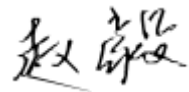


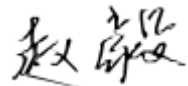
结构 计 算 书

工程名称： 姚王街道电动自行车充电设施建设

设计人： 

校对 人： 

审 核 人：  

专业负责人： 

审 定 人：  

建设单位： 泰兴市姚王街道办事处

设计单位： 江苏国兴建设项目管理有限公司

日 期： 2026年8月7日

空间结构计算书

项目编号：空间结构 No.1

项目名称：空间结构

目 录

1	设计依据	2
2	软件信息	3
3	结构信息	3
3.1	总体信息	3
3.2	几何信息	3
3.3	计算参数	7
3.4	设计参数	8
4	计算简图	8
5	材料信息	9
5.1	材料特性	9
6	荷载与组合	9
6.1	工况信息	9
6.2	荷载信息	10
6.3	荷载组合	14
7	周期与振型	14
7.1	周期与质量参与系数	14
8	非线性计算结果	15
8.1	非线性反力	15
8.2	非线性内力	17
8.3	非线性位移	28

8.4	包络膜应力	34
9	验算结果	35
9.1	杆件应力比限值分布图	35
9.2	杆件应力比分布图	36
9.3	杆件验算结果云图	37
9.4	膜面验算结果	40

1 设计依据

《工程结构通用规范》	(GB55001-2021)
《钢结构设计标准》	(GB50017-2017)
《钢结构通用规范》	(GB55006-2021)
《建筑结构荷载规范》	(GB50009-2012)
《建筑抗震设计规范》	(GB50011-2010) (2016 年版)
《建筑与市政工程抗震通用规范》	(GB55002-2021)
《建筑地基基础设计规范》	(GB50007-2011)
《建筑结构可靠性设计统一标准》	(GB50068-2018)
《钢管混凝土结构技术规范》	(GB50936-2014)
《钢管混凝土结构设计规程》	(CECS 28:2012)
《矩形钢管混凝土结构技术规程》	(CECS159-2004)
《钢结构焊接规范》	(GB50661-2011)
《钢结构高强度螺栓连接技术规程》	(JGJ82-2011)

2 软件信息

3D3S Design 2022.4 (上海同磊土木工程技术有限公司)

3 结构信息

3.1 总体信息

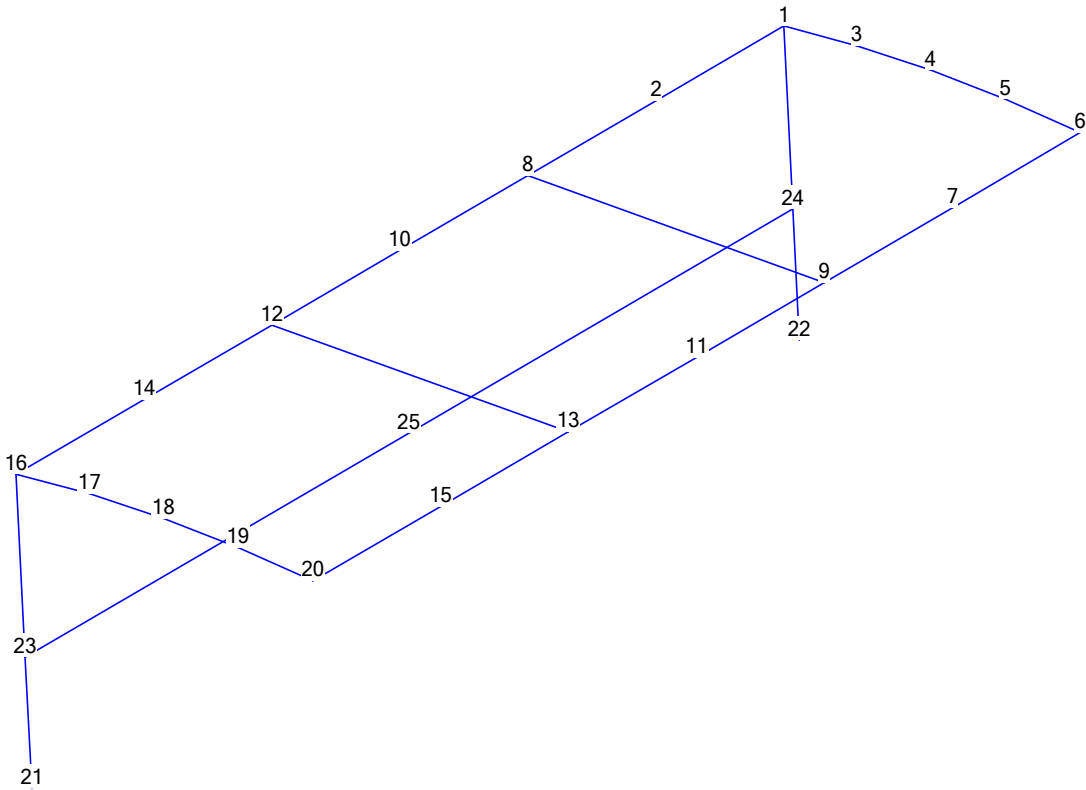
节点总数	62
支座总数	2
单元总数	28
膜单元数	92

材料种类1

截面种类8

荷载工况4

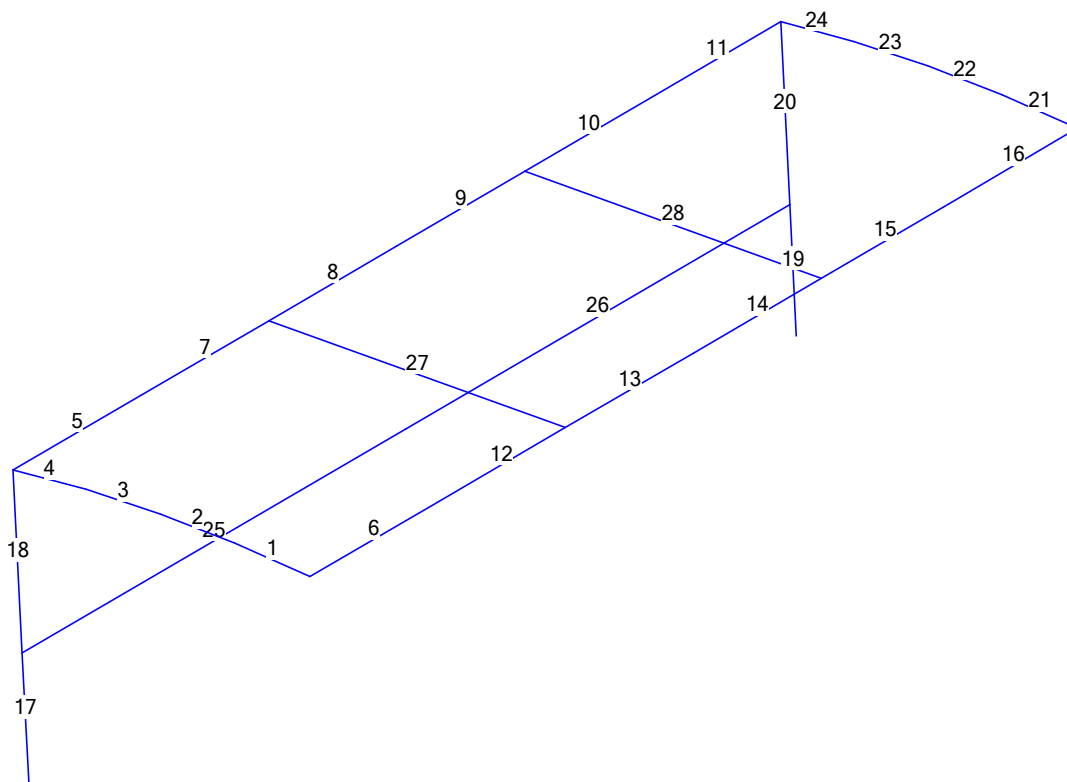
3.2 几何信息



节点编号图（整体）

节点信息表									
节点号	x 坐标(m)	y 坐标(m)	z 坐标(m)	备注	节点号	x 坐标(m)	y 坐标(m)	z 坐标(m)	备注
1	6.000	0.122	2.042		2	5.000	0.121	2.041	
3	6.000	-0.449	2.195		4	5.999	-1.027	2.321	
5	6.000	-1.610	2.418		6	6.000	-2.197	2.487	
7	5.000	-2.196	2.485		8	4.000	0.121	2.041	
9	4.000	-2.196	2.483		10	3.000	0.122	2.040	
11	3.000	-2.198	2.483		12	2.000	0.121	2.041	
13	2.000	-2.196	2.483		14	1.000	0.121	2.041	
15	1.000	-2.196	2.485		16	0.000	0.122	2.042	

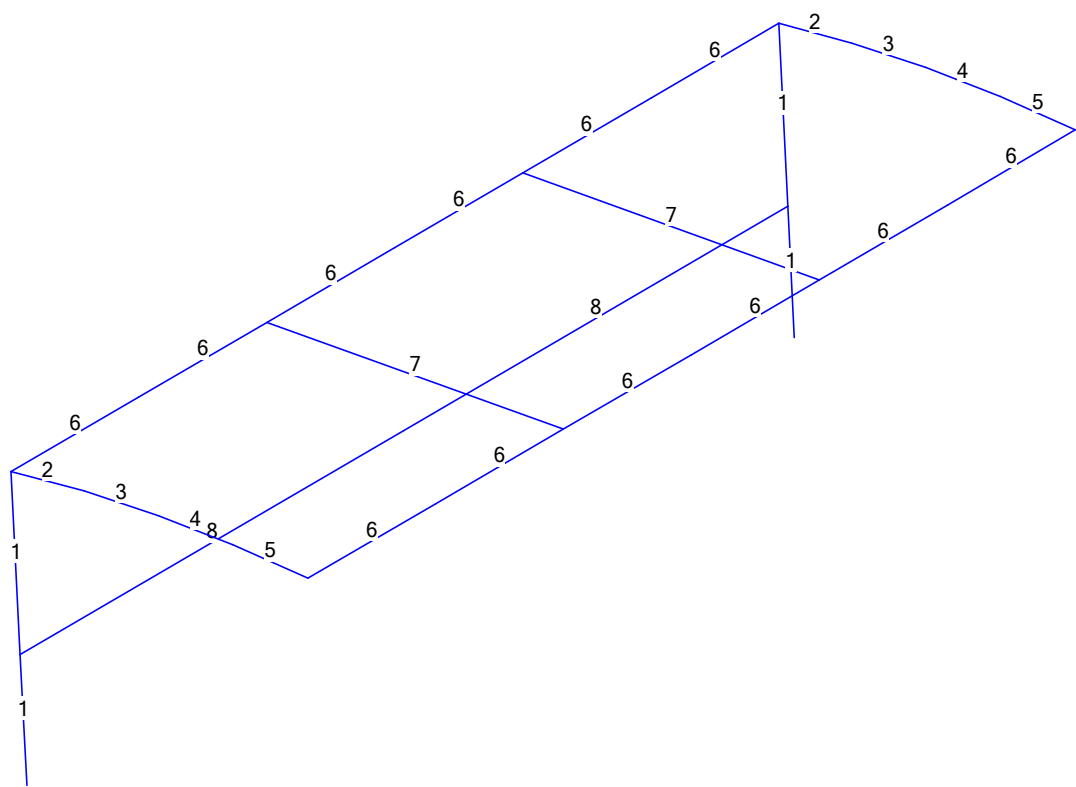
17	0.000	-0.449	2.195		18	0.001	-1.027	2.321	
19	0.000	-1.610	2.418		20	0.000	-2.197	2.487	
21	0.000	0.000	0.000	支座 1	22	6.000	0.000	0.000	支座 1
23	-0.000	0.051	0.852		24	6.000	0.052	0.852	
25	3.000	0.052	0.852		26	5.475	-0.741	2.234	
27	5.104	-0.409	2.155		28	5.516	-0.271	2.133	
29	5.568	-1.236	2.334		30	4.585	-0.400	2.147	
31	4.943	-0.755	2.223		32	5.194	-1.039	2.284	
33	5.144	-1.765	2.415		34	5.575	-1.635	2.402	
35	4.820	-1.096	2.287		36	4.480	-0.844	2.234	
37	4.446	-1.152	2.293		38	4.105	-1.027	2.266	
39	3.981	-0.631	2.189		40	4.133	-1.373	2.331	
41	4.434	-1.779	2.409		42	4.690	-1.422	2.346	
43	5.165	-1.366	2.344		44	3.229	-0.502	2.162	
45	3.488	-1.135	2.284		46	3.636	-1.721	2.395	
47	2.335	-0.445	2.151		48	2.569	-1.045	2.266	
49	2.760	-1.646	2.380		50	1.476	-0.404	2.147	
51	1.738	-0.962	2.255		52	1.867	-1.579	2.370	
53	0.738	-0.389	2.155		54	1.046	-0.869	2.246	
55	1.133	-1.429	2.350		56	0.546	-1.734	2.414	
57	0.599	-1.236	2.327		58	0.274	-0.974	2.294	
59	0.593	-0.796	2.244		60	0.310	-0.512	2.195	
61	0.113	-0.376	2.169		62	0.140	-0.667	2.236	



单元编号图（整体）

单元信息表（注：等肢角钢的 2、3 轴分别对应 u、v 轴）										
单元号	截面名称	材料名称	长度 (m)	面积 (mm ²)	绕 2 轴惯性矩 (×10 ⁴ mm ⁴)	绕 3 轴惯性矩 (×10 ⁴ mm ⁴)	绕 2 轴计算长度系数	绕 3 轴计算长度系数	i 节点释放	j 节点释放
1	H100~125x100x6x8	Q235B	0.591	2104.00	133.48	369.05	1.000	1.000	---	---
2	H125~150x100x6x8	Q235B	0.591	2254.00	133.53	613.16	1.000	1.000	---	---
3	H150~175x100x6x8	Q235B	0.591	2404.00	133.57	927.72	1.000	1.000	---	---
4	H175~200x100x6x8	Q235B	0.591	2554.00	133.62	1317.40	1.000	1.000	---	---
5	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
6	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
7	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
8	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
9	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
10	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
11	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
12	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
13	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
14	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---

15	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
16	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
17	H200x150x6x8	Q235B	0.853	3504.00	450.33	2524.60	1.000	1.000	---	---
18	H200x150x6x8	Q235B	1.192	3504.00	450.33	2524.60	1.000	1.000	---	---
19	H200x150x6x8	Q235B	0.853	3504.00	450.33	2524.60	1.000	1.000	---	---
20	H200x150x6x8	Q235B	1.192	3504.00	450.33	2524.60	1.000	1.000	---	---
21	H100~125x100x6x8	Q235B	0.591	2104.00	133.48	369.05	1.000	1.000	---	---
22	H125~150x100x6x8	Q235B	0.591	2254.00	133.53	613.16	1.000	1.000	---	---
23	H150~175x100x6x8	Q235B	0.591	2404.00	133.57	927.72	1.000	1.000	---	---
24	H175~200x100x6x8	Q235B	0.591	2554.00	133.62	1317.40	1.000	1.000	---	---
25	矩 100x50x3x3	Q235B	3.000	864.00	37.44	112.12	1.000	1.000	---	---
26	矩 100x50x3x3	Q235B	3.000	864.00	37.44	112.12	1.000	1.000	---	---
27	Φ 89x3	Q235B	2.359	810.53	75.02	75.02	1.000	1.000	---	---
28	Φ 89x3	Q235B	2.359	810.53	75.02	75.02	1.000	1.000	---	---



截面编号图（整体）

截面信息表			
截面编号	截面类型	截面名称	构件总数
1	焊接对称工字型截面	H200x150x6x8	4
2	工字形楔形截面	H175~200x100x6x8	2

3	工字形楔形截面	H150~175x100x6x8	2
4	工字形楔形截面	H125~150x100x6x8	2
5	工字形楔形截面	H100~125x100x6x8	2
6	圆管截面	φ 114x3	12
7	圆管截面	φ 89x3	2
8	矩形管截面	矩 100x50x3x3	2

3.3 计算参数

(1)动力特性计算

计算振型数：9

振型类型：特征向量

(2)非线性计算

梁单元迭代方法：N-L 法

最大迭代次数：16

荷载收敛：0.010

位移收敛：0.010

比例系数：0.100

荷载系数：1.000

考虑缺陷：否

3.4 设计参数

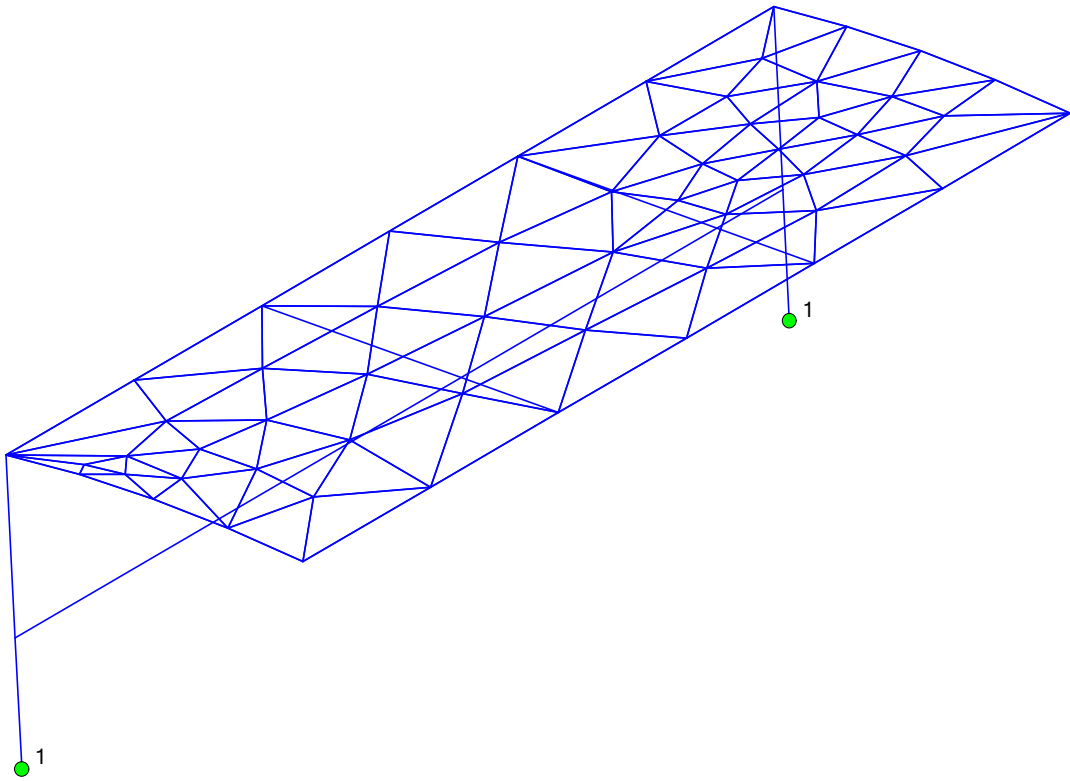
结构重要性系数：0.900

支撑临界角：15.000°

抗震等级		
结构类型	抗震等级	构造措施的抗震等级
钢框架	四级	四级

注：此处为整体抗震等级，若部分构件单独定义了抗震等级请注意检查。

4 计算简图



计算简图（整体）

注：蓝色单元为普通单元，绿色单元为连接单元，绿色实心圆为支座，黄色实心圆为主从节点的主节点

支座信息表（单位：刚度：kN/mm kN*mm/rad 位移：mm rad）						
支座类型	平动 1	平动 2	平动 3	转动 R1	转动 R2	转动 R3
1	刚性	刚性	刚性	刚性	刚性	刚性

5 材料信息

5.1 材料特性

名称	材料	弹性模量(kN/mm2)	泊松比	线膨胀系数	设计强度(MPa)	质量密度(kg/mm3)
Q235B	Q235	206.000	0.300	1.20e-05	按规范	7.85e-06

6 荷载与组合

6.1 工况信息

序号	工况号	荷载类型	自重系数	荷载说明
1	0	恒	1	
2	2	活	0	
3	3	风	0	
4	4	风	0	

6.2 荷载信息

(1)膜面荷载列表(力：kN；分布力：kN/m；弯矩：kN.m；分布弯矩：kN.m/m)

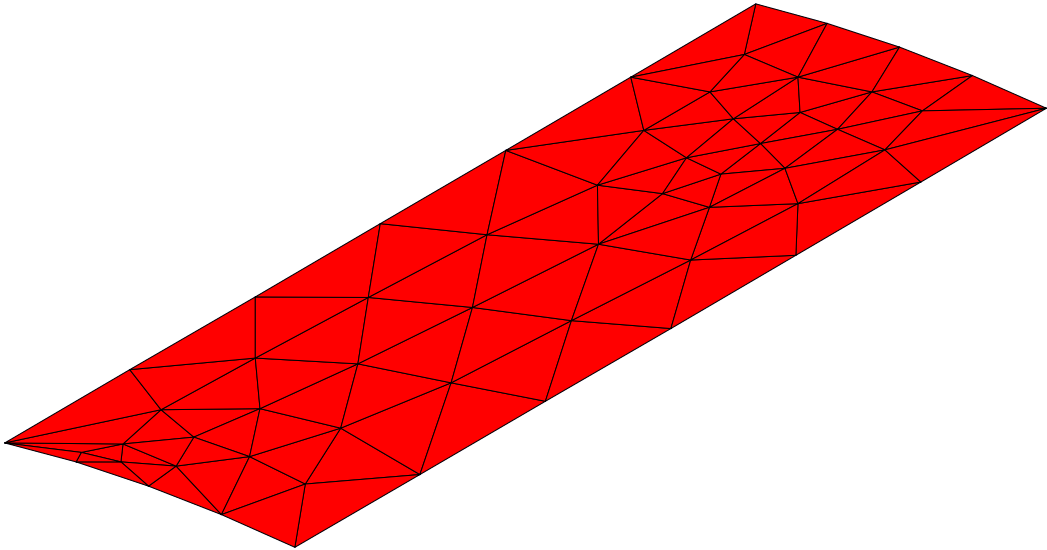
序号	荷载类型	工况	荷载值/风压	体型系数	风振系数	修正系数	参考点高度
1	恒	0	0.020	--	--	--	--
2	活	2	0.550	--	--	--	--
3	风	3	0.450	1.000	1.200	1.000	0.000
4	风	4	0.450	-2.000	1.200	1.000	0.000

6.2.1 恒荷载

6.2.1.1 恒荷载 0

(1)恒荷载 0 膜面导荷载

膜面荷载表		
序号	荷载均布值	不均匀分布
1	0.020	否



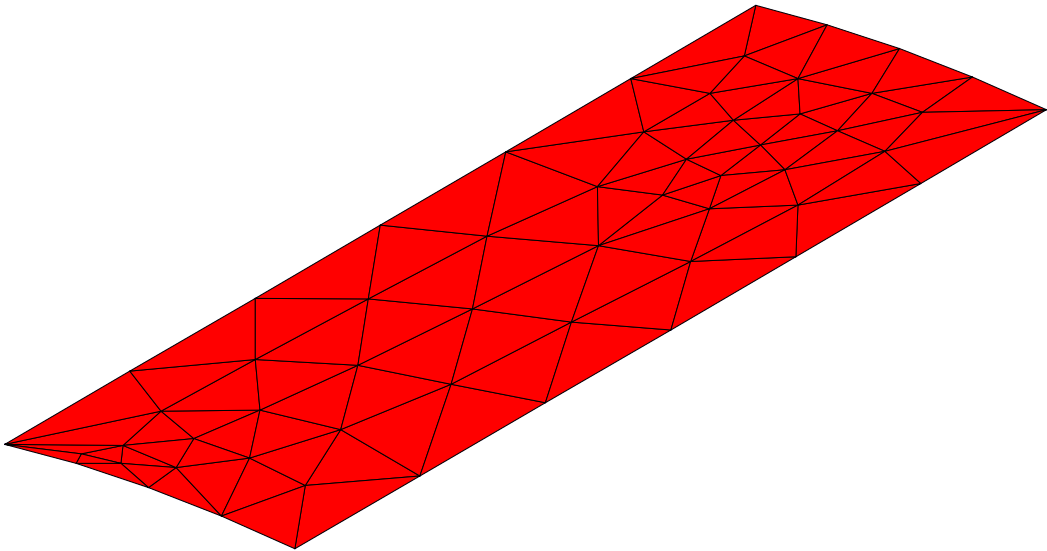
恒荷载工况 0 膜面导荷载分布图（整体）

6.2.2 活荷载

6.2.2.1 活荷载 2

(1)活荷载 2 膜面导荷载

膜面荷载表		
序号	荷载均布值	不均匀分布
1	0.550	否



活荷载工况 2 膜面导荷载分布图（整体）

6.2.3 风荷载

6.2.3.1 基本参数

基本风压：0.45 (kN/m²)

地面粗糙度：B

风计算用规范：《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）

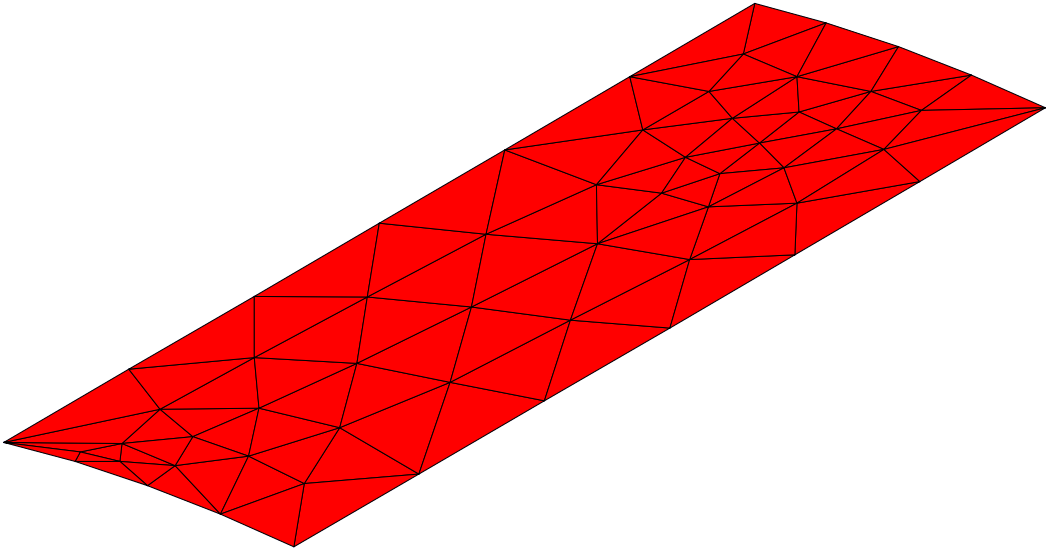
风荷载计算用阻尼比：0.02

参考点高度 Z0 (m)： 0.00

6.2.3.2 风荷载 3

(1) 风荷载 3 膜面导荷载

膜面荷载表			
序号	基本风压 (kN/m²)	体型系数	风振系数
1	0.450	1.000	1.200



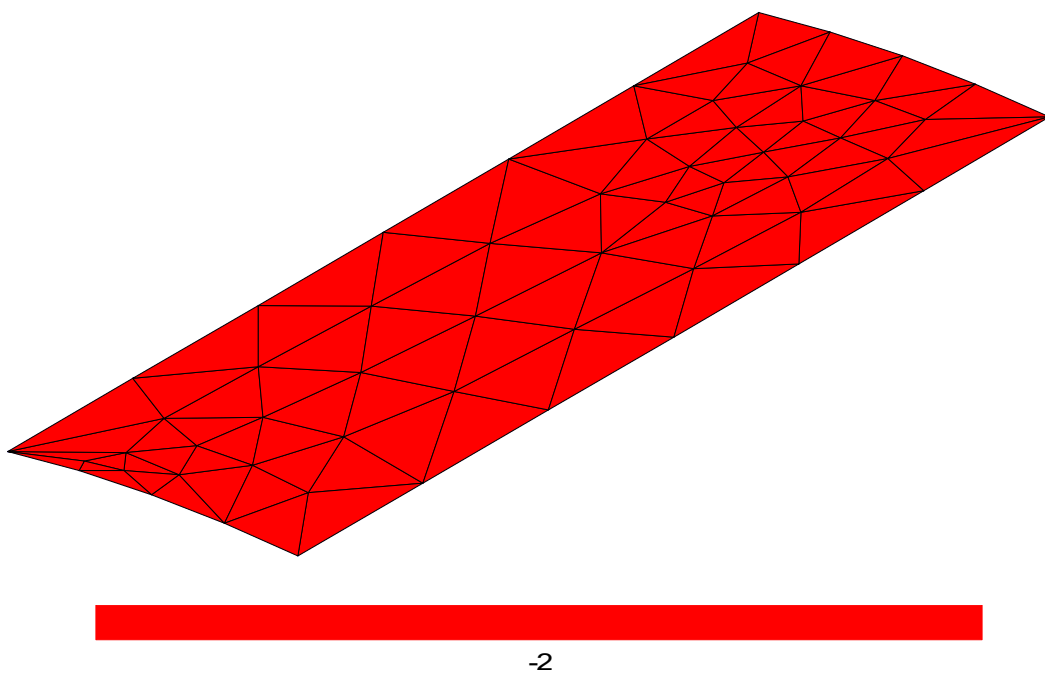
1

风荷载工况 3 体型系数分布图（整体）

6.2.3.3 风荷载 4

(1) 风荷载 4 膜面导荷载

膜面荷载表			
序号	基本风压 (kN/m²)	体型系数	风振系数
1	0.450	-2.000	1.200



风荷载工况 4 体型系数分布图（整体）

6.2.4 地震作用

计算依据：《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)

地震烈度：6 度 0.05g

场地类别：III 类

设计地震分组：第一组

特征周期值(s)：0.45

多遇水平地震影响系数最大值：0.04

罕遇水平地震影响系数最大值：0.28

计算振型数：9

结构阻尼比：0.02

周期折减系数：1

按双向地震作用考虑耦联：否

振型组合方法：CQC

计算竖向地震作用：否

质量源：

恒载(工况 0) * 1.00 + 活(工况 2)_活 * 0.50

6.3 荷载组合

- (1) 1.300 恒载 + 1.50 活载 2 + 1.000 初始态
- (2) 1.300 恒载 + 1.50 风载 3 + 1.000 初始态
- (3) 1.300 恒载 + 1.50 风载 4 + 1.000 初始态
- (4) 1.300 恒载 + 1.50 活载 2 + 1.50 x 0.60 风载 3 + 1.000 初始态
- (5) 1.300 恒载 + 1.50 活载 2 + 1.50 x 0.60 风载 4 + 1.000 初始态
- (6) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 2 + 1.50 风载 3 + 1.000 初始态
- (7) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 2 + 1.50 风载 4 + 1.000 初始态
- (8) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 2 + 1.50 x 0.60 风载 3 + 1.000 初始态
- (9) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 2 + 1.50 x 0.60 风载 4 + 1.000 初始态
- (10) 1.300 恒载 + 1.30 x 0.50 活载 2 + 1.400 水平地震 + 1.000 初始态
- (11) 1.000 恒载 + 1.50 风载 3 + 1.000 初始态
- (12) 1.000 恒载 + 1.50 风载 4 + 1.000 初始态
- (13) 1.000 恒载 + 1.00 x 0.50 活载 2 + 1.400 水平地震 + 1.000 初始态

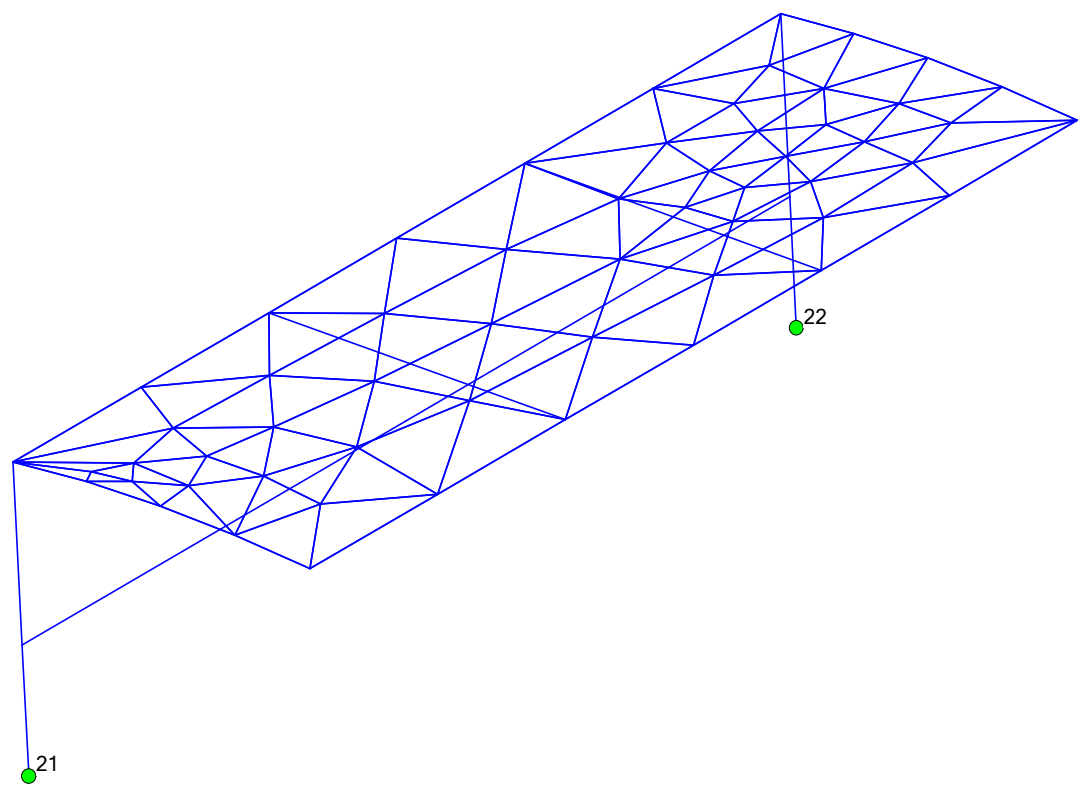
7 周期与振型

7.1 周期与质量参与系数

振型	周期(s)	X 向质量参与系数	Y 向质量参与系数	Z 向质量参与系数
1	0.472	0.000%	1.944%	37.670%
2	0.385	0.021%	0.001%	0.007%
3	0.318	0.000%	0.319%	3.912%
4	0.274	0.008%	0.003%	0.032%
5	0.264	0.002%	0.048%	0.090%
6	0.245	0.184%	0.018%	0.071%
7	0.241	0.001%	0.228%	1.700%
8	0.232	0.005%	0.000%	0.163%
9	0.225	0.003%	0.063%	0.191%
合计		0.224%	2.624%	43.835%

8 非线性计算结果

8.1 非线性反力



支座节点编号图（整体）

8.1.1 最不利反力

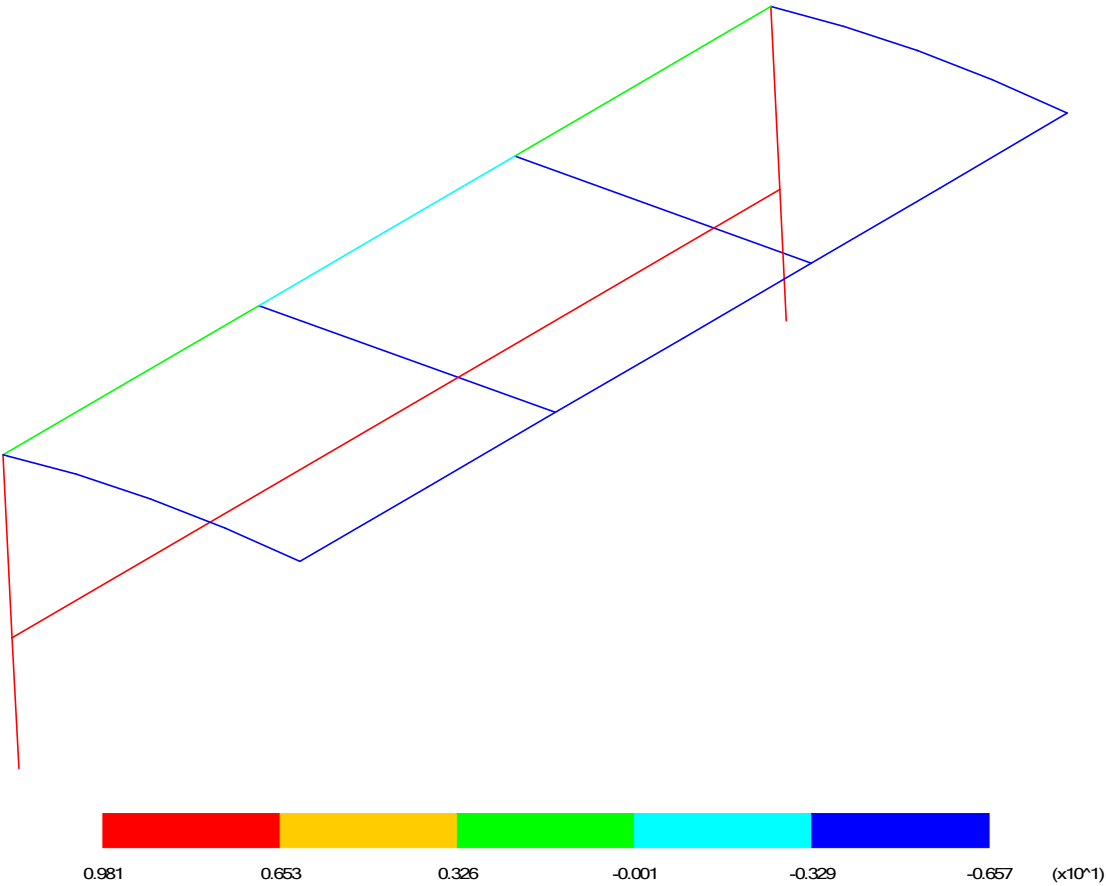
非线性组合最不利反力表(承载能力)(单位：kN、kN.m)									
节点号	控制	组合号	组合序号	N1	N2	N3	M1	M2	M3
22	N1 最大	6	1	1.032	1.078	12.200	-14.124	-0.042	0.006
22	N2 最大	2	1	0.613	1.078	8.183	-9.858	-0.037	0.005
22	N3 最大	6	1	1.032	1.078	12.200	-14.124	-0.042	0.006
22	M1 最大	3	1	-1.988	-2.156	-8.720	14.980	-0.187	0.016
22	M2 最大	13	3	0.161	-0.004	3.856	-3.159	-0.034	0.004
22	M3 最大	3	1	-1.988	-2.156	-8.720	14.980	-0.187	0.016
22	合力最大	6	1	1.032	1.078	12.200	-14.124	-0.042	0.006
22	N1 最小	3	1	-1.988	-2.156	-8.720	14.980	-0.187	0.016
22	N2 最小	7	1	-1.275	-2.156	-4.702	10.901	-0.127	0.011

22	N3 最小	3	1	-1.988	-2.156	-8.720	14.980	-0.187	0.016
22	M1 最小	6	1	1.032	1.078	12.200	-14.124	-0.042	0.006
22	M2 最小	3	1	-1.988	-2.156	-8.720	14.980	-0.187	0.016
22	M3 最小	13	3	0.161	-0.004	3.856	-3.159	-0.034	0.004
21	N1 最大	3	1	1.988	-2.153	-8.711	14.960	0.207	-0.016
21	N2 最大	6	1	-1.032	1.077	12.195	-14.115	0.014	-0.005
21	N3 最大	6	1	-1.032	1.077	12.195	-14.115	0.014	-0.005
21	M1 最大	3	1	1.988	-2.153	-8.711	14.960	0.207	-0.016
21	M2 最大	3	1	1.988	-2.153	-8.711	14.960	0.207	-0.016
21	M3 最大	13	4	-0.167	0.004	3.890	-3.214	0.027	-0.004
21	合力最大	6	1	-1.032	1.077	12.195	-14.115	0.014	-0.005
21	N1 最小	6	1	-1.032	1.077	12.195	-14.115	0.014	-0.005
21	N2 最小	3	1	1.988	-2.153	-8.711	14.960	0.207	-0.016
21	N3 最小	3	1	1.988	-2.153	-8.711	14.960	0.207	-0.016
21	M1 最小	6	1	-1.032	1.077	12.195	-14.115	0.014	-0.005
21	M2 最小	4	1	-0.974	0.646	11.663	-12.607	0.014	-0.004
21	M3 最小	3	1	1.988	-2.153	-8.711	14.960	0.207	-0.016
非线性组合最不利反力表(正常使用)(单位: kN、kN.m)									
节点号	控制	组合号	组合序号	N1	N2	N3	M1	M2	M3
22	N1 最大	6	1	0.707	0.719	8.395	-9.554	-0.027	0.005
22	N2 最大	2	1	0.401	0.719	5.717	-6.725	-0.030	0.004
22	N3 最大	6	1	0.707	0.719	8.395	-9.554	-0.027	0.005
22	M1 最大	3	1	-1.304	-1.438	-5.551	9.845	-0.123	0.010
22	M2 最大	4	1	0.664	0.431	8.040	-8.545	-0.027	0.005
22	M3 最大	3	1	-1.304	-1.438	-5.551	9.845	-0.123	0.010
22	合力最大	6	1	0.707	0.719	8.395	-9.554	-0.027	0.005
22	N1 最小	3	1	-1.304	-1.438	-5.551	9.845	-0.123	0.010
22	N2 最小	7	1	-0.852	-1.438	-2.873	7.107	-0.089	0.008
22	N3 最小	3	1	-1.304	-1.438	-5.551	9.845	-0.123	0.010
22	M1 最小	6	1	0.707	0.719	8.395	-9.554	-0.027	0.005
22	M2 最小	3	1	-1.304	-1.438	-5.551	9.845	-0.123	0.010
22	M3 最小	2	1	0.401	0.719	5.717	-6.725	-0.030	0.004
21	N1 最大	3	1	1.304	-1.435	-5.546	9.832	0.138	-0.011
21	N2 最大	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	N3 最大	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	M1 最大	3	1	1.304	-1.435	-5.546	9.832	0.138	-0.011
21	M2 最大	3	1	1.304	-1.435	-5.546	9.832	0.138	-0.011

