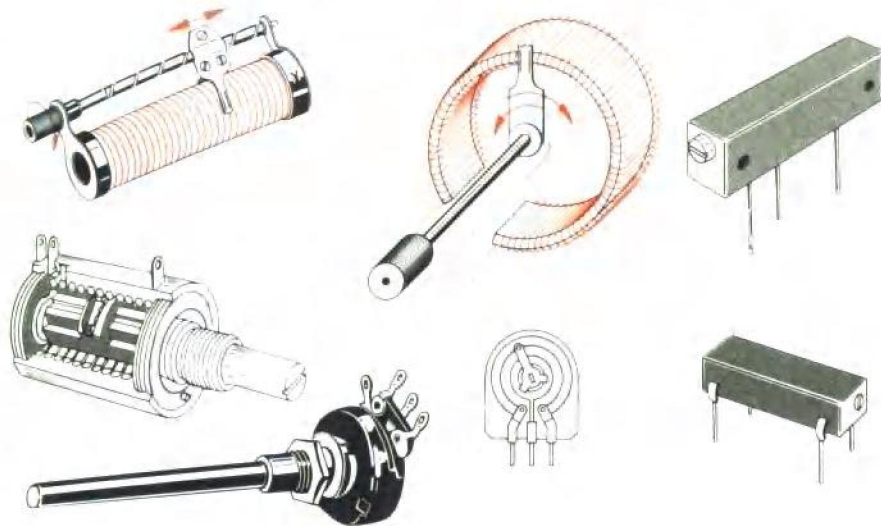


电子学丛书 2

# 电子元件

〔德〕克劳斯·贝伊特 著



科学出版社



电子学丛书 2

# 电 子 元 件

〔德〕克劳斯·贝伊特 著

张 伦 译

科 学 出 版 社

1999

图字:01-98-2292 号

## 内 容 简 介

本书是德国 Vogel 出版社出版的电子学丛书第 2 分册。书中简明扼要介绍了电子技术中最常用的一些电子元件。全书共 14 章,内容包括电阻器、电容器、电感器、半导体二极管、双极晶体管、单极晶体管、集成电路、晶闸管、开关器件、半导体光电器件、特种二极管、电子管和离子管等。为了帮助读者顺利掌握所述内容,书中还列举了大量实例。

本书在叙述中着重阐明物理概念,论述条理清晰、重点突出,尽力回避繁琐的数学推导,数学公式只在绝对必需时才被引用。

本书特别适于中等专业学校和大专院校有关专业学生阅读,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子元件/[德]克劳斯·贝伊特(Beuth, K.)著;张伦译.-北京:科学出版社,1999.8

(电子学丛书 2)

书名原文: Bauelemente

ISBN 7-03-007209-X

I. 电… II. ①贝… ②张… III. 电子元件 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 10479 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号  
邮政编码:100717

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1999 年 8 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

1999 年 8 月 第 一 次 印 刷 印张:20 3/4

印数:1—3 800 字数:461 000

定 价:31.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

## 中译本序

作者对电子学丛书第2分册《电子元件》一书中文版的读者致以衷心的问候,希望本书能给您们带来裨益。

作者为自己的著作能被译成中文深感自豪和愉快。在德国人民的心目中,中国是闻名的文化古国。大量知识越经数百年从中国传向欧洲,这些引进的知识大大促进了我国的发展。知识的交流对于双方过去是、现在仍然是十分有益的,尤其是技术领域的知识交流更应加深,因为技术能特别迅速促进全球文化的发展过程。

本书多年来在中等专业学校和高等专业学校中占有突出地位,且也非常成功地用于大学的基础学科教学。全书叙述简明易懂,数学公式只在绝对必需的场所才被引用。因此,本书也适于实践工作者阅读。作者尽力将书中内容清楚地分章节加以叙述,还引入了一些作者任工程师时的实践经验以及多方面教学活动的经验。

本书每次新版均补充了一些新的知识并删去了一些陈旧内容,希望总是处在最新水平。在这方面究竟能达到何种程度,尚有待读者去判断。最后,作者对所有建议和改进意见深表谢忱。

