

变电施工手册

BIANDIAN SHIGONG SHOUCHE

铁道部电气化工程局
科学技术研究所

出版说明

《变电施工手册》这本书是由日本国有铁道具有丰富实践经验的变电专家们执笔编写的，内容包括：变电设备的分类、构成、特性和标准，土木工程施工，机械设备安装，主回路配线的装配及各种设备的电气试验，技术安全等。对变电的设计、施工和维修均具有实用价值。

本书由谢燕庭、杨淑芳、杜雪峰等同志翻译，冯金柱、王金榜同志校核。由于原书篇幅较大、图表数据较多，时间仓促及译、校者业务水平的限制，难免有错误之处，敬希读者指正。

本书在译、校、出版过程中，承有关领导和单位支持，在此一并致谢。

1985年6月

前 言

近年来，由于电气化铁路的发展，新干线的修建，电气化铁路不但达到了今天的技术水平，而且在节能方面也做出了重大贡献，其重要意义越来越大了。尤其是变电设备，是向电力机车供给电能的装置，在电气化铁路供电系统中起着极其重要的作用。随着新技术的发展，强电设备性能的提高，采用电子技术的新型设备日益增多了。

在施工方面，与土木工程、设备安装工程一样，在主回路配线的高空作业中也采用了机械化施工。变电设备的建设工程，包括土木工程，大型设备安装，以及各种设备电气特性的试验，内容极为复杂广泛，所以，设计和施工人员必须具备电气、机械、土木等各个方面的综合技术知识，丰富的经验和熟练的操作技巧。

因此，我认为当电气化铁路的变电技术变的如此越发重要的时刻，出版这本在内容上反映新时代要求，对设计施工具有实用价值的“变电施工手册”是很适宜的。

本书是由几位技术高超、经验丰富的老前辈们执笔编写的。我衷心希望它将成为变电施工技术人员的参考手册而得到广泛使用，并在经济可靠的变电设备建设中起到一定的作用。

日本国有铁道

电气局电力第二课课长

前川典生

目 录

一、总论	1
1.1 电气化铁路变电所的种类	1
1.2 电压种类	12
1.3 变电所控制设备编号	12
1.4 电气符号	17
1.5 变电所设备颜色标准	19
1.6 噪声规定	22
1.7 变电所的防护栅栏及防护墙	22
1.8 防止绝缘油外流的措施	22
二、土木工程	23
2.1 概述	23
2.2 找正及其方法	24
2.3 开挖	25
2.4 钢筋	
2.5 模板	30
2.6 石料	30
2.7 混凝土	30
2.8 打桩	36
2.9 室外电缆沟	40
三、钢架结构及设备基础	49
3.1 概述	49
3.2 组装准备	50
3.3 钢架结构的组装	52
3.4 基础装配	55
3.5 混凝土柱	56
四、设备安装	57
4.1 概述	57
4.2 变压器的组装	66

4.3 断路器的组装	69
4.4 隔离开关的组装	70
4.5 配电盘的安装	71
五、主回路	73
5.1 架线	73
5.2 刚体母线	84
5.3 电缆	86
5.4 直流主回路	92
六、控制回路	94
6.1 概述	94
6.2 配线	96
6.3 连接	96
6.4 控制电缆规格	96
6.5 控制电缆的使用区分	102
6.6 压接端子	107
七、接地工程	111
7.1 概述	111
7.2 接地设备的构成	111
八、电力照明设备	117
8.1 电力照明符号表	117
8.2 萤光灯具命名法	123
8.3 电线管	124
8.4 无螺纹电线管的连接	126
8.5 乙炔电线管的连接	126
8.6 电线管的施工	128
8.7 开关箱	129
九、其它设备	132
9.1 消防设备	132
9.2 其它设备	135
十、试验	140
10.1 接地电阻测试	140

