HV9150

高压输出滞后模式升压直流/直流控制器

特性

- 6V至500V宽输出电压范围
- 2.7V低输入电压
- 为外部MOSFET驱动器提供最大5W输出功率
- 用于栅极驱动器的内置电荷泵转换器
- 40 kHz至400 kHz的可编程开关频率
- 四个可编程占空比（50%至87.5%）
- 用于节能应用的FB回路接地开关
- 用于内部保护的内置延时定时器
- 非隔离直流/直流转换器

应用

- 便携式电子设备
- MEMS
- 打印机

概述

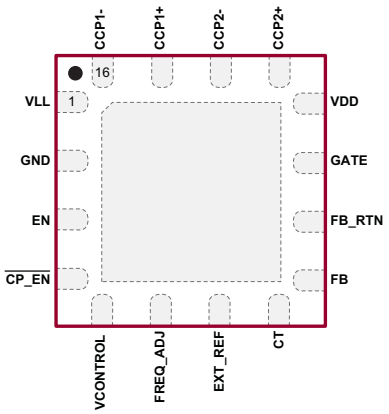
HV9150是一款高输出电压滞后模式升压直流/直流控制器，内置电荷泵转换器和线性稳压器，适用于各种输入电压。电荷泵转换器模式非常适合电池供电的应用。内部转换器可以为外部N沟道MOSFET提供最小5V的栅极驱动器输出电压（V_{IN} = 2.7V时）。2.7V至4.5V的输入电源电压范围非常适合电池供电的应用，如便携式电子设备。当系统中存在更高的电源电压轨时，将选择内部线性稳压器。

