

内置自供电模块的交直流转换芯片

概述

PN8778 集成 PFM 控制器及 750V 高可靠性 MOSFET，用于高性能、外围元器件精简的交直流转换开关电源。PN8778 内置 750V 高压启动与自供电模块，实现系统快速启动、超低待机、自供电功能。该芯片提供了完整的智能化保护功能，包括输入欠压保护、过载保护、过流保护、过温保护、过压保护功能。另外 PN8778 的降频调制技术有助于改善 EMI 特性。

封装/订购信息

订购代码	封装
PN8778NS-A1	DIP7
PN8778SS-A1	SOP7
PN8778SM-A1	SMP7

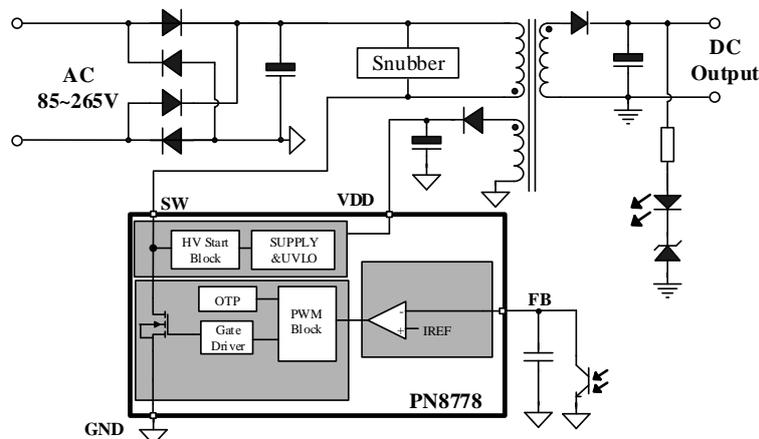
特性

- 内置 750V 高雪崩能力智能功率 MOSFET
- 内置高压启动和自供电电路
- 适用于反激隔离、反激非隔离等多种架构
- 无需环路补偿
- 封闭式稳态输出功率 16W@230VAC, VDD 辅助供电 (DIP7, SMP7)
- 封闭式稳态输出功率 14.5W@230VAC, VDD 辅助供电 (SOP7)
- 改善 EMI 的降频调制技术
- 优异的负载调整率和工作效率
- 全面的保护功能
 - ◇ 过载保护 (OLP)
 - ◇ 过流保护 (OCP)
 - ◇ 过温保护 (OTP)
 - ◇ 过压保护 (OVP)
 - ◇ 输入欠压保护