21	M3 最大	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	合力最大	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	N1 最小	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	N2 最小	3	1	1.304	-1.435	-5.546	9.832	0.138	-0.011
21	N3 最小	3	1	1.304	-1.435	-5.546	9.832	0.138	-0.011
21	M1 最小	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	M2 最小	6	1	-0.707	0.718	8.391	-9.548	0.008	-0.003
21	M3 最小	3	1	1.304	-1.435	-5.546	9.832	0.138	-0.011

8.2 非线性内力

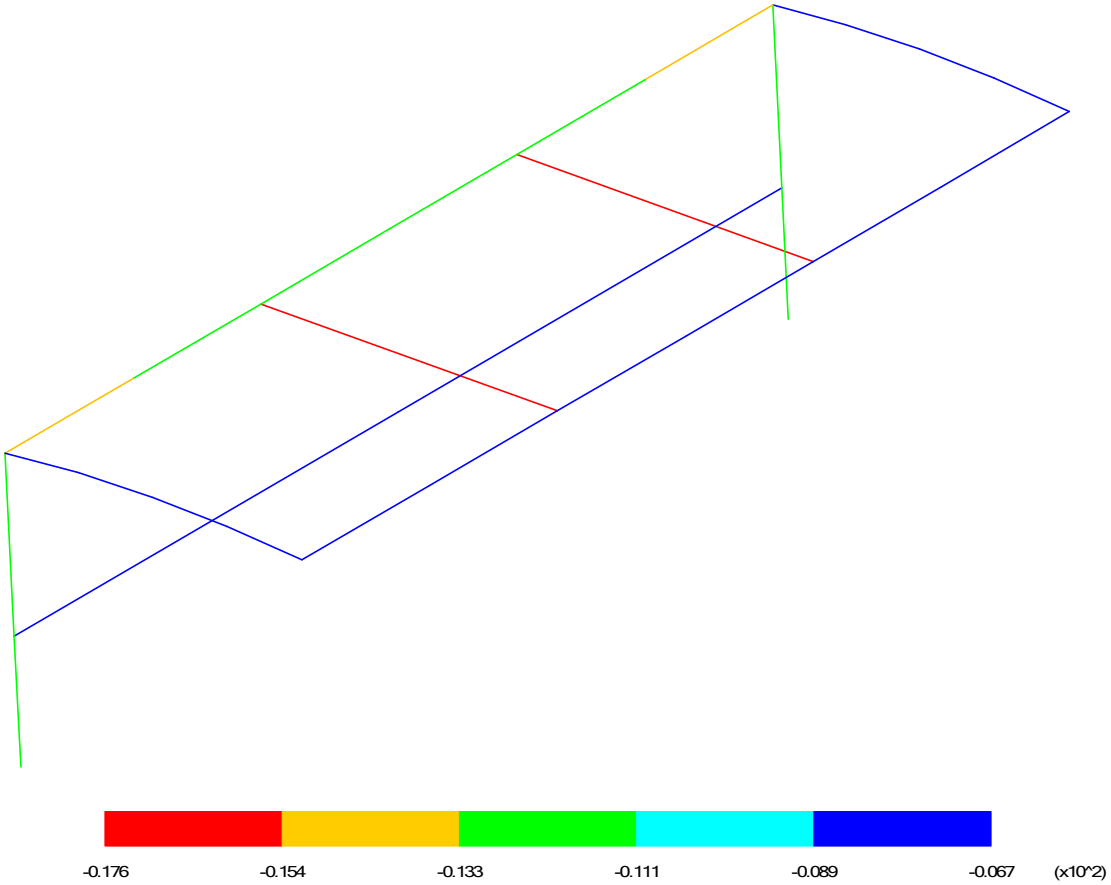
8.2.1 非线性组合包络（承载能力）



非线性承载能力轴力 N 最大包络云图:kN（整体）

轴力 N 最大的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（承载能力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	20	3	1	1.192	9.812	1.546	5.977	0.002	5.780	11.755

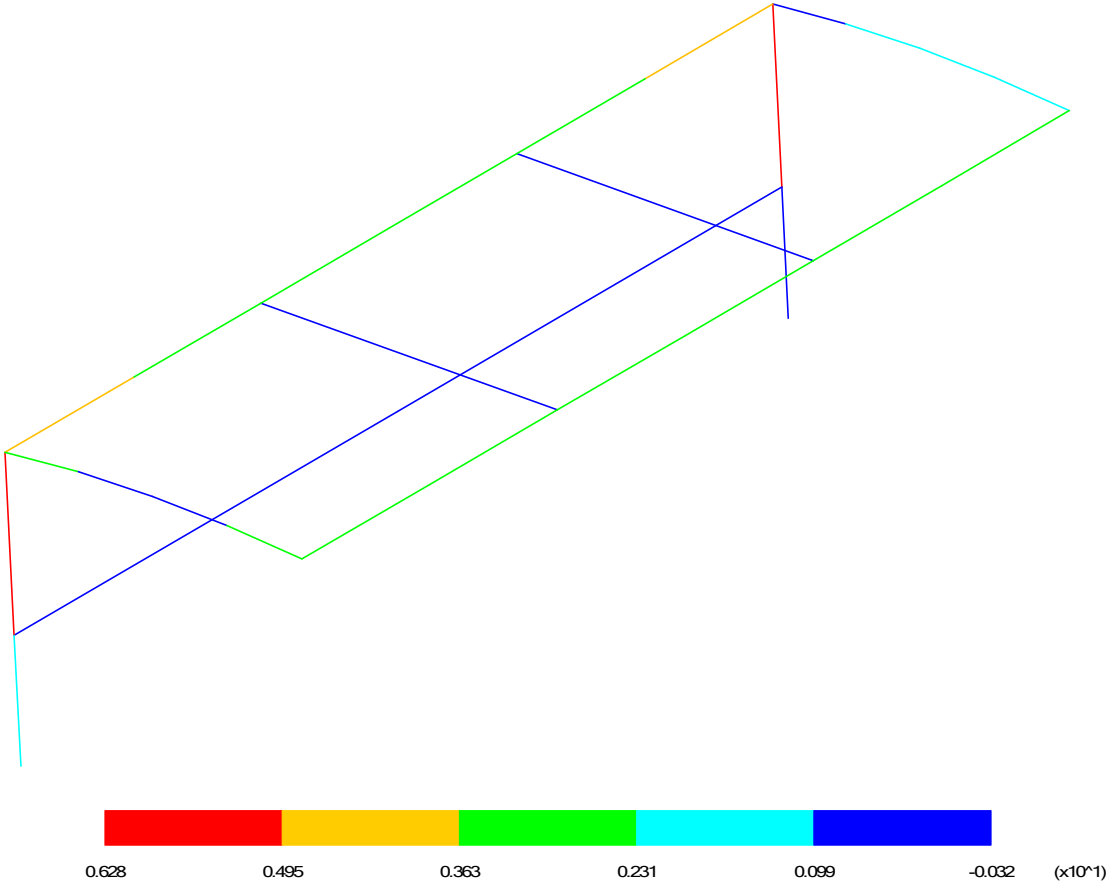
2	18	3	1	1.192	9.805	1.538	-5.977	-0.002	-5.806	11.741
3	19	3	1	0.853	9.135	1.593	-1.988	0.002	-1.514	13.612
4	17	3	1	0.853	9.125	1.598	1.988	-0.002	1.493	13.589
5	26	6	1	3.000	7.237	-0.259	0.001	-0.000	0.008	0.227
6	25	6	1	0.000	7.237	0.257	-0.001	-0.000	0.009	0.221
7	11	3	1	0.000	0.470	5.842	3.533	-1.349	-2.109	-0.454
8	5	3	1	1.000	0.424	-5.863	-3.421	1.345	-2.054	-0.444
9	7	3	1	1.000	0.149	-2.717	4.374	1.342	2.320	2.215
10	10	3	1	0.000	0.099	2.685	-4.451	-1.345	2.342	2.172



非线性承载力轴力 N 最小包络云图:kN（整体）

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（承载力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	28	3	1	2.359	-17.621	0.894	-0.060	0.222	-0.116	-1.351
2	27	3	1	2.359	-17.464	0.883	0.064	-0.228	0.125	-1.337
3	5	6	1	1.000	-13.438	3.973	-4.569	-1.414	-0.854	1.162
4	11	6	1	0.000	-13.435	-3.929	4.549	1.418	-0.904	1.195
5	10	6	1	0.000	-13.001	-4.096	-2.020	1.416	1.117	-2.950

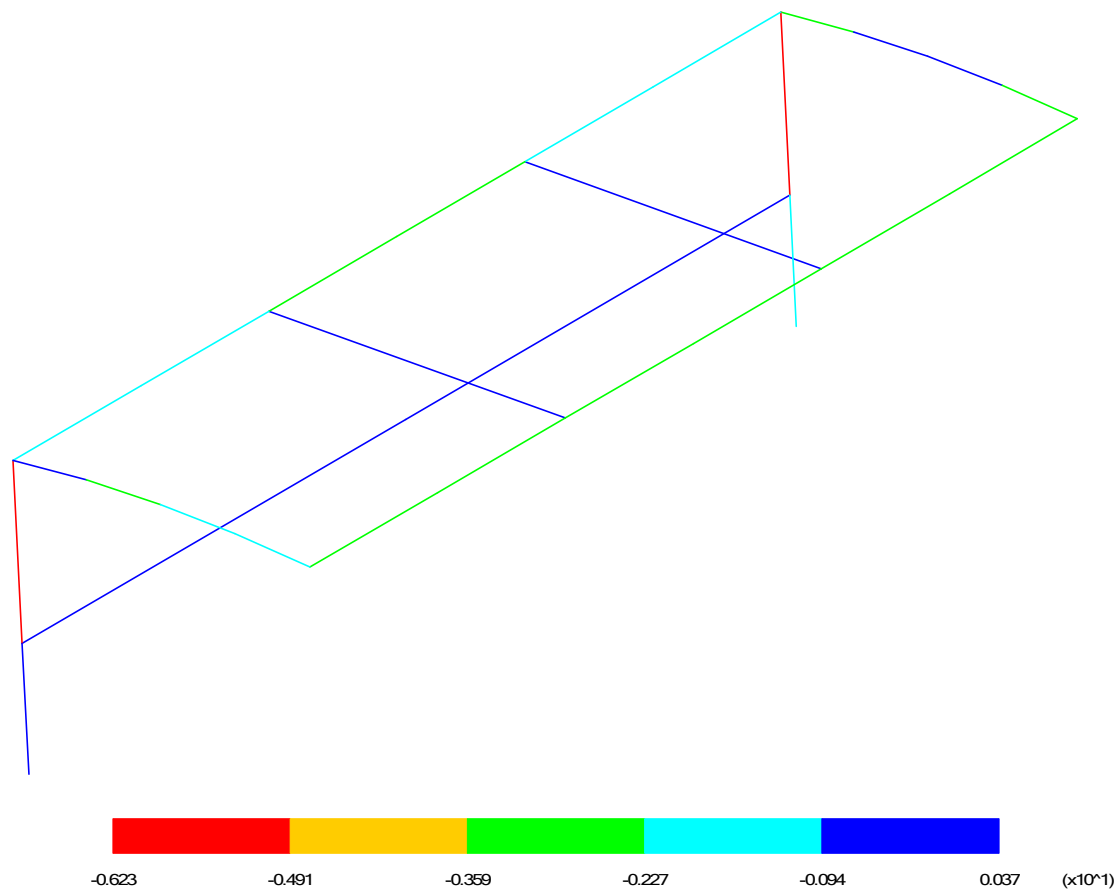
6	7	6	1	1.000	-12.934	4.085	1.907	-1.411	1.053	-2.971
7	8	6	1	1.000	-12.788	0.079	-4.007	0.009	-2.903	-3.348
8	9	6	1	0.000	-12.743	-0.110	4.054	-0.019	-2.903	-3.348
9	19	6	1	0.000	-12.243	-0.348	1.030	0.002	0.046	-14.124
10	17	6	1	0.000	-12.237	-0.357	-1.030	-0.002	-0.019	-14.115



非线性承载力弯矩 M2 最大包络云图:kN.m（整体）

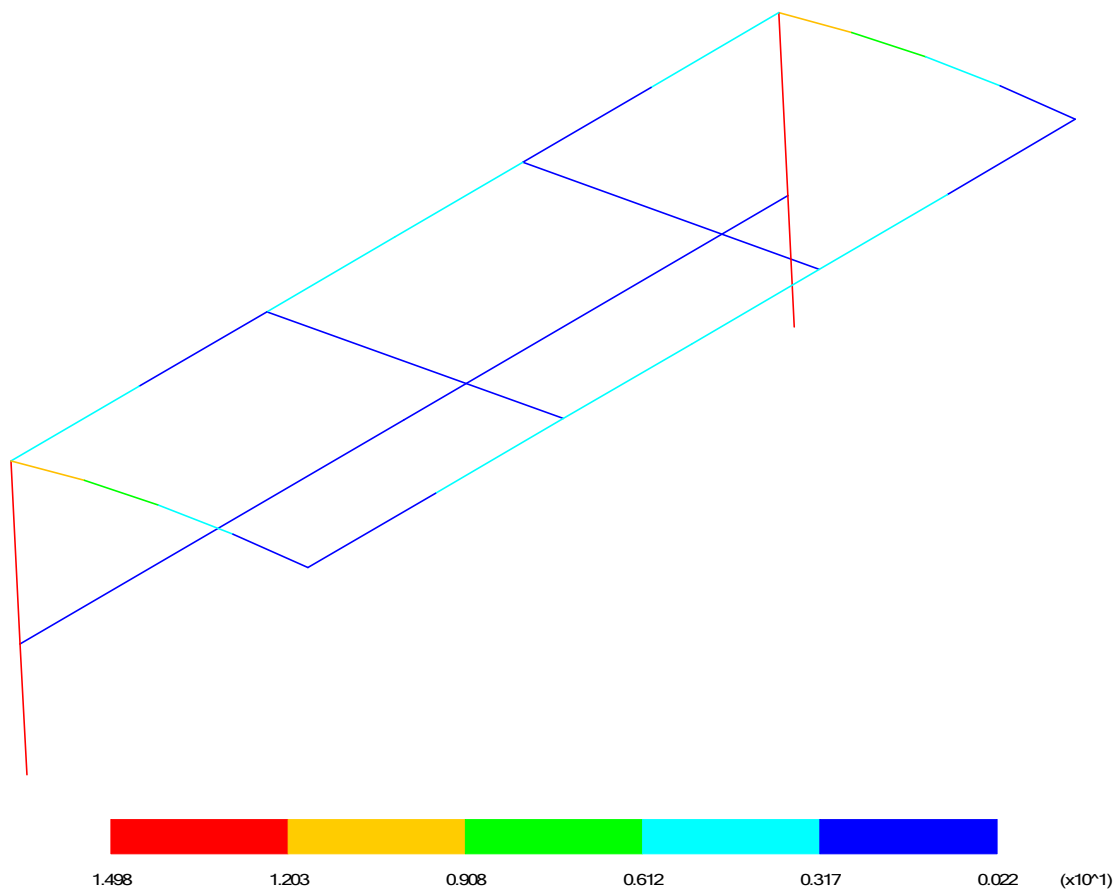
弯矩 M2 最大的前 10 个单元的内力（单位： m， kN， kN.m） （承载力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	18	6	1	1.192	-11.264	-0.449	6.200	-0.008	6.276	-13.281
2	20	3	1	1.192	9.812	1.546	5.977	0.002	5.780	11.755
3	5	6	1	0.000	-13.437	4.078	-4.570	-1.414	3.715	5.188
4	11	6	1	1.000	-13.434	-4.034	4.549	1.418	3.645	5.176
5	4	6	1	0.591	-6.791	-5.973	7.247	0.128	3.609	11.851
6	13	3	1	1.000	-6.847	-0.105	4.330	0.023	3.122	4.653
7	14	3	1	0.000	-6.874	0.075	-4.356	-0.013	3.122	4.653
8	1	4	1	0.000	-5.496	-3.182	-6.154	-0.045	2.706	0.949
9	9	3	1	1.000	-0.061	1.615	4.069	0.017	2.491	2.374

10	8	3	1	0.000	-0.085	-1.569	-4.056	-0.008	2.479	2.420
----	---	---	---	-------	--------	--------	--------	--------	-------	-------



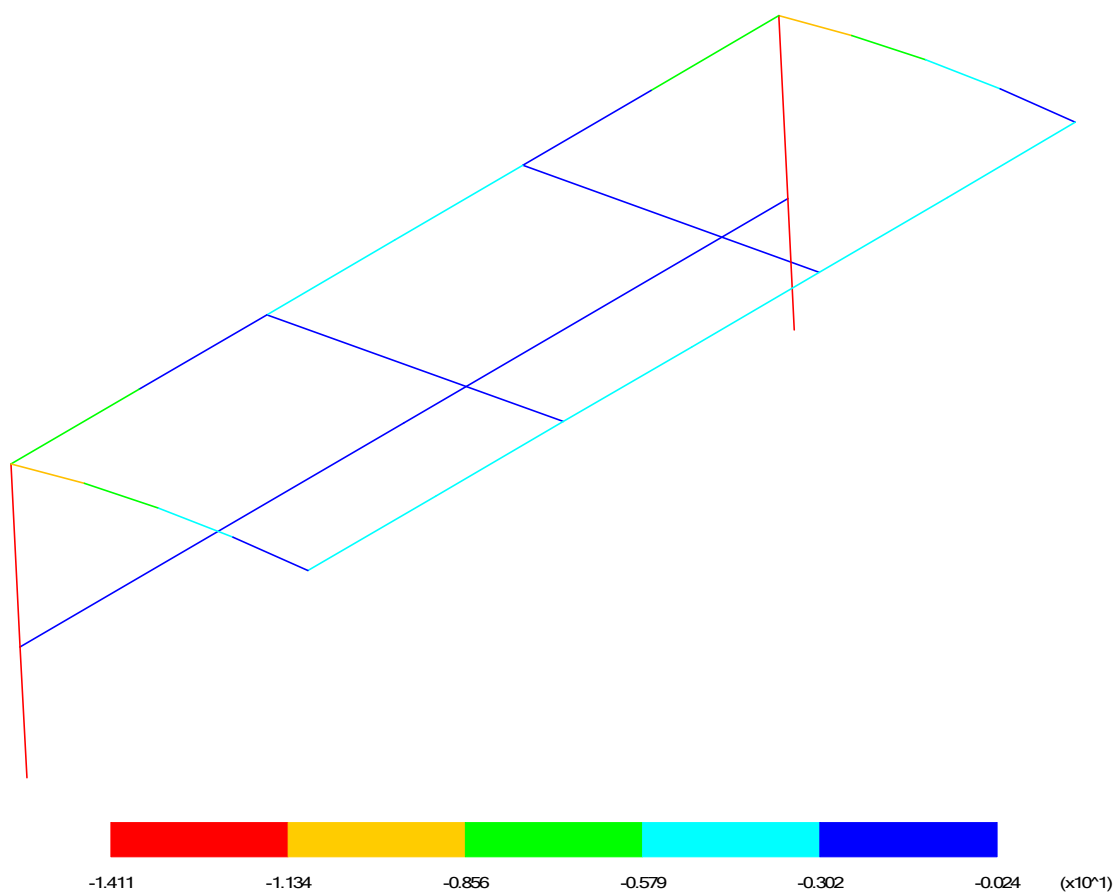
非线性承载力弯矩 M2 最小包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最小的前 10 个单元的内力（单位：m，kN，kN.m）（承载能力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	20	6	1	1.192	-11.267	-0.457	-6.201	0.008	-6.244	-13.289
2	18	3	1	1.192	9.805	1.538	-5.977	-0.002	-5.806	11.741
3	24	6	1	0.591	-6.608	-5.884	-6.984	-0.125	-3.539	11.855
4	9	6	1	0.000	-12.743	-0.110	4.054	-0.019	-2.903	-3.348
5	8	6	1	1.000	-12.788	0.079	-4.007	0.009	-2.903	-3.348
6	21	4	1	0.000	-5.729	-3.176	6.296	0.044	-2.753	0.950
7	16	4	1	1.000	-6.921	-3.407	-3.384	0.958	-2.740	0.279
8	6	4	1	0.000	-6.780	3.337	3.287	-0.956	-2.692	0.274
9	14	6	1	1.000	-6.904	-1.602	-3.723	0.014	-2.477	-4.072
10	13	6	1	0.000	-6.852	1.623	3.689	-0.025	-2.442	-4.051



非线性承载力弯矩 M3 最大包络云图:kN.m (整体)

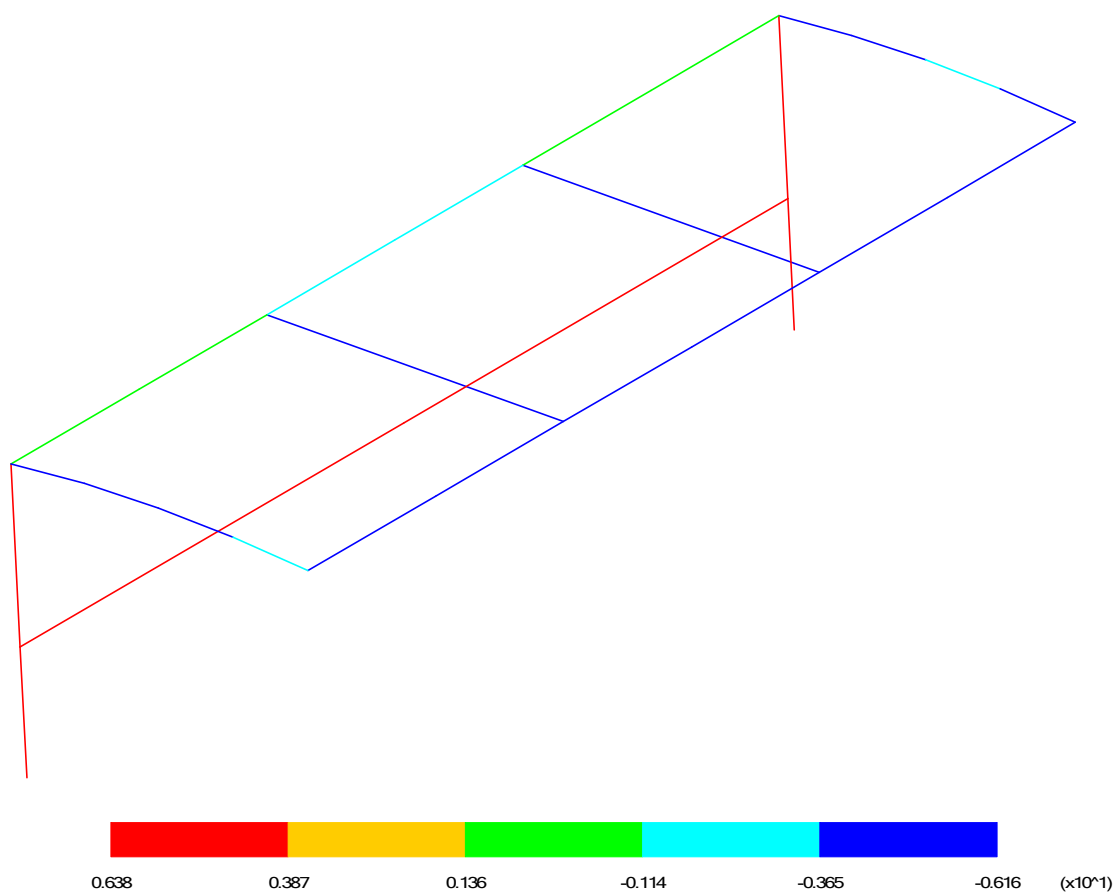
弯矩 M3 最大的前 10 个单元的内力 (单位: m, kN, kN.m) (承载力)										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	19	3	1	0.000	8.836	1.612	-1.988	0.002	0.183	14.980
2	17	3	1	0.000	8.826	1.616	1.988	-0.002	-0.204	14.960
3	20	3	1	0.000	9.395	1.572	5.977	0.002	-1.347	13.614
4	18	3	1	0.000	9.388	1.565	-5.977	-0.002	1.321	13.591
5	24	6	1	0.591	-6.608	-5.884	-6.984	-0.125	-3.539	11.855
6	4	6	1	0.591	-6.791	-5.973	7.247	0.128	3.609	11.851
7	23	6	1	0.591	-6.004	-5.163	-2.995	-0.097	0.486	8.435
8	3	6	1	0.591	-5.693	-5.127	2.903	0.097	-0.571	8.379
9	22	6	1	0.591	-5.664	-4.204	1.990	-0.004	2.213	5.451
10	2	6	1	0.591	-5.651	-4.140	-2.109	0.002	-2.245	5.415



非线性承载力弯矩 M3 最小包络云图:kN.m（整体）

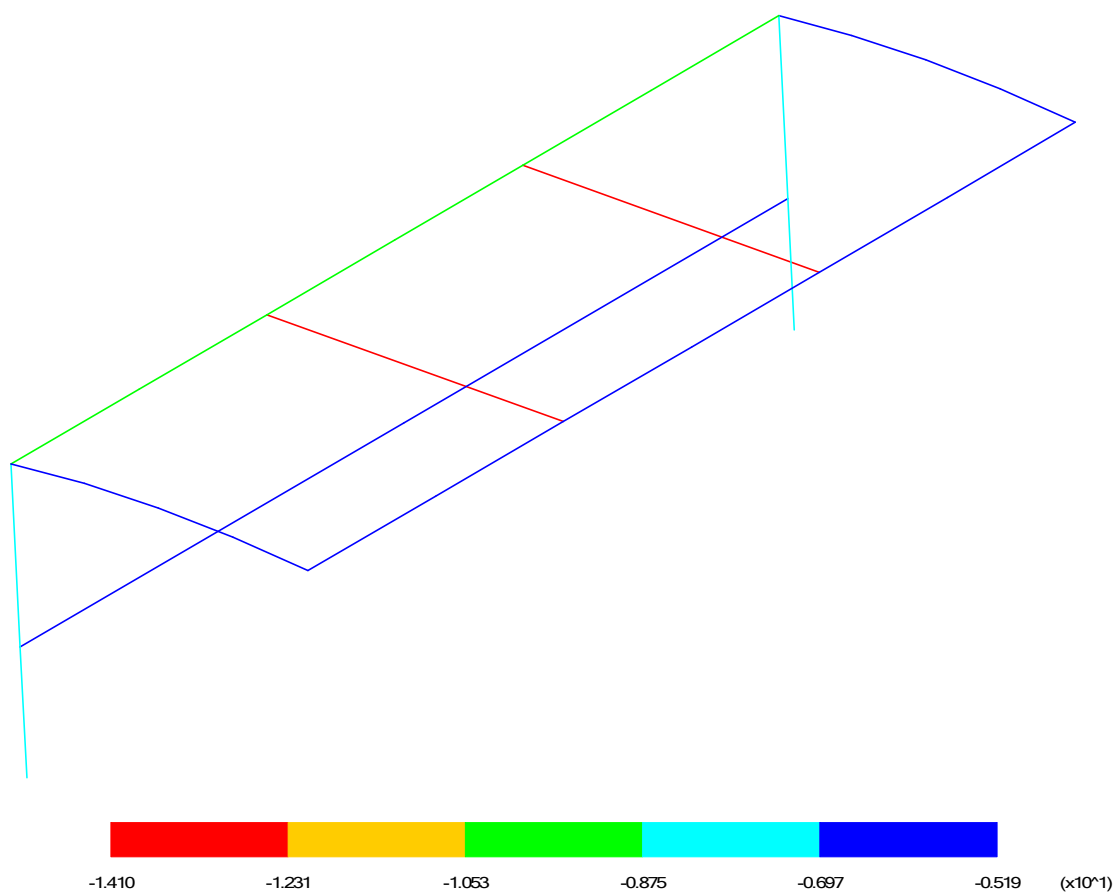
弯矩 M3 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（承载力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	19	6	1	0.000	-12.243	-0.348	1.030	0.002	0.046	-14.124
2	17	6	1	0.000	-12.237	-0.357	-1.030	-0.002	-0.019	-14.115
3	20	6	1	0.000	-11.684	-0.434	-6.200	0.008	1.149	-13.820
4	18	6	1	0.000	-11.682	-0.426	6.200	-0.008	-1.116	-13.803
5	24	3	1	0.591	-7.328	4.895	-4.006	-0.014	-1.862	-10.402
6	4	3	1	0.591	-7.121	4.890	3.849	0.012	1.810	-10.392
7	23	3	1	0.591	-7.692	4.265	-1.242	0.010	0.472	-7.472
8	3	3	1	0.591	-8.068	4.256	1.281	-0.009	-0.432	-7.465
9	5	3	1	0.000	0.423	-5.758	-3.420	1.345	1.367	-6.255
10	11	3	1	1.000	0.469	5.737	3.532	-1.349	1.423	-6.244

8.2.2 非线性组合包络（正常使用）



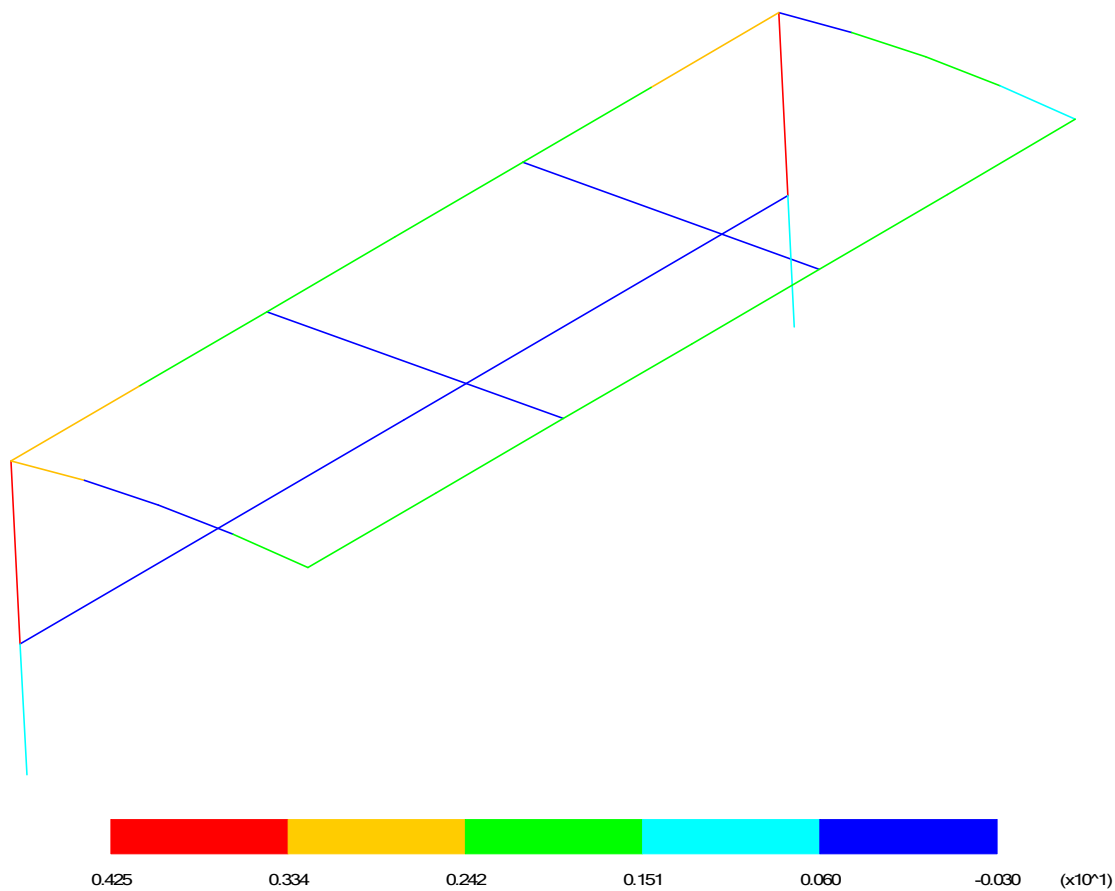
非线性正常使用轴力 N 最大包络云图:kN（整体）

轴力 N 最大的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	20	3	1	1.192	6.379	1.050	3.893	0.001	3.780	7.656
2	18	3	1	1.192	6.375	1.044	-3.893	-0.001	-3.799	7.646
3	19	3	1	0.853	5.859	1.079	-1.304	0.002	-0.992	8.918
4	17	3	1	0.853	5.853	1.082	1.304	-0.001	0.977	8.903
5	26	6	1	3.000	4.925	-0.199	0.001	-0.000	0.009	0.172
6	25	6	1	0.000	4.925	0.198	-0.001	-0.000	0.010	0.168
7	11	3	1	0.000	-0.805	3.971	2.910	-0.875	-1.664	-0.247
8	5	3	1	1.000	-0.818	-3.979	-2.809	0.873	-1.622	-0.241
9	7	3	1	1.000	-1.084	-1.689	3.462	0.871	1.839	1.404
10	10	3	1	0.000	-1.125	1.667	-3.518	-0.873	1.854	1.376



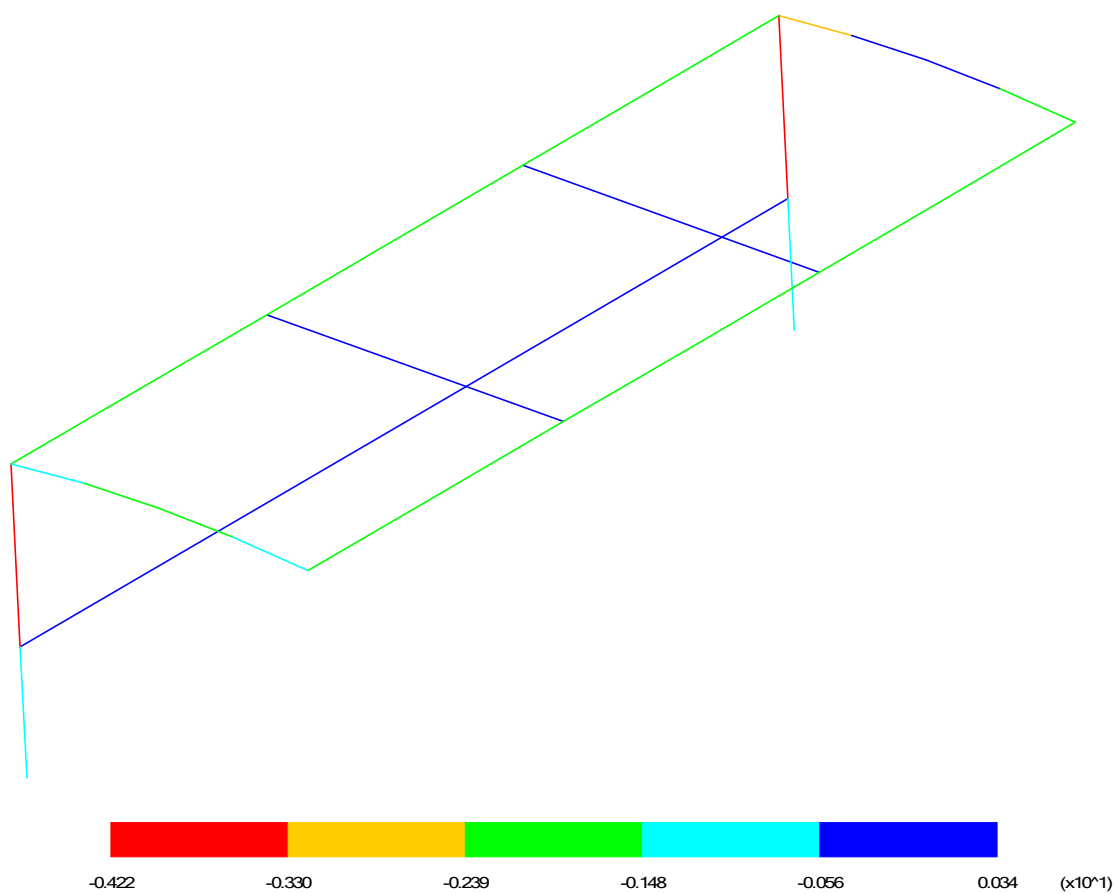
非线性正常使用轴力 N 最小包络云图:kN（整体）

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	28	3	1	2.359	-14.107	0.569	-0.028	0.143	-0.068	-0.877
2	27	3	1	2.359	-13.997	0.562	0.031	-0.147	0.074	-0.868
3	5	6	1	1.000	-10.304	2.536	-3.627	-0.963	-0.694	0.811
4	11	6	1	0.000	-10.303	-2.507	3.606	0.966	-0.728	0.834
5	10	6	1	0.000	-9.982	-2.805	-1.685	0.964	0.957	-2.009
6	7	6	1	1.000	-9.931	2.795	1.604	-0.962	0.910	-2.022
7	8	6	1	1.000	-9.808	-0.060	-3.216	0.006	-2.260	-2.173
8	9	6	1	0.000	-9.780	0.040	3.250	-0.012	-2.260	-2.173
9	19	6	1	0.000	-8.423	-0.213	0.706	0.002	0.030	-9.554
10	17	6	1	0.000	-8.419	-0.220	-0.706	-0.002	-0.011	-9.548



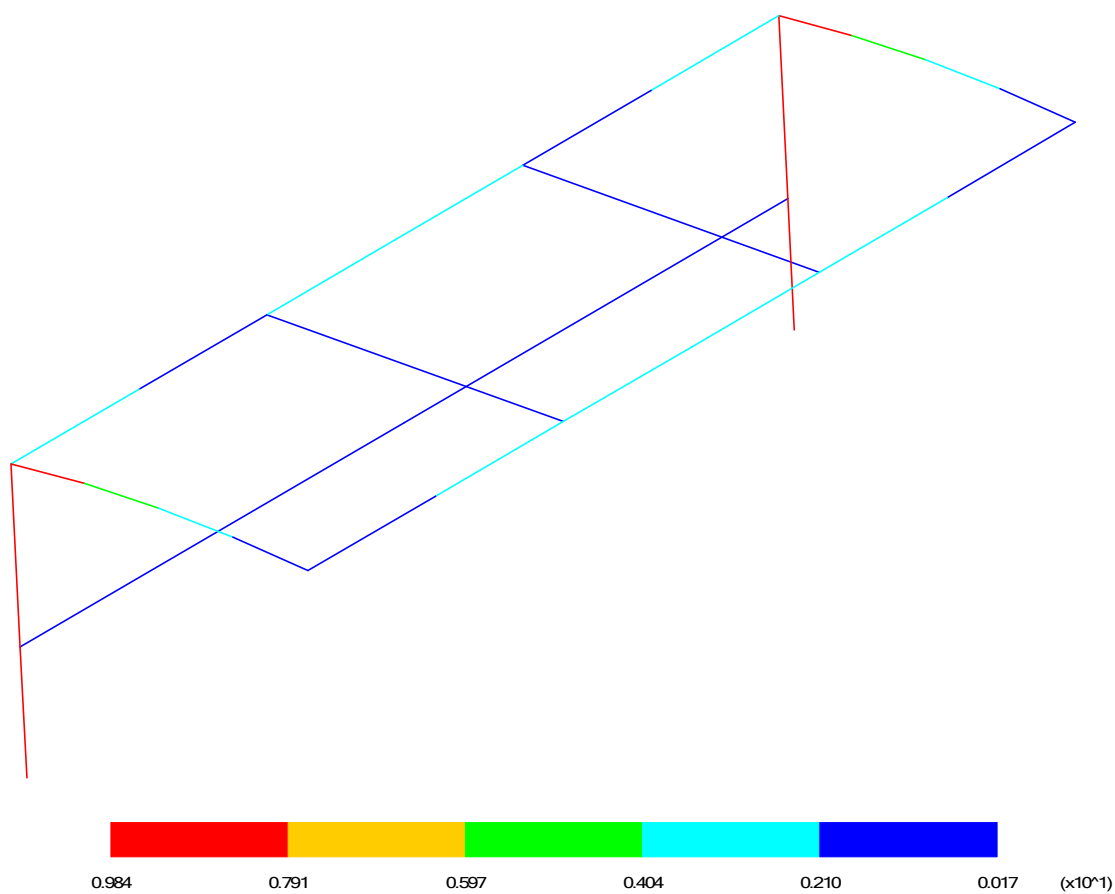
非线性正常使用弯矩 M2 最大包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最大的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	18	6	1	1.192	-7.671	-0.281	4.215	-0.007	4.248	-9.030
2	20	3	1	1.192	6.379	1.050	3.893	0.001	3.780	7.656
3	5	6	1	0.000	-10.304	2.616	-3.628	-0.963	2.933	3.387
4	11	6	1	1.000	-10.302	-2.587	3.606	0.966	2.879	3.381
5	4	6	1	0.591	-5.618	-4.057	5.868	0.104	2.863	8.058
6	13	3	1	1.000	-5.696	0.041	3.478	0.013	2.390	2.985
7	14	3	1	0.000	-5.712	-0.060	-3.496	-0.007	2.390	2.985
8	1	6	1	0.000	-4.727	-2.274	-5.224	-0.046	2.296	0.681
9	9	3	1	1.000	-1.234	1.184	3.299	0.010	1.945	1.506
10	8	3	1	0.000	-1.242	-1.154	-3.290	-0.004	1.936	1.537



