



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



自动控制实践A-7

功率放大线路与电力电子技术概述

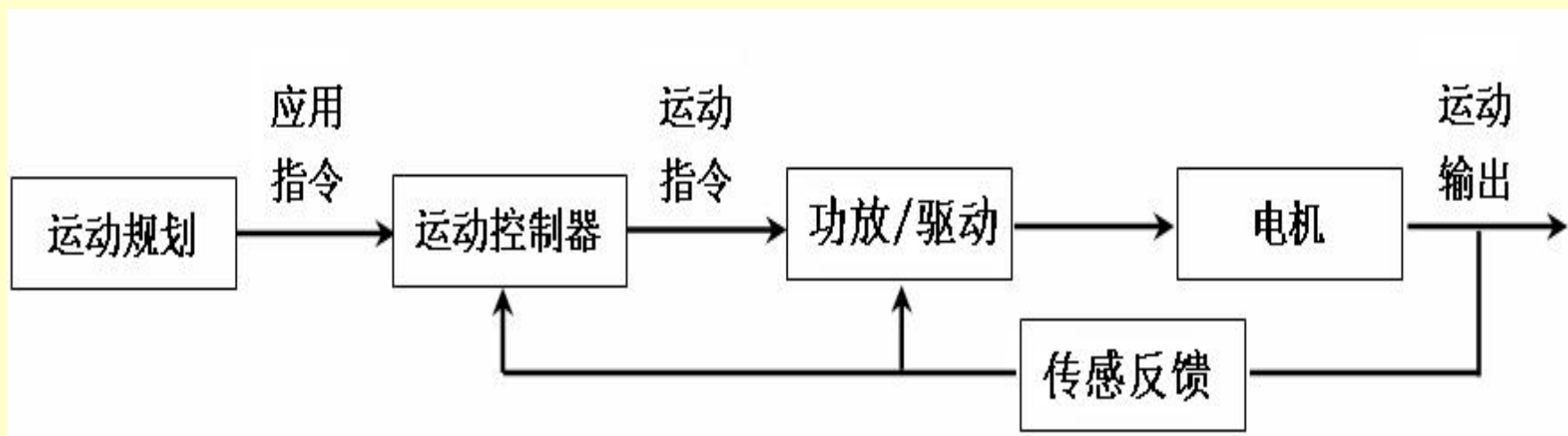
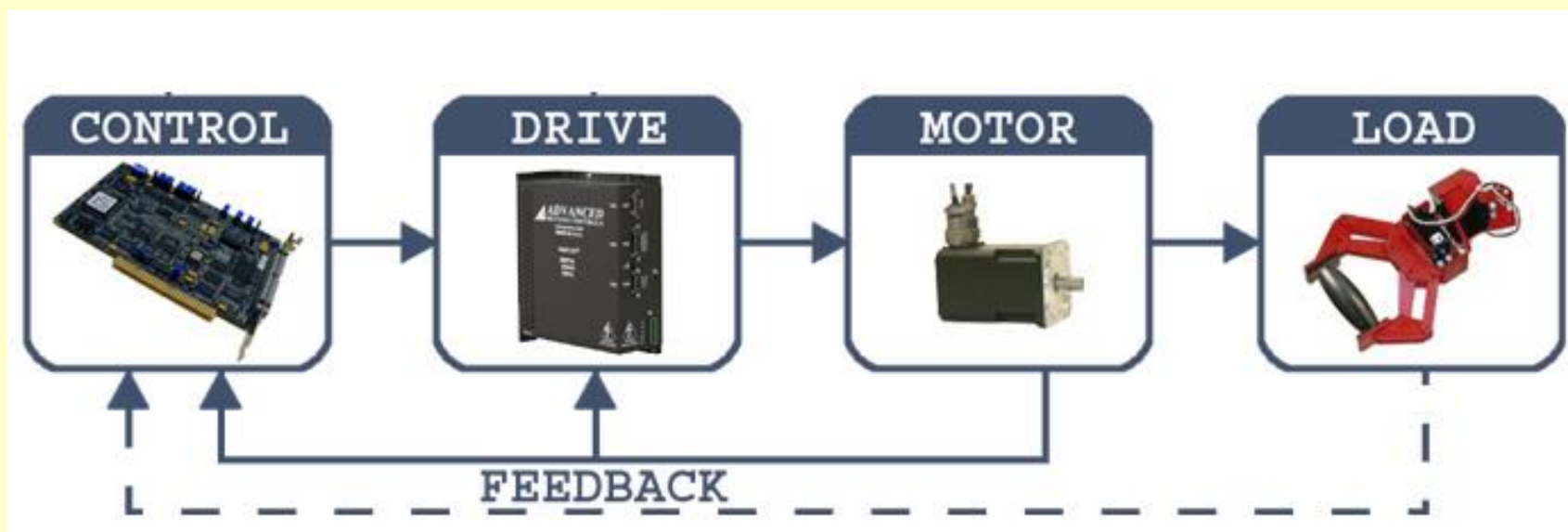


目 录

1. 功率放大环节的作用与特点
2. 电力电子技术概述
3. 电力电子器件简介
4. 功率放大环节的结构与类型
5. 线性功放简介

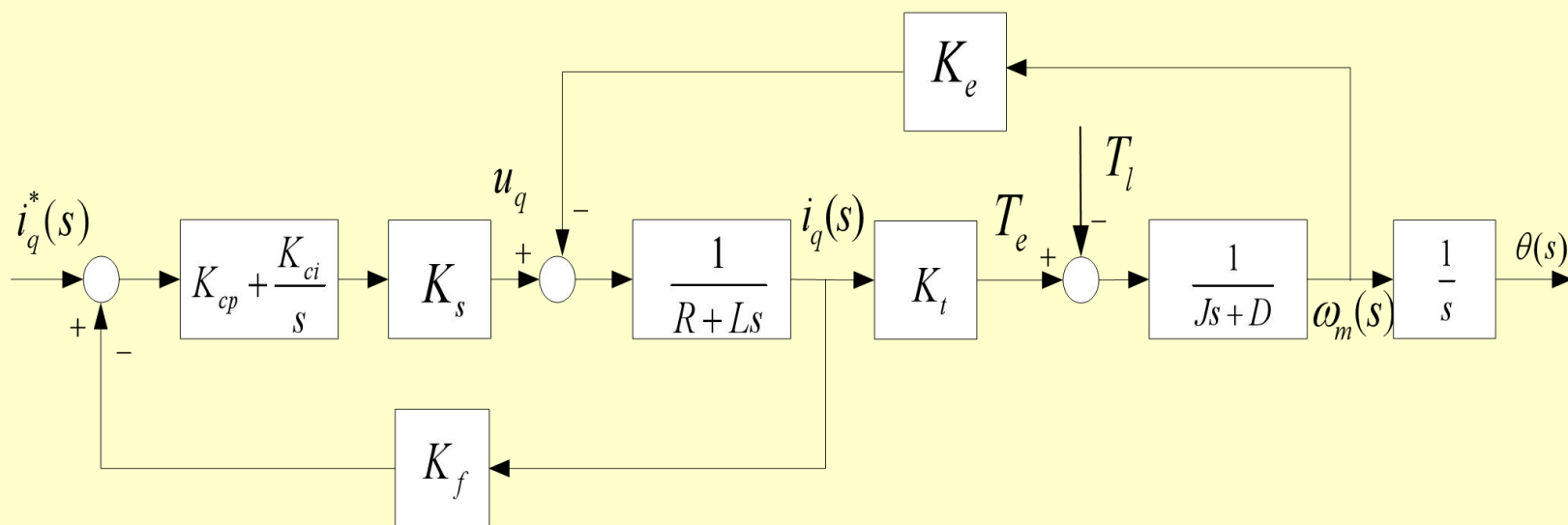
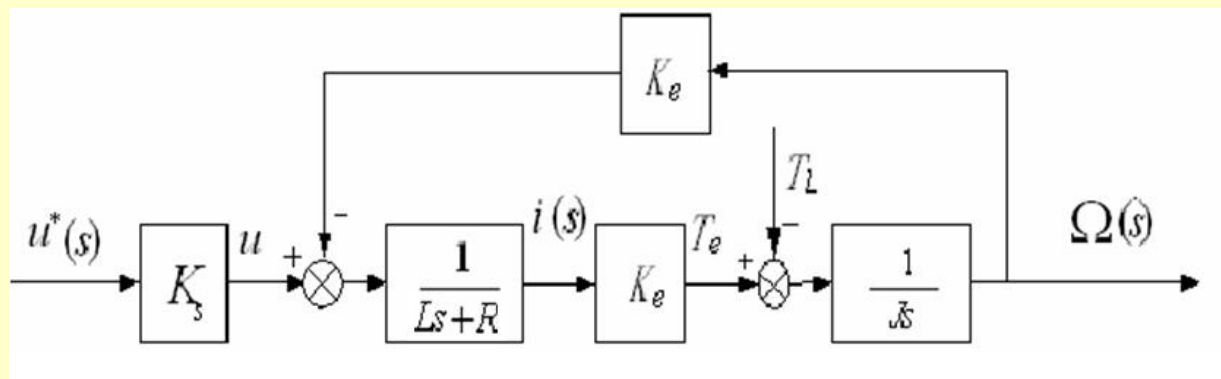


1. 功率放大环节的作用与特点



1. 功率放大环节的作用与特点

电机的驱动功放



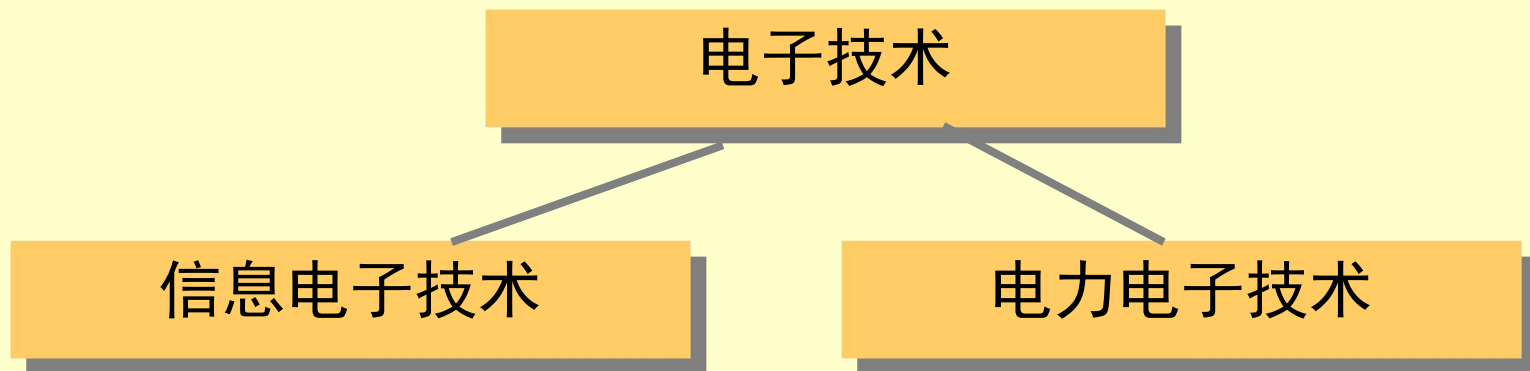
1. 功率放大环节的作用与特点

对功率放大环节的要求

- 能够输出期望的电压、电流（功率）；
- 输出信号的失真小，或称输出线性度好；
- 具备可靠的限压、限流、过热保护等安全保护功能；
- 根据应用特点可实现功率流向控制；
- 驱动运行中具有良好的效率。



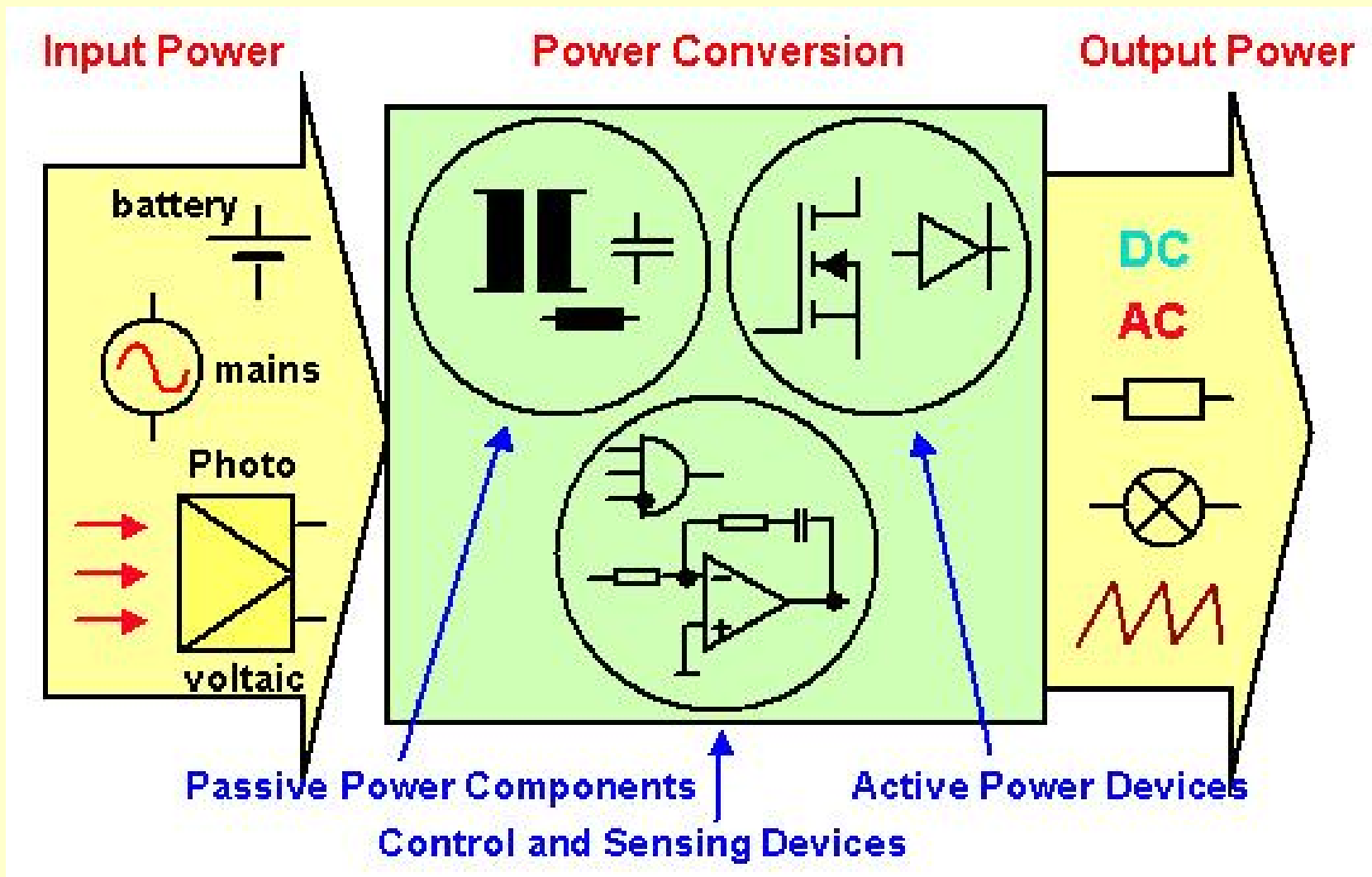
2. 电力电子技术概述



- ◇ 信息电子技术——模拟电子技术和数字电子技术, 主要用于信息处理
- ◇ 电力电子技术——应用于电力领域的电子技术, 使用电力电子器件对电能进行变换和控制的技术。



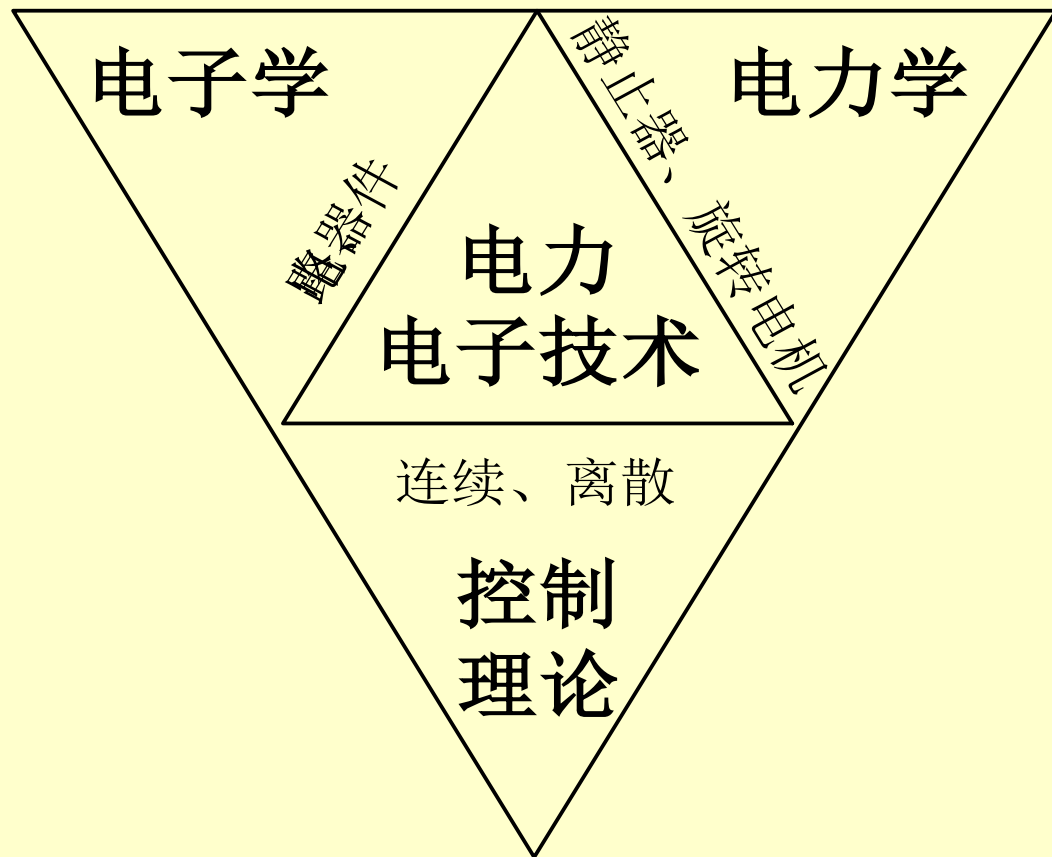
2. 电力电子技术概述



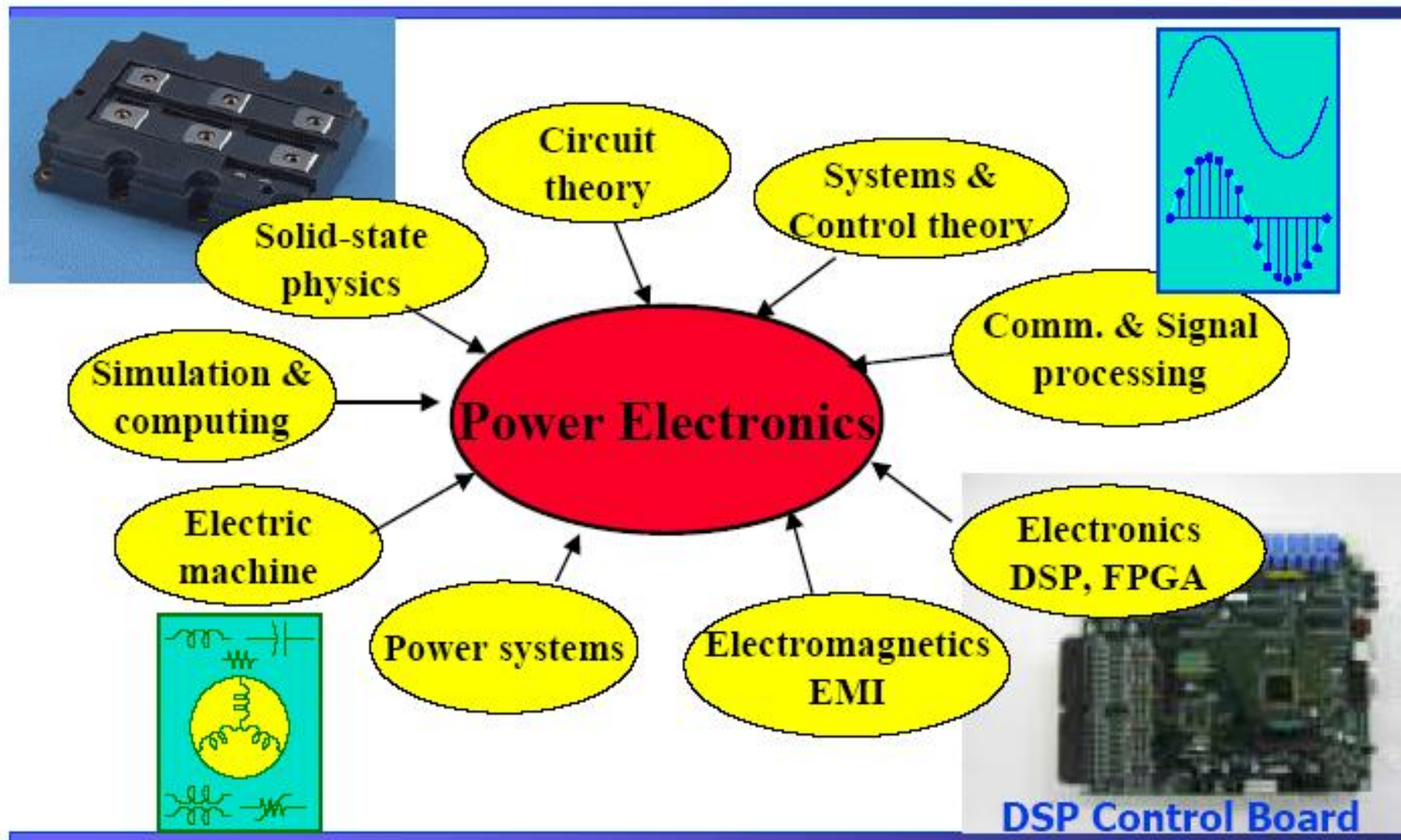
2. 电力电子技术概述

➤ 电力电子学 (Power Electronics) 名称60年代出现

➤ 1974年，美国的W. Newell用右图的倒三角形对电力电子学进行了描述，被全世界普遍接受。



2. 电力电子技术概述



2. 电力电子技术概述

► 电力变流技术

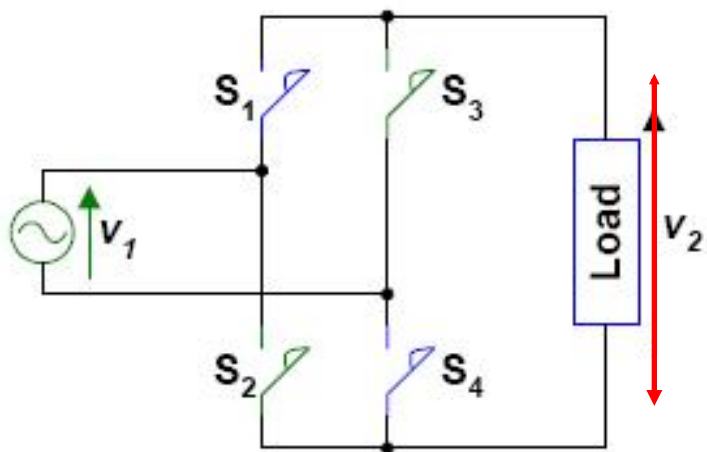
AC-DC, AC-AC, DC-DC, DC-AC

输出 \ 输入	交流AC	直流DC
直流DC	整流 (Rectification)	直流斩波 (DC Chopping)
交流AC	交交变换 (AC-AC Conversion)	逆变 (Inversion)

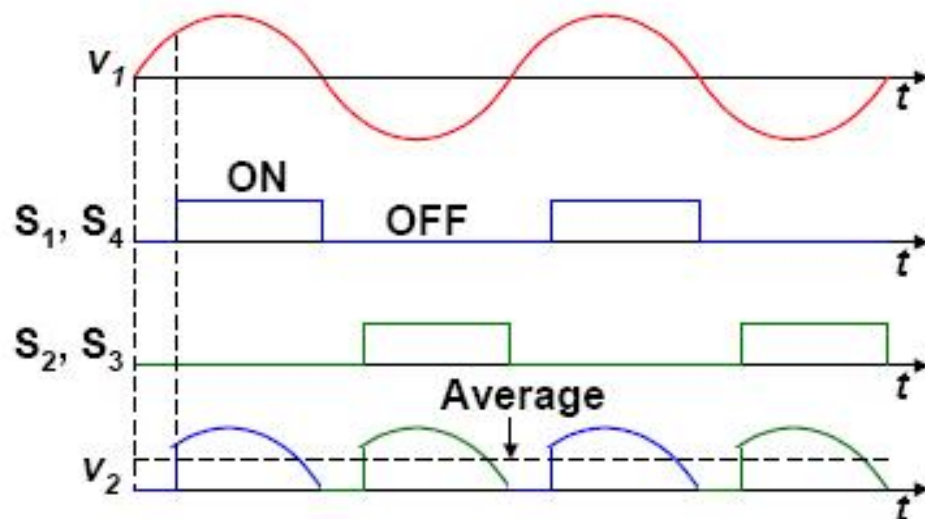


2. 电力电子技术概述

Principle of AC-DC Converter (Rectifier)



