



**Maichong
Jishu Jichu**

**脉冲
技术基础**

[美] 约翰 M·道伊尔 著

吴志刚 许根儒 译

人民邮电出版社

脉 冲 技 术 基 础

〔美〕 约翰 M·道伊尔 著

吴志刚 许根儒 译

杨 龙 生 等 校

人 民 邮 电 出 版 社

PULSE FUNDAMENTALS

John. M. Doyl

Prentice-Hall, Inc

1973

内 容 提 要

本书系统地论述了脉冲技术基础知识。内容分两部分：第一部分介绍脉冲电路所用器件的稳态和瞬态特性，包括结型、雪崩、隧道、双向和半导体金属结二极管，结型和绝缘栅场效应晶体管，各种闸流和单结晶体管以及集成电路等。第二部分介绍开关和脉冲电路，包括线性和非线性整形电路，各种脉冲放大器，无稳、双稳和单稳多谐振荡器，间歇振荡器，电压比较器，电压和电流时基发生器，选通门电路以及基本计数电路等。

本书可供从事各种电子技术专业的工程技术人员以及大专院校有关专业的师生阅读参考。

脉 冲 技 术 基 础

〔美〕约翰M·道伊尔 著

吴志刚 许根儒 译

杨龙生 等 校

*

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

北 京 印 刷 一 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

开本：850×1168 1/32 1981年8月第一版

印张：18 16/32 页数：296 1981年8月北京第一次印刷

字数：484 千字 印数：1—14,500 册

统一书号：15045·总2504—有5213

定价：2.25 元

译者序

本书具有系统、易懂及反映现代技术的特点，叙述上紧密地围绕着稳态和瞬态响应两个环节，重点突出，深入浅出。虽然本书目的在于阐述脉冲电路的理论，在内容上没有涉及到具体的设计问题，但提出的问题及充实的某些定量计算对电路的设计均有很大的参考价值。本书可供电子专业，特别是电视、雷达、数字通信、自动化技术专业和机电专业技术人员参考，也可供大专院校电子专业选作辅助教材。

在翻译过程中，对原书的一些文字上的和技术性的错误作了更正，凡属一般检字印刷之误均不加注。

在全书清稿过程中，刘子渊、汤阳、刘宝云、王文熙、祖庆群也做了不少工作，提出了一些宝贵的修改意见。全稿译出后，承中国科学院电子学研究所杨龙生、李慧影、蔡德孚等同志予以详细审阅，我们又作了整理。限于我们经验不足，技术水平不高，很可能还存在着错误和缺点，欢迎读者批评指正。

1980年7月

原 序

本书第二版与前一版的内容相似极少。由于有源器件的不断发展，大部分内容作了广泛修改，为了反映当前实际，仅叙及固体器件，此外还根据读者的要求充实了许多定量分析资料。

编写本书以读者已全面掌握电路理论，晶体管物理和电路的知识，数学方面已具有常用代数和三角知识为前提，个别地方为了加深理解，运用了初等微积分。因而对于具有大专水平、从事电子技术工作的人员来说，是易于理解的。本书也能满足尚不具有本领域相应技术，特别是那些从事本领域应用的大学毕业生的需要。

众所周知，某些定量分析是冗繁的。遇此，本书采用细致的逐步分析的方法，以深入揭示器件或电路的工作状态。曾经打算只在正文中写出最终结果，而将详细分析置于附录中。但附录常会被读者忽略，致使得得不偿失，因此没有这样做。

本书分两部分：(a) 选用器件的稳态和瞬态开关特性；(b) 开关和脉冲电路。

第一部分的内容有结型、雪崩、隧道、反向和半导体金属结二极管，结型和绝缘栅场效应晶体管，各种闸流晶体管和单结晶体管，并专用一章论述集成电路。阐述的重点是器件的物理特性。读者有了这些基础知识，就可以应用这些器件于任何需要而不会有大的困难。没有这些知识，从事上述工作的能力一定会受到限制。

第二部分的内容有线性和非线性整形电路、用在脉冲电路中的各种放大器、多谐振荡器、间歇振荡器、电压比较器、电压和电流时基发生器、传输门以及基本计数电路。

本书以晶体管作为主要的有源器件。在第二部分中，每当阐述晶体管电路之后，随即阐述包括在第一部分中的其它器件的类似电路。这种紧密结合的方法会有利于读者鲜明对照各式电路的异同。

