

PAC1K3D12-B1 AC-DC 电源模块

技术手册

文档版本 01
发布日期 2022-06-30



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PAC1K3D12-B1电源模块的电气特性、推荐电路、引脚描述和应用、散热要求、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。





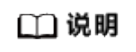
读者对象

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	表示如不可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	表示如不可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	表示如不可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。如不可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 (2022-06-30)

第一次正式发布版本。

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.....	2
1.3 电气安全.....	2
2 产品概述	4
3 电气特性	5
3.1 环境特性.....	5
3.2 输入特性.....	5
3.3 输出特性.....	7
3.4 保护特性.....	8
3.5 效率特性.....	11
3.6 动态特性.....	11
3.7 超频特性.....	12
4 结构概述	14
4.1 产品尺寸.....	15
4.2 引脚介绍.....	16
4.3 引脚应用.....	17
4.3.1 PSON12V#.....	17
4.3.2 PRESENT#.....	18
4.3.3 SMBAlert#.....	18
4.3.4 SMART_ON#.....	19
4.3.5 IPOK.....	20
4.3.6 PSOK.....	21
4.3.7 I-MON.....	22
5 并机特性	23
5.1 负载均衡.....	23
5.2 备份节能.....	24
5.3 故障隔离.....	26
6 热插拔	27
7 特性曲线	28

8 典型波形	29
8.1 开机与关机.....	29
8.2 输出电压动态响应.....	30
8.3 输出电压纹波.....	31
9 时序描述	33
10 通信协议	35
10.1 数据链路层协议.....	35
10.1.1 PMBus 信号.....	35
10.1.2 SCL 和 SDA.....	36
10.1.3 数据传输方式.....	37
10.2 网络层协议.....	37
10.2.1 从设备寻址方式.....	37
10.2.2 数据校验.....	38
10.2.3 数据传输.....	38
10.3 应用层协议.....	38
10.3.1 数据格式.....	38
10.3.2 检测精度.....	39
10.3.3 通信命令.....	40
10.3.4 命令描述.....	51
11 散热要求及风扇控制	56
12 面板指示灯	58
13 产品包装、存放、运输	59
A 可靠性	61
B 安规要求	62
C EMC	63

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。

手册中提及的“须知”、“注意”、“警告”和“危险”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或部件损坏、人身安全事故、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。
- 请在手册宣称的温度范围内使用或存储电源模块。
- 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



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。

- 操作必须由取得专业资格的人员进行，以防触电。
- 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，必须确保电源模块线缆已连接正确。
- 电源模块电气连接之前，如可能碰到带电部件，必须断开电源模块前级供电源。
- 由于内部有高压，切勿打开本产品，切勿改装或维修本产品。
- 为了安全，请把本产品的机壳地与设备地可靠的连接在一起。安装时，必须首先安装保护地线；拆除设备时，必须最后拆除保护地线。
- 人手潮湿的时候请不要操作电源模块，这样会导致触电危险。

- 本电源模块L或N端子与PE端子之间的电压不得连续超过 318V AC。
- 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，必须从电源插座上拔掉电源插头以彻底切断电源。
- 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。

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



产品描述

PAC1K3D12-B1电源模块提供AC~DC和HVDC~DC转换功能，输入电压范围：90V AC~264V AC/180V DC~320V DC，支持12V/108A和12Vsb/3.0A双路输出，12V额定输出功率为1300W，12Vsb的额定输出功率为36W。

该电源模块支持热插拔应用，12V输出具有均流功能，支持N+M≤4 并联使用。工作温度-5℃~+55℃，支持风扇抽风散热。

型号说明

$\frac{PAC1K3D12B1}{1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7}$

- 1 — 嵌入式电源；2 — 交流输入
- 3 — 输出功率：1300W；4 — 双路输出
- 5 — 12V DC；6 — 80plus白金等级效率
- 7 — 编号

特点

- 效率：
 - 95.0% ($V_{in}=230V$ AC/50Hz, $I_{12V}=54A$, $I_{12Vsb}=1.5A$, 50%负载, 不带风扇)
- 深×宽×高 (不含金手指)：185.0mm×73.5mm×40.0mm (7.28in.×2.89in.×1.57in.)
- 重量：<2.0kg
- 输入欠压保护、输入过压保护、输入过流保护、输出过压保护、输出过流保护、短路保护、过温保护、输入故障告警和输出故障告警
- 通信协议：PMBus
- 在线升级
- 通过UL、CB、TUV、CCC和CE认证
- 符合IEC 60950-1；EN 60950-1；UL 60950-1；CAN/CSA C22.2 No. 60950-1-07；GB 4943.1；IEC 62368-1；EN 62368-1和UL 62368-1标准
- 符合RoHS标准

3 电气特性

3.1 环境特性

项目	最小值	典型值	最大值	单位	备注
工作温度 (T_A)	-5	25	55	°C	<ul style="list-style-type: none"> 电源模块在-15°C环境下可启机，不考核性能。 -40°C要求能够30分钟内启机，不考核性能 ($V_{in}<180V$ AC不支持)。
储存温度	-40	25	70	°C	-
相对湿度	5%	-	95%	RH	无凝露
海拔高度	-60	-	5000	m	电源模块可存储于海拔15200米。
大气压	70	-	106	kPa	-

3.2 输入特性

项目	最小值	典型值	最大值	单位	备注
交流输入电压	90	230	264	V AC	支持单相三线输入制式
额定交流输入电压	100	115/230	240	V AC	-
高压直流输入电压	180	240	320	V DC	-
交流输入电压频率	47	50/60	63	Hz	-
THDi	-	-	-	-	$V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 5%负载以下
	-	-	20%	-	$V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 5%负载

项目	最小值	典型值	最大值	单位	备注
	-	-	15%	-	$V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 10%负载
	-	-	10%	-	$V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 20%负载
	-	-	8%	-	$V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 40%负载
	-	-	5%	-	$V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 50%负载及以上
THDv	-	-	10%	-	谐波失真不能影响电源模块正常工作, $V_{in}=230V$ AC
功率因数	0.92	-	-	-	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 10%负载
	0.96	-	-	-	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 20%负载
	0.98	-	-	-	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 50%负载
	0.99	-	-	-	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=230V$ AC (50Hz)/240V AC (60Hz), 100%负载
最大输入电流有效值	-	-	12	A	<ul style="list-style-type: none"> $V_{in}=100V$ AC, $P_{out}=1000W$ $V_{in}=230V$ AC, $P_{out}=1300W$
输入冲击电流	-	-	30	A	符合ETSI EN 300132-3标准
输入直流偏置	-	-	50	mA	$T_A=25^{\circ}C$, 额定输入, 全范围输出
输入待机功耗	-	-	5	W	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=115V$ AC/230V AC, 12V主路关闭, $I_{12Vsb}=0A$, 风扇以最小转速运转, 待机模式, 不负荷负载
	-	-	15	W	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=115V$ AC/230V AC; $I_{12V}=0A$, $I_{12Vsb}=0A$, 风扇以最小转速运转, 输出有效, 不负荷负载

📖 说明

- 当电源模块的输入电压为318V AC时（以48小时为限），电源模块不损坏（可不工作）。
- 若电源模块内部发生故障，不会导致其前级C32空开跳闸。

3.3 输出特性

项目	输出支路	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输出功率	12V	-	-	1000	W	$V_{in}=90V$ AC~176V AC
	12V	-	-	1300	W	$V_{in}=176V$ AC~264V AC; $V_{in}=180V$ DC~320V DC
	12V _{sb}	-	-	36	W	$V_{in}=90V$ AC~264V AC; $V_{in}=180V$ DC~320V DC
输出整定电压	12V	12.17	12.20	12.23	V DC	$T_A=25^{\circ}C$, $V_{in}=230V$ AC/240V DC, $I_{12V}=10A$
输出电压范围	12V	11.4		12.6	V DC	$V_{in}=90V$ AC~264V AC; $V_{in}=180V$ DC~320V DC
	12V _{sb}	11.4		12.6	V DC	$V_{in}=90V$ AC~264V AC; $V_{in}=180V$ DC~320V DC
输出电流	12V	1.0		83	A	$V_{in}=90V$ AC~176V AC
	12V	1.0		108	A	$V_{in}=176V$ AC~264V AC; $V_{in}=180V$ DC~320V DC
	12V _{sb}	-	-	3	A	<ul style="list-style-type: none"> • $V_{in}=176V$ AC~264V AC; $V_{in}=180V$ DC~320V DC • 1+1并机场景, 12V_{sb}启机后可支持6A输出
源调整率	-	-1%		1%	-	-
输出纹波和噪声 (峰峰值)	12V	-	-	105	mV	全温度范围, 全输入电压范围, 全负载范围, 示波器带宽: 20MHz, 使用同轴线缆在探头测试端并联1个10 μ F电解电容和1个0.1 μ F瓷片电容, 输出端并联270 μ F高分子电容
	12V _{sb}	-	-	105	mV	
开机过冲		-5%		5%	-	-
温度系数		-0.02%/ $^{\circ}C$		0.02%/ $^{\circ}C$	-	额定输出电压、额定输出电流、全工作温度范围
容性负载	12V	500		70000	μ F	-
	12V _{sb}	10		3100	μ F	

3.4 保护特性

输入保护

项目	最小值	典型值	最大值	单位	备注
交流输入过压保护	-	-	-	-	-
告警点	272	-	-	V AC	-
告警恢复点	264	-	-	V AC	自恢复，回差不小于5V AC
保护点	280	-	-	V AC	
恢复点	275	-	-	V AC	
交流输入欠压保护	-	-	-	-	-
告警点	-	-	86	V AC	-
告警恢复点	-	-	90	V AC	自恢复，回差不小于5V AC
保护点	-	-	85	V AC	
恢复点	-	-	90	V AC	
输入过流/短路保护	-	-	-	-	快融型保险丝
直流输入过压保护	-	-	-	-	-
告警点	325	-	-	V DC	-
告警恢复点	320	-	-	V DC	自恢复，回差不小于5V DC
保护点	330	-	-	V DC	
恢复点	325	-	-	V DC	
直流输入欠压保护	-	-	-	-	-
告警点	-	-	180	V DC	-
告警恢复点	-	-	185	V DC	自恢复，回差不小于5V DC
保护点	-	-	175	V DC	
恢复点	-	-	180	V DC	

输出保护

项目		最小值	典型值	最大值	单位	备注	
输出过压 保护点	12V	13.6	-	14.5	V DC	锁死 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复 当电源模块主环路硬件或软件异常，导致DCDC持续开环工作并且 $V_{out}>12.6V$ 的时间持续1s以上，电源模块触发慢过压保护并上报过压告警。	
	12V _{sb}	13.6	-	14.5	V DC	自恢复	
输出过流/ 短路	12V输出 过流告警 点	105%	-	120%	-	$V_{in}=176V$ AC~264V AC/180V DC~320V DC	
		114	-	130	A		
	12V输出 过流保护 点	105%	-	120%	-	$V_{in}=90V$ AC~176V AC	
		87	-	100	A		
		120%	-	140%	-		锁死（每4s打嗝一次，连续打嗝3次后锁死），最小持续时间：11.1s ($V_{in}=176V$ AC~264V AC/180V DC~320V DC) 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复
		130	-	151	A		
		140%	-	150%	-		锁死（每4s打嗝一次，连续打嗝3次后锁死），最小持续时间：100ms ($V_{in}=176V$ AC~264V AC/180V DC~320V DC) 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复
		151	-	162	A		
150%	-	-	-	锁死（每4s打嗝一次，连续打嗝3次后锁死），最小持续时间：5ms ($V_{in}=176V$ AC~264V AC/180V DC~320V DC) 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复			
162	-	-	A				
120%	-	125%	-	锁死（每4s打嗝一次，连续打嗝3次后锁死），最小持续时间：40ms ($V_{in}=90V$ AC~176V AC) 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复			
100	-	104	A				

项目		最小值	典型值	最大值	单位	备注
		125%	-	150%	-	锁死（每4s打嗝一次，连续打嗝3次后锁死），最小持续时间：15ms($V_{in}=90V$ AC~176V AC) 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复
		104	-	125	A	
	12V _{sb} 输出过流保护点	150%	-	-	-	锁死（每4s打嗝一次，连续打嗝3次后锁死），最小持续时间：5ms ($V_{in}=90V$ AC~176V AC) 解锁方式：交流输入断开2s后再重新输入可恢复；PSON12V#由高电平转换为低电平可恢复
		125	-	-	A	
	12V _{sb} 输出过流保护点	3.6	-	6.0	A	打嗝保护，自恢复；当12V主路因PSON12V#关机或其它原因导致无输出时，辅路过流保护点：3.5A~6A。
		8		12	A	打嗝保护，自恢复；当12V主路输出正常时，12V _{sb} 过流点为：8A~12A。
输出过功率	输出过功率保护	11.4	-	12.6	V DC	-
环境过温保护		-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 电源模块设置的环境过温保护点大于65℃，告警点和保护点的回差值不小于5℃，温度降低，电源模块可自恢复 在全输入范围，全输出范围，环境温度在55℃以内时，电源模块不发生预过温告警和触发过温保护 当环境温度高于55℃时，电源模块可以触发内部功率器件的热点保护
告警点		63	-	-	℃	
保护点		65	-	-	℃	
回差		5	-	-	℃	

