

# 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



## 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 <sup>[1]</sup> .....	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的需求，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。

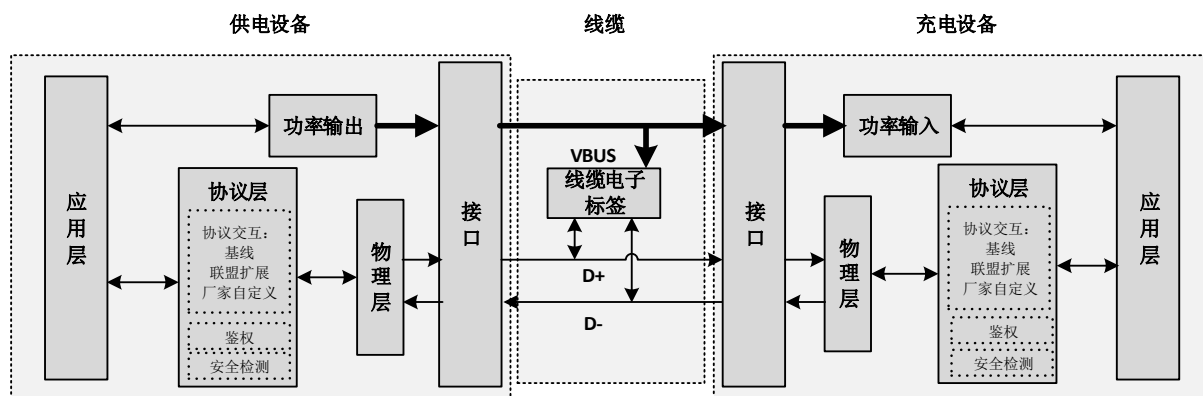


图1 整体框架



- 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。

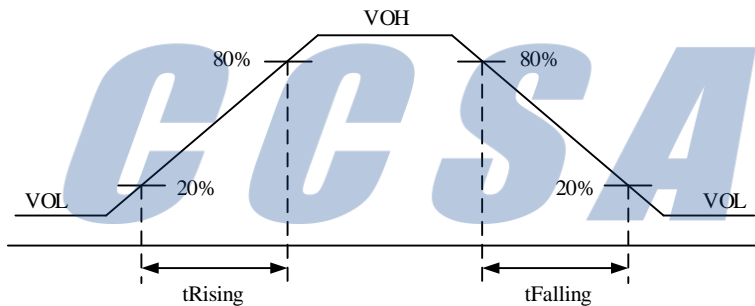


图2 信号线缆时序要求

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。

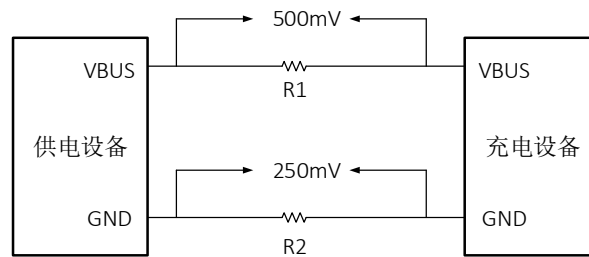


图3 VBUS及GND端压差要求

## 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

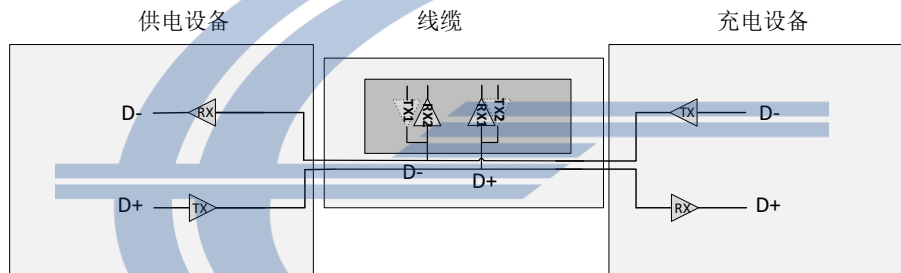


图4 物理通道实现框图

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+数据为数据发送方、D-数据为数据接收方；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。

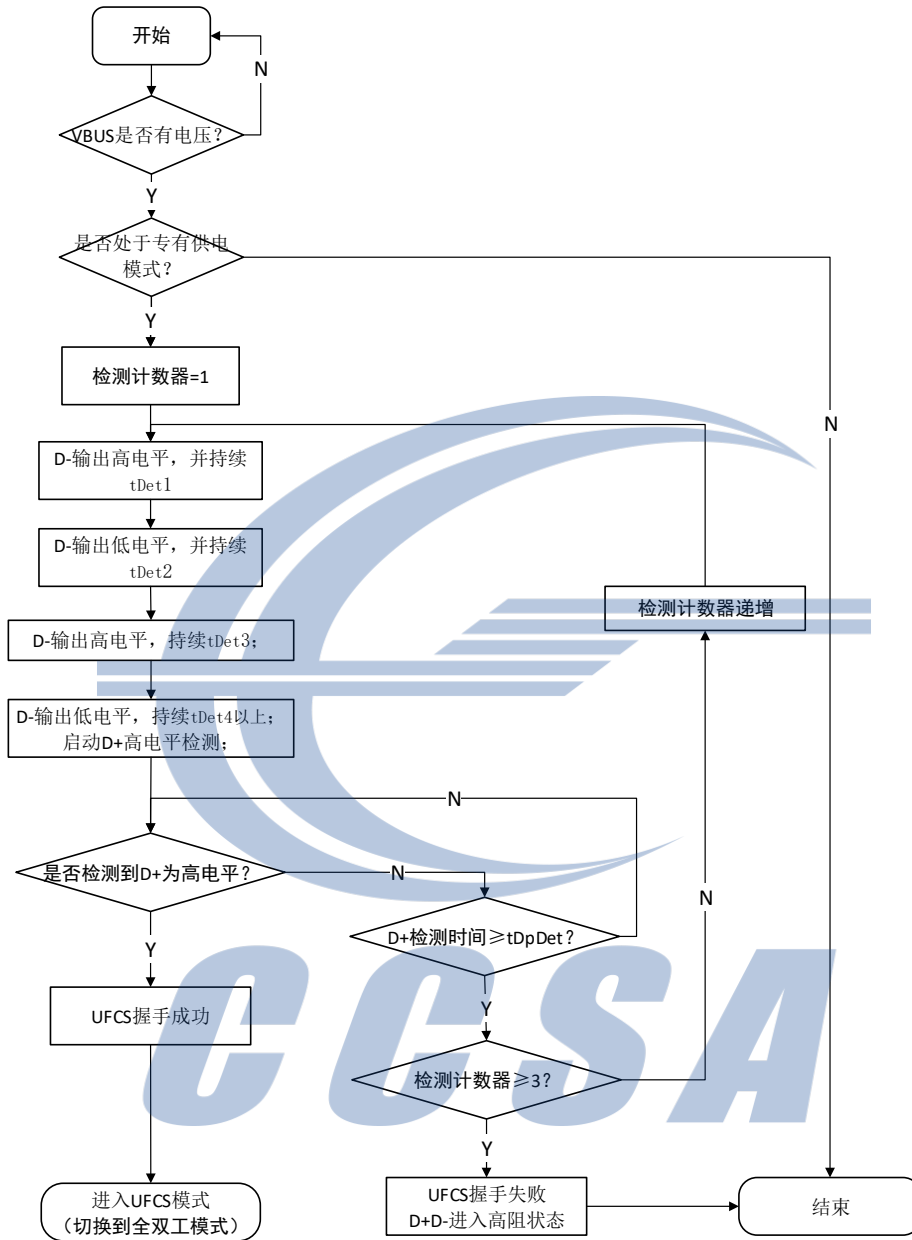


图5 充电设备 UFCS 握手检测流程

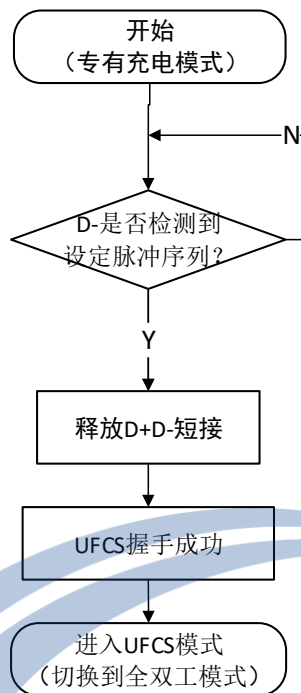


图6 供电设备端 UFCS 握手检测流程

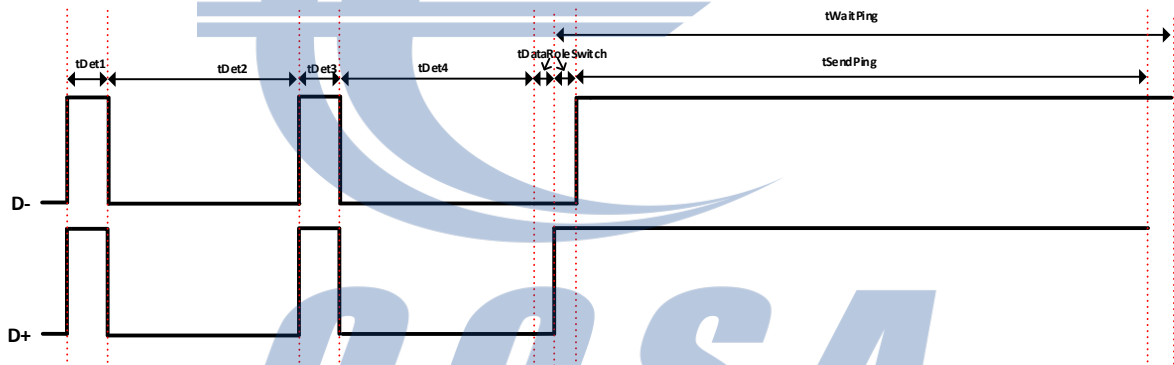


图7 UFCS 快充握手检测波形图

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。

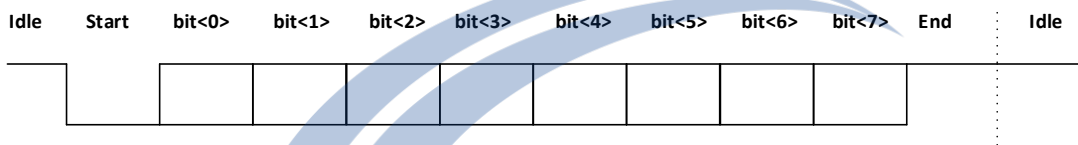


图8 数据帧结构

### 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。

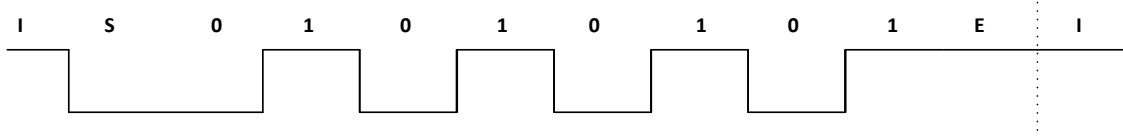


图9 波特率 Training 字符

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，一帧数据接收完成。

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。

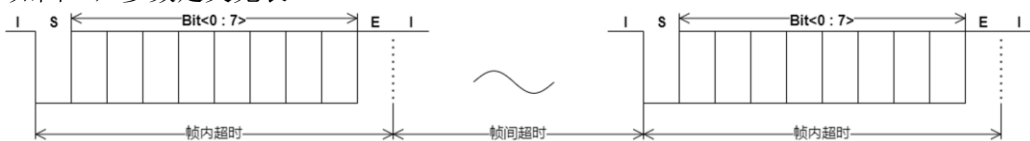


图12 数据帧内、帧间超时参数时序

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。

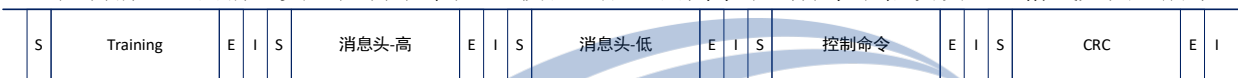


图13 控制消息数据包格式

### 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。

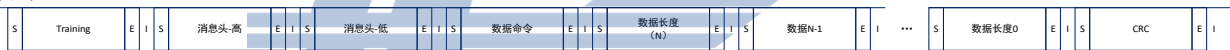


图14 数据消息数据包格式

### 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。

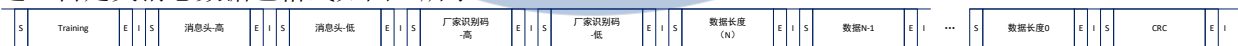


图15 自定义消息数据包格式

## 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：

- 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；
- 充电设备收到 Accept 后，屏蔽硬件复位功能；
- 充电设备发送 Get\_Cable\_Info 指令给线缆，发送完毕后启动 SenderResponseTimer；
- 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；
- 线缆回复 Cable\_Information 消息给充电设备，启动 CableTransTimer；
- 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；
- 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；
- 充电设备接收到 ACK 消息后，恢复硬件复位功能；
- 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：

- 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；
- 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；
- 充电设备尝试其他方式识别线缆；
- 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。

