

# 混凝土梁、柱加固如何考虑构造要求

李伟民


梁、柱构件在进行配筋设计时，不仅需要满足计算配筋面积，还需要满足规范规定的构造要求，比如最常见的一项就是满足最小配筋率的要求。YJK 在混凝土梁、柱加固结果输出时既满足计算的结果，也满足相关规范规定的构造要求。

下文讲解一下 YJK 关于梁、柱加固结果考虑构造要求的几种情况。

## 1. 增大截面法

### (1) 梁—新增钢筋面积输出为 0

YJK 程序对梁的新增钢筋面积按计算值与构造值取大。



鉴定或加固计算结果:  
已有钢筋: AsUpL=1742 AsUpR=1742 AsDw=1521 AsV=101  
加固做法名称: X1 (增大截面法)  
增加宽度=0 (mm) 上方增加高度=0 (mm) 下方增加高度=250 (mm) 新增砼标号=35.0  
AsUpLCal=1545 < AsUpL=1742 计算配筋小于已有配筋  
AsUpRCal=1521 < AsUpR=1742 计算配筋小于已有配筋  
AsVCal=51 < AsV=129 计算配筋小于已有配筋

	1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-
-M (kNm)	-487	-325	-140	0	0	-2	-143	-320	-480
LoadCase	(30)	(30)	(34)	(0)	(0)	(33)	(33)	(29)	(29)
Top Ast	1545	1031	591	0	0	591	591	1012	1521
% Steel	0.74	0.50	0.26	0.00	0.00	0.26	0.26	0.49	0.73
+M (kNm)	252	247	247	230	207	247	269	269	275
LoadCase	(33)	(33)	(29)	(29)	(10)	(30)	(30)	(34)	(34)
Btm Ast	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Steel	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31

此梁下方增高 250mm，底部新增钢筋面积为 0。

查看计算书，计算新增受拉钢筋为 0。

受压区高度小于 2 倍保护层厚度，并且存在受压钢筋，考虑对受拉钢筋直接取弯矩进行计算

$$A_{st} = \frac{M - f_y A_{st} (h_0 - a)}{f_y (h_0 - a)} = -230 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = -230 \text{ mm}^2 < 0, \text{ 取 } A_{st} = 0 \text{ mm}^2$$

添加单行受拉钢筋时，受拉面积为  $A_{st} = 0 \text{ mm}^2$ ，配筋率为  $\rho = 0.00\%$

加固后的全截面受拉钢筋总面积为  $1521 \text{ mm}^2$

全截面受拉钢筋配筋率  $\rho = 0.71\%$

程序结算结果为：

加固后的截面尺寸=250mmx900mm，原有受拉钢筋面积=1521mm<sup>2</sup>，加固后的配筋率是 1521/(250x857.5)=0.71%，大于最小配筋率 0.26%。

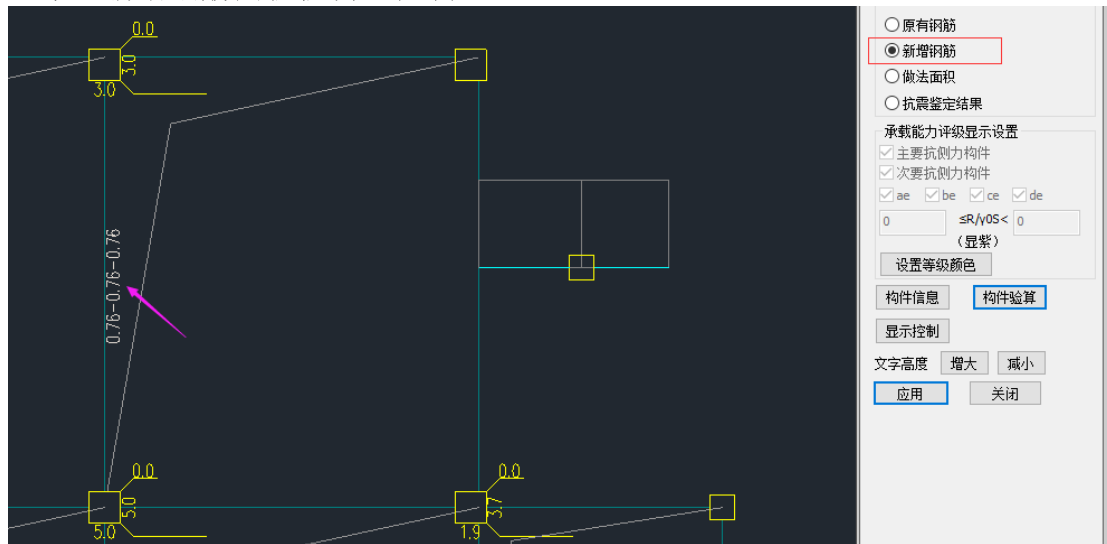
其中，依据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 表 11.3.6-1，二级抗震，梁跨中最小配筋率=max{0.25, 55f<sub>t</sub>/f<sub>y</sub>} = max{0.25, 55x1.43/300=0.26}=0.26。

表 11.3.6-1 框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋百分率 (%)

抗震等级	梁 中 位 置	
	支 座	跨 中
一级	0.40 和 80 f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> 中的较大值	0.30 和 65 f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> 中的较大值
二级	0.30 和 65 f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> 中的较大值	0.25 和 55 f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> 中的较大值
三、四级	0.25 和 55 f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> 中的较大值	0.20 和 45 f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> 中的较大值

所以，计算与构造的配筋均不需要新增钢筋，程序对梁的新增钢筋面积输出为 0。

(2)梁—新增钢筋面积按构造控制



N-B=6 (I=1000017, J=1000016) (1) B\*H(mm)=250\*650  
 Lb=7.07(m) Cover= 20(mm) Nfb=2 Nfb\_gz=2 Rcb=30.0 Fy=300 Fyv=210  
 砼梁 C30 框架梁 调幅梁 矩形  
 livec=1.000 stif=2.737 stif\_w=2.737 stif\_s=2.737 tf=0.850  
 ηv=1.200

