

脉冲与数字电路

上海市徐汇区工人文化科技馆
上海交通大学教育革命小分队 编

国防工业出版社

1971

1103013

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇介绍最基本的晶体管脉冲电路、数字电路及逻辑部件的工作原理和设计计算，并扼要地介绍数的表示法和逻辑代数，各章均附有参考电路。第二篇通过数字计时器、积分式数字电压表和十兆赫十进频率计，介绍数字电路的具体应用。第三篇简要地介绍半导体逻辑集成电路及其应用。

本书是晶体管脉冲与数字电路方面一本普及性的读物，可供从事于数字仪表、自动化以及计算技术方面的生产和研制的工人、科技人员和有关人员参考。

DSB/12

脉 冲 与 数 字 电 路

上海市徐汇区工人文化科技馆 编
上海交通大学教育革命小分队

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/32 印张 13 13/16 283 千字

1971 年 7 月第一版 1971 年 7 月第一次印刷

统一书号：15034·1228 定价：1.10 元

目 录

绪言	9
第一篇 晶体管脉冲与数字电路基础	11
第一章 晶体管开关特性与 RC 电路	11
§ 1-1-1 晶体管开关特性	11
§ 1-1-2 RC 电路	20
第二章 门电路	27
§ 1-2-1 二极管“与”门电路	27
§ 1-2-2 二极管“或”门电路	30
§ 1-2-3 晶体管反相器 (非门)	33
§ 1-2-4 反相器导通、截止条件的分析	35
§ 1-2-5 反相器的负载分析	37
§ 1-2-6 反相器的设计计算	39
§ 1-2-7 改进型的反相器	44
§ 1-2-8 三极管门电路	48
§ 1-2-9 电阻-三极管门电路	50
§ 1-2-10 反相器参考电路 (图 1-2-25)	52
§ 1-2-11 应用实例	55
第三章 双稳态触发电路	60
§ 1-3-1 集-基极耦合双稳态触发器	60
§ 1-3-2 触发器的导通、截止条件	62
§ 1-3-3 触发方式	64
§ 1-3-4 触发器设计计算实例	68
§ 1-3-5 选通型触发器介绍	72

§ 1-3-6	自给偏压集-基极耦合触发器·····	76
§ 1-3-7	触发器参考线路介绍·····	77
§ 1-3-8	触发器应用实例·····	80
第四章	单稳态触发电路·····	83
§ 1-4-1	集-基极耦合单稳触发电路·····	83
§ 1-4-2	单稳触发电路的翻转过程和波形分析·····	84
§ 1-4-3	集-基极耦合单稳触发电路输出波形的改善·····	87
§ 1-4-4	集-基极耦合单稳电路的设计实例·····	87
§ 1-4-5	射极耦合单稳触发器·····	90
§ 1-4-6	参考电路·····	98
第五章	脉冲发生器·····	100
§ 1-5-1	自激多谐振荡器·····	100
§ 1-5-2	间歇振荡器·····	108
§ 1-5-3	射极耦合振荡器·····	115
§ 1-5-4	脉冲振荡器应用实例·····	119
第六章	发射极耦合触发器(施密特触发器)·····	122
§ 1-6-1	发射极耦合触发器的工作原理·····	123
§ 1-6-2	发射极耦合触发器的应用·····	125
§ 1-6-3	滞后特性·····	127
§ 1-6-4	射极耦合触发器的参数估算·····	129
§ 1-6-5	参考电路(图 1-6-13~图 1-6-17)·····	131
第七章	锯齿电压发生器·····	134
§ 1-7-1	概述·····	134
§ 1-7-2	基本的锯齿电压发生器·····	136
§ 1-7-3	参考电路·····	140
第八章	数字装置(或仪表)中数的表示方法·····	143
§ 1-8-1	二进制数的表示方法·····	143
§ 1-8-2	二进制数的四则运算方法·····	155
§ 1-8-3	十进制数的二进制编码·····	162

