

普通高等教育“十二五”规划教材

# 建筑结构与选型

JIANZHU JIEGOU YU XUANXING

崔钦淑 聂洪达 编著 康谷贻 主审



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

# 建筑结构与选型

崔钦淑 聂洪达 编著  
康谷贻 主审



化学工业出版社

·北京·

本书共分 12 章, 内容包括: 建筑结构与选型概论, 混凝土结构, 砌体结构, 钢结构, 混凝土楼盖结构, 地基与基础结构, 建筑抗震设计基本知识, 桁架、门式刚架及排架结构, 拱、薄壳结构, 网架和网壳结构, 悬索和膜结构, 多、高层建筑结构。

本书可作为建筑学、城市规划、工程管理等相关专业学生的教科书, 还可作为参加一级注册建筑师考试的工程技术人员的参考书。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构与选型/崔钦淑, 聂洪达编著. —北京:  
化学工业出版社, 2015.1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-22328-9

I. ①建… II. ①崔…②聂… III. ①建筑结构-结构  
形式-高等学校-教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 268679 号

---

责任编辑: 满悦芝

文字编辑: 郑直

责任校对: 边涛

装帧设计: 刘剑宁

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限公司

装订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 25 $\frac{1}{4}$  字数 639 千字 2015 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

建筑中的梁、板、墙、柱等结构构件，既是土木工程专业关注的对象，也是建筑学专业关注的对象。土木工程专业主要关注结构布置及受力计算，建筑学专业则更多从适用、美观等方面进行设计研究。事实上，无论是古代建筑还是现代建筑，不管它们是否经过工程师或建筑师的设计计算，结构对于它们都是客观存在的。

建筑结构选型是建筑学专业和土木工程专业共同关注的的内容。随着建筑的发展，新材料、新技术及新结构类型的不断涌现，使得建筑结构“选型”的内容大为丰富，也使建筑与结构的设计合作不断跨上新的台阶。历史上产生的众多的结构类型，在建筑设计中不只是仅供选择的“菜单”，而是创新建筑设计的基础。优秀的建筑总是建筑空间环境与结构形式的完美统一，结构构件既是传力构件也是建筑空间环境的造型元素，建筑结构既是物质的技术手段也是建筑的意义载体。

结构的安全性建立在受力实验、理论分析及设计计算的基础之上，对结构体系的理论分析及设计计算训练有利于强化结构概念的理解。对于初学者来说主要学习基本构件的受力分析及设计计算。本书内容包括第1章建筑结构与选型概论，第2章混凝土结构，第3章砌体结构，第4章钢结构，第5章混凝土楼盖结构，第6章地基与基础结构，第7章建筑抗震设计基本知识，第8章桁架、门式刚架及排架结构，第9章拱、薄壳结构，第10章网架和网壳结构，第11章悬索和膜结构，第12章多、高层建筑结构。全书由崔钦淑，聂洪达编著，由崔钦淑统稿，其中第1章1.1节，1.2节，第8章~第12章由聂洪达编写，第1章的1.3节~1.5节，第2章~第7章及附录由崔钦淑编写。全书由天津大学康谷贻教授审阅，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，难免有疏漏和不足之处，衷心希望广大读者批评指正。

编者

2015年1月

# 目 录 CONTENTS

<b>第 1 章 建筑结构与选型概论</b> .....	1
<b>1.1 建筑师与结构选型</b> .....	1
1.1.1 建筑结构综述 .....	1
1.1.2 现代结构的特征 .....	6
1.1.3 学习结构选型的意义 .....	7
1.1.4 建筑结构基本构件类型 .....	8
<b>1.2 建筑结构的体系</b> .....	13
1.2.1 基本水平分体系 .....	13
1.2.2 基本竖向分体系 .....	13
1.2.3 基础体系 .....	13
<b>1.3 建筑结构的设计标准和设计方法</b> .....	14
1.3.1 建筑结构荷载及设计方法 .....	14
1.3.2 材料强度标准值、材料强度设计值 .....	15
1.3.3 建筑结构构件极限状态设计方法 .....	15
<b>1.4 结构构件的设计原理与设计表达式</b> .....	16
1.4.1 概率极限状态设计方法 .....	16
1.4.2 实用设计表达式 .....	17
<b>1.5 建筑材料的性能及选用</b> .....	19
1.5.1 混凝土 .....	19
1.5.2 钢筋 .....	19
1.5.3 钢筋与混凝土的黏结性能 .....	24
1.5.4 砌体、块体及砂浆种类 .....	27
1.5.5 块体及砂浆的强度等级 .....	27
1.5.6 钢结构材料和钢结构的连接 .....	27
<b>思考题</b> .....	28
<b>第 2 章 混凝土结构</b> .....	30
<b>2.1 混凝土的强度</b> .....	30
2.1.1 混凝土的立方体抗压强度 .....	30
2.1.2 混凝土的轴心抗压强度 .....	31
2.1.3 混凝土的轴心抗拉强度 .....	32
2.1.4 侧向压应力对混凝土轴心抗压强度的影响 .....	32
<b>2.2 混凝土轴心受拉构件</b> .....	36
2.2.1 混凝土轴心受拉构件的受力特点 .....	36