	1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-
-M (kNm)	-20	-5	0	0	0	0	0	-12	-29
LoadCase	( 1)	( 1)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 1)	( 1)
Top Ast	699	591	0	0	0	0	0	591	699
% Steel	0.31	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.31
+M (kNm)	4	15	22	26	27	25	20	11	0
LoadCase	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)
Btm Ast	76	76	76	76	76	76	76	76	76
% Steel	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31

鉴定或加固计算结果:

已有钢筋: AsUpL=1742 AsUpR=1742 AsDw=509 AsV=101  
 加固做法名称: X1(增大截面法)  
 增加宽度=0(mm) 上方增加高度=0(mm) 下方增加高度=250(mm) 新增砼标号=35.0  
 AsUpLCal=699 < AsUpL=1742 计算配筋小于已有配筋  
 AsUpRCal=699 < AsUpR=1742 计算配筋小于已有配筋  
 AsVCal=41 < AsV=129 计算配筋小于已有配筋

此梁下方增高 250mm，底部新增钢筋面积为 0.76cm<sup>2</sup>。

查看计算书，计算新增受拉钢筋为 0。

受压区高度小于 2 倍保护层厚度，并且存在受压钢筋，考虑对受拉钢筋直接取弯矩进行计算

$$A_{st} = \frac{M - f_y A_s (h_0 - a)}{f_y (h_0 - a)} = -372 \text{ mm}^2$$

$A_s = -372 \text{ mm}^2 < 0$ ，取  $A_s = 0 \text{ mm}^2$

添加单行受拉钢筋时，受拉面积为  $A_s = 0 \text{ mm}^2$  配筋率为  $\rho = 0.00\%$

加固后的全截面受拉钢筋总面积为  $509 \text{ mm}^2$

全截面受拉钢筋配筋率 ( $\rho = 0.24\%$ )

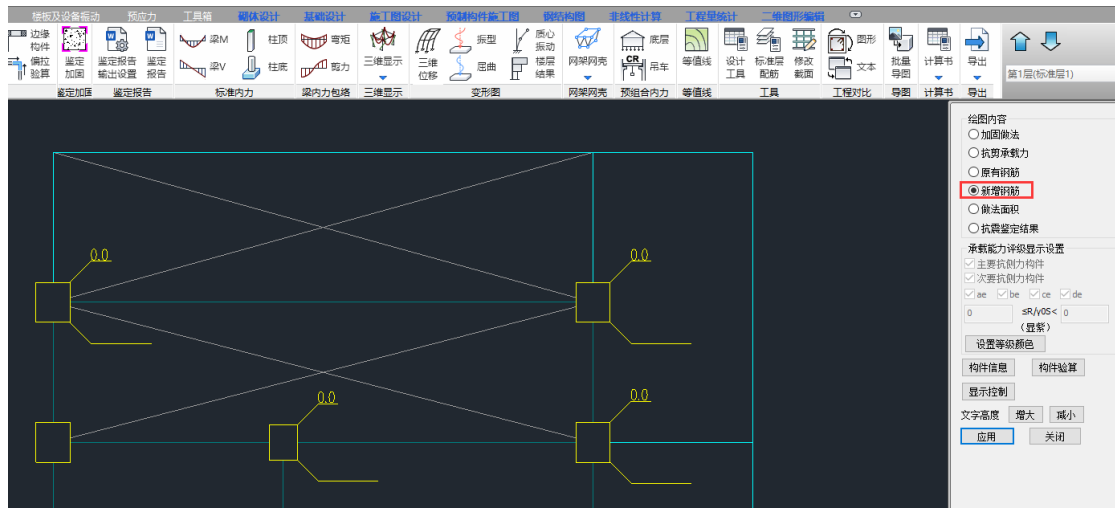
程序结算结果为：

加固后的截面尺寸=250mmx900mm，原有受拉钢筋面积=509mm<sup>2</sup>，加固后的配筋率为 509/(250x857.5)=0.24%，小于最小配筋率 0.26%。那么，按构造需要配置新增钢筋。

250x900x0.26=585，585-509=76mm<sup>2</sup>，与简图输出的 0.76cm<sup>2</sup>是一致的。

### (3)柱—新增钢筋面积没有数值输出

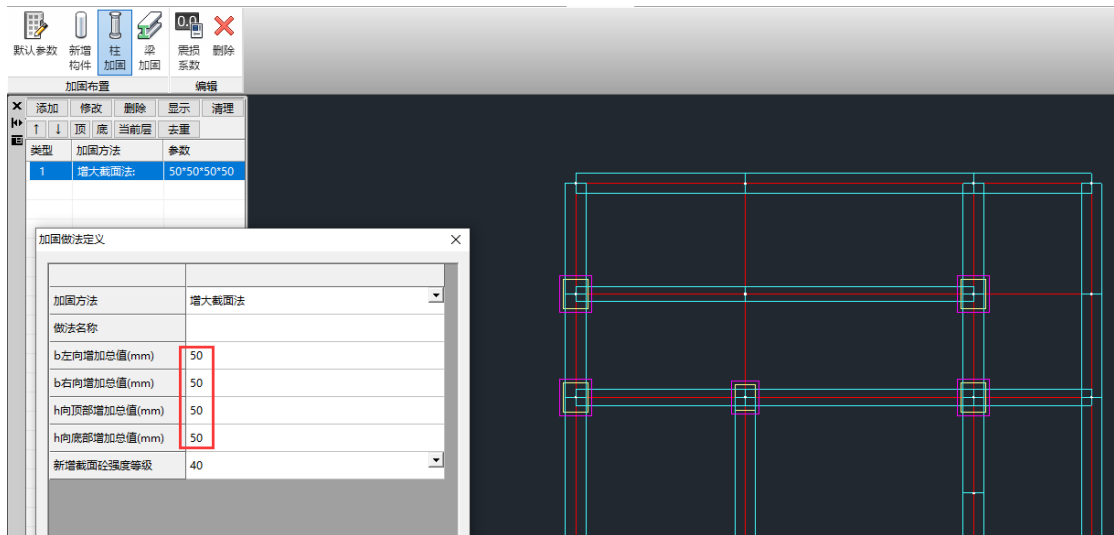
模型中柱全部采用增大截面法加固，在加固计算完成后，查看鉴定加固结果，柱的新增钢筋面积没有数值输出，请问这是什么原因？



