

成绩	
----	--

# 课程设计说明书(论文)

题 目 110/10kV 变电所电气部分课程设计

课 程 名 称 发电厂电气部分

院 (系、部、中心) 电力工程学院

专 业

设计起止时间:



# 目 录

1 待设变电所在系统中的地位和作用及所供用户的分析.....	1
1.1 待设变电所在系统中的地位和作用.....	1
1.2 所供用户分析.....	1
2 待设计变电所主变的台数、容量、型式.....	3
2.1 主变的台数.....	3
2.2 主变的容量.....	3
2.3 主变的型式.....	3
3 高低压主接线及配电装置型式.....	6
3.1 高低压主接线.....	6
3.2 配电装置型式.....	8
4 所用电接线型式.....	11
5 互感器的配置.....	12
5.1 电压互感器配置.....	12
5.2 电流互感器配置.....	13
6 选择设备和导体所必须的短路电流计算.....	14
6.1 短路电流计算目的.....	14
6.2 短路电流的计算条件.....	14
6.3 短路电流的计算方法.....	14
6.4 有关本变电所短路电流计算的说明.....	14
6.5 系统的等值阻抗图和短路点的选择.....	15
6.6 短路电流计算结果.....	15
7 选择变电所高、低压侧的断路器、隔离开关.....	17
7.1 断路器的选择.....	17
7.2 隔离开关的选择.....	18
8 选择 10kV 硬母线.....	20
参考资料.....	21

## 1 待设变电所在系统中的地位和作用及所供用户的分析

### 1.1 待设变电所在系统中的地位和作用

(1)根据变电所在系统中的重要程度可以分为：

#### ①枢纽变电所

枢纽变电所位于电力系统的枢纽点，连接电力系统的高、中压的几个部分，汇集有多个电源和多回大容量联络线，变电容量大，高压侧电压为 330~500kV。全所停电时，将引起系统解列，甚至瘫痪。

#### ②中间变电所

中间变电所一般位于系统的主要环路线路中或系统主要干线的接口处，汇集有 2~3 个电源，高压侧以交换潮流为主，同时又降压给当地用户，主要起中间环节作用，电压为 220~30kV。全变电所停电时，将引起区域电网解列。

#### ③地区变电所

地区变电所以对地区用户供电为主，是一个地区或城市的主要变电所，电压一般为 110~220kV。全所停电时，仅使该地区中断供电。

#### ④终端变电所

终端变电所位于输电线路中断，接近负荷点，经降压后直接向用户供电，不承担功率转送任务，电压为 110kV 及以下。全所停电时，仅使其所用的用户中断供电。

(2)待设变电所 C 在系统中的地位和作用

由变电所地理位置图可以得出，变电所 C 在整个供电网络中的地位是地区变电所。其作用是对地区供电为主，为一个地区或城市的主要变电所，电压等级一般 110kV-220kV。全所停电时，仅使该地区中断供电，变电所所址选择在农村户外，接近负荷中心，电压等级为 110kV。

### 1.2 所供用户分析

(1)电力用户分类

按重要性不同将负荷分为三类：

①I 类负荷。即使短时停电也将造成人员伤亡和重大设备损坏最重要负荷为 I 类负荷。如矿井、医院、电弧炼钢炉等。

②II 类负荷。停电将造成减产，使用户蒙受较大的经济损失的负荷为 II 类负荷。重要的工矿企业一般都属于 II 类负荷。

③III 类负荷。I、II 类负荷以外的其他负荷均称为 III 类负荷。

(2)电力用户对供电可靠性及电源要求：

①I 类负荷的供电要求任何时间都不能停电。I 类负荷要求两个电源独立供电，即一个电源因故停止供电时，不影响另一个电源供电。

②II 类负荷的供电要求是：仅在必要时可短时（几分钟到几十分钟）停电。II 类负荷也要求两个电源独立供电。

③III 类负荷对供电可靠性无特殊要求，停电不会造成大的影响，必要时可长时间停电。每个可由 III 类负荷一回馈线供电

按照以上要求，C 变电所有 55% 的重要负荷采用双回路供电，45% 非重要负荷采用单回路供电。

由最大负荷  $P_{\max} = P_3 = 22\text{MW}$  每回 10kV 馈线功率为 2MW 则

重要负荷回路数：  $55\% \times \frac{P_3}{2} \div 2 \div 2 = 6.05$  (回)

