



ACG10S50CH 电源模块

技术手册

文档版本 1.0

发布日期 2021-02-02

华为技术有限公司



前言

概述

本文档详细的描述ACG10S50CH电源模块的物理结构、电气特性和简单应用。

本文档中的图片仅供参考，具体以实物为准。





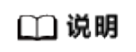
读者对象

本文档主要适用于以下人员：

- 销售人员
- 技术支持工程师
- 系统工程师
- 软件工程师
- 硬件工程师

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
	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。
	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。
	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。
	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。
	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 1.0 (2021-02-02)

第一次正式发布版本。

目录

前言.....	i
1 产品概述.....	1
2 电气原理.....	3
3 电气规格.....	4
3.1 基本参数.....	4
3.2 输入参数.....	5
3.3 输出参数.....	5
3.4 效率.....	6
3.5 容性负载.....	7
3.6 保护参数.....	7
3.7 保护功能描述.....	8
4 应用电路.....	9
4.1 输入滤波电路.....	10
4.2 防护电路.....	10
4.3 缓启动、整流及交流电压采样电路.....	11
4.4 PFC 母线电路.....	11
4.5 输出滤波电路.....	11
4.6 并机均流电路.....	12
4.7 PCB 布局布线.....	13
5 引脚描述和应用.....	14
5.1 引脚分布.....	14
5.2 封装尺寸.....	15
5.3 引脚应用.....	15
5.3.1 AC+.....	15
5.3.2 PFC BUS.....	16
5.3.3 PFC_half.....	16
5.3.4 ACN_O 和 ACL_O.....	16
5.3.5 TRIM.....	16
5.3.6 CNT.....	16
5.3.7 ACF.....	17
5.3.8 ALERT.....	19
5.3.9 AUX.....	19
5.3.10 RLYP 和 RLYC.....	20
6 特性曲线.....	22

6.1 效率曲线.....	22
6.2 其他曲线.....	23
7 典型波形.....	24
7.1 开机与关机波形.....	24
7.2 动态负载纹波.....	25
7.3 输出电压纹波噪声.....	26
7.4 时序介绍.....	26
7.4.1 开机时序.....	26
7.4.2 关机时序.....	27
7.4.3 停机、保护及恢复时序.....	27
8 PMBus 通信.....	28
8.1 信号特性.....	28
8.2 数据链路层协议.....	28
8.2.1 PMBus 地址.....	28
8.2.2 SCL, SDA.....	29
8.2.3 数据传输方式.....	29
8.2.4 通信复位.....	30
8.3 应用层协议.....	31
8.3.1 数据格式.....	31
8.3.2 通信命令.....	32
9 散热设计.....	35
10 产品包装、存放、运输.....	38
A 可靠性.....	39
B EMC 标准.....	40
C 安规标准.....	41

1 产品概述

基本特点

- 长×宽×高：86.0mm×45.0mm×12.8mm (3.39in.×1.77in.×0.50in.)
- 重量：160g
- 额定输入电压：110/220V AC
- 输出电流：10A ($V_{out}=50V$)
- 效率：94.0% ($T_C=25^{\circ}C$, $V_{in}=220V$ AC, $V_{out}=50V$, 满载)



ACG10S50CH是采用新一代工业级非标准的半砖结构、高功率密度的隔离型AC-DC模块，为用户提供额定输出电压50V DC，最大输出电流10A。支持宽范围交流，支持贴壳散热和散热器散热，支持两个电源模块并机，并具备PMBus通信及相关保护功能，浪涌防护满足IEC 61000-4-5标准。适合工业、通信、无线、仪器检测、LED等应用场景。

型号说明

ACG	10	S	50	CH
1	2	3	4	5

- 1 — 交流输入，塑封模块
- 2 — 输出电流：10A
- 3 — 单路输出
- 4 — 输出电压：50V
- 5 — 基于半砖模块定制

保护特性

- 输入欠压保护
- 输入过压保护
- 输出过流保护
- 输出过压保护
- 输出短路保护
- 过温保护

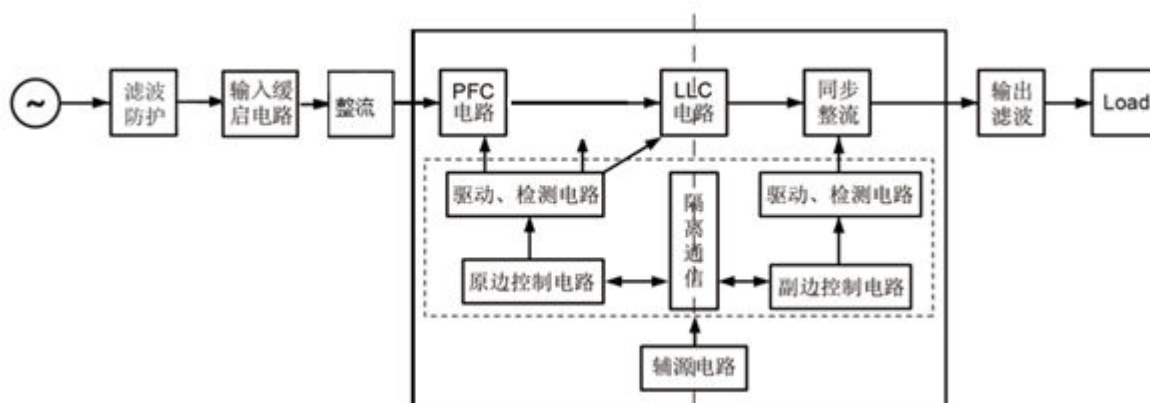
控制特性

- 输出ON/OFF控制（CNT）
- 输出调压控制（TRIM）
- PMBus通信

2 电气原理

电源模块内部功率变换由PFC电路和DC-DC电路构成，DC-DC部分隔离带实现输入和输出的隔离。所有功率电路的检测、控制和保护均采用全数字控制。电源模块内部辅源电路为控制电路供电。

图 2-1 电气原理



3 电气规格

3.1 基本参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	-	-	318	V	-
(SCL, SDA, RST, CNT, ADDR, CB) 工作电压	-0.3	-	3.6	V	-
基板温度 (T_C)	-40	25	100	°C	测试环境要求, 详见 散热器尺寸 ; 输出功率与基板温度降额曲线, 详见 输出功率与基板温度降额
存储温度 (T_A)	-40	25	85	°C	-
相对湿度	5	-	95	%RH	无冷凝
海拔高度	-60	-	5000	m	在 1800m~5000 m环境下, 海拔高度每升高 220m, 电源模块最高工作温度降低1°C

3.2 输入参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
额定电压	100		240	V	-
工作电压	90	110/220	290	V	-
开机电压	90	110/220	290	V	-
最大输入电流	-	-	8	A	$V_{in}=100V$, $P_{out}=500W$
输入频率	45	50/60	65	Hz	-
功率因数	0.95	-	-	-	$T_C=25^{\circ}C$, $V_{in}=110/220V$, $V_{out}=50V$, $P_{out}\geq 250W$
电流谐波畸变总数 (THDi)	-	-	10	%	$T_C=25^{\circ}C$, $V_{in}=110/220V$, $V_{out}=50V$, $P_{out}=500W$
冲击电流	-	-	40	A	$V_{in}=220V$, $V_{out}=50V$, 冷启动, 遵从 ETSI 300 132-3

3.3 输出参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
整定电压点	49.75	50	50.25	V	$T_C=25^{\circ}C$, $V_{in}=220V$ AC, $I_{out}=5A$
输出电压范围	42	-	55	V	可通过PMBus命令或TRIM外接电路调节
稳压精度	-2	-	2	%	-
源调整率	-1	-	1	%	-

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
负载调整率	-2	-	2	%	-
温度系数	-0.02	-	0.02	%/°C	-
输出功率	-	-	500	W	详见典型负载。
输出电流	-	-	10	A	$V_{out}=50V$, $I_{out}=500W/V_{out}$
输出电压纹波噪声 (峰峰值) 说明 <ul style="list-style-type: none"> 示波器带宽: 20MHz。 电源模块输出端连接100nF瓷片电容和10μF电解电容 	-	-	500	mV	90V AC $\leq V_{in} \leq 264V$ AC 且 $-5^{\circ}C \leq T_C \leq 100^{\circ}C$
	-	-	750	mV	264V AC $< V_{in} \leq 290V$ AC 或 $-40^{\circ}C \leq T_C \leq -5^{\circ}C$, 输出电容温度 $> -5^{\circ}C$
开机延迟时间	-	-	8	s	-
输出电压上升时间	-	-	200	ms	-
开机过冲	-	-	5	%	-
动态响应过冲	-	-	5	%	电流变化斜率: 0.1A/ μ s <ul style="list-style-type: none"> 负载: 25%~50%~25%, 50%~75%~50%; 周期: 2ms~2ms~2ms
动态响应恢复时间	-	-	200	μ s	

3.4 效率

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
效率	92.5	94.0	-	%	$T_C=25^{\circ}C$, $V_{in}=220V$ AC, $V_{out}=50V$, $P_{out}=500W$

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
	91.0	92.5	-	%	$T_C=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=110\text{V AC}$, $V_{out}=50\text{V}$, $P_{out}=500\text{W}$

3.5 容性负载

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
升压输出电容	300	480	500	μF	根据掉电保持时间需求选择合适的母线电容
容性负载	1500	-	3000	μF	-

