

团 体 标 准

T/CCSA 524—2024

T/TAF 221—2024

移动终端融合快速充电 线缆技术规范

Universal fast charging for mobile devices cable technical Specifications

2024 - 04 - 01 发布

2024 - 06 - 01 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	II
引言	III
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 技术要求	2
5.1 通用要求	2
5.2 线缆通信要求	3
5.3 硬件性能要求	8
6 测试方法	10
6.1 基本要求	10
6.2 线缆通信要求	10
6.3 线缆硬件要求	14
参考文献	22

The logo for CCSA (China Communications Standards Association) features a stylized blue 'C' shape with a white swoosh inside, positioned above the letters 'CCSA' in a bold, italicized blue font.

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、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、OPPO广东移动通信有限公司、维沃移动通信有限公司、华为终端有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、深圳慧能泰半导体科技有限公司、小米通讯技术有限公司、荣耀终端有限公司、广东省电线电缆协会。

本文件主要起草人：李娟、赵晓昕、李东豫、康劼、秦冲、郭朋飞、吴春雨、林尚波、郑连生、彭江、欧应阳、于磊、雷献辉、刁旺、梁宇彤、郭小峰、刘运祥、龙智帆、赵砚博、刘臻、苏远腾、张元、谢仁践、杨璐、李威威、李云腾、薛瑞普、杨华。



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，给广大用户带来了优质的快速充电体验，但由于各大厂家在快速充电发展中，各自持有各家的私有协议，极大制约和限值了使用体验。为了解决快充产业长期协议不兼容的问题，融合快速充电UFCS应运而生，解决了不同品牌终端和适配器之间协议识别问题，促进厂商快充技术在行业内现有终端的互通使用。

融合快充的发展，作为配件使用的充电线缆，其安全风险也相对提升，融合场景下的快速充电，应能保障充电线缆既能够实现UFCS，同时也能其满足安全可靠性能，从而为用户创造快速、安全、兼容的使用环境，推动绿色能源和循环经济的长期发展。



移动终端融合快速充电 线缆技术规范

1 范围

本文件规定了融合快速充电线缆在快速充电系统中的交互流程规范、电气安全、硬件可靠性及材料安全方面的技术要求和测试方法。

本文件适用于移动终端用的融合快速充电线缆。移动终端包括但不限于手机,电话手表,平板电脑,其它便携式或家用小型电子设备用充电线缆,可参照使用本文件。

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。

GB/T 5169.5 电工电子产品着火危险试验 第5部分:试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则

GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第16部分:试验火焰 50W 水平与垂直火焰试验方法

GB/T 5169.23 电工电子产品着火危险试验 第23部分:试验火焰 管形聚合材料500W垂直火焰试验方法

GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW预混合型火焰试验方法

GB/T 18380.13 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第13部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 测定燃烧的滴落(物)/微粒的试验方法

GB/T 18380.22 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第22部分:单根绝缘细电线电缆火焰垂直蔓延试验 扩散型火焰试验方法

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB/T 39560 关于限制在电子电气设备中使用某些有害成分的指令

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供电设备 source

提供电能,并通过充电线缆与充电设备连接,比如电源适配器。

3.2

充电设备 sink

通过充电线缆接收电能的设备,如移动终端、笔记本电脑。

3.3

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。

3.4

融合快速充电线缆 Universal fast charging specification cable

用于连接UFCS供电设备和UFCS充电设备。

线缆至少应具备VBUS、D+、D-、GND四根线,并集成UFCSUFCS线缆电子标签。

3.5

UFCS线缆电子标签 Universal fast charging specification 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，用于指示线缆的耐压、过流能力等。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

D+：高电平数据线（Data+）

D-：低电平数据线（Data-）

ESD：静电放电（Electrostatic Discharge）

GND：地（电源负极）（Ground）

RX：串行数据接收（Receiver）

TRX：串行数据发送/接收（Transmitter & Receiver）

TX：串行数据发送（Transmitter）

UFCS：融合快速充电系统（Universal fast charging specification）

USB Standard-A：通用串行总线A型（Universal Serial Bus Standard-A）

USB Type-C：通用串行总线C型（Universal Serial Bus Type-C）

VBUS：总线电压（电源正极）（Voltage Bus）

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 总体框架

融合快速充电系统由支持UFCS功能的快充供电设备（以下简称“供电设备”）、融合快速充电线缆（以下简称“线缆”）及支持UFCS功能的快充充电设备（含快充电池）（以下简称“充电设备”）组成，如图1所示。

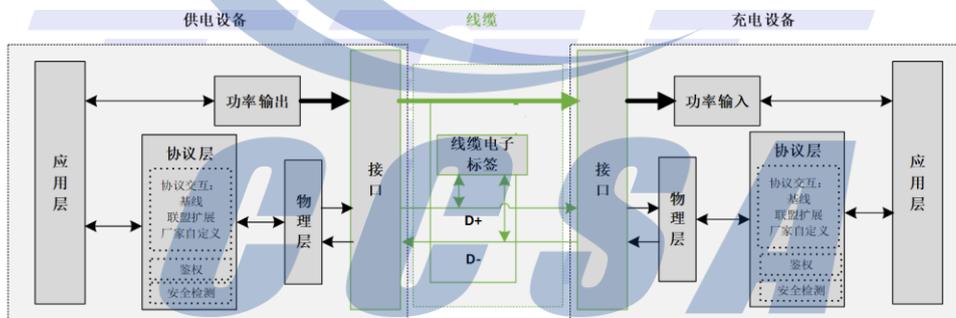


图1 整体框架

5.1.2 物理通道的实现

线缆连接供电设备和充电设备，通过D+、D-数据通道进行通信。如图2所示。

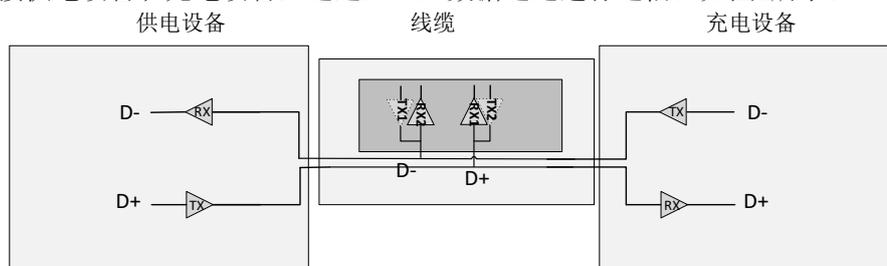


图2 物理通道实现框图

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：

- a) UFCS 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；
 - b) UFCS 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；
 - c) UFCS 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1。

表1 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

5.2 线缆通信要求

5.2.1 线缆通信电平要求

缺省状态下，D+、D-均为接收功能，此时电气规则见表2所示。收到数据后，需要发送数据，此时发送端电气规则如表3所示。

表2 UFCS 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。

表3 UFCS 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	2.56	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UFCS线缆电子标签。
 注3：负电流表示电流流出UFCS线缆电子标签。

