

# 目 录

<b>1A410000 建筑工程技术</b> .....	1
1A411000 建筑结构与构造 .....	1
1A411010 建筑工程结构的可靠性 .....	1
1A411020 建筑结构平衡的技术 .....	7
1A411030 建筑结构构造要求 .....	22
1A412000 建筑工程材料 .....	49
1A412010 常用建筑结构材料的技术性能与应用 .....	49
1A413020 建筑装饰装修材料的特性与应用 .....	69
1A412030 建筑功能材料的特性与应用 .....	100
1A413000 建筑工程施工技术 .....	106
1A413010 施工测量技术 .....	107
1A413020 建筑工程土方工程施工技术 .....	112
1A413030 建筑工程地基处理与基础工程施工技术 .....	125
1A413040 建筑工程主体结构施工技术 .....	138
1A413050 建筑工程防水工程施工技术 .....	177
1A413060 建筑装饰装修工程施工技术 .....	187
<b>1A420000 建筑工程项目施工管理</b> .....	235
1A420010 项目施工进度控制方法的应用 .....	236
1A420020 项目施工进度计划的编制与控制 .....	245
1A420030 项目质量管理 .....	250
1A420040 项目材料质量控制 .....	253
1A420050 项目施工质量管理 .....	256
1A420060 项目施工质量验收 .....	262
1A420070 工程质量问题与处理 .....	275
1A420080 工程安全生产管理 .....	296
1A420090 工程安全生产检查 .....	303
1A420100 工程安全生产隐患防范 .....	308
1A420110 常见安全事故类型及其原因 .....	341
1A420120 职业健康与环境保护控制 .....	344
1A420130 造价计算与控制 .....	356

1A420140 工程价款计算与调整 .....	364
1A420150 施工成本控制 .....	375
1A420160 材料管理 .....	381
1A420170 施工机械设备管理 .....	385
1A420180 劳动力管理 .....	391
1A420190 施工招标投标管理 .....	397
1A420200 合同管理 .....	402
1A420210 施工现场平面布置 .....	419
1A420220 施工临时用电 .....	422
1A420230 施工临时用水 .....	425
1A420240 施工现场防火 .....	429
1A420250 项目管理规划 .....	434
1A420260 项目综合管理控制 .....	438
<b>1A430000 建筑工程项目施工相关法规与标准 .....</b>	<b>446</b>
1A431000 建筑工程相关法规 .....	447
1A431010 建筑工程建设相关法规 .....	447
1A431020 建设工程施工安全生产及施工现场管理相关法规 .....	460
1A432000 建筑工程相关技术标准 .....	472
1A432010 建筑工程安全防火及室内环境污染控制的相关规定 .....	472
1A432020 建筑工程地基基础工程的相关标准 .....	493
1A432030 建筑工程主体结构工程的相关标准 .....	515
1A432040 建筑工程屋面及装饰装修工程的相关标准 .....	534
1A432050 建筑工程项目相关管理规定 .....	546
1A433000 一级建造师（建筑工程）注册执业管理规定及相关要求 .....	564

# 1A410000 建筑工程技术

## 1A411000 建筑结构与构造

### 1A411010 建筑工程结构的可靠性

### 1A411011 建筑工程结构的安全性

#### 一、结构的功能要求（施耐庵）

结构设计的主要目的是要保证所建造的结构安全适用，能够在规定的期限内满足各种预期的功能要求，并且要经济合理。具体说，结构应具有以下几项功能：（2014 多 1）

##### （1）安全性（自吊风雪强爆菊）（2015 单 1）

在正常施工和正常使用条件下，结构应能承受可能出现的各种荷载作用和变形而不发生破坏；在偶然事件发生后，结构仍能保持必要的整体稳定性。例如，厂房结构平时受自重、吊车、风和积雪等荷载作用时，均应坚固不坏，在遇到强烈地震、爆炸等偶然事件时，允许有局部的损伤，但应保持结构的整体稳定而不发生倒塌。

##### （2）适用性（吊车变形水池裂）

在正常使用时，结构具有良好的工作性能。如吊车梁变形过大会使吊车无法正常运行，水池出现裂缝便不能蓄水等，都影响正常使用，需要对变形、裂缝进行必要的控制。

##### （3）耐久性（钢筋锈蚀砼腐化）

在正常维护的条件下，结构应能在预计的使用年限内满足各项功能要求，也即应具有足够的耐久性。例如，不致因混凝土的老化、腐蚀或钢筋的锈蚀等而影响结构的使用寿命。

安全性、适用性和耐久性概括称为结构的可靠性。

#### 二、两种极限状态（外力为作用、内力为效应）

为了使设计的结构既可靠又经济，必须进行两方面的研究：一方面研究各种“作用”在结构中产生的各种效应；另一方面研究结构或构件抵抗这些效应的内在的能力。这里所谓的“作用”主要是指各种荷载，如构件自重、人群重量、风压和积雪重等；此外，还有外加变形或约束变形，如温度变化、支座沉降和地震作用等。后者中有一些往往被简化为等效的荷载作用，如地震荷载等。本书主要讨论荷载以及荷载所产生的各种效应，即荷载效应。荷载效应是在荷载作用下结构或构件内产生的内力（如轴力、剪力、弯矩等）、变形（如梁的挠度、柱顶位移等）和裂缝等的总称。抵抗能力是指结构或构件抵抗上述荷载效应的能力，它与截面的大小和形状以及材料的性质和分布有关。为了说明这两方面的相互关系，现举一个中心受拉构件的例子（图 1A411011-1）。

这里，荷载效应是外荷载在构件内产生的轴向拉力  $S$ 。设构件截面积为  $A$ ，构件材料单位

面积的抗拉强度为  $f_1$ ，则构件对轴向拉力的抵抗能力为  $R=f_1A$ 。显然：

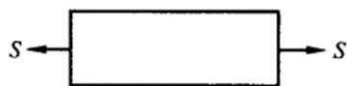


图 1A411011-1 中心受拉  
构件示意图

若  $S>R$ ，则构件将破坏，即属于不可靠状态；

若  $S<R$ ，则构件属于可靠状态；

若  $S=R$ ，则构件处于即将被破坏的边缘，称为极限状态。

很明显， $S>R$  是不可靠的， $R$  比  $S$  超出很多是不经济的。我国的设计就是基于极限状态的设计。

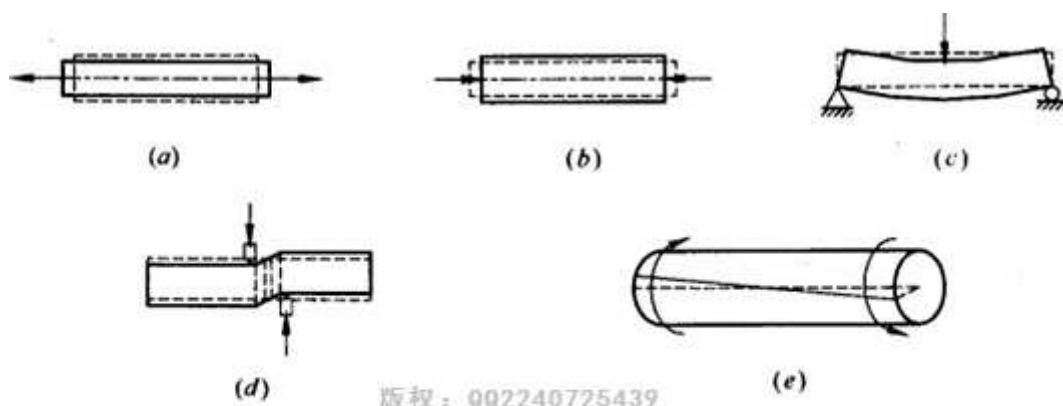
推广到一般情况，如果结构或构件超过某一特定状态就不能满足上述某项规定的功能要求时，称这一状态为极限状态。极限状态通常可分为如下两类：承载力极限状态与正常使用极限状态。（承限：强度极限值外——安全性 正限：强度极限值内——适用性）

承载力极限状态是对应于结构或构件达到最大承载能力或不适于继续承载的变形，它包括结构构件或连接因强度超过而破坏，结构或其一部分作为刚体而失去平衡（如倾覆、滑移）；以及在反复荷载下构件或连接发生疲劳破坏等。这一极限状态关系到结构全部或部分的破坏或倒塌，会导致人员的伤亡或严重的经济损失，所以对所有结构和构件都必须按承载力极限状态进行计算，施工时应严格保证施工质量，以满足结构的安全性。

正常使用的极限状态说明参见 1A411012 的内容

### 三、杆件的受力形式

结构杆件的基本受力形式按其变形特点可归纳为以下五种：拉伸、压缩、弯曲、剪切和扭转，见图 1A411011-2。（拉压弯剪扭）



版权：002240725439

图 1A411011-2 结构杆件的基本受力形式  
(a) 拉伸；(b) 压缩；(c) 弯曲；(d) 剪切；(e) 扭转

实际结构中的构件往往是几种受力形式的组合，如梁承受弯曲与剪力；柱子受到压力与弯矩等。

### 四、材料强度的基本概念

结构杆件所用材料在规定的荷载作用下，材料发生破坏时的应力称为强度，要求不破坏的要求，称为强度要求。根据外力作用方式不同，材料有抗拉强度、抗压强度、抗剪强度等。对有

屈服点的钢材还有**屈服强度**和**极限强度**的区别。（达到屈服强度：变形 达到极限强度：破坏）

在相同条件下，材料的强度高，则结构杆件的承载力也高。

## 五、杆件稳定的基本概念

（2005 单 1）（2006 建单 1）（2007 单 1）（2011 单 6）（2014 单 1）

在工程结构中，受压杆件如果比较细长，受力达到一定的数值（这时一般未达到强度破坏）时，杆件突然发生弯曲，以致引起整个结构的破坏，这种现象称为失稳。因此，受压杆件要有稳定的要求。

图 1A411011-3 为一个细长的压杆，承受轴向压力  $P$ ，当压力  $P$  增加到  $P_{ij}$  时，压杆的直线平衡状态失去了稳定。 $P_{ij}$  具有临界的性质，因此称为临界力。两端铰接的压杆，**临界力（理解为抵抗能力）的计算公式为： $P_{ij} = \pi^2 EI / l^2$ 。**

临界力  $P_{ij}$  的大小与下列因素有关：

- (1) 压杆的**材料**：钢柱的  $P_{ij}$  比木柱大，因为钢柱的弹性模量  $E$  大；
- (2) 压杆的**截面**形状与大小：截面大不易失稳，因为惯性矩  $I$  大；
- (3) 压杆的**长度**  $l$ ，长度大， $P_{ij}$  小，易失稳；
- (4) 压杆的**支承**情况：两端固定的与两端铰接的比，前者  $P_{ij}$  大。

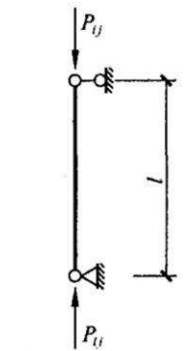


图 1A411011-3 某压杆受力

不同支座情况的临界力的计算公式为： $P_{ij} = \pi^2 EI / l_0^2$ ， $l_0$  称压杆的计算长度。

当柱的两端固定时， $l_0 = 0.5l$ ；一端固定一端铰支时， $l_0 = 0.7l$ ；两端铰支时， $l_0 = l$ ；一端固定一端自由时， $l_0 = 2l$ 。（固固 05、固铰 07、铰铰 1、固自 2）

临界应力等于临界力除以压杆的横截面面积  $A$ 。临界应力  $\sigma_{ij}$  是指临界力作用下压杆仍处于直线状态时的应力：

$$\sigma_{ij} = P_{ij} / A = (\pi^2 E / l_0^2) \cdot (I / A)$$

$I/A$  的单位是长度的平方， $i = \sqrt{I/A}$  是一个与截面形状尺寸有关的长度，称作截面的回转半径或惯性半径。矩形截面的  $i = h/\sqrt{12}$ ，圆形截面的  $i = d/4$ 。

从上式推出： $\sigma_{ij} = \pi^2 E / (l_0/i)^2 = \pi^2 E / \lambda^2$

这里  $\lambda = l_0/i$ ，称作长细比。 $i$  由截面形状和尺寸来确定。所以，**长细比  $\lambda$  是影响临界力的综合因素。**

当构件**长细比过大**时，**常常会发生失稳破坏**，我们在计算这类柱子的承载能力时，引入一个  $<1$  的系数  $\phi$  来反映其降低的程度。 $\phi$  值可根据长细比  $\lambda$  算出来，也可查表得出来。

## 1A411012 建筑工程的适用性

### 一、建筑结构的适用性 (2007 多 1)

建筑结构除了要保证安全外, 还应满足适用性的要求, 在设计中称为正常使用的极限状态。

这种极限状态相应于结构或构件到达正常使用或耐久性的某项规定的限值, 它包括构件在正常使用条件下产生过度变形, 导致影响正常使用或建筑外观; 构件过早产生裂缝或裂缝发展过宽; 在动力荷载作用下结构或构件产生过大的振幅等。超过这种极限状态会使结构不能正常工作, 造成结构的耐久性受影响。

(振裂变——正常使用极限——适用性)

(承载力极限——安全性)

### 二、件刚度与梁的位移计算 (2006 建多 1) (2009 单 5)

结构构件在规定的荷载作用下, 虽有足够的强度, 但其变形也不能过大, 如果变形超过了允许的范围, 会影响正常的使用。限制过大变形的要求即为刚度要求, 或称为正常使用下的极限状态要求。

梁的变形主要是弯矩所引起的, 叫弯曲变形, 剪力所引起的变形很小, 可忽略不计。

通常我们都是计算梁的最大变形, 如图 1A411012 所示悬臂梁端部的最大位移为:

$$f = ql^4 / 8EI$$

从公式中可以看出, 影响位移因素除荷载外, 还有:

(1) 材料性能: 与材料的弹性模量  $E$  成反比;

(2) 构件的截面: 与截面的惯性矩  $I$  成反比, 矩形截面梁惯性

矩  $I_z = bh^3 / 12$ ;

(3) 构件的跨度: 与跨度  $l$  的  $n$  次方成正比, 此影响因素最大。

(影响位移因素: 跨河劫财)

影响临界力因素: 长城劫财)

### 三、混凝土结构的裂缝控制 (无力、有力、有裂缝)

裂缝控制主要针对混凝土梁 (受弯构件) 及受拉构件, 裂缝控制分三个等级:

(1) 构件不出现拉应力;

(2) 构件虽然有拉应力, 但不超过混凝土的抗拉强度;

(3) 允许出现裂缝, 但裂缝宽度不超过允许值。

对 (1)、(2) 等级的混凝土构件, 一般只有预应力构件才能达到。

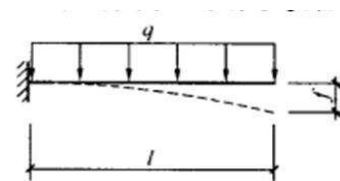


图 1A411012 梁由弯矩引起的变形图

## 1A411013 建筑工程的耐久性

## 一、建筑结构耐久性的含义

建筑结构在自然环境和人为环境的长期作用下，发生着极其复杂的物理化学反应而造成损伤，随着时间的延续，损伤的积累使结构的性能逐渐恶化，以致不再能满足其功能要求。所谓结构的耐久性是指结构在规定的工作环境中，在预期的使用年限内，在正常维护条件下不需进行大修就能完成预定功能的能力。建筑结构中，混凝土结构耐久性是一个复杂的多因素综合问题，我国规范增加了混凝土结构耐久性设计的基本原则和有关规定，现简述如下。

## 二、设计使用年限分类（2007 单 2）

我国《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068—2001 首次提出了建筑结构的设计使用年限，见表 1A411013-1。设计使用年限是设计规定的一个时期，在这一时期内，只需正常维修（不需大修）就能完成预定功能，即房屋建筑在正常设计、正常施工、正常使用和维护下所应达到的使用年限。

设计使用年限分类

表 1A411013-1

类别	设计使用年限（年）	示例
1	5	临时性结构
2	25	易于替换的结构构件
3	50	普通房屋和构筑物
4	100	纪念性建筑和特别重要的建筑结构

## 三、混凝土结构耐久性的环境类别

在不同环境中，混凝土的劣化与损伤速度是不一样的，因此应针对不同的环境提出不同要求。根据《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476—2008 规定，结构所处环境按其对钢筋和混凝土材料的腐蚀机理，可分为如下五类，见表 1A411013-2。

环境类别

表 1A411013-2

环境类别	名称	腐蚀机理
I	一般环境	保护层混凝土碳化引起钢筋锈蚀
II	冻融环境	反复冻融导致混凝土损伤
III	海洋氯化物环境	氯盐引起钢筋锈蚀
IV	除冰盐等其他氯化物环境	氯盐引起钢筋锈蚀
V	化学腐蚀环境	硫酸盐等化学物质对混凝土的腐蚀

注：一般环境系指无冻融、氯化物和其他化学腐蚀物质作用。

## 四、混凝土结构环境作用等级

根据《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476—2008 规定，环境对配筋混凝土结构的作用程度见表 1A411013-3。

环境作用等级

表 1A411013-3

环境类别	A 轻微	B 轻度	C 中度	D 严重	E 非常严重	F 极端严重
一般环境	I - A	I - B	I - C			
冻融环境			II - C	II - D	II - E	



海洋氯化物环境			III-C	III-D	III-E	III-F
除冰盐等其他氯化物环境			IV-C	IV-D	IV-E	
化学腐蚀环境			V-C	V-D	V-E	

