

# 12W 超低待机功耗交直流转换芯片

## 功能描述

DK212 是一款符合 6 级能效标准的次级反馈，反激式 AC-DC 高性能准谐振开关电源控制芯片。芯片内置高压功率管，芯片内还包含有准谐振检测、SLEEP 超低待机、自供电等电路，并具有输出短路、次级开路、过温、过压等保护功能。芯片采用高集成度的 CMOS 电路设计，具有外围元件极少，变压器成本低（隔离输出电路的变压器只需要两个绕组）等特点。

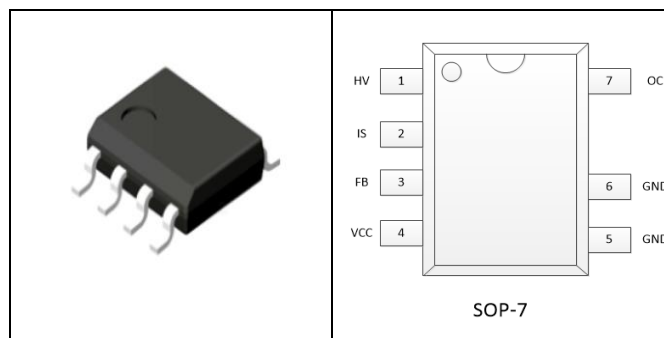
## 产品特点

- 全电压输入 85V—265V。
- 内置 700V 功率管。
- 专利的自供电技术，变压器无需外部供电绕组,无需外部启动电阻(降低成品成本)。
- 特有的 SLEEP 技术使芯片具有超低的待机功耗 (< 0.1W)。
- 内置 PWM 准谐振电路，增加电源转换效率和保证良好的 EMC 特性。
- 过温、过流、过压以及输出短路，次级开路，光耦失效保护。
- 4KV 防静电 ESD 测试。

