

# 泵站电气

## 继电保护及二次回路

主 编 葛 强

副主编 许建中 李端明



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 泵站电气 继电保护及二次回路

主 编 葛 强

副主编 许建中 李端明



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书系统介绍了大中型泵站电气继电保护及二次回路的基本概念、基本原理和有关设计计算方法。全书分3篇共10章,包括泵站继电保护基础知识,泵站电流保护和电压保护,电力网接地故障零序电流保护,泵站变压器保护,泵站电动机及电容器保护,泵站控制、测量和信号系统,泵站辅助设备自动控制,泵站微机保护基本原理,泵站电力设备微机保护应用及泵站信息化技术等。为方便自学及复习,书中编排了一定数量的例题及习题供参考。

本书既可供热能与动力工程专业(原机电排灌工程专业,水利水电动力工程专业)水利水电专业方向作为教学用书,亦可供从事小水电、电力排灌泵站设计及相关专业工程技术人员参考,同时对大中型泵站电气及自动化设备更新改造具有重要参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

泵站电气继电保护及二次回路 / 葛强主编. — 北京  
: 中国水利水电出版社, 2010. 8  
ISBN 978-7-5084-7817-3

I. ①泵… II. ①葛… III. ①泵站—电力系统—继电保护②泵站—二次系统 IV. ①TV675

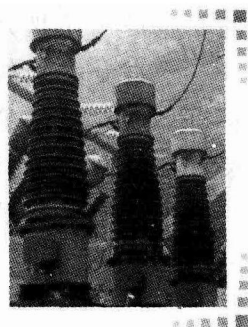
中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第169759号

书 名	泵站电气继电保护及二次回路
作 者	主编 葛强 副主编 许建中 李端明
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 14.5印张 353千字
版 次	2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前言



本书系统介绍了大中型泵站电气继电保护及二次接线的基本概念、基本原理和有关设计计算方法。近年来,随着科学技术的不断发展,新设备、新技术的不断出现,泵站电气继电保护及二次接线的技术水平不断提高和完善,在编写过程中,注重基础理论与实践相结合,将继电保护的整定计算、泵站电气二次设计、泵站管理信息系统等与工程实际紧密联系;注重介绍新理论、新技术、新设备;注重把国家现行相关技术标准的规定反映到本书中。

本书是热能与动力工程(原机电排灌工程,原水利水电动力工程)专业的一门重要专业课,既可供热能与动力工程(水利水电方向)专业作为教学用书,亦可供从事小水电、机电排灌泵站设计、电气工程及自动化及相关工程技术人员参考,同时对大中型泵站电气及自动化设备更新改造具有重要参考价值。

本书是国家“十一五”科技支撑项目——“灌区大型泵站改造关键技术研究”课题的部分科研成果,全书分3篇共10章。主要内容有:泵站继电保护基础知识,泵站电流保护和电压保护,电力网接地故障零序电流保护,泵站变压器保护,泵站电动机及电容器保护,泵站控制、测量和信号系统,泵站辅助设备自动控制,泵站微机保护基本原理,泵站电力设备微机保护应用及泵站信息化技术等。为方便自学及复习,书中编排了一定数量的例题及习题。

本书由葛强、许建中、李端明合作编写。其中第2章、第3章、第4章、第9章由葛强编写;第1章、第5章、第7章由许建中、葛强合作编写;第6章、第8章、第10章由李端明、葛强合作编写。由葛强对全书进行统稿。全书由莫岳平担任主审。

本书编写得到了中国灌溉排水发展中心的大力支持,特别是李仰斌教授级高工、李琪教授级高工给予了很大的帮助,在此表示衷心的感谢。扬州大学研究生李丹萍和谈磊在文字录入和图形整理中付出了辛勤劳动,周济人副

院长也给予了极大的关心，在此一并表示真诚的感谢。

本书是在总结近年来我国泵站电气继电保护及二次接线设计和长期教学、科研、教材建设等经验的基础上，参考和引用了多种教材及许多国内外文献编写而成，在此对这些文献的作者表示感谢。

由于水平所限，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编者

2010年8月

## 下角标对照表

k	短路	i	电流互感器变比
kmin	最小短路	u	电压互感器变比
kmax	最大短路	rem	剩余
op	动作	p	保护
re	返回	b	基准值
sen	灵敏	T	变压器
w	接线	st	起动
sr	自起动	NT	变压器额定值
rel	可靠	NM	电动机额定值
max	最大	K <sub>cc</sub>	配合系数
min	最小	kg	继电器工作参数

