

高层建筑转换层结构 设计及工程实例



中国建筑科学研究院建筑结构研究所



高层建筑转换层结构设计 及工程实例

中国建筑科学研究院建筑研究所

前 言

近年来高层建筑发展迅速, 体型复杂, 且建筑功能多样、向综合性高层建筑发展, 如上部楼层布置住宅、旅馆、中部楼层为办公用房, 下部楼层作商店、餐馆、文化娱乐设施。不同的用途楼层, 需要大小不同的开间进深, 及不同的结构形式。一般上部楼层布置小空间, 而下部为大空间, 上下部楼层结构布置及结构形式不相同, 因此在结构转换的楼层处需设置转换层。

本书共分四章: 第一章为高层建筑转换层结构设计, 第二章为高层建筑结构转换层设计要点, 第三章为高层建筑转换层结构工程实例, 第四章附录, 介绍了七个典型的设转换层结构的设计。

本书介绍的高层建筑转换层结构设计方法及工程实例可供设计、科研、教学参考应用。

由于转换层结构内容新颖、资料较少、且编著者水平有限, 难免有不足之处, 欢迎读者批评、指正。

本书编著时收录了有关科研及设计院的工程实例, 并到得了科研、设计人员的大力帮助, 在此深表谢意。

参加本书编著工作的有:

中国建筑科学研究院结构所	赵西安	郝锐坤	黄宝清	龚炳年	邵 弘
大连市建筑设计院	黄澄波				
北京市建筑工程设计公司	王绍豪	国毓萃			
辽宁省建筑设计院	李万勇	林立岩	佟 铁	耿 辉	
深圳蛇口工业区设计公司	黄锦尧				
铁道部建厂局设计院	周旭岐				
中国建筑西南设计院	杨 光	黄绍成			
建设部建筑设计院	罗宏渊	李 田			

全书由周永厚同志担任责任编辑并封面设计, 在此一并致谢。

编著者

1993年3月

目 录

第一章 高层建筑转换层结构设计

第一节 结构转换层	(1)
第二节 底部大空间剪力墙结构设计	(14)
第三节 底部大空间上层鱼骨式剪力墙结构设计	(38)
第四节 大底盘大空间剪力墙结构设计	(43)
第五节 带刚性转换层的塔楼底层部分的简化计算	(56)
第六节 带转换层结构的一般分析方法	(68)
第七节 深梁设计	(85)

第二章 高层建筑结构转换层设计要点

第一节 总则	(104)
第二节 结构计算一般原则	(105)
第三节 底部大空间剪力墙结构的设计	(107)
第四节 底部大空间上层鱼骨式剪力墙结构设计	(112)
第五节 大底盘大空间剪力墙结构设计	(114)
第六节 箱形转换结构和实体转换板的设计	(116)
第七节 深梁设计	(120)

第三章 高层建筑转换层结构工程实例

第四章 附录

一、底层大空间剪力墙结构工程总结	(203)
二、底层大空间上层大开间高层鱼骨式结构设计	(214)
三、丹东大酒楼大底盘大空间八层框支结构设计	(221)
四、华采花园结构设计及体会	(227)
五、预应力混凝土桁架在高层建筑转换层中的应用	(234)
六、北京四川大厦高层结构设计	(240)
七、北京艺苑假日皇冠饭店结构设计	(248)

第一章 高层建筑转换层结构设计

第一节 结构转换层

一、问题的提出

现代高层建筑向多功能、综合用途发展，在同一竖直线上。顶部楼层布置住宅、旅馆、中部楼层作为办公用房，下部楼层作商店、餐馆、文化娱乐设施，不同用途的楼层，需要大小不同的开间，需用不同的结构形式。

从建筑功能上，上部需要小开间的轴线布置，需要较多的墙体以满足旅馆和住宅的要求；中部办公用房则需要小的和中等大小的室内空间，可以在柱网中布置一定数量的墙体；下部公用部分，则希望有尽可能大的自由灵活空间，柱网要大，墙要尽量少。

上述要求与结构的合理、自然布置趋势正好相反，由于高层建筑结构下部楼层受力很大，上部楼层受力较小，正常布置时应当是下部刚度大、墙多、柱网密，到上部渐渐减少墙、柱，扩大轴线间距。结构的正常布置与建筑功能之间就产生了矛盾(图1)。

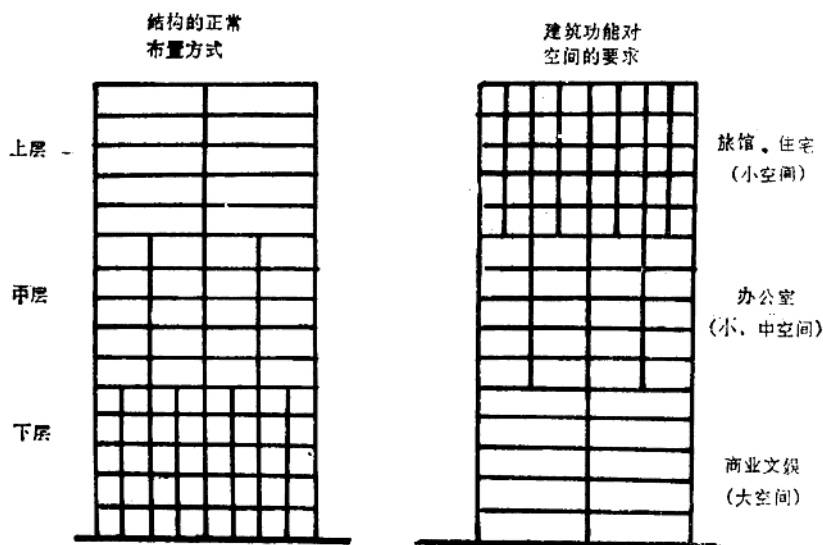


图1 多功能建筑中结构正常布置与建筑功能的矛盾(示意模式图)

为了满足建筑功能的要求，结构必须以与常规方式相反进行布置，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转换层。

