



“十三五”职业教育规划教材

发电厂自动装置 运行与调试

王 灿 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”职业教育规划教材

发电厂自动装置 运行与调试

主 编 王 灿

副主编 王显平

主 审 盛国林



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”职业教育规划教材。在编写上着重理论和实践相结合,切合发电厂自动装置调试和试验的工程实际。全书共分六章,分别介绍了调试基础知识、微机型自动并列装置的原理、微机型自动调节励磁装置、发电厂自动装置实训基地介绍、微机型自动并列装置的调试和同步发电机励磁系统的调试和试验,并附有调试所需的示例图纸。

本书主要作为高职高专院校电力工程类专业、继电保护专业及其相关专业开展一体化教学课程教材,也可供相关专业人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

发电厂自动装置运行与调试/王灿主编. —北京:中国电力出版社, 2016.2

“十三五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-7796-7

I. ①发… II. ①王… III. ①发电厂—自动装置—高等职业教育—教材 IV. ①TM62

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第173982号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年2月第一版 2016年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 13印张 315千字

定价 26.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书根据生产一线应用型高职高专人才需要,将发电厂常见的微机型自动并列装置和自动调节励磁装置的原理,与北京四方的发电厂自动装置运行和调试过程相结合,联系电力生产调试实际,在收集了相关工程技术人员经验和意见的基础上编写的。本书结合了理论教学和现场培训的优势,以能力培养为主,在内容上突出实用性和可操作性,以便培养和提高学生的实际操作能力、分析和解决问题的能力,以及综合运用所学知识的创新能力。本书适合电气、继电保护、电力等相关专业学习和培训,可满足电力系统自动装置课程的理实一体化教学和实验实训教学的需要。

全书共分六章,主要介绍了发电厂自动装置调试过程中涉及的二次图纸的读图、调试仪器和调试工具的使用方法,微机型自动并列装置和自动调节励磁装置的功能、总体构成及各模块的基本工作原理,并以重庆电力高等专科学校发电厂自动装置实训基地为例,介绍该实训基地主要设备的结构、基本原理、使用及操作方法,最后介绍该实训基地中自动并列装置和励磁装置的试验和调试项目及方法。

本书第一章由重庆电力高等专科学校冉懋海编写,第二章至第五章由重庆电力高等专科学校王灿编写,第六章由重庆电力高等专科学校王显平编写。王灿担任主编并负责全书统稿,王显平担任副主编。本书在编写过程中得到了北京四方继保自动化股份有限公司和北京四方吉思电气有限公司相关工程技术人员的支持和帮助,并对本书的编写内容提供了相关资料,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大师生和读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 调试基础知识	1
第一节 二次图纸与端子排	1
第二节 继电保护测试仪	4
第三节 其他仪器仪表	6
第二章 微机型自动并列装置的原理	9
第一节 自动并列装置概述	9
第二节 准同期并列条件	11
第三节 自动准同期装置的基本组成	15
第四节 微机型自动准同期装置工作原理	17
第三章 微机型自动调节励磁装置	32
第一节 励磁系统概述	32
第二节 同步发电机的励磁方式和励磁调节方式	38
第三节 励磁系统中的整流电路	42
第四节 微机型自动励磁调节装置的工作原理	49
第五节 并联运行机组间无功功率的分配	60
第六节 同步发电机的强行励磁和灭磁	64
第四章 发电厂自动装置实训基地介绍	68
第一节 发电厂自动装置实训基地简介	68
第二节 系统稳压电源控制柜介绍	72
第三节 微机励磁调节柜介绍	74
第四节 模拟发电机系统	94
第五节 自动准同期并列柜介绍	98
第六节 负荷及控制设备柜介绍	117
第五章 微机型自动并列装置的调试	120
第一节 并列装置的调试	120
第二节 同步发电机自动准同期综合性实训	125

第六章 同步发电机励磁系统的调试和试验.....	129
第一节 同步发电机励磁系统的静态试验.....	129
第二节 同步发电机励磁系统的动态试验.....	140
附录 A GEC - 300S 控制器开关量和参数定义	143
附录 B GEC - 300S 在线参数整定操作说明	148
附录 C 相关示例图纸	159
参考文献.....	201

