

陈宗穆 吴云玲 主编
湖南大学出版社



电工电子技术课程设计教程

DIANGONG DIANZI JISHU

KECHENG SHEJI JIAOCHENG

内 容 提 要

本书是根据科技发展和教学改革的形式对高等工科院校学生的实践能力提出更高的要求开设课程设计一课编写的。

全书共九章：概述；继电接触器控制线路；汽车拖拉机的电气控制系统；工厂供电；工业与民用建筑电气照明；模拟电路的设计；课题实例；电子线路中元器件的选择和安装。

本书可作为各类高等工科院校有关专业开设电工电子技术课程设计的教材，也可供工程技术人员在进行有关电路设计时参考。

电工电子技术课程设计教程

陈宗穆 吴云玲 主 编

责任编辑 夏艾生



湖南大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湘潭大学印刷厂印刷



787×1092毫米 16开 12.25印张 290千字

1989年10月第1版 1989年10月第1次印刷

印数：1—6700册

ISBN 7—314—00456—0/TM·13

定价：2.50元

前 言

本书是根据原机械工业部部属高等院校电工学协作组1987年11月西安年会的精神,组织有关院校共同编写的。为了提高学生的实践能力,不少部属院校先后对非电类有关专业开设了“电工技术”或“电子技术”课程设计。在西安年会上,有关院校交流了经验,并一致肯定,此课程的改革方向是正确的,教学的预期效果是好的。并要求有关院校在总结经验的基础上,编出参考学时为30~40学时的指导性教材,还在1988年3月召开了编写大纲审定会。本书就是按这个大纲由八所部属院校共同编写而成的。

参加本书编写工作的有:湖南大学陈宗穆(第1、9两章),陕西机械学院吴云玲(第2章),洛阳工学院刘根水(第3章),安徽工学院叶元(第4章),甘肃工业大学黄秀云(第5章),哈尔滨科技大学董学忠、崔淑岩(第6章),江苏工学院谈大柏(第7章),洛阳工学院岳连德、甘肃工业大学张和良(第8章)。全书由陈宗穆副教授和吴云玲副教授主编。电工和电子部分分别由吉林工业大学高福华、刘恒昌,合肥工业大学赵荫棠三位副教授主审。

参加本书审稿会的除主审和作者外,还有上海机械学院、北京理工大学、华东工学院、广西大学、西安工业学院、湖南农学院、长春光机学院、太原重型机械学院等院校的王晨、谢冠红、樊鸿生、易明炽、沈保成、徐昱、王作斌、卢焕健和安徽工学院的罗会昌等。与会者对本书初稿提出了许多宝贵意见,编者在此谨表示诚挚的谢忱,并对参考文献的原作者们表示衷心的感谢。

本书可作为电工技术和电子技术课程设计的教材,也可供电大、夜大、函大、职大等各有关专业参考使用。

由于编者水平有限,时间较仓促,欠缺或错误之处,殷切期望使用本书的师生和读者给予指正。

编 者

1989.9.1

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 课程设计的目的要求.....	(1)
第二节 课程设计的内容和安排.....	(2)
第二章 继电接触器控制线路	(5)
第一节 电气控制线路的设计内容.....	(5)
第二节 常用电器选择及电动机选择.....	(8)
第三节 电气控制线路的设计方法.....	(18)
第四节 安装和调试.....	(23)
第五节 控制线路设计举例.....	(25)
第三章 汽车拖拉机的电气控制系统	(32)
第一节 设计内容和要求.....	(32)
第二节 电气控制系统的基本环节.....	(33)
第三节 电气控制系统的设计方法.....	(37)
第四节 设计举例.....	(40)
第四章 工厂供电	(47)
第一节 工厂供电系统及其组成.....	(47)
第二节 电气设备的选择.....	(55)
第三节 变配电所的结构与布置.....	(57)
第四节 工厂供电设计.....	(61)
第五章 工业与民用建筑电气照明	(68)
第一节 光照设计.....	(68)
第二节 电气设计.....	(76)
第三节 厂房及住宅的照明.....	(81)
第四节 照明设计举例.....	(82)
第六章 模拟电路的设计	(93)
第一节 模拟电路设计的主要任务.....	(93)
第二节 放大电路的设计.....	(94)

第三节	直流稳压电源的设计	(114)
第七章	数字电路的设计	(126)
第一节	数字电路设计的基本方法	(126)
第二节	组合逻辑电路的设计	(127)
第三节	数字系统的设计方法	(133)
第八章	课题实例	(145)
第一节	可控硅直流调速系统的设计	(145)
第二节	机床自动进给数控装置的设计	(150)
第三节	压力检测显示装置的设计	(156)
第四节	微型计算机控温装置的设计	(164)
第九章	电子线路中元器件的选择及安装	(176)
第一节	元器件的选择原则	(176)
第二节	电子装置的布局	(181)
第三节	印刷电路板的制作	(185)
第四节	焊接	(186)
第五节	逻辑笔	(188)
主要参考文献		(190)

