

---

# 电子线路分析

---

[澳] J.T. 维 特  
P.L. 爱德华  
J.E. 克拉克

渭河发电厂 佟 平译

水利电力出版社

# 电子线路分析

[澳]J.T.维特 P.L.爱德华 J.E.克拉克  
渭河发电厂 佟平译

水利电力出版社

## 内 容 提 要

本书以新颖的叙述系统介绍了电子线路中常用的二极管、三极管开关电路，基本逻辑电路，线性放大器电路。通过这些基本电子线路的讲述，给出了有关的基本概念、参数和计算公式。本书的特点是，以理想化的器件代替电子器件进行网络分析计算，例题、习题和考试题极为丰富，分析计算详尽。

本书读者对象主要是，具有中等文化程度初学电子学的工人、技术人员，对于大专院校理工科低年级学生也有较好参考价值。

译者在翻译本书过程中，曾获得西安交通大学电工原理教研室及西安电力学校电力教研室的大力帮助，其中：西安电力学校韩杰义等同志审阅了本书第二遍译稿，西安交通大学邱关源同志校阅了全部译稿。

ELECTRONIC CIRCUIT ANALYSIS

A First Course

J.T.Wade P.L.Edwards J.E.Clark

John Wiley & Sons Australasia Pty Ltd 1973

## 电 子 线 路 分 析

[澳]J.T.维特 P.L.爱德华 J.E.克拉克

渭河发电厂 佟平译

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

1978年9月北京第一版

1978年9月北京第一次印刷

印数 000001—100250册 每册 2.25元

书号 15143·3334

# 目 录

绪言 (节译)	1
第一章 整流	3
1-1 引言	3
1-2 交流电压	3
1-3 脉动电压	4
1-4 商用交流电压	4
1-5 交流变直流	5
1-6 理想整流器	6
1-7 理想整流器 (或二极管) 特性	7
1-8 半波整流器电路	7
1-9 全波整流	8
1-10 具有中心抽头变压器的全波整流器	9
1-11 全波桥式整流器	11
1-12 滤波	13
1-13 小结	14
第二章 二极管削波电路	15
2-1 引言	15
2-2 串联二极管正向削波器	16
2-3 等效电路	16
2-4 $V_c$ 反极性的影响	17
2-5 数学表示法	17
2-6 图解表示法	18
2-7 串联二极管负向削波器	19
2-8 数学和图解表示法	20
2-9 并联二极管削波电路	21
2-10 并联二极管正向削波器	21
2-11 并联二极管负向削波器	21
2-12 双端削波器	22
2-13 双向削波电路	22
2-14 小结	23
第三章 二极管钳位电路	25
3-1 引言	25
3-2 电容器充电周期	25
3-3 等效电路	25

3-4	输入变化的影响	27
3-5	输入直流电平的影响	28
3-6	二极管反向的影响	28
3-7	其它电平的错位	29
3-8	输入峰值小于 $V_c$ 的影响	30
3-9	小结	30
第四章	二极管逻辑	32
4-1	引言	32
4-2	“与”门	32
4-3	“或”门	33
4-4	二极管作开关	33
4-5	正逻辑记法	34
4-6	二极管“或”门结构	35
4-7	二极管“与”门结构	37
4-8	电路负载	39
4-9	标准符号	40
4-10	小结	41
第五章	二极管特性	42
5-1	引言	42
5-2	氧化铜(片)整流器	42
5-3	硒(片)整流器	43
5-4	pn结二极管	43
5-5	pn结的理论特性	44
5-6	Ge和Si二极管的比较	45
5-7	实际二极管: 体电阻	46
5-8	实际二极管: 反向特性	48
5-9	实际二极管: 对温度的依赖关系	48
5-10	动态电阻	49
5-11	小结	51
第六章	齐纳二极管特性	52
6-1	引言	52
6-2	齐纳电压(反向击穿电压) $V_Z$	52
6-3	额定功率 $P_{Z,max}$	52
6-4	对温度的依赖关系	53
6-5	动态电阻	54
6-6	交流和直流动态电阻	55
6-7	最小反向电流的选择	55
6-8	小结	56
第七章	齐纳二极管的应用	57
7-1	引言	57

