

# 第2章 $PN$ 结二极管

- 
- 2.2 频率特性和开关特性
- 2.3  $PN$ 结的电击穿

# 1. 直流特性

## 1. 非平衡PN结

- 处于一定偏置状态下的PN结称为**非平衡PN结**。
- 当P区接电源的正极，N区接电源的负极，称为**正向PN结**。反之，则称**反向PN结**。

## 2.1.2、正向PN结

### (1) 少子注入

正向电压使 势垒区宽度变窄、  
势垒高度变低

外加电场与内建电场方向相反

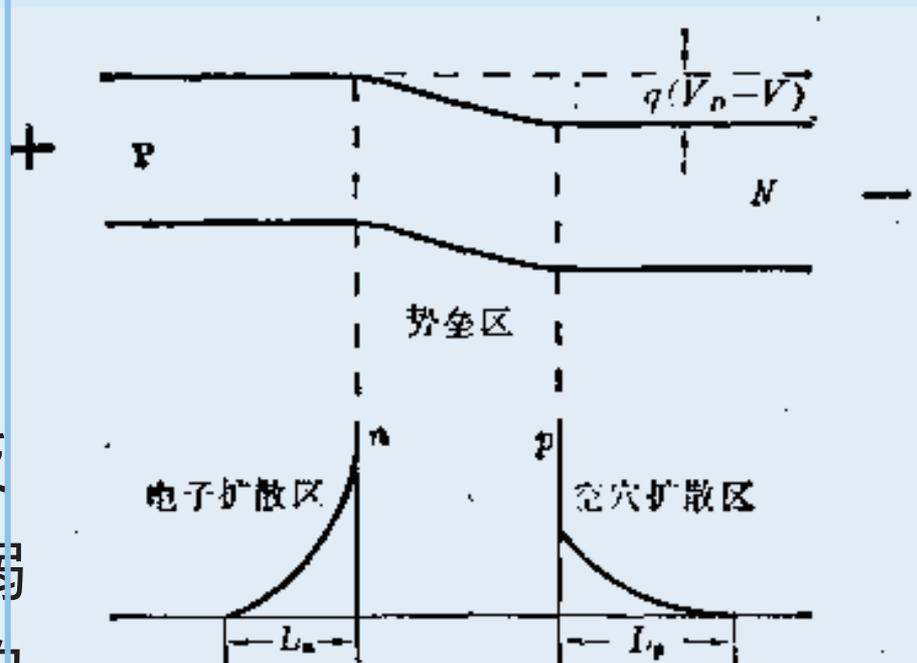
→ 空间电荷区中的电场减弱

→ 破坏扩散与漂移运动间的  
平衡

