



高等学校电子与通信类专业“十三五”规划教材

电工电子 技术课程设计

主 编	徐英鸽				
副主编	任继红	张宇			
参 编	孙长飞	杨婷	寇雪芹	王亮亮	



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

内 容 简 介

本书共 7 章, 主要内容包括电工电子技术课程设计基础、常用电工电子元器件和仪器、电工技术课程设计、模拟电子技术课程设计、数字电子技术课程设计、Multisim 10.0 软件及应用、电工电子技术课程设计题目选编等。

本书可作为高等学校各专业电工电子技术课程设计的教材, 也可作为大学生参加全国大学生电子设计竞赛的参考书, 还可作为电工电子技术工程技术人员及广大电工电子技术爱好者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术课程设计/徐英鸽主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2015.9

高等学校电子与通信类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3861-4

I. ① 电… II. ① 徐… III. ① 电工技术—课程设计—高等学校—教材 ② 电子技术—课程设计—高等学校—教材 IV. ① TM-41 ② TN-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 233419 号

策 划 戚文艳

责任编辑 戚文艳

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 8.5

字 数 198 千字

印 数 1~2000 册

定 价 15.00 元

ISBN 978-7-5606-3861-4/TM

XDUP 4153001-1

如有印装问题可调换

前 言

电工电子技术课程设计是配合电工学课程与电工电子实验教学的一个非常重要的实践教学环节。通过对该环节的学习,巩固和加深学生在电工学课程中所学的理论知识及电工电子实验课中所掌握的实验技能,掌握常用电子仪器仪表的使用方法,体会电子电路的设计、安装和调试过程,培养学生综合运用所学理论知识解决实际问题的能力。

本书共 7 章。第 1 章为电工电子技术课程设计基础,包括电工电子技术课程设计的目的与要求、方法与步骤、教学安排、成绩的评定、设计报告要求等;第 2 章为常用电工电子元器件和仪器,包括常用低压电器、常用电子元器件、常用电子仪器、常用集成电路等;第 3 章为电工技术课程设计,包括电气控制电路基础、电气控制电路的设计方法、可编程控制器及其应用等;第 4 章为模拟电子技术课程设计,包括模拟电路设计的基本方法、模拟电路课程设计实例;第 5 章为数字电子技术课程设计,包括数字电路设计的基本方法、数字电路课程设计实例;第 6 章为 Multisim10.0 软件及应用,包括 Multisim10.0 基本功能简介、Multisim10.0 常用虚拟仪器的使用、Multisim10.0 电路建立过程及应用实例;第 7 章为电工电子技术课程设计题目选编。

本书由西安建筑科技大学机电学院电工电子教研室的部分老师合作编写,其中第 1 章由徐英鸽、张宇编写,第 2 章由孙长飞、任继红、杨婷编写,第 3 章由任继红、徐英鸽、张宇编写,第 4 章由徐英鸽、王亮亮编写,第 5 章由张宇编写,第 6 章由徐英鸽、寇雪芹编写,第 7 章由徐英鸽、张宇编写。全书由徐英鸽统稿。

本书在编写过程中得到了西安建筑科技大学机电学院电工电子教研室其他老师的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

本书可作为高等学校非电专业电工电子技术课程设计的教材,也可作为大学生参加全国大学生电子设计竞赛的参考书,还可作为电工电子技术工程技术人员及广大电工电子技术爱好者的参考书。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,殷切希望读者给予批评指正。