7-2	并联稳压器电路	57
7-3	并联稳压器的工作	57
7-4	并联稳压器的设计: 电路的限制	58
7-5	并联稳压器的设计: 齐纳电流的范围	58
7-6	并联稳压器的设计: $R_S$ 的选择	58
7-7	并联稳压器的设计: $R_S$ 的额定功率	59
7-8	并联稳压器的设计: 难点	60
7-9	并联稳压器性能	60
7-10	齐纳二极管作交流滤波器	62
7-11	齐纳二极管作电压削波器	64
7-12	小结	64
<b>第八章</b>	<b>三极管介绍</b>	<b>66</b>
8-1	引言	66
8-2	三极管的结构	66
8-3	三极管的工作	67
8-4	三极管中的电流关系	67
8-5	电流增益	67
8-6	三极管作开关: 介绍	68
8-7	三极管作开关: 电流和电压的关系	69
8-8	三极管作开关: 饱和	70
8-9	截止和饱和的条件	70
8-10	开关的应用	72
8-11	小结	74
<b>第九章</b>	<b>三极管逻辑</b>	<b>76</b>
9-1	引言和摘要	76
9-2	“非”或“反向”逻辑运算	76
9-3	“非”或“反向”电路	76
9-4	影响反向电路设计的其它因素	80
9-5	“与非”和“或非”门	82
9-6	小结	87
<b>第十章</b>	<b>集成电路逻辑</b>	<b>89</b>
10-1	引言	89
10-2	逻辑的定律和基本理论(布尔代数)	89
10-3	通用门: “与非”、“或非”门	90
10-4	由“与非”门到“与-或-(非)”门的转换	93
10-5	集成电路介绍	95
10-6	集成电路封装	95
10-7	二极管阵列	97
10-8	DTL逻辑集成电路	98
10-9	TTL逻辑集成电路	100

10-10	门闩和触发器 .....	102
10-11	小结 .....	103
<b>第十一章 共发射极放大器 .....</b>		<b>105</b>
11-1	引言 .....	105
11-2	三极管的转移电导 .....	105
11-3	偏置的需要 .....	106
11-4	静态条件 .....	107
11-5	信号对基极电压和集电极电流的影响 .....	108
11-6	信号对集电极电压的影响 .....	110
11-7	输出电压和电压增益 .....	112
11-8	放大器的输入电阻 .....	113
11-9	放大器的转移电阻 .....	116
11-10	电压增益和转移电阻的意义 .....	117
11-11	小结 .....	118
<b>第十二章 共发射极放大器等效电路 .....</b>		<b>120</b>
12-1	引言 .....	120
12-2	三极管等效电路 .....	120
12-3	使用三极管等效电路分析放大器 .....	122
12-4	放大器特性参数 .....	124
12-5	外负载的影响 .....	125
12-6	放大器输出电阻 .....	128
12-7	输出电阻的经验估计 .....	130
12-8	放大器的戴维南等效电路 .....	131
12-9	小结 .....	134
<b>第十三章 共发射极偏置技术: 第一部分 .....</b>		<b>137</b>
13-1	引言 .....	137
13-2	单基极电阻偏置 .....	137
13-3	$\beta$ 稳定系数 .....	139
13-4	具有发射极电阻的单基极电阻偏置 .....	140
13-5	集电极-基极电阻偏置 .....	143
13-6	具有发射极电阻的集电极-基极电阻偏置 .....	144
13-7	漏电流对偏置电路的影响 .....	145
13-8	小结 .....	147
<b>第十四章 共发射极偏置技术: 第二部分 .....</b>		<b>149</b>
14-1	引言 .....	149
14-2	双电源偏置 .....	149
14-3	电压分压偏置 .....	151
14-4	用集电极-基极电阻的电压分压偏置 .....	153
14-5	小结 .....	157
<b>第十五章 共发射极放大器: 串联反馈 .....</b>		<b>159</b>