约翰 M· 道伊尔

1971.12

目 录

第一章 导言	1
1.1 发展史	1
1.2 脉冲的典型应用	1
1.3 定义	6
1.4 脉冲电路的主要研究问题	9
1.5 数字电路	9
1.6 十进制数与二进制数的相互变换	11
1.7 逻辑电路介绍	11
第一部分 选用器件的稳态和瞬态开关特性	
第二章 二极管	17
2.1 理想开关	17
2.2 实际开关与理想开关的不同点	18
2.3 面结型二极管	21
2.4 结特性与温度的关系	24
2.5 反向偏置击穿	25
2.6 渡越区(势垒)电容	26
2.7 二极管的内阻	28
2.8 二极管正向恢复时间	30
2.9 二极管反向恢复时间	31
2.10 雪崩(齐纳)二极管	34
2.11 隧道二极管	35
2.12 反向二极管	40
2.13 半导体—金属结二极管	41
第三章 结型和场效应型晶体管	45
3.1 晶体管的工作区	45

3.2	工作于截止区	46
3.3	工作于饱和区	49
3.4	重要的极限参数	52
3.5	穿通	55
3.6	瞬态响应	56
3.7	雪崩晶体管	62
3.8	场效应晶体管	67
3.9	结型场效应管	68
3.10	开关电路中的场效应管	71
3.11	绝缘栅(金属—氧化物—半导体)场效应管	73
3.12	金属—氧化物—半导体场效应管的符号	77
第四章	闸流晶体管和单结晶体管	81
4.1	四层二极管	81
4.2	工作原理	83
4.3	速率效应	84
4.4	硅可控开关管	85
4.5	硅可控开关管的关断方法	91
4.6	硅可控开关管的速率效应	93
4.7	硅可控开关管的响应	94
4.8	硅可控整流器(可控硅)	96
4.9	硅可控整流器的开启条件	96
4.10	单个硅可控整流器的开启	98
4.11	单结晶体管	107
4.12	互补单结晶体管	111
第五章	集成电路	117
5.1	集成电路的分类	117
5.2	薄膜技术	118
5.3	阴极溅射和真空蒸发	118
5.4	薄膜元件	119

5.5	半导体技术	121
5.6	单片电路—结构和结的隔离	122
5.7	单片元件	124
5.8	集成电路的外壳	125
5.9	数字集成电路	129
5.10	线性集成电路	137

第二部分 开关和脉冲电路

第六章	线性整形	141
6.1	高通 RC 滤波器	141
6.2	RC 时间常数	143
6.3	通用时间常数图表	144
6.4	电容器的放电周期	145
6.5	RC 电路中 v_c 和 i 值的数学解法	147
6.6	网络响应	149
6.7	方波输入的响应	152
6.8	上升时间对输出波形幅度的影响	154
6.9	高通 RC 滤波器对斜坡电压的响应	154
6.10	RC 微分电路	156
6.11	低通 RC 滤波器	158
6.12	低通 RC 滤波器对脉冲输入的响应	159
6.13	低通 RC 滤波器对方波输入的响应	160
6.14	低通 RC 滤波器对斜坡输入的响应	160
6.15	RC 积分电路	162
6.16	RL 电路	163
6.17	RLC 电路	164
6.18	振铃振荡器	167
6.19	RLC 峰化电路	168
第七章	脉冲变压器和电磁延迟线	172

7.1	脉冲变压器	172
7.2	脉冲变压器的响应	174
7.3	电磁延迟线引论	179
7.4	传输线概述	179
7.5	反射系数	186
7.6	截止频率	188
7.7	分布参数延迟线	188
7.8	集总参数延迟线	191
7.9	脉冲形成网络概述	192
7.10	传输线电路中的开关工作	193
7.11	传输线终端反射	196
7.12	终端开路传输线的充电	201
7.13	由终端开路传输线放电形成脉冲	204
7.14	由终端短路传输线形成脉冲	206
7.15	脉冲形成网络	207
第八章	晶体管等效电路和参数	214
8.1	共基极配置 h 参数	214
8.2	共发射极配置 h 参数	220
8.3	共集电极配置 h 参数	222
8.4	h^b 、 h^e 和 h^c 参数的关系	223
8.5	三种配置性能的比较	224
8.6	混合- π 参数	224
第九章	宽频带放大器	228
9.1	RC 耦合放大器的通用响应曲线	228
9.2	失真	229
9.3	RC 耦合放大器	230
9.4	高频时极间电容对输入阻抗的影响	238
9.5	频率响应和发射极电阻无旁路	240
9.6	电阻负载放大器的增益-带宽积	246