第九章 逻辑代数	164
§ 1-9-1 基本逻辑	164
§ 1-9-2 开关函数及其性质	169
§ 1-9-3 开关网络的设计	172
第十章 逻辑部件	181
§ 1-10-1 寄存器及移位寄存器	181
§ 1-10-2 计数器	190
§ 1-10-3 译码器与脉冲分配器	199
§ 1-10-4 数字显示	202
第十一章 采样器及模拟数字转换器	204
§ 1-11-1 采样器	204
§ 1-11-2 模拟 数字转换器	212
§ 1-11-3 逐次比较电压反馈编码型模拟-数字转换器 ...	227
第二篇 数字电路应用实例	251
第一章 JSS-8 型数字计时器	251
§ 2-1-1 用途	251
§ 2-1-2 工作原理和结构	251
§ 2-1-3 技术数据	263
第二章 积分式直流数字电压表	264
§ 2-2-1 工作原理	264
§ 2-2-2 逻辑结构	266
§ 2-2-3 积分型模-数转换器的特点	271
§ 2-2-4 主要部件	272
第三章 10兆赫十进频率计	300
§ 2-3-1 概述	300
§ 2-3-2 输入线路	309
§ 2-3-3 时基、时标选择器	313
§ 2-3-4 计数器及显示电路	316
§ 2-3-5 门控制及复原电路	322

第三篇 半导体逻辑集成电路简介	337
第一章 半导体逻辑集成电路原理	337
§ 3-1-1 逻辑集成电路的优越性	337
§ 3-1-2 DTL 逻辑集成电路	338
§ 3-1-3 逻辑电路主要参数及其相互关系	342
§ 3-1-4 改进型的 DTL 逻辑集成电路	349
§ 3-1-5 TTL 逻辑集成电路	354
§ 3-1-6 ECL 逻辑集成电路	360
§ 3-1-7 改进型的 TTL 电路	366
§ 3-1-8 其他各种逻辑集成电路	371
§ 3-1-9 各种逻辑集成电路比较	374
§ 3-1-10 触发器	375
第二章 逻辑集成电路的应用介绍	384
§ 3-2-1 二-十译码显示器	384
§ 3-2-2 与或非门（两级门）及其应用	385
§ 3-2-3 用双与非门所组成的触发器	389
§ 3-2-4 单门和多用途功能单元	394
§ 3-2-5 J-K 触发器及其应用	398
§ 3-2-6 多谐振荡器	407
§ 3-2-7 单稳延迟电路	409

脉冲与数字电路

上海市徐汇区工人文化科技馆
上海交通大学教育革命小分队 编

国防工业出版社

1971

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇介绍最基本的晶体管脉冲电路、数字电路及逻辑部件的工作原理和设计计算，并扼要地介绍数的表示法和逻辑代数，各章均附有参考电路。第二篇通过数字计时器、积分式数字电压表和十兆赫十进频率计，介绍数字电路的具体应用。第三篇简要地介绍半导体逻辑集成电路及其应用。

本书是晶体管脉冲与数字电路方面一本普及性的读物，可供从事于数字仪表、自动化以及计算技术方面的生产和研制的工人、科技人员和有关人员参考。

脉 冲 与 数 字 电 路

上海市徐汇区工人文化科技馆 编
上海交通大学教育革命小分队

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/32 印张 13 13/16 283 千字

1971 年 7 月第一版 1971 年 7 月第一次印刷

统一书号：15034·1228 定价：1.10 元

前 言

“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。”在毛主席无产阶级革命路线的指引下，群众性的革命大批判运动，猛烈地荡涤着叛徒、内奸、工贼刘少奇反革命修正主义路线的余毒，极大地激发了广大劳动人民的革命积极性和创造性。我们伟大的社会主义祖国更加欣欣向荣，朝气蓬勃，一个伟大的社会主义建设的新高潮正在兴起。

