



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

电赛经验分享

分享人：胡夏南、喻哲文





目录

§ 自我介绍

§ 经验分享

- 硬件
- 软件

§ 资源分享

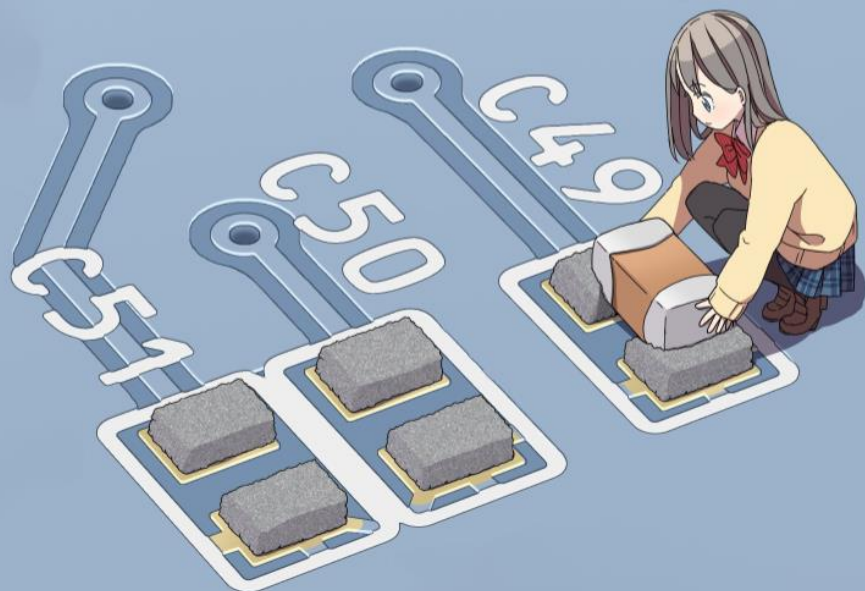
- TPS 5430

§ Q & A



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

自我介绍





西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

我们是谁

喻哲文 大四 空间学与技术学院 钱学森空间科学实验班
胡夏南 大四 网络与信息安全学院 网络空间安全实验班

比赛经历

2021年国赛 D-基于互联网的摄像测量系统 省级二等奖
2022省赛 E-声源定位跟踪系统 省级一等奖
还有若干训练赛



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

备赛与比赛经验分享

分享人：喻哲文





电赛学习

知识学习

电路基础

模电、数电基础

单片机基础

推荐电赛官方培训教程（可以选里面的往年题训练）

测试题硬件的目标

技能学习

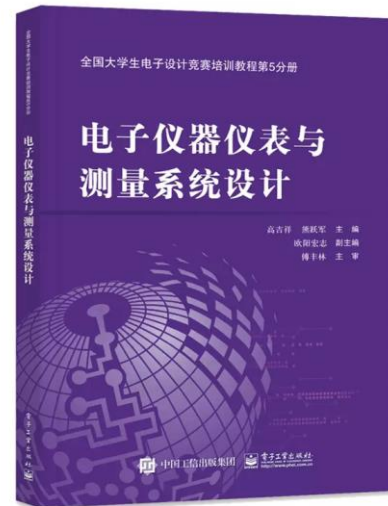
基础仪器的使用（电源、示波器、信号源、万用表等）

电路制作能力（焊万能板、预制PCB模块）

提前规划将任务分层（队友之间、模块与模块之间）

调试纠错的能力!!!

出现错误时首先心态要好（特别是比赛中），测试前先确认电路安全，测试时根据信号的流向去检查。检查时选择合适的测试点（电源是否正常、运放同相反相端是否虚短），使用芯片的电路如果要测试芯片某一个pin脚的电压，最好直接测试管脚。





电赛经验-测量题

测量的核心是——信噪比

设计方案的关键——

硬件上：将误差尽可能地固定，将随机误差尽可能地减小。

软件上：设计调零方法，先消除固定误差，再通过数据处理的方法消除随机误差。



备赛经验分享

器材模块准备

基础器材准备：电阻、电容、电感、精密电阻以及各种常用工具（建议每个小组都准备好自己的）

电源模块必备：基准源、常用的DC-DC、LDO、带数显可调的电源

运放必备：通用运放 高速运放 仪表运算放大器、比较器

测量题：超声波、激光测距模块、声光传感器模块

控制题：步进电机、舵机及其驱动器、二维云台等

对于器材采购建议是不买最贵只买最简单好用的。

个人建议：比赛时能使用成品模块的尽量避免使用自己制作的。

能使用自己制作测试过的模块就不要使用比赛现场搭建的。



备赛经验分享

知识技能积累

1. 认真参与平时的训练题和训练赛，对作品精益求精。
2. 多浏览国内外电路知识学习网站以及电赛官方网站。
3. 在做完往年的比赛题目后多上网搜索信息
4. 遇到不会的问题多请教身边的学长，或者上网搜集相关资料。

比赛中也可以收集信息!!!

(不要理会卖方案的，建议不要发言，但可以看看别人是怎么做的)



比赛经验分享

正式比赛开始前

1. 整理好比赛物品放在已经习惯的地方，刻意整理往往容易找不到。
2. 休息好

正式比赛开始时

1. 首先评估各个题目，预想一些可能遇到问题。
2. 选择最有把握的题。
3. 先验证关键技术节点（先实现最没有把握的部分），验证可行即可，并不一定要完全实现。
4. 对照要求先实现最基本的功能和系统框架
5. 比赛的时候不要放弃，但是要学会在合适的时间点将目标从提升性能转向提升稳定性。
6. 四天三夜比赛不建议太早开始熬夜，很容易影响后续状态。
7. 和队友多沟通互相鼓励，互相包容，互相进步。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

备赛与比赛经验分享

分享人：胡夏南





从入门到入…?

