



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

电力电子技术 实践指导

刘立平 朱 琮 高可攀 编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

电力电子技术 实践指导

刘立平 朱 琮 高可攀 编
高镠年 主审



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育实验实训规划教材（电力技术类）。

本书共分三章，主要包括 DKSZ-1 型电力电子实验系统简介、电力电子技术基础实验和电力电子技术综合实验。全书设计编写了 14 个基础性实验，其中包括晶闸管整流与触发技术基本实验 6 个、全控整流与有源逆变实验 2 个、交流调压实验 2 个、逆变与变频器实验 2 个、自关断器件与直流斩波电路 2 个。此外，还编写了 4 个电力电子综合应用性实验。共计实验项目 18 个，这不仅可以满足电力电子技术课程的基本实验要求，还可满足学生实习与综合训练要求。

本书可作为高职高专电力技术类专业的电力电子技术课程实验教材，还可作为从事相关工作的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力电子技术实践指导/刘立平, 朱琼, 高可攀编. —北京:
中国电力出版社, 2009

普通高等教育实验实训规划教材. 电力技术类
ISBN 978-7-5083-8118-3

I. 电… II. ①刘…②朱…③高… III. 电力电子学—高等
学校—教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 181431 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 5.25 印张 123 千字

定价 9.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

电力电子技术是以电力为对象的电子技术,它是一门利用电力电子器件对电能进行电压、电流、频率和波形等方面控制和变换的学科,是电力、电子与控制三大电气工程技术之间的交叉学科。电力电子技术是目前最活跃、发展最快的一门新兴学科。随着科学技术的发展,电力电子技术又与现代控制理论、材料科学、电机工程、微电子技术等许多领域密切相关,正逐步向一门多学科、互渗透的综合性技术学科发展。

运用现代电力电子技术,可以高效、精确地实现大功率电能的变换与传输,可以大幅度地节能,降低损耗。在资源日益匮乏的今天,这些优点尤为重要,因此,电力电子技术在国民经济建设中发挥着越来越大的作用。

电力电子技术实质上是一门实验技术,而实验是检验理论的最重要的手段。对学生来说,实验质量的好坏直接关系到理论学习的成效。学校为学生创造良好的实验条件,让学生在良好的实验环境中来完成精心编排的各种实验项目,这将极大提高其对理论的理解能力、动手实践能力和研究创新能力。

本书以DKSZ-1型电力电子技术实验系统为依托。该实验系统不仅可以进行晶闸管整流、逆变、交流调压和直流斩波等方面的基本型实验,还可以进行单、双闭环晶闸管直流调速系统,双闭环三相异步电机调压调速系统等综合型实验,学生还能以此实验装置为平台,自主做一些设计型、研究型的实验。

本书由刘立平、朱琼和高可攀合编,第1章和第2章2.1~2.7由刘立平编写,概述和第2章2.8~2.14由朱琼编写,高可攀编写了第3章,刘立平负责统稿。华北电力大学的高镠年教授认真、仔细地审阅了全书,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳切希望读者批评指正。

编 者

2008年10月于保定



目

录

前言

概述	1
第1章 DKSZ-1型电力电子实验系统简介	4
第1节 DKSZ-1系统参数介绍	4
第2节 主控制屏 DK01 介绍	4
第3节 控制柜介绍	7
第4节 基本实验挂箱组件	10
第5节 专用实验挂箱组件	13
第2章 电力电子技术基础实验	15
第1节 单晶体管触发电路	15
第2节 正弦波同步移相触发电路	17
第3节 锯齿波同步移相触发电路	19
第4节 单相半波可控整流电路	22
第5节 单相半控桥式整流电路	25
第6节 单相全控桥式整流及有源逆变电路	28
第7节 三相半波可控整流电路	31
第8节 三相桥式全控整流及有源逆变电路	33
第9节 单相交流调压电路	36
第10节 三相交流调压电路	39
第11节 单相并联逆变电路	41
第12节 正弦波脉宽调制 (SPWM) 变频调速系统	43
第13节 直流斩波电路	48
第14节 自关断器件及其驱动与保护电路	51
第3章 电力电子综合应用实验	58
第1节 单闭环晶闸管直流调速系统	58
第2节 双闭环晶闸管不可逆直流调速系统	65
第3节 逻辑无环流可逆直流调速系统	68
第4节 双闭环三相异步电机调压调速系统	75
参考文献	78

概 述

电力电子技术是以电力变换为主要研究对象和内容的一门工程技术。对电能进行变换和控制的目的是为了更方便、更为有效地使用电能,使电能更好地为人们服务。按照美国 IEEE 电力电子学会的定义,电力电子技术是有效地使用功率半导体器件,应用电路和控制理论以及分析开发工具,实现对电能高效的变换和控制的一门技术,它包括电压、电流、频率和波形等方面的变换。国际电工委员会认为,电力电子技术就是应用于电力领域的电子技术,它是电气工程三大领域:电力、电子和控制之间的边缘学科。

与其他理论课程不同,电力电子技术非常强调实践性,而电力电子技术实验是《电力电子技术》课程的实践内容,是课程的重要组成部分。通过这些实验,可以加深对理论的理解,培养和提高学生的实际动手能力、分析问题和解决问题的能力以及严肃认真、实事求是的科学作风。因此,从某种程度上讲,如果不做电力电子技术实验,是无法掌握电力电子技术知识的。因此,做好电力电子技术实验是掌握电力电子技术知识的重要环节之一。