根据对称性，重要负荷回路数为 8。

双回路供电，则为 16 回

非重要负荷回路数：  $45\% \times \frac{P_3}{2} \div 2 \div 2 = 4.95$  (回)

根据对称性，非重要负荷回路数选为 6

所以回路数目：  $16+6=22$  (回) 根据对称性，选择  $N=22$  回。

## 2 待设计变电所主变的台数、容量、型式

## 2.1 主变的台数

为了保证供电的可靠性，变电所一般装设 2 台主变；枢纽变电所装设 2~4 台，地区性孤立的一次变电所或大型工业专用变电所，可装设 3 台。

结合以上原则，C 变电所的主变电所台数确定为 2 台。

## 2.2 主变的容量

变电所主变压器的容量一般按变电所建成后 5~10 年的规划负荷和考虑，并应按照其中一台停用时其余变压器能满足变电所最大负荷  $S_{max}$  的 60%~70%（35kV~110kV 变电所为 60%，220~500kV 变电所为 70%）或全部重要负荷（当 I、II 类负荷超过上述比例时）选择。

$$S_m = K \cdot S = K \frac{P_m}{\cos \phi} = 1 \cdot \frac{22}{0.9} = 24.44 \text{MVA}$$

$$S_N = 0.6 S_m = 0.6 \cdot 24.44 = 14.67 \text{MVA}$$

$$S_{imp} = 0.55 S_{max} = 0.55 \cdot \frac{22}{0.9} = 13.44 \text{MVA}$$

$$S_N = \frac{S_{imp}}{n-1} = \frac{13.44}{2-1} = 13.44 \text{MVA}$$

选择  $S_N$  中较大者作为  $S_m$ ，即  $S_m = 14.67 \text{MVA}$

根据  $S_m$  偏小选择标准容量  $S_N$ ，则选为故选择  $S_N = 12500 \text{KVA}$

过负荷校验： $S_N / S_m = 12500 / 14670 = 0.8521$ ，故在负荷曲线高于此值时均为过负荷，即

$$K_1 = \sqrt{\frac{0.7^2 \cdot 3 + 0.8^2 \cdot 3 + 0.8^2 \cdot 3}{3 \cdot 3 \cdot 3}} \cdot \frac{14670}{12500} = 0.9015$$

$$K_2 = \sqrt{\frac{0.9^2 \cdot 3 + 1.2^2 \cdot 3 + 0.9^2 \cdot 3 + 1.2^2 \cdot 3}{3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3}} \cdot \frac{14670}{12500} = 1.1047$$

查图可知，对应于  $K_1$  允许的  $K_2$  比实际算出的  $K_2 = 1.1047$  小，所以  $S_N = 12500 \text{kVA}$  不满足正常过负荷，偏大选择  $S_N = 16000 \text{kVA}$

## 2.3 主变的型式

由于变电所所址选择在农村户外，故主变选择户外型。

## (1) 相数的确定

在 330KV 及以下发电厂和变电所中，一般选用三相式变压器。因为一台三相式较同容量的三台单相式投资小、占地少、损耗小，同时配电装置结构简单，运行维护较方便。如果受到制造、运输等条件（如桥梁负重、隧道尺寸等）限制时，可选用两台容量较小的三相变压器，在技术经济合理时，也可选用单项变压器组。