2.2.2	轴心受拉构件正截面承载力计算	38
2.2.3	混凝土轴心受拉构件的构造要求	38
<b>2.3</b>	<b>混凝土轴心受压构件</b>	<b>39</b>
2.3.1	短柱的受力、破坏过程	39
2.3.2	长柱的纵向弯曲影响	40
2.3.3	普通箍筋柱正截面承载力计算	40
2.3.4	螺旋式箍筋柱轴心受压时的正截面承载力计算	41
2.3.5	轴心受压柱的构造要求	43
<b>2.4</b>	<b>混凝土受弯构件——梁和板</b>	<b>45</b>
2.4.1	钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	45
2.4.2	双筋矩形截面梁承载力计算	54
2.4.3	T形截面梁承载力计算	57
<b>2.5</b>	<b>钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算</b>	<b>64</b>
2.5.1	剪跨比的概念及斜截面破坏形态	65
2.5.2	斜截面受剪承载力计算公式	67
2.5.3	斜截面受剪承载力的计算截面	69
2.5.4	保证斜截面受弯承载力的构造措施	71
<b>2.6</b>	<b>钢筋混凝土受扭构件</b>	<b>78</b>
2.6.1	变角度空间桁架模型	79
2.6.2	矩形截面受扭构件承载力计算	79
<b>2.7</b>	<b>裂缝宽度和变形验算</b>	<b>85</b>
2.7.1	裂缝宽度验算	85
2.7.2	变形验算	88
<b>2.8</b>	<b>混凝土偏心受压构件——柱</b>	<b>91</b>
2.8.1	偏心受压构件正截面的破坏特征	91
2.8.2	弯矩增大系数(二阶效应)	93
2.8.3	偏心受压截面承载力 $M-N$ 相关关系	94
2.8.4	矩形截面偏心受压构件正截面承载力基本计算公式	95
2.8.5	偏心受压柱斜截面受剪承载力计算	99
<b>2.9</b>	<b>混凝土偏心受拉构件——柱</b>	<b>99</b>
2.9.1	小偏心受拉正截面承载力计算	100
2.9.2	大偏心受拉正截面承载力计算	100
2.9.3	偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	101
<b>2.10</b>	<b>预应力混凝土结构的一般知识</b>	<b>101</b>
2.10.1	预应力混凝土的基本概念	101
2.10.2	预应力混凝土的分类	103
2.10.3	施加预应力的方法	103
2.10.4	预应力混凝土结构材料	104
2.10.5	预应力混凝土结构的发展	105
2.10.6	预应力锚具和夹具	105
2.10.7	张拉控制应力和预应力损失	106