克劳斯·贝伊特

## 译者序

本书系德国 Vogel 出版社出版的电子学丛书第 2 分册。该丛书自 70 年代中期面世以来,至 1996 年已出版 8 个分册,内容涉及电子技术中最重要的一些领域,其中不少分册均再版 10 次以上,总印数逾 10 万册,多年来在德国中等和高等专业学校的相应专业教学活动中占有突出地位,且也非常成功地用于大学的基础学科教学。

作者曾任职工程师并从事过多方面的教学活动,具有丰富的科研和教学实践经验,从而赋予本书在取材和叙述方式上有一些鲜明的特点,其中主要有以下几点:

1. 从叙述方式上看,全书着重阐明物理概念,而回避了繁琐的数学推导。论述简明扼要、条理清晰、重点突出,使读者迅速建立起深刻的印象。另外,围绕所述内容还引入了大量实例,供加深理解和运用。各章所附的习题对于自学者也很有益处。

2. 从写作方式上看,作者采用了新颖的读书笔记形式的写作方式。对较重要的概念都用方框作提示,全书仿佛是一本听课笔记,这对读者进行复习思考大有帮助。

3. 从表述形式上看,全书采用图文并茂方式展开叙述,每讲一个问题大都辅以图形说明,看图说文。读者一边看图,一边阅读正文,很容易理解所述的内容。

4. 从内容上看,全书围绕一些最基本的、必须牢固掌握的概念展开叙述。读者深入掌握所述内容之后,便不难向更深层次拓展。

因此,尽管有关电子元件的书籍已先后出版过多种,但相比之下本书仍具有一定特色而值得推广介绍。

承蒙电子工业部 12 研究所吴常津博士对全书的中译文进行仔细的技术审定,并在文字上做了许多斧正,译者在此对他的辛勤劳动深表谢忱。

译者才疏学浅,译文中缺点和不妥之处在所难免,诚恳希望读者不吝批评指正。

张 伦

1997 年 12 月于北京

## 序 言

电子技术已日益广泛深入到我们的工作和私人生活领域。几年前,只有为数不多的专业人员才使用电子元件。如今,各行各业的人员都需要对电子技术,亦即对电子元件和电子电路进行深入研究。汽车、办公室用机器、家用电器和钟表(仅列举我们周围环境中的几种)都越来越多地用到电子技术。供医生用的现代化手术室和实验室同电子技术实验室有某些相似之处。

电子技术领域的发展极其迅速。对于想成为本行专家能手的所有人来说,经常参加进修、持续不断地学习是绝对必要的。本书是作者在中等专业学校以及在电子技术与数据处理领域执教成人进修教程的多年经验总结。书中用直观易懂的方式阐明一些相当复杂的内容,大量插图也有助于对正文的理解。此外,作者还有意识地摒弃过多的数学公式。因此,本书适于从事实践的人员使用。对于实践上属重要的内容做了详细说明,而仅只理论上有意义的内容则从简处理。

各章节的安排使读者可以毫无困难地进行自学,尽管本书主要是考虑作为教学辅导参考书。每章最后的习题用于检查学习效果和所达到的理解水平。习题答案在书末给出。

希望掌握电子技术基础知识的不同专业的学员、不同行业的工程技术人员、专业工人和技师均能富有成效地利用本书。此外,一些非技术人员如医生、生物学家、药剂师和高等院校的学生,通过阅读本书也能轻松地跨入电子技术的大门。