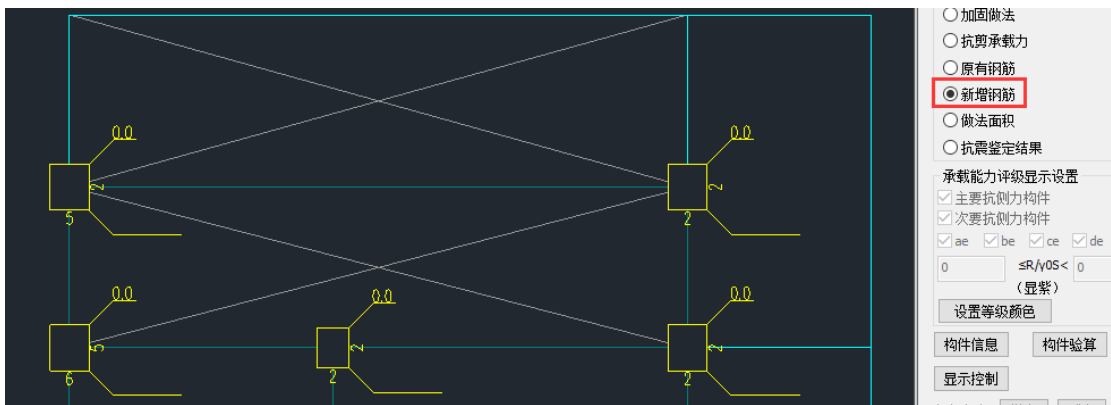
依据《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 5.5.3 条，梁、柱新增混凝土层的最小厚度，采用现浇混凝土，单边不能小于 60mm。因此，程序对于柱单边增大尺寸小于 60mm 时，默认不输出新增钢筋的面积。

**5.5.3 新增混凝土层的最小厚度，板不应小于 40mm；梁、柱，采用现浇混凝土、自密实混凝土或灌浆料施工时，不应小于 60mm，采用喷射混凝土施工时，不应小于 50mm。**

在加固做法布置菜单下查看柱的加固尺寸，这些柱每边增大都是 50mm，是小于 60mm 的，所以，新增钢筋面积就没有输出。

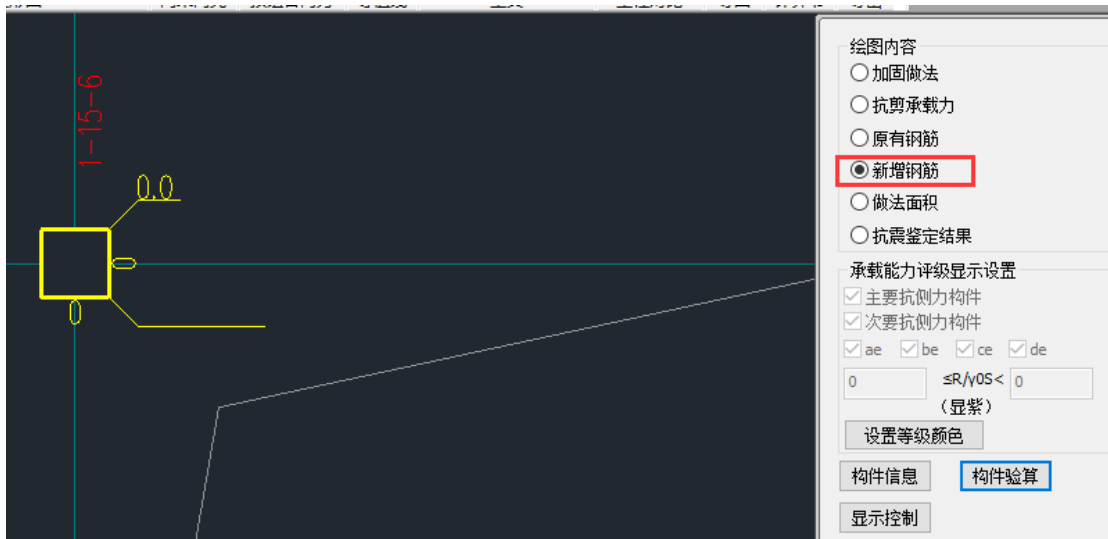


将柱单边增大尺寸由 50mm 改为 60mm，重新计算，新增钢筋面积就会有数值输出。



#### (4)柱—新增钢筋面积输出为 0

框架柱采用增大截面法加固，在加固计算完成后，查看鉴定加固结果，柱的新增钢筋面积数值输出为 0，请问这是什么原因？



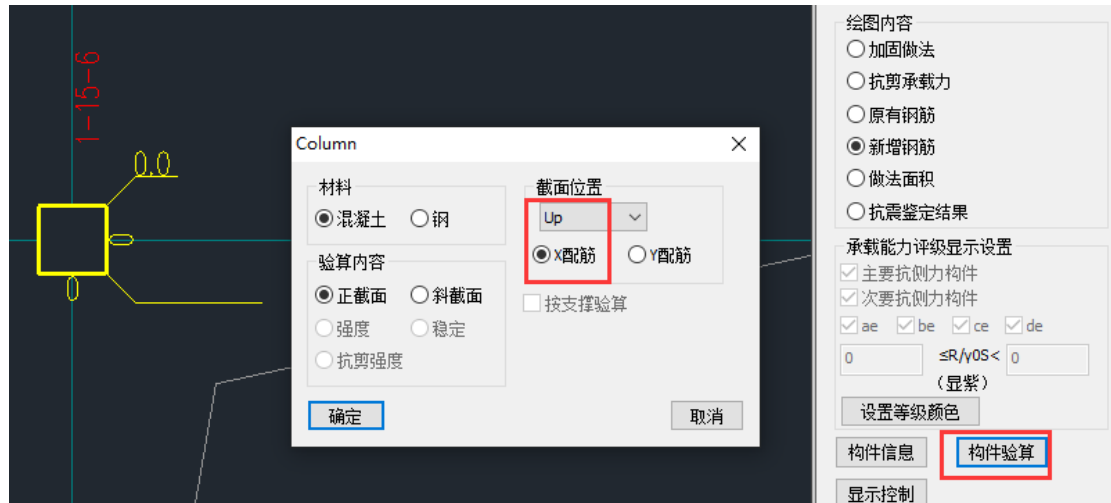
主要原因是对柱的新增钢筋面积按计算值与构造值取大。

第一步，确定计算新增钢筋面积：

查看该柱的 x 向截面顶部详细计算书。考虑增大截面后，不添加钢筋进行

承载力试算，计算柱偏心时的正截面承载力。

此时抗压承载力 $N_u=7062.11\text{kN} >$ 压力设计值  $4525.88\text{kN}$ ，抗弯承载力 $M_u=368.77\text{kN}\cdot\text{m} >$ 弯矩设计值  $108.9\text{kN}\cdot\text{m}$ ，因此，按计算，不需要添加新增钢筋即可满足承载力。



