

7170

朱家万 编著

湖北科学技术出版社

乡镇应用电子技术

乡镇应用电子技术

朱家万 编著

湖北科学技术出版社

乡镇应用电子技术

朱家万 编著

•

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

湖北科学技术出版社黄冈印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 15印张 1插页 326千字

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

ISBN 7-5352-0199-7/TN·7

印数：1—2 000 定价：3.45元

前 言

随着我国经济体制改革在相当广阔的领域内深入地深入发展，我国乡镇企业蓬勃发展起来。为了适应这一发展趋势，配合我国“星火计划”的实施，使我国的乡镇企业逐步走向现代化，并以此促进农村经济的发展和农业现代化的实现，编者根据多年来的教学和生产实践，结合我国乡镇企业，尤其是农业生产的科学技术水平，编写了这本适合于乡镇企业和农业生产技术人员水平的乡镇应用电子技术。

目前，有关电子技术方面的书籍虽然不少，但大多侧重于理论分析，要求读者具有较高的文化基础。有的虽也通俗，但又联系实际较少，或者只结合大、中城市工业生产中的一些问题。紧密结合乡镇企业，尤其是农业技术者很少见到。因此，编者力求通过大量的乡镇企业，尤其是农用电子线路的实例（包括适合农村专业户用的某些电子线路），以通俗易懂、简明确切的语言，向有关乡镇企业科技人员、农业科技人员和广大农村电子技术爱好者，全面系统地介绍电子技术方面的基本理论和实际应用知识。然而，本书能否达到这一要求，还有待于广大读者的评定。

本书可供有关乡镇企业科技人员，农业科技人员，具有中等文化程度的乡镇电气人员、电子技术爱好者和自学成才青年阅读。也可供有关大专院校、中等专业学校师生参考。

由于编者水平不高，经验不足，书中定有不少缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

本书在编写过程中得到湖北科学技术出版社，武汉（中南）电工理论学会的大力支持。全书经湖北省农业科学院副院长张宜春研究员，华中工学院电工、电子学教研室主任李昇浩教授审阅，并提出许多宝贵意见，在此表示诚挚的谢意。

编 者

于武汉工业大学

一九八七年八月

目 录

第一章 半导体器件的基本知识	(1)
§ 1—1 常用乡钨电子设备的基本结构.....	(1)
§ 1—2 半导体的基本知识.....	(2)
一、 半导体的基本特性	(3)
二、 PN结及其单向导电性	(6)
§ 1—3 半导体二极管.....	(8)
一、 基本结构	(8)
二、 伏安特性	(9)
三、 主要参数	(10)
四、 稳压管	(11)
§ 1—4 半导体三极管.....	(13)
一、 基本结构	(13)
二、 三极管的电流放大作用	(14)
三、 特性曲线	(16)
四、 主要参数	(19)
五、 温度对三极管特性与参数的影响	(20)
§ 1—5 半导体管使用常识.....	(21)
一、 半导体管极性与质量的判别	(21)
二、 三极管的选用	(24)
三、 国产半导体器件型号的命名方法	(25)
第二章 常用传感器	(27)
§ 2—1 光电传感器.....	(28)
一、 光电导器件	(28)
二、 硅光电池	(32)

§ 2—2 温度传感器	(34)
一、 双金属片感温器	(35)
二、 热敏电阻	(36)
三、 晶体管测温传感器	(39)
§ 2—3 湿度传感器	(41)
一、 固体湿度传感器	(41)
二、 空气相对湿度传感器	(44)
§ 2—4 成分分析传感器	(46)
一、 电导式浓度传感器	(47)
二、 离子选择性电极	(48)
三、 气敏半导体元件	(49)
§ 2—5 测力传感器	(51)
一、 可变电阻传感器(应变片)	(51)
二、 可变磁阻式压力传感器	(53)
三、 压电传感器	(54)
第三章 晶体管放大器	(56)
§ 3—1 低频电压放大器	(56)
一、 放大器的组成	(56)
二、 放大器的图解法	(59)
三、 放大器的计算法	(67)
四、 工作点的选择	(72)
五、 静态工作点的稳定	(74)
§ 3—2 多级放大器	(77)
§ 3—3 放大器中的负反馈	(82)
一、 负反馈对放大器性能的影响	(83)
二、 负反馈的基本方式	(85)
三、 负反馈电路举例	(86)
四、 负反馈的判别	(88)
§ 3—4 低频电压放大器的调试和故障分析	(89)

