嘉兴港区“滨海之星”商住楼项目

设
计
计
算
书

计算:

校核:

审核:

杭州嘉威幕墙装饰有限公司

二〇一五年八月五日

目　　录

第一部分、石材幕墙

一、荷载计算

1、风荷载标准值计算

W_k: 作用在幕墙上的风荷载标准值(kN/m^2)

z : 计算高度10.3m

μ_z: 10.3m高处风压高度变化系数(按B类区计算): (GB50009-2012 条文说明8.2.1)

$$\mu_z=1\times(\frac{z}{10})^{0.3}=1.00891$$

I_{10}: 10米高名义湍流度,对应A、B、C、D类地面粗糙度，分别取0.12、0.14、0.23、0.39。(GB50009-2012 条文说明8.4.6)

β_{gz}: 阵风系数 : (GB50009-2012 8.1.1-2)

$$\beta_{gz}=1+2\times g\times I_{10}\times(\frac{z}{10})^{(-\alpha)}$$ (GB50009-2012 条文说明8.6.1)

$$=1+2\times2.5\times0.14\times(\frac{10.3}{10})^{(-0.15)}$$

$$=1.6969$$

μ_{sp1}:局部正风压体型系数

μ_{sn1}:局部负风压体型系数,通过计算确定

μ_{sz}:建筑物表面正压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3)取1

μ_{sf}:建筑物表面负压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3-2)取-1.4

对于封闭式建筑物，考虑内表面压力，按照(GB50009-2012 8.3.5)取-0.2或0.2

A_v:立柱构件从属面积取4.62m^2

A_h:横梁构件从属面积取0.66m^2

μ_{sa}:维护构件面板的局部体型系数

$\mu_{s1z}=\mu_{sz}+0.2$

$=1.2$

$\mu_{s1f}=\mu_{sf}-0.2$

$=-1.6$

维护构件从属面积大于或等于25㎡的体型系数计算

$\mu_{s25z}=\mu_{sz}\times 0.8+0.2$ (GB50009-2012 8.3.4)

$=1$

$\mu_{s25f}=\mu_{sf}\times 0.8-0.2$ (GB50009-2012 8.3.4)

$=-1.32$

对于直接承受荷载的面板而言，不需折减有

$\mu_{saz}=1.2$

$\mu_{saf}=-1.6$

同样，取立柱面积对数线性插值计算得到

$$\mu_{savz}=\mu_{sz}+(\mu_{sz}\times 0.8-\mu_{sz})\times\frac{\log(A_V)}{1.4}+0.2$$

$$=1+(0.8-1)\times\frac{0.664642}{1.4}+0.2$$

$$=1.10505$$

$$\mu_{savf}=\mu_{sf}+(\mu_{sf}\times 0.8-\mu_{sf})\times\frac{\log(A_V)}{1.4}-0.2$$

$$=-1.4+((-1.12)-(-1.4))\times\frac{0.664642}{1.4}-0.2$$

$$=-1.46707$$

按照以上计算得到

对于面板有:

$\mu_{sp1}=1.2$

$\mu_{sn1}=-1.6$

对于立柱有:

$\mu_{svp1}=1.10505$

$\mu_{svn1}=-1.46707$

对于横梁有:

$\mu_{shp1}=1.2$

$\mu_{shn1}=-1.6$

面板正风压风荷载标准值计算如下

$W_{kp}=\beta_{gz}\times\mu_{sp1}\times\mu_{z}\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

$=1.6969\times1.2\times1.00891\times0.45$
$=0.92449\ kN/m^2$

$W_{kp}<1kN/m^2$,取$W_{kp}=1kN/m^2$

面板负风压风荷载标准值计算如下

$W_{kn}=\beta_{gz}\times\mu_{sn1}\times\mu_z\times W_0$　　(GB50009-2012　8.1.1-2)
$=1.6969\times(-1.6)\times1.00891\times0.45$
$=-1.23265\ kN/m^2$

同样，立柱正风压风荷载标准值计算如下

$W_{kvp}=\beta_{gz}\times\mu_{svp1}\times\mu_z\times W_0$　　(GB50009-2012　8.1.1-2)
$=1.6969\times1.10505\times1.00891\times0.45$
$=0.85134\ kN/m^2$

$W_{kvp}<1kN/m^2$,取$W_{kvp}=1kN/m^2$

立柱负风压风荷载标准值计算如下

$W_{kvn}=\beta_{gz}\times\mu_{svn1}\times\mu_z\times W_0$　　(GB50009-2012　8.1.1-2)
$=-1.13024\ kN/m^2$

同样，横梁正风压风荷载标准值计算如下

$W_{khp}=\beta_{gz}\times\mu_{shp1}\times\mu_z\times W_0$　　(GB50009-2012　8.1.1-2)
$=0.92449\ kN/m^2$

$W_{khp}<1kN/m^2$,取$W_{khp}=1kN/m^2$

横梁负风压风荷载标准值计算如下

$W_{khn}=\beta_{gz}\times\mu_{shn1}\times\mu_z\times W_0$　　(GB50009-2012　8.1.1-2)
$=-1.23265\ kN/m^2$

2、风荷载设计值计算

W: 风荷载设计值: kN/m^2
γw : 风荷载作用效应的分项系数：1.4
按《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003　5.4.2条规定采用

面板风荷载作用计算
$Wp=\gamma w\times Wkp=1.4\times1=1.4kN/m^2$
$Wn=\gamma w\times Wkn=1.4\times(-1.23265)=-1.72571kN/m^2$

立柱风荷载作用计算
$Wvp=\gamma w\times Wkvp=1.4\times1=1.4kN/m^2$
$Wvn=\gamma w\times Wkvn=1.4\times(-1.13024)=-1.58234kN/m^2$

横梁风荷载作用计算
$Whp=\gamma w\times Wkhp=1.4\times1=1.4kN/m^2$
$Whn=\gamma w\times Wkhn=1.4\times(-1.23265)=-1.72571kN/m^2$

3、水平地震作用计算

GAK: 面板平米重量取 0.7kN/m^2
αmax: 水平地震影响系数最大值:0.04
qEk: 分布水平地震作用标准值(kN/m^2)
qEk=βE×αmax×GAK (JGJ102-2003 5.3.4)
=5×0.04×0.7
=0.14kN/m^2
rE: 地震作用分项系数: 1.3
qEA: 分布水平地震作用设计值(kN/m^2)
qEA=rE×qEk
=1.3×0.14
=0.182kN/m^2

4、荷载组合计算

幕墙承受的荷载作用组合计算，按照规范，考虑正风压、地震荷载组合:
Szkp=Wkp
=1kN/m^2
Szp=Wkp×γw+qEk×γE×ψE
=1×1.4+0.14×1.3×0.5
=1.491kN/m^2
考虑负风压、地震荷载组合:
Szkn=Wkn
=-1.23265kN/m^2
Szn=Wkn×γw-qEk×γE×ψE
=-1.23265×1.4-0.14×1.3×0.5
=-1.81671kN/m^2
综合以上计算，取绝对值最大的荷载进行强度演算
采用面板荷载组合标准值为 1.23265kN/m^2
面板荷载组合设计值为 1.81671kN/m^2
立柱承受风荷载标准值为 1.13024kN/m^2
横梁承受风荷载标准值为 1.23265kN/m^2

二、石材计算

1、石材面板荷载计算

B: 该处石板幕墙分格宽: 0.8m
H: 该处石板幕墙分格高: 0.6m
A: 该处石板板块面积:
A=B×H
=0.8×0.6
=0.48m^2
GAK: 石板板块平均自重:

石板的体积密度为: 28(kN/㎥)
t: 石板板块厚度: 25㎜
GAK=28×t/1000
=28×25/1000
=0.7kN/㎡
水平荷载设计值：Sz=1.81671kN/㎡
水平荷载标准值：Szk=1.23265kN/㎡

2、石材面板强度计算

选定面板材料为:花岗石-MU110
校核依据：σ≤3.7N/㎟
H: 石板高度: 0.6m
B: 石板宽度: 0.8m
a0: 短边计算长度: 0.6m
b0: 长边计算长度: 0.6m
t: 石材厚度: 25㎜
m: 四点支撑板弯矩系数, 按短边与长边的边长比(a0/b0=1) 查表得: 0.1559
Sz: 组合荷载设计值: 1.81671kN/㎡
按四点支撑板计算,应力设计值为：

$$\sigma=\frac{6\times m\times Sz\times b0^2\times 10^3}{t^2} \qquad \text{(JGJ133-2001 5.5.4)}$$

$$=\frac{6\times 0.1559\times 1.81671\times 0.6^2\times 10^3}{25^2}$$

=0.978828N/㎟
0.978828N/㎟≤3.7N/㎟　强度满足要求

3、石材剪应力计算

校核依据: τ ≤ 1.9N/㎟
Sz: 组合荷载设计值: 1.81671kN/㎡
a: 石板短边长度: 0.6m
b: 石板长边长度: 0.8m
n: 连接边上的挂件数量: 2
β: 应力调整系数: 查表5.5.5 得到 1.25
t: 石板厚度: 25㎜
c: 槽口宽度: 7㎜
s: 单个槽底总长度: 100㎜
τ: 挂件在石板中产生的剪应力

$$\tau=\frac{Sz\times a\times b\times \beta}{n\times (t-c)\times s} \qquad \text{(JGJ133-2001 5.5.7-1)}$$

$$=\frac{1.81671\times 0.6\times 0.8\times 1.25}{2\times (25-7)\times 100}\times 10^3$$

=0.302786N/㎟
0.302786N/㎟≤1.9N/㎟　石材剪应力满足要求

4、石材挂件剪应力计算

校核依据：$\tau p \leq 49.6N/mm^2$

挂件材料为铝-6063-T5

Sz：组合荷载设计值：$1.81671kN/m^2$

a：石板短边长度：0.6m

b：石板长边长度：0.8m

n：连接边上的挂件数量：2

β：应力调整系数：查表 5.5.5 得到 1.25

Ap：挂件截面面积：$150mm^2$

τp：挂件承受的剪应力

$$\tau p=\frac{Sz\times a\times b\times \beta}{2\times n\times Ap} \quad (JGJ133-2001\ 5.5.5-1)$$

$$=\frac{1.81671\times 0.6\times 0.8\times 1.25}{2\times 2\times 150}\times 10^3$$

$$=1.81671N/mm^2$$

$1.81671N/mm^2 \leq 49.6N/mm^2$　石材挂件剪应力满足要求

5、挂件在重力作用下的剪应力计算

校核依据：$\tau_{wp} \leq 49.6N/mm^2$

G：石材板块重力方向设计值

$$G = \gamma_G \times GAK\times B\times H$$

$$= 0.4536kN$$

T_p：挂件截面厚度为 4mm

B_p：挂件截面宽度为 50mm

I_p：挂件截面惯性矩

$$I_p = \frac{B_p\times T_p^3}{12}$$

$$= 266.667mm^4$$

S_p：挂件截面面积矩

$$S_p = (B_p\times \frac{T_p}{2})\times \frac{T_p}{4}$$

$$= 100mm^3$$

W_p：挂件截面抵抗矩

$$W_p = \frac{B_p \times T_p^2}{6}$$

$= 133.333mm^3$

所以挂件在重力作用下产生的剪应力如下:

$$\tau_{wp} = \frac{\frac{G}{n} \times S_p}{I_p \times T_p}$$

$$= \frac{\frac{0.4536\times1000}{2}\times100}{266.667\times4}$$

$= 21.2625N/mm^2$

$21.2625N/mm^2 \leqslant 49.6N/mm^2$ 石材挂件在重力作用下的剪应力满足要求

6、挂件在重力作用下的强度验算

校核依据: $\sigma_{wp} \leqslant 85.5N/mm^2$

M_p: 石材板块重力设计值在挂件上产生的弯矩作用

L_p: 挂件水平方向悬挑长度

$$M_p = \frac{G}{n} \times L_p$$

$$= \frac{0.4536}{2} \times \frac{45}{1000}$$

$= 0.010206kN.m$

所以挂件正应力为

$$\sigma_p = \frac{M_p}{W_p}$$

$$= \frac{0.010206\times10^6}{133.333}$$

$= 76.545N/mm^2$

考虑挂件在重力作用下的剪应力,挂件承受的折算应力计算如下

$$\sigma_{wp} = \sqrt{\sigma_p^2 + 3\times\tau_{wp}^2}$$

$$= \sqrt{76.545^2 + 3\times21.2625^2}$$

$= 84.9436N/mm^2$

$84.9436N/mm^2 \leqslant 1.1\times85.5N/mm^2$ 石材挂件在重力作用下的正应力满足要求

三、立柱计算

1、立柱荷载计算

(1)风荷载线分布最大荷载集度设计值(矩形分布)

qw: 风荷载线分布最大荷载集度设计值(kN/m)

rw: 风荷载作用效应的分项系数：1.4

Wk: 风荷载标准值: 1.13024kN/m^2

Bl: 幕墙左分格宽: 1.1m

Br: 幕墙右分格宽: 1.1m

$$qwk=Wk\times\frac{Bl+Br}{2}$$

$$=1.13024\times\frac{1.1+1.1}{2}$$

$$=1.24327kN/m$$

$$qw=1.4\times qwk$$

$$=1.4\times1.24327$$

$$=1.74058kN/m$$

(2)分布水平地震作用设计值

GAkl: 立柱左边幕墙构件(包括面板和框)的平均自重: 1.1kN/m^2

GAkr: 立柱右边幕墙构件(包括面板和框)的平均自重: 1.1kN/m^2

$$qEAkl=5\times\alpha max\times GAkl \qquad (JGJ102-2003\ \ 5.3.4)$$

$$=5\times0.04\times1.1$$

$$=0.22kN/m^2$$

$$qEAkr=5\times\alpha max\times GAkr \qquad (JGJ102-2003\ \ 5.3.4)$$

$$=5\times0.04\times1.1$$

$$=0.22kN/m^2$$

$$qek=\frac{qEkl\times Bl+qEkr\times Br}{2}$$

$$=\frac{0.22\times1.1+0.22\times1.1}{2}$$

$$=0.242kN/m$$

$$qe=1.3\times qek$$

$$=1.3\times0.242$$

$$=0.3146kN/m$$

(3)立柱荷载组合

立柱所受组合荷载标准值为:

$$qk=qwk$$

$$=1.24327kN/m$$

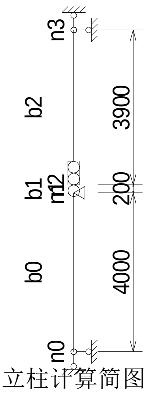
立柱所受组合荷载设计值为:

$$q=qw+\psi E\times qe$$

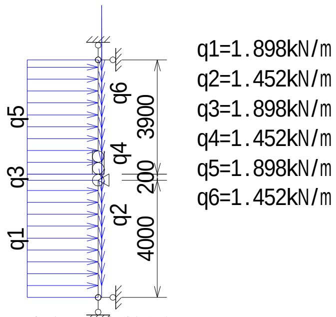
$$=1.74058+0.5\times0.3146$$

$$=1.89788kN/m$$

立柱计算简图如下:



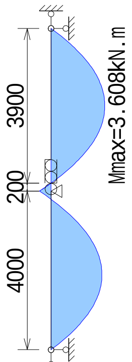
立柱计算简图



立柱受力简图

(4)立柱弯矩:

通过有限元分析计算得到立柱的弯矩图如下:



立柱弯矩图

立柱弯矩分布如下表:

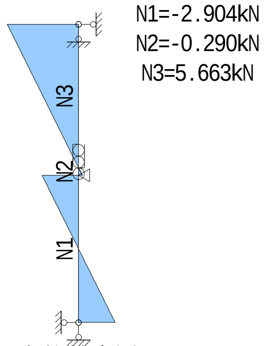
列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.450	0.900	1.350	1.800	2.200	2.650	3.100	3.550	4.000
弯矩(kN.m)	-0.000	1.428	2.472	3.132	**3.408**	3.330	2.879	2.044	0.825	**-0.778**
偏移(m)	4.000	4.023	4.045	4.067	4.090	4.110	4.133	4.155	4.178	4.200
弯矩(kN.m)	**-0.778**	-0.687	-0.596	-0.507	-0.419	-0.341	-0.254	-0.168	-0.084	0.000
偏移(m)	4.200	4.639	5.077	5.516	5.955	6.345	6.784	7.223	7.661	8.100
弯矩(kN.m)	0.000	1.441	2.517	3.227	**3.572**	3.572	3.227	2.517	1.441	0.000

最大弯矩发生在 6.15m 处

M: 幕墙立柱在风荷载和地震作用下产生弯矩(kN·m)

M=3.60834kN·m

立柱在荷载作用下的轴力图如下:



立柱轴力图

立柱在荷载作用下的支座反力信息如下表:

支座编号	X向反力(kN)	Y向反力(kN)	转角反力(kN.m)
n0	-3.601	-2.904	---
n1	-8.071	-3.194	---
n3	-3.701	-5.663	---

2、选用立柱型材的截面特性

选定立柱材料类别: 钢-Q235冷弯

选用立柱型材名称: FT90x60x5

型材强度设计值: 205N/mm^2

型材弹性模量: E=206000N/mm^2

X轴惯性矩: Ix=138.683cm^4

Y轴惯性矩: Iy=73.2444cm^4

X轴上部抵抗矩: Wx1=30.8185cm^3

X轴下部抵抗矩: Wx2=30.8185cm^3

Y轴左部抵抗矩: Wy1=24.4148cm^3

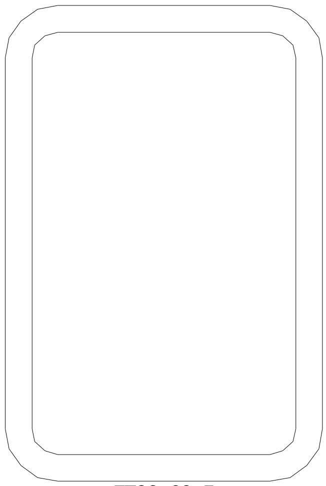
Y轴右部抵抗矩: Wy2=24.4148cm^3

型材截面积: A=13.3562cm^2

型材计算校核处抗剪壁厚: t=5mm

型材截面面积矩: Ss=19.3317cm^3

塑性发展系数: γ=1



FT90x60x5

3、立柱强度计算

校核依据：$\frac{N}{A}+\frac{M}{\gamma\times w}\leqslant fa$

Bl：幕墙左分格宽：1.1m

Br：幕墙右分格宽：1.1m

Hv：立柱长度

GAkl：幕墙左分格自重：1.1kN/m^2

GAkr：幕墙右分格自重：1.1kN/m^2

幕墙自重线荷载：

$$Gk=\frac{GAkl\times Bl+GAkr\times Br}{2}$$

$$=\frac{1.1\times1.1+1.1\times1.1}{2}$$

=1.21kN/m

rG：结构自重分项系数：1.2

G:幕墙自重线荷载设计值 1.452kN/m

f：立柱计算强度(N/mm^2)

A：立柱型材截面积：13.3562cm^2

Nl：当前杆件最大轴拉力(kN)

Ny：当前杆件最大轴压力(kN)

Mmax:当前杆件最大弯矩(kN.m)

Wz：立柱截面抵抗矩(cm^3)

γ：塑性发展系数：1

立柱通过有限元计算得到的应力校核数据表格如下：

编号	Nl	Ny	Mmax	Wz	A	fz
b0	2.904	-2.904	3.417	30.8185	13.3562	113.038
b1	-0.000	-0.290	0.778	30.8185	13.3562	25.466
b2	5.663	-0.000	3.608	30.8185	13.3562	121.323

通过上面计算可知，立柱杆件 b2 的应力最大，为 121.323N/mm^2≤ｆa=205N/mm^2，所以立柱承

载力满足要求

4、立柱的稳定性验算

校核依据：$\frac{N}{\phi \times A} + \frac{M}{\gamma \times w \times (1-0.8\times\frac{N}{Ne})} \le fa$ (JGJ102-2003 6.3.8-1)

立柱临界轴压力计算：$Ne=\frac{\pi^2 \times E\times A}{1.1\times\lambda^2}$ (JGJ102-2003 6.3.8-2)

λ ：立柱长细比 $\lambda = \frac{L}{iv}$

iz：立柱回转半径

$iz = \sqrt{\frac{Iz}{A}}$

$= \sqrt{\frac{138.683}{13.3562}}$

=3.22233cm

iy：立柱回转半径

$iy = \sqrt{\frac{Iy}{A}}$

$= \sqrt{\frac{73.2444}{13.3562}}$

=2.34178cm

表中各符号意义如下：

Nmax:杆件最大轴压力(kN)

Mmax:杆件最大弯矩(kN.m)

μz,μy:分别对于杆件两个轴的计算长度系数

λz,λy:分别对于杆件两个轴的计算长细比

φz,φy：轴心受压稳定系数 查表6.3.8可知具体系数

Ne:临界轴压力(kN)

fz,fy：杆件两个方向的稳定性计算强度(N/mm^2)

γ：塑性发展系数：1

立柱通过有限元计算得到的强轴和弱轴方向的应力数据表格如下：

编号	Nmax	Mmax	μ	λz	φz	Ne	fz
b0	-2.904	3.417	0.7	86.894	0.642	326.950	115.045
b1	-0.290	0.778	2.0	12.413	0.970	16020.554	25.473

说明:弱轴方向弯矩为0kN.m

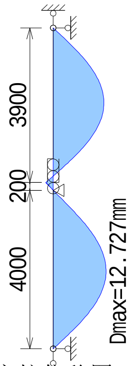
通过上面计算可知,立柱杆件b0的应力最大,为115.045N/mm^2≤fa=205N/mm^2,所以立柱稳定性满足要求

5、立柱的刚度计算

校核依据：$Umax \le \frac{L}{300}$

Dfmax：立柱最大允许挠度：

通过有限元分析计算得到立柱的挠度图如下：



立柱位移图

立柱挠度分布如下表：

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.450	0.900	1.350	1.800	2.200	2.650	3.100	3.550	4.000
挠度(mm)	0.000	4.569	8.490	11.277	**12.625**	12.507	10.931	8.033	4.201	0.000
偏移(m)	4.000	4.023	4.045	4.067	4.090	4.110	4.133	4.155	4.178	4.200
挠度(mm)	0.000	-0.207	-0.414	-0.619	-0.824	-1.006	-1.210	-1.414	-1.618	**-1.822**
偏移(m)	4.200	4.639	5.077	5.516	5.955	6.345	6.784	7.223	7.661	8.100
挠度(mm)	**-1.822**	2.990	7.179	10.270	11.950	**12.132**	10.862	8.181	4.402	0.000

最大挠度发生在 1.95m 处，最大挠度为 12.727mm

$$Dfmax=\frac{Hvmax}{300}\times 1000$$

$$=\frac{4}{300}\times 1000$$

=13.3333mm

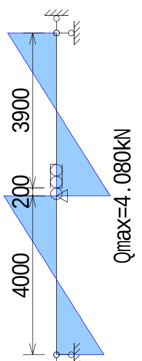
立柱最大挠度 Umax 为：12.727mm≤13.3333mm

挠度满足要求

6、立柱抗剪计算

校核依据：$\tau max\leq[\tau]=120N/mm^2$

通过有限元分析计算得到立柱的剪力图如下：



立柱剪力图

立柱剪力分布如下表：

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.450	0.900	1.350	1.800	2.200	2.650	3.100	3.550	4.000
剪力(kN)	**-3.601**	-2.747	-1.893	-1.039	-0.185	0.574	1.428	2.282	3.136	**3.990**
偏移(m)	4.000	4.023	4.045	4.067	4.090	4.110	4.133	4.155	4.178	4.200
剪力(kN)	**-4.080**	-4.038	-3.995	-3.952	-3.910	-3.872	-3.829	-3.786	-3.744	-3.701
偏移(m)	4.200	4.639	5.077	5.516	5.955	6.345	6.784	7.223	7.661	8.100
剪力(kN)	**-3.701**	-2.868	-2.035	-1.203	-0.370	0.370	1.203	2.035	2.868	**3.701**

最大剪力发生在 4m 处

τ: 立梃剪应力:

Q: 立梃最大剪力: 4.08043kN

Ss: 立柱型材截面面积矩: 19.3317cm^3

Ix: 立柱型材截面惯性矩: 138.683cm^4

t: 立柱抗剪壁厚: 5mm

$$\tau=\frac{Q\times Ss\times 100}{Ix\times t}$$

$$=\frac{4.08043\times 19.3317\times 100}{138.683\times 5}$$

$$=11.3758N/mm^2$$

$11.3758N/mm^2 \leqslant 120N/mm^2$

立柱抗剪强度可以满足

四、立柱与主结构连接计算

1、立柱与主结构连接计算

连接处角码材料 : 钢-Q235

连接螺栓材料 : 不锈钢螺栓-A2-70

L_{ct}: 连接处角码壁厚: 5mm

D_v: 连接螺栓直径: 12mm

D_{ve}: 连接螺栓有效直径: 10.36mm

N_h: 连接处水平总力(N):

N_h=Q

=-3.70086kN

N_g: 连接处自重总值设计值(N):

N_g=-5.6628kN

N: 连接处总合力(N):

$N=\sqrt{N_g^2+N_h^2}$

$=\sqrt{-5.6628^2+-3.70086^2}\times1000$

$=6764.88N$

N_b: 螺栓的承载能力:

N_v: 连接处剪切面数: 2

$N_b=2\times3.14\times\left(\frac{D_e}{2}\right)^2\times265$ (GB 50017-2003 7.2.1-1)

$=2\times3.14\times\left(\frac{10.36}{2}\right)^2\times265$

$=44677.1N$

N_{num}: 立梃与建筑物主结构连接的螺栓个数:

$N_{num}=\frac{N}{N_b}$

$=\frac{6764.88}{44677.1}$

$=0.151417$ 个

取 2 个

N_{cbl}: 立梃型材壁抗承压能力(N):

N_{vl}: 连接处剪切面数: 2×2

t: 立梃壁厚: 5mm

$N_{cbl}=D_v\times2\times310\times t\times N_{num}$ (GB 50017-2003 7.2.1-3)

$=12\times2\times310\times5\times2$

$=74400N$

$6764.88N \leqslant 74400N$

立梃型材壁抗承压能力满足

N_{cbg}: 角码型材壁抗承压能力(N):

$N_{cbg}=D_v\times2\times325\times L_{ct}\times N_{num}$ (GB 50017-2003 7.2.1-3)

$=12\times2\times325\times5\times2$

$=78000N$

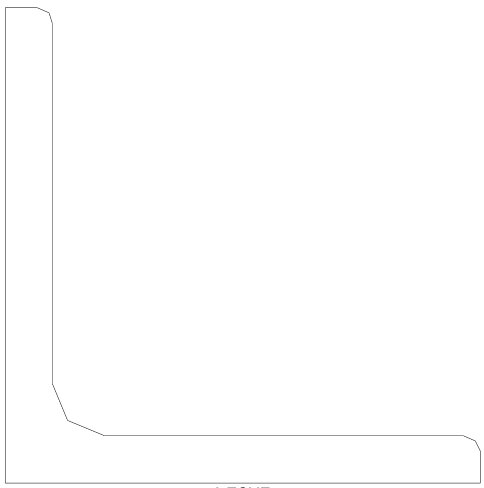
$6764.88N \leqslant 78000N$

角码型材壁抗承压能力满足

五、横梁计算

1、选用横梁型材的截面特性

选定横梁材料类别: 钢-Q235
选用横梁型材名称: L50X5
型材强度设计值: 215N/mm^2
型材弹性模量: E=206000N/mm^2
X 轴惯性矩: Ix=11.2129cm^4
Y 轴惯性矩: Iy=11.2129cm^4
X 轴上部抵抗矩: Wx1=3.13215cm^3
X 轴下部抵抗矩: Wx2=7.896cm^3
Y 轴左部抵抗矩: Wy1=7.896cm^3
Y 轴右部抵抗矩: Wy2=3.13215cm^3
型材截面积: A=4.80299cm^2
型材计算校核处抗剪壁厚: t=5mm
型材截面绕 X 轴面积矩: Ss=3.18286cm^3
型材截面绕 Y 轴面积矩: Ssy=3.18286cm^3
塑性发展系数: γ=1.05



L50X5

2、横梁的强度计算

校核依据: $\frac{M_x}{\gamma \times W_x} + \frac{M_y}{\gamma \times W_y} \leq f_a=215$ (JGJ102-2003 6.2.4)

(1)横梁在自重作用下的弯矩(kN·m)

H_h: 幕墙分格高: 0.6m

B_h: 幕墙分格宽: 1.1m

G_{Akhu}: 横梁上部面板自重: 1.1kN/m^2

G_{Akhd}: 横梁下部面板自重: 1.1kN/m^2

G_{hk}: 横梁自重荷载线分布均布荷载集度标准值(kN/m):

$G_{hk}=1.1\times H_h$

$=1.1\times0.6$

$=0.66$kN/m

G_h: 横梁自重荷载线分布均布荷载集度设计值(kN/m)

$G_h=\gamma_G\times G_{hk}$

$=1.2\times0.66$

$=0.792$kN/m

(2)横梁承受的组合荷载作用计算

横梁承受风荷载作用

$w_k=1.23265$kN/m^2

q_{EAk}: 横梁平面外地震荷载:

β_E: 动力放大系数: 5

α_{max}: 地震影响系数最大值: 0.04

$q_{EAku}=\beta_E\times\alpha_{max}\times1.1$ (JGJ102-2003 5.3.4)

$=5\times0.04\times1.1$

$=0.22$kN/m^2

$q_{EAkd}=\beta_E\times\alpha_{max}\times1.1$ (JGJ102-2003 5.3.4)

$=5\times0.04\times1.1$

$=0.22$kN/m^2

荷载组合:

横梁承受面荷载组合标准值:

$q_{Ak}=w_k$ = 1.23265kN/m^2

横梁承受面荷载组合设计值:

$q_{Au}=\gamma_w\times w_k+0.5\times\gamma_E\times q_{EAku}$

$=1.4\times1.23265+0.5\times1.3\times0.22$

$=1.86871$kN/m^2

$q_{Ad}=\gamma_{w}\times w_{k}+0.5\times\gamma_{E}\times q_{EAkd}$

$=1.4\times1.23265+0.5\times1.3\times0.22$

$=1.86871kN/m^2$

(3)横梁在组合荷载作用下的弯矩(kN·m)

分横梁上下部分别计算

H_{hu}: 横梁上部面板高度 0.6m

H_{hd}: 横梁下部面板高度 0.6m

H_{eu}: 横梁上部面板荷载计算有效高度为0.3m

H_{ed}: 横梁下部面板荷载计算有效高度为0.3m

$q_{u}=q_{Au}\times H_{eu}$

$=1.86871\times0.3$

$=0.560614kN/m$

$q_{d}=q_{Ad}\times H_{ed}$

$=1.86871\times0.3$

$=0.560614kN/m$

组合荷载作用产生的线荷载标准值为:

$q_{uk}=q_{Ak}\times H_{eu}$

$=1.23265\times0.3$

$=0.369796kN/m$

$q_{dk}=q_{Ak}\times H_{ed}$

$=1.23265\times0.3$

$=0.369796kN/m$

(4)横梁荷载计算:

$q_{k}=q_{uk}+q_{dk}$

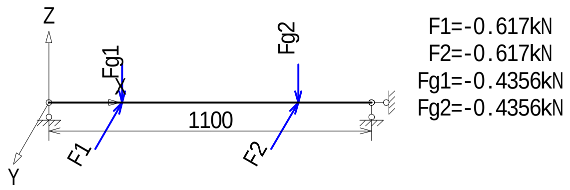
$=0.739592kN/m$

$q=q_{u}+q_{d}$

$=1.12123kN/m$

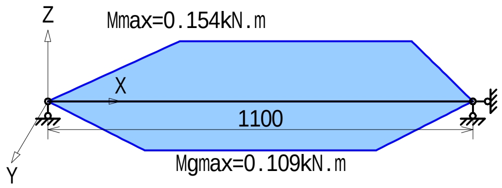
(5)横梁强度计算信息:

横梁荷载作用简图如下:



横梁受力简图

横梁在荷载作用下的弯矩图如下:



横梁弯矩图

横梁在荷载作用下的弯矩以及正应力数据如下表所示:

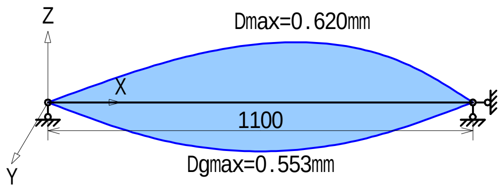
编号	条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	偏移	0.000	0.124	0.248	0.371	0.495	0.605	0.729	0.853	0.976	1.100
	My	0.000	-0.076	-0.153	**-0.154**	-0.154	-0.154	-0.154	-0.153	-0.076	0.000
	Mz	-0.000	-0.054	-0.108	-0.109	-0.109	-0.109	**-0.109**	-0.108	-0.054	0.000
	σy	0.000	-23.204	-46.409	**-46.878**	-46.878	-46.878	-46.878	-46.409	-23.204	0.000
	σz	-0.000	-16.391	-32.782	-33.113	**-33.113**	-33.113	-33.113	-32.782	-16.391	0.000
	σ	-0.000	-39.595	-79.190	**-79.990**	-79.990	-79.990	-79.990	-79.190	-39.595	0.000
说明：偏移单位为m；弯矩单位为kN.m；应力单位为N/mm^2。											

横梁在组合荷载作用下的支座反力信息如下表所示:

支座编号	Y向反力(kN)	Z向反力(kN)	Y向转角反力(kN.m)	Z向转角反力(kN.m)
n0	-0.617	-0.436	---	---
n1	-0.617	-0.436	---	---

3、横梁的刚度计算

横梁在荷载作用下的挠度图如下:



横梁位移图

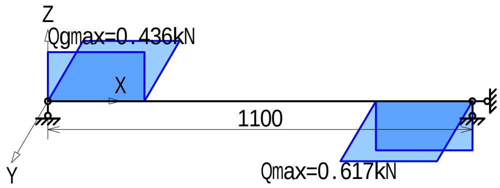
横梁在荷载作用下的挠度数据如下表所示:

编号	条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	偏移	0.000	0.124	0.248	0.371	0.495	0.605	0.729	0.853	0.976	1.100
	Dy	0.000	-0.226	-0.419	-0.550	**-0.613**	-0.613	-0.550	-0.419	-0.226	0.000

	Dz	0.000	-0.202	-0.374	-0.491	**-0.547**	-0.547	-0.491	-0.374	-0.202	0.000
	D	0.000	0.303	0.561	0.737	**0.822**	0.822	0.737	0.561	0.303	0.000
说明：偏移单位为m；挠度单位为mm。											

4、横梁的抗剪强度计算

横梁在荷载作用下的剪力图如下:



横梁剪力图

横梁在荷载作用下的剪力以及剪应力数据如下表所示:

编号	条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	偏移	0.000	0.124	0.248	0.371	0.495	0.605	0.729	0.853	0.976	1.100
	Qy	**0.617**	0.617	0.617	0.000	0.000	0.000	0.000	**-0.617**	-0.617	-0.617
	Qz	**0.436**	0.436	0.436	0.000	0.000	0.000	0.000	**-0.436**	-0.436	-0.436
	τy	**3.501**	3.501	3.501	0.000	0.000	0.000	0.000	**-3.501**	-3.501	-3.501
	τz	**2.473**	2.473	2.473	0.000	0.000	0.000	0.000	**-2.473**	-2.473	-2.473
	τ	4.286	4.286	4.286	0.000	0.000	0.000	0.000	**4.286**	4.286	4.286
说明：偏移单位为m；剪力单位为kN；剪应力单位为N/mm²。											

5、横梁的各种强度效核及构造

校核依据: Umax≤L/300 ,且满足重力作用下 Ugmax≤L/500,Ugmax≤3mm

横梁在各种荷载组和作用下的强度效核表格如下:

编号	长度(m)	σ (N/mm²)		τ (N/mm²)		D(mm)					
		最大值	位置(m)	最大值	位置(m)	最大值	位置(m)	D/Len	Dg	DgPos(m)	Dg/Len
1	1.100	79.990	0.250	4.286	0.850	0.620	0.550	0.00056	0.553	0.550	0.00050
说明：强度验算不合格的数据以红色标明											

横梁正应力强度满足要求

横梁抗剪强度满足要求

横梁挠度满足要求

六、横梁与立柱连接件计算

1、横梁与角码连接计算

Q: 连接部位受总剪力:

采用S_W+0.5 S_E组合

Q=0.616676kN
横梁与角码连接螺栓材料:C级普通螺栓-4.8级
螺栓连接的抗剪强度计算值: 140N/mm²

N_v: 剪切面数: 1

D : 螺栓公称直径: 8mm

D_e: 螺栓有效直径: 6.83mm

N_{vbh}: 螺栓受剪承载能力计算:

$$N_{vbh}=N_v\times 3.14\times\left(\frac{D_e}{2}\right)^2\times 140 \qquad \text{(GB50017-2003 7.2.1-1)}$$

$$=1\times 3.14\times\left(\frac{6.83}{2}\right)^2\times 140$$

$$=5129.31\text{N}$$

N_{num}: 螺栓个数:

$$N_{num}=\frac{Q}{N_{vbh}}$$

$$=\frac{0.616676\times 1000}{5129.31}$$

$$=0.120226$$

横梁与角码连接螺栓取2个

N_{cb}: 连接部位幕墙横梁型材壁抗承压能力计算:

t: 幕墙横梁抗剪壁厚:5mm

$$N_{cb}=D\times t\times 325\times N_{num}$$

$$=8\times 5\times 325\times 2$$

$$=26000\text{N}$$

616.676N ≤26000N
横梁与角码连接强度满足要求

2、角码与立柱连接计算

G_h: 自重荷载(N):

G_h=0.4356kN

N: 连接处组合荷载:

采用$S_G+S_W+\psi_E\times S_E$

$N=\sqrt{G_h^2+Q^2}$

$=\sqrt{0.4356^2+0.616676^2}$

$=0.755007kN$

N_v：剪切面数：1

D_p：螺栓公称直径：8㎜

D_{ep}：螺栓有效直径：6.83㎜

角码与立柱连接螺栓材料:C级普通螺栓-4.8级

N_{vbhv}：螺栓受剪承载能力计算：

$N_{vbhv}=N_v\times3.14\times\left(\frac{D_{ep}}{2}\right)^2\times140$ (GB 50017-2003 7.2.1-1)

$=1\times3.14\times\left(\frac{6.83}{2}\right)^2\times140$

$=5129.31N$

N_{num2}：螺栓个数：

$N_{num2}=N/N_{vbhv}$

$=0.147195$

立柱与角码连接螺栓取2个

N_{cbj}：连接部位角码壁抗承压能力计算：

L_{ct1}：角码壁厚:5㎜

$N_{cbj}=D\times L_{ct1}\times325N_{num2}$ (GB 50017-2003 7.2.1-3)

$=8\times5\times325\times2$

$=26000N$

$755.007N\leqslant26000N$

立柱与角码连接强度满足要求

七、对穿锚栓计算

1、埋件受力计算

V：剪力设计值：

$V=-5662.8N$

N：法向力设计值：

N=-3700.86N

e_2: 螺孔中心与锚板平面距离: 60mm

M: 弯矩设计值(N·mm):

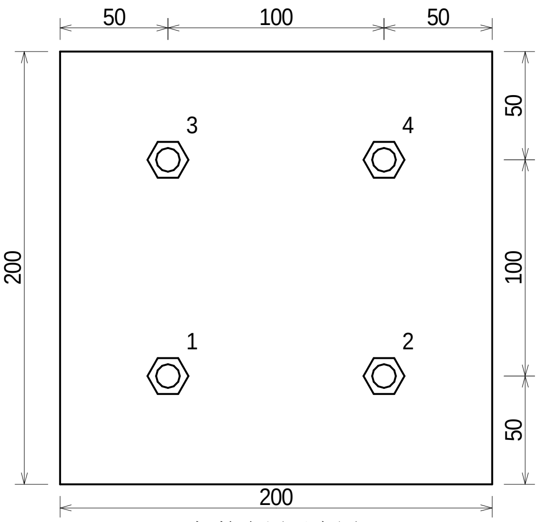
$M=V\times e_2$

$=-5662.8\times 60$

$=-339768N\cdot mm$

2、埋件强度计算

螺栓布置示意图如下:



螺栓布置示意图

d:锚栓直径 8mm

de:锚栓有效直径为 6.83mm

d_0:锚栓孔直径 9mm

一个锚栓的抗剪承载力设计值为

$$N_{vb}= n_v\times\frac{\pi\times d^2}{4}\times f_{vb} \qquad \text{(GB50017-2003 7.2.1-1)}$$

$$= 1\times\frac{\pi\times 8^2}{4}\times 140$$

$=7037.17N$

t:锚板厚度，为 8mm

一个锚栓的承压承载力设计值为

$$N_{cb}= d\times t\times f_{cb} \qquad \text{(GB50017-2003 7.2.1-2)}$$

$= 8\times 8\times 305$

$=19520N$

一个拉力锚栓的承载力设计值为

$$N_{tb}=\frac{\pi\times d_e^2}{4}\times f_{tb}\qquad (GB50017\text{-}2003\quad 7.2.1\text{-}6)$$

$$=\frac{\pi\times 6.83^2}{4}\times 140$$

=5129.31N

在轴力和弯矩共同作用下，锚栓群有两种可能的受力形式。

首先假定锚栓群绕自身的中心进行转动，经过分析得到锚栓群形心坐标为[100,100]，各锚栓到锚栓形心点的Y向距离平方之和为

$\Sigma y^2=10000$

y坐标最高的锚栓为4号锚栓，该点的y坐标为150，该点到形心点的y向距离为

y1= 150-100 = 50mm

y坐标最低的锚栓为1号锚栓，该点的y坐标为50，该点到形心点的y向距离为

y2= 50-100 = -50mm

所以锚栓群的最大和最小受力为：

$$N_{min}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y2}{\Sigma y^2}$$

$$=\frac{-3700.86}{4}+\frac{-339768\times(-50)}{10000}$$

=773.626N

$$N_{max}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y1}{\Sigma y^2}$$

$$=\frac{-3700.86}{4}+\frac{-339768\times 50}{10000}$$

=-2624.05N

单个锚栓承受的剪力为

$$N_v=\frac{V}{n}$$

$$=\frac{-5662.8}{4}$$

=-1415.7N

强度验算

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_{vb}}\right)^2+\left(\frac{N_t}{N_{tb}}\right)^2}\qquad (GB50017\text{-}2003\quad 7.2.1\text{-}8)$$

$$=\sqrt{\left(\frac{-1415.7}{7037.17}\right)^2+\left(\frac{-2624.05}{5129.31}\right)^2}$$

=0.549714≤1

N_v=-1415.7N≤N_{cb}=19520N (GB50017-2003 7.2.1-9)

锚栓最大拉拔力为N_{max}=-2624.05N≤[N_{max}]=50000N，满足要求

所以锚栓强度满足要求

3、埋板面积计算

A:锚板面积

$A = B_w \times B_h$

$= 200 \times 200$

$= 40000mm^2$

混凝土级别：混凝土-C25

混凝土强度设计值:$f_c = 11.9N/mm^2$

按现行国家标准≤混凝土结构设计规范≥ GB-50010采用。

混凝土在轴力作用下的强度为

$f_p = \frac{N}{A}$

$= \frac{-3700.86}{40000}$

$= -0.0925214N/mm^2 \leq f_c = 11.9N/mm^2$

所以锚板尺寸满足要求

八、化学锚栓计算

1、锚栓计算信息描述

V: 剪力设计值:

V=5662.8N

水平剪力设计值Vh = 0N

N: 法向力设计值:

N=3700.86N

e2: 锚栓中心与锚板平面距离: 0mm

My: 弯矩设计值(N.mm):

$My = V \times e2$

$= 5662.8 \times 0$

$= 0N.mm$

T: 扭矩设计值(N.mm): 0N.mm

当前计算锚栓类型: 慧鱼-化学锚栓 FHB-A 10*60/10

锚栓材料类型: 不锈钢锚栓-A2-70

锚栓直径: 12mm

锚栓底板孔径: 13mm

锚栓处混凝土开孔直径: 14mm

锚栓有效锚固深度: 120mm

锚栓底部混凝土级别: 混凝土-C25

底部混凝土为开裂混凝土

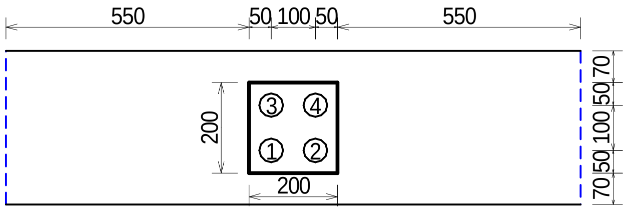
底部混凝土基材厚度: 400mm

混凝土开裂及边缘配筋情况: 1

锚栓锚固区混凝土配筋描述：其它情况

2、锚栓承受拉力计算

锚栓布置示意图如下:



