

高层建筑转换层 结构设计与施工

(第二版)

唐兴荣 编著

中国建筑工业出版社

高层建筑转换层结构与施工

(第二版)

唐兴荣 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高层建筑转换层结构设计与施工/唐兴荣编著. —2 版.
北京:中国建筑工程出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-112-14295-8

I. ①高… II. ①唐… III. ①高层建筑-转换层-结构设计-高等学校-教材 ②高层建筑-转换层-工程施工-高等学校-教材
IV. ①TU973②TU974

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 101469 号

本书按照我国最新规范《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010),《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010),《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)和《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666—2011),系统而完整地阐述了高层建筑转换层结构设计和施工。内容包括:带转换层高层建筑的概念设计、带托墙转换层高层建筑结构设计、带托柱转换层高层建筑结构设计、深受弯构件设计、带桁架转换层高层建筑结构设计、带厚板转换层高层建筑结构设计、带箱形转换层高层建筑结构设计、搭接柱转换结构设计、斜撑(柱)转换结构设计、其他转换结构设计、预应力混凝土转换层结构设计、巨型框架结构设计、错列桁架结构设计、错列墙梁结构设计、错列剪力墙结构设计、带转换层高层建筑结构的动力分析、带转换层高层建筑结构基于性能的抗震设计、高层建筑转换层结构的施工等。

读者对象:土木工程专业本科生、研究生、教师及工程技术人员等。

* * *

责任编辑:郇锁林
责任设计:赵明霞
责任校对:党 蕾 王雪竹

高层建筑转换层结构设计与施工

(第二版)

唐兴荣 编著

*

中国建筑工程出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工程印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:33¼ 字数:808 千字

2012 年 9 月第二版 2012 年 9 月第六次印刷

定价:72.00 元

ISBN 978-7-112-14295-8
(22360)

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)

第二版前言

从 20 世纪 70 年代中期,国内开始尝试使用底层大空间剪力墙结构,到现在短短的三十余年时间,带转换层结构或设置转换构件的高层建筑结构的工程实践越来越多,且已成为现代高层建筑结构发展的趋向之一。转换层结构在高层建筑中的应用使高层建筑结构的发展进入了一个新的发展时期。

编著者长期从事带转换层高层建筑结构的体系、设计理论的实践和研究,对带转换层高层建筑结构进行了较为系统的试验研究和理论分析,近年来又完成了两项省部级科研项目和多个应用实践项目,积累了大量的相关资料,同时考虑到《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666—2011)等新修订的规范已陆续颁布和实施,因此有必要对《高层建筑转换层结构设计》(第一版)的内容进行大量的补充和完善,尽可能反映近年来国内外学者和编者取得的有关转换层结构试验研究、理论分析和工程实践的最新成果。也希望对带转换层高层建筑结构的设计有实用价值,为我国经济建设和科技创新作一点贡献。

本书具有如下显著的特点:一是内容全面,基本包括了目前国内常用的带转换层高层建筑结构及一些设置转换构件的高层建筑结构的设计和施工问题;二是密切结合工程实际,书中列举了大量的工程设计和施工实例;三是重视带转换层高层建筑结构概念设计、结构计算和构造要求等的论述。希望在帮助读者学习和掌握转换层结构知识的同时,能较好地解决实际工程中的设计问题和创新地设计出新型转换层结构形式。

本书是一部全面详细地论述带转换层高层建筑结构设计理论与施工技术的论著,内容涉及带转换层高层建筑结构的概念设计、结构设计、抗震设计方法、施工技术等多个方面。内容包括:带转换层高层建筑结构的概念设计、带托墙转换梁高层建筑结构设计、带托柱转换层高层建筑结构设计、深弯构件设计、带桁架转换层高层建筑结构设计、带厚板转换层高层建筑结构设计、带箱形转换层高层建筑结构设计、搭接柱转换结构设计、斜撑(柱)转换结构设计、其他转换结构设计、预应力混凝土转换层结构设计、巨型框架结构设计、错列桁架结构设计、错列墙梁结构设计、错列剪力墙结构设计、带转换层高层建筑结构的动力分析、带转换层高层建筑结构基于性能的抗震设计、高层建筑转换层结构的施工等。

本书可供工程设计人员、科研人员以及高等院校土木工程专业本科生、研究生和教师参考使用。希望本书能对他们了解和掌握带转换层高层建筑结构设计方面的知识有所帮助,为知识经济时代的到来和知识创新、加速现代高层建筑结构的发展和应用,起到一定的作用。

限于编著者的水平,加之时间仓促,书中论述的内容定有不妥之处恳请读者批评指正。

第 一 版 前 言

从 20 世纪 70 年代中期,国内开始尝试使用底层大空间剪力墙结构,到现在短短的二十余年时间,转换层结构的工程应用发展很快,正朝着形式多样,方法多样以及结构受力更有利的方向发展。转换层结构已成为现代高层建筑结构发展的趋向之一,转换层结构在高层建筑中的应用使高层建筑结构的发展进入了一个新的发展时期。

转换层结构工程的应用虽较多,但目前国内尚没有一本系统而完整地阐述高层建筑转换层结构设计施工的专门论著,以反映现代高层建筑转换层结构的发展。笔者有幸从师于东南大学丁大钧教授和蒋永生教授,博士学位论文以南京新世纪广场工程为背景,对高层建筑转换层结构进行了较为系统的试验研究和理论分析,同时积累了大量的相关资料,觉得有必要编著一部书较为系统地对高层建筑转换层结构的知识作介绍,为我国经济建设和科技创新作一点贡献。