二、转换层按结构功能的分类

按转换层所实现的结构转换，可分为三类：

1. 上层和下层结构类型转换

这种转换层广泛用于剪力墙结构和框架—剪力墙结构。它将上部剪力墙转换为下部的框架，以创建一个较大的内部自由空间(图2中的转换层类型①)。

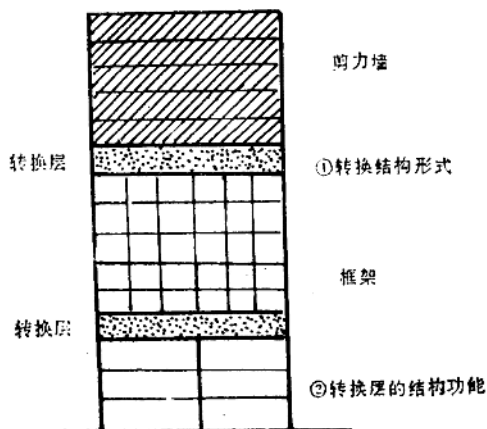


图2 转换层的结构功能

图3 为墨西哥城的日光饭店(Hotel Niko)地上38层,地下4层,地面以上138.4m,剪力墙

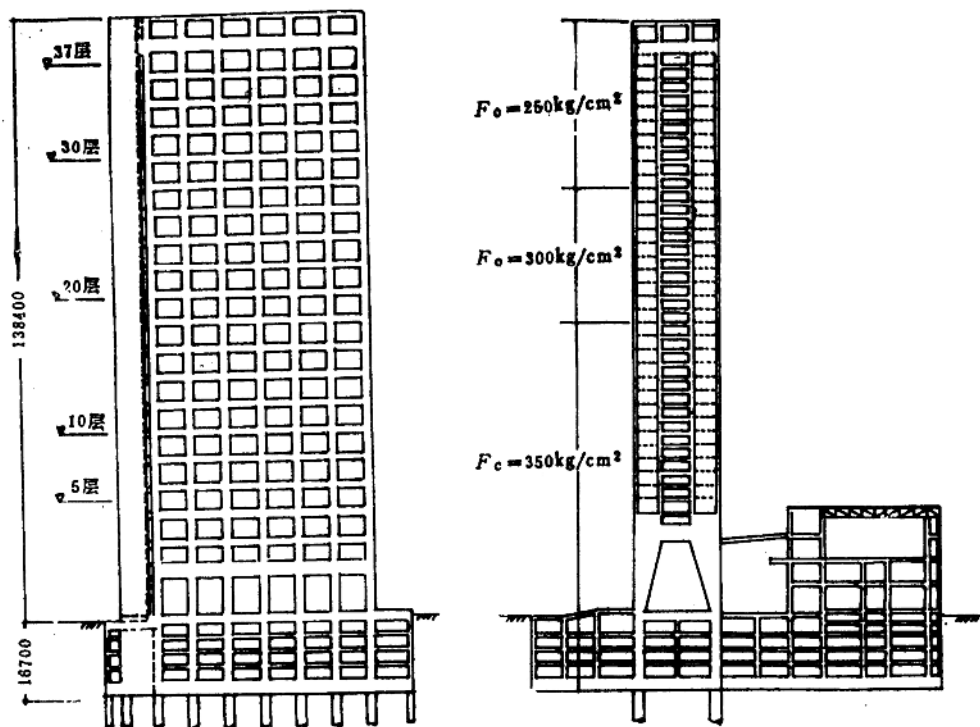


图3 墨西哥城日光饭店

结构，下部用框架形成客房楼底部的大空间。

图4为北京南洋饭店，24层， $H=85\text{m}$ ，第5层为转换层。剪力墙的托梁高 4.5m ，底层柱最大直径 $D=1.6\text{m}$ 。

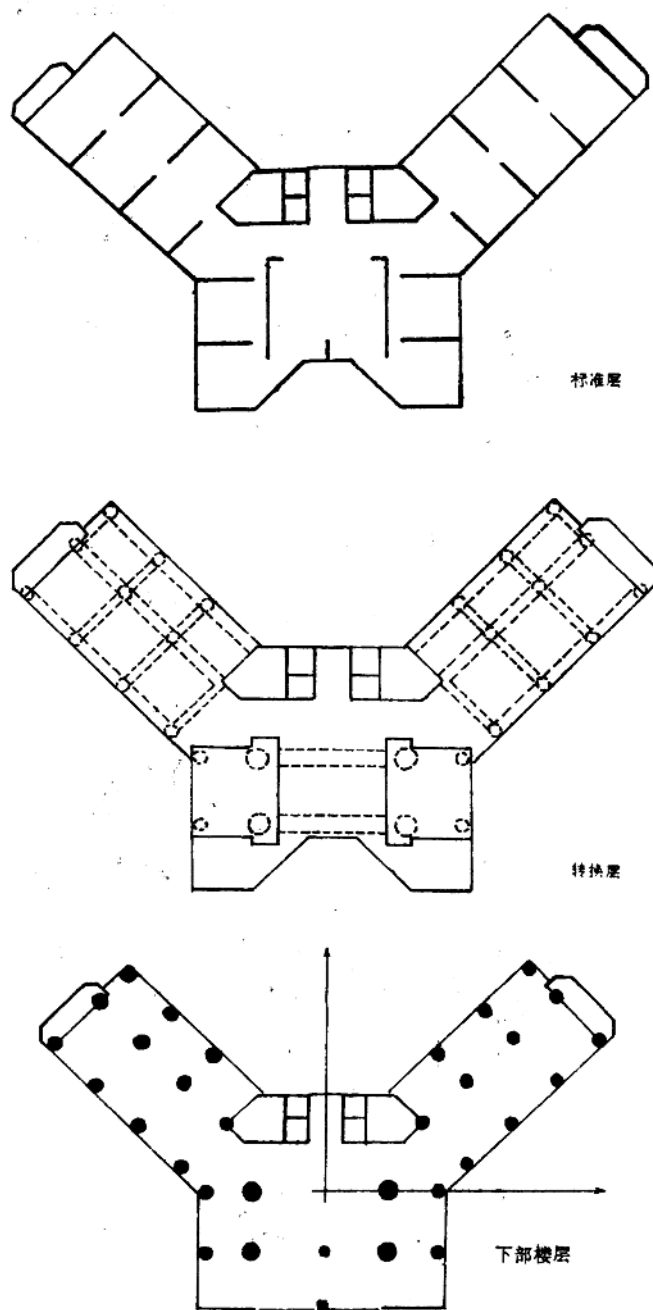


图4 北京南洋饭店

图5 为北京某干部离休中心，五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，该建筑21层， $H=67.8\text{m}$ 。