5.2.2 线缆识别要求

充电设备与供电设备建立UFCS连接后，充电设备首先发起线缆识别流程，识别成功后，依据识别信息，进入相应快充模式，快充电流由充电设备通过识别信息判定；充电设备如果识别失败，则请求供电设备进行线缆信息识别。

供电设备识别成功后，依据识别信息，进入相应快充模式，快充电流由供电设备通过识别信息判定；识别失败，则进入最大4A电流的快充模式。如图3所示。

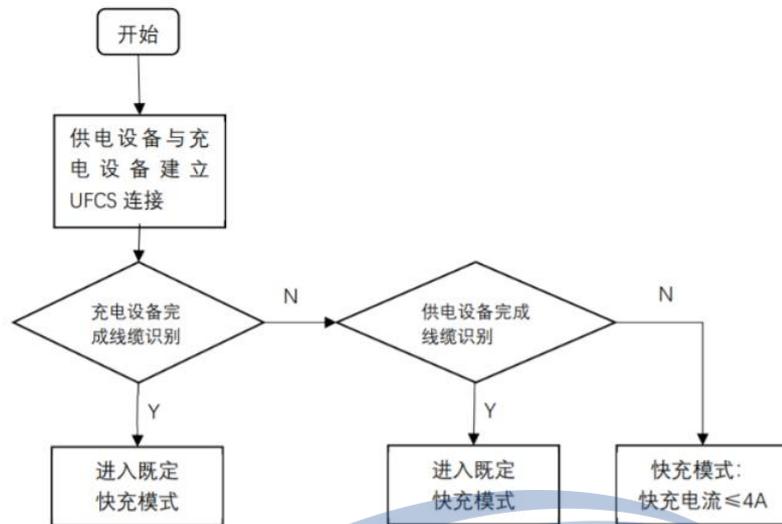


图3 线缆识别行为流程图

5.2.3 线缆通信过程要求

5.2.3.1 线缆数据端口功能切换

供电设备和充电设备进入UFCS快充后，双方通过D+和D-信号线进行通信。线缆也包括D+和D-两个数据端口。初始状态下，线缆D+和D-两个端口均配置为输入（RX）模式，可以接收其它设备发送给它的数

据。

供电设备、充电设备和线缆的连接和端口初始状态配置如图4所示。

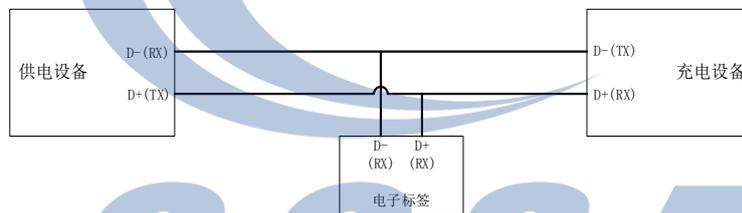


图4 线缆初始收发状态示意图

UFCS线缆电子标签根据其接收到的消息，配置两个数据端口的模式：

- a) 在初始状态下，当UFCS线缆电子标签的D+端口接收到来自供电设备的Get_Cable_Info消息，UFCS线缆电子标签应在tDataRoleSwitch时间内将D-端口切换为输出（TX）模式，D+保持为输入（RX）模式。如图5所示。

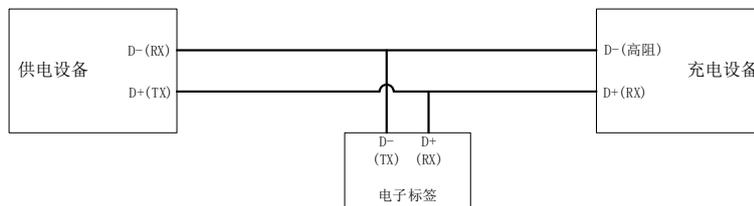


图5 UFCS 线缆电子标签 D-输出模式

- b) 在初始状态下，当UFCS线缆电子标签的D-口接收到来自充电设备的Get_Cable_Info消息，UFCS线缆电子标签应在tDataRoleSwitch时间内将D+口切换为输出（TX）模式，D-保持为输入（RX）模式。如图6所示。

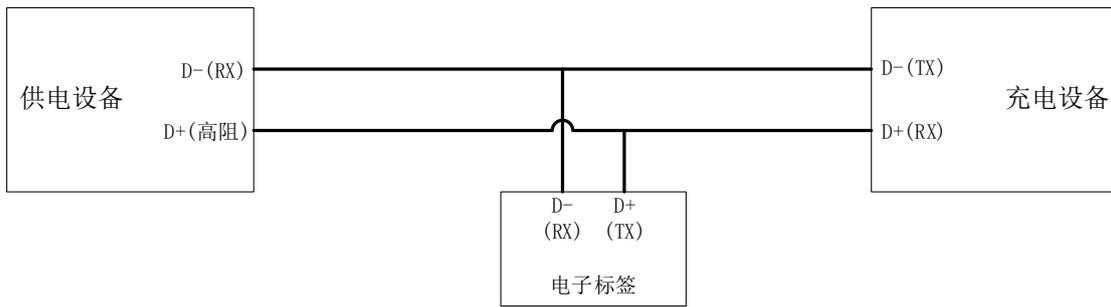


图6 UFCS 线缆电子标签 D+输出模式

- c) 在初始状态下，当 UFCS 线缆电子标签的 D+和 D-端口同时接收到 Get_Cable_Info 消息，或者是接收 Get_Cable_Info 之外的其它任何消息，UFCS 线缆电子标签应不作任何响应，其 D+和 D-端口保持在图 4 所示的初始状态。
- d) UFCS 线缆电子标签切换到图 5 或图 6 的状态后，如果在输入 (RX) 端口接收到硬件复位信号，则立即恢复到图 4 所示的初始状态。
- e) UFCS 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 消息并接收到对方响应的 ACK 消息后，启动 CableTransTimer 定时器。如果在 tCableTrans 时间内，UFCS 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），则恢复至到图 4 所示的初始状态。

5.2.3.2 充电设备访问 UFCS 线缆电子标签通信与时序要求

充电设备访问 UFCS 线缆电子标签通信与时序应满足：

- a) 充电设备访问 UFCS 线缆电子标签前，必须通知供电设备释放 D+信号线，即通知供电设备将其 D+端口配置为高阻状态，即关闭 D+的输出功能，并设置其输入阻抗大于 $1M\Omega$ 。

充电设备向供电设备发送 Start_Cable_Detect 消息。供电设备接收到 Start_Cable_Detect 消息后，依次回复 ACK 消息和 Accept 消息。之后，供电设备在接收到充电设备应答 Accept 消息的 ACK 消息后，应停止发送数据，并将 D+ 端口配置为高阻状态，进入发送阻塞状态。如图 7 所示。