一、实验内容与要求

本书设计编写了 18 个实验。其中,电力电子技术方面的基础性实验 14 个,可选做单相整流电路及各类触发电路、三相全控整流电路及有源逆变电路、交流调压电路、SPWM 变频电路、自关断电力电子器件的驱动与保护电路以及直流斩波电路等实验。在此基础上,还可完成单闭环晶闸管直流调速系统、双闭环晶闸管不可逆直流调速系统、逻辑无环流可逆直流调速系统、双闭环三相异步电机调压调速系统综合应用性实验,以满足学生基本实验与综合训练要求。

电力电子技术实验的内容较多、较新,实验系统也比较复杂,具有较强的系统性。因此,要求学生在实验中应学会运用所学理论知识去分析和解决实际系统中出现的各种问题,提高动手能力;同时通过具体实验来验证理论,促使理论和实际相结合,使认识不断提高、深化。具体地说,就是要求学生在完成特定的实验后,应具备以下能力:

- (1) 了解电力电子变流装置的主电路、触发或驱动电路的构成及调试方法。
- (2) 熟悉并掌握基本实验设备、测试仪器仪表的性能和使用方法。
- (3) 能根据要求,在电力电子实验装置上搭接具体实验线路,列出实验步骤。
- (4) 能够运用理论知识对实验现象、结果进行分析和处理,解决实验中遇到的问题。
- (5) 能够综合实验数据,解释实验现象,编写实验报告。

二、实验前的准备

实验准备即为实验的预习阶段,是保证实验能顺利进行的必要步骤。每次实验前都应进行预习,从而提高实验质量和效率,否则就有可能在实验时不知如何下手,浪费时间,完不成实验要求,甚至损坏实验装置。因此,实验前应做到:

- (1) 复习教材中与实验有关的内容,熟悉与本次实验有关的理论知识。
- (2) 阅读实验指导教材,了解本次实验的目的和内容;掌握本次实验系统的工作原理和方法。

(3) 写出预习报告,其中包括实验系统的详细接线图、实验步骤、数据记录表格。

(4) 了解实验中所需用的实验装置、测试仪器和仪表。

(5) 进行实验分组,一般情况下,电力电子技术实验分组为每组 2~3 人为佳。班级人数较多时,可适当增加每组人数。

三、实验过程及注意事项

在完成理论、实验预习等环节后,就可进入实验的具体实施阶段。一般实验包括以下过程:

(1) 实验开始前,指导教师对学生的预习报告进行检查,了解学生是否对本次实验的目的、内容和方法有所了解。只有满足了此要求后,方能允许实验开始。

(2) 指导教师对实验装置进行介绍,要求学生熟悉本次实验所使用的实验设备、仪器,明确这些设备的功能、使用方法。

(3) 按实验小组进行实验。实验小组成员应进行明确的分工,每个人的任务在实验进行中可以进行轮换,以便实验参加者都能够全面掌握实验技术,提高动手能力。

(4) 按预习报告中的实验系统详细线路图进行接线,一般情况下,接线次序为先主电路、后控制电路;先串联、后并联。在进行综合性实验时,也可由几人同时进行主电路和控制电路的接线。

(5) 完成实验系统接线后,必须进行自查。串联回路从电源的某一端出发,按回路逐项检查各个仪表、设备、负载的位置和极性是否正确;并联支路则检查其两端的连接点是否在指定的位置。距离较远的两端必须选用长导线直接跨接,不能用两根导线在实验装置上的某接线端进行过渡连接。自查完成后,须经指导教师复查后方可合闸通电,开始实验。

(6) 实验时,应按实验教材提出的要求和步骤,逐项进行实验和操作。除做阶跃启动的实验外,系统启动前,应使负载电阻值最大,给定电位器应处于零位;测试点的分布应均匀;改接线路时,必须拉闸,断开电源。实验中应观察实验现象是否正常,所得数据是否合理,实验结果是否与理论相一致。

(7) 本次实验内容全部完成后,应请指导教师检查实验数据、记录波形。在经指导教师认可后方可拆除接线。离开实验室前,应整理好连接线、仪器仪表、工具,使之物归原处。

在实验中要注意以下事项:

(1) 应在断电的状态下连接导线。禁止带电插拔导线,否则,稍有不慎,将发生人身安全或设备损坏的重大事故。同时,这也是同学们必须养成的良好工作习惯。

(2) 实验系统接线完毕后,一定要进行自查,组内同学应轮流反复核对。待确认无误后,再经实验指导老师检查,方可通电实验。

(3) 双踪示波器两个探头的接“地”点是相通的。因此,在测量两个不同的波形时,要求一只探头的接地夹接“地”,另一只探头的接地夹悬空不接。以保证两个探头的“地”是同一点。当然,没有共同点的两个波形是不能同时测量的。这点要特别注意,否则,将发生损坏设备的情况。

(4) 实验中得到的数据和波形图,有时会 and 理论值与波形有较大差别,应该实事求是予以记录,不得故意向理论靠拢。当得出的数据和波图形与理论有很大的出入时,应当仔细分析、查找原因,或重做实验,或及时报告实验指导老师,请求指导。

(5) 遵循安全第一的原则,严格遵守实验室安全操作规程。实验前,应首先弄清电源开

关的位置及操作方法。发生异常情况后,应首先切断电源,保持现场,及时报告实验指导老师等待解决。

(6) 实验室内,每一组实验设备都配有固定数量的仪器、导线等。一定要禁止未经实验指导老师同意,擅自乱拿其他组的仪器、导线的现象,否则,将要引起实验教学秩序的混乱。如果仪器或导线等发生问题,应报告实验指导老师,等待处理。

(7) 实验时间往往比较紧凑,同一实验组内的同学应分工明确、紧密配合、高效利用时间。实验数据、图表应保管好。

(8) 遵守实验时间,不得迟到和早退,实验过程中,不得随意离开。要保持实验室安静、整洁。实验完毕,要整理好仪器,拆除导线放回原处。经实验指导老师同意后,方可离开。