应用领域

- 家电
- LED 照明
- 工业控制

典型电路



管脚定义

管脚名	管脚标号	管脚功能描述
FB	1	反馈引脚
VDD	2	芯片电源脚
SW	3	高压MOSFET漏极脚
GND	4、5、6、7	地

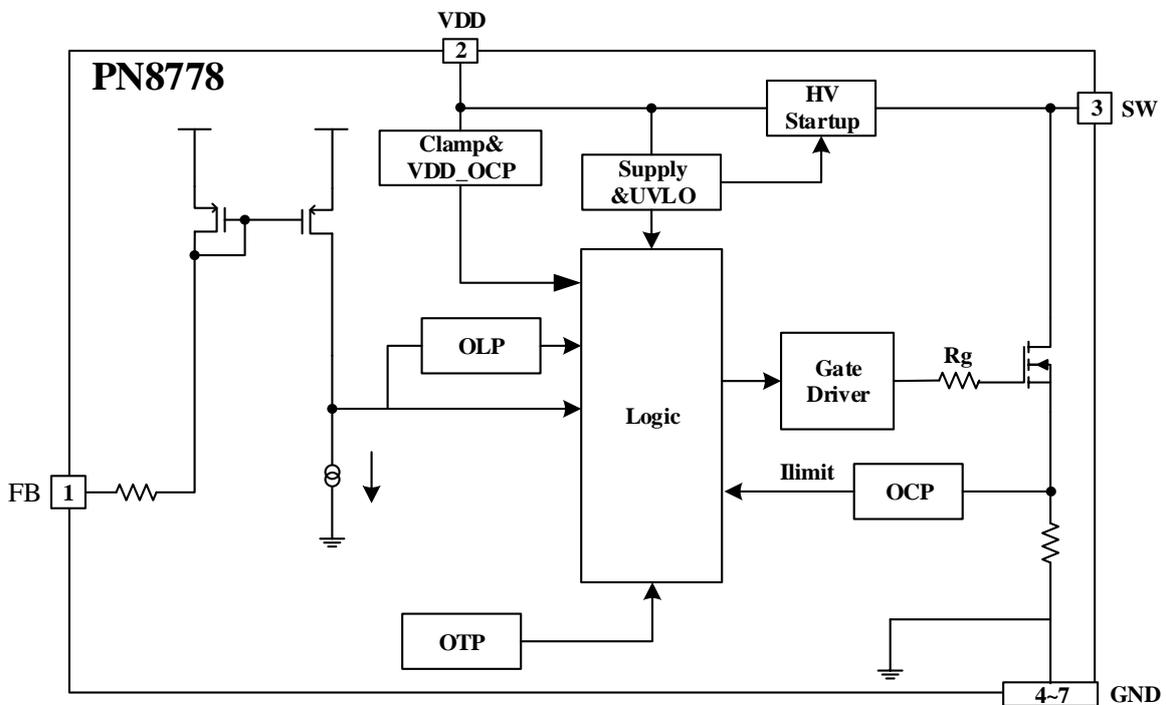
典型功率

封装	输入电压	稳态功率-辅助供电 ⁽¹⁾	峰值功率 ⁽²⁾
DIP7, SMP7	180-265 V _{AC}	16W	25W
	85-265 V _{AC}	10W	20W
SOP7	180-265 V _{AC}	14.5W	25W
	85-265 V _{AC}	9W	20W

备注:

1. 稳态功率在封闭式 50 ℃ 环境下测试(flyback 应用, 带辅助绕组供电), 持续时间大于 2 小时。
2. 峰值功率在封闭式 50 ℃ 环境下测试(flyback 应用), 持续时间大于 1min。

功能框图



极限工作范围

VDD 脚耐压.....	-0.3~9V	封装热阻 θ_{JC} (DIP7)	20°C/W
SW 脚耐压.....	-0.3~750V	封装热阻 θ_{JC} (SOP7)	40°C/W
FB 脚耐压.....	-0.3~9V	封装热阻 θ_{JC} (SMP7)	16°C/W
结工作温度范围.....	-40~150°C	人体模式 ESD 能力 ⁽¹⁾ (HBM)	±4kV
存储温度范围.....	-55~150°C	空气模式 ESD 能力 ⁽²⁾	8kV
管脚焊接温度 (10秒)	260°C	漏极脉冲电流 ($T_{pulse}=100\mu s$)	6A

备注:

1. 产品委托第三方严格按照芯片级ESD标准(ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2017)中的测试方式和流程进行测试。
2. 此项测试条件为静电测试仪对芯片引脚直接放电, 企业内部标准, 结果仅供参考。

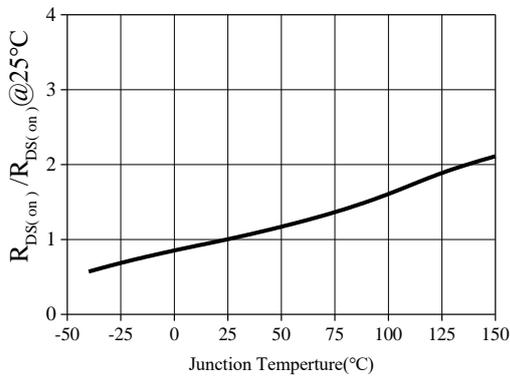
电气特性

(T_A= 25°C, 除非另有说明。)

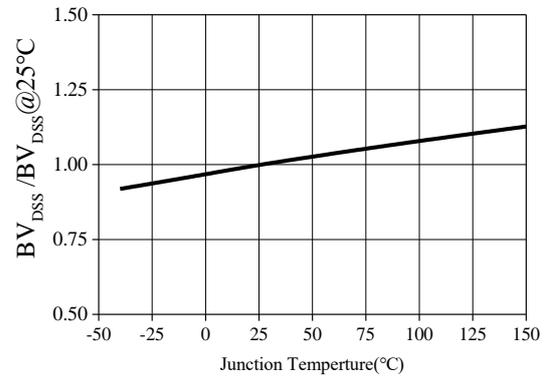
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功率部分						
功率管耐压	BV _{DSS}	I _{SW} =250uA, T _J =25 °C	750			V
关态漏电流	I _{OFF}	V _{SW} =750V, T _J =25 °C			90	μA
导通电阻	R _{DS(on)}	I _{SW} = 0.3A, T _J =25 °C		4.6		Ω
高压启动电压	V _{SW_START}	直流电平 换算成交流输入电压需 要除以 $\sqrt{2}$	55	72	100	V
VDD部分						
VDD自供电关断电压	VDD _{choff}	V _{SW} =30V, V _{FB} =0V	5.6	5.8	6.0	V
VDD自供电开启电压	VDD _{chon}	V _{SW} =30V, V _{FB} =0V	5.2	5.4	5.6	V
VDD钳位保护电压	VDD _{clamp}	I _{DD} =3mA, V _{FB} =0V	6	6.6	7.6	V
VDD重置电压	VDD _{RESET}	V _{SW} =30V, V _{FB} =0V	2.75	3.7	4.2	V
启动管充电电流	I _{DDch0}	VDD=0V	-9	-5	-3	mA
	I _{DDch1}	VDD=4V	-7.5	-4.5	-2.5	mA
静态电流	I _S	VDD=4V, V _{FB} =0V	100	230	300	uA
工作电流	I _{op}	VDD=6V, V _{FB} =5V	0.5	1	3	mA
VDD关断阈值电流	I _{SD}		4	7	10	mA
内部电流检测						
尖峰电流限流值	I _{limit}	VDD=6V, V _{FB} =5V	540	600	660	mA
尖峰电流过流保护值	I _{SCP}	VDD=6V, V _{FB} =5V	1.4×I _{limit}	1.5×I _{limit}	1.6×I _{limit}	mA
过流检测前沿消隐时间	T _{LEB}			290		ns
反馈输入						
最大工作频率	f _{max}	VDD=6V, V _{FB} =5V	116	132	148	kHz

