

NDD12S55-P1, NDD12S55-C1 DC-DC 电源模块

技术手册

文档版本 01
发布日期 2022-01-22



版权所有 © 华为数字能源技术有限公司 2022。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为数字能源技术有限公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为数字能源技术有限公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为数字能源技术有限公司

地址：深圳市福田区华为数字能源安托山基地 邮编：518043

网址：<https://www.huawei.com>

客户服务邮箱：support@huawei.com

客户服务电话：4008302118

前言

概述

本文档详细的描述了功率模块（NDD12S55-P1）和控制模块（NDD12S55-C1）的电气规格、推荐电路、引脚描述和应用、二次组装和存储要求等。

本文图片仅供参考，具体结构以实物为准。

读者对象

- 本文档主要适用于以下人员：
- 销售人员
 - 硬件工程师
 - 软件工程师
 - 系统工程师
 - 技术支持工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 危险	表示如不避免则将会导致死亡或严重伤害的具有高等级风险的危害。
 警告	表示如不避免则可能导致死亡或严重伤害的具有中等级风险的危害。
 注意	表示如不避免则可能导致轻微或中度伤害的具有低等级风险的危害。
 须知	用于传递设备或环境安全警示信息。如不避免则可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。 “须知”不涉及人身伤害。
 说明	对正文中重点信息的补充说明。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

修改记录

修改记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本 01（2022-01-22）

第一次正式发布。

目 录

前言.....	ii
1 安全注意事项.....	1
1.1 通用安全.....	1
1.2 人员要求.....	3
1.3 电气安全.....	3
2 产品概述.....	4
3 电气特性.....	5
3.1 绝对最大额定值.....	5
3.2 输入特性.....	5
3.3 输出特性.....	6
3.4 保护特性.....	7
3.5 效率特性.....	9
3.6 动态特性.....	9
3.7 其他特性.....	9
4 推荐电路.....	11
5 结构概述.....	13
5.1 封装尺寸.....	13
5.2 引脚分布.....	15
5.3 引脚应用.....	20
5.3.1 EN 引脚.....	20
5.3.2 PG 引脚.....	21
5.3.3 FAULT 引脚.....	22
5.3.4 SENSE 引脚.....	22
5.3.5 PROG 引脚.....	23
5.3.6 vBOOT 引脚.....	24
6 特性曲线.....	26
7 典型波形.....	29
7.1 开关机.....	29
7.2 输出电压动态响应.....	30
7.3 输出电压纹波.....	32

8 通信协议	33
8.1 信号特性	33
8.2 数据链路层协议	33
8.2.1 PMBus 地址	33
8.2.2 SCL 和 SDA	34
8.2.3 数据传输方式	35
8.3 网络层协议	35
8.3.1 从设备寻址方式	35
8.3.2 数据校验	35
8.3.3 数据传输	35
8.4 应用层协议	35
8.4.1 数据格式	35
8.4.2 通信命令	36
8.4.3 命令描述	40
9 二次组装	45
10 存储要求	46
11 产品包装	47
A 可靠性	50

1 安全注意事项

1.1 通用安全

声明

在安装、操作和维护设备时，请先阅读本手册，并遵循设备上标识及手册中所有安全注意事项。

手册中提到的事项，并不代表所应遵守的所有安全事项，只作为所有安全注意事项的补充。本公司不承担任何因违反通用安全操作要求或违反设计、生产和使用设备安全标准而造成的责任。

本电源模块应在符合设计规格要求的环境下使用，否则可能造成电源模块故障，由此引发的电源模块功能异常、部件损坏、人身安全事故或财产损失等不在电源模块质量保证范围之内。

安装、操作和维护电源模块时应遵守当地法律法规和规范。手册中的安全注意事项仅作为当地法律法规和规范的补充。

发生以下任一情况时，本公司不承担责任。

- 虽然设备已经过安全性和兼容性测试，但从电子设备发射的射频和磁场可能对其他电子设备的操作造成负面影响，从而可能会影响植入式医疗设备或个人医用设备的正常工作，如起搏器、植入耳蜗、助听器等。若您使用了这些医用设备，请向其制造商咨询本设备的限制条件。
- 不在本手册说明的使用条件中运行。
- 安装和使用环境超出相关国际或国家标准中的规定。
- 未经授权擅自拆卸、更改产品或者修改软件代码。
- 未按产品及文档中的操作说明及安全警告操作。
- 非正常自然环境（不可抗力，如地震、火灾、暴风等）引起的设备损坏。
- 客户自行运输导致的运输损坏。
- 存储条件不满足产品文档要求引起的损坏。
- 请勿跌落、挤压或刺穿电源模块。避免让产品遭受外部大的压力，从而导致电源模块内部短路和过热。

- 请勿拆解、改装产品或向电源模块中插入异物，请勿将产品浸入水或其它液体中，以免引起产品短路、过热、起火或造成触电危险。
- 请在规格书规定的温度范围内使用本产品和存放本产品。
- 请勿将电源模块暴露在高温处或发热产品的周围，如日照、取暖器、微波炉、烤箱或热水器等。
- 如果电源模块外观有破损、开裂、进水等情况，请停止使用。继续使用可能会导致触电、短路、起火等危险。
- 请按当地规定处理设备，不可将电源模块作为生活垃圾处理。请遵守本电源模块及其附件处理的本地法令，并支持回收行动。
- 请保持电源模块干燥。请勿在多灰、潮湿的地方使用电源模块，以免引起电源模块故障。请勿对电源模块进行泼水。电源模块应远离火源，不能对电源模块点火。
- 人手潮湿的时候请不要操作模块，这样会导致触电危险。

常规要求

危险

- 在设备上执行作业前，先关断电源，防止带电工作发生意外。
- 切勿改装或维修本产品。
- 由于内部有高压，切勿打开本产品。
- 谨慎防止任何异物进入壳体。
- 切勿在冷凝的区域使用本产品（在冷凝环境一使用需经过绝缘处理，以防止引脚短路）。
- 电源接通时及刚刚关断后，切勿触碰。灼热的表面可能造成烫伤。
- 禁止使用经过跌落、撞击等大机械应力后的电源模块。
- 本电源模块应由具有相关资质的人员安装和操作。
- 如果安装或运行过程中发生损坏或故障，立即关断电源，并将产品返回厂家检验或维修。
- 严格遵守当地规范，确保接线正确。
- 本电源模块使用过程中不允许冷凝或结霜（在冷凝环境一使用需经过绝缘处理，以防止引脚短路）。
- 本电源模块运行时，切勿超环境温度或基板温度范围使用。

人身安全

- 请勿改装、拆解或取下产品外壳。
- 在电源模块操作过程中，如发现可能导致人身伤害或电源模块损坏的故障时，应立即终止操作，向负责人进行报告，并采取行之有效的保护措施。
- 电源模块未完成安装或未经专业人员确认，请勿给电源模块上电。

1.2 人员要求

- 负责安装、操作和维护电源模块的人员，必须先经严格培训，了解各种安全注意事项，掌握正确的操作方法。
- 电源模块的安装、操作和维护过程中，不允许撞件或跌落。
- 在电源模块的二次组装过程中，禁止引入导电异物。

1.3 电气安全

操作要求



警告

不按操作规程操作，可能会造成人身伤害，甚至危及人的生命。

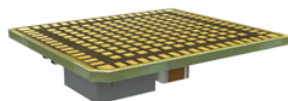
- 安装、拆除电源模块之前，必须先断开电源模块前级供电源。
- 接通电源模块之前，必须确保电源模块接线已连接正确。
- 若电源模块有多路输入，应断开电源模块所有输入，待电源模块完全下电后方可对电源模块进行操作。
- 操作必须由取得专业资格的人员进行，以防触电。
- 电源模块在电气连接之前，如可能碰到带电部件，必须断开电源模块前级供电源。
- 切勿打开、改装或维修本产品。
- 禁止裸手操作电源模块，以免导致触电危险。
- 如果安装或运行过程中发生损坏或故障，立即关断电源，并将产品返回厂家检验或维修。
- 遇到紧急情况时，立即切断电源。

防静电要求

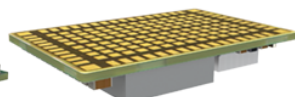
- 安装、操作和维护电源模块时，请遵守静电防护规范，应穿防静电工作服，佩戴防静电手套和腕带。
- 手持电源模块时，必须持电源模块边缘不含元器件的部位，禁止用手触摸元器件。
- 拆卸下来的电源模块必须用防静电包材进行包装后，方可储存或运输。
- 满足ESD国际标准IEC61340-5-1或ANSI/ESD S20.20要求。

2 产品概述

NDD12S55-C1



NDD12S55-P1



产品描述

NDD12S55-P1和NDD12S55-C1是一款非隔离DC-DC电源模块，由功率模块（NDD12S55-P1）和控制模块（NDD12S55-C1）组成，输入电压范围为9V~14V，1个控制模块最大可搭配16个并联的功率模块，其最大输出电流800A，输出电压范围为0.5V DC~1.2V DC。

型号说明

$\frac{NDD}{1} \frac{12}{2} \frac{S}{3} \frac{55}{4} - \frac{P1}{5} ; \frac{NDD}{1} \frac{12}{2} \frac{S}{3} \frac{55}{4} - \frac{C1}{5}$

- 1 — 非隔离数字3D POL电源模块
- 2 — 输入电压：12V
- 3 — 单路输出
- 4 — 单路输出电流：55A
- 5 — 扩展码

特点

- 效率：88.0%（ $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{in}=12\text{V}$ ， $V_{out}=1.0\text{V}$ ， $I_{out}=300\text{A}$ ，仅功率模块输出）
- 长×宽×高：
 - NDD12S55-P1：27.0mm×18.0mm×4.0mm（1.06in.×0.71in.×0.16in.）
 - NDD12S55-C1：27.0mm×24.0mm×4.0mm（1.06in.×0.94in.×0.16in.）
- 重量：<6g（NDD12S55-P1或NDD12S55-C1）
- 输入欠压保护、输出过流保护（打嗝模式）、输出短路保护（打嗝模式）、输出过压保护（打嗝模式）、输出欠压保护（打嗝模式）、过温保护（自恢复）
- 支持远程开关机
- 符合RoHS2.0标准

应用

- 工业设备

3 电气特性

3.1 绝对最大额定值

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
输入电压	-	-	-	-	当输入电压为14V~16V时，并非所有特性参数满足规格要求。
• 连续电压（工作）	-	-	16	V	瞬态输入电压≤18V且持续时间≤100ms，电源模块允许复位。
• 瞬态电压（100ms）	-	-	18	V	
工作环境温度（ T_A ）	-40	-	85	℃	-
存储温度	-40	-	125	℃	-
工作湿度	5%	-	95%	RH	无凝露
海拔	-60	-	5000	m	在1800m~5000m环境下高温降额，海拔高度每升高220m，最高工作温度降低1℃。

说明

在绝对最大额定值或者超过绝对最大额定值使用模块可能会对模块造成永久性损坏。

3.2 输入特性

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

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
工作输入电压	9	12	14	V	-

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
最大输入电流	-	-	$N \times 10$	A	$V_{in}=9V$, $N=6/8/10/12/14/16$ (功率模块数量)
辅助源最大输入电流	-	-	$0.2+0.1 \times N$	A	$N=6/8/10/12/14/16$ (功率模块数量)
空载损耗	-	-	6	W	$T_A=25^\circ\text{C}$, $V_{in}=12V$, $V_{out}=1V$, $I_{out}=0A$, 单个功率模块, 不含辅助源
待机功耗	-	-	0.15	W	$T_A=25^\circ\text{C}$, $V_{in}=12V$, $V_{out}=1V$, $I_{out}=0A$, 单个功率模块
输入电容 (功率模块) 说明 需同时配置固体铝电解电容和陶瓷电容。	100xN	-	-	μF	固体铝电解电容, $N=6/8/10/12/14/16$ (功率模块数量)
	80xN	-	-	μF	陶瓷电容, $N=6/8/10/12/14/16$ (功率模块数量)
输入电容 (控制模块)	22	-	-	μF	-

3.3 输出特性

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

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
输出整定电压	0.5	0.8	1.2	V	可通过vBOOT引脚或PMBus调节, 详见5.3.4 或8.4.2 通信命令中的0x21命令
输出电流	0	-	$N \times 50$	A	$N=6/8/10/12/14/16$ (功率模块数量)
线性调整率	-0.5%	-	0.5%	-	$V_{in}=9V \sim 14V$, $I_{out}=50\%I_{omax}$; I_{omax} : 输出电流最大值
负载调整率	-0.5%	-	0.5%	-	$V_{in}=12V$, $I_{out}=0\%I_{omax} \sim 100\%I_{omax}$
输出稳压精度	-1%	-	1%	V_{oset}	V_{oset} : 输出电压设置值
温飘系数	-0.02	-	0.02	$\%/^\circ\text{C}$	$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$
容性负载	20000	-	40000	μF	16个功率模块并联, 陶瓷电容
	16500	-	33000	μF	14个功率模块并联, 陶瓷电容