化学锚栓布置示意图

d ：锚栓直径 12mm

df：锚栓底板孔径 13mm

在拉力和弯矩共同作用下，锚栓群有两种可能的受力形式。

首先假定锚栓群绕自身的中心进行转动，经过分析得到锚栓群形心坐标为[100,100]，各锚栓到锚栓形心点的 Y 向距离平方之和为

$\Sigma y^2=10000$

y 坐标最高的锚栓为 4 号锚栓，该点的 y 坐标为 150，该点到形心点的 y 向距离为

y1= 150-100 = 50mm

y 坐标最低的锚栓为 1 号锚栓，该点的 y 坐标为 50，该点到形心点的 y 向距离为

y2= 50-100 = -50mm

所以锚栓群的最大和最小受力为：

$$N_{min}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y2}{\Sigma y^2}$$

$$=\frac{3700.86}{4}+\frac{0\times(-50)}{10000}$$

=925.214N

$$N_{max}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y1}{\Sigma y^2}$$

$$=\frac{3700.86}{4}+\frac{0\times(50)}{10000}$$

=925.214N

在拉力和各弯矩共同作用下，各锚栓承受的拉力如下表:

编号	X	Y	N(G)	N(Mv)	N(Mv)×Cy	N(Mh)	N(Mh)×Cx	N(Σ)
1	50	50	-0	925.214	46260.7	-	-	925.214
2	150	50	-0	925.214	46260.7	-	-	925.214
3	50	150	0	925.214	138782	-	-	925.214
4	150	150	0	925.214	138782	-	-	925.214
Σ(N×Coord)/ΣN=(100,100),受拉锚栓形心(100,100) 偏心距eNx=0 偏心距eNy=-1.42109e-014,重力产生的拉力0N								

所有锚栓承受的拉力总和为 3700.86N

3、锚栓承受剪力计算

锚栓承受剪力按照破坏模式计算如下

1) 锚栓钢材破坏或混凝土剪撬破坏时

单独考虑竖向剪力作用,

V_y :5662.8N

V_x :0N

n_y:参与竖向剪力V受剪的锚栓数目为4个

n_x:参与水平剪力V受剪的锚栓数目为4个

$$V_{Sy}^{V} = \frac{V_y}{n_y} \qquad \text{(JGJ145-2013 5.3.3-2)}$$

$$= \frac{5662.8}{4} = -1415.7\text{N}$$

$$V_{Sx}^{V} = \frac{V_x}{n_x} \qquad \text{(JGJ145-2013 5.3.3-1)}$$

$$= \frac{0}{4} = 0\text{N}$$

所以锚栓群在剪力作用下,锚栓的最大剪力设计值为

$V_{Smax} = V_S^V = 1415.7\text{N}$

故$V_{sd}^h = V_{Smax} = 1415.7\text{N}$

群锚总剪力设计值为V_{sdx}^g=0N,V_{sdy}^g=-5662.8N,V_{sd}^g=5662.8N

2) 混凝土边缘破坏时

根据边距分析可知,竖向剪力垂直于基材边缘,水平剪力平行于基材边缘

按照规范要求,垂直于基材边缘时,按照部分承受剪力设计,否则按照全部承受剪力设定(JGJ145-2013 5.3.1.2)

n_y:参与竖向剪力V受剪的锚栓数目为2个

n_x:参与水平剪力V受剪的锚栓数目为4个

单个锚栓承受的竖向剪力为

$$V_{Sy}^{V} = \frac{V_y}{n_y}$$

$= \frac{5662.8}{2} = -2831.4N$

$V_{Sx}^{V} = \frac{V_x}{n_x}$

$= \frac{0}{4} = 0N$

所以锚栓群在剪力作用下,锚栓的最大剪力设计值为

$V_{Smax} = V_S^V = 2831.4N$

故$V_{sd}^{h} = V_{Smax} = 2831.4N$

群锚总剪力设计值为: (将反向剪力不考虑)

剪切边缘为水平下边时,相应荷载为$V_{sdx1}^{g}=0N$,$V_{sdy1}^{g}=-5662.8N$,$V_{sd1}^{g}=5662.8N$

4、锚栓受拉承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{h} \leqslant N_{Rds}$ (JGJ145-2013 6.2.1-5)

其中N_{Sd}^{h} : 锚栓群中拉力最大的锚栓的拉力设计值,根据上面计算取925.214N

N_{Rds} : 锚栓钢材破坏受拉力设计值

D : 锚栓直径为12mm

A_s: 锚栓截面面积为84.2965mm^2

f_{yk}:锚栓屈服强度标准值

N_{Rks}:锚栓钢材破坏受拉承载力标准值

$\gamma_{Rs.N}$:锚栓钢材破坏受拉承载力分项系数,按表4.3.10采用

$f_{yk} = 450N/mm^2$

$N_{Rks} = A_s \times f_{yk}$

$= 84.2965 \times 450$

$= 37933.4N$

$N_{Rds} = \frac{N_{Rks}}{\gamma_{Rs.N}}$

$= \frac{37933.4}{1.2}$

$= 31611.2N$

由于 N_{Sd}^{h}=925.214N≤N_{Rds},所以锚栓钢材满足强度要求

考虑拉拔安全系数 2,则锚栓拉拔试验强度值最少要求达到 1.85043kN

5、锚栓混凝土锥体受拉破坏承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{g} \leq N_{Rdc}$ (JGJ145-2013 6.2.1-7)

其中N_{Sd}^{g} : 锚栓群受拉区总拉力设计值,根据上面计算取 3700.86N

N_{Rdc} : 混凝土锥体破坏受拉承载力设计值

锚固区基材按照开裂混凝土考虑。混凝土锥体受拉破坏时的受拉承载力设计值N_{Rdc}应按下列公式计算：

$$N_{Rdc} = \frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}}$$

$$N_{Rkc} = N_{Rkc}^{0} \times \frac{A_{cN}}{A_{cN}^{0}} \times \psi_{sN} \times \psi_{reN} \times \psi_{ecN}$$

在上面公式中：

N_{Rkc}：混凝土锥体破坏时的受拉承载力标准值；

k：地震作用下锚固承载力降低系数，按表 4.3.9[JGJ145-2013]选取；

γ_{RcN}：混凝土锥体破坏时的受拉承载力分项系数，按表 4.3.10[JGJ145-2013]采用，取 1.8；

N_{Rkc}^{0}：单锚栓受拉时，理想混凝土锥体破坏时的受拉承载力标准值；

对于开裂混凝土,$N_{Rkc}^{0}=7.0\times f_{cu.k}^{0.5}\times h_{ef}^{1.5}$ (JGJ145-2013 6.1.3-3)

对于不开裂混凝土,$N_{Rkc}^{0}=9.8\times f_{cu.k}^{0.5}\times h_{ef}^{1.5}$ (JGJ145-2013 6.1.3-4)

$f_{cu.k}$：混凝土立方体抗压强度标准值，当其在 45-60MPa 间时，应乘以降低系数 0.95；

本处混凝土为混凝土-C25,$f_{cu.k}$取 25N/mm²

h_{ef}：锚栓有效锚固深度，对于膨胀型及扩底型锚栓，为膨胀锥体与孔壁最大挤压点的深

度；取 120㎜

$N^0_{Rkc}=7.0\times\sqrt{f_{cu.k}}\times h_{ef}^{1.5}$

$=7.0\times25^{0.5}\times120^{1.5}$

$=46008.7N$

A^0_{cN}：混凝土破坏锥体投影面面积，按 6.1.4[JGJ145-2013]取；

s_{crN}：混凝土锥体破坏情况下，无间距效应和边缘效应，确保每根锚栓受拉承载力标准值的临界间矩。

$s_{crN}=3\times h_{ef}=360$㎜

$A^0_{cN}=s_{crN}^2=129600$㎜²

A_{cN}：混凝土实际破坏锥体投影面积，按 6.1.5[JGJ145-2013]取，

其中：

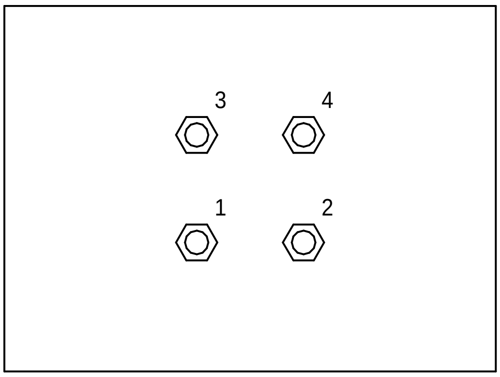
c1、c2、c3、c4：方向 1 及 2 距混凝土边的边矩；

s1、s2：竖直方向和水平方向锚栓最大的间距，分别为 100㎜ 和 100㎜；

c_{crN}：无间距效应和边缘效应情况下混凝土锥体破坏时的临界边矩，取 $c_{crN}=1.5\times h_{ef}=180$㎜；

$A_{cN}=156400$㎜²

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(460X340)

ψ_{sN}：边矩 c 对受拉承载力的影响系数，按 6.1.6[JGJ145-2013]采用：

$$\psi_{sN}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{crN}}\leqslant1 \qquad (JGJ145-2013\ 6.1.6)$$

其中 c 为边矩，当为多个边矩时，取最小值，取为 120㎜

$$\psi_{sN}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{crN}}$$

$$=0.7+\frac{0.3\times 120}{180}$$

$$=0.9$$

所以，ψ_{sN}取 0.9。

ψ_{reN}：表层混凝土因为密集配筋的剥离作用对受拉承载力的降低影响系数，按 6.1.7[JGJ145-2013]采用，当锚固区钢筋间距 s≥150mm 或钢筋直径 d≤10mm 且 s≥100mm 时，取 1.0；

当前锚固区属于其它类型，需要按照下式计算

$$\psi_{reN}=0.5+\frac{h_{ef}}{200}\leqslant 1$$

$$=0.5+\frac{120}{200}$$

=1.1>1，取 1.0

ψ_{ecN}：荷载偏心e_N对受拉承载力的降低影响系数，按 6.1.8[JGJ145-2013]采用；

$$\psi_{ecN}=\psi_{ecN1}\times\psi_{ecN2}\leqslant 1$$

$$=\frac{1}{1+\dfrac{2\times e_{Nx}}{s_{crN}}}\times\frac{1}{1+\dfrac{2\times e_{Ny}}{s_{crN}}}$$

$$=\frac{1}{1+\dfrac{20}{360}}\times\frac{1}{1+\dfrac{20}{360}}$$

=1>1

所以，ψ_{ecN}取 1。

把上面所得到的各项代入，得：

$$N_{Rkc}=N_{Rkc}^{0}\times\frac{A_{cN}}{A_{cN}^{0}}\times\psi_{sN}\times\psi_{reN}\times\psi_{ecN}$$

$$=46008.7\times\frac{156400}{129600}\times 0.9\times 1\times 1$$

=49970.6N

$$N_{Rdc}=k\times\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}}$$

$$=0.7\times\frac{49970.6}{1.8}$$

$$=19433N$$

由于 $\gamma_0\times N_{Sd}^{g}=4070.94\leq N_{Rdc}$,所以群锚混凝土锥体受拉破坏承载力满足设计要求！

6、混凝土劈裂破坏承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{g}\leq N_{Rd.sp}$ (JGJ145-2013 6.2.1-8)

$N_{Rd.sp}$：混凝土劈裂破坏受拉承载力设计值

混凝土劈裂破坏受拉承载力设计值$N_{Rd.sp}$应按下列公式计算：

$$N_{Rd.sp}=\frac{N_{Rk.sp}}{\gamma_{Rsp}}$$ (JGJ145-2013 6.2.15-1)

$$N_{Rk.sp}=\psi_{h.sp}\times N_{Rk.cp}$$ (JGJ145-2013 6.2.15-2)

$$N_{Rk.cp}=N_{Rk.c}^{0}\times\frac{A_{c.N}}{A_{c.N}^{0}}\times\psi_{s.N}\times\psi_{re.N}\times\psi_{ec.N}$$ (JGJ145-2013 6.1.3)

$\psi_{h.sp}$：构件厚度h对劈裂承载力的影响系数,不应大于$\left(\frac{2\times h_{ef}}{h_{min}}\right)^{(2/3)}$

下面分项计算

$$\psi_{h.sp}=\left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{(2/3)}$$

$$=\left(\frac{400}{240}\right)^{(2/3)}$$

$$=1.40572\ 取1$$

$c_{cr.sp}$：混凝土劈裂破坏的临界间矩

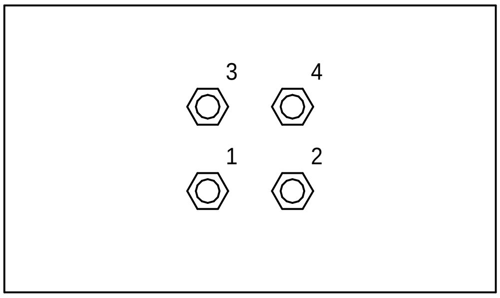
$c_{cr.sp}=2\times h_{ef}=240mm$ (JGJ145-2013 6.2.14)

$s_{cr.sp}=2\times c_{cr.sp}=480mm$ (JGJ145-2013 6.2.15)

$A^0_{c.N}=s_{cr.sp}^2=230400\text{mm}^2$

$A_{c.N}=197200\text{mm}^2$

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(580X340)

$$\psi_{s.N}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{cr.sp}}$$

$$=0.7+\frac{0.3\times 120}{240}$$

$$=0.85$$

所以，$\psi_{s.N}$取0.85。

$$\psi_{ec.N}=\psi_{ec.N1}\times\psi_{ec.N2}\leqslant 1$$

$$=\frac{1}{1+\dfrac{2e_{Nx}}{s_{cr.sp}}}\times\frac{1}{1+\dfrac{2e_{Ny}}{s_{cr.sp}}}$$

$$=\frac{1}{1+\dfrac{2\times 0}{480}}\times\frac{1}{1+\dfrac{2\times 0}{480}}$$

$$=1>1$$

所以，$\psi_{ec.N}$取1。

把上面所得到的各项代入，得：

$$N_{Rk.cp}=N^0_{Rk.c}\times\frac{A_{c.N}}{A^0_{c.N}}\times\psi_{s.N}\times\psi_{re.N}\times\psi_{ec.N}$$

$$=46008.7\times\frac{197200}{230400}\times 0.85\times 1\times 1$$

$$=33472.1\text{N}$$

$N_{Rk.sp}=\psi_{h.sp}\times N_{Rk.cp}$

$=1\times33472.1$

$=33472.1$

$N_{Rd.sp}=k\times\frac{N_{Rk.sp}}{\gamma_{Rsp}}$

$=0.7\times\frac{33472.1}{1.8}$

$=13016.9N$

由于 $\gamma_0\times N_{Sd}^{g}=4070.94\leqslant N_{Rd.sp}$,所以混凝土劈裂破坏受拉承载力满足设计要求!

7、混凝土混合破坏承载力效核

1) 单个锚栓混合破坏校核依据 $N_{sd.l}^{h}\leqslant0.55\times\frac{N_{Rk.p}^{0}}{\gamma_{Rp}}$ (JGJ145-2013 6.2.2-2)

$N_{sd.l}^{h}$: 长期荷载作用下,群锚中拉力最大锚栓的拉力值为0N

$N_{Rk.p}^{0}=\pi\times d\times h_{ef}\times\tau_{Rk}$ (JGJ145-2013 6.2.4-3)

τ_{Rk}: 粘接强度标准值,室外环境,开裂混凝土,考虑地震作用,不考虑长期荷载,取1.04

$N_{Rk.p}^{0}=\pi\times d\times h_{ef}\times\tau_{Rk}$

$=\pi\times12\times120\times1.04$

$=4704.85$

γ_{Rp}:按照4.3.10取1.8

计算得到

$0.55\times=0.55\times\frac{4704.85}{1.8}=1437.59$

由于$N_{sd.l}^{h}\leqslant1437.59$,所以混凝土混合破坏受拉承载力满足设计要求!

2)锚栓群混合破坏校核依据 $N_{sd}^{g}\leqslant N_{Rd.p}$ (JGJ145-2013 6.2.1-6)

$N_{Rd.p}=\frac{N_{Rk.p}}{\gamma_{Rp}}$ (JGJ145-2013 6.2.4-1)

$$N_{Rk.p}=N_{Rk.p}^{0}\times\frac{A_{p.N}}{A_{p.N}^{0}}\times\psi_{s.Np}\times\psi_{g.Np}\times\psi_{ec.Np}\times\psi_{re.Np}\qquad(JGJ145\text{-}2013\ 6.2.4\text{-}2)$$

$$s_{cr.Np}=20\times d\times\left(\frac{\tau_{Rk.ucr}}{7.5}\right)^{0.5}\qquad(JGJ145\text{-}2013\ 6.2.6\text{-}2)$$

$$=20\times12\times\left(\frac{4}{7.5}\right)^{0.5}$$

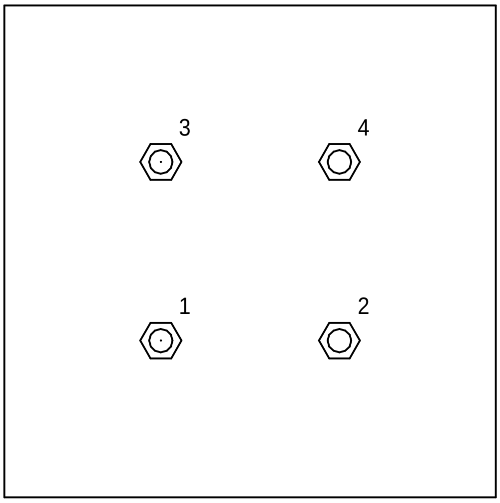
$$=175.271$$

$$A_{p.N}^{0}=s_{cr.Np}^{2}=30720\qquad(JGJ145\text{-}2013\ 6.2.6\text{-}1)$$

$$c_{cr.Np}=0.5\times s_{cr.Np}=87.6356\text{mm}$$

$$A_{p.N}=75774.2\text{mm}^{2}$$

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(275.271X275.271)

$$\psi_{s.Np}=0.7+0.3\times\frac{c}{c_{cr.Np}}$$

$$=0.7+0.3\times\frac{120}{87.6356}$$

$$=1.11079>1$$

所以，$\psi_{s.Np}$取 1。

$$\psi_{ec.Np}=\psi_{ec.Np1}\times\psi_{ec.Np2}\leqslant1$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times e_{Nx}}{s_{cr.Np}}}\times\frac{1}{1+\frac{2\times e_{Ny}}{s_{cr.Np}}}$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times 0}{175.271}}\times\frac{1}{1+\frac{2\times 0}{175.271}}$$

$=1>1$

所以，$\psi_{ec.Np}$取 1。

当前锚固区属于其它类型,需要按照下式计算

$$\psi_{re.Np}=0.5+\frac{h_{ef}}{200}\leqslant 1$$

$=1.1>1$,取 1.0

$\psi_{g.Np}$:群锚破坏表面影响系数

$$\psi^{0}_{g.Np}=\sqrt{n}-(\sqrt{n}-1)\times\left(\frac{d\times\tau_{Rk}}{k\times\sqrt{h_{ef}\times f_{cuk}}}\right)^{1.5} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.2.9\text{-}2)$$

$$=\sqrt{4}-(\sqrt{4}-1)\times\left(\frac{12\times 1.04}{2.3\times\sqrt{120\times 25}}\right)^{1.5}$$

$=1.96882$

$$\psi_{g.Np}=\psi^{0}_{g.Np}-\left(\frac{s}{s_{cr.Np}}\right)^{0.5}\times(\psi^{0}_{g.Np}-1) \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.2.9\text{-}1)$$

$$=1.96882-\left(\frac{100}{175.271}\right)^{0.5}\times(1.96882-1)$$

$=1.23703$

把上面所得到的各项代入，得:

$$N_{Rk.p}=N^{0}_{Rk.p}\times\frac{A_{p.N}}{A^{0}_{p.N}}\times\psi_{s.Np}\times\psi_{g.Np}\times\psi_{ec.Np}\times\psi_{re.Np}$$

$$=4704.85\times\frac{75774.2}{30720}\times 1\times 1.23703\times 1\times 1$$

$=14355.7N$

$$N_{Rd.p}=k\times\frac{N_{Rk.p}}{\gamma_{Rp}}$$

$=0.7\times\frac{14355.7}{1.8}$

$=5582.79$

由于 $\gamma_0\times N_{Sd}^{g}=4070.94\leq N_{Rd.p}$,所以混凝土群锚混合破坏受拉承载力满足设计要求!

8、锚栓钢材受剪破坏校核

校核依据 $V_{Sd}^{h}\leq V_{Rds}$ (JGJ145-2013 6.2.16-4)

其中V_{Sd}^{h} : 锚栓群中剪力最大的锚栓的剪力设计值,根据上面计算取 1415.7N

V_{Rds} : 锚栓钢材破坏受剪承载力设计值

A_s: 锚栓应力截面面积为 84.2965㎜²

f_{yk}:锚栓屈服强度标准值

V_{Rks}:锚栓钢材破坏受剪承载力标准值

γ_{RsV}:锚栓钢材破坏受剪承载力分项系数,按表 4.3.10 采用

实际选取γ_{RsV}=1.2;

不考虑杠杆臂的作用有

$V_{Rks}=0.5\times A_s\times f_{yk}$

$=0.5\times84.2965\times450$

$=18966.7N$

$V_{Rds}=\frac{V_{Rks}}{\gamma_{RsV}}$

$=\frac{18966.7}{1.2}$

$=15805.6N$

由于 $V_{Sd}^{h}=1415.7N\leq V_{Rds}$,所以锚栓钢材满足抗剪强度要求

9、构件边缘受剪混凝土楔形体破坏校核

c: 锚栓到混凝土边距,取 c=120㎜

h_{ef}:锚栓有效锚固深度为 120㎜

h: 混凝土基材厚度为 400㎜

由于 $c \leqslant 10h_{ef}$,$c \leqslant 60d$,所以需要效核混凝土承载力

根据上面计算可知,对于该处混凝土自由边缘的相应剪力为5662.8N,剪力与垂直于构件自由边方向轴线的夹角为0度,剪力合力作用点与受剪锚栓中心偏心距离为0mm,此时,边部锚栓到自由边距离为120mm

校核依据 $V_{Sd}^{g} \leqslant V_{Rdc}$ (JGJ145-2013 6.2.16-5)

其中V_{Sd}^{g} : 锚栓群总剪力设计值

V_{Rdc} : 混凝土楔形体破坏时的受剪承载力设计值

$$V_{Rdc} = k \times \frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}}$$ (JGJ145-2013 6.2.18-1)

$$V_{Rkc} = V_{Rkc}^{0} \times \frac{A_{cV}}{A_{cV}^{0}} \times \psi_{sV} \times \psi_{hV} \times \psi_{aV} \times \psi_{ecV} \times \psi_{reV}$$ (JGJ145-2013 6.2.18-2)

上式中
k：地震作用下锚固承载力降低系数，按表4.3.9(JGJ145-2013)选取；

V_{Rkc} :构件边缘混凝土破坏时受剪承载力标准值

γ_{RcV} :构件边缘混凝土破坏时受剪承载力分项系数,按4.3.10取用,对于非结构构件,取1.5

V_{Rkc}^{0}:单根锚筋垂直构件边缘受剪,混凝土理想破坏时的受剪承载力标准值

A_{cV}^{0} :单根锚筋受剪,混凝土破坏理想楔形体在侧向的投影面面积

A_{cV} :群锚受剪,混凝土破坏理想楔形体在侧向的投影面面积

ψ_{sV} :边距比$\frac{c2}{c1}$对受剪承载力的降低影响系数

ψ_{hV} :边距与厚度比$\frac{c1}{h}$对受剪承载力的提高影响系数

ψ_{aV} :剪力角度对受剪承载力的影响系数

ψ_{ecV} :荷载偏心e_V对群锚受剪承载力的降低影响系数

ψ_{reV}:锚区配筋对受剪承载力的影响系数,当前为1,取1

以下分别对各参数进行计算

$$V_{Rkc}^{0} = 1.35\times d^{(a)}\times h_{ef}^{(\beta)}\times\sqrt{f_{cu.k}}\times c1^{1.5}\quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.2.19)$$

$$a = 0.1\times\left(\frac{h_{ef}}{c1}\right)^{0.5} = 0.1\times\left(\frac{120}{120}\right)^{0.5} = 0.1$$

$$\beta = 0.1\times\left(\frac{d}{c1}\right)^{0.2} = 0.1\times\left(\frac{12}{120}\right)^{0.2} = 0.0630957$$

$$Vrkc0 = 1.35\times d^{(a)}\times h_{ef}^{(\beta)}\times\sqrt{f_{cu.k}}\times c1^{1.5}$$
$$= 1.35\times 12^{0.1}\times 120^{0.0630957}\times\sqrt{25}\times 120^{1.5}$$
$$= 15388N$$

$$A_{cV}^{0} = 4.5\times c1^{2}\quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.17)$$
$$= 4.5\times 120^{2}$$
$$= 64800mm^{2}$$

本处通常考虑群锚作用,故

$$A_{cV} = 82800mm^{2}$$

$$\psi_{sV} = 0.7+\frac{0.3\times c2}{1.5\times c1}\quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.19)$$
$$= 0.7+\frac{0.3\times 600}{1.5\times 120}$$

=1.7>1,按照规范取 1

$$\psi_{hV} = \left(\frac{1.5\times c1}{h}\right)^{(1/2)}\quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.20)$$
$$= \left(\frac{1.5\times 120}{400}\right)^{(1/2)}$$

= 0.67082<1,按照规范取 1

由于剪力与垂直于构件自由边方向轴线的夹角为0°,所以,按照规范JGJ145-2013 6.1.21有

$$\psi_{aV} = \sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha)^{2}+\left(\frac{\sin\alpha}{2.5}\right)^{2}}}$$
$$= 1$$

e_V :剪力合力点到受剪锚筋重心的距离为 0mm

$$\psi ecv = \frac{1}{1+\frac{2e_V}{3c1}}\quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.22)$$
$$= \frac{1}{1+\frac{2\times 0}{3\times 120}}$$
$$= 1$$

所以得到

$$V_{Rkc}=V^{0}_{Rkc}\times\frac{A_{cV}}{A^{0}_{cV}}\times\psi_{sV}\times\psi_{hV}\times\psi_{aV}\times\psi_{ecV}\times\psi_{reV}$$ (JGJ145-2013 6.2.18-2)

$$=15388\times\frac{82800}{64800}\times1\times1\times1\times1\times1$$

$$=19662.4N$$

$$V_{Rdc}=k\times\frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}}$$ (JGJ145-2013 6.2.18-1)

$$=0.6\times\frac{19662.4}{1.5}$$

$$=7864.96N$$

由于 $V^{g}_{Sd}\leqslant V_{Rdc}$,所以混凝土边缘破坏受剪承载力满足要求

10、混凝土剪撬破坏承载能力计算

$$V_{Rdcp}=K\times\frac{V_{Rkcp}}{\gamma_{Rcp}}$$ (JGJ145-2013 6.1.26-1)

$$V_{Rkcp}=\kappa\times N_{Rkc}$$ (JGJ145-2013 6.1.26-2)

在上面公式中：

K：地震作用下承载力降低系数；

V_{Rdcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力设计值；

V_{Rkcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力标准值；

γ_{Rcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力分项系数，按表 4.3.10 取 CHMBOLT γ rcp；

κ：锚固深度h_{ef}对V_{Rkcp}的影响系数，当h_{ef}<60mm 时取 1.0，否则取 2.0,本处取 2。

$$V_{Rkcp}=\kappa\times N_{Rkc}$$

$$=2\times49970.6$$

$$=99941.1N$$

$$V_{Rdcp}=K\times\frac{V_{Rkcp}}{\gamma_{Rcp}}$$

$$=0.6\times\frac{99941.1}{1.5}$$

$$=39976.4N$$

由于 Vgsd=5662.8N≤V_{Rdcp},所以混凝土剪撬破坏强度满足计算要求!

11、拉剪复合受力承载力计算

1)拉剪复合受力下锚栓钢材破坏时的承载力,按照下面公式计算

$$\left(\frac{N^h_{Sd}}{N_{Rds}}\right)^2+\left(\frac{V^h_{Sd}}{V_{Rds}}\right)^2\leqslant 1 \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-1)}$$

$$N_{Rds}=\frac{N_{Rks}}{\gamma_{Rs.N}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-2)}$$

$$V_{Rds}=\frac{V_{Rks}}{\gamma_{Rs.V}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-3)}$$

N^h_{Sd} : 锚栓群中拉力最大的锚栓的拉力设计值,根据上面计算取 925.214N

N_{Rds} : 锚栓钢材破坏受拉力设计值为 31611.2N

V^h_{Sd} : 锚栓群中剪力最大的锚栓的剪力设计值,根据上面计算取 1415.7N

V_{Rds} : 锚栓钢材破坏受剪承载力设计值

$$\left(\frac{N^h_{Sd}}{N_{Rds}}\right)^2+\left(\frac{V^h_{Sd}}{V_{Rds}}\right)^2$$

$$=\left(\frac{925.214}{31611.2}\right)^2+\left(\frac{1415.7}{15805.6}\right)^2$$

$$=0.00887936\leqslant 1$$

所以锚栓在拉剪复合受力下承载力满足要求

2)拉剪复合受力下混凝土破坏时的承载力,按照下面公式计算

$$\left(\frac{N^g_{Sd}}{N_{Rdc}}\right)^{1.5}+\left(\frac{V^g_{Sd}}{V_{Rdc}}\right)^{1.5}\leqslant 1 \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-1)}$$

$$N_{Rdc} = \frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-2)}$$

$$V_{Rdc} = \frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-3)}$$

分别代入各参数,计算如下:

$$\left(\frac{N_{Sd}^{g}}{N_{Rdc}}\right)^{1.5} + \left(\frac{V_{Sd}^{g}}{V_{Rdc}}\right)^{1.5}$$

$$=\left(\frac{3700.86}{19433}\right)^{1.5} + \left(\frac{5662.8}{7864.96}\right)^{1.5}$$

=0.694053≤1

所以拉剪复合受力下混凝土破坏时的承载力满足要求

12、锚栓构造要求校核

1)混凝土基材厚度应满足下列要求:

对于化学锚栓,$h \geq h_{ef} + 2d_0$ 且 h>100㎜ , d_0为锚孔直径 (JGJ145-2013 7.1.1)

当前,h 为 400㎜≥h_{ef}+2d_0=146㎜,满足构造要求

且 h >100㎜,满足构造要求

2)群锚最小间距值s_{min}以及最小边距值c_{min}构造要求:

对于化学锚栓: $s_{min} \geq 6d_{nom}, c_{min} \geq 6d_{nom}$; (JGJ145-2013 7.1.2)

s_{min} : 锚栓最小间距 100㎜

d : 锚栓直径 12㎜

$s_{min} \geq 6\times d = 72$㎜ ,满足构造要求

c_{min}=120㎜ $\geq 6\times d = 72$㎜ ,满足构造要求

所以群锚最小间距值s_{min}满足构造要求

群锚最小边距值c_{min}满足构造要求

3)化学锚栓最新小锚固深度要求: (JGJ145-2013 7.1.7)

按照 7.1.7 规定,锚固深度需要满足如下要求

当 d ≤ 10 ,最小锚固深度要大于 60㎜;

当 d = 12 ,最小锚固深度要大于 70㎜;

当 d = 16 ,最小锚固深度要大于 80mm;
当 d = 20 ,最小锚固深度要大于 90mm;
当 d ≥ 24 ,最小锚固深度要大于 4d;
当前锚固深度为 120mm,满足要求!

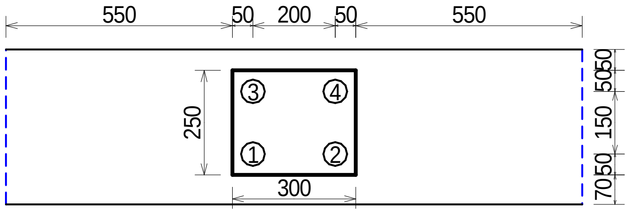
九、膨胀锚栓计算

1、锚栓计算信息描述

竖向剪力 V: 剪力设计值:
V=5662.8N
水平剪力设计值 Vh = 0N
N: 法向力设计值:
N=3700.86N
e2: 锚栓中心与锚板平面距离: 90mm
My: 弯矩设计值(N.mm):
My=V×e2
=5662.8×90
=509652N.mm
T: 扭矩设计值(N.mm): 0N.mm
当前计算锚栓类型: 扩孔型锚栓
锚栓材料类型: 不锈钢锚栓-A2-70
锚栓直径: 12mm
锚栓底板孔径: 13mm
锚栓处混凝土开孔直径: 14mm
锚栓有效锚固深度: 120mm
锚栓底部混凝土级别: 混凝土-C25
底部混凝土为开裂混凝土
底部混凝土基材厚度: 400mm
混凝土开裂及边缘配筋情况: 1
锚栓锚固区混凝土配筋描述: 其它情况

2、锚栓承受拉力计算

锚栓布置示意图如下:



锚栓布置示意图

d :锚栓直径 12mm
df:锚栓底板孔径 13mm
在拉力和弯矩共同作用下,锚栓群有两种可能的受力形式。

首先假定锚栓群绕自身的中心进行转动，经过分析得到锚栓群形心坐标为[150,125]，各锚栓到锚栓形心点的Y向距离平方之和为

$\sum y^2=22500$

y坐标最高的锚栓为4号锚栓，该点的y坐标为200，该点到形心点的y向距离为

y1= 200-125 = 75mm

y坐标最低的锚栓为1号锚栓，该点的y坐标为50，该点到形心点的y向距离为

y2= 50-125 = -75mm

所以锚栓群的最大和最小受力为：

$$N_{min}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y2}{\sum y^2}$$

$$=\frac{3700.86}{4}+\frac{509652\times(-75)}{22500}$$

$$=-773.626N$$

$$N_{max}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y1}{\sum y^2}$$

$$=\frac{3700.86}{4}+\frac{509652\times(75)}{22500}$$

$$=2624.05N$$

由于$N_{min}<0$，说明连接下部受压，在弯矩作用下构件绕最底排锚栓转动，此时，分析计算得到各锚栓到底排锚栓的Y向距离平方之和为

$\sum yd^2=45000$

最高锚栓点到底排锚栓点的y向距离为

yd= 200-50 = 150mm

e:拉力作用点到锚栓群转动中心的距离为75mm

锚栓所受最大拉力为

$$N_{max}=\frac{(M+N\times e)\times yd}{\sum yd^2}$$

$$=\frac{(509652+3700.86\times75)\times150}{45000}$$

$$=2624.05N$$

在拉力和各弯矩共同作用下，各锚栓承受的拉力如下表:

编号	X	Y	N(G)	N(Mv)	N(Mv)×Cy	N(Mh)	N(Mh)×Cx	N(Σ)
1	50	50	0	0	0	-	-	0
2	250	50	0	0	0	-	-	0
3	50	200	1698.84	2624.05	524811	-	-	2624.05
4	250	200	1698.84	2624.05	524811	-	-	2624.05
Σ(N×Coord)/ΣN=(150,200),受拉锚栓形心(150,200) 偏心距eNx=0 偏心距eNy=2.84217e-014,重力产生的拉力1698.84N								

所有锚栓承受的拉力总和为5248.11N

3、锚栓承受剪力计算

锚栓承受剪力按照破坏模式计算如下

1) 锚栓钢材破坏或混凝土剪撬破坏时

单独考虑竖向剪力作用,

V_y :5662.8N

V_x :0N

n_y:参与竖向剪力V受剪的锚栓数目为4个

n_x:参与水平剪力V受剪的锚栓数目为4个

$$V_{Sy}^{V} = \frac{V_y}{n_y} \qquad \text{(JGJ145-2013 5.3.3-2)}$$

$$= \frac{5662.8}{4}$$

$$= -1415.7N$$

$$V_{Sx}^{V} = \frac{V_x}{n_x} \qquad \text{(JGJ145-2013 5.3.3-1)}$$

$$= \frac{0}{4}$$

$$= 0N$$

所以锚栓群在剪力作用下,锚栓的最大剪力设计值为

$$V_{Smax} = V_{S}^{V}$$

$$= 1415.7N$$

故$V_{sd}^{h} = V_{Smax} = 1415.7N$

群锚总剪力设计值为V_{sdx}^{g}=0N,V_{sdy}^{g}=-5662.8N,V_{sd}^{g}=5662.8N

2) 混凝土边缘破坏时

根据边距分析可知,竖向剪力垂直于基材边缘,水平剪力平行于基材边缘

按照规范要求,垂直于基材边缘时,按照部分承受剪力设计,否则按照全部承受剪力设定(JGJ145-2013 5.3.1.2)

n_y:参与竖向剪力V受剪的锚栓数目为2个

n_x:参与水平剪力V受剪的锚栓数目为4个

单个锚栓承受的竖向剪力为

$$V_{Sy}^{V} = \frac{V_y}{n_y}$$

$= \frac{5662.8}{2}$

$=-2831.4N$

$V_{Sx}^{V} = \frac{V_x}{n_x}$

$= \frac{0}{4}$

$=0N$

所以锚栓群在剪力作用下,锚栓的最大剪力设计值为

$V_{Smax} = V_S^V$

$= 2831.4N$

故$V_{sd}^{h} = V_{Smax} = 2831.4N$

群锚总剪力设计值为: (将反向剪力不考虑)

剪切边缘为水平下边时,相应荷载为V_{sdx1}^{g}=0N,V_{sdy1}^{g}=-5662.8N,V_{sd1}^{g}=5662.8N

4、锚栓受拉承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{h} \leqslant N_{Rds}$ (JGJ145-2013 6.1.1-4)

其中N_{Sd}^{h} : 锚栓群中拉力最大的锚栓的拉力设计值,根据上面计算取2624.05N

N_{Rds} : 锚栓钢材破坏受拉力设计值

D : 锚栓直径为12㎜

A_s: 锚栓截面面积为84.2965㎜^{2}

f_{yk}:锚栓屈服强度标准值

N_{Rks}:锚栓钢材破坏受拉承载力标准值

γ_{RSN}:锚栓钢材破坏受拉承载力分项系数,按表4.3.10采用

$f_{yk} = 450N/㎜^2$

$N_{Rks} = A_s \times f_{yk}$

$= 84.2965 \times 450$

$= 37933.4N$

$$N_{Rds}=\frac{N_{Rks}}{\gamma_{RSN}}$$

$$=\frac{37933.4}{1.2}$$

$$=31611.2N$$

由于 N^{h}_{Sd}=2624.05N≤N_{Rds},所以锚栓钢材满足强度要求

考虑拉拔安全系数 2,则锚栓拉拔试验强度值最少要求达到 5.24811kN

5、锚栓混凝土锥体受拉破坏承载力校核

校核依据 $N^{g}_{Sd} \leqslant N_{Rdc}$　　　　　　　　　　　(JGJ145-2013 6.1.1-5)

其中N^{g}_{Sd} : 锚栓群受拉区总拉力设计值,根据上面计算取 5248.11N

N_{Rdc} : 混凝土锥体破坏受拉承载力设计值

锚固区基材按照开裂混凝土考虑。混凝土锥体受拉破坏时的受拉承载力设计值 Nrdc 应按下列公式计算:

$$N_{Rdc}=\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}}$$

$$N_{Rkc}=N^{0}_{Rkc}\times\frac{A_{cN}}{A^{0}_{cN}}\times\psi_{sN}\times\psi_{reN}\times\psi_{ecN}$$

在上面公式中:

N_{Rkc}:混凝土锥体破坏时的受拉承载力标准值;

k:地震作用下锚固承载力降低系数，按表 4.3.9[JGJ145-2013]选取;

γ_{RcN}:混凝土锥体破坏时的受拉承载力分项系数，按表 4.3.10[JGJ145-2013]采用，取 1.8;

N^{0}_{Rkc}:单锚栓受拉时，理想混凝土锥体破坏时的受拉承载力标准值;

对于开裂混凝土,$N^{0}_{Rkc}=7.0\times f_{cu.k}^{0.5}\times h_{ef}^{1.5}$　　　　　　(JGJ145-2013 6.1.3-3)

对于不开裂混凝土,$N^{0}_{Rkc}=9.8\times f_{cu.k}^{0.5}\times h_{ef}^{1.5}$　　　　　　(JGJ145-2013 6.1.3-4)

$f_{cu.k}$:混凝土立方体抗压强度标准值，当其在 45-60MPa 间时，应乘以降低系数 0.95;

本处混凝土为混凝土-C25，$f_{cu.k}$取25N/mm^2

h_{ef}：锚栓有效锚固深度，对于膨胀型及扩底型锚栓，为膨胀锥体与孔壁最大挤压点的深度；取120mm

$N^0_{Rkc}=7.0\times\sqrt{f_{cu.k}}\times h_{ef}^{1.5}$

$=7.0\times25^{0.5}\times120^{1.5}$

$=46008.7N$

A^0_{cN}：混凝土破坏锥体投影面面积，按6.1.4[JGJ145-2013]取；

s_{crN}：混凝土锥体破坏情况下，无间距效应和边缘效应，确保每根锚栓受拉承载力标准值的临界间矩。

$s_{crN}=3\times h_{ef}=360$mm

$A^0_{cN}=s_{crN}^2=129600$mm^2

A_{cN}：混凝土实际破坏锥体投影面积，按6.1.5[JGJ145-2013]取，

其中：

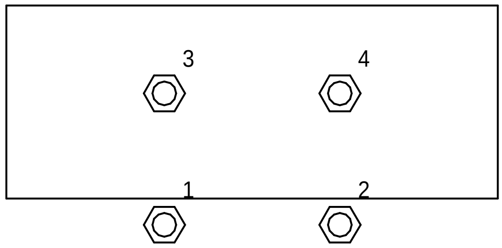
c1、c2、c3、c4：方向1及2距混凝土边的边矩；

s1、s2：竖直方向和水平方向锚栓最大的间距，分别为150mm和200mm；

c_{crN}：无间距效应和边缘效应情况下混凝土锥体破坏时的临界边矩，取$c_{crN}=1.5\times h_{ef}=180$mm；

$A_{cN}=123200$mm^2

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(560X220)

ψ_{sN}：边矩c对受拉承载力的影响系数，按6.1.6[JGJ145-2013]采用：

$$\psi_{sN}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{crN}}\leqslant1 \qquad (JGJ145-2013\ 6.1.6)$$

其中 c 为边矩，当为多个边矩时，取最小值，取为 100mm

$$\psi_{sN}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{crN}}$$

$$=0.7+\frac{0.3\times 100}{180}$$

$$=0.866667$$

所以，ψ_{sN}取 0.866667。

ψ_{reN}：表层混凝土因为密集配筋的剥离作用对受拉承载力的降低影响系数，按 6.1.7[JGJ145-2013]采用，当锚固区钢筋间距 s≥150mm 或钢筋直径 d≤10mm 且 s≥100mm 时，取 1.0；

当前锚固区属于其它类型，需要按照下式计算

$$\psi_{reN}=0.5+\frac{h_{ef}}{200}\leqslant 1$$

$$=0.5+\frac{120}{200}$$

$$=1.1>1,取 1.0$$

ψ_{ecN}：荷载偏心e_N对受拉承载力的降低影响系数，按 6.1.8[JGJ145-2013]采用；

$$\psi_{ecN}=\psi_{ecN1}\times\psi_{ecN2}\leqslant 1$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times e_{Nx}}{s_{crN}}}\times\frac{1}{1+\frac{2\times e_{Ny}}{s_{crN}}}$$

$$=\frac{1}{1+\frac{20}{360}}\times\frac{1}{1+\frac{20}{360}}$$

$$=1$$

所以，ψ_{ecN}取 1。

把上面所得到的各项代入，得：

$$N_{Rkc}=N_{Rkc}^{0}\times\frac{A_{cN}}{A_{cN}^{0}}\times\psi_{sN}\times\psi_{reN}\times\psi_{ecN}$$

$$=46008.7\times\frac{123200}{129600}\times 0.866667\times 1\times 1$$

$$=37905.1N$$

$$N_{Rdc}=k\times\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}}$$

$$=0.8\times\frac{37905.1}{1.8}$$

$$=16846.7N$$

由于 $\gamma_0\times N_{Sd}^{g}=5772.92\leqslant N_{Rdc}$,所以群锚混凝土锥体受拉破坏承载力满足设计要求!