# 目 录

前言

下角标对照表

## ● 第1篇 泵站继电保护

<b>第1章 泵站继电保护基础知识</b> .....	1
1.1 继电保护概述 .....	1
1.2 互感器 .....	5
1.3 继电器.....	12
习题 .....	20
<b>第2章 泵站电流保护和电压保护</b> .....	22
2.1 无时限电流速断保护.....	22
2.2 带时限电流速断保护.....	25
2.3 过电流保护.....	27
2.4 三段式电流保护.....	34
2.5 方向过电流保护.....	36
2.6 电压保护.....	42
习题 .....	45
<b>第3章 电力网接地故障零序电流保护</b> .....	48
3.1 不对称短路分析.....	48
3.2 电力网接地故障的零序电流保护.....	62
习题 .....	70
<b>第4章 泵站变压器保护</b> .....	72
4.1 变压器故障和不正常工作状态.....	72
4.2 变压器瓦斯保护.....	73
4.3 变压器电流速断保护.....	74
4.4 变压器纵联差动保护.....	76
4.5 变压器过电流保护.....	83
4.6 变压器过负荷保护.....	88
4.7 变压器单相接地保护.....	89
4.8 泵站变压器保护实例.....	90
习题 .....	93

<b>第 5 章 泵站电动机及电容器保护</b> .....	95
5.1 电动机故障及不正常工作状态 .....	95
5.2 电动机电流速断保护 .....	96
5.3 电动机纵差保护 .....	97
5.4 电动机单相接地保护 .....	99
5.5 电动机过负荷保护 .....	100
5.6 电动机低电压保护 .....	102
5.7 同步电动机失步保护 .....	104
5.8 泵站同步电机保护实例 .....	105
5.9 电容器保护 .....	107
习题 .....	110

## ● 第 2 篇 泵站二次回路

<b>第 6 章 泵站控制、测量和信号系统</b> .....	112
6.1 泵站二次回路基本知识 .....	112
6.2 泵站断路器的距离控制 .....	115
6.3 泵站信号系统 .....	122
6.4 泵站电气测量系统 .....	128
6.5 绝缘监视装置 .....	131
6.6 泵站操作电源 .....	133
6.7 二次接线安装图 .....	138
习题 .....	148
<b>第 7 章 泵站辅助设备自动控制</b> .....	150
7.1 泵站压油装置自动控制 .....	150
7.2 泵站压缩空气系统自动控制 .....	151
7.3 泵站技术供水和排水系统自动控制 .....	153
习题 .....	155

## ● 第 3 篇 泵站微机保护及信息化

<b>第 8 章 泵站微机保护基本原理</b> .....	156
8.1 微机保护装置硬件配置 .....	156
8.2 微机保护的数据采集系统 .....	158
8.3 微机保护的软件原理 .....	163
习题 .....	173
<b>第 9 章 泵站电力设备微机保护应用</b> .....	174
9.1 馈线微机保护测量装置 .....	174



9.2	电容器保护测控装置 .....	186
9.3	变压器保护测控装置 .....	189
9.4	高压电动机保护测控装置 .....	195
	习题 .....	202
<b>第 10 章</b>	<b>泵站信息化技术 .....</b>	<b>203</b>
10.1	泵站信息化技术基础 .....	203
10.2	泵站信息化系统的结构 .....	207
10.3	泵站信息化系统的数据处理技术 .....	209
10.4	泵站信息化局域网络技术 .....	215
10.5	泵站管理信息系统的设计与实现 .....	217
	习题 .....	219
	<b>参考文献 .....</b>	<b>220</b>

# 第1篇 泵站继电保护

## 第1章 泵站继电保护基础知识

### 1.1 继电保护概述

泵站继电保护是继电保护技术或继电保护装置的统称，是一个完整的体系，它主要由电力系统故障分析、继电保护原理及实现、继电保护配置设计、继电保护运行及维护等技术构成。继电保护装置是能反应电力系统中电气元件发生故障或不正常运行状态，并动作于断路器跳闸或发出信号的一种自动装置。泵站继电保护装置是指用来对泵站中主要电气元件（以下简称元件）如输配电线路、变压器、母线、电动机、电力电容器等进行监视和保护的一种自动装置，当这些元件发生故障或出现不正常运行状态时，能发出使故障元件退出运行的操作“命令”，或给值班人员发出警告信号，它和其他自动装置配合工作，可以大大地提高泵站系统的安全运行水平。

