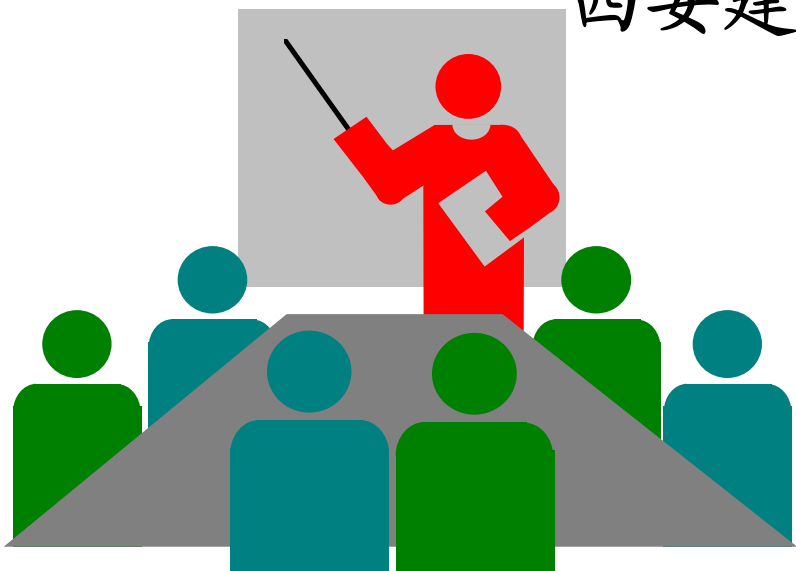




高层建筑结构设计

第 2 章 结构体系与结构布置

西安建筑科技大学：史庆轩





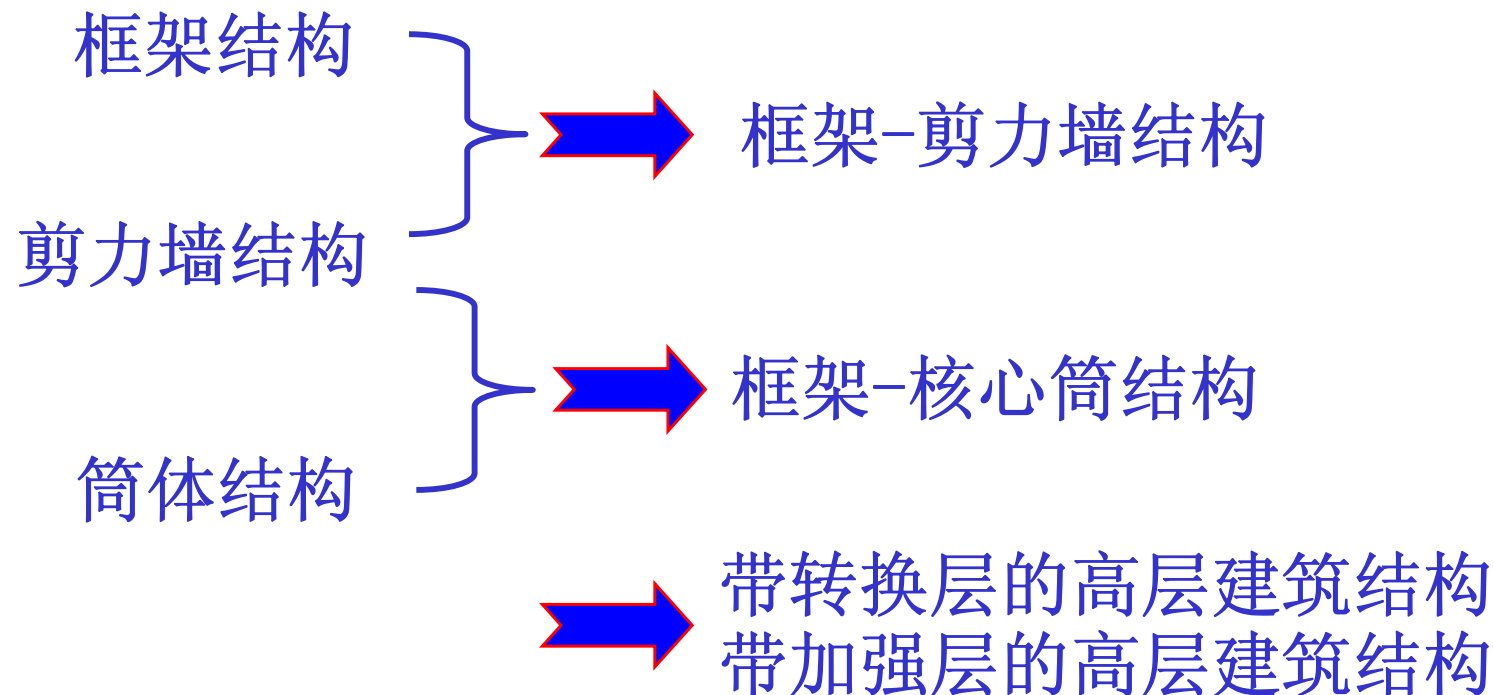
主要内容:

- 2.1 结构体系
- 2.2 结构总体布置
- 2.3 高层建筑的楼盖结构及基础



问题：高层建筑主要有几种结构体系？

高层建筑的基本抗侧力单元有框架、剪力墙、框剪、筒体等，由它们可以组成多种结构体系。

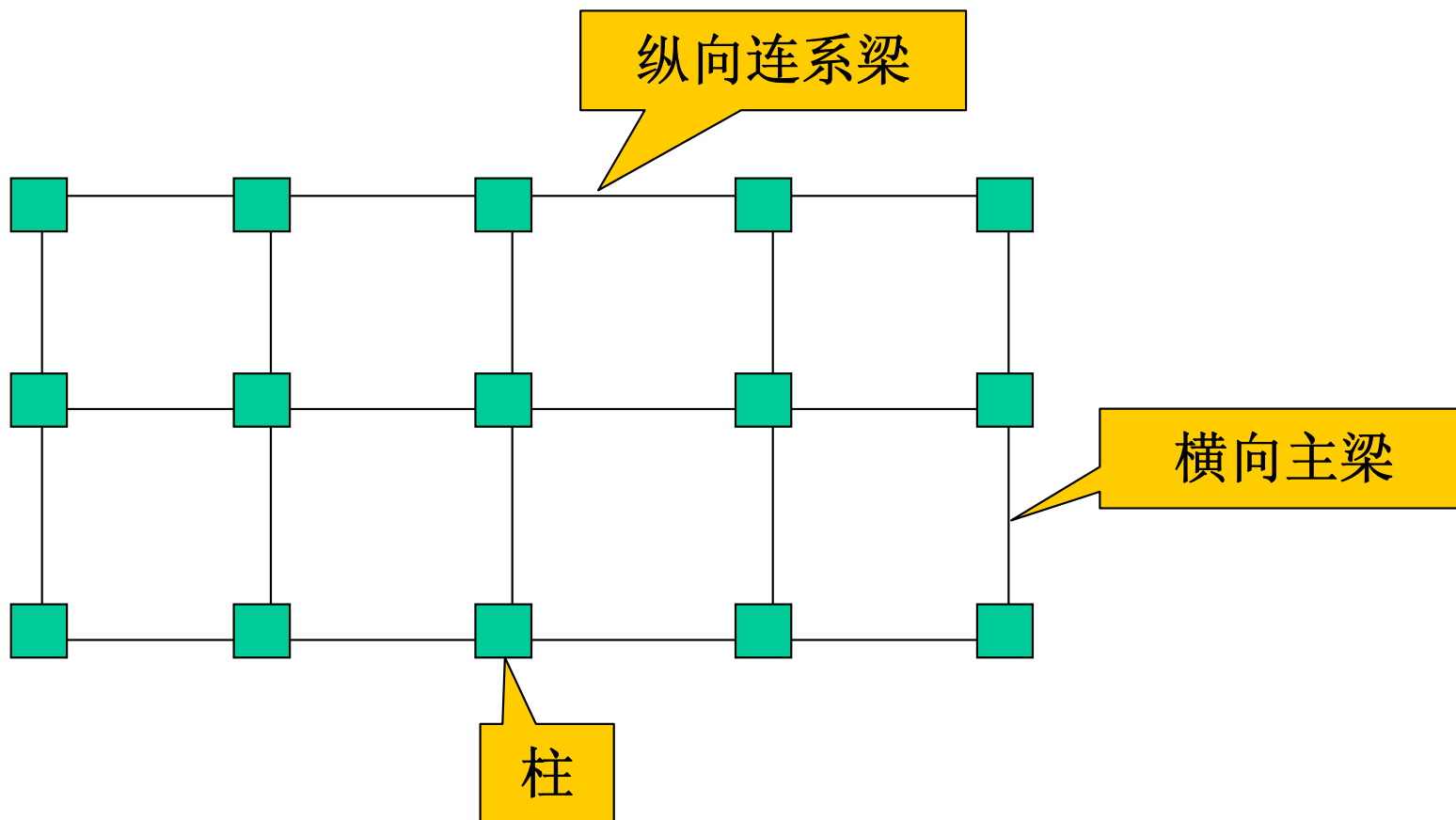




2.1.1 框架结构体系

1、定义

房屋结构均由梁、柱构件通过节点连接而构成。





异形柱框架结构:

由 L 形、T 形、Z 形或十字形截面柱构成的**框架结构**，其截面各肢的肢高与肢厚比不大于4。

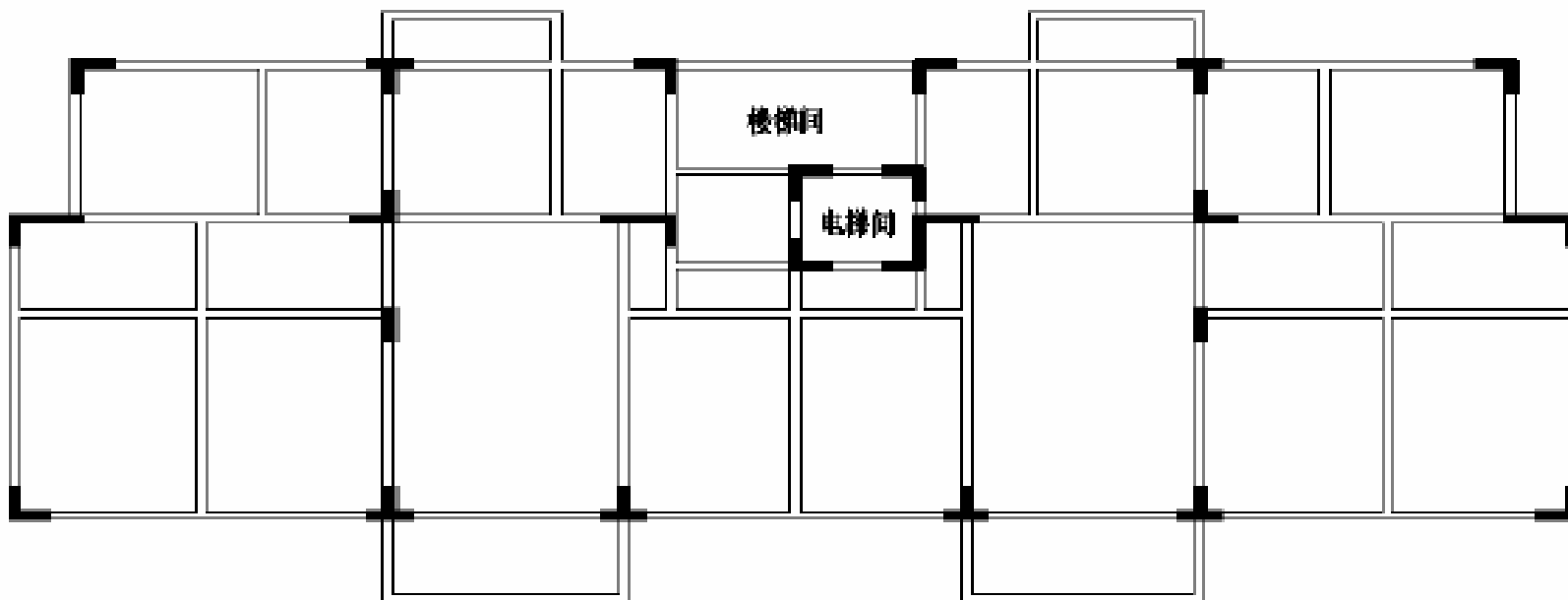
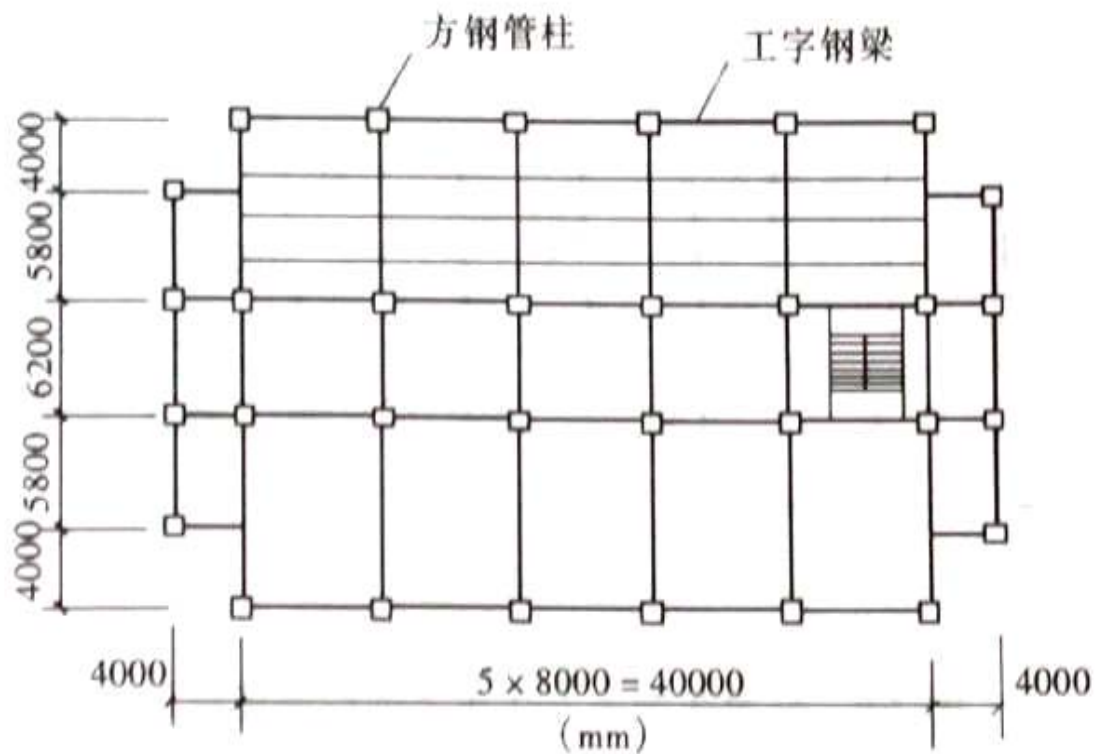


