

团体标准

T/TAF 083-2021



移动终端融合快速充电技术规范

Universal fast charging specification for mobile devices

2021-05-28 发布

2021-05-28 实施

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、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	3
4 通用要求	4
5 电气特性及时序要求	4
5.1 概述	4
5.2 电气特性	5
5.3 阻抗规则要求	6
5.4 通信基本时序要求	6
5.5 其它要求	7
6 物理层	7
6.1 概述	7
6.2 物理通道实现	7
6.3 快充协议握手检测	8
6.4 物理层通讯机制	11
6.5 循环冗余校验 (CRC)	12
6.6 数据包格式	13
6.7 总线冲突	13
6.8 硬件复位	16
7 协议层	17
7.1 概述	17
7.2 消息	18
7.3 定时器	30
7.4 计数器	32
7.5 状态机	33
7.6 协议升级及兼容性要求	35
8 应用层	36
8.1 概述	36
8.2 策略控制	36
8.3 鉴权	42
8.4 供电设备信息上报	42
8.5 供电设备保护	43
8.6 线缆识别	45
9 功率规则	46
9.1 概述	46

9.2 输出功率范围规则	46
9.3 输出功率动态调节规则	47
9.4 输出功率稳态精度规则	51
9.5 充电设备请求最大功率规则	51
9.6 故障处理规则	52
附录 A（规范性）CRC-8 算法说明	53
附录 B（规范性）线缆补偿要求	54
附录 C（规范性）线缆电子标签供电方式	55
附录 D（规范性）UFCS 工作流程图	56
附录 E（规范性）UFCS 消息交互格式说明	64
附录 F（规范性）SHA256 算法说明	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。

本文件由电信终端产业协会提出并归口。

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。

本文件主要起草人：徐春莹、赵晓昕、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、张晓洪、魏华兵、李达寰。



引 言

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商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，促进厂商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规范

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规范（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规范。

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

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

电池充电规范(包含自 2012 年 3 月 15 日以来的勘误和变更通知)，1.2 修订版，发布日期 2012 年 3 月 15 日(Battery Charging Specification (Including errata and CNs through March 15, 2012) Revision 1.2, March 15, 2012)

通用串行总线 C 型电缆和连接器规范，2.0 修订版(USB Type-C® Cable and Connector Specification Revision 2.0)

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、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

快速充电模式 fast charging mode

一个由供电设备、线缆和充电设备组成的充电系统，从初始充电状态开始，至充电30分钟，通过提高供电设备的输出电压或输出电流，实现进入电池的平均电流大于等于3A或总充电量大于等于电池额定容量的60%的充电方式。

3.1.2

初始充电状态 initial charging status

常温条件下，充电设备耗电至自动关机，静置30分钟后，再次接入充电回路的瞬间状态。

3.1.3

普通充电模式 normal charging mode

供电设备额定输出电压为5V，额定输出电流小于3A的充电模式，在此模式下供电设备输出端口D+和D-短路。

3.1.4

快充供电设备 fast charging power device

能够兼容普通充电模式和至少一种快速充电模式的供电设备。

3.1.5

快充充电设备 fast charging device

具有快速充电管理功能，能够兼容普通充电模式和至少一种快速充电模式的充电设备。

3.1.6

快速充电电池 fast charging battery

能够在快速充电系统中使用的电池。

3.1.7

快速充电系统 fast charging system

包含快充供电设备、线缆及快充充电设备（含快充电池），并能够在快充模式下进行充电的系统。

3.1.8

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。

3.1.9

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。

3.1.10

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。

3.1.11

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。

3.1.12

线缆 cable

用于连接供电设备和充电设备。线缆的两端接口，可以都是USB Type-C接口；可以一端是USB Type-A接口，另一端是USB Type-C接口；也可以是其它的标准USB接口组合。线缆至少要支持VBUS、D+、D-、GND这四根信号线。如果线缆要支持UFCS的大功率充电模式，还需集成线缆电子标签。线缆电子标签的连接方式，请见6.2章节。

3.1.13

厂家自定义鉴权 vendor defined authentication

UFCS充电功率大于设定阈值时，设定阈值由厂商自定义，充电设备必须要执行厂家自定义鉴权。厂家自定义鉴权算法采用SHA256，请参考附录F及文献^[3]。

3.1.14

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、ID等信息的芯片。

3.1.15

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。

3.1.16

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，具体参照6.3章节。

3.1.17

UFCS识别检测 UFCS identification

UFCS识别检测是指通过协议层指令来识别UFCS的一个过程，以确保能正确的识别UFCS并执行UFCS的指令，具体参照8.2.1.1章节。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CC: 配置通道 (Configuration Channel)

CDP: 充电下行端口 (Charging Downstream Port)

CRC: 循环冗余码校验 (Cyclic Redundancy Check)

DCP: 专用充电端口 (Dedicated Charging Port)

D+: 高电平数据线 (Data+)

D-: 低电平数据线 (Data-)

D+OVP: 高电平数据线过压保护 (Data+ Overvoltage Protection)

D-OVP: 低电平数据线过压保护 (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)
 USB: 通用串行总线 (Universal Serial Bus)
 USB Standard-A: 通用串行总线A型 (Universal Serial Bus A)
 USB Micro-B: 通用串行总线Micro-B型 (Universal Serial Bus Micro-B)
 USB Type-C: 通用串行总线C型 (Universal Serial Bus Type-C)
 UVP: 欠压保护 (Under Voltage Protection)
 VBUS: 总线电压 (电源正极) (Voltage Bus)

4 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。

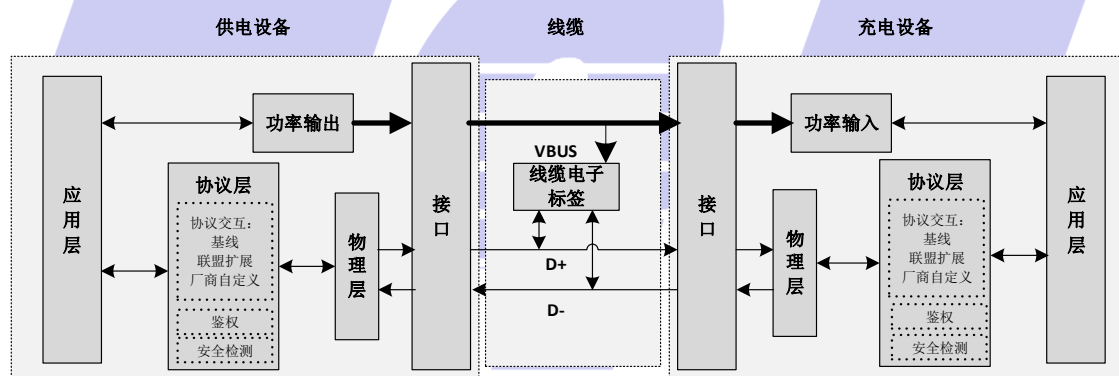


图 1 整体框架

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 6 章节。

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 7 章节。

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 8 章节。

功率输出/功率输入: 功率输入输出电路。

接口: 遵从 USB 相关规范定义^[2]。

5 电气特性及时序要求

5.1 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。

5.2 电气特性

本协议以USB的D+、D-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。

5.2.1 供电设备侧信号线电平规则

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。

5.2.2 充电设备侧信号线电平规则

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	0.99	-	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	0.50	$500\mu\text{A} \geq I_o \geq 0\mu\text{A}$	V

注 1：- 表示不作限制。

注 2：正电流表示电流流入充电设备。

注 3：负电流表示电流流出充电设备。

5.2.3 线缆电子标签 IC 信号线中电平规则

缺省状态下，D+、D-均为接收功能，此时电平规则见表5和表6所示。

表 5 线缆电子标签 IC 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6.1章节所述。

表 6 线缆电子标签 IC 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	$0\mu\text{A} \geq I_o \geq -500\mu\text{A}$	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线缆电子标签。					
注 3：负电流表示电流流出线缆电子标签。					

5.3 阻抗规则要求

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 BC1.2 初始阻抗，D+/D-后断开后，阻抗不小于 $5M\Omega$ 。		

5.4 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。

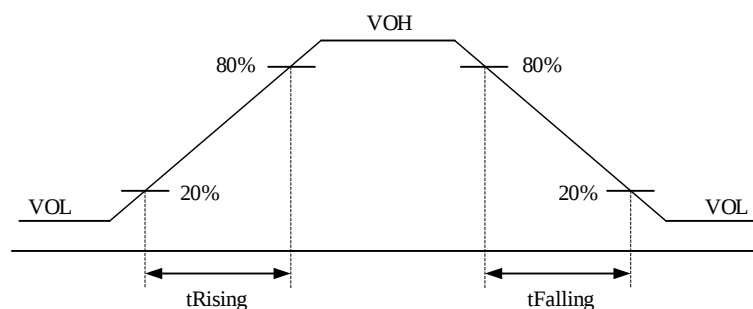


图 2 信号线缆时序要求

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})	$CL=200\text{Pf}$, $20\%V_{OH} \sim 80\%V_{OH}$	—	—	1	μs
下降时间 ($t_{Falling}$)	$CL=200\text{Pf}$, $80\%V_{OH} \sim 20\%V_{OH}$	—	—	1	μs

5.5 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 $\leq 500\text{mV}$ ，GND 两端压差要求 $\leq 250\text{mV}$ ，R1 和 R2 为线缆等效电阻。

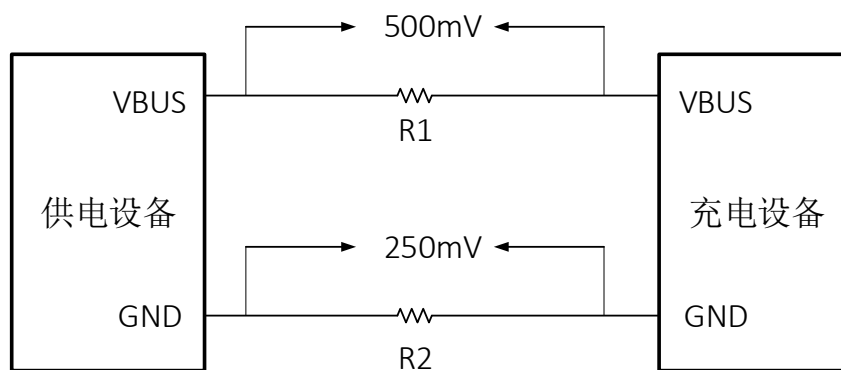


图 3 VBUS 及 GND 端压差要求

6 物理层

6.1 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。

6.2 物理通道实现

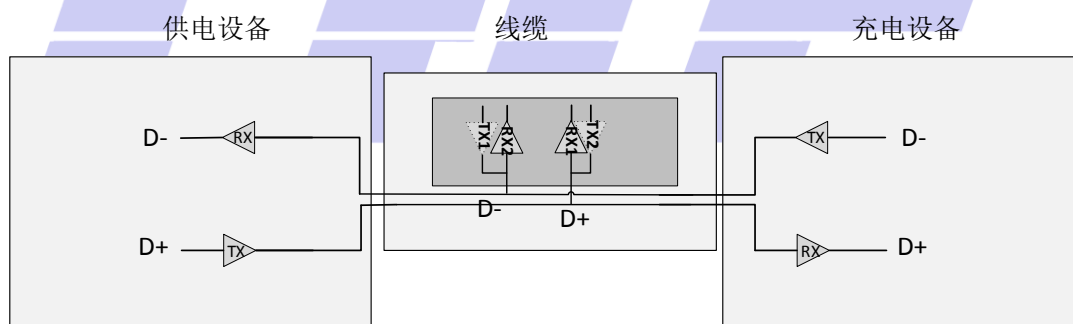


图 4 物理通道实现框图

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+ 数据线为数据发送方、D- 数据线为数据接收方；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；

d) 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

6.3 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，首先进行 USB BC1.2 检测^[1]，检测结果为 DCP 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 DCP 状态下，持续检测充电设备是否启动 UFCS 握手检测。



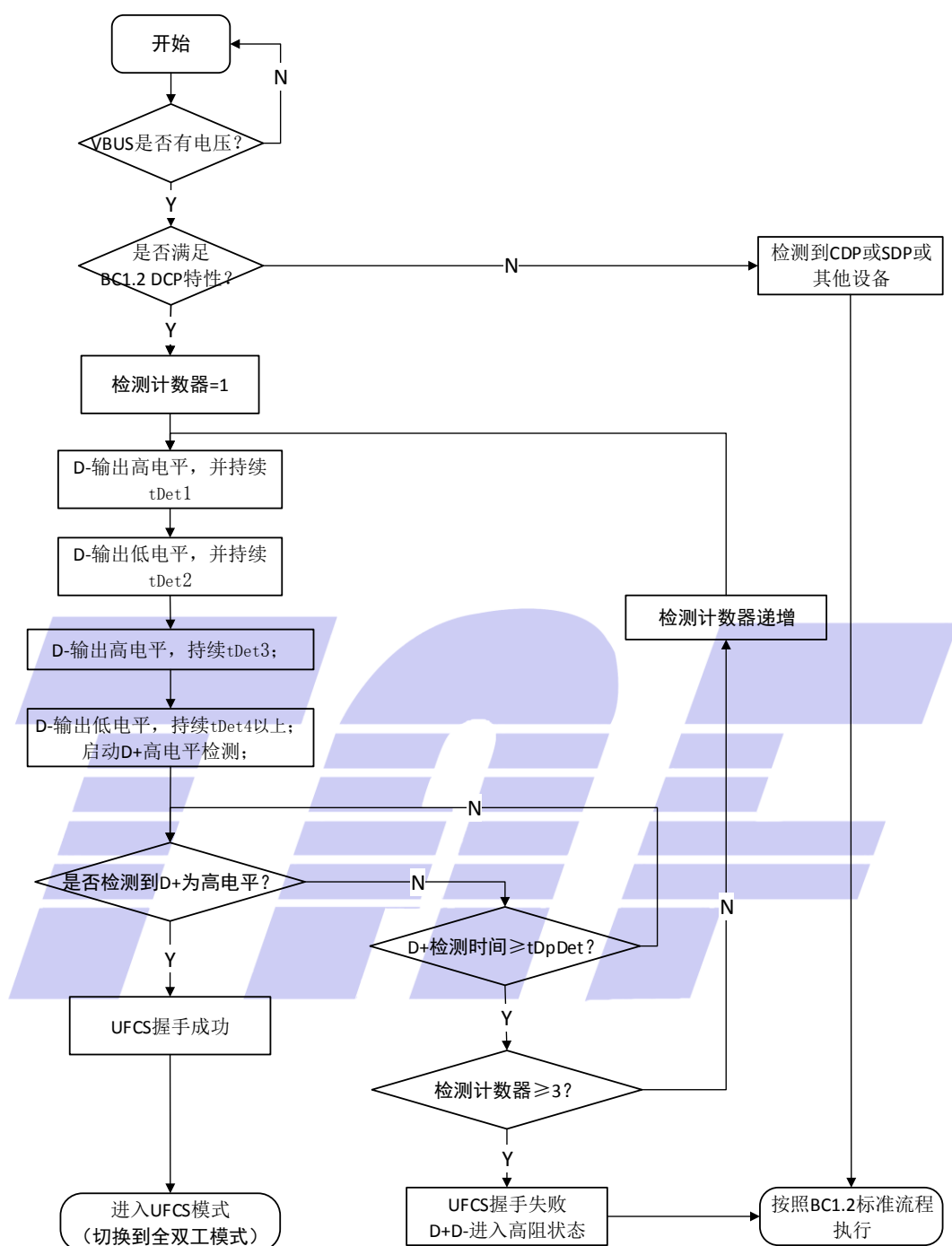


图5 充电设备 UFCS 握手检测流程

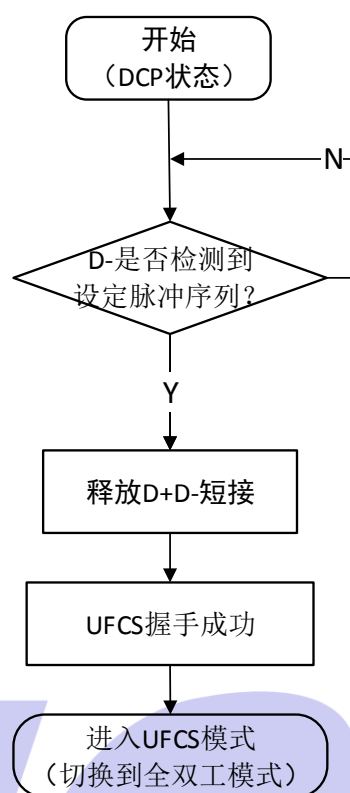


图 6 供电设备端 UFCS 握手检测流程

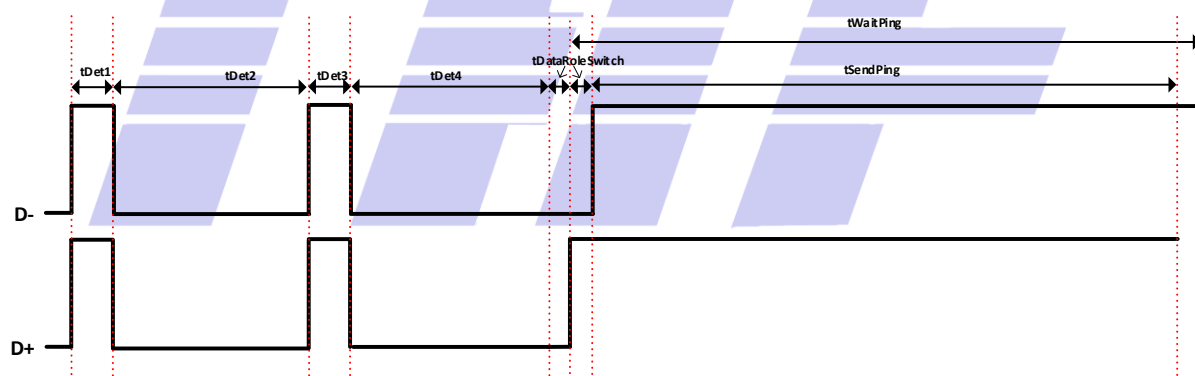


图 7 UFCS 快充握手检测波形图

供电设备在 DCP 状态时,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,若超出 t_{DpDet} 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,最多检测 3 次。