本书有两个显著的特点:一是着重于阐述各种转换层结构设计和施工问题;二是重视高层建筑转换层结构基本概念和设计方法的论述。希望在帮助读者学习和掌握转换层结构知识的同时,能较好地解决实际工程中的设计问题和创新地设计出新型转换层结构形式。

本书是一部全面详细地论述现代高层建筑转换结构设计理论与施工方面的论著,内容包括:梁式转换层结构的设计、深受弯构件设计、桁架转换层结构设计、厚板转换层结构设计、箱形转换层结构设计、巨型框架结构设计、错列桁架结构体系、错列墙梁结构体系、错列剪力墙结构体系、底层大空间剪力墙结构的设计、底部大空间上层鱼骨式剪力墙结构设计、大底盘大空间剪力墙结构设计、预应力混凝土转换层结构设计、高层建筑转换层结构的动力分析、高层建筑转换层结构的施工以及高层建筑转换层结构设计中的几个问题等。

本书可供土木工程专业研究生、高年级的本科生和工程技术人员和教师参考。希望本书能对他们了解和掌握高层建筑转换层结构设计和施工方面的知识有所帮助,为知识经济时代的到来和知识创新,加速现代高层建筑结构的发展和应用,起到一定的作用。

限于编著者的水平,加上时间仓促,书中定有不妥甚至错误之处,衷心希望读者批评指正。

目 录

0 绪论	1	1.3.3 一般构造规定	52
0.1 转换层结构的定义	1	参考文献	54
0.2 转换层的功能及其分类	2	2 带托墙转换梁高层建筑结构设计	55
0.2.1 结构转换层的建筑功能	2	2.1 概述	55
0.2.2 结构转换层的分类	3	2.2 部分框支剪力墙结构的计算	57
0.3 转换层结构的研究现状和发展趋势	16	2.2.1 水平力在各片剪力墙之间的分配	57
0.3.1 转换层结构的研究现状	16	2.2.2 框支剪力墙的受力特点	59
0.3.2 转换层结构的发展趋势	18	2.2.3 托墙转换梁的内力计算	61
参考文献	30	2.2.4 托墙转换梁截面设计方法	65
1 带转换层高层建筑结构的概念设计	36	2.2.5 托墙转换梁截面设计方法的选择	67
1.1 转换结构的主要结构形式	36	2.3 部分框支剪力墙结构的设计与构造要求	68
1.1.1 托墙转换和托柱转换	36	2.3.1 适用范围	68
1.1.2 搭接柱转换和斜撑(柱)转换	38	2.3.2 结构布置	68
1.1.3 整体转换和局部转换	39	2.3.3 转换构件的内力调整	69
1.1.4 转换结构的主要形式	41	2.3.4 转换层楼板	70
1.2 带转换层高层建筑结构布置	45	2.3.5 转换梁	71
1.2.1 底部转换层的设置高度	45	2.3.6 转换柱	74
1.2.2 转换层上、下刚度突变的控制	47	2.3.7 框支梁上部剪力墙、筒体	78
1.2.3 转换构件的布置	48	2.3.8 落地剪力墙、筒体	81
1.2.4 剪力墙、筒体和框支柱的布置	49	2.4 工程实例	88
1.3 带转换层高层建筑结构抗震设计的一般规定	51	2.4.1 珠海天朗海峰国际中心	88
1.3.1 抗震等级	51	2.4.2 世茂湖滨花园三号楼	93
1.3.2 抗震概念设计的原则	52	参考文献	99
		3 带托柱转换层高层建筑结构设计	100

3.1	受力特点及适用范围	100	参考文献	153
3.1.1	托柱转换结构的受力特征	100	5	带桁架转换层高层建筑结构设计
3.1.2	适用范围	104		154
3.2	结构布置	105	5.1	转换桁架结构形式和受力特征
3.2.1	平面布置	105		154
3.2.2	竖向布置	106	5.1.1	转换桁架结构形式
3.3	计算要点	107		154
3.3.1	内力及位移计算	107	5.1.2	转换桁架的受力特征
3.3.2	内力调整	109		157
3.3.3	构件的配筋计算	110	5.1.3	转换桁架适用范围
3.4	构造要求	110		158
3.4.1	一般要求	110	5.1.4	转换桁架结构布置
3.4.2	转换梁开洞构造要求	113	5.2	带桁架转换层结构的振动台试验研究
3.5	工程实例	114		158
3.5.1	北京银泰中心	114	5.2.1	试验概况
3.5.2	苏州工业园区国际大厦	118		159
3.5.3	南京状元楼酒店	123	5.2.2	试验现象
参考文献	126		5.2.3	试验结果及分析
4	深受弯构件设计	128		165
4.1	概述	128	5.2.4	主要结论
4.2	深受弯构件的内力分析方法	129	5.3	带桁架转换层结构的拟静力试验研究
4.3	深受弯构件的截面设计	132		170
4.3.1	截面尺寸	132	5.3.1	试验概况
4.3.2	承载力计算	133		170
4.4	深受弯构件的构造要求	135	5.3.2	试件受力全过程描述
4.4.1	一般要求	135		172
4.4.2	间接加载深梁	138	5.3.3	滞回曲线和骨架曲线
4.4.3	间接支承深梁	140		173
4.4.4	短梁设计	140	5.3.4	延性系数
4.5	空间钢构架混凝土深梁的试验研究	142		174
4.5.1	试验概况	143	5.3.5	主要结论
4.5.2	试验现象	144	5.4	带桁架转换层结构的静力试验研究
4.5.3	试验结果及分析	149		175
4.5.4	设计和构造要求	151	5.4.1	预应力混凝土叠层桁架转换构件设计原则
4.5.5	主要结论	153		175
			5.4.2	试验概况
				176
			5.4.3	试验结果及分析
				180
			5.4.4	主要结论
				184
			5.5	结构与构造要求
				185
			5.5.1	结构设计原则
				185
			5.5.2	结构计算方法
				185
			5.5.3	斜杆桁架设计
				187
			5.5.4	空腹桁架设计
				190
			5.5.5	转换桁架邻近构件的设计
				192
			5.6	工程实例
				194
			5.6.1	南京新世纪广场大厦
				194
			5.6.2	上海裕年国际商务

