



高等学校教材
专科适用

发电厂及变电站的二次回路

太原电力高等专科学校 何永华 主编



高等学校教材

//////////////////// 专 科 适 用 //////////////////////

发电厂及变电站的二次回路

太原电力高等专科学校 何永华 主编

ND 23 / 32

中国电力出版社

127

内 容 提 要

本书全面讲述了发电厂及变电站二次回路的构成及其工作原理。内容包括：互感器的二次回路；操作电源；断路器的控制和信号电路；隔离开关的控制电路与闭锁电路；中央信号及其它信号系统；同步系统；测量回路；发电厂和变电站弱电控制；二次设备的选择及二次回路工程图。每章后面还附有复习思考题。

本书是高等工业院校电力系统继电保护专业教材，也可作为发电厂及电力系统和供用电技术专业下厂实习参考书，或选修课教材。本书还可供从事继电保护和二次回路设计、安装、运行、调试的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

发电厂及变电站的二次回路/何永华主编. -北京：中国电力出版社，1997

高等学校教材·专科适用

ISBN 7-80125-311-6

I. 发… II. 何… III. ①发电厂-二次系统-高等学校-教材②变电所-二次系统-高等学校-教材 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 04585 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

实验小学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1997 年 10 月第一版 2000 年 4 月北京第三次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 288 千字
印数 7211—10230 册 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

前 言

本书是根据1992年电力部高等专科教学委员会大连会议,关于电力工程类教材编审出版计划,以及继电保护教学组会议通过的教学大纲要求编写的电力系统继电保护专业的教材。

发电厂及变电站的二次回路是发电厂和变电站的重要组成部分,它直接影响发电厂和变电站的安全运行。本书全面阐述了发电厂和变电站二次回路的构成及其工作原理,力求内容新颖、联系实际,概念准确清晰,文字通俗易懂。同时,为了贯彻执行国家新标准,本书的图形符号和文字符号全部采用新的国家标准。

本书共九章。第一章互感器二次回路;第二章操作电源;第三章断路器的控制和信号电路;第四章隔离开关的控制电路与闭锁电路;第五章中央信号及其它信号;第六章同步系统;第七章测量回路;第八章发电厂和变电站的弱电控制;第九章二次设备的选择及二次回路工程图。

本教材第一、二、四、六、七、九章由太原电力高等专科学校何永华编写;第三、五、八章由阎晓霞编写。全书由何永华副教授主编。全书由南京电力高等专科学校金建源副教授详细审阅,并提出很多宝贵意见,此外,本教材在编写过程中,曾得到许多单位的热忱支持,并提供大量的资料和有益的建议,在此一并表示感谢。

编 者

1996年12月

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 互感器的二次回路	5
第一节 电压互感器二次回路	5
第二节 电流互感器二次回路	11
复习思考题	19
第二章 操作电源	20
第一节 概述	20
第二节 蓄电池直流系统	22
第三节 直流系统监察装置和闪光装置	29
第四节 硅整流电容储能直流系统	34
第五节 直流系统一点接地的寻找	37
复习思考题	38
第三章 断路器的控制和信号电路	40
第一节 概述	40
第二节 三相操作断路器的控制和信号电路	41
第三节 液压分相操作断路器的控制和信号电路	54
第四节 空气断路器的控制和信号电路	59
复习思考题	61
第四章 隔离开关的控制与闭锁电路	62
第一节 隔离开关的控制电路	62
第二节 隔离开关的电气闭锁电路	65
复习思考题	70
第五章 中央信号及其它信号系统	71
第一节 概述	71
第二节 中央事故信号系统	72
第三节 中央预告信号系统	80
第四节 继电保护装置和自动重合闸动作信号	85
第五节 指挥信号系统	86
复习思考题	88
第六章 同步系统	89
第一节 概述	89
第二节 同步电压的引入	92
第三节 手动准同步装置	99

第四节 同步点断路器的合闸控制	111
复习思考题	111
第七章 测量回路	112
第一节 功率表和电能表的测量电路	112
第二节 测量仪表的选择	119
第三节 发电厂测量仪表的配置	120
第四节 交流电网绝缘监察仪表	124
复习思考题	126
第八章 发电厂和变电站的弱电控制和信号系统	127
第一节 断路器的弱电控制	127
第二节 微机监控系统	132
第三节 弱电中央信号系统	143
复习思考题	150
第九章 二次设备的选择及二次回路工程图	151
第一节 二次设备的选择及配置	151
第二节 发电厂二次回路工程图	163
复习思考题	180
附录一 电气常用新旧图形符号对照表	181
附录二 电气常用新旧文字符号对照表	192
附录三 小母线新旧文字符号及其回路标号	196

绪 论

一、二次回路的作用和地位

发电厂和变电站的电气设备分为一次设备和二次设备。一次设备（也称主设备）是构成电力系统的主体，它是直接生产、输送、分配电能的电气设备，包括发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、电力母线、电力电缆和输电线路等。二次设备是对一次设备进行监测、控制、调节和保护的电气设备，包括测量仪表、控制及信号器具、继电保护和自动装置等。二次设备是通过电压互感器和电流互感器与一次设备取得电的联系。一次设备及其相互连接的回路称为一次回路（又称主回路或主系统或主电路）。二次设备及其相互连接的回路称为二次回路。