第一章 调试基础知识

本章主要对发电厂自动装置调试过程中涉及的二次图纸的读图，调试仪器和调试工具的使用方法进行介绍和说明。

第一节 二次图纸与端子排

二次图纸是现场调试的重要资料，看懂二次图纸是进行相关调试的基础；端子排是控制柜屏体的重要组成部分，是调试接线的主要对象。

一、电气二次图纸

电气二次图纸主要可以分为屏面布置图、电源图、通信原理图、交流原理图、直流原理图和端子排图等。

1. 屏面布置图

屏面布置示意图如图 1-1 所示。

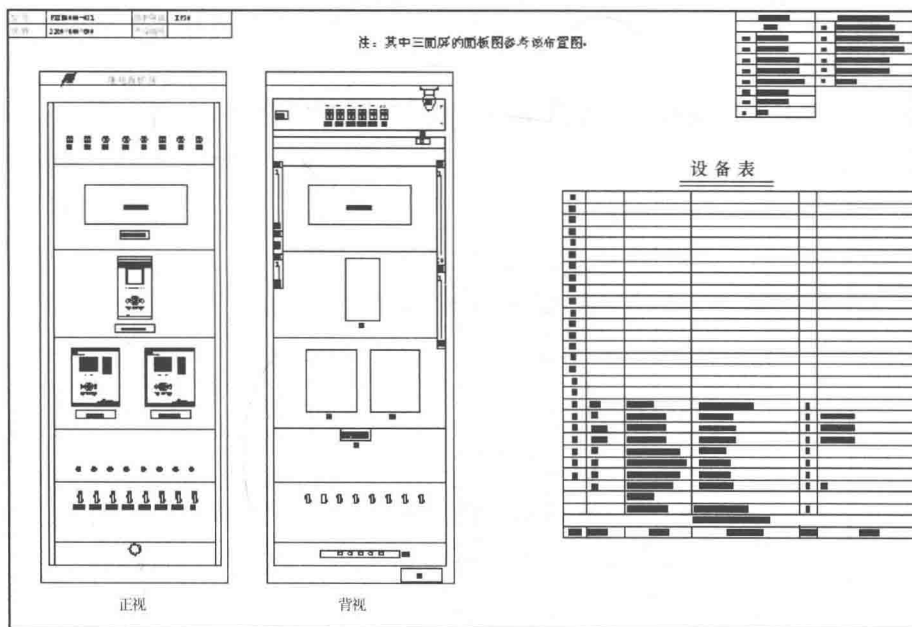


图 1-1 屏面布置示意图

屏面布置图主要是说明整个屏柜上设备安装的位置以及所有元件和设备的型号、编号等，一般来说有三个部分：屏面正视图、屏面背视图和设备表。

2. 电源图

电源图是对屏内设备的供电电源的接线情况进行说明。一般来说，二次系统的供电电源

一般为直流 220V。

3. 交流原理图

交流原理图主要用于说明和保护装置相关模拟量通道情况，如图 1-2 所示。

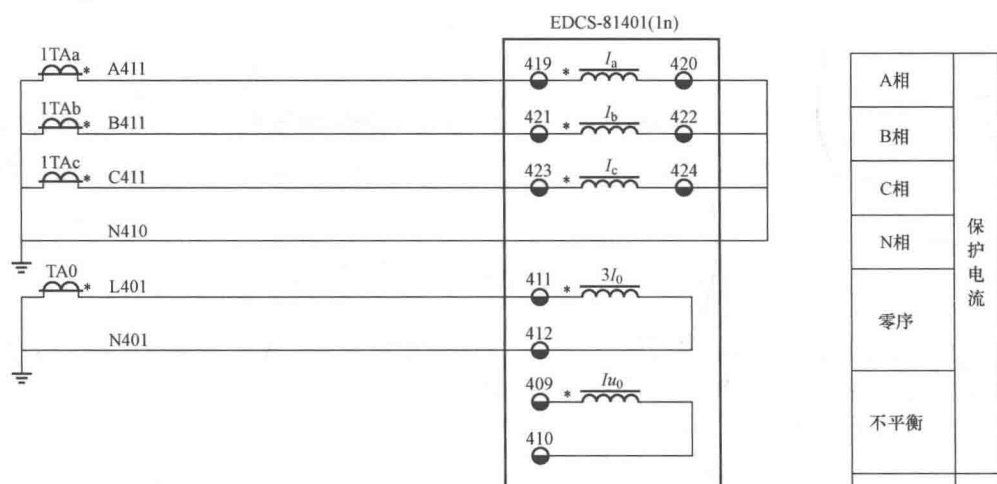


图 1-2 交流原理图（部分）

通过交流原理图，可以获知互感器到继保装置的接线情况。如图 1-2 所示，可以看到保护电流 A 相从互感器 1TAa 上引出，回路编号为 A411，接入装置 EDCS-81401（编号为 1n）的 419 端子。