6、混凝土劈裂破坏承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{g}\leqslant N_{Rd.sp}$　　　　(JGJ145-2013 6.1.1-6)

$N_{Rd.sp}$: 混凝土劈裂破坏受拉承载力设计值

混凝土劈裂破坏受拉承载力设计值$N_{Rd.sp}$应按下列公式计算：

$$N_{Rd.sp}=\frac{N_{Rk.sp}}{\gamma_{Rsp}}\qquad\text{(JGJ145-2013 6.1.12-1)}$$

$$N_{Rk.sp}=\psi_{h.sp}\times N_{Rk.cp}\qquad\text{(JGJ145-2013 6.1.12-2)}$$

$$N_{Rk.cp}=N_{Rk.c}^{0}\times\frac{A_{c.N}}{A_{c.N}^{0}}\times\psi_{s.N}\times\psi_{re.N}\times\psi_{ec.N}\qquad\text{(JGJ145-2013 6.1.3)}$$

$\psi_{h.sp}$: 构件厚度h对劈裂承载力的影响系数,不应大于1.5

下面分项计算

$$\psi_{h.sp}=\left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{(2/3)}$$

$$=\left(\frac{400}{180}\right)^{(2/3)}$$

$$=1.70291\ 取1.5$$

$c_{cr.sp}$: 混凝土劈裂破坏的临界间距

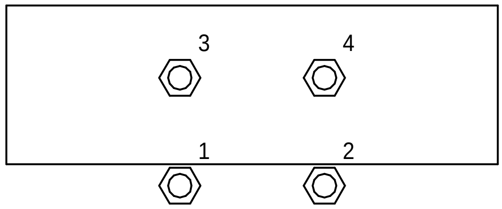
$c_{cr.sp}=2\times h_{ef}=240mm$　　　　(JGJ145-2013 6.1.11)

$s_{cr.sp}=2\times c_{cr.sp}=480mm$　　　　(JGJ145-2013 6.1.12)

$A_{c.N}^{0}=c_{cr.sp}^{2}=230400mm^{2}$

$A_{c.N}=149600mm^2$

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(680X220)

$$\psi_{s.N}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{cr.sp}}$$

$$=0.7+\frac{0.3\times 100}{240}$$

$$=0.825$$

所以，$\psi_{s.N}$取 0.825。

$$\psi_{ec.N}=\psi_{ec.N1}\times\psi_{ec.N2}\leqslant 1$$

$$=\frac{1}{1+\dfrac{2e_{Nx}}{s_{cr.sp}}}\times\frac{1}{1+\dfrac{2e_{Ny}}{s_{cr.sp}}}$$

$$=\frac{1}{1+\dfrac{2\times 0}{480}}\times\frac{1}{1+\dfrac{2\times 0}{480}}$$

$$=1$$

所以，$\psi_{ec.N}$取 1。

把上面所得到的各项代入，得：

$$N_{Rk.cp}=N^0_{Rk.c}\times\frac{A_{c.N}}{A^0_{c.N}}\times\psi_{s.N}\times\psi_{re.N}\times\psi_{ec.N}$$

$$=46008.7\times\frac{149600}{230400}\times 0.825\times 1\times 1$$

$$=24645.8N$$

$$N_{Rk.sp}=\psi_{h.sp}\times N_{Rk.cp}$$

$$=1.5\times 24645.8$$

$$=36968.7$$

$$N_{Rd.sp}=k\times\frac{N_{Rk.sp}}{\gamma_{Rsp}}$$

$$=0.8\times\frac{36968.7}{1.8}$$

$$=16430.5N$$

由于 $\gamma_0\times N_{Sd}^{g}=5772.92\leqslant N_{Rd.sp}$,所以混凝土劈裂破坏受拉承载力满足设计要求!

7、锚栓钢材受剪破坏校核

校核依据 $V_{Sd}^{h}\leqslant V_{Rds}$ (JGJ145-2013 6.1.13-4)

其中V_{Sd}^{h} : 锚栓群中剪力最大的锚栓的剪力设计值,根据上面计算取1415.7N

V_{Rds} : 锚栓钢材破坏受剪承载力设计值

A_s: 锚栓应力截面面积为84.2965mm^2

f_{yk}:锚栓屈服强度标准值

V_{Rks}:锚栓钢材破坏受剪承载力标准值

γ_{RsV}:锚栓钢材破坏受剪承载力分项系数,按表4.3.10采用

实际选取γ_{RsV}=1.2;

不考虑杠杆臂的作用有

$$V_{Rks}=0.5\times A_s\times f_{yk}$$

$$=0.5\times84.2965\times450$$

$$=18966.7N$$

$$V_{Rds}=\frac{V_{Rks}}{\gamma_{RsV}}$$ (JGJ145-2013 6.1.14-1)

$$=\frac{18966.7}{1.2}$$

$$=15805.6N$$

由于 $V_{Sd}^{h}=1415.7N\leqslant V_{Rds}$,所以锚栓钢材满足抗剪强度要求

8、构件边缘受剪混凝土楔形体破坏校核

c：锚栓到混凝土边距,取 c=100㎜

h_{ef}:锚栓有效锚固深度为 120㎜

h：混凝土基材厚度为 400㎜

由于 c≤10h_{ef},c≤60d,所以需要效核混凝土承载力

根据上面计算可知,对于该处混凝土自由边缘的相应剪力为 5662.8N,剪力与垂直于构件自由边方向轴线的夹角为 0 度,剪力合力作用点与受剪锚栓中心偏心距离为 0㎜,此时,边部锚栓到自由边距离为 120㎜

校核依据 $V^{g}_{Sd} \leq V_{Rdc}$　　(JGJ145-2013 6.1.13-5)

其中V^{g}_{Sd} ：锚栓群总剪力设计值

V_{Rdc} ：混凝土楔形体破坏时的受剪承载力设计值

$$V_{Rdc} = k \times \frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.15\text{-}1)$$

$$V_{Rkc} = V^{0}_{Rkc} \times \frac{A_{cV}}{A^{0}_{cV}} \times \psi_{sV} \times \psi_{hV} \times \psi_{aV} \times \psi_{ecV} \times \psi_{reV} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.15\text{-}2)$$

上式中

k：地震作用下锚固承载力降低系数，按表 4.3.9(JGJ145-2013)选取；

V_{Rkc} :构件边缘混凝土破坏时受剪承载力标准值

γ_{RcV} :构件边缘混凝土破坏时受剪承载力分项系数,按 4.3.10 取用,对于非结构构件,取 1.5

V^{0}_{Rkc}:单根锚筋垂直构件边缘受剪,混凝土理想破坏时的受剪承载力标准值

A^{0}_{cV} :单根锚筋受剪,混凝土破坏理想楔形体在侧向的投影面面积

A_{cV} :群锚受剪,混凝土破坏理想楔形体在侧向的投影面面积

ψ_{sV} :边距比$\frac{c2}{c1}$对受剪承载力的降低影响系数

ψ_{hV} :边距与厚度比$\frac{c1}{h}$对受剪承载力的提高影响系数

ψ_{aV} :剪力角度对受剪承载力的影响系数

ψ_{ecV} :荷载偏心e_V对群锚受剪承载力的降低影响系数

ψ_{reV}:锚区配筋对受剪承载力的影响系数,当前为 1,取 1

以下分别对各参数进行计算

d_{nom} :锚栓外径取 12mm

l_f :剪切荷载作用下锚栓的有效长度,给定值为 120mm,按照规范要求$l_f \leq 8d$,故取 $l_f=8d=96$mm

$$V_{Rkc}^{0} = 1.35 \times d^{(a)} \times h_{ef}^{(\beta)} \times \sqrt{f_{cu.k}} \times c1^{1.5} \quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.16\text{-}1)$$

$$a = 0.1 \times \left(\frac{l_f}{c1}\right)^{0.5} = 0.1 \times \left(\frac{96}{120}\right)^{0.5} = 0.0894427$$

$$\beta = 0.1 \times \left(\frac{d_{nom}}{c1}\right)^{0.2} = 0.1 \times \left(\frac{12}{120}\right)^{0.2} = 0.0630957$$

$$\begin{aligned} Vrkc0 &= 1.35 \times d^{(a)} \times h_{ef}^{(\beta)} \times \sqrt{f_{cu.k}} \times c1^{1.5} \\ &= 1.35 \times 12^{0.0894427} \times 120^{0.0630957} \times \sqrt{25} \times 120^{1.5} \\ &= 14989.5N \end{aligned}$$

$$A_{cV}^{0} = 4.5 \times c1^{2} \quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.17)$$

$$= 4.5 \times 120^{2}$$

$$= 64800mm^{2}$$

本处通常考虑群锚作用,故

$$A_{cV} = 100800mm^{2}$$

$$\psi_{sV} = 0.7 + \frac{0.3 \times c2}{1.5 \times c1} \quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.19)$$

$$= 0.7 + \frac{0.3 \times 600}{1.5 \times 120}$$

=1.7>1,按照规范取 1

$$\psi_{hV} = \left(\frac{1.5 \times c1}{h}\right)^{(1/2)} \quad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.20)$$

$$= \left(\frac{1.5 \times 120}{400}\right)^{(1/2)}$$

= 0.67082<1,按照规范取 1

由于剪力与垂直于构件自由边方向轴线的夹角为0° ,所以,按照规范JGJ145-2013 6.1.21 有

$$\psi_{aV}=\sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha)^2+\left(\frac{\sin\alpha}{2.5}\right)^2}}$$

$$=1$$

e_V :剪力合力点到受剪锚筋重心的距离为0mm

$$\psi_{ecV}=\frac{1}{1+\frac{2e_V}{3c1}} \quad \text{(JGJ145-2013 6.1.22)}$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times0}{3\times120}}$$

$$=1$$

所以得到

$$V_{Rkc}=V^0_{Rkc}\times\frac{A_{cV}}{A^0_{cV}}\times\psi_{sV}\times\psi_{hV}\times\psi_{aV}\times\psi_{ecV}\times\psi_{reV} \quad \text{(JGJ145-2013 6.1.15-2)}$$

$$=14989.5\times\frac{100800}{64800}\times1\times1\times1\times1\times1$$

$$=23317N$$

$$V_{Rdc}=k\times\frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}} \quad \text{(JGJ145-2013 6.1.15-1)}$$

$$=0.7\times\frac{23317}{1.5}$$

$$=10881.3N$$

由于 $V^g_{Sd}\leqslant V_{Rdc}$,所以混凝土边缘破坏受剪承载力满足要求

9、混凝土剪撬破坏承载能力计算

$$V_{Rdcp}=K\times\frac{V_{Rkcp}}{\gamma_{Rcp}} \quad \text{(JGJ145-2013 6.1.26-1)}$$

$$V_{Rkcp}=\kappa\times N_{Rkc} \quad \text{(JGJ145-2013 6.1.26-2)}$$

在上面公式中：

K：地震作用下承载力降低系数；

V_{Rdcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力设计值；

V_{Rkcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力标准值；

γ_{Rcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力分项系数，按表 4.3.10 取 1.5；

κ ：锚固深度h_{ef}对V_{Rkcp}的影响系数，当h_{ef}<60mm 时取 1.0，否则取 2.0,本处取 2。

$$V_{Rkcp}=\kappa\times N_{Rkc}$$
$$=2\times37905.1$$
$$=75810.2\text{N}$$

$$V_{Rdcp}=K\times\frac{V_{Rkcp}}{\gamma_{Rcp}}$$
$$=0.7\times\frac{75810.2}{1.5}$$
$$=35378.1\text{N}$$

由于 Vgsd=5662.8N≤V_{Rdcp},所以混凝土剪撬破坏强度满足计算要求!

10、拉剪复合受力承载力计算

1)拉剪复合受力下锚栓钢材破坏时的承载力,按照下面公式计算

$$\left(\frac{N^h_{Sd}}{N_{Rds}}\right)^2+\left(\frac{V^h_{Sd}}{V_{Rds}}\right)^2\leqslant 1 \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-1)}$$

$$N_{Rds}=\frac{N_{Rks}}{\gamma_{RsN}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-2)}$$

$$V_{Rds}=\frac{V_{Rks}}{\gamma_{RsV}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-3)}$$

N^h_{Sd} ：锚栓群中拉力最大的锚栓的拉力设计值,根据上面计算取 2624.05N

N_{Rds} ：锚栓钢材破坏受拉力设计值为 31611.2N

V^h_{Sd} ：锚栓群中剪力最大的锚栓的剪力设计值,根据上面计算取 1415.7N

V_{Rds} ：锚栓钢材破坏受剪承载力设计值

$$\left(\frac{N_{Sd}^{h}}{N_{Rds}}\right)^{2}+\left(\frac{V_{Sd}^{h}}{V_{Rds}}\right)^{2}$$

$$=\left(\frac{2624.05}{31611.2}\right)^{2}+\left(\frac{1415.7}{15805.6}\right)^{2}$$

=0.0149134≤1

所以锚栓在拉剪复合受力下承载力满足要求

2)拉剪复合受力下混凝土破坏时的承载力,按照下面公式计算

$$\left(\frac{N_{Sd}^{g}}{N_{Rdc}}\right)^{1.5}+\left(\frac{V_{Sd}^{g}}{V_{Rdc}}\right)^{1.5}\leqslant 1 \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-1)}$$

$$N_{Rdc}=\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-2)}$$

$$V_{Rdc}=\frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-3)}$$

分别代入各参数,计算如下:

$$\left(\frac{N_{Sd}^{g}}{N_{Rdc}}\right)^{1.5}+\left(\frac{V_{Sd}^{g}}{V_{Rdc}}\right)^{1.5}$$

$$=\left(\frac{5248.11}{16846.7}\right)^{1.5}+\left(\frac{5662.8}{10881.3}\right)^{1.5}$$

=0.5493≤1

所以拉剪复合受力下混凝土破坏时的承载力满足要求

11、锚栓构造要求校核

1)混凝土基材厚度应满足下列要求:

对于膨胀型锚栓和扩孔型锚栓,$h \geqslant 2h_{ef}$且 h>100㎜ (JGJ145-2013 7.1.1)

当前,h 为 400㎜≥2×h_{ef}=240㎜,满足构造要求

且 h >100㎜,满足构造要求

2)群锚最小间距值s_{min}以及最小边距值c_{min}构造要求:

对于膨胀型锚栓: $s_{min} \geqslant 6d_{nom}$,$c_{min} \geqslant 10d_{nom}$; (JGJ145-2013 7.1.2)

对于扩孔型锚栓: $s_{min} \geqslant 6d_{nom}$,$c_{min} \geqslant 6d_{nom}$; (JGJ145-2013 7.1.2)

当前锚栓为扩孔型锚栓,所以

s_{min} ：锚栓最小间距 150㎜

d_{nom} ：锚栓直径 12㎜

s_{min} $6\times d_{nom}$ = 72㎜ ,满足构造要求

c_{min}=100㎜ ≥ 6×d_{nom} = 72㎜ ,满足构造要求

所以群锚最小间距值s_{min}满足构造要求

群锚最小边距值c_{min}满足构造要求

第二部分、玻璃雨蓬

一、荷载计算

1、风荷载标准值计算

W_k: 作用在幕墙上的风荷载标准值(kN/m²)

z : 计算高度5m

μ_z: 5m高处风压高度变化系数(按B类区计算): (GB50009-2012 条文说明8.2.1)

$\mu_z=1\times(\frac{z}{10})^{0.3}=0.812252$ 由于0.812252<1,取$\mu_z=1$

I_{10}: 10米高名义湍流度,对应A、B、C、D类地面粗糙度，分别取0.12、0.14、0.23、0.39。(GB50009-2012 条文说明8.4.6)

β_{gz}: 阵风系数 : (GB50009-2012 8.1.1-2)

$\beta_{gz}=1+2\times g\times I_{10}\times(\frac{z}{10})^{(-\alpha)}$ (GB50009-2012 条文说明8.6.1)

$=1+2\times2.5\times0.14\times(\frac{5}{10})^{(-0.15)}$

$=1.7767$ 由于1.7767>1.7,取$\beta_{gz}=1.7$ (GB50009-2012 条文说明8.1.1)

μ_{sp1}:局部正风压体型系数

μ_{sn1}:局部负风压体型系数,通过计算确定

μ_{sz}:建筑物表面正压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3)取0.2

μ_{sf}:建筑物表面负压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3-2)取-2

按照以上计算得到$\mu_{sp1}=0.2$

$\mu_{sn1}=-2$

正风压风荷载标准值计算如下

$W_{kp}=\beta_{gz}\times\mu_{sp1}\times\mu_z\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

$=1.7\times0.2\times1\times0.45$

$=0.153$ kN/m²

负风压风荷载标准值计算如下

$W_{kn}=\beta_{gz}\times\mu_{sn1}\times\mu_z\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

=1.7×(-2)×1×0.45
=-1.53 kN/㎡

2、风荷载设计值计算

W: 风荷载设计值: kN/㎡
γw : 风荷载作用效应的分项系数：1.4
按《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003　5.4.2条规定采用
Wp=γw×Wkp=1.4×0.153=0.2142kN/㎡
Wn=γw×Wkn=1.4×(-1.53)=-2.142kN/㎡

3、雪荷载标准值计算

Sk: 雪荷载标准值(kN/㎡)
S0: 基本雪压,杭州市50年一遇最大积雪的自重: 0.45kN/㎡
根据现行<<建筑结构荷载规范>>GB50009-2012取值
μr: 屋面积雪分布系数为　2
根据<<建筑结构荷载规范>>GB50009-2012公式7.1.1屋面雪载荷按下式计算
Sk=μr×S0
=2×0.45
=0.9kN/㎡

4、雪荷载设计值计算

S:　雪载荷设计值(kN/㎡)
γs: 雪载荷分项系数为　1.4
按《铝门窗幕墙技术资料汇编(一)》表'3-1 各种荷载分顶系数'采用
S=γs×Sk
=1.4×0.9
=1.26kN/㎡

5、自重荷载设计值

G:构件自重荷载设计值(kN/㎡)
WGT:幕墙面板和构件平均平米重量取0.5 kN/㎡
GAK:构件自重荷载标准值(kN/㎡)
rg: 恒载荷分项系数为　1.2
按《铝门窗幕墙技术资料汇编(一)》表'3-1 各种荷载分顶系数'采用
GAK=WGT
=0.5kN/㎡
G=rg×GAK
=1.2×0.5
=0.6kN/㎡

6、竖向均布地震作用计算

GK:重力荷载代表值取结构自重值(kN/㎡)

GK=GAK

=0.5kN/㎡

αvmax: 竖向地震影响系数最大值:0.026

qEVk: 分布竖向地震作用标准值(kN/㎡)

qEVk=βE×αvmax×GK (JGJ102-2003 5.3.4)

=5×0.026×0.5

=0.065kN/㎡

rE: 地震作用分项系数: 1.3

qEAV: 分布竖向地震作用设计值(kN/㎡)

qEAV=rE×qEVk

=1.3×0.065

=0.0845kN/㎡

7、荷载组合计算

考虑竖向正向(向下)荷载组合为(考虑正向风荷载、地震荷载、雪荷载、重力荷载):

考虑风荷载为主要组合荷载

Szkpw=GAK+Wkp

=0.5+0.153

=0.653kN/㎡

Szpw=GAK×γG+Wkp×γw+Sk×γs×ψS+qEVk×γE×ψE

=0.5×1.2+0.153×1.4+0.9×1.4×0.7+0.065×1.3×0.5

=1.73845kN/㎡

考虑以活荷载为主要组合荷载

Szkpl=GAK+L+ψw×Wkp

=0.5+0.5+0.6×0.153

=1.0918kN/㎡

Szpl=GAK×γG+L×γl+Wkp×γw×ψw+qEVk×γE×ψE

=0.5×1.2+0.5×1.4+0.153×1.4×0.6+0.065×1.3×0.5

=1.47077kN/㎡

考虑以雪荷载为主要组合荷载

Szkps=GAK+Sk+ψw×Wkp

=0.5+0.9+0.6×0.153

=1.4918kN/㎡

Szps=GAK×γG+Sk×γs+Wkp×γw×ψw+qEVk×γE×ψE

=0.5×1.2+0.9×1.4+0.153×1.4×0.6+0.065×1.3×0.5

=2.03077kN/㎡

所以对于正向荷载组合,取

荷载组合标准值 Szkp=1.4918kN/㎡

荷载组合设计值 Szp=2.03077kN/㎡

考虑竖向负向(向上)荷载组合为(考虑负向风荷载、重力荷载):

Szkn=GAK+Wkn

=0.5+(-1.53)

=-1.03kN/㎡

Szn=GK×γGf+Wf×γw-qEVk×γE×ψE

$=0.5\times1+(-1.53)\times1.4-0.065\times1.3\times0.5$

$=-1.68425kN/m^2$

综合以上计算，取绝对值最大的荷载进行强度演算

采用荷载组合标准值为1.4918kN/m²

荷载组合设计值为2.03077kN/m²

二、玻璃计算

1、玻璃面积

B：该处玻璃幕墙分格宽：1.26m

H：该处玻璃幕墙分格高：1.05m

A：该处玻璃板块面积：

$A=B\times H$

$=1.26\times1.05$

$=1.323m^2$

2、玻璃板块自重

G_{SAk}:夹胶玻璃板块平均自重(不包括铝框)：

玻璃的体积密度为： 25.6(kN/m³)　　　　(JGJ102-2003　5.3.1)

t_1：外层玻璃厚度 8mm

t_2：内层玻璃厚度 8mm

$$G_{SAk}=25.6\times\frac{t_1+t_2}{1000}$$

$$=25.6\times\frac{8+8}{1000}$$

$=0.4096kN/m^2$

3、玻璃强度计算

选定面板材料为:8(FF)+1.52+8(FF)夹胶玻璃

校核依据： $\sigma\leq f_g$

q：玻璃所受组合荷载：2.03077kN/m²

a：玻璃短边边长：1.05m

b：玻璃长边边长：1.26m

t_o:夹胶玻璃外层玻璃厚度：8mm

t_i:夹胶玻璃内层玻璃厚度：8mm

E：玻璃弹性模量 ：72000N/mm²

m：玻璃板面跨中弯曲系数,按边长比a/b查表 6.1.2-1得：0.0593333

η：折减系数,根据参数θ查表6.1.2-2

σ_w：玻璃所受应力：

$q=2.03077kN/m^2$

荷载分配计算：

$$q_o=q\times\frac{t_o^3}{t_o^3+t_i^3}$$

$$=2.03077\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$=1.01539$

$$q_i=q\times\frac{t_i^3}{t_o^3+t_i^3}$$

$$=2.03077\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$=1.01539$

$$q_{ko}=q_k\times\frac{t_o^3}{t_o^3+t_i^3}$$

$$=1.4918\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$=0.7459$

$$q_{ki}=q_k\times\frac{t_i^3}{t_o^3+t_i^3}$$

$$=1.4918\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$=0.7459$

参数θ计算：

$$\theta_o=\frac{q_{ko}\times a^4\times 10^9}{E\times t_o^4} \qquad \text{(JGJ102-2003 6.1.2-3)}$$

$$=\frac{0.7459\times1.05^4\times10^9}{72000\times8^4}$$

$=3.07429$

查表6.1.2-2 得ηo = 1

$$\theta_i=\frac{q_{ki}\times a^4\times 10^9}{E\times t_i^4}$$

$$=\frac{0.7459\times1.05^4\times10^9}{72000\times8^4}$$

$=3.07429$

查表 6.1.2-2 得 $\eta_i = 1$

玻璃最大应力计算:

$$\sigma_{wo}=\frac{6\times m\times q_o\times a^2\times 1000}{t_o^2}\times\eta_o \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 6.1.2\text{-}1)$$

$$=\frac{6\times0.0593333\times1.01539\times1.05^2\times1000}{8^2}\times1$$

$=6.22701N/mm^2$

$$\sigma_{wi}=\frac{6\times m\times q_i\times a^2\times 1000}{t_i^2}\times\eta i$$

$$=\frac{6\times0.0593333\times1.01539\times1.05^2\times1000}{8^2}\times1$$

$=6.22701N/mm^2$

$6.22701N/mm^2\leqslant f_g=28N/mm^2$

$6.22701N/mm^2\leqslant f_g=28N/mm^2$

玻璃的强度满足

4、玻璃跨中挠度计算

校核依据: $d_f\leqslant d_{flim}=\frac{1.05}{60}\times1000=17.5mm$

D: 玻璃刚度(N·mm)

ν: 玻璃泊松比: 0.2

E: 玻璃弹性模量 : $72000N/mm^2$

t_e: 夹胶玻璃的等效厚度

$$t_e=\sqrt[3]{t_o^3+t_i^3}$$

$$=\sqrt[3]{8^3+8^3}$$

$=10.0794mm$

$$D=\frac{E\times t_e^3}{12\times(1-\nu^2)}$$

$$=\frac{72000\times10.0794^3}{12\times(1-0.2^2)}$$

$$=6400000.0N\cdot mm$$

q_k：玻璃所受组合荷载标准值:1.4918kN/㎡

μ：挠度系数,按边长比 a/b 查　　表 6.1.3 得：0.00565667

参数θ计算:

$$\theta=\frac{q_k\times a^4}{E\times t_e^4} \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 6.1.2\text{-}3)$$

$$=\frac{1.4918\times1.05^4}{72000\times10.0794^4}\times10^9$$

$$=2.44007$$

η：折减系数,根据参数θ查表 6.1.2-2　得η = 1

d_f：玻璃组合荷载标准值作用下挠度最大值

$$d_f=\frac{\mu\times q_k\times a^4}{D}\times\eta \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 6.1.3\text{-}2)$$

$$=\frac{0.00565667\times1.4918\times1.05^4}{6400000.0}\times1\times10^9$$

$$=1.60269mm$$

$1.60269mm \leq d_{flim}=17.5mm$

玻璃的挠度满足

三、雨蓬杆件计算

1、雨蓬杆件承受组合荷载计算

(1)组合荷载线分布最大荷载集度设计值(矩形分布)

Wk：组合荷载标准值：1.4918kN/㎡

W：组合荷载设计值：2.03077kN/㎡

Bl：雨蓬杆件左分格宽：1.26m

Br：雨蓬杆件右分格宽：1.26m

qk=Wk×(Bl+Br)/2

=1.4918×(1.26+1.26)/2

=1.87967kN/m

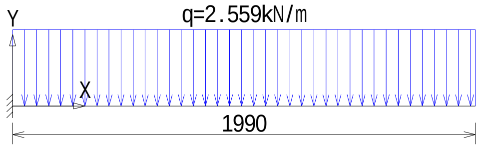
q=W×(Bl+Br)/2

=2.03077×(1.26+1.26)/2

=2.55877kN/m

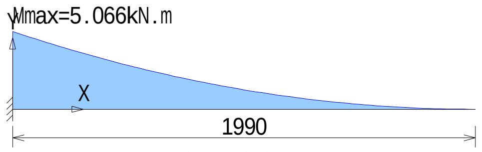
(2)雨蓬杆件在荷载作用下的弯矩:

雨蓬承受荷载作用简图如下：



悬挑雨蓬受力简图

通过有限元分析计算得到雨蓬杆件的弯矩图如下:



悬挑雨蓬弯矩图

雨蓬杆件弯矩分布如下表:

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.224	0.448	0.672	0.895	1.094	1.318	1.542	1.766	1.990
弯矩(kN.m)	**5.066**	3.991	3.043	2.224	1.533	1.026	0.577	0.256	0.064	0.000

最大弯矩发生在 0m 处

M: 雨蓬杆件在组合荷载作用下产生弯矩(kN·m)

M=5.06649kN·m

雨蓬杆件在荷载作用下的支座反力信息如下表:

支座编号	X向反力(kN)	Y向反力(kN)	转角反力(kN.m)
N0	-0.000	5.092	5.066
N1	---	---	---

2、雨蓬杆件型材截面信息

选定杆件材料类别: 钢-Q235 冷弯

选用杆件型材名称: 140x80x5

型材强度设计值: 205N/mm^2

型材弹性模量: E=206000N/mm^2

X 轴惯性矩: Ix=546.325cm^4

Y 轴惯性矩: Iy=224.969cm^4

X 轴上部抵抗矩: Wx1=78.0465cm^3

X 轴下部抵抗矩: Wx2=78.0465cm^3

Y 轴左部抵抗矩: Wy1=56.2423cm^3

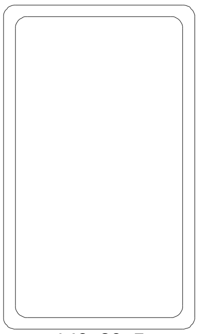
Y 轴右部抵抗矩: Wy2=56.2423cm^3

型材截面积: A=21cm^2

型材计算校核处抗剪壁厚: t=5mm

型材截面面积矩: Ss=48.0713cm^3

塑性发展系数: γ=1



140x80x5

3、雨蓬杆件强度验算

校核依据：$\frac{N}{A}+\frac{M}{\gamma\times w}\leqslant fa$　　(JGJ102-2003　6.3.7)

N：杆件轴力受力设计值，为 0kN

σ：杆件计算强度(N/mm^2)

A：杆件型材截面积：$21cm^2$

M：杆件弯矩：5.06649kN·m

Wx2：杆件截面抵抗矩：$78.0465cm^3$

γ：塑性发展系数：1

$\sigma=\frac{M\times10^3}{1\times Wx2}$

$=\frac{5.06649\times10^3}{1\times78.0465}$

$=64.9163N/mm^2$

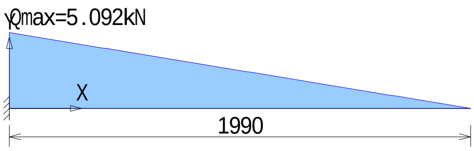
$64.9163N/mm^2\leqslant fa=205N/mm^2$

杆件强度满足要求

4、雨蓬杆件剪应力计算

校核依据：$\tau max\leqslant[\tau]=120N/mm^2$

通过有限元分析计算得到杆件的剪力图如下：



悬挑雨蓬剪力图

杆件剪力分布如下表：

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.224	0.448	0.672	0.895	1.094	1.318	1.542	1.766	1.990
剪力(kN)	**5.092**	4.519	3.946	3.373	2.801	2.291	1.719	1.146	0.573	-0.000

最大剪力发生在 0m 处

τ：杆件剪应力：

Q：杆件最大剪力：5.09195kN

Ss：杆件型材截面面积矩：48.0713cm^3

Ix：杆件型材截面惯性矩：546.325cm^4

t：杆件抗剪壁厚：5mm

$$\tau=\frac{Q\times Ss\times 100}{Ix\times t}$$

$$=\frac{5.09195\times 48.0713\times 100}{546.325\times 5}$$

$=8.96085N/mm^2$

$8.96085N/mm^2\leqslant 120N/mm^2$

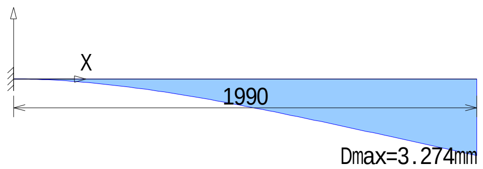
杆件抗剪强度可以满足

5、雨蓬杆件挠度计算

校核依据：$Umax\leqslant\frac{2\times L}{300}$

Dfmax：杆件最大允许挠度：

通过有限元分析计算得到杆件的挠度图如下：



悬挑雨蓬位移图

杆件挠度分布如下表：

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.224	0.448	0.672	0.895	1.094	1.318	1.542	1.766	1.990
挠度(mm)	0.000	-0.077	-0.285	-0.592	-0.973	-1.354	-1.815	-2.295	-2.783	**-3.274**

最大挠度发生在1.99m处，最大挠度为3.27405mm

$$Dfmax=\frac{2\times L\times 1000}{300}$$

$$=\frac{2\times 1.99\times 1000}{300}$$

=13.2667mm

杆件最大挠度Umax为：3.27405mm≤13.2667mm

挠度满足要求

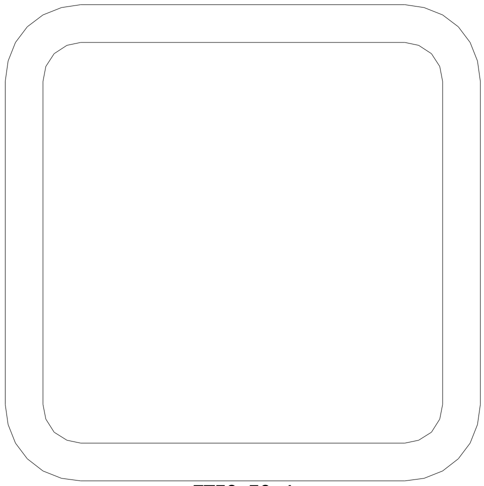
四、横向杆件计算

1、选用型材的截面特性

选定杆件材料类别：GLOB_MH

选用杆件型材名称：FT50x50x4

型材强度设计值：GetFa(GLOB_MH,4)N/mm^2
型材弹性模量：E=GetE(GLOB_MH)N/mm^2
X 轴惯性矩：I_x=23.7359cm^4
Y 轴惯性矩：I_y=23.7359cm^4
X 轴上部抵抗矩：W_{x1}=9.49435cm^3
X 轴下部抵抗矩：W_{x2}=9.49435cm^3
Y 轴左部抵抗矩：W_{y1}=9.49435cm^3
Y 轴右部抵抗矩：W_{y2}=9.49435cm^3
型材截面积：A=6.94796cm^2
型材计算校核处抗剪壁厚：t=4mm
型材截面面积矩：Ss=5.86444cm^3
塑性发展系数：γ=GetGama(GLOB_MH)



FT50x50x4

2、杆件强度计算

(1)荷载线分布最大荷载集度设计值(矩形分布)
q：荷载线分布最大荷载集度设计值(kN/m)
Bl：左分格宽：1.05m
Br：右分格宽：1.05m

$$q_k=W_k\times\frac{Bl+Br}{2}$$

$$=1.4918\times\frac{1.05+1.05}{2}$$

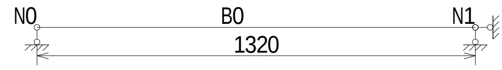
$$=1.56639\text{kN/m}$$

$$q=W\times\frac{Bl+Br}{2}$$

$$=2.03077\times\frac{1.05+1.05}{2}$$

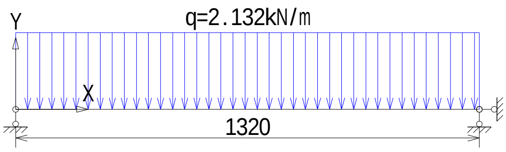
$$=2.13231\text{kN/m}$$

(2)荷载组合
杆件节点及单元编号图如下：



雨篷横梁计算简图

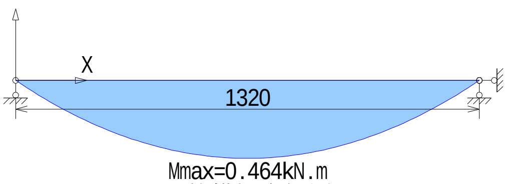
杆件所受组合荷载简图如下:



雨篷横梁受力简图

(3)杆件弯矩:

通过有限元分析计算得到杆件的弯矩图如下:



雨篷横梁弯矩图

杆件弯矩分布如下表:

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.149	0.297	0.446	0.594	0.726	0.874	1.023	1.171	1.320
弯矩(kN.m)	-0.000	-0.185	-0.324	-0.415	**-0.460**	-0.460	-0.415	-0.324	-0.185	0.000

最大弯矩发生在0.66m处

M: 幕墙杆件在组合荷载作用下产生弯矩(kN·m)

M=0.464417kN·m

杆件在荷载作用下的支座反力信息如下表:

支座编号	X向反力(kN)	Y向反力(kN)	转角反力(kN.m)
N0	---	1.407	---
N1	-0.000	1.407	---

(4)校核依据: $\frac{M}{\gamma \times w} \leqslant fa$ (JGJ102-2003 6.2.4)

σ: 杆件计算强度(N/mm^2)

A: 杆件型材截面积: 6.94796cm^2

Wx: 杆件截面抵抗矩: 9.49435cm^3

γ: 塑性发展系数: 1

$$\sigma = \frac{M \times 10^3}{1 \times Wx}$$

$$= \frac{0.464417 \times 10^3}{1 \times 9.49435}$$

$$= 48.9151 N/mm^2$$

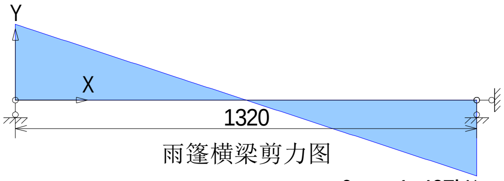
$48.9151N/mm^2 \leqslant fa=205N/mm^2$

杆件强度满足要求

3、杆件剪力计算

校核依据：$\tau max \leqslant [\tau]=120N/mm^2$

通过有限元分析计算得到杆件的剪力图如下：



雨篷横梁剪力图

杆件剪力分布如下表：

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.149	0.297	0.446	0.594	0.726	0.874	1.023	1.171	1.320
剪力(kN)	**1.407**	1.091	0.774	0.457	0.141	-0.141	-0.457	-0.774	-1.091	**-1.407**

最大剪力发生在 1.32m 处

τ：杆件剪应力：

Q：杆件最大剪力：1.40732kN

Ss：杆件型材截面面积矩：$5.86444cm^3$

Ix：杆件型材截面惯性矩：$23.7359cm^4$

t：杆件抗剪壁厚：4mm

$$\tau=\frac{Q\times Ss\times 100}{Iz\times t}$$

$$=\frac{1.40732\times 5.86444\times 100}{23.7359\times 4}$$

$$=8.6927N/mm^2$$

$8.6927N/mm^2 \leqslant 120N/mm^2$

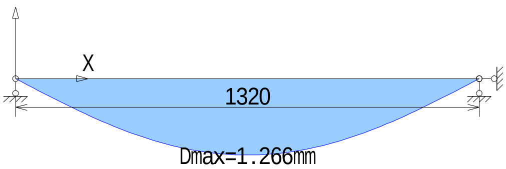
杆件抗剪强度可以满足

4、杆件刚度计算

校核依据：$Umax \leqslant \frac{L}{300}$

Dfmax：杆件最大允许挠度：

通过有限元分析计算得到杆件的挠度图如下：



雨篷横梁位移图

杆件挠度分布如下表:

列表条目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏移(m)	0.000	0.149	0.297	0.446	0.594	0.726	0.874	1.023	1.171	1.320
挠度(mm)	0.000	-0.445	-0.830	-1.109	-1.251	**-1.251**	-1.109	-0.830	-0.445	0.000

最大挠度发生在 0.66m 处,最大挠度为 1.26637mm

$$Dfmax=\frac{Hvmax}{300}\times1000$$

$$=\frac{1.32}{300}\times1000$$

=4.4mm

杆件最大挠度 Umax 为: 1.26637mm≤4.4mm

挠度满足要求

五、端部连接焊缝强度计算

1、端接焊缝基本信息

V_x: 通过焊缝中心作用的水平方向剪力:0kN

V_y: 通过焊缝中心作用的竖直方向剪力:5.09195kN

N : 通过焊缝中心作用的垂直于焊缝平面的作用力:0kN

L_x: 承受水平方向剪力的焊缝长度 80mm

L_y: 承受竖直方向剪力的焊缝长度 140mm

M_x: 水平方向端部弯矩 0kN.m

M_y: 竖直方向端部弯矩 5.06649kN.m

h_f:角焊缝的焊脚尺寸为 5mm

角焊缝的断面特性如下:

X 轴惯性矩: I_x=546.325cm^4

Y 轴惯性矩: I_y=224.969cm^4

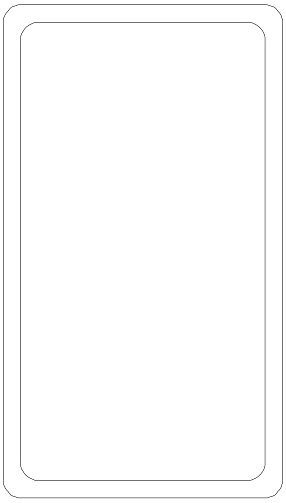
X 轴上部抵抗矩: W_{x1}=78.0465cm^3

X 轴下部抵抗矩: W_{x2}=78.0465cm^3

Y 轴左部抵抗矩: W_{y1}=56.2423cm^3

Y 轴右部抵抗矩：W_{y2}=56.2423㎝^{3}

断面截面积：A=21㎝^{2}



2、焊缝强度计算

1).计算参数说明

β_f:正面角焊缝(端焊缝)的强度设计增大系数,对承受静力荷载和间接承受动力荷载的结构取 1.22；对直接承受动力荷载的结构取 1.0

f_t^w:角焊缝的强度设计值取 160N/㎜^{2}

2).焊缝剪应力计算

水平剪应力计算

A_{fx} ：水平方向承受剪力的焊缝面积

$$A_{fx} = L_x \times h_f \times 0.7$$

$$= 80 \times 5 \times 0.7$$

$$= 280㎜^2$$

$$\tau_x = \frac{V_x}{A_{fx}}$$

$$= \frac{0 \times 1000}{280}$$

$$= 0N/㎜^2$$

竖直剪应力计算

A_{fy} ：竖直方向承受剪力的焊缝面积

$$A_{fy} = L_y \times h_f \times 0.7$$

$= 140\times5\times0.7$

$= 490mm^2$

$$\tau_y = \frac{V_y}{A_{fy}}$$

$$= \frac{5.09195\times1000}{490}$$

$= 10.3917N/mm^2$

3).弯矩作用产生的正应力计算

$$\sigma_{wx} = \frac{M_x}{W_y}$$

$$= \frac{0\times1000}{56.2423}$$

$= 0N/mm^2$

$$\sigma_{wy} = \frac{M_y}{W_x}$$

$$= \frac{5.06649\times1000}{78.0465}$$

$= 64.9163N/mm^2$

4).组合应力计算

在弯矩、剪力、轴力共同作用下焊缝的复合应力验算如下：

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{wx}+\sigma_{wy}}{\beta_f}\right)^2 + \tau_x^2 + \tau_y^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0 + 64.9163}{1.22}\right)^2 + 0^2 + 10.3917^2}$$

$= 54.2154N/mm^2 \leqslant f_t^w=160N/mm^2$

所以，焊缝强度满足要求

六、膨胀锚栓计算

1、锚栓计算信息描述

竖向剪力V: 剪力设计值:

V=5091.95N

水平剪力设计值Vh = 0N

N: 法向力设计值:

N=0N

Mw：连接结构重力作用传递的弯矩

Mw=5.06649kN.m

e2：锚栓中心与锚板平面距离：0mm

My：弯矩设计值(N.mm)：

My=Mw+V×e2

$=5.06649\times10^{6}+5091.95\times0$

=5066492.9N.mm

T：扭矩设计值(N.mm)：0N.mm

当前计算锚栓类型：扩孔型锚栓

锚栓材料类型：不锈钢锚栓-A2-70

锚栓直径：16mm

锚栓底板孔径：17mm

锚栓处混凝土开孔直径：18mm

锚栓有效锚固深度：160mm

锚栓底部混凝土级别：混凝土-C25

底部混凝土为未开裂混凝土

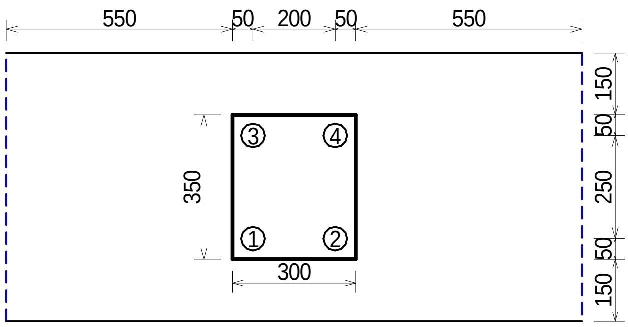
底部混凝土基材厚度：400mm

混凝土开裂及边缘配筋情况：1

锚栓锚固区混凝土配筋描述：其它情况

2、锚栓承受拉力计算

锚栓布置示意图如下：



锚栓布置示意图

d ：锚栓直径 16mm

df：锚栓底板孔径 17mm

在拉力和弯矩共同作用下，锚栓群有两种可能的受力形式。

首先假定锚栓群绕自身的中心进行转动，经过分析得到锚栓群形心坐标为[150,175]，各锚栓到锚栓形心点的 Y 向距离平方之和为

$\Sigma y^2=62500$

y 坐标最高的锚栓为 4 号锚栓，该点的 y 坐标为 300，该点到形心点的 y 向距离为

y1= 300-175 = 125mm

y 坐标最低的锚栓为 1 号锚栓，该点的 y 坐标为 50，该点到形心点的 y 向距离为

y2= 50-175 = -125mm

所以锚栓群的最大和最小受力为：

$$N_{min}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y2}{\Sigma y^2}$$

$$=\frac{0}{4}+\frac{5066492.9\times(-125)}{62500}$$

=-10133N

$$N_{max}=\frac{N}{n}+\frac{M\times y1}{\Sigma y^2}$$

$$=\frac{0}{4}+\frac{5066492.9\times(125)}{62500}$$

=10133N

由于N_{min}<0，说明连接下部受压，在弯矩作用下构件绕最底排锚栓转动，此时，分析计算得到各锚栓到底排锚栓的 Y 向距离平方之和为

Σyd^2=125000

最高锚栓点到底排锚栓点的 y 向距离为

yd= 300-50 = 250mm

e:拉力作用点到锚栓群转动中心的距离为 125mm

锚栓所受最大拉力为

$$N_{max}=\frac{(M+N\times e)\times yd}{\Sigma yd^2}$$

$$=\frac{(5066492.9+0\times125)\times250}{125000}$$

=10133N

在拉力和各弯矩共同作用下，各锚栓承受的拉力如下表:

编号	X	Y	N(G)	N(Mv)	N(Mv)×Cy	N(Mh)	N(Mh)×Cx	N(Σ)
1	50	50	0	0	0	-	-	0
2	250	50	0	0	0	-	-	0
3	50	300	10133	10133	3039895.8	-	-	10133
4	250	300	10133	10133	3039895.8	-	-	10133
Σ(N×Coord)/ΣN=(150,300),受拉锚栓形心(150,300) 偏心距eNx=0 偏心距eNy=0,重力产生的拉力10133N								