图 2.1.2 异形柱框架结构平面示例



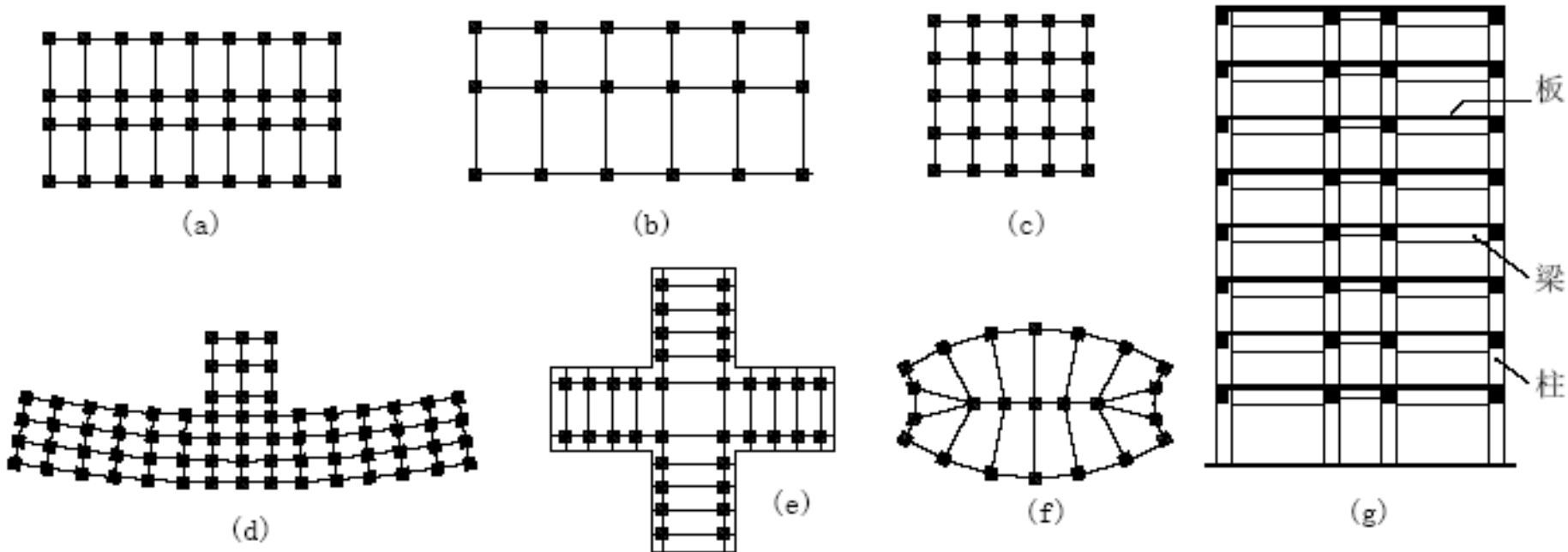
我国最高的钢筋混凝土框架结构
北京长城饭店，18层，局部22层

第 2章 结构体系与结构布置



我国最高的钢框架结构，

北京长富宫，26层，94m

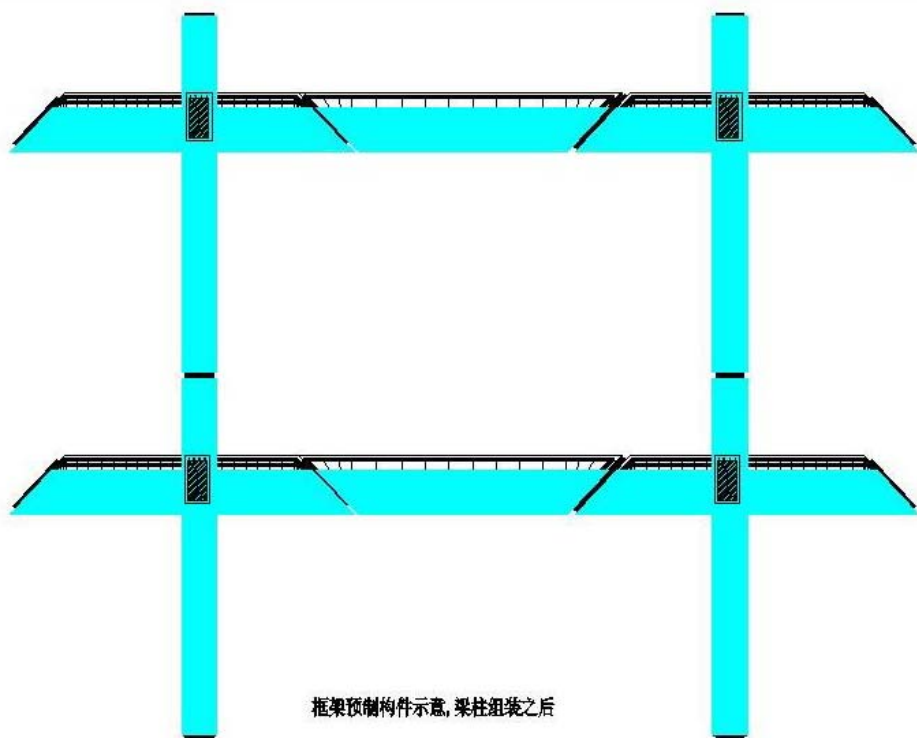


常见的框架结构平面布置

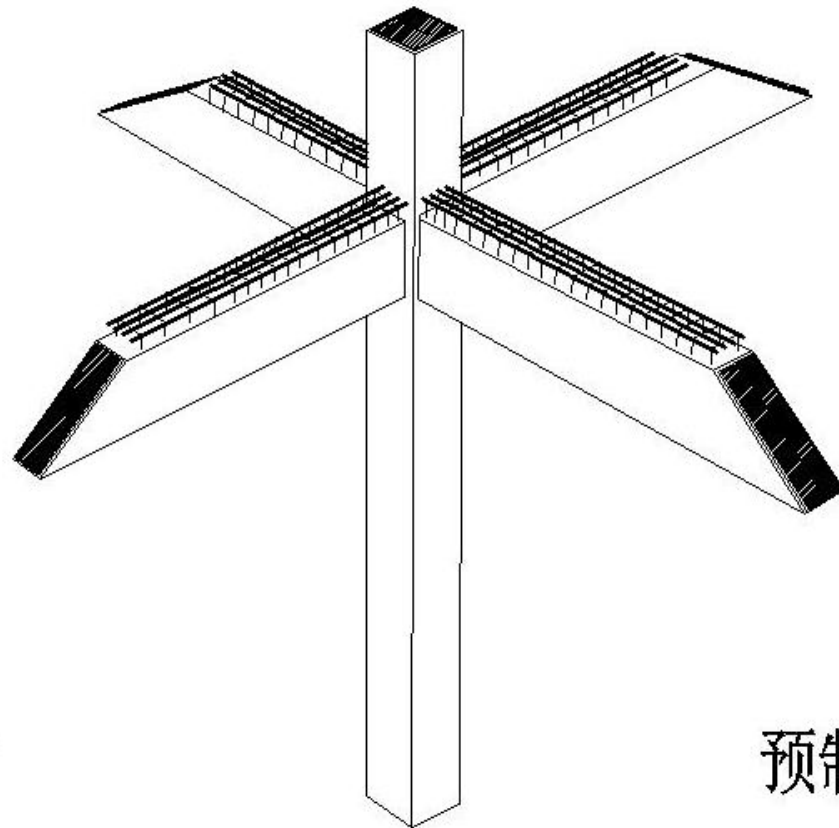


2、分类

按施工方法不同，框架结构可分为现浇式、装配式和装配整体式三种。在地震区，多采用梁、柱、板全现浇或梁柱现浇、板预制的方案；在非地震区，有时可采用梁、柱、板均预制的方案。



框架预制构件示意, 梁柱组装之后



预制



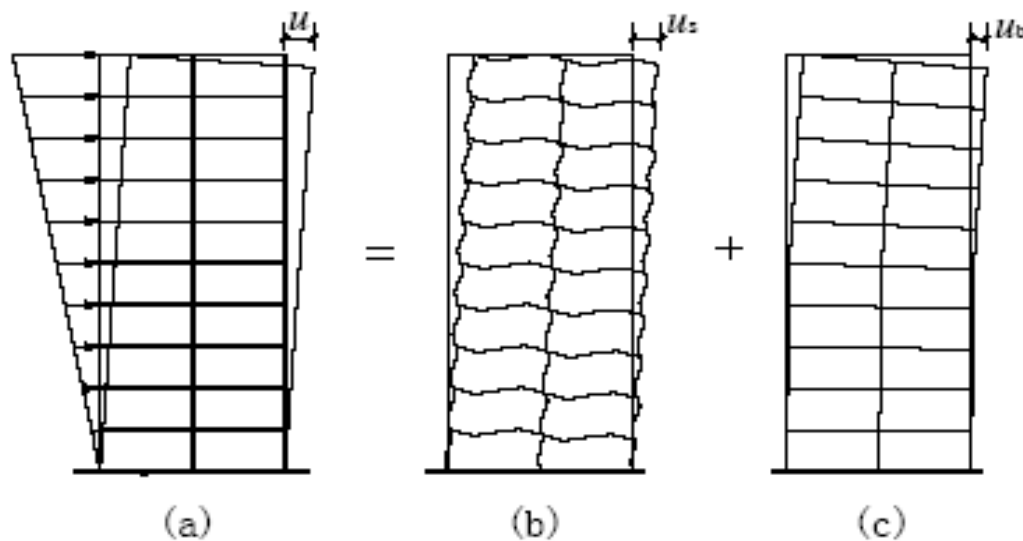
3、受力变形特点

框架结构的侧移一般由两部分组成：

1) 水平力引起的楼层剪力，使梁、柱构件产生弯曲变形，形成框架的整体剪切变形；

2) 水平力引起的倾覆力矩，使柱产生轴向变形，形成框架的整体弯曲变形；

3) 当层数不多时，主要表现为整体剪切变形，整体弯曲变形的影响很小。





4、优缺点

优点：建筑平面布置灵活，能获得较大空间（特别适用于商场、餐厅等）；建筑立面容易处理；结构自重较轻；计算理论比较成熟；在一定高度范围内造价较低。

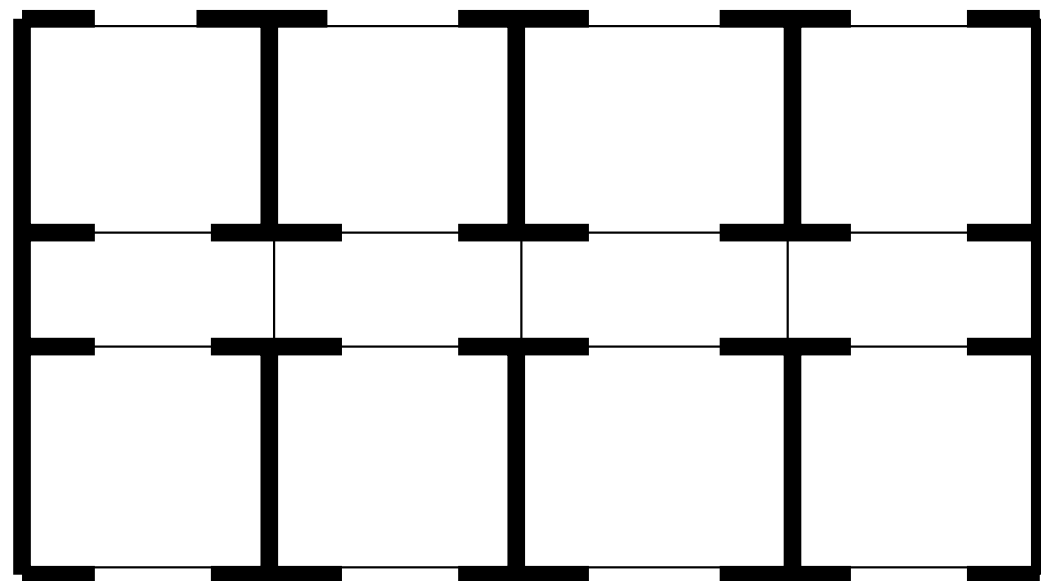
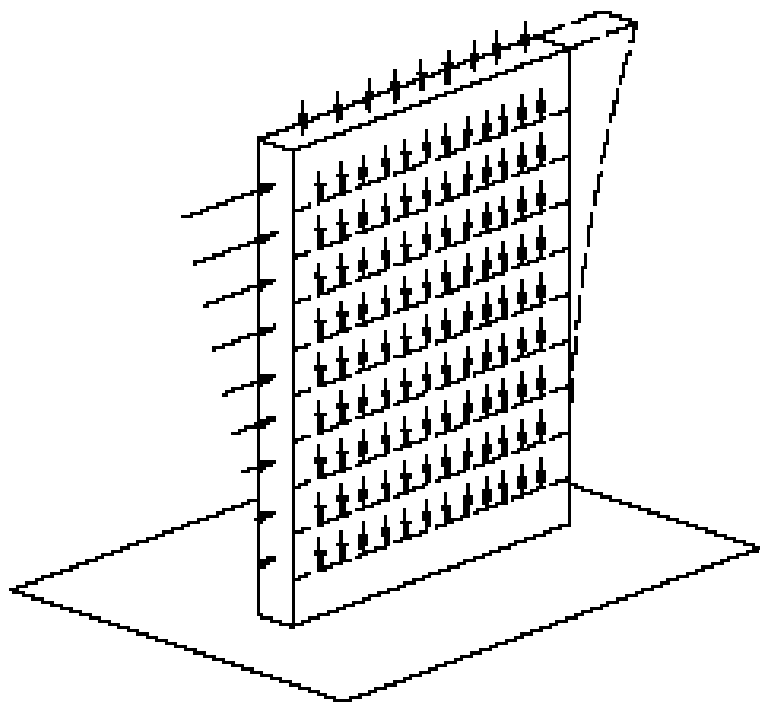
缺点：侧向刚度较小，水平荷载下侧移较大，有时会影响正常使用；如房屋高宽比较大，则水平荷载下的侧移会更大，而且引起的倾覆作用也较大。因此，设计时应控制房屋的高度和高宽比。（以15~20层以下为宜）



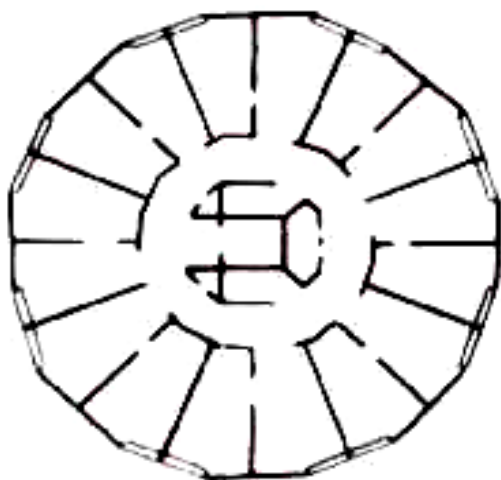
2.1.2 剪力墙结构体系

1、定义

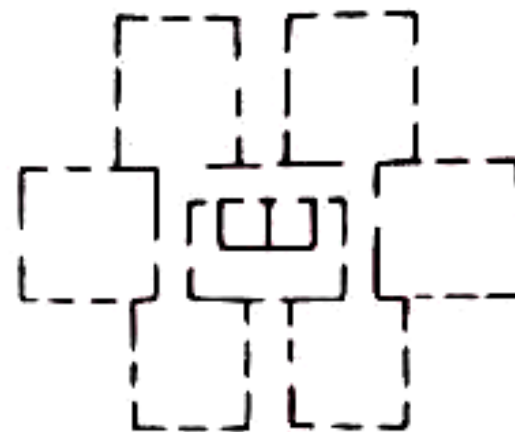
房屋竖向承重结构全部由剪力墙组成。



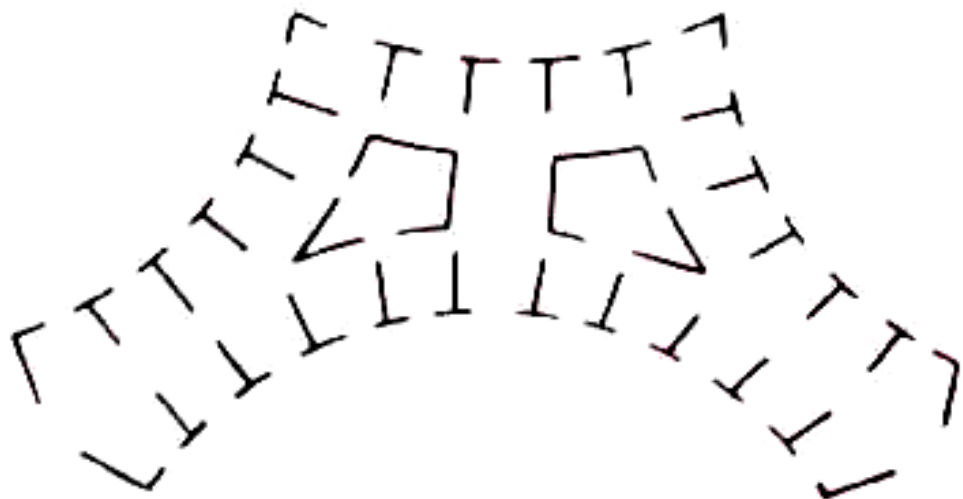
剪力墙结构平面图



(a)



