



**PWM Controllers and Drivers Usage Guide
with Theirs Application Circuits
— Single-Ended Control and Drive Parts**

PWM 控制与驱动器 使用指南及应用电路

—— 单端控制与驱动器部分

王水平 田庆安 昌现兰 编著
郭少伟 刘畅生 张耀进

*Specially Designed
for Engineers and Technicians of Electronics*



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

PWM 控制与驱动器使用 指南及应用电路 ——单端控制与驱动器部分

王水平 田庆安 昌现兰 编著
郭少伟 刘畅生 张耀进

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

本书重点收集了在实际工程中应用最多、最广泛的单端驱动输出式开关集成稳压器 30 余种。除了介绍开关集成稳压器的电性能参数、管脚引线、外形封装、内部原理框图和典型应用电路以外,还给出了各种各样的实用电路。由于电流控制模式的开关集成稳压器比电压控制模式的开关集成稳压器具有更多的优点,在越来越多的应用电路中,电压控制模式的开关集成稳压器将逐步被淘汰而让位于电流控制模式的开关集成稳压器,因此本书以介绍电流控制模式的开关集成稳压器为主。

本书既可供电子工程技术人员,电源技术研究和应用技术人员,仪器、仪表和计算机测控技术人员,大专院校师生以及电子技术业余爱好者参考,也可作为电源产品生产厂技术开发人员和维修人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

PWM 控制与驱动器使用指南及应用电路——单端控制与驱动器部分/王水平等编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2004.6

ISBN 7-5606-1381-0

I. P… II. 王… III. 集成电路—控制器 IV. TN4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 026419 号

责任编辑 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 18.125

字 数 432 千字

印 数 1~4000 册

定 价 28.00 元

ISBN 7-5606-1381-0/TN·0264

XDUP 1652001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书是作者在查阅了大量开关稳压器方面的论文、资料和书籍的基础上，集多年来从事稳压电源教学、科研、设计和开发经验，避开集成稳压器内部原理电路的介绍、分析与推导，紧紧围绕稳压电源电路的设计、研制与开发者所希望的实用、明了、简洁的要求而编写的。书中不但介绍和叙述了设计者和开发者在实际应用这些集成稳压器时所需要的主要性能、电参数、管脚引线功能简介、外形封装和内部原理框图，而且还给出了它们的典型应用电路和拓扑的各种应用电路。

随着微电子技术和工艺、磁性材料科学和烧结加工工艺以及其它边沿技术科学的不断改进和飞速发展，使得无工频变压器的开关稳压电源技术(DC/DC、DC/AC、AC/DC、AC/AC等各种非线性高频变换技术)有了突破性的进展，并且由此也产生出了许多能够提高人们生活水平和改善人们工作条件的新产品，如电瓶自行车、无极变速汽车、变频空调、逆变焊机等等。无工频变压器的开关稳压电源以其独有的体积小、重量轻、效率高(包括功率因数大)、输出形式多样化(主要指路数和极性)、稳压范围宽等特点，已经渗透到了与电有关的各个领域。在这些领域中原来由线性降压变压器构成的前级线性稳压电源和由可控硅构成的前级相控开关稳压电源，它们不是由于体积大、重量重、效率低(包括功率因数小)，就是由于工作特性受电网频率和电网电压波动影响较大而使其应用受到限制，现在均都已让位于无工频变压器的开关稳压电源，而传统的线性稳压电源只能作为开关稳压电源的末级稳压电源而被使用。另外，开关稳压电源技术和实用化产品的出现，使许多电子产品采用电池供电变为可能，使许多电子产品小型化和微型化后变为便携式产品成为可能。开关稳压电源不仅成为各种电子设备的心脏，而且也成为各种电子设备和系统高效率、低功耗、安全可靠运行的关键。

PWM控制与驱动器集成电路是开关稳压电源的核心与心脏，为了让从事开关稳压电源产品设计、研制和生产的技术人员使用PWM控制与驱动器更直接、更明了、更多快好省地设计、研制和生产出可靠性更高、成本更低、市场占据力更强的开关稳压电源产品，我们从这类集成电路的输出驱动方式的角度出发，特将PWM控制与驱动器集成电路划分为单端驱动输出式和双端驱动输出式两大类。本书重点收编了单端驱动输出式PWM控制与驱动器集成电路中最常用和应用最广泛的30余种，对这些集成电路的使用者在使用这些集成电路

时所需的各种性能和技术参数分别进行叙述和介绍，重点给出这 30 余种单端驱动输出式 PWM 控制与驱动器的各种各样的应用电路和应用中所遇到问题的解决方法。以后我们还将组织强有力的写作力量，搜集更多的最常用和应用最广泛的有关双端驱动输出式的 PWM 控制与驱动器集成电路，积累更丰富的采用这些双端驱动输出式的 PWM 控制与驱动器集成电路设计和生产出的已应用于各个领域中的开关稳压器应用电路，介绍越来越多的人在实际应用中所遇到问题的解决方法。

需要说明的是，从实用的角度出发，本书在对集成开关稳压器进行介绍的过程中所给出的各种外形封装，除直接调用 PCB 器件库中的标准封装形式外，对于库中没有的器件，作者专门对其进行了示意性的编辑和封装，并没有按器件的真正大小和引线的长与宽等进行 1:1 的绘制。另外，由于受软件限制，电路图中物理量的单位 μ 用 u 替代，请读者务必注意。

本书所介绍的应用电路以及应用电路的拓扑前半部分由王水平、田庆安、昌现兰实验后提供，后半部分由郭少伟、刘畅生、张耀进实验后提供，最后由王水平和郭少伟执笔经过多次修改、调整后定稿。在这里首先要感谢对本书进行审稿的许新雁老师及提出宝贵意见和建议的老师和专家们，其次还要感谢西安电子科技大学出版社的云立实同志和其他同志，最后还要感谢本书最后所列参考文献的作者们。