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最大占空比	D _{max}		60		80	%
反馈基准电流	I _{REF}	VDD=6V	-150	-115	-90	μA
OLP触发延迟时间	T _{OLP}	Guaranteed by design	55	76	90	ms
异常保护重启时间	T _{RESTART}	Guaranteed by design		1.6		s
过温保护						
过温保护温度	T _{SD}	Guaranteed by design	135	150	165	℃
过温保护回差	T _{HYST}	Guaranteed by design		30		℃

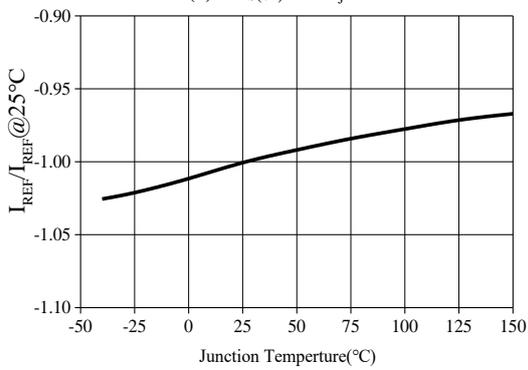
特性曲线



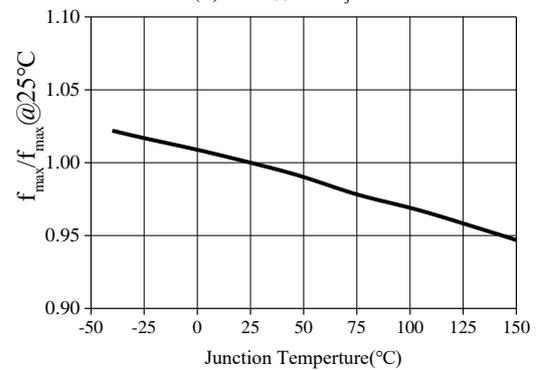
(a) $R_{DS(on)}$ VS T_j



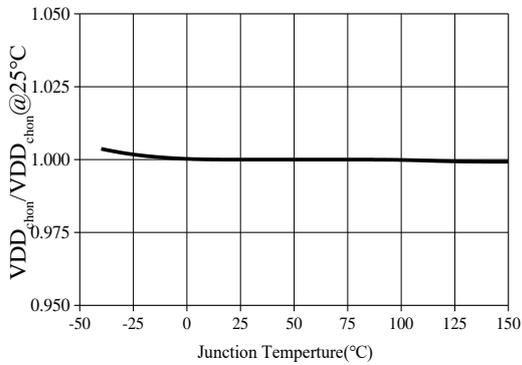
(b) BV_{DSS} VS T_j



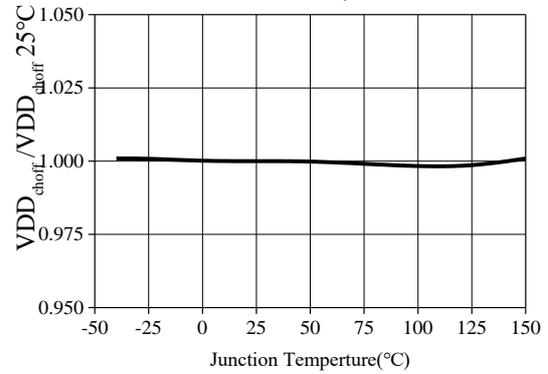
(c) I_{REF} VS T_j



(d) f_{max} VS T_j



(e) VDD_{chon} VS T_j



(f) VDD_{choff} VS T_j

功能描述

PN8778集成PFM控制器及750V高雪崩能力智能功率MOSFET，应用于高性能、外围元器件精简的交直流转换开关电源。PN8778内置高压启动与自供电模块，实现系统快速启动、超低待机、自供电功能。该芯片提供了完整的智能化保护功能，包括过载保护，欠压保护，过温保护，过压保护，输入欠压保护。另外PN8778的降频调制技术有助于改善EMI特性。

