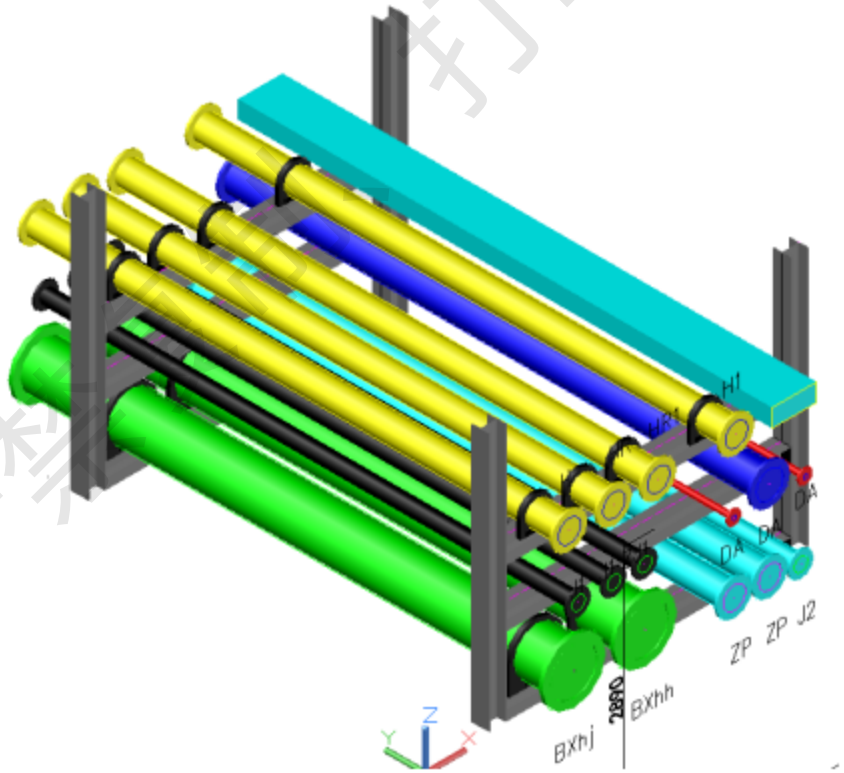
易装配
EASY ASSEMBLY

管组模块受力计算书

Force calculation book of Tube Group module



易装配（北京）装配式建筑科技有限公司

编制人：丁瑶

第一节、设计简介：

本项目管廊计划采用预制化管道集成撬装模式进行施工，安装方式全部采用两侧预埋钢板构件，作为吊点，现在需根据模型数据，计算综合支架结构受力情况，保证吊装支架的安全性。