第一章 概 述

第一节 课程设计的目的要求

一、课程设计

《电工技术基础》和《电子技术基础》是实践性较强的课程。在课程的最后阶段专门安排一定的时间让学生运用本课程学到的知识,进行实际电路的设计、装接和调试工作,是非常必要的。学生通过完成一个课题的理论计算和实验调试任务,既可进一步加深对电路基础知识的理解,又能培养实践技能,提高学生分析和解决实际问题的能力。这种针对某一课程进行的综合训练,称为课程设计。

课程设计与习题、实验和毕业设计等环节都有所区别。作习题的目的主要是为加深对课堂所讲解的知识理解。一般来说,习题的题目内容较窄,训练目标单一,出题往往经过了抽象加工,给出理想化的条件,一般不难得到标准的答案。但是课程设计任务是实际的电路或电子装置,它涉及的知识面广,需要综合运用本课程的知识,往往没有固定的答案,必须从实际出发,查找有关资料,拟定多个设计计算环节,从不同方案的比较中得到较好的设计方案;更重要的是,还需要装出符合设计要求的实际电路。所以要求通过实际电路的安装、实验调试,使理论设计逐步完善,使之达到实际要求。一般的基础实验着眼点放在验证基本定律和电路性能上,学生只能从其中初步了解实验的步骤和基本方法,熟悉常用仪器设备的基本原理和使用方法,即很难使学生动手解决实际电路问题的能力得到更多的训练和提高。而课程设计为学生创造一个既动脑又动手,独立开展电路实验的机会。学生可以运用实验手段检验理论设计中的问题所在,又可运用学过的知识指导电路调试工作,使电路更加完善,从而使理论和实践有机地结合起来,锻炼学生分析解决电路问题的实际能力,真正实现由知识到智慧和技能的转化。通过这种综合训练,学生能够初步掌握电路设计的基本方法,提高动手组织实验的基本技能。从题目的广度和深度上,毕业设计比课程设计的难度大得多。课程设计的题目虽然选自实际电路,但比较简单、定型,一般不是真实的生产、科研任务,所以学生基本上有章可循,完成起来并不困难。课程设计的着眼点是使学生从理论学习的轨道上逐渐引向工程实际方面来,使学生由定性分析、定量计算方法逐步和工程估算、实验调试等手段结合起来,从而逐步掌握工程设计的步骤和方法,了解科学实验的程序和实施办法,受到工程技术方面的初步训练。

二、课程设计的条件和要求

(一) 开展课程设计的条件

电工、电子技术课程设计是理论和实践紧密结合的教学环节,要完成这一教学环节,必须具备下述条件:

1. 学生应当学完《电工技术基础》或《电子技术基础》课程,初步掌握课程的基本

理论和基本单元电路的分析方法和设计方法。

2. 辅导教师应当熟悉基本电工和电子线路理论,还要有一定的实践经验。对所选题,教师要亲自作过理论设计和实验调试工作,掌握设计的重点和难点。

3. 应当有必要的物质条件。例如除了有合格的元器件、材料外,还应具备完成设计、安装、调试工作的基本实验条件,为解决学生因查找资料、文献的困难,教师所在教研室应准备最起码的参考资料,如电工手册、常用半导体元器件手册及有关电路图集等。

(二) 课程设计应当达到的要求

要组织好课程设计这一教学实践,使参加设计的学生有较大的收获,除了上述客观条件外,还需要在教师的指导下,充分调动学生的主观能动性。通过学生自己的努力达到如下要求:

1. 巩固和加深对本课基本知识的理解,提高学生综合运用本课程所学知识的能力。
2. 培养学生根据课题需要选用参考书、查阅手册、图表和文献资料的能力,提高学生独立解决工程实际问题的能力。
3. 通过实际电路方案的分析比较,设计计算,元件选择、安装调试等环节,初步掌握简单实用电路的分析方法和工程设计方法。
4. 能正确使用仪器设备,学会简单电路的实验调试和整机指标测试方法,在教师的指导下,独立完成课题任务。
5. 了解与课题有关的电路以及元器件的工程技术规范,能按课程设计任务书的要求编写设计说明书,能正确反映设计和实验成果,能正确绘制电路图。
6. 培养学生严肃认真的工作作风和科学态度。使学生初步建立正确的生产观点,经济观点和全局观点。
7. 学生对于安全用电、节约用电问题有正确的认识。

第二节 课程设计的内容和安排

一、课程设计题目的选择

(一) 选题的原则

课程设计题目选择得是否合适,直接关系到它的教学效果。必须认真又慎重地选择好课程设计的具体任务。一般来说,应从以下几方面考虑:

1. 课题要符合教学要求,使学生能够运用本课程所学的基本知识进行基本技能方面的训练。
2. 课题的主要内容应该是学生在相应课程中所学过的知识。如需要对某些知识进行深化或扩展,则要补充讲解,使学生能够理解和接受。
3. 题目大小要适当。课题指标宜从学生实际出发,使不同程度的学生经过努力能完成任务,有所收获和提高。
4. 题目内容应当能够反映当前科学技术的新水平,并且有一定的实用价值。

(二) 题目类型

根据课程的基本要求和上述原则,本书选编了一些设计题目供参考,各教学单位可

根据学生的实际情况选用,或重新组合,创造出更多更好的新题目,不断提高本课程设计的水平。

二、课程设计的安排

(二) 教学安排

根据工科院校的《电工技术基础》和《电子技术基础》的教学基本要求,参考和吸收一些院校进行《电工与电子技术课程设计》教学实践的经验,课程设计一般安排30~40学时。为便于学生开展安装调试和实验活动,建议将学时适当集中在2~3周内完成。至少在实验调试阶段要安排一周的集中时间。

整个课程设计过程,通常可分为三个阶段:

1. 设计计算阶段(约占总学时的30%)

在这个阶段内,教师向学生布置设计任务书,规定设计技术指标和其它要求。课程设计任务书应写明①题目,②主要技术指标和要求,③给定条件及原始数据,④所用的仪器设备,⑤参考文献。

在这一阶段,教师只讲授必要的电路原理和设计方法,使学生明确任务,掌握工程设计的基本方法,其余的时间留给学生自学。如有必要还可组织一些针对性的调研和参观活动,以增强学生的感性认识,启发设计思路,帮助学生选择设计方案。方案选定后,学生独立进行设计计算,完成预设计。

在设计计算过程中,重点是帮助学生掌握工程估算的方法。由于电路工作条件的不同,加之元器件的离散性,以及各分布参数的影响等等因素,经常采用一些近似计算方法或工程估计的公式来计算单元电路,学生应在设计过程中逐步熟悉。计算出元件参数之后,又要按元件系列和标准值进行选取。然后对选定的元器件,对电路性能进行核算。若满足技术指标要求,则可认为预设计完毕。

2. 安装调试阶段(约占总学时的50%)

预设计经教师审查认可后,即可进行安装调试。首先由辅导教师介绍实验设备和仪器的使用方法。实验室工作的注意事项,然后,在教师的指导下,学生自己组装电路,进行调试实验。这一阶段的主要工作是学会正确布置、安装、焊接各电路元器件;运用仪器设备检查,测量电路的工作状态;排除电路故障;调整元器件,改进电路性能,使之达到设计要求。实验结果或做出的成品,经教师验收合格,才算完成实验任务。

实验调试是课程设计的重点和难点所在。因此,教师应加强对学生的辅导。学生应在实验调试—修正设计—实验调试的反复过程中,掌握电路的一般调试方法和规律,提高解决实际电路问题的能力。

3. 总结报告阶段(约占总学时的20%)

学生对设计的全过程作出系统的总结报告,按统一格式写出设计说明书。

课程设计说明书应包括的主要内容:

(1) 设计任务及主要技术指标和要求。

(2) 选定方案的论证及整机电路的工程原理。

(3) 各单元电路的设计计算,元器件选择、电路图。

(4) 实际电路性能指标测试结果。其中包括对实测数据的整理分析,要用必要的曲线、图表加以说明,还应注明测试方法和仪器型号等。对测试中出现的问题应作出

析，从理论和实践上讲清故障的原因及其改进的措施和效果，并按国家有关标准画出整机电路图，开列元器件明细表。

(5) 对设计成果作出评价，说明本设计的特点和存在的不足，提出改进设计的意见。

(6) 通过课程设计所得到的收获和体会。

(二) 课程设计的组织工作和考核方式

教师应当根据学生所在学校、班级的辅导力量 and 实际条件来组织课程设计的教学实践，一般来说，三十人左右的教学班可作为课程设计的教学单位。十人左右选用同一设计题目，但是在实验调试阶段必须分小组进行。调试过程中，小组内成员之间可以开展讨论和相互帮助。但是，每个学生必须独立完成自己的设计指标和要求，写出设计说明书。

学生完成课程设计后，教师可以通过设计答辩或经验交流等形式，了解学生的设计水平。最后由指导教师根据学生对电路基本知识掌握的程度；选定方案及设计计算是否正确；电路装接工艺和动手调试能力；独立解决问题的能力 and 创新精神；总结报告及答辩的水平；学习态度 and 工作作风以及思想表现等来评定成绩。指导教师对每个学生作出评语，成绩按优秀、良好、中等、及格 and 不及格分为五等。