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
tDet1	握手检测第一信号持续时间	1.5	2	2.5	ms
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。

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)。

6.4 物理层通讯机制

6.4.1 数据帧结构

物理层的数据帧结构如图8所示。

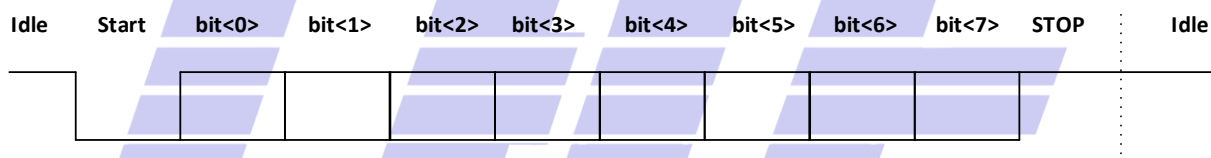


图 8 数据帧结构

6.4.2 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“I”表示。

6.4.3 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。

6.4.4 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。

6.4.5 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。

6.4.6 波特率

本规范中设备，需支持115200、57600、38400、19200bps四个波特率基准档位，其中115200 bps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。

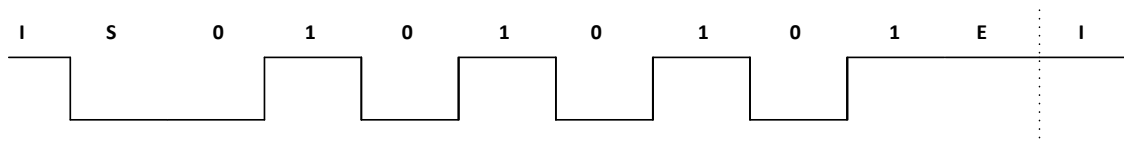


图 9 波特率 Training 字符

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，当前波特率仅用于当前数据包接收，后续发送数据的波特率不跟随接收数据包的波特率。

当发送方多次（至少5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。如，充电设备以115200 bps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57600 bps重新发送Ping信号。若所有波特率档位均尝试失败，数据发送方需主动发送硬件复位信号，退出UFCS模式。

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57600 bps波特率发送的Ping消息，则充电设备后续应以57600bps波特率发送消息。

6.4.7 数据传输

6.4.7.1 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（1 bit）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1 bit起始位、8 bit数据位、1 bit停止位。

6.4.7.2 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1 bit起始位、8 bit数据位、1 bit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初始状态，以重新接收新的数据。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初始状态，以重新接收新的数据。

表 11 数据帧内超时参数定义

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

6.5 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。

6.6 数据包格式

6.6.1 控制消息

控制消息包由消息头、控制命令和 CRC 校验组成，由高字节到底字节依次发送。

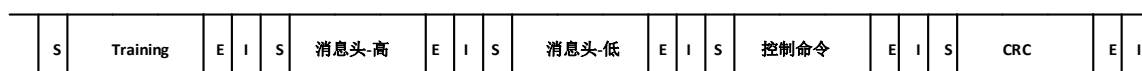


图 10 控制消息数据包格式

6.6.2 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，由高字节到底字节依次发送。

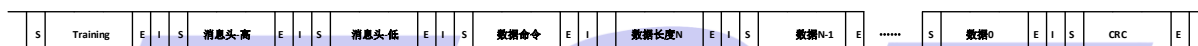


图 11 数据消息数据包格式

6.6.3 厂家自定义消息

厂家自定义消息包由消息头、厂家 ID、数据信息和 CRC 校验位组成，由高字节到底字节依次发送。

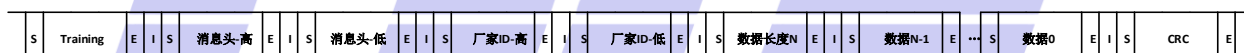


图 12 自定义消息数据包格式

6.7 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13、图14所示，线缆识别流程如图15、图16所示，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，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，回复ACK消息，TX恢复为上拉状态，恢复正常通信功能；
- 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；
- 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13、图14所示，线缆识别流程如图15、图16所示。

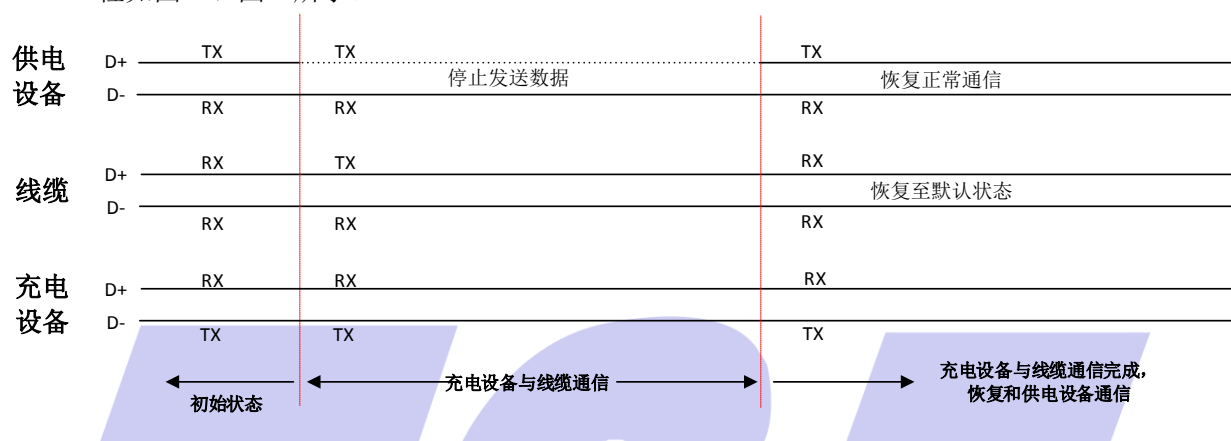


图 13 总线所有权示意图（充电设备检测线缆）

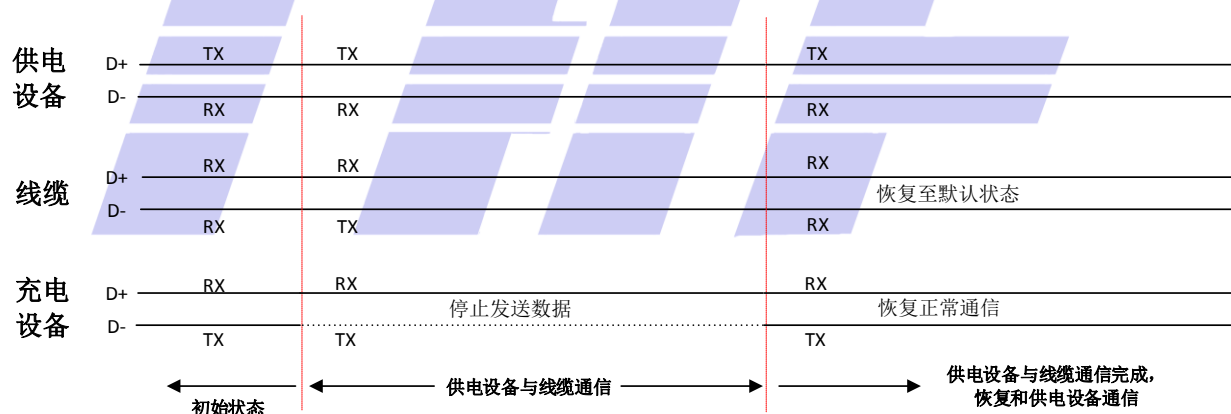


图 14 总线所有权示意图（供电设备检测线缆）

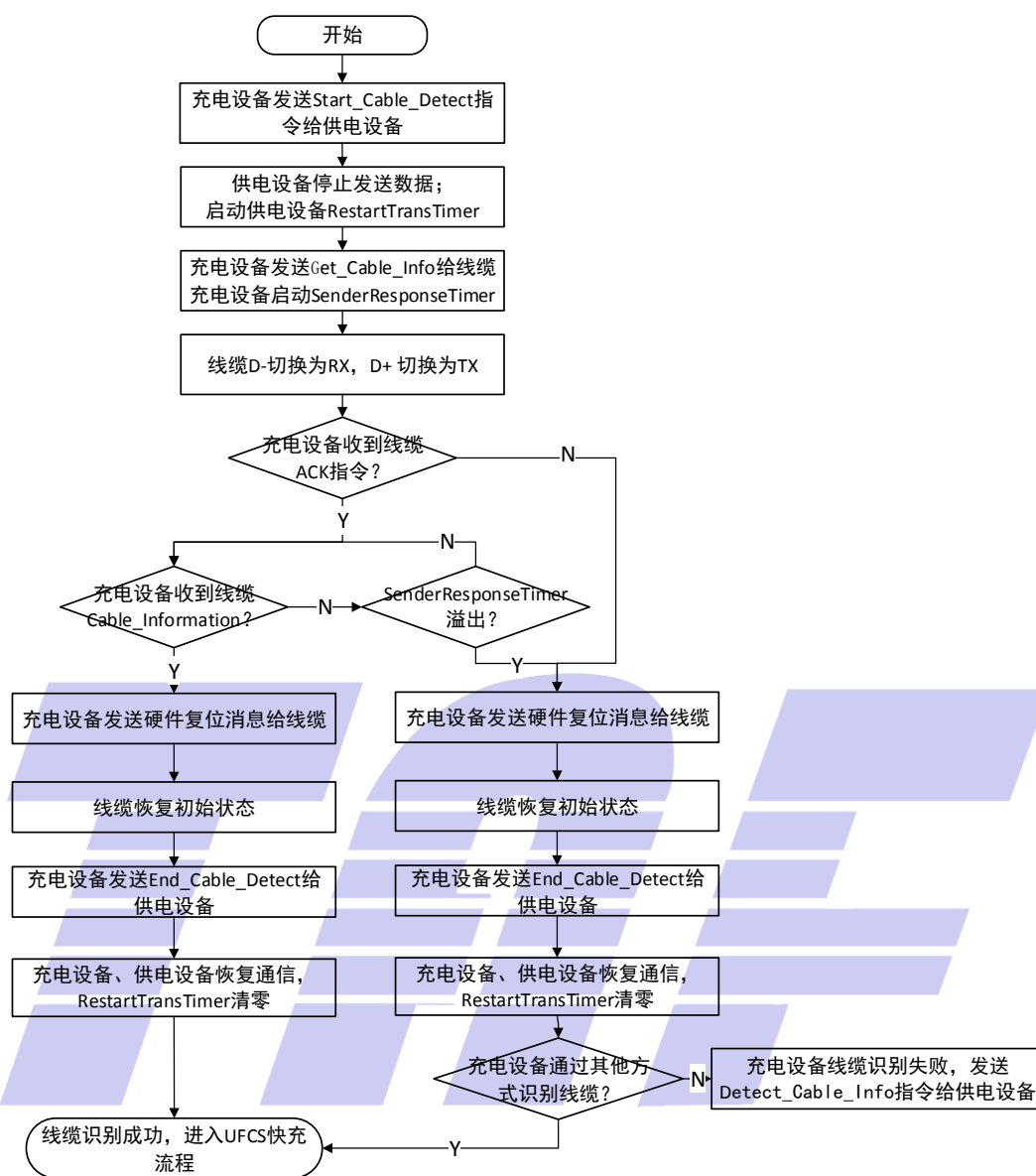


图 15 充电设备线缆电子标签识别流程图

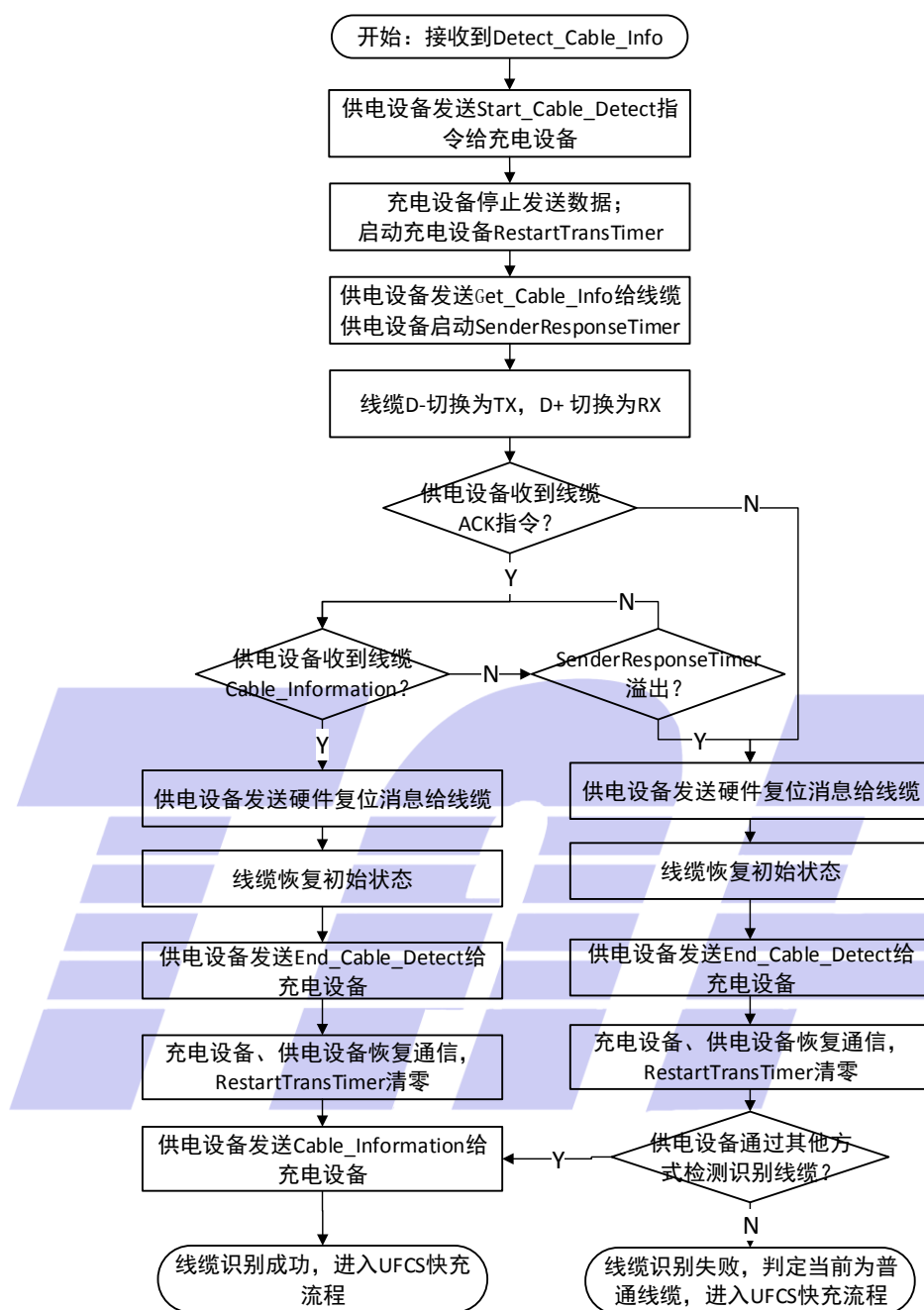


图 16 供电设备线缆电子标签识别流程图

6.8 硬件复位

当握手检测成功后, 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17、图18和图19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。

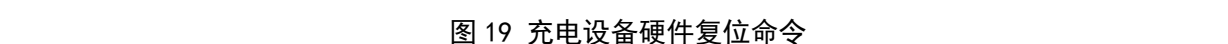
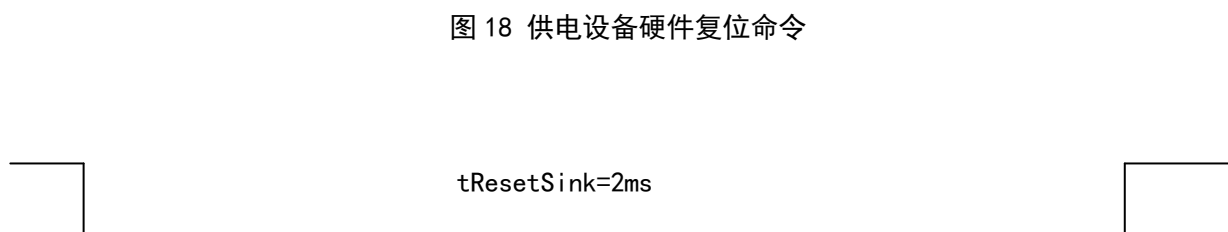
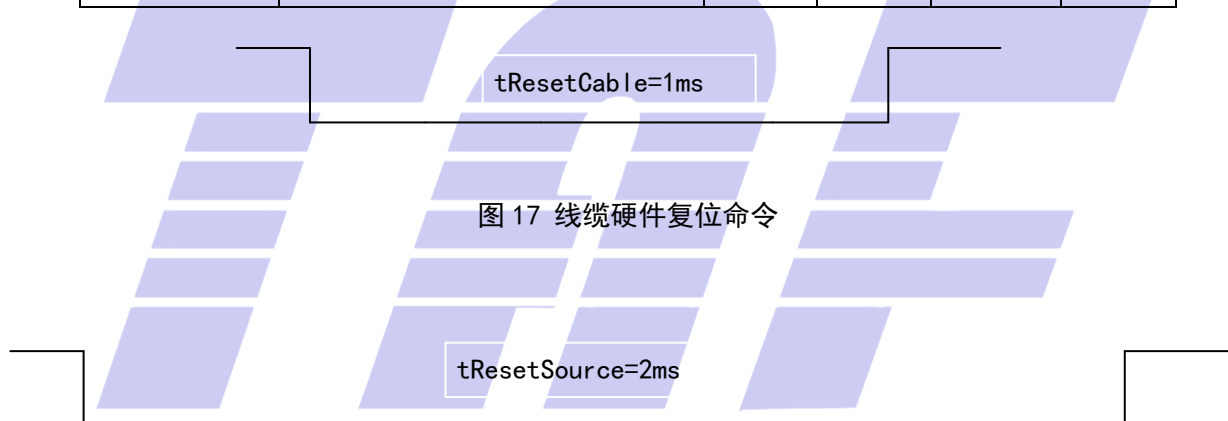
当设备执行发送硬件复位命令时, 如果遇到上一个命令序列正在运行中, 会在上一个命令序列结束后, 复位命令才开始下发。