当结构构件受到多种环境类别共同作用时，应分别满足每种环境类别单独作用下的耐久性要求。

## 五、混凝土结构耐久性的要求

### 1. 混凝土最低强度等级（2013 单 1）（2014 单 2）

结构构件的混凝土强度等级应同时满足耐久性和承载能力的要求，故《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476—2008 中对配筋混凝土结构满足耐久性要求的混凝土最低强度等级作出相应规定，见表 1A411013-4。

满足耐久性要求的混凝土最低强度等级

表 1A411013-4

环境类别与作用等级	设计使用年限		
	100 年	50 年	30 年
I -A	C30	C25	C25
I -B	C35	C30	C25
I -C	C40	C35	C30
II -C	C <sub>a</sub> 35、C45	C <sub>a</sub> 30、C45	C <sub>a</sub> 30、C40
II -D	C <sub>a</sub> 40	C <sub>a</sub> 35	C <sub>a</sub> 35
II -E	C <sub>a</sub> 45	C <sub>a</sub> 40	C <sub>a</sub> 40
III-C、IV-C、V-C、III-D、IV-D	C45	C40	C40
V-D、III-E、IV-E	C50	C45	C45
V-E、III-F	C55	C50	C50

注：预应力混凝土构件最低强度等级应≥C40；C<sub>a</sub>为引气混凝土。

### 2. 一般环境中混凝土材料与钢筋最小保护层

一般环境中的配筋混凝土结构构件，其普通钢筋的保护层最小厚度与相应的混凝土强度等级、最大水胶比应符合表 1A411013-5 的要求。（2011 单 7）

一般环境中混凝土材料与钢筋最小保护层厚度

表 1A411013-5

设计使用年限 环境作用等级		100 年			50 年			30 年		
		混凝土强度等级	最大水胶比	最小保护层厚度 (mm)	混凝土强度等级	最大水胶比	最小保护层厚度 (mm)	混凝土强度等级	最大水胶比	最小保护层厚度 (mm)
板、墙等 面形构件	I -A	≥C30	0.55	20	≥C25	0.60	20	≥C25	0.60	20
	I -B	C35	0.50	30	C30	0.55	25	C25	0.60	25
		≥C40	0.45	25	≥C35	0.50	20	≥C30	0.55	20
	I -C	C40	0.45	40	C35	0.50	35	C30	0.55	30
		C45	0.40	35	C40	0.45	30	C35	0.50	25
		≥C50	0.36	30	≥C45	0.40	25	≥C40	0.45	20



梁、柱等 条形构件	I-A	C30	0.55	25	C25	0.60	25	$\geq C25$	0.60	20
		$\geq C35$	0.50	20	$\geq C30$	0.55	20			
	I-B	C35	0.50	35	C30	0.55	30	C25	0.60	30
		$\geq C40$	0.45	30	$\geq C35$	0.50	25	$\geq C30$	0.55	25
	I-C	C40	0.45	45	C35	0.50	40	C30	0.55	35
		C45	0.40	40	C40	0.45	35	C35	0.50	30
		$\geq C50$	0.36	35	$\geq C45$	0.40	30	$\geq C40$	0.45	25

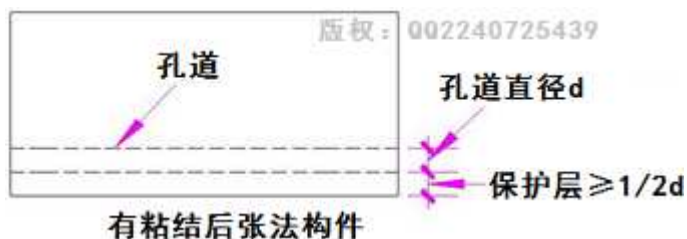
注:

- ① I-A 环境中使用年限低于 100 年的板、墙, 当混凝土骨料最大公称粒径 $\leq 15\text{mm}$  时, 保护层最小厚度可降为 15mm, 但最大水胶比不应大于 0.55;
- ② 年平均气温 $>20^{\circ}\text{C}$  且年平均湿度 $>75\%$  的环境, 除 I-A 环境中的板、墙构件外, 混凝土最低强度等级应比表中规定提高一级, 或将保护层最小厚度增大 5mm;
- ③ 直接接触土体浇筑的构件, 其混凝土保护层厚度应 $\geq 70\text{mm}$ , 有混凝土垫层时, 可按上表确定;
- ④ 处于流动水中或同时受水中泥沙冲刷的构件, 其保护层厚度宜增加 10~20mm;
- ⑤ 预制构件的保护层厚度可比表中规定减少 5mm;
- ⑥ 当胶凝材料中粉煤灰和矿渣等掺量 $<20\%$  时, 表中水胶比低于 0.45 的, 可适当增加。

大截面混凝土墩柱在加大钢筋混凝土保护层厚度的前提下, 其混凝土强度等级可低于表 1A411013-5 的要求, 但降低幅度应 $\leq$ 两个强度等级, 且设计使用年限为 100 年和 50 年的构件, 其强度等级应 $\geq C25$  和 C20。

当采用的混凝土强度等级比表 1A411013-5 的规定低一个等级时, 混凝土保护层厚度应增加 5mm; 当低两个等级时, 混凝土保护层厚度应增加 10mm。

具有连续密封套管的后张预应力钢筋, 其混凝土保护层厚度可与普通钢筋相同且应 $\geq$ 孔道直径的 1/2; 否则应比普通钢筋增加 10mm。



先张法构件中预应力钢筋在全预应力状态下的保护层厚度可与普通钢筋相同, 否则应比普通钢筋增加 10mm。

直径 $>16\text{mm}$  的热轧预应力钢筋保护层厚度可与普通钢筋相同。

## 1A411020 建筑结构平衡的技术

### 1A411021 结构平衡的条件

#### 一、力的基本性质 (2010 单 2)

##### (1) 力的作用效果

促使或限制物体运动状态的改变, 称力的运动效果; 促使物体发生变形或破坏, 称力的变形效果。

##### (2) 力的三要素

力的大小、力的方向和力的作用点的位置称力的三要素。

##### (3) 作用与反作用原理

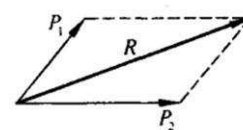


图 1A411021-1 力的合成与分解

力是物体之间的作用，其作用力与反作用力总是大小相等，方向相反，沿同一作用线相互作用于两个物体。

#### (4) 力的合成与分解

作用在物体上的两个力用一个力来代替称力的合成。力可以用线段表示，线段长短表示力的大小，起点表示作用点，箭头表示力 A 的作用方向。力的合成可用平行四边形法则，见图 1A411021-1， $P_1$  与  $P_2$  合成  $R$ 。利用平行四边形法则也可将一个力分解为两个力，如将  $R$  分解为  $P_1$ 、 $P_2$ 。但是力的合成只有一个结果，而力的分解会有多种结果。

#### (5) 约束与约束反力

工程结构是由很多杆件组成的一个整体，其中每一个杆件的运动都要受到相连杆件、节点或支座的限制或称约束。约束杆件对被约束杆件的反作用力，称约束反力。

## 二、平面力系的平衡条件及其应用 (2006 建单 2) (2007 单 3)

### (一) 物体的平衡状态

物体相对于地球处于静止状态和等速直线运动状态，力学上把这两种状态都称为平衡状态。

### (二) 平衡条件

物体在许多力的共同作用下处于平衡状态时，这些力(称为力系)之间必须满足一定的条件，这个条件称为力系的平衡条件。

#### 1. 二力的平衡条件

作用于同一物体上的两个力大小相等，方向相反，作用线相重合，这就是二力的平衡条件。

#### 2. 平面汇交力系的平衡条件

一个物体上的作用力系，作用线都在同一平面内，且汇交于一点，这种力系称为平面汇交力系。平面汇交力系的平衡条件是， $\Sigma X=0$  和  $\Sigma Y=0$ ，见图 1A411021-2。

#### 3. 一般平面力系平衡条件

一般平面力系的平衡条件还要加上力矩的平衡，所以平面力系的平衡条件是  $\Sigma X=0$ ， $\Sigma Y=0$  和  $\Sigma M=0$ 。

### (三) 利用平衡条件求未知力

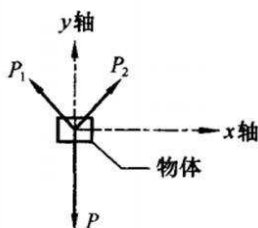


图 1A411021-2 平面汇交力系

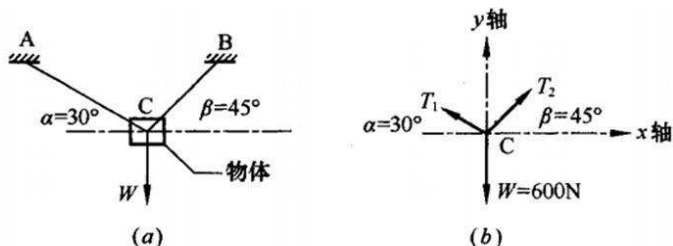


图 1A411021-3 利用平衡  
条件求未知力

一个物体，重量为  $W$ ，通过两条绳索  $AC$  和  $BC$  吊着，计算  $AC$ 、 $BC$  拉力的步骤为：首先取隔

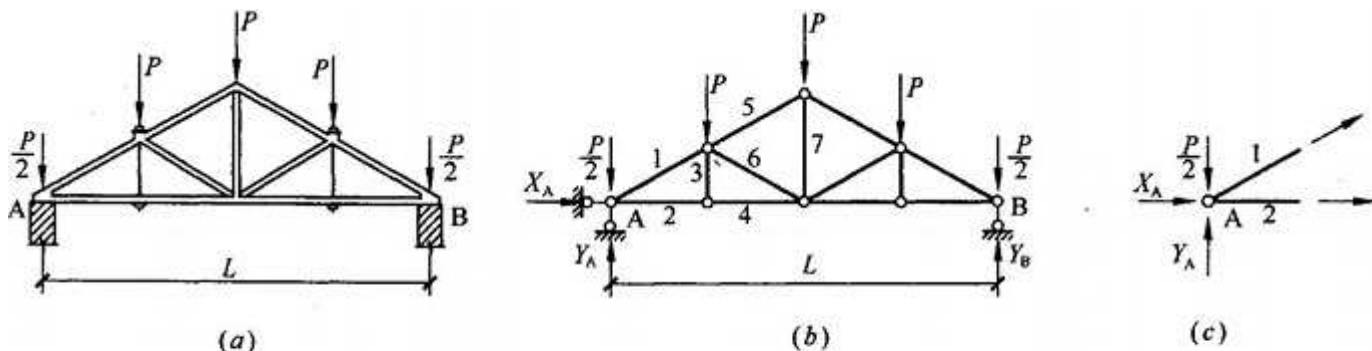
离体, 作出隔离体受力图; 然后再列平衡方程,  $\Sigma X=0$ ,  $\Sigma Y=0$ , 求未知力  $T_1$ 、 $T_2$ 。见图 1A411021-3。

(四) 静定桁架的内力计算[如图 1A411021-4 (a) 所示] (2004 单 6) (2006 建多 2)

1. 桁架的计算简图[如图 1A411021-4 (b) 所示] (2011 单 8)

首先对桁架的受力图进行如下假设:

- (1) 桁架的节点是铰接;
- (2) 每个杆件的轴线是直线, 并通过铰的中心;
- (3) 荷载及支座反力都作用在节点上, 如图 1A411021-4 (c) 所示。



版权: 002240725439

图 1A411021-4 桁架的计算简图

(a) 桁架受力图; (b) 计算简图; (c) 隔离体图

2. 用节点法计算桁架轴力

先用静定平衡方程式求支座反力  $X_A$ 、 $Y_A$ 、 $Y_B$ , 再截取节点 A 为隔离体进行受力平衡, 利用  $\Sigma X=0$  和  $\Sigma Y=0$  求杆 1 和杆 2 的未知力。

二力杆: 力作用于杆件的两端并沿杆件的轴线, 称轴力。轴力分拉力和压力两种。只有轴力的杆称为二力杆。

3. 用截面法计算桁架轴力

截面法是求桁架杆件内力的另一种方法, 见图 1A411021-5。

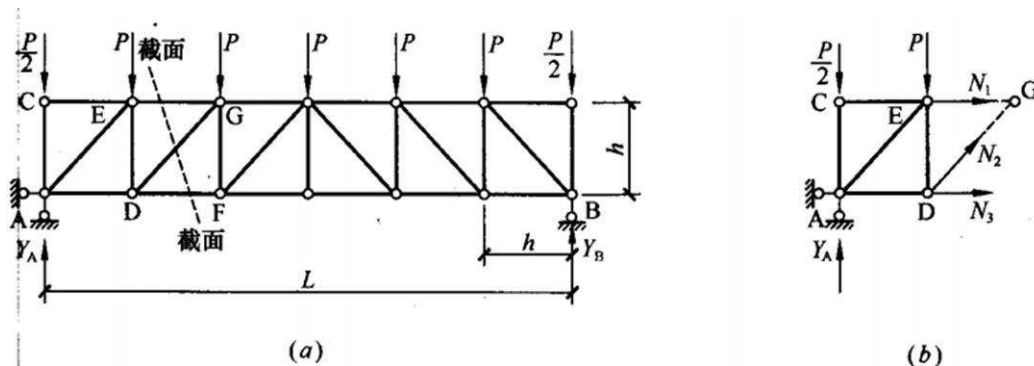


图 1A411021-5 截面法计算桁架杆件内力

(a) 桁架受力图; (b) 隔离体图

首先, 求支座反力  $Y_A$ 、 $Y_B$ 、 $X_A$ ; 然后, 在桁架中作一截面, 截断三个杆件, 出现三个未知力:  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 。可利用  $\Sigma X=0$ ,  $\Sigma Y=0$  和  $\Sigma M_G=0$  求出  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 。

### (五) 用截面法计算单跨静定梁的内力

杆件结构可以分为静定结构和超静定结构两类。可以用静力平衡条件确定全部反力和内力的结构叫静定结构。

#### 1. 梁在荷载作用下的内力 (2005 单 2)

图 1A411021-6 为一简支梁。梁受弯后，上部受压，产生压缩变形；下部受拉，产生拉伸变形。 $V$  为 1-1 截面的剪力， $\Sigma Y=0$ ， $V=Y_A$ 。1-1 截面上有一拉力  $N$  和一压力  $N$ ，形成一力偶  $M$ ，此力偶称 1-1 截面的弯矩。根据  $\Sigma M_0=0$ ，可求得  $M=Y_A \cdot a$ 。梁的截面上有两种内力，即弯矩  $M$  和剪力  $V$ 。

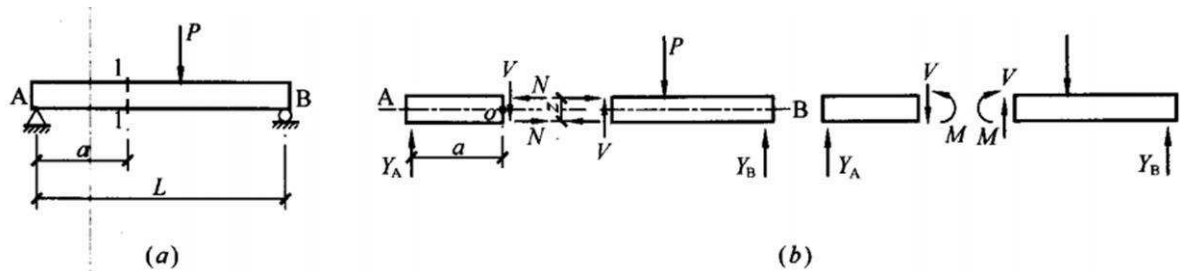


图 1A411021-6 简支梁受力图

(a) 梁的受力图；(b) 隔离体图

#### 2. 剪力图和弯矩图 (2005 单 17) (2007 单 4) (2014 单 3)

如图 1A411021-7 所示，为找出悬臂梁上各截面的内力变化规律，可取距 A 点为  $x$  的任意截面进行分析。首先取隔离体，根据  $\Sigma Y=0$ ，剪力  $V(x)=P$ ； $\Sigma M=0$ ，弯矩  $M(x)=-P \cdot x$ 。不同荷载下、不同支座梁的剪力图 ( $V$ ) 和弯矩图 ( $M$ )，见图 1A411021-8 和图 1A411021-9。

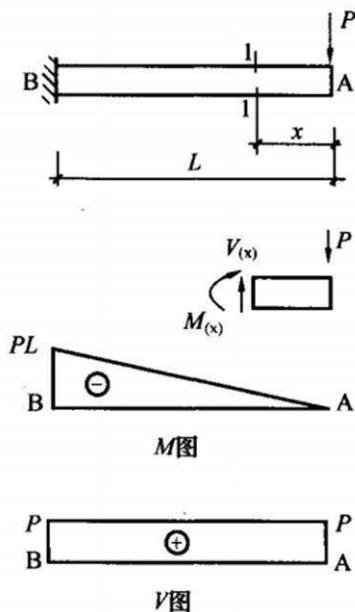


图 1A411021-7 悬臂梁

(悬角距

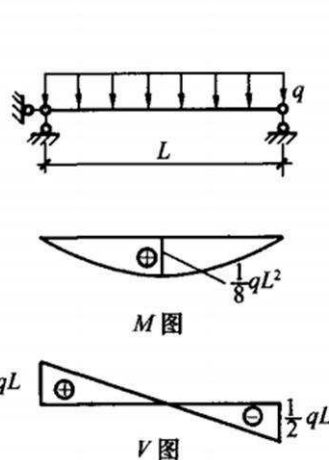


图 1A411021-8 简支梁

简弓叉)