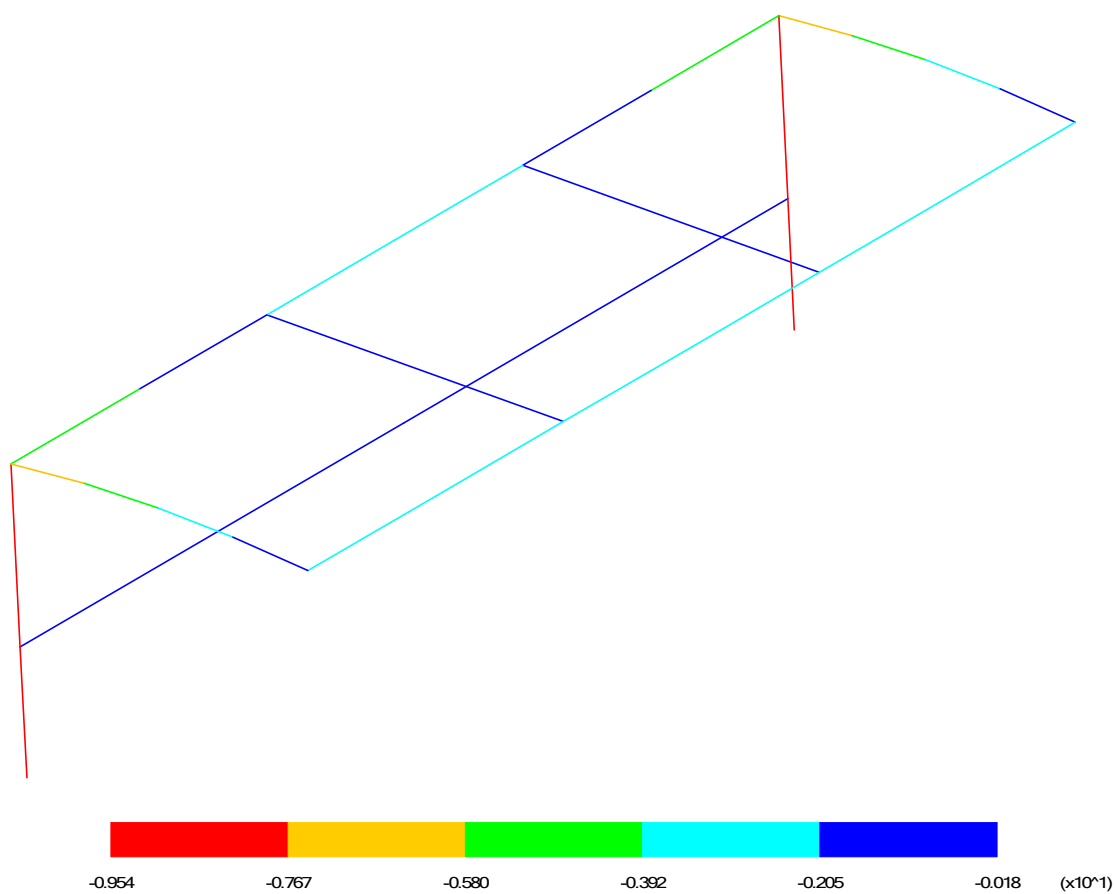
非线性正常使用弯矩 M2 最小包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	20	6	1	1.192	-7.672	-0.286	-4.216	0.007	-4.226	-9.036
2	18	3	1	1.192	6.375	1.044	-3.893	-0.001	-3.799	7.646
3	24	6	1	0.591	-5.466	-3.995	-5.665	-0.102	-2.808	8.061
4	21	6	1	0.000	-4.915	-2.269	5.352	0.046	-2.338	0.682
5	16	6	1	1.000	-5.960	-2.488	-2.889	0.687	-2.327	0.228
6	6	6	1	0.000	-5.839	2.436	2.809	-0.685	-2.285	0.223
7	9	6	1	0.000	-9.780	0.040	3.250	-0.012	-2.260	-2.173
8	8	6	1	1.000	-9.808	-0.060	-3.216	0.006	-2.260	-2.173
9	3	6	1	0.000	-4.778	-3.381	2.261	0.075	-1.895	3.671
10	2	6	1	0.591	-4.806	-2.821	-1.829	-0.008	-1.877	3.687



非线性正常使用弯矩 M3 最大包络云图:kN.m (整体)

弯矩 M3 最大的前 10 个单元的内力 (单位: m, kN, kN.m) (正常使用)										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	19	3	1	0.000	5.629	1.093	-1.304	0.002	0.121	9.845
2	17	3	1	0.000	5.623	1.096	1.304	-0.001	-0.136	9.832
3	20	3	1	0.000	6.058	1.069	3.893	0.001	-0.862	8.919
4	18	3	1	0.000	6.054	1.064	-3.893	-0.001	0.843	8.903
5	24	6	1	0.591	-5.466	-3.995	-5.665	-0.102	-2.808	8.061
6	4	6	1	0.591	-5.618	-4.057	5.868	0.104	2.863	8.058
7	23	6	1	0.591	-5.047	-3.517	-2.338	-0.076	0.493	5.742
8	3	6	1	0.591	-4.801	-3.491	2.263	0.075	-0.558	5.703
9	22	6	1	0.591	-4.804	-2.865	1.734	0.006	1.855	3.711
10	2	6	1	0.591	-4.806	-2.821	-1.829	-0.008	-1.877	3.687

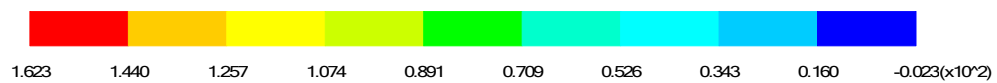
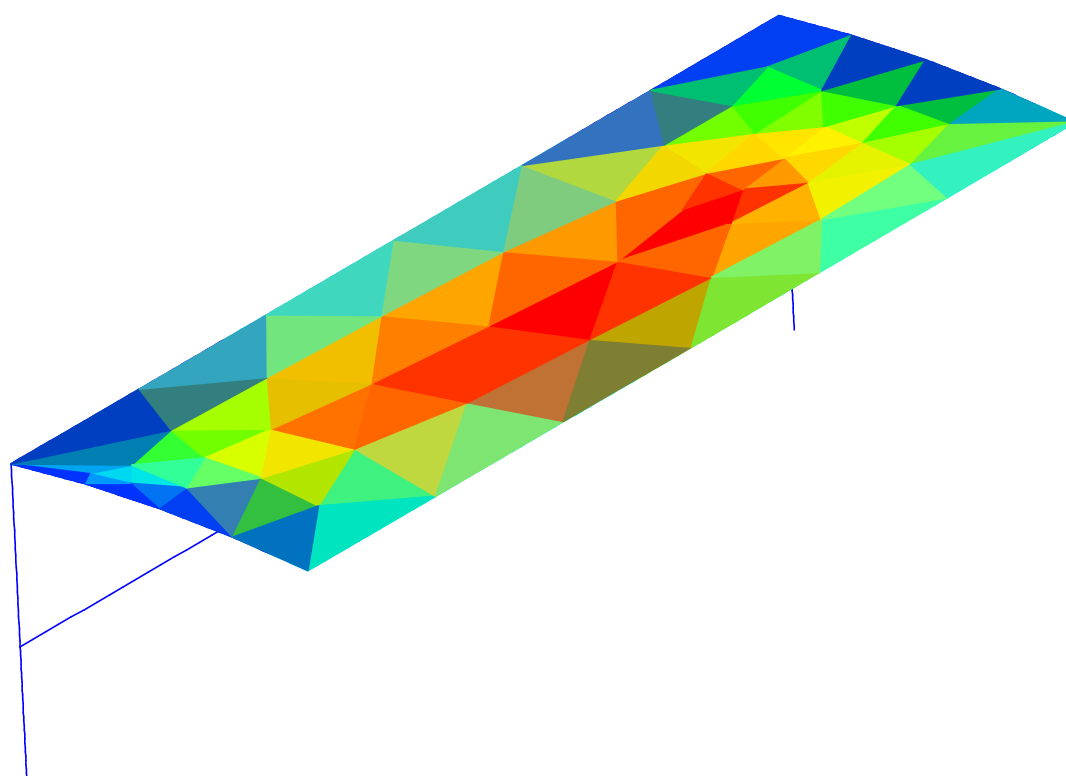


非线性正常使用弯矩 M3 最小包络云图:kN.m（整体）

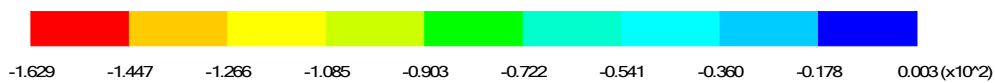
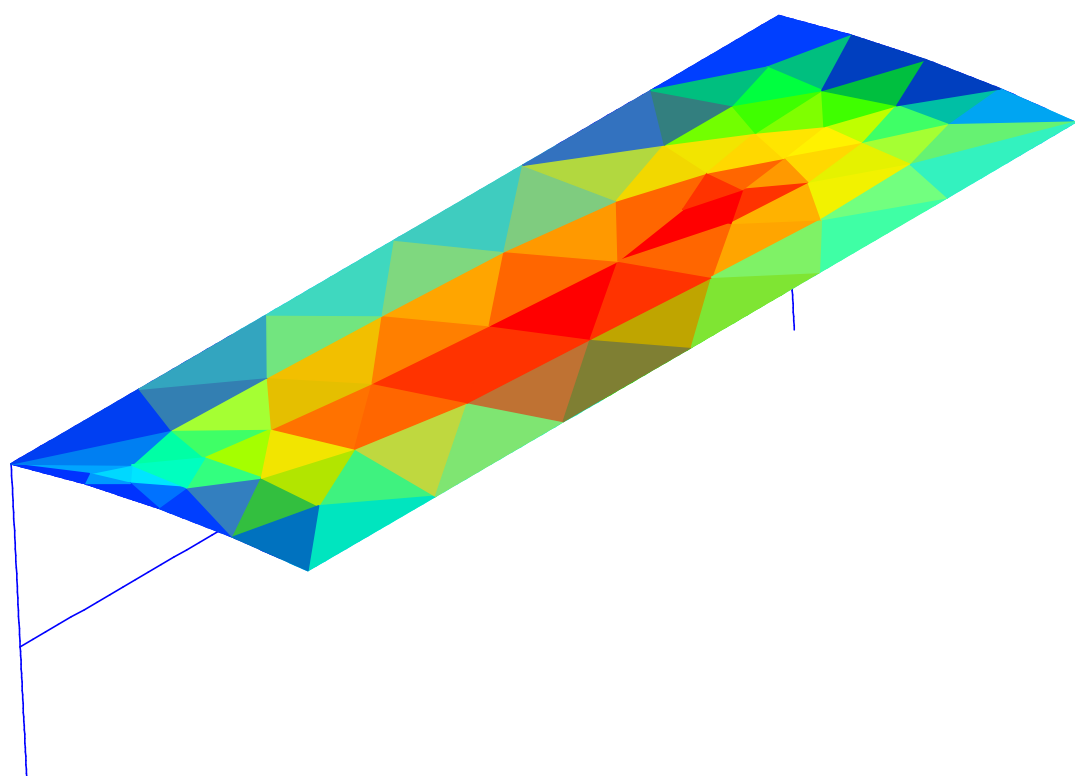
弯矩 M3 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	19	6	1	0.000	-8.423	-0.213	0.706	0.002	0.030	-9.554
2	17	6	1	0.000	-8.419	-0.220	-0.706	-0.002	-0.011	-9.548
3	20	6	1	0.000	-7.993	-0.268	-4.216	0.007	0.801	-9.366
4	18	6	1	0.000	-7.992	-0.263	4.215	-0.007	-0.778	-9.355
5	24	3	1	0.591	-6.074	3.211	-3.304	-0.017	-1.542	-6.777
6	4	3	1	0.591	-5.893	3.207	3.133	0.015	1.485	-6.770
7	23	3	1	0.591	-6.352	2.779	-0.987	0.002	0.394	-4.849
8	3	3	1	0.591	-6.642	2.774	1.026	-0.001	-0.349	-4.845
9	5	3	1	0.000	-0.818	-3.899	-2.809	0.873	1.187	-4.180
10	11	3	1	1.000	-0.806	3.891	2.909	-0.875	1.246	-4.178

8.3 非线性位移

8.3.1 非线性最大位移

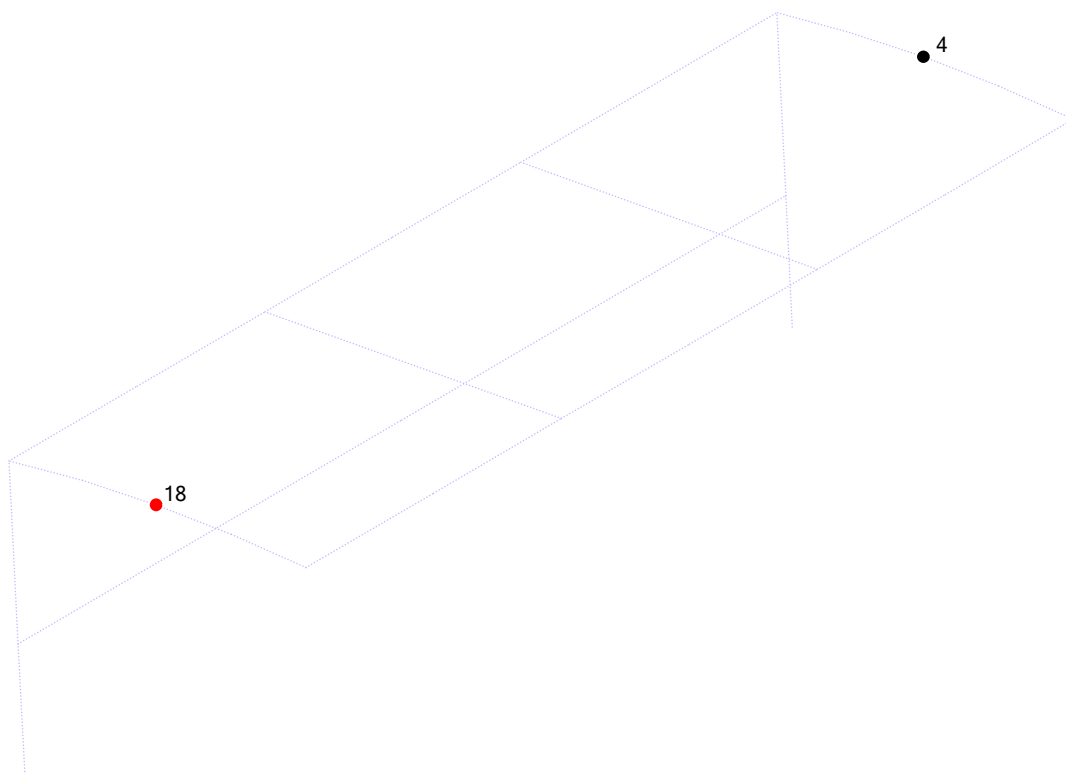


最大正位移_(承载力)_组合 3-情况 1 (初始态+恒 0+风 4)_Uz: mm



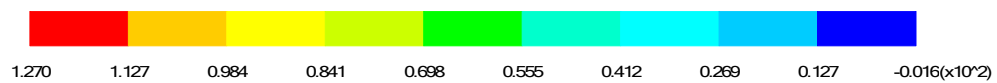
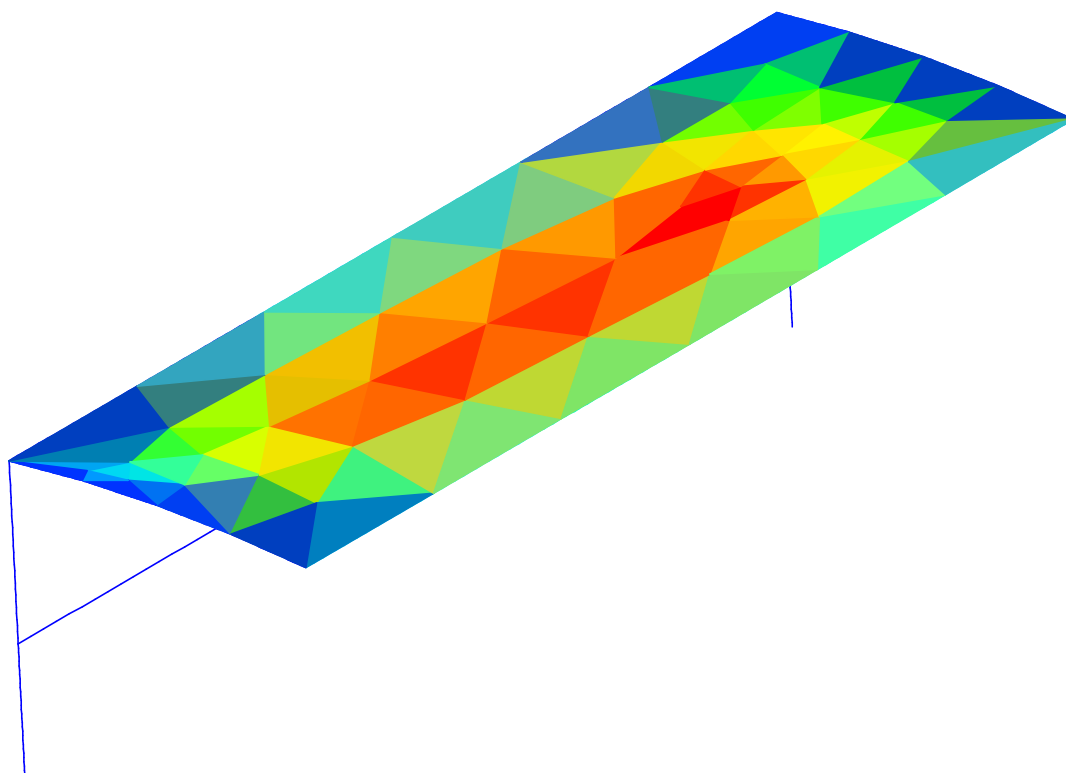
最大负位移_（承载能力）_组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）_Uz: mm

非线性承载能力最大最小位移表						
最不利项	节点	组合名	Ux	Uy	Uz	Uxyz
X 方向位移最大	18	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	3.890	-7.542	-8.115	11.742
Y 方向位移最大	48	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 4）	-0.483	38.966	162.271	166.884
Z 方向位移最大	48	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 4）	-0.483	38.966	162.271	166.884
空间位移最大	48	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 4）	-0.483	38.966	162.271	166.884
X 方向位移最小	4	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	-3.697	-7.552	-8.131	11.697
Y 方向位移最小	45	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	1.055	-33.487	-162.630	166.045
Z 方向位移最小	48	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	-0.853	-32.867	-162.854	166.140

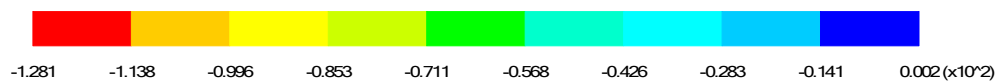
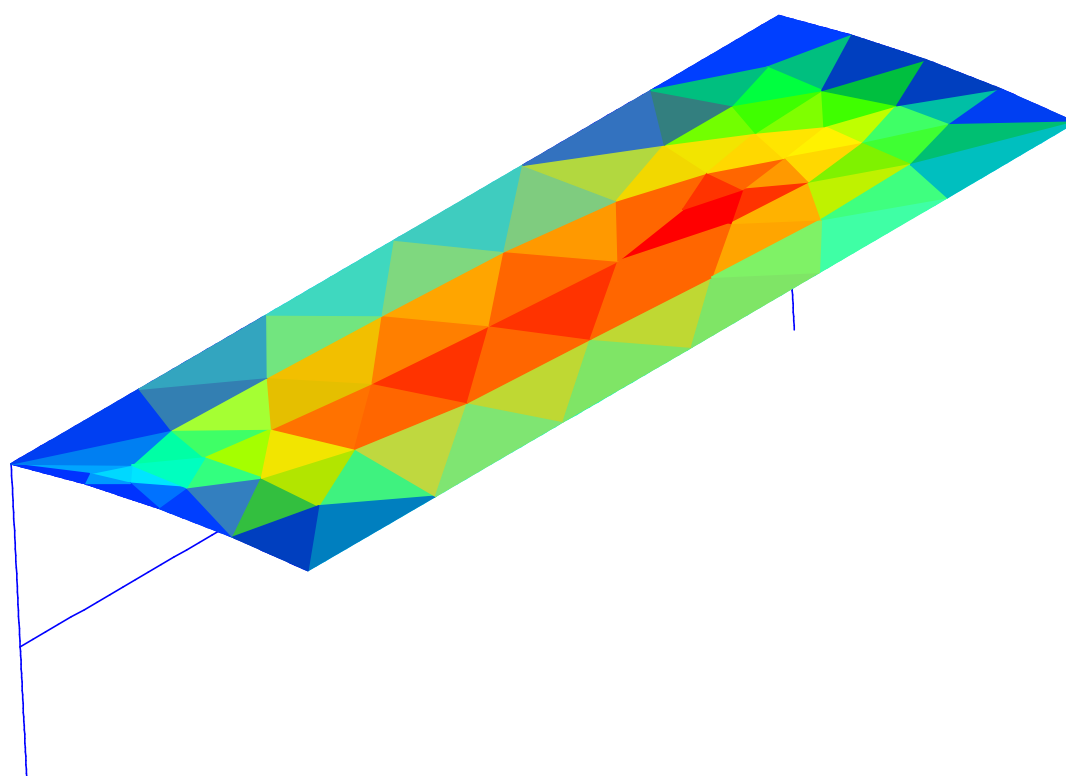


非线性承载能力最大最小位移图（整体）

8.3.2 非线性最大位移

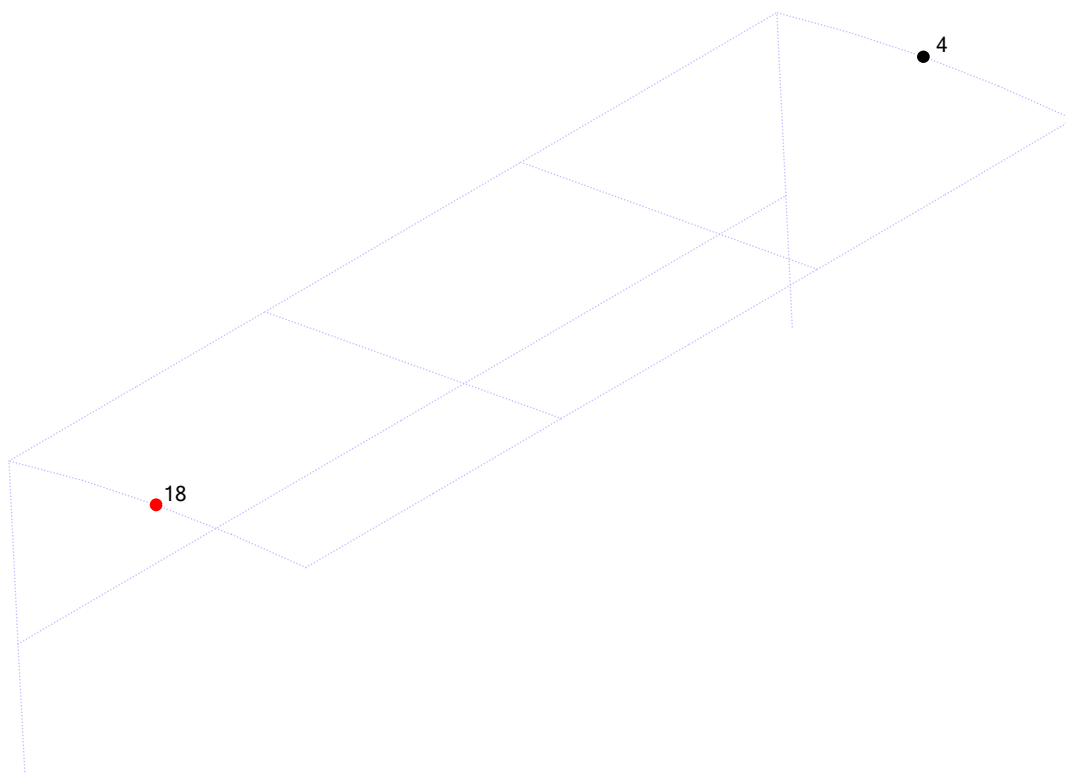


最大正位移_ (正常使用)_组合 3-情况 1 (初始态+恒 0+风 4)_Uz: mm



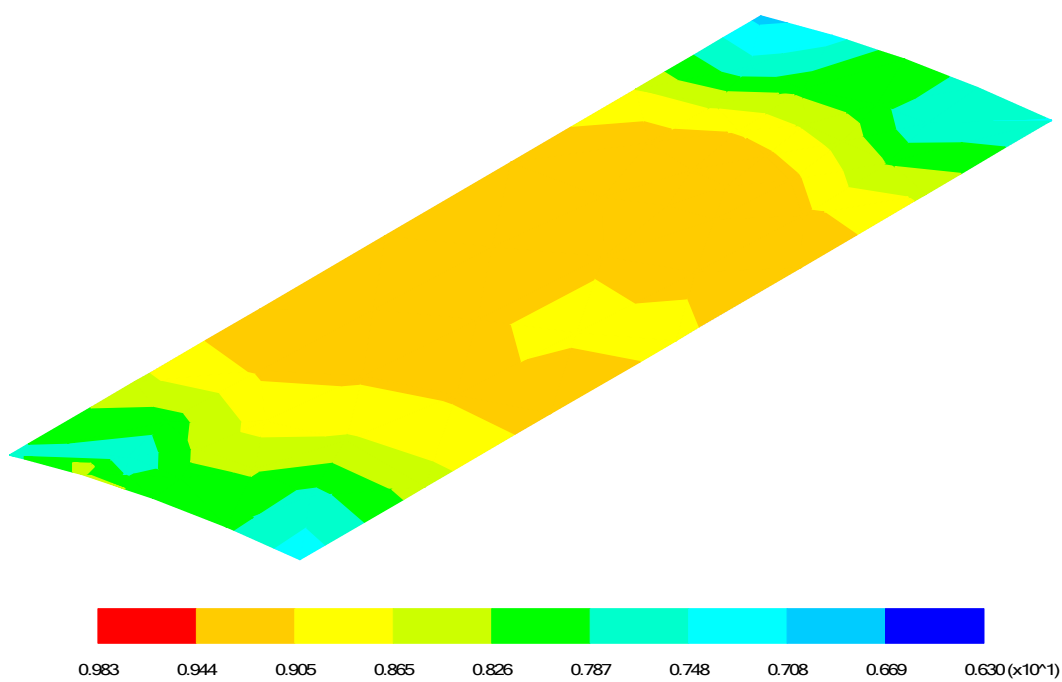
最大负位移_（正常使用）_组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）_Uz: mm

非线性正常使用最大最小位移表						
最不利项	节点	组合名	U _x	U _y	U _z	U _{xyz}
X 方向位移最大	18	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	2.706	-5.119	-5.501	7.986
Y 方向位移最大	48	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 4）	-0.231	29.157	126.952	130.258
Z 方向位移最大	48	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 4）	-0.231	29.157	126.952	130.258
空间位移最大	48	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	-0.565	-25.996	-128.053	130.666
X 方向位移最小	4	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	-2.567	-5.125	-5.512	7.952
Y 方向位移最小	45	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	0.710	-26.379	-127.680	130.378
Z 方向位移最小	48	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 2+风 3）	-0.565	-25.996	-128.053	130.666

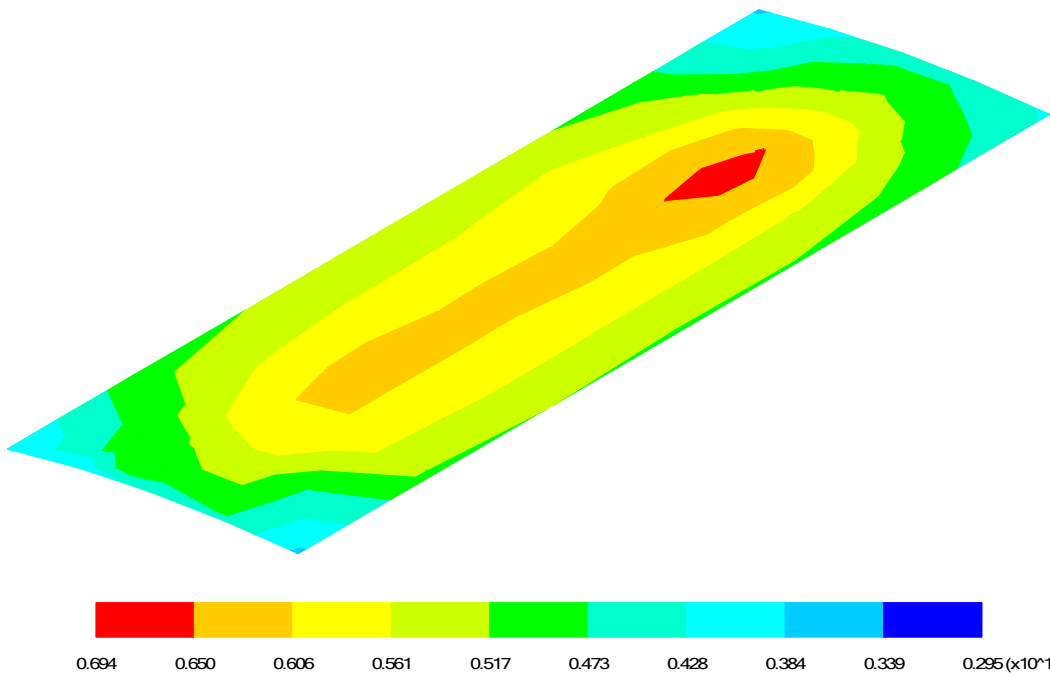


非线性正常使用最大最小位移图（整体）

8.4 包络膜应力



最大包络应力图:MPa(整体)

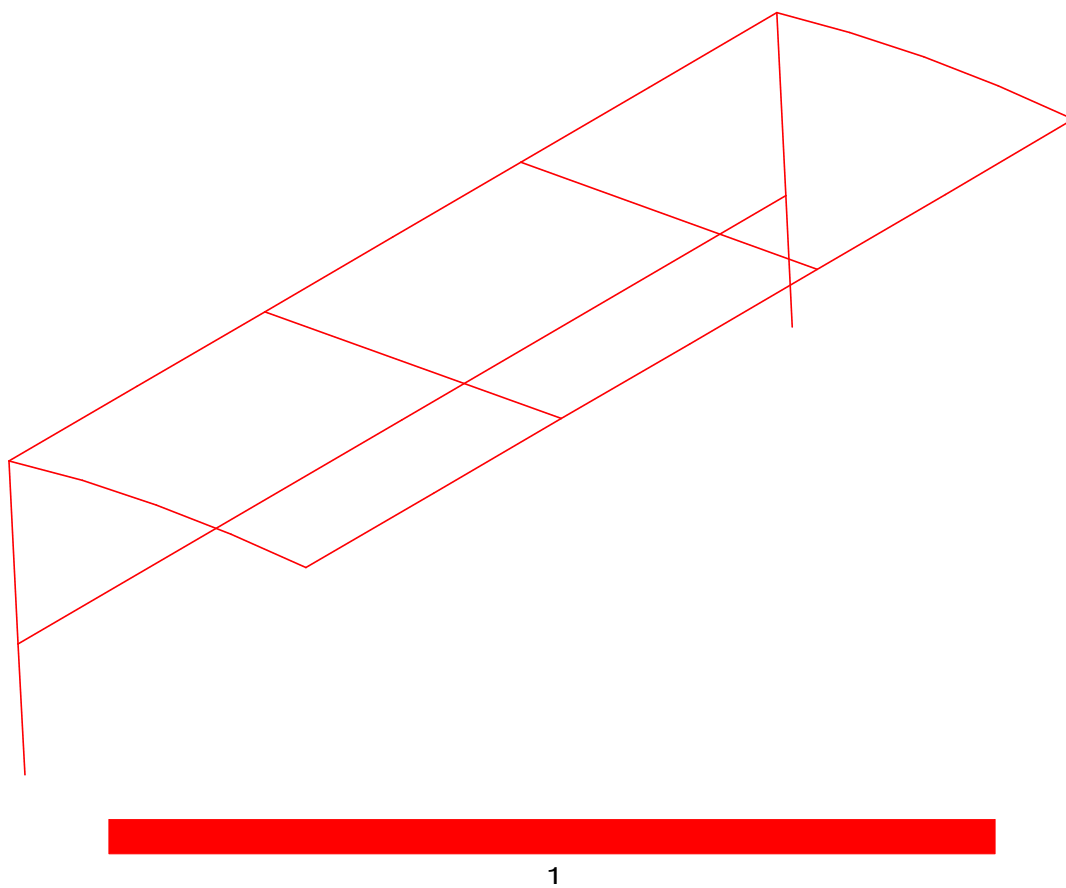


最小包络应力图:MPa(整体)

9 验算结果

9.1 杆件应力比限值分布图

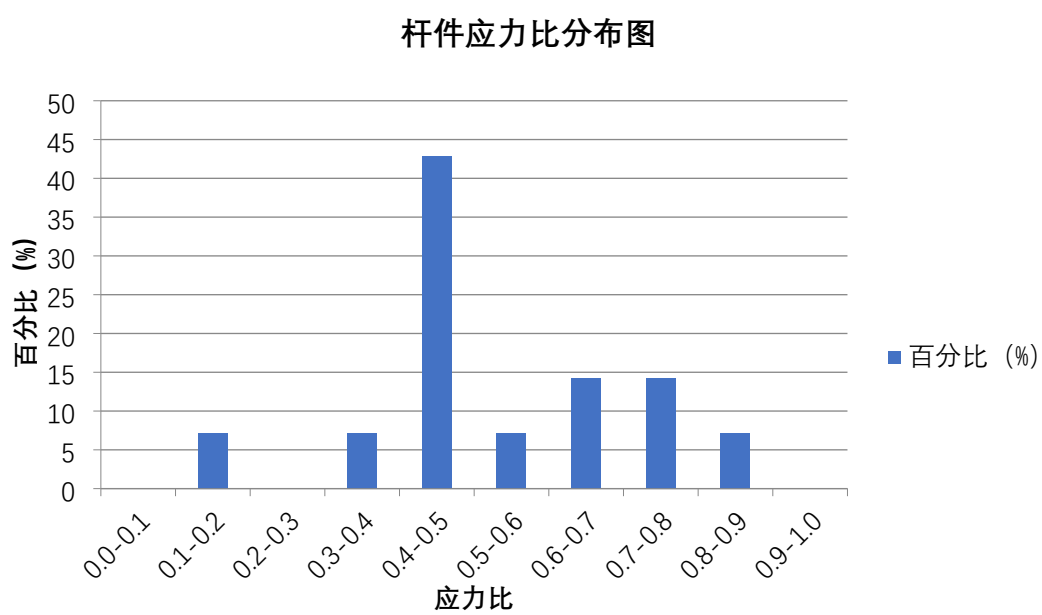
应力比限值表		
序号	应力比下限	应力比上限
1	0	1



应力比限值分布图（整体）

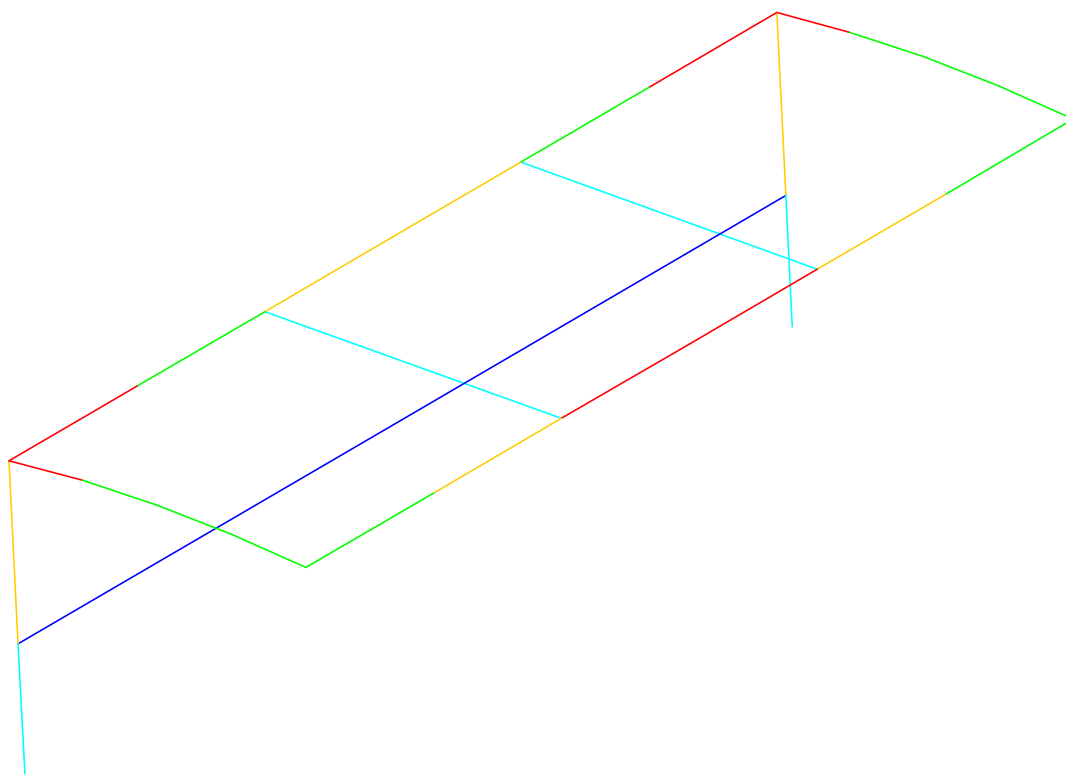
9.2 杆件应力比分布图

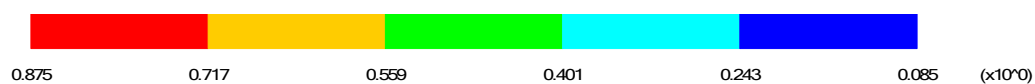
所选模型中，构件应力比最大值为 0.875，下图为所选模型应力比分布图：



9.3 杆件验算结果云图

9.3.1 强度应力比

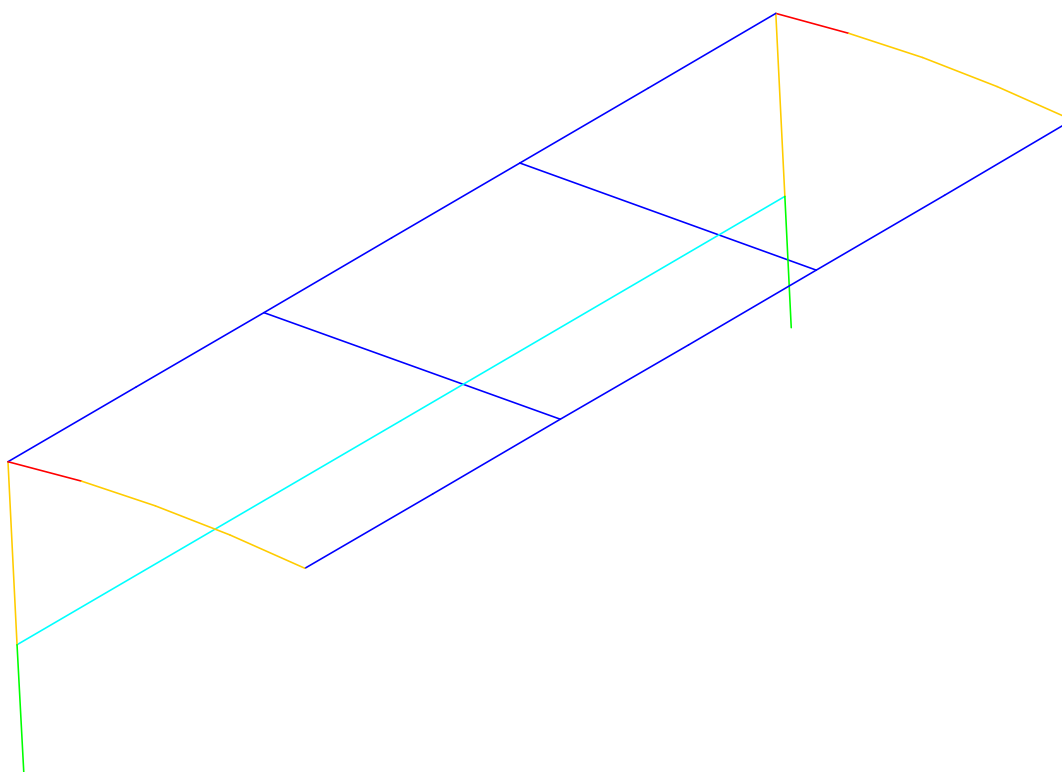


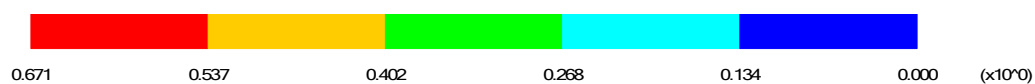


按“强度应力比”显示构件颜色（整体）

“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 轴稳定	绕 3 轴稳定	沿 2 轴抗剪	沿 3 轴抗剪	沿 2 轴长细比	沿 3 轴长细比	验算结果
1	5	0.875 (6/1)	0.000	0.838	0.081	0.063	153	153	满足
2	11	0.868 (6/1)	0.000	0.830	0.080	0.063	153	153	满足
3	14	0.769 (6/1)	0.000	0.659	0.022	0.060	153	153	满足
4	13	0.768 (6/1)	0.000	0.658	0.022	0.060	153	153	满足
5	4	0.746 (6/1)	0.671	0.743	0.045	0.043	27	7	满足
6	24	0.737 (6/1)	0.661	0.732	0.045	0.042	27	7	满足
7	15	0.671 (3/1)	0.000	0.595	0.033	0.049	153	153	满足
8	12	0.667 (3/1)	0.000	0.592	0.033	0.048	153	153	满足
9	8	0.621 (6/1)	0.000	0.567	0.023	0.056	153	153	满足
10	9	0.621 (6/1)	0.000	0.567	0.024	0.056	153	153	满足