书中列举的例子和进行的计算均取自实际应用场合。

克劳斯·贝伊特

# 目 录

<b>第 1 章 示波器测量的技术基础</b> .....	( 1 )
1.1 概述 .....	( 1 )
1.2 示波器的结构和工作原理 .....	( 2 )
1.3 示波器的操作 .....	( 6 )
1.4 习题 .....	( 7 )
<b>第 2 章 线性电阻器和非线性电阻器</b> .....	( 8 )
2.1 一般特性 .....	( 8 )
2.2 固定电阻器 .....	( 10 )
2.2.1 固定电阻器的特性 .....	( 10 )
2.2.2 固定电阻器的类型 .....	( 13 )
2.2.2.1 薄膜电阻器 .....	( 13 )
2.2.2.2 微型组件中用的电阻器 .....	( 15 )
2.2.2.3 线绕电阻器 .....	( 15 )
2.3 可调电阻器 .....	( 16 )
2.3.1 可调薄膜电阻器 .....	( 18 )
2.3.2 可调线绕电阻器 .....	( 19 )
2.4 电阻与温度的关系 .....	( 19 )
2.5 热导体电阻器和冷导体电阻器 .....	( 20 )
2.5.1 热导体电阻器 .....	( 21 )
2.5.1.1 结构和工作原理 .....	( 21 )
2.5.1.2 特征参数和极限参数 .....	( 21 )
2.5.1.3 应用 .....	( 22 )
2.5.2 冷导体电阻器 .....	( 22 )
2.5.2.1 结构和工作原理 .....	( 22 )
2.5.2.2 特征参数和极限参数 .....	( 23 )
2.5.2.3 应用 .....	( 23 )
2.6 压敏电阻器 .....	( 25 )
2.6.1 结构和工作原理 .....	( 25 )
2.6.2 特征参数和极限参数 .....	( 26 )
2.6.3 应用 .....	( 27 )
2.7 习题 .....	( 27 )
<b>第 3 章 电容器和线圈</b> .....	( 30 )
3.1 电容 .....	( 30 )
3.2 电容器 .....	( 32 )
3.2.1 概述 .....	( 32 )

3.2.2	电容器的类型 .....	(34)
3.2.2.1	纸介电容器、聚酯电容器(金属膜电容器) .....	(34)
3.2.2.2	金属膜纸介电容器(MP 电容器) .....	(35)
3.2.2.3	金属-聚酯薄膜电容器(MK 电容器) .....	(35)
3.2.2.4	陶瓷电容器 .....	(36)
3.2.2.5	电解电容器 .....	(36)
3.2.2.6	可调电容器 .....	(38)
3.3	直流回路中的电容器 .....	(39)
3.3.1	电容器充电 .....	(39)
3.3.2	电容器的能量 .....	(41)
3.3.3	电容器放电 .....	(41)
3.4	交流回路中的电容器 .....	(42)
3.4.1	交流振荡的通向 .....	(42)
3.4.2	容抗 .....	(42)
3.4.3	相移和矢量图 .....	(43)
3.4.4	损耗因数和损耗角 .....	(44)
3.5	电容器的串联和并联 .....	(45)
3.5.1	串联 .....	(45)
3.5.2	并联 .....	(46)
3.6	线圈 .....	(46)
3.6.1	电感 .....	(46)
3.6.2	线圈的类型 .....	(48)
3.6.2.1	空心线圈 .....	(48)
3.6.2.2	铁心线圈 .....	(49)
3.7	直流回路中的线圈 .....	(50)
3.7.1	磁场的建立(接通时的瞬态过程) .....	(50)
3.7.2	线圈能量 .....	(51)
3.7.3	磁场的消失(切断过程) .....	(51)
3.8	交流回路中的线圈 .....	(52)
3.8.1	磁场的建立和消失 .....	(52)
3.8.2	相移和矢量图 .....	(53)
3.8.3	感抗 .....	(53)
3.8.4	损耗因数和品质因数 .....	(54)
3.8.5	线圈的绕制 .....	(55)
3.9	线圈的串联和并联 .....	(57)
3.9.1	串联 .....	(57)
3.9.2	并联 .....	(57)
3.10	习题 .....	(58)
<b>第 4 章</b>	<b>与频率有关的二端网络和四端网络 .....</b>	<b>(60)</b>
4.1	概述 .....	(60)
4.1.1	二端网络 .....	(60)