我的入门之旅

- 51单片机
- STM32
 - 正点原子的教程
- ESP32、树莓派
- PCB 设计

Copy – 重构 – 项目驱动





开发对象与工具的选择

单片机

- 51 单片机
- STM32
- ESP32
- 树莓派 pico
- 树莓派
- 各种模块

语言




- C/C++
 - HAL、LL
- Python
 - MicroPython
- 多语言

编辑器 / IDE

高级、便利 **NOR** 高效、稳定




开发对象与工具的选择

Offer	Portability	Optimization (Memory & Mips)	Easy	Readiness	Hardware coverage
 STM32Snippets		+++			+
 Standard Peripheral Library	++	++	+	++	+++
 STM32Cube	HAL APIs	+++	+	++	+++
	LL APIs	+	+++	+	++

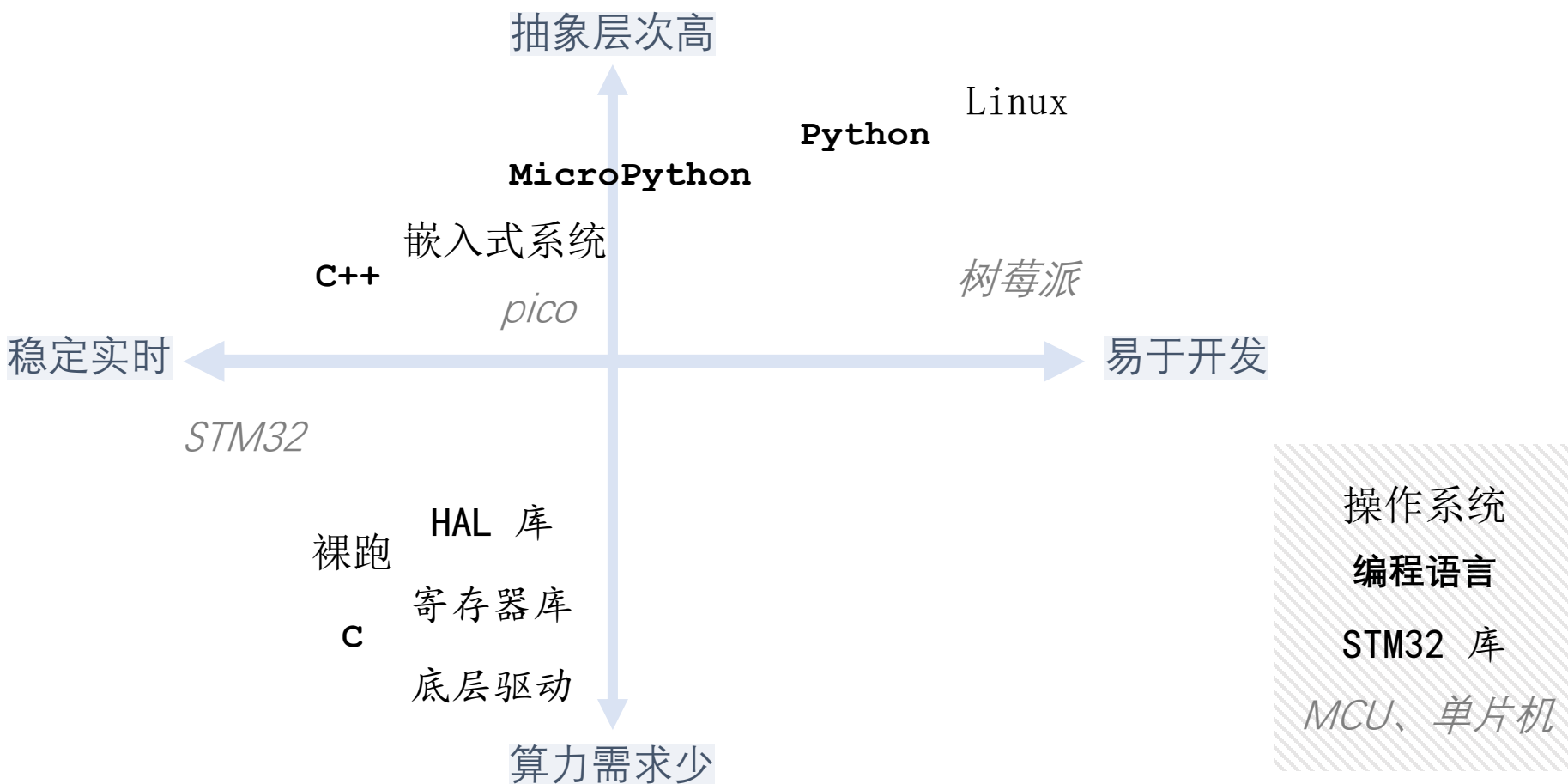


开发对象与工具的选择

Offer	Available for STM32									
	 STM32 F0	 STM32 F1	 STM32 F3	 STM32 F2	 STM32 F4	 STM32 F7	 STM32 H7	 STM32 L0	 STM32 L1	 STM32 L4
STM32Snippets	Now	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Now	N.A.	N.A.
Standard Peripheral Library	Now	Now	Now	Now	Now	N.A.	N.A.	N.A.	Now	N.A.
STM32Cube HAL	Now	Now	Now	Now	Now	Now	Now	Now	Now	Now
STM32Cube LL	Now	Now	Now	Now	Now	Now	2018	Now	Now	Now



开发对象与工具的选择





开发对象与工具的选择

单片机

- 51 单片机
- STM32
- ESP32
- 树莓派 pico
- 树莓派
- 各种模块

语言

- C/C++
 - HAL、LL
- Python
 - MicroPython
- 多语言

编辑器 / IDE

- μ Vision[®] IDE - Keil
- STM32CubeMX
- JetBrains' CLion
- Visual Studio Code
 - 插件
- Vim

