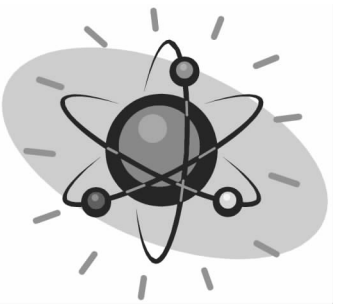
# 内容提要

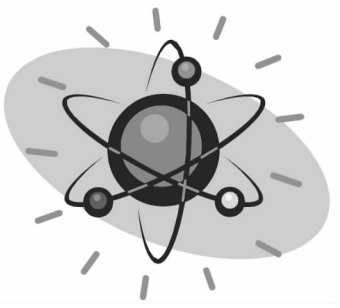


本书通过图文表的形式把场效应器件（本书主要指场效应管与MOS集成电路)的有关知识变得通俗易懂,使读者能够轻松地掌握场效应器件的基础知识以及检修知识。

本书首先把枯燥无味的场效应器件基础理论知识通过图解变得浅显易懂,然后针对场效应器件在具体家电产品中的应用与检修,通过边“图”边“说”,使读者脱离纯文字书的乏味,恍如身临其境于工作中。书中还提供了常用场效应器件的参数及其应用电路图，以满足读者知识进阶的需要,供读者工作所需时查找。

总之,本书内容丰富,图文并茂,具有“老师教理论”与“师傅教实践”的双重作用,是广大电子技术人员的良师益友,可为设计人员设计电路时提供借鉴,同时也可作为各类学校及培训班教材使用。

# 前言



场效应器件的广泛使用已成事实。这不仅是因为场效应管的某些方面优越于三极管，更重要的是在目前对家电产品等需要功能强大化的情况下,MOS某成电路相对于双极集成电路的优越性越来越凸现。因此,场效应器件应该引起注意和重视。

要全面、快速、轻松、牢靠地掌握场效应器件知识,必须打破传统学习方法的一些不足。为此,我们倡导“老师教学生”重理论与“师傅带徒弟”重实践两者的有机结合。本书在这一理念倡导下,力图达到“有书即老师、师傅均在身边”、“学习即工作,工作即学习”之功效。

本书以图文表的风格详尽介绍了场效应器件的有关知识，并且提供了备查资料,从而满足读者由“入门”到“精通”,再到“行家”的进阶需要。

全书分为5章。

第1章讲述了场效应器件的基础知识与基本检修方法，分别对场效应器件的基础知识、应用、检修进行全面的讲解。这是广大读者应掌握的场效应器件的基本知识,同时也是精通此器件的必备知识。

第2章讲述了场效应器件在彩电中的应用与检修，分别对彩电场效应器件的应用、检修进行了具体、详尽的阐述。同时,提供了比较完整的部分彩电所用场效应器件的编号与型号,以供使用与检修时参考。

第3章讲述了场效应器件在显示器中的应用与检修，分别对彩显场效应器件的应用、检修进行了具体、详尽的阐述。同时,提供了比较完整的部分彩显所用场效应器件的编号与型号,以供使用与检修时参考。

第 4 章讲述了场效应器件在其他电器中的应用与检修，分别对其他电器场效应器件的应用、检修进行了具体、详尽的阐述。同时，提供了比较完整的部分其他电器所用场效应器件的编号与型号，以供使用与检修时参考。

第 5 章讲述了场效应器件应用与检修参数及电路图，分别以表格的形式列出了 2SJ、2SK 系列场效应管参数。同时，提供了部分 MOS 集成电路维修资料，供广大维修人员、设计人员参考。

本书不但是一本由入门到精通再到行家的有关场效应器件的书籍，而且是检修经验、检修技巧和宝贵资料的汇总，是一本实用的案头工具书。因此，本书既适用于广大电子工作人员、无线电爱好者，也适用于各类学校师生、各类家电维修人员。

