

璀璨滨江 1#变配电工程设计

电子电气与物理学院 建电 1902 班：李柳莹 指导教师：郑荣进

摘要：随着城市化进程加快，对小区的变配电工程设计的要求越来越高。本文首先对小区用电负荷进行分类和分级，接着计算各类用电负荷、总负荷及无功补偿容量，选择变压器及补偿装置；其次考虑负荷等级、变压器台数和计量方式等因素，确定电气主接线方案，进而计算短路电流；根据负荷和短路电流计算结果，对高低压柜及柜内设备进行选择和检验；最后完成对配电室设备平面布置、照明及接地等方面的设计。

关键字：变配电工程 负荷计算 高低压配电系统 电气主接线

Design of Bright Riverside 1 # Substation and Distribution Project

Abstract : With the acceleration of urbanization, the requirements for the design of power distribution projects in residential areas are getting higher and higher. This paper first classifies and classifies the power load of the community, then calculates various types of power load, total load and reactive power compensation capacity, and selects transformers and compensation devices. Secondly, considering the factors such as load level, number of transformers and measurement methods, the main electrical wiring scheme is determined, and the short-circuit current is calculated. According to the calculation results of load and short-circuit current, the high and low voltage cabinet and the equipment in the cabinet are selected and tested. Finally, the design of the layout, lighting and grounding of the power distribution room equipment is completed.

Keywords: substation and distribution project load calculation high and low pressure electric power supply system main electrical connection

1. 工程概况

本设计对象为武夷新区璀璨滨江住宅小区 1#变配电工程。其中，1#配电室位于小区 9#楼北侧 1#配电房建筑物地面一层，供电范围为 1~6#住宅、商业和 20%充电桩用电，本小区用电负荷分级分为二级及三级负荷。采用双回路供电，进线电源来自不同开关站。

2. 负荷统计及计算

将住宅小区用电负荷分为住宅、商业、公共、景观与充电桩五部分，根据其用电特性，采用需要系数法对于五部分进行计算，详见表 1。

表 1 小区用电总负荷

负荷名称	P_c (kW)	Q_c (kvar)	S_c (kV·A)
住宅	831.48	399.11	922.32
商业	47.5	35.63	59.38
公建	180.77	486.66	519.15
景观	30.0	22.50	37.50
充电桩	242.36	93.52	259.78
总计	1332.11	1037.42	1688.42

计算无功补偿容量使其满足低压侧功率因数不低于 0.95，小区补偿后总视在功率为 1399.61KV·A。

3. 电力变压器的选择与负荷分配

根据规范要求，本小区最终选择 4 台容量为 800KV·A 的三相双绕组干式变压器，联结方式采用 Dyn11，调压方式为无励磁调压方式。

按均衡原则，对变压器进行负荷分配，负荷分配见表 2、3、4、5。

表 2 1#变压器负荷分配表

序号	总配电箱名称	计算负荷		
		P _c (KW)	Q _c (kvar)	S _c (KV·A)
1	1#AL1	129.6	62.8	144.0
2	2#AL1	158.4	76.7	176.0
3	2#AL2	171.6	83.1	190.7
4	充电桩分接箱 MC1	103.7	50.2	115.3
5	总计	563.3	272.8	634.1

表 3 2#变压器负荷分配表

序号	总配电箱名称	计算负荷			
		P _c (KW)	Q _c (kvar)	S _c (KV·A)	
1	3#AL1	138.6	67.1	154.0	
2	3#AL2	148.5	71.9	165.0	
	1#AP	12	17.55	21.26	
	2#AP	25.6	37.44	45.36	
	3#AP	25.6	37.44	45.36	
3	计量柜 1	5#AP	24	35.10	42.52
		6#AP	25.6	37.44	45.36
		1ZAL	32.4	17.28	36.72
		ALj1 箱(主用)	10.0	7.50	12.50
4	总计	462.6	224.0	520.7	

表 4 3#变压器负荷分配表

序号	总配电箱名称	计算负荷			
		P _c (KW)	Q _c (kvar)	S _c (KV·A)	
1	5#AL1	108.0	52.3	120.0	
2	5#AL1	108.0	52.3	120.0	
	2#AEP1(2#AEP2)	24.2	28.08	37.07	
3	计量柜 2	3#AEP1(3#AEP2)	24.2	28.08	37.07
		6#AEP1(6#AEP2)	22	25.74	33.86

