

摘要

本文档介绍和说明芯海科技旗下 CS32G02X 芯片的 PD3.1-EPR 系统系统设计，包括 PD3.1-EPR 协议介绍、PD3.1-EPR 硬件设计要求、PD3.1-EPR 软件设计要求等。

适用范围

类型	适用产品型号或系列	说明
PD 控制器	适用于 CS32G020 、 CS32G020Q 、 CS32G021、CS32G023 等 PD 控制器	基于 CS32G02X 系列 PD 控制器的 PD3.1-EPR 系统设计

版本

历史版本	修改内容	日期
V1.0	初版生成	2022-12-12

目 录

1. PD3.1-EPR 协议简介	4
1.1. PD3.1-EPR 相关协议命令.....	4
1.1.1. EPR_Source_Cap.....	4
1.1.2. EPR_Request.....	4
1.1.3. EPR_Mode.....	5
1.1.4. Extended_Control_Message.....	6
1.2. PD3.1-EPR 进入流程.....	7
1.3. PD3.1-EPR 电源协商流程.....	8
2. 基于 CS32G020 的 PD3.1-EPR 硬件设计	9
2.1. VBUS-MOS 驱动设计.....	9
2.2. LDO 器件选型.....	10
2.3. VBUS 电容选型.....	10
3. 基于 CS32G020 的 PD3.1-EPR 软件设计	11
3.1. 3.08.00 版本的 PD 库新增以下设置参数.....	11
3.2. 3.08.00 版本的 PD 库新增以下输出参数.....	11
3.3. 放电时候如何进行 EPR-PDO 广播.....	11
3.4. 放电时候如何进行 EPR 电压输出控制.....	11
3.5. 充电时如何让 Source 进入 EPR 模式.....	12
3.6. 充电时进入 EPR-Mode 后如何进行拉载控制.....	12
4. 基于 CS32G020 的 PD3.1-EPR 设计常见问题	13
4.1. 适配器支持 PD3.1-EPR, 为什么 CS32G020 不能进入放电 EPR-Mode.....	13

1. PD3.1-EPR 协议简介

最新的 USB PD3.1 快充规范将功率划分为标准功率范围（简称 SPR）和扩展功率范围（简称 EPR）两个范围。

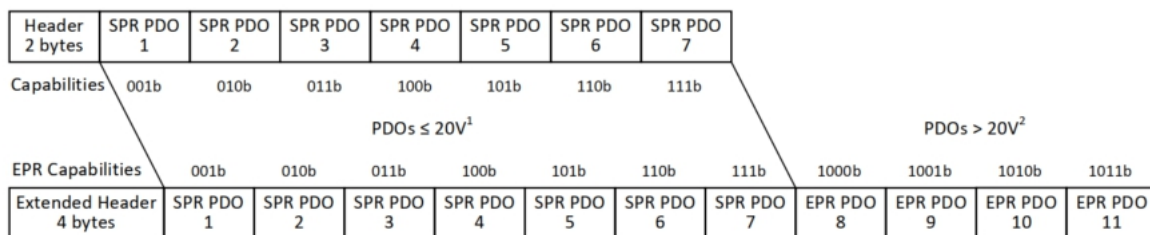
其中标准功率范围（SPR）就是目前市面上主流的 USB PD 3.0 PPS 快充标准，最大充电功率为 100W 不变，而新增的扩展功率范围（EPR）增加了 28V、36V、48V 三个固定电压档位，对应的最大输出电流均为 5A，输出功率最大可以达到 240W。EPR 除了新增三组固定电压之外，USB PD3.1 标准还在扩展功率范围中新增了三组可调电压档（简称 AVS），分别为 15-28V 5A、15V-36V 5A 以及 15-48V 5A。AVS 的最小调压步进是 0.1V，并且继续沿用基于 PDP 的恒功率限制模式。

1.1. PD3.1-EPR 相关协议命令

1.1.1. EPR_Source_Cap

进入 EPR 模式后，Source 端需要对 Sink 端进行广播 EPR_Source_Cap，EPR_Source_Cap 是扩展消息类型，具体的格式如下图：