1. 高压启动

在启动阶段，内部高压启动管提供5mA电流对外部VDD电容进行充电；此时如果SW电压低于 V_{SW_START} 时VDD电压维持在 V_{DD_RESET} 附近，当SW电压高于 V_{SW_START} 时VDD电压继续升高，直至电压达到 V_{DD_choff} ，芯片开始工作，高压启动管停止对VDD电容充电；当VDD电压降低到 V_{DD_chon} ，芯片继续工作，同时内部高压启动管再次提供5mA电流对外部VDD电容进行充电；从而实现芯片自供电，无需辅助绕组或其他外围元件对芯片供电。

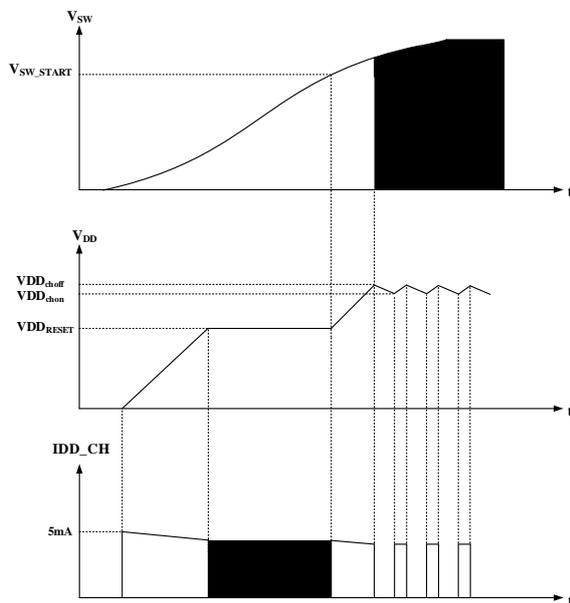


图1. 高压自供电启动

芯片也可以采用辅助绕组或者输出端辅助VDD供电的方式，提高芯片工作效率。为取得最优

的工作效率，合理的辅助供电电压应高于 V_{DD_chon} 上限并且低于 V_{DD_clamp} 。

2. 恒压工作模式

芯片通过FB管脚与内部基准进行电流基准 I_{REF} 比较，当FB脚流入芯片的电流小于 I_{REF} ，芯片开启集成的高压功率管，对储能电感充电，当电感电流达到内部基准电流 I_{PEAK} ，芯片关闭集成的高压功率管。

3. PFM调制

芯片工作在PFM模式，同时内部设置 I_{peak} 随芯片工作频率 F_{sw} 降低而降低，芯片开关周期每增大1us， I_{PEAK} 降低约10mA。由于芯片内置采样，最大 I_{PEAK} 固定，当输出电压和输出电流固定时，电感感量是唯一调制工作频率的参数。

4. 软启动

为了避免系统启动阶段因进入深度CCM模式，带来较大电流尖峰。PN8778设置软启动功能，总共分为4个阶段。在软启阶段， I_{peak} 则分别为 I_{limit} 的1/4，1/2，3/4，1。如果输出电压在软启动结束前达到系统设计值，则芯片根据PFM调制调整 I_{peak} 和工作频率。

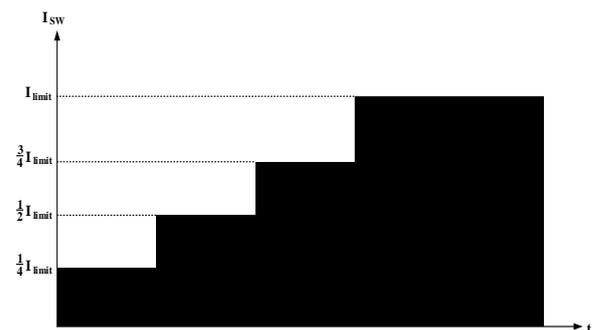


图2. 满载时软启动过程

5. 智能保护功能

PN8778集成全面的保护功能，包括：输入欠压保护、过载保护、过流保护、过温保护功能，并且这些保护具有自恢复模式。

过载保护-----当芯片连续工作于最大频率 f_{max} 且持续 T_{OLP} ，触发过载保护，芯片进入异常重启。此时芯片停止开关，VDD电压在 VDD_{choff} 到 VDD_{chon} 间振荡，内部计时达到 $T_{RESTART}$ 后，高压启动模块停止供电，VDD电压下降至 VDD_{RESET} ，芯片重新启动。