2. 上、下层的柱网、轴线改变

转换层上、下的结构形式没有改变，但是通过转换层使下层柱的柱距扩大，形成大柱

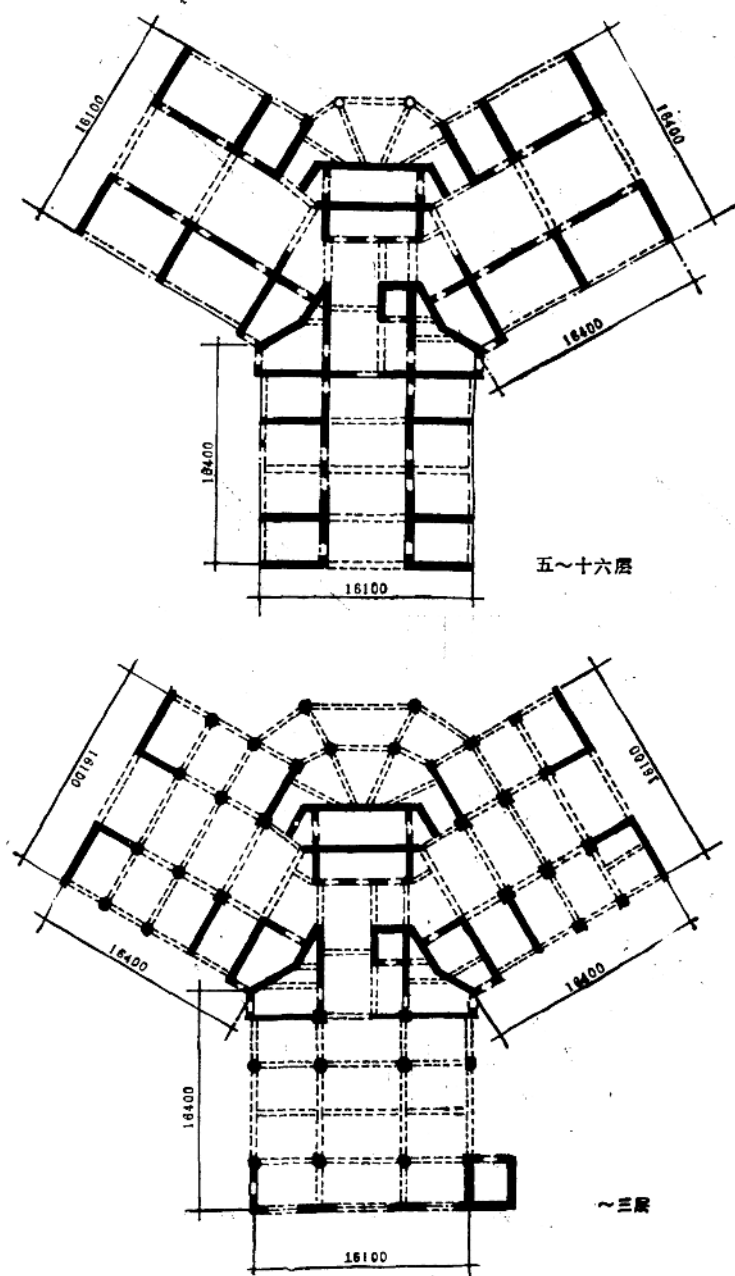


图5 干部离休中心

网，并常用于外框筒的下层形成较大的入口。

图6为香港新鸿基中心(51层)，高 $H=178.6\text{m}$ ，筒中筒结构，5层以上办公楼，1~4层为商业用房，外框筒柱距为 2.4m ，无法安置底层入口，采用 $2.0\text{m}\times 5.5\text{m}$ 的预应力大梁进行结构轴线转换，将下层柱距扩大为 16.8m 和 12m 。

