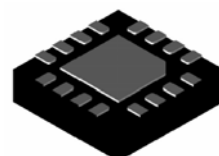


一线脉冲计数调光、1 倍和 1.5 倍自适应切换

共阳并联 LED 驱动器

特性

- 驱动多达 6 个 LED，每个 LED 最大电流：27mA
- 电流匹配精度：3%（典型值）
- Auto-Mirror 技术确保在各并联白光 LED 导通压差较大的情况下较好的电流匹配度
- 工作模式可根据输入电压和负载情况，自适应切换，使效率高达 90% 以上
- 采用一线脉冲计数调光方式，LED 亮度分 32 步对数可调。
- 支持主副屏应用（EN2 内置下拉电阻，当 EN2 为低时 D1~D6 工作；当 EN2 为高时，D1~D4 关闭，D5、D6 工作）
- 无需外围电感，低 EMI
- 开关频率：1MHz
- 过流保护、过热保护和过压保护
- 工作电压范围：2.7V~5.5V
- 纤小的 3mm×3mm QFN 16L 封装
- 关机电流 $I_{CC} < 0.1\mu A$
- 符合 RoHS 标准，100% 无铅



3mm×3mm QFN 16L

-40℃~85℃

应用

- 手机
- 数码相机
- MP3、PMP、PDA

描述

CP2166 是一款用于背光驱动领域的高效率共阳驱动器，允许较宽的电源电压范围：2.7V 至 5.5V，特别适合于锂电池供电设备。CP2166 通过内部电阻设置 LED 电流，电源电压在 3.0V 以上时，每路 LED 电流可达 27mA，最多驱动 6 个 LED 通道。CP2166 可根据电源电压和负载的情况，在 1 倍工作模式和 1.5 倍工作模式间自适应切换，这样可以降低内部功耗，保证比较高的工作效率；同时，独有的 Auto-Mirror 技术保证在并联白光 LED 导通压差比较大的情况下依然保证较好的电流匹配度。CP2166 采用无电感的电荷泵升压原理，外围器件只需两个 1μF 的输入输出电容和两个 1μF 的电荷泵电容，优越的电路控制特性保证了低的电源冲击电流和 EMI。在 1.5 倍工作模式下 CP2166 的工作频率为 1MHz。CP2166 采用一线脉冲计数调光方式，通过在使能引脚施加脉冲信号，控制脉冲的个数，LED 的亮度可以实现 32 步对数可调。内部软启动电路有效地减小启动时的浪涌电流，同时也提供短路保护、过热保护和过压保护。CP2166 具有关机模式，在关机模式下，

静态电流小于 $0.1\mu\text{A}$ 。CP2166 采用无铅的 QFN 3×3 16L 的封装形式，符合 RoHS 标准，非常适合于便携式应用。

QFN33-16L Package
(Top View)

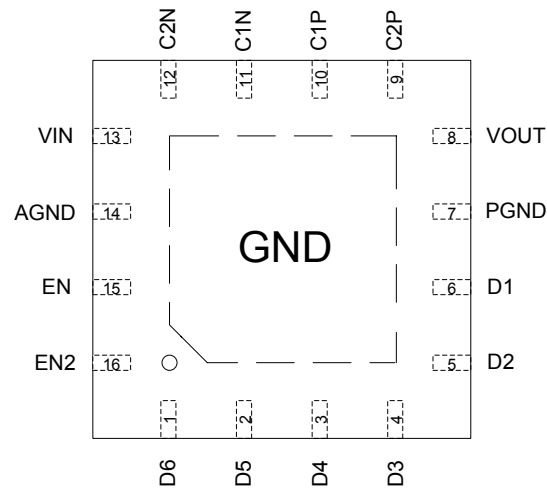


图 1 封装引脚图

典型应用

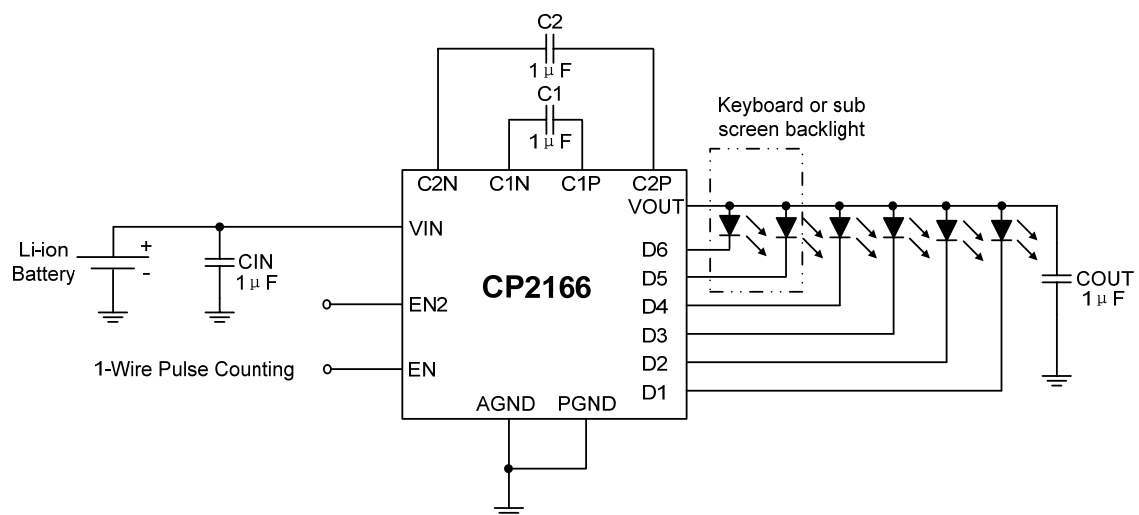
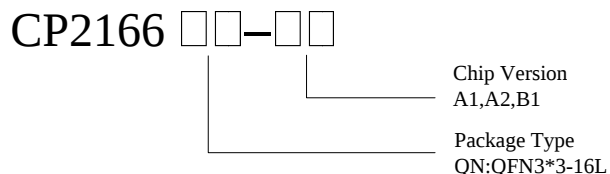


