

JIANZHU JIEGOU
SHEJI YOUHUA JI SHILI



建筑结构 设计优化及实例

徐传亮 光 军 编著

- 全面阐述设计优化根本思路，深入浅出
- 详细讲解设计优化节材策略，节材=节财
- 工程实例设计优化完整展示，直观易懂



中国建筑工业出版社

建筑结构设计优化及实例

徐传亮 光 军 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构设计优化及实例/徐传亮, 光军编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 1
ISBN 978-7-112-13885-2

I. ①建… II. ①徐…②光… III. ①建筑结构设计 IV. ①TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 267681 号

本书是在总结作者多年建筑结构设计优化工作实践的基础上, 依据国内最新规范体系编写而成的一本实用应用书。本书的主要内容包括: 建筑结构成本控制和结构设计优化的原则及要求; 建筑结构的概念设计和结构刚度理论; 建筑结构设计优化管理; 地基基础的设计与优化; 楼(屋)盖结构的设计及优化; 三种主要钢筋混凝土结构体系(框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构)的设计及优化; 结构材料的选用与优化等。在每一章中介绍了有关的结构工程设计或设计优化的实例, 附录中列举了混凝土结构的一般经济指标和两个结构设计优化咨询报告。

本书可供建筑工程的设计、开发、造价控制、科研等人员, 以及高等学校相关专业的师生参考和使用。

* * *

责任编辑: 范业庶 王砾瑶

责任设计: 赵明霞

责任校对: 党 蕾 王雪竹

建筑结构设计优化及实例

徐传亮 光 军 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

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

化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 26¼ 字数: 652 千字

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月第一次印刷

定价: 59.00 元

ISBN 978-7-112-13885-2

(21919)

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

建筑结构设计的最最终目的就是技术而经济地建设工程项目，建筑结构设计在很大程度上影响着工程造价、工程质量和工程进度。建筑结构设计面临许多问题与挑战，结构设计在经济质量与技术质量同等重要，通过建筑结构设计优化可以提高建筑结构设计产品的品质，达到安全耐久性和经济性的统一。

建筑结构设计优化是指在满足各种规范或某些特定要求的条件下，使建筑结构的某种指标（如重量、造价、刚度等）为最佳的设计方法。也就是要在所有可用方案和做法中，按某一目标选出最优的方法。设计是规范加上工程师判断和创造的产物。设计优化在一定程度上意味着对常规的突破，但结构的设计优化并不以牺牲安全来求得经济效益。结构设计优化是以深厚的理论基础、丰富的工程经验为前提；以对设计规范实质内涵的理解和灵活运用为指导；以先进的结构分析设计方法为手段对结构设计进行深化、调整、改善与提高，也就是对结构设计再加工的过程。通过优化可使设计做到少出差错，减少因设计不合理而造成的返工，消除设计安全隐患。设计优化着力于使结构体系合理化和高新技术的应用，从而带来效益。建筑结构的设计优化可以由设计单位内部设计人员完成（这也是结构设计精细化的要求），也可以由外部资源（如设计顾问公司）完成。

项目的投资方既关心项目的技术质量，也关注项目的经济质量，在满足规范要求的前提下，降低结构造价是投资方对结构设计的主要要求之一。设计阶段对工程项目成本控制的能力，是一名结构工程师的技术水平和一个设计单位设计管理水平的直接体现。设计单位对于建筑结构设计质量要优化管理，而结构工程师也必须精益求精的用心完成结构设计工作。

本书的主要内容是作者从事建筑结构设计、建筑结构设计管理和建筑结构设计优化工作实践的总结。着眼于量大面广的中小规模的建筑结构工程，力求较为详细地论述建筑结成本控制和结构设计优化的必要性，以及结构设计和优化的主要思路和方式方法。本书不涉及超高层、超限、大跨度和复杂建筑结构的设计以及优化问题。

本书共分为 10 章和 3 个附录。第 1 章总结了结构设计存在的主要问题，提出了结构设计优化的概念，通过实例说明了结构设计优化的意义；第 2 章分析说明了结构成本控制的要求和主要方法；第 3 章概括说明了结构概念设计的重要性，以及结构刚度理论在结构设计中的应用；第 4 章较为详细地论述了设计单位内部对结构设计和结构设计优化的做法，各设计阶段的工作重点以及如何发挥结构工程师主导作用等；第 5 章说明地基基础设计的重要性，介绍地基基础设计与设计优化的具体做法和应注意的问题，包括天然地基、地基处理与桩基等；第 6 章介绍水平受力体系，楼（屋）盖结构的设计与优化；第 7~9 章分别说明了框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构（包括一般的框架-筒体结构）的设计要点和结构设计优化的思路；第 10 章介绍了结构用材的选用原则以及影响结构造价的其他因素；3 个附录列出了混凝土结构的一般经济指标和两个工程项目的结构设

