

团 体 标 准

T/CCSA 393—2024 T/TAF 083—2024
代替 T/CCSA 393-2022 T/TAF 083-2022

移动终端融合快速充电技术要求

Universal fast charging specification for mobile devices

2024 - 04 - 01 发布

2024 - 04 - 08 实施

中国通信标准化协会
电信终端产业协会

发布

版权声明

本文件的版权归中国通信标准化协会和电信终端产业协会共同所有，任何单位和个人未经许可，不得进行技术文件的纸质和电子等任何形式的复制、印刷、出版、翻译、传播、发行、合订和宣贯等，也不得未经允许采用其具体内容编制中国通信标准化协会和电信终端产业协会以外各类标准和技术文件。如有以上需要请与版权所有方联系。

邮箱：IPR@ccsa.org.cn

tafrb@taf.org.cn

电话：010-62302847

010-82052809

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 通用要求	2
6 电气特性及时序要求	3
6.1 概述	3
6.2 电气特性	3
6.3 阻抗规则要求	4
6.4 通信基本时序要求	4
6.5 其它要求	4
7 物理层	5
7.1 概述	5
7.2 物理通道实现	5
7.3 快充协议握手检测	5
7.4 物理层通讯机制	8
7.5 循环冗余校验 (CRC)	10
7.6 数据包格式	10
7.7 物理层消息应答机制	10
7.8 总线冲突	10
7.9 硬件复位	13
8 协议层	14
8.1 概述	14
8.2 消息	14
8.3 定时器	28
8.4 计数器	30
8.5 状态机	31
8.6 协议升级及兼容性要求	32
8.7 消息交互和冲突处理	32
9 应用层	39
9.1 概述	39
9.2 策略控制	39
9.3 鉴权	42
9.4 供电设备信息上报	43
9.5 供电设备保护	43

9.6 线缆识别.....	44
10 功率规则.....	45
10.1 概述.....	45
10.2 输出功率范围规则.....	45
10.3 输出功率动态调节规则.....	46
10.4 输出功率稳态精度规则.....	49
10.5 充电设备功率规则.....	49
10.6 故障处理规则.....	49
附录 A（规范性） CRC-8 算法说明.....	51
附录 B（规范性） 线缆补偿要求.....	52
附录 C（规范性） 线缆电子标签供电方式.....	53
附录 D（规范性） UFCS 工作流程图.....	54
附录 E（规范性） 基于 SHA256 算法的 UFCS 鉴权说明 ^[1]	66
E.1 鉴权数据的定义.....	66
E.2 鉴权数据的发送.....	66
E.3 鉴权数据的处理（基于 SHA-256 算法）.....	67
E.4 示例（C 语言）.....	67
参考文献.....	69

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会和电信终端产业协会共同提出，并分别归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、华为终端有限公司、OPPO广东移动通信有限公司、维沃移动通信有限公司、矽力杰半导体技术（杭州）有限公司、瑞芯微电子股份有限公司、深圳立辉科技有限公司、昂宝电子（上海）有限公司、深圳电酷网络科技有限公司、小米通讯技术有限公司、荣耀终端有限公司、珠海智融科技股份有限公司、芯海科技（深圳）股份有限公司。

本文件主要起草人：徐春莹、赵晓昕、李东豫、彭江、郭朋飞、林尚波、李宗健、王超、张加亮、陈栋、杨成军、田晨、刘臻、张元、史振宁、吴春雨、秦冲、文司华、王立龙、曾兵、王志强、姚伦慧、王彦腾、周海滨、罗九兵、严凯、周如生、孙长宇、张健、张明威、苏远腾、郑连生、龙智帆、赵砚博、孙瑞囡、张奋伟、董传龙、冯梓允、任行、袁经纬、何碧俊、李杰强、杨璐、梁源超、杨乐。

引 言

为适应信息通信终端产业发展对终端快速充电技术标准需要，由中国通信标准化协会和电信终端产业协会共同组织制定本文件，推荐有关方面采用。有关对本文件的建议和意见，向中国通信标准化协会和电信终端产业协会反映。

近年来，终端快速充电技术迅速发展，尤其在充电速度、充电安全、充电智能管理方面提升显著，快充体验获得了广大用户的广泛认可并已成为手机等智能终端的标配特性。

但快充产业长期存在协议互不兼容的问题：不同品牌终端和适配器之间不能有效识别，只能实现较低功率的充电。一方面，用户快充体验受到很大的制约和限制，不兼容问题成为用户的一大痛点；另一方面，由于充电标准不统一，导致产业链上下游厂家研发通用快充电源芯片和配件的风险和成本相对高昂。技术制式的不统一也将妨碍终端绿色能源和循环经济的长期发展。

本文件面向用户需求，制定移动终端的融合快速充电标准，解决互配快充不兼容问题，并作为快充技术长期演进的基础，促进厂家快充技术在行业内现有终端的互通使用，同时指导和规范设备制造商（上下游产业链）的产品研发和生产，为终端使用者创造快速、安全、兼容的充电使用环境。

移动终端融合快速充电技术要求

1 范围

本文件规定了移动通信充电设备终端（以下简称“充电设备”）、电源供应设备（以下简称“供电设备”）与连接线缆（以下简称“线缆”）之间实施快速充电的接口及融合快速充电技术要求（以下简称“UFCS”），以及充电设备、供电设备与线缆在该快速充电系统中的交互流程要求。

本文件适用于采用有线连接方式的支持UFCS的充电设备、供电设备与线缆的设计与应用，同时也适用于支持UFCS的芯片设计、生产与应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

安全散列标准（联邦信息处理标准出版物 180-2）(Secure Hash Standard (FIPS PUB 180-2))。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

专有供电模式 **dedicated charging mode**

供电设备额定输出电流大于1.5A的供电模式，在此模式下供电设备输出端口D+和D-短路，D+上检测的电压大于0.4V。

3.2

数据帧 **data frame**

数据传输基本单元，包含1位数据传输起始位、8位数据位、1位数据传输结束位。

3.3

数据包 **data packets**

协议层完整消息数据，包含Training字符、消息头、消息主体、CRC校验等数据帧。

3.4

供电设备 **source**

提供电能，并通过线缆与充电设备连接，比如电源适配器等。

3.5

充电设备 **sink**

通过线缆接收电能的设备，如移动终端、笔记本电脑等。

3.6

线缆 **cable**

用于连接供电设备和充电设备。线缆应包含VBUS、D+、D-、GND四根信号线。如果线缆要支持UFCS的大功率充电模式，应集成线缆电子标签。

3.7

厂家自定义鉴权 **vendor defined authentication**

UFCS充电功率大于设定阈值时，设定阈值由厂家自定义，充电设备必须要执行厂家自定义鉴权。

3.8

线缆电子标签 **cable electronic label**

可以读取该线缆的属性：电源传输能力、数据传输能力等信息的芯片。

3.9

通路阻抗 path impedance

供电设备输出端到充电设备输入端这个路径上的阻抗。

3.10

融合快速充电系统 Universal fast charging specification

不同品牌的移动终端设备实现统一快速充电的融合解决方案。

3.11

UFCS握手检测 UFCS handshake detection

UFCS握手检测是指通过物理电平来识别UFCS握手的一个过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- CRC: 循环冗余码校验 (Cyclic Redundancy Check)
- D+: 数据线1 (Data+)
- D-: 数据线2 (Data-)
- D+OVP: 数据线1过压保护 (Data+ Overvoltage Protection)
- D-OVP: 数据线2过压保护 (Data- Overvoltage Protection)
- GND: 地 (电源负极) (Ground)
- LSB: 最低有效位 (Least Significant Bit)
- MSB: 最高有效位 (Most Significant Bit)
- OCP: 过流保护 (Over Current Protection)
- OTP: 过温保护 (Over Temperature Protection)
- OVP: 过压保护 (Over Voltage Protection)
- Rd+: D+串接阻抗 (Resistance of D+)
- Rd-: D-串接阻抗 (Resistance of D-)
- RX: 串行数据接收 (Receiver)
- SCP: 短路保护 (Short Circuit Protection)
- TRX: 串行数据发送/接收 (Transmitter & Receiver)
- TX: 串行数据发送 (Transmitter)
- UFCS: 融合快速充电技术规范 (Universal Fast Charging Specification)
- UVP: 欠压保护 (Under Voltage Protection)
- VBUS: 总线电压 (电源正极) (Voltage Bus)

5 通用要求

移动终端融合快速充电技术规范 (UFCS) 中存在供电设备、充电设备和线缆三种类型的设备，设备之间通过D+、D-通道以全双工方式通信。如图1所示。

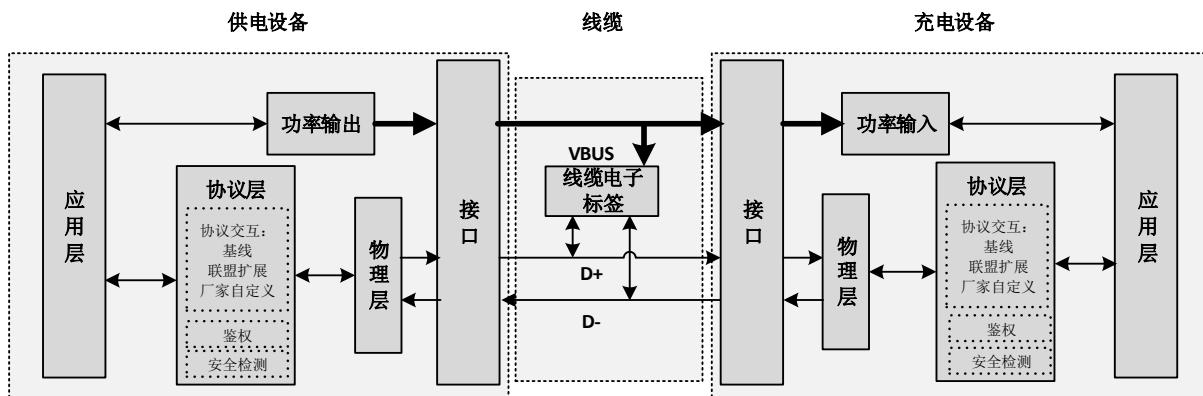


图1 整体框架

- 物理层：充电协议实现的物理基础，控制数据的发送与接收、CRC 运算、插入/拔出检测、协议握手检测等，详细情况见本文第 7 章物理层。
- 协议层：连通供电设备和充电设备，进行信息交互，详细情况见本文第 8 章协议层。
- 应用层-充电设备端：充电协议选择、流程、调压策略等；应用层-供电设备端：功率调节，根据充电策略调整供电设备的输出功率；详细情况见本文第 9 章应用层。
- 功率输出/功率输入：功率输入输出电路。
- 接口：至少应包含 VBUS、D+、D-和 GND 四个引脚的硬件接口。

6 电气特性及时序要求

6.1 概述

本章节主要定义了通信的电平规则要求和阻抗规则要求，通过本章规则说明，可以保证协议通路的畅通及稳定。

6.2 电气特性

本协议以D+、D-信号线作为通信信号线，对于D+、D-的电平信息，本协议从供电设备侧、充电设备侧、线缆侧分别定义说明。

6.2.1 供电设备侧信号线电平规则

供电设备侧输入信号（D-）和输出信号（D+）的电气规范分别如表1、表2所示。

表1 供电设备侧输入信号（D-）电气规范

输入	最小值	标准值	最大值	条件	单位
高电平	1.40	3.30	3.85	-	V
低电平	-0.30	0.00	0.99	-	V

注：- 表示不作限制。

表2 供电设备侧输出信号（D+）电气规范

输出	最小值	标准值	最大值	条件	单位
高电平	2.56	3.30	3.60	$0\mu\text{A} \geq I_o \geq -500\mu\text{A}$	V
低电平	0.00	0.00	0.50	$500\mu\text{A} \geq I_o \geq 0\mu\text{A}$	V

注1：- 表示不作限制。
注2：正电流表示电流流入供电设备。
注3：负电流表示电流流出供电设备。

6.2.2 充电设备侧信号线电平规则

充电设备侧输入信号（D+）和输出信号（D-）的电气规范分别如表3、表4所示。

表3 充电设备侧输入信号（D+）电气规范

输入	最小值	标准值	最大值	条件	单位
高电平	2.31	3.30	3.60	-	V
低电平	-0.30	0.00	0.54	-	V

注：- 表示不作限制。

表4 充电设备侧输出信号（D-）电气规范

输出	最小值	标准值	最大值	条件	单位
高电平	1.44	3.30	3.60	$0\mu\text{A} \geq I_o \geq -500\mu\text{A}$	V
低电平	0.00	0.00	0.60	$500\mu\text{A} \geq I_o \geq 0\mu\text{A}$	V