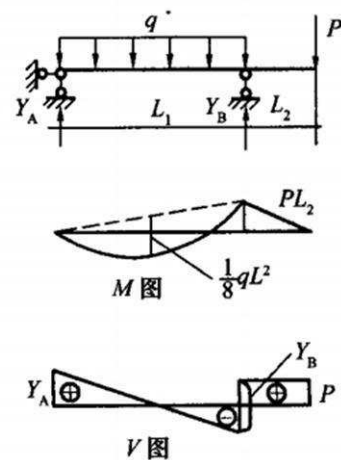


图 1A411021-9 伸臂梁

## 1A411022 防止结构倾覆的技术要求

### 一、力偶、力矩的特性

#### 1. 力矩的概念

力使物体绕某点转动的效果要用力矩来度量。“力矩=力×力臂”，即  $M=P \cdot a$ 。转动中心称力矩中心，力臂是力矩中心  $O$  点至力  $P$  的作用线的垂直距离  $a$ ，见图 1A411022-1。力矩的单位是， $N \cdot m$  或  $kN \cdot m$ 。

#### 2. 力矩的平衡

物体绕某点没有转动的条件是，对该点的顺时针力矩之和等于逆时针力矩之和，即  $\Sigma M=0$ ，称力矩平衡方程。

#### 3. 力矩平衡方程的应用（2004 单 5）（2015 单 2）

利用力矩平衡方程求杆件的未知力，见图 1A411022-2。

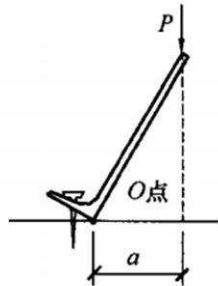


图 1A411022-1 力矩

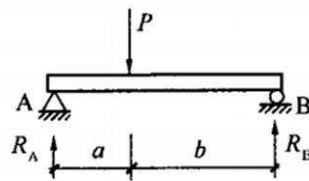


图 1A411022-2 利用力矩平衡求未知力

$\Sigma M_A=0$ ，求  $R_B$ ；

$\Sigma M_B=0$ ，求  $R_A$ 。

#### 4. 力偶的特性

两个大小相等方向相反，作用线平行的特殊力系称为力偶，如图 1A411022-3 所示。力偶矩等于力偶的一个力乘力偶臂，即时  $M=\pm P \times d$ 。力偶矩的单位是  $N \cdot m$  或  $kN \cdot m$ 。

#### 5. 力的平移法则

作用在物体某一点的力可以平移到另一点，但同时必须附加一个力偶，使其作用效果相同，如图 A411022-4 所示。

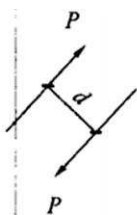


图 1A411022-3 力偶

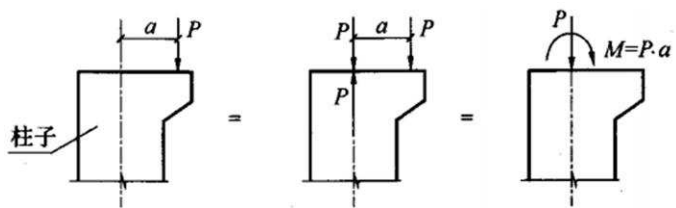


图 1A411022-4 力的平移法则

### 二、防止构件（或机械）倾覆的技术要求

对于悬挑构件（如阳台、雨篷、探头板等）、挡土墙、起重机械防止倾覆的基本要求是：引起倾覆的力矩  $M_{(倾)}$  应  $<$  抵抗倾覆的力矩  $M_{(抗)}$ 。为了安全，可取  $M_{(抗)} \geq (1.2 \sim 1.5) M_{(倾)}$ 。

## 1A411023 荷载对结构的影响

### 一、荷载的分类

引起结构失去平衡或破坏的外部作用主要有：直接施加在结构上的各种力，习惯上亦称为荷载，例如结构自重（恒载）、活荷载、积灰荷载、雪荷载、风荷载等；另一类是间接作用，指在结构上引起外加变形和约束变形的其他作用，例如混凝土收缩、温度变化、焊接变形、地基沉降等。荷载有不同的分类方法。

（一）荷载按时间的变异分类：

#### 1. 永久作用（永久荷载或恒载）（沉重预压收焊久）

在设计基准期内，其值不随时间变化；或其变化可以忽略不计。如结构自重、土压力、预加应力、混凝土收缩、基础沉降、焊接变形等。

#### 2. 可变作用（可变荷载或活荷载）（风雪灰面吊装活）（2013 多 1）

在设计基准期内，其值随时间变化。如安装荷载、屋面与楼面活荷载、雪荷载、风荷载、吊车荷载、积灰荷载等。

#### 3. 偶然作用（偶然荷载、特殊荷载）（地蹦台腐暴击偶）

在设计基准期内可能出现，也可能不出现，而一旦出现其值很大，且持续时间较短。例如爆炸力、撞击力、雪崩、严重腐蚀、地震、台风等。

（二）按结构的反应分类

#### 1. 静态作用或静力作用

不使结构或结构构件产生加速度或所产生的加速度可以忽略不计，如结构自重、住宅与办公楼的楼面活荷载、雪荷载等。

#### 2. 动态作用或动力作用

使结构或结构构件产生不可忽略的加速度，例如地震作用、吊车设备振动、高空坠物冲击作用等。

（三）按荷载作用面的大小分类：

#### 1. 均布面荷载 $Q$

建筑物楼面上均布荷载，如铺设的木地板、地砖、花岗石、大理石面层等重量引起的荷载。均布面荷载  $Q$  值的计算，可用材料单位体积的重度  $\gamma$  乘以面层材料的厚度  $d$ ，得出增加的均布面荷载值， $Q = \gamma \cdot d$ 。

#### 2. 线荷载



建筑物原有的楼面或层面上的各种面荷载传到梁上或条形基础上时,可简化为单位长度上的分布荷载,称为线荷载  $q$ 。

### 3. 集中荷载

指荷载作用的面积相对于总面积而言很小,可简化为作用在一点的荷载。

#### (四) 按荷载作用方向分类

##### 1. 垂直荷载

如结构自重、雪荷载等。

##### 2. 水平荷载

如风荷载、水平地震作用等。

#### (五) 施工和检修荷载

在建筑结构工程施工和检修过程中引起的荷载,习惯上称施工和检修荷载。施工荷载包括施工人员和施工工具、设备和材料等重量及设备运行的振动与冲击作用。检修荷载包括检修人员和所携带检修工具的重量。一般作为集中荷载。

## 二、荷载对结构的影响

荷载对结构的影响主要是安全性和适用性。对于结构形式、构造及经济性也有很大影响。

#### (一) 永久荷载对结构的影响

永久荷载也可称为恒载,特点是对结构的永久作用,在设计基准期内,荷载值的大小及其用位置不随时间的变化而变化,并且作用时间长。它会引起结构的徐变,致使结构构件的变形和裂缝加大,引起结构的内力重分布。在预应力混凝土结构中,由于混凝土的徐变,钢筋的预应力会有相应的损失。只有全面并正确计算预应力钢筋的预应力损失值,才会在混凝土中建立相应的有效预应力。

#### (二) 可变荷载对结构的影响

可变荷载的特点是,在设计基准期内,其荷载值的大小和作用位置等经常变化,对结构构件的作用时有时无。荷载对构件作用位置的变化,可能引起结构各部分产生不同影响,甚至产生完全相反的效应。所以,在连续梁的内力计算中;在框架结构的框架内力计算中;在单层排架的内力计算中都要考虑活荷载作用位置的不利组合,找出构件各部分最大内力值,以求构件的安全。

#### (三) 偶然荷载对结构的影响

偶然荷载的特点是在设计基准期内,可能发生也可能不发生,而一旦发生其值可能很大,而持续时间很短。结构材料的塑性变形来不及发展,材料的实际强度表现会略有提高。另一方面,这种荷载发生的概率较小,对于结构是瞬时作用,结构的可靠度可适当地取得小一点。

地震荷载与台风荷载也有不同的特点。地震力是地震时,地面运动加速度引起的建筑质量的惯性力。地震力的大小与建筑质量的大小成正比。所以,抗震建筑的材料最好选用轻质高强的



**材料。**这样不仅可以降低地震力，结构的抗露能力还强。

在非地震区，风荷载是建筑结构的主要水平力。建筑体型直接影响风的方向和流速，改变着风压的大小。实验证明，**平面为圆形的建筑比方形或矩形建筑，其风压可减小近 40%。**所以在高层建筑中，常看到圆形建筑。它不仅风压小，而且各向的刚度比较接近，有利于抵抗水平力的作用。（2011 单 9）

#### （四）地面的大面积超载对结构的影响

在土质不太好的地区地面上堆土和砂、石等重物时，不要靠近已有建筑，且不可堆得太重，以免造成大面积超载，致使地面下沉，给邻近已建房屋的地基造成很大的附加应力。如若靠得太近还有可能造成严重不良后果。

#### （五）装修对结构的影响及对策（2012 多 4）

（1）装修时不能自行**改变**原来的建筑使用功能。如若必要改变时，应该取得原设计单位的许可。

（2）在进行楼面和屋面装修时，新的装修构造做法产生的荷载值不能**超过**原有建筑装修构造做法荷载值。如若超过，应对楼盖和屋盖结构的承载能力进行分析计算，控制在允许的范围

（3）在装修施工中，不允许在原有承重结构构件上开洞**凿**孔，降低结构构件的承载能力。如果实在需要，应该经原设计单位的书面有效文件许可，方可施工。

（4）装修时，不得自行**拆除**任何承重构件，或改变结构的承重体系；更不能自行做夹层或增加楼层。如果必须增加面积，使用方应委托原设计单位或有相应资质的设计单位进行设计。改建结构的施工也必须有相应的施工资质。

（5）装修施工时，不允许在建筑内楼面上**堆**放大量建筑材料，如水泥、砂石等，以免引起结构的破坏。

（6）在装修施工时，应注意建筑结构**变形缝**的**维护**：

1) **变形缝**间的模板和杂物应该清除**干净**，确保结构的自由变形。

2) 关于**沉降缝**现在常采用后浇带的处理方式来解决沉降差异的问题。但有时仍会产生微小的沉降差，为了防止装修做法的开裂，最好还**设缝**。

3) **防震缝**的宽度应满足相邻结构单元可能出现方向相反的振动而不致相撞的要求。当房屋高度在**15m 以下时，其宽度也应 $\geq 5\text{cm}$ 。**

建筑结构变形缝的装修构造，必须满足建筑结构单元的自由变形，以防结构的破坏。



### 一、混合结构体系 (2012 单 3)

混合结构房屋一般是指楼盖和屋盖采用钢筋混凝土或钢木结构，而墙和柱采用砌体结构建造的房屋，大多用在住宅、办公楼、教学楼建筑中。因为砌体的抗压强度高而抗拉强度很低，所以住宅建筑最适合采用混合结构，一般在 6 层以下。混合结构不宜建造大空间的房屋。混合结构根据承重墙所在的位置，划分为纵墙承重和横墙承重两种方案。纵墙承重方案的特点是楼板支承于梁上，梁把荷载传递给纵墙。横墙的设置主要是为了满足房屋刚度和整体性的要求。其优点是房屋的开间相对大些，使用灵活。横墙承重方案的主要特点是楼板直接支承在横墙上，横墙是主要承重墙。其优点是房屋的横向刚度大，整体性好，但平面使用灵活性差。



### 二、框架结构体系 (2011 单 10)

框架结构是利用梁、柱组成的纵、横两个方向的框架形成的结构体系。它同时承受竖向荷载和水平荷载。其主要优点是建筑平面布置灵活，可形成较大的建筑空间，建筑立面处理也比较方便；主要缺点是侧向刚度较小，当层数较多时，会产生过大的侧移，易引起非结构性构件（如隔墙、装饰等）破坏，而影响使用。在非地震区，框架结构一般不超过 15 层。框架结构的内力分析通常是用计算机进行精确分析。常用的手工近似法是：竖向荷载作用下用分层计算法；水平荷载作用下用反弯点法。风荷载和地震力可简化成节点上的水平集中力进行分析。



框架结构梁和柱节点的连接构造直接影响结构安全、经济及施工的方便。因此，对梁与柱节点的混凝土强度等级，梁、柱纵向钢筋伸入节点内的长度，梁与柱节点区域的钢筋的布置等，都应符合规范的构造规定。

### 三、剪力墙体系



剪力墙体系是利用建筑物的墙体（内墙和外墙）做成剪力墙来抵抗水平力。剪力墙一般为钢筋混凝土墙，厚度 $\geq 160\text{mm}$ 。剪力墙的墙段长度不宜 $> 8\text{m}$ ，适用于小开间的住宅和旅馆等。在180m高度范围内都可以适用。剪力墙结构的优点是侧向刚度大，水平荷载作用下侧移小；缺点是剪力墙的间距小，结构建筑平面布置不灵活，不适用于大空间的公共建筑，另外结构自重也较大。

因为剪力墙既承受垂直荷载，也承受水平荷载。对高层建筑主要荷载为水平荷载，墙体既受剪又受弯，所以称剪力墙。

剪力墙按受力特点又分为两种：

#### 1. 整体墙和小开口整体墙

没有门窗洞口及洞口较小可以忽略其影响的墙称为整体墙，门窗洞口稍大一点的墙，可称为小开口整体墙。整体墙和小开口整体墙基本上可以采用材料力学的计算公式进行内力分析。

#### 2. 双肢剪力墙和多肢剪力墙

开一排较大洞口的剪力墙叫双肢剪力墙。开多排较大洞口的剪力墙叫多肢剪力墙。由于洞口开得较大，截面的整体性已经破坏，通常用计算机进行剪力墙的分析，精确度较高。剪力墙成片状（高度远远 $>$ 厚度），两端配置较粗钢筋并配箍筋形成暗柱，并应配置腹部分布钢筋。暗柱的竖筋和腹部的竖向分布筋共同抵抗弯矩。水平分布筋抵抗剪力。当剪力墙的厚度 $> 160\text{mm}$ 时应采用双层双向配筋，钢筋直径应 $\geq 8\text{mm}$ 。

连梁的配筋非常重要，纵向钢筋除满足配筋量外还要有足够的锚固长度。箍筋除满足配筋量以外，还有加密的要求。（纵筋锚固、箍筋加密）

### 四、框架-剪力墙结构

框架-剪力墙结构是在框架结构中设置适当剪力墙的结构。它具有框架结构平面布置灵活，有较大空间的优点，又具有侧向刚度较大的优点。框



架-剪力墙结构中，剪力墙主要承受水平荷载，竖向荷载主要由框架承担（平剪竖框）。框架-剪力墙结构可以适用于不超过170m高的建筑。

横向剪力墙宜均匀对称布置在建筑物端部附近、平面形状变化处。纵向剪力墙宜布置在房屋两端附近。在水平荷载的作用下，剪力墙好比固定于基础上的悬臂梁，其变形为弯曲型变形，框架为剪切型变形。框架与剪力墙通过楼盖连系在一起，并通过楼盖的水平刚度使两者具有共同的变形。在一般情况下，整个建筑的全部剪力墙至少承受80%的水平荷载。

### 五、筒体结构（2010单3）（2012单1）

在高层建筑中，特别是超高层建筑中，水平荷载愈来愈大，起着控制作用。筒体结构便是抵抗水平荷载最有效的结构体系。他的受力特点是，整个建筑犹如一个固定于基础上的空心封闭筒



式悬臂梁来抵抗水平力，见图 1A411024-1。筒体结构可分为框架-核心筒结构、筒中筒结构及多



筒结构等，见图 1A411024-2。框筒为密排柱和窗下裙梁组成，亦可视为开窗洞的筒体。内筒一般由电梯间、楼梯间组成。内筒与外筒由楼盖连接成整体，共同抵抗水平荷载及竖向荷载。这种结构体系适用于高度不超过 300m 的建筑。多筒结构是将多个筒组合在一起，使结构具有更大的抵抗水平荷载的能力。美国芝加哥西尔斯大楼就是 9 个筒结合在一起的多筒结构。该建筑总局为 442m，为钢结构。