9.3.2 绕 2 轴稳定应力比

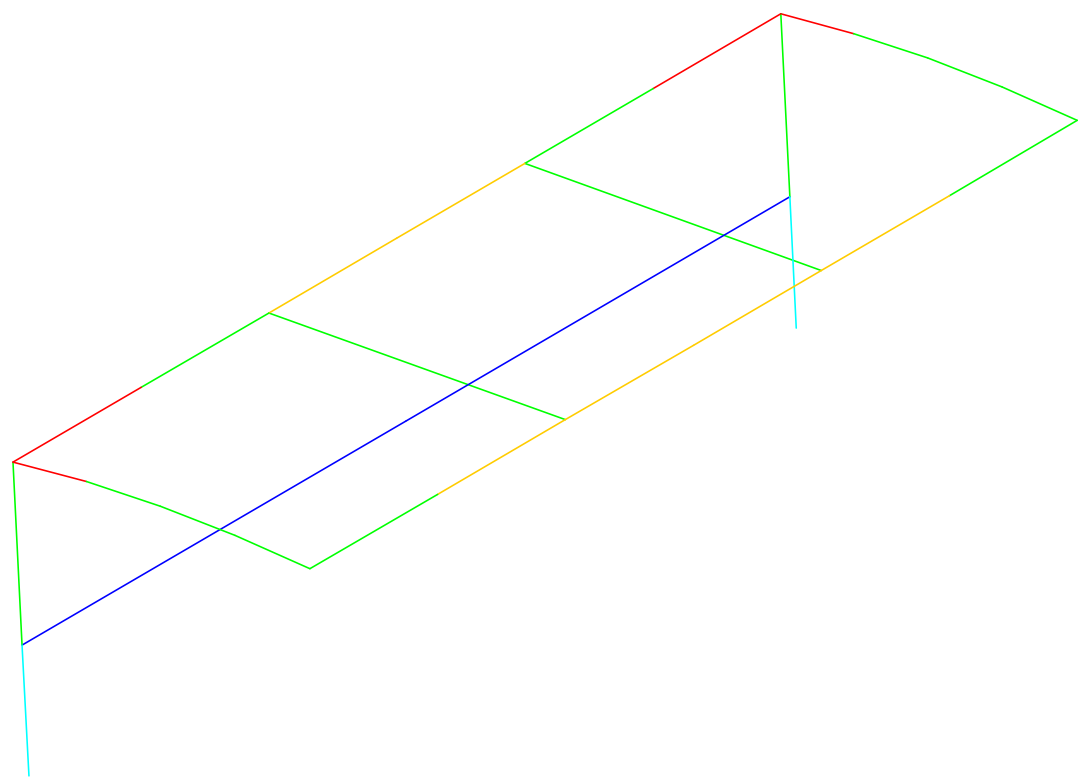


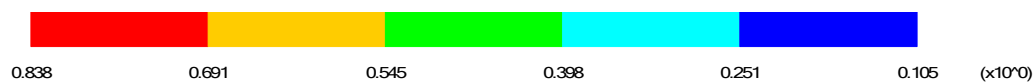


按“绕 2 轴稳定应力比”显示构件颜色（整体）

“绕 2 轴稳定应力比”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 轴稳定	绕 3 轴稳定	沿 2 轴抗剪	沿 3 轴抗剪	沿 2 轴长细比	沿 3 轴长细比	验算结果
1	4	0.746	0.671 (6/1)	0.743	0.045	0.043	27	7	满足
2	24	0.737	0.661 (6/1)	0.732	0.045	0.042	27	7	满足
3	3	0.482	0.433 (6/1)	0.478	0.045	0.017	27	7	满足
4	23	0.480	0.430 (6/1)	0.475	0.046	0.018	27	7	满足
5	2	0.478	0.428 (6/1)	0.472	0.044	0.013	27	7	满足
6	22	0.475	0.425 (6/1)	0.468	0.044	0.012	27	7	满足
7	18	0.588	0.423 (6/1)	0.476	0.012	0.026	33	14	满足
8	20	0.586	0.422 (6/1)	0.474	0.012	0.026	33	14	满足
9	21	0.425	0.410 (6/1)	0.477	0.046	0.038	27	7	满足
10	1	0.418	0.403 (6/1)	0.469	0.046	0.037	27	7	满足

9.3.3 绕 3 轴稳定应力比



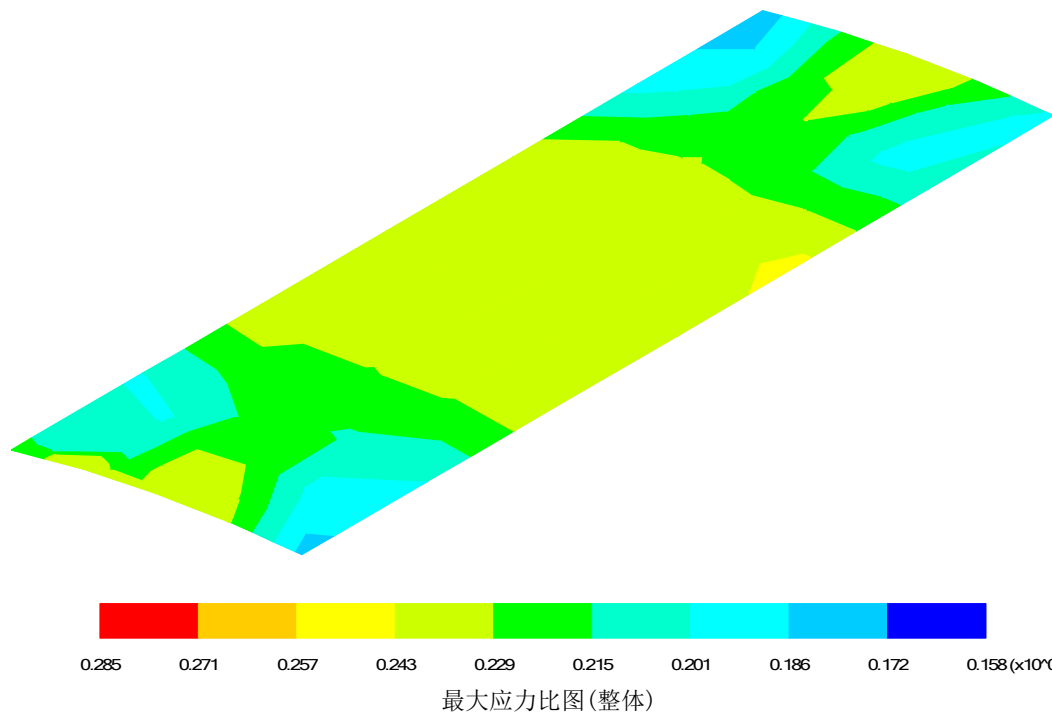


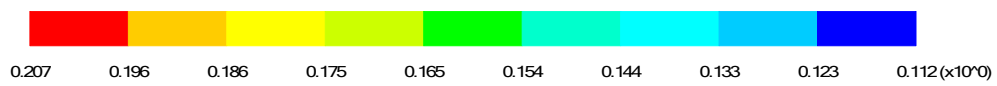
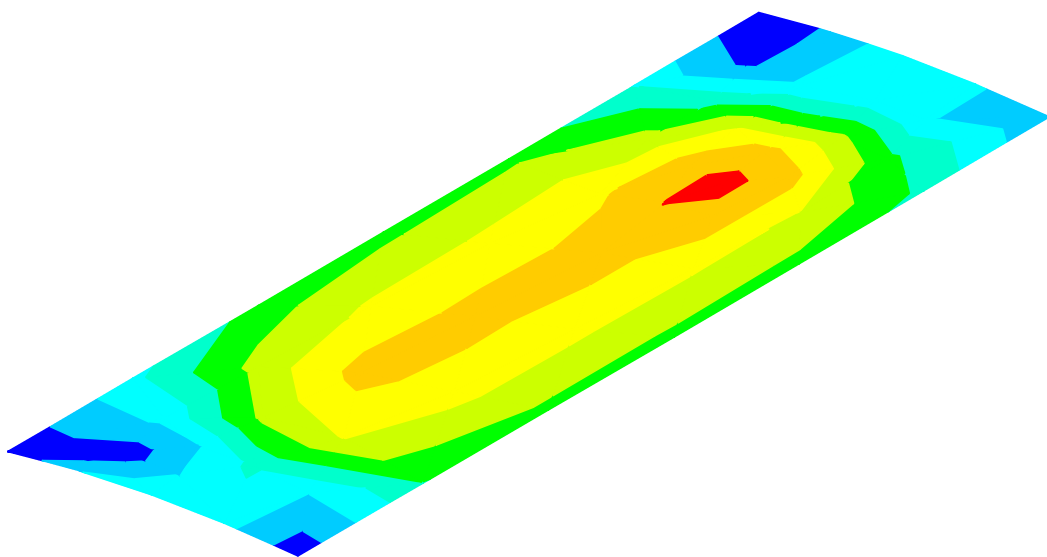
按“绕3轴稳定应力比”显示构件颜色（整体）

“绕3轴稳定应力比”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轴稳定	绕3轴稳定	沿2轴抗剪	沿3轴抗剪	沿2轴长细比	沿3轴长细比	验算结果
1	5	0.875	0.000	0.838(6/1)	0.081	0.063	153	153	满足
2	11	0.868	0.000	0.830(6/1)	0.080	0.063	153	153	满足
3	4	0.746	0.671	0.743(6/1)	0.045	0.043	27	7	满足
4	24	0.737	0.661	0.732(6/1)	0.045	0.042	27	7	满足
5	14	0.769	0.000	0.659(6/1)	0.022	0.060	153	153	满足
6	13	0.768	0.000	0.658(6/1)	0.022	0.060	153	153	满足
7	15	0.671	0.000	0.595(3/1)	0.033	0.049	153	153	满足
8	12	0.667	0.000	0.592(3/1)	0.033	0.048	153	153	满足
9	8	0.621	0.000	0.567(6/1)	0.023	0.056	153	153	满足
10	9	0.621	0.000	0.567(6/1)	0.024	0.056	153	153	满足

9.4 膜面验算结果

9.4.1 膜面应力比云图





最小应力比图(整体)

空间结构计算书

项目编号：空间结构 No.1

项目名称：空间结构

目 录

1	设计依据	2
2	软件信息	3
3	结构信息	3
3.1	总体信息	3
3.2	几何信息	3
3.3	计算参数	9
3.4	设计参数	10
4	计算简图	10
5	材料信息	11
5.1	材料特性	11
6	荷载与组合	11
6.1	工况信息	11
6.2	荷载信息	12
6.3	荷载组合	16
7	周期与振型	16
7.1	周期与质量参与系数	16
8	非线性计算结果	17
8.1	非线性反力	17
8.2	非线性内力	19
8.3	非线性位移	30

8.4	包络膜应力	34
9	验算结果	35
9.1	杆件应力比限值分布图	36
9.2	杆件应力比分布图	36
9.3	杆件验算结果云图	37
9.4	膜面验算结果	40

1 设计依据

《工程结构通用规范》	(GB55001-2021)
《钢结构设计标准》	(GB50017-2017)
《钢结构通用规范》	(GB55006-2021)
《冷弯薄壁型钢结构技术规范》	(GB50018-2002)
《建筑结构荷载规范》	(GB50009-2012)
《建筑抗震设计规范》	(GB50011-2010) (2016 年版)
《建筑与市政工程抗震通用规范》	(GB55002-2021)
《建筑地基基础设计规范》	(GB50007-2011)
《建筑结构可靠性设计统一标准》	(GB50068-2018)
《钢管混凝土结构技术规范》	(GB50936-2014)
《钢管混凝土结构设计规程》	(CECS 28:2012)
《矩形钢管混凝土结构技术规程》	(CECS159-2004)
《钢结构焊接规范》	(GB50661-2011)
《钢结构高强度螺栓连接技术规程》	(JGJ82-2011)

2 软件信息

3D3S Design 2022.4 (上海同磊土木工程技术有限公司)

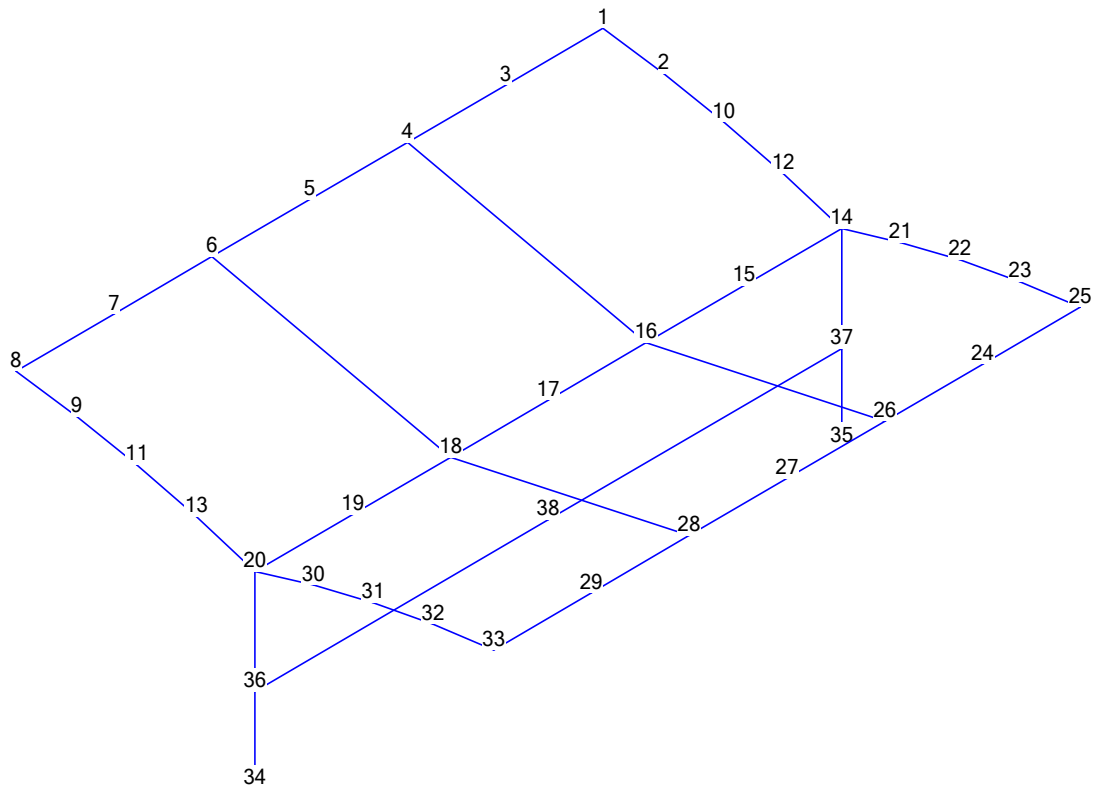
3 结构信息

3.1 总体信息

节点总数	130
支座总数	2
单元总数	44

膜单元数	220
材料种类	1
截面种类	9
荷载工况	4

3.2 几何信息

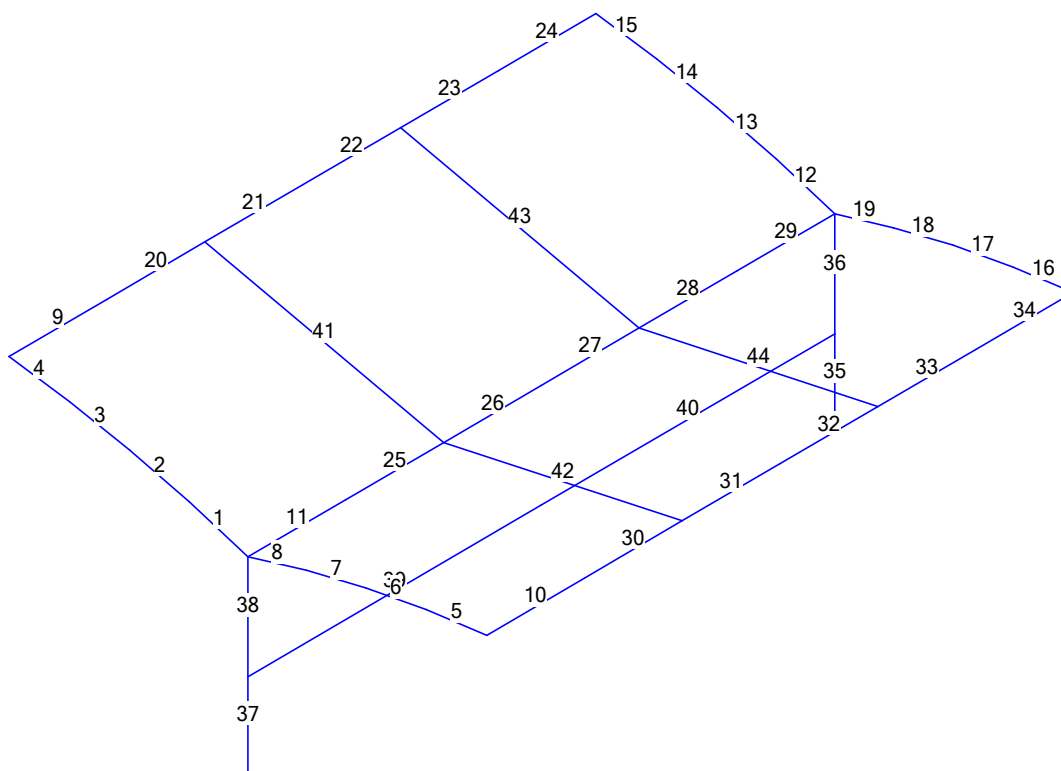


节点编号图（整体）

节点信息表									
节点号	x 坐标(m)	y 坐标(m)	z 坐标(m)	备注	节点号	x 坐标(m)	y 坐标(m)	z 坐标(m)	备注
1	6.000	2.440	2.434		2	6.000	1.821	2.347	
3	5.000	2.440	2.434		4	4.000	2.440	2.434	
5	3.000	2.440	2.434		6	2.000	2.440	2.434	
7	1.000	2.440	2.434		8	0.000	2.440	2.434	
9	0.000	1.821	2.347		10	6.000	1.206	2.229	
11	0.000	1.206	2.229		12	6.000	0.599	2.080	
13	0.000	0.599	2.080		14	6.000	0.000	1.900	

15	5.000	0.000	1.900		16	4.000	0.000	1.900	
17	3.000	0.000	1.900		18	2.000	0.000	1.900	
19	1.000	0.000	1.900		20	0.000	0.000	1.900	
21	6.000	-0.599	2.080		22	6.000	-1.206	2.229	
23	6.000	-1.821	2.347		24	5.000	-2.440	2.434	
25	6.000	-2.440	2.434		26	4.000	-2.440	2.434	
27	3.000	-2.440	2.434		28	2.000	-2.440	2.434	
29	1.000	-2.440	2.434		30	0.000	-0.599	2.080	
31	0.000	-1.206	2.229		32	0.000	-1.821	2.347	
33	0.000	-2.440	2.434		34	0.000	0.000	0.000	支座1
35	6.000	0.000	0.000	支座1	36	0.000	0.000	0.850	
37	6.000	0.000	0.850		38	3.000	0.000	0.850	
39	5.521	2.001	2.357		40	5.541	1.524	2.268	
41	5.065	1.779	2.305		42	4.486	1.881	2.318	
43	5.549	1.021	2.160		44	5.110	1.316	2.210	
45	4.729	1.513	2.244		46	5.549	0.591	2.056	
47	5.101	0.447	2.011		48	4.274	1.075	2.144	
49	3.813	1.195	2.167		50	3.987	0.792	2.079	
51	4.301	1.421	2.219		52	4.683	1.169	2.169	
53	3.820	1.692	2.275		54	5.096	0.890	2.115	
55	4.586	0.797	2.085		56	4.373	0.409	1.995	
57	3.566	0.418	1.994		58	3.310	0.855	2.090	
59	3.188	1.334	2.195		60	3.132	1.883	2.314	
61	2.727	0.454	2.001		62	2.580	0.937	2.109	
63	2.473	1.441	2.219		64	2.309	1.950	2.329	
65	1.907	0.511	2.016		66	1.874	1.029	2.132	
67	1.756	1.514	2.239		68	1.491	1.979	2.339	
69	1.259	0.645	2.052		70	1.269	1.126	2.160	
71	1.119	1.558	2.256		72	0.765	1.971	2.347	
73	0.692	0.398	2.002		74	0.392	0.544	2.046	
75	0.796	1.203	2.188		76	0.811	0.806	2.097	
77	0.456	0.919	2.135		78	0.342	1.855	2.336	
79	0.636	1.555	2.267		80	0.307	1.489	2.267	

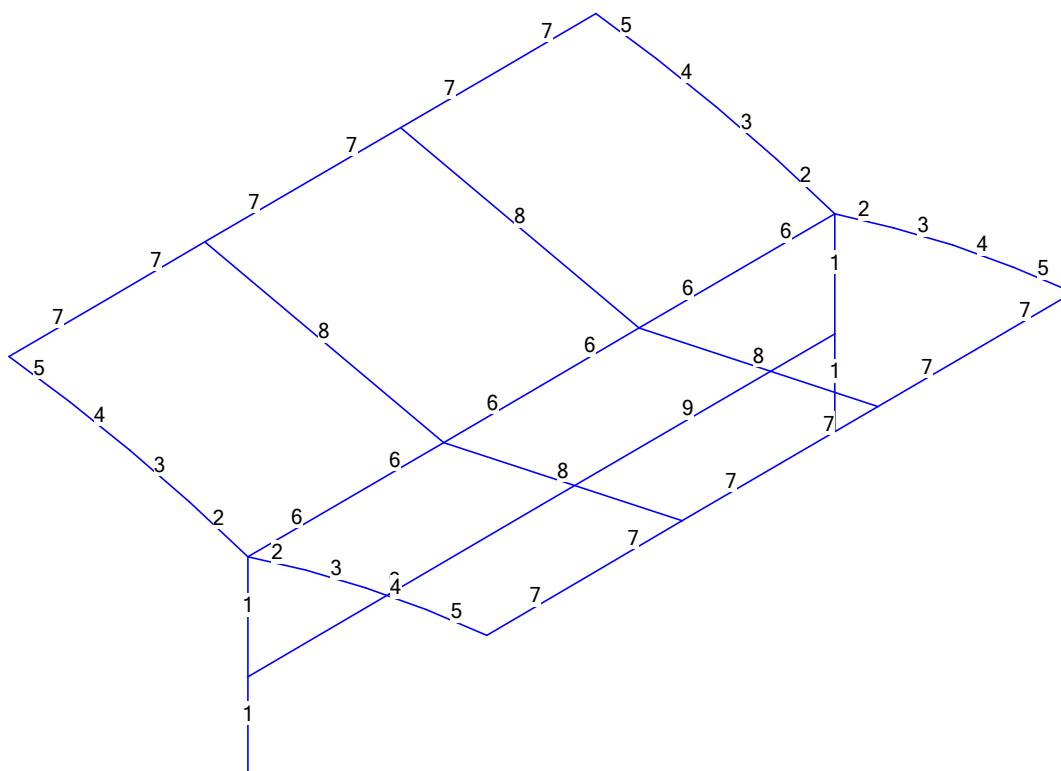
81	0.488	1.255	2.210		82	0.246	1.110	2.190	
83	0.094	1.063	2.188		84	0.130	1.337	2.247	
85	5.521	-2.001	2.357		86	5.541	-1.524	2.268	
87	5.065	-1.779	2.305		88	4.486	-1.881	2.318	
89	5.549	-1.021	2.160		90	5.110	-1.316	2.210	
91	4.729	-1.513	2.244		92	5.549	-0.591	2.056	
93	5.101	-0.447	2.011		94	4.274	-1.075	2.144	
95	3.813	-1.195	2.167		96	3.987	-0.792	2.079	
97	4.301	-1.421	2.219		98	4.683	-1.169	2.169	
99	3.820	-1.692	2.275		100	5.096	-0.890	2.115	
101	4.586	-0.797	2.085		102	4.373	-0.409	1.995	
103	3.566	-0.418	1.994		104	3.310	-0.855	2.090	
105	3.188	-1.334	2.195		106	3.132	-1.883	2.314	
107	2.727	-0.454	2.001		108	2.580	-0.937	2.109	
109	2.473	-1.441	2.219		110	2.309	-1.950	2.329	
111	1.907	-0.511	2.016		112	1.874	-1.029	2.132	
113	1.756	-1.514	2.239		114	1.491	-1.979	2.339	
115	1.259	-0.645	2.052		116	1.269	-1.126	2.160	
117	1.119	-1.558	2.256		118	0.765	-1.971	2.347	
119	0.692	-0.398	2.002		120	0.392	-0.544	2.046	
121	0.796	-1.203	2.188		122	0.811	-0.806	2.097	
123	0.456	-0.919	2.135		124	0.342	-1.855	2.336	
125	0.636	-1.555	2.267		126	0.307	-1.489	2.267	
127	0.488	-1.255	2.210		128	0.246	-1.110	2.190	
129	0.094	-1.063	2.188		130	0.130	-1.337	2.247	



单元编号图（整体）

单元信息表（注：等肢角钢的 2、3 轴分别对应 u、v 轴）										
单元号	截面名称	材料名称	长度(m)	面积(mm ²)	绕 2 轴惯性矩(×10 ⁴ mm ⁴)	绕 3 轴惯性矩(×10 ⁴ mm ⁴)	绕 2 轴计算长度系数	绕 3 轴计算长度系数	i 节点释放	j 节点释放
1	H175~200x100x6x8	Q235B	0.625	2554.00	133.62	1317.40	1.000	1.000	---	---
2	H150~175x100x6x8	Q235B	0.625	2404.00	133.57	927.72	1.000	1.000	---	---
3	H125~150x100x6x8	Q235B	0.625	2254.00	133.53	613.16	1.000	1.000	---	---
4	H100~125x100x6x8	Q235B	0.625	2104.00	133.48	369.05	1.000	1.000	---	---
5	H100~125x100x6x8	Q235B	0.625	2104.00	133.48	369.05	1.000	1.000	---	---
6	H125~150x100x6x8	Q235B	0.625	2254.00	133.53	613.16	1.000	1.000	---	---
7	H150~175x100x6x8	Q235B	0.625	2404.00	133.57	927.72	1.000	1.000	---	---
8	H175~200x100x6x8	Q235B	0.625	2554.00	133.62	1317.40	1.000	1.000	---	---
9	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
10	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
11	方 120x5.0	Q235B	1.000	2235.60	485.44	485.44	6.000	6.000	---	---
12	H175~200x100x6x8	Q235B	0.625	2554.00	133.62	1317.40	1.000	1.000	---	---
13	H150~175x100x6x8	Q235B	0.625	2404.00	133.57	927.72	1.000	1.000	---	---
14	H125~150x100x6x8	Q235B	0.625	2254.00	133.53	613.16	1.000	1.000	---	---

15	H100~125x100x6x8	Q235B	0.625	2104.00	133.48	369.05	1.000	1.000	---	---
16	H100~125x100x6x8	Q235B	0.625	2104.00	133.48	369.05	1.000	1.000	---	---
17	H125~150x100x6x8	Q235B	0.625	2254.00	133.53	613.16	1.000	1.000	---	---
18	H150~175x100x6x8	Q235B	0.625	2404.00	133.57	927.72	1.000	1.000	---	---
19	H175~200x100x6x8	Q235B	0.625	2554.00	133.62	1317.40	1.000	1.000	---	---
20	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
21	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
22	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
23	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
24	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
25	方 120x5.0	Q235B	1.000	2235.60	485.44	485.44	6.000	6.000	---	---
26	方 120x5.0	Q235B	1.000	2235.60	485.44	485.44	6.000	6.000	---	---
27	方 120x5.0	Q235B	1.000	2235.60	485.44	485.44	6.000	6.000	---	---
28	方 120x5.0	Q235B	1.000	2235.60	485.44	485.44	6.000	6.000	---	---
29	方 120x5.0	Q235B	1.000	2235.60	485.44	485.44	6.000	6.000	---	---
30	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
31	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
32	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
33	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
34	Φ 114x3	Q235B	1.000	1046.15	161.24	161.24	6.000	6.000	---	---
35	H300x150x8x8	Q235B	0.850	4672.00	451.21	6644.21	1.000	1.000	---	---
36	H300x150x8x8	Q235B	1.050	4672.00	451.21	6644.21	1.000	1.000	---	---
37	H300x150x8x8	Q235B	0.850	4672.00	451.21	6644.21	1.000	1.000	---	---
38	H300x150x8x8	Q235B	1.050	4672.00	451.21	6644.21	1.000	1.000	---	---
39	矩 100x50x3x3	Q235B	3.000	864.00	37.44	112.12	1.000	1.000	---	---
40	矩 100x50x3x3	Q235B	3.000	864.00	37.44	112.12	1.000	1.000	---	---
41	Φ 89x3	Q235B	2.498	810.53	75.02	75.02	1.000	1.000	---	---
42	Φ 89x3	Q235B	2.498	810.53	75.02	75.02	1.000	1.000	---	---
43	Φ 89x3	Q235B	2.498	810.53	75.02	75.02	1.000	1.000	---	---
44	Φ 89x3	Q235B	2.498	810.53	75.02	75.02	1.000	1.000	---	---



截面编号图（整体）

截面信息表			
截面编号	截面类型	截面名称	构件总数
1	焊接对称工字型截面	H300x150x8x8	4
2	工字形楔形截面	H175~200x100x6x8	4
3	工字形楔形截面	H150~175x100x6x8	4
4	工字形楔形截面	H125~150x100x6x8	4
5	工字形楔形截面	H100~125x100x6x8	4
6	方形空心型钢	方 120x5.0	6
7	圆管截面	Φ 114x3	12
8	圆管截面	Φ 89x3	4
9	矩形管截面	矩 100x50x3x3	2

3.3 计算参数

(1) 动力特性计算

计算振型数：9

振型类型：特征向量

(2)非线性计算

梁单元迭代方法：N-L 法

最大迭代次数：16

荷载收敛：0.010

位移收敛：0.010

比例系数：0.100

荷载系数：1.000

考虑缺陷：否

3.4 设计参数

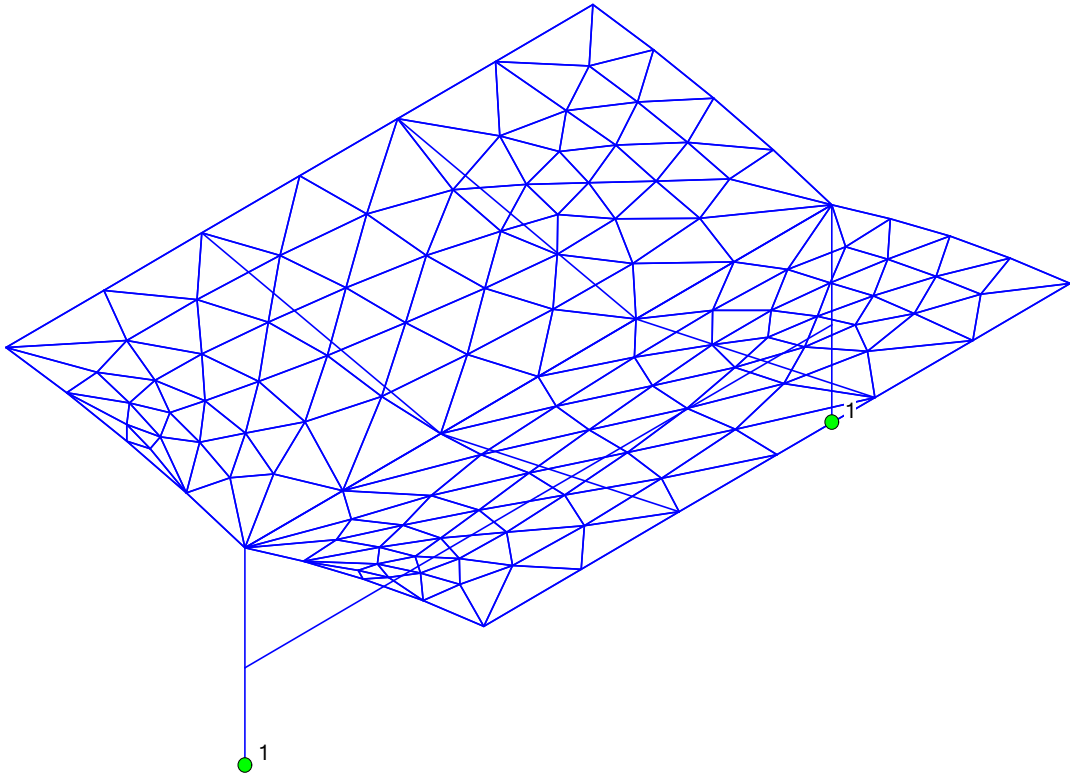
结构重要性系数：0.900

支撑临界角：15.000°

抗震等级		
结构类型	抗震等级	构造措施的抗震等级
钢框架	四级	四级

注：此处为整体抗震等级，若部分构件单独定义了抗震等级请注意检查。

4 计算简图



计算简图（整体）

注：蓝色单元为普通单元，绿色单元为连接单元，绿色实心圆为支座，黄色实心圆为主从节点的主节点

支座信息表（单位：刚度：kN/mm kN*mm/rad 位移：mm rad）						
支座类型	平动 1	平动 2	平动 3	转动 R1	转动 R2	转动 R3
1	刚性	刚性	刚性	刚性	刚性	刚性

5 材料信息

5.1 材料特性

名称	材料	弹性模量(kN/mm2)	泊松比	线膨胀系数	设计强度(MPa)	质量密度(kg/mm3)
Q235B	Q235	206.000	0.300	1.20e-05	按规范	7.85e-06

6 荷载与组合

6.1 工况信息

序号	工况号	荷载类型	自重系数	荷载说明
1	0	恒	1	
2	1	活	0	
3	2	风	0	
4	3	风	0	

6.2 荷载信息

(1)膜面荷载列表(力：kN；分布力：kN/m；弯矩：kN.m；分布弯矩：kN.m/m)

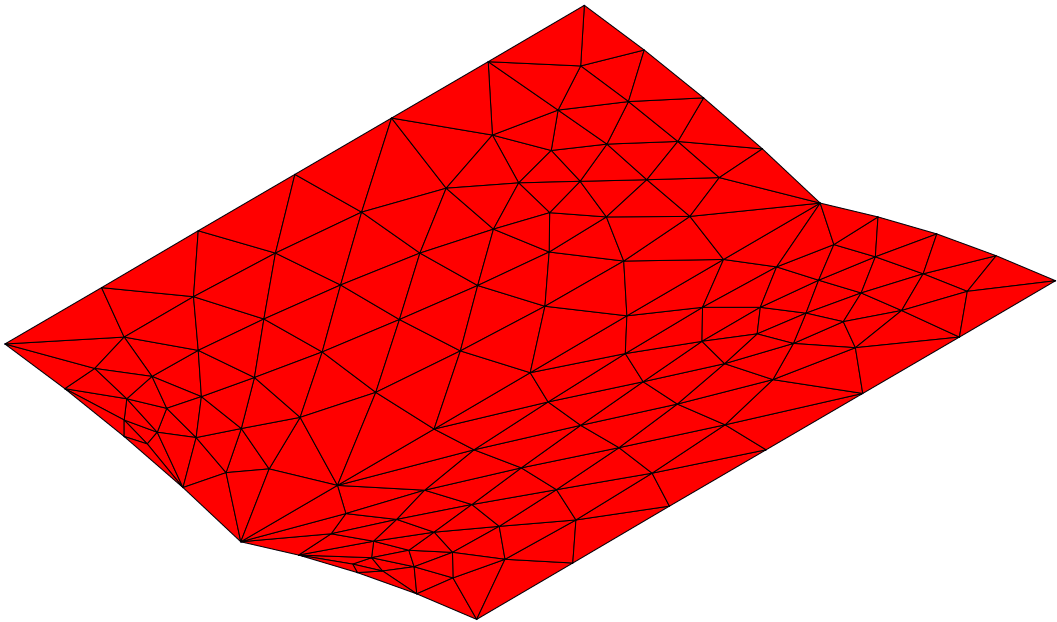
序号	荷载类型	工况	荷载值/风压	体型系数	风振系数	修正系数	参考点高度
1	恒	0	0.020	--	--	--	--
2	活	1	0.550	--	--	--	--
3	风	2	0.450	1.000	1.200	1.000	0.000
4	风	3	0.450	-2.000	1.200	1.000	0.000

6.2.1 恒荷载

6.2.1.1 恒荷载 0

(1)恒荷载 0 膜面导荷载

膜面荷载表		
序号	荷载均布值	不均匀分布
1	0.020	否



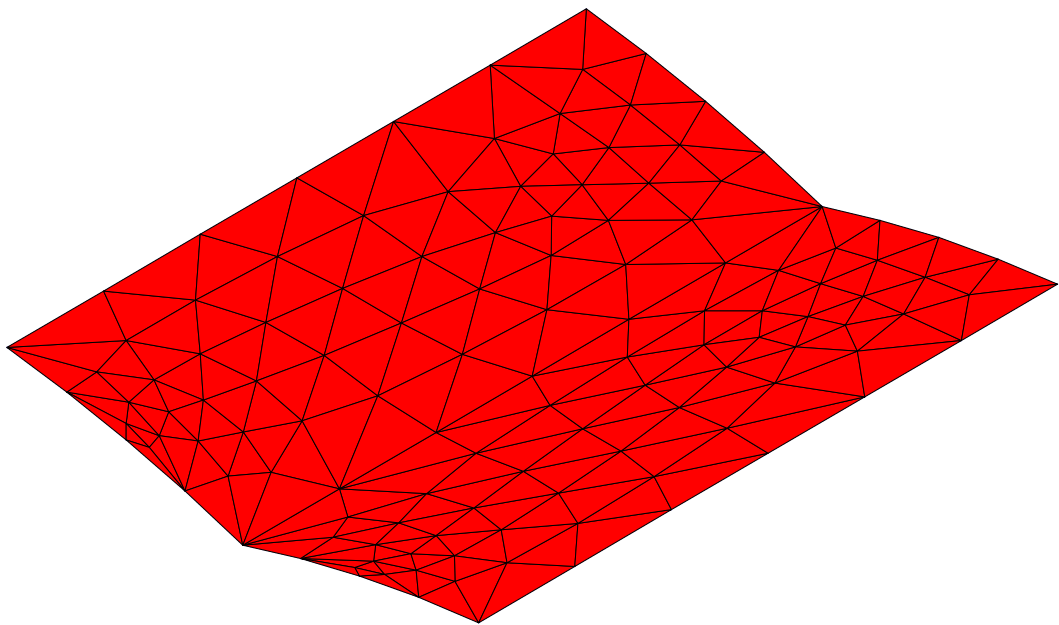
恒荷载工况 0 膜面导荷载分布图（整体）

6.2.2 活荷载

6.2.2.1 活荷载 1

(1)活荷载 1 膜面导荷载

膜面荷载表		
序号	荷载均布值	不均匀分布
1	0. 550	否



活荷载工况 1 膜面导荷载分布图（整体）

6.2.3 风荷载

6.2.3.1 基本参数

基本风压：0. 45 (kN/m²)