## 应用领域

- 电源适配器
- 充电器、LED 电源
- 电磁炉、空调、DVD、机顶盒等家电产品。

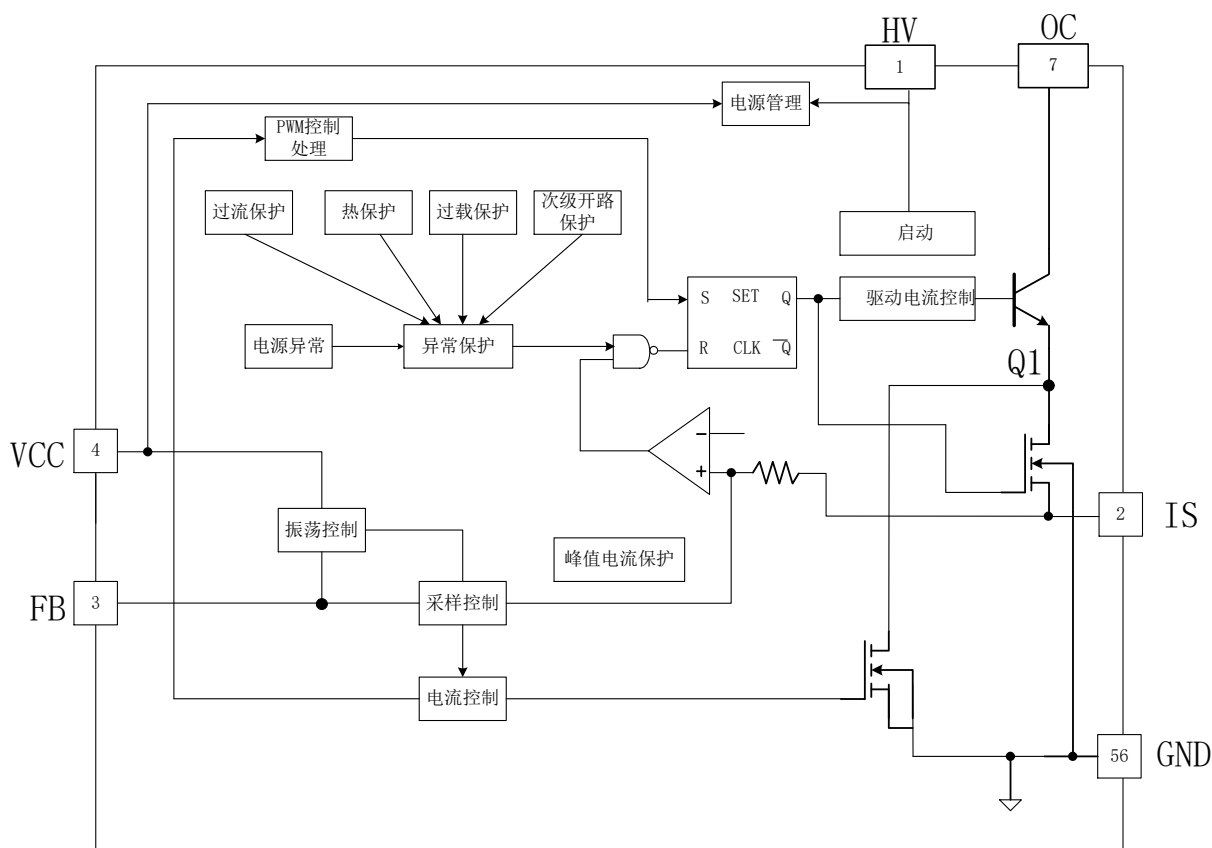
## 封装与引脚定义（SOP7）



引出端功能

管脚序号	管脚名称	描述
1	HV	接外部启动电阻 4.7M。
2	IS	电流检测引脚，接法 1：IS 接电阻对地时,电阻值 $R_S > 0.47 \Omega$ ,最大 $I_p$ 电流为 $V_{lim}/R_S$ ；接法 2：IS 脚直接接地，最大 $I_p$ 电流固定为 700mA。
3	FB	反馈控制端引脚，接 1nF~10nF。
4	VCC	供电引脚，外部对地接 10uF~47uF 的电容。
5, 6	GND	接地引脚。
7	OC	输出引脚，连接芯片内高压功率管，外部与开关变压器相连。

电路结构方框图



**极限参数**

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压 VCC	$U_S$	-0.3		8V	V
供电电流 VCC	$I_S$		100		mA
引脚电压	$U_{PV}$	-0.3		VCC+0.3	V
功率管耐	$U_{PP}$		650		V
IS 最大电压	Vlim		400		mV
总耗散功率	$P_{TOT}$		600		mW
工作温度范围	$T_R$	-25		125	°C
储存温度范围	$T_{STG}$	-55		155	°C
焊接温度	$T_W$		280/5S		°C

**电气参数**

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
工作电压VCC	AC 输入85V----265V	4.5	4.7	5.8	V
启动电压VCC_Start	AC 输入85V----265V	4.9	5.0	5.2	V
重启电压VCC_Min	AC 输入85V----265V	3.4	3.5	3.7	V
保护电压VCC_Max	AC 输入85V----265V	5.7	5.8	6.0	V
工作电流I	VCC=4.7V, FB=2.8V			40	mA
启动电流I_Start	AC 输入265V			0.5	mA
启动时间T_Start	AC 输入85V,C=22uF	---	---	250	ms
功率管耐压	Ioc=1mA	700	---	---	V
Vor保护电压Vor_Max	Lp=1.68mH,RS=0.57	100	133	160	V
IS 最大电压 Vlim	VCC=4.7V, FB=2.8V, AC 输入85V	360	380	400	mV
PWM输出频率F_PWM	VCC=4.7V, FB电压1.33V---4.3V	20	-	70	Khz
短路保护阈值Vfb_L	FB电压		1.33		V
待机阈值电压Vfb_H	VCC=4.7V,		4.3		V
温度保护	结温	120	130	140	°C
前沿消隐时间Ton_Leb	VCC=4.7V		250		ns
参数	测试条件	最小	典型	最大	单位

最小开通时间Ton_Min	VCC=4.7V		500		ns
最大开通时间Ton_Max	VCC=4.7V, FB=2.8V, AC 输入 85V		15		Us
最小关闭时间Toff_Min	VCC=4.7V, FB=2.8V, AC 输入 85V		8		us
待机功耗				60	mW
内置电阻最大Ip电流	IS接地		700		mA