扩散运动强于漂移运动

→ 注入少子

→ 注入的少子边扩散边复合

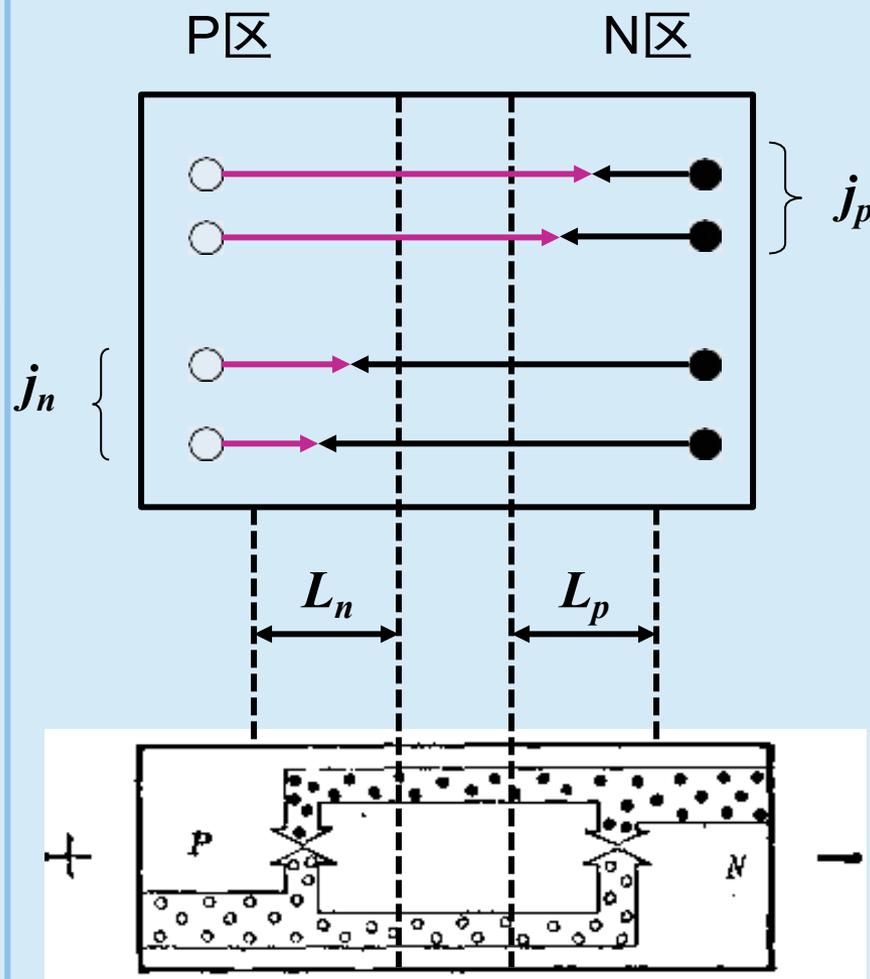


## (2) 正向PN结中载流子的运动

电流在  $N$  型区中主要由电子携带

电流在  $P$  型区中主要由空穴携带

通过  $PN$  结的电流存在**电流载体转换**的现象



## 2.1.3 反向PN结

### (1) 反向PN结的少子抽取

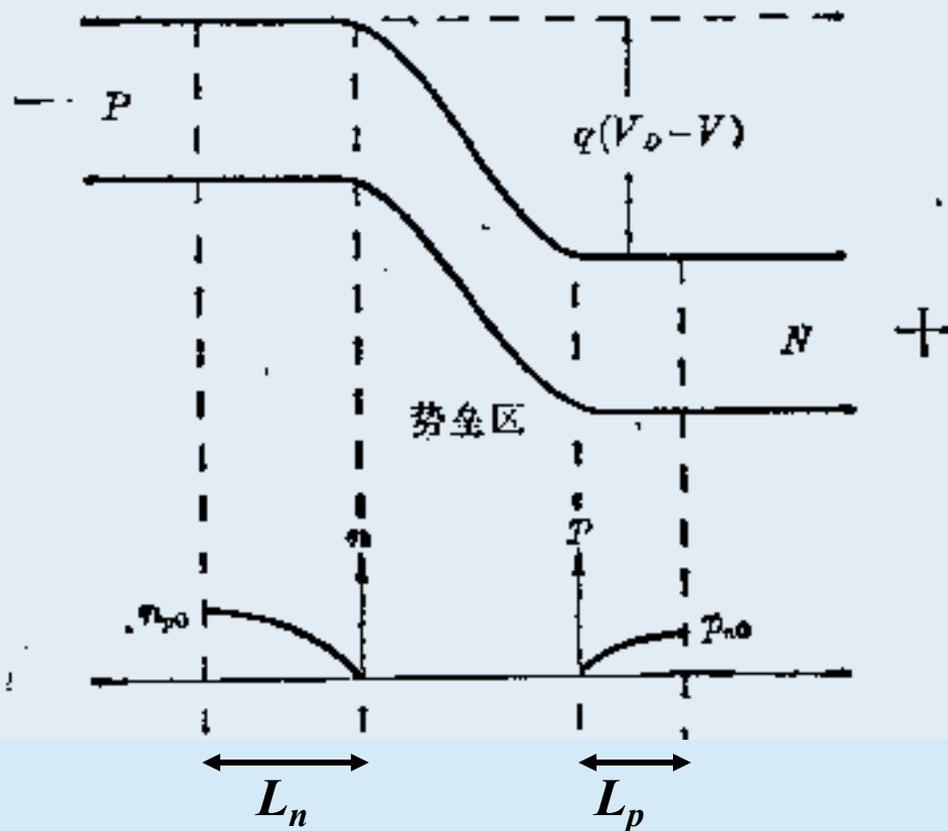
反向电压使 势垒区宽度变宽  
势垒高度变高

外加电场与内建电场方向相同  
增强空间电荷区中的电场