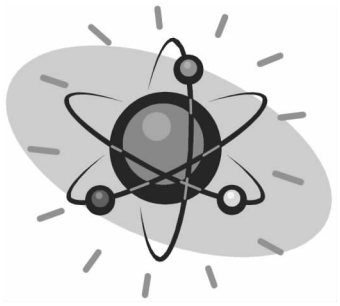
本书在编著过程中，参考了一些宝贵资料和文章，同时得到了邃达信息研策中心的大力支持和帮助，阳梅开、许小菊、鄢峻、李三等同仁也给予了支持，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中错误在所难免，恳望读者批评指正。

**编著者**

# 目录

CONTENTS





## 第 1 章

## 场效应器件基础知识与检修概述


一、场效应器件基础知识 …… 1

（一）场效应管 …… 1

（二）MOS 集成电路 …… 68

二、场效应器件检修概述 …… 76

（一）场效应管检修概述 …… 76

（二）MOS 集成电路检修概述 …… 83




## 第 2 章

## 场效应器件在彩电中的应用与检修


一、彩电场效应器件应用知识 …… 90

（一）彩电场效应管应用知识 …… 90

(二)彩电 MOS 集成电路应用知识 …… 102
二、彩电场效应器件的检修 …… 113
(一)彩电场效应管的检修 …… 113
(二)彩电 MOS 集成电路的检修 …… 113
三、部分彩电所用场效应器件的编号与型号 …… 115



## 第 3 章 场效应器件在显示器中的应用与检修

一、彩显场效应器件应用知识 …… 138
(一)彩显场效应管应用知识 …… 138
(二)彩显 MOS 集成电路应用知识 …… 146
二、彩显场效应器件的检修 …… 147
三、部分彩显所用场效应器件的编号与型号 …… 148



## 第 4 章 场效应器件在其他电子产品中的应用与检修

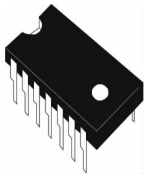
一、场效应管在其他电子产品中的应用与检修 …… 241
二、MOS 集成电路在其他电子产品中的应用与检修 …… 253

# 第 5 章



## 场效应器件应用与检修参数及电路图

一、场效应管检修参数与应用举例 …… 257
二、含有场效应管的部分集成电路内部电路图 …… 555





# 第1章 场效应器件基础知识与检修概述



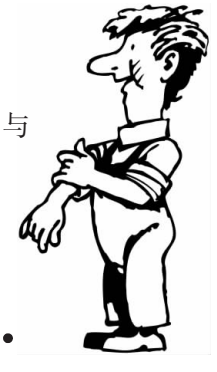
## 一、场效应器件基础知识

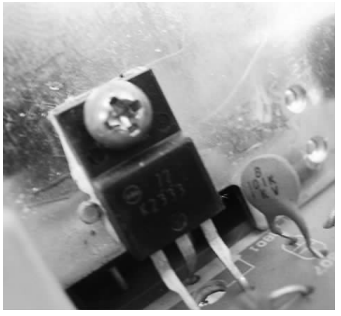
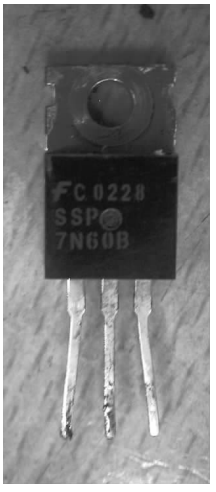
以前维修家电时，特别是维修彩电、彩显的开关电源时，基本上没有遇到场效应管的应用。随着时代的发展，在彩电、彩显等电子设备中场效应管的应用越来越广泛，并且主要集中在开关电源电路。另外，彩电、彩显中的 MOS IC 等场效应集成电路更是得到广泛的应用。场效应管及其集成电路统称为场效应器件（本书就是针对场效应管与 MOS 集成电路进行讲解）。为此，对场效应管及其集成电路有一个全面的认识是必然的。

场效应管中的电流只有一种载流子的运动，而三极管等一般晶体管具有电子与空穴两种载流子的运动。所以，场效应管称为单极晶体管，而三极管称为双极晶体管。场效应管在旧标准常用 FET 表示，新标准用 VF、V 等表示。它的外形、封装与三极管相似，如图 1–1 所示，具体型号之一 IRF644 的外形与封装如图 1–2 所示。因此，在实际应用与检修时要注意区分。场效应管组成的集成电路大多是大规模集成电路，例如如图 1–3 所示。