图 2 CP2166 典型应用图

订购信息

芯片型号	工作温度范围	封装形式	RoHS	器件标记	发货形式
CP2166QN-A1	-40℃~85℃	QFN3×3-16L	是	B66LLL	3000 Pcs/盘

注：LLL 为 lot number



极限工作条件*

参数	范围
电源电压 V_{IN}	-0.3V ~ 6.0 V
输入信号对地电压 EN	-0.3V ~ V_{IN}
PGND 对 AGND	-0.3V ~ 0.3 V
VOUT 输出电流（最大电流）	250 mA
最大连续功耗（ $T_A = 25^\circ\text{C}$ ）	1.8 W
工作温度范围	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
封装热阻 θ_{JA}	52°C/W
最大结温	145°C
贮存温度范围	$-65^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$
焊接温度（焊接时间 10 秒）	260°C
ESD 参数 人体模型（100pF 电容，串联 1.5K Ω ）	$\geq 4000 \text{ V}$
ESD 参数 机器模型（100pF 电容，无串联电阻）	$\geq 200 \text{ V}$
Latch_up	$\geq 200\text{mA}$

*注意：如果器件工作条件超过上述各项极限值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是工作条件的极限值，不建议器件工作在推荐工作条件以外。器件长时间工作在极限工作条件下，其可靠性可能受到影响。

推荐工作条件

参数	范围
电源电压 V_{IN}	2.7V ~ 5.5V
工作结温	$-40^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$

