

中等粮食学校试用教材

粮仓电气设备



中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材

粮 仓 电 气 设 备

liángcāng diànrì shèbèi

《粮仓电气设备》编写组 编

中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材
粮 仓 电 气 设 备
《粮食电气设备》编写组 编

*

中国财经出版社出版
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京印刷二厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 15.875 印张 1 插页 324,000 字

1983 年 7 月第 1 版 1983 年 7 月北京第 1 次印刷

印数: 1—15,000

统一书号: 15166·128 定价: 1.35 元

编 审 说 明

本书是为中等粮食学校粮油储藏专业编写的试用教材，也可供粮食系统储藏职工业务学习参考。

参加本书编写的有：南京粮食经济学院沈主峰、陆观宝，福建省粮食学校郑冠雄，上海市粮食储运技工学校苏宪庆等同志。并由上海市粮食学校孟福申同志协助绘制部分插图。本书由沈主峰同志负责总纂，商业部无锡粮食科学研究设计所张义才同志具体审核。

本书经我们审定，可作为中等粮食学校的试用教材。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

一九八二年十月

符 号 说 明

符 号	意 义
A	功 安培表 电流的单位——安培 铁芯截面积
B	磁感应强度 (磁通密度) 变压器
C	电容
D	电动机 灯
E	直流电源电动势 交流电源电动势的有效值
e	交流电源电动势的瞬时值
e_L	自感电动势
F (f)	力
f	频率
G (g)	电导
H	磁场强度 电感单位——亨利 红 (如 HD 为红灯)

I	直流电流
	交流电流的有效值
I_l	线电流 (三相电路)
I_ϕ	相电流 (三相电路)
I_0	中线电流 (三相电路)
I_p	交流电流的平均值
i	交流电流的瞬时值
J	继电器 (ZJ 为中间继电器、LJ 为电流继电器、YJ 为电压继电器、RJ 为热继电器、SJ 为时间继电器)
j	电流密度
K	开关
	国际制词冠——千
K_v	变压器的变压比
K_i	变压器的变流比
L	自感系数 (自感、电感)
	绿 (如 LD 为绿灯)
l	长度
M	转矩
N	线圈匝数
P	功率
	交流电路中的有功 (平均) 功率
	电机磁极对数
p	交流电路中的瞬时功率
$Q (q)$	电量 (电荷量)

Q	交流电路中的无功功率 热量 起动 (如 QA 为起动按钮)
Q_L	电感性无功功率
Q_C	电容性无功功率
$R (r)$	电阻
RD	熔断器
r_c	内阻
S	视在功率
T	周期 停止 (如 TA 为停止按钮)
t	时间 温度
U	直流电压 交流电压的有效值 黄 (如 UD 为黄灯)
U_l	线电压 (三相电路)
U_ϕ	相电压 (三相电路)
u	交流电压的瞬时值
V	电压的单位——伏特
W	电能、能量 电位器 功率的单位——瓦特
X	电抗
X_L	电感电抗 (感抗)

X_c	电容电抗 (容抗)
Z	阻抗
α	电阻温度系数 指针的偏转角
Δ	变化量 (增量)
δ	气隙宽度
γ	电导率
ε	电场强度 介电系数
η	效率
λ	过载系数
ρ	电阻率
ϕ	磁通
φ	电位 相位差
$\cos \varphi$	功率因数
ψ	初相位
ω	角频率、角速度
ω_0	谐振角频率
Ω	电阻的单位——欧姆
a	电子管屏极
BG	晶体管
BU_{ceo}	集—射极击穿电压
b	基极
c	集电极

D	晶体二极管
D_z	稳压管
e	发射极
f	电子管灯丝或热丝
f_0	振荡回路固有频率、谐振频率
f_α	共基极截止频率
f_B	共发射极截止频率
G	电子管
g	电子管栅极
I_{cm}	集电极最大允许电流
I_{cbo}	集电极反向饱和电流
I_{ceo}	集—射极反向穿透电流
I_{cs}	集电极饱和电流
I_{bs}	基极饱和电流
K	电子管阴极
K_u	电压放大倍数
K_i	电流放大倍数
K_P	功率放大倍数
N	电子型半导体
P	空穴型半导体
P_{cm}	集电极最大允许耗散功率
Q	静态工作点
R_c	集电极电阻
R_e	发射极电阻
R_b	基极偏流电阻