15-1	引言	159
15-2	有旁路发射极电阻	159
15-3	无旁路发射极电阻	163
15-4	部分旁路发射极电阻	166
15-5	串联反馈的稳定作用	169
15-6	小结	173
<b>第十六章 射极跟随器</b>		<b>175</b>
16-1	引言	175
16-2	共集电极放大器	175
16-3	射极跟随器的输出电阻	177
16-4	射极跟随器的应用	180
16-5	输入电阻的界限	181
16-6	自举偏置电阻	182
16-7	小结	186
<b>第十七章 共发射极放大器：并联反馈</b>		<b>188</b>
17-1	引言	188
17-2	交流并联反馈	188
17-3	并联反馈对电压增益和输入电阻的影响	189
17-4	并联反馈对转移电阻的影响	192
17-5	并联反馈的稳定作用	195
17-6	并联反馈对输出电阻的影响	199
17-7	交流并联反馈的消除	204
17-8	串联和并联反馈的兼容性	204
17-9	小结	205
<b>第十八章 简单的级联技术</b>		<b>207</b>
18-1	引言	207
18-2	复合对管	207
18-3	其它成对组合管	210
18-4	放大器的级联	211
18-5	小结	214
<b>第十九章 三极管特性和额定值</b>		<b>216</b>
19-1	引言	216
19-2	理想集电极特性	216
19-3	由集电极特性决定电流增益	217
19-4	与理想情况的偏差： $V_{CE(sat)}$	218
19-5	与理想情况的偏差：特性的不等间隔	218
19-6	与理想情况的偏差： $I_C$ 对 $V_{CE}$ 的依赖	219
19-7	与理想情况的偏差： $B-E$ 特性对 $V_{CE}$ 的依赖	221
19-8	根据制造厂资料决定三极管参数	222
19-9	元件最大额定值	228



19-10	击穿电压(最大电压)	229
19-11	漏电流	230
19-12	小结	232
<b>第二十章 共发射极放大器特性的界限</b>		234
20-1	引言	234
20-2	静态损耗	234
20-3	无发射极电阻的 $C-E$ 放大器的有效输出电压幅值	236
20-4	外负载对输出电压幅度的影响	240
20-5	射极电阻对有效输出电压幅度的影响	243
20-6	用图解法决定 $C-E$ 放大器的输出电压幅值	248
20-7	由电压驱动引起的失真	253
20-8	由电流驱动引起的失真	255
20-9	低频响应	256
20-10	高频响应	257
20-11	小结	259
<b>第二十一章 场效应管特性</b>		262
21-1	引言	262
21-2	场效应管的结构	262
21-3	场效应管的工作	263
21-4	场效应管的特性	264
21-5	转移特性	266
21-6	场效应管参数:漏极导通电阻	270
21-7	场效应管参数:动态漏极电阻	272
21-8	场效应管参数:转移电导	274
21-9	场效应管参数:放大系数	279
21-10	场效应管元件的额定值	280
21-11	“夹断电压”一词的另一种用法	280
21-12	小结	281
<b>第二十二章 结型场效应管:应用</b>		283
22-1	引言	283
22-2	多样的应用	283
22-3	共源极放大器:介绍	284
22-4	共源极放大器:信号分析	285
22-5	共源极放大器:源极电阻自偏	290
22-6	共源极放大器:双电源偏置	294
22-7	共源极放大器:电压分压偏置	297
22-8	部分旁路源极电阻的影响:串联反馈	303
22-9	源极跟随器	306
22-10	动态漏极电阻的影响	309
22-11	$r_d$ 对放大器特性的影响	311

22-12 小结 .....	318
<b>第二十三章 真空二极管</b> .....	<b>321</b>
23-1 引言 .....	321
23-2 阴极和热电子发射 .....	321
23-3 真空二极管 .....	321
23-4 真空二极管特性 .....	322
23-5 其它类型的二极管 .....	325
23-6 小结 .....	325
<b>第二十四章 真空三极管和五极管</b> .....	<b>326</b>
24-1 引言 .....	326
24-2 三极管特性 .....	327
24-3 五极管特性 .....	330
24-4 三极管共阴极放大器: 静态条件 .....	333
24-5 五极管共阴极放大器: 静态条件 .....	335
24-6 共阴极放大器: 阴极电阻自偏 .....	337
24-7 共阴极放大器: 信号分析 .....	342
24-8 共阴极放大器: 图解信号分析 .....	348
24-9 阴极跟随器 .....	351
24-10 真空管的额定值 .....	353
24-11 小结 .....	354
<b>附录 A 基本半导体理论</b> .....	<b>357</b>
A-1 半导体 .....	357
A-2 电流的流动 .....	357
A-3 $n$ -型锲 .....	358
A-4 $p$ -型锲 .....	358
A-5 $pn$ 结 .....	358
A-6 在正向偏置的 $pn$ 结中电流和电压的关系 .....	360
<b>附录 B 练习题</b> .....	<b>362</b>
<b>考试卷</b> .....	<b>414</b>