由于作者的水平有限，书中出现错误和不足之处在所难免，恳请读者朋友提出宝贵意见。

编著者
2004 年 3 月于西安

目 录

CW1840/CW2840/CW3840	1
UCC1841/UCC2841/UCC3841	11
CW1842/CW2842/CW3842	13
MC34063A/MC33063A	27
MC34060A/MC33060A	38
MC34129/MC33129	49
UCC1570/UCC2570/UCC3570	61
UC2577 - 12/- 15	70
UC2577 - ADJ	71
UC2578/UC3578	85
UCC1581/UCC2581/UCC3581	91
UC1572/UC2572/UC3572	98
UC1573/UC2573/UC3573	103
UC1548/UC2548/UC3548	108
UCC15701/2、UCC25701/2、UCC35701/2	118
UCC19411/2/3、UCC29411/2/3、UCC39411/2/3	128
UCC2941 - 3/- 5/- ADJ、UCC3941 - 3/- 5/- ADJ	135
UCC29421/2、UCC39421/2	143
UCC1888/UCC2888/UCC3888	161
UCC1889/UCC2889/UCC3889	166
UCC1884/UCC2884/UCC3884	169
UCC1800/1/2/3/4/5、UCC2800/1/2/3/4/5、UCC3800/1/2/3/4/5	177
UCC1807 - 1/- 2/- 3、UCC2807 - 1/- 2/- 3、UCC3807 - 1/- 2/- 3	190
UCC1809 - 1/- 2、UCC2809 - 1/- 2、UCC3809 - 1/- 2	198
UCC1810/UCC2810/UCC3810	207
UCC2813 - 0/- 1/- 2/- 3/- 4/- 5、UCC3813 - 0/- 1/- 2/- 3/- 4/- 5	215
UCC1886/UCC2886/UCC3886	230
TPS6734	241
TL497A	252
TL499A	261
TL5001	270
LM2576/LM2576HV/LM2576ADJ	276
参考文献	284

CW1840/CW2840/CW3840

CW1840/CW2840/CW3840 是一种单端输出型电流控制模式的 PWM 控制与驱动器芯片。它与美国 Unitrode 公司生产的 UCC1840/UCC2840/UCC3840 同属一种电路,外形封装与管脚引线完全相同,可以直接互换。使用它可以构成各种各样的单端式隔离或非隔离型无工频变压器的开关稳压电源电路。它所需外围元器件少,工作频率高,内部包含一个不随温度漂移的精密电压源。它不但具有完整的欠电压、过电压、过电流保护和慢启动及程序控制功能,而且它的 PWM 输出还具有快速的驱动及切换能力,是目前功能较全、性能较好的单端输出型电流控制模式的 PWM 控制与驱动器。

1. 主要性能

- ① 电源电压范围为 3~40 V。
- ② 采用固定频率工作方式,可通过改变外加定时电容和定时电阻来达到最佳的工作频率,其工作频率的调节和选择范围为 100~500 kHz。
- ③ 设有启动开关,并具有直接隔离偏置。
- ④ 具有斜率可变的斜坡波形发生器,能提供更好的开环稳压效果,从而保证了 PWM 控制与驱动器的安全可靠工作,防止功率开关的二次击穿。
- ⑤ 内设高精度基准电压源。
- ⑥ 具有非常完善的程控输入欠压、过压及输出过流保护功能。
- ⑦ 具有大电流、快速驱动和关断外部开关功率管的功能,输出驱动电流可达 200 mA,十分适合构成单端式隔离型无工频变压器的开关稳压电源电路(正激式或反激式)。
- ⑧ 可实现对直流电源序列的逻辑控制。

2. 技术参数

(1) 工作温度范围

CW1840/CW2840/CW3840 的工作温度范围见表 1。

表 1 CW1840/CW2840/CW3840 的工作温度范围

型 号	工作温度范围	级 别
CW1840	-55~125 C	军品级
CW2840	-25~85 C	工业级
CW3840	0~70 C	商用级

(2) 电参数的极限值

- ① 输入电源电压的极限值: 40 V。
- ② PWM 输出电压的最大值: 40 V。
- ③ 在正常工作状态下 PWM 输出电流的最大值: 400 mA。
- ④ PWM 输出端的能量损耗: 20 μ J。

- ⑤ 驱动级的最大电流(14脚): -200 mA 。
- ⑥ 基准电压源的最大输出电流(16脚): 50 mA 。
- ⑦ 慢启动所需电流最大值(8脚): 20 mA 。
- ⑧ 欠压取样输入端所需电流最大值(11脚): 10 mA 。
- ⑨ 限流端输入电压最大范围(6/7脚): $-0.5\sim 5.5\text{ V}$ 。
- ⑩ 外部关闭端输入电压的最大范围(4脚): $-0.3\sim 5.5\text{ V}$ 。
- ⑪ $T_a=25\text{ }^\circ\text{C}$ 时最大功率损耗为 1 W , $T_c=25\text{ }^\circ\text{C}$ 时的最大功率损耗为 2 W 。
- ⑫ 储存温度范围为 $-65\sim 150\text{ }^\circ\text{C}$, 焊接温度极限值(焊接时间为 10 秒)为 $300\text{ }^\circ\text{C}$ 。

(3) 误差放大器的门限电压

CW1840/CW2840/CW3840 内部误差放大器的高端门限电压为 1.2 V , 低端门限电压为 0.8 V 。若误差放大器的输入电压超过 1.2 V 或低于 0.8 V 时, 均能关断 PWM 驱动信号的输出。误差放大器的开环增益为 66 dB , 共模抑制比为 80 dB , 电源噪声抑制比为 80 dB , 增益带宽为 2 MHz 。

(4) 内部基准电压源的电参数

CW1840/CW2840/CW3840 的内部 5.0 V 精密基准电压源对外具有 50 mA 的输出能力, 内部 3.0 V 通道基准电压源具有 $\pm 2\%$ 的精度, 内部所封装的一个 $40\text{ V}/100\text{ mA}$ 稳压二极管为芯片提供过压保护功能。内部基准电压源的负载调整率为 0.2% , 线性调整率为 0.2% , 温度稳定性为 $0.2\text{ mV}/^\circ\text{C}$ 。

(5) 电源输入部分的电参数

CW1840/CW2840/CW3840 启动电流为 4.5 mA , 工作电流为 10 mA , 输入电源电压的过压钳位值为 40 V 。

(6) 内部振荡器的电参数

CW1840/CW2840/CW3840 内部振荡器的振荡频率为 50 kHz , 振荡频率的稳定性为 0.5% , 温度稳定性为 $\pm 5\text{ kHz}$, 最大频率可达 500 kHz 。