第二章 继电器控制线路

在工农业和交通运输等各部门中，普遍采用各种生产机械，它们都是由电动机来拖动而实现自动控制的。电气控制系统按控制方式不同有断续控制、连续控制、数字控制和计算机数控系统等。

继电器控制是由各种有触点的接触器、继电器、按钮和开关等组成的控制线路，又称为断续控制系统。其作用是实现对电动机的起动、反转、制动和调速等运行性能的控制和保护，满足生产工艺的要求，实现生产自动化。继电器控制线路的特点是方法简单、成本低、工作状态直观、便于维修，能在一定范围内适应单机和生产自动线要求。尤其在普通机床中多采用继电器控制方式来实现各种控制要求。

随着现代工业生产的发展，生产机械对控制系统要求不断提高，于是在控制系统中采用了新的连续控制元件，如电机放大机、电子器件和晶闸管等。由连续控制元件组成的并且有反馈控制环节的控制系统称为连续控制系统，如晶闸管直流调速系统。其特点是体积小、重量轻、损耗小、效率高等，在新生产的机床中越来越广泛地被采用。

随着电子技术发展和现代控制理论的应用，又产生了顺序控制、数字控制以及小型计算机控制系统，如数控机床具有通用性、灵活性及高度自动化的特点，对提高产品质量和生产效率取得良好的效果。但由于控制系统比较复杂，机床制造成本高，一般只适用于加工零件精度要求高、形状比较复杂的生产中。

本章主要以机床继电器控制线路为主，介绍控制线路的设计内容和方法、常用控制电器和电动机的选择以及安装和调试等问题。

从控制规律来说，任何复杂的控制系统都是由一些最基本的控制环节组合而成的。三相异步电动机常用的基本控制环节有直接起动控制、正反转控制、连续工作与点动控制、多地点控制、顺序起停控制、行程控制、时间控制和速度控制等环节，这些在“电工技术”课程中已有阐述，本章不再重复。

第一节 电气控制线路的设计内容

一、根据电气设计任务拟定设计方案

（一）控制线路设计的一般要求

机床电气控制线路的设计与机械设计是紧密相联的，控制线路应满足生产机械对控制提出的各种要求，一般要求有：

1. 应满足生产机械加工工艺要求，能按照工艺的顺序准确而可靠的工作。

设计人员要充分了解生产机械的结构特点、机械传动、液压传动系统的工作性能和实际加工情况，工作环境及操作人员的要求等。在此基础上考虑控制方式和对电动机起动、反转、制动和调速的要求，从而利用基本控制环节组合成符合要求的控制线路。

2. 保证控制线路工作安全。

当控制线路发生事故时,应保证操作人员的安全和电气设备、生产机械的安全,并能有效地制止事故的扩大。因此在设计控制线路时,必须采取一定的保护措施。常用的保护有短路保护,过载保护、欠压保护、联锁保护、终端保护及一些事故信号指示等。

3.线路结构力求简单和经济,正确合理选用各种电气元件,减少元件的联接导线数量等。

4.操作、调整和维修方便。

(二) 正确合理选择控制方式

所选用的控制方式应能保证机床的使用效能和正确的动作程序、自动工作循环等基本动作要求,如机床的控制方式应与机床的通用化和总体的电气传动方案相适应。

对专用机床,其工作程序是固定的,使用中不需要经常改变原有程序,多采用继电器接触器控制线路,因此控制线路在结构上是“固定”式的。

对于万能机床,为了适应不同的工艺过程要求,机床的工作程序需要在一定范围内变动,则采用顺序预选控制和顺序控制方式,使机床控制系统具有较大的灵活性和适用性。

在机床自动线中,可根据控制要求和联锁条件的复杂程度,采用分散控制或集中控制方式。为了简化设计和制造过程,各台电动机的控制方式和基本控制环节应尽量一致。

(三) 电气联锁条件及电气保护

为了保证机床的各种运动和操作的相互协调,在控制线路中必须严格保证有关控制的电气联锁条件,如某些机床主轴必须在油泵工作后才能工作;龙门刨床工作台移动时,导轨内也必须有足够的润滑油;铣床在其主轴旋转后工作台才可移动等。这就要求电动机按一定先后顺序起动。如果联锁条件不满足,可能导致错误动作或发生事故,因此在制定控制方案时,必须考虑机床的运动规律和各种动作的相互制约关系,列出有关的联锁条件,以便设计和检查。

在制定控制方案时,应指出控制线路中所采用的各种电气保护措施。

(四) 确定控制线路的电源种类和工作电压

对于比较简单的控制线路,通常直接采用交流 380 V 或 220 V 电压,不用控制变压器。对于比较复杂的控制线路,电磁线圈超过 5 个时,控制电路应采用控制变压器,将交流控制电路的电压降低到 127 V、110 V 或 48 V、24 V 等。这有利于维护和操作以及电器元件的工作可靠和安全。机床控制电路常用的电压值见表 2-1。