4. 直流原理图

直流原理图对开关量输入、开关量输出和相关的控制回路进行说明。图 1-3 是开关量

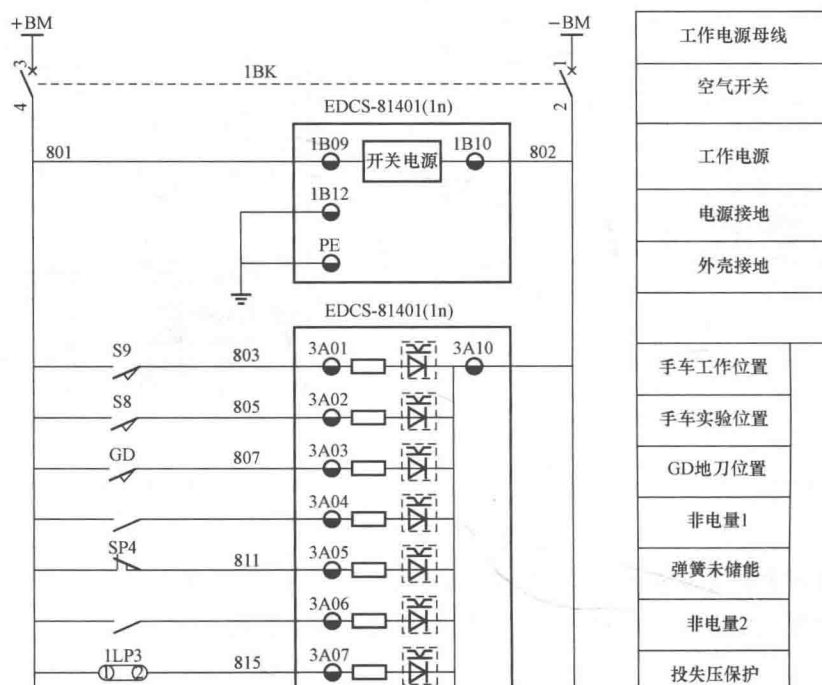


图 1-3 直流原理图（开关量输入）

输入图，对装置的开关量输入端子进行了说明。

图 1-4 是某屏的直流原理图，图中的 D02~D06 均为装置内部的开关量输出出口，其定义在图旁给出了说明。

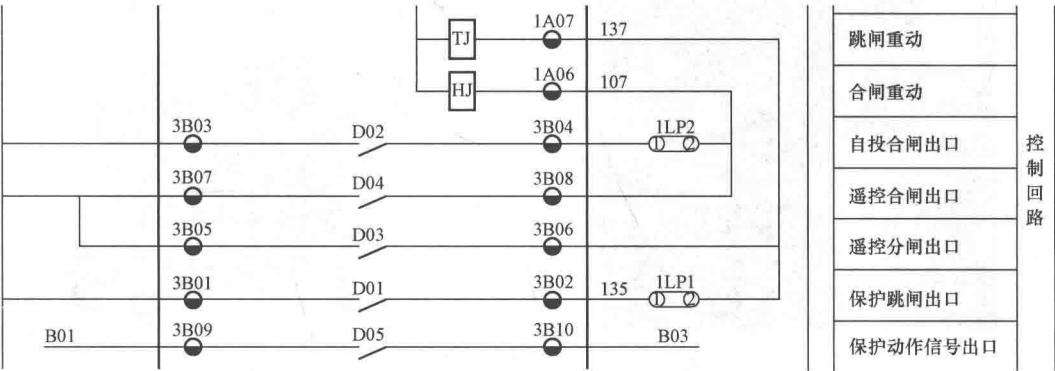


图 1-4 直流原理图（开关量输出及控制回路）

5. 端子排图

屏柜后的端子排是屏内装置同屏外设备进行交互连接的设备，端子排图对所有的二次接线都进行了说明。

图 1-5 是某屏的端子排图（部分）图中 1X 为整个端子排的编号，如第一格端子排表示装置 1n 的 413 端子连接在 1X: 1 端子上，回路标号为 A421。端子排图第 3、4、5 格有纵向连接标志，代表第 3、4、5 格连接在一起。

电容器保护端子排

EDCS-81401(1n)	1X(右)		回路标号	设备标号
1n413	1	测量电流	A421	
1n417	2		C421	
1n414	3		N421	
	4		B421	
1n418	5			
1n419	6	保护电流	A411	
1n421	7		B411	
1n423	8		C411	
1n420	9		N411	
1n422	10			
1n424	11			

图 1-5 端子排图（部分）

二、端子排（实物）

在发电厂自动装置的调试工作中，必然会涉及对端子排进行接线，本部分对端子排进行说明。

图 1-6 是某屏后端子排，上部是试验接线端子，下部为普通连接端子。图 1-7 为连接

端子平面图,其中窗口开闭螺钉可控制接线窗口的开闭,横向连接片可以通断端子排两侧,纵向连接点用于纵向连接,如图1-5中的第3、4、5格就需要进行纵向连接。

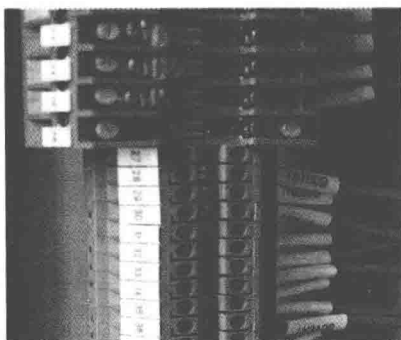


图1-6 端子排(实物)