编 者

2015 年 5 月

目 录

第 1 章 电工电子技术课程设计基础	1
1.1 电工电子技术课程设计的目的与要求	1
1.2 电工电子技术课程设计教学安排	1
1.3 电工电子技术课程设计的方法	2
1.4 电工电子技术课程设计报告要求	4
1.5 课程设计报告模板	4
第 2 章 常用电工电子元器件和仪器	9
2.1 常用低压电器	9
2.2 常用电子元器件	15
2.3 常用电子仪器	18
2.4 常用集成电路	21
第 3 章 电工技术课程设计	39
3.1 电气控制电路基础	39
3.2 电气控制电路的设计方法	46
3.3 可编程控制器及其应用	57
第 4 章 模拟电子技术课程设计	66
4.1 模拟电路设计的基本方法——函数信号发生器的设计	66
4.2 模拟电路课程设计实例	70
第 5 章 数字电子技术课程设计	79
5.1 数字电路设计的基本方法	79
5.2 数字电路课程设计实例——数字电子钟逻辑电路设计	86
第 6 章 Multisim10.0 软件及应用	91
6.1 Multisim10.0 基本功能简介	91
6.2 Multisim10.0 常用虚拟仪器的使用	94
6.3 Multisim10.0 电路建立过程	98
6.4 Multisim10.0 应用实例	101

第7章 电工电子技术课程设计题目选编 111

7.1 电工技术课程设计题选 111

7.2 模拟电路课程设计题选 118

7.3 数字电路课程设计题选 123

参考文献 130

第1章 电工电子技术课程设计基础

1.1 电工电子技术课程设计的目的与要求

电工电子技术课程设计是学生学习了电工学课程,完成了电工电子实验课之后进行的一项综合性实践活动,是电工学课程教学中一个十分重要的教学环节。学生通过参与设计和搭建一个实用电子产品雏形,能够加深对电工学理论基础的认识,巩固在实验中掌握的基本技能,训练在电子产品制作时的动手能力。学生通过对该课程的学习,能够设计出符合任务要求的电路,掌握通用电工电子电路的一般设计方法和步骤,训练并提高在文献检索、资料利用、方案比较和元器件选择等方面的综合能力,同时为毕业设计和毕业以后从事科研及开发工作打下一定的基础。

一般非电专业电工电子技术课程设计的学时较短,可根据各院系专业教学的实际情况,灵活选择课题。课程设计应达到如下基本要求:

- (1) 巩固和加强电工学课程中所学的基本理论和基本方法。
- (2) 掌握电工电子电路的一般设计方法。
- (3) 提高电工电子实验技能及仪器的使用能力。
- (4) 掌握电工电子电路布局、安装、调试和排除故障的能力。
- (5) 掌握仿真软件的使用。
- (6) 能够写出完整的课程设计总结报告。

1.2 电工电子技术课程设计教学安排

电工电子技术课程设计作为一门重要的实践课程,学校一般已经将其纳入教学计划,时间为1~2周。按照教学要求,学生应在规定的时间内,在老师指导下,完成课程设计教学内容,最后由老师根据学生的完成情况给出成绩。课程设计教学包含以下几个方面。

1. 选择设计题目,确定设计方案

课程设计题目可根据具体情况由指导老师指定,或者由学生在所给课题中选择。学生应了解课程设计的内容要求,明确应该完成的任务。

学生应该针对课程设计题目中提出的问题进行独立设计,包括电路分析比较、设计计算、元器件选型,并初步提出设计构想。指导老师检查学生的设计方案,对设计思路和方案进行指导,对设计中的问题及时指导修正。

2. 绘制电路图,仿真分析

用计算机画出电路图并进行仿真实验,对具体的电路进行详细的分析与研究,如有问题或需要提高的地方,要及时解决和改进。

3. 电路安装、调试

经过仿真分析或实验后,可以进入电路的安装和整机的调试阶段。按设计方案,选择元器件,制作电路 PCB 板,在电路板上搭接电路,完成电路安装。然后对电路试运行,测试电路性能指标,并通过反复调试使之满足设计要求。

4. 课程设计考核与评分

课程设计的考核应该综合学生在课程设计各阶段的情况给出总成绩,成绩分为优、良、中、及格、不及格五等,并计入成绩册。

课程设计的考核及评分建议:

(1) 课程设计的理论设计部分(50%): 方案选择的科学性、实用性,计算的准确性,调试方案的合理性等。

(2) 课程设计的实践制作水平(30%): 电路安装、调试,完成这一过程的速度,实际动手能力的综合体现。

(3) 课程设计的说明书(报告)(20%): 按照课程设计报告格式,完成 3000 字以上说明书,清晰合理地总结成绩与教训。

1.3 电工电子技术课程设计的方法

电工电子技术课程设计的一般方法和步骤是:首先必须明确设计任务,分析设计任务和性能指标,根据任务进行方案选择;接着对方案中的各部分进行单元电路的设计、参数计算和器件选择;然后将各部分连接在一起,画出一个符合设计要求的完整系统电路图;最后进行仿真实验和性能测试。实际设计过程中往往需要反复进行以上各步骤,才能达到设计要求,具体情况需要灵活掌握。

1. 方案设计

1) 拟订设计方案框图

对设计任务进行具体分析,充分了解设计的性能、指标内容及要求,以便明确设计任务。把设计任务分配给若干个单元电路,并画出一个能表示各个单元功能的整机原理框图,然后画出系统框图中每个框的名称、信号的流向、各框图间的接口等。

2) 方案的分析与比较

所拟的方案可以有多种,因此要对这些方案进行分析和比较。比较方案的标准有三种:一是技术指标的比较,哪一种方案完成的技术指标最完善;二是电路简易性的比较,哪一

种方案在完成技术指标的条件下,最简单、最容易实现;三是经济指标的比较,在完成上述指标的情况下,选择价格低廉的方案。经过比较后确定一个最佳方案。

2. 单元电路的设计和器件的选择

单元电路是整机的一部分,只有把各单元电路设计好才能提高整体设计水平。每个单元电路设计前都需明确本单元电路的设计任务,详细拟订出单元电路的性能指标、与前后级电路之间的关系,并分析电路的组成形式。具体设计时,可以模仿成熟的先进电路,并在此基础上进行创新或改进,但都必须保证满足性能要求。单元电路设计不仅要合理,而且各单元电路间也要相互配合,并注意各部分的输入信号、输出信号和控制信号的关系。

为保证单元电路达到功能指标要求,就需要用电工电子技术知识对参数进行计算。例如,放大电路中各阻值、放大倍数的计算,振荡器中电阻、电容、振荡频率等参数的计算。只有很好地理解电路的工作原理,正确利用计算公式,计算的参数才能满足设计要求。

器件选择时需要注意以下几点:

(1) 阻容元件的选择。电阻和电容种类很多,正确选择电阻和电容是很重要的。不同的电路对电阻和电容性能要求也不同,有些电路对电容的漏电要求很严,还有些电路对电阻、电容的性能和容量要求很高。例如,滤波电路中常用大容量铝电解电容,为滤掉高频通常还需要并联小容量瓷片电容。设计时要根据电路的要求选择性能和参数合适的阻容元件,并要注意功能、容量、频率和耐压范围是否满足要求。

(2) 分立元件的选择。分立元件包括二极管、晶体三极管、场效应管、光电二(三)极管、晶闸管等。根据其用途分别进行选择,器件种类不同,注意事项也不同。例如,选择晶体管时,首先注意选择是 NPN 型管还是 PNP 型管,是高频管还是低频管,是大功率管还是小功率管,并注意管子的参数是否满足电路设计指标的要求。

(3) 集成电路的选择。由于集成电路可以实现很多单元电路甚至整机电路的功能,所以选用集成电路来设计单元电路和总体电路既方便又灵活,它不仅使系统体积缩小,而且性能可靠,便于调试和运用,在设计电路时颇受欢迎。集成电路有模拟集成电路和数字集成电路。国内外已生产出大量集成电路,其器件的型号、原理、功能、特征可查阅有关器件手册。选择的集成电路不仅要在功能和特性上能实现设计方案,而且要满足功耗、电压、速度、价格等多方面的要求。

3. 总体设计

总体设计时需要注意以下两点:

(1) 把各单元电路连接起来,注意各单元电路的接口、耦合等情况,然后画出完整的电气原理图。

(2) 列出所需用元件的明细表。

以上步骤采用计算机设计和仿真,利用软件对所需设计的电路进行仿真和调试。

4. 安装和调试

根据电路设计的元器件参数,在 Multisim、Protel 等仿真软件上对所设计的电路和监控软件进行仿真模拟试验,调试技术参数并使之达到功能要求。

安装与调试过程应按照先局部后整体的原则,根据信号的流向逐块调试,使各功能模块都达到各自技术指标的要求,然后把它们连接起来进行统调和系统调试。调试包括调整

与测试两个部分。调整主要是调节电路中可变元器件参数或更换器件,使电路性能得到改善。测试时采用电子仪器测量相关点的数据与波形,以便准确判断设计电路的性能是否满足要求。装配前必须对元器件进行性能参数测试。根据设计任务的不同,有时需要进行印制电路板设计制作,并在印制电路板上进行装配调试。

5. 总结报告

课程设计总结报告包括对课程设计中产生的各种图表和资料的汇总,以及对设计过程的全面系统的总结,把实践经验上升到理论的高度。

1.4 电工电子技术课程设计报告要求

每位学生在课程设计中,根据设计任务,从选择设计方案开始,进行电路设计;选择合适的器件,画出设计电路图;通过安装、调试,直至实现任务要求的全部功能。对电路要求布局合理,走线清晰,工作可靠,经验收合格后,写出完整的课程设计报告。设计报告的字数不得少于 3000 字,通常应包括下列内容:

- (1) 设计任务和技术指标。
- (2) 对各种设计方案的论证和电路工作原理的介绍。
- (3) 各单元电路的设计和元件参数的计算。
- (4) 电路原理图和接线图,并列出元件明细表。
- (5) 实际电路的性能指标测试结果,画出必要的表格和曲线。
- (6) 安装和调试过程中出现的各种问题及解决办法。
- (7) 说明本设计的特点和存在的问题,提出改进设计的意见。
- (8) 本次课程设计的收获与体会。

1.5 课程设计报告模板

下面给出一个课程设计报告的模板,读者可以学习参考。

西安××大学

课程设计报告

课程设计题目_____

学 院 _____

专 业 班 级 _____

姓 名 _____

学 号 _____

指 导 教 师 _____

年 月 日

目 录

1	设计任务、要求以及文献综述.....	1
2	原理叙述和设计方案.....	1
2.1	设计方案选择和论证.....	1
2.2	电路的功能框图及其说明.....	1
2.3	功能块及单元电路的设计、计算.....	1
2.4	总体电路原理图.....	2
3	电路的仿真与调试.....	2
3.1	电路仿真.....	2
3.2	调试中出现的问题及解决方法.....	2
3.3	测试数据的记录与分析.....	2
4	制作与调试(评分重点).....	2
4.1	PCB 版图和元件清单、实物照片.....	2
4.2	调试方法和过程、测试结果波形图.....	2
4.3	制作与调试过程中遇到的问题及解决办法.....	2
5	心得体会.....	2
6	参考文献.....	2

模 板 说 明

1. 设计任务、要求以及文献综述

在该部分中叙述：设计题目的重要性及意义；对题目中要求的电路功能进行的简单分析，包括所制作的电子装置在国内外的应用与发展。

2. 原理叙述和实际方案

注意，文章中使用到的图、表必须有图名、表名及序号。

2.1 设计方案选择和论证

利用所学的理论知识，查阅相关资料，提出多种设计方案进行比较。

2.2 电路的功能框图及其说明

根据原理正确、易于实现的原则确定设计方案，画出总体设计功能框图，并加以说明。

2.3 功能块及其单元电路的设计、计算

根据功能设计和技术指标要求，确定每个功能块应选择的单元电路，并合理选择功能块之间的耦合方式。

对各功能块选择的单元电路分别进行设计，计算出满足功能及技术指标要求的电路，包括元器件选择和电路静态、动态参数的计算等，并要求对单元电路之间的适配进行设计与核算，主要是考虑阻抗匹配，以便提高输出功率、效率以及信噪比等。