说明

- 12V主路输出保护和12V_{sb}输出保护关联方式：
 - 12V主路触发输出过流/短路保护、输出过压保护及过温保护，12V_{sb}正常输出
 - 12V_{sb}触发输出过流/短路保护、输出过压保护及过温保护，12V主路不输出
- 电源模块内置风扇故障逻辑：
 - 当风扇故障后，电源模块内部主功率器件未触发过温保护时，30s上报风扇告警，60s后上报风扇故障且12V关闭，此时12V_{sb}不主动关闭
 - 当风扇故障后，电源模块内部主功率器件先达到过温保护时，12V主路关闭；当辅源部分功率器件达到过温保护时，12V_{sb}可以关闭

3.5 效率特性

负载	最小值	典型值	最大值	单位	备注
10%	91%	-	-	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=230\text{V AC}/50\text{Hz}$, $V_{12V}=10.8\text{A}$; $V_{12Vsb}=0.3\text{A}$, 不带风扇
20%	94%	-	-	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=230\text{V AC}/50\text{Hz}$, $V_{12V}=21.6\text{A}$; $V_{12Vsb}=0.6\text{A}$, 不带风扇
30%	94.3%	-	-	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=230\text{V AC}/50\text{Hz}$, $V_{12V}=32.4\text{A}$; $V_{12Vsb}=0.9\text{A}$, 不带风扇
50%	-	95.0%	-	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=230\text{V AC}/50\text{Hz}$, $V_{12V}=54.0\text{A}$; $V_{12Vsb}=1.5\text{A}$, 不带风扇
100%	-	93.0%	-	-	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=230\text{V AC}/50\text{Hz}$, $V_{12V}=108\text{A}$; $V_{12Vsb}=3.0\text{A}$, 不带风扇

3.6 动态特性

参数	输出支路	最小值	典型值	最大值	单位	备注
动态响应过冲	12V	11.4	-	12.6	V DC	最小1A负载, 60%负载变化, 电流变化率: 0.5A/ μs , 频率 50Hz~5kHz, 占空比范 围: 10%~90%; 输出端并 联1000 μF 电容, 使用同轴 线缆在探头测试端并联1个 10 μF 陶瓷电容或电解电容 和1个0.1 μF 陶瓷电容。
		11.4	-	12.6	V DC	最小1A负载跳变至满载, 电流变化率: 2.5A/ μs , 频 率 50Hz~5kHz, 占空比范 围: 10%~90%; 输出端并 联2200 μF 电容, 使用同轴 线缆在探头测试端并联1个 10 μF 陶瓷电容或电解电容 和1个0.1 μF 陶瓷电容。

参数	输出支路	最小值	典型值	最大值	单位	备注
	12Vsb	11.4	-	12.6	V DC	1A负载变化, 电流变化率: 0.5A/ μ s, 频率 50Hz~5kHz, 占空比范围: 10%~90%; 输出端并联1000 μ F电容, 使用同轴线缆在探头测试端并联1个10 μ F陶瓷电容或电解电容和1个0.1 μ F陶瓷电容。

3.7 超频特性

输出支路	最小值	典型值	最大值	单位	备注
12V	1	-	118	A	V_{in} =176V AC~264V AC; V_{in} =180V DC~320V DC; CLST Peak (额定电流+10A), 持续时间: 20s
12V	1		180	A	V_{in} =176V AC~264V AC; V_{in} =180V DC~320V DC; Pmax.app Peak (额定电流+72A), 持续时间: 10ms
12V	1		213	A	V_{in} =176V AC~264V AC; V_{in} =180V DC~320V DC; Pmax Peak (额定电流+105A), 持续时间: 100 μ s
12V _{sb}	0		3.4	A	持续时间: 20s
12V _{sb}	0		4.2	A	持续时间: 500ms

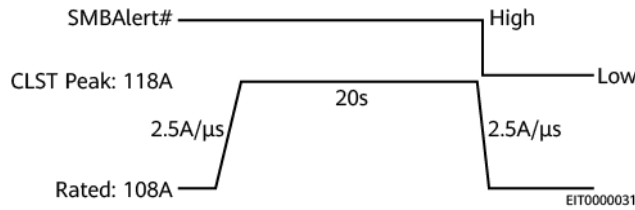
说明

- CLST Peak: 持续时间: ≤ 20 s时, 不触发SMBAlert#
- 12Vsb超频特性考核, 需要在12V主路开启时配合完成
- Pmax.app Peak: 持续时间 ≤ 4 ms时, 不触发SMBAlert#; 触发SMBAlert#后, 电源模块可持续输出至少5ms
- 超频电流斜率: 2.5A/ μ s, V_{out} =11.4V DC~12.8V DC, 输出端并联9000 μ F容性负载, 使用同轴线缆在探头测试端并联1个10 μ F电解电容和1个0.1 μ F瓷片电容

超频曲线

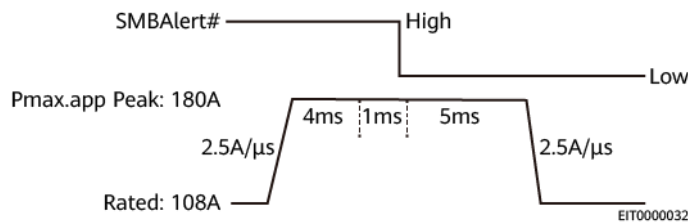
1. CLST Peak: 118A, 持续时间: 20s, 电源模块不保护 (仅允许单次超频)

图 3-1 额定负载+10A 超频



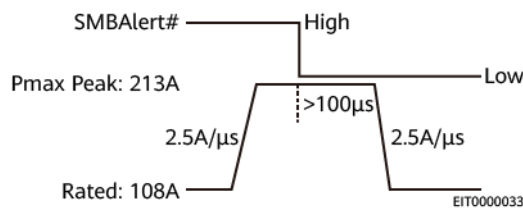
2. Pmax.app Peak: 180A, 持续时间: 10ms, 电源模块不保护; Pmax.app Peak: 180A, 电流持续时间: 4ms, SMBAlert#信号不翻转, SMBAlert#告警后可持续5ms不保护 (仅允许单次超频)

图 3-2 额定负载+72A 超频



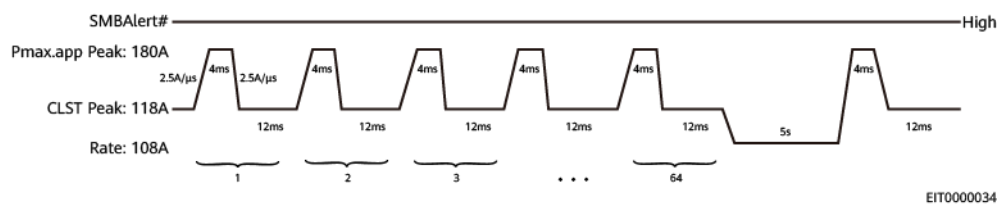
3. Pmax Peak: 213A, 持续时间100μs不保护 (仅允许单次超频)

图 3-3 额定负载+105A 超频



4. 每个动态周期: 6s, 在6s动态周期内, 其中5s维持正常基础负载108A, 1s维持动态负载 (在1s动态负载时间内, 其中180A持续时间: 4ms; 118A持续12ms, 循环64次)

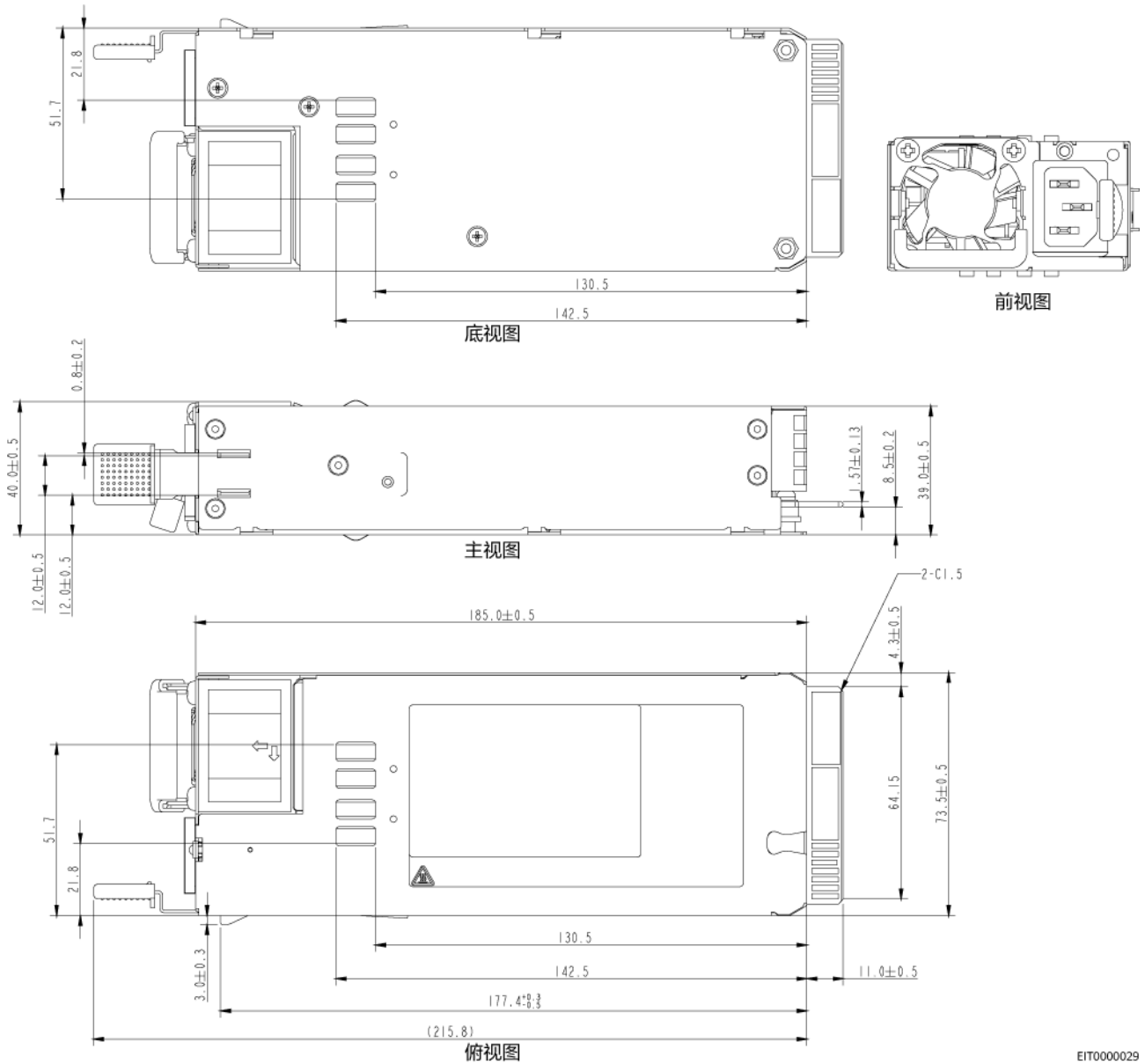
图 3-4 周期性超频



4 结构概述

4.1 产品尺寸

图 4-1 结构尺寸



EIT0000029

项目	描述	说明
结构尺寸	185mm (深) × 73.5mm (宽) × 40mm (高)	不包括电源模块金手指。
安装方式	水平安装	-
输入端子类型及长度	满足IEC 320 C14交流端子	面板带三芯公交流插座，有防输入电源线误脱落措施。