10.2	绝缘电阻测试	141
10.3	绝缘强度试验	142
10.4	极性试验	144
10.5	电压比和电流比的测量	146
10.6	保护继电器的单机试验	147
10.7	保护继电器和设备的组合试验	150
10.8	断路器分合时间的测试	151
10.9	硅整流器的低压试验	152
10.10	馈电线故障测定装置试验	153
10.11	人工短路试验	154
10.12	遥控设备试验	155
10.13	电气联动试验	163
10.14	试验记录	165
10.15	保护继电器的整定值标准	197
10.16	绝缘油试验	198
10.17	空压系统试验	198
10.18	碱性蓄电池的充、放电试验	199
10.19	照度试验	199
10.20	噪声测试	199
10.21	竣工后的综合试验	200
十一、	事故的预防	200
11.1	安全注意事项	200
11.2	工程种类及人员配备	203
11.3	安全管理组织	204
11.4	设备的安全注意事项	212
十二、	其它	213
12.1	有关规程	213
12.2	合同及实施的有关资料	213
12.3	名词术语	214
12.4	其它	216

一、总 论

1.1. 电气化铁路变电所的种类

流变换装置变成直流，送往各馈电线。

1.1.1 直流变电所

直流电化区段的变电所的主要作用是，将一般电力系统送来的高压交流电，通过变压器，将其降至适当的电压，再用交直

变电所的位置：干线区段大约每隔10公里设置一处，通勤旅客运输区段每隔3~5公里设一处，一般是由相邻两变电所同时向同一馈电线并联供电。供电电压为1500伏。