二次回路是电力系统安全生产、经济运行、可靠供电的重要保障，它是发电厂和变电站中不可缺少的重要组成部分。

二、二次回路的内容

二次回路的内容包括发电厂和变电站一次设备的控制、测量、信号、调节、继电保护和自动装置等回路以及操作电源系统。

1. 控制回路

控制回路是由控制开关和控制对象（断路器、隔离开关）的传送机构及执行（或操作）机构组成的。其作用是对一次开关设备进行“跳”、“合”闸操作。控制回路按自动化程度可分为手动控制和自动控制两种；按控制距离可分为就地控制和距离控制两种；按控制方式可分为分散控制和集中控制两种，分散控制均为一对一控制，集中控制有一对一控制和一对N的选线控制；按操作电源性质可分为直流操作和交流操作两种；按操作电源电压和电流的大小可分为强电控制和弱电控制两种，强电控制采用较高电压（直流110V或220V）和较大电流（交流5A），弱电控制采用较低电压（直流60V以下，交流50V以下）和较小电流（交流0.5~1A）。

2. 信号回路

信号回路是由信号发送机构、传送机构和信号器具构成的。其作用是反映一、二次设备的工作状态。信号回路按信号性质可分为事故信号、预告信号、指挥信号和位置信号四种；按信号显示方式可分为灯光信号和音响信号两种；按信号的复归方式可分为手动复归和自动复归两种。

3. 测量回路

测量回路是由各种测量仪表及其相关回路组成的。其作用是指示或记录一次设备的运行参数，以便运行人员掌握一次设备运行情况。它是分析电能质量、计算经济指标、了解系统潮流和主设备运行工况的主要依据。

4. 调节回路

调节回路是指调节型自动装置。它是由测量机构、传送机构、调节器和执行机构组成的。其作用是根据一次设备运行参数的变化，实时在线调节一次设备的工作状态，以满足运行要求。

5. 继电保护及操作型自动装置回路

继电保护和操作型自动装置回路是由测量机构、传送机构、执行机构及继电保护和自动装置组成的。其作用是自动判别一次设备的运行状态，在系统发生故障或异常运行时，自动跳开断路器（切除故障）或发出异常运行信号，故障或异常运行状态消失后，快速投入断路器，恢复系统正常运行。

6. 操作电源系统

操作电源系统是由电源设备和供电网络组成的，它包括直流电源和交流电源系统。其作用是供给上述各回路工作电源。发电厂和变电站的操作电源多采用直流电源系统，简称为直流系统，部分小型变电站也可采用交流电源或整流电源（如硅整流电容储能或电源变换式直流系统）。

反映上述二次回路的电气图包括：表示功能关系的功能图、逻辑图和电路图；表示位置关系的布置图和安装图；表示连接关系的接线图。

本教材主要阐明了控制、信号、测量和操作电源系统的工作原理、电路图及继电保护和自动装置的外部电路图。装置本身的工作原理在专门的教材中介绍。对于大容量机组的汽轮机、锅炉及其辅助设备的监视、控制和保护，已经形成了完整的独立的热控系统，不属于本教材的范畴。

三、监测和控制技术的发展

近年来随着机组容量的增大，自动化水平的提高以及计算机和微机技术的应用，发电厂及变电站的监测和控制技术得到迅速发展。

发电厂和变电站控制水平的提高是监控技术发展的重要体现。发电厂和变电站控制水平的发展过程是一个从分散到集中，从单元到综合，从低级到高级的过程，大体经历了以下四个阶段。

1. 就地分散控制

就地分散控制是在被控对象所在地，运行人员就地对被控对象进行监视和控制。这种控制方式简单且易于实现，但不便于各机组或各设备之间的协调控制。就地分散控制一般适应于小型发电厂和变电站。在大、中型发电厂和变电站中，只适用于6~10kV屋内配电装置主设备的控制。

2. 电气集中控制

电气集中控制是在主控制室或网络控制室，运行人员对全厂（站）的主要电气设备集中进行监视和控制。

在主控制室主要是对发电机、主变压器、高压母线设备、高压厂用工作变压器与备用变压器和35kV及以上输电线路进行监视和控制。这种集中控制方式一般用于单机容量为100MW及以下的发电厂和35kV及以上的变电站。

在网络控制室主要是对三绕组及自耦变压器、高压母线设备和110kV及以上输电线路

进行监视和控制。这种网络集中控制方式通常与单元控制相配合。

3. 单元控制

单元控制是在单元控制室，运行人员对本单元的机、电、炉主要设备进行监视和控制。单元控制一般用于单机容量为 200MW 及以上发电厂。

发电厂采用单元控制时，可根据机组台数设置数个单元控制室，根据发电厂主系统接线复杂程度不设置或设置网络控制室（主系统接线不太复杂时，可不设网络控制室，而在单元控制室另设网络控制屏）。每个单元控制室控制一台或两台机、电、炉的主要设备。其中电气主设备包括：发电机或发电机-变压器组、高压厂用工作变压器和备用变压器等。