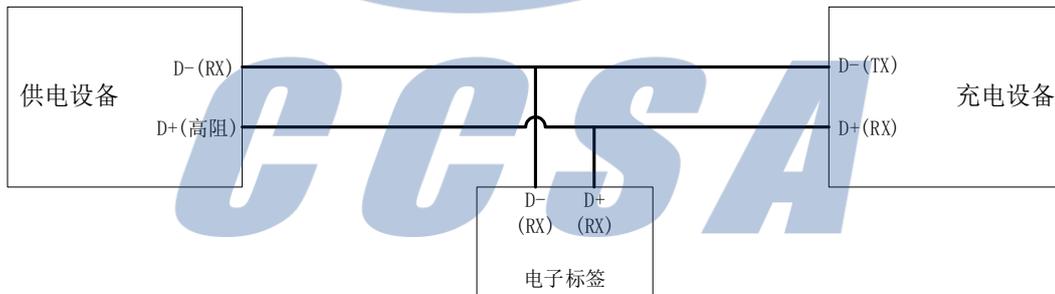


图7 供电设备 D+高阻状态

- b) 充电设备访问 UFCS 线缆电子标签结束后，必须通知供电设备将其 D+端口恢复为输出模式。

充电设备向供电设备发送 End_Cable_Detect 消息。供电设备如果处于发送阻塞状态，在接收到 End_Cable_Detect 消息后，应将 D+ 端口恢复为 UFCS 的输出功能，并恢复 UFCS 通信，如图 4 所示；并且关闭 RestartTransTimer 定时器。供电设备接收到 End_Cable_Detect 消息，需要退出发送阻塞状态的话，应在 40ms 内回复 ACK 消息给充电设备。

充电设备访问 UFCS 线缆电子标签的流程如图 8 所示。

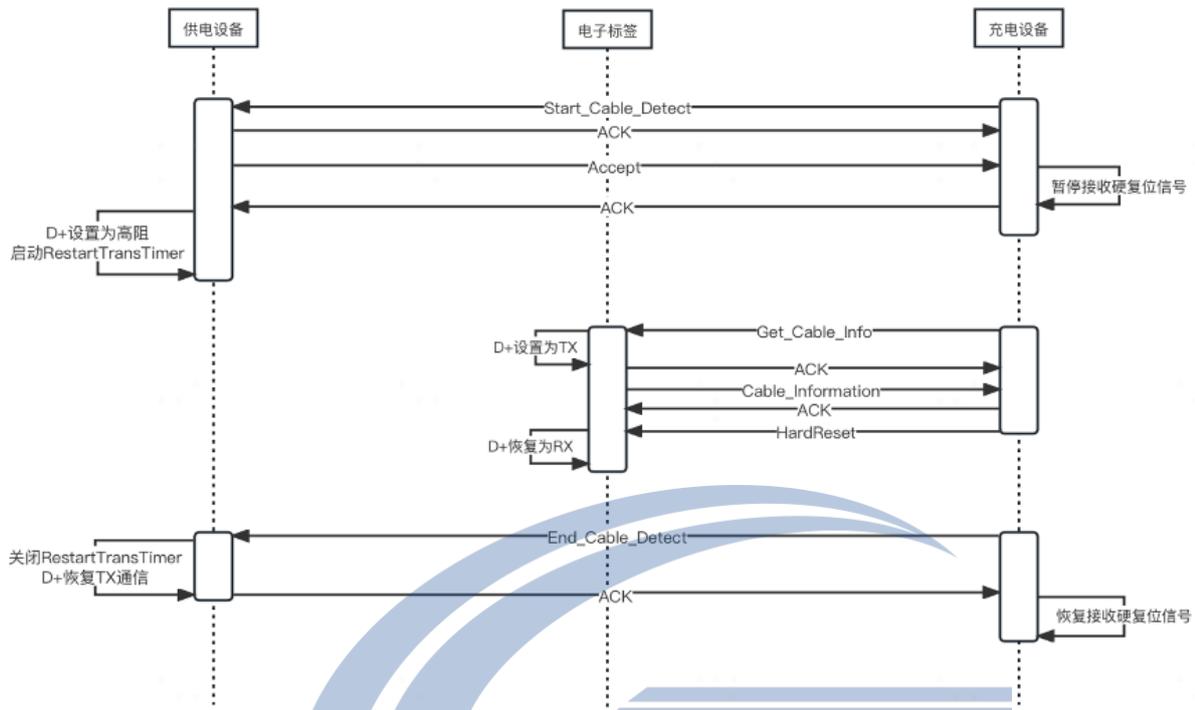


图8 充电设备访问UFCS线缆电子标签流程图

5.2.3.3 供电设备访问UFCS线缆电子标签通信与时序要求

供电设备访问UFCS线缆电子标签通信与时序应满足：

- a) 供电设备访问UFCS线缆电子标签前，必须通知充电设备释放D-信号线，即通知充电设备将其D-端口配置为高阻状态，即关闭D-的输出功能，并设置其输入阻抗大于1MΩ。供电设备访问UFCS线缆电子标签结束后，必须通知充电设备将其D-端口恢复为输出模式。

供电设备向充电设备发送Start_Cable_Detect消息。充电设备接收到Start_Cable_Detect消息后，依次回复ACK消息和Accept消息。之后，充电设备在接收到供电设备应答Accept消息的ACK消息后，应停止发送数据，并将D-端口配置为高阻状态，进入发送阻塞状态。如图9所示。

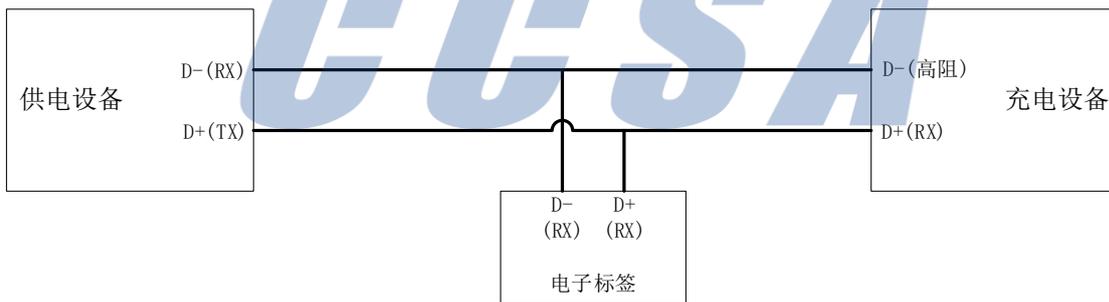


图9 充电设备D-高阻状态

- b) 供电设备向充电设备发送End_Cable_Detect消息。充电设备如果处于发送阻塞状态，在接收到End_Cable_Detect消息后，应将D-端口恢复为UFCS的输出功能，并恢复UFCS通信，如图4所示；并且关闭RestartTransTimer定时器。充电设备接收到End_Cable_Detect消息，需要退出发送阻塞状态的话，应在40ms内回复ACK消息给供电设备。