本项目设计依据全国《钢结构设计规范》（GB 50017-2017)编制

第二节、设计条件：

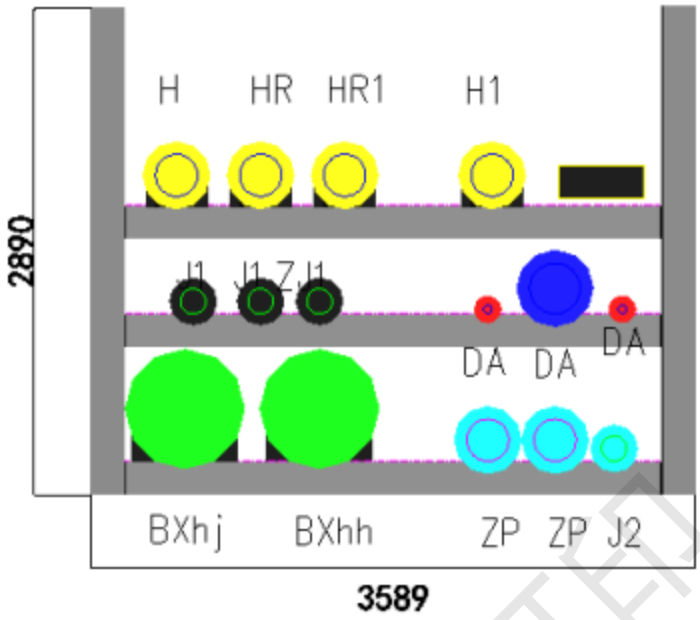
1、采用 10mm 钢板预埋在梁侧，预埋件间距：4.5m；

2、管道集成撬块长度尺寸：6m，

3、管道集成撬装每米荷载计算：

管道规格	DN500	DN250	DN300	DN100	DN150	DN50	管道综合支架
每6M满水重量（含法兰、保温）	335.88kg*6+64*2=2143.28kg 合计2根，总重量：4286.56kg	101.12*6+14*2=634.72kg,合计6根，总重量：3808.32kg	62.14*6+19*2=410.84kg	20.92kg*6+4.5kg*2=134.52kg,合计3根，总重量：403.56kg	36.44kg*6+7.61*2=233.86kg 合计一根，	7.6*6+2.5kg*2=50.96kg 合计2根，总重量：101.92kg	设计采用：20#H型钢，预计重量：835.62kg
整体撬装管组重量	1008.68kg						
支架荷载	按4.5m标准间距计算每个支架静荷载为：7560.51kg，考虑动荷载系数,实际荷载应为 7560.51*1.2=9072.61kg 即：88.94kN						

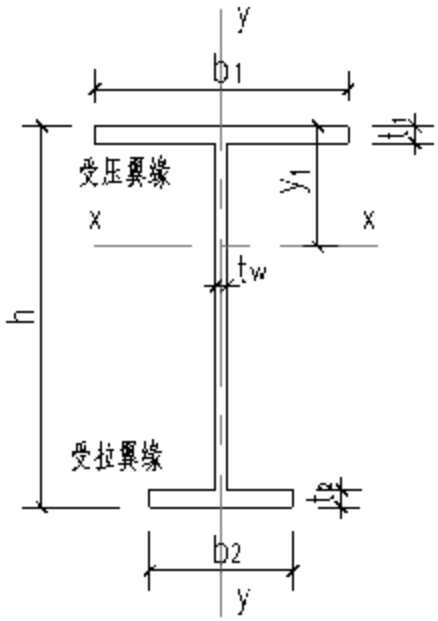
第三节、综合支架剖面图



第四节 荷载计算

计算每层荷载按实际荷载*1.2 安全系数考虑。

一、工程名称:华丰燃料电池项目-第一层支架横梁荷载计算



1、基本资料

钢材:Q235

b_1=200 mm, b_2=200 mm, t_1=12 mm, t_2=10 mm, t_w=8 mm, h=200 mm

Mx=68.088 kN*m, My=0 kN*m

计算工字钢整体稳定性

l_1=3589 受压翼缘的自由长度,即梁侧向计算长度最大值.

侧向支承:跨中无侧向支承,荷载类型:均布荷载,荷载位置:作用在上翼缘

内力为考虑水平地震作用组合的内力

2、弯曲应力计算

考虑地震作用; γ_{RE}=0.75

Mx=Mx*0.75=68.088*0.75=51.066 kN*m

My=My*0.75=0*0.75=0 kN*m

确定截面塑性发展系数:

上翼缘外挑长度 r1=(b1-tw)/2=(200-8)/2=96 mm

上翼缘自由外伸宽度与其厚度之比 = 96/12=8.00

$13*(235/f_y)^{1/2}$)=13.00 mm

$15*(235/f_y)^{1/2}$)=15.00 mm

翼缘自由外伸宽度与其厚度之比 ≤ $13*(235/f_y)^{1/2}$)

r_x=1.05, r_y=1.2

求 Wx, Wy:

①求

Iy, Iy=1/12*($t_1*b_1^3+t_2*b_2^3+(h-t_1-t_2)*t_w^3$)=1/12*($12*200^3+10*200^3+($

200-12-10)*8^3)=14,674,261 mm^4

②求 Wy

Wy=Iy/(b2/2)=14,674,261/(200/2)=146,743 mm^3

③求

A, A=$t_1*b_1+t_2*b_2+(h-t_1-t_2)*t_w$=200*12+200*10+(200-12-10)*8=5,82

4 mm^2

④求截面形心

y_1, y_1=($b_1*t_1*t_1/2+(h-t_1-t_2)*t_w*((h-t_1-t_2)/2+t_1)+b_2*t_2*(h-t_2/2)$)/A