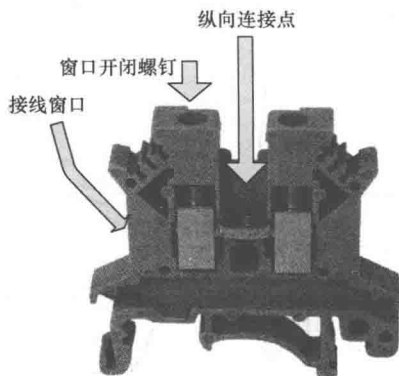


图1-7 连接端子平面图

第二节 继电保护测试仪

继电保护测试仪是对各种保护和自动装置进行校验和检查的专用仪器,是专业从事继电保护和自动装置调试的工作人员应该熟练操作的装置之一。

一、关于继电保护测试仪

1. 工作原理

继电保护测试仪的主要工作原理是可以产生动态可调的电压、电流来模拟电力系统二次的运行情况,将之输出至继电保护装置,观察测试继电保护装置的动作情况,并可以接收动作或返回的信号,准确记录动作或返回的临界值。

2. 测试仪分类

继电保护测试仪按输出电流路数的多少,分为单相电流、三相电流和六路电流输出几种。电流输出路数越多,可以进行的测试项目就越复杂、越丰富。

继电保护测试仪按控制方式的不同可以分为PC机控制和脱机控制两种。PC机控制通过相关的测试仪软件进行,更加直观,测试项目丰富;而脱机控制则摆脱了PC机的束缚,更加方便。

继电保护测试仪按测试方式的不同还可以划分为手动测试和自动测试两类,手动测试由测试人员自己进行调节,改变输出量,一般来说一次只能同时改变一个电气量;自动测试则由测试人员确定变化方向,测试仪自动变化输出量,可以同时改变多个电气量。一些复杂的测试项目必须通过自动测试实现。

另外,继电保护测试仪所做的测试项目还要受输出功率的限制,一般来说,输出功率越大,则输出电流就越大,可以进行测试的项目就越多。

3. 变量与步长

要使用继电保护测试仪进行测试,还必须明确两个概念:变量和步长。变量是指在测试过程中,需要进行改变的量,可以是幅值,也可以是相位或者频率等;步长则是指在测试过

程中,调节一次,变量变化的幅度,步长越小,调节就越精细,相反,调节就越粗略。变量和步长的设置,在手动测试方式中非常重要。

4. 继电保护测试仪的结构

以博电 S10AE 型继电保护测试仪为例对继电保护测试仪的结构进行说明。博电 S10AE 型继电保护测试仪是由重庆博电仪器有限公司研制生产,采用三路电流输出,脱机控制方式,轻便灵活,可以实现一些常规测试项目。

图 1-8 为 S10AE 型继电保护测试仪的结构,其中模拟量输出为三路电流输出、三路电压输出,电压输出范围为 $0\sim 75\text{V}$,精度为 0.01V ,电流输出范围为 $0\sim 12.5\text{A}$,精度为 0.01A ;开关量输入端子为四组,对应指示灯区域相应的指示灯;开关量输出端子一组;功能选择区为多个按钮,可快捷进入相关功能菜单;告警指示区为一组指示灯,指示测试的运行情况以及部分告警;液晶显示屏可以显示测试仪输出以及测试结果返回等信息;试验控制区为两个旋钮、两个按钮,在选定变量时,转动旋钮可以使光标在显示屏内移动,当选定变量后,转动旋钮则可以改变变量的值,控制按钮则控制试验的开始和停止。

