

粮 食 储 藏

电子检测仪器原理与维修

高士忠 王崇国 著

中国商业出版社

粮 食 储 藏
电子检测仪器原理与维修

王崇恩 著



中国商业出版社

1987

粮食储藏电子检测仪器原理与维修

高士忠 王崇国 著



中国商业出版社出版发行

郑州市新郑第二印刷厂印刷



787×1092毫米 32开 17.22印张 370千字

1987年10月第一版 1987年10月郑州市第一次印刷

印数1—8000册

统一书号: 13237·048 定价: 3.90元

目 录

前 言

第一章 电学基础知识.....	(3)
第一节 电的基本知识.....	(3)
第二节 电阻、电容、电感.....	(11)
第三节 基尔霍夫定律.....	(34)
第四节 电阻的串并联.....	(41)
第五节 感抗、容抗和谐振.....	(49)
第二章 晶体管.....	(58)
第一节 晶体二极管.....	(58)
第二节 晶体稳压管.....	(63)
第三节 发光二极管.....	(64)
第四节 晶体三极管.....	(73)
第五节 场效应管.....	(86)
第六节 单结晶体管.....	(93)
第七节 可控硅.....	(98)
第三章 常用晶体管电路.....	(108)
第一节 晶体管基本放大电路.....	(108)
第二节 晶体管偏置电路.....	(115)
第三节 偏置电路常见故障及其维修.....	(124)
第四节 多级放大电路及复合电路.....	(132)
第五节 振荡电路.....	(142)

第六节	直流放大器	(146)
第七节	负反馈电路	(150)
第八节	直流电源	(156)
第九节	浅谈数字电路	(176)
第四章	传感器	(123)
第一节	传感器及其应用	(123)
第二节	温度传感器	(219)
第三节	湿度传感器	(233)
第四节	气敏传感器	(239)
第五节	其它传感器	(247)
第六节	传感器的选择和使用	(256)
第五章	显示器件与执行机构	(259)
第一节	表头	(259)
第二节	数字显示器件	(267)
第三节	继电器	(271)
第四节	报讯器	(279)
第五节	开关和接插件	(282)
第六章	温度测量仪表	(287)
第一节	温度及其测量	(287)
第二节	粮食温度测量仪表	(290)
第三节	几种温度测量和控制仪表	(296)
第四节	测温仪表的维修与校验	(326)
第七章	湿度测量仪表	(333)
第一节	湿度及其测量	(333)
第二节	粮食湿度测量仪表	(339)
第三节	几种湿度测量与控制仪表	(350)

第四节	测湿仪表的维修与校验·····	(382)
第八章	气体测量仪表·····	(393)
第一节	气体及其测量·····	(393)
第二节	测氧仪·····	(394)
第三节	几种气体测量与控制仪表·····	(405)
第四节	测气仪表的使用与维修·····	(420)
第九章	检修与制作·····	(430)
第一节	怎样看电路图·····	(430)
第二节	万用表·····	(437)
第三节	常用工具·····	(453)
第四节	设计与制作印刷电路板·····	(460)
第五节	焊接技术·····	(467)
第六节	电子检测仪器的检修·····	(472)
附图一	SWJ—1 型数字测温计的装配图 及其外型尺寸·····	(478)
附图二	TL—4 型粮食水份测试仪接线图·····	(481)
附图三	CRB—2 型测量仪表印刷电路图·····	(482)
附图四	LSKC—4 型测湿仪表安装图·····	(482)
附图五	YH—2 A型群仓温湿度巡测仪原理 图及主机印刷电路图·····	(483)
附图六	WS—1 型粮食温湿仪表原理图·····	(490)
附图七	LSWY—1 型粮食温度、湿度快 速测量仪·····	(491)
附图八	BT—1 型粮食水分测定仪电路原 理图·····	(491)

附图九	L S K C—3型水分测量仪·····	(492)
附图十	B L W S型粮食温度水分测量仪·····	(492)
附图十一	B T—2型半导体油料粮食水分测定仪·····	(493)
附图十二	X R L——S型联杆式粮食测水仪·····	(493)
附图十三	Y H——8 2型粮食水分测量仪·····	(494)
附图十四	J I S——1型粮食水分测量仪·····	(495)
附录一	两种常用字母表·····	(496)
附录二	常用图形符号表·····	(498)
附录三	常用定律和公式·····	(501)
附录四	常用单位换算表·····	(505)
附录五	国产半导体器件命名法·····	(506)
附录六	常用半导体二极管·····	(507)
附录七	常用晶体三极管·····	(515)
附录八	半导体敏感元件·····	(527)
附录九	常用国产继电器特性数据表·····	(530)
附录十	荧光数码管符号及参数·····	(538)
附录十一	变压器铁芯·····	(540)
附录十二	漆包线·····	(542)
附录十三	串联电容、并联电阻公式及图表·····	(544)