此外,每个实验项目中,根据实验的具体特点应列出的几点注意事项。

四、实验总结

实验的最后阶段是实验总结,即对实验数据进行整理、绘制波形和图表、分析讨论实验现象。每个实验参与者都要独立完成一份实验报告,实验报告是以文字的形式对实验进行全面总结。

实验报告的编写应持严肃认真、实事求是的科学态度,一定要做到书写认真、图表清晰、数据真实。如果实验结果与理论有较大出入时,不得随意修改实验数据和结果,不得用凑数据的方法来向理论靠拢,而是应用理论知识来分析实验数据和结果,解释实验现象,并分析出引起较大误差的原因。

实验报告一般应包含如下内容:

(1) 实验课程名称,实验项目名称,实验学生专业、班级、姓名、学号、同组者姓名,实验时间、地点及实验指导老师姓名。

(2) 实验目的、实验原理、实验内容、实验线路图等。

(3) 记录实验设备、仪器、仪表的型号、规格、铭牌数据及实验装置编号等。

(4) 实验数据的整理、列表、计算,并列出计算所用的计算公式。

(5) 画出与实验数据相对应的特性曲线及记录的波形。

(6) 用理论知识对实验结果进行分析总结,得出明确的结论。

(7) 对实验中出现的某些现象、遇到的问题进行分析、讨论,写出心得体会,并对实验提出自己的建议和改进措施。

第1章 DKSZ-1 型电力电子实验系统简介

本章主要介绍 DKSZ-1 型电力电子实验系统和各个实验挂箱面板的设置、实验功能。

第1节 DKSZ-1 系统参数介绍

DKSZ-1 型电力电子实验系统是新一代综合性的实验系统。本实验系统采用挂箱式结构；各个不同内容的单元实验电路板，都做成模块式挂箱，可根据实验的需要，自由组合。故结构紧凑，使用方便。

对于电力电子器件、电力电子电路的四类变换形式均有典型电路实验内容，并根据电力电子技术的发展和有关教学内容的更新，安排了新的实验内容。在实验模块设计中，为学生提供了自主设计的空间。

模块挂箱内的实验电路板最大限度地采用了集成电路，尽可能少地采用分立元件，故可靠性和一致性较高。实验系统的背面开门，可使维修保养方便快捷。

一、技术参数

- (1) 输入电源：三相四线， $380\text{V} \pm 10\%$ ， $(50 \pm 1)\text{Hz}$ 。
- (2) 工作环境的条件：环境温度范围为 $-5 \sim 40^\circ\text{C}$ ；相对湿度 $< 75\%$ (25°C)；海拔 $< 1000\text{m}$ 。
- (3) 装机容量： $< 1\text{kV} \cdot \text{A}$ 。
- (4) 电机容量： $< 200\text{W}$ 。
- (5) 外形尺寸：长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $= 1.8\text{m} \times 0.72\text{m} \times 1.6\text{m}$ 。

二、配置的实验机组

- (1) 直流电动机：185W，220V，1.16A，1600r/min。
- (2) 直流发电机：100W，200V，0.5A，1600r/min。
- (3) 笼式异步电机：100W，220V (Δ)，0.48A，1420r/min。
- (4) 直流测速发电机：CFY 型，2400r/min， $48\text{V} \pm 10\%$ 。

第2节 主控制屏 DK01 介绍

一、电源部分

主控制屏电源部分面板如图 1.1 所示。在面板上布置了主电路电源、低压直流电源输出端及控制开关、励磁电源输出端、交流电压表、交流电流表、转速表、直流电压表、直流电流表等。

(一) 主电路电源

主电路电源由面板上部的按钮开关控制，按“闭合”按钮，则主电路电源接通，“主电路电源输出”端 A2、B2、C2 带电。三相交流电源电压由左上部的交流电压表指示，并由“交流

电源电压指示”开关控制,可以分别观测到 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} 三个线电压的大小,从而可以判断电源工作是否正常。

三相主电路电源输出端装有三相电流互感器,为电流反馈,零电流检测、过流保护等提供电流信号,其输出端 TA1、TA2、TA3 已通过内部连线接至 DK02 组件挂箱中电流变换器的相应输入端。

主电路电源的输出电压由“调速电源选择开关”控制:当开关置“直流调速”档时,A2、B2、C2 输出线电压为 220V;当开关置“交流调速”档时,A2、B2、C2 输出线电压为 250V。

(二) 励磁电源

若开关拨向“开”,则励磁电源输出为 220V 的直流电压,并有发光二极管指示电源是否正常,励磁电源由 0.5A 熔丝保护。励磁电源为直流电机提供励磁电流。由于励磁电源的容量有限,一般不作为其他直流电源使用。

(三) 低压直流控制电源

低压直流控制电源由面板左上角的“低压控制电源”开关控制,其包括 $\pm 15V$ 、 $+5V$ 及两组 $+24V$ 低压直流控制电源。其中 $\pm 15V$ 电源作为控制系统的电源;一组与 $\pm 15V$ 共地的 $+24V$ 作为脉冲功放级电源,同时连线至 DK01 上的五芯插座,另一组地线单独的 $24V$ 连线接至 DK01 左边面板上的输出插口; $+5V$ 电源为交、直流调速系统进行微机控制实验提供了条件。

(四) 脉冲选择及工作状态

在面板中间有“触发电路脉冲指示”及“II 桥工作状态指示”。

当“触发电路脉冲指示”指示为“宽”时,晶闸管上的触发脉冲为后沿固定、前沿可变的宽脉冲链;当“触发脉冲指示”指示为“窄”时,晶闸管上触发脉冲为互差 60° 的双窄脉冲。