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
	15000	-	30000	μF	12个功率模块并联，陶瓷电容
	12000	-	23500	μF	10个功率模块并联，陶瓷电容
	10000	-	20000	μF	8个功率模块并联，陶瓷电容
	7000	-	14000	μF	6个功率模块并联，陶瓷电容
输出电压纹波	-	-	20	mV	示波器带宽：20MHz 测试过程中，在探头中添加0.1μF+10μF陶瓷电容
输出电压噪声	-	-	100	mV	示波器带宽：500MHz 测试过程中，在探头中添加0.1μF+10μF陶瓷电容
输出电压过冲	-	-	5%	-	-
输出电压延迟时间	-	-	15	ms	辅助源和功率模块输入已建立；从控制模块使能到功率模块的输出电压达到10%V _{out} 的时间。
输出电压上升时间	0.05	2.00	4.00	ms	功率模块的输出电压从10%V _{out} 达到90%V _{out}
开关频率	450	500	550	kHz	稳态工作
输出电压上升斜率	0.5	1.0	5.0	mV/μs	可通过0x27在线调节，电源模块下电后恢复初始值
输出电压调压方式	-	-	-	-	1. 通过vBOOT引脚配置开机初始电压，详见 5.3.6 vBOOT引脚 。 2. 通过0x21在线调节，电源模块下电后恢复开机初始电压。

3.4 保护特性

T_A=25℃，V_{in}=12V，除非另有说明。

表 3-1 输入保护规格

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
输入欠压保护	-	-	-	-	自恢复
恢复点	8.1	-	9.0	V	-
保护点	7.1	-	8.0	V	-
回差	0.8	-	-	V	-

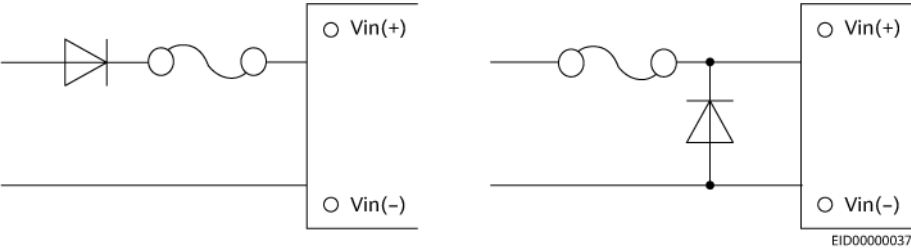
表 3-2 输出保护规格

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
输出过流保护	50xNx1.1	-	50xNx1.4	A	打嗝模式， N=6/8/10/12/14/16 （功率模块数量）
输出短路保护	-	-	-	-	打嗝模式
输出过压保护	V _{out} +0.15	-	V _{out} +0.23	V	打嗝模式
输出欠压保护	-	0.3	-	V	打嗝模式
过温保护	115	125	135	℃	自恢复
回差	10	15	20	℃	

保护特性介绍

- 输入欠压保护**
当输入电压低于欠压保护点时，电源模块关闭。当输入电压达到输入欠压恢复点时，电源模块重新开始工作，回差值参见输入保护规格。
- 输出过压保护**
当输出电压超过输出过压保护点时，电源模块进入打嗝保护模式。当故障消除后，电源模块将恢复输出，参见输出保护规格。
- 输出欠压保护**
当输出电压低于输出欠压保护点时，电源模块进入打嗝保护模式。当故障消除后，电源模块将恢复输出，参见输出保护规格。
- 输出过流保护**
电源模块能提供过流或短路保护。如果输出电流超过输出过流保护设定值，电源模块进入打嗝模式。当故障消除后，电源模块将恢复输出，参见输出保护规格。
- 过温保护**
电源模块配备温度传感器，检测电源模块最高温度，避免高温损坏。当温度超过过温保护点时，输出将关闭。当检测到感应位置的温度下降到过温保护恢复点时，电源模块重新启动，回差值参见输出保护规格。
- 反极性保护电路**
电源模块的安装和布线时，可能有输入电压接反的情况发生，需要电源模块的应用电路具有防反接保护。

图 3-1 反极性保护电路



 说明

电源模块的反极性保护电路需在电源模块外部配置，电源模块内部无反极性保护电路。

3.5 效率特性

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

最小值	典型值	最大值	说明
87%	88%	-	$I_{out}=300\text{A}$ ，仅功率模块输出
86%	87%	-	$I_{out}=400\text{A}$ ，仅功率模块输出
85%	86%	-	$I_{out}=500\text{A}$ ，仅功率模块输出
85%	86%	-	$I_{out}=600\text{A}$ ，仅功率模块输出
85%	86%	-	$I_{out}=700\text{A}$ ，仅功率模块输出
85%	86%	-	$I_{out}=800\text{A}$ ，仅功率模块输出

3.6 动态特性

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

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
过冲幅度	-50	-	50	mV	电流变化率：10A/ μs ，负载：25%~50%~25%，占空比：50%，周期：0.5ms，2.0ms，50.0ms
恢复时间	-	-	100	μs	
过冲幅度	-65	-	65	mV	电流变化率：10A/ μs ，负载：10%~90%~10%，占空比：50%，周期：0.5ms，2.0ms，50.0ms
恢复时间	-	-	100	μs	
过冲幅度	-10%	-	10%	V_{oset}	电流变化率：1A/ μs ，负载：0%~100%~0%，占空比：50%，周期：0.5ms，2.0ms，50.0ms
恢复时间	-	-	200	μs	

3.7 其他特性

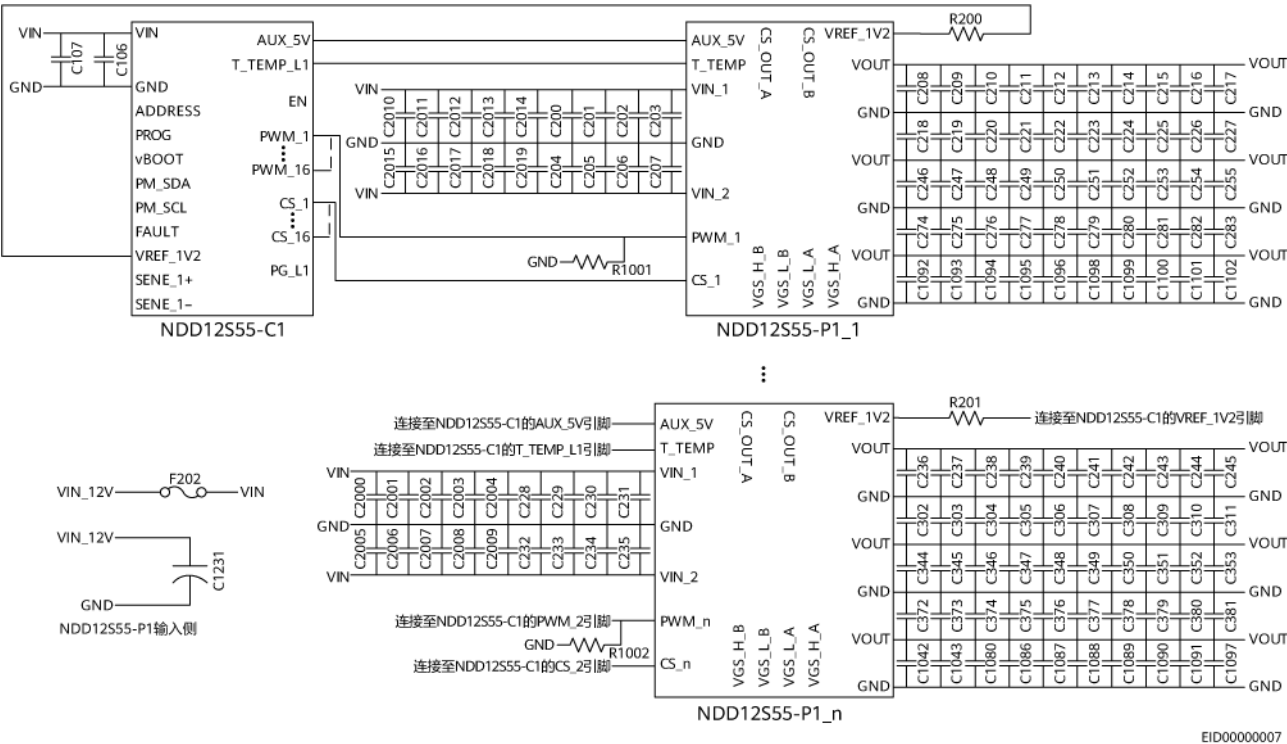
$T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{in}=12\text{V}$ ，除非另有说明。

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
均流不平衡度	-16%	-	16%	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $I_{out}=I_{omax}$

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
输出电压检测精度	-3%	-	3%	V_{oset}	输出电压可通过0x8B查询
输出电流检测精度	-16%	-	16%	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $I_{\text{out}}=I_{\text{omax}}$ ， $V_{\text{in}}=12\text{V}$ ，输出电流可通过0x8C查询
输入电压检测精度	-4%	-	4%	-	输入电压可通过0x88查询
温度检测精度	-8	-	8	$^{\circ}\text{C}$	控制模块芯片温度可通过0x8E查询
	-5	-	5	$^{\circ}\text{C}$	功率模块MOS温度可通过0x8D查询

4 推荐电路

图 4-1 推荐电路图（应用电路/测试电路）



EID00000007

说明

1个控制模块（NDD12S55-C1）最大可连接16个功率模块（NDD12S55-P1），其最大输出电流800A，输出电压范围为0.5V DC~1.2V DC。

表 4-1 推荐器件参数

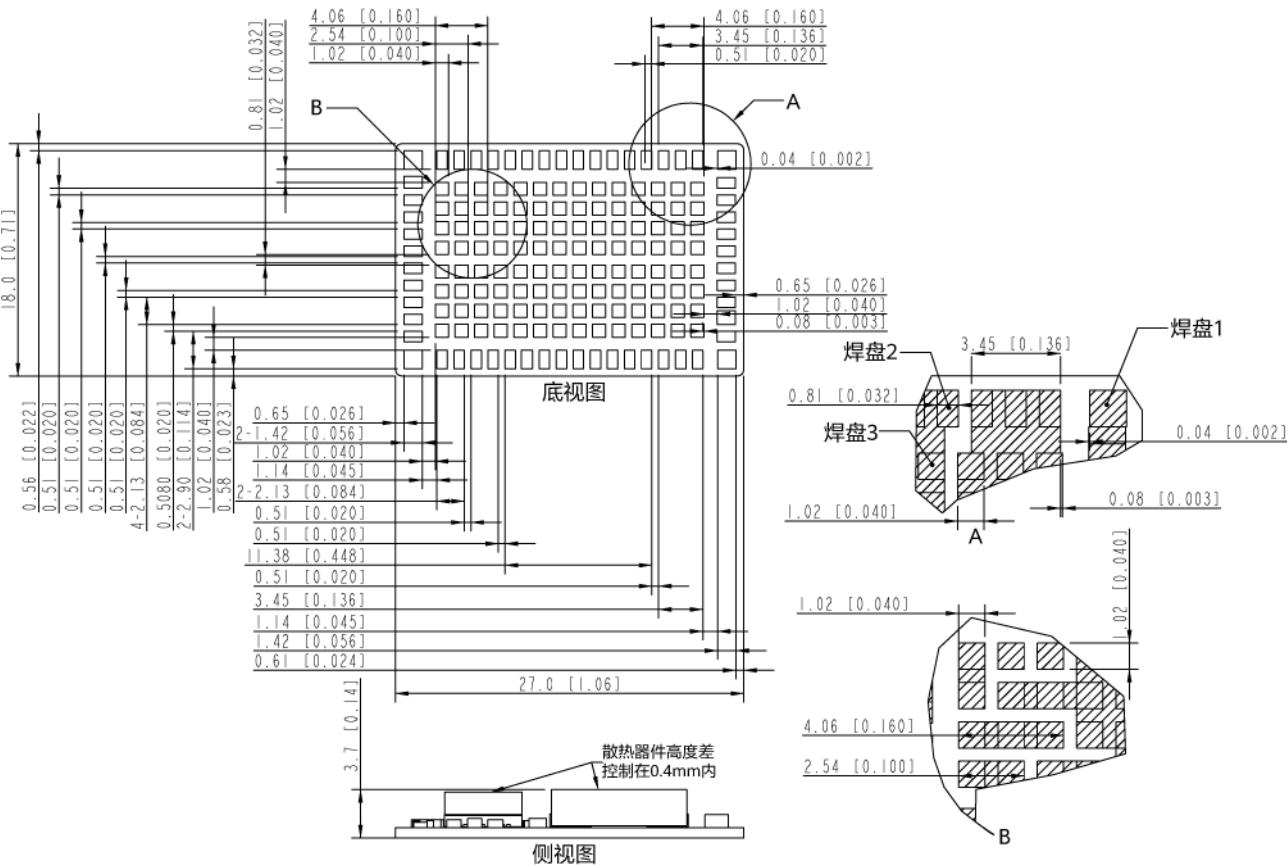
位号	名称	参数	装联方式
C106~C107、C200~C207、C228~C235	大容量陶瓷电容	25.0V~10000nF~±20%	SMT