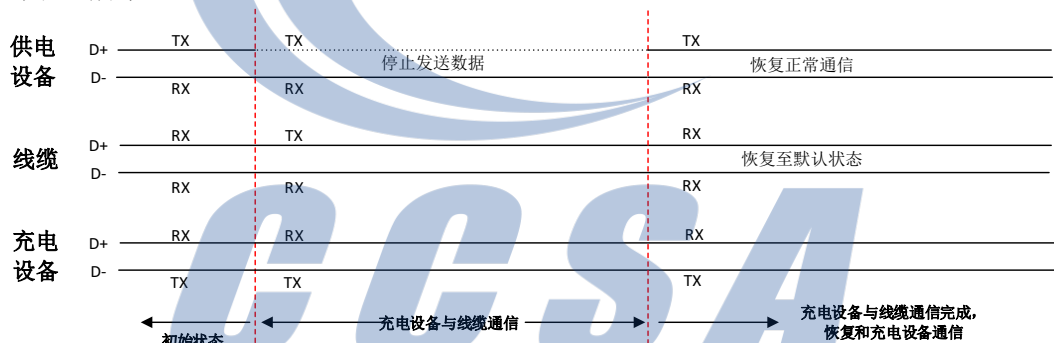


图16 总线所有权示意图（充电设备检测线缆）

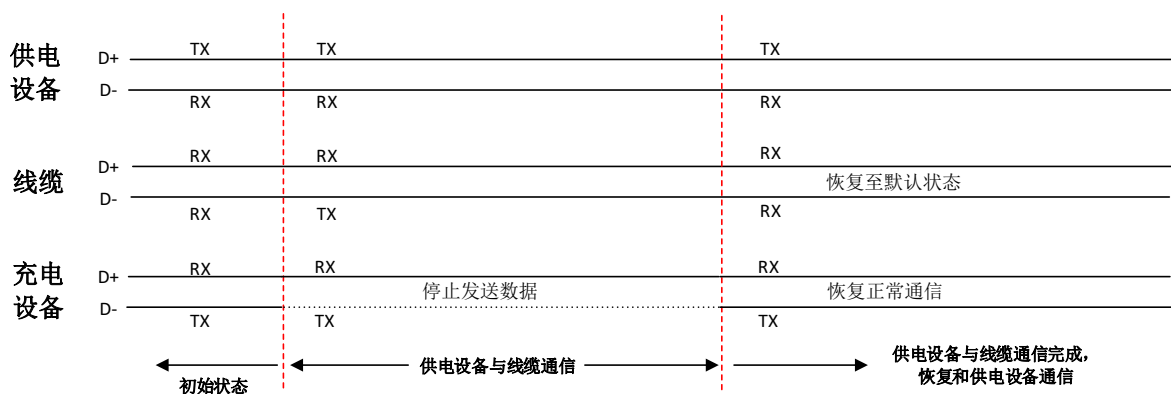


图17 总线所有权示意图（供电设备检测线缆）

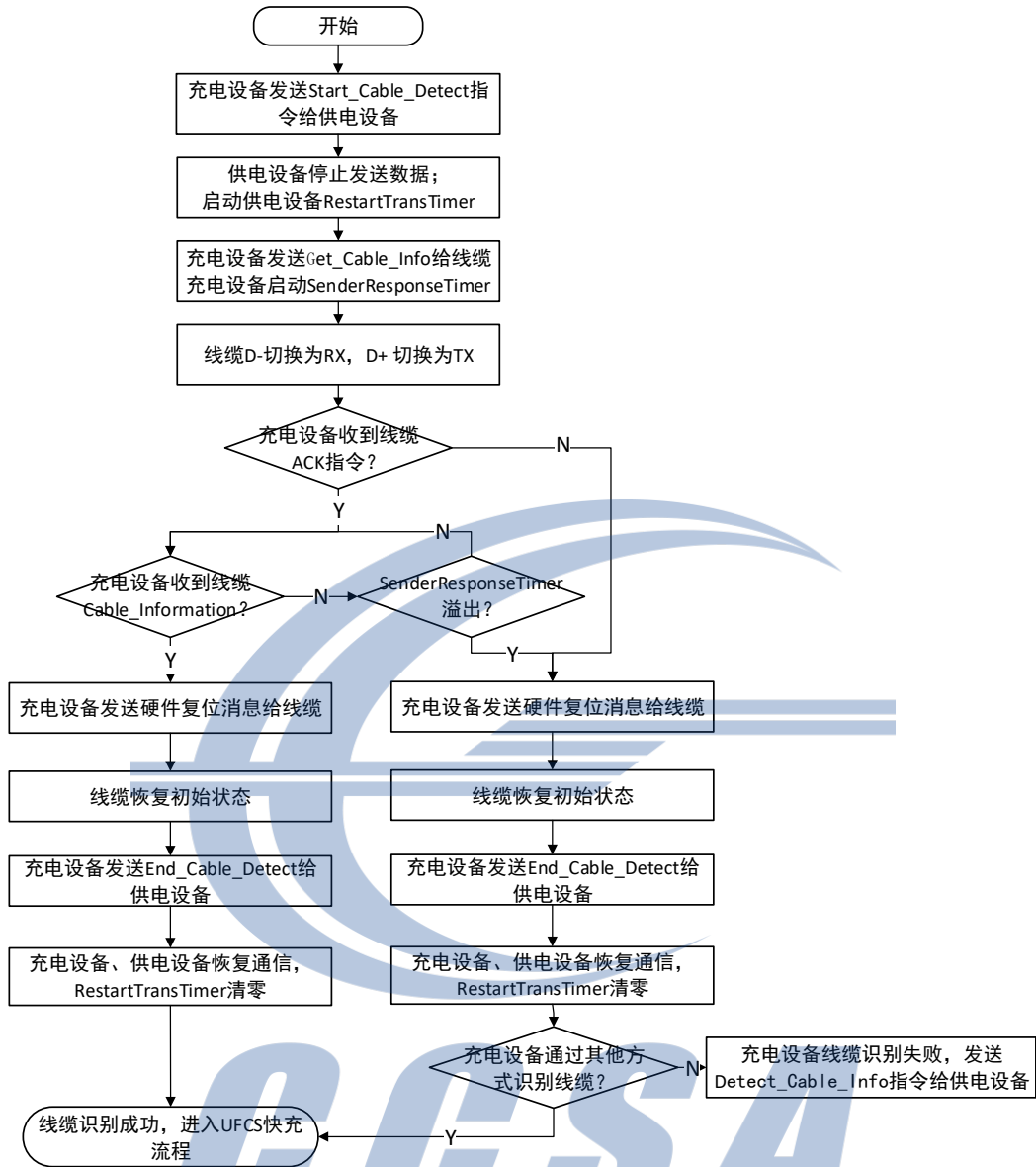


图18 充电设备线缆电子标签识别流程图

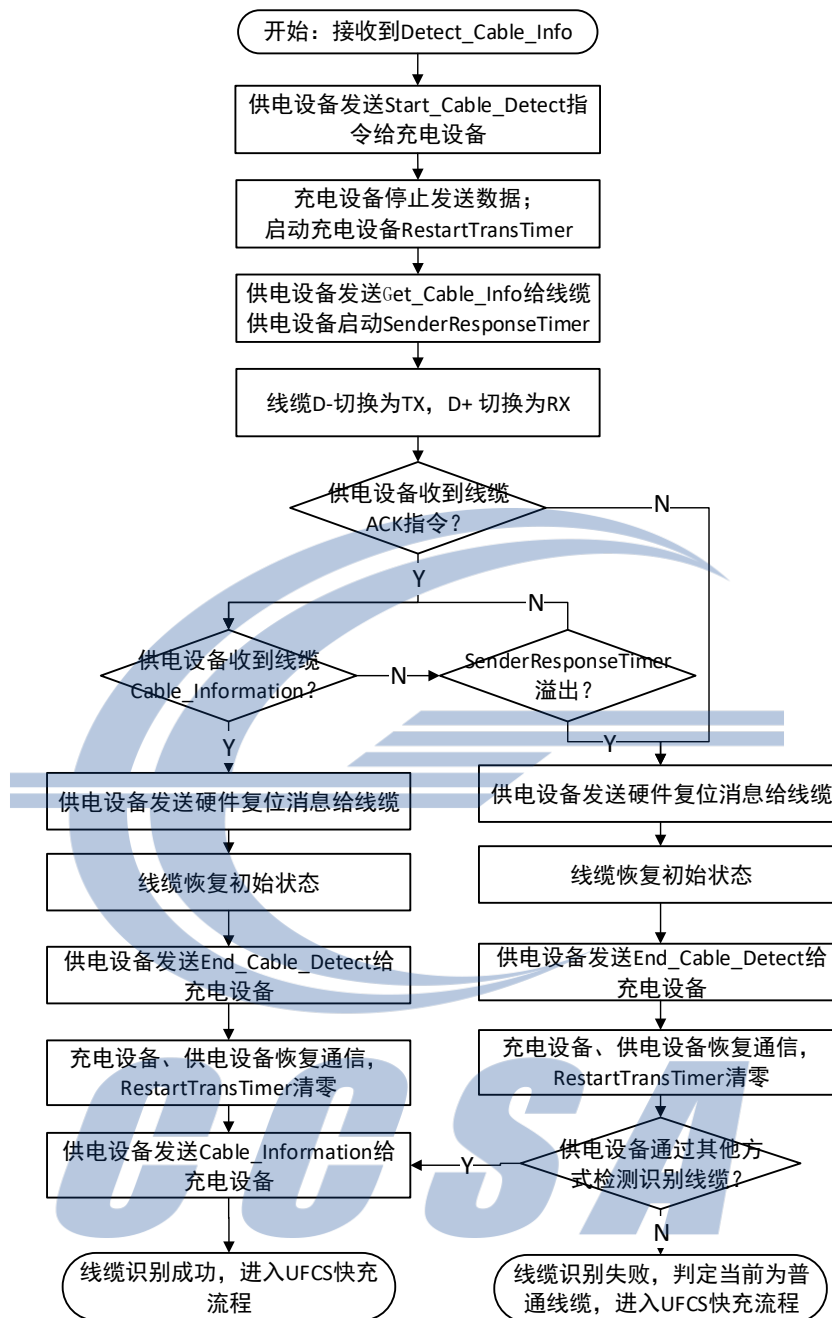


图19 供电设备线缆电子标签识别流程图

## 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

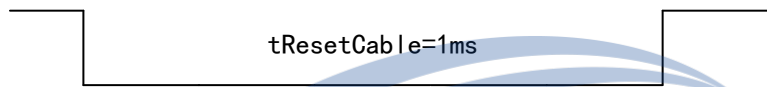


图20 线缆硬件复位命令

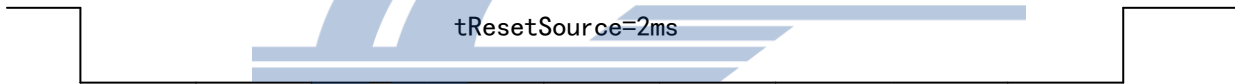


图21 供电设备硬件复位命令

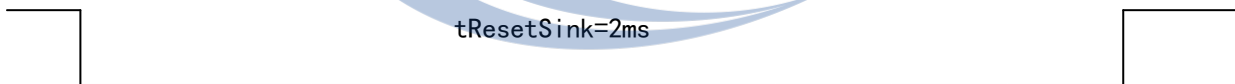


图22 充电设备硬件复位命令

## 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。

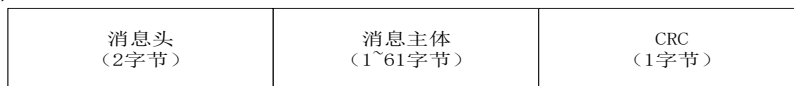


图23 消息格式

- 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：

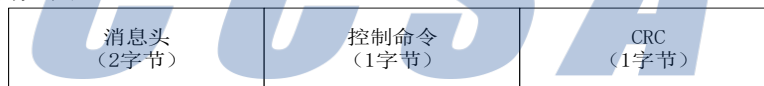


图24 控制消息结构

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 ( $7 \geq n > 1$ ) 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 mΩ
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:

消息头 (2字节)	命令 (Sink_Information_Extended)	数据长度 (1字节)	状态信息1 (3字节)	状态信息2 (3字节)	…	状态信息n (1≤n≤15) (3字节)	CRC (1字节)
--------------	-----------------------------------	---------------	----------------	----------------	---	-------------------------	--------------

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 $t_{ACKtransmit}$ 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 $t_{SenderResponse}$ 时间内接收到对方回复的应答消息。如果发送者在 $t_{SenderResponse}$ 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 $t_{Retry}$ 时间内重新发送消息。

消息的接收者,回复了ACK后,延时 $t_{MsgTransDelay}$ 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 $t_{ReceiverResponse}$ 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 $t_{PowerSupply}$ 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 $t_{PowerSupply}$ 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 $t_{CableInfoResponse}$ 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 $t_{CableInfoResponse}$ 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 $t_{RestartTrans}$ 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 $t_{RestartTrans}$ 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 $t_{CableTrans}$ 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 $t_{MsgTransDelay}$ 时间内,避免发送下一条消息。

设置 $t_{MsgTransDelay}$ 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 $t_{ACKReceive}$ 、 $t_{SenderResponse}$ 等。

当 $t_{ACKtransmit}$ 和 $t_{MsgTransDelay}$ 冲突时,以 $t_{MsgTransDelay}$ 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:

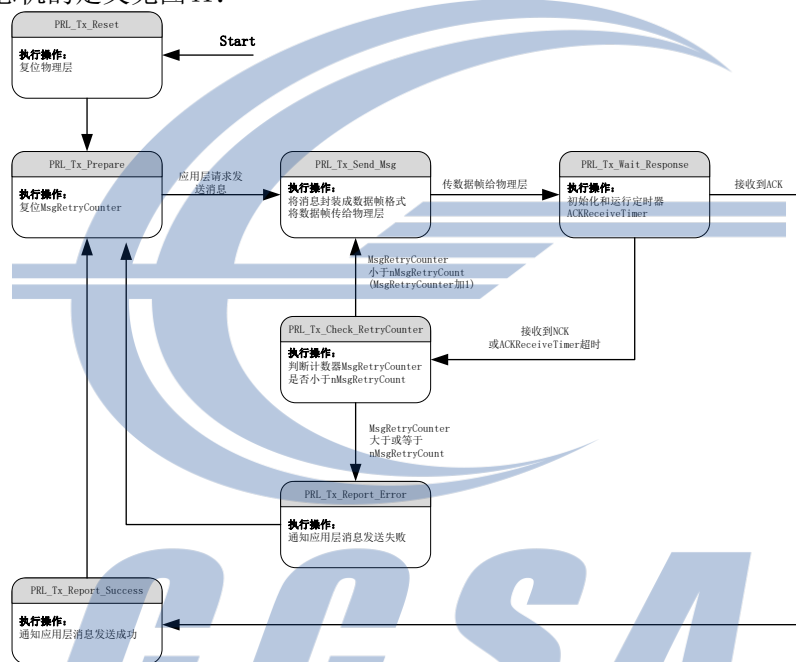


图41 消息发送状态机定义

#### 8.5.2 消息接收状态机

消息接收状态机的定义见图42:

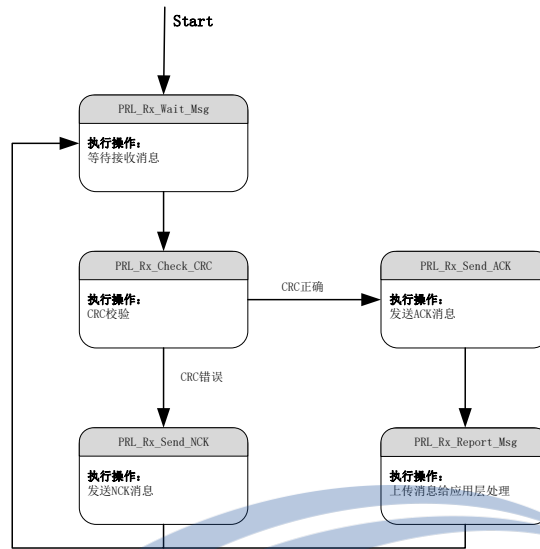


图42 消息接收状态机定义

## 8.6 协议升级及兼容性要求

UFCS快充协议的第一个发布版本是1.0。后续协议的修改和升级，应确保协议的向后兼容性，即高版本的协议必须兼容低版本的协议。充电设备与供电设备完成快充协议握手后，充电设备与供电设备进行快充协议识别——充电设备向供电设备发送Ping消息。在该Ping消息中，充电设备在消息头的“协议版本编号”字段填入其支持的最新UFCS协议版本编号。供电设备接收到这条Ping消息后，提取消息头中的协议版本编号，与其支持的最新协议版本编号比较，按下列三种情况处理：

- 如果供电设备的协议版本编号与充电设备的协议版本编号一样，则供电设备在回复的ACK消息的消息头中填入相同的协议版本编号。
- 如果供电设备的协议版本编号比充电设备的协议版本编号低，则供电设备在回复的ACK消息的消息头中填入自己支持的最新协议版本编号。
- 如果供电设备的协议版本编号比充电设备的协议版本编号高，则供电设备应运行与充电设备一样的旧的协议版本，在回复的ACK消息的消息头中填入充电设备支持的协议版本号。

充电设备接收到供电设备针对第一条Ping消息的ACK消息后，按下列两种情况处理：

- 如果供电设备的ACK消息中的协议版本号与充电设备在Ping消息头中填入的协议版本号一致，则充电设备按照该协议版本运行。
- 如果供电设备的ACK消息中的协议版本号比充电设备在Ping消息头中填入的协议版本号低，则充电设备按照ACK消息中指定的协议版本运行。

## 8.7 消息交互和冲突处理

虽然设备间的通信支持UART的全双工模式，但为了简化消息的交互和处理流程，消息的交互须要遵循一些规则。消息交互应该遵循的基本准则是：设备间在进行一组相关消息的发送和响应期间，双方均不应该插入其它无关消息。

### 8.7.1 允许的消息交互

一段连续的时间内，两个设备间依次发送的消息，均是同一次完整的消息交互必不可少的，这些消息的发送和接收构成了一次消息交互的原子操作，即允许的消息交互。

以下几种消息交互是允许的。

- 发送方发送消息，接收方仅回复ACK消息。以充电设备发送Ping消息，供电设备回复ACK为例。如图43。

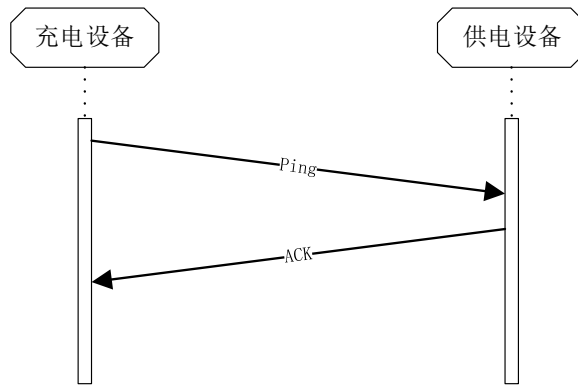


图43 允许的信息交互-例 1

- b) 发送方发送消息，接收方回复 ACK 消息，并紧接着根据发送方的请求回复应答消息。以充电设备发送 Get\_Source\_Info 消息，供电设备回复 ACK 消息和 Source\_Information 消息为例。如图 44。

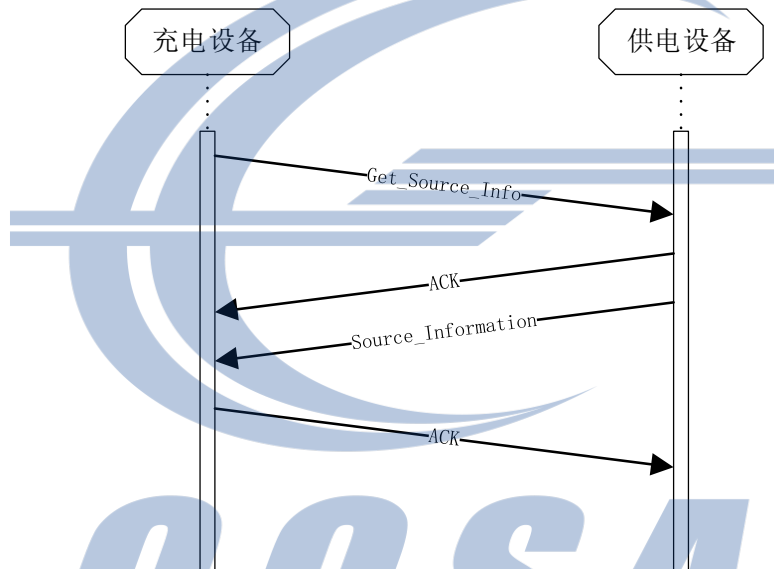


图44 允许的信息交互-例 2

- c) 发送方发送消息，接收方回复 ACK 消息和相应的应答消息外，接收方还主动发送另一条与前述消息交互相关的消息。以充电设备发送 Request 消息，供电设备回复 ACK 消息和 Accept 消息，之后主动发送 Power\_Ready 消息为例。如图 45。