地面粗糙度：B

风计算用规范：《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）

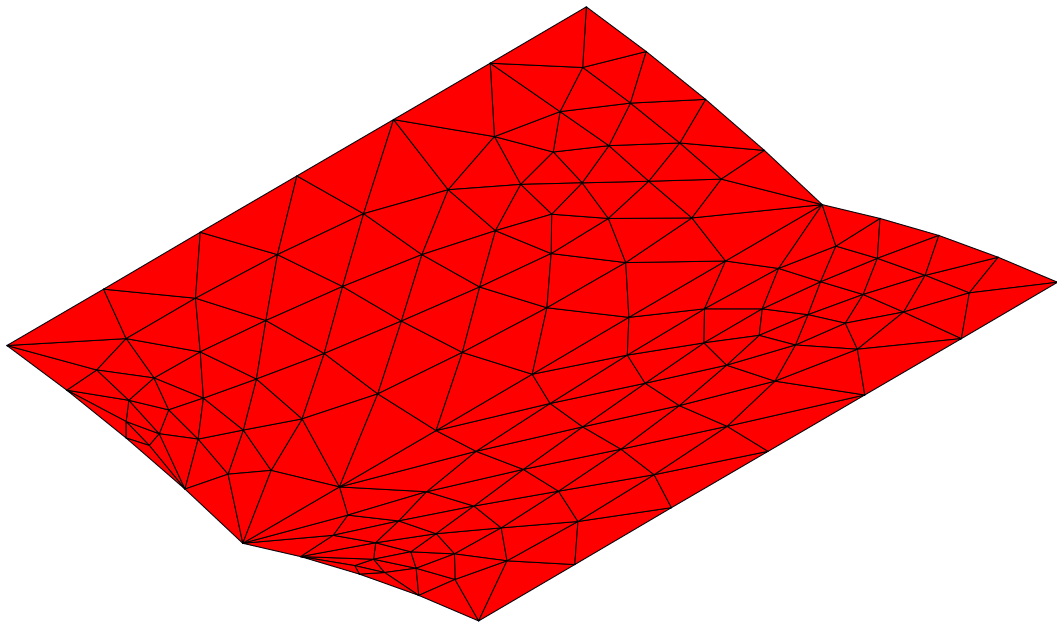
风荷载计算用阻尼比：0. 02

参考点高度 Z0 (m)： 0.00

6.2.3.2 风荷载 2

(1) 风荷载 2 膜面导荷载

膜面荷载表			
序号	基本风压 (kN/m²)	体型系数	风振系数
1	0.450	1.000	1.200



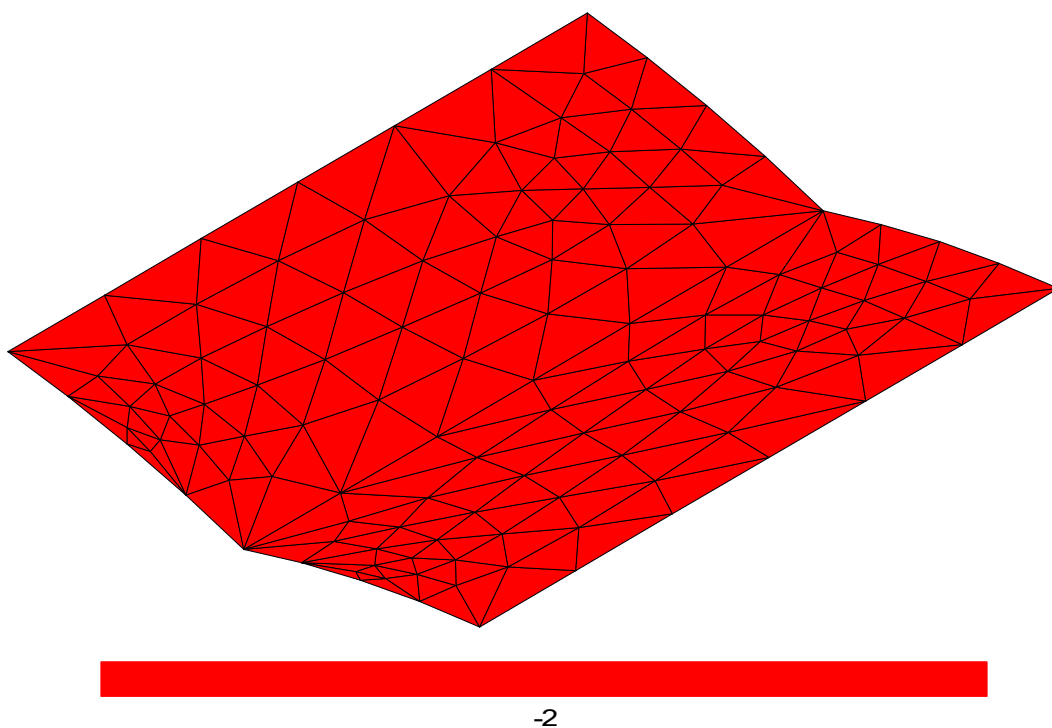
1

风荷载工况 2 体型系数分布图（整体）

6.2.3.3 风荷载 3

(1) 风荷载 3 膜面导荷载

膜面荷载表			
序号	基本风压 (kN/m²)	体型系数	风振系数
1	0.450	-2.000	1.200



风荷载工况 3 体型系数分布图（整体）

6.2.4 地震作用

计算依据：《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)

地震烈度：6 度 0.05g

场地类别：III 类

设计地震分组：第一组

特征周期值(s)：0.45

多遇水平地震影响系数最大值：0.04

罕遇水平地震影响系数最大值：0.28

计算振型数：9

结构阻尼比：0.02

周期折减系数：1

按双向地震作用考虑耦联：否

振型组合方法：CQC

计算竖向地震作用：否

质量源:

$$\text{恒载(工况 0)} * 1.00 + \text{活(工况 1)}_{\text{活}} * 0.50$$

6.3 荷载组合

- (1) 1.300 恒载 + 1.50 活载 1 + 1.000 初始态
- (2) 1.300 恒载 + 1.50 风载 2 + 1.000 初始态
- (3) 1.300 恒载 + 1.50 风载 3 + 1.000 初始态
- (4) 1.300 恒载 + 1.50 活载 1 + 1.50 x 0.60 风载 2 + 1.000 初始态
- (5) 1.300 恒载 + 1.50 活载 1 + 1.50 x 0.60 风载 3 + 1.000 初始态
- (6) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 1 + 1.50 风载 2 + 1.000 初始态
- (7) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 1 + 1.50 风载 3 + 1.000 初始态
- (8) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 1 + 1.50 x 0.60 风载 2 + 1.000 初始态
- (9) 1.300 恒载 + 1.50 x 0.70 活载 1 + 1.50 x 0.60 风载 3 + 1.000 初始态
- (10) 1.300 恒载 + 1.30 x 0.50 活载 1 + 1.400 水平地震 + 1.000 初始态
- (11) 1.000 恒载 + 1.50 风载 2 + 1.000 初始态
- (12) 1.000 恒载 + 1.50 风载 3 + 1.000 初始态
- (13) 1.000 恒载 + 1.00 x 0.50 活载 1 + 1.400 水平地震 + 1.000 初始态

7 周期与振型

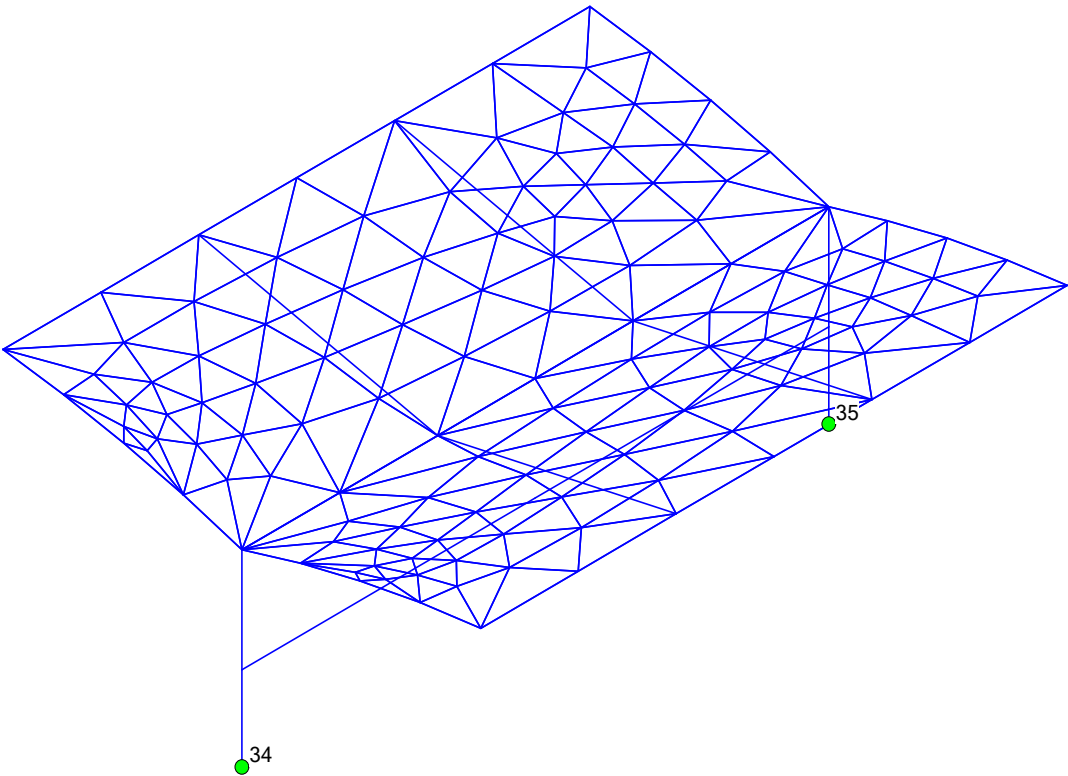
7.1 周期与质量参与系数

振型	周期(s)	X 向质量参与系数	Y 向质量参与系数	Z 向质量参与系数
1	0.482	0.000%	2.374%	0.000%
2	0.482	0.000%	0.000%	38.864%
3	0.389	0.000%	0.002%	0.000%
4	0.388	0.007%	0.000%	0.034%
5	0.320	0.000%	0.353%	0.000%
6	0.318	0.000%	0.000%	4.641%
7	0.270	0.000%	0.000%	0.000%
8	0.269	0.002%	0.000%	0.003%
9	0.268	0.000%	0.002%	0.000%

合计		0.009%	2.731%	43.542%
----	--	--------	--------	---------

8 非线性计算结果

8.1 非线性反力



支座节点编号图（整体）

8.1.1 最不利反力

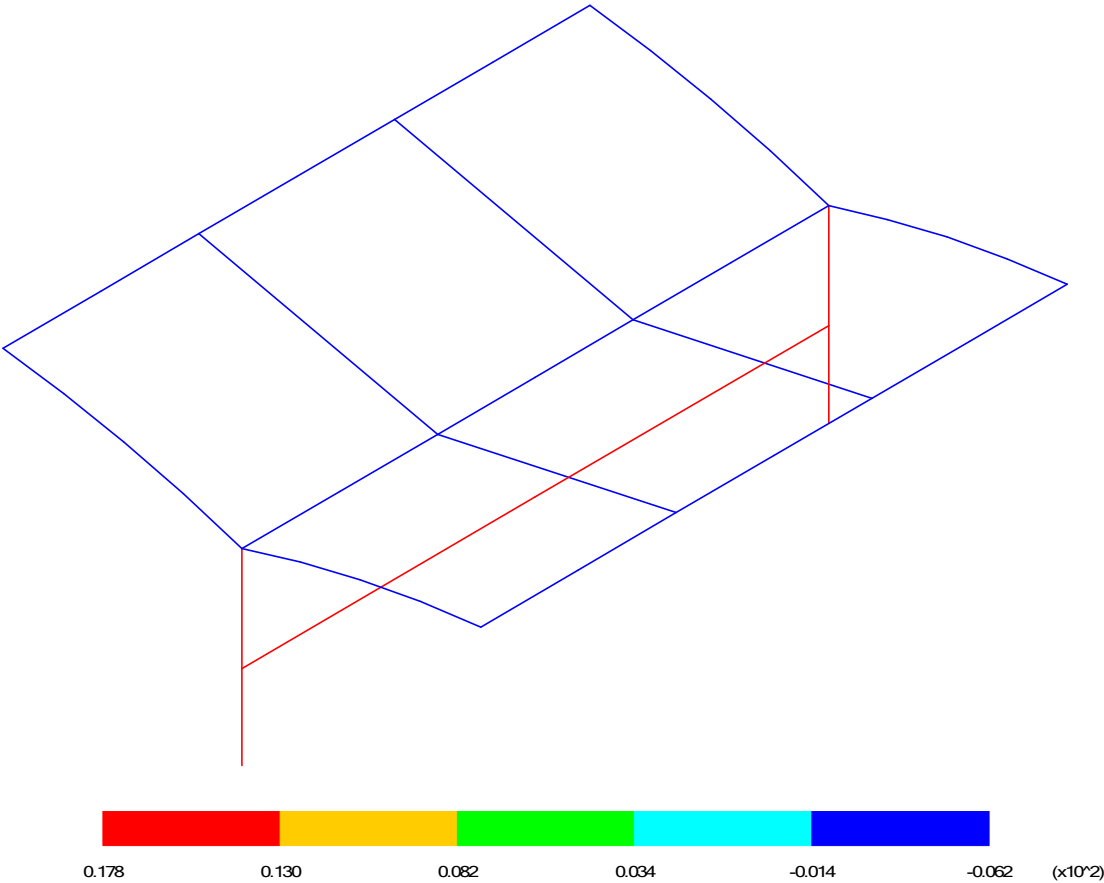
非线性组合最不利反力表(承载能力)(单位：kN、kN.m)									
节点号	控制	组合号	组合序号	N1	N2	N3	M1	M2	M3
35	N1 最大	6	1	2.008	-0.000	23.449	0.000	-0.123	0.000
35	N2 最大	13	4	0.477	0.009	7.448	-0.067	-0.062	0.000
35	N3 最大	6	1	2.008	-0.000	23.449	0.000	-0.123	0.000
35	M1 最大	13	3	0.477	-0.009	7.448	0.067	-0.062	-0.000
35	M2 最大	13	3	0.477	-0.009	7.448	0.067	-0.062	-0.000
35	M3 最大	13	4	0.477	0.009	7.448	-0.067	-0.062	0.000
35	合力最大	6	1	2.008	-0.000	23.449	0.000	-0.123	0.000

35	N1 最小	3	1	-2.507	-0.000	-16.644	0.000	-0.099	-0.000
35	N2 最小	13	3	0.477	-0.009	7.448	0.067	-0.062	-0.000
35	N3 最小	3	1	-2.507	-0.000	-16.644	0.000	-0.099	-0.000
35	M1 最小	13	4	0.477	0.009	7.448	-0.067	-0.062	0.000
35	M2 最小	6	1	2.008	-0.000	23.449	0.000	-0.123	0.000
35	M3 最小	13	3	0.477	-0.009	7.448	0.067	-0.062	-0.000
34	N1 最大	3	1	2.507	0.000	-16.631	0.000	0.079	0.000
34	N2 最大	13	4	-0.477	0.009	7.445	-0.066	0.067	-0.000
34	N3 最大	6	1	-2.008	0.000	23.437	-0.000	0.141	-0.000
34	M1 最大	13	3	-0.477	-0.009	7.445	0.066	0.067	0.000
34	M2 最大	6	1	-2.008	0.000	23.437	-0.000	0.141	-0.000
34	M3 最大	13	3	-0.477	-0.009	7.445	0.066	0.067	0.000
34	合力最大	6	1	-2.008	0.000	23.437	-0.000	0.141	-0.000
34	N1 最小	6	1	-2.008	0.000	23.437	-0.000	0.141	-0.000
34	N2 最小	13	3	-0.477	-0.009	7.445	0.066	0.067	0.000
34	N3 最小	3	1	2.507	0.000	-16.631	0.000	0.079	0.000
34	M1 最小	13	4	-0.477	0.009	7.445	-0.066	0.067	-0.000
34	M2 最小	9	1	0.418	-0.000	0.252	0.000	0.062	0.000
34	M3 最小	13	4	-0.477	0.009	7.445	-0.066	0.067	-0.000
非线性组合最不利反力表(正常使用)(单位: kN、kN.m)									
节点号	控制	组合号	组合序号	N1	N2	N3	M1	M2	M3
35	N1 最大	6	1	1.370	0.000	16.088	-0.000	-0.086	0.000
35	N2 最大	13	4	0.477	0.007	7.448	-0.048	-0.062	0.000
35	N3 最大	6	1	1.370	0.000	16.088	-0.000	-0.086	0.000
35	M1 最大	13	3	0.477	-0.007	7.448	0.048	-0.062	-0.000
35	M2 最大	9	1	-0.278	-0.000	0.623	0.000	-0.053	0.000
35	M3 最大	13	4	0.477	0.007	7.448	-0.048	-0.062	0.000
35	合力最大	6	1	1.370	0.000	16.088	-0.000	-0.086	0.000
35	N1 最小	3	1	-1.651	0.000	-10.640	-0.000	-0.070	0.000
35	N2 最小	13	3	0.477	-0.007	7.448	0.048	-0.062	-0.000
35	N3 最小	3	1	-1.651	0.000	-10.640	-0.000	-0.070	0.000
35	M1 最小	13	4	0.477	0.007	7.448	-0.048	-0.062	0.000
35	M2 最小	6	1	1.370	0.000	16.088	-0.000	-0.086	0.000
35	M3 最小	13	3	0.477	-0.007	7.448	0.048	-0.062	-0.000
34	N1 最大	3	1	1.651	0.000	-10.631	-0.000	0.057	-0.000
34	N2 最大	13	4	-0.477	0.007	7.445	-0.047	0.067	-0.000
34	N3 最大	6	1	-1.370	0.000	16.080	-0.000	0.098	-0.000

34	M1 最大	13	3	-0.477	-0.007	7.445	0.047	0.067	0.000
34	M2 最大	6	1	-1.370	0.000	16.080	-0.000	0.098	-0.000
34	M3 最大	13	3	-0.477	-0.007	7.445	0.047	0.067	0.000
34	合力最大	6	1	-1.370	0.000	16.080	-0.000	0.098	-0.000
34	N1 最小	6	1	-1.370	0.000	16.080	-0.000	0.098	-0.000
34	N2 最小	13	3	-0.477	-0.007	7.445	0.047	0.067	0.000
34	N3 最小	3	1	1.651	0.000	-10.631	-0.000	0.057	-0.000
34	M1 最小	13	4	-0.477	0.007	7.445	-0.047	0.067	-0.000
34	M2 最小	7	1	0.952	-0.000	-4.996	-0.000	0.052	0.000
34	M3 最小	13	4	-0.477	0.007	7.445	-0.047	0.067	-0.000

8.2 非线性内力

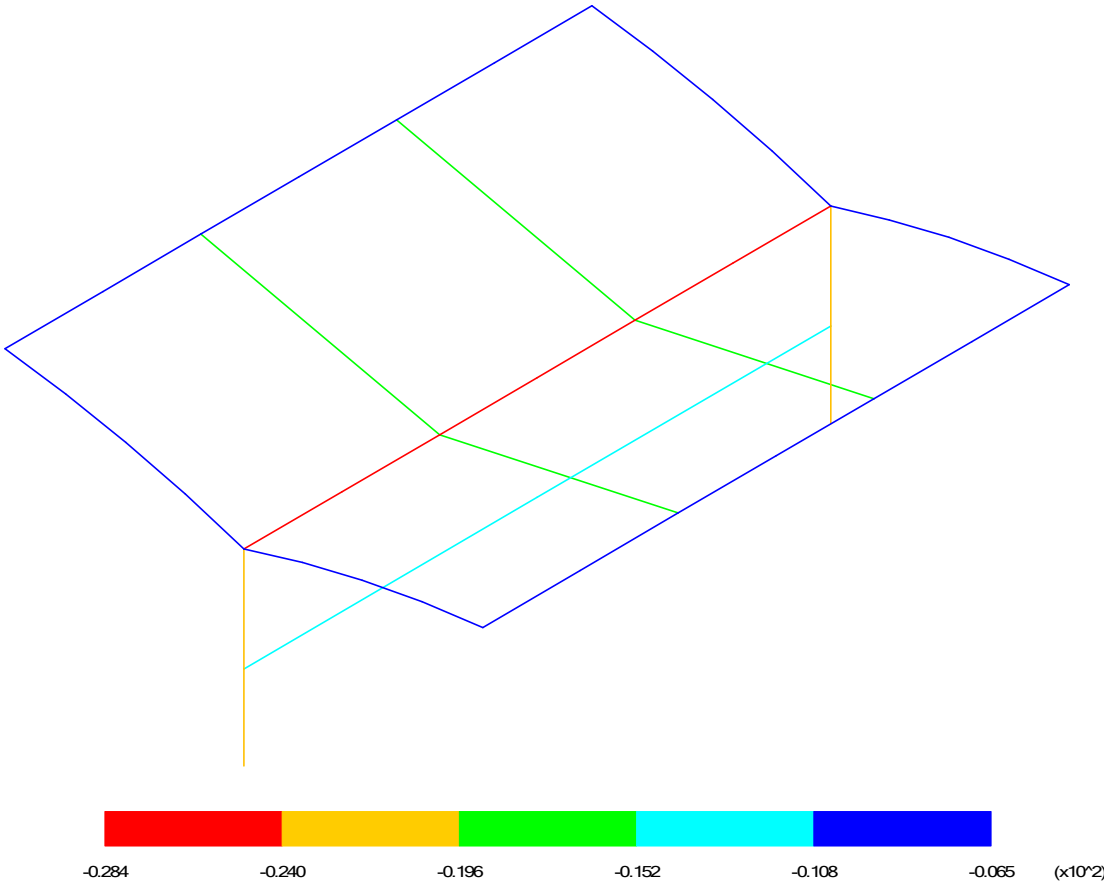
8.2.1 非线性组合包络（承载能力）



非线性承载能力轴力 N 最大包络云图:kN（整体）

轴力 N 最大的前 10 个单元的内力（单位：m，kN，kN.m）（承载能力）

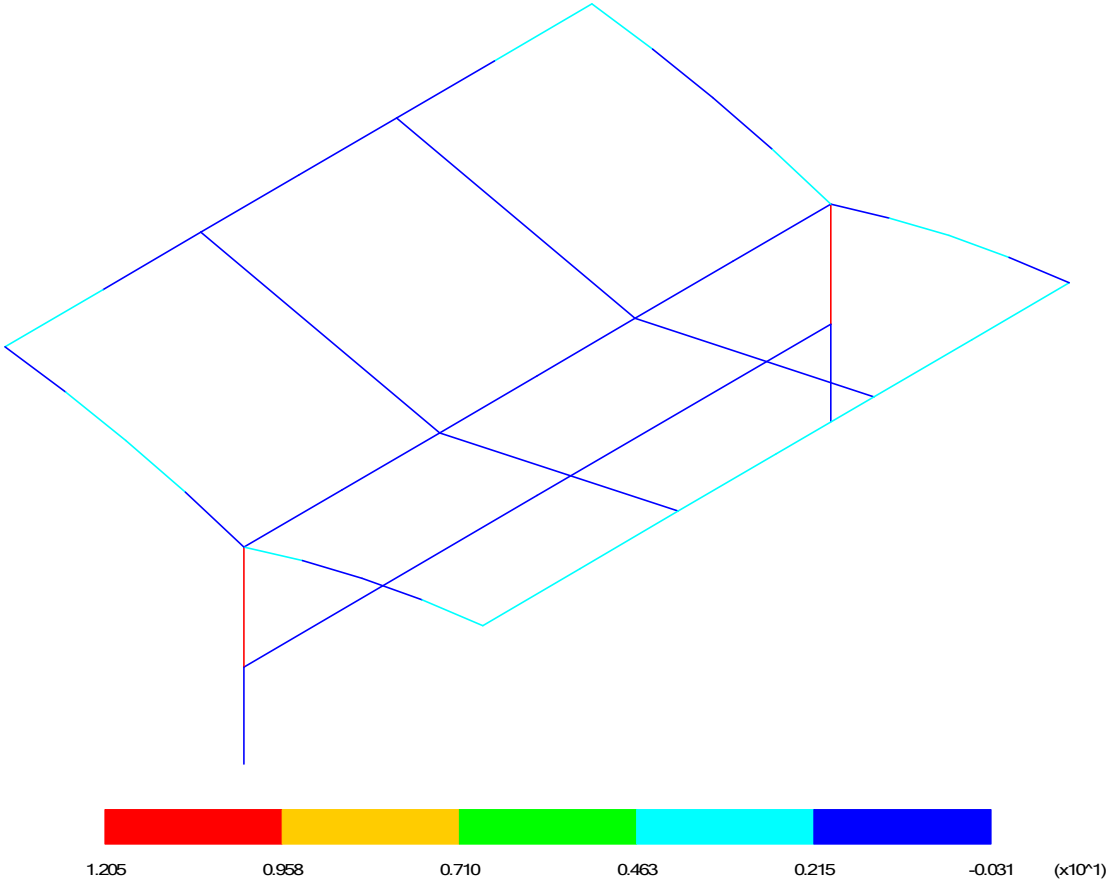
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	36	3	1	1.050	17.790	-0.000	-10.982	0.000	-9.643	-0.000
2	38	3	1	1.050	17.776	-0.000	10.981	0.000	9.617	-0.000
3	35	3	1	0.850	17.041	-0.000	2.512	-0.000	2.036	-0.000
4	37	3	1	0.850	17.027	0.000	-2.512	0.000	-2.057	-0.000
5	39	6	1	3.000	15.482	0.001	-0.000	0.000	0.000	-0.126
6	40	6	1	0.000	15.482	0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.126
7	29	3	1	0.000	-1.969	11.438	-0.000	-0.000	0.000	0.093
8	11	3	1	1.000	-2.028	-11.378	-0.000	0.000	-0.000	0.028
9	25	3	1	1.000	-3.396	-4.842	-0.000	0.000	-0.000	4.758
10	28	3	1	0.000	-3.405	4.780	-0.000	-0.000	0.000	4.761



非线性承载能力轴力 N 最小包络云图:kN（整体）

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（承载能力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	29	6	1	0.000	-28.392	-7.917	0.000	0.000	-0.000	1.393
2	11	6	1	1.000	-28.330	7.848	0.000	-0.000	0.000	1.452
3	25	6	1	1.000	-26.469	8.485	0.000	-0.000	0.000	-7.144

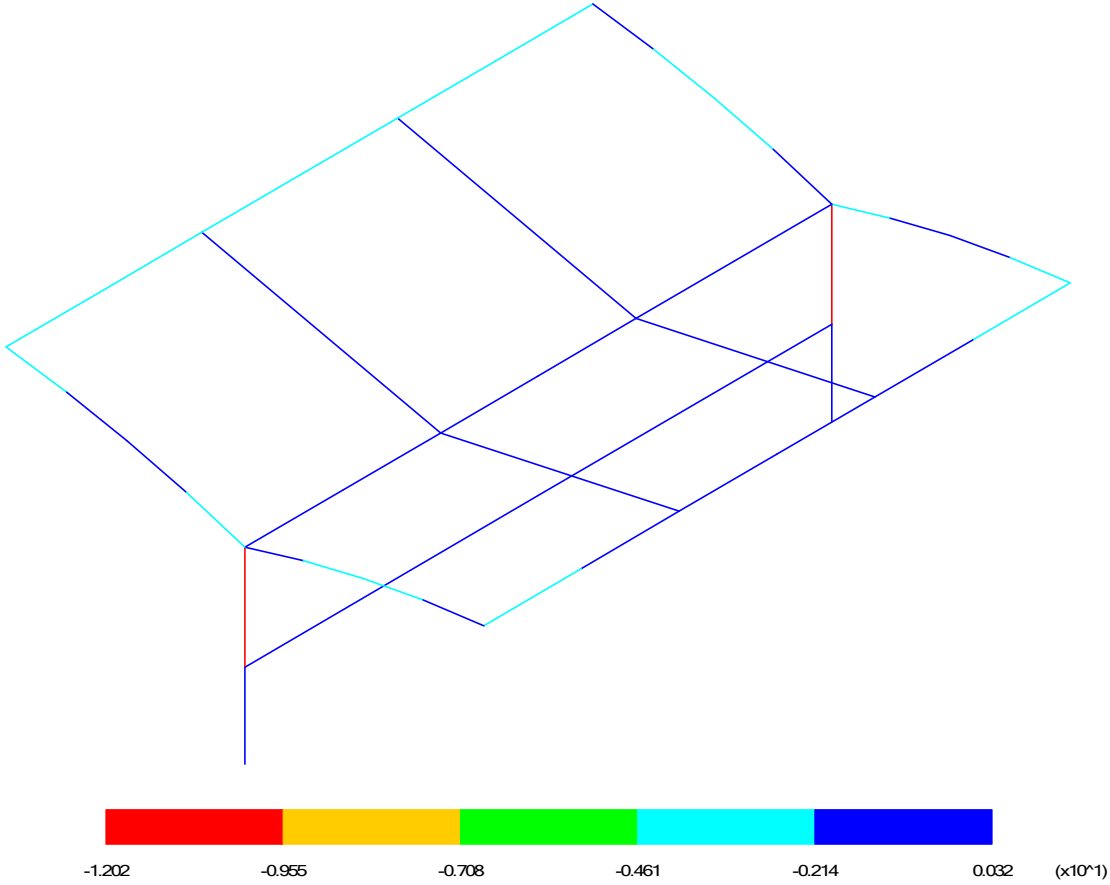
4	28	6	1	0.000	-26.437	-8.439	0.000	0.000	-0.000	-7.157
5	27	6	1	0.000	-24.350	0.157	-0.000	0.000	0.000	-7.258
6	26	6	1	1.000	-24.292	-0.131	-0.000	0.000	0.000	-7.258
7	35	6	1	0.000	-23.449	-0.000	-2.001	0.000	-0.123	-0.000
8	37	6	1	0.000	-23.437	0.000	2.000	-0.000	0.141	0.000
9	36	6	1	0.000	-22.799	-0.000	13.464	-0.000	-2.086	-0.000
10	38	6	1	0.000	-22.785	0.000	-13.464	-0.000	2.108	0.000



非线性承载力弯矩 M2 最大包络云图:kN.m（整体）

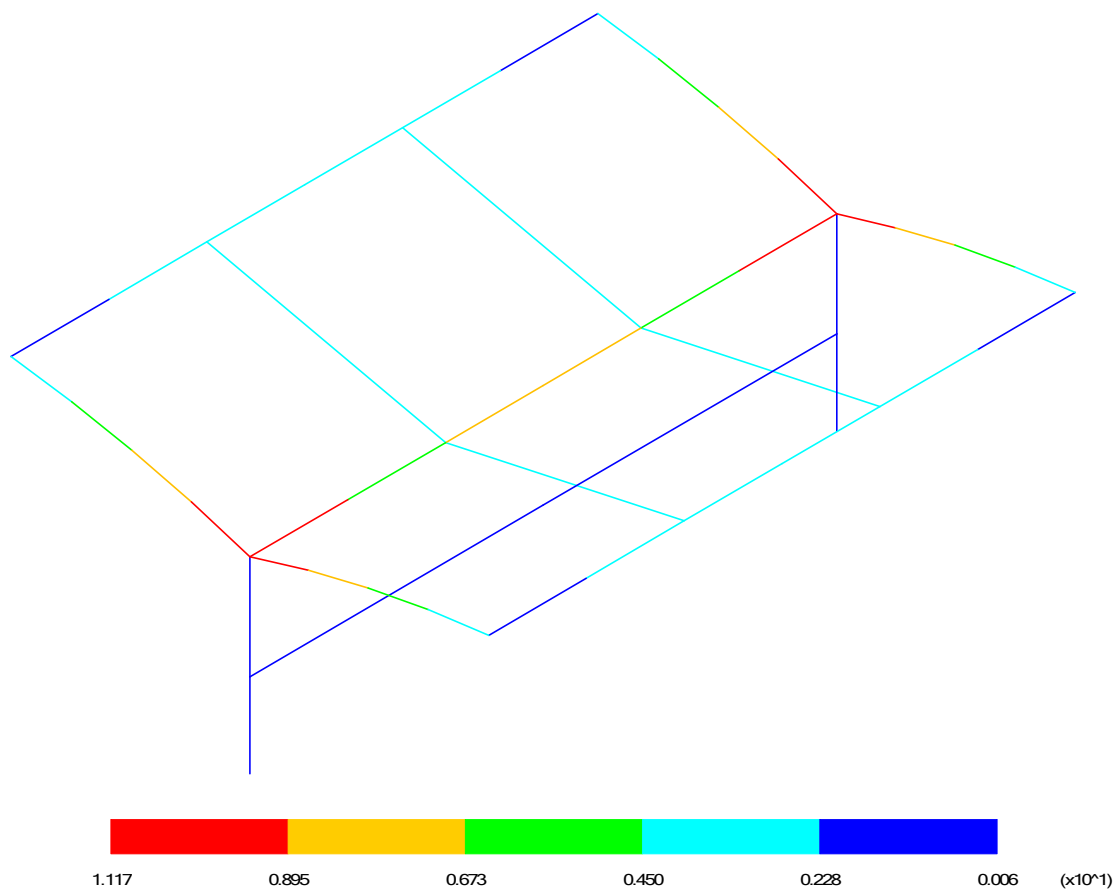
弯矩 M2 最大的前 10 个单元的内力（单位： m, kN, kN.m）（承载力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	36	6	1	1.050	-22.308	-0.000	13.464	-0.000	12.053	-0.000
2	38	3	1	1.050	17.776	-0.000	10.981	0.000	9.617	-0.000
3	12	6	1	0.625	-8.187	-5.315	7.413	0.108	4.233	11.174
4	8	6	1	0.625	-8.153	-5.291	7.331	0.108	4.214	11.167
5	5	6	1	0.000	-6.381	-2.798	-6.879	-0.059	3.441	0.991
6	15	6	1	0.000	-6.240	-2.821	-6.800	-0.059	3.416	0.986
7	9	6	1	0.000	-7.678	3.151	-4.002	1.001	3.412	0.422

8	24	6	1	1.000	-7.653	-3.105	4.008	-0.995	3.387	0.419
9	32	3	1	0.000	-5.248	-0.049	-4.444	-0.014	2.810	3.377
10	31	3	1	1.000	-5.295	0.095	4.411	0.005	2.810	3.377



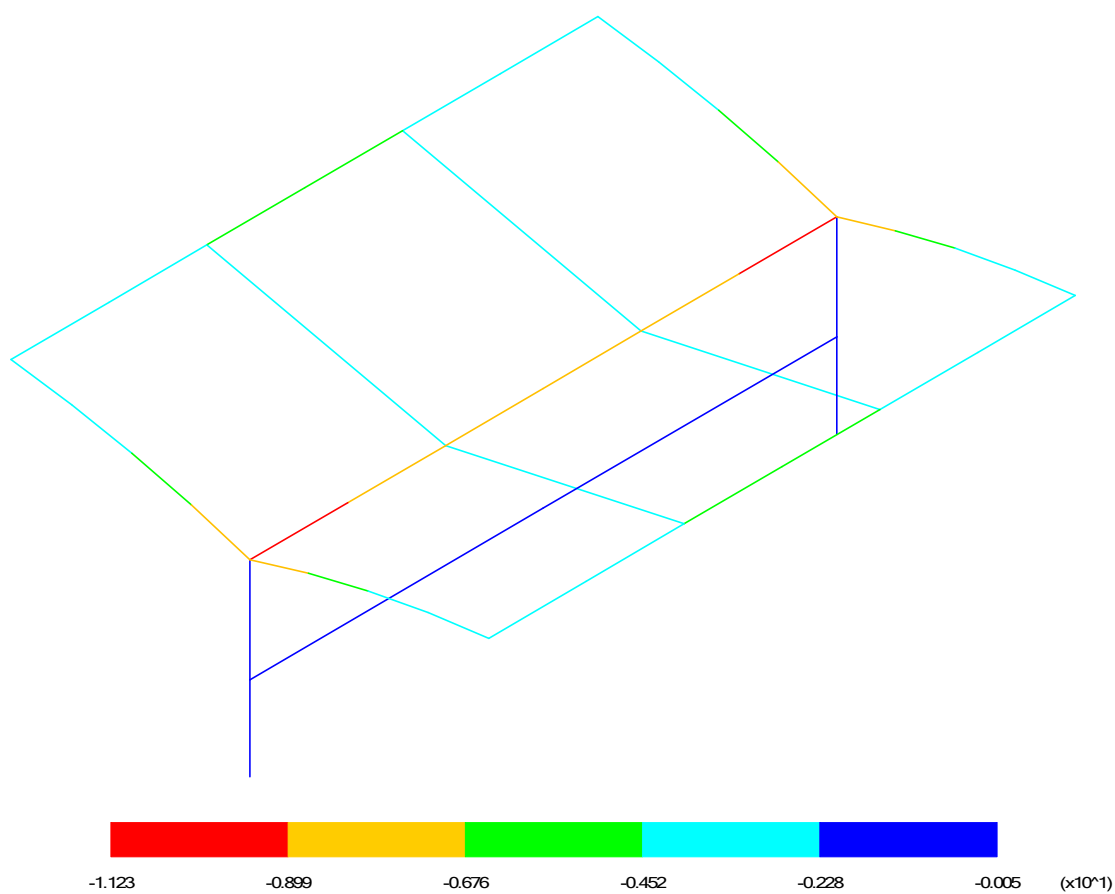
非线性承载力弯矩 M2 最小包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（承载力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	38	6	1	1.050	-22.294	0.000	-13.465	-0.000	-12.032	0.000
2	36	3	1	1.050	17.790	-0.000	-10.982	0.000	-9.643	-0.000
3	19	6	1	0.625	-8.281	-5.315	-7.415	-0.108	-4.233	11.174
4	1	6	1	0.625	-8.058	-5.291	-7.329	-0.108	-4.214	11.167
5	4	6	1	0.000	-6.381	-2.798	6.876	0.059	-3.441	0.991
6	16	6	1	0.000	-6.240	-2.821	6.803	0.059	-3.416	0.986
7	10	6	1	0.000	-7.678	3.151	4.002	-1.001	-3.412	0.422
8	34	6	1	1.000	-7.653	-3.105	-4.008	0.995	-3.387	0.419
9	22	3	1	0.000	-5.248	-0.049	4.444	0.014	-2.810	3.377
10	21	3	1	1.000	-5.295	0.095	-4.411	-0.005	-2.810	3.377



非线性承载力弯矩 M3 最大包络云图:kN.m (整体)

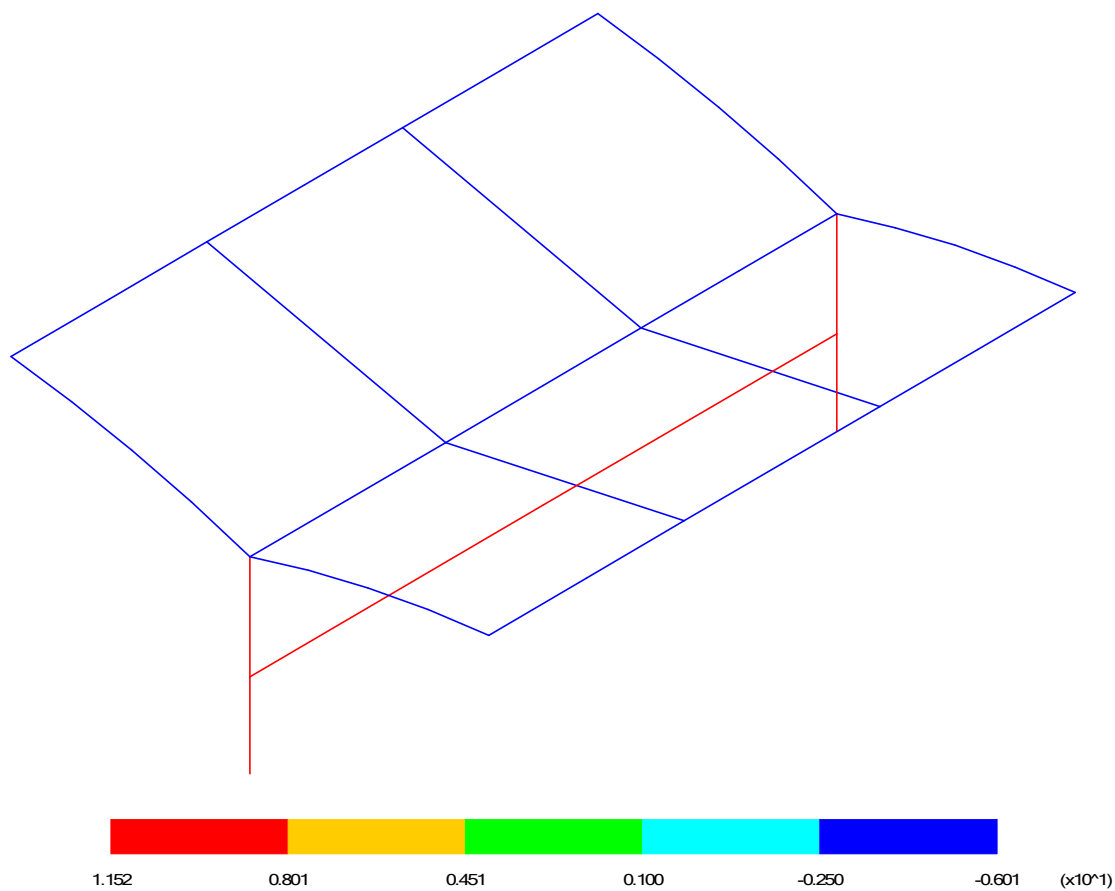
弯矩 M3 最大的前 10 个单元的内力 (单位: m, kN, kN.m) (承载力)										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	12	6	1	0.625	-8.187	-5.315	7.413	0.108	4.233	11.174
2	19	6	1	0.625	-8.281	-5.315	-7.415	-0.108	-4.233	11.174
3	8	6	1	0.625	-8.153	-5.291	7.331	0.108	4.214	11.167
4	1	6	1	0.625	-8.058	-5.291	-7.329	-0.108	-4.214	11.167
5	29	6	1	1.000	-28.390	-8.141	0.000	0.000	0.000	9.421
6	11	6	1	0.000	-28.329	8.071	0.000	-0.000	-0.000	9.411
7	26	3	1	1.000	-4.861	-3.514	0.000	-0.000	-0.000	8.348
8	27	3	1	0.000	-4.860	3.504	0.000	-0.000	-0.000	8.348
9	7	6	1	0.625	-7.117	-4.667	3.166	0.090	-0.281	7.909
10	2	6	1	0.625	-7.044	-4.667	-3.163	-0.090	0.281	7.909