4.1.2	四端网络 .....	(60)
4.2	$RC$ 串联电路 .....	(60)
4.3	$RL$ 串联电路 .....	(61)
4.4	$RC$ 网络 .....	(62)
4.5	$CR$ 网络 .....	(64)
4.6	$RL$ 网络 .....	(65)
4.7	$LR$ 网络 .....	(67)
4.8	振荡电路 .....	(68)
4.8.1	$RLC$ 串联电路 .....	(68)
4.8.2	串联振荡回路 .....	(69)
4.8.3	$RLC$ 并联电路 .....	(72)
4.8.4	并联振荡回路 .....	(74)
4.9	$RC$ 网络作为积分电路 .....	(78)
4.9.1	工作原理 .....	(78)
4.9.2	积分过程 .....	(79)
4.9.3	信号源的影响 .....	(79)
4.10	$CR$ 网络作为微分电路 .....	(80)
4.10.1	工作原理 .....	(80)
4.10.2	微分过程 .....	(81)
4.10.3	信号源的影响 .....	(82)
4.11	习题 .....	(82)
<b>第 5 章</b>	<b>半导体二极管 .....</b>	<b>(84)</b>
5.1	半导体材料 .....	(84)
5.2	半导体晶体的结构 .....	(84)
5.3	本征电导率 .....	(86)
5.4	$n$ 型硅 .....	(87)
5.5	$p$ 型硅 .....	(88)
5.6	$pn$ 结 .....	(90)
5.6.1	无外部电压时的 $pn$ 结 .....	(90)
5.6.2	有外部电压时的 $pn$ 结 .....	(92)
5.7	半导体二极管的工作原理 .....	(95)
5.7.1	单晶半导体二极管 .....	(95)
5.7.2	多晶半导体二极管 .....	(99)
5.8	半导体二极管的开关特性 .....	(100)
5.9	半导体二极管的温度特性 .....	(101)
5.10	用作整流器的半导体二极管 .....	(102)
5.10.1	半波整流电路 .....	(102)
5.10.2	双二极管式全波整流电路 .....	(104)
5.10.3	桥式全波整流电路 .....	(105)
5.11	半导体二极管用作开关 .....	(106)

5.12	半导体二极管的结构形式	(107)
5.12.1	面结型二极管	(107)
5.12.2	点接触型二极管	(108)
5.12.3	功率二极管(整流器)	(108)
5.13	半导体二极管的检验	(109)
5.14	特征参数和极限参数	(110)
5.15	习题	(111)
<b>第6章</b>	<b>具有特殊性能的半导体二极管</b>	<b>(114)</b>
6.1	齐纳二极管	(114)
6.1.1	概述	(114)
6.1.2	齐纳效应	(114)
6.1.3	雪崩效应	(115)
6.1.4	击穿特性	(115)
6.1.5	耗尽层的再生	(116)
6.1.6	特性曲线、特征参数、极限参数	(116)
6.1.7	应用	(119)
6.1.8	温度补偿	(121)
6.2	变容二极管	(121)
6.2.1	结构和工作原理	(121)
6.2.2	特性曲线、特征参数、极限参数	(123)
6.2.3	应用	(125)
6.3	隧道二极管(江崎二极管)	(125)
6.3.1	结构和工作原理	(126)
6.3.2	特征参数和极限参数	(127)
6.3.3	应用	(127)
6.4	反向二极管	(128)
6.5	PIN 二极管	(129)
6.5.1	结构和工作原理	(129)
6.5.2	特征参数和极限参数	(130)
6.5.3	应用	(131)
6.6	肖特基二极管(热载流子二极管)	(131)
6.6.1	结构和工作原理	(131)
6.6.2	特征参数和极限参数	(132)
6.6.3	应用	(132)
6.7	习题	(133)
<b>第7章</b>	<b>双极晶体管</b>	<b>(134)</b>
7.1	概述	(134)
7.2	pnp 晶体管的工作原理	(134)
7.3	npn 晶体管的工作原理	(138)
7.4	晶体管的电压和电流	(139)