一、 调试	(89)
二、 故障分析	(97)
§ 3—5 功率放大器	(99)
一、 单管功率放大器	(99)
二、 推挽功率放大器	(103)
三、 无变压器的功率放大器	(106)
四、 功率放大器的调试和故障分析	(109)
§ 3—6 直流放大器	(112)
一、 差动放大器	(113)
二、 差动放大器的装配与调试	(118)
第四章 正弦波振荡器	(122)
§ 4—1 振荡的基本工作原理	(122)
§ 4—2 LC振荡器	(124)
一、 变压器反馈式振荡器	(124)
二、 电感反馈式振荡器	(126)
三、 电容反馈式振荡器	(128)
四、 LC振荡器的调整	(129)
五、 应用举例	(131)
§ 4—3 RC振荡器	(132)
一、 两级放大器构成的振荡器	(133)
二、 RC移相振荡器	(134)
三、 RC桥式振荡器	(135)
第五章 晶体管数字电路	(137)
§ 5—1 脉冲波形及其参数	(138)
§ 5—2 门电路	(140)
一、 与门电路	(141)
二、 或门电路	(146)
三、 非门电路	(150)
四、 复合门电路	(153)

§ 5—3 双稳态触发器	(155)
一、 电路组成	(135)
二、 工作原理	(156)
三、 分别触发双稳态电路	(160)
四、 计数触发双稳态电路	(162)
五、 应用举例	(164)
§ 5—4 无稳态触发器	(166)
一、 工作原理	(166)
二、 应用举例	(167)
§ 5—5 单稳态触发器	(171)
一、 工作原理	(171)
二、 应用举例	(173)
§ 5—6 射极耦合双稳态触发器	(175)
§ 5—7 调试、故障分析及抗干扰措施	(178)
一、 调试	(178)
二、 故障分析	(179)
三、 抗干扰措施	(179)
第六章 集成电路	(188)
§ 6—1 逻辑门电路	(188)
一、 晶体管——晶体管逻辑 (TTL) 电路	(188)
二、 高抗干扰晶体管逻辑 (HTL) 电路	(194)
三、 金属—氧化物—半导体场效应管 (MOS) 集成电路	(198)
§ 6—2 双稳态触发器	(206)
一、 R—S 触发器	(206)
二、 J—K 触发器 (主从型)	(213)
三、 D 触发器 (维持阻塞型)	(217)
四、 触发器逻辑功能的转换	(220)
§ 6—3 计数器及译码显示	(221)

一、 计数器	(221)
二、 译码器	(226)
三、 数字显示	(229)
§ 6—4 数字集成电路使用中应注意的几个问题	(235)
一、 TTL与非门电路的简便测试	(235)
二、 使用MOS电路的注意事项	(241)
三、 TTL集成电路的抗干扰措施	(241)
四、 集成电路与晶体管混合使用时的 电平转换	(242)
§ 6—5 线性集成电路简介	(248)
一、 $5G_{LS}$ 的电路原理	(248)
二、 主要参数及测试	(250)
三、 应用举例	(252)
第七章 整流器和直流稳压电源	(257)
§ 7—1 整流电路	(258)
一、 单相半波整流电路	(258)
二、 单相桥式整流电路	(262)
三、 单相全波整流电路	(265)
§ 7—2 滤波电路	(266)
一、 电容滤波器	(266)
二、 电感滤波器	(268)
三、 π 型滤波器	(269)
§ 7—3 可控硅及其整流电路	(270)
一、 可控硅的构造及其工作原理	(270)
二、 可控整流电路	(277)
三、 可控硅的触发控制电路	(282)
四、 可控硅的保护电路	(286)
五、 应用举例	(288)
§ 7—4 直流稳压电源	(290)