3.6 保护参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入欠压保护 保护点	-	-	90	V	自恢复, 回差 $\geq 5\text{V}$
恢复点	-	-	85	V	
输入过压保护 保护点	290	-	-	V	自恢复, 回差 $\geq 5\text{V}$
恢复点	300	-	-	V	
输出过流保护	4	-	13.5	A	自恢复 (过流保护限流点可通过电源模块通信接口配置); 默认值: $I_{out}=13.5\text{A}$, 设置范围: 4A~13.5A, 限流精度: $\pm 1\text{A}$
输出过功率保护	-	-	675	W	$V_{out}\geq 50\text{V}$, 输出过功率保护告警显示为输出过流保护。
输出短路保护	-	-	-	-	自恢复
输出过压保护	-	-	63	V	自恢复 (保护模式可通过电源模块通信接口配置)
过温保护 (电源模块内部温度)	120	-	-	$^{\circ}\text{C}$	自恢复, 回差 $\geq 5^{\circ}\text{C}$, $V_{in}\geq 100\text{V AC}$

说明

- 输出过压保护可设置锁死或自恢复，默认模式为自恢复。
- 当输出电压未达到过压保护点时，电源模块在恒压模式工作。

3.7 保护功能描述

输入过压保护

输入电压超过输入过压保护点后，电源模块关闭。输入电压达到输入过压恢复点后，电源模块重新开始工作。输入过压回差，请参见[3.6 保护参数](#)。

输入欠压保护

当输入电压低于欠压保护点时，模块关闭。输入电压达到输入欠压恢复点后，模块重新开始工作。输入欠压回差，请参见[3.6 保护参数](#)。

输出过流、短路保护

电源模块能够提供输出过载或短路保护。输出电流超过输出过流保护点，电源模块进入打嗝模式。当故障条件消除时，电源模块自动恢复工作。

输出过压保护

输出过压保护可设置为自恢复模式或锁死模式。默认情况下，电源模式为自恢复模式。自恢复模式下，输出电压超过过压保护点后，电源模块关闭。输出电压达到输出过压恢复点后，电源模块自动恢复工作。

过温保护

电源模块上的温度传感器感应其平均温度，以保护其在高温条件下不会被损坏。当温度超过过温保护点时，电源模块关闭输出。当检测到其温度下降到过温保护正常值时，电源模块自动恢复工作。

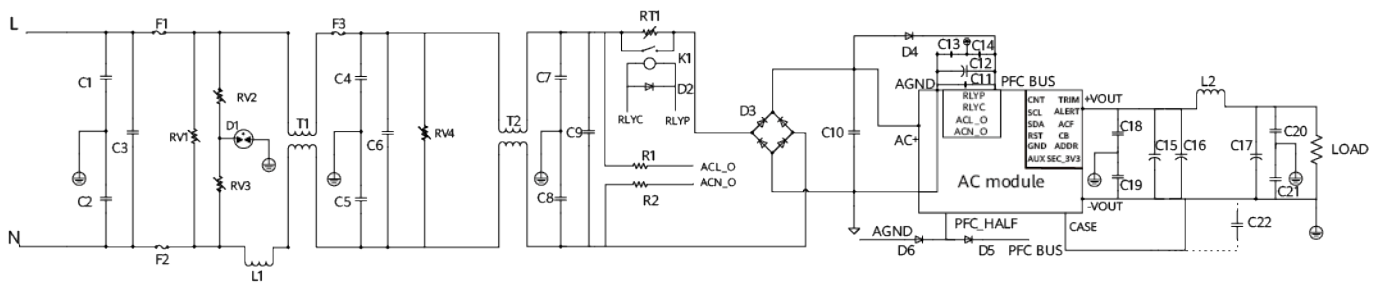
推荐保险丝

电源模块内部无保险丝。推荐按功率需求选择满足安规要求的保险丝规格。

4 应用电路

若用户按推荐电路进行合理的布局布线，可获得最佳的EMC滤波、浪涌防护效果。

图 4-1 推荐电路



说明

本规范中的所有特性均基于该电路进行测试。

元器件型号	描述
C1、C2	插装陶瓷Y2电容，1nF，300V
C3、C6	薄膜X电容，1.5 μ F，305V
F1、F2	慢熔保险管，250V，15A，1600A ² sec
D1	气体放电管，1500V，10000A
F3	保险管套件-快熔断，250V AC，12.5A，190A ² sec
T1、T2	共模滤波电感，3.5mH，220V AC/10A
L1	功率空心线圈，8.5 μ H，10A
RV1、RV4	压敏电阻器，620V，385V，12,000A
RV2、RV3	压敏电阻器，750V，460V，12,000A
C4、C5、C7、C8	插装陶瓷Y电容，300V，0.0047 μ F
C9	薄膜X电容，0.33 μ F，305V
K1	电磁继电器，720 Ω ，12V DC，1A，250V AC/30V DC，8A
RT1	缓起电阻，50 Ω ，PTC，DIP

元器件型号	描述
D2	开关二极管, 200V, 200mA, 1.25V, 50ns
R1、R2	贴片电阻器 (由四颗推荐型号电阻串联), 0.125W, 240,000Ω, ±1%
D3	整流桥, 800V, 25A
D4	防浪涌二极管, 1000V, 8A, 抗脉冲电流1.5kA (最小)
C10、C11	薄膜电容, 450V, 1.5μF
C12	铝电解电容 (由7颗推荐型号电容并联), 450V, 68μF×7
C13、C14	陶瓷Y2电容 (分别由两颗推荐型号电容串联), 250V, 1nF
D5、D6	快恢复二极管, 600V, 5A, 2.7V, 40ns, DPARK, 50A
C18、C19、C20、C21	陶瓷Y2电容, 250V, 1nF
C15、C16、C17	铝电解电容, 63V, 680μF
C22	陶瓷Y2电容, 250V, 1nF
L2	高频电感器, 0.5μH, 80A

4.1 输入滤波电路

输入滤波电路由T1、T2、C1~C9构成两级EMC输入滤波电路。电路原理图详见图4-1。

说明

- 元器件选型仅适用于220V AC输入。
- 推荐电路仅针对220V AC电网应用场景, 若输入电压为其他等级, 则需根据输入电流大小评估共模电感的额定电流, 重新进行选型。
- 实际使用时, EMC电路滤波效果与布局、布线及接地相关, 滤波后电路与滤波器前电路需空间隔离, 避免耦合。通常“一”字型布局优于“U”型布局。为达到EMC验收标准, 部分元器件可能需要调整。如需较好的EMC滤波效果, 需母线和输出滤波电路配合。
- 当EMC要求降低时, 可以考虑减少一级共模滤波电路以及一级差模滤波电路。
- 差模滤波电容需选择耐高频纹波电流的金属化聚丙烯薄膜电容; 其中, 最末级差模滤波电容C10靠近电源模块输入端放置, 当多个电源模块并机使用时, 该电容必须独立配置不可共用。

4.2 防护电路

防护电路由RV1、RV2、RV3、RV4、D1、D4构成, 输入端保险管 (F1、F2) 用于压敏故障后隔离。D4为防浪涌二极管, D1为气体放电管。电路原理图详见图4-1。

说明

推荐的防护电路可实现抗浪涌和防雷标准, 当电源模块应用环境较好, 可适当降低防护要求, 简化和调整元器件选型。但防浪涌二极管不能省略且二极管不能反向, 否则电源模块可能被损坏。

4.3 缓启动、整流及交流电压采样电路

缓启动及电路由K1、RT1、D3、C10、R1、R2构成，用于减小启机浪涌电流及交流整流。电路原理图详见图4-1。

说明

- 元器件选型仅适用于220V AC输入。
- 推荐电路仅针对220V AC电网应用场景，整流桥推荐采用5mm×30mm×80mm（H×W×L）铝型材贴壳散热，根据实际应用环境调整散热器大小。
- 整流桥外置，简化系统防雷电路设计，易于提升电源防护等级。
- 整流桥外置，简化电源模块并联使用，易于电源功率提升。
- 为避免缓起电阻的压降影响，交流电压在缓起电路前端采样。
- C10电容布局时靠近AC+引脚放置，利于高频干扰信号的吸收。

4.4 PFC 母线电路

- PFC母线电路为PFC电路输出储能，用户可以根据实际应用需求选取合适的母线电容。电路原理图详见图4-1。
- 电源模块的输出纹波和掉电保持时间与母线电容的容量相关。尤其是低温环境下使用时，需要选取高性能母线电容（容量和ESR受温度影响小的电容）。此外，吸收电容必不可少，吸收电容可限制PFC输出冲击电压、减少母线电容纹波，并利于低温启机。
- 母线电容的选取是模块应用关键部分之一，其型号应根据实测的纹波电流有效值和实际掉电保持时间要求决定。
- D5、D6必须使用，否则会造成电源的损坏。

说明

- 电源模块实际布局时，吸收电容C11要与电源模块靠近，其连接引脚PFC BUS和AGND走线要短。
- 由于在浪涌电压冲击瞬间，母线电压会在短暂时间升高，因此需母线电容和吸收电容具有短时耐高压的能力。

4.5 输出滤波电路

输出滤波电路主要由C15、C16、C17、L2和C18、C19、C20、C21构成。选取低ESR的铝电解电容也有助于减小纹波。在低温环境下使用时，需选取高性能输出电容（容量和ESR受温度影响小）。电路原理图详见图4-1。