大厦	200	7.4.3 箱形转换结构的设计和 构造要求	246
参考文献	206	7.5 工程实例	248
6 带厚板转换层高层建筑结构 设计	208	7.5.1 常熟华府世家	248
6.1 厚板转换层结构的适用 范围	208	7.5.2 北京总参管理局汽车服务 中心综合楼	252
6.2 厚板转换层结构的计算 方法	209	7.5.3 西安庆化开元高科 大厦	254
6.2.1 厚板转换层结构的整 体计算方法	209	7.5.4 哈尔滨海外大厦	256
6.2.2 厚板转换层结构的局 部计算方法	215	参考文献	257
6.3 厚板转换层结构的设计	218	8 搭接柱转换结构设计	259
6.3.1 结构布置	218	8.1 搭接柱转换结构的特点	259
6.3.2 转换柱、落地剪力墙	218	8.2 搭接柱转换结构的工作 机理	260
6.3.3 转换厚板	218	8.3 搭接柱转换的适用范围	261
6.4 厚板抗冲切承载力计算及 构造措施	220	8.4 搭接柱转换结构的设计	262
6.4.1 厚板抗冲切承载力 计算	220	8.4.1 一般规定	262
6.4.2 板柱节点计算用等效 集中反力设计值	228	8.4.2 搭接柱截面控制条件	262
6.5 工程实例	231	8.4.3 搭接块的配筋设计	263
6.5.1 济南三箭·银苑花园	231	8.4.4 搭接块附近构件设计	264
6.5.2 南京市娄子巷小区 D7-07、 D7-08 高层商住楼	236	8.5 其他搭接转换形式	266
参考文献	238	8.6 工程实例	268
7 带箱形转换层高层建筑结构 设计	240	8.6.1 马来西亚吉隆坡石 油大厦	268
7.1 箱形转换的适用范围	240	8.6.2 福建兴业银行大厦	271
7.2 箱形转换层结构的整体 计算方法	240	8.6.3 福建厦门银聚祥邸	276
7.2.1 墙(壳)元模型	241	参考文献	277
7.2.2 梁元模型	242	9 斜撑(柱)转换结构设计	279
7.3 箱形转换层结构的局部 计算方法	244	9.1 斜撑(柱)转换结构 形式	279
7.4 箱形转换层结构的设计	244	9.2 斜撑(柱)转换受力 特点	280
7.4.1 肋梁截面尺寸的确定	244	9.3 斜撑(柱)转换的设 计要点	281
7.4.2 结构布置	245	9.3.1 斜撑(柱)选型	281
		9.3.2 楼盖设计	281
		9.3.3 斜撑(柱)设计	282
		9.3.4 节点设计	282
		9.4 “V”形柱转换	282

9.5 工程实例	283	11.4.4 次内力分析	325
9.5.1 沈阳华利广场	283	11.4.5 承载力计算	326
9.5.2 深圳 2000 大厦	285	11.4.6 使用阶段验算	327
9.5.3 珠海信息大厦	287	11.4.7 施工阶段验算	328
9.5.4 绥芬河海关办公楼	287	11.5 工程实例	329
9.5.5 武汉世界贸易大厦	290	11.5.1 江苏省委会议中心	329
9.5.6 重庆银星商城	292	11.5.2 南京新世纪广场 工程	329
9.5.7 福州香格里拉酒店	293	11.5.3 南京市姜子巷小区四期 高层住宅 (D ₇ -07、 D ₇ -08)	330
参考文献	295	参考文献	334
10 其他转换结构设计	296	12 巨型框架结构设计	335
10.1 宽扁梁转换结构设计	296	12.1 巨型框架结构的特征	335
10.1.1 宽扁梁转换结构设计 要点	296	12.2 巨型框架结构的计算	336
10.1.2 工程实例	298	12.2.1 计算简图	337
10.2 拱式转换结构	303	12.2.2 带刚域杆件考虑剪切变 形时的单元刚度矩阵的 建立	338
10.2.1 拱式转换层结构的 受力特点	305	12.2.3 算例和分析	339
10.2.2 拱式转换层结构的 设计要点	306	12.3 框架-剪力墙-巨型框架体系 的结构计算	340
10.3 空间内锥型悬挑结构	307	12.3.1 基本假定和计算 简图	340
参考文献	312	12.3.2 组合刚架梁端力的 计算方法	341
11 预应力混凝土转换层结构设计 ...	313	12.3.3 框架-剪力墙-巨型框架 结构体系内力和位移计 算	342
11.1 预应力混凝土梁式转换层 设计	313	12.3.4 计算步骤	343
11.1.1 预应力混凝土转 换梁	313	12.4 巨型框架结构的设计及 构造要求	343
11.1.2 预应力钢骨混凝土转 换梁	314	12.4.1 巨型框架结构的设 计总则	343
11.1.3 预应力混凝土曲线转 换梁	315	12.4.2 结构内力计算	346
11.2 预应力混凝土转换桁架 设计	318	12.4.3 巨型框架结构的构 件设计	347
11.3 预应力混凝土厚板转换 层设计	320	12.5 工程实例	349
11.4 预应力混凝土转换梁设 计实例	320	12.5.1 深圳亚洲大酒店	349
11.4.1 内力计算	320	12.5.2 深圳新华饭店	350
11.4.2 预应力的估选	322		
11.4.3 预应力损失的计算	324		