项目	描述	说明
输出端子类型	金手指输出	金手指厚度: 1.57mm±0.13mm
卡扣扳手手柄	塑胶, 绿色 (色号: YB208)	-

4.2 引脚介绍

图 4-2 引脚介绍

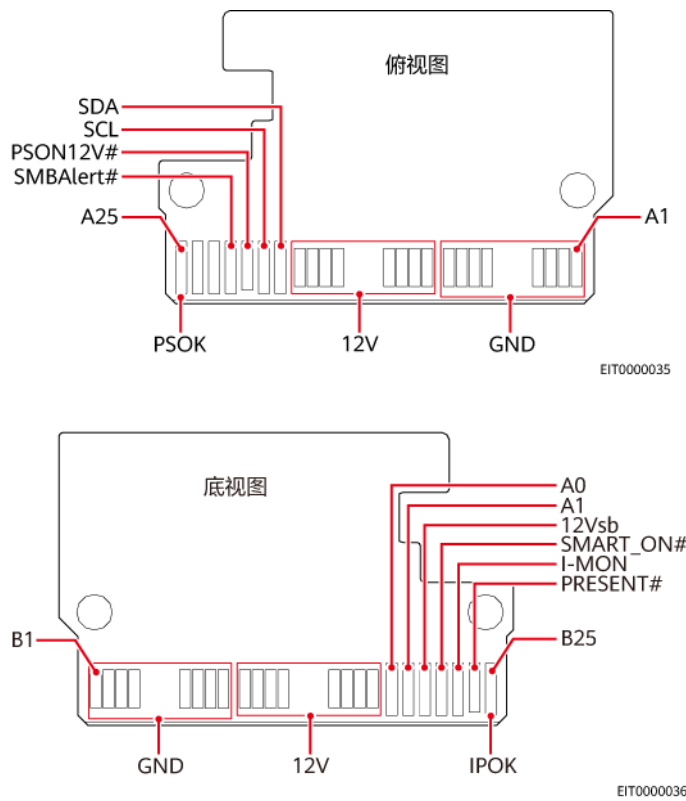


表 4-1 引脚定义

引脚编号	引脚名称	功能描述	类型
A10~A18, B10~B18	12V	电源模块12V主路输出	输出
A1~A9, B1~B9	GND	电源模块输出GND	输出
A19	SDA	数据线	输入/输出
A20	SCL	时钟线	输入/输出
A21	PSON12V#	远程开关控制信号	输入
A22	SMBAlert#	电源模块告警中断信号	输出
A23	Return Sense	远端补偿GND信号	输入

引脚编号	引脚名称	功能描述	类型
A24	+12V Remote Sense	远端补偿+12V信号	输入
A25	PSOK	输出正常信号	输出
B19	A0	地址线	输入
B20	A1	地址线	输入
B21	12Vsb	12Vsb输出	输出
B22	SMART_ON#	冷备控制信号	输入/输出
B23	I-MON	均流信号	输入/输出
B24	PRESENT#	在位信号	输入
B25	IPOK	输入正常信号	输出

4.3 引脚应用

4.3.1 PSON12V#

PSON12V#信号用来远程控制电源模块主路12V输出开关的信号，PSON12V#信号为低电平有效。当PSON12V#有效后，电源模块12V输出进入主路12V输出模式。当PSON12V#信号为高电平或悬空时，主路12V输出关闭（12V_{sb}输出除外）。

电源模块侧：通过4.75kΩ电阻上拉到电源模块内部的辅助源3.3V。

图 4-3 PSON12V#逻辑原理

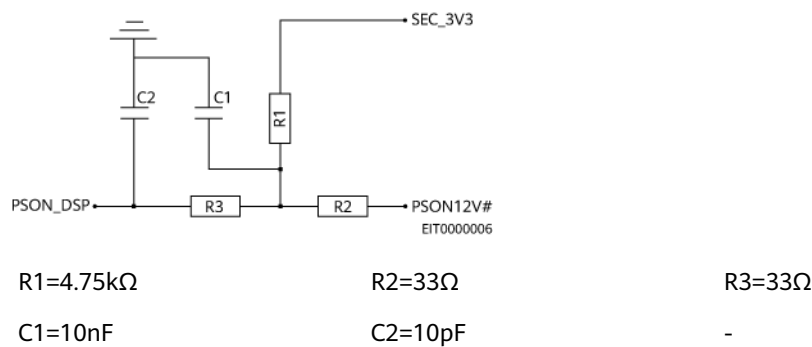


表 4-2 PSON12V#信号特性

信号类型	12V输出
PSON12V#=低电平	12V输出模式
PSON12V#=高电平/悬空	12V输出关闭

表 4-3 PSON12V#输入

PSON12V#输入	最小值	最大值
低电平 (主路开)	0V DC	1V DC
高电平 (主路关)	2.0V DC	3.465V DC
灌电流, $V_{\text{PSON}}=\text{低电平}$	-	4mA
信号上升/下降时间	-	100 μs

说明

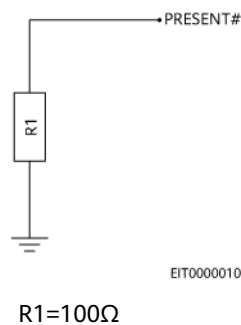
在12V_{sb}输出达到稳定50ms后, 电源模块检查PSON12V#, 以便于系统将PSON12V#信号偏置到适当的电压电平。

4.3.2 PRESENT#

PRESENT#信号用于系统检测电源模块是否在位。当PRESENT#为低电平, 电源模块在位。

电源模块侧: 通过100 Ω 电阻直接接地。

图 4-4 PRESENT#逻辑原理

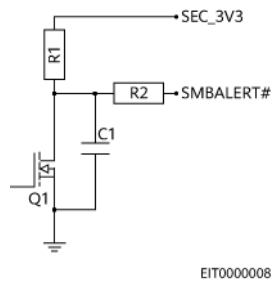


4.3.3 SMBAlert#

SMBAlert#信号是电源模块告警中断信号。高电平为电源模块正常, 低电平为电源模块告警 (电源模块输出异常、过温保护、过流保护、输出过压、风扇故障等告警)

电源模块侧: 通过MOS管OD门输出且通过4.7k Ω 电阻上拉到电源模块内部的辅助源3.3V。

图 4-5 SMBAlert#逻辑原理



R1=4.7kΩ

R2=220Ω

C1=10nF

表 4-4 SMBAlert#信号特性

信号类型	
SMBAlert#=高电平	电源模块正常
SMBAlert#=低电平	电源模块有告警

表 4-5 SMBAlert#输出

SMBAlert#输出	最小值	最大值
逻辑低电平电压	0V DC	0.4V DC
逻辑高电平电压	2.40V DC	3.46V DC
灌电流, SMBAlert#=低电平	-	4mA
拉电流, SMBAlert#=高电平	-	50μA

说明

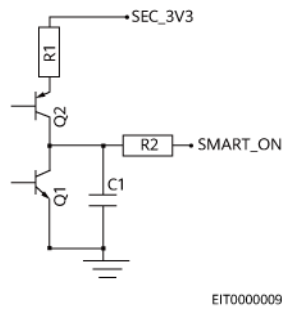
- SMBAlert#信号被置低时，指示灯橙灯常亮或橙灯闪烁。
- 当电源模块触发过温预警，置低SMBAlert#信号，置位PMBus相关标志位，不关闭电源模块。
- 当电源模块触发过温保护，置低SMBAlert#信号，置位PMBus相关标志位，关闭电源模块。

4.3.4 SMART_ON#

SMART_ON#信号是电源模块的冷备唤醒信号，默认为低电平。将SMART_ON#信号置高，同时下发备机命令CR_Mode (0x02/0x03/0x04/0x05)，则进入备机模式（即进入备机需满足两个条件：SMART_ON#信号为高；同时系统下发备机命令CR_Mode (0x02/0x03/0x04/0x05命令)。主机故障，将SMART_ON#信号置低，唤醒备机。

系统侧：将所有电源模块的SMART_ON#信号在系统侧背板上直接连在一起。

图 4-6 SMART_ON#逻辑原理



EIT0000009

R1=3.9kΩ

R2=220Ω

C1=10nF

表 4-6 SMART_ON#信号特性

信号类型	电源输入/输出信号
SMART_ON#=高电平	电源模块进入冷备模式
SMART_ON#=低电平	电源模块退出冷备模式

表 4-7 SMART_ON#输入/输出

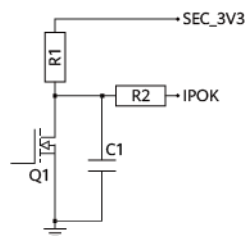
SMART_ON#输入/输出	最小值	最大值
逻辑低电平电压	0V DC	0.8V DC
逻辑高电平电压（外置）	2.0V DC	3.6V DC

4.3.5 IPOK

IPOK为电源模块输入正常指示信号。低电平为输入异常，高电平为输入正常。

电源模块侧：通过OC门输出，上拉到电源模块内部的辅助源3.3V。

图 4-7 IPOK 逻辑原理



EIT0000011

R1=4.7kΩ

R2=220Ω

C1=10nF

表 4-8 IPOK 信号特性

信号类型	
IPOK=高电平	电源输入正常
IPOK=低电平	电源输入异常

表 4-9 IPOK 输出

IPOK输出	最小值	最大值
逻辑低电平电压	0V DC	0.8V DC
逻辑高电平电压	2.0V DC	3.6V DC

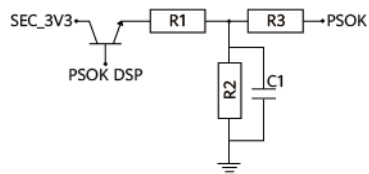
说明

- 输入正常：90V AC< V_{in} <264V AC或180V DC< V_{in} <320V DC
- 输入异常：交流输入欠压保护后或输入过压保护后；高压直流输入欠压保护后或输入过压保护后

4.3.6 PSOK

PSOK为主路输出正常指示信号。高电平为主路输出正常，低电平为主路输出异常。

图 4-8 PSOK 逻辑原理



R1=10Ω

R2=365Ω

R3=100Ω

C1=68nF

表 4-10 PSOK 信号特性

信号类型	
PSOK=高电平	电源主路输出正常
PSOK=低电平	电源主路输出异常

表 4-11 PSOK 输出

PSOK输出	最小值	最大值
逻辑低电平电压	0V DC	0.4V DC
逻辑高电平电压	2.4V DC	3.46V DC
灌电流, PSOK=低电平	-	400 μ A
拉电流, PSOK=高电平	-	2mA
信号上升/下降时间	-	100 μ s

4.3.7 I-MON

I-MON是12V输出均流信号，该信号在系统背板上连在一起。

电源模块侧：内部均流母线。

系统侧：系统背板上将所有电源模块的I-MON信号直接连在一起。

5 并机特性

5.1 负载均衡

1. 电源模块采用主动均流，线性均流。
2. 均流公式： $V_{Share}=8/108 \times I_{out}$ ，【 V_{Share} ：均流母线电压值（单位：V）； I_{out} ：输出电流值（单位：A）；8/108：比例系数】

表 5-1 不同负载下均流母线电压

电流值 (A)	最小值 (V DC)	典型值 (V DC)	最大值 (V DC)
满载	7.6	8.0	8.4
半载	3.8	4.0	4.2
空载	0	0.125	0.175

3. 均流不平衡度：
 - 电源模块均流不平衡度按照均流公式计算： $\delta_n=[(I_n-I)/I] \times 100\%$ ，【 I_n ：各台被测电源模块的输出电流值； I ：n个电源输出总负载的平均值】

表 5-2 不同负载下均流不平衡度

电流范围	最小值	典型值	最大值
10%~20%	-	-	10
20%~100%	-	-	5
100%	-	-	3

说明

均流不平衡度计算时要求每台电源模块都至少带单台电源模块满载的对应负载。

5.2 备份节能

电源模块具备服务器/存储系统冗余备份工作功能，支持(N+M)(≤4)工作模式，电源模块可工作于负载均衡或备份节能模式。

当电源模块处于1+1、2+2或3+1、2+1备份工作状态下，可以进入冷备状态节能。冷备功能具备效率寻优功能，在效率最优处进退冷备。

进入冷备模式条件

BMC系统依次将所有电源模块设置为冷备主机模式并写入D0h (0x01)，此时SMART_ON#信号总线为高电平，然后BMC系统依次将备机电源模块写入D0h (0x02/0x03/0x04/0x05) 设为冷备备机模式。当备机电源模块检测到SMART_ON#总线为高电平并且接收到进入冷备备机命令后，备机电源模块进入冷备备机模式。

表 5-3 不同冷备模式下负载情况

备机命令	状态	进入冷备备机的负载点	退出冷备备机的负载点
0x01	冷备主机	-	
0x02	冷备备机1	I-MON<1.44V DC±5%	40%负载 (I-MON>3.2V DC ±5%)
0x03	冷备备机2	I-MON<3.01V DC±5%	62%负载 (I-MON>5V DC ±5%)
0x04	冷备备机3	I-MON<4.52V DC±5%	84%负载 (I-MON>6.7V DC ±5%)
0x05	常备模式	无效率寻优功能	

表 5-4 并机冷备效率寻优功能

并机模式	备机命令	进入冷备备机的负载点
1+1冷备	0x02	≤35%单台额定负载
	0x05 (不具有效率寻优)	≤95%单台额定负载
2+2冷备	0x03	≤108%单台额定负载
	0x04	≤150%单台额定负载
	0x05 (不具有效率寻优)	≤180%单台额定负载
2+1冷备	0x03	≤114%单台额定负载
	0x05 (不具有效率寻优)	≤190%单台额定负载
3+1冷备	0x04	≤237%单台额定负载