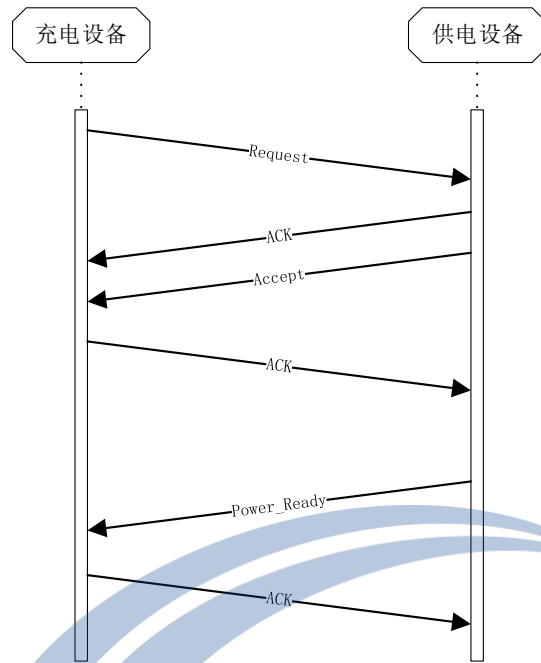


图45 允许的信息交互-例 3

### 8.7.2 禁止的消息交互

以下几种消息交互是禁止的。值得注意的是，硬件复位信号和Soft\_Reset消息，在消息的交互过程中，应该得到及时的响应。因此，下列例子中描述的消息不包括Soft\_Reset消息。

a) 接收方在接收到某条消息后，回复 ACK 消息前，发送另一条消息。如图 46。

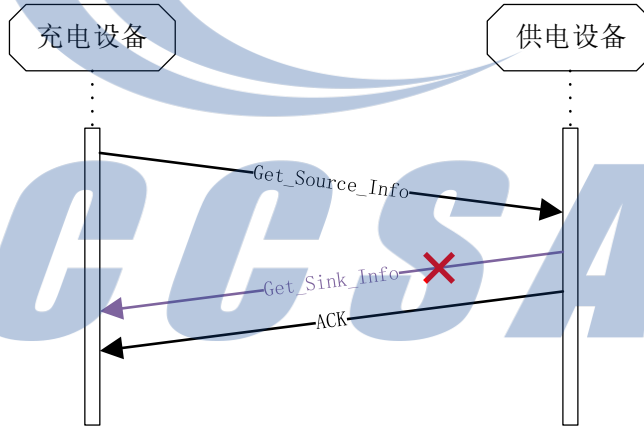


图46 禁止的信息交互-例 1

b) 发送方发送某条消息后，接收到 ACK 消息前，发送另一条消息。如图 47。



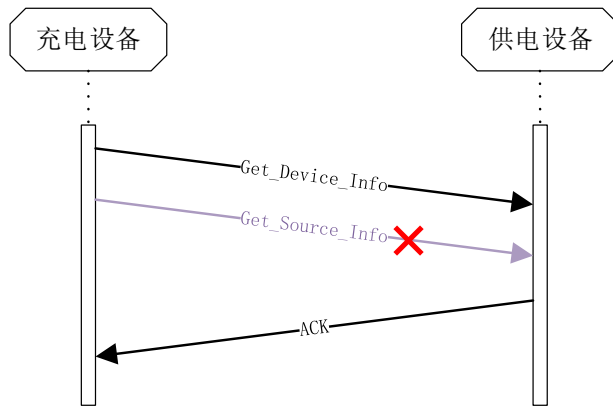


图47 禁止的信息交互-例 2

c) 接收方在接收到某条消息后，在回复 ACK 消息与应答消息之间，发送另一条消息。如图 48。

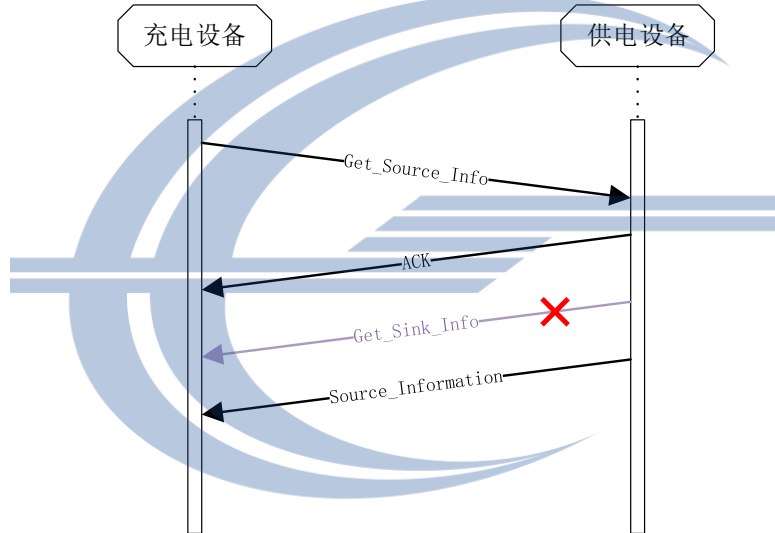


图48 禁止的信息交互-例 3

d) 发送方发送某条消息，接收到对方的 ACK 消息后，在对方进一步回复应答消息前，发送另一条消息。如图 49。

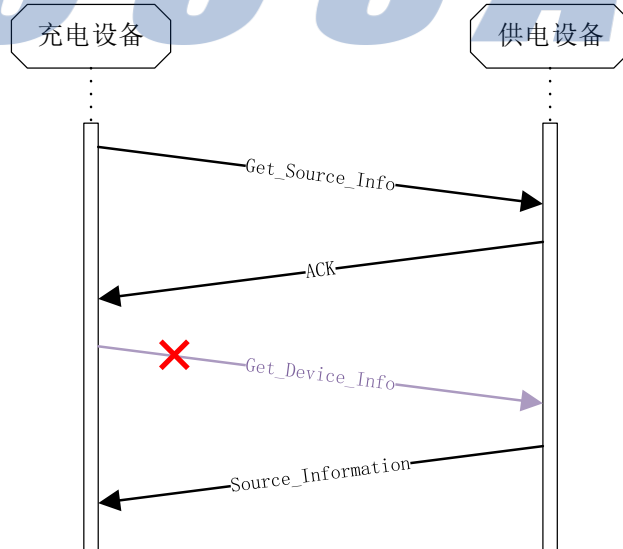


图49 禁止的信息交互-例 4

- e) 在一次完整的消息交互中，如果存在多次消息发送和接收，在最后一次 ACK 消息前，插入其它消息。图 50 中描述的情况是不允许的。

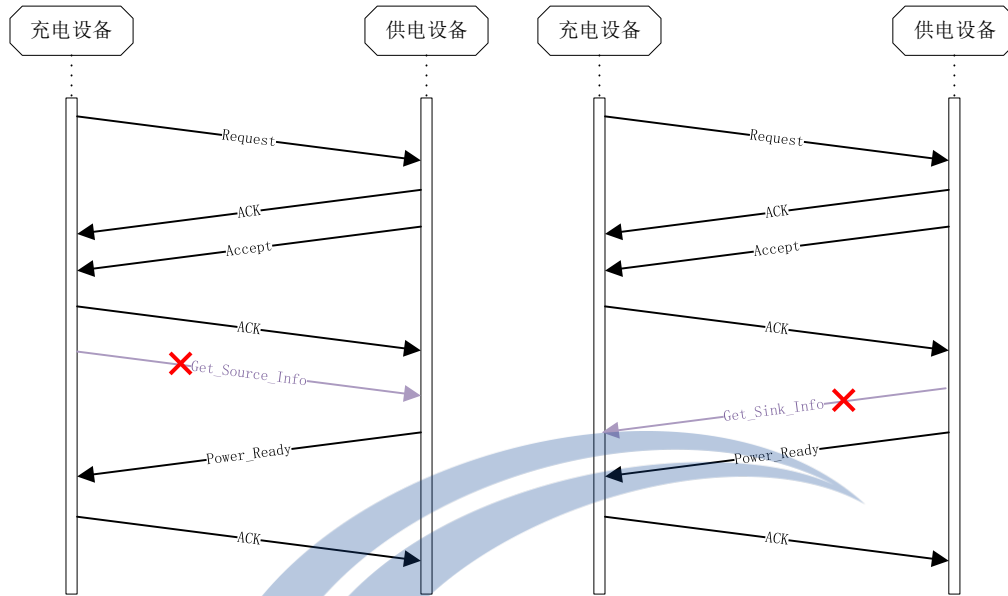


图50 禁止的信息交互-例 5

- f) 由于消息的发送或接收异常，导致了消息的重发。在消息的重发期间，发送其它消息。图 51 中描述的四种情况是不允许的。

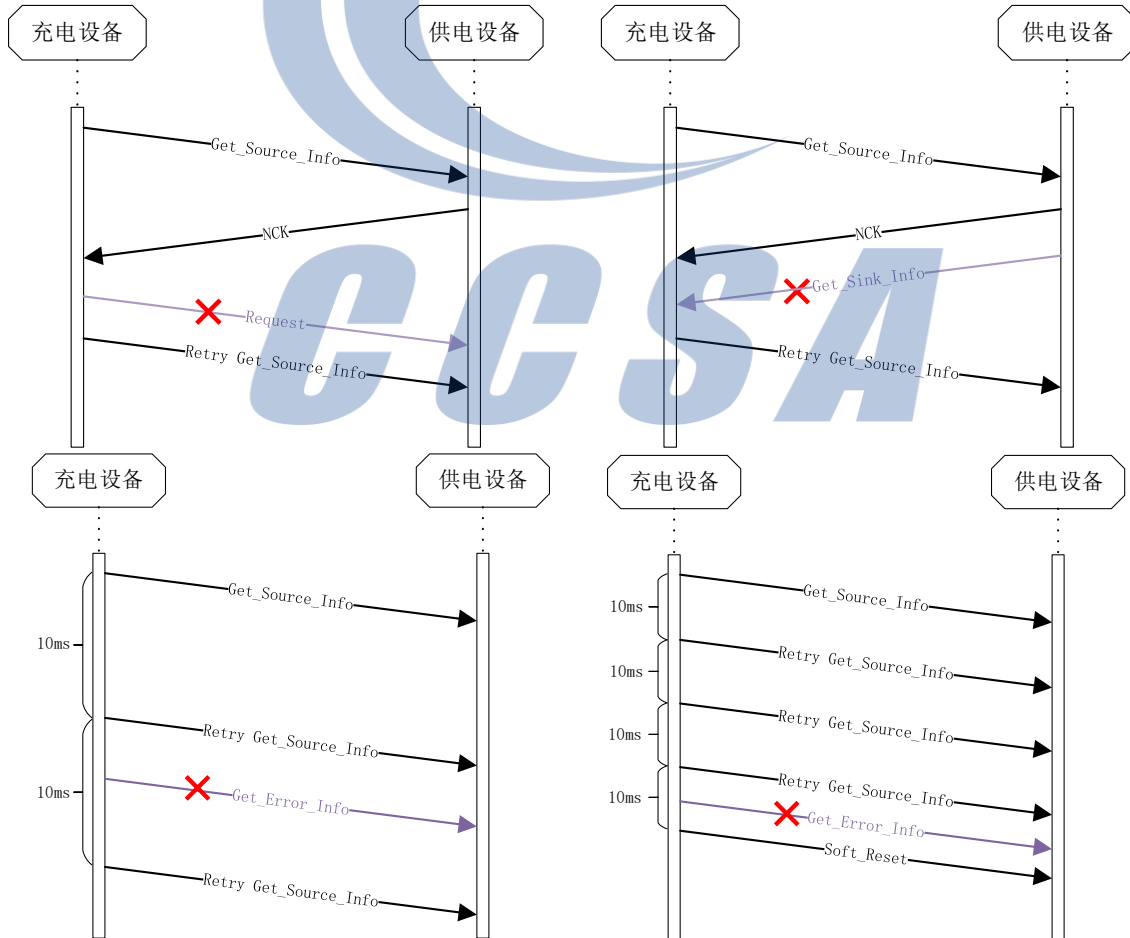


图51 禁止的信息交互-例 6

### 8.7.3 消息冲突的避免与处理

所谓消息冲突，除了发生8.7.2描述的禁止情况，还包括下面几种情况：

- a) 设备双方在空闲期间（双方均未处于一组消息交互中），同时或间隔较短时间内相互向对方发送消息。如图 52，供电设备和充电设备同时向对方发送消息。

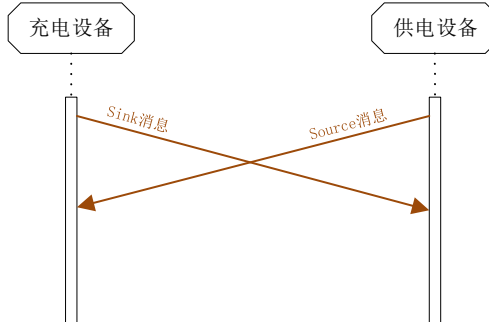


图52 消息冲突-例 1

- b) 由于某些原因，消息的接收方没有完整地接收到对方发送的一条消息，从而丢弃该消息。在消息的发送方重发上述消息前，接收方发了另外的消息。如图 53。

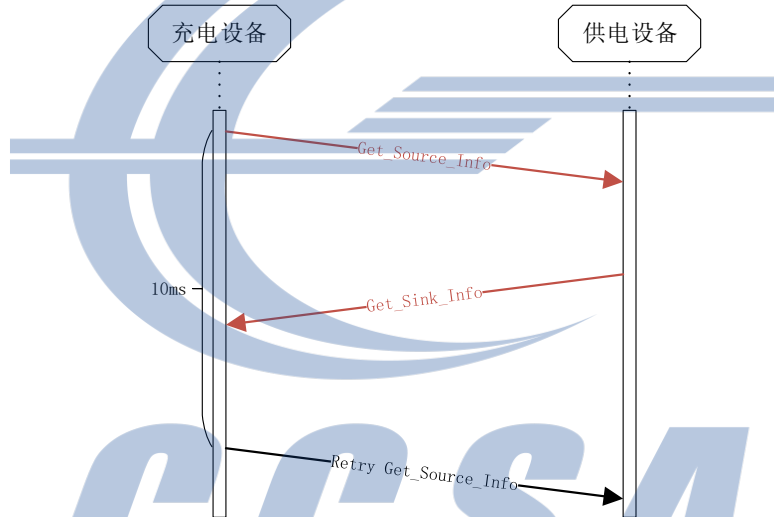


图53 消息冲突-例 2

为了避免发生消息冲突，在设计协议层的时候，应该严格遵守8.7.1描述的要求，避免出现8.7.2描述的情况。此外，满足下面的设计要求可以更好的避免消息冲突：

- 在接收消息的过程中，不向对方发送消息。
- 供电设备、充电设备和线缆电子标签等待 RX 总线空闲 12ms 以上，才主动发起一次消息交互。
- 充电设备执行 Soft\_Reset 后，可立即接收和处理消息（包括回复消息），但延时 5ms 后才恢复主动发送消息功能。
- 供电设备执行 Soft\_Reset 后，可立即接收和处理消息（包括回复消息），但延时 15ms 后才恢复主动发送消息功能。

当发生消息冲突的时候，发现消息冲突的设备，延时  $t_{MsgTransDelay}$  时间，向对方发送 Soft\_Reset 消息。并且，发送 Soft\_Reset 的设备，发送完 Soft\_Reset 消息并且接收到对方回复的 ACK 消息后，自身也执行 Soft\_Reset 操作。Soft\_Reset 可以使设备的接收状态机和发送状态机恢复初始状态，Soft\_Reset 可以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。如此，设备得以退出已冲突的消息交互流程，重新进行通信。下面是几种消息冲突处理示例：

- a) 针对图 52 所示的设备双方同时发送消息引起的冲突，处理流程如图 54。

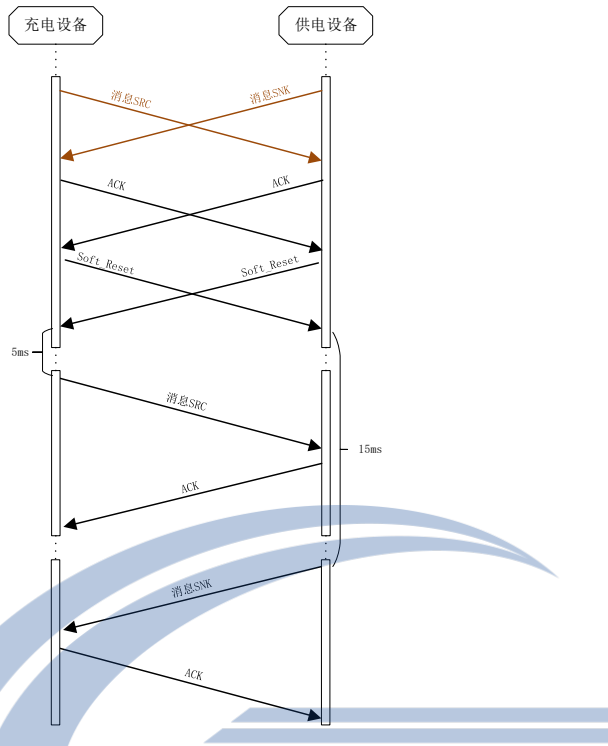


图54 消息冲突处理-例 1

b) 针对在一组消息交互中，插入了其它消息而引起的冲突情况，处理流程如图 55。

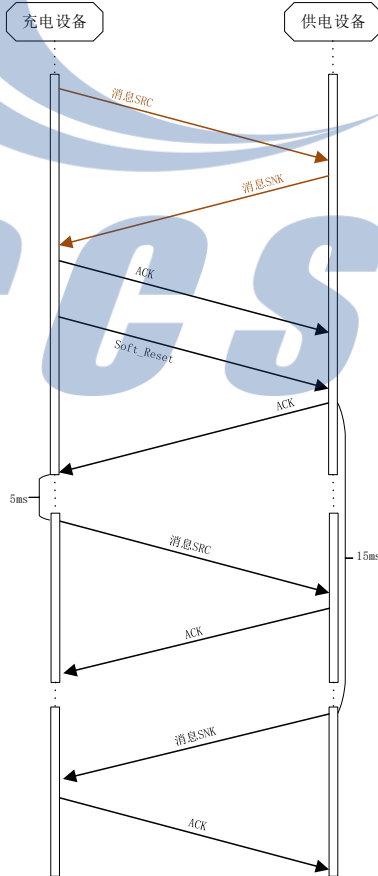


图55 消息冲突处理-例 2

## 9 应用层

### 9.1 概述

应用层定义了5个小节，包括策略控制，鉴权，供电设备信息上报，供电设备保护及线缆识别。描述充电设备与供电设备在不同场景下的协议识别机制、协议应用策略以及充电安全管理，以实现双方信息同步，确保快充体验与快充安全。