说明

- 纹波电流超出电容规格会使电容工作温度过高而缩短寿命；通常铝电解电容的ESR越小其可耐受的纹波电流越大。根据输出纹波的接受程度可以适当调整输出铝电解电容的总容值。此外，输出滤波电路的PCB走线需要考虑滤波回路的对称性，从而保证电容纹波电流的均流。
- 无论外壳是否连接PE，外壳接地针（Pin 23/Pin 24）都需要连接输出地（如输出不允许直接接PE，则使用推荐电路中C22电容接输出地，L2需要替换为共模电感）。

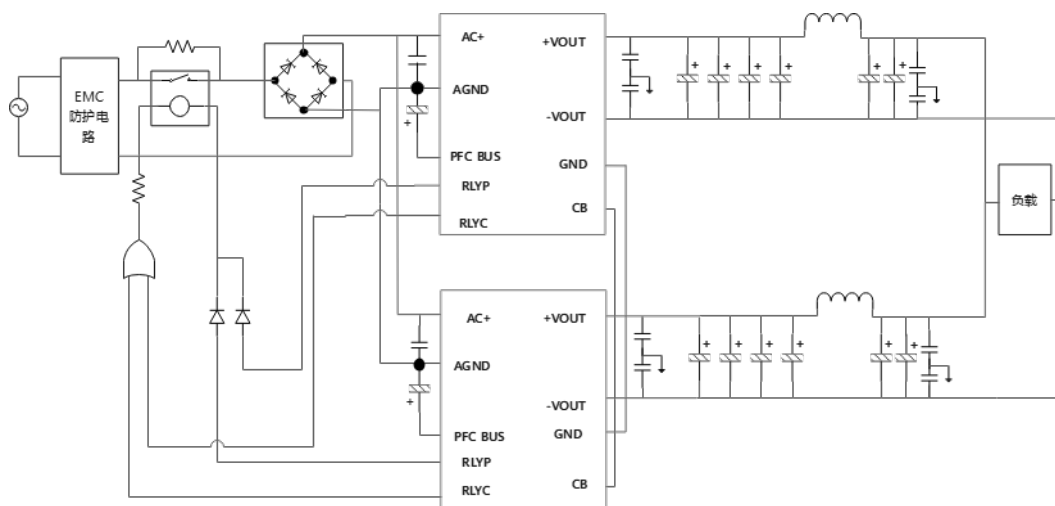
4.6 并机均流电路

电源模块可通过均流总线的CB引脚实现并机电源模块之间的输出均流。

支持两电源模块并机使用。总输出功率不超过额定负载的80%为宜。

- 并机运行时，启机功率不能超过500W。
- 并机运行时，两电源模块的交流采样电路、整流桥后电路及母线电路严禁并联和短接，否则会导致电源模块损坏和短路。
- 并机运行时，两电源模块的应用电路输出部分， V_{out+} 、 V_{out-} 需要分别连接。
- 并机运行时，两电源模块的应用电路控制部分，两电源模块的CB引脚短接。
- 并机运行时，两电源模块的继电器控制RLYP、RLYC引脚为或非逻辑。两个电源继电器控制信号翻转为低电平时，使能继电器RELAY信号导通吸合。

图 4-2 并机均流应用



参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
并机数量	-	2	-	pcs	-
均流不平衡度	-5	-	5	%	$V_{out}=50V$ ，负载：50% (500W) ~100% (1000W)
最大启机负载	-	-	500	W	仅输出电压固定50V时，支持均流。不支持并联外部调压

说明

- 并机通信时，既可以使用一台上位机，也可以使用两台上位机。若使用一台上位机，则需将I2C信号短接，并对分配地址进行区分。详见8.2.1 PMBus地址。
- 并机场景下，电源模块应用时，外围电路设计详见图4-1。
- 并机场景下，单个电源模块故障，若仍需求满足带载能力，应配置故障隔离电路。

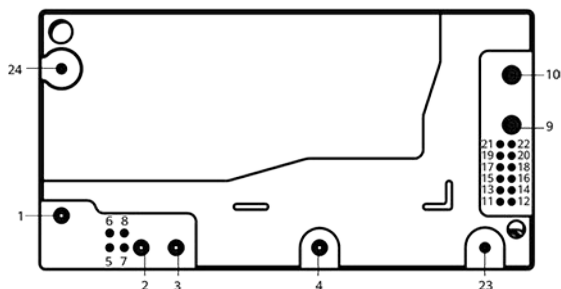
4.7 PCB 布局布线

- 电源模块内部器件应力评估测试条件为电源模块引脚与高压电容引脚小于5cm的焊接方式，如实际使用中大于此距离或使用了插针、端子连接，需要评估对PFC应力的影响，建议在电源模块端口放置瓷片电容或陶瓷电容。
- 输入电压采样端口按照推荐对应L(-)\N(+)连接。
- 输入地与输出地电容推荐直接连接在输入地引脚和输出地引脚，线短且粗。
- 输入EMI、输出滤波等外围电路按照通用电源PCB布局布线规则进行。
- 输出功率地和输出信号地需在外部短接在一起，避免引入干扰导致ACF信号异常。
- 在对应外壳金属部分插针处增加与PE针连接的PCB裸铜，在加工焊接中需要有适当的压力使外壳与PCB裸铜的连接。

5 引脚描述和应用

5.1 引脚分布

图 5-1 引脚分布

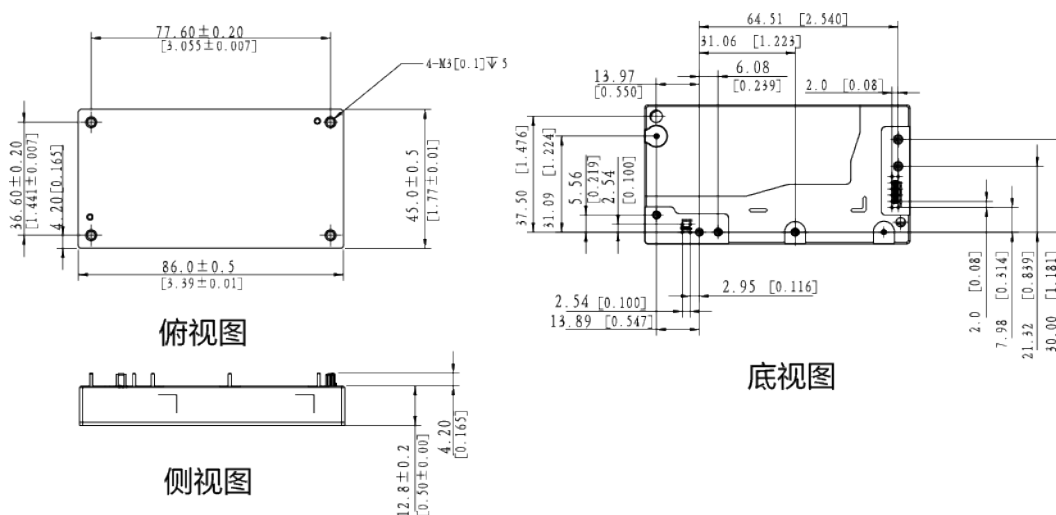


引脚编号	引脚名称	功能描述	引脚编号	引脚名称	功能描述
1	AC+	输入 (+)	13	CNT	远程关机
2	AGND	AGND	14	RST	I2C复位, 用于与上位机通信
3	PFC BUS	母线电容正极	15	SCL	I2C时钟, 用于与上位机通信
4	PFC_half	谐振电容中间点外置引脚, 用于谐振电容的钳位。	16	SDA	I2C数据, 用于与上位机通信
5	ACL_O	交流输入L相采样	17	GND	信号GND
6	ACN_O	交流输入N相采样	18	ALERT	功率故障信号
7	RLYC	缓启动继电器控制	19	AUX	辅助电源12V
8	RLYP	继电器电源	20	ACF	交流输入掉电告警
9	Vout+	电源模块输出 (+)	21	CB	并机均流母线, 用于两个电源模块并机
10	Vout-	电源模块输出 (-)	22	TRIM	TRIM调压电阻

引脚编号	引脚名称	功能描述	引脚编号	引脚名称	功能描述
11	ADDR	通信地址	23	PE2	电源模块保护地
12	SEC_3V3	辅助电源3.3V, 禁止外拉负载	24	PE3	电源模块保护地

5.2 封装尺寸

图 5-2 结构尺寸



说明

- 所有尺寸均以 mm [in.] 表示。公差： $x.x \pm 0.5$ mm [$x.xx \pm 0.02$ in.]; $x.xx \pm 0.25$ mm [$x.xxx \pm 0.010$ in.]，除非另有说明。
- 引脚1~4和引脚23、24的直径为 1.00 ± 0.05 mm [0.039 ± 0.002 in.]；引脚9~10的直径为 1.5 ± 0.05 mm [0.059 ± 0.002 in.]；引脚5~8的直径为 0.64 ± 0.05 mm [0.025 ± 0.002 in.]；引脚11~22的直径为 0.50 ± 0.05 mm [0.020 ± 0.002 in.]。
- 用于固定电源模块底板与其它部件表面（如散热器）的M3螺钉，电源模块底板表面下方的M3螺钉深度不能超过3.0mm。

5.3 引脚应用

5.3.1 AC+

AC+引脚与AGND是电源模块的功率输入引脚，连接外围电路整流桥后，为防止PFC电路高频工作对外造成干扰，引脚之间需要增加额外的电容，推荐增加 $1.5\mu\text{F}/450\text{V}$ 薄膜电容及两颗串联的 $22\text{nF}/1000\text{V}$ 的陶瓷电容在靠近AC+引脚的位置。

