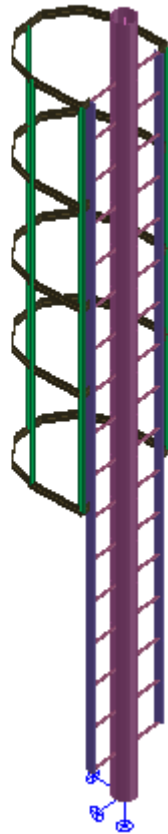


5 米 304 不锈钢材质监控杆 制作安装工程钢结构计算书



项目名称：5 米 304 不锈钢材质监控杆制作安装工程

设计阶段：施工图

设计专业：钢结构

计算内容：钢骨架承载力验算

日期：2026 年 4 月

一、工程概况

1.1 5 米 304 不锈钢材质碳钢监控杆制作安装工程，钢结构计算所在地，湖北武汉、黄冈、仙桃、黄石、荆州，基本风压取 50 年一遇 $0.40\text{KN}/\text{m}^2$ ，场地地面粗糙度，B 类。

1.2 安装结构杆采用 304 不锈钢材质圆管截面，固定在独立基础上，顶部安装摄像机。

1.3 建筑地区（湖北武汉、黄冈、仙桃、黄石、荆州）设防地震烈度 取 6 度（ $0.05g$ ），水平地震影响系数最大值 0.04

地震分组：第一组，标准设防，场地类别 III 类，特征周期值： 0.45s 。

1.4 钢结构阻尼比： 0.02 。

1.5 计算采用 3d3s 有限元建立模型，对多种荷载组合状况下标识的受力状态进行设计。 布置如下：

三、设计资料

3.1 荷载计算

1) 结构自重结构软件计算;

面板荷载竖直向下, 按实际面板取值:

项次	计算内容
恒荷载标准值(D)	1) 结构立杆自重软件自算; 2) 自重计算: (1) 顶部附加荷载 (避 雷 针 + 摄 像 头) 1 k g + 1 0 k g ,G1=0.01kN+0.1kN, (2) 爬梯自重自动计算; 3) 设备箱重量按点荷载输入 20kg=0. 2kN;
活荷载: 风荷载(W)	1) 根据《荷规》《高耸规》, 风荷载标准值: 爬梯导风直接输入模型计算, 体型系数为 1. 3, 风荷载程序自动计算 2) 灯杆风载程序自动计算, 体型系数为 0. 6

2): 避雷针直接按节点荷载输入模型

目 录

1	设计依据	7
2	软件信息	7
3	结构信息	7
3.1	总体信息	7
3.2	几何信息	8
3.3	计算参数	19
3.4	设计参数	19
4	计算简图	19
5	材料信息	21
5.1	材料特性	21
5.2	材料统计	21
6	荷载与组合	22
6.1	工况信息	22
6.2	荷载信息	22
6.3	荷载组合	37
7	周期与振型	38
7.1	周期与质量参与系数	38
8	线性计算结果	38
8.1	线性反力	38
8.2	线性内力	40
8.3	线性位移	52
9	验算结果	57
9.1	杆件应力比限值分布图	57

9.2	杆件应力比分布图	59
9.3	杆件验算结果云图	59

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)
《索结构技术规程》	(JGJ257 - 2012)
《建筑结构荷载规范》	(GB50009-2012)
《建筑抗震设计标准》	(GB/T50011-2010)
《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 2024.3 (上海同磊土木工程技术有限公司)

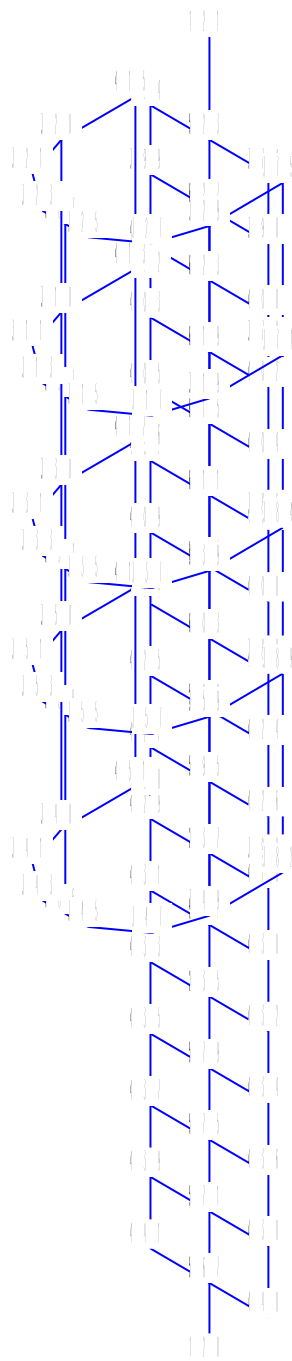
3 结构信息

3.1 总体信息

节点总数	106
支座总数	1
单元总数	162

材料种类	2
截面种类	5
荷载工况	4

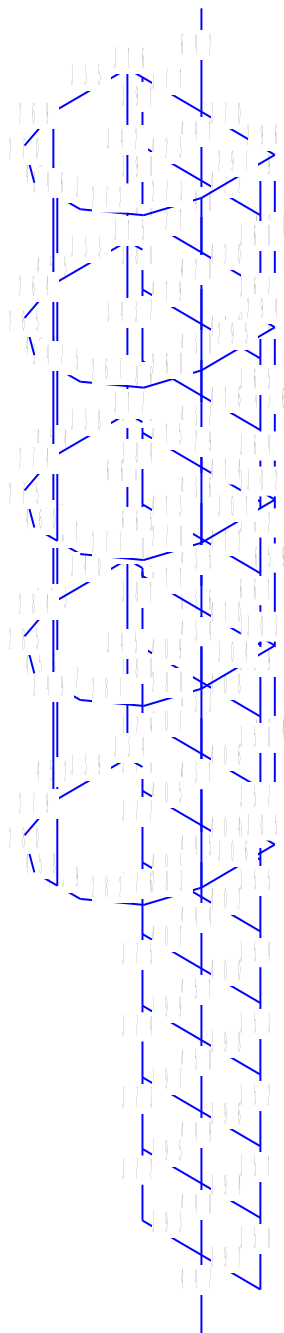
3.2 几何信息



节点编号图（整体）

节点信息表									
节点编号	x 坐标 (m)	y 坐标 (m)	z 坐标 (m)	备注	节点编号	x 坐标 (m)	y 坐标 (m)	z 坐标 (m)	备注
120	32.873	24.952	0.000	支座 1	121	32.873	24.952	5.000	
235	32.873	24.952	1.380		237	32.873	24.952	1.920	
310	32.548	25.277	3.958		311	32.357	25.215	3.958	
313	32.239	25.052	3.958		315	32.239	24.851	3.958	
317	32.357	24.689	3.958		319	32.548	24.627	3.958	
320	32.548	25.277	4.608		321	32.357	25.215	4.608	
323	32.239	25.052	4.608		325	32.239	24.851	4.608	
327	32.357	24.689	4.608		329	32.548	24.627	4.608	
330	32.548	25.277	3.308		331	32.357	25.215	3.308	
333	32.239	25.052	3.308		335	32.239	24.851	3.308	
337	32.357	24.689	3.308		339	32.548	24.627	3.308	
340	32.548	25.277	2.008		341	32.357	25.215	2.008	
343	32.239	25.052	2.008		345	32.239	24.851	2.008	
347	32.357	24.689	2.008		349	32.548	24.627	2.008	
350	32.548	25.277	2.758		351	32.357	25.215	2.758	
353	32.239	25.052	2.758		355	32.239	24.851	2.758	
357	32.357	24.689	2.758		359	32.548	24.627	2.758	
370	32.873	24.692	3.958		371	32.873	24.627	3.958	
374	32.873	24.692	4.608		375	32.873	24.627	4.608	
382	32.873	24.627	2.008		384	32.873	24.627	3.308	
386	32.873	24.692	3.308		388	32.873	24.692	2.758	
389	32.873	24.627	2.758		392	32.873	24.692	2.008	
398	32.873	24.692	4.350		399	32.873	25.212	4.350	
400	32.873	24.692	4.080		401	32.873	25.212	4.080	
402	32.873	24.692	3.810		403	32.873	25.212	3.810	
404	32.873	24.692	3.540		405	32.873	25.212	3.540	
406	32.873	24.692	3.270		407	32.873	25.212	3.270	

408	32.873	24.692	3.000		409	32.873	25.212	3.000	
410	32.873	24.692	2.730		411	32.873	25.212	2.730	
412	32.873	25.212	3.958		413	32.873	25.277	3.958	
414	32.873	25.212	4.608		415	32.873	25.277	4.608	
416	32.873	25.212	3.308		417	32.873	25.277	3.308	
418	32.873	25.212	2.758		419	32.873	25.277	2.758	
424	32.873	24.692	2.460		425	32.873	25.212	2.460	
426	32.873	24.692	2.190		427	32.873	25.212	2.190	
428	32.873	24.692	1.920		429	32.873	25.212	1.920	
430	32.873	24.692	1.650		431	32.873	25.212	1.650	
432	32.873	24.692	1.380		433	32.873	25.212	1.380	
434	32.873	24.692	1.110		435	32.873	25.212	1.110	
436	32.873	24.692	0.840		437	32.873	25.212	0.840	
438	32.873	24.692	0.570		439	32.873	25.212	0.570	
440	32.873	24.692	0.300		441	32.873	25.212	0.300	
450	32.873	25.212	2.008		451	32.873	25.277	2.008	
523	32.873	24.952	4.608		567	32.873	24.952	0.300	
571	32.873	24.952	0.570		575	32.873	24.952	0.840	
579	32.873	24.952	1.110		587	32.873	24.952	1.650	
595	32.873	24.952	2.190		599	32.873	24.952	2.460	
603	32.873	24.952	2.730		607	32.873	24.952	3.000	
611	32.873	24.952	3.270		615	32.873	24.952	3.540	
619	32.873	24.952	3.810		623	32.873	24.952	4.080	
627	32.873	24.952	4.350		686	32.239	24.952	2.008	
687	32.239	24.952	4.608		689	32.239	24.952	2.758	
691	32.239	24.952	3.308		693	32.239	24.952	3.958	



