

# 轴心受压构件设计

## 水工混凝土结构

Hydraulic Concrete Structure

张迪



# 新实训楼 即将完工



透过现象看本质

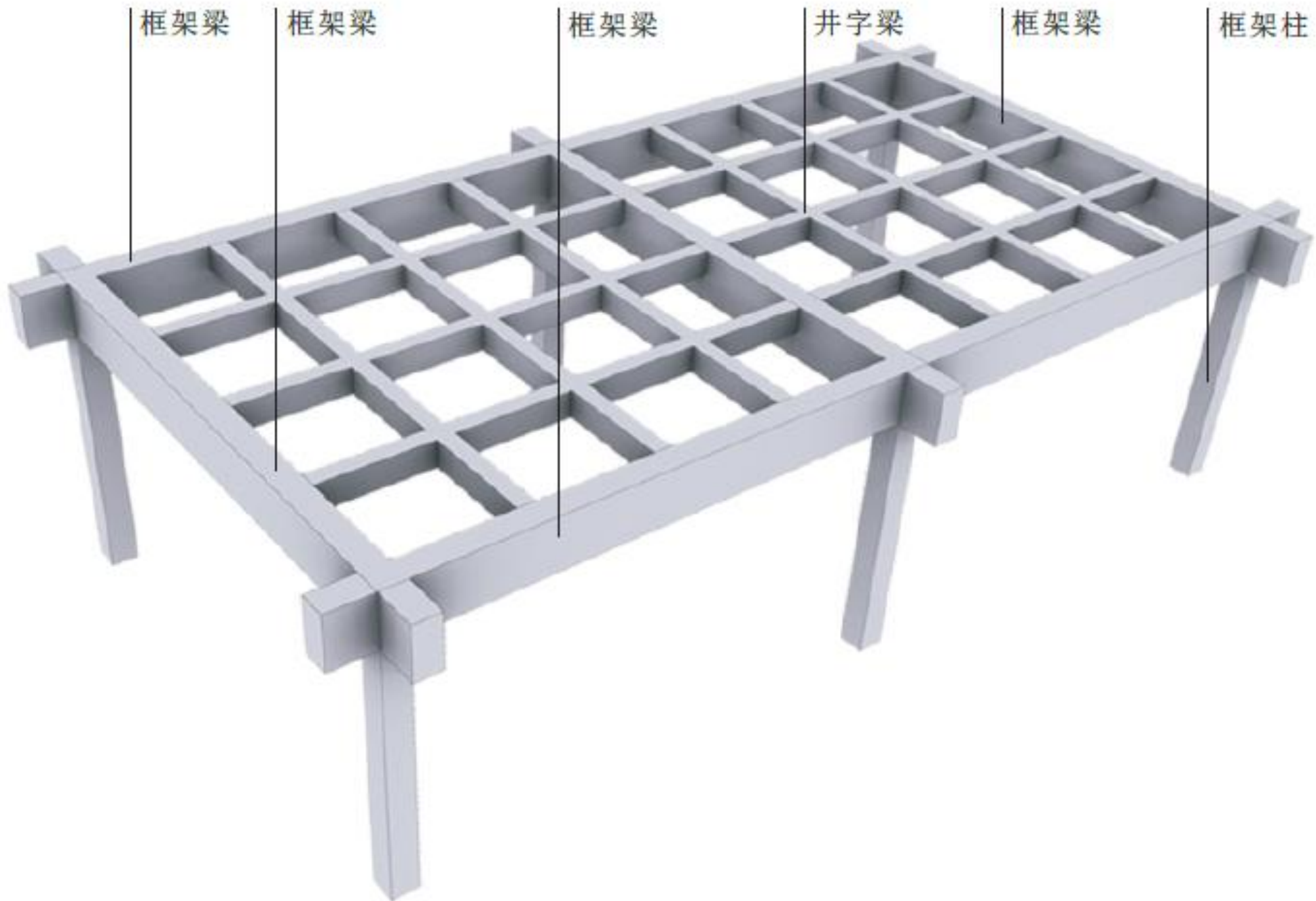
建筑结构

承重骨架

整体由部分组成

承重结构

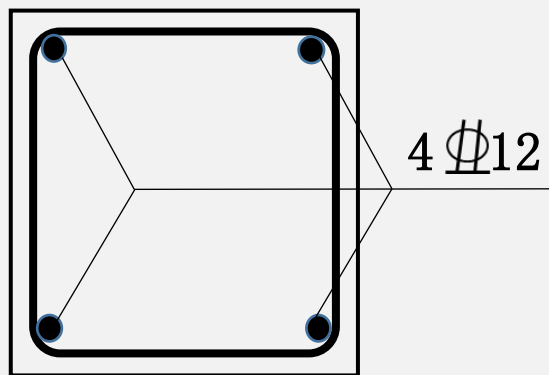
基本构件组成



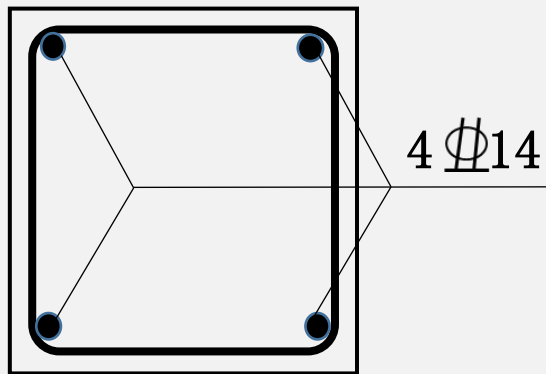
# 知识复习

## 选择题

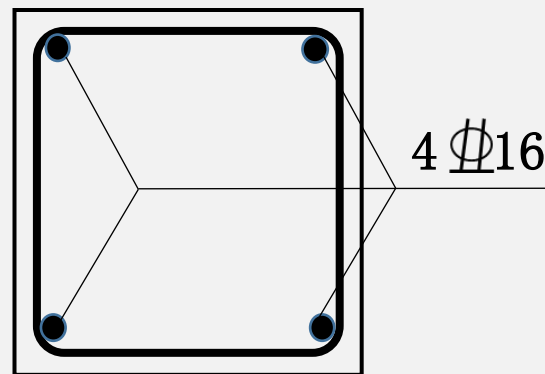
某钢筋混凝土轴心受压柱截面尺寸为 $350\text{mm} \times 350\text{mm}$ ，从纵向受力钢筋满足最小配筋率的**构造要求**出发，哪几个方案是不满足要求的？



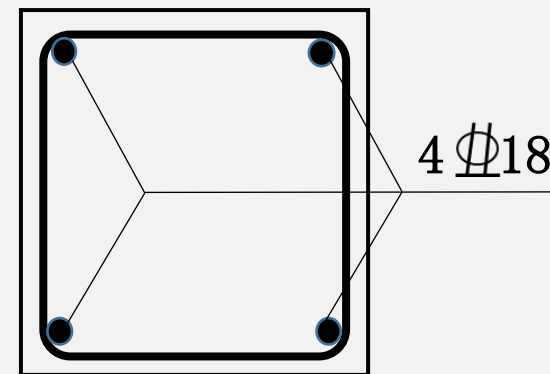
A



B



C