### 9.2 策略控制

#### 9.2.1 供电设备策略控制

供电设备策略控制主要描述供电设备UFCS识别、协议选择、供电设备线缆识别和供电设备通信唤醒等功能，如图56、图57所示(图56和图57流程图中1节点表示同一流程节点)。

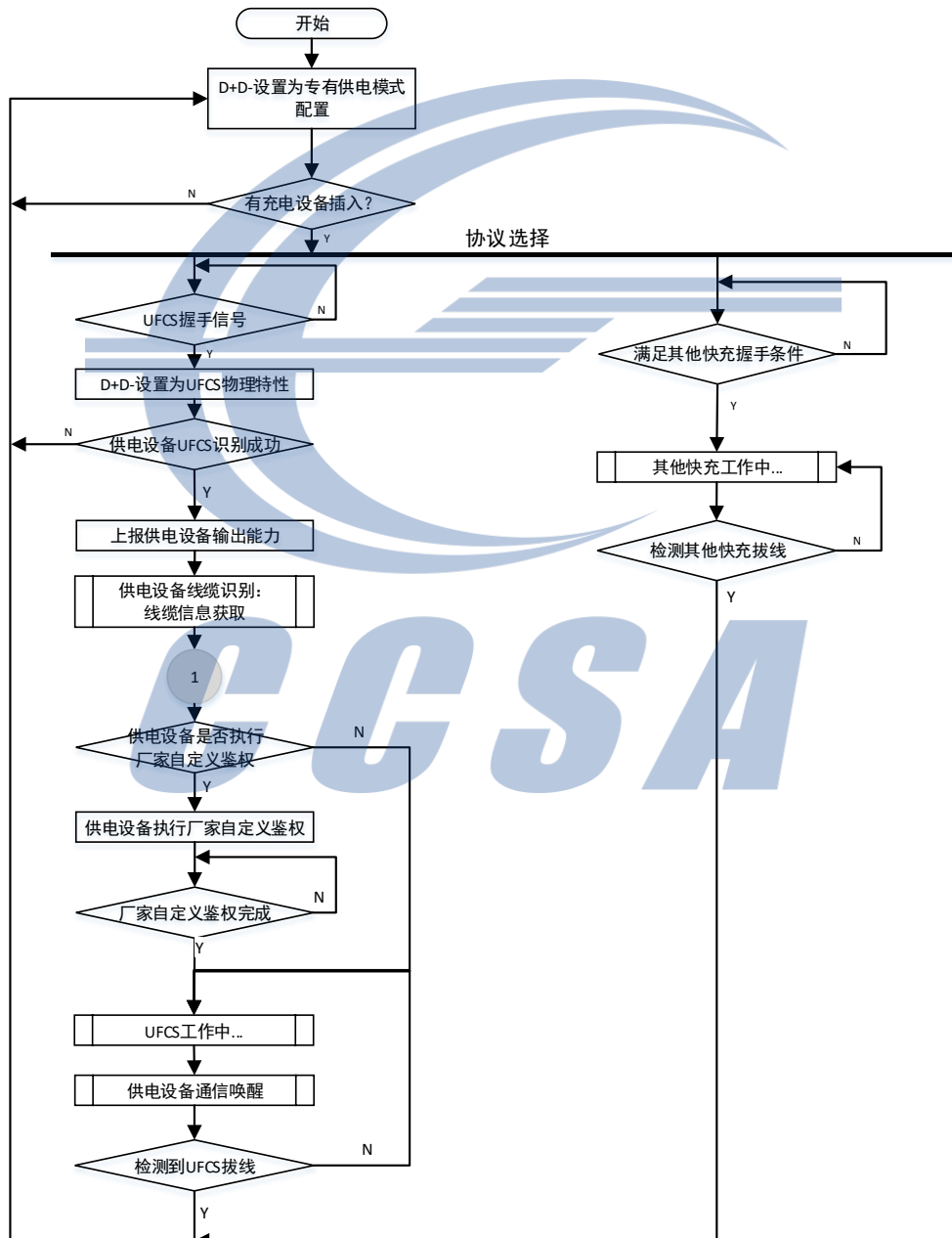


图56 供电设备策略控制总图

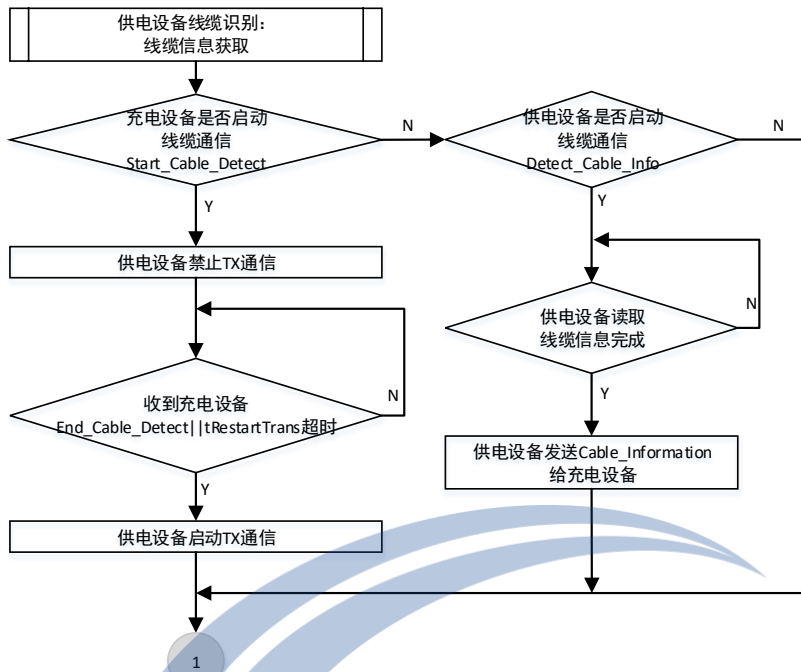


图57 供电设备策略控制-供电设备线缆信息获取

### 9.2.1.1 供电设备 UFCS 识别

在协议握手阶段，UFCS与其他快充协议可以同时执行握手操作，如图55的协议选择。UFCS握手成功条件请参照物理层7.3快充协议握手检测和协议层8.2.3.1Ping消息；UFCS识别成功的条件是供电设备响应充电设备发送的UFCS Ping数据包，如图58所示。

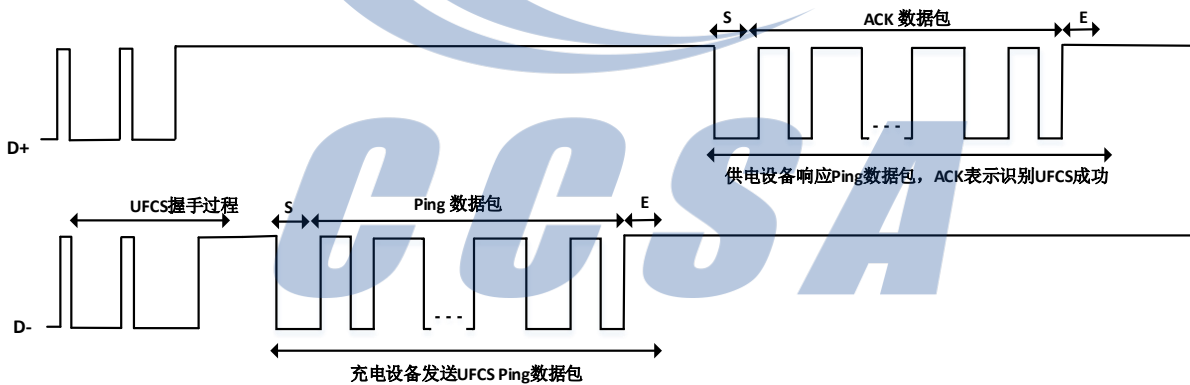


图58 UFCS 握手和识别过程

### 9.2.1.2 协议选择

协议选择描述供电设备选择哪一种协议进行工作。供电设备一旦识别UFCS成功或者其他快充协议，则供电设备工作在已识别的协议状态中。当供电设备工作在UFCS协议中，供电设备收到UFCS协议退出指令或者检测到充电设备拔出，供电设备恢复至初始状态。充电设备检测供电设备退出UFCS协议失败，充电设备应重试三次，三次后仍然退出失败，充电设备发送硬件复位。

充电设备向供电设备发送Exit\_UFCS\_Mode指令，充电设备在200ms后检测供电设备同时满足以下三个条件，则充电设备认为供电设备退出UFCS成功，否则认为供电设备退出UFCS失败。

- 回复 ACK；
- 输出电压满足缺省电压范围；
- 充电设备检测供电设备处于专有供电模式。

9.2.1.3 供电设备线缆识别

供电设备在识别UFCS成功后，应具备线缆识别功能，确保线缆被安全使用，具体参照9.6。

9.2.1.4 供电设备通信唤醒

为提高通信可靠性，增加数据帧内超时和数据包超时保护功能，具体参照物理层和协议层定义，这两个功能均在成功识别到UFCS后才生效。

数据帧内超时，数据帧内供电设备在帧内超时时间tFrameReceive内未收到数据帧结束位，供电设备通信状态机需恢复到空闲态，以重新接收新的数据帧。

数据包超时，供电设备在收到一个数据包后，在其看门狗定时器溢出前未接收到下一个数据包，供电设备启动通信超时保护功能，具体保护行为参照9.5通信超时保护功能的定义。

9.2.2 充电设备策略控制

充电设备策略控制主要描述充电设备UFCS协议识别、供电设备厂家自定义鉴权、充电设备线缆识别、通信唤醒及充电管理，充电设备策略控制的整体流程如图59所示（图59和图60流程图中1节点表示同一流程节点）。

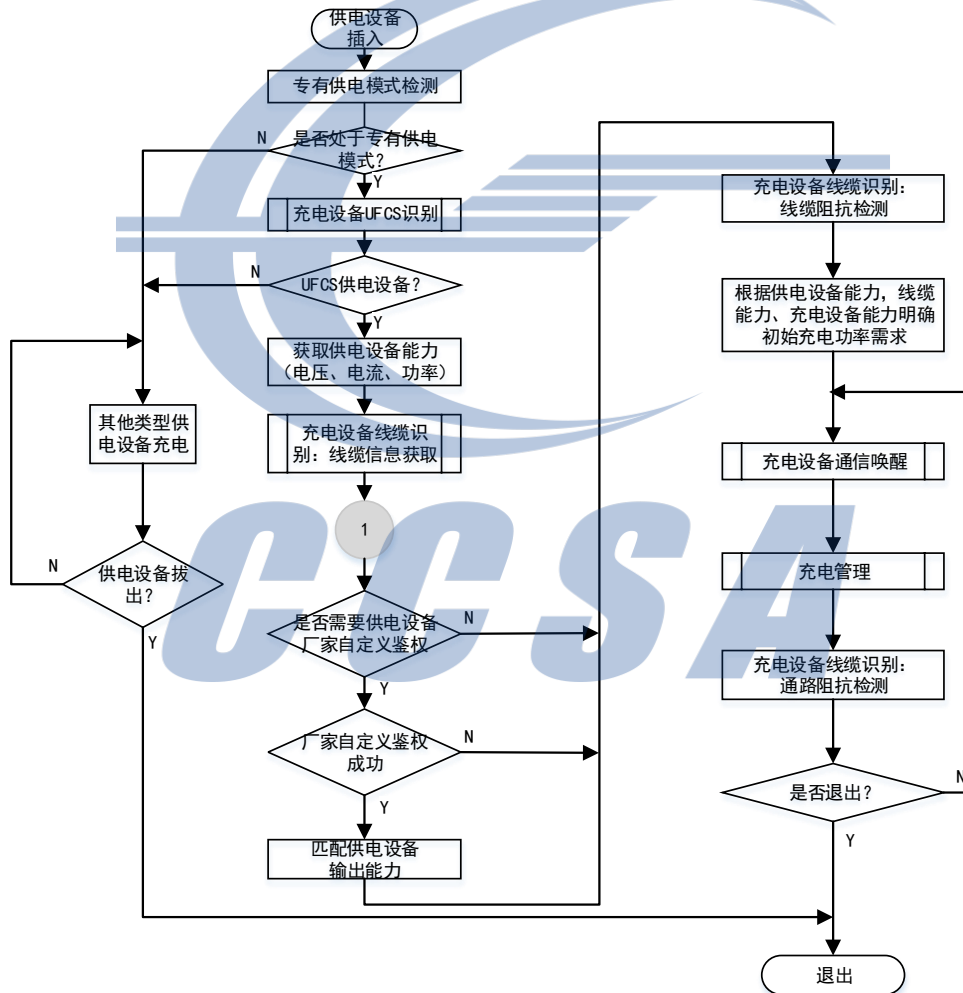


图59 充电设备策略控制总图

充电设备获取线缆信息的控制流程如图60所示。

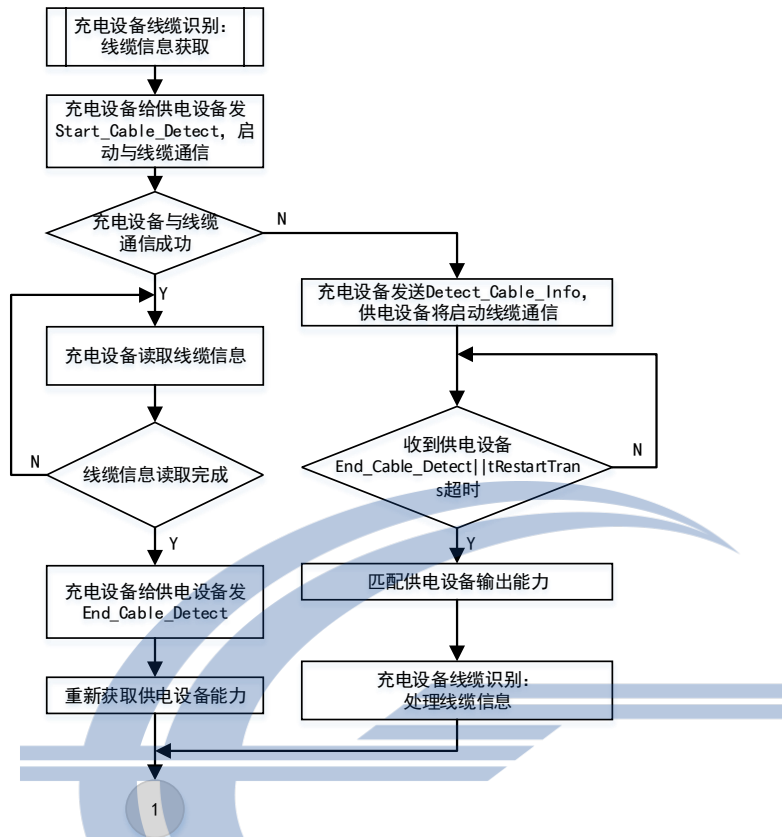


图60 充电设备策略控制-充电设备线缆信息获取

### 9.2.2.1 充电设备 UFCS 协议识别

如果充电设备支持包括UFCS在内的多种快充协议，优先选择UFCS协议。充电设备识别UFCS失败，可通过D+D-通道或者CC通道选择其他协议类型。

### 9.2.2.2 充电设备线缆识别

为保证线缆安全，防止在大电流充电场景烧毁线缆，充电设备必须具备线缆信息获取功能，同时具备周期性检测线缆阻抗功能，请参照9.6。

### 9.2.2.3 充电设备通信唤醒

为提高通信可靠性，增加数据帧内超时和数据包超时保护功能，具体参照物理层和协议层定义，这两个功能均在成功识别到UFCS后才生效。

数据帧内超时，数据帧内充电设备在帧内超时时间 $t_{FrameReceive}$ 内未收到数据帧结束位，充电设备通信状态机需恢复到空闲态，以重新接收新的数据帧。