电气特性

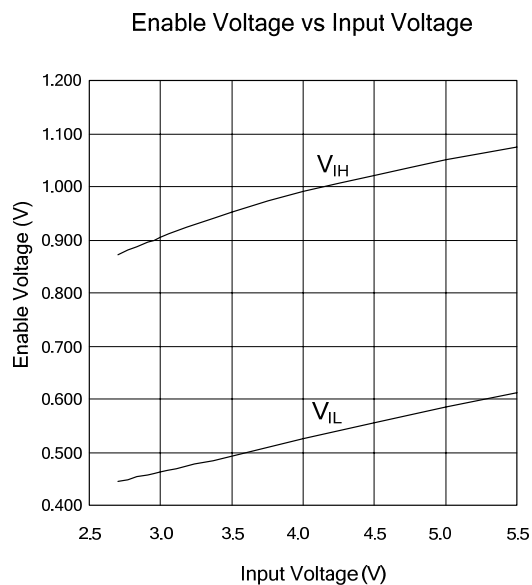
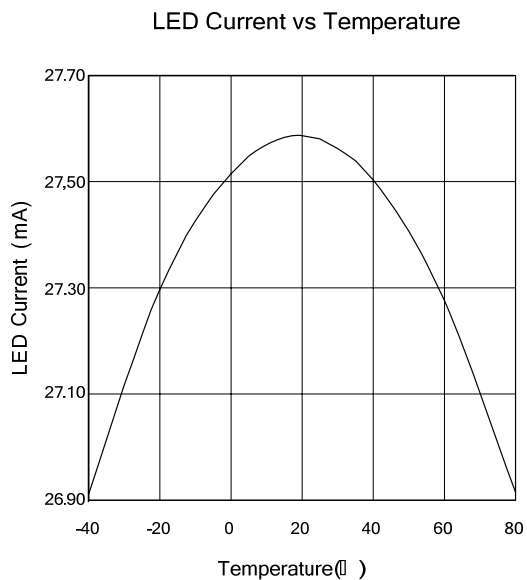
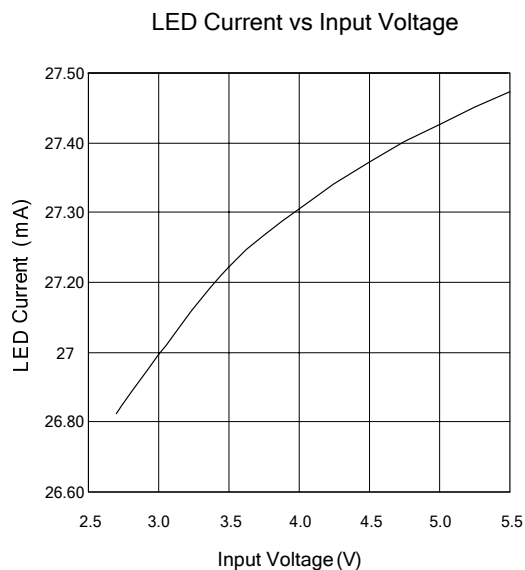
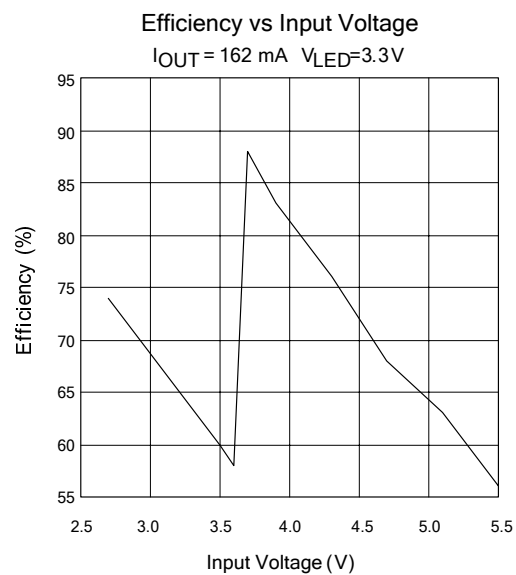
$V_{IN}=3.6V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源电压 V_{IN}	$I_{LED}=27mA$	3.0		5.5	V
关断电流 I_{SD}	$EN=0$		0.1	1	μA
静态电流 I_Q	$V_{IN}=4V$, 1 倍模式		320		μA
	$I_{OUT}=27mA$, 1.5 倍模式		2.5		mA
低压锁定电压			1.9		V
回滞电压			0.1		V
过压保护 V_{OUT}	$V_{IN}=4V$, D1 悬空		5.15		V
启动时间	$C_{OUT} = 1 \mu F$ $I_{DX} \geq 0.9 \times I_{DX_SET}$		190		μs
软启动时间			150		μs
开关频率		0.6	1	1.4	MHz
过流保护	V_{OUT} 管脚短路到地		200		mA
任意两路电流匹配	$V_{LED} = 3.3 V$ $T_A = 25^{\circ}C$	-3		3	%
逻辑高电平		1.2			V
逻辑低电平				0.4	V
使能脉冲为低的时间 T_{LO}	脉冲计数调光时	0.2		200	μs
使能脉冲为高的最小时间 T_{HI}	脉冲计数调光时	0.2		200	μs
EN 锁定时间 T_{LAT}	EN 保持高电平的时间	260	425	750	μs
关机延时 T_{OFF}	$V_{EN}=0V$	400	509	600	μs
过热保护温度 T_P			145		$^{\circ}C$
迟滞温度			20		$^{\circ}C$

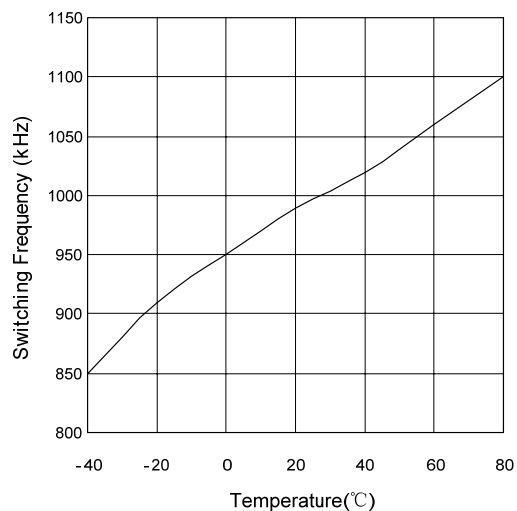
引脚定义

序号	名称	说明
1	D6	电流源输出，接 LED 的阴极
2	D5	电流源输出，接 LED 的阴极
3	D4	电流源输出，接 LED 的阴极
4	D3	电流源输出，接 LED 的阴极
5	D2	电流源输出，接 LED 的阴极
6	D1	电流源输出，接 LED 的阴极
7	PGND	功率地
8	VOUT	输出电源电压，需要外接一个 1 μ F 的电容到地
9	C2P	在 C2P 和 C2N 引脚之间外接一个 1 μ F 的电荷泵电容
10	C1P	在 C1P 和 C1N 引脚之间外接一个 1 μ F 的电荷泵电容
11	C1N	在 C1P 和 C1N 引脚之间外接一个 1 μ F 的电荷泵电容
12	C2N	在 C2P 和 C2N 引脚之间外接一个 1 μ F 的电荷泵电容
13	VIN	输入电源电压，需要外接一个 1 μ F 的电容到地
14	AGND	模拟地
15	EN	芯片使能和电流设定引脚，高有效，内置 300K Ω 的下拉电阻
16	EN2	副屏控制，为低时 6 颗灯全亮，为高时仅 D5、D6 亮。
散热片	GND	散热片应该焊接到 PCB 板上，并与地相连