## 绪 言(节译)

### 本书宗旨

本书旨在使读者提高足以分析最基本电子线路的能力。这些读者将包括大学和工程学院中培养技术人员和高级工程技术人员的电子学课程的学生。对于学习电子学仅作为其它学科(例如,化学或机械工程)辅助课程的综合大学和专门学校的学生,本书也将是极有意义的。

### 编写本书的原因

对于一批从事设计工作的将持有工程毕业证书的学生,使我们首先感到的是,在课程的最初几年中,对学生就展示过于深奥的器件模型是不妥当的。这些高年级学生,需要使用公开出版的电路图制作和测试电子设备,而这些电路通常需要重新修改设计和另行设计一些使它们适合于个别要求的接口装置。

在所有这些情况中,学生们只有极少的所用器件的数据,而要能较快地做出电路特性的定量估计。在他们试图分析的过程中,大多数学生凭籍与所着手处理的问题全然不相适应的深奥的技巧和复杂的模型。因此,他们经常浪费了时间,并且对他们的电路中所预期的电压和电流值不能立即获得有价值的结论。

由于使用了本书叙述的技巧于最初实验课程,使学生的分析能力有了很大改善,并且使他们的积极性也得到了提高。

### 统一法

电子器件工艺发展的历史倾向于把电子学分为三个领域:真空管、固态分立元件和集成电路。由此产生的不幸后果是,把热电子学和固态器件电子学作为完全不同的课题来讲授。在本书中,不管使用的器件如何,对所有电路都使用同样的基本分析技术。

这样探讨的目的是鼓励学生以完全统一的方法来分析所有电子线路,而不必担心由于器件工艺上的新发展所引起的革新。由于类似的情况在线性电路和数字电路技术中的发展,因此本书也同时考虑了这两者的一致性。

### 工程实际

工程技术含有“作出近似的技术。”

本书使用了工程近似法,以提供对实际电子线路的透彻理解,并保证对这些电路的分析所达到的准确度与商用器件以及元件的容差相符合。分析电子线路时,严格的公式,其价值是有限的。这是因为,对于如晶体管那样的器件,公开出版的电气特性只提供标称值,而实际值与这些标称值有50~200%的偏差是并非罕见的。例如,对某一指定型号的晶体管的电流增益参数( $\beta$ ),厂家一般引用了它们期望的最大和最小值,因此只使用标称值而不考虑其极限值,经常会导致不正确的结论。

## 电路理论和数学

本书采用的方法需要应用四个基本的电路理论工具。

1. 关于典型元件和器件的端钮特性的知识。
2. 欧姆定律。
3. 克希霍夫定律。
4. 戴维南和诺顿定律。

所以强调端钮特性, 是因为作为基本工程分析来说, 极少要求详细知道器件的物理性质或依靠与元件容差不一致的深奥的模型。

理解欧姆定律和克希霍夫定律是学习本书所述内容的先决条件。

在不具备微积分知识以前, 学习本书也是可能的。但是, 使用微积分可以加快理解的地方, 本书也给出了微积分法。

### 论述方法

本书以保证逐渐提高读者分析电子线路的能力来选择论述顺序。这个提高是依靠贯穿各章所引入的很多例题来加快的。

前四章集中于二极管电路的分析。为使读者尽快地知道二极管的应用, 所以二极管的性状被理想化了。使用由此所得的简化模型, 事实上对许多实际的应用是能满足需要的。

本书通过尽早地连系实际电路以提高读者兴趣, 同时也考虑实际元件和理想元件的差异。我们发现, 在最初阶段就建立二极管削波和钳位电路以及逻辑门电路的清晰理解, 能确保提高学生对电子线路运用基本电路理论的能力。