(b)



(c)



(d)

常见的剪力墙结构平面布置



2、受力变形特点

在竖向荷载作用下，剪力墙是受压的薄壁柱；

在水平荷载作用下，剪力墙是下端固定、上端自由的悬臂柱。

1) 剪力墙结构属于刚性结构，对于高宽比较大的剪力墙，侧向变形呈弯曲型。

2) 剪力墙结构水平承载力和侧向刚度均很大，侧向变形较小。

3、优缺点

优点：水平承载力和侧向刚度均很大，侧向变形较小；房间墙面及天花板平整，特别适用于住宅、宾馆等建筑。

缺点：结构自重较大；建筑平面布置局限性大，较难获得大的建筑空间（一般剪力墙间距3~8m）。



4、框支剪力墙结构

1) 定义：将剪力墙结构房屋的底层或底部几层做成框架，这种结构亦称为带转换层高层建筑结构。

2) 破坏特点：带转换层高层建筑结构在其转换层上、下层间侧向刚度发生突变，形成柔性底层或底部，地震下易遭破坏甚至倒塌。

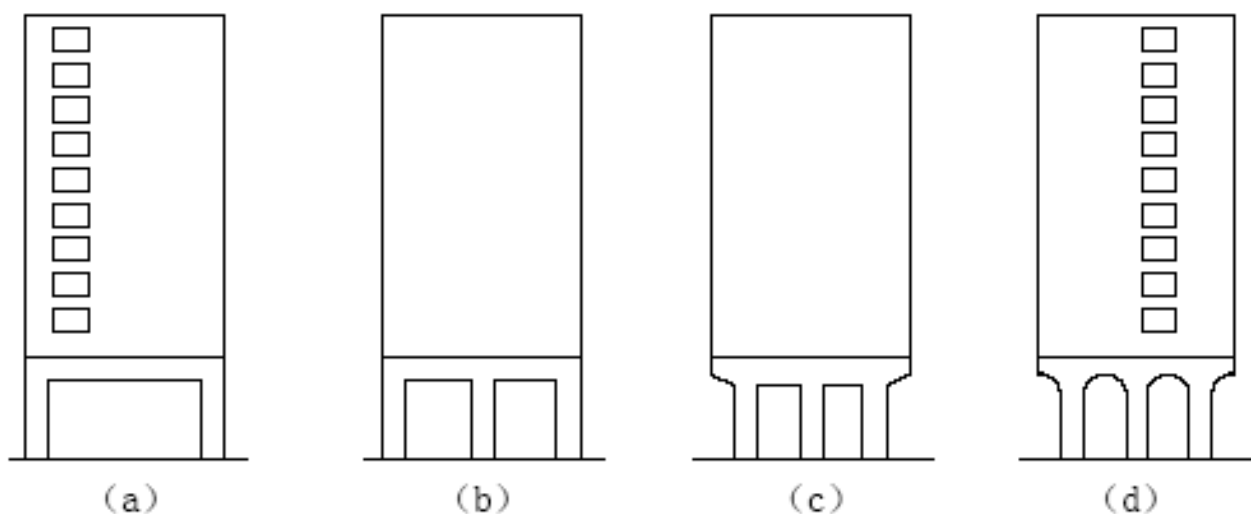
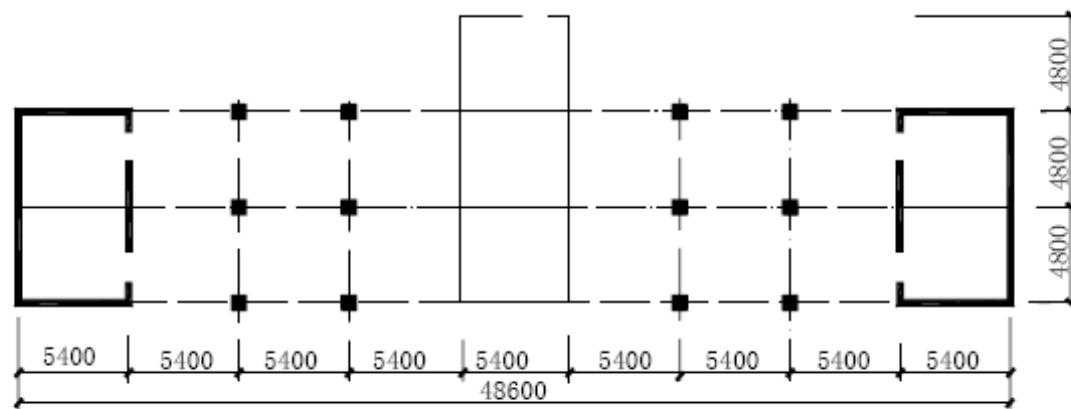


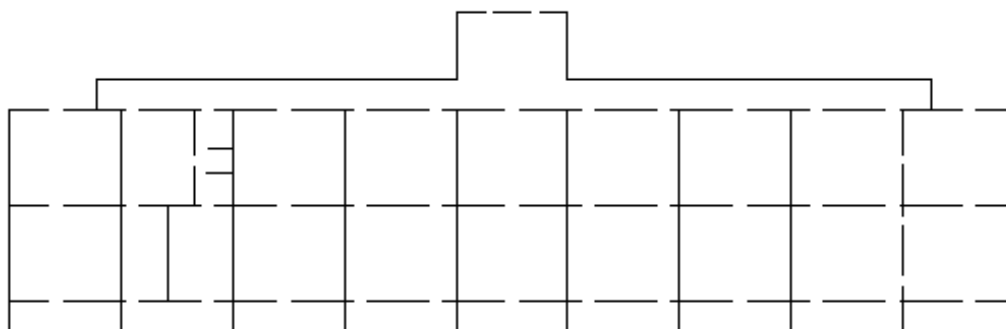
图 2.1.6 带转换层高层建筑结构（部分框支剪力墙结构）



3) 布置原则：在底部大空间剪力墙结构中，一般应把落地剪力墙布置在两端或中部，并将纵、横向墙围成筒体；另外，还应采取增大墙体厚度、提高混凝土强度等措施加大落地墙体的侧向刚度，使上、下部侧向刚度差别尽量小。



(a)

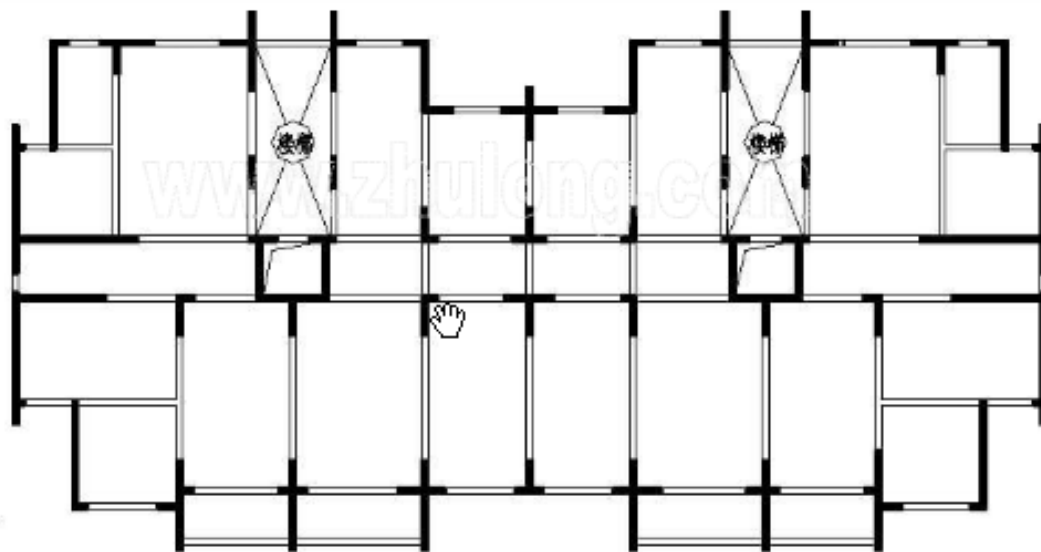


(b)



5、短肢剪力墙结构

短肢剪力墙是指墙肢截面高度与厚度之比为 $5 \sim 8$ 的剪力墙；常用的有T、L、十、Z、折线、一字形等。高层建筑结构不应采用全部短肢剪力墙，短肢剪力墙较多时，一般是在电梯、楼梯部位应布置筒体（或一般剪力墙），形成短肢剪力墙与筒体（或一般剪力墙）共同抵抗水平力的剪力墙结构。墙肢之间在楼面处用梁连接，并用轻质材料填充。在小高层中应用很广。

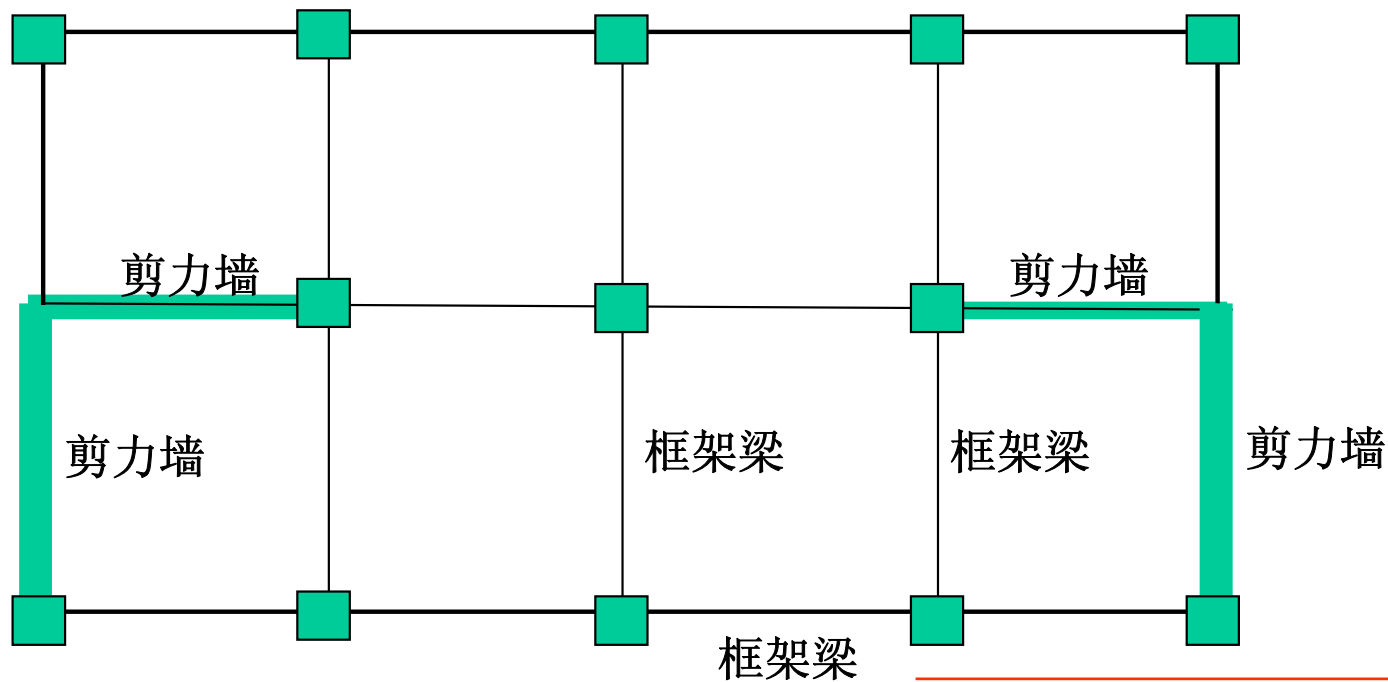


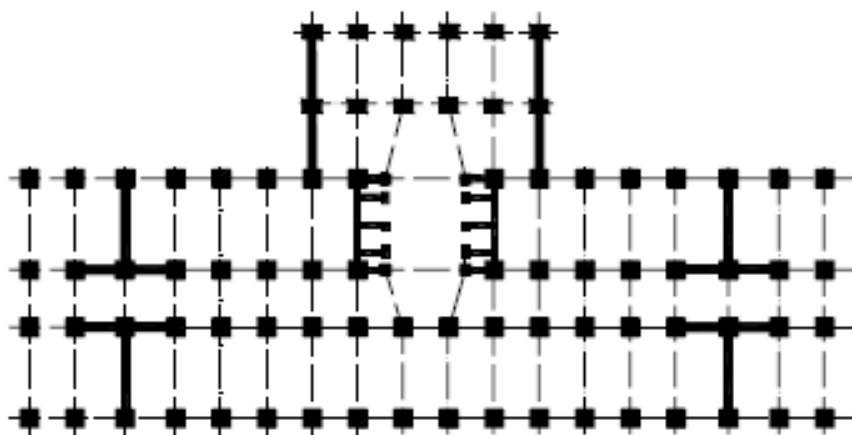


2.1.3 框架-剪力墙结构体系

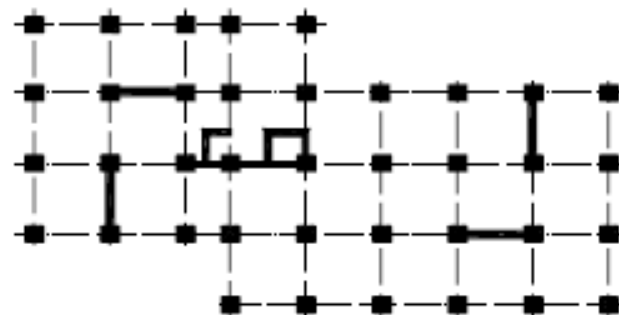
1、定义

为充分发挥框架结构平面布置灵活和剪力墙结构侧向刚度大的特点，当建筑物需要有较大空间，且高度超过了框架结构的合理高度时，可采用框架和剪力墙共同工作的结构体系。

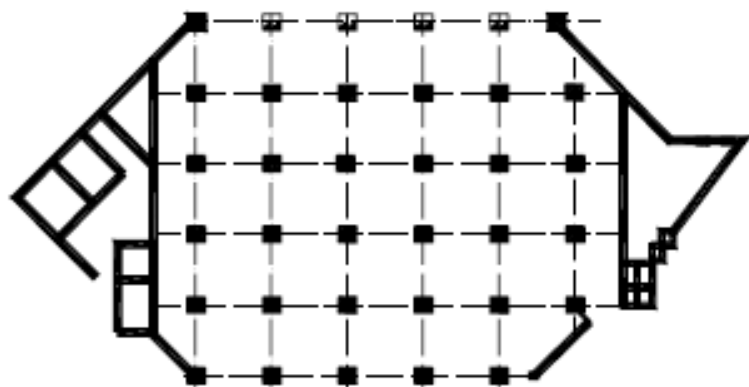




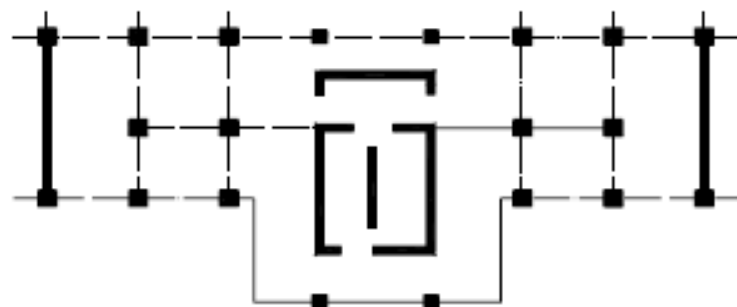
(a)



