

超高层建筑变电所设置位置分析

曹能

(中南建筑设计院股份有限公司)

【摘要】文章以某超高层办公楼为例,提出几种超高层建筑变电所设置位置方案,并做技术及经济性分析比较,得出了一些结论,供业主及电气设计参考。

【关键词】超高层建筑;变电所位置;机房尺寸;压降;经济性

中图分类号: TU855

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2022.08.041

Analysis on the Location of Substations in Super High-rise Building

CAO Neng

(Central-South Architectural Design Institute Co.,Ltd.)

【Abstract】Taking a super high-rise office building as a case, this paper puts forward several schemes of setting substation in super high-rise buildings, and makes technical and economic analysis and comparison, and draws some conclusions for the reference of owners and electrical design.

【Keywords】super high-rise building; location of substations; equipment room size; voltage drop; economy

1 建筑概况

本项目位于武汉市,包括一个大型的商业购物中心和两栋超高层办公楼,其中地上总建筑面积243337m²,地下总建筑面积127902m²。购物中心地上5层(局部6层),地下4层,内部业态包含商场、餐饮娱乐、超市、电影院和办公、配套等。超高层塔楼:1[#]办公,地面50层,建筑高度229m;第7、18、29、40层为避难层;2[#]办公,地面35层,建筑高度163m;第6、17、28层为避难层。1[#]办公8层~40层层高为4.5m。

2 变电所布置方案

主塔楼(1[#]办公)地上50层,建筑高度为228.2m,地下部分(B4-B1)高度为18.5m。远距离供电将消耗较多母线及低压电缆,初投资较大。同时,远距离供电将在塔楼办公中区及高区母线及低压电缆上形成较大的电压降,在同等负荷条件下需要加大母线及低压电缆截面积,增加其初投资。但是变压器设置在高层,需进一步增加避难层的层高(避难层40F层高3.7m),影响高区避难层使用面积,同时,所带来

的潜在隐患都成为很多项目实际操作中的重大难题,本项目综合考虑了在避难层设置变电所的方案,并比较两种方案的经济性。

方案一:在B1F设置一处变电所,服务整栋办公楼;方案二:在B1、40F各分别设置一处变电所,地下一层变电所服务办公低区(B4-28F),40F变电所服务办公中、高区(29F-RF)。

2.1 方案一

本方案由10kV中心配电室高压馈线柜引出4回10kV馈线电缆至相邻的B1F塔楼变电所,经变压器降压后,由变电所低压馈线柜引出垂直低压母线槽及低压主干电缆至各楼层强电间,再由强电间引出水平分支干线服务各办公楼层。办公塔楼负荷容量及变压器配置见表1。

2.2 方案二

①方案二第一阶段计划采用在29F和40F避难层各设两座10kV和0.4kV变电所,每座变电所内设置2台1000kVA变压器,但考虑后期维护变压器运输

表1 各方案变电所配置

方案	变电所名称	变电所位置	变压器配置/kVA	变压器总装机容量/kVA
方案一	1 [#] 办公变电所	B1	2x2000+2x2000	8000
方案二	办公低区变电所	B1F	2x2000	4000
	办公中、高区变电所	40F	4x1000	4000
方案三	办公低区及高区动力变电所	B1F	2x1600+2x1000	5200
	办公中、高区照明及小动力变电所	40F	2x1250	2500

表2 电压降计算

电缆截面 /mm ²	cosφ	电阻 /(mΩ/m)	感抗 /(mΩ/m)	电压损失 /(%/A.km)	电缆长度 /m	修正后电缆 载流量/A	前端断路器 /A	运行电流 /A	电压降百 分率/%
末端三相设备供电电压降									
2.5	0.85	7.981	0.1	3.108	50	16	16	10	1.55
4	0.85	4.988	0.093	1.949	50	28	25	20	1.95
6	0.85	3.325	0.093	1.307	50	36	32	25	1.63
末端单相供电电压降:									
2.5	0.9	8.36	0.353	3.490	50	19	16	10	1.74
4	0.9	5.172	0.338	2.183	50	25	20	16	1.75