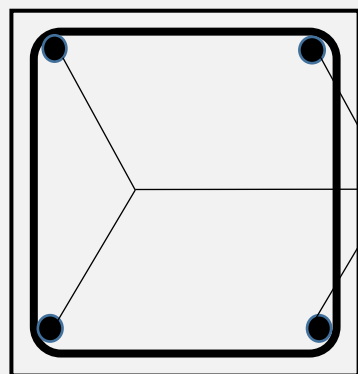
D



重视构造规定

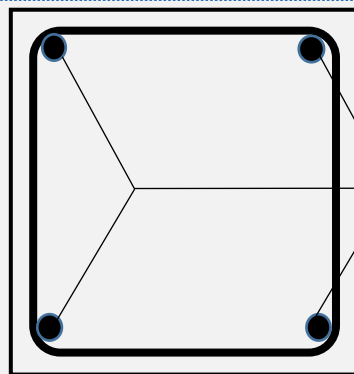
# 知识复习

轴心受压柱 截面尺寸为350mm×350mm



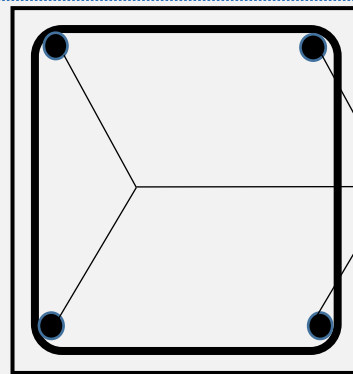
4 Φ12

A



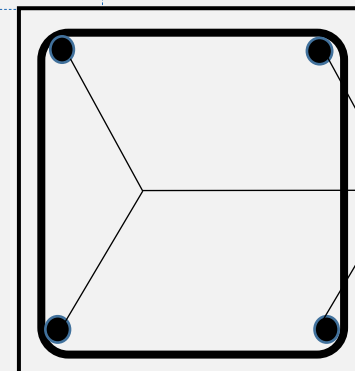
4 Φ14

B



4 Φ16

C



4 Φ18

D

《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008 表9.5.1

表 9.5.1 钢筋混凝土构件纵向受力钢筋的最小配筋率  $\rho_{\min}$  (%)

项次	分 类	钢 筋 种 类		
		HPB235 级	HRB335 级	HRB400 级、 RRB400 级
2	轴心受压柱的全部纵向钢筋	0.60	0.60	0.55