## 第 1 章 正截面验算-设计资料

计算基本信息	
抗震等级	2
组合类别	非地震组合
截面类型	框柱
原截面尺寸	b1=500mm h1=500mm
原形心坐标	(350, 350)
加固后截面尺寸	b=700mm h=700mm
加固后柱形心坐标	(350, 350)
原混凝土等级	C30
加固用混凝土等级	C35
原纵筋等级	$f_y=300\text{N}/\text{mm}^2, f_{yk}=300\text{N}/\text{mm}^2$
加固用纵筋等级	$f_y=300\text{N}/\text{mm}^2, f_{yk}=300\text{N}/\text{mm}^2$
纵筋合力点至截面近边缘距离	a=43mm
原截面底侧纵筋面积	$A_{s1}=1963\text{mm}^2$
原截面顶侧纵筋面积	$A_{s2}=1963\text{mm}^2$
柱弯矩平面内计算长度	$X_1=4860\text{mm}$
柱弯矩平面外计算长度	$Y_1=4860\text{mm}$
轴力设计值 (压正拉负)	$N = 4525.88\text{ kN}$
本端截面设计弯矩	$M = -108.94\text{ kN}\cdot\text{m}$
另一端截面设计弯矩	$M_c = -63.41\text{ kN}\cdot\text{m}$
$\gamma_0$ 折减系数	1
原构件震损修复后承载力折减系数	1

$f_c=1.57\text{MPa}, f_t=1.6.72\text{MPa}$   
 由混凝土结构设计规范 6.2.6 得知  
 $\alpha_1 = 1.00, \beta_1 = 0.80$   
 根据混凝土等级，得到混凝土强度影响系数  
 $\beta = 1.00$   
 根据增大截面的尺寸描述，判断加固柱的增强方式  
 加固前后截面的形心纵坐标差值为  $350.0-350.0=0.0\text{mm}$   
 $y_1=0.5x(h_1-h_2)-0.000=100.000$   
 $y_2=0.5x(h_2-h_1)-0.000=100.000$   
 根据  $y_1$  和  $y_2$  的值判断增强方式对称配筋  
 确定构造钢筋：  
 按照最小配筋率  $0.800000\%$ ，计算纵筋面积  $(A_{s\text{min}}=490000 \times 0.0090=4410\text{mm}^2)$   
 按照最大配筋率  $5.000000\%$ ，计算纵筋面积  $(A_{s\text{max}}=490000 \times 0.0500=24500\text{mm}^2)$   
 加固后混凝土抗压强度设计值为： $f_{cd}=0.5x(f_{ck}+0.9x_{cu})=14.69\text{kN}/\text{mm}^2$

轴向压力对截面中心的偏心距  $e = \frac{M}{N} = 24.07046\text{mm}$

由混凝土设计规范公式 6.2.4-1, 2, 3, 4 计算弯矩增大系数

$\eta_1 = 1.200$

由混凝土加固规范公式 5.4.3-1, 5.4.3-2 计算轴向压力至截面中心距离

$e = 52.218\text{mm}$

考虑增大截面后，不添加钢筋进行承载力试算

考虑轴心受压，按混凝土结构设计规范表 6.2.15 计算稳定系数  $\psi = 1.00$

由混凝土规范 6.2.15 计算柱截面的轴心受压承载力  $N_c = 7174.050\text{kN}$

塑性截面形心距原面距离为  $y_1 = 350.0\text{mm}$

轴向压力相对于受拉钢筋合力点的弯矩为  $M = N \times (e + 0.5h - y_{xt}) = 236.33\text{kN}\cdot\text{m}$

计算柱子偏心时的正截面承载力。此时

$N_u = 7062.11\text{kN}$

柱弯矩承载力  $M_u = 368.77\text{kN}\cdot\text{m}$

$N_u >$  小于计算柱抗压  $N_u, N$  小于计算柱抗弯  $M_u, M$ ，不需要增加钢筋即可满足加固条件！

此时单边新增计算配筋面积为 0

经计算，不需要新增钢筋即可满足承载力要求！结果如下

配筋模式	对称配筋
计算新增单侧钢筋面积	0mm <sup>2</sup>
全截面纵筋最小配筋面积	3920mm <sup>2</sup>
全截面纵筋最大配筋面积	24500mm <sup>2</sup>

## 第 2 章 正截面验算-计算结果

原混凝土的强度设计值为  
 $f_c=1.43\text{MPa}, f_t=1.4.33\text{MPa}$   
 加固用混凝土的强度设计值为

### 第二步，确定构造新增钢筋面积：

在确定计算新增钢筋面积为 0 后，程序还会自动判断柱的原有钢筋面积是否满足加固后截面的最小配筋率，如果满足，那么按构造的新增钢筋也为 0；如果不满足，则需要按构造配置新增钢筋。

此框架柱抗震等级为 2 级，钢筋等级为二级钢 HPB335，查得柱截面最小总配筋率为 0.9%。柱加固后的截面尺寸=700mmx700mm，因此最小总配筋面积  $700 \times 700 \times 0.9\% = 4410\text{mm}^2$ ，原有钢筋总面积=  $1963 \times 4 - 4 \times 491 = 5888\text{mm}^2$ 。5888 大于 4410，那么按构造要求也不需要新增钢筋。

所以，若计算与构造均不需要新增钢筋，程序就会对柱的新增钢筋面积输出为 0。

表 6.3.7-1 柱截面纵向钢筋的最小总配筋率 (百分率)

