

## 60V/5A 同步降压 DC-DC 转换器

### 概述

ET8650QA 是一款高压高性能同步降压型 DC-DC 转换器，具有宽输入电压 9V 到 60V。ET8650QA 最大支持 5A 功率管电流，峰值效率高达 96%。

ET8650QA 采用固定频率峰值电流控制，内置环路补偿电路，消除了对外部组件的需要。如果过电流状态持续时间超过当前时间，则触发打嗝模式保护。ET8650QA 产品集成短路保护、过流保护和过温保护等多种保护机制。

ET8650QA 采用 QFN-20 封装形式。

### 功能特点

- 9V至60V的输入电压范围
- 最大支持5A功率管电流
- 96%峰值效率
- 500uA工作静态电流
- 60V 20mΩ高侧和低侧MOSFET
- 峰值电流控制模式
- 150kHz固定开关频率
- 内置环路补偿电路
- 占空比高达91%
- FB端0.8V参考电压
- 9uA关断电流
- 内置短路保护功能
- 内置过温保护功能
- 封装形式：

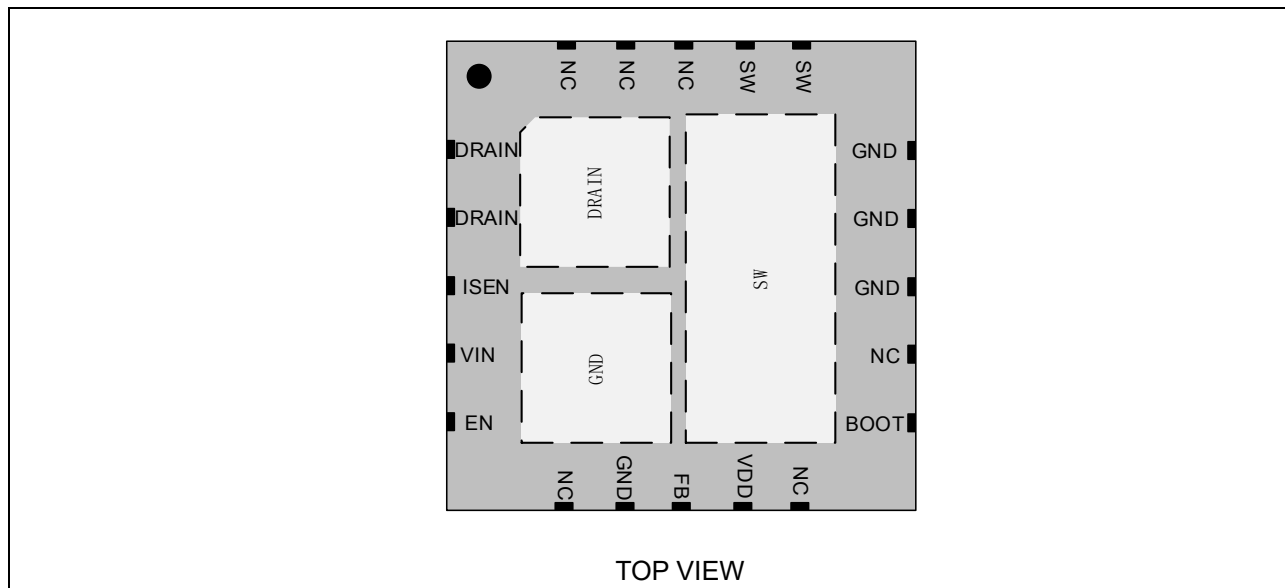
产品名称	封装形式	封装尺寸	卷盘
ET8650QA	QFN20	5.0mm × 5.0mm	4000pcs/reel