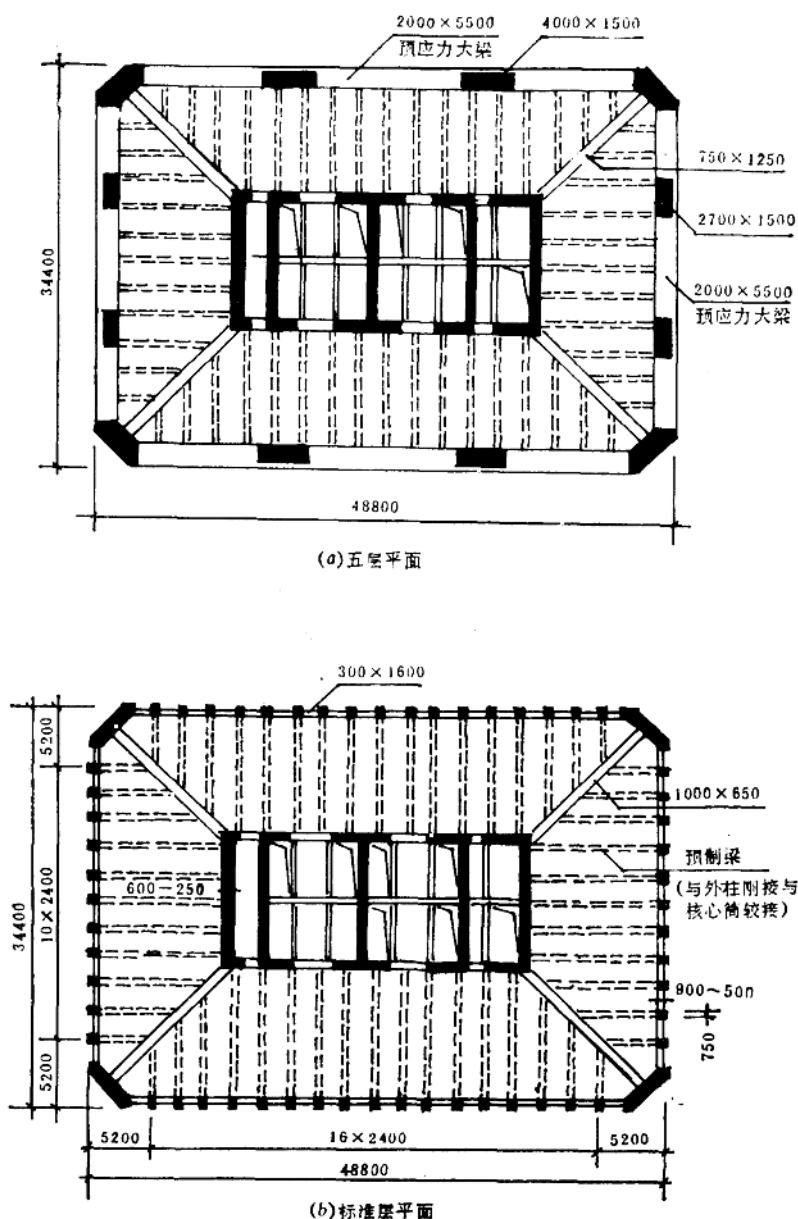


图6 香港新鸿基中心(51层)

图7为香港康乐中心大厦, 52层, $H=178.7\text{m}$, 筒中筒结构, 外筒也是薄壁剪力墙筒, 厚500mm(底部)~150mm(顶部), 开有圆洞作窗口。底层入口进行了转换, 转换大梁为 $2.2\text{m}\times 3.56\text{m}$ 的预应力大梁, 一层楼高, 将外筒全部荷载通过10根外柱传给基础。

