

结构设计设计基础知识（二）城市规划师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/646/2021\\_2022\\_E7\\_BB\\_93\\_E6\\_9E\\_84\\_E8\\_AE\\_BE\\_E8\\_c61\\_646661.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/646/2021_2022_E7_BB_93_E6_9E_84_E8_AE_BE_E8_c61_646661.htm)

一、建筑结构 狹义的建筑指各种房屋及其附属的构筑物。建筑结构是在建筑中，由若干构件，即组成结构的单元如梁、板、柱等，连接而构成的能承受作用（或称荷载）的平面或空间体系。建筑结构因所用的建筑材料不同，可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构、轻型钢结构、木结构和组合结构等。二、《建筑设计统一标准（GBJ68 - 84）》 该标准是为了合理地统一各类材料的建筑设计的基本原则，是制定工业与民用建筑结构荷载规范、钢结构、薄壁型钢结构、混凝土结构、砌体结构、木结构等设计规范以及地基基础和建筑抗震等设计规范应遵守的准则，这些规范均应按本标准的要求制定相应 的具体规定。制定其它土木工程结构设计规范时，可参照此标准规定的原则。本标准适用于建筑物（包括一般构筑物）的整个结构，以及组成结构的构件和基础；适用于结构的使用阶段，以及结构构件的制作、运输与安装等施工阶段。本标准引进了现代结构可靠性设计理论，采用以概率理论为 基础的极限状态设计方法分析确定，即将各种影响结构可靠性的因素都视为随机变量，使设计的概念和方法都建立在统计 数学的基础上，并以主要根据统计分析确定的失效概率来度量结构的可靠性，属于“概率设计法”，这是设计思想上的重要演进。这也是当代国际上工程结构设计方法发展的总趋势，而我国在设计规范（或标准）中采用概率极限状态设计 法是迄今为止采用最广泛的国家。三、结构可靠度 建筑结构

的可靠性包括安全性、适用性和耐久性三项要求。结构可靠度是结构可靠性的概率度量，其定义是：结构在规定的时间内，在规定的条件下，完成预定功能的概率，称为结构可靠度。其“规定的时间”是指设计基准期50年，这个基准期只是在计算可靠度时，考虑各项基本变量与时间关系所用的基准时间，并非指建筑结构的寿命；“规定的条件”是指正常设计、正常施工和正常的使用条件，不包括人为的过失影响；“预定的功能”则是能承受在正常施工和正常使用时可能出现的各种作用的能力（即安全性）；在正常使用时具有良好的工作性能（即适用性）；在正常维护下具有足够的耐久性能（耐久性）。在偶然事件发生时及发生后，仍能保持必需的整体稳定性。结构能完成预定功能的概率称为可靠概率 $p_s$ ，结构不能完成预定功能的概率称为失效概率 $P_f$ ， $p_f = 1 - p_s$ ，用以度量结构构件可靠度是用可靠指标 $\beta$ ，它与失效概率 $p_f$ 的关系为 $p_f = e^{-\beta}$ 。根据对正常设计与施工的建筑结构可靠度水平的校正结果，并考虑到长期的使用经验和经济后果后，《统一标准》给出构件强度的统一值：对于安全等级为二级的各种构件，延性破坏的 $\beta = 3.2$ ；脆性破坏的 $\beta = 3.7$ 。

影响结构可靠度的因素主要有：荷载、荷载效应、材料强度、施工误差和抗力分析五种，这些因素一般都是随机的，因此，为了保证结构具有应有的可靠度，仅仅在设计上加以控制是远远不够的，必须同时加强管理，对材料和构件的生产质量进行控制和验收，保持正常的结构使用条件等都是结构可靠度的有机组成部分。为了照顾传统习惯和实用上的方便，结构设计时不直接按可靠指标 $\beta$ ，而是根据两种极限状态的设计要求，采用以荷载代表

值、材料设计强度（设计强度等于标准强度除以材料分项系数）、几何参数标准值以及各种分项系数表达的实用表达式进行设计。其中分项系数反映了以 为标志的结构可靠水平。

四、建筑结构的安全等级 建筑结构设计时，应根据结构破坏可能产生的后果（危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等）的严重性，采用不同的安全等级。它以结构重要性系数的形式反映在设计表达式中，如表4 - 2。建筑物中各类结构构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同，对其中部分结构构件的安全等级可进行调整，但不得低于三级。

五、荷载的代表值 来源：考试大 是结构或构件设计时采用的荷载取值，它包括标准值、准永久值和组合值等。设计时应根据不同极限状态的设计要求来确定采用哪一种荷载值。

1. 荷载标准值 ( $G_k$ 、 $Q_k$ )。荷载的基本代表值，是结构设计按各类极限状态设计时所采用的荷载代表值。

2. 荷载组合值 ( $qQ_x$ )。是当结构承受两个或两个以上可变荷载时，承载能力极限状态按基本组合设计及正常使用极限状态按短期效应组合设计所采用的荷载代表值。

3. 荷载准永久值 ( $cQ_k$ )。是正常使用极限状态长期效应组合设计时所采用的荷载代表值。因此，永久荷载只有标准值作为它的唯一代表值，而可变荷载的代表值则除了标准值外，还有组合值和准永久值。

