性及稳定性较好，结构刚度及安全储备均较大。因此平板网架结构的构造高度可较一般平面结构降低，从而使室内空间可得到较充分利用。例如，钢桁架构造高度约为跨度的 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{12}$ ，而平板网架结构的构造高度仅为跨度的 $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{25}$ 。

2. 多层或高层建筑的楼盖采用肋梁结构体系时，梁的高度约为跨度的 $\frac{1}{12} \sim \frac{1}{14}$ 。当采用密肋楼盖时由于纵横交叉的肋的间距较密而构成刚度较大的楼盖，楼盖高度可取跨度的 $\frac{1}{19} \sim \frac{1}{22}$ 。当柱距为9m时，采用肋梁体系的梁高约为70cm，而密肋楼盖的高度约仅为47cm，即每层可减少结构高度23cm。对于层数为30层的高层建筑则可在得到同样的使用空间的效果下，降低建筑物高度 $30 \times 0.23\text{m} = 6.9\text{m}$ 。即约可降低2个楼层的高度。或可在同样建筑物高度条件下增加两层使用面积。很明显，经济效益是很高的。

(二) 所选择的结构形式的剖面应与建筑物使用空间相适应。例如：

1. 对于要求在建筑物中间部分有较高空间的房屋（如散粒材料仓库），采用落地拱最适宜。（图1-1）

2. 交叉式双斜拱支承的悬索屋盖（图1-2），其悬索结构完全由双斜拱支持，拱下的立柱既不受压也不受拉，仅作为外围玻璃

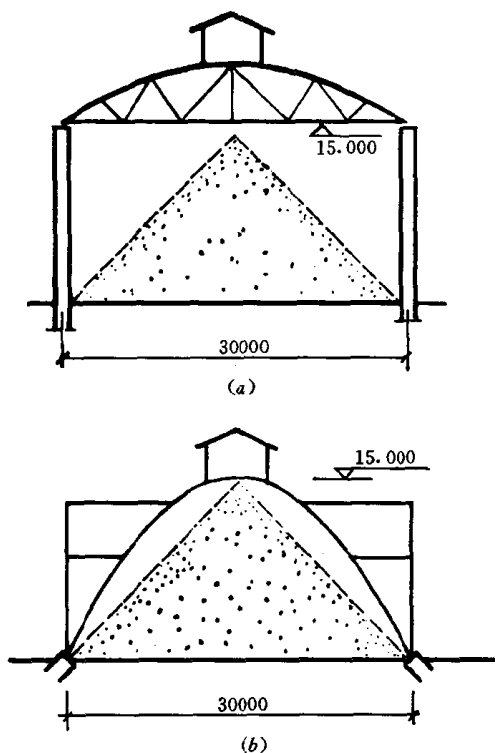


图 1-1 散粒材料仓库
(a) 排架结构方案；(b) 拱结构方案

窗的装饰杆件，但当屋面偶受不对称荷载或水平荷载时，立柱仍可起一定的辅助作用。当体育馆选用上述结构型式时，两侧看台座位沿拱向上升高与屋顶的悬索下垂协调一致，不但满足了功能要求而且能使室内空间利用较经济，立面造型亦较新颖轻巧。典型的工程实例为1953年建成的美国北卡罗来纳州的Raleigh体育馆，跨度达91.5m，建筑面积6500m²。

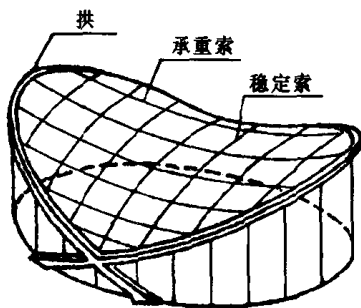


图 1-2 交叉式双斜拱
支承的悬索屋盖