计优化咨询报告（节选）。各章节中插入了结构工程设计或结构工程设计优化的实例，有的工程实例进行了经济指标的分析。

在本书的编著过程中得到了淄博格匠设计顾问有限公司、淄博齐元建筑设计有限公司、淄博市建筑设计研究院等单位结构设计人员的支持，为本书提供了部分工程实例及相关数据。岳仁娟工程师、李明义工程师为本书绘制了部分插图，并做了部分辅助性工作。在此表示感谢。

由于作者理论水平和实践经验有限，书中难免存在不足甚至是谬误之处，恳请读者批评指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 建筑结构设计面临的问题和挑战	1
1.1.1 建筑结构设计行业存在的问题	1
1.1.2 建筑结构设计对工程成本、工程质量和工程进度的影响	2
1.1.3 建筑结构设计面临的挑战	3
1.2 建筑结构设计技术性和经济性的统一	4
1.2.1 建筑结构的安全耐久性	4
1.2.2 建筑结构设计新技术与适用技术	4
1.2.3 建筑结构设计经济性	5
1.2.4 建筑结构设计技术性和经济性的统一	5
1.3 建筑结构设计优化	6
1.3.1 建筑结构设计优化的概念	6
1.3.2 建筑结构设计优化与传统设计的区别	7
1.3.3 专家对结构设计优化的看法	7
1.3.4 结构设计优化的实例及效益	9
1.4 本书的编著思路	11
2 建筑结构成本控制与结构设计优化	13
2.1 建筑结构设计追求的目标	13
2.1.1 建筑结构设计的基本原则	13
2.1.2 建筑结构设计追求的目标	15
2.2 建筑结构成本的控制	16
2.2.1 成本控制的概念	16
2.2.2 建筑结构成本的控制	16
2.2.3 建筑结构成本控制的基本方法	17
2.3 建筑结构设计优化的意义及必要性	17
2.3.1 结构设计优化的意义	17
2.3.2 结构设计优化的必要性	18
2.3.3 节材与结构设计优化	19
2.3.4 对结构设计优化的认识	19
2.4 建筑结构设计优化运作遇到的困难	20
2.4.1 澄清对建筑结构设计优化的误解	20
2.4.2 建筑结构设计优化运作困难的原因	22
2.5 建筑结构成本控制的思路	23
2.5.1 投资方进行建筑结构成本控制的主要管理思路	23
2.5.2 投资方对建筑结构成本控制的主要方法及分析	31

2.5.3	设计方从企业内部控制建筑结构成本的主要管理思路	34
2.5.4	结构工程师应树立成本控制意识	36
2.6	建筑工程设计阶段的项目管理	37
2.6.1	建筑工程设计阶段的项目管理	37
2.6.2	设计顾问公司可承担设计管理工作	38
2.6.3	设计阶段项目管理对投资方的意义	38
2.6.4	设计阶段项目管理的主要工作内容	39
2.7	价值工程与结构成本的控制	40
2.7.1	价值工程的概念	40
2.7.2	价值工程与建筑结构成本的控制	41
2.8	指标数据对比法在结构成本控制中的应用	44
2.9	建设工程定额与计价规范在结构成本控制中的应用	49
2.9.1	建设工程定额与计价规范	49
2.9.2	工程类别不同建筑工程的费率是不同的	49
2.9.3	民用建筑层数对建筑成本的影响	51
2.9.4	建筑高度对建筑成本的影响	51
2.9.5	基坑开挖深度对建筑结构成本的影响	52
2.9.6	模板费用对结构成本的影响	52
3	结构概念设计和结构刚度理论	53
3.1	科学的对待结构计算理论与结构设计规范	53
3.1.1	建筑结构设计计算结果的“名义效应”	53
3.1.2	科学分析和对待结构设计的计算结果	54
3.1.3	常用的建筑结构设计规范、规程、标准	55
3.1.4	对结构设计规范的正确态度	58
3.2	建筑结构的概念设计	58
3.2.1	建筑结构的概念设计	58
3.2.2	建筑结构概念设计的意义	62
3.2.3	建筑结构概念设计的一些基本要求和具体内容	63
3.2.4	与结构概念设计相关的一些细节问题	65
3.2.5	日本抗震设计的“耐震”、“制震”和“免震”	67
3.3	建筑结构设计刚度理论	68
3.3.1	刚度是工程结构的内在本质	68
3.3.2	抗震设计的“刚柔理论”	68
3.3.3	刚度理论与结构的计算力学模型	69
3.4	刚度理论与结构概念设计	70
3.4.1	结构体系的演变与结构刚度	70
3.4.2	结构体系的选择	71
3.5	刚度理论在结构设计中的应用	73
3.5.1	刚度理论在结构设计过程中的应用	73
3.5.2	刚度理论在结构构件计算及相互作用中的应用	85
3.5.3	刚度理论在地基基础设计计算中的应用	90
4	建筑结构设计质量的优化管理	94