Figure 6-54 Mapping SPR Capabilities to EPR Capabilities



EPR_Source_Cap 与 SPR 的 Source_Cap 主要区别是：

- ❖ 通过扩展信息进行发送，包括消息 header 和扩展 header
- ❖ 数据包含 SPR 的 PDO 和 EPR 的 PDO

1.1.2. EPR_Request

进入 EPR 模式后，Sink 端接收到 Source 端广播的 EPR_Source_Cap，需要回应对应的 EPR_Request，具体的格式如下图：

Figure 6-32 EPR_Request Message



EPR_Request 与 SPR 的 Request 主要区别是：EPR_Request 需要把对应的 PDO 数据一起发送给 Source 端。

1.1.3. EPR_Mode

EPR_Mode 是用于进入 PD3.1-EPR 模式新增的数据信息。数据信息内容如下：

Table 6-50 EPR Mode Data Object (EPRMDO)

Bit(s)	Field	Description		
		Value	Action	Sent By
B31...24	Action	0x00	Reserved and Shall Not be used	
		0x01	Enter	Sink only
		0x02	Enter Acknowledged	Source only
		0x03	Enter Succeeded	Source only
		0x04	Enter Failed	Source only
		0x05	Exit	Sink or Source
		0x06...0xFF	Reserved and Shall Not be used	
		B23...16	Data	Action Field
Enter	Shall be set to the EPR Sink Operational PDP			
Enter Acknowledged	Shall be set to zero			
Enter Succeeded	Shall be set to zero			
Enter Failed	Shall be one of the following values:			
Exit	Shall be set to zero			
B15...0	Reserved	Shall be set to zero.		

Sink 端可通过 EPR_Mode 命令让 Source 端进入 EPR-Mode，Source 也可通过 EPR_Mode 命令告知 Sink 端是否已经成功进入 EPR-Mode，如果进入失败，也会通过 EPR_Mode 命令告知 Sink 为什么进入失败。

从 EPR-Mode 信息可以知道进入 EPR 失败主要原因包括：

- ❖ 线材不支持 EPR
- ❖ Source 没有成功作为 VCONN Source
- ❖ Sink 发的 RDO 中不支持 EPR
- ❖ Source 在这一刻不能进入 EPR

其中，如果 Source 如果支持 EPR 能力，需要在 SPR 的 PDO 沟通中通过 5V-FIX PDO 的 bit23 告知 Sink 端。具体内容如下：

Bit(s)	Description
B27	Unconstrained Power
B26	USB Communications Capable
B25	Dual-Role Data
B24	Unchunked Extended Messages Supported
B23	EPR Mode Capable
B22	Reserved – Shall be set to zero.
B21...20	Peak Current
B19...10	Voltage in 50mV units
B9...0	Maximum Current in 10mA units

Sink 端如果也支持 EPR 能力，需要在 SPR 的 RDO 沟通中的 bit22 告知 Source 端。具体内容如下：

Bits	Description
B31...28	Object position (0000b and 1110b...1111b are Reserved and Shall Not be used)
B27	GiveBack flag = 0
B26	Capability Mismatch
B25	USB Communications Capable
B24	No USB Suspend
B23	Unchunked Extended Messages Supported
B22	EPR Mode Capable
B21...20	Reserved - Shall be set to zero.
B19...10	Operating current in 10mA units
B9...0	Maximum Operating Current 10mA units

1.1.4. Extended_Control_Message

PD3.1-EPR 新增了相关扩展控制信息，包括：

Table 6-67 Extended Control Message Types

Type	Data	Message Type	Sent by	Description	Valid Start of Packet
0		Reserved	N/A	All values not explicitly defined are Reserved and Shall Not be used.	
1	Not used	<i>EPR_Get_Source_Cap</i>	Sink or DRP	See Section 6.5.14.1	SOP only
2	Not used	<i>EPR_Get_Sink_Cap</i>	Source or DRP	See Section 6.5.14.2	SOP only
3	Not used	<i>EPR_KeepAlive</i>	Sink	See Section 6.5.14.3	SOP only
4	Not Used	<i>EPR_KeepAlive_Ack</i>	Source	See Section 6.5.14.4	SOP only
5-255		Reserved	N/A	All values not explicitly defined are Reserved and Shall Not be used.	