所有锚栓承受的拉力总和为 20266N

3、锚栓承受剪力计算

锚栓承受剪力按照破坏模式计算如下

1) 锚栓钢材破坏或混凝土剪撬破坏时

单独考虑竖向剪力作用,

V_y :5091.95N

V_x :0N

n_y:参与竖向剪力 V 受剪的锚栓数目为 4 个

n_x:参与水平剪力 V 受剪的锚栓数目为 4 个

$$V_{Sy}^{V} = \frac{V_y}{n_y} \quad \text{(JGJ145-2013 5.3.3-2)}$$

$$= \frac{5091.95}{4}$$

$$= -1272.99N$$

$$V_{Sx}^{V} = \frac{V_x}{n_x} \quad \text{(JGJ145-2013 5.3.3-1)}$$

$$= \frac{0}{4}$$

$$= 0N$$

所以锚栓群在剪力作用下,锚栓的最大剪力设计值为

$$V_{Smax} = V_S^V$$

$$= 1272.99N$$

故$V_{sd}^{h} = V_{Smax} = 1272.99N$

群锚总剪力设计值为V_{sdx}^{g}=0N,V_{sdy}^{g}=-5091.95N,V_{sd}^{g}=5091.95N

2) 混凝土边缘破坏时

根据边距分析可知,竖向剪力垂直于基材边缘,水平剪力平行于基材边缘

按照规范要求,垂直于基材边缘时,按照部分承受剪力设计,否则按照全部承受剪力设定(JGJ145-2013 5.3.1.2)

n_y:参与竖向剪力 V 受剪的锚栓数目为 2 个

n_x:参与水平剪力 V 受剪的锚栓数目为 4 个

单个锚栓承受的竖向剪力为

$$V_{Sy}^{V} = \frac{V_y}{n_y}$$

$$= \frac{5091.95}{2}$$

$$=-2545.98N$$

$$V_{Sx}^{V} = \frac{V_x}{n_x}$$

$= \frac{0}{4}$

=0N

所以锚栓群在剪力作用下,锚栓的最大剪力设计值为

$V_{Smax} = V_S^V$

$= 2545.98N$

故$V_{sd}^h = V_{Smax} = 2545.98N$

群锚总剪力设计值为: (将反向剪力不考虑)

剪切边缘为水平下边时,相应荷载为V_{sdx1}^g=0N,V_{sdy1}^g=-5091.95N,V_{sd1}^g=5091.95N

4、锚栓受拉承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^h \leqslant N_{Rds}$ (JGJ145-2013 6.1.1-4)

其中N_{Sd}^h : 锚栓群中拉力最大的锚栓的拉力设计值,根据上面计算取 10133N

N_{Rds} : 锚栓钢材破坏受拉力设计值

D : 锚栓直径为 16mm

A_s: 锚栓截面面积为 156.668mm²

f_{yk}:锚栓屈服强度标准值

N_{Rks}:锚栓钢材破坏受拉承载力标准值

γ_{RSN}:锚栓钢材破坏受拉承载力分项系数,按表 4.3.10 采用

f_{yk} = 450N/mm²

$N_{Rks} = A_s \times f_{yk}$

$= 156.668 \times 450$

$= 70500.7N$

$N_{Rds} = \frac{N_{Rks}}{\gamma_{RSN}}$

$= \frac{70500.7}{1.3}$

$= 54231.3N$

由于 N_{Sd}^h=10133N≤N_{Rds},所以锚栓钢材满足强度要求

考虑拉拔安全系数 2,则锚栓拉拔试验强度值最少要求达到 20.266kN

5、锚栓混凝土锥体受拉破坏承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{g} \leqslant N_{Rdc}$　　　　(JGJ145-2013 6.1.1-5)

其中N_{Sd}^{g} ：锚栓群受拉区总拉力设计值,根据上面计算取 20266N

N_{Rdc} ：混凝土锥体破坏受拉承载力设计值

锚固区基材按照未开裂混凝土考虑。混凝土锥体受拉破坏时的受拉承载力设计值 Nrdc 应按下列公式计算：

$$N_{Rdc}=\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}}$$

$$N_{Rkc}=N_{Rkc}^{0}\times\frac{A_{cN}}{A_{cN}^{0}}\times\psi_{sN}\times\psi_{reN}\times\psi_{ecN}$$

在上面公式中：

N_{Rkc}：混凝土锥体破坏时的受拉承载力标准值；

k：地震作用下锚固承载力降低系数，按表 4.3.9[JGJ145-2013]选取；

γ_{RcN}：混凝土锥体破坏时的受拉承载力分项系数，按表 4.3.10[JGJ145-2013]采用，取 3；

N_{Rkc}^{0}：单锚栓受拉时，理想混凝土锥体破坏时的受拉承载力标准值；

对于开裂混凝土,$N_{Rkc}^{0}=7.0\times f_{cu.k}^{0.5}\times h_{ef}^{1.5}$　　　　(JGJ145-2013 6.1.3-3)

对于不开裂混凝土,$N_{Rkc}^{0}=9.8\times f_{cu.k}^{0.5}\times h_{ef}^{1.5}$　　　　(JGJ145-2013 6.1.3-4)

$f_{cu.k}$：混凝土立方体抗压强度标准值，当其在 45-60MPa 间时，应乘以降低系数 0.95；

本处混凝土为混凝土-C25,$f_{cu.k}$取 25N/mm^2

h_{ef}：锚栓有效锚固深度，对于膨胀型及扩底型锚栓，为膨胀锥体与孔壁最大挤压点的深度；取 160mm

$$N_{Rkc}^{0}=9.8\times\sqrt{f_{cu.k}}\times h_{ef}^{1.5}$$
$$=9.8\times25^{0.5}\times160^{1.5}$$
$$=99169N$$

A_{cN}^{0}：混凝土破坏锥体投影面面积，按 6.1.4[JGJ145-2013]取；

s_{crN}：混凝土锥体破坏情况下，无间距效应和边缘效应，确保每根锚栓受拉承载力标准值的临界间距。

$s_{crN}=3\times h_{ef}=480$㎜

$A^0_{cN}=s_{crN}{}^2=230400$㎜^{2}

A_{cN}：混凝土实际破坏锥体投影面积，按6.1.5[JGJ145-2013]取，

其中：

c1、c2、c3、c4：方向1及2距混凝土边的边矩；

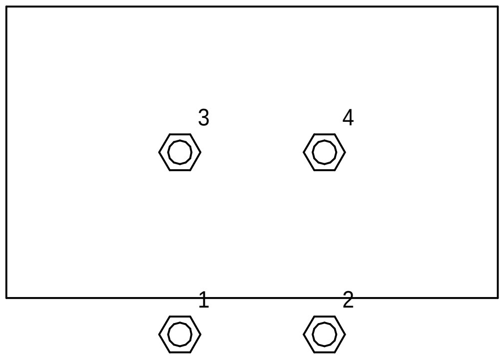
s1、s2：竖直方向和水平方向锚栓最大的间距，分别为250㎜和200㎜；

c_{crN}：无间距效应和边缘效应情况下混凝土锥体破坏时的临界边矩，取

$c_{crN}=1.5\times h_{ef}=240$㎜；

$A_{cN}=272000$㎜^{2}

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(680X400)

ψ_{sN}：边矩c对受拉承载力的影响系数，按6.1.6[JGJ145-2013]采用：

$$\psi_{sN}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{crN}}\leqslant 1 \qquad (JGJ145-2013\ 6.1.6)$$

其中c为边矩，当为多个边矩时，取最小值，取为200㎜

$$\psi_{sN}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{crN}}$$

$$=0.7+\frac{0.3\times 200}{240}$$

$$=0.95$$

所以，ψ_{sN}取 0.95。

ψ_{reN}：表层混凝土因为密集配筋的剥离作用对受拉承载力的降低影响系数，按6.1.7[JGJ145-2013]采用，当锚固区钢筋间距 s≥150mm 或钢筋直径 d≤10mm 且 s≥100mm 时，取 1.0；

当前锚固区属于其它类型，需要按照下式计算

$$\psi_{reN}=0.5+\frac{h_{ef}}{200}\leq 1$$

$$=0.5+\frac{160}{200}$$

$$=1.3>1,\text{取 }1.0$$

ψ_{ecN}：荷载偏心e_N对受拉承载力的降低影响系数，按 6.1.8[JGJ145-2013]采用；

$$\psi_{ecN}=\psi_{ecN1}\times\psi_{ecN2}\leq 1$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times e_{Nx}}{s_{crN}}}\times\frac{1}{1+\frac{2\times e_{Ny}}{s_{crN}}}$$

$$=\frac{1}{1+\frac{20}{480}}\times\frac{1}{1+\frac{20}{480}}$$

$$=1$$

所以，ψ_{ecN}取 1。

把上面所得到的各项代入，得：

$$N_{Rkc}=N^0_{Rkc}\times\frac{A_{cN}}{A^0_{cN}}\times\psi_{sN}\times\psi_{reN}\times\psi_{ecN}$$

$$=99169\times\frac{272000}{230400}\times 0.95\times 1\times 1$$

$$=111221\text{N}$$

$$N_{Rdc}=k\times\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}}$$

$$=0.8\times\frac{111221}{3}$$

$$=29658.9\text{N}$$

由于 $\gamma_0 \times N_{Sd}^{g}$=22292.6≤$N_{Rdc}$,所以群锚混凝土锥体受拉破坏承载力满足设计要求！

6、混凝土劈裂破坏承载力校核

校核依据 $N_{Sd}^{g} \leq N_{Rd.sp}$ (JGJ145-2013 6.1.1-6)

$N_{Rd.sp}$ ：混凝土劈裂破坏受拉承载力设计值

混凝土劈裂破坏受拉承载力设计值$N_{Rd.sp}$应按下列公式计算：

$$N_{Rd.sp}=\frac{N_{Rk.sp}}{\gamma_{Rsp}}$$ (JGJ145-2013 6.1.12-1)

$$N_{Rk.sp}=\psi_{h.sp}\times N_{Rk.cp}$$ (JGJ145-2013 6.1.12-2)

$$N_{Rk.cp}=N_{Rk.c}^{0}\times\frac{A_{c.N}}{A_{c.N}^{0}}\times\psi_{s.N}\times\psi_{re.N}\times\psi_{ec.N}$$ (JGJ145-2013 6.1.3)

$\psi_{h.sp}$：构件厚度h对劈裂承载力的影响系数,不应大于1.5

下面分项计算

$$\psi_{h.sp}=\left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{(2/3)}$$

$$=\left(\frac{400}{240}\right)^{(2/3)}$$

=1.40572 取1.40572

$c_{cr.sp}$：混凝土劈裂破坏的临界间矩

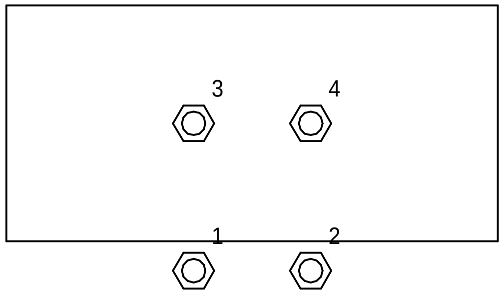
$c_{cr.sp}=2\times h_{ef}$ =320mm (JGJ145-2013 6.1.11)

$s_{cr.sp}=2\times c_{cr.sp}$=640mm (JGJ145-2013 6.1.12)

$A_{c.N}^{0}=c_{cr.sp}^{2}$ =409600mm²

$A_{c.N}$=336000mm²

具体示意图如下(受压锚栓不计入面积)：



混凝土破坏投影面积示意图(840X400)

$$\psi_{s.N}=0.7+\frac{0.3\times c}{c_{cr.sp}}$$

$$=0.7+\frac{0.3\times 200}{320}$$

$$=0.8875$$

所以，$\psi_{s.N}$取 0.8875。

$$\psi_{ec.N}=\psi_{ec.N1}\times\psi_{ec.N2}\leqslant 1$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2e_{Nx}}{s_{cr.sp}}}\times\frac{1}{1+\frac{2e_{Ny}}{s_{cr.sp}}}$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times 0}{640}}\times\frac{1}{1+\frac{2\times 0}{640}}$$

$$=1$$

所以，$\psi_{ec.N}$取 1。

把上面所得到的各项代入，得：

$$N_{Rk.cp}=N^0_{Rk.c}\times\frac{A_{c.N}}{A^0_{c.N}}\times\psi_{s.N}\times\psi_{re.N}\times\psi_{ec.N}$$

$$=99169\times\frac{336000}{409600}\times 0.8875\times 1\times 1$$

$$=72197.8N$$

$$N_{Rk.sp}=\psi_{h.sp}\times N_{Rk.cp}$$

$$=1.40572\times 72197.8$$

$$=101490$$

$$N_{Rd.sp}=k\times\frac{N_{Rk.sp}}{\gamma_{Rsp}}$$

$$=0.8\times\frac{101490}{3}$$

$$=27064N$$

由于 $\gamma_0\times N_{Sd}^{g}=22292.6\leq N_{Rd.sp}$,所以混凝土劈裂破坏受拉承载力满足设计要求!

7、锚栓钢材受剪破坏校核

校核依据 $V_{Sd}^{h}\leq V_{Rds}$ (JGJ145-2013 6.1.13-4)

其中V_{Sd}^{h} : 锚栓群中剪力最大的锚栓的剪力设计值,根据上面计算取 1272.99N

V_{Rds} : 锚栓钢材破坏受剪承载力设计值

A_s: 锚栓应力截面面积为 156.668㎜^{2}

f_{yk}:锚栓屈服强度标准值

V_{Rks}:锚栓钢材破坏受剪承载力标准值

γ_{RsV}:锚栓钢材破坏受剪承载力分项系数,按表 4.3.10 采用

实际选取 $\gamma_{RsV}=1.3$;

不考虑杠杆臂的作用有

$$V_{Rks}=0.5\times A_s\times f_{yk}$$

$$=0.5\times156.668\times450$$

$$=35250.3N$$

$$V_{Rds}=\frac{V_{Rks}}{\gamma_{RsV}}\quad\text{(JGJ145-2013 6.1.14-1)}$$

$$=\frac{35250.3}{1.3}$$

$$=27115.6N$$

由于 $V_{Sd}^{h}=1272.99N\leq V_{Rds}$,所以锚栓钢材满足抗剪强度要求

8、构件边缘受剪混凝土楔形体破坏校核

c：锚栓到混凝土边距,取 c=200㎜

h_{ef}:锚栓有效锚固深度为 160㎜

h：混凝土基材厚度为 400㎜

由于 c≤10h_{ef},c≤60d,所以需要效核混凝土承载力

根据上面计算可知,对于该处混凝土自由边缘的相应剪力为 5091.95N,剪力与垂直于构件自由边方向轴线的夹角为 0 度,剪力合力作用点与受剪锚栓中心偏心距离为 0㎜,此时,边部锚栓到自由边距离为 200㎜

校核依据 $V_{Sd}^{g} \leq V_{Rdc}$ (JGJ145-2013 6.1.13-5)

其中V_{Sd}^{g} ：锚栓群总剪力设计值

V_{Rdc} ：混凝土楔形体破坏时的受剪承载力设计值

$$V_{Rdc} = k \times \frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}}$$ (JGJ145-2013 6.1.15-1)

$$V_{Rkc} = V_{Rkc}^{0} \times \frac{A_{cV}}{A_{cV}^{0}} \times \psi_{sV} \times \psi_{hV} \times \psi_{aV} \times \psi_{ecV} \times \psi_{reV}$$ (JGJ145-2013 6.1.15-2)

上式中

k：地震作用下锚固承载力降低系数，按表 4.3.9(JGJ145-2013)选取；

V_{Rkc} :构件边缘混凝土破坏时受剪承载力标准值

γ_{RcV} :构件边缘混凝土破坏时受剪承载力分项系数,按 4.3.10 取用,对于结构构件,取 2.5

V_{Rkc}^{0}:单根锚筋垂直构件边缘受剪,混凝土理想破坏时的受剪承载力标准值

A_{cV}^{0} :单根锚筋受剪,混凝土破坏理想楔形体在侧向的投影面面积

A_{cV} :群锚受剪,混凝土破坏理想楔形体在侧向的投影面面积

ψ_{sV} :边距比$\frac{c2}{c1}$对受剪承载力的降低影响系数

ψ_{hV} :边距与厚度比$\frac{c1}{h}$对受剪承载力的提高影响系数

ψ_{aV} :剪力角度对受剪承载力的影响系数

ψ_{ecV} :荷载偏心e_V对群锚受剪承载力的降低影响系数

ψ_{reV}:锚区配筋对受剪承载力的影响系数,当前为1,取1

以下分别对各参数进行计算

d_{nom} :锚栓外径取16㎜

l_f :剪切荷载作用下锚栓的有效长度,给定值为160㎜,按照规范要求l_f≤8d,故取

l_f=8d=128㎜

$$V^0_{Rkc} = 1.9\times d^{(a)}\times h_{ef}^{(\beta)}\times\sqrt{f_{cu.k}}\times c1^{1.5} \quad (JGJ145-2013\ 6.1.16-2)$$

$$a = 0.1\times\left(\frac{l_f}{c1}\right)^{0.5} = 0.1\times\left(\frac{128}{200}\right)^{0.5} = 0.08$$

$$\beta = 0.1\times\left(\frac{d_{nom}}{c1}\right)^{0.2} = 0.1\times\left(\frac{16}{200}\right)^{0.2} = 0.0603418$$

$$\begin{aligned} Vrkc0 &= 1.9\times d^{(a)}\times h_{ef}^{(\beta)}\times\sqrt{f_{cu.k}}\times c1^{1.5} \\ &= 1.9\times 16^{0.08}\times 160^{0.0603418}\times\sqrt{25}\times 200^{1.5} \\ &= 45561.6N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A^0_{cV} &= 4.5\times c1^2 \qquad (JGJ145-2013\ 6.1.17) \\ &= 4.5\times 200^2 \\ &= 180000㎜^2 \end{aligned}$$

本处通常考虑群锚作用,故

$$A_{cV} = 240000㎜^2$$

$$\begin{aligned} \psi_{sV} &= 0.7+\frac{0.3\times c2}{1.5\times c1} \qquad (JGJ145-2013\ 6.1.19) \\ &= 0.7+\frac{0.3\times 600}{1.5\times 200} \end{aligned}$$

=1.3>1,按照规范取1

$$\begin{aligned} \psi_{hV} &= \left(\frac{1.5\times c1}{h}\right)^{(1/2)} \qquad (JGJ145-2013\ 6.1.20) \\ &= \left(\frac{1.5\times 200}{400}\right)^{(1/2)} \end{aligned}$$

= 0.866025<1,按照规范取1

由于剪力与垂直于构件自由边方向轴线的夹角为0°,所以,按照规范JGJ145-2013 6.1.21有

$$\psi_{aV}=\sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha)^2+\left(\frac{\sin\alpha}{2.5}\right)^2}}$$

$$=1$$

e_V :剪力合力点到受剪锚筋重心的距离为0mm

$$\psi_{ecV}=\frac{1}{1+\frac{2e_V}{3c1}} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.22)$$

$$=\frac{1}{1+\frac{2\times0}{3\times200}}$$

$$=1$$

所以得到

$$V_{Rkc}=V^0_{Rkc}\times\frac{A_{cV}}{A^0_{cV}}\times\psi_{sV}\times\psi_{hV}\times\psi_{aV}\times\psi_{ecV}\times\psi_{reV} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.15\text{-}2)$$

$$=45561.6\times\frac{240000}{180000}\times1\times1\times1\times1\times1$$

$$=60748.8N$$

$$V_{Rdc}=k\times\frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.15\text{-}1)$$

$$=0.7\times\frac{60748.8}{2.5}$$

$$=17009.7N$$

由于 $V^g_{Sd}\leqslant V_{Rdc}$,所以混凝土边缘破坏受剪承载力满足要求

9、混凝土剪撬破坏承载能力计算

$$V_{Rdcp}=K\times\frac{V_{Rkcp}}{\gamma_{Rcp}} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.26\text{-}1)$$

$$V_{Rkcp}=\kappa\times N_{Rkc} \qquad (JGJ145\text{-}2013\ 6.1.26\text{-}2)$$

在上面公式中：

K：地震作用下承载力降低系数；

V_{Rdcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力设计值；

V_{Rkcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力标准值；

γ_{Rcp}：混凝土剪撬破坏时的受剪承载力分项系数，按表 4.3.10 取 2.5；

κ：锚固深度h_{ef}对V_{Rkcp}的影响系数，当h_{ef}<60mm 时取 1.0，否则取 2.0,本处取 2。

$$V_{Rkcp}=\kappa\times N_{Rkc}$$
$$=2\times111221$$
$$=222442N$$

$$V_{Rdcp}=K\times\frac{V_{Rkcp}}{\gamma_{Rcp}}$$
$$=0.7\times\frac{222442}{2.5}$$
$$=62283.7N$$

由于 Vgsd=5091.95N≤V_{Rdcp},所以混凝土剪撬破坏强度满足计算要求！

10、拉剪复合受力承载力计算

1)拉剪复合受力下锚栓钢材破坏时的承载力,按照下面公式计算

$$\left(\frac{N_{Sd}^{h}}{N_{Rds}}\right)^2+\left(\frac{V_{Sd}^{h}}{V_{Rds}}\right)^2\leqslant 1 \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-1)}$$

$$N_{Rds}=\frac{N_{Rks}}{\gamma_{RsN}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-2)}$$

$$V_{Rds}=\frac{V_{Rks}}{\gamma_{RsV}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.28-3)}$$

N_{Sd}^{h} ：锚栓群中拉力最大的锚栓的拉力设计值,根据上面计算取 10133N

N_{Rds} ：锚栓钢材破坏受拉力设计值为 54231.3N

V_{Sd}^{h} ：锚栓群中剪力最大的锚栓的剪力设计值,根据上面计算取 1272.99N

V_{Rds} ：锚栓钢材破坏受剪承载力设计值

$$\left(\frac{N_{Sd}^{h}}{N_{Rds}}\right)^{2}+\left(\frac{V_{Sd}^{h}}{V_{Rds}}\right)^{2}$$

$$=\left(\frac{10133}{54231.3}\right)^{2}+\left(\frac{1272.99}{27115.6}\right)^{2}$$

$=0.037116\leqslant1$

所以锚栓在拉剪复合受力下承载力满足要求

2)拉剪复合受力下混凝土破坏时的承载力,按照下面公式计算

$$\left(\frac{N_{Sd}^{g}}{N_{Rdc}}\right)^{1.5}+\left(\frac{V_{Sd}^{g}}{V_{Rdc}}\right)^{1.5}\leqslant 1 \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-1)}$$

$$N_{Rdc}=\frac{N_{Rkc}}{\gamma_{RcN}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-2)}$$

$$V_{Rdc}=\frac{V_{Rkc}}{\gamma_{RcV}} \qquad \text{(JGJ145-2013 6.1.29-3)}$$

分别代入各参数,计算如下:

$$\left(\frac{N_{Sd}^{g}}{N_{Rdc}}\right)^{1.5}+\left(\frac{V_{Sd}^{g}}{V_{Rdc}}\right)^{1.5}$$

$$=\left(\frac{20266}{29658.9}\right)^{1.5}+\left(\frac{5091.95}{17009.7}\right)^{1.5}$$

$=0.72862\leqslant1$

所以拉剪复合受力下混凝土破坏时的承载力满足要求

11、锚栓构造要求校核

1)混凝土基材厚度应满足下列要求:

对于膨胀型锚栓和扩孔型锚栓,$h \geqslant 2h_{ef}$且 h>100㎜ (JGJ145-2013 7.1.1)

当前,h 为 400㎜≥2×h_{ef}=320㎜,满足构造要求

且 h >100㎜,满足构造要求

2)群锚最小间距值s_{min}以及最小边距值c_{min}构造要求:

对于膨胀型锚栓: $s_{min} \geqslant 6d_{nom}$,$c_{min} \geqslant 10d_{nom}$; (JGJ145-2013 7.1.2)

对于扩孔型锚栓: $s_{min} \geqslant 6d_{nom}$,$c_{min} \geqslant 6d_{nom}$; (JGJ145-2013 7.1.2)

当前锚栓为扩孔型锚栓,所以

s_{min} ：锚栓最小间距 200mm

d_{nom} ：锚栓直径 16mm

s_{min} $6\times d_{nom} = 96$mm ,满足构造要求

$c_{min}=200$mm $\geqslant 6\times d_{nom} = 96$mm ,满足构造要求

所以群锚最小间距值s_{min}满足构造要求

群锚最小边距值c_{min}满足构造要求

第三部分、汽车坡道

一、荷载计算

1、风荷载标准值计算

W_k: 作用在幕墙上的风荷载标准值(kN/m^2)

z : 计算高度 2.4m

μ_z: 2.4m 高处风压高度变化系数(按 B 类区计算): (GB50009-2012 条文说明 8.2.1)

$\mu_z=1\times(\frac{z}{10})^{0.3}=0.651723$ 由于 0.651723<1,取 $\mu_z=1$

I_{10}: 10 米高名义湍流度,对应 A、B、C、D 类地面粗糙度，分别取 0.12、0.14、0.23、0.39。(GB50009-2012 条文说明 8.4.6)

β_{gz}: 阵风系数 : (GB50009-2012 8.1.1-2)

$\beta_{gz}= 1 + 2\times g\times I_{10}\times(\frac{z}{10})^{(-\alpha)}$ (GB50009-2012 条文说明 8.6.1)

$= 1 + 2\times2.5\times0.14\times(\frac{2.4}{10})^{(-0.15)}$

$= 1.86709$ 由于 1.86709>1.7,取 $\beta_{gz}=1.7$ (GB50009-2012 条文说明 8.1.1)

μ_{sp1}:局部正风压体型系数

μ_{sn1}:局部负风压体型系数,通过计算确定

μ_{sz}:建筑物表面正压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3)取 0.2

μ_{sf}:建筑物表面负压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3-2)取-2

按照以上计算得到 $\mu_{sp1}=0.2$

$\mu_{sn1}=-2$

正风压风荷载标准值计算如下

$W_{kp}=\beta_{gz}\times\mu_{sp1}\times\mu_z\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

$=1.7\times0.2\times1\times0.45$

$=0.153\ kN/m^2$

负风压风荷载标准值计算如下

$W_{kn}=\beta_{gz}\times\mu_{sn1}\times\mu_z\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

=1.7×(-2)×1×0.45
=-1.53 kN/m^2

2、风荷载设计值计算

W: 风荷载设计值: kN/m^2
γw : 风荷载作用效应的分项系数：1.4
按《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003 5.4.2条规定采用
Wp=γw×Wkp=1.4×0.153=0.2142kN/m^2
Wn=γw×Wkn=1.4×(-1.53)=-2.142kN/m^2

3、雪荷载标准值计算

Sk: 雪荷载标准值(kN/m^2)
S0: 基本雪压,杭州市50年一遇最大积雪的自重: 0.45kN/m^2
根据现行<<建筑结构荷载规范>>GB50009-2012取值
μr: 屋面积雪分布系数为 2
根据<<建筑结构荷载规范>>GB50009-2012公式7.1.1屋面雪载荷按下式计算
Sk=μr×S0
=2×0.45
=0.9kN/m^2

4、雪荷载设计值计算

S: 雪载荷设计值(kN/m^2)
γs: 雪载荷分项系数为 1.4
按《铝门窗幕墙技术资料汇编(一)》表'3-1 各种荷载分项系数'采用
S=γs×Sk
=1.4×0.9
=1.26kN/m^2

5、自重荷载设计值

G:构件自重荷载设计值(kN/m^2)
WGT:幕墙面板和构件平均平米重量取0.5 kN/m^2
GAK:构件自重荷载标准值(kN/m^2)
rg: 恒载荷分项系数为 1.2
按《铝门窗幕墙技术资料汇编(一)》表'3-1 各种荷载分项系数'采用
GAK=WGT
=0.5kN/m^2
G=rg×GAK
=1.2×0.5
=0.6kN/m^2

6、竖向均布地震作用计算

GK:重力荷载代表值取结构自重值(kN/m^2)

GK=GAK
  =0.5kN/㎡
αvmax: 竖向地震影响系数最大值:0.026
qEVk: 分布竖向地震作用标准值(kN/㎡)
qEVk=βE×αvmax×GK (JGJ102-2003 5.3.4)
    =5×0.026×0.5
    =0.065kN/㎡
rE: 地震作用分项系数: 1.3
qEAV: 分布竖向地震作用设计值(kN/㎡)
qEAV=rE×qEVk
   =1.3×0.065
   =0.0845kN/㎡

7、荷载组合计算

考虑竖向正向(向下)荷载组合为(考虑正向风荷载、地震荷载、雪荷载、重力荷载):
考虑风荷载为主要组合荷载
Szkpw=GAK+Wkp
   =0.5+0.153
   =0.653kN/㎡
Szpw=GAK×γG+Wkp×γw+Sk×γs×ψS+qEVk×γE×ψE
  =0.5×1.2+0.153×1.4+0.9×1.4×0.7+0.065×1.3×0.5
  =1.73845kN/㎡
考虑以活荷载为主要组合荷载
Szkpl=GAK+L+ψw×Wkp
   =0.5+0.5+0.6×0.153
   =1.0918kN/㎡
Szpl=GAK×γG+L×γl+Wkp×γw×ψw+qEVk×γE×ψE
  =0.5×1.2+0.5×1.4+0.153×1.4×0.6+0.065×1.3×0.5
  =1.47077kN/㎡
考虑以雪荷载为主要组合荷载
Szkps=GAK+Sk+ψw×Wkp
   =0.5+0.9+0.6×0.153
   =1.4918kN/㎡
Szps=GAK×γG+Sk×γs+Wkp×γw×ψw+qEVk×γE×ψE
  =0.5×1.2+0.9×1.4+0.153×1.4×0.6+0.065×1.3×0.5
  =2.03077kN/㎡
所以对于正向荷载组合,取
   荷载组合标准值 Szkp=1.4918kN/㎡
   荷载组合设计值 Szp=2.03077kN/㎡
考虑竖向负向(向上)荷载组合为(考虑负向风荷载、重力荷载):
Szkn=GAK+Wkn
   =0.5+(-1.53)
   =-1.03kN/㎡
Szn=GK×γGf+Wf×γw-qEVk×γE×ψE

=0.5×1+(-1.53)×1.4-0.065×1.3×0.5

=-1.68425kN/m^2

综合以上计算，取绝对值最大的荷载进行强度演算

采用荷载组合标准值为1.4918kN/m^2

荷载组合设计值为2.03077kN/m^2

二、点式玻璃计算

1、玻璃面积

B：该处玻璃幕墙分格宽：1.66m

H：该处玻璃幕墙分格高：1.6m

A：该处玻璃板块面积：

A=B×H

=1.66×1.6

=2.656m^2

2、玻璃板块自重

G_{SAk}:夹胶玻璃板块平均自重(不包括铝框)：

玻璃的体积密度为： 25.6(kN/m^3)　　　　(JGJ102-2003　5.3.1)

t_1：外层玻璃厚度 8mm

t_2：内层玻璃厚度 8mm

$$G_{SAk}=25.6\times\frac{t_1+t_2}{1000}$$

$$=25.6\times\frac{8+8}{1000}$$

=0.4096kN/m^2

3、玻璃强度计算

选定面板材料为:8(TP)+1.52+8(TP)夹胶玻璃

校核依据：$\sigma\leqslant fg$

q：玻璃所受组合荷载：2.03077kN/m^2

Dh:玻璃角部孔到玻璃高度边的距离:125mm

Dv:玻璃角部孔到玻璃宽度边的距离:125mm

a：玻璃短边支撑点之间距离：1.35m

b：玻璃长边支撑点之间距离：1.41m

to:2外层玻璃厚度：8mm

ti:2内层玻璃厚度：8mm

E：玻璃弹性模量 ：72000N/mm^2

m：玻璃板面跨中弯曲系数,按边长比a/b查表 8.1.5-1得：0.151447

η：折减系数,根据参数θ查表6.1.2-2

σw：玻璃所受应力：

$q=2.03077kN/m^2$

荷载分配计算：

$$qo=q\times\frac{to^3}{to^3+ti^3}$$

$$=2.03077\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$$=1.01539$$

$$qi=q\times\frac{ti^3}{to^3+ti^3}$$

$$=2.03077\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$$=1.01539$$

参数θ计算：

$$\theta o=\frac{qo\times a^4\times 10^9}{E\times to^4} \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 8.1.5\text{-}4)$$

$$=\frac{1.01539\times 1.41^4\times 10^9}{72000\times 8^4}$$

$$=9.99688$$

查表6.1.2-2 得ηo = 0.960025

$$\theta i=\frac{qi\times a^4\times 10^9}{E\times ti^4}$$

$$=\frac{1.01539\times 1.41^4\times 10^9}{72000\times 8^4}$$

$$=9.99688$$

查表6.1.2-2 得ηi = 0.960025

玻璃最大应力计算：

$$\sigma wo=\frac{6\times m\times qo\times b^2\times 1000}{to^2}\times\eta o \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 8.1.5\text{-}3)$$

$$=\frac{6\times 0.151447\times 1.01539\times 1.41^2\times 1000}{8^2}\times 0.960025$$

$$=27.5158N/mm^2$$

$$\sigma wi=\frac{6\times m\times qi\times b^2\times 1000}{ti^2}\times\eta i$$

$$=\frac{6\times 0.151447\times 1.01539\times 1.41^2\times 1000}{8^2}\times 0.960025$$

$$=27.5158N/mm^2$$

$27.5158N/mm^2 \leqslant fg=84N/mm^2$

$27.5158N/mm^2 \leqslant fg=84N/mm^2$

玻璃的强度满足

4、玻璃跨中挠度计算

校核依据：df≤dflim=$\frac{1.41}{60}\times 1000$=23.5㎜

D：玻璃刚度(N·mm)

ν：玻璃泊松比：0.2

E：玻璃弹性模量 ：72000N/mm^2

te：夹胶玻璃的等效厚度

$te=\sqrt[3]{to^3+ti^3}$

$=\sqrt[3]{8^3+8^3}$

=10.0794㎜

$D=\frac{E\times te^3}{12\times(1-\nu^2)}$

$=\frac{72000\times 10.0794^3}{12\times(1-0.2^2)}$

=6400000.0N·mm

qk：玻璃所受组合荷载标准值:1.4918kN/㎡

μ：挠度系数,按边长比 a/b 查　　表 8.1.5.2 得：0.0239874

参数θ计算：

$\theta=\frac{qk\times b^4}{E\times te^4}$　　(JGJ102-2003　8.1.5-4)

$=\frac{1.4918\times 1.41^4}{72000\times 10.0794^4}\times 10^9$

=7.93453

η：折减系数,根据参数θ查表 6.1.2-2　得η ＝ 0.976524

df：玻璃组合荷载标准值作用下挠度最大值

$df=\frac{\mu\times qk\times b^4}{D}\times\eta$　　(JGJ102-2003　8.1.5-3)

$=\frac{0.0239874\times 1.4918\times 1.41^4}{6400000.0}\times 0.976524\times 10^9$

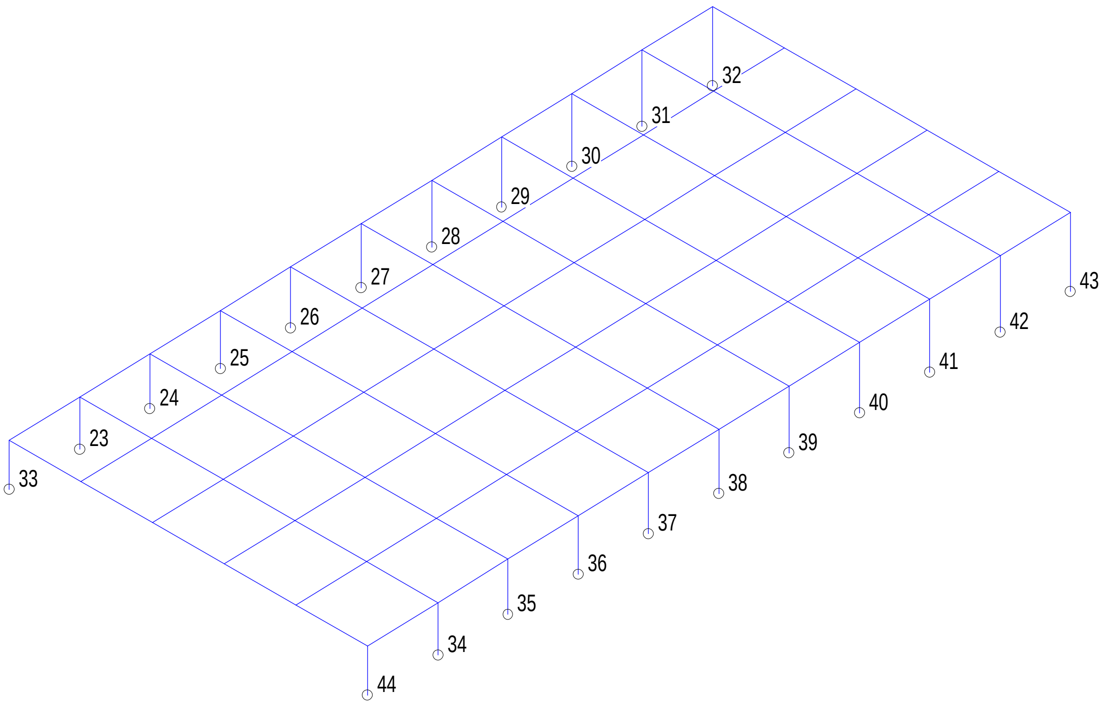
=21.5811㎜

21.5811㎜≤dflim=23.5㎜

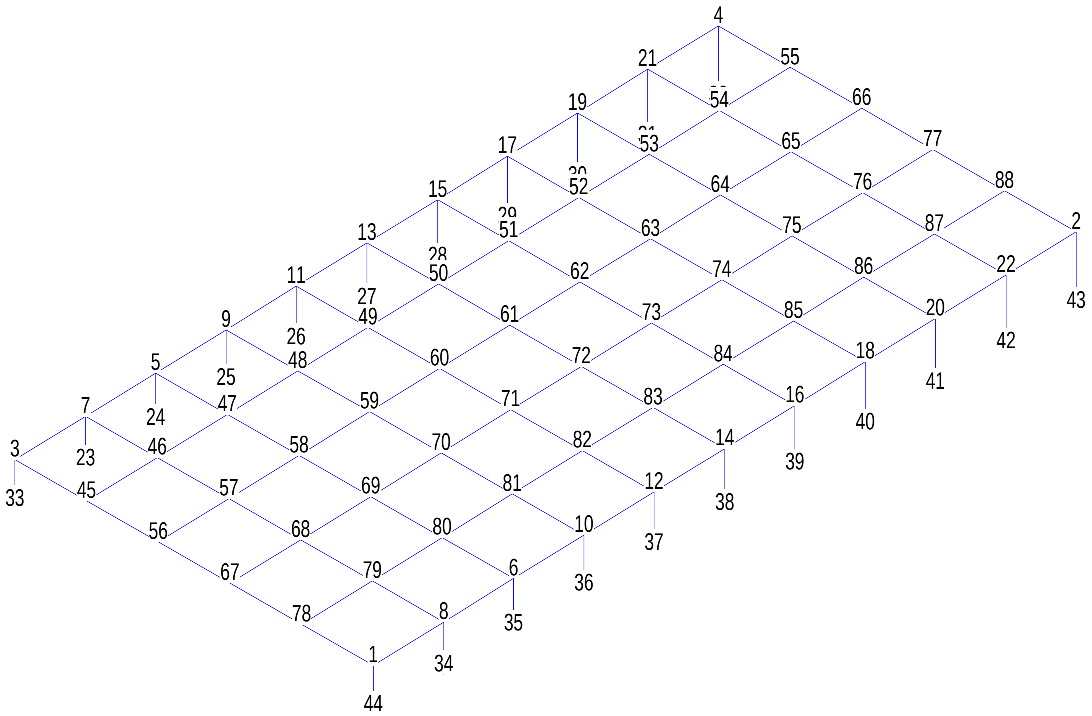
玻璃的挠度满足

三、杆件计算

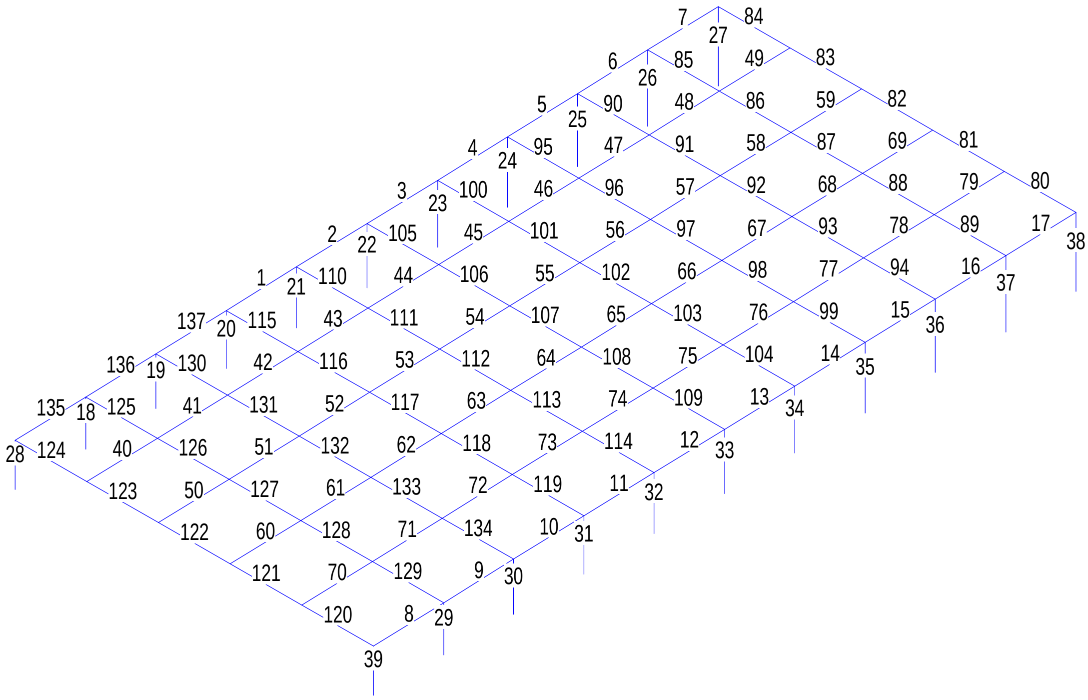
1、计算简图



计算简图　(圆表示支座，数字为节点号)



节点编号图



单元编号图

2、几何信息

各节点信息如下表：

节点号	x 坐标(m)	y 坐标(m)	z 坐标(m)	x 向约束	y 向约束	z 向约束	绕 x 约束	绕 y 约束	绕 z 约束
1	-0.000	0.000	0.974						
2	16.000	0.000	1.570						
3	-0.000	8.150	0.974						
4	16.000	8.150	1.570						
5	3.200	8.150	1.093						
6	3.200	0.000	1.093						
7	1.600	8.150	1.034						
8	1.600	0.000	1.034						
9	4.800	8.150	1.153						
10	4.800	0.000	1.153						
11	6.400	8.150	1.212						
12	6.400	0.000	1.212						
13	8.000	8.150	1.272						
14	8.000	0.000	1.272						
15	9.600	8.150	1.332						
16	9.600	0.000	1.332						

17	11.200	8.150	1.391						
18	11.200	0.000	1.391						
19	12.800	8.150	1.451						
20	12.800	0.000	1.451						
21	14.400	8.150	1.510						
22	14.400	0.000	1.510						
23	1.600	8.150	0.000	√	√	√			
24	3.200	8.150	0.000	√	√	√			
25	4.800	8.150	0.000	√	√	√			
26	6.400	8.150	0.000	√	√	√			
27	8.000	8.150	0.000	√	√	√			
28	9.600	8.150	0.000	√	√	√			
29	11.200	8.150	0.000	√	√	√			
30	12.800	8.150	0.000	√	√	√			
31	14.400	8.150	0.000	√	√	√			
32	16.000	8.150	0.000	√	√	√			
33	-0.000	8.150	0.000	√	√	√			
34	1.600	0.000	0.000	√	√	√			
35	3.200	0.000	0.000	√	√	√			
36	4.800	0.000	0.000	√	√	√			
37	6.400	0.000	0.000	√	√	√			
38	8.000	0.000	0.000	√	√	√			
39	9.600	0.000	0.000	√	√	√			
40	11.200	0.000	0.000	√	√	√			
41	12.800	0.000	0.000	√	√	√			
42	14.400	0.000	0.000	√	√	√			
43	16.000	0.000	0.000	√	√	√			
44	-0.000	0.000	0.000	√	√	√			
45	-0.000	6.520	0.974						
46	1.600	6.520	1.034						
47	3.200	6.520	1.093						
48	4.800	6.520	1.153						
49	6.400	6.520	1.212						
50	8.000	6.520	1.272						
51	9.600	6.520	1.332						
52	11.200	6.520	1.391						
53	12.800	6.520	1.451						
54	14.400	6.520	1.510						
55	16.000	6.520	1.570						
56	-0.000	4.890	0.974						
57	1.600	4.890	1.034						
58	3.200	4.890	1.093						

59	4.800	4.890	1.153						
60	6.400	4.890	1.212						
61	8.000	4.890	1.272						
62	9.600	4.890	1.332						
63	11.200	4.890	1.391						
64	12.800	4.890	1.451						
65	14.400	4.890	1.510						
66	16.000	4.890	1.570						
67	-0.000	3.260	0.974						
68	1.600	3.260	1.034						
69	3.200	3.260	1.093						
70	4.800	3.260	1.153						
71	6.400	3.260	1.212						
72	8.000	3.260	1.272						
73	9.600	3.260	1.332						
74	11.200	3.260	1.391						
75	12.800	3.260	1.451						
76	14.400	3.260	1.510						
77	16.000	3.260	1.570						
78	-0.000	1.630	0.974						
79	1.600	1.630	1.034						
80	3.200	1.630	1.093						
81	4.800	1.630	1.153						
82	6.400	1.630	1.212						
83	8.000	1.630	1.272						
84	9.600	1.630	1.332						
85	11.200	1.630	1.391						
86	12.800	1.630	1.451						
87	14.400	1.630	1.510						
88	16.000	1.630	1.570						