注1：- 表示不作限制。
注2：正电流表示电流流入充电设备。
注3：负电流表示电流流出充电设备。

6.2.3 线缆电子标签信号线电平规则

初始状态下, D+、D-均为接收功能, 此时电平规则见表5所示。

表5 线缆电子标签输入电气规则

输入	最小值	标准值	最大值	条件	单位
高电平	1.40	3.30	3.85	-	V
低电平	-0.30	0.00	0.99	-	V

注: - 表示不作限制。

收到数据后, 需要发送数据, 此时发送端电平规则如表6所示, 具体如何转换角色见7.2所述。

表6 线缆电子标签输出电气规则

输出	最小值	标准值	最大值	条件	单位
高电平	1.44	3.30	3.60	$0\mu A \geq I_o \geq -500\mu A$	V
低电平	0.00	0.00	0.60	$500\mu A \geq I_o \geq 0\mu A$	V

注1: - 表示不作限制。
 注2: 正电流表示电流流入线缆电子标签。
 注3: 负电流表示电流流出线缆电子标签。

6.3 阻抗规则要求

信号通路阻抗要求具体见表7, 包括D+和D-信号线阻抗、协议IC内部阻抗以及通路总阻抗。

表7 信号通路阻抗规范

阻抗名称	阻抗说明	阻抗要求
D+信号线阻抗	D+串接阻抗 R_{d+}	$< 50 \Omega$
D-信号线阻抗	D-串接阻抗 R_{d-}	$< 50 \Omega$
协议 IC 内部阻抗	IC 内部 D+、D-之间阻抗 R_{in}	$< 100 \Omega$
总阻抗	$R_{d+} + R_{d-} + R_{in}$	$< 200 \Omega$

注: R_{in} 为初始阻抗, D+/D-后断开后, 阻抗不小于 $5M \Omega$ 。

6.4 通信基本时序要求

D+、D-作为协议的信号线, 对信号线的时序要求如图2所示, 具体的参数指标如表8所示。

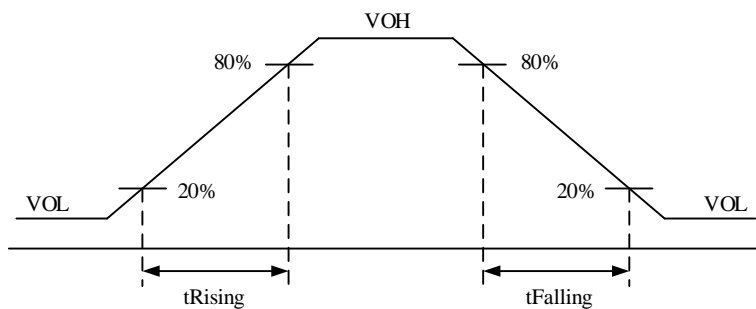


图2 信号线缆时序要求

表8 信号线缆时序参数要求

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
上升时间 (t_{Rising})	$CL=200Pf, 20\%VOH \sim 80\%VOH$	-	-	1	us
下降时间 ($t_{Falling}$)	$CL=200Pf, 80\%VOH \sim 20\%VOH$	-	-	1	us

6.5 其它要求

本文件定义的快充系统如图3所示, VBUS两端压差要求 $\leq 500mV$, GND两端压差要求 $\leq 250mV$, R1和R2为线缆等效电阻。

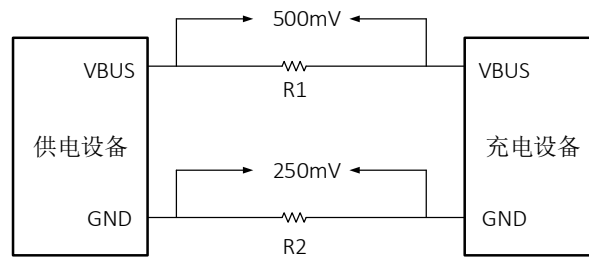


图3 VBUS 及 GND 端压差要求

7 物理层

7.1 概述

本章节主要定义了UFCS中设备连接的物理结构、设备握手检测、信令实现以及基础数据帧结构等物理底层内容，为UFCS提供可靠的物理环境。

7.2 物理通道实现

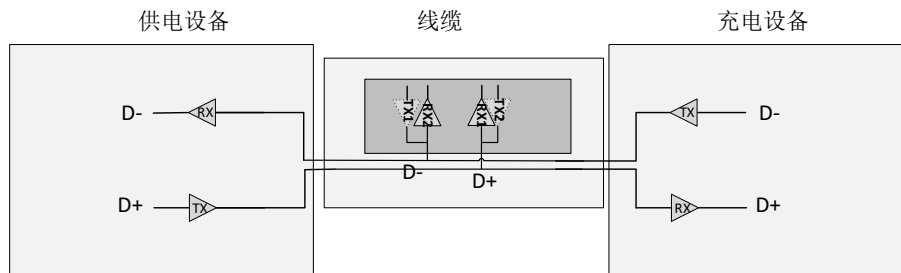


图4 物理通道实现框图

本规范基于D+D-数据通道进行通信，如图4所示。供电设备端D+数据线的为数据发送方、D-数据线的为数据接收方；充电设备端D+为数据接收方、D-为数据发送方；线缆端D+D-数据线的均支持数据发送与接收，初始状态均为数据接收方，在下述条件下，D+D-角色将发生变化：

- 线缆电子标签初始状态下，当D+接收到线缆检测指令时，D-引脚将切换为数据发送 TX，D+引脚为数据接收 RX；
- 线缆电子标签初始状态下，当D-接收到线缆检测指令时，D+引脚将切换为数据发送 TX，D-引脚切换为数据接收 RX；
- 线缆电子标签初始状态下，当D+D-同时接收到线缆检测指令时，D+引脚将切换为数据发送 TX，D-引脚为数据接收 RX；
- UFCS 模式下，当接收到硬件复位命令时，D+D-恢复至 RX 状态。

物理层的引脚描述见表9。

表9 通信引脚定义

名称	Pin	Pin 类型	功能描述
充电设备	D-: TX	输出	串行数据发送
	D+: RX	输入	串行数据接收
线缆	D-: TRX1	输入/输出	串行数据发送/接收
	D+: TRX2	输入/输出	串行数据发送/接收
供电设备	D-: RX	输入	串行数据接收
	D+: TX	输出	串行数据发送

7.3 快充协议握手检测

当供电设备和充电设备通过线缆连接时，检测供电设备为专有供电设备后，充电设备启动快充协议握手检测，详细方案流程见图5、图6和图7。供电设备在专有供电模式下，持续检测充电设备是否启动UFCS握手检测。

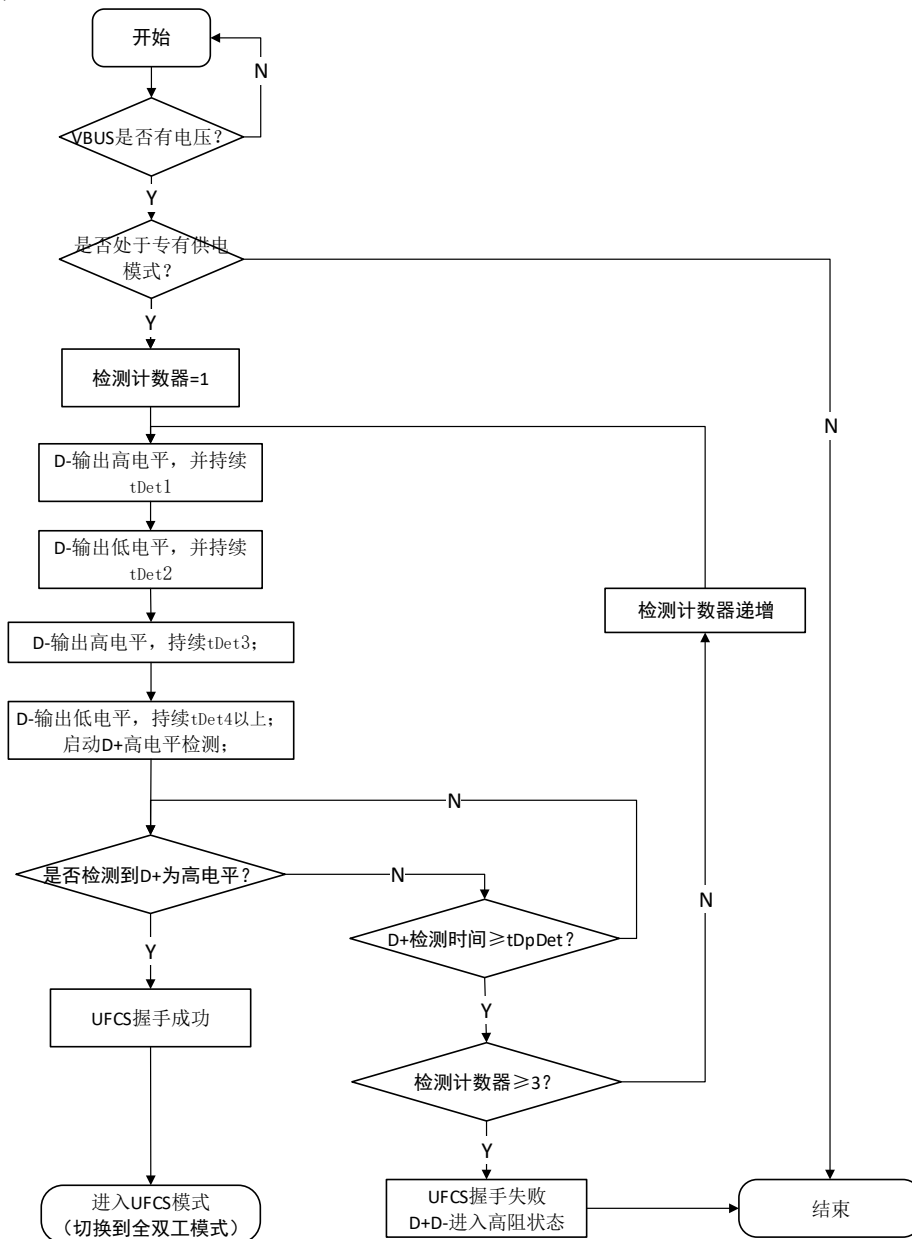


图5 充电设备 UFCS 握手检测流程

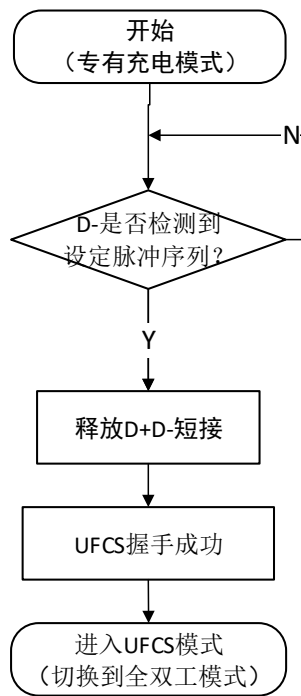


图6 供电设备端 UFCS 握手检测流程

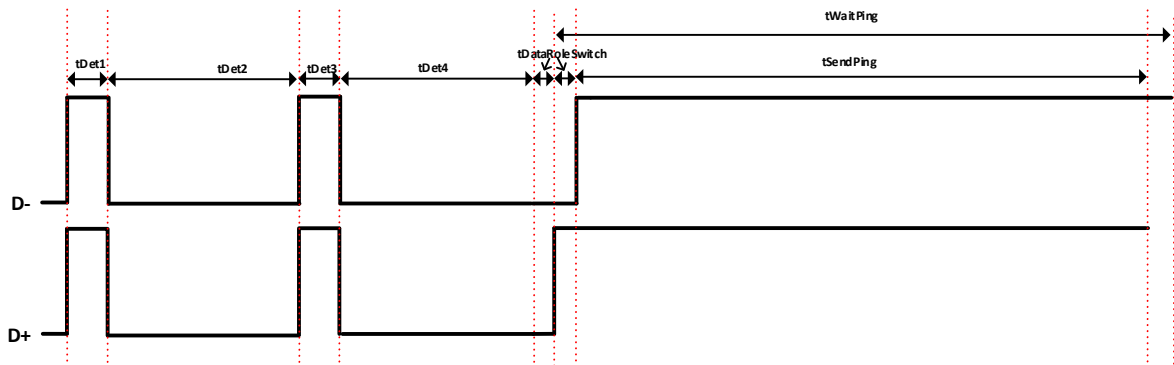


图7 UFCS 快充握手检测波形图

供电设备处于专有充电模式时，持续检测D-信号，一旦检测到充电设备在D-上发送预定序列后，断开D+D-，并在 $t_{DataRoleSwitch}$ 时间内将D+D-引脚切换到UFCS模式，协议握手检测成功。

供电设备协议握手检测成功，将D+D-引脚切换到UFCS模式后，若在 $t_{WaitPing}$ 时间内，未收到来自充电设备的指令，供电设备首先发送充电设备硬件复位命令，再主动复位至初始状态。

充电设备在设定时间窗内检测到D+上拉至高电平后，确认协议握手检测成功，在 $t_{DataRoleSwitch}$ 时间内将D+D-引脚切换到UFCS模式。充电设备在 $t_{SendPing}$ 时间内需向供电设备发送Ping消息。

充电设备在握手检测第四信号开始时，启动对D+信号高电平检测，若在规定时间窗内，仍未检测到D+上拉至高电平，则此次握手检测失败，可在 $t_{detRetry}$ 时间内重新启动握手检测，即从第四信号开始计时11ms后，21ms内重新启动握手检测，最多可检测3次。其中， t_{DpDet} 为充电设备对D+检测的持续时间长度， t_{DpDet} 应长于握手检测的最长时间。