单元编号图（整体）

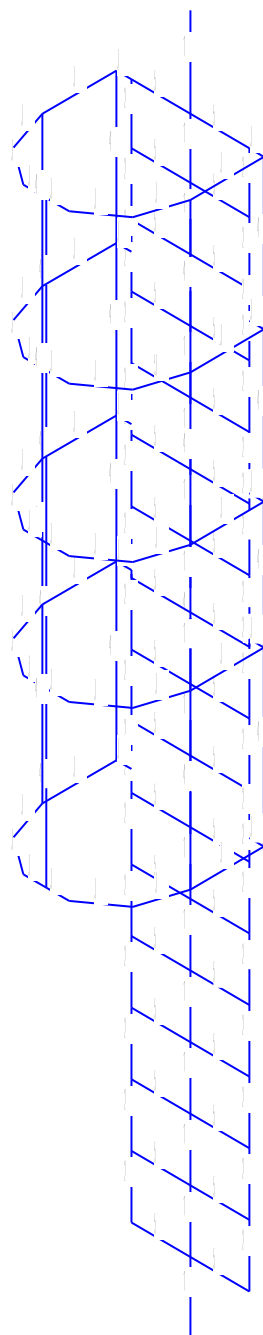
单元信息表（注：等肢角钢的 2、3 轴分别对应 u、v 轴）										
单元编号	截面名称	材料名称	长度(m)	面积(mm ²)	绕 2 轴惯性矩(×10 ⁴ mm ⁴)	绕 3 轴惯性矩(×10 ⁴ mm ⁴)	绕 2 轴计算长度系数	绕 3 轴计算长度系数	i 节点释放	j 节点释放
264	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
265	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
267	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
268	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
269	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
270	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
272	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
273	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
274	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
275	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
277	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
278	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
279	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
280	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
282	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
283	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
284	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
285	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
287	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
288	60x6	Q235B	0.201	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
294	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
295	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
296	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
297	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
301	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
302	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
303	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
304	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
305	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
306	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---

315	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
316	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
317	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
318	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
333	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
334	60x6	Q235B	0.065	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
335	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
338	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
339	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
340	60x6	Q235B	0.325	360.00	0.11	10.80	1.000	1.000	---	---
342	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
343	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
345	40x5	Q235B	0.750	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
346	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
347	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
349	40x5	Q235B	0.750	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
350	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
351	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
352	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
353	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
354	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
355	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
356	60x10	Q235B	0.088	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
357	60x10	Q235B	0.182	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
358	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
359	60x10	Q235B	0.298	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
360	60x10	Q235B	0.028	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
362	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
363	60x10	Q235B	0.038	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
364	60x10	Q235B	0.232	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
365	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
366	60x10	Q235B	0.148	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
367	60x10	Q235B	0.122	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
368	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---
369	60x10	Q235B	0.258	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	---	---

370	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
371	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
372	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
373	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
374	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
375	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
376	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
377	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
378	60x10	Q235B	0.088	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
379	60x10	Q235B	0.182	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
380	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
381	60x10	Q235B	0.298	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
382	60x10	Q235B	0.028	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
384	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
385	60x10	Q235B	0.038	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
386	60x10	Q235B	0.232	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
387	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
388	60x10	Q235B	0.148	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
389	60x10	Q235B	0.122	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
390	60x10	Q235B	0.270	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
391	60x10	Q235B	0.258	600.00	0.50	18.00	1.000	1.000	----	----
392	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
393	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
394	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
395	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
396	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
397	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
398	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
399	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
400	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
401	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
402	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
403	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
404	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----
405	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	----	----

406	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
407	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
408	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
409	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
410	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
411	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
412	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
413	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
414	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
415	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
416	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
417	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
418	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
419	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
420	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
421	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
422	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
423	Φ 20	Q235B	0.260	314.16	0.79	0.79	1.000	1.000	---	---
424	40x5	Q235B	0.750	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
426	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
427	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
428	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
429	40x5	Q235B	0.650	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
431	40x5	Q235B	0.750	200.00	0.04	2.67	1.000	1.000	---	---
432	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
433	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
434	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
435	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
436	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
437	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
438	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
439	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
440	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
441	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.258	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---
444	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0.270	1721.59	404.25	404.25	1.000	1.000	---	---

445	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 270	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
447	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 300	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
448	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 270	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
449	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 270	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
450	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 270	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
451	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 270	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
452	40x5	Q235B	0. 750	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
454	40x5	Q235B	0. 650	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
455	40x5	Q235B	0. 650	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
456	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
457	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
458	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
459	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
460	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
461	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
462	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
463	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
464	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
465	60x6	Q235B	0. 100	360. 00	0. 11	10. 80	1. 000	1. 000	---	---
636	40x5	Q235B	0. 550	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
642	Φ 141x4	06Cr19Ni10	0. 392	1721. 59	404. 25	404. 25	1. 000	1. 000	---	---
659	40x5	Q235B	0. 550	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
661	60x10	Q235B	0. 242	600. 00	0. 50	18. 00	1. 000	1. 000	---	---
663	40x5	Q235B	0. 550	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
665	60x10	Q235B	0. 242	600. 00	0. 50	18. 00	1. 000	1. 000	---	---
666	40x5	Q235B	0. 550	200. 00	0. 04	2. 67	1. 000	1. 000	---	---
668	40x5	Q235B	0. 550	200. 00	0. 04	2. 67	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	圆管截面	Φ 141x4	18
2	矩形截面	60x10	40
3	矩形截面	60x6	50
4	矩形截面	40x5	20
5	圆形截面	Φ 20	34

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)线性计算

梁单元属性：考虑剪切效应（铁木辛柯梁）

梁抗扭惯性矩：自由扭转惯性矩

考虑 P - Δ / 二阶效应：否

3.4 设计参数

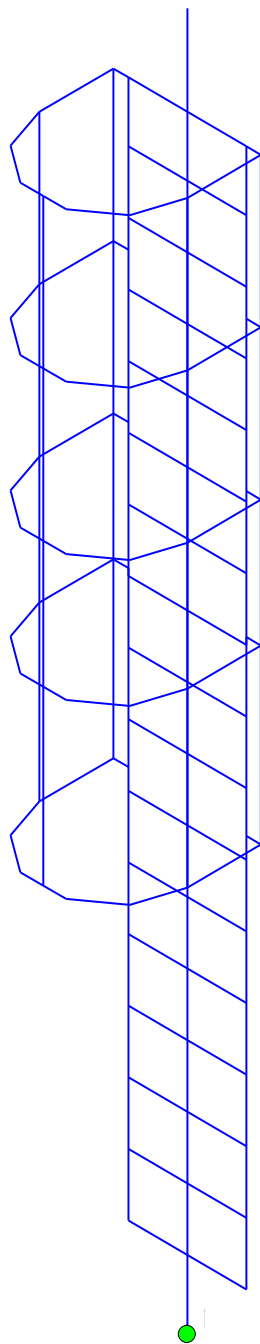
结构重要性系数：1.000

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	三级	三级

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

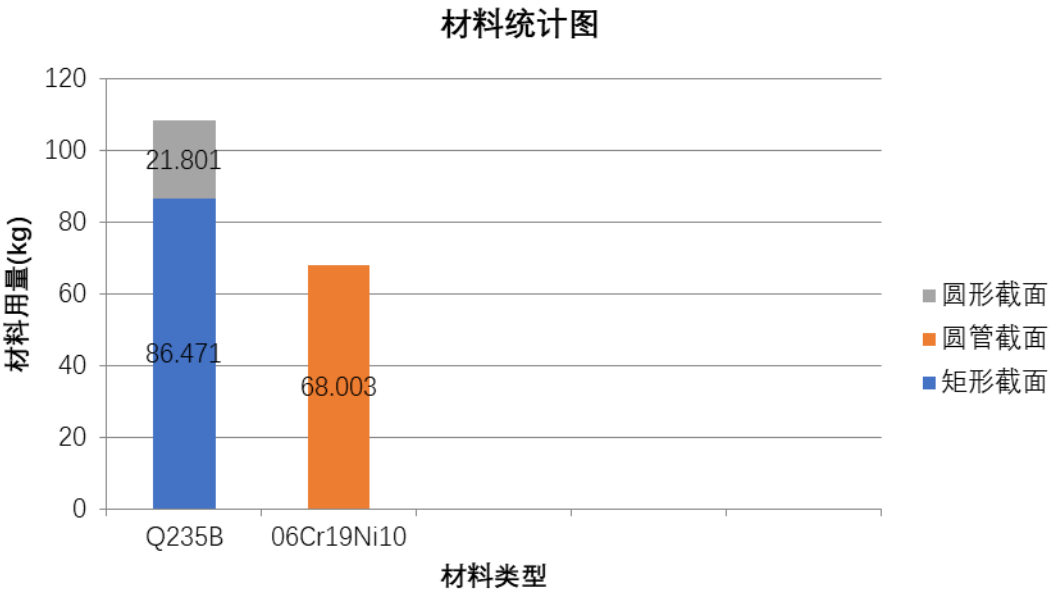
支座信息表（单位：刚度：kN/mm kN*mm/rad 位移：mm rad）						
支座类型	平动 1	平动 2	平动 3	转动 R1	转动 R2	转动 R3
1	刚性	刚性	刚性	刚性	刚性	刚性

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
06Cr19Ni10	06Cr19Ni10	193.000	0.300	1.73e-05	按规范	7.90e-06

5.2 材料统计



钢汇总表					
序号	截面	材性	数量	长度(m)	重量(kg)
1	φ 20	Q235B	34	8.840	21.801
2	40x5	Q235B	20	13.000	20.410
3	60x6	Q235B	50	8.922	25.212

4	60x10	Q235B	40	8.673	40.848
			144 根	39.434 m	108 kg

不锈钢汇总表					
序号	截面	材性	数量	长度(m)	重量(kg)
1	Φ 141x4	06Cr19Ni10	18	5.000	68.003
			18 根	5.000 m	68 kg

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	风	0	+
3	2	风	0	-
4	3	活	0	检修

6.2 荷载信息

(1)节点荷载列表(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	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz
1	恒	0	0.000	0.000	-0.010	0.000	0.000	0.000
2	恒	0	0.000	0.000	-0.100	0.030	0.030	0.000
3	风	1	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	风	2	-0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	活	3	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
6	恒	0	0.000	0.000	-0.200	0.000	0.000	0.000

