

12 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：12 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：2025 年 10 月

一、工程概况

1.1 12 米 304 不锈钢材质监控杆制作安装工程，钢结构计算所在地，灵台，基本风压取 50 年一遇 0.30KN/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，顶部安装摄像机升降装置。

1.3 建筑地区（灵台）设防地震烈度 7 度（ $0.10g$ ），水平地震影响系数最大值 0.08

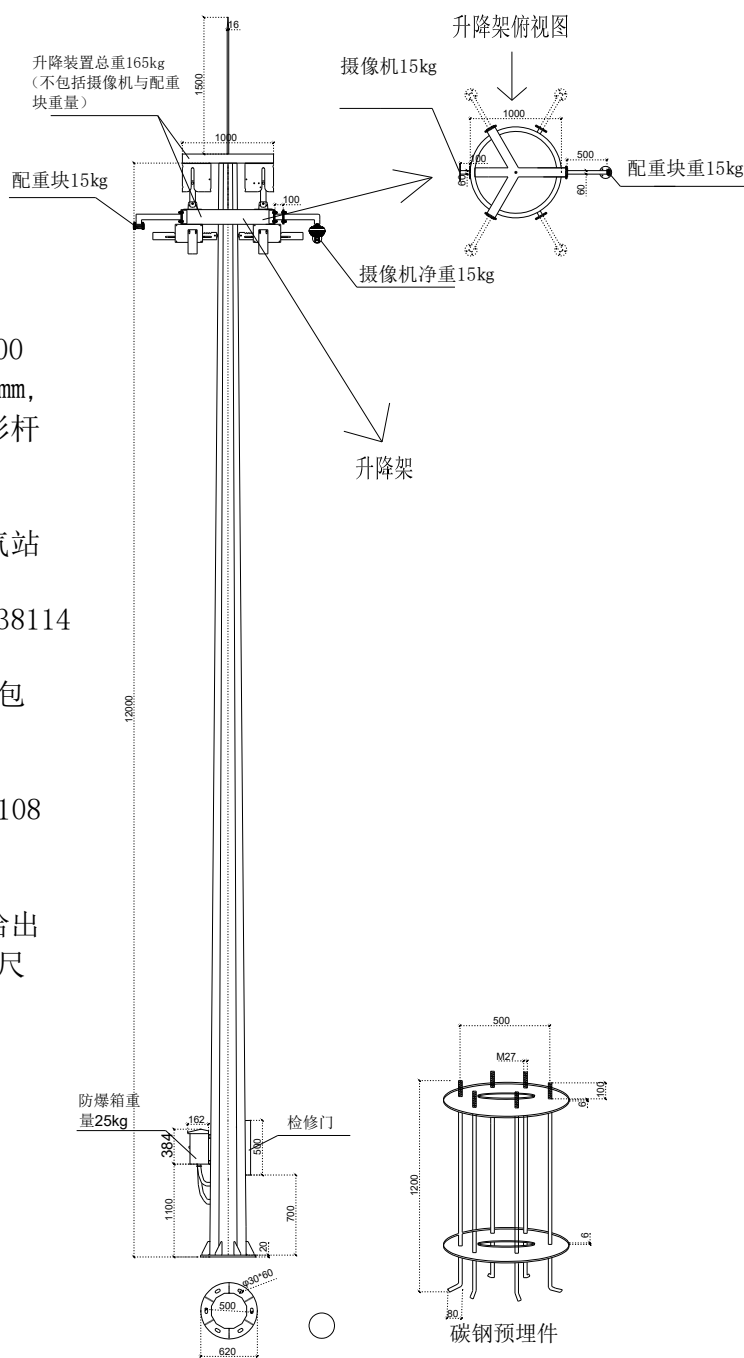
地震分组：第三组，标准设防，场地类别 III 类，特征周期值：0.65s。

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：

技术要求:

- 1、监控立杆采用下口400mm，上口200mm，壁厚5mm，304不锈钢材质，八棱形杆体
- 2、安装地区：灵台压气站
经纬度
g107.65395105, 35.11738114
- 3、杆体自重464kg（仅包括杆体与底法兰重量）
- 4、加劲肋高160mm，宽108mm，厚8mm，共6块
- 5、计算书最下面需要给出混凝土基础参数（基坑尺寸）作为参考



【12米升降杆计算风荷载大样图】

二、工程设计标准

《钢结构设计标准》(GB50017-2017)

《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)

《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)

《钢结构焊接规范》(GB50661-2011)

《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)

《钢结构高强度螺栓连接技术规程》(JGJ82-2011)

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) $3\text{ kg} + 165 + 15 + 15\text{ kg}$, $G1=0.03\text{KN}+1.95\text{kN}$,

2): 避雷针直接按节点荷载输入模型

活荷载：
风荷载(W)

- 1) 根据《荷规》《高耸规》，风荷载标准值：
升降装置按表面积等效输入模型，自动导荷载，体型系数 1.4.
- 2) 灯杆风载程序自动计算，体型系数为 0.6

目 录

1	设计依据	8
2	软件信息	8
3	结构信息	8
3.1	总体信息	8
3.2	几何信息	9
3.3	计算参数	18
3.4	设计参数	18
4	计算简图	18
5	材料信息	20
5.1	材料特性	20
5.2	材料统计	20
6	荷载与组合	21
6.1	工况信息	21
6.2	荷载信息	21
6.3	荷载组合	32
7	周期与振型	33
7.1	周期与质量参与系数	33
8	线性计算结果	33
8.1	线性反力	33
8.2	线性内力	35
8.3	线性位移	47
9	验算结果	52
9.1	杆件应力比限值分布图	52

9.2	杆件应力比分布图	54
9.3	杆件验算结果云图	54

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 Framework 2024.5（上海同磊土木工程技术有限公司）