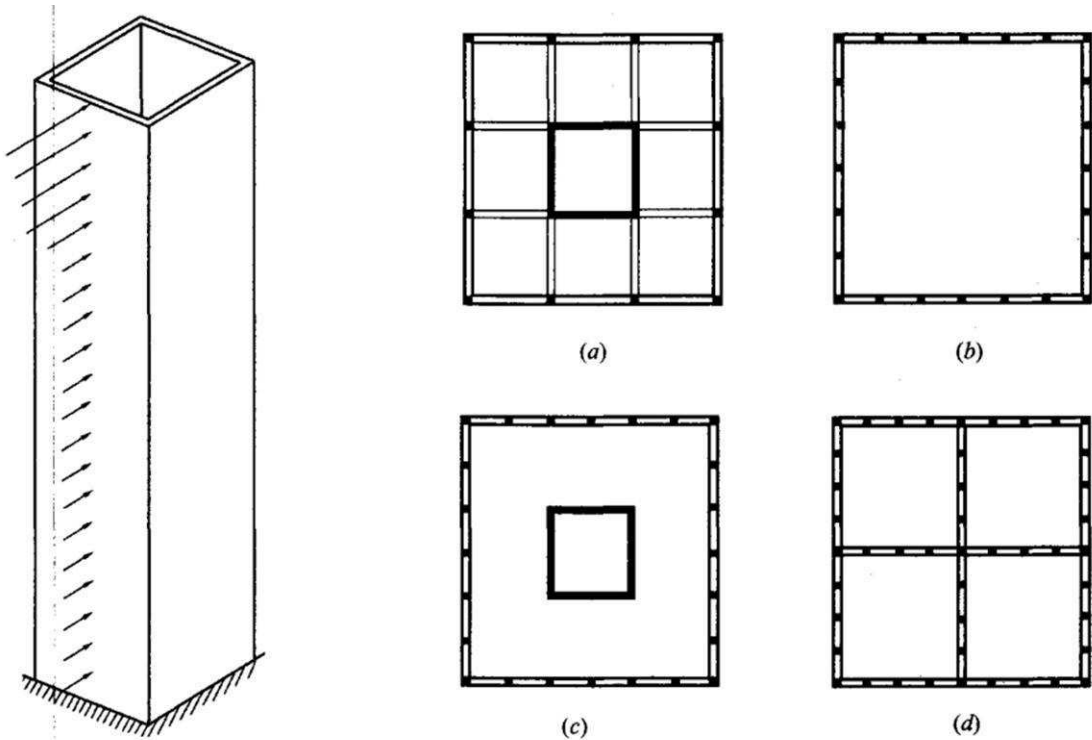


图 1A411024-1 筒体在水平力作用下的计算简图

图 1A411024-2 筒式体系的形式  
(a) 内筒体系；(b) 框筒体系；(c) 筒中筒体系；(d) 成束筒体系

	适用建筑	优点	缺点
砌体结构	15m		
混合体系	6 层	纵墙方案开间大、灵活，横墙方案整体好、不灵活	空间小
框架体系	15 层	较大空间、灵活、立面处理方便	侧向刚度小、侧移大
剪力墙体系	180m	侧向刚度大、侧移小	间距小、不灵活、空间小、自重大
框-剪结构	170m	灵活、刚大、空间大	
筒体结构	300m		

## 六、桁架结构体系

桁架是由杆件组成的结构体系。在进行内力分析时，节点一般假定为铰节点，当荷载作用在节点上时，杆件只有轴向力，其材料的强度可得到充分发挥。桁架结构的优点是可利用截面较小的杆件组成截面较大的构件。单层厂房的屋架常选用桁架结构，见图 1A411024-3。

(拱形 b 受力最均匀、矩形 d 安全度最高)

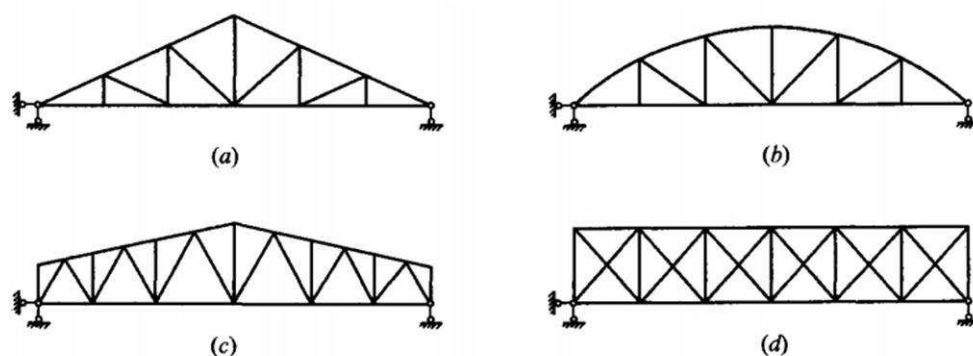


图 1A411024-3 各种形式屋架

(a) 三角形屋架；(b) 拱形屋架；(c) 梯形屋架；(d) 矩形屋架



屋架的弦杆外形和腹杆布置对屋架内力变化规律起决定性作用。同样高跨比的屋架，当上下弦成**三角形**时，弦杆内力**最大**；当上弦节点在**拱形线**上时，弦杆内力**最小**。屋架的高跨比一般为  $1/6 \sim 1/8$  较为合理。一般屋架为平面结构，平面外刚度非常弱。在制作运输安装过程中，**大跨屋架必须进行吊装验算**。桁架结构在其他结构体系中也得到采用。如拱式结构单层刚架结构等体系中，当断面较大时，亦可用桁架的形式，见图 1A411024-4。

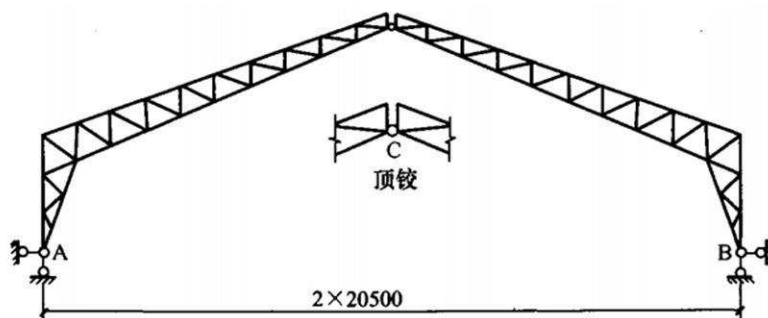


图 1A411024-4 断面较大情况下采用桁架的形式

## 七、网架结构



网架是由许多杆件按照一定规律组成的网状结构。网架结构可分为平板网架和曲面网架。它改变了平面桁架的受力状态，是**高次超静定的空间结构**。平板网架采用较多，其优点是：空间受力体系，杆件主要承受轴向力，受力合理，节约材料（如上海体育馆，直径 110m，用钢量仅 49kg/m<sup>2</sup>），整体性能好，刚度大，抗震性能好。杆件类型较少，适于工业化生产。

平板网架可分为**交叉桁架体系**和**角锥体系**两类。**角锥体系**受力更为**合理**，**刚度更大**，见图 1A411024-5。

网架的高度主要取决于跨度，网架尺寸应与网架高度配合决定，腹杆的角度以 **45°** 为宜。网架的**高度与短跨之比**一般为 **1/15** 左右。网架杆件一般采用钢管，节点一般采用**球节点**。网架制作精度要求高。安装方法可分为高空拼装和整体安装两类。

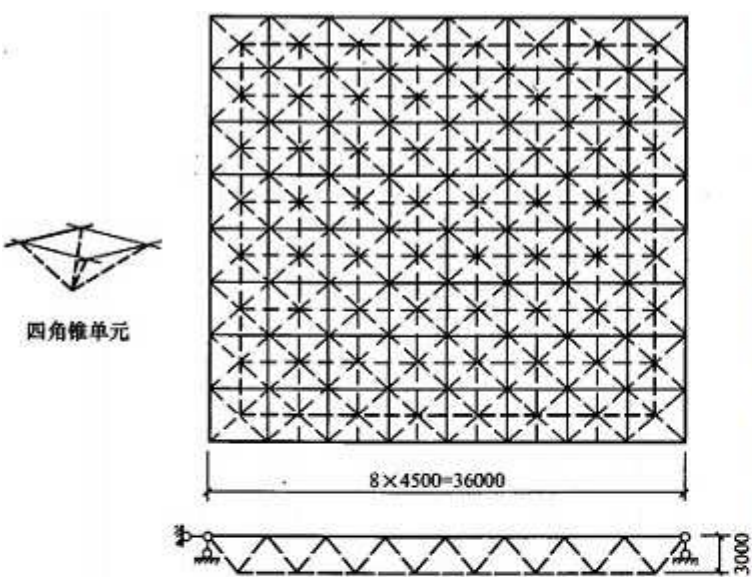


图 1A411024-5 角锥体系平板网架



## 八、拱式结构 (2010 单 4) (2011 多 4)

### 1. 拱的受力特点与适用范围

拱是一种有推力的结构，它的主要内力是轴向压力。从图 1A411024-6 可以看出，梁在荷载  $P$  的作用下，向下弯曲；拱在  $P$  的作用下，拱脚产生支座水平反力  $H$ ，也叫推力。水平反力  $H$  起着减少荷载  $P$  引起的弯曲作用。以三铰拱为例，拱杆的内力为：

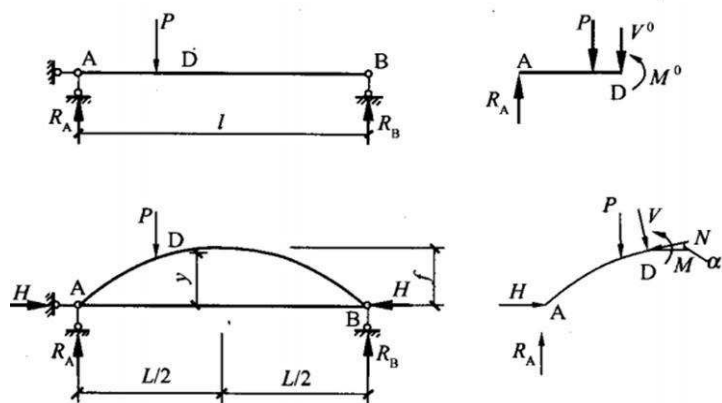


图 1A411024-6 拱式结构受力分析

$$M = M^0 - H \cdot y \quad (1A411024-1)$$

$$N = V^0 \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \alpha \quad (1A411024-2)$$

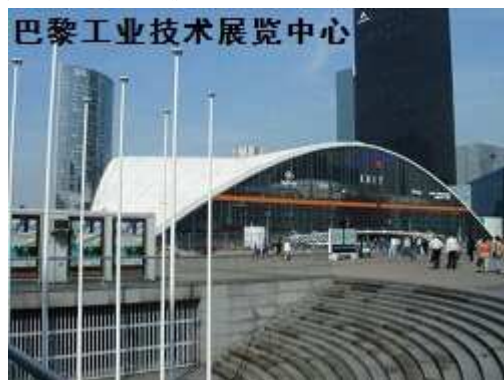
$$V = V^0 \cdot \cos \alpha - H \cdot \sin \alpha \quad (1A411024-3)$$

式中  $M^0$  与  $V^0$ ——相应的简支梁的弯矩和剪力。

$H \cdot y$  的值愈大，拱杆截面的弯矩愈小。我们可以改变拱杆的轴线，使拱杆各截面的这样就可使拱杆只受轴力。

拱式结构的主要内力为**压力**，可利用**抗压性能良好的混凝土**建造大跨度的拱式结构。

由于拱式结构受力合理，在建筑和桥梁中被广泛应用。它适用于体育馆、展览馆等建筑中。巴黎国家工业与技术展览中心的拱式结构跨度 206m，当今世界有名的大跨度建筑。



## 2. 拱的类型

按照结构的组成和支承方式，拱可分为三铰拱、两铰拱和无铰拱，见图 1A411024-7。工程中，后两种拱采用较多。

拱是一种有推力的结构，拱脚必须能够可靠地传承水平推力。解决这个问题非常重要，通常可采用下列措施：

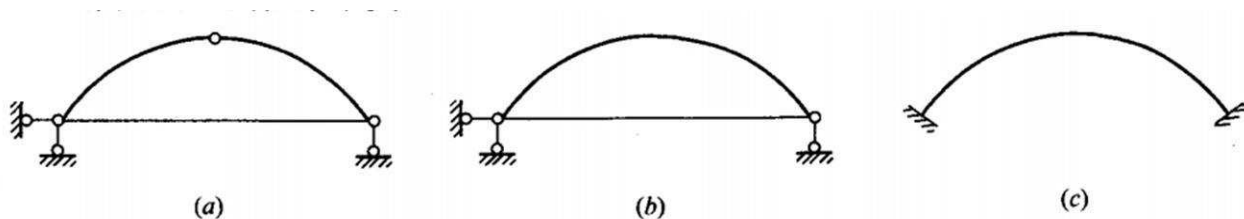


图 1A411024-7 拱的类型

(a) 三铰拱；(b) 两铰拱；(c) 无铰拱

(1) 推力由拉杆承受；

(2) 推力由两侧框架承受。

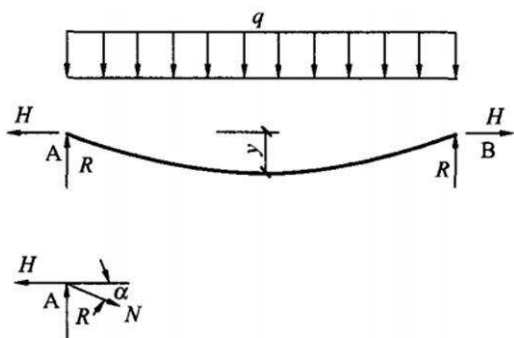
## 九、悬索结构



悬索结构，是比较理想的大跨度结构形式之一，在桥梁中被广泛应用。目前，悬索屋盖结构的跨度已达 160m，主要用于体育馆、展览馆中。索是中心受拉构件，既无弯矩也无剪力。**悬索结构的主要承重构件是受拉的钢索**，钢索是用高强度钢绞线或钢丝绳制成。

### 1. 悬索结构的受力特点

悬索结构包括三部分：索网、边缘构件和下部支承结构。



悬索的受力分析见图 1A411024-8。边梁是索的不动铰支座，跨度为  $l$ ，索上荷载为  $g$ 。索非常柔软，其抗弯刚度忽略不计。索的形状随荷载性质而变。索是中心受拉构件，既无弯矩也无剪力。水平反力为  $H$ ，方向是向外的。

$$R = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l$$

$$H = M^0 / y$$

$$N = H / \cos \alpha$$

图 1A411024-8 悬索结构受力分析

$$M^0 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 \quad (\text{与索跨度相同的简支梁跨中弯矩})$$

索的拉力取决于跨中的垂度  $y$ ，垂度越小拉力越大。索的垂度一般为跨度的 **1/30**。索的合理轴线形状随荷载的作用方式而变化。

### 2. 悬索的类型及实例

悬索结构可分为单曲面与双曲面两类。单曲拉索体系构造简单，屋面稳定性差。双曲拉索体系，它由承重索和稳定索组成。支承结构可以有很多种，如框架、拱等。

北京工人体育馆为圆形悬索结构，可容纳 15000 名观众，比赛大厅直径 94m；周围为四层框架结构，宽 7.5m，主要为附属用房及休息廊，见图 1A411024-9。

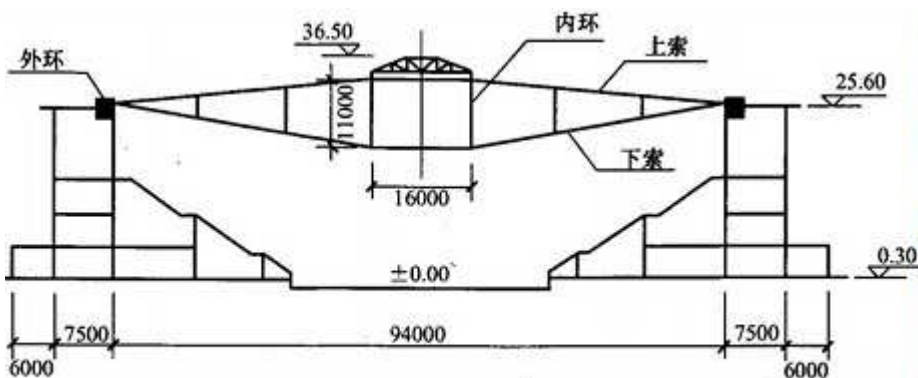


图 1A411024-9 北京工人体育馆



## 十、薄壁空间结构 (2011 多 4)

薄壁空间结构，也称壳体结构。它的厚度比其他尺寸（如跨度）小得多，所以称薄壁。

**它属于空间受力结构，主要承受曲面内的轴向压力**，弯矩很小。它的受力比较合理，材料强度能得到充分利用。薄壳常用于大跨度的屋盖结构，如展览馆、俱乐部、飞机库等。



薄壳结构多采用现浇钢筋混凝土，费模板、费工时。

薄壁空间结构的曲面形式很多。这里讲两种，筒壳和双曲壳。

筒壳一般由壳板、边梁和横隔三部分组成。筒壳的空间工作是由这三部分结构协同完成的。它的跨度在 30m 以内是有利的。当跨度再大时，宜采用双曲薄壳。

双曲壳适用于大空间大跨度的建筑。双曲壳又分为圆顶壳、双曲扁壳和双曲抛物面壳。目前圆顶的直径可达 200 多米。圆顶结构可用在大型公共建筑中，如天文馆、展览馆的屋盖。圆顶结构由壳面、支座环组成。通过支座环支于垂直构件上。壳面主要承受压力，支座环承受拉力。北京天文馆顶盖为半球形圆顶，直径 25m，壳面厚 6cm，结构自重约 200kg/m<sup>2</sup>。双曲扁壳是双曲抛物面的一种形式，它由壳板和竖直的边缘构件（横隔构件）组成。因为扁壳的矢高比底面尺寸小得多，大约为 1/5，所以叫扁壳。例如北京火车站大厅，35m×35m 的双曲面扁壳屋盖，壳板为 8cm，宽敞明亮，是一成功的范例。