2.10.8 预应力混凝土构件的截面形式和尺寸	108
2.10.9 预应力混凝土整体结构	108
2.10.10 中心张拉预应力梁	112
2.10.11 偏心张拉预应力梁	113
2.10.12 体外张拉预应力梁	113
思考题与习题	115
<b>第3章 砌体结构</b>	<b>121</b>
3.1 概述	121
3.2 砌体力学性能	122
3.2.1 砌体材料及其强度	122
3.2.2 砌体的分类	124
3.2.3 砌体的力学性能	125
3.3 无筋砌体受压构件承载力计算	128
3.4 局部受压承载力的计算	131
3.4.1 局部均匀受压承载力	131
3.4.2 梁端支承处砌体的局部受压	133
3.4.3 梁下设有刚性垫块时砌体的局部受压承载力计算	134
3.4.4 梁下设有长度大于 $\pi h_0$ 的钢筋混凝土垫梁	135
3.5 轴心受拉、受弯和受剪构件	136
3.5.1 轴心受拉构件	136
3.5.2 受弯构件	136
3.5.3 受剪构件	137
3.6 砌体结构与结构选型有关的构造要求	137
3.6.1 砌体建筑的结构形式	137
3.6.2 砌体结构的静力计算方案	139
3.7 混合结构墙柱设计	141
3.7.1 刚性方案单层房屋	141
3.7.2 多层刚性房屋承重纵墙的计算	142
3.7.3 多层房屋承重横墙的计算	144
3.8 过梁、挑梁	144
3.8.1 过梁	144
3.8.2 挑梁	146
3.9 墙、柱高厚比的验算及构造措施	148
3.9.1 矩形截面墙、柱的高厚比验算	148
3.9.2 墙、柱的基本构造措施	151
3.9.3 防止或减轻墙体开裂的主要措施	153
3.10 砌体抗震要求	155
3.10.1 砌体房屋结构的震害	155
3.10.2 砌体房屋的抗震概念设计	155
思考题与习题	161



<b>第 4 章 钢结构</b> .....	163
<b>4.1 钢结构的特点和应用范围</b> .....	163
4.1.1 钢结构的特点 .....	163
4.1.2 钢结构的应用范围 .....	164
<b>4.2 钢结构的材料</b> .....	164
4.2.1 钢材的主要机械性能指标 .....	164
4.2.2 钢材的种类、选择和规格 .....	165
<b>4.3 钢结构的基本构件的设计</b> .....	167
4.3.1 轴心受力构件 .....	167
4.3.2 钢受弯构件(梁) .....	174
4.3.3 钢拉弯和压弯构件 .....	177
<b>4.4 钢结构的连接</b> .....	179
4.4.1 钢结构的连接方法 .....	179
4.4.2 焊接连接的构造和计算 .....	181
4.4.3 螺栓连接的构造和计算 .....	188
4.4.4 钢构件间的连接 .....	191
<b>思考题与习题</b> .....	194
<b>第 5 章 混凝土楼盖结构</b> .....	196
<b>5.1 概述</b> .....	196
5.1.1 单向板与双向板 .....	196
5.1.2 楼盖的类型 .....	197
<b>5.2 单向板肋梁楼盖</b> .....	198
5.2.1 结构平面布置 .....	198
5.2.2 按弹性方法计算连续梁、板内力 .....	199
<b>5.3 双向板肋形楼盖</b> .....	209
5.3.1 单跨双向板内力计算 .....	209
5.3.2 多跨连续双向板 .....	209
5.3.3 双向板楼盖支承梁设计 .....	211
<b>5.4 无梁楼盖</b> .....	212
5.4.1 概述 .....	212
5.4.2 受力特点与构造要求 .....	213
5.4.3 无梁楼盖按弹性理论计算 .....	214
<b>5.5 密肋楼盖和井式楼盖</b> .....	215
5.5.1 密肋楼盖和井式楼盖的形式 .....	215
5.5.2 井式楼盖受力特点 .....	216
5.5.3 密肋楼盖设计计算要点 .....	216
<b>5.6 无黏结预应力混凝土楼盖</b> .....	217
5.6.1 无黏结预应力混凝土楼盖的特点 .....	217
5.6.2 无黏结预应力混凝土楼盖的结构布置 .....	218



5.6.3 无黏结预应力梁板的跨高比限值 .....	218
5.7 楼梯 .....	218
5.7.1 板式楼梯 .....	218
5.7.2 梁式楼梯 .....	219
思考题 .....	221
<b>第6章 地基与基础结构</b> .....	<b>222</b>
6.1 结构与地基的关系 .....	222
6.1.1 土的工程分类和地基承载力 .....	222
6.1.2 土层的压缩和建筑物的沉降 .....	223
6.2 基础 .....	225
6.2.1 无筋扩展基础 .....	226
6.2.2 扩展基础 .....	227
6.3 建筑物有过大不均匀沉降时的处理 .....	237
6.3.1 设置沉降缝 .....	237
6.3.2 相邻建筑物基础间净距的考虑 .....	238
6.3.3 基础和上部结构的施工程序 .....	238
思考题 .....	239
<b>第7章 建筑抗震设计基本知识</b> .....	<b>240</b>
7.1 地震常用术语 .....	240
7.1.1 地震波 .....	240
7.1.2 震级和烈度 .....	241
7.2 工程抗震设防 .....	242
7.2.1 基本术语 .....	242
7.2.2 抗震设防烈度和地震影响 .....	242
7.2.3 抗震设防目标 .....	243
7.2.4 抗震设计方法 .....	244
7.2.5 抗震设防类别和设防标准 .....	244
7.3 建筑抗震概念设计 .....	245
7.3.1 建筑场地 .....	245
7.3.2 建筑体型和结构总体布置 .....	246
7.3.3 结构体系 .....	248
7.3.4 非结构构件 .....	250
7.3.5 抗震框架设计的一般原则 .....	250
7.4 建筑结构的抗震构造措施 .....	251
7.4.1 框架结构抗震构造措施 .....	251
7.4.2 抗震墙结构抗震构造措施 .....	257
思考题 .....	261