### （一）场效应管

场效应管根据结构不同分为结型场效应管和绝缘栅场效应管，分别用 JFET 与 IGFET 表示。此两种场效应管有相似的性能，也有各自的特性。



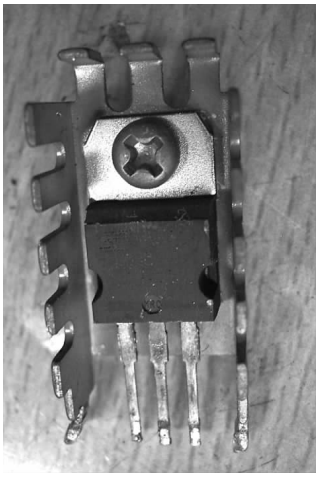





图 1–1　部分场效应管外形图

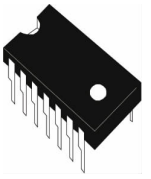







图 1–2　IRF644 的外形与封装

（主要参数：250V、$U_{GS}$：±20V、$I_D$：14A、$P_D$：125W、$R_{DSON}$：0.28Ω）

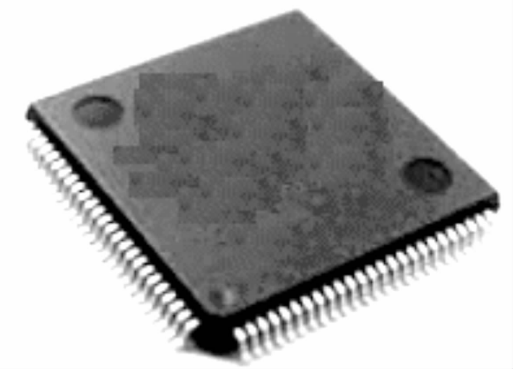


图 1–3　大规模 MOS 集成电路

*1.结型场效应管*

（1）结构、符号与原理。

以前学习的二极管、三极管等晶体管具有 PN 结，场效应管也具有 PN 结，可见，PN 结是场效应管的基本结构。PN 结是 P 型半导体（P 型区域）与 N 型半导体（N 型区域）结合，并且在它们交界处形成 PN 结，其示意图如图 1–4 所示。






图 1–4　PN 结位置示意图

N 型区域与 P 型区域有各自的特性，正因如此，PN 结才是“活跃”的区域，才是场效应管的基本结构。N 型区域具有电离后形成的自由移动电子和正电荷离子，有很少的空穴存在，即浓电子区域。P 型区域具有电离后能够移动的空穴和负电荷离子，有很少的电子存在，即浓空穴区域。正是 N 型区域与 P 型区域载流子（电子与空穴均是载流子）的浓度差，引发 PN 结附近发生一定的扩散和复合，其示意图如图 1–5 所示。

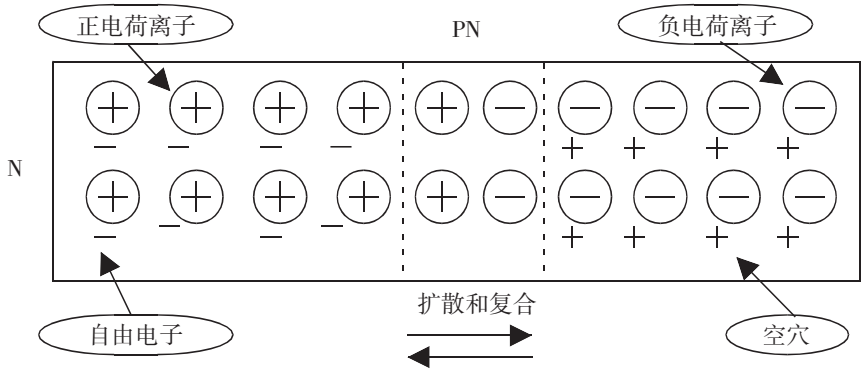



图 1–5　N 区域与 P 区域包含的载流子

耗尽区的形成就是因 N 区域中的电子跑到（扩散到）了 P 区域，P 区域的空穴跑到（扩散到）了 N 区域。而 PN 结附近既没有电子，又没有空穴，但是既有带正电荷的离子，又有带负电荷的离子区域。这个区域就是耗尽区，意为电子与空穴均无，即“耗尽”。耗尽区呈电性，非耗尽区域（N 型区域与 P 型区域）呈电中性，如图 1–6 所示。