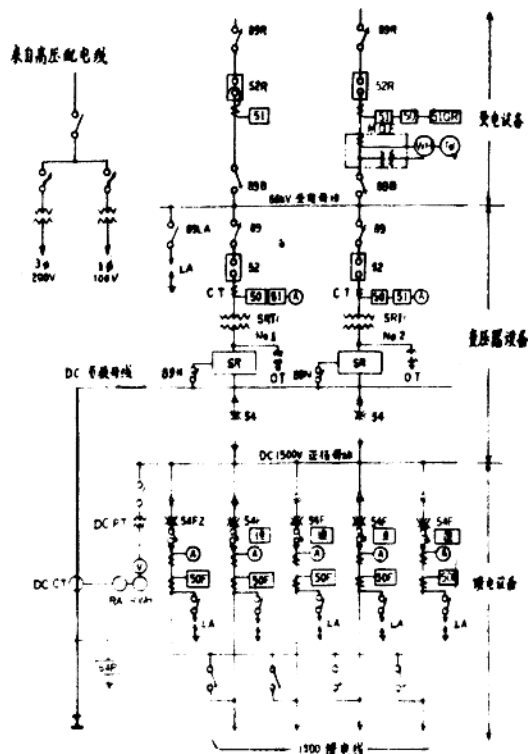


图 1.1 直流变电所单线接线图

1.1.2 直流分区亭

在复线区段，当并联供电的两个变电所间隔较长时，在两个变电所之间设置直流分区亭，主要用来减少接触网的电压降。

便于测出接触网故障，缩小故障范围。作业时，可限制停电范围，易于获得作业天窗。上下行馈电线采用并联连接。

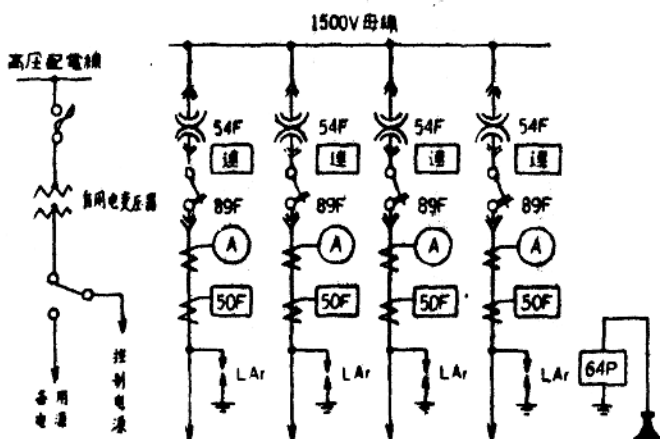
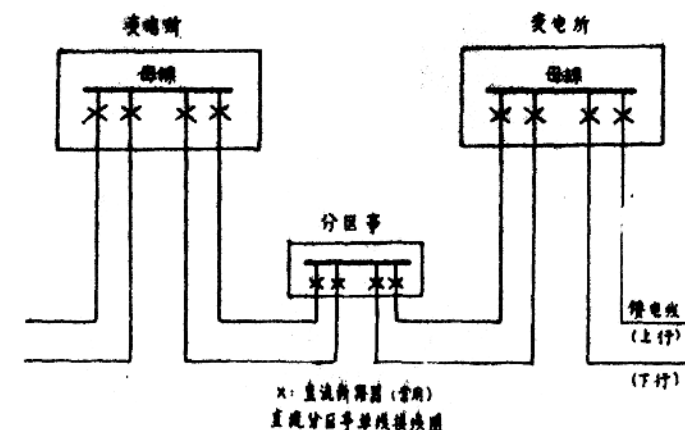


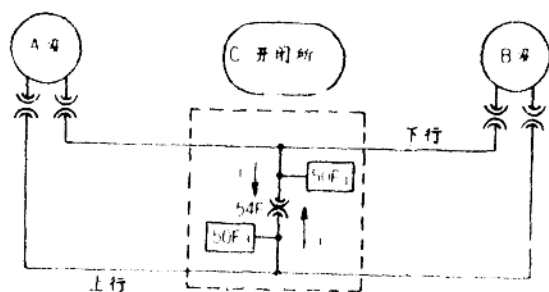
图1.2 分区亭的配置

1.1.3 开闭所

开闭所主要是为解决电压降而设置的。用一组馈电高速断路器控制上下行馈电线。开闭所设置的高速断路器、馈电线故障选择装置与变电所和分区亭内使用的在性能上有所不同。特别是高速断路器，不管过电流方向如何，都能自动断开（具有双向

特性）。因为发生故障时，任何一个方向，都有产生过电流的条件。

馈电线故障选择装置与变电所内使用的 ΔI 型不同，前者是故障时电压下降增量 and 电流上升增量组合而成的 ΔE —— ΔI 型。



直流馈电开闭所单线接线图

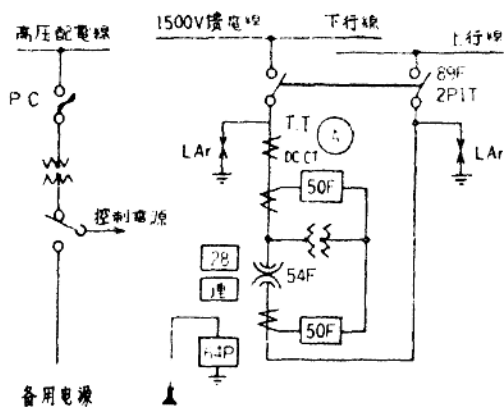
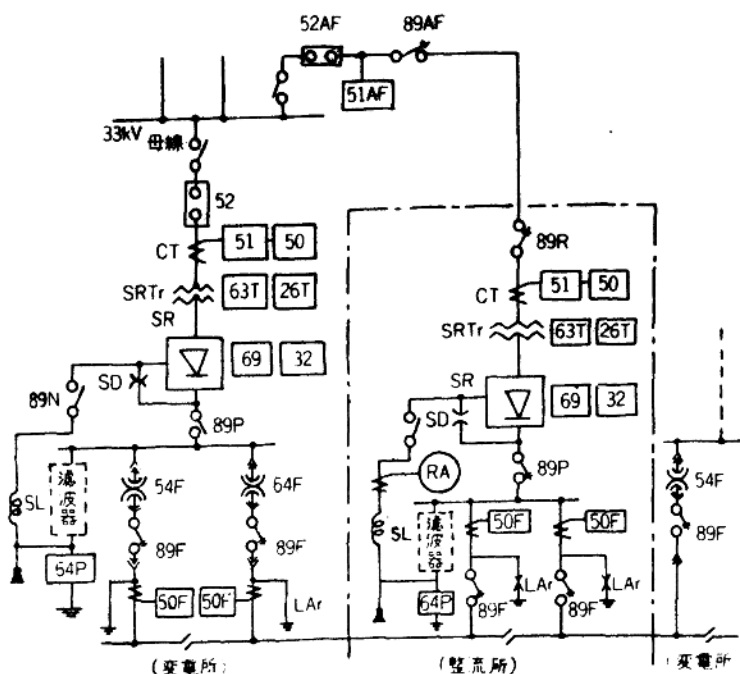