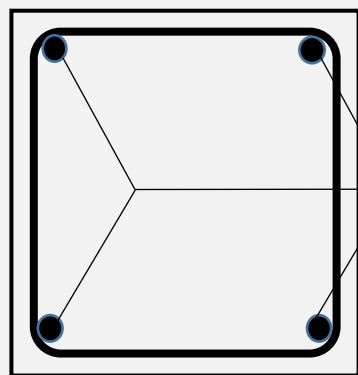
注 1: 项次 1、3 中的配筋率是指钢筋截面面积与构件肋宽乘以有效高度的混凝土截面面积的比值, 即  $\rho = \frac{A_s}{bh_0}$  或  $\rho' = \frac{A_s'}{bh_0}$ ; 项次 2 中的配筋率是指全部纵向钢筋截面面积与柱截面面积的比值。



树立规范意识

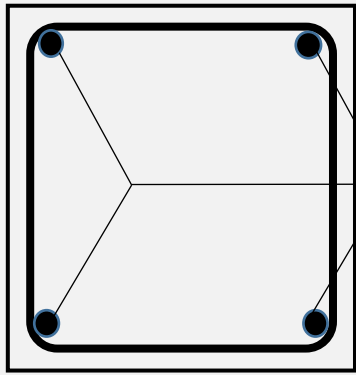
# 知识复习

截面尺寸为350mm×350mm



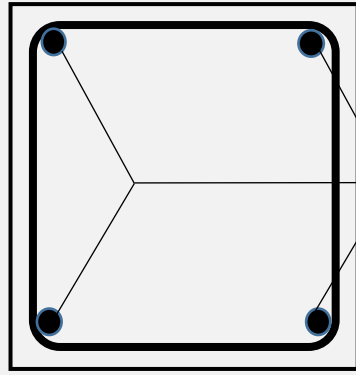
4 Φ12

A



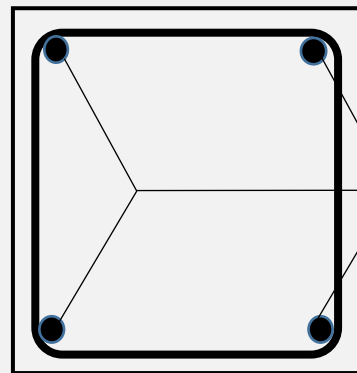
4 Φ14

B



4 Φ16

C



4 Φ18

D

《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008 附录B 表B-1 P185 确定纵向受力钢筋截面面积

- A 配筋率  $\rho' = A_s' / A = 452 / 350^2 = 0.37\% < 0.55\%$   
B 配筋率  $\rho' = A_s' / A = 615 / 350^2 = 0.50\% < 0.55\%$   
C 配筋率  $\rho' = A_s' / A = 804 / 350^2 = 0.66\% > 0.55\%$   
D 配筋率  $\rho' = A_s' / A = 1017 / 350^2 = 0.83\% > 0.55\%$   
A、B配筋方案不满足最小配筋率要求。



重视识图绘图

强化实践应用

轴心受压柱的**长细比**是指柱**计算长度 $l_0$** 与截面最小**回转半径 $i$** 或矩形截面的**短边尺寸 $b$** 之比。

当 $l_0/i \leq 28$ 或 $l_0/b \leq 8$ ，为**短柱**  
 当 $l_0/i > 28$ 或 $l_0/b > 8$ ，为**长柱**。