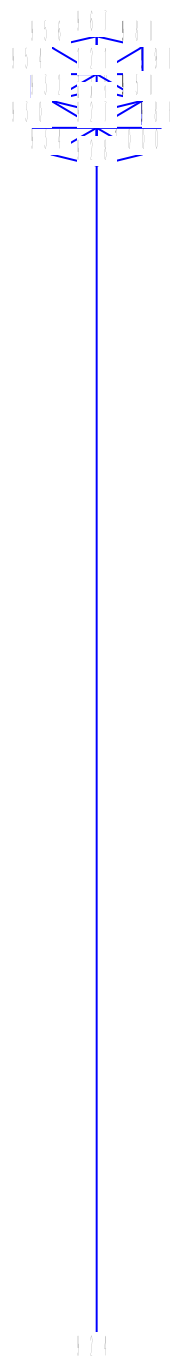
3 结构信息

3.1 总体信息

节点总数	20
支座总数	1
单元总数	43

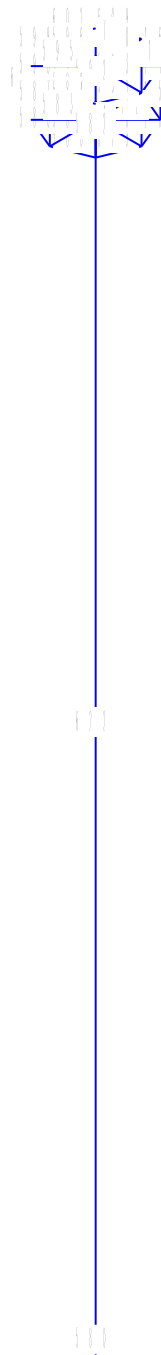
材料种类	2
截面种类	4
荷载工况	3

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	12.000	
924	32.873	24.952	0.010		927	32.873	24.952	11.500	
928	32.519	24.598	11.500		930	32.519	25.305	11.500	
932	32.873	25.452	11.500		934	32.373	24.952	11.500	
941	32.373	24.952	12.000		942	32.519	24.598	12.000	
950	32.873	24.452	12.000		954	32.519	25.305	12.000	
956	32.873	25.452	12.000		967	33.226	25.305	12.000	
970	33.226	25.305	11.500		972	33.373	24.952	11.500	
980	33.373	24.952	12.000		988	33.226	24.598	11.500	
990	33.226	24.598	12.000		1000	32.873	24.452	11.500	



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 (mm)	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
580	Φ 400x5	06Cr19Ni10	10.0	6204.65	12102.94	12102.94	1.000	1.000	---	---
582	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
583	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
584	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
585	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
586	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	382.7	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
587	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	382.7	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
588	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	382.7	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
589	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	382.7	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
590	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.088	1.164	---	---
591	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.088	1.136	---	---
592	模拟太阳能支架自重已设为 0	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---
593	模拟太阳能支架自重已	Q235B	500.0	3400.00	1280.33	1997.83	1.000	1.000	---	---

	设为 0									
594	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
595	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
596	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
597	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
598	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
599	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
600	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 088	1. 136	---	---
601	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 106	1. 136	---	---
602	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
603	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
604	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
605	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
606	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
607	模拟太阳能 支架自重已	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---

	设为 0									
608	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
609	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
610	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 088	1. 136	---	---
611	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 088	1. 164	---	---
612	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
613	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
614	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
615	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
616	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
617	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 088	1. 136	---	---
618	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
619	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
620	模拟太阳能 支架自重已 设为 0	Q235B	382. 7	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 000	1. 000	---	---
621	模拟太阳能 支架自重已	Q235B	500. 0	3400. 00	1280. 33	1997. 83	1. 106	1. 136	---	---

	设为 0									
622	400~207x5x8	06Cr19Ni10	11490.0	4560.43	4567.24	4567.24	1.000	1.000	---	---
623	207~200x5x8	06Cr19Ni10	500.0	3029.69	1339.72	1339.72	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 400x5	1
2	正多边形变截面管	400~207x5x8	1
3	正多边形变截面管	207~200x5x8	1
4	矩形管截面	模拟太阳能支架自重已设为 0	40

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

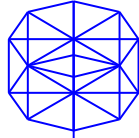
结构重要性系数：1.000

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)
06Cr19Ni10	06Cr19Ni10	193.000	0.300	1.73e-05	按规范	7.90e-06
模拟太阳能支架	Q235	206.000	0.300	1.20e-05	按规范	0.00e+00

5.2 材料统计



钢汇总表					
序号	截面	材性	数量(根)	长度(m)	重量(kg)
1	模拟太阳能支架自重已设为 0	模拟太阳能支架	40	18.123	0.000
			40	18.123	0

不锈钢汇总表					
序号	截面	材性	数量(根)	长度(m)	重量(kg)
1	Φ 400x5	06Cr19Ni10	1	0.010	0.490
2	207~200x5x8	06Cr19Ni10	1	0.500	11.967
3	400~207x5x8	06Cr19Ni10	1	11.490	413.954
			3	12.000	426

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	-0.030	0.000	0.000	0.000
2	恒	0	0.000	0.000	-1.950	0.000	0.000	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

(2) 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)

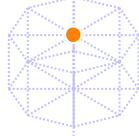
序号	荷载类型	工况	导荷方式	体型系数	面荷载值(基本风压)
1	恒	0	双向杆件		0.120
2	风	1	直接杆件	1.200	0.300
3	风	2	双向杆件	1.400	0.300
4	风	2	直接杆件	-1.200	0.300
5	风	1	双向杆件	-1.400	0.300

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. 030	0. 000	0. 000	0. 000
2	0. 000	0. 000	-1. 950	0. 000	0. 000	0. 000



恒荷载工况 0 节点荷载分布图（整体）

6.2.2 风荷载

6.2.2.1 基本参数

基本风压：0.30(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

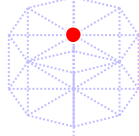
风荷载参数				
高度(m)	μ_z （修正前）	η	μ_z （修正后）	β_z
0.00500	1.00	1.00	1.00	1.20
5.75	1.00	1.00	1.00	1.50
11.8	1.05	1.00	1.05	2.40

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）

6.2.2.2 风荷载 1

(1) 风荷载 1 节点荷载

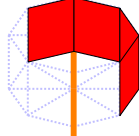
节点荷载表						
序号	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN. m)	My (kN. m)	Mz (kN. m)
1	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



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	0.300	1.200	自动计算
2	双向杆件	0.300	-1.400	自动计算

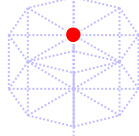


风荷载工况 1 体型系数分布图（整体）

6.2.2.3 风荷载 2

(1) 风荷载 2 节点荷载

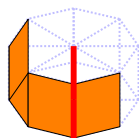
节点荷载表						
序号	P _x (kN)	P _y (kN)	P _z (kN)	M _x (kN. m)	M _y (kN. m)	M _z (kN. m)
1	-0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