续表 4

序号	总配电箱名称	计算负荷		
		P_c (KW)	Q_c (kvar)	S_c (KV·A)
	1AT2 (1AET2)	93.2	69.90	116.50
	ALjl 箱(主用)	10.0	7.50	12.50
	2AT1 (2AET1)	77.1	57.83	96.38
	3AT4 (3AET4)	69.1	51.83	86.38
	DZAP	6	2.83	6.63
	AELdz	3	1.44	3.33
4	充电桩分接箱 MC2	95.8	46.4	106.4
5	总计	367.7	178.1	413.8

表 5 4#变压器负荷分配表

序号	总配电箱名称	计算负荷		
		P_c (KW)	Q_c (kvar)	S_c (KV·A)
1	6#AL1	138.6	67.1	154.0
2	6#AL2	148.5	71.9	165.0
3	6#SPAW	47.5	35.6	59.4
4	6#JGAL	30.0	22.5	37.5
5	充电桩分接箱 MC3	104.0	50.3	115.5
6	总计	468.6	247.5	537.8

经计算，四台变压器负载率依次为 56%、46%、37%、47%，满足标准要求和负荷发展的需求。

4. 电气主接线

因为本工程变压器总容量为 2400KV·A，同时拥有大量的二级负荷，所以采用 10kV 电压进行供电，双回路电源进线。

1#配电室向住宅小区供电，计量方式采用高供低计。对于住宅用户采用集中表箱对一户一表单相计量；对于公建设施采用计量柜进行三相计量。

为增加供电可靠性，10kV 及 0.4kV 母线皆采用单母线分段的接线方式。电气主接线图的简图如图 1 所示。

5. 高压电网短路电流计算

选择 2 个计算短路点，k-1 点为电力变压器的 10kV 母线位置，k-2 点为 0.38kV 母线位置，如图 2 所示。

采用标么值法，先确定基准容量值为 100MVA，电压基准值分别为 10.5kV 和 0.4kV；10kV 侧基准电流计算得 5.5kA，0.38kV 侧基准电流计算得 144.34kA。再根据主接线的电气元件的基本参数计算各元件电抗标么值：电力系统电抗标么值