非线性承载力弯矩 M3 最小包络云图:kN.m（整体）

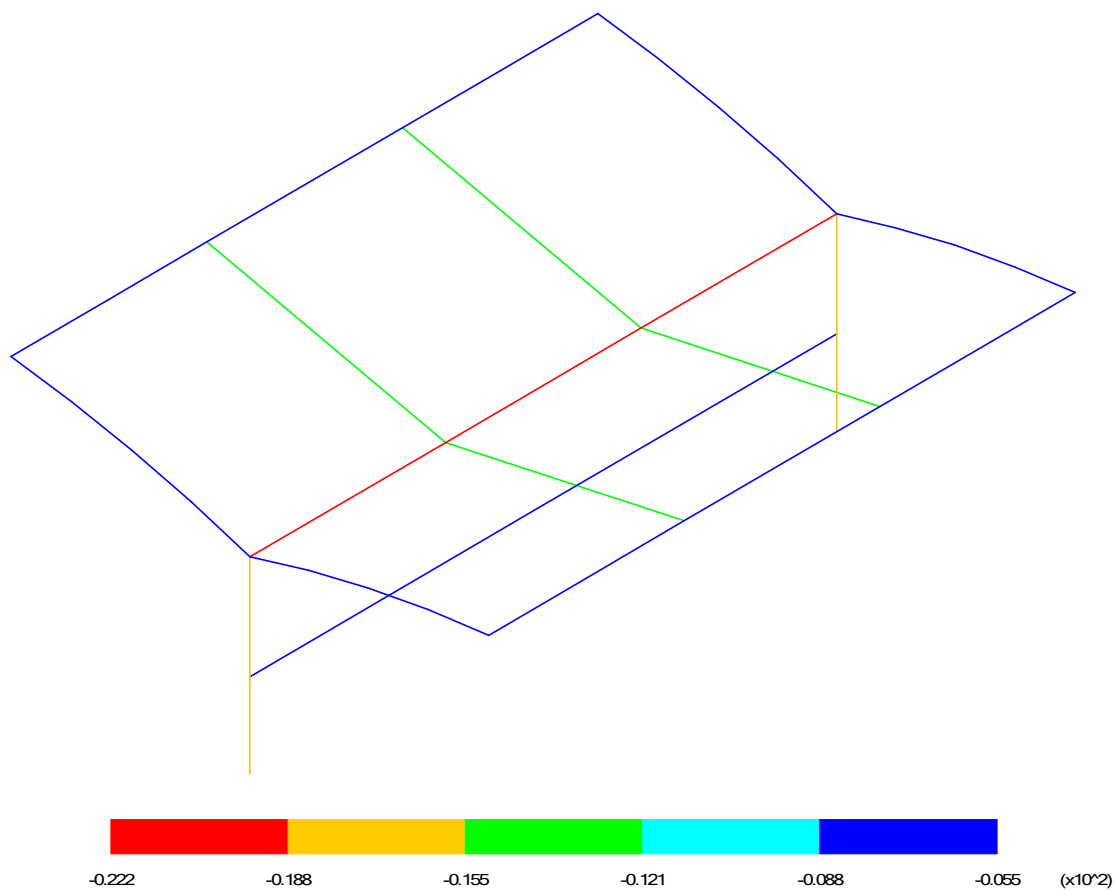
弯矩 M3 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（承载力）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	11	3	1	0.000	-2.030	-11.155	-0.000	0.000	0.000	-11.239
2	29	3	1	1.000	-1.970	11.215	-0.000	-0.000	0.000	-11.234
3	19	3	1	0.625	-5.567	3.960	-4.552	-0.017	-2.734	-8.940
4	12	3	1	0.625	-5.472	3.960	4.553	0.017	2.734	-8.940
5	8	3	1	0.625	-5.789	3.964	4.686	0.019	2.783	-8.939
6	1	3	1	0.625	-5.694	3.964	-4.687	-0.019	-2.783	-8.939
7	27	6	1	0.667	-24.349	0.008	-0.000	0.000	-0.000	-7.313
8	26	6	1	0.417	-24.292	-0.001	-0.000	0.000	0.000	-7.297
9	28	6	1	0.000	-26.437	-8.439	0.000	0.000	-0.000	-7.157
10	25	6	1	1.000	-26.469	8.485	0.000	-0.000	0.000	-7.144

8.2.2 非线性组合包络（正常使用）



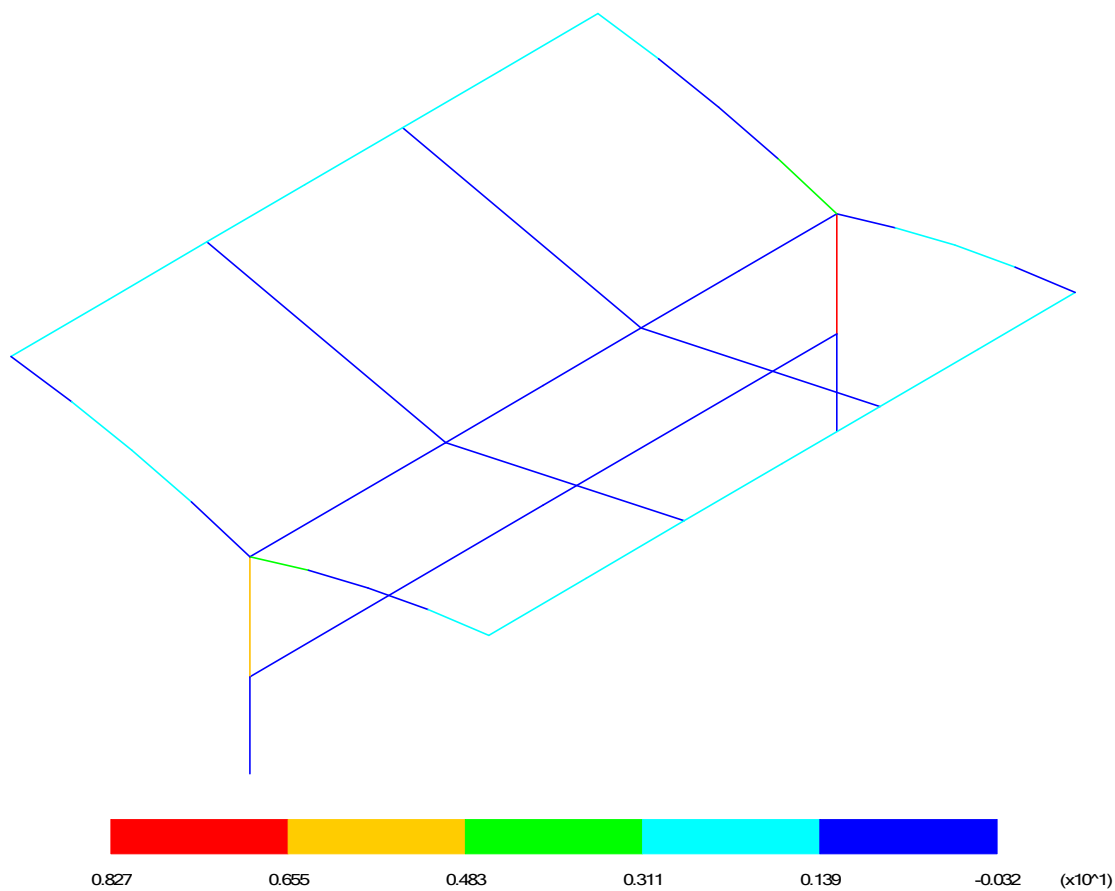
非线性正常使用轴力 N 最大包络云图:kN（整体）

轴力 N 最大的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	36	3	1	1.050	11.522	0.000	-7.116	0.000	-6.253	0.000
2	38	3	1	1.050	11.513	0.000	7.115	0.000	6.237	0.000
3	35	3	1	0.850	10.945	0.000	1.652	0.000	1.334	0.000
4	37	3	1	0.850	10.936	0.000	-1.653	-0.000	-1.347	0.000
5	40	6	1	3.000	10.626	-0.199	-0.000	0.000	0.000	0.195
6	39	6	1	0.000	10.626	0.200	-0.000	0.000	0.000	0.198
7	4	5	1	0.625	-3.476	-0.334	2.621	0.034	0.351	0.216
8	15	5	1	0.625	-3.485	-0.335	-2.633	-0.034	-0.354	0.216
9	5	5	1	0.000	-3.490	-0.231	-2.621	-0.034	1.288	0.039
10	16	5	1	0.000	-3.500	-0.231	2.633	0.034	-1.293	0.039



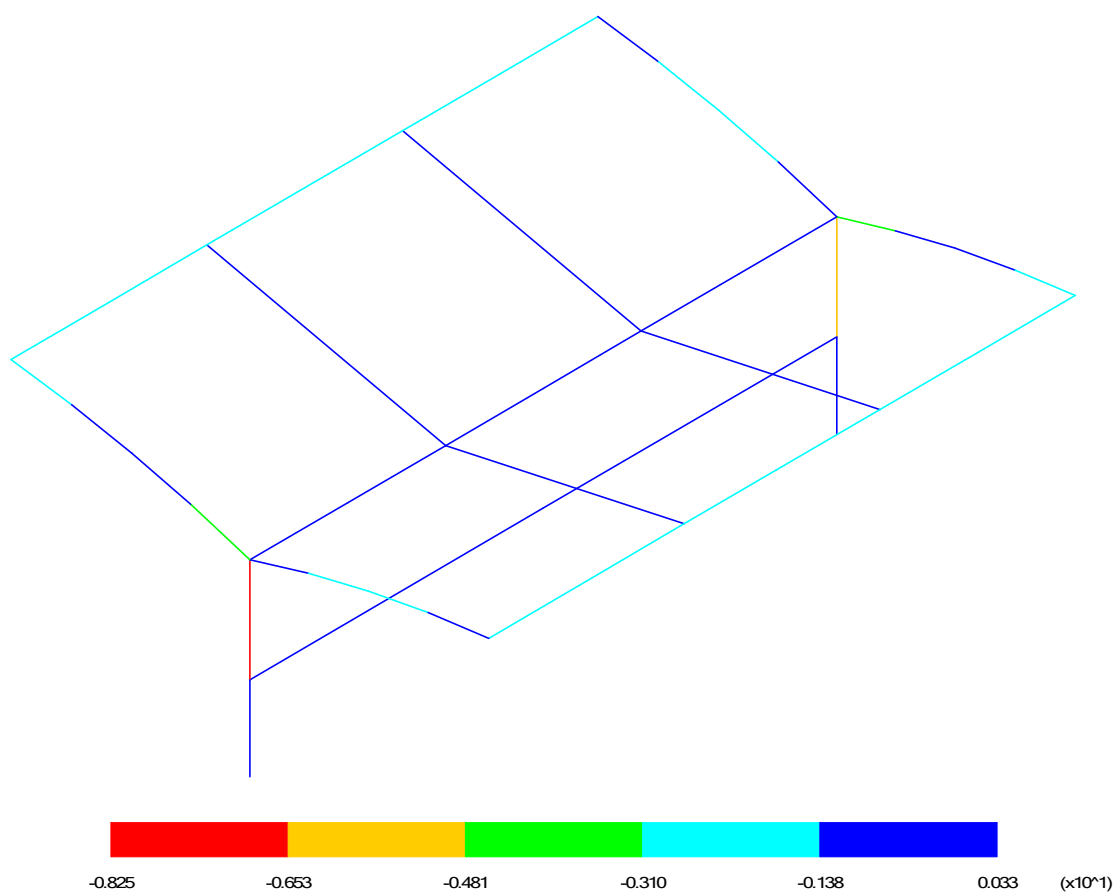
非线性正常使用轴力 N 最小包络云图:kN（整体）

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	29	6	1	0.000	-22.166	-5.017	-0.000	0.000	-0.000	0.971
2	11	6	1	1.000	-22.120	4.973	0.000	-0.000	0.000	1.010
3	25	6	1	1.000	-20.796	5.800	0.000	-0.000	0.000	-4.876
4	28	6	1	0.000	-20.762	-5.766	-0.000	0.000	-0.000	-4.881
5	27	6	1	0.000	-19.253	0.385	-0.000	0.000	0.000	-4.675
6	26	6	1	1.000	-19.214	-0.371	-0.000	0.000	0.000	-4.675
7	35	6	1	0.000	-16.089	0.000	-1.366	0.000	-0.086	0.000
8	37	6	1	0.000	-16.081	0.000	1.366	-0.000	0.098	0.000
9	36	6	1	0.000	-15.586	0.000	9.252	0.000	-1.443	0.000
10	38	6	1	0.000	-15.577	-0.000	-9.252	-0.000	1.458	0.000



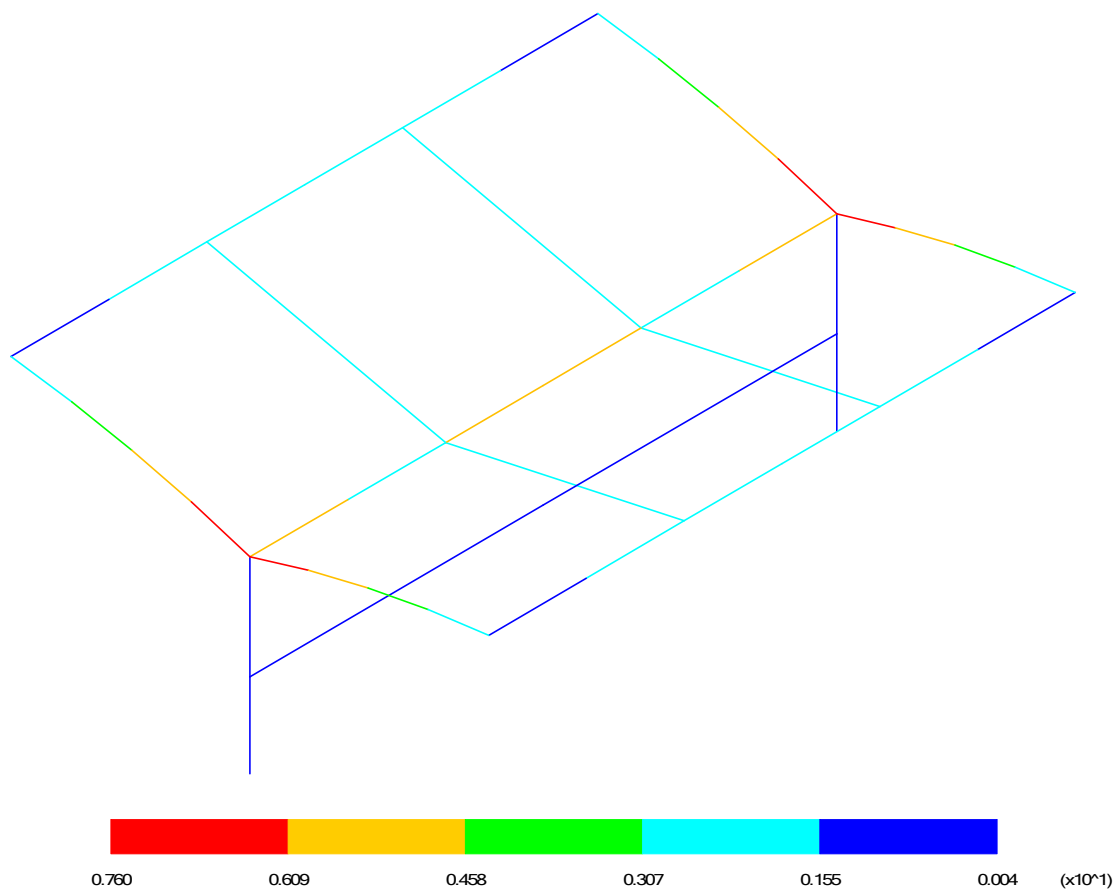
非线性正常使用弯矩 M2 最大包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最大的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	36	6	1	1.050	-15.209	0.000	9.252	0.000	8.273	0.000
2	38	3	1	1.050	11.513	0.000	7.115	0.000	6.237	0.000
3	12	6	1	0.625	-6.516	-3.639	6.172	0.087	3.542	7.600
4	8	6	1	0.625	-6.474	-3.621	6.102	0.087	3.525	7.595
5	5	6	1	0.000	-5.295	-1.907	-5.615	-0.056	2.776	0.666
6	9	6	1	0.000	-6.374	2.210	-3.274	0.678	2.755	0.332
7	15	6	1	0.000	-5.174	-1.923	-5.544	-0.055	2.753	0.663
8	24	6	1	1.000	-6.351	-2.177	3.270	-0.675	2.732	0.329
9	32	3	1	0.000	-4.676	-0.159	-3.538	-0.008	2.174	2.136
10	31	3	1	1.000	-4.699	0.189	3.516	0.002	2.174	2.136



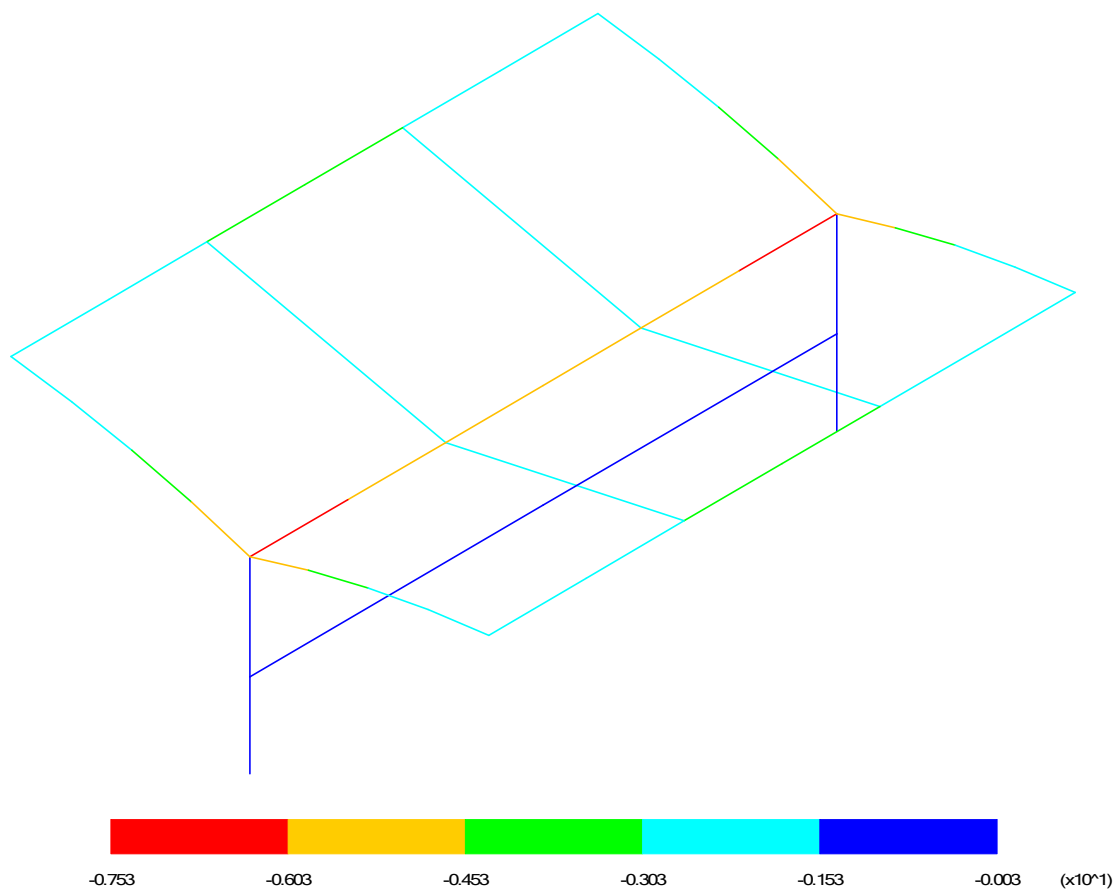
非线性正常使用弯矩 M2 最小包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	38	6	1	1.050	-15.200	-0.000	-9.253	-0.000	-8.259	0.000
2	36	3	1	1.050	11.522	0.000	-7.116	0.000	-6.253	0.000
3	19	6	1	0.625	-6.589	-3.639	-6.173	-0.087	-3.542	7.600
4	1	6	1	0.625	-6.401	-3.621	-6.101	-0.087	-3.525	7.595
5	4	6	1	0.000	-5.295	-1.907	5.613	0.056	-2.776	0.666
6	10	6	1	0.000	-6.374	2.210	3.274	-0.678	-2.755	0.332
7	16	6	1	0.000	-5.174	-1.923	5.546	0.055	-2.753	0.663
8	34	6	1	1.000	-6.351	-2.177	-3.270	0.675	-2.732	0.329
9	22	3	1	0.000	-4.676	-0.159	3.538	0.008	-2.174	2.136
10	21	3	1	1.000	-4.699	0.189	-3.516	-0.002	-2.174	2.136



非线性正常使用弯矩 M3 最大包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M3 最大的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	19	6	1	0.625	-6.589	-3.639	-6.173	-0.087	-3.542	7.600
2	12	6	1	0.625	-6.516	-3.639	6.172	0.087	3.542	7.600
3	8	6	1	0.625	-6.474	-3.621	6.102	0.087	3.525	7.595
4	1	6	1	0.625	-6.401	-3.621	-6.101	-0.087	-3.525	7.595
5	29	6	1	1.000	-22.165	-5.189	-0.000	0.000	-0.000	6.074
6	11	6	1	0.000	-22.119	5.145	0.000	-0.000	-0.000	6.070
7	26	3	1	1.000	-5.810	-2.588	0.000	-0.000	0.000	5.618
8	27	3	1	0.000	-5.808	2.582	0.000	-0.000	0.000	5.618
9	7	6	1	0.625	-5.735	-3.192	2.588	0.072	-0.249	5.376
10	2	6	1	0.625	-5.679	-3.192	-2.586	-0.072	0.249	5.376

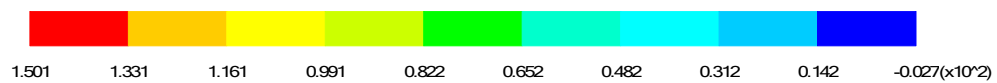
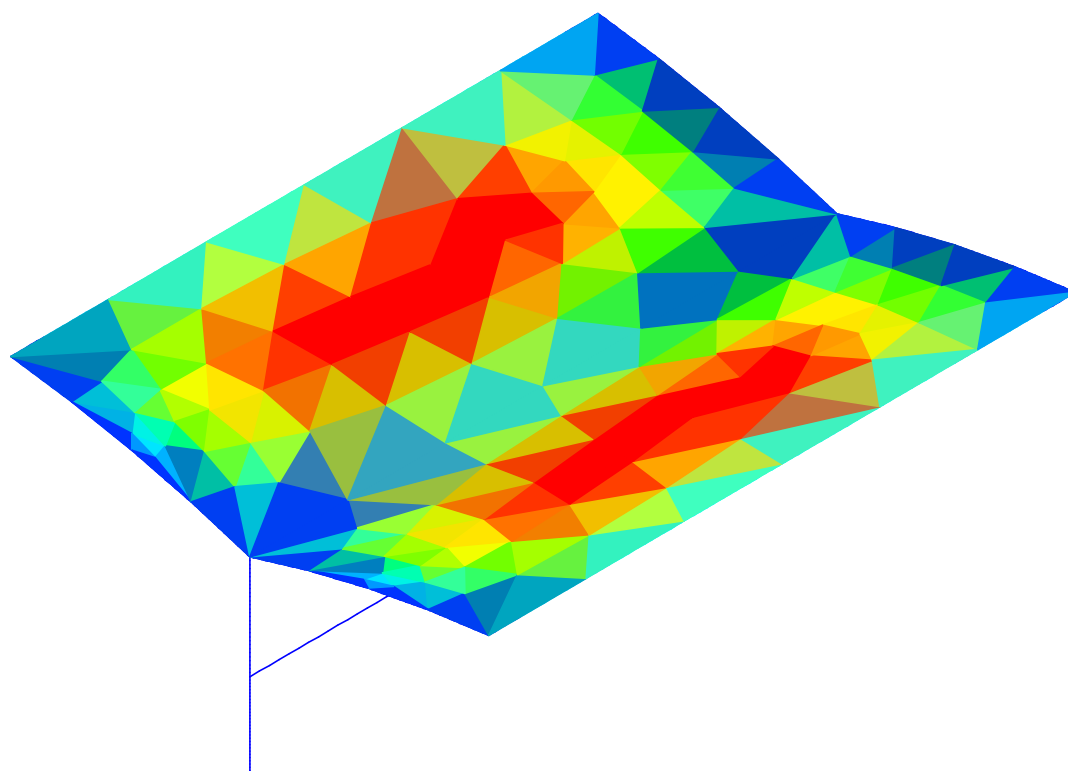


非线性正常使用弯矩 M3 最小包络云图:kN.m（整体）

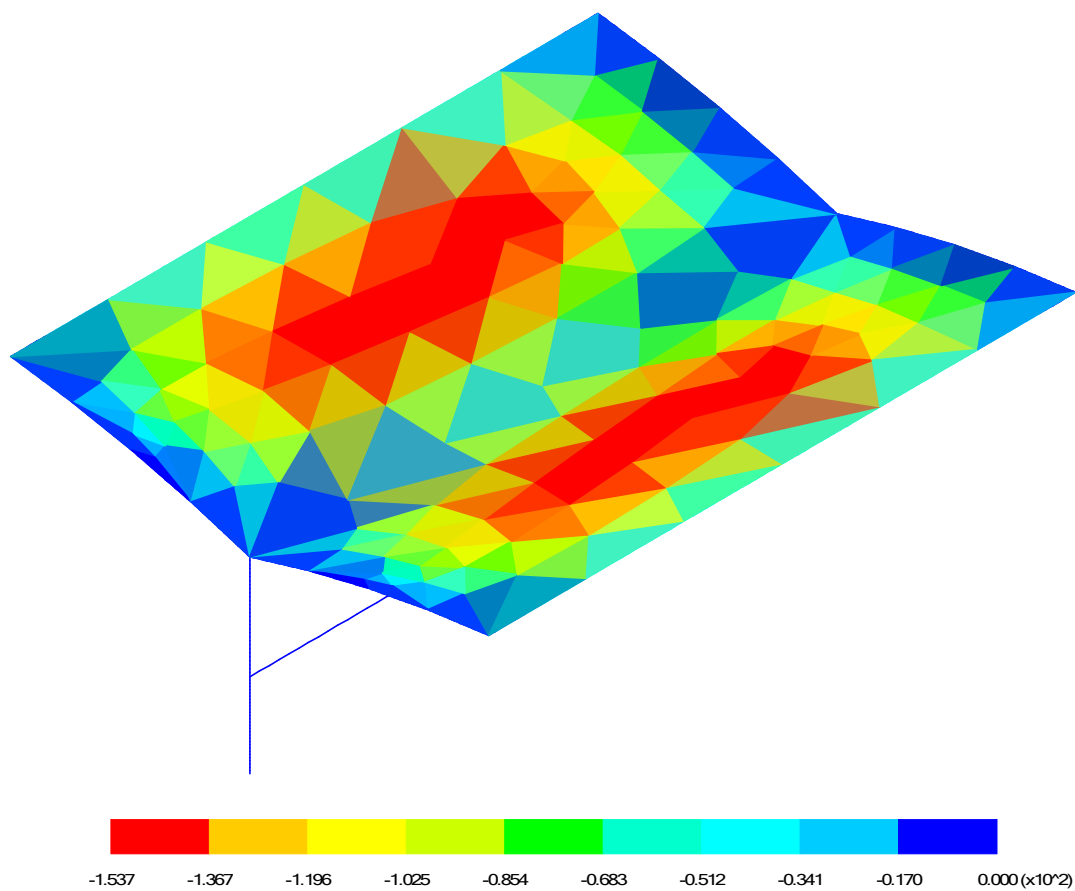
弯矩 M3 最小的前 10 个单元的内力（单位：m, kN, kN.m）（正常使用）										
序号	单元号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	11	3	1	0.000	-3.681	-7.584	-0.000	-0.000	0.000	-7.537
2	29	3	1	1.000	-3.655	7.622	-0.000	0.000	-0.000	-7.534
3	12	3	1	0.625	-4.799	2.593	3.666	0.019	2.171	-5.812
4	19	3	1	0.625	-4.872	2.593	-3.665	-0.019	-2.171	-5.812
5	1	3	1	0.625	-4.965	2.595	-3.764	-0.020	-2.203	-5.811
6	8	3	1	0.625	-5.038	2.595	3.764	0.020	2.203	-5.811
7	27	6	1	1.000	-19.253	0.213	-0.000	0.000	-0.000	-4.975
8	26	6	1	0.000	-19.214	-0.199	-0.000	0.000	0.000	-4.961
9	28	6	1	0.000	-20.762	-5.766	-0.000	0.000	-0.000	-4.881
10	25	6	1	1.000	-20.796	5.800	0.000	-0.000	0.000	-4.876

8.3 非线性位移

8.3.1 非线性最大位移



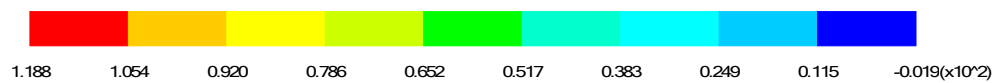
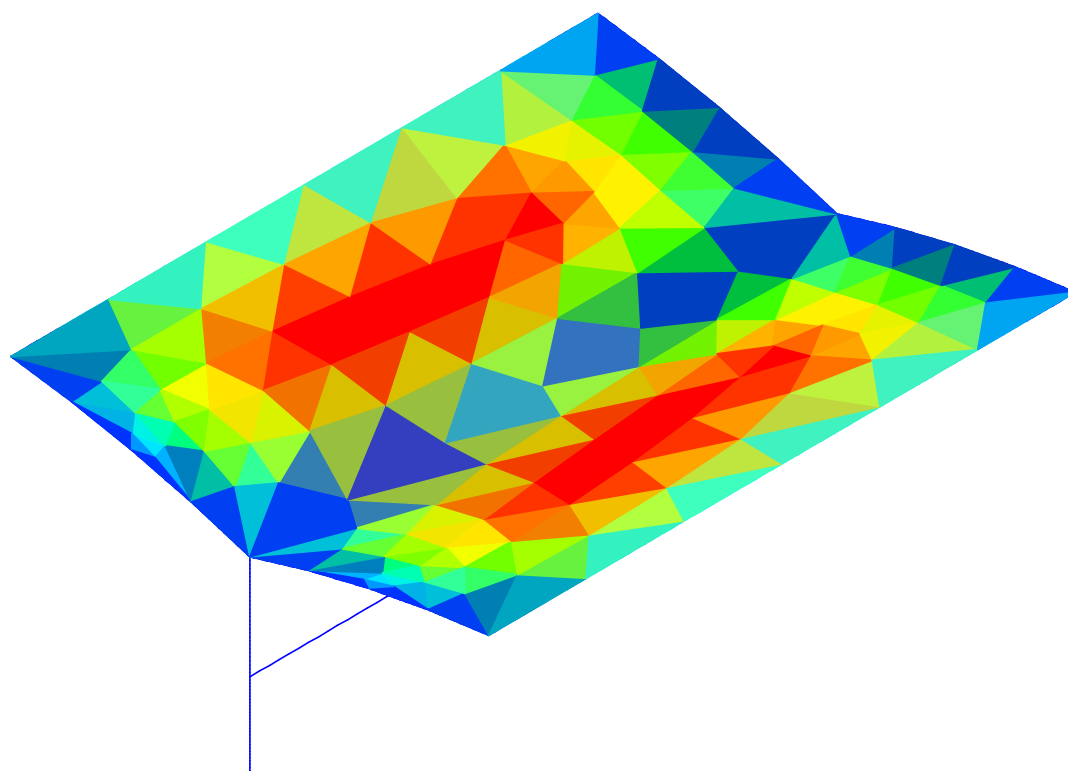
最大正位移_(承载力)_组合 3-情况 1 (初始态+恒 0+风 3)_Uz: mm



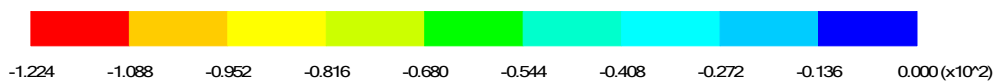
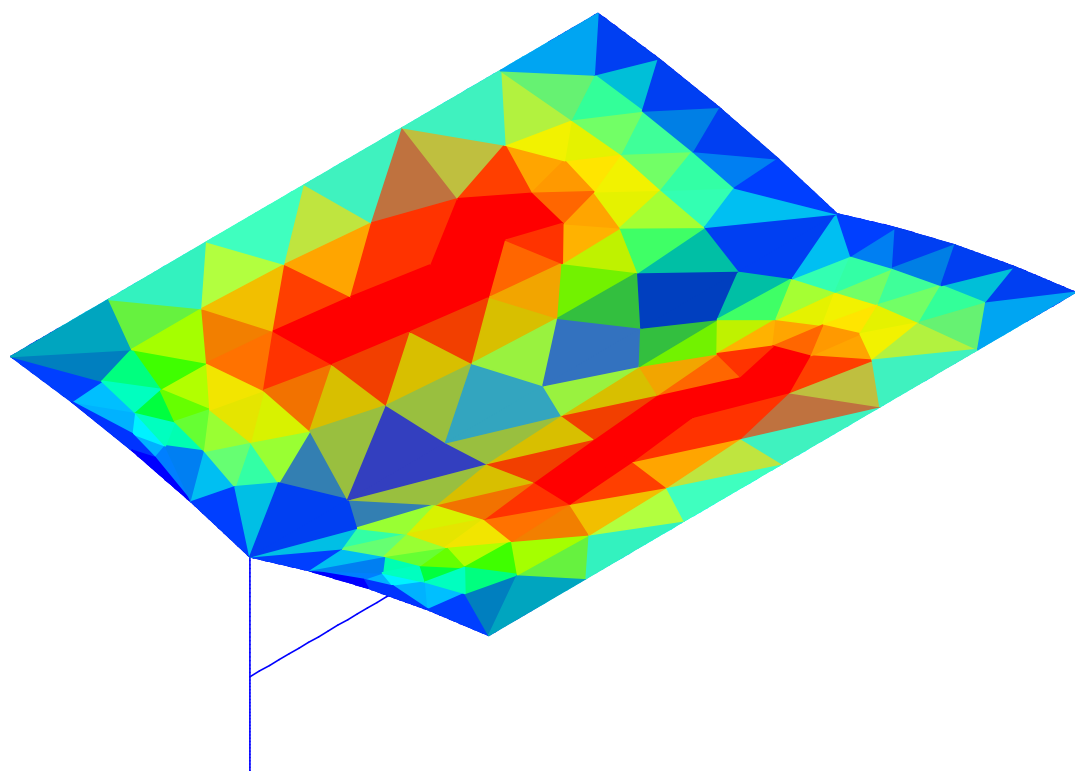
最大负位移_（承载力）_组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）_Uz: mm

非线性承载力最大最小位移表						
最不利项	节点	组合名	U _x	U _y	U _z	U _{xyz}
X 方向位移最大	44	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	3.604	21.406	-108.521	110.671
Y 方向位移最大	105	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 3）	0.157	30.561	150.067	153.148
Z 方向位移最大	105	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 3）	0.157	30.561	150.067	153.148
空间位移最大	59	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	0.318	28.179	-153.747	156.309
X 方向位移最小	75	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	-3.699	19.829	-101.075	103.068
Y 方向位移最小	59	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 3）	0.157	-30.561	150.067	153.148
Z 方向位移最小	59	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	0.318	28.179	-153.747	156.309

8.3.2 非线性最大位移



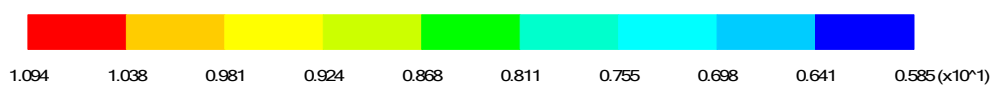
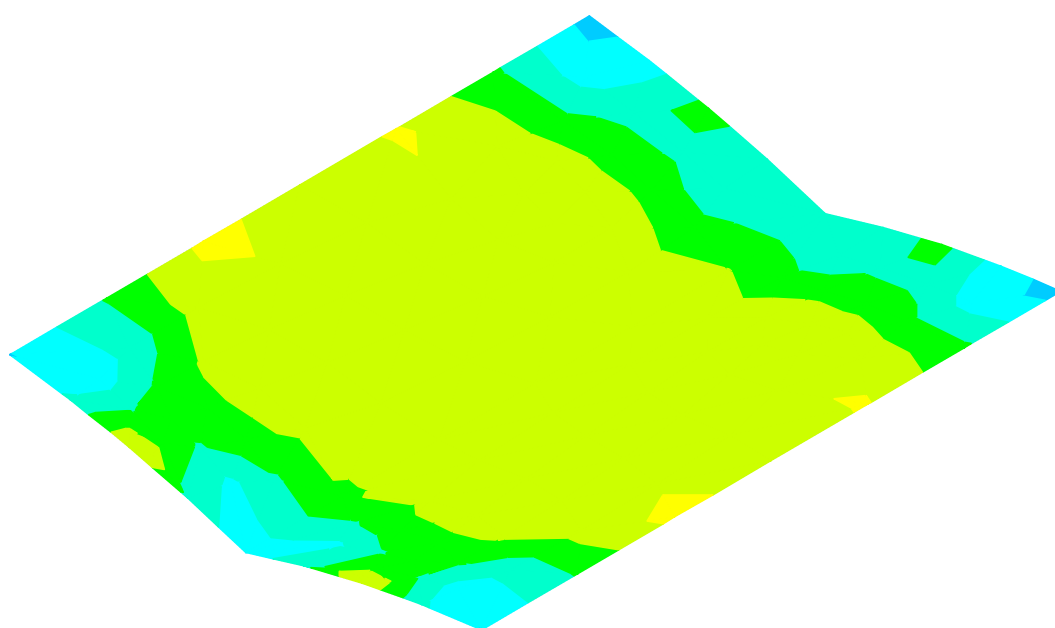
最大正位移_(正常使用)_组合 3-情况 1 (初始态+恒 0+风 3)_Uz: mm