图1.3 直流馈电开闭所系统图

1.1.4 整流所

整流所也叫R P 馈电方式，它是在一般电力公司电源不易靠近铁路沿线时，为防止地磁观测干扰缩短变电所间隔时，以及在运输密度比较小的区段采用直流电化

比较经济时采用的一种方式。高压由相邻的变电所馈出，经由架设在一般接触网支柱上的交流馈电线，通过硅整流器变为直流后供给接触网。



1.1.5 交流变电所

交流变电所与直流变电所相同，都是由一般电力系统供电。交流变电所的进线电压是三相交流特高压。通过馈电变压器降为牵引电压，送往接触网。馈电方式有BT和AT两种。任何一种方式，其主要设备都是由接受电力系统电力的受电设备，将受电电压降为牵引电压的变压设备和向接触网供电的馈电设备构成的。除此之外，还设有自用电源设备，遥控设备等。有

很多情况下，都装有自动信号和电力照明配电设备。

1 BT方式变电所

B T方式变电所主回路的结构是：特高压受电后，经过动力操作隔离开关和交流断路器，在馈电变压器二次侧产生M座、T座2组电压。然后用动力操作隔离开关、馈电用交流断路器等开关装置，按不同方向连接到馈电线上，变压器的另一端，通过串联电容器直接接到回流线上。

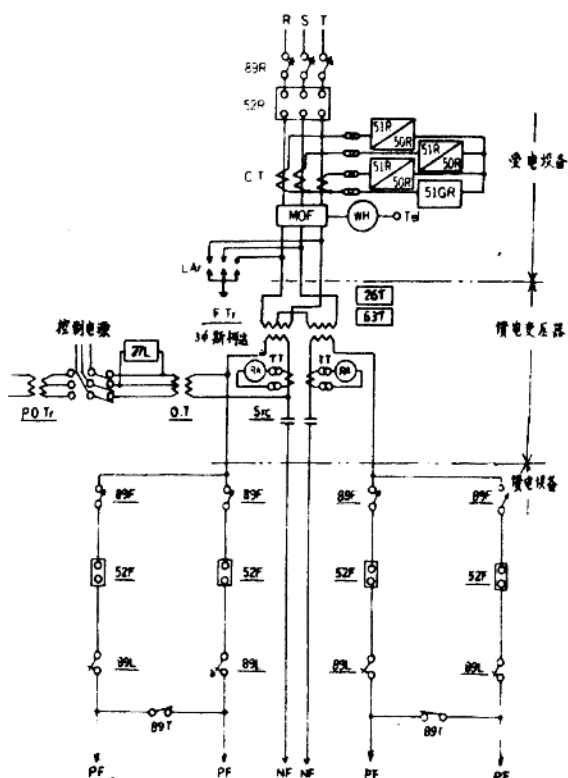
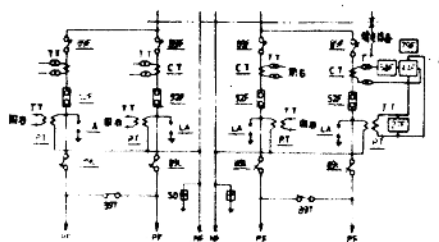