7.5	特性曲线族和特征参数(共发射极电路)	(142)
7.5.1	输入特性曲线族	(142)
7.5.2	输出特性曲线族	(143)
7.5.3	电流控制的特性曲线族	(144)
7.5.4	反馈作用特性曲线族	(146)
7.5.5	四象限特性曲线族	(147)
7.6	晶体管工作点的选择	(147)
7.7	晶体管的激励	(150)
7.8	穿透电流、反向电压和击穿电压	(153)
7.8.1	穿透电流	(153)
7.8.2	反向电压	(155)
7.8.3	击穿电压	(155)
7.9	过激励状态和饱和电压	(156)
7.10	晶体管的耗散功率	(157)
7.10.1	耗散功率和耗散双曲线	(157)
7.10.2	晶体管的散热	(158)
7.11	温度影响和工作点的稳定	(160)
7.12	晶体管噪声	(161)
7.12.1	噪声来源	(161)
7.12.2	电阻噪声	(161)
7.12.3	噪声系数和噪声比	(162)
7.13	晶体管参数	(164)
7.13.1	特征参数	(164)
7.13.1.1	信号特征参数	(164)
7.13.1.2	直流电流比	(165)
7.13.1.3	穿透电流和击穿电压	(165)
7.13.1.4	耗尽层电容	(165)
7.13.1.5	截止频率	(165)
7.13.1.6	热阻	(166)
7.13.1.7	噪声比	(166)
7.13.1.8	晶体管开关时间	(166)
7.13.2	极限参数	(166)
7.13.2.1	最大允许反向电压	(166)
7.13.2.2	最大允许电流	(166)
7.13.2.3	最大允许耗散功率	(167)
7.13.2.4	最高允许温度	(167)
7.13.3	数据手册	(167)
7.14	应用	(167)
7.14.1	晶体管开关电路	(167)
7.14.2	晶体管放大器	(169)
7.14.2.1	单级放大器	(169)

7.14.2.2	多级放大器	(170)
7.14.3	放大器的基本电路	(171)
7.15	习题	(172)
<b>第 8 章</b>	<b>单极晶体管</b>	<b>(174)</b>
8.1	耗尽型场效应晶体管(JFET)	(174)
8.1.1	结构和工作原理	(174)
8.1.2	特性曲线、特征参数、极限参数	(177)
8.1.3	应用	(180)
8.2	MOS-场效应晶体管(IG-FET)	(182)
8.2.1	结构和工作原理	(182)
8.2.1.1	概述	(182)
8.2.1.2	增强型	(183)
8.2.1.3	耗尽型	(183)
8.2.1.4	耗尽层结构和沟道夹断	(184)
8.2.2	特性曲线、特征参数、极限参数	(185)
8.2.3	对温度的依赖关系	(189)
8.2.4	耗散功率	(189)
8.2.5	应用	(190)
8.2.5.1	共源极电路	(190)
8.2.5.2	共漏极电路	(191)
8.2.5.3	共栅极电路	(193)
8.3	双栅极 MOS-FET	(193)
8.4	单结晶体管(UJT)	(194)
8.5	习题	(197)
<b>第 9 章</b>	<b>集成电路</b>	<b>(198)</b>
9.1	概述	(198)
9.2	集成电路制造工艺	(199)
9.2.1	单片制造工艺(半导体芯片制造工艺)	(199)
9.2.2	混合工艺	(202)
9.2.2.1	薄膜工艺	(202)
9.2.2.2	厚膜工艺	(203)
9.3	模拟集成电路和数字集成电路	(203)
9.3.1	数字集成电路	(203)
9.3.2	模拟集成电路	(204)
9.4	集成度和封装密度	(205)
9.5	集成电路的优缺点	(205)
9.6	运算放大器	(206)
9.6.1	引言	(206)
9.6.2	结构和工作原理	(206)
9.6.3	理想运算放大器	(209)