<b>第 8 章 桁架、门式刚架及排架结构</b> .....	262
<b>8.1 桁架结构</b> .....	262
8.1.1 桁架结构的特点 .....	262
8.1.2 屋架的结构型式 .....	265
8.1.3 立体桁架 .....	270
8.1.4 屋架的选型 .....	270
8.1.5 屋架的结构布置 .....	271
8.1.6 屋架的支撑 .....	271
<b>8.2 门式刚架</b> .....	271
8.2.1 单层刚架结构的受力特点 .....	272
8.2.2 单层刚架结构的形式与布置 .....	273
8.2.3 单层刚架的构造 .....	277
<b>8.3 排架结构</b> .....	280
8.3.1 排架结构的特点 .....	280
8.3.2 排架结构的类型 .....	280
8.3.3 排架结构的组成 .....	281
<b>8.4 工程实例</b> .....	283
8.4.1 桁架结构 .....	283
8.4.2 刚架结构 .....	285
<b>思考题</b> .....	287
<b>第 9 章 拱、薄壳结构</b> .....	289
<b>9.1 拱结构</b> .....	289
9.1.1 概述 .....	289
9.1.2 拱结构的受力特点 .....	289
9.1.3 拱脚水平推力的平衡 .....	291
9.1.4 拱的截面形式与主要尺寸 .....	292
9.1.5 拱式结构的选型与布置 .....	292
9.1.6 拱结构设计实例 .....	294
<b>9.2 薄壳结构</b> .....	299
9.2.1 概述 .....	299
9.2.2 薄壳结构的曲面形式 .....	299
9.2.3 旋转曲面薄壳结构 .....	302
9.2.4 移动曲面薄壳结构 .....	304
9.2.5 双曲扁壳 .....	306
9.2.6 双曲抛物面扭壳结构 .....	308
9.2.7 薄壳结构工程实例 .....	310
<b>思考题</b> .....	313

<b>第 10 章 网架和网壳结构</b>	314
<b>10.1 网架结构</b>	314
10.1.1 网架的特点与使用范围	314
10.1.2 网架结构的形式及选型	315
10.1.3 网架结构的支承方式	316
10.1.4 平板网架的受力特点	318
10.1.5 网架结构主要尺寸的确定	319
10.1.6 网架结构的构造	321
10.1.7 网架结构的工程实例	327
<b>10.2 网壳结构</b>	328
10.2.1 概述	328
10.2.2 单曲面膜壳结构	329
<b>10.3 双曲面网壳结构</b>	331
10.3.1 球网壳结构	331
10.3.2 扭网壳结构	334
10.3.3 双曲扁网壳结构	336
<b>10.4 组合网壳结构</b>	336
10.4.1 柱面与球面组合的网壳结构	336
10.4.2 组合椭圆抛物面膜壳结构	337
<b>10.5 网壳结构的选型</b>	337
<b>10.6 工程实例</b>	338
10.6.1 北京体育学院体育馆	338
10.6.2 浙江黄龙体育中心主体育场	338
<b>思考题</b>	339
<b>第 11 章 悬索和膜结构</b>	340
<b>11.1 悬索结构</b>	340
11.1.1 概述	340
11.1.2 悬索结构的受力特点	341
11.1.3 悬索结构的形式	342
11.1.4 悬索结构的刚度	346
11.1.5 悬索结构的工程实例	346
<b>11.2 膜结构</b>	350
11.2.1 概述	350
11.2.2 膜结构的形式	351
11.2.3 膜结构材料	352
11.2.4 膜结构的设计	353
11.2.5 工程实例	354
<b>思考题</b>	356