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	双向杆件	0.300	1.400	自动计算
2	直接杆件	0.300	-1.200	自动计算



6.2.3 地震作用

计算依据：《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010））

地震烈度：7 度 0.10g

场地类别：III类

设计地震分组：第三组

特征周期值(s)：0.65

多遇水平地震影响系数最大值：0.08

罕遇水平地震影响系数最大值：0.5

计算振型数：9

结构阻尼比：0.020

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) $1.30 \text{ 恒载 } 0 + 1.50 \times 0.70 \text{ 活载 } 3 + 1.50 \text{ 风载 } 1$
- (11) $1.30 \text{ 恒载 } 0 + 1.50 \times 0.70 \text{ 活载 } 3 + 1.50 \text{ 风载 } 2$
- (12) $1.30 \text{ 恒载 } 0 + 1.50 \times 0.70 \text{ 活载 } 3 + 1.50 \times 0.60 \text{ 风载 } 1$
- (13) $1.30 \text{ 恒载 } 0 + 1.50 \times 0.70 \text{ 活载 } 3 + 1.50 \times 0.60 \text{ 风载 } 2$
- (14) $1.30 \text{ 恒载 } 0 + 1.30 \times 0.50 \text{ 活载 } 3 + 1.400 \text{ 水平地震}$
- (15) $1.00 \text{ 恒载 } 0 + 1.00 \times 0.50 \text{ 活载 } 3 + 1.400 \text{ 水平地震}$

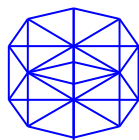
7 周期与振型

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	0.707	40.766%	20.392%	0.000%
2	0.707	20.392%	40.766%	0.000%
3	0.106	3.671%	13.835%	0.000%
4	0.106	13.836%	3.671%	0.000%
5	0.037	3.735%	3.340%	0.000%
6	0.037	3.340%	3.735%	0.000%
7	0.018	0.941%	2.773%	0.000%
8	0.018	2.774%	0.941%	0.000%
9	0.013	0.000%	0.000%	75.577%
合计		89.454%	89.454%	75.577%

8 线性计算结果

8.1 线性反力



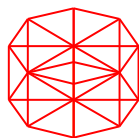
支座节点编号图（整体）

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	2	1	2.394	0.372	6.161	-4.375	16.864	-0.000
120	N2 最大	2	1	2.394	0.372	6.161	-4.375	16.864	-0.000
120	N3 最大	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	M1 最大	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	M2 最大	2	1	2.394	0.372	6.161	-4.375	16.864	-0.000
120	M3 最大	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	合力最大	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	N1 最小	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	N2 最小	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	N3 最小	2	1	2.394	0.372	6.161	-4.375	16.864	-0.000
120	M1 最小	2	1	2.394	0.372	6.161	-4.375	16.864	-0.000
120	M2 最小	1	1	-2.394	-0.372	6.161	4.375	-16.864	0.000
120	M3 最小	2	1	2.394	0.372	6.161	-4.375	16.864	-0.000

8.2 线性内力

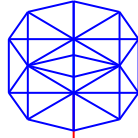
8.2.1 线性组合包络



0.000 0.250 0.500 0.750 1.000

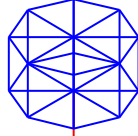
线性组合轴力 N 最大包络云图:kN（整体）

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	603	1	1	0.000	0.215	0.159	-0.004	-0.001	0.001	0.072
2	582	2	1	0.000	0.215	0.159	-0.004	-0.001	0.001	0.072
3	604	1	1	0.000	0.200	0.152	0.012	0.005	-0.003	0.066
4	585	2	1	0.000	0.200	0.152	0.012	0.005	-0.003	0.066
5	618	2	1	0.000	0.102	0.131	-0.017	-0.008	0.005	0.054
6	584	1	1	0.000	0.102	0.131	-0.017	-0.008	0.005	0.054
7	606	2	1	0.000	0.077	0.002	-0.001	0.000	-0.001	0.004
8	588	1	1	0.000	0.077	0.002	-0.001	0.000	-0.001	0.004
9	605	2	1	0.000	0.067	-0.015	0.004	-0.001	-0.002	0.001
10	619	1	1	0.000	0.067	-0.015	0.004	-0.001	-0.002	0.001



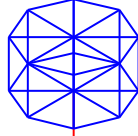
线性组合轴力 N 最小包络云图:kN（整体）

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	580	1	1	0.000	-8.010	-3.591	-0.559	0.000	6.563	-25.296
2	622	1	1	0.000	-8.004	-3.589	-0.559	0.000	6.557	-25.260
3	623	1	1	0.000	-1.965	-0.182	-0.080	0.000	0.027	-0.045
4	590	3	2	0.000	-0.141	-0.028	-0.000	-0.000	0.000	-0.021
5	611	3	1	0.000	-0.141	0.028	0.000	-0.000	-0.000	0.021
6	591	2	1	0.000	-0.136	0.024	-0.039	-0.000	-0.009	-0.015
7	610	1	1	0.000	-0.136	-0.024	0.039	-0.000	0.009	0.015
8	584	5	1	0.000	-0.136	0.037	0.008	0.007	-0.003	0.001
9	618	4	1	0.000	-0.136	0.037	0.008	0.007	-0.003	0.001
10	621	3	4	0.000	-0.123	0.000	0.027	0.000	-0.017	0.000



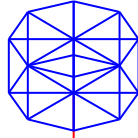
线性组合弯矩 M2 最大包络云图:kN.m（整体）

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	580	4	1	0.000	-6.161	-3.591	-0.559	0.000	6.563	-25.296
2	622	4	1	0.000	-6.157	-3.589	-0.559	0.000	6.557	-25.260
3	623	6	3	0.000	-1.502	0.000	-0.094	0.000	0.032	0.000
4	601	2	1	0.500	-0.069	-0.024	0.066	0.001	0.019	0.011
5	600	2	1	0.500	-0.109	-0.066	0.053	0.001	0.017	0.003
6	610	3	4	0.500	-0.071	0.002	0.029	-0.000	0.014	0.008
7	590	6	4	0.500	-0.081	0.000	0.031	0.001	0.009	-0.010
8	611	6	4	0.500	-0.081	0.000	0.031	-0.001	0.009	0.010
9	583	2	1	0.500	0.001	0.110	0.023	0.009	0.006	-0.016
10	612	1	1	0.500	0.001	0.110	0.023	0.009	0.006	-0.016