(2)单元荷载列表(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	类型	方向	数值	Q1	Q2	X1	X2
1	恒	0	2	Z	绝对	-0.200	0.000	0.150	0.000

(3)杆件导荷载列表(力：kN；分布力：kN/m；弯矩：kN.m；分布弯矩：kN.m/m)

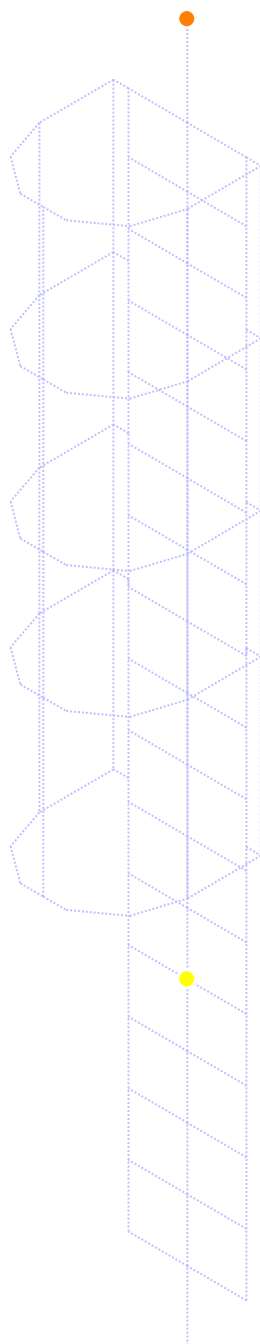
序号	荷载类型	工况	导荷方式	体型系数	面荷载值(基本风压)
1	恒	0	双向杆件		0.120
2	风	1	直接杆件	0.600	0.400
3	风	1	直接杆件	1.300	0.400
4	风	2	直接杆件	-0.600	0.400
5	风	2	直接杆件	1.300	0.400

6.2.1 恒荷载

6.2.1.1 恒荷载 0

(1)恒荷载 0 节点荷载

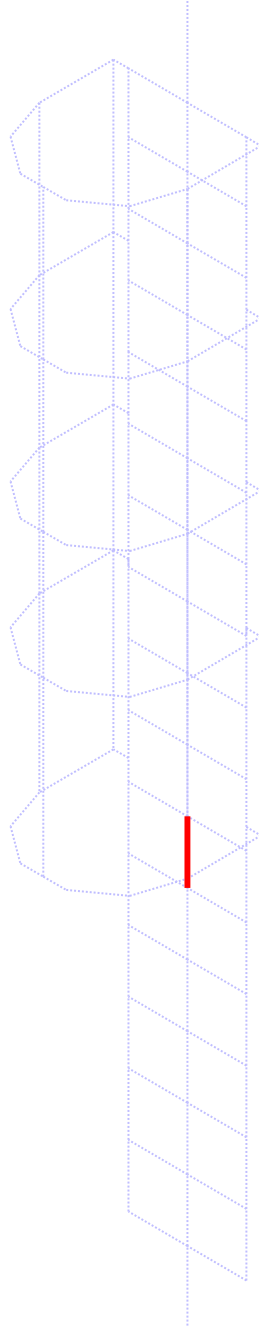
节点荷载表						
序号	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Mz (kN. m)
1	0.000	0.000	-0.010	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	-0.100	0.030	0.030	0.000
3	0.000	0.000	-0.200	0.000	0.000	0.000



恒荷载工况 0 节点荷载分布图（整体）

(2) 恒荷载 0 单元荷载

单元荷载表						
序号	类型	方向	Q1	Q2	X1 (mm)	X2 (mm)
1	集中荷载	Z	-0.200	0.000	0.150	0.000



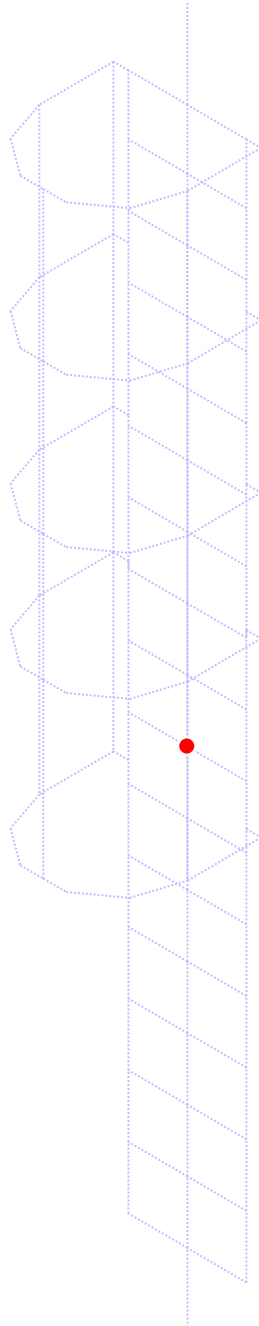
恒荷载工况 0 单元荷载分布图（整体）

6.2.2 活荷载

6.2.2.1 活荷载 3

(1)活荷载 3 节点荷载

节点荷载表						
序号	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Mz (kN. m)
1	0. 000	0. 000	-1. 000	0. 000	0. 000	0. 000



活荷载工况 3 节点荷载分布图（整体）

6.2.3 风荷载

6.2.3.1 基本参数

基本风压：0.40(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

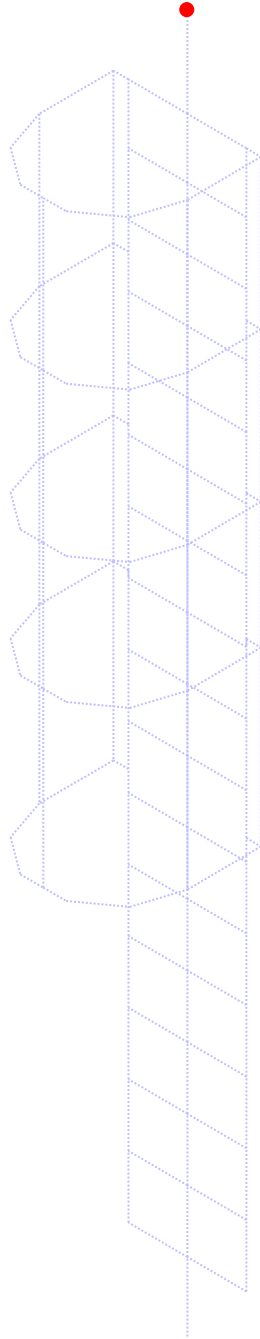
风荷载参数				
高度(m)	μ_z （修正前）	η	μ_z （修正后）	β_z
0.300	1.00	1.00	1.00	1.20
1.38	1.00	1.00	1.00	1.20
2.46	1.00	1.00	1.00	1.28
3.54	1.00	1.00	1.00	1.50
4.61	1.00	1.00	1.00	1.73

说明： μ_z 为风压高度变化系数， η 为风压高度变化修正系数， β_z 为风振系数， β_{gz} 为阵风系数（计算围护结构用）

6.2.3.2 风荷载 1

(1) 风荷载 1 节点荷载

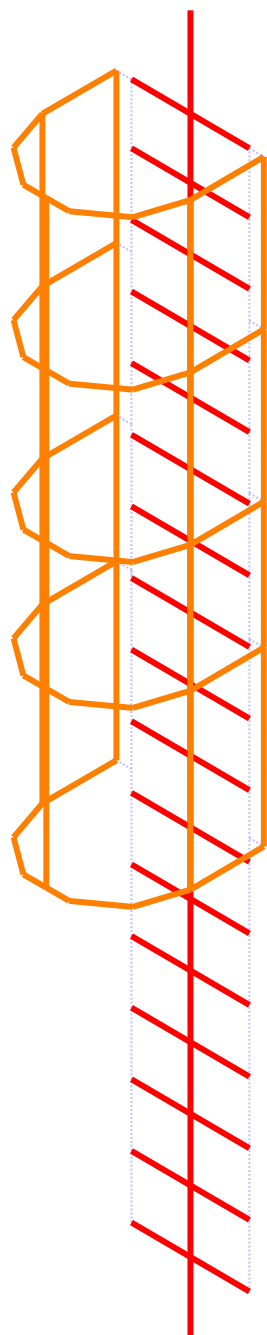
节点荷载表						
序号	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Mz (kN. m)
1	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



风荷载工况 1 节点荷载分布图（整体）

(2) 风荷载 1 杆件导荷载

杆件荷载表				
序号	导荷方式	基本风压 (kN/m ²)	体型系数	风振系数
1	直接杆件	0.400	0.600	自动计算
2	直接杆件	0.400	1.300	自动计算

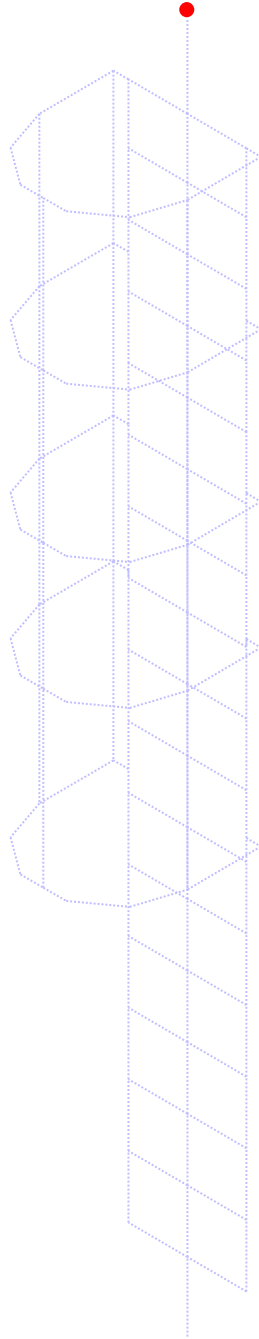


风荷载工况 1 体型系数分布图（整体）

6.2.3.3 风荷载 2

(1) 风荷载 2 节点荷载

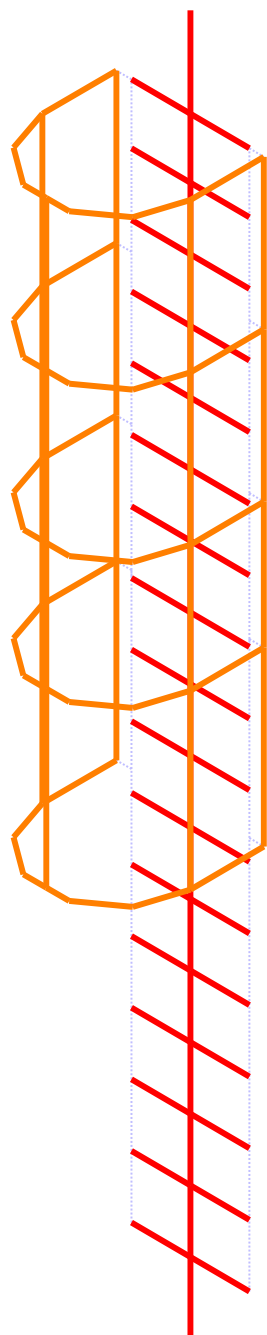
节点荷载表						
序号	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Mz (kN. m)
1	-0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