充电设备尝试3次后，依旧未握手检测成功，充电设备侧D+D-恢复到初始状态（高阻状态）。协议识别的时序参数设置见表10。

表10 协议识别时序特性

参数	定义	最小值	典型值	最大值	单位
t_{Det1}	握手检测第一信号持续时间	1.5	2	2.5	ms

表 10 (续)

参数	定义	最小值	典型值	最大值	单位
tDet2	握手检测第二信号持续时间	6	8	10	ms
tDet3	握手检测第三信号持续时间	1.5	2	2.5	ms
tDet4	握手检测第四信号持续时间	6	8	10	ms
tDpDet	充电设备持续检测 D+是否上拉时间	11	-	15	ms
tdetRetry	握手检测失败后, 可启动重试时间	0	-	10	ms
tSendping	充电设备握手成功后, 发送 Ping 消息时间	-	-	100	ms
tWaitPing	供电设备握手成功后, 等待 Ping 消息时间	110	-	120	ms
tDataRoleSwitch	数据引脚角色切换时间	-	-	1	ms

注: - 表示最小和最大值间的任何值。

7.4 物理层通讯机制

7.4.1 数据帧结构

物理层的数据帧结构如图8所示。



图8 数据帧结构

7.4.2 空闲状态

当总线处于空闲状态时, 信号线处于逻辑“1”状态, 表示当前线路上没有信息传送。后续图表中使用“1”表示, 数据帧之间Idle时间需大于等于1个数据位时间宽度。

7.4.3 开始位

发出一个逻辑“0”信号, 表示传输字符的开始。后续图表中使用“S”表示。

7.4.4 数据位

每一帧数据包含8位逻辑“0”或“1”, 在总线上先发送LSB, 后发送MSB。

7.4.5 结束位

它是一个字符数据的结束标志, 用1位高电平来表示。后续图表中使用“E”表示。

7.4.6 波特率

本规范中设备, 需支持115200、57600、38400bps三个波特率基准档位, 其中115200bps为缺省支持档位。

在数据发送方发送数据包时, 首先以设定波特率发送Training序列(0xAA), 如图9所示, 数据发送波特率误差不超过基准档位的 $\pm 10\%$, 在同一个数据包内, 波特率相对误差不超过 $\pm 1\%$ 。

数据接收方接收数据包时, 针对每个基准档位波特率, 波特率误差不超过 $\pm 15\%$ 时, 接收方需正常响应; 当超过基准档位的 $\pm 20\%$ 时, 判定波特率错误, 不回复当前信号。

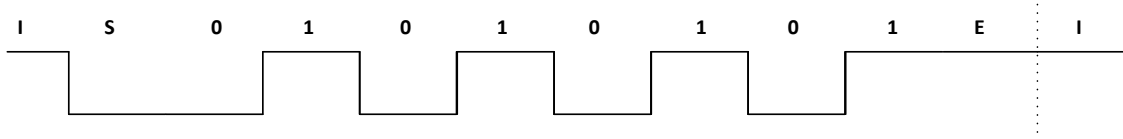


图9 波特率 Training 字符

数据接收方通过对Training字符的计算可获得当前接收数据包的波特率档位以及当前具体波特率值, 在波特率档位未重新改变之前, 当前此具体波特率值用于后续数据包的接收, 此波特率档位用于后续数据包的发送。

当发送方多次（≥3次）发送Ping消息，却未接收到反馈信号（ACK或NCK）时，发送方需主动尝试使用其他档位波特率进行通信。若需要切换波特率，发起方只需通过Ping消息通知对方切换波特率。如，充电设备以115200bps波特率发送Ping消息给供电设备，重试多次后仍未接收到反馈信号，则充电设备可将波特率更换为57600bps重新发送Ping信号。若接收设备接收到非Ping消息，且波特率档位已改变，接收设备可不回复当前消息；若接收设备可正确识别当前数据，也可以在当前波特率档位或上一个波特率档位回复ACK消息。

当数据接收方接收到其他档位波特率Ping消息且CRC正确时，在后续消息发送时，应选择变更后的波特率发送消息。如充电设备与供电设备当前通信波特率为115200bps，若供电设备接收到以57600bps波特率发送的Ping消息，则供电设备后续应以57600bps波特率发送消息。

因线缆电子标签与供电设备和充电设备的通信方式比较单一，为简化设计，线缆电子标签应支持通过Get_Cable_Info消息切换波特率。线缆电子标签通过计算Training字符，获得当前接收数据包的波特率档位和具体的波特率值。如果计算得到的波特率档位属于115200、57600、38400bps三个波特率基准档位之一，线缆电子标签以计算得到的具体波特率值接收数据包，否则终止当前数据包的接收。如果接收到的数据包是正确的Get_Cable_Info消息，线缆电子标签以计算得到的波特率档位，进行后续消息的回复，包括ACK消息和Cable_Information消息。

7.4.7 数据传输

7.4.7.1 发送

空闲状态时，线路处于高电平，当收到发送指令后，拉低TX线路一个数据位（1bit）的时间以启动通信，接着数据按低位到高位依次发送，数据发送完毕后，拉高TX线路一个数据位时间以停止发送，一帧数据发送完成。

一帧数据中包含1bit起始位、8bit数据位、1bit停止位。数据帧间IDLE状态持续时间需要满足大于等于1Bit宽度，时序要求如图10所示。

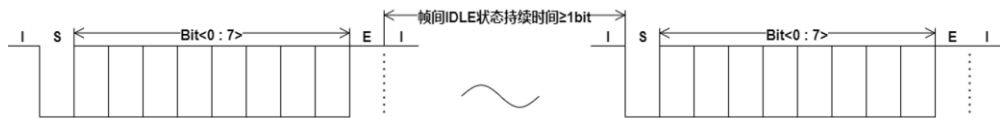


图10 数据帧间时序要求

一个数据包包括多个数据帧。Tx发送数据包之间的IDLE态需要满足大于等于2ms，时序要求如图11。



图11 数据包间时序要求

7.4.7.2 接收

空闲状态时，线路处于高电平，当检测到线路的下降沿（高电平变为低电平）时说明线路有数据传输。按照约定的波特率从低位到高位接收数据，8位数据接收完毕后，线路拉高，一帧数据发送完成。

一帧数据中包含1bit起始位、8bit数据位、1bit停止位。

为提高通信可靠性，增加数据帧超时保护功能。数据帧内，超过tFrameReceive时间未收到结束位，数据接收状态机需恢复到空闲状态，以重新接收新的数据包。数据帧之间，超过tFrameReceive时间未接收到下一帧数据，数据接收状态机需恢复到空闲状态，以重新接收新的数据包。数据帧内、帧间超时参数时序如图12，参数定义见表11。

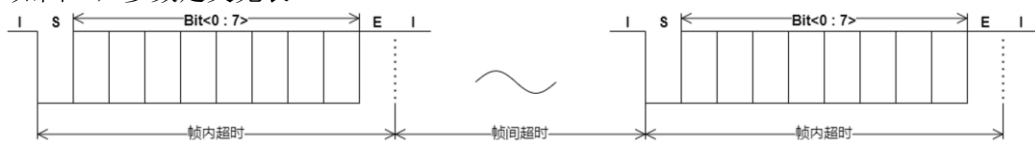


图12 数据帧内、帧间超时参数时序

表11 数据帧内、帧间超时参数定义

名称	定义	最小值	典型值	最大值	单位
tFrameReceive	数据帧内、帧间接收超时时间	500	600	700	us

7.5 循环冗余校验（CRC）

数据发送器会对消息头和消息主体数据进行循环冗余校验（CRC），得到一个字节CRC值，将其添加到每个数据包末尾，使用的多项式为： $X^8+X^5+X^3+1$ （0x29），CRC-8算法见附录A。

数据接收端需要计算接收的数据的循环冗余校验（CRC），并和数据包收到的循环冗余校验（CRC）字节进行对比。

7.6 数据包格式

7.6.1 控制消息

控制消息包由消息头、控制命令和CRC校验组成，由高字节到低字节依次发送，格式如图13所示。

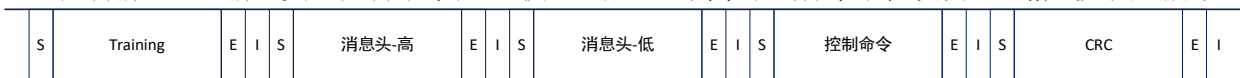


图13 控制消息数据包格式

7.6.2 数据消息

数据消息包由消息头、数据长度、数据和CRC校验组成，由高字节到低字节依次发送，格式如图14所示。



图14 数据消息数据包格式

7.6.3 厂家自定义消息

厂家自定义消息包由消息头、厂家识别码、数据信息和CRC校验位组成，由高字节到低字节依次发送。自定义消息数据包格式如图15所示。

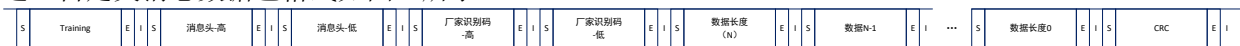


图15 自定义消息数据包格式

7.7 物理层消息应答机制

ACK、NCK消息是对接收到消息（非ACK、NCK消息）进行CRC校验后自动回复的特殊控制消息，用于通知收到一个消息；针对接收到的消息回复ACK/NCK机制，存在下述两种方式。

方式1：验证设备类型（消息头的设备类型是否是接收方的设备类型）和CRC校验：

- 满足三者条件之一：收到ACK、收到NCK或验证设备类型不通过，不回复消息；
- 同时满足条件：收到非ACK/NCK消息、验证设备类型通过和CRC验证通过，则发送ACK；
- 同时满足条件：收到非ACK/NCK消息、验证设备类型通过和CRC验证不通过，则发送NCK；

方式2：验证设备类型（消息头的设备类型是否是接收方的设备类型）、消息类型、数据长度和CRC校验：

- 满足五者条件之一：收到ACK、收到NCK、验证设备类型、消息类型或数据长度不通过，不回复消息；
- 同时满足条件：收到非ACK/NCK消息，验证设备类型通过、消息类型和数据长度验证通过，CRC验证通过，则发送ACK；
- 同时满足条件：收到非ACK/NCK消息，验证设备类型通过、消息类型和数据长度验证通过，CRC验证不通过，则发送NCK；

以上两种方式均可使用，针对消息数据收发异常场景，两种处理方式导致的不同行为，参考8.7消息交互和冲突处理。

7.8 总线冲突

线缆电子标签D+D-引脚缺省为RX状态，不主动发送数据，当供电设备和充电设备完成快充协议识别后，缺省由充电设备发起线缆识别流程，总线所有权如图16所示，线缆检测流程如图18，具体步骤包括：

- a) 充电设备发送 Start_Cable_Detect 消息给供电设备，供电设备接收到该消息后，回复 ACK 和 Accept 消息。供电设备在收到充电设备应答 Accept 消息的 ACK 消息后，停止发送数据，将 TX 设置为高阻态，启动 RestartTransTimer；
- b) 充电设备收到 Accept 后，屏蔽硬件复位功能；
- c) 充电设备发送 Get_Cable_Info 指令给线缆，发送完毕后启动 SenderResponseTimer；
- d) 线缆接收到 Get_Cable_Info 指令后，在 tDataRoleSwitch 时间内将数据引脚切换 D-为 RX，D+为 TX，回复 ACK 指令给充电设备；
- e) 线缆回复 Cable_Information 消息给充电设备，启动 CableTransTimer；
- f) 充电设备接收到 Cable_Information 消息，发送硬件复位命令给线缆，线缆恢复至初始状态；
- g) 充电设备发送 End_Cable_Detect 消息给供电设备，供电设备接收到该消息后，TX 恢复为上拉状态，恢复正常通信功能，并在 40ms 内回复 ACK 或 NCK 消息给充电设备；
- h) 充电设备接收到 ACK 消息后，恢复硬件复位功能；
- i) 线缆识别成功，进入 UFCS 快充流程。

如果SenderResponseTimer溢出后，充电设备仍未接收到Cable_Information消息，则应退出UFCS线缆识别流程，尝试其他方式识别线缆，具体步骤如下：

- a) 充电设备发送硬件复位命令给线缆，使线缆恢复至初始状态；
- b) 充电设备发送 End_Cable_Detect 消息给供电设备，供电设备接收到该消息后，TX 恢复为上拉状态，恢复正常通信功能，并在 40ms 内回复 ACK 或 NCK 消息给充电设备；
- c) 充电设备尝试其他方式识别线缆；
- d) 识别成功，进入 UFCS 快充流程，若充电设备识别线缆失败，充电设备发送 Detect_Cable_Info 消息给供电设备，切换至供电设备获取线缆信息，总线所有权如图 17 所示，线缆识别流程如图 19 所示。