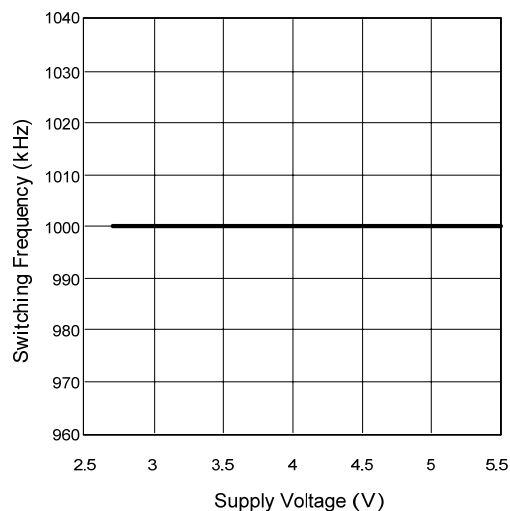
典型工作特性曲线



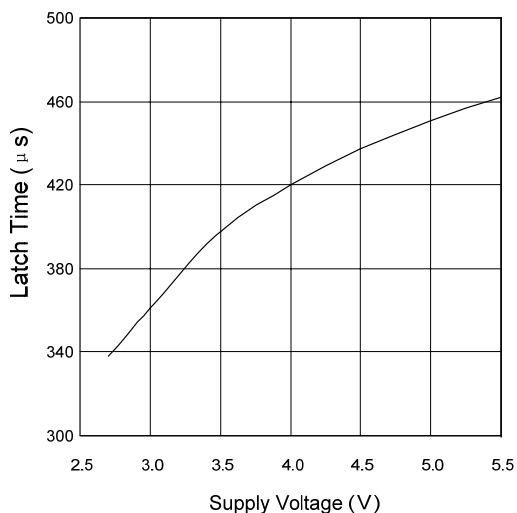
Switching Frequency vs Temperature



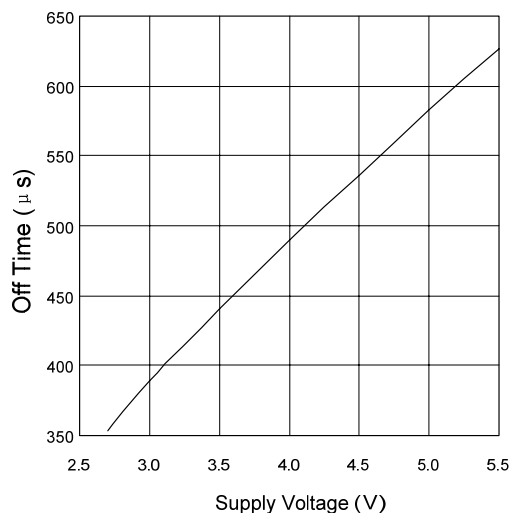
Switching Frequency vs Supply Voltage



Latch Time vs Supply Voltage

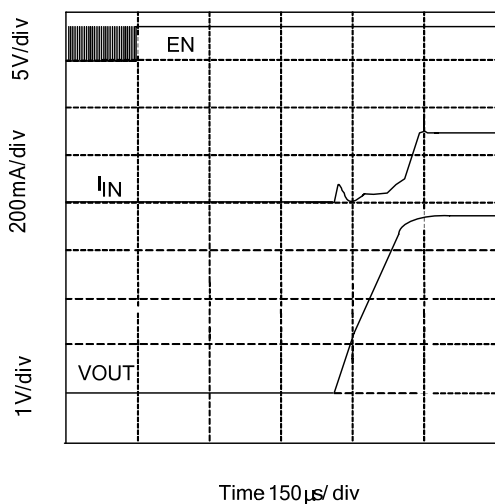


Off Time vs Supply Voltage



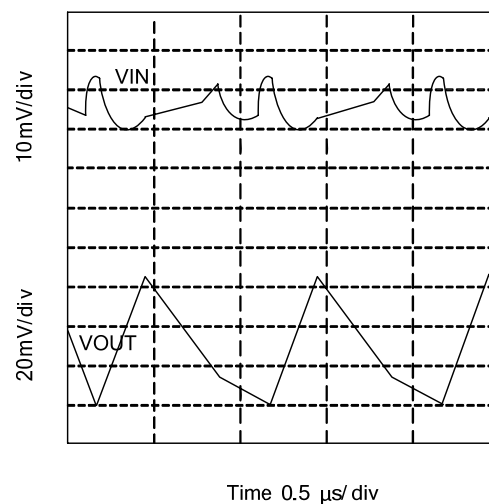
Startup Timing

$I_{OUT} = 160 \text{ mA}$



Input and Output Voltage Ripple

$I_{LED} = 27 \text{ mA}$



功能方框图

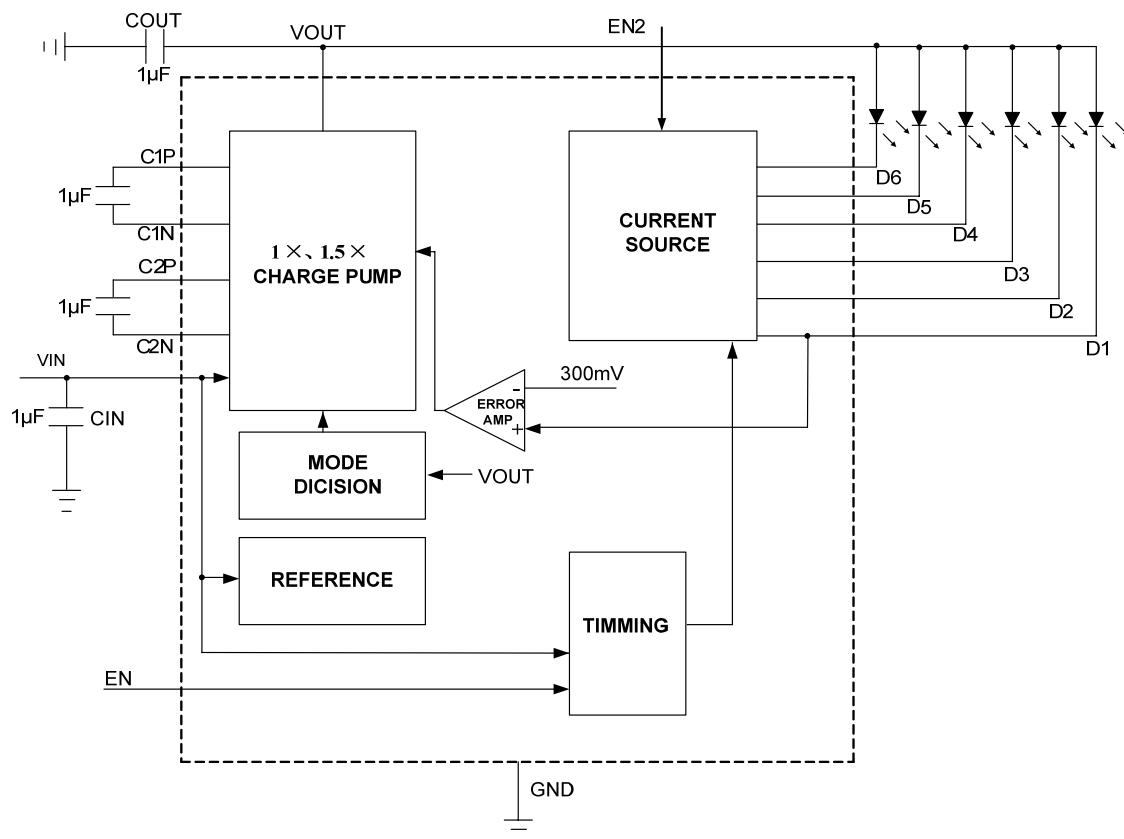


图 3 功能方框图

工作原理

CP2166 是一款多通道 LED 驱动芯片，它按照设定的电流驱动 LED。根据输入电源电压和驱动电流的大小，可以在 1 倍和 1.5 倍工作模式间自适应切换。通过这种自适应的切换，CP2166 优化了在电池工作电压范围内总的转换效率。