问题,初步设计预审时,建设单位提出采用在避难层设置多台小容量变压器的方式。

②在采用多台小容量变压器的方案中,因29层建筑布置受限,故方案为在40层设置8台500kVA变压器,向上、下楼层及高、中区分别供电的方式,变压器后期维护运输通过设置2t货梯解决。业主提出,采用小容量变压器方案时台数太多,且货梯需提高载重,故考虑加大变压器容量减少台数,采用利用电梯井道运输变压器方案。

③根据中、高区负荷情况,如在避难层采用2台2000kVA变压器体积和重量太大,不利于设备运输和建筑结构的配合,而考虑满足一、二级负荷备用要求,变压器成对设置,采用4台1000kVA变压器。本方案更改为:由B1层的塔楼10kV中心配电室高压馈线柜引出2回10kV馈线电缆至相邻的B1层塔楼低区变电所,引出4回10kV馈线电缆至40F的塔楼中高区变电所。经变压器降压后,由各变电所低压馈线柜引出垂直低压母线槽及低压主干电缆至各楼层强电间,再由强电间引出水平分支干线服务各办公楼层。办公塔楼负荷容量及变压器配置见表1。

2.3 方案三

在方案一和方案二的基础上,业主提出高区变压器只带照明及小动力负荷,容量较大的水泵风机等负荷由地下变电所供电的方案。则结合方案一、二给出方案三:由B1层的塔楼10kV中心配电室高压馈线柜引出4回10kV馈线电缆至相邻的B1层塔楼低区变电所,引出2回10kV馈线电缆至40F的塔楼中高区变电所。经变压器降压后,由各变电所低压馈线柜引出垂直低压母线槽及低压主干电缆至各楼层强电间,再由强电间引出水平分支干线服务各办公楼层。办公塔楼负荷容量及变压器配置见表1。

3 方案比较

3.1 机房尺寸比较

根据现阶段已有的采用方案一的平面布置和采用方案二、三后的布置,包含两座塔楼共用的10kV中心配电房,机房面积如下:方案一600㎡;方案二650㎡(B1层350㎡、40层占300㎡);方案三650㎡(B1层500㎡、40层占150㎡)。

现有40F避难层高度为3.7m,若变电所设置在40层避难层,避难层高度需至少提高到4.3m(按上出线,高低压柜体高2.2m,地坪抬高0.1m防水,柜底槽钢0.1m,考虑桥架、母线安装高度,柜顶距梁底1m,梁高0.9m,即实际净空高度3.4m)。

3.2 电压降分析

根据规范要求,室内场所电压偏差允许值应在±5%^[1],本项目设计主干线端压降控制在3%以内,到租户端水平线路压降控制在2%,末端压降计算见表2。

①方案一:高区住户采取对母线槽降容使用,即对母线槽实载电流限制在额定规格下一档电流值,即可保证干线电压降控制在3%范围内。采用电缆线路时,需避免使用小截面电缆,同时对大截面电缆降容使用,仍可控制总压降在近似5%左右,但因供电距离较远,已经接近临界值,需适当放宽电缆的载流量。