3. 同时转换结构型式和结构轴线布置

即上部楼层剪力墙结构通过转换层改变为框架的同时, 柱网轴线与上部楼层的轴线错开, 形成上下结构不加齐的布置。

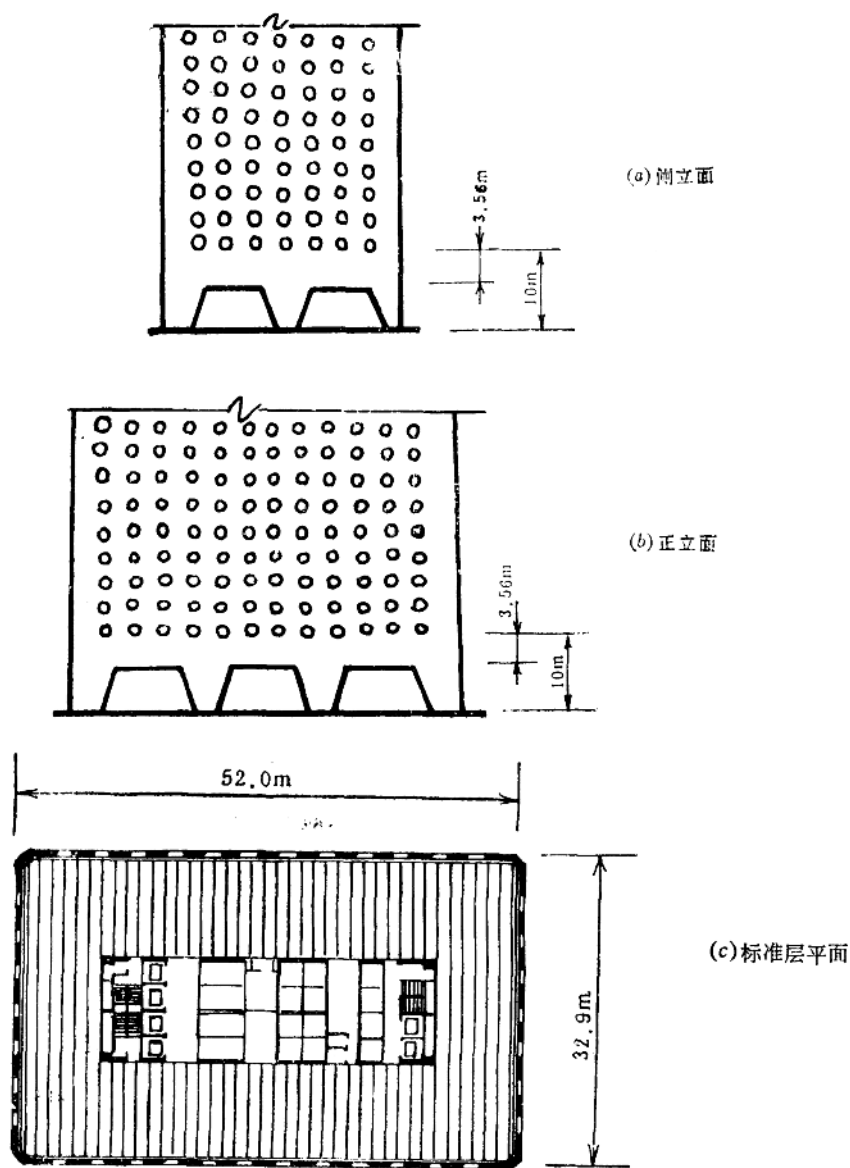


图7 香港康乐大厦

图8为深圳华侨大酒店(28层, 103.1m), 6层以上为客房, 大开间剪力墙结构, 纵向四轴线内廊式布置, 而下部5层则改变为单跨框架, 纵向双轴线。

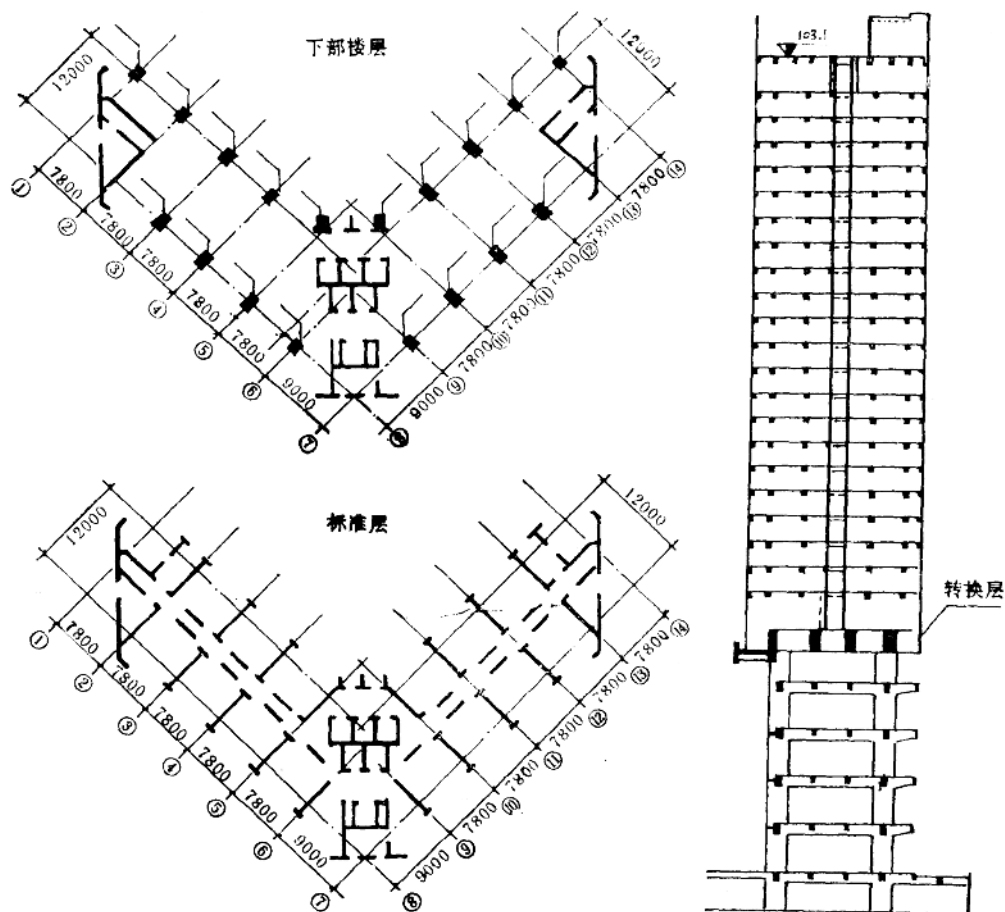


图8 深圳华侨大酒店(28层, 103m)

图9为北京国际贸易中心国际旅馆, 上层为剪力墙结构(带边框梁、柱)的客房, 第四层

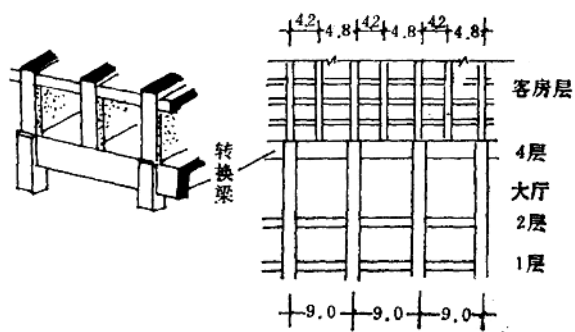


图9 北京国际贸易中心国际旅馆

为转换层, 首先通过横向托梁将剪力墙的荷载传给横向框架梁, 再通过纵向大托梁扩大柱距, 将荷载传到下层框架柱。标准层横向剪力墙间距为4.2m、4.8m; 下层柱距9m。托梁为1.8m高的工形截面钢梁。

三、转换层的建筑功能

1. 提供大的室内空间

底层大空间剪力墙结构可以在建筑物下部形成一层或多层的大空间。剪力墙间距小, 适合于布置住宅和旅馆的客房层。当需要在底部布置商店、会议厅、餐厅及其它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以满足建筑功能的要求。如图3~图5都是这样的例子。