9.6.4	实际运算放大器 .....	(210)
9.6.5	应用 .....	(210)
9.7	习题 .....	(211)
<b>第 10 章</b>	<b>晶闸管 .....</b>	<b>(213)</b>
10.1	肖克莱二极管(晶闸二极管).....	(213)
10.1.1	结构和工作原理 .....	(213)
10.1.2	特征参数和极限参数 .....	(215)
10.1.3	应用 .....	(216)
10.2	晶闸管(反向阻断晶闸三极管).....	(217)
10.2.1	结构和工作原理 .....	(217)
10.2.2	特征参数和极限参数 .....	(221)
10.2.3	应用 .....	(222)
10.2.3.1	交流回路中的晶闸管 .....	(222)
10.2.3.2	直流回路中的晶闸管 .....	(224)
10.3	晶闸四极管.....	(225)
10.3.1	结构和工作原理 .....	(225)
10.3.2	特征参数和极限参数 .....	(226)
10.3.3	应用 .....	(226)
10.4	GTO 晶闸管 .....	(226)
10.4.1	结构和工作原理 .....	(226)
10.4.2	特征参数和极限参数 .....	(227)
10.4.3	应用 .....	(229)
10.5	习题.....	(229)
<b>第 11 章</b>	<b>二端交流开关器件和双向晶闸管 .....</b>	<b>(231)</b>
11.1	二端交流开关器件(Diac) .....	(231)
11.1.1	双向二极管 .....	(231)
11.1.1.1	结构和工作原理 .....	(231)
11.1.1.2	特征参数和极限参数 .....	(232)
11.1.2	双向晶闸二极管 .....	(232)
11.1.2.1	结构和工作原理 .....	(232)
11.1.2.2	特征参数和极限参数 .....	(233)
11.1.3	Diac 的应用 .....	(234)
11.2	双向晶闸管.....	(234)
11.2.1	结构和工作原理 .....	(234)
11.2.2	触发方式 .....	(236)
11.2.3	特征参数和极限参数 .....	(237)
11.3	用 Diac 和 Triac 进行控制 .....	(238)
11.4	习题.....	(240)
<b>第 12 章</b>	<b>半导体光电器件 .....</b>	<b>(242)</b>
12.1	内光电效应.....	(242)

12.2	光敏电阻	(242)
12.2.1	结构和工作原理	(242)
12.2.2	特征参数和极限参数	(243)
12.2.3	应用	(244)
12.3	光电池和太阳能电池	(244)
12.3.1	结构和工作原理	(244)
12.3.1.1	硅光电池	(245)
12.3.1.2	硒光电池	(246)
12.3.2	特征参数和极限参数	(247)
12.3.3	应用	(247)
12.4	光电二极管	(248)
12.4.1	结构和工作原理	(248)
12.4.2	特征参数和极限参数	(249)
12.4.3	应用	(249)
12.5	光电晶体管	(250)
12.5.1	结构和工作原理	(250)
12.5.2	特征参数和极限参数	(250)
12.5.3	应用	(251)
12.6	光电晶闸管、光电晶闸四极管	(251)
12.6.1	结构和工作原理	(251)
12.6.2	特征参数和极限参数	(252)
12.6.3	应用	(253)
12.7	发光二极管	(253)
12.7.1	结构和工作原理	(253)
12.7.2	特征参数和极限参数	(254)
12.7.3	应用	(254)
12.8	光电耦合器	(255)
12.8.1	结构和工作原理	(255)
12.8.2	特征参数和极限参数	(256)
12.8.3	应用	(257)
12.9	习题	(257)
<b>第 13 章</b>	<b>具有特殊性能的半导体器件</b>	<b>(258)</b>
13.1	霍尔器件	(258)
13.1.1	霍尔效应	(258)
13.1.2	霍尔电压	(258)
13.1.3	结构	(259)
13.1.4	特征参数和极限参数	(260)
13.1.5	应用	(260)
13.2	磁场变阻器	(261)
13.2.1	结构	(261)
13.2.2	电阻变化	(262)

13.2.3	特征参数和极限参数 .....	(263)
13.2.4	应用 .....	(263)
13.3	磁敏二极管 .....	(264)
13.3.1	结构 .....	(264)
13.3.2	电阻变化 .....	(264)
13.3.3	特征参数和极限参数 .....	(265)
13.3.4	应用 .....	(265)
13.4	与压力有关的半导体器件 .....	(266)
13.4.1	压电效应 .....	(266)
13.4.2	半导体压电器件 .....	(266)
13.5	液晶显示器件 .....	(267)
13.5.1	液晶 .....	(267)
13.5.2	显示器件的结构(场效应技术、介质极化) .....	(267)
13.5.3	应用 .....	(270)
13.6	习题 .....	(270)
<b>第 14 章</b>	<b>电子管和离子管 .....</b>	<b>(271)</b>
14.1	热发射 .....	(271)
14.2	真空二极管 .....	(271)
14.3	三极管 .....	(272)
14.3.1	特性曲线 .....	(273)
14.3.2	特征参数 .....	(274)
14.3.3	阳极反馈 .....	(275)
14.3.4	电压放大 .....	(276)
14.3.5	阳极耗散功率 .....	(277)
14.4	四极管 .....	(277)
14.5	五极管 .....	(278)
14.5.1	特性曲线 .....	(278)
14.5.2	特征参数 .....	(278)
14.5.3	电压放大 .....	(279)
14.5.4	五极管相对于三极管的优缺点 .....	(280)
14.6	特种电子管 .....	(280)
14.7	复合管 .....	(281)
14.8	电子束管 .....	(281)
14.8.1	电子束产生系统 .....	(282)
14.8.2	电子束聚束系统 .....	(282)
14.8.3	电子束偏转系统 .....	(283)
14.8.4	荧光屏 .....	(285)
14.8.5	电子束管的电流回路 .....	(285)
14.9	离子管 .....	(285)
14.9.1	碰撞电离 .....	(285)

