

7A, 28V 集成多种快充协议带 I²C 接口高效率同步降压 DC/DC**描述**

NDP13702QE 是一款高度集成的多协议快充芯片，支持 C 口或 A 口输出。它是一款降压转换器，集成了 I²C 接口。支持多种输出快充协议，支持 PD3.1/PPS、QC2.0/3.0、HVSCP、FCP、Apple2.4A 和 AFC 等。自动检测功能可识别连接到 USB 端口的手持设备，并自动调整输出电压。能够提供高达 7A 的连续负载电流，具有出色的输入和负载调节能力。该器件可在 8.5V 至 28V 的输入电压范围内工作，并提供 3.3V 至 22V 的可调输出电压。

NDP13702QE 具有欠压、过压、过流、短路和热保护功能，内部软启动可避免启动瞬间的输入浪涌电流。

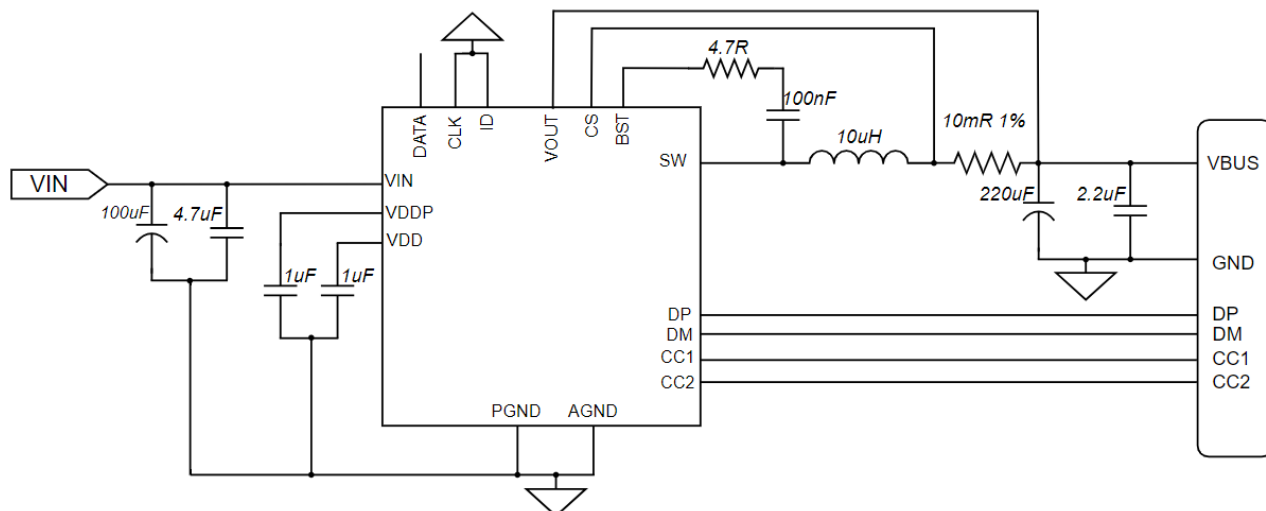
特点

- VIN 范围：8.5V 至 28V
- 7A 连续输出电流
- 效率高达 95% @ 12V 输入
- I²C 可编程参考电压
- 最大功率支持 105W
- 支持 eMarker 识别
- I²C 可选开关频率
- I²C 可编程线补大小
- 3 个 I²C 地址可选
- 内置可调线路补偿
- 输出电压精度：±1%
- 限流精度：±3%
- 集成 10mΩ 高侧开关
- 集成 10mΩ 低侧开关
- 可编程频率：135KHz/200KHz
- 待机功耗 400uA
- 内部环路补偿
- 内部软启动
- TID:12460
- QFN5*5 封装
- 线补偿：典型值 200mV@ 5A

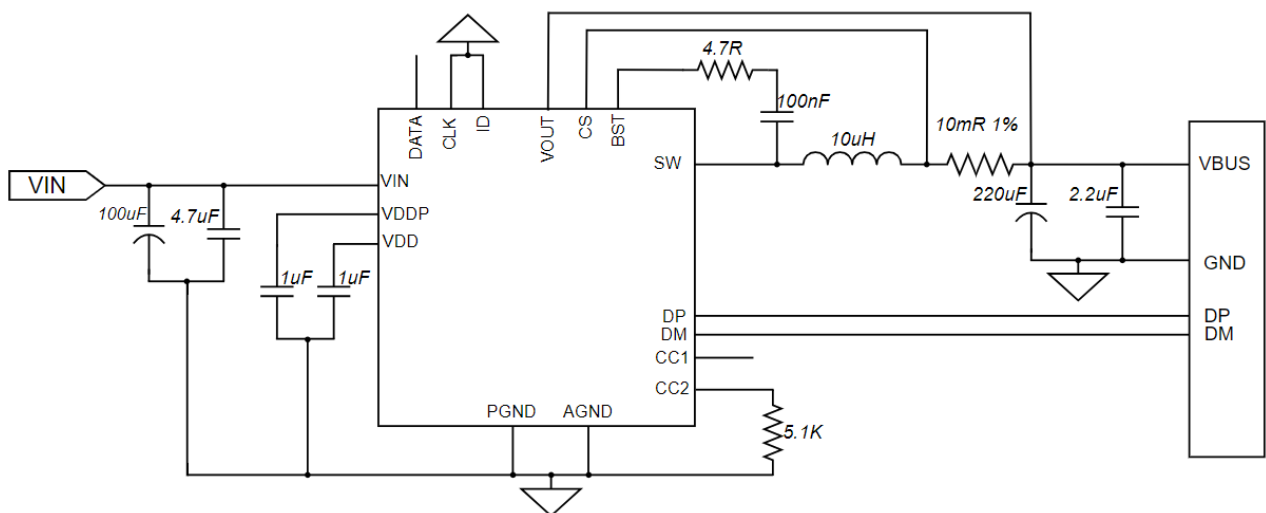
应用

- 车载充电器
- 可充电便携式设备
- 网络系统
- 分布式电源系统

典型应用



单 C 口应用电路图

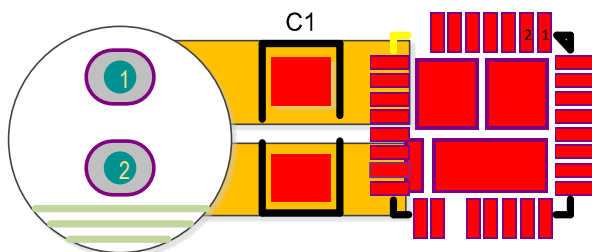


单 A 口应用电路图

注：1，陶瓷电容（VIN-PGND）必须使用 4.7uF（1206）或更高容量。

2，单 A 口应用时，CC1 或者 CC2 接 5.1K 到 PGND 均可。

布局注意事项



注: C1 电容尽可能的靠近芯片管脚放置。



可订购产品	封装类型	包装数量/ 卷	MSL- 峰值温度 – 裸露寿命	生态标准	丝印信息
NDP13702QE	QFN5*5-30	4000	MSL3-260°C-168hrs	RoHS & Green	如下

产品名	顶层丝印
<p>NDP13702 QE -XX</p> <p>版本号</p> <p>QE: QFN5*5-30 封装</p> <p>产品名</p>	<p>NDP</p> <p>NDP13702QE</p> <p>XX-YYYWWX</p> <p>●</p> <p>XX:版本号</p> <p>YY: Year (23=2023,24=2024...)</p> <p>WW: Weekly (01-53)</p> <p>X/X: Internal ID Code</p>

版本	功率	CLK 引脚	PDO 协议包								频率	过流	线补	QC 版本	
			5V	9V	12V	15V	20V	PPS-1	PPS-2	PPS-3				CLASSA 5V-9V-12V	CLASSB 5V-9V-12V -20V
00	15W	I ² C 通讯	3A								135K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
02	15W	I ² C 通讯	3A								200K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
01	36W	I ² C 通讯	3A	3A	3A						135K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
04	20W	IIC 通讯	3A	2. 22A	1. 67A			3. 3- 11V1. 8 A			200K	112. 50%	200mV@ 5A	CLASSA	
05	27W	IIC 通讯	3A	3A				3. 3- 11V3A			200K	112. 50%	500mV@ 5A	CLASSA	
A1	100W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	5A	5-21V 3A			200K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	65W	CLK: 5V	3A	3A	3A	3A	3. 25A	5-21V 3A							
M0	100W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	5A	5-11V 5A			135K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	60W	CLK: 5V	3A	3A	3A	3A	3A	5-11V 5A							
R0	100W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	5A	5-21V 3A			200K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	30W	CLK: 5V	3A	3A	2. 5A	2A	1. 5A	5-11V 3A							
D0	65W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	3. 25A	5-11V 5A			200K	112. 5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	30W	CLK: 5V	3A	3A	2. 5A	2A	1. 5A	5-11V 2. 75A							
E4	65W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	3. 25A	5-11V 5A			200K	112. 5%	400mV @5A		5V-9V-12V -20V