供电设备访问UFCS线缆电子标签流程如图10所示。

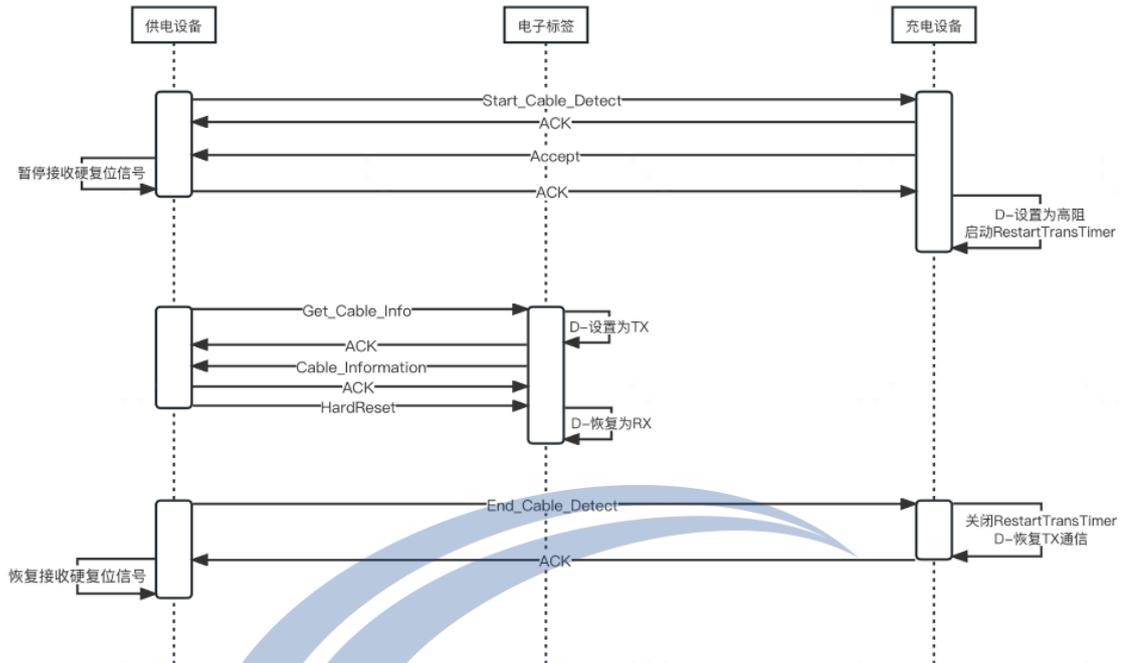


图10 供电设备访问 UFCS 线缆电子标签流程图

5.2.3.4 异常与冲突控制

异常情况下响应方式:

- 供电设备和充电设备进入发送阻塞状态后, 必须启动 `RestartTransTimer` 定时器。如果 `tRestartTrans` 时间内没有接收到对方发送的 `End_Cable_Detect` 消息, 则自动退出发送阻塞状态——将已设置为高阻的 D+或 D-端口恢复为 UFCS 的输出功能, 并恢复 UFCS 通信, 如图 4 所示。
- 供电设备和充电设备发送 `Start_Cable_Detect` 消息, 接收到对方依次回复 `ACK` 消息和 `Accept` 消息后, 在 `tDataRoleSwitch` 时间内关闭硬件复位功能——暂停接收硬件复位信号。供电设备和充电设备发送 `End_Cable_Detect` 消息, 接收到对方回复 `ACK` 消息后, 在 `tDataRoleSwitch` 时间内恢复硬件复位功能——恢复接收硬件复位信号。
- 供电设备和充电设备发送 `Start_Cable_Detect` 消息, 接收到对方依次回复 `ACK` 消息和 `Accept` 消息后, 供电设备或充电设备如果持续 40ms 检测到 RX 信号为低电平、未处于空闲状态, 则向对方发送 `End_Cable_Detect` 消息, 退出线缆识别流程。此种情况, 供电设备或充电设备应判定线缆没有 UFCS 电子标签。
- 供电设备和充电设备发送 `Start_Cable_Detect` 消息, 接收到对方 `ACK` 消息后, 如果接收到对方发送的 `Refuse` 消息, 则回复 `ACK` 消息后, 退出线缆识别流程。

5.2.4 线缆保护的基本要求

5.2.4.1 UFCS 线缆电子标签规格

电子标签规格如下:

- 额定工作电流 (I_{in}): $\leq 5\text{mA}$;
- 休眠模式 (初始状态) 电流 (I_e): $\leq 200\ \mu\text{A}$ 。

5.2.4.2 UFCS 线缆电子标签上电过程 D+ D-要求

UFCS 线缆电子标签在上电过程中, D+、D-应保持为高阻状态。

5.2.4.3 线缆耐压等级要求

线缆VBUS与GND间直流耐压等级不低于线缆最大工作电压值的1.2倍。

5.2.4.4 线缆ESD耐压等级要求

线缆不带电状态下，应满足GB/T 17626.2中接触放电±2kV和空气放电±8kV等级的接触放电要求。

5.3 硬件性能要求

5.3.1 安全性能

5.3.1.1 标识要求

产品本体或外包装上应当标有电流额定值，说明承载能力。
此外，产品标识要符合国家相关标准规定。

5.3.1.2 线缆发热要求

线缆在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下，施加试验电流，直至温度稳定，测量线缆本体（绝缘材料部分），以及连接器最高温度不应超过 60°C 。

稳态值定义：如果测得的温度比规定的温度限值至少低10%，在5min内温升不超过 1°C ，则认为已达到稳态。

5.3.1.3 线缆压降要求

线缆在4.3.1.2条件下工作，达到温度稳定时，VBUS压降不超过500mV，GND压降不应超过250mV。

5.3.1.4 阻燃要求

线缆本体（软线部分）满足GB/T 5169.23的要求。

样品数量为三根，如果出现不合格情况，可使用另一组（3根）进行测试，该组所有样品均应满足标准要求。

作为替代试验，线缆本体（软线部分）满足GB/T 18380.12，GB/T 18380.13，GB/T 18380.22的要求。

线缆两端连接器部分（成品注塑部分）：

——线缆额定功率 $< 100\text{W}$ ，整体阻燃性应达到GB/T 5169.16中V-1级，或满足GB/T 5169.5的试验要求；

——线缆额定功率 $\geq 100\text{W}$ ，整体阻燃性应达到GB/T 5169.16中V-0级，或满足GB/T 5169.5的试验要求。

样品数量为三个，如果出现不合格情况，可使用另一组（3个）进行测试，该组所有样品均应满足标准要求。

注：GB/T 5169.23中关于试验燃烧时间判定，使用“施加试验火焰15s，共5次，任意一次试验火焰后，试样燃烧时间都不超过60s”的方案进行判定。

如果产品带有编织线，同成品线一并考量。

5.3.2 机械可靠性能

5.3.2.1 线缆接口插拔力及寿命要求

5.3.2.1.1 USB Standard-A型输出接口插拔力及寿命要求

线缆USB Standard-A型输出接口插拔力及寿命要求应满足：

a) 插拔力要求

在连接插头与连接插座之间进行插拔，当插入的速率不超过 $12.5\text{mm}/\text{min}$ 时，将连接插头完全插入连接插座所需的力不应大于 35N ，将连接插头从连接插座中完全拔出所需的力应不小于 10N 。