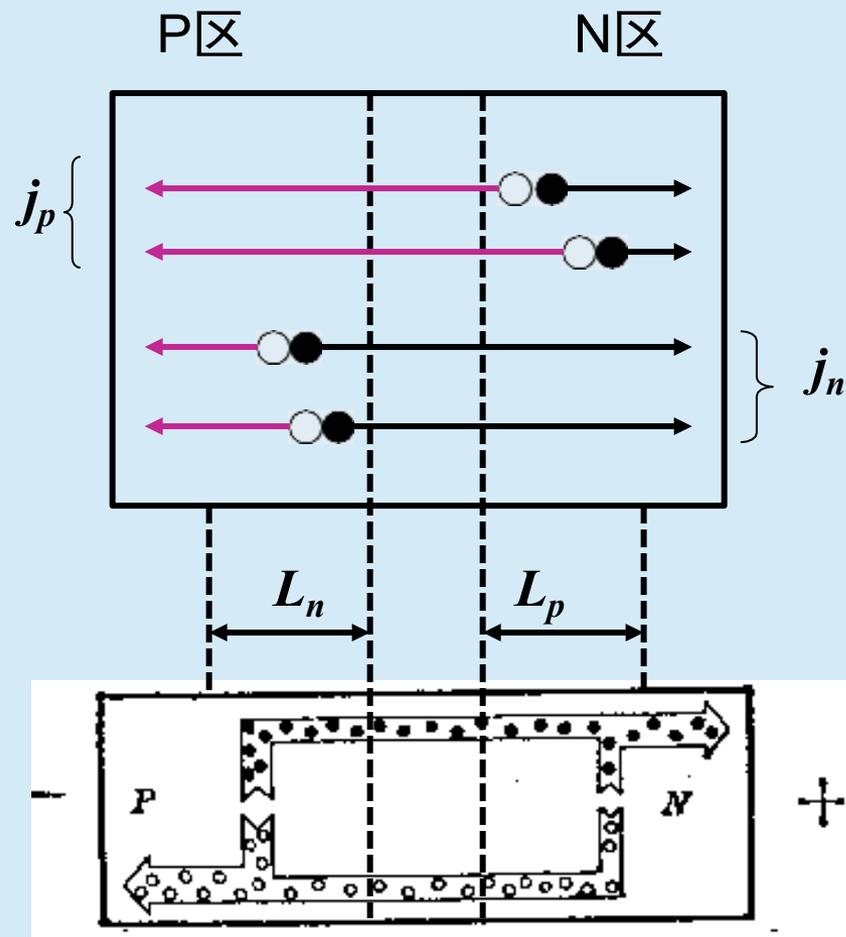
破坏扩散漂移运动平衡

→ 漂移运动强于扩散运动

→ 抽取少子



## (2) 反向PN结中载流子的运动



## 2.1.4 V-I 特性方程

### 一、理想PN结模型

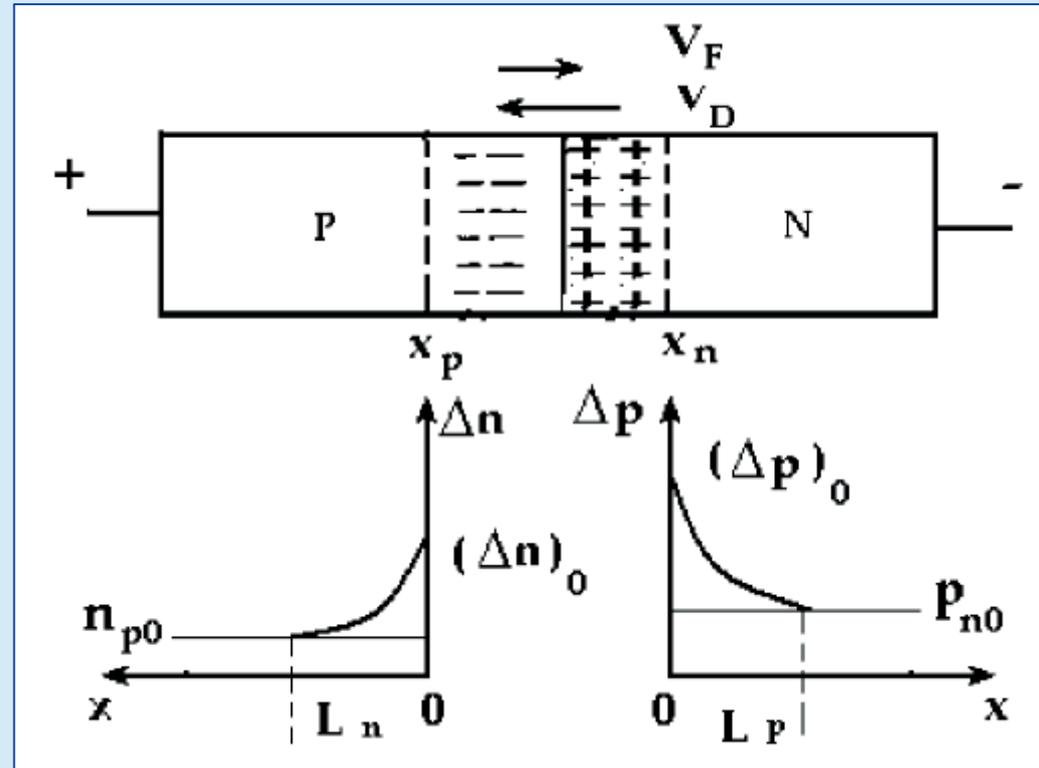
- 1 小注入。即注入的非平衡少数载流子浓度远低于平衡多子浓度,即掺杂浓度。
- 2 外加电压全部降落在势垒区,势垒区以外为电中性区。
- 3 忽略势垒区载流子的产生-复合作用。通过势垒区的电流密度不变。
- 4 忽略半导体表面对电流的影响。
- 5 只考虑一维情况。