#### 1. 电力系统的故障和不正常运行状态

(1) 故障：包括电气元件各种型式短路（ $d^{(3)}$ 、 $d^{(2)}$ 、 $d^{(1)}$ 、 $d^{(1.1)}$ ）和断线（单相和两相），其中最常见也最危险的故障是各种型式的短路。在发生短路时可能产生以下后果：

1) 通过故障点很大的短路电流和所燃起的电弧，使故障元件损坏。

2) 短路电流通过非故障元件，由于发热和电动力的作用，引起它们的损坏或缩短它们的使用寿命。

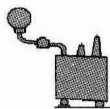
3) 电力系统中部分地区的电压大大降低，破坏用电设备工作的稳定性或影响产品质量。

4) 破坏电力系统并列运行的稳定性，引起系统振荡，甚至使整个系统瓦解。

(2) 不正常运行状态：电力系统中电气元件的正常工作遭到破坏，但没有发生故障的运行状态。如：过负荷、频率降低、过电压、电力系统振荡等。

(3) 事故：系统或其中一部分的正常工作遭到破坏，并造成对用户少送电或电能质量变坏到不能容许的地步，甚至造成人身伤亡和电气设备的损坏。

电力系统在运行过程中应尽量避免各种事故和故障的发生，一旦发生故障时，则要求能尽快将故障元件切除，保证系统内无故障部分继续运行，缩小停电范围。由于电磁过程非常迅速，为了避免故障的扩大，要求切除故障元件的时间为零点几秒，甚至更短，不可能靠值班人员手动操作将故障元件切除，只有借助继电保护装置才能实现。



### 2. 继电保护的基本原理

利用正常运行与区内外短路故障电气参数变化的特征构成保护判据，根据不同判据构成不同原理的继电保护。系统故障时电气参数变化的特征有以下几种：

(1) 电流增加（过电流保护）：故障点与电源直接连接的电气设备上的电流会增大。

(2) 电压降低（低电压保护）：各变电站母线上的电压将在不同程度上有大的降低，短路点的电压降低到零。

(3) 电流电压间的相位角会发生变化（方向保护）：正常运行状态，系统电流与电压间的相位角为  $20^\circ$  左右，当发生短路时系统电流与电压间的相位角为  $60^\circ \sim 85^\circ$ 。

(4) 电压与电流的比值会发生变化（距离保护或阻抗保护）：系统正常运行是负荷阻抗，其值较大，系统短路时阻抗是保护安装处到短路点之间的阻抗，其值较小。

(5) 电流差动保护（纵联差动保护或横联差动保护）：正常运行时通过元件的输入电流等于输出电流，即  $I_{入} = I_{出}$ ，当发生短路时输入电流不等于输出电流，即  $I_{入} \neq I_{出}$ 。

(6) 分量保护：在发生不对称短路时出现负序电流分量  $I_2$  及零序电流分量  $I_0$  分量。

继电保护除能够对电气参数变化进行保护外，还有非电气量的保护如瓦斯保护、过热保护等。

### 3. 继电保护的 task 及要求

(1) 发生故障时自动、迅速且有选择地将故障元件切除，使故障元件免受严重的破坏，同时保证电力系统无故障元件迅速恢复运行。

(2) 当电力系统出现不正常工作状态时能作出反应，根据不正常工作状态的种类以及设备运行维护条件（例如有无经常值班人员），发出信号，由值班人员进行处理或自动进行调节，将那些继续运行会引起事故的元件切除。

动作于跳闸的继电保护，在技术上应满足四个基本要求，即选择性、速动性、灵敏性和可靠性。

1) 选择性。继电保护动作的选择性，是指保护装置工作时，仅将故障元件切除，使停电范围最小，而非故障部分仍能继续安全运行。以图 1-1 单侧电源供电网络为例，在  $k1$  点短路时，则应由装于 QF3 和 QF4 处的保护将断路器 QF3 和 QF4 断开，此时双回线的另一回线路仍能继续运行。当  $k2$  点短路时，应由距离短路点最近处的保护将断路器 QF5 断开。