5.3.2 PFC BUS

PFC BUS引脚与AGND引脚之间连接PFC母线电容，容值范围为300μF~500μF，具体容值根据输出功率及掉电保持时间需求计算，其中母线的欠压点为300V。为保证低温正常启机，母线电容建议采用多个低ESR的电容并联。此外，吸收电容必不可少，吸收电容可限制PFC输出冲击电压、减少母线电容纹波，并利于低温启机。

5.3.3 PFC_half

PFC_half引脚在使用时必须增加两颗快恢复二极管，钳位内部谐振电容的电压，防止短路、过流保护等工况下造成的电源模块损坏。推荐选用DPARK封装，600V，峰值电流为5A，反向恢复时间小于40ns的快恢复二极管，且需靠近PFC_half引脚放置。

5.3.4 ACN_O 和 ACL_O

交流电压采样系数软件中锁定，外围电路必须使用960kΩ/1%电阻，需采用多个电阻串联，如串联4颗240kΩ/1%电阻。

5.3.5 TRIM

TRIM引脚用于调节输出电压。在电源模块输出电压可调节范围内，将TRIM引脚通过电阻与GND引脚连接，实现输出电压调节。

调压电阻 (R) :

$$R = \frac{252945}{79.5 - V_{out}} - 5110 (\Omega)$$

说明

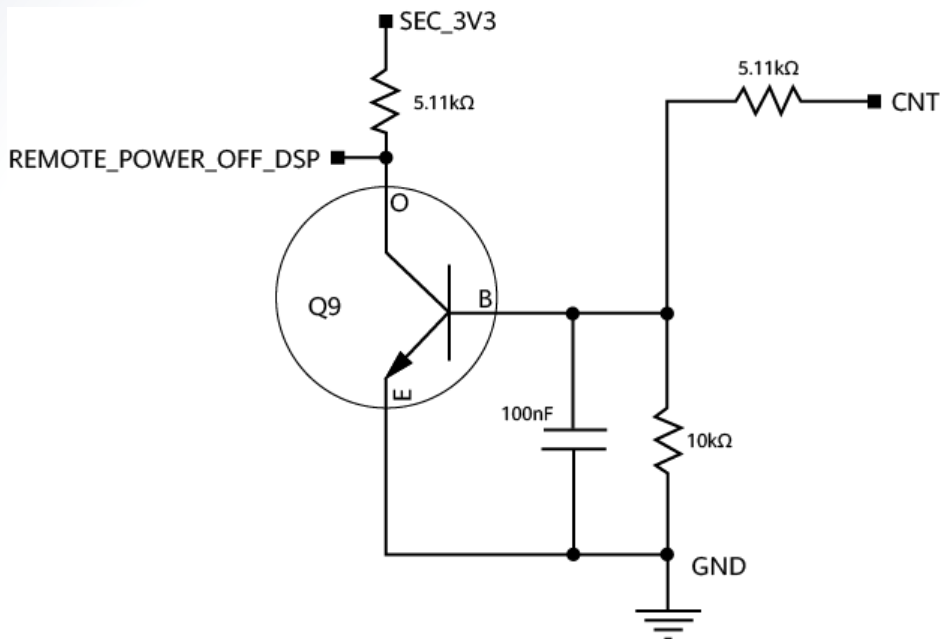
- 电源模块电压调节支持TRIM调节和PMBus命令调节两种方式，优先选用TRIM调节。
- TRIM调节电压不允许超出允许的电压范围，否则TRIM功能将失效。
- TRIM功能不使用时需连接GND，防止电源模块受干扰导致输出电压异常。

5.3.6 CNT

电源模块的主路输出可通过CNT信号控制其ON/OFF状态。

远程关机时，需外围持续为电源模块施加200ms以上的高电平，以确保Q9被导通。电源模块复位后，恢复时间不超过5s。

图 5-3 内部电路



说明

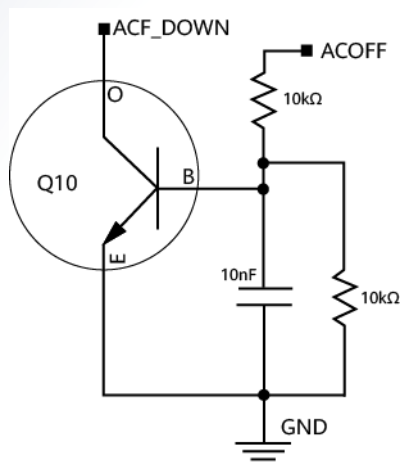
外围电路高电平若通过过大电阻上拉CNT电压，可能会导致Q9在低温环境下不能正常导通，推荐直接通过3.3V驱动远程关机。

信号: CNT	输入信号 注: 电源模块内部将CNT信号下拉到GND。		
CNT=低电平	主路输出开启		
CNT=高电平	主路输出关闭		
	最小值	最大值	单位
逻辑低电平	-0.3	0.6	V
逻辑高电平	2.4	3.6	V
关机脉冲宽度	200	-	ms
开机延迟时间	-	5	s

5.3.7 ACF

电源模块的交流输入掉电后，通过ACF信号上报告警。

图 5-4 内部电路



说明

推荐外围电路通过10kΩ电阻上拉到3.3V，并增加100pF或以上容值的瓷片电容滤波。

信号：ACF	OC（集电极开路）输出信号。
ACF=低电平	输入正常
ACF=高电平	输入掉电

参数	最小值	最大值	单位	备注
逻辑低电平	-0.3	0.8	V	-
逻辑高电平	2.4	3.6	V	-
I_{sink} , ACF=低电平	-	10	mA	-
告警延迟时间	4	-	ms	交流输入掉电后，通过ACF信号上报输入掉电告警；从输入掉电到告警延时至少4ms

参数	最小值	最大值	单位	备注
掉电保持时间	16	-	ms	交流输入掉电
说明				$V_{\text{out}}=50\text{V}$, $C_{\text{bus}}=500\mu\text{F}$, $P_{\text{out}}=500\text{W}$
ACF告警上报至输出电压跌落至90%给定电压的时间	10	-	ms	输入欠压导致的输出掉电
				$V_{\text{out}}=50\text{V}$, $C_{\text{bus}}=500\mu\text{F}$, $P_{\text{out}}=500\text{W}$

说明

掉电保持时间与母线电容容量线性相关，当对掉电保持时间需求不强烈时可在规格范围内适当减小母线电容容值，掉电保持时间和母线电容容值可参考如下公式计算：

$$T_{\text{hold}} = 22000 \times \frac{C_{\text{bus}}}{P_{\text{out}}} - 6 \quad (V_{\text{out}} = 50 \text{ V})$$

5.3.8 ALERT

信号：ALERT	ALERT信号为控制器直接输出且外围需增加RC滤波电路
ALERT=低电平	电源模块告警
ALERT=高电平	电源模块无告警

参数	最小值	最大值	单位	备注
逻辑低电平	-0.3	0.8	V	-
逻辑高电平	2.4	3.6	V	-
I _{source}	-1.0	1.0	mA	-

- 当电源模块触发输入欠压保护、输入过压保护、输出过压保护、输出过流保护和过温保护时，电源模块的ALERT信号将上报告警。
- ALERT告警触发后，可通过复位辅助电源或在电源模块正常工作时，下发上位机指令复位ALERT信号。
- 推荐增加信号放大电路，ALERT增加钳位二极管。
- 告警类型可通过PMBus命令上报并复位。

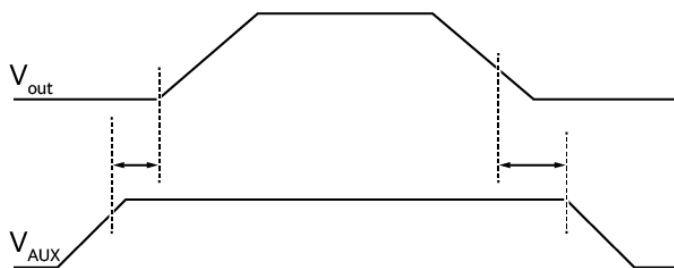
5.3.9 AUX

电源模块提供输出辅助电源。

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
AUX输出电压	10	12	14	V	启动时最大过冲不超过16V，若外接负载，需并联47μF电容使用

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
AUX输出电流	-	-	30	mA	V_{AUX} (AUX输出电压) 无输出过压、输出过流和输出短路保护功能, 若AUX输出过流保护或AUX失效, 则电源模块主路无输出 (AUX长时间触发输出过压、输出过流或输出短路保护可能导致电源模块损坏)。

图 5-5 V_{out} 与 V_{AUX} 时序



参数	描述	最小值	最大值	单位	备注
T1	$V_{AUX} \geq 90\%$ 到 V_{out} 输出开始上升时间。	2	-	ms	输出负载 $\geq 0.1A$
T2	$V_{out} \leq 12V$ 到 V_{AUX} 输出开始下降时间。	2	-	ms	