类别	抗震等级			
	一	二	三	四
中柱和边柱	0.9(1.0)	0.7(0.8)	0.6(0.7)	0.5(0.6)
角柱、框支柱	1.1	0.9	0.8	0.7

注: 1 表中括号内数值用于框架结构的柱;

2 钢筋强度标准值小于 400MPa 时, 表中数值应增加 0.1, 钢筋强度标准值为 400MPa 时, 表中数值应增加 0.05;

N-C=2 (I=1000037, J=2) (1) B\*H(mm)=500\*500  
 Cover= 20(mm) Cx=1.00 Cy=1.00 Lcx=4.86(m) Lcy=4.86(m) Nfc=2 Nfc\_gz=2 Rcc=30.0 Fy=300 Fyv=210  
 砼柱 C30 矩形  
 livec=1.000  
 $\eta_{\mu}=1.500$   $\eta_{\nu}=1.950$   $\eta_{md}=1.500$   $\eta_{vd}=1.950$   
 X:  $\lambda_c=5.311$   
 Y:  $\lambda_c=5.311$   
 (30) Nu= -4166.3 Uc= 0.55 Rs= 1.20(%) Rsv= 1.03(%) Asc= 0  
 (1) N= -4525.9 Mx= -108.9 My= -11.6 Asxt= 0 Asxt0= 0  
 (1) N= -4525.9 Mx= -108.9 My= -11.6 Asyt= 0 Asyt0= 0  
 (1) N= -4525.9 Mx= 63.4 My= 5.0 Asxb= 0 Asxb0= 0  
 (1) N= -4525.9 Mx= 63.4 My= 5.0 Asyb= 0 Asyb0= 0  
 (30) N= -4166.3 Vx= 5.4 Vy= -353.0 Ts= 0.8 Asvx= 328 Asvx0= 7  
 (30) N= -4166.3 Vx= 5.4 Vy= -353.0 Ts= 0.8 Asvy= 328 Asvy0= 7  
 节点核心区设计结果:  
 (27) N= -3337.5 Vjx= 657.7 Asvjx= 217 Asvjxcal= 0  
 (30) N= -3314.8 Vjy= -903.0 Asvjy= 217 Asvjycal= 0  
 鉴定或加固计算结果:  
 已有钢筋: AsB=1963 AsH=1963 AsVX=201 AsVY=201 Asc=491  
 加固做法名称: 4(增大截面法)  
 B左增加宽度=100(mm) B右增加宽度=100(mm) H顶增加宽度=100(mm) H底增加宽度=100(mm) 新增砼标号=35.0

为了提高新增混凝土面层的安全性, 可以在新增混凝土面层内布置分布钢筋, 可以减少新增混凝土面层产生温度、收缩应力引起的裂缝。

## (I) 柱

混凝土结构设计规范

### 9.3.1 柱中纵向钢筋的配置应符合下列规定:

1 纵向受力钢筋直径不宜小于 12mm; 全部纵向钢筋的配筋率不宜大于 5%;

2 柱中纵向钢筋的净间距不应小于 50mm, 且不宜大于 300mm;

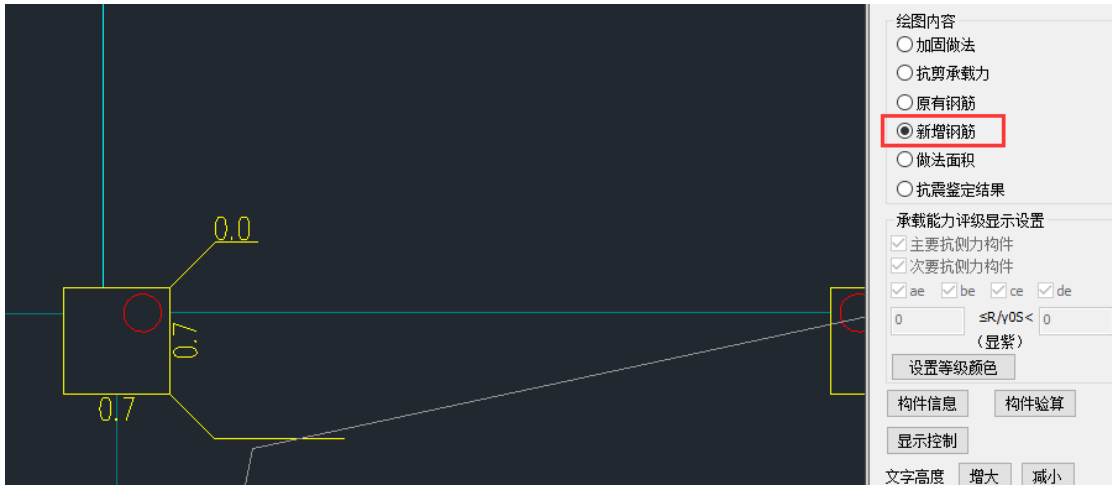
混凝土结构加固设计规范

5.2.2 与 CECS 25:90 规范相比, 本规范增加了关于混凝土叠合层应按构造要求配置受压钢筋和分布钢筋的规定。其原因是为了提高新增混凝土面层的安全性, 同时也为了与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 作出的“应在板的未配筋表面布置温度、收缩钢筋”的规定相协调。因为这一规定很重要, 可以大大减少新增混凝土面层产生温度、收缩应力引起的裂缝。