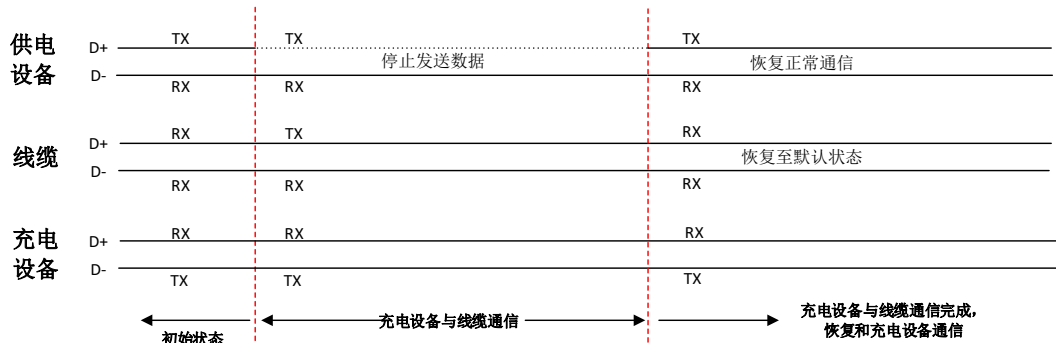


图16 总线所有权示意图（充电设备检测线缆）

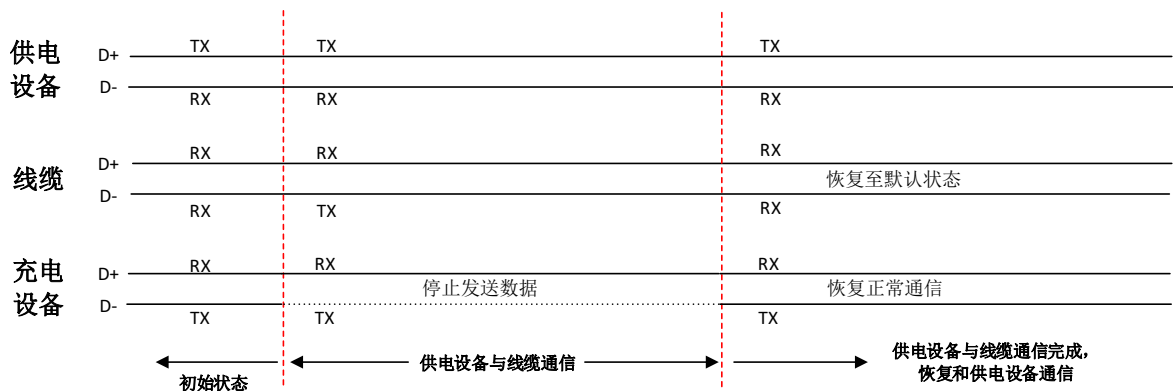


图17 总线所有权示意图（供电设备检测线缆）

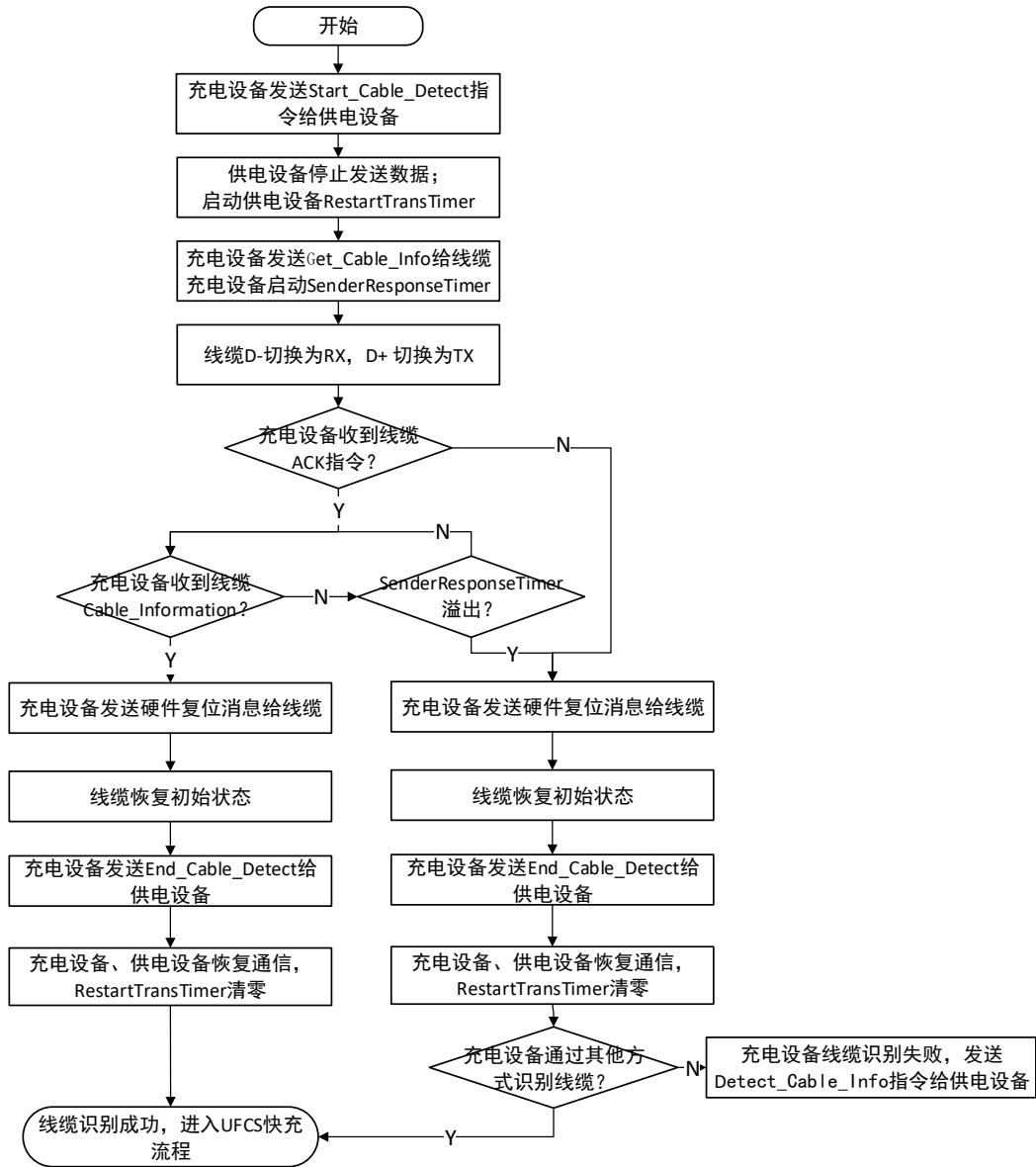


图18 充电设备线缆电子标签识别流程图

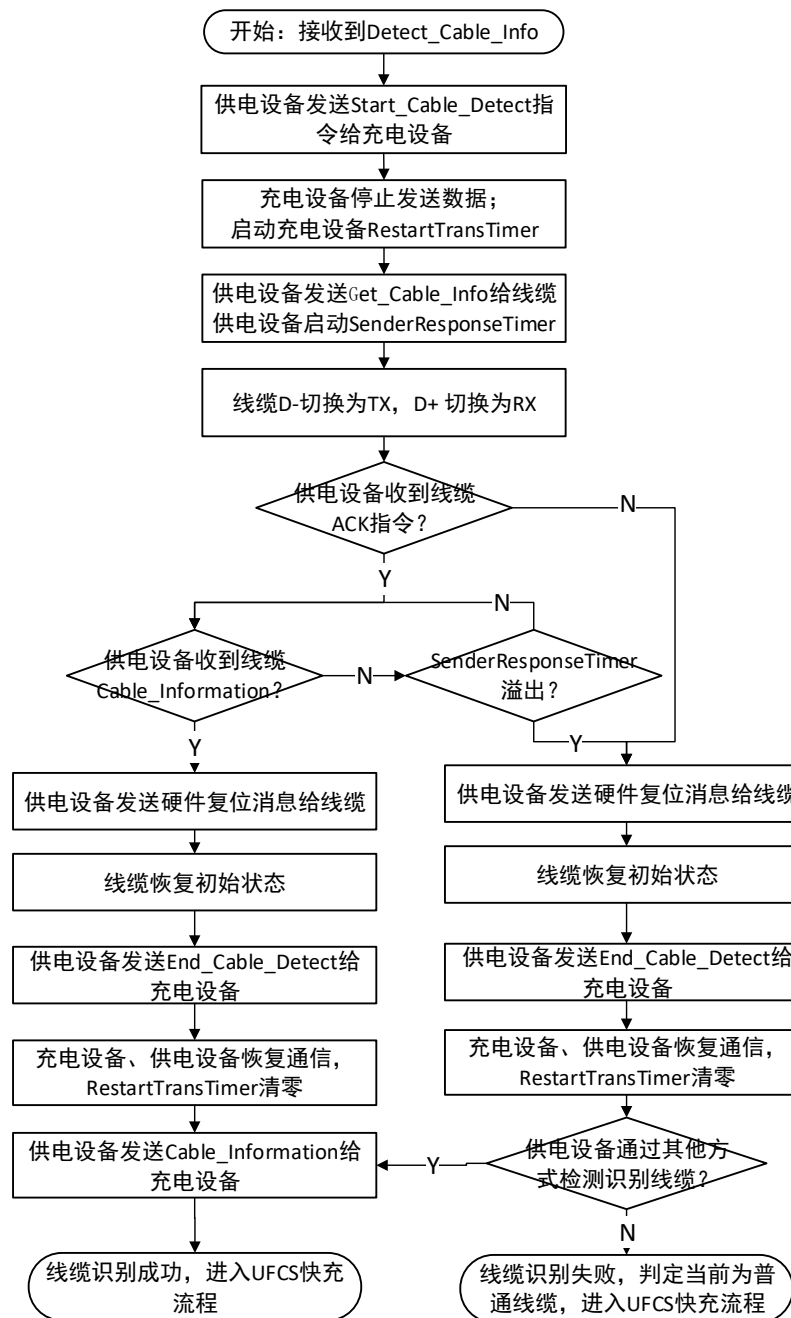


图19 供电设备线缆电子标签识别流程图

7.9 硬件复位

当协议识别成功后, 如果数据总线出现异常, 必须有相应机制来复位总线及总线上的设备。通过将需复位设备的数据接收总线拉低设定时间以上来实现对设备的硬件复位, 硬件复位命令定义如表12, 复位信号波形如图20、图21和图22所示。线缆电子标签、通过握手检测的供电设备和充电设备, 在接收到硬件复位命令时, 必须复位相关状态至初始状态。

当设备执行发送硬件复位命令时, 如果遇到上一个命令序列正在运行中, 会在上一个命令序列结束后, 复位命令才开始下发。

下列这些情况, 供电设备和充电设备需发送硬件复位命令:

- 供电设备或充电设备发送 Soft_Reset 消息, 未能在 tACKReceive 时间内接收到对方回复的 ACK 或 NCK 消息, 并且重试了 nMsgRetryCount 次后仍未接收到对方回复的 ACK 或 NCK 消息、或者接收到对方回复 NCK 消息;

- b) 供电设备或充电设备发送 Soft_Reset 消息，在 tACKReceive 时间内接收到对方回复的 NCK 消息，并且重试了 nMsgRetryCount 次后仍接收到对方回复的 NCK 消息、或者未接收到对方回复的 ACK 或 NCK 消息；
- c) 供电设备设置的看门狗定时器溢出；
- d) 充电设备向供电设备发出 Request 消息，接收到供电设备回复 Accept 消息。之后，如果在 tPowerSupply 内，没有接收到供电设备回复 Power_Ready 消息；
- e) 其它通信异常或设备工作异常的情况。

表12 复位信号定义

	定义	最小值	典型值	最大值	单位
tResetCable	线缆复位信号持续时间	1	-	1.5	ms
tResetSource	供电设备复位信号持续时间	2	-	-	ms
tResetSink	充电设备复位信号持续时间	2	-	-	ms

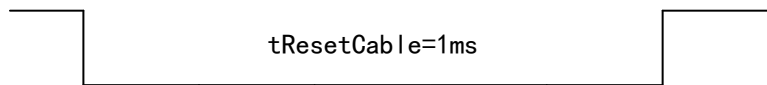


图20 线缆硬件复位命令

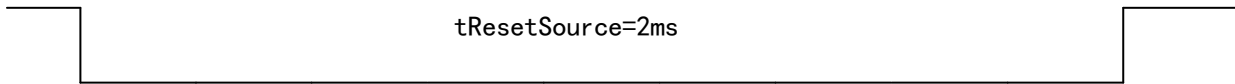


图21 供电设备硬件复位命令

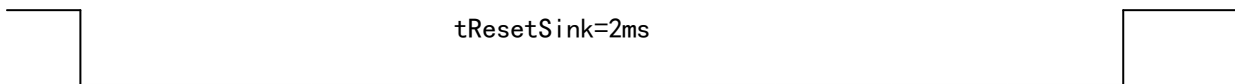


图22 充电设备硬件复位命令

8 协议层

8.1 概述

本章节主要定义了设备间通信的消息格式。根据设备及设备间信息交互的需求，协议层定义了三种消息类型，并定义了每种消息类型的具体格式。协议层定义具体的消息，以及各消息的发送、响应和执行顺序。为了保证消息传输的可靠性，协议层还定义了消息发送和接收的处理状态和时序，以及异常的处理流程。协议层为应用层提供命令和数据的发送接口，并将接收到的命令和数据传递给应用层处理。