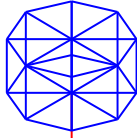
线性组合弯矩 M2 最小包络云图:kN.m（整体）

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	580	2	1	0.000	-8.010	3.591	0.559	-0.000	-6.563	25.296
2	622	2	1	0.000	-8.004	3.589	0.559	-0.000	-6.557	25.260
3	623	3	4	0.000	-1.952	-0.000	0.094	-0.000	-0.032	-0.000
4	621	1	1	0.500	-0.069	0.024	-0.066	0.001	-0.019	-0.011
5	617	1	1	0.500	-0.109	0.066	-0.053	0.001	-0.017	-0.003
6	591	3	3	0.500	-0.071	-0.002	-0.029	-0.000	-0.014	-0.008
7	590	3	3	0.500	-0.106	-0.000	-0.031	-0.001	-0.009	-0.013
8	611	3	3	0.500	-0.106	-0.000	-0.031	0.001	-0.009	0.013
9	583	2	1	0.000	0.001	0.110	0.023	0.009	-0.006	0.039
10	612	1	1	0.000	0.001	0.110	0.023	0.009	-0.006	0.039



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	580	5	1	0.000	-6.161	3.591	0.559	-0.000	-6.563	25.296
2	622	5	1	0.000	-6.157	3.589	0.559	-0.000	-6.557	25.260
3	582	2	1	0.000	0.215	0.159	-0.004	-0.001	0.001	0.072
4	603	1	1	0.000	0.215	0.159	-0.004	-0.001	0.001	0.072
5	585	2	1	0.000	0.200	0.152	0.012	0.005	-0.003	0.066
6	604	1	1	0.000	0.200	0.152	0.012	0.005	-0.003	0.066
7	618	3	4	0.000	0.052	0.142	0.000	0.000	-0.000	0.058
8	584	3	3	0.000	0.052	0.142	0.000	0.000	-0.000	0.058
9	612	3	1	0.000	0.038	0.130	0.004	0.004	-0.001	0.051
10	583	3	2	0.000	0.038	0.130	0.004	0.004	-0.001	0.051



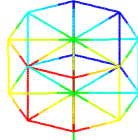
0.000000 0.250000 0.500000 0.750000 1.000000

线性组合弯矩 M3 最小包络云图:kN.m（整体）

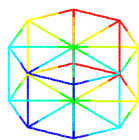
弯矩 M3 最小的前 10 个单元的内力（单位： m， kN， kN.m）										
序号	单元编号	组合号	组合序号	位置	轴力 N	剪力 Q2	剪力 Q3	扭矩 M	弯矩 M2	弯矩 M3
1	580	1	1	0.000	-8.010	-3.591	-0.559	0.000	6.563	-25.296
2	622	1	1	0.000	-8.004	-3.589	-0.559	0.000	6.557	-25.260
3	623	4	1	0.000	-1.515	-0.182	-0.080	0.000	0.027	-0.045
4	592	2	1	0.000	0.053	-0.115	-0.000	-0.000	-0.000	-0.036
5	607	1	1	0.000	0.053	-0.115	-0.000	-0.000	-0.000	-0.036
6	596	3	3	0.000	-0.052	-0.113	-0.000	0.000	0.000	-0.035
7	593	3	4	0.000	-0.052	-0.113	-0.000	0.000	0.000	-0.035
8	608	3	1	0.000	-0.054	-0.117	0.000	-0.000	-0.000	-0.035
9	597	3	2	0.000	-0.054	-0.117	0.000	-0.000	-0.000	-0.035
10	595	3	3	0.000	-0.037	-0.110	0.004	0.000	-0.001	-0.034

8.3 线性位移

8.3.1 线性最大位移



最大正位移__组合 2 (恒 0+风 2) _Uz_mm





最大负位移__组合 1 (恒 0+风 1)_Uz_mm

线性组合最大最小位移表						
最不利项	节点	组合名	Ux	Uy	Uz	Uxyz
X 方向位移最大	980	组合 1 (恒 0+风 1)	50.194	16.773	-3.431	53.033
Y 方向位移最大	967	组合 1 (恒 0+风 1)	50.194	16.773	-3.329	53.027
Z 方向位移最大	972	组合 2 (恒 0+风 2)	-46.813	-15.517	3.330	49.430
空间位移最大	941	组合 2 (恒 0+风 2)	-50.194	-16.773	-3.431	53.033
X 方向位移最小	941	组合 2 (恒 0+风 2)	-50.194	-16.773	-3.431	53.033
Y 方向位移最小	942	组合 2 (恒 0+风 2)	-50.194	-16.773	-3.329	53.027
Z 方向位移最小	980	组合 1 (恒 0+风 1)	50.194	16.773	-3.431	53.033