当“II 桥工作状态指示”为“变频”时,II 组晶闸管上的触发脉冲来自 DK06 组件挂箱上环形分配器产生的逆变器触发脉冲;当“II 桥工作状态指示”为“其他”时,II 组晶闸管上的触发脉冲为来自 GT (变流桥触发电路) 板的双窄脉冲。“触发电路脉冲指示”和“II 桥工作状态指示”由控制柜内 GT 板和 AP2 (脉冲放大器) 板上的钮子开关来分别控制。

(五) 面板仪表

电源面板下部设置有 $\pm 2000r/min$ 的转速表、 $\pm 300V$ 直流电压表, $\pm 2A$ 的直流电流

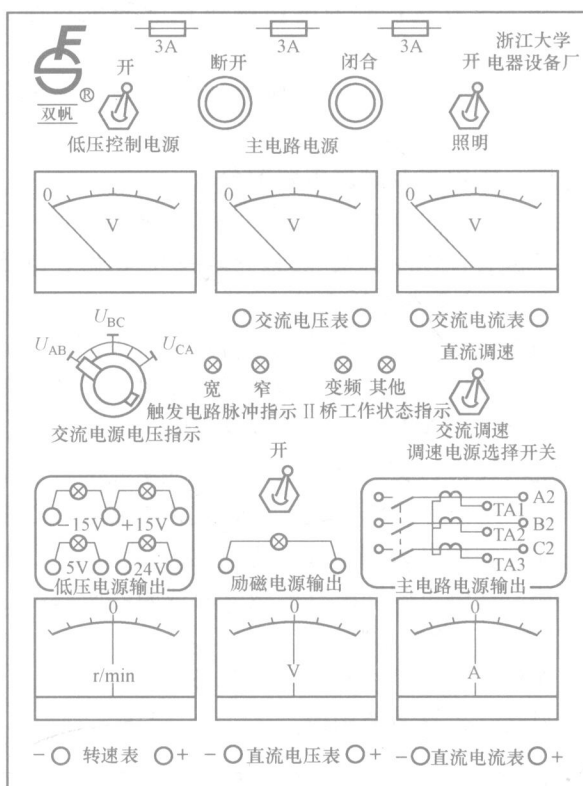


图 1.1 主控制屏电源部分面板图

表,均为中零式,能为可逆调速系统提供转速、电压、电流指示。转速表的输入信号为测速发电机的输出信号,如实际转速与指示转速不相符,可打开控制屏后盖,调节表后部的电位器进行校正。面板上部有交流电压表和交流电流表,可供交流调速系统实验时使用。

二、主电路及触发电路部分

主控制屏主电路及触发电路部分面板如图 1.2 所示。该面板布置了 12 只晶闸管、6 只整流二极管,以及触发电路、脉冲功放电路、同步变压器、电抗器等。

(一) 功率半导体元件

面板上有两组晶闸管变流桥,其中 VT1~VT6 为 VF 正组桥(I组桥),由 KP5-8 型晶闸管元件构成,一般可作为不可逆、可逆系统的正桥,交一直一交变频器的整流部分均使用正组元件;由 VT1'~VT6' 组成 VR 反组桥(II组桥),元件为 KP5-12 型晶闸管,可作为可逆系统的反桥、交一直一交变频器的逆变部分使用反组元件;同时还配置了 6 只整流二极管 VD1~VD6,可用作串联二极管式逆变器中的二极管,也可构成不可控整流桥作为直流电源,元件的型号为 KZ5-10。以上功率半导体元件均配置有阻容吸收、熔丝保护,电源侧、直流环节和电机侧均配有压敏电阻或阻容吸收等过电压保护装置。

(二) 同步变压器

面板上部为同步变压器,其连线已在内部接好,连接组为 Dy1。可在“同步电源观察孔”观察同步电源的相位。

(三) 电抗器

主回路中使用的平波电抗器 L 位于面板的中间,共有 4 档电感值,分别为 50、100、200、700mH,可根据实验需要进行选择。

(四) 触发电路

面板上有 GTF 正组(I组)触发脉冲装置和 GTR 反组(II组)触发脉冲装置,分别通过开关接至 VF 正组晶闸管和 VR 反组晶闸管的门极、阴极。

开关拨向“接通”时,晶闸管上接有触发脉冲;开关拨向“断开”时,晶闸管上没有触发脉冲。

正、反组的脉冲功放电路分别由 U_{b1f} 和 U_{b1r} 控制,将 U_{b1f} 、 U_{b1r} 接地,则相应的脉冲功放级开放,晶闸管上有脉冲; U_{b1f} 、 U_{b1r} 悬空,则相应的晶闸管无脉冲。此外,每个晶闸管的触发信号还可受对应钮子开关控制。