器件中还集成了反馈回路接地路径开关，旨在最大限度地减少控制器关断期间的静态电流。此功能可帮助能源关键型应用实现节能效果。

此外，内置定时器可用于保护内部电路，并有助于耗散外部高压存储电容中的能量。该器件专为需要高压和低电流应用的系统（如MEMS器件）而设计。

封装类型

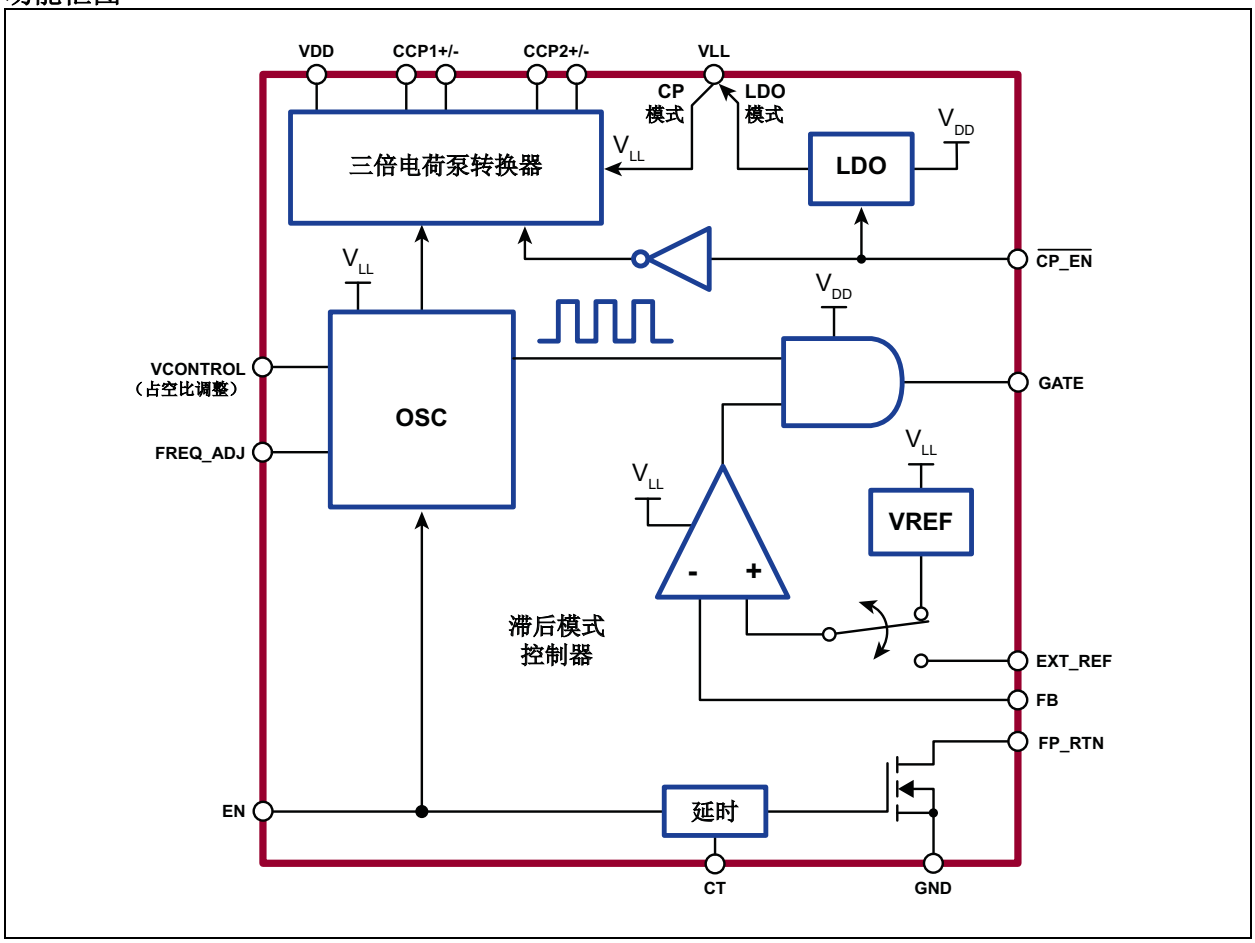
16引脚QFN
（俯视图）



焊盘位于封装的底部。中心散热块处于地电位。有关引脚信息，请参见表3-1。

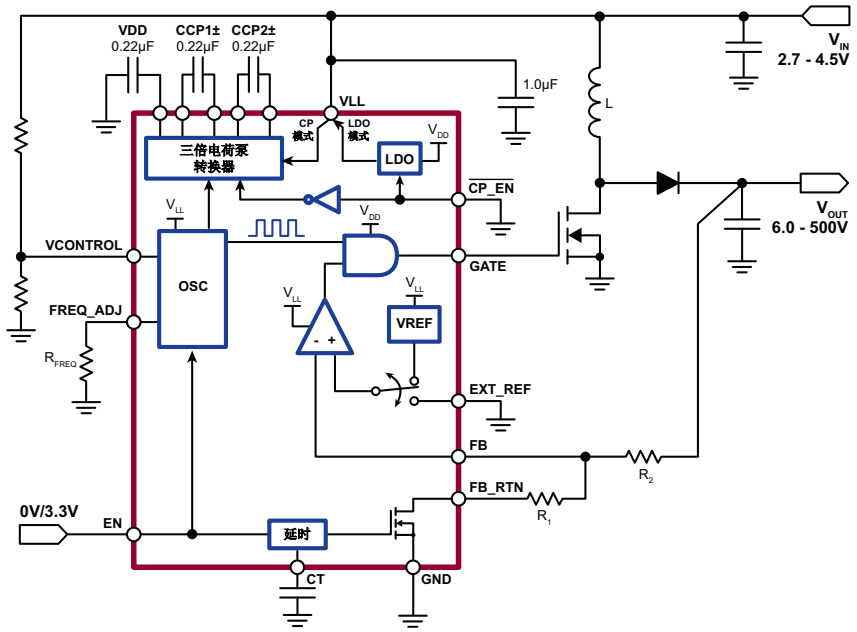
© 2019 Microchip Technology Inc.

功能框图

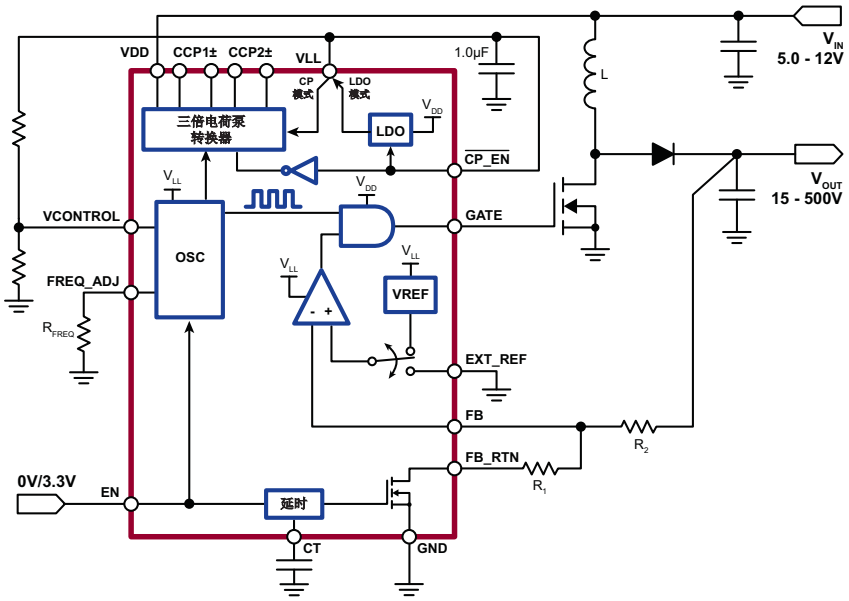


© 2019 Microchip Technology Inc.

典型应用电路



电荷泵（CP）模式



线性稳压器（LDO）模式

1.0 电气特性

绝对最大值†

输入电源电压，V_{LL} ..... -0.5V 到 +5V
电荷泵输出电压，V_{DD} ..... -0.5V 至 +13.6V
逻辑输入电压 ..... -0.5V 至 V_{LL} +0.5V
工作环境温度，T_A ..... -25°C 至 +125°C
储存温度，T_S ..... -65°C 至 +150°C
连续功耗（T_A= 25°C 时，在 3 x 4 英寸 FR4 PCB 上测得）：
16 引脚 QFN ..... 3000 mW

† 注意：如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能对器件造成永久性损坏。上述值仅代表本规范规定的极限工作条件，不代表器件在上述极限值或超出极限值的情况下仍可正常工作。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

建议的工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入电压（CP 模式）	V_{LL}	2.7	—	4.5	V	
高电平输入电压	V_{IH}	0.8 V_{LL}	—	V_{LL}	V	
低电平输入电压	V_{IL}	0	—	0.2 V_{LL}	V	

直流电气特性

电气规范：采用推荐的工作电源电压和温度；除非另外说明，否则 T_J = 25°C。

参数		符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
电源							
静态 V_{LL} 电源电流 （EN = 0）		$I_{LLQ(off)}$	—	—	2	µA	
VLL 电源电流（EN = 1）	GATE = NC	$I_{LL(on)}$	—	—	1.5	mA	f_{OSC} = 100 kHz，V_{LL} = 4.5V
	GATE = 300 pF		—	—	4		
VDD 电源电流（EN = 1）	GATE = NC	$I_{DD(on)}$	—	—	1	mA	f_{OSC} = 100 kHz，V_{DD} = 12.6V
	GATE = 300 pF		—	—	2.5		
静态 VDD 电源电流（EN = 0）		$I_{DDQ(off)}$	—	—	2	µA	
高电平逻辑输入电流		I_{IH}	—	—	1	µA	V_{IH} = V_{LL}
低电平逻辑输入电流		I_{IL}	—	—	–1	µA	V_{IL} = 0V
栅极驱动器输出电压	V_{LL} = 4.5V GATE = NC	GATE	10.2	—	12.3	V	
	V_{LL} = 2.7V GATE = NC		5	—	6.9		
线性稳压器输出电压		$V_{LL(LDO)}$	3	—	3.6	V	

© 2019 Microchip Technology Inc.