我国电子工业在毛主席“独立自主、自力更生”的伟大方针指引下，正在日新月异地发展，电子技术在国民经济各部门的应用也日益广泛。

在毛主席“工人阶级必须领导一切”的伟大号令下，工人阶级登上了上层建筑斗、批、改的政治舞台，教育战线和科技战线的面貌发生了深刻的变化。为了广泛地普及电子技术，以适应社会主义建设新高潮的需要，上海市徐汇区工人文化科技馆在上级领导的关怀下，在各工厂的大力支持下，由上海交通大学教育革命小分队配合举办了“工人数字电路学习班”。本书就是在该学习班教材的基础上，以有生产实践经验的工人、革命技术人员和革命教师三结合编写成的。参加编写和提供资料的单位有：上海新华无线电厂、上海机床电器厂、上海元件五厂、上海重型机器厂、上海针织十三厂、上海热工仪表研究所、上海电工仪表研究所、上海无线电技

术研究所、上海电器科学研究所和上海交通大学等。

由于我们活学活用毛主席著作不够，编写时间仓促，所以书中一定存在不少缺点和错误，恳切希望广大工农兵读者批评、指正。

上海市徐汇区工人文化科技馆
上海交通大学教育革命小分队

目 录

绪言	9
第一篇 晶体管脉冲与数字电路基础	11
第一章 晶体管开关特性与 RC 电路	11
§ 1-1-1 晶体管开关特性	11
§ 1-1-2 RC 电路	20
第二章 门电路	27
§ 1-2-1 二极管“与”门电路	27
§ 1-2-2 二极管“或”门电路	30
§ 1-2-3 晶体管反相器（非门）.....	33
§ 1-2-4 反相器导通、截止条件的分析	35
§ 1-2-5 反相器的负载分析	37
§ 1-2-6 反相器的设计计算	39
§ 1-2-7 改进型的反相器	44
§ 1-2-8 三极管门电路	48
§ 1-2-9 电阻-三极管门电路.....	50
§ 1-2-10 反相器参考电路（图 1-2-25）.....	52
§ 1-2-11 应用实例.....	55
第三章 双稳态触发电路	60
§ 1-3-1 集-基极耦合双稳态触发器.....	60
§ 1-3-2 触发器的导通、截止条件.....	62
§ 1-3-3 触发方式	64
§ 1-3-4 触发器设计计算实例	68
§ 1-3-5 选通型触发器介绍	72

§ 1-3-6	自给偏压集-基极耦合触发器·····	76
§ 1-3-7	触发器参考线路介绍·····	77
§ 1-3-8	触发器应用实例·····	80
第四章	单稳态触发电路·····	83
§ 1-4-1	集-基极耦合单稳触发电路·····	83
§ 1-4-2	单稳触发电路的翻转过程和波形分析·····	84
§ 1-4-3	集-基极耦合单稳触发电路输出波形的改善·····	87
§ 1-4-4	集-基极耦合单稳电路的设计实例·····	87
§ 1-4-5	射极耦合单稳触发器·····	90
§ 1-4-6	参考电路·····	98
第五章	脉冲发生器·····	100
§ 1-5-1	自激多谐振荡器·····	100
§ 1-5-2	间歇振荡器·····	108
§ 1-5-3	射极耦合振荡器·····	115
§ 1-5-4	脉冲振荡器应用实例·····	119
第六章	发射极耦合触发器（施密特触发器）·····	122
§ 1-6-1	发射极耦合触发器的工作原理·····	123
§ 1-6-2	发射极耦合触发器的应用·····	125
§ 1-6-3	滞后特性·····	127
§ 1-6-4	射极耦合触发器的参数估算·····	129
§ 1-6-5	参考电路（图 1-6-13~图 1-6-17）·····	131
第七章	锯齿电压发生器·····	134
§ 1-7-1	概述·····	134
§ 1-7-2	基本的锯齿电压发生器·····	136
§ 1-7-3	参考电路·····	140
第八章	数字装置（或仪表）中数的表示方法·····	143
§ 1-8-1	二进制数的表示方法·····	143
§ 1-8-2	二进制数的四则运算方法·····	155
§ 1-8-3	十进制数的二进制编码·····	162