	45W	CLK: 5V	3A	3A	3A	3A	2.25A	5-11V 4.05A							
E6	65W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	3.25A	5-11V 5A			135K	125%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	45W	CLK: 5V	3A	3A	3A	3A	2.25A	5-11V 4.5A							
G1	65W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	3.25A	5-11V 5A			200K	125%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	20W	CLK: 5V	3A	2.22A	1.67A										
G4	65W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	3.25A	5-11V 5A			135K	125%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	20W	CLK: 5V	3A	2.22A	1.67A										
H1	50W	CLK: 0V	3A	3A		3A	2.5A	5-11V 5A	5-16V 3.3A	5-21V 2.5A	200K	106.25%	200mV @5A		5V-9V-12V -20V
	25W	CLK: 5V	3A	2.77A				5-11V 2.75A							
J0	45W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	2.25A	5-11V 4.5A			200K	112.5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	20W	CLK: 5V	3A	2.22A	1.67A										
J1	45W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	2.25A	5-11V 3A	5-16V 3A		135K	112.5%	500mV @5A	5V-9V-12V	
	20W	CLK: 5V	3A	2.22A	1.67A										
K0	45W	CLK: 0V	3A	3A	3A	3A	2.25A	5-11V 4.5A			200K	112.5%	200mV @5A	5V-9V-12V	
	25W	CLK: 5V	3A	2.77A	2A										
P1	18W	CLK: 0V	3A	2A	1.5A						200K	106.25%	600mV @5A		5V-9V-12V -20V
	15W	CLK: 5V	3A												

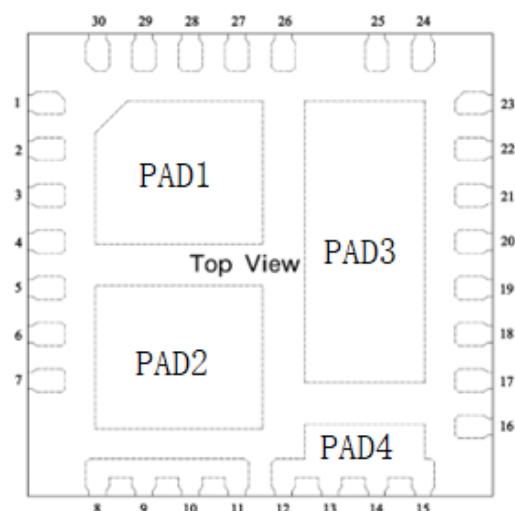
注：如有其他功率要求，请联系我司。

- (1) **RoHS:** 引自 **RoHS Detective (EU) 2015/863**, **Deep-Pool** 将“RoHS”定义为符合当前欧盟 RoHS 要求的半导体产品。如果设计为在高温下焊接, “RoHS”产品适用于指定的无铅工艺。**Deep-Pool** 会将这 些类型的产品称为“无铅”。
- (2) **RoHS Exempt:** **Deep-Pool** 将“RoHS Exempt”定义为含铅但根据特定的欧盟 RoHS 豁免符合欧盟 RoHS 的产品。
- (3) **Green:** **Deep-Pool** 将“Green”定义为氯 (Cl) 和溴 (Br) 基阻燃剂的含量, 满足 JEDEC (**JS709C**) $\leq 1000\text{ppm}$ 阈值的低卤素要求。
- (4) **MSL**, 峰值温度-根据 JEDEC (**J-STD-020F**) 行业标准分类的湿度敏感等级等级, 以及 SMT 的峰值焊接温度和开箱后的裸露寿命, 客户应注意并严格遵守标准使用。
- (5) 可能有额外的标记, 这些标记与设备上的徽标、批次跟踪代码信息或环境类别有关。

本页提供的信息代表 **Deep-Pool** 在提供之日所具备的知识和信念。**Deep-Pool** 基于第三方提供的信息和信念, 对此类信息的准确性不作任何陈述或保证。正在努力更好地整合来自第三方的信息。**Deep-Pool** 已经并将 继续采取合理措施来提供具有代表性的准确信息, 但可能尚未对进料和化学品进行破坏性测试或化学分析。**Deep-Pool** 和 **Deep-Pool** 供应商认为某些信息是专有的, 因此 CAS 号和其他有限信息可能无法发布。

脚位功能及定义

脚位	名称	定义
1	CC1	连接到 USB 数据线 CC1
2	CC2	连接到 USB 数据线 CC2
3	VDD	5V LDO 输出, 外接 1uF 电容到 PGND
4,26	AGND	芯片信号地
5	ID	地址选择位
6	CLK	I ² C 串行时钟
7	DATA	I ² C 串行数据
8,9,10,11	VIN	电源输入端
12,13,14,15,16	PGND	电源功率地
17,18,19,20,21,22	SW	开关, 连接功率电感
23	BST	自举
24	NC	/
25	VDDP	6V LDO 输出, 外接 1uF 电容到 PGND
27	CS	电流采样正端
28	VOUT	输出电压反馈脚
29	DP	连接到 USB 数据线 D+
30	DM	连接到 USB 数据线 D-
PAD1	AGND	芯片信号地
PAD2	VIN	电源输入端
PAD3	SW	开关, 连接功率电感
PAD4	PGND	电源功率地



绝对最大额定值 (at TA = 25°C)

参数	符号	范围	单位
VIN to GND		-0.3 to 28	V
SW to GND		-0.3 to VIN+0.3	V
BST to GND		-0.3 to VIN+6	V
VDD		-0.3~6	V
VDDP		-0.3 to 7	V
VCLK		-0.3 to 6	V
VDATA		-0.3 to 6	V
VCC1/VCC2		-0.3~30	V
VDP/VDM		-0.3~30	V
VCS		-0.3~30	V
VOUT		-0.3~30	V
人体模式 (HBM)	ESD	6	KV
	DP,DM,CC1,CC2	8	KV
工作结温	Tj	-40 to 150	°C

存储温度	Tstg	-65 to 150	°C
从结点到外壳的热阻	θ_{JC}	15	°C/W
从结点到环境的热阻	θ_{JA}	40	°C/W

注:

等于或高于绝对最大额定值下列出的应力可能会对产品造成永久性损坏。这只是一个压力等级;不暗示产品 在这些条件或高于本规范操作部分指示的任何其他条件下的功能操作。长时间超过最大工作条件运行可能会影 响产品的可靠性。

推荐工作范围

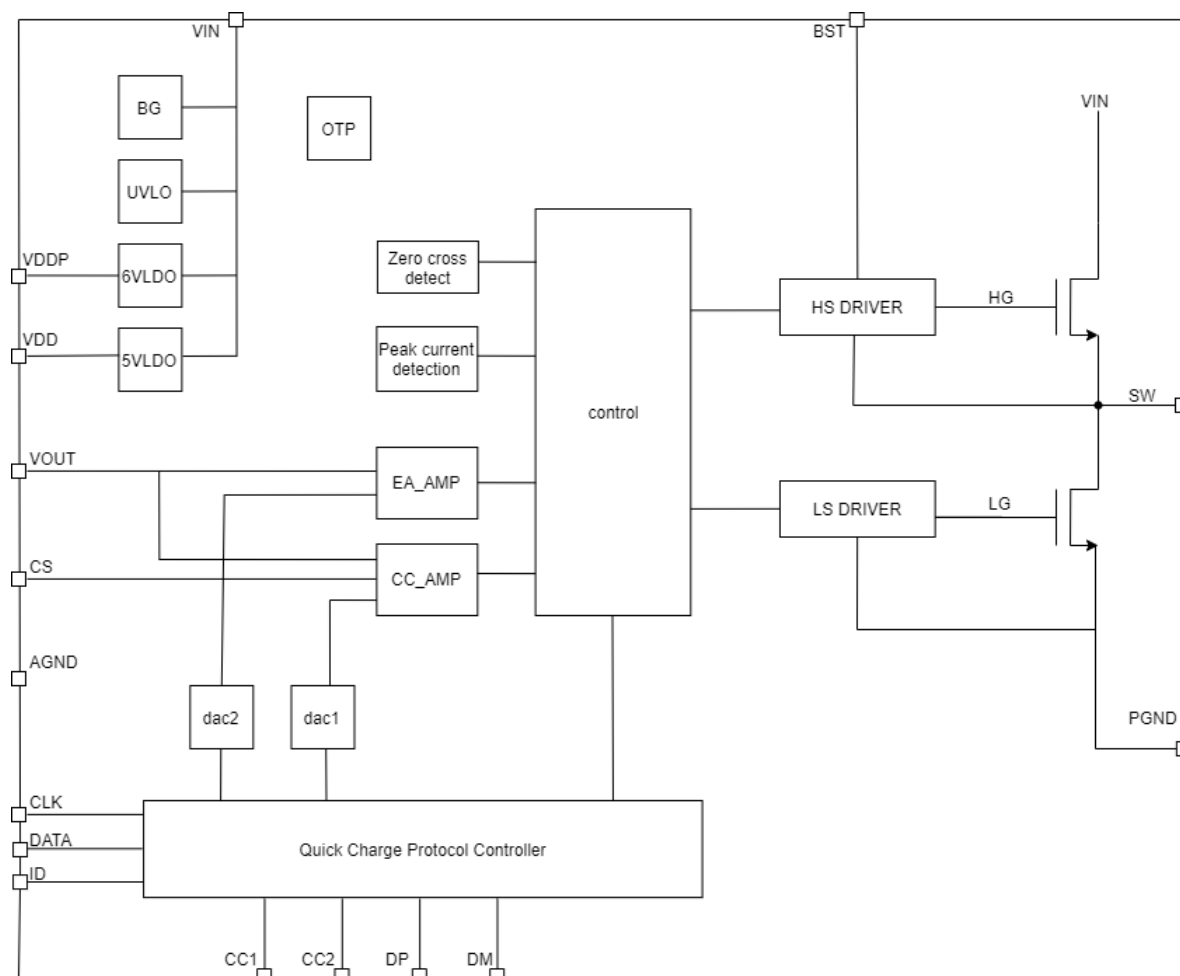
电气参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}	9		26	V
输出电压	V_{OUT}	3		22	V
输出电流	I_{OUT}			7	A
最大占空比	D_{MAX}		99.5		%