<b>第 12 章 多、高层建筑结构</b> .....	357
<b>12.1 多层框架结构</b> .....	357
12.1.1 框架结构的组成与布置 .....	357
12.1.2 框架结构截面尺寸的确定 .....	359
12.1.3 框架结构的受力分析 .....	360
<b>12.2 异形柱框架结构</b> .....	362
12.2.1 异形柱 .....	362
12.2.2 异形柱结构体系 .....	362
12.2.3 异形柱结构的优点与缺点 .....	363
12.2.4 异形柱结构的选型 .....	364
12.2.5 异形柱结构的布置 .....	365
<b>12.3 剪力墙结构</b> .....	365
<b>12.4 框架-剪力墙结构体系</b> .....	368
<b>12.5 筒体结构</b> .....	370
12.5.1 框筒结构 .....	371
12.5.2 桁架筒结构 .....	371
12.5.3 筒中筒结构 .....	371
12.5.4 束筒结构 .....	373
12.5.5 巨型框架结构 .....	374
<b>12.6 巨型框架结构工程实例</b> .....	375
12.6.1 深圳新华大厦 .....	375
12.6.2 香港中国银行大厦 .....	375
<b>思考题</b> .....	377
<b>附录</b> .....	378
<b>参考文献</b> .....	389

# 第1章

## 建筑结构与选型概论

从宏观宇宙到微观分子,结构无处不在,建筑物自然也有结构。建筑物被用来形成一定空间及造型,并抵御由地球引力、风荷载、气温变化和地震等施加于建筑物的各种作用。使建筑物得以安全使用的骨架,即为建筑结构。在建筑设计中,无论是强化结构造型,还是隐藏结构,结构构件都是客观存在的。建筑结构对于塑造建筑空间、抵御外力以及建筑造型设计都有非常重要的作用。在建筑设计中,空间组合和建筑造型的主要环节是选择最佳结构方案,即结构选型。

### 1.1 建筑师与结构选型

#### 1.1.1 建筑结构综述

##### 1.1.1.1 结构的概念

结构构件是构成建筑形态的“骨骼”,它使物体在力的作用下保持坚固的形态以满足建筑功能的要求。作为建筑设计的基础,结构设计是现代建筑设计的重要组成部分。

结构基本构件组成结构体系,结构体系承受竖向荷载和水平荷载,并将这些荷载安全地传至地基,一般将其分为上部结构和地下结构。上部结构是指基础以上部分的建筑结构,包括墙、柱、梁、屋顶等,地下结构指建筑物的基础结构,如建筑的基础与地下室等。

由于自然现象,建筑物承受各种直接作用和间接作用,直接作用对于建筑来说称为荷载。荷载的作用使建筑构件产生应力,应力产生应变,当建筑物或建筑构件无法承受时会遭到破坏。作用于建筑物的荷载,通常有永久荷载(自重)、可变荷载(如人与家具等)、风荷载(风压)、积雪荷载。混凝土的收缩、温度变化、基础的差异沉降、地震等引起结构外加变形或约束的原因称为间接作用。对于地下结构构件,还会有土压力、地下水压力等。应力分为压应力与拉应力以及轴力、剪力、弯矩等。根据建筑的结构体系、使用材料、用途、地基条件以及地区环境等因素,计算出建筑的荷载,确定构件尺寸,以满足建筑结构的强度、刚度和稳定性要求,确保建筑物的结构安全。

##### 1.1.1.2 结构材料与形式

结构材料主要有砖石、木材、钢材、膜材以及钢筋混凝土等。

结构的实效反映的是结构承受荷载的能力和效率。如果构件的强度与重量之比大,则认为结构的实效高,即材料的用量越少,结构强度越大,则结构的实效越高。砖、石砌体的抗



压性能好，适于墙、拱、穹顶等构件；钢材、膜材抗拉性能好，结构选型应发挥其特性，用于受拉构件；钢筋混凝土是一种组合材料，构件的受拉应力主要以钢筋承担，压应力主要由混凝土承担；木材的种类很多，作为结构构件的木材其承受压力与承受拉力的性能均较好，是比较理想的结构材料，也是人类早期使用较多的建筑材料。

