

# 电厂钢结构主厂房适量支撑布置探讨

漆 桢

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川成都 610061)

**摘 要:** 通过对比高烈度地区电厂主厂房框架—支撑钢结构, 采取不同支撑布置形式时动力特性、地震作用、抗震性能差异, 对消除主厂房框架过多冗余度的解决方案进行了初步探讨, 总结了高烈度地区主厂房合理的适量支撑布置原则, 并验证其抗震性能及经济性。

**关键词:** 电厂; 主厂房; 四川电力设计咨询有限责任公司

中图分类号: TU391

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)S2-093-03

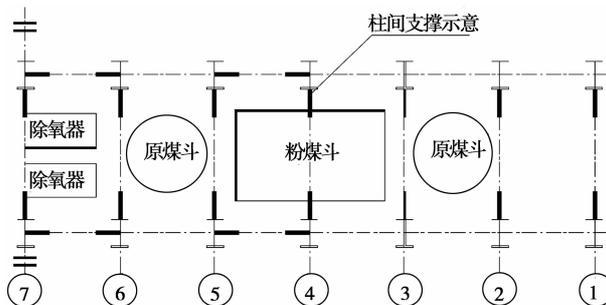
在高烈度地区电厂主厂房方案设计时, 部分设计人员由于缺乏经验, 总是习惯性认为高烈度就要多设置支撑, 这样既影响到建筑空间利用, 影响工艺布置, 又没有很好的经济性。高烈度地区主厂房结构设计解决方案, 一直是电力设计的热门课题, 各大电力设计院均在不断研究探索, 以求做到安全性、适应性、经济性兼顾。本文将探讨高烈度主厂房支撑布置方案, 做到支撑数量既不过多, 也不过少, 既保证安全性, 又不失经济性, 笔者暂将其称为钢结构主厂房适量支撑方案。

## 1 研究对象

根据经验统计电厂钢结构主厂房支撑占总用钢量比例约为 8%~15%, 其中除氧煤仓间横向支撑占整个主厂房总支撑用钢量约 50%, 所以笔者将重点探讨主厂房除氧煤仓间横向支撑的优化布置方案, 并验证其抗震性能是否满足规范要求。以案例分析形式初步阐述适量支撑布置方案。案例设防烈度为 8 度, 地震分组为第三组, 场地类别为 III 类。除氧煤仓间纵向长 88 m, 柱距 8 m, 共 12 个轴线, 横向宽度 13.5 m。其初始方案布置如下图 1~4 所示。

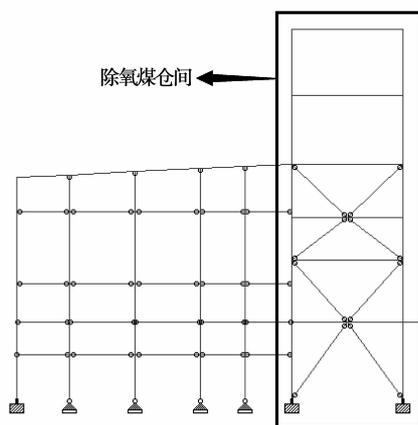
## 2 框架—支撑结构冗余量分析

根据《火力发电厂土建结构设计技术规程》(简称《土规》)要求, 抗震设防烈度高于 7 度时, 钢结构主厂房结构必须采用双重抗侧力体系即框架—支撑结构。为保证框架支撑结构双重抗侧力体系的特



注: 2~12 轴关于 7 轴对称

图 1 除氧煤仓间平面示意图



注: 1~5 轴, 9~12 轴除氧煤仓间  
支撑布置形式与此相同

图 2 2 轴线支撑布置示意图

性,《建筑抗震设计规范》8.2.3 条规定框架地震剪

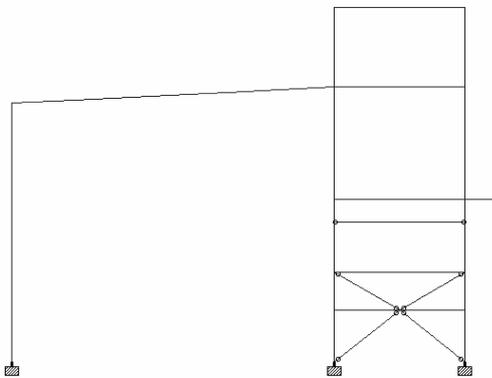


图 3 6 轴线布置示意图

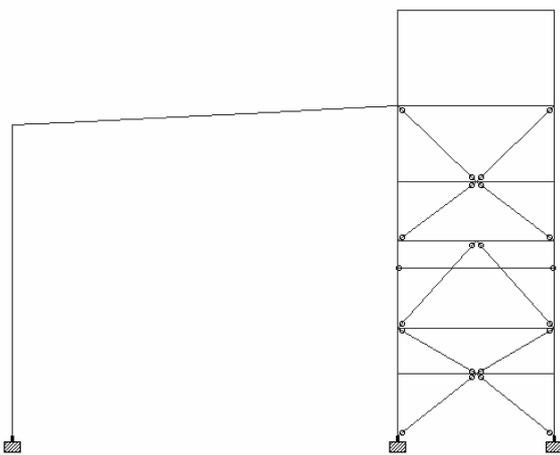


图 4 5、7 轴线布置示意图

计算值为 6 456 kN,其大于框架整体计算时按刚度分配得到的地震剪力,框架部分需要按规范调整计算。虽然并非主厂房每个框架梁柱截面都受地震剪力调整计算控制,但基本上支撑设置越多,其受调整计算影响越大,本案例有大部分框架梁柱受地震剪力调整计算控制,在总地震作用没有减小的情形下,增加的柱间支撑数量,对减小框架梁柱应力比作用不大,其增加的只是框架梁柱的冗余度。追求经济性,就需要把冗余度控制在合理范围,所以下一步将探讨在保证安全性前提下,减少支撑数量解决方案。