②方案二:电缆压降明显优于方案一,即使对电缆载流按满负荷运行时,仍满足压降的要求。

③方案三:租户用电压降与方案二相同,各楼层大动力(消防水泵、电梯、消防风机等负荷)由地下配电房供电,则电缆压降同方案一。

3.3 关于中间层设置配电房相关问题分析

项目中间层设置变配电房,其中由于硅钢片贴

表4 各方案优缺点分析

方案	优点	缺点
方案一	不影响避难层层高;由于变压器数量较少,变电所占用的机房面积较小;由于变电所集中设置在B1层,便于集中维护,在未来变压器故障需要更换时,容易操作;前期无需进行变压器吊装,机电运输方案十分简单。	从变电所至楼层强电间之供电距离较长,在母线末端之电压降较大,电能损耗较大;电缆截面较大。
方案二	从变电所至楼层强电间之供电距离较短,在母线末端之电压降较小,电能损耗较小,电缆截面较小。	增加避难层层高;占用避难层的机房面积较大;变电所降噪抗震,土建上须额外做一定措施处理;采用电梯井道吊装时,业主方须额外支付相关的电梯拆卸费用以及承担由此带来的电梯运行稳定性的风险费用和相关增加的维护保养费用。
方案三	高区楼层照明及小动力负荷供电距离较短,其母线及电缆电压降较小,电能损耗较小,节省了低压电缆母线投资,比方案二减少了高区变压器数量。	动力负荷的压降比较大,需增动力负荷加电缆截面;增加避难层层高;占用一定的避难层的机房面积,但比方案二要小一半;变电所降噪抗震,土建上须额外做一定措施处理;采用电梯井道吊装时,业主方须额外支付相关的电梯拆卸费用以及承担由此带来的电梯运行稳定性的风险费用和相关增加的维护保养费用。

心,线圈及风扇冷却装置运行时所产生的振动和噪音,会给相邻楼层的办公及住宅楼带来一定的困扰,还须采用一些措施解决:①通过在变压器与基础之间增加缓冲垫,可以减少振动,防止共振,降低噪声1-2dB;②在中间层变电所加装吸音板,可有效吸收和反射变压器本体所产生噪音,多达10dB~15dB;③在变压器基础下设置有钢筋混凝土浇筑而成浮动地台/底座,此有助于增加楼板空气隔声量,防止结构传声,降低设备重心减少振幅,将声源与建筑物隔离;④在布置中间层变电所内的变压器时,应尽量放置中间位置远离墙壁,以减少噪声回音;⑤选择变压器时,尽量采用自冷式或者低噪音的风冷式;⑥对由变压器本身工艺所导致的噪音,可通过选择产品质量较好的品牌型号避免;⑦由于中间层变电所均设置在避难层,避难层楼板须采用隔音更好的材料。

3.4 变压器更换维护问题

变压器更换有以下几种方案:①将避难层所在的楼层幕墙设置为可活动拆卸型,更换时通过拆卸幕墙,利用支撑架和相关动力设备将变压器吊装上去,但是后期更换时涉及拆卸幕墙吊装,目前绝大多数项目针对日后相关问题没有切实可行的实施办法;②利用电梯井道,将变压器装在一个壳体,壳体两侧的导杆与电梯导轨相接保证其在运输的过程中不会有较大的晃动,此类做法由于涉及拆卸轿厢导轨等操作,业主方须与电梯承包单位对相关可能产生责任事故,电梯稳定性与可靠性上进行沟通;③将

变压器拆卸成铁心、高低压线圈、铁轭、底座等部件,利用大吨位的货梯逐个运送到所需楼层,但是此方案变压器供应商不做质保;④采用小容量变压器,利用货梯运输的方案,因为变压器容量较小,相应台数较多,占用机房的面积较大,另外,国产优质变压器需求电梯承重最少也为2t。

3.5 电能损耗

对三个方案中29F~屋顶层变压器、母线和电缆线路的电能损耗见表3。

表3 各方案电能损耗

方案	方案一	方案二	方案三
变压器有功损耗/kW	21.7	24.7	34.3
线路有功损耗/kW	152.6	35.5	52.6
年平均最大负荷利用小时数/h	1520	1520	1520
年有功电能消耗/kWh	265000	91500	132000

注:变压器负载率按0.75。

4 结语

根据以上分析,总结见表4。从上述分析可知,尽管在电气设备投资上方案二成本要优于方案一,但方案二同时存在影响建筑功能布置、设备检修运输等种种问题,需建设单位进一步综合考虑。方案三同时具备了方案一和二的优缺点,但综合考虑同时存在动力负荷压降和变压器运输的问题。

参考文献

[1] GB 50052-2009. 供配电系统设计规范[S].