第九章 逻辑代数	164
§ 1-9-1 基本逻辑	164
§ 1-9-2 开关函数及其性质	169
§ 1-9-3 开关网络的设计	172
第十章 逻辑部件	181
§ 1-10-1 寄存器及移位寄存器	181
§ 1-10-2 计数器	190
§ 1-10-3 译码器与脉冲分配器	199
§ 1-10-4 数字显示	202
第十一章 采样器及模拟数字转换器	204
§ 1-11-1 采样器	204
§ 1-11-2 模拟 数字转换器	212
§ 1-11-3 逐次比较电压反馈编码型模拟-数字转换器 ...	227
第二篇 数字电路应用实例	251
第一章 JSS-8 型数字计时器	251
§ 2-1-1 用途	251
§ 2-1-2 工作原理和结构	251
§ 2-1-3 技术数据	263
第二章 积分式直流数字电压表	264
§ 2-2-1 工作原理	264
§ 2-2-2 逻辑结构	266
§ 2-2-3 积分型模-数转换器的特点	271
§ 2-2-4 主要部件	272
第三章 10兆赫十进频率计	300
§ 2-3-1 概述	300
§ 2-3-2 输入线路	309
§ 2-3-3 时基、时标选择器	313
§ 2-3-4 计数器及显示电路	316
§ 2-3-5 门控制及复原电路	322

第三篇 半导体逻辑集成电路简介	337
第一章 半导体逻辑集成电路原理	337
§ 3-1-1 逻辑集成电路的优越性	337
§ 3-1-2 DTL 逻辑集成电路	338
§ 3-1-3 逻辑电路主要参数及其相互关系	342
§ 3-1-4 改进型的 DTL 逻辑集成电路	349
§ 3-1-5 TTL 逻辑集成电路	354
§ 3-1-6 ECL 逻辑集成电路	360
§ 3-1-7 改进型的 TTL 电路	366
§ 3-1-8 其他各种逻辑集成电路	371
§ 3-1-9 各种逻辑集成电路比较	374
§ 3-1-10 触发器	375
第二章 逻辑集成电路的应用介绍	384
§ 3-2-1 二-十译码显示器	384
§ 3-2-2 与或非门（两级门）及其应用	385
§ 3-2-3 用双与非门所组成的触发器	389
§ 3-2-4 单门和多用途功能单元	394
§ 3-2-5 J-K 触发器及其应用	398
§ 3-2-6 多谐振荡器	407
§ 3-2-7 单稳延迟电路	409

绪 言

电子工业中的电子数字计算机、工业自动控制、雷达、电视、遥控遥测、测量仪表等方面，广泛地应用脉冲和数字电路。学习脉冲和数字电路的目的，是为了更好利用它为社会主义革命和社会主义建设服务。

脉冲电路就是用来产生和变换各种各样的波形，这类波形称为脉冲，如图 1 所示。脉冲就是在极短时间内（也就是在毫秒、微秒或毫微秒时间内）的电压或电流。脉冲的形状有各种各样，但它产生的方法都是用一个开关（例如晶体管）和一个惰性电路来获得的。惰性电路就是由电阻 R 、电容 C 和电感 L 组成的 $R-C$ ； $R-L$ ； $R-L-C$ 电路。脉冲的主要参数有：