- ①获取 EPR_Source_Cap
- ②获取 EPR_Sink_Cap
- ③发送心跳包 EPR_KeepAlive

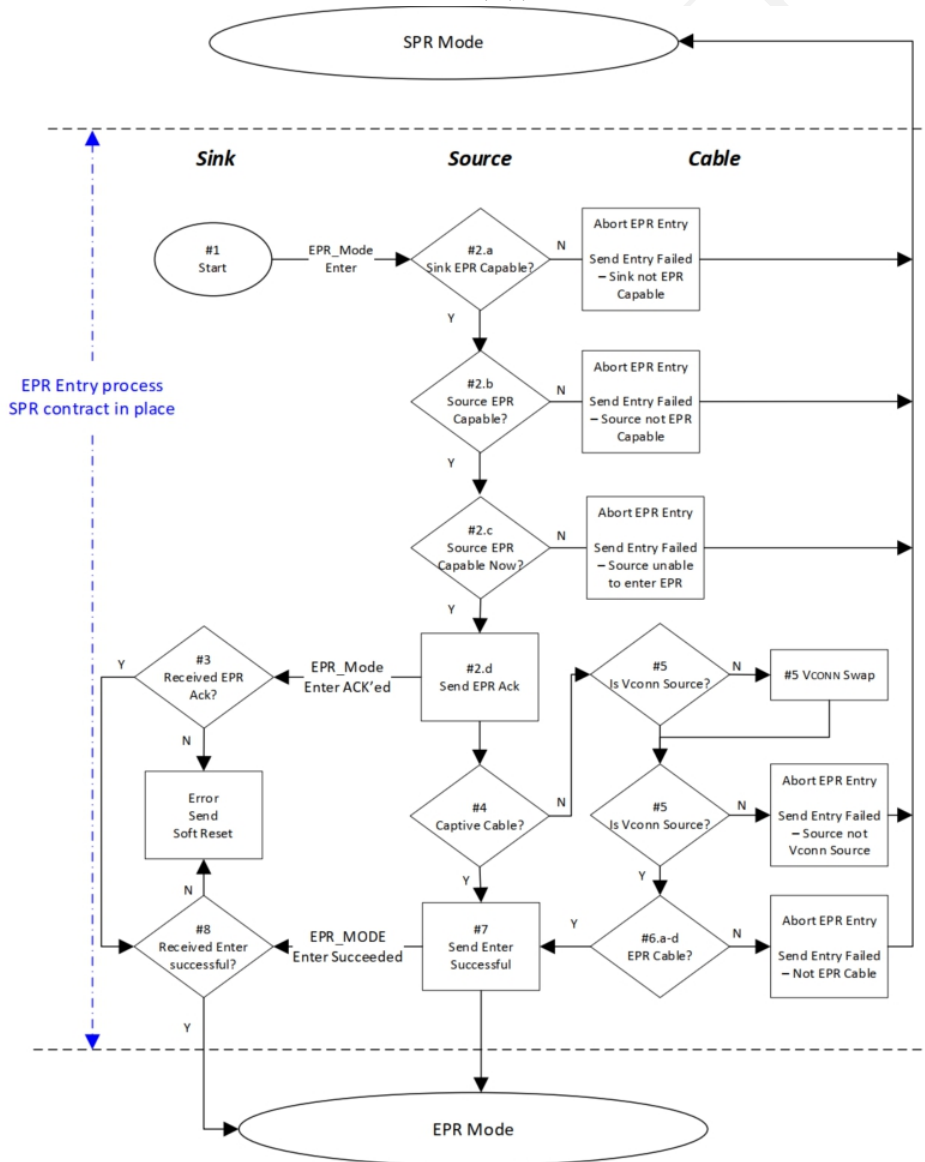
由于 EPR 电源功率较大，为提高 EPR-Mode 通信可靠性，EPR 新增了心跳包 EPR_KeepAlive 命令，进入 EPR-Mode 后 Sink 端需要保证 0.25-0.5S 之间时间发送一次 EPR_KeepAlive 给 Source 端。

- ④回应心跳包 EPR_KeepAlive_Ack

相应的，进入 EPR-Mode 后，Source 收到 Sink 发送过来的 EPR_KeepAlive 命令后，需要回应对应的 EPR_KeepAlive_Ack 命令。