结构自重的标准值，可按设计尺寸与材料的标准容重计算。可变荷载的标准值  $Q_k$ ，应根据荷载的观测和试验数据，并考虑工程经验，按设计基准期最大荷载概率分布的某一分位值确定，设计时可按《荷载规范》采用。荷载组合值系数  $c$  应根据两个或两个以上可变荷载在设计基准期内的相遇情况及其组合的最大荷载效应概率

分布，并考虑结构构件可靠指标具有一致性的原则确定。一般情况下，当有风荷载参与组合时， $c$ 取0.6；当没有风荷载参与组合时， $c$ 取1.0；对于高层建筑和高耸构筑物，其组合中风荷载效应的 $c$ 均取1.0；在一般框架、排架结构的简化组合中，当参与组合的可变荷载有两个或两个以上，且其中包括风荷载时， $c$ 取0.85；其他情况， $c$ 均取1.0。荷载准永久值系数 $q$ 是荷载准永久值与荷载标准值的比值。荷载准永久值应按在设计基准期内荷载达到和超过该值的总持续时间 $T$ ，与设计基准期 $T$ 的比值确定，比值 $Tq / T$ 可采用0.5。所以荷载准永久值相当于任意时点荷载概率密度函数50%的分位值。

**六、结构上的作用** 各种施加在结构上的集中或分布荷载，以及引起结构外加变形或约束变形的原因，均称为结构上的作用。引起结构外加变形或约束变形的原因系指地层、基础沉降、温度变化和焊接等作用。结构上前作用可按下列原则分类：

- 按其随时间的变异性和平可能出现的可能性可分为永久作用，如结构自重、土压力、预应力等；可变作用，如楼面活荷载、风、雪荷载、温度等；偶然作用，如地震、爆炸、撞击等。
- 按随空间位置的变异分为固定作用，如楼面上的固定设备荷载、构件自重等；可动作用，如楼面上人员荷载、吊车荷载等。
- 按结构的反应分为静态作用，如结构自重、楼面活荷载等；动态作用，如地震、吊车荷载及高耸结构上的风荷载等。

**七、结构的作用效应** 作用引起的结构或构件的内力和变形即称为结构的作用效应。常见的作用效应有：

- 内力。
  - 轴向力，即作用引起的结构或构件某一正截面上的法向拉力或压力；
  - 剪力，即作用引起的结构或构件某一截面上的切向力；
- 弯

矩，即作用引起的结构或构件某一截面上的内力矩；4）、扭矩，即作用引起的结构或构件某一截面上的剪力构成的力偶矩。2. 应力。如正应力、剪应力、主应力等。3. 位移。作用引起的结构或构件中某点位置改变（线位移）或某线段方向的改变（角位移）。4. 挠度。构件轴线或中面上某点在弯短作用平面内垂直于轴线或中面的线位移。5. 变形。作用引起的结构或构件中各点间的相对位移。变形分为弹性变形和塑性变形。

6. 应变：如线应变、剪应变和主应变等。  
八、抗力 结构或构件承受作用效应的能力称为抗力，如强度、刚度和抗裂度等。强度：材料或构件抵抗破坏的能力，其值为在一定的受力状态和工作条件下，材料所能承受的最大应力或构件所能承受的最大内力（承载能力）。刚度：结构或构件抵抗变形的能力，包括构件刚度和截面刚度，按受力状态不同可分为轴向刚度、弯曲刚度、剪变刚度和扭转刚度等。对于构件刚度，其值为施加于构件上的力（力矩）与它引起的线位移（角位移）之比。对于截面刚度，在弹性阶段，其值为材料弹性模量或剪变模量与截面面积或惯性矩的乘积。抗裂度：结构或构件抵抗开裂的能力。

九、弹性模量（E）、剪变模量（G）、变形模量（ $E_{def}$ ）  
弹性模量：材料在单向受拉或受压且应力和应变呈线性关系时，截面上正应力与对应的正应变的比值： $E = \sigma / \epsilon$ 。  
剪变模量：材料在单向受剪且应力和应变呈线性关系时，截面上剪应力与对应的剪应变的比值： $G = \tau / \gamma$ （ $\tau$  为剪应力， $\gamma$  为剪切角）  
。在弹性变形范围内， $G = E / 2(1 + \nu)$ 。  
泊松比，预料在单向受拉或受压时，横向正应变与轴向正应变的比值。如对钢材， $\nu = 0.3$ ，算得 $G = 0.384E$ ；对混凝土， $\nu = 1/6$ ，

则得  $G = 0.425E$ 。 变形模量：材料在单向受拉或受压且应力和应变呈非线性（或部分线性和部分非线性）关系时，截面上正应力与对应的正应变的比值。例如混凝土，其应力应变关系只是在快速加载或应力小于  $f_c / 3$  ( $f_c$  为混凝土轴心抗压强度) 时才接近直线，而一般情况下应力应变为曲线关系。混凝土规范中的  $E_c$  是在应力上限为  $: 0.5f_c$  反复加载 5~10 次后变形趋于稳定，应力应变曲线接近于直线，其斜率即为混凝土的弹性模量  $E_c$ 。当应力较大时，应力应变曲线上任一点，与原点的连线  $oa$  的斜率称为混凝土的变形模量  $E = tga$

1.  $E_c$  也称为割线模量。变形模量可用弹性模量表示： $E_c = E / \epsilon_0$ ， $\epsilon_0$  为弹性系数，随应力的增大而减小，即变形模量降低。