14.9.2	充气二极管 .....	(286)
14.9.3	充气三极管(闸流管) .....	(287)
14.9.3.1	结构和工作原理 .....	(287)
14.9.3.2	由改变栅极电压进行截断控制 .....	(287)
14.9.3.3	用脉冲进行截断控制 .....	(288)
14.9.4	引燃管 .....	(289)
14.9.5	辉光管 .....	(289)
14.9.5.1	结构和工作原理 .....	(289)
14.9.5.2	应用 .....	(290)
14.10	光电管 .....	(291)
14.10.1	光电发射 .....	(291)
14.10.2	结构和工作原理 .....	(291)
14.10.2.1	真空光电管 .....	(291)
14.10.2.2	充气光电管 .....	(292)
14.11	习题 .....	(293)
<b>第 15 章</b>	<b>习题答案 .....</b>	<b>(295)</b>
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>(303)</b>



# 第 1 章 示波器测量的技术基础

## 1.1 概 述

示波器是一种具有广泛测量用途的多用可置换目视指示器。它能与记录设备一起来保持图像。

“示波器”一词来源于拉丁文 *oscillare* (振荡) 和希腊文 *grafein* (记录)。因此,将示波器叫作振荡记录器。但是,真正意义上的记录即实时和保持,只在具有记忆功能的少数特殊示波器上才能实现。大多数示波器均不能保留实时图像。它们纯粹是目视指示器,或更确切地称之为振荡目视指示器。

利用示波器可以观察到电压随时间变化的曲线。

$$U = f(t)$$

$U$  是时间的函数(图 1.1)。

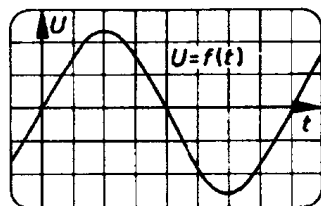


图 1.1 电压随时间变化的曲线

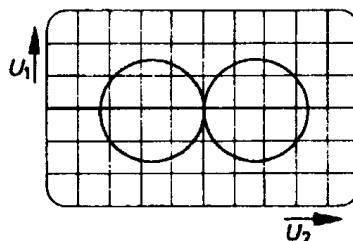


图 1.2 电压  $U_1$  随电压  $U_2$  变化的曲线

此外,一个电压( $U_1$ )随第二个电压( $U_2$ )变化的曲线可以表示为(图 1.2):

$$U_1 = f(U_2)$$

$U_1$  是  $U_2$  的函数。

电流的曲线可以间接地加以表示。如果让电流  $I$  流过电阻  $R$ ,便在  $R$  上形成压降  $U_R$  (图 1.3),  $U_R$  随时间变化的曲线与电流  $I$  相同。这时,  $U_R$  便可以代表  $I$ 。

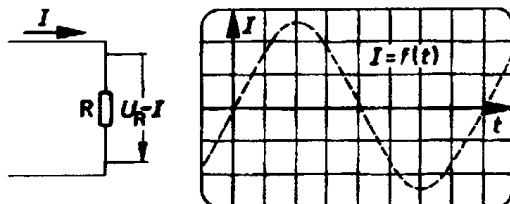


图 1.3 电流  $I$  转换成等效电压,电流随时间变化的曲线

相应的关系也适用于描述其他一些量,如磁通密度  $B$ 、磁场强度  $H$  和频率  $f$ 。所有这