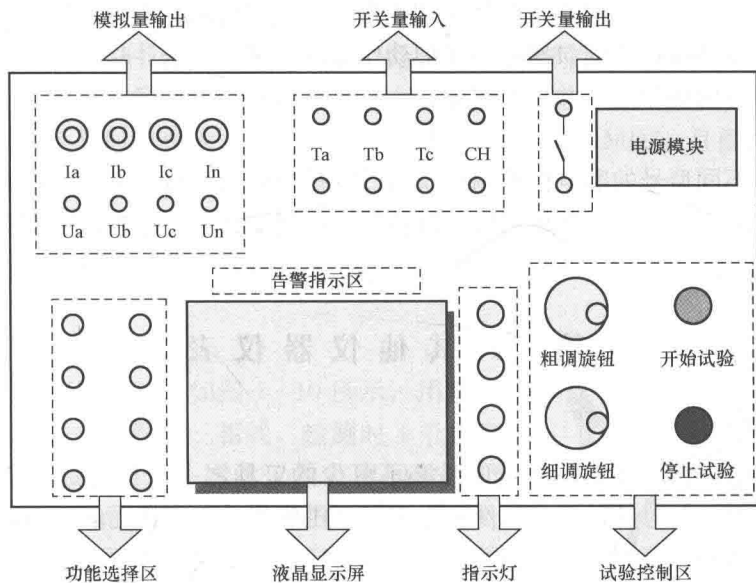


图 1-8 S10AE 型继电保护测试仪结构说明

5. 继电保护测试仪的使用

继电保护测试仪属于精密测试仪器,而非测试电源,在使用过程中应注意以下事项:

- (1) 模拟量输出接线应注意,电流端子尽量避免开路,而电压端子则不允许短路。
- (2) 开关量测试端子应按组成对使用。
- (3) 当测试仪处于模拟量输出状态时,不允许操作任何测试接线。
- (4) 当测试结束或需要暂停时,应该按下停止试验按钮或暂停按钮,避免测试仪长期处于输出状态从而引起过热。
- (5) 根据测试项目合理选择变量和步长。

二、测试项目

1. 测试动作电流或动作电压

将电流或电压作为模拟量输出至继电保护装置，将继电保护装置的相关动作出口作为开关量输入至继电保护测试仪，变量选择为相应的电流或电压幅值，初始值可设定在预期动作值附近，然后开始试验，改变变量往可能动作方向变化，使保护装置动作，返回动作信号，保护测试仪可自动记录动作临界值。

2. 测试相位动作区

同测试动作电流或电压的测试方法类似，但变量应选择为电流或者电压的相角，开始试验后，改变相角，使保护装置动作，记录相角临界值。

3. 测试动作时间

测试出保护装置的動作临界值后，可以进行动作时间测试，功能菜单选择为动作时间测试，将电流或电压作为模拟量输出至继电保护装置，将继电保护装置的相关动作出口作为开关量输入至继电保护测试仪。故障前状态选择输出保护装置不动作的状态，故障一（二）状态选择为保护装置肯定动作的状态后开始试验，确认进入故障状态后，测试仪开始计时，直到测试仪相应的开关量输入端口接收到保护动作出口，同时停止计时，则可以计算出保护装置在此故障状态下的动作延时并显示记录。

4. 其他测试项目

不同厂家和不同型号的继电保护测试仪可以进行的测试项目是不同的，上述三种是手动测试时比较基础的测试项目。其他测试项目包括谐波制动测试、低频减载测试、阻抗输出测试、整组测试等。

第三节 其他仪器仪表

一、万用表

万用表在发电厂自动装置的调试中是必不可少的工具之一，其主要用途有测试回路通断、出口信号有无、电源是否正常以及测量直流电压值等。现在常用的万用表一般都为数字显示型，将测量结果直接显示在屏幕上。

万用表为电工常用工具，在使用过程中应注意以下事项：

(1) 应注意表笔插孔的位置是否与测试项目一致。

(2) 欧姆挡不能直接测量带电部分。

(3) 使用完毕，应将万用表切断电源。

1. 电压的测量

(1) 直流电压的测量。如图 1-9 所示，首先将黑表笔插进“COM”孔，红表笔插进“V Ω ”孔。把旋钮旋到比估计值大的量程（注意：表盘上的数值均为最大量程，“V—”表示直流电压挡，“V $\sim$ ”表示交流电压挡，“A”是电流挡），接着把表笔接电源或电池两端；保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取，若显示为“1.”，则表明量程太小，那么就要加大量程后再测量工业电器。如果在数值



图 1-9 万用表测量直流电压

左边出现“-”，则表明表笔极性与实际电源极性相反，此时红表笔接的是负极。

(2) 交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量一样，不过应该将旋钮打到交流挡“V~”处所需的量程。交流电压无正负之分，测量方法跟前面相同。无论测交流还是直流电压，都需要注意人身安全，不要随使用手触摸表笔的金属部分。

2. 电流的测量

(1) 直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200mA 的电流，则要将红表笔插入“10A”插孔并将旋钮打到直流“10A”挡；若测量小于 200mA 的电流，则将红表笔插入“200mA”插孔，将旋钮打到直流 200mA 以内的合适量程。调整好后，就可以测量了。将万用表串进电路中，保持稳定，即可读数。若显示为“1.”，那么就要加大量程；如果在数值左边出现“-”，则表明电流从黑表笔流进万用表。