一、简单的并联式稳压电路	(290)
二、串联式晶体管稳压电路	(291)
三、调试和测量	(298)
第八章 实用线路分析	(304)
§ 8—1 温室育秧温度报警器	(304)
一、原理和线路介绍	(304)
二、调试与使用	(306)
§ 8—2 孵化温度控制器	(309)
一、工作原理	(309)
二、元器件的选择	(311)
三、制作与调试	(312)
§ 8—3 粮食、油料温湿计	(313)
一、温度的测量	(314)
二、含水量的测量	(315)
三、传感器	(319)
四、注意事项	(319)
§ 8—4 电子驱鸟器	(320)
一、电路介绍	(320)
二、元器件的选择与制作	(322)
三、调试	(323)
四、老鹰模型	(324)
§ 8—5 电牧栏	(325)
一、电路原理	(325)
二、元件制作	(327)
§ 8—6 茶叶光电梭拣机	(328)
一、光箱部分	(329)
二、前置放大器	(330)
三、主放、鉴别延时、功率放大器	(331)

四、功率放大级	(332)
§ 8—7 氮激光育种控制器	(333)
一、工作过程	(334)
二、电路原理	(334)
§ 8—8 黑光灯诱杀虫器	(337)
一、黑光灯管	(338)
二、电源设备	(338)
三、高压捕杀电路	(342)
四、自动控制电路	(344)
§ 8—9 粮食温度巡回遥测器	(350)
一、分机	(350)
二、总机	(353)
§ 8—10 三相异步电动机的断相保护	(363)
一、电路工作原理	(365)
二、元器件的选择与制作	(368)
第九章 生产实践基本知识	(371)
§ 9—1 常用电子电路元件介绍	(371)
一、电阻器	(371)
二、电位器	(375)
三、电容器	(377)
四、高频电感线圈	(383)
五、低频扼流圈	(385)
六、变压器	(386)
§ 9—2 元件的筛选、老化和自制	(387)
一、元件的筛选和老化	(387)
二、自制元件	(390)
§ 9—3 印刷线路版的制作	(402)
一、贴膜法	(403)
二、手工描版	(403)

三、	敷铜的版腐蚀·····	(404)
四、	线路版的最后处理·····	(405)
五、	感光晒版法·····	(406)
§ 9—4	电子电路焊接的基本工艺·····	(409)
一、	焊料与焊剂的选择·····	(409)
二、	焊点质量·····	(410)
三、	焊接方法·····	(412)
§ 9—5	常用电子仪器的使用·····	(414)
一、	DA—16型晶体管毫伏表·····	(414)
二、	XC—1A型音频信号发生器·····	(418)
三、	电子示波器·····	(421)
四、	JT—1型晶体管特性图示仪·····	(430)
附 录	·····	(436)
一、	电子技术中常用的基本定律和基本电路·····	(436)
(一)	直流电路·····	(436)
(二)	电容充放电规律及其应用·····	(442)
(三)	电感的特性及其应用·····	(449)
(四)	分析电子电路时常用的二个基本概念·····	(455)
二、	分 贝·····	(462)

第一章 半导体器件的基本知识

§ 1—1 常用乡镇电子设备的基本结构

电子技术在乡镇中的应用，与同在工业、国防和人们日常生活中的应用一样，它也是运用电子技术将信号的能量转换为其它形式的能量，为某种生产目的服务。实践证明，在农业上有许多物理量，例如光照、温度、湿度、压力等等，都可以通过变换、放大等环节予以检测与控制。因此，对于一个完整的乡镇电子设备或仪器，其结构一般应包括传感器、电子线路、显示与执行机构、电源四个部分。其结构方框图如图 1—1 所示。

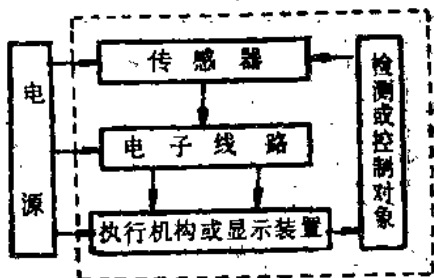


图 1—1 乡镇电子设备的方框图

传感器：

在农业生产和科研中，被测控对象给出的常常是非电信号，例如前面提到的光照、温度等等。要想检测和控制这些物理量，首先必须把这些非电信号转换为电信号（称为参量

转换)。所谓传感器就是把各种被测非电参量转换为电参量的器件。

电子线路:

许多物理量经过传感器变换后的电信号往往太微弱,或者是波形不合适,这样就不能直接用来推动执行机构或显示装置,而必须经过电子线路的再加工,进行放大、传递、变换,最后送到执行机构或显示装置,以完成预定的工作任务。

执行机构或显示装置:

它实际上是控制装置的执行机构和显示元件。其作用是把被测参量通过一定的执行机构,如电动机或显示装置,如仪表、数码管等,去控制、调节正在运行的机器和部件,以达到控制的目的。

电源:

它为各部分线路提供能源,没有电能的供应,传感器、电子线路、执行机构或显示装置就无法进行工作。

以上这四部分的线路,均采用半导体器件,如半导体二极管、三极管等元件构成。为此,首先介绍这些半导体器件的基本知识,然后再分别介绍以上各个部分的基本理论和实际应用等方面的问题。

§ 1—2 半导体的基本知识

自本世纪五十年代初出现了由半导体制成的晶体管这一新的电子器件以来,半导体技术有了飞跃的发展。由于半导体器件具有重量轻、体积小,耗电少、寿命长,工作可靠等突出优点,在现代农业、现代工业、现代科学技术和现代国防中获得了广泛的应用。

在半导体器件中，半导体二极管和三极管是最常用的。它们的基本结构、工作原理、特性和参数是学习电子技术和分析电子电路必不可少的基础，而PN结又是构成各种半导体器件的共同基础。因此，我们首先介绍半导体的基本特性和PN结的基本原理，然后介绍二极管和三极管，为后面各章打下基础。

一、半导体的基本特性

自然界中的物质，就其导电特性来看，有的很容易通过电流，叫做导体（例如银、铜、铝等金属）；有的电流很难通过，叫做绝缘体（例如橡胶、塑料、陶瓷等）。而半导体的导电能力则介于导体和绝缘体之间，如硅、锗等。导体之所以导电，是由于在其内部存在着大量的、能在原子间自由运动的自由电子。绝缘体却相反，原子核紧紧地束缚住了外层电子，使它们难以脱离，这些被束缚的电子叫做束缚电子。但是半导体内部则有极少量的自由电子，因而它既不象绝缘体那样难以使电流通过，又不象导体那样使电流通行无阻，而是处于二者之间。实践证明，半导体除了上述特性外，还有许多极为可贵的性能，这些独特的性能是今天半导体得以广泛使用的根本原因。它的主要特性是：

1. 温度的影响：半导体不单因为它的导电性能差而与导体有所区别，另外还有它的导电性能随温度的升高而显著增加。由于半导体内部只有极少量的自由电子，导电性能不如导体，但是受热时，由于电子动能增加，就能摆脱原子核的束缚而成为可以导电的自由电子，所以导电性能随温度的升高而增加。为此，常常利用半导体的这种特性来制作电阻值能随温度改变的热敏电阻。

2. 空穴导电：半导体内部的原子排列很整齐，并且通

过电子互相联系着。我们把这样的结构称为晶体，所以半导体也叫做晶体。

如果由于某种原因，例如温度升高，使一个束缚电子跑出来，脱离了它们之间的联系，那么这个束缚电子就成为自由电子。而这个束缚电子原来所在的地方少了一个电子，这个地方就留下一个空位，这个空位就叫做空穴。一个空穴表示这个位置缺少一个电子，所以空穴带有与电子等量的正电荷。

空穴的位置不是固定不变的，它能吸引邻近原子中的束缚电子来填补它而把这一空穴传给邻近的原子。以后又能以同样的方式把空穴转移到更远的地方。在电场的作用下，空穴能向一定的方向转移，由于空穴是带正电的，空穴位置的定向转移，就相当于正电荷在运动，我们把这种导电方式称为空穴导电。当然，空穴导电实质上仍是电子在运动，相继填补空穴而已。因此人们把它比喻为在剧场里看剧，如果第一排有个空位置，这个空位置后面第二排的人就补到第一排空位置上，第二排的空位又由第三排的人递补上，依次类推，这个空位很快地转移到最后边。显然，这种空位的移动同没有座位的人到处走动不一样，后者好比是自由电子的运动，而有座位的人依次递补空位的走动则好比是空穴运动。这里必须指出，尽管空穴导电也是电子移动，但它与自由电子移动而导电是不同的，因为它是在晶体内的束缚电子的定向转移，表现为正电荷的传递。在半导体中存在着电子导电与空穴导电两种不同性质的电流，这是与导体非常重要的区别。

在纯净的半导体（称为本征半导体）中，譬如硅或锗单晶，跑出一个束缚电子就留下一个空穴，电子与空穴数目相等，成对出现，我们叫做电子空穴对。