5.3.10 RLYP 和 RLYC

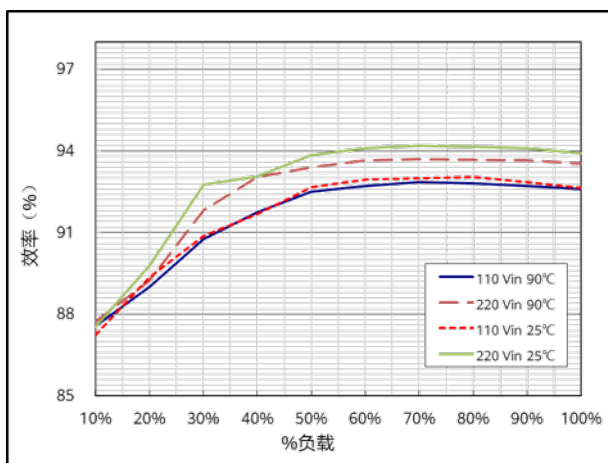
电源模块提供 RLYP 和 RLYC 控制外部缓启动继电器。

信号: RLYP	外部缓启动继电器控制电源。			
参数	最小值	最大值	单位	备注
RLYP	12.0	13.5	V	启机过冲不超过 16V

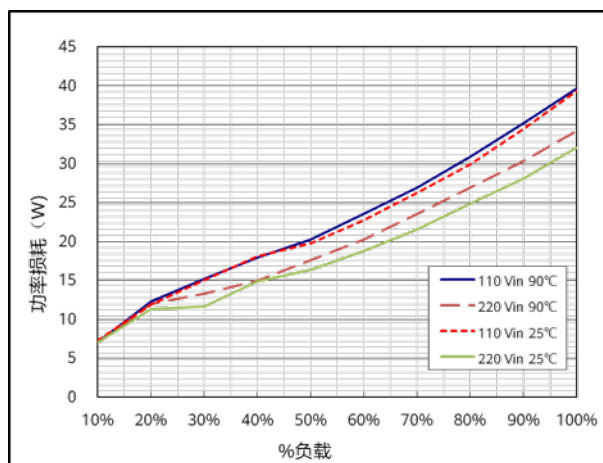
信号: RLYC	外部缓启动继电器控制信号。 开路集电极输出，外部通过继电器连接到RLYP		
RLYC=低电平	继电器闭合		
RLYC=高电平	继电器开路		
	最小值	最大值	单位
V_{RLYC_Low} (平均值)	0	0.8	V
I_{sink}, RLYC=低电平	-	40	mA

6 特性曲线

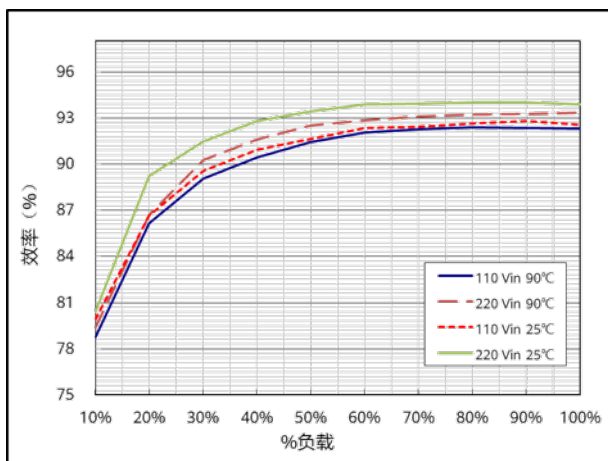
6.1 效率曲线



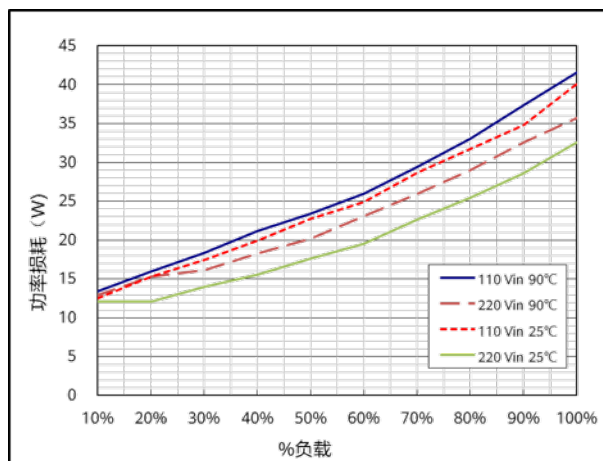
效率 ($V_{out}=42V$, $T=25^{\circ}C/90^{\circ}C$)



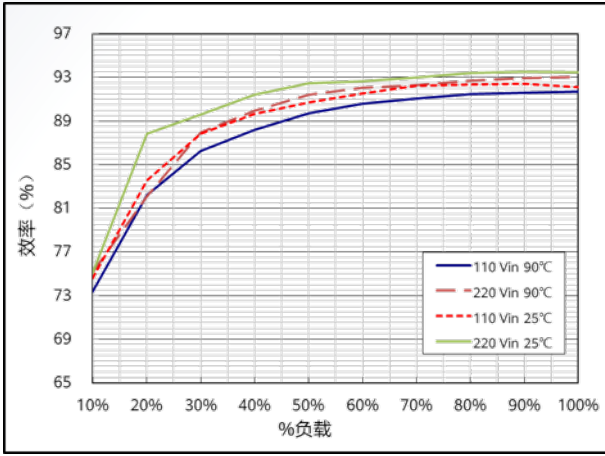
功率损耗 ($V_{out}=42V$, $T=25^{\circ}C/90^{\circ}C$)



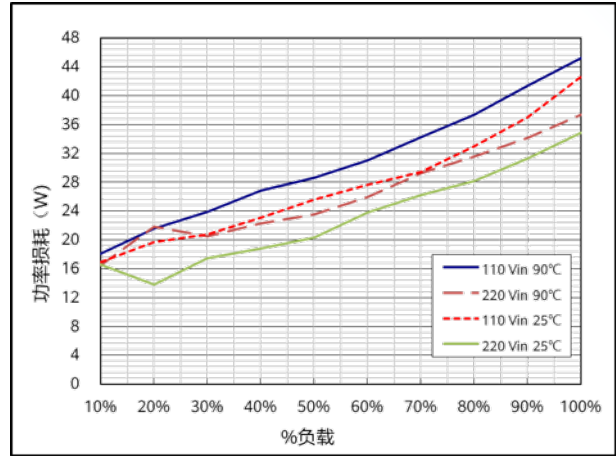
效率 ($V_{out}=50V$, $T=25^{\circ}C/90^{\circ}C$)



功率损耗 ($V_{out}=50V$, $T=25^{\circ}C/90^{\circ}C$)

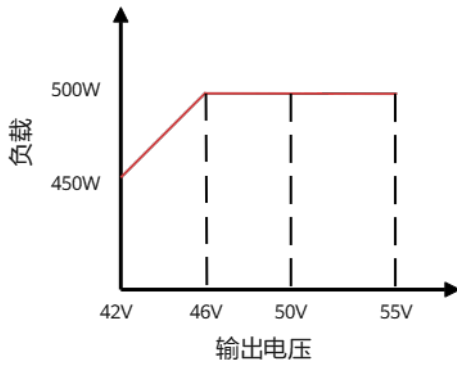


效率 ($V_{out}=55V$, $T=25^{\circ}C/90^{\circ}C$)

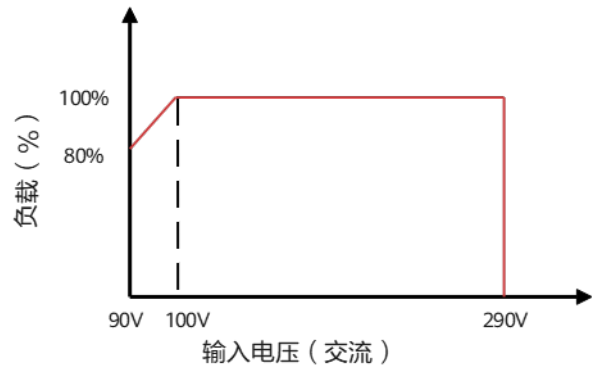


功率损耗 ($V_{out}=55V$, $T=25^{\circ}C/90^{\circ}C$)