### 应用

- 车辆充电器
- 电池充电器
- 电源适配器

# ET8650QA

## 管脚排列图

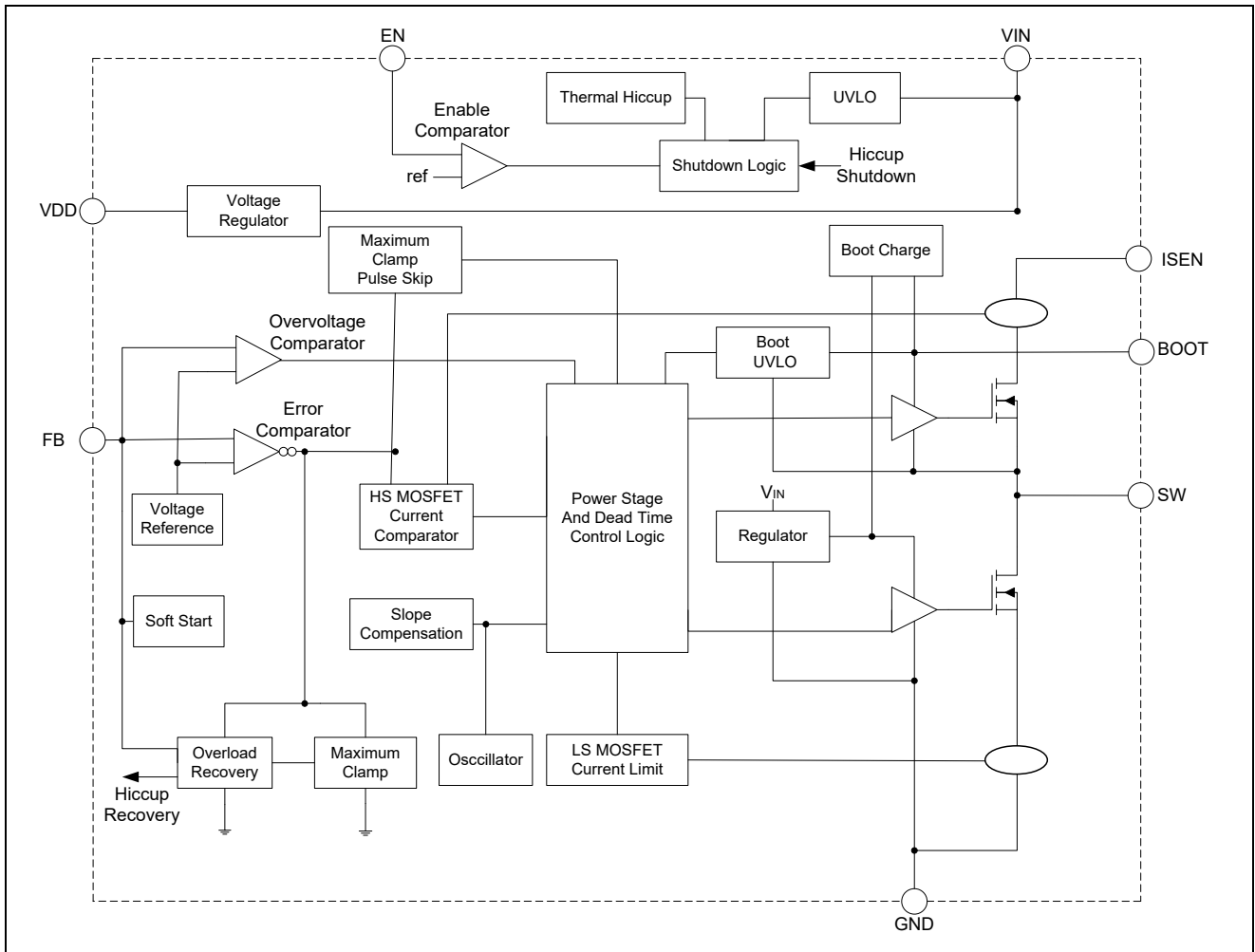


## 管脚说明

管脚编号	管脚名称	功能描述
1,2	DRAIN	内部 NMOS 漏极。该引脚与内部上管 NMOS 的衬底漏极相连接。在该引脚与限流电阻一端相连接。封装芯片引脚相连。
3	ISEN	电流检测引脚。在 ISEN 与 DRAIN 引脚之间使用细线相连接, 并且该引脚与 GND 之间需放置滤波电容, 容值建议采用 1uF。
4	VIN	芯片输入引脚。在 VIN 引脚与 GND 引脚之间, 放置一个输入电解电容器。从 VIN 引脚到输入电解电容器正极板路径需尽可能短。
5	EN	使能脚。将 EN 拉低至指定的阈值以下, 以关闭 ET8650QA。将 EN 拉高至指定的阈值以上, 以启动 ET8650QA。EN 引脚不能悬空。
7,13,14,15	GND	芯片地。GND 引脚旁放置一个输出贴片电容可有效减轻 PCB 板布局对 GND 引脚的干扰。其中 13,14,15 封装芯片引脚相连。
8	FB	输出电压反馈引脚。外接两个电阻分别连接芯片输出与 GND, 用来设置输出电压。FB 反馈引脚参考值电压为 0.8V。
9	VDD	内部供电引脚。
11	BOOT	自举引脚, 接自举电容。将一个 0.1uF 的电容器从自举引脚连接到 SW 引脚。当芯片电压较低时, 自举电容器被充电。
16,17	SW	震荡引脚, 接电感。SW 是高位开关的输出。该引脚需要连接一个低正向压降肖特基连接到地。肖特基放置在附近, 可减少开关峰值电压。
6,10,12,18,19,20	NC	空脚。

# ET8650QA

## 功能框图



## 极限参数

符号	参数	最小值	最大值	单位
$V_{EN}, V_{IN}, V_{ISEN}, V_{SW}$	$V_{EN}, V_{IN}, V_{ISEN}, V_{SW}$ to GND 电压范围	-0.3	70	V
$V_{FB}, V_{DD}$	$V_{FB}, V_{DD}$ to GND 电压范围	-0.3	7	V
$V_{BOOT}$	BOOT to GND 电压范围	-0.3	70	V
	BOOT to SW 电压范围	-0.3	5.5	V
$T_{STG}$	存储温度	-55	150	°C
$V_{ESD}$	HBM 模式	-2	2	KV

