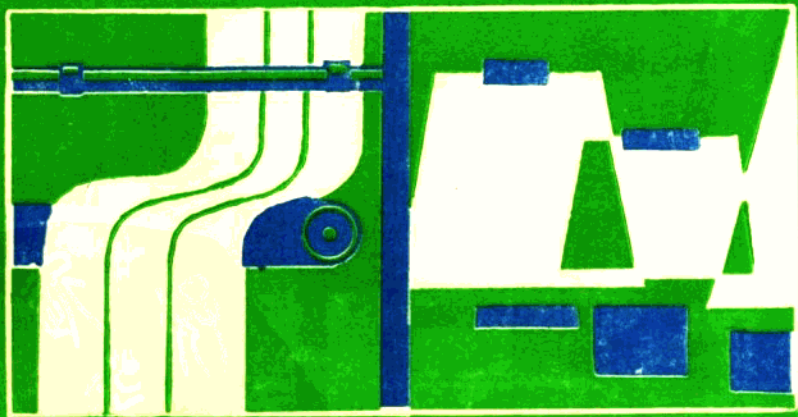


中等专业学校试用教材

电 工 学

詹子龄 主编

DIAN GONG XUE



成都科技大学出版社

中等专业学校试用教材

电 工 学

詹子龄 主编

成都科技大学出版社

(川) 新登字 015 号

内容简介

本书是根据工业生产的发展和本课程的教学改革情况而编写的。内容有：直流电路、正弦交流电路、磁路和变压器、电动机、低压电器和控制电路及供电与用电六章，教学时数约 70 学时（含实验）。本书可供纺织中等专业学校作为教材试用，也可作为其它中等专业学校或技工学校的教学用书，也可供工厂有关人员参考。

电 工 学
詹子龄 主编

成都科技大学出版社出版发行
四川省新华书店经销
成都科技大学印刷厂印刷
开本 787×1092毫米 1/32 印张 9 125 插页 3
1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷
字数：197千字 印数：1—5200

ISBN 7—5616—1232—X/TM·15

定价：3.20 元

前 言

在纺织工业部教育司领导下，由全国纺织中等专业学校电工电子课程组组织，在制定大纲及教材招标评选的基础上，本书初稿于1990年5月寄给系统内外一些兄弟学校及工厂征求意见。纺织部教育司于1990年10月在北京召开了审稿会，到会人员有：卢淑敏（河南纺织工业学校、主审）、程浩（咸阳纺织工业学校）、杨嘉麟（上海第二纺织工业学校）、李自中（山西纺织工业学校）、姚兰坡、郝传鹏（北京纺织工业学校）、孟庆禹（青岛纺织工业学校）、景士平（常州纺织工业学校）、谢美光（吉林纺织工业学校）、缪培德（南通纺织工业学校）、卫文仲（成都纺织工业学校）、张深基（湖南纺织工业学校）、李仕珍（湖北纺织工业学校）以及高级工程师石家庄国棉五厂王富恒、石家庄第一印染厂吴世忠两同志。会议认为初稿符合教学大纲要求，编写基本成功，适合作纺织中专学校的教材试用。会后，编者作了修改与补充，并请主审审阅。

本书在编写时注意了以下一些问题：

一、根据培养目标精选内容，要让学生把基本知识学到手。例如：

（一）要求学生掌握交、直流电路的基本概念及主要计算方法，但不必作繁难的计算。

(二) 对于电路、能量转换、额定值及安全用电等内容,在全书中多次联系实际讲述,以有助于学生理解、掌握。

(三) 重视了和有关课程的衔接,例如:在物理课程中已经学习又为本课程所必需的内容,本书作了简要复习。

二、注意了对学生分析问题能力的培养,有较多的复习题,便于教师在教学过程中启发学生思考与促进学生掌握重点内容。有少量打有*号的内容供程度较好的学生选学。

三、重视了与专业的结合,有少量的内容(打了**号),供不同专业选用。

四、各物理量的单位、电气元件的图形、文字符号都按规定采用了新的国家标准。

本书由河北纺织工业学校电工教研组集体编写。分工情况是:绪论及第一章为詹子龄,第二、三、四章依次为赵桂英、齐宝林、马维敏,第五、六章为刘文今。顾杰超绘制了全部插图。