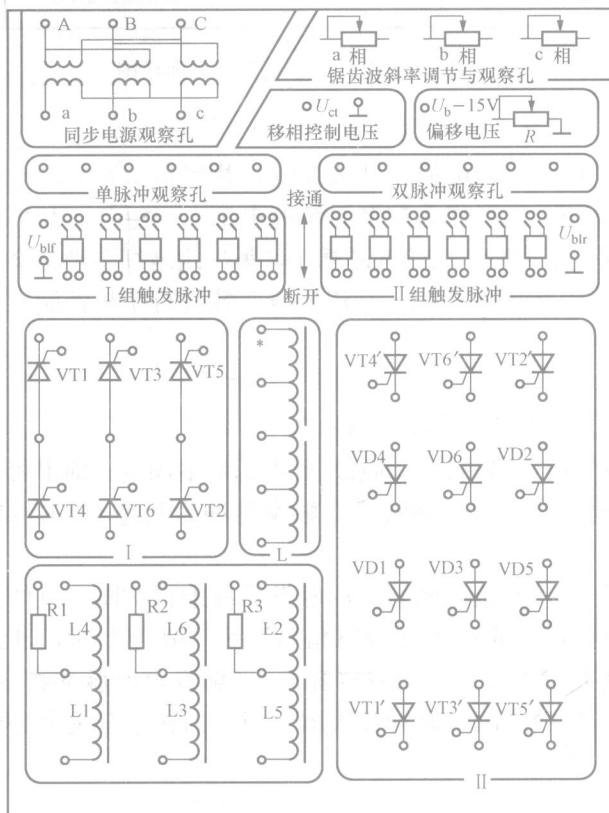


图 1.2 主控制屏主电路及触发电路部分面板图

开关上方有“单脉冲观察孔”和“双脉冲观察孔”，这两组观察孔只观察正组变流桥的触发脉冲。当“触发电路脉冲指示”为“窄”时，在此两组观察孔中观察到的分别是单脉冲和互差为 60° 的双脉冲；当“触发电路脉冲指示”为“宽”时，则观察到的是后沿固定、前沿可变的宽脉冲链。

面板右上角有“锯齿波斜率调节与观察孔”、“移相控制电压”和“偏移电压”。从锯齿波斜率调节观察孔中能观察到集成电路 A、B、C 三相的锯齿波，调节相应的电位器可使锯齿波发生变化，A、B、C 三相的锯齿波斜率应该相同。偏移电压调节电位器可调节偏移电压 U_b 的数值。移相控制电压输入端应接实验时所需的移相电压 U_{ct} 。

(五) 串联电感及电阻

在面板的左下角安放三组供串联电感式变频调速系统实验时用的电感及电阻。

第3节 控制柜介绍

控制柜的左面装有主控制屏 DK01，右面是组件挂箱的安装架，其下部装有 5 芯、9 芯及 14 芯插座，通过连线与有关挂箱相连，其中 DK10、DK20 组件挂箱使用 5 芯插座，DK17、DK18 组件挂箱直接接 220V 交流电源，其余使用 9 芯插座。控制柜上部有照明日光灯，由主控制屏电源部分面板右上角的“照明”开关控制。

控制柜的左、右两侧均装有三相电源和单相电源插座，方便用户使用示波器等仪器。

控制柜内（即主控制屏 DK01 后面）装有实验装置所需的变压器、电抗器、电流互感器、阻容吸收、压敏电阻、熔断器及各种功率半导体元件。触发电路（GT）、正组脉冲功放电路（AP1）、反组脉冲功放电路（AP2）也装在控制柜内。

一、触发电路

触发电路（GT）为变流桥触发脉冲移相与形成电路，其原理线路如图 1.3 所示。

在由 KC04、KC42、KC41 集成触发芯片电路的基础上，增加由 CD4066、CD4069 等芯片构成的模拟开关，以控制输出触发脉冲的形式。当 GT 板上的开关拨向“窄脉冲”时，主控制屏面板上的“触发电路脉冲指示”指示“窄”，触发电路输出三相六路互差 60° 的双窄脉冲，以实现一般的三相变流桥的触发控制；当开关拨向“宽脉冲”时，“触发电路脉冲指示”指示“宽”，触发电路输出三相六路后沿固定、前沿可变的宽脉冲链（最大脉宽接近 180° ），用于三相交流调压调速时反并联晶闸管触发。

二、正、反组脉冲功放电路

由触发电路（GT）产生的脉冲需经脉冲功放电路送到相应的晶闸管的门极、阴极。正组脉冲功放电路（AP1）的原理图如图 1.4 所示，由 GT 板输出的 GT1 信号经功放电路中的 VT1、VT2 三极管放大后，由脉冲变压器输出至晶闸管的 VT1 门极和阴极。电路中，脉冲输出控制端 B_{bf} 在 DK01 面板上设有接线孔。当其接地时即可使图 1.4 中三极管 VT2 导通，脉冲变压器输出脉冲；否则，脉冲变压器无脉冲输出。GT2~GT6 信号的功放原理与 GT1 完全相同。

图 1.5 为反组脉冲功放电路（AP2）的原理图，其功放电路部分与 AP1 相同，只是在输入端加上了 CD4066 模拟开关，用来控制输出脉冲形式，用钮子开关来控制 CD4066 的