**Note:** 超出绝对最大额定值的应力可能会对设备造成永久性损坏。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

# ET8650QA

## 电参数

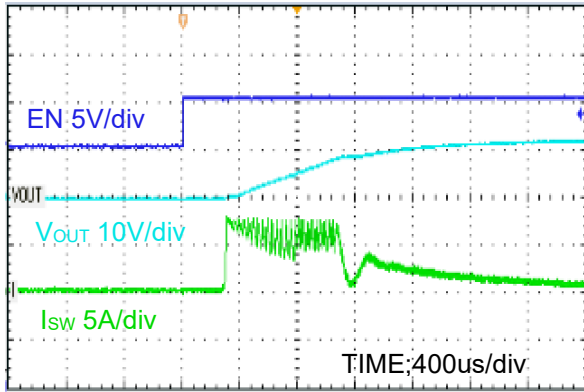
(除特殊说明外, 以下参数均在  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{IN}=48\text{V}$ ,  $V_{OUT}=5\text{V}$  条件下测试)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压						
$V_{IN}$	输入电压		9	-	60	V
$V_{IN\_UVLO}$	输入开启电压阈值	$V_{IN}$ 上升		8		V
$V_{UVLO(HYS)}$	输入开启电压迟滞			0.3		V
$I_{SHUT}$	待机电流	$EN=0\text{V}$ ,空载		9		$\mu\text{A}$
$I_Q$	静态电流			500		$\mu\text{A}$
使能引脚						
$V_{EN}$	EN 阈值电压 (上升)		-	2.2	-	V
$V_{EN\_UVLO}$	EN 迟滞电压		-	0.2	-	V
$V_{EN\_MAX}$	EN 引脚电压		60	-	-	V
FB 参考电压						
$V_{FB}$	FB 参考电压		-	0.8	-	V
$V_{FB (short)}$	FB 短路电压阈值		-	0.1	-	V
$V_{FB2}$	FB 短路电压迟滞		-	0.12	-	V
开关频率						
F	开关频率	$I_{OUT}=500\text{mA}$	-	150	-	kHz
$D_{MAX}$	最大占空比	$V_{IN}=12\text{V}$	-	91	-	%
VDD 电压						
VDD	VDD 电压		-	5.4	-	V
峰值电流门限电压						
$V_{SEN}$	Cycle-By-Cycle Sense Voltage		-	125	-	mV
过温保护						
$T_{SD}$	过温保护阈值		-	130	-	$^{\circ}\text{C}$
$T_{SH}$	过温保护迟滞		-	20	-	$^{\circ}\text{C}$

# ET8650QA

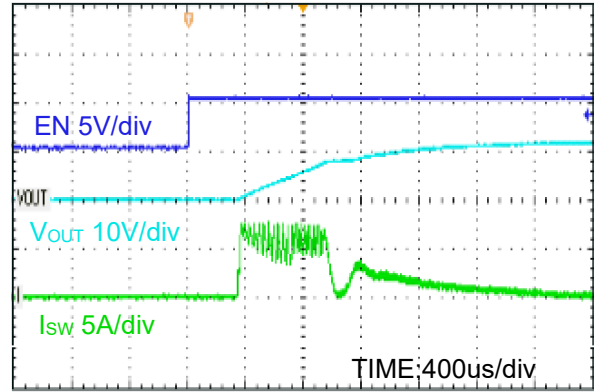
## 典型特征

(在  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{IN}=48\text{V}$ ,  $V_{OUT}=12\text{V}$ , 除非另有说明)



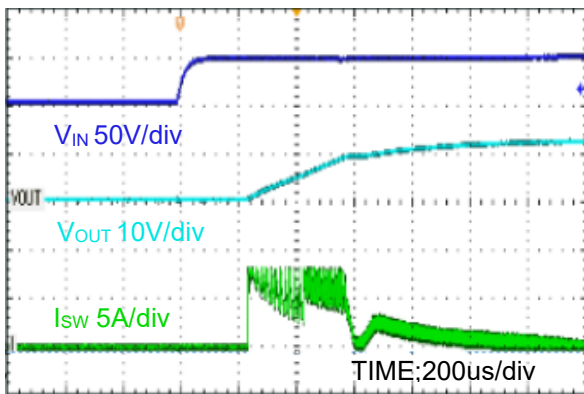
$V_{IN}=48\text{V}$   $EN=5\text{V}$   $I_{OUT}=1\text{A}$

图1 EN 启动



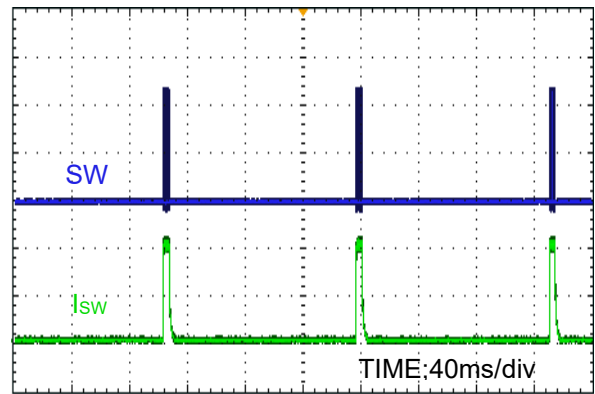
$V_{IN}=48\text{V}$   $EN=5\text{V}$   $I_{OUT}=0\text{A}$