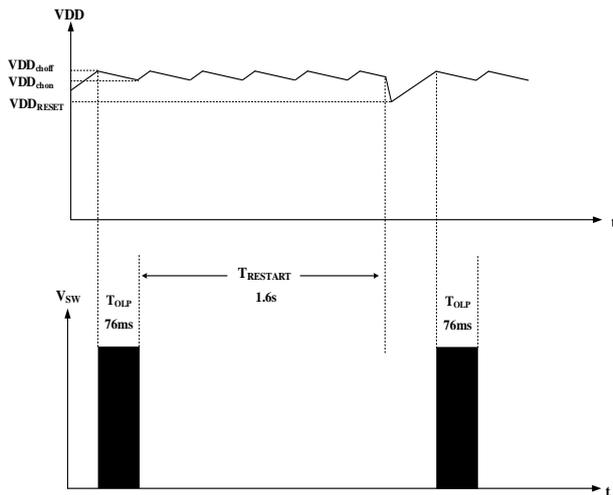


图3.过载保护与自动重启

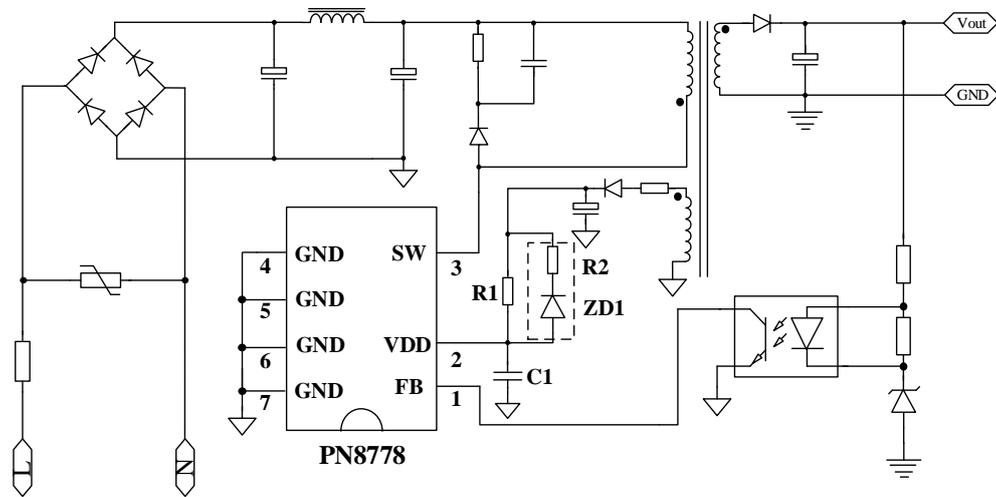
过流保护-----当芯片检测到功率管开启阶段的尖峰电流值（TLEB内的电流会被屏蔽）大于 I_{SCP} 且连续持续3个周期，芯片触发尖峰电流过流保护，芯片进入异常重启。

过温保护-----当芯片结温超过 150°C ，芯片进入过温保护状态，输出关闭，当芯片结温低于 120°C ，芯片重新启动。

过压保护-----在应用系统接入辅助偏置绕组时，芯片具备输出过压保护功能。当检测到流入VDD引脚的电流超过内部设定阈值 I_{SD} 后，触发芯片进入异常重启状态。此时芯片停止开关，VDD电压在 VDD_{choff} 到 VDD_{chon} 间振荡，内部计时达到 $T_{RESTART}$ 后，高压启动模块停止供电，VDD电压下降至 VDD_{RESET} ，芯片重新启动。

输入欠压保护-----在启机阶段，只有当功率管漏极供电电压高于内部设定的阈值时，芯片才会正常开启功率管进行工作。

典型应用电路



外围参数选择参考

为了获得更佳的 PN8778 系统性能，请务必遵守以下规则：

1. VDD 电容 C1 应放置在距离 VDD 引脚和 GND 引脚最近的地方；
2. 根据辅助绕组电压的情况合理选择电阻 R1 使 VDD 电压高于 VDD_{chon} 上限并且低于 VDD_{clamp} ；
3. 芯片的 VDD 通过 R2 和 ZD1 来实现输出过压保护功能，稳压管 ZD1 的耐压需要根据辅助绕组电压高低来确定，R2 阻值建议为 20-47ohm。

封装信息

DIP7 封装外形及尺寸

尺寸 符号	最小 (mm)	最大 (mm)	尺寸 符号	最小 (mm)	最大 (mm)
A	3.600	4.310	D	9.000	9.400
A1	0.510	---	E1	6.200	6.600
A2	3.200	3.600	e	2.54	
A3	1.540	1.650	eA	7.62	
b	0.380	0.570	eB	7.620	9.300
B1	1.52		L	3	---
c	0.210	0.360			