12.5.3	厦门国际金融大厦·····	350	受力分析·····	399
12.5.4	苏州八面风商厦·····	352	15.5	错列剪力墙结构体系的
12.5.5	厦门常青大厦·····	353	设计和构造要求·····	401
参考文献·····	354	15.5.1	错列剪力墙结构的	
13	错列桁架结构设计·····	355	适用高度·····	401
13.1	错列桁架结构体系空间		15.5.2	错列剪力墙结构的
工作基本原理·····	356	结构布置·····	402	
13.2	水平荷载作用下错列桁		15.5.3	错列剪力墙结构的
架的内力计算·····	356	内力计算方法·····	403	
13.3	错列桁架结构体系的		15.5.4	错列剪力墙结构的
设计·····	358	构造要求·····	404	
13.4	错列桁架结构体系的		参考文献·····	407
构造要求·····	360	16	带转换层高层建筑结构的动力	
参考文献·····	360	分析·····	408	
14	错列墙梁结构设计·····	362	16.1	概述·····
14.1	错列墙梁结构体系空间		408	
工作基本原理·····	363	16.2	带转换层高层建筑结构	
14.2	侧向荷载下错列墙梁结		动力试验研究·····	408
构的内力计算·····	363	16.2.1	带转换层高层建筑结构的	
14.3	错列墙梁结构体系的构		拟动力试验·····	408
造要求·····	370	16.2.2	带转换层高层建筑结构的	
14.4	错列结构中楼板构造·····	370	振动台试验研究·····	414
参考文献·····	371	16.3	带转换层高层建筑结构在	
15	错列剪力墙结构设计·····	372	水平地震作用下的动力	
15.1	错列剪力墙结构考虑空间		分析·····	415
工作的基本原理·····	372	16.3.1	结构动力方程的建立·····	415
15.2	错列剪力墙结构的试验		16.3.2	恢复力特性·····
研究·····	373	16.3.3	动力方程的求解·····	423
15.2.1	试验概况·····	373	16.3.4	算例·····
15.2.2	试验结果及分析·····	376	425	
15.2.3	主要结论·····	384	16.4	带转换层高层建筑结构在
15.3	错列剪力墙结构内力的		竖向地震作用下的动力	
计算方法·····	385	分析·····	425	
15.3.1	杆件有限元模型·····	385	16.4.1	规范设计方法·····
15.3.2	刚性墙板模型·····	389	425	
15.3.3	带刚臂的宽柱模型·····	392	16.4.2	直接动力分析法·····
15.3.4	墙板的高精度有限元		427	
分析模型·····	394	参考文献·····	430	
15.4	错列剪力墙结构体系的		17	带转换层高层建筑结构基于
			性能的抗震设计·····	431
			17.1	基于性能抗震设计理论的
			研究现状·····	431
			17.2	基于性能的抗震设计的主

要工作	433	18.2.2 分阶段张拉技术	469
17.3 带转换层高层建筑结构基		18.2.3 工程实例	471
于性能抗震设计方法	434	18.3 钢转换层结构的施工	478
17.3.1 结构性能目标组成		18.4 高层建筑转换层结构的施	
和选用	435	工力学问题	480
17.3.2 结构的抗震性能水准和		18.5 转换层结构施工过程受力全	
判别准则	436	过程监测	482
17.3.3 结构抗震计算和试验		18.5.1 工程概况	482
要求	440	18.5.2 监测的内容和方法	485
17.4 工程实例	442	18.5.3 施工过程监测数据	
17.4.1 上海裕年国际商务		分析	488
大厦	442	18.5.4 预应力施工监测数	
17.4.2 福州市某高层双塔住		据分析	492
宅楼	449	18.5.5 实测叠层桁架竖向、	
参考文献	453	水平位移分析	494
18 高层建筑转换层结构的施工	455	18.6 转换层混凝土徐变、收缩和	
18.1 钢筋混凝土转换层结构的		水化热	495
施工	455	18.6.1 转换结构混凝土	
18.1.1 转换构件底模板的		徐变	495
支撑系统	455	18.6.2 混凝土收缩和水	
18.1.2 混凝土工程	459	化热	496
18.1.3 钢筋工程	460	18.7 高层建筑转换层结构	
18.1.4 转换梁模板和支撑系统		施工的几点建议	497
设计实例	460	参考文献	497
18.1.5 工程实例	464	附录一 带转换层高层建筑结构工	
18.2 预应力混凝土转换层结构		程实例	498
的施工	468	附录二 框支剪力墙内力系数表	519
18.2.1 转换层预应力工程			
施工	468		

0 绪 论

0.1 转换层结构的定义

近年来国内、外高层建筑发展迅速，现代高层建筑越建越高、越建越大，其建筑向着体型复杂、功能多样的综合性方向发展。在同一座建筑中，沿房屋高度方向建筑功能要发生变化，上部楼层布置旅馆、住宅；中部楼层作为办公用房；下部楼层作为商店、餐馆和娱乐设施，这种不同用途的楼层需要采用不同的结构形式。