=(200*12*12/2+(200-12-10)*8*((200-12-10)/2+12)+200*10*(200

-10/2))/5,824=94.13 mm

⑤求 Ix, Ix=1/12*$b_1*t_1^3$

+$b_1*t_1*(y_1-t_1/2)^2$

$+1/12*t_w*(h-t_1-t_2)^3$

$+(h-t_1-t_2)*t_w*((h-t_1-t_2)/2+t_1-y_1)^2$

$+1/12*b_2*t_2^3$

$+b_2*t_2*(h-t_2/2-y_1)^2=1/12*200*12^3$

$+200*12*(94.13-12/2)^2$

$+1/12*8*(200-12-10)^3$

$+(200-12-10)*8*((200-12-10)/2+12-94.13)^2$

$+1/12*200*10^3$

$+200*10*(200-10/2-94.13)^2=42,862,576\ mm^4$

⑥求 Wx，$Wx=Ix/(h-y_1)=42,862,576/(200-94.13)=404,860\ mm^3$

$Mx/r_x/Wx+My/r_y/Wy=51.066*1000000/1.05/404,860+0*1000000/1.2$

$/146,743=120.13\ N/mm^2$

$f=215\ N/mm^2$

$Mx/(r_xWx)+My/(r_yWy)\leqslant f$，计算满足！（0.56）

3、工字钢整体稳定性计算

判断是否需要进行稳定性计算：

$l_1/b_1=17.95$

$[l_1/b_1]=13.00$

$l_1/b_1 > [l_1/b_1]$，需要进行稳定性计算！

梁整体稳定的等效临界弯矩系数β_b:

$\varepsilon=l_1*t_1/b_1/h=3589*12/200/200=1.08$

$\beta_b=0.69+0.13*\varepsilon=0.69+0.13*1.08=.8304$

梁在侧向支承点间对截面弱轴 y-y 的长细比λ_y:

$Iy=1/12*(t_1*b_1^3+t_2*b_2^3+(h-t_1-t_2)*t_w^3)=1/12*(12*200^3+10*200^3+(200-12-10)*8^3)=14,674,261\ mm^4$

$A=t_1*b_1+t_2*b_2+(h-t_1-t_2)*t_w=200*12+200*10+(200-12-10)*8=5,824\ mm^2$

$i_y=(Iy/A)^{1/2}=(14,674,261/5,824)^{1/2}=50.20\ mm$

$\lambda_y=l_1/i_y=3589/50.20=71.49$

截面不对称影响系数η_b:

①求受压翼缘对 y 轴的惯性矩 I_1

$I_1=1/12*t_1*b_1^3=1/12*12*200^3=8,000,000\ mm^4$

②求受拉翼缘对 y 轴的惯性矩 I_2

$I_2=1/12*t_2*b_2^3=1/12*10*200^3=6,666,667\ mm^4$

③截面不对称影响系数

$a_b=I_1/(I_1+I_2)=8,000,000/(8,000,000+6,666,667)=0.55$

加强受压翼缘类型

$\eta_b=0.8*(2*a_b-1)=0.8*(2*0.55-1)=8.00000000000001E-02$

整体稳定系数ψ_b为:

$\psi_b=\beta_b*4320/\lambda_y^2*A*h/Wx*[(1+(\lambda_y*t_1/4.4/h)^2)^{1/2}+\eta$

$_b$]*235/f_y=.8304*4320/71.49^2*5,824*200/404,860*[(1+(71.49*12/4.4/200)^2)$^{1/2}$+8.00000000000001E-02]*235/235=2.982

ψ^1_b=1.07-0.282/ψ_b=1.07-0.282/2.982=0.975

整体稳定性按下式计算：

Mx/ψ

$_b$/Wx+My/r_y/Wy=51.066*1000000/0.975/404,860+0*1000000/1.2/146,743=129.37 N/mm^2

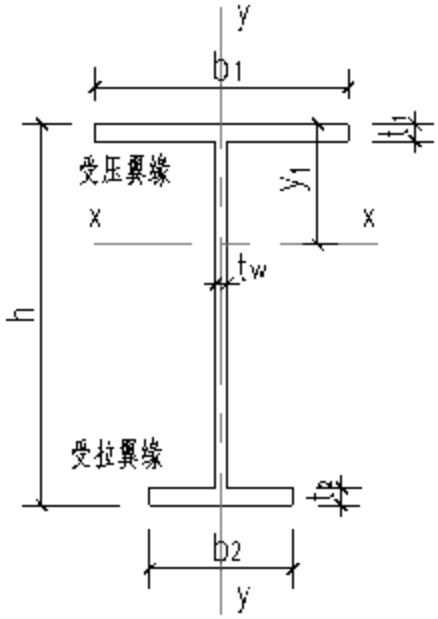
f=215 N/mm^2

Mx/(ψ_bWx)+My/(r_yWy)≤f,计算满足！(0.60)