单元控制便于机、电、炉的统一调度和事故处理，有利于运行人员的协调配合，是目前我国大型发电厂广泛采用的控制方式。

电气集中控制和单元控制均属于集中控制。

4. 综合控制

综合控制是以电子计算机为核心，同时实现全厂（站）的监视、控制、测量、调节、保护、分析判断和计划决策等功能。综合控制能更好地实现各单元的协调配合，提高控制质量和自动化水平，并在整个电力生产、输送过程中实现最佳控制，使机组的安全生产和经济运行达到最优状态，因而它是最高级的集中控制方式。

目前，我国大容量的发电厂和高压、超高压变电站已开始采用了计算机监控系统，特别是变电站综合自动化系统的应用，更标志着我国监测和控制技术发展到了一个新水平。

四、本教材使用的图形符号、文字符号和项目代号

（一）图形符号

电气元器件、装置和设备的图形符号采用了《电气制图及图形符号国家标准汇编》中规定的最新国家标准。对于标准中尚未规定的图形符号，仍采用旧符号，如电磁锁的图形符号（详见附录一）。

（二）文字符号

电气元器件、装置和设备的文字符号采用最新国家标准，对于具有某种功能、状态和特性的二次设备，本教材使用双字母或三字母表示，其中第一字母为表示种类的拉丁字母，第二、第三字母为表示特性、状态、功能的英文字母（详见附录二）。

二次回路小母线的文字符号最新国家标准尚未规定，本教材选用《电力工程电气设计手册》中推荐的第二方案（详见附录三）。

（三）项目代号

本教材使用了最新国家标准规定的项目代号。

项目是指在电气图上用一个图形符号表示的元器件、装置、设备和系统等，如电阻、继电器、发电机、电源装置和配电系统等。

项目代号是用以识别电气图中项目的一种特定代码。项目代号由以下四个代号段组成，每个代号段都由前缀符号和代码组成。

第 1 代号段为高层代号，其前缀符号为“=”；

第 2 代号段为位置代号，其前缀符号为“+”；

第 3 代号段为种类代号，其前缀符号为“—”；

第 4 代号段为端子代号，其前缀符号为“:”。

每个代号段的代码可由字母或阿拉伯数字构成，或由字母和阿拉伯数字组合构成。

高层代号是指系统或设备中任何较高层次的项目代号。高层代号的字母可按各系统或成套设备的简化名称或特征选定英文缩写字母。

位置代号是指项目在系统或设备中实际位置的代号。位置代号的字母可按项目所在区室的简化名称或代号选定英文缩写字母。

种类代号是用以识别项目种类的代号。种类代号的字母可由一个或几个字母组成，字母必须选用附录二中的文字符号。

端子代号是用以识别同外电路进行电气连接的电器导电体的代号。端子代号应采用数字或大写字母。

项目代号的构成和应用通常有以下几种：

1. 只用一个代号段

(1) 只用种类代号。在经常使用的电路图中，仅表示电路的工作原理而不强调电路组成部分之间的层次关系，可在图上各项目附近只标注由种类代号段构成的项目代号。为简化起见，种类代号的前缀符号可省略。本教材第一章至第八章中的项目代号均采用这种标注方法。

(2) 只用高层代号。在有些系统图和框图中，只概略反映各系统的基本组成、相互关系和主要特征，不反映具体构成电路的各个元器件，所以在项目附近只标注高层代号。

(3) 只用位置代号。在某些位置图中，只需提供设备安装位置的信息，此时，在项目附近只标注位置代号。

2. 用两个或两个以上代号段组合

(1) 第 1 段高层代号加第 3 段种类代号。如： $=G1-QF1$ 表示第 1 号发电设备 G1 的第 1 号断路器 QF1。

(2) 第 2 段位置代号加第 3 段种类代号。如： $+S-QF1$ 表示位于 6kV 配电室 S 的第 1 号断路器 QF1。

(3) 第 1 段高层代号和第 3 段种类代号组合，再加第 2 段位置代号。如： $=G1-QF1+S$ 表示第 1 号发电设备 G1 中的第 1 号断路器 QF1 位于 6kV 配电室 S 中。

(4) 第 3 段种类代号（或第 1 段加第 3 段，或第 2 段加第 3 段）加第 4 段端子代号。如： $-A1:1$ 表示发电机控制屏 A1 的 1 号端子； $=G1-A1:1$ 表示第 1 号发电设备 G1 的发电机控制屏 A1 的 1 号端子； $+C-A1:1$ 表示位于主控室 C 中的发电机控制屏 A1 上的 1 号端子。