8.2 消息

消息是供电设备、充电设备和线缆电子标签之间信息交互的基础单元。

8.2.1 消息格式

消息的格式见图23。

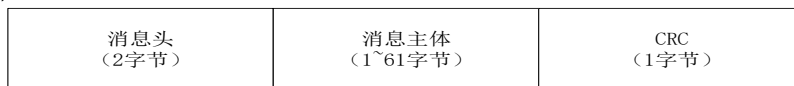


图23 消息格式

- a) 消息头：长度为 2 个字节。在消息头中，主要用于标识消息的类型，UFCS 协议的版本，以及寻址。详情参考 8.2.2。
- b) 消息主体：存放该消息具体的命令和数据，长度为 1~61 字节。
- c) CRC：对消息头和消息主体两部分的数据进行 CRC 计算。使用 CRC-8 算法，得到一个字节的 CRC 值。CRC-8 算法见附录 A。

8.2.2 消息头

消息头的长度为2个字节。发送的时候，先发送高字节(bit15~bit8)，再发送低字节(bit7~bit0)。定义见表13：

表13 消息头定义

Bit(s)	定义	描述
15...13	设备地址	001b: 供电设备 010b: 充电设备 011b: 线缆电子标签 其它: 保留
12...9	消息编号	参考 b) 描述
8...3	协议版本编号	000001b: 初始版本 1.0.0 010001b: 版本 1.0.1 001001b: 版本 1.2.0 其它: 保留
2...0	消息类型	000b: 控制消息 001b: 数据消息 010b: 自定义消息 其它: 保留

- a) 设备地址：设备地址用于标识消息的接收者，设备据此判断是否接收和处理该消息。
- b) 消息编号：设备在接收消息的时候，不判断消息编号是否有变化。建议设备在发送消息时，消息编号都设置为 0，回复跟随。
- c) 协议版本编号：UFCS 的协议版本，如版本 V1.01，对应版本编号为 010001b；为保证兼容性，低 2bit 指代大版本 V1，中间 2bit 指代中版本 0，高 2bit 指代小版本 1。
- d) 消息类型：定义协议支持的几种消息类型。

8.2.3 控制消息

控制消息的结构见图24：

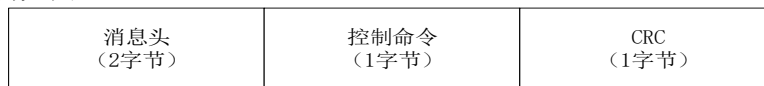


图24 控制消息结构

控制消息的消息头中，消息类型必须为000b，其后紧跟一个字节的控制命令。控制命令的定义见表14。

表14 控制命令定义

编号	控制命令	发送者	接收者	要求
0x00	Ping	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备/线缆电子标签	必选
0x01	ACK	供电设备/充电设备/线缆电子标签	供电设备/充电设备/线缆电子标签	必选
0x02	NCK	供电设备/充电设备/线缆电子标签	供电设备/充电设备/线缆电子标签	必选
0x03	Accept	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	必选
0x04	Soft_Reset	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备/线缆电子标签	必选

表 14 (续)

编号	控制命令	发送者	接收者	要求
0x05	Power_Ready	供电设备	充电设备	必选
0x06	Get_Output_Capabilities	充电设备	供电设备	必选
0x07	Get_Source_Info	充电设备	供电设备	必选
0x08	Get_Sink_Info	供电设备	充电设备	必选
0x09	Get_Cable_Info	供电设备/充电设备	线缆电子标签	必选
0x0A	Get_Device_Info	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	必选
0x0B	Get_Error_Info	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	必选
0x0C	Detect_Cable_Info	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备	可选
0x0D	Start_Cable_Detect	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备	可选
0x0E	End_Cable_Detect	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备	可选
0x0F	Exit_UFCS_Mode	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备	必选
0x10	Get_Sink_Info_Extended	供电设备	充电设备	可选

8.2.3.1 Ping 消息

Ping消息用于侦测目标设备是否存在，也可以用于测试传输是否正常。供电设备和充电设备均可发送Ping消息。供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到Ping消息后，如果CRC校验正确，则应在tACKReceive时间内回复ACK消息；如果CRC校验错误，则应在tACKReceive时间内回复NCK消息。

Ping消息的发送方，如果在tACKReceive时间内未接收到对方回复ACK消息或NCK消息，可以启动重发。重发次数不受MsgRetryCounter计数器的限制。

8.2.3.2 ACK 消息

供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到一条发给它的消息后，首先对消息进行CRC校验。如果CRC校验通过，则延时tACKtransmit后回复一条ACK消息给对方。ACK消息的消息头中的消息编号，应与其响应的消息的消息头中的消息编号一致。

消息的发送方，在发送完一条消息的最后一个bit后，启动ACKReceiveTimer。如果在tACKReceive时间内接收到ACK，则判断其发送的消息已被对方正确接收到，停止ACKReceiveTimer。

供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到CRC正确的ACK消息，无须再回复ACK消息。供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到CRC错误的ACK消息，无须回复NCK消息。

8.2.3.3 NCK 消息

供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到一条发给它的消息后，首先对消息进行CRC校验。如果CRC校验未通过，则延时tACKtransmit后回复一条NCK消息给对方。NCK消息的消息头中的消息编号，应与其响应的消息的消息头中的消息编号一致。

消息的发送方，在发送完一条消息的最后一个bit后，启动ACKReceiveTimer。如果在tACKReceive时间内接收到NCK，则判断其发送的消息已被对方接收，但数据发生错误。此时，发送方应立即重发，重发完毕后复位并重启ACKReceiveTimer。

供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到CRC正确的NCK消息，无须再回复ACK消息。供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到CRC错误的NCK消息，无须回复NCK消息。

8.2.3.4 Accept 消息

下列情况，消息的接收方应回复一条Accept消息：

供电设备接收到充电设备的Request消息，同意充电设备请求的输出电压和电流，并接下来调整到充电设备请求的输出电压和电流。

- 供电设备接收到充电设备的 Detect_Cable_Info 消息，同意由它来做线缆信息识别。
- 充电设备接收到供电设备的 Detect_Cable_Info 消息，同意由它来做线缆信息识别。
- 供电设备接收到充电设备的 Start_Cable_Detect 消息，同意停止发送命令和数据，以释放 TX 总线。
- 充电设备接收到供电设备的 Start_Cable_Detect 消息，同意停止发送命令和数据，以释放 TX 总线。

- e) 供电设备接收到充电设备的 Config_Watchdog 消息，同意将看门狗的溢出时间调整到消息指定的时间。
- f) 供电设备、充电设备或线缆电子标签接收到 Verify_Request 消息，同意进行鉴权。

8.2.3.5 Soft_Reset 消息

下述情况，供电设备和充电设备应该发送Soft_Reset消息：

- a) 供电设备或充电设备重发消息 nMsgRetryCount 次后，仍未接收到对方回复 ACK 或 NCK 消息、或者接收到了对方回复 NCK 消息；
- b) 供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到 Soft_Reset 消息后，不退出 UFCS 模式，也不改变当前的工作状态。但是，供电设备、充电设备和线缆电子标签应该使接收状态机和发送状态机恢复初始状态，复位各定时器和计数器，清空发送和接收缓存，终止未完的消息处理流程。

8.2.3.6 Power_Ready 消息

供电设备接收到充电设备的request信息，接受充电设备的请求，回复Accept消息，并将输出电压、电流或功率调整到Request消息请求的数值后，发送Power_Ready消息给充电设备。

供电设备回复Accept消息后，必须在tPowerSupply时间内将输出电压、电流或功率调整到Request消息请求的数值，并回复Power_Ready消息给充电设备。

8.2.3.7 Get_Output_Capabilities 消息

UFCS快充识别完成后，充电设备可以向供电设备发送Get_Output_Capabilities消息，获取供电设备的电压和电流输出能力。

供电设备接收到Get_Output_Capabilities消息后，应该在tReceiverResponse时间内回复Output_Capabilities消息。

8.2.3.8 Get_Source_Info 消息

UFCS快充识别完成后，充电设备可以向供电设备发送Get_Source_Info消息，获取供电设备当前的工作状态信息，包括输出电压、输出电流、内部温度等。

供电设备接收到Get_Source_Info消息后，应该在tReceiverResponse时间内回复Source_Information消息。

8.2.3.9 Get_Sink_Info 消息

UFCS快充识别完成后，供电设备可以向充电设备发送Get_Sink_Info消息，获取充电设备当前的工作状态信息，包括电池电压、充电电流、内部温度等。

充电设备接收到Get_Sink_Info消息后，应该在tReceiverResponse时间内回复Sink_Information消息。

8.2.3.10 Get_Cable_Info 消息

UFCS快充识别完成后，供电设备和充电设备可以向线缆电子标签发送Get_Cable_Info消息，获取线缆的设备信息和传输能力，包括线缆的阻抗、线缆的最大承载电压和最大承载电流。

线缆电子标签接收到Get_Cable_Info消息后，应该在tReceiverResponse时间内回复Cable_Information消息。

8.2.3.11 Get_Device_Info 消息

UFCS快充识别完成后，供电设备和充电设备可以分别向对方请求获取其硬件和软件相关的信息。

供电设备和充电设备向目标设备发送Get_Device_Info消息，目标设备接收到Get_Device_Info消息后，应该在tReceiverResponse时间内回复Device_Information消息。

8.2.3.12 Get_Error_Info 消息

UFCS快充识别完成后，供电设备和充电设备可以分别向对方请求获取其一些异常状态信息。异常状态信息包括电压异常、电流异常、温度异常等信息。

供电设备和充电设备向目标设备发送Get_Error_Info消息,目标设备接收到Get_Error_Info消息后,应该在tReceiverResponse时间内回复Error_Information消息。

8.2.3.13 Detect_Cable_Info 消息

充电设备无法与线缆电子标签通信的话,可以向供电设备发送Detect_Cable_Info消息,命令供电设备与线缆电子标签通信。供电设备获取到线缆电子标签的信息后,将该信息返回给充电设备。供电设备如果能正常获取到线缆电子标签的信息,则应该在tCableInfoResponse时间内(从接收到Detect_Cable_Info消息开始计时)向充电设备发送Cable_Information消息,并且该Cable_Information消息中的信息,即是供电设备读取到的线缆电子标签的信息。供电设备如果不能读取到线缆电子标签的信息,则仍然在tCableInfoResponse时间内发送Refuse消息给充电设备,Refuse的拒绝理由是0x02。

供电设备也可以向充电设备发送Detect_Cable_Info消息,命令充电设备与线缆电子标签通信,充电设备获取到线缆电子标签的信息后,将该信息返回给供电设备。充电设备如果能正常获取到线缆电子标签的信息,则应该在tCableInfoResponse时间内(从接收到Detect_Cable_Info消息开始计时)向供电设备发送Cable_Information消息,并且该Cable_Information消息中的信息,即是充电设备读取到的线缆电子标签的信息。充电设备如果不能读取到线缆电子标签的信息,则在tCableInfoResponse时间内发送Refuse消息给供电设备,Refuse的拒绝理由是0x02。

8.2.3.14 Start_Cable_Detect 消息

进入UFCS快充后,充电设备需要与线缆电子标签通信前,必须先向供电设备发送Start_Cable_Detect消息,命令供电设备释放TX总线。供电设备接收到Start_Cable_Detect消息后,如果同意释放TX总线,则回复Accept消息。供电设备回复Accept消息后,释放TX总线,启动RestartTransTimer。之后,供电设备如果在tRestartTrans时间内仍没有接收到End_Cable_Detect消息,则强制恢复与充电设备的通信。

同理,进入UFCS快充后,供电设备需要与线缆电子标签通信前,也必须先向充电设备发送Start_Cable_Detect消息,命令充电设备释放TX总线。充电设备接收到Start_Cable_Detect消息后,如果同意释放TX总线,则回复Accept消息。充电设备回复Accept消息后,释放TX总线启动RestartTransTimer。之后,充电设备如果在tRestartTrans时间内仍没有接收到End_Cable_Detect消息,则强制恢复与供电设备的通信。

如果供电设备发送的Output_Capabilities消息中,存在大于6.5A的最大输出电流,那么供电设备应支持TX总线释放功能。该情况下,供电设备接收到Start_Cable_Detect消息,回复ACK消息后,应再回复Accept消息,并释放TX总线。

如果充电设备向供电设备请求大于6.5A的充电电流,则充电设备应支持UFCS线缆识别功能。在该情况下,充电设备发送Request消息前,应完成线缆识别,其中包括主动向供电设备发送Start_Cable_Detect消息。

8.2.3.15 End_Cable_Detect 消息

充电设备完成了与线缆电子标签的通信,或者由于异常退出了与线缆电子标签的通信后,必须向供电设备发送End_Cable_Detect消息,告知供电设备可以重新使用D+和D-总线通信。供电设备接收到End_Cable_Detect消息后,恢复与充电设备的正常通信。