风荷载工况 2 节点荷载分布图（整体）

(2) 风荷载 2 杆件导荷载

杆件荷载表				
序号	导荷方式	基本风压 (kN/m²)	体型系数	风振系数
1	直接杆件	0.400	-0.600	自动计算
2	直接杆件	0.400	1.300	自动计算



11

12

6.2.4 地震作用

计算依据：《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010））

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

6.3 荷载组合

- (1) 1.30 恒载 0 + 1.50 风载 1
- (2) 1.30 恒载 0 + 1.50 风载 2
- (3) 1.30 恒载 0 + 1.400 水平地震
- (4) 1.00 恒载 0 + 1.50 风载 1
- (5) 1.00 恒载 0 + 1.50 风载 2
- (6) 1.00 恒载 0 + 1.400 水平地震
- (7) 1.30 恒载 0 + 1.50 活载 3
- (8) 1.30 恒载 0 + 1.50 活载 3 + 1.50 x 0.60 风载 1
- (9) 1.30 恒载 0 + 1.50 活载 3 + 1.50 x 0.60 风载 2

- (10) 1.30 恒载 0 + 1.50 x 0.70 活载 3 + 1.50 风载 1
- (11) 1.30 恒载 0 + 1.50 x 0.70 活载 3 + 1.50 风载 2
- (12) 1.30 恒载 0 + 1.50 x 0.70 活载 3 + 1.50 x 0.60 风载 1
- (13) 1.30 恒载 0 + 1.50 x 0.70 活载 3 + 1.50 x 0.60 风载 2
- (14) 1.30 恒载 0 + 1.30 x 0.50 活载 3 + 1.400 水平地震
- (15) 1.00 恒载 0 + 1.00 x 0.50 活载 3 + 1.400 水平地震

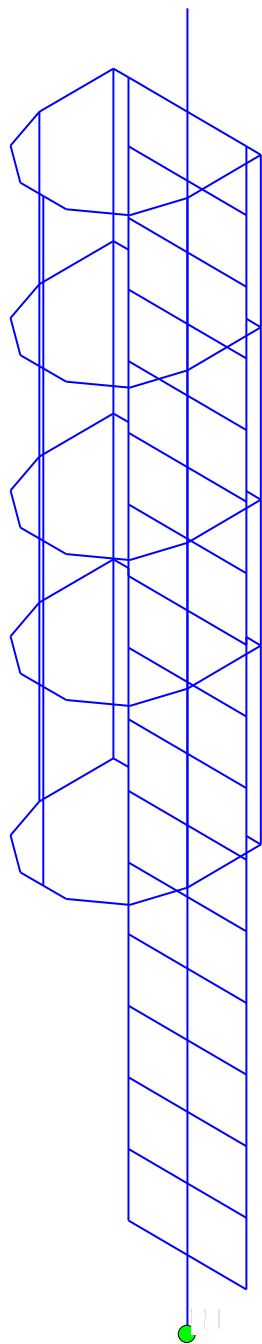
7 周期与振型

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	0.339	64.801%	0.000%	0.094%
2	0.304	0.000%	68.389%	0.000%
3	0.097	0.000%	0.036%	0.000%
4	0.061	0.000%	4.794%	0.000%
5	0.058	23.611%	0.000%	0.588%
6	0.043	0.000%	16.534%	0.000%
7	0.036	0.000%	0.356%	0.000%
8	0.036	0.251%	0.000%	0.086%
9	0.035	0.000%	0.023%	0.000%
合计		88.662%	90.132%	0.768%

8 线性计算结果

8.1 线性反力



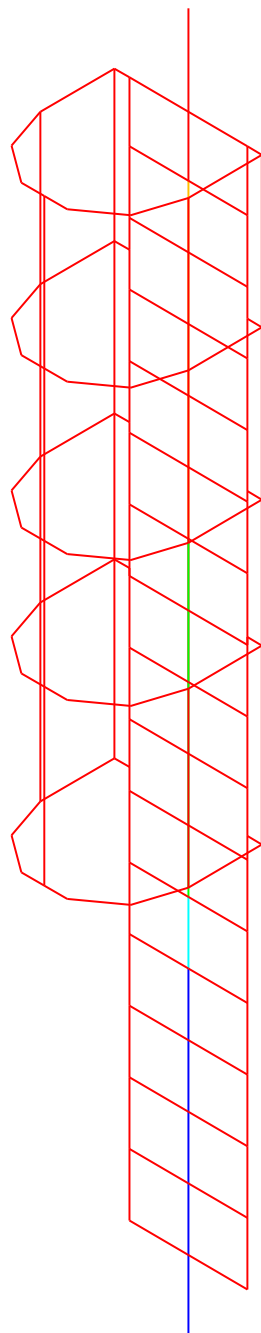
支座节点编号图（整体）

8.1.1 最不利反力

线性组合最不利反力表(标准值)(单位: kN、kN.m)									
节点编号	控制	组合号	组合序号	N1	N2	N3	M1	M2	M3
120	N1 最大	14	2	0.075	-0.000	2.734	-0.030	0.373	0.000
120	N2 最大	14	4	-0.000	0.078	2.739	-0.303	0.109	-0.007
120	N3 最大	8	1	-0.400	-0.000	3.239	-0.030	-1.185	0.000
120	M1 最大	3	3	-0.000	-0.078	2.239	0.243	0.109	0.007
120	M2 最大	3	2	0.075	-0.000	2.234	-0.030	0.373	0.000
120	M3 最大	14	3	-0.000	-0.078	2.739	0.243	0.109	0.007
120	合力最大	8	1	-0.400	-0.000	3.239	-0.030	-1.185	0.000
120	N1 最小	1	1	-0.666	-0.000	2.239	-0.030	-2.047	0.000
120	N2 最小	3	3	-0.000	-0.078	2.239	0.243	0.109	0.007
120	N3 最小	3	2	0.075	-0.000	2.234	-0.030	0.373	0.000
120	M1 最小	14	4	-0.000	0.078	2.739	-0.303	0.109	-0.007
120	M2 最小	10	1	-0.666	-0.000	2.939	-0.030	-2.047	0.000
120	M3 最小	3	4	-0.000	0.078	2.239	-0.303	0.109	-0.007

8.2 线性内力

8.2.1 线性组合包络



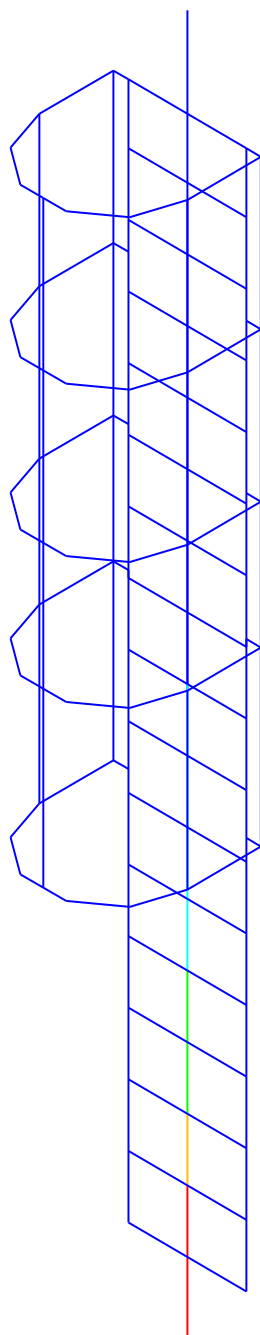
0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

线性组合轴力 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）										
序号	单元编号	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	389	3	4	0.122	0.163	-0.007	0.067	0.000	0.004	0.002
2	666	4	1	0.000	0.153	0.019	-0.001	0.000	0.000	0.005
3	636	4	1	0.000	0.151	0.019	0.001	-0.000	-0.000	0.005
4	379	6	4	0.182	0.140	0.012	0.021	-0.000	0.002	0.006
5	375	6	4	0.270	0.131	-0.003	0.004	0.000	0.000	0.004
6	376	6	4	0.270	0.131	-0.005	0.009	0.000	0.001	0.006
7	390	3	4	0.270	0.122	-0.001	0.022	-0.000	0.003	0.002
8	377	6	4	0.270	0.121	-0.009	0.012	0.000	0.002	0.008
9	374	6	4	0.270	0.121	-0.003	-0.001	0.000	-0.000	0.003
10	380	6	4	0.270	0.116	0.008	0.017	-0.000	0.002	0.004