交流电气特性

电气规范：采用推荐的工作电源电压和温度；除非另外说明，否则T_J = 25°C。							
参数		符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
反馈（FB）							
内部反馈参考电压	精度	V_{REF}	1.22	1.25	1.28	V	
	范围		1.2	1.25	1.3		T_A = –25至85°C
输入偏置电流		I_{BIAS}	—	—	1	μA	已选择EXT_REF。
外部参考电压	范围	EXT_REF	0	—	V_{LL}–1.4	V	
	触发INT参考		0	—	0.12	V	在EN正触发期间
	触发EXT参考		0.5	—	V_{LL}–1.4	V	
导通电阻，R_{DS}		FB_RTN	—	—	500	Ω	I_O= 2 mA
击穿电压，BV			—	—	13.5	V	
栅极驱动器输出（栅极）							
上升时间		t_r	—	—	36	ns	C_L = 300 pF，V_{DD} = 12V
下降时间		t_f	—	—	12	ns	
上拉电阻	V_{DD} = 5V	R_{UP}	—	—	45	Ω	I_O = 20 mA
	V_{DD} = 12V		—	—	30		I_O = 50 mA
下拉电阻	V_{DD} = 5V	R_{DOWN}	—	—	15	Ω	I_O = 20 mA
	V_{DD} = 12V		—	—	12		I_O = 50 mA
振荡器频率		f_{GATE}	—	½ f_{OSC}	—	kHz	
电荷泵转换器							
电荷泵输出电压		V_{DD}	5	3 V_{LL}–1.8	12.6	V	2.7V ≤ V_{LL} ≤ 4.5V C_{CP1} = 220 nF C_{CP2} = 220 nF C_{CP3} = 220 nF
振荡器频率	精度	f_{OSC}	170	195	220	kHz	R_{FREQ} = 270 kΩ，V_{LL}= 3.3V
	范围		40	—	400		整个R_{FREQ}范围
振荡器频率容差		Δf	—	15	—	%	50 kHz ≤ f_{OSC} ≤ 250 kHz
占空比	精度	DC	86	87.5	90	%	R_{FREQ} = 270 kΩ
	范围		—	0	—	%	0 < V_{CNTL} ≤ 0.18 V_{LL}
			—	50	—	%	0.22 V_{LL} < V_{CNTL} ≤ 0.38 V_{LL}
			—	62.5	—	%	0.42 V_{LL} < V_{CNTL} ≤ 0.58 V_{LL}
			—	75	—	%	0.62 V_{LL} < V_{CNTL} ≤ 0.78 V_{LL}
			—	87.5	—	%	0.82 V_{LL} < V_{CNTL} ≤ V_{LL}
占空比调整		$V_{CONTROL}$	0	—	V_{LL}	V	请参见表4-2。
频率调节电阻		R_{FREQ}	120k	—	1.2M	Ω	
最大电荷泵输出电阻	上拉	R_{CP}	—	—	20	Ω	V_{LL} = 2.7V，I_O = 10 mA
	下拉		—	—	20		

交流电气特性（续）

电气规范：采用推荐的工作电源电压和温度；除非另外说明，否则T_J = 25°C。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
V_{DD}的输出纹波	V_{RIPPLE}	—	—	100	mV	2.7V ≤ V_{LL} ≤ 4.5V f_{OSC} = 200 kHz C_{CP1} = 220 nF C_{CP2} = 220 nF C_{CP3} = 220 nF C_{GATE} = 300 pF BW = 20 MHz
延时定时器						
关断延时定时器	t_{DELAY}	—	240	—	ms	C_T = 1 µF

温度规范

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
工作环境温度	T_A	–25	—	+125	°C	
储存温度	T_S	–65	—	+150	°C	
封装热阻						
16引脚QFN	θ_{JA}	—	33	—	°C/W	

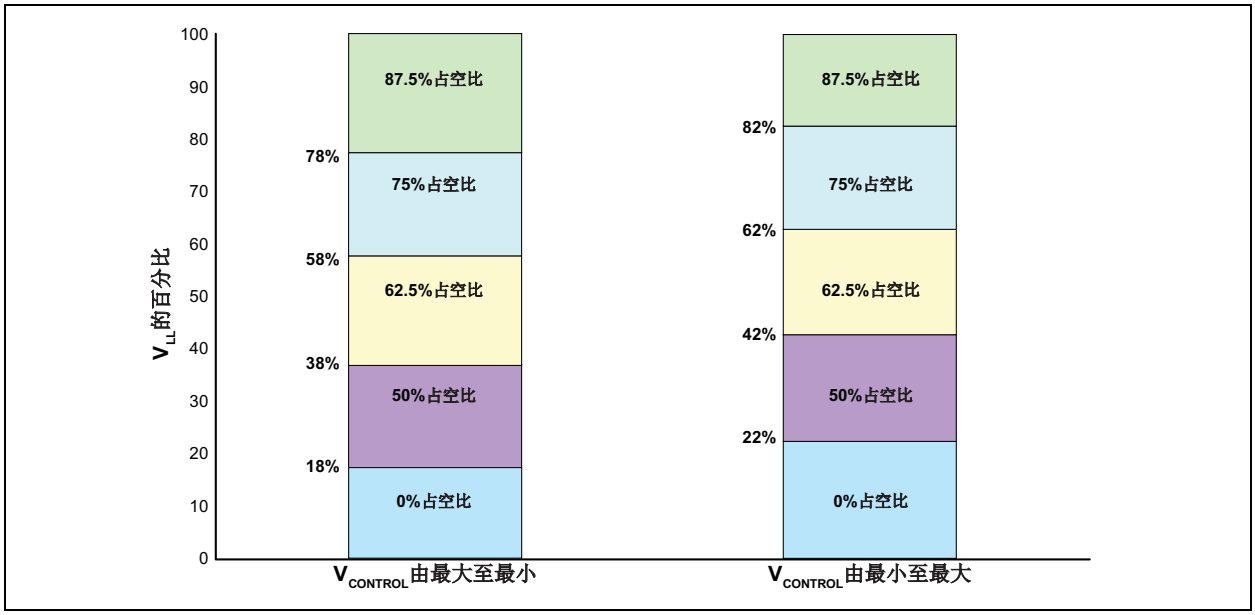


图1-1： *25°C时$V_{CONTROL}$引脚的占空比选择滞后*

© 2019 Microchip Technology Inc.