前 言

随着现代科学技术的飞速发展，电子检测技术已广泛应用于工业、农业、国防、科研及人们日常生活的各个领域。我国在50年代后期开始研制应用了粮油储藏电子检测技术，从测温发展到测湿、测气、测虫等，特别是测温测湿技术，已基本上普遍应用，当前，应用微机管理粮情，管理仓储业务也相继进行了试点应用。

运用电子检测技术不仅能加快检测速度，提高检测精度和自动化程度，而且减少了大量的体力劳动，获得了很好的经济效益。但是，在目前的保、化人员中，真正能掌握使用电子检测技术的人员是为数不多的，更谈不上维修技能。为适应仓储技术发展的需要，更好地普及应用电子检测技术，满足基层储粮职工学习电子检测技术的要求，我们编写了《粮食储藏电子检测仪器原理与维修》一书。在编写过程中，得到了省粮食公司的支持和指导，邀请了一些基层从事多年电测工作并具有丰富实践经验和维修技能的同志参加了讨论，经反复修改后定稿。基层的同志认为，本书深入浅出，通俗易懂，着眼于应用，有较强的针对性。在结构上先介绍一部分初学者必须掌握的基础知识，然后专题介绍一些半导体传感器的特性、应用及电子检测仪器的原理和维修知识；最后选编了一些常用的资料图表，以方便查阅。

本书是初学电子检测技术的“入门指南”，是维修技术人员的工具书，对有一定电子检测技术的同志和非电子行业的科技人员都有一定的帮助。可作为粮油保管人员学习电子检测技术的普及读物，也可作为仓储保化职工的培训教材。

本书在编写过程中承省粮食公司副经理王成然同志审稿；周正同志、耿经建同志提供了有关参考资料；张甲骥、杜发轮、周正、耿经建同志还为本书定稿提出了许多宝贵意见。谨此表示感谢。

本书虽经多次审校，由于我们水平有限，缺点以至错误在所难免，诚恳地希望读者批评指正。

编 者

一九八七年五月

第一章 电学基础知识

学习粮食电子检测仪表的维修技术，同学习其它科学技术一样，必须先从最基本的知识学起，必须掌握一定的电学基础知识。基础知识掌握得牢，分析问题的能力就强。

第一节 电的基本知识

一、电的来历

世界上一切物质都是由分子组成的，分子是由原子组成的，原子又是由原子核和围绕原子核高速旋转的电子组成的。原子核带正电荷，电子带负电荷。但是，不论什么物质，原子核所带的正电荷，与原子核周围电子所带的负电荷是等量的。正负电荷都具有同性相斥、异性相吸的特性。由于它们所带的电量相等而互相抵消，所以在通常情况下，任何物质对外都不显电性。如果设法使某种物体得到一些电子，或使它失去一些电子，那么，得到电子的物体就带负电，失去电子的物体就带正电。由于带电荷的物体具有同性相斥、异性相吸的特性，它这种相斥或相吸的作用力范围，叫做电场。

一个带正电荷的物体与一个带负电荷的物体相互靠近，或者用导线把它们连接起来，根据它们异性相吸的特性，电

子就迅速转移到带正电荷的物体上去和正电荷中和，这就是放电现象。经过放电以后，两个物体都不缺少电子，也不多余电子，又恢复不带电的状态。物体本身电子的运动产生电的现象，就是电的来历。上面所说的物体放电现象，叫做静电现象，静电放电时，电子的传导是瞬时的。

为了使电子持续不断地转移，形成一个电子流而被应用，人们制造了电池和发电机，这就是使电子持续转移的电源。

二、电流

1. 什么叫电流

电子向着一个方向有规则的运动叫电流。物体的电子在没有外力的作用时，运动是不规则的，是不能形成电流的。如果把导体联接在电源上，导体里的自由电子便在电源的作用下作定向移动，形成电流。有些物体的电子很容易移动，这类物体叫做导体。如：金、银、铜、铝、铅、铁等都属于这一类。