表 2-1 机床控制电路常用电压值

控制线路类型	常用电压值 (V)	电 源 设 备
比较简单的交流控制线路	380、220	不用控制变压器
比较复杂的交流控制线路	127、110、48	采用控制变压器
照明及信号指示电路	48、36、6	采用控制变压器

(五) 明确有关机床操纵、信号指示、仪表测量、故障报警和局部照明等要求

这种种要求在设计中均应实施。

总之，以控制线路设计的一般要求为基础，根据电气设计任务首先确定电气控制方案，然后再进行电气控制原理图的设计。

二、进行电气原理图设计

电气控制线路的结构、工作原理等设计意图是通过图纸准确地表达出来的。电气控制线路图纸有电气原理图、电气设备布置图和电气设备接线图三种。这里主要介绍电气原理图设计中的问题。

(一) 电气原理图的图形符号和文字符号

在电气控制线路中，各种电动机、控制电器及其元件都按着一定的方式联接起来。为便于设计和分析工作原理，便于电气设备的安装、调整和维修，在绘制电气控制线路图时，必须采用国家标准规定的电气图用图形符号和文字符号来表示各种电气设备。

(二) 电气原理图的绘制原则

电气原理图是根据电气设计任务的要求设计的控制线路图，它不管电器元件的安装位置 and 实际连线情况，用统一规定的图形符号和文字符号绘制。现以 C920-1 普通车床电气控制线路为例，说明电气原理图的绘制原则。