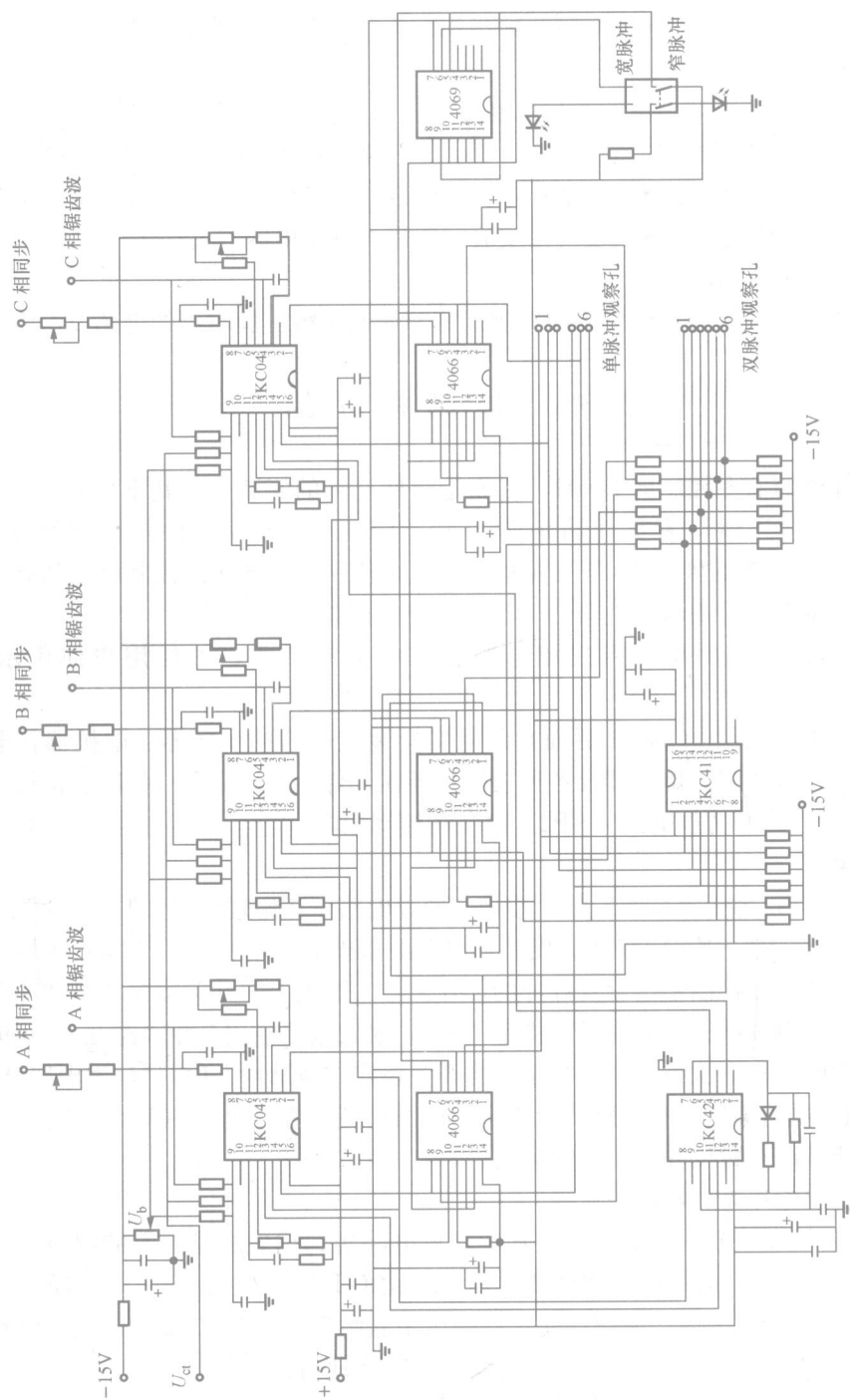


图1.3 变流桥触发电路原理图

开通情况。当开关拨至“变频”时，DK01 面板上的“Ⅱ桥工作状态指示”指示“变频”，功放级输入为来自环形分配器的六路互差 60° 的 120° 宽脉冲链，经放大后输至逆变器的晶闸管，用以完成变频调速系统的各项实验；当开关拨至“其他”时，“Ⅱ桥工作状态指示”指示“其他”，则功放电路输入常规三相六路双窄脉冲，使反组桥作为一般的三相可控桥工作，完成双桥反并联的直流可逆调速系统等实验。