第一章 互感器的二次回路

电压互感器和电流互感器是电力系统一次回路与二次回路之间的中间设备，它们分别将一次回路的高电压和大电流变换为二次回路所需的低电压和小电流，传送给测量仪表、远动装置、继电保护和自动装置，以便检测电力系统电压和电流的变化情况。同时实现了一次回路与二次回路的电气隔离，以保证二次设备和人身安全。

第一节 电压互感器二次回路

一、对电压互感器二次回路的要求

电压互感器二次回路应满足以下要求：

(1) 电压互感器的接线方式应满足测量仪表、远动装置、继电保护和自动装置检测回路的具体要求。

(2) 应装设短路保护。

(3) 应有一个可靠的接地点。

(4) 应有防止从二次回路向一次回路反馈电压的措施。

(5) 对于双母线上的电压互感器，应有可靠的二次切换回路。

二、电压互感器二次回路的短路保护

普通电磁式电压互感器实质上就是小型降压变压器。当一次输入额定电压时，二次输出电压也是额定值（ 100V 或 $100/\sqrt{3}\text{V}$ ）。接于电压互感器二次回路的负载是测量仪表、远动装置、继电保护和自动装置的电压线圈，负载阻抗很大，通过的二次电流很小。在正常运行时，电压互感器二次绕组接近于空载状态。从电压互感器二次向一次回路看内阻抗很小，若二次回路短路时，则会出现危险的过电流，将损坏二次绕组和危及人身安全。所以，即使一次侧装设熔断器，也必须在二次侧装设熔断器或自动开关，作为二次侧的短路保护。

35kV 及以下电压等级的中性点非直接接地的电力系统，通常采用的电压互感器有两个二次绕组，其中主二次（以下简称二次）绕组额定相电压为 $100/\sqrt{3}\text{V}$ ，辅助（开口三角）二次绕组额定相电压为 $100/3\text{V}$ 。在中性点非直接接地系统，一般不装设距离保护，不用担心在二次回路末端短路时，因熔断器熔断较慢而造成距离保护误动作的问题。因此，对于 35kV 及以下的电压互感器，可以在二次绕组各相引出端装设熔断器，如图 1-1 中 FU1~FU3，作为短路保护。

110kV 及以上电压等级的中性点直接接地的电力系统，通常采用的电压互感器也有两个二次绕组，其中主二次（以下简称二次）绕组的额定相电压为 $100/\sqrt{3}\text{V}$ ，辅助（开口三角）二次绕组额定相电压为 100V 。在中性点直接接地的系统中，通常装有距离保护，如果在远离电压互感器的二次回路上发生短路故障，由于二次回路阻抗较大，短路电流较小，

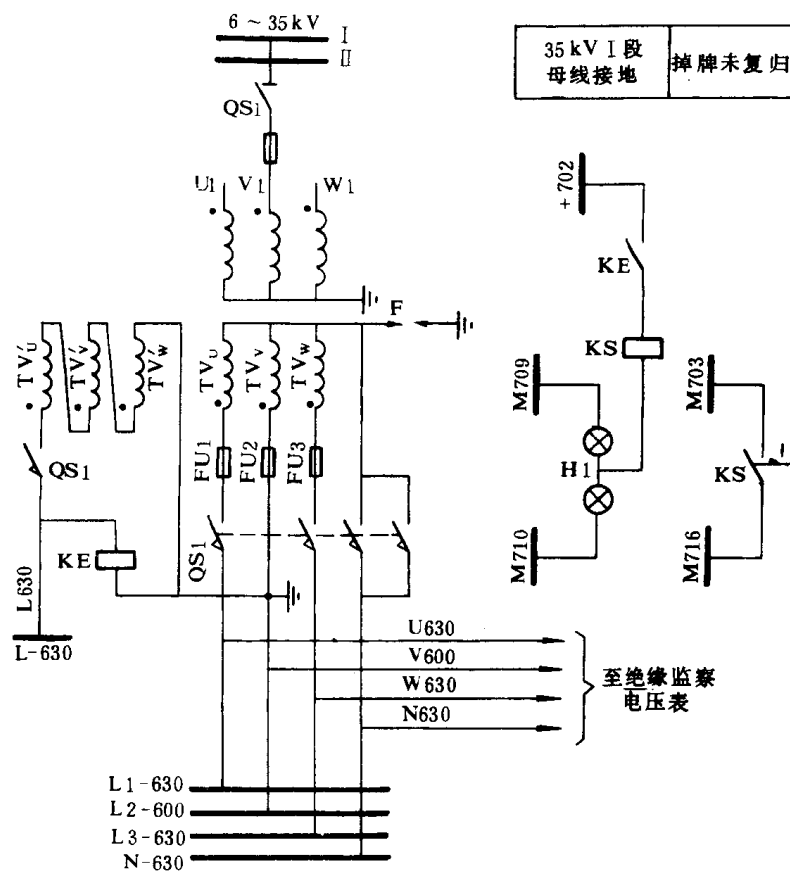


图 1-1 V 相接地的电压互感器二次电路图

则熔断器不能快速熔断，但在短路点附近电压比较低或等于零，可能引起距离保护误动作。所以，对于 110kV 及以上的电压互感器，在二次绕组各相引出端装设快速自动开关，如图 1-2 中的 QA1~QA3，作为短路保护。