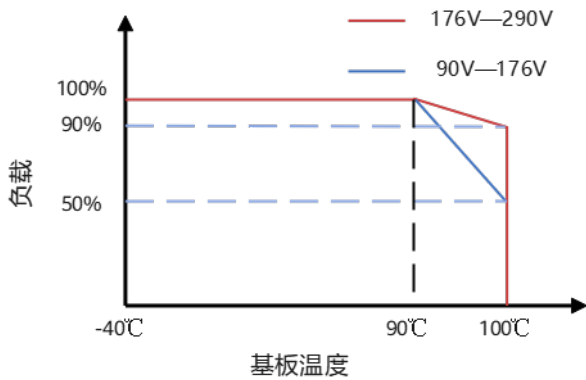
6.2 其他曲线



额定负载



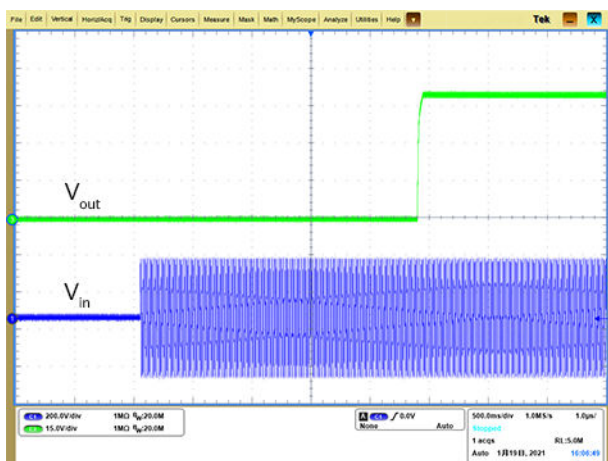
输入电压与输出功率降额



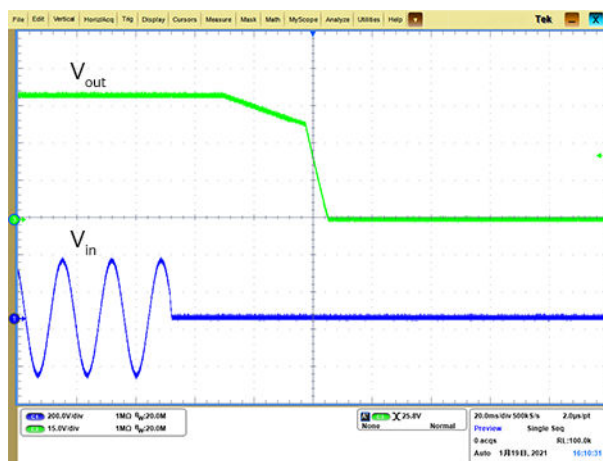
输出功率与基板温度降额

7 典型波形

7.1 开机与关机波形

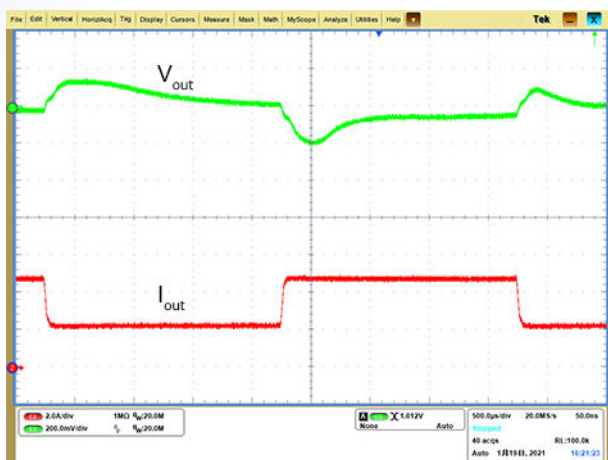


开机 ($V_{in}=220V$ AC, $V_{out}=50V$ DC)

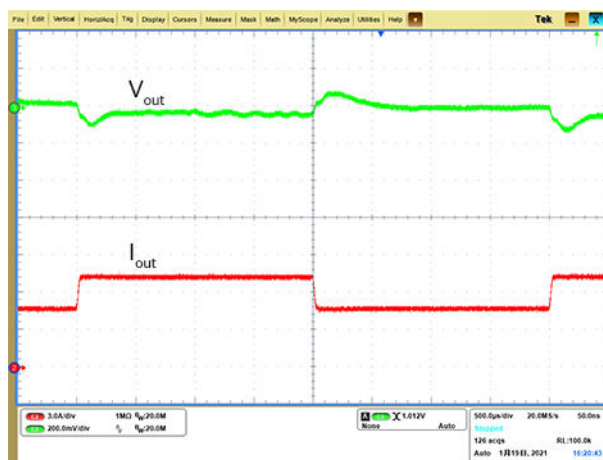


关机 ($V_{in}=220V$ AC, $V_{out}=50V$ DC)

7.2 动态负载纹波

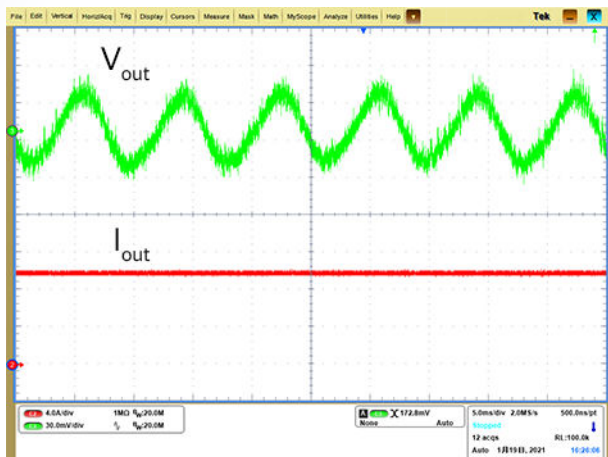


动态负载 (负载: 25%~50%~25%,
 $di/dt=0.1A/\mu s$, $V_{in}=220V AC$)



动态负载 (负载: 50%~75%~50%,
 $di/dt=0.1A/\mu s$, $V_{in}=220V AC$)

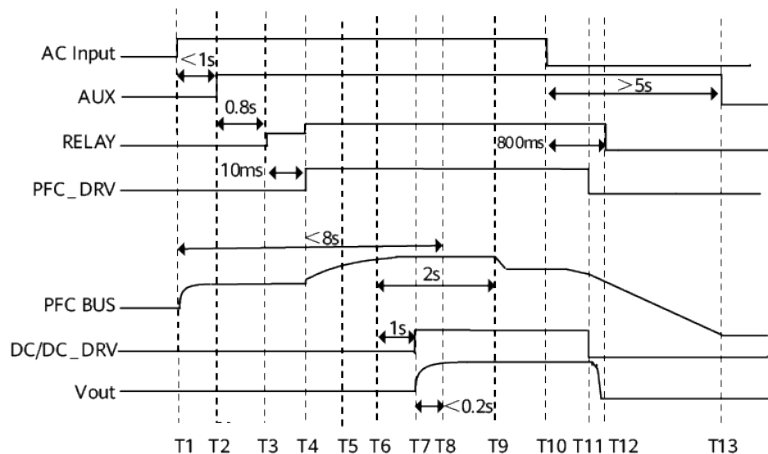
7.3 输出电压纹波噪声



输出电压纹波噪声 ($V_{in}=220V$ AC,
 $V_{out}=50V$ DC)

7.4 时序介绍

图 7-1 电源模块时序



7.4.1 开机时序

电源模块正常的上电开机顺序为：输入上电 (T1) → 辅源正常工作 (T2) → 继电器吸合 (T3) → PFC电路启动 (T4) → DCDC电路启动 (T7)。

T1: 电源模块输入上电，母线电压爬升到45V以上，辅助电源从母线取电；

T2: 辅助电源建立，待输入建立稳定；

T3: 继电器吸合, 吸合时间约10ms (继电器选型相关);

T4: 继电器吸合之后, 母线电压快速爬升, 待输入电压达到415V之后, 延迟1s, DC-DC开始工作, 输出建立, 输出建立时刻母线电压会高于正常工作的母线电压, 工作正常之后母线回落, 电源工作在稳定状态。

7.4.2 关机时序

电源模块正常下电关机顺序为: 输入掉电 (T10) → 母线欠压/输出欠压 (T11) → 输出掉电 (T11) → 继电器断开 (T12) → 辅源关闭 (T13)。

若使用推荐的外围电路, 额定输入, 50V输出时, 输出大于45V的时间大于20ms (全温度范围, 热机状态)。在其他条件下, 掉电保持时间会根据PFC母线电容的容量变化。

7.4.3 停机、保护及恢复时序

电源模块具备停机和休眠功能。

- 停机功能只关闭LLC电路, 辅助电源和PFC电路正常开启。通过CNT引脚控制, 再次开机时只执行LLC启动之后的时序。
- 当电源模块检测到故障, 则启动保护功能, 此时会根据故障类型关闭不同的功率电路, 电源模块恢复输出时, 仍然按照开机时序执行。

8 PMBus 通信

8.1 信号特性

电源模块可通过PMBus命令上报输入功率、输入电压、输出功率、输出电压和输出电流。

上报精度	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入功率	-	-	-	-	$V_{in}=110V\ AC/220V\ AC$
	-5	-	5	%	$P_{out}=150W\sim 500W$
	-10	-	10	%	$P_{out}=65W\sim 150W$
	-	-	-	%	$P_{out}<65W$
输入电压	-5	-	5	V	-
输出电压	-2	-	2	%	-
输出电流	-5	-	5	%	$I_{out}=5A\sim 10A$
	-15	-	15	%	$I_{out}=1A\sim 5A$
	-	-	-	-	$I_{out}<1A$
输出功率	-	-	-	%	$V_{in}=110V\ AC/220V\ AC$
	-5	-	5	%	$P_{out}=150W\sim 500W$
	-10	-	10	%	$P_{out}=65W\sim 150W$
	-	-	-	%	$P_{out}<65W$
电源模块内部温度	-8	-	8	°C	-

8.2 数据链路层协议

8.2.1 PMBus 地址

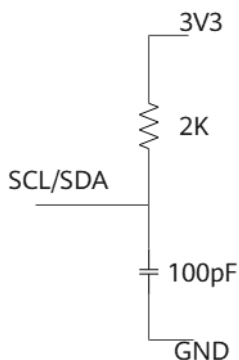
ADDRESS接口支持地址识别。

最小电阻值 (kΩ)	典型电阻值 (kΩ)	最大电阻值 (kΩ)	通信地址
-	30	47	0xBE
62	82	91	0xBC
110	120	140	0xBA
180	190	200	0xB8
270	285	300	0xB6
390	400	430	0xB4
560	610	680	0xB2
820	910	-	0xB0