CP2166 能够驱动 162mA 电流，对于驱动 6 路 LED，每路电流最大可以达到 27mA。CP2166 采用一线脉冲计数调光方式，通过在 EN 引脚加脉冲信号，可以按 32 级调节 LED 的亮度，详见“一线脉冲计数调光”一节。

软启动

为防止启动过程中对电源造成比较大的冲击电流，CP2166 通过软启动控制 VOUT 启动过程。CP2166 以 1 倍模式启动，VOUT 电压稳定线性上升，当上升到高于 VIN-150mV，如果此时 LED 电流没有达到设定的电流，芯片切换至 1.5 倍模式工作，继续软启动至电流达到设定电流。如果 VOUT 在低于 VIN-150mV 时，LED 电流达到设定电流，芯片停止软启动，在 1 倍模式下工作。

一线脉冲计数调光

CP2166采用一线脉冲计数调光方式来对LED的亮度进行控制。CP2166通过内部的串行数据接口电路记录EN引脚的上升沿数目,把它们译码成32个不同电流级别(见“电流级别设置”一节)。EN引脚的第一个上升沿启动芯片,同时记录为代码1,代码1为最小电流,大小为0mA。EN引脚的第32个上升沿记录为代码32,为满额电流27mA。若继续到第33个脉冲,接口电路又回复到代码1的状态,为最小电流,以此往复。调整LED到达预期亮度后,EN引脚保持高电平经过时间 T_{LAT} 后,LED工作在所设定的电流下。