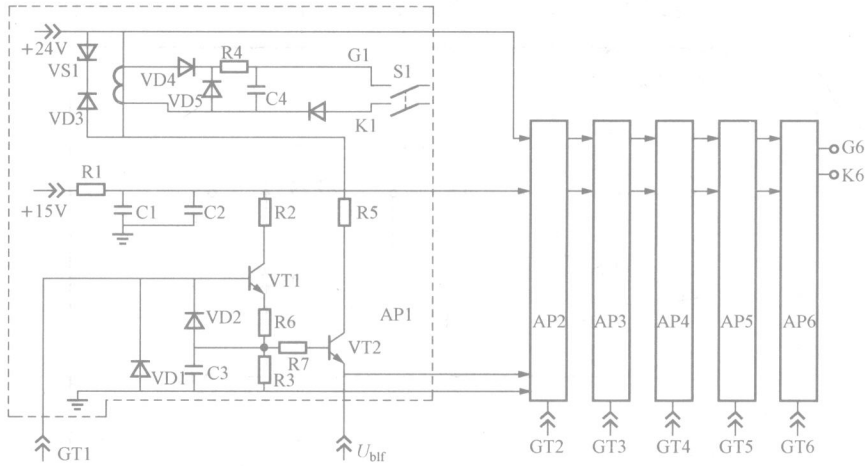


图 1.4 正组脉冲功放电路的原理图

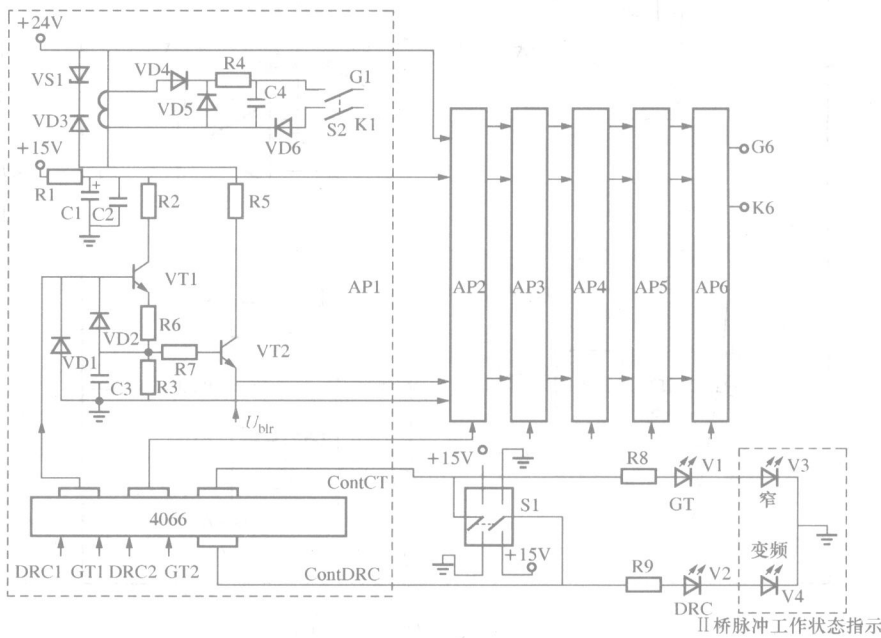


图 1.5 反组脉冲功放电路的原理图

第4节 基本实验挂箱组件

一、DK10 组件挂箱

如图 1.6 所示, DK10 直流斩波器组件挂箱分为斩波器主电路和脉宽调制器两部分。专用于直流斩波电路实验, 电路工作原理详见第 2 章第 13 节。

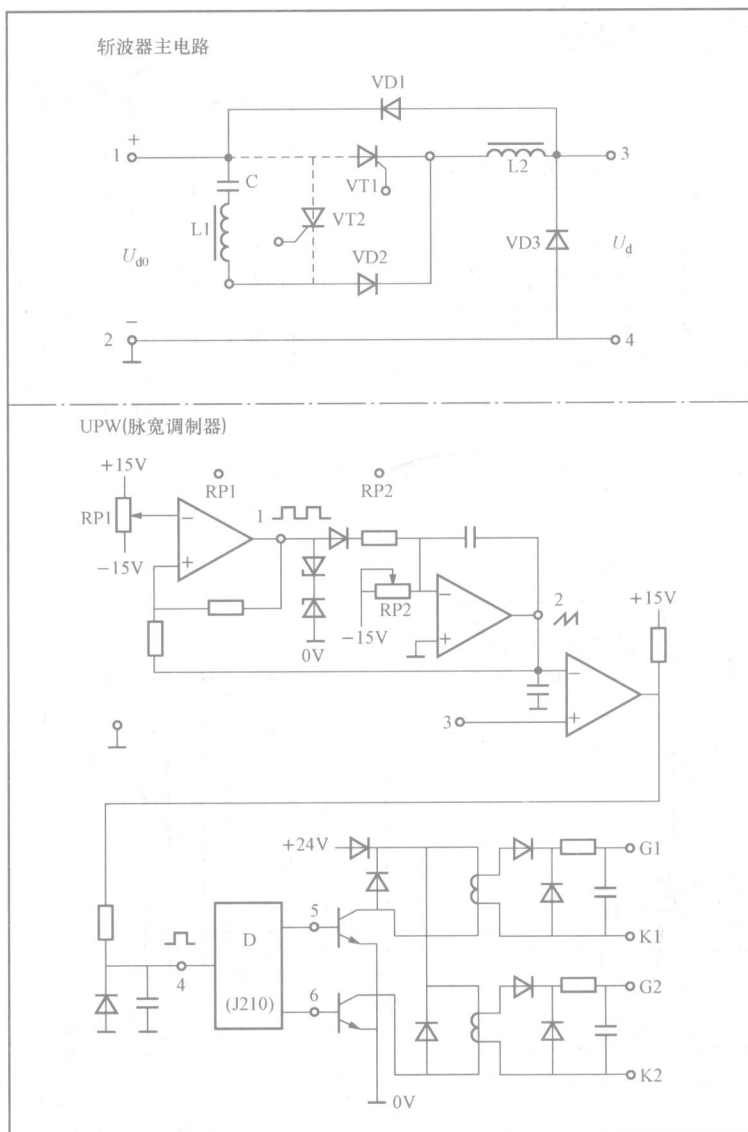


图 1.6 DK10 组件挂箱面板图

二、DK11 组件挂箱

DK11 组件挂箱 (晶闸管触发电路) 为晶闸管触发电路专用挂箱。如图 1.7 所示, 包括单结晶体管触发、正弦波同步移相触发、锯齿波同步移相触发三个电路。面板左上方装有同步变压器一次绕组的接线柱, 下有“触发选择开关”, 可根据需要选择“单结管”、“正弦波”、“锯齿波”。

齿波”等触发电路。各个触发电路的工作原理分别详见第2章第1、2、3节。根据不同单相可控整流电路实验的要求,该挂箱的电路作为晶闸管触发脉冲信号发生电路可供选择和使用。