并机模式	备机命令	进入冷备备机的负载点
	0x05 (不具有效率寻优)	≤285%单台额定负载

说明

2+2冷备模式: 两台备机分别为冷备备机2 (0x03)和冷备备机3 (0x04), 不能同时为冷备备机2 (0x03)或冷备备机3 (0x04)

退出冷备模式的条件

- 供电系统下发命令
- 输入掉电
- PSON12V#从低电平转换为高电平
- 电源模块故障
- 负载超过备机退出的负载点
- SMART_ON#为低电平
- 电源模块预告警

说明

满足以上其中一个条件即可退出冷备模式。

冷备状态下电源模块要求

- 当SMART_ON#为低电平, 电源模块被唤醒
- PSOK高电平有效
- 不上报PMBus故障或告警

冷备功能对供电系统 BMC 要求

BMC利用冷备控制命令, 定义电源模块冷备模式的开关和冷备模式的状态。BMC对主机、冷备备机1、冷备备机2以及冷备备机3进行轮换安排, 使每个电源模块在其寿命内均等带载。

触发以下事件时, 需重新使用命令配置电源模块:

- 输入掉电
- PSON12V#从低电平转换为高电平
- 电源模块故障
- 新电源模块插入供电系统

冷备功耗要求

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
单个电源模块	-	3	5	W	<ul style="list-style-type: none"> • $V_{in}=230V\ AC/115V\ AC/240V\ DC$ • 备机不带负载

5.3 故障隔离

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
1+1并机	11.4	-	12.6	V DC	<p>电源模块1+1并机供电场景（AC+AC，AC+HVDC，HVDC+HVDC），其中任意一路电源模块掉电或故障（输入掉电、输入线插拔、输入过压、输入欠压、输出慢过压、过流、风扇故障、电源模块过温或Oring前短路），电源模块母排12V输出电压不低于11.4V DC。</p> <p>说明</p> <ul style="list-style-type: none"> • 并机12V输出端并联1000μF容性负载。 • 1+1均流场景总负载为100%单台电源模块额定负载。
2+2并机	11.4	-	12.6	V DC	<p>电源模块2+2并机供电场景（AC+AC，AC+HVDC，HVDC+HVDC），任意一路输入掉电、输入过压、输入欠压（2+2备份，两个电源模块共1路输入）故障或其中某个电源模块故障（输入掉电、输入线插拔、输入过压、输入欠压、输出慢过压、过流、风扇故障、电源模块过温或Oring前短路），电源模块母排12V输出电压不低于11.4V DC。</p> <p>说明</p> <ul style="list-style-type: none"> • 并机12V输出端并联1000μF容性负载。 • 2+2均流场景下总负载不大于200%单台电源模块额定负载。 • 最高过压点不超过15V DC。
2+1/3+1并机	11.4	-	12.6	V DC	<p>电源模块2+1/3+1并机供电场景故障隔离仅考虑单点故障。</p> <p>说明</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2+1场景：总负载不大于200%单台电源模块额定负载。 • 3+1场景：总负载不大于300%单台电源模块额定负载。 • 上述场景需在12V输出端并联2200μF容性负载。 • 最高过压点不超过15V DC。

说明

- ORing前短路，输出端并联6000 μ F容性负载，电源模块母排12V输出电压不低于11.4V DC；输出端并联2200 μ F容性负载，电源模块母排12V输出电压不低于11.2V DC。
- 所有启机负载最大不超过单台电源模块的额定满载。

6 热插拔

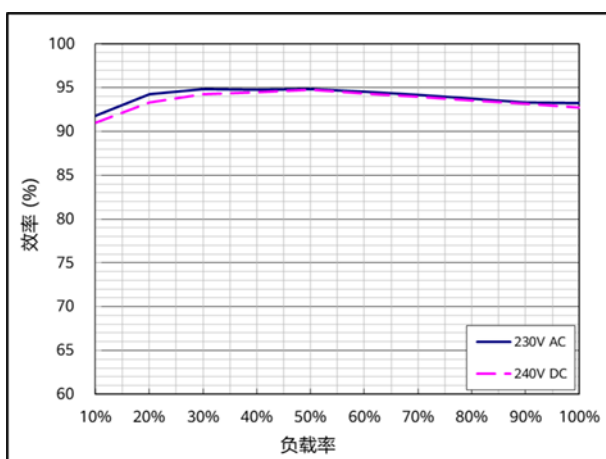
电源模块支持热插拔，满足CRPS规范。

参数	输出支路	最小值	最大值	单位	备注
热插拔电压	12V	11.4	12.6	V	<ul style="list-style-type: none">0.5m/s≤插拔速度≤1m/s，插拔过程中背板电压不能超出电源模块的动态规格要求输出端并联1000μF容性负载
	12Vsb	11.4	12.6	V	

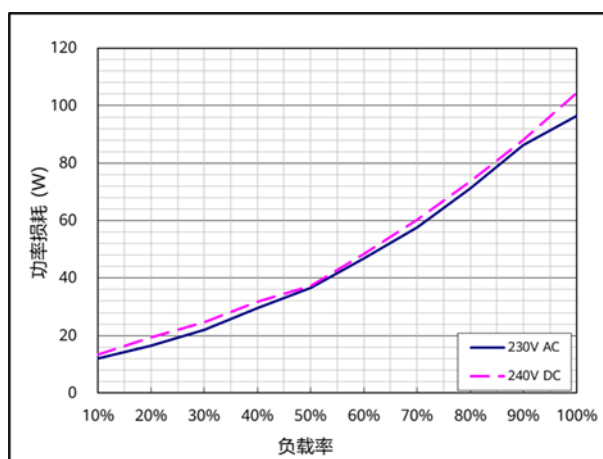
热插拔方式

参数	备注
交流输入，电源模块带电插拔	拔出：输入带电，将电源模块从系统中移除。
	插入：电源模块带电插入系统，电源模块上电。

7 特性曲线



效率

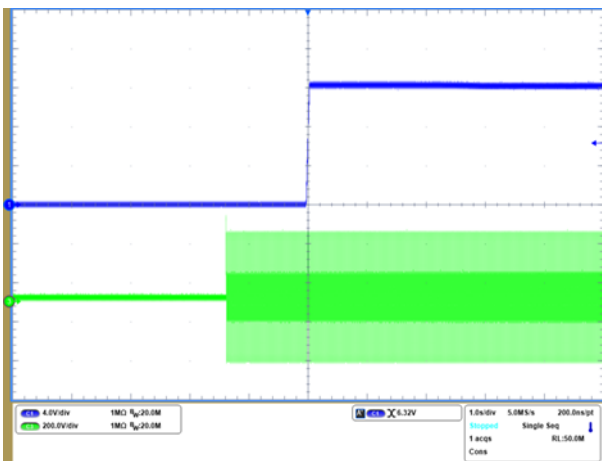


功率损耗

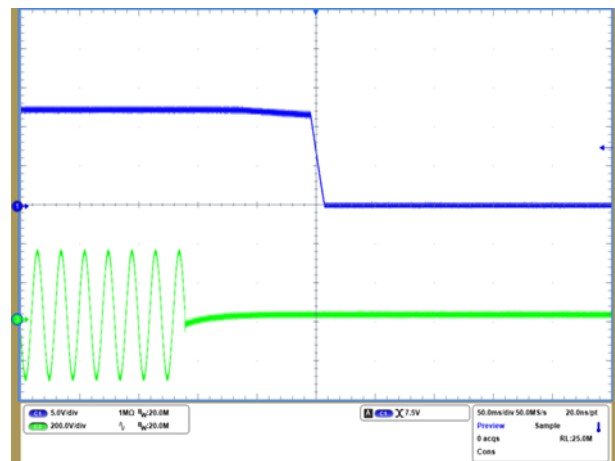
8 典型波形

8.1 开机与关机

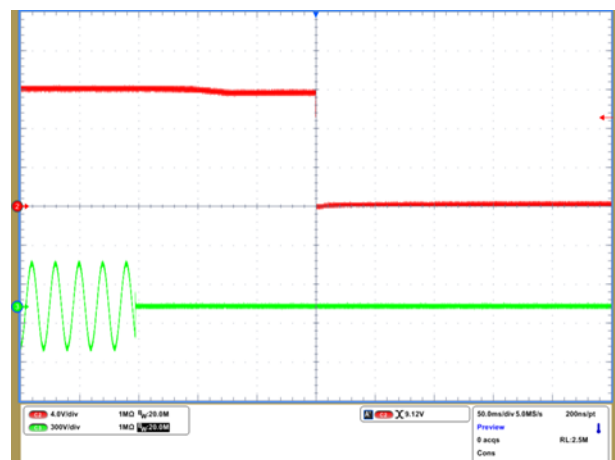
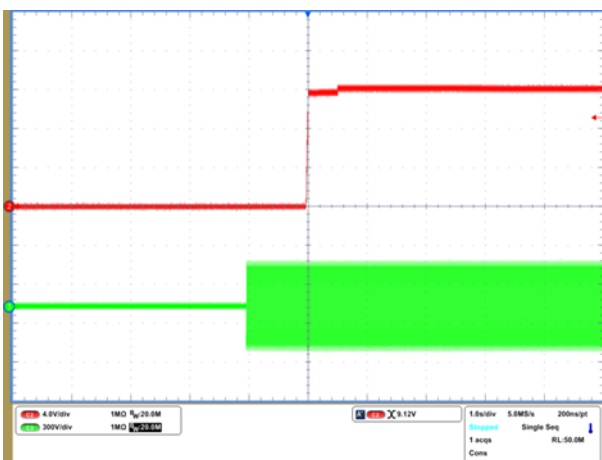
测试条件： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，特殊说明除外。



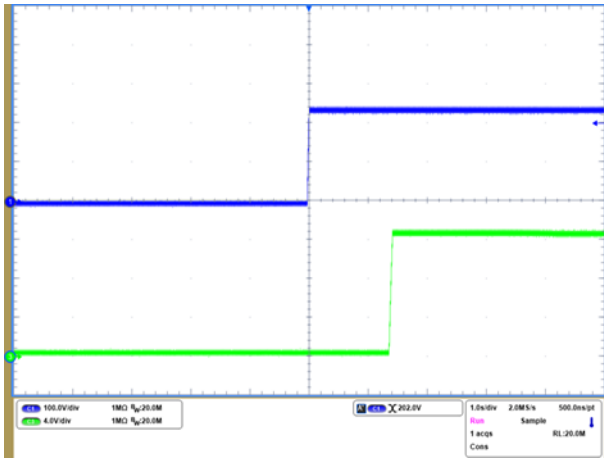
开机 ($V_{in}=220\text{V AC}$, $V_{out}=12\text{V}$)



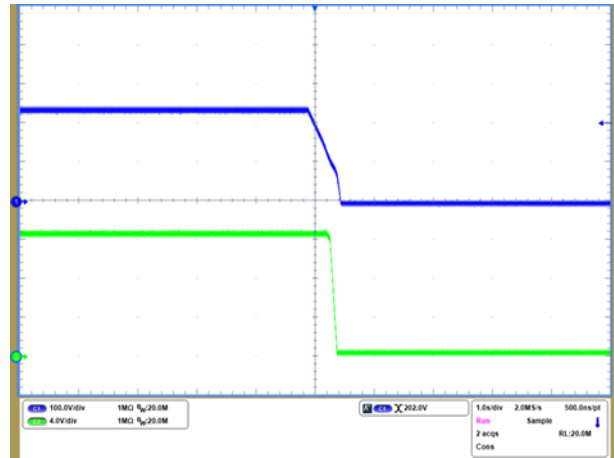
关机 ($V_{in}=220\text{V AC}$, $V_{out}=12\text{V}$)



开机 ($V_{in}=220V\ AC, V_{out}=12V_{sb}$)



关机 ($V_{in}=220V\ AC, V_{out}=12V_{sb}$)



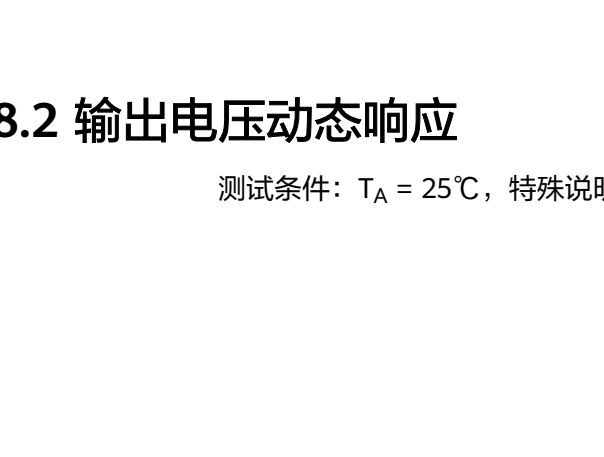
开机 ($V_{in}=240V\ DC, V_{out}=12V$)