在 50kV 及以上的发电厂和变电所中，应按其容量、可靠性要求、制造水平、运输条件、负荷和系统情况等，经技术经济比较后确定。

#### (2) 绕组数的确定

① 只有一种升高电压向用户与系统连接的发电厂，以及只有两种电压的变电所，采用双绕组变压器。

② 有两种升高电压向用户供电或与系统连接的发电厂，以及有三种电压的变电所，可以采用双绕组变压器或三绕组变压器（包括自耦变压器）。

#### (3) 绕组接线组别的确定

变压器的绕组接地方式必须使其线电压与系统线电压相位一致，否则不能并列运行。电力系统变压器采用的绕组连接方式有星形“Y”和三角形“D”两种。我国电力变压器的三相绕组所采用的连接方式为：110kV 及以上电压侧均为“YN”，即由中性点引出并直接接地；35kV 作为高、中压侧时都可能采用“Y”，其中性点不接地或经消弧线圈接地，作为低压侧时可能用“Y”或“D”；35kV 以下电压侧（不含 0.4kV 及以下）一般为“D”，也有“Y”方式。

#### (4) 结构形式的选择

三绕组变压器或自耦变压器，在结构上有两种基本形式。

① 升压型。升压型的绕组排列为：铁芯-中压绕组-低压绕组-高压绕组，高、中压相距较远、阻抗较大、传输功率时损耗较大。

② 降压型。降压型的绕组排列为：铁芯-低压绕组-中压绕组-高压绕组，高、低压相距较远、阻抗较大、传输功率时损耗较大。

应根据功率的传输方向来选择器结构形式。

变电所的三绕组变压器，如果以高压侧向中压侧供电为主、向低压侧供电为辅，则选用降压型；如果以高压侧向低压侧供电为主、向中压侧供电为辅，也可以选用升压型。

#### (5) 调压方式的选择

变压器的电压调整是用分接开关的分接头，从而改变其变比来实现的。无励磁调压变压器的分接头较少，调压范围只有 10%（ $\pm 2 \times 2.5\%$ ）且分接头必须在停电的情况下才能调整；有载调压变压器的分接头较多，调压范围可达 30%，且分接头可在带负荷的情况下调节，但其结构复杂、价格贵。在下述情况下较为合理。

① 出力变化大，或发电机经常在低功率因数运行的发电厂的主变压器。

② 具有可逆工作特点的联络变压器。

③ 电网电压可能有较大变化的 220kV 及以上的降压变压器。

④ 电力潮流变化大和电压偏移大的 110kV 变电所的主变压器。

#### (6) 冷却方式的选择

电力变压器的冷却方式，随机型式和容量的不同而异，冷却方式有以下几种类型。

① 自然风冷却。无风扇，仅借助冷却器（又称散热器）热辐射和空气自然对流冷却，额定容量在 10000kVA 及以下。

② 强迫空气冷却。坚持风冷式，在冷却器间加装数台电风扇，是由迅速冷却，额定容量在 8000kVA 及以上。

③ 强迫油循环风冷却。采用潜油泵强迫油循环，并用风扇对油管进行冷却，额定容量为 40000kVA 及以上。

④强迫油循环水冷却。采用潜油泵强迫油循环，并用水对油管进行冷却，额定容量在 120000kVA及以上。由于铜管质量不过关，国内已很少使用。

⑤强迫油循环导向冷却。采用潜油泵将油压入线圈之间、线饼之间和铁芯预先设计好的有道中进行冷却。

⑥水冷却。将纯水注入空心绕组中，借助使得不断循环，将变压器的热量带走。

结合本次设计，C变电所位主变的选择为 2 台，容量为 16000kVA,采用双绕组，技术数据如下表。

表 2.1 主变的参数

型号	额定容量(kVA)	额定电压 (kV)		连接组别	损耗		空载电流 $I_0$ (%)	阻抗电压 $U_k$ (%)
		高压	低压		空载	短路		
SFZ7-16000/110	16000	110 ± 8 × 1.25%	11	$Y_N/d11$	25.3	86	1.2	10.5