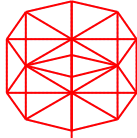


线性组合最大最小位移图（整体）

9 验算结果

9.1 杆件应力比限值分布图

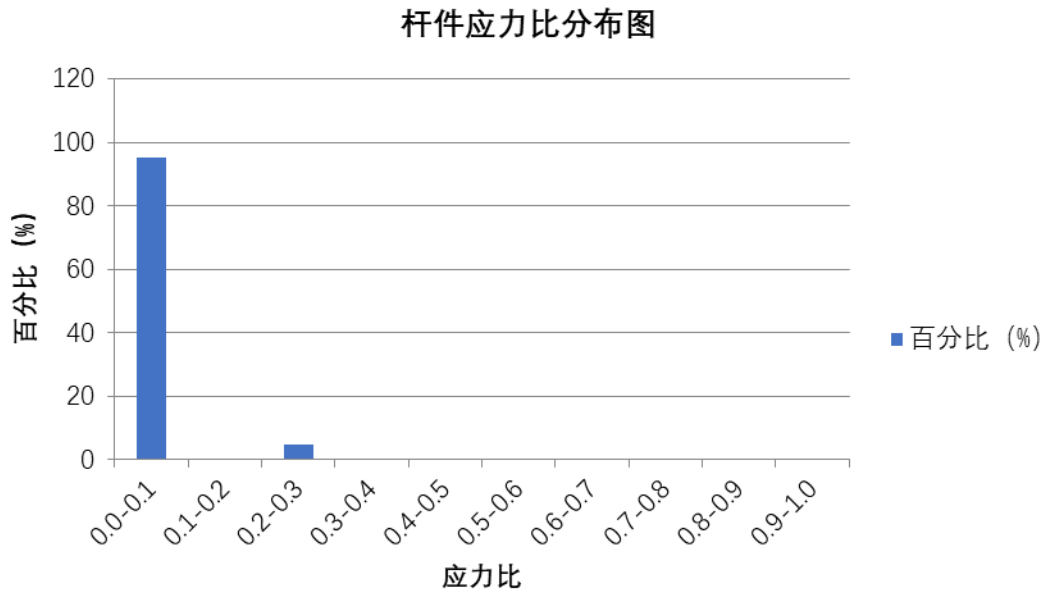
应力比限值表		
序号	应力比下限	应力比上限
1	0	1



应力比限值分布图（整体）

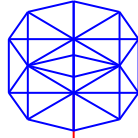
9.2 杆件应力比分布图

所选模型中，构件应力比最大值为 0.250，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）

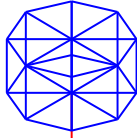
“强度应力比”最大的前 10 个单元的验算结果（所在组合号 / 情况号）									
序号	单元编号	强度	绕 2 轴稳定	绕 3 轴稳定	沿 2 轴抗剪	沿 3 轴抗剪	沿 2 轴长细比	沿 3 轴长细比	验算结果
1	622	0.250 (1/1)	0.202	0.244	0.012	0.004	87	87	满足
2	580	0.222 (1/1)	0.000	0.222	0.012	0.002	0	0	满足
3	623	0.006 (1/1)	0.005	0.005	0.001	0.001	7	7	满足
4	603	0.002 (1/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
5	582	0.002 (2/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
6	585	0.002 (2/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
7	604	0.002 (1/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
8	584	0.001 (1/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
9	618	0.001 (2/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
10	583	0.001 (2/1)	0.001	0.001	0.001	0.000	8	7	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	622	0.250	0.202(1/1)	0.244	0.012	0.004	87	87	满足
2	623	0.006	0.005(1/1)	0.005	0.001	0.001	7	7	满足
3	583	0.001	0.001(2/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
4	612	0.001	0.001(1/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
5	603	0.002	0.001(1/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
6	582	0.002	0.001(2/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
7	585	0.002	0.001(2/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
8	604	0.002	0.001(1/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
9	584	0.001	0.001(1/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足
10	618	0.001	0.001(2/1)	0.001	0.001	0.000	8	7	满足

9.3.3 绕 3 轴稳定应力比



0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

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	622	0.250	0.202	0.244(1/1)	0.012	0.004	87	87	满足
2	580	0.222	0.000	0.222(1/1)	0.012	0.002	0	0	满足
3	623	0.006	0.005	0.005(1/1)	0.001	0.001	7	7	满足
4	603	0.002	0.001	0.001(1/1)	0.001	0.000	8	7	满足
5	582	0.002	0.001	0.001(2/1)	0.001	0.000	8	7	满足
6	585	0.002	0.001	0.001(2/1)	0.001	0.000	8	7	满足
7	604	0.002	0.001	0.001(1/1)	0.001	0.000	8	7	满足
8	584	0.001	0.001	0.001(1/1)	0.001	0.000	8	7	满足
9	618	0.001	0.001	0.001(2/1)	0.001	0.000	8	7	满足
10	583	0.001	0.001	0.001(2/1)	0.001	0.000	8	7	满足

节点计算书：刚接柱脚

1、设计依据

《钢结构设计标准》（GB50017-2017）

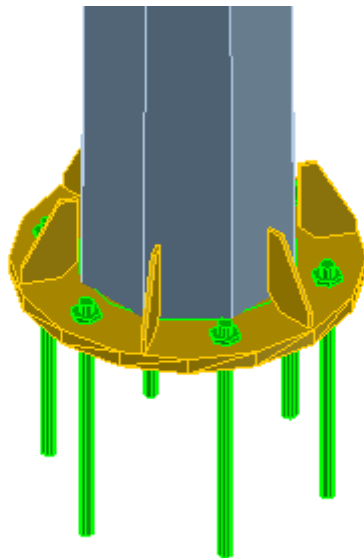
《钢结构连接节点设计手册》（第四版）李星荣 秦斌编著

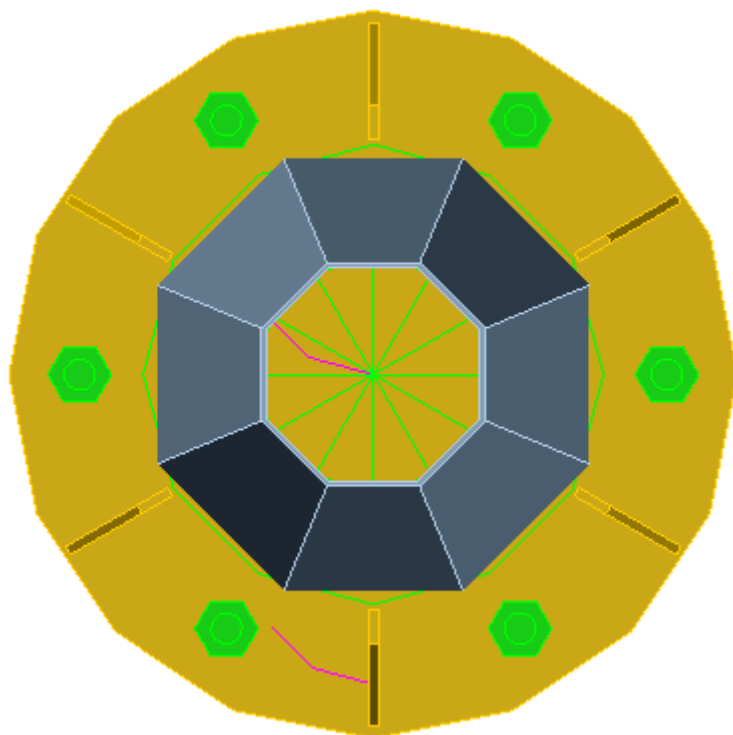
2、软件信息

3D3S Framework 2024.5（上海同磊土木工程技术有限公司）

计算日期：2025 年 10 月 25 日

3、节点信息





节点编号: 1

抗震等级: 不考虑

柱高度: 400

混凝土标号: C30

底板规格: 厚度 30, Q235B-2

柱底与底板焊缝形式: 对接焊缝

锚栓规格: M27, Q235

锚栓数量: 6

锚栓到板边距离: 60

锚栓到柱边距离: 50

加劲肋高度: 160

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)	27.0	64.3	满足
混凝土	受压(拉)	1.1	14.3	满足
底板厚度	——	17.9	30.0	满足
柱底焊缝	受压(拉)	44.5	215.0	满足
柱底焊缝	综合受力	44.5	236.5	满足
加劲肋	受剪	26.2	125.0	满足
加劲肋焊缝	受剪	27.0	160.0	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 5:恒 0+风 2, 结构重要性系数: 1.0