2.4 总体电路原理图

画出完整的电路原理图。

3. 电路的仿真与调试

该部分包括：电路仿真和调试。

3.1 电路仿真

利用电子线路仿真软件 Multisim、Protel 等，将所设计的电路原理图在系统界面下创建并用其仪器库中的模拟仪表进行仿真测试。若发现问题，应立刻修改参数，重新调试直至得到满意的设计结果。

3.2 调试中出现的问题及解决方法

说明调试方法与所用的仪器、调试中出现的问题或故障分析及解决措施。

3.3 测试数据的记录与分析

记录测量的数据并加以分析。

4. 制作与调试(评分重点)

4.1 PCB 版图和元件清单、实物照片

4.2 调试方法和过程、测试结果波形图

4.3 制作与调试过程中遇到的问题及解决办法

5. 心得体会

内容包括收获、体会及改进想法等。

6. 参考文献

在“课程设计报告”的最后应附上所参考的相关文献。参考文献格式如下:

- [1] 刘沛津.电工电子技术实验及实训教程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2014.
- [2] 寇雪琴.基于信息技术的“电子技术”课程教学改革与实践[J]. 中国电力教育, 2009, (7): 84-85.

第2章 常用电工电子元器件和仪器

2.1 常用低压电器

当前国内较多地采用继电器、接触器及按钮等控制电气来实现对电动机或其他电气设备的接通或断开。这种控制系统一般称为继电接触器控制系统，它是一种有触点的控制。继电接触器控制系统中所用的元件均属于低压电器元件。低压电器元件是指在交流额定电压为 1200 V 以下，直流电压为 1500 V 以下的工作环境中使用的电器元件。

本节主要介绍几种常用的低压电器的功能和用法。

1. 刀开关和组合开关

1) 刀开关

刀开关是结构最简单的一种手动电器，如图 2.1 所示，它由静夹座、手柄、熔丝等组成。用于不频繁接通和分断电路，或用来将电路和电源隔离，因此又称为“隔离开关”。

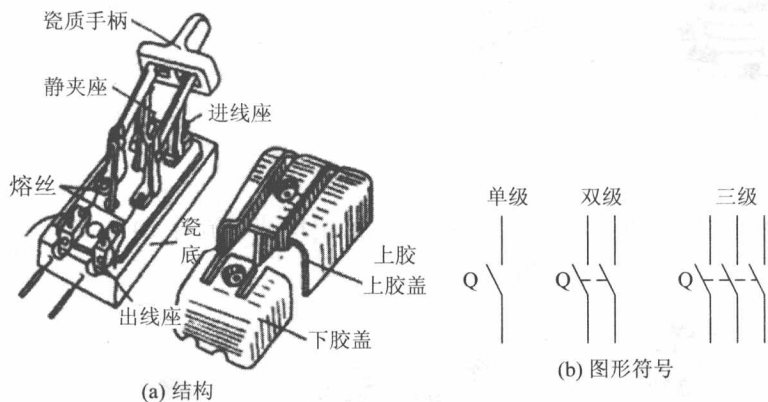


图 2.1 刀开关

按照触刀极数不同可将刀开关分为单级(单刀)、双极(双刀)和三极(三刀)；按照触刀的转换方向不同可分为单掷和双掷；按照操作方式不同可分为直接手动操纵式和远距离摇杆操纵式；按照灭弧情况不同可分为有罩灭弧和无罩灭弧。刀开关的实物图如图 2.2 所示。