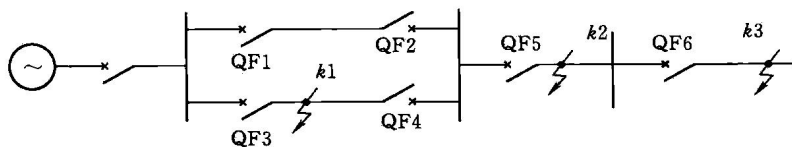
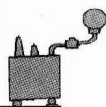


图 1-1 有选择性切除故障的网络示意图

2) 速动性。对作用于断路器跳闸的继电保护要求快速动作，以提高电力系统运行的稳定性，加速恢复正常工作的过程，减轻设备的损坏程度，防止事故扩大。因此，迅速切除故障，对于提高电力系统可靠性有着重要的意义。

切除故障的时间是指从发生故障起到断路器跳闸并灭弧为止的一段时间，它等于保护动作时间和断路器动作时间（包括灭弧时间）之和。因此，为了保证快速切除故障，除需



要采用快速动作的断路器外，还需要加快保护动作时间，对于 35kV 及以下系统，保护的 fastest 动作时间大约为 0.15~0.6s，现代快速保护的最小动作时间可达 0.02~0.03s。但不是所有场合都要求动作时间越小越好，对不同电压等级和不同结构的电网，故障切除时间有着不同的要求。

3) 灵敏性。继电保护的灵敏性是指对其保护范围内发生故障或不正常工作状态的反应能力。满足灵敏性要求的保护，在事先规定的保护范围内故障时，无论短路点的位置和短路的性质如何，都应该灵敏地感觉并正确地反应。保护装置灵敏与否，受运行方式的影响较大。通常在灵敏度校验时只考虑系统运行方式的两种极端情况：最大运行方式和最小运行方式。

为了使继电保护在它的保护范围内发生故障时均能起到保护作用，要求它不仅在系统最大运行方式下金属性短路时（这时系统等效阻抗最小，通过保护装置的短路电流最大）能可靠地动作，而且在系统最小运行方式下和经过较大的过渡电阻短路时（这时系统等效阻抗最大，通过保护装置的短路电流最小）也能可靠地动作。所谓系统最大的运行方式，是指系统中所有电气元件都投入运行，而且所选定接地的中性点全部接地时的运行方式。

保护灵敏性用灵敏系数  $K_{sen}$  来衡量。

对于反应故障时参数量（如电流）增加的保护，灵敏系数由式（1-1）表示

$$K_{sen} = \frac{I_{kmin}}{I_{op}} \quad (1-1)$$

式中  $I_{kmin}$  ——系统处于最小运行方式下，保护区内短路点的最小短路电流；

$I_{op}$  ——保护装置的一次动作电流整定值。

对于反应故障参数量（如电压）降低的保护，灵敏系数由式（1-2）表示。即

$$K_{sen} = \frac{U_{op}}{U_{kmax}} \quad (1-2)$$

式中  $U_{op}$  ——保护装置的一次动作电压整定值；

$U_{kmax}$  ——保护区末端金属性三相短路时，在保护安装处母线上的最大线电压。

保护装置的灵敏系数，应根据不利运行方式和不利故障类型进行计算，必要时应计及短路电流衰减的影响，各类继电保护的最小灵敏系数，应符合《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB 50062—2008）要求。

4) 可靠性。保护的可靠性是指在规定的保护范围内发生属于它应该动作的故障时，应可靠地动作，不应由于其本身的故障而拒绝动作；在其他任何不应由它动作的情况下，则不应该动作。要求保护有很高的动作可靠性非常必要，因为保护拒绝动作或误动作都将使事故扩大，给电力系统和用户带来严重的损失。

#### 4. 继电保护装置的组成

继电保护一般由测量部分、逻辑部分和执行部分等三部分组成，如图 1-2 所示。

(1) 测量部分。测量部分是测量从被保护对象输入的有关电气量，并与已给定的整定值进行比较，根据比较的结果判断保护是否应该启动。

(2) 逻辑部分。逻辑部分是依据测量部分各输出量的大小、性质、输出的逻辑状态、出现的顺序或它们的组合，使保护装置按一定的逻辑关系工作，最后确定是否应该使断路器跳闸或发出信号，将有关命令传给执行部分。继电保护中常用的逻辑回路有“与”、

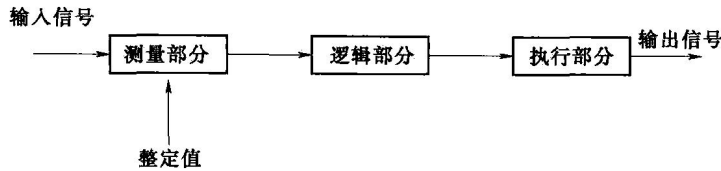
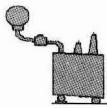