为 0.33，电力电缆电抗标幺值为 0.17，电力变压器电抗标幺值为 7.5。短路等效电路图如图 3 所示。

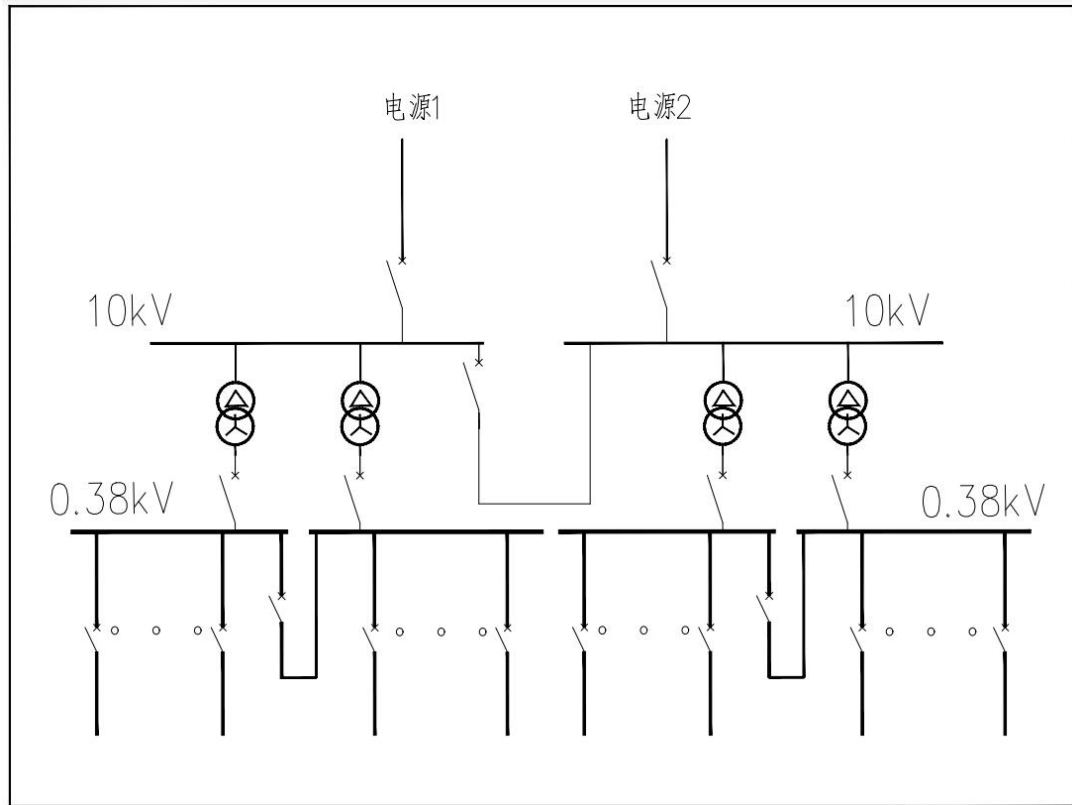


图 1 电气主接线简图

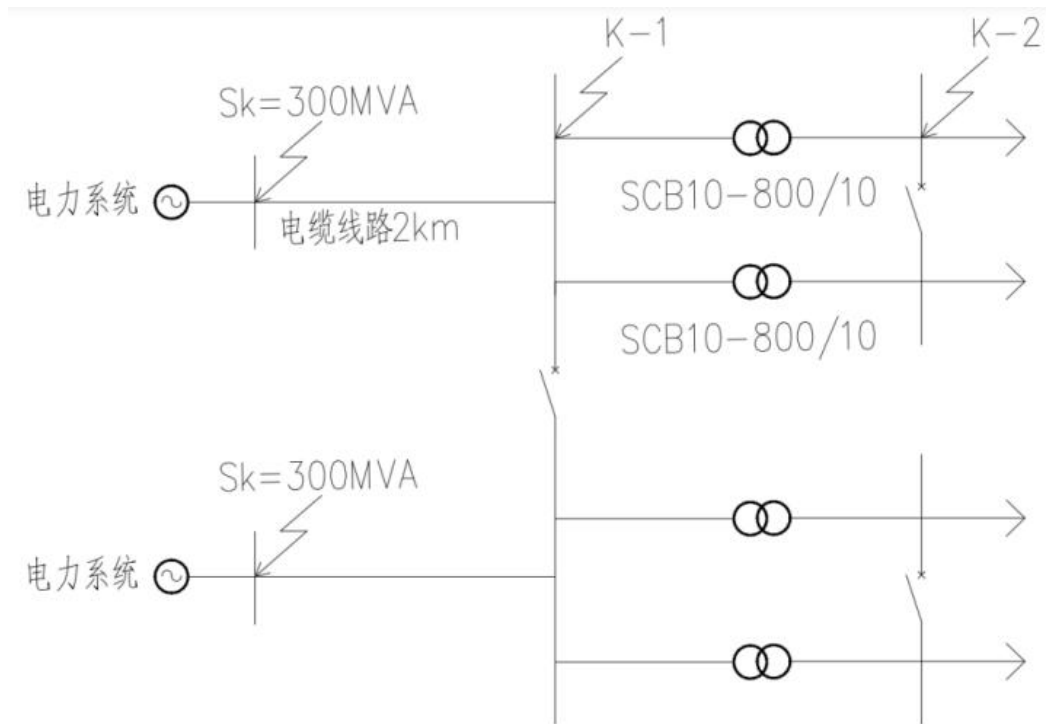


图 2 计算短路点选择

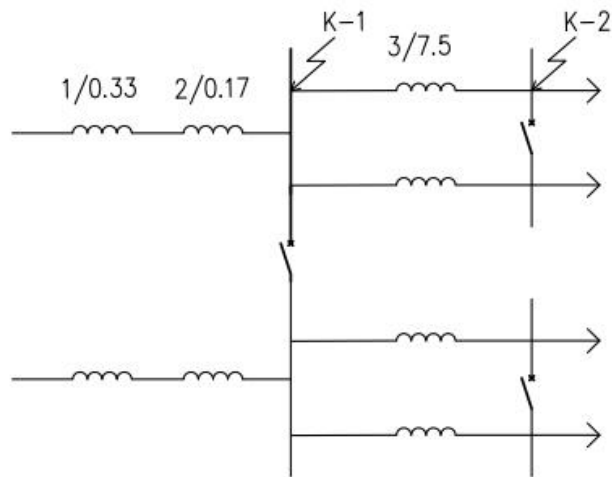


图3 短路等效电路图

根据简化图，分别计算三相短路电流以及三相短路容量，短路电流计算结果见表6。

表6 短路电流计算结果表

主要元件	计算点	参数值 $S_d=100\text{MVA}$	X^*	其他三相短路电流/kA					S''_{k3} (MV·A)
				I''_{k3}	I_{b3}	I_{k3}	i_{p3}	I_{p3}	
电力系统	—	$S''_{k3}=300\text{MVA}$	0.33	—	—	—	—	—	300
电力线路	—	$x=0.093$ $l=2\text{km}$	0.17	—	—	—	—	—	—
1+2	k-1	$U_n=10\text{kV}$ $I_{d1}=5.5\text{kA}$	0.5	11	11	11	28.05	16.61	200
变压器	—	$S_{r.T}=800\text{kVA}$ $U_k\%=6$ $U_n=0.38\text{kV}$	7.5	—	—	—	—	—	—
3+4	k-2	$I_{d2}=144.3\text{kA}$	8	18.04	18.04	18.04	40.77	23.63	12.50