图2 EN 启动



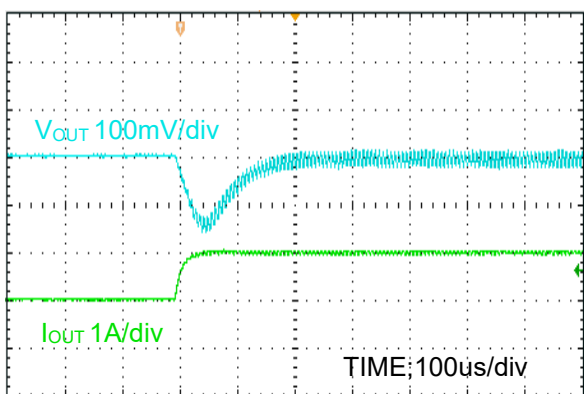
$V_{IN}=48\text{V}$   $I_{OUT}=0\text{A}$

图3 空载启动



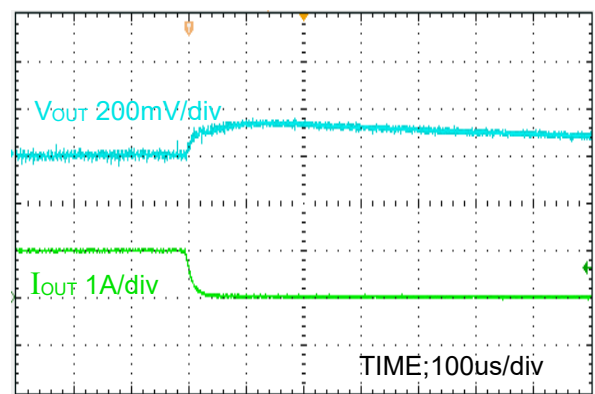
$V_{IN}=48\text{V}$

图4 短路



$I_{OUT}=10\text{mA}\sim 1\text{A}$   $V_{IN}=48\text{V}$

图5 负载跳变

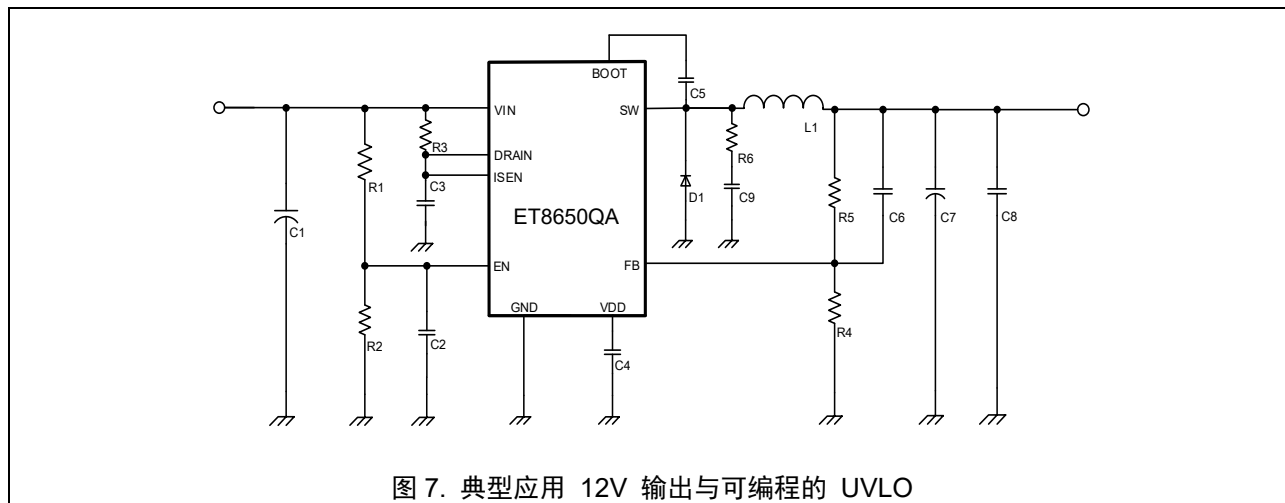


$I_{OUT}=1\text{A}\sim 10\text{mA}$   $V_{IN}=48\text{V}$

图6 负载跳变

# ET8650QA

## 典型应用电路图



位号	参数	描述	型号	品牌
U1		QFN-20	ET8650QA	ETEK
C1	47uF	Capacitor,47uF,100V,20%,插件	ERS1KM470F12OT	AISHI
C2	10uF	Capacitor,10uF,10V,20%,0603	CL10A106MP8NNNC	SAMSUNG
C3	1uF	Capacitor,1uF,100V,10%,0805	CGA0805X7R105K101MT	HRE
C5	0.1uF	Capacitor,0.1uF,50V,10%,0603	CL10B104KB8NNNC	SAMSUNG
C9	470pF	Capacitor,470pF,100V,10%,0805	FCC0805B471K101DT	FOJAN
C7	470uF	Capacitor,470uF,25V,20%,插件	ERS1EM471F16OT	AISHI
C4	1uF	Capacitor,1uF,10V,10%,0805	CGA0805X7R105K100MT	HRE
C8	10uF	Capacitor,10uF,25V,10%,0805	CL21A106KAYNNNE	SAMSUNG
C6	100pF	Capacitor,100pF,50V,10%,0603	CC0603KRX7R9BB101	YAGEO
R1	100K	Resistor,100K,1%,0603	RC0603FR-07100KL	YAGEO
R2	10K	Resistor,10K,1%,0603	RT0603BRD0710KL	YAGEO
R3	R025	Resistor,R025,5%,1206合金电阻	LRAN12CJTR025	NCT
R5	43K	Resistor,43K,1%,0603	RC0603FR-0743KL	YAGEO
R4	3K	Resistor,3K,1%,0603	RC0603FR-073KL	YAGEO
R6	10R	Resistor,10R,5%,1206	RC1206JR-7W10RL	YAGEO