电流级别设置

LED的发光亮度和流过LED的电流是一个对数的关系,通过对LED的电流的对数可调,LED的亮度呈线性变化。

表 1 LED 电流级别

代码	电流值 (mA)	代码	电流值 (mA)	代码	电流值 (mA)	代码	电流值 (mA)
1	0.01	9	1.8	17	4.6	25	11.7
2	0.2	10	2.2	18	5.0	26	13.5
3	0.3	11	2.6	19	5.4	27	15.4
4	0.6	12	2.7	20	5.8	28	17.0
5	0.7	13	3.1	21	6.3	29	19.0
6	0.9	14	3.4	22	8.4	30	21.6
7	1.1	15	3.6	23	9.0	31	24.5
8	1.6	16	4.1	24	11.0	32	27.2

EN 引脚时序

EN引脚的第一个上升沿启动芯片,这时LED的电流被设置为0.01mA。当采用脉冲计数调光方式来设置LED的工作电流时,调光脉冲高电平时间推荐大于 $0.2\mu s$ (T_{HI}),同时要小于 $200\mu s$;低电平时间应该大于 $0.2\mu s$ (T_{LO}),同时要小于 $200\mu s$ 。调整LED到达预期亮度后,EN引脚保持高电平经过时间 T_{LAT} 后,LED工作在设定电流下。当EN引脚的持续低电平时间大于关断延时 T_{OFF} ,芯片进入到关机状态,静态电流减小为 $0.1\mu A$ 。

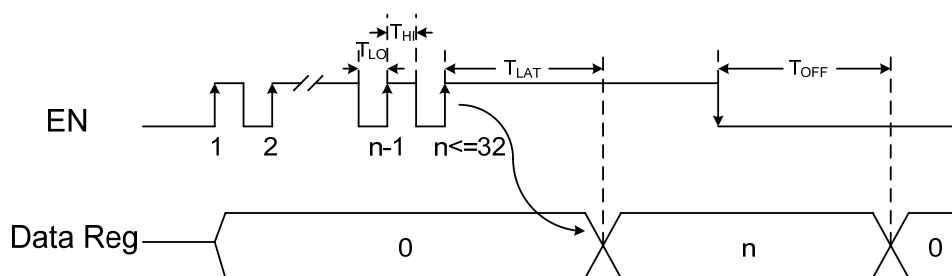


图 4 一线脉冲计数调光时 EN 的时序

关机

使能引脚 EN 控制芯片的工作与关机。当使能引脚为高电平时，CP2166 开始工作；当使能引脚由高电平下降到低电平后经过 T_{OFF} 的延时，芯片进入关机模式。在关机模式下，芯片的静态电流小于 $0.1\mu A$ 。当使能引脚悬空时，由于内部存在 $300k\Omega$ 的下拉电阻，芯片将会进入关断状态。

低压锁定

CP2166 有低压锁定功能，当电源电压低于 $1.9V$ 时，芯片被关断。这样有效的保护了器件。当电源电压重新上升，超出锁定电压 $100mV$ 时，芯片恢复工作。

限流和过热保护

CP2166 实现了限流和过热保护。CP2166 的内部电流保护机制防止了过大的冲击电流，并且当 V_{OUT} 短路到地时，芯片会工作在 1 倍模式，更好的保护了器件。芯片内部结温超过 $145^{\circ}C$ 时，芯片停止工作。当芯片内部结温低于这个过热保护温度 $20^{\circ}C$ 之后，芯片重新进入正常工作状态。

V_{OUT} 过压保护

CP2166 根据 D1 引脚的电压来调整 V_{OUT} 电压。如果引脚 D1 没有接 LED，电荷泵将工作在 1.5 倍模式下，内部的过压保护电路会将 V_{OUT} 电压限定在 $5.15V$ 。

应用信息

电容

CP2166 推荐使用 X5R 或 X7R 陶瓷电容。对于电荷泵电容 C1 与 C2 推荐使用低 ESR 电容，以避免效率的损失。低 ESR 电容用于输出电容能够减小输出电压纹波。表 2 给出了推荐使用的电容类型和典型值。

表 2

型号	容值	电压	生产厂商	尺寸
C1608X5R1A105M	1μF	10V	TDK	0603
C2012X7R1C105M	1μF	16V		0805
LMK107BJ105MA	1μF	10V	Taiyo Yuden	0603
LMK212BJ105MG	1μF	10V		0805

效率

效率为输出功率与输入功率之比。当电池充满电，通常这个电压会高于 LED 的正向导通压降，芯片工作在 1 倍模式，效率很高。随着电池放电，电池电压下降。当下降到某个点时，电池电压不足以直接驱动 LED。芯片将切换至 1.5 倍电荷泵模式，转换效率显著下降。电池电压继续下降，转换效率会上升。在 3.2V 左右，会有一个效率尖峰。低于 3.2V，每路 LED 的最大电流有可能会小于 27mA。