各单元信息如下表：

单元号	截面名称	长度(m)	面积 (mm^2)	绕 2 轴惯性矩 ($x10^4mm^4$)	绕 3 轴惯性矩 ($x10^4mm^4$)	绕 2 轴计算长度系数	绕 3 轴计算长度系数	小节点释放	大节点释放
1	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
2	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
3	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
4	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
5	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---

6	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
7	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
8	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
9	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
10	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
11	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
12	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
13	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
14	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
15	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
16	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
17	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
18	GZ-01	1.034	4224	1231	1231	0.867	0.728	---	---
19	GZ-01	1.093	4224	1231	1231	0.862	0.727	---	---
20	GZ-01	1.153	4224	1231	1231	0.858	0.726	---	---
21	GZ-01	1.212	4224	1231	1231	0.854	0.724	---	---
22	GZ-01	1.272	4224	1231	1231	0.850	0.723	---	---
23	GZ-01	1.332	4224	1231	1231	0.847	0.722	---	---
24	GZ-01	1.391	4224	1231	1231	0.843	0.721	---	---
25	GZ-01	1.451	4224	1231	1231	0.840	0.720	---	---
26	GZ-01	1.510	4224	1231	1231	0.837	0.720	---	---
27	GZ-01	1.570	4224	1231	1231	0.834	0.737	---	---
28	GZ-01	0.974	4224	1231	1231	0.871	0.757	---	---
29	GZ-01	1.034	4224	1231	1231	0.867	0.728	---	---
30	GZ-01	1.093	4224	1231	1231	0.862	0.727	---	---
31	GZ-01	1.153	4224	1231	1231	0.858	0.726	---	---
32	GZ-01	1.212	4224	1231	1231	0.854	0.724	---	---
33	GZ-01	1.272	4224	1231	1231	0.850	0.723	---	---
34	GZ-01	1.332	4224	1231	1231	0.847	0.722	---	---
35	GZ-01	1.391	4224	1231	1231	0.843	0.721	---	---
36	GZ-01	1.451	4224	1231	1231	0.840	0.720	---	---
37	GZ-01	1.510	4224	1231	1231	0.837	0.720	---	---
38	GZ-01	1.570	4224	1231	1231	0.834	0.737	---	---
39	GZ-01	0.974	4224	1231	1231	0.871	0.757	---	---
40	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
41	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
42	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
43	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
44	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
45	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
46	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
47	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz

48	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
49	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
50	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
51	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
52	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
53	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
54	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
55	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
56	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
57	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
58	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
59	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
60	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
61	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
62	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
63	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
64	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
65	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
66	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
67	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
68	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
69	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
70	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
71	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
72	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
73	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
74	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
75	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
76	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
77	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
78	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
79	GL-03	1.601	900	31	31	1.000	1.000	Ry Rz	Ry Rz
80	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
81	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
82	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
83	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
84	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
85	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
86	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
87	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
88	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
89	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---

90	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
91	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
92	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
93	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
94	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
95	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
96	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
97	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
98	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
99	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
100	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
101	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
102	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
103	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
104	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
105	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
106	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
107	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
108	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
109	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
110	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
111	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
112	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
113	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
114	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
115	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
116	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
117	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
118	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
119	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
120	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
121	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
122	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
123	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
124	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
125	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
126	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
127	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
128	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
129	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
130	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
131	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---

132	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
133	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
134	GL02	1.630	7200	846	10787	1.000	5.000	---	---
135	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
136	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---
137	GL-01	1.601	7200	846	10787	1.000	1.000	---	---

3、荷载信息

单元荷载

****以下为单元荷载汇总表:***

单位：力(kN)；分布力(kN/m)；弯距(kN.m)；分布弯距(kN.m/m)

第 0 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	0	三角形荷载	Z	-0.9	0.0	0.8	1.6
1	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
2	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	0.8	1.6
2	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
3	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	0.8	1.6
3	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
4	0	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.7	1.6
4	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
5	0	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.7	1.6
5	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
6	0	三角形荷载	Z	-1.2	0.0	0.7	1.6
6	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
7	0	三角形荷载	Z	-1.2	0.0	0.9	1.6
7	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
8	0	三角形荷载	Z	-0.8	0.0	0.8	1.6
8	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
9	0	三角形荷载	Z	-0.9	0.0	0.8	1.6
9	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
10	0	三角形荷载	Z	-0.9	0.0	0.8	1.6
10	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
11	0	三角形荷载	Z	-0.9	0.0	0.8	1.6
11	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
12	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	0.8	1.6
12	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
13	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	0.8	1.6

13	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
14	0	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.7	1.6
14	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
15	0	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.7	1.6
15	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
16	0	三角形荷载	Z	-1.2	0.0	0.7	1.6
16	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
17	0	三角形荷载	Z	-1.2	0.0	0.9	1.6
17	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
18	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.0	1.0
19	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.1	1.1
20	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.2	1.2
21	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.2	1.2
22	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.3	1.3
23	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.3	1.3
24	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.4	1.4
25	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.5	1.5
26	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.5	1.5
27	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	1.6	1.6
28	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	1.0	1.0
29	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.0	1.0
30	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.1	1.1
31	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.2	1.2
32	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.2	1.2
33	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.3	1.3
34	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.3	1.3
35	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.4	1.4
36	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.5	1.5
37	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	1.5	1.5
38	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	1.6	1.6
39	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	1.0	1.0
40	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
41	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
42	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
43	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
44	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
45	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
46	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
47	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
48	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
49	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
50	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6

51	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
52	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
53	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
54	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
55	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
56	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
57	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
58	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
59	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
60	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
61	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
62	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
63	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
64	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
65	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
66	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
67	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
68	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
69	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
70	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
71	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
72	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
73	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
74	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
75	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
76	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
77	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
78	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
79	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.8	1.6
80	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
81	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
82	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
83	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
84	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
85	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
86	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
87	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
88	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
89	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
90	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
91	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
92	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8

93	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
94	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
95	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
96	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
97	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
98	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
99	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
100	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
101	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
102	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
103	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
104	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
105	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
106	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
107	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
108	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
109	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
110	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
111	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
112	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
113	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
114	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
115	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
116	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
117	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
118	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
119	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
120	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
121	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
122	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
123	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
124	0	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.8	0.8
125	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
126	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
127	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
128	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
129	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
130	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
131	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
132	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
133	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8
134	0	梯形荷载	Z	-1.3	-1.3	0.8	0.8

135	0	三角形荷载	Z	-0.8	0.0	0.8	1.6
135	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
136	0	三角形荷载	Z	-0.9	0.0	0.8	1.6
136	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6
137	0	三角形荷载	Z	-0.9	0.0	0.8	1.6
137	0	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.8	1.6

第 1 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
2	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
3	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
4	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
5	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
6	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
7	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
9	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
10	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
11	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
12	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
13	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
14	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
15	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
16	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
17	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
41	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
42	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
43	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
44	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
45	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
46	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
47	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
48	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
49	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
51	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
52	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
53	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
54	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
55	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
56	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
57	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
58	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6

59	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
61	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
62	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
63	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
64	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
65	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
66	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
67	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
68	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
69	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
71	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
72	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
73	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
74	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
75	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
76	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
77	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
78	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
79	1	三角形荷载	Z	-1.4	0.0	0.8	1.6
80	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
81	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
82	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
83	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
84	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
85	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
86	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
87	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
88	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
89	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
90	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
91	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
92	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
93	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
94	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
95	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
96	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
97	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
98	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
99	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
100	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
101	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
102	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8

103	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
104	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
105	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
106	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
107	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
108	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
109	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
110	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
111	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
112	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
113	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
114	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
115	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
116	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
117	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
118	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
119	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
125	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
126	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
127	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
128	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
129	1	梯形荷载	Z	-0.7	-0.7	0.8	0.8
130	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
131	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
132	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
133	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
134	1	梯形荷载	Z	-1.4	-1.4	0.8	0.8
136	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6
137	1	三角形荷载	Z	-0.7	0.0	0.8	1.6

第 2 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
1	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
2	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
2	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
3	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
3	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
4	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
4	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
5	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
5	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0

6	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
6	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
7	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
7	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
9	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
9	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
10	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
10	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
11	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
11	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
12	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
12	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
13	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
13	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
14	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
14	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
15	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
15	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
16	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
16	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
17	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
17	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
41	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
41	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
42	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
42	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
43	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
43	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
44	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
44	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
45	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
45	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
46	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
46	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
47	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
47	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
48	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
48	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
49	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
49	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
51	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
51	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0

52	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
52	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
53	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
53	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
54	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
54	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
55	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
55	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
56	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
56	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
57	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
57	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
58	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
58	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
59	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
59	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
61	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
61	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
62	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
62	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
63	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
63	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
64	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
64	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
65	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
65	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
66	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
66	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
67	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
67	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
68	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
68	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
69	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
69	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
71	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
71	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
72	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
72	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
73	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
73	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
74	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
74	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0

75	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
75	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
76	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
76	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
77	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
77	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
78	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
78	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
79	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
79	2	三角形荷载	Z	2.7	0.0	0.8	0.0
80	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
80	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
81	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
81	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
82	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
82	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
83	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
83	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
84	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
84	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
85	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
85	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
86	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
86	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
87	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
87	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
88	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
88	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
89	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
89	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
90	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
90	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
91	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
91	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
92	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
92	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
93	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
93	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
94	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
94	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
95	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
95	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8

96	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
96	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
97	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
97	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
98	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
98	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
99	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
99	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
100	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
100	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
101	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
101	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
102	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
102	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
103	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
103	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
104	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
104	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
105	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
105	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
106	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
106	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
107	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
107	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
108	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
108	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
109	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
109	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
110	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
110	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
111	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
111	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
112	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
112	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
113	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
113	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
114	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
114	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
115	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
115	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
116	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
116	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8

117	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
117	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
118	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
118	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
119	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
119	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
125	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
125	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
126	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
126	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
127	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
127	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
128	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
128	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
129	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
129	2	梯形荷载	Z	1.4	1.4	0.8	0.8
130	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
130	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
131	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
131	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
132	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
132	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
133	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
133	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
134	2	梯形荷载	X	-0.1	-0.1	0.8	0.8
134	2	梯形荷载	Z	2.7	2.7	0.8	0.8
136	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
136	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0
137	2	三角形荷载	X	-0.1	0.0	0.8	0.0
137	2	三角形荷载	Z	1.4	0.0	0.8	0.0

第 3 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	3	三角形荷载	Y	-1.6	0.0	0.8	0.0
2	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	0.8	0.0
3	3	三角形荷载	Y	-1.8	0.0	0.8	0.0
4	3	三角形荷载	Y	-1.8	0.0	0.7	0.0
5	3	三角形荷载	Y	-1.9	0.0	0.7	0.0
6	3	三角形荷载	Y	-2.0	0.0	0.7	0.0
7	3	三角形荷载	Y	-2.1	0.0	0.9	0.0
8	3	三角形荷载	Y	-1.4	0.0	0.8	0.0
9	3	三角形荷载	Y	-1.4	0.0	0.8	0.0

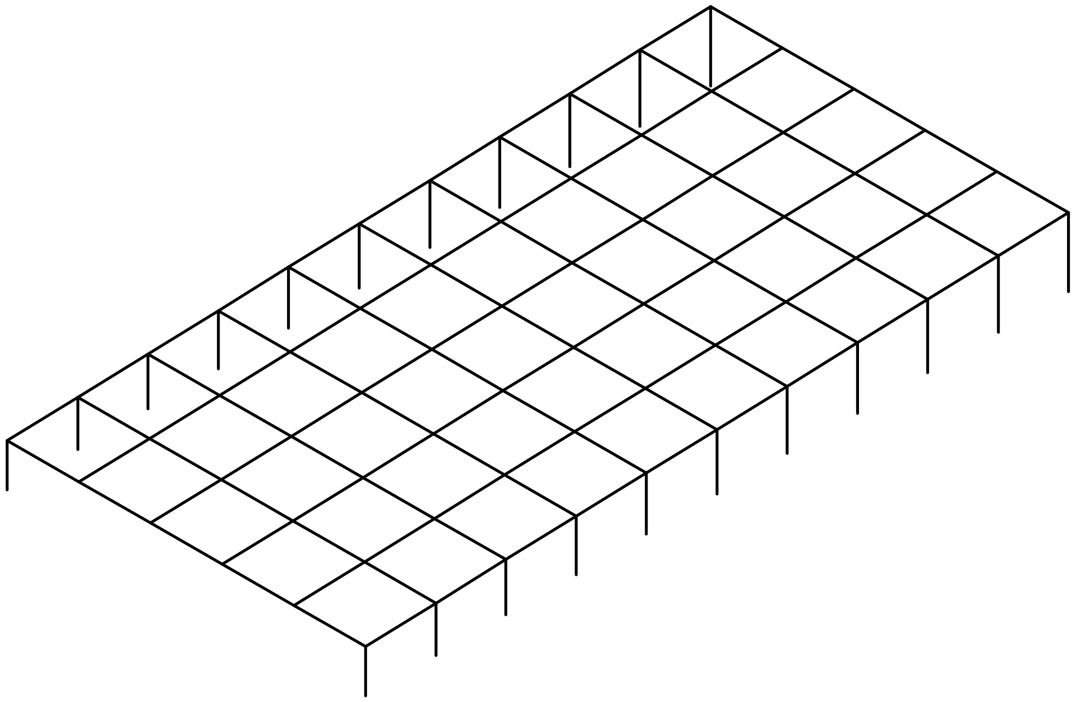
10	3	三角形荷载	Y	-1.5	0.0	0.8	0.0
11	3	三角形荷载	Y	-1.6	0.0	0.8	0.0
12	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	0.8	0.0
13	3	三角形荷载	Y	-1.8	0.0	0.8	0.0
14	3	三角形荷载	Y	-1.8	0.0	0.7	0.0
15	3	三角形荷载	Y	-1.9	0.0	0.7	0.0
16	3	三角形荷载	Y	-2.0	0.0	0.7	0.0
17	3	三角形荷载	Y	2.1	0.0	0.9	0.0
18	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.0	0.0
19	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.1	0.0
20	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.2	0.0
21	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.2	0.0
22	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.3	0.0
23	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.3	0.0
24	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.4	0.0
25	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.5	0.0
26	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.5	0.0
27	3	三角形荷载	Y	-1.1	0.0	1.6	0.0
28	3	三角形荷载	Y	-1.1	0.0	1.0	0.0
29	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.0	0.0
30	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.1	0.0
31	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.2	0.0
32	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.2	0.0
33	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.3	0.0
34	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.3	0.0
35	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.4	0.0
36	3	三角形荷载	Y	-2.2	0.0	1.5	0.0
38	3	三角形荷载	Y	1.1	0.0	1.6	0.0
39	3	三角形荷载	Y	-1.1	0.0	1.0	0.0
135	3	三角形荷载	Y	-1.4	0.0	0.8	0.0
136	3	三角形荷载	Y	-1.4	0.0	0.8	0.0
137	3	三角形荷载	Y	-1.5	0.0	0.8	0.0

(1).工况号: 0

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值(基本风压)
1	恒载	双向杆件	--	0.80

面荷载分布图:



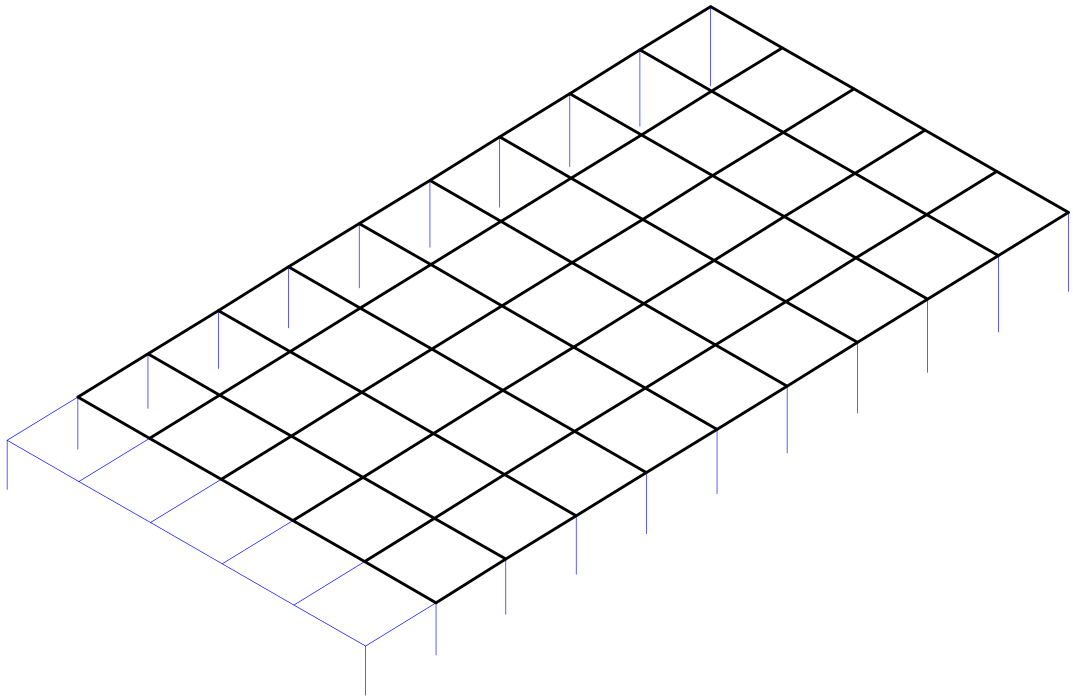
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

(2).工况号:　1

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值 (基本风压)
1	活载	双向杆件	--	0.90

面荷载分布图:



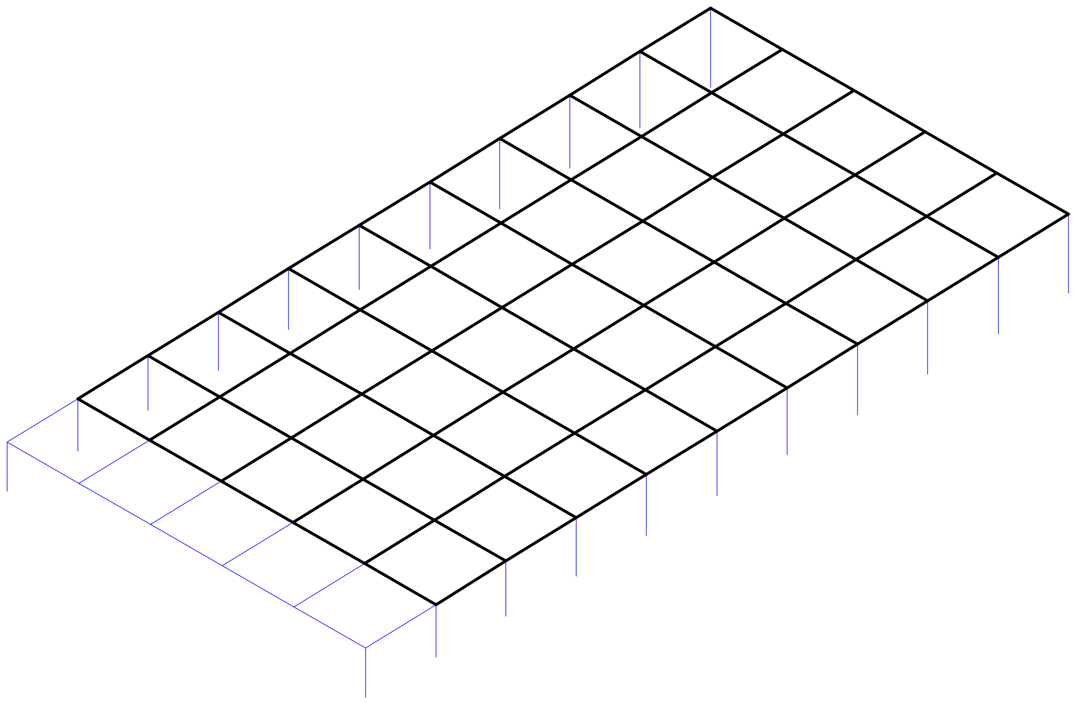
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

(3).工况号:　2

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值(基本风压)
1	风载	双向杆件	-2.00	0.45

面荷载分布图:



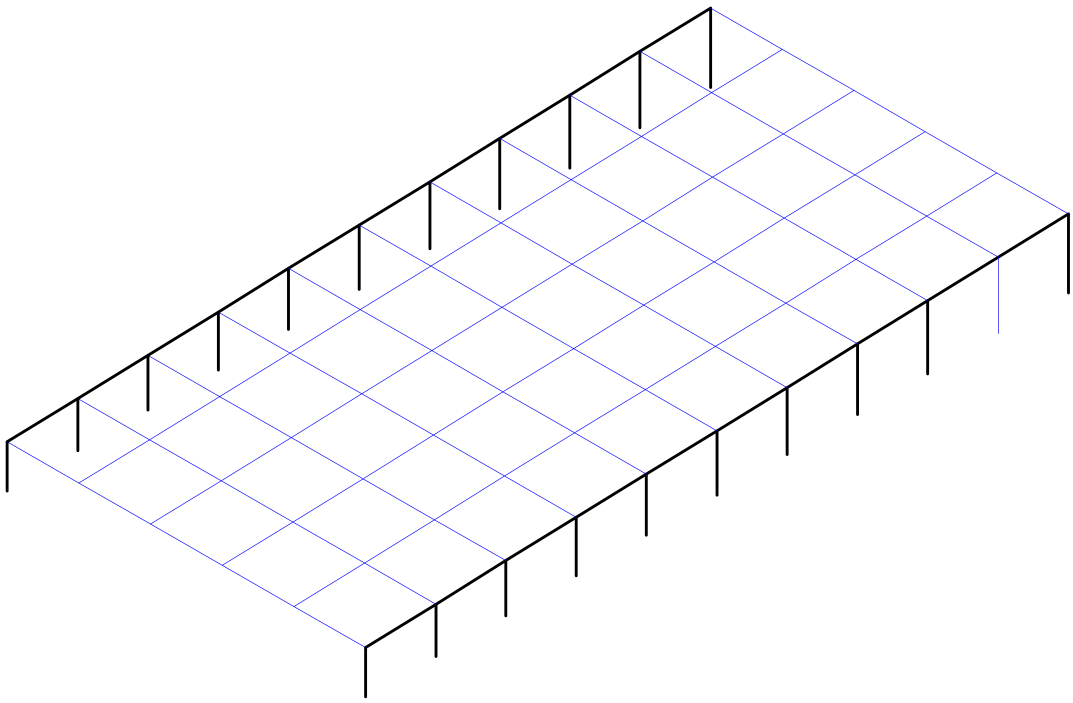
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

(4).工况号:　3

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值 (基本风压)
1	风载	双向杆件	1.60	0.45

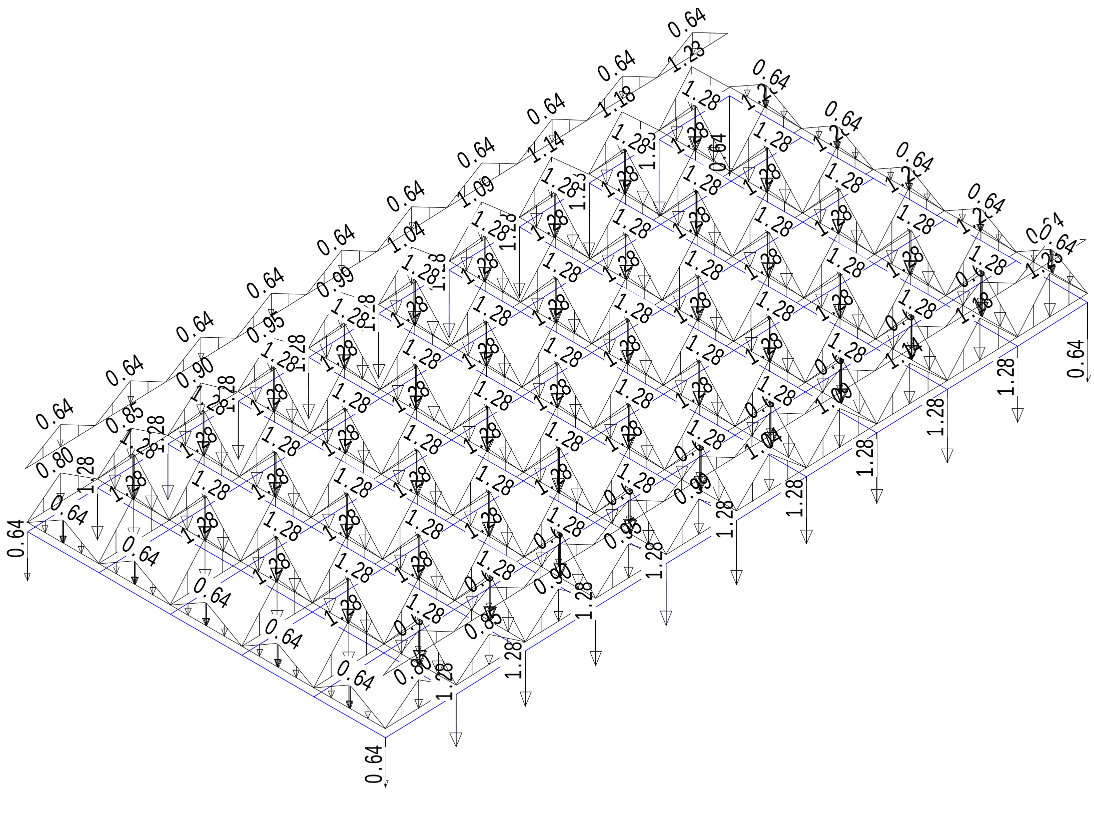
面荷载分布图:



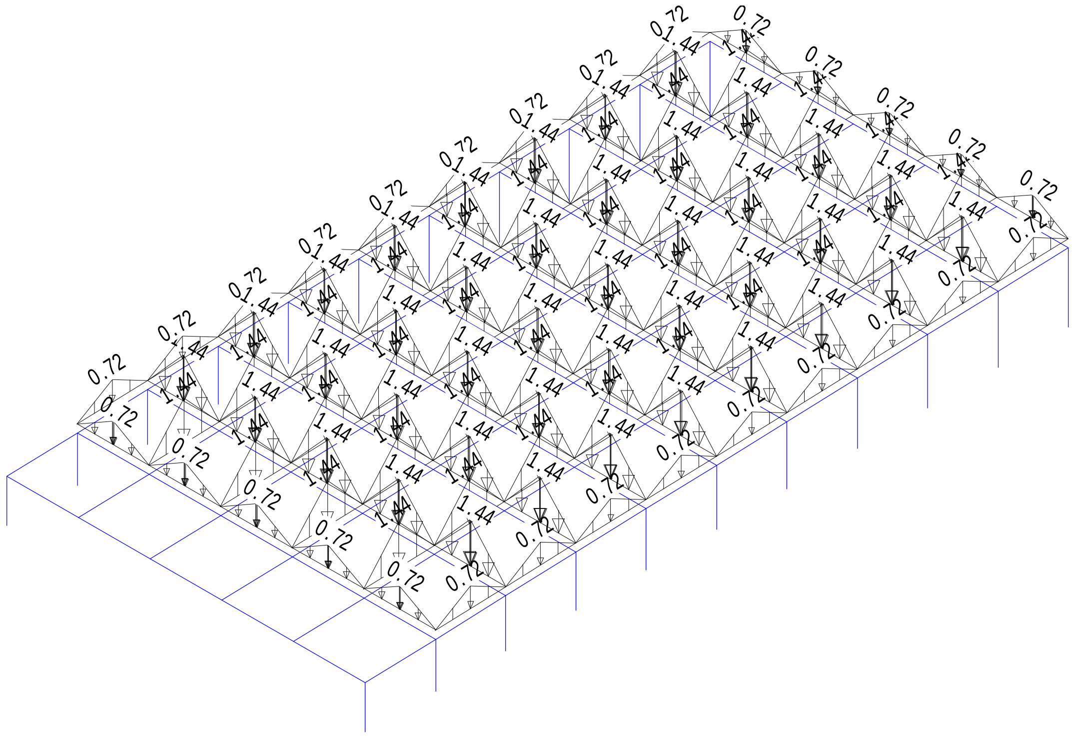
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

****以下为单元荷载图:***

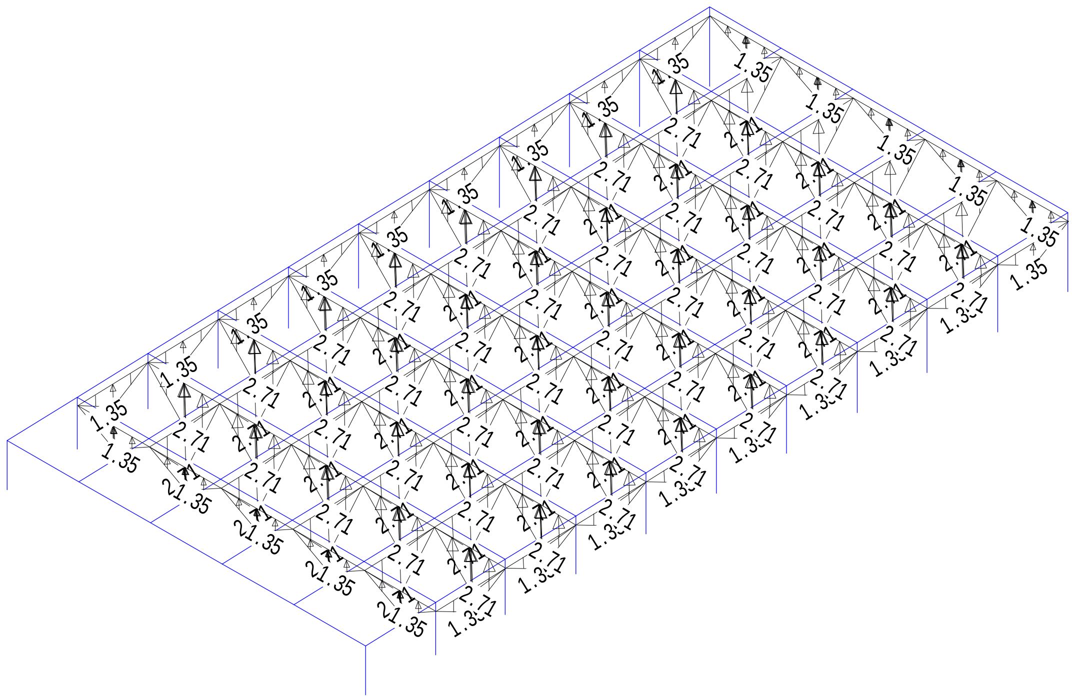
单位：力(kN)；分布力(kN/m)；弯距(kN.m)；分布弯距(kN.m/m)



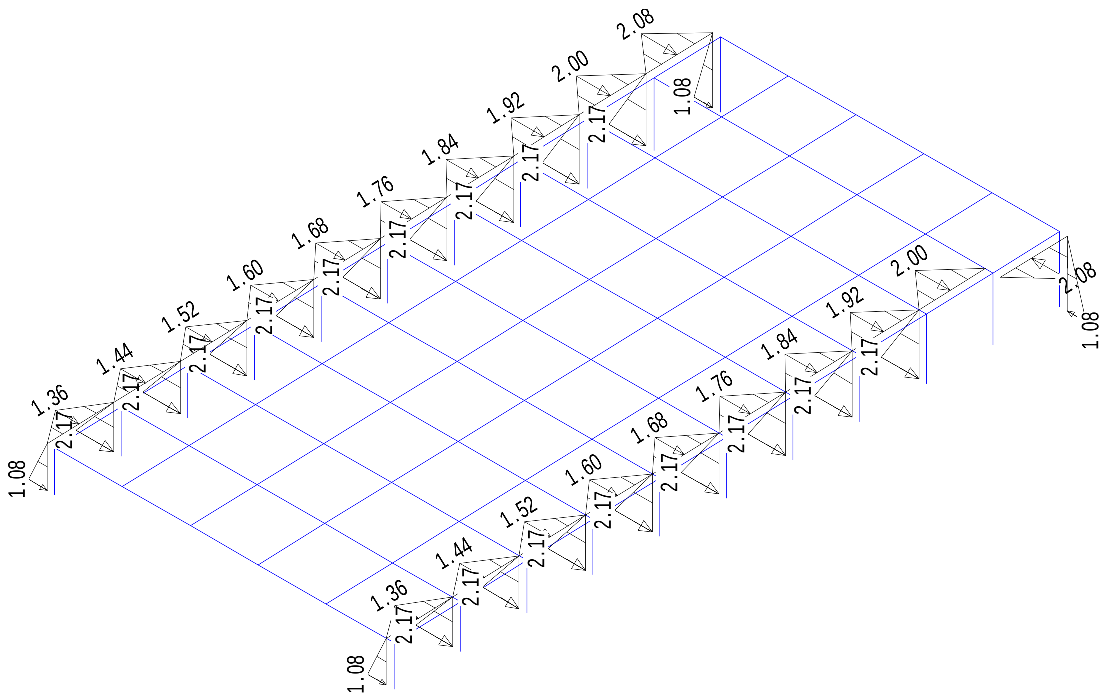
第 0 工况单元荷载简图



第 1 工况单元荷载简图



第 2 工况单元荷载简图



第 3 工况单元荷载简图

荷载组合

(1) 1.35 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1
(2) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1
(3) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1
(4) 1.20 恒载 + 1.40 风载工况 2
(5) 1.20 恒载 + 1.40 风载工况 3
(6) 1.00 恒载 + 1.40 风载工况 2
(7) 1.00 恒载 + 1.40 风载工况 3
(8) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 2
(9) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 3
(10) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 2
(11) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 3
(12) 1.20 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 2
(13) 1.20 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 3
(14) 1.00 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 2
(15) 1.00 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 3
(16) 1.20 恒载

4、内力位移计算结果

(一). 内力

1.工况内力

2.组合内力

3.最不利内力

最不利内力表 *(单位：N、Q(kN)；M(kN.m)；位置(m))*

单元号	名称	组合号	序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	弯距 M2	弯距 M3
1	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.3	0.0	0.0	0.4
	M3 最大	8	1	0.0	-0.7	1.5	0.2	-0.2	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.1	1.2	0.4	-0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	-0.0	-0.3
2	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.3	0.0	0.0	0.4
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	0.0	0.0	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.1	1.2	0.4	-0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	-0.0	-0.3
3	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.3	0.0	0.0	0.4
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	0.0	0.0	0.6
	N 最小	13	1	0.0	-1.0	1.6	-1.2	0.5	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.3
4	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.4	0.0	0.0	0.4
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	0.0	0.0	0.6
	N 最小	13	1	0.0	-1.3	1.7	-1.3	0.5	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.3
5	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.4	0.0	0.0	0.4
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	0.0	0.0	0.6
	N 最小	13	1	0.0	-1.4	1.7	-1.2	0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	-0.0	-0.3
6	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.4	0.0	0.0	0.4
	M3 最大	1	1	0.0	-0.2	1.9	0.0	-0.0	0.6
	N 最小	13	1	0.0	-1.2	1.8	-0.5	-0.3	0.6
	M3 最小	2	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.4
7	N 最大	16	1	0.0	-0.0	1.2	0.0	0.0	0.1
	M3 最大	12	1	1.6	-0.2	-1.5	0.5	0.4	0.6
	N 最小	13	1	1.6	-0.7	-2.0	-0.7	0.0	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.6
8	N 最大	15	1	1.6	0.2	-1.2	0.6	0.1	0.4
	M3 最大	12	1	0.0	-0.7	1.9	-0.5	0.5	0.9
	N 最小	4	1	0.0	-0.7	1.9	-0.6	0.5	0.9
	M3 最小	1	1	0.7	-0.1	0.1	0.0	-0.0	-0.4
9	N 最大	7	1	0.0	0.3	1.0	0.7	-0.2	0.3
	M3 最大	12	1	1.6	-1.0	-1.2	-0.4	-0.3	0.6
	N 最小	12	1	1.6	-1.0	-1.2	-0.4	-0.3	0.6
	M3 最小	9	1	0.8	0.1	0.0	-0.1	0.1	-0.3
10	N 最大	7	1	1.6	0.4	-1.1	0.7	0.2	0.3
	M3 最大	12	1	0.0	-1.1	1.3	-0.4	0.3	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.1	1.3	-0.4	0.3	0.6
	M3 最小	2	1	0.8	-0.1	-0.1	-0.0	0.0	-0.3
	N 最大	7	1	1.6	0.5	-1.1	0.8	0.2	0.3

11	M3 最大	8	1	0.0	-0.7	1.5	-0.2	0.2	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.1	1.2	-0.4	0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	-0.0	0.0	-0.3
12	N 最大	7	1	1.6	0.6	-1.1	0.8	0.2	0.3
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	-0.0	-0.0	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.1	1.2	-0.4	0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	-0.0	0.0	-0.3
13	N 最大	7	1	1.6	0.9	-1.1	0.8	0.2	0.3
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	-0.0	-0.0	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.0	1.2	-0.4	0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.3
14	N 最大	7	1	1.6	1.1	-1.1	0.8	0.1	0.4
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	-0.0	-0.0	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-0.9	1.2	-0.4	0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.3
15	N 最大	7	1	1.6	1.2	-1.2	1.0	0.1	0.4
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-1.8	-0.0	-0.0	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-0.7	1.2	-0.4	0.3	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.0	-0.0	0.0	-0.3
16	N 最大	7	1	1.6	1.0	-1.2	1.5	0.4	0.3
	M3 最大	1	1	0.0	-0.2	1.9	-0.0	0.0	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-0.5	1.1	-0.4	0.3	0.5
	M3 最小	9	1	0.8	0.5	0.0	0.2	-0.3	-0.4
17	N 最大	7	1	0.0	0.2	1.0	-0.5	-0.3	0.1
	M3 最大	12	1	1.6	-0.2	-1.5	-0.5	-0.4	0.6
	N 最小	8	1	1.6	-0.2	-1.8	-0.3	-0.2	0.5
	M3 最小	1	1	0.8	-0.1	-0.2	-0.0	-0.0	-0.6
18	N 最大	6	1	0.0	-1.2	-0.7	0.5	-0.5	-0.7
	M3 最大	5	1	0.0	-10.8	0.0	-5.0	4.6	0.0
	N 最小	1	1	1.0	-16.9	-0.0	-9.4	0.0	-0.0
	M3 最小	14	1	0.0	-4.1	-0.7	-1.7	1.7	-0.8
19	N 最大	6	1	0.0	6.0	-0.6	4.0	-4.4	-0.7
	M3 最大	5	1	0.0	-10.6	0.0	-4.6	4.4	0.0
	N 最小	2	1	1.1	-20.6	0.0	-11.2	-0.0	-0.0
	M3 最小	14	1	0.0	0.3	-0.6	0.6	-0.7	-0.7
20	N 最大	6	1	0.0	6.3	-0.6	4.6	-5.3	-0.6
	M3 最大	13	1	0.0	-16.3	0.0	-7.6	8.1	0.0
	N 最小	2	1	1.2	-20.8	0.0	-10.9	0.0	-0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.3	-0.6	4.6	-5.3	-0.6
21	N 最大	6	1	0.0	6.1	-0.5	4.4	-5.4	-0.6
	M3 最大	13	1	0.0	-16.2	0.0	-6.9	7.7	0.0
	N 最小	2	1	1.2	-20.8	0.0	-10.3	0.0	-0.0

	M3 最小	6	1	0.0	6.1	-0.5	4.4	-5.4	-0.6
22	N 最大	6	1	0.0	6.1	-0.4	4.2	-5.3	-0.5
	M3 最大	2	1	0.0	-19.5	0.0	-9.6	12.2	0.0
	N 最小	2	1	1.3	-21.0	0.0	-9.6	-0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.1	-0.4	4.2	-5.3	-0.5
23	N 最大	6	1	0.0	6.0	-0.4	3.9	-5.2	-0.5
	M3 最大	2	1	0.0	-19.5	0.0	-9.0	11.9	0.0
	N 最小	2	1	1.3	-21.1	0.0	-9.0	-0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.0	-0.4	3.9	-5.2	-0.5
24	N 最大	6	1	0.0	6.0	-0.3	3.6	-5.1	-0.5
	M3 最大	2	1	0.0	-19.6	0.0	-8.4	11.6	0.0
	N 最小	2	1	1.4	-21.2	0.0	-8.4	0.0	-0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.0	-0.3	3.6	-5.1	-0.5
25	N 最大	6	1	0.0	6.1	-0.3	3.3	-4.8	-0.4
	M3 最大	16	1	0.0	-11.5	0.0	-4.1	6.0	0.0
	N 最小	2	1	1.5	-21.4	0.0	-7.7	0.0	-0.0
	M3 最小	14	1	0.0	0.3	-0.3	0.8	-1.2	-0.4
26	N 最大	6	1	0.0	5.6	-0.3	2.8	-4.3	-0.4
	M3 最大	2	1	0.0	-19.8	0.0	-6.8	10.2	0.0
	N 最小	2	1	1.5	-21.6	0.0	-6.8	-0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	5.6	-0.3	2.8	-4.3	-0.4
27	N 最大	6	1	0.0	2.3	-0.2	1.6	-2.6	-0.4
	M3 最大	2	1	0.0	-11.0	0.1	-4.9	7.6	0.1
	N 最小	2	1	1.6	-12.2	0.1	-4.9	0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	2.3	-0.2	1.6	-2.6	-0.4
28	N 最大	15	1	0.0	-5.2	-0.1	-4.5	4.1	-0.1
	M3 最大	4	1	1.0	-8.4	-0.9	-3.6	0.0	0.0
	N 最小	1	1	1.0	-8.4	-0.1	-7.0	0.0	0.0
	M3 最小	12	1	0.0	-7.6	-0.9	-4.3	4.2	-0.9
29	N 最大	6	1	0.0	-1.2	-0.7	-0.5	0.5	-0.7
	M3 最大	16	1	0.0	-11.3	0.0	6.5	-6.7	0.0
	N 最小	1	1	1.0	-16.9	-0.0	9.4	0.0	-0.0
	M3 最小	14	1	0.0	-4.1	-0.7	1.7	-1.7	-0.8
30	N 最大	6	1	0.0	6.0	-0.6	-4.0	4.4	-0.7
	M3 最大	16	1	0.0	-11.1	0.0	6.3	-6.8	0.0
	N 最小	9	1	1.1	-20.9	-0.0	13.2	0.0	-0.0
	M3 最小	14	1	0.0	0.3	-0.6	-0.6	0.7	-0.7
31	N 最大	6	1	0.0	6.3	-0.6	-4.6	5.3	-0.6
	M3 最大	2	1	0.0	-19.4	0.0	10.9	-12.6	0.0
	N 最小	9	1	1.2	-21.2	0.0	13.0	-0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.3	-0.6	-4.6	5.3	-0.6
	N 最大	6	1	0.0	6.1	-0.5	-4.4	5.4	-0.6

32	M3 最大	2	1	0.0	-19.4	0.0	10.3	-12.4	0.0
	N 最小	9	1	1.2	-21.3	0.0	12.5	-0.0	-0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.1	-0.5	-4.4	5.4	-0.6
33	N 最大	6	1	0.0	6.1	-0.4	-4.2	5.3	-0.5
	M3 最大	9	1	0.0	-20.0	0.0	10.8	-14.2	0.0
	N 最小	9	1	1.3	-21.5	0.0	11.9	0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.1	-0.4	-4.2	5.3	-0.5
34	N 最大	6	1	0.0	6.0	-0.4	-3.9	5.2	-0.5
	M3 最大	13	1	0.0	-17.9	0.0	9.7	-13.9	0.0
	N 最小	9	1	1.3	-21.6	0.0	11.4	-0.0	-0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.0	-0.4	-3.9	5.2	-0.5
35	N 最大	6	1	0.0	6.0	-0.3	-3.6	5.1	-0.5
	M3 最大	13	1	0.0	-18.0	0.0	9.2	-13.7	0.0
	N 最小	9	1	1.4	-21.7	0.0	10.8	0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	6.0	-0.3	-3.6	5.1	-0.5
36	N 最大	6	1	0.0	6.1	-0.3	-3.3	4.8	-0.4
	M3 最大	5	1	0.0	-12.2	0.0	5.7	-9.3	0.0
	N 最小	9	1	1.5	-21.9	0.0	10.0	-0.0	-0.0
	M3 最小	14	1	0.0	0.3	-0.3	-0.8	1.2	-0.4
37	N 最大	6	1	0.0	5.6	-0.3	-2.8	4.3	-0.4
	M3 最大	13	1	0.0	-17.9	0.0	7.3	-11.1	0.0
	N 最小	9	1	1.5	-21.9	0.0	7.7	0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	5.6	-0.3	-2.8	4.3	-0.4
38	N 最大	6	1	0.0	2.3	-0.2	-1.6	2.6	-0.4
	M3 最大	9	1	0.0	-11.2	0.1	5.5	-8.2	0.1
	N 最小	9	1	1.6	-12.4	0.1	4.8	-0.0	0.0
	M3 最小	6	1	0.0	2.3	-0.2	-1.6	2.6	-0.4
39	N 最大	3	1	0.0	-5.6	-0.1	5.7	-5.6	-0.1
	M3 最大	1	1	1.0	-8.4	-0.1	7.0	-0.0	0.0
	N 最小	1	1	1.0	-8.4	-0.1	7.0	-0.0	0.0
	M3 最小	12	1	0.0	-7.6	-0.9	4.3	-4.2	-0.9
40	N 最大	5	1	1.6	0.2	-0.7	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	1	1	0.0	-0.1	0.8	0.0	0.0	0.0
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	0.7	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	1	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4
41	N 最大	13	1	1.6	0.4	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
42	N 最大	13	1	1.6	0.5	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0