PN 结平衡是指扩散作用力与耗尽区电场作用力一样时所处的状态。此时，耗尽区

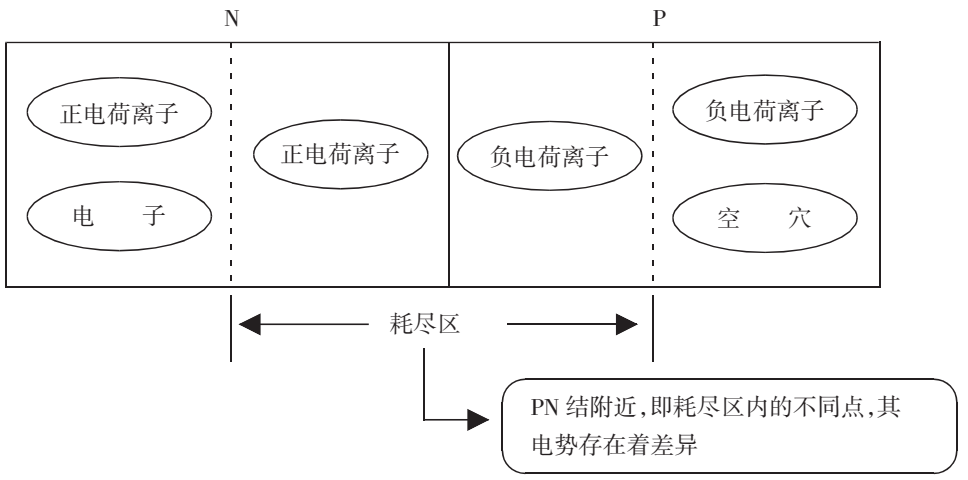



图 1-6　耗尽区

两边的电势差常用 $U_D$ 表示。一般硅材料的 $U_D$ 为 0.5~0.8V。当 P 区域接外电源负极,N 区域接外电源正极时,耗尽区会变宽,并且拓宽的方向在杂质浓度低的区域。当 PN 结平衡时,外加电源基本上落在耗尽区,即 PN 结电势差变为 $U_{外电源}+U_D$,如图 1-7 所示。