结构是建筑的承重骨架，结构体系承传建筑荷载，直至地基。建筑材料和建筑技术的发展决定结构体系的发展，而建筑结构体系的选择对建筑的使用以及建筑形式又有着极大的影响。

建筑的结构体系依建筑的规模、构件所用材料及受力情况的不同而不同。建筑物按使用性质和规模的不同可分为单层、多层、大跨和高层建筑。单层和多层建筑的主要结构体系为砌体结构体系或框架结构体系。砌体结构是指由墙体作为建筑物承重构件的结构体系，而框架结构主要是指梁柱作为承重构件的结构体系。

大跨建筑常见的有拱结构、网架结构以及薄壳、折板、悬索等空间结构体系。依建筑结构构件所用的材料不同，目前有木结构、混合结构、钢筋混凝土结构和钢结构之分。混合结构是指在一座建筑物中，其主要承重构件分别采用多种材料制成，如砖与木、砖与钢筋混凝土、钢筋混凝土与钢等。通常砖混建筑是指用砖与钢筋混凝土作为结构材料的建筑。

用钢筋混凝土、钢材作主要结构材料的民用建筑多为框架结构体系，如钢筋混凝土框架、钢框架结构。由于钢筋混凝土构件既可现浇，又可预制，为构件生产的工厂化和安装机械化提供了条件，加之钢筋混凝土防水、防火、耐久性能好，所以是运用较广的一种结构材料。

建筑结构是建筑的骨架，同时对建筑的内外空间造型也有着重要的影响（图 1.1～图 1.4）。



图 1.1 无梁楼盖结合采光的室内空间造型



图 1.2 竹骨架斜坡屋顶室内空间造型

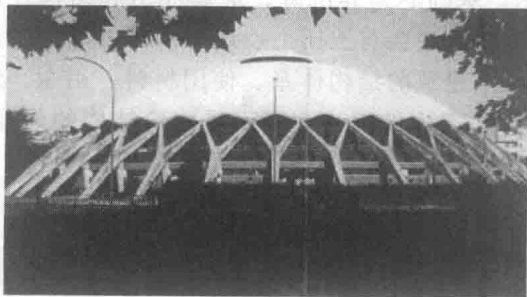


图 1.3 罗马小体育场混凝土穹顶大跨建筑造型



图 1.4 罗马小体育场室内



### 1.1.1.3 结构与选型

结构应反映建筑的力学特性，是建筑最基本的骨架。好的结构其构件都是按照特定的结构规律组织在一起，并且给人美的感受。我们将结构中特定的构件构成方式称为结构形态，结构形态的设计是一种近似雕塑的造型艺术。其体系性反映建筑艺术的整体性。结构造型的创新设计很大程度上来自对自然结构的模拟，很多新结构体系都是受到大自然中一些自然结构的启发设计出来的。但是在实际工程项目的设计中，受建筑具体条件的限制，设计师不可能在每一个具体项目中开发一个新的结构体系，所以我们要以现实的心态积极利用现有的结构体系，通过一定的方法对结构原型进行加工重构来实现结构形式的多样化。选定结构原型进行加工重构的方法和手段很多，但必须满足结构的功能要求，即结构在规定的的设计使用年限内，应满足安全性、适用性和耐久性等各项功能要求，必须符合结构的力学规律。要在掌握已有结构技术知识的基础上遵循结构受力原则进行变形和组合。

建筑学是为满足建筑的使用功能，完成建筑内外空间布置的一门学科。这些布置不仅要满足建筑空间组合的要求，还要满足人们对美的追求。事实上每一个建筑都是与周围环境结合的单独产品，设计或评价一个建筑，古罗马的维特鲁威提出“实用、坚固、美观”的标准，新中国成立后我国提出了“适用、经济，在可能条件下注意美观”的建筑方针，后者把坚固放在适用的要素之中。从分工合作的方面看建筑师主要关心适用与美观，结构工程师主要关心建筑的坚固，建筑设计必须和建筑结构有机结合起来，只有真正符合结构逻辑的建筑才具有真实的表现力和实际的可行性，具有建筑的个性。

#### (1) 建筑结构选型的原则

① 适应建筑功能的要求。对于有些公共建筑，其功能有视听要求，如：体育馆为保证较好的观看视觉效果，比赛大厅内不能设柱，必须采用大跨度结构；大型超市为满足购物的需要，室内空间具有流动性和灵活性，所以应采用框架结构。