十、几个常用几何参数

1. 截面面积矩（又叫静矩  $S$ ）。截面上某一微元面积到截面上某一指定轴线距离的乘积，称为微元面积对指定轴的静矩；而把微元面积与各微元至截面上指定轴线距离乘积的积分称为截面对指定轴的静矩  $S_x = \int y dF$ 。
2. 截面惯性矩（ $I$ ）。截面各微元面积与各微元至截面某一指定轴线距离二次方乘积的积分  $I_x = \int y^2 dF$ 。
3. 截面极惯性矩（ $I_p$ ）。截面各微元面积与各微元至垂直于截面的某一指定轴线二次方乘积的积分  $I_p = \int P^2 dF$ 。截面对任意一对互相垂直轴的惯性矩之和，等于截面对该二轴交点的极惯性矩  $I_p = I_y + I_z$ 。
4. 截面抵抗矩（ $W$ ）。截面对其形心轴惯性矩与截面上最远点至形心轴距离的比值  $W_2 = I_y / h$ 。
5. 截面回转半径（ $i$ ）。截面对其形心轴的惯性矩除以截面面积的商的二次方根。
6. 弯曲中心。对矩形、I 形梁的纵向对称中面施加垂直（或叫横向力）外，对其他截面梁除产生弯曲外，还产生扭转。欲使梁不产生扭转，就必须使外力  $P$  在过某

—A点的纵向平面内，此A点就称为弯曲中心，即只有当横向力P作用在通过弯曲中心的纵向平面内时，梁才只产生弯曲而不产生扭转。

十一、脆性破坏和延性破坏

脆性破坏：结构或构件在破坏前无明显变形或其它预兆的破坏类型。

延性破坏：结构或构件在破坏前有明显变形或其它预兆的破坏类型。

在冲击和振动荷载作用下，要求结构的材料能够吸收较大的能量，同时能产生一定的变形而不致破坏，即要求结构或构件有较好的延性。例如，钢结构材料延性好，可抵抗强烈地震而不倒塌；而砖石结构变形能力差，在强烈地震下容易出现脆性破坏而倒塌。为此，砖石砌体结构房屋需按抗震规范要求设置构造柱和抗震圈梁，约束砌体的变形，以增加其在地震作用下的抗倒塌能力。钢筋混凝土材料具有双重性，如果设计合理，能消除或减少混凝土脆性性质的危害，充分发挥钢筋塑性性能，实现延性结构。为此，抗震的钢筋混凝土结构都要按照延性结构要求进行抗震设计，以达到抗震设防的三水准要求：小震下结构处于弹性状态；中震时，结构可能损坏，但经修理即可继续使用；大震时，结构可能有些破坏，但不致倒塌或危及生命安全。

十二、压杆稳定

细长的受压杆当压力达到一定值时，受压杆可能突然弯曲而破坏，即产生失稳现象。由于受压杆失稳后将丧失继续承受原设计荷载的能力，而失稳现象又常是突然发生的，所以，结构中受压杆件的失稳常造成严重的后果，甚至导致整个结构物的倒塌。工程上出现较大的工程事故中，有相当一部分是因为受压构件失稳所致，因此对受压杆的稳定问题绝不容忽视。所谓压杆的稳定，是指受压杆件其平衡状态的稳定性。当压力P小于某一值时，直线状态的平衡为稳定的，当P大于该值时，

便是不稳定的，其界限值  $P_{cr}$  (1j) 称为临界力。来源：考试大当压杆处于不稳定的平衡状态时，就称为丧失稳定或简称失稳。显然，承载结构中的受压杆件绝对不允许失稳。由于杆端的支承对杆的变形起约束作用，且不同的支承形式对杆件变形的约束作用也不同，因此，同一受压杆当两端的支承情况不同时，其所能受到的临界力值也必然不同。工程中一般根据杆件支承条件用“计算长度”来反映压杆稳定的因素。不同材料的压杆，在不同支承条件下，其承载力的折减系数也不同，所用的名称也不同，例如钢压杆叫长细比，钢筋混凝土柱叫高宽比，砌体墙、柱叫高厚比，但这些都是考虑压杆稳定问题。

十三、极限状态 整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求，此特定状态称为该功能的极限状态。极限状态可分为两类：

- 1 . 承载能力极限状态。结构或结构构件达到最大承载能力或达到不适于继续承载的变形的极限状态：
  - 1 )、整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡（如倾覆等）；
  - 2 )、结构构件或连接因材料强度被超过而破坏（包括疲劳破坏），或因过度的塑性变形而不适于继续承载；
  - 3 )、结构转变为机动体系；
  - 4 )、结构或结构构件丧失稳定（如压屈等）。
- 2 . 正常使用极限状态。结构或结构构件达到使用功能上允许的某一限值的极限状态。出现下列状态之一时，即认为超过了正常使用极限状态：
  - 1 )、影响正常使用或外观的变形；
  - 2 )、影响正常使用或耐久性能的局部损坏（包括裂缝）；
  - 3 )、影响正常使用的振动；
  - 4 )、影响正常使用的其它特定状态。

十四、结构设计方法 结构设计的基本任务，是在结构的可靠与经济之间选择一种合理的平

衡，力求以最低的代价，使所建造的结构在规定的条件下和规定的使用期限内，能满足预定的安全性、适用性和耐久性等功能要求。为达到这个目的，人们采用过多种设计方法。以现代观点看，可划分为定值设计法和概率设计法两大类。