## 功能描述

### 1. 上电启动

芯片内置高压启动电流源；上电启动时当 VDD 电压小于启动电压时，打开三极管对外部的 VDD 储能电容充电。当 VDD 电压达到启动电压 VCC\_Start 的时候，关闭启动电流源,启动过程结束，控制逻辑开始输出 PWM 脉冲并检测 IS 电阻，当 IS 接电阻 RS 对地时,设定最大峰值电流  $I_{p\_Max}=V_{lim}/R_S$ ( $V_{lim}$  是 IC 内部检测电压最大值)；当 IS 脚直接接地时，设定最大峰值电流为  $I_{p\_Max}=700mA$ ；

### 2. 软启动:

上电启动结束后，为防止输出电压建立过程可能产生的变压器磁芯饱和，功率管和次级整流管应力过大，芯片内置软启动电路，在软启动时初级峰值电流最大为 0.5 倍最大峰值电流。

### 3. 准谐振输出:

一个 PWM 周期由 3 部分组成：

一、电感充电（开关管开通）阶段，
$$T_1 = \frac{L_p * I_p}{V_{in}} ;$$

二、电感放电阶段（开关管关闭）
$$T_2 = \frac{L_p * I_p}{V_{vor}} ;$$

三、OC 谐振阶段，谐振周期为：
$$T = 2\pi\sqrt{L_p * C_{oc}}。$$

芯片采用准谐振输出方式，当检测到 OC 谐振到最低电压时，开通 PWM 输出，打

开开关管给电感充电，这样减小了开关管的开关损耗，提高了电源的转换效率。

#### 4. FB 检测和反馈控制:

Fb 引脚外部连接一只电容，以平滑 Fb 电压，外接电容会影响到电路的反馈瞬态特性及电路的稳定工作，典型应用可在 1nF~10nF 之间选择；芯片依据 FB 电压控制 PWM 输出峰值电流和工作频率。

#### 5. SLEEP 模式:

为实现超低待机功耗，芯片设计了 SLEEP 模式时，当输出功率逐渐下降到 50mW 以下时，芯片进入 SLEEP 模式。可以实现系统超低的待机功耗 (<60mW)。

#### 6. 自供电:

芯片使用了专利的自供电技术，控制 VDD 的电压在 4.7V 左右，提供芯片本身的电流消耗，无需外部辅助绕组提供。自供电电路只能提供芯片自身的电流消耗，不能为外部线路提供能量。

#### 7. 过温保护 (OTP):

芯片在内部集成了过温保护功能，如果因外部温度过高或者其它异常原因造成芯片温度过高，检测到芯片温度超过 130°C，立即启动过温保护，停止输出脉冲，关断功率管并进入异常保护模式，温度异常解除后恢复正常工作。

#### 8. 初级过流保护:

外部变压器初级线圈的电流过大时，软启动结束后，如果在 PWM 开通 500ns 时检测到初级线圈电流达到最大峰值电流  $I_{p\_Max}$ ，芯片立即关断功率管，进入异常保护模式。