下列这些情况, 供电设备和充电设备需发送硬件复位命令:

- a) 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、或者接受到对方回复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) 供电设备或充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，或者供电设备输出的电压和电流仍未达到要求；
- 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	1000	—	—	us
tResetSource	供电设备复位信号持续时间	2000	—	—	us
tResetSink	充电设备复位信号持续时间	2000	—	—	us



7 协议层

7.1 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。

7.2 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。

7.2.1 消息格式

消息的格式见图20。

消息头 (2字节)	消息主体 (1~256字节)	CRC (1字节)
--------------	-------------------	--------------

图 20 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7.2.2章节。
- b) 消息主体：存放该消息具体的命令和数据，长度为1~256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。

7.2.2 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(2)描述
8...3	协议版本编号	000001b: 初始版本 1.0 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：发送者建立一个循环计数器MsgNumberCounter，从0到15循环计数。发送者对其发送的每一条消息，取MsgNumberCounter当前值赋予消息头的消息编号。供电设备和充电设备上电、硬件复位或软件复位后，MsgNumberCounter必须清零。当正确接收到消息的接收者返回的ACK，

或者是当前发送的消息超出了重发的最大次数 `nMsgRetryCount` 后，消息的发送者将 `MsgNumberCounter` 增加1。

c) 协议版本：UFCS的协议版本。

d) 消息类型：定义了当前协议支持的几种类型。详情见后续章节。

7.2.3 控制消息

控制消息的结构见图 21：

消息头 (2字节)	控制命令 (1字节)	CRC (1字节)
--------------	---------------	--------------

图 21 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
0x00	Ping	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备/线缆电子标签
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
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
0x03	Accept	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备
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
0x05	Power_Ready	供电设备	充电设备
0x06	Get_Output_Capabilities	充电设备	供电设备
0x07	Get_Source_Info	充电设备	供电设备
0x08	Get_Sink_Info	供电设备	充电设备
0x09	Get_Cable_Info	供电设备/充电设备	线缆电子标签
0x0A	Get_Device_Info	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备
0x0B	Get_Error_Info	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备
0x0C	Detect_Cable_Info	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备
0x0D	Start_Cable_Detect	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备
0x0E	End_Cable_Detect	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备
0x0F	Exit_UFCS_Mode	供电设备/充电设备	充电设备/供电设备

7.2.3.1 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。

7.2.3.2 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 $t_{ACKtransmit}$ 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 $t_{ACKReceive}$ 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。

7.2.3.3 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 $t_{ACKtransmit}$ 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 $t_{ACKReceive}$ 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。

7.2.3.4 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。
- 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。

7.2.3.5 Soft_Reset 消息

下列这些情况，供电设备和充电设备应该发送 Soft_Reset 消息：

- 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；
- 供电设备或充电设备发送的消息，除 ACK 外，还需要接收方回复其它的响应消息的，如果供电设备或充电设备在 $t_{SenderResponse}$ 时间内没有接收到对方的响应信息。

7.2.3.6 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 $t_{PowerSupply}$ 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。

7.2.3.7 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。

7.2.3.8 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。

7.2.3.9 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。

7.2.3.10 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。

7.2.3.11 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。

7.2.3.12 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。

7.2.3.13 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。

7.2.3.14 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。

同样的，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。

7.2.3.15 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。

7.2.3.16 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。

7.2.4 数据消息

数据消息的结构见图 22：

消息头 (2字节)	命令 (1字节)	数据长度 (1字节)	数据 (1~254字节)	CRC (1字节)
--------------	-------------	---------------	-----------------	--------------

图 22 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
0x01	Output_Capabilities	供电设备	充电设备
0x02	Request	充电设备	供电设备
0x03	Source_Information	供电设备	充电设备
0x04	Sink_Information	充电设备	供电设备
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
0x06	Device_Information	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备
0x07	Error_Information	供电设备/充电设备	供电设备/充电设备
0x08	Config_Watchdog	充电设备	供电设备
0x09	Refuse	供电设备/充电设备/线缆电子标签	供电设备/充电设备
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
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
0xFF	Test Request	测试设备	供电设备/充电设备/线缆电子标签

7.2.4.1 Output_Capabilities 消息

Output_Capabilities 消息的结构见图 23:

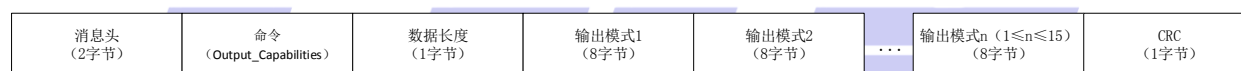


图 23 Output_Capabilities 消息结构

- 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 15 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 $n \leq 15$ 。
- 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 15 种输出模式, 电压大小逐渐递增。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 ($15 \geq n > 1$) 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	电压调节最小步进： 0b: 10mV 1b: 20mV
55...40	最大输出电压，单位 10mV (最大 36V)
39...24	最小输出电压，单位 10mV (最大 36V)
23...8	最大输出电流，单位 10mA (最大 30A)
7...0	最小输出电流，单位 10mA

7.2.4.2 Request 消息

Request 消息的结构见图 24:

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 24 Request 消息结构

- a) 命令: 设置为 Request 消息的命令对应的编号。
b) 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。
c) 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 (1~15)
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。在该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。在该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。

7.2.4.3 Source_Information 消息

Source_Information 消息的结构见图 25:

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 25 Source_Information 消息结构

- a) 命令: 设置为 Source_Information 消息的命令对应的编号。
b) 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。
c) 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
47...40	当前供电设备内部温度, 单位摄氏度。 温度换算公式: $T = (\text{bit}47 \cdots \text{bit}40) - 50$ 。 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 USB 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, 标识供电设备没有 USB 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

7.2.4.4 Sink_Information 消息

Sink_Information 消息的结构见图 26:

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 26 Sink_Information 消息结构

- a) 命令: 设置为 Sink_Information 消息的命令对应的编号。
b) 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。
c) 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溫度数据
39...32	当前充电设备 USB 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 USB 接口的溫度数据

表 19 状态信息结构（续）

Bit(s)	描述
31…16	当前电池电压，单位 10mV
15…0	当前充电电流，单位 10mA

7.2.4.5 Cable_Information 消息

Cable_Information 消息的结构见图 27：

消息头 (2字节)	命令 (Cable_Information)	数据长度 (1字节)	线缆信息 (8字节)	CRC (1字节)
--------------	---------------------------	---------------	---------------	--------------

图 27 Cable_Information 消息结构

- a) 命令：设置为 Cable_Information 消息的命令对应的编号。
b) 数据长度：Cable_Information 消息的线缆信息有 8 个字节，因此数据长度设置为 8。
c) 线缆信息的结构见表 20。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
63…48	线缆厂家 ID
47…32	线缆电子标签厂家 ID
31…16	线缆阻抗，单位 $m\Omega$
15…8	最大承载电压，单位 1V
7…0	最大承载电流，单位 1A

7.2.4.6 Device_Information 消息

Device_Information 消息的结构见图 28：

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 28 Device_Information 消息结构

- a) 命令：设置为 Device_Information 消息的命令对应的编号。
b) 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。
c) 设备信息的结构见表 21。设备厂家 ID 和设备主控芯片厂家 ID 必须填写，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	设备厂家 ID
47…32	设备协议芯片厂家 ID
31…16	设备硬件版本号

表 21 设备信息结构（续）

Bit(s)	描述
15…0	设备软件版本号

7.2.4.7 Error_Information 信息

Error_Information 消息的结构见图 29:

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 29 Error_Information 消息结构

- a) 命令：设置为 Error_Information 消息的命令对应的编号。
- b) 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。
- c) 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…15	保留
14	0：正常；1：看门狗溢出
13	0：正常；1：CRC 异常导致关闭输出
12	0：正常；1：输入掉电
11	0：正常；1：漏电流超标
10	0：正常；1：输入 UVP
9	0：正常；1：输入 OVP
8	0：正常；1：D+OVP
7	0：正常；1：D-OVP
6	0：正常；1：CCOVP
5	0：正常；1：设备内部/电池 OTP
4	0：正常；1：USB 接口 OTP
3	0：正常；1：输出 SCP
2	0：正常；1：输出 OCP
1	0：正常；1：输出 UVP
0	0：正常；1：输出 OVP

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，并立即发送 Error_Information 消息通知充电设备。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，并立即发送 Error_Information 消息通知供电设备。

当相关的异常消失后，供电设备应将异常信息的相关的 bit 清零，并尽快发送 Error_Information 消息通知充电设备；充电设备可以将异常信息的相关的 bit 清零，并尽快发送 Error_Information 消息通知供电设备。

供电设备和充电设备也可以通过发送 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。

供电设备没有的异常信息（如设备内部/电池 OTP 等），其发送 Error_Information 消息时，相应的 bit 应该清零。同样的，充电设备没有的异常信息（如输出 OVP 等），其发送 Error_Information 消息时，相应的 bit 应该清零。

7.2.4.8 Config_Watchdog 消息

Config_Watchdog 消息的结构见图 30：

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 30 Config_Information 消息结构

- a) 命令：设置为 Config_Watchdog 消息的命令对应的编号。
- b) 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。
- c) 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。

7.2.4.9 Refuse 消息

Refuse 消息的结构见图 31：

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 31 Refuse 消息结构

- a) 命令：设置为 Refuse 消息的命令对应的编号。
- b) 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。
- c) 反馈信息的结构见表 24。发生反馈信息时，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 7.1 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 7.1 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 7.2 中的控制命令、图 7.3 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。

7.2.4.10 Verify_Request 消息

Verify_Request 消息的结构见图 32:

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 32 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。

7.2.4.11 Verify_Response 消息

Verify_Response 消息的结构见图 33:

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 33 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 F。发送加密数据时，先发送高字节，再发送低字节。

- d) 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。

7.2.4.12 Test_Request 消息

Test_Request 消息的结构见图 34：

消息头 (2字节)	厂家ID (2字节)	数据长度 (1字节)	数据 (1~253字节)	CRC (1字节)
--------------	---------------	---------------	-----------------	--------------

图 34 Test_Request 消息结构

- a) 命令：设置为 Test_Request 消息的命令对应的编号。
b) 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。
c) 测试内容的结构见表 25。发送测试内容时，先发送高字节，再发送低字节。

表 25 测试内容结构

Bit(s)	描述
15	保留
14	1: 使能电压精度测试模式（在该模式下，输出电流可比设置值偏大 10%） 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	消息编号

设备地址和消息类型参加表 7.1 中的定义。消息编号是在表 7.2 和表 7.3 中定义的消息的编号，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。

7.2.5 厂家自定义消息

厂家自定义消息的结构见图 35：

消息头 (2字节)	厂家ID (2字节)	数据长度 (1字节)	数据 (1~253字节)	CRC (1字节)
--------------	---------------	---------------	-----------------	--------------

图 35 自定义消息结构

厂家 ID 统一分配，长度为 2 个字节。每个厂商不多于 1 个 ID。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。

7.3 定时器

7.3.1 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。

7.3.2 SenderResponseTimer 定时器

如果一条消息需要接收者执行并回复具体的信息(有别于 ACK),则发送者在发送完该消息的最后一个 bit 后,启动定时器 SenderResponseTimer,并要求接收者在 tSenderResponse 时间内将需要回复的信息发送给发送者。如果发送者在 tSenderResponse 时间内未接收到对方回复信息,则启动异常处理机制。消息的接收者,回复了 ACK 后,须要在 tReceiverResponse 时间内回复消息给发送者。

7.3.3 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。充电设备通过判断是否接收到 Power_Ready 消息,以及采样输入电压和电流的值,判断供电设备输出的电压和电流已满足 Request 消息的要求。如果在 tPowerSupply 内,充电设备仍没有接收到供电设备的 Power_Ready 消息,或者供电设备输出的电压和电流仍未达到要求,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。

7.3.4 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 Get_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。

7.3.5 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。

7.3.6 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。

7.3.7 定时器及其时间阈值

各时间阈值的定义见表 26：

表 26 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	1000	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

定时器与时间阈值的关系见表 27：

表 27 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

7.4 计数器

7.4.1 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：

- UFCS 快充握手完成；
- 软件复位；
- 硬件复位（包括 6.8 章节描述的复位信号、设备启动或重启引起的复位等）。

下列几种情况，计数器 MsgNumberCounter 应该执行加 1 操作：

- 消息的发送者接收到对方的 ACK 消息，并且 ACK 消息中的消息编号与其发送的消息的消息编号一致；
- 消息发送者对同一条消息，重发 nMsgRetryCount 次后仍然失败。

7.4.2 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。

7.4.3 计数器及其计数阈值

各计数阈值的定义见表 28：

表 28 计数阈值定义

计数阈值	数值	参考章节
nMsgNumberCount	15	7.4.1
nMsgRetryCount	3	7.4.2

计数器与计数阈值的关系见表 29：

表 29 计数器与计数阈值关系表

计数器	计数阈值	参考章节
MsgNumberCounter	nMsgNumberCount	7.4.1
MsgRetryCounter	nMsgRetryCount	7.4.2

7.5 状态机

7.5.1 消息发送状态机

消息发送状态机的定义见图 36：

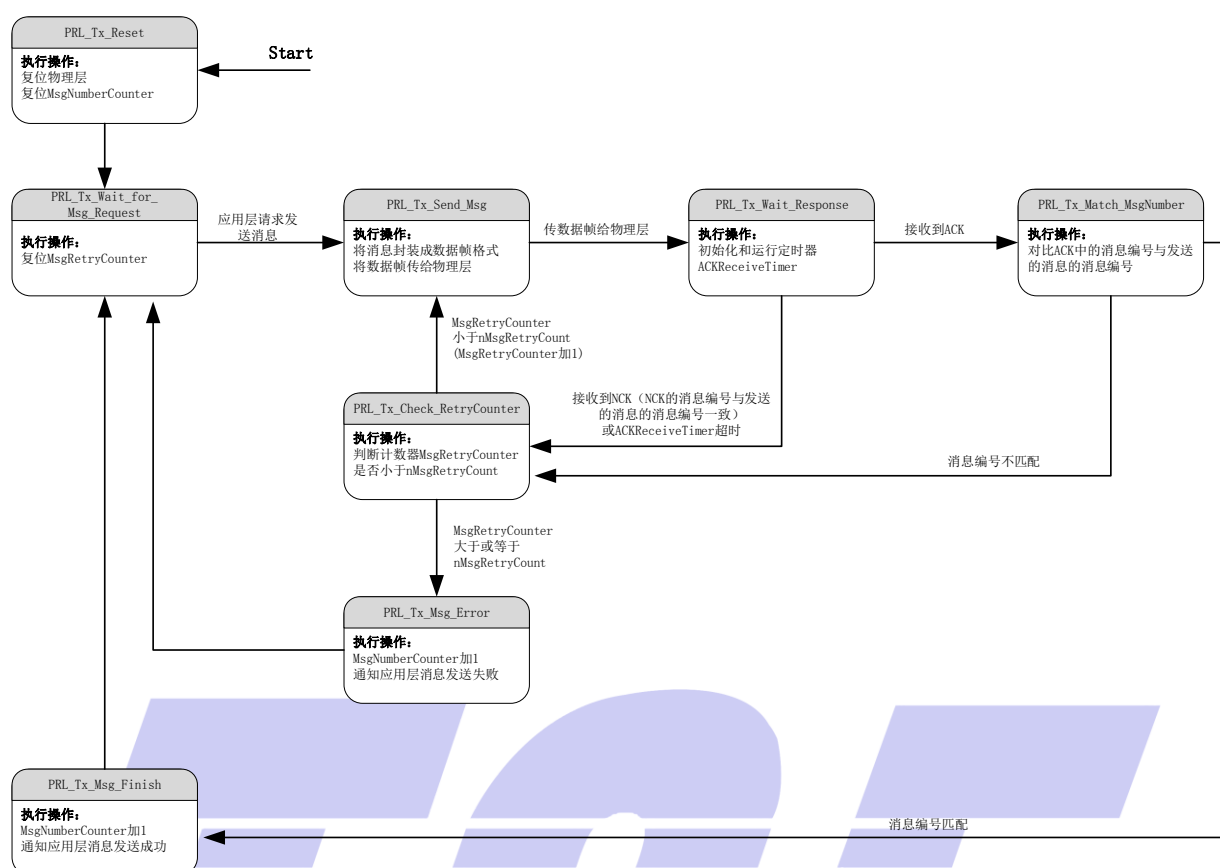


图 36 消息发送状态机定义

7.5.2 消息接收状态机

消息接收状态机的定义见图 37:

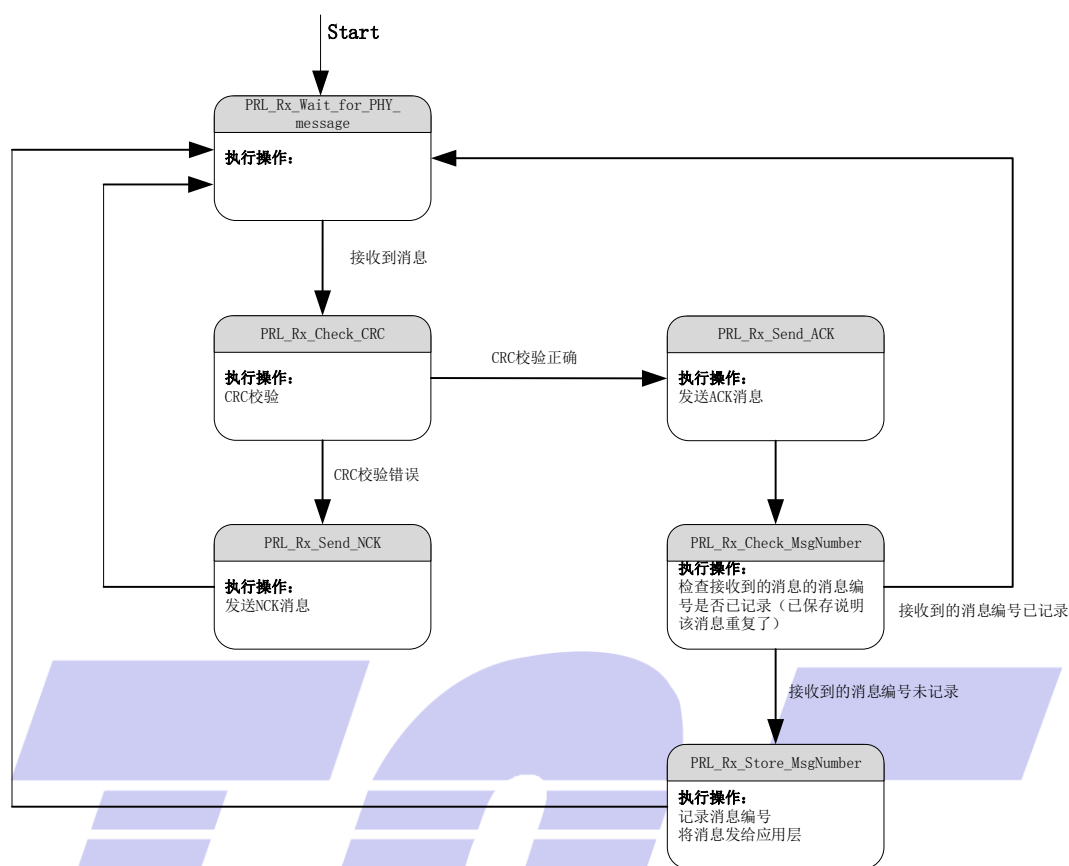


图 37 消息接收状态机定义

7.6 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 信息的信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 信息的信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，则供电设备按照 ACK 消息中指定的协议版本运行。