1. 定值设计法。将影响结构可靠度的主要因素（如荷载、材料强度、几何参数、计算公式精度等）看作非随机变量，而且采用以经验为主确定的安全系数来度量结构可靠性的设计方法，即确定性方法。此方法要求任何情况下结构的荷载效应 $S$ （内力、变形、裂缝宽度等）不应大于结构抗力 $R$ （强度、刚度、抗裂度等），即 $S \leq R$ 。在20世纪70年代中期前，我国和国外主要都采用这种方法。

2. 概率设计法：将影响结构可靠度的主要因素看作随机变量，而且采用以统计为主确定的失效概率或可靠指标来度量结构可靠性的设计方法，即非确定性方法。此方法要求按概率观念来设计结构，也就是出现结构荷载效应大于结构抗力 $(S > R)$ 的概率应小于某个可以接受的规定值。这种方法是20世纪40年代提出来的，至70年代后期在国际上已进入实用阶段。我国自80年代中期

，结构设计方法开始由定值法向概率法过渡。十五、混凝土结构 以混凝土为主制作的结构。包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等。“砼”（音tóng），与“混凝土”同义，可并用，但在同一技术文件、图纸、书刊中，两者不宜混用。

1. 混凝土是由胶凝材料（水泥）、水和粗、细骨料按适当比例配合，拌制成拌合物，经一定时间硬化而成的人造石材。普通混凝土干表观密度为 $1900 \sim 2500 \text{ kg/m}^3$

3，是由天然砂、石作骨料制成的。当构件的配筋率小于钢筋混凝土中纵向受力钢筋最小配筋百分率时，应视为素混

凝土结构。这种材料具有较高的抗压强度，而抗拉强度却很低，故一般在以受压为主的结构构件中采用，如柱墩、基础墙等。

2. 当在混凝土中配以适量的钢筋，则为钢筋混凝土。钢筋和混凝土这种物理、力学性能很不相同的材料之所以能有效地结合在一起共同工作，主要靠两者之间存在粘结力，受荷后协调变形。再者这两种材料温度线膨胀系数接近，此外钢筋至混凝土边缘之间的混凝土，作为钢筋的保护层，使钢筋不受锈蚀并提高构件的防火性能。

来源：考试大由于钢筋混凝土结构合理地利用了钢筋和混凝土两者性能特点，可形成强度较高，刚度较大的结构，其耐久性和防火性能好，可模性好，结构造型灵活，以及整体性、延性好，适用于抗震结构等特点，因而在建筑结构及其他土木工程中得到广泛应用。

3. 预应力混凝土是在混凝土结构构件承受荷载之前，利用张拉配在混凝土中的高强度预应力钢筋而使混凝土受到挤压，所产生的预压应力可以抵消外荷载所引起的部分或全部拉应力，也就提高了结构构件的抗裂度。这样的预应力混凝土一方面由于不出现裂缝或裂缝宽度较小，所以它比相应的普通钢筋混凝土的截面刚度要大，变形要小；另一方面预应力使构件或结构产生的变形与外荷载产生的变形方向相反（习惯称为“反拱”），因而可抵消后者一部分变形，使之容易满足结构对变形的要求，故预应力混凝土适宜于建造大跨度结构。混凝土和预应力钢筋强度越高，可建立的预应力值越大，则构件的抗裂性越好。同时，由于合理有效地利用高强度钢材，从而节约钢材，减轻结构自重。由于抗裂性高，可建造水工、储水和其它不渗漏结构。

百考试题论坛十六、高强混凝土一般把强度等级为C60及其以上的混凝

土称为高强混凝土。它是用水泥、砂、石原材料外加减水剂或同时外加粉煤灰、F矿粉、矿渣、硅粉等混合料，经常规工艺生产而获得高强的混凝土。高强混凝土作为一种新的建筑材料，以其抗压强度高、抗变形能力强、密度大、孔隙率低的优越性，在高层建筑结构、大跨度桥梁结构以及某些特种结构中得到广泛的应用。高强混凝土最大的特点是抗压强度高，一般为普通强度混凝土的4~6倍，故可减小构件的截面，因此最适宜用于高层建筑。试验表明，在一定的轴压比和合适的配箍率情况下，高强混凝土框架柱具有较好的抗震性能。而且柱截面尺寸减小，减轻自重，避免短柱，对结构抗震也有利，而且提高了经济效益。高强混凝土材料为预应力技术提供了有利条件，可采用高强度钢材和人为控制应力，从而大大地提高了受弯构件的抗弯刚度和抗裂度。因此世界范围内越来越多地采用施加预应力的高强混凝土结构，应用于大跨度房屋和桥梁中。此外，利用高强混凝土密度大的特点，可用作建造承受冲击和爆炸荷载的建（构）筑物，如原子能反应堆基础等。利用高强混凝土抗渗性能强和抗腐蚀性能强的特点，建造具有高抗渗和高防腐要求的工业用水池等。