② 满足建筑造型的需要。对于建筑造型复杂、平面和立面特别不规则的建筑结构选型，要按实际需要在适当部位设置变形缝，形成较多有规则的结构单元。

③ 充分发挥结构自身的优势。每种结构形式都有各自的特点和不足，有其各自的适用范围，所以要结合建筑设计的具体情况进行结构选型。

④ 考虑材料和施工的条件。由于材料和施工技术的不同，其结构形式也不同。例如：砌体结构所用材料多为就地取材，施工简单，适用于低层、多层建筑。当钢材供应紧缺或钢材加工、施工技术不完善时，不可大量采用钢结构。

⑤ 尽可能降低造价。当几种结构形式都有可能满足建筑设计条件时，经济条件就是决定因素，尽量采用能降低工程造价的结构形式。

#### (2) 结构概念设计的原则

结构概念设计原则，是人们根据力学、结构、材料、建筑理论以及施工技术和管理知识的认识，对建筑、结构和设备功能需求的理解，对设计施工和使用实践的领会。在总结长期工程经验的基础上所制定的一些基本要求，对做好结构概念设计有着重要的指导作用。

① 三维构思原则。结构概念设计时，首先要对其所涉及的各个方面做全面的考虑。它包括建筑、结构和施工方面的考虑，即使用、功能、美观、技术和经济方面的考虑，以及整体、局部和它们之间关系方面的考虑。这三方面的考虑构成结构概念设计时的三维构思。

建筑方面指空间、尺度、联系等使用要求，采光、通风、防火等功能要求，美学、形式、风格等美观要求。

结构方面指结构整体和关键部位受力、变形的合理性，主要构件间连接、构造的牢固



性，所选择结构体系、形式的可靠性、经济性和新颖性，以及结构所用材料在长期使用环境下的耐久性。

施工方面指取材、成型、做法等，施工技术条件不具备或结构方案不适应现有技术能力将给工程建设带来困难。

做好上述考虑，也就注意了使用、功能、美观、技术和经济方面的需求。此外，还要正确对待整体、局部和它们间的关系。一般先从整体入手（如根据建筑场地条件提出主体结构体系和基础形式），进而考虑一些关键的局部（如主要构件类型和连接关系），再回到整体（如结构的适用性、可靠性、耐久性、整体稳定性）上来加以修正认定，是一个必经的过程。

在三维构思基础上更进一步的是二维构思的技术设计阶段，这时主要是分别解决好水平分体系（如楼板、屋盖）和竖向分体系（如柱、墙）各自的构件选择和它们间的双边关系（如支承、连接）。在二维构思基础上再进一步则是一维构思的施工图阶段，这时主要是设计计算组成分体系的每一个构件（如板、梁、柱）。尽管三种构思（三维、二维、一维）所要解决的问题各具相对独立性，但它们都有着反馈关系：施工图阶段的构思会影响和修正技术设计阶段的构思；技术设计阶段的构思又会影响初步设计阶段的构思；初步设计阶段的构思当然也会影响和修正概念设计的构思。

② 功能协调原则。结构概念设计时，应该尽可能做到结构、建筑、设备和施工手段的功能协调，以便取得尽可能大的效能和尽可能多的效益。如：

a. 在结构和建筑功能协调方面，要做到建筑体型和结构体系相协调，建筑使用和结构布置相结合，建筑分区和结构分段（如变形缝设置位置）相一致等。

b. 在结构和设备功能协调方面，设备系统和结构布局是相应的，设备线路和结构构件是相通的，设备部件和结构构造是相配等的。

c. 在结构和施工手段综合协调方面，如在做现浇混凝土结构时，将模板作为结构构件的组成部分；在安装预制构件时，将施加预加力手段与构件连接方法相一致，考虑构件受力元素和受力状态与施工过程中的做法相一致等。

③ 实际出发原则。结构概念设计时必须从实际出发处理所遇到的各种问题。例如认真考虑当地固有的自然条件（如气候、地质条件等）、当地历史形成的人文条件（如文化背景、已建建筑物等）、当地当时的资源条件（如资金、原材料、设施等）。因而：

a. 概念设计前要对当地的实际情况进行全面了解和分析。

b. 概念设计时所取的各种条件要符合当地当时的实际可能。

c. 所做的概念设计方案必须充分满足未来使用时的实际需要。

④ 精益求精原则。结构概念设计往往是多种方案比较选优的过程，在这过程中要注意以下几点：

a. 在思维上，既要有纵向思维（结构→构件→连接→构造），还要有横向思维，就是要从多方面去思考。

b. 在分析上，不仅要会“分析问题”，更要善于“提出问题”，敢于否定已有的初步设想，要多设想几种方案以及可能遇到的问题进行分析和处理。

c. 在解答上，要设想几种解决措施，以便“择优取胜”。

d. 在方法上，有时有一个明确概念就能定案，有时要有定性的理论分析（估算），有时还要懂得何时需要和怎样采用模拟试验的方法。

e. 在评价上，不能只评价是否可能（指工程技术上能否做到），还要评价是否可做（指政策法规上可否这样做）、是否值得（指经济合理上值不值得做）、是否应该（指在可行性和持续