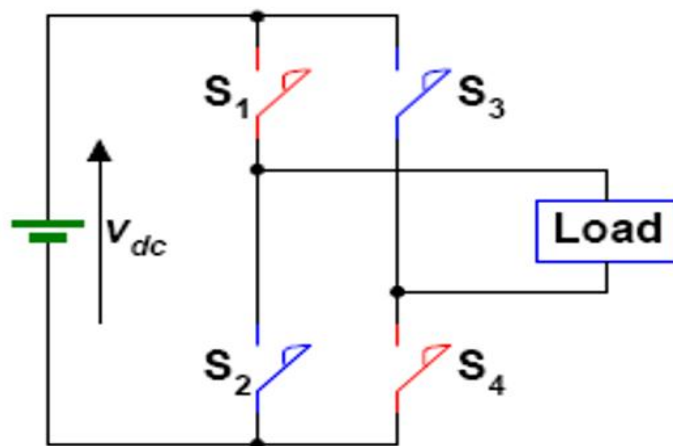
V_1 - AC Source
 V_2 - DC Load



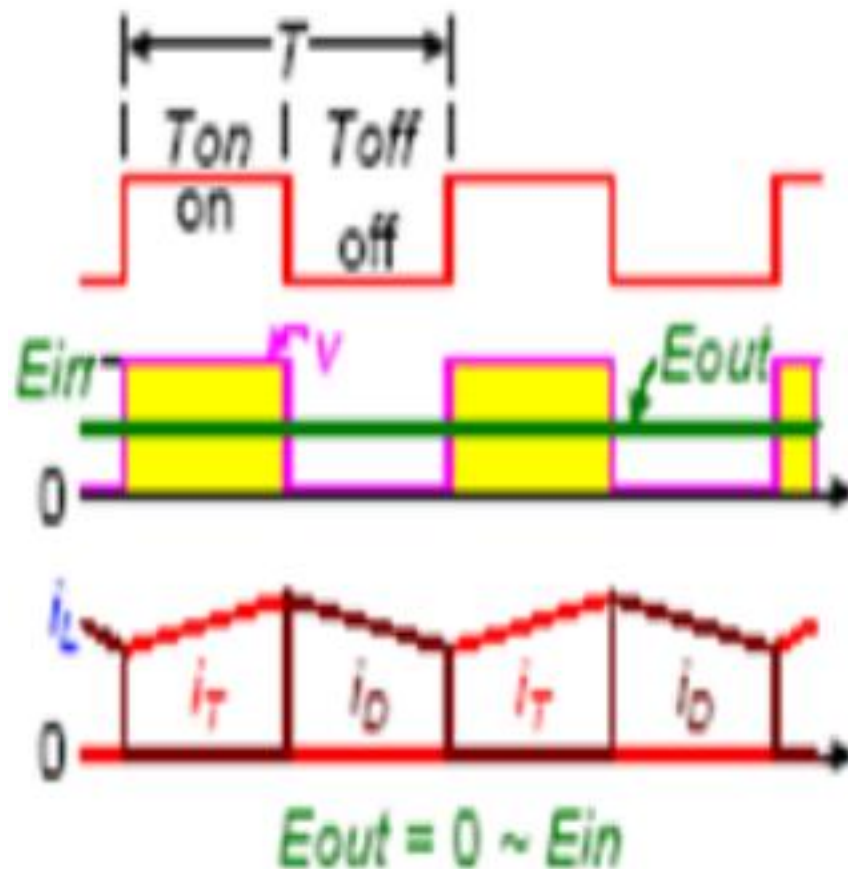
Waveforms of AC-DC Converter

2. 电力电子技术概述

DC/DC Converter



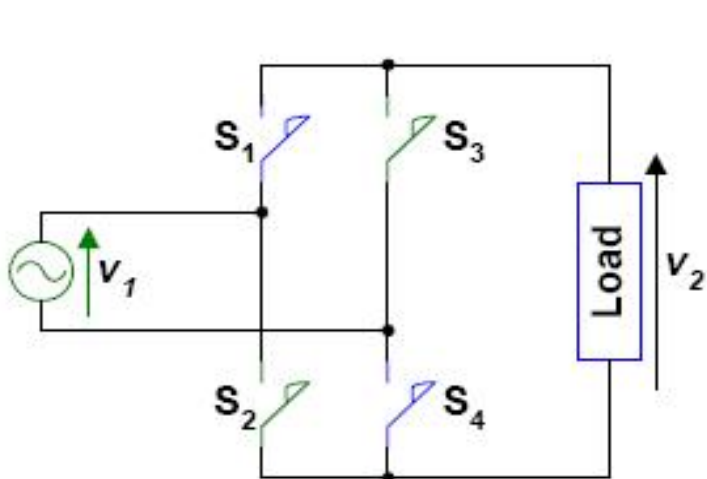
Voltage-Source Inverter



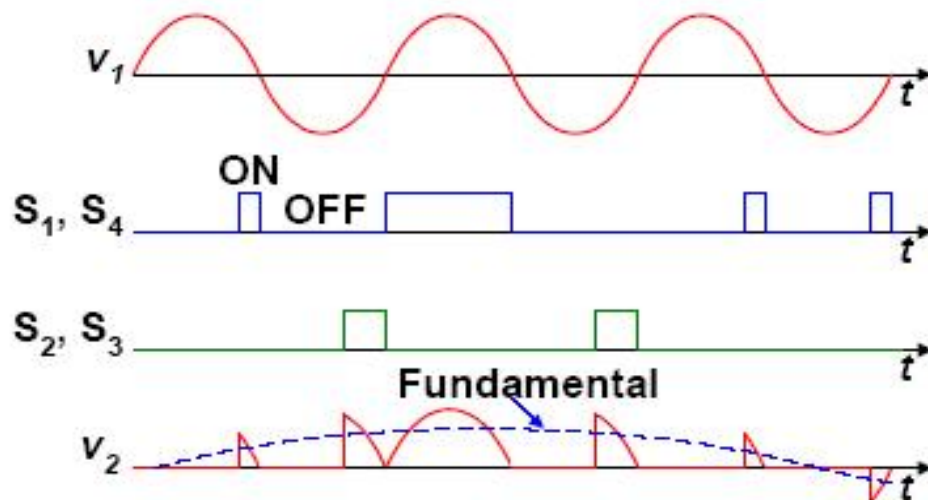
2. 电力电子技术概述

Principle of AC-AC Converter

(Cycloconverter or Frequency Changer)



V_1 - AC Source
 V_2 - AC Load
 S - AC Switch

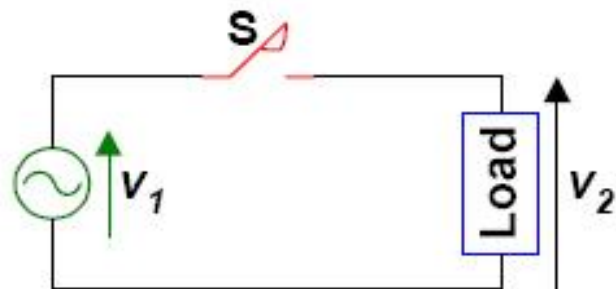


Waveforms of Cycloconverter

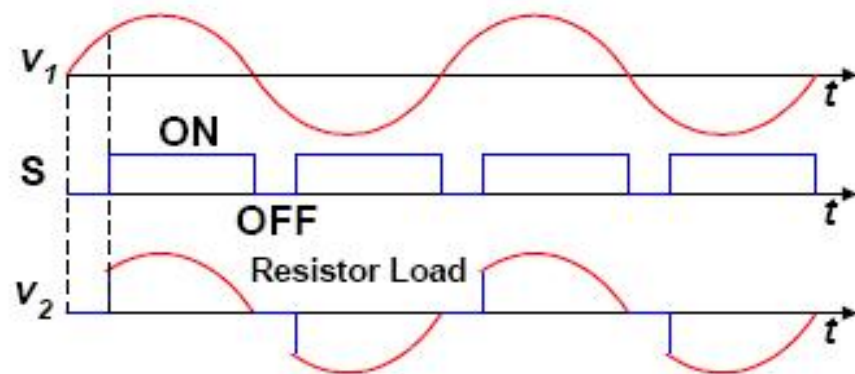
2. 电力电子技术概述

Principle of AC-AC Converter

(AC Power Controller)



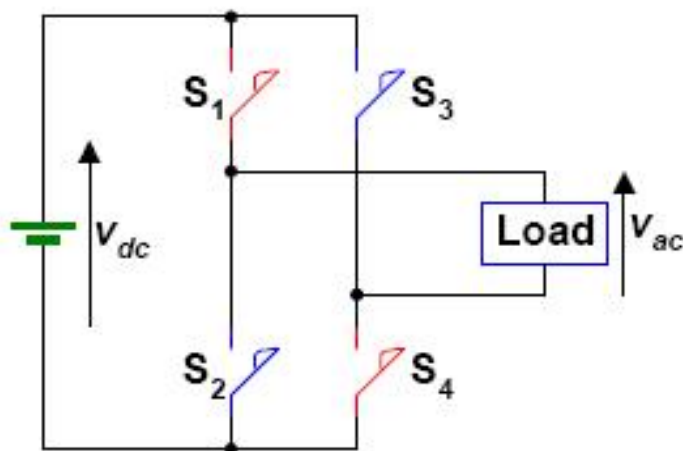
V_1 - AC Source
 V_2 - AC Load
 S - AC Switch



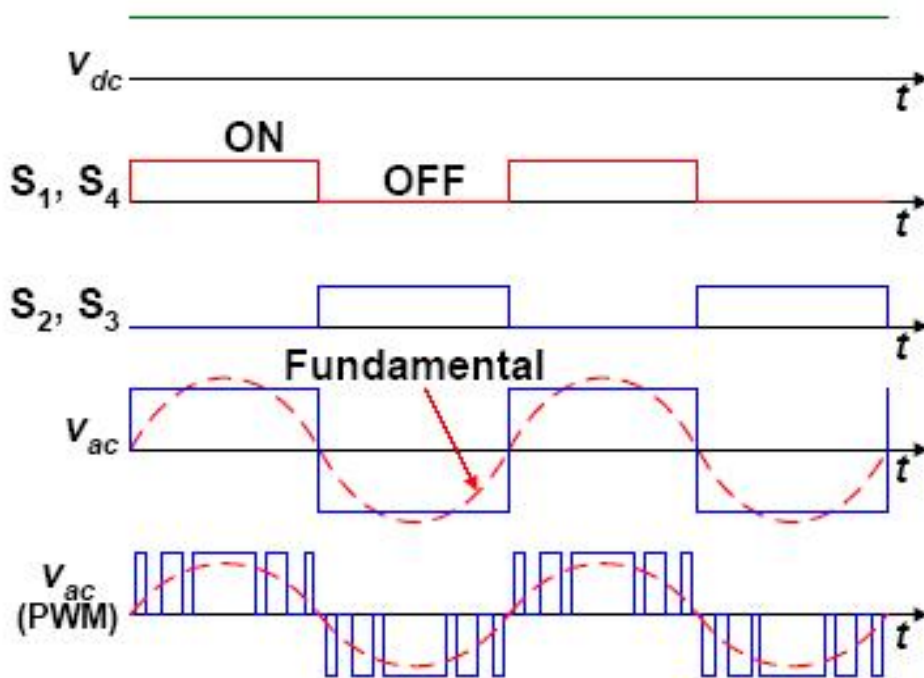
Waveforms of AC Power Adjuster

2. 电力电子技术概述

Principle of DC-AC Converter (Inverter)



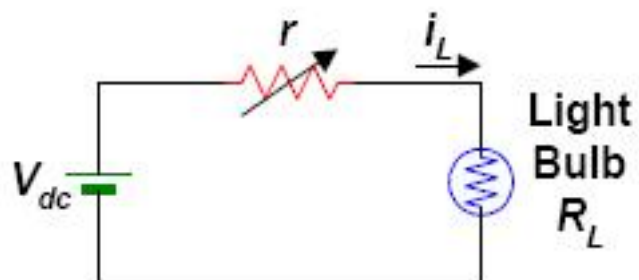
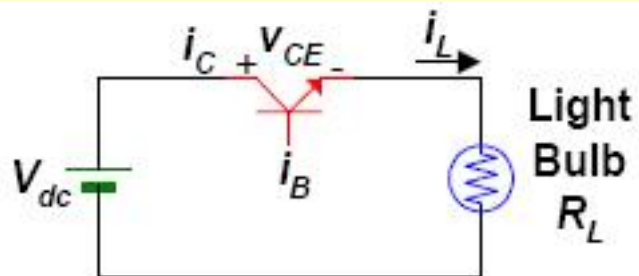
Voltage-Source Inverter



Waveforms of Inverter

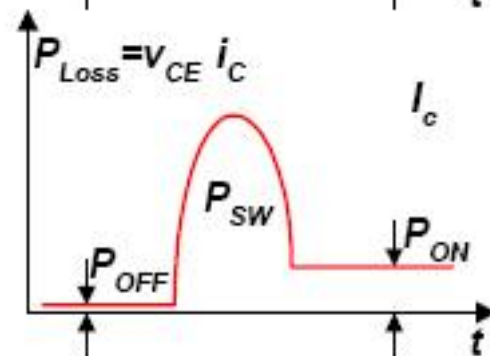
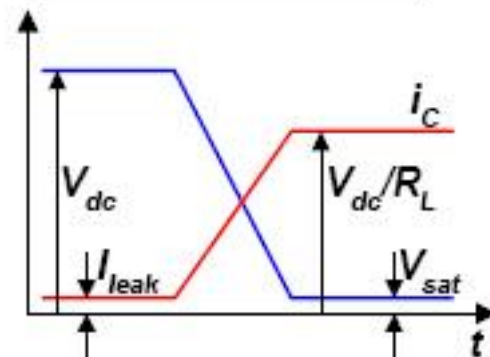
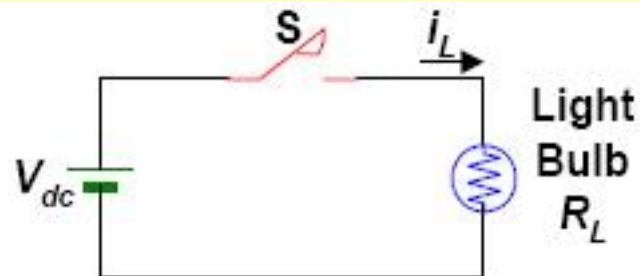
2. 电力电子技术概述

电能变换--为什么使用开关技术?



Power Loss: $\left(\frac{V_{dc}}{r + R_L}\right)^2 r$

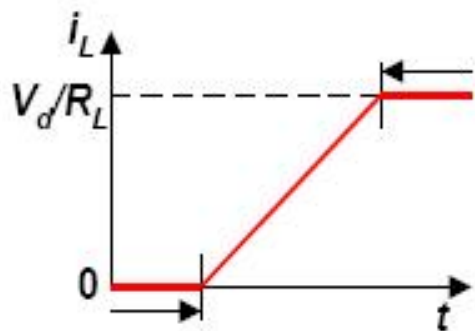
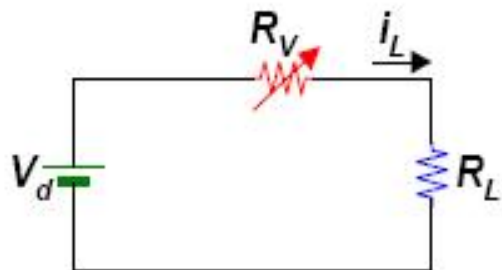
Power Consumption: $\left(\frac{V_{dc}}{r + R_L}\right)^2 R_L$



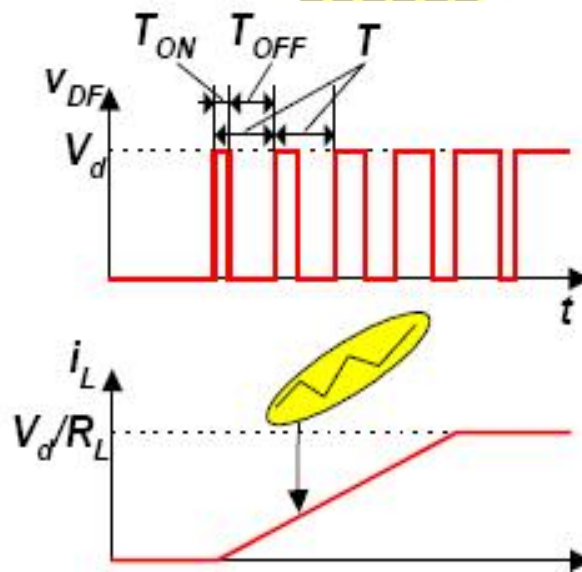
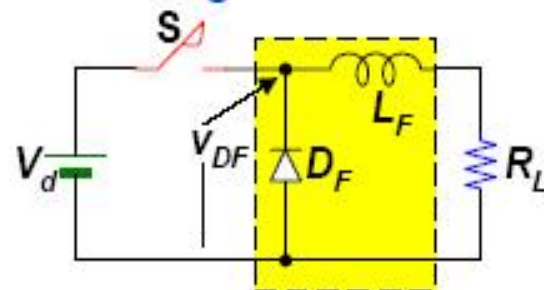
2. 电力电子技术概述

电能变换--为什么使用开关技术?

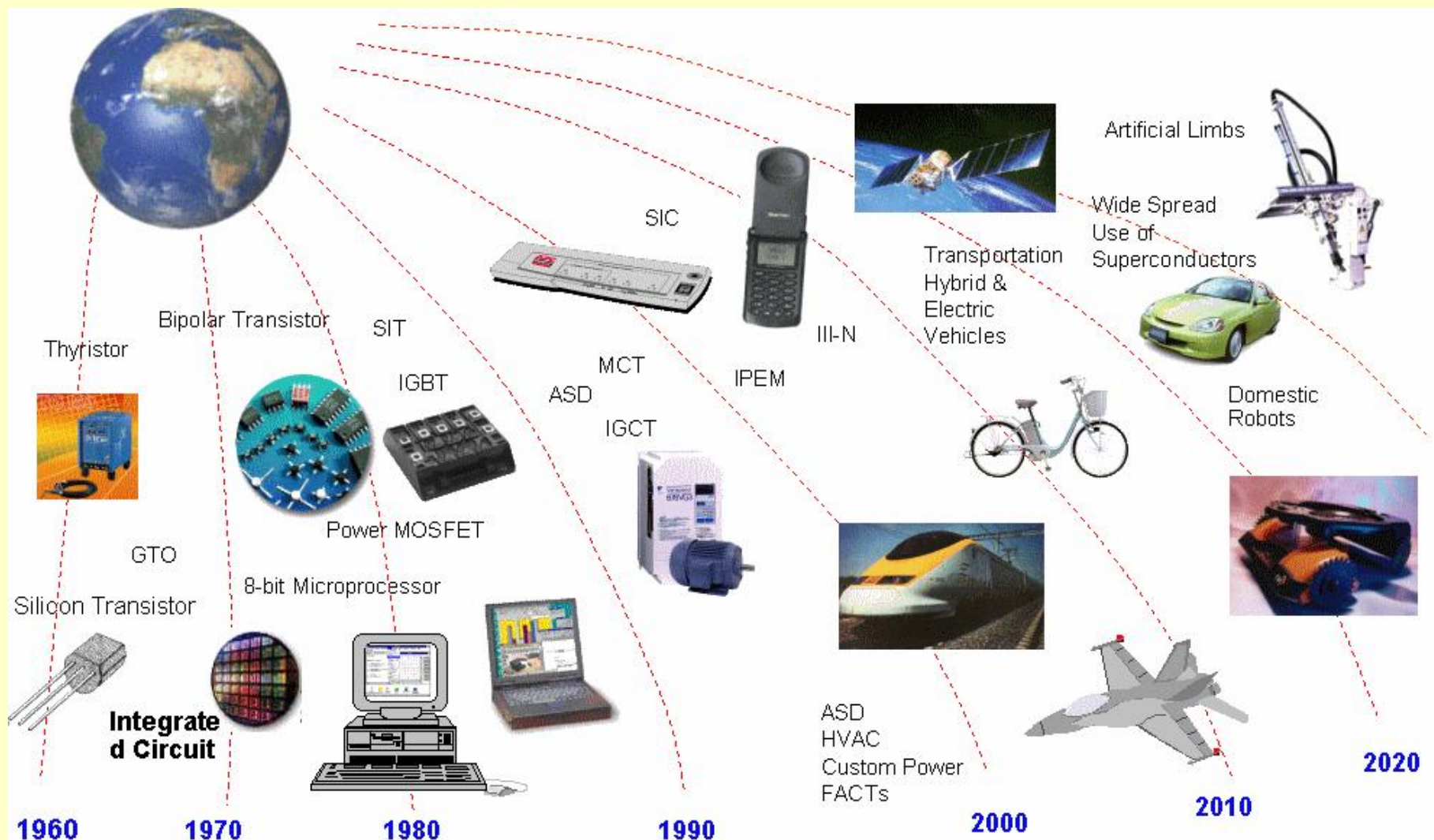
- *Current Control Using Variable Resistor*



- *Current Control Using Switching Device*



2. 电力电子技术概述



2. 电力电子技术概述

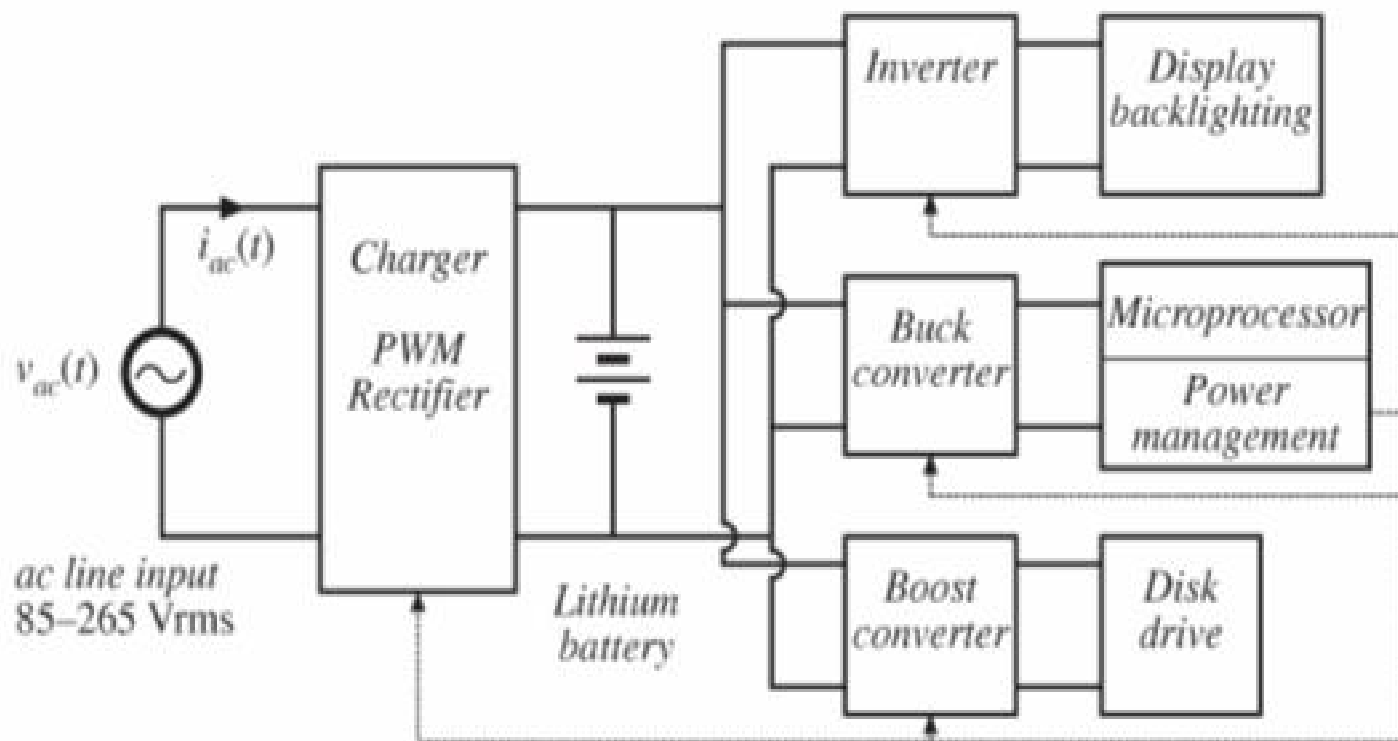
电力电子技术的应用：

- 一般工业：电源、冶炼、电化学……
- 交通运输：电动车辆，航空航天，电梯……
- 电力系统：输电，变电，电能质量管理……
- 家用电器：照明，家电，数码娱乐设备……
- 其它：工业与办公自动化、新能源应用……