6.高、低压配电柜及柜内设备选型

本文低压柜选择西门子公司 的 8PT 固定分隔柜。根据 $I_z > I_n \geq 1.2I_j$ 对于低压柜中的设备进行选型。最终选择出口框架式断路器极数为 3P、额定电流为 2000A、

型号为 3WT2S20 的进线柜；进线选用 LMZ1-0.66-2000/5，准确级 0.5 的电流互感器及 LMZ4D-0.66-1500/5，准确级 0.2s 的电流互感器；选择抽出式技术 OFW 方案的出线柜；总配电箱的进线选用 ZR-YJV22 电缆；2#、3#与 6#为高层住宅，选用 WDZC-YJV23 电缆；计量柜进线电缆选用 ZRN-YJV22 电缆；出线选用 LMZ1-0.66-250/5，准确级 0.5 的电流互感器。根据进线计算电流选择低压母线规格为 TMY-4×[2(100×10)]。

高压柜选择 SF6 气体绝缘环网开关柜 SMART 系列，高按发热条件及短路热稳定条件选择进线电缆型号为 ZR-YJV22-10kV-3×150，出线电缆型号为 ZR-YJV22-10kV-3×70；高压电流互感器进线侧使用 LZZBJ9-10-600/5-0.5S/10P，出线侧使用 LZZBJ9-10-100/5-0.5S/10P。

7. 配电室布置与照明接地设计

1#配电室设计于 9#楼北侧建筑物地面一层，与室外路面相接。配电室左侧进线，设置一道双开防火门；右侧出线，设置三道双开防火门。高压开关柜置于配电室内靠左侧位置，低压开关柜双排布置于配电室内靠右侧位置，四台变压器置于两排低压开关柜之间。配电室设备布置如图 4。