#### 9. IC 供电电源异常:

因外部异常导致 VCC 电压低于 VCC\_Min 时，芯片将关断功率管，进行重新启动。

因外部异常导致 VCC 电压高于 VCC\_Max 时，立即启动 VCC 过压保护，停止输出脉冲并进入异常保护模式。

### 10. 短路和过载保护 (OCP) :

次级输出短路或者过载时，如果 FB 电压连续 0.8S 低于短路保护阈值 Vfb\_L; 芯片立即关断功率管，进入异常保护模式。

### 11. 次级开路 and 光耦失效保护 (OVP) :

当次级开路或光耦失效时，如果检测到反激电压 Vor>Vor\_Max, 立即关闭 PWM 输出并进入异常保护模式。在光耦失效时，输出保护电压可通过下面公式计算：

$$Vo_{max} = \frac{45000 * Lp}{RS * N} - Vd$$

Vo\_max: 输出保护电压

Lp: 初级线圈电感量 H

RS: IS 电阻值 Ω

N: 初次级匝比

Vd: 次级整流管压降 V

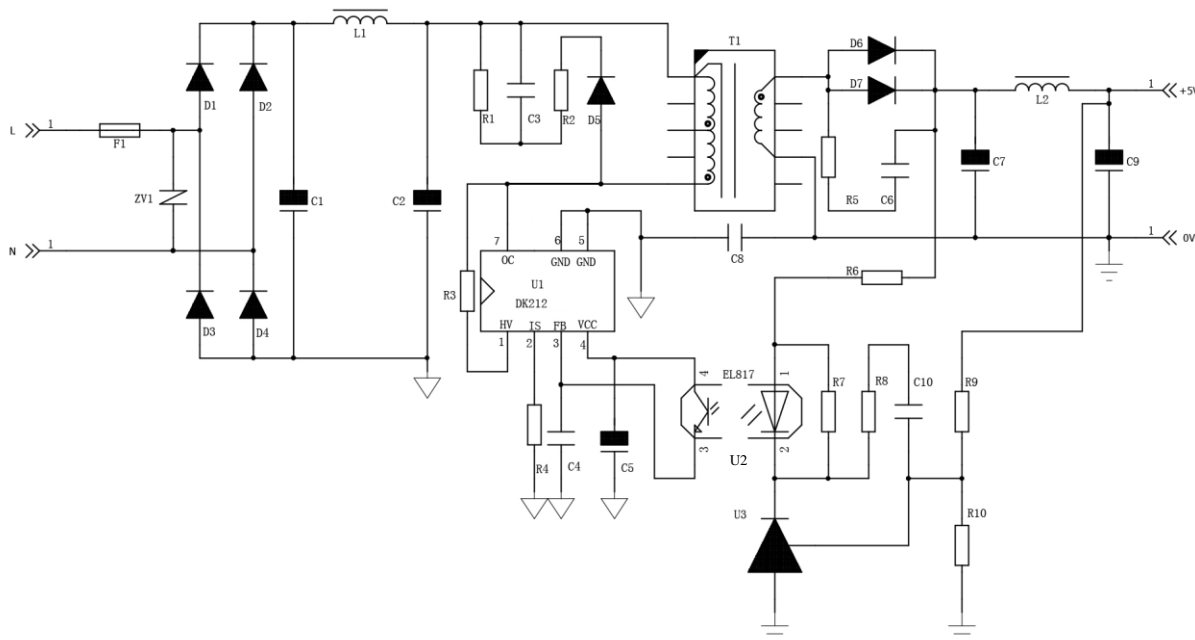
在 IS 接地使用内置电阻时，输出保护电压公式为：

$$Vo_{max} = \frac{86400 * Lp}{N} - Vd$$

### 12. 异常保护模式:

芯片进入异常保护模式后，关闭 PWM 输出，启动 800ms 定时器。在 800ms 内，VCC 电压下降并维持 4.6V，800ms 后，芯片结束异常状态。

典型应用（5V2A 输出离线反激式开关电源）



元器件清单

序号	元件名称	规格/型号	位号	数量	备注
1	保险丝	T2A 250V	F1	1	
2	整流二极管	1N4007	D1-D4	4	
3	二极管	FR107	D5	1	
4		SR540	D6、D7	2	
5	电解电容	10uF/400V	C1-C2	2	
6		22uF/16V	C5	1	
7		1000uF/10V	C7-C9	2	
8		电感	2mH	L1	1
9		10uH/2.5A	L2	1	
10	电容	102 250V	C6	1	
11		103 500V	C3	1	
12		103	C4	1	
13		Y电容222	C8	1	
14		104	C10	1	

15	电阻	4.7M	R3	1		
16		47	R2	1		
17		100K	R1	1		
18		470	R6	1		
19		2K	R7	1		
20		10K	R9	1	精度1%	
21		9.3K	R10	1	精度1%	
22		5.1K	R8	1		
23		22R	R5	1		
24		0.5	R4	1	精度1%	
25		压敏电阻	7D471	ZV1	1	
26		光耦	EL817C	U2	1	
27	电压基准	TL431	U3	1		
28	IC	DK212 SOP7	U1	1		
29	变压器	EF20	T1	1	NP=128T,NS=9T,LP=1.6mH	

## 设计注意事项

1、功率器件是需要散热的，芯片的主要热量来自功率开关管，功率开关管与引脚 OC 相连接，所以在 PCB 布线时，应该将引脚 OC 外接的铜箔的面积加大并作镀锡处理，以增大散热能力;同时这个部分也是交流信号部分，在 EMI/EMC 设计时这个位置尽量远离输入部分，如上图的 L1 左边部分电路，尽量减小电磁/电容耦合。