8 应用层

8.1 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。

8.2 策略控制

8.2.1 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38、图39所示(图38和图39流程图中1节点表示同一流程节点)。



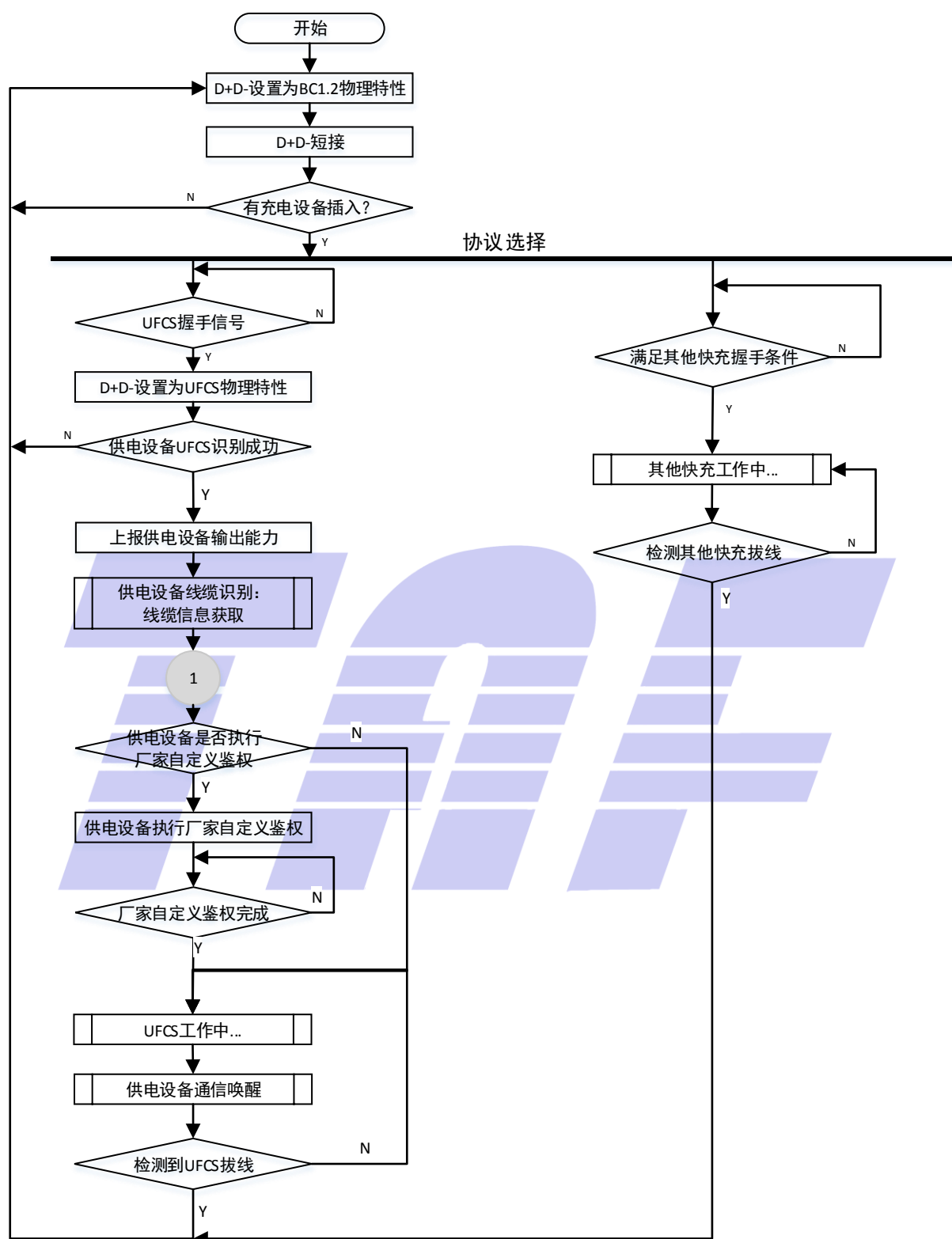


图 38 供电设备策略控制总图

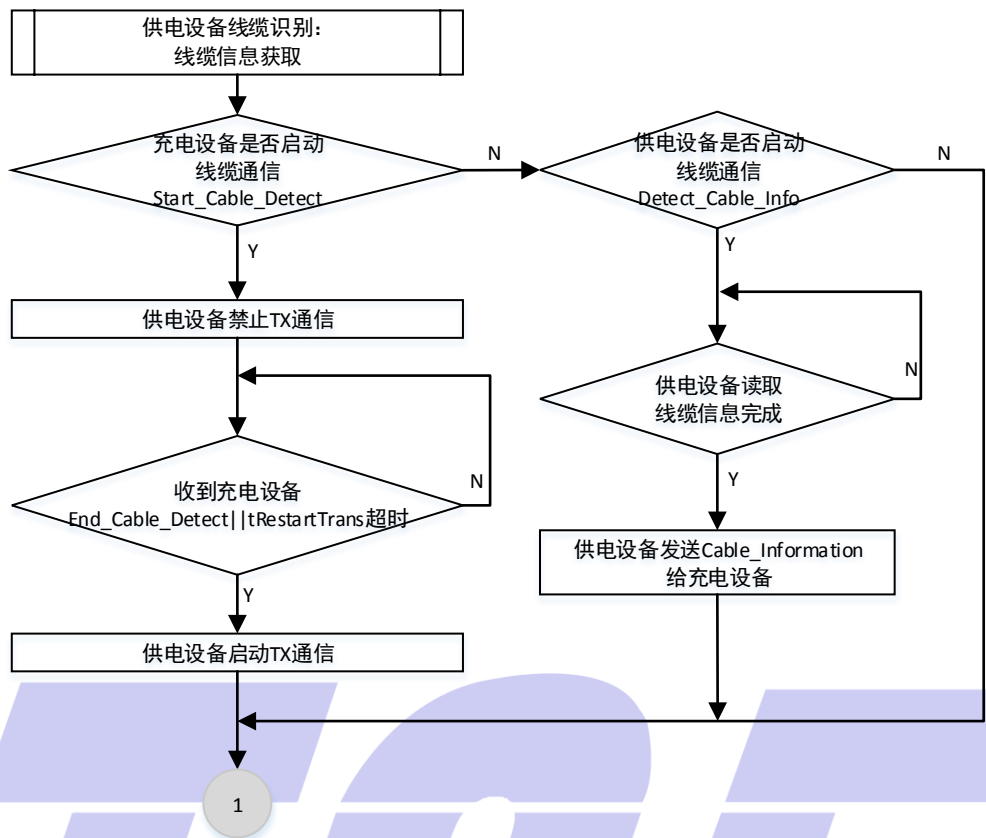


图 39 供电设备策略控制-供电设备线缆信息获取

8.2.1.1 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8.1的协议选择。UFCS握手成功条件请参照物理层6.3握手检测识别和协议层7.2.3.1；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40所示。

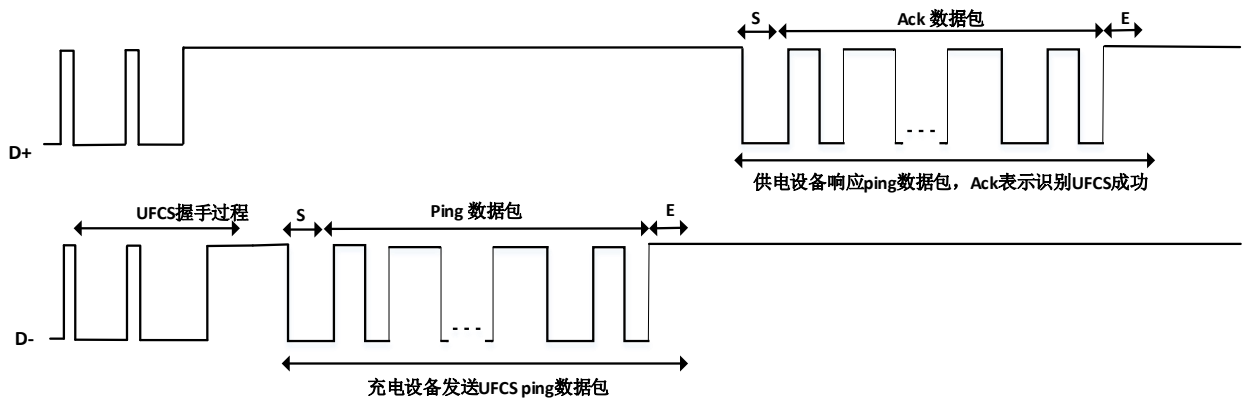


图 40 UFCS 握手和识别过程

8.2.1.2 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_Mod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。

- a) 回复 ACK;
- b) 输出电压满足缺省电压范围;
- c) 充电设备检测供电设备满足 BC1.2 特性。

8.2.1.3 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8.6章节。

8.2.1.4 供电设备通信唤醒

为提高通信可靠性，增加数据帧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。

数据帧帧内超时，数据帧内供电设备在帧内超时时间 $t_{FrameReceive}$ 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8.5通信超时保护功能的定义。

8.2.2 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 41 所示（图 41 和图 42 流程图中 1 节点表示同一流程节点）。

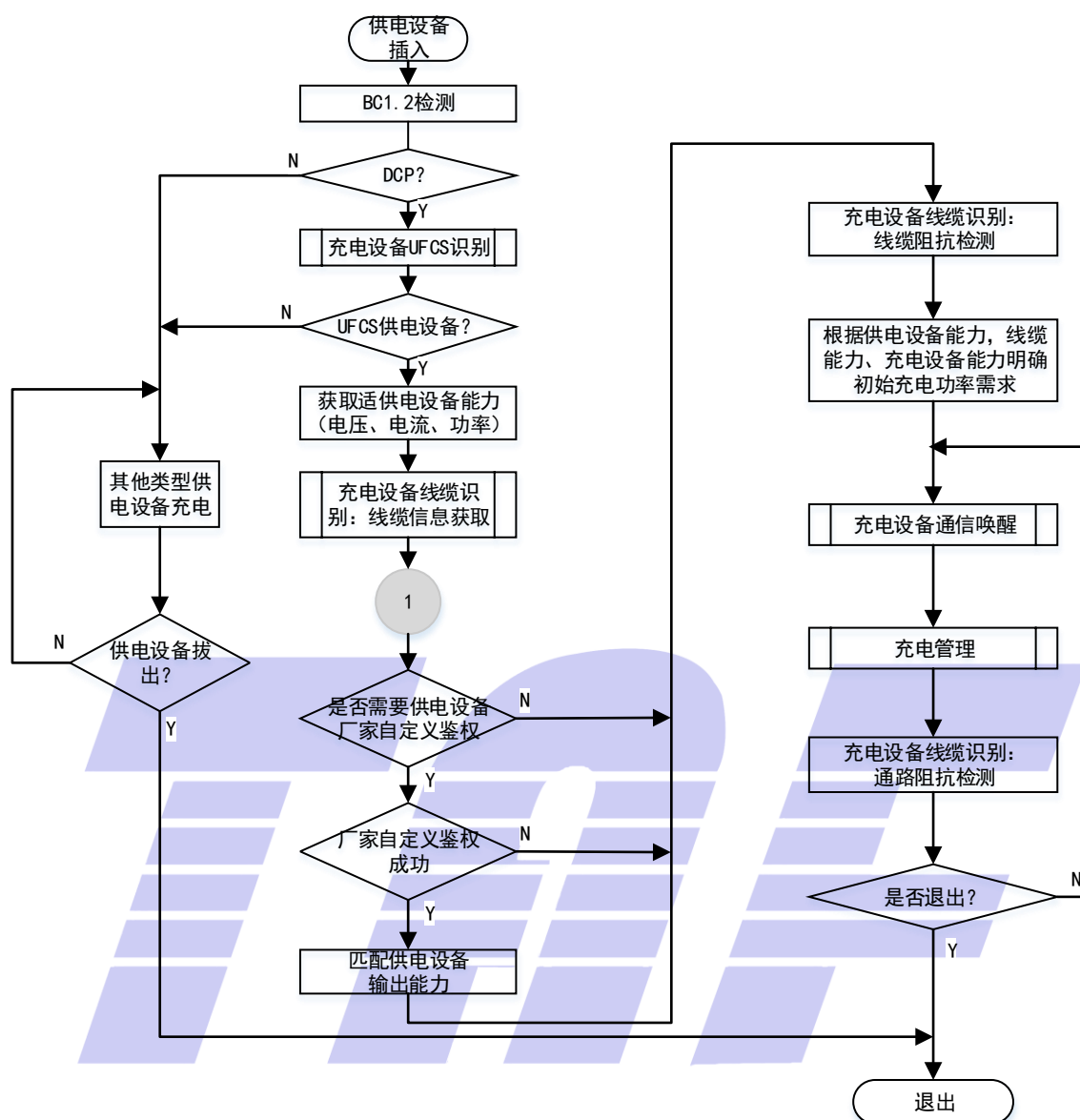


图 41 充电设备策略控制总图

充电设备获取线缆信息的控制流程如图 42 所示。

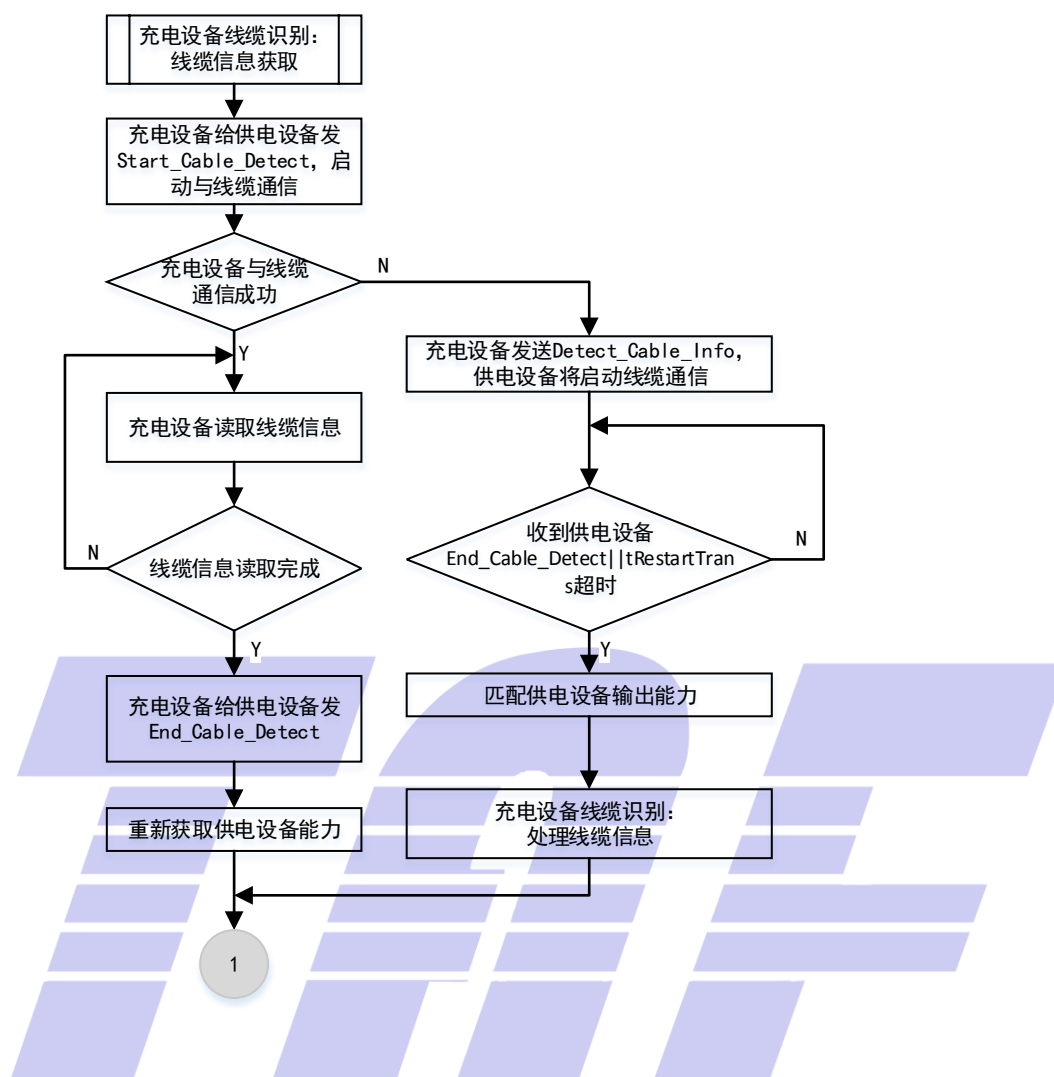


图 42 充电设备策略控制-充电设备线缆信息获取

8.2.2.1 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。

8.2.2.2 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 8.6 章节。

8.2.2.3 充电设备通信唤醒

为提高通信可靠性，增加数据帧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。

8.2.2.4 充电管理

概述手机根据电池、温度等关键因素来决定自身的充电功率。

8.3 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。

8.3.1 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，设定阈值由厂商自定义。

8.4 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。信息交付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 30。