高级、便利 **NOR** 高效、稳定



开发对象与工具的选择

单片机

- 51 单片机
- STM32
- ESP32
- 树莓派 pico
- 树莓派
- 各种模块

语言

- C/C++
- Python
- JavaScript
- Java
- C#
- MicroPython
- 多语言

编辑器 / IDE

- μ Vision[®] IDE - Keil
- STM32CubeMX
- JetBrains' CLion
- Visual Studio Code
 - 插件

没有最好的，只有最合适的

高级、便利 **NOR** 高效、稳定



Keil Assistant v1.7.0

CL | 111,202 | ★★★★★ (28)

An assistant for Keil uVision

安装



开发流程

- 前端
 - 上下位机通讯：蓝牙和手机通信是很方便的
 - 用户界面：emWin 等 UI 库。可使用图形化工具生成代码框架
- 后端
 - 硬件IO：I2C、URAT 等各种总线和通信协议
 - 操作系统
 - 裸跑
 - 中断、时钟
 - 使用嵌入式系统
- 硬件协同
 - PCB 设计

[framist/STemWinForHAL: 移植 emWin与HAL库结合。\(正点原子风格\) \(github.com\)](#)



实战技巧

如何选取方案？

—— 注意复杂性的代价

模型与实际对不上、或者根本没有模型怎么办？

—— 猜测；加参；拟合

程序出 bug 了怎么办？

—— 及时找到原因，及时解决问题



团队协作

低耦合高内聚

明确的规划与分工
(特别是编程)

使用现代的工具

(在做一些比较大的项目时)

- CodiMD
- MS Office
- 飞书

The screenshot shows the CodiMD editor interface. On the left, there is a code editor with the following content:

```
316 <code>### PlantUML</code>
317 <code>``plantuml</code>
318 <code>start</code>
319 <code>if (condition A) then (yes)</code>
320 <code>  :Text 1;</code>
321 <code>elseif (condition B) then (yes)</code>
322 <code>  :Text 2;</code>
323 <code>stop</code>
324 <code>elseif (condition C) then (yes)</code>
325 <code>  :Text 3;</code>
326 <code>elseif (condition D) then (yes)</code>
327 <code>  :Text 4;</code>
328 <code>else (nothing)</code>
329 <code>  :Text else;</code>
330 <code>endif</code>
331 <code>stop</code>
332 <code>``</code>
333
334 <code>### Vega-Lite</code>
335 <code>``vega</code>
336 <code>{</code>
337 <code>  "$schema":</code>
338 <code>  "https://vega.github.io/schema/vega</code>
339 <code>}</code>
340 <code>``</code>
```

On the right, there is a preview area showing two diagrams. The top diagram is a PlantUML flowchart with two conditions (condition A and condition B) leading to Text 1 and Text 2 respectively. The bottom diagram is a Vega-Lite horizontal stacked bar chart showing the distribution of varieties across different regions. The chart has a y-axis labeled 'variety' and an x-axis labeled '0 100 200 300 400 500'. The bars are stacked with yellow and green segments. The varieties listed on the y-axis are: Glabron, Manchuria, No. 457, No. 462, No. 475, Peatland, Svansota, Trebi, Velvet, and Wisconsin No. 38. A sidebar on the right contains a menu with options like 'TAML Metadata', 'UML Diagrams', and 'Vega-Lite'.



资源分享

一些往年题的仓库

大佬们

编程方面的学习

参见我的仓库



稚晖 peng-zihui

野生钢铁侠本侠。

HUAWEI Research Shanghai

阅读官方文档、阅读项目源码



总 之

多动手，勤实践



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

学习资源分享

分享人：喻哲文





学习资源分享

1. TI官网 <https://www.ti.com.cn/>
2. 全国大学生电子设计竞赛培训网 <https://www.nuedc-training.com.cn/>
3. 仿真软件 Multisim 最简单 但是仿真很容易不收敛而且准确性有问题
4. 仿真软件 Ltspice免费，自带一些ADI芯片，写spice子电路方便。
5. B站——达尔闻等（带着审视的态度）
6. YouTube
7. [All About Circuits - Electrical Engineering & Electronics Community](#)



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

Tps5430技术手册

分享人：喻哲文



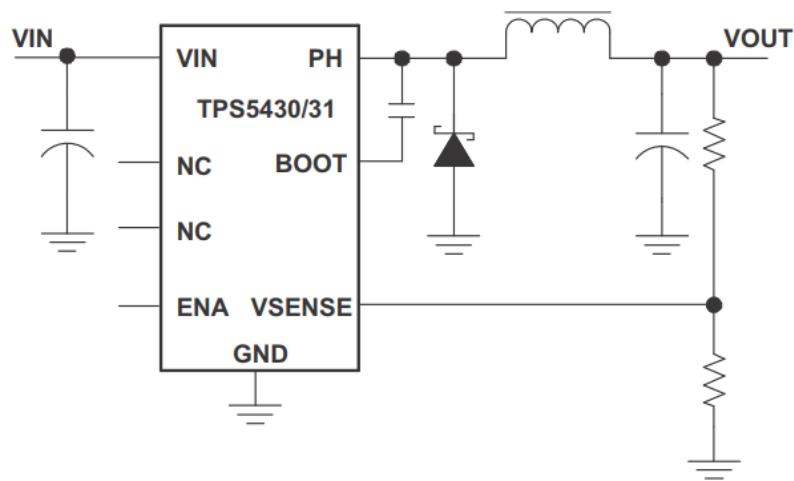


TPS 5430 技术手册

1 特性

- 宽输入电压范围：
 - TPS5430 : 5.5V 至 36V
 - TPS5431 : 5.5V 至 23V
- 高达 3A 的持续 (峰值为 4A) 输出电流
- 通过 110mΩ 集成式 MOSFET 开关实现高达 95% 的高效率
- 宽输出电压范围：可调节为低至 1.22V，初始精度为 1.5%
- 内部补偿可最大限度减少外部器件数量
- 适用于小型滤波器尺寸的固定 500kHz 开关频率
- 通过输入电压前馈改进线性调整率和瞬态响应
- 通过过流限制、过压保护和热关断保护系统
- - 40°C 至 125°C 的工作结温范围
- 采用小型热增强型 8 引脚 SO PowerPAD™ 封装
- 使用 TPS5430 并借助 [WEBENCH® Power Designer](#) 创建定制设计