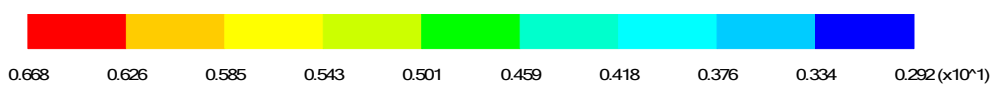
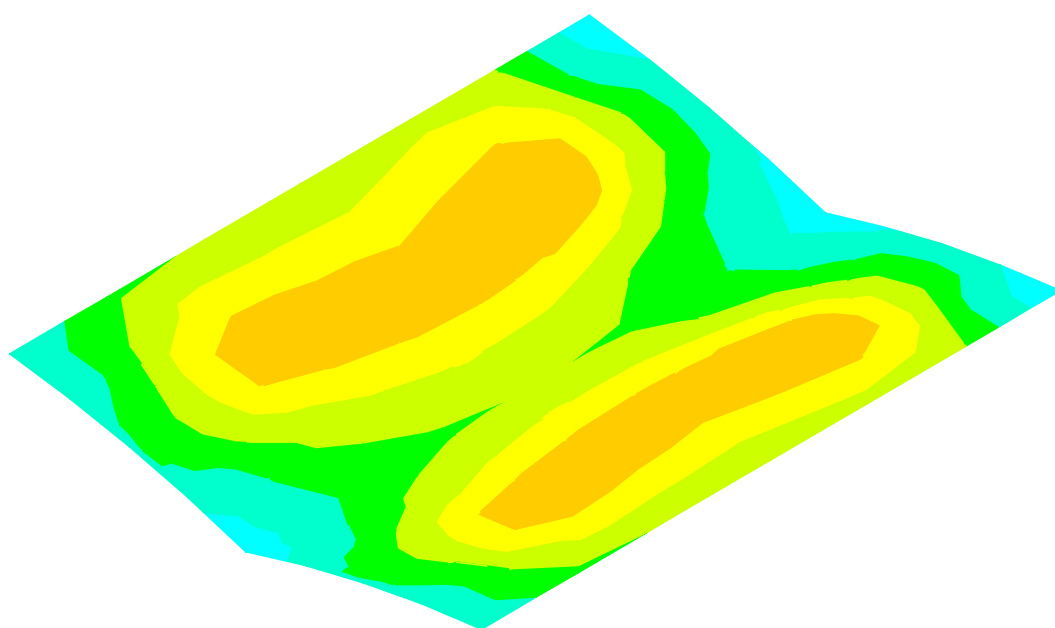
最大负位移_（正常使用）_组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）_Uz: mm

非线性正常使用最大最小位移表						
最不利项	节点	组合名	U _x	U _y	U _z	U _{xyz}
X 方向位移最大	44	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	2.497	17.392	-86.247	88.019
Y 方向位移最大	105	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 3）	0.073	24.305	118.814	121.275
Z 方向位移最大	59	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 3）	0.073	-24.305	118.814	121.275
空间位移最大	59	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	0.215	23.295	-122.403	124.601
X 方向位移最小	75	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	-2.564	16.148	-80.322	81.969
Y 方向位移最小	59	组合 3-情况 1（初始态+恒 0+风 3）	0.073	-24.305	118.814	121.275
Z 方向位移最小	59	组合 6-情况 1（初始态+恒 0+0.7 活 1+风 2）	0.215	23.295	-122.403	124.601

8.4 包络膜应力



最大包络应力图:MPa(整体)

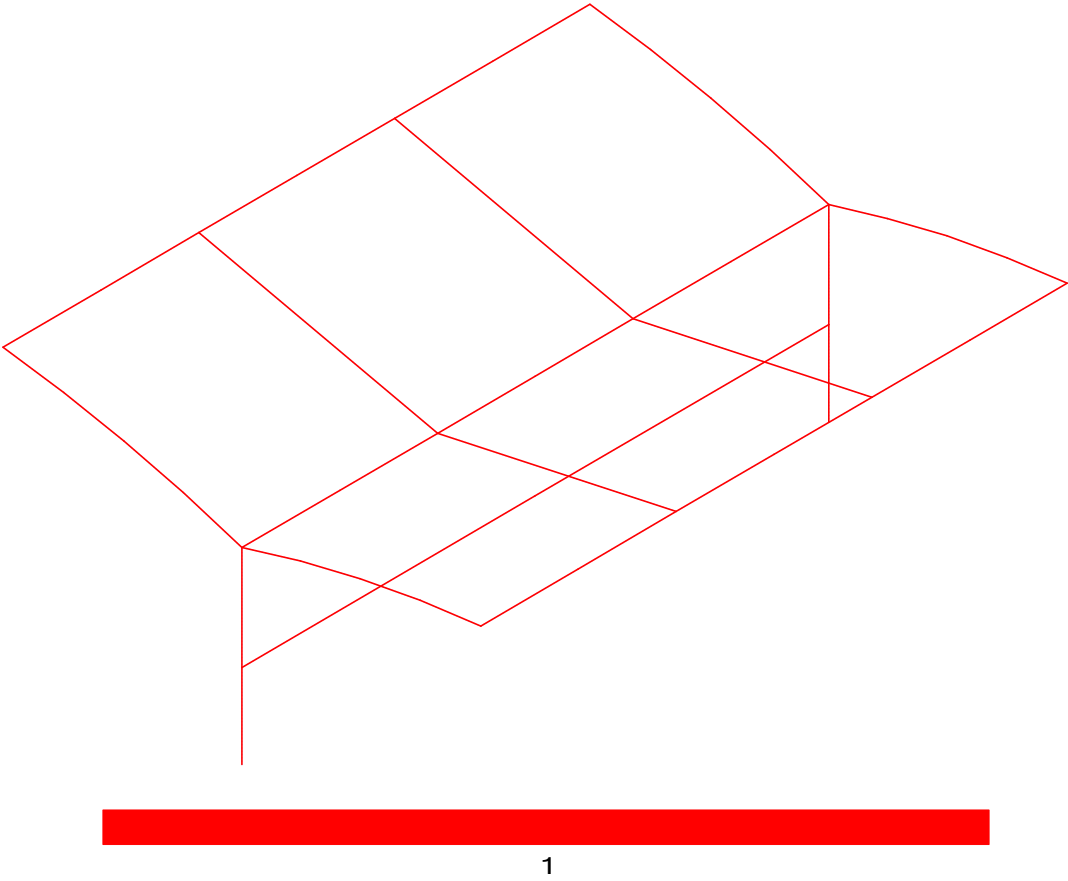


最小包络应力图:MPa(整体)

9 验算结果

9.1 杆件应力比限值分布图

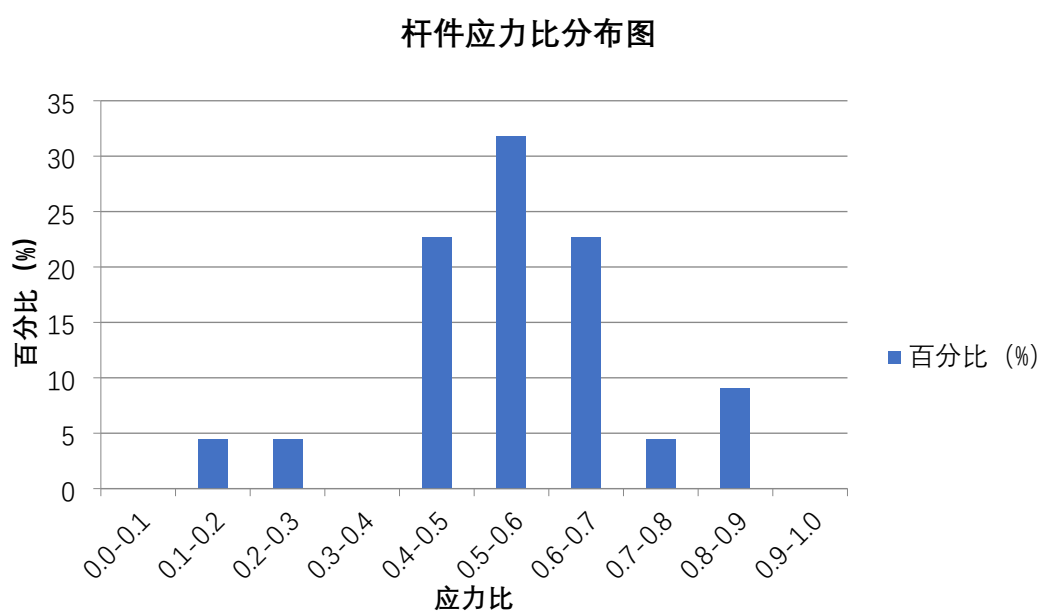
应力比限值表		
序号	应力比下限	应力比上限
1	0	1



应力比限值分布图（整体）

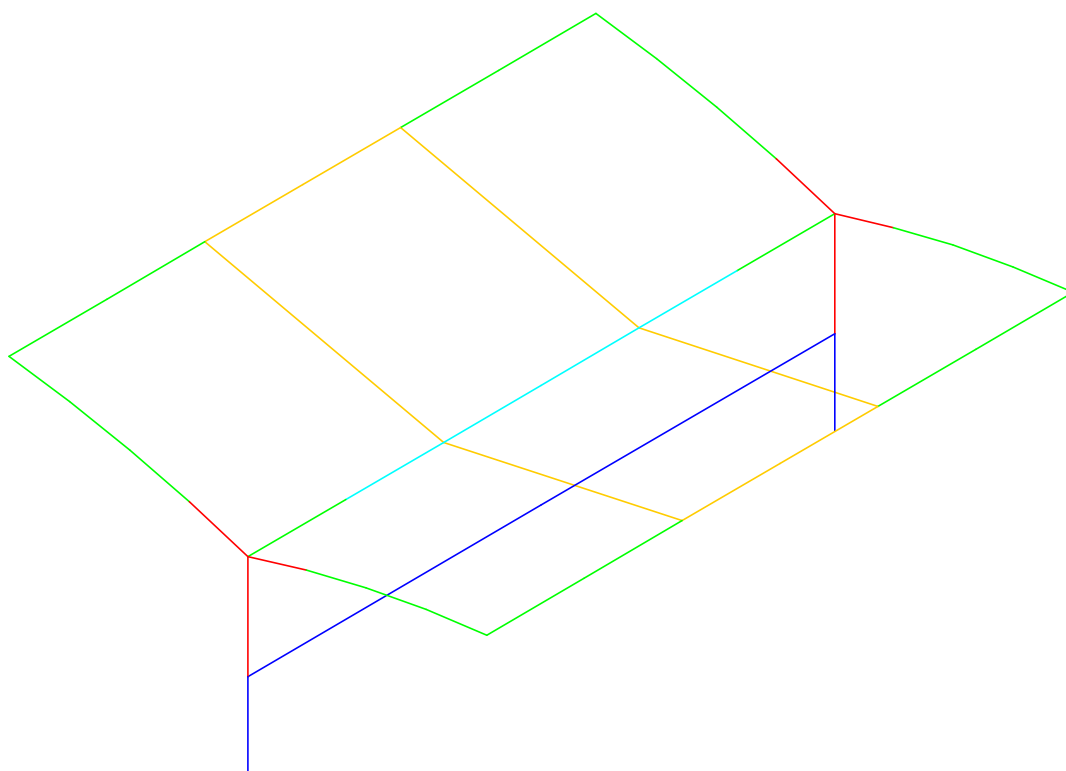
9.2 杆件应力比分布图

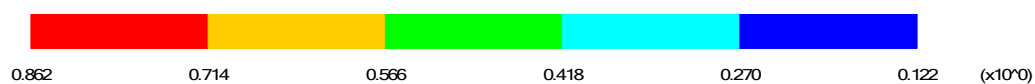
所选模型中，构件应力比最大值为 0.896，下图为所选模型应力比分布图：



9.3 杆件验算结果云图

9.3.1 强度应力比

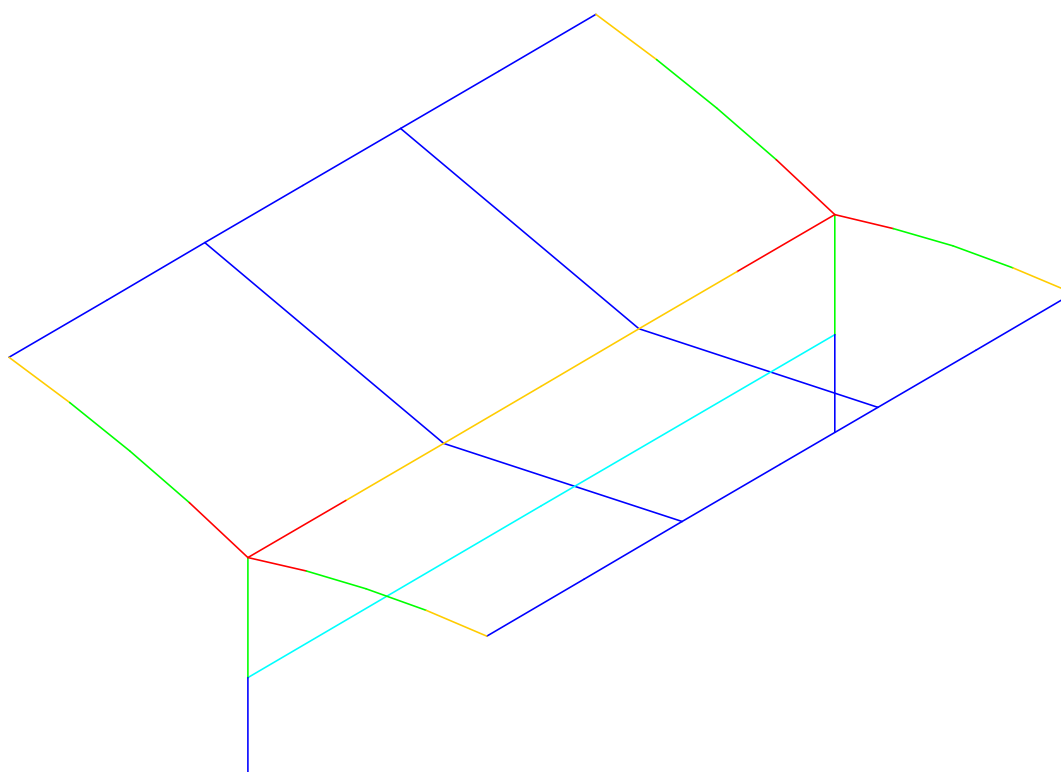


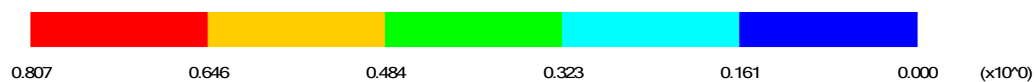


按“强度应力比”显示构件颜色（整体）

“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 轴稳定	绕 3 轴稳定	沿 2 轴抗剪	沿 3 轴抗剪	沿 2 轴长细比	沿 3 轴长细比	验算结果
1	12	0.862 (6/1)	0.807	0.896	0.042	0.044	28	8	满足
2	1	0.859 (6/1)	0.804	0.892	0.041	0.044	28	8	满足
3	19	0.814 (6/1)	0.744	0.834	0.040	0.044	28	8	满足
4	8	0.812 (6/1)	0.742	0.831	0.040	0.044	28	8	满足
5	36	0.719 (6/1)	0.393	0.514	0.000	0.054	34	9	满足
6	38	0.718 (6/1)	0.392	0.513	0.000	0.054	34	9	满足
7	42	0.678 (6/1)	0.000	0.580	0.028	0.008	82	82	满足
8	41	0.678 (6/1)	0.000	0.580	0.028	0.008	82	82	满足
9	44	0.674 (6/1)	0.000	0.577	0.028	0.008	82	82	满足
10	43	0.674 (6/1)	0.000	0.577	0.028	0.008	82	82	满足

9.3.2 绕 2 轴稳定应力比

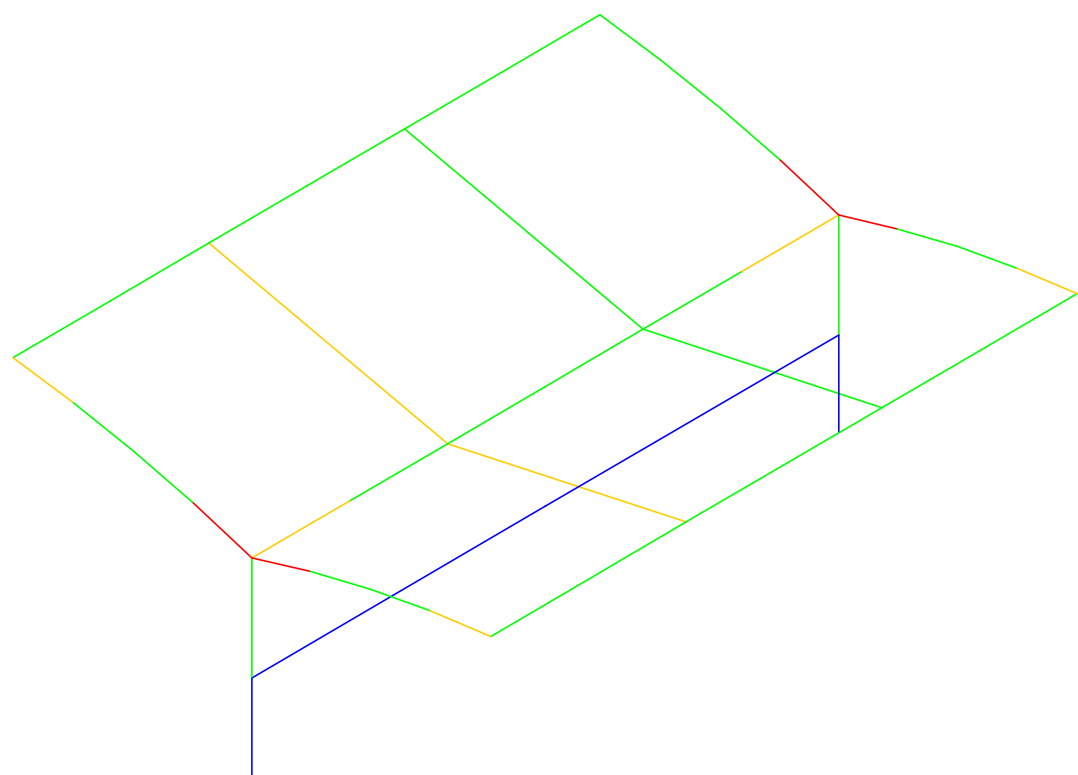


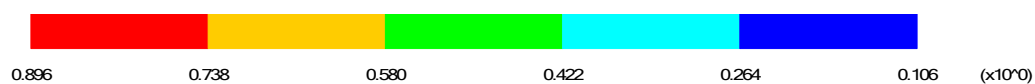


按“绕 2 轴稳定应力比”显示构件颜色（整体）

“绕 2 轴稳定应力比”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 轴稳定	绕 3 轴稳定	沿 2 轴抗剪	沿 3 轴抗剪	沿 2 轴长细比	沿 3 轴长细比	验算结果
1	12	0.862	0.807 (6/1)	0.896	0.042	0.044	28	8	满足
2	1	0.859	0.804 (6/1)	0.892	0.041	0.044	28	8	满足
3	19	0.814	0.744 (6/1)	0.834	0.040	0.044	28	8	满足
4	8	0.812	0.742 (6/1)	0.831	0.040	0.044	28	8	满足
5	29	0.524	0.650 (6/1)	0.676	0.088	0.000	129	129	满足
6	11	0.524	0.649 (6/1)	0.675	0.087	0.000	129	129	满足
7	28	0.376	0.517 (6/1)	0.536	0.066	0.000	129	129	满足
8	25	0.376	0.517 (6/1)	0.535	0.067	0.000	129	129	满足
9	27	0.395	0.516 (6/1)	0.533	0.027	0.000	129	129	满足
10	26	0.395	0.515 (6/1)	0.532	0.027	0.000	129	129	满足

9.3.3 绕 3 轴稳定应力比



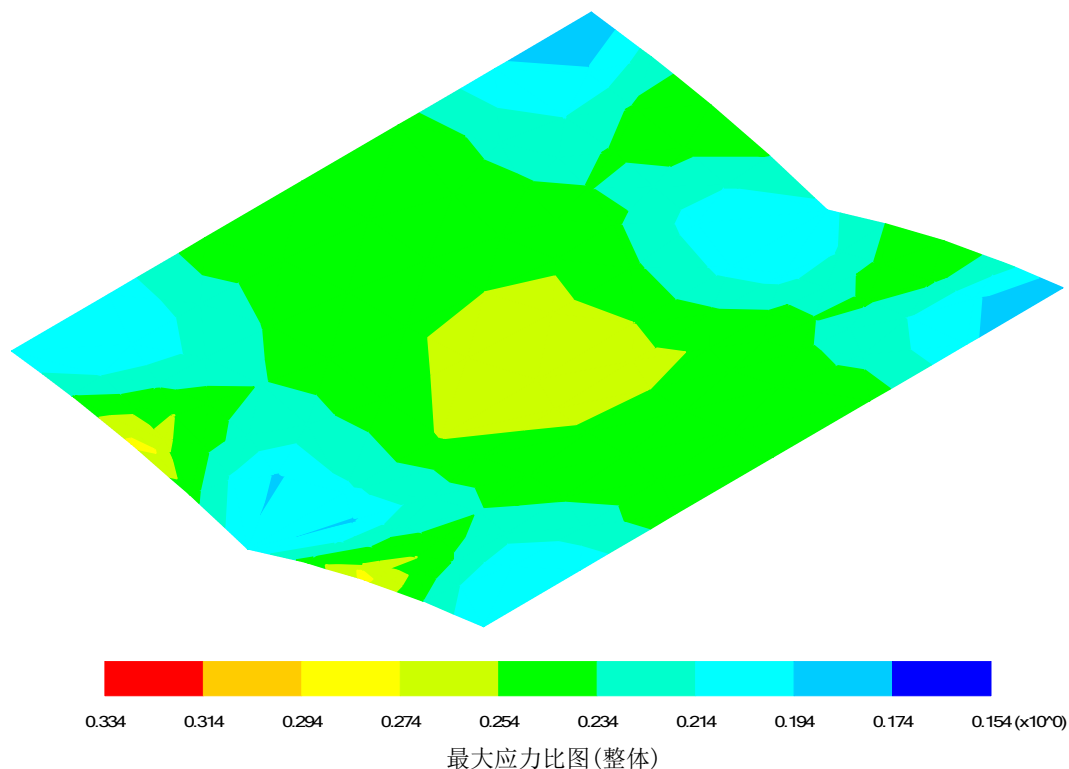


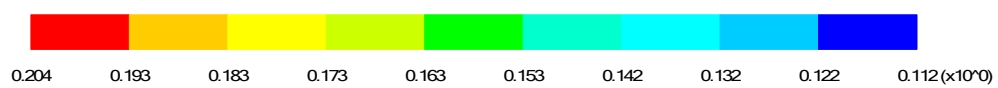
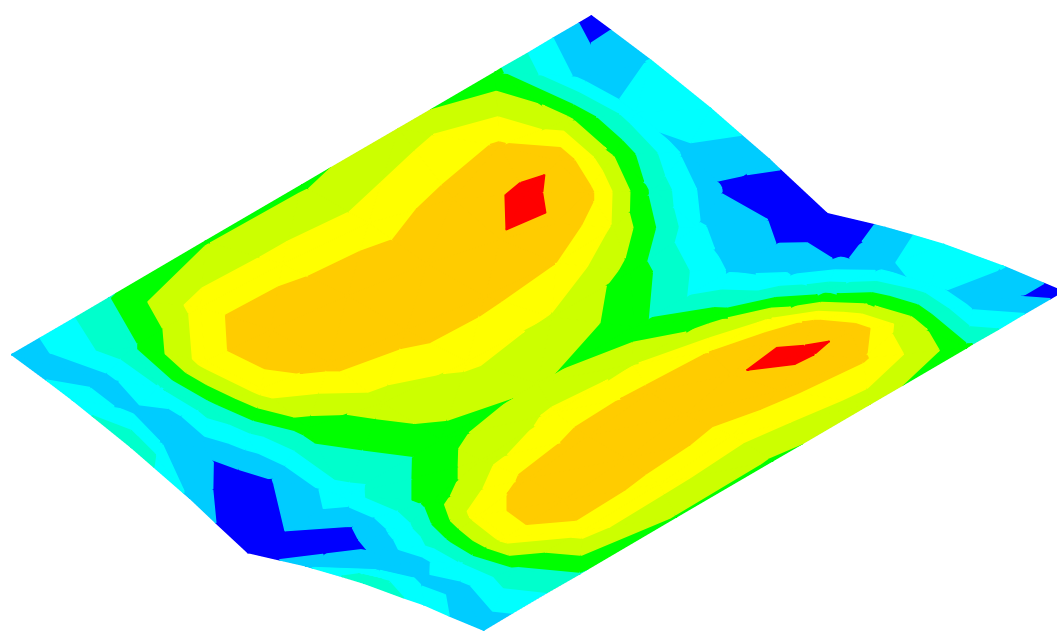
按“绕3轴稳定应力比”显示构件颜色（整体）

“绕3轴稳定应力比”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轴稳定	绕3轴稳定	沿2轴抗剪	沿3轴抗剪	沿2轴长细比	沿3轴长细比	验算结果
1	12	0.862	0.807	0.896(6/1)	0.042	0.044	28	8	满足
2	1	0.859	0.804	0.892(6/1)	0.041	0.044	28	8	满足
3	19	0.814	0.744	0.834(6/1)	0.040	0.044	28	8	满足
4	8	0.812	0.742	0.831(6/1)	0.040	0.044	28	8	满足
5	29	0.524	0.650	0.676(6/1)	0.088	0.000	129	129	满足
6	11	0.524	0.649	0.675(6/1)	0.087	0.000	129	129	满足
7	5	0.516	0.501	0.586(6/1)	0.038	0.041	28	8	满足
8	16	0.512	0.498	0.582(6/1)	0.039	0.041	28	8	满足
9	4	0.502	0.495	0.581(6/1)	0.040	0.041	28	8	满足
10	42	0.678	0.000	0.580(6/1)	0.028	0.008	82	82	满足

9.4 膜面验算结果

9.4.1 膜面应力比云图





最小应力比图(整体)

独立基础计算书

一、设计依据

- 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
- 《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）2015 年版
- 《工程结构通用规范》（GB55001-2021）
- 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）
- 《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）
- 《钢结构通用规范》（GB55006-2021）
- 《混凝土结构通用规范》（GB55008-2021）
- 《高耸结构设计标准》（GB50135-2019）
- 《变电站建筑结构设计技术规程》（DL/T 5457-2012）

二、基本参数

1. 地基信息

修正后地基承载力特征值 f_a (kPa): 85.00

基础埋深 d (m): 1.00

基础反力作用点处标高 (m): 0.00

2. 容重信息

基础底面以上土的重度 (kN/m³): 14.00

基础底面以下土的重度 (kN/m³): 18.00

混凝土容重 (kN/m³): 25.00

3. 尺寸参数

截面类型: 方形 截面尺寸 b, h (mm): 300, 440

基础类型: 阶梯形基础 基础台阶数: 1 阶

柱与基础连接方式: 平台

台阶编号	台阶长度 (mm)	台阶宽度 (mm)	台阶高度 (mm)
------	-----------	-----------	-----------

1	1700	1200	300
---	------	------	-----

4. 设计选项

重要性系数： 1.00
基础底面允许部分脱开： 否
考虑抗震承载力调整： 否
考虑地下水： 否
考虑软弱下卧层： 否

5. 基础配筋信息

基础混凝土等级： C30
基础底板钢筋等级： HRB400
底板最小配筋率(%)： 0.15
基础板筋合力点至截面近边的距离 as(mm)： 45.00

6. 柱信息

柱混凝土等级： C30
柱纵筋等级： HRB400 柱箍筋等级： HRB400
柱纵筋合力点至截面近边的距离 as(mm)： 45.00
设计用角筋直径(mm)： 12

7. 抗拔验算

验算方法： 《高耸规范》土重法 临界深度： 3 倍基础边长
抗拔角： 45.00 土体重量(kN/m3)： 14.00

8. 抗倾覆验算

抗倾覆验算： 稳定系数： 1.50

9. 抗滑移验算

抗滑移验算： 否

三、组合内力表

基础 x 向与整体坐标系 x 轴的夹角： 0.00

1. 基本组合

组合号	N(kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)	V _x (kN)	V _y (kN)
组合 1 序号 1	16.53	0.00	0.10	-1.33	0.00
组合 2 序号 1	16.31	0.00	0.10	-1.30	0.00
组合 3 序号 1	-19.28	0.00	0.11	2.84	-0.00
组合 4 序号 1	23.65	0.00	0.12	-2.03	0.00
组合 5 序号 1	2.29	0.00	0.06	0.17	-0.00
组合 6 序号 1	24.77	0.00	0.13	-2.13	0.00
组合 7 序号 1	-10.82	0.00	0.08	1.76	-0.00
组合 8 序号 1	20.02	0.00	0.11	-1.68	0.00
组合 9 序号 1	-1.33	0.00	0.07	0.61	-0.00
组合 10 序号 1	9.68	0.00	0.08	-0.63	0.00
组合 10 序号 1	9.68	0.00	0.08	-0.63	0.00
组合 10 序号 1	9.68	0.00	0.08	-0.63	0.00
组合 10 序号 1	9.68	0.00	0.08	-0.63	0.00
组合 13 序号 3	7.45	-0.07	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 3	7.45	-0.07	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 4	7.45	0.07	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 4	7.45	0.07	0.06	-0.48	0.00

2. 标准组合

组合号	N(kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)	V _x (kN)	V _y (kN)
组合 1 序号 1	11.48	0.00	0.07	-0.90	0.00
组合 2 序号 1	11.33	0.00	0.07	-0.88	0.00
组合 3 序号 1	-12.40	0.00	0.08	1.87	-0.00
组合 4 序号 1	16.22	0.00	0.09	-1.39	0.00
组合 5 序号 1	1.98	0.00	0.05	0.12	-0.00
组合 6 序号 1	16.97	0.00	0.09	-1.46	0.00
组合 7 序号 1	-6.76	0.00	0.06	1.17	-0.00

组合 8 序号 1	13.80	0.00	0.08	-1.14	0.00
组合 9 序号 1	-0.43	0.00	0.05	0.40	-0.00
组合 10 序号 1	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 10 序号 1	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 10 序号 1	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 10 序号 1	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 3	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 3	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 4	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00
组合 13 序号 4	7.45	0.00	0.06	-0.48	0.00

3. 附加荷载

荷载类型	N (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Vx (kN)	Vy (kN)
恒载	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
活载	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

四、验算结果

比较内容	控制组合	数值	限值	结果
轴心荷载作用下地基承载力	组合 6 序号 1	26.12	≤85.00	满足
X 向偏心荷载作用下地基承载力	组合 6 序号 1	23.75	≤102.00	满足
Y 向偏心荷载作用下地基承载力	组合 6 序号 1	26.12	≤102.00	满足
以偏心距 e 验算 X 向脱开面积	组合 3 序号 1	0.08	≤0.28	满足
以偏心距 e 验算 Y 向脱开面积	组合 1 序号 1	0.00	≤0.20	满足
抗冲切验算 (柱底+X)	组合 6 序号 1	5.44	≤177.40	满足
抗冲切验算 (柱底-X)	组合 6 序号 1	8.09	≤177.40	满足
抗冲切验算 (柱底+Y)	组合 6 序号 1	1.42	≤141.67	满足
抗冲切验算 (柱底-Y)	组合 6 序号 1	1.42	≤141.67	满足
抗拔稳定验算	组合 3 序号 1	12.40	≤12.75	满足
X 向抗倾覆稳定验算	组合 3 序号 1	4.91	≥1.50	满足
Y 向抗倾覆稳定验算	组合 13 序号 3	375.07	≥1.50	满足

基础板底 X 向配筋	组合 1 序号 1	591.06	≥ 459.00	满足
基础板底 Y 向配筋	组合 1 序号 1	821.94	≥ 650.25	满足
混凝土柱 X 向纵筋	组合 2 序号 1	339.00	≥ 264.00	满足
混凝土柱 Y 向纵筋	组合 2 序号 1	339.00	≥ 264.00	满足
混凝土柱 X 向截面抗剪验算	组合 3 序号 1	2.84	≤ 401.12	满足
混凝土柱 Y 向截面抗剪验算	组合 1 序号 1	0.00	≤ 423.64	满足
混凝土柱 X 向箍筋	组合 3 序号 1	0.85	≥ 0.63	满足
混凝土柱 Y 向箍筋	组合 3 序号 1	0.85	≥ 0.43	满足

五、基础自重计算

第 1 阶体积

$$V_1 = 1.70 \times 1.20 \times 0.30 = 0.61 \text{ m}^3$$

混凝土柱体积

$$V_c = 0.44 \times 0.30 \times 0.70 = 0.09 \text{ m}^3$$

总体积

$$V = 0.61 + 0.09 = 0.70 \text{ m}^3$$

基础自重

$$G_0 = \gamma V = 25 \times 0.70 = 17.61 \text{ kN}$$

六、地基承载力验算

6.1 轴心荷载作用下的地基承载力验算

控制组合：标准组合 组合 6 序号 1

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 16.97 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 16.97 \text{ kN}$$

基础底面积

$$A = B_x \times B_y = 1.70 \times 1.20 = 2.04 \text{ m}^2$$

基础上土重

$$G_s = \gamma(Ad - V) = 14.0 \times (2.04 \times 1.00 - 0.70) = 18.70 \text{ kN}$$

基础自重和基础上的土重

$$G_k = G_s + G_0 = 18.70 + 17.61 = 36.31 \text{ kN}$$

标准组合下的基础底面平均压力值

$$p_k = \frac{\bar{A}}{A} = \frac{16.97 + 36.31}{2.04} = 26.12 \text{ kPa} \leq f_a = 85.00 \text{ kPa}$$

满足《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.1 条第 1 款。

6.2 偏心荷载作用下的地基承载力验算

(1) 沿 X 方向偏心

控制组合：标准组合 组合 6 序号 1

内力标准值计算

$$\begin{aligned} N_k &= N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 16.97 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 16.97 \text{ kN} \\ V_{kx} &= V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{lax} = -1.46 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = -1.46 \text{ kN} \\ e_x &= B_{lx} - Bx/2 = 0.85 - 1.70/2 = 0.00 \text{ m} \\ M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{lay} + N_k \cdot e_x + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 0.09 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 16.97 \times 0.00 + -1.46 \times (1.00 + 0.00) \\ &= -1.37 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基础底面最大应力计算

$$\begin{aligned} e &= M_k / (F_k + G_k) = 1.37 / (16.97 + 36.31) = 0.03 \text{ m} \\ e &\leq B/6 = 0.28 \text{ m} \\ p_{kmax} &= \frac{\bar{A}}{A} + \frac{\bar{W}}{W} = \frac{16.97 + 36.31}{2.04} + \frac{1.37}{0.58} = 23.75 \text{ kPa} \\ p_{kmax} &\leq 1.2f_a = 1.2 \times 85.00 = 102.00 \text{ kPa} \end{aligned}$$

满足《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.1 条第 2 款。

(2) 沿 Y 方向偏心

控制组合：标准组合 组合 6 序号 1

内力标准值计算

$$\begin{aligned} N_k &= N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 16.97 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 16.97 \text{ kN} \\ V_{ky} &= V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} = 0.00 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN} \\ e_y &= B_{ly} - By/2 = 0.60 - 1.20/2 = 0.00 \text{ m} \\ M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} + N_k \cdot e_y - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\ &= 0.00 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 16.97 \times 0.00 - 0.00 \times (1.00 + 0.00) \\ &= 0.00 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基础底面最大应力计算

$$\begin{aligned} e &= M_k / (F_k + G_k) = 0.00 / (16.97 + 36.31) = 0.00 \text{ m} \\ e &\leq B/6 = 0.20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$p_{kmax} = \bar{A} + \bar{W} = \frac{16.97 + 36.31}{2.04} + \frac{0.00}{0.41} = 26.12 \text{ kPa}$$

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a = 1.2 \times 85.00 = 102.00 \text{ kPa}$$

满足《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.1 条第 2 款。

6.3 基础底面脱开面积验算

(1) 沿 X 方向偏心时，脱开面积验算

控制组合：标准组合 组合 3 序号 1

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = -12.40 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = -12.40 \text{ kN}$$

$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{lax} = 1.87 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 1.87 \text{ kN}$$

$$e_x = B_{lx} - Bx/2 = 0.85 - 1.70/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{lay} + N_k \cdot e_x + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 0.08 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + -12.40 \times 0.00 + 1.87 \times (1.00 + 0.00) \\ &= 1.95 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基底脱开面积验算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = 1.95 / (-12.40 + 36.31) = 0.082 \text{ m}$$

$$e \leq H/6.0 = 1.70/6.0 = 0.28 \text{ m}$$

基础底面未脱开，满足。

(2) 沿 Y 方向偏心时，脱开面积验算

控制组合：标准组合 组合 1 序号 1

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 11.48 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 11.48 \text{ kN}$$

$$V_{ky} = V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} = 0.00 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN}$$

$$e_y = B_{ly} - By/2 = 0.60 - 1.20/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} + N_k \cdot e_y - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\ &= 0.00 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 11.48 \times 0.00 - 0.00 \times (1.00 + 0.00) \\ &= 0.00 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基底脱开面积验算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = 0.00 / (11.48 + 36.31) = 0.000 \text{ m}$$

$$e \leq H/6.0 = 1.20/6.0 = 0.20 \text{ m}$$

基础底面未脱开，满足。

七、基础抗冲切、抗剪切验算

7.1 基础抗冲切验算

基础抗冲切验算结果

(单位： m, kPa)

位置	组合	a _r	a _b	h	β _h p	p _j	A ₁	F ₁	[F ₁]	结论
柱底+X	6	0 . 4 4	0 . 9 5	0 3 0	1 . 0 0	1 . 4 9	0 . 5 2	5 4 4	1 7 7 . 4 0	满足
柱底-X	6	0 . 4 4	0 . 9 5	0 3 0	1 . 0 0	1 . 6 0	0 . 5 2	8 0 9	1 7 7 . 4 0	满足
柱底+Y	6	0 . 3 0	0 . 8 1	0 3 0	1 . 0 0	1 . 1 4	0 1 2	1 4 2	1 4 1 . 6 7	满足
柱底-Y	6	0 . 3 0	0 . 8 1	0 3 0	1 . 0 0	1 . 1 4	0 1 2	1 4 2	1 4 1 . 6 7	满足

7.2 基础抗剪切验算

此基础无需验算抗剪切。

八、基础抗拔验算

控制组合：标准组合 组合 3 序号 1

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = -12.40 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = -12.40\text{ kN}$$
$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{lax} = 1.87 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 1.87\text{ kN}$$

$$V_{ky} = V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} = -0.00 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN}$$

临界深度 h_{cr} 计算

$$h_{cr} = 3.0b = 3.0 \times 1.70 = 5.10 \text{ m}$$

h_t 深度范围内的基础体积

$$h_t = d - h_1 = 1.00 - 0.30 = 0.70 \text{ m}$$

$$V_0 = V - BLh_1 = 0.70 - 1.70 \times 1.20 \times 0.30 = 0.09 \text{ m}^3$$

基础重计算

$$G_f = G_0 - \gamma V_c = 17.61 - 25.0 \times 0.09 = 15.30 \text{ kN}$$

考虑水浮力后，基础重为 9.18kN

土体重量计算

$$\begin{aligned} G_e &= \gamma_0 [h_t(b_x b_y + (b_x + b_y)h_t \tan \alpha_0 + \frac{4}{3}h_t^2 \tan^2 \alpha_0) - V_0] \\ &= 14.0 \times [0.70 \times (1.70 \times 1.20 + (1.70 + 1.20) \times 0.70 \times \tan 45.0^\circ + \frac{4}{3} \times 0.70^2 \times \tan^2 45.0^\circ) - 0.09] \\ &= 43.39 \text{ kN} \end{aligned}$$

考虑水浮力后，土体重量为 12.40kN

根据 $\max(V_{kx}, V_{ky})/N_k$ 的比值， G_e 应乘以折减系数 1.00。

$$G_e = 12.40 \times 1.00 = 12.39 \text{ kN}$$

抗拔验算

$$F = 12.40 \text{ kN} \leq - + - = \frac{12.39}{2.0} + \frac{9.18}{1.4} = 12.75 \text{ kN}$$

满足《高耸规范》第 7.4.3 条。

九、基础倾覆稳定验算

(1) 沿 X 方向倾覆

控制组合：基本组合 组合 3 序号 1

内力设计值计算

$$\begin{aligned} N &= r_0(N_b + 1.3 \times N_{da} + 1.5 \times N_{la}) \\ &= 1.0 \times (-19.28 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= -19.28 \text{ kN} \\ V_x &= r_0(V_{bx} + 1.3 \times V_{dax} + 1.5 \times V_{lax}) \\ &= 1.0 \times (2.84 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 2.84 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_y &= r_0[M_{by} + 1.3 \times M_{day} + 1.5 \times M_{lay} + V_x \cdot (d + h_p)] \\
&= 1.0 \times [0.11 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00 + 2.84 \times (1.00 + 0.00)] \\
&= 2.95 \text{ kN.m} \\
- &= \frac{-19.28 \times 0.85 + 1.0 \times 36.31 \times 1.70/2}{2.95} = 4.91 \geq 1.50
\end{aligned}$$