位号	名称	参数	装联方式
C208~C227、C246~C283、 C236~C245、C302~C311、 C344~C353、C372~C381	大容量陶瓷电容	2.5V~47000nF~±20%	SMT
C2000~C2019	大容量陶瓷电容	25V-10000nF~±20%	SMT
C1042、C1043、C1080~C1091、 C1097、C1092~C1096、 C1098~C1102	大容量陶瓷电容	2.5V-47000nF~±20%	SMT
C1231	固体铝电解电容	25V-220μF~±20%	SMT
R200~R201	片式厚膜电阻器	0.0625W~2.2Ω~±1%	SMT
R1001~R1002	片式厚膜电阻器	0.1W~51kΩ~±1%	SMT
F202	保险管套件（快熔断， 0.5V≤V _{out} ≤0.8V）	20V~10A~0.01Ω ~12A*A*Sec	SMT
	保险管套件（快熔断， 0.8V<V _{out} ≤1.2V）	85V~15A~0.0037Ω ~97.62A*A*Sec	SMT

5 结构概述

5.1 封装尺寸

图 5-1 封装尺寸 (NDD12S55-P1)

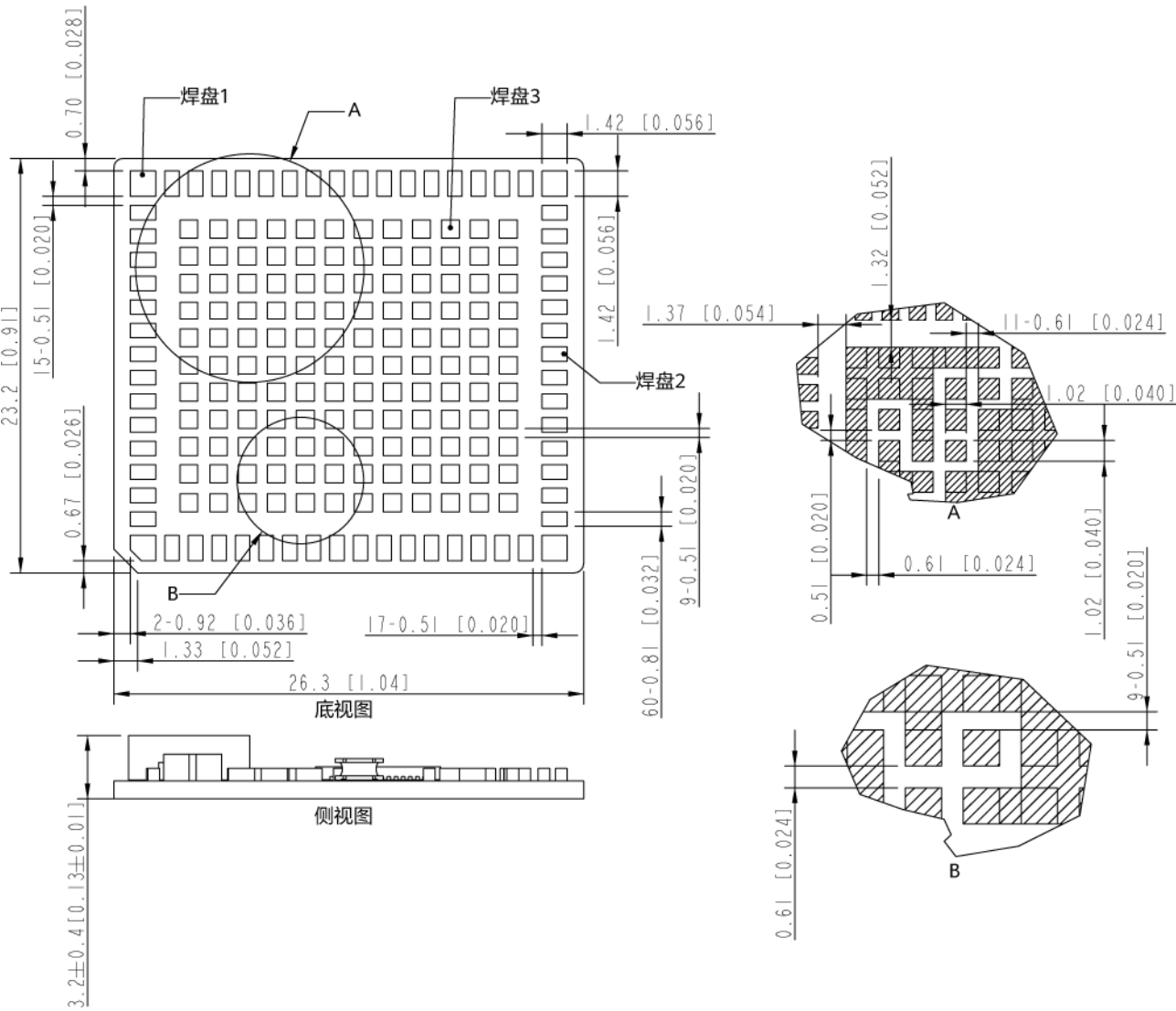


EID00000001

说明

公差尺寸信息：单位：mm [in.]
轮廓尺寸公差：x.x±0.3mm [x.xx±0.012in.]，x.xx±0.25mm [x.xx±0.010in.]
NDD12S55-P1有三种焊盘尺寸，焊盘1尺寸：1.42mmx1.42mm [0.056x0.056in.]；焊盘2尺寸：1.42mmx0.81mm [0.056x0.032in.]；焊盘3尺寸：1.02mmx1.02mm [0.040x0.040in.]
散热方式：建议使用6W热胶与液冷板接触，涂层厚度不大于1.0mm，液冷板的最高温度为65℃。

图 5-2 封装尺寸（NDD12S55-C1）



EID00000013

说明

公差尺寸信息：单位：mm [in.]
轮廓尺寸公差：x.x±0.3mm [x.xx±0.012in.]，x.xx±0.25mm [x.xx±0.010in.]
NDD12S55-C1有三种焊盘尺寸，焊盘1尺寸：1.42mmx1.42mm [0.056x0.056in.]；焊盘2尺寸：1.42mmx0.81mm [0.056x0.032in.]；焊盘3尺寸：1.02mmx1.02mm [0.040x0.040in.]
散热方式：自然散热。

5.2 引脚分布

图 5-3 引脚分布（NDD12S55-P1）

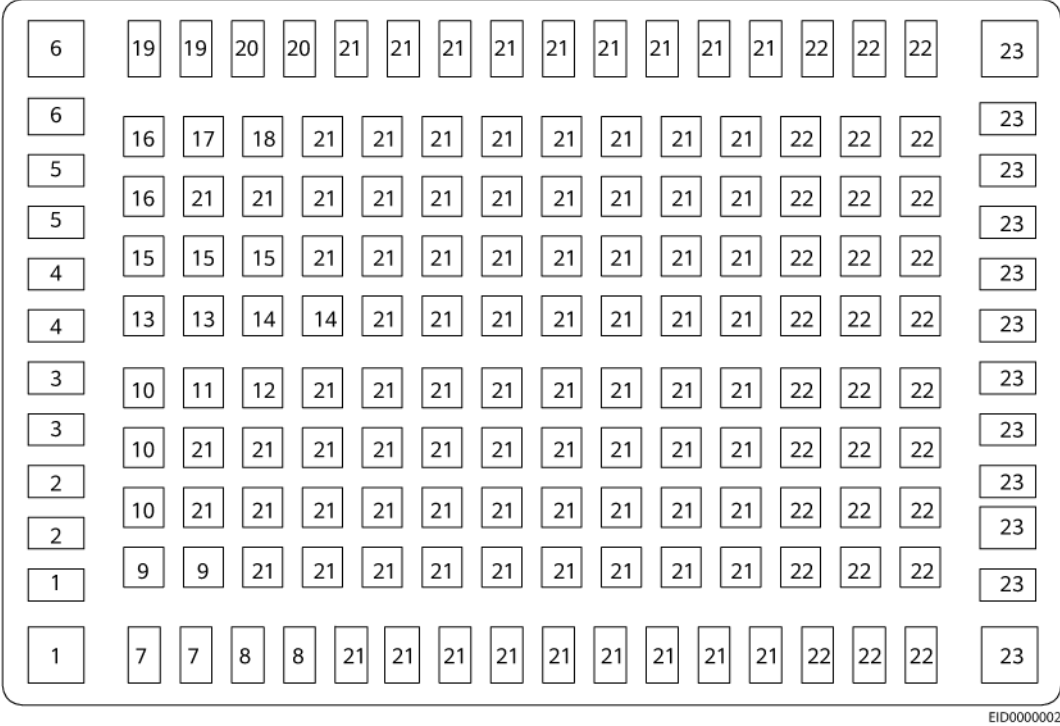


表 5-1 引脚功能描述

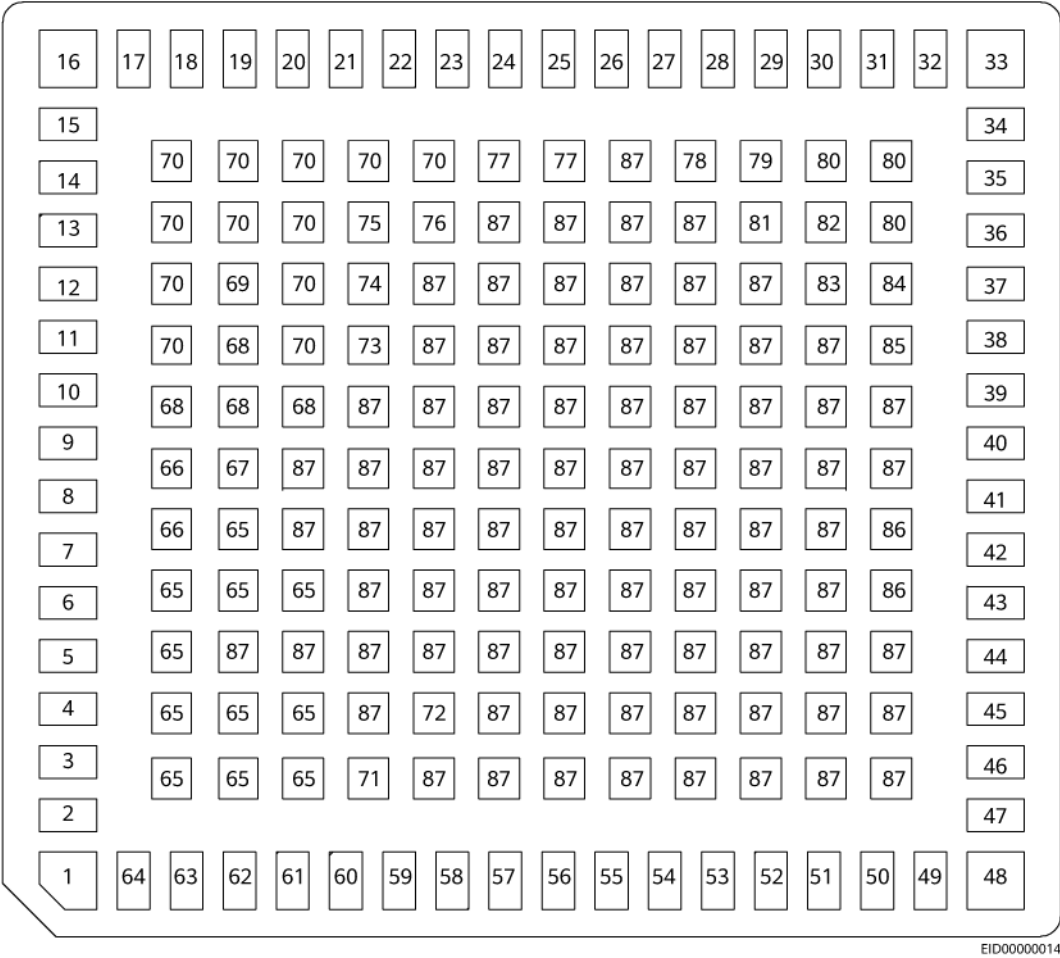
引脚序号	名称	说明
1	空	-
3	PWM	A路MOS和B路MOS驱动信号
4	CS	A路MOS和B路MOS并联输出电流采样信号
5	VREF_1.2V	1.2V基准电压
6	空	-
7	GND	地，GND在功率模块内部已连接
8	VIN_12V_A	A路MOS输入+
9	VIN_12V_A	A路MOS输入+
10	CS_OUT_A	A路MOS输出电流采样点
11	Vgs_H_A	NC
12	Vgs_L_A	NC
13	GND	地，GND在功率模块内部已连接