图1.5 交流变电所（BT方式）接线图

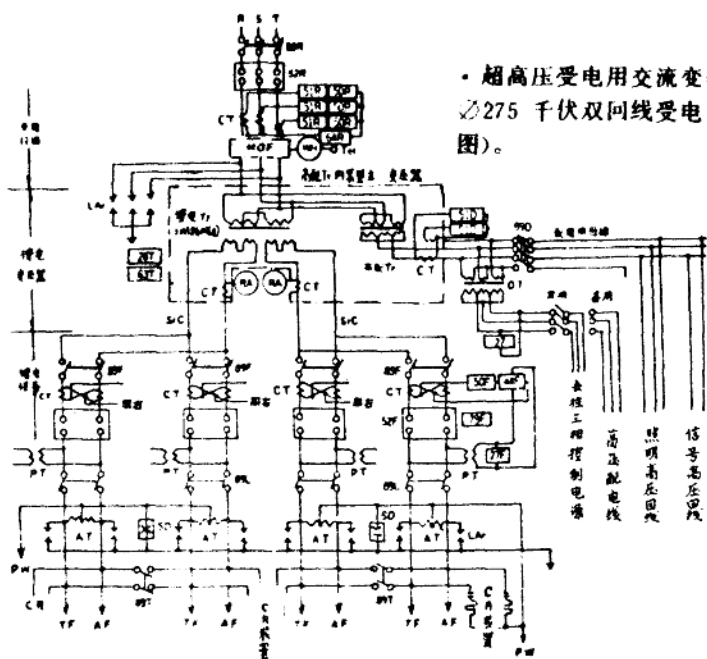


交流变电所（BT方式）馈电设备

2 AT方式变电所

AT方式变电所间的间隔长度达100公里，因此，馈电变压器容量比BT方式

的要大。变压器的一次侧电压，即受电电压，一般都在110千伏以上。主要设备与BT相同。



• 超高压受电用电流变电所接线图, 3
 275 千伏双回线受电 (参照本书未附图)。

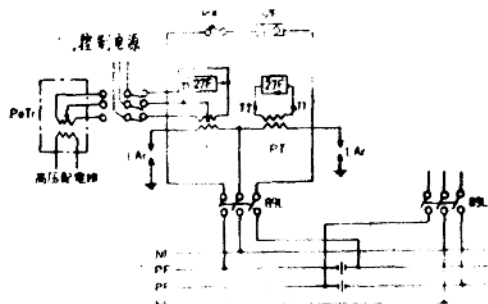
图 1.6 交流变电所 (AT 方式) 接线图

1.1.6 交流分区亭

交流分区亭在相邻两变电所的中性分段处设有旁路设备, 正常运行时, 将左右

两个变电所来的不同相位的馈电电源区分开, 而当其中任一个变电所停电时, 只要合上分区亭的交流断路器, 即可进行越区供电。

交流分区亭 (AT 接线制)