确定二极管动态电阻也是本书的一个重点, 因为这个概念对清晰地理解晶体管电路的性状是重要的。齐纳二极管稳压器的引入, 给予读者一个简单的、但却是系统的设计技术例题。

在双极晶体管的论述中, 再次使用了简化模型, 以便使读者尽快地接触到实际电路的应用。本书也考虑了三极管开关电路、逻辑门电路和线性放大器。由此产生的分析法(虽然是近似的)给出了与其它的电路元件容差相一致的准确度。因为很少提供严格的器件特性, 所以我们认为, 推导和使用更复杂的严格公式, 对电子线路的分析会引起不现实的气氛。

本书使用解得数字的例题来逐步说明电子线路分析技术。书中使用厂家提供的特性来说明实际三极管与理想三极管的偏差; 并叙述了估计这些与理想化的偏差对于电路性状影响的程度。其中, 包括了由厂家提供的数据表决定器件参数的方法。

有两章专门讲述了场效应三极管, 注意力集中于结型场效应三极管。

提出了由厂家数据确定场效应三极管参数的方法, 并把注意力特别集中于用方程和器件的关键值决定一些参数的方法。通过前些章已经得到的双极晶体管特性参数直接类推得出的场效应三极管放大器特性参数的表示式和等效电路, 就例证了本书中分析电子线路的统一方法。进一步类推后, 这些方程和等效电路就可直接应用于真空管放大器。

J. T. 维特

悉尼

P. L. 爱德华

1972.8

J. E. 克拉克

# 第一章 整 流

## 1-1 引 言

虽然电网所分配的电是一种交流电，可是几乎所有的电子线路需用直流电来使它们工作。为这个目的，可以使用电池，但是它们只对低功率便携式设备是实用的。在大部分电子设备中一个基本的先决条件是具备一个能变电源交流电压为可用直流电压的电路。

这个变交流（交流电流）为直流（直流电流）的过程称为整流，而完成这个过程的基本电子器件叫整流器。本章将考虑理想整流器的特性和三个基本的整流电路（熟悉基本交流电理论的读者可省略1-2到1-4节包括的内容）。

## 1-2 交 流 电 压

电池两端的电位差称为直流电压或简称  $d \cdot c$ ，一端对另一端总是为正。电池两端的极性不随时间改变，因此电池的输出电压可由图1-2-1所示的图线表示。

假设3V电池接到图1-2-2所示的电路。若 B端为参考点，当两个开关都在位置 1 时，A 端的电压可用图1-2-3表示；而当两开关都在位置 2 时，可用图1-2-4表示。