十七、钢筋混凝土梁板结构 板是一种平面构件，主要承受各种作用产生的弯矩和剪力；梁在梁板结构中，一般为直线形（也有曲线形）构件，主要承受各种作用产生的弯矩和剪力，有时也承受扭矩。由梁和板组成的钢筋混凝土梁板结构如楼盖、屋盖、阳台、雨篷和楼梯等，在建筑中应用十分广泛。在特种结构中水池的顶板和底板、烟囱的板式基础也都是梁板结构。钢筋混凝土楼盖是建筑结构的主要组成部分，对于6~12层的框架结构，楼盖用钢量占全部结构用钢量的50

%左右；对于混合结构，其用钢量主要在楼盖中。因此，楼盖结构选型和布置的合理性以及计算和构造的正确性，对建筑的安全使用有着非常重要的意义。钢筋混凝土楼盖按其施工方法可分为现浇式、装配式和装配整体式三种：1. 现浇钢筋混凝土梁板结构。整体刚性好，抗震性强，防水性能好，适用于布置上有特殊要求的楼面，有振动要求的楼面，公共建筑的门厅部分，平面布置不规则的局部楼面（如剧院的耳光室），防水要求高的楼面（如卫生间、厨房等），高层建筑和抗震结构的楼面等。现浇梁板结构按楼板受力和支承条件的不同，又分为单向板肋式楼盖，双向板肋式楼盖，双重井式楼盖和无梁楼盖等。2. 装配式钢筋混凝土楼盖。楼板采用预制构件，便于工业化生产，在多层民用建筑和多层工业厂房中得到广泛应用，此种楼面因其整体性、抗震性及防水性能较差，而且不便于开设孔洞，故对高层建筑及有防水要求和开孔洞的楼盖不宜采用。若在多层抗震设防的房屋使用，要按抗震规范采取加强措施。3. 装配整体式钢筋混凝土楼盖：其整体性较装配式好，又较现浇式节省支模。但这种楼盖要进行混凝土二次浇灌，有时还需增加焊接工作量，故对施工进度和造价有不利影响。因此仅适用于荷载较大的多层工业厂房、高层民用建筑及有抗震设防要求的一些建筑。

## 十八、无粘结预应力混凝土结构

无粘结预应力钢筋由7-s5高强钢丝组成钢丝束或用7-s5高强钢丝扭结而成的钢绞线，通过防锈、防腐润滑油脂等涂层包裹塑料套管而构成的新型预应力筋。它与施加预应力的混凝土之间没有粘结力，可以永久地相对滑动，预应力全部由两端的锚具传递。这种预应力筋的涂层材料要求化学稳定性高，对周围材

料如混凝土、钢材和包裹材料不起化学反应；防腐性能好，润滑性能好，摩阻力小。对外包层材料要求具有足够的韧性，抗磨性强，对周围材料无侵蚀作用。这种结构施工较简便，可把无粘结预应力筋同非预应力筋一道按设计曲线铺设在模板内，待混凝土浇筑并达到强度后，张拉无粘结筋并锚固，借助两端锚具，达到对结构产生预应力效果。由于预应力全部由锚具传递，故此种结构的锚具至少应能发挥预应力钢材实际极限强度的95%且不超过预期的变形。施工后必须用混凝土或砂浆妥加保护，以保证其防腐蚀及防火要求。无粘结预应力结构适用于跨度大于6米的平板。单向板常用跨度为6~9米，跨高比约为45。对跨度在7~12米，活荷载在5KN/m<sup>2</sup>以下楼盖，可采用双向平板或带有宽扁梁的板双向平板的垮高比约为40~45，带柱帽和托板的平板、密肋板或梁支承的双向板，适用于建造更大跨度或活荷载较大的楼盖。无粘结预应力筋也可应用在较大跨度的扁梁上或井字梁和密肋梁上，梁的高跨比：楼层不超过25；屋顶层不超过28。采用无粘结预应力结构有利于降低建筑物层高和减轻结构自重；改善结构的使用功能，楼板挠度小，几乎不存在裂缝；大跨度楼板可增加使用面积，也较容易改变楼层用途；施工方便、速度快；节约钢材和混凝土；可用平板代替肋形楼盖而降低层高等，有较好的经济效益和社会效益，适用于办公楼、商场、旅馆、车库、仓库和高层建筑等。

十九、深梁一般指梁的跨度与高度之比L/h>2的简支梁和L/h>2.5的连续梁，且适用于本身直接承受竖向荷载为主的深梁（剪力墙结构的连系梁虽然尺寸接近深梁，但其支座条件不同，梁的剪切变形较大，故不在本条之列）。深梁因其高度与跨度接近