### 3 高低压主接线及配电装置型式

#### 3.1 高低压主接线

##### 3.1.1 主接线基本要求

(1)可靠性——供电可靠性主接线系统应保证对用户供电的可靠性,特别是保证对重要负荷的供电□

(2)灵活性

①调度灵活,操作方便

②检修安全

③扩建方便

(3)经济性

①投资省

②年运行费小

③占地面积小

④在可能的情况下,应采取一次设计,分期投资,投产,尽快发挥经济效益。

##### 3.1.2 限制短路电流措施

(1)选择适当的主接线形式和运行的方式

①在发电厂中,对适用采用单元接线的机组,尽量采用单元接线。

②在降压变电的所中,采用变压器低压侧分列运行。

③对具有双回线路的用户,采用线路分开运行。

④对环形供电网络,在环网中穿越功率最小处开环运行。

(2)加装限流电抗器

①加装普通电抗器:母线电抗器 8%~12%,线路电抗器 3%~6%

②加装分裂电抗器 8%~12%。

(3)采用低压分裂绕组变压器

##### 3.1.3 单母分段接线的优缺点、适用范围

(1)优点:

①两母线可并列运行(分段断路器接通),也可以分裂运行(分段断路器断开)。

②重要用户可以用双回路接于不同母线段,保证不间断供电。

③任一母线或母线隔离开关检修,只停该段,其他段可继续供电,减小了停电范围。

④对于用分段断路器 QFd 分段,如果 QFd 在正常时接通,当某段母线故障时,继电保护使 QFd 及故障电源的断路器自动断开,只停该段;如果 QFd 在正常时断开,当某段电源回路故障而使其断路器断开时,备