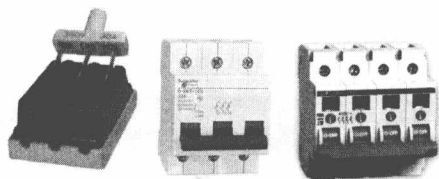


图 2.2 刀开关的实物图

2) 组合开关

组合开关也称转换开关，常用于机床控制电路的电源开关，也用于小容量电动机的启/停控制或照明线路的开关控制。

组合开关的种类很多，常用的有 HZ10 等系列，其结构如图 2.3 所示。它有三对静触片，每个静触片的一端固定在绝缘垫板上，另一端伸出盒外，连在接线柱上。三个动触片套在装有手柄的绝缘转动轴上，转动转轴就可以将三个动触片同时接通或断开。图 2.3(c)所示是用组合开关来启动和停止异步电动机的接线图。

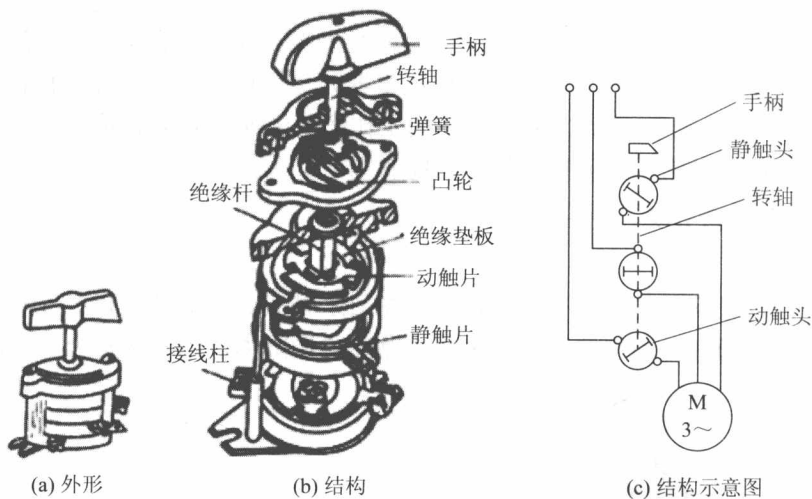


图 2.3 组合开关

组合开关有单极、双极、三极和多极四种，额定持续电流有 10 A、25 A、60 A 和 100 A 等多种。常见的组合开关实物图如图 2.4 所示。

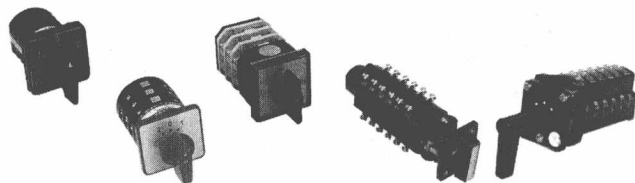


图 2.4 组合开关实物图

2. 按钮

按钮是一种简单的手动开关，通常用于发出操作信号，接通或断开电流较小的控制电

路中,以控制电流较大的电动机或其他电气设备的运行。

常闭按钮如图 2.5(a)所示,在按钮未被按下前,触头是闭合的,按下按钮后,触头被断开,电路也被分断。常开按钮如图 2.5(b)所示,在按钮未被按下前,电路是断开的,按下按钮后,常开触头被连通,电路也被接通;常见的复合按钮如图 2.5(c)所示,它由两个按钮组成,一个用于断开电路,一个用于接通电路。图 2.6 为按钮的图形符号。

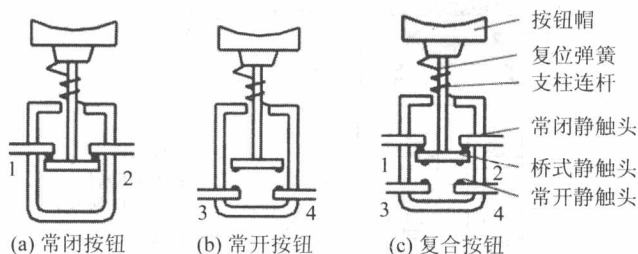


图 2.5 按钮的结构示意图



图 2.6 按钮的图形符号

3. 行程开关

行程开关又称限位开关或位置开关,其作用和原理与按钮相同,只是其触头的动作不是靠手动操作,而是利用机械的某些运动部件的碰撞使其触头动作的。

图 2.7 是行程开关的结构示意图,实物图如图 2.8 所示。它是由安装在运动部件上挡铁的碰撞来使触头分合的。当运动机械的挡铁撞到触头时,常开触头断开,常开触头闭合;挡铁移开后,复位弹簧使触头恢复原始位置。