2. 电力电子技术概述

A laptop computer power supply system



3. 电力电子器件



3. 电力电子器件-概述

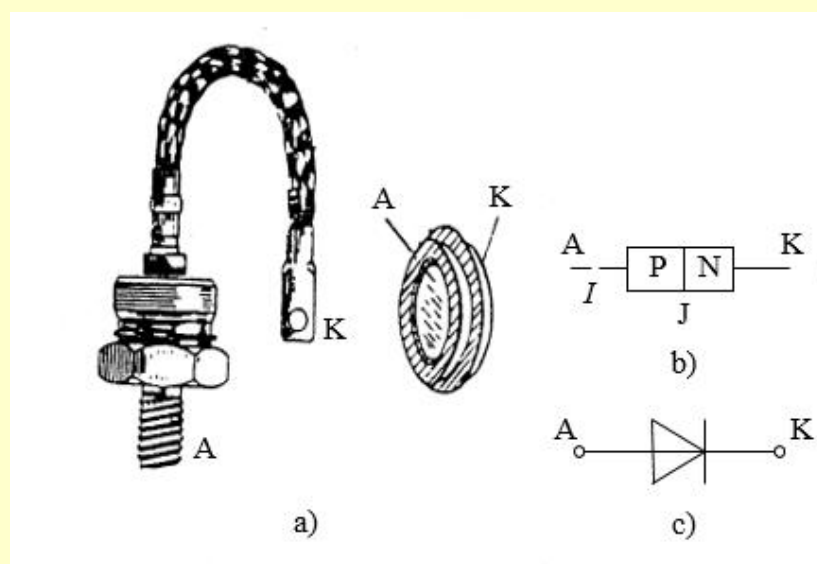
- 电力电子器件 (power electronic device) ——可直接用于处理电能的主电路中, 实现电能的变换或控制的电子器件
- 主电路 (main power circuit) ——电气设备或电力系统中, 直接承担电能的变换或控制任务的电路。
- 电力电子器件发展的目标是: 大容量、高频率、易驱动、低损耗、小体积 (高芯片利用率)、模块化。



3. 电力电子器件-分类

电力电子器件的分类

a. 按照开关类型划分



★ **不可控器件**——不能用控制信号来控制其通断

➤ 电力二极管 (Power Diode)

➤ 只有两个端子，器件的通和断是由其在主电路中承受的电压和电流决定的



电力二极管 (Power Diode)

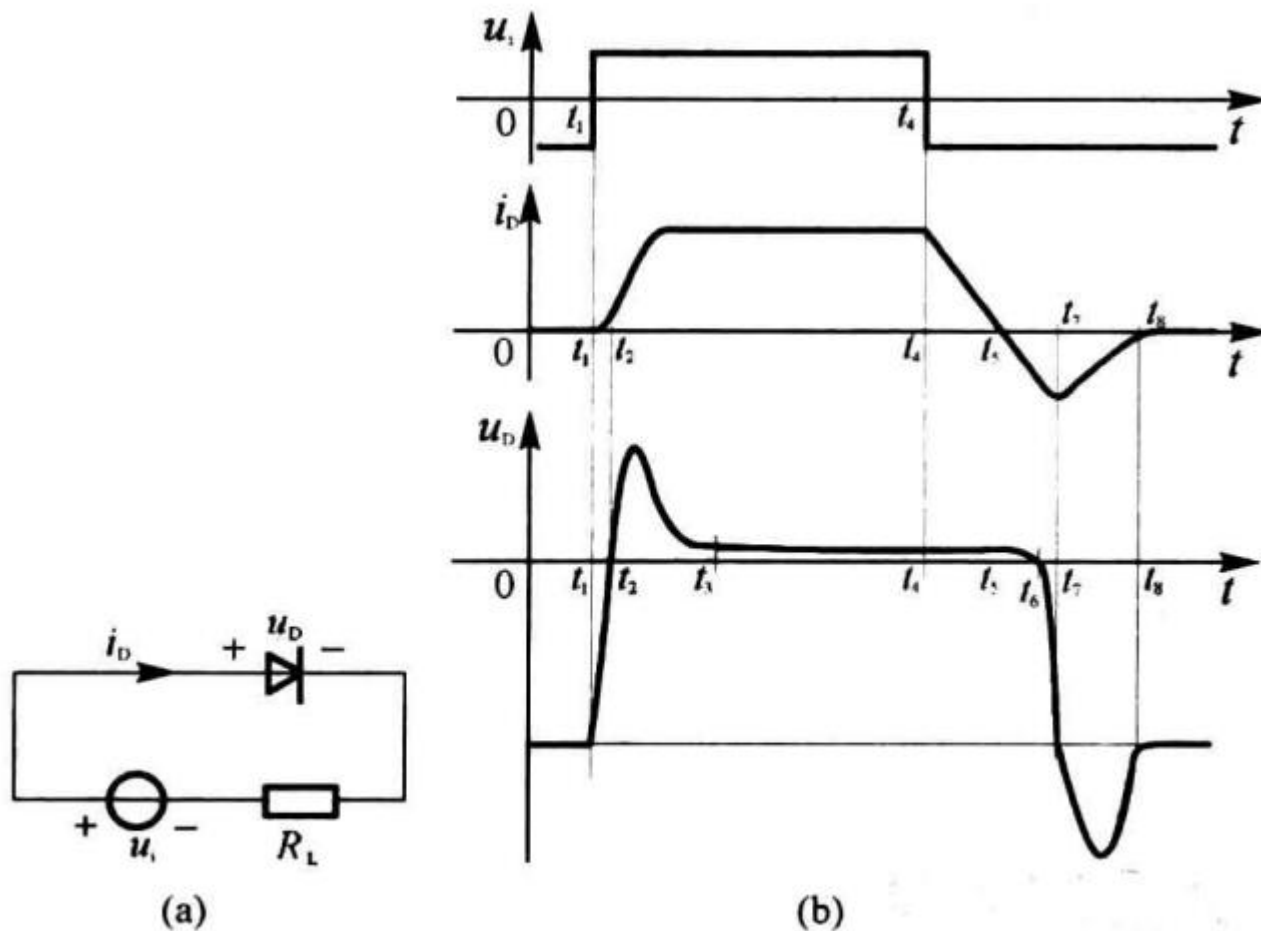


图 15-1 二极管的测试电路和开关特性



3. 电力电子器件-分类

- ★ **半控型器件**——通过控制信号可以控制其导通而不能控制其关断
 - 晶闸管 (Thyristor) 及其大部分派生器件
 - 器件的关断由其在主电路中承受的电压和电流决定

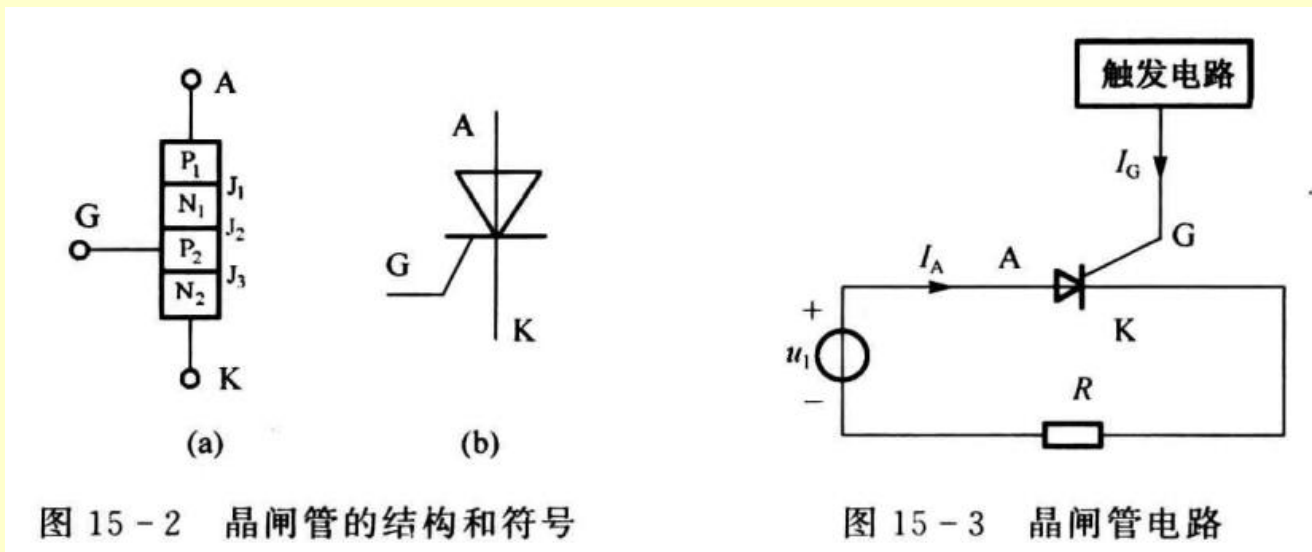
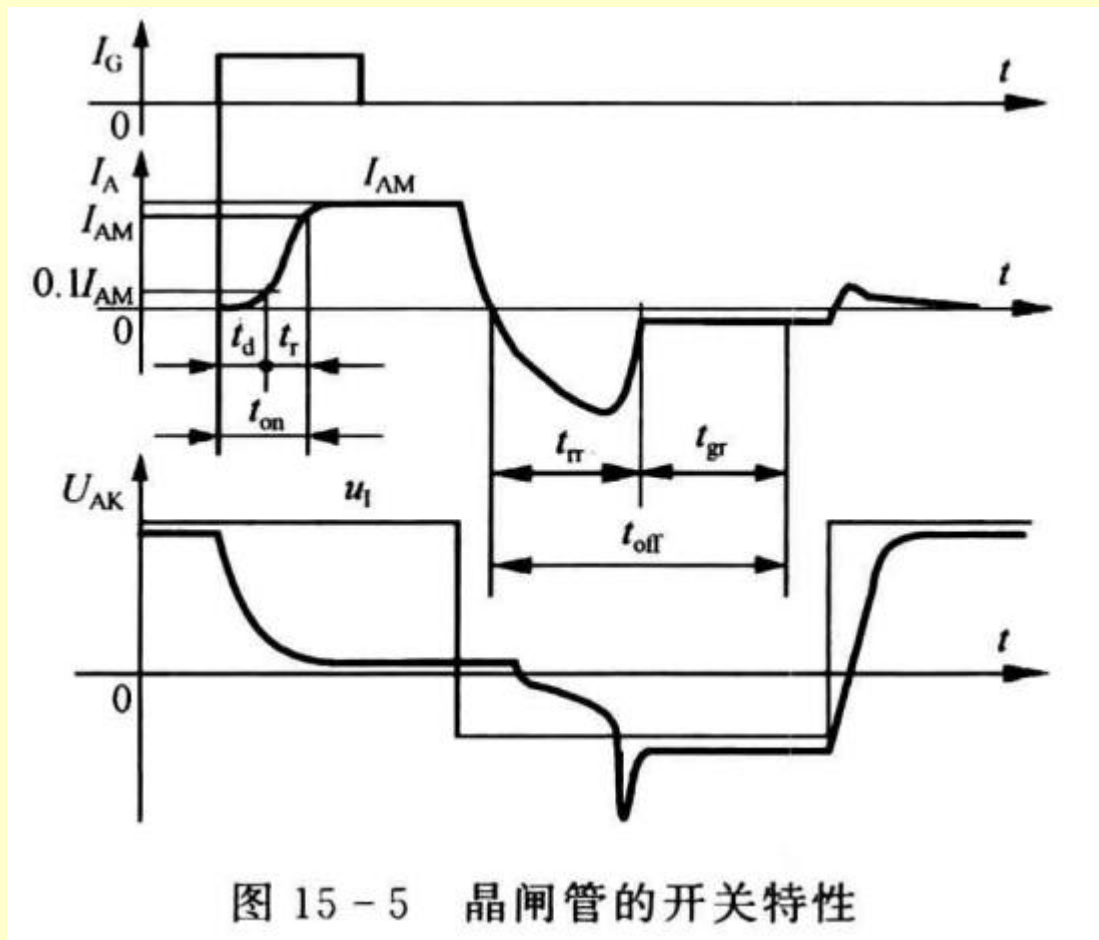
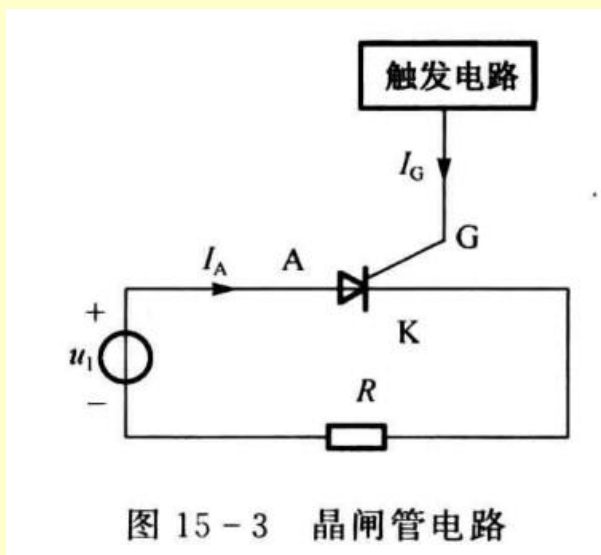


图 15-2 晶闸管的结构和符号

图 15-3 晶闸管电路



晶闸管开关特性



3. 电力电子器件-分类

- ★ **全控型器件**——通过控制信号既可控制其导通又可控制其关断，又称自关断器件
 - 绝缘栅双极晶体管IGBT
 - 电力场效应晶体管P-MOSFET
 - 门极可关断晶闸管 GTO

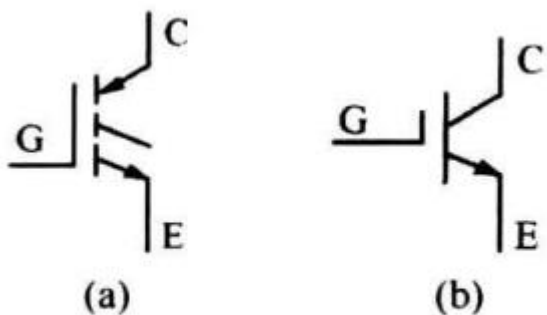


图 15 - 14 IGBT 的图形符号

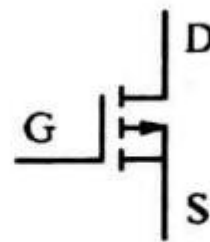
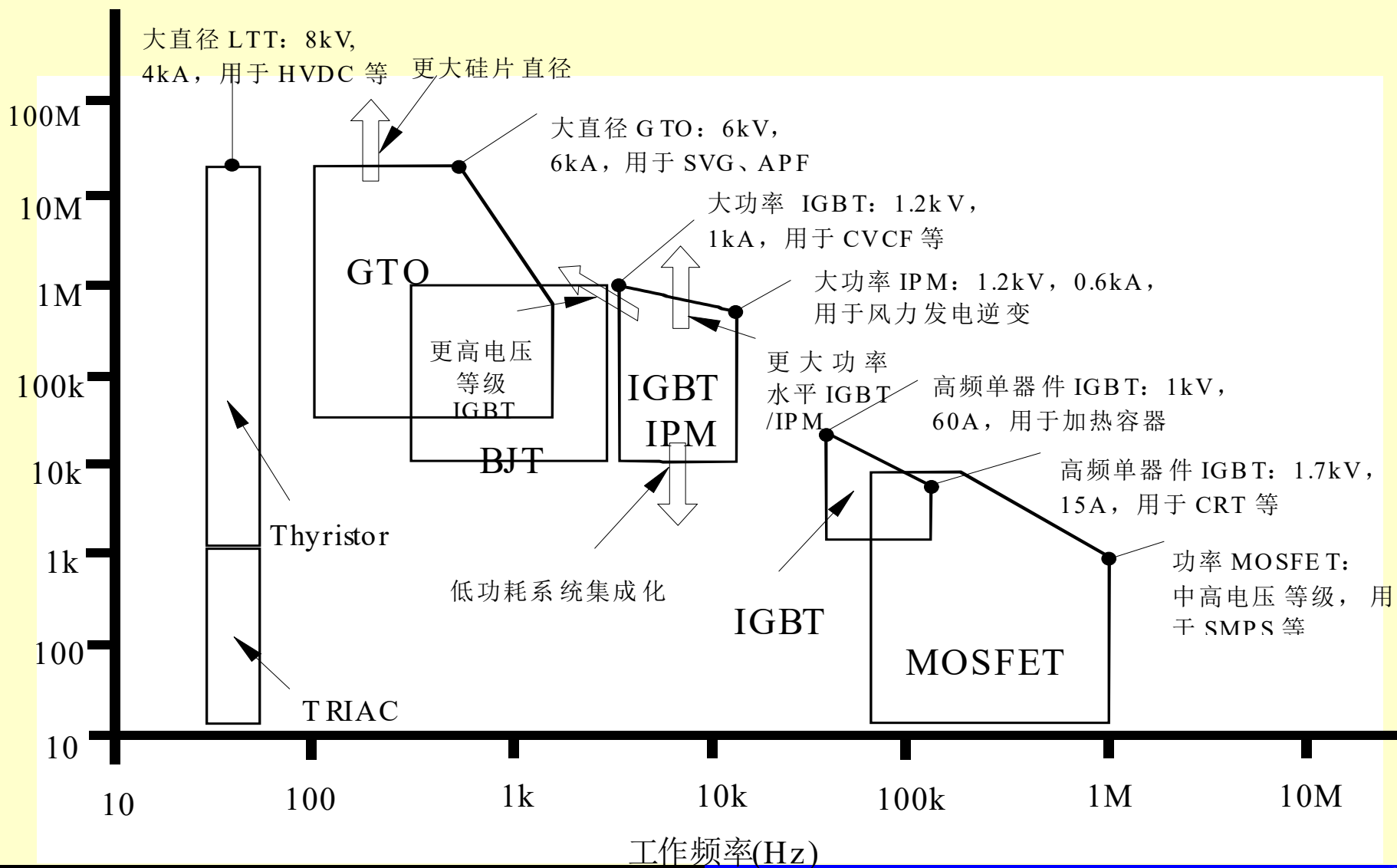


图 15 - 8 MOSFET 的符号



3. 电力电子器件-现状

器件容量



3. 电力电子器件-MOSFET

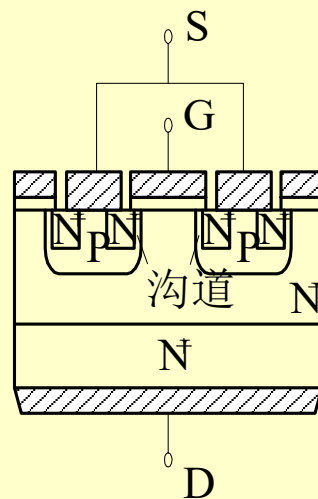
➤ MOSFET

单极型 (0V电压以上驱动)，电压驱动，**开关速度快 (20ns)**，热稳定性好，所需驱动功率小而且驱动电路简单，电流容量小，耐压低。

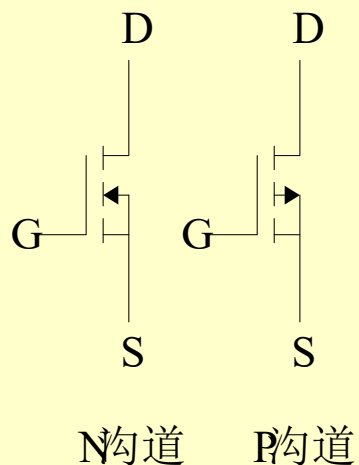
用于小功率场合 (十千瓦以下)。

做成模块形式，即将**MOSFET**,续流二极管做成一个模块。

为了提高功率，做成双管，4管，6管



a)




b)



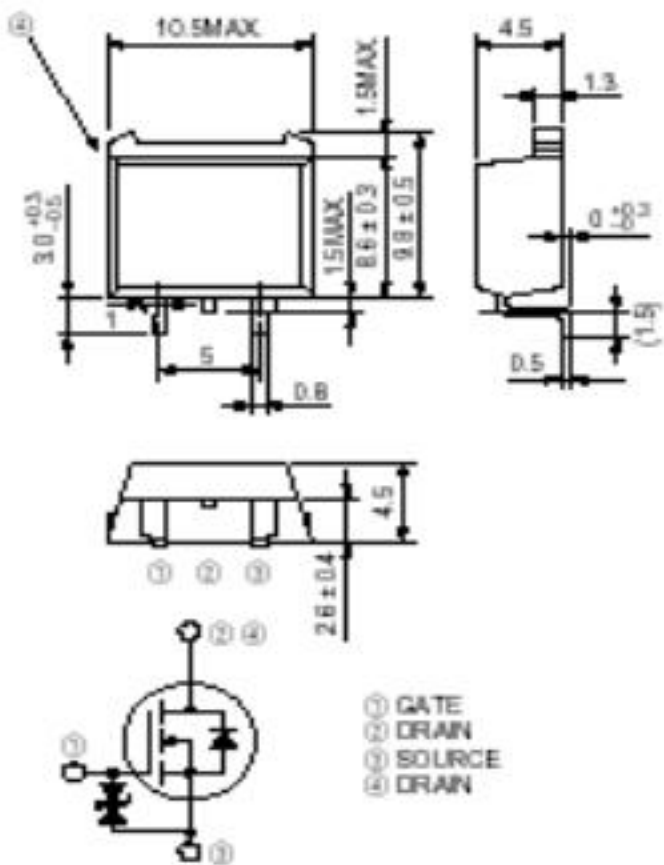
3. 电力电子器件-MOSFET

FS10VS-12



● V_{DSS} 600V
● $r_{DS(ON)}$ (MAX) 0.94Ω
● I_D 10A

OUTLINE DRAWING **Dimensions in mm**

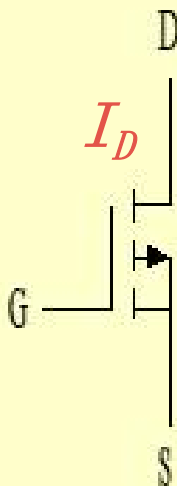
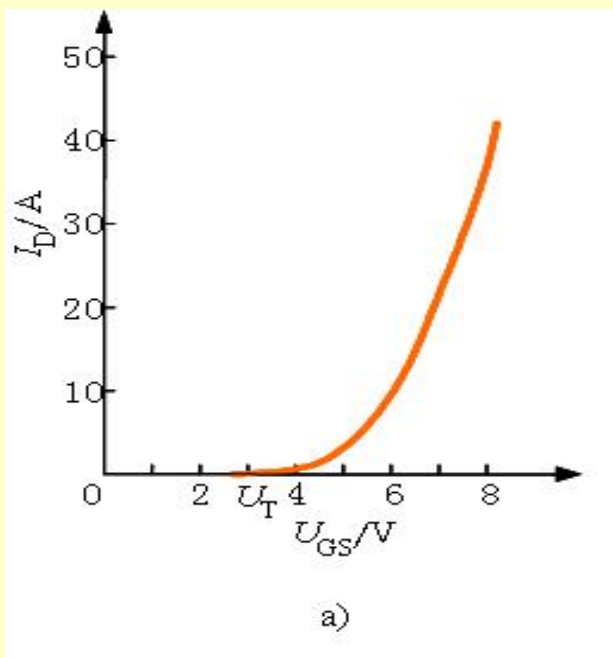


① GATE
② DRAIN
③ SOURCE
④ DRAIN

TO-220S



3. 电力电子器件-MOSFET



■ 电力MOSFET的基本特性

◆ 静态特性

☞ 转移特性

- ✓ U_t 是开启电压。
- ✓ 漏极电流 I_D 和栅源间电压 U_{GS} 的关系，反映了输入电压和输出电流的关系。
- ✓ I_D 较大时， I_D 与 U_{GS} 的关系近似线性。

MOSFET的
转移特性和输出特性
a) 转移特性



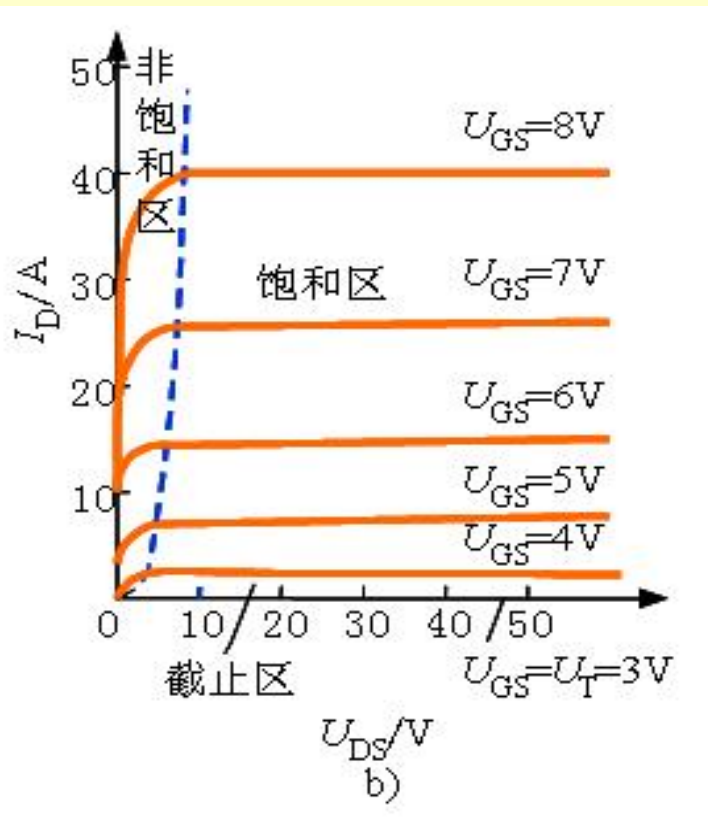
3. 电力电子器件-MOSFET

输出特性

✓是MOSFET的漏极伏安特性。

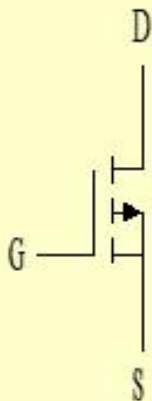
✓截止区、饱和区、非饱和区三个区域，饱和是指漏源电压增加时漏极电流不再增加，非饱和是指漏源电压增加时漏极电流相应增加。