1. 电源电路

三相电源电路应集中，水平画在图纸的上方，相序自上而下排列，并标记 L_1 、 L_2 、 L_3 ，中线 (N) 和保护地线 (PE) 画在相线之下。

2. 电气控制线路分主电路和控制电路

主电路 (又称动力电路) 通过强电流，每个受电装置 (如电动机) 及其保护电器的支路应垂直于电源电路画在左侧。控制电路 (又称辅助电路) 是除主电路以外的电路，

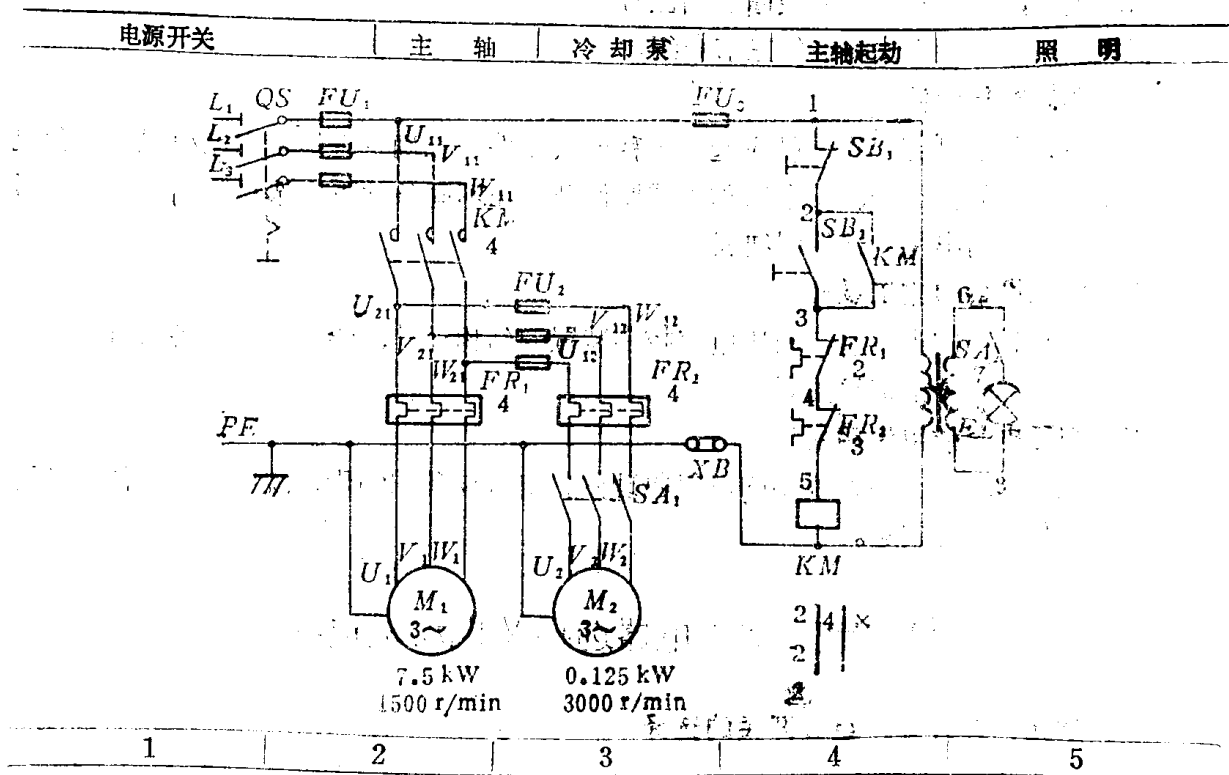


图 2-1 C620-1 普通车床电气控制线路

如接触器线圈和辅助触点、照明电路、信号电路、保护电路等，应垂直地画在两条水平电源线之间，并放在右侧。耗电元件（如电器的线圈、电磁铁、信号灯等）应直接与下方水平电源线联接，控制触点应联在上方水平电源线与耗电元件之间。图 2-1 为 C620-1 普通车床电气控制线路的电气原理图。

3. 在原理图中，同一电器的各导电部分（如接触器线圈和触点）可分散画出，但须用同一文字符号表示它们属于同一电器。如图 2-1 中接触器 KM 的线圈和主触点分别画在控制电路和主电路中，都用 KM 表示。

4. 图中所有触点都按常态绘出。所谓常态对接触器、继电器来讲是线圈未加电压时的触点状态。在图 2-1 中接触器未加电压时触点处于断开状态，按常开触点符号画；对热继电器 FR_1 、 FR_2 来讲是热元件的发热尚未足以使其动作的状态，即 FR_1 、 FR_2 均按常闭触点符号画出。

5. 为了便于说明电气设备的工作过程，原理图的电路应按功能来组合，使布局合理、清晰。各分支电路的电器应按其动作先后顺序排列，即从上到下、从左到右的原则绘制，并在电路接点上标以数字符号。主电路常采用一个字母，下面加数字脚标，如图 2-1 中，三相电源引入线标以 L_1 、 L_2 、 L_3 ，交流电动机三个引出线标记 U_1 、 V_1 、 W_1 。换一个元件就相应换一个标号。控制电路中各电器接点采用数字编号，如图 2-1 中的 1、2、3……等。

6. 图面区域划分

为了便于检索电气线路，方便阅读原理图，应将图面分成若干区域（简称图区）。图区编号可写在图的上部或下部。接触器和继电器线圈和触点的从属关系应用附图表示，即在原理图的下方相应的线圈处，给出触点所处图区号。各接触器和继电器触点符号下面的数字，则表示它们的线圈的图区号。

控制线路的设计方法将在第三节介绍。

三、选择电气元件

电气原理图绘制完毕后，就应选择各种电气元件。正确合理地选用电动机和各种电器是控制线路可靠、经济、安全工作的重要保证，在不同条件下应选择不同规格、型号的电气元件，并列明电气元件明细表。