D1	3A	Diode,3A,100V	SS310FL	GOODWORK
L1	68uH	Inductance,68uH,5A	MWSA1206S-680MT	SUNLORD

设计参数	示例值
输入电压	48V
输出电压	12V
最大输出电流	3A
启动输入电压 (VIN 上升)	24V
停止输入电压 (VIN 下降)	22V

# ET8650QA

典型应用电路图 2

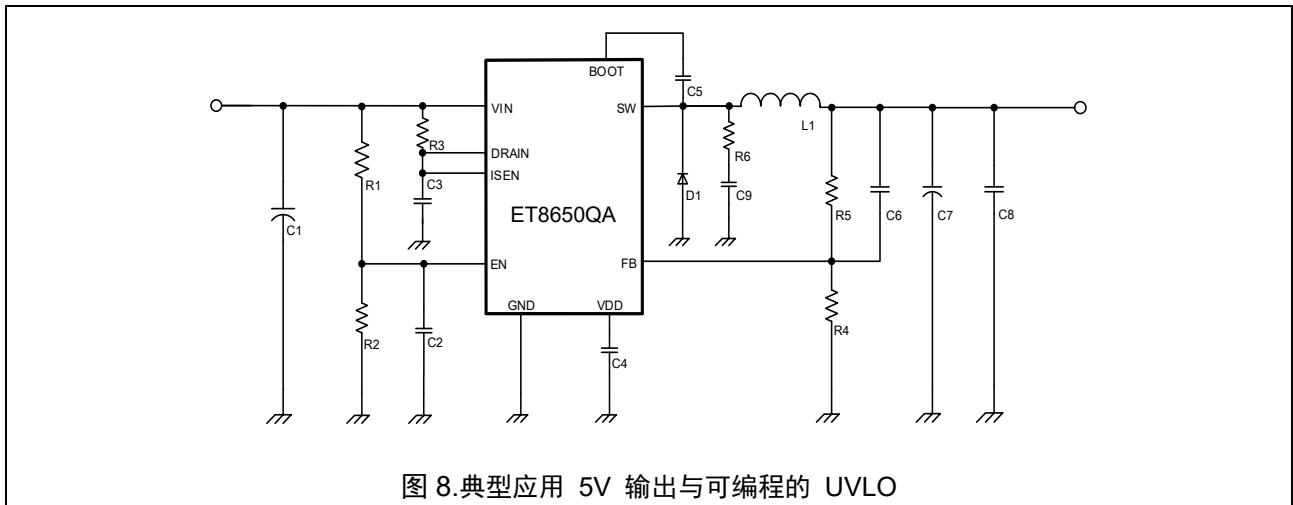


图 8.典型应用 5V 输出与可编程的 UVLO

位号	参数	描述	型号	品牌
U1		QFN-20	ET8650QA	ETEK
C1	47uF	Capacitor,47uF,100V,20%,插件	ERS1KM470F12OT	AISHI
C2	10uF	Capacitor,10uF,10V,20%,0603	CL10A106MP8NNNC	SAMSUNG
C3	1uF	Capacitor,1uF,100V,10%,0805	CGA0805X7R105K101MT	HRE
C5	0.1uF	Capacitor,0.1uF,50V,10%,0603	CL10B104KB8NNNC	SAMSUNG
C9	470pF	Capacitor,470pF,100V,10%,0805	FCC0805B471K101DT	FOJAN
C7	470uF	Capacitor,470uF,25V,20%,插件	ERS1EM471F16OT	AISHI
C4	1uF	Capacitor,1uF,10V,10%,0805	CGA0805X7R105K100MT	HRE
C8	10uF	Capacitor,10uF,25V,10%,0805	CL21A106KAYNNNE	SAMSUNG
C6	100pF	Capacitor,100pF,50V,10%,0603	CC0603KRX7R9BB101	YAGEO
R1	100K	Resistor,100K,1%,0603	RC0603FR-07100KL	YAGEO
R2	10K	Resistor,10K,1%,0603	RT0603BRD0710KL	YAGEO
R3	R025	Resistor,R025,5%,1206合金电阻	LRAN12CJTR025	NCT
R5	16K	Resistor,16K,1%,0603	RC0603FR-0716KL	YAGEO
R4	3K	Resistor,3K,1%,0603	RC0603FR-073KL	YAGEO
R6	10R	Resistor,10R,5%,1206	RC1206JR-7W10RL	YAGEO
D1	3A	Diode,3A,100V	SS310FL	GOODWORK
L1	68uH	Inductance,68uH,5A	MWSA1206S-680MT	SUNLORD