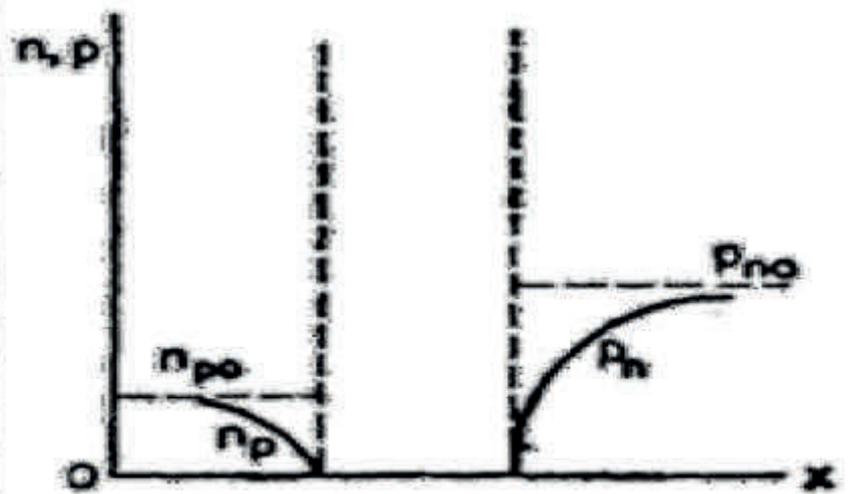
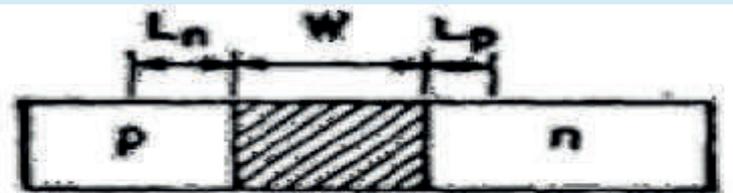
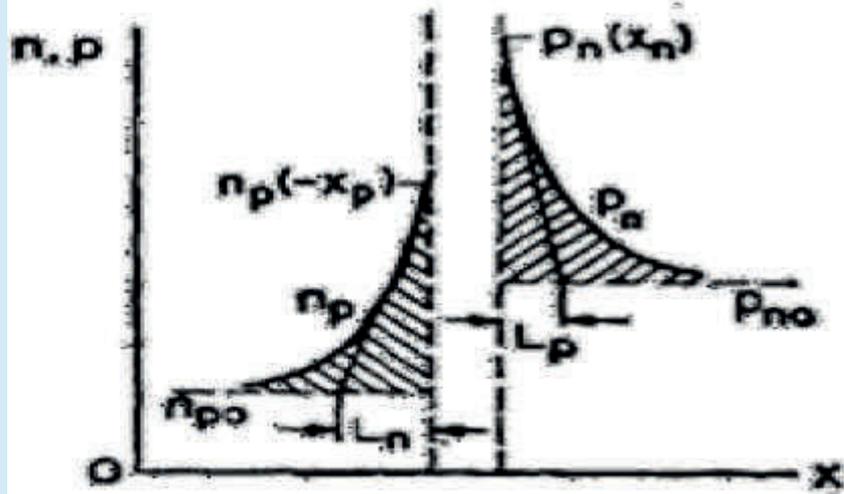
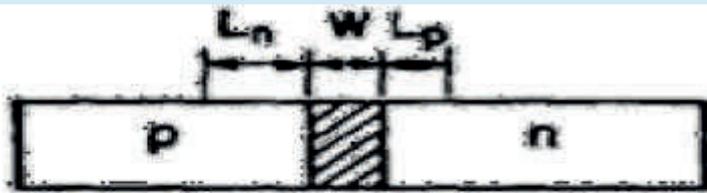
## 二.坐标

以 $x_n$ 、 $x_p$ 为坐标原点分别建立坐标系。