，受力性能与一、砌体结构 以砌体为主制作的结构称为砌体结构。它包括砖结构、石结构和其它材料的砌块结构。分为无筋砌体结构和配筋砌体结构。砌体结构在我国应用很广泛，这是因为它可以就地取材，具有很好的耐久性及较好的化学稳定性和大气稳定性，有较好的保温隔热性能。较钢筋混凝土结构节约水泥和钢材，砌筑时不需模板及特殊的技术设备，可节约木材。砌体结构的缺点是自重大、体积大，砌筑工作繁重。由于砖、石、砌块和砂浆间粘结力较弱，因此无筋砌体的抗拉、抗弯及抗剪强度都很快。由于其组成的基本材料和连接方式，决定了它的脆性性质，从而使其遭受地震时破坏较重，抗震性能很差，因此对多层砌体结构抗震设计需要采用构造柱、圈梁及其它拉结等构造措施以提高其延性和抗倒塌能力。此外，砖砌体所用粘土砖用量很大，占用农田土地过多，因此把实心砖改成空心砖，特别发展高孔洞率、高强度、大块的空心砖以节约材料，以及利用工业废料，如粉煤灰、煤渣或者混凝土制成空心砖块代替红砖等都是今后砌体结构的方向。二、木结构 是单纯由木材或主要由木材承受荷载的结构。这种结构因为是由天然材料所组成，受着材料本身条件的限制，因而木结构多用在民用和中小型工业厂房的屋盖中。木屋盖结构包括木屋架、支撑系统、吊顶、挂瓦条及屋面板等。木材易于取材，加工方便，质轻且强。缺点是各向异性，有木节、裂纹等天然缺陷，易腐易蛀、易燃、易裂和翘曲。木屋架适用于跨度不超过15米，钢木屋架适用跨度不超过18米，室内空气相对湿度不超过70%，室内温度不超过50℃，吊车起重量不超过5 t，悬挂吊车不超过1 t的工业与民用建筑。钢木屋架采用钢下弦和钢拉杆，受力

合理，安全可靠。木屋盖还可采用胶合梁作为承重构件，它是用胶将木板胶合而成，外形美观，受力合理，是一种有前途的结构。前苏联还研究使用过板壳梁、多种型式的空间结构如网状筒拱等。由于木材资源的限制及木材本身的缺点，近年来在大量房屋建筑中，木屋盖的应用较少，一般被钢筋混凝土结构及钢结构所代替。

三、钢结构 以钢材为主制作的结构，是主要的建筑结构类型之一。钢材的特点是强度高、自重轻、刚度大，故用于建造大跨度和超高、超重型的建筑物特别适宜；材料匀质性和各向同性好，属理想弹性体，最符合一般工程力学的基本假定；材料塑性、韧性好，可有较大变形，能很好地承受动力荷载；其工业化程度高，可进行机械化程度高的专业化生产；加工精度高、效率高、密闭性好，故可用于建造气罐、油罐和变压器等。其缺点是耐火性和耐腐性较差。主要用于重型车间的承重骨架、受动力荷载作用的厂房结构、板壳结构、高耸电视塔和桅杆结构、桥梁和飞机库等大跨结构、高层和超高层建筑等。钢结构今后应研究高强度钢材，大大提高其屈服点强度；此外要轧制新品种的型钢，例如H型钢（又称宽翼缘型钢）和T形钢以及压型钢板等以适应大跨度结构和超高层建筑的需要。

四、轻型钢结构 系指由圆钢或小角钢（L $45 \times 4$ 或L $56 \times 36 \times 4$ ）组成的钢结构（不采用圆钢，有个别次要杆件采用小角钢的仍属普通钢结构）。轻型钢结构主要用于跨度L $< 18m$ 、吊车起重量Q $< 5t$ 的无高温、高湿和侵蚀环境的厂房以及一些采用轻型屋面材料（石棉瓦、瓦楞铁、压型板或其它轻质材料）的不重要的或临时建筑的屋盖结构中。柱子和吊车梁不宜采用轻型钢结构。

五、薄壁型钢结构 是采用1.5~5毫米的薄钢板或

带钢冷弯加工成各种截面的型钢所构成的结构，其特点为：

1. 用钢量一般较普通热轧钢结构节省25%左右，有时还可以做到比同等条件下的钢筋混凝土结构（如大型屋面板）的用钢量少。 2. 结构重量轻，运输安装方便，可降低结构及基础的造价。 3. 同截面面积相同的热轧型钢相比，薄壁型钢回转半径要大50% ~ 60%，惯性矩和截面抵抗矩也大为加大，因而更能充分地利用材料的力学物理性能，增加了结构的刚度和稳定性。 4. 成型灵活性大，可根据不同需要设计出最佳的截面形状。 薄壁型钢结构的缺点是其刚度和稳定性较差，防腐要求较严，维护费用较高。 此种结构一般用于民用建筑和跨度不大、屋面荷载较小、设备较轻的工业厂房。 除用做承重结构构件外，也可用于楼、屋面板、幕墙结构等。 使用时构件均需彻底除锈和涂刷防腐性能良好的涂料。

## 六、组合结构

同一截面或各杆件由两种或两种以上材料制作的结构称组合结构。

1. 钢与混凝土组合结构：用型钢或钢板焊（或冷压）成钢截面，再在其四周或内部浇灌混凝土，使混凝土与型钢形成整体共同受力，通称钢与混凝土组合结构。 国内外常用的组合结构有：1）、压型钢板与混凝土组合楼板；2）、钢与混凝土组合梁；3）、型钢混凝土结构（也叫劲性混凝土结构）；4）、钢管混凝土结构；5）、外包钢混凝土结构等五大类。 钢管混凝土结构在轴向压力下，混凝土受到周围钢管的约束，形成三向压力，抗压强度得到较大提高，故钢管混凝土被广泛地应用到高轴压力的构件中。 外包钢结构在前苏联研究最早，应用最广泛，近年来我国主要在电厂建筑中推广使用了这种结构，取得不少工程经验和经济效益。 现浇混凝土多层框架结构及楼板需满堂红脚手架和满