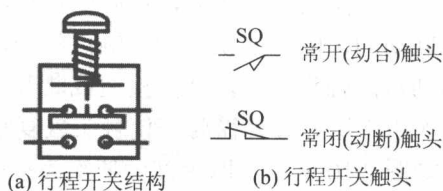


图 2.7 行程开关的结构示意图

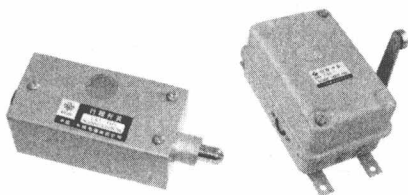


图 2.8 行程开关的实物图

4. 交流接触器

交流接触器是一种依靠电磁力的作用使触头闭合或分离来接通和断开电动机或其他设备电路的自动电器。图 2.9 是交流接触器的原理结构图。

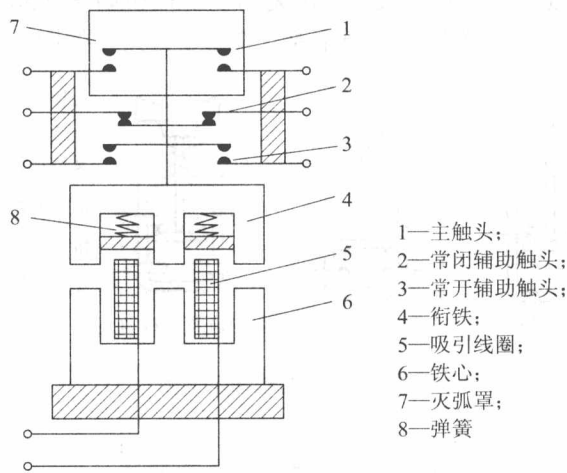


图 2.9 交流接触器的原理结构图

交流接触器主要由四部分组成：

- (1) 电磁系统：包括吸引线圈、衔铁和铁心。
- (2) 触头系统：根据用途不同分为主触头和辅助触头两种类型。主触头用以通断电流较大的主电路，体积较大，一般有三对常开触头；辅助触头用以闭合和分断电流较小的控制电路，体积较小，有常开和常闭两种类型的触头。
- (3) 灭弧装置：一般容量较大的交流接触器都设有灭弧装置，以便迅速切断电弧，免于烧坏主触头。
- (4) 绝缘外壳及附件：包括各种弹簧、传动机构、短路环、接线柱等。

交流接触器的工作原理：当线圈接通电源后，铁心磁化从而产生电磁吸力，将衔铁吸合，由于触头系统是与衔铁联动的，因此衔铁带动主触点闭合，被控制的主电路接通。同时，辅助常开触头闭合，辅助常闭触头断开，从而接通或断开控制电路。当线圈断电时，吸力消失，衔铁在弹簧力的作用下迅速离开铁心，使触头恢复常位，断开被控电路。

交流接触器的图形符号如图 2.10 所示，四个部分依次为接触器的线圈、主触头、辅助常开(动合)触头和辅助常闭(动断)触头。



图 2.10 交流接触器的图形符号

常用的交流接触器有 CJ10、CJ12、CJ24、CJ20、3TB、B 等系列(实物图见图 2.11)，其最主要的技术参数有接触器额定电压(主触头额定电压)、额定电流(主触头额定电流)和线圈额定电压。例如 CJ10 系列交流接触器额定电流有 5 A，10 A，20 A，40 A，60 A，100 A，