从建筑功能上看，上部需要小开间的轴线布置和需要较多的墙体以满足旅馆和住宅的功能要求；中部则需要小的或中等大小的室内空间，可以在柱网中布置一定数量的墙体以满足办公用房的功能要求；下部需要尽可能大的自由灵活的室内空间，要求柱网大、墙体尽量少，以满足商店、餐馆等公用设施的功能要求。

从结构受力上看，由于高层建筑结构下部楼层受力很大，上部楼层受力较小，正常的结构布置应是下部刚度大，墙体多、柱网密，到上部渐渐减少墙、柱的数量，以扩大柱网。这样，结构的正常布置与建筑功能对空间的要求正好相反（图 0-1）。因此，为满足建筑功能的要求，结构必须进行“反常规设计”，即将上部布置小空间，下部布置大空间；上部布置刚度大的剪力墙，下部布置刚度小的框架柱。为了实现这种结构布置，就必须在结构转换的楼层设置结构转换层（Structure Transfer Story），在结构转换层布置转换结构构件（Transfer Member）。

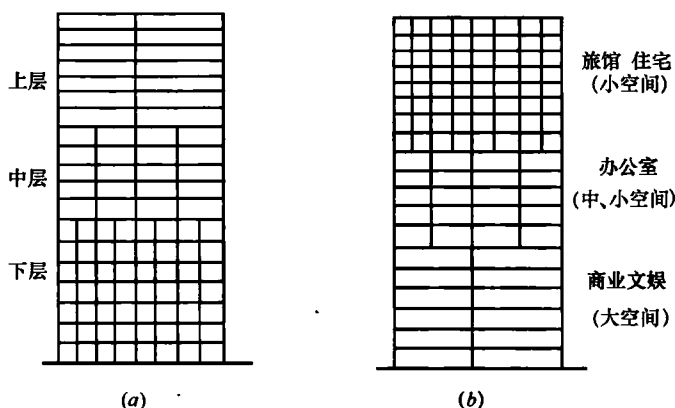


图 0-1 多功能建筑中结构正常布置与建筑功能的矛盾（示意图）

(a) 结构的正常布置；(b) 建筑功能对空间的要求

一般而言，当高层建筑下部楼层竖向结构体系或形式与上部楼层差异较大，或者下部楼层竖向结构轴线距离扩大或上部结构与下部结构轴线错位时，就应在结构改变的楼层布置结构转换层，形成带转换层结构。

鉴于目前高层建筑多功能发展的需要，带转换层的高层建筑结构的工程应用较多（附表 1-1～附表 1-7），已成为现代高层建筑发展趋势之一。

0.2 转换层的功能及其分类

0.2.1 结构转换层的建筑功能

在高层建筑中设置结构转换层可以实现以下建筑功能：

1. 提供大的室内空间

在商住楼、综合办公楼、酒店等公共建筑中，需要在某些楼层布置文体娱乐活动场所（例如商场、会议室、餐厅、歌舞厅、健身房等）及其他需要较大空间的公共用房，而其他楼层则是相对较小开间的用房，这就需要进行结构转换，形成室内大空间以满足建筑功能的需要。

当建筑物上部楼层均为常规建筑用房，而底层需要设置汽车、行人通道，甚至有火车轨道、站台穿过，也需要进行结构转换，形成底部大空间以满足建筑功能的需要。

此外，在办公、酒店等建筑中，有时一些楼层需要设置大、中型会议室，楼层局部需要大空间，这也需要在这些局部部位设置转换构件进行结构的局部转换。

大空间在楼层平面的范围，可以为整个楼层，需要设置整体转换层；也可以仅在楼层的某个局部需要大空间，设置结构局部转换层。大多数情况下，大空间层设置在底层或底部几层，也可以根据建筑功能在中间某层或某几层。

例如，在传统的剪力墙结构中，剪力墙间距小，适合于布置旅馆和住宅的客房层，当需要在底部布置商店、会议室、餐馆、文化娱乐及其他需要较大空间的公用房间时，可以将部分剪力墙通过转换层变为框支剪力墙，用框架柱代替剪力墙，形成部分框支剪力墙结构以满足建筑功能的要求。

图 0-2 为形成室内大空间的几种方法。

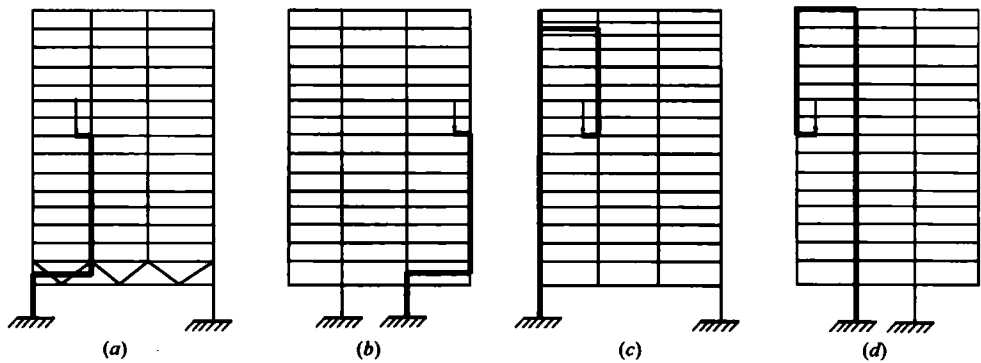


图 0-2 内部大空间的形成
(a) 承托式；(b) 承托式；(c) 吊挂式；(d) 吊挂式

2. 提供大的出入口

一般而言，框架-核心筒结构和外围为密柱框架的筒中筒结构的内筒从上到下不需作什么变化，需要转换的主要是外筒。由于外框筒常常布置 3~4m 的柱距，无法为建筑物

提供较大的入口，为了布置大的入口，要求在底部沿建筑平面周边柱列或角筒布置水平转换构件以扩大柱距。这里框架-核心筒、筒中筒结构中外框架（外筒体）密柱在房屋底部通过托柱转换层转变为稀柱框架的筒体结构，称为底部带托柱转换层的筒体结构。