关机 ($V_{in}=240V\ DC, V_{out}=12V$)



开机 ($V_{in}=240V\ DC, V_{out}=12V_{sb}$)

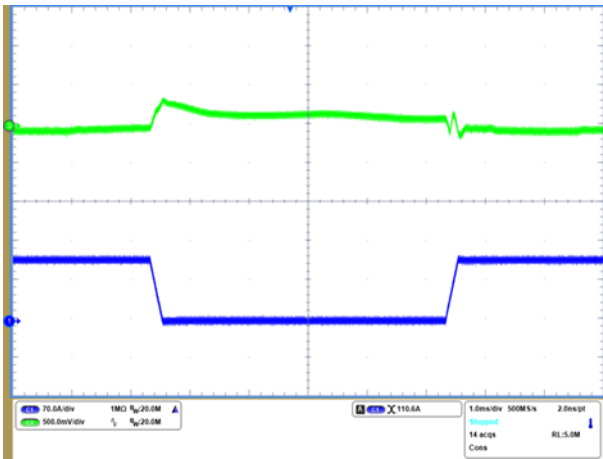


关机 ($V_{in}=240V\ DC, V_{out}=12V_{sb}$)

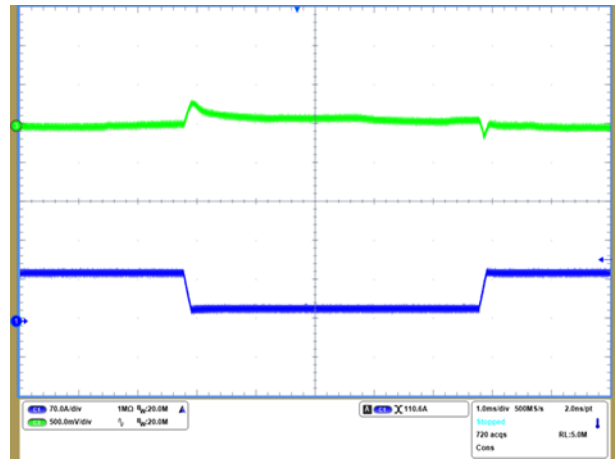


8.2 输出电压动态响应

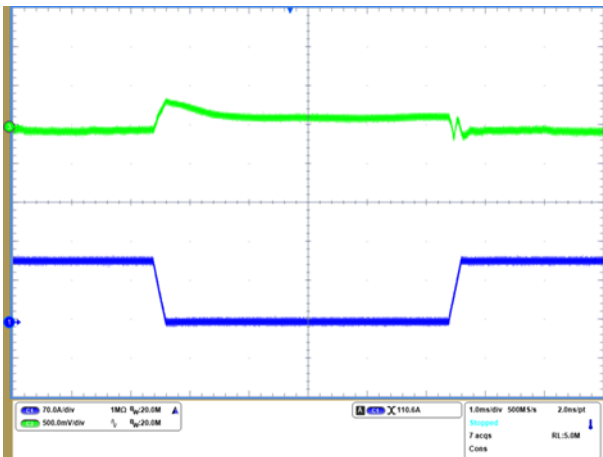
测试条件: $T_A = 25^\circ C$, 特殊说明除外。



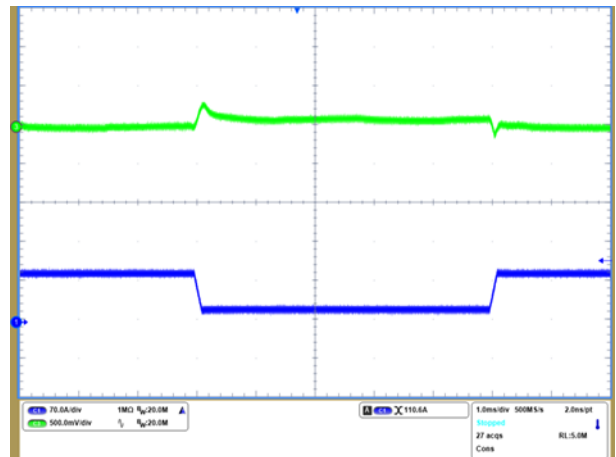
$V_{in}=220V$ AC, $V_{out}=12V$, $di/dt=2.5A/\mu s$, 最小1A负载跳变至满载



$V_{in}=220V$ AC, $V_{out}=12V$, $di/dt=0.5A/\mu s$, 最小1A负载, 60%负载变化



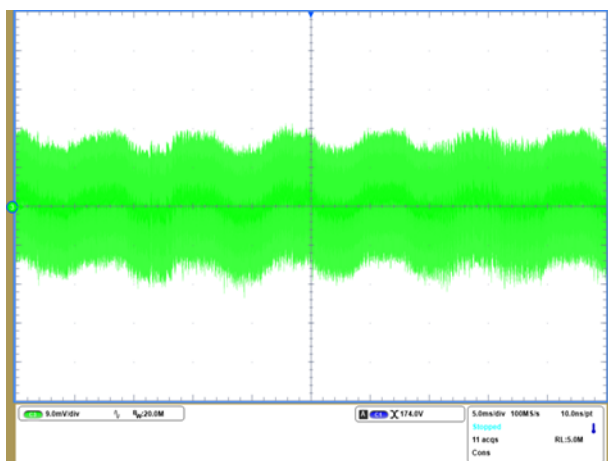
$V_{in}=240V$ DC, $V_{out}=12V$, $di/dt=2.5A/\mu s$, 最小1A负载跳变至满载



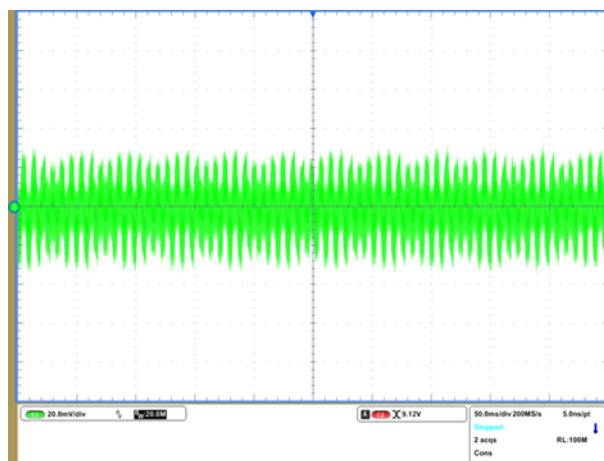
$V_{in}=240V$ DC, $V_{out}=12V$, $di/dt=0.5A/\mu s$, 最小1A负载, 60%负载变化

8.3 输出电压纹波

测试条件: $T_A = 25^\circ C$, 特殊说明除外。



$V_{in}=240V$ DC

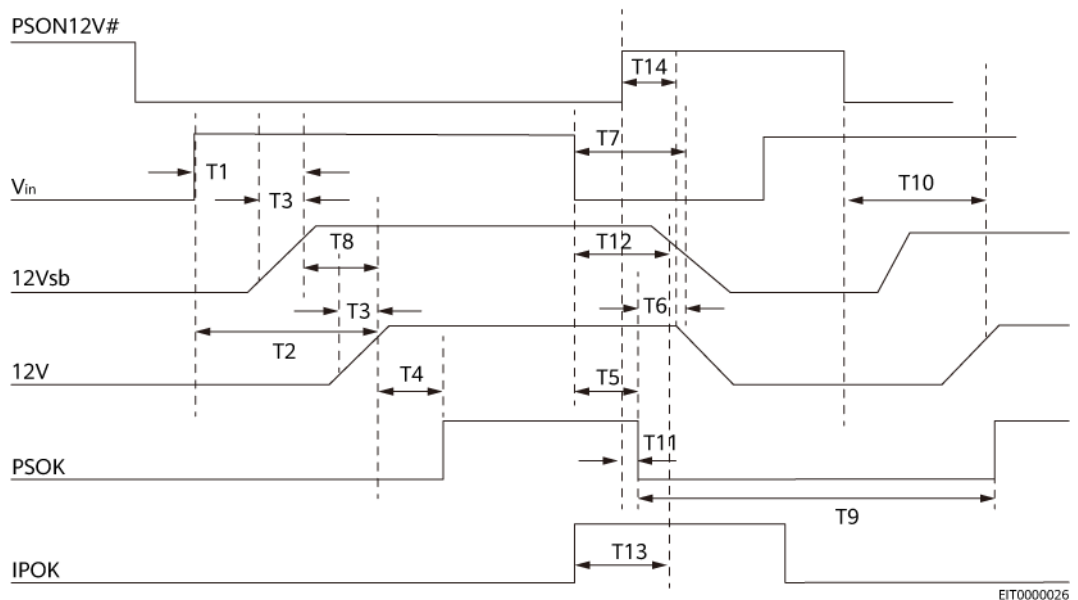


$V_{in}=220V$ AC

9 时序描述

电源模块上下电时序满足需求。

图 9-1 时序图



标记	描述	最小值	最大值	单位
T1	12V _{sb} 启动时间，从交流输入到12V _{sb} 满足精度要求（待辅助源完全掉电）	-	1500	ms
T2	12V启动时间，从交流输入到12V满足精度要求（待辅助源完全掉电）	-	3000	ms
T3	12V和12V _{sb} 的输出上升时间（10%~90%）	10	70	ms
T4	PSOK延时时间，从12V进入稳压精度以内到PSOK显示正常	100	500	ms
T5	交流输入掉电到PSOK信号转换为低电平时间（100%负载）	10	-	ms
T6	PSOK信号转换为低电平到12V跌出规格要求	1	-	ms

标记	描述	最小值	最大值	单位
T7	输入掉电保持时间：100%负载（12V和12Vsb同时负荷满载）	10	-	ms
	输入掉电保持时间：50%负载（12V和12Vsb同时负荷满载）	20	-	ms
T8	交流上电时，从12V _{sb} 建立到12V建立，12V _{sb} 达到90%输出到12V达到90%输出的延时	50	1000	ms
T9	交流反复上下电或反复通过PSON12V#信号上下电，PSOK信号从前一次下降到下一次置高	100	-	ms
T10	PSON12V#信号开机时，PSON12V#信号由高电平转换为低电平到12V进入稳压精度以内（交流输入正常5s后）	5	400	ms
T11	PSON12V#信号转换为高电平到PSOK信号转换为低电平的延迟时间	0	5	ms
T12	交流输入掉电到12Vsb跌出稳压规格要求	70	-	ms
T13	IPOK信号转换为低电平到12Vsb跌出稳压规格要求	6	-	ms
T14	PSON12V#关机时，PSON12V#信号由低电平转换为高电平到关机的时间	-	5	ms

说明

T6测试条件：仅在以下保护状态如（输入掉电、输入过压欠压、风扇故障以及过温）等进行测试。其他保护如（输出过流、输出过压、输出短路等导致的PSOK告警时间）不进行测试。

10 通信协议

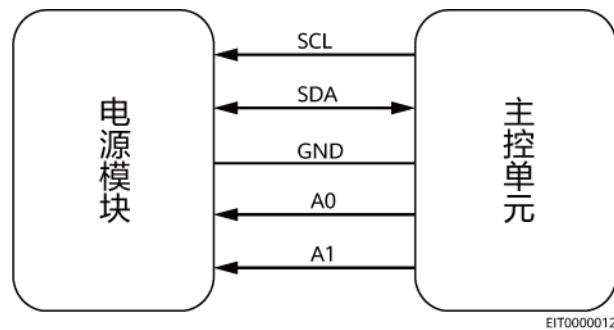
10.1 数据链路层协议

链路层采用PMBusV1.2协议，遵循PMBus规范。

10.1.1 PMBus 信号

系统通过I2C总线向MCU下发命令，从电源模块读取监控信息以及故障记录。

图 10-1 I2C 接口



I2C 地址

A1、A0地址分配给电源模块。如果该信号断开，地址位为1；电源模块的I2C地址从高到低依次为A1和A0。

表 10-1 PMBus 地址

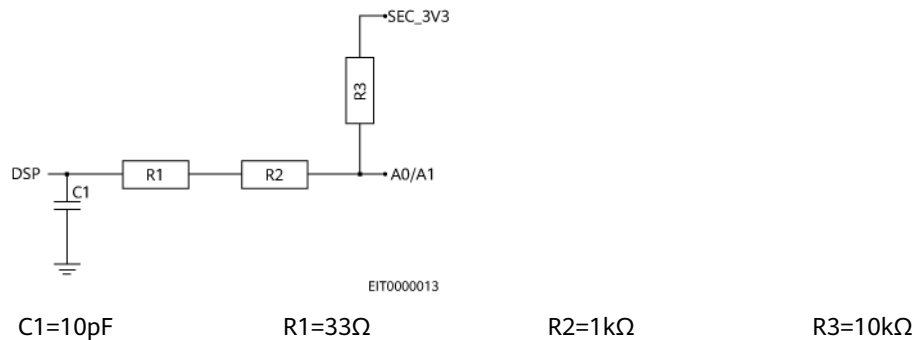
电源模块A1/A0	0/0	0/1	1/0	1/1
MCU	0xB0	0xB2	0xB4	0xB6