要善于抓重点  
解决主要矛盾。

《水工混凝土结构设计规范》  
 SL191-2008 第6.3.10 表B-1 P47  
 确定 计算长度 $l_0$

(三) 截面的回转半径的计算公式

参考《静力计算手册》

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

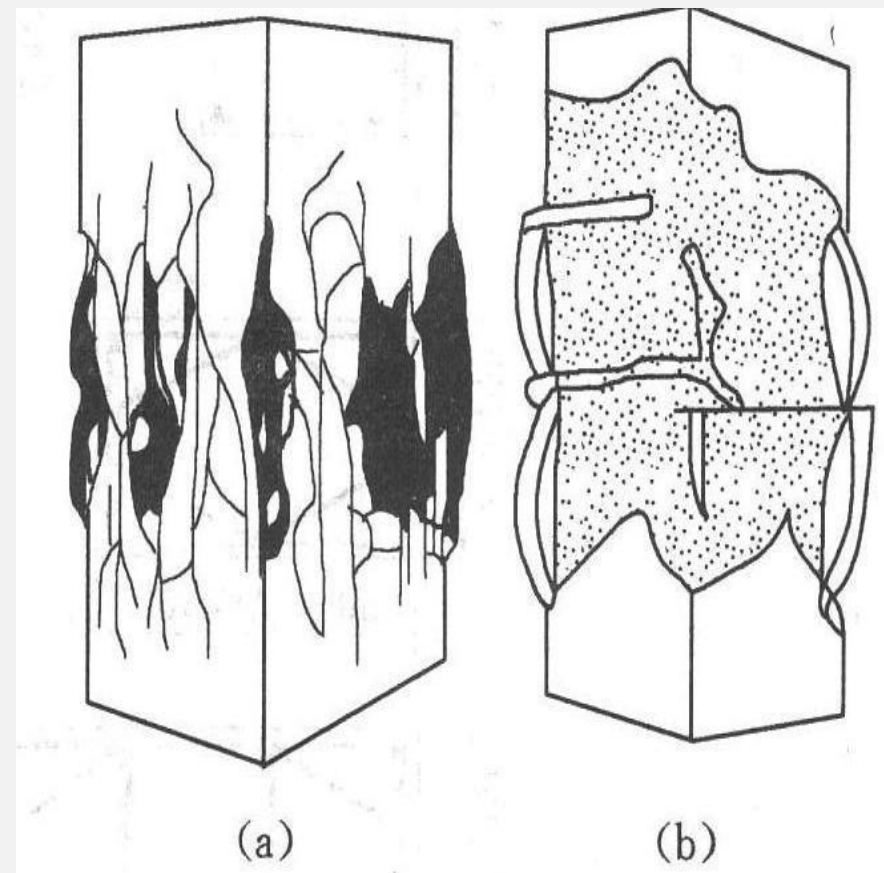
式中  $i_x$ ——截面对  $x$  轴的回转半径；  
 $I_x$ ——截面对  $x$  轴的惯性矩；  
 $A$ ——截面积。

## 破坏特征

## 短柱

当轴向加载达到柱子破坏荷载的90%时，柱子出现与荷载方向平行的纵向裂缝，砼保护层剥落，最后，箍筋间的纵向钢筋向外弯凸，砼被压碎而破坏。破坏时，砼的应力达到轴心抗压强度 $f_c$ ，钢筋应力也达到受压屈服强度 $f_y'$ 。

节能能源，低碳环保



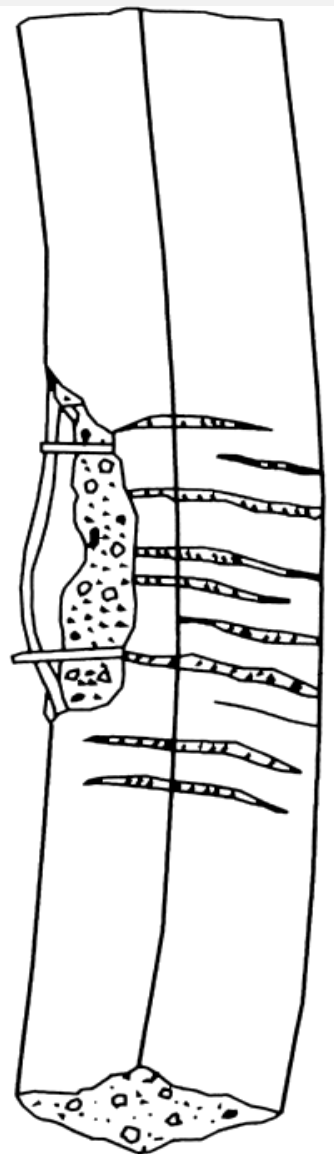


## 破坏特征

长  
柱

不仅发生**压缩变形**同时还发生**纵向弯曲**。  
在荷载不大时，**全截面受压**，**内凹一侧**的压应力比**外凸一侧**大。随着荷载增加，凸侧由**受压突然变为受拉**，出现受拉裂缝，凹侧砼被压碎，纵向钢筋受压向外弯曲。