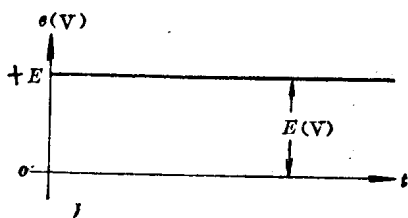


图 1-2-1 电池的输出电压

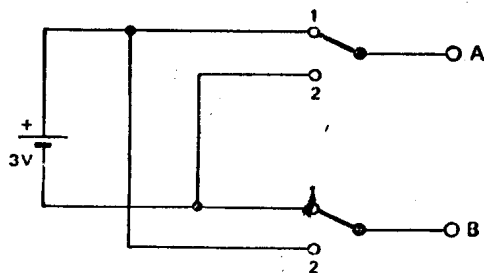


图 1-2-2

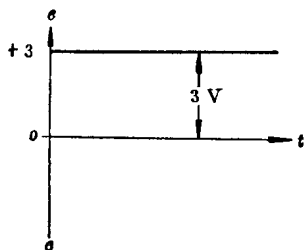


图 1-2-3 开关在位置 1 的输出电压

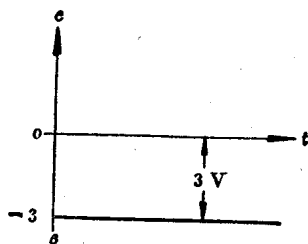


图 1-2-4 开关在位置 2 的输出电压

若两开关都以半秒间隔在位置 1 和 2 交变，A 端的电压将如图 1-2-5 所示。这里假设开关位置改变过程中所损失的时间可以忽略。

因为 A 的极性相对于 B 交替地为正和负，所以 A 与 B 间的电压叫交流电压。当开关在

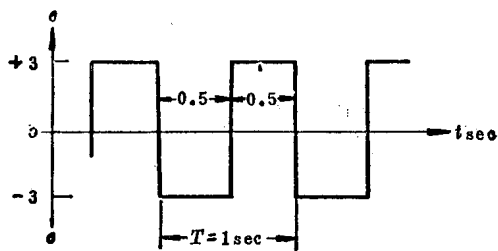


图 1-2-5 交流电压波形

位置 1 时, A 为正; 而当它们在位置 2 时, A 为负。这个波形每秒重复一次, 因此具有每秒一个循环的频率或一赫芝 (Hz)。频率 ( $f$ ) 的倒数叫周期 ( $T$ ), 即

$$T = \frac{1}{f} \quad (1-2-1)$$

所以图 1-2-5 波形的周期是 1 秒。

图 1-2-5 所示的交流电压波形的类型叫矩形波, 在电子线路中是经常碰到的。在实际上, 通过比图 1-2-2 电路表示的更复杂和更可靠的技术来产生矩形波。

### 1-3 脉动电压

图 1-3-1 是前面曾考虑过的图 1-2-2 的电路的一种变型。当两开关都在位置 1 时, A 点电压用图 1-3-2 表示; 而当两开关在位置 2 时, A 和 B 间的电压是零。

所以, 若 (如第 1-2 节那样) 两开关交替于位置 1 和 2 之间, 每个位置停留半秒, 那么 A 端的电压将如图 1-3-3 所示。因为 A 对 B 从来就不是负的, 所以这个电压不是交流的。在同样意义上, 它也不是如图 1-2-1 图线所表示的电池电压那样的直流电压。图 1-3-3 曲线表示的这个电压叫脉动直流电压。

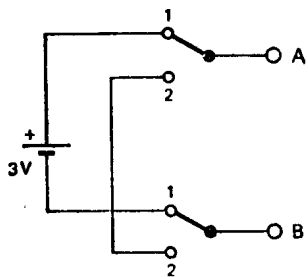


图 1-3-1

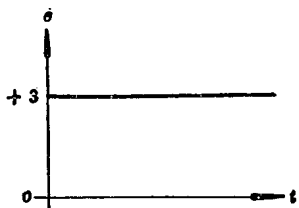


图 1-3-2

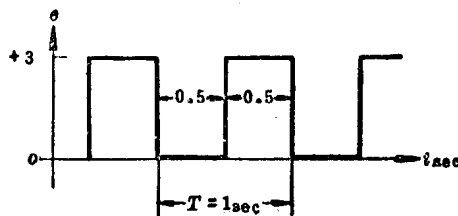


图 1-3-3 脉冲直流电压波形

### 1-4 商用交流电压

如图 1-4-1 的曲线表示的, 电网电压的波形是正弦形。电压 ( $v$ ) 对时间 ( $t$ ) 的这个曲

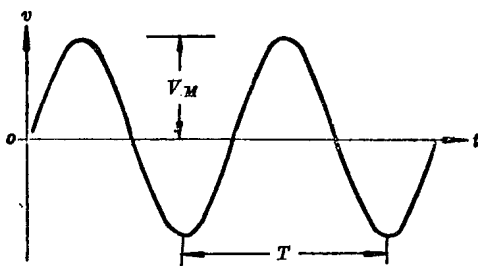


图 1-4-1 正弦交流电压波形

线由方程

$$v = V_M \sin 2\pi ft \quad (1-4-1)$$

导出。

在澳大利亚，电源频率  $f$  是  $50\text{Hz}$ ，从而由方程 (1-2-1)，这波形的周期是，

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} \text{秒} = 20 \times 10^{-3} \text{秒} = 20 \text{毫秒 (ms)}$$

在变电站得到的  $V_M$  的额定值是  $340\text{V}$ ，但是一般采用电压的有效值（即 rms 或根均方值），而不是最大值。正弦交流电压的有效值和它的最大值之间的关系为，