Simplified Schematic





TPS 5430 技术手册

5 引脚配置和功能

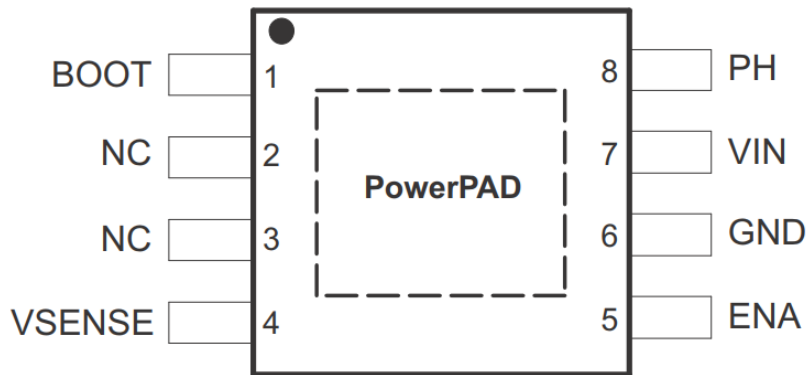


图 5-1. DDA 封装 8 引脚 SOIC (带散热焊盘) 俯视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
BOOT	1	O	高侧 FET 栅极驱动器的升压电容器。从 BOOT 引脚至 PH 引脚连接一个 0.01 μ F 低 ESR 电容器。
NC	2、3	—	内部未连接。
VSENSE	4	I	稳压器的反馈电压。连接到输出电压分压器。
ENA	5	I	开/关控制。低于 0.5V，器件会停止开关。悬空引脚以启用。
GND	6	—	接地。连接到 PowerPAD。
VIN	7	—	输入电源电压。旁路 VIN 引脚至 GND 引脚靠近采用高质量、低 ESR 陶瓷电容器的器件封装。
PH	8	I	高侧功率 MOSFET 的源极。连接至外部电感器和二极管。
PowerPAD		—	必须将 GND 引脚连接到外露焊盘才能正常运行。



TPS 5430 技术手册

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) ^{(1) (2)}

			最小值	最大值	单位
V _I	TPS5430	VIN	-0.3	40 ⁽³⁾	V
		PH (稳态)	-0.6	40 ⁽³⁾	
	TPS5431	VIN	-0.3	25	
		PH (稳态)	-0.6	25	
		ENA	-0.3	7	
		BOOT-PH	-0.3	10	
	VSENSE	-0.3	3		
		PH (瞬态 < 10ns)	-4		
I _O	拉电流	PH	内部受限		
I _{lkg}	漏电流	PH	10	μA	
T _J	工作等效结温范围		-40	150	°C
T _{stg}	贮存温度范围		-65	150	°C

- (1) 超出绝对最大额定值下列的值的应力可能会对器件造成永久损坏。这些仅为应力额定值，并不表明器件在这些额定值下或者任何其他超过建议工作条件所标明的条件下可正常工作。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。
- (2) 所有电压值都相对于网络接地端而言。
- (3) VIN 引脚接近绝对最大额定值可能会导致 PH 引脚上的电压超过绝对最大额定值。



TPS 5430 技术手册

6.5 电气特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C , $V_{IN} = 12\text{V}$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压 (VIN 引脚)					
I_Q 静态电流	VSENSE = 2V, 不进行开关, PH 引脚开路		3	4.4	mA
	关断, ENA = 0V		18	50	μA
欠压锁定 (UVLO)					
启动阈值电压, UVLO			5.3	5.5	V
迟滞电压, UVLO			330		mV
电压基准					
电压基准精度	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	1.202	1.221	1.239	V
	$I_O = 0\text{A} - 3\text{A}$	1.196	1.221	1.245	
振荡器					
内部设定自由工作频率		400	500	600	kHz
最短可控导通时间			150	200	ns
最大占空比		87%	89%		
使能 (ENA 引脚)					
启动阈值电压, ENA				1.3	V
停止阈值电压, ENA		0.5			V
迟滞电压, ENA			450		mV
内部慢启动时间 (0~100%)		6.6	8	10	ms
电流限制					
电流限制		4	5	6	A
电流限制断续时间		13	16	20	ms
热关断					
热关断跳闸点		135	162		$^{\circ}\text{C}$
热关断迟滞			14		
输出 MOSFET					
$r_{DS(on)}$ 高侧电源 MOSFET 开关	VIN = 5.5V		150		$\text{m}\Omega$
			110	230	



TPS 5430 技术手册

7.3 特性说明

7.3.1 振荡器频率

内部自由运行振荡器将 PWM 开关频率设置为 500kHz。对于相同的输出纹波要求，500kHz 开关频率可实现较低的输出电感，从而可使用更小的输出电感器。

7.3.2 电压基准

电压基准系统通过对具有温度稳定性的带隙电路输出进行调节生成精确的基准信号。在生产测试期间将带隙和调节电路修整为室温下 1.221V 的输出。

7.3.3 使能 (ENA) 和内部慢启动

稳压器的 ENA 引脚可提供电气开/关控制功能。ENA 引脚电压超过阈值电压后，稳压器就会开始运行，且内部慢启动开始斜升。如果 ENA 引脚电压被拉至阈值电压以下，稳压器停止开关且内部慢启动复位。将引脚接地或连接到任何低于 0.5V 的电压将禁用稳压器并激活关断模式。在关断模式下，TPS543x 的静态电流通常为 18 μ A。