(b)



(c)



(d)

常见的框架-剪力墙结构平面布置



2、受力变形特点：

框-剪结构以框架为主，并布置一定数量的剪力墙，通过水平刚度很大的楼盖将二者联系起来抵抗水平荷载。其中剪力墙承担大部分水平荷载，框架只承担较小的一部分。

框架的侧向变形属剪切型，层间侧移自上而下逐层增大；剪力墙的侧向变形一般是弯曲型，其层间侧移自上而下逐层减小。当二者一起工作时，其侧向变形介于剪切型与弯曲型之间，一般属于弯剪型。

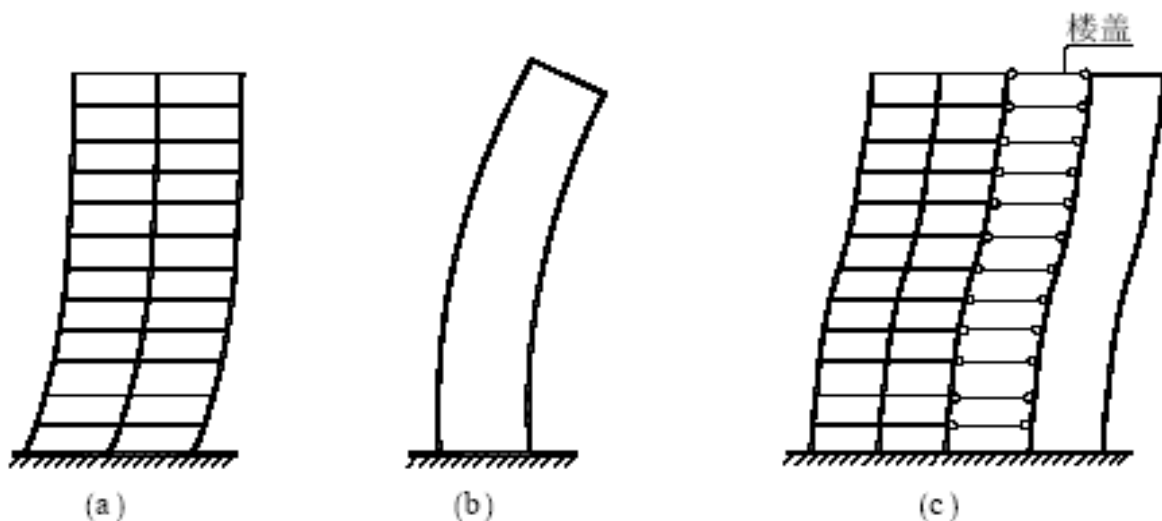
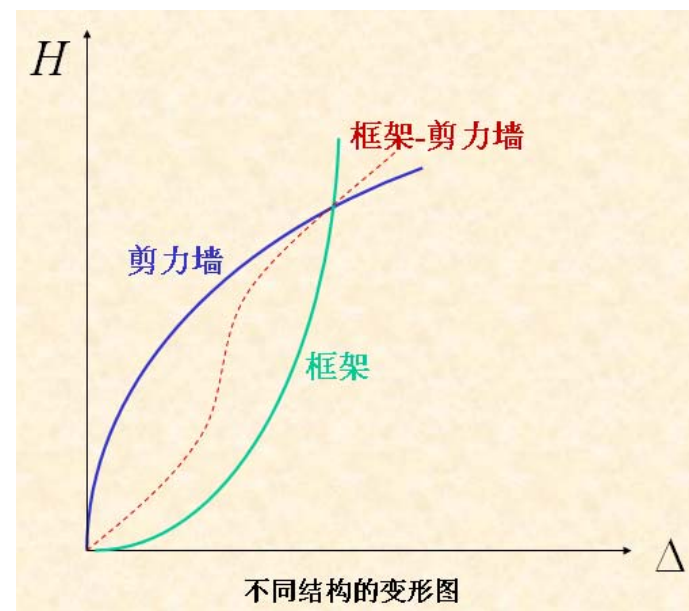


图 2.1.10 框架与剪力墙的协同作用





3、优点

兼有框架和剪力墙的优点，比框架结构的水平承载力和侧向刚度都有很大提高，比剪力墙结构布置灵活，广泛用于 10~20 层的办公楼、教学楼、医院和宾馆等建筑中。

4、剪力墙的数量和布置

1) 剪力墙的数量：是指抗侧刚度的大小；不宜过多，以满足位移限值为宜（优化）。

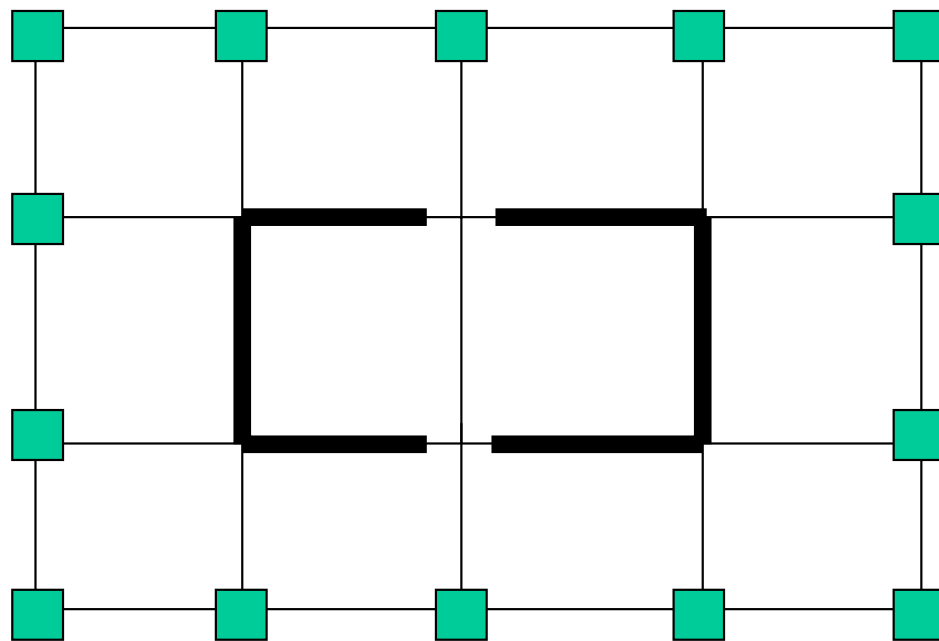
2) 剪力墙的布置：单片墙体不宜过长；对称布置；均匀分布布置；在房屋周边布置；房屋纵横向数量应接近；应贯通全高，上下刚度连贯而均匀。



2.1.4 筒体结构体系

1、定义

是指由一个或几个筒体作为抗侧和竖向承重结构的高层建筑结构体系。



筒体结构平面图



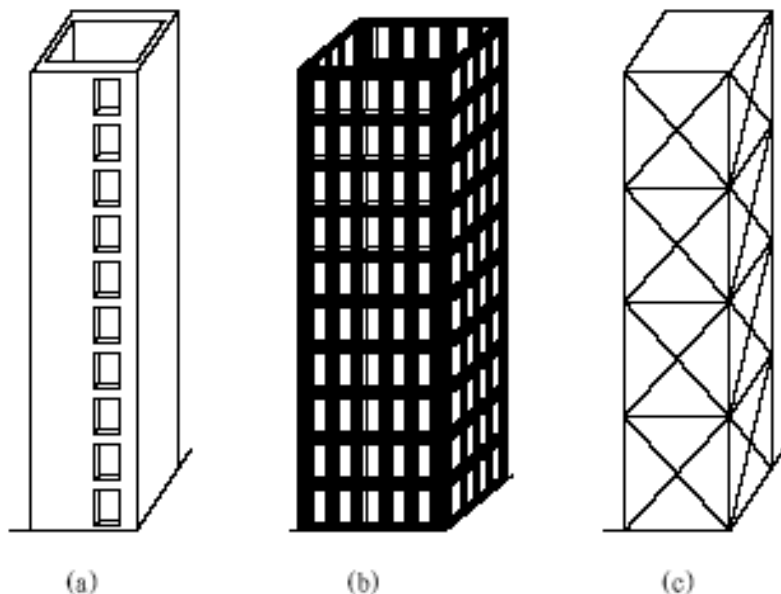
2、筒体的基本形式

主要有实腹筒、框筒和桁架筒。

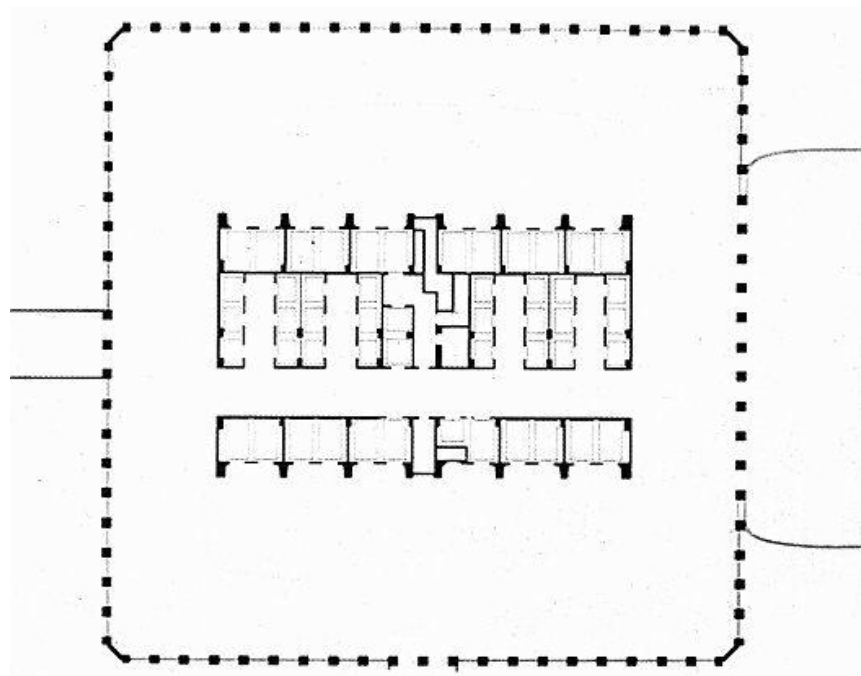
1) 实腹筒：由混凝土剪力墙围成的筒体。

2) 框筒：布置在房屋四周、由密排柱和高跨比很大的窗裙梁形成的密柱深梁框架围成的筒体。

3) 桁架筒：将筒体的四壁做成桁架，就形成桁架筒。



第 2章 结构体系与结构布置



纽约世界贸易大厦，钢框筒结构，
110层，高约415米

第 2章 结构体系与结构布置



芝加哥John Hancock大厦，
钢斜撑周边桁架筒结构，1970年建成，100层，332m

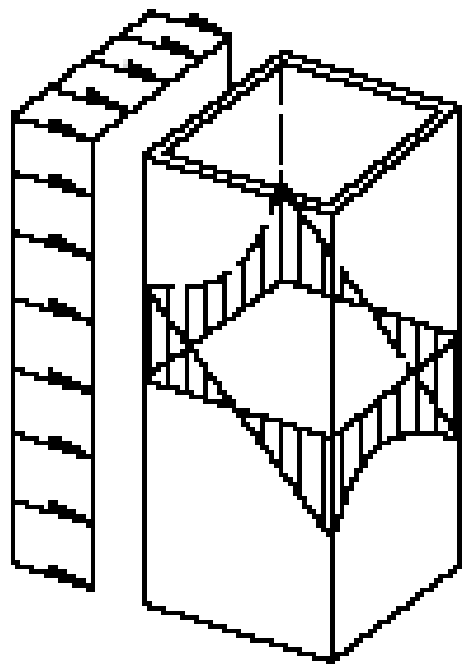


3、受力变形特点：

筒体最主要的受力特点是它的空间性能，在水平荷载作用下，筒体整体可视为下端固定、顶端自由的悬臂构件。

1) 实腹筒：类似箱形截面柱，具有很大抗侧刚度，常用于楼电梯间等。

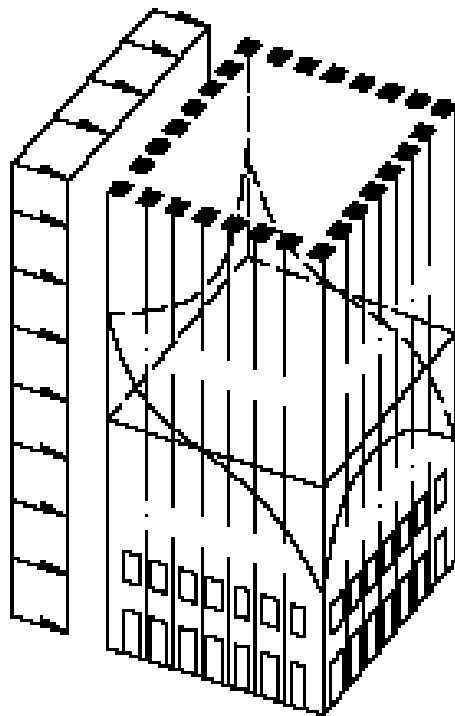
水平荷载下，腹板应力为线性分布，翼缘应力为曲线分布。



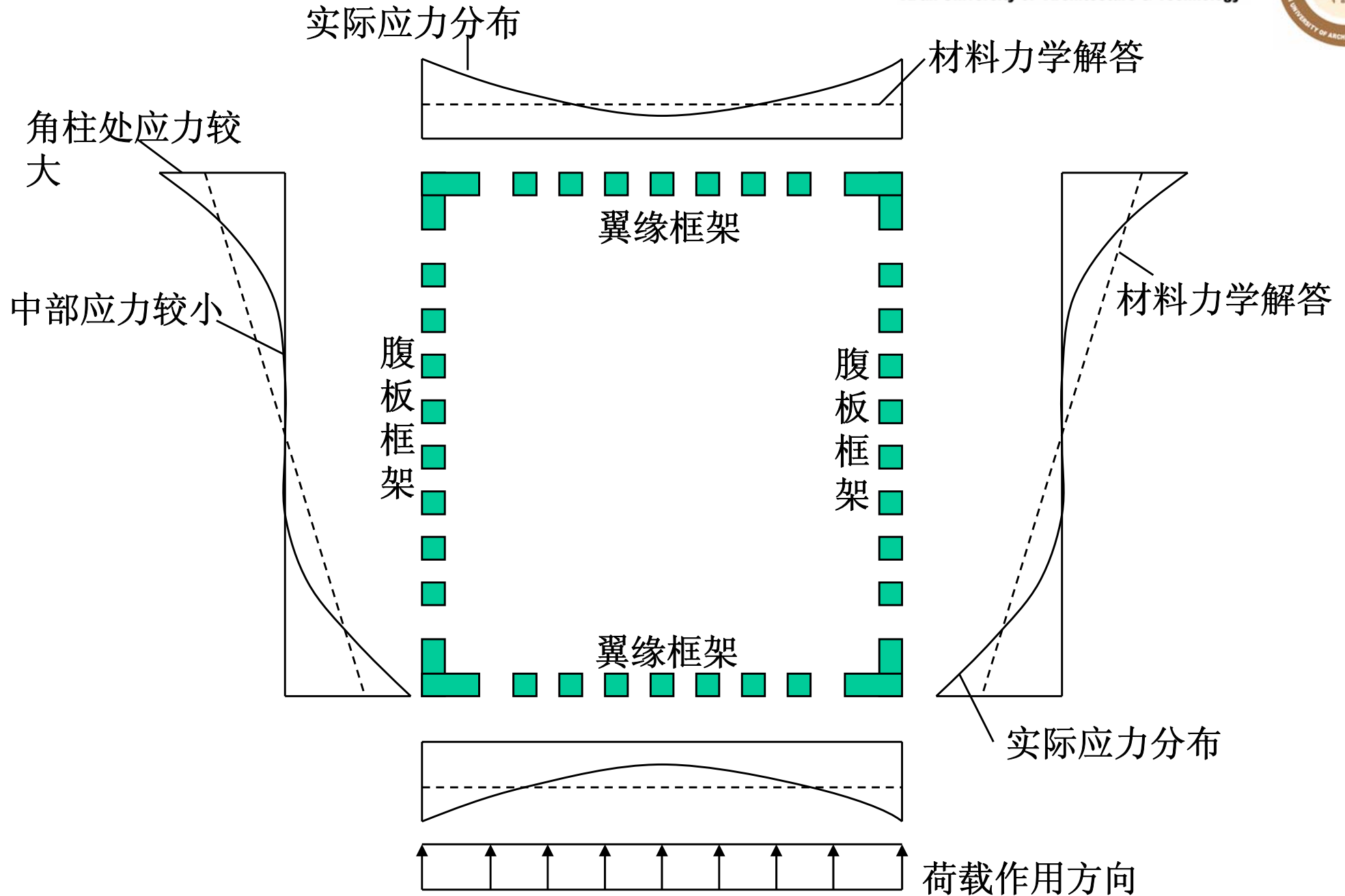


2) 框筒的剪力滞后现象:

框筒由翼缘框架和腹板框架组成。在翼缘框架中，远离腹板框架的各柱轴力愈来愈小；在腹板框架中，远离翼缘框架各柱轴力的递减速率比按直线规律递减的要快。上述现象称为剪力滞后。



第 2章 结构体系与结构布置





3) 剪力滞后的原因: 框筒中各柱之间存在剪力, 剪力使联系柱子的窗裙梁产生剪切变形, 从而使柱之间的轴力传递减弱。

4) 框筒中剪力滞后现象愈严重, 参与受力的翼缘框架柱愈少, 空间受力性能愈弱。

5) 如何减少剪力滞后:

(1) 要求设计密柱深梁; (2) 建筑平面应接近方形;

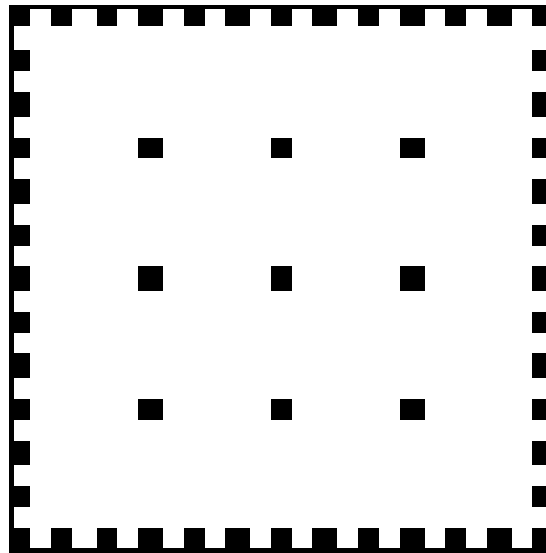
(3) 结构高宽比宜大于3, 高度不小于60m; (4) 楼板的整体性好。



4、应用

1) 框筒结构

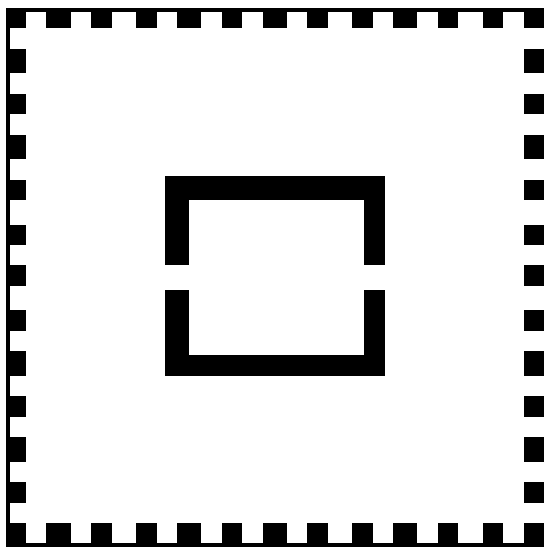
框筒也可作为抗侧力结构单独使用。为了减小楼板和梁的跨度，在框筒中部可设置一些柱子。这些柱子仅用来承受竖向荷载，不考虑其承受水平荷载。





2) 筒中筒结构

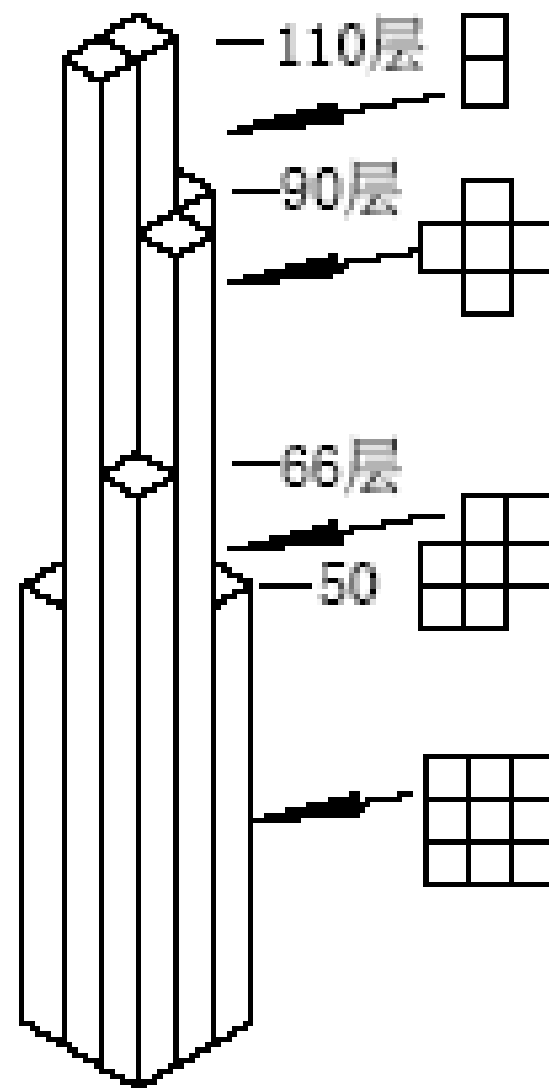
一般用实腹筒做内筒，框筒或桁架筒做外筒。内筒可集中布置电梯、楼梯、竖向管道等。框筒的侧向变形以剪切变形为主，内筒一般以弯曲变形为主，二者通过楼板联系，共同抵抗水平荷载，其协同工作原理与框架-剪力墙结构类似。





3) 多筒结构—成束筒

成束筒是由若干单筒集成一体成束状，形成空间刚度极大的抗侧力结构。自下而上逐渐减少筒体数量的处理手法，使高层建筑结构更加经济合理。但这些逐渐减少的筒体结构，应对称于建筑物的平面中心。



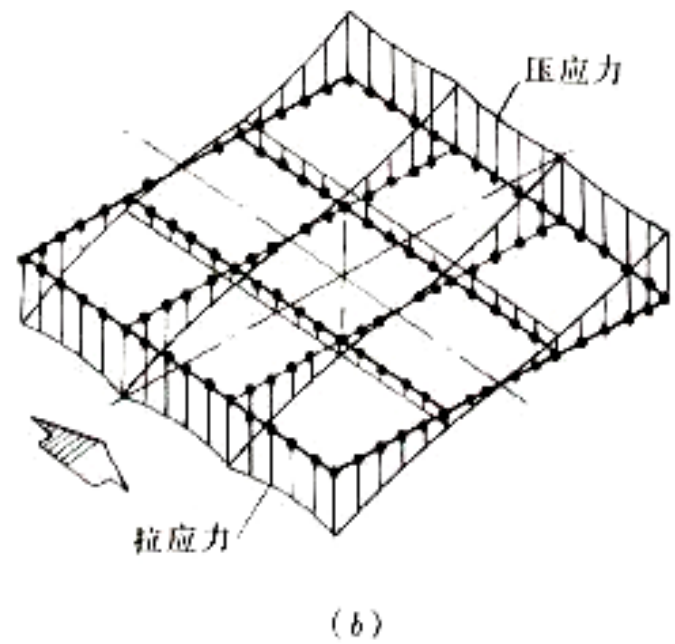
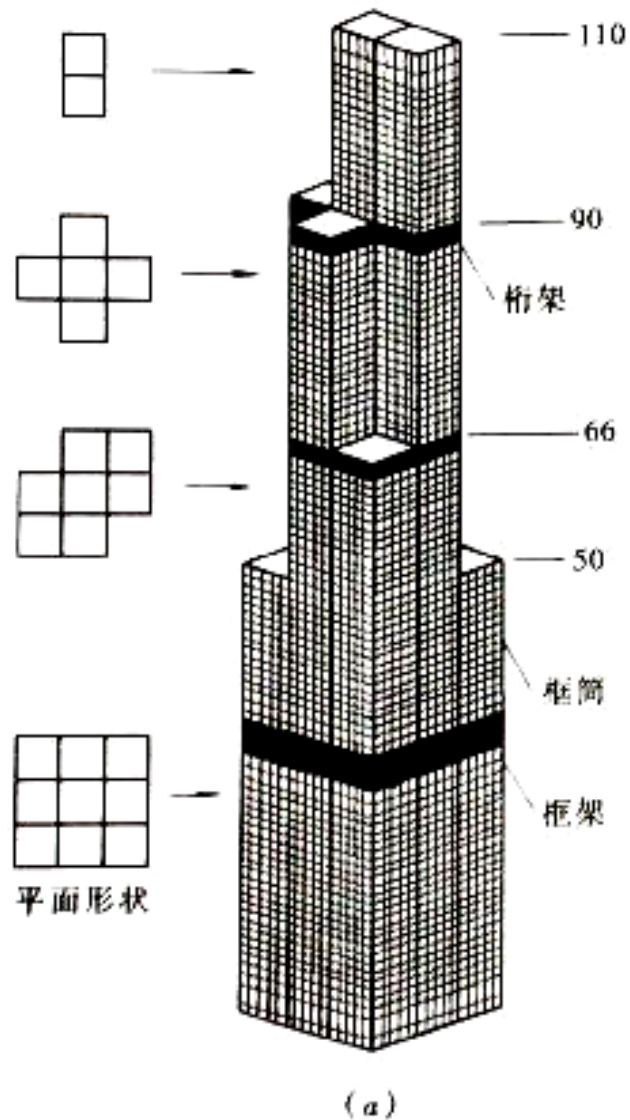


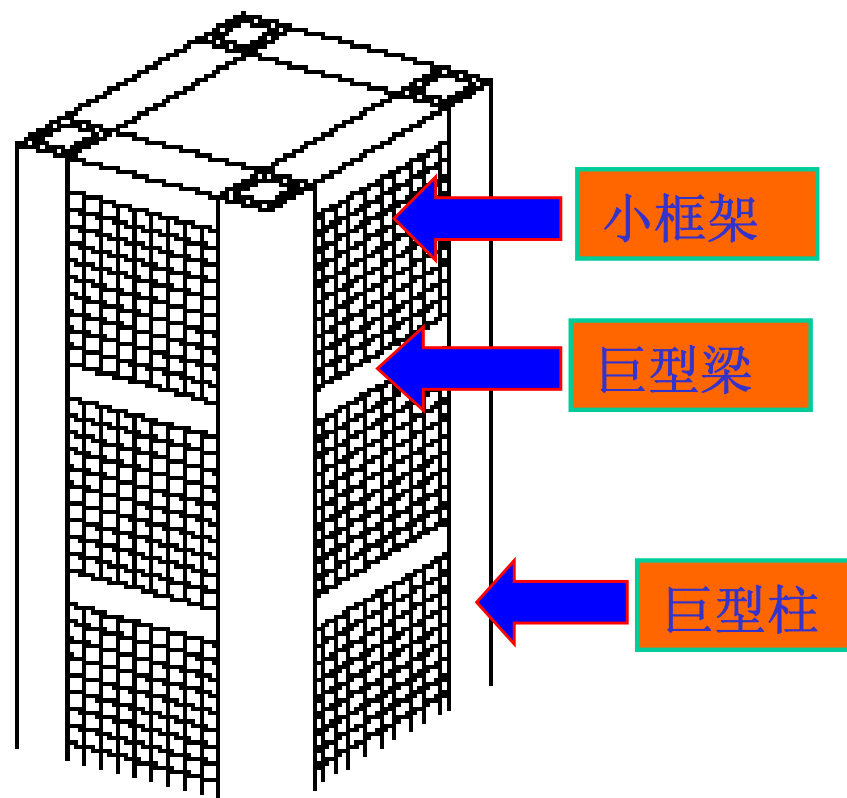
图 2-22 芝加哥西尔斯大厦
(a) 结构立面与平面; (b) 侧向力作用下柱的轴力分布



4) 巨型框架

利用筒体作为柱子，在各筒体之间每隔数层用巨型梁相连，筒体和巨型梁即构成巨型框架，具有很大的承载能力和侧向刚度。

巨型框架由两级框架组成，第一级为巨型框架，是承载的主体；第二级是位于巨型框架单元内的辅助框架（只承受竖向荷载），也起承载作用。因此，这种结构有两道抗震防线的抗震结构，具有良好的抗震性能。





上海证券交易所



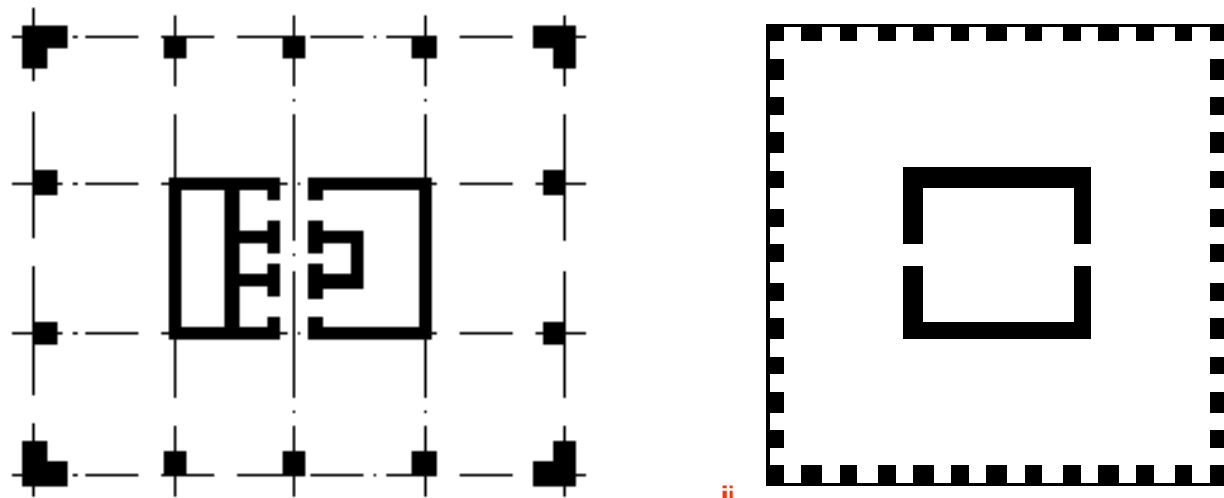
2.1.5 框架-核心筒结构体系

1、定义

由核心筒与外围的稀柱框架组成的高层建筑结构。

2、受力变形特点

筒体主要承担水平荷载，框架主要承担竖向荷载。结构兼有框架结构与筒体结构两者的优，建筑平面布置灵活，又具有较大的侧向刚度和水平承载力，其受力和变形特点与框架-剪力墙结构类似。