### 9.2.2.4 充电管理

概述充电设备根据电池、温度等关键因素来决定自身的充电功率。调整功率时需要遵循以下要求：

- 调压幅度 $\geq 3V$ 时：恒流点 $I_{cc} > 2.5A$ 时，调压前，应将实际工作电流降到 $2A$ 及以下；恒流点 $I_{cc} \leq 2.5A$ 时，调压前，应将实际工作电流降到 $80\% \times$ 恒流点 $I_{cc}$ ；
- 实际工作电流 $> 2A$ 时，调压幅度应 $< 3V$ 。

## 9.3 鉴权

为保障快速充电的安全性，UFCS充电系统需要支持厂家自定义鉴权与线缆识别两个安全选项。



### 9.3.1 厂家自定义鉴权

厂家自定义鉴权由充电设备发起，充电设备只有通过厂家自定义鉴权，才允许工作在设定阈值功率，设定阈值由厂家自定义。

### 9.4 供电设备信息上报

为使充电设备能够了解供电设备工作状态，供电设备内部信息应与充电设备进行交互。信息分3部分，即模拟量、状态量以及版本信息。信息交互方式可分为供电设备主动上报和充电设备查询2种方式，详见表34。

表34 供电设备内部信息分布以及信息交互方式

序号	上报类型	上报量-英文名	上报量-中文名	上报方式	查询/上报消息	备注
1	模拟量	SRC_MaxOutputVoltage	供电设备最大输出电压	充电设备查询	Get_Output_Capabilities	-
2	模拟量	SRC_MinOutputVoltage	供电设备最小输出电压	充电设备查询	Get_Output_Capabilities	-
3	模拟量	SRC_MaxOutputCurrent	供电设备最大输出电流	充电设备查询	Get_Output_Capabilities	-
4	模拟量	SRC_MinOutputCurrent	供电设备最小输出电流	充电设备查询	Get_Output_Capabilities	-
5	模拟量	SRC_OutputVoltage	供电设备当前输出电压	充电设备查询	Get_Source_Info	-
6	模拟量	SRC_OutputCurrent	供电设备当前输出电流	充电设备查询	Get_Source_Info	-
7	模拟量	SRC_Temperature	供电设备内部温度	充电设备查询	Get_Source_Info	-
8	模拟量	Cable_MaxCurrent	线缆允许的最大电流	充电设备查询	Get_Cable_Info	-
9	模拟量	Cable_MaxVoltage	线缆允许的最大电压	充电设备查询	Get_Cable_Info	-
10	模拟量	SRC_ChangeOutputCurrent	供电设备 Power Change 上报的最大输出电流	供电设备主动上报	Power_Change	主动上报条件： 供电设备最大输出电流发生了变化
11	状态量	SRC_Status_DPOVP	供电设备 D+过压保护	充电设备查询	Get_Error_Info	
12	状态量	SRC_Status_DMOVP	供电设备 D-过压保护	充电设备查询	Get_Error_Info	
13	状态量	SRC_Status_CCOVP	供电设备 CC 过压保护	充电设备查询	Get_Error_Info	
14	状态量	SRC_Status_TimeOut	供电设备通信超时	充电设备查询	Get_Error_Info	
15	状态量	SRC_Status_ChargerCC	供电设备处于恒流模式	充电设备查询	Get_Output_Capabilities	在厂家自定义中使用
16	状态量	SRC_Status_ChargerCV	供电设备处于恒压模式	充电设备查询	Get_Output_Capabilities	在厂家自定义中使用
17	版本信息	SRC_HW_Version	供电设备硬件版本	充电设备查询	Get_Device_Info	-
18	版本信息	SRC_SW_Version	供电设备软件版本	充电设备查询	Get_Device_Info	-
19	版本信息	SRC_IC_Version	供电设备 IC 版本	充电设备查询	Get_Device_Info	-

### 9.5 供电设备保护

供电设备发生异常保护时，协议状态以及电气特性会发生变化。为了保证在保护场景下，供电设备和充电设备能够同时恢复到协议的初始状态，以达到能重新进入快充识别的目的，需要明确供电设备的保护行为和恢复行为，详见表35。

表35 供电设备保护行为及恢复行为

序号	保护功能	保护行为	恢复行为	备注
1	输出过压	1、断开输出； 2、故障持续存在，以缺省电压打嗝输出，打嗝周期>1s。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	缺省电压典型值为5.1V，详细参照9.2
2	输出短路	断开输出。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-

表 35 (续)

序号	保护功能	保护行为	恢复行为	备注
3	输出过流	1、断开输出； 2、故障持续存在，以缺省电压打嗝输出，打嗝周期>1s。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	供电设备的UVP值上限设置为CV值的55%
4	输出欠压	1、断开输出； 2、故障持续存在，以缺省电压打嗝输出，打嗝周期>1s。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-
5	输入过压	保持断开输出。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-
6	输入掉电	断开输出。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	充电设备收到该状态位后，需要断开充电回路，防止反灌。
7	过温	1、断开输出持续时间>1s； 2、发硬件复位给充电设备。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-
8	D+过压	1、断开输出； 2、故障持续存在，以缺省电压打嗝输出，打嗝周期>10s。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-
9	D-过压	1、断开输出； 2、发硬件复位给充电设备； 3、故障持续存在，以缺省电压打嗝输出，打嗝周期>10s。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-
10	硬件复位	断开输出持续时间>1s。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	硬件复位保护等同于拔线
11	通信超时保护功能	1、断开输出持续时间>1s； 2、发硬件复位给充电设备。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成专有供电模式配置，等待再次进行UFCS握手； 3、D+D-切换成UFCS物理通道，UFCS识别成功，保持UFCS状态；UFCS识别失败，恢复为专有供电模式配置，等待识别其他快充协议。	-
12	Softreset 复位	1、保持当前电压输出； 2、协议状态回到空闲状态； 3、等待充电设备指令。	-	如果收到硬件复位，则按照硬件复位保护规则执行。

## 9.6 线缆识别

快充系统中，为确保线缆被安全使用，UFCS规定由供电设备和充电设备共同完成线缆电子标签信息的获取，同时，强制充电设备增加线缆阻抗检测功能。

### 9.6.1 供电设备线缆识别

线缆信息获取可由供电设备完成，线缆识别流程参照应用层的图56，信息格式参照协议层8.2.4.5。

### 9.6.2 充电设备线缆识别

充电设备线缆识别包括线缆信息获取、通路阻抗检测两部分。

#### 9.6.2.1 线缆电子标签信息获取

充电设备在识别UFCS成功后，优先由充电设备读取线缆信息。如果读取失败，需要切换到供电设备读取线缆电子标签信息。线缆识别流程参照应用层的图59，信息格式参照协议层8.2.4.5。

#### 9.6.2.2 通路阻抗检测

为确保安全使用，不受外界因素影响。充电设备侧在快充过程中，充电器输出电流大于3A时，需要周期性检测通路阻抗，检测周期不得超过2分钟，且不需要经过厂家自定义鉴权。

### 9.6.3 线缆阻抗约束

通路电流 $>6.5A$ 时，需要增加UFCS线缆电子标签； $4A < \text{通路电流} \leq 6.5A$ 时，需要增加线缆识别方式，建议包括UFCS线缆电子标签；线缆通流 $\leq 4A$ 时，根据线缆阻抗来匹配线缆通流能力，线缆阻抗与通流能力约束关系见表36。

表36 线缆阻抗与通流能力约束表

线缆阻抗 $R_{\text{cable}}$	通流能力
$R_{\text{cable}} > 500m\Omega$	$\leq 2A$
$200m\Omega < R_{\text{cable}} \leq 500m\Omega$	$\leq 3A$
$R_{\text{cable}} \leq 200m\Omega$	$\leq 4A$

## 10 功率规则

### 10.1 概述

本章节主要定义了输出功率的范围，输出功率的动态调节规则，输出功率的稳态精度规则，充电设备功率规则和输出功率的故障处理规则。

通过本章节的规定，可以保证本快充系统安全、高效的进行功率调节。

### 10.2 输出功率范围规则

连续调节模式，电压输出档位：5V、10V、20V、30V。

供电设备上电后缺省的功率规格要求如表37所示。

表37 供电设备缺省功率规格

缺省规格	最小值	典型值	最大值	备注
输出电压	4.85V	5.10V	5.50V	空载下测量
输出电流	2.00A	2.20A	3.00A	线补见附录B
注：缺省电压下有线补，连续电压调节模式下无线补。				

#### 10.2.1 输出功率规则

供电设备的输出功率规则，如表38所示，给出了供电设备的额定功率与电压档位（电压区间），及输出电流要求的关系。当供电设备的额定功率满足表38第一列的某个功率值或范围时，其对应的一行中，列出了必须支持的电压档位、可选择支持的电压档位、以及不建议支持的电压档位；还标明了各个电压档位对电流输出能力的要求。

**示例1：**供电设备的额定功率为 33W，供电设备应支持 10V 可编程档位，即它的输出电压至少应覆盖 5.5V~11V 区间，而且在该电压区间内，最大输出电流应大于 2A。供电设备可以选择支持 5V 可编程档位，在该档位对应的电压区间内，最大输出电流应大于 3A。供电设备选择支持 5V 可编程档位时，既可以选择支持 5V 可编程档位的整个电压区间（3.4V~5.5V），也可以选择支持该区间的某一部分，但应与相邻的电压档位构成连续的电压区间（如允许选择 4V~5.5V，不允许选择 3.4V~5V）。

**示例2：**供电设备的额定功率为 90W，供电设备应支持 10V 可编程档位和 20V 可编程档位，即它的输出电压至少应覆盖这两个电压档位定义的电压区间（5.5V~21V），并且满足这两个电压档位对电流输出能力的要求。此外，供电设备还可以选择支持 5V 可编程档位和 30V 可编程档位的全部或部分电压区间，比如选择支持 3.4V~5.5V 和 21V~25V 两个电压区间。

表38 供电设备输出功率

电压档位 额定功率 (P)	5V 可编程 (3.4V~5.5V)	10V 可编程 (5.5V~11V)	20V 可编程 (11V~21V)	30V 可编程 (21V~36V)
P=20W	3A≤I (M)	-	-	-
20W<P<40W	3A≤I (O)	2A≤I (M)	-	-
	3A≤I (O)	3A≤I (M)	2A≤I (O)	-
65W≤P<90W	3A≤I (O)	3A≤I (M)	3A≤I (O)	-
90W≤P<120W	3A≤I (O)	3A≤I (M)	3A≤I (M)	2A≤I (O)
120W≤P<150W	3A≤I (O)	3A≤I (M)	3A≤I (M)	3A≤I (O)
150W≤P<200W	3A≤I (O)	3A≤I (M)	3A≤I (M)	3A≤I (O)
200W≤P	3A≤I (O)	3A≤I (M)	3A≤I (M)	3A≤I (O)

注：  
 (1) 表中在电流符号 I 后标识了 (M) 的，表示其对应的电压档位和电流大小要求，应支持。  
 (2) 表中在电流符号 I 后标识了 (O) 的，表示其对应的电压档位，可以选择支持；如果支持该电压档位，那么应满足所示的电流大小要求。  
 (3) 表中标识了 - 的，表示不建议支持其对应的电压档位。

### 10.3 输出功率动态调节规则

输出功率动态调节指供电设备收到充电设备下发的功率调节指令后，供电设备开始执行的功率调节动作，该规则分电气规则部分和调节时序部分。电气参数规则如表39所示，时序参数规则如表40所示。

表39 供电设备电气参数规则

标号	单位	规则说明	规则要求
Starting V	mV	调节动作的起始电压值	-
vSetNew(Typical)	mV	调节动作的基准电压值	-
vRealNew(Max)	mV	基准电压生效后的最大真实电压值	见表 38 规定
vRealNew(Min)	mV	基准电压生效后的最小真实电压值	见表 38 规定
vRealValid(Max)	mV	基准电压生效后的最大真实电压值的上冲量	≤1.05vSetNew
vRealValid(Min)	mV	基准电压生效后的最小真实电压值的下冲量	≥0.95vSetNew

表40 供电设备时序参数规则

标号	单位	规则说明	规则要求
T <sub>Delay</sub>	ms	设备收到指令后至回复延时时间	<10ms
t <sub>ACK</sub>	ms	回复 ACK 时间点	-
t <sub>Accept</sub>	ms	回复 Accept 时间点	-
t <sub>0</sub>	ms	调节电压起始时间点	-

表 40 (续)

标号	单位	规则说明	规则要求
$T_{\text{PowSettle}}$	ms	功率调节执行时间	如果 $30\text{V} < v_{\text{SetNew}}$ 或 $30\text{V} < \text{Starting } v$ 要求: $\leq 470\text{ms}$ ; 否则, 如果 $20\text{V} < v_{\text{SetNew}}$ 或 $\text{Starting } v \leq 30\text{V}$ ; 要求: $\leq 370\text{ms}$ ; 否则, 如果 $11\text{V} < v_{\text{SetNew}}$ 或 $\text{Starting } v \leq 20\text{V}$ 要求: $\leq 250\text{ms}$ ; 否则 $v_{\text{SetNew}} \leq 11\text{V}$ 和 $\text{Starting } v \leq 11\text{V}$ 要求: $\leq 100\text{ms}$ ; 以上条件满足时同时需要满足: $ v_{\text{SetNew}} - \text{Starting } v  \leq 1\text{V}$ 要求: $\leq 50\text{ms}$ ;
$t_{\text{PowReady}}$	ms	调节电压的完成时间点 (包括 $T_{\text{PowSettle}}$ 的时间)	如果 $30\text{V} < v_{\text{SetNew}}$ 或 $30\text{V} < \text{Starting } v$ 要求: $\leq 500\text{ms}$ ; 否则如果 $20\text{V} < v_{\text{SetNew}}$ 或 $\text{Starting } v \leq 30\text{V}$ 要求: $\leq 400\text{ms}$ ; 否则, 如果 $11\text{V} < v_{\text{SetNew}}$ 或 $\text{Starting } v \leq 20\text{V}$ 要求: $\leq 275\text{ms}$ ; 否则 $v_{\text{SetNew}}$ 和 $\text{Starting } v \leq 11\text{V}$ 要求: $\leq 100\text{ms}$ ; 以上条件满足时同时需要满足: $ v_{\text{SetNew}} - \text{Starting } v  \leq 1\text{V}$ 要求: $\leq 70\text{ms}$ ;