✓工作在开关状态，即在截止区和非饱和区之间来回转换。

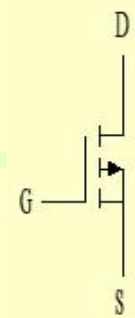


电力MOSFET的转移特性和输出特性

b) 输出特性



3. 电力电子器件-MOSFET



◆ 动态特性

开通过程

- √ 开通延迟时间 $t_{d(on)}$
- 电流上升时间 t_r
- 开通时间 $t_{on} = t_{d(on)} + t_r$

关断过程

- √ 关断延迟时间 $t_{d(off)}$
- 电流下降时间 t_f
- 关断时间 $t_{off} = t_{d(off)} + t_f$

u_p 为矩形脉冲电压信号源, R_s 为信号源内阻, R_G 为栅极电阻, R_L 为漏极负载电阻, R_F 用于检测漏极电流。

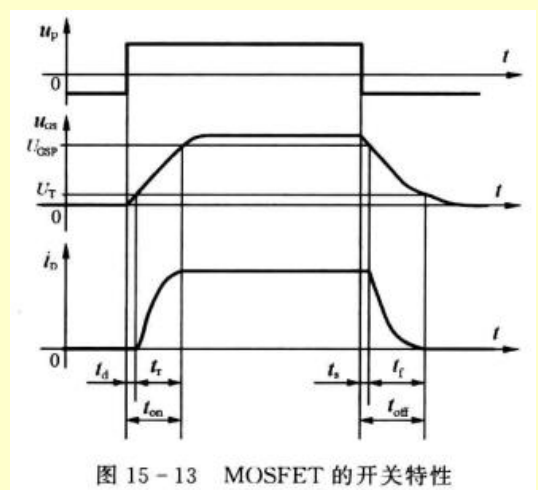
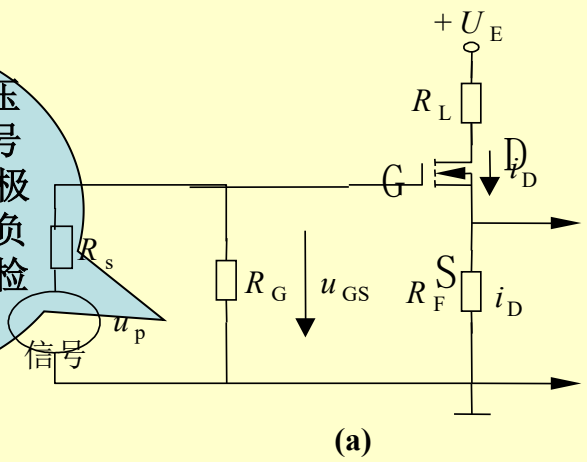


图 15-13 MOSFET 的开关特性

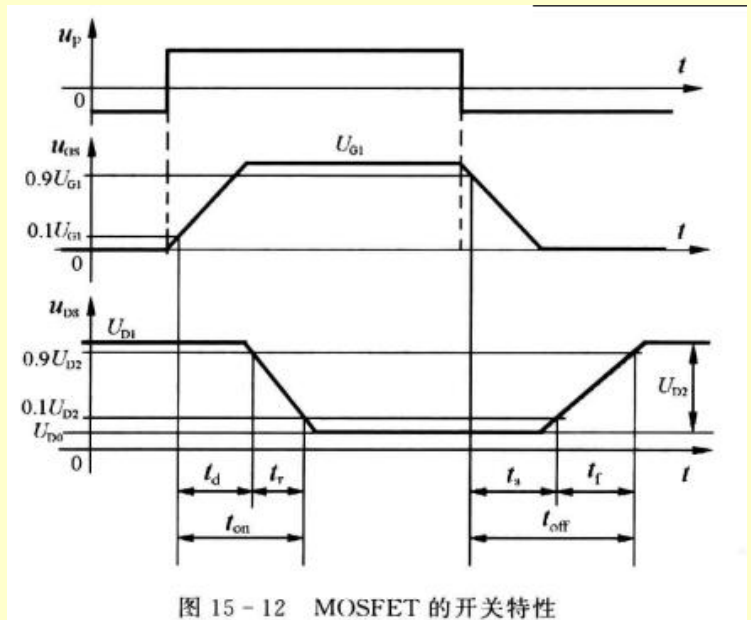


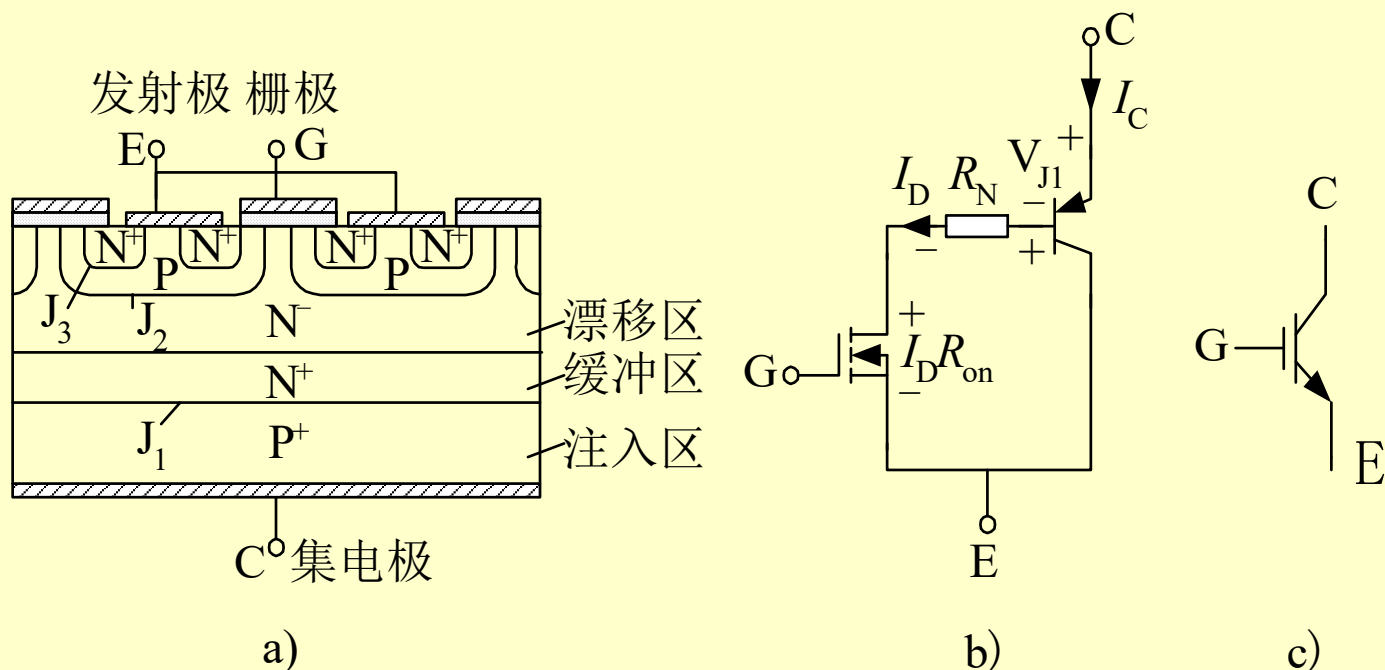
图 15-12 MOSFET 的开关特性



3. 电力电子器件-IGBT

IGBT

三端器件：栅极G、集电极C和发射极E



a) 内部结构断面示意图 b) 简化等效电路 c) 电气图形符号



3. 电力电子器件-IGBT



1700V/1200A ， 3300V/1200A IGBT 模块

3. 电力电子器件-IGBT

IGBT的动态特性

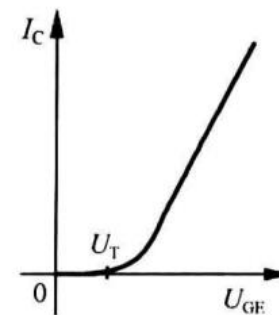
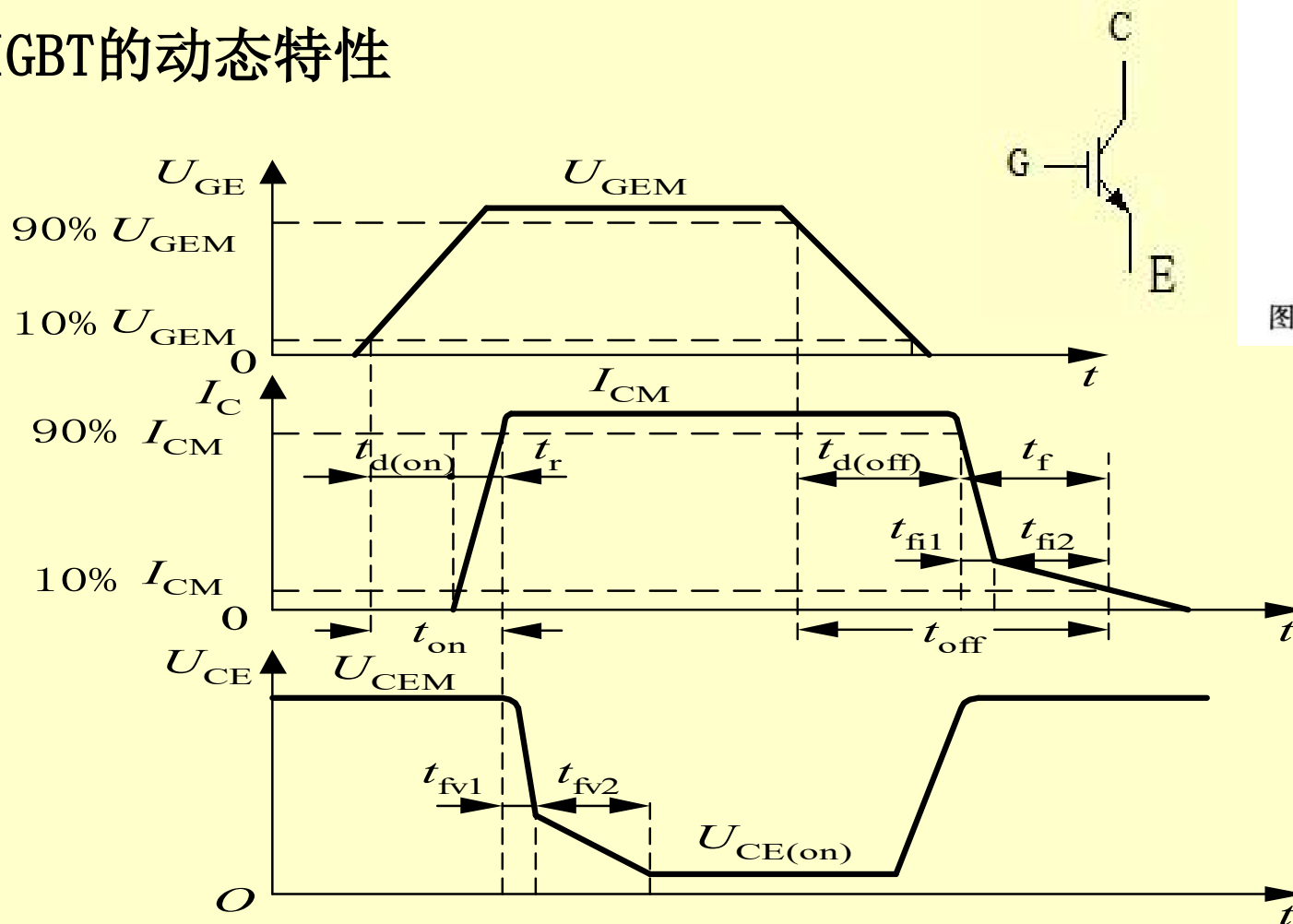


图 15-16 IGBT 的转移特性



3. 电力电子器件-IGBT

- IGBT的开关速度低于电力MOSFET，但功率要高于MOSFET.
- IGBT的击穿电压、通态压降和关断时间需要折衷

IGBT的主要参数

- 最大集射极间电压 U_{CES} 击穿电压
- 最大集电极电流 1ms脉宽最大电流 I_{CP}
- 最大集电极功耗 P_{CM} 正常工作温度下允许的最大功耗



3。电力电子器件-功率模块

- 20世纪90年代中后期开始，模块化趋势，将**多个器件**封装在一个模块中，称为功率模块
- 可缩小装置体积，降低成本，提高可靠性
- 对工作频率高的电路，可大大减小线路电感，从而简化对保护和缓冲电路的要求
- 将器件与逻辑、控制、保护、传感、检测、自诊断等信息电子电路制作在同一芯片上，称为功率集成电路 (Power Integrated Circuit——PIC)



3。电力电子器件-器件保护

功率放大线路主要要具有过电压、过电流和过热保护的功能。

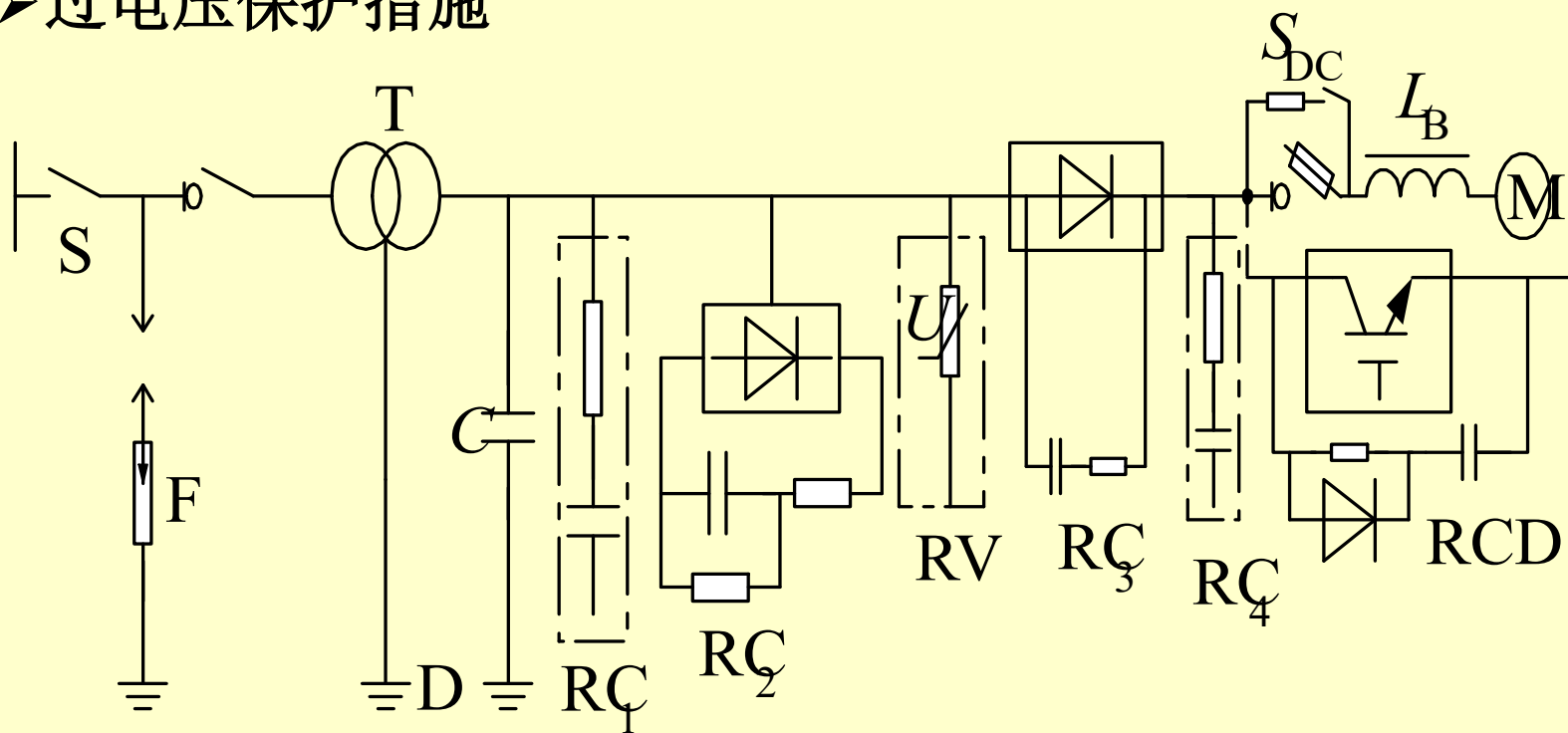
电力电子装置可能的过电压：

- (1) 操作过电压：由分闸、合闸等开关操作
- (2) 雷击过电压：由雷击引起（1000V+）
- (3) 关断过电压：全控型器件关断时，正向电流迅速降低而由线路电感在器件两端感应出的过电压（ du/dt , di/dt ）



3. 电力电子器件-器件保护

➤ 过电压保护措施



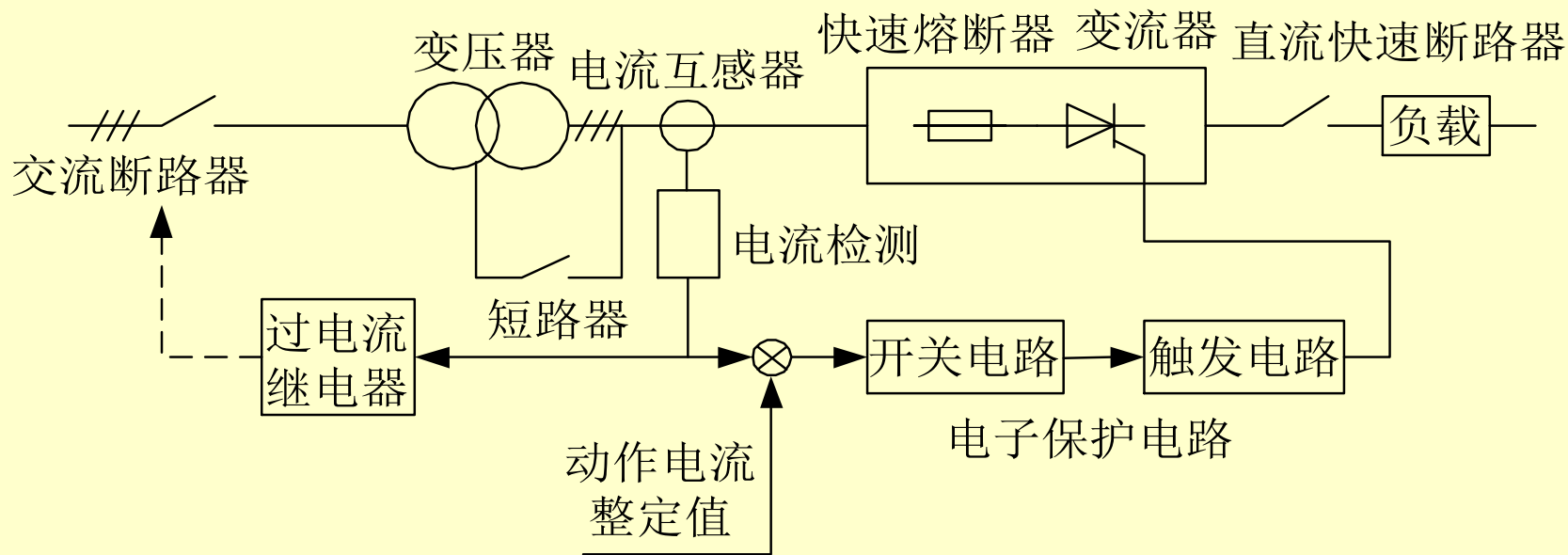
- F—避雷器
- D—变压器静电屏蔽层
- C—静电感应过电压抑制电容
- RC₁—浪涌过电压抑制用RC电路
- RC₂—浪涌过电压抑制用RC电路
- RV—压敏电阻过电压抑制器
- RC₃—器件换相过电压抑制用RC电路
- RC₄—直流侧RC抑制电路
- RCD—关断过电压抑制用RCD电路



3. 电力电子器件-器件保护

➤ 过电流——过载和短路两种情况

同时采用几种过电流保护措施，提高可靠性和合理性。电子电路作为第一保护措施，快熔仅作为短路时的部分区段的保护，直流快速断路器整定在电子电路动作之后实现保护，过电流继电器整定在过载时动作。



3. 电力电子器件-器件保护

➤ 缓冲电路 (Snubber) : 抑制过电压、 du/dt 、过电流和 di/dt , 减小器件的开关损耗

关断缓冲电路 (du/dt 抑制电路) ——吸收器件的关断过电压和换相过电压, 抑制 du/dt , 减小关断损耗

开通缓冲电路 (di/dt 抑制电路) ——抑制器件开通时的电流过冲和 di/dt , 减小器件的开通损耗

将关断缓冲电路和开通缓冲电路结合在一起——复合缓冲电路

其他分类法: 耗能式缓冲电路和馈能式缓冲电路 (无损吸收电路)



3. 电力电子器件-器件保护

➤ 无缓冲电路

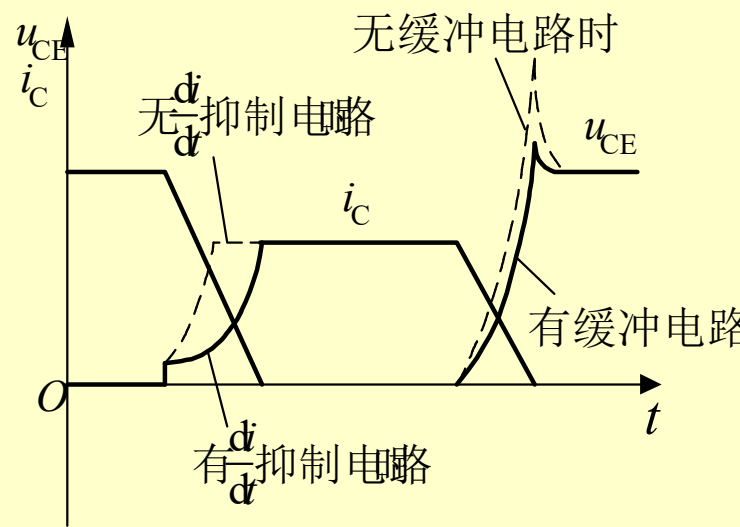
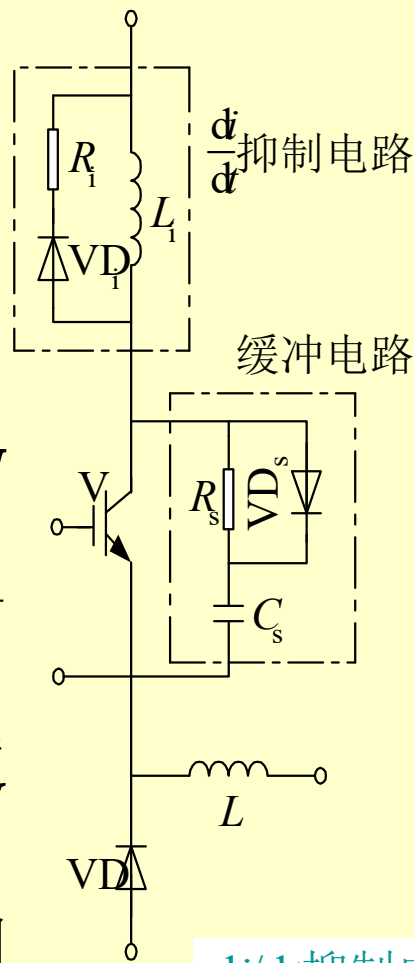
V导通 di/dt 很大

断开时 du/dt 很大.