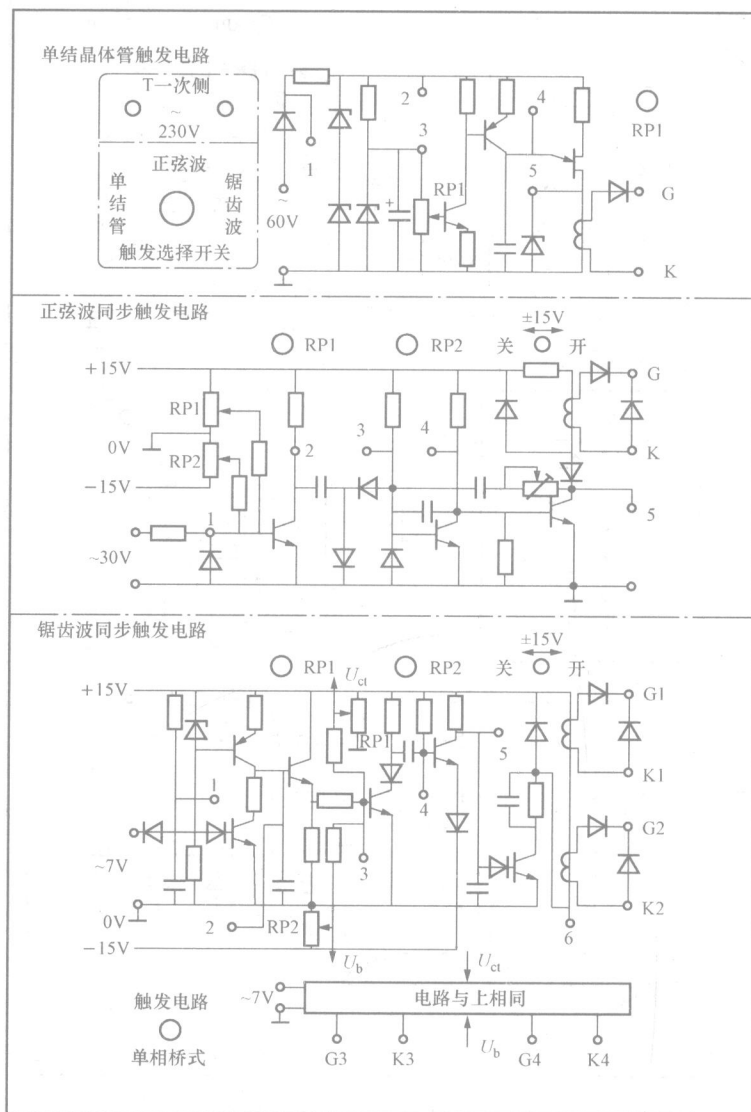


图 1.7 DK11 组件挂箱面板图

三、DK12 组件挂箱

如图 1.8 所示, DK12 组件挂箱包括单相交流调压触发电路和单相并联逆变触发电路,可分别实现单相交流调压电路实验和单相并联逆变电路实验,电路工作原理分别详见第 2 章第 9、11 节。

四、DK14 组件挂箱 (三相组式变压器)

DK14 组件挂箱为三相组式变压器挂箱,如图 1.9 所示。它主要应用于单相桥式、三相桥式有源逆变电路实验中,也在异步电机串级调速系统中作为逆变变压器使用,该变压器有两套二次绕组,一、二次绕组的电压为 220V/110V/55V。

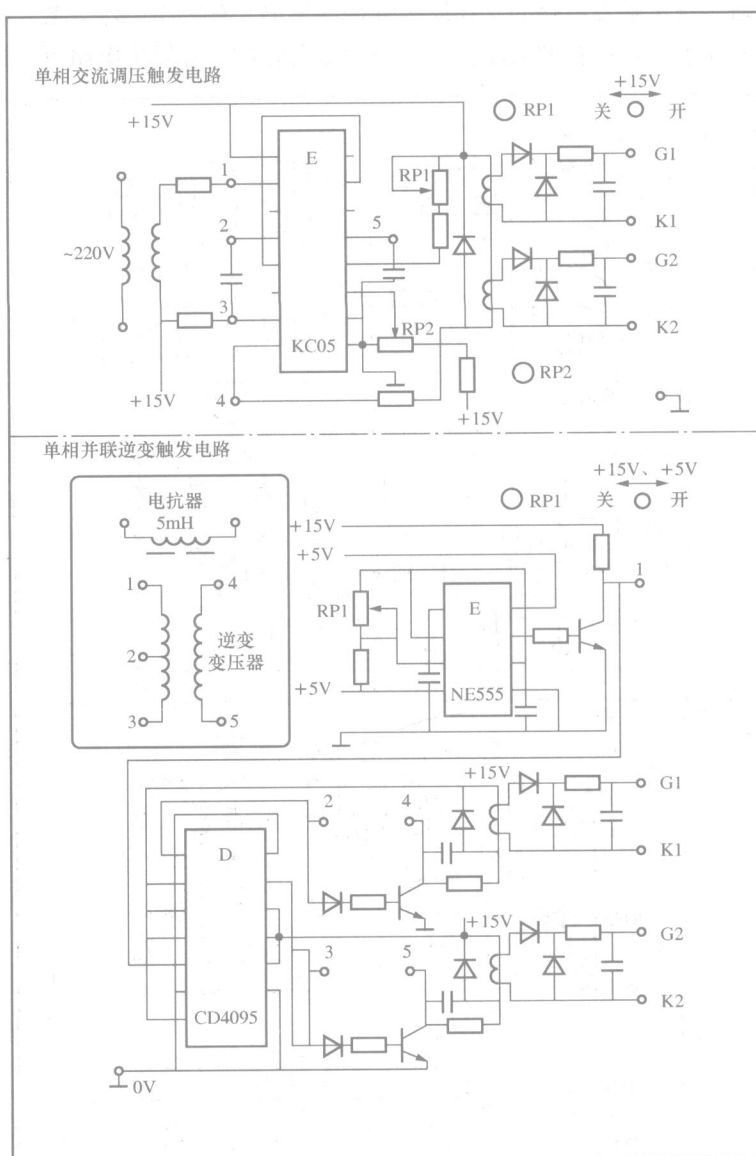


图 1.8 DK12 组件挂箱面板图

五、DK15 组件挂箱（可调电容器）

DK15 组件挂箱为可变电容挂箱，如图 1.10 所示。它可作为各调节器的外接电容，电容数值可根据需要选定。

可变电容箱上装有钮子开关和琴键开关。钮子开关分别对各自的电容组有效，将开关拨向“C 接通”位置即表示已将钮子开关下标的电容值接入该电容组；拨向“C 断开”位置，则表示将该电容断开，琴键开关则对 6 组的电容有效，按下上面的琴键开关，则表示已将下标的电容值分别接入上面的几组电容组。

DK15 组件挂箱共有 6 组电容，其中 4 组电容的电容值在 $0.1 \sim 7.9 \mu\text{F}$ 之间可调，另 2 组电容的电容值在 $0.1 \sim 0.9 \mu\text{F}$ 之间可调。