$$N = 6.2\text{ kN}, V2 = 3.6\text{ kN}, V3 = 0.6\text{ kN}$$

$$M1 = -0.0\text{ kN} \cdot \text{m}, M2 = -6.6\text{ kN} \cdot \text{m}, M3 = 25.3\text{ kN} \cdot \text{m}$$

拉(压)弯作用:

$$N_{tmax}^b = \max(0, \frac{MY_1}{\sum Y_i^2} + \frac{N}{n}) = \max(0, \frac{26133704 \times 445}{415650} + \frac{-6161}{6}) = 27.0\text{ KN}$$

锚栓抗拉承载力[钢标 11.4.1-5]:

$$N_t^b = A_s f_t^b = 459.4 \times 140 = 64.3\text{ kN}$$

锚栓承受拉力:

$$N_t = 27.0 \text{ kN} \leq N_t^b$$

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

$$N = 8.0 \text{ kN}, V_2 = -3.6 \text{ kN}, V_3 = -0.6 \text{ kN}$$

$$M_1 = 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_2 = 6.6 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_3 = -25.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

混凝土压应力：

$$\sigma_c = \max(0, \frac{N}{A} + \frac{M}{W}) = \max(0, \frac{8010}{301907} + \frac{26133704}{23397797}) = 1.14 \text{ N/mm}^2 \leq 14 \text{ N/mm}^2$$

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：3743

根据弯矩计算板厚度：

$$t = \sqrt{\frac{6M}{f}} = \sqrt{\frac{6 \times 3743}{205}} = 10.5 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

板件厚度验算，满足要求

锚栓拉应力，产生底板大弯矩：10905

根据弯矩计算板厚度：

$$t = \sqrt{\frac{6M}{f}} = \sqrt{\frac{6 \times 10905}{205}} = 17.9 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

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 1:恒 0+风 1, 结构重要性系数：1.0

$$N = 8.0 \text{ kN}, V_2 = -3.6 \text{ kN}, V_3 = -0.6 \text{ kN}$$

$$M_1 = 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_2 = 6.6 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_3 = -25.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

焊缝正应力：

$$\sigma = \frac{M}{W_w} + \frac{N}{A_w} = \frac{26133704.3}{605146.8} + \frac{8009.8}{6204.6} = 44.5 \text{ N/mm}^2 \leq 215 \text{ N/mm}^2$$

焊缝正应力，满足要求

焊缝剪应力：

$$\tau = \frac{2V}{A_w} = \frac{2 \times 3634.7}{6204.6} = 1.2 \text{ N/mm}^2 \leq 125 \text{ N/mm}^2$$

焊缝剪应力，满足要求

焊缝综合应力承载力

$$1.1f_t^w = 1.1 \times 215 = 237 \text{ N/mm}^2$$

焊缝综合应力[钢标 11.2.1-2]：

$$\sqrt{(\sigma)^2 + 3(\tau)^2} = \sqrt{(44.5)^2 + 3 \times (1.2)^2} = 44.5 \text{ N/mm}^2 \leq 237 \text{ N/mm}^2$$

焊缝综合应力，满足要求

5) 加劲肋计算

板件剪应力：

$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{33588}{1280} = 26.2 \text{ N/mm}^2 \leq 125 \text{ N/mm}^2$$

板件剪应力，满足要求

焊缝剪应力：

$$\tau = \frac{V}{A_w} = \frac{33588}{1243} = 27.0 \text{ N/mm}^2 \leq 160 \text{ N/mm}^2$$

焊缝剪应力，满足要求

6) 抗剪计算

最不利组合内力：组合 1:恒 0+风 1, 结构重要性系数：1.0

$$N = 8.0 \text{ kN}, V_2 = -3.6 \text{ kN}, V_3 = -0.6 \text{ kN}$$

$$M_1 = 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_2 = 6.6 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_3 = -25.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

柱底摩擦力抗剪承载力：

$$V_{Nr} = 0.4N = 0.4 \times 8010 = 3.20 \text{ kN}$$

锚栓剩余抗剪承载力：

$$V_{ar} = N_{va} \sqrt{1 - \left(\frac{N_t}{N_{ta}}\right)^2} \times n = 45804.42 \times \sqrt{1 - \left(\frac{26952.17}{64316.90}\right)^2} \times 6 = 249.53 \text{ kN}$$

锚栓及摩擦力抗剪承载力合计：

$$V_{0r} = V_{Nr} + V_{ar} = 3.20 + 249.53 = 252.74 \text{ kN}$$

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

A

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

沉降计算参数

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

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($^{\circ}$)

0.0

基础宽度(mm)	1600	基础长度(mm)	1600
A1u(mm)	800	B1l(mm)	800
A1d(mm)	800	B1r(mm)	800
h1(mm)	450		

柱墩尺寸bc(mm)

700

hc(mm)

700

基础埋置深度(m)