时序波形

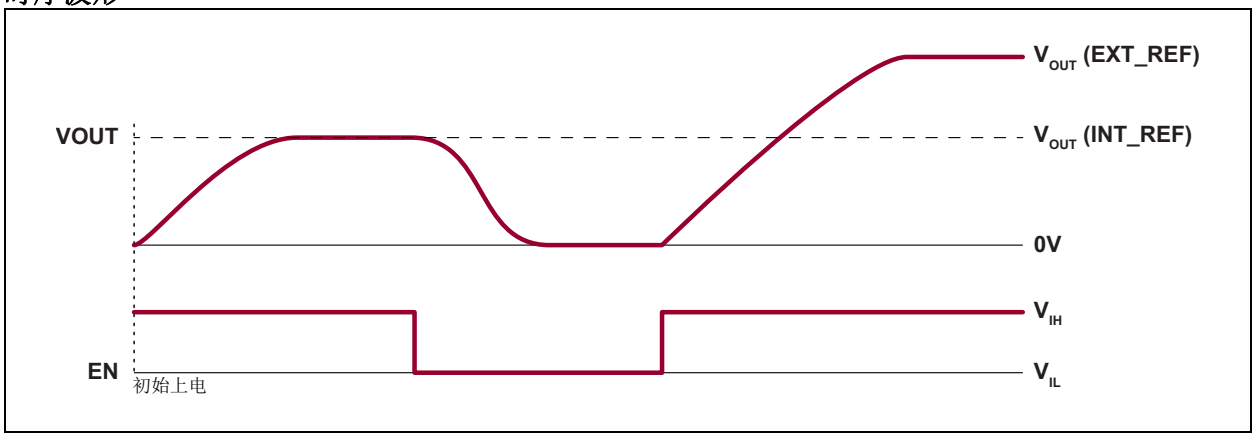


图1-2：　允许使用外部参考电压

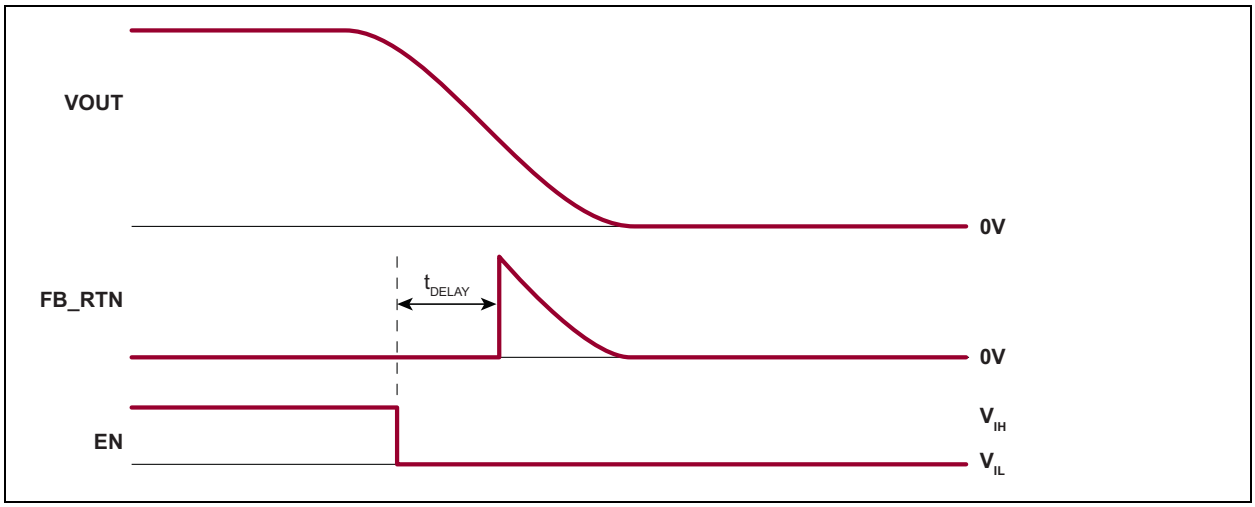


图1-3：　FB_RTN 的延时

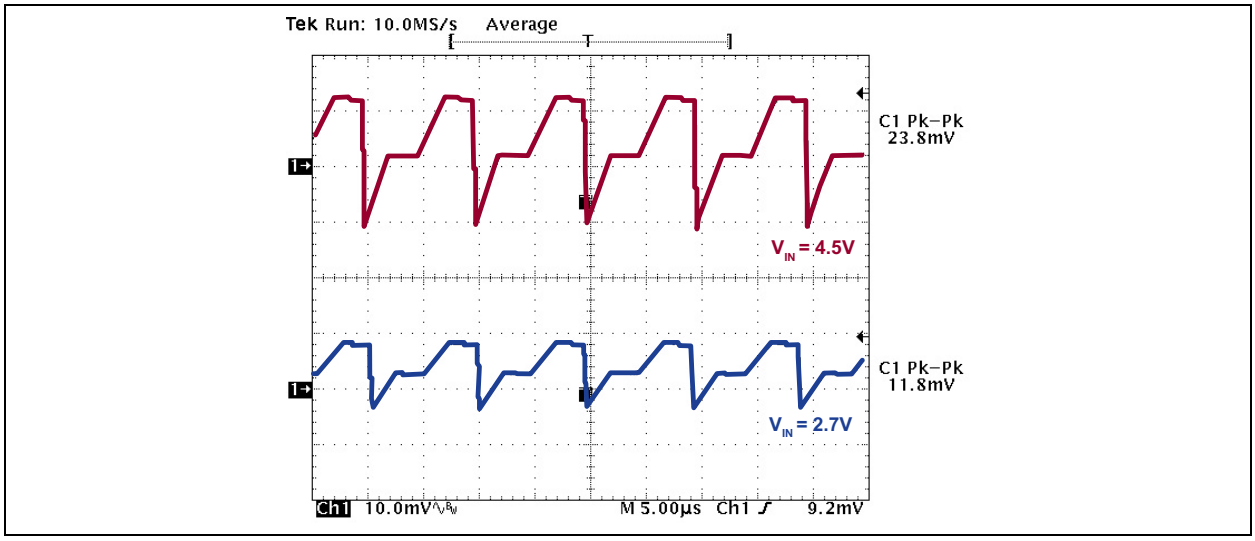


图1-4：　VCP 噪声

2.0 典型性能曲线

注： 以下图表为基于有限数量样片的统计结果，仅供参考。所列出的性能特性未经测试，我们不做保证。一些图表中列出的数据可能超出规定的工作范围（例如，超出了规定的电源范围），因此不在担保范围内。