交流分區亭 AT 用

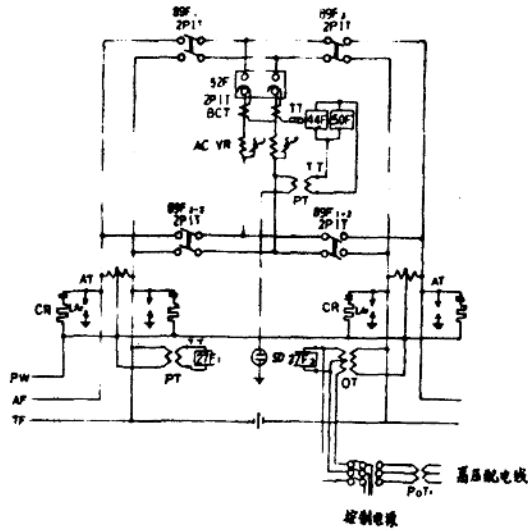


图 1.7 交流分區亭

1.1.7 交流开闭所

交流开闭所设置在变电所和分區亭之间，主要目的是便于接触网作业，限制故障范围。但是 BT 用和 AT 用的开闭所在形式上有所不同。

(1) BT 方式开闭所

在 BT 方式复线区段的某一区段停电时，为使其余供电区段上下行线的供电方向相同，设有可连接上下行线的交流断路器回路。

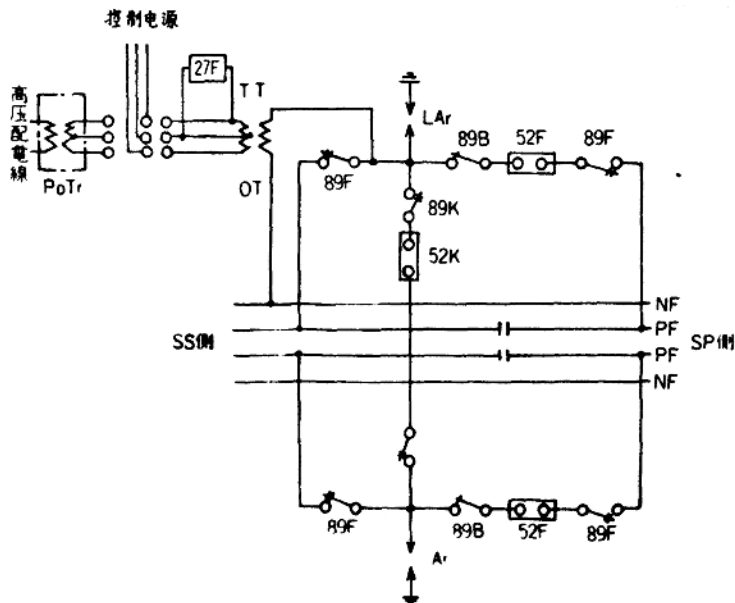


图 1.8 交流开闭所 B 复线用

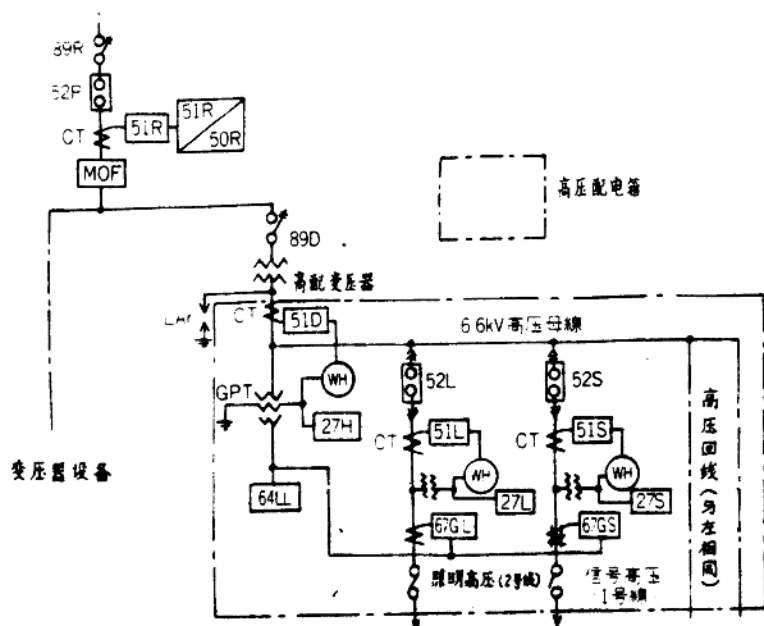
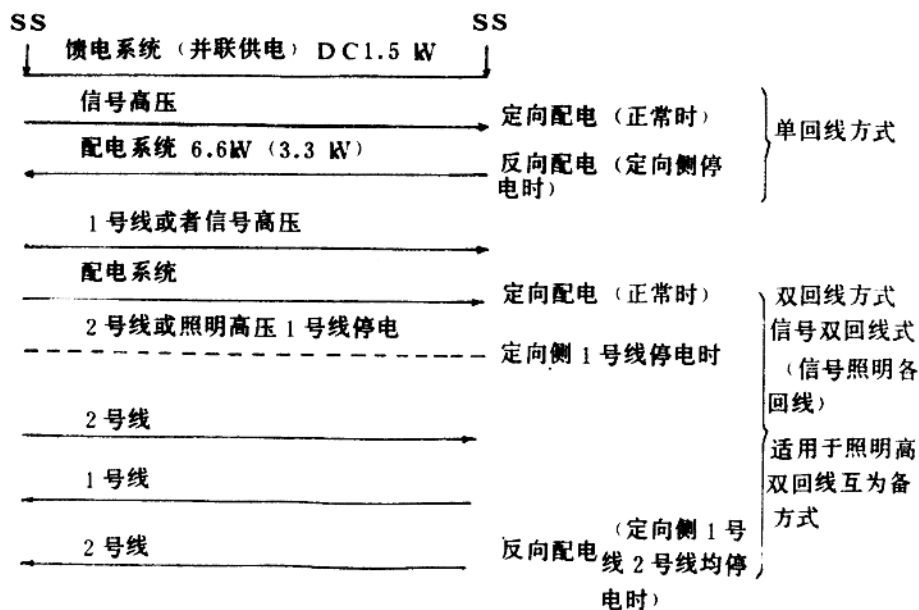


图1.10 高压配电设备单线接线图 (直流电化区段)

配电系统图 (直流电化区段)



(2) 交流电化区段

一般交流电化区段，信号高压采用单回线方式。在BT方式区段，由于馈、配电系统短路保护过电压继电器设在有高压配电电源的变电所，因此，配电系统和馈电系统按同一方向在分区亭连接。电灯、电力电源一般按各自的负荷位置由最近的电力部门供给低压电。