1.500

承载力 $f_a(\text{kPa})$

120.0

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): 120.00
基础埋深 d (m): 1.50
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 b, h (mm): 700, 700
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	1600	1600	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 a_s (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 a_s (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: 3.00 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	8.00	-6.56	25.30	3.59	0.56
组合 2 序号 1	8.00	6.56	-25.30	-3.59	-0.56
组合 3 序号 1	8.00	0.00	9.08	0.90	-0.00
组合 3 序号 2	8.00	-0.00	-9.08	-0.90	0.00
组合 3 序号 3	8.00	-9.08	0.00	0.00	0.90
组合 3 序号 4	8.00	9.08	-0.00	-0.00	-0.90
组合 4 序号 1	6.16	-6.56	25.30	3.59	0.56
组合 5 序号 1	6.16	6.56	-25.30	-3.59	-0.56
组合 6 序号 1	6.16	0.00	9.08	0.90	-0.00
组合 6 序号 2	6.16	-0.00	-9.08	-0.90	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	6.16	-4.38	16.86	2.39	0.37
组合 2 序号 1	6.16	4.38	-16.86	-2.39	-0.37
组合 3 序号 1	6.16	0.00	6.49	0.64	-0.00
组合 3 序号 2	6.16	-0.00	-6.49	-0.64	0.00
组合 3 序号 3	6.16	-6.49	0.00	0.00	0.64
组合 3 序号 4	6.16	6.49	-0.00	-0.00	-0.64
组合 4 序号 1	6.16	-4.38	16.86	2.39	0.37
组合 5 序号 1	6.16	4.38	-16.86	-2.39	-0.37
组合 6 序号 1	6.16	0.00	6.49	0.64	-0.00
组合 6 序号 2	6.16	-0.00	-6.49	-0.64	0.00

3. 附加荷载

荷载类型	N (kN)	M _x (kN. m)	M _y (kN. m)	V _x (kN)	V _y (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 1 序号 1	35.66	≤120.00	满足
X 向偏心荷载作用下地基承载力	组合 1 序号 1	65.61	≤144.00	满足
Y 向偏心荷载作用下地基承载力	组合 3 序号 3	46.57	≤144.00	满足
以偏心距 e 验算 X 向脱开面积	组合 1 序号 1	0.22	≤0.27	满足
以偏心距 e 验算 Y 向脱开面积	组合 3 序号 3	0.08	≤0.27	满足
抗冲切验算(柱底+X)	组合 1 序号 1	3.00	≤455.56	满足
抗冲切验算(柱底-X)	组合 2 序号 1	3.00	≤455.56	满足
抗冲切验算(柱底+Y)	组合 3 序号 3	1.15	≤455.56	满足
抗冲切验算(柱底-Y)	组合 3 序号 4	1.15	≤455.56	满足
X 向抗倾覆稳定验算	组合 1 序号 1	3.57	≥1.50	满足
Y 向抗倾覆稳定验算	组合 3 序号 3	9.80	≥1.50	满足
基础板底 X 向配筋	组合 1 序号 1	-	≥984.00	-
基础板底 Y 向配筋	组合 1 序号 1	-	≥984.00	-

五、基础自重计算

第 1 阶体积

$$V_1 = 1.60 \times 1.60 \times 0.45 = 1.15 \text{ m}^3$$

混凝土柱体积

$$V_c = 0.70 \times 0.70 \times 1.05 = 0.51 \text{ m}^3$$

总体积

$$V = 1.15 + 0.51 = 1.67 \text{ m}^3$$

基础自重

$$G_0 = \gamma V = 25 \times 1.67 = 41.66 \text{ kN}$$

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 1 序号 1

$$N = 6.16 \text{ kN}, \quad M_x = -4.38 \text{ kN.m}, \quad M_y = 16.86 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 2.39 \text{ kN}, \quad V_y = 0.37 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{ia} = 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 6.16 \text{ kN}$$

基础底面积

$$A = B_x \times B_y = 1.60 \times 1.60 = 2.56 \text{ m}^2$$

基础上土重

$$G_s = \gamma(Ad - V) = 20.0 \times (2.56 \times 1.50 - 1.67) = 43.47 \text{ kN}$$

基础自重和基础上的土重

$$G_k = G_s + G_0 = 43.47 + 41.66 = 85.13 \text{ kN}$$

标准组合下的基础底面平均压力值

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} = \frac{6.16 + 85.13}{2.56} = 35.66 \text{ kPa} \leq f_a = 120.00 \text{ kPa}$$

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 1 序号 1

$$N = 6.16 \text{ kN}, \quad M_x = -4.38 \text{ kN.m}, \quad M_y = 16.86 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 2.39 \text{ kN}, \quad V_y = 0.37 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{ia} = 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 6.16 \text{ kN}$$

$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{iax} = 2.39 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 2.39 \text{ kN}$$

$$e_x = B_{ix} - Bx/2 = 0.80 - 1.60/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{lay} + N_k \cdot e_x + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 16.86 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 6.16 \times 0.00 + 2.39 \times (1.50 + 0.00) \\ &= 20.45 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基础底面最大应力计算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = |20.45 / (6.16 + 85.13)| = 0.224 \text{ m}$$

$$e \leq B/6 = 0.27 \text{ m}$$

$$p_{kmax} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_k}{W} = \frac{6.16 + 85.13}{2.56} + \frac{20.45}{0.68} = 65.61 \text{ kPa}$$

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a = 1.2 \times 120.00 = 144.00 \text{ kPa}$$

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 3 序号 3

$$N = 6.16 \text{ kN}, \quad M_x = -6.49 \text{ kN.m}, \quad M_y = 0.00 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 0.00 \text{ kN}, \quad V_y = 0.64 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} = 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 6.16 \text{ kN}$$

$$V_{ky} = V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{lay} = 0.64 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.64 \text{ kN}$$

$$e_y = B_{ly} - By/2 = 0.80 - 1.60/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} + N_k \cdot e_y - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\ &= -6.49 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 6.16 \times 0.00 - 0.64 \times (1.50 + 0.00) \\ &= -7.45 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基础底面最大应力计算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = |-7.45 / (6.16 + 85.13)| = 0.082 \text{ m}$$

$$e \leq B/6 = 0.27 \text{ m}$$

$$p_{kmax} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_k}{W} = \frac{6.16 + 85.13}{2.56} + \frac{7.45}{0.68} = 46.57 \text{ kPa}$$

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a = 1.2 \times 120.00 = 144.00 \text{ kPa}$$

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

$$N = 6.16 \text{ kN}, \quad M_x = -4.38 \text{ kN.m}, \quad M_y = 16.86 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 2.39 \text{ kN}, \quad V_y = 0.37 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{ia} = 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 6.16 \text{ kN}$$

$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{iax} = 2.39 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 2.39 \text{ kN}$$

$$e_x = B_{ix} - Bx/2 = 0.80 - 1.60/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{ky} &= M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{iax} + N_k \cdot e_x + V_{kx} \cdot (d + h_p) \\ &= 16.86 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 6.16 \times 0.00 + 2.39 \times (1.50 + 0.00) \\ &= 20.45 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