铺模板，而采用组合结构柱、型钢混凝土梁和压型钢板与混凝土组合楼板等足以克服这些缺点，有较好的技术经济效益。由于组合结构有节约钢材、提高混凝土利用系数，降低造价，抗震性能好，施工方便等优点，在各国建设中得到迅速发展。我国对组合结构的研究与应用虽然起步较晚，但发展较快，目前有些已编入规范，有些已编成规程，对推动组合结构在我国的发展起到积极作用。

2. 组合砌体结构：是由砖砌体和钢筋混凝土面层或钢筋砂浆面层组成的组合砖砌体构件，适用于轴向力偏心距，超过 $0.7y$ （ $y$ 为截面重心到轴向力所在偏心方向截面边缘的距离），或 $e$ 较大，无筋砌体承载力不足而截面尺寸又受到限制时的情况。

七、薄壳结构壳，是一种曲面构件，主要承受各种作用产生的中面内的力。薄壳结构为曲面的薄壁结构，按曲面生成的形式分筒壳、圆顶薄壳、双曲扁壳和双曲抛物面壳等，材料大多采用钢筋混凝土。壳体能充分利用材料强度，同时又能将承重与围护两种功能融合为一。实际工程中还可利用对空间曲面的切削与组合，形成造型奇特新颖且能适应各种平面的建筑，但较为费工和费模板。

1. 筒壳（柱面薄壳）：是单向有曲率的薄壳，由壳身、侧边缘构件和横隔组成。横隔间的距离为壳体的跨度 $I_1$ ，侧边构件间距离为壳体的波长 $I_2$ 。当 $I_1/I_2 < 1$ 时为长壳， $I_1/I_2 \geq 2$ 时为短壳。

2. 圆顶薄壳：是正高斯曲率的旋转曲面壳，由壳面与支座环组成，壳面厚度做得很薄，一般为曲率半径的 $1/600$ ，跨度可以很大。支座环对圆顶壳起锚的作用，并通过它将整个薄壳搁置在支承构件上。

3. 双曲扁壳（微弯平板）：一抛物线沿另一正交的抛物线平移形成的曲面，其顶点处矢高 $f$ 与底面短边边长之比

不应超过 $1/5$ 。双曲扁壳由壳身及周边四个横隔组成，横隔为带拉杆的拱或变高度的梁。适用于覆盖跨度为 $20\sim50$ 米的方形或矩形平面（其长短边之比不宜超过 $2$ ）的建筑物。

4. 双曲抛物面壳：一竖向抛物线（母线）沿另一凸向与之相反的抛物线（导线）平行移动所形成的曲面。此种曲面与水平面截交的曲线为双曲线，故称为双曲抛物面壳。工程中常见的各种扭壳也为其中一种类型，因其容易制作，稳定性好，容易适应建筑功能和造型需要，故应用较广泛。

八、折板结构与幕结构 折板结构是由若干狭长的薄板以一定角度相交连成折线形的空间薄壁体系。跨度不宜超过 $30$ 米，适宜于长条形平面的屋盖，两端应有通长的墙或圈梁作为折板的支点。常用有V形、梯形等型式。我国常用为预应力混凝土V形折板，具有制作简单、安装方便与节省材料等优点，最大跨度可达 $24$ 米。幕结构是双曲薄壳和折板结构的变体所形成的空间薄壁体系，由三角形或梯形薄板整体结合组成。适用于柱距为 $8\sim10$ 米的建筑。其型式基本上可分为两种：1. 幕结构支承在有柱帽的柱上，柱帽的尺寸为 $(0.1\sim0.2)L$ ，柱帽之间有水平板（边梁）相接。2. 幕结构支承在无柱帽的柱上，柱帽之间无水平板，只有集中肋形边梁相连。幕结构的矢高取 $(1/8\sim1/12)L$ 。其有效矢高可较折板结构和柱形薄壳为小，且可以在两个方向上做成连续的。因此，在工业与民用建筑中采用幕结构屋盖或层间楼盖代替肋形楼盖结构，可以节省很多钢材和水泥。

九、网格结构 由很多杆件从两个方向或几个方向按一定的规律布置，通过节点连接而成的一种网状空间杆系结构。外形呈平板状的叫平板网架，简称网架；外形呈曲面状的叫曲面网架，简称网壳。网格结构空间

刚度大，整体性和稳定性好，有良好的抗震性能和较好的建筑造型效果，适用于各种支承条件和各种平面形状、大小跨度的工业和民用建筑。由于网格结构具有多向受力性能和内力重分布的特点，可用于地基条件较差而可能出现不均匀沉降的建筑。网格结构杆件和节点比较单一，便于制作，安装也较方便。此种结构主要采用钢材，结构自重轻。缺点是用钢量大；需采取防火及防腐措施；造价较高。

十、网架

www.Examda.Com考试就到百考试题

平板网架平面形状灵活，可设计成各种形状。按腹杆的设置不同可分为：交叉桁架体系、四角锥体系、三角锥体系和其它一些体系。网架的弦杆与边界相垂直时称为正放网架，与边界斜交时称为斜放网架。世界各国在大、中型屋盖中都已成功地建造很多网架结构，例如加拿大和日本的博览会、美国芝加哥国会大厅及英国伦敦的飞机库等，平面尺寸都很大，总用钢量也比较经济，前苏联还在网架中采用了预应力。总之，网架结构已成为现代世界应用较普遍的新型结构之一。我国从20世纪60年代开始研究和采用，近年来，由于电子计算技术的迅速发展，解决了网架结构高次超静定结构的计算问题，促使网架结构无论在型式方面以及实际工程应用方面，发展都很快。目前主要用于大、中跨度的公共建筑中，例如体育馆、飞机库、俱乐部、展览馆和候车大厅等，中小型工业厂房也开始推广应用。