b) 寿命要求

在连接插头与连接插座之间，以每小时200个周期的最大速率进行插拔，插拔至少3000个周期，将连接插头从连接插座中完全拔出所需的力应不小于 8N 。

试验结束后线缆的机械结构应无损坏；UFCS握手功能正常，并且能保持稳定充电。

注：不包括由于测试夹具造成的外观损坏。

5.3.2.1.2 USB Type-C型输出接口插拔力及寿命要求

线缆USB Type-C型输出接口插拔力及寿命要求应满足：

a) 插拔力要求

在连接插头与连接插座之间进行插拔,当插入的速率不超过12.5mm/min时,确认第5次插入力应在5N~20N范围内,第6次拔出力应在8N~20N范围内;第32次拔出力应在8N~20N范围内,且相比第6次拔出力测量值,变化率不大于33%。

b) 寿命要求

在连接插头与连接插座之间,以每小时500个周期的速率进行插拔,插拔10000次后拔出力应在6N~20N范围内。

试验结束后线缆的机械结构应无损坏;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

注:不包括由于测试夹具造成的外观损坏。

5.3.2.2 线缆连接器推力要求

处于插合状态时,从距离适配器插头末端10mm的接口中线处施加35N的压力,试验结束后线缆应该无损坏;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.2.3 线缆拉力要求

线缆两端承受持续时间为1min,最小40N的拉力后,插头和线缆无破损,不应产生大于1us的瞬断现象;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.2.4 线缆弯曲要求

线缆应承受左右摇摆弯曲试验,插头和线缆外观无损坏,无开路及短路现象,不应产生大于1us的瞬断;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.3 环境适应性能

5.3.3.1 高温存储

线缆经受(105±2)℃高温试验72h,试验后,在正常大气条件下恢复常温后静置2h,线缆机械结构应无损坏,外观无溶化、变形、变色等现象;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.3.2 低温存储

线缆应经受(-40±2)℃低温试验96h。试验后,在正常大气条件下恢复常温后静置2h,线缆机械结构应无损坏,外观无开裂、变形、变色、生锈等不良现象;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.3.3 温度冲击

线缆应经受低温(-55±2)℃高温(85±2)℃各30min,共10个循环。试验后,在正常大气条件下恢复常温后静置2h,线缆机械结构应无损坏,外观无开裂、变形、变色、生锈等不良现象;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.3.4 盐雾试验

线缆应经受盐雾试验。试验后线缆目测不得出现镀镍/镀锡类锈蚀斑点,或,镀金类锈锈蚀斑点。线缆机械结构应无损坏,外观无开裂、变形、变色、生锈等不良现象;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

注:可擦除的锈蚀点不计入。

5.3.3.5 振动试验

线缆经受频率50Hz~200Hz~50Hz,位移幅值1.52mm,一个循环时间为60s,2个小时的扫频振动后,机械结构应无松动或损坏;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.3.6 冲击试验

线缆经受峰值加速度50g,脉冲持续时间11ms的半正弦脉冲,冲击18次后,机械结构应无松动或损坏;UFCS握手功能正常,并且能保持稳定充电。

5.3.4 材料有害物质限定

产品中有害物质含量应符合GB/T 26572的相关要求，列入《例外清单》的可暂时除外。材料中多环芳烃（PAHs）的含量宜小于50mg/kg，苯并芘宜小于1mg/kg。

6 测试方法

6.1 基本要求

除特殊规定外，测试应在下列正常条件下进行：

环境温度：15℃-35℃

相对湿度：≤75%

测试中引入的辅助测试线缆、测试治具，不对测试结果产生显著影响。

6.2 线缆通信要求

6.2.1 线缆通信电平

用例编号：1001
级别：必测
测试考察项：UFCS 线缆电子标签输入电平的识别
测试章节：5.2.1
测试步骤： a) UFCS 握手脉冲完成后，UFCS 测试设备发送 Get_Cable_Info 消息（高电平 1.4V、低电平 0V 信号）； b) 检测 UFCS 线缆电子标签是否正确回复 ACK 消息； c) D-拉低到 0v 并延迟 150ms； d) UFCS 握手脉冲完成后，测试设备发送 Get_Cable_Info 消息（高电平 3.3V、低电平 0.99V 信号）； e) 检测 UFCS 线缆电子标签是否正确回复 ACK 消息。
合格判据： UFCS 线缆电子标签在步骤 b) 和 e) 正确回复 ACK 消息，即判断为合格。
相关测试用例、其它说明和注意事项： a) UFCS 测试设备发送信息高电平在 1.4V 及以上，本用例以 1.4V 进行测试； b) UFCS 测试设备发送信息低电平在 0.99V 及以下，本用例以 0.99V 进行测试； c) UFCS 测试设备发送消息，可以以任何消息来测试，本用例以 Ping 消息进行测试。

用例编号：1002
级别：必测
测试考察项：UFCS 线缆电子标签输出高电平的识别
测试章节：5.2.1
测试步骤： a) UFCS 握手脉冲完成后，UFCS 测试设备发送 Ping 消息（3.3V 基准电平）； b) UFCS 线缆电子标签回复 ACK 消息后，D+端口带载 500uA，检测 D+的高电平 Vdp。

用例编号：1003
级别：必测
测试考察项：UFCS 线缆电子标签输出低电平的识别
测试章节：5.2.1
测试步骤： a) UFCS 握手脉冲完成后，UFCS 测试设备发送 Ping 消息（3.3V 基准电平）； b) D-端口处灌电流 500uA，检测 UFCS 线缆电子标签回复 ACK 消息的低电平 Vdp。
合格判据： Vdp≤0.6V。
相关测试用例、其它说明和注意事项： a) D-端口灌电流最小值为 500uA，判断供电设备的低电平输出能力； b) UFCS 测试设备发送消息，可以以任何消息来测试，本用例以 Ping 消息进行测试。

6.2.2 线缆识别

用例编号：1004
级别：必测
测试考察项：D+为 RX，D-为 TX 条件下，确认电子标签
测试章节：5.2.2
测试步骤： a) 线缆一端连接支持 UFCS 的供电设备，一端连接 UFCS 测试设备； b) UFCS 测试设备模拟充电设备，测试设备的 D+设置为 RX，D-设置为 TX； c) UFCS 测试设备发送 Get_cable_info； d) 检测线缆回复的内容。
合格判据： 线缆正确回复 ACK，并且回复 Cable_info 信息符合线缆标称信息。
相关测试用例、其它说明和注意事项： --

用例编号：1005
级别：必测
测试考察项：D+为 TX，D-为 RX 条件下，确认电子标签
测试章节：5.2.2
测试步骤： a) 线缆一端连接支持 UFCS 的充电设备，一端连接 UFCS 测试设备； b) UFCS 测试设备模拟供电设备，UFCS 测试设备的 D+设置为 TX，D-设置为 RX； c) UFCS 测试设备发送 Get_cable_info； d) 检测线缆回复的内容。
合格判据： 线缆正确回复 ACK，并且回复 Cable_info 信息符合线缆标称信息。
相关测试用例、其它说明和注意事项： --