3. 管脚引线外形封装

(1) 管脚引线功能

CW1840/CW2840/CW3840 的管脚引线功能简介见表 2。

表 2 CW1840/CW2840/CW3840 的管脚引线功能简介

管脚	符号	功能简介
1	Comp	外补偿端, 也就是误差放大器的输出端
2	Start/Uv	上电启动/欠压关闭端。该端电压达到 3 V 以前时, 启动欠压比较器流过 $200\text{ }\mu\text{A}$ 的电流, 该电流通过外围电路启动开关电路, 使驱动三极管导通, 维持 PWM 输出为低电平
3	Ov Sense	过压信号感应取样反馈输入端
4	Ext Stop	该端为外部控制端。该端的电压超过 1.2 V 时, PWM 输出驱动信号将会被关闭, 该端的电压低于 0.8 V 时, 误差触发器和保护门限就会失效。该端到地之间外接一个电容就可以延缓这种作用, 其延缓的时间为 $13\text{ ms}/\mu\text{F}$
5	Reset	自动复位端。在故障状态时复位才有效, 复位电压必须大于 3 V

续表

管脚	符号	功能简介
6	I Limt	过流保护门限电压预置端, 该过流保护门限电压比过流关断电压低 0.4 V
7	I Sense	电流感应取样输入端
8	Ss/Dcc	软启动/占空比钳位端
9	Rt/Ct	外接定时电阻与定时电容端
10	Ramp	外接充电电容端, 电容的大小决定了斜坡的斜率
11	Vin Sense	输入电压感应取样端
12	PWM Out	PWM 驱动信号输出端。其内部由一个集电极开路的晶体管构成输出驱动电路, 输出驱动电路的驱动能力为 200 mA。可直接驱动双极性晶体管和 MOSFET 开关功率管, 若需要更大的输出驱动电路时, 可外扩一个输出缓冲放大器
13	GND	公共接地端
14	Drive Bias	芯片内部集电极偏置电压端
15	Vin	电源电压输入端
16	5.0 V Ref	芯片内部 5.0 V 基准电压源输出端。应用时为了保证该稳压源的精度, 该端到地必须外接一个串联等效电阻非常小的 0.1 μ F 以上的滤波电容, 以滤除内部振荡器的高频串扰
17	IN-	误差放大器的反相输入端
18	IN+	误差放大器的同相输入端