电气特性

$T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, 除非另有说明。

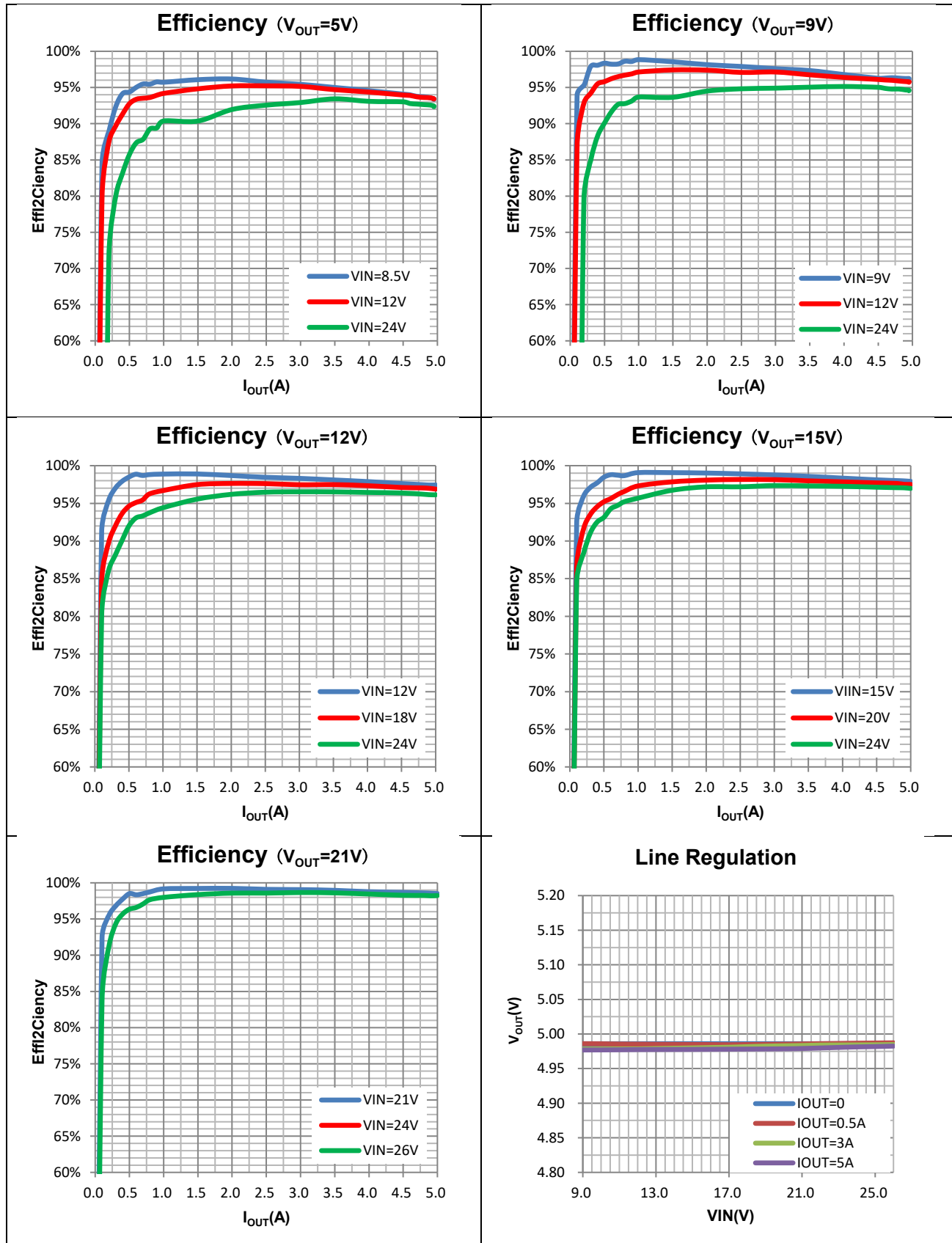
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}		8.5	-	28	V
欠压保护关断电压	$V_{\text{UVLO_OFF}}$	V_{IN} Rising		8		V
欠压保护开启电压	$V_{\text{UVLO_ON}}$	V_{IN} Falling		6.8		V
静态电流	I_{CCQ}	CC下拉		2		mA
		输出完全悬空		0.4		mA
输出电压	V_{OUT}			± 1		%
电流限制	I_{limit}			± 3		%
开关频率	F_{SW}			135		KHz
				200		KHz
最大占空比				99.5		%
最小导通时间		$F_{\text{SW}} = 135\text{KHz}$		300		ns
		$F_{\text{SW}} = 200\text{KHz}$		300		ns
限流	I_{LIMIT}		9			A
打嗝周期	T_{HICCUP}	FS Floating		850		mS
软启动时间	T_{SS}			14		ms
功率管阻抗	$R_{\text{DS(on)_H}}$	Temperature= 25°C		10		$\text{m}\Omega$
	$R_{\text{DS(on)_L}}$	Temperature= 25°C		10		$\text{m}\Omega$
过温关断温度	T_{SD}			155		$^{\circ}\text{C}$
过温关断回滞温度	T_{SH}			20		$^{\circ}\text{C}$