用例编号：1001
级别：必测
测试考察项：线缆通流能力
测试章节：5.2.2
测试步骤： a) 线缆一端连接支持 UFCS 的供电设备，一端连接 UFCS 的测试设备； b) UFCS 测试设备模拟充电设备，测试设备的 D+设置为 RX，测试设置的 D-设置为 TX；

c) UFCS 测试设备发送 Get_cable_info;
d) 线缆回复 cable_info 信息, 回复额定电流信息;
e) 电子负载设置为 cc 拉载至额定电流, 维持 30min
合格判据: 线缆无起火等故障发生。
相关测试用例、其它说明和注意事项: 提供测试线缆, 需标注额定电流值。

6.2.3 线缆通信过程

用例编号: 1007
级别: 必测
测试考察项: 验证 UFCS 线缆电子标签接收到 Get_Cable_Info 消息后, 能否正确将 D+或 D-切换到输出状态, 能否正确识别和切换到正确的波特率, 并正确回复 Cable_Information 消息
测试章节: 5.2.3
测试步骤: a) UFCS 测试设备与线缆接口的 VBUS、D+、D-和 GND 相连, 并在 VBUS 上提供 5V 电压; b) UFCS 测试设备将其 D+设置为输出、D-设置为输入; c) UFCS 测试设备设置波特率 115200bps; d) UFCS 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送 Get_Cable_Info 消息; e) UFCS 测试设备在步骤 d) 之后, (tDataRoleSwitch+tACKReceive) 时间内等待 UFCS 线缆电子标签回复 ACK 消息; f) UFCS 测试设备在步骤 d) 之后, (tDataRoleSwitch+tSenderResponse) 时间内等待 UFCS 线缆电子标签回复 Cable_Information 消息; g) UFCS 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送硬件复位信号; h) UFCS 测试设备设置波特率 57600bps, 重复步骤 d) 至步骤 g) 的测试; i) UFCS 测试设备设置波特率 38400bps, 重复步骤 d) 至步骤 g) 的测试; j) UFCS 测试设备将其 D-设置为输出, D+设置为输入, 重复步骤 c) 至步骤 c) 的测试。
合格判据: a) UFCS 测试设备在测试步骤 e) 中接收到 UFCS 线缆电子标签回复的 ACK 消息; b) UFCS 测试设备在测试步骤 f) 中接收到 UFCS 线缆电子标签回复的 Cable_Information 信息, 符合线缆标称信息。
相关测试用例、其它说明和注意事项: ---

用例编号: 1008
级别: 必测
测试考察项: 验证 UFCS 线缆电子标签的消息重发机制
测试章节: 5.2.3
测试步骤: a) UFCS 测试设备与线缆接口的 VBUS、D+、D-和 GND 相连, 并在 VBUS 上提供 5V 电压; b) UFCS 测试设备将其 D+设置为输出、D-设置为输入, 设置波特率 115200bps; c) UFCS 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送 Get_Cable_Info 消息; d) UFCS 测试设备在步骤 c) 之后, (tDataRoleSwitch + tACKReceive) 时间内接收到 UFCS 线缆电子标签回复 ACK 消息; e) UFCS 测试设备在步骤 c) 之后, (tDataRoleSwitch + tSenderResponse) 时间内接收到 UFCS 线缆电子标签回复 Cable_Information 消息; f) UFCS 测试设备在步骤 e) 之后 tACKReceive 时间内向 UFCS 线缆电子标签发送 NCK 消息; g) UFCS 测试设备在步骤 f) 之后 tACKReceive 时间内等待接收 UFCS 线缆电子标签重发的 Cable_Information 消息;

<p>h) 如果在步骤 g) 中接收到 UFCS 线缆电子标签重发的 Cable_Information 消息, 测试设备在接收完毕后 tACKReceive 时间内不回复 UFCS 线缆电子标签 ACK 和 NCK 消息; 如果未接收到 UFCS 线缆电子标签重发的 Cable_Information 消息, 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送硬复位信号, 终止测试;</p> <p>i) UFCS 测试设备在步骤 h) 之后, 等待 UFCS 线缆电子标签重发 Cable_Information 消息, 等待时间为 tACKReceive+5ms;</p> <p>j) 如果在步骤 i) 中接收到 UFCS 线缆电子标签重发的 Cable_Information 消息, 重复步骤 h) 至步骤 i) 3 次;</p> <p>k) UFCS 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送硬复位信号。</p>
<p>合格判据: 测试设备在测试步骤 g) 和测试步骤 i) 中均接收到 UFCS 线缆电子标签重发的 Cable_Information 消息。</p>
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项: —</p>

用例编号: 1009
级别: 必测
测试考察项: 验证 UFCS 线缆电子标签恢复至初始状态的功能
测试章节: 5.2.3
<p>测试步骤:</p> <p>a) UFCS 测试设备与线缆接口的 VBUS、D+、D- 和 GND 相连, 并在 VBUS 上提供 5V 电压;</p> <p>b) UFCS 测试设备将其 D+ 设置为输出、D- 设置为输入, 设置波特率 115200bps;</p> <p>c) UFCS 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送 Get_Cable_Info 消息;</p> <p>d) UFCS 测试设备在步骤 e) 之后, (tDataRoleSwitch+tACKReceive) 时间内接收到 UFCS 线缆电子标签回复 ACK 消息;</p> <p>e) UFCS 测试设备在步骤 c) 之后, (tDataRoleSwitch+tSenderResponse) 时间内等待接收 UFCS 线缆电子标签回复 Cable_Information 消息;</p> <p>f) UFCS 测试设备在步骤 e) 之后 tACKReceive 时间内向 UFCS 线缆电子标签发送 ACK 消息;</p> <p>g) UFCS 测试设备在步骤 f) 之后 tCableTrans 时间内不向 UFCS 线缆电子标签发送任何消息;</p> <p>h) UFCS 测试设备在步骤 g) 之后, 延时 tDataRoleSwitch+10ms, 将其 D- 设置为输出、D+ 设置为输入, 重复执行步骤 c) 至步骤 f) 的测试;</p> <p>i) UFCS 测试设备向 UFCS 线缆电子标签发送硬复位信号。</p>
<p>合格判据: 在测试步骤 e) 接收到 UFCS 线缆电子标签发送的 Cable_Information 消息。</p>
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项: —</p>

6.2.4 线缆保护的基本要求

6.2.4.1 UFCS 线缆电子标签规格

用例编号: 1010
级别: 必测
测试考察项: UFCS 线缆电子标签通信过程中电流值
测试章节: 5.2.4.1
<p>测试步骤:</p> <p>a) 两台测试设备分别模拟充电设备和供电设备, 通过线缆相连;</p> <p>b) 模拟供电设备的测试设备为线缆提供 5V 电压;</p> <p>c) 两台测试设备通过发送 UFCS 握手信号, 双方握手成功;</p> <p>d) 在读取线缆信息过程中, 测量线缆通信过程中流经电子标签的电流值 I_{in}。</p>