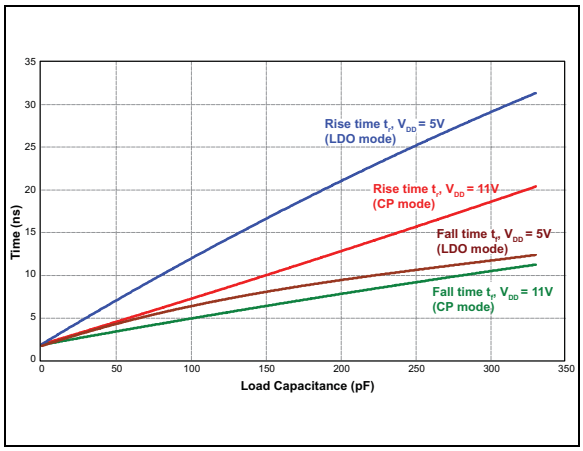


图2-1： 栅极驱动器上升时间（t_r）和下降时间（t_f）— 负载电容曲线（25°C）

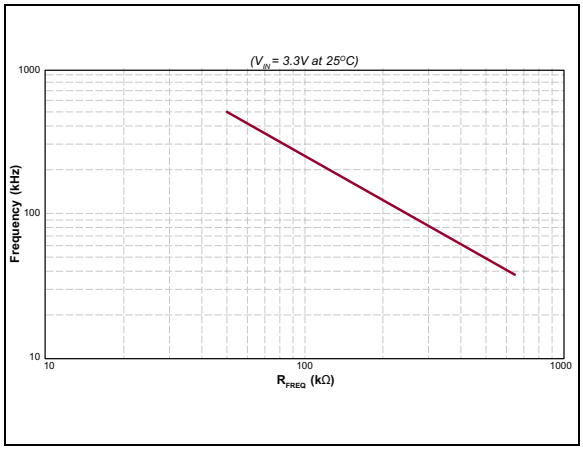


图2-2： f_{GATE} — R_{FREQ} 曲线

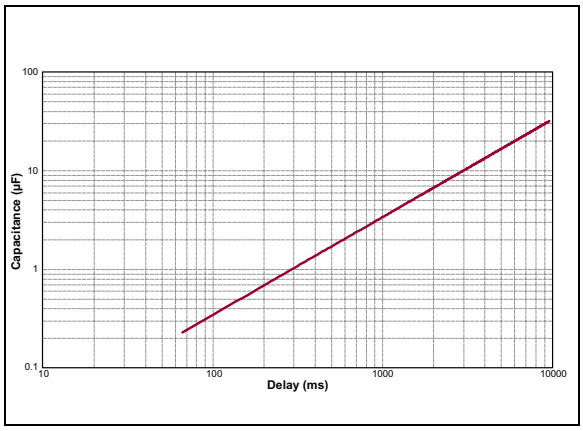


图2-3： C_T 电容值— 延时曲线（25°C）

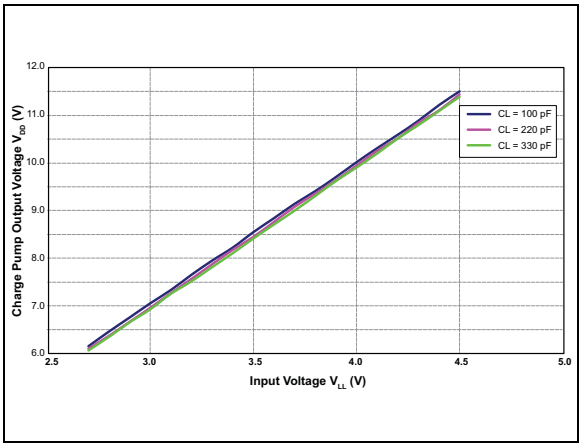


图2-4： 电荷泵输出电压— 输入电压曲线（25°C）

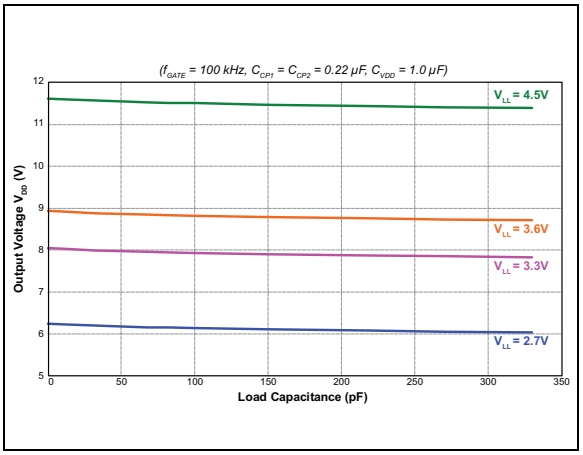


图2-5： 电荷泵输出电压— 负载电容曲线（25°C）

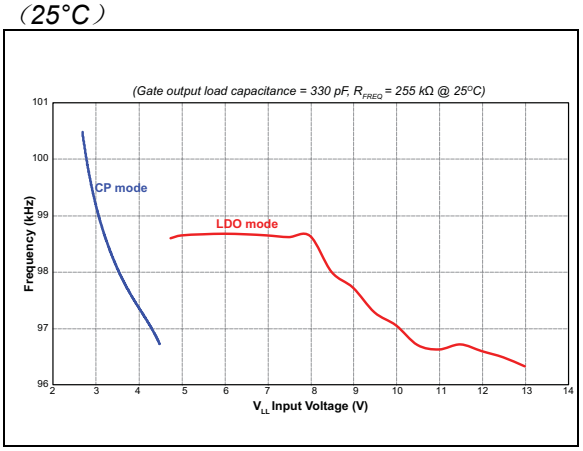


图2-6： 栅极驱动器开关频率— V_{LL} 输入电压曲线

© 2019 Microchip Technology Inc.

3.0 引脚说明

表3-1列出了HV9150 16引脚QFN的详细说明。关于引脚位置，请参见**封装类型**。

表3-1： 引脚功能表

引脚编号	引脚名称	说明
1	VLL	输入电源电压
2	GND	接地连接
3	EN	使能
4	$\overline{\text{CP_EN}}$	电荷泵/LDO使能输入
5	VCONTROL	占空比调整电压控制输入
6	FREQ_ADJ	频率调整
7	EXT_REF	外部参考电压输入
8	CT	定时电容
9	FB	反馈输入电压
10	FB_RTN	反馈回路
11	GATE	门控输出
12	VDD	电荷泵输出电压
13	CCP2+	电荷泵存储电容#2正端子
14	CCP2–	电荷泵存储电容#2负端子
15	CCP1+	电荷泵存储电容#1正端子
16	CCP1–	电荷泵存储电容#1负端子
中心焊盘		基板连接（地电位）

© 2019 Microchip Technology Inc.

4.0 功能说明

按照表4-1中的步骤将HV9150上电和掉电。

表4-1： 上电和掉电序列

上电延时		掉电	
步骤	说明	步骤	说明
1	接地。	1	移除所有输入。
2	施加V_{IN}。	2	移除V_{IN}。
3	将所有输入设置为已知状态。	3	断开与地的连接。

4.1 滞后模式控制器

滞后模式控制器由振荡器、参考电压、比较器和驱动器组成。内部振荡器和栅极驱动器的占空比都以固定速率运行。

由于该器件设计用于升压转换，因此脉冲串用于控制经典开关升压转换器的开关。脉冲序列由比较器的输出进行门控，比较器将输出电压的反馈与参考电压进行比较。

如果输出电压达到目标电压，比较器将关闭脉冲串。当输出电压降至目标电压以下时，比较器将脉冲串传递给开关并启动电感充电周期。该滞后模式控制器的优点是操作简单且稳定。图4-1中的图显示了滞后模式控制器和经典升压转换器。

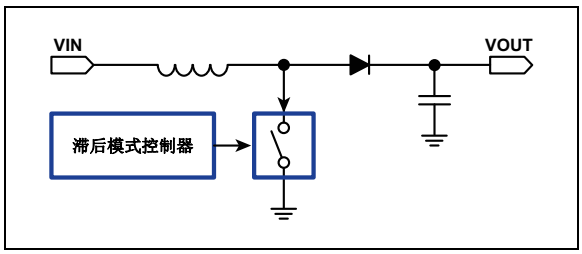


图4-1： 滞后模式控制器和经典升压转换器

4.2 内部振荡器

该器件具有内部振荡器，可为滞后模式控制器生成参考时钟。控制器的运行频率为内部振荡器频率的一半。该振荡器由V_{LL}电源引脚供电。振荡器的频率由外部电阻R_{FREQ}设置，该频率与R_{FREQ}的值成反比。其特性如图2-2 f_{GATE}—R_{FREQ}曲线所示，其中f_{GATE} = 1/2 f_{OSC}。请参见公式4-1。