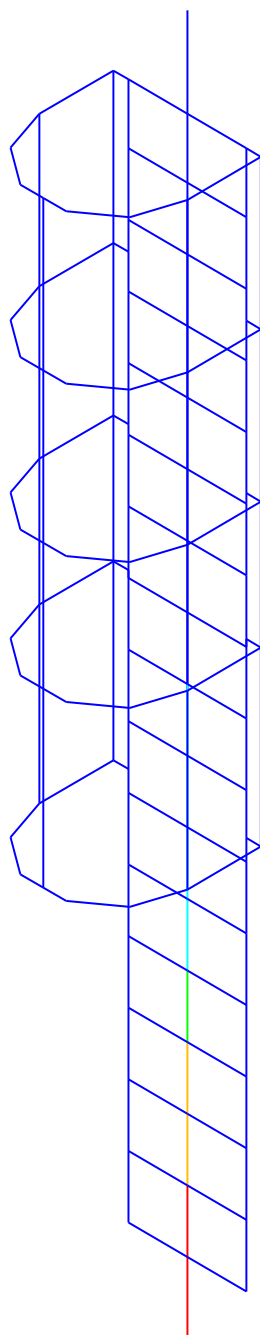
线性组合轴力 N 最小包络云图:kN（整体）

轴力 N 最小的前 10 个单元的内力（单位： m, kN, kN.m）										
序号	单元编号	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	447	8	1	0.000	-4.410	-0.599	-0.000	0.000	-0.039	-1.799
2	448	7	1	0.000	-4.269	0.010	0.012	-0.000	-0.036	0.141
3	449	7	1	0.000	-4.115	0.010	0.007	-0.000	-0.030	0.138
4	450	7	1	0.000	-3.970	0.008	0.006	0.000	-0.026	0.136
5	451	7	1	0.000	-3.829	0.009	0.004	0.000	-0.022	0.134
6	444	7	1	0.000	-3.432	0.017	0.003	0.000	-0.020	0.132
7	445	7	1	0.000	-3.300	0.030	0.002	0.000	-0.018	0.128
8	432	8	1	0.000	-2.913	-0.444	0.009	0.000	-0.017	-0.658
9	433	3	1	0.000	-1.306	-0.033	-0.000	0.000	-0.014	-0.025
10	434	1	1	0.000	-1.182	-0.621	0.001	0.000	-0.014	-0.782



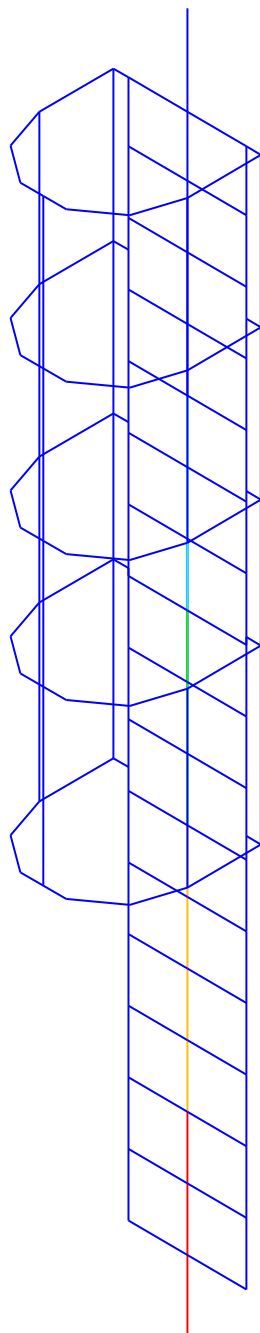
线性组合弯矩 M2 最大包络云图:kN.m（整体）

弯矩 M2 最大的前 10 个单元的内力（单位：m，kN，kN.m）										
序号	单元编号	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	447	6	3	0.000	-2.239	-0.000	-0.109	0.010	0.352	0.109
2	448	6	3	0.000	-2.136	0.008	-0.172	0.010	0.303	0.109
3	449	6	3	0.000	-2.024	0.007	-0.137	0.010	0.243	0.106
4	450	6	3	0.000	-1.917	0.006	-0.127	0.010	0.197	0.104
5	451	6	3	0.000	-1.812	0.007	-0.116	0.010	0.158	0.103
6	444	6	3	0.000	-1.509	0.013	-0.104	0.009	0.125	0.101
7	445	6	3	0.000	-1.407	0.023	-0.095	0.009	0.097	0.098
8	432	6	3	0.000	-1.109	0.031	-0.089	0.008	0.073	0.092
9	433	6	3	0.000	-1.003	0.040	-0.074	0.007	0.052	0.084
10	434	6	3	0.000	-0.907	0.050	-0.076	0.006	0.036	0.072



线性组合弯矩 M2 最小包络云图:kN.m（整体）

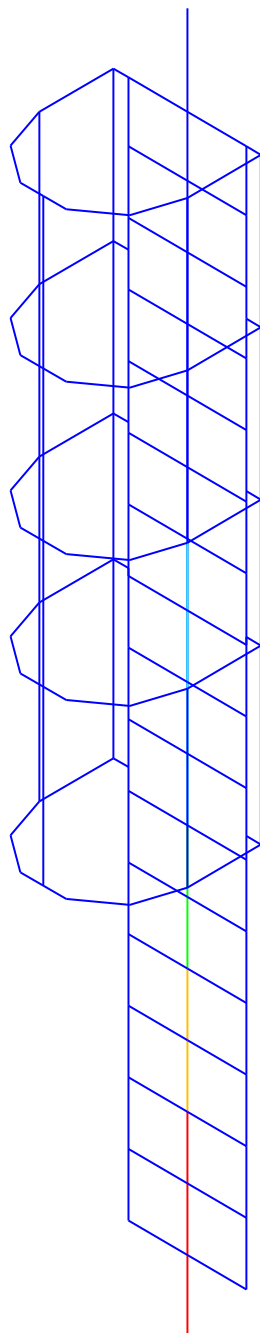
弯矩 M2 最小的前 10 个单元的内力（单位： m， kN， kN.m）										
序号	单元编号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	447	14	4	0.000	-3.560	-0.000	0.109	-0.010	-0.421	0.142
2	448	14	4	0.000	-3.424	0.010	0.193	-0.010	-0.366	0.141
3	449	14	4	0.000	-3.275	0.010	0.149	-0.010	-0.295	0.138
4	450	14	4	0.000	-3.133	0.008	0.137	-0.010	-0.242	0.136
5	451	14	4	0.000	-2.994	0.009	0.124	-0.010	-0.197	0.134
6	444	14	4	0.000	-2.599	0.017	0.110	-0.009	-0.160	0.132
7	445	14	4	0.000	-2.467	0.030	0.099	-0.009	-0.129	0.128
8	432	14	4	0.000	-2.079	0.040	0.105	-0.008	-0.103	0.120
9	433	14	4	0.000	-1.292	0.052	0.073	-0.007	-0.077	0.109
10	434	14	4	0.000	-1.170	0.065	0.077	-0.006	-0.061	0.094



0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

线性组合弯矩 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）										
序号	单元编号	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	447	3	2	0.000	-2.904	0.106	-0.000	0.000	-0.039	0.512
2	448	14	2	0.000	-3.418	0.141	0.012	-0.000	-0.036	0.478
3	449	14	2	0.000	-3.270	0.136	0.007	-0.000	-0.030	0.440
4	450	14	2	0.000	-3.128	0.124	0.006	0.000	-0.026	0.404
5	451	14	2	0.000	-2.990	0.117	0.004	0.000	-0.022	0.371
6	444	14	2	0.000	-2.595	0.116	0.003	0.000	-0.020	0.341
7	445	3	2	0.000	-1.826	0.125	0.002	0.000	-0.018	0.311
8	432	3	2	0.000	-1.438	0.129	0.009	0.000	-0.017	0.278
9	433	3	2	0.000	-1.301	0.138	-0.000	0.000	-0.014	0.243
10	434	3	2	0.000	-1.177	0.144	0.001	0.000	-0.014	0.205



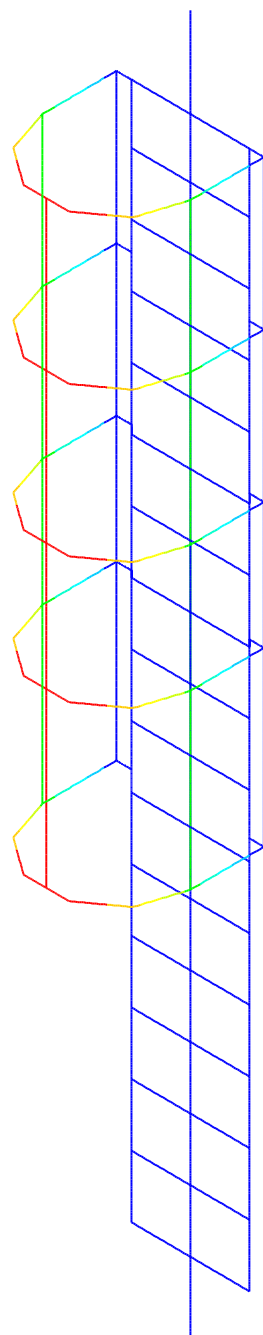
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

线性组合弯矩 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）										
序号	单元编号	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	447	4	1	0.000	-2.239	-0.999	-0.000	0.000	-0.030	-3.125
2	448	4	1	0.000	-2.136	-1.187	0.009	-0.000	-0.028	-2.815
3	449	4	1	0.000	-2.024	-1.133	0.005	-0.000	-0.023	-2.491
4	450	4	1	0.000	-1.917	-1.033	0.004	0.000	-0.020	-2.185
5	451	4	1	0.000	-1.812	-0.942	0.003	0.000	-0.017	-1.909
6	444	4	1	0.000	-1.509	-0.873	0.002	0.000	-0.015	-1.657
7	445	4	1	0.000	-1.407	-0.822	0.002	0.000	-0.014	-1.424
8	432	4	1	0.000	-1.109	-0.776	0.007	0.000	-0.013	-1.204
9	433	4	1	0.000	-1.005	-0.715	-0.000	0.000	-0.011	-0.996
10	434	4	1	0.000	-0.910	-0.636	0.001	0.000	-0.011	-0.804