同样的,供电设备完成了与线缆电子标签的通信,或者由于异常退出了与线缆电子标签的通信后,也必须向充电设备发送End_Cable_Detect消息,告知充电设备可以重新使用D+和D-总线通信。充电设备接收到End_Cable_Detect消息后,恢复与供电设备的正常通信。

8.2.3.16 Exit_UFCS_Mode 消息

充电设备可以向供电设备发送Exit_UFCS_Mode消息,命令供电设备退出UFCS快充模式。供电设备接收到Exit_UFCS_Mode消息后,退出UFCS模式,恢复到初始状态。

供电设备也可以向充电设备发送Exit_UFCS_Mode消息,命令充电设备退出UFCS快充模式。充电设备接收到Exit_UFCS_Mode消息后,退出UFCS模式,恢复到初始状态。

8.2.3.17 Get_Sink_Info_Extended 消息

UFCS快充协议识别成功，并进入UFCS快充后，供电设备可向充电设备发送Get_Sink_Info_Extended消息，尝试获取充电设备更多的工作状态信息，包括最大充电功率、电池电量等。

充电设备接收到Get_Sink_Info_Extended消息，并回复ACK消息后，如果支持该消息，则应该在tReceiverResponse时间内回复Sink_Information_Extended消息；否则，应在tReceiverResponse时间内，回复Refuse消息，拒绝理由是0x02。

8.2.4 数据消息

数据消息的结构见图25：

消息头 (2字节)	命令 (1字节)	数据长度 (1字节)	数据 (1~59字节)	CRC (1字节)
--------------	-------------	---------------	----------------	--------------

图25 数据消息结构

数据消息的消息头中，消息类型必须为001b。其后紧跟一个字节的命令，用以区分不同的数据消息。数据长度字段根据其后的数据区域的具体长度来设置。数据消息的命令见表15：

表15 数据消息命令

编号	命令	发送者	接收者	要求
0x01	Output_Capabilities	供电设备	充电设备	必选
0x02	Request	充电设备	供电设备	必选
0x03	Source_Information	供电设备	充电设备	必选
0x04	Sink_Information	充电设备	供电设备	必选
0x05	Cable_Information	线缆电子标签/供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	必选
0x06	Device_Information	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	必选
0x07	Error_Information	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	必选
0x08	Config_Watchdog	充电设备	供电设备	必选
0x09	Refuse	供电设备/充电设备/线缆电子标签	供电设备/充电设备	必选
0x0A	Verify_Request	供电设备/充电设备	线缆电子标签/供电设备/充电设备	可选
0x0B	Verify_Response	线缆电子标签/供电设备/充电设备	供电设备/充电设备	可选
0x0C	Power_Change	供电设备	充电设备	可选
0x0D	Sink_Information_Extended	充电设备	供电设备	可选
0xFF	Test Request	测试设备	供电设备/充电设备/线缆电子标签	必选

8.2.4.1 Output_Capabilities 消息

Output_Capabilities消息的结构见图26：

消息头 (2字节)	命令 (Output_Capabilities)	数据长度 (1字节)	输出模式1 (8字节)	输出模式2 (8字节)	...	输出模式n (1≤n≤7) (8字节)	CRC (1字节)
--------------	-----------------------------	---------------	----------------	----------------	-----	------------------------	--------------

图26 Output_Capabilities 消息结构

命令：设置为Output_Capabilities消息的命令对应的编号。

数据长度：一条Output_Capabilities消息至少有一种输出模式，最多可以包括7种输出模式。数据长度字段的值，是根据输出模式的数量计算得到。每种输出模式为8个字节，那么n种输出模式就是8×n字节，而且n≤7。

输出模式：输出模式用于表示供电设备的功率输出方式。供电设备的输出电压会被配置为一个范围（包括输出电压的上限和下限），供电设备的输出电流也会被配置为一个范围（包括输出电流的上限和下限）。充电设备可以在该电压范围内请求一个具体的输出电压，并同时在该电流范围内请求一个具体

的输出电流。输出模式中，还明确指定了电压和电流的调节步进，充电设备应该遵循该步进请求电压和电流。

供电设备至少要支持一种输出模式，最多可以支持7种输出模式，电压大小逐渐递增。输出模式定义见图16。输出模式编号是在一条Output_Capabilities消息，从前往后依次对消息中的输出模式进行编号。消息中的数据长度字段后的首个输出模式，其输出模式编号为1，紧跟其后的各个输出模式，输出模式编号依次加1。输出模式n (7≥n>1) 的最小输出电压应等于输出模式n-1的最大输出电压。Output_Capabilities消息时，依次发送输出模式1至输出模式n。每种输出模式，先发送高字节，再发送低字节。

表16 输出模式定义

Bit(s)	描述
63...60	输出模式编号
59...57	电流调节步进： 000b: 10mA 001b: 20mA 010b: 30mA 011b: 40mA 100b: 50mA 其它: 保留
56	电压调节步进： 0b: 10mV 1b: 20mV
55...40	最大输出电压，单位 10mV
39...24	最小输出电压，单位 10mV
23...8	最大输出电流，单位 10mA
7...0	最小输出电流，单位 10mA

8.2.4.2 Request 消息

Request消息的结构见图27:

消息头 (2字节)	命令 (Request)	数据长度 (1字节)	请求数据 (8字节)	CRC (1字节)
--------------	-----------------	---------------	---------------	--------------

图27 Request 消息结构

命令：设置为Request消息的命令对应的编号。

数据长度：Request 消息的请求数据只有8个字节，因此数据长度设置为8。

请求数据的结构见表17。发送请求数据时，先发送高字节，再发送低字节。

表17 请求数据结构

Bit(s)	描述
63...60	输出模式编号 (1~7)
59...32	保留
31...16	请求输出电压，单位 10mV
15...0	请求输出电流，单位 10mA

在请求数据的结构中，输出模式编号用于指明请求供电设备应用Output_Capabilities消息中的哪种输出模式。

如果请求的是某个可编程输出模式，在该可编程输出模式的最大输出电压和最小输出电压之间（包括最大输出电压和最小输出电压），请求供电设备输出一个确定的电压值；并在该可编程输出模式的最大输出电流和最小输出电流之间（包括最大输出电流和最小输出电流），请求供电设备输出一个确定的电流值。

充电设备请求供电设备输出的电压和电流，不得超出供电设备的Output_Capabilities消息中对应输出模式标识的电压和电流范围，也不得超出线缆的承载能力。线缆的承载能力，由线缆电子标签回复的Cable_Information消息中的最大承载电压和最大承载电流确定。如果无法读取线缆电子标签，充电设备应该根据9.6.3来约束请求的电流数值。

例如，供电设备发送的Output_Capabilities消息的输出模式如下：

输出模式编号：1 电流调节步进：010b 电压调节步进：1b 最大输出电压：5.5V 最小输出电压：3.4V 最大输出电流：6A 最小输出电流：0.5A	输出模式编号：2 电流调节步进：010b 电压调节步进：1b 最大输出电压：11V 最小输出电压：5.5V 最大输出电流：5A 最小输出电流：0.5A	输出模式编号：3 电流调节步进：010b 电压调节步进：1b 最大输出电压：20V 最小输出电压：11V 最大输出电流：4A 最小输出电流：0.5A
------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

充电设备请求供电设备按照输出模式1输出可编程电压和可编程电流——电压5.1V和电流3A，则其Request消息的请求数据格式如下：

输出模式编号：1 ... 请求输出电压：5.1V 请求输出电流：3A

8.2.4.3 Source_Information 消息

Source_Information消息的结构见图28：

消息头 (2字节)	命令 (Source_Information)	数据长度 (1字节)	状态信息 (8字节)	CRC (1字节)
--------------	----------------------------	---------------	---------------	--------------

图28 Source_Information 消息结构

命令：设置为Source_Information消息的命令对应的编号。

数据长度：Source_Information消息的状态信息有8个字节，因此数据长度设置为8。

状态信息的结构见表18。发送状态信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表18 状态信息结构

Bit(s)	描述
63...48	保留
51...48	供电设备支持充电设备主动发送Sink_Information_Extended消息的最小时期： $T = (\text{bit}51 \dots \text{bit}48) \times 100\text{ms}$ 。 Bit51...bit48=0000，标识供电设备不支持充电设备主动发送的Sink_Information_Extended消息
47...40	当前供电设备内部温度，单位摄氏度。 温度换算公式： $T = (\text{bit}47 \dots \text{bit}40) - 50$ 。 Bit47...bit40=00000000，标识供电设备没有内部的温度数据
39...32	当前供电设备输出口温度，单位摄氏度。 温度换算公式： $T = (\text{bit}39 \dots \text{bit}32) - 50$ 。 Bit39...bit32=00000000，标识供电设备没有输出接口的温度数据
31...16	当前输出电压，单位10mV
15...0	当前输出电流，单位10mA

8.2.4.4 Sink_Information 消息

Sink_Information消息的结构见图29：

消息头 (2字节)	命令 (Sink_Information)	数据长度 (1字节)	状态信息 (8字节)	CRC (1字节)
--------------	--------------------------	---------------	---------------	--------------

图29 Sink_Information 消息结构

命令：设置为Sink_Information消息的命令对应的编号。

数据长度：Sink_Information消息的状态信息有8个字节，因此数据长度设置为8。

状态信息的结构见表19。发送状态信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表19 状态信息结构

Bit(s)	描述
63…48	保留
47…40	当前充电设备电池温度，单位摄氏度。 温度换算公式： $T = (\text{bit}47 \cdots \text{bit}40) - 50$ 。 Bit47…bit40=00000000，标识充电设备没有电池的温度数据
39…32	当前充电设备输入接口温度，单位摄氏度。 温度换算公式： $T = (\text{bit}39 \cdots \text{bit}32) - 50$ 。 Bit39…bit32=00000000，标识充电设备没有输入接口的温度数据
31…16	当前充电电压（进充电 IC 之前的电压），单位 10mV
15…0	当前充电电流（进充电 IC 之前的电流），单位 10mA

8.2.4.5 Cable_Information 消息

Cable_Information消息的结构见图30：

消息头 (2字节)	命令 (Cable_Information)	数据长度 (1字节)	请求数据 (10字节)	CRC (1字节)

图30 Cable_Information 消息结构

命令：设置为Cable_Information消息的命令对应的编号。

数据长度：Cable_Information消息的线缆信息有10个字节，因此数据长度设置为10。

线缆信息结构见表20。厂家识别码应填入线缆品牌所属厂家的识别码。厂家自定义识别码应填入线缆生产厂家识别码，或者线缆电子标签芯片厂家识别码，或其它有关的厂家识别码，用于辅助识别和区分线缆。线缆品牌所属厂家自行确定厂家自定义识别码的内容，也可以选择填入默认值0x0000。发送状态信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表20 线缆信息结构

Bit(s)	描述
79…64	厂家识别码
63…48	厂家自定义识别码
47…32	线缆阻抗，单位 $m\Omega$
31…16	最大承载电压，单位 10mV
15…0	最大承载电流，单位 10mA

8.2.4.6 Device_Information 消息

Device_Information消息的结构见图31：

消息头 (2字节)	命令 (Device_Information)	数据长度 (1字节)	设备信息 (8字节)	CRC (1字节)

图31 Device_Information 消息结构

命令：设置为Device_Information消息的命令对应的编号。

数据长度：Device_Information消息的设备信息有8个字节，因此数据长度设置为8。

设备信息结构见表21。厂家识别码应填入供电设备或充电设备品牌所属厂家的识别码。厂家自定义识别码应填入供电设备或充电设备的生产厂家识别码、方案或主控芯片厂家识别码，或者其它有关的厂家识别码，用于辅助识别和区分设备。供电设备或充电设备品牌所属厂家自行确定厂家自定义识别码的内容，也可以选择填入默认值0x0000。设备硬件版本号和设备软件版本号由设备厂家自定义格式，如不填写，使用默认值0。发送设备信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表21 设备信息结构

Bit(s)	描述
63…48	厂家识别码
47…32	厂家自定义识别码

表 21 (续)

Bit(s)	描述
31…16	设备硬件版本号
15…0	设备软件版本号

8.2.4.7 Error_Information 信息

Error_Information消息的结构见图32:

消息头 (2字节)	命令 (Error_Information)	数据长度 (1字节)	异常信息 (4字节)	CRC (1字节)
--------------	---------------------------	---------------	---------------	--------------

图32 Error_Information 消息结构

命令：设置为Error_Information消息的命令对应的编号。

数据长度：Error_Information消息的异常信息有4个字节，因此数据长度设置为4。

异常信息的结构见表22。发送异常信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表22 异常信息结构

Bit(s)	描述
31…9	保留
8	0: 正常; 1: D+OVP
7	0: 正常; 1: D-OVP
6	0: 正常; 1: CCOVP
5…0	保留

当供电设备发生表中的异常时，供电设备应将异常信息的相关的bit置1。当充电设备发生表中的异常时，充电设备可以将异常信息的相关的bit置1，可通过发送Error_Information消息通知供电设备。

供电设备和充电设备可以通过发送Get_Error_Info消息，获知对方的异常状态信息。供电设备和充电设备接收到Get_Error_Info消息后，应该在tReceiverResponse时间内回复Error_Information消息。