事物是变化发展的

轴心受压长柱  
的破坏形态

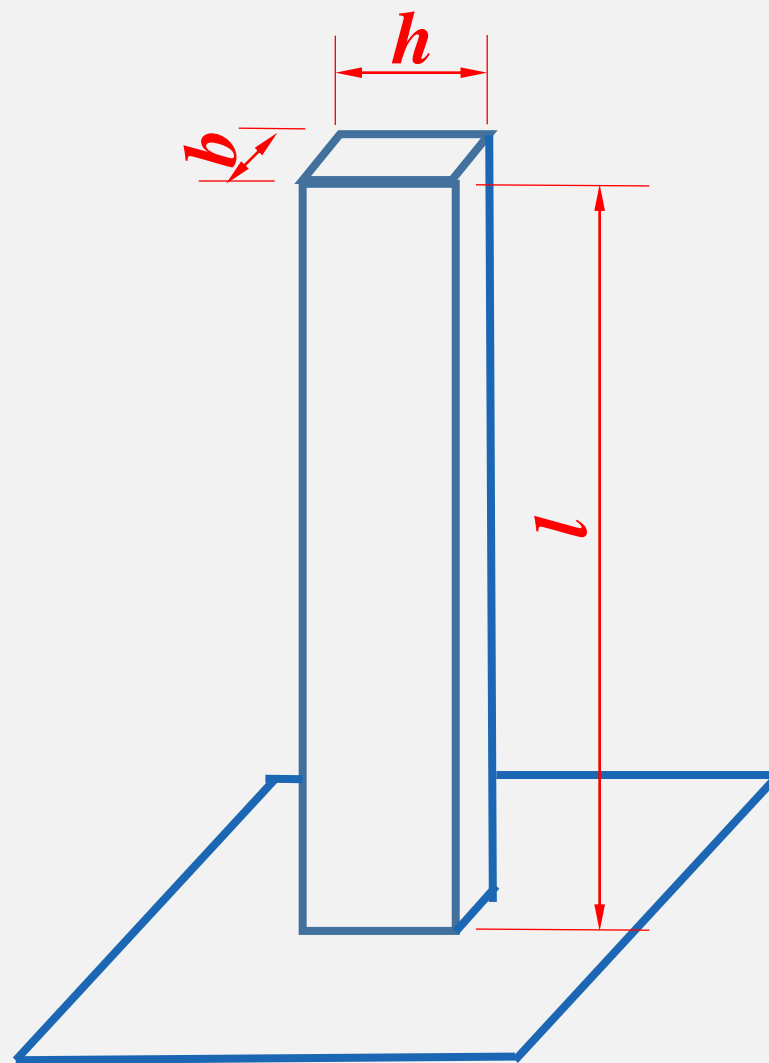
## 稳定系数

柱子越细长，受压后越容易发生纵向弯曲而导致失稳，承载力降低越多，材料强度不能充分利用。

考虑纵向弯曲对柱子承载力降低的影响，用稳定系数 $\varphi$ 来表示长柱承载力较短柱降低的程度。

量变引起质变

对一般建筑物中的柱，常限制长细比 $l_0/b \leq 30$ 及 $l_0/h \leq 25$ （ $b$ 为截面短边尺寸， $h$ 为长边尺寸）。



《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008

第6.3.1条 P40 确定稳定系数 $\phi$

表 6.3.1 钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数 $\phi$

$l_0/b$	$\leq 8$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$l_0/i$	$\leq 28$	35	42	48	55	62	69	76	83	90	97
$\phi$	1.0	0.98	0.95	0.92	0.87	0.81	0.75	0.70	0.65	0.60	0.56
$l_0/b$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
$l_0/i$	104	111	118	125	132	139	146	153	160	167	174
$\phi$	0.52	0.48	0.44	0.40	0.36	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