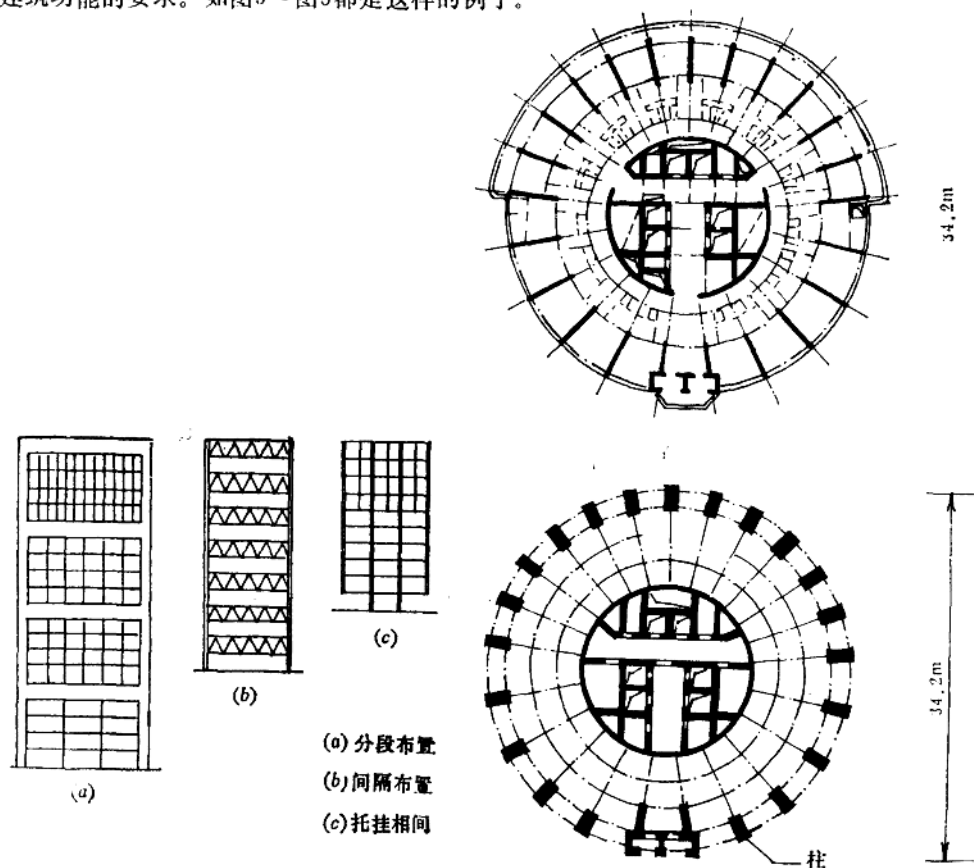


图10 内部大空间的形成

图11 广东肇庆星湖大酒店

图11的星湖大酒店(34层、118.4m)6层以上为客房。采用剪力墙结构, 5层转换大梁为5.0m×2.5m, 转换为下层框架, 提供公用部分的大空间。

2. 为建筑提供大的入口

当采用外框筒时, 外筒柱距往往在3.0m以内, 无法提供建筑物的较大入口。因此必须在下层部分通过转换层改变柱距以形成入口, 图6~图7是典型的布置。

外框筒的转换层可以采用多种形式的转换结构。如转换梁、转换桁架、转换拱等。

实际工程中。以转换梁应用最为广泛，图12为香港Harbour Road Development大厦，49层， $H=180\text{m}$ ，标准层框筒柱距 2.4m ，托梁为 $1800\text{mm}(b)\times 4250\text{mm}(h)$ 的预应力大梁，将下层柱距扩大为 9.6m 和 12m 。

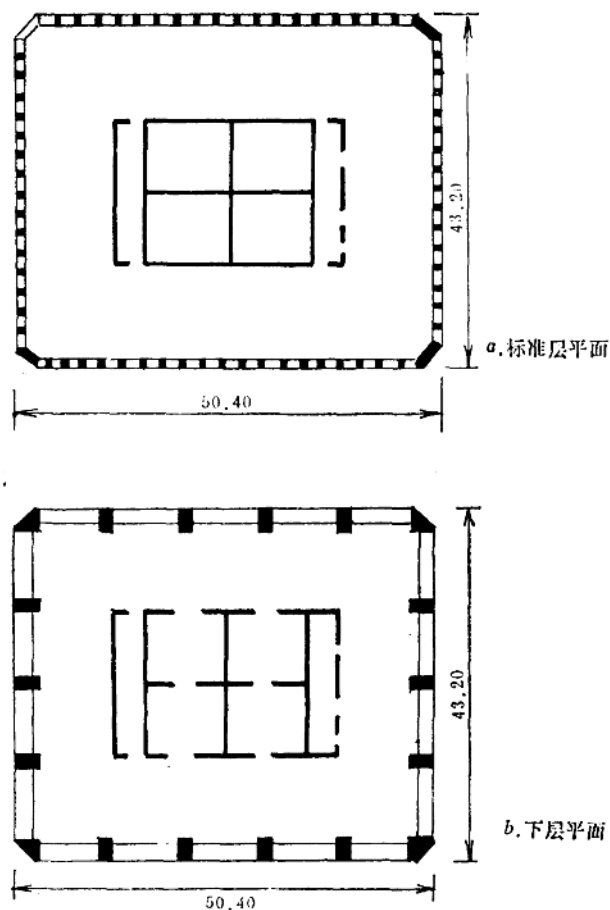


图12 香港HARBOUR ROAD DEVELOPMENT大厦

四、转换层的结构形式

1. 内部形成大空间的转换层

内部要形成大空间，包括结构类型转变和轴线转变，可以采用梁式、桁架式、空腹桁架式、箱形和板式转换层(图13)

梁式转换层用得最广泛，它设计和施工简单，受力明确，一般广泛应用于底部大空间剪力墙结构(图13d)；当需要纵横同时转换时，采用双向梁的布置(图13e)。

单向托梁、双向托梁如果连同上、下层较厚的楼板共同工作，可以形成刚度很大的箱形

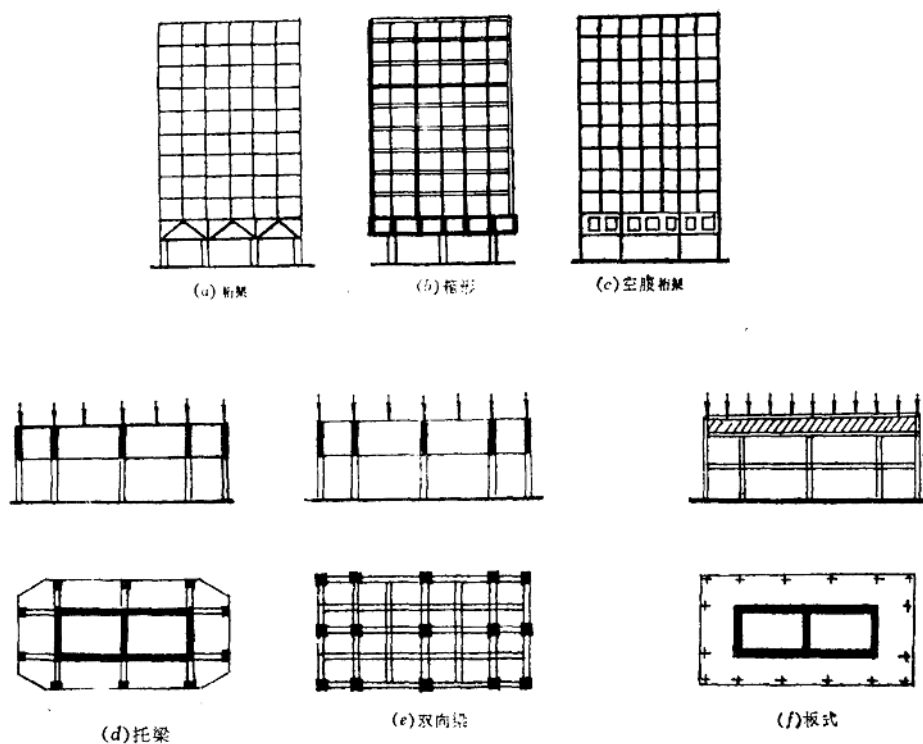


图13 内部大空间转换层的结构形式

转换层。图14为北京假日艺苑皇冠大厦中的箱形大托梁，该托梁上、下板厚500mm，侧板厚400mm，中肋厚600mm，梁跨度17.95m、宽22.1m，高度4.05m，上板横向梁5根，截面400mm×1100mm。