4.1	建筑设计质量的优化管理	94
4.1.1	设计单位内部设计质量管理的基础工作	94
4.1.2	建筑结构的精细化设计	94
4.1.3	建筑结构设计工作的三个阶段	97
4.1.4	结构设计变更的管理	102
4.1.5	结构专业的现场技术服务	103
4.2	结构与建筑及其他专业的配合	108
4.2.1	正确处理建筑设计和结构设计的关系	108
4.2.2	结构与电气及设备专业的配合	110
4.3	计算机辅助设计与结构设计软件的应用	110
4.3.1	计算机辅助设计 (CAD)	110
4.3.2	国内常用的结构分析设计软件及其特点	110
4.3.3	结构设计的一体化程序的应用与手算	113
4.3.4	结构电算系数及归并系数的确定	115
4.3.5	结构整体计算的一些控制指标	122
4.3.6	结构电算结果的分析及应用	125
4.3.7	应用结构设计软件时出现的一些主要问题	129
4.4	结构工程师的成长	131
4.4.1	发挥结构工程师的主导作用	131
4.4.2	结构设计体现了结构工程师的“精神”	131
4.4.3	结构工程师的成长	132
5	地基基础、地下室结构的设计及优化	136
5.1	岩土工程勘察报告的分析及应用	136
5.1.1	结构工程师对岩土工程勘察报告的要求	136
5.1.2	岩土工程勘察报告的阅读和理解	137
5.1.3	岩土工程勘察报告的分析及应用	137
5.1.4	岩土工程勘察报告中结构成本控制的技术关键点	138
5.2	建筑地基的选择与基础埋深	138
5.2.1	建筑场地与建筑地基的选择	138
5.2.2	建筑基础埋深的确定	138
5.3	地基基础设计及优化概述	139
5.3.1	基础方案的选择	139
5.3.2	基础设计中变刚度调平的概念	142
5.3.3	高层建筑与裙房间不设沉降缝的措施	143
5.3.4	地基基础设计中应注意的一些问题	144
5.4	独立柱基、联合基础和条形基础的设计及优化	147
5.4.1	独立柱基的设计及优化	147
5.4.2	基础拉梁 (基础系梁)	149
5.4.3	联合基础的设计及优化	150
5.4.4	独立柱基加防水板的做法	152
5.4.5	柱下钢筋混凝土条形基础	156
5.5	筏形基础的设计及优化	157