ENA 引脚具备一个内部上拉电流源，可使用户悬空 ENA 引脚。如果应用需要控制 ENA 引脚，可采用漏极开路或集电极开路输出逻辑与该引脚连接。要限制启动期间的浪涌电流，可使用内部慢启动电路将基准电压从 0V 线性斜升至其最终值。内部慢启动时间通常为 8ms。

7.3.4 欠压锁定 (UVLO)

TPS543x 包括一个欠压锁定电路，用于在 VIN (输入电压) 低于 UVLO 启动电压阈值时使器件保持禁用状态。在上电期间，内部电路保持非运行状态，内部慢启动接地，直至 VIN 超过 UVLO 启动阈值电压。达到 UVLO 启动阈值电压之后，就会释放内部慢启动，器件启动开始。器件会保持运行，直至 VIN 降至低于 UVLO 停止阈值电压。UVLO 比较器中的典型迟滞为 330mV。

7.3.5 升压电容器 (BOOT)

在 BOOT 引脚和 PH 引脚之间连接一个 0.01 μ F 低 ESR 陶瓷电容器。此电容器为高侧 MOSFET 提供栅极驱动电压。由于 X7R 或 X5R 等级的电介质在不同温度下的值保持稳定，因此建议使用。



TPS 5430 技术手册

7.3.6 输出反馈 (VSENSE) 和内部补偿

通过将外部电阻分压器网络的中心点电压反馈回 VSENSE 引脚，设定稳压器的输出电压。在稳态运行期间，VSENSE 引脚电压应等于电压基准 1.221V。

TPS543x 实施内部补偿以简化稳压器设计。由于 TPS543x 使用电压模式控制，因此在片上设计了 3 类补偿网络，以提高高交叉频率和高相位裕度，从而实现良好的稳定性。更多详细信息，请参阅应用部分中的 *内部补偿网络*。

7.3.7 电压前馈

不管输入电压有任何变化，内部电压前馈都会提供恒定直流功率级增益。这极大简化了稳定性分析和改善了瞬态响应。电压前馈使峰值斜坡电压与输入电压成反比变化，以使调制器和功率级增益在前馈增益处保持恒定，即

$$\text{Feed Forward Gain} = \frac{V_{IN}}{\text{Ramp}_{pk-pk}} \quad (1)$$

TPS543x 的典型前馈增益为 25。

7.3.8 脉宽调制 (PWM) 控制

稳压器采用固定频率脉宽调制 (PWM) 控制方法。首先，通过高增益误差放大器和补偿网络将反馈电压 (VSENSE 引脚电压) 与恒定电压基准进行比较，以生成误差电压。然后，通过 PWM 比较器将误差电压与斜坡电压进行比较。通过这种方式，误差电压幅度转换为脉冲宽度，即占空比。最后，PWM 输出馈送到栅极驱动电路，以控制高侧 MOSFET 的导通时间。

7.3.9 过流限制

通过检测高侧 MOSFET 的漏源电压来实施过流限制。然后将漏源电压与表示过流阈值限制的电压电平进行比较。如果漏源电压高于过流阈值限制，则过流指示器设置为 true。系统会忽略每个周期开始时前沿消隐时间的过流指示器，以避免任何开启噪声干扰。



TPS 5430 技术手册

7.3.10 过压保护

TPS543x 有过压保护 (OVP) 电路，以便从输出故障状态恢复时最大限度地减少电压过冲。OVP 电路包括一个过压比较器，用于比较 V_{SENSE} 引脚电压和 $112.5\% \times V_{REF}$ 的阈值。一旦 V_{SENSE} 引脚电压高于阈值，高侧 MOSFET 将被强制关闭。当 V_{SENSE} 引脚电压降至低于阈值时，高侧 MOSFET 将重新启用。

7.3.11 热关断

TPS543x 使用内部热关断电路防止自身过热。如果结温超过热关断跳闸点，则电压基准会接地并关断高侧 MOSFET。当结温降至低于热关断跳闸点 14°C 时，器件会在慢启动电路的控制下自动重启。

7.4 器件功能模式

7.4.1 在最低输入电压附近运行

建议 TPS543x 在超过 5.5V 的输入电压下运行。典型的 V_{IN} UVLO 阈值为 5.3V ，且该器件可在低至 UVLO 电压的输入电压下运行。当输入电压低于实际 UVLO 电压时，该器件不再开关。如果 EN 悬空或在外部上拉至大于 1.3V ，则当 $V_{(VIN)}$ 超出 UVLO 阈值时，TPS543x 将变为运行状态。开关启用，且慢启动序列随之启动。在内部慢启动期间，TPS543x 器件开始将内部基准电压从 0V 线性上升至其最终值。

7.4.2 在实施 ENA 控制的情况下运行

使能启动阈值电压最大为 1.3V 。当 ENA 持续低于 0.5V 最小停止阈值电压时，TPS543x 处于禁用状态并禁止进行开关，即使 V_{IN} 高于其 UVLO 阈值时也是如此。这种状态下的静态电流有所降低。如果 ENA 电压升至高于最大启动阈值，而 $V_{(VIN)}$ 高于其 UVLO 阈值，则该器件变为有效状态。开关启用，且慢启动序列随之启动。在内部慢启动期间，TPS543x 器件开始将内部基准电压从 0V 线性上升至其最终值。