合格判据： $I_{in} \leq 5\text{mA}$ 。
相关测试用例、其它说明和注意事项： —

用例编号：1011
级别：必测
测试考察项：UFCS 线缆电子标签休眠过程中电流值
测试章节：5.2.4.1
测试步骤： a) 两台测试设备分别模拟充电设备和供电设备，通过线缆相连； b) 模拟供电设备的测试设备为线缆提供 5V 电压； c) 两台测试设备通过发送 UFCS 握手信号，双方握手成功； d) 待电子标签进入休眠状态后，测量线缆休眠过程中流经电子标签的电流值 I_e 。
合格判据： $I_e \leq 200 \mu\text{A}$ 。
相关测试用例、其它说明和注意事项： —

6.2.4.2 线缆耐压等级

用例编号：1012
级别：必测
测试考察项：线缆耐压测试
测试章节：5.2.4.3
测试步骤： a) 线缆单体储存于 85℃ 温箱中，达到温度平衡； b) 进行耐压测试，施加测试电压，电压匀速上升到规定值，维持 5min。
合格判据： 试验结束后线缆绝缘等性能不应出现损毁，UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： 线缆达到温度平衡后，在温箱中进行测试，不应由于产生凝露造成试验失效。

6.2.4.3 线缆 ESD 耐压等级

用例编号：1013
级别：必测
测试考察项：线缆静电放电抗扰度
测试章节：5.2.4.4
测试步骤： 依照接触放电 $\pm 2\text{kV}$ 和空气放电 $\pm 8\text{kV}$ 等级的接触放电要求，使用 GB/T 17626.2 中的试验方法。
合格判据： 试验结束后线缆的机械结构应无损坏；UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： —

6.3 线缆硬件要求

6.3.1 线缆安全性能

6.3.1.1 标识

通过检查线缆本体或产品外包装，识别标识。

6.3.1.2 线缆发热

用例编号：1014
级别：必测
测试考察项：验证线缆及其连接器发热是否符合规范要求
测试章节：5.3.1.2
<p>测试步骤：</p> <p>a) 测试环境温度设置为 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$；线缆两端分别与插座对接后，插座端引出测试短线，或者，使用包含 PCB 板的辅助量测治具的插座；</p> <p>b) 线缆一端接入 5V 直流电压源，另一端接入负载，采用定电阻模式，调整负载。负载调整为厂家宣称的可承受最大电流值；</p> <p>c) 测试 30min 后，转入 5A 长期模式。直至线缆绝缘材料部分，以及连接器的温度达到稳态值，测量线缆绝缘材料部分，以及连接器的最高温度，测试连接示意图见图 11。</p>
<p>图11 测试连接示意图</p>
<p>合格判据：</p> <p>测量线缆本体（绝缘材料部分），以及连接器最高温度不应超过：60°C。</p>
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项：</p> <p>a) 如果插座无外壳或为非导电外壳，选取插头上方（VBUS 与 GND 连接处）为测量点；</p> <p>b) 如果插座为导电外壳，选取插座上方（VBUS 与 GND 连接处）为测量点；</p> <p>c) 测试应在稳定的环境中进行，测试过程中，连接器应水平放置，可触及面向上；</p> <p>d) 稳态值定义：如果测得的温度比规定的温度限值至少低 10%，在 5min 内温升不超过 1°C，则认为已达到稳态。</p>

6.3.1.3 线缆压降

用例编号：1015
级别：必测
测试考察项：验证线缆的 VBUS、GND 线压降是否符合规范要求
<p>测试条件：</p> <p>a) 测试电压：5Vdc；</p> <p>b) 测试电流：制造商声称额定电流值。</p>
测试章节：5.3.1.3
<p>测试步骤：</p> <p>a) 线缆两端分别与插座对接后，插座端引出测试短线，或者，使用包含 PCB 板的辅助量测治具的插座；</p> <p>b) 线缆一端接入 5V 直流电压源，另一端接入负载，采用定电阻模式，调整负载。负载调整为厂家宣称的可承受最大电流值；</p> <p>c) 测试 30min 后，转入 5A 长期模式。直至线缆绝缘材料部分，以及连接器的温度达到稳态值；</p> <p>d) 分别记录所有 VBUS 两端压降 V1 和所有 GND 两端压降 V2。如图 12 所示。</p>

用例编号：1015

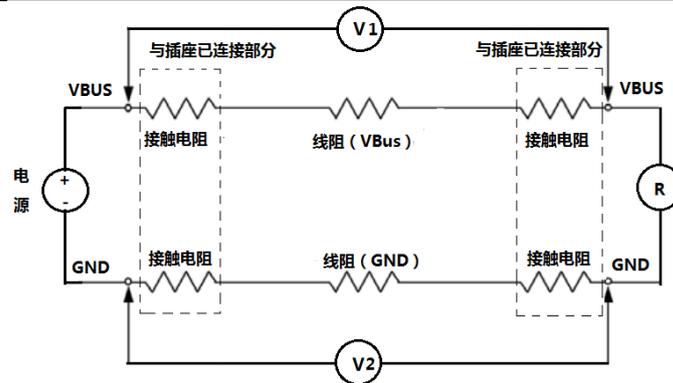


图12 压降测试连接示意图

合格判据：

VBUS压降 $\leq 500\text{mV}$ ；GND压降 $\leq 250\text{mV}$ 。

相关测试用例、其它说明和注意事项：

稳态值定义：如果测得的温度比规定的温度限值至少低10%，在5min内温升不超过 1°C ，则认为已达到稳态。

6.3.1.4 线缆阻燃

用例编号：1016

级别：必测

测试考察项：验证线缆阻燃性能是否符合规范要求

测试章节：5.3.1.4

测试步骤：

线缆本体（软线部分）应依据GB/T 5169.23中的试验方法进行测试。

使用替代方法，则依据GB/T 18380.12，GB/T 18380.13，GB/T 18380.22中的试验方法进行测试。

线缆连接器（成品注塑部分）应依据GB/T 5169.16（垂直燃烧部分）或GB/T 5169.5中的试验方法进行测试。

合格判据：

依照测试方法中使用的对应标准进行判定。

相关测试用例、其它说明和注意事项：

6.3.2 机械可靠性能

6.3.2.1 线缆连接器插拔力及寿命要求

用例编号：1017

级别：必测

测试考察项：验证线缆连接器部分插拔寿命是否符合规范要求

测试章节：5.3.2.1

测试步骤：

a) 插拔力测试

将连接插座固定在夹具上，连接插头与测力计刚性连接。将连接插头以不超过 $12.5\text{mm}/\text{min}$ 的速率插入连接插座，直至完全插入。

b) 寿命测试

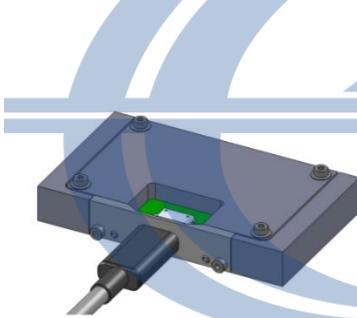
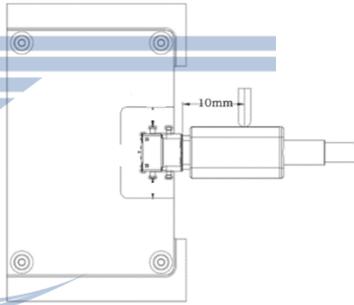
将插头与插座分别固定在专用设备上，以每小时500个周期的速率反复插拔。