5.5.1	筏形基础的选用	157
5.5.2	梁板式筏形基础中的基础梁	158
5.5.3	“柱墩”与变厚度筏板	162
5.5.4	筏板的厚度及配筋	164
5.5.5	筏形基础设计中可以节约造价的一些细节	167
5.5.6	筏板大体积混凝土设计施工措施	171
5.6	桩基础的设计及优化	173
5.6.1	桩基础的选用	173
5.6.2	桩基础设计时应注意的一些问题	187
5.6.3	灌注桩的后压浆技术	188
5.6.4	大直径人工挖孔扩底灌注桩	192
5.6.5	高强度预应力混凝土管桩	198
5.6.6	桩基础与墩基础	204
5.7	复合地基与地基处理	206
5.7.1	复合地基	206
5.7.2	地基处理	213
5.8	地下室结构的设计及优化	219
5.8.1	地下室结构设计的一般要求	219
5.8.2	地下室外墙的设计及优化	220
5.8.3	地下室顶板底板的设计及优化	223
5.9	地下室的抗浮设计	225
5.9.1	地下室抗浮设计概述	225
5.9.2	地下室抗浮设计措施	226
6	楼(屋)盖结构的设计及优化	230
6.1	楼(屋)盖结构的作用	230
6.1.1	楼(屋)盖结构的作用	230
6.1.2	楼(屋)盖结构的成本占结构成本的比例	230
6.2	楼(屋)盖结构的选型与层高的控制	232
6.2.1	主要的楼(屋)盖结构形式	232
6.2.2	现浇梁板共同作用的设计概念	234
6.2.3	控制层高、控制楼(屋)盖的结构高度	234
6.3	楼(屋)盖梁的设计及优化	235
6.3.1	柱网的尺寸与楼(屋)盖梁的布置	235
6.3.2	梁的布置方式影响结构成本	237
6.3.3	楼(屋)面梁截面的设计与优化	240
6.3.4	楼(屋)面梁的配筋及优化	242
6.3.5	整浇楼(屋)盖梁的设计建议	244
6.3.6	梁的裂缝及挠度计算	245
6.4	楼板的设计及优化	245
6.4.1	现浇楼板与预制板	245
6.4.2	现浇板的设计及优化	245
6.5	几种特殊形式的楼(屋)盖结构体系	252

6.5.1	井字梁楼(屋)盖体系	252
6.5.2	现浇空心板楼(屋)盖体系	253
6.5.3	叠合箱网梁楼(屋)盖体系	261
6.6	结构缝与后浇带的设置	265
6.6.1	结构缝的设计	265
6.6.2	施工后浇带的作用	266
6.6.3	施工后浇带的设计	266
7	框架结构的设计及优化	269
7.1	框架结构概述	269
7.1.1	框架结构的主要特点	269
7.1.2	框架结构房屋的最大适宜高度	270
7.1.3	框架结构概念设计要点	271
7.1.4	框架结构的计算要点	273
7.1.5	框架结构设计时应注意的一些问题	274
7.2	提高框架结构刚度的方法	275
7.3	框架柱的设计及优化	277
7.3.1	框架柱截面的确定	277
7.3.2	框架柱的剪跨比	279
7.3.3	框架柱的配筋及构造要求	279
7.3.4	框架柱设计的优化	281
7.4	框架梁的设计	283
7.4.1	框架梁截面的确定	283
7.4.2	框架梁的配筋及构造要求	283
7.4.3	框架梁设计的优化	285
7.5	“强柱弱梁”设计理念的实现	287
7.5.1	“强柱弱梁”的概念	287
7.5.2	实际工程中“强柱弱梁”未实现的原因	288
7.5.3	工程中“强柱弱梁”实现的手段	289
8	剪力墙结构的设计及优化	303
8.1	剪力墙结构概述	303
8.1.1	剪力墙结构的主要特点	303
8.1.2	减少剪力墙材料的用量、节约造价	304
8.1.3	剪力墙结构延性设计要点	305
8.2	剪力墙的布置及优化	306
8.2.1	剪力墙布置的位置模型	306
8.2.2	剪力墙布置位置的优化	307
8.2.3	剪力墙数量、长度及厚度的确定	309
8.2.4	剪力墙设计优化的其他内容	310
8.3	剪力墙的配筋及优化	312
8.3.1	剪力墙的配筋及优化	312
8.3.2	剪力墙连梁的配筋及优化	316
8.4	短肢剪力墙及短肢剪力墙较多的剪力墙结构	319