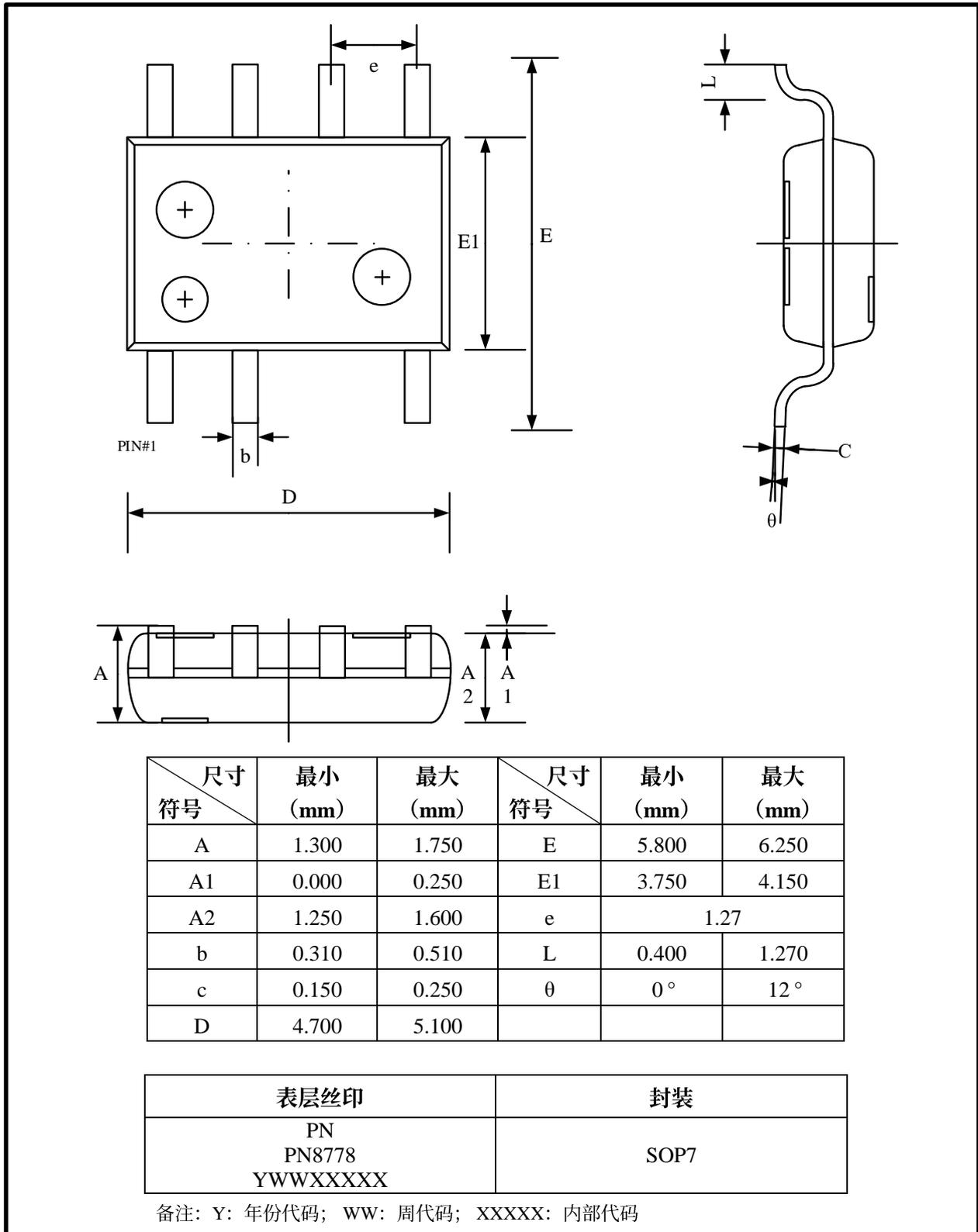
表层丝印 PN PN8778 YWWXXXXXX	封装 DIP7
--	-------------------