➤ 有缓冲电路

- V导通时: C_s 通过 R_s 向V
加快放电, 同时因有 L_i
, i_C 上升速度减慢。

- V断开时: 负载电流通
过 VD_s 向 C_s 分流(充电)
, 减轻了V的负担, 抑制
了 du/dt 和过电压。



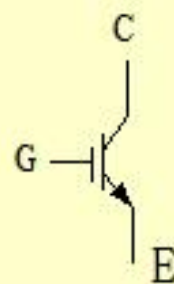
[di/dt抑制电路和充放电型RCD缓冲电路](#)

a)

b)



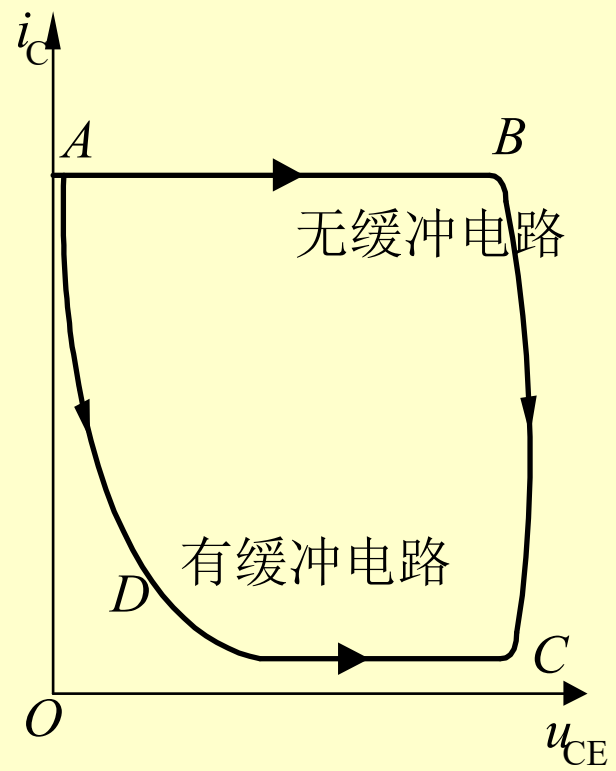
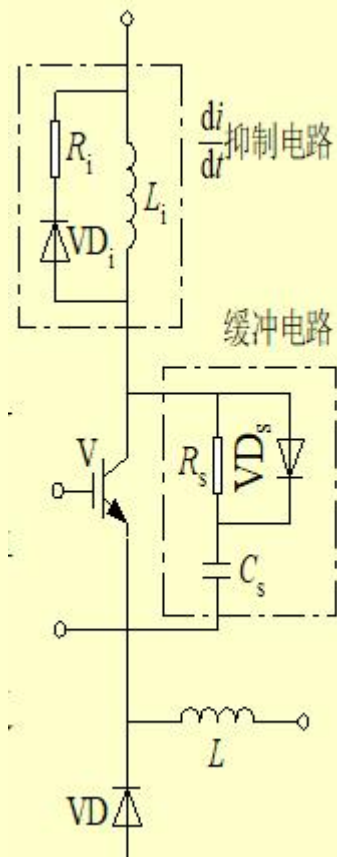
3. 电力电子器件-器件保护



➤ 关断时的负载曲线 (du/dt)

无缓冲电路时： u_{CE} 迅速升， L 感应电压使VD通（最下面），负载线从A移到B，之后 i_C 才下降到漏电流的大小，负载线随之移到C

有缓冲电路时： C_s 分流 (du/dt 给 C_s 充电) 使 i_C 在 u_{CE} 开始上升时就下降，负载线经过D到达C。负载线ADC安全，且经过的都是小电流或小电压区域，关断损耗大大降低



4. 功放环节的类型与结构

功放根据功率器件的工作状态分为：

线性功放

开关功放

功放根据所驱动控制的电机类型，分为：

直流伺服（电机）功率放大器

交流伺服（电机）功率放大器

功放根据所采用的功率器件不同，可分为：

MOSFET功放、IGBT功放、SCR功放等



4. 功放环节的类型与结构

伺服驱动的功放环节一般包括：

功放主电路

前置放大、隔离电路

传感检测与控制/保护电路



4. 功放环节的类型与结构

线性功放	开关功放
<p>优点:</p> <p>电磁兼容性好;</p> <p>电路简单, 适于低成本简单应用。</p> <p>电压电流纹波小</p>	<p>优点:</p> <p>效率高;</p> <p>适合于数字化控制</p> <p>适合于大功率驱动应用</p>
<p>缺点:</p> <p>效率低, 仅用于小功率场合</p>	<p>缺点:</p> <p>有可能产生电磁兼容性问题</p>



5. 线性功放简介

线性功率放大电路，是通过功率管（**三极管**或者场效应管）的电压、电流放大作用进行能量转换，将直流电源的能量转换为负载获得的能量。

放大电路的组成原则是必须有电源，核心元件是功率管，要将功率管配置在合适的静态工作点，并保证放大电路在放大信号的**整个周期**，功率管都工作在其特性曲线的线性放大区。

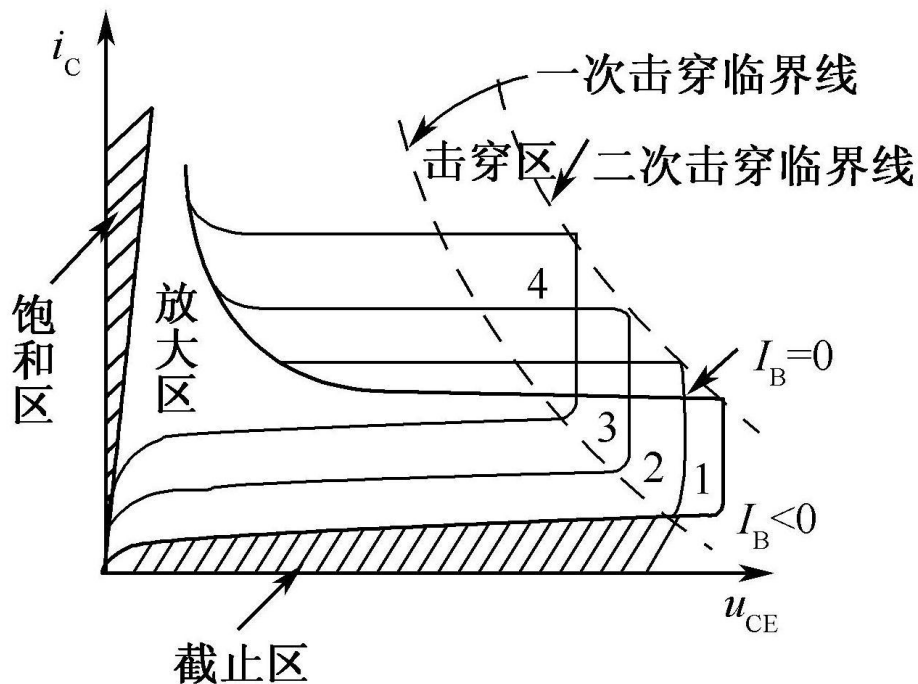
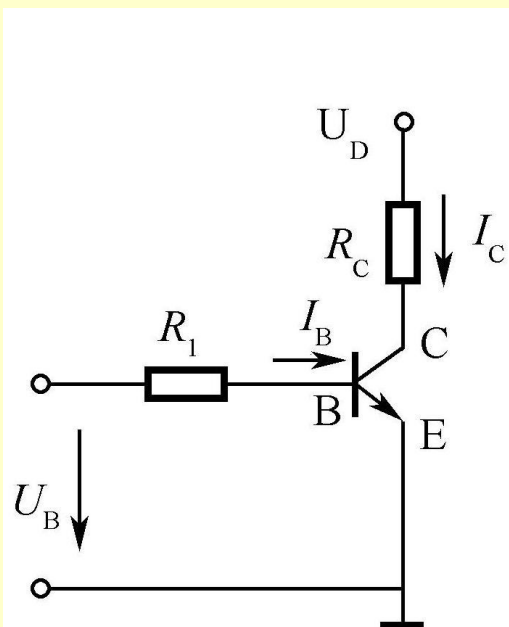


5. 线性功放简介——功率管运行区域

1. 截止区

条件 $U_b \leq U_e + 0.5, U_b < U_c$

特点 $I_b = 0, I_c \approx 0,$ 功耗小, i_c 小。 $U_C = U_D$



5. 线性功放简介—功率管运行区域

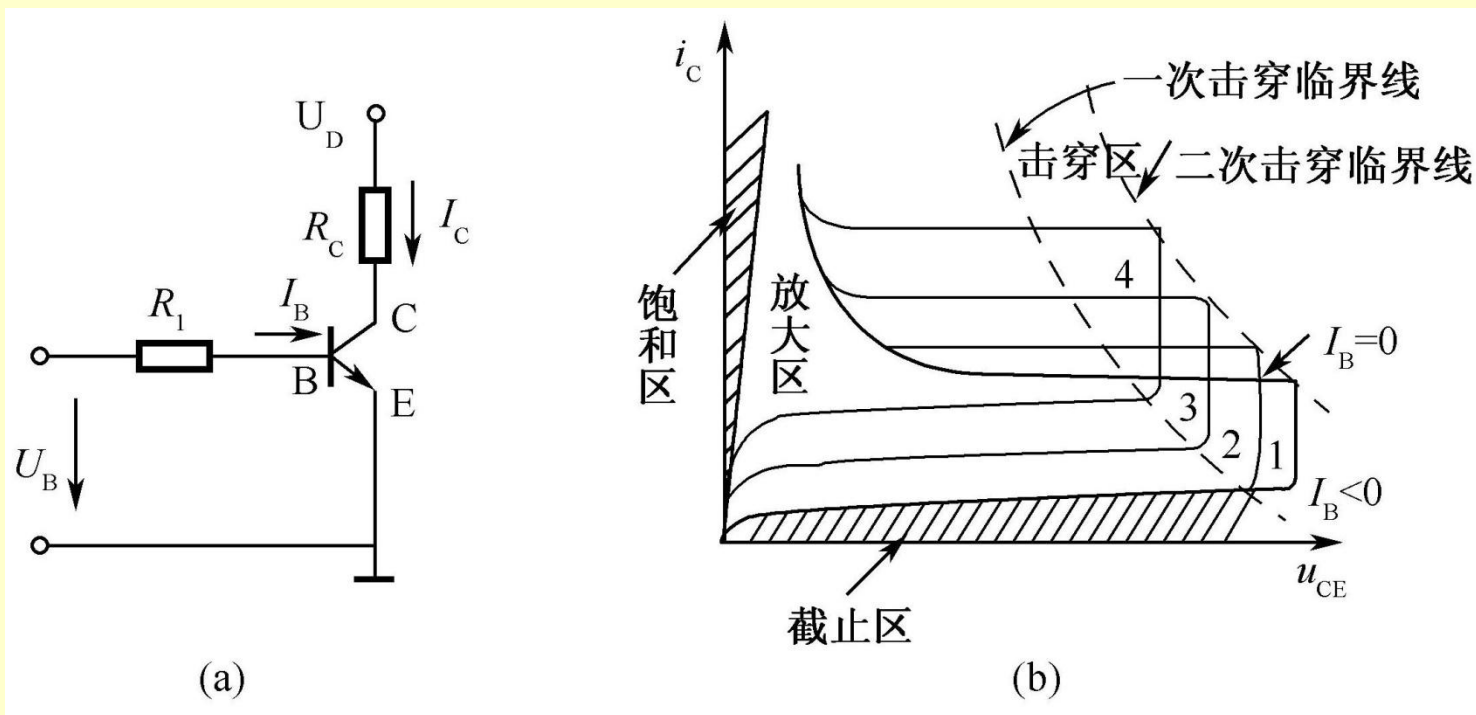
2. 放大区

条件

$$U_b > U_e + 0.7 \quad U_b < U_c \quad i_c(t) = \beta I_b (1 - e^{-\frac{t}{T_{ce}}})$$

特点

功耗大， i_c 和 u_{ce} 都比较大。



5. 线性功放简介——功率管运行区域

3. 饱和区

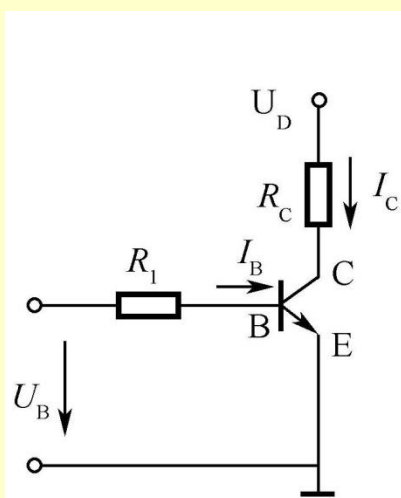
条件

$$U_b > U_e + 0.7 \quad I_{cs} = \frac{U_D}{R_c} \quad I_b \geq \frac{I_{cs}}{\beta}$$

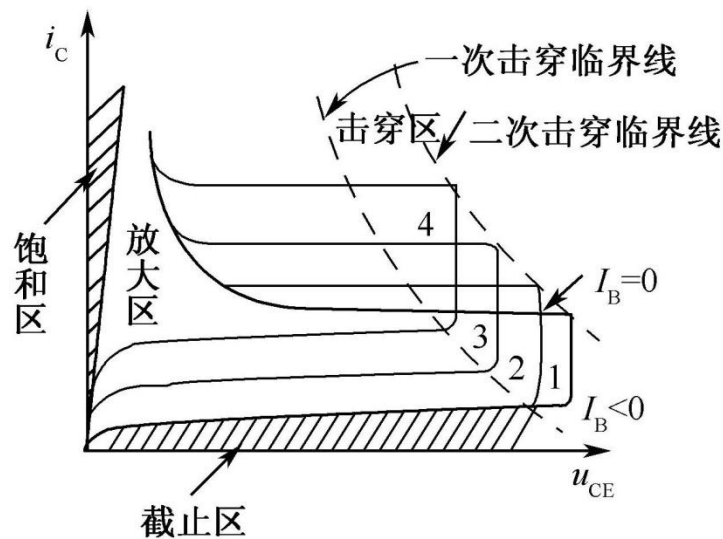
特点

$$U_{ces} = 0.3 \quad \Delta P_s = U_b I_b + I_{cs}^2 R_{eq} \approx I_{cs}^2 R_{eq} = I_{cs} U_{ces}$$

功耗小，饱和深度： $k_1 = \frac{\beta I_b}{I_{cs}}$



(a)



(b)



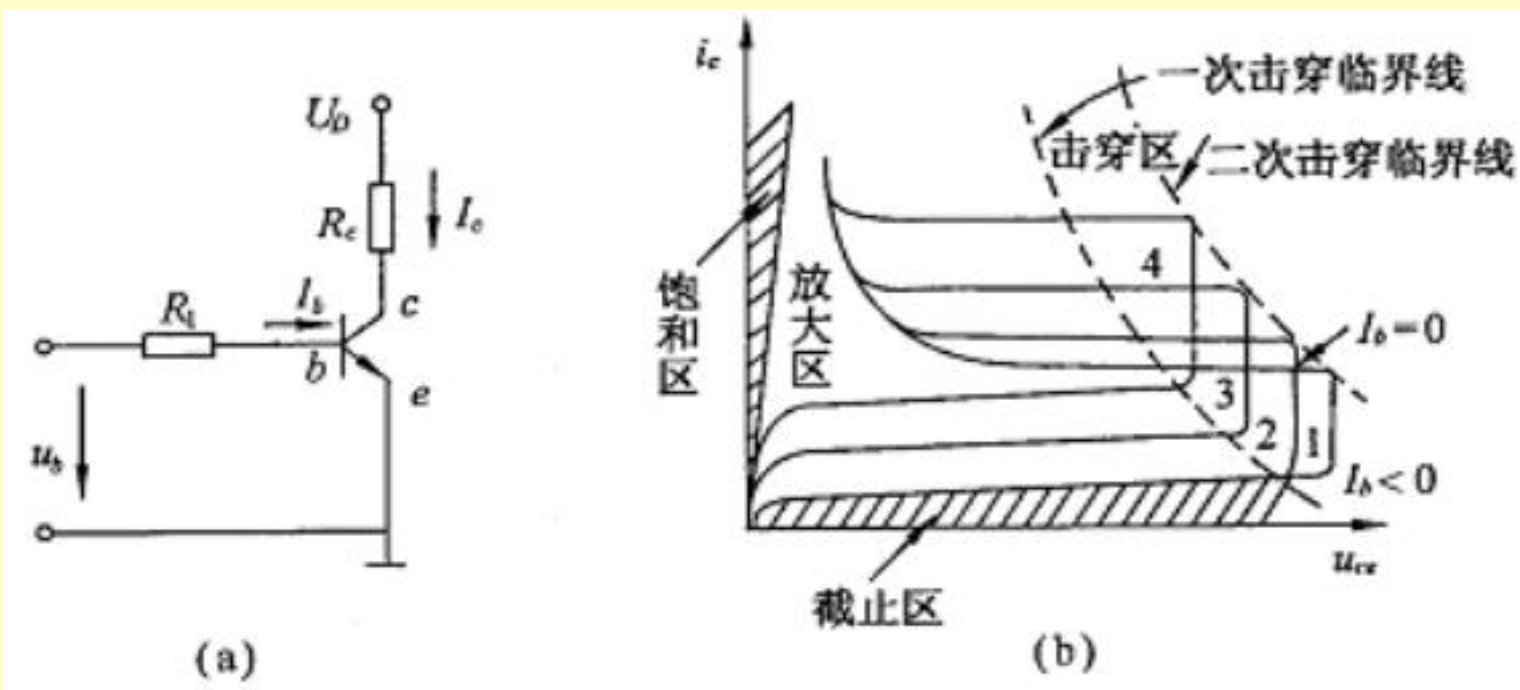
5. 线性功放简介—功率管运行区域

4. 击穿区

一次击穿： i_c 急剧增加，电压 u_{ce} 基本不变，晶体管可不损坏。

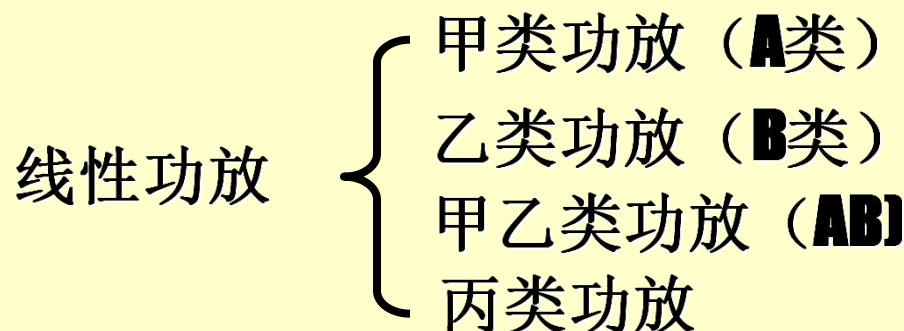
二次击穿：电压迅速下降，电流急剧增加，晶体管将损坏。

电流大时容易发生二次击穿。

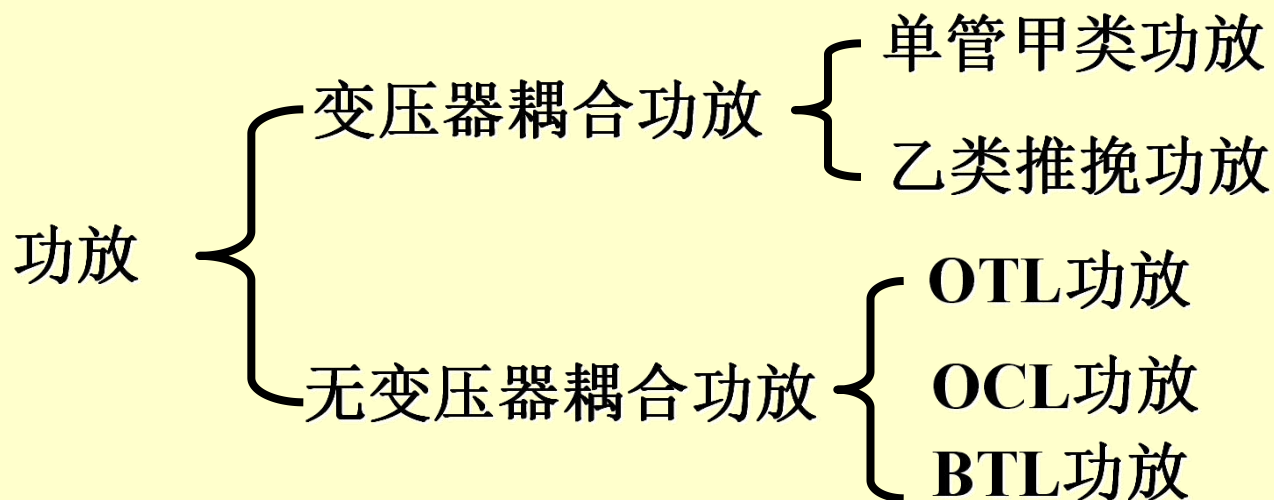


5. 线性功放简介——分类与结构

1、以晶体管的静态工作点位置分类

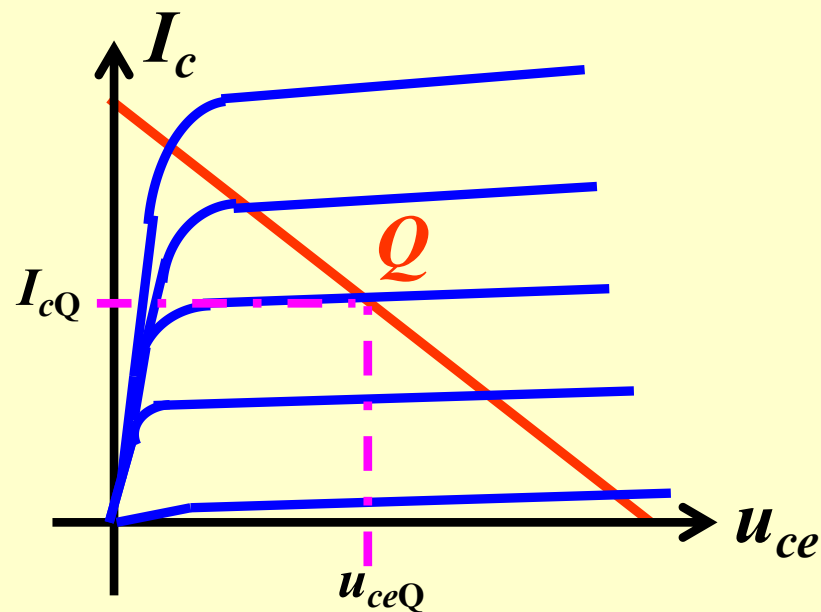
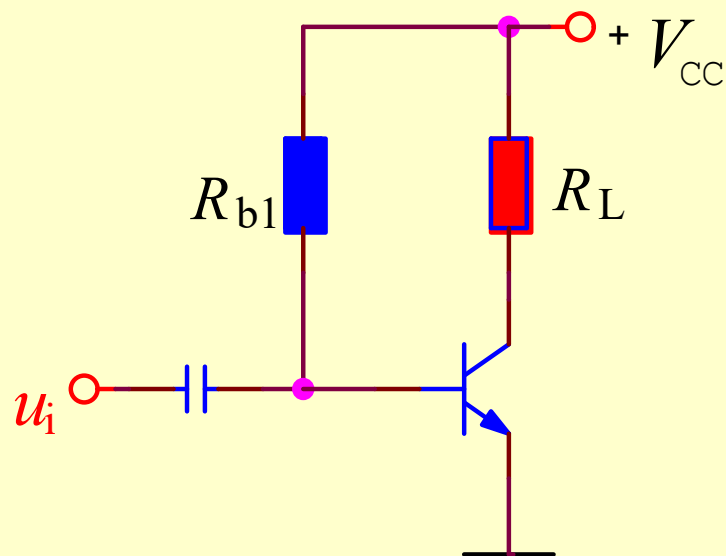


2、以功率放大器输出端的特点分类



5. 线性功放简介——分类与结构

一. 甲类功率放大器(A类)



此电路的最高效率：
$$\eta = \frac{P_{om}}{P_E} \approx 0.25$$

甲类功率放大器存在的缺点：

- 1) 输出功率小；
- 2) 效率低



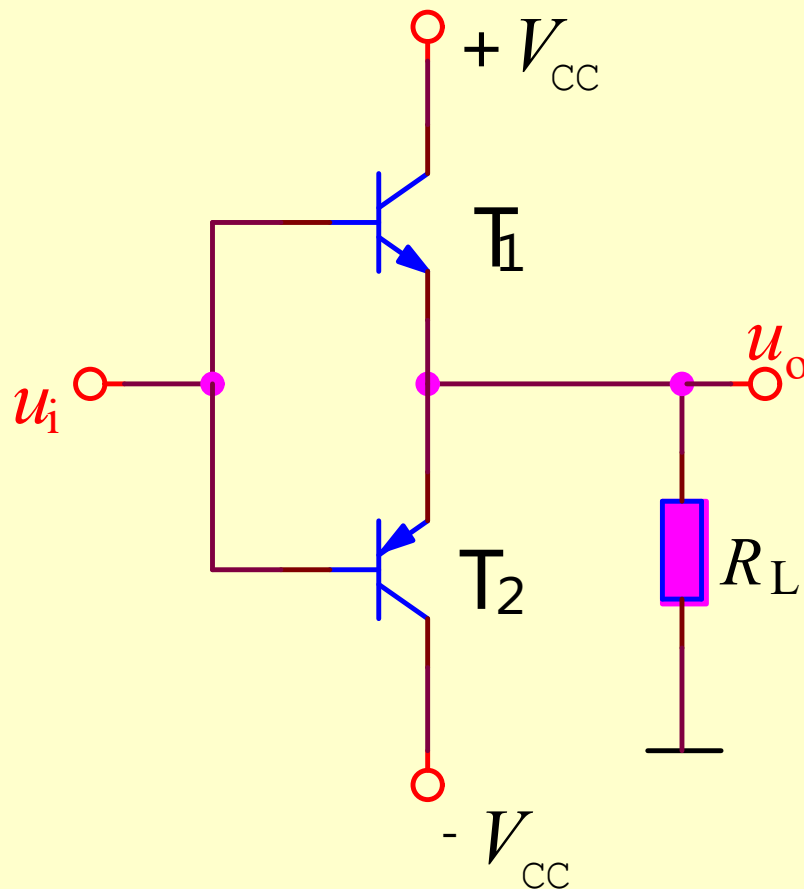
5. 线性功放简介——分类与结构

二、乙类互补对称功率放大电路（B类）

互补对称：

电路中采用两个晶体管：NPN、PNP各一支；

两管特性一致。组成互补对称式射极输出器。



5. 线性功放简介——分类与结构

静态时:

$u_i = 0V \rightarrow i_{c1}、i_{c2} \text{ 均} = 0$ (乙类工作状态) $\rightarrow u_o = 0V$

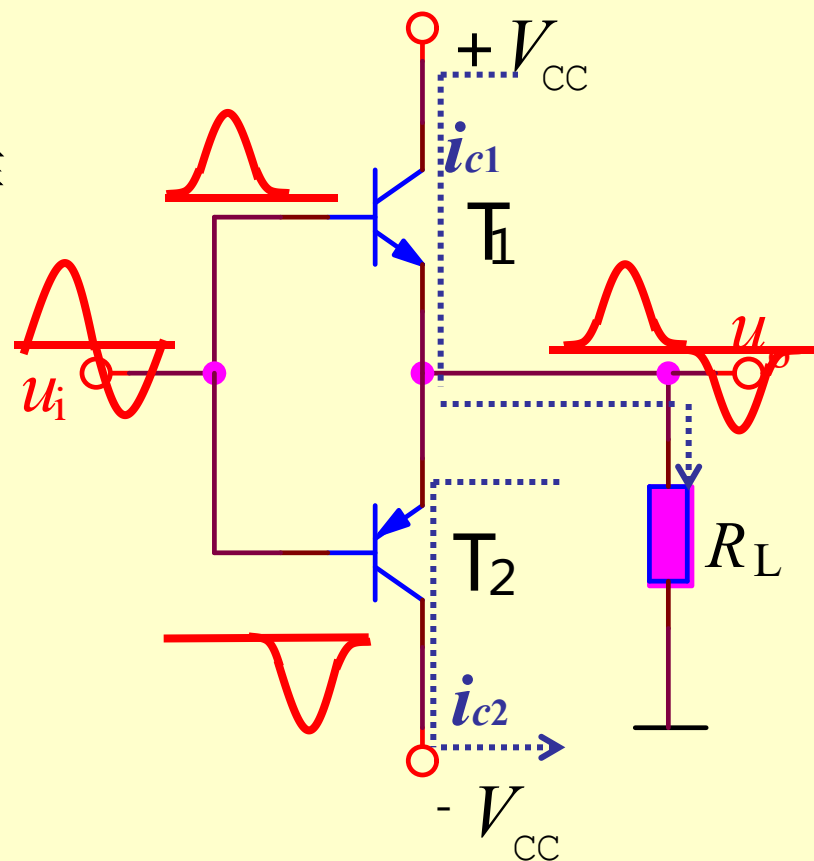
动态时:

$u_i > 0V \rightarrow T_1 \text{ 导通, } T_2 \text{ 截止}$

$\rightarrow i_L = i_{c1}$;

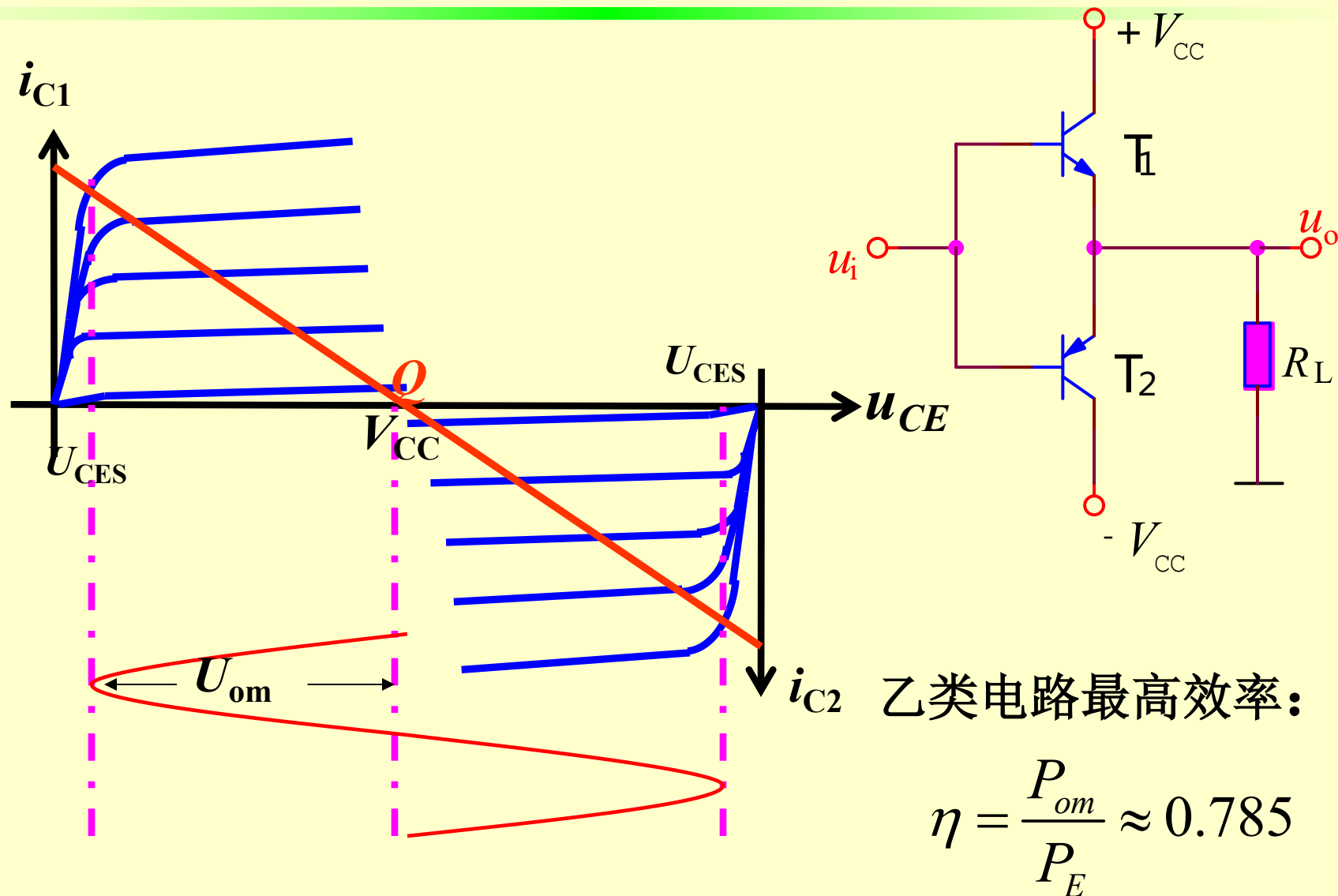
$u_i < 0V \rightarrow T_1 \text{ 截止, } T_2 \text{ 导通}$

$\rightarrow i_L = i_{c2}$

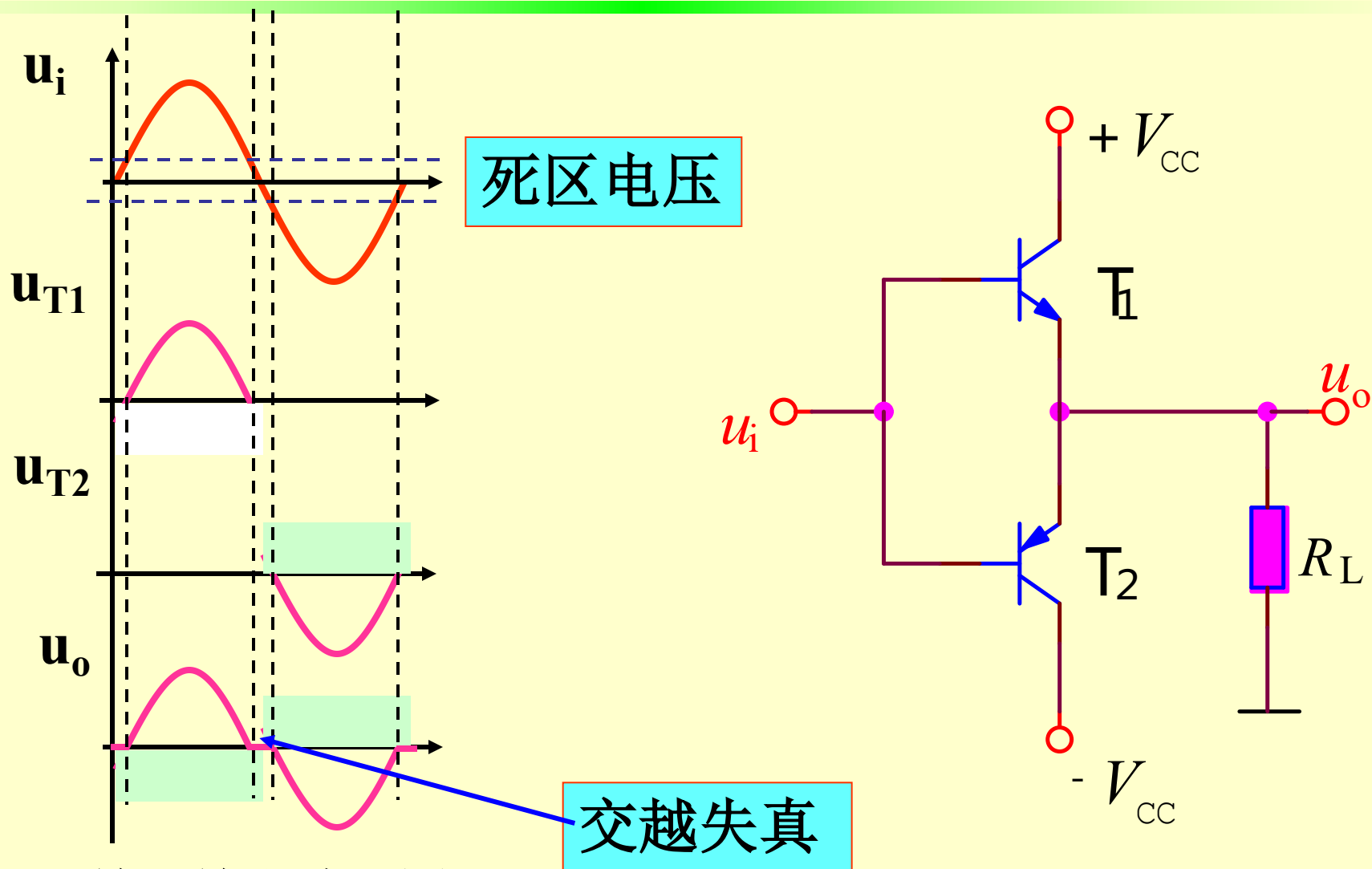


$T_1、T_2$ 两个管子交替工作, 在负载上得到完整的正弦波。

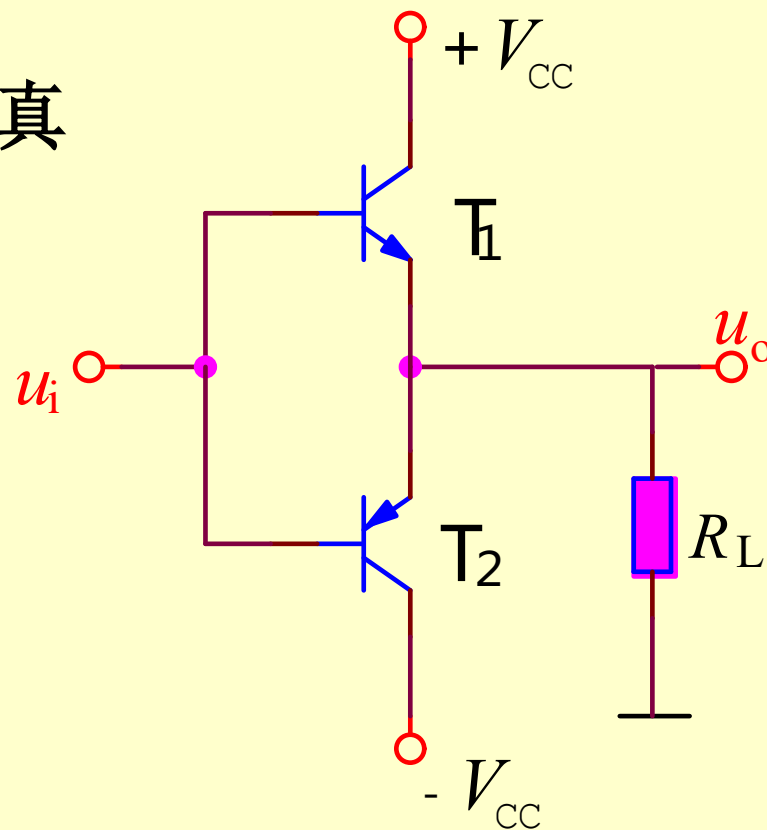
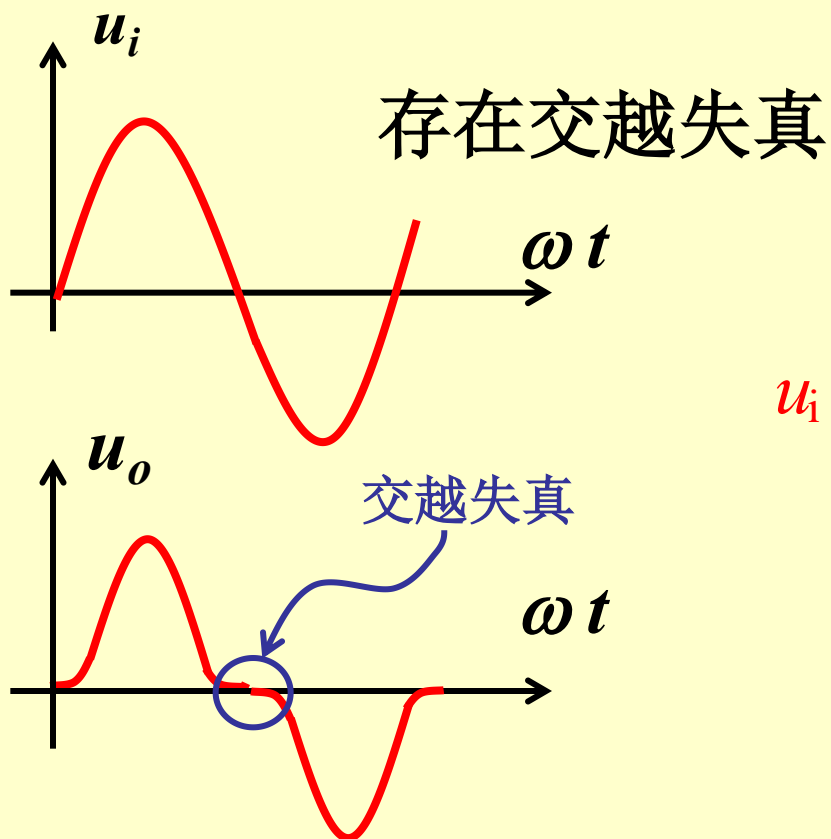
5. 线性功放简介—分类与结构



5. 线性功放简介—分类与结构



5. 线性功放简介——分类与结构



改进型功率放大电路

消除交越失真——**甲乙类互补对称功率放大电路**



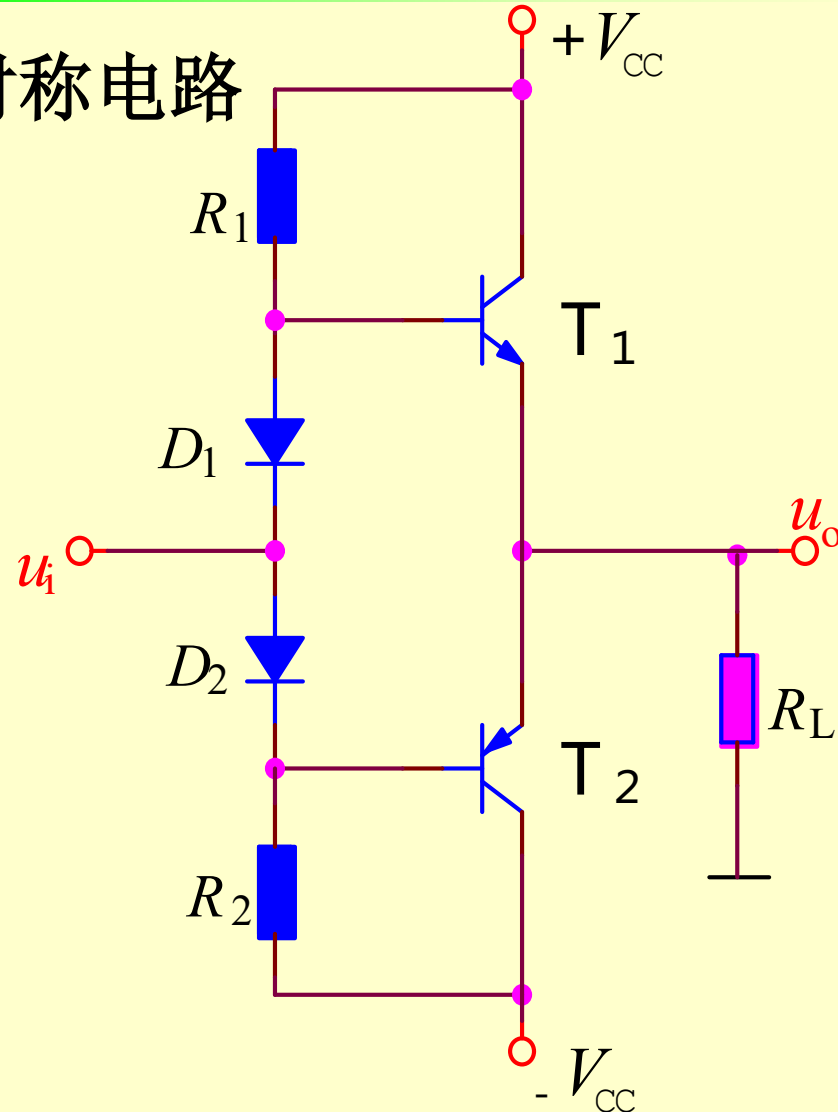
5. 线性功放简介——分类与结构

三、甲乙（AB）类双电源互补对称电路

电路中增加 R_1 、 D_1 、 D_2 、 R_2 支路

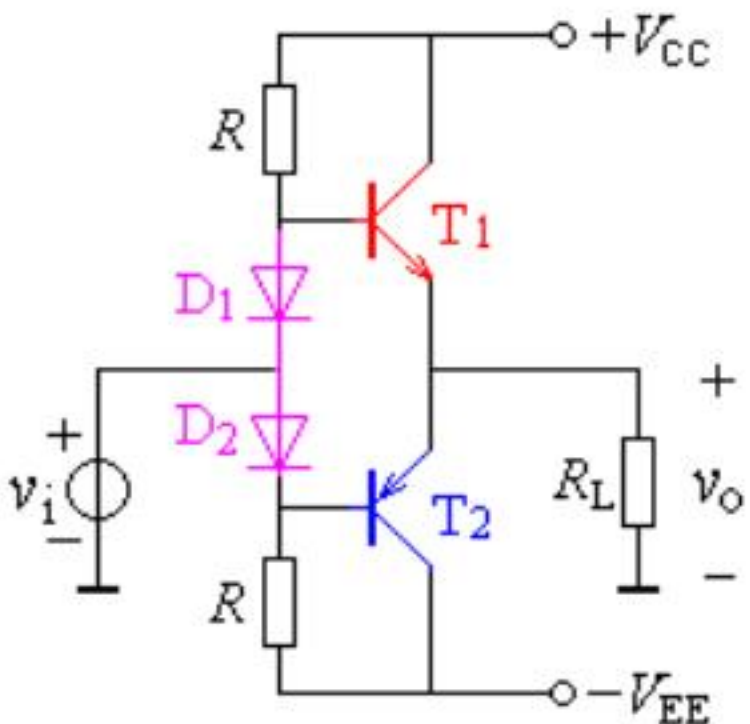
静态时： T_1 、 T_2 两管发射结电压分别为二极管 D_1 、 D_2 的正向导通压降，致使两管均处于微弱导通状态——**甲乙类工作状态**

动态时： 设 u_i 加入正弦信号。正半周 T_2 截止， T_1 基极电位进一步提高，进入良好的导通状态；负半周 T_1 截止， T_2 基极电位进一步降低，进入良好的导通状态。

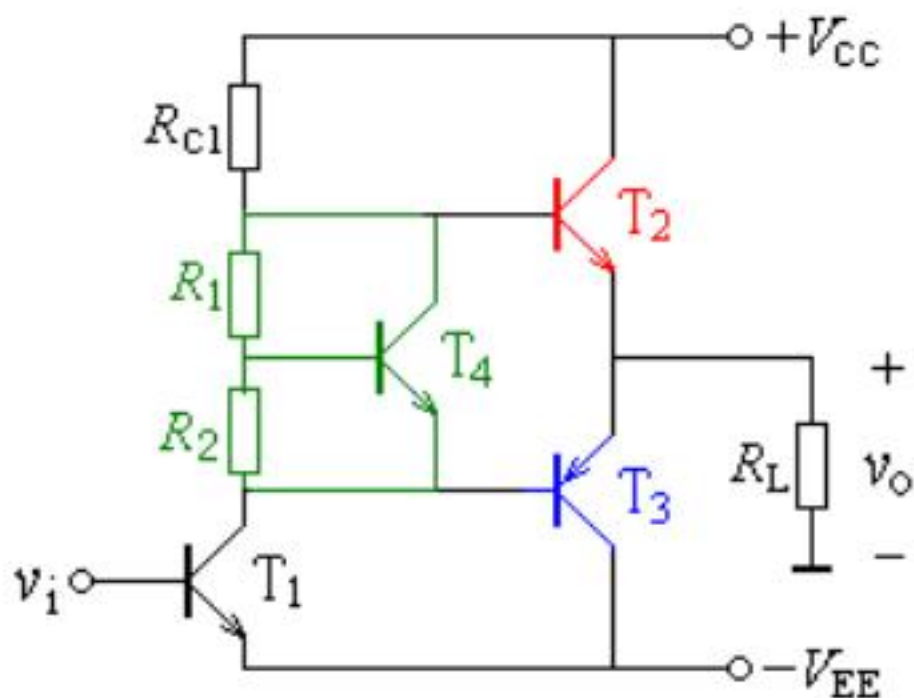


5. 线性功放简介—分类与结构

克服交越失真的措施



利用二极管提供偏置电压



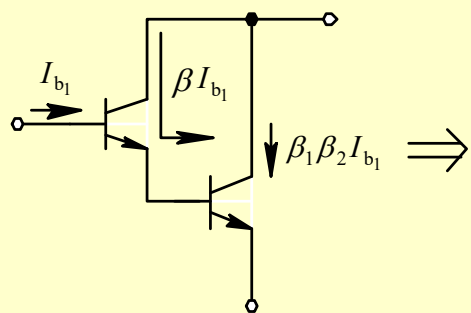
利用三极管恒压源提供偏置



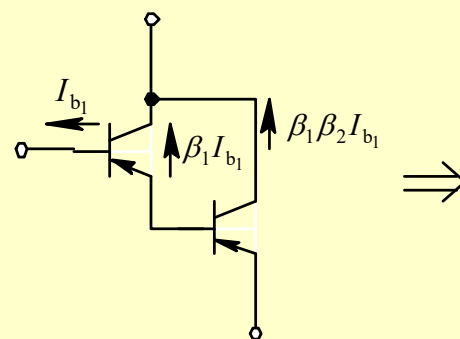
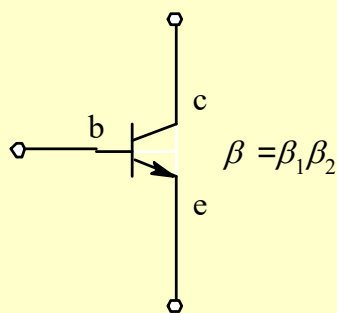
5. 线性功放简介——分类与结构

四、用复合管组成互补对称电路

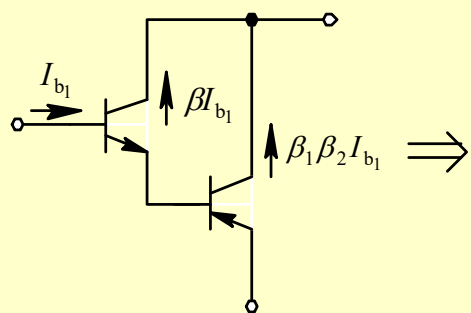
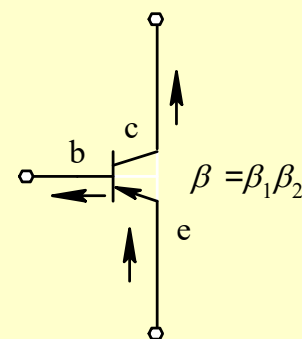
$$\beta = \frac{I_{c2}}{I_{b1}} \approx \beta_1 \beta_2$$