对于 110kV 及以上或 35kV 及以下的电压互感器，在中性线和辅助二次绕组回路中，均不装设熔断器或自动开关，因为正常运行时，在中性线和辅助二次绕组回路中，没有电压或只有很小的不平衡电压；同时此回路也难以实现对熔断器和自动开关的监视。

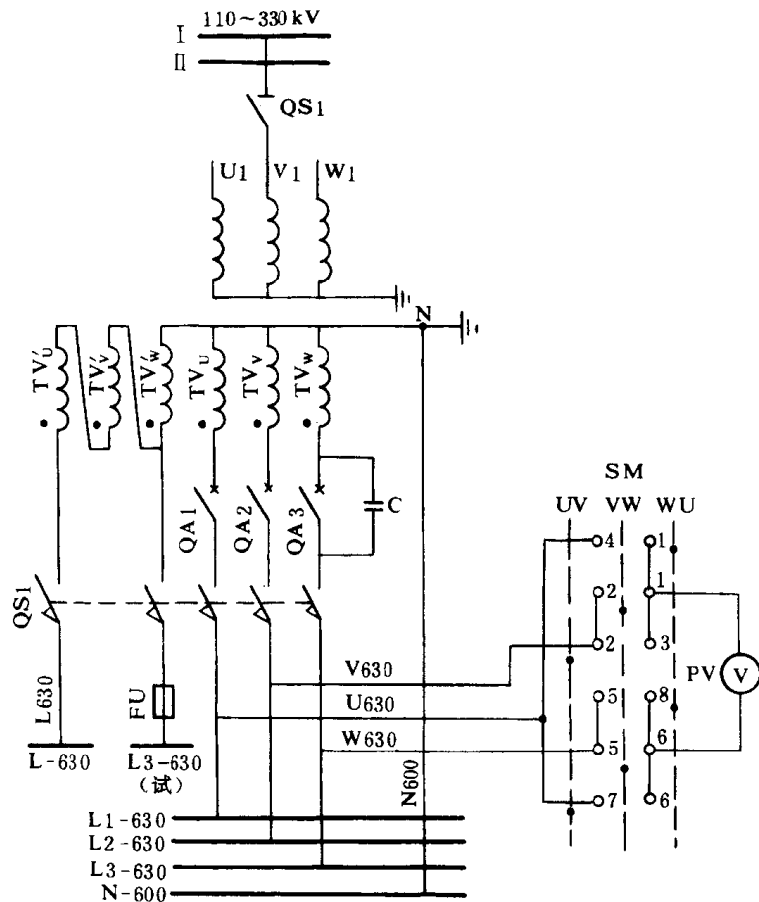
由电压互感器二次回路引到继电保护屏去的分支回路上，为保证继电保护工作的可靠性，不装设熔断器；引到测量仪表回路去的分支回路上，应装设熔断器，此熔断器应与主回路的熔断器在动作时限上相配合，以便保证在测量回路中发生短路故障时，首先熔断分支回路熔断器。

熔断器和自动开关按以下条件进行选择。

1. 熔断器的选择

(1) 在电压互感器二次回路内发生短路故障时，熔断器熔件的熔断时间应小于继电保护的動作时间。

(2) 熔断器熔体的额定电流应整定为二次最大负载电流的 1.5 倍。对于双母线系统，应考虑一组母线停止运行时，所有电压回路的负载全部切换至另一组电压互感器上。



SM: LW2-5.5/F4-X

触点盒型式		5			5		
触点号		1-2	2-3	1-4	5-6	6-7	5-8
位 置	UV	—	•	—	—	•	—
	VW	•	—	—	•	—	—
	WU	—	—	•	—	—	•

图 1-2 中性点 N 接地的电压互感器二次电路图

2. 自动开关的选择

- (1) 自动开关脱扣器动作电流应整定为二次最大负载电流的 1.5~2.0 倍。
- (2) 当电压互感器运行电压为 90% 额定电压时，在二次回路末端经过渡电阻发生两相短路，而加在继电器线圈上的电压低于 70% 额定电压时，自动开关应能瞬时动作于跳闸。
- (3) 自动开关脱扣器的断开时间不应大于 0.02s。

三、电压互感器二次回路断线信号装置

由于电压互感器二次输出端装有短路保护，故当短路保护动作或二次回路断线时，与其相连的距离保护可能误动作。虽然距离保护装置本身的振荡闭锁回路可兼作电压回路断线闭锁之用，但是为了避免在电压回路断线的情况下，又发生外部故障造成距离保护无选择性动作，或者使其它继电保护和自动装置不正确动作，一般还需要装设电压回路断线信