U_{ces}	集—射极间饱和压降
U_T	起始电压
U_{Ni}	输入端噪声电压
U_{No}	输出端噪声电压
$\bar{\beta}$	静态电流放大系数 (共射极接线)
β	动态电流放大系数 (共射极接线)
τ	时间常数

符 号 下 标

符 号	意 义	举 例
e	额定值	U_e 额定电压
i	输入	u_i 输入电压
L	负载	R_L 负载电阻
m	最大值	U_m 正弦交流电压最大值
max	最大	I_{zmax} 稳压管最大允许电流
min	最小	I_{zmin} 稳压管最小工作电流
o	输出	u_o 输出电压
p	平均值	
q	起动	M_q 起动力矩
l	线	U_l 线电压
φ	相	U_φ 相电压
Y	星形接线	P_Y 星形接线时, 三相电路的有功功率
Δ	三角形接线	P_Δ 三角形接线时, 三相电路的有功功率

绪 论

在现代，电的应用已经推广到工业、农业、交通运输、通讯、国防及日常生活各个方面。

电能之所以获得广泛的应用，首先是因为它容易转换，如由水能、热能、化学能、原子能等转换成电能，在使用时电能又转化成机械能、热能和光能等。同时电能可以利用高压架空线远距离输送，有利于能源的利用。在高压远距离输送时，电能损耗小，效率高，是比较经济的。此外，电能还具有分配、控制方便，测量迅速、准确等优点。

在粮食仓库里，电的应用也越来越广泛。粮食的输送、清理、加工等需应用电力拖动与电气控制，粮食储存及粮食检验中需应用电热与电气测量，此外，电气照明是夜间工作所必需的。近年来，随着我国电子工业的发展，保粮工作中也已采用电子技术，如粮仓机械的电气自动控制和粮食检验中的电子检测等。

电气设备在粮食仓库中的应用，将提高粮食保管的质量，提高粮食检测的正确性，提高劳动效率，减轻劳动强度，并有利于环境卫生的改善。

粮仓电气设备课程是一门技术基础课，学习本课程的目的：使学生在已有的物理电学知识基础上，掌握电工及电

子技术的基本理论知识；掌握粮食仓库常用电气设备的主要构造、工作原理及使用方法，为今后搞好保粮工作打好基础。

本课程在学习中应注意：要重视基础理论知识的系统学习，由浅入深，顺序加深；设备部分的学习，要在弄清工作原理的基础上掌握接线及使用方法；要重视理论与实践的结合，做好实验，并以实验结果来验证理论。

目 录

第一章 复杂电路基础	(1)
第一节 基尔霍夫定律	(1)
第二节 叠加原理	(7)
第三节 等效电源原理	(12)
复习题	(16)
第二章 单相交流电路	(18)
第一节 正弦交变电动势的产生	(19)
第二节 相位与相位差	(22)
第三节 正弦量的表示法	(25)
第四节 有效值	(29)
第五节 纯电阻电路	(31)
第六节 纯电感电路	(34)
第七节 电阻与电感串联电路	(39)
第八节 纯电容电路	(46)
第九节 电阻、电感与电容串联电路	(51)
第十节 线圈与电容并联电路	(56)
复习题	(65)
第三章 三相交流电路	(68)
第一节 三相交流电的产生	(69)
第二节 三相电路的星形接法	(70)
第三节 三相电路的三角形接法	(79)

