

袖珍电工知识丛书

电工

常用电子技术入门

高玉奎 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



袖珍电工知识丛书

电工

常用电子技术入门

高玉奎 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

电子元器件及电子设备在工矿企业和电力系统中越来越广泛的应用,给广大的电工技术人员的日常工作带来新的挑战。如何及时有效地加强电子基础知识的学习,使电工技术人员的基础电子技术水平快速提升,以适应新的工作需要,则显得尤为重要。为此,特编写了本书。

本书为《袖珍电工知识丛书》之一,在编写的过程中,力求内容简洁扼要、通俗易懂,针对性强。主要内容分为四部分,第1部分讲解各种电子元器件的基本知识,第2部分讲解模拟电子技术的有关内容,第3部分讲解数字电子技术的有关内容,第4部分讲解电力电子技术。

本书适合广大城乡、工矿企业电工,从事电工电子产品生产、制造行业的工人、技术人员,以及初学电工、电子技术的人员。

图书在版编目(CIP)数据

电工常用电子技术入门/高玉奎主编. —北京:中国电力出版社,2006

(袖珍电工知识丛书)

ISBN 7-5083-4610-6

I. 电… II. 高… III. 电工技术 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089482 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 10 月第一版 2006 年 10 月北京第一次印刷
787 毫米 × 1092 毫米 64 开本 5.625 印张 169 千字
印数 0001—5000 册 定价 10.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

随着科学技术的进步,在国民经济各个部门及生活领域,电子技术的应用逐渐普及、深入,为此,我们编写了本书,供广大城乡电工学习、使用。本书在编写上力求简明、扼要,通俗易懂,使用方便。内容新而丰富、实用性强。

本书由高玉奎主编。第1、4部分由高玉奎编写;第2部分由张翠敏编写;第3部分由姚青梅编写。编者对中国电力出版社有关编辑和领导的支持、帮助,对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人,在此一并表示衷心感谢。

本书涉及内容较多,且新技术在发展、新器件又层出不穷,电子技术的应用又不断地推陈出新、限于编者的水平和实践经验,不可能做到尽善尽美,有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2006年8月

目 录

前 言

1 电子元器件	1
1.1 半导体器件型号命名方法	1
1.2 二极管	9
1.2.1 整流二极管	10
1.2.2 检波二极管	13
1.2.3 稳压二极管	15
1.2.4 发光二极管	19
1.2.5 开关二极管	22
1.2.6 光敏二极管	25
1.3 三极管	29
1.3.1 结型三极管(晶体管)	30
1.3.2 达林顿管	55
1.3.3 场效应管	56
1.3.4 光敏三极管	60
1.4 单结晶体管	63
1.5 光电耦合器	66
1.6 元件保护压敏电阻	68
1.7 晶闸管	70

1.7.1 普通型晶闸管	71
1.7.2 双向晶闸管	74
1.7.3 可关断晶闸管	75
1.7.4 快速晶闸管	75
1.7.5 逆导晶闸管	78
1.7.6 光控晶闸管	79
1.8 大功率晶体管	80
1.9 电力场效应晶体管	82
1.10 绝缘栅双极晶体管	82
1.11 新型电力电子器件	83
1.11.1 MOS 控制晶闸管(MCT)	83
1.11.2 静电感应晶闸管(SIT)	84
1.11.3 静电感应晶闸管(SITH)	84
1.11.4 集成门极换流晶闸管(IGCT)	84
1.11.5 功率模块与功率集成电路	85
1.12 电阻和电位器	85
1.12.1 电阻	85
1.12.2 电位器	87
1.13 电容	95
1.14 电感	103
2 模拟电子技术	106
2.1 半导体二极管基础知识	106

2.1.1	二极管的特性	107
2.1.2	二极管的主要参数	108
2.1.3	特殊二极管	109
2.1.4	二极管的简易测量	111
2.2	半导体三极管基础知识	116
2.2.1	三极管的结构及分类	116
2.2.2	三极管的伏安特性	117
2.2.3	三极管的主要参数	119
2.2.4	三极管的简易测试	120
2.2.5	三极管基本交流放大电路	124
2.3	场效应晶体管及其应用	132
2.3.1	场效应晶体管的结构及分类	132
2.3.2	几种典型的场效应晶体管	133
2.3.3	场效应管的主要技术参数	138
2.3.4	场效应管的特点	139
2.3.5	场效应管与三极管的性能比较	140
2.3.6	场效应管使用常识	140
2.3.7	场效应管的符号及伏安特性	142
2.4	放大电路	145
2.4.1	晶体三极管的多级放大电路	145
2.4.2	直流放大电路	148
2.4.3	互补对称功率放大电路	154