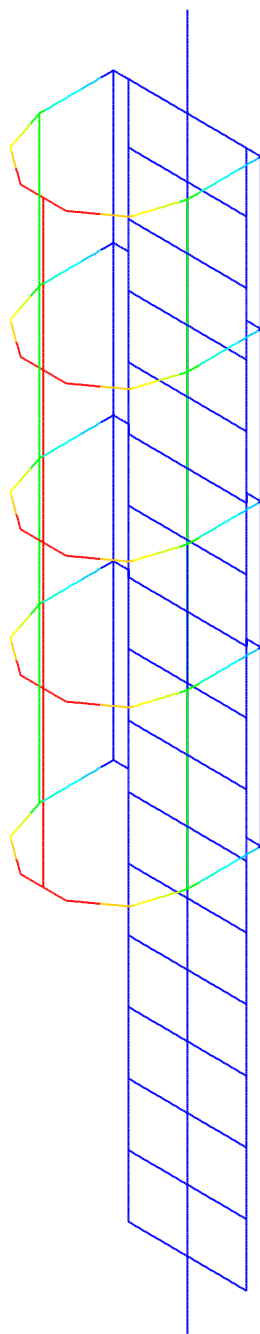
8.3 线性位移

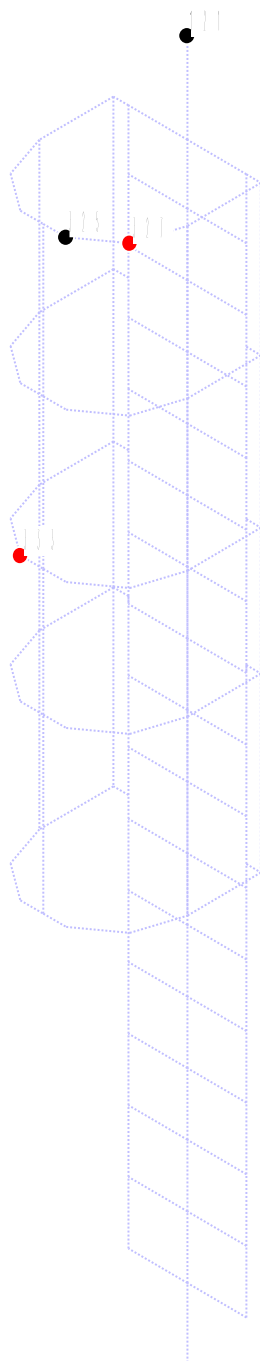
8.3.1 线性最大位移



[0.000, 0.125, 0.250, 0.375, 0.500, 0.625, 0.750, 0.875, 1.000, 1.125]

最大正位移__组合 1 (恒 0+风 1)_Uz_mm



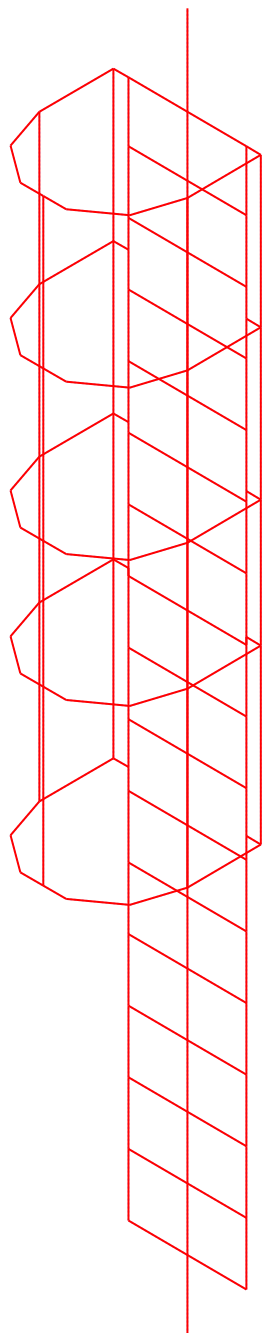


线性组合最大最小位移图（整体）

9 验算结果

9.1 杆件应力比限值分布图

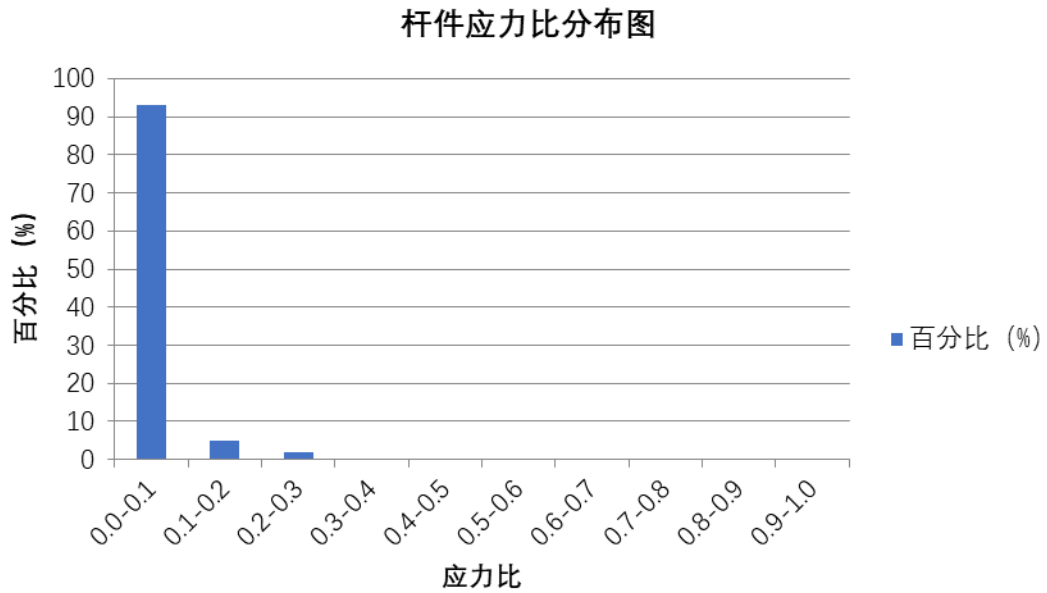
应力比限值表		
序号	应力比下限	应力比上限
1	0	1



应力比限值分布图（整体）

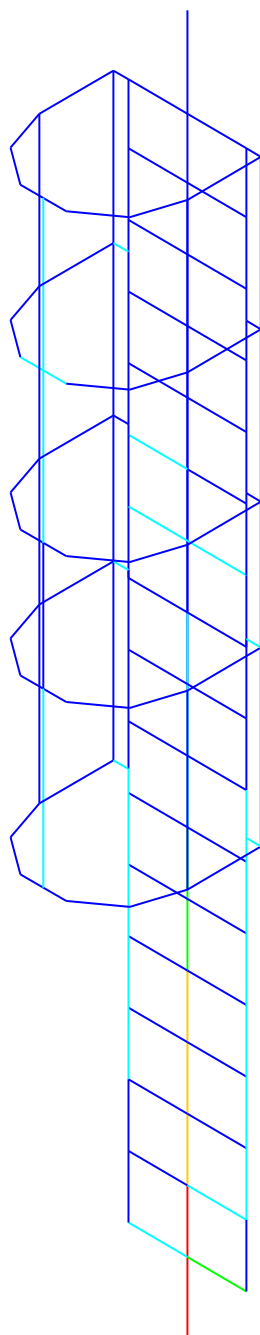
9.2 杆件应力比分布图

所选模型中，构件应力比最大值为 0.281，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）

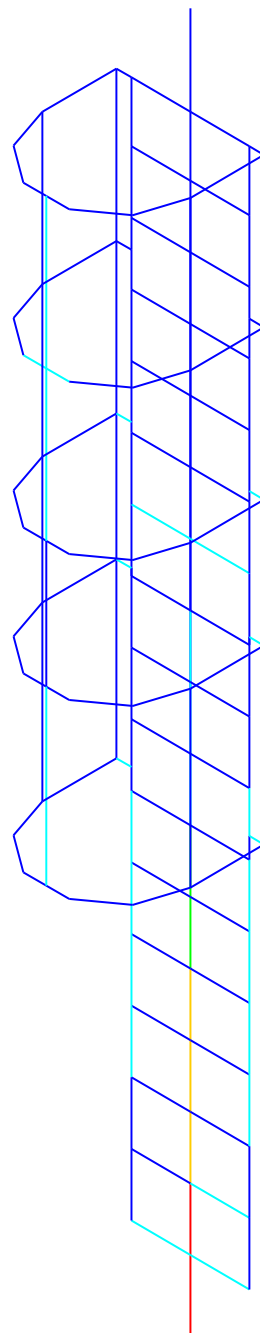
“强度应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）									
序号	单元编号	强度	绕 2 轴稳定	绕 3 轴稳定	沿 2 轴抗剪	沿 3 轴抗剪	沿 2 轴长细比	沿 3 轴长细比	验算结果
1	447	0.281(10/1)	0.000	0.281	0.012	0.001	6	6	满足
2	448	0.254(10/1)	0.000	0.254	0.014	0.002	6	6	满足
3	449	0.225(10/1)	0.000	0.225	0.013	0.001	6	6	满足
4	450	0.198(10/1)	0.000	0.198	0.012	0.001	6	6	满足
5	451	0.174(10/1)	0.000	0.174	0.011	0.001	6	6	满足
6	444	0.151(10/1)	0.000	0.151	0.010	0.001	6	6	满足
7	445	0.130(10/1)	0.000	0.130	0.010	0.001	6	6	满足
8	392	0.117(10/1)	0.000	0.115	0.003	0.004	52	52	满足
9	393	0.112(10/1)	0.000	0.111	0.002	0.004	52	52	满足
10	432	0.110(10/1)	0.000	0.110	0.009	0.001	6	6	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	单元编号	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	424	0.036	0.113(1/1)	0.036	0.002	0.000	520	65	满足
2	303	0.096	0.096(10/1)	0.096	0.002	0.004	38	4	满足
3	345	0.034	0.095(1/1)	0.034	0.002	0.000	520	65	满足
4	318	0.095	0.094(10/1)	0.094	0.001	0.004	38	4	满足
5	426	0.042	0.090(10/1)	0.042	0.002	0.000	450	56	满足
6	659	0.029	0.085(10/1)	0.029	0.001	0.000	381	48	满足
7	455	0.071	0.081(10/1)	0.071	0.000	0.001	450	56	满足
8	452	0.067	0.080(11/1)	0.067	0.000	0.001	520	65	满足
9	454	0.067	0.077(11/1)	0.067	0.000	0.001	450	56	满足
10	353	0.074	0.075(10/1)	0.074	0.000	0.000	94	16	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	单元编号	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	447	0.281	0.000	0.281(10/1)	0.012	0.001	6	6	满足
2	448	0.254	0.000	0.254(10/1)	0.014	0.002	6	6	满足
3	449	0.225	0.000	0.225(10/1)	0.013	0.001	6	6	满足
4	450	0.198	0.000	0.198(10/1)	0.012	0.001	6	6	满足
5	451	0.174	0.000	0.174(10/1)	0.011	0.001	6	6	满足
6	444	0.151	0.000	0.151(10/1)	0.010	0.001	6	6	满足
7	445	0.130	0.000	0.130(10/1)	0.010	0.001	6	6	满足
8	392	0.117	0.000	0.115(10/1)	0.003	0.004	52	52	满足
9	393	0.112	0.000	0.111(10/1)	0.002	0.004	52	52	满足
10	432	0.110	0.000	0.110(10/1)	0.009	0.001	6	6	满足