	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
43	N 最大	13	1	1.6	0.6	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
44	N 最大	13	1	1.6	0.8	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
45	N 最大	13	1	1.6	1.0	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
46	N 最大	13	1	1.6	1.3	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
47	N 最大	13	1	1.6	1.5	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
48	N 最大	13	1	1.6	1.3	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
49	N 最大	13	1	1.6	0.7	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
50	N 最大	5	1	1.6	0.0	-0.7	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	1	1	1.6	0.0	-0.8	0.0	0.0	0.0
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	0.7	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	1	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.4
51	N 最大	13	1	1.6	0.1	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.3	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
52	N 最大	13	1	1.6	0.1	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
	N 最大	13	1	1.6	0.2	-1.2	0.0	0.0	0.0

53	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
54	N 最大	13	1	1.6	0.2	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
55	N 最大	13	1	1.6	0.1	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
56	N 最大	9	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
57	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.1	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
58	N 最大	12	1	1.6	0.1	0.3	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.2	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
59	N 最大	12	1	1.6	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	9	1	0.0	-0.1	1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
60	N 最大	16	1	1.6	0.0	-0.7	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	1	1	0.0	-0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	0.7	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	1	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4
61	N 最大	2	1	1.6	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
62	N 最大	2	1	1.6	0.0	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
63	N 最大	2	1	1.6	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0

	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
64	N 最大	2	1	1.6	0.0	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.2	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
65	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.1	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
66	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	12	1	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
67	N 最大	13	1	1.6	0.1	-1.2	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	8	1	0.0	-0.1	0.6	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
68	N 最大	13	1	1.6	0.2	-1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	2	1	0.0	-0.1	1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
69	N 最大	12	1	1.6	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.1	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
70	N 最大	16	1	1.6	0.0	-0.7	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	1	1	1.6	-0.0	-0.8	0.0	0.0	0.0
	N 最小	13	1	0.0	-0.3	0.7	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	1	1	0.8	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.4
71	N 最大	2	1	1.6	0.0	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.4	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
72	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.4	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
73	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.5	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	-0.0

74	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.7	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
75	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-1.0	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
76	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-1.2	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
77	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-1.4	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
78	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-1.2	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.8
79	N 最大	2	1	1.6	0.1	-1.5	0.0	0.0	-0.0
	M3 最大	6	1	0.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.2	1.2	0.0	0.0	0.0
	M3 最小	2	1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
80	N 最大	6	1	0.0	1.1	-2.2	0.3	-0.4	-0.7
	M3 最大	9	1	0.0	-5.8	9.5	-0.1	0.1	5.8
	N 最小	9	1	0.7	-5.8	8.6	-0.1	0.1	-0.5
	M3 最小	2	1	1.6	-4.9	6.8	0.0	-0.0	-8.2
81	N 最大	6	1	0.1	1.1	1.0	0.2	-0.3	4.5
	M3 最大	6	1	0.0	1.1	1.0	0.2	-0.3	4.6
	N 最小	9	1	0.0	-5.8	-2.9	-0.0	0.0	-14.6
	M3 最小	2	1	0.0	-4.9	-2.8	0.0	0.0	-14.8
82	N 最大	6	1	0.1	1.1	-0.1	-0.0	-0.3	4.6
	M3 最大	6	1	0.8	1.1	-0.0	0.0	-0.3	4.7
	N 最小	9	1	0.0	-5.8	1.1	0.0	0.0	-14.9
	M3 最小	2	1	0.8	-4.9	-0.0	-0.0	0.0	-15.5
83	N 最大	6	1	0.5	1.1	-1.2	-0.2	-0.1	3.5
	M3 最大	6	1	1.6	1.1	-1.0	-0.2	-0.3	4.6
	N 最小	9	1	0.0	-5.8	5.1	0.0	-0.1	-8.6
	M3 最小	9	1	1.6	-5.8	2.6	0.0	0.0	-14.9
84	N 最大	6	1	0.0	1.1	-2.2	-0.3	0.4	-0.7
	M3 最大	2	1	0.0	-4.9	9.4	-0.0	0.1	5.0
	N 最小	9	1	0.0	-5.8	9.2	-0.4	0.6	4.3

	M3 最小	9	1	1.6	-5.8	6.6	-0.4	-0.1	-8.6
85	N 最大	6	1	0.0	3.0	-6.7	-0.5	0.7	-5.6
	M3 最大	2	1	0.0	-6.8	16.0	0.0	-0.0	12.3
	N 最小	9	1	0.0	-7.9	15.7	-0.3	0.5	11.1
	M3 最小	9	1	1.6	-7.9	11.7	-0.3	-0.0	-11.2
86	N 最大	6	1	0.0	3.0	-3.7	-0.2	-0.0	4.4
	M3 最大	6	1	1.6	3.0	-2.5	-0.1	-0.3	9.4
	N 最小	9	1	0.0	-7.9	8.7	0.0	-0.0	-11.2
	M3 最小	9	1	1.6	-7.9	4.7	0.0	0.0	-22.1
87	N 最大	6	1	0.0	3.0	-0.6	-0.1	-0.3	9.4
	M3 最大	6	1	0.8	3.0	-0.0	0.0	-0.4	9.8
	N 最小	9	1	0.0	-7.9	1.7	-0.0	0.0	-22.1
	M3 最小	2	1	0.8	-6.8	0.0	0.0	0.0	-22.9
88	N 最大	6	1	0.3	3.0	2.5	0.1	-0.3	8.8
	M3 最大	6	1	0.0	3.0	2.5	0.1	-0.3	9.4
	N 最小	9	1	0.1	-7.9	-5.4	0.1	0.0	-20.9
	M3 最小	2	1	0.0	-6.8	-5.0	0.0	0.0	-21.9
89	N 最大	6	1	0.0	3.0	-6.7	0.5	-0.7	-5.6
	M3 最大	9	1	0.0	-7.9	16.3	-0.5	0.7	13.6
	N 最小	9	1	0.5	-7.9	15.3	-0.5	0.4	5.0
	M3 最小	2	1	1.6	-6.8	12.0	-0.0	-0.0	-10.5
90	N 最大	6	1	0.5	3.3	-6.6	-0.4	0.4	-1.5
	M3 最大	2	1	0.0	-7.7	16.0	0.0	0.0	11.8
	N 最小	2	1	0.0	-7.7	16.0	0.0	0.0	11.8
	M3 最小	9	1	1.6	-7.6	11.5	-0.1	0.0	-12.2
91	N 最大	6	1	0.0	3.3	-3.7	-0.2	-0.0	4.8
	M3 最大	6	1	1.6	3.3	-2.5	-0.1	-0.3	9.8
	N 最小	2	1	0.0	-7.7	9.0	0.0	0.0	-11.1
	M3 最小	9	1	1.6	-7.6	4.5	0.0	0.0	-22.8
92	N 最大	6	1	1.1	3.3	0.4	0.0	-0.4	10.2
	M3 最大	6	1	0.8	3.3	-0.0	0.0	-0.4	10.2
	N 最小	2	1	0.1	-7.7	1.9	0.0	0.0	-22.7
	M3 最小	9	1	0.7	-7.6	0.1	0.0	0.0	-23.5
93	N 最大	6	1	0.0	3.3	2.5	0.1	-0.3	9.8
	M3 最大	6	1	0.0	3.3	2.5	0.1	-0.3	9.8
	N 最小	2	1	0.0	-7.7	-5.0	-0.0	0.0	-22.5
	M3 最小	2	1	0.0	-7.7	-5.0	-0.0	0.0	-22.5
94	N 最大	6	1	0.0	3.3	-6.7	0.5	-0.6	-5.2
	M3 最大	9	1	0.0	-7.6	16.5	-0.1	0.2	13.7
	N 最小	2	1	0.3	-7.7	15.7	-0.0	-0.0	7.5
	M3 最小	2	1	1.6	-7.7	12.0	-0.0	-0.0	-11.1
	N 最大	6	1	0.1	3.6	-6.8	-0.5	0.6	-4.2

95	M3 最大	2	1	0.0	-8.4	16.0	0.0	0.0	11.8
	N 最小	9	1	0.0	-8.4	15.5	0.1	-0.1	9.6
	M3 最小	9	1	1.6	-8.4	11.5	0.1	0.1	-12.3
96	N 最大	6	1	0.7	3.6	-3.3	-0.2	-0.2	7.3
	M3 最大	6	1	1.6	3.6	-2.5	-0.1	-0.3	9.9
	N 最小	9	1	0.0	-8.4	8.5	-0.0	0.1	-12.3
	M3 最小	9	1	1.6	-8.4	4.5	-0.0	0.0	-22.9
97	N 最大	6	1	0.3	3.6	-0.6	-0.1	-0.3	10.1
	M3 最大	6	1	0.8	3.6	-0.0	0.0	-0.4	10.3
	N 最小	9	1	0.0	-8.4	1.5	0.0	0.0	-22.9
	M3 最小	9	1	0.7	-8.4	0.0	0.0	0.0	-23.5
98	N 最大	6	1	0.5	3.6	2.7	0.2	-0.3	8.5
	M3 最大	6	1	0.0	3.6	2.5	0.1	-0.3	9.9
	N 最小	9	1	0.0	-8.4	-5.5	-0.0	0.1	-22.0
	M3 最小	2	1	0.0	-8.4	-5.0	-0.0	0.0	-22.5
99	N 最大	6	1	0.0	3.6	-6.7	0.5	-0.6	-5.2
	M3 最大	9	1	0.0	-8.4	16.6	0.1	-0.1	14.0
	N 最小	9	1	0.3	-8.4	16.2	0.1	-0.1	9.5
	M3 最小	2	1	1.6	-8.4	12.0	-0.0	-0.0	-11.0
100	N 最大	6	1	0.1	3.9	-6.8	-0.5	0.6	-4.3
	M3 最大	2	1	0.0	-9.0	16.0	0.0	0.0	12.0
	N 最小	2	1	0.0	-9.0	16.0	0.0	0.0	12.0
	M3 最小	9	1	1.6	-9.0	11.5	0.1	0.1	-12.1
101	N 最大	6	1	0.0	3.9	-3.7	-0.2	-0.0	4.8
	M3 最大	6	1	1.6	3.9	-2.5	-0.1	-0.3	9.8
	N 最小	2	1	0.0	-9.0	9.0	0.0	0.0	-10.8
	M3 最小	9	1	1.6	-9.0	4.5	-0.0	0.0	-22.7
102	N 最大	6	1	0.0	3.9	-0.6	-0.1	-0.3	9.8
	M3 最大	6	1	0.8	3.9	0.0	0.0	-0.4	10.2
	N 最小	2	1	0.1	-9.0	1.9	0.0	0.0	-22.5
	M3 最小	9	1	0.7	-9.0	0.0	0.0	0.0	-23.3
103	N 最大	6	1	0.1	3.9	2.4	0.1	-0.3	9.5
	M3 最大	6	1	0.0	3.9	2.5	0.1	-0.3	9.8
	N 最小	2	1	0.0	-9.0	-5.0	-0.0	0.0	-22.3
	M3 最小	2	1	0.0	-9.0	-5.0	-0.0	0.0	-22.3
104	N 最大	6	1	0.1	3.9	-6.8	0.5	-0.6	-4.3
	M3 最大	9	1	0.0	-9.0	16.6	0.1	-0.2	14.1
	N 最小	2	1	0.3	-9.0	15.7	-0.0	-0.0	7.7
	M3 最小	2	1	1.6	-9.0	12.0	-0.0	-0.0	-10.8
105	N 最大	6	1	0.7	4.2	-6.4	-0.4	0.3	-0.8
	M3 最大	2	1	0.0	-9.6	16.0	0.0	0.0	12.3
	N 最小	9	1	0.0	-9.6	15.5	0.1	-0.1	10.3

	M3 最小	9	1	1.6	-9.6	11.5	0.1	0.1	-11.8
106	N 最大	6	1	0.0	4.2	-3.7	-0.2	-0.0	4.7
	M3 最大	6	1	1.6	4.2	-2.5	-0.1	-0.3	9.7
	N 最小	9	1	0.0	-9.6	8.5	-0.0	0.1	-11.8
	M3 最小	9	1	1.6	-9.6	4.5	-0.0	0.0	-22.4
107	N 最大	6	1	0.7	4.2	-0.2	-0.0	-0.4	10.1
	M3 最大	6	1	0.8	4.2	-0.0	0.0	-0.4	10.1
	N 最小	9	1	0.4	-9.6	0.9	0.0	0.0	-22.9
	M3 最小	9	1	0.7	-9.6	0.1	0.0	0.0	-23.1
108	N 最大	6	1	0.0	4.2	2.5	0.1	-0.3	9.7
	M3 最大	6	1	0.0	4.2	2.5	0.1	-0.3	9.7
	N 最小	9	1	0.0	-9.6	-5.5	-0.0	0.0	-21.6
	M3 最小	2	1	0.0	-9.6	-5.0	-0.0	0.0	-22.0
109	N 最大	6	1	0.0	4.2	-6.7	0.5	-0.6	-5.4
	M3 最大	9	1	0.0	-9.6	16.5	0.1	-0.2	14.2
	N 最小	9	1	0.7	-9.6	15.0	0.1	-0.1	3.4
	M3 最小	2	1	1.6	-9.6	12.0	-0.0	-0.0	-10.6
110	N 最大	6	1	0.0	4.4	-6.7	-0.5	0.6	-5.5
	M3 最大	2	1	0.0	-10.3	16.0	0.0	0.0	12.6
	N 最小	2	1	0.0	-10.3	16.0	0.0	0.0	12.6
	M3 最小	9	1	1.6	-10.3	11.6	0.1	0.0	-11.4
111	N 最大	6	1	0.1	4.4	-3.7	-0.2	-0.1	5.0
	M3 最大	6	1	1.6	4.4	-2.5	-0.1	-0.3	9.5
	N 最小	2	1	0.0	-10.3	9.0	0.0	0.0	-10.3
	M3 最小	9	1	1.6	-10.3	4.5	-0.0	0.0	-22.1
112	N 最大	6	1	0.0	4.4	-0.6	-0.1	-0.3	9.5
	M3 最大	6	1	0.8	4.4	0.0	0.0	-0.4	9.9
	N 最小	2	1	0.1	-10.3	1.9	-0.0	0.0	-22.0
	M3 最小	9	1	0.7	-10.3	0.1	-0.0	0.0	-22.8
113	N 最大	6	1	0.1	4.4	2.4	0.1	-0.3	9.2
	M3 最大	6	1	0.0	4.4	2.5	0.1	-0.3	9.5
	N 最小	2	1	1.2	-10.3	-8.4	-0.0	0.0	-13.9
	M3 最小	2	1	0.0	-10.3	-5.0	-0.0	0.0	-21.7
114	N 最大	6	1	0.5	4.4	-6.6	0.4	-0.4	-1.9
	M3 最大	9	1	0.0	-10.3	16.5	0.1	-0.2	14.4
	N 最小	2	1	0.7	-10.3	14.6	-0.0	-0.0	2.1
	M3 最小	2	1	1.6	-10.3	12.0	-0.0	-0.0	-10.3
115	N 最大	6	1	0.3	4.6	-6.8	-0.5	0.5	-4.0
	M3 最大	2	1	0.0	-10.9	16.0	0.0	0.0	13.0
	N 最小	9	1	0.0	-10.9	15.6	0.1	-0.1	11.3
	M3 最小	9	1	1.6	-10.9	11.6	0.1	0.0	-10.9
	N 最大	6	1	0.5	4.6	-3.5	-0.2	-0.1	6.2

116	M3 最大	6	1	1.6	4.6	-2.5	-0.1	-0.3	9.2
	N 最小	9	1	0.5	-10.9	7.6	0.0	0.0	-15.3
	M3 最小	9	1	1.6	-10.9	4.6	0.0	0.0	-21.6
117	N 最大	6	1	0.1	4.6	-0.6	-0.1	-0.3	9.3
	M3 最大	6	1	0.8	4.6	-0.0	0.0	-0.4	9.6
	N 最小	9	1	0.4	-10.9	1.0	-0.0	0.0	-22.2
	M3 最小	9	1	0.7	-10.9	0.1	-0.0	0.0	-22.3
118	N 最大	6	1	0.1	4.6	2.4	0.1	-0.3	8.9
	M3 最大	6	1	0.0	4.6	2.5	0.1	-0.3	9.2
	N 最小	9	1	1.2	-10.9	-8.8	0.0	0.0	-12.6
	M3 最小	2	1	0.0	-10.9	-5.0	-0.0	0.0	-21.3
119	N 最大	6	1	0.5	4.6	-6.6	0.4	-0.4	-2.2
	M3 最大	9	1	0.0	-10.9	16.4	0.1	-0.1	14.6
	N 最小	9	1	0.0	-10.9	16.4	0.1	-0.1	14.6
	M3 最小	2	1	1.6	-10.9	12.0	-0.0	-0.0	-9.9
120	N 最大	6	1	0.0	-2.1	4.7	0.2	-0.4	4.9
	M3 最大	4	1	0.0	-3.0	5.7	0.2	-0.4	5.6
	N 最小	1	1	0.0	-7.0	6.4	0.0	-0.1	4.2
	M3 最小	1	1	1.6	-7.0	4.4	0.0	-0.0	-4.6
121	N 最大	6	1	0.5	-2.1	-1.7	0.2	-0.2	-4.1
	M3 最大	6	1	1.6	-2.1	-2.7	0.2	0.0	-1.6
	N 最小	1	1	1.2	-7.0	-3.3	0.0	0.0	-6.0
	M3 最小	1	1	0.0	-7.0	-1.7	0.0	0.0	-9.0
122	N 最大	6	1	0.0	-2.1	0.7	0.0	-0.3	-4.9
	M3 最大	6	1	0.0	-2.1	0.7	0.0	-0.3	-4.9
	N 最小	1	1	0.0	-7.0	1.0	-0.0	0.0	-9.0
	M3 最小	1	1	0.8	-7.0	0.0	-0.0	0.0	-9.5
123	N 最大	6	1	0.1	-2.1	2.6	-0.2	-0.0	-2.0
	M3 最大	6	1	0.0	-2.1	2.7	-0.2	0.0	-1.6
	N 最小	1	1	0.0	-7.0	3.7	-0.0	0.0	-4.6
	M3 最小	1	1	1.6	-7.0	1.7	-0.0	0.0	-9.0
124	N 最大	6	1	0.3	-2.1	4.6	-0.2	0.4	3.7
	M3 最大	4	1	0.0	-3.0	5.7	-0.2	0.4	5.6
	N 最小	1	1	0.0	-7.0	6.4	-0.0	0.1	4.2
	M3 最小	13	1	1.6	-6.4	3.6	0.2	0.0	-5.0
125	N 最大	6	1	0.3	0.3	0.1	-0.4	0.5	0.4
	M3 最大	1	1	0.0	-9.4	12.3	0.0	0.0	10.5
	N 最小	2	1	0.0	-9.5	12.3	0.0	0.0	10.5
	M3 最小	9	1	1.6	-9.5	8.8	0.1	0.0	-7.7
126	N 最大	6	1	0.0	0.3	0.2	-0.2	-0.0	0.4
	M3 最大	6	1	0.0	0.3	0.2	-0.2	-0.0	0.4
	N 最小	2	1	0.0	-9.5	7.0	-0.0	0.0	-7.0

	M3 最小	9	1	1.6	-9.5	3.5	0.0	0.0	-15.9
127	N 最大	6	1	0.1	0.3	0.1	-0.0	-0.3	0.4
	M3 最大	6	1	0.0	0.3	0.2	-0.0	-0.3	0.4
	N 最小	2	1	0.0	-9.5	1.6	-0.0	0.0	-15.7
	M3 最小	9	1	0.7	-9.5	0.1	-0.0	0.0	-16.5
128	N 最大	6	1	1.5	0.3	-0.1	0.2	-0.1	0.4
	M3 最大	6	1	1.6	0.3	-0.2	0.2	-0.0	0.4
	N 最小	2	1	0.0	-9.5	-3.8	0.0	0.0	-15.7
	M3 最小	2	1	0.0	-9.5	-3.8	0.0	0.0	-15.7
129	N 最大	6	1	1.2	0.3	-0.0	0.4	-0.1	0.4
	M3 最大	9	1	0.0	-9.5	12.6	0.1	-0.1	11.7
	N 最小	2	1	0.0	-9.5	12.3	-0.0	-0.0	10.5
	M3 最小	2	1	1.6	-9.5	9.1	-0.0	-0.0	-7.0
130	N 最大	6	1	0.0	4.0	-6.7	-0.5	0.7	-6.7
	M3 最大	2	1	0.0	-11.2	16.0	0.0	0.0	13.8
	N 最小	9	1	0.0	-11.2	15.7	0.1	-0.1	12.3
	M3 最小	9	1	1.6	-11.2	11.6	0.1	0.0	-10.0
131	N 最大	6	1	0.0	4.0	-3.7	-0.2	-0.0	3.3
	M3 最大	6	1	1.6	4.0	-2.5	-0.1	-0.3	8.3
	N 最小	9	1	0.3	-11.2	8.3	0.0	0.0	-12.3
	M3 最小	9	1	1.6	-11.2	4.6	0.0	0.0	-20.8
132	N 最大	6	1	0.0	4.0	-0.6	-0.1	-0.3	8.3
	M3 最大	6	1	0.8	4.0	-0.0	0.0	-0.4	8.7
	N 最小	9	1	0.1	-11.2	1.5	-0.0	0.0	-21.0
	M3 最小	9	1	0.7	-11.2	0.2	-0.0	0.0	-21.5
133	N 最大	6	1	0.0	4.0	2.5	0.1	-0.3	8.3
	M3 最大	6	1	0.0	4.0	2.5	0.1	-0.3	8.3
	N 最小	9	1	0.0	-11.2	-5.3	0.0	0.0	-20.2
	M3 最小	2	1	0.0	-11.2	-5.0	-0.0	0.0	-20.5
134	N 最大	6	1	0.5	4.0	-6.6	0.5	-0.4	-3.1
	M3 最大	9	1	0.0	-11.2	16.4	0.0	-0.1	15.2
	N 最小	9	1	0.0	-11.2	16.4	0.0	-0.1	15.2
	M3 最小	2	1	1.6	-11.2	12.0	-0.0	-0.0	-9.1
135	N 最大	3	1	1.6	0.0	-1.2	-0.0	-0.0	0.4
	M3 最大	12	1	0.0	-0.7	1.9	0.5	-0.5	0.9
	N 最小	4	1	0.0	-0.7	1.9	0.6	-0.5	0.9
	M3 最小	1	1	0.7	-0.1	0.1	-0.0	0.0	-0.4
136	N 最大	3	1	0.0	-0.0	1.4	0.0	-0.0	0.4
	M3 最大	12	1	1.6	-1.0	-1.2	0.4	0.3	0.6
	N 最小	12	1	1.6	-1.0	-1.2	0.4	0.3	0.6
	M3 最小	2	1	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3
	N 最大	16	1	1.6	-0.0	-1.3	0.0	0.0	0.4

137	M3 最大	12	1	0.0	-1.1	1.3	0.4	-0.3	0.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.1	1.3	0.4	-0.3	0.6
	M3 最小	9	1	0.8	-0.3	-0.1	-0.0	-0.1	-0.3

各效应组合下最大支座反力设计值(单位：kN、kN.m)

节点号	控制	组合号	组合序号	Nx	Ny	Nz	Mx	My	Mz
	Nx 最大	14	1	0.7	-1.7	5.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.7	0.5	2.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
23	合力最大	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	5	1	-0.0	-3.4	12.0	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	0.0	-9.6	16.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.7	0.5	2.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.0	-9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	14	1	0.6	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.6	4.0	-5.0	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-11.2	20.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
24	合力最大	2	1	-0.0	-11.2	20.6	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	5	1	-0.0	-2.9	11.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-11.2	20.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.6	4.0	-5.0	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.6	4.6	-5.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.6	4.6	-5.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-10.9	20.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
25	合力最大	2	1	-0.0	-10.9	20.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	13	1	-0.0	-5.9	17.6	0.0	0.0	0.0

	Ny 最小	2	1	-0.0	-10.9	20.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.6	4.6	-5.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
26	Nx 最大	6	1	0.5	4.4	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.5	4.4	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-10.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	合力最大	2	1	-0.0	-10.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	13	1	-0.0	-5.1	17.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-10.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.5	4.4	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
27	Nx 最大	6	1	0.4	4.2	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.4	4.2	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-9.6	21.0	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	合力最大	2	1	-0.0	-9.6	21.0	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.0	-9.6	21.0	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-9.6	21.0	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.4	4.2	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
28	Nx 最大	6	1	0.4	3.9	-4.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.4	3.9	-4.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-9.0	21.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	合力最大	2	1	-0.0	-9.0	21.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.0	-9.0	21.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-9.0	21.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.4	3.9	-4.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-8.3	20.2	0.0	0.0	0.0

	My 最小	1	1	-0.0	-8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.3	3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.3	3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-8.4	21.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
29	合力最大	2	1	-0.0	-8.4	21.2	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.0	-8.4	21.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-8.4	21.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.3	3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	14	1	0.3	0.8	1.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.3	3.3	-4.7	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-7.7	21.4	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
30	合力最大	2	1	-0.0	-7.7	21.4	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	16	1	-0.0	-4.1	13.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-7.7	21.4	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.3	3.3	-4.7	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.3	2.8	-4.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.3	2.8	-4.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.0	-6.8	21.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
31	合力最大	2	1	-0.0	-6.8	21.6	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.0	-6.8	21.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.0	-6.8	21.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.3	2.8	-4.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.2	1.6	-1.3	0.0	0.0	0.0

	Ny 最大	6	1	0.2	1.6	-1.3	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	2	1	-0.1	-4.9	12.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.1	-4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.1	-4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.1	-4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
32	合力最大	2	1	-0.1	-4.9	12.2	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.1	-4.9	12.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	2	1	-0.1	-4.9	12.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.2	1.6	-1.3	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.1	-4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.1	-4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.1	-4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	12	1	0.9	-4.3	8.3	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	6	1	0.9	-2.6	7.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
33	合力最大	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	7	1	0.0	-3.0	5.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	15	1	0.1	-3.7	5.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.1	-7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	14	1	0.7	1.7	5.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.0	11.7	15.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
34	合力最大	9	1	0.0	11.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	16	1	-0.0	6.5	12.5	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.7	-0.5	2.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.7	-0.5	2.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.0	9.4	16.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	14	1	0.6	-0.6	0.7	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	9	1	0.0	13.2	20.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	0.0	13.2	20.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	10.5	19.7	0.0	0.0	0.0

	My 最大	1	1	-0.0	10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
35	合力最大	9	1	0.0	13.2	20.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	16	1	-0.0	6.3	12.4	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.6	-4.0	-5.0	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.6	-4.0	-5.0	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	10.5	19.7	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.6	-4.6	-5.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	9	1	-0.0	13.0	21.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	13.0	21.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
36	合力最大	9	1	-0.0	13.0	21.2	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.0	10.9	20.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.6	-4.6	-5.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.6	-4.6	-5.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	10.1	19.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.5	-4.4	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	-0.0	12.5	19.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	12.5	21.3	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
37	合力最大	9	1	-0.0	12.5	21.3	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	2	1	-0.0	10.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.5	-4.4	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.5	-4.4	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	9.5	20.0	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	6	1	0.4	-4.2	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	-0.0	12.1	19.3	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	11.9	21.5	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
38	合力最大	9	1	-0.0	11.9	21.5	0.0	0.0	0.0

	Nx 最小	9	1	-0.0	11.9	21.5	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.4	-4.2	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.4	-4.2	-4.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	8.9	20.1	0.0	0.0	0.0
39	Nx 最大	6	1	0.4	-3.9	-4.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	-0.0	11.8	19.5	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	11.4	21.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	合力最大	9	1	-0.0	11.4	21.6	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	13	1	-0.0	11.8	19.5	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.4	-3.9	-4.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.4	-3.9	-4.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	8.3	20.2	0.0	0.0	0.0
40	Nx 最大	6	1	0.3	-3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	-0.0	11.3	19.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	10.8	21.7	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	合力最大	9	1	-0.0	10.8	21.7	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	13	1	-0.0	11.3	19.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.3	-3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.3	-3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	7.7	20.3	0.0	0.0	0.0
41	Nx 最大	14	1	0.3	-0.8	1.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	-0.0	10.4	19.7	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	10.0	21.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	合力最大	9	1	-0.0	10.0	21.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	5	1	-0.0	7.9	13.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.3	-3.3	-4.7	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.3	-3.3	-4.7	0.0	0.0	0.0

	Mx 最小	1	1	-0.0	7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	7.1	20.6	0.0	0.0	0.0
42	Nx 最大	6	1	0.3	-2.8	-4.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	9	1	-0.0	7.7	21.9	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.0	7.7	21.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	合力最大	9	1	-0.0	7.7	21.9	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	13	1	-0.0	7.3	19.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.3	-2.8	-4.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.3	-2.8	-4.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	6.3	20.8	0.0	0.0	0.0
43	Nx 最大	6	1	0.2	-1.6	-1.3	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	2	1	-0.1	4.9	12.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	9	1	-0.1	4.8	12.4	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.1	4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.1	4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.1	4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	合力最大	9	1	-0.1	4.8	12.4	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	9	1	-0.1	4.8	12.4	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.2	-1.6	-1.3	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	6	1	0.2	-1.6	-1.3	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.1	4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.1	4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.1	4.6	12.0	0.0	0.0	0.0
44	Nx 最大	12	1	0.9	4.3	8.3	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.1	8.0	7.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	合力最大	13	1	0.1	8.0	7.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	3	1	0.1	5.7	6.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	6	1	0.9	2.6	7.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	3	1	0.1	5.7	6.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.1	7.0	8.4	0.0	0.0	0.0

4.内力统计

轴力 N 最大的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	20	6	1	0.000	6.3	-0.6	4.6	0.0	-5.3	-0.6
2	31	6	1	0.000	6.3	-0.6	-4.6	-0.0	5.3	-0.6
3	32	6	1	0.000	6.1	-0.5	-4.4	0.0	5.4	-0.6
4	21	6	1	0.000	6.1	-0.5	4.4	0.0	-5.4	-0.6
5	33	6	1	0.000	6.1	-0.4	-4.2	-0.0	5.3	-0.5
6	22	6	1	0.000	6.1	-0.4	4.2	-0.0	-5.3	-0.5
7	36	6	1	0.000	6.1	-0.3	-3.3	-0.0	4.8	-0.4
8	25	6	1	0.000	6.1	-0.3	3.3	0.0	-4.8	-0.4
9	19	6	1	0.000	6.0	-0.6	4.0	-0.0	-4.4	-0.7
10	30	6	1	0.000	6.0	-0.6	-4.0	-0.0	4.4	-0.7

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	37	9	1	1.510	-21.9	0.0	7.7	-0.0	0.0	0.0
2	36	9	1	1.451	-21.9	0.0	10.0	0.0	-0.0	-0.0
3	35	9	1	1.391	-21.7	0.0	10.8	-0.0	0.0	0.0
4	34	9	1	1.332	-21.6	0.0	11.4	-0.0	-0.0	-0.0
5	26	2	1	1.510	-21.6	0.0	-6.8	0.0	-0.0	0.0
6	33	9	1	1.272	-21.5	0.0	11.9	-0.0	0.0	0.0
7	25	2	1	1.451	-21.4	0.0	-7.7	-0.0	0.0	-0.0
8	32	9	1	1.212	-21.3	0.0	12.5	0.0	-0.0	-0.0
9	31	9	1	1.153	-21.2	0.0	13.0	0.0	-0.0	0.0
10	24	2	1	1.391	-21.2	0.0	-8.4	-0.0	0.0	-0.0

弯距 M3 最大的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	134	9	1	0.000	-11.2	16.4	0.0	0.0	-0.1	15.2
2	119	9	1	0.000	-10.9	16.4	0.1	0.0	-0.1	14.6
3	114	9	1	0.000	-10.3	16.5	0.1	0.0	-0.2	14.4
4	109	9	1	0.000	-9.6	16.5	0.1	0.0	-0.2	14.2
5	104	9	1	0.000	-9.0	16.6	0.1	0.0	-0.2	14.1
6	99	9	1	0.000	-8.4	16.6	0.1	0.0	-0.1	14.0
7	130	2	1	0.000	-11.2	16.0	0.0	0.0	0.0	13.8
8	94	9	1	0.000	-7.6	16.5	-0.1	-0.0	0.2	13.7
9	89	9	1	0.000	-7.9	16.3	-0.5	-0.0	0.7	13.6
10	115	2	1	0.000	-10.9	16.0	0.0	-0.0	0.0	13.0

弯距 M3 最小的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	92	9	1	0.679	-7.6	0.1	0.0	-0.0	0.0	-23.5
2	97	9	1	0.679	-8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-23.5
3	102	9	1	0.679	-9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-23.3
4	107	9	1	0.679	-9.6	0.1	0.0	0.0	0.0	-23.1
5	87	2	1	0.815	-6.8	0.0	0.0	-0.0	0.0	-22.9
6	96	9	1	1.630	-8.4	4.5	-0.0	0.0	0.0	-22.9
7	91	9	1	1.630	-7.6	4.5	0.0	-0.0	0.0	-22.8
8	112	9	1	0.679	-10.3	0.1	-0.0	0.0	0.0	-22.8
9	101	9	1	1.630	-9.0	4.5	-0.0	0.0	0.0	-22.7
10	93	2	1	0.000	-7.7	-5.0	-0.0	0.0	0.0	-22.5

(二). 位移

1.工况位移

2.组合位移

“X 向位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	63	9	1	0.1	-0.6	-4.9	4.9
2	64	9	1	0.1	-0.6	-4.9	4.9
3	75	9	1	0.1	-0.6	-4.8	4.9
4	74	9	1	0.1	-0.6	-4.8	4.9
5	62	9	1	0.1	-0.5	-4.9	4.9
6	73	9	1	0.1	-0.5	-4.8	4.8
7	61	9	1	0.1	-0.4	-4.8	4.8
8	72	9	1	0.1	-0.4	-4.7	4.7
9	76	9	1	0.1	-0.4	-4.7	4.7
10	65	9	1	0.1	-0.4	-4.7	4.8

“Y 向位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	6	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
2	10	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
3	12	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
4	8	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
5	14	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
6	16	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
7	18	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
8	20	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
9	1	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0
10	22	2	1	0.0	0.0	-0.0	0.0

“Z 向位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	74	4	1	-0.7	-0.0	1.2	1.4
2	63	4	1	-0.7	0.0	1.2	1.4
3	62	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
4	73	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
5	75	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
6	64	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
7	72	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
8	61	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
9	71	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
10	60	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3

“合位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	63	9	1	0.1	-0.6	-4.9	4.9
2	64	9	1	0.1	-0.6	-4.9	4.9
3	62	9	1	0.1	-0.5	-4.9	4.9
4	75	2	1	0.1	0.0	-4.9	4.9
5	74	2	1	0.1	0.0	-4.9	4.9
6	73	2	1	0.1	0.0	-4.8	4.8
7	61	9	1	0.1	-0.4	-4.8	4.8
8	65	9	1	0.1	-0.4	-4.7	4.8
9	72	2	1	0.1	0.0	-4.8	4.8
10	76	2	1	0.1	0.0	-4.7	4.7

“X 向位移”最小的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	63	4	1	-0.7	0.0	1.2	1.4
2	74	4	1	-0.7	-0.0	1.2	1.4
3	64	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
4	75	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
5	62	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
6	73	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
7	61	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
8	72	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3
9	60	4	1	-0.7	0.0	1.1	1.3
10	71	4	1	-0.7	-0.0	1.1	1.3

“Y 向位移”最小的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和

1	17	13	1	-0.0	-1.0	-0.0	1.0
2	52	13	1	0.1	-1.0	-2.7	2.8
3	63	13	1	0.1	-1.0	-4.3	4.4
4	74	5	1	0.1	-1.0	-2.7	2.9
5	85	5	1	0.0	-1.0	-1.5	1.8
6	18	5	1	0.0	-1.0	-0.0	1.0
7	19	13	1	-0.0	-1.0	-0.0	1.0
8	53	13	1	0.1	-0.9	-2.6	2.8
9	64	13	1	0.1	-0.9	-4.3	4.4
10	75	5	1	0.1	-0.9	-2.7	2.9

“Z 向位移”最小的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	64	9	1	0.1	-0.6	-4.9	4.9
2	63	9	1	0.1	-0.6	-4.9	4.9
3	75	2	1	0.1	0.0	-4.9	4.9
4	74	2	1	0.1	0.0	-4.9	4.9
5	62	9	1	0.1	-0.5	-4.9	4.9
6	73	2	1	0.1	0.0	-4.8	4.8
7	61	9	1	0.1	-0.4	-4.8	4.8
8	72	2	1	0.1	0.0	-4.8	4.8
9	65	9	1	0.1	-0.4	-4.7	4.8
10	76	2	1	0.1	0.0	-4.7	4.7

5、设计验算结果

设计验算结果表 *(强度和整体稳定为(应力/设计强度))*

单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	沿 2 轴抗剪应力比	沿 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	沿 2 轴 W/l	沿 3 轴 W/l	结果
1	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
2	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
3	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
4	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
5	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	1/45069	满足
6	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	47	13	0	0	满足
7	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	47	13	0	0	满足
8	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	47	13	0	0	满足

9	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
10	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
11	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
12	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
13	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
14	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
15	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	1/47992	满足
16	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	47	13	0	0	满足
17	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	47	13	0	0	满足
18	0.27	0.27	0.28	0.00	0.03	17	14	0	0	满足
19	0.33	0.33	0.35	0.00	0.04	17	15	0	0	满足
20	0.34	0.34	0.36	0.00	0.04	18	15	0	0	满足
21	0.34	0.34	0.35	0.00	0.04	19	16	0	0	满足
22	0.33	0.33	0.35	0.00	0.03	20	17	0	0	满足
23	0.32	0.33	0.34	0.00	0.03	21	18	0	0	满足
24	0.32	0.32	0.33	0.00	0.03	22	19	0	0	满足
25	0.31	0.31	0.32	0.00	0.03	23	19	0	0	满足
26	0.28	0.28	0.30	0.00	0.02	23	20	0	0	满足
27	0.21	0.21	0.22	0.00	0.02	24	21	0	0	满足
28	0.18	0.18	0.19	0.00	0.03	16	14	0	0	满足
29	0.30	0.30	0.31	0.00	0.04	17	14	0	1/4317	满足
30	0.37	0.37	0.39	0.00	0.05	17	15	0	1/3482	满足
31	0.38	0.38	0.40	0.00	0.05	18	15	0	1/3186	满足
32	0.38	0.38	0.40	0.00	0.04	19	16	0	1/2993	满足
33	0.38	0.38	0.40	0.00	0.04	20	17	0	1/2830	满足
34	0.38	0.38	0.40	0.00	0.04	21	18	0	1/2690	满足
35	0.37	0.37	0.39	0.00	0.04	22	19	0	1/2592	满足
36	0.36	0.36	0.37	0.00	0.04	23	19	0	1/2617	满足
37	0.32	0.32	0.33	0.00	0.03	23	20	0	1/3050	满足
38	0.22	0.22	0.23	0.00	0.02	24	21	0	1/4398	满足
39	0.20	0.20	0.20	0.00	0.03	16	14	0	1/6794	满足
40	0.14	0.15	0.14	0.01	0.00	87	87	1/1334	0	满足
41	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
42	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
43	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
44	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
45	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
46	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
47	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
48	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
49	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
50	0.14	0.15	0.14	0.01	0.00	87	87	1/1334	0	满足

51	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
52	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
53	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
54	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
55	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
56	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
57	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
58	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
59	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
60	0.14	0.15	0.14	0.01	0.00	87	87	1/1334	0	满足
61	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
62	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
63	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
64	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
65	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
66	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
67	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
68	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
69	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
70	0.14	0.15	0.14	0.01	0.00	87	87	1/1334	0	满足
71	0.28	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
72	0.28	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
73	0.28	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
74	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
75	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
76	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
77	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
78	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
79	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
80	0.06	0.06	0.06	0.03	0.00	48	67	1/4019	0	满足
81	0.10	0.10	0.10	0.01	0.00	48	67	1/2431	0	满足
82	0.10	0.11	0.10	0.00	0.00	48	67	1/2307	1/35373	满足
83	0.10	0.10	0.10	0.01	0.00	48	67	1/2431	0	满足
84	0.08	0.08	0.08	0.02	0.00	48	67	1/3990	0	满足
85	0.09	0.09	0.09	0.04	0.00	48	67	1/2889	0	满足
86	0.14	0.15	0.14	0.02	0.00	48	67	1/1727	0	满足
87	0.15	0.16	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1639	1/34922	满足
88	0.14	0.15	0.15	0.02	0.00	48	67	1/1731	0	满足
89	0.12	0.12	0.12	0.04	0.00	48	67	1/2926	0	满足
90	0.09	0.09	0.09	0.04	0.00	48	67	1/2764	0	满足
91	0.15	0.15	0.15	0.02	0.00	48	67	1/1667	0	满足
92	0.15	0.16	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1588	1/34500	满足

93	0.14	0.15	0.15	0.03	0.00	48	67	1/1677	0	满足
94	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/2824	0	满足
95	0.08	0.08	0.08	0.04	0.00	48	67	1/2758	0	满足
96	0.15	0.16	0.15	0.02	0.00	48	67	1/1667	0	满足
97	0.15	0.16	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1590	1/34445	满足
98	0.15	0.15	0.15	0.03	0.00	48	67	1/1679	0	满足
99	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/2829	0	满足
100	0.09	0.09	0.09	0.04	0.00	48	67	1/2793	0	满足
101	0.15	0.16	0.15	0.02	0.00	48	67	1/1685	0	满足
102	0.15	0.16	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1608	1/34404	满足
103	0.14	0.15	0.15	0.03	0.00	48	67	1/1698	0	满足
104	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/2864	0	满足
105	0.08	0.08	0.08	0.04	0.00	48	67	1/2844	0	满足
106	0.15	0.15	0.15	0.02	0.00	48	67	1/1711	0	满足
107	0.15	0.16	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1632	1/34400	满足
108	0.14	0.15	0.15	0.03	0.00	48	67	1/1723	0	满足
109	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/2912	0	满足
110	0.09	0.09	0.09	0.04	0.00	48	67	1/2906	0	满足
111	0.14	0.15	0.15	0.02	0.00	48	67	1/1743	0	满足
112	0.15	0.16	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1661	1/34431	满足
113	0.14	0.15	0.14	0.03	0.00	48	67	1/1754	0	满足
114	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/2972	0	满足
115	0.09	0.09	0.09	0.04	0.00	48	67	1/2993	0	满足
116	0.14	0.15	0.14	0.02	0.00	48	67	1/1787	0	满足
117	0.15	0.15	0.15	0.01	0.00	48	67	1/1702	1/34523	满足
118	0.14	0.15	0.14	0.03	0.00	48	67	1/1798	0	满足
119	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/3056	0	满足
120	0.05	0.05	0.05	0.02	0.00	48	67	1/7016	0	满足
121	0.06	0.06	0.06	0.01	0.00	48	67	1/4205	0	满足
122	0.06	0.07	0.06	0.00	0.00	48	67	1/3987	1/37936	满足
123	0.06	0.06	0.06	0.01	0.00	48	67	1/4174	0	满足
124	0.05	0.05	0.05	0.02	0.00	48	67	1/6850	0	满足
125	0.07	0.07	0.07	0.03	0.00	48	67	1/4043	0	满足
126	0.11	0.11	0.11	0.02	0.00	48	67	1/2397	0	满足
127	0.11	0.11	0.11	0.01	0.00	48	67	1/2281	1/37936	满足
128	0.10	0.11	0.11	0.02	0.00	48	67	1/2412	0	满足
129	0.08	0.08	0.08	0.03	0.00	48	67	1/4127	0	满足
130	0.09	0.09	0.09	0.04	0.00	48	67	1/3167	0	满足
131	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	48	67	1/1877	0	满足
132	0.14	0.15	0.14	0.01	0.00	48	67	1/1785	1/34950	满足
133	0.13	0.14	0.14	0.03	0.00	48	67	1/1888	0	满足
134	0.10	0.10	0.10	0.04	0.00	48	67	1/3228	0	满足

135	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	47	13	0	0	满足
136	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	47	13	0	0	满足
137	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	47	13	0	0	满足

最严控制表 *(强度和整体稳定为(应力/设计强度))*

	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	沿 2 轴抗剪应力比	沿 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	沿 2 轴 W/l	沿 3 轴 W/l
所在单元	32	32	32	99	30	49	49	49	35
数值	0.38	0.38	0.40	0.04	0.05	87	87	1/655	1/2592