2.4.4	反馈放大电路	161
2.5	集成运算放大器及其应用	167
2.5.1	集成运算放大器	167
2.5.2	集成运算放大器应用之一:运算电路 ...	171
2.5.3	集成运算放大器应用之二: 有源滤波电路	179
2.5.4	集成运算放大器应用之三: 电压比较器	179
2.5.5	集成运算放大器使用时应 注意的几个问题	184
2.6	振荡电路	188
2.6.1	正弦波发生电路	188
2.6.2	非正弦波发生电路	194
2.7	直流稳压电源	199
2.7.1	整流电路	199
2.7.2	滤波电路	202
2.7.3	稳压电路	205
3	数字电子技术	213
3.1	数字逻辑基础	213
3.1.1	模拟信号与数字信号	213
3.1.2	数制与码制	213

3.2 逻辑代数及其基本运算	217
3.2.1 与逻辑	218
3.2.2 或逻辑	219
3.2.3 非逻辑	219
3.3 门电路	222
3.3.1 基本门电路	222
3.3.2 集成门电路	226
3.4 组合逻辑电路	235
3.4.1 加法器	235
3.4.2 编码器	239
3.4.3 译码器	244
3.5 时序逻辑电路	248
3.5.1 触发器	249
3.5.2 时序逻辑电路	261
4 电力电子技术	274
4.1 主电路	274
4.1.1 可控整流电路	274
4.1.2 逆变电路	275
4.1.3 直流斩波电路	287
4.1.4 交流调压电路	295
4.1.5 变频电路	303

4.2 驱动电路	323
4.2.1 单结晶体管触发电路	325
4.2.2 正弦波同步触发电路	327
4.2.3 锯齿波同步触发电路	331
4.2.4 GTO 门极驱动电路	335
4.2.5 GTR 基极驱动电路	336
4.2.6 电力 MOSFET 栅极驱动电路	343
4.2.7 IGBT 门极驱动电路	345
参考文献	348

电子元器件

本章主要介绍常用的分立器件，包括二极管、三极管、光电耦合器、光敏器件、单结晶体管、压敏电阻、晶闸管、电力晶体管、电阻、电容等。

1.1 半导体器件型号命名方法

按 GB 249—1974 的规定，半导体器件的型号由五个部分组成，各部分含义如下。

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
用阿拉伯数字表示器件的电极数目	用字母 A、B、C、D、E 等表示器件的材料和极性	用汉语拼音字母表示器件类型	用阿拉伯数字表示序号	用字母 A、B、C、D 等表示规格号

【例 1-1】

2	C	P	11	A
二极管	N 型, 硅	普通管	序号	规格

【例 1-2】

3	D	G	6	C
三极管	P型,硅	高频小功率	序号	规格

注:有些器件型号命名缺省第一、二部分,例如光电耦合管、达林顿管等。

【例 1-3】

GD	213
光电耦合管	序号

表 1-1 给出了国产半导体器件型号第一、第二和第三部分的符号及其含义。

表 1-1 国产半导体器件型号前三部分的符号及含义

第一部分		第二部分		第三部分	
用数字表示器件的电极数目		用字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类别	
符号	意义	符号	意义	符号	意义
2	二极管	A	N型,锗材料	P	普通管
		B	P型,锗材料	V	微波管
				W	稳压管
				C	参量管
		C	N型,硅材料	Z	整流管
				L	整流堆
		D	P型,硅材料	S	隧道管
				N	阻尼管

续表

第一部分		第二部分		第三部分	
用数字表示器件的电极数目		用字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类别	
符号	意义	符号	意义	符号	意义
3	三极管	A	PNP 型, 锗材料	U	光电器件
		B	NPN 型, 锗材料	K	开关管
		C	PNP 型, 硅材料	X	低频小功率管 ($f_a < 3\text{MHz}$, $P_C < 1\text{W}$)
		D	NPN 型, 硅材料	G	高频小功率管 ($f_a \geq 3\text{MHz}$, $P_C < 1\text{W}$)
		E	化合物材料	D	低频大功率管 ($f_a < 3\text{MHz}$, $P_C \geq 1\text{W}$)
				A	高频大功率管 ($f_a \geq 3\text{MHz}$, $P_C \geq 1\text{W}$)
				T	可控整流器(半导体闸流管)
				Y	体效应器件
				B	雪崩管
				J	阶跃恢复管
				CS	场效应器件
				BT	半导体特殊器件
				FH	复合管
				PIN	PIN 型管
				JG	激光器件