桁网：拉或压

混框剪组筒：支撑体系

平面结构：桁架、拱架、单索

拱薄：压、剪

桁网拱索薄：覆盖体系

空间结构：网架、索网、薄壳

索：拉

## 1A411030 建筑结构构造要求

### 1A411031 结构构造要求

#### 一、混凝土结构的受力特点及其构造

##### 1. 混凝土结构优点：

- (1) 强度较高，钢筋和混凝土两种材料的强度都能充分利用；
- (2) 可模性好，适用面广；
- (3) 耐久性和耐火性较好，维护费用低；
- (4) 现浇混凝土结构的整体性，延性好，适用于抗震抗爆结构，同时防振性和防辐射性能较好，适用于防护结构；
- (5) 易于就地取材。

混凝土结构缺点：是自重大，抗裂性较差，施工复杂，工期较长。

由于钢筋混凝土结构有很多优点，适用于各种结构形式，因而在房屋建筑中得到广泛应用。

2. 钢筋和混凝土的材料性能：

(1) 钢筋

我国普通钢筋混凝土中配置的钢筋主要是热轧钢筋，预应力筋常用中、高强钢丝和钢绞线。

1) 热轧钢筋是普通低碳钢（含碳量 $\leq 0.25\%$ ）和普通低合金钢（合金元素 $\leq 5\%$ ）制成。其常用种类、代表符号和直径范围见表 1A411031-1。

钢筋常用种类、代表符号和直径范围			表 1A411031-1
强度等级代号	钢种	符号	d (mm)
HPB300	Q300	$\phi$	8~20
HRB335	20MnSi	$\Phi$	6~50
HRB400	20MnSiV, 20MnSiNb, 20MnTi	$\Phi$	6~50
HRB400	K20MnSi	$\Phi$ R	8~40

2) 钢筋的力学性能：

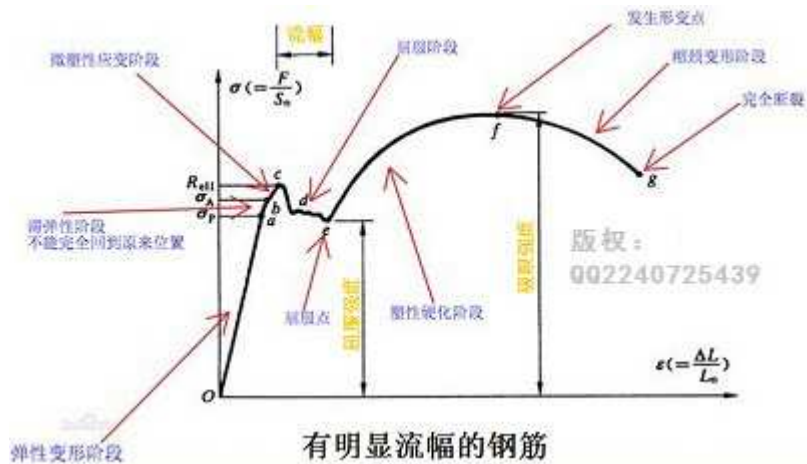
建筑钢筋分两类，一类为有明显流幅的钢筋，另一类为没有明显流幅的钢筋。

有明显流幅的钢筋含碳量少，塑性好，延伸率大。

无明显流幅的钢筋含碳量多，强度高，塑性差，延伸率小，没有屈服台阶，脆性破坏。

对于有明显流幅的钢筋，其性能的基本指标有屈服强度、延伸率、强屈比和冷弯性能四项。

冷弯性能是反映钢筋塑性性能的另一个指标。（流幅：强弯伸屈 复试：拉弯伸屈）



3) 钢筋的成分：

铁是主要元素，还有少量的碳、锰、硅、钒、钛等；另外，还有少量有害元素，如硫、磷。

(2) 混凝土（2005 单 3）（2006 建单 3）

1) 抗压强度：立方体强度  $f_{cu}$  作为混凝土的强度等级，单位是  $N/mm^2$ ，C20 表示抗压强度为  $20N/mm^2$ 。规范共分十四个等级，C15~C80，级差为  $5N/mm^2$ 。

2) 棱柱体抗压强度  $f_c$ ，该强度是采用  $150mm \times 150mm \times 300mm$  的棱柱体作为标准试件试验所

得。

3) **抗拉强度  $f_t$** ，是计算**抗裂的重要指标**。混凝土的抗拉强度很低。

### (3) 钢筋与混凝土的共同工作

钢筋与混凝土的相互作用叫粘结。钢筋与混凝土能够共同工作是依靠它们之间的粘结强度。混凝土与钢筋接触面的剪应力称粘结应力。

影响粘结强度的主要因素有混凝土的强度、保护层的厚度和钢筋之间的净距离等。

### 3. 极限状态设计方法的基本概念

我国现行规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，其基本原则如下：

(1) **结构功能**：建筑结构必须满足安全性、适用性和耐久性的要求。

(2) **可靠度**：结构在规定的时间内，在规定的条件下，完成预定功能要求的能力，称为结构的可靠性，**可靠度是可靠性的定量指标**。

(3) 极限状态设计的实用表达式：为了满足可靠度的要求，在实际设计中采取如下措施：

(荷载分项系数：和内乘大1    材料分项系数：材抗除大1)

1) 一般情况下在计算杆件**内力**时，对荷载标准值**乘以一个 $>1$ 的系数**，称**荷载分项系数**。

2) 在计算结构的**抗力**时，将材料的标准值**除以一个 $>1$ 的系数**，称**材料分项系数**。

3) 对安全等级不同的建筑结构，采用一个重要性系数进行调整。

在采用上述措施后，可靠度指标便得到了满足。这就是以分项系数表达的极限状态设计方法。

### 4. 钢筋混凝土梁的配筋原理及构造要求

(1) 筋梁正截面受力阶段分析 (见图 1A411031-1)

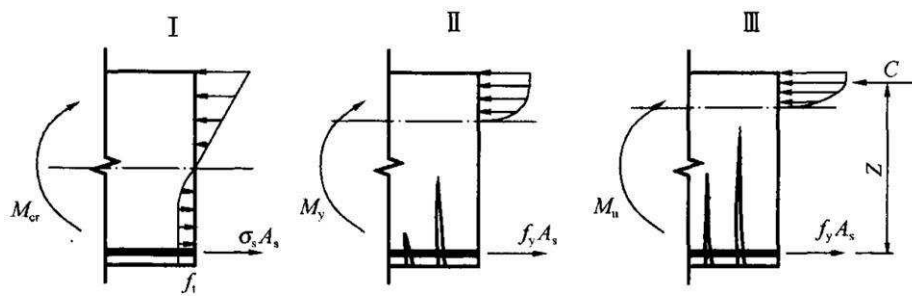


图 1A411031-1 梁正截面各阶段应力分析

第 I 阶段：M 很小，混凝土、钢筋都处在弹性工作阶段。第 I 阶段结束时拉区混凝土到达  $f_t$ ，混凝土开裂。(拉区砼开裂→压区砼塑变、筋屈服→砼压碎破坏)

第 II 阶段：M 增大，拉区混凝土开裂，逐渐退出工作。中和轴上移。压区混凝土出现塑性变形，压应变呈曲线，第 II 阶段结束时，钢筋应力刚到达屈服。此阶段梁带裂缝工作，这个阶段是计算正常使用极限状态变形和裂缝宽度的依据。

第 III 阶段：钢筋屈服后，应力不再增加，应变迅速增大，混凝土裂缝向上发展，中和轴迅速



上移，混凝土压区高度减小，梁的挠度急剧增大。当混凝土达到极限压应变时，混凝土被压碎，梁即破坏。此阶段是承载能力的极限状态计算的依据。

## (2) 梁的正截面受力简图（见图 1A411031-2）

正截面承载力的计算是依据上述第Ⅲ阶段的截面受力状态建立的。为了简化计算，压区混凝土的应力图形用一等效（合力  $C$  的高度位置不变）矩形应力图形代替。同时，引入了**截面应变保持平面的假定**及**不考虑混凝土抗拉强度**的假定。

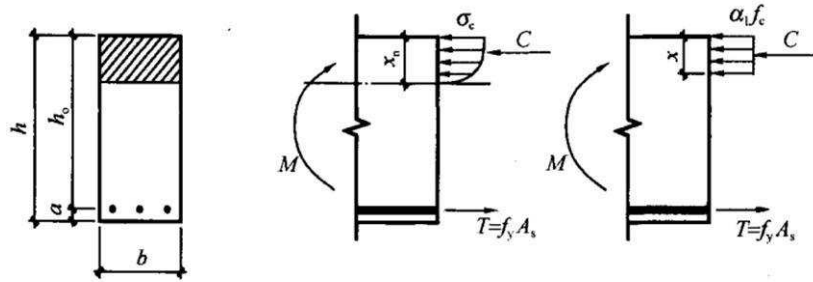


图 1A411031-2 梁正截面受力简图

## (3) 梁的正截面承载力计算公式

根据静力平衡条件，建立平衡方程式

$$\sum N=0 \quad a_1 f_c \cdot b \cdot x = f_y \cdot A_s \quad (1A411031-1)$$

对受拉区纵向受力钢筋的合力作用点取矩

$$\sum M_s=0 \quad M \leq a_1 f_c \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - x/2) \quad (1A411031-2)$$

对压区混凝土压应力合力作用点取矩

$$\sum M_s=0 \quad M \leq f_y \cdot A_s \cdot (h_0 - x/2) \quad (1A411031-3)$$

式中  $M$ ——荷载在该截面产生的弯矩设计值；

$a_1$ ——等效矩形应力系数。

对梁的配筋量在规范中明确地作出规定，不允许设计成超筋梁和少筋梁，对最大、最小配筋率均有限值，它们的破坏是没有预兆的脆性破坏。

**梁正截面破坏：弯矩引起 最大因素配筋率**

**梁斜截面破坏：剪力引起 最大因素配箍率**

## (4) 梁的斜截面承载力保证措施

受弯构件截面上除作用弯矩  $M$  外，通常还作用有剪力  $V$ 。在弯矩  $M$  和剪力  $V$  的共同作用下，有可能产生斜裂缝，并沿斜裂缝截面发生破坏。

影响斜截面受力性能的主要因素：**（2 跨强弯箍）**

1) **剪跨比和高跨比；**

2) **混凝土的强度等级；**

### 3) 腹筋的数量, 箍筋和弯起钢筋统称为腹筋。

为了防止斜截面的破坏, 通常采用下列措施: (截弯箍) (2005 多 1)

1) 限制梁的截面最小尺寸, 其中包含混凝土强度等级因素;

2) 适当配置箍筋, 并满足规范的构造要求;

3) 当上述两项措施还不能满足要求时, 可适当配置弯起钢筋, 并满足规范的构造要求。

### 5. 单向板和双向板的受力特点

梁、板按支承情况分, 有简支梁、板与多跨连续梁、板之分。板按其受弯情况又有单向板与双向板之分。

(1) 单向板与双向板的受力特点 (两边承: 单向板 四边承: 双向板)

两对边支承的板是单向板, 一个方向受弯; 而双向板为四边支承, 双向受弯。当长边与短边之比 $\leq 2$ 时, 应按双向板计算; 当长边与短边之比 $>2$ 但 $<3$ 时, 宜按双向板计算; 当按沿短边方向受力的单向板计算时, 应沿长边方向布置足够数量的构造筋; 当长边与短边长度之比 $\geq 3$ 时, 可按沿短边方向受力的单向板计算。

(长短比 $\leq 2$ : 应双向       $2 < \text{长短比} < 3$ : 宜双向      长短比 $\geq 3$ : 单向)

(2) 连续梁、板的受力特点 (2011 单 1) (2009 单 4)

现浇肋形楼盖中的板、次梁和主梁, 一般均为多跨连续梁(板)。连续梁(板)的内力计算是主要内容, 配筋计算与简支梁相同。内力计算有两种方法。主梁按弹性理论计算, 次梁和板可考虑按塑性变形内力重分布的方法计算。弹性理论的计算是把材料看成弹性的, 用结构力学的方法, 考虑荷载的不利组合, 计算内力, 并画出包络图, 进行配筋计算。(主弹次板塑)



均布荷载下, 等跨连续板和连续次梁的内力计算, 可考虑塑性变形的内力重分布。允许支座出现塑性铰, 将支座截面的负弯矩调低, 即减少负弯矩, 调整的幅度, 必须遵守一定的原则。

连续梁、板的受力特点是 (2013 单 3), 跨中有正弯矩, 支座有负弯矩。因此, 跨中按最大正弯矩计算正筋, 支座按最大负弯矩计算负筋。钢筋的截断位置按规范要求截断。

板的配筋构造如图 1A411031-3 所示。

当时,  $p/g \leq 3$  时,  $a = l_0/4$ ;  $p/g > 3$  时,  $a = l_0/3$ 。

$p$  和  $q$  均布活载和恒载 (kN/m)。

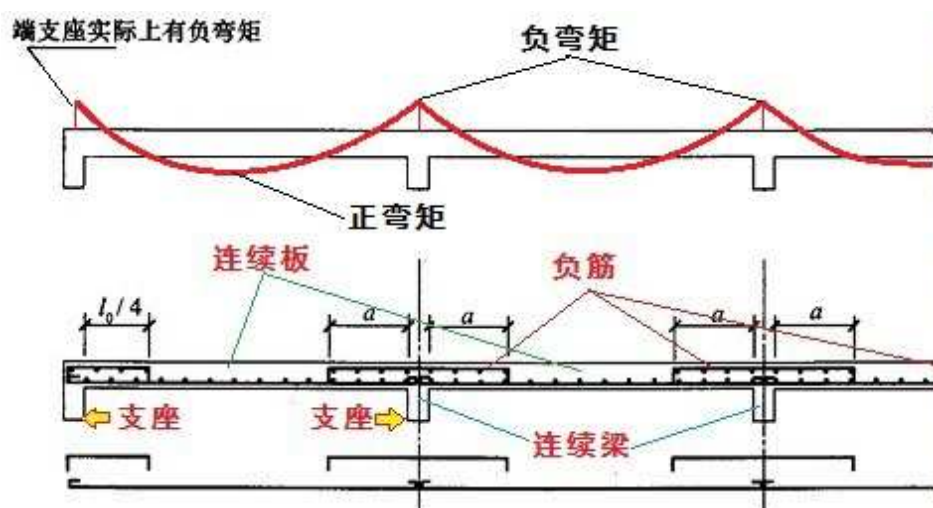


图 1A411031-3 板配筋构造

### (3) 梁、板的构造要求

梁最常用的截面形式有矩形和 T 形。梁的截面高度一般按跨度来确定，宽度一般是高度的  $1/3$ 。梁的支承长度不能  $<$  规范规定的长度。纵向受力钢筋宜优先选用 HRB335、HRB400 钢筋，常用直径为  $10 \sim 25\text{mm}$ ，**钢筋之间的间距应  $\geq 25\text{mm}$ ，也应  $\geq$  直径**。保护层的厚度与梁所处环境有关，一般为  $25 \sim 40\text{mm}$ 。

板的厚度与计算跨度有关，**屋面板一般  $\geq 60\text{mm}$ ，楼板一般  $\geq 80\text{mm}$** ，板的支承长度不能  $<$  规范规定的长度，板的保护层厚度一般为  **$15 \sim 30\text{mm}$** 。受力钢筋直径常用 6、8、10、12mm。间距宜  **$\leq 250\text{mm}$** 。（2015 单 3）

梁、板混凝土的强度等级一般采用 **C20** 以上。

## 二、砌体结构受力特点

采用砖、砌块和砂浆砌筑而成的结构称为砌体结构。

砌体结构有以下优点：砌体材料抗压性能好，保温、耐火、耐久性能好；材料经济，就地取材；施工简便，管理、维护方便。砌体结构的应用范围广，它可用作住宅、办公楼、学校、旅馆、**跨度  $< 15\text{m}$  的中小型厂房的墙体、柱和基础**。

砌体的缺点：砌体的抗压强度相对于块材的强度来说还很低，抗弯、抗拉强度则更低；黏土砖所需土源要占用大片良田，更要耗费大量的能源；自重大，施工劳动强度高，运输损耗大。

### 1. 砌体材料及砌体的力学性能

#### (1) 砌块

砖、砌块根据其原料、生产工艺和孔洞率来分类。由黏土、石岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料，经焙烧而成的实心或孔洞率  $\leq$  规定值且外形尺寸符合规定的砖，称为烧结普通砖；**孔洞率  $> 25\%$** ，孔的尺寸小而数量多，主要用于承重部位的砖称为烧结多孔砖，简称多孔砖。烧结普通砖又分为烧结黏土砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖和烧结粉煤灰砖。以石灰和砂为主要原料，或以



粉煤灰、石灰并掺石膏和骨料为主要原料，经坯料制备、压制成型、高压蒸汽养护而成的实心砖，称为蒸压灰砂砖或蒸压粉煤灰砖，简称灰砂砖或粉煤灰砖。

砖的强度等级用“MU”表示，单位为MPa（N/mm<sup>2</sup>）。烧结普通砖、烧结多孔砖等的强度等级分MU30、MU25、MU20、MU15和MU10五级。承重结构的蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖的强度等级分MU25、MU20、MU15三级。（三蒸五烧）

## （2）砂浆

砂浆可使砌体中的块体和砂浆之间产生一定的粘结强度，保证两者能较好地共同工作，使砌体受力均匀，从而具有相应的抗压、抗弯、抗剪和抗拉强度。砂浆按组成材料的不同，可分为：水泥砂浆；水泥混合砂浆；石灰、石膏、黏土砂浆。