图 1-2 继电保护装置原理结构图

“或”、“否”、“延时启动”、“延时返回”以及“记忆”等回路。

(3) 执行部分。执行部分是根据逻辑部分输出的信号，最后完成保护装置所担负的任务。如故障时，动作于跳闸；不正常运行时，发出信号；正常运行时，不动作等。

### 5. 继电保护的分类

泵站供电系统发生故障时会引起电流增大、电压降低以及电流与电压相位的变化等，因此，绝大多数的保护装置都是以反应这些物理量变化为基础，利用正常运行与故障时各物理量的差别来实现。

(1) 按被保护的對象分类。输电线路保护、变压器保护、电动机保护、母线保护、电容器保护等。

(2) 按保护原理分类。根据所反应物理量不同，可构成不同类型的保护。例如，反应电流量变化的为电流保护，反应电压量变化的为电压保护，既反应电流又反应相角改变的为过电流方向保护等。此外还有距离保护、差动保护、零序保护等。

(3) 按保护所反应故障类型分类。有相间短路保护、接地故障保护、匝间短路保护、断线保护、失步保护、失磁保护及过励磁保护等。

(4) 按继电保护装置的实现技术或根据保护所采用的继电器分类。有机电型保护（如电磁型保护和感应型保护）、整流型保护及微机型保护等。随着计算机技术的飞速发展，目前微机保护在大中型泵站电气保护中得到广泛的应用。

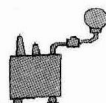
(5) 按保护所起的作用分类。根据保护的功能不同，继电保护可分为主保护、后备保护和辅助保护三种。

1) 主保护。满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。主保护指能以较小的动作时限而且有选择地切除被保护电气元件整个范围内故障的保护，动作时限应能满足电力系统稳定及设备安全的要求。

2) 后备保护。主保护或断路器拒动时用来切除故障的保护。又分为远后备保护和近后备保护两种。

a) 远后备保护：当主保护或断路器拒动时，由相邻电力设备或线路的保护来实现的后备保护。后备保护指当被保护元件的主保护拒绝动作或退出工作（如调度时），以及相邻元件的保护或断路器拒绝动作时，能保证带一定延时使断路器跳闸以消除故障的保护。例如在图 1-1 中 k3 点故障时，应由装于 QF6 处的保护动作，使断路器 QF6 动作跳闸将故障切除，若由于某种原因使装于 QF6 处的保护或断路器 QF6 拒绝动作，故障就不能消除，这就要求上一段线路装于 QF5 处的保护动作，将断路器 QF5 跳闸，使故障范围不致再扩大，这时 QF5 处保护所起的作用，称为下一段线路的后备保护。后备保护动作虽然是越级动作，但亦应认为是有选择性的保护。

b) 近后备保护：当主保护拒动时，由本电力设备或线路的另一套保护来实现后备的



保护；当断路器拒动时，由断路器失灵保护来实现后备保护。

3) 辅助保护。辅助保护是指能补充主保护和后备保护的不足，或为了缩短切除某部分故障的动作时间，但又不能取代主保护和后备保护，仅起到辅助作用的保护。为补充主保护和后备保护的性能或当主保护和后备保护退出运行而增设的简单保护。

如图 1-3 所示，由 I 段、II 段共同构成的主保护，最长的切除故障时间为 0.5s。如  $k_3$  处故障，保护 P1 I 段拒动，由 II 段作为近后备跳开 QF1。如  $k_1$  处故障，保护 P2 或 QF2 拒动，保护 P1 II 段作为远后备跳开 QF1。 $k_2$  处故障，由保护 P1 III 段保护提供完整的远后备作用。