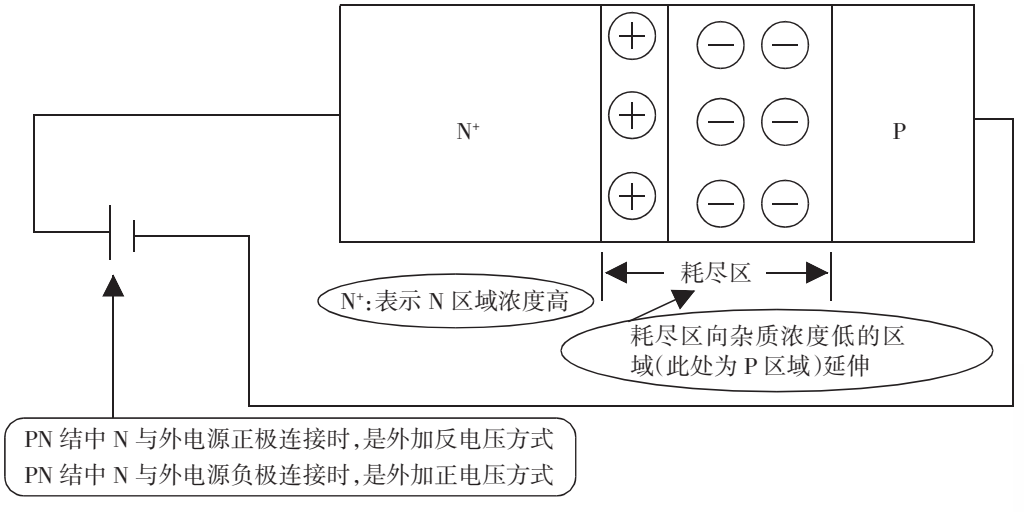



图 1-7　耗尽区延伸方向





需要全本请访问 www.ertongbook.com

结型场效应管是一种小功率场效应器件，又叫静电感应晶体管，即 SIT。它用于放大、限流、稳流、调制等。结型场效应管就内部结构而言一般属于耗尽型的，依导电沟道可以分为 N 沟道结型场效应管（符号如图 1–8A 所示）与 P 沟道结型场效应管（符号如图 1–8B 所示），内部结构示意如图 1–9 所示。

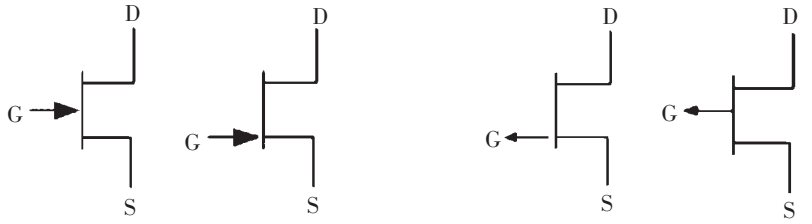



图 1–8　N 沟道和 P沟道结型场效应管符号图

（从图中我们可以看到，结型场效应管也具有三个电极：G——栅极；D——漏极；S——源极。电路符号中栅极的箭头方向可理解为两个 PN 结的正向导电方向）

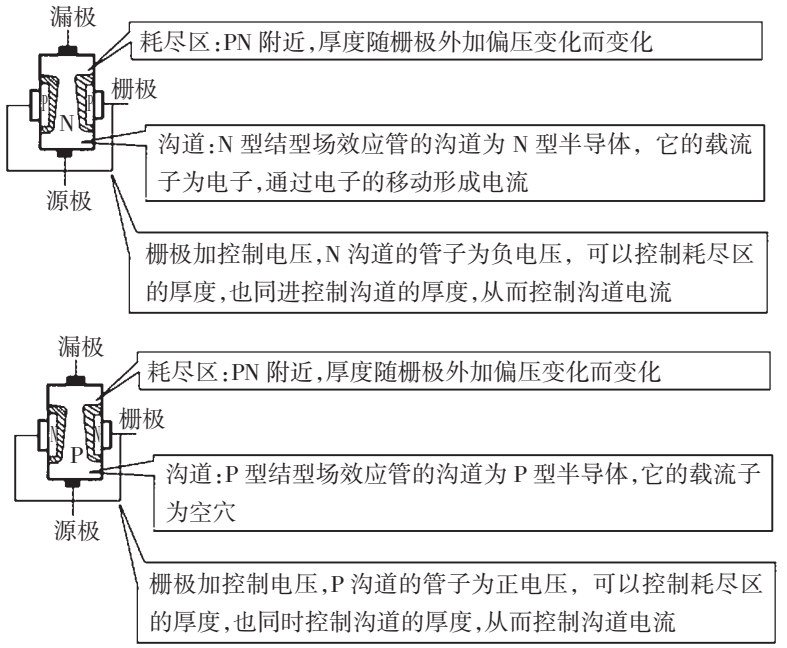
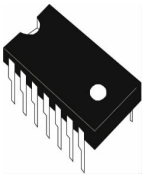



图 1–9　N 沟道与 P 沟道结型场效应管内部结构示意图



结型场效应管的栅极只能加反向偏置电压，如图 1–10 所示。

在正确连好各极电压极性后，可以使场效应管达到想要的要求与功能，其中放大作用是一项功能之一。当在栅极与源极间加一正弦波交流信号 $U_i$，场效应管的直流电压 $U_{GS}$ 随输入交流信号的变化而变化，从而引起漏极电流 $I_D$ 的变化。因漏极电流的变化量与负载电阻 R 综合起作用，使输出的交流信号 $U_O$ 幅度大大提高，此原理示意图如图 1–11 所示。