节点计算书：圆管刚接柱脚

1、设计依据

《钢结构设计标准》（GB50017-2017）

《钢结构连接节点设计手册》（第四版）李星荣 秦斌编著

2、软件信息

3D3S Design 2024.3（上海同磊土木工程技术有限公司）

计算日期：2026 年 03 月 10 日

3、节点信息

节点编号：1

柱高度：141

混凝土标号：C30

底板规格：厚度 16，Q235B

柱底与底板焊缝形式：对接焊缝

锚栓规格：M20，Q235B

锚栓数量：4

锚栓到板边距离：50

锚栓到柱边距离：142

加劲肋高度：120

加劲肋厚度：8

加劲肋双面角焊缝, 焊脚高度：6

考虑锚栓抗剪：是

设置抗剪键：否

单位说明：公式中未注明的单位为 N、mm，计算公式中自动执行单位转换。列表中单位参见公式详情中注明的单位。

4、计算结果一览

计算结果				
类别	验算项	结果	限值	结论
锚栓	受压(拉)	7.5	34.3	满足
混凝土	受压(拉)	0.2	14.3	满足
底板厚度	——	5.8	16.0	满足
柱底焊缝	受压(拉)	55.8	305.0	满足
柱底焊缝	综合受力	55.8	335.5	满足
加劲肋	受剪	12.1	175.0	满足
加劲肋焊缝	受剪	12.8	200.0	满足
抗剪	——	——	——	满足

5、计算详情

1) 锚栓抗拉承载力计算

最不利组合内力：组合 3(2)：恒 0+地震(2)，结构重要性系数：1.0

$$N = 2.2\text{ kN}, V2 = -1.0\text{ kN}, V3 = -0.0\text{ kN}$$

$$M1 = 0.0\text{ kN} \cdot \text{m}, M2 = -0.0\text{ kN} \cdot \text{m}, M3 = -3.1\text{ kN} \cdot \text{m}$$

拉（压）弯作用：

$$N_{tmax}^b = \max(0, \frac{MY_1}{\sum Y_i^2} + \frac{N}{n}) = \max(0, \frac{3125109 \times 279}{108002} + \frac{-2239}{4}) = 7.5\text{ KN}$$

锚栓抗拉承载力[钢标 11.4.1-5]：

$$N_t^b = A_e f_t^b = 244.8 \times 140 = 34.3\text{ kN}$$

锚栓承受拉力：

$$N_t = 7.5\text{ kN} \leq N_t^b$$

锚栓抗拉承载力，满足要求

2) 混凝土承压计算

最不利组合内力：组合 1：恒 0+风 1，结构重要性系数：1.0

$$N = 2.9 \text{ kN}, V2 = -1.0 \text{ kN}, V3 = -0.0 \text{ kN}$$

$$M1 = 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M2 = -0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M3 = -3.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

混凝土压应力:

$$\sigma_c = \max(0, \frac{N}{A} + \frac{M}{W}) = \max(0, \frac{2910}{216475} + \frac{3092481}{14206196}) = 0.23 \text{ N/mm}^2 \leq 14 \text{ N/mm}^2$$

混凝土压应力, 满足要求

3) 底板厚度计算

混凝土压应力, 产生底板大弯矩: 1429

根据弯矩计算板厚度:

$$t = \sqrt{\frac{6M}{f}} = \sqrt{\frac{6 \times 1429}{305}} = 5.3 \text{ mm} \leq 16 \text{ mm}$$

板件厚度验算, 满足要求

锚栓拉应力, 产生底板大弯矩: 1708

根据弯矩计算板厚度:

$$t = \sqrt{\frac{6M}{f}} = \sqrt{\frac{6 \times 1708}{305}} = 5.8 \text{ mm} \leq 16 \text{ mm}$$

板件厚度验算, 满足要求

底板抗弯承载力, 满足要求

4) 柱底焊缝计算

最不利组合内力: 组合 3(2): 恒 0+地震(2), 结构重要性系数: 1.0

$$N = 2.2 \text{ kN}, V2 = -1.0 \text{ kN}, V3 = -0.0 \text{ kN}$$

$$M1 = 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M2 = -0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M3 = -3.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

焊缝正应力:

$$\sigma = \frac{M}{W_w} + \frac{N}{A_w} = \frac{3125109.0}{57340.6} + \frac{2238.5}{1721.6} = 55.8 \text{ N/mm}^2 \leq 305 \text{ N/mm}^2$$

焊缝正应力, 满足要求

焊缝剪应力:

$$\tau = \frac{2V}{A_w} = \frac{2 \times 998.9}{1721.6} = 1.2 \text{ N/mm}^2 \leq 175 \text{ N/mm}^2$$

焊缝剪应力，满足要求

焊缝综合应力承载力

$$1.1f_t^w = 1.1 \times 305 = 336 \text{ N/mm}^2$$

焊缝综合应力[钢标 11.2.1-2]:

$$\sqrt{(\sigma)^2 + 3(\tau)^2} = \sqrt{(55.8)^2 + 3 \times (1.2)^2} = 55.8 \text{ N/mm}^2 \leq 336 \text{ N/mm}^2$$

焊缝综合应力，满足要求

5) 加劲肋计算

板件剪应力:

$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{11606}{960} = 12.1 \text{ N/mm}^2 \leq 175 \text{ N/mm}^2$$

板件剪应力，满足要求

焊缝剪应力:

$$\tau = \frac{V}{A_w} = \frac{11606}{907} = 12.8 \text{ N/mm}^2 \leq 200 \text{ N/mm}^2$$

焊缝剪应力，满足要求

6) 抗剪计算

最不利组合内力: 组合 5: 恒 0+风 2, 结构重要性系数: 1.0

$$N = 4.4 \text{ kN}, V_2 = -0.6 \text{ kN}, V_3 = -0.0 \text{ kN}$$

$$M_1 = 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_2 = -0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_3 = -1.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

柱底摩擦力抗剪承载力:

$$V_{Nr} = 0.4N = 0.4 \times 4410 = 1.76 \text{ kN}$$

锚栓剩余抗剪承载力:

$$V_{ar} = N_{va} \sqrt{1 - \left(\frac{N_t}{N_{ta}}\right)^2} \times n = 25132.74 \times \sqrt{1 - \left(\frac{7513.45}{34271.21}\right)^2} \times 4 = 98.09 \text{ kN}$$

锚栓及摩擦力抗剪承载力合计:

$$V_{Or} = V_{Nr} + V_{ar} = 1.76 + 98.09 = 99.85 \text{ kN}$$

抗剪键不承担剪力，可不设置

柱脚抗剪验算，满足要求

6、结论

设计满足要求

独立基础计算书

基础验算参数

×

地基承载力参数

材料参数

独立基础补充参数

宽度修正系数 η_b

0

基底以下土重 $\gamma(\text{kN/m}^3)$

18

深度修正系数 η_d

1

基底以上加权土重 $\gamma_m(\text{kN/m}^3)$

20

承载力特征值 $f_{ak}(\text{kPa})$

100

说明：对于独立基础，程序会自动计算修正后的承载力 f_a ，其大小受以下影响

1. 当前页面参数

2. 基础布置的尺寸与埋深

3. 土层信息中的水位（不想考虑浮重度时，可输入较低的水位，如 -20）

确定

取消

尺寸设置

基础类型

阶梯型

台阶数

一阶

连接方式

平台

尺寸输入

☒ 对称布置

基础逆时针转角(°)

0.0

基础宽度(mm)	1200	基础长度(mm)	1200
A1u(mm)	600	B1l(mm)	600
A1d(mm)	600	B1r(mm)	600
h1(mm)	450		

柱墩尺寸bc(mm)

600

hc(mm)

600

基础埋置深度(m)

1.000

承载力Fa(kPa)

110.0

支座反力点标高(m)

0.000

确定

取消

一、设计依据

- 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)
- 《混凝土结构设计标准》(GB/T50010-2010)
- 《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): 110.00

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): 20.00

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 bcl, hcl (mm): 600, 600

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	1200	1200	450

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: HRBF400

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): 40.00

6. 柱信息

柱混凝土等级: C30

柱纵筋等级: HRB400 柱箍筋等级: HPB300

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): 20

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： 25.00 土体重量(kN/m3)： 17.00

8. 抗倾覆验算

抗倾覆验算：《变电站规程》11.2.5 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

以下为前 10 个组合内力情况

组合号	N (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Vx (kN)	Vy (kN)
组合 1 序号 1	2.91	0.04	3.09	1.00	-0.00
组合 2 序号 1	2.91	0.04	-0.28	-0.10	0.00
组合 3 序号 1	2.92	0.04	0.23	0.11	-0.00
组合 3 序号 2	2.90	0.04	-0.51	-0.11	0.00
组合 3 序号 3	2.91	-0.34	-0.14	0.00	0.11
组合 3 序号 4	2.91	0.42	-0.14	-0.00	-0.11
组合 4 序号 1	2.24	0.03	3.12	1.00	-0.00
组合 5 序号 1	2.24	0.03	-0.25	-0.10	0.00
组合 6 序号 1	2.24	0.03	0.26	0.11	-0.00
组合 6 序号 2	2.23	0.03	-0.48	-0.11	0.00

2. 标准组合

以下为前 10 个组合内力情况

组合号	N (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Vx (kN)	Vy (kN)
-----	--------	------------	------------	---------	---------

组合 1 序号 1	2.24	0.03	2.05	0.67	-0.00
组合 2 序号 1	2.24	0.03	-0.20	-0.07	0.00
组合 3 序号 1	2.24	0.03	0.16	0.08	-0.00
组合 3 序号 2	2.23	0.03	-0.37	-0.08	0.00
组合 3 序号 3	2.24	-0.24	-0.11	0.00	0.08
组合 3 序号 4	2.24	0.30	-0.11	-0.00	-0.08
组合 4 序号 1	2.24	0.03	2.05	0.67	-0.00
组合 5 序号 1	2.24	0.03	-0.20	-0.07	0.00
组合 6 序号 1	2.24	0.03	0.16	0.08	-0.00
组合 6 序号 2	2.23	0.03	-0.37	-0.08	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 7 序号 1	25.19	≤ 110.00	满足
X 向偏心荷载作用下地基承载力	组合 10 序号 1	34.42	≤ 132.00	满足
Y 向偏心荷载作用下地基承载力	组合 14 序号 4	26.16	≤ 132.00	满足
以偏心距 e 验算 X 向脱开面积	组合 1 序号 1	0.08	≤ 0.20	满足
以偏心距 e 验算 Y 向脱开面积	组合 3 序号 4	0.01	≤ 0.20	满足
抗剪切验算(柱底-X)	组合 10 序号 1	4.82	≤ 492.49	满足
抗剪切验算(柱底+X)	组合 14 序号 2	1.47	≤ 492.49	满足
抗剪切验算(柱底+Y)	组合 14 序号 3	1.21	≤ 492.49	满足