9.7	晶体管的特征频率	247
9.8	带宽与脉冲上升时间的函数关系	248
9.9	高频并联补偿	249
9.10	串联补偿	255
9.11	多级补偿放大器的瞬态响应	256
9.12	低频补偿	257
9.13	脉冲放大器的反馈	259
9.14	场效应管宽频带放大器	262
9.15	场效应管—晶体管组合的宽频带放大器	265
第十章	其它重要的放大器	276
10.1	直接耦合晶体管放大器概述	276
10.2	典型电路	276
10.3	单级放大器的漂移	279
10.4	单级放大器的增益稳定性	280
10.5	典型的差动放大器电路	281
10.6	差动放大器中的漂移	287
10.7	差动放大器的增益稳定性	288
10.8	斩波放大器	289
10.9	晶体管斩波器	291
10.10	斩波器晶体管特性	297
10.11	金属氧化物场效应管低电平斩波器	304
10.12	一种集成电路直流放大器	307
第十一章	非线性整形	320
11.1	串联二极管削波器	320
11.2	并联二极管削波器	321
11.3	加偏置的二极管削波器	322
11.4	齐纳二极管削波器	325
11.5	晶体管削波器	327
11.6	发射极耦合削波器	328

11.7	二极管削波电路的温度补偿	329
11.8	二极管钳位	330
11.9	二极管钳位电路的稳态特性	334
11.10	实用二极管钳位电路	337
11.11	基极钳位	339
11.12	键控(同步)钳位	340
11.13	共发射极电感性负载晶体管开关	342
11.14	共集电极电感性负载晶体管开关	348
11.15	共发射极电容性负载晶体管开关	350
11.16	电容性负载射极跟随器	351
11.17	集电极钳位二极管	354
11.18	不饱和和晶体管开关	355
第十二章	无稳态多谐振荡器	358
12.1	定义	358
12.2	晶体管多谐振荡器	359
12.3	等效电路	361
12.4	传统无稳多谐振荡器的缺点	362
12.5	结型场效应管无稳多谐振荡器	363
12.6	金属氧化物场效应管无稳多谐振荡器	364
12.7	隧道二极管无稳多谐振荡器	365
12.8	硅可控开关管无稳多谐振荡器	369
12.9	单结管(双基极二极管)无稳多谐振荡器	370
12.10	发射极耦合无稳多谐振荡器	376
12.11	多谐振荡器的同步	381
12.12	应用	385
第十三章	双稳态多谐振荡器	390
13.1	工作原理	390
13.2	加速电容器	393
13.3	触发器的双端触发	396

13.4	触发器的单端触发·····	399
13.5	直接耦合双稳触发器·····	400
13.6	结型场效应管触发器·····	401
13.7	金属氧化物场效应管触发器·····	403
13.8	四层二极管触发器·····	403
13.9	单结管触发器·····	405
13.10	施密特触发电路工作原理·····	407
13.11	上、下限触发电平的确定·····	409
13.12	各项参数对施密特触发电路工作的影响·····	412
13.13	改进的晶体管施密特触发电路·····	414
13.14	配对晶体管施密特触发电路·····	415
13.15	触发器的应用·····	417
第十四章	单稳态多谐振荡器·····	421
14.1	晶体管单稳触发器的工作原理·····	421
14.2	金属氧化物场效应管单稳触发器·····	426
14.3	单结管单稳触发器·····	428
14.4	隧道二极管单稳触发器·····	429
14.5	晶体管射极耦合单稳触发器概述·····	430
14.6	射极耦合电路的工作·····	431
14.7	基本射极耦合单稳触发器的改进·····	434
14.8	几种重要的单稳电路·····	436
14.9	单稳触发器脉冲宽度的倍增·····	440
14.10	单稳触发器的应用·····	445
第十五章	间歇振荡器·····	449
15.1	概述·····	449
15.2	无稳间歇振荡器·····	450
15.3	可以消除上冲的无稳电路·····	453
15.4	单稳间歇振荡器·····	455
15.5	间歇振荡器的触发·····	456

15.6	控制间歇振荡器脉冲持续时间的其它方法·····	457
15.7	推挽间歇振荡器·····	461
15.8	推挽间歇振荡器的同步·····	465
15.9	晶体控制的间歇振荡器·····	466
第十六章	电压比较器·····	468
16.1	电流开关比较器·····	468
16.2	高速差动比较器·····	473
16.3	施密特触发再生比较器·····	475
16.4	隧道二极管比较器·····	477
16.5	用隧道二极管加速比较器·····	478
16.6	读出检测器·····	478
16.7	模—数转换器·····	480
第十七章	电压时基发生器·····	483
17.1	简单的无稳电压扫描电路·····	483
17.2	控制钳位晶体管扫描电路·····	485
17.3	自举扫描发生器基本概念·····	487
17.4	自举扫描电路的工作原理·····	489
17.5	双自举扫描·····	492
17.6	密勒扫描电路引论·····	494
17.7	密勒效应·····	494
17.8	运算放大器·····	496
17.9	典型密勒扫描电路的工作原理·····	502
17.10	释抑电路·····	506
第十八章	电流时基发生器·····	509
18.1	基本电流扫描电路·····	509
18.2	梯形波形的必要条件·····	511
18.3	梯形波发生器·····	512
18.4	偏转波形的其它问题·····	513
18.5	近似冲击脉冲的产生·····	514