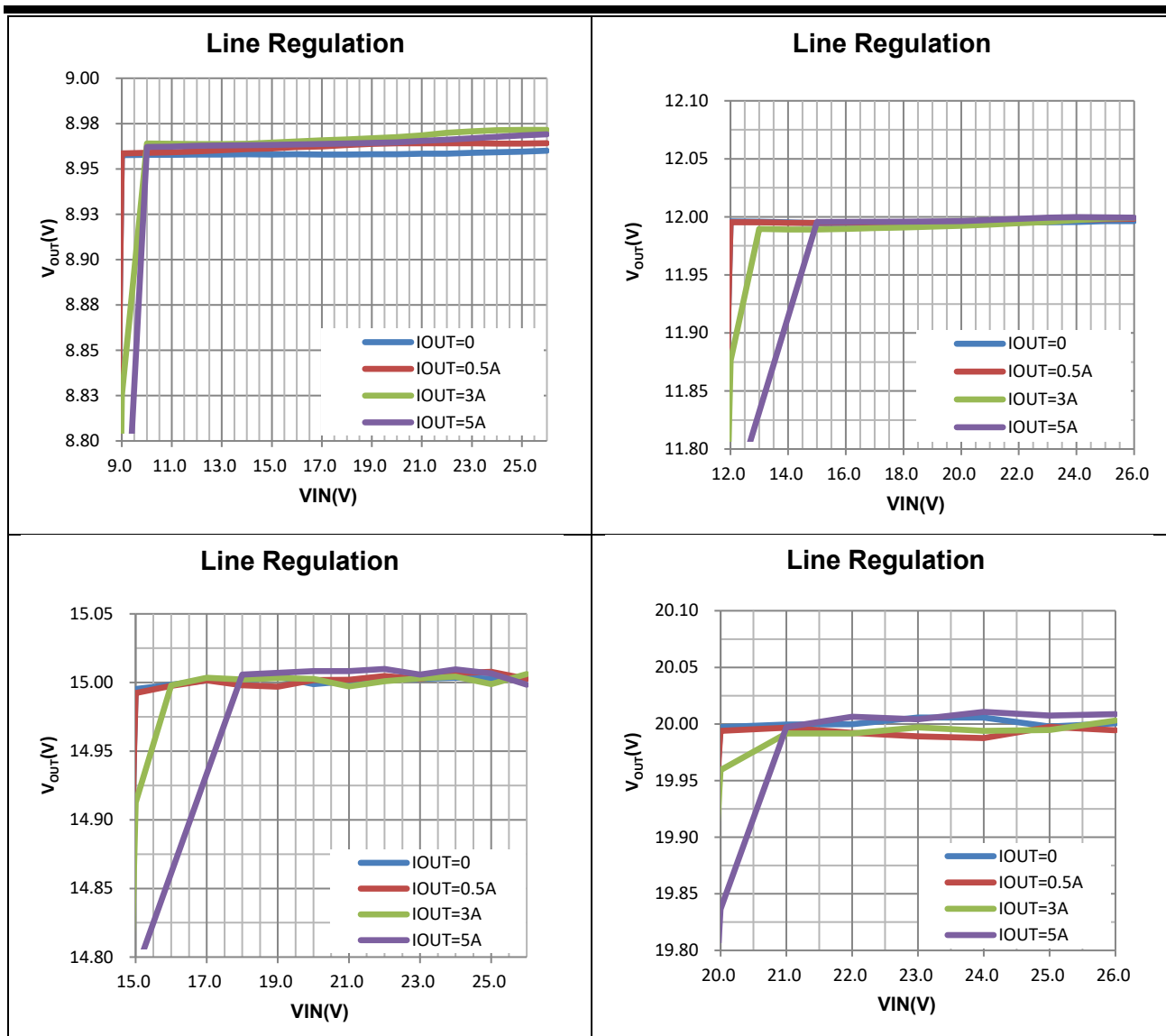
方框图



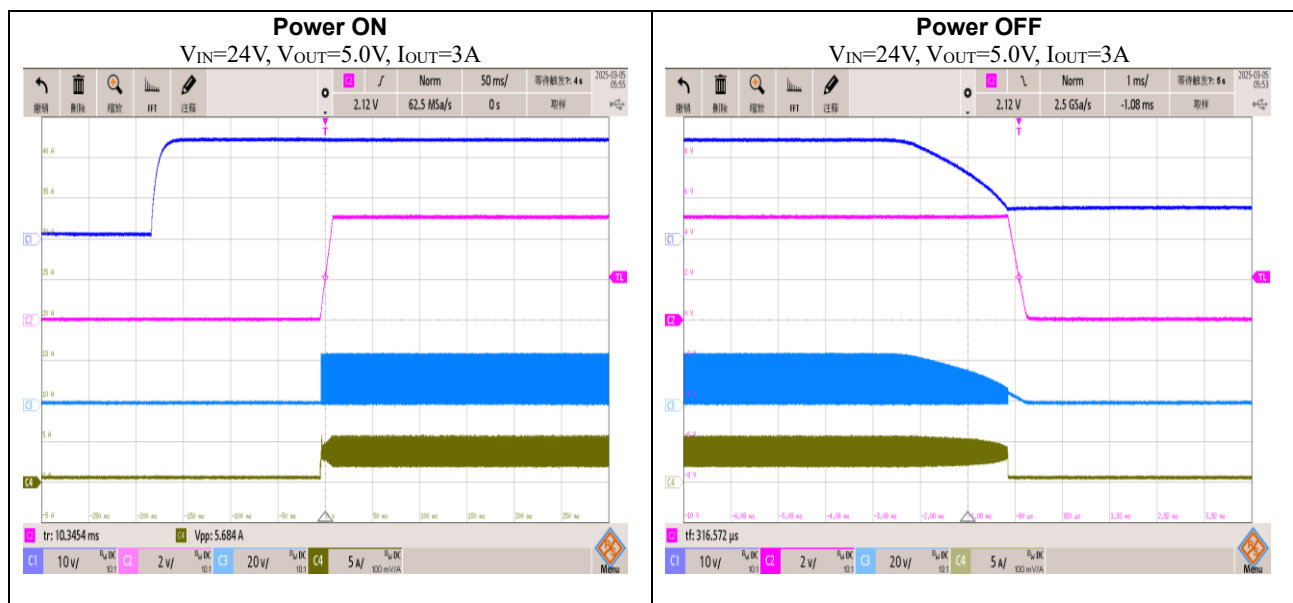
典型性能特点

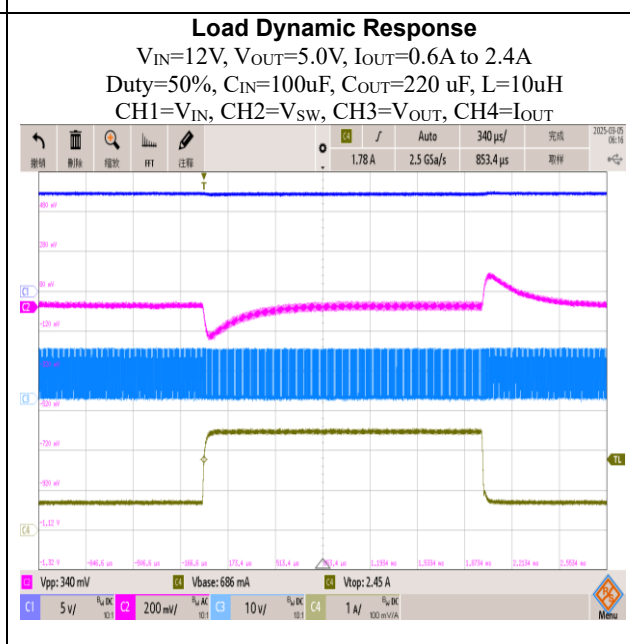
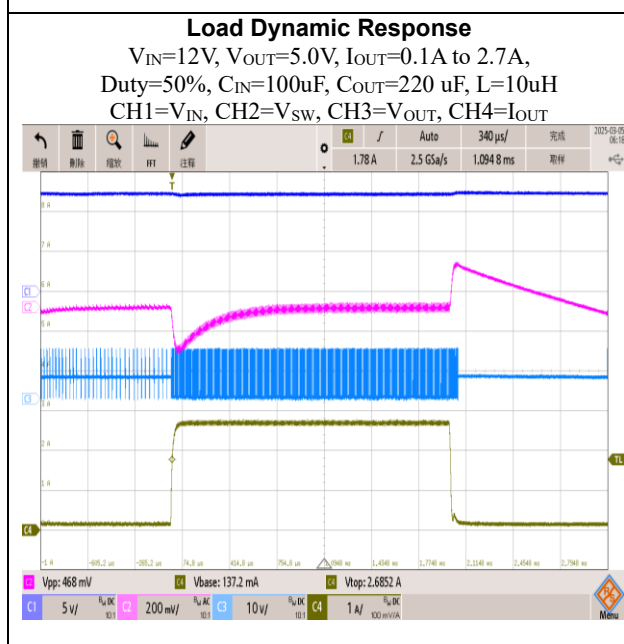
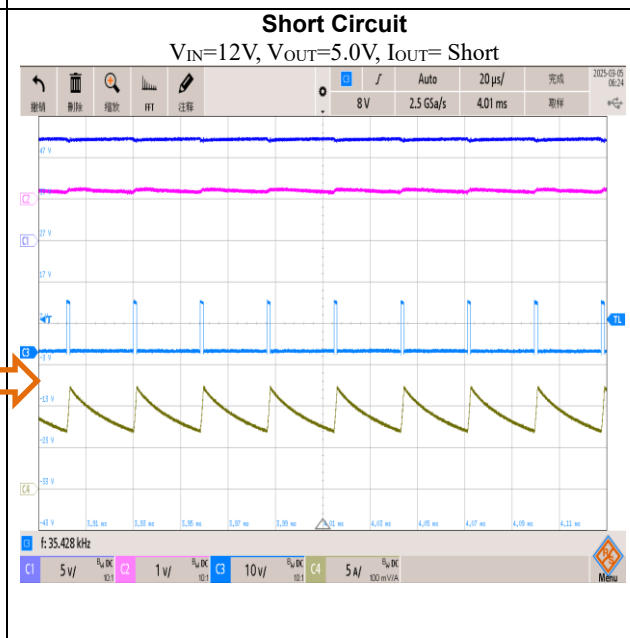
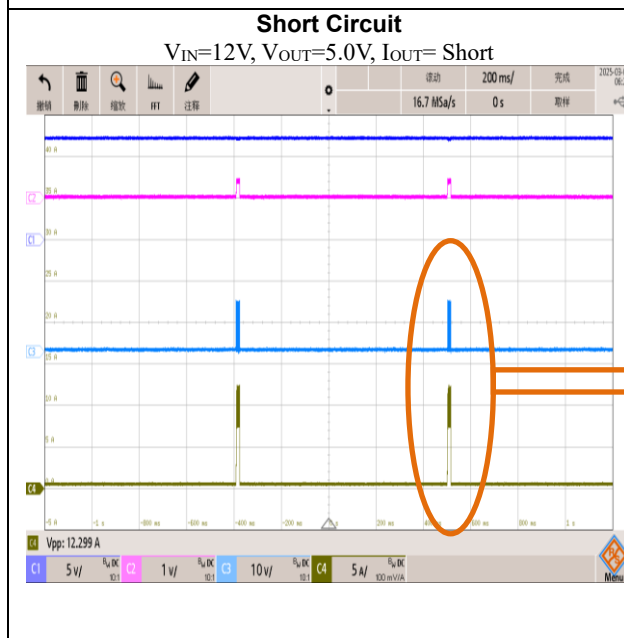
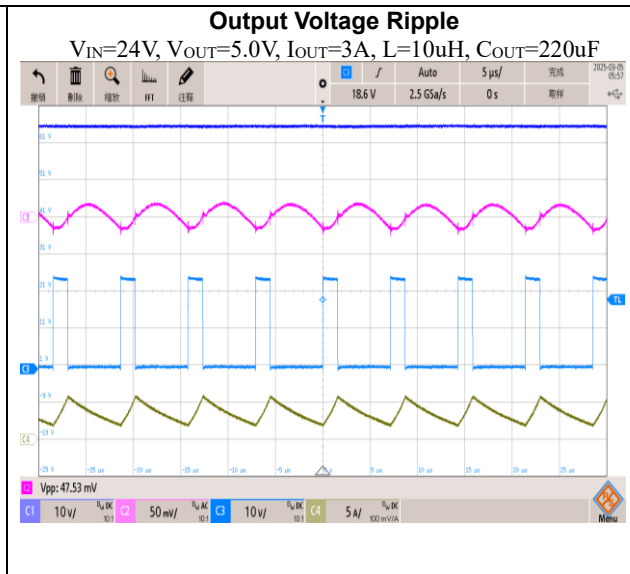
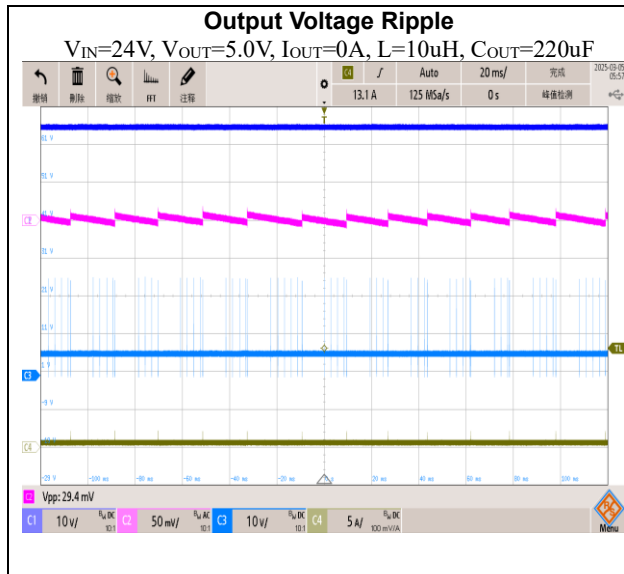
$T_J = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, 除非另有说明。