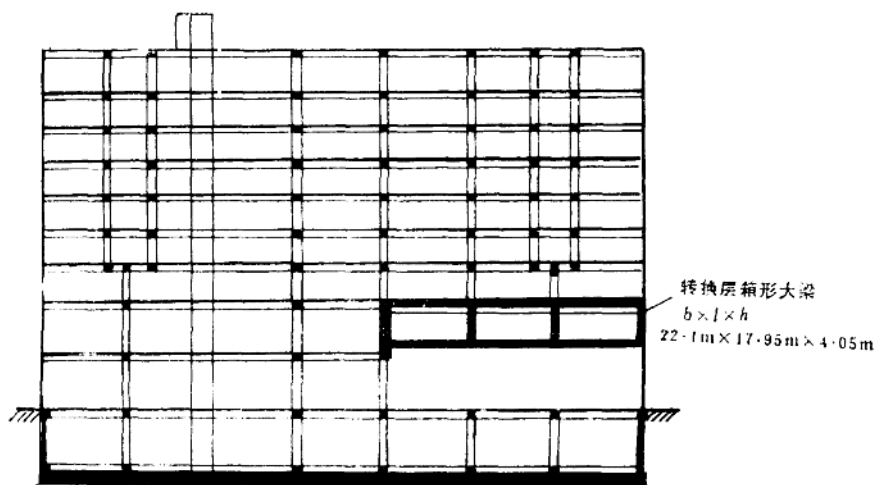


图14 北京艺苑皇冠大厦的箱形梁剖面图

当上下柱网、轴线错开较多,难以用梁直接承托时,可以做成厚板,形成板式承台转换层。板式转换层的下层柱网可以灵活布置,无须与上层结构对齐,但自重很大,材料耗用较多。典型工程如捷克布拉的斯拉发的基辅饭店(Kijev Hotel), 19层, 60m。上层为密柱网框架结构的客房,下层为大空间剪力墙,中间用厚度为1400mm的钢筋混凝土板转换(图15)。