2、芯片的 OC 引脚是芯片的高压部份，最高电压可达 600V 以上，所以在线路布置上要与低压部份保证 1.5mm 以上的安全距离，在 5,6 脚和 7,8 脚开 1mm 槽以避免过锡炉中松香等助焊剂漏电，造成电路出现击穿放电现象。

### 3、变压器的漏感

由于变压器不是理想器件，在制造过程中一定会存在漏感，漏感会影响到产品的稳定及安全，所以要减小，漏电感控制在电感量的 5%以内，三明治绕线方式可以减小漏感。



## 变压器设计（仅作参考）

变压器设计时，需要先确定一些参数：

- (1) 输入电压范围           AC85~265V
- (2) 输出电压、电流       DC5.2V/2A

### 1. 反激电压VOR选择：

DK212 中 VOR 最大值为 133V，为防止干扰，输出保护电压应当大于输出电压的 1.2 倍，即正常工作时 Vor 取值最大为：133/1.2=110V；输出保护电压应当小于输出电容的耐压值。当输出电容耐压 10V 时，Vor 取值最小为：133\*5.2/10=70V。本设计取 Vor=80V。

### 2. RS计算：

系统 PWM 输出为准谐振模式，输出电压越低，频率越慢，需要的 Ip 电流越大。在低压准谐振时，RS 的阻值计算公式如下：

$$RS = \frac{0.135 * Vin\_min * Vor}{Po * (Vin\_min + Vor)}$$

Po:           输出功率

Vin\_min:    交流输入电压经过滤波后直流电压平均值，这个电压和输入滤波电容有关，在 AC85V 时，Vin\_min=85\*0.9\*1.414-20=86V。输入滤波电容默认为 2uF/W,用到 3uF/W 电压可适当的提高。

Vor:           反激电压。

本设计RS阻值为：
$$RS = \frac{0.135 * Vin\_min * Vor}{Po * (Vin\_min + Vor)} = \frac{0.135 * 86 * 80}{5.2 * 2 * (86 + 80)} = 0.538 \approx 0.54$$

### 3. 匝比计算：

变压器输出端的正向电压=5.2+0.35(10V45 导通压降)+0.1(线路压降)=5.65,当 Vor=80V 时，匝比为：N=80/5.65=14.16

### 4. 初级电感Lp计算：

DK212 中，Lp 与 RS 为正比例关系，比例系数为 0.003，因此：

$$Lp = 0.003 * RS = 0.003 * 0.54 = 1.6mH$$

### 5. 磁芯计算:

$$A_p = A_e * A_w = \frac{6500 * P_o}{\Delta B * J * f} = \frac{6500 * 10.4}{0.25 * 5 * 45} = 1201 = 1201 \text{mm}^4$$

$A_e$  -----磁芯有效面积(mm<sup>2</sup>)

$A_w$  -----磁芯窗口面积(mm<sup>2</sup>)

$\Delta B$  ----- 交变工作磁密 (mT), 设为 0.25

$J$  ----- 电流密度  $J$  取 5A/mm<sup>2</sup>。

$f$  ----- 工作频率  $f$ , KHz, DK212 准谐振时最低频率为 45KHz。

我们可以通过磁芯的制造商提供的图表进行选择, EE19 的  $AP=1243\text{mm}^4$ , EF20 的  $AP=2231\text{mm}^4$ , 从设计性能优化角度以及为改善 EMI 设计增加初、次级屏蔽层来选择, 可以选择 EF20 这款变压器 ( $AE=33.5$ , 属于标称值, 请按实物测量为准), 这样变压器生产和效率, 散热上更有优势。