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} = 0.707 V_M \quad (1-4-2)$$

所以由动力线处得到的有效值电压的额定值是  $0.707 \times 340\text{V}$ ，即  $240\text{V}$ 。

有效值的物理意义是  $240\text{V}$  交流电压的有效值在一个电阻上消耗的功率恰好和  $240\text{V}$  非脉动直流电压在同一电阻上消耗的功率相等。

必须十分注意，方程 (1-4-2) 给出的有效值和最大值间的关系只对正弦波是有效的。对其它波形的类似关系可以在正规电路理论教科书中查出。

本章以下几节所假设的交流电压指的是正弦波。但是，本章叙述的整流电路对非正弦电压同样适用。

用变压器很容易得到低于或高于  $240\text{V}$  的电压。而频率不同于  $50\text{Hz}$  的电压可由电子振荡器或交流发电机提供。

其它国家有不同的电压和频率标准，例如美国的标准是  $110\text{V}_{\text{有效值}}$ 、 $60\text{Hz}$ 。

## 1-5 交流变直流

在图 1-5-1 的电路中，交流电压经过开关  $S$  加于负载电阻  $R_L$  上。若每当 A 对 B 为正时  $S$  是闭合的，而每当 A 对 B 为负时  $S$  是断开的， $R_L$  上的电压将如图 1-5-2。

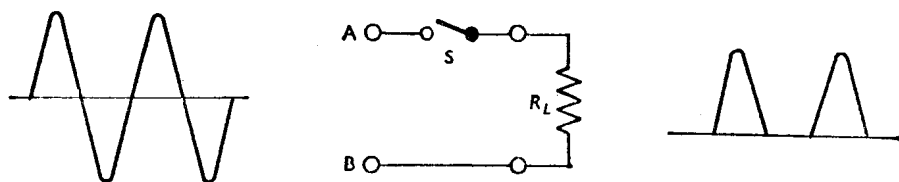


图 1-5-1 用简单的开关变交流电为直流电



图 1-5-2 在图 1-5-1 半波整流电路中， $R_L$  上的直流电压波形

图 1-5-2 电压波形不是交流的，它是脉动直流电压。通过开关的作用，加在 A 与 B 间原来的交流电压因而被“整流”了。实际上，实行这种整流方法是困难的。

为了得到 50Hz 的频率，开关要以 10 毫秒的间隔重复闭合与断开。而且，开关必须在瞬时电压过零时动作。以往曾使用过这种类型的机械整流器；但是，现在一般使用静态整流器，因为它们没有运动的部分，所以更加可靠。

## 1-6 理想整流器

作为一个理想的整流器必须有这样一种元件，它对一个方向的电流呈现零电阻，而对另一方向的电流呈现无限大电阻。机械整流器系统恰好满足这个要求。当在电路中使用一个整流器时，图 1-6-1 表示的符号用于说明这个电路的作用。

二极管符号的“箭头”指出了零电阻的方向。阳极和阴极的名称只严格地适用于真空管和气体管整流器，但又广泛地使用该词以区别任何类型整流器的两个端钮。

整流器（或二极管）标记符号以区别它们的阳极和阴极，典型的方法是：

- (a) 阴极端以短粗黑线“|”标记，
- (b) 阳极端以“+”标记，
- (c) 或在外壳上印上二极管的符号。

当加于整流器上的电压使阳极对阴极为正时（图 1-6-2 所示），整流器为正向偏置。当电压的极性被反向，如图 1-6-3 所示，整流器为反向偏置。当正向偏置时，理想整流器有零电阻；而反向偏置时，有无限大电阻。正向偏置整流器的电流，取决于电路的电压和阻抗。