跨度越大，采用此种结构的优越性和经济效果也就越显著。

十一、网壳（曲面网架）与平板网架相比，网壳的受力性能好，刚度大，自重小，用钢量省，是适用于中、大跨度建筑屋盖的一种较好的结构型式。缺点是曲面外形增加了屋盖表面积和建筑空间，构造处理、支承结构和施工制作均较复

杂。从构造上网壳分为单层与双层两大类。单层网壳的跨度不宜超过40米。网壳结构常见型式有圆柱面网壳、圆球网壳和双曲抛物面网壳。

1. 圆柱面网壳：外形呈圆柱形曲面的网状结构，兼有杆系和壳体结构的受力特点，只在单方向上有曲率，常覆盖矩形平面的建筑。单层网壳按排列有四种：单向斜杆正交正放网格、交叉斜杆正交正放网格、联方网格、三向网格。双层网格可参照平板网架的型式布置不同的网格。壳体高度与波长之比一般在 $1/6 \sim 1/8$ 之间。双层网壳的厚度宜取波长的 $1/20 \sim 1/30$ 。

2. 圆球网壳：用于覆盖较大跨度的屋盖，常见网格形式有：肋型、施威德肋型、联方网格、短程线型、三向网格。通过对壳面的切割，圆球网壳可以用于多边形、矩形和三角形平面建筑的屋盖。

3. 双曲抛物面网壳：将一直线的两端沿两根在空间倾斜的固定导线（直线或曲线）上平行移动而构成。单层网壳常用直梁作杆件，双层网壳采用直线衍架，两向正交而成双曲抛物面网壳。这种网壳大都用于不对称建筑平面，建筑新颖轻巧。

## 十二、高层建筑的结构体系

结构体系是指结构抵抗外部作用的构件组成方式。在高层建筑中，抵抗水平力是设计的主要矛盾，因此抗侧力结构体系的确定和设计成为结构设计的关键问题。高层建筑中基本的抗侧力单元是框架、剪力墙、实腹筒（又称井筒）、框筒及支撑由这几种单元可以组成多种结构体系。

www.Examda.Com 考试就到百考试题

1. 框架结构体系。由梁、柱构件组成的结构称为框架。整幢结构都由梁、柱组成就称为框架结构体系（或称纯框架结构）。

2. 剪力墙结构体系。利用建筑物墙体作为承受竖向荷载和抵抗水平荷载的结构，称为剪力墙结构体系。

3. 框架 - 剪力墙结构（框剪结构）。

架 - 筒体结构 ) 体系。在框架结构中 , 设置部分剪力墙 , 使框架和剪力墙两者结合起来 , 取长补短 , 共同抵抗水平荷载 , 这就是框架 - 剪力墙结构体系。如果把剪力墙布置成筒体 , 可称为框架 - 筒体结构体系。 来源 : 考试大的美女编辑们

4. 筒中筒结构。筒体分实腹筒、框筒及桁架筒。由剪力墙围成的筒体称为实腹筒 , 在实腹筒墙体上开有规则排列的窗洞形成的开孔筒体称为框筒 ; 筒体四壁由竖杆和斜杆形成的衍架组成则称为衍架筒。筒中筒结构由上述筒体单元组合 , 一般心腹筒在内 , 框筒或桁架筒在外 , 由内外筒共同抵抗水平力作用。

5. 多筒体系成束筒及巨型框架结构。由两个以上框筒或其他筒体排列成束状 , 称为成束筒。巨形框架是利用筒体作为柱子 , 在各筒体之间每隔数层用巨型梁相连 , 这样的筒体和巨型梁即形成巨型框架。这种多筒结构可更充分发挥结构空向作用 , 其刚度和强度都有很大提高 , 可建造层数更多、高度更高的高层建筑。般梁有较大差异 , 在荷载作用下 , 梁的正截面应变不符合平截面假定。为避免深梁出平面失稳 , 规范对梁截面高宽比 ( $h/b$ ) 或跨宽比 ( $L_0/h$ ) 作了限制 , 并要求简支深梁在顶部、连续深梁在顶部和底部尽可能与其它水平刚度较大的构件 ( 如楼盖 ) 相连接。简支深梁的内力计算与浅梁相同。但连续深梁的弯矩及剪力与一般连续梁不同 , 其跨中正弯矩比一般连续梁偏大 , 支座负弯矩则偏小 , 且随跨高比及跨数的不同而变化。工程设计中 , 对连续深梁内力按弹性力学方法计算 , 暂不考虑塑性内力重分布。试验表明 , 简支深梁在斜裂缝出现后 , 梁内即发生明显的内力重分布 , 形成以纵向受拉钢筋为拉杆、斜裂缝上部混凝土为拱肋的拉杆拱受力体系。深梁的受剪承载力主要取决

于截面尺寸、混凝土强度等级和剪跨比，其次为支承长度，分布钢筋，尤其竖向分布筋作用较小。深梁支座的支承面和集中荷载的加荷点都是高应力区，易发生局压破坏，应进行局压承载力计算。深梁是较复杂的构件，应遵守规范有关要求。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)