0.2.2 结构转换层的分类

从结构角度看，结构转换层主要实现以下结构转换：

1. 上层和下层结构类型的转换

转换层将上部剪力墙转换为下部框架，以创建一个较大的内部自由空间。这种转换层广泛用于剪力墙结构和框架-剪力墙结构中，称这种类型的转换层为第一类转换层（图 0-3 中的转换层①）。

广州金鹰大厦（图 0-4），地下 1 层，地上 33 层，建筑总高度 110.9m。第 4 层为转换层，4 层以上为大开间剪力墙结构，1~4 层部分剪力墙转换为框支柱，形成较大室内空间以设置公共部分。转换梁截面尺寸 $1.4\text{m} \times 2.8\text{m}$ ，1、2、3 层梁截面尺寸分别为 $0.5\text{m} \times 1.0\text{m}$ 、 $0.5\text{m} \times 1.2\text{m}$ 、 $0.5\text{m} \times 1.8\text{m}$ 。

北京军队离休干部活动中心（图 0-5），地下 2 层，地上 21 层，建筑总高度 67.8m。5 层以上为大开间剪力墙结构，1~5 层部分剪力墙转换为框支柱，形成较大室内空间以设置公共部分。转换梁截面尺寸 $0.4\text{m} \times 1.2\text{m}$ ，转换柱截面尺寸 $0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$ 及 $D=0.9\text{m}$ 。转换层楼板厚 180mm，一般层楼板厚 130mm。设防烈度 8 度，场地类别 II 类。

2. 上层和下层柱网、轴线的改变

转换层上、下层的结构形式没有改变，通过转换层使下部柱的柱距扩大，形成大柱网。这种转换层常用于框架-核心筒结构和外围密柱框架的筒中筒结构的底部形成大入口的情况，称这种类型的转换层为第二类转换层（图 0-3 中的转换层②）。

香港新鸿基中心（图 0-6），51 层，建筑物总高 178.6m，采用框架外筒和剪力墙内筒组成的筒中筒结构，5 层以上办公楼，1~4 层为商业用房。外框筒柱距 2.4m，无法设置底层入口，采用 $2.0\text{m} \times 5.5\text{m}$ 的预应力混凝土大梁进行结构轴线转换，将底层框筒柱距扩大为 16.8m 和 12m。新鸿基中心 1981 年落成时 51 层，1991 年加建 5 层至 56 层，建筑物总高 214.5m。

南京新世纪广场工程是一座集商业、住宅和办公为一体的建筑群体，地下 2 层，7 层以下为裙楼，7 层以上为二幢塔楼，一幢为 30 层的高层公寓，总高度 97.2m；另一幢为 55 层的写字楼，主体高 200.0m，顶部有一高塔，塔顶标高为 253.6m。写字楼采用框架外筒和剪力墙内筒组成的筒中筒结构（图 0-7），为了在底部布置大的出入口，在第 7 层沿外框筒设置 4 榀 7m 高的巨型桁架进行轴线转换，将底部外框筒的柱距由 3.75m 扩大到 7.50m。

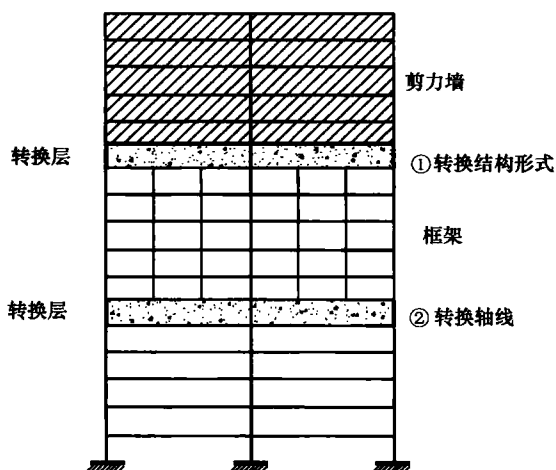
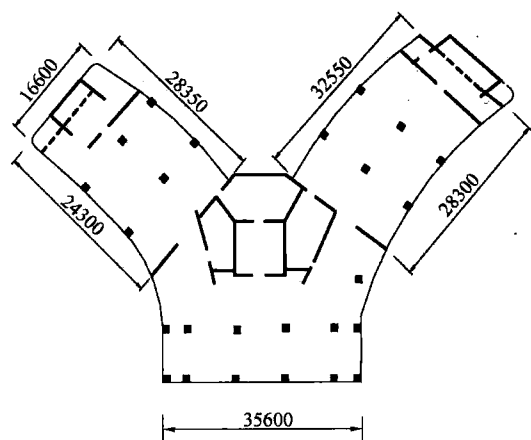
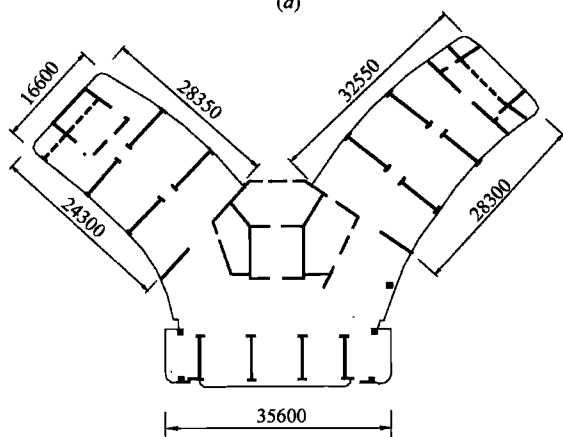