为便于读者应用, 下面分别给出美国、日本和

前苏联等国家半导体器件的型号命名方法。

美国半导体分立器件型号命名法是按照美国电子工业协会（EIA）电子元件联合会（JEDEC）制定的标准命名的。它由五部分组成：第二、三、四部分为型号的基本部分；第一和第五部分为前、后缀，各部分含义见表 1-2。

表 1-2 美国半导体分立器件型号各部分符号及含义

第一部分		第二部分		第三部分	
用符号表示器件类别		用数字表示 PN 结数目		美国电子工业协会 (EIA) 注册标志	
符号	意义	符号	意义	符号	意义
JAN	军 级	1	二极管	N	该器件已 在美国电子 工 业 协 会 (EIA) 注册 登记
JANTX	特军级	2	三极管		
JANTXV	超特军级	3	三个 PN 结器件		
JANS	宇航级	<i>n</i>	<i>n</i> 个 PN 结器件		
(无)	非军用品				
第四部分		第五部分			
美国电子工业协会 (EIA) 登记号		用字母表示器件分档			
符号	意义	符号	意义		
多位 数字	该器件在美国 电子工业协会 (EIA)的登记号	A B C D ⋮	同一型号器件 的不同档别		

【例 1-4】

2	N	5713
三极管	EIA 注册标志	EIA 登记号

【例 1-5】

JAN	2	N	5664
军级品	三极管	EIA 注册标志	EIA 登记号

日本半导体分立器件型号命名法是由五个部分及附加后缀字母或符号组成，后缀由各器件生产厂自行规定，用来进一步说明器件的特点，表 1-3 给出了五个部分的符号及含义。

表 1-3 日本半导体分立器件型号各部分的符号及含义

第一部分		第二部分		第三部分	
用数字表示器件有效电极数目或类型		日本电子工业协会 (JEIA) 注册标志		用字母表示器件使用材料极性和类型	
符号	意义	符号	意义	符号	意义
0	光电二极管或三极管及包括上述器件的组合管	S	已在日本电子工业协会 (JEIA) 注册登记的半导体器件	A	PNP 高频晶体管
1	二极管			B	PNP 低频晶体管
2	三极管或具有三个有效电极的其他器件			C	NPN 高频晶体管
3	具有四个有效电极的器件			D	NPN 低频晶体管
				F	P 控制极晶闸管
				G	N 控制极晶闸管
$n-1$	具有 n 个有效电极的器件			H	单结晶体管
				J	P 沟道场效应管
				K	N 沟道场效应管
				M	双向晶闸管

续表

第四部分		第五部分	
器件在日本电子工业协会 (JEIA) 的登记号		同一型号的改进型产品标志	
符号	意义	符号	意义
多位数字	这一器件在日本电子协会 (JEIA) 的注册登记号性能相同, 不同厂家生产的器件可以使用同一个登记号	A B C D ……	表示这一器件是原型号产品的改进产品

【例 1-6】

2	S	C	1840
三极管	JEIA 注册标志	NPN 高频晶体管	JEIA 登记号

【例 1-7】

2	S	D	756	E
三极管	JEIA 注册标志	NPN 低频晶体管	JEIA 登记号	同型号产品改进型标志

前苏联半导体分立器件型号是根据前苏联国家标准 ГОСТ10862—1972 命名的。该标准由四个基本

部分组成，其符号以及含义见表 1-4。

表 1-4 前苏联半导体分立器件型号各部分符号及含义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	
用字母或数字表示器件使用材料		用字母表示器件的类型		用数字表示器件基本参数分类		用字母对同一型号分挡	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
Г 或 1	锗或锗的化合物	Т	三极管	101 ⋮ 999	(见 表 15-5)	А Б В Г Д Е Ж ⋮	表一号不挡 代同型的同别
		П	场效应管				
		Д	二极管				
		Ц	整流器件				
К 或 2	硅或硅的化合物	А	特高频二极管				
		В	变容二极管				
		И	隧道二极管				
		Н	晶闸管				
		У	双向晶闸管				
		Л	发光器件				
А 或 3	镓或镓的化合物	Г	噪声发生器				
		Б	体效应器件				
		К	稳流管				
		С	稳压管				
		Ф	光电器件				

其中，第三部分用三位有效数字表示，见【例 1-8】、【例 1-9】。此数字及对应的含义列于表 1-5 中。