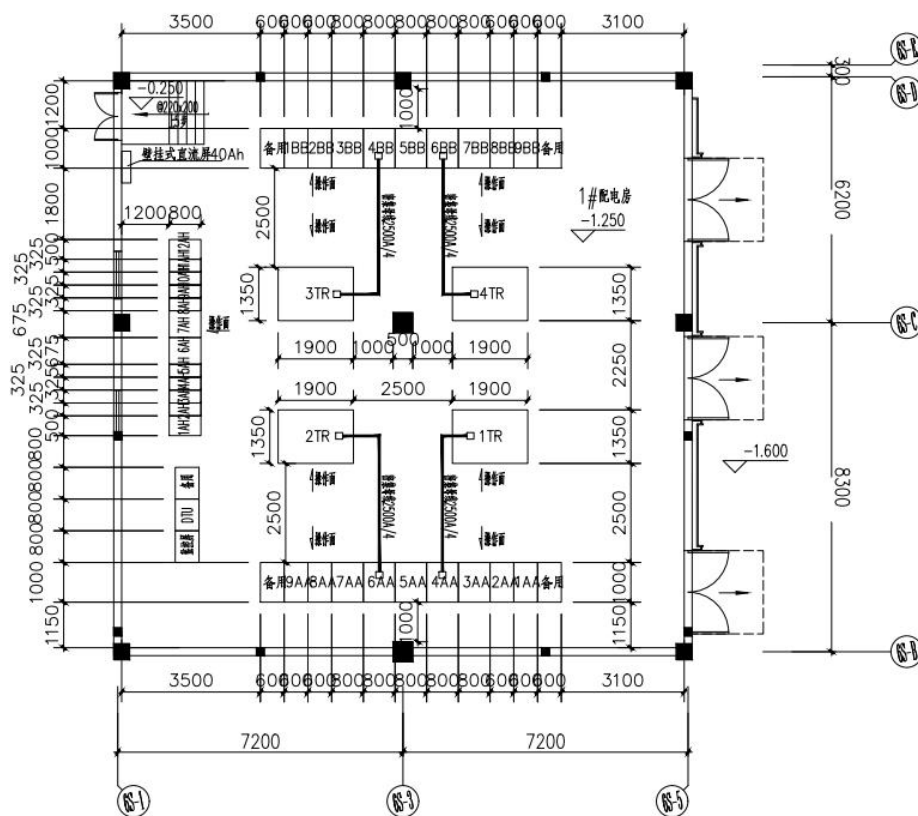


图 4 1#配电室设备布置平面图

配电室接地形式采用 TN-S 系统，接地装置采用人工接地装置，接地极采用热镀锌扁钢-50×5 水平敷设成环形接地网，在建筑防雷引下线处与建筑物主体网相连。配电房内照明，照度标准按现行国家标准执行。

8. 总结

本设计完成了电气主接线图、电气主接线图、短路计算表、配电干线表、设备选择统计表、配电室平面布置图等。

主要参考文献

- [1] DB35-T 1036-2019, 10kV 及以下电力用户业扩工程技术规范[S].
- [2] 万文. 商住一体小区智能供电系统[D]. 江西: 南昌大学, 2019.
- [3] 陈平. 某新建小区 10kV 供电方案设计选定[J]. 科技与创新, 2017(16): 18-22.
- [4] 黄海荣. 贵阳市居民住宅小区供电设计研究[D]. 贵州: 贵州大学, 2009.
- [5] 翁双安. 供电工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [6] 杨士鑫. 某高层住宅小区电气系统设计[D]. 华北电力大学, 2017.
- [7] Joksimovic Gojko. Transformer Reactive Power Compensation - Fixed Capacitor Bank Calculation[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2015, 30(3).
- [8] 郭约华. 变电站一次系统电气主接线设计分析[J]. 低碳世界, 2020, 10(11): 77-78.
- [9] Hu Xiaofeng. Algorithm research on short-circuit current calculation curve and comparison with IEC short-circuit current calculation method[J]. BASIC & CLINICAL PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY, 2020, 126.
- [10] 李明, 孙晶晶. GB/T 15544 短路电流计算与实用短路计算比较分析[J]. 电气应用, 2019, 38(09): 47-51.
- [11] 唐影. 几种固定分隔式低压开关柜的对比分析[J]. 科技与企业, 2013(19): 342-343.
- [12] 李云涛. 浅析电流互感器选择[J]. 煤, 2019, 28(01): 70-72.
- [13] 张斌. 小区电气系统设计[D]. 南昌大学, 2021.
- [14] GB 50352-2019, 民用建筑设计统一标准[S].
- [15] 梁伟强. 配电室布置设计[J]. 科技创新与应用, 2013(09): 122.
- [16] GB 50053-2013, 20kV 及以下变电所设计规范[S].
- [17] GB50034-2013, 《建筑照明设计标准》[S].