CH1= V_{in} , CH2= V_{sw} , CH3= V_{out} , CH4= I_{sw} , 除非另有说明。





工作描述

NDP13702QE 是一款高度集成的多协议快充芯片，支持 C 口或 A 口输出。是一款集成同步开关的降压转换器，支持多种输出快充协议，支持 PD3.1/PPS/QC2/QC3/AFC/FCP/HVSCP/Apple2.4 A 协议，为车载充电器、快充适配器和智能电源板提供完整的解决方案。支持 Type-C 接口输出，集成各种快充协议，可通过 CC1/CC2 或 DP/DM 自动识别输出接入设备支持的快充协议，进而自动调节输出电压和电流。

NDP13702QE 输出具有 CV/CC 特性，当输出电流小于设定值时，输出 CV 模式，输出电压恒定；当输出电流大于设定值时，输出为 CC 模式，输出电压降低。

NDP13702QE 具有线性补偿功能，当输出电流增加时，输出电压会增加，以补偿由连接线阻抗引起的压降。它具有软启动功能，可以防止启动时的浪涌电流影响输入电源的稳定性。

主控制回路

在正常操作期间，内部上管 MOS（N-channel MOS）在每个时钟周期开始时打开，导致电感电流增加。然后，检测到的电感电流被输送到平均电流放大器，其输出与锯齿斜坡进行比较。当电压超过 V_{duty} 电压时，PWM 比较器跳闸并关闭上管 MOS。上管功率 MOS 关断后，同步功率开关（N 沟道 MOSFET）导通，导致电感电流减小。下管 MOS 一直保持开启状态，直到下一个时钟周期开始，除非达到反向电流限制并且反向电流比较器跳闸。在闭环操作中，平均电流放大器产生一个平均电流回路，迫使平均感应电流信号等于内部 ITH 电压。请注意，该平均电流回路的直流增益和补偿会自动调整，以保持最佳的电流环路响应。

轻载高效操作模式

不连续导通模式（DCM）可用于控制

NDP13702QE 在低电流下运行，提高工作效率

I²C 地址

芯片从机地址与芯片 ID 引脚电平有关

	地址						
ID	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
悬空 ($1V < V_{ID} < 4.5V$)	1	0	1	0	0	1	0
连接到 VDD ($V_{ID} > 4.5V$)	1	0	1	1	0	1	0
连接到 PGND($V_{ID} < 400mV$)	1	0	1	0	1	1	0

应用信息

输入电容(C_{IN})选择

需要输入电容来过滤上管功率 MOS 漏极处的方波电流。为了防止发生大电压瞬变，应使用尺寸适合最大 RMS 电流的低 ESR 输入电容。最大 RMS 电流由下式给出：

$$I_{RMS} \cong I_{OUT(MAX)} \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \sqrt{\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} - 1}$$

该公式在 $V_{IN} = 2V_{OUT}$ 时具有最大值，其中： $I_{RMS} \cong I_{OUT}/2$ 。

这种简单的最坏情况条件通常用于设计，因为即使是重大的偏差也不会提供太多缓解。请注意，电容器制造商的纹波电流额定值通常仅基于 2000 小时的使用寿命，因此建议进一步降低电容器的额定值，或选择额定温度高于要求的电容器。多个电容器也可以并联，以满足设计中的尺寸或高度要求。对于低输入电压应用，需要足够的大容量输入电容，以最大限度地减少输出负载变化期间的瞬态效应。

输出电容(C_{OUT}) 选择

输出电容的选择取决于最小化电压纹波和负载阶跃瞬变所需的有效串联电阻（ESR）以及确保控制环路稳定所需的大容量电容。可以通过查

看负载瞬态响应来检查环路稳定性。输出纹波 ΔV_{OUT} 由以下因素决定：

$$\Delta V_{OUT} < \Delta I_L \left(\frac{1}{8 \cdot f \cdot C_{OUT}} + ESR \right)$$

由于 ΔI_L 随输入电压的增加，因此在最大输入电压下输出纹波最高。可能需要多个并联的电容器，以满足 ESR 和 RMS 电流处理要求。钽、特殊聚合物、铝电解和陶瓷电容器均采用表面贴装封装。特殊聚合物电容器的 ESR 非常低，但电容密度低于其他类型的电容器。钽电容器具有最高的电容密度，但重要的是只使用经过浪涌测试可用于开关电源的类型。铝电解电容器的 ESR 明显更高，但只要考虑纹波电流额定值和长期可靠性，就可以用于成本敏感型应用。陶瓷电容器具有出色的低 ESR 特性和小尺寸。

电感选择

给定所需的输入和输出电压，电感值和工作频率决定纹波电流：

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{F * L} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right)$$

较低的纹波电流可降低电感中的功率损耗、输出电容器中的 ESR 损耗和输出电压纹波。在低频下以小纹波电流获得最高效率的运行。然而，要实现这一目标，需要一个大的电感器。组件尺寸、效率和工作频率之间需要权衡。一个合理的起点是选择大约 $I_{OUT(MAX)}$ 的 40% 的纹波电流。为了保证纹波电流不超过规定的最大值，应根据以下公式选择电感：

$$L = \frac{V_{OUT}}{F * \Delta I_{L(MAX)}} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right)$$

一旦知道 L 的值，就必须选择电感的类型。

对于固定电感值，实际磁芯损耗与磁芯尺寸无关，但在很大程度上取决于所选的电感。随着电感或频率的增加，磁芯损耗减小。不幸的是，增加的电感需要更多的导线匝数，因此铜损耗会增加。铜损

耗也会随着频率的增加而增加，铁氧体设计具有非常低的磁芯损耗，在高开关频率下是首选，因此设计目标可以集中在铜损和防止饱和上。铁氧体磁芯材料“硬”饱和，这意味着当超过峰值设计电流时，电感会突然崩溃。这会导致电感纹波电流突然增加，从而导致输出电压纹波。不要让磁芯饱和！不同的磁芯材料和形状会改变电感器的尺寸/电流和价格/电流关系。采用铁氧体或坡莫合金材料的环形或屏蔽罐式磁芯体积小，不会辐射太多能量，但通常比具有类似特性的粉末状铁芯电感器成本更高。选择使用哪种类型的电感器主要取决于价格与尺寸要求以及任何辐射场/EMI 要求。Coilcraft、Toko、Vishay、NEC/Tokin、TDK 和 Würth Elektronik 提供表面贴装电感器的新设计。