### 10.3.1 输出功率调节电气规则

#### 10.3.1.1 输出功率上调电气规则

供电设备收到充电设备下发的上调功率指令后, 供电设备的功率调节动作如图61所示。

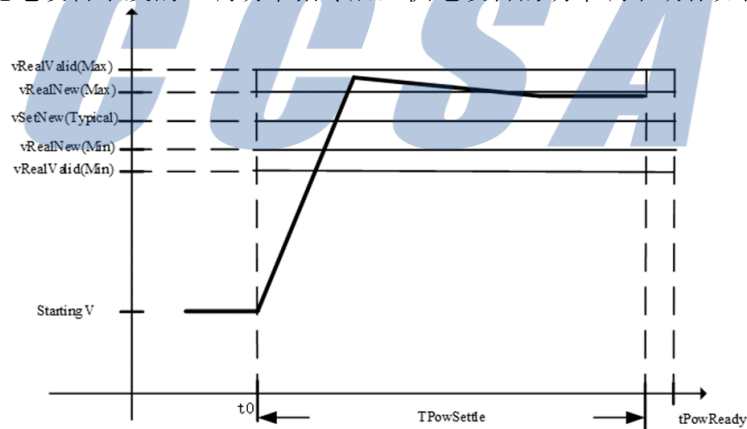


图61 供电设备上调功率电气规则示意图

#### 10.3.1.2 输出功率下调电气规则

供电设备收到充电设备下发的下调功率指令后, 供电设备的功率调节动作如图62所示。

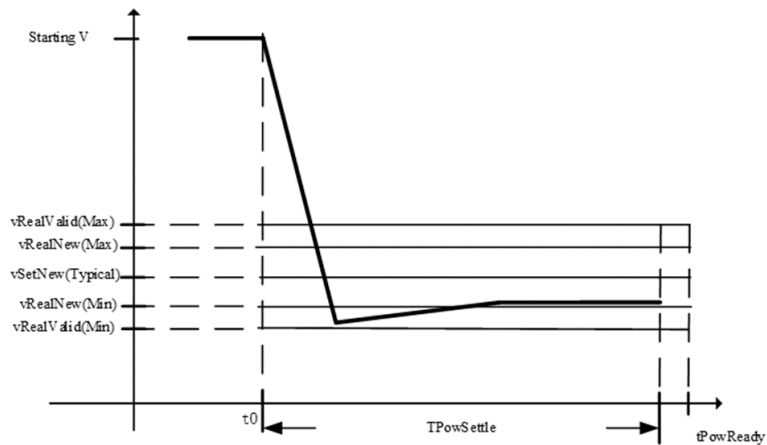


图62 供电设备下调功率电气规则示意图

### 10.3.2 输出功率调节时序规则

#### 10.3.2.1 输出功率上调时序规则

供电设备收到充电设备下发的上调功率指令后，供电设备的功率调节时序如图63所示。

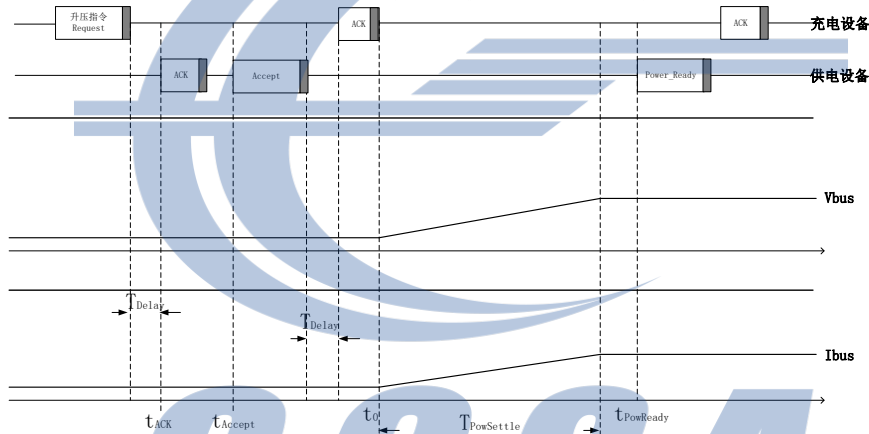


图63 供电设备上调功率时序规则示意图

#### 10.3.2.2 输出功率下调时序规则

供电设备收到充电设备下发的下调功率指令后，供电设备的功率调节时序如图64所示。

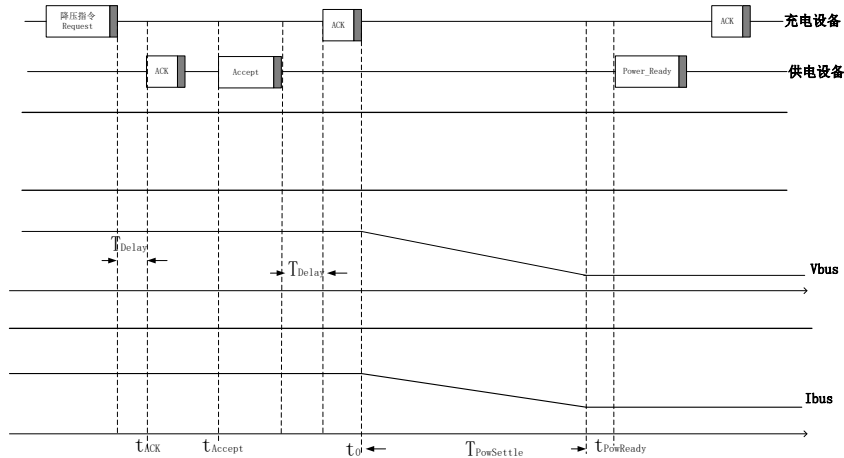


图64 供电设备下调功率时序规则示意图



#### 10.6.1 供电设备漏电处理规则

充电设备在不拉负载情况下,进行漏电流检测,供电设备的输出电流大于300mA即判断为漏电故障。





附录 A  
(规范性)  
CRC-8 算法说明

CRC-8算法说明及参考代码:

协议层的消息中用到了CRC-8校验, 算法用到的多项式是 $X^8 + X^5 + X^3 + 1$ 。算法的参考代码如下:

```
#define CRC_8_POLYNOMIAL    0x29    //X8+X5+X3+1
unsigned char CRC8_Calculate(unsigned char *pData, unsigned char Size)
{
    unsigned char i;
    unsigned char rCRC = 0;

    while(Size--)
    {
        rCRC ^= *pData++;
        for (i=8;i>0;--i)
        {
            if(rCRC&0x80)
                rCRC = (rCRC<<1) ^ CRC_8_POLYNOMIAL;
            else
                rCRC = (rCRC<<1);
        }
    }

    return(rCRC);
}
```

The logo for CCSA (China Communications Standards Association) is displayed in a large, stylized, blue font. It features a large, curved graphic element above the letters 'C', 'C', 'S', and 'A', which are rendered in a bold, italicized sans-serif typeface.

附录 B  
(规范性)  
线缆补偿要求

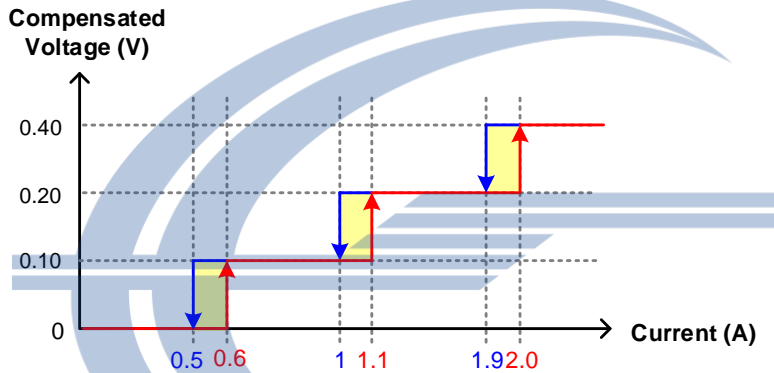
线缆补偿要求:

$$VBUS = VBUS' + I \times R_{cable} \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中:

- VBUS: 线缆补偿后的输出电压, 单位 V;
- VBUS': 线缆补偿前的输出电压, 单位 V;
- I: 实际的输出电流, 单位 A;
- R<sub>cable</sub>: 实际的线缆阻抗, 比如阻抗为 100mΩ, 即 1A 补偿 100mV。

如图B. 1所示。



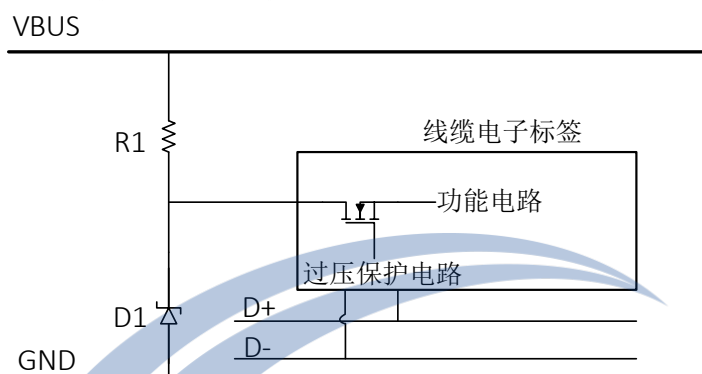
图B. 1 线缆补偿



附录 C  
(规范性)  
线缆电子标签供电方式

线缆电子标签供电方式推荐电路如下所示。

由VBUS给线缆电子标签提供电源，建议供电方式如图C.1所示。



图C.1 供电方式

电子标签电气规格如表C.1所示。

表C.1 电子标签电气规格

参数	名称	最小值	标准值	最大值	单位
$V_{in}$	电子标签供电输入	3.4	5	5.5	V
$I_{in}$	工作模式电流	-	-	5	mA
	休眠模式（初始状态）电流	-	-	200	uA
$V_{ovp}$	输入过压保护阈值	5.5	-	-	V

限流电阻R1建议阻值为 $50\ \Omega \sim 100\ \Omega$ 。

5V稳压管D1依据实际应用场景选择型号。

CCSA

附录 D  
(规范性)  
UFCS 工作流程图

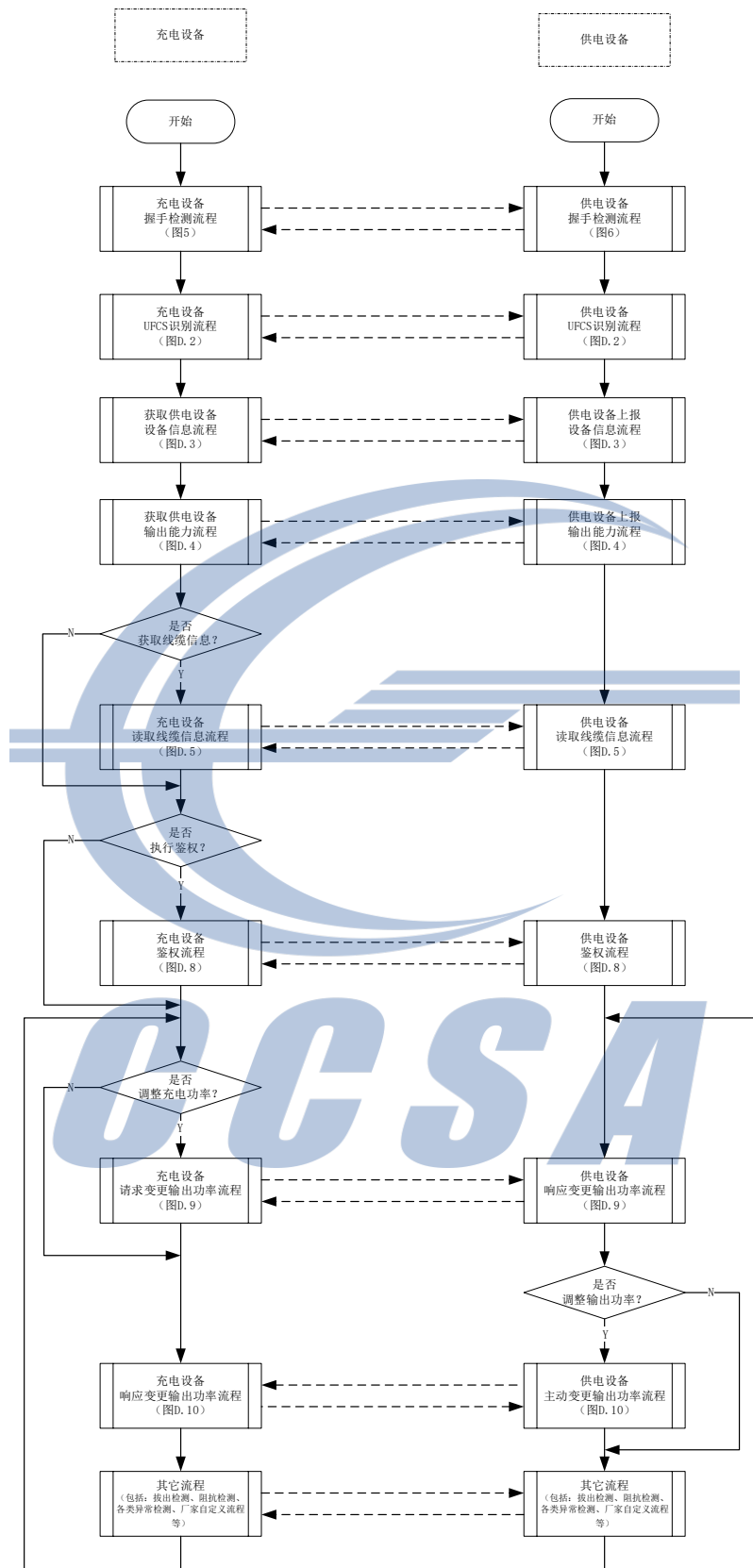
本附录给出了UFCS的一些关键工作流程图，为实施UFCS快充提供了参考。UFCS工作流程总图是一个框架，列出了一个完整的UFCS充电流程所需要的必要子流程，以及一些可选择实施的子流程。以UFCS工作流程总图为索引，可以进一步获得各个子流程的图示。此外，本附录还给出了消息接收流程图。