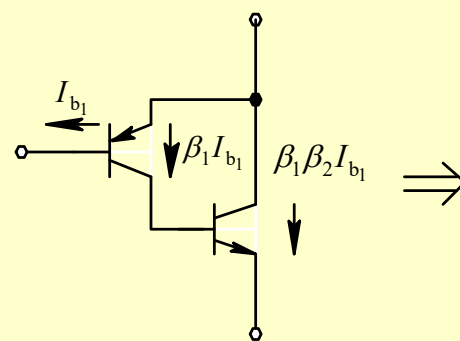
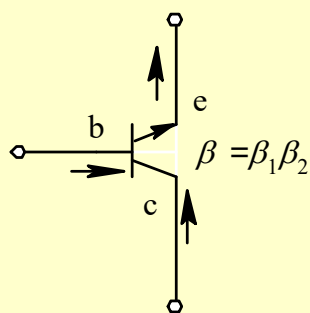
(a)



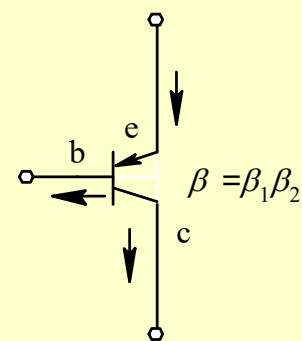
(b)



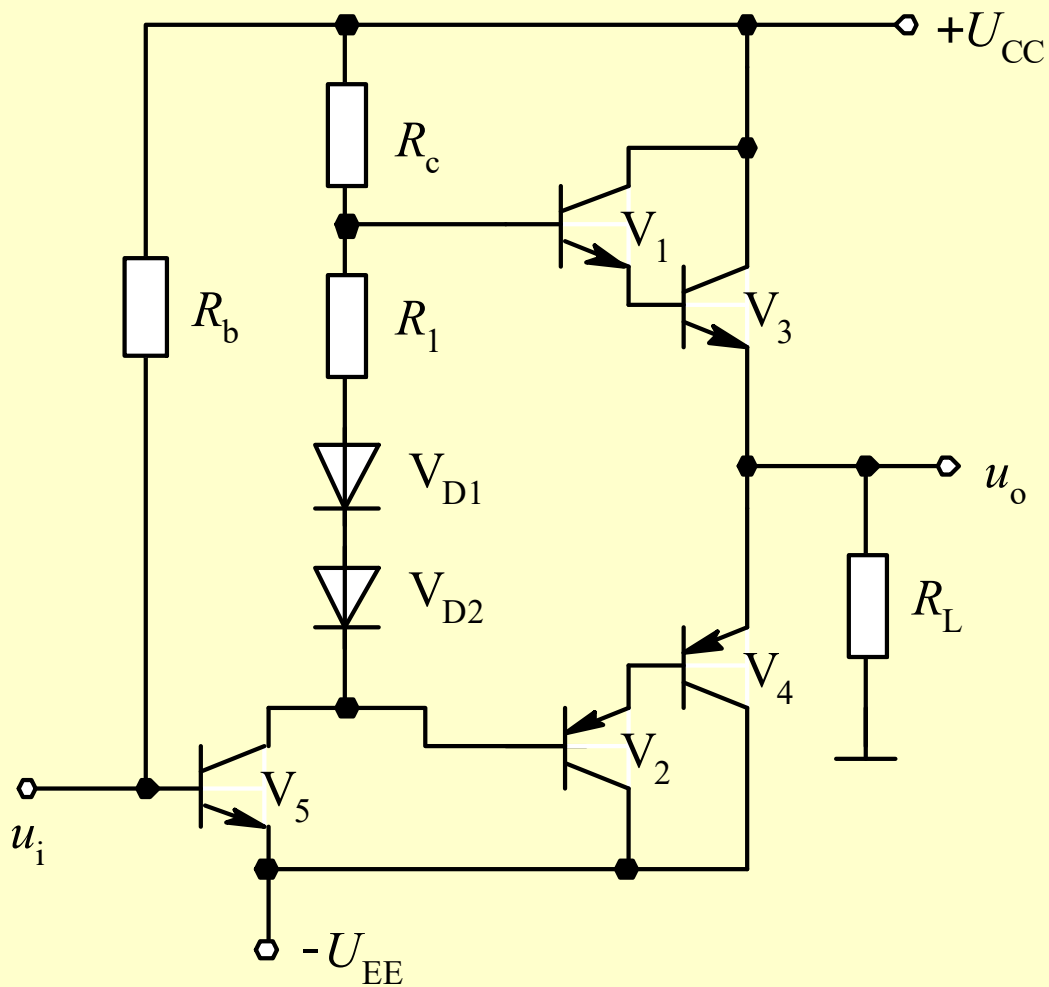
(c)



(d)

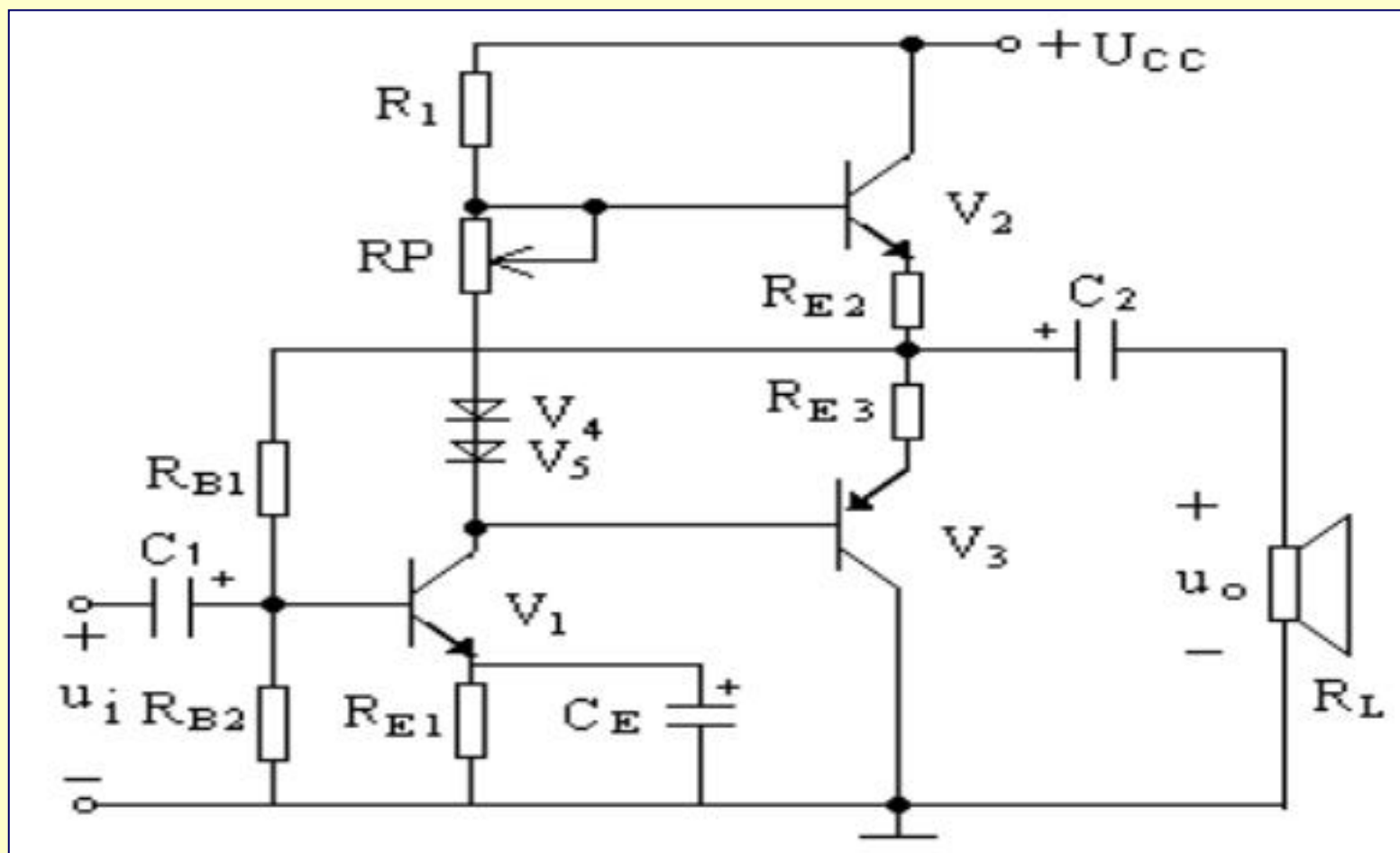


5. 线性功放简介——分类与结构



复合管互补对称级

5. 线性功放简介—分类与结构



互补推挽输出电路/OTL

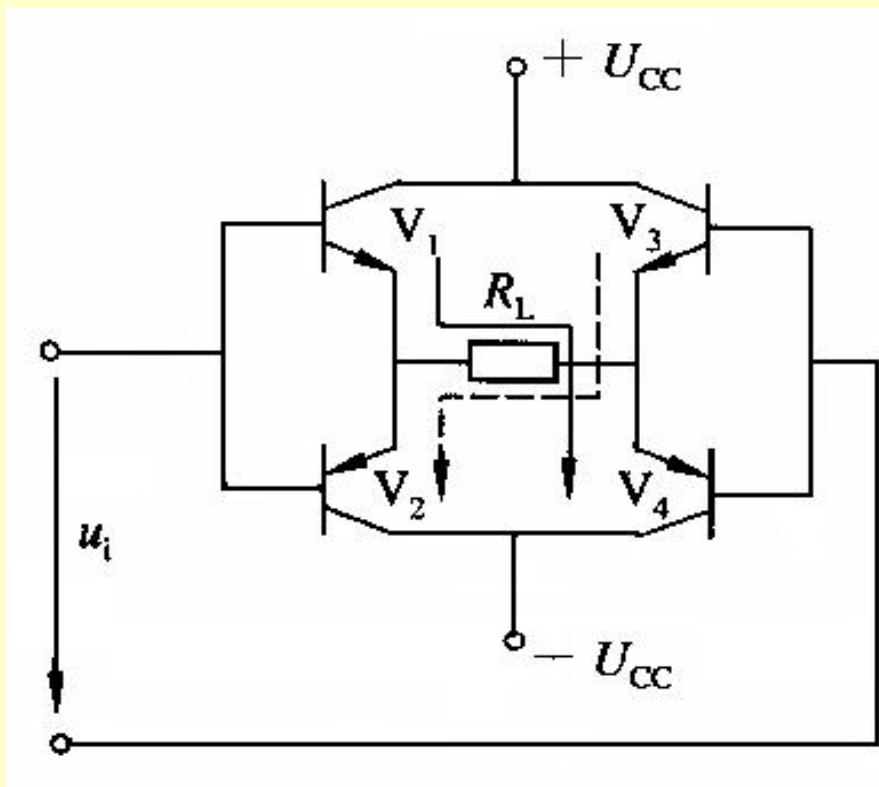
5. 线性功放简介——分类与结构

OCL电路采用双电源供电。OTL电路采用单电源供电，但需要一个大容量输出耦合电容。当需要进一步提高输出功率时，可将两个OCL电路连接成BTL电路形式。

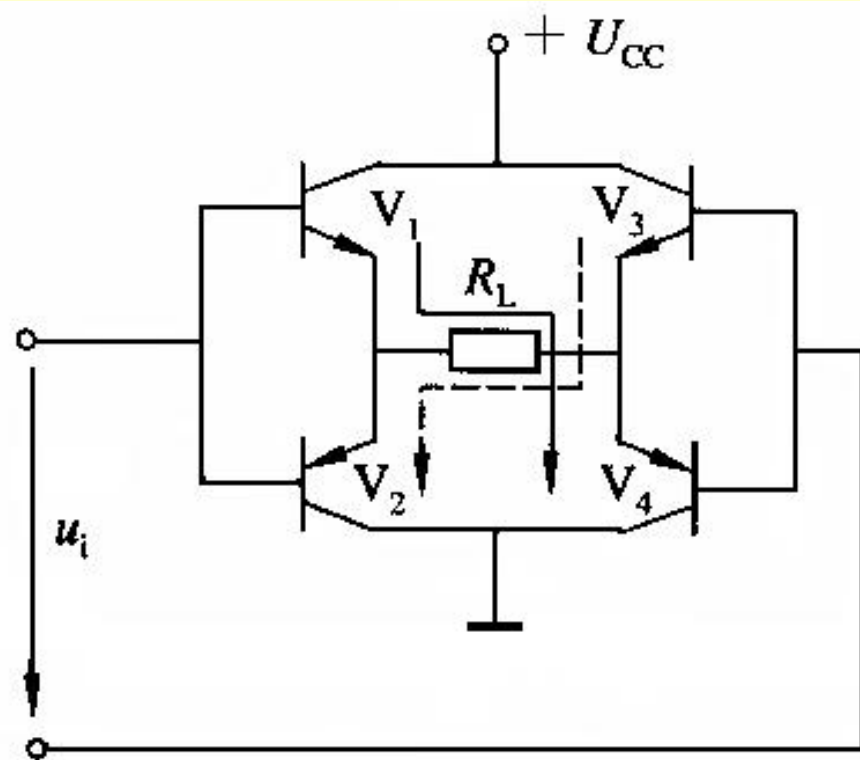
直接耦合线性功放电路中，两只功放管分别在正、负半周交替工作。



5. 线性功放简介—分类与结构



双电源供电BTL功放



单电源供电BTL功放

5. 线性功放简介—分类与结构

完整的功率放大线路一般包括前置放大、输出级和检测、反馈、保护电路。现在功率放大线路的集成度进一步提高，以上三个主要组成部分大多集成为一个芯片，方便了控制系统的设计与实现。

输出级主要有两种：推挽输出与桥式输出。如果需要双向的驱动电流，对于推挽输出，需要双电源供电；而桥式电路在单电源下，可实现双向驱动电流。

电机驱动应用中，主要采用推挽/OCL功放，和桥式BTL功放形式。



输出级

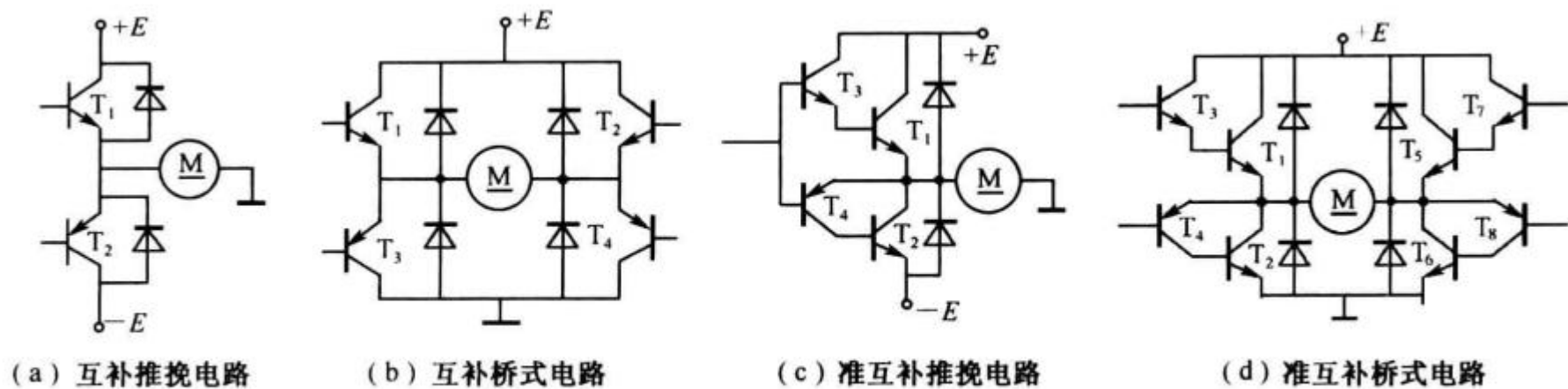


图 14-1 功放输出级的电路



5. 线性功放简介——线性功放特点

自动控制中，对直流和交流电机，包括特种电机，如：旋转变压器、感应同步器等，有时采用线性功率放大器进行驱动。

线性放大器频带宽、线性度好、电磁兼容性好；电流传感与反馈，以及限流实现简单可靠，适合于一些小功率应用场合的使用。

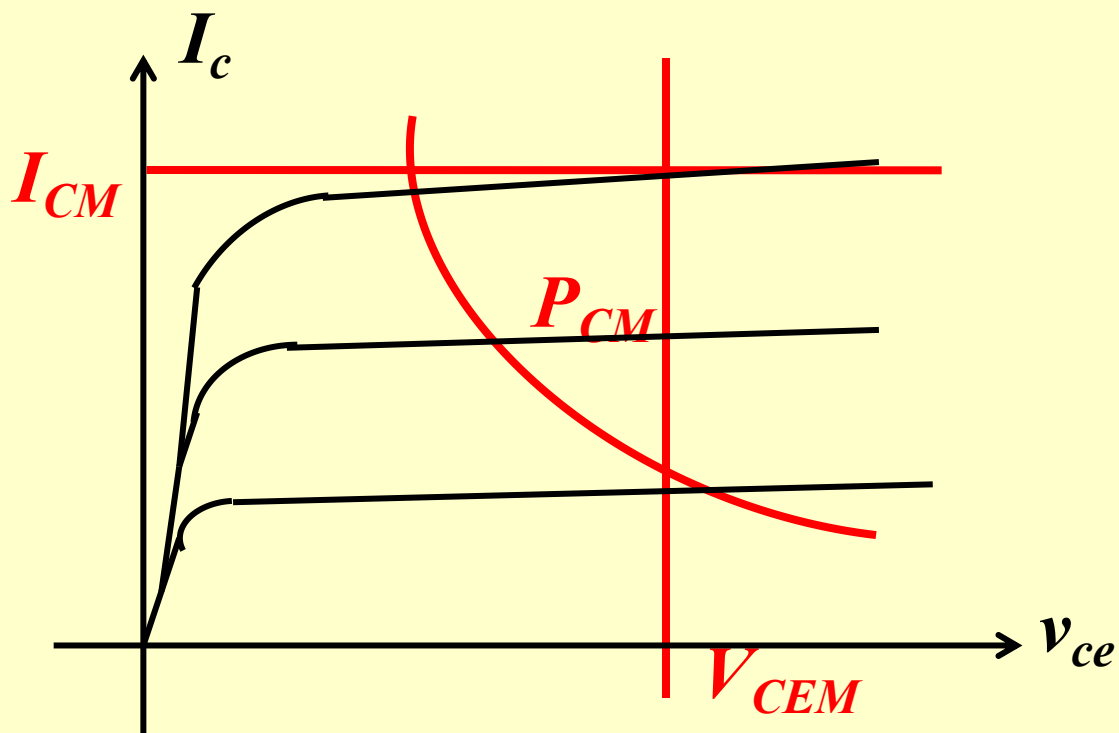
线性功率放大器一般采用乙类，或甲乙类工作状态；工作损耗大，效率低，限制了其只能用于小功率伺服控制应用。



5. 线性功放简介--应用注意事项

确保功率放大电路的安全工作

功放电路中电流、电压要求都比较大，必须注意电路参数不能超过晶体管的极限值： I_{CM} 、 V_{CEM} 、 P_{CM} 。



5. 线性功放简介--应用注意事项

1) 输出级电路形式的选择

对推挽和桥式电路

a) 电源极性要求和功率管耐压要求的差别;

b) 电流采样的不同;

c) 采用的晶体管数量和前置放大的需求;



5. 线性功放简介—应用注意事项

2) 对负载电感产生感生电势的防护

对感性负载必须加以钳位二极管或续流二极管，接至驱动电源或短路释放。

3) 输出大电流和减小死区影响

输出大电流：采用复合管推挽和功率管并联的形式。

减小死区影响：采用电阻、二极管、三极管设置偏压补偿死区；采用电压串联负反馈减小死区影响。



5. 线性功放简介—应用注意事项

4) 限流保护的实现

采用电流负反馈实现限流，如非线性电流负反馈，分流限流等等。在集成功放电路中，多采用分流限流的方法。许多集成功放在输出短路条件下，可以保证芯片的安全。

5) 功放输出震荡的问题

采用增加外部RC或C元件的方法，降低功放线路的回路带宽以抑制震荡。



5. 线性功放简介--应用注意事项

6) 防止直通损坏

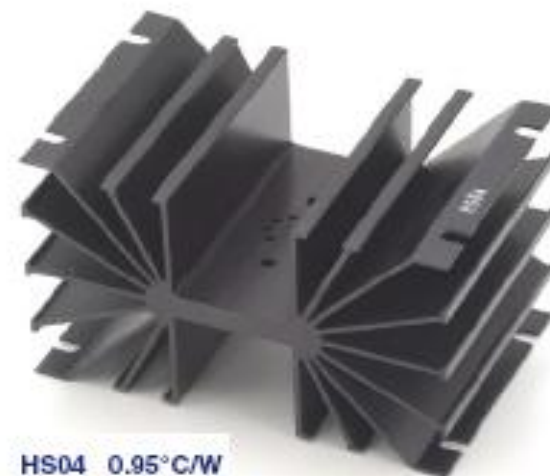
采用二极管钳位的方法防止上下管的直通现象。

7) 防止过热

集成功放或分立的功率晶体管，要根据输出电压和电流所决定的功率情况，一般加以散热片，防止过热导致的线路损毁。对集成功放芯片，注意有的芯片的金属封装直接于金属散热片是需要采取绝缘防护。