设计参数	示例值
输入电压	48V
输出电压	5V
最大输出电流	3A
启动输入电压 (VIN 上升)	24V
停止输入电压 (VIN 下降)	22V

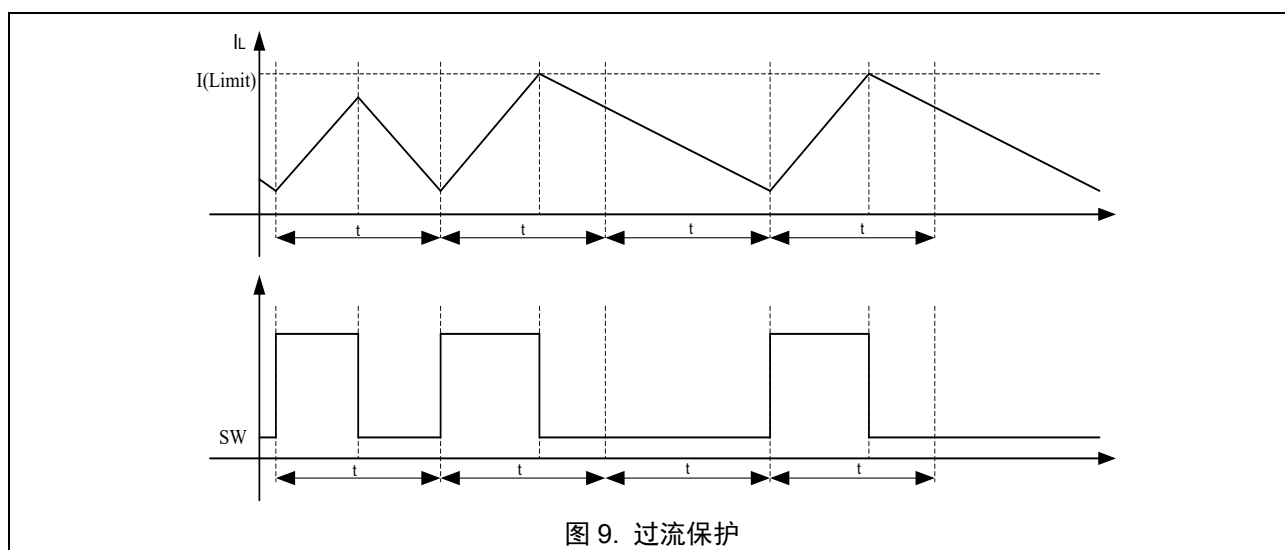
# ET8650QA

## 功能描述

ET8650QA 是一种高压、同步降压控制器，具有宽输入电压 9V 到 60V。它最大支持 5A 功率管电流，峰值效率高达 96%。ET8650QA 采用固定频率峰值电流控制，内置环路补偿电路，消除了对外部组件的需要。如果过电流状态持续时间超过当前时间，则触发打嗝模式保护。

## 过流保护

ET8650QA 实现了电流模式控制，利用内部补偿电压逐周期控制 SW 的开启和关闭。在每个周期中，比较开关电流和由内部补偿电压产生的参考电流。当峰值开关电流与电流基准相交时，SW 开关关闭。



## 输出电压

输出电压由外部电阻分压器设置典型应用原理图中的 R4 和 R5。推荐的 R4 电阻为 3KΩ。使用下列公式 1 计算 R3，V<sub>REF</sub> 取 0.8V。

$$R5 = \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) \times R4 \quad (1)$$

## 处于电压锁定状态

从输入到 EN 引脚和从 EN 引脚到地的 R2 的外部分压器网络可以设置输入电压为低电压锁定（UVLO）阈值，V<sub>EN</sub> 取 2.2V。使用下列公式 2 计算。

$$R1 = \left( \frac{V_{UVLO}}{V_{EN}} - 1 \right) \times R2 \quad (2)$$

## 电感器选择

在选择电感时应考虑几个因素，如电感值、饱和电流、均方根电流和直流电阻（DCR）。电感越大，电感电流纹波就越小，可以有效的降低输出电压纹波。然而，较大电感值的电感器总是对应于较大的物理尺寸，串联电阻越高，饱和电流越低。确定电感的一个好的规则是允许电感的峰值电流约为最大输出电流的 20%~40%。电感 I<sub>LPP</sub> 的纹波电流计算如公式 3 所示。

$$I_{LPP} = \frac{V_{OUT} - (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times L \times F_{SW}} \quad (3)$$

# ET8650QA

- $I_{LPP}$  是电感峰值电流
- $L$  是电感器的感值
- $F_{SW}$  是开关频率
- $V_{OUT}$  是输出电压
- $V_{IN}$  是输入电压