功耗

CP2166 内部最大功耗可以根据下式计算

$$P_{D \max} = [(1.5 \times V_{IN}) - V_{LED}] \times I_O \dots\dots\dots (1)$$

当电池电压恰好从 1 倍模式切换到 1.5 倍模式工作点时，芯片内部驱动管的压降最大，所以内部功耗也最大。必须保证该最大功耗小于封装所允许的最大功耗。封装所允许的最大功耗可由下式计算：

$$P_{D \max, \text{ package}} = \frac{T_{J \max} - T_A}{T_{\theta ja}} \dots\dots\dots (2)$$

最坏情况出现在驱动 6 路 LED，每路 LED 电流达到 30mA 的情况下。见下例：

VIN = 4 V, VLED= 3.7 V, IO = 180 mA (1.5 倍模式)

由公式 (1) 可以得

$$P_{D \max} = 0.414W$$

由于 CP2166 采用 QFN16L 的封装形式，这种封装的热阻为 52℃/W。由公式 (2) 可知，即使在这种最坏情况下，芯片内部结温也不会超过最高允许结温。

不使用的 LED 通道

由于电路调整的是 D1 引脚的电压，该引脚不能悬空。不使用的其它 LED 通道允许悬空或接地，电路内部会根据 LED 的连接状态关闭相应的通道。

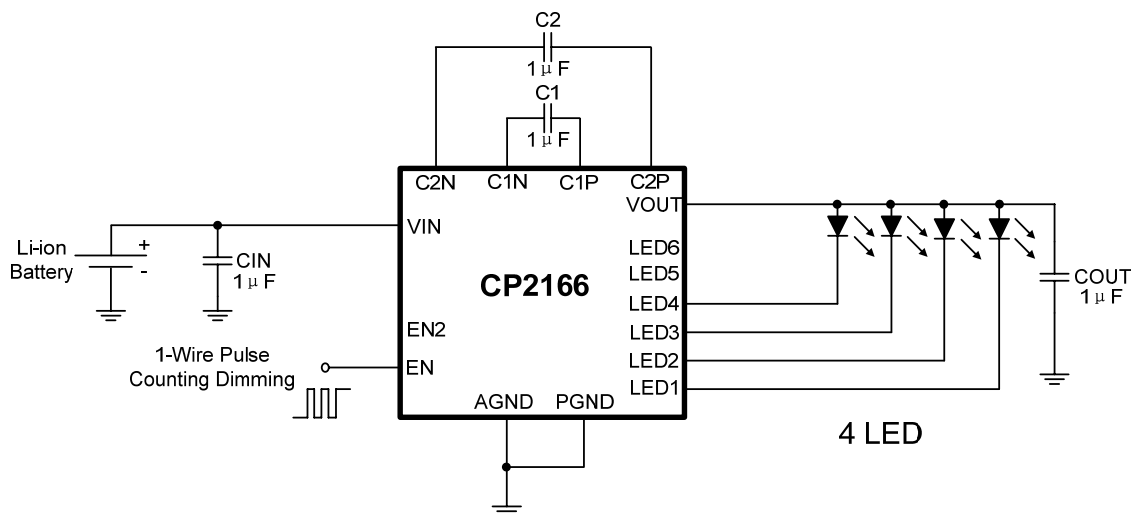


图 5 不使用的 LED 通道的连接