步骤:

- 求解“非少子”的扩散方程
- →求“非少子”浓度的边界值
- →求“非少子”浓度梯度
- →分别求电子、空穴的扩散电流密度
- →求PN结电流



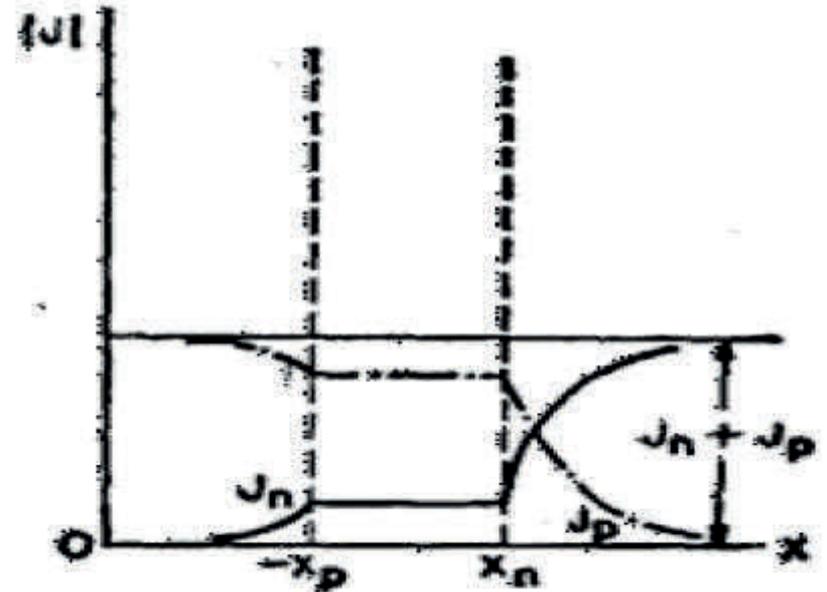
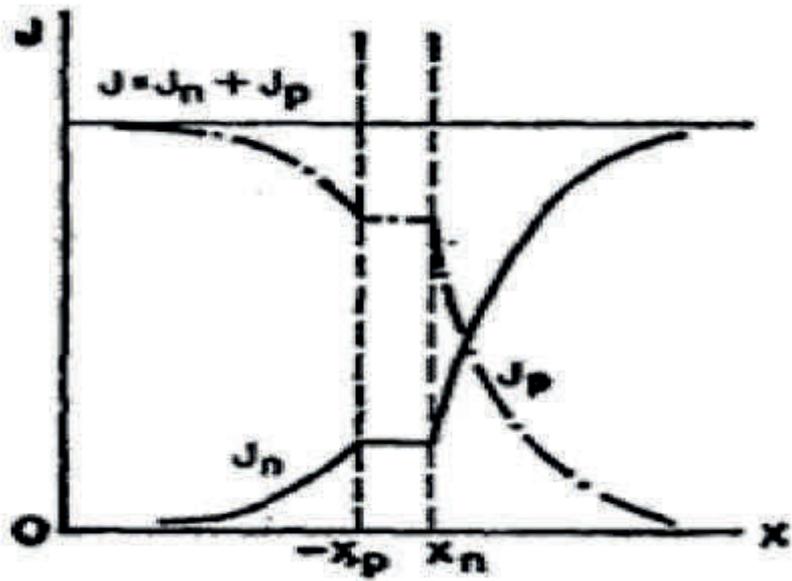