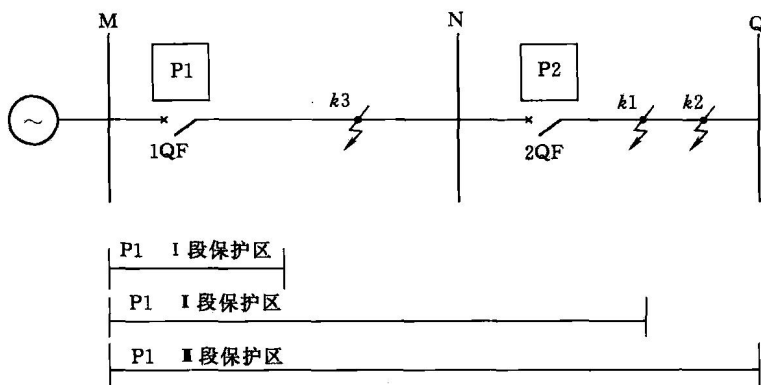


图 1-3 III 段式保护范围

## 1.2 互 感 器

互感器分为电压互感器和电流互感器，它的主要用途是：

- (1) 将二次回路与一次回路隔离，以保证操作人员和二次设备的安全。
- (2) 将被测量或被保护元件的运行工况参数，变换成统一的标准值，以减少测量仪表和继电器的规格品种，使仪表和继电器标准化。

为了人身和设备的安全，互感器的副线圈都应接地，可以防止当互感器绝缘损坏时，在仪表和继电器上出现危险的高电压。

### 1.2.1 电压互感器

#### 1. 原理及结构形式

电压互感器 (TV) 是隔离高电压，供继电保护、自动装置和测量仪表获取一次电压信息的传感器，是一种特殊型式的变换器。

- (1) 容量小 (通常只有几十伏安或几百伏安)。
- (2) 一次侧电压 (即电网电压) 不受二次侧电压的影响。
- (3) 正常运行时近似空载，二次电压基本上等于二次感应电动势。
- (4) 二次侧严禁短路，一次侧、二次侧一般接有熔断器保护。

电压互感器按结构形式分为电磁式电压互感器、电容式电压互感器、光电式互感器。

- (1) 电磁式电压互感器。

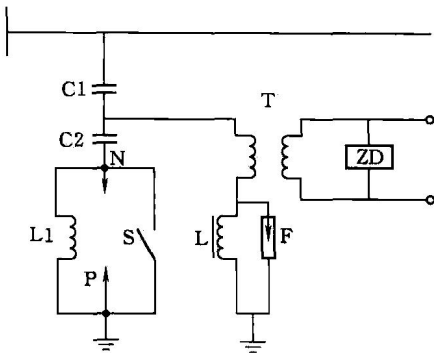


图 1-4 电容式电压互感器原理接线  
 C1—高压电容；C2—中压电容；T—中间变压器；  
 ZD—阻尼器；L—补偿电抗器；F—氧化锌避雷器；  
 L1—排流线圈；P—保护间隙；S—接地开关

1) 优点：结构简单，暂态响应特性较好。  
 2) 缺点：因铁芯的非线性特性，容易产生铁磁谐振，引起测量不准确和造成电压互感器的损坏。

(2) 电容式电压互感器 (CVT)。

1) 优点：没有谐振问题，装在线路上时可以兼作高频通道的结合电容器。

2) 缺点：暂态响应特性较电磁式差。

带载波附件的电容式电压互感器原理接线如图 1-4 所示，电容分压后的电压经 T 变换输出。

(3) 光电式互感器。无饱和，高精度，线性度好，体积小，重量轻，可靠性、安全性高等。光电互感器的采集器单元（包括电流电压传输变换和信号处理等）与电力设备的高电压部分等电位，高低压之间全部使用光纤连接，将一次电流电压转变为小电压信号，就地转换为数字量，通过光纤传输给保护、测量和监控等设备使用。光电式互感器原理见图 1-5。