由于电感电流纹波随输入电压的增加而增加，因此在应用中的最大输入电压为通常用于计算所需的最小电感。使用公式 4 来计算电感值。

$$L_{MIN} = \frac{V_{OUT}}{F_{SW} \times LIR \times I_{OUT(MAX)}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}}\right) \quad (4)$$

- $L_{MIN}$  是最小电感
- $F_{SW}$  是开关频率
- $V_{OUT}$  是输出电压
- $V_{IN(max)}$  是最大输入电压
- $I_{OUT(max)}$  是最大直流负载电流
- $LIR$  一般取值为 0.2~0.4

流过电感的总电流是电感纹波电流加上输出电流。当选择一个电感器时，选择其额定电流，特别是大于其峰值工作电流的饱和电流也不可超过 RMS 电流。因此，电感器  $I_{LPEAK}$  和  $I_{LRMS}$  的峰值开关电流使用下列公式 5 和公式 6 来计算。

$$I_{LPEAK} = I_{OUT} + \frac{I_{LPP}}{2} \quad (5)$$

$$I_{LRMS} = \sqrt{(I_{OUT})^2 + \frac{1}{12} \times (I_{LPP})^2} \quad (6)$$

- $I_{LPEAK}$  是电感器的峰峰值电流
- $I_{OUT}$  是直流负载电流
- $I_{LPP}$  是电感的峰峰电流
- $I_{LRMS}$  是电感器的均方根电流

在过载或负载瞬态条件下，电感器峰值电流可增加至开关电流的极限值是 4A。最保守的方法是选择一个饱和电流大于 4A 的电感器。由于最大  $I_{LPEAK}$  受器件的限制，可以提供的最大输出电流也取决于电感器电流的纹波。电感器越小，电感器电流纹波越大。

## 二极管选择

使用该系统需要在 SW 和 GND 之间的外部添加续流二极管。所选二极管的反向电压必须等于或大于  $V_{IN}$ （最大值）。二极管的  $V_F$  越低，系统就越可靠，建议采用 SS310FL（670mV@3A）此类低  $V_F$  肖特基二极管作为续流二极管使用。

## 输入电容器选择

降压 DC-DC 转换器的输入电流是不连续的，因此它需要一个电容器来供应交流电流到降压 DC-DC 转换器，同时保持直流输入电压。使用具有低 ESR 的电容器为了获得更好的性能。通常建议使用高频低阻电容器。输入电

# ET8650QA

容器的额定电压必须大于最大输入电压。电容器纹波电流额定值需要大于最大输入电流纹波。使用公式 7、8、9 来计算。

$$I_{CINRMS} = I_{OUT} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)} \quad (7)$$

最坏的情况发生在  $V_{IN}=2 \times V_{OUT}$ ，其中：

$$I_{CINRMS} = 0.5 \times I_{OUT} \quad (8)$$

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{OUT}}{F_{SW} \times C_{IN}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad (9)$$

- $F_{SW}$  是开关频率
- $C_{IN}$  是输入电容

## 自举电容器选择

在 BOOT 引脚和 SW 引脚之间必须连接一个 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器才能正常工作。建议使用 X5R 或更高等级的电容器。该电容器应具有 10V 或更高的电压等级。

## 输出电容器选择

输出电容器的选择会影响稳态下的输出电压纹波和负载瞬态性能。为了实现较小的输出电压纹波，需要选择一个高频低阻低 ESR 输出电容器。对于此类电容器，电容主导输出纹波。为了简化，输出电压纹波可以用公式 10 来计算。

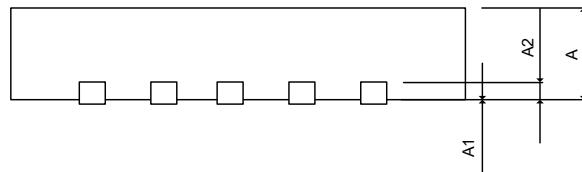
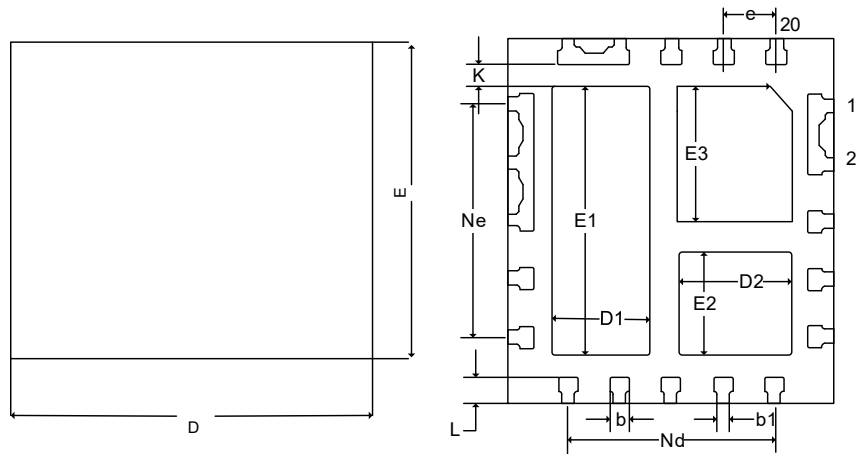
$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{8 \times F_{SW}^2 \times L \times C_{OUT} \times V_{IN}} \quad (10)$$