砂浆强度等级符号为“M”。规范给出了五种砂浆的强度等级，即M15、M10、M7.5、M5和M2.5。当验算正在砌筑或砌完不久但砂浆尚未硬结，以及在严寒地区采用冻结法施工的砌体抗压强度时，砂浆强度取0。

## （3）砌体

按照标准的方法砌筑的砖砌体试件，轴压试验分三个阶段：

第Ⅰ阶段，从加载开始直到在个别砖块上出现初始裂缝，该阶段属弹性阶段，出现裂缝时的荷载约为0.5~0.7倍极限荷载；

第Ⅱ阶段，继续加载后个别砖块的裂缝陆续发展成少数平行于加载方向的小段裂缝，试件变形增加较快，此时的荷载不到极限荷载的0.8倍；

第Ⅲ阶段，继续加载时小段裂缝会较快沿竖向发展成上下贯通整个试件的纵向裂缝。试件被分割成若干个小的砖柱，直到小砖柱因横向变形过大发生失稳，体积膨胀，导致整个试件破坏。

由于砂浆铺砌不均，砖块不仅受压，还受弯、剪、局部压力的联合作用；另外，砖和砂浆受压后横向变形不同，还使砖处于受拉状态；同时，因为有竖缝存在，砖块在该处又有一个较高的应力区。因此，砌体中砖所受的应力十分复杂，特别是拉、弯作用产生的内力使砖较早出现竖向裂缝。以上原因正是砌体抗压强度比砖抗压强度小得多的原因。规范根据试验资料给出了不同砌体的强度设计值。

影响砖砌体抗压强度的主要因素包括：砖的强度等级；砂浆的强度等级及其厚度；砌筑质量，包括饱满度、砌筑时砖的含水率、操作人员的技术水平等。（1砖2浆3砌筑）（2011多5）

## 2. 砌体结构静力计算的原理

### （1）静力计算的原理

砌体墙、柱静力计算的支承条件和基本计算方法是根据房屋的空间工作性能确定的。房屋的空间工作性能与下列因素有关：屋盖或楼盖类别、横墙间距。《砌体结构设计规范》GB50003—2011对砌体房屋静力计算方案的规定见表1A411031-2和表1A411031-3。刚性、刚弹性、弹性方

案的计算简图见图 1A411031-4。（方案选择以横墙间距大小确定      刚性方案：抗震性能最好）

砌体结构房屋静力计算方案的横墙间距 L (m)			表 1A411031-2
楼盖或屋盖类别	刚性方案	刚弹性方案	弹性方案
整体式、装配整体和装配式无檩体系钢筋混凝土屋盖或钢筋混凝土楼盖	$s < 32$	$32 \leq s \leq 72$	$s > 72$
装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖、轻钢屋盖和有密铺望板的木屋或木楼盖	$s < 20$	$20 \leq s \leq 48$	$s > 48$
瓦屋面的木屋盖和轻钢屋盖	$s < 16$	$16 \leq s \leq 36$	$s > 36$

砌体受压构件的计算高度 H <sub>0</sub> (S 为壁柱之间的距离)						表 1A411031-3
房屋跨度和静力计算方案		柱		带壁柱墙或周边拉结的墙		
		排架方向	垂直排架方向	$S > 2H$	$2H \geq S > H$	$S \leq 3H$
单跨	弹性方案	1.5H	1.0H	1.5H		
	刚弹性方案	1.2H	1.0H	1.2H		
两跨或多跨	弹性方案	1.25H	1.0H	1.25H		
	刚弹性方案	1.1H	1.0H	1.10		
刚性方案		1.0H	1.0H	1.0H	$0.4S + 0.2H$	$0.6S$

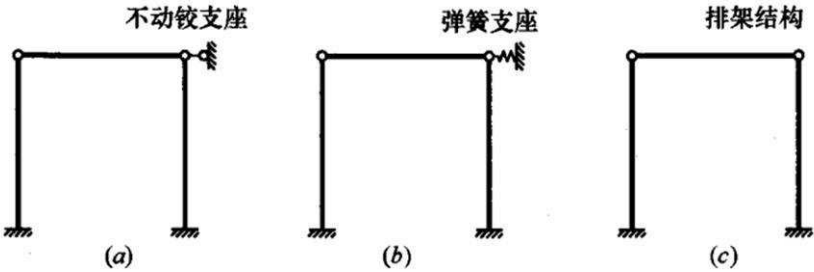


图 1A411031-4 计算简图

(a) 刚性方案；(b) 刚弹性方案；(c) 弹性方案

砌体的受力特点是抗压强度较高而抗拉强度很低，所以砌体结构房屋的静力计算简图大多设计成**刚性方案**。因为这种方案的砌体受的拉力较小，压力较大，可以很好地发挥砌体的受力特点。开间较小的住宅、中小型办公楼即属于这类结构。

(2) 墙、柱高厚比验算 (2004 单 2)

高厚比  $\beta$  是指墙、柱的计算高度  $H_0$  与其相应厚度  $h$  的比值， $\beta = H_0/h$

1) 墙、柱的允许高厚比  $[\beta]$

《砌体结构设计规范》GB50003—2011 所确定的墙、柱高厚比  $[\beta]$  是总结大量工程实践经验并经理论校核和分析得出的，见表 1A411031-4。

墙、柱的允许高厚比 $[\beta]$ 值			表 1A411031-4
砂浆强度等级	墙	柱	
M2.5	22	15	
M5.0	24	16	
$\geq M7.5$	26	17	

影响允许高厚比的主要因素有：**砂浆强度**；**构件类型**；**砌体种类**；**支承约束条件**、**截面形**

式；**墙体开洞、承重和非承重**。对上述因素的影响通过相应的修正系数对允许高厚比 $[\beta]$ 予以降低和提高。（2支3墙浆骨构 截面形式、墙开洞影响最大）（2004多1）

## 2) 墙、柱的高厚比验算

矩形截面墙、柱高厚比验算应满足下式：

$$\beta = H_0/h \leq \mu_1 \mu_2 [\beta] \quad (1A411031-4)$$

式中  $H_0$ ——墙、柱的计算高度，见表 1A411031-3；

$h$ ——墙厚或矩形柱与相对应的边长；

$\mu_1$ ——自承重墙允许高厚比的修正系数；

$\mu_2$ ——有门窗洞口墙允许高厚比的修正系数。

因为表 1A411031-4 中的允许高厚比 $[\beta]$ 值是按没有开洞的承重墙制定的。因此非承重的允许高厚比 $[\beta]$ ，可乘以 $>1$ 的修正系数化，有门窗洞口的墙的 $[\beta]$ 可乘以 $<1$ 的修正系数 $\mu_2$ 。 $\mu_1$ 和 $\mu_2$ 的具体数值可按规范的规定确定出来。

## （3）墙体受压承载力计算

砌体受压构件的承载力的计算用下式表示

$$N \leq \psi \cdot f \cdot A \quad (1A411031-5)$$

式中  $N$ ——轴向力设计值；

$\psi$ ——高厚比 $[\beta]$ 和轴向力的偏心距对受压构件承载力的影响系数；

$f$ ——砌体的抗压强度设计值；

$A$ ——砌体的截面面积。

**墙体作为受压构件的验算分三个方面：**

1) **稳定性**。通过高厚比验算满足稳定性要求，按式（1A411031-4）验算。

2) 墙体**极限状态承载力验算**。按式（1A411031-5）验算。

3) 受压构件在梁、柱等承压部位处的**局部受压承载力验算**。按式（1A411031-6）验算。

## （4）砌体局部受压承载力计算

当砌体局部受压时，由于受周围非受荷砌体对其的约束作用，其局部抗压强度有所提高。当受到均匀的局部压力时，砌体截面的局部受压承载力按下式计算：

$$N_l \leq \gamma \cdot f \cdot A_l \quad (1A411031-5)$$

式中  $N_l$ ——局部受压面积上的轴向力设计值；

$f$ ——砌体的抗压强度设计值；

$A_l$ ——局部受压面积。

砌体局部抗压强度提高系数  $\gamma$  值，可按现行规范确定。

一般情况下，只有砌体基础有可能承受上部墙体或柱传来的均匀局部压应力。在大多数情况下，搁置于砌体墙或柱上的梁或板，由于其弯曲变形，使得传至砌体的局部压应力均为非均匀分布。当梁端下砌体的局部受压承载力不满足要求时，常采用设置混凝土或钢筋混凝土垫块的方法。

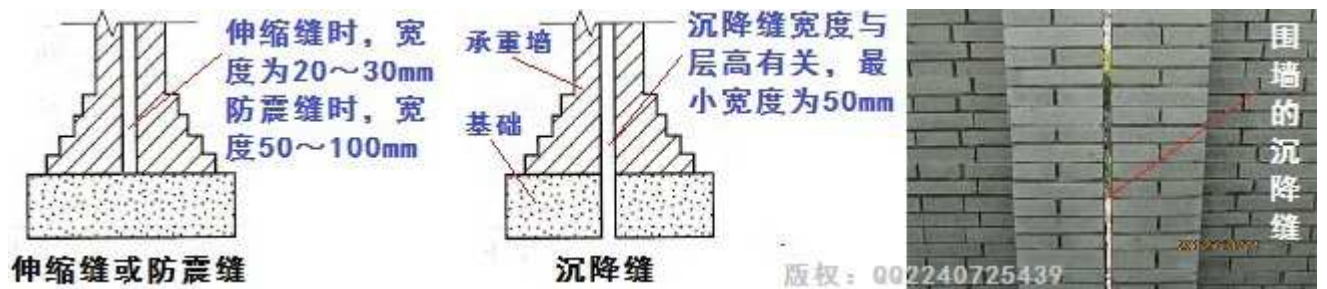
3. 砌体房屋结构的主要构造要求

砌体结构的构造是确保房屋结构整体性和结构安全的可靠措施。**墙体的构造措施主要包括三个方面，即伸缩缝、沉降缝和圈梁。**（全成神）（2006 建多 3）

由于温度改变，容易在墙体上造成裂缝，可用伸缩缝将房屋分成若干单元，使每单元的长度限制在一定范围内。《砌体结构设计规范》GB50003—2011 称此长度为温度收缩缝的最大间距，详见表 1A411031-5。伸缩缝应设在温度变化和收缩变形可能引起应力集中、砌体产生裂缝的地方。**伸缩缝两侧宜设承重墙体，其基础可不开分。**

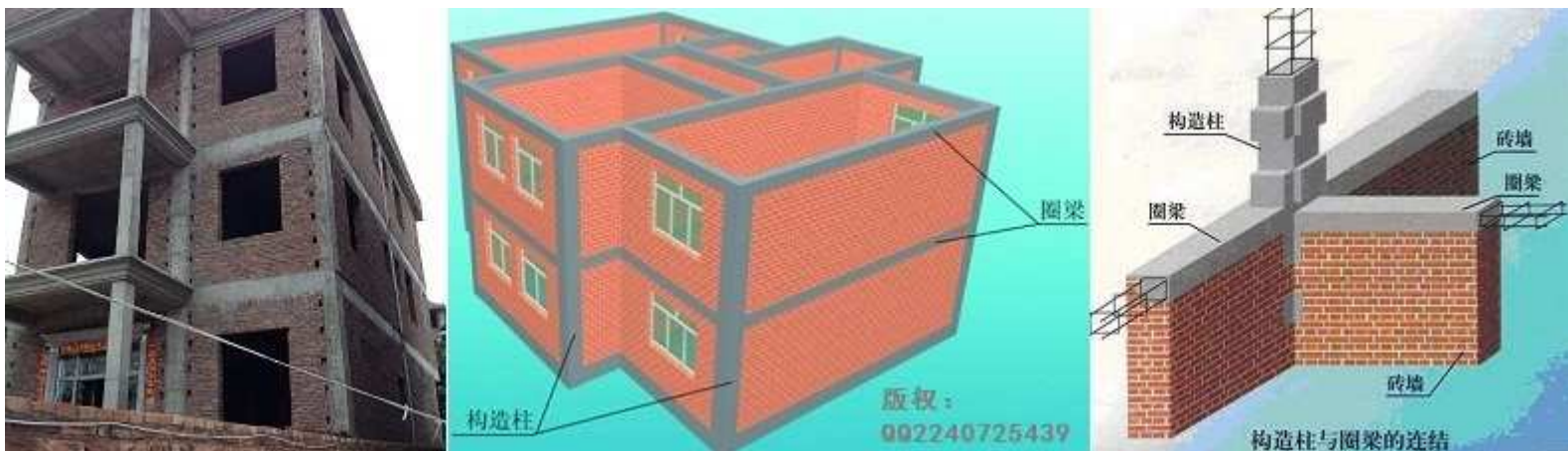
砌体结构房屋伸缩缝的最大间距（m）		表 1A411031-5
屋盖或楼盖类别		间距
整体式或装配整体式钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋盖、楼盖	50
	无保温层或隔热层的屋盖	40
装配式无檩体系钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋盖、楼盖	60
	无保温层或隔热层的屋盖	40
装配式有檩体系钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋盖	75
	无保温层或隔热层的屋盖	60
瓦材屋盖、木屋盖或楼盖、轻钢屋盖		100

当地基土质不均匀，房屋将引起过大不均匀沉降造成房屋开裂，严重影响建筑物的正常使用，甚至危及其安全。为防止沉降裂缝的产生，可用沉降缝在适当部位将房屋分成若干刚度较好的单元，**沉降缝的基础必须分开。**（2009 多 3）（2010 单 1）（2013 单 2）



墙体的另一构造措施是在墙体内设置钢筋混凝土圈梁。圈梁可以抵抗基础不均匀沉降引起墙体内产生的拉应力，同时可以**增加房屋结构的整体性**，防止因振动（包括地震）产生的不利影响。因此，**圈梁宜连续地设在同一水平面上，并形成封闭状。**





纵横墙交接处的圈梁应有可靠的连接。刚弹性和弹性方案房屋，圈梁应与屋架、大梁等构件可靠连接。钢筋混凝土圈梁的宽度宜与墙厚相同，当墙厚  $h \geq 240\text{mm}$  时，其宽度宜  $\geq 2h/3$ 。圈梁高度应  $\geq 120\text{mm}$ 。纵向钢筋应  $\geq 4$  根，直径  $\geq 10\text{mm}$ ，绑扎接头的搭接长度按受拉钢筋考虑，箍筋间距应  $\leq 300\text{mm}$ 。

### 三、掌握钢结构构件的受力特点及其连接类型

钢结构的抗拉、抗压强度都很高，构件断面小，自重较轻，结构性能好，所以它适用于多种结构形式，如梁、桁架、刚架、拱、网架、悬索等，应用非常广泛。在高层建筑及桥梁中的应用愈来愈多。用作钢结构的材料必须具有较高的强度、塑性韧性较好、适宜于冷加工和热加工；同时，还必须具有很好的可焊性。钢结构的钢材宜采用 Q235、Q345（16Mn）、Q390（15MnV）和 Q420。

#### 1. 钢结构的连接

钢结构是由钢板、型钢通过必要的连接形成的结构。钢结构的连接方法可分为焊缝连接、铆钉连接和螺栓连接三种，见图 1A411031-5。

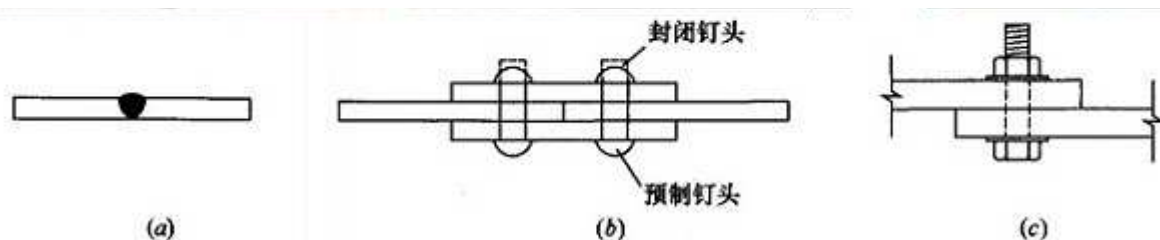


图 1A411031-5 钢结构的连接方法  
(a) 焊缝连接；(b) 铆钉连接；(c) 螺栓连接

(1) 焊缝连接：焊缝连接是目前钢结构的主要连接方法。其优点是构造简单，节约钢材，加工方便，易于采用自动化操作，在直接承受动力荷载的结构中，垂直于受力方向的焊缝不宜采用部分焊头的对接焊缝。

(2) 铆钉连接：铆接由于构造复杂，用钢量大，现已很少采用。因为铆钉连接的塑性和韧性较好，传力可靠，易于检查，在一些重型和直接承受动力荷载的结构中，有时仍然采用。

(3) 螺栓连接：螺栓连接又分为普通螺栓和高强度螺栓两种。普通螺栓施工简单，拆、装

方便。普通螺栓一般由 Q235 制成。高强度螺栓用合金钢制成，高强度螺栓制作工艺精准，操作工序多，要求高。目前，在我国桥梁及大跨度结构房屋及工业厂房中已广泛采用。