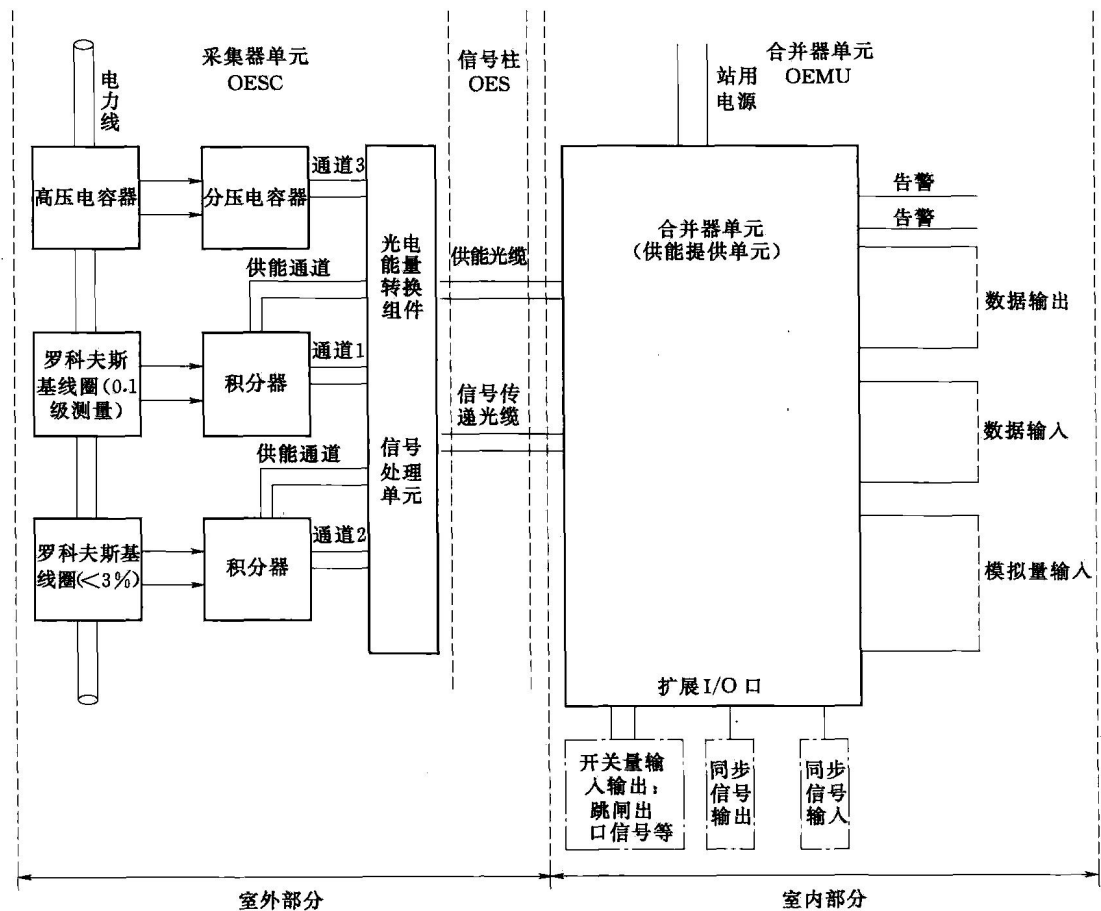
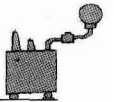


图 1-5 光电式电压互感器原理图



## 2. 电压互感器的变比及误差

以电磁式电压互感器为例分析电压互感器的变比及误差。电磁感应式电压互感器的结构原理、接线和工作特性与变压器相似，主要区别在于互感器容量很小。

电压互感器的额定变比，就是一次、二次额定电压之比。即

$$K_u = \frac{U_{n1}}{U_{n2}} \approx \frac{N_1}{N_2} \quad (1-3)$$

式中  $U_{n1}$ 、 $U_{n2}$  ——电压互感器一次和二次额定电压；

$N_1$ 、 $N_2$  ——电压互感器的一次绕组和二次绕组的匝数。

反映电压互感器准确度的参数是电压互感器的误差，分为电压误差  $\Delta U$  和角误差  $\delta_u$  两种。

电压误差为副边测量电压所求得的数值 ( $U_2 K_u$ ) 与原边实际电压值 ( $U_1$ ) 的差，与原边实际电压  $U_1$  之比的百分值表示

$$\Delta U = \frac{U_2 K_u - U_1}{U_1} \times 100(\%) \quad (1-4)$$

角误差是指电压互感器一次电压向量与反向二次电压向量之间的夹角  $\delta$ 。电压互感器的误差与其励磁电流、二次负荷、功率因数以及电压波形有关。对于测量用电压互感器的标准准确度级有：0.1、0.2、0.5、1.0、3.0 五个等级，继电保护用电压互感器的标准准确度级有 3P 和 6P 两个等级。