用电源自动投入装置使 QFd 自动接通，可保证全部出线继续供电。

⑤对于用分段隔离开关 QSd 分段，当某段母线故障时，全部短时停电，来开 QSd 后，完好段可恢复供电。

#### (2) 缺点

①分段的单母线接线增加了分段设备的投资和占地面积。

②某段母线故障或检修仍有停电问题。

③某回路的断路器检修，该回路停电。

④扩建时，需向两端均匀扩建。

#### (3) 适用范围

①6~10kV 配电装置，出线回路数为 6 回路以上时；发电机电压配电装置，每段母线上的发电机容量为 12MW 及以下时。

②35~63kV 配电装置，出线回路数为 4~8 回时。

③110~220kV 配电装置，出线回路数为 3~4 回

### 3.1.4 桥形接线的优缺点、适用范围

#### (1) 内桥接线

桥连断路器 QF3 在 QF1、QF2 的变压器侧，称内桥接线。

##### 1) 特点

①其中一回路检修或故障时，其余部分不受影响，操作简单。

②变压器切除、投入或故障时，有一回路短时停运，操作较复杂。

③线路侧断路器检修时，线路需较长时间停运。另外，穿越功率经过的断路器较多，使断路器故障或检修几率大，从而系统开环的几率大。

##### 2) 适用范围

内桥接线适用于输电线路较长（则检修和故障几率大）或变压器不需经常投、切以及穿越功率不大的小容量配电装置中。

#### (2) 外桥接线

桥连断路器 QF3 在 QF1、QF2 的线路侧，称外桥接线。

##### 1) 特点

①其中一回路检修或故障时，有一台变压器短时停运，操作较复杂。

②变压器切除、投入或故障时，不影响其余部分的联系，操作简单。

③穿越功率的断路器 QF3 所造成的断路器故障、检修及系统开环的几率小。

④变压器侧断路器检修时，变压器需见哦长时间停运。桥连断路器检修时也会造成开环。

##### 2) 适用范围：

适用于输电线路较短或变压器需经常投、切及穿越功率较大的小容量配电装置中。

结合本次设计，C 变电所主接线为：

高压侧（110kV）：2 回线、2 台主变时，因为主变不需经常切换、线路较长、穿越功率不大，采用内桥接线。

---

低压侧（ ）：出线回路数大于6回路，采用单母分段接线。

## 3.2 配电装置型式

### 3.2.1 配电装置设计原则、要求、布置特点

#### (1)原则

- ① 形式选择应考虑所在地理情况和环境条件下优先选择占地面积；
- ② 要考虑有利于降低噪声的选择与布置；

#### (2)要求

- ①节约用地。
- ②保证可靠运行。
- ③保证人身安全和防火要求。
- ④安全、运输、维护、巡视、操作和检修方便。
- ⑤在保证安全前提下，布置紧凑，力求节省材料和降低造价。
- ⑥便于分期建设和扩建

#### (3)布置特点

##### 1) 屋内配电装置。特点：

- ①安全净距小并可分层布置，占地面积小。
- ②维护、巡视和操作在室内进行，不受外界气象条件影响，比较方便。
- ③设备受气象及外界有害气体影响较小，可减少维护工作量。
- ④建筑投资大。

##### 2) 屋外配电装置。特点：

- ①安全净距大，占地面积大，但便于带电作业。
- ②维护、巡视和操作在室外进行，受外界气象条件影响。
- ③设备受气象及外界有害气体影响较大，运行条件差，需加强绝缘，设备价格较高。
- ④土建工程量和费用较少，建设周期短，扩建较方便。

##### 3) 成套设备。特点：

- ①结构紧凑，占地面积小。
- ②运行高可靠性高，维护方便。
- ③安装工作量小，建设周期短，而且便于扩建和迁移。
- ④消耗钢材较多，造价较高。

发电厂和变电所中，35kV及以下（特别是3~10kV）多采用屋内配电装置而且广泛采用成套配电装置；110kV及以上多采用屋外配电装置，但是110kV及220kV当有特殊要求时，如深入城市中心或严重污秽地区，经技术经济比较，也可采用屋内配电装置。另外，SF6全封闭组合电器也已在110kV及220kV配电装置推广应用。

---

### 3.2.2 配电装置各型优缺点

#### 3.2.2.1 屋外配电装置

##### (1) 中型配电装置

###### 1) 普通中型配电装置

优点：

- ① 布置较清晰，不易误操作，运行可靠。
- ② 构架高度较低，抗震性能较好。
- ③ 检修、施工、运行方便，且已有丰富经验。
- ④ 所用钢材少，造价较低。

缺点：占地面积大。

###### 2) 分相中型配电装置

特点：

- ① 布置清晰美观，节省去中央门型架，并避免使用双层构架，减少绝缘子串和母线的数量。
- ② 采用用母线（管形）时，可降低构架高度，缩小母线相间距离，进一步缩小纵向尺寸。
- ③ 占地少，较普通中型节约用地 1/3 左右。

缺点：

- ① 管形母线施工较复杂，且因强度关系不能上人检修。
- ② 使用的柱式绝缘子防污、抗震能力差。

在我国，中型配电装置普遍应用于 110~500kV 电压级。普通中型配电装置一般在土地贫瘠地区或地震烈度为 8 度及以上的地区采用，中型分相软母线方式可代替普通中型配电装置；中型分相硬母线方式只适宜用在污秽不严重、地震烈度不高的地区。

##### (2) 高型配电装置。

优点：

- ① 充分利用空间位置，布置最紧凑，纵向尺寸最小。
- ② 占地只有普通中型配电装置的 40%~50%，母线绝缘子串及控制电缆也较普通中型配电装置少。

缺点：

- ① 耗用钢材较中型配电装置多 15%~60%。
- ② 操作条件比中型配电装置差。
- ③ 检修上层设备不方便。
- ④ 抗震能力比中型配电装置差。

高型配电装置在 110kV 电压级中采用较少，在 330kV 及以上电压级中不采用。不宜用在地震烈度为 8 度及以上地区。

##### (3) 半高型配电装置

优点：

- ① 布置较中型紧凑，纵向尺寸较中型小。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/687201143001006040>