通过导体的电流就好比水管中的水流一样，有着一一定的流动方向。按理讲电流的方向应该与电子流的方向一致，可是实际上人们所规定的电流的方向正好与此相反。如图 1—1—1 所示。这是因为从前人们对电流缺乏本质的认识，认为电流总是从电源的正极出发，经过导体流向负极的，而且以此规定，规定了一系列法则。后来在了解了物质的电结构以后，才发觉这种规定的电流方向与电子流动的实际方向刚好相反，但这并不影响对于电流的论述和应用。因此，我们在以后所提到的电流方向都是从正极到负极，只有特别指明电子流动方向时，才是从负极到正极，这一点要特别注意。

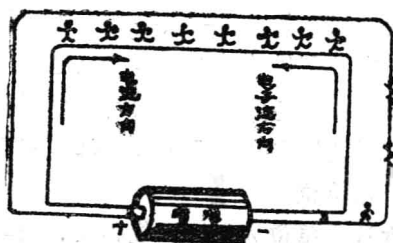


图 1—1—1

2. 电流的种类

电流常用字母 I 表示。按照电流的方向是否变化，电流可分为直流电和交流电两种。

直流电流，简称直流，仪表上通常用“DC”表示。这种电流在导体里流动时，其大小和方向均不随时间的变化而改变，如图 1—1—2 (a) 所示。

脉动电流是直流电流的一种，这种电流在导体里流动时，虽然大小在变化，但方向不改变，如图 1—1—2 (b) 所示。

交流电流，简称交流，仪表上通常用“AC”表示。这种电流在导体里流动时，不但大小时刻变化，而且方向也每

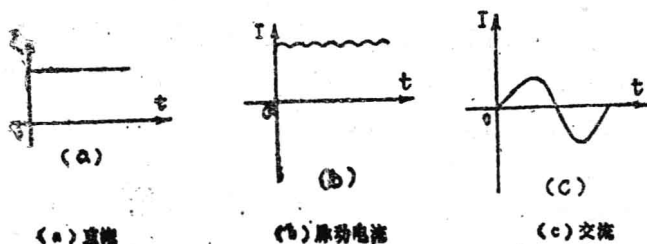


图 1—1—2

隔一定时间改变一次，如图 1—1—2 (c) 所示。

干电池和蓄电池所供给的电流是直流电；未经滤波的整流电流为脉动直流；而电厂和电力网向用户所提供的大都是交流电，如工厂动力用电和照明用电，都是交流电。

3. 电流的计量单位

电流的基本计量单位为安培，简称安，用字母 A 表示。在实用上，因嫌安培这个单位过大，又用 1 安培的 $1/1000$ 作单位，叫做毫安，用字母 mA 表示。有时又用 1 毫安的 $1/1000$ 作单位，叫做微安，用字母 μA 表示。

即： $1 \text{ 安 (A)} = 1,000 \text{ 毫安 (mA)} =$
 $1,000,000 \text{ 微安 } (\mu A)$

$1 \text{ 毫安 (mA)} = 1,000 \text{ 微安 } (\mu A)$

三、电压

1. 什么叫电压

在维修粮食电子检测仪表时，常常要谈到电压这个概念。如直流电压、交流电压、晶体管集电极电压等等。那么什么叫电压呢？

我们先用水打个比方，水是从水位高的地方向水位低的地方流动，这两个高低不同的水位之差叫做水位差。同样，电流也是从电位高的地方流向电位低的地方，这两者之间的电位差就叫做电压，用字母 U 表示。

2. 电压的计量单位

电压的基本计量单位是伏特，简称伏，常用字母 V 表示。有时在使用上嫌伏太大，而采用毫伏 (mV) 和微伏 (μV)。

1 伏 (V) = 1,000 毫伏 (mV)

1 毫伏 (mV) = 1,000 微伏 (μ V)

3. 电位差和电动势

我们知道,要有水位差,水才能在水管里流动。同样,要有电位差,电流才能在导线里流动,一个电源能够使电流持续不断地沿导线流动就是因为它能使导线两端产生和维持一定的电位差。这种使导线两端产生和维持一定电位差的能力,就称为电源的电动势,常用字母 E 来表示。

电动势的单位和电压的单位一样,都是伏特,但电压是指在任意一段电路上,把电荷从电路的一端推到另一端时,电场力所做的功。电压与电动势在概念上不可混淆,电压是电路两点间存在着的电位差,而电动势则是电源内部所具有的把电子从正极搬运到负极,建立并维持电位差的本领。电动势的方向是从负极(低电位)到正极(高电位),即电位升高的方向,电压的方向是从正极(高电位)到负极(低电位),即电位降低的方向。这一点对分析电路是十分重要的。

四、电阻

1. 什么叫电阻

电子在物体内部流动时是要受到阻力的,我们把电子在物体内部流动所遇到的阻力叫做电阻,用字母 R 表示。就象水在管中流动时,必然受到管壁或其它障碍物对水流的阻力一样。