公式4-1：

$$f_{OSC} = \frac{1}{4 \times R_{FREQ} \times C}$$

其中：C = 4.75 pF

4.3 参考电压（V_{REF}）

比较器将参考电压与反馈电压和升压转换器输出进行比较。该器件提供使用其内部参考电压或外部参考电压的选项。

内部参考电压提供稳定的1.25V（容差为±2.5%）。通过使用±1%容差反馈电阻，可以实现容差为±4.5%的输出。要使用内部参考电压，EXT_REF引脚必须接地。

如果要求升压转换器的输出电压具有高精度和低容差，则可以使用外部参考电压。外部参考电压必须介于0.5V和V_{LL}–1.4V之间并连接到EXT_REF引脚。EN引脚必须从低电平跳变为高电平，以触发器件选择外部参考电压。如果应用中没有使能控制信号，则可以通过简单的RC电路轻松模拟该信号。请参见图4-2。

© 2019 Microchip Technology Inc.

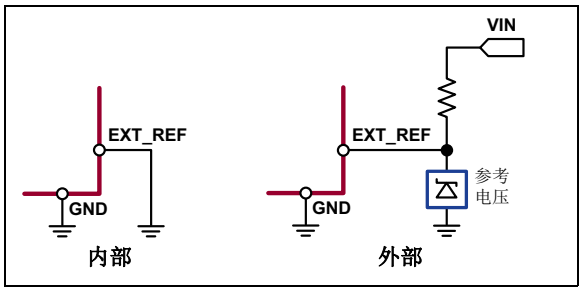


图4-2：　参考电压连接

4.4　栅极驱动器（栅极）

该控制器的MOSFET栅极驱动器专门用于驱动最高12V的外部MOSFET的栅极。高脉冲电压有助于最大限度地降低外部MOSFET晶体管的导通电阻。较低的导通电阻可提高总体效率和改善散热效果。

该栅极驱动器由电源电压V_{DD}供电，此电源电压可由内部电荷泵转换器（CP模式）或外部电源（LDO模式）产生，具体取决于应用的可用电源电压轨。请参见典型应用电路。

4.5　电荷泵转换器（CP模式）

该器件集成了一个三倍电荷泵转换器，可为栅极驱动器提供5V至12V电压轨（见图4-3）。可以通过将CP_EN设置为接地将其激活。3.3V电源更常见，可轻松用于数字逻辑系统。不过，如果要驱动高压MOSFET以获得较低的导通电阻进而提高效率，不建议使用该电压值。

为了减少系统中使用的电源轨的数量，增加了一个内部两级电荷泵转换器，该转换器可将3.3V电源电压提升至8V。与3.3V栅极驱动器相比，8V栅极驱动器输出将显著改善外部MOSFET的导通电阻。

电荷泵输入可以在2.7V至4.5V的输入电压下工作。它的输入和输出分别连接到V_{LL}和V_{DD}引脚。

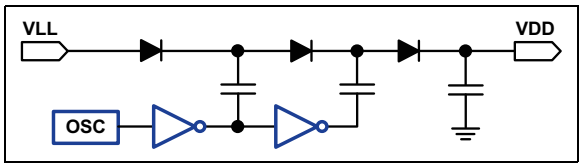


图4-3：　三倍电荷泵转换器

4.6　线性稳压器（LDO模式）

在某些应用中，效率可能是一个关键因素，系统中可能有更高的电压轨，如5V、6V、9V或12V。由于电荷泵转换器存在最大输出电压限制，因此内部电荷泵转换器无法以这些电压值运行。同时，这些电压值足够高，可为栅极驱动器提供足够的电源。

在这种情况下，内部线性稳压器用于取代电荷泵转换器。该线性稳压器输入可接受5V至12V的电压，并产生3.3V输出为内部电路供电。可以通过将CP_EN设置为V_{LL}来激活线性稳压器。

在器件工作在LDO模式和关断状态（EN = 0）的情况下，V_{LL}的电压将不确定。要唤醒控制器器件，必须在使能引脚（EN）上提供高于2.7V的电压。

4.7　FB接地回路开关（FB_RTN）

直流/直流控制器需要输出反馈来监视其操作，以便相应地调节其输出。简单的电阻网络与反馈接地开关一起用作反馈路径。此反馈接地开关的目的是在控制器禁止时节省反馈电阻网络的功耗。此功能对于实现节能效果非常有用，特别是对于电池供电的应用。

4.8　关断定时器和定时电容（C_T）

出于安全目的，控制器还集成有关断定时器。当控制器从正常操作关断时，转换器的初始输出仍处于高电平。如果同时禁止反馈接地回路开关，则通过反馈电阻和FB引脚上的内部保护钳位二极管从输出产生电流路径（见图4-4）。根据FB电阻的值，该瞬时导通电流可能足够高，从而损坏该钳位二极管。为了避免这一潜在的问题，在禁止功能中添加了一个定时器，以使反馈接地开关在短时间内保持在导通位置。该导通时间由外部电容C_T控制。电容值越大，导通时间越长。其特性如图2-3所示。

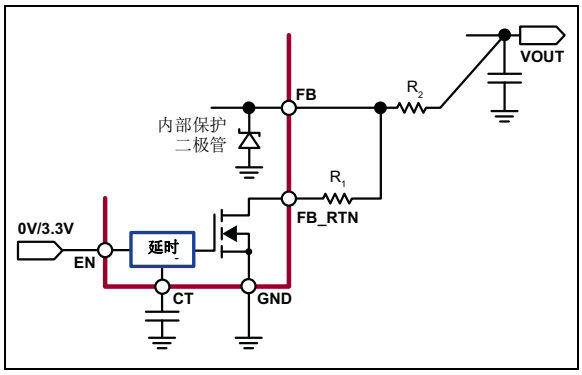


图4-4：　FB 引脚的内部保护二极管

4.9　滞后控制器使能

控制器使能引脚（EN）有两个主要用途。最显而易见的功能是打开和关闭控制器，另一个功能是作为触发器激活器件以接受外部参考电压。

对于需要高精度参考电压的应用，应使用外部参考电压。要激活器件以接受外部参考电压，当EXT_REF引脚上的电压高于0.5V时，EN引脚上必须出现从低电平到高电平的跳变。