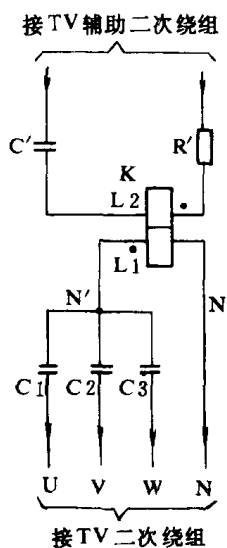


图 1-3 电压回路断线信号装置电路图

号装置，当熔断器或自动开关断开或二次回路断线时，发出断线信号，以便运行人员及时发现并处理。

电压回路断线信号装置的类型很多，目前多采用按零序电压原理构成的电压回路断线信号装置，其电路如图 1-3 所示。该装置由星形连接的三个等值电容 C_1 、 C_2 、 C_3 、断线信号继电器 K 、电容 C' 及电阻 R' 组成。断线信号继电器 K 有两组线圈，其工作线圈 L_1 接于电容中性点 N' 和二次回路中性点 N 回路中，另一线圈 L_2 经 C' 、 R' 接于电压互感器辅助二次绕组回路。

在正常运行时，由于 N' 与 N 等电位，辅助二次回路电压也等于零，所以断线信号继电器 K 不动作。

当电压互感器二次回路发生一相或二相断线时，由于 N' 与 N 之间出现零序电压，而辅助二次回路仍无电压，所以断线信号继电器 K 动作，发出断线信号。

当电压互感器二次回路发生三相断线（熔断器或自动开关三相同时断开）时，在 N' 与 N 之间无零序电压出现，断线信号继电器 K 将拒绝动作，不发断线信号，这是不允许的。为此，在三相熔断器或三相自动开关的任一相上并联一电容器 C ，（见图 1-2）。这样，当三相同断时，电容 C 仍串接在一相电路中，则 N' 与 N 之间仍有电压，可使断线信号继电器 K 动作，仍能发出断线信号。

电容值 C 的选择与二次负载大小有关。当电压互感器二次回路上接有两套距离保护装置时， C 可取 $4\mu\text{F}$ ；若接有四套距离保护装置时， C 可取 $8\mu\text{F}$ 。但必须经过现场模拟试验，即在电压互感器最大负载时三相断线和最小负载时与电容 C 并联的一相断线后，作用在断线信号继电器的电压不小于其动作电压的两倍，作为选择电容 C 的基本依据。

当一次系统发生接地故障时，在 N' 与 N 之间出现零序电压，同时在辅助二次回路中也出现零序电压，此时断线信号继电器 K 的两组线圈 L_1 和 L_2 所产生的零序磁势大小相等，方向相反，合成磁通等于零， K 不动作。

四、电压互感器二次回路安全接地

电压互感器是一、二次回路之间的中间设备，即一次绕组接在高压系统的一次回路中，二次绕组接在二次回路中。当电压互感器一、二次绕组之间绝缘损坏被击穿时，高电压将侵入二次回路，危及人身和二次设备的安全。为此，在电压互感器二次侧必须有一个可靠的接地点，通常称之为安全接地或保护接地。目前国内电压互感器二次侧的接地方式有 V 相接地和中性点接地两种。

1. V 相接地的电压互感器二次电路

在 35kV 及以下电压等级的中性点非直接接地的电力系统中，一般不装设距离保护， V 相接地对保护影响较小，又由于发生接地故障时，中性点会产生位移，因此同步系统不能用相电压，而必须采用线电压，为了简化其二次回路，对于 35kV 及以下的电压互感器，二次绕组一般采用 V 相接地，见图 1-1。

图中 $M709$ 和 $M710$ 分别为 I 和 II 段预告信号小母线； $+702$ 为母线设备辅助小母线。

TV_U 、 TV_V 、 TV_W 为电压互感器的二次绕组，在二次绕组引出端附近，装设熔断器 $FU1 \sim FU3$ 作为二次回路的短路保护。二次绕组的安全接地点设在 V 相，并设在 $FU2$ 之后，以保证在电压互感器二次侧中性线上发生接地故障时， $FU2$ 对 V 相绕组起保护作用。但是接地点设在熔断器 $FU2$ 之后也有缺点，当熔断器 $FU2$ 熔断后，电压互感器二次绕组将失去安全接地点。为了防止在这种情况下，有高电压侵入二次侧，在二次侧中性点与地之间装设一个击穿保险器 F。击穿保险器实际上是一个放电间隙，当二次侧中性点对地电压超过一定数值后，间隙被击穿，变为一个新的安全接地点。电压值恢复正常后，击穿保险器自动复归，处于开路状态。正常运行时中性点对地电压等于零（或很小），击穿保险器处于开路状态，对电压互感器二次回路的工作无任何影响。

为防止在电压互感器停用或检修时，由二次侧向一次侧反馈电压，造成人身和设备事故，可采取如下措施：除接地的 V 相以外，其它各相引出端都由电压互感器隔离开关 $QS1$ 辅助常开触点控制。这样当电压互感器停电检修时，在断开其隔离开关 $QS1$ 的同时，二次回路也自动断开。由于隔离开关的辅助触点有接触不良的可能，而中性线上的触点接触不良又难以发现，所以，采用了两对辅助触点 $QS1$ 并联，以提高其可靠性。