对场效应管实现放大效用的原因可以通过对结型场效应管的工作原理来进行了解。现以 N 沟道结型场效应管为例介绍其工作原理。在 D、S 间加上电压 $U_{DS}$，则源极和漏极之间形成电流 $I_D$，我们通过加大栅极和源极的反向电压 $U_{GS}$，耗尽区（即 PN 结阻挡层）主要向 N 区扩展并且随电压改大而变厚，沟道变窄，沟道电阻变大，漏极电流 $I_D$ 变小（$U_{DS}$ 一定时，根据欧姆定律变式 $I=U/R$ 即可明白 $I_D$ 也变小的原因）。当减小栅极和源



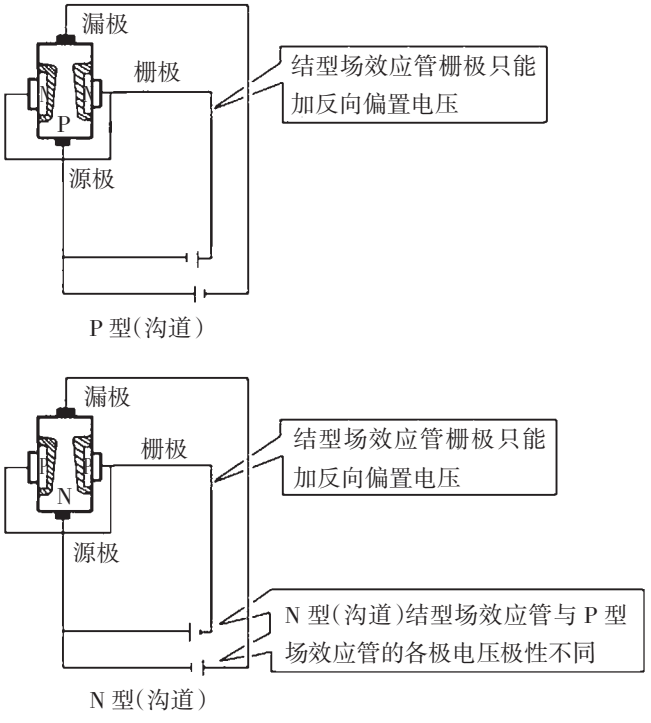



**图 1–10　结型场效应管的栅极只能加反向偏置电压**



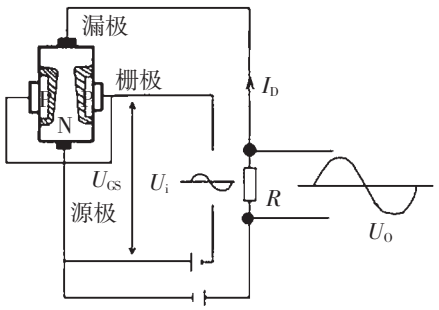



图 1-11　放大原理示意图

极的反向电压 $U_{GS}$ 时，则耗尽区变薄，沟道变厚，沟道电阻变小，漏极电流 $I_D$ 变大。由此可以知道结型场效应管的工作本质，即通过栅极与源极间的电压 $U_{GS}$ 变化来控制漏极电流 $I_D$、漏极与源极间电压 $U_{DS}$ 的变化。

(2)特性与特性曲线。

结型场效应管的特性与特性曲线主要指漏极特性、栅漏特性以及它们的曲线。

漏极电流是一个重要的参数，其电流的大小和有无与 $U_{DS}$、$U_{GS}$ 有一定的关系：$U_{DS}$ 是产生漏极电流的“动力源”，$U_{GS}$ 是控制漏极电流大小的“闸门”。此三种参数中，$U_{DS}$ 为一定时，$U_{GS}$ 与漏极电流的关系即为栅漏特性。而 $U_{GS}$ 一定时，$U_{DS}$ 与漏极电流的关系即为漏极特性。其关系如图 1-12 所示。