采用 4 个白光 LED 和 6 个绿光 LED 的 LCD 背光和键盘灯解决方案

CP2166 可以驱动各种 LED，也可以同时驱动白光 LED 和彩色光 LED。通常彩色光 LED 的正向导通压降会比较低，所需电流也比较小。

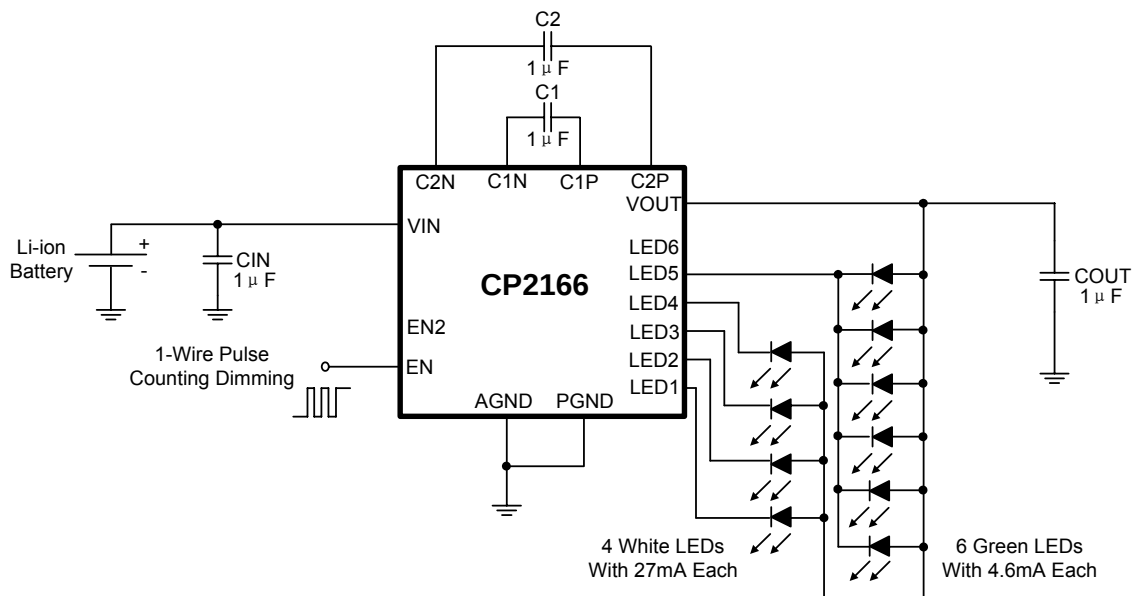
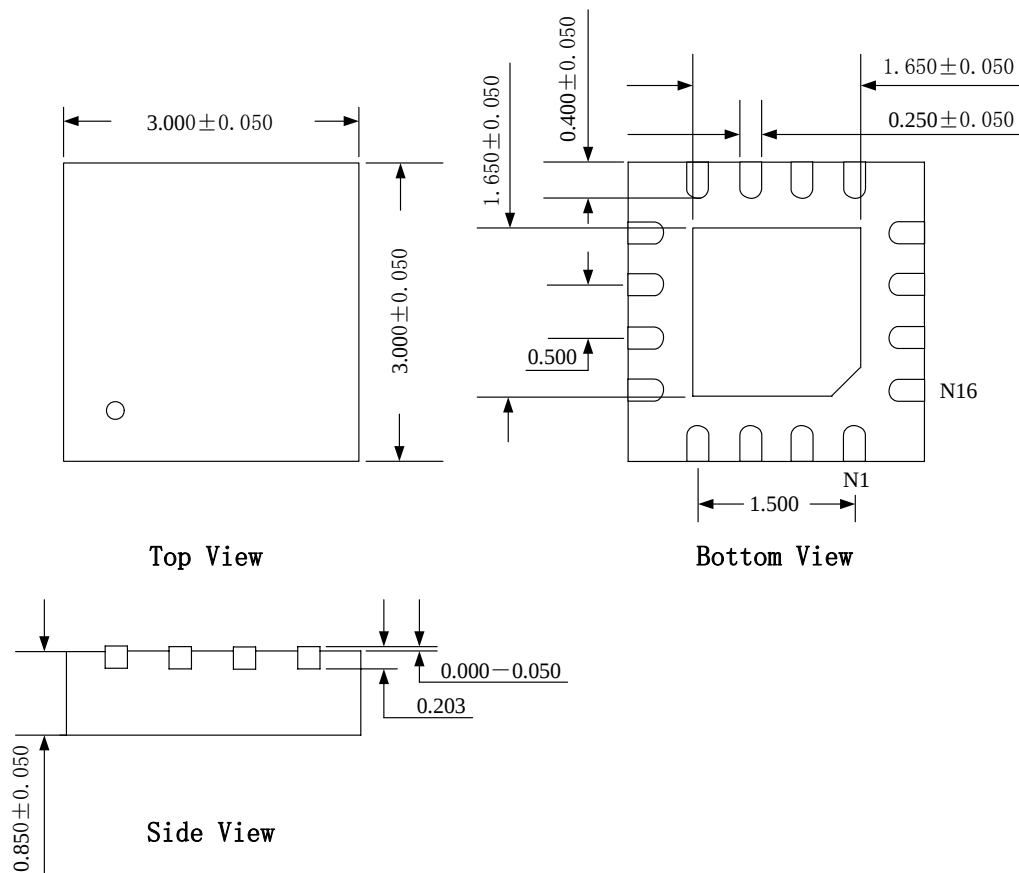


图 6 特殊应用

封装信息



单位: mm

声明: 本文档包含启攀微电子(上海)有限公司提供给客户使用的关于器件应用信息以及其他类似内容, 未经启攀微电子(上海)有限公司书面允许, 该文档的全部以及任何部分不允许被复制或者传递给第三方。本文档内容仅为建议, 它们可能被更新的信息所替代, 启攀微电子(上海)有限公司保留未提前通知客户而修改此文档的权力。

启攀微电子(上海)有限公司

地址: 上海市宜山路 1618 号 D 栋 4 楼

电话: +86-(0)21-64014543 64058488

传真: +86-(0)21-64050030

邮编: 201103

Email: sales@chiphomer.com

Web: www.chiphomer.com

深圳办事处

地址: 深圳市福田区车公庙都市阳光名苑 2 栋 10D

电话: +86-(0)755-82046706

传真: +86-(0)755-82046709

邮编: 518048