(2) 外形封装

CW1840/CW2840/CW3840 的管脚引线和外形封装如图 1 所示。

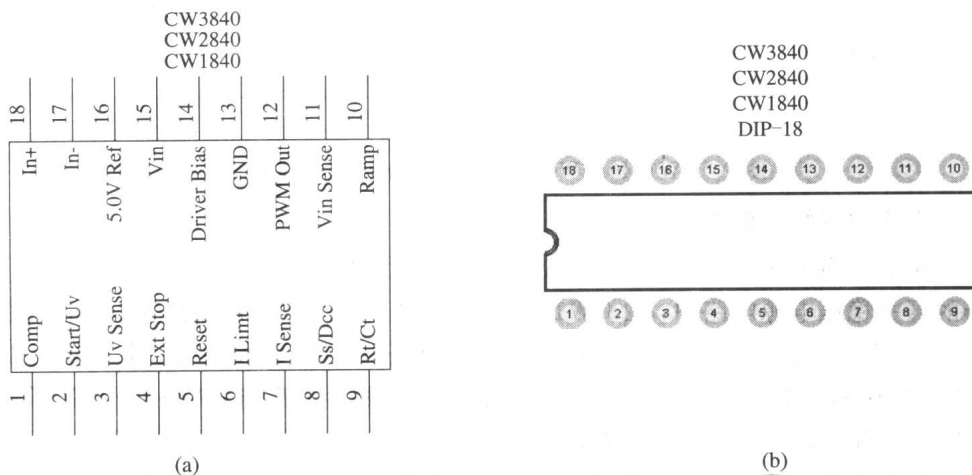


图 1 CW1840/CW2840/CW3840 的管脚引线和外形封装
(a) 管脚引线图; (b) 外形封装图

4. 内部原理方框图

CW1840/CW2840/CW3840 的内部原理方框图如图 2 所示。

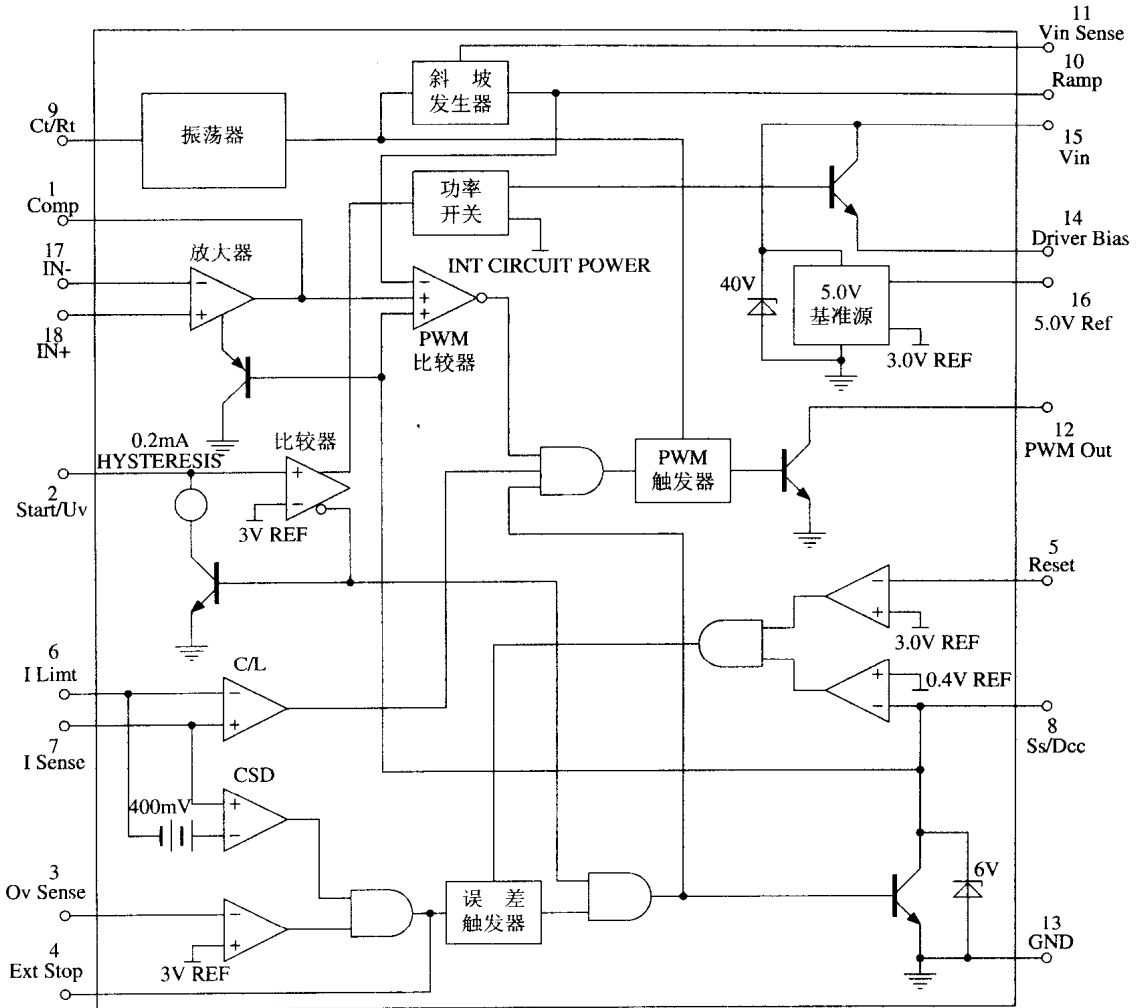


图 2 CW1840/CW2840/CW3840 的内部原理方框图

5. PWM 信号输出的典型电路

在各种各样使用 CW1840/CW2840/CW3840 作为 PWM 控制与驱动器而构成无工频变压器的开关稳压电源电路中，由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的 PWM 信号发生器的典型电路如图 3 所示。所设计的开关稳压电源的稳压范围、转换效率、各种保护功能(过压、过流、欠压和过热等)以及驱动和切换的速度等重要参数都与 PWM 信号发生器电路的设计、器件的选择、参数的计算有着密切的关系。现在根据图 3 所示的 PWM 信号发生器的典型电路就 PWM 信号发生器电路的设计、器件的选择、参数的计算做以下简介：

(1) 振荡频率

CW1840/CW2840/CW3840 的振荡频率由 9 脚上连接的定时电阻 R_t 和定时电容 C_t 来确定，其计算公式为

$$f = \frac{1}{R_t C_t} \quad (1)$$

式中 R_t 的取值范围为 $1 \sim 100 \text{ k}\Omega$, C_t 的取值范围为 $300 \text{ pF} \sim 0.1 \text{ }\mu\text{F}$ 。

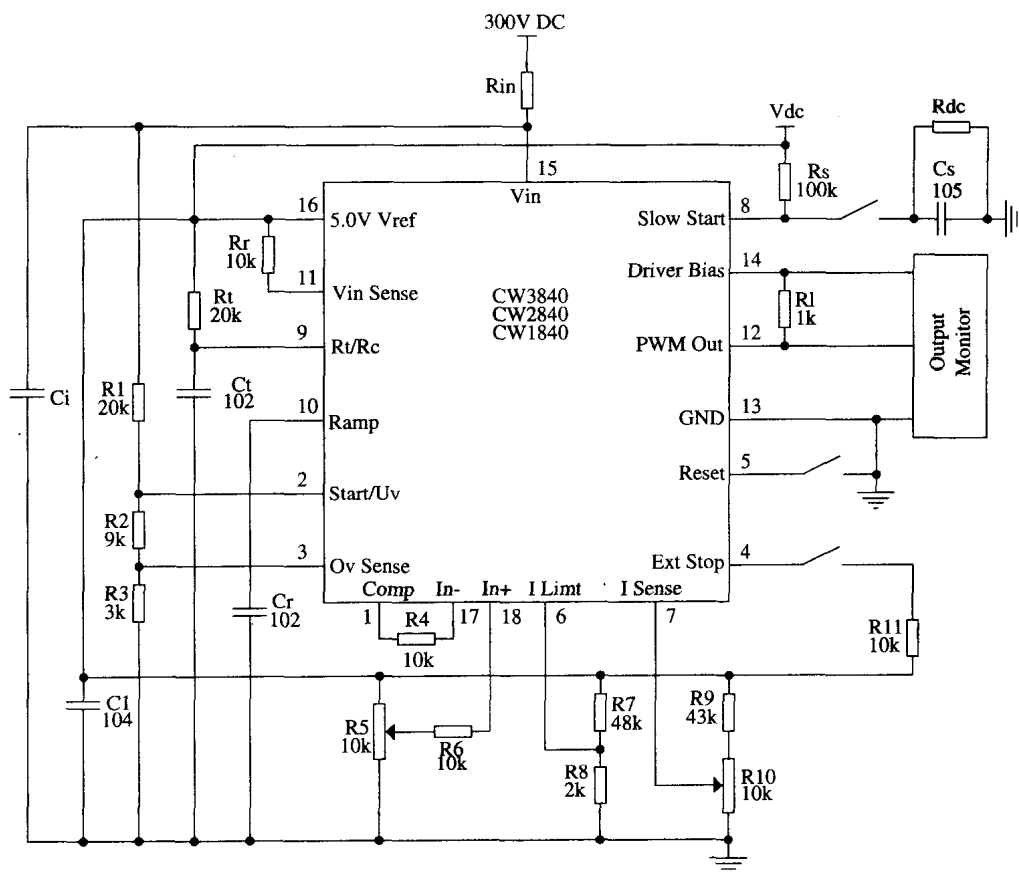


图 3 PWM 信号发生器的典型电路

(2) 软启动时间和占空比的确定

CW1840/CW2840/CW3840 第 8 脚的电平同时影响着软启动时间和占空比这两个重要参数，并且还作为 PWM 的关断端口。占空比可在 $0\% \sim 90\%$ 的范围内进行调节，最大占空比是由 R_s 和 R_{dc} 构成的分压器所提供的最大爬升电压来确定的。当采用固定斜率的工作方式时，电阻接内部 $+5 \text{ V}$ 基准电源端；当采用恒压工作方式时，电阻 R_s 就必须连接到电源电压上。第 8 脚的电压计算公式为

$$U_s = \frac{R_{dc}}{R_s + R_{dc}} U_{dc} \quad (2)$$

(3) 供电电压与启动电压的确定

来自于电网经整流滤波后得到的 300 V 直流电压，再通过电阻 R_{in} 降压后加到 CW1840/CW2840/CW3840 的第 15 脚输入电源电压 V_{in} 端。由于电容 C_i 的作用，电源电压 V_{in} 将会逐步上升，从而引起第 2 脚的电压也在不断的上升，当第 2 脚的电压未达到 3 V 以前，启动欠压比较器就会输出 $200 \text{ }\mu\text{A}$ 的电流，该电流在电阻 R_4 上所产生的电压降就会一直维持 CW1840/CW2840/CW3840 关断驱动信号的输出。启动锁存器锁定在欠压故障