表 30 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	备注
1	模拟量	SRC_MaxOutputVoltage	供电设备最大输出电压	充电设备查询	-
2	模拟量	SRC_MinOutputVoltage	供电设备最小输出电压	充电设备查询	-
3	模拟量	SRC_MaxOutputCurrent	供电设备最大输出电流	充电设备查询	-
4	模拟量	SRC_MinOutputCurrent	供电设备最小输出电流	充电设备查询	-
5	模拟量	SRC_OutputVoltage	供电设备当前输出电压	充电设备查询	-
6	模拟量	SRC_OutputCurrent	供电设备当前输出电流	充电设备查询	-
7	模拟量	SRC_Temperature	供电设备内部温度	充电设备查询/供电设备主动上报	供电设备主动上报条件： 1、发生降额 2、发生 OTP
8	模拟量	Cable_MaxCurrent	线缆允许的最大电流	充电设备查询	-
9	模拟量	Cable_MaxVoltage	线缆允许的最大电压	充电设备查询	-
10	/	Cable_VendorID	线缆厂商	充电设备查询	-
11	状态量	SRC_Status_InputONOFF	供电设备检测到输入掉电	供电设备主动上报	发生输入掉电的时候上报
12	状态量	SRC_Status_OutputOVP	供电设备输出过压保护	供电设备主动上报	发生输出 OVP 的时候上报
13	状态量	SRC_Status_OutputOCP	供电设备输出过流保护	供电设备主动上报	发生输出 OCP 的时候上报
14	状态量	SRC_Status_OutputUVP	供电设备输出欠压保护	供电设备主动上报	发生输出 UVP 的时候上报
15	状态量	SRC_Status_OutputSCP	供电设备输出短路保护	供电设备主动上报	发生输出 SCP 的时候上报
16	状态量	SRC_Status_InputOVP	供电设备输入过压保护	供电设备主动上报	发生输入 OVP 的时候上报
17	状态量	SRC_Status_InputUVP	供电设备输入欠压保护	供电设备主动上报	发生输入 UVP 的时候上报
18	状态量	SRC_Status_OTP	供电设备过温保护	供电设备主动上报	发生 OTP 的时候上报
19	状态量	SRC_Status_DPOVP	供电设备 D+过压保护	供电设备主动上报	发生 D+OVP 的时候上报
20	状态量	SRC_Status_DMOVP	供电设备 D-过压保护	供电设备主动上报	发生 D-OVP 的时候上报
21	状态量	SRC_Status_CCOVP	供电设备 CC 过压保护	供电设备主动上报	发生 CC 线 OVP 的时候上报
22	状态量	SRC_Status_TimeOut	供电设备通信超时	供电设备主动上报	发生通信超时的时候上报

表 30 供电设备内部信息分布以及信息交互方式（续）

序号	上报类型	上报量-英文名	上报量-中文名	上报方式	备注
23	状态量	SRC_Status_CRCError	供电设备 CRC 校验错误	供电设备主动上报	发生 CRC 错误的时候上报
24	状态量	SRC_Status_Leakage	供电设备漏电流状态	供电设备主动上报	检测到漏电流不满足 9.6.1 要求时
25	状态量	SRC_Status_ChargerCC	供电设备处于恒流模式	充电设备查询	在厂家自定义中使用
26	状态量	SRC_Status_ChargerCV	供电设备处于恒压模式	充电设备查询	在厂家自定义中使用
27	版本信息	SRC_VendorID	供电设备厂商	充电设备查询	-
28	版本信息	SRC_HW_Version	供电设备硬件版本	充电设备查询	-
29	版本信息	SRC_SW_Version	供电设备软件版本	充电设备查询	-
30	版本信息	SRC_IC_Version	供电设备 IC 版本	充电设备查询	-

8.5 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缺省状态，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 31。

表 31 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、置 SRC_Status_OutputOVP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备； 4、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 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，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 章节
2	输出短路	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_OutputSCP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备； 4、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-换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
3	输出过流	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_OutputOCP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备； 4、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-换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-

表 31 供电设备保护行为及恢复行为（续）

序号	保护功能	保护行为	恢复行为	备注
4	输出欠压	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_OutputUVP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备； 4、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-换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
5	输入过压	1、保持断开输出； 2、置 SRC_Status_InputOVP，并上报给充电设备，等待输入电压正常。 3、发硬件复位给充电设备；	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
6	输入掉电	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_InputUVP，并上报给充电设备，等待输入电压正常。 3、发硬件复位给充电设备；	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，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、置 SRC_Status_OTP，并上报给充电设备，等待温度正常。 3、发硬件复位给充电设备。	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
8	D+过压	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_D+OVP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备端； 4、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 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
9	D-过压	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_D-OVP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备； 4、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 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-

表 31 供电设备保护行为及恢复行为（续）

序号	保护功能	保护行为	恢复行为	备注
10	CC 过压	1、断开输出； 2、置 SRC_Status_CCOVP，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备； 4、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 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	可选
11	硬件复位	1、1s<打嗝周期<3s，断开输出； 2、等待充电设备插入	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	硬件复位保护等同于拔线
12	通信超时保护功能	1、断开输出持续时间>1S； 2、置 SRC_Status_TimeOut，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备；	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
13	CRC 校验错误	1、断开输出持续时间>1S； 2、置 SRC_Status_CRCError，并上报给充电设备； 3、发硬件复位给充电设备；	1、以缺省电压输出； 2、D+D-切换成 BC1.2 物理通道，执行 BC1.2，D+D-短接，直到进行 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，D+D-切换成 BC1.2 物理通道，D+D-短接，等待识别其他快充协议。	-
14	断开 loadswitch 指令	断开输出。	恢复当前输出。	-
15	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。

8.6 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。

8.6.1 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8.2，信息格式参照协议层7.2.4.6。

8.6.2 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。

8.6.2.1 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8.5，信息格式参照协议层7.2.4.6。

8.6.2.2 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，详细流程请参照图8.4。

8.6.3 线缆阻抗约束

通路电流 $>6.5\text{A}$ 时，需要增加UFCS线缆电子标签； $4\text{A}<\text{通路电流}\leq 6.5\text{A}$ 时，建议增加UFCS线缆电子标签，也可支持其他线缆识别方案；线缆通流 $\leq 4\text{A}$ 时，不需要识别线缆，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32。

表 32 线缆阻抗与通流能力约束表

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

9 功率规则

9.1 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，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。

9.2 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33所示。

表 33 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。				

9.2.1 输出功率规则

供电设备的输出功率规则，如表34所示：

表 34 供电设备输出功率

电压档位	5V 可编程	10V 可编程	20V 可编程	30V 可编程
电压范围	3.4V~5.5V	5.5V~12V	12V~21V	21V~36V
功率范围 (P)	电流值 I: 单位 A			
$P = 20W$	$3 \leq I$	$2 \leq I$	-	-
$20W < P < 40W$	$3 \leq I$	$2 \leq I$	-	-
$40W \leq P < 65W$	$3 \leq I$	$3 \leq I$	-	-
$65W \leq P < 90W$	$3 \leq I$	$3 \leq I$	-	-
$90W \leq P < 120W$	-	$3 \leq I$	$3 \leq I$	-
$120W \leq P < 150W$	-	$3 \leq I$	$3 \leq I$	-
$150W \leq P < 200W$	-	$3 \leq I$	$3 \leq I$	-
$200W \leq P$	-	$3 \leq I$	$3 \leq I$	-
注: - 表示该功率等级下, 可以没有此电压输出档位。				

9.3 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。

9.3.1 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43所示, 功率调节参数如表35所示:

表 35 供电设备功率上调参数规则

标号	单位	规则说明	规则要求
Starting voltage	mV	调节动作的起始电压值	-
vSetNew(typ)	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	$\leq 1.05 \cdot vSetNew$
vRealValid(min)	mV	基准电压生效后的最小真实电压值的下冲量	$\geq 0.95 \cdot vSetNew$
t0	ms	调节电压的起始时间点	-
TPowSettle	ms	调节电压的调节时间	vSetNew $\leq 11V$ 要求: $\leq 100ms$ vSetNew $\leq 20V$ 要求: $\leq 250ms$ vSetNew $\leq 30V$ 要求: $\leq 350ms$
tPowReady	ms	调节电压的完成时间点 (包括 TPowSettle 的时间)	vSetNew $\leq 11V$ 要求: $\leq 120ms$ vSetNew $\leq 20V$ 要求: $\leq 275ms$ vSetNew $\leq 30V$ 要求: $\leq 400ms$

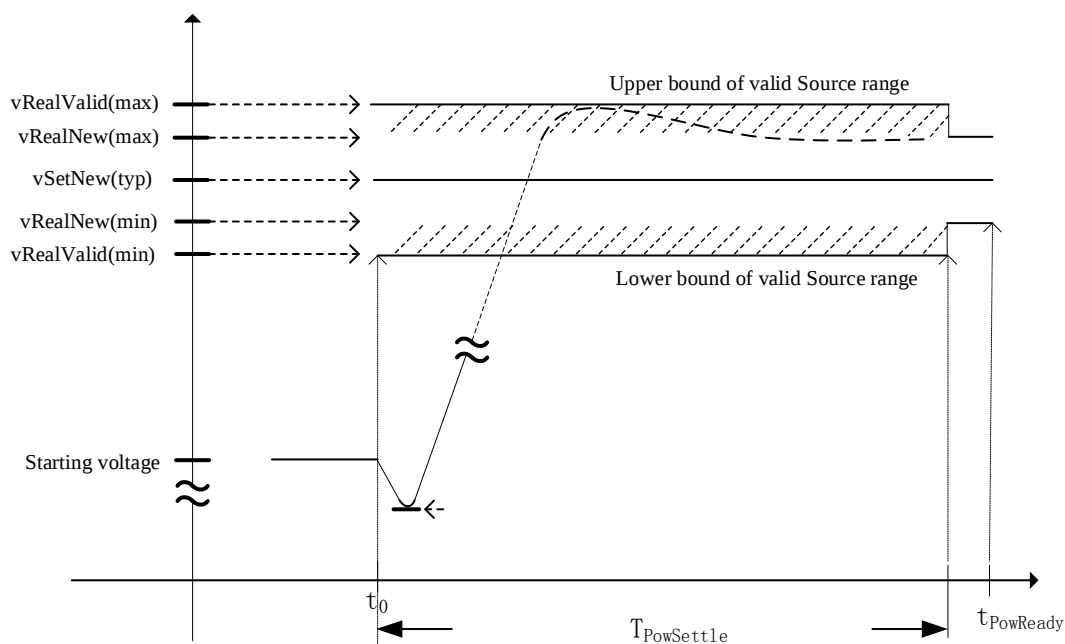


图 43 供电设备上调功率电气规则示意图

9.3.2 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44所示，功率调节时序参数如表36所示：

表 36 供电设备功率调节时序参数规则

标号	单位	规则说明	规则要求
Tdelay	ms	设备收到指令后至回复延时时间	<10ms
tack	ms	回复 ACK 时间点	-
taccept	ms	回复 accept 时间点	-
t0	ms	调节电压起始时间点	-
TPowSettle	ms	功率调节执行时间	vSetNew≤11V 要求: ≤100ms vSetNew≤20V 要求: ≤250ms vSetNew≤30V 要求: ≤350ms
tPowReady	ms	调节电压的完成时间点 (包括 TPowSettle 的时间)	vSetNew≤11V 要求: ≤120ms vSetNew≤20V 要求: ≤275ms vSetNew≤30V 要求: ≤400ms

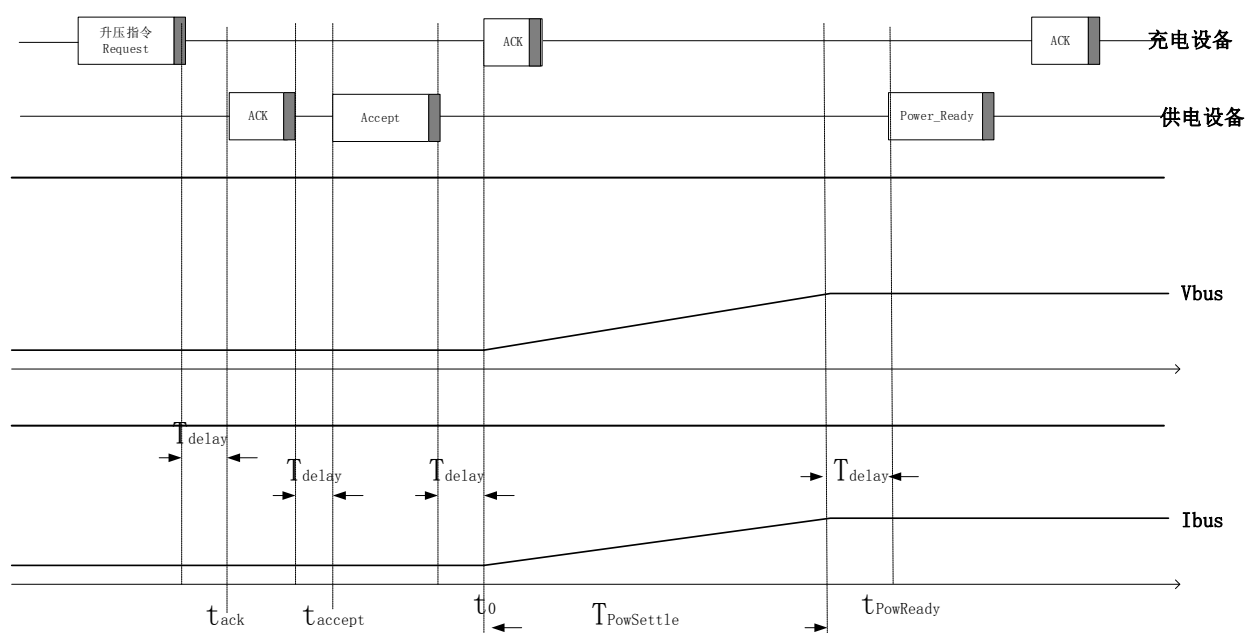


图 44 供电设备上调功率时序规则示意图

9.3.3 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45所示，功率调节参数如表37所示：

表 37 供电设备功率下调参数规则

标号	单位	规则说明	规则要求
Starting voltage	mV	调节动作的起始电压值	—
vSetNew(typ)	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	$\leq 1.05 \text{ vSetNew}$
vRealValid(min)	mV	基准电压生效后的最小真实电压值的下冲量	$\geq 0.95 \text{ vSetNew}$
t0	ms	调节电压的起始时间点	—
TPowSettle	ms	调节电压的调节时间	vSetNew $\leq 11\text{V}$ 要求: $\leq 100\text{ms}$ vSetNew $\leq 20\text{V}$ 要求: $\leq 250\text{ms}$ vSetNew $\leq 30\text{V}$ 要求: $\leq 350\text{ms}$
tPowReady	ms	调节电压的完成时间点 (包括 TPowSettle 的时间)	vSetNew $\leq 11\text{V}$ 要求: $\leq 120\text{ms}$ vSetNew $\leq 20\text{V}$ 要求: $\leq 275\text{ms}$ vSetNew $\leq 30\text{V}$ 要求: $\leq 400\text{ms}$