“强度应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	32	0.38 (9/1)	0.38	0.40	0.00	0.04	19	16	0	1/2993	满足
2	33	0.38 (9/1)	0.38	0.40	0.00	0.04	20	17	0	1/2830	满足
3	31	0.38 (9/1)	0.38	0.40	0.00	0.05	18	15	0	1/3186	满足
4	34	0.38 (9/1)	0.38	0.40	0.00	0.04	21	18	0	1/2690	满足
5	35	0.37 (9/1)	0.37	0.39	0.00	0.04	22	19	0	1/2592	满足
6	30	0.37 (9/1)	0.37	0.39	0.00	0.05	17	15	0	1/3482	满足
7	36	0.36 (9/1)	0.36	0.37	0.00	0.04	23	19	0	1/2617	满足
8	20	0.34 (2/1)	0.34	0.36	0.00	0.04	18	15	0	0	满足
9	21	0.34 (2/1)	0.34	0.35	0.00	0.04	19	16	0	0	满足
10	22	0.33 (2/1)	0.33	0.35	0.00	0.03	20	17	0	0	满足

按“强度应力比”统计结果表

范围	>1.05	1.05~1.00	1.00~0.80	0.80~0.60	0.60~0.01
单元数	0	0	0	0	137

“绕 2 轴整体稳定应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	32	0.38	0.38 (9/1)	0.40	0.00	0.04	19	16	0	1/2993	满足
2	33	0.38	0.38 (9/1)	0.40	0.00	0.04	20	17	0	1/2830	满足
3	31	0.38	0.38 (9/1)	0.40	0.00	0.05	18	15	0	1/3186	满足
4	34	0.38	0.38 (9/1)	0.40	0.00	0.04	21	18	0	1/2690	满足
5	35	0.37	0.37 (9/1)	0.39	0.00	0.04	22	19	0	1/2592	满足
6	30	0.37	0.37 (9/1)	0.39	0.00	0.05	17	15	0	1/3482	满足
7	36	0.36	0.36 (9/1)	0.37	0.00	0.04	23	19	0	1/2617	满足
8	20	0.34	0.34 (2/1)	0.36	0.00	0.04	18	15	0	0	满足

9	21	0.34	0.34 (2/1)	0.35	0.00	0.04	19	16	0	0	满足
10	22	0.33	0.33 (2/1)	0.35	0.00	0.03	20	17	0	0	满足

按“绕 2 轴整体稳定应力比”统计结果表

范围	>1.05	1.05~1.00	1.00~0.80	0.80~0.60	0.60~0.01
单元数	0	0	0	0	137

“绕 3 轴整体稳定应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	32	0.38	0.38	0.40 (9/1)	0.00	0.04	19	16	0	1/2993	满足
2	33	0.38	0.38	0.40 (9/1)	0.00	0.04	20	17	0	1/2830	满足
3	31	0.38	0.38	0.40 (9/1)	0.00	0.05	18	15	0	1/3186	满足
4	34	0.38	0.38	0.40 (9/1)	0.00	0.04	21	18	0	1/2690	满足
5	35	0.37	0.37	0.39 (9/1)	0.00	0.04	22	19	0	1/2592	满足
6	30	0.37	0.37	0.39 (9/1)	0.00	0.05	17	15	0	1/3482	满足
7	36	0.36	0.36	0.37 (9/1)	0.00	0.04	23	19	0	1/2617	满足
8	20	0.34	0.34	0.36 (2/1)	0.00	0.04	18	15	0	0	满足
9	21	0.34	0.34	0.35 (2/1)	0.00	0.04	19	16	0	0	满足
10	22	0.33	0.33	0.35 (2/1)	0.00	0.03	20	17	0	0	满足

按“绕 3 轴整体稳定应力比”统计结果表

范围	>1.05	1.05~1.00	1.00~0.80	0.80~0.60	0.60~0.01
单元数	0	0	0	0	137

“绕 2 轴长细比”最大的前 10 个单元的验算结果

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	49	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
2	55	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
3	59	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
4	69	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
5	45	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
6	65	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
7	75	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
8	79	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
9	42	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
10	61	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足

按“绕 2 轴长细比”统计结果表

范围	>180	180~150	150~120	120~80	80~16

单元数	0	0	0	40	97

“绕3轴长细比”最大的前 10 个单元的验算结果

序号	单元号	强度	绕2轴整体稳定	绕3轴整体稳定	绕2轴抗剪应力比	绕3轴抗剪应力比	绕2轴长细比	绕3轴长细比	绕2轴W/l	绕3轴W/l	结果
1	49	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
2	55	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
3	59	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
4	69	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
5	45	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
6	65	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
7	75	0.29	0.30	0.29	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
8	79	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
9	42	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足
10	61	0.28	0.30	0.28	0.02	0.00	87	87	1/655	0	满足

按“绕3轴长细比”统计结果表

范围	>180	180~150	150~120	120~80	80~13
单元数	0	0	0	40	97

第四部分、自行车坡道

一、荷载计算

1、风荷载标准值计算

W_k: 作用在幕墙上的风荷载标准值(kN/m^2)

z : 计算高度2.8m

μ_z: 2.8m高处风压高度变化系数(按B类区计算): (GB50009-2012 条文说明8.2.1)

$$\mu_z=1\times(\frac{z}{10})^{0.3}=0.68257 \text{ 由于 } 0.68257<1,\text{取 } \mu_z=1$$

I_{10}: 10米高名义湍流度,对应A、B、C、D类地面粗糙度，分别取0.12、0.14、0.23、0.39。(GB50009-2012 条文说明8.4.6)

β_{gz}: 阵风系数 : (GB50009-2012 8.1.1-2)

$$\beta_{gz}= 1 + 2\times g\times I_{10}\times(\frac{z}{10})^{(-\alpha)}$$ (GB50009-2012 条文说明8.6.1)

$$= 1 + 2\times2.5\times0.14\times(\frac{2.8}{10})^{(-0.15)}$$

$$= 1.84727 \text{ 由于 } 1.84727>1.7,\text{取 } \beta_{gz}=1.7$$ (GB50009-2012 条文说明8.1.1)

μ_{sp1}:局部正风压体型系数

μ_{sn1}:局部负风压体型系数,通过计算确定

μ_{sz}:建筑物表面正压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3)取0.2

μ_{sf}:建筑物表面负压区体型系数，按照(GB50009-2012 8.3.3-2)取-2

按照以上计算得到μ_{sp1}=0.2

μ_{sn1}=-2

正风压风荷载标准值计算如下

$W_{kp}=\beta_{gz}\times\mu_{sp1}\times\mu_z\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

$=1.7\times0.2\times1\times0.45$

$=0.153\ kN/m^2$

负风压风荷载标准值计算如下

$W_{kn}=\beta_{gz}\times\mu_{sn1}\times\mu_z\times W_0$ (GB50009-2012 8.1.1-2)

=1.7×(-2)×1×0.45

=-1.53 kN/m^2

2、风荷载设计值计算

W: 风荷载设计值: kN/m^2

γw : 风荷载作用效应的分项系数：1.4

按《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003　5.4.2条规定采用

Wp=γw×Wkp=1.4×0.153=0.2142kN/m^2

Wn=γw×Wkn=1.4×(-1.53)=-2.142kN/m^2

3、雪荷载标准值计算

Sk: 雪荷载标准值(kN/m^2)

S0: 基本雪压,杭州市50年一遇最大积雪的自重: 0.45kN/m^2

根据现行<<建筑结构荷载规范>>GB50009-2012取值

μr: 屋面积雪分布系数为　2

根据<<建筑结构荷载规范>>GB50009-2012公式7.1.1屋面雪载荷按下式计算

Sk=μr×S0

=2×0.45

=0.9kN/m^2

4、雪荷载设计值计算

S:　雪载荷设计值(kN/m^2)

γs: 雪载荷分项系数为　1.4

按《铝门窗幕墙技术资料汇编(一)》表'3-1 各种荷载分项系数'采用

S=γs×Sk

=1.4×0.9

=1.26kN/m^2

5、自重荷载设计值

G:构件自重荷载设计值(kN/m^2)

WGT:幕墙面板和构件平均平米重量取0.5 kN/m^2

GAK:构件自重荷载标准值(kN/m^2)

rg: 恒载荷分项系数为　1.2

按《铝门窗幕墙技术资料汇编(一)》表'3-1 各种荷载分项系数'采用

GAK=WGT

=0.5kN/m^2

G=rg×GAK

=1.2×0.5

=0.6kN/m^2

6、竖向均布地震作用计算

GK:重力荷载代表值取结构自重值(kN/m^2)

GK=GAK

=0.5kN/㎡

αvmax：竖向地震影响系数最大值:0.026

qEVk：分布竖向地震作用标准值(kN/㎡)

qEVk=βE×αvmax×GK (JGJ102-2003 5.3.4)

=5×0.026×0.5

=0.065kN/㎡

rE：地震作用分项系数：1.3

qEAV：分布竖向地震作用设计值(kN/㎡)

qEAV=rE×qEVk

=1.3×0.065

=0.0845kN/㎡

7、荷载组合计算

考虑竖向正向(向下)荷载组合为(考虑正向风荷载、地震荷载、雪荷载、重力荷载)：

考虑风荷载为主要组合荷载

Szkpw=GAK+Wkp

=0.5+0.153

=0.653kN/㎡

Szpw=GAK×γG+Wkp×γw+Sk×γs×ψS+qEVk×γE×ψE

=0.5×1.2+0.153×1.4+0.9×1.4×0.7+0.065×1.3×0.5

=1.73845kN/㎡

考虑以活荷载为主要组合荷载

Szkpl=GAK+L+ψw×Wkp

=0.5+0.5+0.6×0.153

=1.0918kN/㎡

Szpl=GAK×γG+L×γl+Wkp×γw×ψw+qEVk×γE×ψE

=0.5×1.2+0.5×1.4+0.153×1.4×0.6+0.065×1.3×0.5

=1.47077kN/㎡

考虑以雪荷载为主要组合荷载

Szkps=GAK+Sk+ψw×Wkp

=0.5+0.9+0.6×0.153

=1.4918kN/㎡

Szps=GAK×γG+Sk×γs+Wkp×γw×ψw+qEVk×γE×ψE

=0.5×1.2+0.9×1.4+0.153×1.4×0.6+0.065×1.3×0.5

=2.03077kN/㎡

所以对于正向荷载组合,取

荷载组合标准值 Szkp=1.4918kN/㎡

荷载组合设计值 Szp=2.03077kN/㎡

考虑竖向负向(向上)荷载组合为(考虑负向风荷载、重力荷载)：

Szkn=GAK+Wkn

=0.5+(-1.53)

=-1.03kN/㎡

Szn=GK×γGf+Wf×γw-qEVk×γE×ψE

=0.5×1+(-1.53)×1.4-0.065×1.3×0.5

=-1.68425kN/㎡

综合以上计算，取绝对值最大的荷载进行强度演算

采用荷载组合标准值为1.4918kN/㎡

荷载组合设计值为2.03077kN/㎡

二、点式玻璃计算

1、玻璃面积

B：该处玻璃幕墙分格宽：1.2m

H：该处玻璃幕墙分格高：1.265m

A：该处玻璃板块面积：

$A=B\times H$

$=1.2\times 1.265$

$=1.518m^2$

2、玻璃板块自重

G_{SAk}:夹胶玻璃板块平均自重(不包括铝框)：

玻璃的体积密度为： 25.6(kN/m³)　　　　(JGJ102-2003　5.3.1)

t_1：外层玻璃厚度 8mm

t_2：内层玻璃厚度 8mm

$$G_{SAk}=25.6\times\frac{t_1+t_2}{1000}$$

$$=25.6\times\frac{8+8}{1000}$$

$$=0.4096kN/m^2$$

3、玻璃强度计算

选定面板材料为:8(TP)+1.52+8(TP)夹胶玻璃

校核依据：$\sigma\leqslant fg$

q：玻璃所受组合荷载：2.03077kN/㎡

Dh:玻璃角部孔到玻璃高度边的距离:125mm

Dv:玻璃角部孔到玻璃宽度边的距离:125mm

a：玻璃短边支撑点之间距离：0.95m

b：玻璃长边支撑点之间距离：1.015m

to:2外层玻璃厚度：8mm

ti:2内层玻璃厚度：8mm

E：玻璃弹性模量 ：72000N/mm²

m：玻璃板面跨中弯曲系数,按边长比a/b查表 8.1.5-1得：0.150158

η: 折减系数,根据参数θ查表6.1.2-2

σw: 玻璃所受应力:

$q=2.03077kN/m^2$

荷载分配计算:

$$qo=q\times\frac{to^3}{to^3+ti^3}$$

$$=2.03077\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$$=1.01539$$

$$qi=q\times\frac{ti^3}{to^3+ti^3}$$

$$=2.03077\times\frac{8^3}{8^3+8^3}$$

$$=1.01539$$

参数θ计算:

$$\theta o=\frac{qo\times a^4\times 10^9}{E\times to^4} \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 8.1.5\text{-}4)$$

$$=\frac{1.01539\times 1.015^4\times 10^9}{72000\times 8^4}$$

$$=2.68443$$

查表6.1.2-2 得ηo = 1

$$\theta i=\frac{qi\times a^4\times 10^9}{E\times ti^4}$$

$$=\frac{1.01539\times 1.015^4\times 10^9}{72000\times 8^4}$$

$$=2.68443$$

查表6.1.2-2 得ηi = 1

玻璃最大应力计算:

$$\sigma wo=\frac{6\times m\times qo\times b^2\times 1000}{to^2}\times \eta o \qquad (JGJ102\text{-}2003\quad 8.1.5\text{-}3)$$

$$=\frac{6\times 0.150158\times 1.01539\times 1.015^2\times 1000}{8^2}\times 1$$

$$=14.7259N/mm^2$$

$$\sigma wi=\frac{6\times m\times qi\times b^2\times 1000}{ti^2}\times \eta i$$

$$=\frac{6\times 0.150158\times 1.01539\times 1.015^2\times 1000}{8^2}\times 1$$

$$=14.7259N/mm^2$$

$14.7259N/mm^2 \leqslant fg=84N/mm^2$

$14.7259N/mm^2 \leqslant fg=84N/mm^2$

玻璃的强度满足

4、玻璃跨中挠度计算

校核依据：$df \leq dflim=\frac{1.015}{60} \times 1000=16.9167$㎜

D：玻璃刚度(N·mm)

ν：玻璃泊松比：0.2

E：玻璃弹性模量 ：72000N/㎜^{2}

te：夹胶玻璃的等效厚度

$te=\sqrt[3]{to^3+ti^3}$

$=\sqrt[3]{8^3+8^3}$

=10.0794㎜

$D=\frac{E \times te^3}{12 \times (1-\nu^2)}$

$=\frac{72000 \times 10.0794^3}{12 \times (1-0.2^2)}$

=6400000.0N·mm

qk：玻璃所受组合荷载标准值:1.4918kN/㎡

μ：挠度系数,按边长比 a/b 查　　表 8.1.5.2 得：0.0230516

参数θ计算：

$\theta=\frac{qk \times b^4}{E \times te^4}$　　(JGJ102-2003　8.1.5-4)

$=\frac{1.4918 \times 1.015^4}{72000 \times 10.0794^4} \times 10^9$

=2.13063

η：折减系数,根据参数θ查表 6.1.2-2　得η = 1

df：玻璃组合荷载标准值作用下挠度最大值

$df=\frac{\mu \times qk \times b^4}{D} \times \eta$　　(JGJ102-2003　8.1.5-3)

$=\frac{0.0230516 \times 1.4918 \times 1.015^4}{6400000.0} \times 1 \times 10^9$

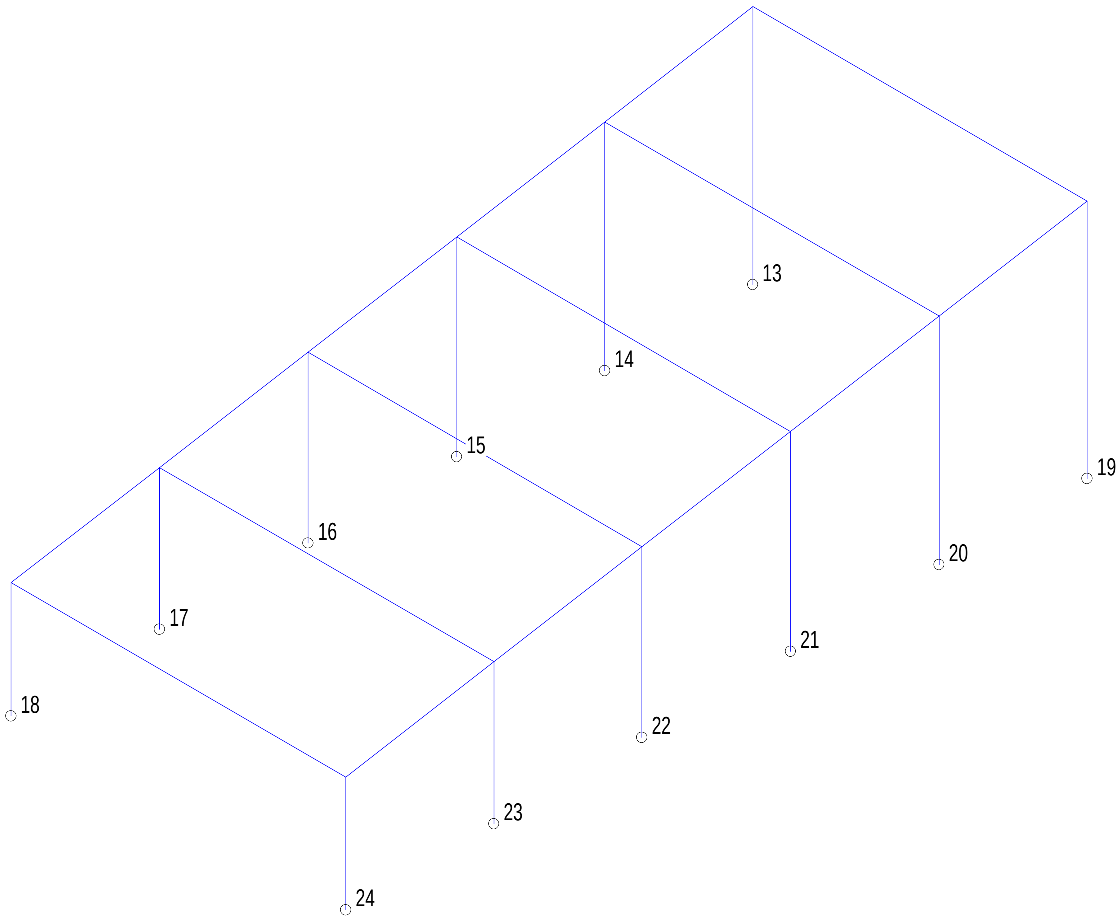
=5.7029㎜

5.7029㎜≤dflim=16.9167㎜

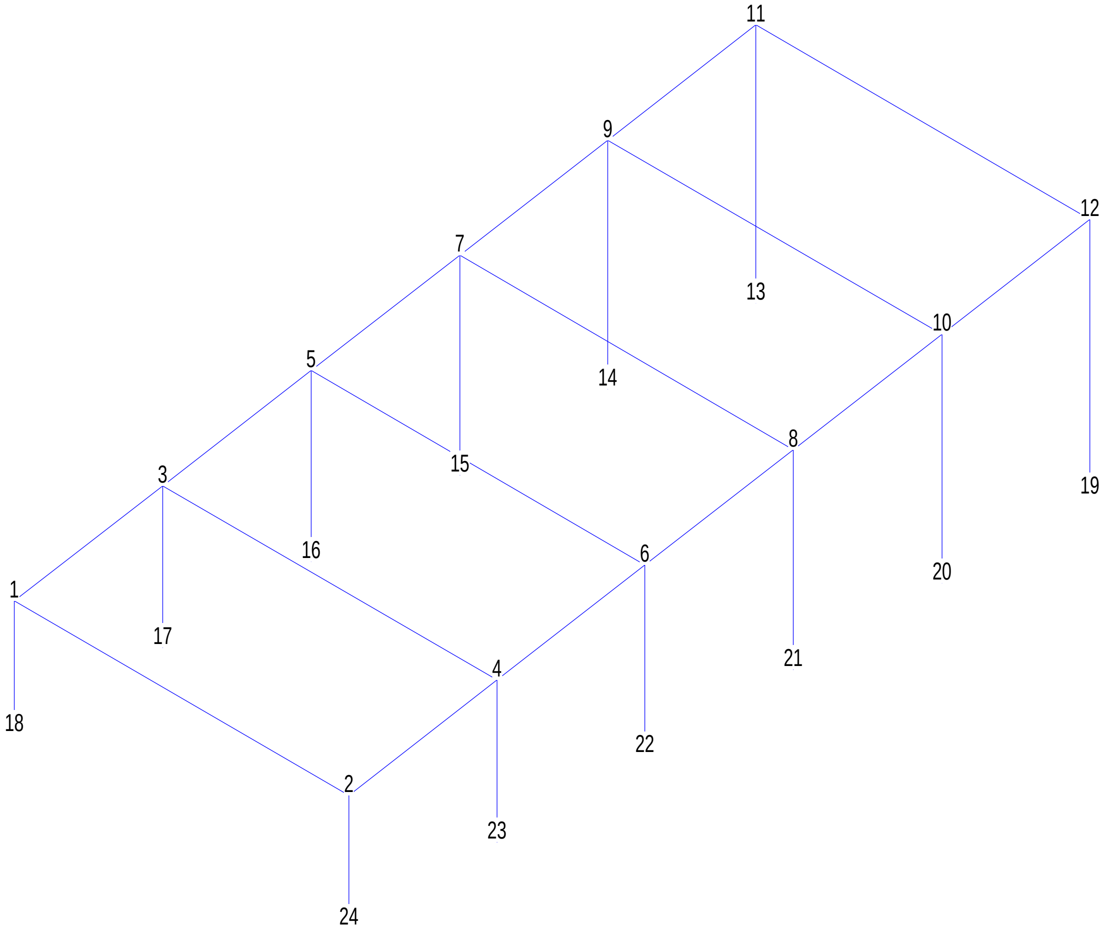
玻璃的挠度满足

三、杆件计算

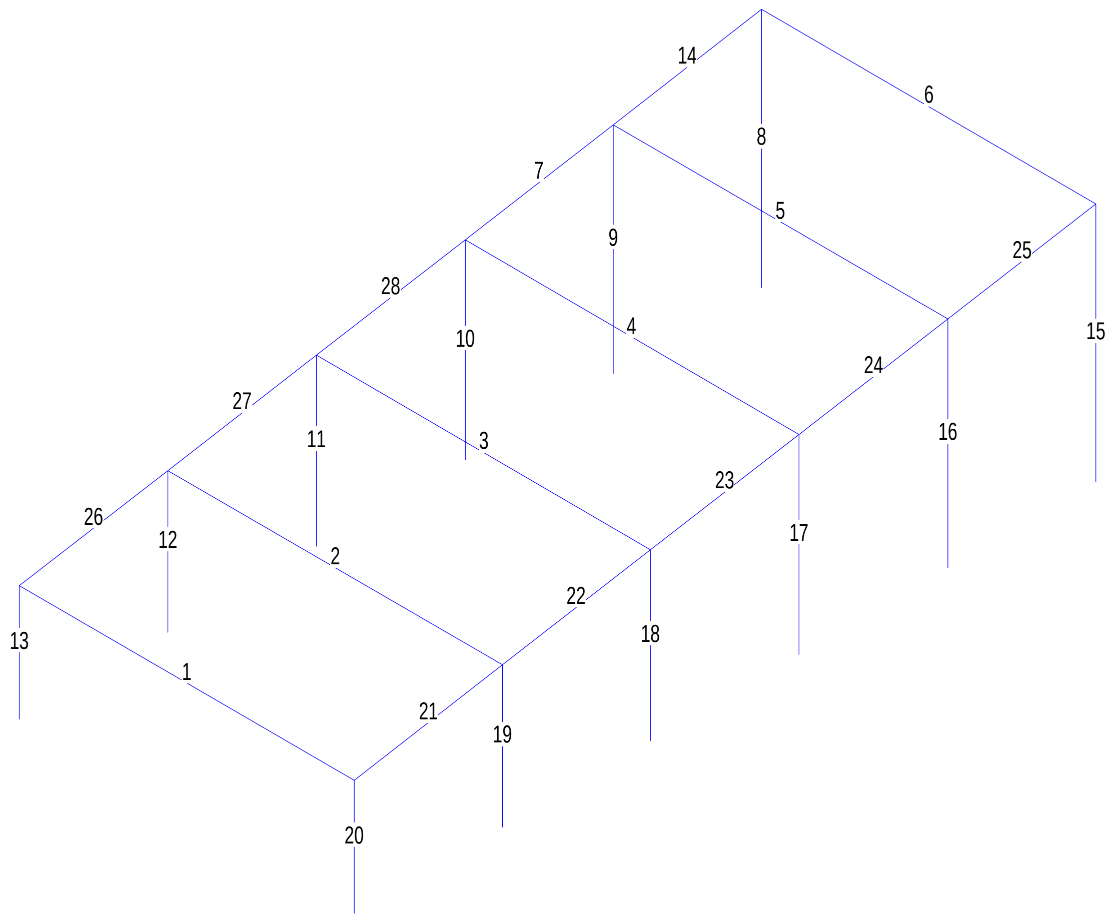
1、计算简图



计算简图 (圆表示支座，数字为节点号)



节点编号图



单元编号图

2、几何信息

各节点信息如下表：

节点号	x 坐标(m)	y 坐标(m)	z 坐标(m)	x 向约束	y 向约束	z 向约束	绕 x 约束	绕 y 约束	绕 z 约束
1	25.198	17.446	0.957						
2	25.198	14.646	0.957						
3	26.441	17.446	1.166						
4	26.441	14.646	1.166						
5	27.684	17.446	1.374						
6	27.684	14.646	1.374						
7	28.927	17.446	1.583						
8	28.927	14.646	1.583						
9	30.170	17.446	1.791						
10	30.170	14.646	1.791						
11	31.413	17.446	2.000						

12	31.413	14.646	2.000						
13	31.413	17.446	0.000	√	√	√			
14	30.170	17.446	0.000	√	√	√			
15	28.927	17.446	0.000	√	√	√			
16	27.684	17.446	0.000	√	√	√			
17	26.441	17.446	0.000	√	√	√			
18	25.198	17.446	0.000	√	√	√			
19	31.413	14.646	0.000	√	√	√			
20	30.170	14.646	0.000	√	√	√			
21	28.927	14.646	0.000	√	√	√			
22	27.684	14.646	0.000	√	√	√			
23	26.441	14.646	0.000	√	√	√			
24	25.198	14.646	0.000	√	√	√			

各单元信息如下表：

单元号	截面名称	长度(m)	面积 (mm^2)	绕 2 轴惯性矩 $(x10^4mm^4)$	绕 3 轴惯性矩 $(x10^4mm^4)$	绕 2 轴计算长度系数	绕 3 轴计算长度系数	小节点释放	大节点释放
1	140x140x8	2.800	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
2	140x140x8	2.800	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
3	140x140x8	2.800	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
4	140x140x8	2.800	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
5	140x140x8	2.800	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
6	140x140x8	2.800	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
7	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
8	140x140x8	2.000	4224	1231	1231	0.900	0.840	---	---
9	140x140x8	1.791	4224	1231	1231	0.907	0.796	---	---
10	140x140x8	1.583	4224	1231	1231	0.915	0.804	---	---
11	140x140x8	1.374	4224	1231	1231	0.924	0.815	---	---
12	140x140x8	1.166	4224	1231	1231	0.933	0.828	---	---
13	140x140x8	0.957	4224	1231	1231	0.943	0.896	---	---
14	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
15	140x140x8	2.000	4224	1231	1231	0.900	0.840	---	---
16	140x140x8	1.791	4224	1231	1231	0.907	0.796	---	---
17	140x140x8	1.583	4224	1231	1231	0.915	0.804	---	---
18	140x140x8	1.374	4224	1231	1231	0.924	0.815	---	---
19	140x140x8	1.166	4224	1231	1231	0.933	0.828	---	---
20	140x140x8	0.957	4224	1231	1231	0.943	0.896	---	---
21	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
22	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---

23	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
24	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
25	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
26	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
27	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---
28	140x140x8	1.260	4224	1231	1231	1.000	1.000	---	---

3、荷载信息

结构重要性系数：　1.00

(一). (恒、活、风) 节点、单元荷载信息

1.节点荷载

****以下为节点荷载汇总表:***

单位：力(kN)；弯距(kN.m)

****以下为节点荷载图***

单位：力(kN)；弯距(kN.m)

2.单元荷载

****以下为单元荷载汇总表:***

单位：力(kN)；分布力(kN/m)；弯距(kN.m)；分布弯距(kN.m/m)

第 0 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	0	梯形荷载	Z	-0.5	-0.5	0.6	2.2
2	0	梯形荷载	Z	-1.0	-1.0	0.6	2.2
3	0	梯形荷载	Z	-1.0	-1.0	0.6	2.2
4	0	梯形荷载	Z	-1.0	-1.0	0.6	2.2
5	0	梯形荷载	Z	-1.0	-1.0	0.6	2.2
6	0	梯形荷载	Z	-0.5	-0.5	0.6	2.2
7	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.4	1.3
7	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
8	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	2.0	2.0
9	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.8	1.8
10	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.6	1.6
11	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.4	1.4
12	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.2	1.2
13	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	1.0	1.0

14	0	三角形荷载	Z	-1.5	0.0	0.3	1.3
14	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
15	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	2.0	2.0
16	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.8	1.8
17	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.6	1.6
18	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.4	1.4
19	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	1.2	1.2
20	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	1.0	1.0
21	0	三角形荷载	Z	-0.8	0.0	0.5	1.3
21	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
22	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	0.4	1.3
22	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
23	0	三角形荷载	Z	-1.2	0.0	0.4	1.3
23	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
24	0	三角形荷载	Z	-1.3	0.0	0.4	1.3
24	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
25	0	三角形荷载	Z	-1.5	0.0	0.3	1.3
25	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
26	0	三角形荷载	Z	-0.8	0.0	0.5	1.3
26	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
27	0	三角形荷载	Z	-1.0	0.0	0.4	1.3
27	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3
28	0	三角形荷载	Z	-1.2	0.0	0.4	1.3
28	0	三角形荷载	Z	-0.5	0.0	0.6	1.3

第 1 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	1	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.6	2.2
2	1	梯形荷载	Z	-1.1	-1.1	0.6	2.2
3	1	梯形荷载	Z	-1.1	-1.1	0.6	2.2
4	1	梯形荷载	Z	-1.1	-1.1	0.6	2.2
5	1	梯形荷载	Z	-1.1	-1.1	0.6	2.2
6	1	梯形荷载	Z	-0.6	-0.6	0.6	2.2
7	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
14	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
21	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
22	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
23	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
24	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
25	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
26	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3
27	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3

28	1	三角形荷载	Z	-0.6	0.0	0.6	1.3

第 2 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
1	2	梯形荷载	X	0.2	0.2	0.6	2.2
1	2	梯形荷载	Z	-1.1	-1.1	0.6	2.2
2	2	梯形荷载	X	0.4	0.4	0.6	2.2
2	2	梯形荷载	Z	-2.1	-2.1	0.6	2.2
3	2	梯形荷载	X	0.4	0.4	0.6	2.2
3	2	梯形荷载	Z	-2.1	-2.1	0.6	2.2
4	2	梯形荷载	X	0.4	0.4	0.6	2.2
4	2	梯形荷载	Z	-2.1	-2.1	0.6	2.2
5	2	梯形荷载	X	0.4	0.4	0.6	2.2
5	2	梯形荷载	Z	-2.1	-2.1	0.6	2.2
6	2	梯形荷载	X	0.2	0.2	0.6	2.2
6	2	梯形荷载	Z	-1.1	-1.1	0.6	2.2
7	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
7	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
14	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
14	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
21	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
21	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
22	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
22	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
23	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
23	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
24	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
24	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
25	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
25	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
26	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
26	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
27	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
27	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0
28	2	三角形荷载	X	0.2	0.0	0.6	0.0
28	2	三角形荷载	Z	-1.1	0.0	0.6	0.0

第 3 工况单元荷载表

单元号	工况号	类型	方向	Q1	Q2	X1	X2
7	3	三角形荷载	Y	-2.3	0.0	0.4	0.0
8	3	三角形荷载	Y	-0.8	0.0	2.0	0.0
9	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.8	0.0

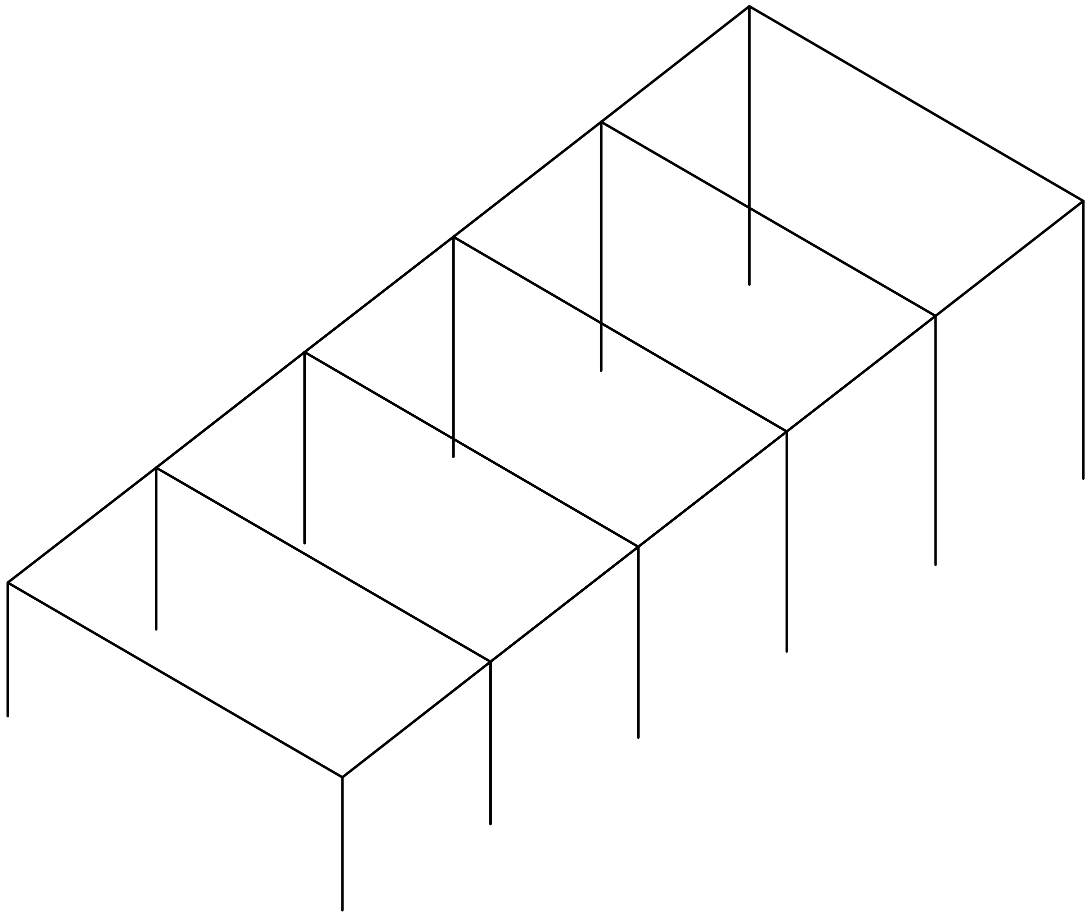
10	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.6	0.0
11	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.4	0.0
12	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.2	0.0
13	3	三角形荷载	Y	-0.8	0.0	1.0	0.0
14	3	三角形荷载	Y	-2.5	0.0	0.3	0.0
15	3	三角形荷载	Y	-0.8	0.0	2.0	0.0
16	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.8	0.0
17	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.6	0.0
18	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.4	0.0
19	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	1.2	0.0
20	3	三角形荷载	Y	-0.8	0.0	1.0	0.0
21	3	三角形荷载	Y	-1.4	0.0	0.5	0.0
22	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	0.4	0.0
23	3	三角形荷载	Y	-2.0	0.0	0.4	0.0
24	3	三角形荷载	Y	-2.3	0.0	0.4	0.0
25	3	三角形荷载	Y	-2.5	0.0	0.3	0.0
26	3	三角形荷载	Y	-1.4	0.0	0.5	0.0
27	3	三角形荷载	Y	-1.7	0.0	0.4	0.0
28	3	三角形荷载	Y	-2.0	0.0	0.4	0.0

(1).工况号: 0

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值 (基本风压)
1	恒载	双向杆件	--	0.80

面荷载分布图:



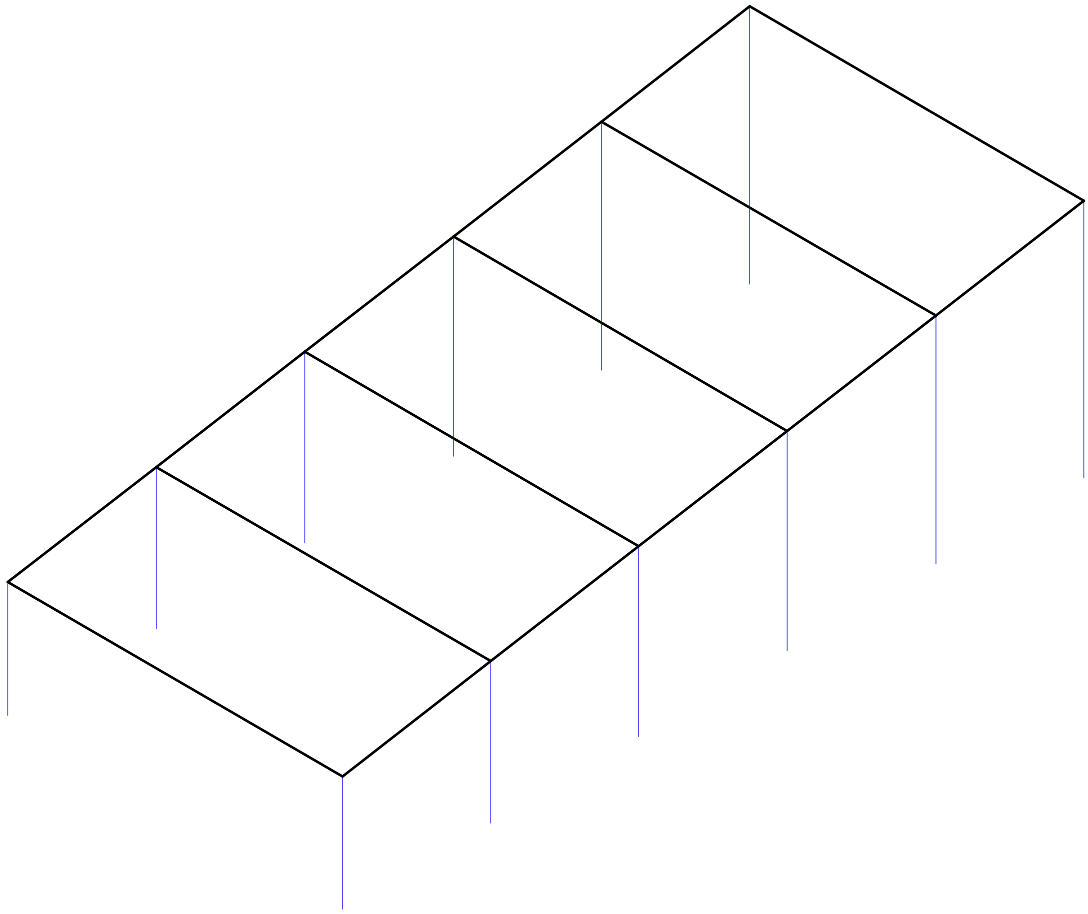
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

(2).工况号:　1

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值 (基本风压)
1	活载	双向杆件	--	0.90

面荷载分布图:



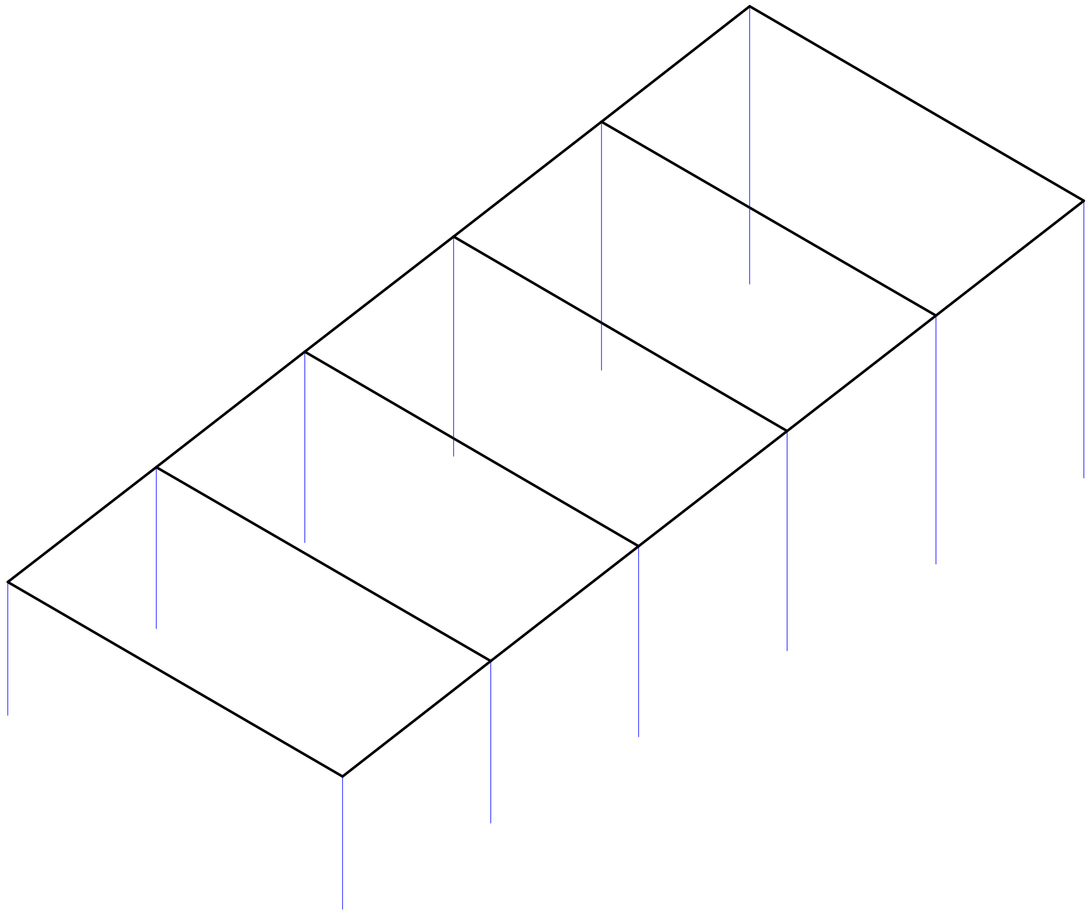
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

(3).工况号:　2

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值 (基本风压)
1	风载	双向杆件	-2.00	0.45

<u>面荷载分布图:</u>



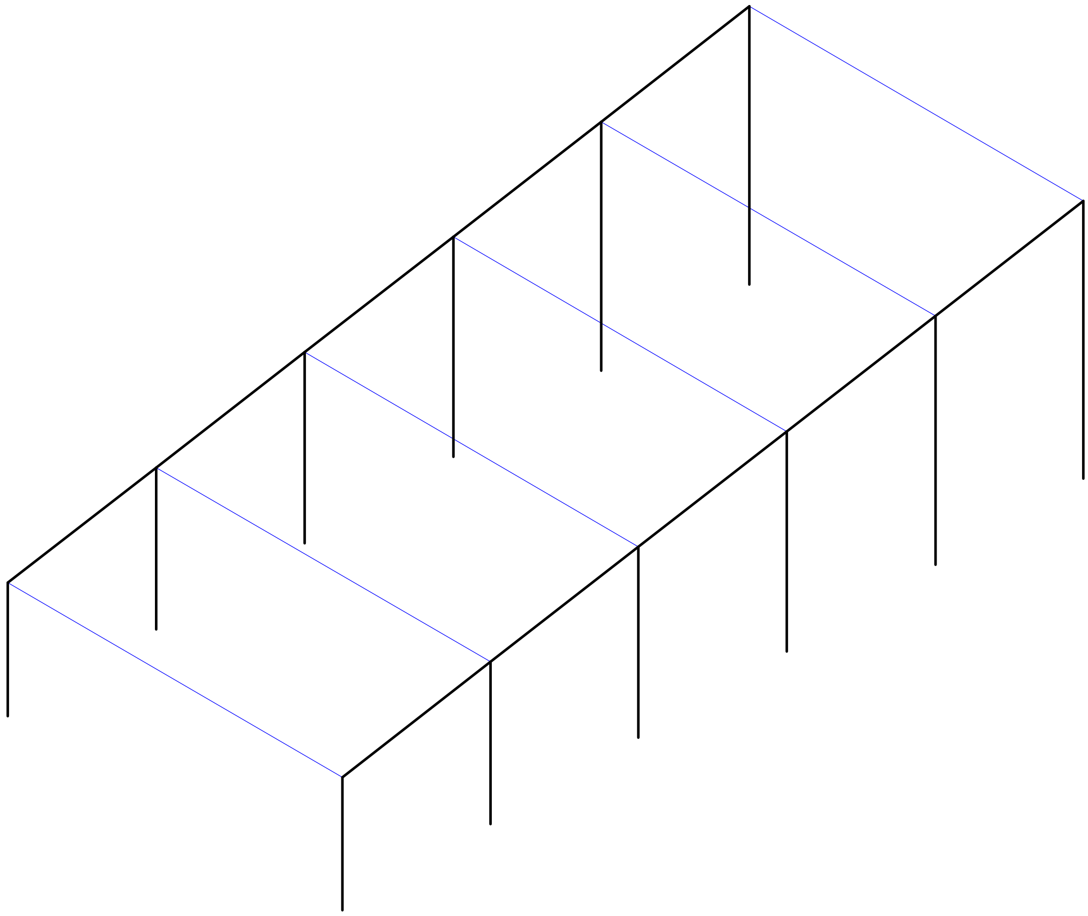
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