表 10-2 A0/A1 输出

参数	最小值	最大值
低电平	0V	0.8V
高电平	2.0V	3.6V

电源模块侧：通过10kΩ电阻上拉到电源内部的辅助源3.3V，后滤波送入电源模块内部 DSP

图 10-2 I2C 地址逻辑原理



黑匣子

电源通过MFR_BLACKBOX (0xDC) 命令提供给外部系统一次性读取黑匣子数据，Block读取。

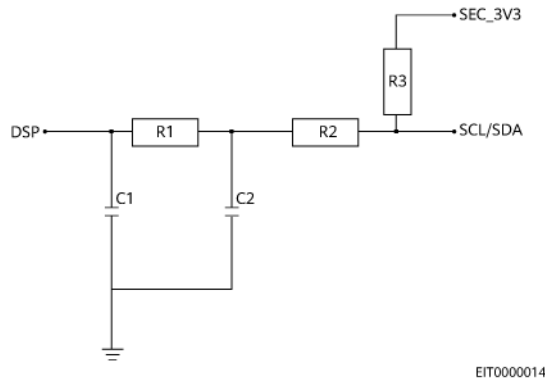
黑匣子用于记录主要告警故障、输出过压、输出过流、输入欠压、输入异常、风扇故障以及过温故障等。每次黑匣子需要记录包含总上电运行时间、开关机次数、PSON12V#导通时间、告警事件次数和故障事件次数，以及故障时刻的电源状态：包括告警WORD、输出电流告警字、输入告警字、温度告警字、风扇告警字、输入电压、输入电流、输出电压、输出电流、环温、内部热点温度、风扇转速和输入功率。

10.1.2 SCL 和 SDA

I2C串行时钟信号 (SCL) 和串行数据信号 (SDA) 占用输出连接器两个信号针。

电源模块内部连接：SCL和SDA通过10kΩ (参考值) 电阻上拉到3.3V。

图 10-3 SCL 与 SDA 对接示意图（电源模块侧）



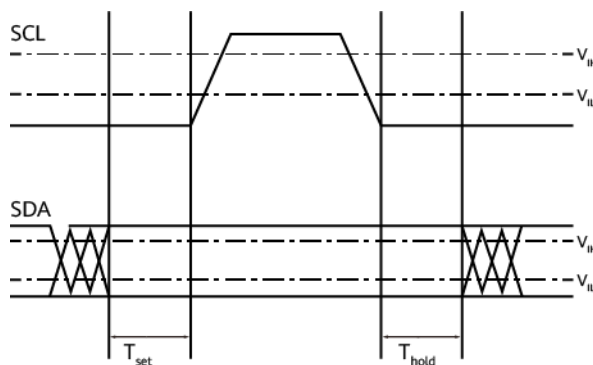
C1=0.01nF	C2=0.01nF	R1=33Ω
R2=33Ω	R3=10kΩ	-

表 10-3 SCL 与 SDA 输出

参数	最小值	最大值
低电平	0V	0.4V
高电平	2.40V	3.46V

10.1.3 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上升前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。



10.2 网络层协议

10.2.1 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。

10.2.2 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。

10.2.3 数据传输

电源模块遵循标准的PMBus通信数据格式。PMBus通信数据必须携带CRC校验和的字节（除0x03，0xE0外）。

10.3 应用层协议

10.3.1 数据格式

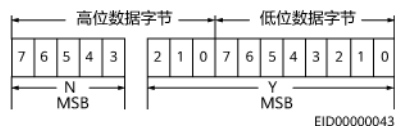
Linear 11 数据格式

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数据格式是一个双字节数据，其中11位二进制有符号尾数补码，高5位是二进制有符号指数（补码）。如图 [Linear 11数据格式](#) 所示。

图 10-4 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：

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

- X：真正的数值。
- 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）。

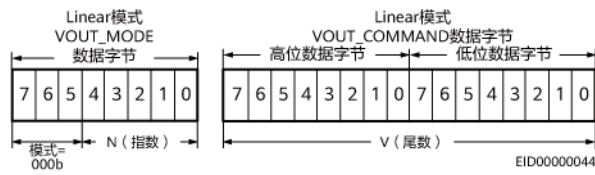
VOUT 数据格式

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。采用LINEAR-16格式，无符号整型，如图 [VOUT数据格式](#) 所示。

图 10-5 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），N=-9。

10.3.2 检测精度

$V_{in}=230V$ AC/240V DC, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。

- 环境温度精度: $\pm 3^{\circ}C$

表 10-4 输入功率精度

输入功率	0%~5%	5%~10%	10%~20%	20%~100%
功率精度	$\pm 10W$	$\pm 5W$	$\pm 5\%$	$\pm 3\%$

表 10-5 输入电压精度

输出负载	0%~20%	20%~100%
电压精度	$\pm 5\%$	$\pm 3\%$

表 10-6 输入电流精度

输入电流	0%~5%	5%~10%	10%~20%	20%~100%
电流精度	$\pm 0.2A$	$\pm 0.2A$	$\pm 5\%$	$\pm 3\%$

表 10-7 输出电压精度

输出负载	0%~20%	20%~100%
电压精度	$\pm 5\%$	$\pm 3\%$

表 10-8 输出电流精度

输出电流	0%~5%	5%~10%	10%~20%	20%~100%
电流精度	±1A	±1A	±5%	±3%

表 10-9 输出功率精度

输出功率	0%~5%	5%~10%	10%~20%	20%~100%
功率精度	±10W	±10W	±5%	±3%

10.3.3 通信命令

通信命令

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x00	PAGE	PAGE页操作	Read/Write Byte	HEX	0	多输入输出查询时，采用翻页操作，预设值：0x00
0x01	OPERATION	远程开关机	Read/Write Byte	HEX	0	<p>打开或关闭电源模块，开机时清除告警</p> <p>使用Bit7~Bit6，预设值：10，其余预设值：000000b</p> <p>0x80--开机；0x00--关机，满足时序要求；0x40--重启，重启时间由0x60确定，重启生效后，恢复0x80预设值</p> <ul style="list-style-type: none"> 当MCU重新上电时必须恢复到预设值：0x80 其他数据不支持不响应 0x00电源模块关机后再0x80电源模块开机，以及0x40重启可以解锁电源模块锁死告警

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x02	ON_OFF_CONFIG	输出关机使能控制	Read/Write Byte	HEX	0	<p>预设值：0x1D</p> <p>Bit4：开关机使能标志位 0--无论电源模块的控制引脚状态，电源模块随时上电 1--支持在引脚控制和命令操作（位[3:0]中设置）之前，电源模块不上电</p> <p>Bit3：CMD开关机使能标志位 0--忽略总线CMD命令字控制电源启动和关闭 1--根据总线启动命令，电源模块启动输出，根据位[2]，电源模块需置位控制引脚，以便电源模块启动输出；根据位[3]，需操作命令后电源模块启动输出</p> <p>Bit1：PSON开关机电平选择 0--低电平有效（拉低电源模块输出） 1--高电平有效（拉高电源模块输出）</p> <p>Bit0：控制引脚关闭电源输出动作：预留</p>
0x03	CLEAR_FAULTS	故障清除	Write Byte	HEX	0	<p>接收到此命令后清除已发生的故障告警</p> <p>该指令只支持全部清除，不支持单个清除，故障仍存在时，无法清除故障和告警</p> <p>仅清除告警，不清除故障及锁死</p>

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x05	PAGE_PLUS_WRITE	清除告警功能	Write BLOCK	HEX	3	<p>读取0x79上报2个字节的WORD，其余告警上报1个字节</p> <p>支持写入 STATUS_WORD, STATUS_IOUT, STATUS_INPUT, STATUS_TEMPERATURE</p> <p>STATUS_WORD不能直接清零，需通过清除其他告警字清零，故障仍存在时，无法清除故障和告警 仅清除告警，不清除故障及锁死</p>
0x06	PAGE_PLUS_READ	读取告警状态	Read BLOCK Read-Write	HEX	2 Max	<p>读取0x79上报2个字节的WORD，其余告警上报1个字节</p> <p>支持读取 STATUS_WORD,STATUS_INPUT,STATUS_TEMPERATURE,STATUS_IOUT</p>
0x19	CAPABILITY	通信查询	Read Byte	HEX	0	<p>预设值：0x90</p> <p>Bit7--报文错误检测 0--不支持PEC 1--支持PEC</p> <p>Bit6~Bit5--最大总线速度 00--支持的最大总线速度，100kHz 01--支持的最大总线速度，400kHz</p> <p>Bit4--是否支持SMBALERT#信号告警 0--不支持SMBus报警引脚 1--支持SMBus报警引脚</p> <p>Bit3~Bit0--预留，预设值：0</p>

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x1A	QUERY	读取CMD数据格式	Read BLOCK Read- Write	HEX	1	Bit7--电源模块是否支持CMD命令 0--不支持 1--支持 Bit6—若支持CMD，是否支持写命令 0--不支持写命令 1--支持写命令 Bit5—若支持CMD，是否支持读取命令 0--不支持读取命令 1--支持读取命令 Bit4~Bit2--若支持CMD，其读写的数据格式 000--Linear数据格式 001--16位符号数据格式 010--预留 011--Direct数据格式 100--8位无符号数据格式 101--VID数据格式 110--生产厂家特定格式 111--不返回字节数据，用于返回数据块 Bit1~Bit0--预留
0x1B	SMBALERT_MASK	屏蔽SMBAlert告警	Read BLOCK Read- Write	HEX	2	SMBAlert#信号告警使能，配置是否使能各个告警时是否置位SMBAlert#信号告警，可配置温度、输入、输出电流告警字
0x1B	SMBALERT_MASK	屏蔽SMBAlert告警	Write Word	HEX	0	SMBAlert#信号告警使能，配置是否使能各个告警时是否置位SMBAlert#信号告警，可配置温度、输入、输出电流告警字 在屏蔽告警时，建议同时屏蔽预告警，防止因预告警导致的SMBAlert#信号翻转

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x20	VOUT_MODE	输出模式	Read Byte	HEX	0	预设值：0x17 Bit7~Bit5 000--Linear 001--VID 010--Direct Bit4~Bit0 0x17--输出电压相关的数据采用Linear16, exp=-9的数据格式 0x40\0x42\0x43\0x44\0xA4\0xA5\0x8B均采用该格式
0x21	VOUT_COMMAND	配置输出电压	Read/Write Word	L16	-9	按照0x20命令上报格式配置数据格式 调压范围：11.97V DC~12.43V DC
0x30	PMBUS_CMD_COEFFICIENTS	DIRECT参数系数	Read BLOCK Read-Write	HEX	5	只支持0x86和0x87协议的系数 下发2字节长度Block；回读5字节长度Block
0x3A	FAN_CONFIG	风扇配置；	Read/Write Byte	HEX	0	预设值：0x90 Bit7：Position1是否有风扇 0--无风扇，1--有风扇 Bit6：风扇调速命令的格式 0--占空比（预设值），1--RPM Bit5~Bit4：转速以每秒脉冲方式计量：Bit4=1，Bit5=0 Bit3：Position2是否有风扇 0--无风扇，1--有风扇 Bit2：风扇调速命令的格式 0--占空比，1--RPM Bit1~Bit0：转速以每秒脉冲方式计量，Bit4=1，Bit5=0

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x3B	FAN_COMMAND	风扇转速设置	Read/Write Word	L11	0	若设置的最低转速高于电源模块风扇控制的转速，生效，根据0x3A命令设计两种模式： RPM控制--命令速度到正常转速范围，单位：r/min 占空比控制--指令速度从0到100%，单位：%
0x40	VOUT_OV_FAULT_LIMIT	输出过压保护点	Read Word	L16	-9	-
0x42	VOUT_OV_WARN_LIMIT	输出过压预告警点	Read Word	L16	-9	-
0x43	VOUT_UV_WARN_LIMIT	输出欠压告警点	Read Word	L16	-9	-
0x44	VOUT_UV_FAULT_LIMIT	输出欠压保护点	Read Word	L16	-9	-
0x45	VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	输出欠压响应	Read Byte	HEX	0	-
0x46	IOUT_OC_FAULT_LIMIT	输出过流保护点	Read Word	L11	0	-
0x4A	IOUT_OC_WARN_LIMIT	输出过流预告警点设置	Read/Write Word	L11	0	输入掉电2s以上或PSON关机恢复默认值。如：1300W电源设置范围0~124A，通过该协议将输出预过流告警点设定成功后，预过流恢复回差10A
0x4F	OT_FAULT_LIMIT	电源环温过温保护点	Read Word	L11	0	-
0x51	OT_WARN_LIMIT	环温过温预告警点设置	Read/Write Word	L11	0	输入掉电2s以上或PSON关机恢复默认值。电源固定设置范围：0°C~70°C，预过温恢复回差8°C
0x55	VIN_OV_FAULT_LIMIT	输入过压保护点	Read Word	L11	0	-
0x57	VIN_OV_WARN_LIMIT	输入过压预告警点	Read Word	L11	0	-