1.2. PD3.1-EPR 进入流程

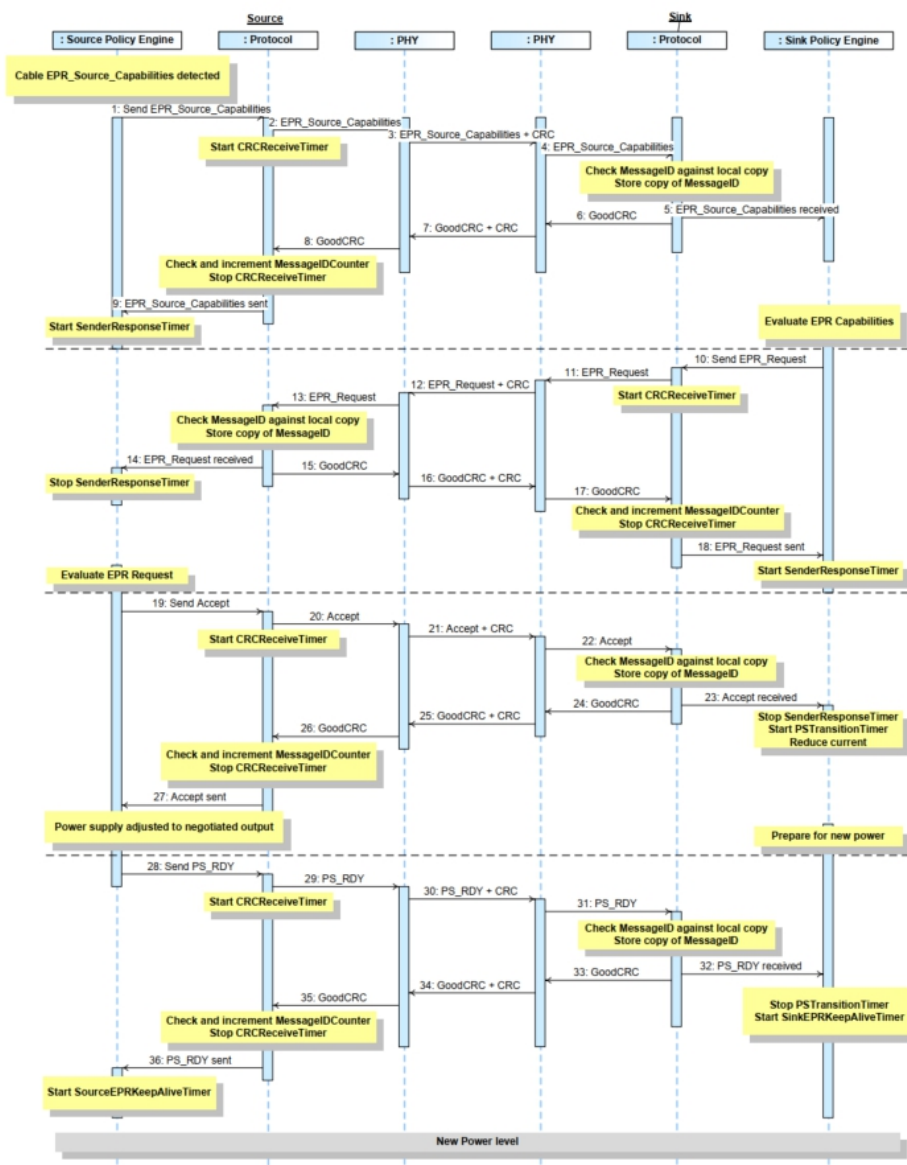
从 SPR-Mode 进入到 EPR-Mode 是需要条件的，进入流程如下：



- ❖ 从该流程中可以看到进入 EPR-Mode 是由 Sink 端发起的。
- ❖ Sink 端通过发送 EPR-Mode-Enter 命令给 Source 端
- ❖ Source 端接收到进入 EPR-Mode 请求命令后，会先进行以下判断：
 - ① Sink 是否具备 EPR 能力
 - ② Source 是否具备 EPR 能力
 - ③ Source 目前是否具备 EPR 能力
- ❖ 如果以上能力都具备，Source 端先发送一条 EPR-Mode-Ack 命令给 Sink 端。
- ❖ Source 端进一步侦测线材是否具备 EPR 能力，如果线材也具备 EPR 能力，Source 端发送 EPR-Mode-Enter-Succeeded 命令给 Sink 端。进而双方一起进入 EPR-Mode。