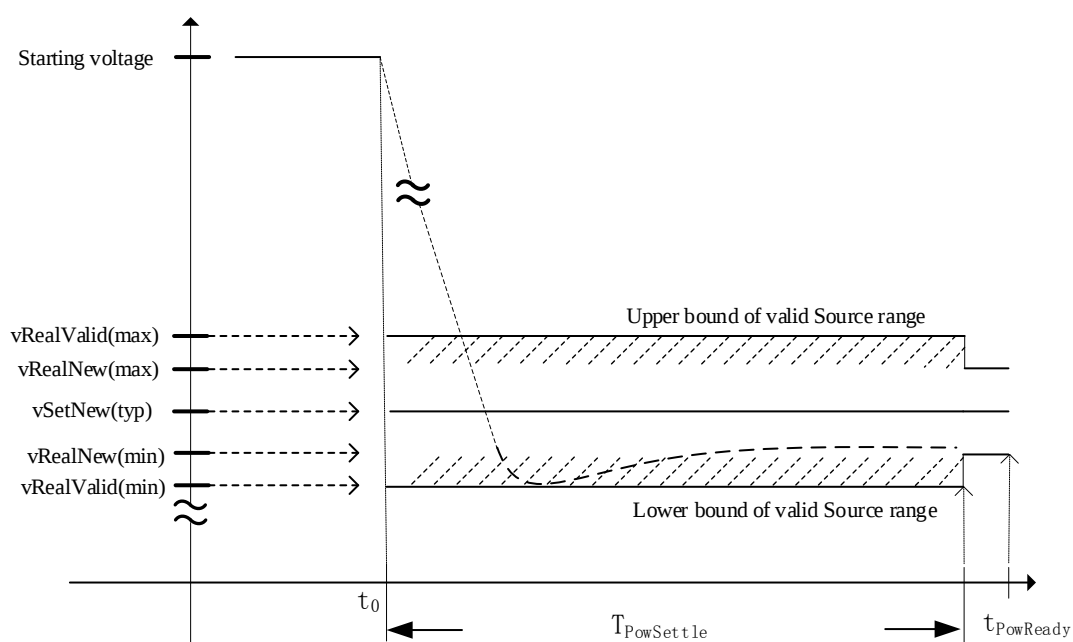


图 45 供电设备下调功率电气规则示意图

9.3.4 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46所示，功率调节时序参数同表37所示：

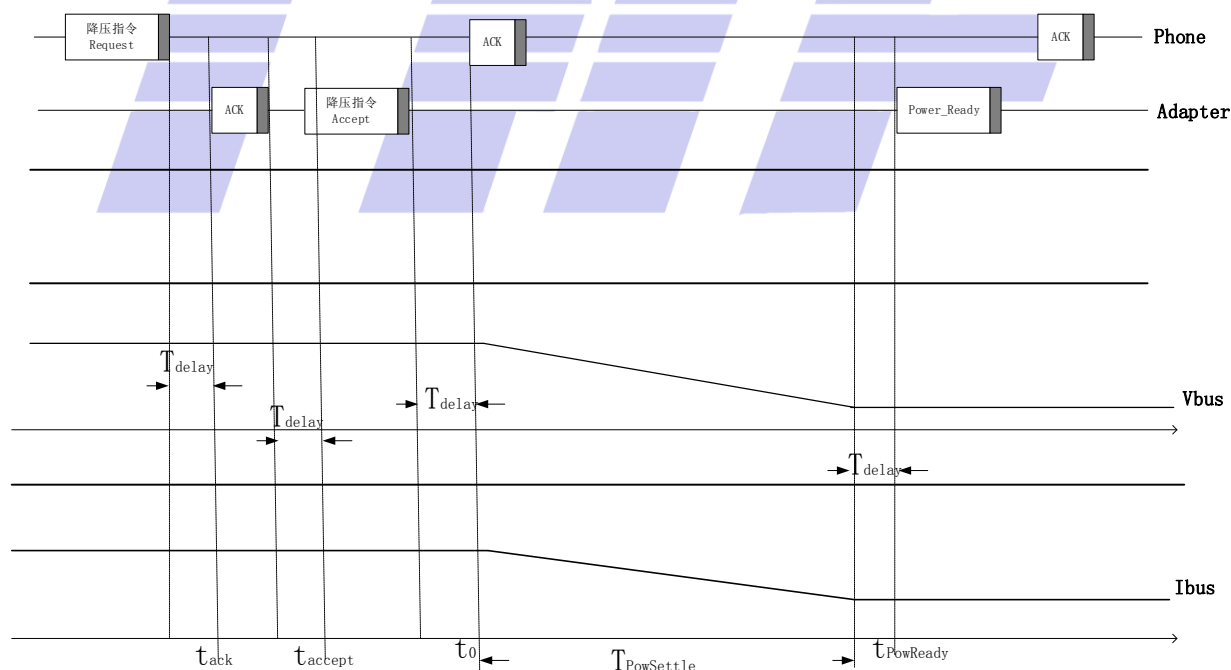


图 46 供电设备下调功率时序规则示意图

9.3.5 输出功率步进调节规则

输出功率步进调节规则如下：

输出电压调节步进：10mV/step，误差要求在1步，即为 $\pm 10\text{mV}$ 。

输出电流调节步进：20mA/step，误差要求在1步，即为 $\pm 20\text{mA}$ 。

9.4 输出功率稳态精度规则

输出功率稳态值主要指输出电压、输出电流的值，稳态下功率精度规则如表38、表39所示：

表 38 供电设备稳态下电压精度规则

输出压范围 V	精度规则	精度要求	备注
$3.4\text{V} < V \leq 5.5\text{V}$	真实值-基准值	150mV	测试环境 25℃~35℃ 板端测量
$3.4\text{V} < V \leq 5.5\text{V}$	真实值-回读值	100mV	
$5.5\text{V} < V \leq 12\text{V}$	真实值-基准值	300mV	
$5.5\text{V} < V \leq 12\text{V}$	真实值-回读值	100mV	
$12\text{V} < V \leq 20\text{V}$	真实值-基准值	600mV	
$12\text{V} < V \leq 20\text{V}$	真实值-回读值	100mV	
$20\text{V} < V \leq 30\text{V}$	真实值-基准值	900mV	
$20\text{V} < V \leq 30\text{V}$	真实值-回读值	100mV	

表 39 供电设备稳态下电流精度要求

输出电流范围 I	精度规则	精度要求	备注
0A < I ≤ 0.5A	真实精度、回读精度	±300mA	测试环境 15℃~35℃
0.5A < I ≤ 3.0A	真实精度、回读精度	±60mA	
0.5A < I ≤ 4.0A	真实精度、回读精度	±80mA	
0.5A < I ≤ 5.0A	真实精度、回读精度	±100mA	
0.5A < I ≤ 6.0A	真实精度、回读精度	±120mA	
0.5A < I ≤ 8.0A	真实精度、回读精度	±160mA	
0.5A < I ≤ 10.0A	真实精度、回读精度	±200mA	
注：供电设备最大电流落在哪个电流区间，精度就按此范围精度规定。			