### 6. 初级, 次级线圈匝数计算:

先依据下列公式计算出初级线圈的大约值, 在依据匝比计算出次级线圈的匝数, 次级线圈匝数取整后, 再依据匝数比计算出初级线圈的实际值。

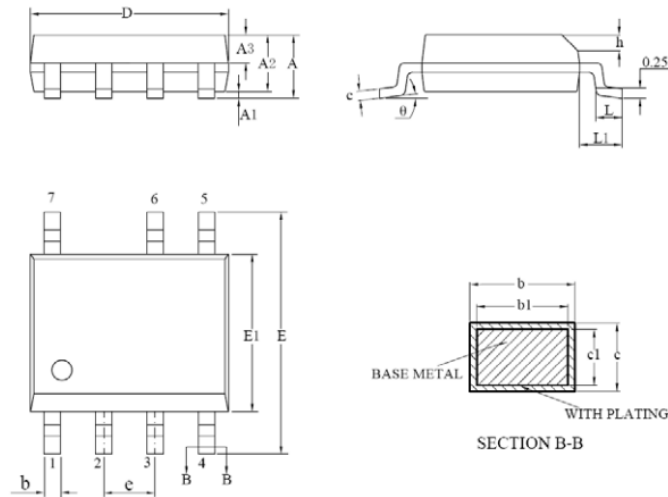
$$N_p = \frac{380 * L_p}{A_e * \Delta B * R_s} = \frac{380 * 1.6}{33.5 * 0.25 * 0.54} = 134 \text{ 匝, 其中 } L_p \text{ 单位为 mH, } A_e \text{ 单位为 mm}^2.$$

$NS = NP / N = 134 / 14.16 = 9.46$ , 次级选择绕线 9 匝,  $NS=9$ ,

$NP = NS * N = 9 * 14.16 = 128$  匝 (实际选值)

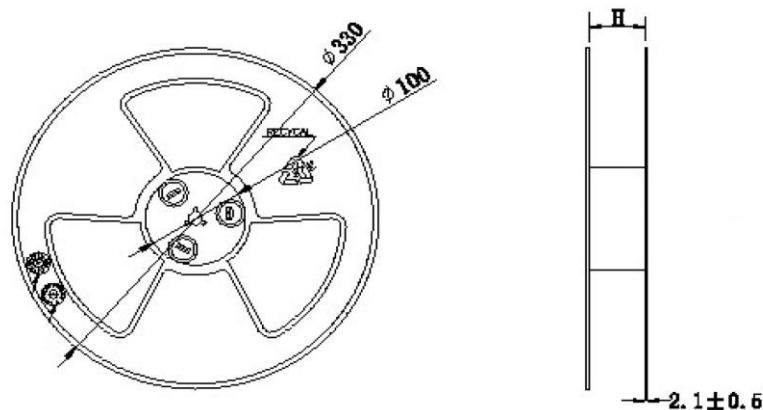
封装外形及尺寸图

1. SOP-8



尺寸 符号	最小(mm)	正常(mm)	最大(mm)	尺寸 符号	最小(mm)	正常(mm)	最大(mm)
A	—	—	1.75	D	4.70	4.90	5.10
A1	0.10	0.15	0.225	E	5.80	6.00	6.20
A2	1.30	1.40	1.50	E1	3.70	3.90	4.10
A3	0.60	0.65	0.70	e	1.27 (BSC)		
b	0.39	—	0.48	h	0.25	—	0.50
b1	0.38	0.41	0.43	L	0.50	—	0.80
c	0.21	—	0.26	L1	1.05 (BSC)		
c1	0.19	0.20	0.21	θ	0°	—	8°

2. 包装信息盘装 (2.5K/盘)



## 安徽省东科半导体有限公司

ANHUI DONGKE SEMICONDUCTOR CO.,LTD

地址：中国安徽省马鞍山市银黄东路 999 号数字硅谷产业园 38 栋 101-401。

电话：0555-2106566

传真：0555-2405666

网址：[http:// www.dkpower.cn](http://www.dkpower.cn)

华东/华北/华中/西南区技术服务公司：

### 安徽省东科半导体无锡有限公司

地址：中国江苏省无锡市菱湖大道 99 号东南大学传感网技术研究中心北 6 楼

电话：0510-85386118

传真：0510-85389917

华南区技术服务公司：

### 东科半导体科技（深圳）有限公司

地址：深圳市宝安区福海街道桥头社区福海信息港 A2 栋四楼

电话：0755-29598396

传真：0755-29772369



**注意：**本产品为静电敏感元件，请注意防护！ESD 损害的范围可以从细微的性能下降扩大到设备故障。精密集成电路可能更容易受到损害，因此可能导致元件参数不能满足公布的规格。

- 感谢您使用本公司的产品，建议您在使用前仔细阅读本资料。
- 安徽省东科半导体有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。
- 安徽省东科半导体有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任。
- 安徽省东科半导体有限公司没有为用于特定目的产品提供使用和应用支持的义务。
- 安徽省东科半导体有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。
- 任何半导体产品特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用安徽省东科半导体有限公司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品提升永无止境，我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品