Mx/(r_xWx)+My/(r_yWy)≤f,计算满足！(0.56)

Mx/(ψ_bWx)+My/(r_yWy)≤f,计算满足！(0.60)

二、工程名称:华丰燃料电池项目-第二层横梁受力荷载计算



1、基本资料

钢材:Q235

b_1=100 mm, b_2=100 mm, t_1=6 mm, t_2=6 mm, t_w=8 mm, h=100 mm

Mx=10.776 kN*m, My=0 kN*m

计算工字钢整体稳定性

l_1=3589 受压翼缘的自由长度,即梁侧向计算长度最大值.

侧向支承:跨中无侧向支承,荷载类型:均布荷载,荷载位置:作用在上翼缘

内力为考虑水平地震作用组合的内力

2、弯曲应力计算

考虑地震作用; γ_{RE}=0.75

Mx=Mx*0.75=10.776*0.75=8.082 kN*m

My=My*0.75=0*0.75=0 kN*m

确定截面塑性发展系数:

上翼缘外挑长度 r1=(b1-tw)/2=(100-8)/2=46 mm

上翼缘自由外伸宽度与其厚度之比 = 46/6=7.67

$13*(235/f_y)^{1/2}$=13.00 mm

$15*(235/f_y)^{1/2}$=15.00 mm

翼缘自由外伸宽度与其厚度之比 ≤ $13*(235/f_y)^{1/2}$

r_x=1.05, r_y=1.2

求 Wx, Wy:

①求

Iy, Iy=1/12*($t_1*b_1^3+t_2*b_2^3+(h-t_1-t_2)*t_w^3$)=1/12*(6*100^3+6*100^3+(100-6-6)*8^3)=1,003,755 mm^4

②求 Wy

Wy=Iy/(b2/2)=1,003,755/(100/2)=20,075 mm^3

③求

A, A=$t_1*b_1+t_2*b_2+(h-t_1-t_2)*t_w$=100*6+100*6+(100-6-6)*8=1,904 mm^2

④求截面形心

y_1, $y_1=(b_1*t_1*t_1/2+(h-t_1-t_2)*t_w*((h-t_1-t_2)/2+t_1)+b_2*t_2*(h-t_2/2))/A$

=(100*6*6/2+(100-6-6)*8*((100-6-6)/2+6)+100*6*(100-6/2))/1,904=50.00 mm

⑤求 Ix, $Ix=1/12*b_1*t_1^3$

$+b_1*t_1*(y_1-t_1/2)^2$

$+1/12*t_w*(h-t_1-t_2)^3$

$+(h-t_1-t_2)*t_w*((h-t_1-t_2)/2+t_1-y_1)^2$

$+1/12*b_2*t_2^3$

$+b_2*t_2*(h-t_2/2-y_1)^2=1/12*100*6^3$

$+100*6*(50.00-6/2)^2$

$+1/12*8*(100-6-6)^3$

$+(100-6-6)*8*((100-6-6)/2+6-50.00)^2$

$+1/12*100*6^3$

$+100*6*(100-6/2-50.00)^2=3,108,715\ mm^4$

⑥求 Wx，$Wx=Ix/(h-y_1)=3,108,715/(100-50.00)=62,174\ mm^3$

$Mx/r_x/Wx+My/r_y/Wy=8.082*1000000/1.05/62,174+0*1000000/1.2/20,075=123.80\ N/mm^2$

$f=215\ N/mm^2$

$Mx/(r_xWx)+My/(r_yWy)\leqslant f$，计算满足！（0.58）

3、工字钢整体稳定性计算

判断是否需要进行稳定性计算：

$l_1/b_1=35.89$

$[l_1/b_1]=13.00$

$l_1/b_1 > [l_1/b_1]$，需要进行稳定性计算！

梁整体稳定的等效临界弯矩系数β_b：

$\varepsilon=l_1*t_1/b_1/h=3589*6/100/100=2.15$

$\beta_b=.95$

梁在侧向支承点间对截面弱轴 y-y 的长细比 λ_y:

$I_y=1/12*(t_1*b_1^3+t_2*b_2^3+(h-t_1-t_2)*t_w^3)=1/12*(6*100^3+6*100^3+(100-6-6)*8^3)=1,003,755\ mm^4$

$A=t_1*b_1+t_2*b_2+(h-t_1-t_2)*t_w=100*6+100*6+(100-6-6)*8=1,904\ mm^2$

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=(1,003,755/1,904)^{1/2}=22.96\ mm$

$\lambda_y=l_1/i_y=3589/22.96=156.32$

截面不对称影响系数 η_b:

双轴对称， $\eta_b=0$

整体稳定系数 ψ_b 为:

$\psi_b=\beta_b*4320/\lambda_y^2*A*h/Wx*[(1+(\lambda_y*t_1/4.4/h)^2)^{1/2}+\eta_b]*235/f_y=.95*4320/156.32^2*1,904*100/62,174*[(1+(156.32*6/4.4/100)^2)^{1/2}+0]*235/235=1.211$

$\psi'_b=1.07-0.282/\psi_b=1.07-0.282/1.211=0.837$

整体稳定性按下式计算:

$Mx/\psi_b/Wx+My/r_y/Wy=8.082*1000000/0.837/62,174+0*1000000/1.2/20,075=155.30\ N/mm^2$

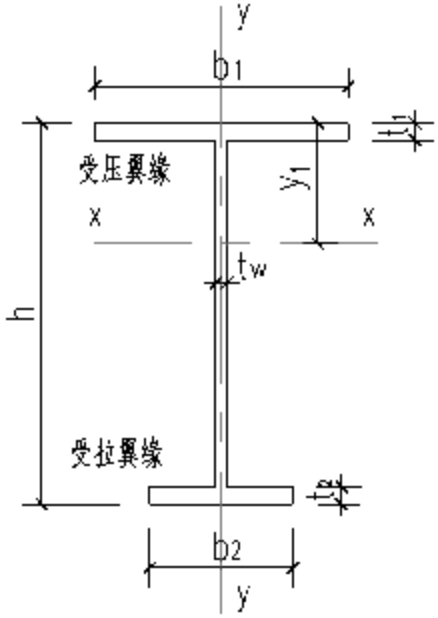
$f=215\ N/mm^2$

$Mx/(\psi_b Wx)+My/(r_y Wy)\leqslant f$, 计算满足！ (0.72)

$Mx/(r_x Wx)+My/(r_y Wy)\leqslant f$, 计算满足！ (0.58)

$Mx/(\psi_b Wx)+My/(r_y Wy)\leqslant f$, 计算满足！ (0.72)

三、工程名称:华丰燃料电池项目-第三层横梁荷载计算



1、基本资料

钢材:Q235

b_1=150 mm, b_2=150 mm, t_1=8 mm, t_2=8 mm, t_w=10 mm, h=100 mm

Mx=30.12 kN*m, My=0 kN*m

计算工字钢整体稳定性

l_1=3589 受压翼缘的自由长度,即梁侧向计算长度最大值.

侧向支承:跨中无侧向支承,荷载类型:均布荷载,荷载位置:作用在上翼缘

内力为考虑水平地震作用组合的内力

2、弯曲应力计算

考虑地震作用; γ_{RE}=0.75

Mx=Mx*0.75=30.12*0.75=22.59 kN*m

My=My*0.75=0*0.75=0 kN*m

确定截面塑性发展系数:

上翼缘外挑长度 r1=(b1-tw)/2=(150-10)/2=70 mm

上翼缘自由外伸宽度与其厚度之比 = 70/8=8.75

$13*(235/f_y)^{1/2}$)=13.00 mm

$15*(235/f_y)^{1/2}$)=15.00 mm

翼缘自由外伸宽度与其厚度之比 ≤ $13*(235/f_y)^{1/2}$)

r_x=1.05, r_y=1.2

求 Wx, Wy:

①求

Iy, Iy=1/12*($t_1*b_1^3+t_2*b_2^3+(h-t_1-t_2)*t_w^3$)=1/12*($8*150^3+8*150^3+(10$