抗剪切验算(柱底-Y)	组合 10 序号 1	2.29	≤ 492.49	满足
X 向抗倾覆稳定验算	组合 1 序号 1	7.78	≥ 1.50	满足
Y 向抗倾覆稳定验算	组合 3 序号 4	55.69	≥ 1.50	满足
基础板底 X 向配筋	组合 1 序号 1	-	≥ 738.00	-
基础板底 Y 向配筋	组合 1 序号 1	-	≥ 738.00	-

五、基础自重计算

第 1 阶体积

$$V_1 = 1.20 \times 1.20 \times 0.45 = 0.65 \text{ m}^3$$

混凝土柱体积

$$V_c = 0.60 \times 0.60 \times 0.55 = 0.20 \text{ m}^3$$

总体积

$$V = 0.65 + 0.20 = 0.85 \text{ m}^3$$

基础自重

$$G_0 = \gamma V = 25 \times 0.85 = 21.15 \text{ kN}$$

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 7 序号 1

$$N = 3.24 \text{ kN}, \quad M_x = 0.03 \text{ kN.m}, \quad M_y = -0.11 \text{ kN.m}$$

$$V_x = -0.00 \text{ kN}, \quad V_y = 0.00 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 3.24 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 3.24 \text{ kN}$$

基础底面积

$$A = B_x \times B_y = 1.20 \times 1.20 = 1.44 \text{ m}^2$$

基础上土重

$$G_s = \gamma(Ad - V) = 20.0 \times (1.44 \times 1.00 - 0.85) = 11.88 \text{ kN}$$

基础自重和基础上的土重

$$G_k = G_s + G_0 = 11.88 + 21.15 = 33.03 \text{ kN}$$

标准组合下的基础底面平均压力值

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} = \frac{3.24 + 33.03}{1.44} = 25.19 \text{ kPa} \leq f_a = 110.00 \text{ kPa}$$

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 10 序号 1

$$N = 2.94 \text{ kN}, \quad M_x = 0.03 \text{ kN.m}, \quad M_y = 2.05 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 0.67 \text{ kN}, \quad V_y = -0.00 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{ia} = 2.94 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 2.94 \text{ kN}$$

$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{iax} = 0.67 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.67 \text{ kN}$$

$$e_x = B_{ix} - Bx/2 = 0.60 - 1.20/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{iax} + N_k \cdot e_x + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 2.05 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 2.94 \times 0.00 + 0.67 \times (1.00 + 0.00) \\ &= 2.72 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基础底面最大应力计算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = |2.72 / (2.94 + 33.03)| = 0.076 \text{ m}$$

$$e \leq B/6 = 0.20 \text{ m}$$

$$p_{kmax} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_k}{W} = \frac{2.94 + 33.03}{1.44} + \frac{2.72}{0.29} = 34.42 \text{ kPa}$$

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a = 1.2 \times 110.00 = 132.00 \text{ kPa}$$

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

(2) 沿 Y 方向偏心

控制组合：标准组合 组合 14 序号 4

$$N = 2.74 \text{ kN}, \quad M_x = 0.30 \text{ kN.m}, \quad M_y = -0.11 \text{ kN.m}$$

$$V_x = -0.00 \text{ kN}, \quad V_y = -0.08 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 2.74 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 2.74 \text{ kN}$$

$$V_{ky} = V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} = -0.08 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = -0.08 \text{ kN}$$

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

$$\begin{aligned} M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} + N_k \cdot e_y - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\ &= 0.30 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 2.74 \times 0.00 - (-0.08 \times (1.00 + 0.00)) \\ &= 0.38 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基础底面最大应力计算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = |0.38 / (2.74 + 33.03)| = 0.011 \text{ m}$$

$$e \leq B/6 = 0.20 \text{ m}$$

$$p_{kmax} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_k}{W} = \frac{2.74 + 33.03}{1.44} + \frac{0.38}{0.29} = 26.16 \text{ kPa}$$

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a = 1.2 \times 110.00 = 132.00 \text{ kPa}$$

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 1 序号 1

$$N = 2.24 \text{ kN}, \quad M_x = 0.03 \text{ kN.m}, \quad M_y = 2.05 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 0.67 \text{ kN}, \quad V_y = -0.00 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 2.24 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 2.24 \text{ kN}$$

$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{lax} = 0.67 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.67 \text{ kN}$$

$$e_x = B_{lx} - B_x/2 = 0.60 - 1.20/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{lay} + N_k \cdot e_x + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 2.05 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 2.24 \times 0.00 + 0.67 \times (1.00 + 0.00) \end{aligned}$$

$$= 2.72 \text{ kN.m}$$

基底脱开面积验算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = 2.72 / (2.24 + 33.03) = 0.077 \text{ m}$$

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

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 3 序号 4

$$N = 2.24 \text{ kN}, \quad M_x = 0.30 \text{ kN.m}, \quad M_y = -0.11 \text{ kN.m}$$

$$V_x = -0.00 \text{ kN}, \quad V_y = -0.08 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 2.24 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 2.24 \text{ kN}$$

$$V_{ky} = V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} = -0.08 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = -0.08 \text{ kN}$$

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

$$\begin{aligned} M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} + N_k \cdot e_y - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\ &= 0.30 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 2.24 \times 0.00 - (-0.08 \times (1.00 + 0.00)) \end{aligned}$$

$$= 0.38 \text{ kN.m}$$

基底脱开面积验算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = 0.38 / (2.24 + 33.03) = 0.011 \text{ m}$$

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

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

此基础无需验算抗冲切。

7.2 基础抗剪切验算

基础抗剪切验算结果

(单位: m, kPa)

位置	组合	h0	β_{hs}	$P_{j,ave}$	A_0	V_s	$[V_s]$	结论
柱底+X	16	0.41	1.00	13.40	0.49	4.82	492.49	满足
柱底-X	21	0.41	1.00	4.08	0.49	1.47	492.49	满足
柱底+Y	22	0.41	1.00	3.38	0.49	1.21	492.49	满足
柱底-Y	16	0.41	1.00	6.37	0.49	2.29	492.49	满足

八、基础倾覆稳定验算

(1) 沿 X 方向倾覆

控制组合：标准组合 组合 1 序号 1

$$N = 2.24 \text{ kN}, \quad M_x = 0.03 \text{ kN.m}, \quad M_y = 2.05 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 0.67 \text{ kN}, \quad V_y = -0.00 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$\begin{aligned} N_k &= N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} \\ &= 2.24 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 \\ &= 2.24 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{kx} &= V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{lax} \\ &= 0.67 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 \\ &= 0.67 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{lay} + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 2.05 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 0.67 \times (1.00 + 0.00) \\ &= 2.72 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\frac{N_k e_x + 1.0 G_k B / 2}{M_{ky}} = \frac{2.24 \times 0.60 + 1.0 \times 33.03 \times 1.20 / 2}{2.72} = 7.78 \geq 1.50$$

(2) 沿 Y 方向倾覆

控制组合：标准组合 组合 3 序号 4

$$N = 2.24 \text{ kN}, \quad M_x = 0.30 \text{ kN.m}, \quad M_y = -0.11 \text{ kN.m}$$

$$V_x = -0.00 \text{ kN}, \quad V_y = -0.08 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$\begin{aligned}
N_k &= N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} \\
&= 2.24 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 \\
&= 2.24 \text{ kN} \\
V_{ky} &= V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} \\
&= -0.08 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 \\
&= -0.08 \text{ kN} \\
M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\
&= 0.30 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 - (-0.08 \times (1.00 + 0.00)) \\
&= 0.38 \text{ kN.m} \\
\frac{N_k e_y + 1.0 G_k B / 2}{M_{kx}} &= \frac{2.24 \times 0.60 + 1.0 \times 33.03 \times 1.20 / 2}{0.38} = 55.69 \geq 1.50
\end{aligned}$$

倾覆验算满足

九、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	$p_{\max}$ (kPa)	$p_{\min}$ (kPa)	p (kPa)
X 方向钢筋	组合 1 序号 1	单向受弯	柱底-X	46.04	17.64	24.74
Y 方向钢筋	组合 1 序号 1	单向受弯	柱底-X	46.04	17.64	24.74

9.1 底板 X 方向配筋

$$\begin{aligned}
M_I &= \frac{1}{12} a_1^2 [(2l + a')(p_{\max} + p - \frac{2G}{A}) + (p_{\max} - p)l] \\
&= \frac{1}{12} \times 0.30^2 \times [(2 \times 1.20 + 0.60) \times (46.04 + 24.74 - \frac{2 \times 1.3 \times 33.03}{1.44}) \\
&\quad + (46.04 - 24.74) \times 1.20] \\
&= 0.44 \text{ kN.m} \\
M_y &= M_I = 0.44 \text{ kN.m} \\
A_s &= \frac{M_y}{0.9 f_y h_0} = \frac{0.44 \times 10^6}{0.9 \times 360 \times (450 - 40)} = 3.3 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

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：492000.0，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 $A_s=0.15\%bh_0=738.0 \text{ mm}^2$

9.2 底板 Y 方向配筋

$$\begin{aligned}
 M_{II} &= \frac{1}{48} (l - a')^2 (2b + b') (p_{\max} + p_{\min} - \frac{2G}{A}) \\
 &= \frac{1}{48} \times (1.20 - 0.60)^2 \times (2 \times 1.20 + 0.60) (46.04 + 17.64 \\
 &\quad - \frac{2 \times 1.3 \times 33.03}{1.44}) \\
 &= 0.09 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$M_x = M_{II} = 0.09 \text{ kN.m}$$

$$A_s = \frac{M_x}{0.9f_y h_0} = \frac{0.09 \times 10^6}{0.9 \times 360 \times (450 - 40)} = 0.7 \text{ mm}^2$$

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：492000.0，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 $A_s=0.15\%bh_0=738.0 \text{ mm}^2$