## 2. 钢结构的受力特点

### (1) 受弯构件

钢梁是最常见的受弯构件。

#### 1) 钢梁的截面形式

钢梁的截面形式一般有型钢和钢板组合梁两类。型钢梁多采用工字钢和 H 型钢，钢板组合梁常采用焊接工字形截面。

#### 2) 钢梁的强度、刚度和稳定性计算

① 抗弯强度计算：取梁内塑性发展到一定深度作为极限状态。对需要计算疲劳的梁，不考虑梁塑性发展。

为保证梁的受压翼缘不致产生局部失稳，应限制其自由外伸宽度  $b_1$  与其厚度  $t$  之比。见图 1A411031-6。

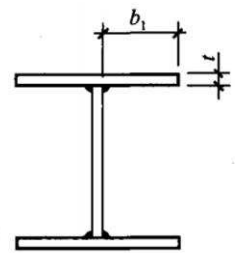


图 1A411031-6 梁外伸宽度与厚度示意图

② 抗剪强度计算：梁的抗剪强度按弹性设计。

③ 刚度计算：梁必须具有一定的刚度才能有效地工作，刚度不足将导致梁挠度太大，影响结构正常使用。因此，设计钢梁除应满足各项强度要求之外，还应满足刚度要求。（通过限制细长比保证）

梁的挠度计算时采用荷载标准值，可不考虑螺栓孔引起的截面削弱。

④ 钢梁的整体稳定计算：当有铺板（各种钢筋混凝土板或钢板）密铺在梁的受压翼缘上与其牢固相连，能阻止梁受压翼缘的侧向位移时，或者工字形截面简支梁受压翼缘的自由长度  $l_1$ ，与其宽度  $b_1$  之比满足相应要求时，梁的整体稳定可不计算。除此之外，应验算梁的整体稳定性。

⑤ 钢梁的局部稳定计算：梁腹板通常采用加劲肋来加强腹板的局部稳定性，梁翼缘的局部稳定一般是通过限制板件的宽厚比来保证的。轧制的工字钢和槽钢等型钢一般不会发生局部失稳。（通过限制宽厚比保证）

### (2) 受拉构件、受压构件

1) 受拉构件根据受力情况，可分为轴心受拉和偏心受拉构件（拉弯构件）。

① 轴心受拉构件：轴心受拉构件常见于桁架中。轴心受拉构件须按净截面面积进行强度计算。构件的刚度是通过限制长细比来保证的。

② 偏心受拉构件：偏心受拉构件应用较少，桁架受拉杆同时承受节点之间横向荷载时为偏心受拉构件。

#### 2) 受压构件

柱、桁架的压杆等都是常见的受压构件。根据受力情况，受压构件可分为轴心受压和偏心受压构件（压弯构件）。主要介绍轴心受压构件。

按截面构造形式，受压构件可分为实腹式和格构式两类。前者构造简单、制作方便；后者制作费工，但节省钢材。当构件比较高大时，可采用格构式，增加截面刚度，节省钢材。

和轴心受拉构件一样，轴心受压构件的截面设计也需要满足强度和刚度要求。除此以外，轴心受压构件还要进行整体稳定和局部稳定计算：通过考虑整体稳定系数进行轴心受压构件的整体稳定计算，通过限制板件的宽厚比来保证局部稳定。

### （3）梁柱节点

梁和柱连接时，可将梁支承在柱顶上或连接于柱的侧面。二者均可做成铰接或刚接。

1) 梁柱铰接节点：图 1A411031-7 (a)、(b) 梁铰接支承于柱顶的构造。图 1A411031-7 (a) 中当两相邻梁的反力不等时，柱将偏心受压；图 1A411031-7 (b) 中，即使两相邻梁反力不等，柱仍接近于轴心受压。

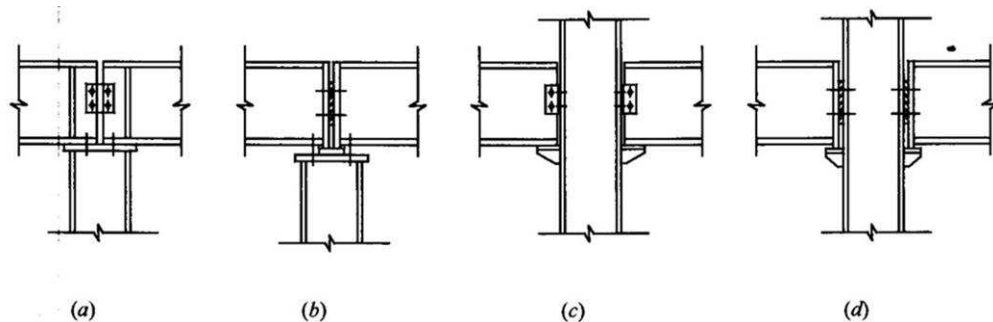


图 1A411031-7 梁柱铰接节点

当梁连续设置时，梁柱也可以形成柱顶刚接节点。

图 1A411031-7 (c) 中，梁铰接支承于柱侧面的牛腿上。为了防止梁端顶部向侧方向偏移或发生扭转，梁端靠近顶部处设钢板并用构造螺栓将梁和柱相连。梁支座反力较大时，梁端用突缘支座板，柱侧面焊以厚钢板制成的承托，突缘支座板下端与承托上端刨平顶紧，传递梁端反力。

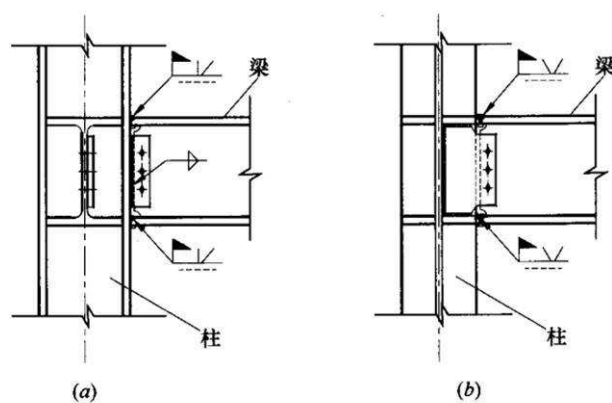


图 1A411031-8 梁柱刚接节点

2) 梁柱刚接节点：图 1A411031-8 是梁和柱刚接的构造示例，翼缘通过连接板或直接用全焊透的坡口焊缝与柱连接，腹板通过连接板用高强度螺栓与柱连接。一般可以考虑梁端的弯矩由翼缘连接承受，梁端剪力由腹板连接承受，或考虑由翼缘和腹板连接共同承受梁端弯矩。

### （4）柱脚节点

如图 1A411031-9，柱脚节点通常由底板、中间传力结构（包括靴梁、肋板和隔板）和锚栓



组成。底板承受柱脚反力。底板较大时，须设置中间传力结构以降低底板厚度，

图 1A411031-9 (a) 为铰接柱脚，常用于轴心受压柱，锚栓只起固定位置和安装的作用，可按构造设置。为接近铰接的假设，锚栓应尽量布置在底板中央部位。

图 1A411031-9 (b) 为刚接柱脚，一般用于偏心受压柱，锚栓须按计算确定。

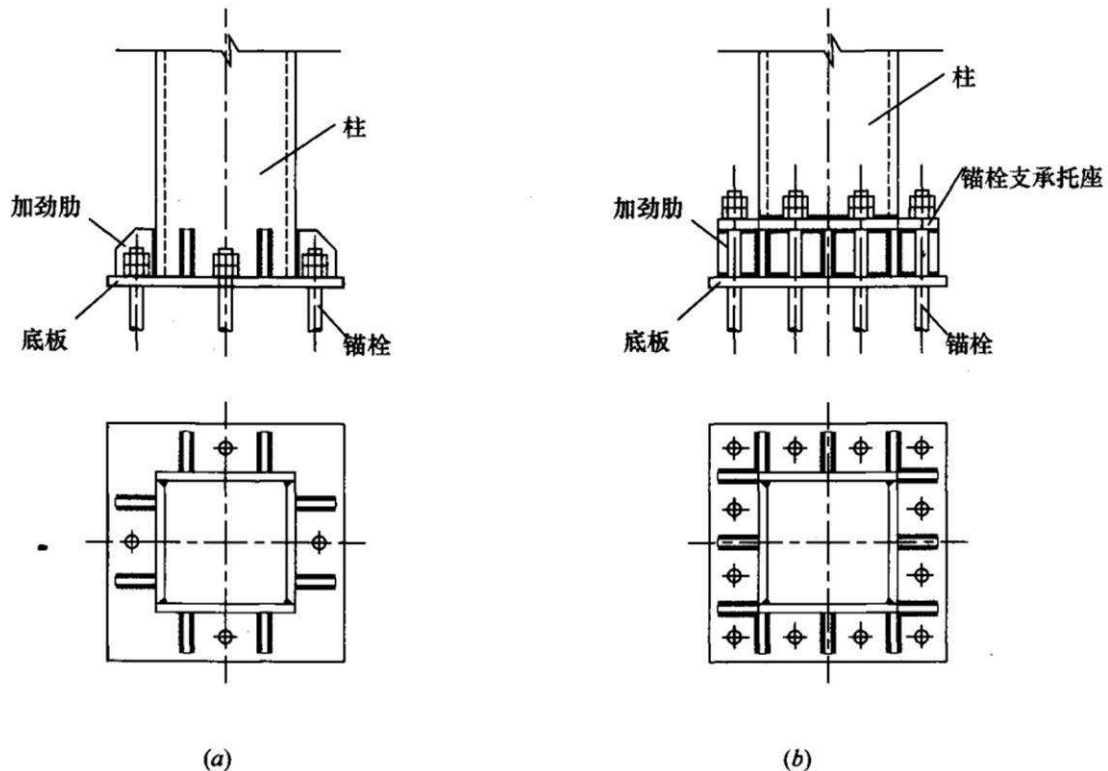


图 1A411031-9 柱脚节点

(a) 铰接; (b) 刚接

### 3. 钢结构构件制作、运输、安装、防火与防锈

(1) 制作：钢结构制作包括放样、号料、切割、校正等诸多环节。高强度螺栓处理后的摩擦面，抗滑移系数应符合设计要求。

制作质量检验合格后进行**除锈和涂装**。一般安装焊缝处留出 **30~50mm** 暂不涂装。

(2) **焊接**：焊工必须经考试合格并取得合格证书方可在其证书项目范围内施焊。焊缝施焊后须在工艺规定的焊缝及部位打上焊工钢印。

**焊接材料与母材应匹配**，全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷检验，超声波探伤不能对缺陷作出判断时，采用射线探伤。（先操后射）

施工单位**首次**采用的钢材、焊接材料、焊接方法等，应进行**焊接工艺评定**。

(3) 运输：运输钢构件时，要根据钢构件的长度和重量选用车辆。钢构件在车辆上的支点、两端伸出的长度及绑扎方法均应保证构件不产生变形、不损伤涂层。

(4) 安装：钢结构安装要按施工组织设计进行，安装程序须保证结构的稳定性和不导致永久性变形。安装柱时，每节柱的定位轴线须从地面控制轴线直接引上（防止误差积累）。钢结

构的柱、梁、屋架等主要构件安装就位后，须立即进行校正、固定。

由工厂处理的构件摩擦面，安装前须复验抗滑移系数，合格后方可安装。

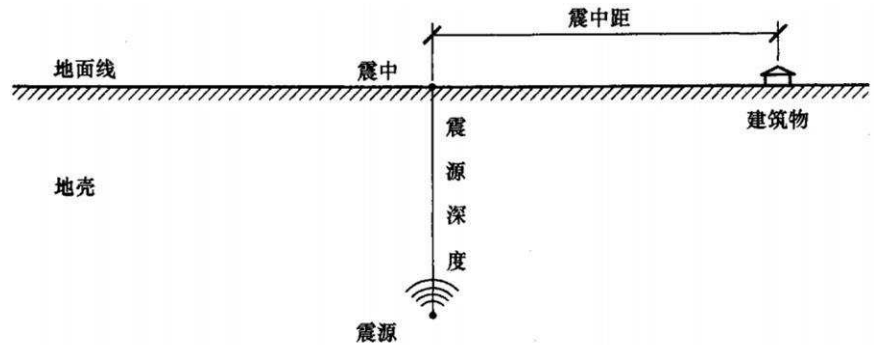


图 1A411032 震源

(5) 防火与防锈：（先腐

后火）

1) 钢结构防火性能较差。当温度达到  $550^{\circ}\text{C}$  时，钢材的屈服强度大约降至正常温度时屈服强度的 0.7，结构即达到它的强度设计值而可能发生破坏。（2009 单 20）

设计时应根据有关防火规范的规定，使建筑结构能满足相应防火标准的要求。在防火标准要求的时间使钢结构的温度不超过临界温度，以保证结构正常承载能力。

2) 外露的钢结构可能会受到大气，特别是被污染的大气的严重腐蚀，最普通的是生锈。就必须对构件的表面进行防腐蚀处理，以保证钢结构的正常使用。防腐处理方法根据构件表面条件及使用寿命的要求决定。

在进行构造设计时，应对构造做法妥善处理，避免诸如将槽钢槽口朝上放置，造成积水等情况；大型构件应有人能进入的观察口，以便检查维护构件内部情况等。

## 1A411032 结构抗震的构造要求

### 一、地震的震级及烈度

地震是由于某种原因引起的强烈地动，是一种自然现象。地震的成因有三种：火山地震、塌陷地震和构造地震。火山地震是火山爆发，地下岩浆迅猛冲出地面时而引起的地动；塌陷地震是石灰岩层地下溶洞或古旧矿坑的大规模崩塌而引起的地动，它数量少，震源浅。以两种地震释放能量较小，影响范围和造成的破坏程度也较小。构造地震是地壳运动推挤岩层，造成地下岩层的薄弱部位突然发生错动、断裂而引起的地动。此种地震破坏性大，影响面广，而且发生频繁，约占破坏性地震总量的 95% 以上。房屋结构抗震主要是研究构造地震。

地壳深处发生岩层断裂、错动的部位称震源。震源正上方的地方位置叫震中。震中附近地面震动最厉害，也是破坏最严重的地区，称为震中区。地面某处至震中的水平距离称为震中距。震中至震源的垂直距离称为震源深度。如图 1A411032 所示。

我国发生的绝大多数地震属于浅源地震，一般深度为  $5\sim 40\text{km}$ ；浅源地震造成的危害最大。如唐山大地震断裂岩层约  $11\text{km}$ ，属于浅源地震。

震级是按照地震本身强度而定的等级标度，用以衡量某次地震的大小，用符号  $M$  表示。震级

的大小是地震释放能量多少的尺度，也是地震规模的指标，其数值是根据地震带记录到的地震波图来确定的。一次地震只有一个震级。目前，国际上比较通用的是里氏震级。

地震发生后，各地区的影响程度不同，通常用地震烈度来描述。如人的感觉、器物反应、地表现象、建筑物的破坏程度。世界上多数国家采用12个等级划分的烈度表。一般来说， $M < 2$  的地震，人是感觉不到的，称为无感地震或微震； $M = 2 \sim 5$  的地震称为有感地震； $M > 5$  的地震，对建筑物引起不同程度的破坏，统称为破坏性地震； $M > 7$  的地震为强烈地震或大震； $M > 8$  的地震称为特大地震。（2007 单 5）

地震烈度是指某一地区的地面及建筑物遭受一次地震影响的强弱程度。一般来说，距震中愈远，地震影响愈小，烈度就愈小；反之，距震中愈近，烈度就愈高。此外，地震烈度还与地震大小、震源深浅、地震传播介质、表土性质、建筑物的动力特性、施工质量等许多因素有关。

（烈度大小影响因素：巨大声波土建施）

一个地区基本烈度是指该地区今后一定时间内，在一般场地条件下可能遭遇的最大地震烈度。基本烈度大体为在设计基准期超越概率为10%的地震烈度。为了进行建筑结构的抗震设计，按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防的地震烈度称为抗震设防烈度。一般情况下，抗震设防烈度可采用中国地震参数区划图的地震基本烈度。

## 二、抗震设防

抗震设防是指房屋进行抗震设计和采用抗震措施，来达到抗震效果。抗震设防的依据是抗震设防烈度。

### 1. 抗震设防的基本思想（2006 建单 5）

抗震设防的依据是抗震设防烈度。现行抗震设计规范适用于抗震设防烈度为6、7、8、9度地区建筑工程的抗震设计、隔震、消能减震设计。抗震设防是以现有的科技水平和经济条件为前提的。以北京地区为例，抗震设防烈度为8度，超越8度的概率为10%左右。

我国规范抗震设防的基本思想和原则是“三个水准”为抗震设防目标。简单地说就是“小震不坏、中震可修、大震不倒”。（小坏中修大不倒）

“三个水准”的抗震设防目标是：当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，建筑物一般不受损坏或不需修理仍可继续使用；当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时，可能损坏，经一般修理或不需修理仍可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度预估的罕遇地震影响时，不会倒塌或发生危及生命的严重破坏。

### 2. 建筑抗震设防分类

建筑物的抗震设计根据其使用功能的重要性分为甲、乙、丙、丁四个抗震设防类别。大量的建筑物属于丙类，这类建筑的地震作用和抗震措施均应符合本地区抗震设防烈度的要求。

### 3. 抗震结构的概念设计

在强烈地震作用下，建筑物的破坏机理和过程是十分复杂的。对一个建筑物要进行精确的抗

震计算也是非常困难的。因此，在对建筑物进行抗震设防的设计时，根据以往地震灾害的经验和科学研究的成果首先进行“概念设计”。概念设计可以使我们提高建筑物总体上的抗震能力。数值设计是对地震作用效应进行定量计算，而概念设计是根据地震灾害和工程经验所形成的基本设计原则和设计思想，进行建筑和结构总体布置并确定细部构造的过程。**概念设计要考虑以下因素：**