1.3. PD3.1-EPR 电源协商流程

PD3.1-EPR 的电源协商流程与 SPR 的电源协商流程类似：



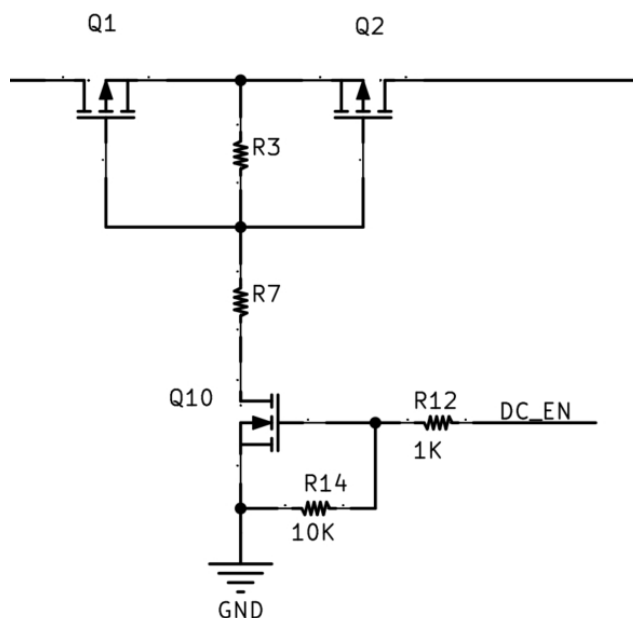
2. 基于 CS32G020 的 PD3.1-EPR 硬件设计

由于 PD3.1 的 EPR 电压增加了 28V、36V、48V 等高电压，所以从原有的 SPR-20V 系统切换到 EPR-28V 以上系统时，需要注意系统 VBUS 路径上的耐压器件选型，包括 VBUS-MOS、VBUS-LDO、VBUS 电容等。

2.1. VBUS-MOS 驱动设计

CS32G020 的 PB2、PB3 引脚是集成高压 PMOS 驱动，耐压最高 25V。在 SPR-20V 的系统设计中可直接使用 PB2 或 PB3 直接驱动 VBUS-PMOS。

但是对于 PD3.1-EPR 系统中，VBUS 电压会达到 28V 或以上，这时不能直接用 PB2 或 PB3 直接驱动 VBUS-PMOS。建议使用以下电路方式进行驱动 VBUS-MOS：



- ❖ 通过 Q10 做高压隔离控制 VBUS-PMOS
- ❖ 需要保证 Q1 和 Q2 的 GS 电压不超过该器件的 GS 耐压值。一般市面上的 PMOS 的 GS 耐压在 25V 以下，所以需要调整 R3 和 R7 的阻值，保证分压后 Q1 和 Q2 的 GS 电压值在设计范围之内，否则会引起管子烧坏。另外也可通过在 Q1 和 Q2 的 GS 之间加稳压管的方式保证 Q1 和 Q2 的 GS 电压值在设计范围之内。
- ❖ Q1 和 Q2 的 DS 耐压值也要保证在 EPR 系统输出最高电压范围之内。

2.2. LDO 器件选型

在移动电源系统中，CS32G020 一般是通过 LDO 方式供电。由于 EPR 的 VBUS 电压会达到 28V 或以上，LDO 的输入耐压需要保证在 VBUS 电压之上，并保留 50% 以上的设计余量。另外，如果 CS32G020 需要支持华为协议，CS32G020 的 VDD 建议供电选取 3.3V 的 LDO。

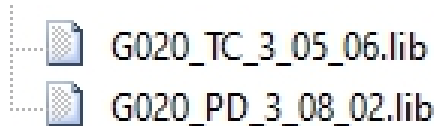
假设 EPR 系统的输出电压为 28V，LDO 输入输出的压差达到 $28-3.3=24.7\text{V}$ ，CS32G020 全速工作时功耗达到 11mA 左右，LDO 上将会有 $24.7\text{V}\times 0.011\text{A}=0.2717\text{W}$ 的功率，LDO 的封装选型建议选用 SOT-89-3。

2.3. VBUS 电容选型

VBUS 上电容的耐压需保证在 EPR 系统 VBUS 电压输出之上，并至少保留 50% 以上的设计余量。

3. 基于 CS32G020 的 PD3.1-EPR 软件设计

如果使用 CS32G020 需要支持 PD3.1-EPR 设计，TYPEC 库版本需要保证是 3.05.06 或以上的版本，PD 库需要保证是 3.08.00 或以上的版本。



3.1. 3.08.00 版本的 PD 库新增以下设置参数

```
//PD3.1新增设置参数
volatile uint8_t B_Source_EPR_Capability_Config; //EPR电源能力配置 1:具备EPR能力 0:不具备EPR能力
volatile uint32_t Upper_EPR_Source_Cap[1]; //EPR-PDO数据配置
```