2. 电阻的计量单位

电阻的基本计量单位是欧姆,简称欧,用字母 Ω 表示。为实际计算的方便,常以千欧 ($K\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$) 为单

位。

1 兆欧 ($M\Omega$) = 1, 000 千欧 ($K\Omega$)

1 千欧 ($K\Omega$) = 1, 000 欧 (Ω)

3. 什么叫导体、绝缘体和半导体

在实践中人们认识到,不同的物体具有不同的导电特性,按其导电特性,大体上可分为导体、绝缘体和半导体三大类。

含有自由电子(物质是由分子组成,分子是由原子组成,原子是由原子核和电子组成,电子围绕原子核高速旋转,而电子挣脱原子核的束缚而成为自由电子)较多的物质叫导体,它具有易于导电的特性,一般金属都属于导体。

在另一些物质的原子中,电子与原子核之间相互吸引力较强,自由电子较少,因此不易导电,此类物质叫绝缘体。如橡胶、电木、瓷器、云母等就属于绝缘体。

导电能力介于导体与绝缘体之间的一类物体叫半导体。如硅、锗等,就是半导体材料。半导体有这样一个显著的特性,即在不同的条件下,其导电能力有极大的差别,一会儿象导体,一会儿又象绝缘体。晶体管就是根据半导体的这种特性制成的。

4. 决定电阻大小的因素

电阻的大小与导体材料有关,与导体的长度成正比,与截面积成反比。如果以 L 代表导体的长度,以米为单位,以 S 代表截面积,以平方毫米为单位, ρ 为电阻率(其值由导体材料决定),则导体的电阻可写成下列公式:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

此外，温度也是影响电阻大小的一个重要因素，一般来说，金属导体的电阻是随温度的升高而增大，随温度的降低而减小的。也有的物体的电阻是随温度升高而减小，随温度的降低而增大的，半导体材料就属此类。因此，在实际应用中，温度对于半导体性能的影响是不可忽视的。

五、欧姆定律

导体两端有电压，电子才能在导体里流动而形成电流，而导体又有电阻，它们三者之间有如下关系：

第一、在任何电路中，如果电阻保持不变，电压越高，电流就越大；电压越低，电流就越小。即电阻固定时，电流和电压成正比。

第二、在任何电路中，如果电压保持不变，电阻越小，电流就越大；电阻越大，电流就越小。即电压固定时，电流与电阻成反比。以上电流、电压、电阻三者之间的关系，可以写成下列公式：

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}} \quad \text{即} \quad I = \frac{U}{R} \quad (1-1-1)$$

这就是欧姆定律，它是电学最基本的定律，也是一切实际电工问题的基础。欧姆定律还可以写成：

$$U = I \times R \quad (1-1-2)$$

$$\text{或} \quad R = \frac{U}{I} \quad (1-1-3)$$

欧姆定律对于任何一个电路都是适用的。只要知道了电路中的电压，电阻和电流三个电学量的任意两个，就能根据这个定律求出第三个电学量来。

必须指出，在应用欧姆定律关系式时，电流的单位是安培，电压的单位是伏特，电阻的单位是欧姆。如果电流、电压和电阻是用其它的单位如毫安，毫伏、千欧或兆欧等表示的，那么运算时首先要把毫安、毫伏、千欧或兆欧分别化为安培、伏特和欧姆，然后再代入公式计算，否则所得结果将是错误的。

〔例题〕 一个1000欧姆的电阻上通过50毫安的电流，求这个电阻两端所加的电压是多少伏？

解：首先将毫安化为安培

$$50(\text{毫安}) \div 1000 = 0.05 \text{ 安培}$$

再根据欧姆定律求电压

$$U = I \times R = 0.05 \times 1000 = 50 \text{ 伏}$$

如果不先把毫安化为安培，而直接代入公式，则

$$U = I \times R = 50 \times 1000 = 50000 \text{ 伏，那就完全错了。}$$

六、电功率

电灯通上电流后就会发光，电炉通上电流就会发热，这种光和热都说明电流做了功，在电流做功的过程中消耗了能量——电能。我们在计算这些功的时候，是以每秒钟所消耗的电能（称作电功率）作标准的，用字母P表示，电功率的大小取决于电压和电流的乘积。如果电压以伏特为单位，电流以安培为单位，那么电功率的单位就是瓦特，简称瓦，用字母W表示。

即： 电功率 = 电压 × 电流

$$P = U I$$

在实用中，有时候嫌瓦特的单位太小，又用千瓦做单