(2) 沿 Y 方向倾覆

控制组合：基本组合 组合 13 序号 3

内力设计值计算

$$\begin{aligned}
N &= r_0(N_b + 1.3 \times N_{da} + 1.5 \times N_{la}) \\
&= 1.0 \times (7.45 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\
&= 7.45 \text{ kN} \\
V_y &= r_0(V_{by} + 1.3 \times V_{day} + 1.5 \times V_{lay}) \\
&= 1.0 \times (0.00 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\
&= 0.00 \text{ kN} \\
M_x &= r_0[M_{bx} + 1.3 \times M_{dax} + 1.5 \times M_{lax} - V_y \cdot (d + h_p)] \\
&= 1.0 \times [-0.07 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00 - 0.00 \times (1.00 + 0.00)] \\
&= -0.07 \text{ kN.m} \\
- &= \frac{7.45 \times 0.60 + 1.0 \times 36.31 \times 1.20/2}{0.07} = 375.07 \geq 1.50
\end{aligned}$$

满足《变电站技术规程》第 11.2.5 条。

十、基础底板配筋计算

钢筋符号说明：d-HPB235，D-HPB300，E-HRB335，F-HRB400、HRBF400、RRB400，G-冷弯钢筋

基础底面弯矩计算参数表

钢筋方向	控制基本组合	受力状态	控制位置	p m a x (k P a)	p m i n (k P a)	p (k P a)
X 方	组 合	单 向	柱 底	3	2	3

向 钢 筋	1 序 号 1	受 弯	+ X	3 . 3 7	9 . 1 1	0 . 8 7
Y 方 向 钢 筋	组 合 1 序 号 1	单 向 受 弯	柱 底 + X	3 3 . 3 7	2 9 . 1 1	3 0 . 8 7

10.1 底板 X 方向配筋

$$\begin{aligned}
 M_I &= \frac{1}{12} a_1^2 [(2l + a')(p_{max} + p - \frac{2G}{A}) + (p_{max} - p)l] \\
 &= \frac{1}{12} \times 0.70^2 \times [(2 \times 1.20 + 0.44) \times (33.37 + 30.87 - \frac{2 \times 1.3 \times 36.31}{2.04}) + (33.37 - 30.87) \times 1.20] \\
 &= 2.21 \text{ kN.m} \\
 M_y &= M_I = 2.21 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$A_s = - = \frac{M}{0.9 \times 360 \times (300 - 45)} = 26.7 \text{ mm}^2$$

根据《建筑地基基础设计规范》附录 U 折算出基础截面有效面积：306000.0，基础底板配筋率为 $A_s/bh_0=0.01\%$ ，不满足最小配筋率要求，改取 $A_s=0.15bh_0=459.0 \text{ mm}^2$

实际配筋情况：F10@170 = 591.1 $\text{mm}^2 \geq 459.0 \text{ mm}^2$

10.2 底板 Y 方向配筋

$$\begin{aligned}
 M_{II} &= \frac{1}{48} (l - a')^2 (2b + b')(p_{max} + p_{min} - \frac{2G}{A}) \\
 &= \frac{1}{48} \times (1.20 - 0.44)^2 \times (2 \times 1.70 + 0.30) (33.37 + 29.11 - \frac{2 \times 1.3 \times 36.31}{2.04}) \\
 &= 0.72 \text{ kN.m} \\
 M_x &= M_{II} = 0.72 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$A_s = - = \frac{M}{0.9 \times 360 \times (300 - 45)} = 8.7 \text{ mm}^2$$

根据《建筑地基基础设计规范》附录 U 折算出基础截面有效面积：433500.0，基础底板配筋率为 $A_s/bh_0=0.00\%$ ，不满足最小配筋率要求，改取 $A_s=0.15bh_0=650.3 \text{ mm}^2$

实际配筋情况：F10@170 = 821.9 $\text{mm}^2 \geq 650.3 \text{ mm}^2$

十一、基础柱配筋计算

钢筋符号说明：d-HPB235, D-HPB300, E-HRB335, F-HRB400、HRBF400、RRB400, G-冷弯钢筋

11.1 柱纵筋计算

(1) 垂直 X 轴单侧钢筋计算

控制组合：基本组合 组合 2 序号 1 控制截面：底部

● 上端截面

内力设计值计算

$$\begin{aligned} N &= r_0(N_b + 1.3 \times N_{da} + 1.5 \times N_{la}) \\ &= 1.0 \times (16.31 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 16.31 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_x &= r_0(V_{bx} + 1.3 \times V_{dax} + 1.5 \times V_{lax}) \\ &= 1.0 \times (-1.30 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= -1.30 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= r_0(M_{by} + 1.3 \times M_{day} + 1.5 \times M_{lay}) \\ &= 1.0 \times (0.10 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 0.10 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

● 下端截面

内力设计值计算

$$\begin{aligned} N &= r_0[N_b + 1.3 \times (N_{da} + \gamma V_c) + 1.5 \times N_{la}] \\ &= 1.0 \times [16.31 + 1.3 \times (0.00 + 25.0 \times 0.09) + 1.5 \times 0.00] \\ &= 19.31 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_x &= r_0(V_{bx} + 1.3 \times V_{dax} + 1.5 \times V_{lax}) \\ &= 1.0 \times (-1.30 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= -1.30 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= r_0(M_{by} + 1.3 \times M_{day} + 1.5 \times M_{lay} + V_x \cdot h_c) \\ &= 1.0 \times (0.10 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00 + -1.30 \times 0.70) \\ &= -0.81 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

得到两端力，M1= 0.10 kN.m, M2= -0.81 kN.m

截面有效高度

$$h_0 = H - a_s = 300 - 45 = 255 \text{ mm}$$

截面界限受压区高度

$$x_b = -$$

$$= -$$

$$= 132.0 \text{ mm}$$

附加偏心距计算

$$e_a = \max(20, h/30) = \max(20, 300/30) = 20.0 \text{ mm}$$

满足以下 3 条件，可不考虑柱挠曲产生的二阶效应：

△ 判断条件 1：端部弯矩比 ≤ 0.9

$$M_1/M_2 = 0.10/-0.81 = -0.12 \leq 0.9$$

△ 判断条件 2：柱轴压比 ≤ 0.9

$$\frac{N}{14.3 \times 440 \times 300} = 0.01 \leq 0.9$$

△ 判断条件 3：满足《混凝土规范》式 (6.2.3)

$$\frac{700}{i} = \frac{700}{86.60} = 8.1 \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = 34 - 12 \times \left(\frac{0.10}{-0.81} \right) = 35.5$$

3 个条件均满足，可不考虑柱挠曲产生的二阶效应， $C_m \eta_{ns}$ 取为 1.0。

弯矩设计值

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 1.00 \times -0.81 \times 10^6 = -0.81 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

初始偏心距计算

$$e_0 = M/N = 0.81 \times 10^6 / 19.31 \times 10^3 = 41.9 \text{ mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 41.9 + 20.0 = 61.9 \text{ mm}$$

判断大小偏心

$$e_i < 0.3h_0 = 76.5 \text{ mm}$$

按小偏心计算截面受压区高度

$$e = e_i + h/2 - a_s = 61.9 + 300/2 - 45 = 166.9 \text{ mm}$$

$$\xi_b = x_b/h_0 = 132.0/255 = 0.52$$

$$\xi = - + \xi_b$$

$$= - + 0.52$$

$$= 1.14$$

截面受压区高度

$$x = \xi h_0 = 290.1 \text{ mm}$$

$$A_s = -$$

$$= \frac{360 \times (255 - 45)}{360 \times (255 - 45)}$$

$$= -2612 \text{ mm}^2$$

柱单侧配筋率

$$\rho = A_s / bh = -2612 / (300.00 \times 440.00) = -1.98\%$$

$\rho < 0.20\%$, 单侧配筋取为最小配筋:

$$A_s = 0.20\% \times 300 \times 440 = 264 \text{ mm}^2$$

▲ 验算单偏压构件的面外稳定

稳定系数计算

$$l_0 / b = 700 / 300 = 2.3$$

查《混凝土规范》GB50010-2010 表 6.2.15, 得 $\phi = 1.00$

配筋计算

$$A_{sa} = \left(\frac{N}{0.9\phi} - f_c A \right) / f_y$$

$$= \left(\frac{14.3 \times 300 \times 440}{0.9 \times 1.00} - 14.3 \times 300 \times 440 \right) / 360$$

$$= -5184 \text{ mm}^2$$

$A_{sa1} < 0 \text{ mm}^2$, 按单向压弯计算得到的配筋量能够满足面外稳定。

(2) 垂直 Y 轴单侧钢筋计算

控制组合: 基本组合 组合 2 序号 1 控制截面: 底部

柱在 XOZ 平面内单向受弯, 故垂直 Y 轴单侧钢筋按最小配筋率计算

$$A_s = 0.20\% \cdot hb = 0.20\% \times 440 \times 300 = 264 \text{ mm}^2$$

(3) 验算全截面配筋率

柱全截面配筋率计算

$$\rho_a = [2(A_{sx} + A_{sy}) - 4A_{sc}] / bh$$

$$= [2 \times (264 + 264) - 4 \times 113] / (300 \times 440)$$

$$= 0.46\%$$

$\rho_a < 0.55\%$, 根据柱全截面最小配筋率调整钢筋面积:

$$A_{sx} = 295 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy} = 295 \text{ mm}^2$$

实际配筋情况:

$$\text{垂直 X 方向单侧钢筋为 } 3\text{F}12 = 339 \text{ mm}^2 \geq 295 \text{ mm}^2$$

$$\text{垂直 Y 方向单侧钢筋为 } 3\text{F}12 = 339 \text{ mm}^2 \geq 295 \text{ mm}^2$$

11.2 柱箍筋计算

(1) X 向斜截面验算与配筋验算

抗剪截面验算控制组合: 基本组合 组合 3 序号 1

内力设计值计算

$$\begin{aligned} V_x &= r_0(V_{bx} + 1.3 \times V_{dax} + 1.5 \times V_{lax}) \\ &= 1.0 \times (2.84 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 2.84 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$H/B = 300/440 = 0.68$$

$$V = 2.84 \text{ kN} \leq 0.25\beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.00 \times 14.30 \times 440 \times 255 = 401.12 \text{ kN}$$

柱 X 向受剪截面满足《混凝土规范》第 6.3.1 条。

箍筋计算控制组合: 基本组合 组合 3 序号 1 控制截面: 顶部

内力设计值计算

$$\begin{aligned} N &= r_0(N_b + 1.3 \times N_{da} + 1.5 \times N_{la}) \\ &= 1.0 \times (-19.28 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= -19.28 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_x &= r_0(V_{bx} + 1.3 \times V_{dax} + 1.5 \times V_{lax}) \\ &= 1.0 \times (2.84 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 2.84 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= r_0(M_{by} + 1.3 \times M_{day} + 1.5 \times M_{lay}) \\ &= 1.0 \times (0.11 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 0.11 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

柱计算截面剪跨比计算

$$\lambda = M/(Vh_0) = 0.11 \times 10^6 / (2.84 \times 10^3 \times 255) = 0.15$$

$\lambda < 1.5$, 取 $\lambda = 1.5$ 。

$$\frac{V}{s} = (V - +0.2N)/f_{yv}h_0$$

$$= -$$

$$= -1.15 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$f_{yv} \frac{A_s}{b h_0} < 0.36 f_t b h_0$$

调整箍筋：

$$\frac{A_s}{b h_0} = 0.36 f_t b / f_{yv} = 0.36 \times 1.43 \times 440 / 360 = 0.63 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\text{实际配箍情况为 } F 6@100(3) = 0.8 \text{ mm}^2/\text{mm} \geq 0.6 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

(2) Y 向斜截面验算与配筋验算

抗剪截面验算控制组合：基本组合 组合 1 序号 1

内力设计值计算

$$\begin{aligned} V_y &= r_0(V_{by} + 1.3 \times V_{day} + 1.5 \times V_{lay}) \\ &= 1.0 \times (0.00 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$H/B = 440 / 300 = 1.47$$

$$V = 0.00 \text{ kN} \leq 0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.00 \times 14.30 \times 300 \times 395 = 423.64 \text{ kN}$$

柱 Y 向受剪截面满足《混凝土规范》第 6.3.1 条。

箍筋计算控制组合：基本组合 组合 3 序号 1 控制截面：顶部

内力设计值计算

$$\begin{aligned} N &= r_0(N_b + 1.3 \times N_{da} + 1.5 \times N_{la}) \\ &= 1.0 \times (-19.28 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= -19.28 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_y &= r_0(V_{by} + 1.3 \times V_{day} + 1.5 \times V_{lay}) \\ &= 1.0 \times (-0.00 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= r_0(M_{by} + 1.3 \times M_{day} + 1.5 \times M_{lay}) \\ &= 1.0 \times (0.00 + 1.3 \times 0.00 + 1.5 \times 0.00) \\ &= 0.00 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

剪力较小，取 $\lambda = 3.0$

$$\frac{A_s}{b h_0} = (V - - + 0.2N) / f_{yv} h_0$$

$$= -$$

$$= -0.49 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$f_{yv} \frac{h_0}{s} < 0.36 f_t b h_0$$

调整箍筋：

$$\frac{h_0}{s} = 0.36 f_t b / f_{yv} = 0.36 \times 1.43 \times 300 / 360 = 0.43 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

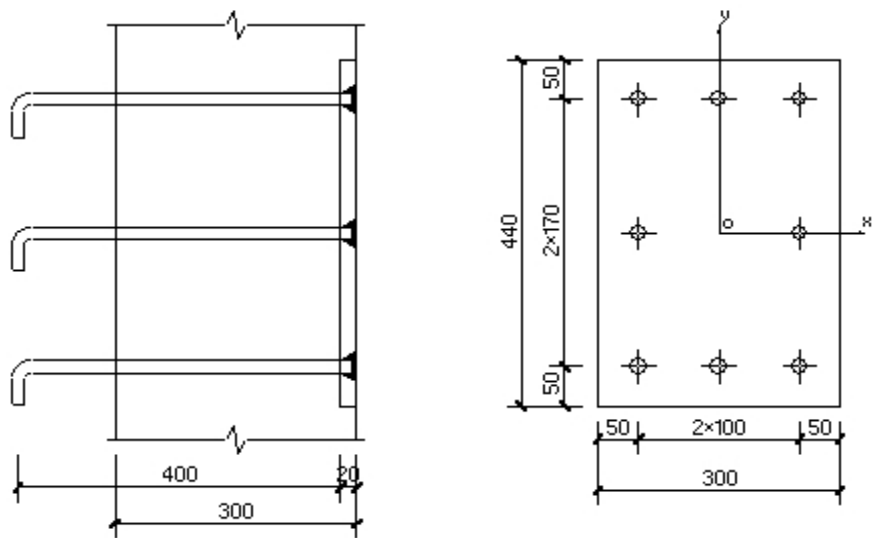
实际配箍情况为 F 6@100(3) = 0.8 mm²/mm ≥ 0.4 mm²/mm

预埋件计算书

计算软件：TSZ结构设计系列软件 TS-MTS2019 Ver 6.6.0.0
计算时间：2024年07月28日 01:01:15

一. 预埋件基本资料

设计依据：
《钢结构设计标准》GB50017-2017
《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015年版）
采用锚筋：焊接弯钩锚筋库_HRB400- Φ 16
排列为(环形布置)：3行；行间距170mm；3列；列间距100mm；
锚板选用：SB20_Q235
锚板尺寸：L*B= 300mm $\times$ 440mm，T=20
基材混凝土：C30
基材厚度：300mm
锚筋布置平面图如下：



二. 预埋件验算：

轴力：N=25kN
X向剪力：V_x=5kN

Y向剪力: $V_y=5\text{kN}$

绕Y轴弯矩: $M_y=5\text{kN}\cdot\text{m}$

绕X轴弯矩: $M_x=5\text{kN}\cdot\text{m}$

锚板上锚筋总个数为8个

锚筋总面积: $A=8\times\pi\times(0.5\times16)^2/100=16.085\text{ cm}^2$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版),锚筋的抗拉强度设计值 f_y 不应大于 300 N/mm^2

锚筋抗拉强度设计值: $f_y=300\text{N/mm}^2$

X方向锚筋排数的影响系数: $\alpha_{rx}=0.9$

Y方向锚筋排数的影响系数: $\alpha_{ry}=0.9$

锚筋的受剪承载力系数 $\alpha_v=(4.0-0.08*d)*(f_c/f_y)^{0.5}=(4.0-0.08\times16)\times(14.3/300)^{0.5}=0.594$

锚板的弯曲变形折减系数 $\alpha_b=0.6+0.25\times20/16=0.912$

沿X向最外层锚筋中心间距 $Z_x=200\text{mm}$

沿Y向最外层锚筋中心间距 $Z_y=340\text{mm}$

按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)公式9.7.2-1计算:

$$\begin{aligned} A_{1\min} &= V_x/(\alpha_{rx}\alpha_v f_y) + V_y/(\alpha_{ry}\alpha_v f_y) + N/(0.8\alpha_b f_y) + M_x/(1.3\alpha_{ry}\alpha_b f_y Z_y) + M_y/(1.3\alpha_{rx}\alpha_b f_y Z_x) \\ &= 5/(0.9\times0.594\times300)\times10 + 5/(0.9\times0.594\times300)\times10 \\ &\quad + 25/(0.8\times0.912\times300)\times10 + 5\times10^3/(1.3\times0.9\times0.912\times300\times340)\times10 \\ &\quad + 5\times10^3/(1.3\times0.9\times0.912\times300\times200)\times10 \\ &= 3.005\text{cm}^2 \end{aligned}$$

按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)公式9.7.2-2计算:

$$\begin{aligned} A_{2\min} &= N/(0.8\alpha_b f_y) + M_x/(0.4\alpha_{ry}\alpha_b f_y Z_y) + M_y/(0.4\alpha_{rx}\alpha_b f_y Z_x) \\ &= 25/(0.8\times0.912\times300)\times10 + 5\times10^3/(0.4\times0.9\times0.912\times300\times340)\times10 + 5\times10^3/(0.4\times0.9\times0.912\times300\times200)\times10 \\ &= 5.171\text{cm}^2 \end{aligned}$$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)11.1.9条,考虑地震作用的预埋件,锚筋截面面积增大25%

故取锚筋截面面积为: $A_s=1.25\times\max(A_{1\min}, A_{2\min})=6.463\text{cm}^2$

则截面承载力为: $F=A_s f_y=6.463\times10^2\times300=193896.056\text{N}=193.896\text{kN}$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)表11.1.6注释,考虑地震组合,取承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}=1$

实际允许承载力值为: $F_u=A f_y=16.085\times10^2\times300=482.549\times10^3\text{N}=482.549\text{kN}$

则有: $F < F_u$, 满足!

三. 预埋件构造验算:

锚固长度限值计算:

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)8.3.1

钢筋的外形系数: $\alpha=0.14$

钢筋的抗拉强度设计值: $f_y=360\text{N/mm}^2$

钢筋的公称直径 $d=16\text{ mm}$

混凝土轴心抗拉强度设计值: $f_t=1.43\text{N/mm}^2$

基本锚固长度: $l_{ab}=\alpha f_y/f_t d=0.14\times360/1.43\times16=563.916\text{ mm}$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)8.3.1、8.3.2、8.3.3,对锚固长度进行修正

当前锚固条件无需修正

锚固长度： $l_a=l_{ab}=563.916\text{ mm}$

钢筋采用机械锚固方式，取包括锚固端头在内的锚固长度为上述计算值的0.6倍：

$$l_a=563.916 \times 0.6=338.35\text{ mm}$$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015年版）11.1.9条，考虑地震作用的后锚固件，锚筋锚固长度应增加10%

$$\text{故取锚筋锚固长度 } l_a=1.1 \times 338.35=372.185\text{mm}$$

实际锚固长度400，最小限值为372.185，满足！

锚板厚度限值计算：

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015年版）9.7.1

锚板厚度不宜小于锚筋直径的0.6倍，受拉和受弯预埋件的锚板厚度尚宜大于锚筋间距的1/8

锚筋间距b取列间距， $b=100\text{mm}$

$$\text{锚板厚度限值： } T=\max(0.6 \times d, b/8)=\max(0.6 \times 16, 100/8)=\max(9.6, 12.5)=12.5\text{mm}$$

实际锚板厚度20，最小限值为12.5，满足！

行间距为170，最小限值为96，满足！

列边距为100，最小限值为48，满足！

行边距为50，最小限值为32，满足！

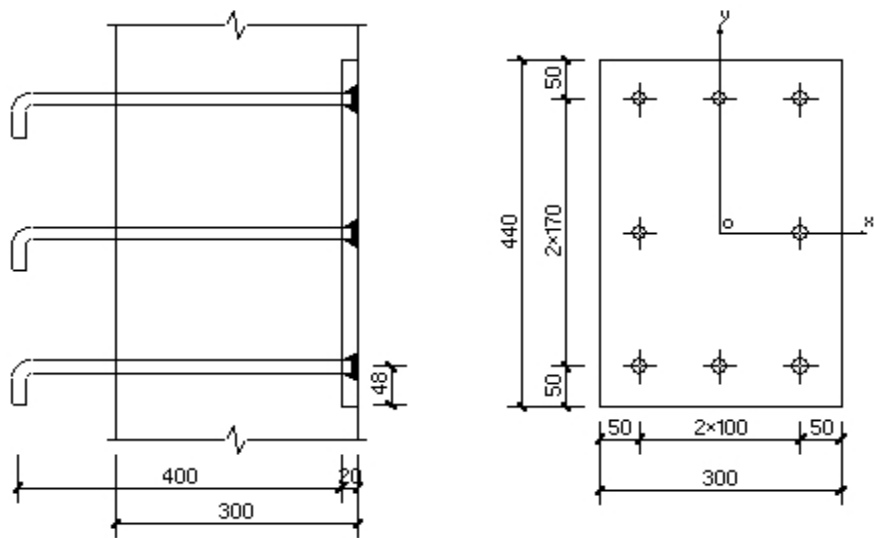
列边距为50，最小限值为32，满足！

预埋件计算书

计算软件：TSZ结构设计系列软件 TS-MTS2021 Ver 6.8.1.0
计算时间：2024年07月29日 14:55:57

一. 预埋件基本资料

设计依据：
《钢结构设计标准》GB50017-2017
《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015年版）
采用锚筋：焊接弯钩锚筋库_HRB400- Φ 16
排列为(环形布置)：3行；行间距170mm；3列；列间距100mm；
锚板选用：SB20_Q235
锚板尺寸：L*B= 300mm $\times$ 440mm，T=20
基材混凝土：C30
基材厚度：300mm
锚筋布置平面图如下：



二. 预埋件验算：

轴力：N=(-20)kN
X向剪力：V_x=5kN

Y向剪力: $V_y=1\text{kN}$

绕Y轴弯矩: $M_y=1\text{kN}\cdot\text{m}$

绕X轴弯矩: $M_x=14\text{kN}\cdot\text{m}$

锚板上锚筋总个数为8个

锚筋总面积: $A=8\times\pi\times(0.5\times16)^2/100=16.085\text{ cm}^2$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版),锚筋的抗拉强度设计值 f_y 不应大于 300 N/mm^2

锚筋抗拉强度设计值: $f_y=300\text{N/mm}^2$

X方向锚筋排数的影响系数: $\alpha_{rx}=0.9$

Y方向锚筋排数的影响系数: $\alpha_{ry}=0.9$

锚筋的受剪承载力系数 $\alpha_v=(4.0-0.08*d)*(f_c/f_y)^{0.5}=(4.0-0.08\times16)\times(14.3/300)^{0.5}=0.594$

锚板的弯曲变形折减系数 $\alpha_b=0.6+0.25\times20/16=0.912$

沿X向最外层锚筋中心间距 $Z_x=200\text{mm}$

沿Y向最外层锚筋中心间距 $Z_y=340\text{mm}$

按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)公式9.7.2-3计算:

$$A_{1\min}=(V_x-0.3*N)/(\alpha_{rx}*\alpha_v*f_y)+(V_y-0.3*N)/(\alpha_{ry}*\alpha_v*f_y)+(M_x-0.4*N*Z_y)/(1.3*\alpha_{ry}*\alpha_b*f_y*Z_y)+(M_y-0.4*N*Z_x)/(1.3*\alpha_{rx}*\alpha_b*f_y*Z_x)$$

当 $V<0.3*N$ 时,取 $V=0.3*N$; $M<0.4*N*Z$ 时,取 $M=0.4*N*Z$

$$A_{1\min}=0\text{ cm}^2$$

按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)公式9.7.2-4计算:

$$A_{2\min}=(M_y-0.4*N*Z_x)/(0.4*\alpha_{rx}*\alpha_b*f_y*Z_x)\times10+(M_x-0.4*N*Z_y)/(0.4*\alpha_{ry}*\alpha_b*f_y*Z_y)\times10$$

$$\begin{aligned}&=(1.6\times10^3-0.4\times20\times200)/(0.4\times0.9\times0.912\times300\times200)\times10+(14\times10^3-0.4\times20\times340)/(0.4\times0.9\times0.912\times300\times340)\times10\\&=3.366\text{cm}^2\end{aligned}$$

故所需锚筋截面面积为: $A_{\max}=\max(A_{1\min}, A_{2\min})=3.366\text{cm}^2$

则截面承载力为: $F=A_s*f_y=3.366\times10^2\times300=100993.825\text{N}=100.994\text{kN}$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)表11.1.6注释,考虑地震组合,取承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}=1$

实际允许承载力值为: $F_u=A*f_y=16.085\times10^2\times300=482.549\times10^3\text{N}=482.549\text{kN}$

则有: $F < F_u$, 满足!

三. 预埋件构造验算:

锚固长度限值计算:

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)8.3.1

钢筋的外形系数: $\alpha=0.14$

钢筋的抗拉强度设计值: $f_y=360\text{N/mm}^2$

钢筋的公称直径 $d=16\text{ mm}$

混凝土轴心抗拉强度设计值: $f_t=1.43\text{N/mm}^2$

基本锚固长度: $l_{ab}=\alpha*f_y/f_t*d=0.14\times360/1.43\times16=563.916\text{ mm}$

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)8.3.1、8.3.2、8.3.3,对锚固长度进行修正

当前锚固条件无需修正

锚固长度: $l_a=l_{ab}=563.916\text{ mm}$

钢筋采用弯钩锚固方式,取包括弯头在内的锚固长度为上述计算值的0.6倍:

$$l_a=563.916\times0.6=338.35\text{ mm}$$

实际锚固长度400，最小限值为372.185，满足！

锚板厚度限值计算：

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015年版）9.7.1

锚板厚度不宜小于锚筋直径的0.6倍，受拉和受弯预埋件的锚板厚度尚宜大于锚筋间距的1/8

锚筋间距b取列间距，b=100mm

锚板厚度限值： $T = \max(0.6 \times d, b/8) = \max(0.6 \times 16, 100/8) = \max(9.6, 12.5) = 12.5\text{mm}$

实际锚板厚度20，最小限值为12.5，满足！

行间距为170，最小限值为96，满足！

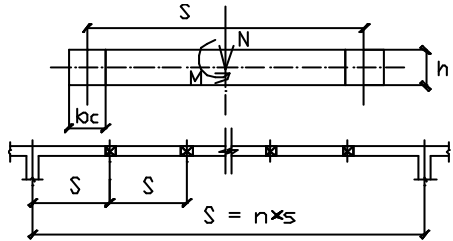
列边距为100，最小限值为48，满足！

行边距为50，最小限值为32，满足！

列边距为50，最小限值为32，满足！

墙体高厚比及无筋砌体受压承载力验算计算书

一、设计资料

设计参数 验算范围：整片墙 门窗洞口：无 构造柱：有 壁柱：无 墙体材料：混凝土普通砖及混凝土多孔砖 砌体强度等级：MU15 砂浆强度等级：Mb7.5 抗压强度调整系数γ_a：1.00 轴向压力设计值：$N=25.00\text{kN}$ 弯矩设计值：$M=1.50\text{kN}\cdot\text{m}$ 房屋参数 屋盖或楼盖类别：整体式、装配整体和装配式无檩体系钢筋混凝土屋盖或钢筋混凝土楼盖 承重类型：自承重墙 跨类型：单跨	几何参数 相邻间墙间距s：20000mm 墙厚h：240mm 横墙之间s的个数n：1 墙高H：2000mm 构造柱沿墙长方向的宽度b_c：240mm 
---	--

二、验算过程

1. 承载力验算

不带壁柱,且验算范围为整片墙,有构造柱

$$b = s - b_c = 20000 - 240 = 19760\text{mm}$$

$$A = bh = 19760 \times 240 = 4742400\text{mm}^2$$

砂浆强度等级为Mb7.5,根据砌体结构设计规范D.0.1, $\alpha = 0.0015$

墙体材料是：混凝土普通砖及混凝土多孔砖,取 $\gamma_b = 1.1$

$$S = ns = 1 \times 20000 = 20000\text{mm} = 20.000\text{m}$$

屋盖或楼盖类别为：整体式、装配整体和装配式无檩体系钢筋混凝土屋盖或钢筋混凝土楼盖

同时, $S = 20.000\text{m} < 32\text{m}$

根据《砌体结构设计规范》表4.2.1,为刚性方案

$$S = ns = 1 \times 20000 = 20000\text{mm} > 2H = 4000\text{mm}$$

根据《砌体结构设计规范》表5.1.3中刚性方案

$$H_0 = H = 2000\text{mm}$$

$$\beta = \gamma_b H_0 / h = 1.1 \times 2000.0 / 240 = 9.1667$$

$$\varphi^0 = \frac{1}{1 + \alpha\beta^2} = \frac{1}{1 + 0.0015 \times 9.1667^2} = 0.8881$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{1500}{25} = 60.00\text{mm} < 0.6 \times \frac{h}{2} = 0.6 \times \frac{240}{2} = 72.00\text{mm}$$

根据砌体规范D.0.1条

$\beta = 9.17 > 3$,所以

$$\varphi = \frac{1}{1 + 12 \left(\frac{e}{h} + \sqrt{\frac{1}{12} (\varphi^0 - 1)} \right)^2} = \frac{1}{1 + 12 \times \left(\frac{60.00}{240.0} + \sqrt{\frac{1}{12} \times (\varphi^0 - 1)} \right)^2} = 0.40145$$

砌体强度等级：MU15,砂浆强度等级：Mb7.5,根据砌体结构设计规范表3.2.1-1--3.2.1-7, $f_0 = 2.07\text{MPa}$

$$f = \gamma_a f_0 = 1.00 \times 2.07 = 2.07\text{MPa}$$

$$\varphi f A = 0.40145 \times 2.07 \times 4742400.0 = 3940957.13 \text{ N} > N = 25000.00 \text{ N},$$

满足承载力验算要求

2. 整片墙高厚比验算

自承重墙，且墙厚 $h = 240 \text{ mm}$, 所以

$$\mu_1 = 1.20$$

没有门窗洞口， $\mu_2 = 1.0$

墙体材料是：混凝土普通砖及混凝土多孔砖，取 $\gamma = 1.0$

$$\mu^e = 1 + \gamma \frac{b^e}{l} = 1 + 1.00 \times \frac{240}{20000} = 1.01$$

砂浆强度等级为 Mb7.5，根据砌体结构设计规范表 6.1.1，墙的容许高厚比

$$[\beta] = 26$$

$$\beta = \frac{H^0}{h^T} = \frac{2000}{240} = 8.33 < \mu^e \mu^l \mu^2 [\beta] = 1.01 \times 1.20 \times 1.00 \times 26 = 31.57$$

满足高厚比验算要求

3. 间墙高厚比验算

屋盖或楼盖类别为：整体式、装配整体和装配式无檩体系钢筋混凝土屋盖或钢筋混凝土楼盖

同时， $s = 20.000 \text{ m} < 32 \text{ m}$

根据《砌体结构设计规范》表 4.2.1，为刚性方案

$$s = 20000 \text{ mm} > 2H = 4000 \text{ mm}$$

根据《砌体结构设计规范》表 5.1.3 中刚性方案

$$H_0 = H = 2000 \text{ mm}$$

自承重墙，且墙厚 $h = 240 \text{ mm}$, 所以

$$\mu_1 = 1.20$$

没有门窗洞口， $\mu_2 = 1.0$

砂浆强度等级为 Mb7.5，根据砌体结构设计规范表 6.1.1，墙的容许高厚比

$$[\beta] = 26$$

$$\beta = \frac{H^0}{h} = \frac{2000}{240} = 8.33 < \mu^l \mu^2 [\beta] = 1.20 \times 1.00 \times 26 = 31.20$$

满足高厚比验算要求

独立基础沉降计算计算书

公司名称_____项目名称_____构件编号_____

设计人_____校对人_____日期_____

一、设计资料

1. 荷载信息 准永久荷载值: $N=15.00\text{kN}$ 2. 基础信息 基础长: $l=1200\text{ mm}$ 基础宽: $b=1700\text{ mm}$ 基础底标高: $dbg=-1.00\text{ m}$ 单位面积覆土重: $Futuz=20.00\text{ kPa}$ 3. 沉降点信息 相对形心坐标: $x=0\text{ mm}$ 相对形心坐标: $y=0\text{ mm}$	
4. 其他信息 地基承载力特征值: $fak=80\text{ kPa}$ 土层数: $Tuc=2$ 土层顶标高: $Tubg=0\text{ m}$ 地下水标高: $wbg=-10\text{ m}$ 压缩层深度: 按“地基规范”式 5.3.6 计算 沉降计算经验系数: 根据“地基规范”自动确定	

5. 土层信息:

土层信息表

土层	厚度 (m)	重度 (kN/m3)	Es (MPa)
层 1	1.00	18.00	3.00
层 2	5.00	18.00	5.00

二、计算结果

1. 计算基础底面的附加压力

基础底面以上土层自重应力

$$\sum \gamma_i h_i = 18.0 \times 1.0 = 18.00\text{kPa}$$

上式中 γ_i 地下水位下的重度取浮重度

基础自重及其上覆土重荷载

$$G_k = A \times p = 2.0 \times 20.0 = 40.8 \text{ kN}$$

基础底面的附加荷载

$$N = N_k + G_k - A \times \sum \gamma_i h_i = 15.00 + 40.80 - 2.04 \times 18.0 = 19.1 \text{ kN}$$

基础底面的附加压应力

$$p_0 = \frac{N}{A} = \frac{19.08}{2.04} = 9.35 \text{ kPa}$$

2. 求 Δz

查“地基规范”表 5.3.6 条, 确定 Δz

$\because b \leq 2, \therefore$ 取 $\Delta z = 0.3 \text{ m}$

3. 压缩层计算深度 z_n

根据“地基规范”表 5.3.6 条, 确定 z_n

4. 沉降计算

角点法沉降计算用矩形块表格

矩形块号	长边 $l(\text{m})$	短边 $b(\text{m})$	均压 $p_0(\text{kPa})$
1	0.85	0.60	9.35
2	0.85	0.60	9.35
3	0.85	0.60	9.35
4	0.85	0.60	9.35

沉降计算表格

压缩层号	$E_{si}(\text{MPa})$	$\Delta z(\text{m})$	$\Delta s'(\text{mm})$	α_i	$s'(\text{mm})$
1	5.00	0.30	0.55	0.2466	0.55
2	5.00	0.30	0.49	0.2314	1.04
3	5.00	0.30	0.37	0.2097	1.41
4	5.00	0.30	0.27	0.1878	1.69
5	5.00	0.30	0.20	0.1682	1.89
6	5.00	0.30	0.15	0.1514	2.04
7	5.00	0.30	0.12	0.1372	2.16
8	5.00	0.30	0.09	0.1252	2.25
9	5.00	0.30	0.07	0.1149	2.32
10	5.00	0.30	0.06	0.1062	2.38
11	5.00	0.30	0.05	0.0986	2.43

$$\Delta s'_n = 0.05 \text{ mm} \leq 0.025 \sum \Delta s'_i$$

5. 经验系数确定

$$E_s = 5.00 \text{ MPa} \quad f_{ak} = 80.00 \text{ kPa} \quad p_0 = 9.35 \text{ kPa}$$

查“地基规范”表格 5.3.5 确定沉降计算用经验系数

$$\phi_s = 0.90$$

6. 地基最终变形量

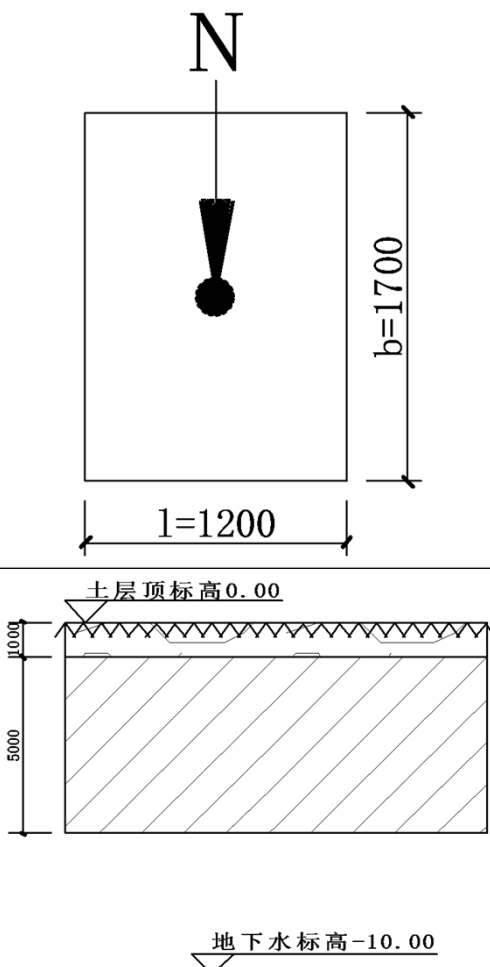
$$s = \phi_s \times s' = 0.90 \times 2.43 = 2.19 \text{ mm}$$

独立基础沉降计算计算书

公司名称_____项目名称_____构件编号_____

设计人_____校对人_____日期_____

一、设计资料

1. 荷载信息 准永久荷载值: $N=30.00\text{kN}$ 2. 基础信息 基础长: $l=1200\text{ mm}$ 基础宽: $b=1700\text{ mm}$ 基础底标高: $dbg=-1.00\text{ m}$ 单位面积覆土重: $Futuz=20.00\text{ kPa}$ 3. 沉降点信息 相对形心坐标: $x=0\text{ mm}$ 相对形心坐标: $y=0\text{ mm}$	
4. 其他信息 地基承载力特征值: $fak=80\text{ kPa}$ 土层数: $Tuc=2$ 土层顶标高: $Tubg=0\text{ m}$ 地下水标高: $wbg=-10\text{ m}$ 压缩层深度: 按“地基规范”式 5.3.6 计算 沉降计算经验系数: 根据“地基规范”自动确定	

5. 土层信息:

土层信息表

土层	厚度 (m)	重度 (kN/m3)	Es (MPa)
层 1	1	18.00	3
层 2	5.00	18.00	5

二、计算结果

1. 计算基础底面的附加压力

基础底面以上土层自重应力

$$\sum \gamma_i h_i = 18.0 \times 1.0 = 18.00\text{kPa}$$

上式中 γ_i 地下水位下的重度取浮重度

基础自重及其上覆土重荷载

$$G_k = A \times p = 2.0 \times 20.0 = 40.8 \text{ kN}$$

基础底面的附加荷载

$$N = N_z + G_k - A \times \sum \gamma_i h_i = 30.00 + 40.80 - 2.04 \times 18.0 = 34.1 \text{ kN}$$

基础底面的附加压应力

$$p_0 = \frac{N}{A} = \frac{34.08}{2.04} = 16.71 \text{ kPa}$$

2. 求 Δz

查“地基规范”表 5.3.6 条, 确定 Δz

$\because b \leq 2, \therefore$ 取 $\Delta z = 0.3 \text{ m}$

3. 压缩层计算深度 z_n

根据“地基规范”表 5.3.6 条, 确定 z_n

4. 沉降计算

角点法沉降计算用矩形块表格

矩形块号	长边 $l(\text{m})$	短边 $b(\text{m})$	均压 $p_0(\text{kPa})$
1	0.85	0.60	16.71
2	0.85	0.60	16.71
3	0.85	0.60	16.71
4	0.85	0.60	16.71

沉降计算表格

压缩层号	$E_{si}(\text{MPa})$	$\Delta z(\text{m})$	$\Delta s'(\text{mm})$	α_i	$s'(\text{mm})$
1	5.00	0.30	0.99	0.2466	0.99
2	5.00	0.30	0.87	0.2314	1.86
3	5.00	0.30	0.67	0.2097	2.52
4	5.00	0.30	0.49	0.1878	3.01
5	5.00	0.30	0.36	0.1682	3.37
6	5.00	0.30	0.27	0.1514	3.64
7	5.00	0.30	0.21	0.1372	3.85
8	5.00	0.30	0.16	0.1252	4.02
9	5.00	0.30	0.13	0.1149	4.15
10	5.00	0.30	0.11	0.1062	4.26
11	5.00	0.30	0.09	0.0986	4.35

$$\Delta s'_n = 0.09 \text{ mm} \leq 0.025 \sum \Delta s'_i$$

5. 经验系数确定

$$E_s = 5.00 \text{ MPa} \quad f_{ak} = 80.00 \text{ kPa} \quad p_0 = 16.71 \text{ kPa}$$

查“地基规范”表格 5.3.5 确定沉降计算用经验系数

$$\phi_s = 0.90$$

6. 地基最终变形量

$$s = \phi_s \times s' = 0.90 \times 4.35 = 3.91 \text{ mm}$$