9.5 充电设备请求最大功率规则

根据线缆过流能力以及通路阻抗信息，充电设备综合考虑功率请求，具体请求过程如图47所示：

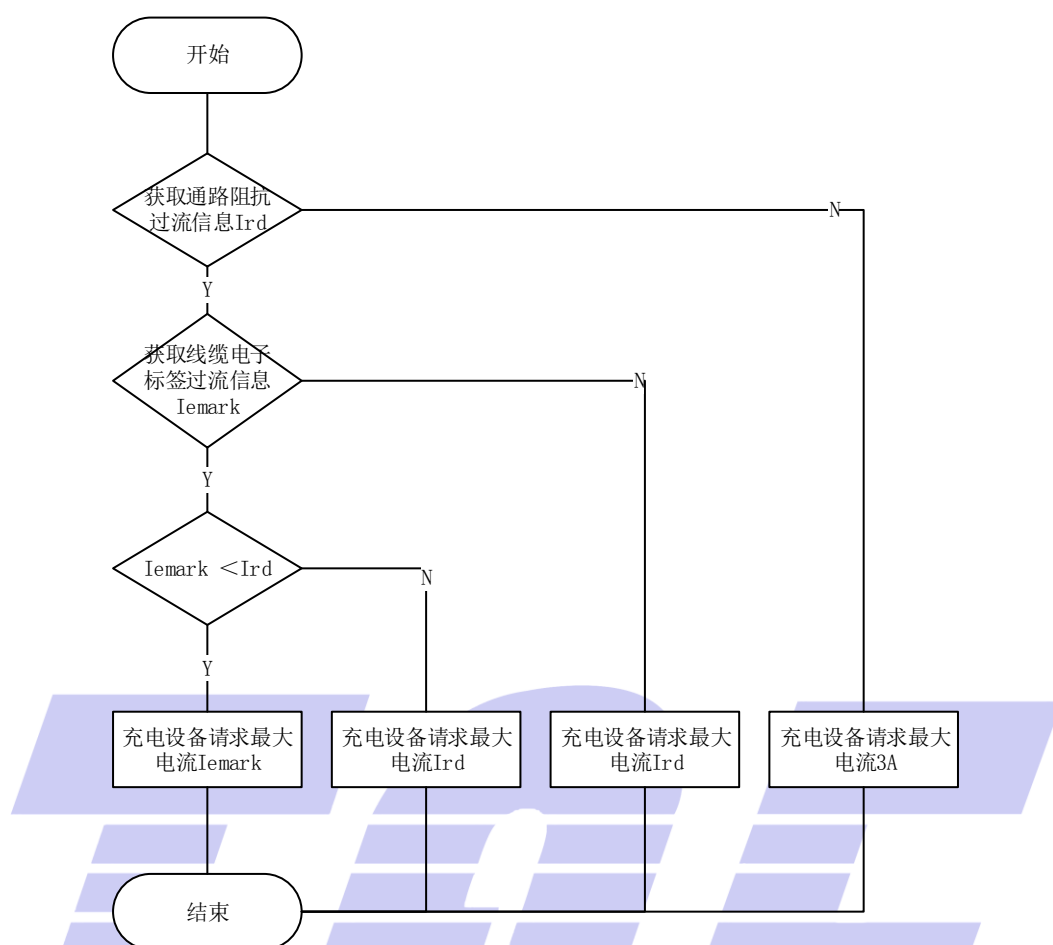


图 47 充电设备最大功率请求流程图

说明：

- a) 5A以上线缆，充电设备请求最大电流，以线缆电子标签信息为准。
- b) 5A以下线缆，充电设备请求最大电流，以通路阻抗信息为准。

9.6 故障处理规则

9.6.1 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);
}
```

附 录 B
(规范性)
线缆补偿要求

线缆补偿要求:

$$VBUS = VBUS' + I * R_{cable}$$

公式说明:

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_{cable}: 实际的线缆阻抗, 比如阻抗为100mΩ, 即1A补偿100mV

如图48所示。

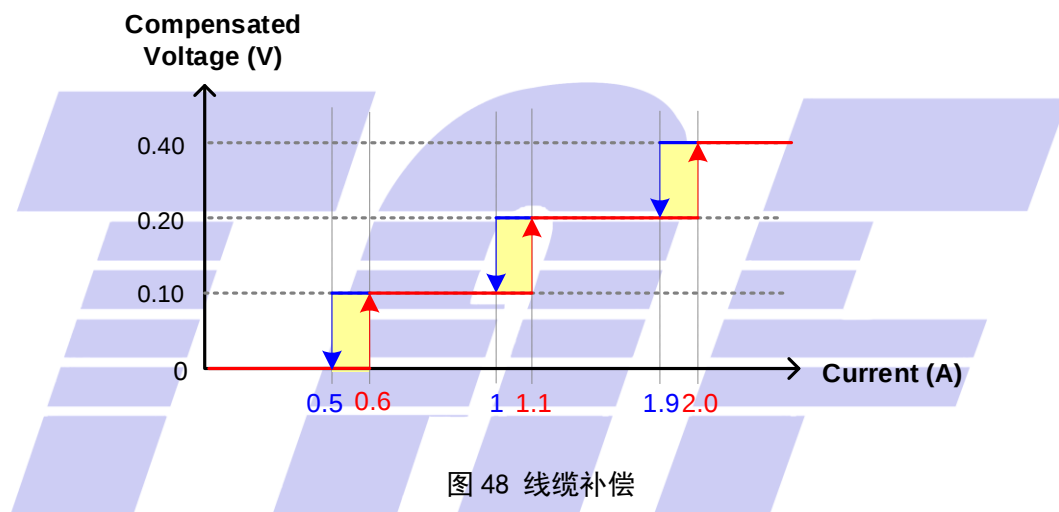


图 48 线缆补偿

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49所示。

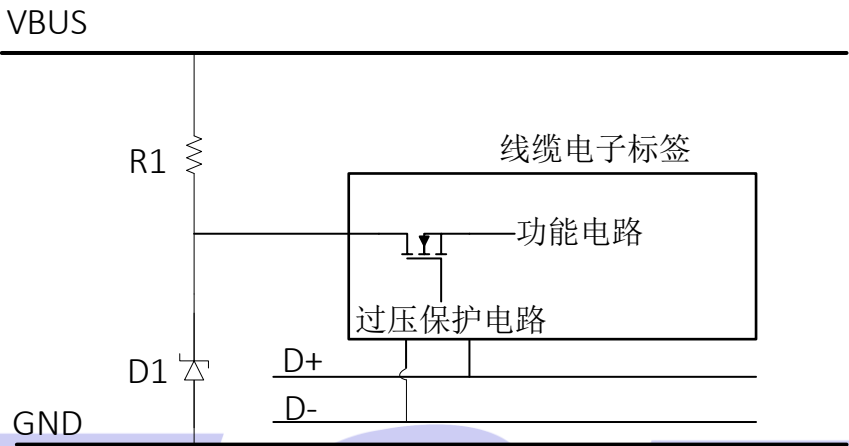


图49 供电方式

电子标签电气规格如表40所示。

表40 电子标签电气规格

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

限流电阻R1建议阻值为50~100Ω。
端口防护 TVS D1 依据实际应用场景选择型号。

附 录 D
(规范性)
UFCS 工作流程图

UFCS工作流程图如图50-58所示，分为UFCS工作流程总图、UFCS识别子流程图、UFCS获取供电设备电压电流能力子流程图、UFCS获取线缆信息子流程图、UFCS自定义鉴权子流程图、UFCS调压调流管理子流程图、UFCS消息发送重试管理子流程图。

注1：所有计数器初始值默认为0，收到ACK或达到重试上限后清零。

注2：UFCS识别成功后所有消息（Ping/ACK/NCK/Soft_Reset除外）发送达到重试上限后走消息发送重试管理流程。



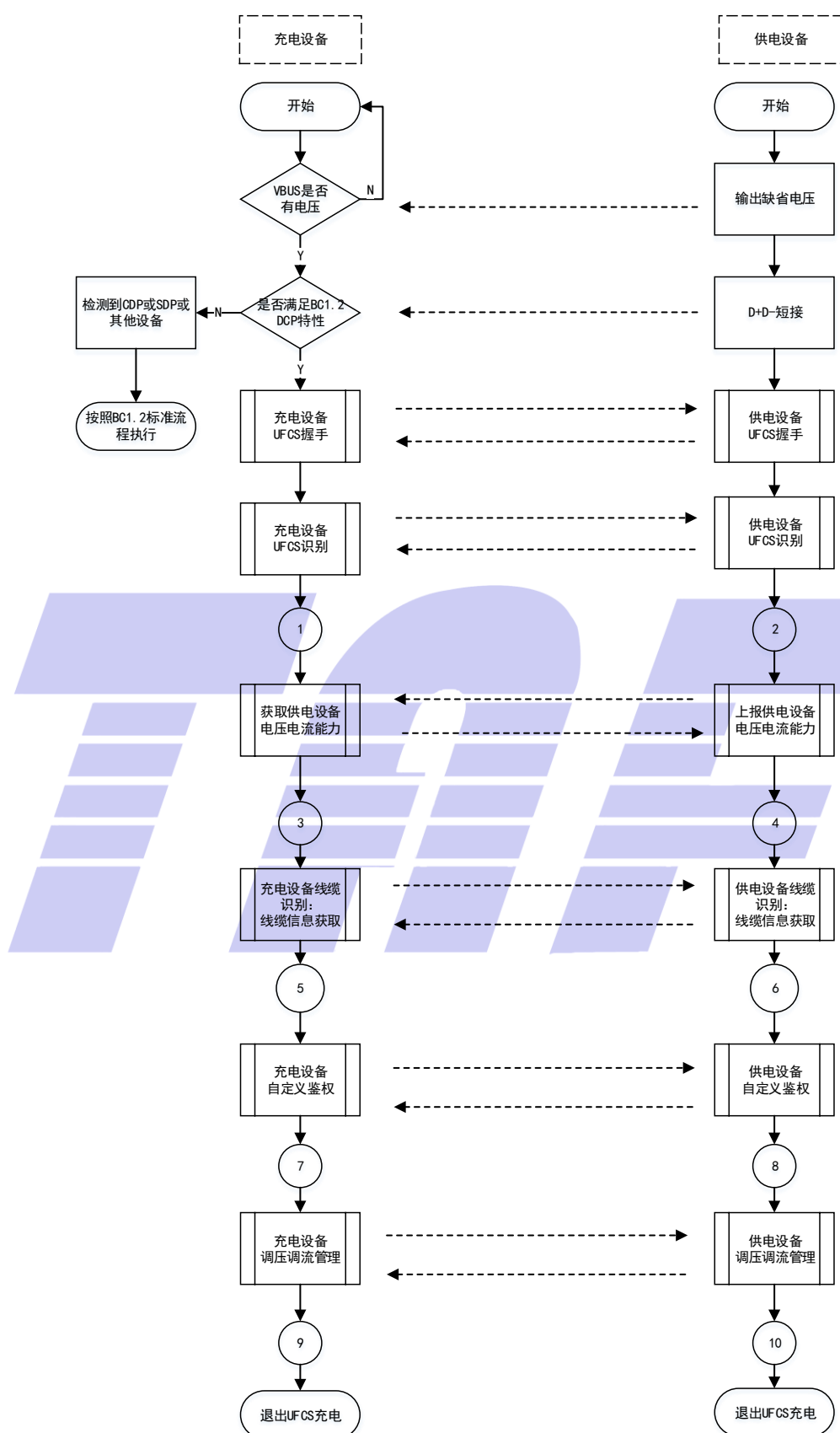


图 50 UFCS 工作流程总图

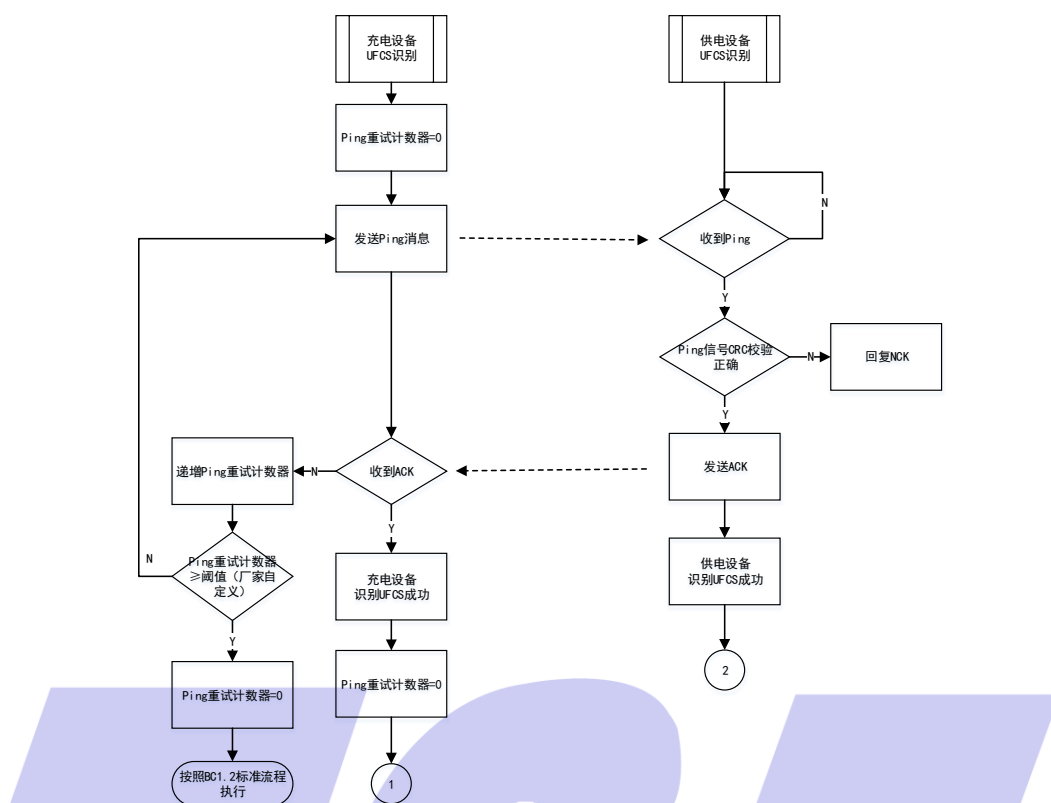


图 51 UFCS 识别流程图

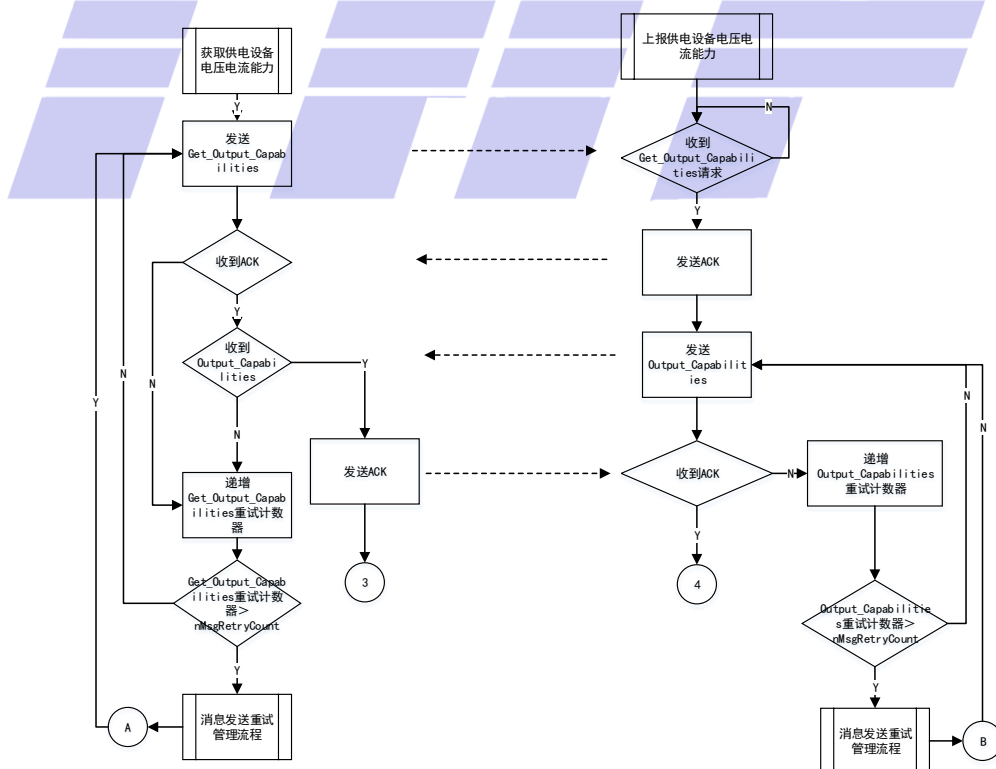


图 52 UFCS 获取供电设备电压电流能力流程图

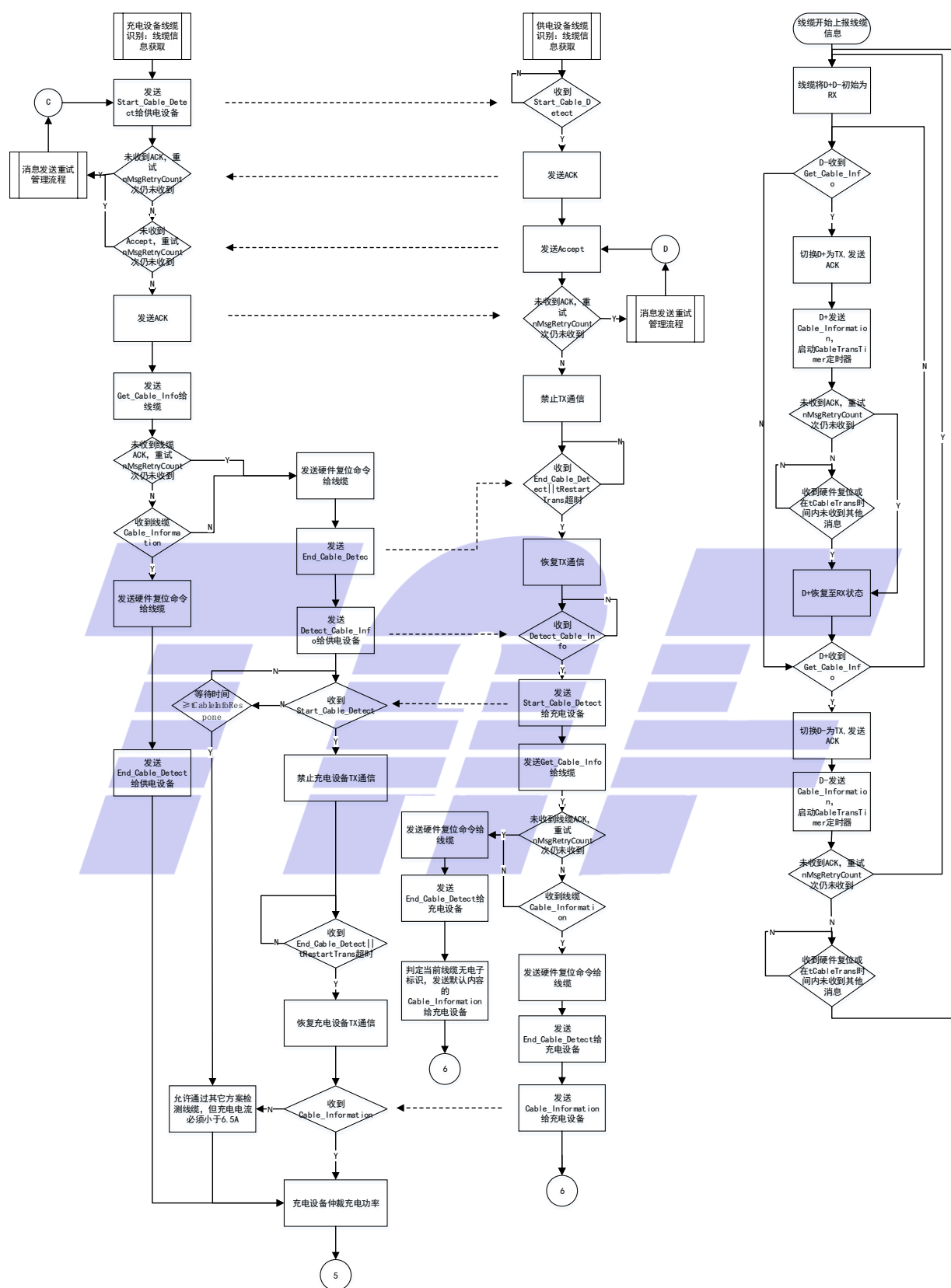


图 53 UFCS 获取线缆信息流程图

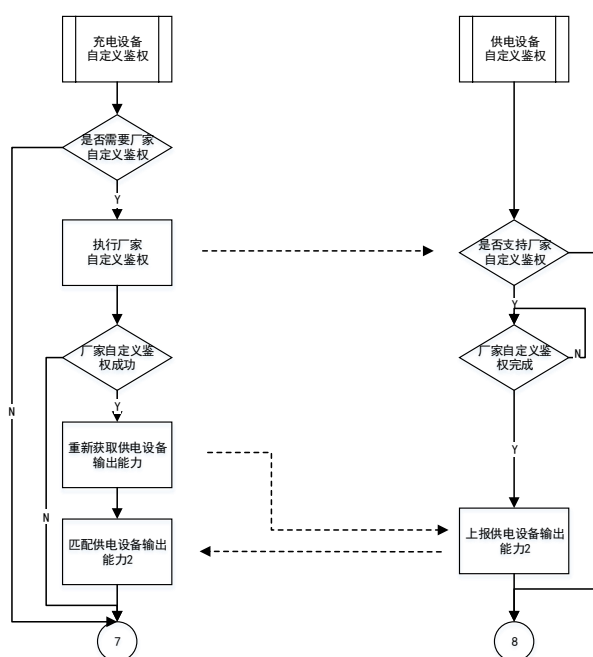


图 54 UFCS 自定义鉴权流程图

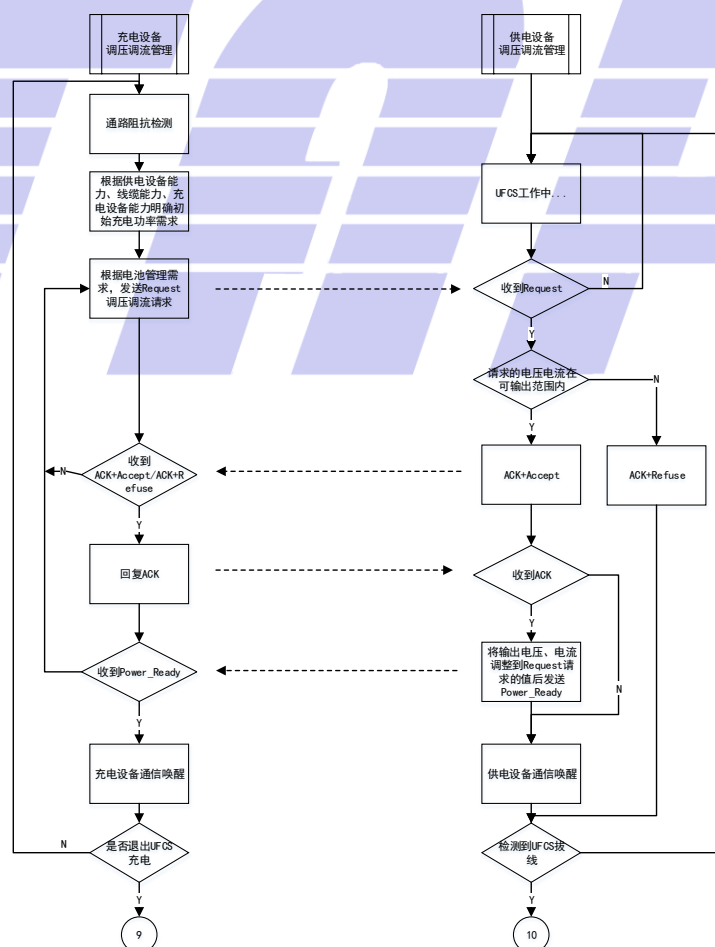


图 55 UFCS 调压调流管理流程图

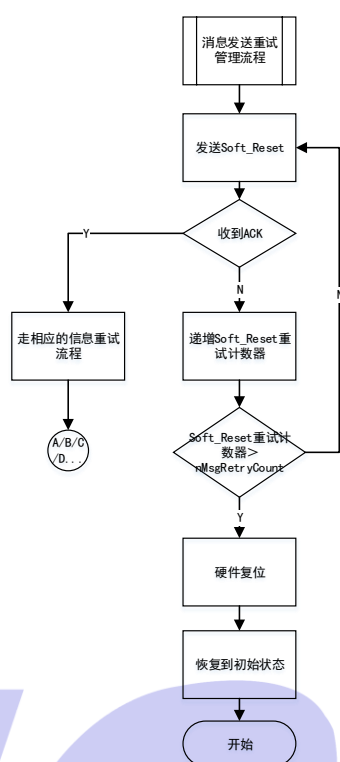


图 56 消息发送重试管理流程图

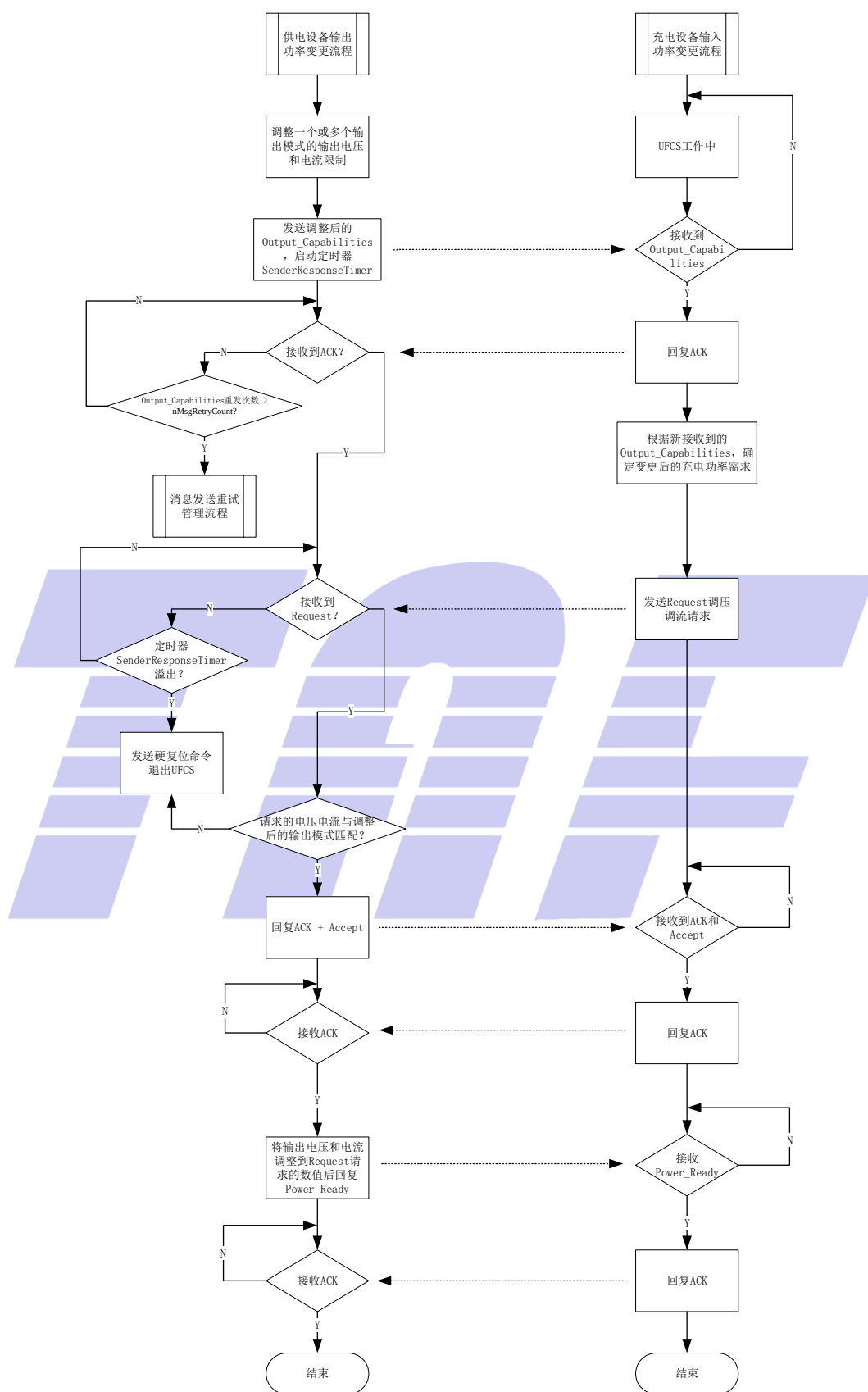