3.2. 3.08.00 版本的 PD 库新增以下输出参数

```
//PD3.1新增输出参数
volatile uint8_t B_EPR_AVS_Capacity; //EPR_AVS能力 1:具备 0:不具备
volatile uint8_t B_Partner_EPR_Capacity; //对方是否具备EPR能力 1:对方具备EPR能力 0:对方不具备EPR能力
volatile uint32_t Adapter_EPR_Source_Cap[7]; //对方EPR详细PDO信息
volatile uint8_t Adapter_EPR_Source_cap_count; //对方EPR-PDO总数量
volatile uint8_t Adapter_EPR_FIXSource_cap_count; //对方EPR-FIX-PDO总数量
volatile uint8_t Adapter_EPR_AVSSource_cap_count; //对方EPR-ADJ-PDO总数量
volatile uint8_t Epr_Request_pdo[8]; //对方EPR_Request信息
//-----PD输出参数-----
```

3.3. 放电时候如何进行 EPR-PDO 广播

①第一步需要使能 EPR-PDO 功能

```
AP_PDB.B_Source_EPR_Capability_Config = SET;
```

②第二步需要赋值对应的 EPR-PDO 数据

```
AP_PDB.Upper_EPR_Source_Cap[0] = C_SourceCapH_EPR_Data0;
```

```
//EPR 档位
#define C_SourceCapH_EPR_Data0 (0x000<<20) + (VOLT_28V/50<<10) + CURR_5A0/10 //28V/5A
```

以上设置完成后，如果 Sink 和线材都支持 EPR-Mode，CS32G020 作为 Source 时候收到 Sink 的 EPR-Mode-Enter 请求会自动进入 EPR-Mode。

3.4. 放电时候如何进行 EPR 电压输出控制

放电时，如果 CS32G020 和接入的设备进入 EPR-Mode 后，会实时通过 R_Request_Num 更新 Sink 端选取的电压档位，当 R_Request_Num 值大于 7 时，说明 Sink 端请求的是 EPR 电压档位，系统端根据 R_Request_Num 对应的 PDO 电压值进行控制调压输出即可。

3.5. 充电时如何让 Source 进入 EPR 模式

- ① 第一步需要设置 Upper_Sink_Cap 【1】 支持 EPR 电压

```
AP_PDB.Upper_Sink_Cap[1] = C_EPR_SinkCapH_Data0;
```

- ② 第二步需要设置 Upper_Best_Sink_Cap 支持 EPR 电压

```
AP_PDB.Upper_Best_Sink_Cap = C_EPR_SinkCapH_Data0;
```

```
#define C_EPR_SinkCapH_Data0      (0x000<<20) + (VOLT_28V/50<<10) + CURR_5A0/10 //28V/5A
```

以上设置完成后，如果 Source 支持 EPR-Mode，CS32G020 作为 Sink 时会主动发送 EPR-Mode-Enter 请求给 Source 端，并首选请求 Upper_Best_Sink_Cap 对应的电压值。

3.6. 充电时进入 EPR-Mode 后如何进行拉载控制

CS32G020 作为 Sink 与 Source 成功进入 EPR-Mode 后，会把 Source 的 EPR 对应档位的电流值装载到 R_Source_Cap_Cur_Capacity 中，系统根据 R_Source_Cap_Cur_Capacity 的值进行拉载即可。

4. 基于 CS32G020 的 PD3.1-EPR 设计常见问题

4.1. 适配器支持 PD3.1-EPR，为什么 CS32G020 不能进入放电 EPR-Mode

首选需要查看对应的 EPR-PDO 是否已经装载数据，并且使能了 B_Source_EPR_Capability_Config。确认数据无误后需要确认使用的线材是否支持 PD3.1-EPR 功能。

免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，芯海科技不对信息的准确性、真实性做任何保证。

芯海科技不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他芯海科技提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

芯海科技不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2023 芯海科技（深圳）股份有限公司，保留所有权利。



芯海科技
CHIPSEA

股票代码:688595

www.chipsea.com

13 / 13

芯海科技（深圳）股份有限公司

本资料为芯海科技专有财产，非经许可，不得复制、翻印或转变其他形式使用。

This document is exclusive property of CHIPSEA and shall not be reproduced or copied or transformed to any other format without prior permission of CHIPSEA