在AT区段，由于变电所间隔较长，所以分区亭和开闭所都设置能单独接受高压的高压配电电源设备，并分别安装过电

压继电器。当馈电与配电系统发生短路故障时，使用O型联络切断装置来断开馈电系统的交流断路器。因此，馈电系统的馈电方向，无须与配电系统的配电方向一致。

在AT区段高压配电设备中的馈电变压器内，装有配电变压器。在电压降为6.6千伏的二次侧设有高压配电隔离开关，从而构成6.6千伏高压配电母线。照明高压回线及信号高压回线再由该高压配电母线通过各个插入式交流断路器、隔离开关接到外线。

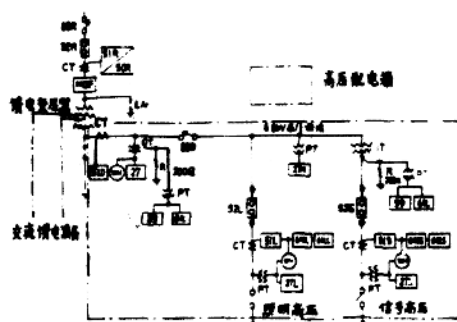


图1.11 高压配电设备单线接线图（交流电化区段）

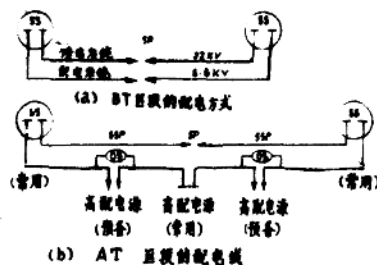


图1.12 配电系统图（交流电化区段）

(3) 保护设备

高压配电设备的保护继电器中，有过电流继电器作为包括高压配电母线的整体（全部）保护。检测低压采用变电所自用变压器二次侧设置的馈电系统共用低压继电器及高压母线用的低压继电器。变压器的中性点通过200欧姆的电阻接地。该回路中有检测馈、配电系统短路电压的过