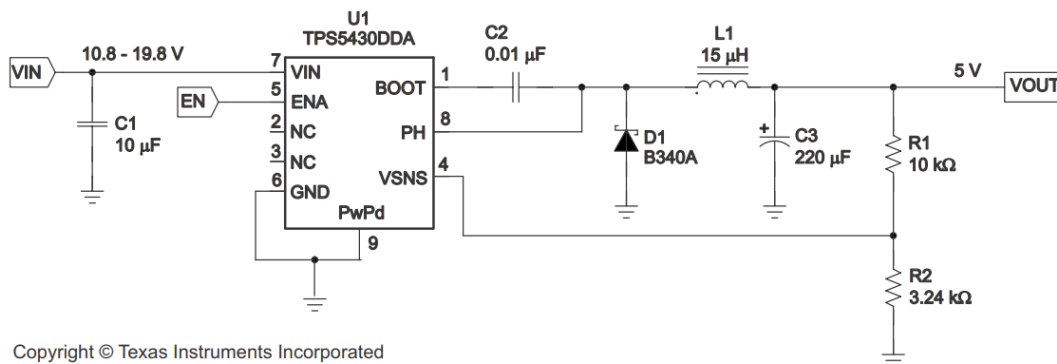


TPS 5430 典型设计

8.2 典型应用

8.2.1 12V 输入到 5.0V 输出

图 8-1 显示了典型 TPS5430 应用的原理图。TPS5430 可以在 5V 的标称输出电压下提供高达 3A 的输出电流。为了获得适当的热性能，器件下方裸露的 PowerPAD™ 必须焊接至印刷电路板。



Copyright © Texas Instruments Incorporated

图 8-1. 应用电路，12V 输入到 5.0V 输出

8.2.1.1 设计要求

本设计示例使用以下参数作为输入参数：

设计参数 ⁽¹⁾	示例值
输入电压范围	10.8V 至 19.8V
输出电压	5V
输入纹波电压	300mV
输出纹波电压	30mV
输出电流额定值	3A
工作频率	500kHz

(1) 作为一项附加约束，该设计设置为小尺寸和低元件高度。



TPS 5430 输入电容器选择

8.2.1.2.3 输入电容器

TPS5430 需要一个输入去耦电容器，并且根据具体应用需要一个大容量输入电容器。去耦电容器 C1 的建议值为 10 μ F。需要高品质的陶瓷型 X5R 或 X7R 电容器。对于某些应用，只要不超过输入电压和电流纹波额定值，就可以使用具有更小值的去耦电容器。额定电压必须大于最大输入电压，包括纹波电压。

此输入纹波电压可以通过[方程式 2](#) 估算得出：

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{OUT(MAX)} \times 0.25}{C_{BULK} \times f_{sw}} + (I_{OUT(MAX)} \times ESR_{MAX}) \quad (2)$$

其中 $I_{OUT(MAX)}$ 是最大负载电流， f_{sw} 是开关频率， C_{IN} 是输入电容值， ESR_{MAX} 是输入电容器的最大串联电阻。

还需要检查最大 RMS 纹波电流。在最坏的情况下，可以通过[方程式 3](#) 估算得出此值：

$$I_{CIN} = \frac{I_{OUT(MAX)}}{2} \quad (3)$$

在这种情况下，输入纹波电压将为 156mV，RMS 纹波电流将为 1.5A。输入电容器两端的最大电压将为 V_{IN} 最大值 + $\Delta V_{IN}/2$ 。所选输入去耦电容器的额定电压为 25V，纹波电流容量大于 3A，提供了足够的裕量。非常重要的是，在任何情况下都不得超过电压和电流的最大额定值。

此外可能需要一些大容量电容，尤其是当 TPS5430 电路的位置不在输入电压源 2 英寸以内时。此电容器的值并不重要，但其额定值也应能够应对最大输入电压（包括纹波电压），并应能够对输出进行滤波，以使输入纹波电压可以接受。



TPS 5430 电感器选择

8.2.1.2.4.1 电感器选择

要计算输出电感器的最小值，请使用[方程式 4](#)：

$$L_{\text{MIN}} = \frac{V_{\text{OUT(MAX)}} \times (V_{\text{IN(MAX)}} - V_{\text{OUT}})}{V_{\text{IN(max)}} \times K_{\text{IND}} \times I_{\text{OUT}} \times F_{\text{SW}}} \quad (4)$$

K_{IND} 是一个系数，表示电感器纹波电流值与最大输出电流之比。在确定电感器中的纹波电流值时，需要考虑三件事：峰峰值纹波电流会影响输出纹波电压幅度，纹波电流会影响峰值开关电流，纹波电流值决定了电路变得不连续的位置。对于使用 TPS5430 的设计，0.2 至 0.3 的 K_{IND} 可以产生良好的效果。当与适当的输出电容器配合使用时，可以获得低输出纹波电压，峰值开关电流将远低于电流限制设定点，并且在非连续运行之前可以拉取相对较低的负载电流。

在此设计示例中，使用 $K_{\text{IND}} = 0.2$ ，且计算得出的最小电感值为 $12.5\mu\text{H}$ 。此设计中使用的下一个最高标准值为 $15\mu\text{H}$ 。

对于输出滤波电感器而言，重要的是不得超出额定 RMS 电流和饱和电流。RMS 电感器电流可由[方程式 5](#)得出：

$$I_{\text{L(RMS)}} = \sqrt{I_{\text{OUT(MAX)}}^2 + \frac{1}{12} \times \left(\frac{V_{\text{OUT}} \times (V_{\text{IN(MAX)}} - V_{\text{OUT}})}{V_{\text{IN(MAX)}} \times L_{\text{OUT}} \times F_{\text{SW}} \times 0.8} \right)^2} \quad (5)$$