状态, 由于欠压比较器的翻转电平芯片内部设定为 3 V, 因此 CW1840/CW2840/CW3840 的启动工作电压 U_{cs} 可由下式来确定:

$$U_{cs} = 3 \times \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_3} + 200 \times 10^{-6} R_1 \quad (3)$$

(4) PWM 输出电路

CW1840/CW2840/CW3840 的第 12 脚为 PWM 驱动信号的输出端, 从它的内部原理方框图中我们可以看出, 它为集电极开路输出形式, 所以对外能够提供 200 mA 的驱动电流, 可直接驱动双极性 GTR 和 MOSFET 开关功率管。如果需要更大的驱动电流时, 可外扩一个缓冲放大器。

(5) 保护电路

CW1840/CW2840/CW3840 是目前各种 PWM 控制与驱动器中保护功能最完善的一种芯片。它具有输入过压、欠压和输出过流、短路等保护功能。过流保护是采用逐个脉冲限流保护方式与过流关闭保护方式并用来作为软启动实现的。其内部已设置好不同阈值的比较器, 当出现输出过载或短路时, 这些比较器将短路掉 PWM 驱动信号的输出, 同时打开软启动电路。启动电容提供放电回路, 保证故障消除后系统能够正确地重新自动启动。

6. 应用电路

(1) 应用电路 1

驱动 GTR 或 MOSFET 开关功率管构成的单端式 DC/DC 变换器和驱动 GTR 或 MOSFET 开关功率管构成的双端式 DC/DC 变换器时的典型应用电路如图 4(a)、(b)、(c) 和(d)所示。

(2) 应用电路 2

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的单端反激式无工频变压器的开关稳压电源电路, 电路如图 5 所示。该开关稳压电源电路具有遥控开机和关机功能, 特别适合那些不能直接手动开机和关机的应用场合。该开关稳压电源电路在高速公路机电工程所用的可变限速标志中就得到了广泛的应用。

(3) 应用电路 3

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的单端正激式无工频变压器的开关稳压电源电路, 电路如图 6 所示。

(4) 应用电路 4

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的双端式无工频变压器的开关稳压电源电路, 电路如图 7 所示。在要求输出功率较大, 而给定的输入电压又较高的应用场合, 使用单端式驱动电路要满足应用要求比较困难, 必须将单端式驱动电路变为双端式驱动电路, 充分利用输入电压较高的条件, 发挥双端式驱动电路的优点, 最后多快好省地实现应用的要求。通过一个输入隔离高频驱动变压器, 就可以将单端式驱动电路变为双端式驱动电路。而该输入隔离高频驱动变压器的设计、计算与加工是单端式驱动电路变为双端式驱动电路能否调试成功的关键, 有关这方面的知识请查阅本书后面所给出的参考文献。

(5) 应用电路 5

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的非隔离式单端反激型 DC/DC 变换器电路, 电路如图 8 所示。

(6) 应用电路 6

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的非隔离式单端正激式 DC/DC 变换器电路, 电路如图 9 所示。

(7) 应用电路 7

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的复合式单端正激型 300 W 开关稳压电源电路, 电路如图 10 所示。该稳压电源电路在高速公路机电工程系统的外场设备中得到了广泛的应用。

(8) 应用电路 8

由 CW1840/CW2840/CW3840 构成的 5 V/7 A 的为数字电路供电的开关稳压电源电路, 电路如图 11 所示。该稳压电源电路在高速公路机电工程系统的外场设备中也同样得到了应用。