如果系统缺少使能功能控制，可以使用RC电路模拟此功能以允许外部参考电压。请参见图4-5。

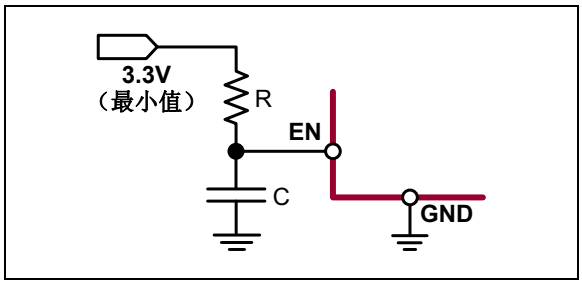


图4-5：　EN 引脚的简单RC 电路

4.10　占空比控制（$V_{CONTROL}$）

$V_{CONTROL}$引脚的输入电压管理内部振荡器输出到栅极驱动器的占空比。所有内部比较器均由V_{LL}电源供电，并且所有输入阈值电压均以V_{LL}电压为参考。如图4-6所示，可以对两个外部电阻构成的分压器进行相应调整，以选择到栅极驱动器的脉冲信号的期望占空比。请参见表4-2。

表4-2：　占空比选择

$V_{CONTROL}$	占空比
0 V_{LL}至0.18 V_{LL}	0%
0.22 V_{LL}至0.38 V_{LL}	50%
0.42 V_{LL}至0.58 V_{LL}	62.5%
0.62 V_{LL}至0.78 V_{LL}	75%
0.82 V_{LL}至1 V_{LL}	87.5%

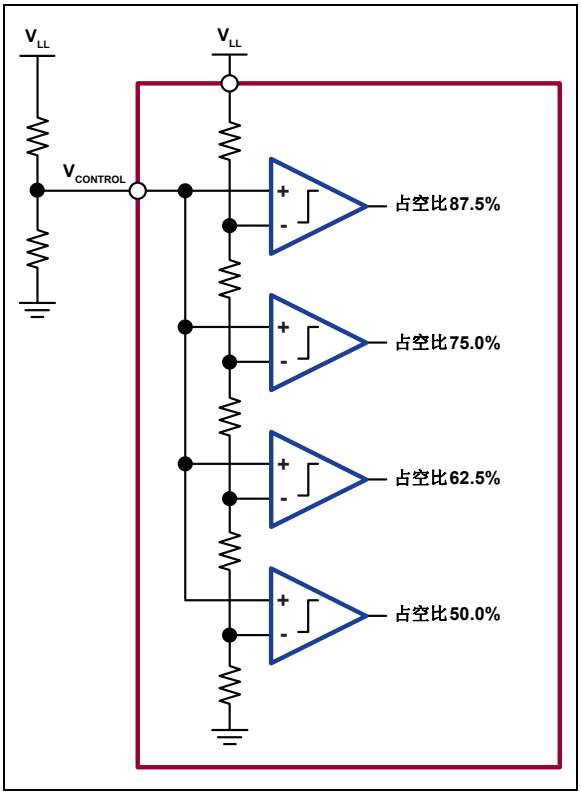


图4-6：　占空比控制电路

© 2019 Microchip Technology Inc.

4.11 设计过程

对于直流/直流转换器设计，用户需要考虑几个参数。通常在开始时确定所需的输入电压、输出电压和输出功率。可能包括的其他参数有：工作频率、电感值，占空比和MOSFET的导通电阻。在确定这些参数的值时有一定的灵活性。下面为用户提供了一种通用设计方法：

4.11.1 第1步

由于此直流/直流控制器器件在不连续导通模式下工作，因此使用公式4-2确定电感和开关频率。

公式4-2：

假设：

D = 占空比
R = 高压输出的负载电阻
V_i = 最小输入电压
V_o = 输出电压

未知：

L = 电感
f_{GATE} = 驱动器开关频率

其中：

$$V_o = \frac{V_i}{2} \times \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4D^2}{K}}\right)$$

$$K = \frac{2 \times L \times f_{GATE}}{R}$$

可以使用公式4-3计算最大占空比。

公式4-3：

$$D_{MAX} = 1 - \frac{V_i}{V_o}$$

然后，用户可以选择小于D_{MAX}的任意占空比。强烈建议选择允许的最大值。

若要补偿有限的效率，用户可以将效率因数添加到负载电阻R中。根据上面的公式，确定L和f_{GATE}的乘积。该乘积也会限制设计。

4.11.2 第2步

市售的标准电感通常有多种规格，例如10 µH、22 µH、33 µH或47 µH。用户可以根据电感的大小、峰值电流、最大工作频率和直流电阻来选择电感。在确定L的值之后，可以计算栅极驱动器的开关频率。可以在“f_{GATE}—R_{FREQ}曲线图”中找到所需的R_{FREQ}电阻。（见图2-2）。接下来，用户可以通过公式4-4检查电感的峰值电流。电感的饱和电流必须大于I_{PEAK}。

公式4-4：

$$I_{PEAK} = \frac{V_i \times D}{L \times f_{GATE}}$$

4.11.3 第3步

确定MOSFET的最重要因素是击穿电压、电流能力、导通电阻、最小V_{GS}阈值电压和输入电容。

HV9150栅极驱动器旨在驱动最大300 pF的容性负载。因此，外部MOSFET的最大输入电容应小于300 pF。最小击穿电压必须大于所需的直流/直流转换器输出电压。如果击穿电压过低，输出将永远不会达到所需的电压输出。具有高导通电阻的MOSFET将限制对电感充电的峰值电流。用户可以使用简单的RL充电电路公式来确定其最终充电电流。请参见公式4-5。

公式4-5：

$$I_L = \frac{V_i}{R_{ON}}\left[1 - \exp\left(-\frac{D}{f_{GATE}} \times \frac{R_{ON}}{L}\right)\right]$$

建议I_L的计算值处于公式4-4中计算的I_{PEAK}的95%范围内。通常使用小于1Ω的导通电阻。

如果最终电路的输出电流能力很低，用户可以执行以下任一操作或全部操作来增大输出：

1. 增大占空比。
2. 减小f_{GATE}。
3. 使用导通电阻较低的MOSFET。

注：

© 2019 Microchip Technology Inc.