8.2.4.8 Config_Watchdog 消息

Config_Watchdog消息的结构见图33:

消息头 (2字节)	命令 (Config_Watchdog)	数据长度 (1字节)	配置信息 (2字节)	CRC (1字节)
--------------	-------------------------	---------------	---------------	--------------

图33 Config_Information 消息结构

命令：设置为Config_Watchdog消息的命令对应的编号。

数据长度：Config_Watchdog消息的配置信息有2个字节，因此数据长度设置为2。

配置信息的结构见表23。发送配置信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表23 配置信息结构

Bit(s)	描述
15…0	看门狗定时器溢出时间，单位 ms

供电设备的看门狗定时器溢出时间默认为1秒。充电设备可以通过Config_watchdog消息配置供电设备的看门狗溢出时间。如果在消息中配置的看门狗定时器溢出时间为0，则将关闭看门狗功能。

供电设备与充电设备UFCS协议识别成功后，即启动看门狗。每次接收到充电设备的一条消息，供电设备均应对看门狗进行清零。如果供电设备需要回复接收到的消息（回复ACK消息除外），则从接收到消息至发送完毕回复消息期间，暂停看门狗。发送完毕回复消息后，重启看门狗。比如，供电设备接收到充电设备的Request消息，立即对看门狗清零，并暂停看门狗；等到发送完毕Power_Ready消息后，重启看门狗。

供电设备的看门狗定时器溢出后，将触发供电设备硬件复位恢复到初始状态。

8.2.4.9 Refuse 消息

Refuse消息的结构见图34:

消息头 (2字节)	命令 (Refuse)	数据长度 (1字节)	反馈信息 (4字节)	CRC (1字节)
--------------	----------------	---------------	---------------	--------------

图34 Refuse 消息结构

命令：设置为Refuse消息的命令对应的编号。

数据长度：Refuse消息的反馈信息有4个字节，因此数据长度设置为4。

反馈信息的结构见表24。发送反馈信息时，先发送高字节，再发送低字节。

表24 反馈信息结构

Bit (s)	描述
31...28	保留
27...24	消息编号: Refuse 消息所拒绝的消息的消息编号, 参见表 13 定义的消息编号。
23...19	保留
18...16	消息类型: Refuse 消息所拒绝的消息的消息类型, 参见表 13 定义的三种消息类型。
15...8	命令编号: Refuse 消息所拒绝的消息的命令编号, 参见图 24 中的控制命令、图 25 中的数据命令。如果拒绝的是厂家自定义消息, 无法识别的话, 该字段填 0x00。
7...0	拒绝原因: 0x01 -> 无法识别的命令或数据 0x02 -> 不支持的命令或数据 0x03 -> 设备忙, 暂无法响应 0x04 -> 充电设备请求的输出电压、电流或功率超出范围 0x05 -> 其它原因

供电设备、充电设备或线缆电子标签, 接收到某条消息后, 如果由于表24所列出的某个原因, 不能响应或执行消息所请求的行为, 应该在tReceiverResponse时间内回复Refuse消息给对方, 并在Refuse消息中填入其拒绝的消息的消息编号、消息类型、命令编号, 以及拒绝原因。

供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到一条CRC正确的消息, 当消息中出现以下情形时, 其回复Refuse消息中的拒绝原因是0x01 (无法识别的命令或数据):

- 使用 7.7 描述的消息应答机制中的方式 1, 回复 ACK 消息后, 发现消息头中的消息类型错误, 比如: 消息类型标识为表 13 中未定义的消息类型 0x011。
- 使用 7.7 描述的消息应答机制中的方式 1, 回复 ACK 消息后, 根据消息头中的消息类型, 解析消息时, 发现消息长度不正确。比如: 根据 8.2.4.3 章节对 Source_Information 消息的定义, 该消息的状态信息字段长度是 8 字节; 如果接收到的 Source_Information 消息的状态信息长度不是 8 字节, 则认为是错误。

供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到一条CRC正确的消息, 当消息中出现以下情形时, 其回复Refuse消息中的拒绝原因是0x02 (不支持的命令或数据):

- 根据消息头中的消息类型, 读取到消息中的指令, 该指令所定义的接收者不包括当前接收到该消息的设备的类型, 如: 供电设备接收到 Get_Sink_Info 消息。
- 在数据消息和厂家自定义消息中, 如果消息中的某些数据有范围要求, 当接收到的数据超出要求的范围时, 如: 接收到的 Verify_Request 消息的密钥编号不是接收方的密钥编号、Request 消息的输出模式编号、请求输出电压和请求输出电流超出范围, 拒绝原因是 0x04。
- 根据消息头中的消息类型, 读取到消息中的命令, 未在表 14 和表 15 中定义, 也未在厂家自定义消息的命令列表中定义, 如: 接收到一条控制消息, 其命令编号是 0x2A, 该命令编号未在表 14 中定义。
- 接收到的消息正确, 并且消息中的命令和数据已有定义, 但设备不能执行命令所对应的功能, 如: 供电设备和充电设备接收到 Detect_Cable_Info 消息、Verify_Request 消息、Start_Cable_Detect 消息等, 但设备不支持该功能。

8.2.4.10 Verify_Request 消息

Verify_Request消息的结构见图35:

消息头 (2字节)	命令 (Verify_Request)	数据长度 (1字节)	密钥编号 (1字节)	随机数据 (16字节)	CRC (1字节)
--------------	------------------------	---------------	---------------	----------------	--------------

图35 Verify_Request 消息结构

命令：设置为Verify_Request消息的命令对应的编号。

数据长度：数据包括密钥编号和随机数据两部分，共17字节，因此数据长度设置为17。

密钥编号：供电设备、充电设备和线缆电子标签可以预存多套密钥，在发送Verify_Request消息时，须指定用哪套密钥进行加密。

随机数据：Verify_Request消息的发送者，生成16个字节的随机数据。发送随机数据时，先发送高字节，再发送低字节。

8.2.4.11 Verify_Response 消息

Verify_Response消息的结构见图36：

消息头 (2字节)	命令 (Verify_Response)	数据长度 (1字节)	加密数据 (32字节)	随机数据 (16字节)	CRC (1字节)
--------------	-------------------------	---------------	----------------	----------------	--------------

图36 Verify_Response 消息结构

命令：设置为Verify_Response消息的命令对应的编号。

数据长度：数据包括32个字节的加密数据和16个字节的随机数据，共48个字节，因此数据长度设置为48。

加密数据：供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到Verify_Request消息后，使用Verify_Request消息指定的密钥对数据进行加密，得到32个字节的加密数据。加密的流程和算法，请参考附录E。发送加密数据时，先发送高字节，再发送低字节。

随机数据：供电设备、充电设备和线缆电子标签接收到Verify_Request消息后，执行加密算法前，也会生成16个字节的随机数。该随机数需要在Verify_Response消息中发送回去。发送的时候，先发送高字节，再发送低字节。

8.2.4.12 Power_Change 消息

供电设备进入UFCS模式后，如果它的输出功率发生了变化，应该主动发送Power_Change消息告诉充电设备。Power_Change消息的结构如图37：

消息头 (2字节)	命令 (Power_Change)	数据长度 (1字节)	输出模式1 (3字节)	输出模式2 (3字节)	...	输出模式n (1≤n≤7) (3字节)	CRC (1字节)
--------------	----------------------	---------------	----------------	----------------	-----	------------------------	--------------

图37 Power_Change 消息结构

命令：设置为Power_Change消息的命令对应的编号。

数据长度：一条Power_Change消息至少有一种输出模式，最多可以包括7种输出模式。数据长度字段的值，是根据输出模式的数量计算得到。每种输出模式为3个字节，那么n种输出模式就是 $3 \times n$ 字节，而且 $n \leq 7$ 。

输出模式：Power_Change消息中的各输出模式，用于主动通知充电设备，供电设备的Output_Capabilities消息中一个或多个输出模式的最大输出电流能力发生了变化。输出模式定义见表25。

发送Power_Change消息时，依次发送输出模式1至输出模式n。每种输出模式，先发送高字节，再发送低字节。

表25 输出模式定义

Bit(s)	描述
23...20	输出模式编号
19	1: 快速调整输出功率 0: 常规调整输出功率

表 25 (续)

Bit(s)	描述
18…16	保留
15…0	最大输出电流, 单位 10mA

Power_Change消息中各输出模式应与Output_Capabilities消息中的输出模式一一对应, 其调整的是Output_Capabilities消息中对应输出模式的最大输出电流。因此, Power_Change消息的输出模式中标识的最大输出电流数值, 应该落在Output_Capabilities消息中相同输出模式编号的输出模式的电流范围内。

例如, 供电设备发送的Output_Capabilities消息的输出模式如下:

输出模式编号: 1 电流调节步进: 010b 电压调节步进: 1b 最大输出电压: 5.5V 最小输出电压: 3.4V 最大输出电流: 6A 最小输出电流: 0.5A	输出模式编号: 2 电流调节步进: 010b 电压调节步进: 1b 最大输出电压: 11V 最小输出电压: 5.5V 最大输出电流: 5A 最小输出电流: 0.5A	输出模式编号: 3 电流调节步进: 010b 电压调节步进: 1b 最大输出电压: 20V 最小输出电压: 11V 最大输出电流: 4A 最小输出电流: 0.5A
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

如果供电设备的最大输出电流需要降为5A, 影响到的是Output_Capabilities消息中的输出模式1, 那么供电设备发送的Power_Change消息如下:

输出模式编号: 1 … 最大输出电流: 5A	输出模式编号: 2 … 最大输出电流: 5A	输出模式编号: 3 … 最大输出电流: 4A
------------------------------	------------------------------	------------------------------

如果供电设备的最大输出电流需要降为4A, 影响到的是Output_Capabilities消息中的输出模式1、输出模式2, 那么供电设备发送的Power_Change消息如下:

输出模式编号: 1 … 最大输出电流: 4A	输出模式编号: 2 … 最大输出电流: 4A	输出模式编号: 3 … 最大输出电流: 4A
------------------------------	------------------------------	------------------------------

Power_Change消息中的Bit19, 用于通知充电设备是否需要迅速请求供电设备将最大输出电流降低到Power_Change消息通知的范围内。当Bit19为0时, 充电设备可以在1秒内通过发送多条Request消息, 请求供电设备逐步将最大输出电流降低到Power_Change消息通知的范围内。当Bit19为1时, 充电设备回复ACK消息后, 应在tReceiverResponse时间内发送一条Request消息, 请求供电设备一次性将最大输出电流降低到Power_Change消息通知的范围内。

8.2.4.13 Sink_Information_Extended 消息

Sink_Information_Extended消息的结构见图38:

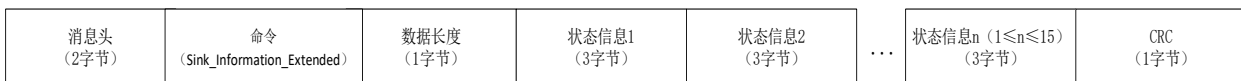


图38 Sink_Information_Extended 消息结构

命令: 设置为Sink_Information_Extended消息的命令对应的编号。

数据长度: Sink_Information_Extended消息可以包括1到15个状态信息, 每个状态信息的长度是3字节。数据长度字段的值, 根据状态信息的数量计算得到。每个状态信息为3个字节, 那么n个状态信息是 $15 \times n$ 个字节, 其中 $1 \leq n \leq 15$ 。

状态信息结构见表26。发送状态信息时, 先发送高字节, 再发送低字节。

表26 状态信息结构

Bit(s)	描述
23…20	状态信息类型： 0001: 电池电量 0010: 最大充电功率 其它: 保留
19…0	状态数据

电池电量信息结构见表27:

表27 电池电量信息结构

Bit(s)	描述
23…20	0001
19…16	保留
15…0	充电设备实时电池电量, 单位 0.01%

最大充电功率信息结构见表28:

表28 最大充电功率信息结构

Bit(s)	描述
23…20	0010
19…16	保留
15…0	充电设备与供电设备协商后的最大充电功率, 单位 W

充电设备接收到Get_Sink_Info_Extended消息, 并回复ACK消息后, 如果支持该消息, 则应在tReceiverResponse时间内回复Sink_Information_Extended消息; 否则, 应在tReceiverResponse时间内回复Refuse消息, 拒绝理由是0x02。

充电设备也可以主动向供电设备发送Sink_Information_Extended消息。在主动发送Sink_Information_Extended消息前, 充电设备应获取供电设备的Source_Information消息, 判断供电设备是否支持充电设备主动发送的Sink_Information_Extended消息; 若支持, 则充电设备主动发送Sink_Information_Extended消息的时间间隔应大于或等于Source_Information中要求的最小周期。供电设备接收到Sink_Information_Extended消息后, 可以选择解析其中的状态信息, 从而获得充电设备的状态数据。供电设备也可以忽略Sink_Information_Extended消息中的部分或全部状态信息。充电设备可以在一条Sink_Information_Extended消息中, 只发送一个状态信息, 比如只发送充电设备的当前电池电量信息, 示例如下:

状态信息类型: 0001 … 电池电量: 0x254E (95.50%)

充电设备也可以在一条Sink_Information_Extended消息中, 发送多个状态信息, 比如同时发送最大充电功率和电池电量信息, 示例如下:

状态信息类型: 0010 … 最大充电功率: 0x64 (100W)	状态信息类型: 0001 … 电池电量: 0x254E (95.50%)
---------------------------------------------	-----------------------------------------------

在一条Sink_Information_Extended消息中, 不应包含两个及以上的同类型的状态信息, 比如, 不应包含2个电池电量信息。

供电设备接收到正确的Sink_Information_Extended消息后, 如果不愿继续接收到该消息, 在回复ACK消息后, 再发送Refuse消息给充电设备, Refuse消息中的拒绝理由为0x02; 充电设备接收到供电设备回复的Refuse消息(拒绝理由是0x02), 本次快充过程中, 不再发送Sink_Information_Extended消息。

8.2.4.14 Test_Request 消息

Test_Request消息的结构见图39:

消息头 (2字节)	命令 (Test_Request)	数据长度 (1字节)	测试内容 (2字节)	CRC (1字节)
--------------	----------------------	---------------	---------------	--------------

图39 Test_Request 消息结构

命令: 设置为Test_Request消息的命令对应的编号。

数据长度: Test_Request消息的测试内容有2个字节, 因此数据长度设置为2。

测试内容的结构见表29。发送测试内容时, 先发送高字节, 再发送低字节。

表29 测试内容结构

Bit(s)	描述
15	1: 使能测试模式, 被测设备工作在测试模式 0: 关闭测试模式, 被测设备工作在正常模式
14	1: 使能电压精度测试模式 (输出电流可比设置值偏大 10%, 仅在可编程输出模式下有效) 0: 关闭电压精度测试模式
13...11	设备地址
10...8	消息类型
7...0	命令编号

设备地址和消息类型参见表13中的定义。命令编号是在表14和表15中定义的各命令的编号, 如果是厂家自定义消息, 则编号由厂家定义。供电设备、充电设备和线缆电子标签, 接收到Test_Request消息后, 解析消息中的测试内容, 向测试设备发送测试内容中指定的消息, 而且消息的消息头中的设备地址字段填入测试内容指定的设备地址。

如果仅用于使能或关闭电压精度测试模式, 或者仅用于使能或关闭测试模式, 而不是命令被测设备发送某条消息的时候, 测试内容的bit0~bit13均应置为1。这种情况下被测设备只需回复ACK消息。

基于测试验证的需要, 充电设备应支持 Test_Request 消息请求发送下列消息: Get_Output_Capabilities 消息、Get_Source_Info 消息、Get_Cable_Info 消息、Request 消息、Config_Watchdog消息。供电设备和线缆电子标签不做强制要求。

8.2.5 厂家自定义消息

厂家自定义消息的结构见图40:

消息头 (2字节)	厂家识别码 (2字节)	数据长度 (1字节)	数据 (1~58字节)	CRC (1字节)
--------------	----------------	---------------	----------------	--------------

图40 自定义消息结构

自定义消息内的数据由各厂家自己定义。供电设备和充电设备接收到CRC正确的的厂家自定义消息, 应该回复ACK消息。供电设备和充电设备接收到CRC错误的的厂家自定义消息, 应该回复NCK消息。供电设备和充电设备接收到无法响应和处理的厂家自定义消息, 在回复ACK消息之后, 应该回复Refuse消息, Refuse的拒绝理由是0x02。

8.3 定时器

8.3.1 ACKReceiveTimer 定时器

消息的发送者, 用定时器ACKReceiveTimer判断其发送的消息是否被接收者正确接收到。发送者在发送完一条消息的最后一个bit后, 如果RX信号线处于空闲状态, 则立即启动定时器ACKReceiveTimer, 否则等待Rx信号线空闲后再启动定时器ACKReceiveTimer。如果在tACKReceive时间内接收到对方的ACK, 则断定其发送的消息已被接收者正确接收到了。如果在tACKReceive时间内接收到对方的NCK, 或者在tACKReceive时间内既未接收ACK又未接收到NCK, 则判断消息未被接收者正确接收到, 发送者启动重发或异常处理机制。如果满足重发条件, 则发送者应该在断定消息未被接收者正确接收到后tRetry时间内重新发送消息。

消息的接收者,在接收到一条消息的最后一个bit后,延时tACKtransmit时间,根据CRC校验的结果,回复ACK或NCK消息。

8.3.2 SenderResponseTimer 定时器

如果一条消息需要接收者在回复ACK消息后,进一步回复相应的应答消息(如接收到Get_Device_Info消息后,应回复应答消息Device_Information),则发送者在发送完该消息的最后一个bit后,如果RX信号线处于空闲状态,则立即启动定时器SenderResponseTimer;否则,等待Rx信号线空闲后,再启动定时器SenderResponseTimer。消息的发送者要求在tSenderResponse时间内接收到对方回复的应答消息。如果发送者在tSenderResponse时间内未接收到对方回复信息,则启动重发和异常处理机制。如果满足重发条件,则发送者应该在断定消息未被接收者正确接收到后tRetry时间内重新发送消息。

消息的接收者,回复了ACK后,延时tMsgTransDelay时间,发送应回复的应答消息。并且,消息的接收者自接收到消息后,应在tReceiverResponse时间内回复应答消息给对方。

8.3.3 PowerSupplyTimer 定时器

当充电设备发送一条Request信息给供电设备,并接收到供电设备的Accept消息后,充电设备启动定时器PowerSupplyTimer。供电设备回复Accept消息后,应该在tPowerSupply时间内将输出调整到Request消息请求的电压和电流值,并回复Power_Ready消息给充电设备。如果在tPowerSupply内,充电设备仍没有接收到供电设备的Power_Ready消息,充电设备应该发送一条硬件复位命令给供电设备,使其硬件复位。

8.3.4 CableInfoTimer 定时器

充电设备发送Detect_Cable_Info消息给供电设备,并接收到供电设备的Accept消息后启动CableInfoTimer定时器。如果供电设备未能在tCableInfoResponse时间内回复Cable_Information消息,充电设备则认为供电设备不能读取线缆电子标签的信息。

同样的,供电设备发送Detect_Cable_Info消息给充电设备,并接收到供电设备的Accept消息后启动CableInfoTimer定时器。如果充电设备未能在tCableInfoResponse时间内回复Cable_Information消息,供电设备则认为充电设备不能读取线缆电子标签的信息。

8.3.5 RestartTransTimer 定时器

供电设备接收到充电设备的Start_Cable_Detect消息,同意释放TX总线的话,回复Accept消息,同时启动RestartTransTimer定时器。之后,供电设备如果在tRestartTrans时间内没有接收到充电设备的End_Cable_Detect消息,则强制恢复与充电设备的通信。

充电设备接收到供电设备的Start_Cable_Detect消息,同意释放TX总线的话,回复Accept消息,同时启动RestartTransTimer定时器。之后,充电设备如果在tRestartTrans时间内没有接收到供电设备的End_Cable_Detect消息,则强制恢复与供电设备的通信。

8.3.6 CableTransTimer 定时器

线缆电子标签接收到供电设备或充电设备的Get_Cable_Info消息,回复了Cable_Information消息后,启动CableTransTimer定时器。如果在tCableTrans时间内,线缆电子标签没有接收到供电设备或充电设备发送给它的消息(包括Ping消息和Get_Cable_Info消息),则恢复至初始状态。

8.3.7 MsgTransDelayTimer 定时器

供电设备、充电设备和线缆电子标签,在发送完毕一条消息后,启动MsgTransDelayTimer定时器,在tMsgTransDelay时间内,避免发送下一条消息。

设置tMsgTransDelay的值时,要考虑一些消息对响应时间的要求,避免超出其他一些定时器的时间阈值,比如tACKReceive、tSenderResponse等。

当tACKtransmit和tMsgTransDelay冲突时,以tMsgTransDelay优先。

8.3.8 VerifyResponseTimer 定时器

供电设备或充电设备向另一个设备发送Verify_Request消息，请求进行鉴权；接收到对方回复Accept消息后，启动VerifyResponseTimer定时器。如果tVerifyResponse时间内，没有接收到对方回复VerifyResponse消息，则退出鉴权流程，判定鉴权失败。

8.3.9 定时器及其时间阈值

各时间阈值的定义见表30：

表30 时间阈值定义

时间阈值	最小值	最大值	单位	参考章节
tACKReceive	-	10	ms	7.3.1
tACKtransmit	100	-	us	7.3.1
tRetry	-	500	us	7.3.1
tSenderResponse	-	50	ms	7.3.2
tReceiverResponse	-	40	ms	7.3.2
tPowerSupply	-	550	ms	7.3.3
tCableInfoResponse	-	1200	ms	7.3.4
tRestartTrans	-	1100	ms	7.3.5
tCableTrans	-	1000	ms	7.3.6
tMsgTransDelay	2	-	ms	7.3.7
tVerifyResponse	-	1000	ms	7.3.8

定时器与时间阈值的关系见表31：

表31 定时器与时间阈值关系

定时器	时间阈值	参考章节
ACKReceiveTimer	tACKReceive	7.3.1
SenderResponseTimer	tSenderResponse	7.3.2
PowerSupplyTimer	tPowerSupply	7.3.3
CableInfoTimer	tCableInfoResponse	7.3.4
RestartTransTimer	tRestartTrans	7.3.5
CableTransTimer	tCableTrans	7.3.6
MsgTransDelayTimer	tMsgTransDelay	7.3.7
VerifyResponseTimer	tVerifyResponse	7.3.8

8.4 计数器

8.4.1 MsgNumberCounter 计数器

计数器MsgNumberCounter是一个0至15的循环计数器。供电设备、充电设备和线缆发送的每一条消息，在消息头中均有一个消息编号。该消息编号即来自计数器MsgNumberCounter。即，供电设备、充电设备和线缆将计数器的值MsgNumberCounter拷贝到需要发送的消息的消息编号字段。

下列几种情况，计数器MsgNumberCounter应该立即清零：

- a) UFCS 快充握手完成；
- b) 软件复位；
- c) 硬件复位（包括7.9描述的复位信号、设备启动或重启引起的复位等）。

8.4.2 MsgRetryCounter 计数器

为了保证消息发送的可靠性，消息的发送者须建立消息的重发机制。消息发送者发送一条消息后，接收到NCK消息，或者在tACKReceive时间内没有接收到接收方的ACK消息和NCK消息，视为消息发送失败，启动消息重发机制。发送者在发送一条新的消息时，将计数器MsgRetryCounter清零，每重发一次就对其加1。重发nMsgRetryCount次后仍未收到ACK消息，即认为当前的消息发送失败。

8.4.3 计数器及其计数阈值

各计数阈值的定义见表32：

表32 计数阈值定义

计数阈值	数值	参考章节
nMsgNumberCount	15	8.4.1
nMsgRetryCount	3	8.4.2

计数器与计数阈值的关系见表33:

表33 计数器与计数阈值关系表

计数器	计数阈值	参考章节
MsgNumberCounter	nMsgNumberCount	8.4.1
MsgRetryCounter	nMsgRetryCount	8.4.2

8.5 状态机

8.5.1 消息发送状态机

消息发送状态机的定义见图41:

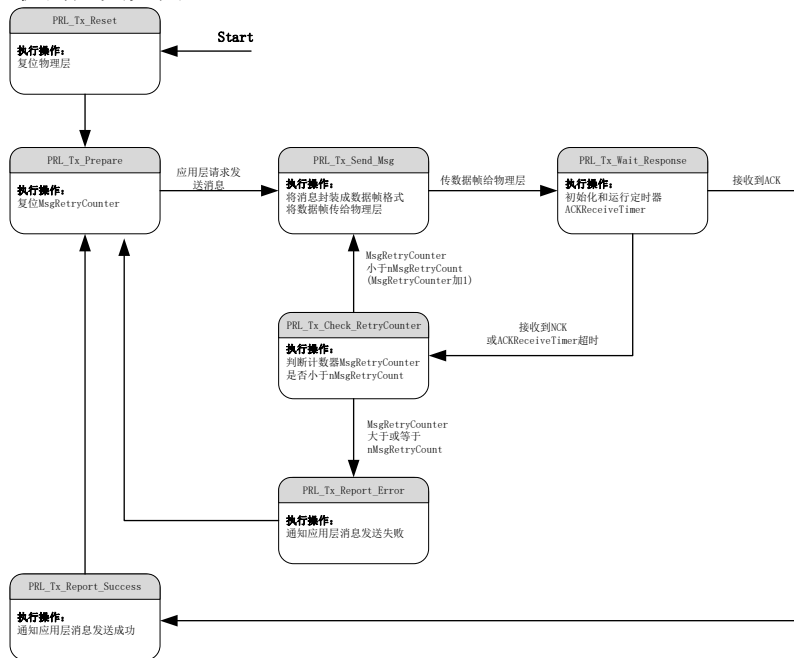


图41 消息发送状态机定义

8.5.2 消息接收状态机

消息接收状态机的定义见图42:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/195003131034011143>