本书在编写过程中得到了河北省纺织工业总公司、石家庄市纺织工业公司、石家庄国棉一、二、四厂、石家庄市针织厂、石家庄纺织经编厂及我校的有关同志的帮助与支持。彭浩、罗挺前、王喆、王祥望、张慎旃、侯文明、赵传竹、曹党生、张冬昌、李勋、吕品、王卓颖、程俊静、荣捷慧等同志审阅了初稿,提出许多宝贵意见,对此一并致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中会存在许多不足之处,欢迎读者,特别是使用本书的老师及同学及时给予批评指正。

编者 1991年7月

目 录

绪论	(1)
第一章 直流电路	(6)
1-1 电路的基本概念	(6)
1-2 欧姆定律	(12)
1-3 电阻的串联、并联电路	(17)
1-4 电气设备的额定值	(28)
1-5 克希荷夫定律	(29)
1-6 电压源和电流源	(35)
1-7 电容器及其充放电	(40)
* 1-8 叠加原理	(47)
* 1-9 戴维南定理	(48)
小结	(50)
习题	(52)
第二章 正弦交流电路	(57)
2-1 正弦交流电的基本概念	(57)
2-2 正弦交流电的加减	(65)
2-3 纯电阻电路	(69)
2-4 纯电感电路	(73)
2-5 纯电容电路	(78)
2-6 具有电阻与电感的串联电路	(82)

2-7	电阻、电感与电容串联电路	(89)
2-8	电感性负载与电容器并联电路	(93)
2-9	提高功率因数的意义及方法	(97)
2-10	三相交流电路	(100)
一	三相对称电压	(100)
二	三相电源的星形连接	(101)
三	三相负载的星形连接	(103)
四	三相负载的三角形连接	(107)
	小结	(110)
	习题	(112)
第三章	磁路和变压器	(116)
3-1	磁场的物理量	(116)
3-2	铁磁材料的磁性质	(120)
3-3	磁路和磁路的欧姆定律	(125)
3-4	交流铁心线圈电路	(128)
3-5	变压器	(134)
一	单相变压器	(134)
二	自耦变压器	(138)
三	三相变压器	(140)
四	变压器的铭牌	(141)
	小结	(144)
	习题	(145)
第四章	电动机	(146)
4-1	三相异步电动机的结构	(147)
4-2	三相异步电动机的旋转磁场	(149)

4-3	三相异步电动机的工作原理·····	(153)
4-4	三相异步电动机的机械特性·····	(156)
4-5	三相异步电动机的起动·····	(160)
4-6	三相异步电动机的反转与调速·····	(163)
4-7	三相异步电动机的制动·····	(165)
4-8	三相异步电动机的铭牌·····	(169)
4-9	单相电动机·····	(173)
4-10	直流电动机 ·····	(177)
一	直流电动机的工作原理 ·····	(178)
二	直流电机的基本构造和分类 ·····	(181)
三	直流电动机的机械特性 ·····	(182)
四	直流电动机的使用 ·····	(184)
4-11	其它常用电机 ·····	(186)
一	测速发电机 ·····	(186)
* 二	伺服电动机 ·····	(188)
* 三	电磁调速异步电动机 ·····	(189)
* 四	力矩电动机 ·····	(189)
* 五	同步电动机 ·····	(191)
* 六	电轴电动机 ·····	(192)
4-12	纺织用电机的特点 ·····	(194)
4-13	电动机的选用原则及维护常识 ·····	(198)
	小结·····	(200)
	习题·····	(203)
第五章	低压电器和控制电路·····	(205)
5-1	常用低压电器·····	(206)

5-2	鼠笼式电动机直接起动、点动控制电路.....	(217)
5-3	电动机正反转与行程控制电路.....	(220)
5-4	时间继电器与变速控制电路.....	(223)
5-5	阅图方法和实例.....	(227)
一	阅读电气线路原理图的方法	(227)
	表 5-1 电工系统常用电器新旧符号对照表	
		(229)
* * 二	FA 506 型细纱机电气原理电路	(232)
* * 三	1452 整经机电气原理电路	(237)
* * 四	GE051 棉毛机电气原理电路	(240)
* * 五	LM534-160 型八色印花机电气原理电路	
		(243)
	小结.....	(246)
	习题.....	(247)
第六章	供电与用电	(248)
6-1	供电常识.....	(248)
* 6-2	电气照明	(253)
6-3	计划用电和节约用电	(259)
6-4	安全用电	(261)
一	人体触电和急救常识	(262)
二	防止设备漏电危害	(263)
三	防止电气火灾	(267)
四	防止静电危害	(267)
五	防雷保护	(268)
六	安全用电常识	(269)

