

110kV 变电所典型设计 A2-1 中短梁处理方案分析

张 涛

(扬州供电公司, 扬州市维扬路 179 号 225009)

摘 要: 110kV 变电所典型设计 A2-1 方案中出现了短梁的情况, 容易出现梁的剪切脆性破坏, 本文通过增加梁的宽度、增加梁的高度和在柱间增加剪力墙三种方案分析处理, 都能符合规范的设计要求, 同时比较了各个方案的优缺点, 得出增加梁的高度为较优方案。

关键词: 短梁; 剪切破坏; 梁宽; 梁高; 剪力墙

0 引言

国家电网公司输变电工程通用设计 110 (66) ~500kV 变电站分册的 110-A2-1 电气平面布置图中, 由于变压器室的开间和 110kV GIS 组合电器室柱的横向布置长度不一致, 导致 C 轴线上两结构柱之间的轴线距离只有 1.4m, 扣除柱宽 0.5m, 净距只有 0.9m (C 轴线布置图见图 1), 结构设计中会出现短梁的情况, 容易出现梁的剪切脆性破坏, 通过增加梁的宽度、增加梁的高度和在柱间增加剪力墙三种方案分析处理, 使之符合规范的设计要求, 同时比较各种方案的优缺点。

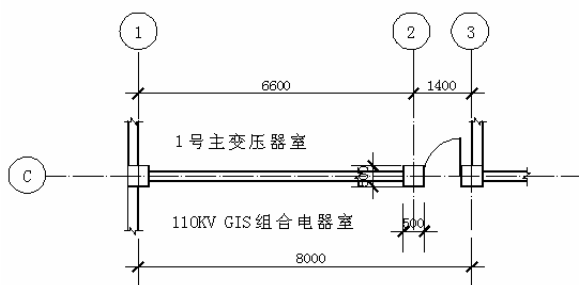


图 1 C 轴线布置图

1 C 轴线框架短梁正常抗剪能力设计

1.1 基本参数

根据《建筑抗震设计规范》^[1]中附录 A (我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组) 查出: 扬州抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.15g, 设计地震分组为第一组, 场地类别为 III 类, 水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}=0.45$ 。

C 轴线最大跨度为 6.6m, 梁高 $h=(1/15\sim 1/8)$ 梁长 l , 取梁高为 0.6m, 梁宽 $b=(1/3\sim 1/2)$ 梁高 h , 取梁宽为 0.25m, 短梁跨度 1.4m, $0.6/1.4<1/4$, 规范定义为短梁。

GIS 组合电器室活荷载 $q=10\text{kN/m}^2$

梁混凝土取 C30, 箍筋取 HRB335。

1.2 按照框架梁的计算

把前面叙述的基本参数带入 PKPM 设计软件, 得出短梁的剪力分析图, 见图 2。

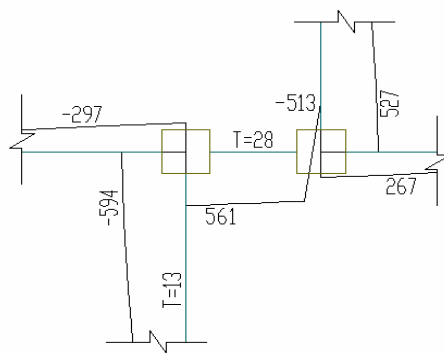


图 2 短梁的剪力分析图

根据《混凝土结构设计规范》^[2]公式 11.3.3-2 当跨高比不大于 2.5 时, 其受剪截面应符合下列条件:

$$V_b \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE} \text{ , 然而:}$$

$$561 \times 10^3 \geq 0.15 \times 1.0 \times 14.3 \times 250 \times 540 / 0.85 = 340.7 \times 10^3$$

该梁出现斜压破坏, 不符合规范要求。

2 C 轴线框架短梁增加梁宽抗剪能力设计

其余参数不变, 梁宽改为 0.5m。根据《混凝土结构设计规范》^[2]公式 11.3.3-2 当跨高比不大于 2.5 时, 其受剪截面应符合下列条件:

$$V_b \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE}$$

$$561 \times 10^3 \leq 0.15 \times 1.0 \times 14.3 \times 500 \times 540 / 0.85 = 681.4 \times 10^3$$