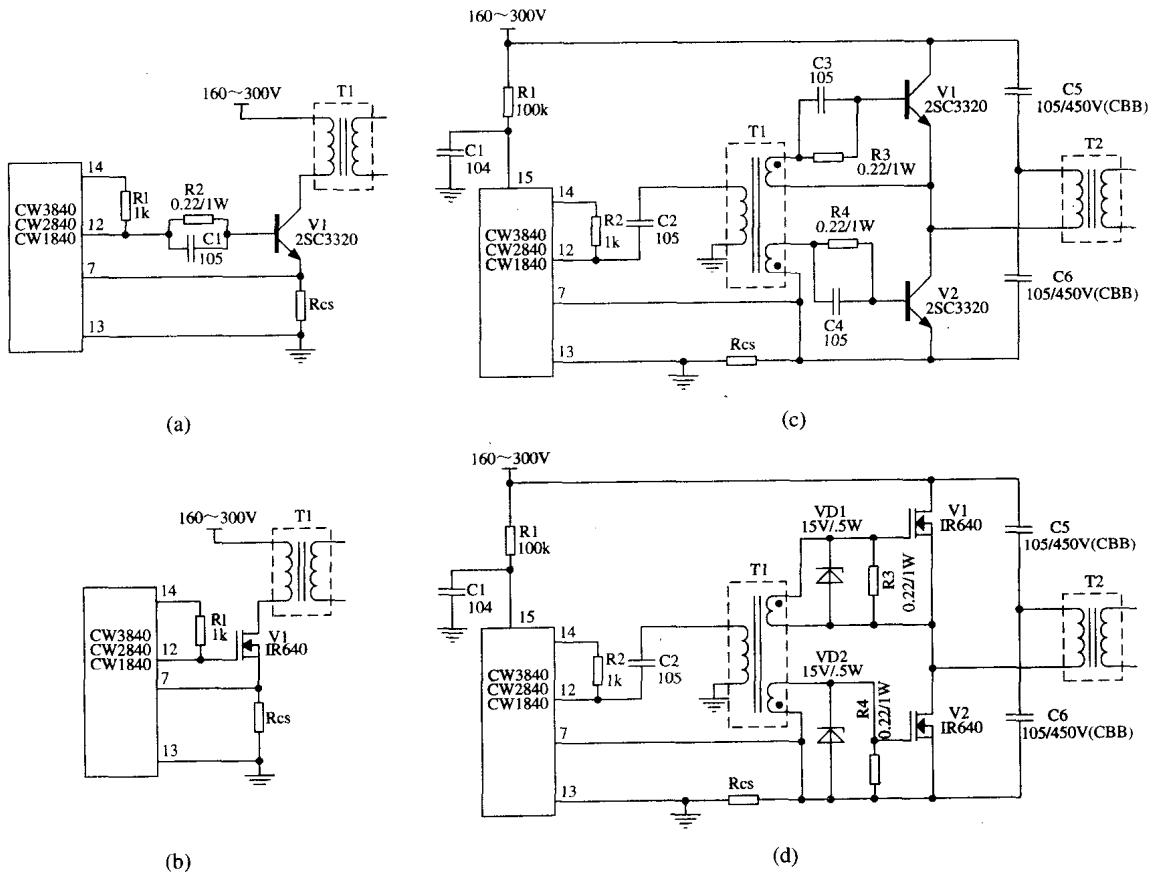


图 4 驱动 GTR 或 MOSFET 开关功率管构成单端式和双端式 DC/DC 变换器的典型电路

- (a) 驱动 GTR 构成单端式 DC/DC 变换器时的典型电路接法;
- (b) 驱动 MOSFET 单端式 DC/DC 变换器时的典型电路接法;
- (c) 驱动 GTR 双端式 DC/DC 变换器时的典型电路接法;
- (d) 驱动 MOSFET 双端式 DC/DC 变换器时的典型电路接法