5.0 封装标识信息

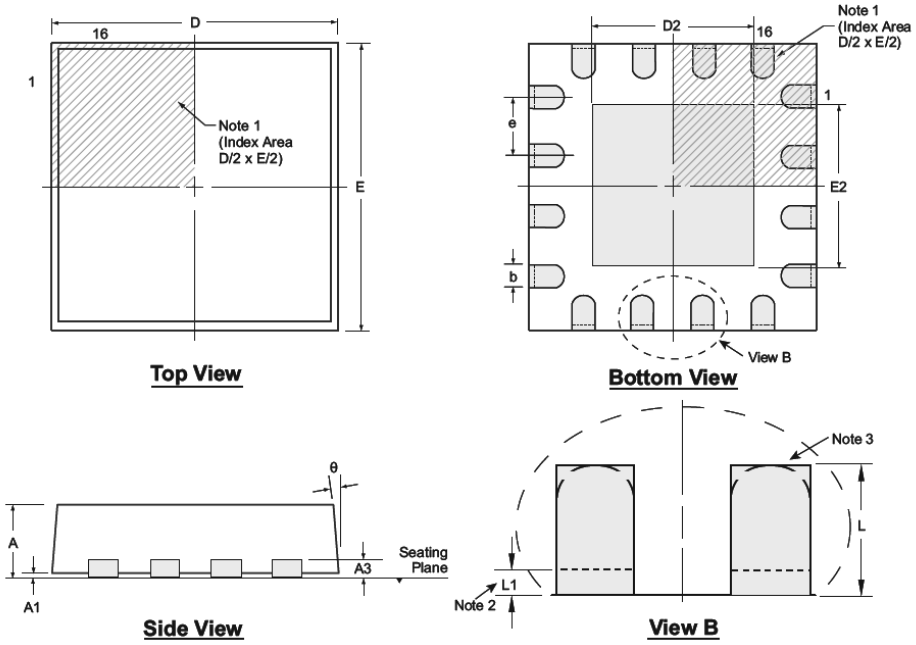
5.1 封装信息

16-lead QFN	Example
XXXXX XYWW NNN	H15 0724 485

图注：	XX...X	产品代码或客户指定信息
	Y	年份代码（日历年的最后一位数字）
	YY	年份代码（日历年的最后两位数字）
	WW	星期代码（一月一日的星期代码为“01”）
	NNN	以字母数字组成的追踪代码
	(e3)	雾锡（Matte Tin，Sn）的JEDEC®无铅标志
	*	表示无铅封装。JEDEC无铅标志（(e3)）标示于此种封装的外包装上。
注：	Microchip 部件编号如果无法在同一行内完整标注，将换行标出，因此会限制表示产品代码或客户指定信息的字符数。包装可能包含也可能不包含公司徽标。	

16引脚QFN封装外形（K6）

主体3.00x3.00 mm，高度1.00 mm（最大值），间距0.50 mm



Note: For the most current package drawings, see the Microchip Packaging Specification at www.microchip.com/packaging.

Notes:

1. *A Pin 1 identifier must be located in the index area indicated. The Pin 1 identifier can be: a molded mark/identifier; an embedded metal marker; or a printed indicator.*
2. *Depending on the method of manufacturing, a maximum of 0.15mm pullback (L1) may be present.*
3. *The inner tip of the lead may be either rounded or square.*

Symbol		A	A1	A3	b	D	D2	E	E2	e	L	L1	θ
Dimension (mm)	MIN	0.80	0.00	0.20 REF	0.18	2.85*	1.50	2.85*	1.50	0.50 BSC	0.20†	0.00	0°
	NOM	0.90	0.02		0.25	3.00	1.65	3.00	1.65		0.30†	-	-
	MAX	1.00	0.05		0.30	3.15*	1.80	3.15*	1.80		0.45	0.15	14°

JEDEC Registration MO-220, Variation VEED-4, Issue K, June 2006.
** This dimension is not specified in the JEDEC drawing.*
† This dimension differs from the JEDEC drawing.
Drawings not to scale.

© 2019 Microchip Technology Inc.

附录A： 版本历史

版本B（2019年3月）

- 更新了交流电气特性表。

版本A（2017年2月）

- 将Supertex Doc# DSFP-HV9150更改为 Microchip DS20005689B
- 将16引脚QFN K6封装的数量从3000片/卷盘更改为3300片/卷盘
- 通篇进行了少量文字更改

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与当地的Microchip代表或销售办事处联系。

部件编号	XX	-	X	-	X
器件	封装选项		环境		介质类型

器件：	HV9150	=	高压输出滞后模式 升压直流/直流控制器
封装：	K6	=	16引脚VQFN
环境：	G	=	无铅/符合RoHS标准的封装
介质类型：	（空白）	=	K6封装为3300片/卷盘

示例：

a) HV9150K6-G： 高压输出滞后模式升压直流/直流控制器，16引脚VQFN封装，3300片/卷盘

© 2019 Microchip Technology Inc.

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是 “牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。 Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了 《数字器件千年版权法案 （Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

有关 Microchip 质量管理体系的更多信息，请访问 www.microchip.com/quality。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、 chipKIT 徽标、 CryptoMemory、 CryptoRF、 dsPIC、FlashFlex、flexPWR、 HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、 LANCheck、 LinkMD、 maXStylus、 maXTouch、MediaLB、 megaAVR、 Microsemi、 Microsemi 徽标、 MOST、MOST 徽标、 MPLAB、 OptoLyzer、 PackeTime、 PIC、picoPower、 PICSTART、 PIC32 徽标、 PolarFire、 Prochip Designer、 QTouch、 SAM-BA、 SenGenuity、 SpyNIC、 SST、SST 徽标、 SuperFlash、 Symmetricom、 SyncServer、Tachyon、 TempTrackr、 TimeSource、 tinyAVR、 UNI/O、Vectron 及 MEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、 Libero、 motorBench、 mTouch、 Powermite 3、PrecisionEdge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、 AKS、 Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、 AnyIn、 AnyOut、 BlueSky、 BodyCom、CodeGuard、 CryptoAuthentication、 CryptoAutomotive、CryptoCompanion、 CryptoController、 dsPICDEM、dsPICDEM.net、 Dynamic Average Matching、 DAM、 ECAN、EtherGREEN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 INICnet、Inter-Chip Connectivity、 JitterBlocker、 KleerNet、 KleerNet 徽标、 memBrain、 Mindi、 MiWi、 MPASM、 MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 MultiTRAK、 NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、 PowerSmart、 PureSilicon、 QMatrix、 REAL ICE、Ripple Blocker、 SAM-ICE、 Serial Quad I/O、 SMART-I.S.、SQI、 SuperSwitcher、 SuperSwitcher II、 Total Endurance、TSHARC、 USBCheck、 VariSense、 ViewSpan、 WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2019, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-4801-3

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631

印度 India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351

越南 Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

芬兰 Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700

德国 Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-72400

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

以色列 Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 Norway - Trondheim
Tel: 47-7288-4388

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚 Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Gothenberg
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

© 2019 Microchip Technology Inc.