四、电气设备的施工设计

施工设计包括的内容有：机床电气控制装置的结构设计、绘制电气设备布置图和接线图、机床内部和外部接线图等。

五、编写电气使用说明书

使用说明书应给出控制线路的电气原理图、电气设备明细表，说明使用方法和注意事项、安装与维护等问题。

第二节 常用电器选择及电动机选择

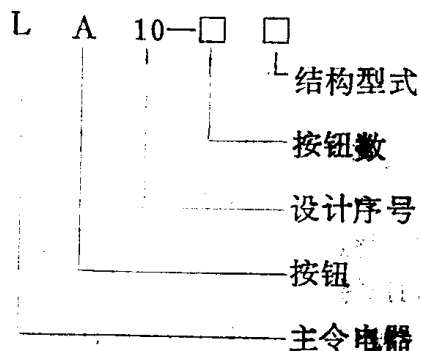
一、按钮、刀开关、组合开关的选择

（一）按钮

按钮是控制电路中发出指令的电器，是用来短时接通或断开小电流的。起动按钮具

有常开触点。停止按钮具有常闭触点，且用红色标志，以便识别。复合按钮同时具有常开触点和常闭触点。

常用按钮的型号有 LA2、LA10、LA19、LA20 等，其型号的意义如下：



结构型式说明：K—开启式，H—保护式，J—紧急式，X—旋钮式，Y—钥匙式，D—带指示灯式，F—防腐式。

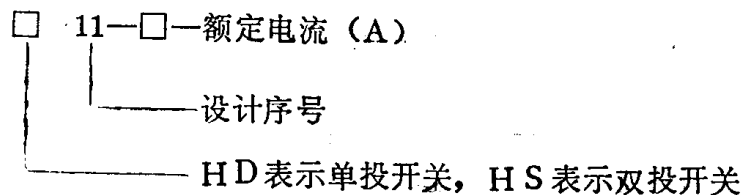
按钮的额定电压：交流 500 V；直流 400 V。额定电流 5 A。

按钮主要根据所需要的触点数，使用场合及颜色来选择。

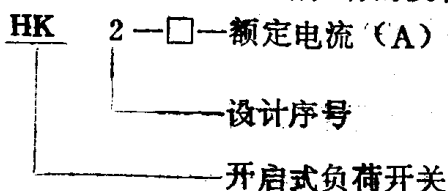
(二) 刀开关

刀开关是接通与切断长期工作设备的交直流电源的隔离开关，有的用在低压配电装置上。胶盖瓷底开关内装有熔断器。

常用的型号有 HD11~HD14，HS11~13，HK1、HK2 系列等，其型号的意义如下：



额定电压一般不超过 500 V，额定电流分为 60、100、200、400、600、1000 及 1500 A。有的装有灭弧室，可以在额定负荷下断开电路；有的没有灭弧室，一般只作为隔离开关。



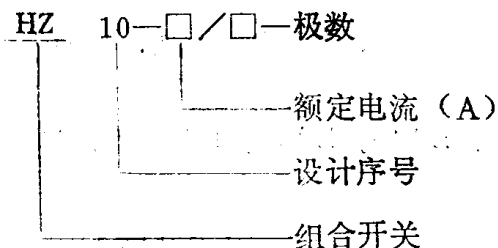
当开关用于不经常起动的容量小于 7.5 kW 异步电动机时，额定电流不要小于电动机额定电流的三倍。

刀开关主要根据电源种类，电流等级，电动机容量，所需极数及使用场合来选用。

(三) 组合开关

组合开关又称转换开关，主要作为电源引入开关、直接起停 5 kW 以下异步电动机的控制开关，控制电路的转换开关等。

目前常用的型号有 HZ10 系列，其型号的意义如下：



HZ10 系列组合开关额定电流分为 10、25、60 和 100A 四种。适用于交流 380V，直流 220V 的电路中，作接通与断开电路、换接电源或负载、控制小型电动机等。根据电源种类、电压等级、所需触点数及电动机容量选取不同规格和型号。

二、熔断器的技术数据和选择

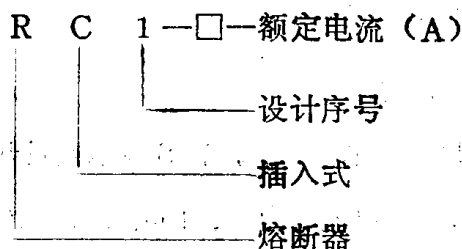
熔断器又称保险丝，它在被保护的电路中作为短路或严重过载保护。当电路发生短路或严重过载时电流大于电路正常工作电流的数倍，熔体熔断，电路被切断，保护负载设备和电源不致损坏。

(一) 熔断器的主要技术数据

1. 额定电压：熔断器长期工作所能承受的电压。
2. 额定电流：分为熔断器的额定电流和熔体的额定电流，即每一种电流等级的熔断器可装入多种不同电流的熔体。
3. 极限分断能力：熔断器所能断开的最大短路电流，它决定于熔断器的断弧能力。

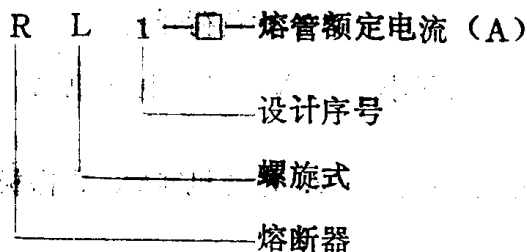
(二) 常用的系列产品

1. RC1 系列瓷插入式熔断器，其型号意义如下：



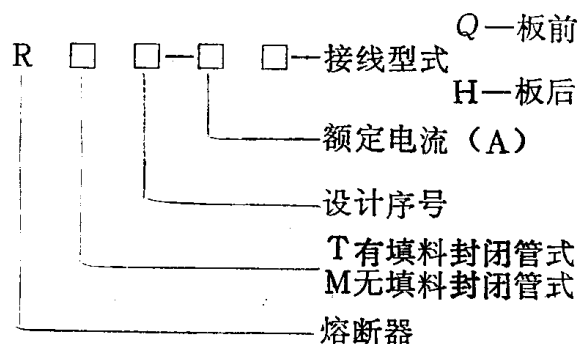
熔断器的额定电流从 5 A 到 200 A 七个等级，熔体的额定电流从 2 A 到 200 A 共 17 个等级，常用于低压电路末端作为电气设备、照明电路的短路保护。

2. RL1 系列螺旋式熔断器，其型号意义如下：



熔管的额定电流分为 15、60、100 和 200 A 四个等级，熔体额定电流从 2 A 到 200 A 共有 17 个等级。熔断器内装有一组熔丝，并填满石英砂，其上有一熔断指示器，当熔体熔断时指示器即跳出，通过瓷帽观测孔可以看到。常用于 500 V 以下、电流 200 A 以内的电路中作过载保护或短路保护，特别在机床的控制板、控制柜中应用极广。