引脚序号	名称	说明
14	VIN_12V_B	B路MOS输入+
15	VIN_12V_B	B路MOS输入+
16	CS_OUT_B	B路MOS输出电流采样点
17	Vgs_H_B	NC
18	Vgs_L_B	NC
19	GND	地，GND在功率模块内部已连接
20	AUX_5V	辅助源5V输入
21	GND	地，GND在功率模块内部已连接
22	VOUT	输出+
23	GND	地，GND在功率模块内部已连接

 说明

VIN_12V_A和VIN_12V_B为同一信号，[图4-1](#)标识为VIN。

图 5-4 引脚分布（NDD12S55-C1）



引脚序号	名称	说明
1	空	-
2	AUX_5V	辅助源5V输出
3	AUX_5V	辅助源5V输出
4	SENE2+	NC
5	SENE2-	NC
6	ADDRESS	PMBus地址设置引脚，支持16个地址，详见8.2.1 PMBus地址
7	PROG	配置文件配置引脚，支持16个配置文件选择，详见5.3.5 PROG引脚
8	T_TEMP_L2	NC
9	T_TEMP_L1	温度采样
10	AGND	信号地，AGND在控制模块内部已连接
11	AGND	信号地，AGND在控制模块内部已连接

引脚序号	名称	说明
12	VIN_12V	12V输入+
13	VIN_12V	12V输入+
14	PWM_16	第16相驱动，不使用时悬空
15	PWM_15	第15相驱动，不使用时悬空
16	空	-
17	PWM_14	第14相驱动，不使用时悬空
18	PWM_13	第13相驱动，不使用时悬空
19	PWM_12	第12相驱动，不使用时悬空
20	PWM_11	第11相驱动，不使用时悬空
21	PWM_10	第10相驱动，不使用时悬空
22	PWM_9	第9相驱动，不使用时悬空
23	PWM_8	第8相驱动，不使用时悬空
24	PWM_7	第7相驱动，不使用时悬空
25	PWM_6	第6相驱动，不使用时悬空
26	PWM_5	第5相驱动，不使用时悬空
27	PWM_4	第4相驱动，不使用时悬空
28	PWM_3	第3相驱动，不使用时悬空
29	PWM_2	第2相驱动，不使用时悬空
30	PWM_1	第1相驱动，不使用时悬空
31	PM_SDA	PMBUS数据线
32	PM_SCL	PMBUS时钟线
33	空	-
34	FAULT	故障告警，低电平电源模块无告警
35	PG_L1	电源状态，高电平输出正常
36	EN_L1_L2	EN使能，高电平有效，详见 5.3.1 EN引脚
37	vBOOT_L1	vBOOT电压设置，通过配置外围电阻配置输出电压，详见 5.3.6 vBOOT引脚
38	vBOOT_L2	NC
39	AVS_CLK	NC
40	AVS_SDAT	NC

引脚序号	名称	说明
41	AVS_MDAT	NC
42	SENSE1-	输出电压采样-, 详见 5.3.4 SENSE引脚
43	SENSE1+	输出电压采样+, 详见 5.3.4 SENSE引脚
44	EN_L2	NC
45	PG_L2	NC
46	CS1	第1相电流采样, 不使用时悬空
47	CS2	第2相电流采样, 不使用时悬空
48	空	-
49	CS3	第3相电流采样, 不使用时悬空
50	CS4	第4相电流采样, 不使用时悬空
51	CS5	第5相电流采样, 不使用时悬空
52	CS6	第6相电流采样, 不使用时悬空
53	CS7	第7相电流采样, 不使用时悬空
54	CS8	第8相电流采样, 不使用时悬空
55	CS9	第9相电流采样, 不使用时悬空
56	CS10	第10相电流采样, 不使用时悬空
57	CS11	第11相电流采样, 不使用时悬空
58	CS12	第12相电流采样, 不使用时悬空
59	CS13	第13相电流采样, 不使用时悬空
60	CS14	第14相电流采样, 不使用时悬空
61	CS15	第15相电流采样, 不使用时悬空
62	CS16	第16相电流采样, 不使用时悬空
63	VREF_1V2	1.2V基准电压
64	空	-
65	空	-
66	AGND	信号地, AGND在控制模块内部已连接
67	Signal1	内部信号
68	空	-
69	Signal2	内部信号
70	AGND	信号地, AGND在控制模块内部已连接

引脚序号	名称	说明
71	Signal3	内部信号
72	空	-
73	Signal4	内部信号
74	空	-
75	Signal5	内部信号
76	空	-
77	空	-
78	空	-
79	AGND	信号地，AGND在控制模块内部已连接
80	空	-
81	空	-
82	AGND	信号地，AGND在控制模块内部已连接
83	空	-
84	AGND	信号地，AGND在控制模块内部已连接
85	空	-
86	空	-
87	AGND	信号地，AGND在控制模块内部已连接

5.3 引脚应用

5.3.1 EN 引脚

功率模块可通过EN引脚远程开关机。

图 5-5 推荐 EN 配置原理

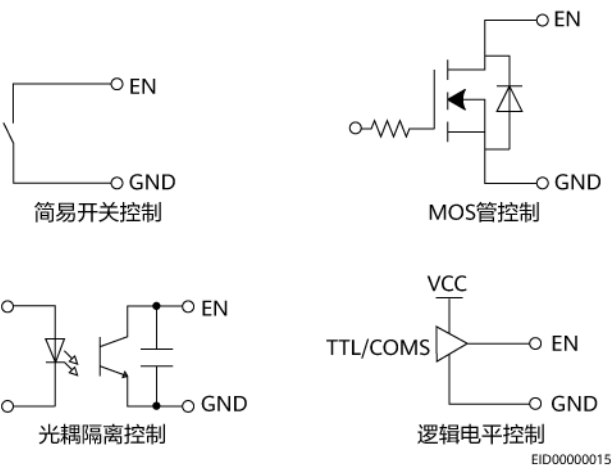


表 5-2 EN 信号接口规格

功能	参数	最小值	典型值	最大值	单位	状态
EN_L1 (EN_L1_L2) 绝对耐压值：≤3.6V	输入高电平 (V _{OH})	1.4	-	-	V	开机
	输入低电平 (V _{OL})	-	-	0.3	V	-

5.3.2 PG 引脚

检测电源模块输出状态，高电平有效。

图 5-6 推荐 PG 配置原理

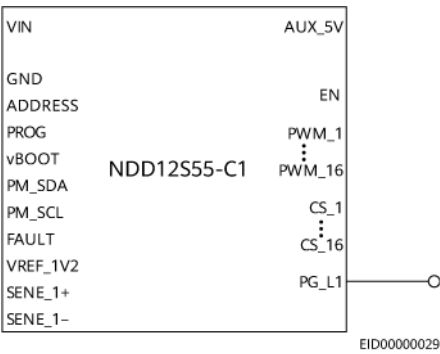


表 5-3 PG 信号接口规格

功能	参数	最小值	典型值	最大值	单位	状态
PG	输出高电平 (V _{OH})	3.186	3.301	3.417	V	输出正常
	输出低电平 (V _{OL})	-	0	-	V	输出异常

5.3.3 FAULT 引脚

检测电源模块是否有故障告警产生，低电平有效。

图 5-7 推荐 FAULT 配置原理

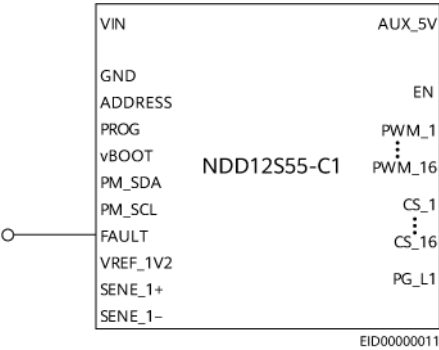


表 5-4 FAULT 信号接口规格

功能	参数	最小值	典型值	最大值	单位	状态
FAULT	输出高电平（ V_{IH} ）	3.063	3.176	3.290	V	无告警
	输出低电平（ V_{IL} ）	-	0	-	V	告警

5.3.4 SENSE 引脚

电源模块通过SENSE引脚进行电压采样。

图 5-8 推荐 SENSE 配置原理

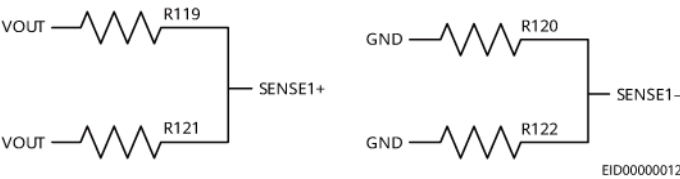


表 5-5 推荐器件参数

位号	名称	参数	装联方式
R119、R122	片式厚膜电阻器	0.0625W~0Ω~<50mΩ	SMT
R120、R121	片式厚膜电阻器	0.0625W~100Ω~±1%	SMT

说明

- R119和R122为远端电压采样（负载端，必须配置）。
- R120和R121为近端电压采样（功率模组端）。

5.3.5 PROG 引脚

PROG引脚可通过外围电阻改变配置文件序号。

图 5-9 推荐 PROG 配置原理

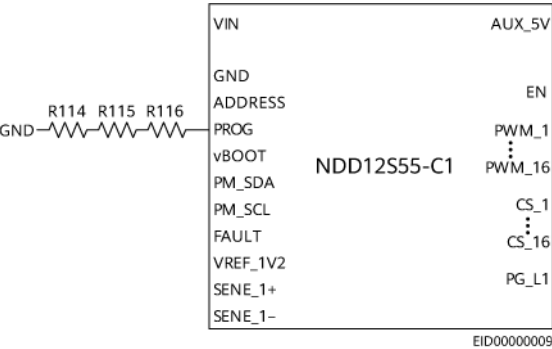


表 5-6 推荐 PROG 下拉电阻

配置文件序号	输出电流	下拉电阻（Ω）			备注
		R114	R115	R116	
Case1	预留	OPEN			精度：±1%
Case2	预留	180000	39200	0	
Case3	300A	180000	11300	0	
Case4	400A	150000	16500	0	
Case5	500A	121000	24000	0	
Case6	600A	121000	3900	0	
Case7	700A	100000	6800	0	
Case8	800A	82000	8200	0	
Case9	预留	75000	0	0	
Case10	预留	61900	0	0	
Case11	预留	49900	0	0	
Case12	预留	39200	0	0	
Case13	预留	27400	0	0	
Case14	预留	20000	0	0	
Case15	预留	12000	0	0	

配置文件序号	输出电流	下拉电阻（Ω）			备注
		R114	R115	R116	
Case16	生产厂家调测	6800	0	0	

5.3.6 vBOOT 引脚

通过改变vBOOT引脚的外围电阻可调节开机初始电压。

图 5-10 推荐 vBOOT 配置原理

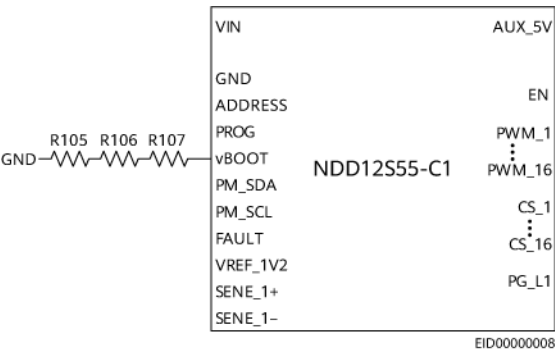
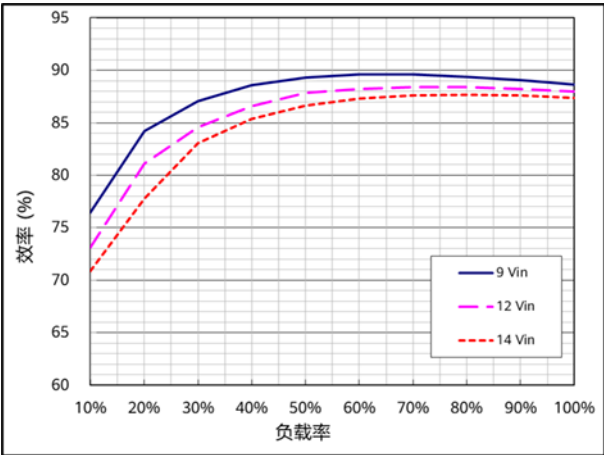


表 5-7 推荐 vBOOT 下拉电阻

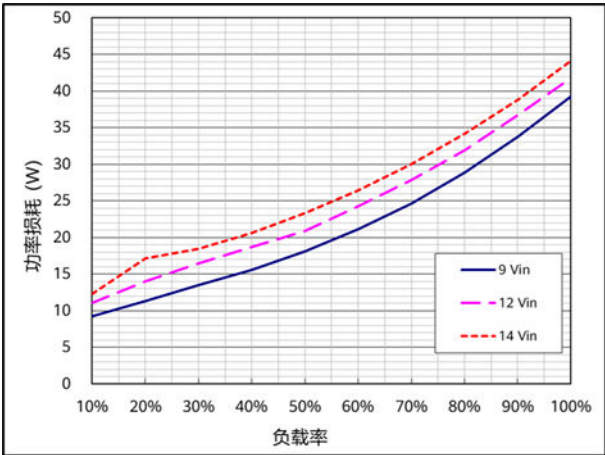
开机初始电压（V）	下拉电阻（Ω）			备注
	R105	R106	R107	
0.5	243000	392	0	精度：±1%
0.6	150000	61900	5760	
0.625	180000	12000	2430	
0.65	150000	22000	1620	
0.675	150000	4750	210	
0.7	121000	16500	619	
0.725	121000	1910	0	
0.75	91000	16500	1620	
0.775	91000	5600	110	
0.8	80600	4750	110	
0.825	75000	301	0	
0.85	51000	12100	3000	
0.875	51000	6800	0	