注1：附录未能展现所有的UFCS工作流程细节，未涉及到的地方，以协议其它章节的描述为准。

注2：消息的接收时间、重发时间和异常判断，请参考第8章协议层的有关描述。

注3：流程内定义的定时器，如果没有特殊需要，在退出流程时销毁。



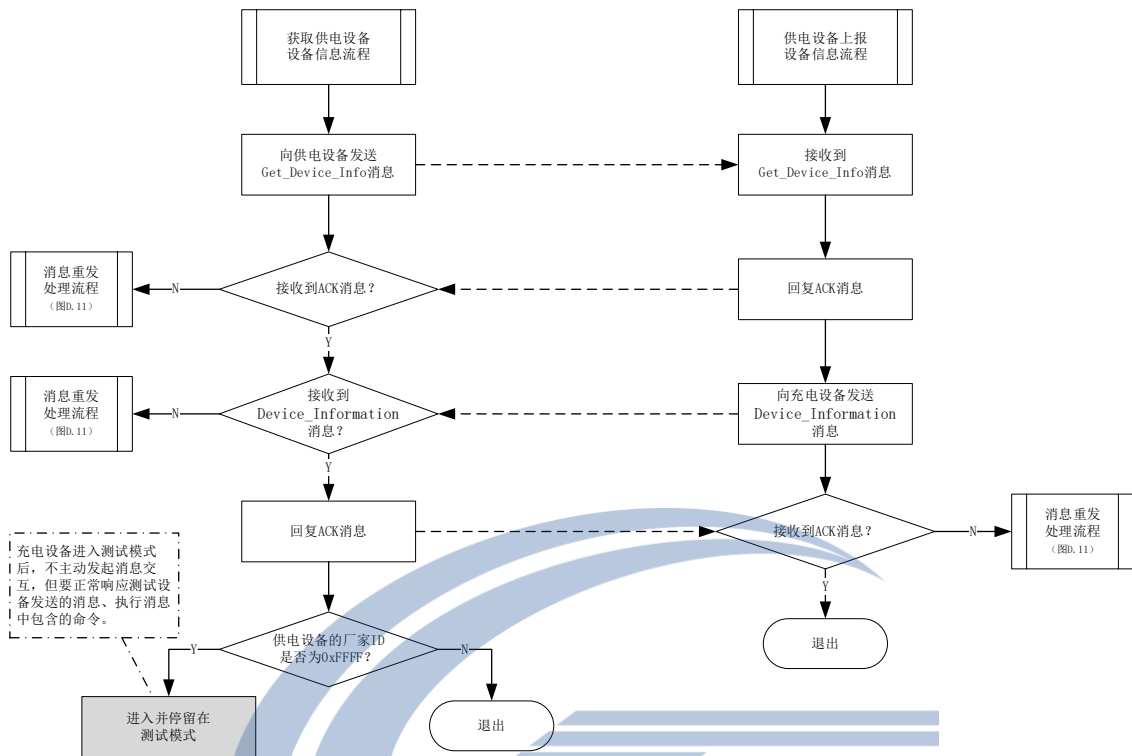


图D.1 UFCS 工作流程总图

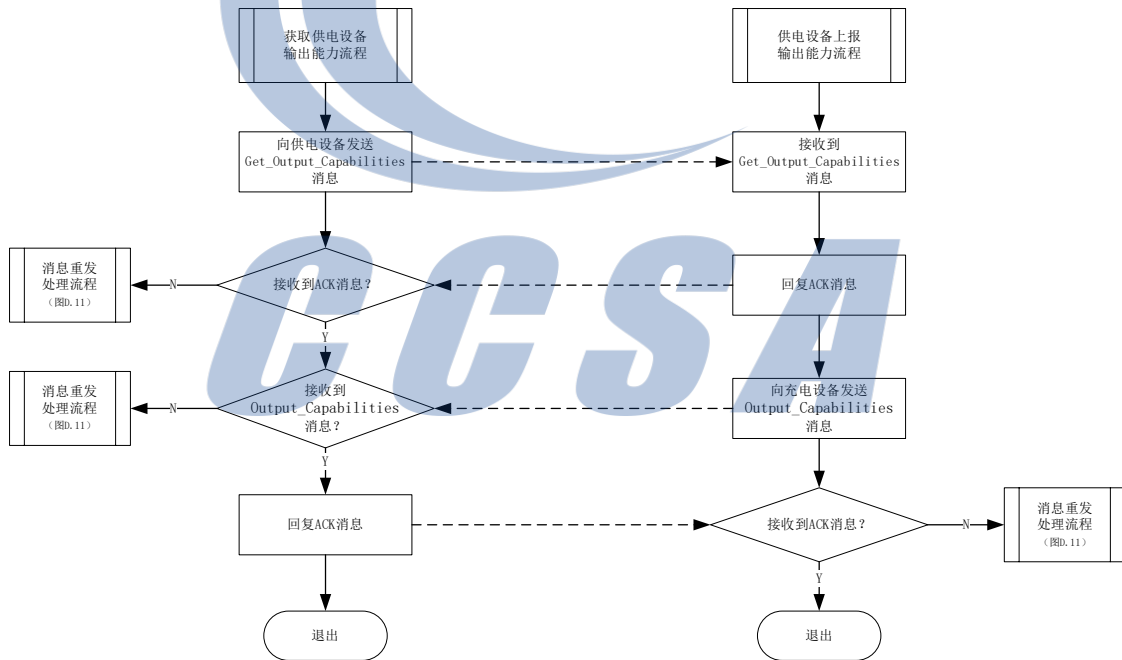


图D. 2 UFCS 识别流程图





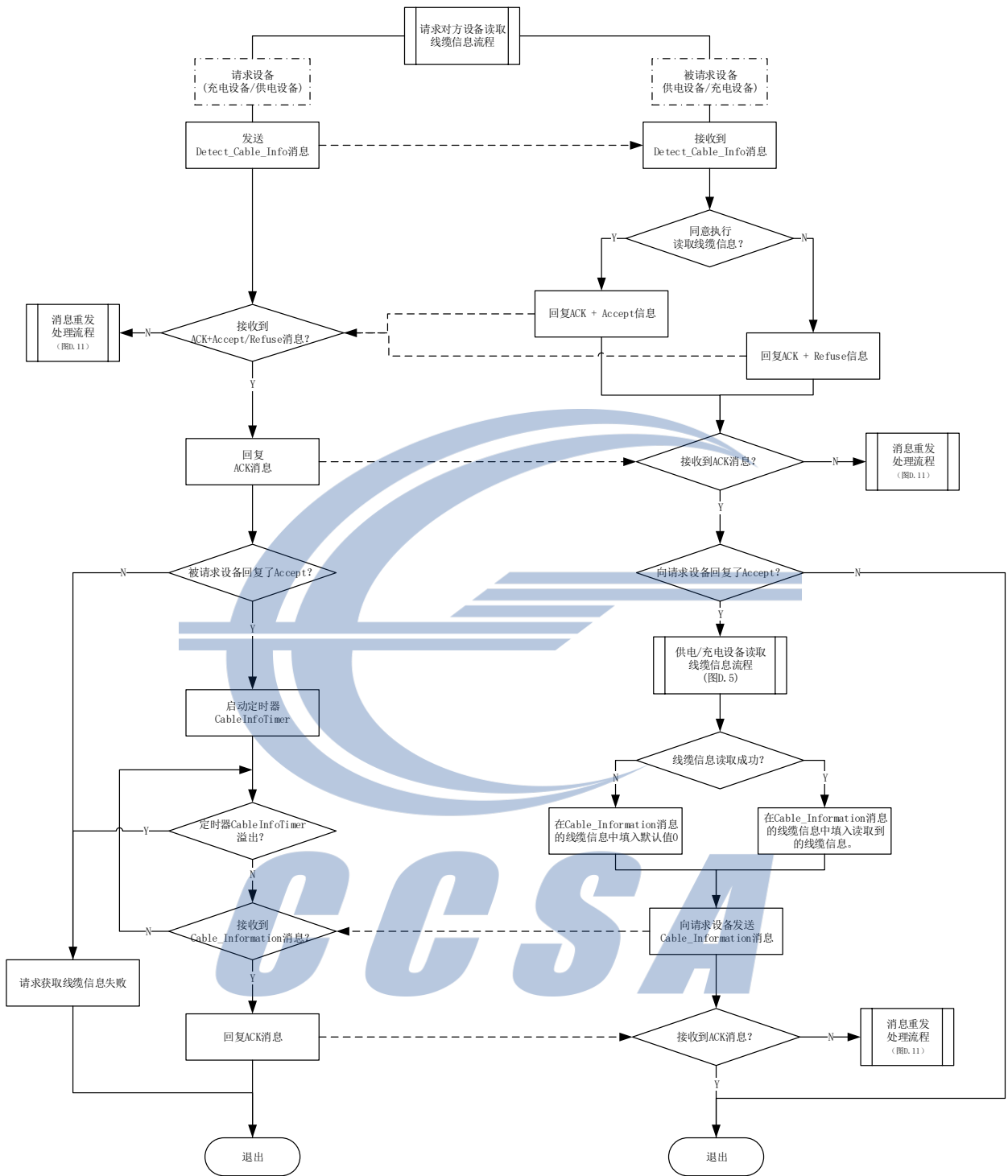
图D.3 获取供电设备设备信息流程图



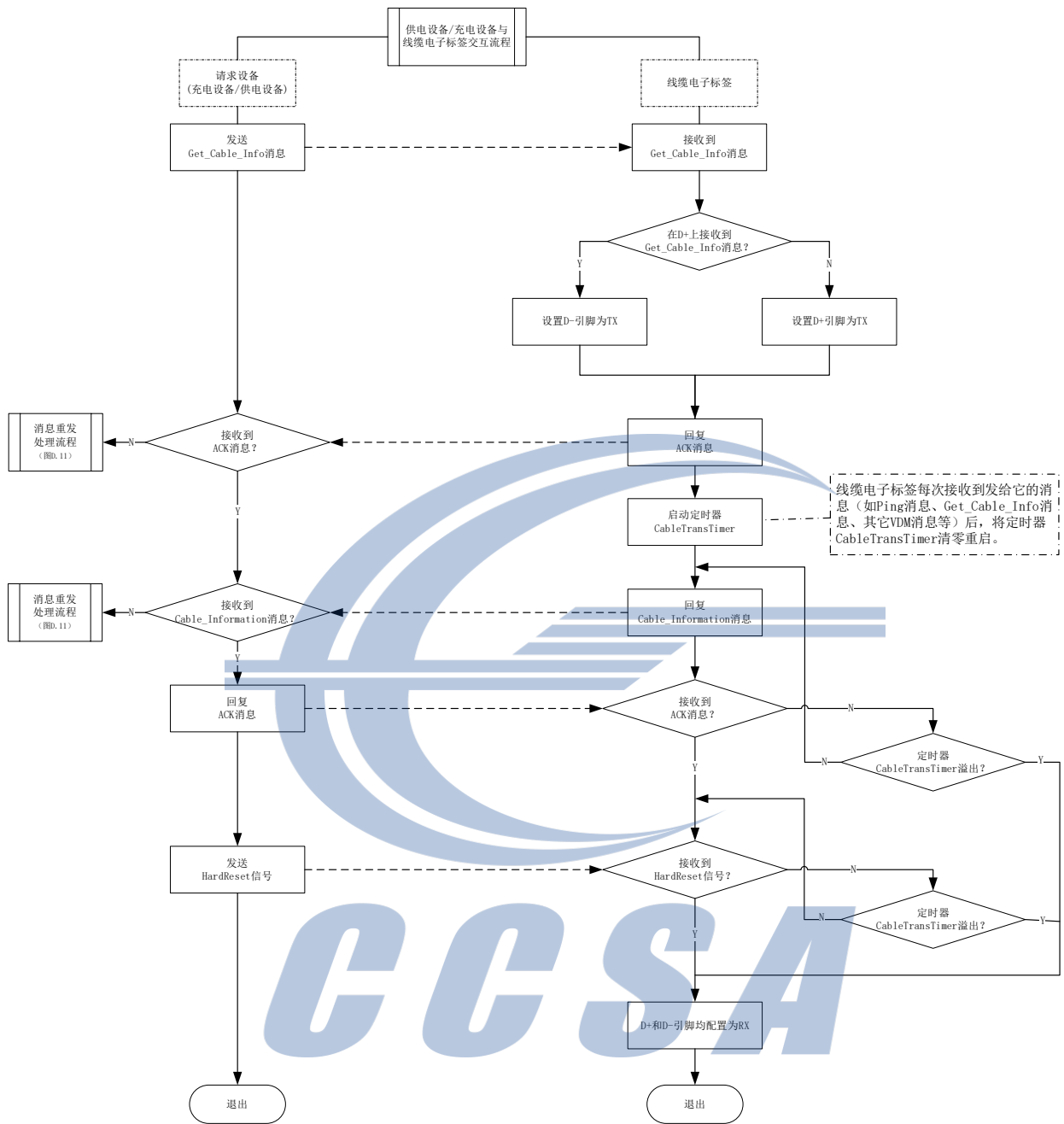
图D.4 获取供电设备输出能力流程图



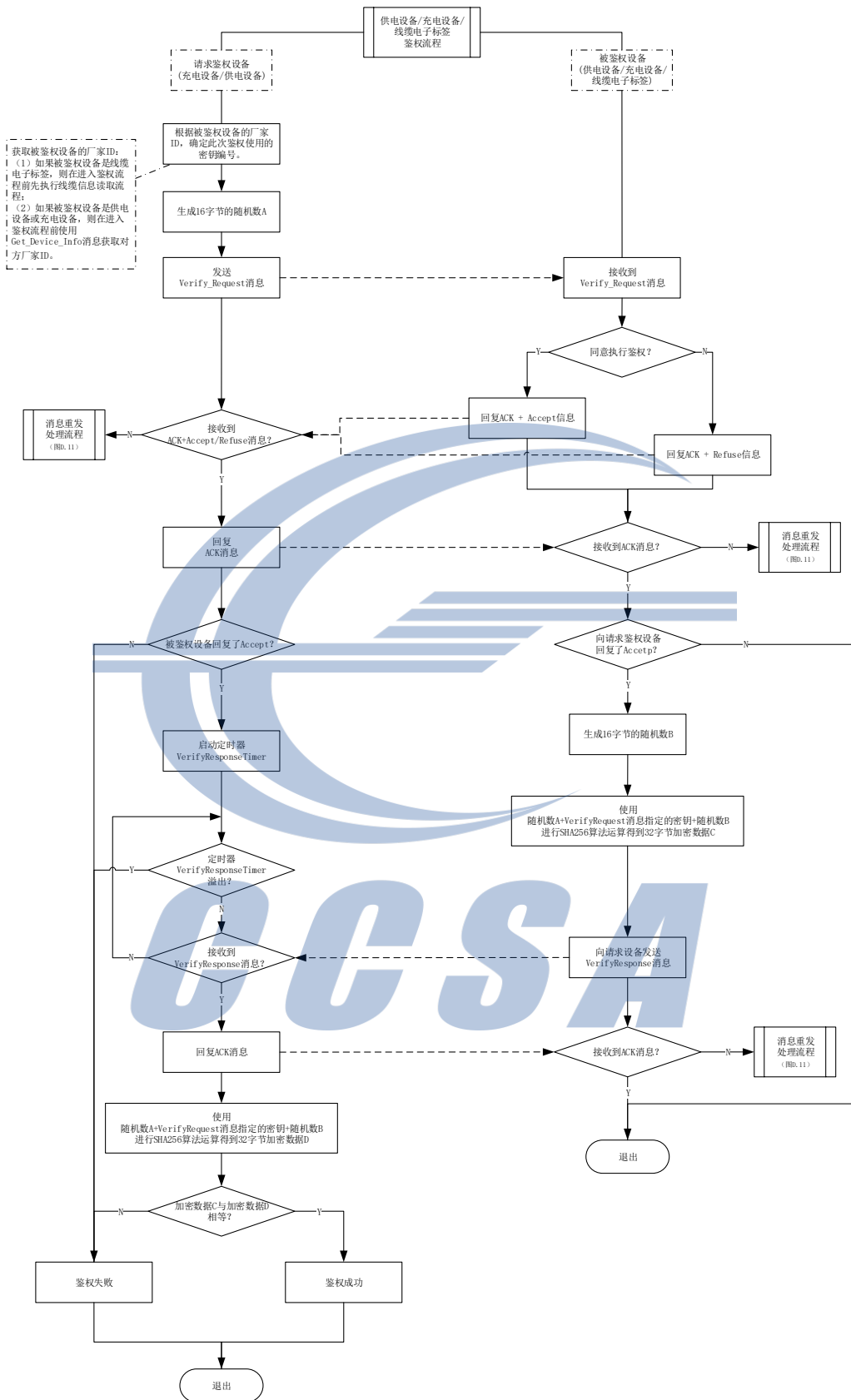




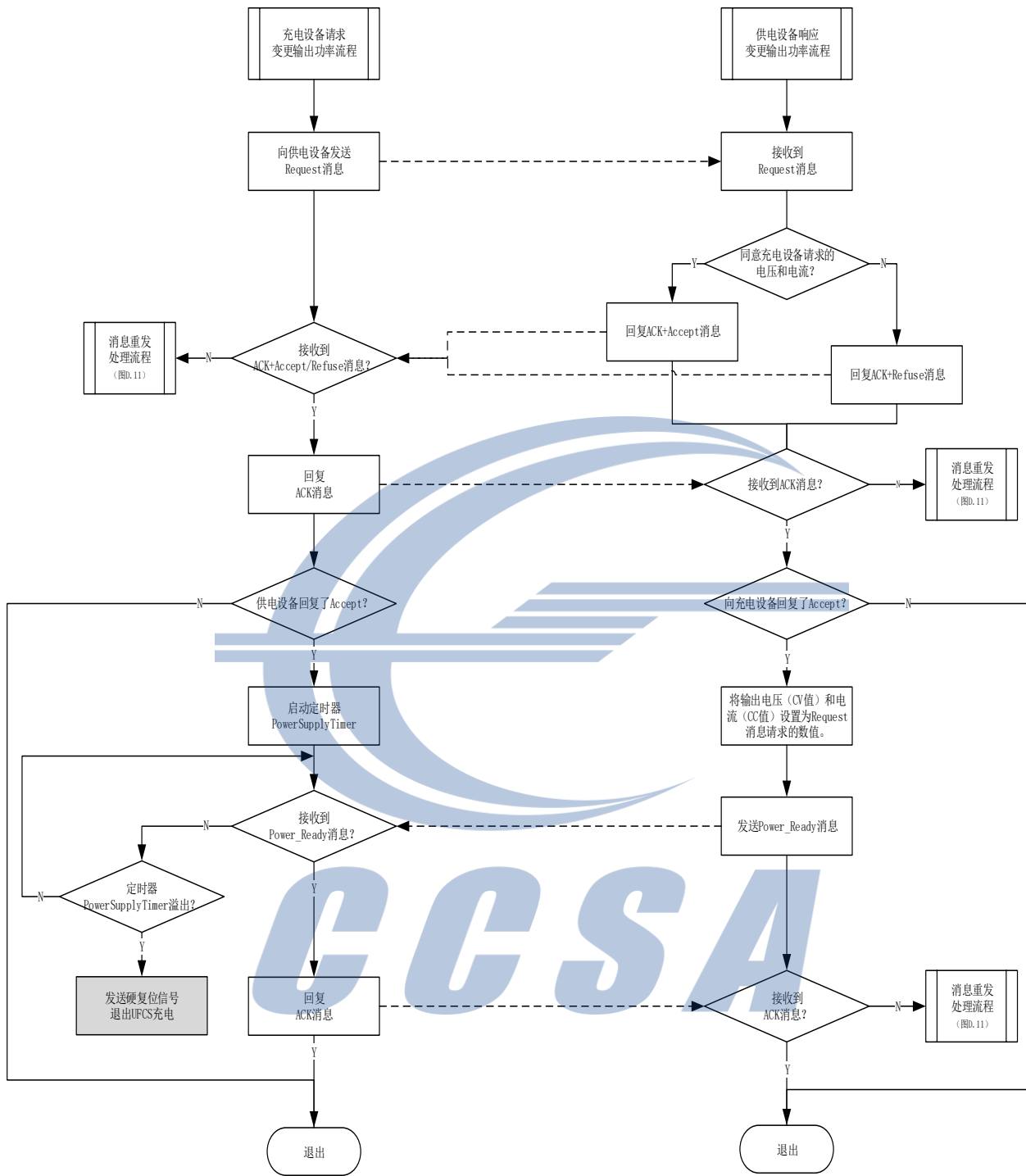
图D.6 请求对方设备读取线缆信息流程图



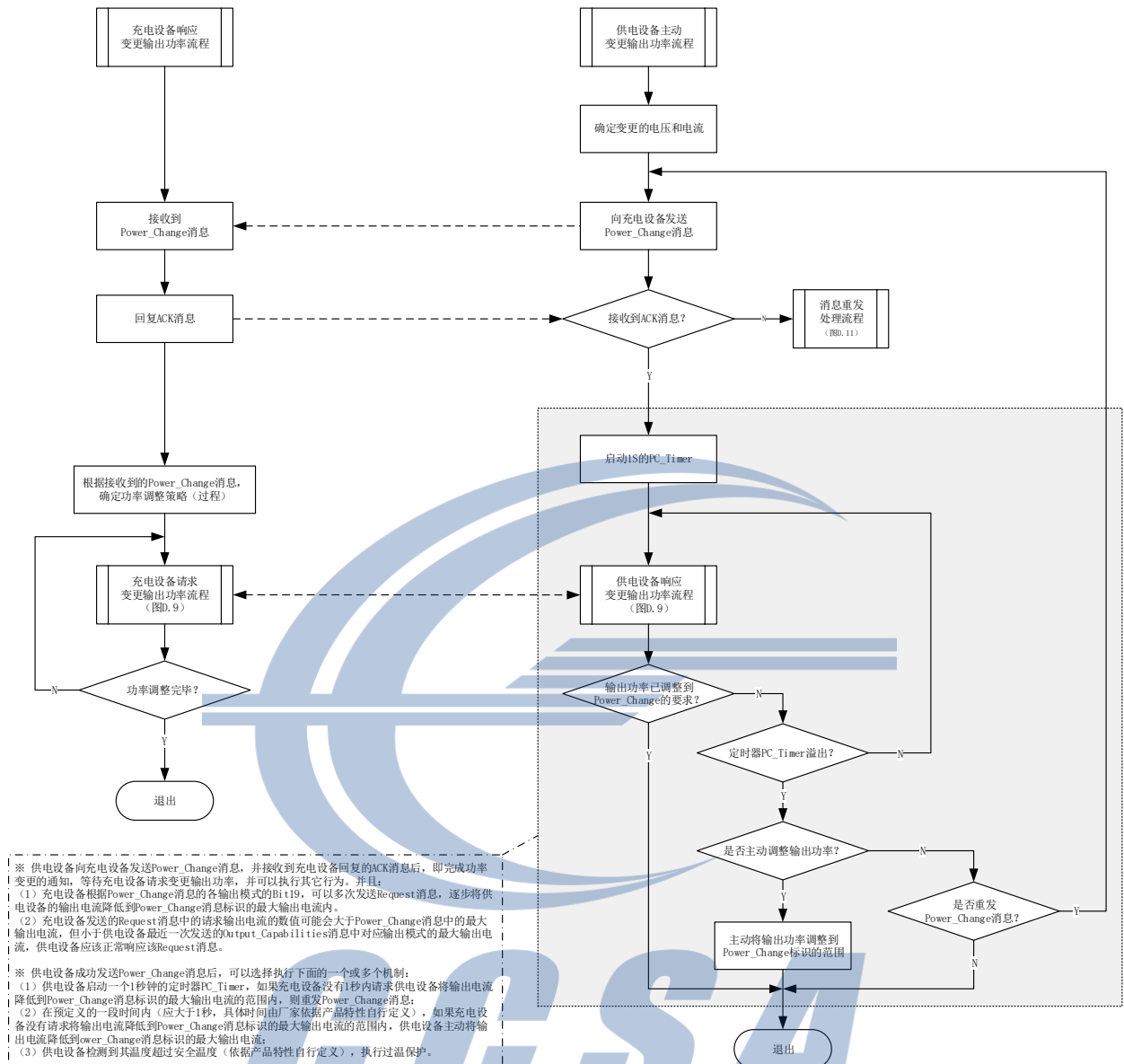
图D.7 供电设备/充电设备与线缆电子标签交互流程图



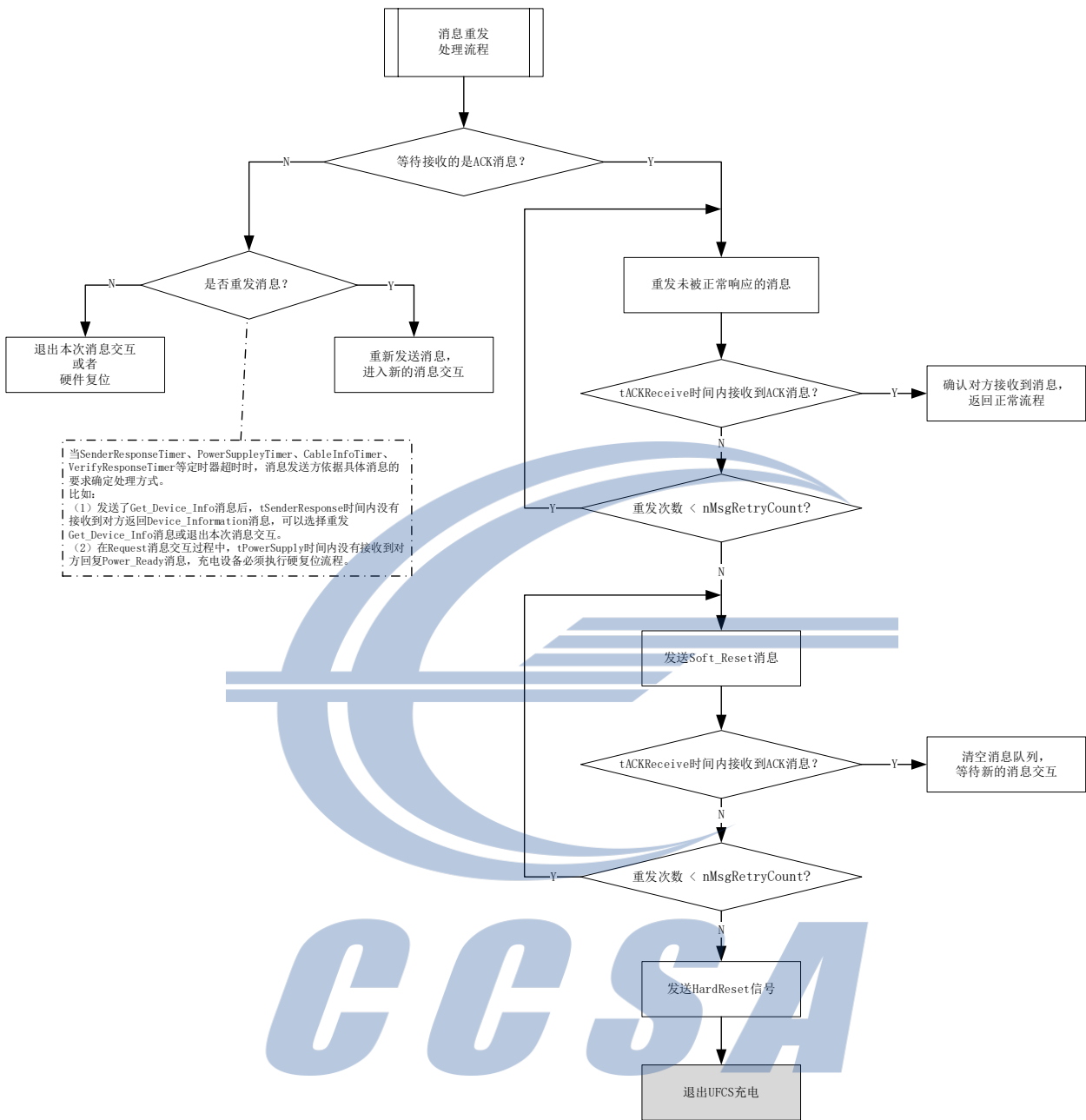
图D.8 供电设备/充电设备/线缆电子标签鉴权流程图



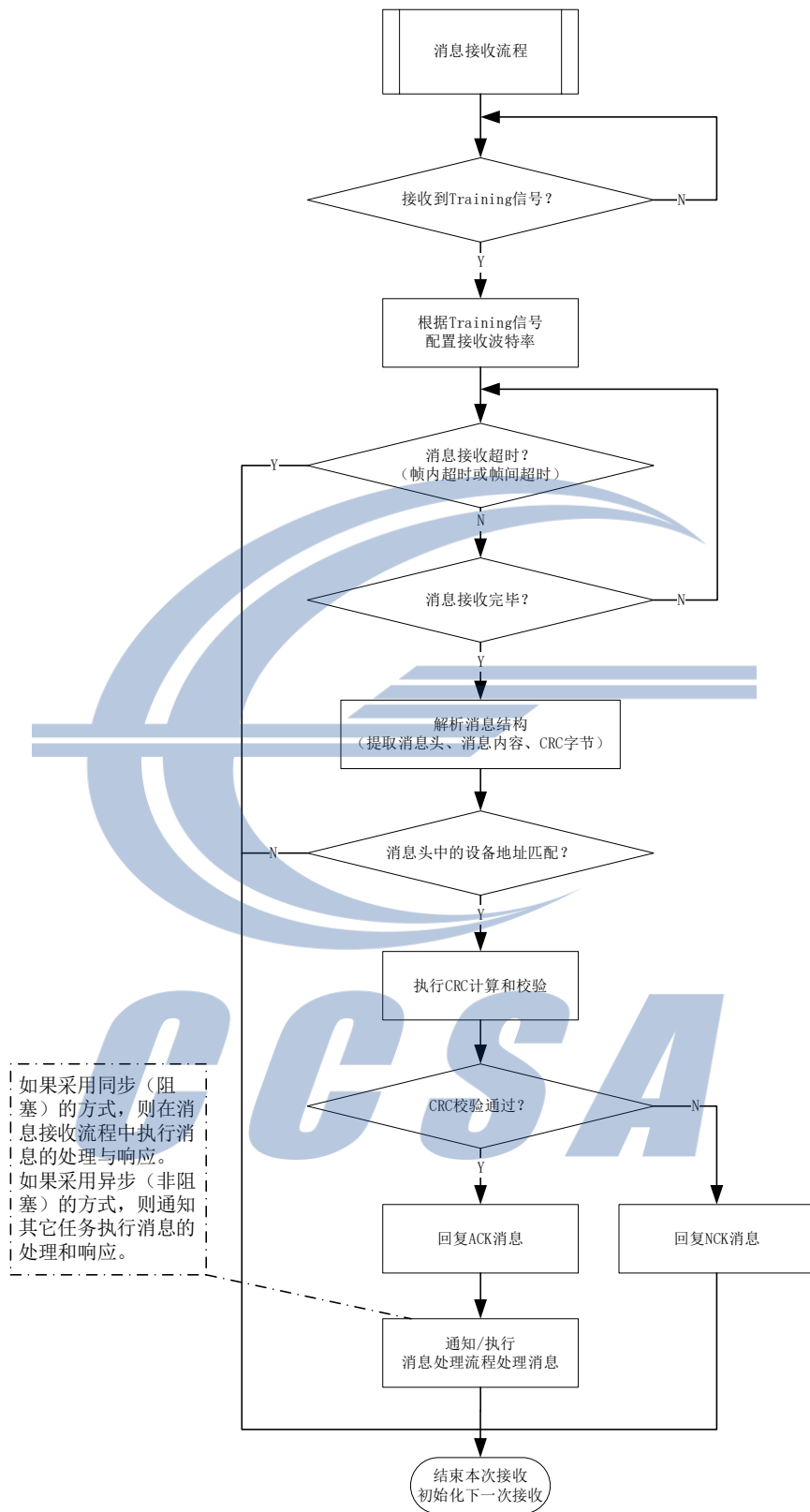
图D.9 充电设备请求变更输出功率流程图



图D.10 供电设备主动变更输出功率流程图



图D.11 消息重发处理流程图



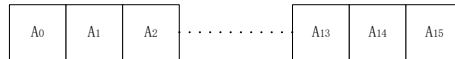
图D.12 消息接收流程图

附录 E  
(规范性)

基于 SHA256 算法的 UFCS 鉴权说明<sup>[1]</sup>

E.1 鉴权数据的定义

主动发起鉴权请求的设备（充电设备或供电设备），生成16字节的随机数A，定义为 $A_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$ 、…… $A_{13}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{15}$ ，如图E.1:



图E.1 16字节随机数 A

接受鉴权请求的设备（充电设备、供电设备或线缆电子标签），生成16字节随机数B，定义为 $B_0$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、…… $B_{13}$ 、 $B_{14}$ 、 $B_{15}$ ，如图E.2:



图E.2 16字节随机数 B

具备鉴权能力的设备（充电设备、供电设备和线缆电子标签），内部保存有一个或多个密钥。厂家可以自定义密钥的长度，设一个密钥K的长度是n，定义其为 $K_0$ 、 $K_1$ 、 $K_2$ 、…… $K_{n-3}$ 、 $K_{n-2}$ 、 $K_{n-1}$ ，如图E.3:



图E.3 n字节密钥 K

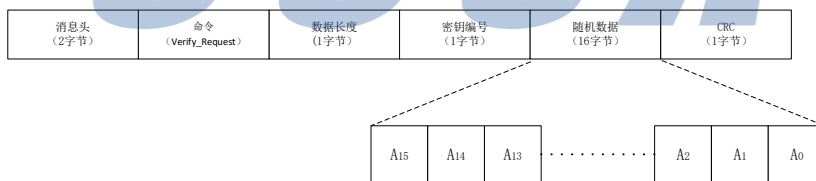
充电设备、供电设备和线缆电子标签应用SHA-256算法对随机数A、密钥K和随机数B组合成的数据进行运算后，得到32字节的加密数据C，定义为 $C_0$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、…… $C_{29}$ 、 $C_{30}$ 、 $C_{31}$ ，如图E.4:



图E.4 32字节加密数据 C

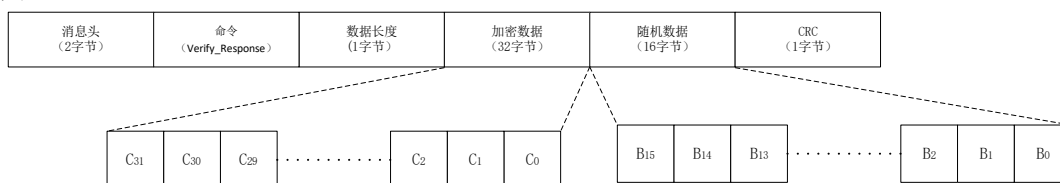
E.2 鉴权数据的发送

设备发送Verify\_Request消息时，随机数A的发送顺序是先发送高字节、再发送低字节，如图E.5:



图E.5 Verify\_Request 结构

设备发送Verify\_Response消息时，加密数据C和随机数B的发送顺序是先发送高字节、再发送低字节，如图E.6:

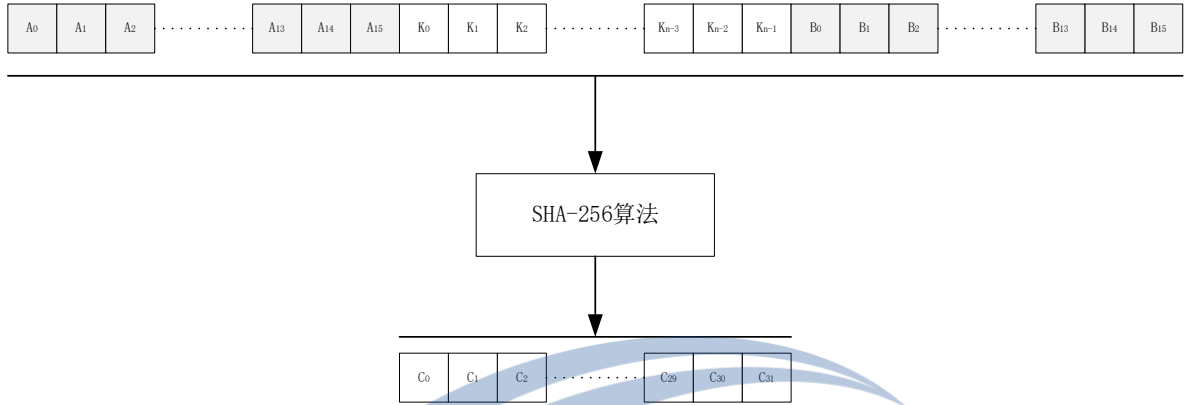


图E.6 Verify\_Response 结构



E.3 鉴权数据的处理（基于 SHA-256 算法）