8.5	大开间剪力墙结构	321
8.6	CL 结构体系	323
9	框架-剪力墙(筒体)结构的设计及优化	332
9.1	框架-剪力墙结构概述	332
9.1.1	双重抗侧力体系	332
9.1.2	框架-剪力墙结构的抗震设计方法	333
9.2	框架-剪力墙结构中剪力墙的布置及优化	336
9.2.1	框架-剪力墙结构中剪力墙布置的位置	336
9.2.2	框架-剪力墙结构中剪力墙布置的数量	337
9.2.3	框架-剪力墙结构设计的优化	340
9.2.4	框架-剪力墙结构设计应注意的一些问题	341
9.3	框架-核心筒结构的设计及优化	351
9.3.1	框架-核心筒结构的主要特点	351
9.3.2	框架-核心筒结构与其他一些结构形式的比较	351
9.3.3	框架-核心筒结构的设计要点	352
9.4	核心筒的设计及优化	353
10	结构用材及影响结构成本的其他因素	365
10.1	混凝土的选用及优化	365
10.1.1	混凝土强度等级的选用及优化	365
10.1.2	混凝土开裂的主要原因及防控设计措施	367
10.2	钢筋的选用及优化	368
10.2.1	建筑结构的含钢量	368
10.2.2	降低结构或结构构件含钢量的主要技术思路	373
10.2.3	从结构设计角度合理选用钢筋	375
10.2.4	钢筋的配置方式及优化	377
10.3	影响结构成本的其他因素及设计对策	380
附录 A	钢筋混凝土结构一般经济指标	384
A.1	建筑层数、层高及所在地的抗震设防烈度对结构工程造价的影响	384
A.2	混凝土用量与用钢量统计参考表	385
A.3	淄博地区住宅建筑的大致含钢量	387
附录 B	山东临沂某高层酒店结构设计的优化	388
B.1	工程概况	388
B.2	桩基工程的设计优化	389
B.3	桩基承台的设计优化	389
B.4	地下室底板的设计优化	391
B.5	核心筒剪力墙的设计优化	391
B.6	主楼楼盖结构的设计优化	391
B.7	裙房梁板的设计优化	393
B.8	后记	393
附录 C	山东青岛某工程结构设计的优化	394

C.1	工程概况	394
C.2	初步设计及基础部分的结构设计优化	395
C.3	地下室部分的结构设计优化	399
C.4	现浇楼板的设计优化	402
C.5	剪力墙设计的优化——以 1 号住宅楼为例.....	403
C.6	6 号酒店的设计优化	404
参考文献		406

1 绪 论

建筑结构设计面临许多问题与挑战，结构设计的经济质量与技术质量同等重要，通过建筑结构设计优化可以提高建筑结构设计产品的品质，达到安全耐久性和经济性的统一。

1.1 建筑结构设计面临的问题和挑战

1.1.1 建筑结构设计行业存在的问题

建筑结构设计行业近年来取得了巨大的成绩，但也存在着诸多问题。主要问题是：建筑设计单位众多，单位之间的管理水平、设计人员之间素质差别较大；有些单位设计专业、设计人员配备不全，更多的是通过关系承揽工程而不是通过品牌、技术与质量；结构设计专业在整个工程设计中相当重要，但有些设计单位对建筑结构专业的重要性认识不足；在一些地方，建筑设计市场混乱、压价竞争、业余设计、挂靠设计大量存在；设计费用大幅低于国家标准，设计周期严重短于国家规定的现象司空见惯；专业化的建筑结构设计事务所没有得到良好的发展等，这些问题严重地影响了建筑结构设计行业的健康发展和建筑结构设计水平的提高。

在当前的建筑结构设计中，一些工程设计单位和设计人员存在着“重技术、轻经济”的观念，设计思想保守，只求安全保险，不问造价高低。在工程设计中，只重视设计的技术质量，忽视设计的经济质量。由于从经济的角度考虑不足，施工图设计深度不够，“错、漏、碰、缺”，“肥梁、胖柱、深基础”等多有发生，长此以往，不仅会造成建设单位资金的不必要浪费，更重要的是会造成工程存在安全隐患。在建筑结构设计中常常会出现以下一些具体问题，影响工程的技术质量与经济质量。

1. 重视大工程的设计、轻视小工程的设计；重视主楼设计、轻视附属工程或室外工程设计。一些工程设计单位，对大工程、主楼的设计一般都很重视，在功能、结构等方面都注意优化，设计也较完整、细致；但对小工程、附属工程或室外工程设计往往重视不够，设计粗糙，相应出现的问题较多。究其原因，往往是对于大工程单位重视，通常指派水平高的设计师承担任务，而设计师本人也很重视，但对于小工程或附属工程，多数会由相对水平较低的设计师完成设计，或者设计师本人没有足够的重视，这样将很可能产生设计质量上的差距。

2. 结构专业方案优化设计不够。有些工程设计需分阶段进行，但经常是设计方案一经确定便直接进行施工图设计。有些施工图设计由于各种原因，很少进行总体方案和专业方案的比较论证工作，造成了工程设计的先天不足。