基底脱开面积验算

$$e = M_k / (F_k + G_k) = 20.45 / (6.16 + 85.13) = 0.224 \text{ m}$$

$$e \leq H/6.0 = 1.60/6.0 = 0.27 \text{ m}$$

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 3

$$N = 6.16 \text{ kN}, \quad M_x = -6.49 \text{ kN.m}, \quad M_y = 0.00 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 0.00 \text{ kN}, \quad V_y = 0.64 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{ia} = 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 6.16 \text{ kN}$$

$$V_{ky} = V_y + V_{day} + 0.7 \times V_{iax} = 0.64 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 = 0.64 \text{ kN}$$

$$e_y = B_{iy} - By/2 = 0.80 - 1.60/2 = 0.00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{kx} &= M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} + N_k \cdot e_y - V_{ky} \cdot (d + h_p) \\
 &= -6.49 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 6.16 \times 0.00 - 0.64 \times (1.50 + 0.00) \\
 &= -7.45 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

基底脱开面积验算

$$\begin{aligned}
 e &= M_k / (F_k + G_k) = 7.45 / (6.16 + 85.13) = 0.082 \text{ m} \\
 e &\leq H / 6.0 = 1.60 / 6.0 = 0.27 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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_t	a_b	h	β_{hp}	p_j	A_1	F_1	$[F_1]$	结论
柱底+X	1	0.70	1.52	0.45	1.00	48.07	0.06	3.00	455.56	满足
柱底-X	2	0.70	1.52	0.45	1.00	48.07	0.06	3.00	455.56	满足
柱底+Y	5	0.70	1.52	0.45	1.00	18.40	0.06	1.15	455.56	满足
柱底-Y	6	0.70	1.52	0.45	1.00	18.40	0.06	1.15	455.56	满足

7.2 基础抗剪切验算

此基础无需验算抗剪切。

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

$$\begin{aligned}
 N &= 6.16 \text{ kN}, & M_x &= -4.38 \text{ kN.m}, & M_y &= 16.86 \text{ kN.m} \\
 V_x &= 2.39 \text{ kN}, & V_y &= 0.37 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

内力标准值计算

$$\begin{aligned}
 N_k &= N + N_{da} + 0.7 \times N_{la} \\
 &= 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00
 \end{aligned}$$

$$= 6.16 \text{ kN}$$

$$V_{kx} = V_x + V_{dax} + 0.7 \times V_{lax}$$

$$= 2.39 + 0.00 + 0.7 \times 0.00$$

$$= 2.39 \text{ kN}$$

$$M_{ky} = M_y + M_{day} + 0.7 \times M_{lay} + V_{kx} \cdot (d + h_p)$$

$$= 16.86 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 + 2.39 \times (1.50 + 0.00)$$

$$= 20.45 \text{ kN.m}$$

$$\frac{N_k e_x + 1.0 G_k B / 2}{M_{ky}} = \frac{6.16 \times 0.80 + 1.0 \times 85.13 \times 1.60 / 2}{20.45} = 3.57 \geq 1.50$$

(2) 沿 Y 方向倾覆

控制组合：标准组合 组合 3 序号 3

$$N = 6.16 \text{ kN}, \quad M_x = -6.49 \text{ kN.m}, \quad M_y = 0.00 \text{ kN.m}$$

$$V_x = 0.00 \text{ kN}, \quad V_y = 0.64 \text{ kN}$$

内力标准值计算

$$N_k = N + N_{da} + 0.7 \times N_{la}$$

$$= 6.16 + 0.00 + 0.7 \times 0.00$$

$$= 6.16 \text{ kN}$$

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

$$= 0.64 + 0.00 + 0.7 \times 0.00$$

$$= 0.64 \text{ kN}$$

$$M_{kx} = M_x + M_{dax} + 0.7 \times M_{lax} - V_{ky} \cdot (d + h_p)]$$

$$= -6.49 + 0.00 + 0.7 \times 0.00 - 0.64 \times (1.50 + 0.00)$$

$$= -7.45 \text{ kN.m}$$

$$\frac{N_k e_y + 1.0 G_k B / 2}{M_{kx}} = \frac{6.16 \times 0.80 + 1.0 \times 85.13 \times 1.60 / 2}{7.45} = 9.80 \geq 1.50$$

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	双向受弯	柱底-X	91.31	1.41	26.69
Y 方向钢筋	组合 1 序号 1	双向受弯	柱底+Y	57.20	35.52	41.61

9.1 底板 X 方向配筋

基础双向受弯，根据《简明高层钢筋混凝土结构设计手册（第三版）》第 751 页公式计算设计弯矩。

$$\begin{aligned}
 M_I &= \frac{\beta}{12} a_1^2 (2l + a') (p_{\max} + p - \frac{2G}{A}) \\
 &= \frac{1.19}{12} \times 0.45^2 \times (2 \times 1.60 + 0.70) \times (91.31 + 26.69 - \frac{2 \times 1.3 \times 85.13}{2.56}) \\
 &= 2.47 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$M_y = M_I = 2.47 \text{ kN.m}$$

$$A_s = \frac{M_y}{0.9 f_y h_0} = \frac{2.47 \times 10^6}{0.9 \times 360 \times (450 - 40)} = 18.6 \text{ mm}^2$$

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：656000.0，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 $A_s=0.15\%bh_0=984.0 \text{ mm}^2$

9.2 底板 Y 方向配筋

基础双向受弯，根据《简明高层钢筋混凝土结构设计手册（第三版）》第 751 页公式计算设计弯矩。

$$\begin{aligned}
 M_I &= \frac{\beta}{12} a_1^2 (2l + a') (p_{\max} + p - \frac{2G}{A}) \\
 &= \frac{1.19}{12} \times 0.45^2 \times (2 \times 1.60 + 0.70) \times (57.20 + 41.61 - \frac{2 \times 1.3 \times 85.13}{2.56}) \\
 &= 0.97 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$M_x = M_{II} = 0.97 \text{ kN.m}$$

$$A_s = \frac{M_x}{0.9 f_y h_0} = \frac{0.97 \times 10^6}{0.9 \times 360 \times (450 - 40)} = 7.3 \text{ mm}^2$$

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：656000.0，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 $A_s=0.15\%bh_0=984.0 \text{ mm}^2$