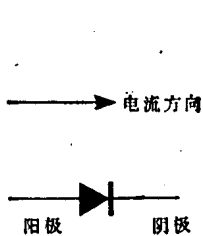


图 1-6-1 二极管符号

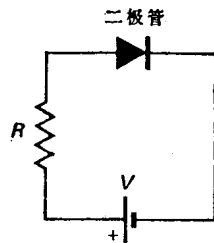


图 1-6-2 正向偏置二极管

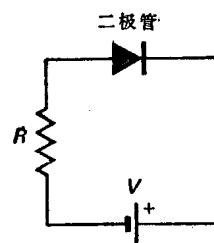


图 1-6-3 反向偏置二极管

例 1-6-1 计算图 1-6-4 和 1-6-5 的电路：

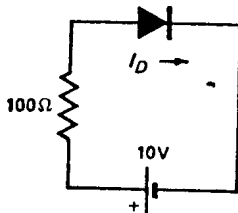


图 1-6-4

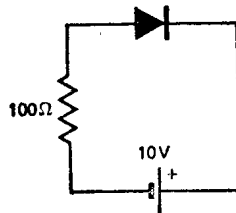


图 1-6-5

- (a) 整流器的电流；
- (b) 整流器上的电压。

解 (a) 在图 1-6-4 中，整流器为正向偏置，因此作用如闭合开关（零电阻）。



$$\therefore \text{整流器电流 } I_D = \frac{10}{100} = 0.1\text{A (或 } 100\text{mA)}$$

在图1-6-5中, 整流器为反向偏置, 作用如断开开关(无限大电阻)!

$$\therefore \text{整流器电流} = 0$$

(b) 在图1-6-4中, 整流器是零电阻, 其上的电压一定是零。

在图1-6-5中, 电路中没有电流流动, 因此 $100\Omega$ 电阻上没有电压降, 整流器上电压一定是 $10\text{V}$ 。

### 1-7 理想整流器(或二极管)特性

图1-7-1图线表示的是理想整流器(或二极管)的特性。

$V$ 的正向值表示正向偏置。因对任何电流值元件上的电压降均为零, 所以

$$\frac{V}{I} = 0 \text{ (即零电阻)}$$

$V$ 的负向值表示反向偏置, 对任何电压值, 电流为零, 所以

$$\frac{V}{I} = \text{无限大 (即无限大电阻)}$$

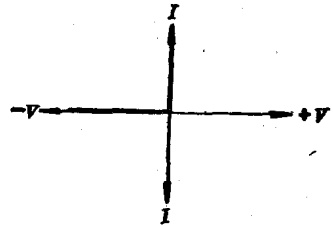


图 1-7-1 理想整流器的  $V$ - $I$  特性

还有完全不同的整流元件, 目前最普遍应用的是半导体  $pn$  结。所有实际整流器都和图1-7-1表示的理想整流器有一些偏离, 它们的特性在后面几章要讲到。这些与理想的偏离, 对于本章所考虑的整流器特性只有微小的影响, 因而假设使用了理想整流器。

### 1-8 半波整流器电路

图1-8-1的电路实际上同图1-5-1一样, 其中用整流器符号代替了开关, 而变压器提供了适宜的交流电压。因此, 若  $V_s$  表示变压器次级的有效值,  $R_L$  上的电压将如图1-8-2所示。

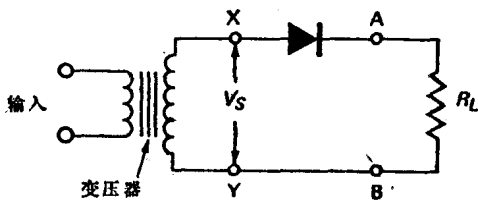


图 1-8-1 半波整流电路

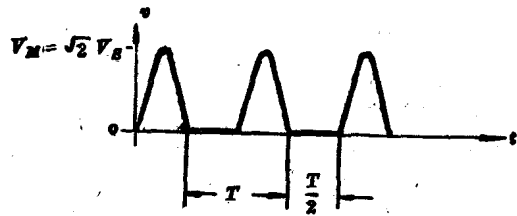


图 1-8-2 半波整流器输出波形

$R_L$  上出现了正弦波的正半周, 随后有相等的周期  $(\frac{1}{2}T)$ , 其中电压为零。因此, 图1-8-1的电路叫半波整流器电路。

当动圈式电压表接于  $R_L$  上时, 将读出  $R_L$  上电压的直流值或平均值。这个电压由

$$V_{d.c.} = V_{AV} = \frac{V_M}{\pi} = 0.318V_M \quad (1-8-1)$$

给出。  $V_M$  是变压器次级电压的 0-峰值, 从而由方程(1-4-2),