备注: Y: 年份代码; WW: 周代码; XXXXX: 内部代码

备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边。

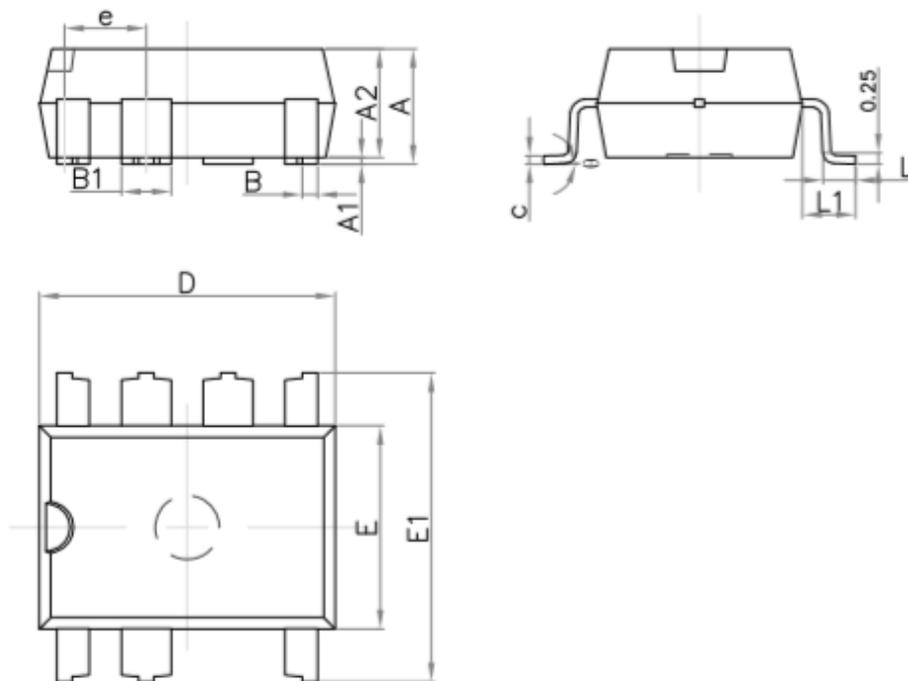
封装外形尺寸SOP7



备注：

1. 此制图可以不经通知进行调整；
2. 器件本体尺寸不含模具飞边。

封装外形尺寸SMP7



尺寸 符号	最小 (mm)	最大 (mm)	尺寸 符号	最小 (mm)	最大 (mm)
A	3.424	3.776	E	6.250	6.450
A1	0.100	0.300	E1	9.450	9.850
A2	3.324	3.476	e	0.540BSC	
B	0.440	0.520	L	0.920	1.120
B1	1.484	1.564	L1	0.065REF	
c	0.204	0.304	θ	0°	8°
D	9.100	9.300			