效率注意事项

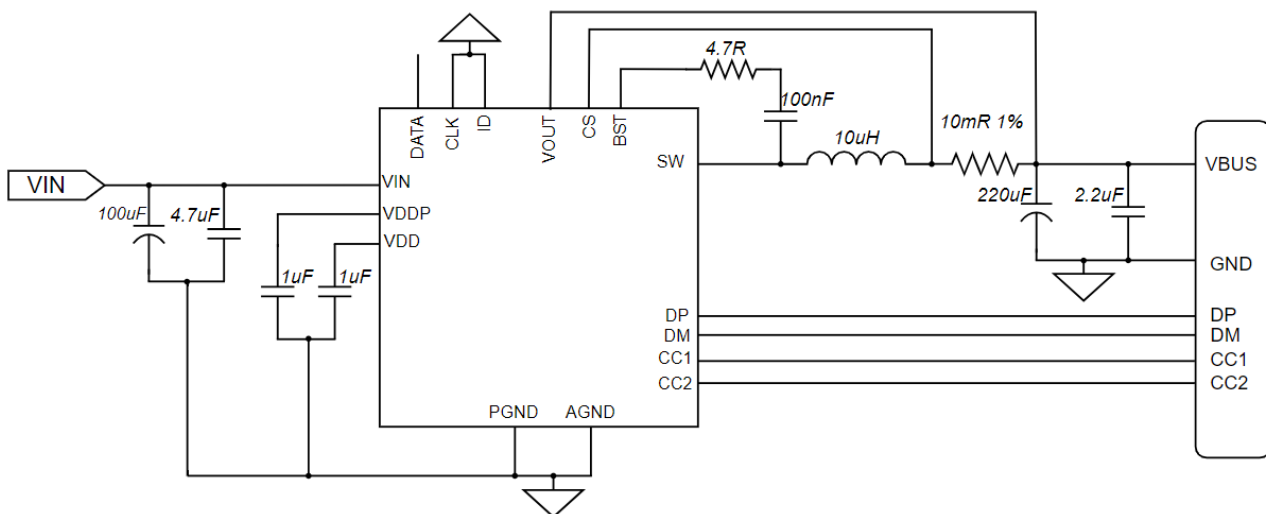
开关稳压器的效率百分比等于输出功率除以输入功率乘以 100%。分析单个损失以确定限制效率的因素以及哪些变化会产生最大的改进，这通常很有用。效率百分比可以表示为：效率百分比 = 100% - (损耗 1 + 损耗 2 + ...) 其中 Loss1、Loss2 等是单个损耗占输入功率的百分比。尽管电路中的所有耗散元件都会产生损耗，但 NDP13702QE 电路中的大部分损耗通常由三个主要来源组成：1) I^2R 损耗，2) 开关和偏置损耗，3) 其他损耗。

温度调节

在大多数应用中，NDP13702QE 由于其高效率和低热阻，不会散发太多热量。然而，在 NDP13702QE 在高环境温度、高输入和最大输出电流负载下运行的应用中，散热可能会超过器件的最高结温。

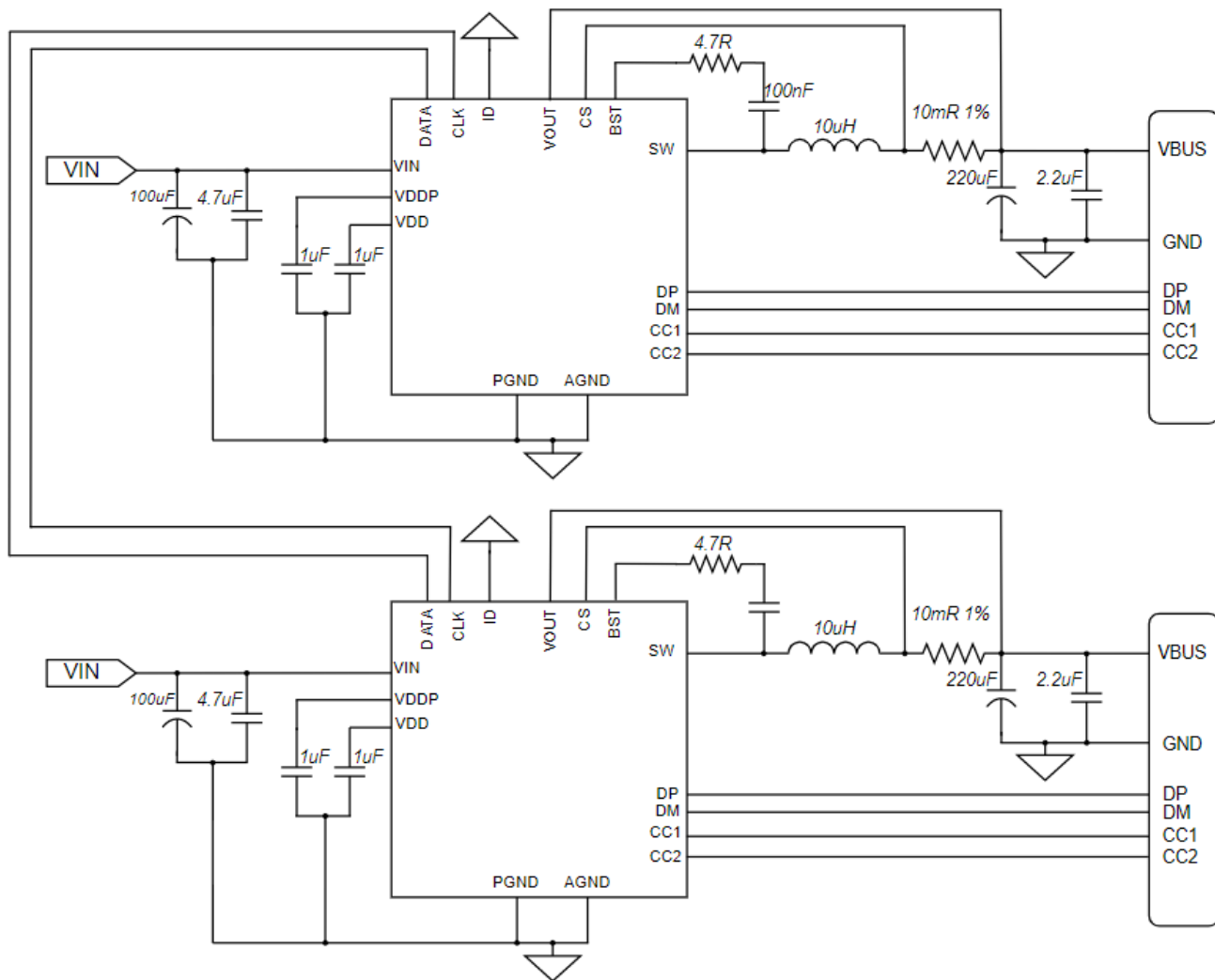
如果结温达到约 155°C，芯片热保护，直到温度下降约 20°C，芯片重启工作。