开机初始电压 (V)	下拉电阻 (Ω)			备注
	R105	R106	R107	
0.9	47000	3300	0	
0.95	39200	4120	150	
1	24900	12100	330	
1.05	30000	1820	0	
1.1	24900	1910	0	
1.15	22000	301	0	
1.2	12000	6200	0	

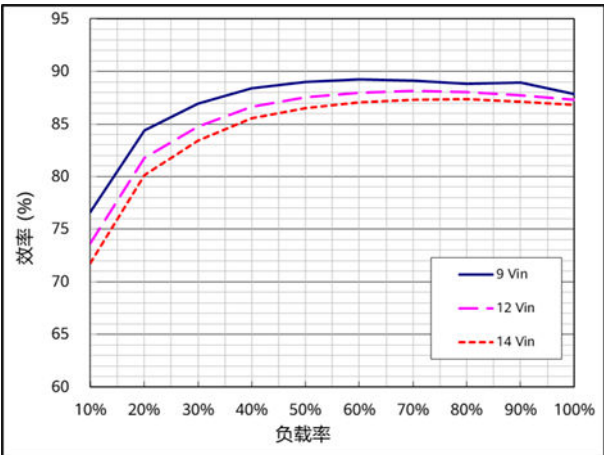
6 特性曲线



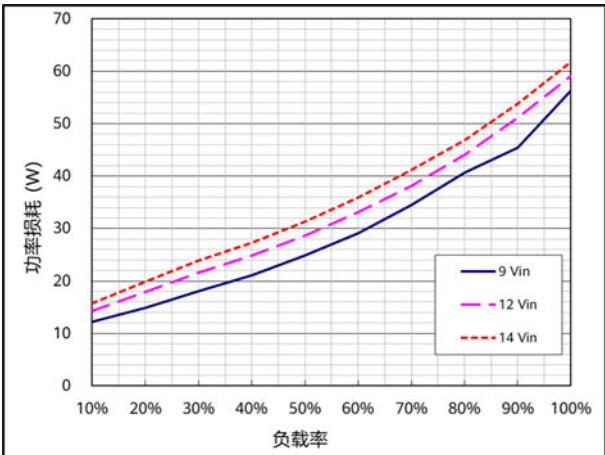
效率 ($T_A=25^{\circ}C$, $V_{out}=1.0V$, $I_{out}=300A$)



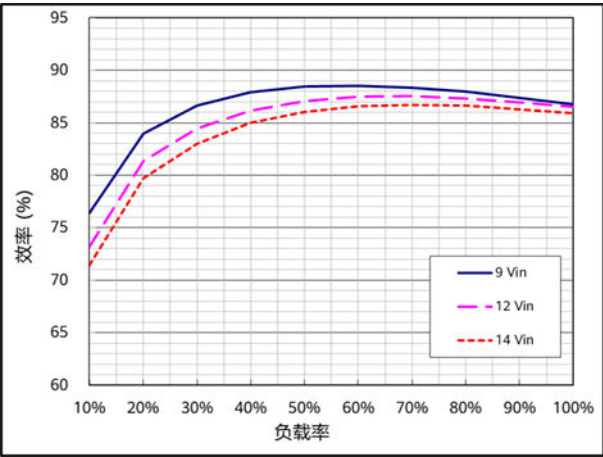
功率损耗 ($T_A=25^{\circ}C$, $V_{out}=1.0V$, $I_{out}=300A$)



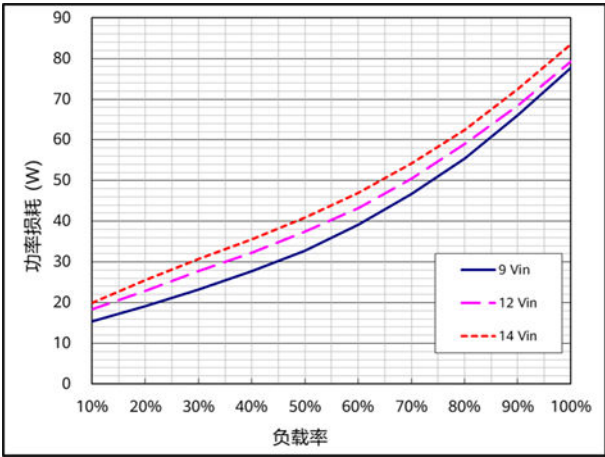
效率 ($T_A=25^{\circ}C$, $V_{out}=1.0V$, $I_{out}=400A$)



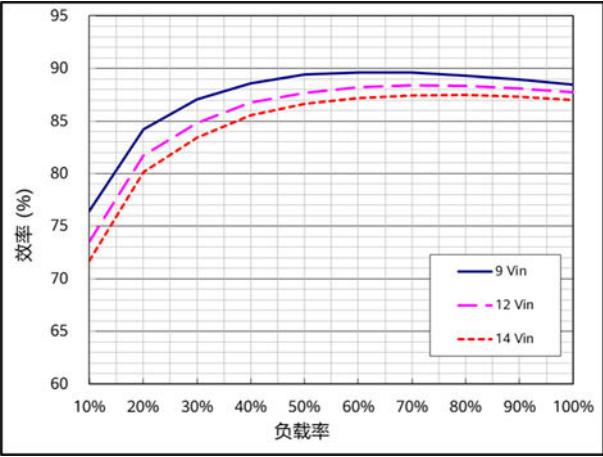
功率损耗 ($T_A=25^{\circ}C$, $V_{out}=1.0V$, $I_{out}=400A$)



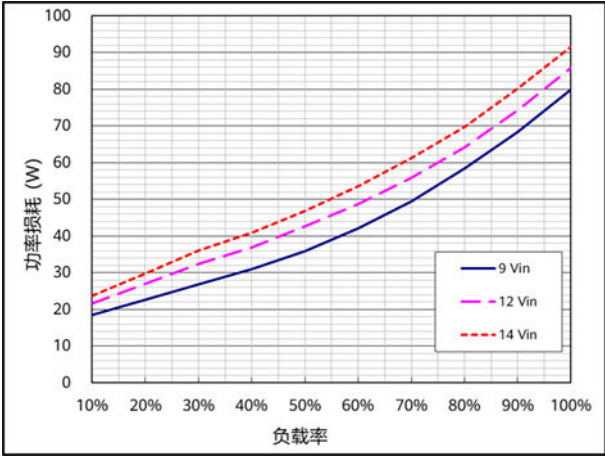
效率 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=500\text{A}$)



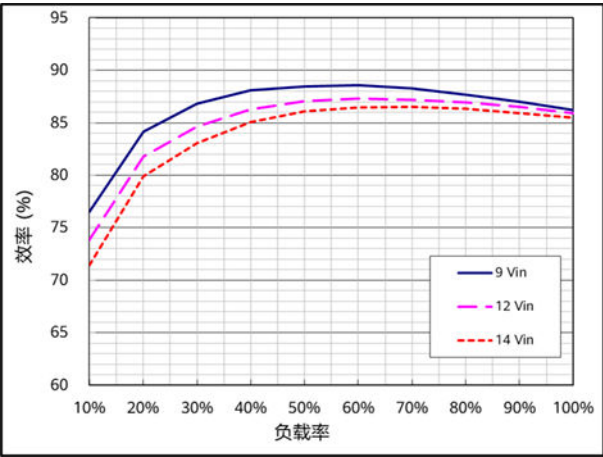
功率损耗 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=500\text{A}$)



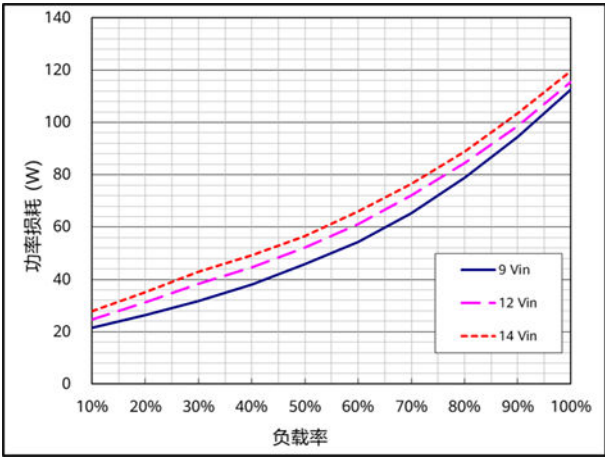
效率 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=600\text{A}$)



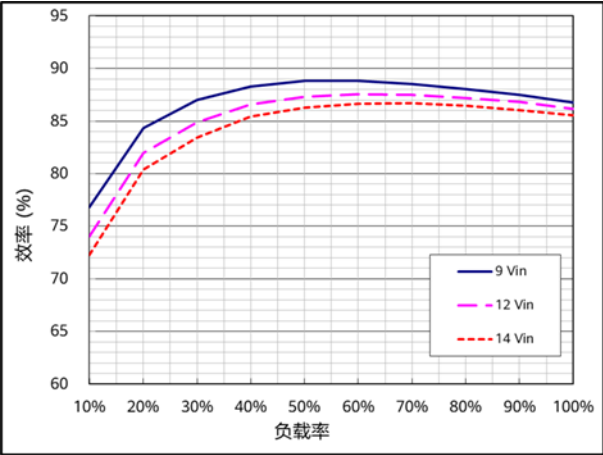
功率损耗 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=600\text{A}$)



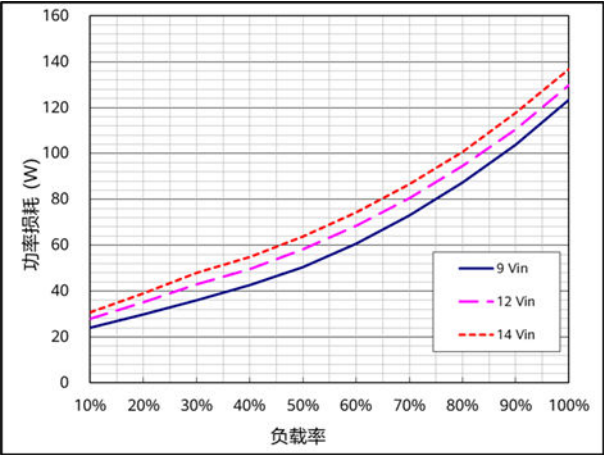
效率 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=700\text{A}$)



功率损耗 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=700\text{A}$)



效率 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=800\text{A}$)

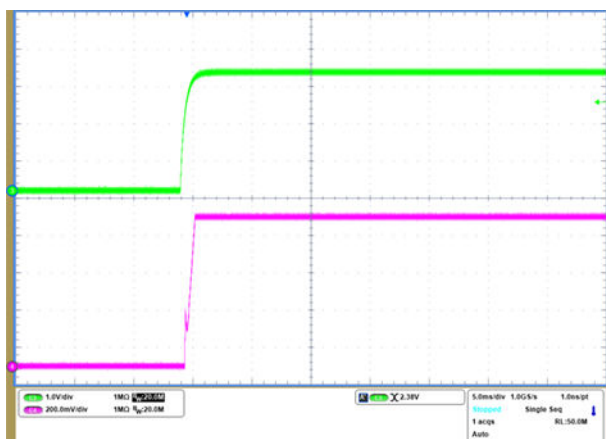


功率损耗 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{out}}=1.0\text{V}$, $I_{\text{out}}=800\text{A}$)

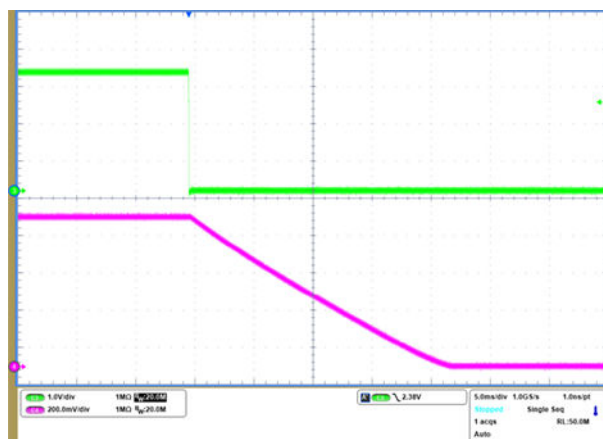
7 典型波形

7.1 开关机

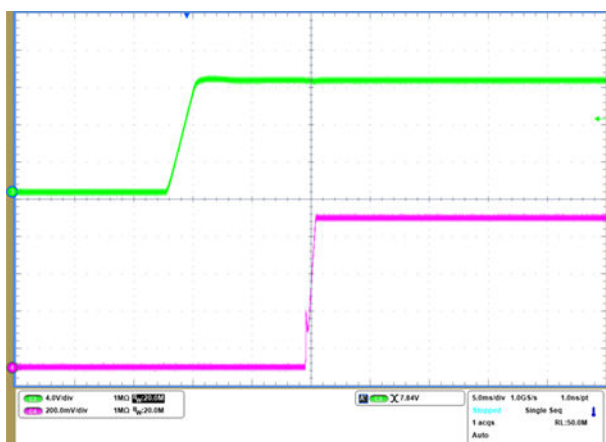
测试条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=12\text{V}$, $V_{out}=0.8\text{V}$, $I_{out}=600\text{A}$, 除非另有说明。