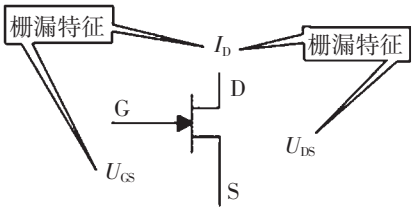



图 1-12　结型场效应管的特性

现以 N 沟道结型场效应管为例介绍结型场效应管的特性曲线。

①栅漏特性(转移特性)。

栅漏特性又叫转移特性、栅漏电流特性。此特性反映在直角坐标系中的函数图形即为其特性曲线。转移特性曲线关系为：$I_D=f(U_{GS})/U_{DS}$=常数。根据这个特性关系可得出它的特性曲线，如图 1-13 所示。它描述了栅、源之间电压对漏极电流的控制作用。

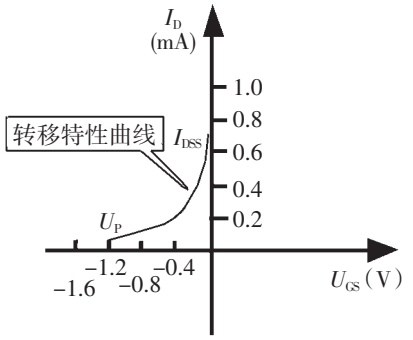



图 1-13　转移特性曲线

从图 1-13 中我们可以看出当 $U_{GS}=U_P$ 时 $I_D=0$；当 $U_{GS}=0$ 时，$I_D=I_{DSS}$；$U_{GS}$ 负电压越高，沟道越窄，电阻越大，$I_D$ 将减小。

另外，$I_{DSS}$ 对应的漏源电压即为 $U_{GS}=0$ 时的饱和电压 $U_{DSS}$。

②输出特性。

输出特性分两种情况讨论，即 $U_{GS}=0$ 和 $U_{GS}=$负电压时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系。

Ⅰ.$U_{GS}=0$ 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系。

$U_{GS}=0$ 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系曲线如图 1-14 所示。从图中可以看出分为以下几个区段。

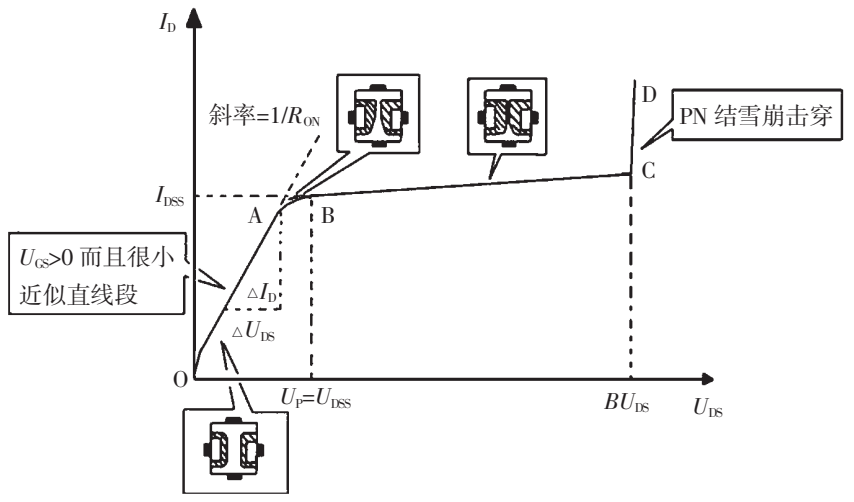



图 1-14　$U_{GS}=0$ 时的输出特性

OA 段：近似直线段。此区段为 $U_{GS}$ 大于零并且数据很小的情况下，$U_{DS}$ 与 $I_D$ 呈正比关系的图形体现。场效应管在此区段内耗尽区上下宽度一致平行，其斜率=$1/R_{ON}$=$\triangle I_D/\triangle U_{DS}$。