小结	(270)
习题	(271)
附录一 主要名词术语汉英对照总汇	(272)
附录二 常用的国际单位制 (SI) 的词头	(277)
附录三 纺织用电动机部分产品代号	(278)
附录四 电动机的主要技术数据示例	(278)
计算题答案	(279)
主要参考书目	(280)

绪 论

一、电工学课程的研究对象

电工学是研究电磁现象的基本规律及其在工程技术中应用的一门学科,是当代先进技术的基础知识之一。

在现代生产、生活中,随处可以见到电在参与工作,例如:在纺织厂,使原棉开松、除杂,将棉条牵伸、加捻;在印染厂,织物在加工整理过程中,需要动力及保持张力恒定,等等。电的应用十分广泛,可概括为两类:

(一)用作能源 水力、风力、太阳能、地热、煤炭、石油等属于天然能源,可以直接取用,称为一次能源。但是,上述能源不便于传输和分配,常被转换成电能,所以电能又称为二次能源。另外,将电能转换为其它形式的能量也很方便,例如通过电炉将电能转换为热能,通过电动机将电能转换为机械能。

(二)用作信号 人们将温度、速度、长度的变化量,乃至纱线有无断头,条干是否均匀……,通过传感器转换为电信号,予以显示、记录,或者利用该信号控制和调整生产工艺过程,使生产高度自动化。至于电在通讯、电视中的作用已为人们所熟知。

电在上述两个技术领域的应用,前者需要其功率大、一般情况下电压也高,主要作用是传递能量,习惯上称为“强电”;

后者一般情况下功率小,主要作用是传递信息,被称为“弱电”。随着科学技术的发展,两者联系日渐密切,促进了生产的电气化和自动化。本书主要讨论电路的基本知识和电在动力方面的应用,至于电信号的放大与控制将在工业电子学课程中介绍。

二、电工技术发展概况

科学技术的发展和社会生产力有密切联系。十八世纪末至十九世纪初,欧洲发生了产业革命,迫切需要动力和能源,促使人们深入探索电磁现象的规律,发明了原电池。不久,通过大量实验,发现了欧姆定律及电磁感应定律,并制成了直流电机。十九世纪后半期,三相电机和三相变压器问世,工业上才广泛使用电能。随着生产力和科学技术的发展,电磁理论逐步完善,实验技术不断改进,十九世纪末有了无线电的应用,引起通讯技术革命,开辟了电子技术新领域。由于电气化、自动化的发展,减轻了人们繁重的体力劳动,又提高了生产力。目前,电子计算机可以部分代替人脑的某些功能,为消除体力劳动和脑力劳动间的差别,做出了贡献。

我国是文明古国,在战国及汉代古书上就有琥珀吸引轻物和磁石吸铁的记载。东汉王充在《论衡》中描述的“司南勺”(见图 0-1),已被公认为世界上最早的磁性指南器具。随着商业及交通事业的发达,到了宋代(公元十一世纪),我国劳动人民首先在航海中应用了人造磁针。图 0-2 是当时使用的指南鱼模型。

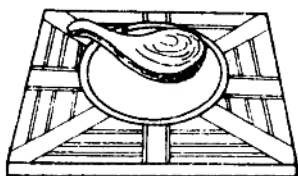


图 0-1 司南勺



图 0-2 指南鱼

由于长期的封建社会制度和帝国主义的侵略,使我国的工业十分落后。1949 年全国发电设备总容量仅有 185 万千瓦,全年发电 43 亿千瓦时,不能生产汽轮发电机,所生产的水轮发电机的最大容量仅为 200 千瓦。现在,我国生产的 60 万千瓦汽轮发电机,已在淮南投入运行。这样大的一台机组,足可供 60 个拥有十万纱锭的大型棉纺厂使用。1990 年全国发电设备总容量约为 1.3 亿千瓦,象葛洲坝水电站的发电能力就是 271.5 万千瓦。1990 年全年发电 6180 亿千瓦时,是 1949 年的一百多倍。我国已架设 110 千伏及以上电压等级的输电线路 17.5 万公里,其中包括 500 千伏的线路 7300 公里。大亚湾和秦山原子能发电站不久即将建成。我国水力资源在五亿千瓦以上,居世界首位,……。这一切,说明我国电力事业的发展具有很大潜力,并且在社会主义制度下,正向世界先进行列迈进。