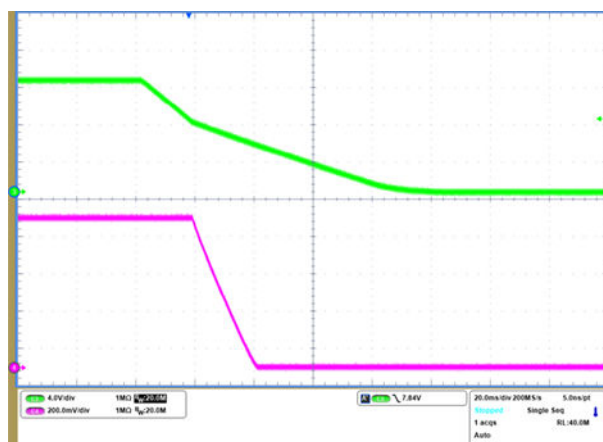
远程开机（EN）



远程关机 (EN)



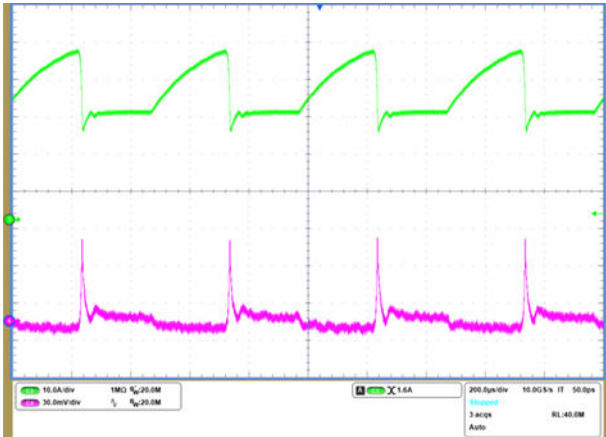
开机 (Power-On)



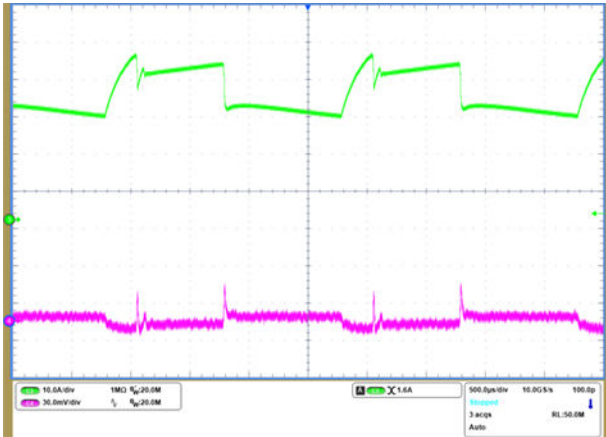
关机 (Power-Off)

7.2 输出电压动态响应

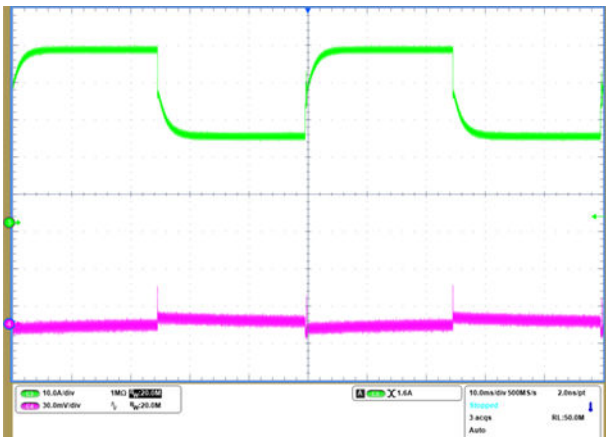
测试条件： $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{in}=12\text{V}$ ， $V_{out}=0.8\text{V}$ ， $I_{out}=600\text{A}$ ，除非另有说明。



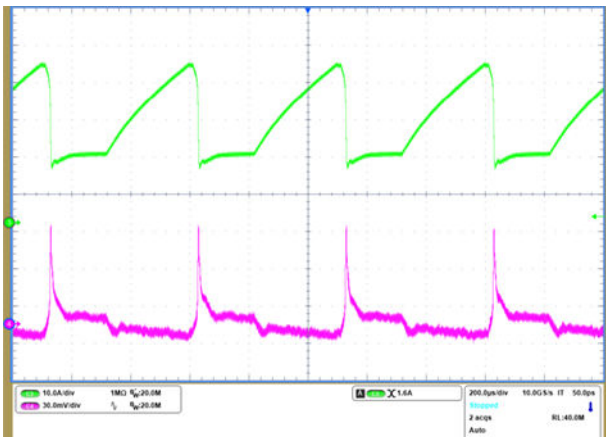
负载跳变：25%-50%-25%， $di/dt=10\text{A}/\mu\text{s}$ ， $t=0.5\text{ms}$



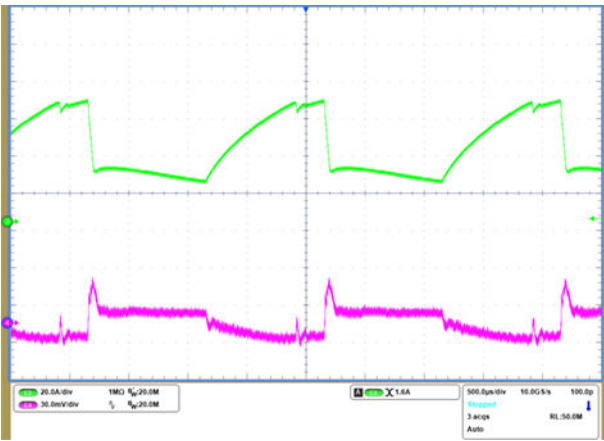
负载跳变：25%-50%-25%， $di/dt=10\text{A}/\mu\text{s}$ ， $t=2\text{ms}$



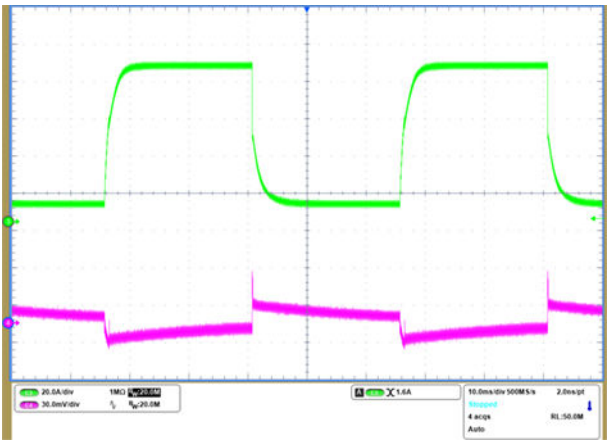
负载跳变：25%-50%-25%， $di/dt=10\text{A}/\mu\text{s}$ ， $t=50\text{ms}$



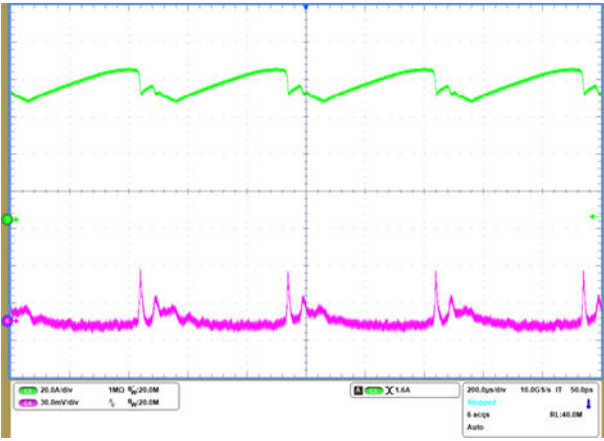
负载跳变：10%-90%-10%， $di/dt=10\text{A}/\mu\text{s}$ ， $t=0.5\text{ms}$



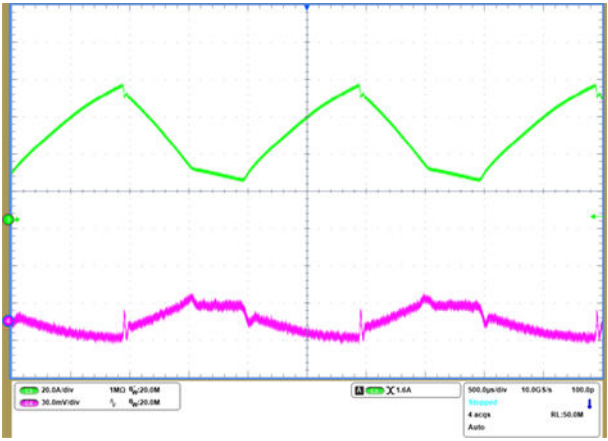
负载跳变：10%-90%-10%， $di/dt=10A/\mu s$ ， $t=2ms$



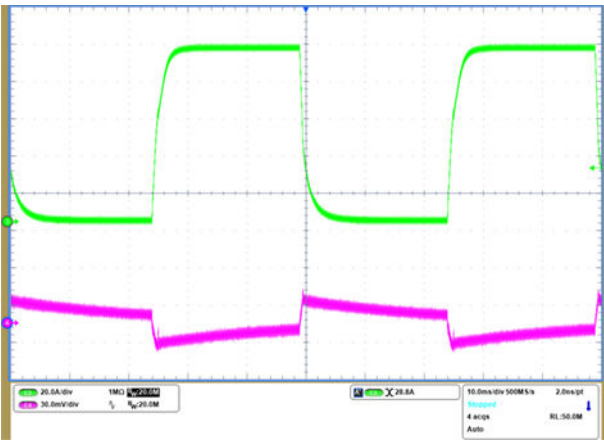
负载跳变：10%-90%-10%， $di/dt=10A/\mu s$ ， $t=50ms$



负载跳变：0%-100%-0%， $di/dt=1A/\mu s$ ， $t=0.5ms$



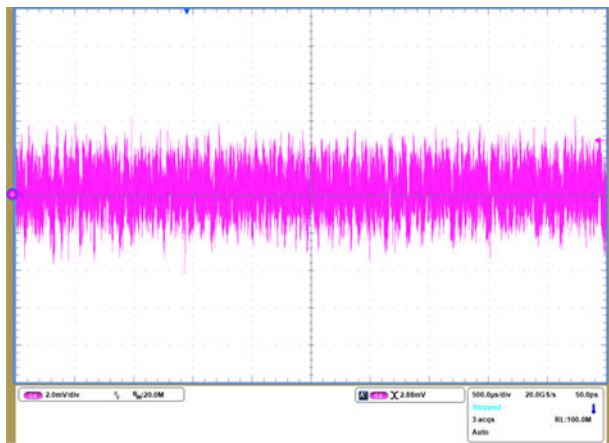
负载跳变：0%-100%-0%， $di/dt=1A/\mu s$ ， $t=2ms$



负载跳变：0%-100%-0%， $di/dt=1A/\mu s$ ， $t=50ms$

7.3 输出电压纹波

测试条件： $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{in}=12\text{V}$ ， $V_{out}=0.8\text{V}$ ， $I_{out}=600\text{A}$ ，除非另有说明。



输出电压纹波

8 通信协议

8.1 信号特性

表 8-1 PMBus 信号接口特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入低电平 (V_{IL})	-	-	0.8	V
逻辑输入高电平 (V_{IH})	2.0	-	3.6	V
逻辑输出低电平 (V_{OL})	-	0	0.4	V
逻辑输出高电平 (V_{OH})	2.4	-	3.6	V