图 57 供电设备主动调整输出功率流程图

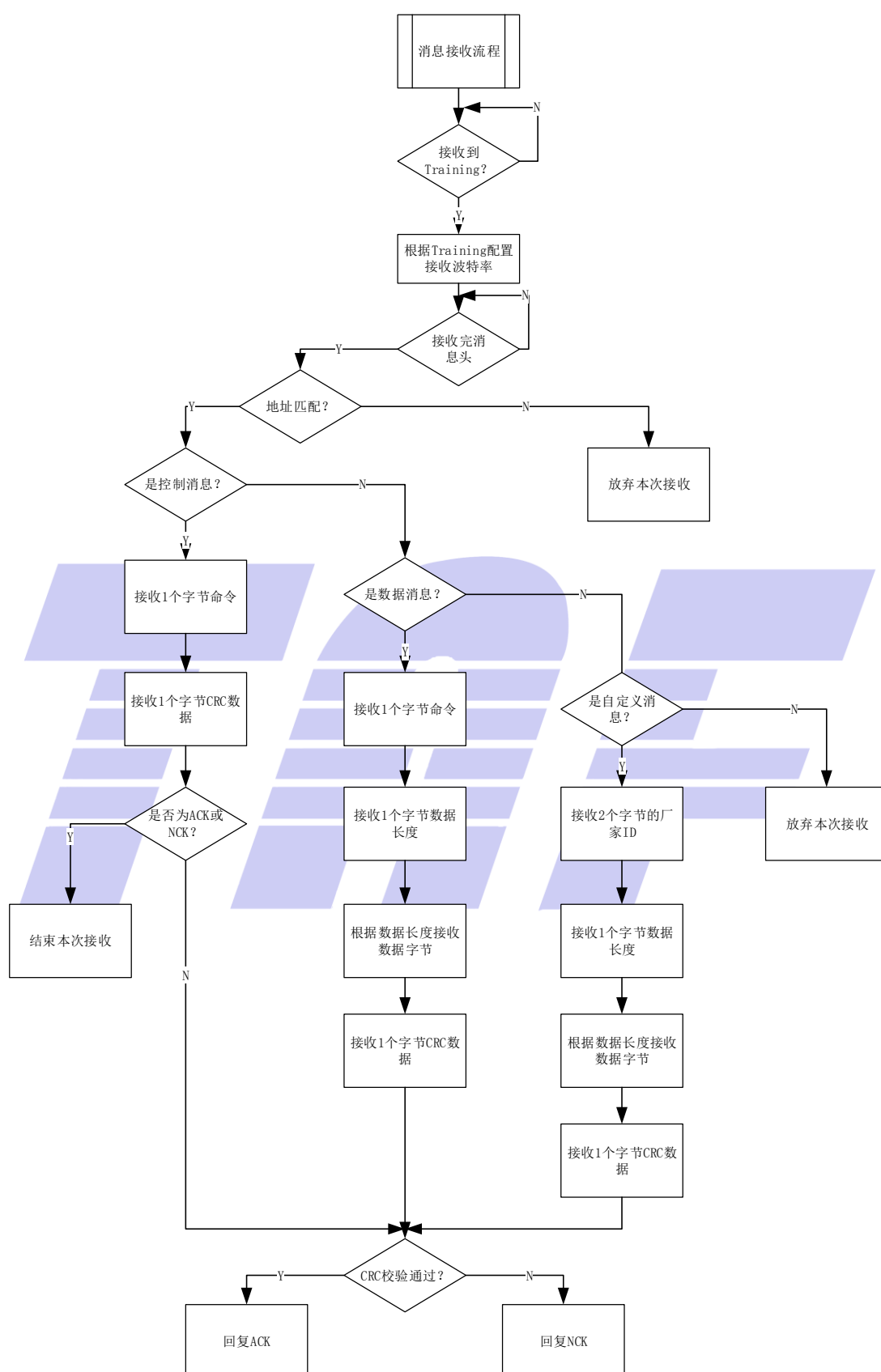


图 58 消息接收流程

附 录 E
(规范性)
UFCS 消息交互格式说明

以下三种消息交互格式是合格，被认可的：

a) 发送方发送消息，接收方仅回复 ACK 类型，如图 59 所示（以充电设备发送 Ping 消息，供电设备回复 ACK 为例）：

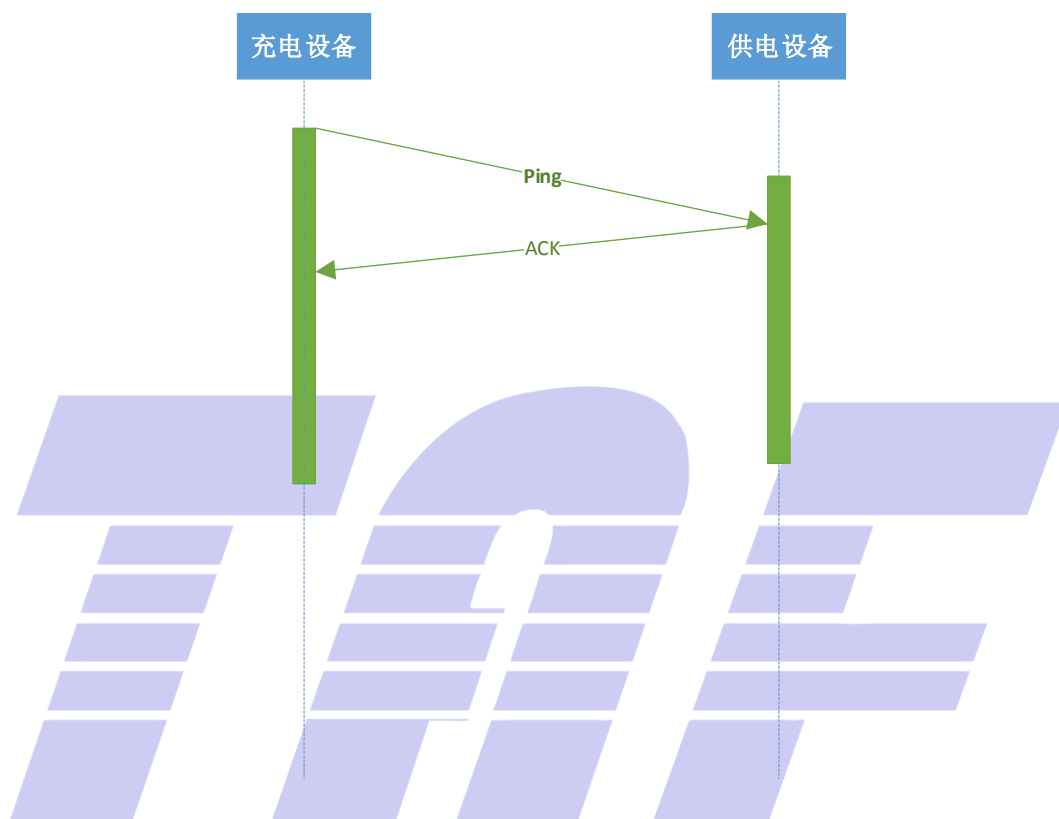
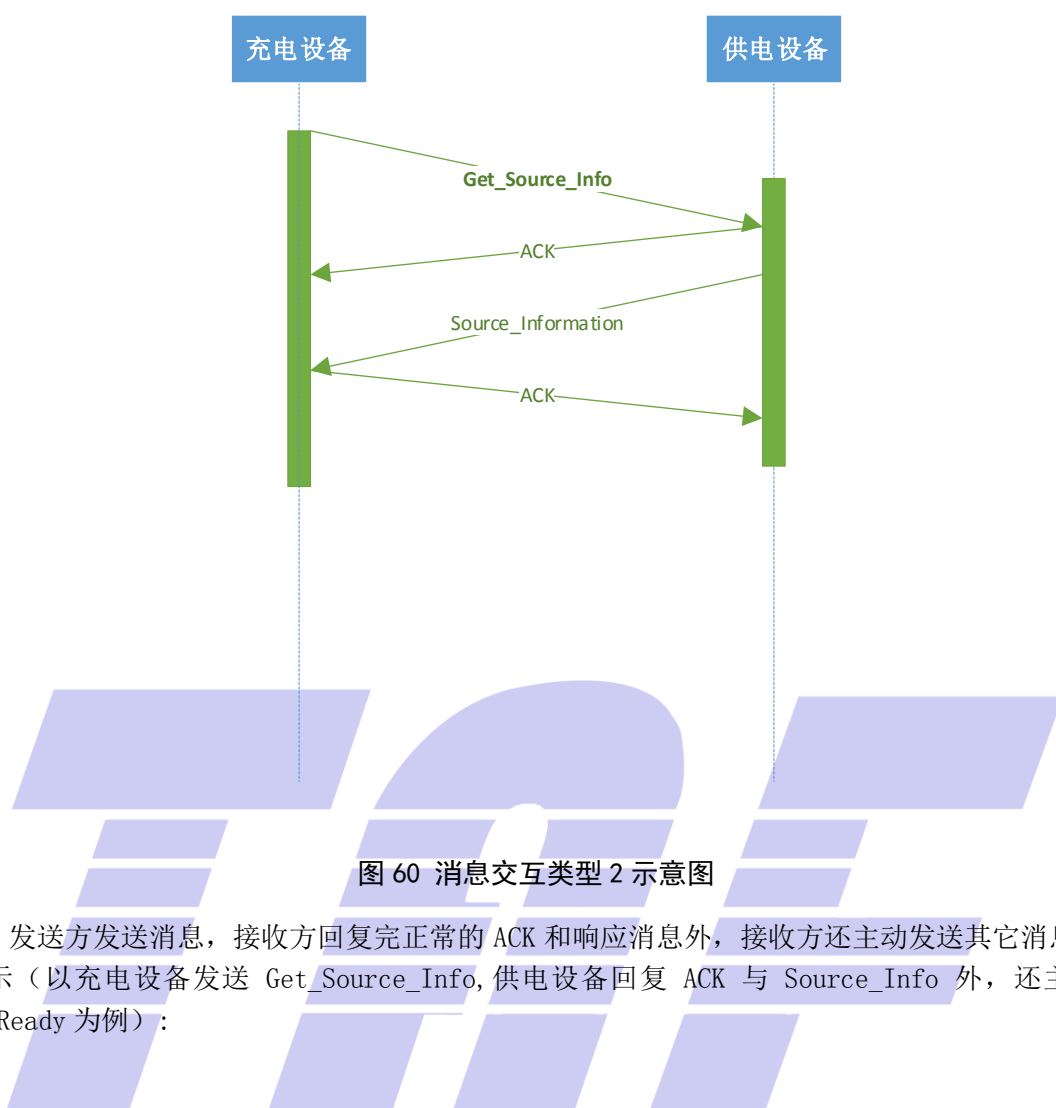


图 59 消息交互类型 1 示意图

b) 发送方发送消息，接收方不但回复 ACK 还回复响应消息类型，如图 60 所示（以充电设备发送 Get_Source_Info, 供电设备除回复 ACK 外还回复 Source_Info 为例）：



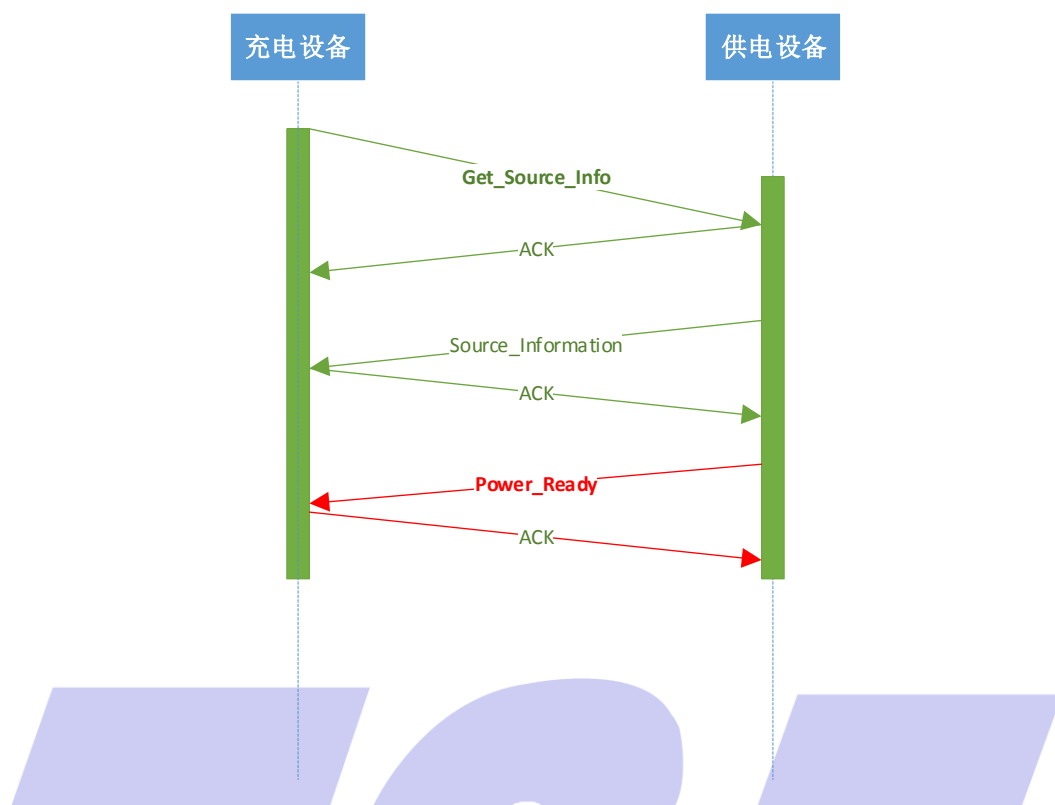


图 61 消息交互类型 3 示意图

说明：消息交互的过程中，如果一方要主动发送消息，可以插在当前交互信息后，不能插入在交互信息中，图 62 中四种方式不被允许。

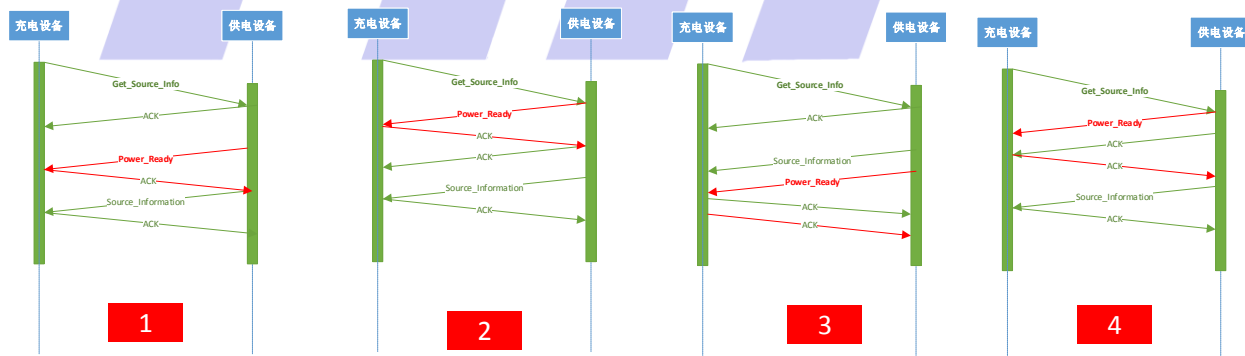


图 62 消息交互类型 4 示意图

附录 F
(规范性)
SHA256 算法说明

UFCS 充电系统 SHA256 流程如图 63 所示。

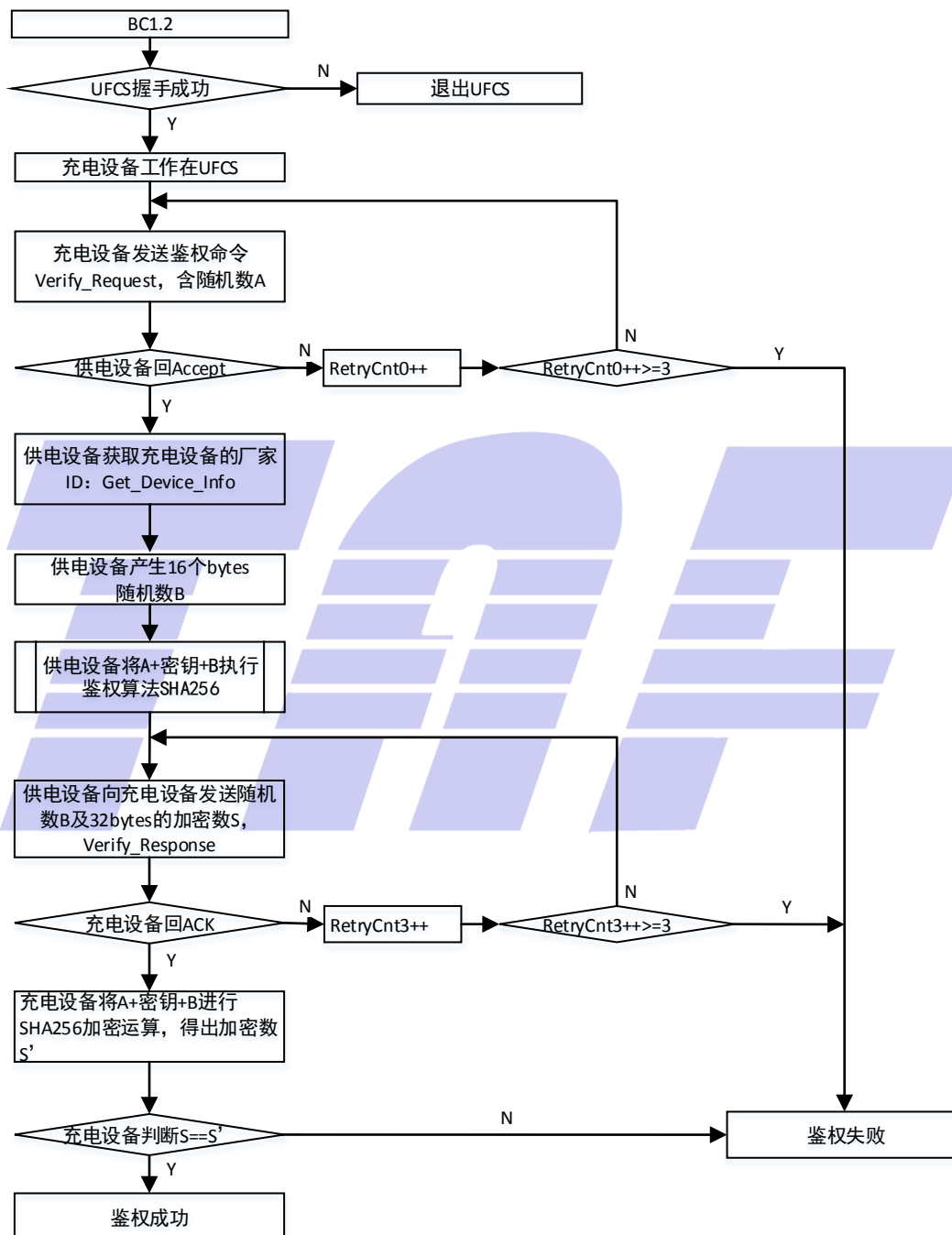


图 63 UFCS 充电系统 SHA256 流程图

SHA256 算法逻辑如图 64 所示。

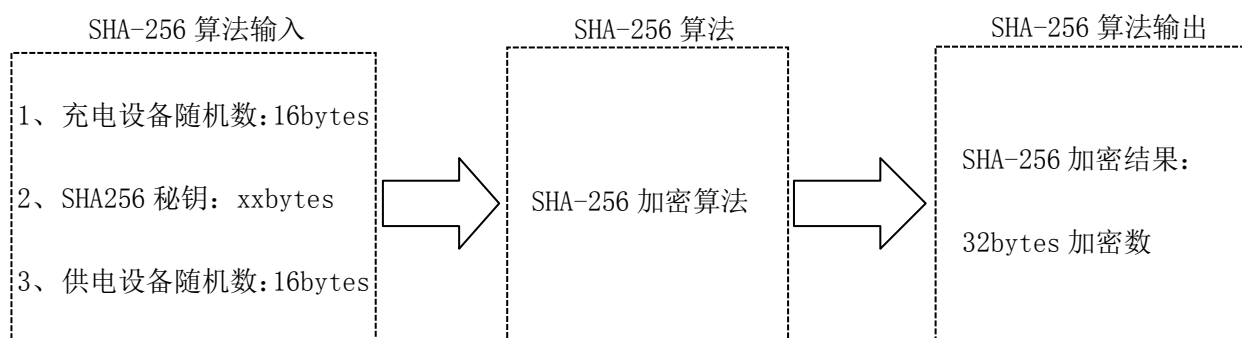


图 64 SHA256 算法逻辑框图

SHA-256 算法的数学运算请参照 Secure Hash Signature Standard (SHS) (FIPS PUB 180-2) 文献中的 SHA-256 部分, SHA256 密钥长度由厂家自定义。

SHA256 算法数据格式如表 41 所示。

data 发送顺序, 与 UFCS 协议保持一致, 先发高 byte, 再发低 byte, 参照协议层。每一个 byte 先发低 bit, 再发高 bit, 参照物理层。

表 41 SHA256 算法数据格式

充电设备随机数: 16bytes
SHA256 密钥: xxbytes
供电设备随机数: 16bytes

参 考 文 献

- [1] Battery Chargeing Specification, Revision 1.2
- [2] Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification, Release 2.0
- [3] Secure Hash Signature Standard (SHS) (FIPS PUB 180-2)



电信终端产业协会团体标准
移动终端融合快速充电技术规范

T/TAF 083—2021

*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会印发
地址：北京市西城区新街口外大街 28 号
电话：010-82052809
电子版发行网址：www.taf.org.cn