5. 线性功放简介—应用注意事项



5. 线性功放简介—应用注意事项

电流源和电压源功率放大器

除了专用的电流源功率放大芯片，对常见的功率放大器，采用电压负反馈控制即可构成电压源型功放，而采用电流负反馈控制即可构成电流源型功放。

调速伺服等应用，采用电压源功放更适合，转矩伺服应用，采用电流源型功放更适合。对液压、气动马达的电磁阀驱动控制，多采用电流源型的功放线路。



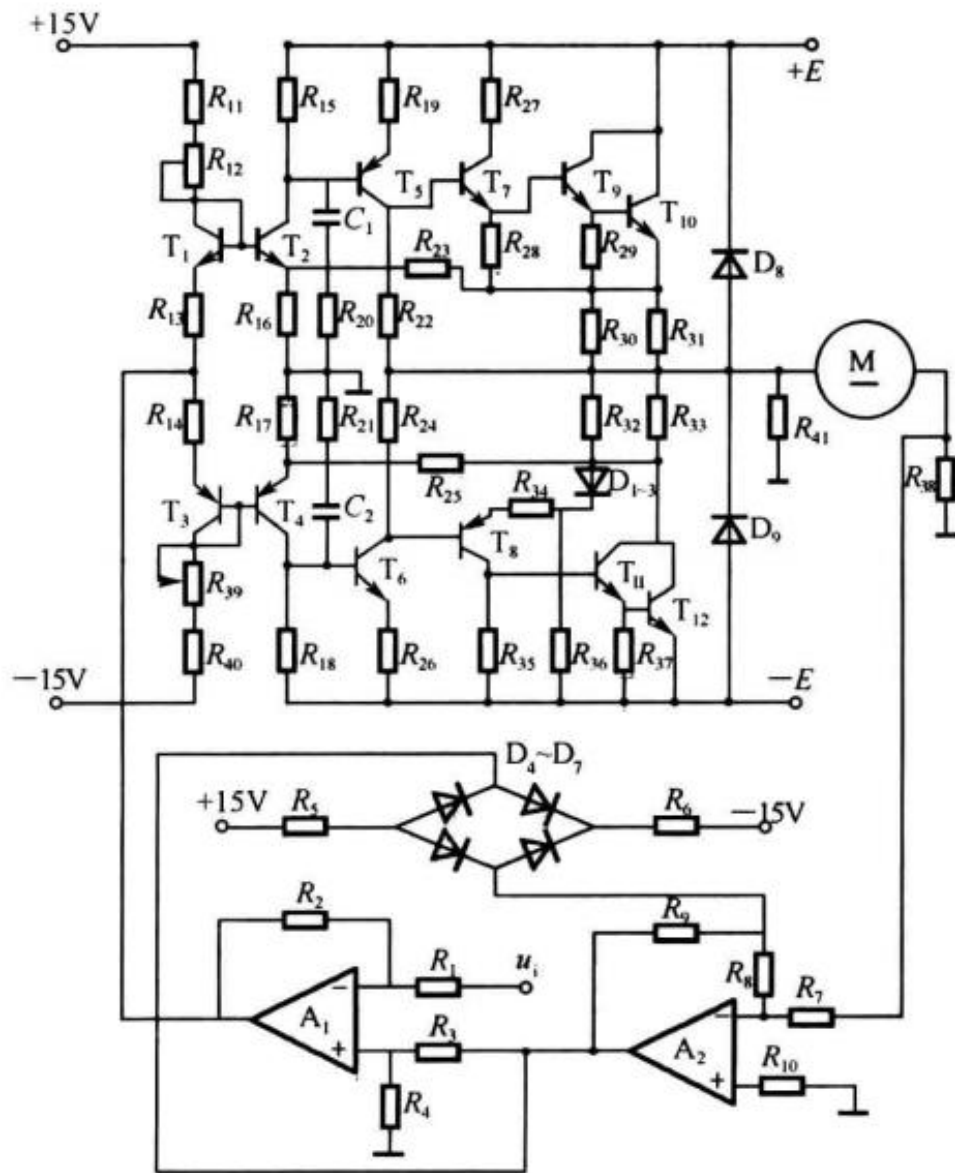


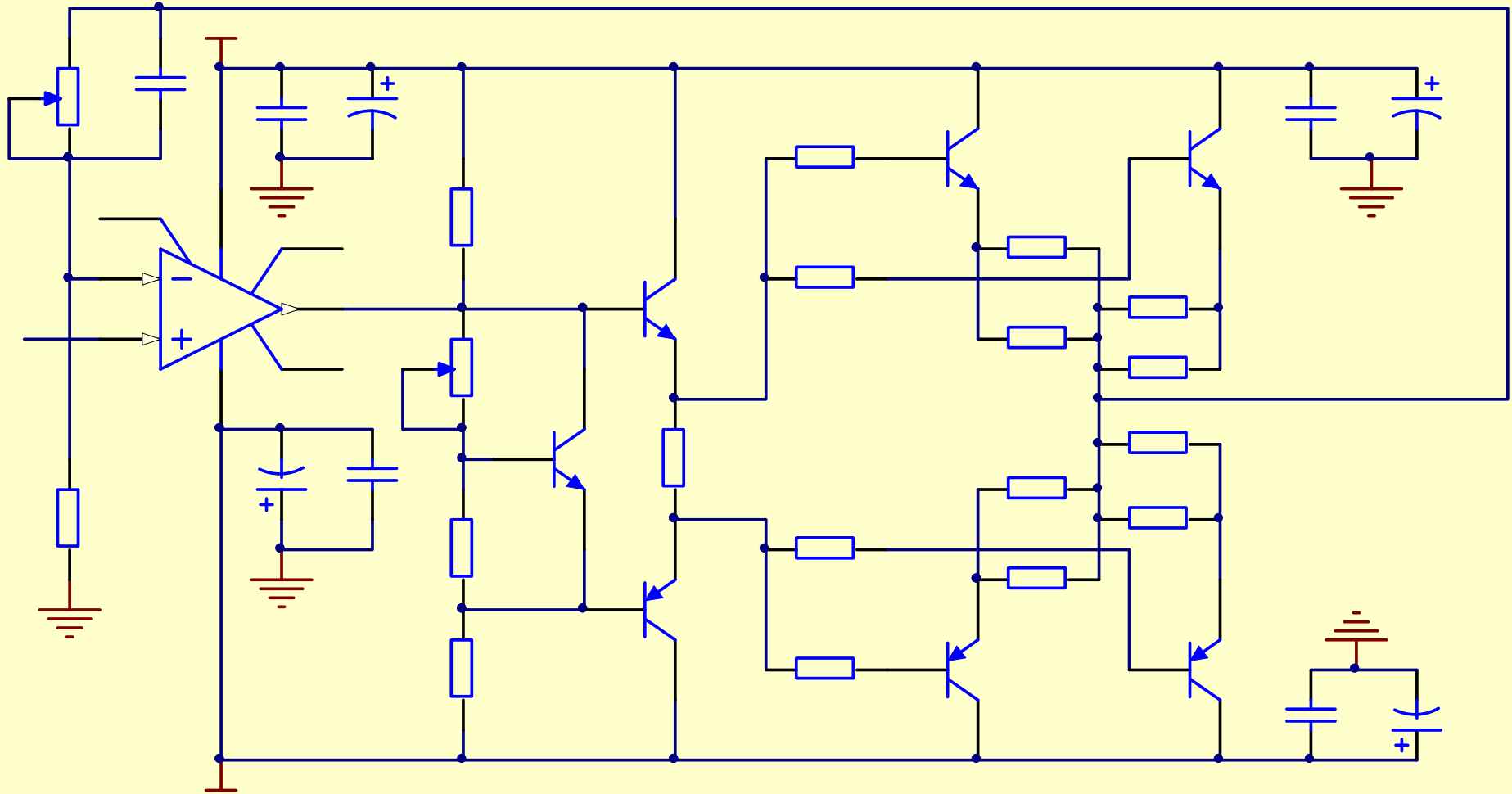
图 14-2 线性功率放大器典型电路

线性功放典型电路 I



线性功放典型电路 II

高保真AB类功率放大器



线性功放典型电路 III

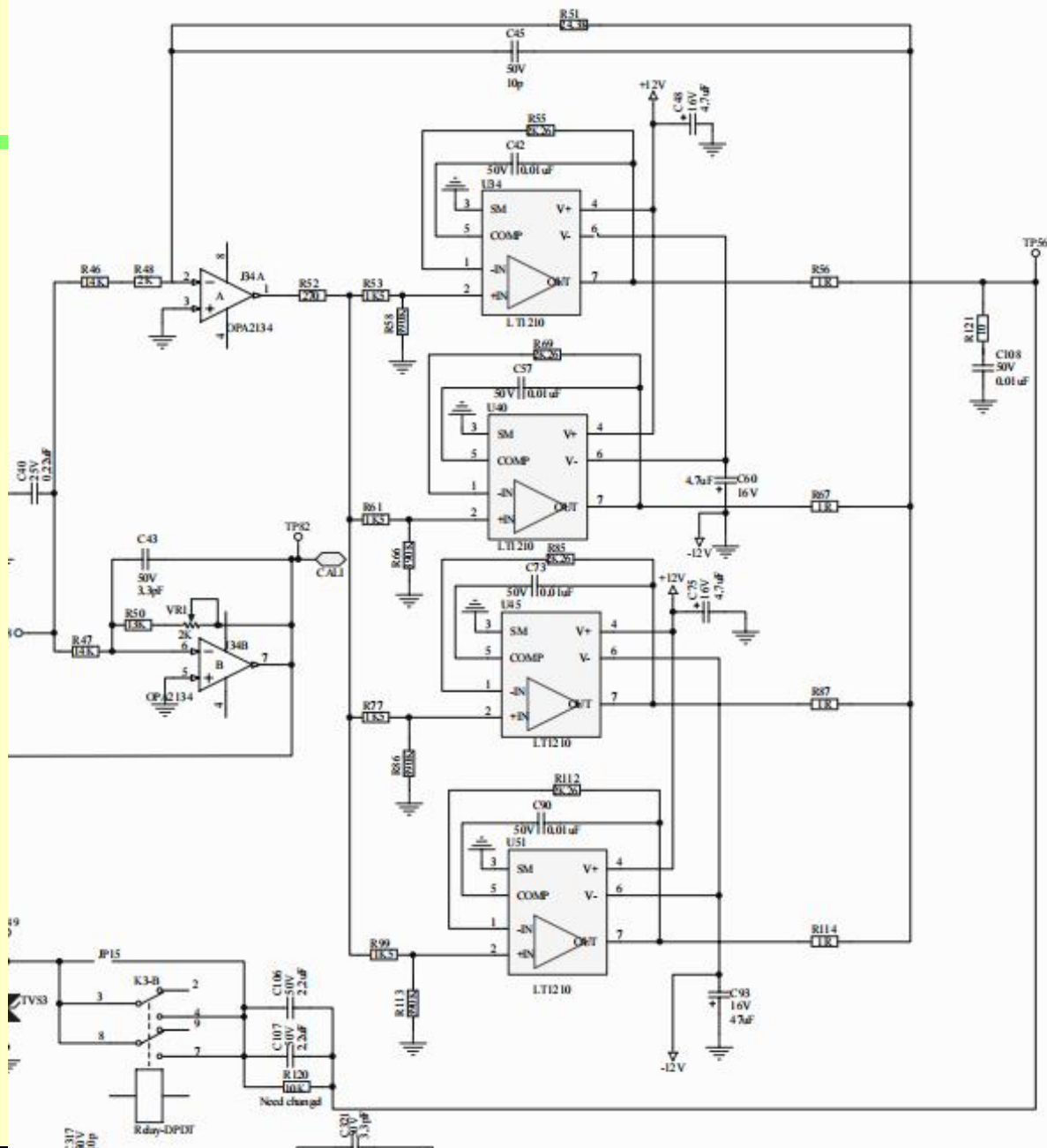
LT1210 电流放大芯片

FEATURES

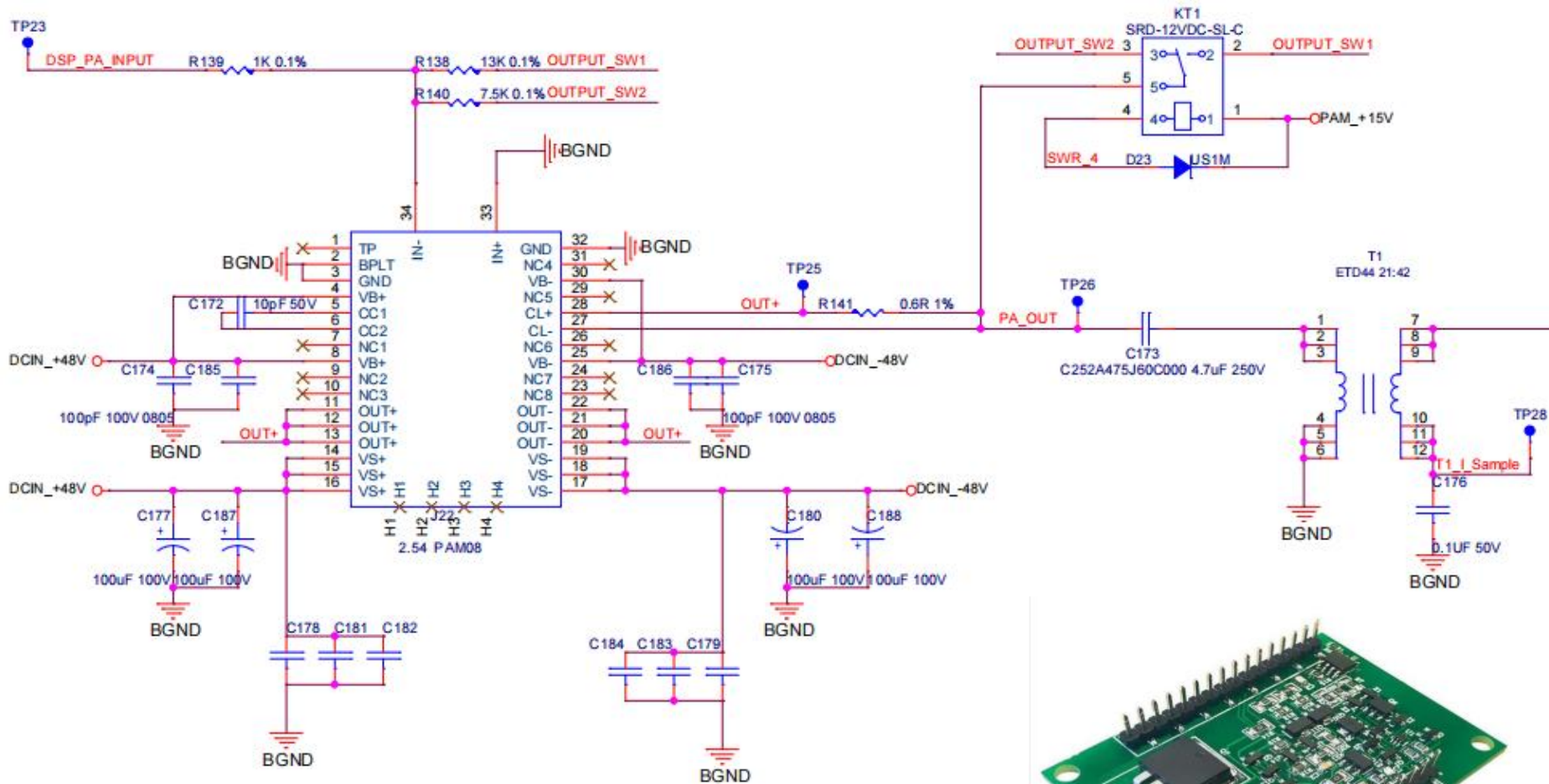
- 1.1A Minimum Output Drive Current
- 35MHz Bandwidth, $A_V = 2$, $R_L = 10\Omega$
- 900V/ μ s Slew Rate, $A_V = 2$, $R_L = 10\Omega$
- High Input Impedance: 10M Ω
- Wide Supply Range: $\pm 5V$ to $\pm 15V$ (TO-220 and DD Packages)
- Enhanced θ_{JA} SO-16 Package for $\pm 5V$ Operation
- Shutdown Mode: $I_S < 200\mu A$
- Adjustable Supply Current
- Stable with $C_L = 10,000pF$
- Available in 7-Lead DD, TO-220 and 16-Lead SO Packages

APPLICATIONS

- Cable Drivers
- Buffers
- Test Equipment Amplifiers
- Video Amplifiers
- ADSL Drivers



线性功放典型电路 VI



PAM08, 低成本高性能的功率运算放大器, 最高可承受200V电压, 最大10A电流, 具有300kHz功率带宽和100W耗散能力



功能描述: MP108 功率放大器为表面贴装结构,可在许多工业应用中提供经济高效的解决方案。其性能出众,可与更昂贵的混合组件相媲美,但面积仅为 4in^2 ,同时具有许多可选功能,如四线电流限制检测和外部补偿,基于导热、绝缘基板,可直接安装在散热器上。

性能指标: 最高电压 200V、最大输出电流 10A、最大功耗 100W、带宽 300kHz。

应用领域: 喷墨打印头驱动器、压力传感器驱动器、工业仪器、音频功放。

工作原理: MP108 仿真原理图如图 4.58 所示,主要由输入级、驱动级和功率输出级构成。输入级中的偏置电路完成偏置电流设置,使得整体电路获得稳定的静态工作点,输入信号 -IN 和 +IN 通过电阻 R9 和 R12 连接至 JFET 的门级,实现高阻

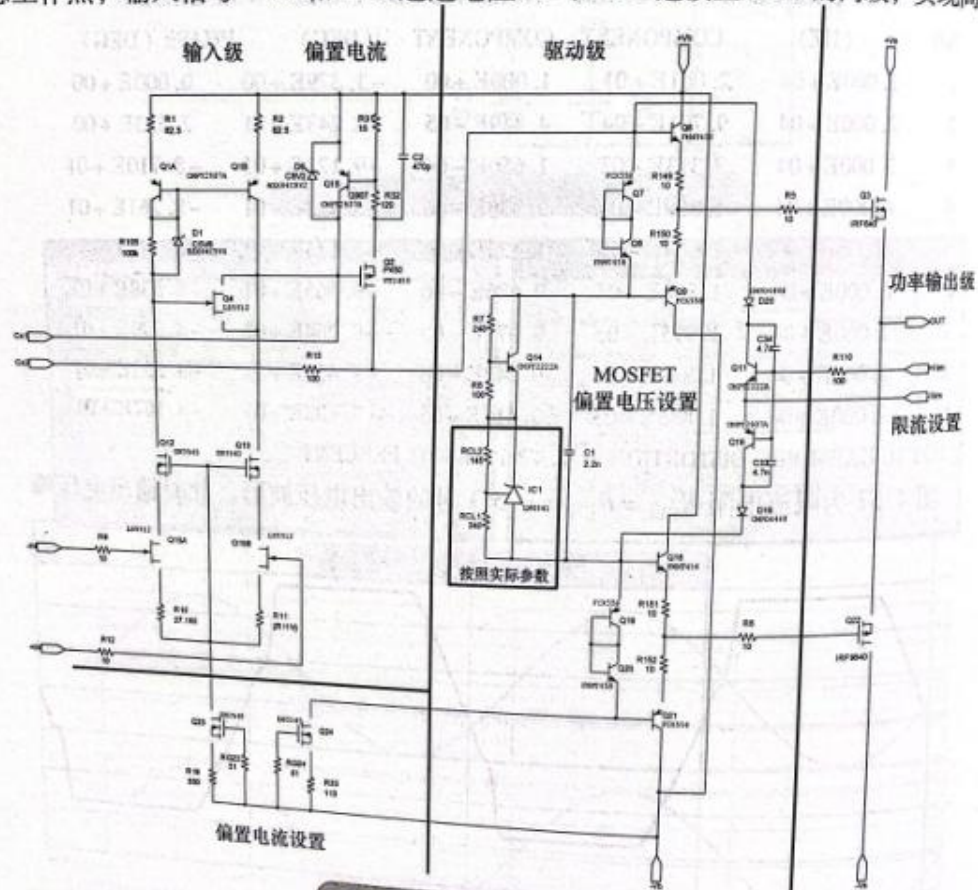


图 4.58 MP108 功率放大器仿真原理图

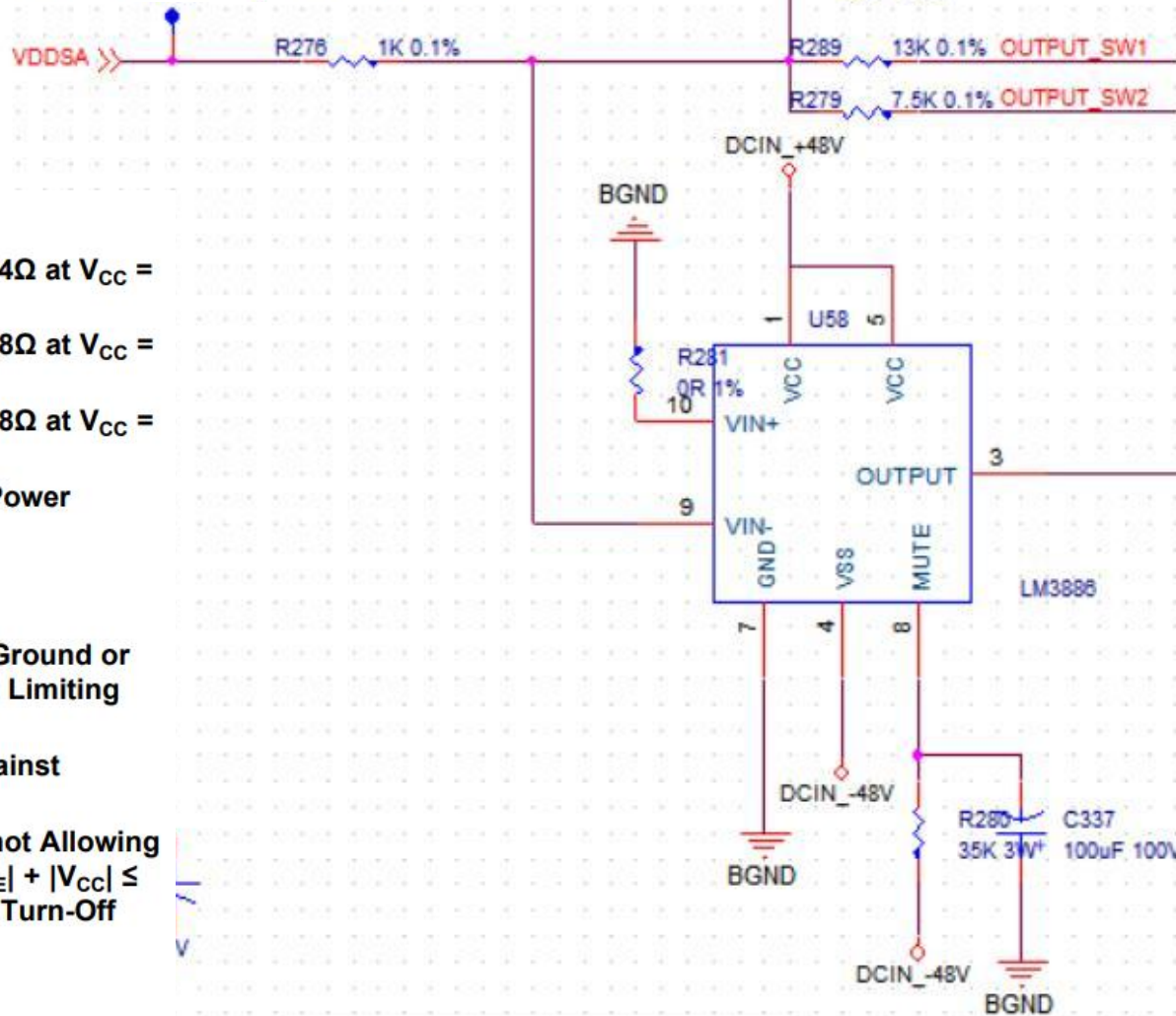


LM3886 Overture™ Audio Power Amplifier Series
High-Performance 68W Audio Power Amplifier w/Mute

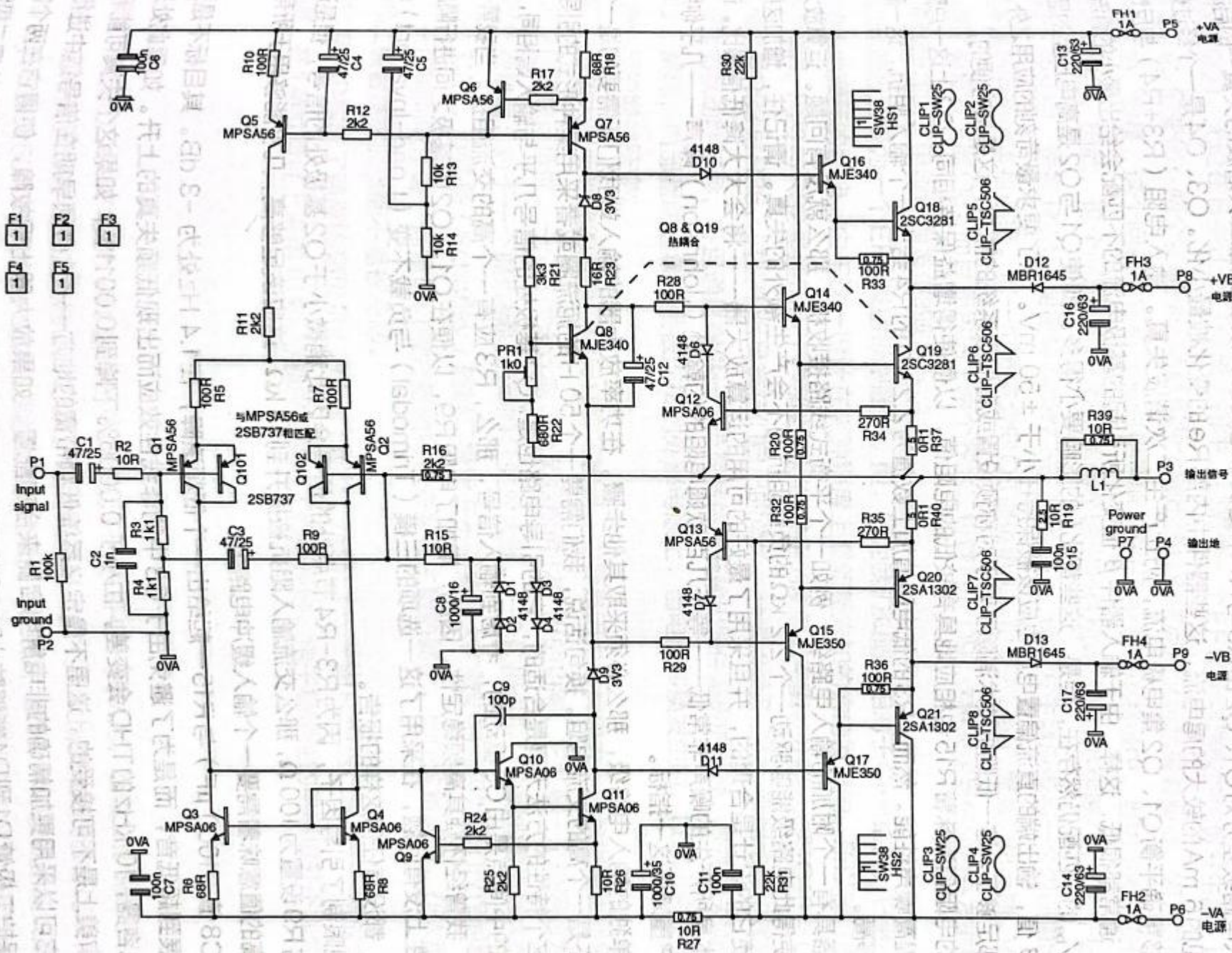
线性功放典型
电路 V

FEATURES

- 68W Cont. Avg. Output Power into 4Ω at $V_{CC} = \pm 28V$
- 38W Cont. Avg. Output Power into 8Ω at $V_{CC} = \pm 28V$
- 50W Cont. Avg. Output Power into 8Ω at $V_{CC} = \pm 35V$
- 135W Instantaneous Peak Output Power Capability
- Signal-to-Noise Ratio $\geq 92dB$
- An Input Mute Function
- Output Protection from a Short to Ground or to the Supplies via Internal Current Limiting Circuitry
- Output Over-Voltage Protection against Transients from Inductive Loads
- Supply Under-Voltage Protection, not Allowing Internal Biasing to Occur when $|V_{EE}| + |V_{CC}| \leq 12V$, thus Eliminating Turn-On and Turn-Off Transients
- 11-Lead TO-220 Package
- Wide Supply Range 20V - 94V



线性功放典型电路 VI



致 谢

本文档所引用的许多素材，来源于互联网上国内外的课件、科技论文、文章、网页等。本文引用只是为了给学生提供更好的教学素材，非商业目的。对这些所引用素材的原创者，在此表示深深的谢意。