8.2 数据链路层协议

链路层采用PMBusV1.2协议，遵循PMBus规范。

8.2.1 PMBus 地址

图 8-1 ADDRESS 配置原理图

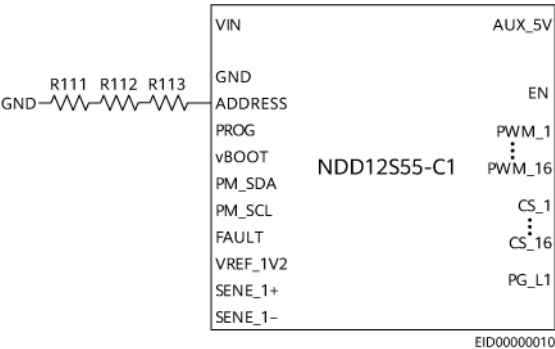


表 8-2 推荐 ADDRESS 下拉电阻

ADDR地址	下拉电阻 (Ω)			备注
	R111	R112	R113	
20H	OPEN			精度：±1%
21H	180000	39200	0	
22H	180000	11300	0	
23H	150000	16500	0	
24H	121000	24000	0	
25H	121000	3900	0	
26H	100000	6800	0	
27H	82000	8200	0	
28H	75000	0	0	
29H	61900	0	0	
2AH	49900	0	0	
2BH	39200	0	0	
2CH	27400	0	0	
2DH	20000	0	0	
2EH	12000	0	0	
2FH	6800	0	0	

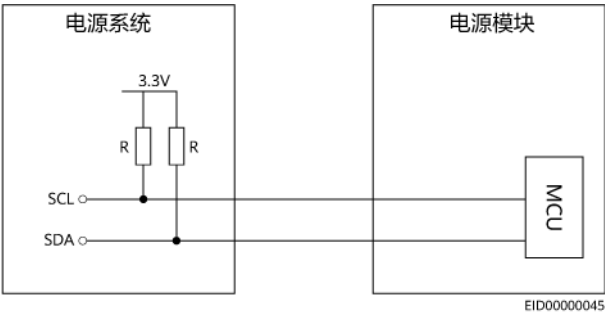
说明

ADDRESS可通过外围电阻修改PMBus的通信地址。

8.2.2 SCL 和 SDA

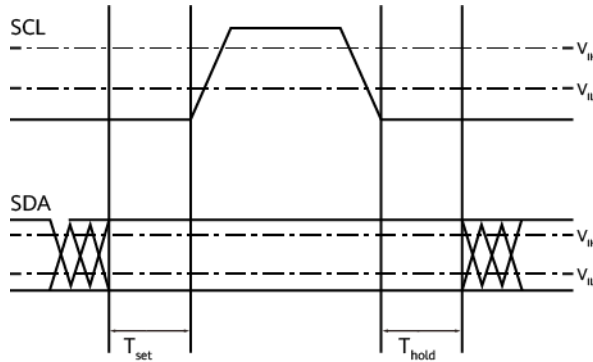
SCL和SDA各自连接上拉电阻，通过故障隔离电路与通信总线相连。SCL与SDA对接示意图详见图 SCL与SDA对接示意图。

图 8-2 SCL 与 SDA 对接示意图



8.2.3 数据传输方式

电源模块支持100 kHz（默认）和400 kHz时钟频率。 T_{set} 是SCL增大前SDA保持不变的时长。 T_{hold} 是SCL下降后SDA保持不变的时长。时间与规范不一致会导致通信失败。



8.3 网络层协议

8.3.1 从设备寻址方式

电源模块作为从设备时，电源模块地址由硬件识别，静态分配。主设备根据硬件确定的从设备地址单独访问从设备。

8.3.2 数据校验

为了保证通信过程中数据的完整性和准确性，电源模块采用CRC8校验和机制。

每次通信发送的最后一个字节是通信数据的CRC校验和。例如，电源模块返回数据的最后一个字节是校验和。

CRC校验和由多项式生成：CRC8。

8.3.3 数据传输

电源模块遵循标准的PMBus通信数据格式。每种PMBus通信数据格式的数据都携带CRC校验和。

8.4 应用层协议

8.4.1 数据格式

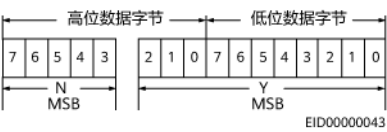
Linear 11 数据格式

说明

一般除输出电压外，其他数值的接收和发送均采用LINEAR-11数据格式，输出电流、输入电压、输入电流、功率、温度等。具体以通信命令集中的定义为准。

Linear 11数据格式是一个含有两个字节的值，其中11位二进制是有符号尾数（补码格式）和5位二进制有符号指数（补码格式）。如[图 Linear 11数据格式](#)所示。

图 8-3 Linear 11 数据格式



N、Y和X（实际值）之间的关系由以下等式所示：

$$X=Y \times 2^N$$

- Y：低11位，二进制有符号整型（补码）。
- N：高5位，二进制有符号整型（补码）。

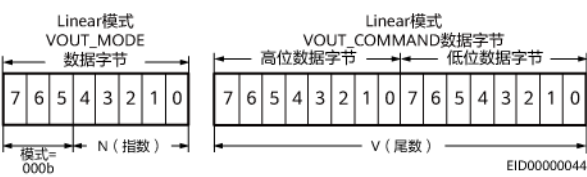
Linear 16 数据格式

说明

- 用于VOUT类命令时（即与实际输出电压相关的命令）采用LINEAR16格式。
- LINEAR16格式需要VOUT_MODE寄存器配合使用。

输出电压相关的命令有VOUT_COMMAND、READ_VOUT等。这些命令的数据是一个16位无符号整数，如图 VOUT数据格式所示。

图 8-4 VOUT 数据格式



输出电压计算公式：

$$\text{Voltage} = V \times 2^N$$

- Voltage：输出电压值。
- V：16位无符号整数。
- N：5位二进制有符号整型（补码）。

8.4.2 通信命令

须知

以下为用户可使用的命令字，严禁使用其他命令字。

通信命令集

命令代码	命令名称	数据读写类型	取值范围	备注
0x00	PAGE	Read/Write Byte	{0, 1}	选择单一物理地址器件的多路输出模块中的一路
0x01	OPERATION	Read/Write Byte	[0, 0x80]	打开/关闭电源主路输出 0x80: 开机; 0x00: 关机
0x03	CLEAR_FAULTS	Send Byte	-	清除故障状态
0x20	VOUT_MODE	Read/Write Byte	-	确定PMBus命令使用的数据类型及参数, 16相均为Linear模式 • VOUT_MODE=0x17, Q=-9 (缺省) • VOUT_MODE=0x16, Q=-10 • VOUT_MODE=0x15, Q=-11 • VOUT_MODE=0x14, Q=-12
0x21	VOUT_COMMAND	Read/Write	参考 VOUT_MODE命令字 [0.0, 2.0]	输出指定电压, 电源模块下电后恢复开机初始电压 (vBoot引脚配置的开机初始电压)
0x27	VOUT_TRANSITION_RATE	Read Linear 11	[0.1, 25.0]	输出调压速率
0x78	STATUS_BYTE	Read Byte	-	故障状态信息字节
0x79	STATUS_WORD	Read Word	-	错误状态字, 详见 STATUS_WORD (0x79)
0x7A	STATUS_VOUT	Read Byte	-	输出电压状态信息, 详见 STATUS_VOUT (0x7A)
0x7B	STATUS_IOUT	Read Byte	-	输出电流状态信息, 详见 STATUS_IOUT (0x7B)

命令代码	命令名称	数据读写类型	取值范围	备注
0x7C	STATUS_INPUT	Read Byte	-	输入状态信息，详见 STATUS_INPUT (0x7C)
0x7D	STATUS_TEMPERATURE	Read Byte	-	温度状态信息，详见 STATUS_TEMPERATURE (0x7D)
0x7E	STATUS_CML	Read Byte	-	逻辑、通信、存储器状态信息，详见 STATUS_CML (0x7E)
0x7F	STATUS_OTHER	Read Byte	-	其他状态信息
0x80	STATUS_MFR_SPECIFIC	Read Byte	-	自定义，详见 MFR_SPECIFIC (0x80)
0x88	READ_VIN	Read Linear 11	-	读取输入电压
0x89	READ_IIN	Read Linear 11	-	读取输入电流
0x8B	READ_VOUT	Read	参考 VOUT_MODE 命令字	读取实测输出电压值
0x8C	READ_IOUT	Read Linear 11	-	读取实测输出电流值
0x8D	READ_TEMPERATURE_1	Read Linear 11	-	读取温度1（功率模块MOS温度）
0x8E	READ_TEMPERATURE_2	Read Linear 11	-	读取温度2（控制模块芯片温度）
0x95	PMBUSCMD_ReadFrequence	Read Word	-	读取开关频率
0x96	READ_POUT	Read Linear 11	-	读取输出功率
0x98	PMBUS_REVISION	Read Byte	-	读取PMBus版本
0x9A	MFR_MODEL	Read Block	16字节，ASCII	制造商模块号，不足16字节时用空格补齐。例如： NDD12S55-C1。
0x9B	MFR_REVISION	Read Block	4字节，ASCII	产品版本
0x9D	MFR_DATE	Read Block	8字节，ASCII	软件发布日期
0xA3	AUX	Read Linear 11	-	辅源电压

命令代码	命令名称	数据读写类型	取值范围	备注
0xA7	CFG ID	Read Byte	[0-15]	读取使用了哪一份配置文件
0xD0	LOADLINE_SRC	Read/Write Byte	[0,1,2]	Loadline的模式选择（来源）
0xD1	LOADLINE_TABLE	Read/Write Block	8字节	Loadline配置表参数下发
0xD2	LOADLINE_TABLE_ID	Read/Write Byte	[0-9]	配置读取配置表ID
0xD5	LOADLINE_R	Read/Write Linear 11	[0mΩ-10mΩ]	配置Loadline斜率
0xD6	CFG_VERSION	Read Byte	-	查询配置文件的版本（1为初始版本，后续每次变更后，版本号加1，配置管脚短路异常时，上报0xFF）
0xD7	PCBC_CNT_OVER	Read Word	-	自定义过流状态字，详见 pcbc_phase_info (0xD7)
0xD8	NCBC_CNT_OVER	Read Word	-	自定义过流状态字，详见 ncbc_phase_info (0xD8)
0xDE	READ_PHASE_LOST	Read Word	-	查询丢相状态
0xEA	WRITE_BBOX_FRAME_ID	Read/Write Word	-	写帧ID（从0开始）
0xEB	READ_BBOX_FRAME_DATA	Read Block	34字节	读帧ID对应的帧数据
0xEE	PMBUSCMD_BboxFrameLen	Read/Write Word	-	读写黑匣子帧长度
0xEF	READ_BBOX_FRAME_NUM	Read Word	-	读取黑匣子总帧数
0xFA	SYS TIMER	Read/Write Block	4字节，DWORD系统时间	系统授时

8.4.3 命令描述

STATUS_WORD (0x79)

位地址	命令名称	描述
15	VOUT	输出电压寄存器存在故障信息
14	IOUT	输出电流寄存器存在故障信息
13	INPUT	输入电压和电流存在故障信息
12	MFR	MFR寄存器存在故障信息
11	POWER_GOOD	POWER_GOOD标记，有故障时该标记为1
10	预留	-
9	预留	-
8	预留	-
7	预留	-
6	OFF	电压关机
5	VOUT_OV	输出过压
4	IOUT_OC	输出过流
3	VIN_UV	输入欠压
2	TEMPERATURE	温度保护或告警
1	预留	-
0	HIGH_BYTE	该寄存器的8bit~15bit内有信息

STATUS_VOUT (0x7A)

位地址	命令名称	描述
7	OV_FAULT	输出过压
6	预留	-
5	预留	-
4	UV_FAULT	输出欠压
3	预留	-
2	预留	-
1	预留	-
0	VOUT_TRACKING_ERROR	输出过压（输出电压-参考电压超过0.2V）

STATUS_IOUT (0x7B)

位地址	命令名称	描述
7	OC_FAULT	输出过流： • CBC次数超配置门限，除此bit位外，0x80寄存器含有区分标记 • 某一路的总电流快速过流 • 某一路的总电流慢速过流，除此bit位外，0x80寄存器含有区分标记
6	预留	-
5	预留	-
4	预留	-
3	预留	-
2	预留	-
1	预留	-
0	预留	-

STATUS_INPUT (0x7C)

位地址	命令名称	描述
7	OV_FAULT	输入过压
6	预留	-
5	预留	-
4	UV_FAULT	输入欠压
3	预留	-
2	预留	-
1	预留	-
0	预留	-

STATUS_TEMPERATURE (0x7D)

位地址	命令名称	描述
7	OT_FAULT	MOS过温保护标记
6	OT_WARNING	MOS过温告警
5	预留	-

位地址	命令名称	描述
4	预留	-
3	CHIP_OT_FAULT	芯片过温保护标记
2	CHIP_OT_WARNING	芯片过温告警
1	预留	-
0	预留	-

STATUS_CML (0x7E)

位地址	命令名称	描述
7	INVALID_CMD	无效命令
6	预留	-
5	PACKET_ERROR	数据包CRC校验失败
4	MEMORY_FAULT	MEMORY_FAULT
3	PROCESSOR_FAULT_BIT	PROC_FAULT
2	预留	-
1	预留	-
0	预留	-

MFR_SPECIFIC (0x80)