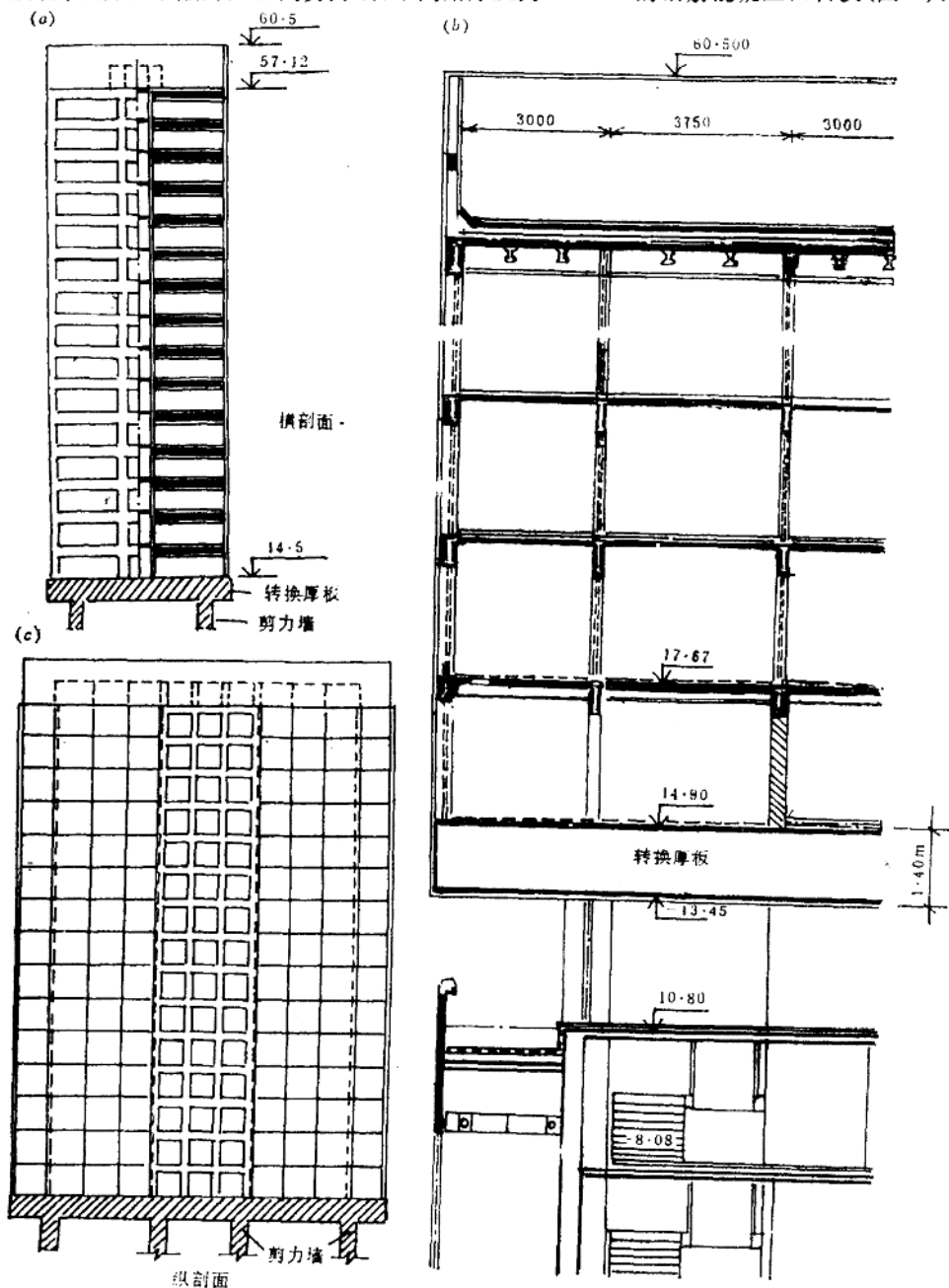


图15 基辅饭店的厚板转换层

香港绿杨新村是一个建筑群，35层的剪力墙住宅修建在铁路上方，剪力墙的轴线与铁路线重叠。所以通过厚的转换板转换到底层柱上，底层柱网按线路间距设置(图16)。

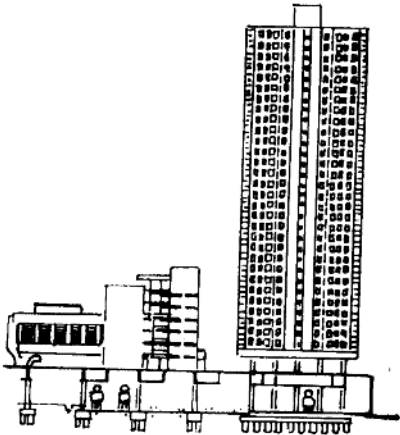
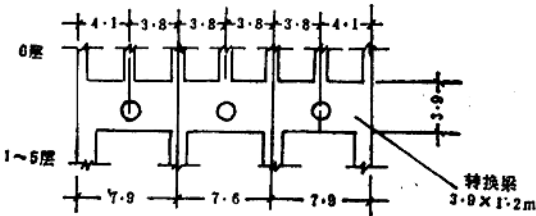


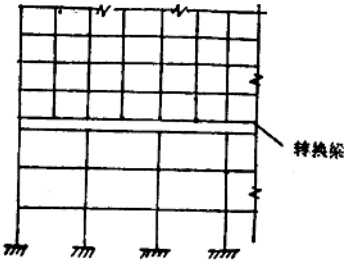
图16 香港绿杨新村

2. 外部形成大入口的转换层

框筒要在底层形成大的入口，可以有多种转换层的形式(图17)。



(a)深圳航空大厦



(b)成都峨山饭店

图17 梁式转换层

目前,国内采用转换梁的方案最多。如深圳航空大厦(41层)采用 $1.2\text{m}\times 3.9\text{m}$ 的大梁将柱距扩大一倍(图17a)。四川成都岷山饭店也采用了类似的梁式转换(图17b)。

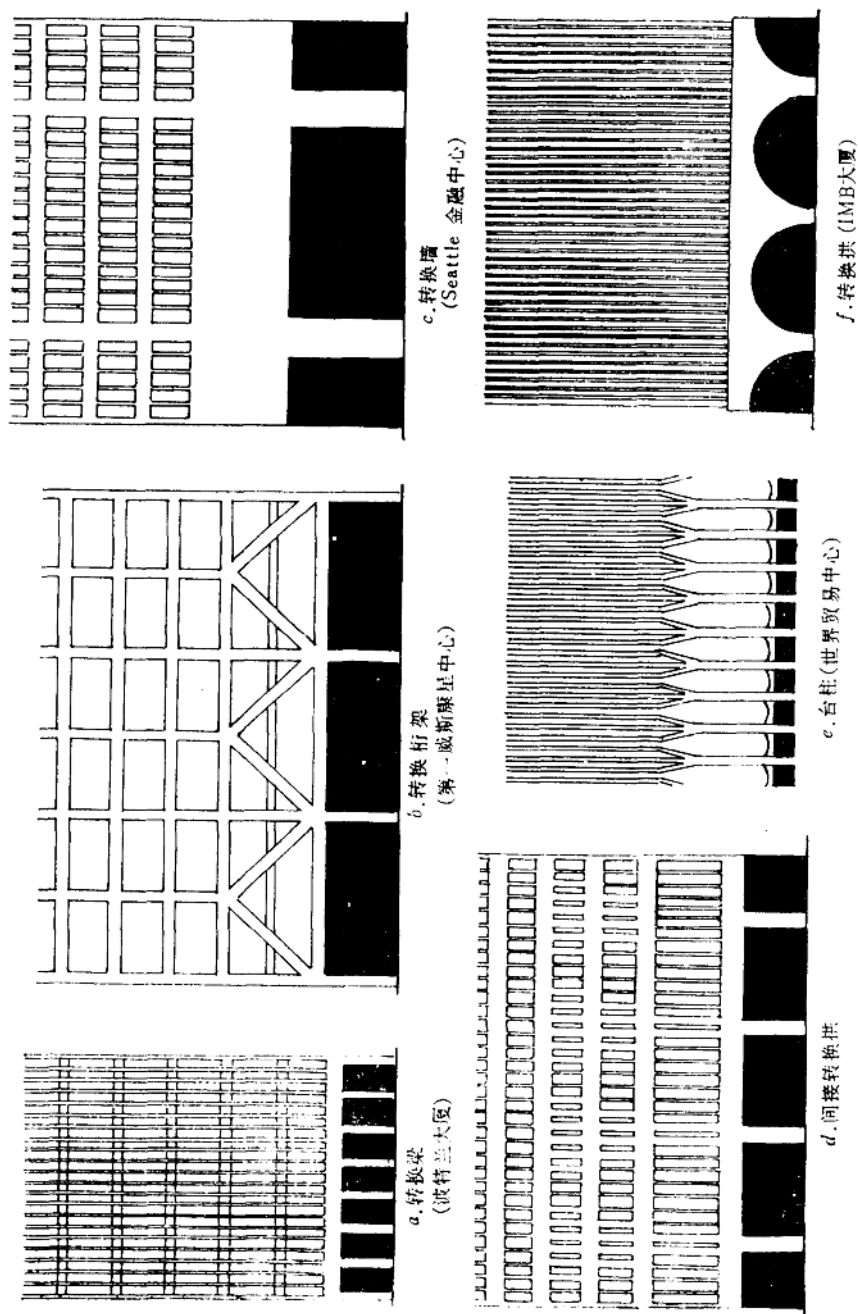


图19 上、下层结构转换