符合规范要求。

根据《混凝土结构设计规范》^[2]公式 11.3.4, 其斜截面受剪承载力应符合下列规定:

$$V_b \leq (0.6\alpha_c f_t b h_0 + f_{yv} A_{yv} h_0 / s) / \gamma_{RE}$$

$$561 \times 10^3 \leq (0.6 \times 0.7 \times 1.43 \times 500 \times 540$$

$$+ 300 \times A_{yv} \times 540 / 100) / 0.85$$

得出 $A_{yv} = 194 \text{ mm}^2$, 箍筋取 2 根直径为 12mm 的钢筋 ($A_{yv} = 226 \text{ mm}^2$)。

由于梁宽 0.5m, 梁底面突出墙边, 视觉上不美观。

3 C 轴线框架短梁增加梁高抗剪能力设计

其余参数不变, 梁高改为 1m。根据《混凝土结构设计规范》^[2]公式 11.3.3-2 当跨高比不大于 2.5 时, 其受剪截面应符合下列条件:

$$V_b \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE}$$

$$561 \times 10^3 \leq 0.15 \times 1.0 \times 14.3 \times 250 \times 940 / 0.85 = 593 \times 10^3$$

符合规范要求。

根据^[2]《混凝土结构设计规范》公式 11.3.4, 其斜截面受剪承载力应符合下列规定:

$$V_b \leq (0.6\alpha_c f_t b h_0 + f_{yv} A_{yv} h_0 / s) / \gamma_{RE}$$

$$561 \times 10^3 \leq (0.6 \times 0.7 \times 1.43 \times 250 \times 940$$

$$+ 300 \times A_{yv} \times 940 / 100) / 0.85$$

得出 $A_{yv} = 119 \text{ mm}^2$, 箍筋取 2 根直径为 10mm 的钢筋 ($A_{yv} = 157 \text{ mm}^2$)。

此方案符合抗震要求, 外形美观, 为最优方案。

4 柱间增加剪力墙抗剪能力设计

柱间增加剪力墙, 承受剪力的能力大大增强,^[3]但结构中剪力墙的数量极少, 此时, 框架部分的抗震等级和轴压比应按框架结构的规定执行, 剪力墙部分的抗震等级和轴压比按框架-剪力墙结构的规定采用; 其最大适用高度宜按框架结构采用。对于这种少墙框架结构, 由于其抗震性能较差, 不主张采用(注意: 这里的“抗震性能较差, 不主张采用”,

是指与框架-剪力墙结构比较, 也即“少量剪力墙的框架结构”的抗震性能要比“框架-剪力墙结构”差, 但合理采用包络设计原则后, 其抗震性能将比纯“框架结构”有明显的提高), 以避免剪力墙受力过大、过早破坏。不可避免时, 宜采取将此种剪力墙减薄、开竖缝、开结构洞、配置少量单排钢筋等措施, 减小剪力墙的作用。

由于布置少量剪力墙的框架结构在设计原则及具体设计中存在诸多不确定因素, 给结构设计和施工图审查带来相当的困难, 笔者建议, 在规范的补充规定未正式出台之前, 结构设计中应尽量避免采用, 尽可能采用概念清晰, 便于操作且抗震性能较好的框架-剪力墙结构。

5 结论

增加梁的宽度, 梁底面突出墙边, 视觉上不美观; 增加梁的高度, 符合抗震要求, 外形美观, 为最优方案; 在柱间增加剪力墙, 此方案解决了抗剪, 但带来了结构形式改变而产生的地震力集中地问题, 不予推荐。

当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时, 短梁也是易被破坏的构件, 我们还可以在梁中增加暗撑, 增加其强度。

参考文献:

- [1] GB/50011-2010, 建筑抗震设计规范[S]
- [2] GB/50010-2010, 混凝土结构设计规范[S]
- [3] 朱炳寅. 高层建筑混凝土结构技术规程应用与分析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

作者简介:

张 涛 (1975-), 男, 江苏江都人, 高级工程师, 一级注册结构师, 从事土建设计工作, E-mail: yzztao@sohu.com。