(2) 交流电流的测量。测量方法与 1 相同，挡位应该打到交流挡位，电流测量完毕后应将红笔插回“VΩ”孔。

3. 电阻的测量

将表笔插进“COM”和“VΩ”孔中，把旋钮旋到“Ω”中所需的量程，用表笔接在电阻两端金属部位，测量中可以用手接触电阻，但不要把手同时接触电阻两端，会影响测量精确度。读数时，要保持表笔和电阻有良好的接触。注意单位：在“200”挡时单位是“Ω”，在“2k”到“200k”挡时单位为“kΩ”，“2M”以上的单位是“MΩ”。

二、交流三相相序表

交流三相相序表是判别三相相序的仪表，能判别正相、反相、缺相等，并能查找线路断点位置，判别电路是否带电等。交流三相相序表又称相序表、三相相序指示仪、非接触检相器。

1. 相序表的使用方法

(1) 交流三相相序测试。如图 1-10 所示，用相序表的三个钳夹任意夹住预检测的三相线，检测时 4 个相序指示灯按顺时针方向顺次亮灯，同时仪器发出间歇的短鸣音，则所钳相线为正相序；若 4 个相序指示灯按逆时针方向顺次亮灯，同时仪器发出连续的长鸣音，则所钳相线为逆相序。



图 1-10 交流三相相序表

(2) 缺相判断、断线位置查找。用任一钳夹分别钳三相线，若缺相，R-S 或 S-T 灯不会亮。用任一钳夹沿所检修的线路钳测该导线，若钳测点 R-S 或 S-T 灯不亮，则该点前为线路断线处。缩短钳测点的位置，能精确找出出线路的断线位置（断点定位），对线路检修非常方便安全。

2. 相序表使用注意事项

(1) 用于 100V、380V 电压（500V 以下）低压检测时，接地插座可接地，也可不接地，做检测操作时必须按规程要求，至少两个人操作。

(2) 用于 3kV 或以上电压检测时，在操作前先用万用表检查仪表线是导通的，操作杆电阻是良好的，电阻为 10~50MΩ，仪表与绝缘管一定要接触良好（接牢），仪表接地要接触良好（接牢）；检验相序时，三人操作，一人监护；在操作时，人体不得接触仪表及仪表线、高压连线及接地线，并保持安全距离。仪表线不得与外壳（地）接触，并应保持安全距

离。在操作时应严格执行 DL 408—1991《电业安全工作规程（发电厂变电所电气部分）》相关规定。

（3）检测操作应严格按 DL 408—1991《电业安全工作规程（发电厂变电所电气部分）》规定使用、保管、试验。

三、数字示波器

示波器是一种用途十分广泛的电子测量仪器。它能把肉眼看不见的电信号变换成看得见的

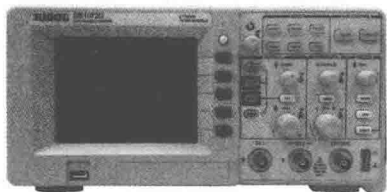


图 1-11 数字示波器外形

的图像，便于研究各种电现象的变化过程。利用示波器能观察各种不同信号幅度随时间变化的波形曲线，还可以用它测试各种不同的电量，如电压、电流、频率、相位差等。示波器分为模拟示波器和数字示波器。数字示波器是利用数据采集、A/D 转换、软件编程等一系列的技术制造出来的高性能示波器，其外形如图 1-11 所示。

其内部带有微处理器，外部装有数字显示器，有的产品在示波管荧光屏上既可显示波形，又可显示字符。被测信号经 A/D 变换器送入数据存储器，通过键盘操作，可对捕获的波形参数的数据，进行加、减、乘、除、求平均值、求平方根值、求均方根值等的运算，并显示出答案数字。

在发电厂自动装置的调试中，示波器可用于观察发电机励磁系统的晶闸管整流波形，观察六个脉冲信号是否存在，检查触发脉冲的形成，预放，及脉冲变压器一、二次侧的信号是否正常，并可与同步电压进行相位的比较，观察脉冲的移相角度、宽度及幅值是否正常。还可用于起励建压试验和小电流试验等对电压、电流、频率、波形进行测量分析。

第二章 微机型自动并列装置的原理

本章主要介绍自动并列装置在电力系统中的重要作用和基本类型；与同期并列相关的基本概念；准同期并列操作的并列条件分析；微机型自动并列装置的功能和组成，各模块的基本工作原理。

第一节 自动并列装置概述

一、并列操作的作用

并列运行的同步发电机，其转子以相同的电角速度旋转，每个发电机转子的相对电角速度都在允许的极限值以内，称为同步运行。一般来说，发电机在没有并入电力系统前，与系统中的其他发电机是不同步的。