而峰值电感器电流可以使用[方程式 6](#)来确定：

$$I_{\text{L(PK)}} = I_{\text{OUT(MAX)}} + \frac{V_{\text{OUT}} \times (V_{\text{IN(MAX)}} - V_{\text{OUT}})}{1.6 \times V_{\text{IN(MAX)}} \times L_{\text{OUT}} \times F_{\text{SW}}} \quad (6)$$

对于此设计，RMS 电感器电流为 3.003A ，峰值电感器电流为 3.31A 。所选的电感器为 Sumida CDRH104R-150 $15\mu\text{H}$ 。该电感的额定饱和电流为 3.4A ，额定均方根电流为 3.6A ，轻松满足这些要求。可以使用额定值较低的电感器，但选择该器件是因为其低元件高度。通常，与 TPS5430 配合使用的电感值为 $10\mu\text{H}$ 至 $100\mu\text{H}$ 。



TPS 5430 输出电容器器选择

8.2.1.2.4.2 电容器选择

输出电容器的重要设计因素是直流电压额定值、纹波电流额定值和等效串联电阻 (ESR)。不得超过直流电压和纹波电流额定值。ESR 很重要，因为它与电感器纹波电流一起决定输出纹波电压的大小。输出电容器的实际值并不重要，但确实存在一些实际限制。应考虑此设计的所需闭环交叉频率与输出滤波器的 LC 转角频率之间的关系。由于采用内部补偿设计，闭环交叉频率尽量保持在 3kHz 至 30kHz 范围之间，因为这个频率范围有足够的相位升压，可实现稳定运行。对于此设计示例，假设预期的闭环交叉频率将在 2590Hz 至 24kHz 之间，且也低于输出电容器的 ESR 零点。在这些条件下，闭环交叉频率与 LC 转角频率的关系如下：

$$f_{CO} = \frac{f_{LC}^2}{85 V_{OUT}} \quad (7)$$

输出滤波器的所需输出电容值为：

$$C_{OUT} = \frac{1}{3357 \times L_{OUT} \times f_{CO} \times V_{OUT}} \quad (8)$$

对于所需的 18kHz 交叉频率和 15 μH 电感器，输出电容器的计算值为 220 μF。选择的电容器类型应使 ESR 零点高于环路交叉频率。最大 ESR 应为：

$$ESR_{MAX} = \frac{1}{2\pi \times C_{OUT} \times f_{CO}} \quad (9)$$

输出电容器的最大 ESR 也决定了初始设计参数中规定的输出纹波的大小。输出纹波电压是电感器纹波电流与输出滤波器的 ESR 的乘积。检查电容器数据表中列出的最大规定 ESR 是否产生可接受的输出纹波电压：

$$V_{PP} (MAX) = \frac{ESR_{MAX} \times V_{OUT} \times (V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{N_C \times V_{IN(MAX)} \times L_{OUT} \times F_{SW}} \quad (10)$$

其中

- ΔV_{PP} 为所需的峰峰值输出纹波。
- N_C 为并联输出电容器数。
- f_{SW} 为开关频率。



TPS 5430 元器件选择

8.2.1.2.5 输出电压设定

TPS5430 的输出电压通过从输出到 VSENSE 引脚的电阻分压器 (R1 和 R2) 设定。使用方程式 12 计算输出电压为 5V 时的 R2 电阻值：

$$R2 = \frac{R1 \times 1.221}{V_{OUT} - 1.221} \quad (12)$$

对于任何 TPS5430 设计，从 R1 值 10kΩ 开始。R2 则为 3.24kΩ。

8.2.1.2.6 BOOT 电容器

BOOT 电容器应为 0.01 μF。

8.2.1.2.7 环流二极管

TPS5430 设计为在 PH 和 GND 之间使用一个外部环流二极管来运行。所选二极管必须满足应用的绝对最大额定值：反向电压必须高于 PH 引脚处的最大电压，即 $V_{IN(MAX)} + 0.5V$ 。峰值电流必须大于 $I_{OUT(MAX)}$ 加上峰值电感器电流的一半。为获得更高的效率，正向压降应较小。值得注意的是，环流二极管导通时间通常长于高侧 FET 导通时间，因此，关注二极管参数可以显著提高整体效率。此外，检查所选器件是否能够消散功率损耗。对于此设计，选择了 Diodes, Inc. 的一个反向电压为 40V、正向电流为 3A 且正向压降为 0.5V 的 B340A。

8.2.1.2.8.1 输出电压限制

由于 TPS543x 的内部设计，对于任何给定的输入电压，都有输出电压上限和下限。输出电压设定点的上限受 87% 的最大空占空比限制，计算公式如下：

$$V_{OUTMAX} = 0.87 \times \left((V_{INMIN} - I_{OMAX} \times 0.230) + V_D \right) - (I_{OMAX} \times R_L) - V_D \quad (13)$$

其中

- V_{INMIN} = 最小输入电压
- I_{OMAX} = 最大负载电流
- V_D = 环流二极管正向电压
- R_L = 输出电感器串联电阻

此公式假定内部高侧 FET 的电阻为最大值。

下限受到可高达 200ns 的最小可控导通时间的约束。给定输入电压和最小负载电流的近似最小输出电压计算公式如下：

$$V_{OUTMIN} = 0.12 \times \left((V_{INMAX} - I_{OMIN} \times 0.110) + V_D \right) - (I_{OMIN} \times R_L) - V_D \quad (14)$$