三、本课程的任务、要求及特点

本课程的任务是使学生获得非电专业中级技术人员必须

具备的电工技术基本概念、基本理论和基本技能。通过本课程的学习,应学会分析、计算简单的交、直流电路;了解变压器、电动机等电气设备的基本工作原理与安全用电知识;并能阅读一般继电接触控制电路;为学习工业电子学等有关课程,为未来从事专业工作打下良好基础。同时,结合课程内容,培养辩证唯物主义观点及观察、分析、解决问题的能力。

要学好本课程,除去端正学习态度、改进学习方法外,根据本课程的特点,提出两点注意事项:

(一)掌握基本知识 对于基本概念及基本理论,要正确理解并会应用。例如:凡是电流的方向预先不知道,或电流是交变的,解题前都要选定参考方向。计算交流电路时,必须考虑通常情况下存在有相位差,所以要用矢量图法求解。分析变压器、电动机的能量转换关系时,要明确条件及因果顺序。阅读电路时,要走通完整的电流回路,……。本课程前后内容之间联系紧密,宜及时对比、小结,这样可使知识逐步深化,并便于理解、巩固。

(二)重视实践 本课程是理论联系实践的结晶。离开实践,理论难以理解,不易记忆,也无实用价值。同学们在工厂实习或日常生活中,要善于观察、分析电工问题。要重视实验课的学习,学会使用常用电表、电机、电器,培养实践能力。

纺织工业劳动强度大,产品质量受人为主观因素影响大,更新纺织设备,提高自动化程度已迫在眉睫。作为一名技术人员,应掌握一定的电工知识,以便合理使用电气设备,提高其效率,延长其寿命;当工作中涉及有关电工问题时,具有寻求解决问题途径的能力。世界科技事业在飞跃发展,国际间竞争十分激烈;振兴中华促进纺织工业的发展是我们的职责。社会主

义制度给我们提供了发挥才能的良好环境,这些定将激励我们奋发上进。

复习与思考

0—1 中华人民共和国成立以来,我国电工事业有了迅猛发展,试举数例。

0—2 本课程的任务是什么?学习本课程主要注意哪些问题?

第一章 直流电路

电流通过的路径称为电路。人们研究电、磁的规律及其应用,都要组成电路。按电源的性质不同,电路分为直流电路与交流电路两类。直流电路的许多现象、规律及分析方法,也适用于交流电路,所以,本章是学习本课程的基础。

本章开始,先对电路的基本概念及基本分析方法,作简要复习;然后,重点讨论克希荷夫定律及其应用;此外,还介绍了额定值、电流源及电容器充、放电过程等内容。

1-1 电路的基本概念

一、电路的组成

电路由电源、负载及中间环节三部分组成。图 1-1 为简单电路的一例,图中 1 代表电源,2 代表负载。中间环节包括连接导线及控制电器(如图 1-1 中的

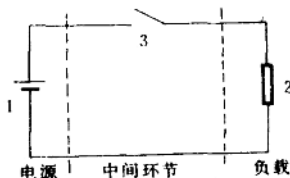


图 1-1 简单电路一例

开关 3), 在实际应用中还有保护电器。

当开关闭合, 电路中有电流, 同时发生能量转换。方向及大小都不随时间变化的电流、电压, 称为恒定直流, 简称直流, 常简写为 DC 或 dc (一些名词术语的英文名称见附录一)。

电源的作用是将非电能转换为电能, 常用的直流电源有干电池、蓄电池等。负载也称用电器, 它的作用是将电能转换为所需要的其它形式的能量, 例如: 电灯将电能转换为光能。严格地说, 导线及开关中有电流时也要消耗电能, 但是在导线较短、开关的导电性能很好时, 所消耗的电能很少, 可忽略不计。

二、电路的基本物理量

为了深入理解电路的规律, 并且便于分析应用, 现复习电路中的几个基本物理量。

(一) 电动势 电源内的电源力 (或称局外力) 将正电荷从电源负极移动到正极所做的功 W_s 与被移动电荷 Q 的比值, 称为电源的电动势, 用 E 表示, 即

$$E = \frac{W_s}{Q} \quad (1-1)$$

电动势的单位是伏特, 简称伏 (V)。电源力将 1 库仑 (C) 正电荷由电源负极移至正极所做的功为 1 焦耳 (J) 时, 其电动势为 1V。常用的干电池的电动势为 1.5V, 蓄电池的电动势为 2V。

电动势的方向规定为从电源的负极指向正极 (见图 1-2)。电动势的大小及方向, 都由电源本身的性质决定。

(二) 电压和电位 电源两端积聚了大量正、负电荷, 形成