18.6	实用锯齿电流发生器	514
18.7	实用密勒扫描电流发生器	517
第十九章	传输门	522
19.1	单向二极管门	522
19.2	与门	524
19.3	双向门	525
19.4	四支二极管门	528
19.5	六支二极管门	529
19.6	单晶体管门	530
19.7	双晶体管门	531
19.8	消除输出波形中的基座	534
第二十章	基本计数电路	535
20.1	术语	535
20.2	串行递增计数器	537
20.3	串行递减计数器	538
20.4	串行计数器的频率限制	539
20.5	触发器环形计数器	541
20.6	单结管环形计数器	542
20.7	隧道二极管环形计数器	544
20.8	并行递增计数器	544
20.9	并行递减计数器	546
20.10	进位计数器	546
20.11	十进计数器	549
附录一	指数函数表	550
附录二	英文缩写词汇表	555
附录三	使用主要符号及其意义	560
附录四	汉——英译名对照表	564

第一章 导 言

脉冲电路是用来产生和控制精确定时波形的电路。它跟用于无线电通信设备中的电路有较大的区别，后者工作电压的波形通常是正弦形的或几个正弦波形的简单组合。有些脉冲电路是用来产生方波、锯齿波、梯形波和尖峰波形的电压，它们在电视、雷达等设备中用作指示电路、定时电路和调制电路。在大多数情况下，这种电路的工作状态是从完全导通到完全截止，而并不是分为甲、乙和丙类三种工作状态。所以这种电路是根据其执行的功能而不是其工作的类型命名的。

1.1 发 展 史

在最早的有线电信中，就用点划形式的脉冲来传输信息。马可尼在他的“无线电”里也使用了长和短的脉冲来形成射频电能的调制包络线。

真空三极管问世后，出现了利用调幅载波传输信息的无线电通信。在那种通信设备里，基本信号源是正弦信号发生器。在现代技术中，已经研制出许多种用脉冲作为基本信号源的电子系统。

1.2 脉冲的典型应用

在雷达这种电子系统中，采用脉冲检测目标的存在、距离和方向。标准的雷达系统方框图如图 1-1 所示。它由定时器、调制器、发射机、发射—接收(*TR*)转换器、天线、接收机、显示器和电源等组成。

定时器的作用是使显示器与发射机电路同步。它每隔一定时间产生一个脉冲，使显示器开始扫描(扫描光点的水平移动)。在这同时，或在一个精确预定的时间以后，定时器产生一个信号也加到调

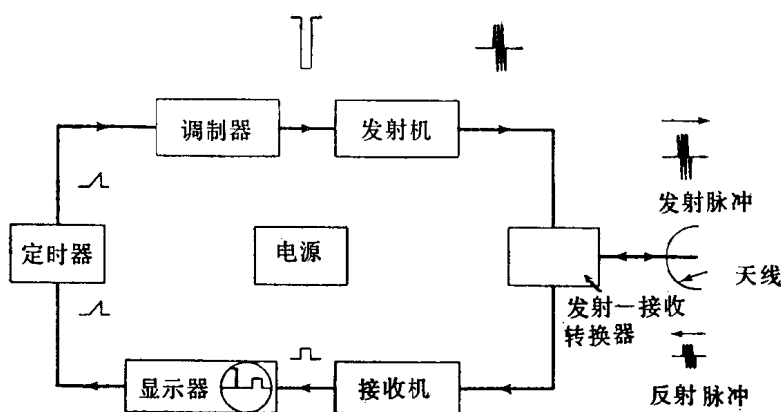


图 1-1 雷达装置的方框图

制器去。

调制器接收到同步定时脉冲，就产生一个高压、大功率脉冲，使发射机在短暂时间内处于接通状态。

发射机是一种甚高频(vhf)、大功率的射频(rf)能量发生器。在被调制器接通的短暂时间内，它产生恒频、等幅的无线电波。

TR 转换器是电动的。在发射机产生脉冲的时间内，它使天线同接收机断开，与发射机接通；在其余的时间里， TR 转换器使天线与接收机接通。

在发射机产生脉冲期间，天线成为发射机产生的射频电能的辐射器。雷达发射的、传播到目标(靶)后又被反射回来的一小部分无线电波叫做反射脉冲，它被天线所拾取并传送到接收机，如图 1-1 所示。天线的设计使发射与接收都具有方向性，因而，它可以确定目标的方位和距离。

接收机把反射脉冲放大并提供足够大幅度的视频脉冲(称为尖信号)，使显示器屏幕上产生可见显示。

显示器可以看成是一个电的秒表，它能精确地测量出发射脉冲传到目标和反射脉冲回来所需的短暂时间。由于无线电波的传播速度已很精确地得到，所以，可以象测量时间那样精确地把目标的距