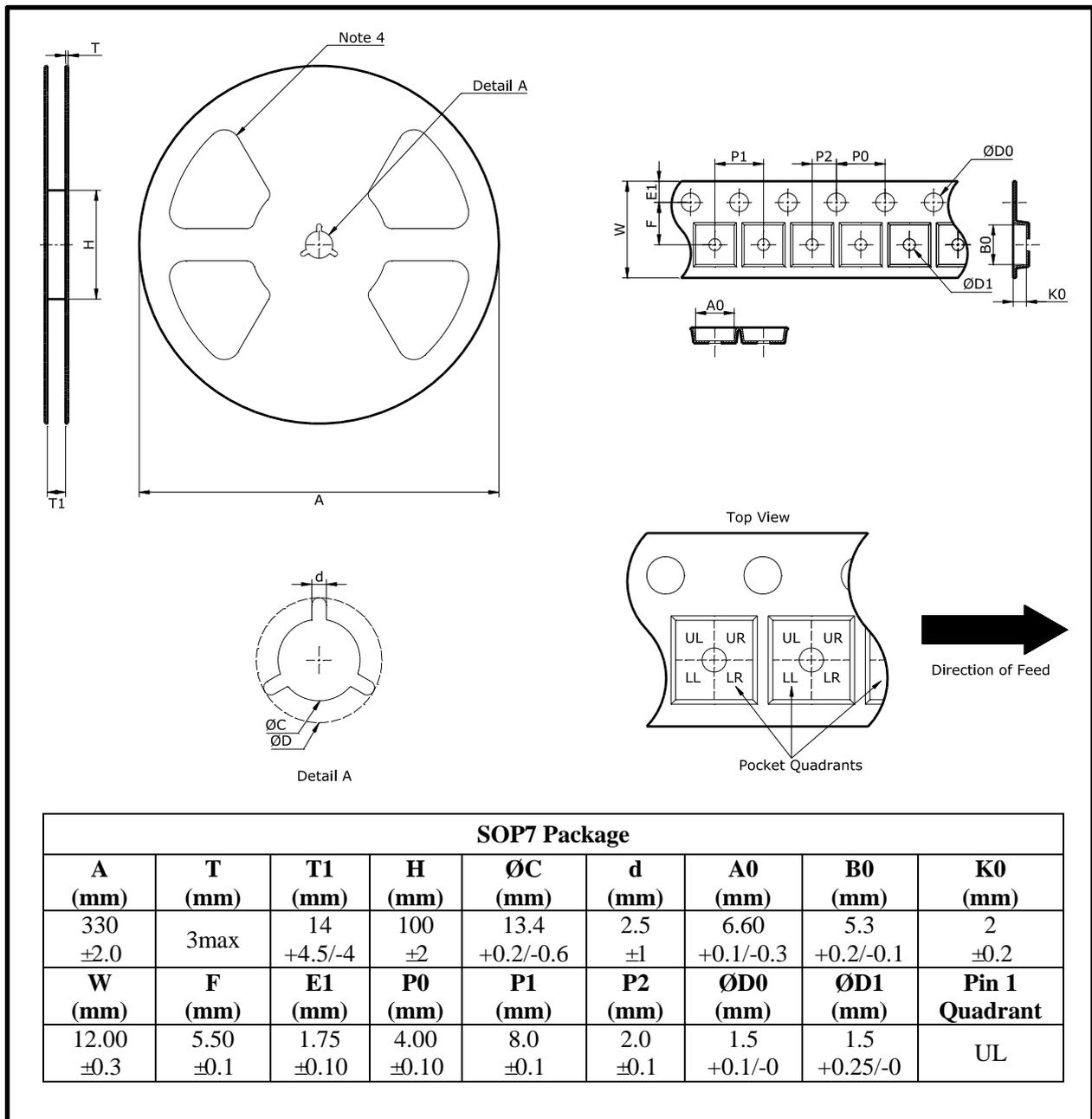
表层丝印	封装
PN PN8778 YWWXXXXX	SMP7

备注: Y: 年份代码; WW: 周代码; XXXXX: 内部代码

备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边。

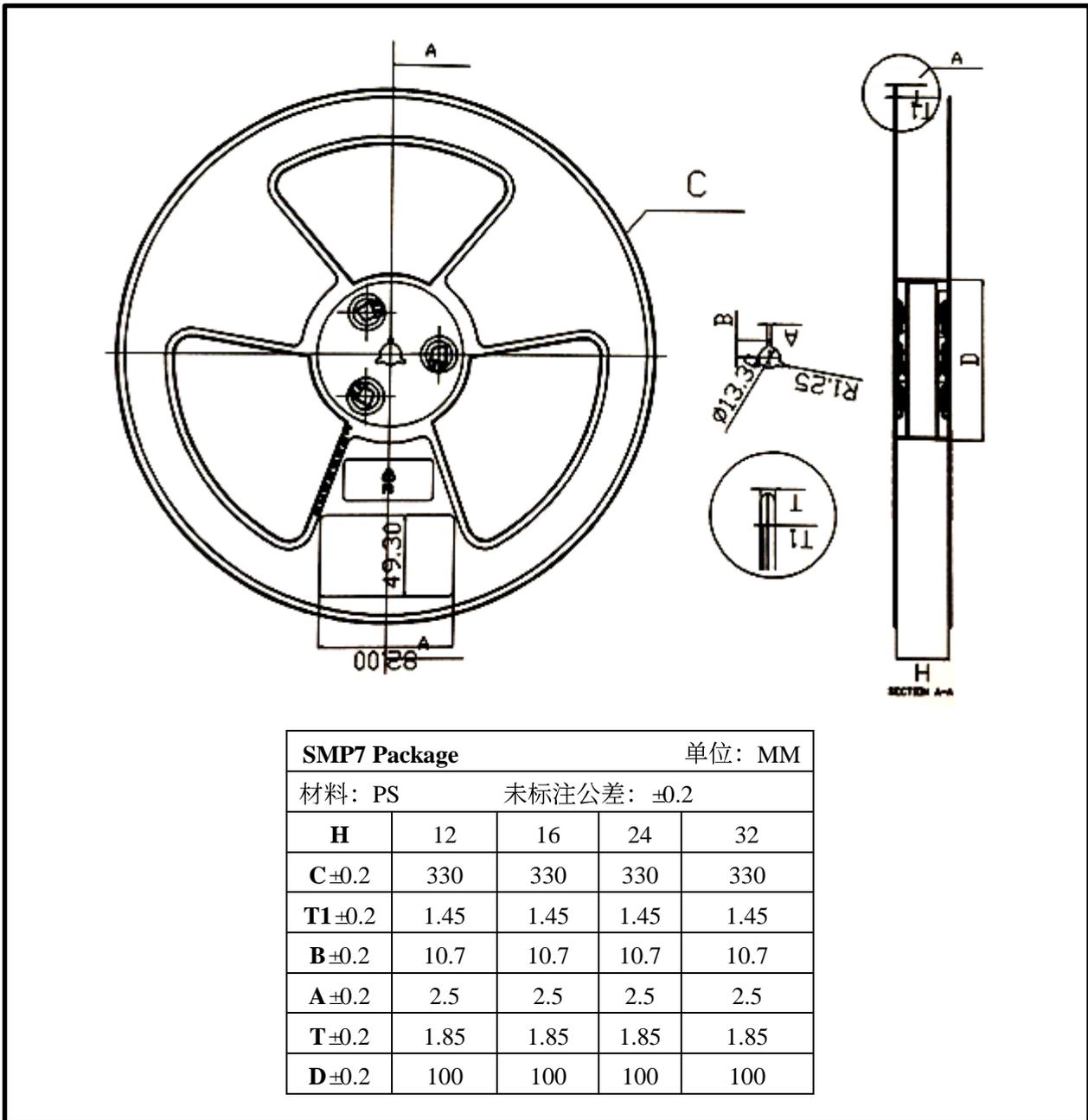
编带和卷轴信息 SOP7



备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 所有尺寸是毫米公制的标称值;
3. 此制图并非按严格比例, 且仅供参考。客户可联系芯朋销售代表获得更多细节;
4. 此处举例仅供参考。

编带和卷轴信息 SMP7



备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 所有尺寸是毫米公制的标称值;
3. 此制图并非按严格比例, 且仅供参考。客户可联系芯朋销售代表获得更多细节;
4. 此处举例仅供参考。

重要声明

无锡芯朋微电子股份有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。无锡芯朋微电子股份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，无锡芯朋微电子股份有限公司没有为用于特定目的的产品提供使用和应用支持的义务。无锡芯朋微电子股份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。