## (1) 计算计算公式

普通箍筋柱正截面受压承载力计算，可按下式计算：

$$KN \leq \varphi (f_c A + f_y' A_s')$$

承载力安全系数

轴向压力设计值

稳定系数

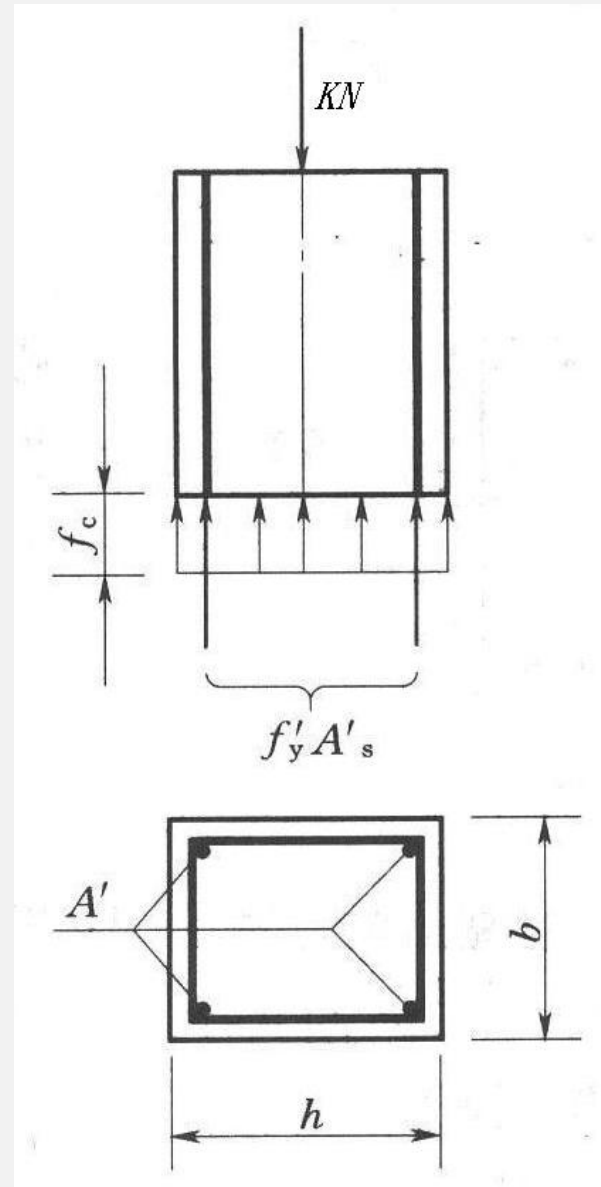
全部纵向受压钢筋面积

构件截面面积

混凝土轴心抗压强度设计值

纵向钢筋抗压强度设计值

《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008 6.3.1



## 如何看待公式

$$KN \leq \varphi (f_c A + f_y' A_s')$$

公式也是有生命的，用心去感受  
类似将奔赴战场身边的战友，帮助我们打败前进路上的拦路虎。

## 回忆前面内容

事物的发展都是共性与个性的结合。

承载能力极限状态设计表达式：

$$KS \leq R$$

与前面所学公式很多思想理念是相同的  
材料强度乘以对应面积得出所承受的力  
构件受力不同，结合自身特点构建公式

$$KM \leq f_c b x (h_0 - 0.5x)$$

$$KM \leq f_c b x (h_0 - 0.5x) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$$

$$KM \leq f_c b_f' x (h_0 - 0.5x)$$

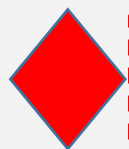
## (1) 截面设计

柱的**截面尺寸**可由构造要求或参照同类结构确定。  
根据构件的**长细比**由查出 $\varphi$ 值。

$$A'_s = \frac{KN - \varphi f_c A}{\varphi f'_y}$$

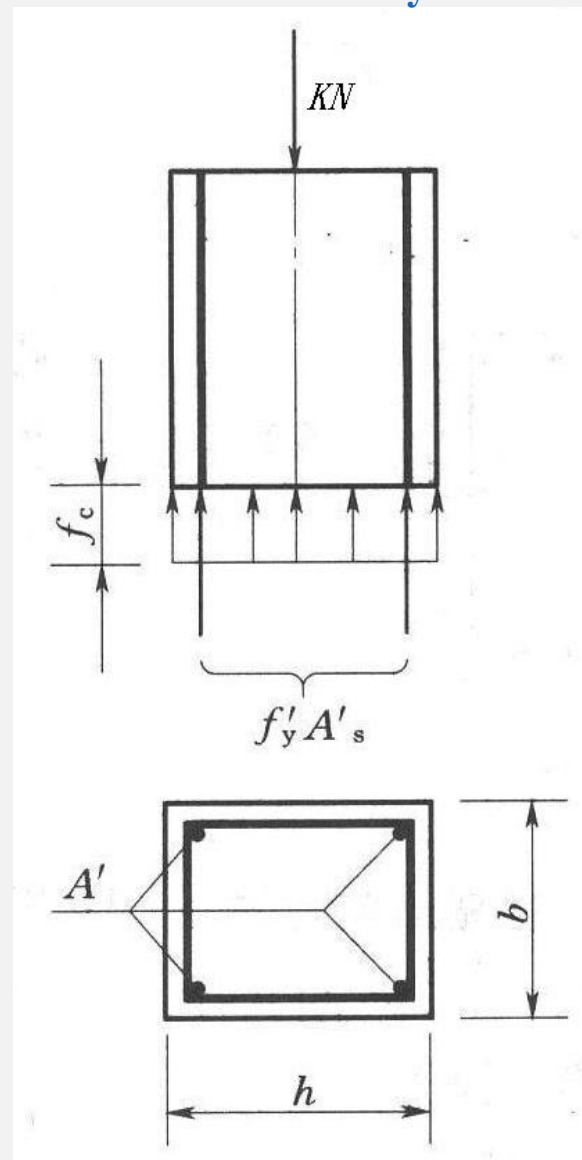
应验算配筋率  $\rho'$  是否合适（柱子的合适配筋率在  
0.8%~2%范围内）。