电力系统中的负荷是随机变化的，为保证电能质量，并满足安全、经济运行的要求，需经常将发电机投入和退出运行。把一台待投入系统的空载发电机经过必要的调节，在满足并列运行的条件下经断路器操作与系统并列，这样的操作过程称为并列操作。在某些情况下，还要求将已解列为两部分运行的系统进行并列，同样也必须满足并列运行条件才能进行断路器操作。这种操作也是并列操作，其并列操作的基本原理与发电机并列相同，但调节比较复杂，且实现的具体方式有一定的差别。

如图 2-1 表示发电机 G 通过断路器 QF 与系统进行并列操作。

同步发电机的并列操作是较为频繁且重要的操作，不但正常运行时需要它，在系统发生某些事故时，也常常要求将备用发电机组迅速投入电力系统运行，从而恢复整个系统的安全供电。在发电机并列瞬间，往往伴随有冲击电流和冲击功率，这些冲击将使系统电压瞬间下降。如果并列操作不当，冲击电流过大，还可能引起机组大轴发生机械损伤，或者引起机组绕组电气损伤。特别是随着电力系统容量的不断增大，同步发电机的单机容量也越来越大，大型机组不恰当的并列操作将导致更加严重的后果。因此，对同步发电机的并列操作进行研究，提高并列操作的准确性和可靠性，对于系统的可靠运行具有很大的现实意义。

为了避免因并列操作不当而影响电力系统的安全运行，同步发电机组并列时应遵循如下原则：

(1) 发电机组并列瞬间，冲击电流应尽可能小，其瞬时最大值不应超过允许值，一般不超过 1~2 倍的额定电流。

(2) 发电机组并入电力系统后，应能迅速进入同步运行状态，其暂态过程要短，以减小对电力系统的扰动。

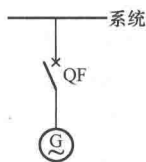


图 2-1 发电机与系统并列

二、同步发电机并列操作的方法

在电力系统中，并列操作的方法主要有准同期并列和自同期并列两种。

(1) 准同期并列。先给待并发电机加励磁，使发电机建立起电压，调整发电机的电压和频率，当与系统电压和频率接近相等时，选择合适的时机，使发电机电压与系统电压之间的相角差接近 0° 时合上并列断路器，将发电机并入电力系统。

按自动化程度不同，准同期并列可分为下列三种操作方式。

1) 手动准同期。发电机的频率调整、电压调整以及合闸操作都是由运行人员手动进行，只是在控制回路中装设了非同期合闸闭锁装置，即同期检定继电器，允许相角差 δ 不超过整定值的合闸操作，用以防止由于运行人员误发合闸脉冲所造成的非同期合闸。

2) 半自动准同期。发电机电压及频率的调整由手动进行，并列装置能自动地检查同期条件，并选择适当的时机发出合闸脉冲。

3) 自动准同期。并列装置能自动地调整频率，至于电压的调整，有些装置能自动地进行，也有一些装置没有设专门的电压自动调节回路，需要靠发电机的自动调节励磁装置或由运行人员手动进行调整。当同期条件满足后，装置能选择合适的时机自动地发出合闸脉冲。

有关规程规定，当采用准同期方式时，一般应装设自动准同期装置和手动准同期装置，并均应带有非同期合闸闭锁装置。对 6MW 及以下发电机，可只设带有非同期合闸闭锁的手动准同期装置。目前，准同期并列方式已成为电力系统中主要的并列方式。

准同期并列的优点是：并列时产生的冲击电流较小，不会使系统电压降低，并列后容易拉入同步，因而在系统中广泛使用。

(2) 自同期并列。自同期并列操作是将未加励磁电流的发电机的转速升到接近额定转速，再投入断路器，然后立即合上励磁开关供给发电机励磁电流，随即将发电机拉入同步。

自同期并列方式的主要优点是操作简单、速度快，在系统发生故障、频率波动较大时，发电机组仍能并列操作并迅速投入电力系统运行，可避免故障扩大，有利于处理系统事故。但应用自同期并列方式将发电机投入系统时，因为发电机未加励磁，没有建立起定子电压，即发电机的感应电动势 E 等于 0，在投入瞬间，相当于系统经过很小的发电机次暂态电抗短路，合闸瞬间发电机定子吸收大量无功功率，所以合闸时的冲击电流较大，导致合闸瞬间系统电压下降较多。

由于同期并列操作是经常进行的，为了避免由于多次使用自同期产生的累积效应而造成发电机绝缘缺陷，应对自同期使用做一定的限制。因此，GB/T 14285—2006《继电保护和安全自动装置技术规程》规定：“在正常运行情况下，同步发电机的并列应采用准同期方式；在故障情况下，水轮发电机可以采用自同期方式。”