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x58	VIN_UV_WARN_LIMIT	输入欠压 预告警点	Read Word	L11	0	-
0x59	VIN_UV_FAULT_LIMIT	输入欠压 保护点	Read Word	L11	0	-
0x60	AUTO_TURNON_DELAY	重启时间 设置	Read/ Write Word	DEC	0	电源模块设置重启时间 (预设值: 10000d), 范围: 5000d~30000d, 单位: 1ms, 掉电不存储
0x78	PMBUS_CMD_STATUS_BYTE	状态单字 节	Read Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x79	STATUS_WORD	状态双字 节	Read Word	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x7A	PMBUS_CMD_STATUS_VOUT	输出电压 状态	Read/ Write Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x7B	STATUS_IOUT	输出电流 状态	Read/ Write Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x7C	STATUS_INPUT	输入状态	Read/ Write Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x7D	STATUS_TEMP	温度状态	Read/ Write Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x7E	PMBUS_CMD_STATUS_CML	CMD状态	Read/ Write Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x80	INPUT_TYPE	输入电压 类型	Read Byte	HEX	0	-
0x81	STATUS_FANS_1_2	风扇状态	Read/ Write Byte	HEX	0	详细参见 10.3.4 命令描述
0x86	READ_EIN	输入功率 累加值	Read BLOCK	DIRECT	6	系统记录计数器溢出轮数
0x87	READ_EOUT	输出功率 累加值	Read BLOCK	DIRECT	6	系统记录计数器溢出轮数
0x88	READ_VIN	输入电压	Read Word	L11	0	-

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x89	READ_IIN	输入电流	Read Word	L11	0	-
0x8B	READ_VOUT	输出电压	Read Word	L16	-9	-
0x8C	READ_IOUT	输出电流	Read Word	L11	0	-
0x8D	READ_TEMPERAT URE_1	环境温度	Read Word	L11	0	-
0x8E	READ_TEMPERAT URE_2	电源内部 热点温度1	Read Word	L11	0	-
0x8F	READ_TEMPERAT URE_3	电源内部 热点温度2	Read Word	L11	0	-
0x90	READ_FAN_SPEE D_1	风扇转速	Read Word	L11	0	单位：转/分钟，N=0
0x96	READ_POUT	输出功率	Read Word	L11	0	-
0x97	READ_PIN	输入功率	Read Word	L11	0	-
0x98	PMBUS_REVISIO N	PMBUS版 本号	Read Byte	DEC	0	PMBUS PARTII 22.1, 预 设值: 0x22 Bit7~Bit4: Part 1 版本 0000--1.0版本 0001--1.1版本 0010--1.2版本 Bit3~Bit0: Part 2版本 0000--1.0版本 0001--1.1版本 0010--1.2版本
0x99	MFR_ID	制造商名 称	Read BLOCK	ASCII	6	英文名称。如 “HUAWEI”
0x9A	MFR_MODEL	电源名称	Read BLOCK	ASCII	12	与CRPS升级bin文件 header中的名称一致。 如: “PAC1K3D12-B1”
0x9B	MFR_REVERSION	电源版本	Read BLOCK	ASCII	3	格式形式: 'A01'、'B02' 首字母为硬件版本号, 后 续两个字节对应软件版本

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0x9D	MFR_DATE	生产日期	Read BLOCK	ASCII	10	格式：2012-10-13
0x9E	MFR_SERIAL	产品序列号	Read BLOCK	ASCII	20	-
0x9F	APP_PROFILE_SU PPORT	电源配置参数	Read Byte	HEX	0	固定上报0x05
0xA0	MFR_VIN_MIN	输入最小电压	Read Word	L11	0	固定上报AC/DC输入范围，随输入类型切换，预设值：AC
0xA1	MFR_VIN_MAX	输入最大电压	Read Word	L11	0	固定上报AC/DC输入范围，随输入类型切换，预设值：AC
0xA2	MFR_IIN_MAX	最大输入电流	Read Word	L11	0	预设值：12A
0xA3	MFR_PIN_MAX	最大输入功率	Read Word	L11	0	以最大额定输出功率/最低效率
0xA4	MFR_VOUT_MIN	最小输出电压	Read Word	L16	-9	-
0xA5	MFR_VOUT_MAX	最大输出电压	Read Word	L16	-9	-
0xA6	MFR_IOUT_MAX	输出电流最大值	Read Word	L11	0	预设值：108A
0xA7	MFR_POUT_MAX	输出功率最大值	Read Word	L11	0	预设值：1300W
0xA8	MFR_TAMBIENT_ MAX	可运行的最大环温	Read Word	L11	0	预设值：55℃
0xA9	MFR_TAMBIENT_ MIN	可运行的最小环温	Read Word	L11	0	预设值：-5℃
0xAA	MFR_EFFICIENCY_ LL	低压输入效率	Read BLOCK	ASCII	14	上报随输入AC/DC类型切换，预设值：AC AC固定110V AC输入，上报20%，50%，100%效率 DC固定240V DC输入，上报20%，50%，100%效率

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0xAB	MFR_EFFICIENCY_HL	高压输入效率	Read BLOCK	ASCII	14	上报随输入AC/DC类型切换，预设值：AC AC固定230V AC输入，上报20%，50%，100%效率 DC固定240V DC输入，上报20%，50%，100%效率
0xC0	MFR_MAX_TEMP_1	热点1最高温度	Read Word	L11	0	-
0xC1	MFR_MAX_TEMP_2	热点2最高温度	Read Word	L11	0	-
0xC2	MFR_MAX_TEMP_3	热点3最高温度	Read Word	L11	0	-
0xCF	PMBUS_CMD_READ_POWER_TYPE	电源类型	Read Word	HEX	0	电源模块固定上报0x03，即AC&240HVDC。 0--AC 1--48VDC 2--HVDC 3--AC&240HVDC 4--AC&240HVDC&380HVDC
0xD0	CR_Mode	冷备控制命令	Read/Write Byte	HEX	0	0x00--正常模式（预设值） 0x01--冷备主机 0x02--冷备备机1（根据均流母线电压值，效率寻优自动进退） 0x03--冷备备机2（根据均流母线电压值，效率寻优自动进退） 0x04--冷备备机3（根据均流母线电压值，效率寻优自动进退） 0x05--冷备备机模式（仅故障模式退出，无法自动进入）
0xD4	MFR_HW_COMPATIBILITY	加载硬件版本特性	Read Word	HEX	0	-

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0xD5	MFR_FWUPLOAD_CAPABILITY	加载特性	Read Byte	HEX	0	-
0xD6	MFR_FWUPLOAD_MODE	进入加载模式	Read/Write Byte	HEX	0	-
0xD7	MFR_FWUPLOAD	下发加载数据	Write BLOCK	HEX	128	-
0xD8	MFR_FWUPLOAD_STATUS	加载数据状态	Read Word	HEX	0	-
0xD9	MFR_FW_REVISION	上报软件版本	Read BLOCK	HEX	3	-
0xDB	MFR_FRU_PROTECTION	FRU写保护	Read/Write Byte	HEX	0	0x00--写使能 0x01--只读（预设值）
0xDC	MFR_BLACKBOX	读取黑匣子全部内容	Read BLOCK	HEX	237	黑匣子长度237个字节，按照CRPS标准实现
0xDD	MFR_REAL_TIME_BLACK_BOX	授时	Read/Write BLOCK	TIME	4	-
0xDE	MFR_SYSTEM_BLACK_BOX	存储系统数据	Read/Write BLOCK	ASCII	40	系统向电源模块写入以下数据，依据黑匣子数据格式存储在黑匣子中： 1~10字节（低字节）：系统顶部组件号 11~20字节：系统序列号 21~30字节：主板组件号 31~40字节：主板序列号
0xDF	MFR_BLACKBOX_CONFIG	黑匣子使能	Read/Write Byte	HEX	0	1--使能电源模块黑匣子功能 0--关闭电源模块黑匣子功能 MFR_BLACKBOX_CONFIG的状态应保存在非易失性存储器中，以便在电源模块循环期间不会丢失。 缺省黑匣子使能，Bit0=1
0xE0	MFR_CLEAR_BLACKBOX	清除黑匣子记录	Write Byte	HEX	0	清除黑匣子告警信息，仅写入有效，无写入数据

命令ID	命令名称	描述	数据读写类型	显示类型	长度或Q值	备注
0xE3	PMBUS_CMD_READ_PART_NUMBER	部件编码	Read BLOCK	ASCII	8	-
0xE6	PMBUS_CDM_LIFETIME_PREDICT	寿命预测	Read Word	L11	0	读取剩余寿命
0xF0	MFR_PWOK_WARNING_TIME	PWOK告警时间设置	Read/Write Word	L11	0	可以设置PSOK告警时间，设置时，不再考虑满足输入掉电到OPOK时序要求 设置门限最大不超过8ms
0xF1	MFR_MAX_IOUT_CAPABILITY	最大电流能力上报	Read BLOCK	L11	14	上报额定电流、电流APP点和时间、最大点及时间等 Byte0~Byte1: 额定输出电流，固定上报: 108, 单位 (A) Byte2~Byte3: 峰值电流1，固定上报: 114, 单位 (A) Byte4~Byte5: 峰值电流1持续时间，固定上报 20000, 单位 (ms) Byte6~Byte7: 峰值电流2，固定上报: 128, 单位 (A) Byte8~Byte9: 峰值电流2持续时间，固定上报: 10, 单位 (ms) Byte10~Byte11: 峰值电流3，固定上报: 153, 单位 (A) Byte12~Byte13: 峰值电流3持续时间，固定上报: 0.1, 单位 (ms)

10.3.4 命令描述

STATUS_BYTE (0x78)

位地址	命令名称	备注
7	BUSY	通信繁忙

位地址	命令名称	备注
6	OFF	输出关闭
5	VOUT_OV_FAULT	输出过压保护
4	IOUT_OC_FAULT	输出过流保护
3	VIN_UV_FAULT	输入欠压保护
2	TEMPERATURE	温度保护或告警
1	CML	CML特殊告警
0	None of the above	除Bit1~Bit7以外的保护或告警

STATUS_WORD (0x79)

位地址	命令名称	备注
15	VOUT	输出电压告警或保护
14	IOUT/Pout	输出电流/输出功率告警或者保护
13	INPUT	输入告警或者保护
12	MFR_SPECIFIC	特殊告警字（一般用户自定义）
11	POWER_GOOD#	POWER_GOOD#信号状态字
10	FANS	风扇告警或者故障
9	OTHER	其他告警或者故障
8	UNKNOWN	未知告警或者故障
7	BUSY	通信繁忙
6	OFF	输出关闭
5	VOUT_OV_FAULT	输出过压保护
4	IOUT_OC_FAULT	输出过流保护
3	VIN_UV_FAULT	输入欠压保护
2	TEMPERATURE	温度保护或告警
1	CML	CML特殊告警
0	None of the above	除Bit1~Bit7以外的保护或告警

STATUS_VOUT (0x7A)

位地址	命令名称	备注
7	VOUT_OV_FAULT	输出过压故障
6	VOUT_OV_WARNING	输出过压预告警
5	VOUT_UV_WARNING	输出欠压预告警
4	VOUT_UV_FAULT	输出欠压故障
3	Reserved	预留
2	Reserved	预留
1	Reserved	预留
0	Reserved	预留

STATUS_IOUT (0x7B)

位地址	命令名称	备注
7	IOUT_OC_FAULT	输出过流保护
6	Reserved	预留
5	IOUT_OC_WARNING	输出过流告警
4	Reserved	预留
3	Reserved	预留
2	Reserved	预留
1	IOUT_OP_FAULT	输出过功率保护
0	IOUT_OP_WARNING	输出过功率告警

STATUS_INPUT (0x7C)

位地址	命令名称	备注
7	VIN_OV_FAULT	输入过压保护
6	VIN_OV_WARNING	输入过压告警
5	VIN_UV_WARNING	输入欠压告警
4	VIN_UV_FAULT	输入欠压保护
3	VIN_ACOFF	输入掉电/欠压
2	Reserved	预留

位地址	命令名称	备注
1	Reserved	预留
0	Reserved	预留

STATUS_TEMP (0x7D)

位地址	命令名称	备注
7	OT_FAULT	温度保护
6	OT_WARNING	温度告警
5	Reserved	预留
4	Reserved	预留
3	Reserved	预留
2	Reserved	预留
1	Reserved	预留
0	Reserved	预留