3. 设计单位内部缺乏统一的技术措施或统一作法。有的设计单位内部缺乏统一的技术措施。常常会出现同一小区、不同结构设计人员的做法不同，自然存在各单体建筑结构

设计质量的优劣差异，存在相似单体工程造价有相对较大的不同。

4. 有的设计人员缺少经济质量意识，随意增大结构用材量或随意提高结构或部分结构构件的安全系数。其实，随意增大结构用材量，带来的不一定是安全，随意加大结构或部分结构构件的安全系数，也未必对结构或构件是有益的。

5. 现实中不少工程设计该计算的不计算，或对计算结果不进行分析与比较，为了图快或是怕麻烦，只凭经验确定，宁大勿小；校对审核也是形同虚设，只签字不看图；还较多地存在着设计深度不够，施工中出现了问题再补图等情况。

6. 过分依赖计算机和计算机软件，盲目信任程序，对计算模型的选取及其理论依据不加分析，只看计算机计算结果。

1.1.2 建筑结构设计对工程成本、工程质量和工程进度的影响

建筑结构设计最终目的就是技术而经济地建设工程项目，建筑结构设计在很大程度上影响着工程造价、工程质量和工程进度。

1. 设计对工程成本的影响巨大

设计阶段是影响工程投资程度的重要阶段。按照德国专家墨尔的研究结果，工程项目各个阶段对投资的影响程度是不同的。总的影响趋势是随着项目的开展，各项工作对投资影响程度逐步下降，方案设计阶段对投资的影响程度可高达 95%，到施工阶段至多 10% 左右。统计资料表明：设计阶段节约投资的可能性约为 88%，而施工中节约投资的可能性仅为 12%。所以，一定要加强设计阶段管理，做好设计工作，从而从根源上有效地控制工程的投资。图 1-1 表示了设计阶段对工程成本的影响程度。

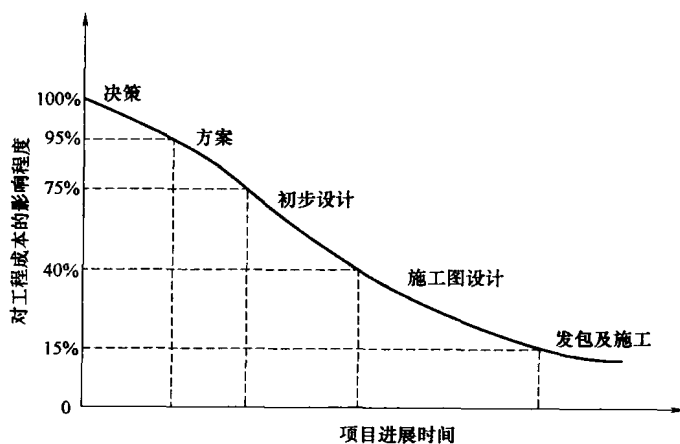


图 1-1 设计阶段对工程成本的影响程度

2. 设计是工程质量的决定性环节之一

工程项目的质量目标与水平，是通过设计使其具体化的。设计质量的优劣，直接影响工程项目的使用价值和功能，是工程质量的决定性环节。我国工程质量事故统计资料表明，40.1% 的工程质量事故是由于设计原因引起的，居工程质量事故原因之首。因此说，设计是工程质量的决定性环节之一。

实际的工程设计中，设计队伍的整体素质高低、设计人员的设计经验多少、设计人员

对设计任务的熟悉程度以及设计各专业的协调配合程度如何等都会影响设计质量的好坏。另外所选设计方案不合理,设计违反正常设计程序、缩短设计周期、节省设计费用等也都会严重影响设计产品的质量。设计阶段失误所造成的质量问题是施工阶段难以弥补的,甚至有可能会带来全局性或整体性的影响,以致影响到整个工程项目质量目标的实现。

3. 设计影响着整个工程进度

设计阶段的工作往往会直接影响着整个工程的进度。设计的做法在很大程度上决定了施工的可操作性,决定了施工周期的长短。如当各专业之间因缺乏协调而出现矛盾时,将影响工程进度和工序的正常开展,设计变更、设计质量的好坏也对工程进度有重要影响;如果业主没有足够的工程管理经验,在设计初期不能提出高质量的设计任务书,必然会影响设计质量,导致在施工过程需经常进行更改设计,给工程项目的进度控制带来困难,从而影响工程进度目标的实现。