位地址	命令名称	描述
7	LOCKED	多次过压保护或过流保护后锁死
6	NO_CFG	无配置文件或者配置文件错误
5	AUX_OFF	辅源掉电
4	PCBC	正向CBC次数超过门限，通过查询0xD7获取，详见 pcbc_phase_info (0xD7) 。
3	NCBC	负向CBC次数超过门限，通过查询0xD8获取，详见 ncbc_phase_info (0xD8) 。
2	PHASE_LOST	缺相告警，不会触发关机，可通过0xDE命令查询具体缺哪相。 说明 该bit在缺相场景下被清除(0x03指令) 后不再重新置位，仅在退出缺相状态后再次触发缺相才会重新置位。
1	SLOW_OCP	慢速过流保护

位地址	命令名称	描述
0	MOS_FAULT	MOS异常

pcbc_phase_info (0xD7)

位地址	描述
15	第16相MOSCBC超门限
14	第15相MOSCBC超门限
13	第14相MOSCBC超门限
12	第13相MOSCBC超门限
11	第12相MOSCBC超门限
10	第11相MOSCBC超门限
9	第10相MOSCBC超门限
8	第9相MOSCBC超门限
7	第8相MOSCBC超门限
6	第7相MOSCBC超门限
5	第6相MOSCBC超门限
4	第5相MOSCBC超门限
3	第4相MOSCBC超门限
2	第3相MOSCBC超门限
1	第2相MOSCBC超门限
0	第1相MOSCBC超门限

ncbc_phase_info (0xD8)

位地址	描述
15	第16相MOSCBC超门限
14	第15相MOSCBC超门限
13	第14相MOSCBC超门限
12	第13相MOSCBC超门限
11	第12相MOSCBC超门限
10	第11相MOSCBC超门限

位地址	描述
9	第10相MOSCBC超门限
8	第9相MOSCBC超门限
7	第8相MOSCBC超门限
6	第7相MOSCBC超门限
5	第6相MOSCBC超门限
4	第5相MOSCBC超门限
3	第4相MOSCBC超门限
2	第3相MOSCBC超门限
1	第2相MOSCBC超门限
0	第1相MOSCBC超门限

9 二次组装

电源模块支持回流焊接加工，用户仅可进行1次回流焊。详见[表9-1](#)。

 说明

- 若长时间在电源模块的引脚上作业，可导致电源模块内部损坏。
- 若电源模块上有残留的锡渣，可以使用异丙醇（IPA）溶剂或其他合适的溶剂清洗电源模块。

表 9-1 回流焊热阻测量要求

曲线参数		无铅组装
升温速度（ $T_{smax} \sim T_p$ ）		$\leq 3^{\circ}\text{C/s}$
预热	T_{smin}	150℃
	T_{smax}	200℃
	时间 t_s	60~180s
熔点以上时间	熔点（ T_L ）	217℃
	时间（ t_L ）	60~150s
峰值温度（ T_p ）		250℃
峰值温度0~-5℃范围内保持时间（ t_p ）		30s
降温速度		$\leq 6^{\circ}\text{C/s}$

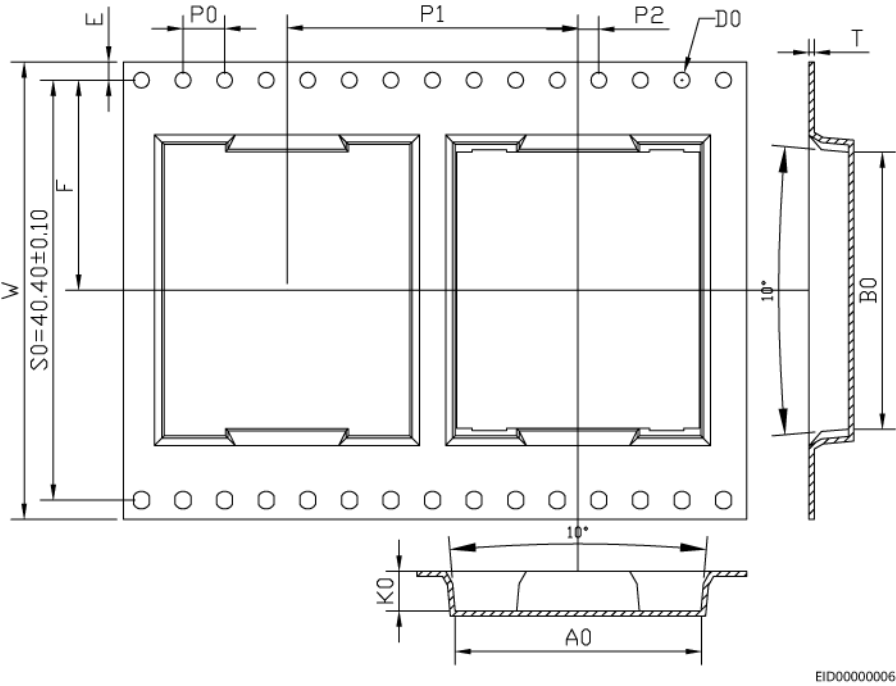
10 存储要求

1. 根据 IPC J-STD-020/033中规定的MSL3的要求存储和运输电源模块。
2. 电源模块开启包装后，检查电源模块的潮敏指示卡是否变色，若潮敏指示卡已变色，请将模块按[第5条](#)烘烤后使用。
3. 若同一包装内的电源模块未能一次全部使用，立即将剩余的电源模块的包装进行抽取真空保存，真空度要求： $80\pm5\%$ 。
4. 若电源模块在空气中暴露超过8小时，再次SMT加工使用，电源模块按[第5条](#)烘烤后使用。
5. 电源模块受潮后，需烘烤24小时，烘烤温度为 $125^{\circ}\text{C}\pm5^{\circ}\text{C}$ 。

11 产品包装

封装信息

图 11-1 封装信息（NDD12S55-P1）



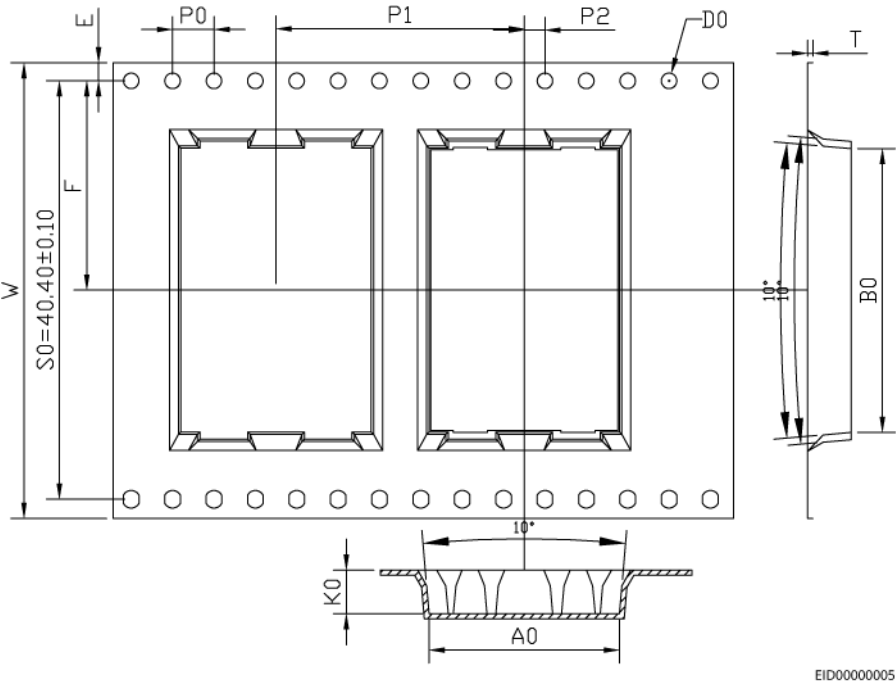
EID00000006

项目	A_0	K_0	D_0	E	P_0	P_2
尺寸	23.65 ± 0.15	3.80 ± 0.15	$1.50^{+0.10}_{-0.00}$	1.75 ± 0.10	4.00 ± 0.10	2.00 ± 0.10
项目	B_0	T	W	F	P_1	-
尺寸	26.65 ± 0.15	0.50 ± 0.05	44.0 ± 0.30	20.20 ± 0.10	28.0 ± 0.10	-

说明

- 任意10个链孔累计误差不超过±0.20mm。
- 材料厚度以在载带边缘测量为准，材质为PS黑色。
- 载带长度方向250mm距离的非平行度不超过1.00mm。
- 非指明公差范围为：±0.10mm；超过250mm不计算累计误差。
- 13” 胶盘包装长度：16.24m，包装个数：580pcs。

图 11-2 封装信息（ NDD12S55-C1 ）



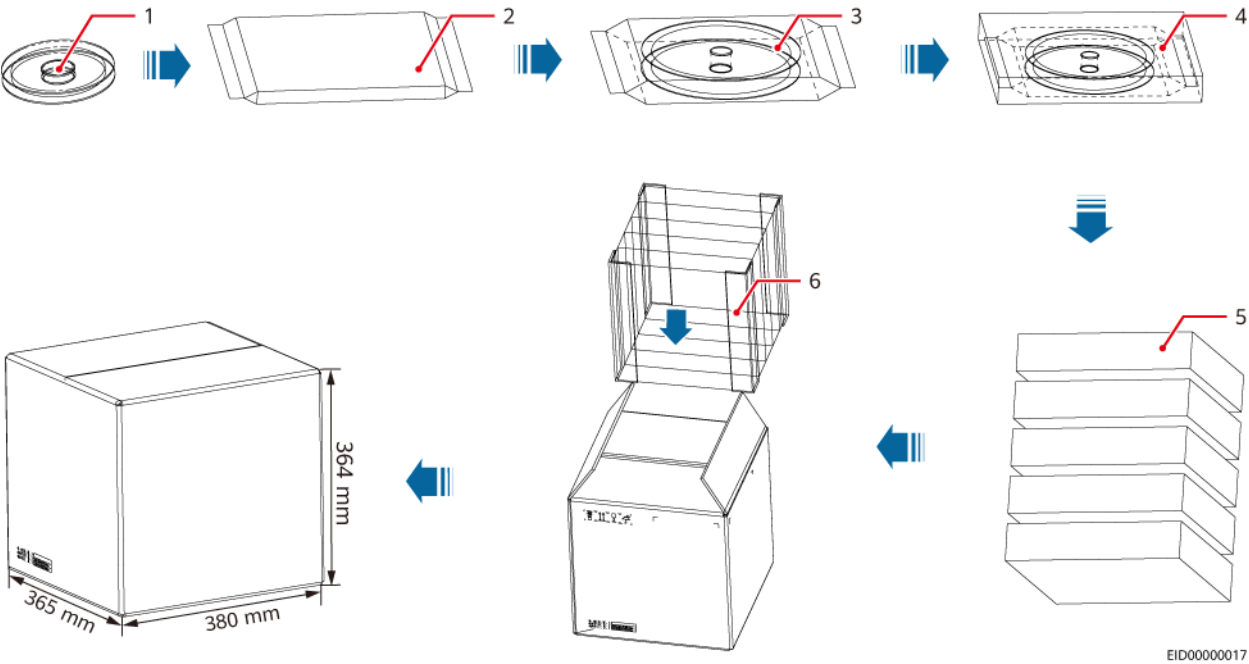
项目	A ₀	K ₀	D ₀	E	P ₀	P ₂
尺寸	18.40±0.15	4.20±0.15	1.50 ^{+0.10} _{-0.00}	1.75±0.10	4.00±0.10	2.00±0.10
项目	B ₀	T	W	F	P ₁	-
尺寸	27.40±0.15	0.50±0.05	44.0±0.30	20.20±0.10	24.0±0.10	-

说明

- 任意10个链孔累计误差不超过±0.20mm。
- 材料厚度以在载带边缘测量为准，材质为PS黑色。
- 载带长度方向250mm距离的非平行度不超过1.00mm。
- 非指明公差范围为：±0.10mm；超过250mm不计算累计误差。
- 型腔外形凡未标明处倒角R：0.2~0.3
- 13” 胶盘包装长度：14.784m，包装个数：616pcs。

包装信息

图 11-3 产品包装示意图



- (1) PS吸塑卷盘
- (2) 防静电袋
- (3) 防静电袋抽取真空
- (4) 纸盒 (1pcs/盒)
- (5) 电源模块层 (5pcs/箱)
- (6) 护棱 (4pcs/箱)

说明

- NDD12S55-P1产品数量：2900pcs/箱。
- NDD12S55-C1产品数量：3080pcs/箱。
- 防静电袋内放置干燥剂和潮敏指示卡。

A 可靠性

平均无故障时间（MTBF）

项目	最小值	典型值	最大值	单位	说明
平均无故障时间（MTBF）	-	2.5	-	百万小时	Telcordia SR332 Method 1 Case 3；80%负载；额定输入；T _A =40℃

可靠性测试

项目	标准
高加速寿命测试（HALT）	IPC9592B 5.2.3
温冲测试（TS）	IPC9592B 5.2.6
高温高湿偏置（THB）	IPC9592B 5.2.4
高温运行偏置（HTOB）	IPC9592B 5.2.5
带电温循（PTC）	IPC9592B 5.2.7