### 3 适量支撑布置探讨

根据电厂主厂房除氧煤仓间大荷载布置特点,以及《土规》4.3.7 条及《抗规》8.1.6 条规定,垂直支撑宜在荷载较大柱间,且上下贯通布置,支撑之间间距不大于楼盖宽度 3 倍。支撑布置还应考虑大楼板开孔及抗侧刚度对称性均匀性的影响,所以本案例可考虑在粉煤斗正中轴线、除氧器两侧轴线、山墙固定扩建端轴线设置上下贯通柱间支撑,即原布置方案 1、3、5、7、9、10 轴线取消贯通柱间支撑。下文将采用两组模型进行对比,其中模型 1 是指原多支撑模型,模型 2 为按本条原则调整后的少支撑模型。

经计算两模型在不调整框架梁柱截面的情况下,梁柱应力比均满足要求,其对周期及地震力比数据如表 3、表 4 所示。

力应作调整计算。经统计本案例中主厂房横向各层框架与支撑分配得到的“地震剪力”约为“层地震剪力”的 15%左右,即各层支撑刚度均偏大,在做调整计算时,框架分配得到的“地震剪力”将有较大幅度提高,对比数据如表 1 所示。

表 1 各层框架分配得到地震剪力 V kN

地震剪力	层号			
	4	1	2	3
V	3 105	1 820	1741	3 599
1.8V	5 589	3 276	3134	6 478

表 2 除氧煤仓间横向 CQC 底部总剪力 Q kN

	Q	0.25Q
CQC 底部总剪力	25 826	6 456

表 3 各模型周期对比表 s

模型编号	2 振型	3 振型
1	X0.758 (20.2)	X0.717 (39.9)
2	X0.859 (26.3)	X0.774 (38.4)

注:振型 1 为纵向振型,此处不列举。

表 4 各模型横向底部 CQC 总剪力 Q kN

模型编号	1	2
Q	25 826	23 764

表 3、表 4 数据表明,由于模型 2 去掉了部分柱间支撑,结构整体刚度变小,且其刚度变化沿结构高度为均匀变化,结构自振周期变长,地震作用变小,

由表 1、表 2 可知,各层框架分配得到地震剪力

即结构动力性能略有优化。

### 4 适量支撑模型抗震性能分析

对比两组模型弹性计算数据, 显然模型 2 较为经济, 但其支撑数量减少, 结构整体刚度降低, 理论上结构整体稳定将降低, 是否符合“三水准”设防目标仍存在疑问。并且结构中布置有局部桁架加强层, 其塑性铰开展是否合理还有待验证。本文采用 Pushover 方法检验结构罕遇地震下整体抗倒塌能力, 以及推覆过程中梁、柱、支撑塑性开展过程是否符合延性要求, 推覆成果如图 5 所示。

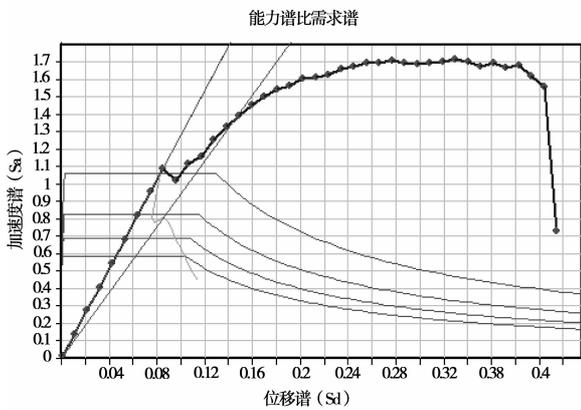


图 5 框架一适量支撑横向推覆性能曲线

表 5 数据表明, Pushover 底部剪力为多遇地震底部剪力 3~4 倍, 位移角满足《抗规》罕遇地震弹性位移角要求, 即结构抗倒塌能力满足要求。且性能曲线表明支撑退出工作后框架仍具有一定承载力和变形能力, 结构是双重抗侧力体系。

表 5 框架一适量支撑模型横向推覆性能点参数

参数名称	数值
PushOver 底部总剪力/kN	83 880
多遇地震 CQC 底部剪力/kN	23 815
控制点位移/m	0.08

表 6 数据表明, 在性能点前没有 IO 铰以上的塑性铰开展, 满足抗震性能要求, 结构局部还存在优化调整空间。

表 6 框架一适量支撑结构横向性能点处, 较开展状态

层	弹性	铰状态		
		IO <sup>[1]</sup>	LS <sup>[1]</sup>	CP <sup>[1]</sup>
1	2 489	0	0	0
2	3 148	0	0	0
3	1 166	0	0	0
4	3 464	0	0	0
5	1 310	0	0	0
6	750	0	0	0

### 5 经济性比较

表 7 支撑用钢量对比

模型编号	支撑重量
1	231
2	162

### 6 结 论

钢框架一支撑结构适量支撑布置能够满足结构抗震性能要求, 有一定经济价值。支撑减少应当适度, 具体应注意以下几点:

1) 厂房楼板布置方案, 板与梁应当采取可靠链接方式, 能够传递水平荷载。支撑位置应与楼板开孔协调有大开孔, 其两侧应布置柱间支撑。

2) 适量支撑方案可与屈曲约束支撑方案结合, 两种方案有互补作用。

#### 参考文献:

[1] FEMA. Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings, FEMA 356[R]. [S. l.]: FEMA, 2000.

(编辑 郑 洁)