母线上的电压互感器是接在同一母线上的所有电气元件（发电机、变压器、线路等）的公用设备。为了减少联系电缆，采用了电压小母线 $L1-630$ 、 $L2-600$ 、 $L3-630$ 、 $N-630$ 和 $L-630$ （“630”代表 I 组母线，“L1、L2、L3、N 和 L”代表相别和零序）。电压互感器二次引出端最终接在电压小母线上。根据具体情况，电压小母线可布置在配电装置内或布置在保护和控制屏顶部。接在这组母线上的各电气元件的测量仪表、运动装置、继电保护及自动装置所需的二次电压均从小母线取得。

在辅助二次绕组 TV'_U 、 TV'_V 、 TV'_W 回路中，正常运行时，每相绕组电压为 $100/3V$ 。由于三相电压对称，三相电压向量和等于零，在其引出端子上没有零序电压，只有很小的不平衡电压。当一次回路中 L1 相发生金属性接地时，一次侧 L1 相电压降至零，其它两相 L2 和 L3 相电压升高到线电压，辅助二次绕组的 U 相电压为零，此时零序电压为 $100/3V$ ，则在引出端子上出现三倍零序电压（100V），使接地监察继电器 KE 动作，其常开触点闭合，点亮光字牌 H1，显示“第 I 组母线接地”字样，并发出预告音响信号，还启动信号继电器在 KS，KS 动作后掉牌落下，将 KE 动作记录下来，同时通过小母线 M703、M716 点亮“掉牌未复归”光字信号（详见第五章），提醒运行人员 KE 动作及 KS 的掉牌还没有复归。

在母线接地时，为了判别哪相接地，通常接有绝缘监察电压表，详见第七章第四节。

2. 中性点接地的电压互感器二次电路

110kV 及以上电压等级的中性点直接接地的电力系统，一般装设距离保护和零序方向保护，电压互感器二次绕组采用中性点接地对保护较优越。中性点接地的电压互感器二次电路如图 1-2 所示。

前面已经讲过，对于 110kV 及以上的电压互感器，在二次绕组引出端装设自动开关，作为短路保护；装有电压回路断线信号装置，为了保证在二次回路断线时，断线信号能可靠地发出，其中性点引出线不经过隔离开关的辅助触点或继电器的触点切换，并在三相中的任一相上并联一个电容 C；为防止二次侧向一次侧反馈电压，其各相（除中性线）引出端都

经电压互感器隔离开关 QS1 的辅助触点引出；图中还设有相应的电压小母线。

为了给零序功率方向保护提供 $3\dot{U}_0$ 电压，在辅助二次绕组输出端设有零序电压 ($3\dot{U}_0$) 小母线 L-630；为了便于利用负荷电流检查零序功率方向元件的接线是否正确，由辅助二次绕组 TV_w/相的正极性端引出一个试验小母线 L3-630(试)，其抽取的试验电压为 $+\dot{U}_{wN}$ 。

由于一次系统中性点直接接地，则不需装设绝缘监察装置，而是通过转换开关 SM，选测 U_{UV} 、 U_{VW} 、 U_{WU} 三种线电压。

五、电压互感器二次电压切换电路

1. 双母线上电气元件二次电压的切换

对于双母线上所连接各电气元件，其测量仪表、远动装置、继电保护及自动装置的电压回路，应随同一次回路一起进行切换，即电气元件的一次回路连接在哪组母线上，其二次电压也应由该母线上的电压互感器供电。否则，当母线联络（以下简称母联）断路器断开，两组母线分开运行时，可能出现一次回路与二次回路不对应的情况，则仪表可能测量不准确，远动装置、继电保护和自动装置可能发生误动作或拒绝动作。所以，双母线上的电气元件应具有二次电压切换回路。一般利用隔离开关的辅助触点和中间继电器触点进行自动切换，其回路图如图 1-4 所示。