STATUS_CML (0x7E)

位地址	命令名称	备注
7	Invalid/Unsupported Command	无效CMD命令
6	Invalid/Unsupported Data	无效数据
5	Packet Error Check Failed	CRC校验失败
4	Memory Fault Detected	存储记忆单元故障
3	Processor Fault Detected (Reserved)	程序故障（预留）
2	Reserved	预留
1	Other Communication Fault	其他通信故障
0	Other Memory Or Logic Fault has occurred (Reserved)	其他记忆或者存储故障发生（预留）

STATUS_FANS_1_2 (0x81)

位地址	命令名称	备注
7	Fan 1 Fault	风扇保护
6	Reserved	-
5	Fan 1 Warning	风扇告警
4	Reserved	-
3	Reserved	-
2	Reserved	-
1	Reserved	-
0	Reserved	-

11 散热要求及风扇控制

电源模块自带风扇散热，满足散热要求，散热模式为抽风模式。电源模块采用40mm（宽）×40mm（高）风扇。

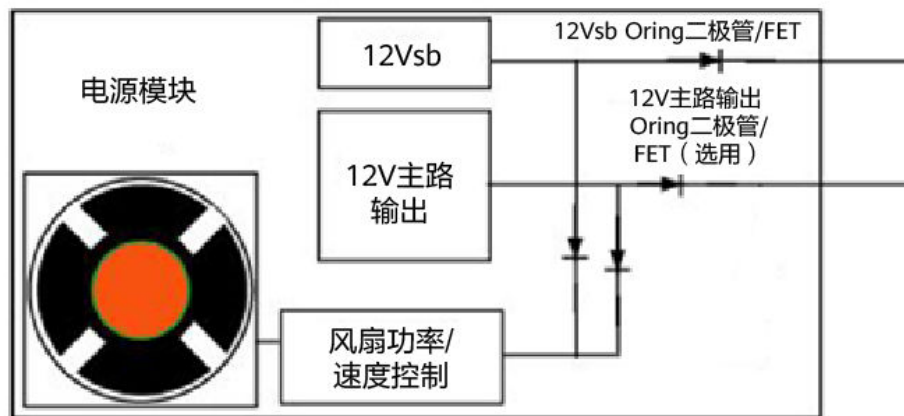
散热要求

1. 电源模块内部有三个温度检测位置：一次侧、二次侧和入风口。
2. 电源模块反供时风扇停转（1+1并机场景：电源模块1不插输入，电源模块2正常供电，电源模块1风扇停转）。
3. 电源模块由于内部热点过温保护，过温保护前风扇达到全转速工作。

风扇供电方式

风扇从12V主路输出和12Vsb输出的隔离管前取电。

图 11-1 风扇供电电路图



噪声要求

入口温度	负载	海拔	噪声最大值	测试方法
33°C	50%	900m	58dB (声压级)	声压测量必须在距风扇表面1米的距离处测量，以电源模块交流接头面为中心。

风扇保护特性

1. 并机工作时，其中一台风扇及供电电路出现短路、开路故障等等，系统背板的12V、12Vsb都不能超出常规的动态变化电压限制规格，不能影响系统正常工作。
2. 风扇故障检测电路必须检测到风扇及电路故障超过10s才上报故障。
3. 风扇故障，关闭12V主路输出；故障消失后，可自动恢复。

风扇故障逻辑

1. 当风扇故障后，电源模块的内部器件未触发过温保护时，30s后上报风扇转速过低告警，60s后上报风扇故障且12V关闭，12V_{sb}不关闭。
2. 当风扇故障后，电源模块的内部器件先达到过温保护时，12V主路关闭；当辅源芯片达到过温保护时，12V_{sb}关闭。

12 面板指示灯

电源模块指示灯供电与副边MCU供电一致。面板指示灯位置如图所示：

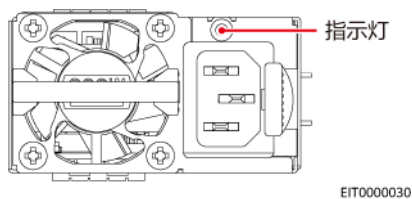


表 12-1 面板指示灯定义

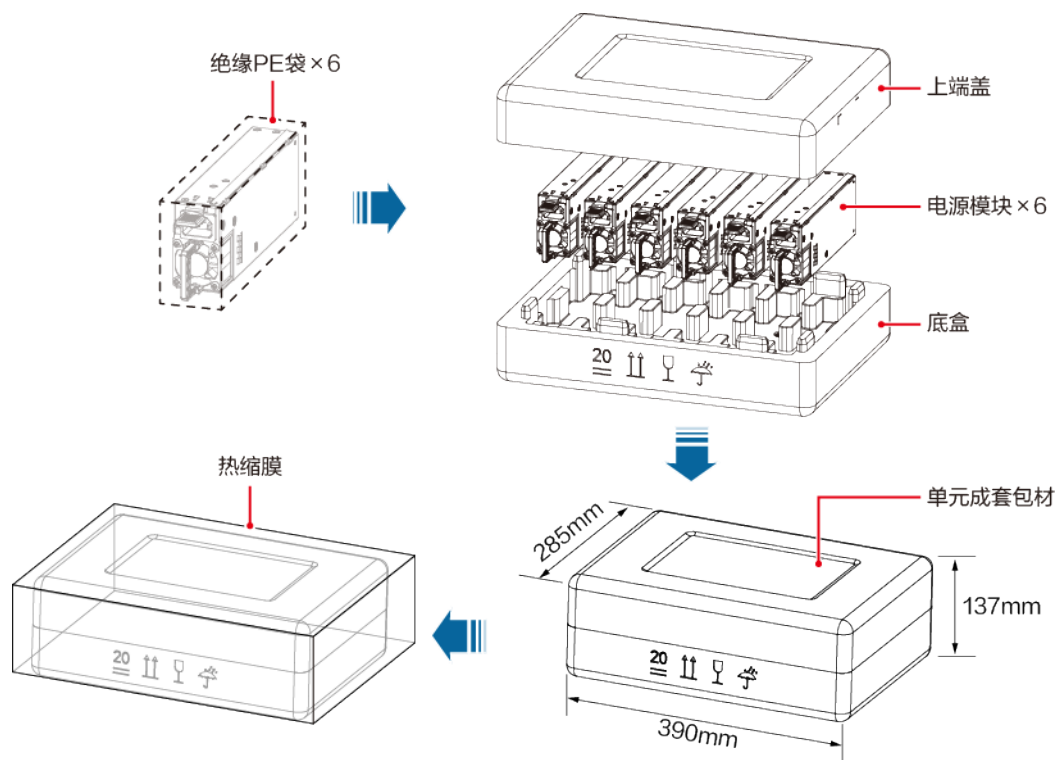
参数	颜色、状态	说明
指示灯	绿灯常亮	输入正常，12V主路输出和12Vsb输出正常
	绿灯闪烁（1Hz）	输入正常，PSON关机且12Vsb输出正常或电源处于冷备状态
	绿灯闪烁（2Hz）	按照CRPS规范协议进行升级
	橙灯常亮	<ul style="list-style-type: none"> 电源模块输入掉电且处于反供状态 电源模块故障（如过流保护、短路保护、过压保护、欠压保护、风扇故障（告警）以及过温保护）导致输出关闭
	橙灯1Hz频率闪烁	电源模块处于输出正常状态，但存在告警（如过温告警，过压告警、过流告警、风扇故障（预告警）或风扇转速过低）
	指示灯灭	所有电源模块无输入

表 12-2 面板指示灯亮度

指示灯	指示灯含义	亮度范围
绿色	正常	大于36cd/m ²
橙色	告警或故障	

13 产品包装、存放、运输

图 13-1 产品包装示意图



说明

- 产品数量：6个/箱。
- 单元成套包材转配完成，放入热缩膜中进行热缩处理。

存放要求

产品应存放在 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度不大于95%的干燥、通风、无腐蚀性气体影响的库房内。

运输要求

产品运输时应有牢固的包装箱。箱外面应符合相关国标的规定且应有“小心轻放”、“防潮”等标志。装有产品的包装箱允许用任何运输工具运输。运输中应避免雨、雪的直接淋袭和机械撞击。

外壳防护

表 13-1 外壳防护等级指标表

项目	指标要求
外壳防护等级	IP20（用户正常维护操作面）

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)	-	25	-	万小时	参考Telcordia SR-332; 75%负载; 额定输入; $T_A=55^{\circ}\text{C}$

可靠性测试

项目	标准
高加速寿命测试 (HALT)	IPC9592B 5.2.3
高温高湿偏置 (THB)	IPC9592B 5.2.4
高温运行偏置 (HTOB)	IPC9592B 5.2.5

B 安规要求

项目	安规要求
绝缘电阻	正常大气压，相对湿度 < 90%，无冷凝，试验电压：500V DC，初级对次级、初级对保护地和次级对保护地间的绝缘电阻：≥10MΩ
绝缘耐压	初级对次级：4242V DC，耐压：1分钟，漏电流：≤10mA，无击穿或飞弧（次级接地时，断开次级接地） 初级对保护地：2500V DC，耐压：1分钟，漏电流≤10mA，无击穿或飞弧
电容放电	断开输入连接2s后，测得的端口电压<60V DC且满足系统对电容放电的要求
漏电流	电源单体漏电流：≤0.85mA，2+2双电源供电，漏电流：≤3.5mA， $V_{in}=264V$ AC/60Hz (IEC60950-1) 电源单体漏电流：≤1.75mA（峰峰值），2+2双电源供电，漏电流：≤7.07mA（峰峰值）， $V_{in}=264V$ AC/60Hz (IEC62368-1) 电源单体漏电流：≤1.25mA（有效值），2+2双电源供电，漏电流：≤5.0mA（有效值）， $V_{in}=264V$ AC/60Hz (IEC62368-1)
接地阻抗	接地阻抗：<100mΩ，电流：64A，压降<2.5V
输出电压	输出电压满足IEC 62368-1中ES1的要求
其他要求	次级接地阻抗小于1mΩ



项目	指标要求	标准
传导发射(CE)	6dB裕量	EN55032, CLASS A
RE	6dB裕量	EN55032, CLASS A
ESD	接触放电: 6kV, 空气放电: 8kV 接触放电: 8kV, 空气放电: 15kV	IEC61000-4-2, 判据B
EFT	±2kV	IEC61000-4-4, 判据 B
RS	80M~6G, 10V/m场强	IEC61000-4-3, 判据A
CS	150k~80M, 10V	IEC61000-4-6, 判据A
浪涌	交流输入端口: 差模: L~N ±2kV (1.2/50μs, 2Ω) 共模: L~PE; N~PE; L\N~PE ±2kV (1.2/50μs, 2Ω)	EN61000-4-5; EN 55024 电源模块不容许出现任何方式的告警、复位或输出中断; 电源模块不损坏, 测试结束后可正常运行
	直流输入端口: 差模: P~N ±2kV (1.2/50μs, 2Ω) 共模: P~PE; N~PE; P\N~PE ±2kV (1.2/50μs, 12Ω)	EN61000-4-5; EN 55024 电源模块不容许出现任何方式的告警、复位或输出中断; 电源模块不损坏, 测试结束后可正常运行
电压波动及闪烁	A类产品电压波动和闪烁限值	IEC61000-3-3
电流谐波发射	A类产品谐波电流限值	IEC61000-3-2
工频磁场PMS	30A/m	IEC 61000-4-8:2001, 判据A
DIP	见表1和表2	IEC61000-4-11

表 C-1 交流跌落/中断试验等级表 ($V_{in}=230V$ AC)

跌落至	跌落时间	性能判据
0%Ut	10ms	A (100%负载)
0%Ut	20ms	A (单电源半载, 双电源满载)
70%Ut	500ms	B
0%Ut	5000ms	C

表 C-2 直流跌落/中断试验等级表

跌落至	跌落时间 (ms)	性能判据
0%Ut	1、3、10、30、100、300、1000	IEC61000-4-29, B (允许重启自恢复)
40%Ut	1、3、10、30、100、300、1000	IEC61000-4-29, B (允许重启自恢复)
70%Ut	1、3、10、30、100、300、1000	IEC61000-4-29, B (允许重启自恢复)
80%Ut	100、300、1000、3000、10000	IEC61000-4-29, A
120%Ut	100、300、1000、3000、10000	IEC61000-4-29, A

说明

判据A: 技术要求范围内性能正常 (输出电压大于11.4V且不触发PSOK告警)。

判据B: 电源模块配合整机通过测试, 测试过程中电源模块输出电压要求保持在正常范围内, 告警信号无告警。判据B中判据不包括SMBAAlert#信号。DC DIP的B判据, 电源模块可以重启。

判据C: 容许出现短时功能中断的自动复位, 不容许出现长时间的功能中断或需进行人工复位。