$0-8-8)*10^3$)=4,507,000 mm^4

②求 Wy

Wy=Iy/(b2/2)=4,507,000/(150/2)=60,093 mm^3

③求

A, $A=t_1*b_1+t_2*b_2+(h-t_1-t_2)*t_w$=150*8+150*8+(100-8-8)*10=3,240

mm^2

④求截面形心

y_1, $y_1=(b_1*t_1*t_1/2+(h-t_1-t_2)*t_w*((h-t_1-t_2)/2+t_1)+b_2*t_2*(h-t_2/2))/A$

=(150*8*8/2+(100-8-8)*10*((100-8-8)/2+8)+150*8*(100-8/2))/

3,240=50.00 mm

⑤求 Ix, $Ix=1/12*b_1*t_1^3$

$+b_1*t_1*(y_1-t_1/2)^2$

$+1/12*t_w*(h-t_1-t_2)^3$

$+(h-t_1-t_2)*t_w*((h-t_1-t_2)/2+t_1-y_1)^2$

$+1/12*b_2*t_2^3$

$+b_2*t_2*(h-t_2/2-y_1)^2=1/12*150*8^3$

$+150*8*(50.00-8/2)^2$

$+1/12*10*(100-8-8)^3$

$+(100-8-8)*10*((100-8-8)/2+8-50.00)^2$

$+1/12*150*8^3$

$+150*8*(100-8/2-50.00)^2=5,585,120\ mm^4$

⑥求 Wx，$Wx=Ix/(h-y_1)=5,585,120/(100-50.00)=111,702\ mm^3$

$Mx/r_x/Wx+My/r_y/Wy=22.59*1000000/1.05/111,702+0*1000000/1.2/60,093=192.60\ N/mm^2$

$f=215\ N/mm^2$

$Mx/(r_xWx)+My/(r_yWy)\leqslant f$，计算满足！（0.90）

3、工字钢整体稳定性计算

判断是否需要进行稳定性计算：

$l_1/b_1=23.93$

$[l_1/b_1]=13.00$

$l_1/b_1 > [l_1/b_1]$，需要进行稳定性计算！

梁整体稳定的等效临界弯矩系数β_b:

$\varepsilon = l_1 * t_1 / b_1 / h = 3589 * 8 / 150 / 100 = 1.91$

$\beta_b = 0.69 + 0.13 * \varepsilon = 0.69 + 0.13 * 1.91 = .9383$

梁在侧向支承点间对截面弱轴 y-y 的长细比λ_y:

$Iy = 1/12 * (t_1 * b_1^3 + t_2 * b_2^3 + (h - t_1 - t_2) * t_w^3) = 1/12 * (8 * 150^3 + 8 * 150^3 + (100 - 8 - 8) * 10^3) = 4,507,000 \ mm^4$

$A = t_1 * b_1 + t_2 * b_2 + (h - t_1 - t_2) * t_w = 150 * 8 + 150 * 8 + (100 - 8 - 8) * 10 = 3,240 \ mm^2$

$i_y = (Iy / A)^{1/2} = (4,507,000 / 3,240)^{1/2} = 37.30 \ mm$

$\lambda_y = l_1 / i_y = 3589 / 37.30 = 96.22$

截面不对称影响系数η_b:

双轴对称，$\eta_b = 0$

整体稳定系数ψ_b为:

$\psi_b = \beta_b * 4320 / \lambda_y^2 * A * h / Wx * [(1 + (\lambda_y * t_1 / 4.4 / h)^2)^{1/2} + \eta_b] * 235 / f_y = .9383 * 4320 / 96.22^2 * 3,240 * 100 / 111,702 * [(1 + (96.22 * 8 / 4.4 / 100)^2)^{1/2} + 0] * 235 / 235 = 2.559$

$\psi'_b = 1.07 - 0.282 / \psi_b = 1.07 - 0.282 / 2.559 = 0.960$

整体稳定性按下式计算：

$Mx / \psi_b / Wx + My / r_y / Wy = 22.59 * 1000000 / 0.960 / 111,702 + 0 * 1000000 / 1.2 / 60,093 = 210.66 \ N/mm^2$

$f=215\ N/mm^2$

$Mx/(\psi_b Wx)+My/(r_y Wy)\leqslant f$,计算满足！(0.98)

$Mx/(r_x Wx)+My/(r_y Wy)\leqslant f$,计算满足！(0.90)

$Mx/(\psi_b Wx)+My/(r_y Wy)\leqslant f$,计算满足！(0.98)