PN结N区边界处少子扩散电流密度:

$$\text{由: } j_p = q \cdot \Delta p(0) \left( \frac{D_p}{L_p} \right) \Rightarrow j_p = q \cdot p_{n0} \left( \exp \left( \frac{qV}{kT} \right) - 1 \right) \left( \frac{D_p}{L_p} \right)$$

PN结P区边界处少子扩散电流密度:

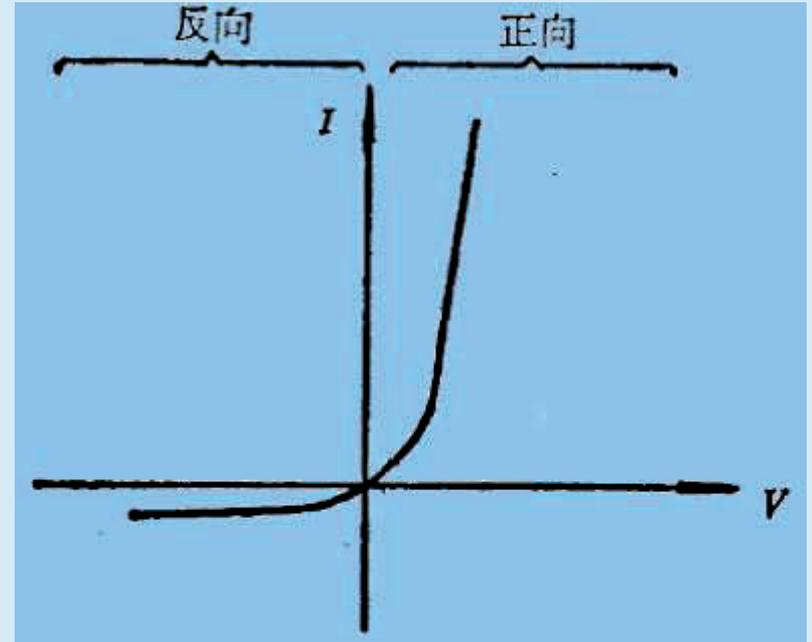
$$\text{同理: } j_n = q \cdot \Delta n(0) \left( \frac{D_n}{L_n} \right) \Rightarrow j_n = q \cdot n_{p0} \left( \exp \left( \frac{qV}{kT} \right) - 1 \right) \left( \frac{D_n}{L_n} \right)$$



# 肖克莱方程

$$I_0 \left( e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right)$$

$$I_0 = A \left( \frac{qD_P P_{n0}}{L_P} + \frac{qD_n n_{p0}}{L_n} \right)$$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/737015056144006142>