合格判据：

试验结束后线缆的机械结构应无损坏；UFCS握手功能正常，并且能保持稳定充电。

相关测试用例、其它说明和注意事项：
不包括由于测试夹具造成的外观损坏。

6.3.2.2 线缆连接器推力要求

用例编号：1018	
级别：必测	
测试考察项：验证线缆是否符合推力规范要求	
测试章节：5.3.2.2	
<p>测试步骤：</p> <p>a) 将插头完全插入插座，将终端置于试验机上；</p> <p>b) 从距离端面末端 10mm 的接口中线处施压力，以 10mm 每分的速率逐渐加压至 35N，在作用力逐步增加的过程中，观察插头的情况，如插头被破坏，则试验中止；否则，作用力达到 35N 后，将施加力逐步减少至 0N。推力夹具见图 13，推力施加位置见图 14；</p> <p>c) 按照上面步骤重复测试 6 套设备，测试顺序依次为：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2套在上端施加作用力； • 2套在底部施加； • 1套在左侧施加作用力； • 1套在右侧施加作用力。 	
	
<p>合格判据：</p> <p>a) 试验期间，线缆没有 1us 以上的瞬断；</p> <p>b) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏；</p> <p>c) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。</p>	
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项：</p> <p>—</p>	

6.3.2.3 线缆拉力要求

用例编号：1019
级别：必测
测试考察项：验证线缆是否符合拉力规范要求
测试章节：5.3.2.3
<p>测试步骤：</p> <p>将线缆两端固定在测试设备上，在线缆两端施加不小于40N的拉力，持续1min。</p>
<p>合格判据：</p> <p>a) 试验期间，线缆没有 1us 以上的瞬断；</p> <p>b) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏；</p> <p>c) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。</p>
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项：</p> <p>—</p>

6.3.2.4 线缆弯曲要求

用例编号：1020
级别：必测
测试考察项：验证线缆是否符合弯曲规范要求
测试章节：5.3.2.4
<p>测试步骤：</p> <p>a) 将线缆固定在测试设备上，并连接瞬断仪；</p> <p>b) 线缆负重 300g，见图 15，以 20 次/min 的频率左右摇摆各 90 度，共摇摆 5000 次。</p>
<p>图15 测试连接图</p>
<p>合格判据：</p> <p>a) 试验期间，线缆没有 1μs 以上的瞬断；</p> <p>b) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏；</p> <p>c) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。</p>
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项：</p> <p>--</p>

6.3.3 环境适应性能

6.3.3.1 高温存储

用例编号：1021
级别：必测
测试考察项：线缆耐高温性能
测试章节：5.3.3.1
<p>测试步骤：</p> <p>a) 将线缆放入高温试验箱；</p> <p>b) 启动温度箱，按平均值不大于 3$^{\circ}$C/min 的变化速度使箱内温度逐渐升高到 105$^{\circ}$C，保持此温度直至线缆达到温度平衡，再继续存储 72h 后，从温度箱取出并在正常大气条件下恢复 2h。</p>
<p>合格判据：</p> <p>a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏；</p> <p>b) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。</p>
<p>相关测试用例、其它说明和注意事项：</p> <p>--</p>

6.3.3.2 低温存储

用例编号：1022
级别：必测
测试考察项：线缆耐低温性能
测试章节：5.3.3.2
测试步骤： a) 将线缆放入低温试验箱； b) 启动温度箱，按平均值不大于 1℃/min 的变化速度使箱内温度逐渐降低到-40℃，保持此温度直至线缆达到温度平衡，再继续存储 96h 后，在正常大气条件下恢复 2h。
合格判据： a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏； b) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： —

6.3.3.3 温度冲击

用例编号：1023
级别：必测
测试考察项：温度冲击环境中的线缆性能
测试章节：5.3.3.3
测试步骤： a) 将低温试验箱和高温试验箱调到-55℃和+85℃的温度，见图 16； b) 线缆在-55℃条件下存储 30min 后，在 3min 内将线缆移至高温箱内，在+85℃条件下存储 30min，然后，再在 3min 内将样品转移至低温箱； c) 步骤 2 循环 10 次后，线缆在正常大气条件下恢复 2h。
图16 温度冲击试验曲线图
合格判据： a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏； b) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： 为确保试验样品进入箱内后能很快地使箱内温度恢复到上述规定的温度，这两个试验箱都应有足够的控温能力。

6.3.3.4 盐雾

用例编号：1024
级别：必测
测试考察项：盐雾环境中的线缆性能
测试章节：5.3.3.4
测试步骤： a) 将线缆放入盐雾箱内，在(15~35)℃下喷雾 2h，喷雾用 pH 值在 6.5~7.2(温度为 20℃±2℃) 之间，浓度为(5.0±1)%氯化钠盐溶液； b) 喷雾结束后将线缆转移到湿热箱中储存 22h，储存条件为温度(40±2)℃，相对湿度为 90%~95%； c) 试验结束后除非有相关规定，线缆应在自来水下冲洗 5min，然后用蒸馏水或者去离子水冲洗，最后晃动或者用气流干燥去掉水滴，在正常大气条件下放置不少于 1h 且不超过 2h。
合格判据： a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏； b) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： --

6.3.3.5 振动

用例编号：1025
级别：必测
测试考察项：振动条件下的线缆性能
测试章节：5.3.3.5
测试步骤： 线缆固定在振动台上，施加频率 50Hz~200Hz~50Hz，位移幅值 1.52mm，一个循环时间为 60s，扫频振动 2 个小时。
合格判据： a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏； b) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： --

6.3.3.6 冲击

用例编号：1026
级别：必测
测试考察项：振动条件下的线缆性能
测试章节：5.3.3.6
测试步骤： 线缆固定在振动台上，施加峰值加速度 50g，脉冲持续时间 11ms 的半正弦脉冲，冲击 18 次。
合格判据： a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏； b) UFCS 握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： --

6.3.4 材料安全

用例编号：1027
级别：必测
测试考察项：线缆材料安全性能
测试章节：5.3.4

测试步骤： 产品中有害物质的测定应按GB/T 39560系列标准中的对应方法执行。
合格判据： a) 试验结束后线缆的机械结构应无损坏； b) UFCS握手功能正常，并且能保持稳定充电。
相关测试用例、其它说明和注意事项： —



参 考 文 献

- [1] GB4943.1-2022 音视频 信息技术设备和通信技术设备 第1部分：安全要求
- [2] IEC 62680-1-3 Universal serial bus interfaces for data and power - Part 1-3:Common components - USB Type-C® Cable and Connector Specification
- [3] IEC 62680-1-2 Universal serial bus interfaces for data and power - Part 1-2:Common components - USB Power Delivery Specification