- $\Delta V_{OUT}$  是输出迪电压纹波
- $F_{SW}$  是开关频率
- $L$  是电感器的电感电导率
- $C_{OUT}$  是输出电容
- $V_{OUT}$  是输出电压
- $V_{IN}$  是输入电压

# ET8650QA

## 封装尺寸图

QFN20

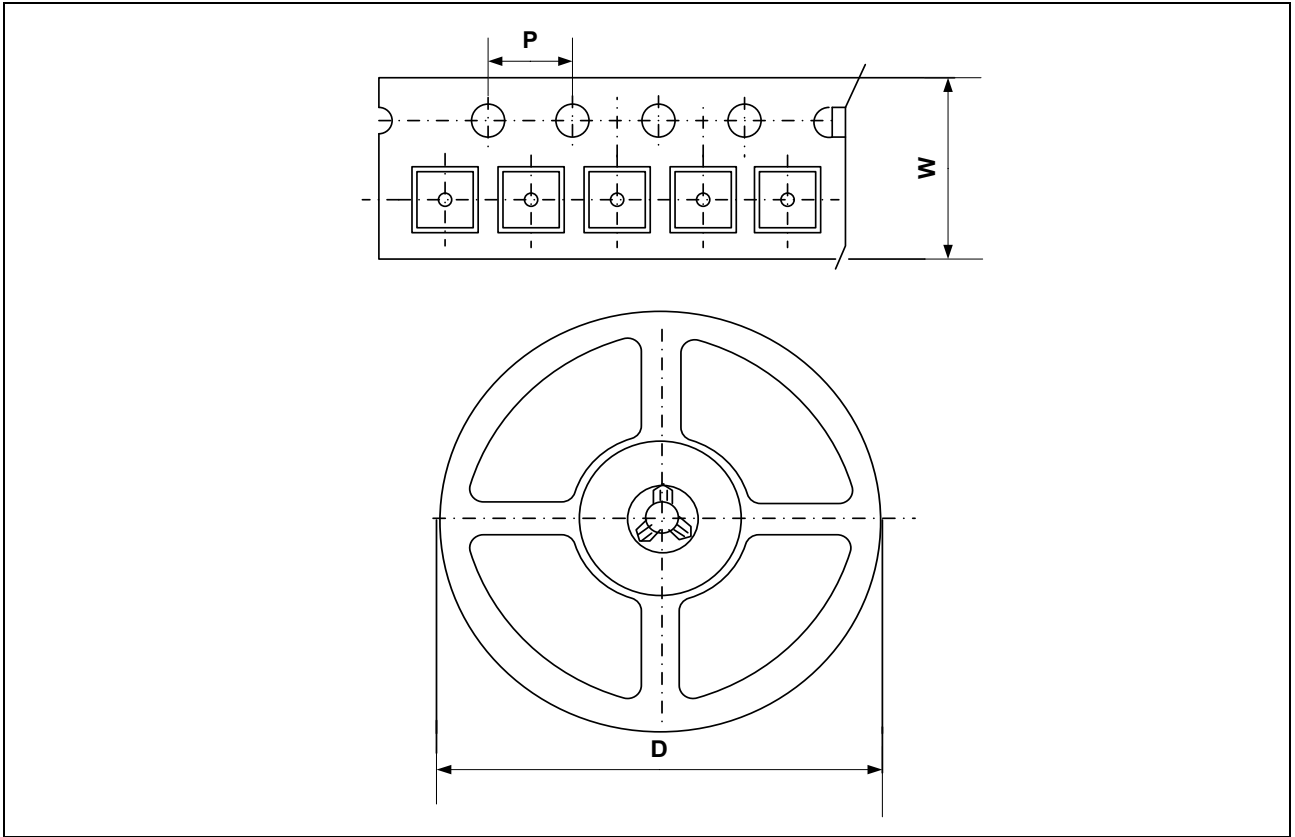


COMMON DIMENSIONS  
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	-	0.05
A2	0.19	0.20	0.21
b	0.25	0.30	0.35
D	4.95	5.00	5.05
D1	1.40	1.50	1.60
D2	1.65	1.75	1.85
E	4.95	5.00	5.05
E1	3.60	3.70	3.80
E2	1.30	1.40	1.50
E3	1.75	1.85	1.95
e	-	0.8	-
L	0.25	0.35	0.45
K	0.25	0.30	0.35
Nd	-	3.20	-
Ne	-	3.20	-

# ET8650QA

## 包装信息



封装规格	宽(mm)	中心距(mm)	圆盘直径(mm)	最小包装 (pcs)
QFN20	16.0 mm	4.0 mm	330±1 mm	4000pcs

## 修订历史和检查表

Version	Date	Revision Item	Modifier	Function & Spec Checking	Package & Tape Checking
1.0	2025-09-04	Initial Version	Caojiachen	Wuhesong	Liujiaying