U_m ——脉冲幅度；

t_r ——脉冲前沿，是由 $0.1 U_m$ 上升到 $0.9 U_m$ 所需要的时间，也有称为正跳沿或上升沿；

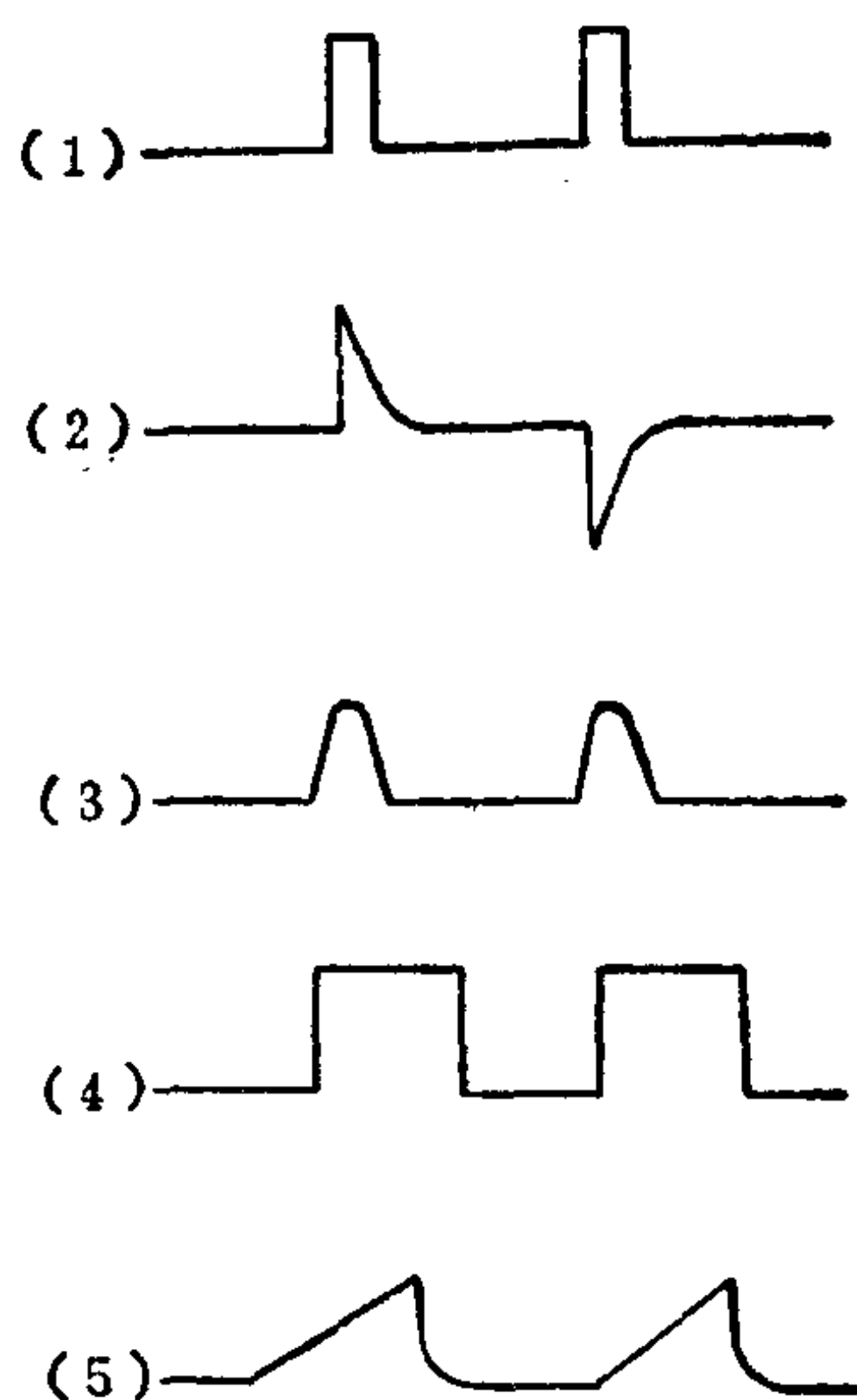


图 1

1—矩形脉冲；2—微分脉冲；3—钟形脉冲；4—方波；5—锯齿波。

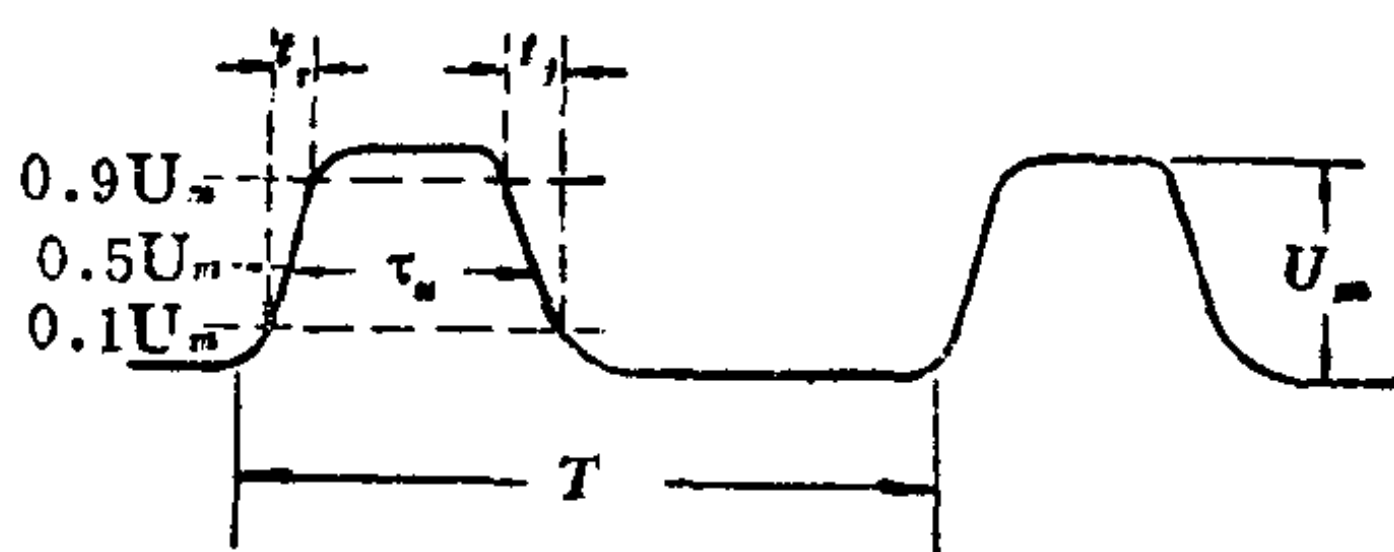


图 2 脉冲波

t_f ——脉冲后沿，是由 $0.9 U_m$ 下降到 $0.1 U_m$ 所需的时间。也称为负跳沿或下降沿；

τ_u ——脉冲宽度，是由前沿的 $0.5 U_m$ 到后沿的 $0.5 U_m$ 所需的时间；

T ——脉冲周期。 $\frac{1}{T} = f$ 为脉冲频率。

数字电路所讨论的主要问题就是电路的二个稳定状态。这二个状态往往是用信号的“有”和“无”；电位的“高”和“低”来表示。应用晶体管的“导通”和“截止”可以获得这二个状态。数字电路还具有这样的特点，即运用几种基本的电路，根据需要进行组合，以完成各种“功能”。正如利用砖瓦、木材、钢筋、水泥经过建筑工人的加工、组合建成各种各样的建筑物一样。数字电路还便于集成化，可以提高设备可靠性、缩小体积、减轻重量。