3、与筒中筒结构的区别

1) 筒中筒结构具有良好的空间性能；框架-核心筒结构按平面结构进行分析。

2) 框架-核心筒结构的抗侧刚度远小于筒中筒结构。

3) 筒中筒结构中抵抗剪力以实腹筒为主，抵抗倾覆力矩则以外框筒为主；框架-核心筒结构中实腹筒成为主要抗侧力部分。

注：

1) 对由密柱深梁形成的框筒结构，由于空间作用，在水平荷载下其翼缘框架柱承受很大的轴力；

2) 当柱距加大，裙梁的跨高比加大时，剪力滞后加重，柱轴力将随着框架柱距的加大而减小，即对柱距较大的“稀柱筒体”，翼缘框架柱仍然会产生一些轴力，存在一定的空间作用。

3) 当柱距增大到与普通框架相似时，除角柱外，其它柱的轴力将很小，由量变到质变，通常就可忽略沿翼缘框架传递轴力的作用，按平面结构进行分析。



2.1.6 带加强层的高层建筑结构体系

1、定义

可沿框架-核心筒结构的高度方向，每隔 20 层左右，于设备层或结构转换层处，由核心筒伸出纵、横向伸臂与结构的外围框架柱相连，并沿外围框架设置一层楼高的带状水平梁或桁架。

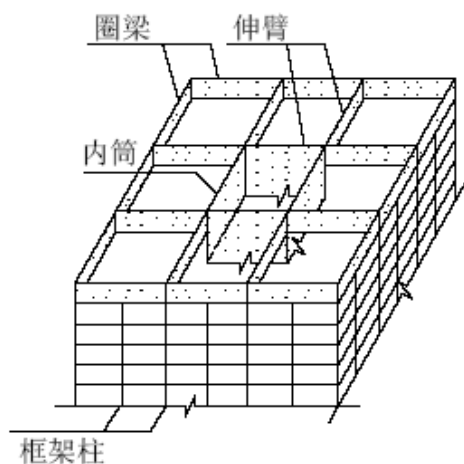


图 2.1.18 伸臂在平面上的布置

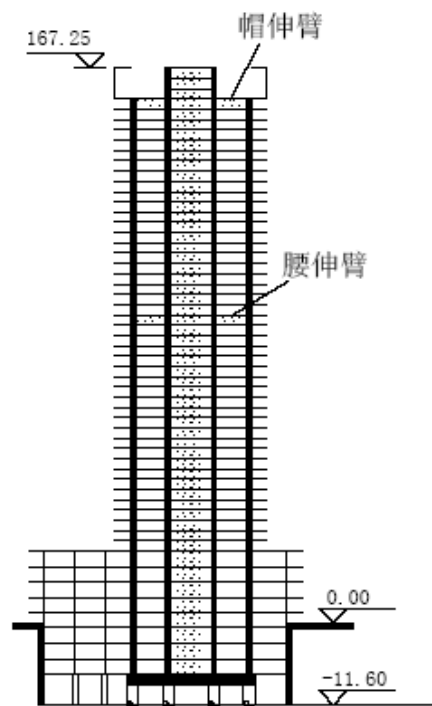


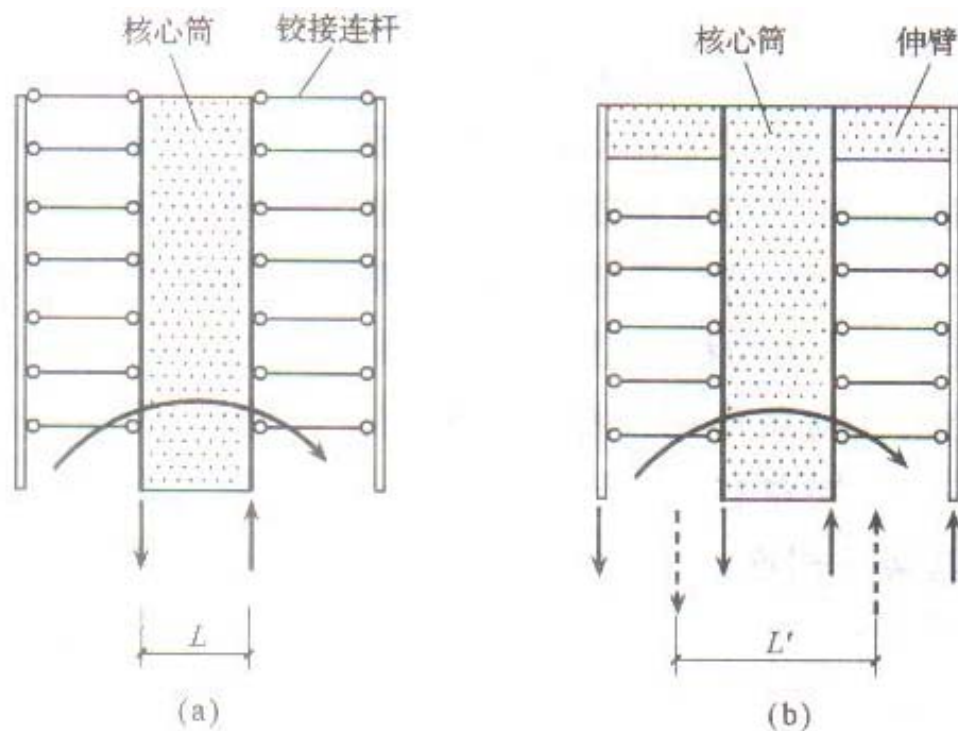
图 2.1.19 深圳商业中心大厦的结构剖面示意图



2、受力变形特点：

与框架-核心筒结构相比，伸臂-核心筒结构具有更大的侧向刚度和水平承载力，适用于更多层数的高层建筑。

1) 外柱参与承担倾覆力矩引起的拉力和压力，故增大了整个结构抗力偶矩的等效力臂 L ；





2) 设置加强层相当于在结构上施加了反力矩, 它部分地抵消了水平荷载在筒体各截面所产生的力矩。

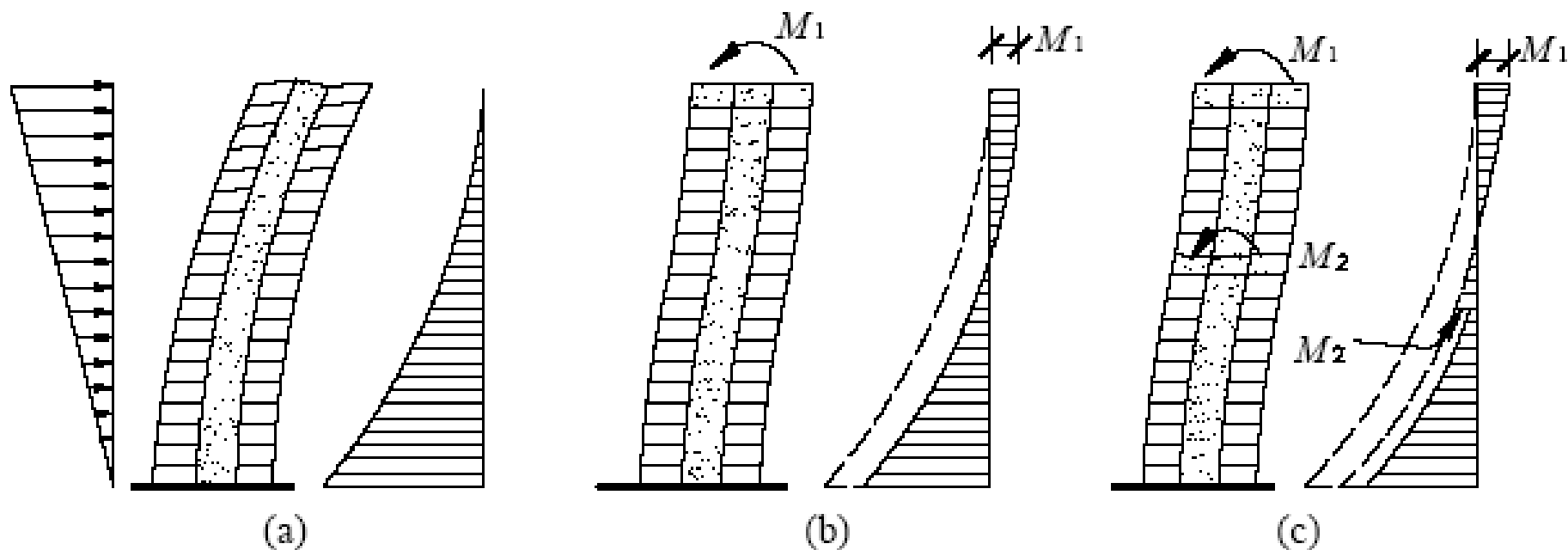


图 2.1.21 带加强层结构中筒体承担的力矩



2.1.7 各种结构体系的最大适用高度和最大高宽比

1、最大适用高度

A 级高度的钢筋混凝土高层建筑是指符合表 2.1.1 高度限值的建筑，也是目前数量最多，应用最广泛的建筑；

B 级高度的高层建筑是指较高的（其高度超过表 2.1.1 规定的高度）、设计上有严格要求 高层建筑，其最大适用高度应符合表 2.1.2 的规定。

表 2.1.1 A 级高度钢筋混凝土高层建筑的最大适用高度 (m)

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	9 度
	框 架	70	60	55	45	25
	框架-剪力墙	140	130	120	100	50
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	60
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	不应采用
筒 体	框架-核心筒	160	150	130	100	70
	筒中筒	200	180	150	120	80
	板柱-剪力墙	70	40	35	30	不应采用

第 2 章 结构体系与结构布置



表 2.1.2 B 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用最大高度 (m)

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度		
			6 度	7 度	8 度
框架-剪力墙		170	160	140	120
剪力墙	全部落地剪力墙	180	170	150	130
	部分框支剪力墙	150	140	120	100
筒 体	框架-核心筒	220	210	180	140
	筒中筒	300	280	230	170



2、适用的最大高宽比

房屋的高宽比愈大，水平荷载作用下的侧移愈大，抗倾覆作用的能力愈小。因此，应控制房屋的高宽比，避免设计高宽比很大的建筑物。

表 2.1.3 A 级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
		6 度、7 度	8 度	9 度
框架、板柱-剪力墙	5	4	3	2
框架-剪力墙	5	5	4	3
剪力墙	6	6	5	4
筒中筒、框架-核心筒	6	6	5	4

表 2.1.4 B 级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

非抗震设计	抗震设防烈度	
	6 度、7 度	8 度
8	7	6

注：高宽比按所考虑方向的最小投影宽度计算；对带裙房的高层建筑，计算高宽比时房屋的高度和宽度一般可按裙房以上部分考虑。



2.2 结构总体布置

总体布置包括：结构平面布置和结构竖向布置

2.2.1 结构平面布置

1、基本要求

高层建筑结构的平面布置，应有利于抵抗水平荷载和竖向荷载，受力明确，传力直接，力求均匀对称，减少扭转影响。

1) 宜使结构平面形状简单、规则，刚度和承载力分布均匀。不应采用严重不规则的平面布置。

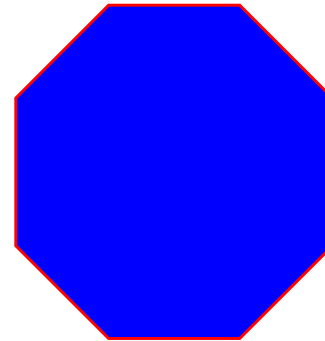
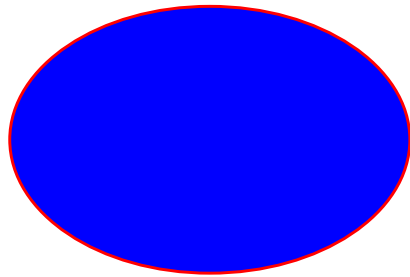
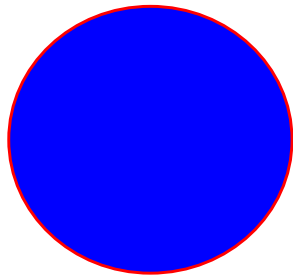


图 2.2.1 不规则平面示例



2) 宜选用风作用效应较小的平面形状。

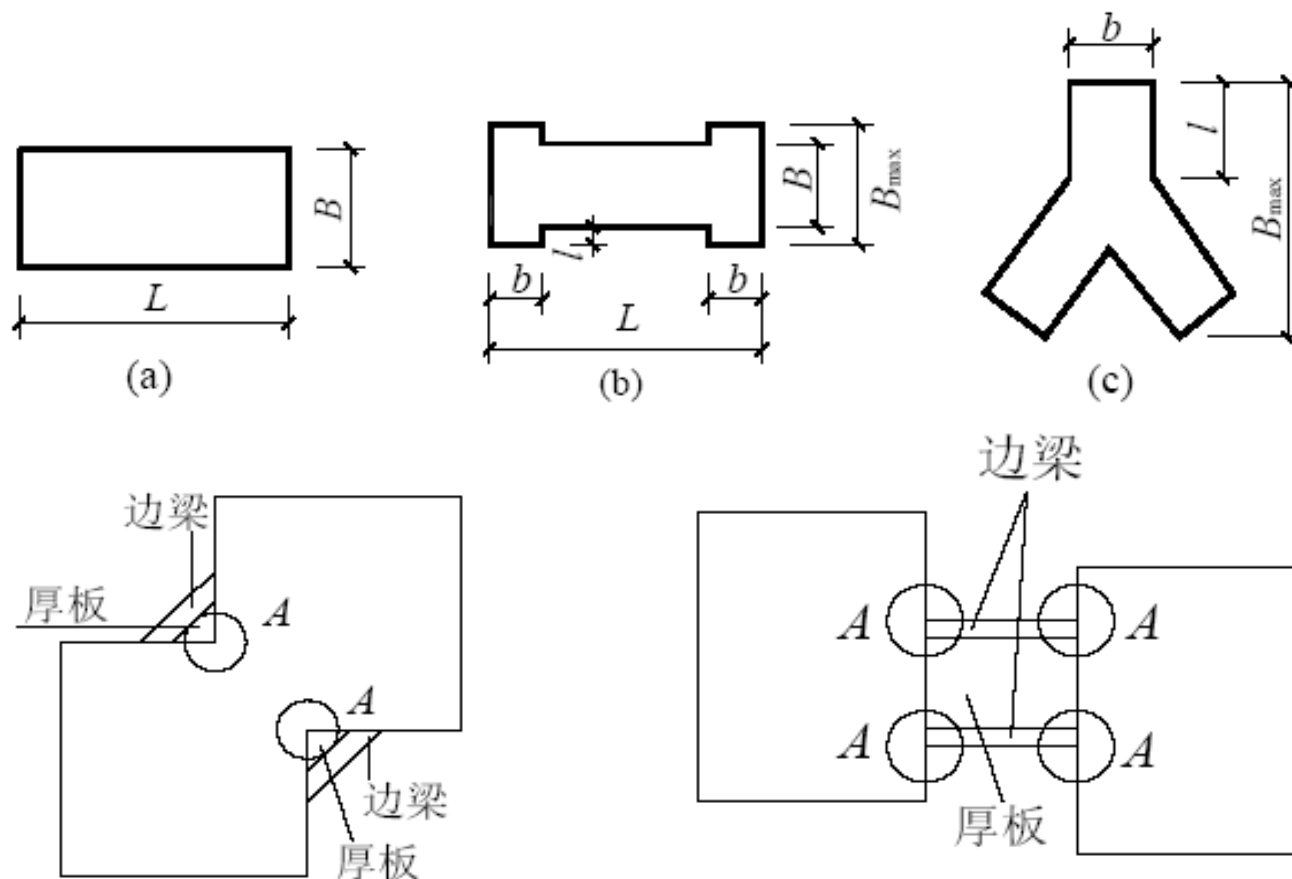
对抗风有利的平面形状是简单、规则的凸平面。如：圆形、正多边形、椭圆形、鼓形等平面。对抗风不利的平面是有较多凹、凸的复杂平面形状，如V形，Y形、H形、弧形等平面。