如果  $\rho'$  过小或过大，说明截面尺寸**选择不当**，需要**重新选择与计算**。



坚持不懈 戒骄戒躁

$$KN \leq \varphi(f_c A + f'_y A'_s)$$



## (2) 承载力复核

已知  
条件

计算长度、截面尺寸、材料强度、纵向  
受力钢筋截面面积

①

检查配筋率是否满足**经济配筋率**的要求

②

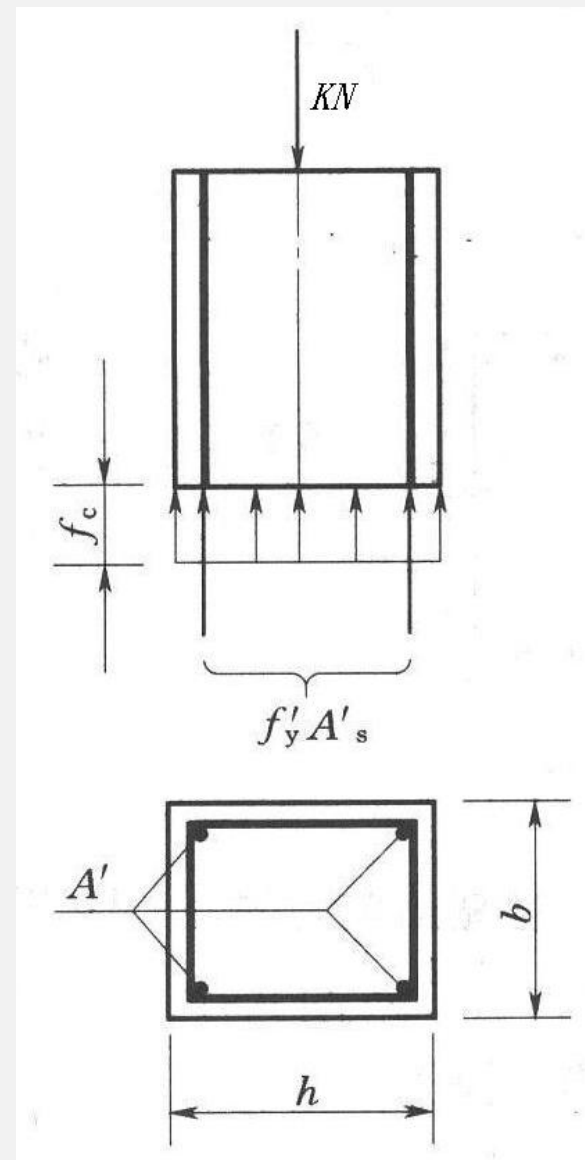
根据构件的长细比由确定  $\phi$  值

③

利用公式  $KN \leq \phi(f_c A + f_y' A_s')$  复核  
不等式满足，则截面承载力足够，反之，  
截面承载力不够。



牢记肩上责任  
尊重客观规律



## 案例

某**2级建筑物**中的现浇**轴心受压柱**，柱底固定，顶部为不移动铰接，柱高 $l=5.6\text{m}$ ，柱底截面承受的轴心压力设计值 $N=1750\text{ kN}$ ，采用C20混凝土及HRB335级钢筋。试设计截面并配筋。

## 案例解析

查表得： $K=1.20$ ， $f_c=9.6\text{ N/mm}^2$ ，

$f_y'=300\text{N/mm}^2$ ，**拟定截面尺寸**为 $400\text{mm}\times 400\text{ mm}$ 。

**(1) 确定稳定系数 $\varphi$**

$$l_0 = 0.7l = 0.7 \times 5.6 = 3.92\text{m} = 3920\text{mm}$$

$$l_0 / b = 3920 / 400 = 9.8 > 8, \text{ 属长柱,}$$

由表3-1查得 $\varphi=0.982$ 。



克服急躁情绪  
耐心、细致



(2) 计算  $A_s'$ 

$$A_s' = \frac{KN - \varphi f_c A}{\varphi f_y'} = \frac{1.20 \times 1750 \times 10^3 - 0.982 \times 9.6 \times 400^2}{0.982 \times 300}$$