但是，发电机母线电压瞬时下降对其他用电设备的正常工作将产生影响，且自同期并列方式不能用于两个系统之间的并列操作，所以自同期并列方法现已很少采用。本章只对准同期并列方法作介绍，不再讨论自同期并列方法。

三、发电厂的同步点

在发电厂内，凡可以进行并列操作的断路器，都称之为电厂的同步点。通常发电机的出口断路器都是同步点，发电机—变压器组用高压侧断路器作为同步点，双绕组变压器用低压侧断路器作为同步点，母联断路器、旁路断路器都应设为同步点。图 2-2 所示的发电厂主接线图中，凡带“*”的断路器均为同步点。

同步点的设置要考虑系统、发电厂、变电站在各种运行方式下操作的灵活方便，也应具体考虑并列操作过程中调节的可行性。

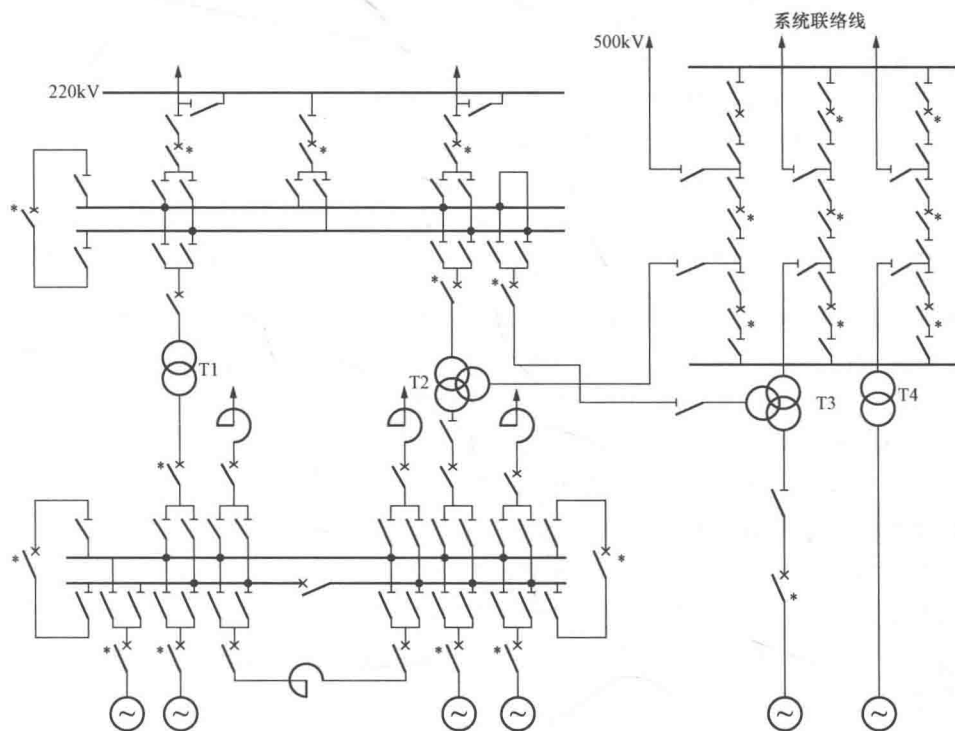


图 2-2 发电厂主接线图 (* 表示同步点)

第二节 准同期并列条件

一、准同期并列条件

准同期并列示意图如图 2-3 所示。

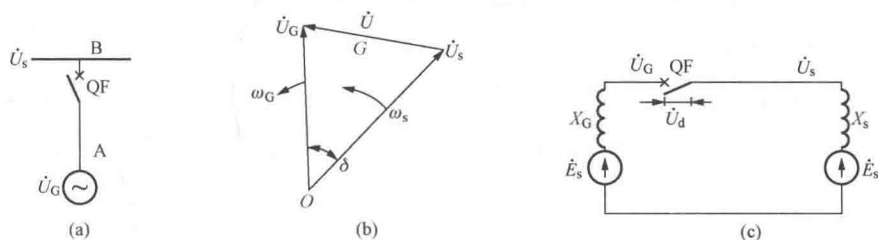


图 2-3 准同期并列示意图

(a) 电路示意图；(b) 相量图；(c) 等值电路图

并列前断路器两侧电压的瞬时值为

发电机侧电压

$$u_G = U_{Gm} \sin(\omega_G t + \varphi_{0G}) \quad (2-1)$$

系统侧电压

$$u_s = U_{sm} \sin(\omega_s t + \varphi_{0s}) \quad (2-2)$$

式中 u_G ——待发电机的电压瞬时值；