8.2.2 SCL, SDA

SCL引脚电压和SDA引脚电压分别通过2kΩ电阻上拉到3.3V，并通过100pF电容滤波。

图 8-1 SCL 与 SDA 连接图

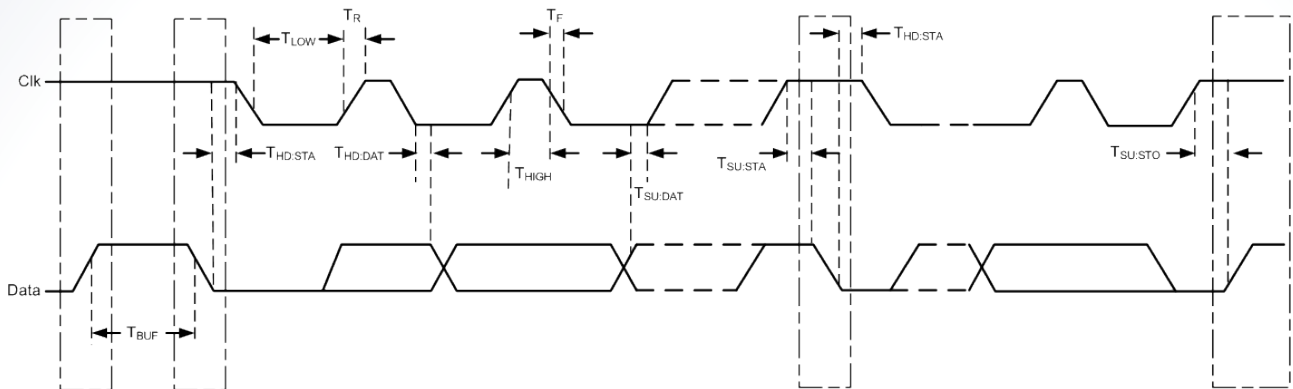


参数	最小值	最大值	单位
逻辑低电平	-0.3	0.8	V
逻辑高电平	2.4	3.6	V
空闲数据间隔时间	10	-	ms

8.2.3 数据传输方式

电源模块支持的最大时钟频率为100kHz。

图 8-2 PMBus 时序



时序	描述	最小值	最大值	单位
T_{BUF}	启停间的总线释放时间	4.7	-	μs
$T_{HD:STA}$	(重复) 启机后的保持时间。本时序过后, 第一时钟产生	4	-	μs
$T_{SU:STA}$	重复启机建立时间	4.7	-	μs
$T_{SU:STO}$	停机建立时间	4	-	μs
$T_{HD:DAT}$	数据保持时间	300	-	ns
$T_{SU:DAT}$	数据建立时间	250	-	ns
T_{LOW}	时钟低电平时间	4.7	-	μs
$T_{LOW:SEXT}$	累积时钟低电平扩展时间 (从设备)	-	25	ms
$T_{LOW:MEXT}$	累积时钟低电平扩展时间 (主设备)	-	10	ms
T_{HIGH}	时钟高电平时间	4	50	μs
T_F	时钟数据下降时间	-	300	ns
T_R	时钟数据上升时间	-	1000	ns

8.2.4 通信复位

如果通信总线被阻塞, 可以通过RST信号进行复位。RST信号在电源模块内部通过100k Ω 电阻接地, 在电源模块外部通过1k Ω 电阻接地。

信号: RST	输入信号
RST=低电平	未重置通信母线

RST=高电平	重置通信母线
---------	--------

参数	最小值	最大值	单位
逻辑低电平	-0.3	0.8	V
逻辑高电平	2.4	3.6	V
脉冲复位宽度	700	-	ms

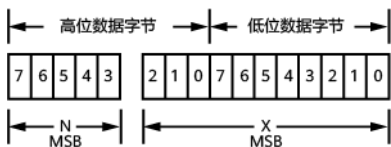
8.3 应用层协议

8.3.1 数据格式

Linear 11 数据格式

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（含2位补码）和5位二进制有符号指数（含2位补码）。如图8-3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：

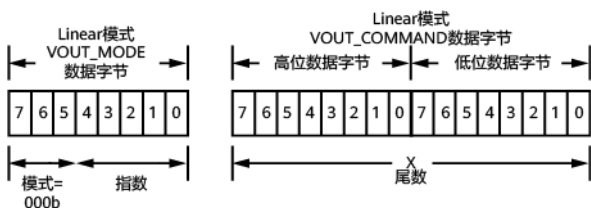
$$X=Y \times 2^N$$

- Y是11位，含2位补码。
- N是5位，含2位补码。

Linear 16 数据格式

输出电压相关的命令有VOUT_COMMAND、VOUT_MODE、READ_VOUT。这些命令的数据是一个16位无符号整数，如图8-4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为输出电压值。
- V是16位无符号整数。
- N为5位有符号整数（含2位补码）。

8.3.2 通信命令

通信命令集

命令代码	命令名称	数据读写类型	数据长度/Q值	数据格式	描述	备注
0x00	PAGE	Read/Write Byte	-	HEX	选择单一物理地址器件的多路输出模块中的一路	读操作返回0，写操作仅写0有效
0x03	CLEAR_FAULTS	Send Byte	-	HEX	清除故障状态	-
0x20	VOUT_MODE	Read Byte	-	HEX	确定PMBus命令使用的数据类型及参数	默认值0x17（VOUT使用Linear 16, N=-9）
0x21	VOUT_COMMAND	Read/Write Word	-9	Linear 16	输出指定电压	单位V，调压范围为[A-1, B+1]，主控实际调压范围为[A, B]（输出调压电源备注） 读操作返回xV，写操作无效（输出非调压电源备注） A=42, B=55
0x46	USER_MAX_CURRENT_CFG	Read/Write Word	-	Linear 11	输出限流保护点设置	缺省设定值：13.5A； 设定范围：3A~14.5A；设置范围为[A-1,B+1]，主控实际设置范围为[A,B] 限流设定精度：±1A
0x7A	STATUS_VOUT	Read Byte	-	HEX	输出电压状态信息	此命令有锁存，通过03h命令清除

命令代码	命令名称	数据读写类型	数据长度/Q值	数据格式	描述	备注
0x7B	STATUS_IOUT	Read Byte	-	HEX	输出电流状态信息	此命令有锁存，通过03h命令清除
0x7C	STATUS_INPUT	Read Byte	-	HEX	输入状态信息	此命令有锁存，通过03h命令清除
0x7D	STATUS_TEMPERATURE	Read Byte	-	HEX	温度状态信息	此命令有锁存，通过03h命令清除
0x88	READ_VIN	Read Word	-	Linear 11	读取输入电压	单位：V
0x89	READ_IIN	Read Word	-	Linear 11	读取输入电流	单位：A
0x8B	READ_VOUT	Read Word	-9	Linear 16	读取输出电压	单位：V
0x8C	READ_IOUT	Read Word	-	Linear 11	读取输出电流	单位：A
0x8D	READ_TEMPERATURE_1	Read Word	-	Linear 11	读取温度1 (SR温度)	单位：℃
0x8E	READ_TEMPERATURE_2	Read Word	-	Linear 11	读取温度2 (PFC温度)	单位：℃
0x96	READ_POUT	Read Word	-	Linear 11	读取输出功率	单位：W
0x97	READ_PIN	Read Word	-	Linear 11	读取输入功率	单位：W
0x98	PMBus_REVISION	Read Byte	-	HEX	PMBus版本号	固定为0x12 (PMBus版本号为1.2)
0xD8	OVP_LOCK_ENABLE	Read/Write Byte	-	HEX	过压方式选择	默认自恢复，0为自恢复，非0锁死，推荐1
0xDF	INPUT_TYPE	Read Byte	-	HEX	输入类型	0: 交流输入 (90V AC~290 V AC) 1: 高压直流输入 (240V DC/380V DC) 3: 未知类型 (AC电源不支持低压直流上报)

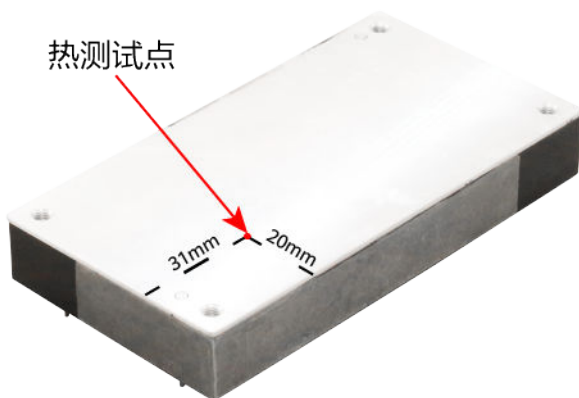
命令代码	命令名称	数据读写类型	数据长度/Q值	数据格式	描述	备注
0xEA	BBOX_RECORD_FRAME_INDEX	Read/Write Word	-	HEX	黑匣子（老化）记录帧序号	老化记录帧序号范围：[0,9]
0xEB	BBOX_RECORD_FRAME_CONTENT	Read Block	32	HEX	黑匣子（老化）记录帧内容	-
0xEC	SYS_TIME	Read/Write Block	4	HEX	系统时间	-
0xEE	BBOX_RECORD_FRAME_LEN	Read/Write Word	-	HEX	黑匣子记录帧长度	帧长度默认为32Byte，可为8Byte/16Byte/32Byte
0xEF	BBOX_RECORD_TOTAL_FRAME	Read Word	-	HEX	黑匣子记录总帧数	-
0xF3	SOFTWARE_VERSION	Read Word	0	HEX	软件版本号（DCDC）	-
0xF7	SOFTWARE_VERSION_2	Read Word	-	HEX	软件版本号2（PFC）	-