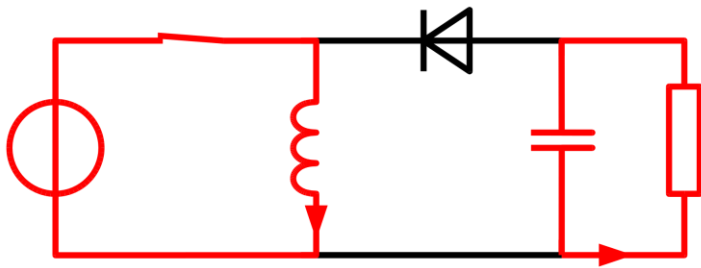
其中

- V_{INMAX} = 最大输入电压
- I_{OMIN} = 最小负载电流
- V_D = 环流二极管正向电压
- R_L = 输出电感器串联电阻

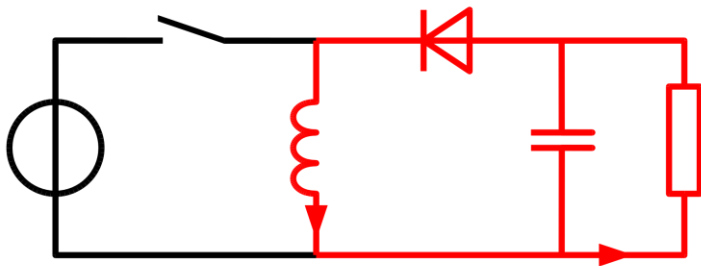


TPS 5430 作用在BUCK-BOOST

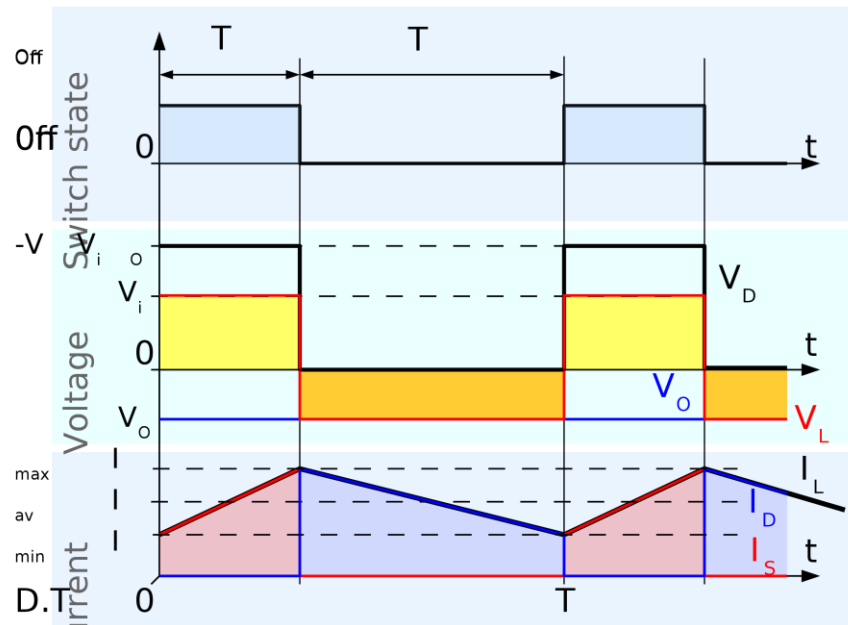
On-State



Off-State



电流流向



电感波形

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-D}{1-D}$$

转换率



TPS 5430 作用在BUCK-BOOST

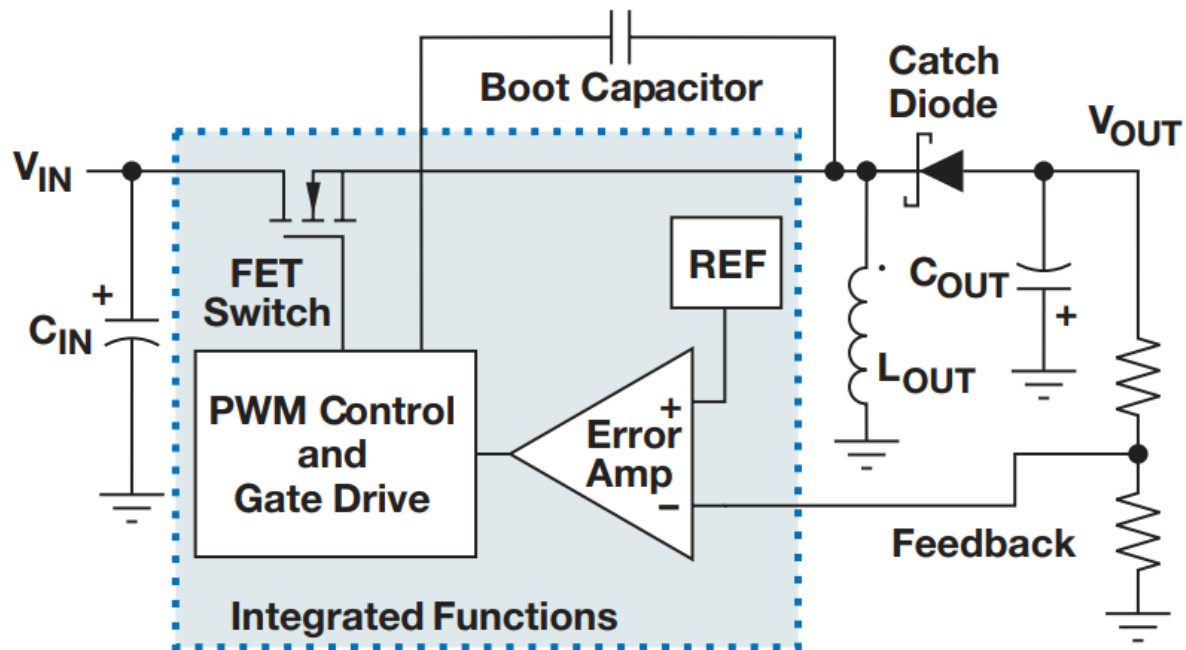


图2. 反相降-升压拓扑



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

Q & A





西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

谢谢大家！ 预祝各位取得好成绩

分享人：胡夏南、喻哲文