对抗风有利的平面形状



3) 抗震设计的 A 级高度高层建筑，其平面布置宜简单、规则、对称，减少偏心；平面长度 L 不宜过长，突出部分长度 l 不宜过大；不采用角部重叠或细腰形平面图形。





4) 抗震设计的 B 级高度高层建筑、混合结构高层建筑及复杂高层建筑，其平面布置应简单、规则，减少偏心。

注：B 级高度高层建筑和混合结构高层建筑的最大适用高度较高，复杂高层建筑的竖向布置已不规则，这些结构的地震反应较大，故对其平面布置的规则性应要求更严一些。

5) 结构平面布置应减少扭转的影响。

平面不规则、质量中心与刚度中心偏心较大和抗扭刚度太弱的结构，其震害严重。

对结构的扭转效应从以下两个方面加以限制：

- (1) 限制结构平面布置的不规则性，避免质心与刚心存在过大的偏心。
- (2) 结构的抗扭刚度不能太弱。

2、对楼板开洞的限制（略）



3、变形缝的设置

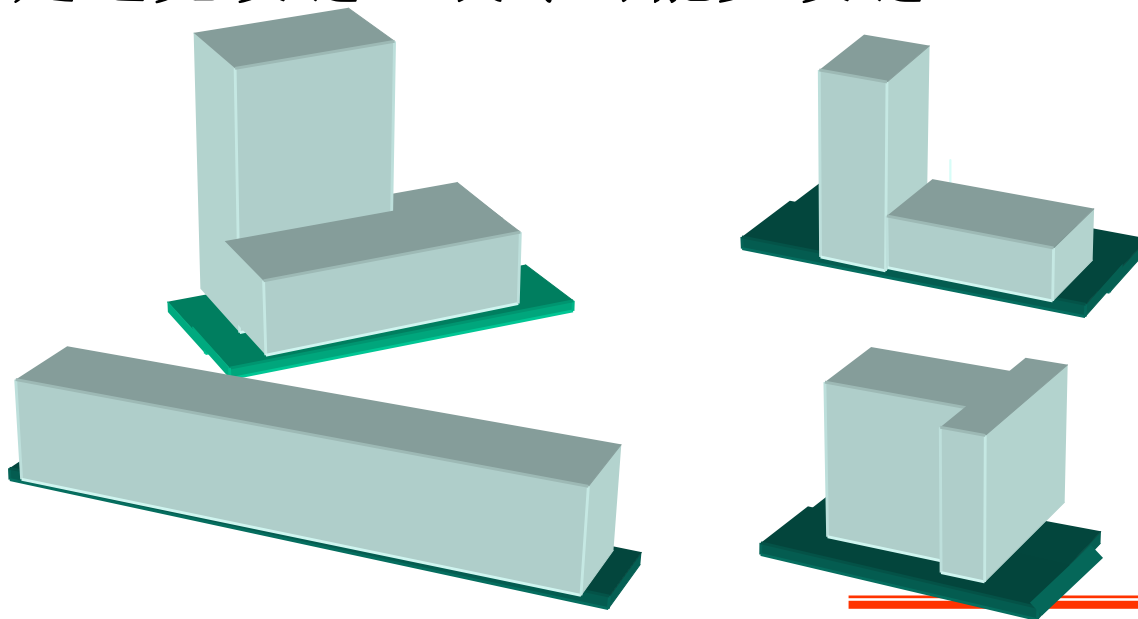
1) 缝的分类：沉降缝、伸缩缝和防震缝。

2) 设缝的优缺点：

优点：用缝将复杂建筑分为规则的部分，或减小温度应力。

缺点：影响建筑使用功能；立面处理不便；基础防水不易处理；地震下发生碰撞等。

目前趋势是避免设缝，或尽可能少设缝。





3) 沉降缝

(1) 设缝：高层建筑主体结构周围常设置裙房，它们与主体结构的重量相差悬殊，会产生相当大的沉降差。这时可用沉降缝将二者分成独立的结构单元，使各部分自由沉降。

(2) 不设缝：需采取以下措施：

A、采用桩基；或采取减少沉降的有效措施并经计算，沉降差在允许范围内。

B、楼与裙房采用不同的基础形式。

C、先施工主楼，后施工裙房，使两者最终沉降量一致。

D、将裙房坐在悬挑基础上。



4) 伸缩缝

由温度变化引起的结构内力称为温度应力，使房屋产生裂缝，影响正常使用。伸缩缝可减少温度应力。《高层规程》规定了伸缩缝的最大间距

表 2.2.2 伸缩缝的最大间距

结构体系	施工方法	最大间距 (m)
框架结构	现 浇	55
剪力墙结构	现 浇	45

增大伸缩缝间距的措施，（1）增加顶层、山墙等部位的配筋；（2）采用有效隔热措施；（3）使用混凝土添加剂等减少收缩；（4）施工中预留后浇带；（5）上部改变结构形式或局部(顶部)设伸缩缝；（6）增大楼板配筋或采用预应力楼板等。



(1) **施工后浇带**的作用在于减小混凝土的收缩应力，提高建筑物对温度应力的耐受能力，并不直接减少温度应力。

(2) 后浇带，应通过建筑物的整个横截面，将全部墙、梁和楼板分开。在后浇带处，板、墙钢筋应采用搭接接头（图 2.2.6），梁主筋可不断开。后浇带应从结构受力较小的部位曲折通过，不宜在同一平面内通过。一般情况下，后浇带可设在框架梁和楼板的 $1/3$ 跨处。

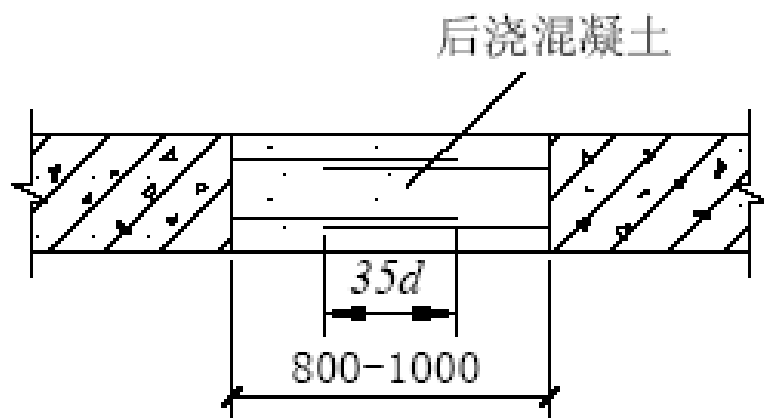
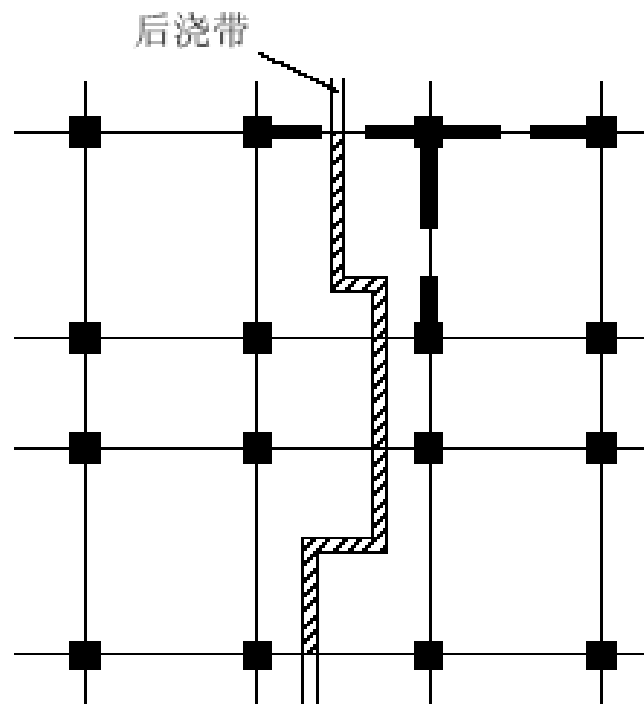


图 2.2.6 后浇带构造示意图





5) 防震缝

(1) 设缝的优点:

地震下, 复杂高层结构会产生扭转及复杂的振动形式, 在房屋的连接薄弱部位造成损坏, 通过设缝将复杂建筑分为规则建筑。

(2) 设缝的缺点:

地震下, 防震缝两侧的房屋很容易发生碰撞而造成震害。

(3) 防震缝宽度

为防止缝两侧建筑的碰撞, 缝必须留有足够的宽度。

防震缝最小宽度为:

框架结构: $\leq 15\text{m}$ 时, 取 70mm ;

$> 15\text{m}$ 时, 每增加 $2\sim 5\text{m}$, 加宽 20mm ;