4. 建筑结构设计对工程造价、工程质量和工程进度有重要影响

在一定范围内,质量、成本、进度三者是互相制约的,其关系如图 1-2 所示。

当进度要求不变时,质量要求越高,则成本越高;当成本不变时,质量要求越高,则进度越慢;当质量标准不变时,进度过快或过慢都会导致成本的增加。建筑结构作为工程设计中最重要的专业之一,从以上分析可以看出,本专业设计的技术质量和经济质量,对工程成本、工程质量和工程进度有着重要的影响。

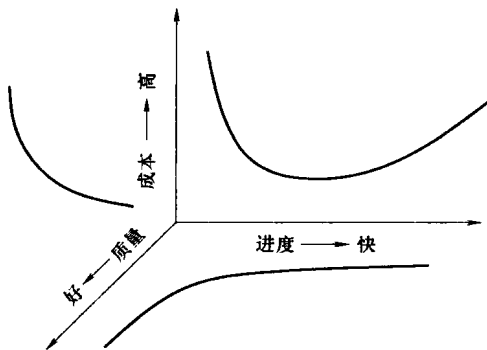


图 1-2 成本、质量、进度三者的相互关系

1.1.3 建筑结构设计面临的挑战

1. 将建筑结构设计的依据作为科学的体系来看待,还有许多不足。

建筑结构设计这门学问,涉及面非常广,有相对完善的规范体系、较为成熟的计算理论、已经受工程实践检验的计算程序、充足的试验成果和大量的工程经验总结,还有概念设计等先进的设计思想。虽然结构设计的规范是统一的,计算理论大致是一致的,甚至计算程序目前在国内也基本上是单一的,但在实际工程中,依据同一理论、同一规范体系,针对某一特定的建筑物,不同计算程序的计算结果是不一样的;不同的设计单位或同一设计单位的不同设计者,甚至同一设计者在不同的年龄段,所设计的作品也是不相同的,有时相差还很大,其差别可能会超出计算精度范围。由此可见,结构设计的依据看似非常严密而有体系,但实际上,如果将结构设计的依据作为科学的体系来看待,还有许多不足。

2. 一体化计算机程序的广泛应用并没有显著提高结构设计质量。

随着计算机辅助设计(CAD)技术的发展,计算方法日益精确化,制图方法中采用的平面表示法和各种标准图相继得到完善,建筑结构设计中的热点问题也随之发生了诸多变化,比如,结构整体内力计算和分析非常容易实现,而且出图速度快,节点及其他

细部表达图纸量大为减少, 长期困扰建筑设计的一些问题已得到较好的解决, 同时以前不那么重要的问题却上升为困扰结构设计师的热点和难点问题。一体化的计算机程序屏蔽了计算的过程, 许多设计软件并没有明示软件内部的简化方法和软件的缺陷, 使得一些计算和设计错误更难发现。一体化计算机程序的普及并没有明显提高结构设计的质量, 结构设计质量参差不齐的状况并没有因一体化程序的应用而得到根本的改善。美国一些著名学者和专家曾警告工业界: “误用计算机造成结构破坏而引起灾难只是一个时间的问题”。

3. 建筑结构设计的教育水平提高缓慢。

自从二十多年前, 从大学毕业, 到现在再看大学教材, 几乎没有什么大的改进, 只是些学校增加了结构设计软件的应用, 一些新的教材, 反而不及老教材更具科学性和系统性。普通大学教育中专业课设置课时偏少, 工程实践环节更是不多。

现在的高校教学中, 往往只重视单独构件和孤立的分体系的力学概念讲解。尤其在专业课教学中, 单项计算练习居多, 综合练习偏少, 并着重体现在考题中, 使得相当部分学生养成只知套用公式解题的习惯。而且近年来强调计算机应用教育, 比如, 毕业设计用结构设计软件计算、出图。但由于计算机设计过程的屏蔽, 手算过程训练程度的削弱, 造成学生产生一定依赖性, 综合运用能力下降, 整体结构体系概念模糊。这些对于培养具有清晰理论基础、概念设计思维和创新能力的结构工程师是相当不利的。

大学教师与工程实践联系欠缺, 多数大学教师是从学校走向学校, 学历高但具体工程实践经验少, 缺乏解决工程实践问题能力的锻炼, 难以结合工程实际的应用进行教学。

整个教学体系中, 重视技术, 忽视经济。

4. 市场经济将更加关注结构设计的经济性。

一般情况下, 建筑结构设计的目标是: 安全、适用、经济、美观。其中, 安全是最基本的目标, 必须满足。在市场经济下, 衡量设计师水平高低的标准是: 在满足安全的前提下, 经济、适用和美观三个指标完成的如何, 其中, 结构设计的经济性将更加受到关注。但目前, 我国对结构设计经济指标优劣的评价还缺乏科学的机制与手段。