图 0-3 转换层的结构功能

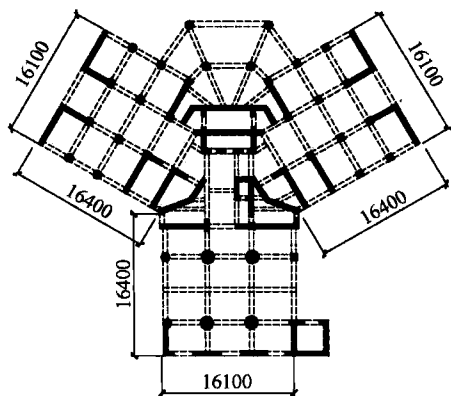


(a)

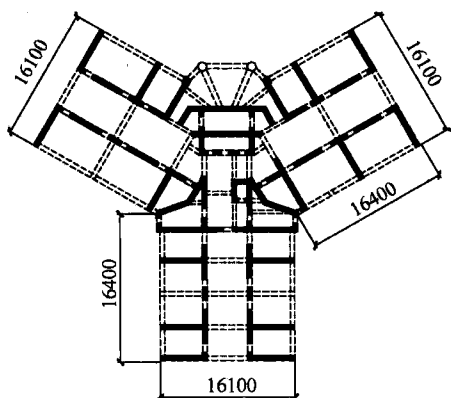


(b)

图 0-4 广州金鹰大厦
(a) 1~3 层平面; (b) 标准层平面



(a)



(b)

图 0-5 北京军队离休干部活动中心
(a) 1~5 层平面; (b) 标准层平面

高层建筑由于立面体形或其他功能要求，上部楼层竖向有收进或外挑，也会使竖向构件上、下层不对齐，也需要进行结构转换。这种转换一般是结构的局部转换，且往往是高位转换，转换构件布置比较复杂，要根据结构布置的具体情况采用不同的转换方式和转换构件，此时可采用搭接柱、斜撑（柱）等转换构件。

沈阳华利广场为多边形高层钢筋混凝土结构，33 层，总高度 114.8m，上部为公寓，中间走道环向布置了柱子，到下部办公楼层时，取消环向走道及其环向柱子，采用斜撑（柱）转换构件将上部环向柱子的荷载传递到内筒上（图 0-8），楼板内布置钢筋环梁，抵抗斜撑推力。

武汉世界贸易大厦主楼，地下 2 层，地上 58 层，总高度 229.0m，采用钢筋混凝土筒中筒结构体系，裙房为综合性商场，共 10 层，图 0-9、图 0-10 分别给出了它的剖面图和平面图。