框架-剪力墙结构：取上述规定的70%，但不小于70mm。

剪力墙结构：取框架结构的50%，但不小于70mm。

缝两侧结构体系不同时，缝宽按不利的结构类型确定。

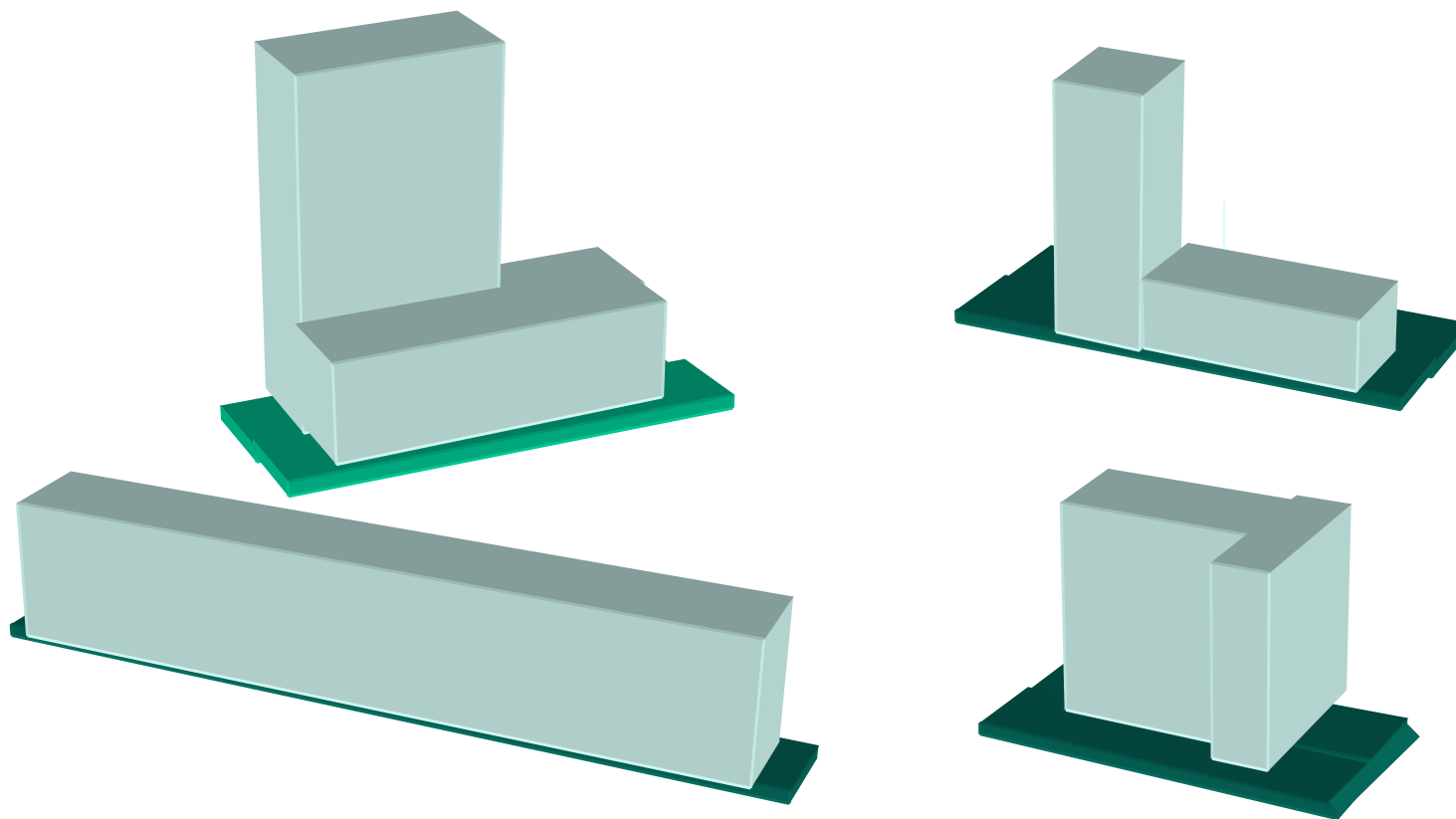
(4) 抗震设防的建筑，其伸缩缝，沉降缝宽度均应符合防震缝宽度的要求。

(5) 在相邻的高、低结构之间设置防震缝时，不应采取牛腿托梁的做法设置防震缝。

第 2章 结构体系与结构布置



三缝的主要区别？什么情况下设置？不设缝时应采取什么措施？



- 沉降缝 → 避免主体与裙房过大的沉降差
- 伸缩缝 → 减小结构温度应力
- 防震缝 → 避免地震时结构间的相互碰撞

必要时可以三缝合一。



2.2.2 结构竖向布置

高层建筑结构的承载力和刚度宜自下而上逐渐减小，变化宜均匀、连续，不应突变。竖向布置应符合下列要求：

1) 竖向宜规则、均匀，避免有过大的外挑和内收；侧向刚度宜下大上小，逐渐均匀变化；不应采用竖向布置严重不规则的结构。

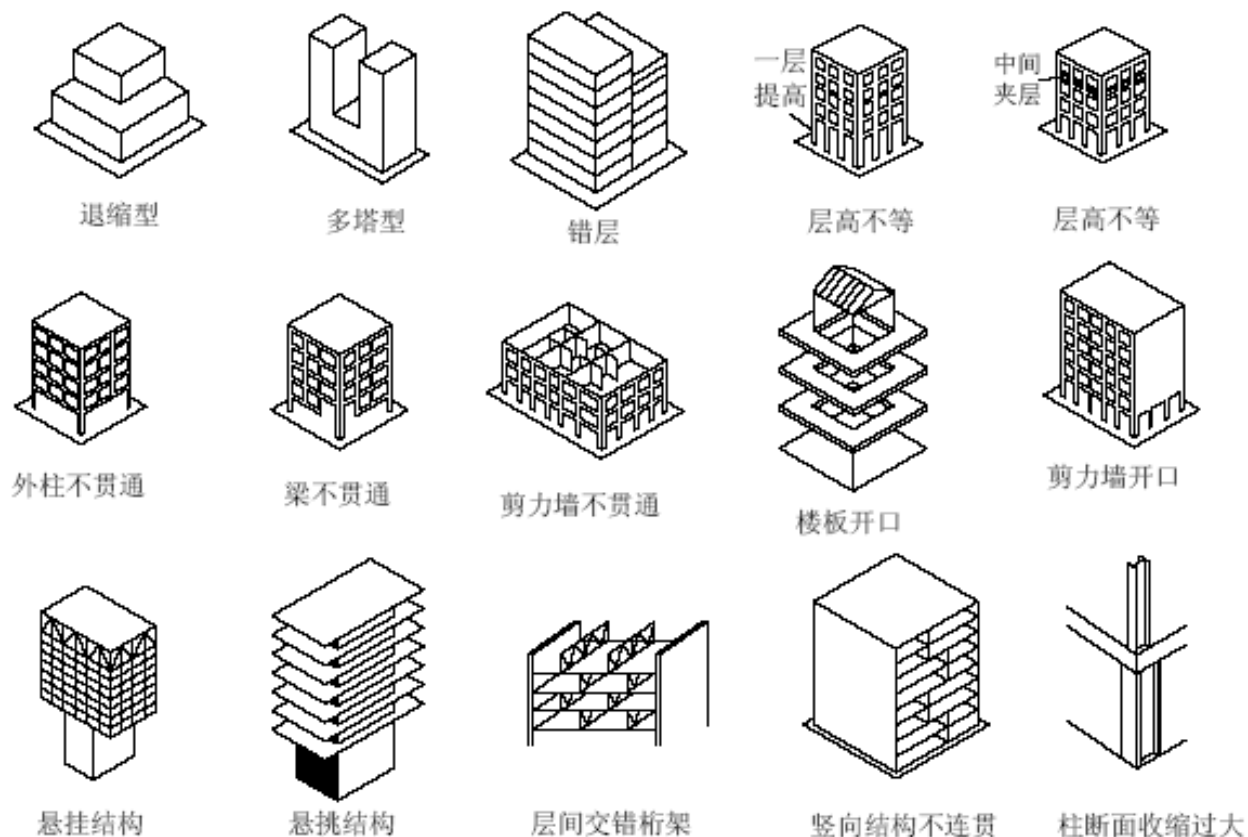


图 2.2.8 对抗震不利的结构竖向布置



2) 抗震设计的高层建筑结构，各楼层侧向刚度应均匀。

其楼层侧向刚度不宜小于相邻上部楼层侧向刚度的 70% 或其上相邻三层侧向刚度平均值的 80%。

注：楼层的侧向刚度可取该楼层剪力与该楼层层间侧移的比值。

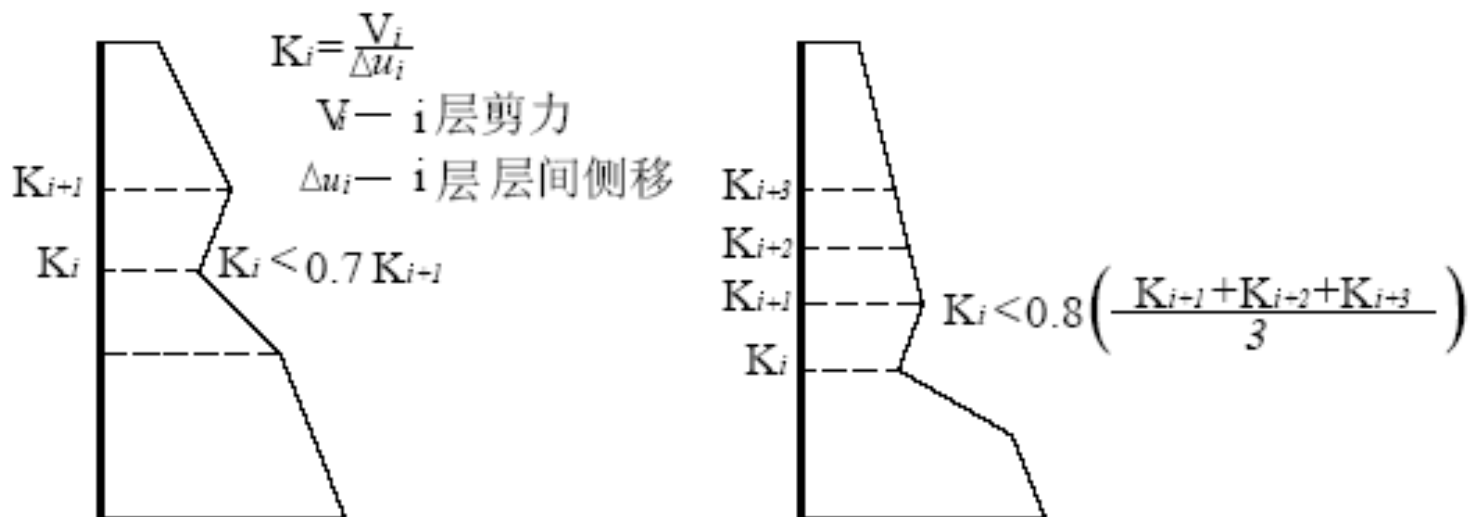


图 2.2.9 沿竖向侧向刚度不规则（有柔软层）



3) 为防止结构出现薄弱层, 各楼层受剪承载力应均匀。

A 级高度高层建筑楼层层间的受剪承载力不宜小于其上一层受剪承载力的 80%, 不应小于其上一层受剪承载力的 65%; B 级高度高层建筑楼层层间的受剪承载力不宜小于其上一层受剪承载力的 75%。

4) 抗震设计时, 结构竖向抗侧力构件宜上、下连续贯通。

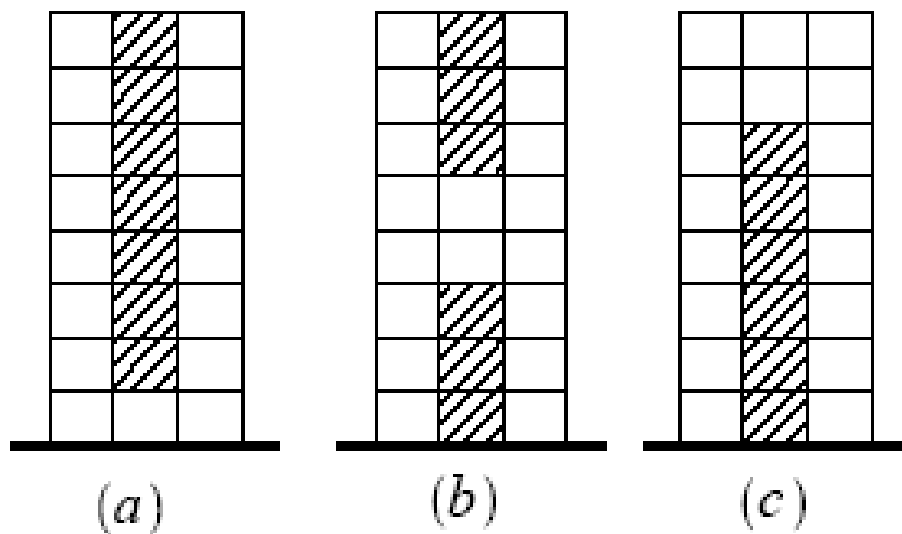


图 2.2.10 对抗震不利的结构竖向布



5) 结构上部楼层相对于下部楼层的收进、或外挑不应较大。

(1) 上部楼层收进, H_1/H 之比大于 0.2 时, B_1 宜小于 B 的 0.75 倍;

(2) 上部楼层外挑, B 不宜小于上部楼层水平尺寸 B_1 的 0.9 倍, 且水平外挑尺寸 a 不宜大于4m。

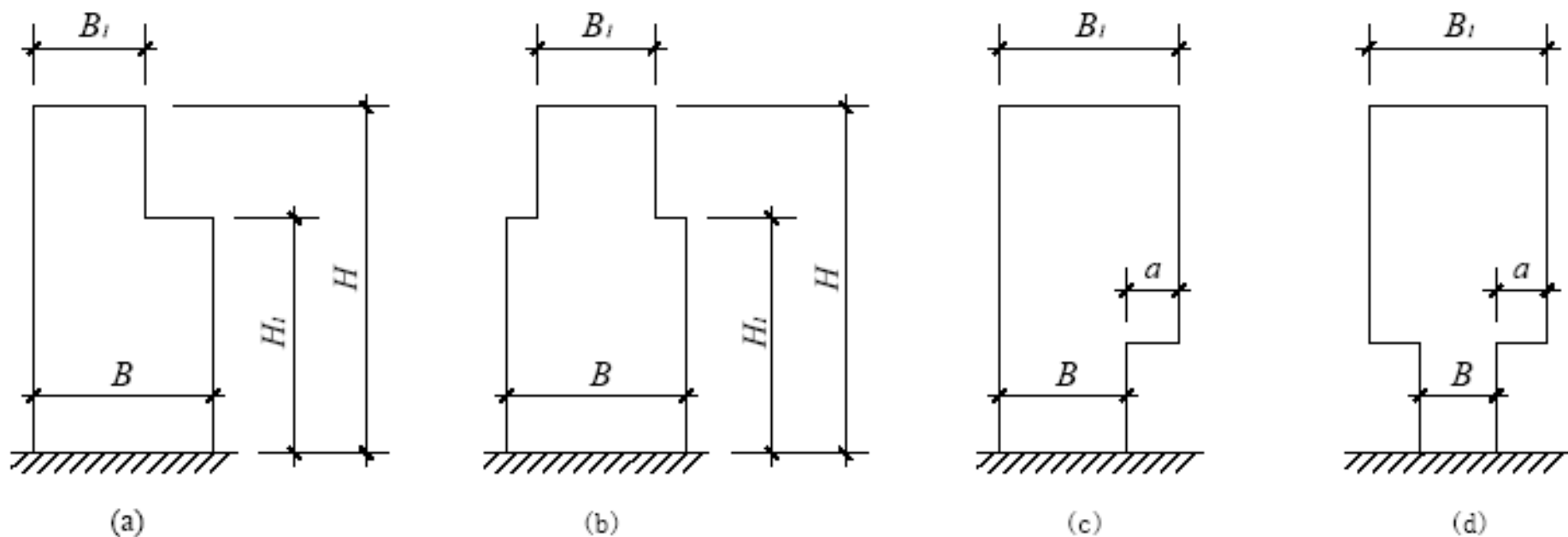


图 2.2.11 结构竖向收进和外挑示意



6) 结构顶层取消部分墙、柱形成空旷房间时, 形成刚度和承载力突变, 此时应进行详细的计算分析, 并采取有效的构造措施。

7) 高层建筑设置地下室, 可利用土体的侧压力防止水平力作用下结构的滑移、倾覆, 减轻地震作用对上部结构的影响; 还可降低地基的附加压力, 提高地基的承载能力。震害经验也表明, 有地下室的高层建筑, 其震害明显减轻。

因此, 高层建筑宜设地下室, 不宜采用部分地下室, 地下室应有相同的埋深。



2.3 高层建筑的楼盖结构及基础

2.3.1 楼盖结构选型

1、分类：

现浇楼盖、装配式楼盖

2、选型

表 2.3.1 高层建筑楼盖结构选型

结构体系	高 度	
	不大于 50m	大于 50m
框 架	可采用装配式楼面（灌板缝）	宜采用现浇楼面
剪力墙	可采用装配式楼面（灌板缝）	宜采用现浇楼面
框架-剪力墙	宜采用现浇楼面（8，9 度抗震设计），可采用装配整体式楼面（灌板缝加现浇面层）（7，8 度抗震设计）	应采用现浇楼面
板柱-剪力墙	应采用现浇楼面	—
框架-核心筒和筒中筒	应采用现浇楼面	应采用现浇楼面



2.3.2 楼盖构造要求 (略)

2.3.3 基础形式及埋置深度

高层建筑基础占的工程量大、造价高，对施工工期也影响很大。一般9—16层高层住宅的工期占总工期的1 / 3左右，造价也占总造价的1 / 3左右。因此，基础设计对高层建筑的经济技术指标有较大的影响。

基础设计应满足要求：

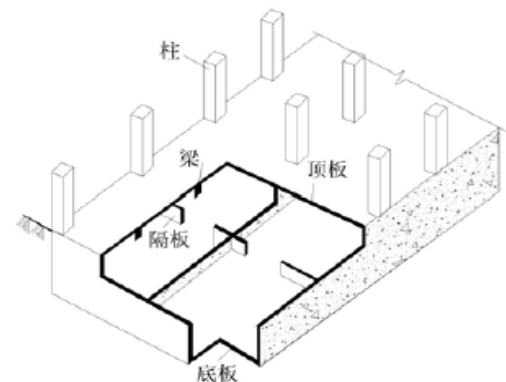
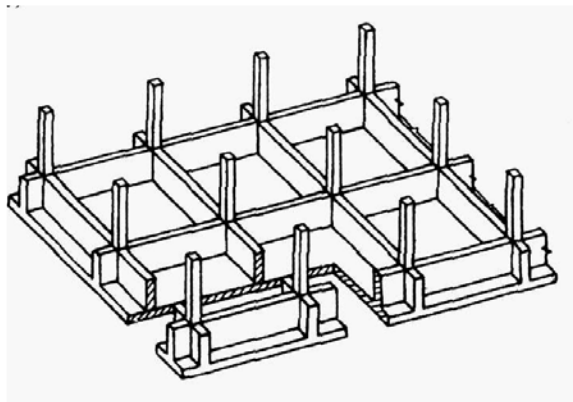
- 1) 沉降：基础的总沉降量和差异沉降量满足规范规定的允许值；
- 2) 承载力：满足天然地基或复合地基承载力及桩基承载力的要求；
- 3) 防水：地下结构满足建筑防水的要求；
- 4) 影响：尽可能避免或减轻对毗邻房屋或市政设施的影响；
- 5) 经济：应考虑综合经济效益，不仅考虑基础本身的用料和造价，还应考虑土方、降水、施工条件和工期等因素。



1、基础形式

高层建筑应采用整体性好、能满足地基承载力和建筑物容许变形要求的基础形式。基础的选型应根据上部结构、工程地质、施工条件等因素综合考虑确定。

- 1) 一般采用整体性好和刚度大的**筏形基础**、**箱形基础**。
- 2) 当地质条件好、荷载较小，且能满足地基承载力和变形要求时，也可采用**交叉梁基础**。
- 3) 当地质条件较差时，可采用桩基，成为**桩筏基础**或**桩箱基础**。





2、基础埋置深度

1) 埋置深度可从室外地坪算至基础底面。

2) 埋置深度应考虑建筑物的高度、体型、地基土质、抗震设防烈度等因素。

(1) 采用天然地基或复合地基时，可取房屋高度的 $1/15$ ；

(2) 采用桩基础时，可取房屋高度的 $1/18$ （桩长不计在内）；

(3) 采用岩石地基或采取有效措施时，基础埋置深度可不受上述条件的限制，但应验算倾覆和滑移。

3) 高层建筑基础必须有足够的埋置深度，主要是考虑：

(1) 防止基础发生滑移和倾斜，提高基础的稳定性。

(2) 增大埋深，可以提高地基的承载力，减少基础的沉降量。

(3) 增大埋深后，地面运动时，阻尼增大，可减轻震害。