### (5)柱—新增钢筋面积按构造控制

框架柱采用增大截面法加固，在加固计算完成后，查看鉴定加固结果，柱新增钢筋面积数值输出为 0.7cm<sup>2</sup>，请问这里新增钢筋面积是如何得到的？



查看方法与上个案例中的柱步骤相同，程序对柱的新增钢筋面积按计算值与构造值取大。

#### 第一步，确定计算新增钢筋面积：

查看该柱的 x 向顶部截面详细计算书。考虑增大截面后，不添加钢筋进行承载力试算，其承载力大于内力设计值，因此，按计算，不需要添加新增钢筋即可满足承载力。

#### 第 1 章 正截面验算-设计资料

计算基本信息	
抗震等级	2
组合类别	非地震组合
截面类型	框柱
原截面尺寸	b1=500mm h1=500mm
原形心坐标	(250, 650)
加固后截面尺寸	b=500mm h=900mm
加固后形心坐标	(250, 450)
原混凝土等级	C30
加固用混凝土等级	C35
原纵筋等级	f <sub>yk</sub> =300N/mm <sup>2</sup> , f <sub>yk</sub> '=300N/mm <sup>2</sup>
加固用纵筋等级	f <sub>yk</sub> =300N/mm <sup>2</sup> , f <sub>yk</sub> '=300N/mm <sup>2</sup>
纵筋合力点至截面近边缘距离	a=43mm
原截面底侧纵筋面积	A <sub>ss0</sub> =1257mm <sup>2</sup>
原截面顶侧纵筋面积	A <sub>ss0</sub> '=1257mm <sup>2</sup>
柱弯距平面内计算长度	X <sub>0</sub> =4860mm
柱弯距平面外计算长度	Y <sub>0</sub> =2910mm
轴力设计值(压正拉负)	N = 3658.68 kN
本端截面设计弯矩	M = -4.75 kN·M
另一端截面设计弯矩	M <sub>0</sub> = 33.27 kN·M
γ <sub>RE</sub> 折减系数	1
原构件震损修复后承载力折减系数	1

f<sub>c</sub>=1.57MPa, f<sub>c</sub>'=16.72MPa  
 由混凝土结构设计规范 6.2.6 得知  
 α<sub>1</sub> = 1.00, β<sub>1</sub> = 0.80  
 根据混凝土等级，得到混凝土强度影响系数  
 β<sub>c</sub>=1.00  
 根据增大截面的尺寸描述，判断加固柱的增筋方式  
 加固前后截面的形心纵坐标差值为 650.0-450.0=200.0mm  
 y<sub>c</sub>=0.5x(0-h1)+200.000=0.000  
 y<sub>c</sub>'=0.5x(h-h1)-200.000=0.000  
 根据 y<sub>b</sub> 和 y<sub>t</sub> 的值判断增筋方式非对称配筋  
 确定构造钢筋：  
 按照最小配筋率 0.800000%，计算纵筋面积 A<sub>ssmin</sub>=450000x0.0080=3600mm<sup>2</sup>  
 按照最大配筋率 5.000000%，计算纵筋面积 A<sub>ssmax</sub>=450000x0.0500=22500mm<sup>2</sup>  
 加固后混凝土抗压强度设计值为：f<sub>cd</sub>=0.5x(f<sub>cd</sub>+0.9x<sub>c</sub>)=14.69kN/mm<sup>2</sup>  
 轴向压力对截面中心的偏心距 e<sub>0</sub>= $\frac{M}{N}$ =1.29777mm  
 由混凝土设计规范公式 6.2.4-1, 2, 3, 4 计算弯矩增大系数  
 η<sub>0</sub>=1.300  
 由混凝土加固规范公式 5.4.3-1, 5.4.3-2 计算轴向压力至截面中心距离  
 e = 31.687mm  
 考虑增大截面后，不添加钢筋进行承载力试算  
 考虑轴心受压，按混凝土结构设计规范表 6.2.15 计算稳定系数 η=1.00  
 由混凝土规范 6.2.15 计算柱截面的轴心受压承载力 N<sub>0</sub>=6310.825kN  
 塑性截面形心距顶部距离为 y<sub>cp</sub>=429.5mm  
 轴向压力相对于受拉钢筋合力点的弯矩为 M = N\*(e<sub>0</sub>+0.5h-y<sub>cp</sub>)=-41.02kN·m  
 计算柱子偏心时的正截面承载力。此时  
 N<sub>0</sub>=6310.83kN  
 柱弯矩承载力 M<sub>0</sub>=70.75kN·m  
**N<sub>0</sub> 小于计算柱抵抗弯矩 M<sub>0</sub>, N 小于计算柱抵抗轴力 Nu, 不需要增加钢筋即可满足加固条件!**  
 此时单位新增计算配筋面积为 0  
 经计算，不需要新增钢筋即可满足承载力要求！结果如下

配筋模式	非对称配筋
计算新增单侧纵筋面积	0mm <sup>2</sup>
全截面纵筋最小配筋面积	3600mm <sup>2</sup>
全截面纵筋最大配筋面积	22500mm <sup>2</sup>

#### 第 2 章 正截面验算-计算结果

原混凝土的强度设计值为  
 f<sub>c</sub>=1.43MPa, f<sub>c</sub>'=14.33MPa  
 加固用混凝土的强度设计值为

#### 第二步，确定构造新增钢筋面积：

在确定计算新增钢筋面积为 0 后，程序还会自动判断柱的原有钢筋面积是否满足加固后截面的最小配筋率，如果不满足，则需要按构造配置新增钢筋。

此框架柱抗震等级为 2 级，钢筋等级为二级钢 HPB335，查得柱截面最小总配筋率为 0.9%。柱加固后的截面尺寸=500mmx900mm，因此柱最小总配筋面积 500x900x0.9%=4050 mm<sup>2</sup>，原有钢筋总面积=1257x4-4x314=3760 mm<sup>2</sup>。4050 大于 3760，那么按构造需要配置新增钢筋。

此时， $4050-3760=290\text{ mm}^2$ ，即柱全截面需要配置  $290\text{ mm}^2$  的新增钢筋才能满足加固后的最小配筋率。所以，按构造控制的每单边需要的新增钢筋面积  $=290/4=69.5\text{ mm}^2$ ，与配筋简图输出的  $0.7\text{ cm}^2$  一致。

```

N=C=44 (l=1000087, J=25) (1) B*H (mm) =500*500
Cover= 20 (mm) Cx=1.00 Cy=1.00 Lcx=4.86 (m) Lcy=2.91 (m) Nfc=2 Nfc_gz=2 Rcc=30.0 Fyv=210
砼柱 C30 矩形
livec=1.000
η mu=1.500 η nu=1.950 η md=1.500 η vd=1.950
X: λ c=3.180
Y: λ c=5.311
( 29) Nu= -3712.7 Uc= 0.54 Rs= 1.20 (%) Rsv= 1.03 (%) Asc= 0
( 1) N= -3658.7 Mx= -4.7 My= -3.0 Asxt= 70 Asxt0= 0
( 1) N= -3658.7 Mx= -4.7 My= -3.0 Asyt= 70 Asyt0= 0
( 33) N= -2927.7 Mx= -920.9 My= -0.6 Asxb= 70 Asxb0= 1623
( 1) N= -3658.7 Mx= -33.3 My= 16.6 Asyb= 70 Asyb0= 0
( 29) N= -3712.7 Vx= 4.5 Vy= 333.1 Ts= 1.0 Asvx= 296 Asvx0= 21
( 29) N= -3712.7 Vx= 4.5 Vy= 333.1 Ts= 1.0 Asvy= 296 Asvy0= 8
节点核心区设计结果:
( 0) N= 0.0 Vjx= 0.0 Asvjx= 195 Asvjxcal= 0
( 28) N= -3096.1 Vjy= -505.9 Asvjy= 195 Asvjycal= 0