由于电压互感器的误差与其二次负荷大小有关，即准确等级与其容量（供给负荷的功率）有关，因此，当电压互感器在超过额定容量的情况下运行，其准确等级将要相应降低。

## 3. 电压互感器的接线图

(1) 图 1-6 为单相电压互感器接线图，在三相装置中只能测量任意两相间线电压。

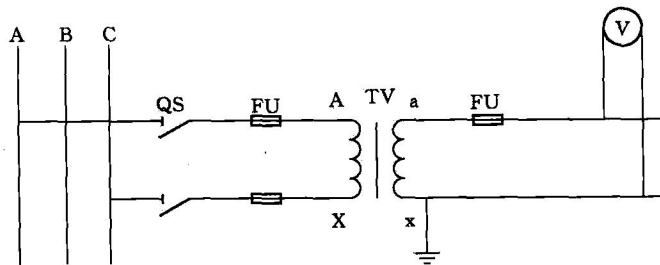


图 1-6 单相电压互感器接线

(2) 图 1-7 为两只单相电压互感器的不完全星形接线图 (V/V 形接线)，用于只需测量线电压的仪表和反应线电压的继电器。这种接线广泛用于中性点不接地或经消弧线圈接地的电力网中。两相不完全星形接线用于 35kV 及以下电压等级小电流接地系统，可以获得 A、C 相电流。

(3) 图 1-8 为三只电压互感器的  $Y_0/Y_0/\Delta$  接线图，一次绕组中性点、二次绕组中性点和辅助二次绕组都应该有一点接地。由于电压互感器一次绕组绝缘是按相电压设计，所以这种接线可以用来接入任何测量仪表和监视电力网对地的绝缘状况。该接线也可以用于 35kV 及以下小接地电流电力网中，但由于这种小接地电流电力网在一次侧



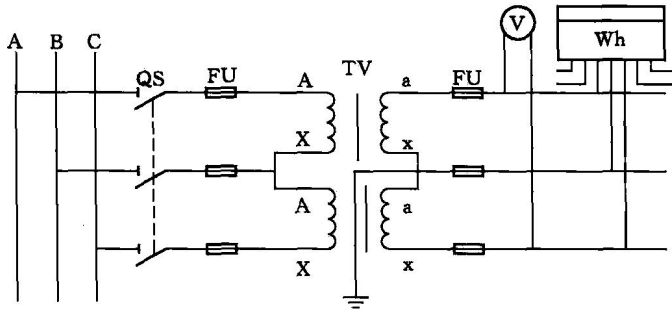
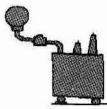


图 1-7 两只电压互感器的 V/V 形接线

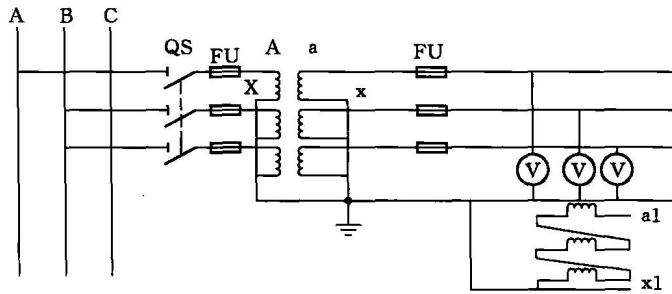


图 1-8 三只单相电压互感器的  $Y_0/Y_0/\Delta$  接线

发生单相接地时，另外两相对地电压要升高到线电压，所以绝缘监视电压表必须按线电压选择。

(4) 图 1-9 为三相五柱式电压互感器的接线，此种接线实质上 and 图 1-7 相同。铁芯增加旁轭是为了提供零序磁通通路，所以设计成五柱式。辅助二次绕组每一相额定电压按  $100/3\text{V}$  设计。

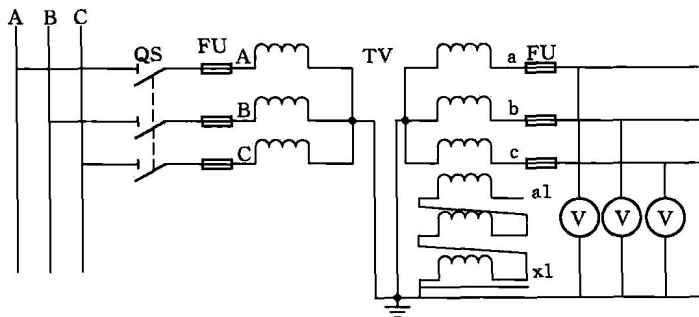


图 1-9 三相五柱式的电压互感器接线

### 1.2.2 电流互感器

#### 1. 电流互感器的特点

电流互感器 (TA) (图 1-10) 作用就是把大电流按比例降到可以用仪表直接测量的数值，以便用仪表直接测量，并作为各种继电保护的信号源，由于其一次、二次绕组之间有足够的绝缘，从而保证所有低压设备与高电压相隔离。电流互感器二次绕组必须与仪