电压继电器和高压回线发生接地故障时的接地继电器。

在各高压回线上分别装有过电流继电器和检测外线接地故障的接地继电器。接地继电器每一回线装2个，根据接地故障情况采取不同的处理方法。重接地故障时，应将回线切除，轻接地故障时，照常供电，同时发出警报。另外，交流断路器投入的

条件 要看有无外电压 为此 在外线侧装有低压继电器。

在交流电化区段 与高压配线平行的馈电系统电压很高，因此，为了减小静电感应电压和便于进行馈电系统发生短路故障时的保护，高压配电设备系统的变

压器中性点，要通过200 欧姆电阻接地 因此 高压回线必须与电源系统的接地系统绝缘 而照明回线的高压配电变压器，可起绝缘变压器的作用。为了与保护系统分开，在信号回线内单独设有绝缘变压器

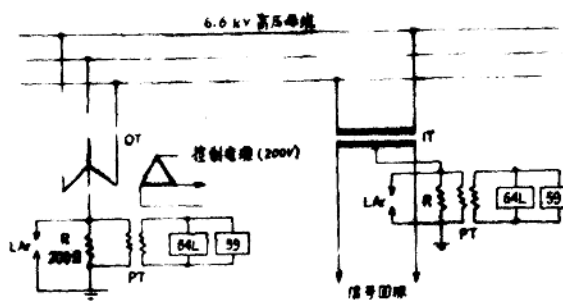


图 1 12 高压配电系统接地短路检测回路

(4) 过电压继电器

交流区段的高压配电线与直流区段相同，也和接触网平行架设。如果由于某种原因引起高压配电线和接触网（20千伏）短路，则20千伏的电压就会直接加到高配线侧设备上，因而有绝缘击穿的危险。为了避免这一点，如将高压配电线本身接地，则接地继电器动作，使断路器分闸。这样，即使发生短路，同样也可通过接地构成闭合回路，使接地继电器动作。当高压配电线有一条线完全接地时，加到电压互感器上的电压为3千伏，而如果短路是在20千伏的情况下，则电压互感器次侧的电压就更大了。此时，如果断开断路器，就等

于用6千伏的断路器切断20千伏时的馈电电流，那是很危险的。因此，要与接地继电器并联一个过电压继电器，当检测出过电压时，即使接地继电器或过电流继电器动作，高压配电断路器也不能马上断开，欲切断高压配电，必先切断馈电。

过电流继电器有：感应圆盘式、插棒铁心式和旋转衔铁式等类型。使用时可根据其特点、使用目的来选定。一般在需要进行时限微调时，可采用感应圆盘式继电器。如要求瞬时型，则可采用插棒铁心式和旋转衔铁式。短路时，采用瞬时型比较有利。一般则采用插棒铁心式和旋转衔铁式。

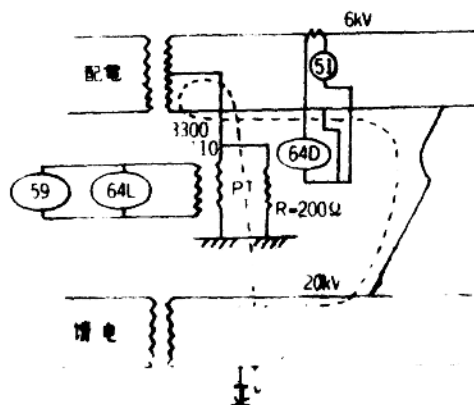


图 1 13 馈电系统图