```

鉴定或加固计算结果:

已有钢筋:  $AsB=1257$   $AsH=1257$   $AsVX=201$   $AsVY=201$   $Asc=314$

加固做法名称: 17(不对称增大截面法)

B左增加宽度=0 (mm) B右增加宽度=0 (mm) H顶增加宽度=0 (mm) H底增加宽度=400 (mm) 新增砼标号=35.0

## 2. 外包型钢加固与外粘钢板加固

(1) 依据《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 8.2.3 条，梁采用外包型钢加固可按第 9 章计算，故程序对梁外包型钢与外粘钢板计算公式是相同的，均按梁外粘钢板加固公式计算。

**8.2.3 采用外粘型钢加固钢筋混凝土梁时，应在梁截面的四隅粘贴角钢，当梁的受压区有翼缘或有楼板时，应将梁顶面两隅的角钢改为钢板。当梁的加固构造符合本规范第 8.3 节的规定时，其正截面及斜截面的承载力可按本规范第 9 章进行计算。**

梁采用外包型钢或外粘钢板加固计算时，若原有钢筋面积不满足梁最小配筋率的要求，程序按构造输出型钢（钢板）面积。

设计 页面布局 引用 邮件 审阅 视图 ACROBAT 百度网盘

梁加固粘型钢(钢板)法计算表 - Word(产品激活失败)

### 第 1 章 正截面验算-设计资料

梁构件基本信息

截面尺寸	b=300mm h=500mm
混凝土等级	C30
纵筋强度	$f_{yk}=360\text{ N/mm}^2, f_d=360\text{ N/mm}^2$
钢板设计强度	$f_{yk}=305\text{ N/mm}^2$
梁截面类型	非箍筋加密区
加固后弯矩设计值	$M=378.455\text{ kN}\cdot\text{m}$
受拉钢筋面积	$A_{st}=101\text{ mm}^2$
受压钢筋面积	$A_{st'}=1609\text{ mm}^2$
受拉钢筋合力点至截面边缘距离	$a=67.5\text{ mm}$
受压钢筋合力点至截面边缘距离	$a'=67.5\text{ mm}$
抗震等级	4
组合类别	非地震组合
地震折减系数	1.000

$$\xi_{ns} = \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y}{E_s \sigma_{cs}}} = 0.518$$

$$M_{cs} = f_y A_{st} (h_0 - a) = 13.206\text{ kN}\cdot\text{m}$$

弯矩提高系数为

$$\frac{M - M_{cs}}{M_{cs}} \geq 100\% = 2765.85\%$$

弯矩提高系数不应超过 40%  
(2) 判断是否需要配置受压钢板  
计算相对界限区高度，根据《混凝土结构设计规范》6.2.7-1

$$\xi_{ns} = \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y}{E_s \sigma_{cs}}} = 0.518$$

根据《混凝土结构加固设计规范》9.2.2 条，加固后的相对界限受压区高度为

$$\xi_{ns} = 0.518 * 0.85 = 0.440$$

根据构造配筋，计算得到受拉钢筋最小配筋率和面积

$$\rho_{min} = 0.200\%, A_{stmin} = 300\text{ mm}^2$$

由于此时梁受拉钢筋面积配筋率小于最小受拉钢筋面积，构造上受拉钢板最小截面面积为

$$A_{stmin} = \frac{(A_{stmin} - A_{st}) f_{yk}}{f_{yk}} = 235\text{ mm}^2$$

(2) 框架柱采用外包型钢加固，其计算单侧型钢面积为 0，而原有钢筋面积不满足柱最小配筋率的要求，所以按构造要求输出单侧型钢面积为  $168\text{ mm}^2$ ，与构件信息输出的结果一致。



## 第 1 章 正截面验算-设计资料

计算基本信息

抗震等级	4
组合类别	非地震组合
截面类型	框柱
截面尺寸	b=500mm h=500mm
柱混凝土等级	C30
纵筋强度等级	$f_y=360N/mm^2, f_t=360N/mm^2$
型钢强度等级	$f_y=305N/mm^2, f_t=305N/mm^2$
纵筋合力点至截面近边缘距离	$a=43mm$
单侧型钢合力点至截面近边缘距离	$a_s=7mm$
远离偏心压力(或靠近偏心拉力)一侧纵筋面积	$A_{s1}=201mm^2$
靠近偏心压力(或远离偏心拉力)一侧纵筋面积	$A_{s2}=201mm^2$
柱弯距平面内计算长度	$X_{1n}=3300mm$
柱弯距平面外计算长度	$Y_{1n}=3300mm$
轴力设计值(压正拉负)	$N = 439.80 kN$
本端截面设计弯矩	$M = -49.54 kN\cdot m$
另端截面设计弯矩	$M_e = -23.11 kN\cdot m$
$\gamma_{RE}$ 折减系数	1

鉴定或加固计算结果:

已有钢筋:  $A_sB=201$   $A_sH=201$   $A_sVX=201$   $A_sVY=201$   $A_{sc}=201$

加固做法名称: 外包型钢法(外包型钢法)

型钢:L20x3 柱侧缀板(宽度\*厚度\*间距): 200\*2\*200(mm) 钢号: 345

B边型钢计算面积小于输入值 168(mm<sup>2</sup>) < 226(mm<sup>2</sup>)