典型应用

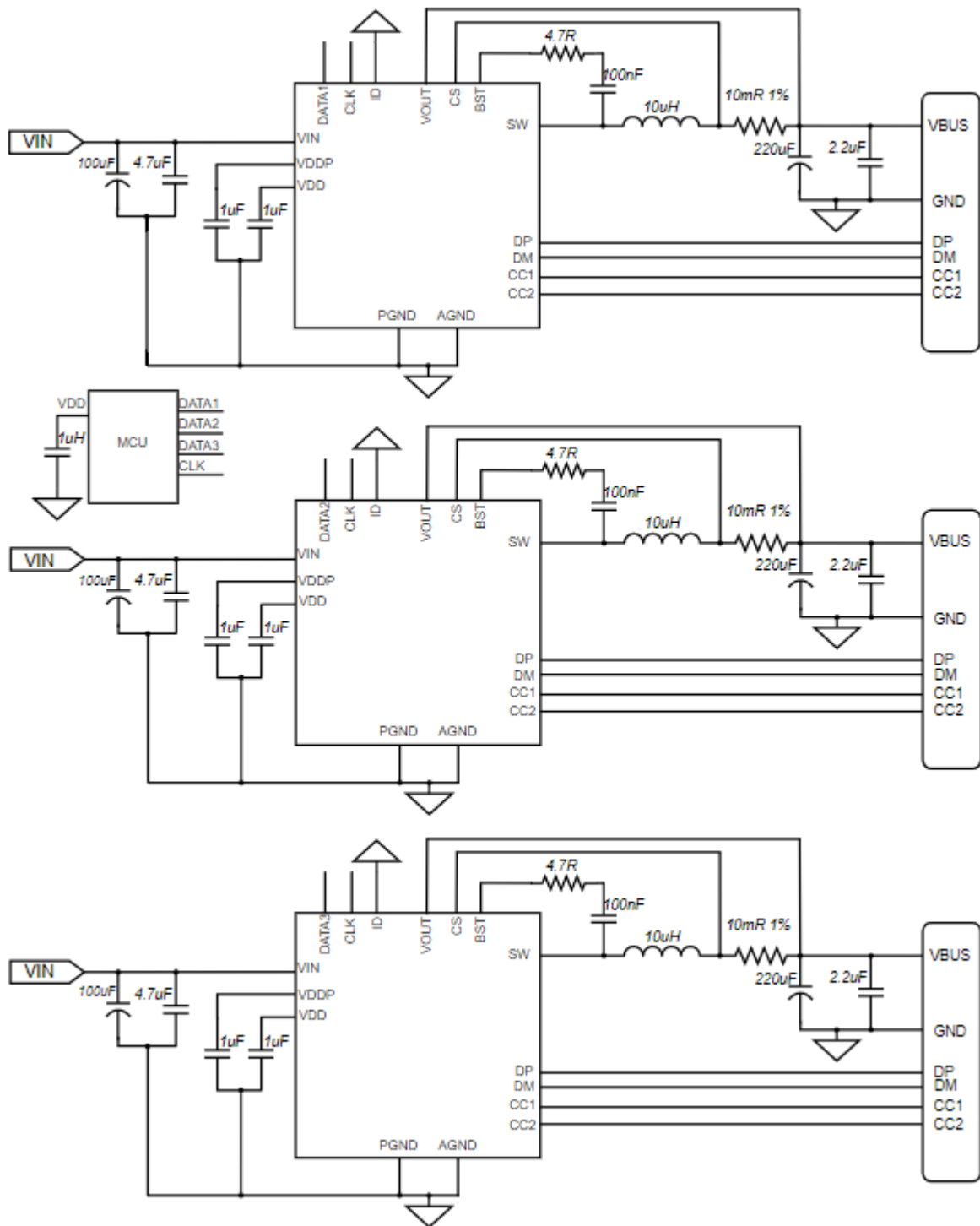


单 C 口应用电路图

注：单 C 口应用时，CLK 接 VDD 选择低功率包，CLK 接 PGND 选择高功率包。

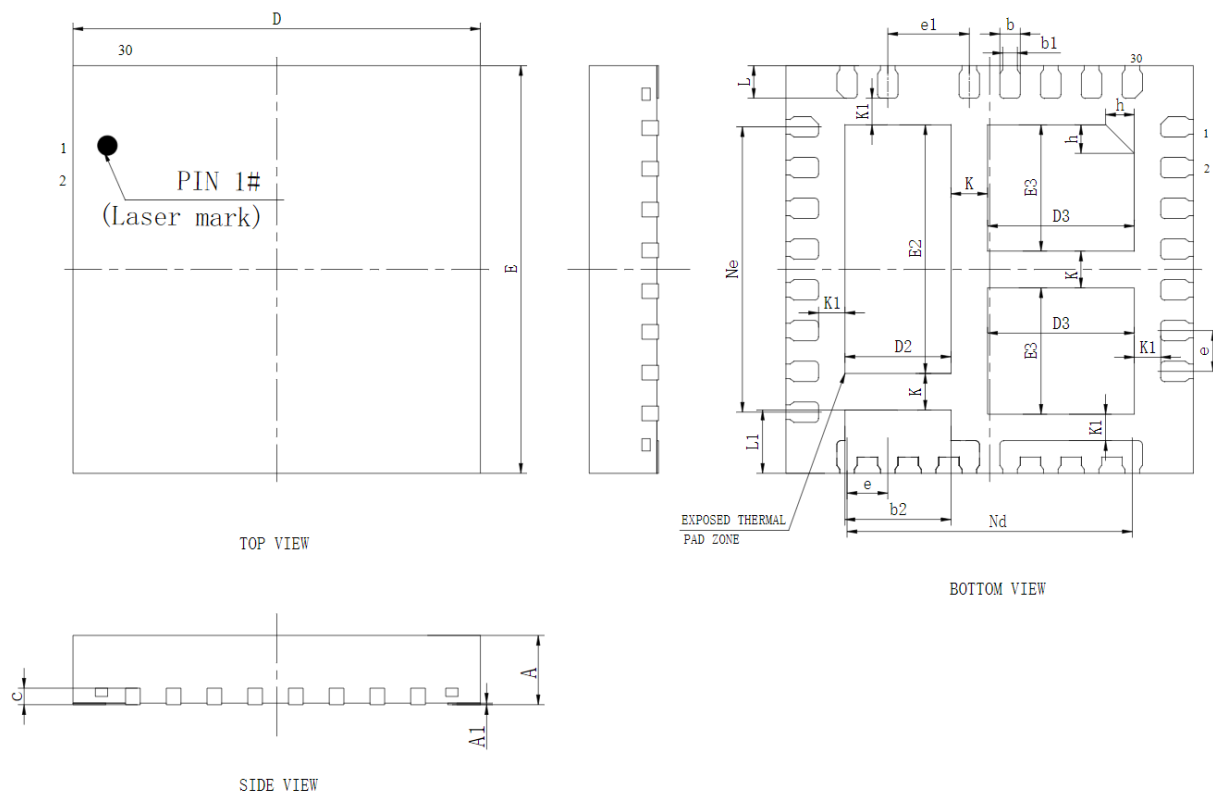


2C 口应用电路图



3C 口应用电路图

封装外形图



尺寸参考				单位: mm			
符号	最小值	正常值	最大值	符号	最小值	正常值	最大值
A	0.80	0.85	0.90	Nd	3.50 BSC		
A1	0.00	0.02	0.05	Ne	3.50 BSC		
b	0.20	0.25	0.30	E	4.90	5.00	5.10
b1	0.18 REF			E2	2.95	3.05	3.15
b2	1.25	1.30	1.35	E3	1.45	1.55	1.65
c	0.203 REF			L	0.35	0.40	0.45
D	4.90	5.00	5.10	L1	0.725	0.775	0.825
D2	1.20	1.30	1.40	h	0.30	0.35	0.40
D3	1.70	1.80	1.90	K	0.45 REF		
e	0.50 BSC			K1	0.325 REF		
e1	1.00 BSC						

注:

- 1.使用毫米作为主要测量
- 2.尺寸和公差符合 ASME Y14.5M 标准。- 1994
- 3.这些尺寸不包括模具飞边或突起。
- 4.模具飞边或突起不得超过 0.15mm。

附录:

I²C 端口信号参数

以下规范由设计保证，不在生产测试中执行。(AVDD = 3.6V, T_A = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
保持时间（重复）启动条件。 在这段时期之后，将生成第一个时钟脉冲	t _{HD} ;STA		0.6	--	--	μs
SCL 时钟的低周期	t _{LOW}		1.3	--	--	μs
SCL 时钟的高周期	t _{HIGH}		0.6	--	--	μs
重复启动条件的设置时间	t _{SU} ;STA		0.6	--	--	μs
数据保持时间	t _{HD} ;DAT		0	--	0.9	μs
数据设置时间	t _{SU} ;DAT		100	--	--	ns
停止条件的设置时间	t _{SU} ;STO		0.6	--	--	μs
停止和启动条件之间的总线空闲时间	t _{BUF}		1.3	--	--	μs
SCL 和 SDA 的上升时间	t _R		20	--	300	ns
SCL 和 SDA 的下降时间	t _F		20	--	300	ns

I²C 接口

I²C 接口支持快速模式（比特率高达 400KB/s）。写入或读取比特流（N ≥ 1）如下所示：

I²C-写入器件中的一个寄存器

开始	从机地址_7bit	0	ACK	寄存器地址_8bit	ACK	数据_8bit	ACK	终止
----	-----------	---	-----	------------	-----	---------	-----	----

I²C-写入多个寄存器到设备中

开始	从机地址	0	ACK	寄存器地址	ACK	数据[0]	ACK	数据[1]	ACK	...	ACK	数据[N]	ACK	终止
----	------	---	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-------	-----	----

I²C-从设备中读取一个寄存器

开始	从机地址_7bit	0	A	寄存器地址	A	重启	从机地址_7bit	1	A	数据_8bit	NA	终止
----	-----------	---	---	-------	---	----	-----------	---	---	---------	----	----

I²C-从设备中读取多寄存器

开始	从机地址_7bit	0	A	寄存器地址	A	重启	从机地址_7bit	1	A	D[0]	A	D[1]	A	...	A	D[N]	N	终止
----	-----------	---	---	-------	---	----	-----------	---	---	------	---	------	---	-----	---	------	---	----

注:

蓝框由从机发送	白框由主机发送
---------	---------

SLAVE_ADDR:

- ID: 浮空(1V<V_{ID}<4.5V) SLAVE_ADDR:0xA4
- ID: 接地(V_{ID}<400mV) SLAVE_ADDR:0xAC
- ID: 拉高(V_{ID}>4.5V) SLAVE_ADDR:0xB4

NDP13702QE 寄存器映射总表

NDP13702QE 寄存器映射总表										
寄存器地址	寄存器名称	操作	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x00	REG_ENABLE_CTRL	R/W	不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时, 需保证其余值不变			线补量选择			不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时, 需保证其余值不变	
			WARNING!!!			Ccomp_Ch<2:0>			WARNING!!!	
0x03	REG_VOUT_L	R/W	11 位输出电压的低 8bit VOUT_L							
0x04	REG_VOUT_H	R/W	保留					11 位输出电压的高 3bit		
			Reserved					VOUT_H		
0x05	REG_I_LIMIT	R/W	保留	电流限流值						
			RESERVED	I_Limit						
0x06	REG_ADC_VOUT_CTRL	R/W	保留				ADC 通道选择		重新载入 Vout	开始工作
			RESERVED				AD_Ch		VOUT_R NEW	GATE
0x08	REG_ADC_VALUE	R/W	ADC 的输出值 ADC_Value							
0x09	REG_IOUT_MAX	R/W	保留	最大输出电流						
			RESERVED	Iout_max						
0x0A	REG_I2C_ACCESS	R	保留							PC 获取 Gate 开关权限
			RESERVED							I2C_ACCESS
0x0B	REG_PD_MSG	R	保留					发送 GotoMin 消息	发送硬重置消息	发送 SRC 包
			RESERVED					GOTOMIN	HARDRESET	SOURCECAP
0x0C	REG_FAST_CHARGING_STATUS	R	保留	是否 SCP 充电模式	是否 QC 充电模式	是否 PD 充电模式	EMARK 标志位	能力不匹配	保留	请求的 PPS
			RESERVED	SCP_WORK	QC_WORK	PD_WORK	EMARK	MISMATCH	RESERVED	REQ_PPS
0x45-0x4E	REG_SEND_PDO	W	1. PDO 寄存器的具体内容在后续描述中介绍, 此处只进行概述 2. 0x45-0x4E 寄存器与 0x55-0x5E 寄存器的内容是 PDO 包 1-7, PDO 位宽 12bit 3. PDO[11:9]对应电压选择位, PDO[8:0] 对应电流刻度 10mA, PPS 时为 50mA 4. 电压值的选择需要对应下表:							
			0		9v					
			1		12V					
			10		15v					
			11		20v					
			100		9v prog pps (5-11V)					
			101		15v prog pps (5-16V)					
			110		20v prog pps (5-21V)					
			111		保留					
0x60	REG_PARAM_1	R/W	限流比例选择		不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时, 需保证其余值不变					
			IOC		WARNING!!!					
0x61	REG_PARAM_2	R/W	不可修改!!!	QC 出 20V 使能	不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时, 需保证其余值不变					PPS 最小电压选择
			WARNING!!!	QC_20V_EN	WARNING!!!					PPS_VMIN_CH

NDP13702QE 寄存器描述:

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x00	R/W	不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时, 需保证其余 值不变			线补量选择			不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时, 需 保证其余值不变	
	默认	WARNING!!!			Ccomp_Ch<2:0>			WARNING!!!	
Ccomp_Ch<2:0>	功能:	线补量选择-输出 0~5A 总的线补量; 默认 101							
	000	400mV							
	001	500mV							
	010	600mV							
	011	700mV							
	100	300mV							
	101	200mV							
	110	100mV							
	111	0mV							

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0x03	R/W	VOUT_L								
	默认	1	1	1	1	1	0	1	0	
0x04	R/W	\					VOUT_H			
	默认	0	0	0	0	0	0	0	0	
0x05	R/W	\	I_Limit							
	默认	0	1	0	0	0	0	1	1	
VOUT_L	功能:	11 位输出电压的低 8bit 20mV/bit					11Bit 的 Vout,精度为 20mV/bit I2C 获取 Gate 权限后才可以进行写操作			
VOUT_H	功能:	11 位输出电压的高 3bit 256 * 20mV / bit								
I_Limit	功能:	电流限流值 50mA/bit,I2C 获取 Gate 权限后才可以进行写操作								

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x06	R/W	RESERVED				AD_Ch		VOUT_RNE_W	GATE
	默认	0	0	0	0	0	0	0	1
0x08	R	ADC_Value							
	默认	\							
AD_Ch	功能:	ADC 通道选择 默认:00							
	00	输出电流-Iout							
	01	芯片工作温度-Temp							
	10	输入电压-Vin							
	11	输出电压-Vout							
VOUT_RNE_W	功能:	更新 Vout_L,Vout_H,Ilimit 的值,I2C 获取 Gate 权限后才可以进行写操作							
	0	\							
	1	载入 VOUT_L 和 VOUT_H 的值							
GATE	功能:	Vout 是否开始工作,I2C 获取 Gate 权限后才可以进行写操作							
	0	Vout 停止工作							
	1	Vout 开始工作							
ADC_Value	功能:4 种	ADC 的输出值							
	输入电流 (A)	Current = ADC_Value * 0.025							
	芯片工作温度	Temp > 60℃ Temp = 393 - 262.5175 * ADC_Value * 0.005							
		Temp < 60℃ ADC_value = 0xFF							
	输入电压 (V)	Vin = ADC_Value * 0.156							

	输出电压 (V)	$V_{out} = ADC_Value * 0.12$
--	----------	-------------------------------

寄存器地址		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x09	R	Iout_max							
	默认	0	0	1	1	1	0	1	0
Iout_max	功能	最大输出电流 PD-Request message 中提到							
	值	50mA/Bit							

寄存器地址		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x0A	W	保留							I ² C 获取 Gate 开关权限
	默认	0	0	0	0	0	0	0	0
I2C_ACCESS	功能:	I ² C 获取 Gate 开关权限							
	0	将 Gate 的开关权限交给协议							
	1	将 Gate 的开关权限交给 I ² C							

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x0B	W	RESERVED					GOTOMIN	HARDRST	SOURCECAP
		0	0	0	0	0	0	0	0
GOTOMIN	功能:	是否发送 GotoMin 消息;不可与其余消息一同发送							
	0	\							
	1	发送 GotoMin 消息							
HARDRST	功能:	发送硬重置消息;不可与其余消息一同发送							
	0	\							
	1	发送 HardReset 消息,该消息会重启 Vbus							
SOURCECAP	功能:	发送 SRC 包;不可与其余消息一同发送							
	0	\							
	1	发送 SRC CAP 消息,用于更新最新的 PDO 包;该消息不会关断 Vbus							

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x0C	R	RESERVED	SCP_WORK	QC_WORK	PD_WORK	EMARK	MISMATCH	RESERVED	REQ_PPS
		0	0	0	0	0	0	0	0
SCP_WORK	功能:	是否 SCP 充电模式							
	0	非 SCP 充电模式							
	1	处于 SCP 充电模式							
QC_WORK	功能:	是否 QC 充电模式							
	0	非 QC 充电模式							
	1	处于 QC 充电模式							
PD_WORK	功能:	是否 PD 充电模式							
	0	非 PD 充电模式							
	1	处于 PD 充电模式							
EMARK	功能:	EMARK 线缆标志							
	0	插入线缆是非 EMARK 线缆							
	1	插入线缆是 EMARK 线缆							
MISMATCH	功能:	能力不匹配							
	0	不处于能力不匹配 MisMatch 状态							
	1	处于能力不匹配 MisMatch 状态							

REQ_PPS	功能:	请求的 PPS
	0	未进 PD_PPS
	1	处于 PD_PPS 状态

0x45-0x4E PDO_DATA 寄存器写入说明: 在线功率的 PDO 包写入后, 是无法从本芯片的地址中获取的, 建议自行保存好在线功率的 PDO 数据									
寄存器地址	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x45	W	PDO2_9V 对应电流的低 5bit					PDO 个数		
0x46	W	PDO3_对应电流的低 4bit				PDO2_9V 对应电流的高 4bit			
0x47	W	PDO3_对应的电压选择			PDO3_对应电流的高 5bit				
0x48	W	PDO4_对应电流的低 8bit							
0x49	W	PDO5_对应电流的低 4bit				PDO4_对应的电压选择			PDO4_对应电流的高 1bit
0x4A	W	PDO5_对应的电压选择			PDO5_对应电流的高 5bit				
0x4B	W	PDO6_对应电流的低 8bit							
0x4C	W	PDO7_对应电流的低 4bit				PDO6_对应的电压选择			PDO6_对应电流的高 1bit
0x4D	W	PDO7_对应的电压选择			PDO7_对应电流的高 5bit				
0x4E	W	PDP PD 总功率 1W/Bit							

REG 0x45-0x4E PDO 包参数寄存器 Bit 表	
Bit	Description
02:00	PDO 个数
11:03	PDO2 9V 档位对应电流, 精度 10mA
23:12	PDO3 对应的电流电压 12bit
35:24	PDO4 对应的电流电压 12bit
47:36	PDO5 对应的电流电压 12bit
59:48	PDO6 对应的电流电压 12bit
71:60	PDO7 对应的电流电压 12bit
79:72	PDPOWER PD 总功率 精度 1W

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x60	R/W	限流比例选择		不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时，需保证其余值不变					
		IOC		WARNING!!!					
IOC	功能:	选择限流比例							
	00	限流比例-1.00							
	01	限流比例-1.0625							
	10	限流比例-1.125							
	11	限流比例-1.25							

Reg_Addr	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x61	R/W	不可修改!!!	QC 出 20V 使能	不可修改!!! 在修改本寄存器某 BIT 时，需保证其余值不变					PPS 最小电压 选择
		WARNING!!!	QC_20V_EN	WARNING!!!					PPS_MIN_CH
QC_20V_EN	功能:	QC 出 20V 使能位							
	0	CLASS-A：QC 不出 20V 5V-9V-12V							
	1	CLASS-B：QC 出 20V 5V-9V-12V-20V							
PPS_MIN_CH	功能:	PPS 最小电压选择							
	0	PPS 最小电压 ： 3.3V							
	1	PPS 最小电压 ： 5 V							