5. 建筑工程日趋复杂, 结构设计技术需要发展与创新。

6. 建筑结构设计的精细化和设计优化是市场经济发展的必然要求。

1.2 建筑结构设计技术性和经济性的统一

1.2.1 建筑结构的耐久性

建筑结构设计应该把安全性和耐久性放在首要位置。结构安全与坚固耐久性关系到人民的生命财产安全。坚固耐久的建筑寿命的延长, 虽然会使造价上略有提高, 但从建筑全生命周期的角度看, 无疑能带来巨大的节约。

1.2.2 建筑结构设计新技术与适用技术

在建筑结构设计中, 技术是指设计中所采用的知识、经验、技巧、技能、方法等, 是人们对结构设计规律的认识和总结。经济是指节约, 是设计结果的执行过程对人力、物资和资金等资源的节约。具体讲就是以较少的费用建成具有同样功能的建筑结构, 或者是以

同样的费用建成更多更好的工程,也可以是指在降低费用的同时提高结构工程的效用。

技术和经济是统一的。任何建筑结构工程都要应用一定的技术,同时消耗资金、物资和人力。技术和经济统一于建筑结构工程的全过程。结构设计方案的取舍,是以技术上先进适用和经济上合理为决策的基本标准,离开经济研究技术或离开技术空谈经济都是不可取的。经济是技术进步的目和动力,技术是达到经济目标的手段和方法。提高经济效果的愿望是技术进步的强大动力,技术和经济是互相促进的。技术和经济又是互相对立和互相制约的。有些技术从技术本身角度考虑可能较先进,但在当时当地的具体条件下,经济效果不一定好,技术先进而经济性差,在实践上将会难以推广应用。

建筑结构设计,应该从实际出发,积极推广应用新技术,但在应用过程中必须考虑经济性。还应该强调,采用适用技术往往是建筑结构设计中的理想选择。适用技术:不一定是最先进的,但也绝不是最落后的,而是从当时当地、或从具体工程实际情况出发,所采用的能获得最佳经济效果的技术。

适用技术的采用是工程师协调技术和经济之间矛盾的结果,工程师应具备这样的协调能力。

1.2.3 建筑结构设计经济性

经济学从来就是讲究节约的,因为经济学假设的前提就是生产资源的稀缺性和人类行为的理性。要使经济主体在既定约束条件下的利益最大化,就势必会选择节约成本。

当前全球资源紧缺,节约资源、减少浪费无疑成为每项工作的首要任务。在建筑设计中,一个项目的成功,首先要满足其建筑功能要求,保证项目的安全性,其次是项目本身要具有经济性。如果项目本身投资巨大,多年不能收回成本,则该项目将是个失败的投资。

作为一个结构设计师,重要职责之一,就是以较少的材料去完成建筑物各种功能的要求。如果将结构构件截面任意加大,材料用量任意增多,这个工作,建筑师也能做。在发达国家,节约材料也是工程师所追求的。1998年美国《商业周刊》登载由美国建筑师学会(AIA)举办的最佳建筑设计竞赛,“节省材料”是该次竞赛的主题之一。纽约时报新印刷厂的设计,因采用规则的矩形平面和常规材料,节约5000万美元而获奖。又如香港中国银行大厦因其结构方案布置得当,比同样高度的其他结构大量节约钢材,所以若干个杂志上都发表文章加以表扬。

保证建筑结构工程的经济性是结构工程师的职责。曾有土木工程师说过:“工程师就是能用一元钱作出任何傻瓜要花两元钱才能做的事的人”。不考虑经济性的工程师不能算是称职的工程师。

设计阶段对项目投资起到决定性的作用,结构设计的经济与否直接关系项目投资量的大小,而影响结构设计经济性的关键因素在于结构方案的选型、结构设计的参数的确定、结构构件的设计和制图精确度等。

1.2.4 建筑结构设计技术性和经济性的统一

安全与经济,是基本建设中政策性和技术性很强的两个重要因素,既是辩证统一的关系,又是一对关系到建设速度和投资效益的矛盾,处理不当,就会给人民的生命财产造成