H边型钢计算面积小于输入值 168(mm<sup>2</sup>) < 226(mm<sup>2</sup>)

B边缀板计算面积小于输入值 24(mm<sup>2</sup>) < 800(mm<sup>2</sup>)

H边缀板计算面积小于输入值 24(mm<sup>2</sup>) < 800(mm<sup>2</sup>)

同外包型钢加固, 框架柱采用外粘钢板加固, 也考虑了构造要求。

## 第 1 章 正截面验算-设计资料

计算基本信息

抗震等级	4
组合类别	非地震组合
截面类型	框柱
截面尺寸	b=500mm h=500mm
混凝土等级	C30
纵筋强度等级	$f_y=360N/mm^2, f_t=360N/mm^2$
钢板强度等级	$f_y=305N/mm^2, f_t=305N/mm^2$
纵筋合力点至截面近边缘距离	$a=43mm$
远离偏心压力(或靠近偏心拉力)一侧纵筋面积	$A_{s1}=201mm^2$
靠近偏心压力(或远离偏心拉力)一侧纵筋面积	$A_{s2}=201mm^2$
柱弯距平面内计算长度	$X_{1n}=3300mm$
柱弯距平面外计算长度	$Y_{1n}=3300mm$
轴力设计值(压正拉负)	$N = 439.84 kN$
本端截面设计弯矩	$M = 48.85 kN\cdot m$
另端截面设计弯矩	$M_e = 23.53 kN\cdot m$
$\gamma_{RE}$ 折减系数	1

总结:

(1) 采用增大截面法加固时, 当柱单边增大尺寸小于 60mm 时, 程序不输出新增钢筋的面积。

(2) 程序对梁、柱的新增钢筋面积按计算值与构造值两者取大输出。

(3) 若计算与构造均不需要新增钢筋, 程序就会对梁、柱的新增钢筋面积输出为 0。

(4) 若计算不需要新增钢筋, 原有钢筋不满足加固后截面的最小构造配筋率时, 程序就会按构造要求确定新增钢筋面积。

(5) 采用外包型钢或外粘钢板加固计算时, 若原有钢筋不满足最小构造配筋率, 程序会将钢筋面积通过等强代换转化成型钢或钢板, 以此来满足最小构造配筋率的要求。

确定构造钢筋:

按照最小配筋率 0.550000%, 计算纵筋面积  $A_{smin}=500 \times 500 \times 0.0055=1375mm^2$   
按照最大配筋率 5.000000%, 计算纵筋面积  $A_{smax}=500 \times 500 \times 0.0500=12500mm^2$

若  $A_{s1}+A_{s2} < 0.5 \times A_{smin}$ , 构造上需要最小的单侧型钢面积为  $A_s = \frac{(0.5 \times A_{smin} - A_{s1} - A_{s2}) f_y}{2 \times f_{ty}}$  168mm<sup>2</sup>

根据调整系数, 重新计算轴力设计值:  $e_0 = N = 439.80 kN$ , 轴向压力对截面中心的偏心距

$$e_0 = \frac{M}{N} = 112.65405mm$$

由混凝土设计规范公式 6.2.4-1, 2, 3, 4 计算弯矩增大系数

$$\eta_n = 1.200$$

由混凝土加固规范公式 5.4.3-1, 5.4.3-2 计算轴向压力至截面中心距离

$$e = 155.185mm$$

考虑截面高宽比和截面高度, 轴压受力混凝土强度提高系数为 1.1 考虑不添加型钢时, 进行承载力试算

考虑轴心受压, 按混凝土结构设计规范表 6.2.15 计算稳定系数  $\phi = 1.00$

由混凝土规范 6.2.15 计算柱截面的轴心受压承载力  $N_u = 3677.297kN$

计算柱子偏心时正截面承载力, 此时

$$N_u = 1623.88kN$$

$$M_u = 252.00kN\cdot m$$

$N_u \times e_0$  小于计算柱抵抗弯矩  $M_u$ ,  $N_u$  小于计算柱抵抗轴力  $N$ , 满足加固条件!

此时计算单侧型钢面积为 0

经计算, 不需要外包型钢即可满足承载力要求! 结果如下

计算单侧型钢面积(对称配置)	0mm <sup>2</sup>
单侧钢板最小面积	168mm <sup>2</sup>

按照最小配筋率 0.550000%, 计算纵筋面积  $A_{smin}=500 \times 500 \times 0.0055=1375mm^2$   
按照最大配筋率 5.000000%, 计算纵筋面积  $A_{smax}=500 \times 500 \times 0.0500=12500mm^2$

若  $A_{s1}+A_{s2} < 0.5 \times A_{smin}$ , 构造上需要最小的钢板面积为  $A_s = \frac{(0.5 \times A_{smin} - A_{s1} - A_{s2}) f_y}{2 \times f_{ty}}$  168mm<sup>2</sup>

根据调整系数, 重新计算轴力设计值:  $N = 439.84kN$ , 轴向压力对截面中心的偏心距

$$e_0 = \frac{M}{N} = 111.06950mm$$

由混凝土设计规范公式 6.2.4-1, 2, 3, 4 计算弯矩增大系数

$$\eta_n = 1.200$$

由混凝土加固规范公式 5.4.3-1, 5.4.3-2 计算轴向压力至截面中心距离

$$e = 153.283mm$$

考虑不对混凝土置换时, 进行承载力试算

考虑轴心受压, 按混凝土结构设计规范表 6.2.15 计算稳定系数  $\phi = 1.00$

由混凝土规范 6.2.15 计算柱截面的轴心受压承载力  $N_u = 3354.840kN$

计算柱子偏心时正截面承载力, 此时

$$N_u = 1647.36kN$$

$$M_u = 252.51kN\cdot m$$

$N_u \times e_0$  小于计算柱抵抗弯矩  $M_u$ ,  $N_u$  小于计算柱抵抗轴力  $N$ , 满足加固条件!

此时计算单侧钢板面积为 0

经计算, 不需要粘贴钢板即可满足承载力要求! 结果如下

计算单侧钢板面积(对称配置)	0mm <sup>2</sup>
单侧钢板最小面积	168mm <sup>2</sup>
全截面纵筋最小配筋面积	1375mm <sup>2</sup>