AB 段：为圆弧段。此区段为 $U_{DS}$ 逐步增大，使得场效应管耗尽区在靠近漏极处形成比源极处厚一些的楔形形状，$I_D$ 速率变小，与 $U_{DS}$ 不呈正比。

BC 段：为倾斜线。此区段为 $U_{DS}$ 继续增加，并且超过饱和电压时，场效应管内耗尽区靠近漏极一端有靠近点，即夹断。随着 $U_{DS}$ 的继续增加，夹断部分将向下扩大。

CD 段：较陡的线段。此区段为 $U_{DS}$ 继续增加到一定时，耗尽层（区）被反向击穿，对应的漏源电压为击穿电压。

Ⅱ.$U_{GS}$<0 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系。

$U_{GS}$<0 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系如图 1–15 所示。从图中可以知道 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 是一组曲线，即曲线簇。当 $U_{DS}$ 一定时，$U_{GS}$ 越负，$I_D$ 越小，与夹断对应的夹断电压 $U_P$ 也越小。

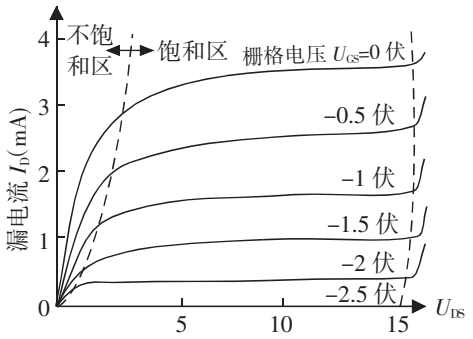



**图 1–15　$U_{GS}$<0 时的输出特性**

$U_{GS}$<0 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系在图中分为三个区域：不饱和区、饱和区与击穿区。其中击穿区如图 1–16 所示。从图中可以看出，不同的 $U_{GS}$，其击穿电压不同。一般而言，$U_{GS}$ 负得越多，$BU_{DS}$ 越小。当管子击穿时，$I_D$ 将急剧增大。

另外，根据工作特性可以分为四个区域：可变电阻区、放大区、击穿区、截止区。

结型场效应管的转移特性和输出特性同是反映场效应管工作时 $U_{GS}$、$U_{DS}$、$I_D$ 之间的关系，它们之间是可以互相转换的。

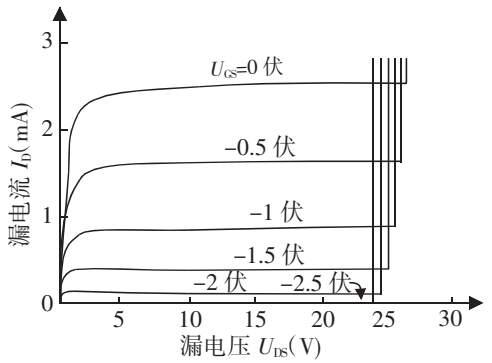



图 1–16　击穿区



(3)结型场效应管的部分种类。

①FETRON。

高压结型场效应管的结电压高达 300V 以上,功率大。利用其与电阻、电容组合在同一陶瓷基片上,就形成了高压复合结型场效应管,即 FETRON。

FETRON 是一种代替电子管而被维修人员认识的一种器件。它与电子管比较所具有的优点为:比电子管的输入输出电容更小,启动时间更快,而且不需要灯丝加热,引脚多样(二电极、三电极、束射四电极、五电极等)等。FETRON 也有一些缺点:过载能力不及电子管,损坏后几乎不可能修复。

②双栅极结型场效应管。

双栅极结型场效应管又叫四极结型场效应管,如图 1–17 所示。它的主要特点是有两个栅极,而且两个栅极加不同的电压均可以控制漏电流。

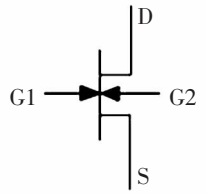



图 1–17　双栅极结型场效应管

G1 为第一栅极,它与栅扩散区相连。G2 为第二栅极,它与衬底相连。G1 比 G2 控制能力强,G1 与 G2 连起来一起控制则更强。G1 比 G2 电容小,更有利于进行高频控制。



需要全本请访问 www.ertongbook.com