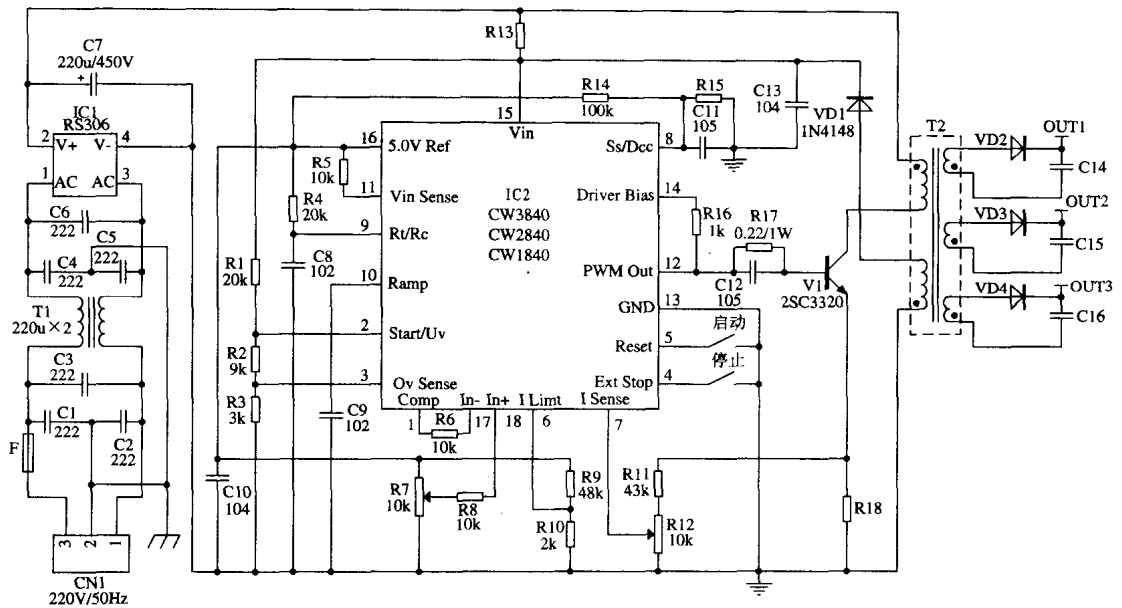


图 5 单端反激式开关稳压电源电路

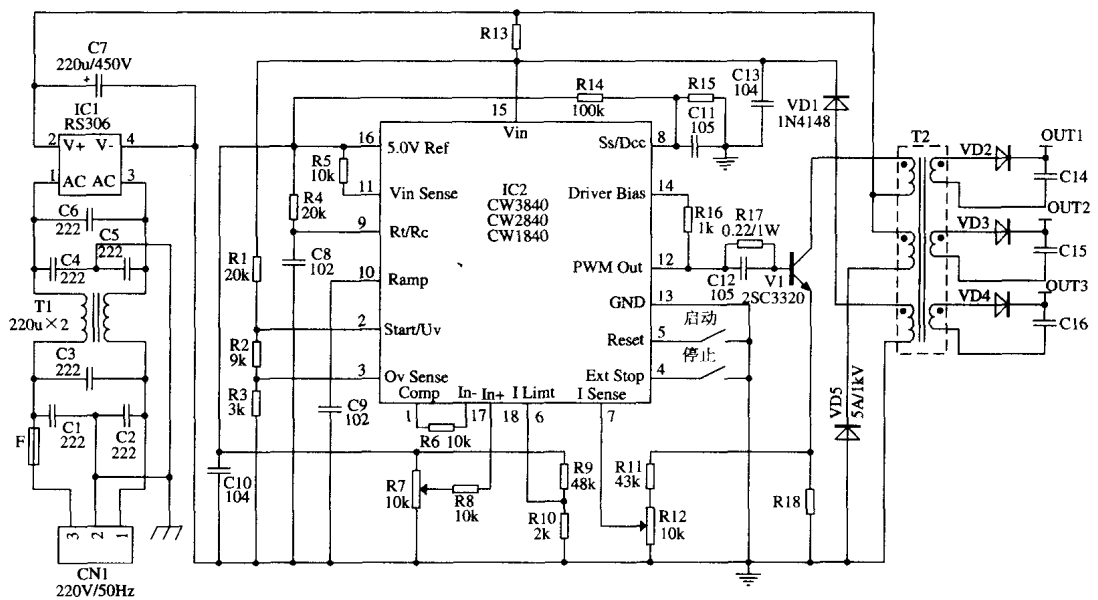


图 6 单端正激式开关稳压电源电路

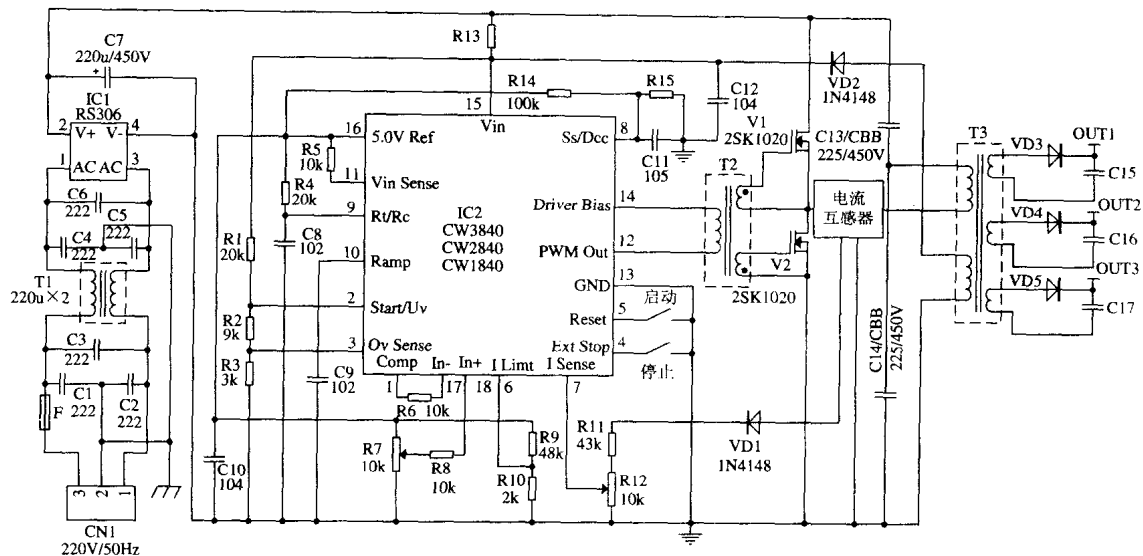


图 7 双端式开关稳压电源电路

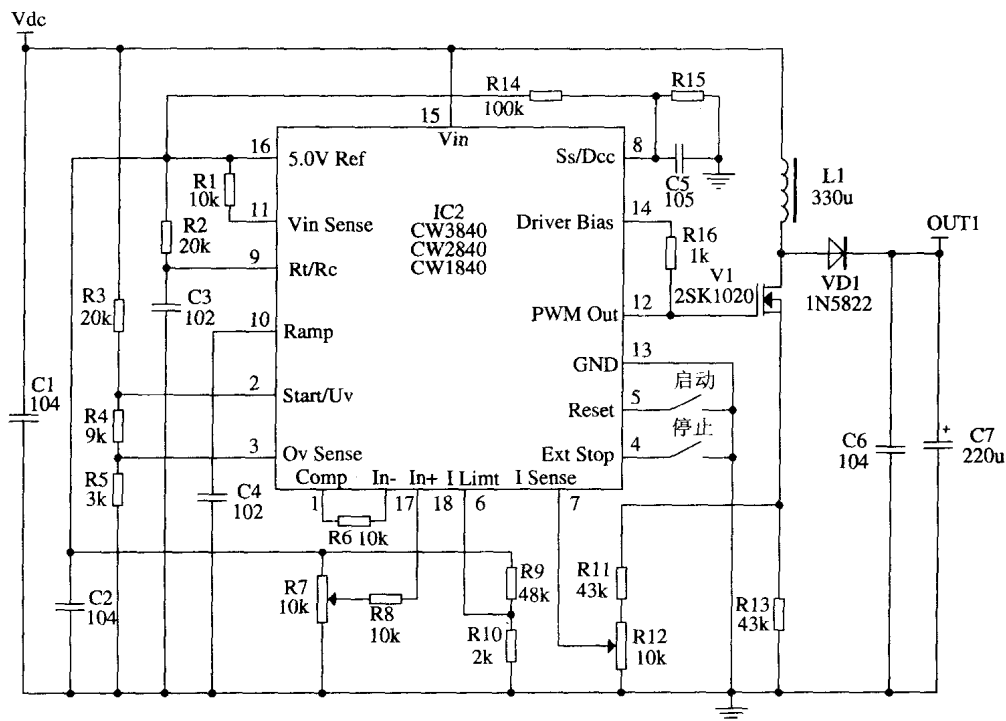


图 8 非隔离式单端反激型 DC/DC 变换器电路

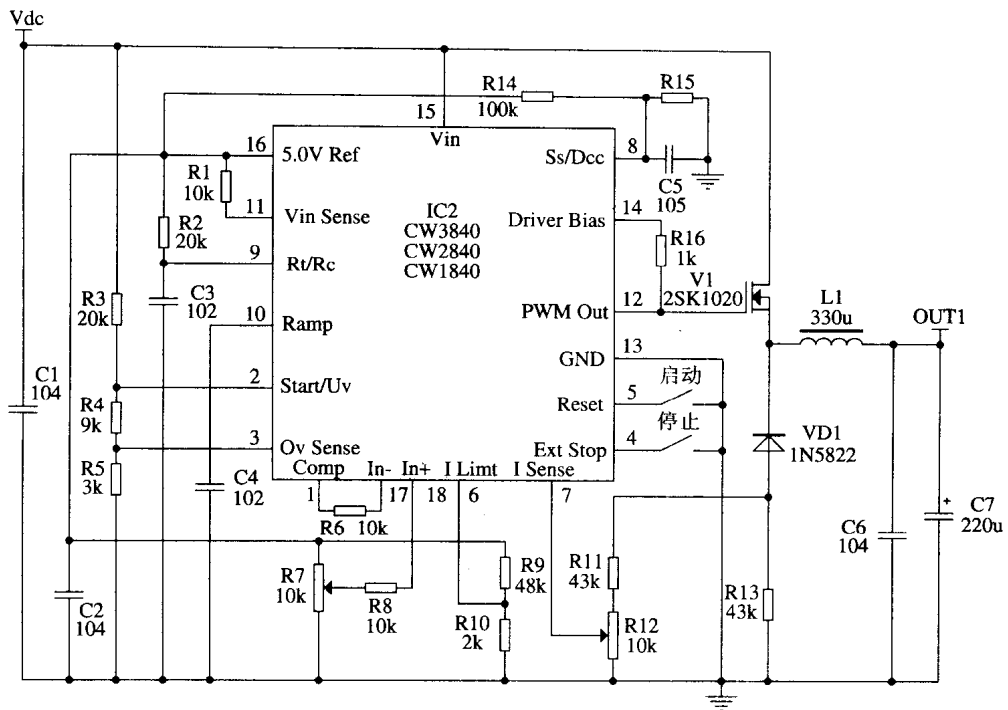


图 9 非隔离式单端正激式 DC/DC 变换器电路

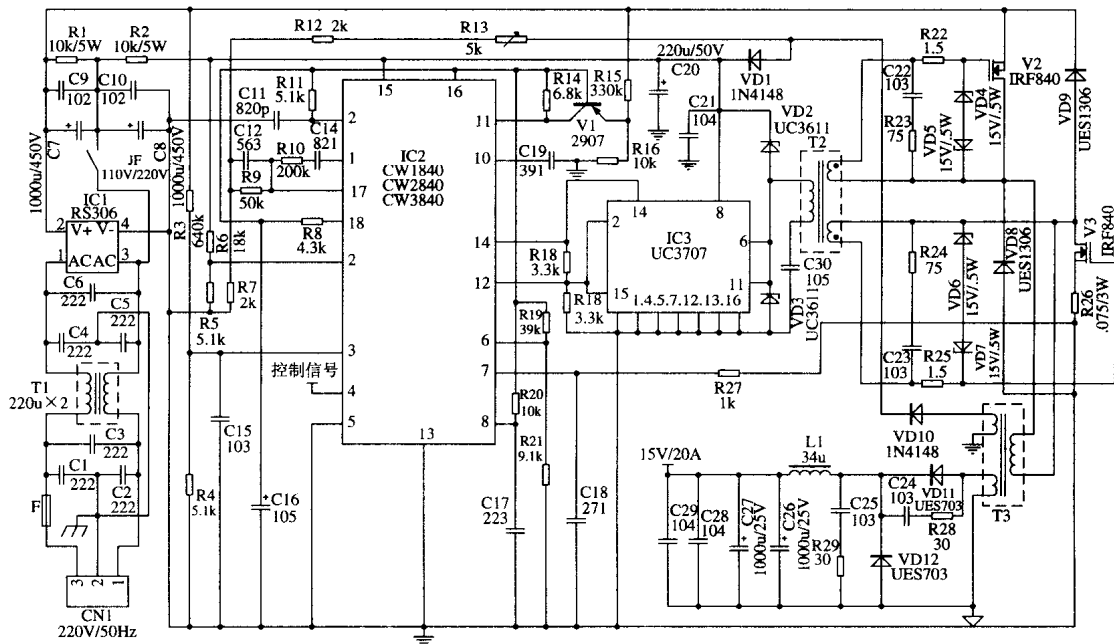


图 10 复合式单端正激型 300 W 开关稳压电源电路

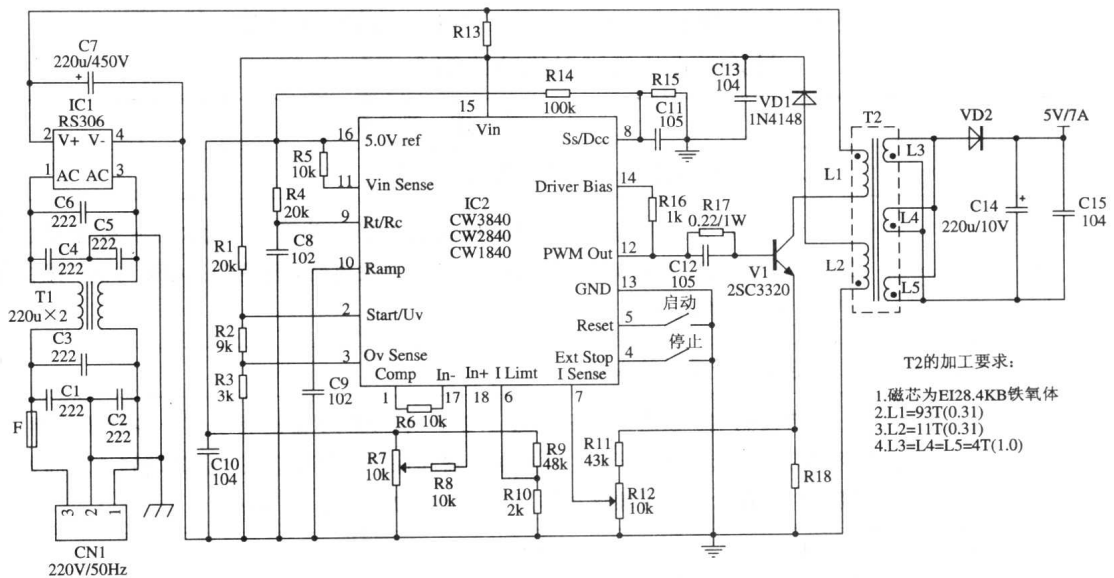


图 11 5 V/7 A 的为数字电路供电的开关稳压电源电路

UCC1841/UCC2841/UCC3841

UCC1841/UCC2841/UCC3841 是美国 Unitrode 公司生产的一种单端输出式电流控制模式的 PWM 控制与驱动器芯片。它与国产的 CW1840/CW2840/CW3840 同属一个电路，不同的是外形封装种类比国产的要多，使使用者具有较灵活的选择余地。其使用方法和所需外围元器件都与 CW1840/CW2840/CW3840 完全相同，所以这里只对它的外形封装和管脚引线进行介绍，供用户使用时查对，有关它的应用电路以及其它方面的问题请参考本书前边介绍的 CW1840/CW2840/CW3840 部分的内容。

1. 管脚引线功能

(1) DIP - 18 和 SO - 18 封装形式的管脚引线功能简介

UCC1841/UCC2841/UCC3841 的 DIP - 18 和 SO - 18 两种封装形式的管脚引线功能与 CW1840/CW2840/CW3840 的 DIP - 18 封装形式的管脚引线功能完全相同，见表 2。

(2) PLCC - 20 封装形式的管脚功能简介

UCC1841/UCC2841/UCC3841 的 PLCC - 20 型封装形式的管脚引线功能简介见表 3。