性上应否这般做)。

⑤ 减轻自重原则。结构所承受的荷载无非两种：竖向荷载和水平荷载。竖向荷载的85%以上是建筑物自重(结构和装饰层自重)，水平荷载中的地震作用与建筑物自重直接相关。所以减轻自重是一条重要的结构概念设计原则，它不仅以减轻结构承受的荷载，而且可以降低建筑造价、加快建造速度、节约建筑材料、减少材料在生产运输方面的劳动量。减轻自重的措施大体有：

a. 采用轻质高强材料，如轻集料混凝土、高性能混凝土、高强度钢材、冷弯薄壁型钢、多孔或空心砌块、塑料制品等。

b. 采取高效能的结构形式，如采用合理截面形式的预制构件或预加应力构件，根据结构受力特点采用组合构件或组合结构，以及采用薄壳、折板、箱形结构等优越的结构形式。

c. 选择优越的结构体系，如采用筒体结构、错列结构、网架结构、空间桁架、空间框架等空间结构体系。

d. 选择合理的结构布置，如尽可能减少外墙面积、加大开间尺寸和柱网间距、降低不必要的楼层高度等。

⑥ 空间作用原则。建筑物本来是一个空间结构，平时往往为了结构设计计算工作的简化，将它分解成各种平面受力状态进行量化分析。在结构概念设计时，考虑建筑物内各部分结构的空作用，实际上是还原到它本来的结构面貌。当然，如果这时更能有意识地利用或构成构件间的空间关系，往往还会给所设计的建筑结构带来加大刚度、减小内力、受力效能好等方面的优点。这时，依其有效性的次序做到以下几点是有利的：

a. 加强结构构件的平面外刚度(如在砌筑墙体内设置钢筋混凝土圈梁和构造柱)。

b. 加强平面结构与平面外结构构件的联系(如平面屋架与屋架间支撑的联系)。

c. 考虑结构构件间的相互作用(如板与梁的相互作用)。

d. 考虑结构体系间的相互作用(如剪力墙体系与框架体系的相互作用)。

e. 采用空间结构体系(如空间框架、壳体结构)。

⑦ 合理受力原则。结构概念设计时，要经常运用力学原理来处理结构构件的一般受力分析问题。以下几个方面往往应给予注意：

a. 从受力和变形看，均匀受力比集中受力好，多跨连续比单跨简支好，空间作用比平面作用好，刚性连接比较连接好，超静定的受力体系比静定的受力体系好；另外，传力简捷比传力曲折好，要避免不明确的受力状态。

b. 从受力和变形的分析看，要尽可能利用结构的对称性、刚度的相对性、变形的连续性和协调性，既要分析各部分构件的直接受力状态，也要分析整体结构的宏观受力状态；要抓住主要的受力状况和它所发生的变形，忽略次要的受力状况和它的相应变形。

c. 从抗力和材料看，要尽可能选用以轴向应力为主的受力状态，尽可能增加构件和结构的截面惯性矩和抗弯刚度、抗剪能力等，并合理地选用材料和组织构件的截面，做到“因材施教，材尽其用”。

d. 从结构构件自身看，砌体构件要注意设置好圈梁和构造柱、芯柱，以保证砌体结构的延性和承受不均匀沉降的能力；混凝土构件要避免剪切破坏先于弯曲破坏、混凝土压溃先于钢筋屈服、钢筋与混凝土的黏结破坏先于构件自身破坏，以避免造成脆性失效；钢构件应避免局部失稳或整个构件失稳，以确保钢结构的承载和变形能力；构件间的连接应使节点和预埋件的破坏不先于其连接件的破坏，以便充分发挥构件自身的作用。

⑧ 优化选型原则。结构概念设计归根到底是确定主体结构体系及其联系。它要考虑三