设备将16字节的随机数A、n字节的密钥K和16字节的随机数B组合成一个数据序列 $A_0、A_1、A_2、\dots、A_{13}、A_{14}、A_{15}、K_0、K_1、K_2、\dots、K_{n-3}、K_{n-2}、K_{n-1}、B_0、B_1、B_2、\dots、B_{13}、B_{14}、B_{15}$ ，传给SHA-256算法进行运算，得到32字节的加密数据C，如图E.7：



图E.7 加密数据生成流程

E.4 示例（C语言）

定义随机数A为`random_A[16]`，随机数B为`random_B[16]`，长度是16字节的密钥为`SHA_key[16]`，假设其初始化后的数据如下：

```
unsigned char random_A[16]={0xA0,0xA1,0xA2,0xA3,0xA4,0xA5,0xA6,0xA7,0xA8,0xA9,0xAA,0xAB,0xAC,0xAD,0xAE,0xAF};
unsigned char random_B[16]={0xB0,0xB1,0xB2,0xB3,0xB4,0xB5,0xB6,0xB7,0xB8,0xB9,0xBA,0xBB,0xBC,0xBD,0xBE,0xBF};
unsigned char SHA_key[16]={0xC0,0xC1,0xC2,0xC3,0xC4,0xC5,0xC6,0xC7,0xC8,0xC9,0xCA,0xCB,0xCC,0xCD,0xCE,0xCF};
```

在调用SHA256算法函数之前，需要将上述三组数据，拼接成一组数据。定义存放该数据在数组`data_in[48]`中，参考执行如下代码：

```
unsigned char data_in[48];

for (int i = 0; i < 16; i++)
{
    data_in[i] = random_A[i];
}

for (int i = 0; i < 16; i++)
{
    data_in[16 + i] = SHA_key[i];
}

for (int i = 0; i < 16; i++)
{
    data_in[32 + i] = random_B[i];
}
```

执行完毕后，`data_in[48]`中的数据如下（从`data_in[0]`至`data_in[47]`）：

0xA0, 0xA1, 0xA2, 0xA3, 0xA4, 0xA5, 0xA6, 0xA7, 0xA8, 0xA9, 0xAA, 0xAB, 0xAC, 0xAD, 0xAE, 0xAF, 0xC0, 0xC1, 0xC2, 0xC3, 0xC4, 0xC5, 0xC6, 0xC7, 0xC8, 0xC9, 0xCA, 0xCB, 0xCC, 0xCD, 0xCE, 0xCF, 0xB0, 0xB1, 0xB2, 0xB3, 0xB4, 0xB5, 0xB6, 0xB7, 0xB8, 0xB9, 0xBA, 0xBB, 0xBC, 0xBD, 0xBE, 0xBF

定义SHA256算法的函数接口为:

```
void sha256_function(const unsigned char *in, int len, unsigned char *out)
```

定义存放SHA256运算结果的数组为:

```
unsigned char data_out[32];
```

那么调用SHA256函数接口如下:

```
sha256_function(data_in, 48, data_out);
```

此外,各设备在使用Verify\_Request消息和Verify\_Response消息发送随机数A、随机数B和加密数据时,必须先发送高字节,再发送低字节。

例如,发送上述random\_A[16]数组数据时,依次发送random\_A[15]、random\_A[14]、random\_A[13]、……random\_A[1]、random\_A[0];

例如,发送上述random\_B[16]数组数据时,依次发送random\_B[15]、random\_B[14]、random\_B[13]、……random\_B[1]、random\_B[0];

例如,发送上述data\_out[32]数组数据时,依次发送data\_out[31]、data\_out[30]、data\_out[29]、……data\_out[1]、data\_out[0];



参 考 文 献

- [1] Secure Hash Signature Standard (SHS) (FIPS PUB 180-2)