设计、调试脉冲电路和数字电路时，一定要考虑到电路在最坏情况下（例如晶体管、元件的老化，电源的波动等因素），仍能保证可靠工作。通常电路的设计数据只能作为调试时的参考，使调试工作能有个“数量”的概念。只有经过反复调试才能获得稳定、可靠、达到一定功能要求的电路和数字电路。

毛主席语录

有工作经验的人，要向理论方面学习，要认真读书，然后才可以使经验带上条理性、综合性，上升成为理论，然后才可以不把局部经验误认为即是普遍真理，才可不犯经验主义的错误。

第一篇 晶体管脉冲与数字 电路基础

第一章 晶体管开关特性与 RC 电路

§ 1-1-1 晶体管开关特性

脉冲与数字电路中，晶体管是个主要元件，它起开关和放大的作用。这就要求晶体管具有：一、要有二个稳定状态，晶体管截止时，其电阻很大，约几千欧至几兆欧，相当于开关“断开”，晶体管导通时，其电阻很小，约几欧至几十欧，相当于开关“闭合”。二、开关速度快，即二个状态转换速度要快。三、输入功率小，输出功率大，即具有放大能力。

就材料来讲，晶体管有锗管和硅管二种。锗管因放大系数大，饱和压降小，频率特性好，成本低等优点被大量地采