2. RT0 和 RM0 系列管式熔断器, 其型号意义如下:



RT0 系列熔断器极限分断能力大, 熔断器额定电流从 100A 到 600A 有四个等级, 熔体额定电流从 30A 到 600A 有 17 个等级, 用于短路电流很大的电网配电装置中及大容量电气设备中作为短路保护。

RM0 系列熔断器额定电流从 15A 到 600A 有 6 个等级, 熔体额定电流从 6A 到 600A 共有 20 个等级, 主要用于低压电路或成套设备中作短路保护和连续过载保护。

(三) 熔断器的选择

选择熔断器作短路保护时, 首先根据被保护对象选择熔断器的结构类型和熔体的额定电流, 然后根据熔体额定电流确定熔断器的规格。

熔体额定电流的确定应区别下面几种情况:

1. 对一般负载如照明、信号电路、电阻炉等, 熔体额定电流可稍大于或等于实际负载电流。

2. 保护单台长期工作的电动机, 由于起动电流比额定电流大, 所以熔体电流可按下式计算

$$I_R = (1.5 \sim 2.5) I_{DN} \quad (2-1)$$

式中 I_R —— 熔体额定电流,

I_{DN} —— 电动机额定电流。

3. 保护多台长期工作的电动机, 可按下式选择熔体

$$I_R \geq (1.5 \sim 2.5) I_{Dmax} + \sum I_{DN} \quad (2-2)$$

式中 I_{Dmax} —— 容量最大的电动机额定电流,

$\sum I_{DN}$ —— 其余各台电动机额定电流之和。

重载起动和全压直接起动时, 式中系数可取大值, 反之取小值。

熔体额定电流确定后, 就应选择熔断器的额定值: 熔断器的额定电压应不低于线路额定电压, 其额定电流应大于或等于熔体的额定电流。

例如某台电动机的额定电流为 15.1A, 另一台电动机额定电流为 6.5A, 则熔体的电流为

$$I_R = 2.5 \times 15.1 + 6.5 = 44.3A$$

可选用 RL1—60 型熔断器, 配用 50A 的熔体。

三、交流接触器的技术数据和选择

交流接触器用于接通与切断交流电动机的主电路, 也可控制电力负荷如电阻器、电焊机等。

(一) 交流接触器的主要技术数据

1.额定电压：主触点的额定电压分交流 500 V，直流 440 V。吸引线圈额定电压与主触点额定电压不同，交流接触器线圈电压等级有 30、127、220 和 380 V，直流接触器有 24、48、110、220 和 440 V。

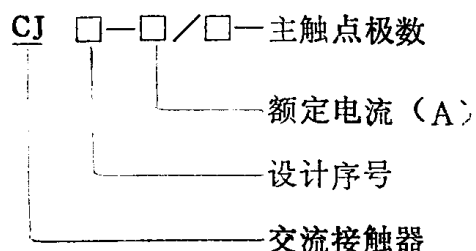
2.主触点的额定电流:交流接触器有10、15、25、40、60、100、150、250、400、和600A等。直流接触器有25、40、60、100、160、250、400、600A等。

3. 辅助触点的种类与数量, 触点的额定电流。

4.额定操作频率(次/小时):每小时允许接通次数,一般分为30、150、600和1200次四个等级。

(二) 常用的交流接触器型号

常用的型号有 CJ0、CJ10、CJ12 系列交流接触器，其型号意义如下：



CJ10 系列交流接触器体积小、重量轻,适用于机床的电动机控制,也适用于电压 500V、电流至 150A 的电力线路中,供远距离接通与分断电路之用。其技术数据列于表 2-2 中。

吸引线圈额定电压等级分为交流：36、110、220 V和380 V四种，直流：48、110和220 V三种。

表2-2 CJ10 系列接触器技术数据

型 号	触点额定 电压(V)	主触点额 定电流 (A)	辅助触点 额定电流 (A)	额定操作频率 (次/小时)	可控制电动机功率 (kW)	
					220V	280V
CJ10—10	500	10	5	600	2.5	4
CJ10—20	500	20	5	600	5.5	10
CJ10—40	500	40	5	600	11	20
CJ10—50	500	50	5	600	17	30
CJ10—100	500	100	6	600	30	50
CJ10—150	500	150	5	600	43	75

CJ12 系列适用于交流电动机频繁起动、停止和反转，冶金轧钢及起重机等电气设备。

(三) 交流接触器的选择

交流接触器主要根据主触点额定电流, 辅助触点的数量和种类, 吸引线圈的电压等级和操作频率等来选择。其选择原则如下:

1.主触点的额定电流根据被控制的设备容量等级来确定。

2. 触点的额定电压应大于或等于被控制线路的额定电压。