由于平面和立面变化较多，采用三种转换层形式：

(1) 标准层的外框筒柱距 2.0m，10 层以下扩大为 8.0m，采用了梁式转换层。

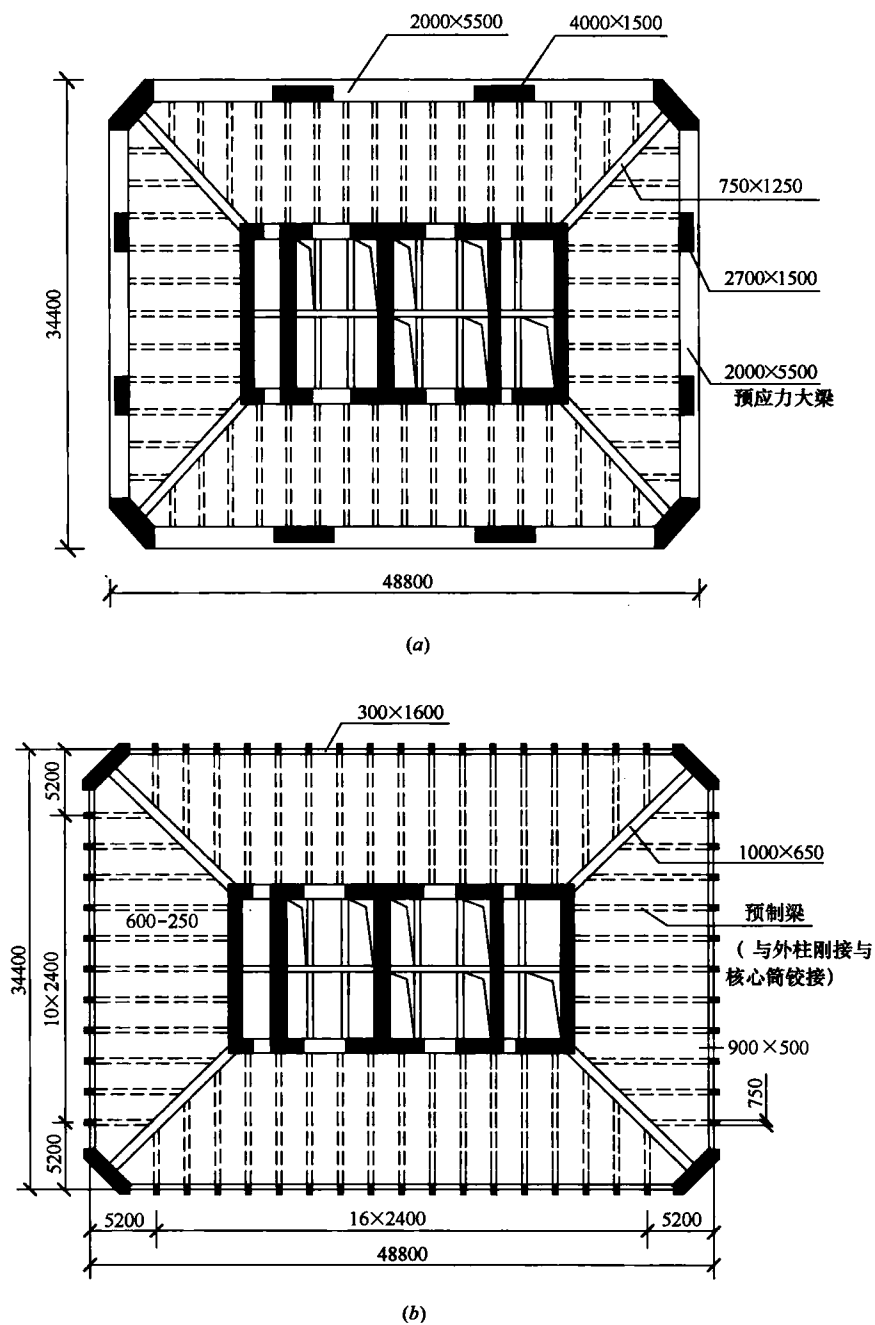


图 0-6 香港新鸿基中心
(a) 五层平面；(b) 标准层平面

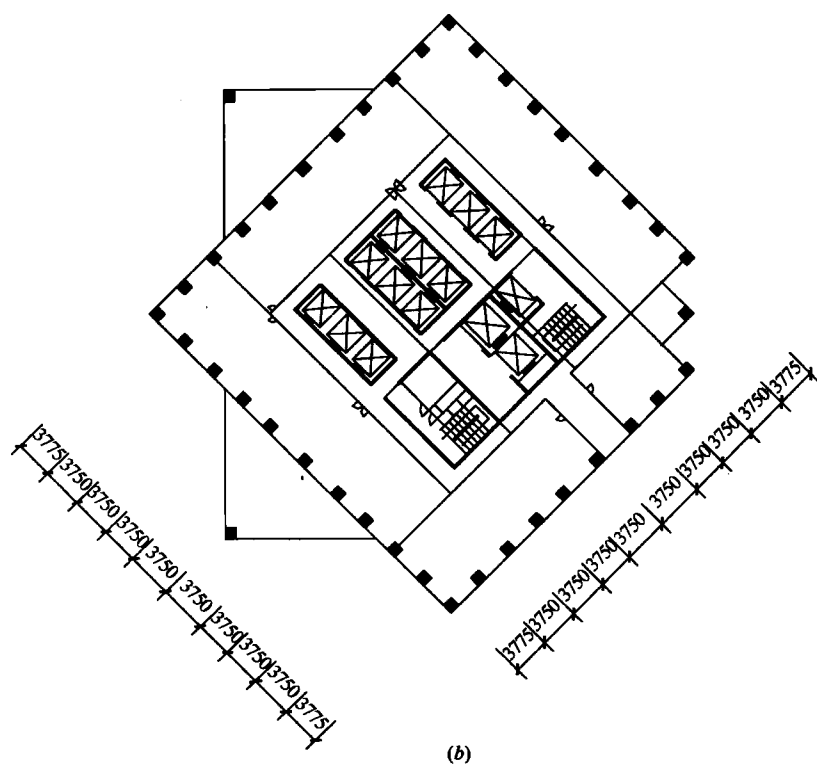
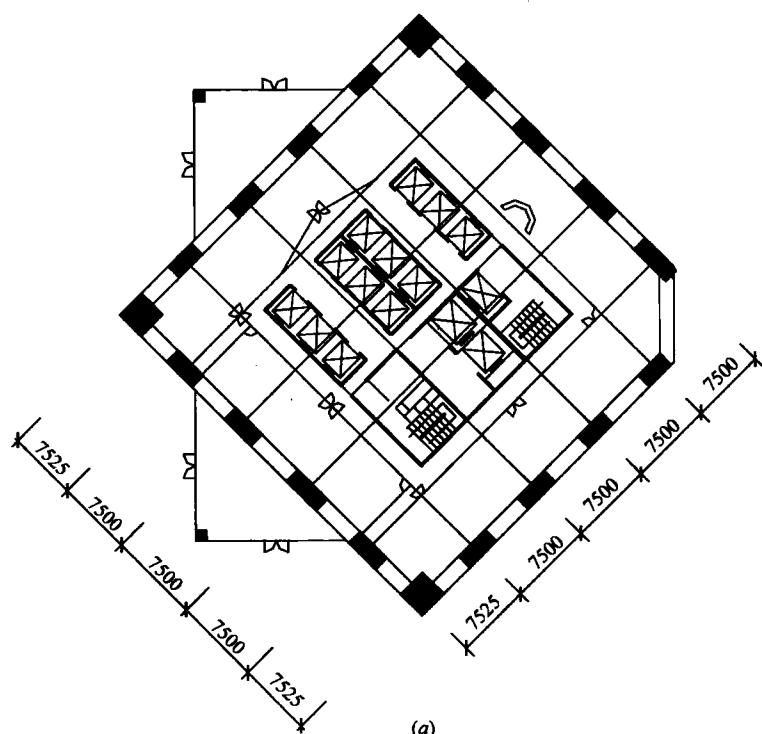


图 0-7 南京新世纪广场
(a) 转换层以下平面；(b) 转换层以上平面