#### （地形整体借料）

（1）**选择对抗震有利的场地，避开不利的场地。**开阔平坦密实均匀中硬土地段是利场地。不利场地一般是指软弱土、易液化土、山嘴孤丘、陡坡河岸、采空区和土质不均匀的场地。

（2）**建筑物形状力求简单、规则**，平面上的质量中心和刚度中心尽可能靠近，以避免地震时发生扭转和应力集中而形成薄弱部位。

（3）**选择技术先进又经济合理的抗震结构体系**，地震力的传递路线合理明确，并有多道抗震防线。

（4）**保证结构的整体性**，并使结构和连接部位具有较好的延性。

（5）**选择抗震性能比较好的建筑材料。**

（6）**非结构构件应与承重结构有可靠的连接**以满足抗震要求。

### 三、抗震构造措施

#### 1. 多层砌体房屋的抗震构造措施（2012 多 3）

多层砌体房屋是我们目前的主要结构类型之一。但是这种结构材料脆性大，抗拉、抗剪能力低，抵抗地震的能力差。震害表明，在强烈地震作用下，多层砌体房屋的破坏部位主要是墙身，楼盖本身的破坏较轻。因此，采取如下措施：**（墙柱梁梯缝）**

（1）**设置钢筋混凝土构造柱**，减少墙身的破坏，并改善其抗震性能，提高延性。

（2）**设置钢筋混凝土圈梁与构造柱连接起来**，增强了房屋的整体性，改善了房屋的抗震性能，提高了抗震能力。

（3）**加强墙体的连接**，楼板和梁应有足够的支承长度和可靠连接。

（4）**加强楼梯间的整体性等。**

（5）**设防震缝**

#### 2. 框架结构构造措施（2010 多 1）（2014 单 4）

钢筋混凝土框架结构是我国工业与民用建筑较常用的结构形式。震害调查表明，框架结构震害的严重部位多发生在框架**梁柱节点**和**填充墙**处；一般是**柱**的震害重于梁，**柱顶**的震害重于柱底，**角柱**的震害重于内柱，**短柱**的震害重于一般柱（**重；注定脚短**）。为此采取了一系列措施，把框架设计**成延性框架**，遵守**强柱、强节点、强锚固**，**避免短柱、加强角柱**，**框架沿高度不宜突变**，**避免出现薄弱层**，控制最小**配筋率**，限制配筋**最小直径**等原则。构造上采取**受力筋锚固适当加长**，节点处**箍筋适当加密**等措施。



（框架抗震措施：延框、框变、避短、避薄、强锚、长锚、配筋、配箍、强柱、强角、强点、限径——2 框 2 配 2 避 2 锚 3 强径）

3. 设置必要的防震缝

不论什么结构形式，防震缝可以将不规则的建筑物分割成几个规则的结构单元，每个单元在地震作用下受力明确合理，避免产生扭转或应力集中的薄弱部位，有利于抗震。

1A411033 建筑构造要求

一、掌握楼梯的建筑构造

（一）防火、防烟、疏散的要求

（1）楼梯间前室和封闭楼梯间的内墙上，除在同层开设通向公共走道的疏散门外，不应开设其他的房间门窗（住宅除外）。楼梯间内宜有天然采光，并不应有影响疏散的凸出物。

（2）楼梯间及其前室内不应附设烧水间，可燃材料储藏室，非封闭的电梯井，可燃气体管道，甲、乙、丙类液体管道等。

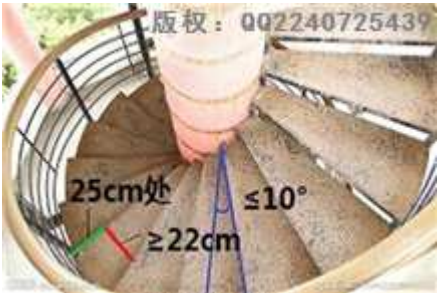
（3）在住宅内，可燃气体管道如必须局部水平穿过楼梯间时，应采取可靠的保护设施。

（4）室外疏散楼梯和每层出口处平台，均应采取非燃烧材料制作。平台的耐火极限应≥1h，楼梯段的耐火极限应≥0.25h（15min）。在楼梯周围 2m 内的墙面上，除疏散门外，不应设其他门窗洞口。疏散门不应正对楼梯段。疏散出口的门外、门外 1.40m 范围内不应设踏步，且门必须向外开，并不应设置门槛。疏散楼梯的最小净宽度见表 1A411033-1。

疏散楼梯的最小净宽度表（1 居 2 他 3 医院） 1A411033-1

高层建筑	疏散楼梯的最小净宽度（m）
医院病房楼	1.30
居住建筑	1.10
其他建筑	1.20

（5）疏散用楼梯和疏散通道上的阶梯不宜采用螺旋楼梯和扇形踏步。当必须采用时踏步上下两级所形成的平面角度应≤10°，且每级离扶手 25cm 处的踏步深度应≥22cm。



（二）楼梯的空间尺度要求

（1）除应符合防火规范的规定外，供日常主要交通用的楼梯的梯段净宽应根据建筑物使用特征，一般按每股人流宽为 0.55+（0~0.15）m 的人流股数确定，并应≥两股人流。

注：0~0.15m 为人流在行进中人体的摆幅，公共建筑人流众多的场所应取上限值。



(2) 住宅套内楼梯的梯段净宽，当一边临空时，应 $\geq 0.75\text{m}$ ；当两侧有墙时，应 $\geq 0.9\text{m}$ 。套内楼梯的踏步宽度应 $\geq 0.22\text{m}$ ，高度应 $\leq 0.20\text{m}$ ，扇形踏步转角距扶手边  $0.25\text{m}$  处，宽度应 $\geq 0.22\text{m}$ 。

(3) 梯段改变方向时，平台扶手处的最小宽度应 $\geq$ 梯段净宽。当有搬运大型物件需要时，应再适量加宽。

(4) 楼梯休息平台宽度应 $\geq$ 梯段的宽度；楼梯踏步的宽度  $b$  和高度  $h$  的关系应满足： $2h+b=600\sim 620\text{mm}$ ；每个梯段的踏步一般应 $\leq 18$  级，亦应 $\geq 3$  级。

(5) 楼梯平台上部及下部过道处的净高应 $\geq 2\text{m}$ 。梯段净高应 $\geq 2.2\text{m}$ 。（2005 单 6）（2006 建单 8）

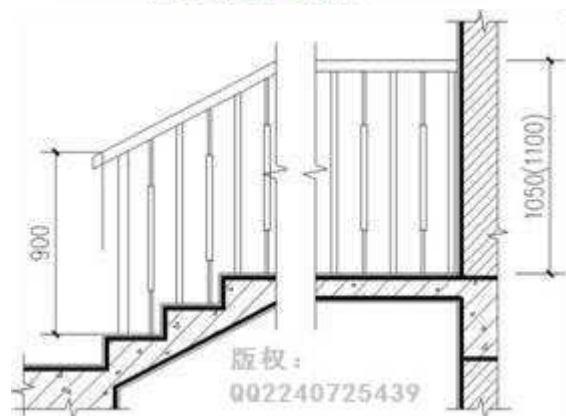
注：梯段净高为自踏步前缘线（包括最低和最高一级踏步前缘线以外  $0.3\text{m}$  范围内）量至直上方突出物下缘间的垂直高度。

(6) 楼梯应至少于一侧设扶手，梯段净宽达三股人流时应两侧设扶手，达四股人流时可加设中间扶手。

(7) 室内楼梯扶手高度自踏步前缘线量起宜 $\geq 0.9\text{m}$ 。楼梯水平段栏杆长度 $>0.5\text{m}$ 时，其扶手高度应 $\geq 1.05\text{m}$ 。

(8) 踏步前缘部分宜有防滑措施。

(9) 楼梯踏步的高宽比应符合表 1A411033-2 的规定。（2013 单 4）



楼梯踏步最小宽度和最大高度 (m)（幼小住 7 楼、2 套 5 专 8 大场）表 1A411033-2

楼梯类别	最小宽度	最大高度
住宅共用楼梯	0.26	0.175
幼儿园、小学校等楼梯	0.26	0.15
电影院、剧场、体育馆、商场、医院、旅馆和大中学校等楼梯	0.28	0.16
其他建筑楼梯	0.26	0.17
专用疏散楼梯	0.25	0.18
服务楼梯、住宅套内楼梯	0.22	0.20

注：无中柱螺旋楼梯和弧形楼梯离内侧扶手  $0.25\text{m}$  处的踏步宽度应 $\geq 0.22\text{m}$ 。

## 二、掌握墙体的建筑构造

(一) 墙体建筑构造的设计原则

(1) 在内外墙做各种连续整体装修时，如抹灰、贴面砖等；主要解决与主体结构的附着，防止脱落和表面的开裂。根据结构的受力特点和变形缝的位置，正确处理装修层的分缝和接缝设计。（2011 多 6）

(2) 在结构梁板与外墙连接处和圈梁处，由于结构的变形会引起外墙装修层的开裂，设计时应考虑分缝措施。

(3) 当外墙为内保温时，在窗过梁，结构梁板与外墙连接处和圈梁处产生冷桥现象，引起室内墙面的结露，在此处装修时，应采取相应措施；如外墙为外保温，不存在此类问题。

(4) 建筑主体受温度的影响而产生的膨胀收缩必然会影响墙面的装修层，凡是墙面的整体装修层必须考虑温度的影响，做分缝处理。

(5) 凡是使用胶粘剂的材料，如细木工板、胶合板、密度板等和油漆、涂料制品将对室内造成甲醛和苯的污染；选材时应按国家规范要求执行。

(6) 在保温、隔热方面应和建筑节能设计结合减少能源的消耗。

(7) 有特殊要求的室内的声学环境（音乐厅、电影院等演出性建筑）设计，应正确选择材料，进行正确的构造设计。

(8) 墙面的色彩应遵照色彩对大多数人产生的有益影响进行设计。

## (二) 门、窗

(1) 门窗的功能主要解决采光、通风、防风雨、保温、隔热、遮阳、隔声、疏散、防火、防盗等问题。根据功能要求分：有保温门窗、隔声门窗、防火门窗、自动门窗、防盗门窗等。窗台低于 0.80m 时，应采取防护措施。

(2) 门窗与墙体结构的连接：（2006 装单 18）

1) 门窗应注意门窗框与墙体结构的连接，接缝处应避免刚性接触，应采用弹性密封材料（发泡剂）；建筑外门窗的安装必须牢固。在砌体上安装门窗严禁用射钉固定（膨胀螺栓固定）。

2) 金属保温窗的主要问题是结露，应将与室外接触的金属框和玻璃结合处做断桥处理，以提高金属框内表面的温度，达到防止结露的目的。

3) 隔声窗一般采取双层或三层玻璃。为防止共振降低隔声效果，各层玻璃的空气层厚度应不同，且不能平行放置（防共振）；所有接缝处应注意做成隔振的弹性阻尼（耐候密封胶）构造。

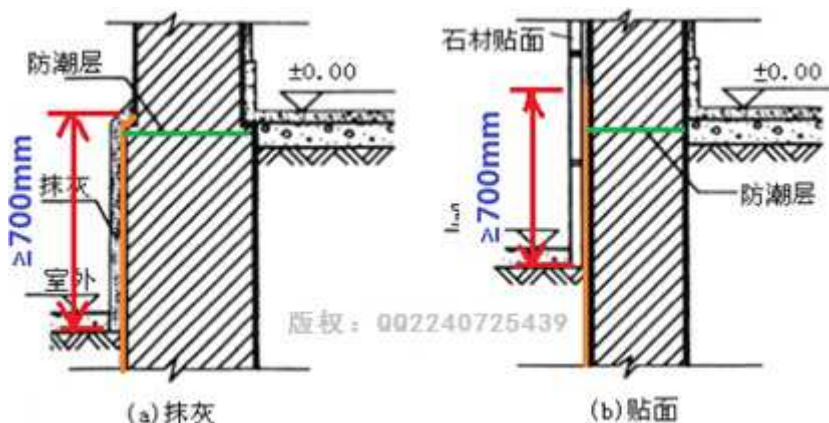
4) 防火门窗应按防火规范要求制作，玻璃应是防火安全玻璃；有防爆特殊要求的房间，其窗应考虑自动泄压防爆功能。

## (三) 墙身细部构造

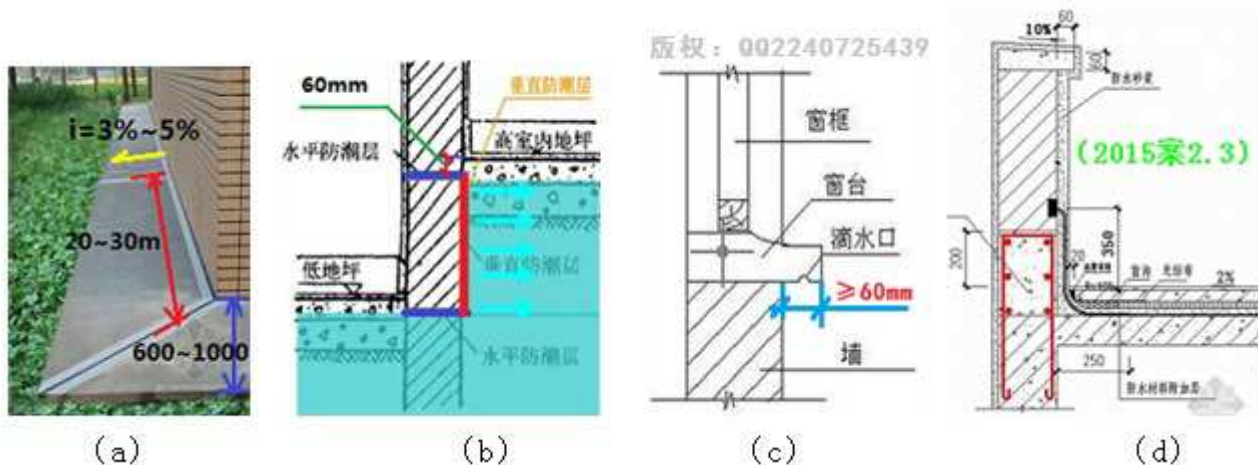
(1) 勒脚部位外抹水泥砂浆或外贴石材等防水耐久的材料，高度 $\geq 700\text{mm}$ 。应与散水、墙身水平防潮层形成闭合的防潮系统。

(2) 散水（明沟）：（参考下图 a）（2006 装单 1）

1) 沿建筑物四周、在勒脚与室外地坪相接处、用不透水材料（如 C20 混凝土、毛石）做的地面排水坡（沟）使雨水、室外地面水迅速排走、远离基础。



- 2) 散水的宽度应根据土壤性质、气候条件、建筑物的高度和屋面排水形式确定，宜为 600~1000mm；当采用无组织排水时，散水的宽度可按檐口线放出 200~300mm。
- 3) 散水的坡度可为 3%~5%。当散水采用混凝土时，宜按 20m~30m 间距设置伸缩缝。
- 4) 散水与外墙之间宜设缝，缝宽可为 20~30mm，缝内应填弹性膨胀防水材料。



(3) 水平防潮层：在建筑底层内墙脚、外墙勒脚部位设置连续的防潮层隔绝地下水的毛细渗透，避免墙身受潮破坏。内墙两侧地面有高差时，在墙内两道水平防潮层之间加设垂直防潮层。水平防潮层的位置：做在墙体内、高于室外地坪、位于室内地层密实材料垫层中部、室内地坪（±0.000）以下 60mm 处。（参考图 b）

(4) 墙体与窗框连接处，必须用弹性材料嵌缝以防风、水渗透。窗洞过梁和外窗台要做好滴水，滴水凸出墙身  $\geq 60\text{mm}$ ；在其下端做有效的滴水处理，防止窗下墙的污染。（参考图 c）

(5) 女儿墙：（参考图 d）（2004 单 9）（2015 案 2.3）

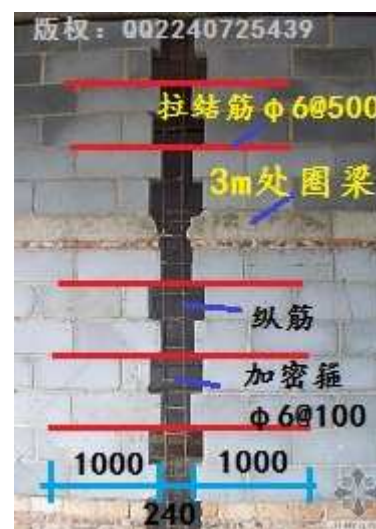
与屋顶交接处必须做泛水，高度  $\geq 350\text{mm}$ （规范图集上为 250，但为了响应书本内容，我把贴图改为了 350）。为防止女儿墙外表面的污染，压檐板上表面应向屋顶方向倾斜 10%，并出挑  $\geq 60\text{mm}$ 。

(6) 非承重墙的要求：保温隔热；隔声、防火、防水、防潮等。

1) 轻钢龙骨轻质板墙在隔撞击声时，应在轻钢龙骨与主体结构的连接之间加弹性阻尼材料；

2) 轻质材料墙体隔空气声较差，作为分户墙和外墙时墙体厚度应  $\geq 200\text{mm}$ ；

3) 轻型砌块墙在高度 3m 处应设置钢筋混凝土圈梁，交接和转角处应设置钢筋混凝土构造柱，并沿高度方向每 500mm 加  $\geq$  两根直径 6mm、长度  $\geq 1000\text{mm}$  钢筋。



### 三、更多更全内容+2499074241