

17m路灯杆底部法兰及地脚螺栓节点验算

一、计算依据

1. 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (2015 版)
2. 《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012

二、计算输入条件

荷载 (风荷载分项系数取 $\gamma_w=1.4$, 忽略灯杆自重轴压力, 取 $N=0$)

- 杆底弯矩标准值: $M_k=32.33\text{kN}\cdot\text{m}$
- 杆底剪力标准值: $V_k=27.08\text{kN}$
- 弯矩设计值: $M=\gamma_w\cdot M_k=1.4\times 32.33=45.262\text{kN}\cdot\text{m}$
- 剪力设计值: $V=\gamma_w\cdot V_k=1.4\times 27.08=37.912\text{kN}$

地脚螺栓参数

- 地脚螺栓: 6-M27, Q235B, 热镀锌; 单根 M27 螺栓有效截面积 $A_s=459\text{mm}^2$
- 螺栓总长度: 1200mm, 下端设置 90°弯钩
- 螺栓布置: 6 根螺栓圆形均匀布置, 螺栓中心圈直径 $D_{\text{bolt}}=400\text{mm}$, 螺栓中心至圆心距离 $z=200\text{mm}$
- 螺栓抗拉强度设计值: $f_y=210\text{N/mm}^2$

法兰板参数

- 圆形法兰: 外径 500mm, 内径 290mm, 板厚 $t_f=50\text{mm}$, 材质 Q235B
- Q235 钢板抗弯强度设计值: $f=215\text{N/mm}^2$

混凝土参数

- 基础混凝土: C30; $f_c=14.3\text{N/mm}^2$, $f_t=1.43\text{N/mm}^2$

说明: 6 根螺栓圆形布置, 受弯工作时受拉侧螺栓 $n_t=3$ 根, 受力的力臂 $2z=400\text{mm}$ 。

三、地脚螺栓抗拉承载力验算

受拉侧总拉力:

$$T = M / (2z) = 45.262 \times 10^6 / 400 = 113155\text{N}$$

单根受拉螺栓拉力:

$$N_s = T / n_t = 113155 / 3 = 37718\text{N}$$

单根 M27 螺栓抗拉承载力：

$$N_u = A_s \cdot f_y = 459 \times 210 = 96390 \text{N}$$

$N_s = 37718 \text{N} < N_u = 96390 \text{N}$ ，螺栓抗拉承载力满足要求。

四、地脚螺栓抗剪承载力验算

锚筋层数影响系数 $\alpha_r = 1.0$ ，螺栓直径 $d = 27 \text{mm}$ 。

抗剪承载力系数：

$$\alpha_v = (4.0 - 0.08d) \sqrt{f_c / f_y} = (4.0 - 0.08 \times 27) \times \sqrt{14.3 / 210} = 0.479$$

单根螺栓抗剪承载力：

$$V_u = \alpha_r \cdot \alpha_v \cdot f_y \cdot A_s = 1.0 \times 0.479 \times 210 \times 459 = 46174 \text{N}$$

6 根螺栓总抗剪承载力：

$$V_{u, \text{总}} = 6 \times 46174 = 277044 \text{N} = 277.04 \text{kN}$$

$V = 37.912 \text{kN} < V_{u, \text{总}} = 277.04 \text{kN}$ ，螺栓抗剪承载力满足要求。

五、地脚螺栓拉-剪复合承载力验算

单根螺栓分担剪力：

$$V_s = V / 6 = 37912 / 6 = 6319 \text{N}$$

拉剪复合验算：

$$(N_s / N_u)^2 + (V_s / V_u)^2 = (37718 / 96390)^2 + (6319 / 46174)^2 = 0.153 + 0.019 = 0.172 \leq 1.0$$

地脚螺栓拉-剪复合承载力满足要求。

六、地脚螺栓锚固长度验算

基本锚固长度：

$$l_{ab} = 0.14 \times (f_y / f_t) \times d = 0.14 \times (210 / 1.43) \times 27 = 555 \text{mm}$$

螺栓总长 1200mm，下端设置 90°弯钩，有效埋深大于 555mm。

锚固长度满足要求。

七、圆形法兰板抗弯验算 ($t_f = 50 \text{mm}$)

法兰悬臂长度： $c = (500 - 400) / 2 = 50 \text{mm}$

悬臂根部弯矩： $M_f = N_s \times c = 37718 \times 50 = 1.886 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$

取计算板条宽度 $b=100\text{mm}$ ，板厚 $t_f=50\text{mm}$ ：

$$W = b \cdot t_f^2 / 6 = 100 \times 50^2 / 6 = 41667 \text{mm}^3$$

$$\text{弯曲应力: } \sigma = M_f / W = 1.886 \times 10^6 / 41667 = 45.3 \text{N/mm}^2$$

$\sigma=45.3\text{N/mm}^2 < f=215\text{N/mm}^2$ ，**法兰板抗弯强度满足要求。**

八、混凝土局部受压验算

法兰有效承压面积：

$$A = \pi / 4 \times (500^2 - 290^2) = 130874 \text{mm}^2$$

空心圆形截面抵抗矩：

$$W_{\text{法兰}} = 8.94 \times 10^6 \text{mm}^3$$

$$\text{混凝土最大边缘压应力: } \sigma_c = 45.262 \times 10^6 / 8.94 \times 10^6 = 5.06 \text{N/mm}^2$$

基础配置双向配筋、顶面局部受压钢筋，C30 混凝土承压能力富余，局部受压满足要求。

九、验算结论

- 1、6-M27 预埋地脚螺栓 ($L=1200\text{mm}$) 抗拉、抗剪、拉剪复合、锚固长度均满足规范要求；
- 2、圆形法兰板 (外径 500mm 、内径 290mm 、厚度 50mm) 抗弯强度富余充足，满足使用要求；
- 3、C30 配筋基础混凝土局部受压满足承载力要求；
- 4、该路灯杆底部法兰及地脚螺栓连接节点全部满足规范设计要求。

施工要求：地脚螺栓采用热镀锌防腐，底部设置 90° 弯钩，严禁直锚。

| (注：部分内容可能由 AI 生成)