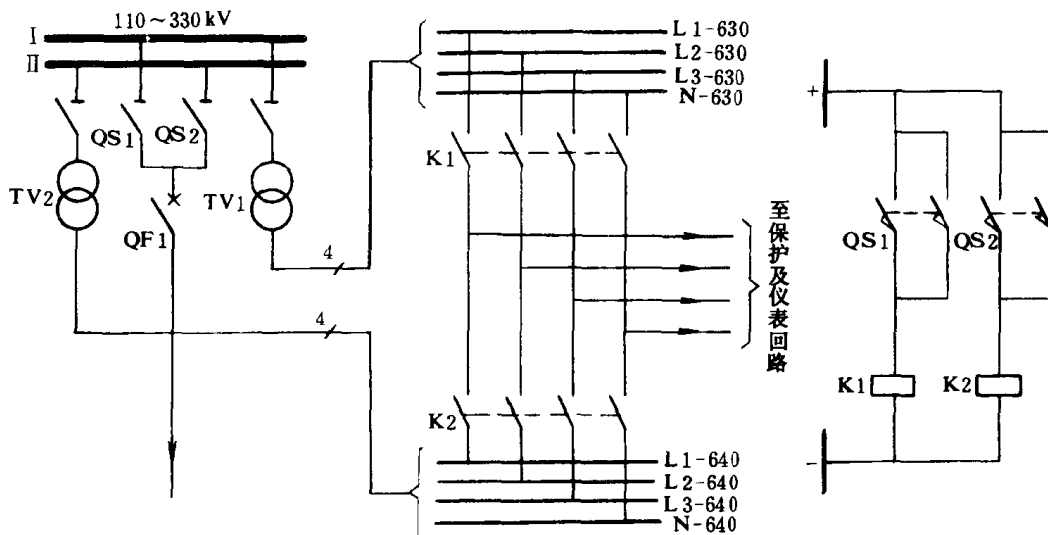


图 1-4 利用继电器进行切换的电压电路

图中 L1-630、L2-630、L3-630、N-630 和 L1-640、L2-640、L3-640、N-640 分别为第 I 组和第 II 组母线电压互感器二次电压小母线。电气元件 QS1、QS2、QF1（图中只画出一条引出馈线）的二次电压是利用中间继电器的触点 K1、K2 进行切换。当引出元件运行在 I 母线上时，即隔离开关 QS1 闭合，由其辅助常开触点启动中间继电器 K1、K1 的常开触点闭合，将 I 母线电压互感器小母线上的电压引至电气元件的保护及仪表回路。

2. 互为备用的电压互感器二次电压切换

对于 6kV 及以上电压等级的双母线系统，两组母线的电压互感器应具有互为备用的切换回路，以便其中一组母线上的电压互感器停用时，保证其二次电压小母线上的电压不间断，其切换电路如图 1-5 所示。

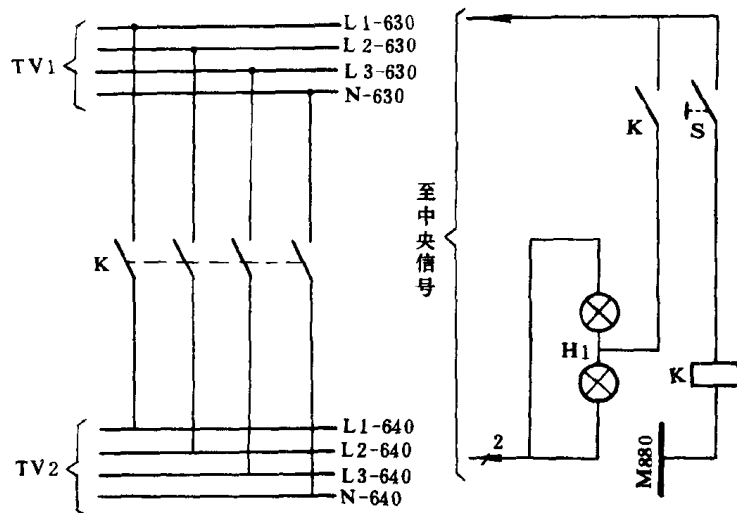


图 1-5 两组母线电压互感器互为备用的切换电路图

切换操作是利用手动开关 S 和中间继电器 K 实现的。由于这种切换只有当母联断路器在闭合状态下才能进行，因此，中间继电器 K 的负电源是由母联隔离开关操作闭锁小母线 M880 供给。例如：I 组母线上的电压互感器 TV1 需要停用时，停用前双母线需并联运行（即合上母联断路器），使母联隔离开关操作闭锁小母线 M880 与电源负极接通，然后再接通手动开关 S，启动中间继电器 K，K 动作后，其常开触点闭合，点亮光字牌 H1，显示“电压互感器切换”字样，最后断开 I 组母线电压互感器 TV1 的隔离开关 QS1，使 TV1 的电压小母线由 TV2 供电。

第二节 电流互感器二次回路

一、对电流互感器二次回路的要求

电流互感器二次回路应满足以下要求：

- (1) 电流互感器的接线方式应满足测量仪表、远动装置、继电保护和自动装置检测回路的具体要求。
- (2) 应有一个可靠的接地点。但不允许有多个接地点，否则会使继电保护拒绝动作或仪表测量不准确。
- (3) 当电流互感器二次回路需要切换时，应采取防止二次回路开路的措施。
- (4) 为保证电流互感器能在要求的准确级下运行，其二次负载不应大于允许值。
- (5) 保证极性连接正确。

电流互感器如同电压互感器一样，为防止电流互感器一、二次绕组之间绝缘损坏而被击穿时高电压侵入二次回路危及人身和二次设备安全，在电流互感器二次侧必须有一个可靠的接地点。

电流互感器又称变流器。在正常运行情况下，当一次输入额定电流时，二次输出电流也是额定值（5A 或 1A）。串接于二次回路的负载是测量仪表、远动装置、继电保护和自动