9 散热设计

热测试点

选择散热器时需确定铝基板表面均温且铝基板参考温度点在模块内部最大功耗处，外部最高环温最差散热条件下，基板温度应保持在90℃以下。电源模块铝基板的温度参考**功率损耗**评估，当超过降额曲线范围使用时，电源模块有损坏风险。

图 9-1 铝基板温度测试点



说明

当电源模块并联使用时，可以根据空间尺寸调整布局，两个电源模块共用散热器或分别使用独立的散热器。

散热器尺寸

热测试数据基于以下散热条件。散热片、铝基板表面平整度、导热硅脂使用应符合相关技术规范。

电源模块焊接到测试板上后，电源模块基板和L型基板（厚度：3mm）均涂导热硅脂，将基板安装到散热器上。电源模块组装完成后，将其放入无风温箱中后开始测试。测试过程中，根据测试条件调节温箱温度，基板温度稳定1小时以上。

表 9-1 散热器尺寸（推荐）

散热器宽度	250mm
散热器长度	300mm

散热器基板厚度	3mm
散热器翅片高度	40mm
散热器翅片厚度	2mm
散热器翅片数量	22
散热器材料	6063铝
散热器表面处理	表面喷涂砂纹粉末涂层，红外发射率为0.86

推荐散热器安装孔

孔径： $\phi 3.5\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$

散热器锁螺钉处壁厚： $2.2\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$

散热器布局

图 9-2 散热布局



说明

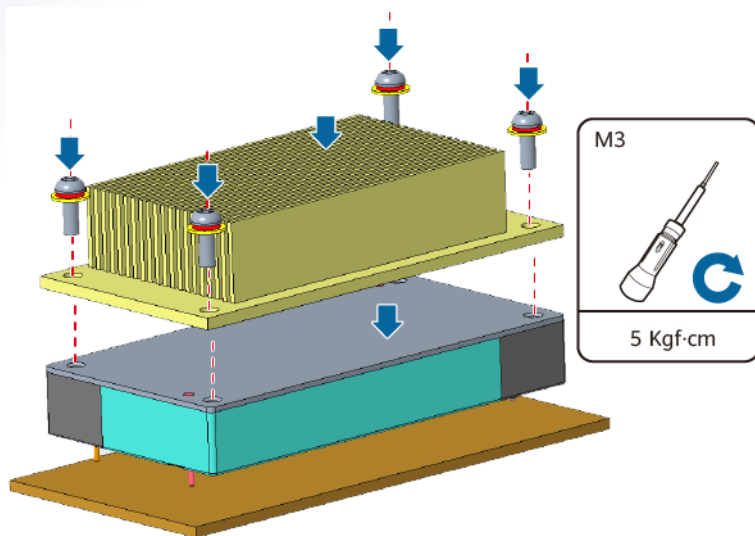
- 电源模块使用时，采用紧固螺钉固定并接地，避免电源模块引脚承受机械应力。
- 电源模块引脚仅用于电气连接用途，不得用于机械固定的目的。

安装散热器

安装散热器时，使用M3螺钉将散热器与电源模块固定在一起。M3螺钉进入外壳深度不可超过4.8mm（盲孔深度5mm），推荐将散热齿向上安装，便于空气对流，热量尽快散出。确保电源模块基板与散热器配合紧密。导热硅脂的使用应符合相关技术规范，以便达到最佳的散热效果。

电源模块与散热器及PCB在电子装联过程中，要确保电气连接和机械固定可靠，避免震动损坏电路。在电子装联过程中，要减小散热器、电源模块及PCB之间的机械应力。推荐的安装顺序为：先将电源模块与PCB和散热器机械安装后再焊接，以确保焊点不承受机械应力。

图 9-3 推荐散热器与基板安装方式



焊接要求

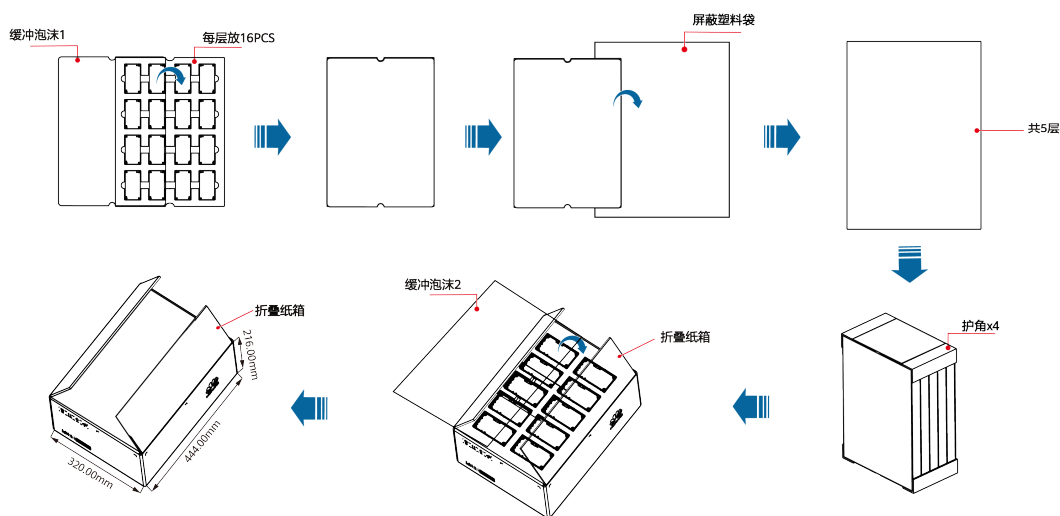
- 波峰焊接：
 - 电源模块引脚峰值温度265℃，焊接时间：10s。
 - 电源模块本体满足峰值温度160℃，焊接时间：30s。
- 手工焊接：
 - 无铅焊接，烙铁尖温度：350℃；焊接时间：不少于5s。

功率损耗

电源模块功率损耗根据效率计算。功耗 (P_d)、效率 (η)、输出功率 (P_o)关系式为： $P_d=P_o(1-\eta)/\eta$ 。

10 产品包装、存放、运输

图 10-1 产品包装示意图



说明

- 产品数量：80个/箱。
- 产品每层放16PCS，然后盖上缓冲泡沫，一起放入屏蔽塑料袋，放置5层后一起放入折叠纸箱中。

存放要求

产品应存放在 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 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 10-1 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)

类型	时间	测试条件
平均无故障时间 (MTBF)	1,200,000小时	$T_C=25^{\circ}\text{C}$, $V_{in}=110/220\text{V AC}$, 80%负载, Telcordia SR332, Method 1 Case 3

可靠性测试

测试项	测试条件	参考测试方法
HALT测试	高温极限: 110°C ; 低温极限: -60°C ; 温度变化斜率: $40^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$; 随机振动极限: 40G	参考IPC-9592B, 5.2.3
高低温循环测试	高温: 125°C ; 低温: -40°C ; 持续时间: 15分钟; 温度变化斜率: $15^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$; 循环次数: 500次	参考IPC-9592B, 5.2.6
高温高湿偏置	高温: 85°C ; 相对湿度: 85%RH; 持续时间: 1000小时	参考IPC-9592B, 5.2.4
高温操作偏置试验	工作温度: $100^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$; 输出: $100\%\pm 5\%$ 负载; 持续时间: 1000小时	参考IPC-9592B, 5.2.5
带电温循测试	高温: 100°C ; 低温: -40°C ; 负载: 50%; 循环次数: 700次	参考IPC-9592B, 5.2.7

说明

可靠性测试的温度均为基板温度，测试负载参数仅供参考，需根据环境温度确定合适的负载使基板温度达到测试温度。

B EMC 标准

测试项	测试标准
传导发射(CE)	EN 55032
辐射发射(RE)	EN 55032
谐波 (Harmonics)	IEC 61000-3-2
电压变化, 波动和闪烁	IEC 61000-3-3
静电放电 (ESD)	IEC 61000-4-2
传导抗扰性 (CS)	IEC 61000-4-6
辐射抗扰性 (RS)	IEC 61000-4-3
电快速脉冲群 (EFT)	IEC 61000-4-4
防雷 (Surges)	IEC 61000-4-5
跌落 (DIP)	IEC 61000-4-11
浪涌	输入端口, 判据B 差模/共模: 5kA/5kA, 8/20 μ s 说明 输入端口配置防雷装置: 差模/共模: 20kA, 8/20 μ s, 判据C

C 安规标准

电源模块获取NRTL, CB, CE认证

认证	标准
NRTL	UL 60950-1; UL 62368-1; CSA C22.2 NO. 60950-1
CB	IEC 60950-1; IEC 62368-1
CE	EN 60950-1; EN 62368-1

测试项	描述
绝缘强度	<ul style="list-style-type: none"> 输入~输出: 3000V AC或4242V DC 输入~基板: 3200V DC 输出~基板: 1500V DC 漏电流<10mA <p>说明 电源模块独立测试, 基板接地。</p>
绝缘电阻	<ul style="list-style-type: none"> 输入~输出: >10MΩ 输入~基板: >10MΩ 输出~基板: >10MΩ <p>说明 正常大气压、相对湿度<90%、无凝结、试验电压: 500V DC</p>



版权所有 © 华为技术有限公司 2021。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公司商业合同和条款的约束，本文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，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

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。

华为技术有限公司

深圳市 龙岗区
坂田华为总部办公楼
邮编：518129

www.huawei.com