第四节	三相交流电的功率	(86)
第五节	电路的工作状态	(90)
复习题		(93)
第四章	变压器	(96)
第一节	变压器的基本结构与工作原理	(97)
第二节	特殊变压器	(106)
第三节	小型电源变压器的计算方法	(113)
复习题		(123)
第五章	量电仪表	(125)
第一节	电流表与电压表	(125)
第二节	电度表	(140)
第三节	万用表	(149)
复习题		(153)
第六章	三相异步电动机	(156)
第一节	三相异步电动机的构造	(156)
第二节	三相异步电动机的工作原理	(161)
第三节	三相异步电动机的转矩	(168)
第四节	三相异步电动机的选择	(173)
第五节	三相异步电动机的接线	(181)
第六节	三相异步电动机的启动	(185)
第七节	电动机连接导线的选择	(187)
复习题		(191)
第七章	控制设备与车间配电	(193)
第一节	简单手控开关	(193)
第二节	电磁控制开关与空气开关	(197)
第三节	星一角启动器	(203)
第四节	自耦减压启动设备	(208)

第五节 保护电器	(216)
第六节 车间配电	(224)
复习题	(229)
第八章 安全用电	(231)
第一节 电流对人体的危害作用	(231)
第二节 保护接地和保护接零	(232)
第三节 电气设备的安全使用	(236)
第四节 触电与急救	(241)
第九章 晶体管基础知识	(244)
第一节 半导体	(244)
第二节 晶体二极管	(252)
第三节 硅稳压二极管	(258)
第四节 晶体三极管	(261)
第五节 晶体三极管的交流放大作用	(284)
第六节 晶体三极管的开关作用	(292)
第七节 静态工作点的稳定和偏置电路	(296)
复习题	(305)
第十章 常用晶体管电路	(307)
第一节 晶体管整流、滤波电路	(307)
第二节 晶体管稳压电路	(326)
第三节 晶体管放大电路	(331)
第四节 晶体管开关电路	(346)
第五节 光电控制电路	(365)
第六节 振荡电路	(371)
复习题	(375)
第十一章 电热设备	(381)
第一节 电热的基本原理	(381)

第二节	电炉	(383)
第三节	多孔恒温水浴锅	(386)
第四节	普通电烘箱	(390)
第五节	电子管控温电烘箱	(395)
第六节	隧道式水分测定器	(400)
第七节	高温电炉	(406)
复习题		(410)
第十二章	粮食温度、水分电测仪	(412)
第一节	粮食温度电测仪	(412)
第二节	电阻式粮食水分电测仪	(420)
第三节	电容式粮食水分电测仪	(429)
复习题		(437)
实验		(439)
实验一	单相交流电路	(439)
实验二	三相负载的接线方法	(442)
实验三	量电仪表的接线和使用	(446)
实验四	三相异步电动机的接线	(450)
实验五	三相异步电动机的起动与控制	(453)
实验六	整流电路和滤波电路	(456)
实验七	晶体管微音放大电路	(459)
实验八	晶体管光电控制电路	(461)
实验九	电子管自动恒温调节器	(464)
实验十	半导体测温仪的安装与调试	(465)
实验十一	电容式测水仪的接线与调试	(467)
附录		(470)
一、	电工图形常用符号	(470)
二、	常用小型灵敏继电器技术数据	(490)

第一章 复杂电路基础

单一回路以及通过电阻的串、并联可以化成单回路的电路，都称作简单电路。简单电路用欧姆定律便可以求解。一个电路，如无法用电阻串、并联的方法简化成无分支的单回路，则称作复杂电路。例如，粮食仓库中常用的测温电桥线路便是一个复杂电路，又如许多电子设备，其线路一般都是一个复杂电路。对于复杂电路，仅用欧姆定律是无法求解的，为此，本章将介绍电路的其它几个定律和定理以及运用它们计算复杂电路的方法。

第一节 基尔霍夫定律

一、基尔霍夫第一定律

在没有分支的电路中，通过导体各截面的电流是相同的。在有分支的电路里，分支点称作节点。会聚于一节点的支路有多有少，至少有三条，其中有些支路中的电流是流向节点的，有些则是从节点流出的。这些电流之间有一定的关系，即流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和。这就是基尔霍夫第一定律。

在图 1-1 中，A 与 B 是两个节点，它们各有三个支路。会聚于 A 节点三个支路为 ADB、ACB、AR₃B。设流过