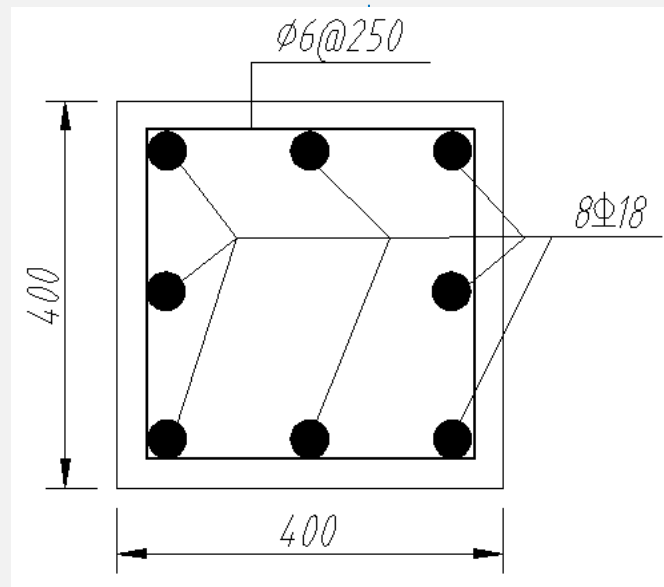
$$= 2008 \text{mm}^2$$

$$\rho' = A_s' / A = 2008 / 400^2 = 1.26\%$$

$\rho'$ 在经济配筋率范围内，拟定的截面尺寸合理。

## (3) 选配钢筋并绘制截面配筋图

受压钢筋选用  $8 \Phi 18$  ( $A_s' = 2036 \text{mm}^2$ )，箍筋选用  $\phi 6 @ 250$ 。

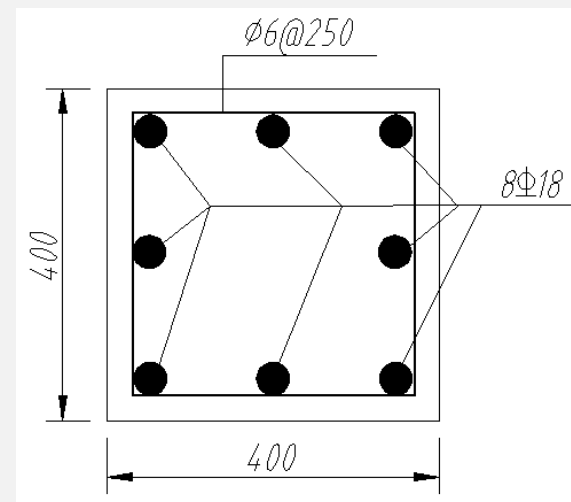


计算出配筋面积  $A_s' = 2008\text{mm}^2$   $8\Phi 18$

方案A:  $10\Phi 16$   $A_s' = 2010\text{mm}^2$

方案B:  $4\Phi 25$   $A_s' = 1964\text{mm}^2$

方案C:  $12\Phi 16$   $A_s' = 2412\text{mm}^2$



方案A: 纵向受力钢筋需沿截面周边均匀布置, 根数不是4的倍数。

方案B: 纵向受力钢筋间距(中距)不超过300mm, 不满足。

方案C: 配筋面积偏多, 经济性不足。

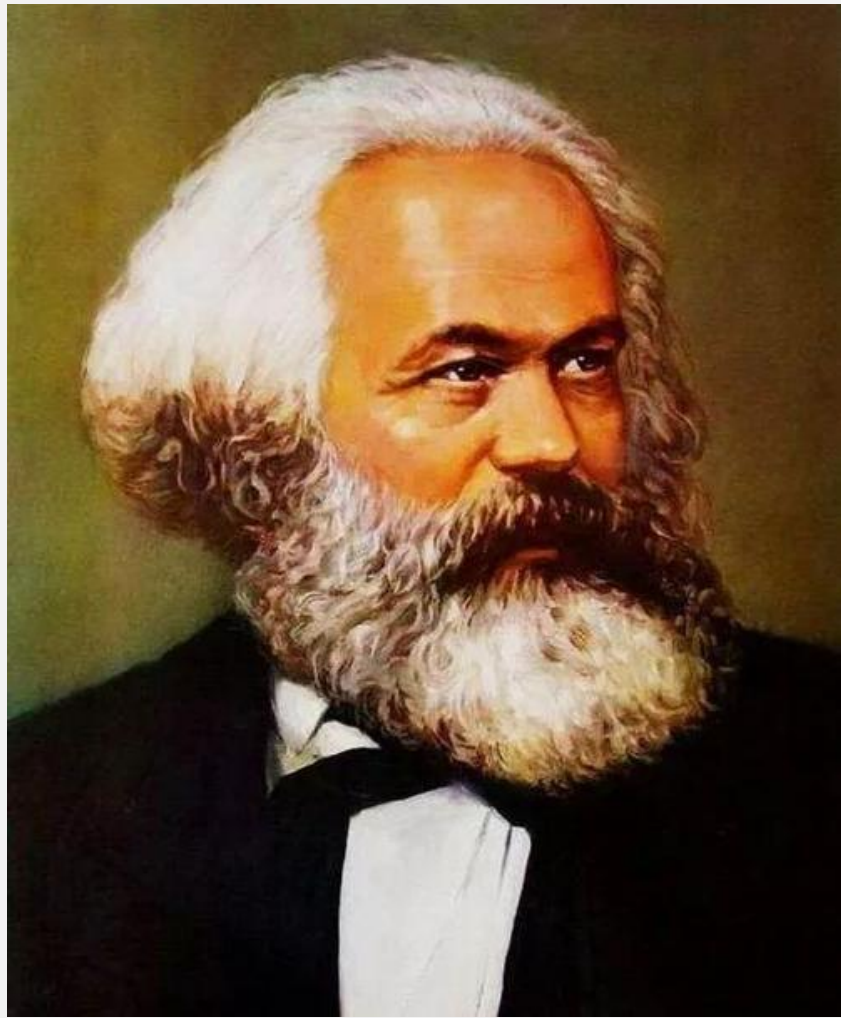
全面系统考虑问题

## 理论和实践

需要从理论到实践，再从实践返回到理论。理论公式完成配筋，实践中若发现配筋方案有不足，需要重新回到理论公式完善配筋方案。

## 工匠精神

结构设计不是一蹴而就的，需要不断优化完善，要做到知难而进，追求卓越。



“在科学的探索上，没有平坦的大路可走，只有在那崎岖的小路上不畏艰险、奋勇攀登的人，才有希望到达光辉的顶点。”