(4).工况号:　3

*输入的面荷载:

序号	荷载类型	导荷方式	体形系数	面荷载值 (基本风压)
1	风载	双向杆件	1.60	0.45

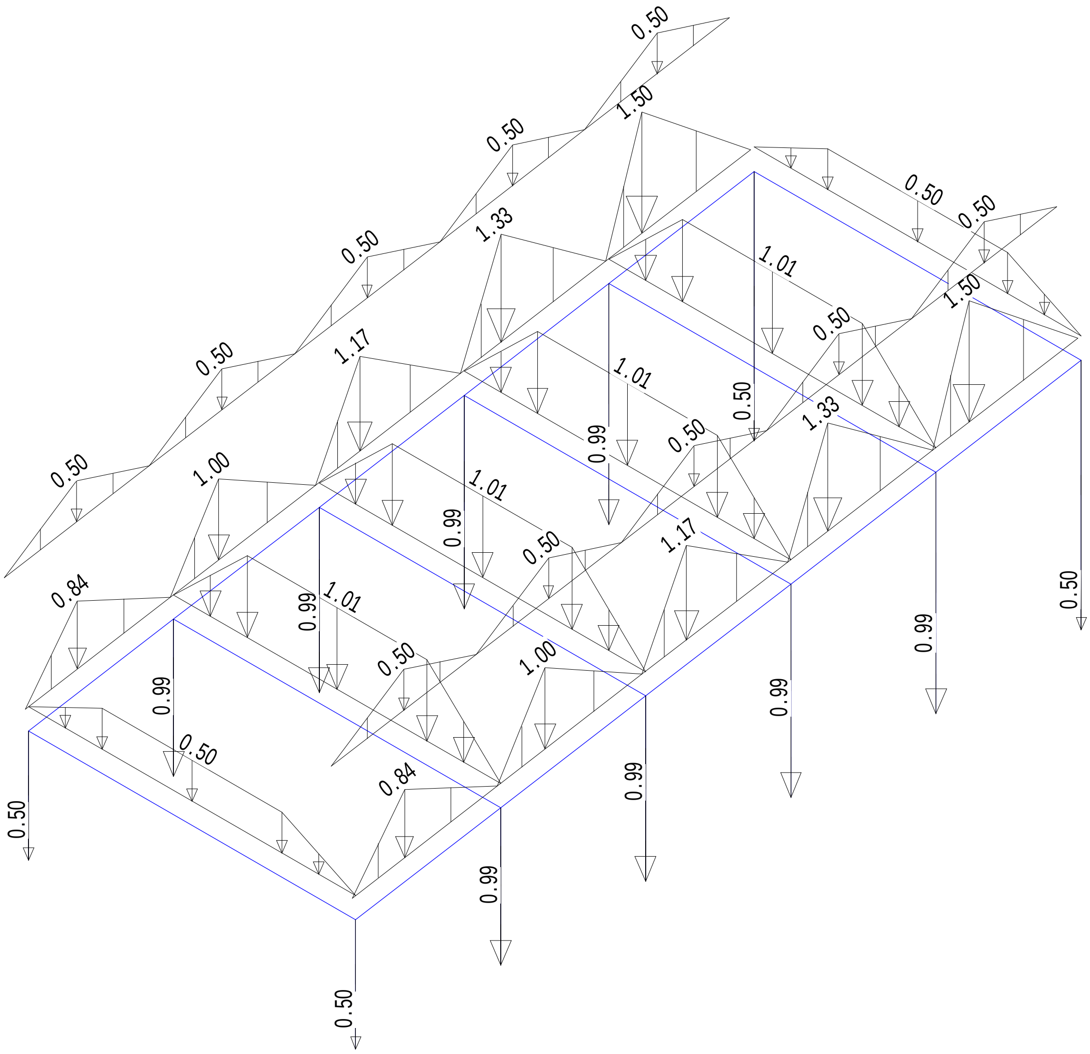
面荷载分布图:



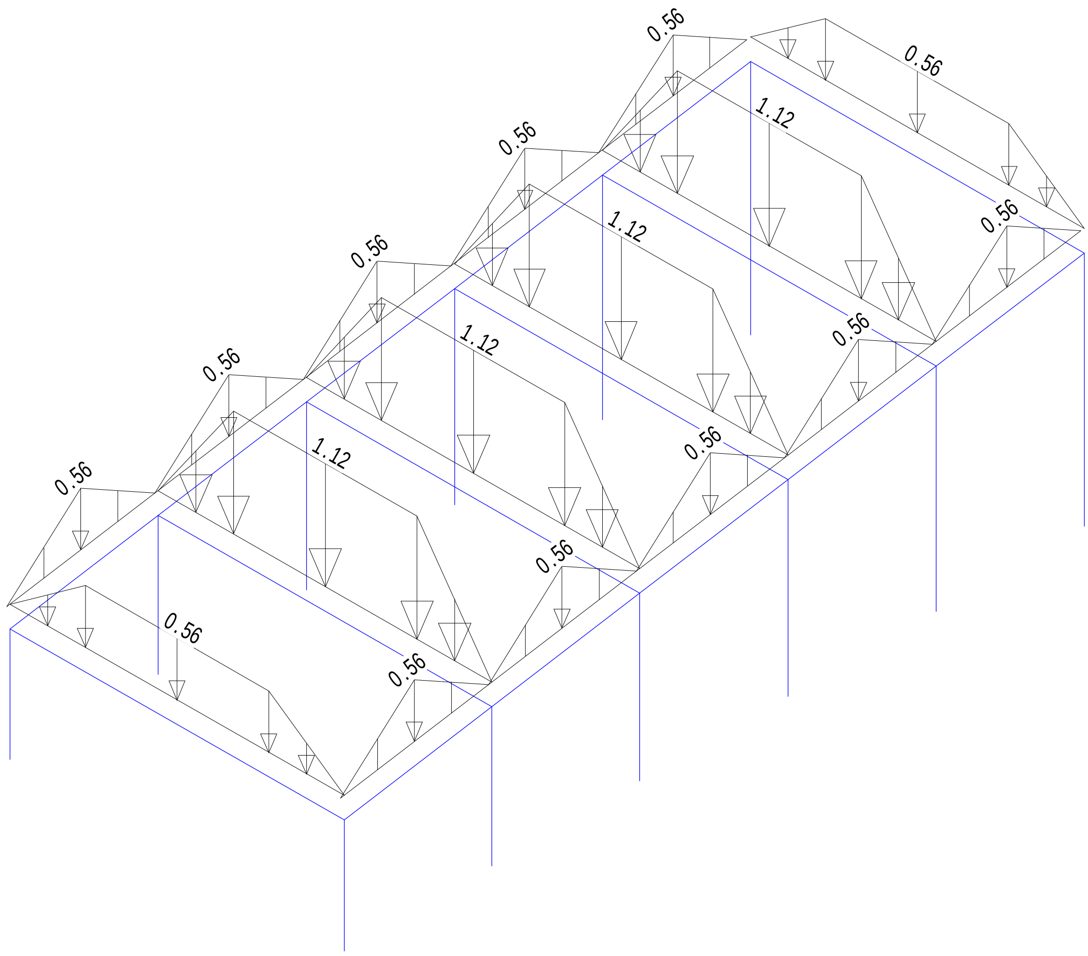
面荷载序号 1 分布图（实线表示荷载分配到的单元）

****以下为单元荷载图:***

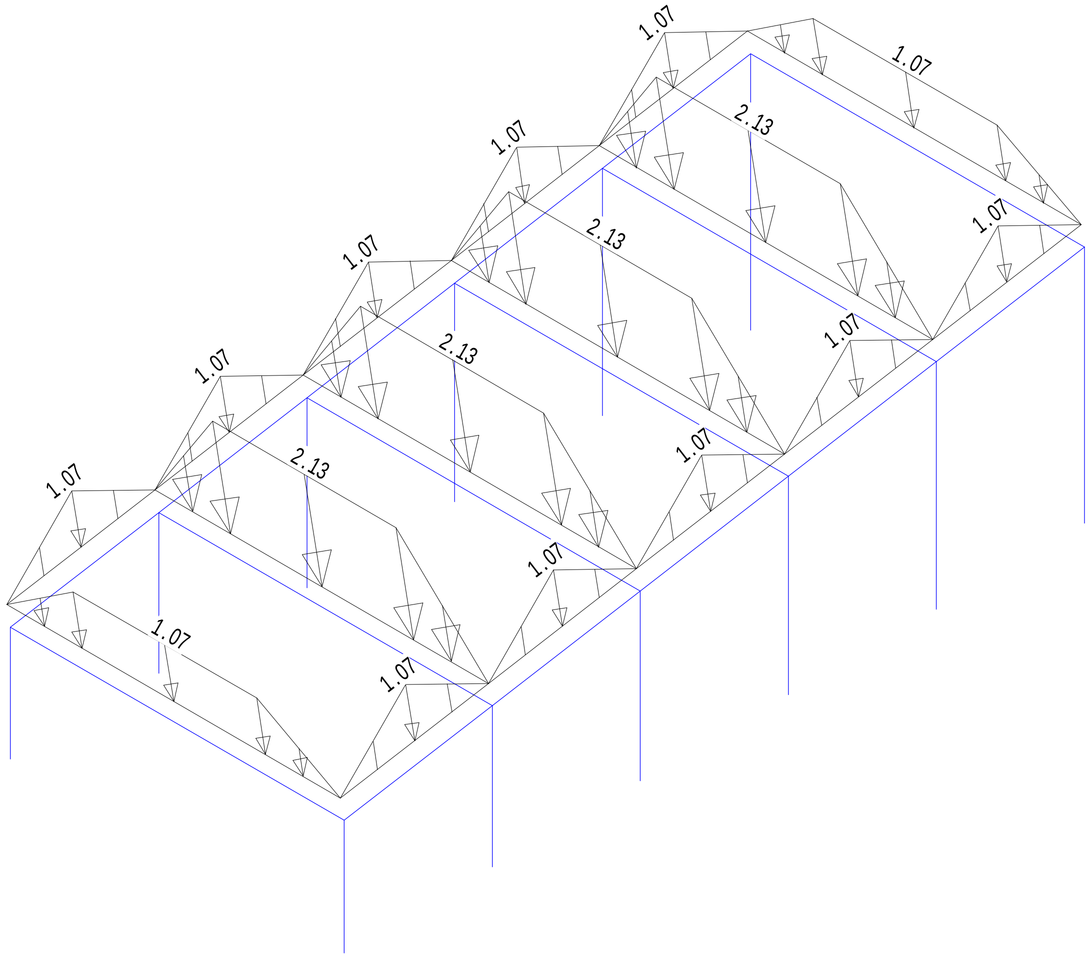
单位：力(kN)；分布力(kN/m)；弯距(kN.m)；分布弯距(kN.m/m)



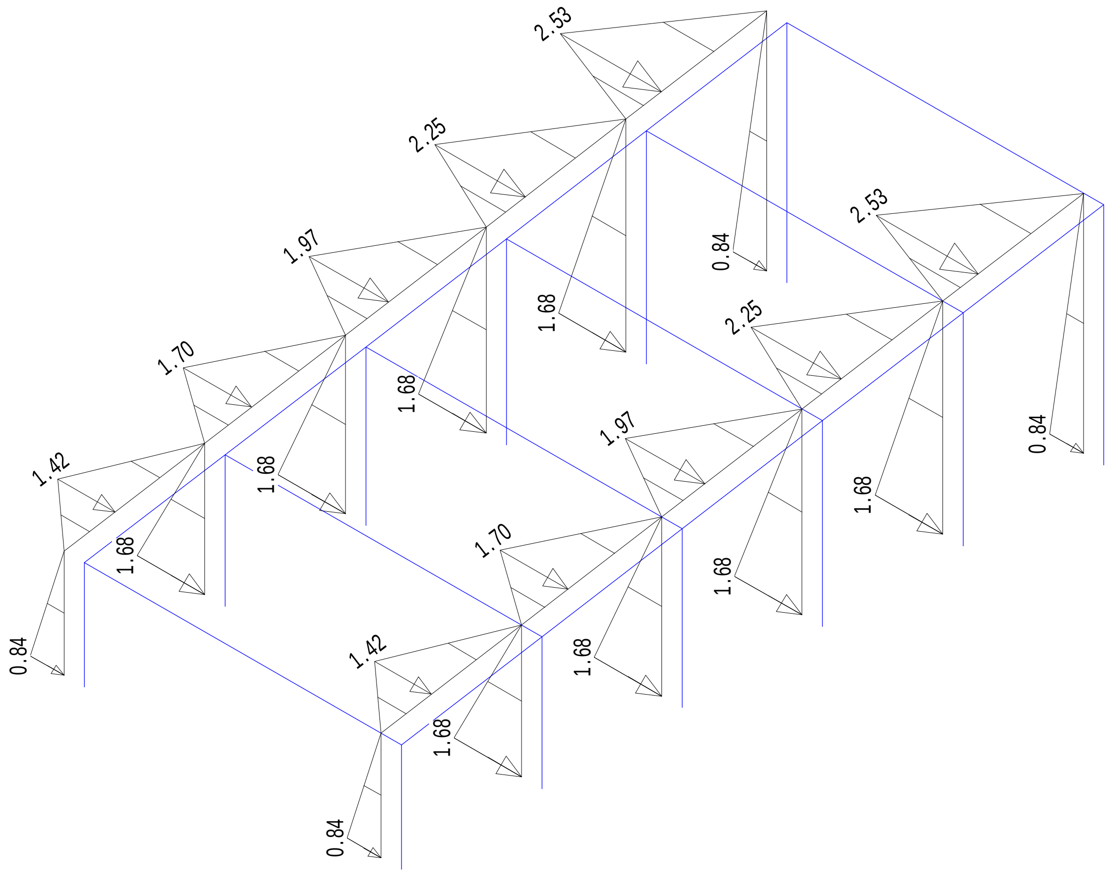
第 0 工况单元荷载简图


0.56
0.56
1.12
0.56
1.12
0.56
1.12
0.56
1.12
0.56
0.56
0.56
0.56
0.56
0.56
0.56
0.56
0.56

第 1 工况单元荷载简图


1.07
1.07
1.07
1.07
1.07
1.07
2.13
2.13
2.13
2.13
1.07
1.07
1.07
1.07
1.07
1.07
1.07

第 2 工况单元荷载简图



第 3 工况单元荷载简图

荷载组合

(1) 1.35 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1
(2) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1
(3) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1
(4) 1.20 恒载 + 1.40 风载工况 2
(5) 1.20 恒载 + 1.40 风载工况 3
(6) 1.00 恒载 + 1.40 风载工况 2
(7) 1.00 恒载 + 1.40 风载工况 3
(8) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 2
(9) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 3
(10) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 2
(11) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1 + 1.40 x 0.60 风载工况 3
(12) 1.20 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 2
(13) 1.20 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 3
(14) 1.00 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 2
(15) 1.00 恒载 + 1.40 x 0.70 活载工况 1 + 1.40 风载工况 3
(16) 1.20 恒载

4、内力位移计算结果

(一). 内力

1.工况内力

2.组合内力

3.最不利内力

最不利内力表 *(单位：N、Q(kN)；M(kN.m)；位置(m))*

单元号	名称	组合号	序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	弯距 M2	弯距 M3
1	N 最大	7	1	1.2	-0.5	-1.1	0.5	-0.1	-0.7
	M3 最大	13	1	2.8	-0.9	-3.1	0.5	0.8	2.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.9	3.4	0.3	-0.1	1.4
	M3 最小	7	1	0.0	-0.5	-0.3	0.5	-0.7	-1.5
2	N 最大	7	1	0.2	-0.5	-0.4	0.8	-0.9	-1.9
	M3 最大	13	1	2.8	-1.0	-4.9	0.8	1.1	3.9
	N 最小	12	1	0.0	-2.1	6.2	0.5	-0.2	2.7
	M3 最小	12	1	1.4	-2.1	-0.0	-0.0	0.3	-2.5
3	N 最大	7	1	0.5	-0.4	-1.1	0.8	-0.8	-2.2
	M3 最大	13	1	2.8	-0.9	-5.3	0.8	1.2	4.4
	N 最小	12	1	0.0	-1.9	6.2	0.5	-0.1	2.5
	M3 最小	12	1	1.4	-1.9	0.0	-0.0	0.3	-2.6
4	N 最大	7	1	0.0	-0.4	-0.9	0.7	-0.9	-2.9
	M3 最大	13	1	2.8	-0.7	-5.5	0.7	1.0	4.7
	N 最小	12	1	0.0	-1.5	6.2	0.5	-0.1	2.5
	M3 最小	7	1	0.0	-0.4	-0.9	0.7	-0.9	-2.9
5	N 最大	7	1	1.2	-0.3	-2.1	0.2	-0.0	-1.2
	M3 最大	13	1	2.8	-0.6	-5.5	0.2	0.4	4.6
	N 最小	12	1	0.0	-1.2	6.2	0.5	-0.1	2.4
	M3 最小	7	1	0.0	-0.3	-0.9	0.2	-0.3	-2.8
6	N 最大	7	1	0.5	-0.2	-1.5	-0.2	0.2	-2.2
	M3 最大	13	1	2.8	-0.4	-4.1	-0.2	-0.2	3.8
	N 最小	12	1	0.0	-0.6	3.4	0.3	-0.0	1.2
	M3 最小	7	1	0.0	-0.2	-1.3	-0.2	0.3	-2.9
7	N 最大	12	1	1.3	0.8	-1.9	-0.1	-0.0	0.7
	M3 最大	12	1	1.3	0.8	-1.9	-0.1	-0.0	0.7
	N 最小	13	1	0.0	-0.5	0.8	-1.8	0.4	0.0
	M3 最小	12	1	0.5	0.5	-0.1	-0.1	0.0	-0.3
8	N 最大	7	1	0.0	0.3	0.2	1.0	-2.8	0.4
	M3 最大	12	1	0.0	-5.2	0.3	-0.7	1.4	0.5
	N 最小	12	1	2.0	-6.6	0.3	-0.7	0.0	-0.0
	M3 最小	6	1	2.0	-5.3	0.2	-0.5	0.0	-0.0
	N 最大	7	1	0.0	-0.9	0.2	0.9	-2.8	0.4

9	M3 最大	14	1	0.0	-9.1	0.3	-1.2	2.1	0.5
	N 最小	12	1	1.8	-11.5	0.3	-1.2	-0.0	-0.0
	M3 最小	16	1	0.0	-4.0	-0.0	-0.4	0.6	-0.0
10	N 最大	7	1	0.0	-0.8	0.3	1.2	-2.8	0.5
	M3 最大	12	1	0.0	-9.5	0.4	-1.5	2.4	0.6
	N 最小	12	1	1.6	-11.1	0.4	-1.5	-0.0	-0.0
	M3 最小	13	1	1.6	-4.5	0.3	2.7	-0.0	-0.0
11	N 最大	7	1	0.0	-0.8	0.5	1.3	-2.5	0.6
	M3 最大	12	1	0.0	-9.3	0.6	-1.8	2.5	0.8
	N 最小	12	1	1.4	-10.7	0.6	-1.8	-0.0	-0.0
	M3 最小	12	1	1.4	-10.7	0.6	-1.8	-0.0	-0.0
12	N 最大	7	1	0.0	-1.6	0.8	1.1	-1.9	0.9
	M3 最大	12	1	0.0	-10.0	1.0	-2.2	2.5	1.2
	N 最小	12	1	1.2	-11.1	1.0	-2.2	-0.0	-0.0
	M3 最小	12	1	1.2	-11.1	1.0	-2.2	-0.0	-0.0
13	N 最大	7	1	0.0	0.9	0.9	1.0	-1.1	0.8
	M3 最大	6	1	0.0	-2.0	1.0	-1.4	1.3	0.9
	N 最小	8	1	1.0	-3.9	0.5	-1.6	0.0	-0.0
	M3 最小	1	1	0.0	-2.9	-0.1	-1.0	0.9	-0.1
14	N 最大	12	1	1.3	0.3	-1.8	-0.1	-0.1	0.5
	M3 最大	12	1	1.3	0.3	-1.8	-0.1	-0.1	0.5
	N 最小	13	1	0.0	-0.6	1.1	-1.0	-0.2	0.1
	M3 最小	12	1	0.5	0.1	0.1	-0.1	0.0	-0.3
15	N 最大	16	1	0.0	-2.0	0.0	0.2	-0.4	0.1
	M3 最大	12	1	0.0	-5.2	0.3	0.7	-1.4	0.5
	N 最小	12	1	2.0	-6.6	0.3	0.7	-0.0	-0.0
	M3 最小	7	1	0.0	-3.6	-0.1	1.4	-3.6	-0.2
16	N 最大	16	1	0.0	-4.0	-0.0	0.4	-0.6	-0.0
	M3 最大	14	1	0.0	-9.1	0.3	1.2	-2.1	0.5
	N 最小	12	1	1.8	-11.5	0.3	1.2	-0.0	-0.0
	M3 最小	5	1	0.0	-6.4	-0.2	1.5	-4.0	-0.4
17	N 最大	16	1	0.0	-3.7	0.0	0.4	-0.7	0.0
	M3 最大	12	1	0.0	-9.5	0.4	1.5	-2.4	0.6
	N 最小	12	1	1.6	-11.1	0.4	1.5	0.0	0.0
	M3 最小	7	1	0.0	-5.4	-0.3	1.9	-4.0	-0.5
18	N 最大	16	1	0.0	-3.6	0.0	0.5	-0.7	0.0
	M3 最大	12	1	0.0	-9.3	0.6	1.8	-2.5	0.8
	N 最小	12	1	1.4	-10.7	0.6	1.8	-0.0	0.0
	M3 最小	7	1	0.0	-5.1	-0.5	2.1	-3.7	-0.6
19	N 最大	16	1	0.0	-3.5	0.0	0.6	-0.7	0.0
	M3 最大	12	1	0.0	-10.0	1.0	2.2	-2.5	1.2
	N 最小	12	1	1.2	-11.1	1.0	2.2	0.0	0.0

	M3 最小	7	1	0.0	-4.3	-0.8	2.2	-3.1	-0.9
20	N 最大	16	1	0.0	-1.9	-0.1	0.6	-0.6	-0.1
	M3 最大	6	1	0.0	-2.0	1.0	1.4	-1.3	0.9
	N 最小	13	1	1.0	-5.8	-1.0	2.9	-0.0	0.0
	M3 最小	13	1	0.0	-5.1	-1.0	2.3	-2.4	-1.0
21	N 最大	12	1	1.3	1.0	-2.9	0.2	0.1	1.1
	M3 最大	12	1	1.3	1.0	-2.9	0.2	0.1	1.1
	N 最小	13	1	0.0	-0.8	1.9	-1.5	0.8	0.9
	M3 最小	6	1	0.0	0.8	-0.4	0.2	-0.1	-0.9
22	N 最大	12	1	1.3	1.2	-2.1	0.1	0.1	0.8
	M3 最大	12	1	1.3	1.2	-2.1	0.1	0.1	0.8
	N 最小	13	1	0.0	-0.8	1.5	-1.9	0.9	0.6
	M3 最小	12	1	0.4	1.0	0.0	0.1	-0.0	-0.3
23	N 最大	12	1	1.3	1.1	-2.0	0.1	0.1	0.7
	M3 最大	12	1	1.3	1.1	-2.0	0.1	0.1	0.7
	N 最小	13	1	0.0	-0.4	1.5	-2.1	0.9	0.5
	M3 最小	12	1	0.4	0.8	0.1	0.1	-0.0	-0.3
24	N 最大	12	1	1.3	0.8	-1.9	0.1	0.0	0.7
	M3 最大	12	1	1.3	0.8	-1.9	0.1	0.0	0.7
	N 最小	1	1	0.0	-0.3	1.3	-0.1	0.0	0.3
	M3 最小	12	1	0.5	0.5	-0.1	0.1	-0.0	-0.3
25	N 最大	13	1	1.3	0.4	-0.6	1.2	0.2	-0.1
	M3 最大	12	1	1.3	0.3	-1.8	0.1	0.1	0.5
	N 最小	1	1	0.0	-0.3	1.6	-0.1	0.0	0.3
	M3 最小	12	1	0.5	0.1	0.1	0.1	-0.0	-0.3
26	N 最大	12	1	1.3	1.0	-2.9	-0.2	-0.1	1.1
	M3 最大	12	1	1.3	1.0	-2.9	-0.2	-0.1	1.1
	N 最小	1	1	0.0	-0.3	0.9	0.0	-0.0	0.1
	M3 最小	6	1	0.0	0.8	-0.4	-0.2	0.1	-0.9
27	N 最大	12	1	1.3	1.2	-2.1	-0.1	-0.1	0.8
	M3 最大	12	1	1.3	1.2	-2.1	-0.1	-0.1	0.8
	N 最小	1	1	0.0	-0.3	1.1	0.1	-0.0	0.3
	M3 最小	12	1	0.4	1.0	0.0	-0.1	0.0	-0.3
28	N 最大	12	1	1.3	1.1	-2.0	-0.1	-0.1	0.7
	M3 最大	12	1	1.3	1.1	-2.0	-0.1	-0.1	0.7
	N 最小	1	1	0.0	-0.3	1.2	0.1	-0.0	0.3
	M3 最小	12	1	0.4	0.8	0.1	-0.1	0.0	-0.3

各效应组合下最大支座反力设计值(单位：kN、kN.m)

节点号	控制	组合号	组合序号	Nx	Ny	Nz	Mx	My	Mz

13	Nx 最大	16	1	-0.0	-0.2	3.3	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	7	1	-0.2	2.2	0.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.3	-0.7	6.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.1	-0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.1	-0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.1	-0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-0.3	-0.7	6.6	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-0.3	-0.7	6.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	12	1	-0.3	-0.7	6.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	7	1	-0.2	2.2	0.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.1	-0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.1	-0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.1	-0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
14	Nx 最大	16	1	0.0	-0.4	5.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	7	1	-0.2	3.0	2.3	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.3	-1.2	11.5	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.0	-0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.0	-0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.0	-0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-0.3	-1.2	11.5	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	14	1	-0.3	-1.2	10.5	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	12	1	-0.3	-1.2	11.5	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	7	1	-0.2	3.0	2.3	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.0	-0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.0	-0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.0	-0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
15	Nx 最大	16	1	-0.0	-0.4	5.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	7	1	-0.3	3.0	2.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.4	-1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-0.4	-1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-0.4	-1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	12	1	-0.4	-1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	7	1	-0.3	3.0	2.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	16	1	-0.0	-0.5	4.9	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	7	1	-0.5	2.9	2.0	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.6	-1.8	10.7	0.0	0.0	0.0

	Mx 最大	1	1	-0.0	-0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
16	合力最大	12	1	-0.6	-1.8	10.7	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-0.6	-1.8	10.7	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	12	1	-0.6	-1.8	10.7	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	7	1	-0.5	2.9	2.0	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	16	1	-0.0	-0.6	4.7	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	7	1	-0.8	2.5	2.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-1.0	-2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	-1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	-1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	-1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
17	合力最大	12	1	-1.0	-2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-1.0	-2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	12	1	-1.0	-2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	7	1	-0.8	2.5	2.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	-1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	-1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	-1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	7	1	-0.9	1.5	-0.4	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	8	1	-0.5	-1.6	3.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
18	合力最大	12	1	-0.9	-1.8	3.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	6	1	-1.0	-1.4	2.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	12	1	-0.9	-1.8	3.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	7	1	-0.9	1.5	-0.4	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.1	-1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	Nx 最大	7	1	0.1	2.6	4.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.1	2.7	6.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.3	0.7	6.6	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.1	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.1	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.1	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0

19	合力最大	13	1	0.1	2.7	6.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-0.3	0.7	6.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	16	1	-0.0	0.2	3.3	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	16	1	-0.0	0.2	3.3	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.1	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.1	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.1	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0
20	Nx 最大	5	1	0.2	3.6	8.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.2	3.9	9.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.3	1.2	11.5	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.0	0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.0	0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.0	0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-0.3	1.2	11.5	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	14	1	-0.3	1.2	10.5	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	16	1	0.0	0.4	5.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	16	1	0.0	0.4	5.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.0	0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.0	0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.0	0.6	8.0	0.0	0.0	0.0
21	Nx 最大	7	1	0.3	3.8	6.7	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.3	4.1	9.1	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.4	1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-0.4	1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-0.4	1.5	11.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	16	1	-0.0	0.4	5.2	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	16	1	-0.0	0.4	5.2	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	0.8	7.4	0.0	0.0	0.0
22	Nx 最大	7	1	0.5	3.8	6.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.5	4.2	8.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-0.6	1.8	10.7	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-0.6	1.8	10.7	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-0.6	1.8	10.7	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	16	1	-0.0	0.5	4.9	0.0	0.0	0.0

	Nz 最小	16	1	-0.0	0.5	4.9	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	0.9	7.1	0.0	0.0	0.0
23	Nx 最大	7	1	0.8	3.6	5.2	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	0.7	4.1	7.6	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	12	1	-1.0	2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	-0.0	1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	-0.0	1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	-0.0	1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	合力最大	12	1	-1.0	2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	12	1	-1.0	2.2	11.1	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	16	1	-0.0	0.6	4.7	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	16	1	-0.0	0.6	4.7	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	-0.0	1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	-0.0	1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	-0.0	1.1	6.8	0.0	0.0	0.0
24	Nx 最大	13	1	1.0	2.9	5.8	0.0	0.0	0.0
	Ny 最大	13	1	1.0	2.9	5.8	0.0	0.0	0.0
	Nz 最大	13	1	1.0	2.9	5.8	0.0	0.0	0.0
	Mx 最大	1	1	0.1	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	My 最大	1	1	0.1	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最大	1	1	0.1	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	合力最大	13	1	1.0	2.9	5.8	0.0	0.0	0.0
	Nx 最小	6	1	-1.0	1.4	2.6	0.0	0.0	0.0
	Ny 最小	16	1	0.1	0.6	2.5	0.0	0.0	0.0
	Nz 最小	16	1	0.1	0.6	2.5	0.0	0.0	0.0
	Mx 最小	1	1	0.1	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	My 最小	1	1	0.1	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0
	Mz 最小	1	1	0.1	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0

4.内力统计

轴力 N 最大的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	22	12	1	1.260	1.2	-2.1	0.1	0.1	0.1	0.8
2	27	12	1	1.260	1.2	-2.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.8
3	28	12	1	1.260	1.1	-2.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.7
4	23	12	1	1.260	1.1	-2.0	0.1	0.1	0.1	0.7
5	26	12	1	1.260	1.0	-2.9	-0.2	-0.3	-0.1	1.1
6	21	12	1	1.260	1.0	-2.9	0.2	0.3	0.1	1.1
7	13	7	1	0.000	0.9	0.9	1.0	-0.0	-1.1	0.8

8	24	12	1	1.260	0.8	-1.9	0.1	0.0	0.0	0.7
9	7	12	1	1.260	0.8	-1.9	-0.1	-0.0	-0.0	0.7
10	25	13	1	1.260	0.4	-0.6	1.2	-0.1	0.2	-0.1

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	16	12	1	1.791	-11.5	0.3	1.2	0.0	-0.0	-0.0
2	9	12	1	1.791	-11.5	0.3	-1.2	-0.0	-0.0	-0.0
3	12	12	1	1.166	-11.1	1.0	-2.2	-0.0	-0.0	-0.0
4	19	12	1	1.166	-11.1	1.0	2.2	0.0	0.0	0.0
5	17	12	1	1.583	-11.1	0.4	1.5	-0.0	0.0	0.0
6	10	12	1	1.583	-11.1	0.4	-1.5	0.0	-0.0	-0.0
7	11	12	1	1.374	-10.7	0.6	-1.8	0.0	-0.0	-0.0
8	18	12	1	1.374	-10.7	0.6	1.8	0.0	-0.0	0.0
9	8	12	1	2.000	-6.6	0.3	-0.7	0.0	0.0	-0.0
10	15	12	1	2.000	-6.6	0.3	0.7	-0.0	-0.0	-0.0

弯距 M3 最大的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	4	13	1	2.800	-0.7	-5.5	0.7	-0.0	1.0	4.7
2	5	13	1	2.800	-0.6	-5.5	0.2	-0.0	0.4	4.6
3	3	13	1	2.800	-0.9	-5.3	0.8	-0.0	1.2	4.4
4	2	13	1	2.800	-1.0	-4.9	0.8	-0.0	1.1	3.9
5	6	13	1	2.800	-0.4	-4.1	-0.2	-0.0	-0.2	3.8
6	1	13	1	2.800	-0.9	-3.1	0.5	-0.1	0.8	2.6
7	12	12	1	0.000	-10.0	1.0	-2.2	-0.0	2.5	1.2
8	19	12	1	0.000	-10.0	1.0	2.2	0.0	-2.5	1.2
9	26	12	1	1.260	1.0	-2.9	-0.2	-0.3	-0.1	1.1
10	21	12	1	1.260	1.0	-2.9	0.2	0.3	0.1	1.1

弯距 M3 最小的前 10 个单元的内力 (单位：M,KN,KN.M)

序号	单元号	组合号	组合序	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯距 M2	弯距 M3
1	4	7	1	0.000	-0.4	-0.9	0.7	-0.0	-0.9	-2.9
2	6	7	1	0.000	-0.2	-1.3	-0.2	-0.0	0.3	-2.9
3	5	7	1	0.000	-0.3	-0.9	0.2	-0.0	-0.3	-2.8
4	3	12	1	1.400	-1.9	0.0	-0.0	-0.0	0.3	-2.6
5	2	12	1	1.400	-2.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.3	-2.5
6	1	7	1	0.000	-0.5	-0.3	0.5	-0.1	-0.7	-1.5
7	20	13	1	0.000	-5.1	-1.0	2.3	0.0	-2.4	-1.0
8	26	6	1	0.000	0.8	-0.4	-0.2	-0.2	0.1	-0.9
9	21	6	1	0.000	0.8	-0.4	0.2	0.2	-0.1	-0.9
10	19	7	1	0.000	-4.3	-0.8	2.2	-0.0	-3.1	-0.9

(二). 位移

1.工况位移

2.组合位移

“X 向位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	9	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
2	10	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
3	11	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
4	12	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
5	7	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
6	8	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
7	5	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
8	6	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
9	3	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
10	4	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2

“Y 向位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	4	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
2	2	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
3	6	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
4	8	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
5	10	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
6	12	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
7	13	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	14	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
9	15	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
10	16	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0

“Z 向位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	13	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	14	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
3	15	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
4	16	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
5	17	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
6	18	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
7	19	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	20	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
9	21	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0

10	22	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0

“合位移”最大的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	11	13	1	0.1	-2.2	-0.0	2.2
2	12	5	1	-0.1	-2.2	-0.0	2.2
3	9	13	1	0.1	-2.0	-0.0	2.0
4	10	5	1	-0.1	-2.0	-0.0	2.0
5	7	13	1	0.1	-1.6	-0.0	1.6
6	8	5	1	-0.1	-1.6	-0.0	1.6
7	5	13	1	0.1	-1.2	-0.0	1.2
8	6	5	1	-0.1	-1.2	-0.0	1.2
9	3	13	1	0.1	-0.7	-0.0	0.8
10	4	5	1	-0.1	-0.7	-0.0	0.8

“X 向位移”最小的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	6	5	1	-0.1	-1.2	-0.0	1.2
2	8	5	1	-0.1	-1.6	-0.0	1.6
3	4	5	1	-0.1	-0.7	-0.0	0.8
4	12	5	1	-0.1	-2.2	-0.0	2.2
5	2	5	1	-0.1	-0.4	-0.0	0.4
6	10	5	1	-0.1	-2.0	-0.0	2.0
7	13	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	14	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
9	15	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
10	16	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0

“Y 向位移”最小的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	11	13	1	0.1	-2.2	-0.0	2.2
2	12	5	1	-0.1	-2.2	-0.0	2.2
3	9	13	1	0.1	-2.0	-0.0	2.0
4	10	5	1	-0.1	-2.0	-0.0	2.0
5	7	13	1	0.1	-1.6	-0.0	1.6
6	8	5	1	-0.1	-1.6	-0.0	1.6
7	5	13	1	0.1	-1.2	-0.0	1.2
8	6	5	1	-0.1	-1.2	-0.0	1.2
9	3	13	1	0.1	-0.7	-0.0	0.8
10	4	5	1	-0.1	-0.7	-0.0	0.8

“Z 向位移”最小的前 10 个节点位移表 （单位：mm）

序号	节点号	组合号	组合序号	X 向位移	Y 向位移	Z 向位移	位移平方和
1	9	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
2	10	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
3	8	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
4	7	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
5	5	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
6	6	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
7	3	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
8	4	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2
9	11	12	1	0.2	-0.0	-0.0	0.2
10	12	12	1	0.2	0.0	-0.0	0.2

5、设计验算结果

设计验算结果表 *(强度和整体稳定为(应力/设计强度))*

单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	沿 2 轴抗剪应力比	沿 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	沿 2 轴 W/l	沿 3 轴 W/l	结果
1	0.09	0.09	0.09	0.01	0.00	52	52	1/11043	1/79192	满足
2	0.13	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/6061	1/48298	满足
3	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5624	1/43035	满足
4	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5360	1/40744	满足
5	0.13	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/5292	1/40891	满足
6	0.10	0.10	0.10	0.01	0.00	52	52	1/8429	1/59910	满足
7	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	23	23	0	0	满足
8	0.08	0.08	0.09	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
9	0.08	0.08	0.09	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
10	0.09	0.09	0.09	0.00	0.01	27	24	0	0	满足
11	0.10	0.10	0.10	0.00	0.01	24	21	0	0	满足
12	0.11	0.11	0.11	0.00	0.01	20	18	0	0	满足
13	0.07	0.07	0.07	0.00	0.01	17	16	0	0	满足
14	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	23	23	0	0	满足
15	0.11	0.11	0.11	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
16	0.13	0.13	0.14	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
17	0.14	0.14	0.14	0.00	0.01	27	24	0	0	满足
18	0.13	0.13	0.14	0.00	0.01	24	21	0	0	满足
19	0.12	0.12	0.13	0.00	0.01	20	18	0	0	满足
20	0.09	0.09	0.10	0.00	0.01	17	16	0	0	满足

21	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	23	23	1/57729	0	满足
22	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	23	23	0	0	满足
23	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	23	23	0	0	满足
24	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	23	23	0	0	满足
25	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	23	23	0	0	满足
26	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	23	23	1/57729	0	满足
27	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	23	23	0	0	满足
28	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	23	23	0	0	满足

最严控制表 *(强度和整体稳定为(应力/设计强度))*

	强度	绕2轴整体稳定	绕3轴整体稳定	沿2轴抗剪应力比	沿3轴抗剪应力比	绕2轴长细比	绕3轴长细比	沿2轴W/l	沿3轴W/l
所在单元	4	4	4	5	18	1	1	5	4
数值	0.14	0.14	0.14	0.02	0.01	52	52	1/5292	0

“强度应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）

序号	单元号	强度	绕2轴整体稳定	绕3轴整体稳定	绕2轴抗剪应力比	绕3轴抗剪应力比	绕2轴长细比	绕3轴长细比	绕2轴W/l	绕3轴W/l	结果
1	4	0.14 (13/1)	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5360	0	满足
2	3	0.14 (13/1)	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5624	0	满足
3	17	0.14 (13/1)	0.14	0.14	0.00	0.01	27	24	0	0	满足
4	18	0.13 (13/1)	0.13	0.14	0.00	0.01	24	21	0	0	满足
5	16	0.13 (13/1)	0.13	0.14	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
6	2	0.13 (13/1)	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/6061	0	满足
7	5	0.13 (13/1)	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/5292	0	满足
8	19	0.12 (13/1)	0.12	0.13	0.00	0.01	20	18	0	0	满足
9	15	0.11 (13/1)	0.11	0.11	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
10	12	0.11 (12/1)	0.11	0.11	0.00	0.01	20	18	0	0	满足

按“强度应力比”统计结果表

范围	>1.05	1.05~1.00	1.00~0.80	0.80~0.60	0.60~0.02
单元数	0	0	0	0	28

“绕 2 轴整体稳定应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）

序号	单元号	强度	绕2轴整体稳定	绕3轴整体稳定	绕2轴抗剪应力比	绕3轴抗剪应力比	绕2轴长细比	绕3轴长细比	绕2轴W/l	绕3轴W/l	结果
1	4	0.14	0.14 (13/1)	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5360	0	满足
2	3	0.14	0.14 (13/1)	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5624	0	满足
3	17	0.14	0.14 (13/1)	0.14	0.00	0.01	27	24	0	0	满足

4	18	0.13	0.13 (13/1)	0.14	0.00	0.01	24	21	0	0	满足
5	16	0.13	0.13 (13/1)	0.14	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
6	2	0.13	0.13 (13/1)	0.13	0.02	0.00	52	52	1/6061	0	满足
7	5	0.13	0.13 (13/1)	0.13	0.02	0.00	52	52	1/5292	0	满足
8	19	0.12	0.12 (13/1)	0.13	0.00	0.01	20	18	0	0	满足
9	15	0.11	0.11 (13/1)	0.11	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
10	12	0.11	0.11 (12/1)	0.11	0.00	0.01	20	18	0	0	满足

按“绕 2 轴整体稳定应力比”统计结果表

范围	>1.05	1.05~1.00	1.00~0.80	0.80~0.60	0.60~0.02
单元数	0	0	0	0	28

“绕 3 轴整体稳定应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	4	0.14	0.14	0.14 (13/1)	0.02	0.00	52	52	1/5360	0	满足
2	3	0.14	0.14	0.14 (13/1)	0.02	0.00	52	52	1/5624	0	满足
3	17	0.14	0.14	0.14 (13/1)	0.00	0.01	27	24	0	0	满足
4	16	0.13	0.13	0.14 (13/1)	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
5	18	0.13	0.13	0.14 (13/1)	0.00	0.01	24	21	0	0	满足
6	19	0.12	0.12	0.13 (13/1)	0.00	0.01	20	18	0	0	满足
7	2	0.13	0.13	0.13 (13/1)	0.02	0.00	52	52	1/6061	0	满足
8	5	0.13	0.13	0.13 (13/1)	0.02	0.00	52	52	1/5292	0	满足
9	15	0.11	0.11	0.11 (13/1)	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
10	12	0.11	0.11	0.11 (12/1)	0.00	0.01	20	18	0	0	满足

按“绕 3 轴整体稳定应力比”统计结果表

范围	>1.05	1.05~1.00	1.00~0.80	0.80~0.60	0.60~0.02
单元数	0	0	0	0	28

“绕 2 轴长细比”最大的前 10 个单元的验算结果

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	1	0.09	0.09	0.09	0.01	0.00	52	52	0	0	满足
2	2	0.13	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/6061	0	满足
3	3	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5624	0	满足
4	4	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5360	0	满足
5	5	0.13	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/5292	0	满足
6	6	0.10	0.10	0.10	0.01	0.00	52	52	1/8429	0	满足
7	8	0.08	0.08	0.09	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
8	15	0.11	0.11	0.11	0.00	0.01	33	31	0	0	满足

9	9	0.08	0.08	0.09	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
10	16	0.13	0.13	0.14	0.00	0.01	30	26	0	0	满足

按“绕 2 轴长细比”统计结果表

范围	>180	180~150	150~120	120~80	80~17
单元数	0	0	0	0	28

“绕 3 轴长细比”最大的前 10 个单元的验算结果

序号	单元号	强度	绕 2 轴整体稳定	绕 3 轴整体稳定	绕 2 轴抗剪应力比	绕 3 轴抗剪应力比	绕 2 轴长细比	绕 3 轴长细比	绕 2 轴 W/l	绕 3 轴 W/l	结果
1	1	0.09	0.09	0.09	0.01	0.00	52	52	0	0	满足
2	2	0.13	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/6061	0	满足
3	3	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5624	0	满足
4	4	0.14	0.14	0.14	0.02	0.00	52	52	1/5360	0	满足
5	5	0.13	0.13	0.13	0.02	0.00	52	52	1/5292	0	满足
6	6	0.10	0.10	0.10	0.01	0.00	52	52	1/8429	0	满足
7	8	0.08	0.08	0.09	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
8	15	0.11	0.11	0.11	0.00	0.01	33	31	0	0	满足
9	9	0.08	0.08	0.09	0.00	0.01	30	26	0	0	满足
10	16	0.13	0.13	0.14	0.00	0.01	30	26	0	0	满足

按“绕 3 轴长细比”统计结果表

范围	>180	180~150	150~120	120~80	80~16
单元数	0	0	0	0	28