



第一讲：认识USB传输

USB技术 应用与开发

演讲人：蔡 亮

CONTENTS

- 01 | USB发展背景
- 02 | 了解概念及术语
- 03 | 常用开发工具
- 04 | 选择合适的USB产品

01

USB发展背景

USB接口特点

- 简单易用
- 稳定性佳
- 速度选择
- 使用灵活
- 应用广泛

使用统一制式电缆和连接进行外设扩展，即插即用，支持热插拔

使用差分信号传输，较强的纠错能力，多种差错管理和恢复机制

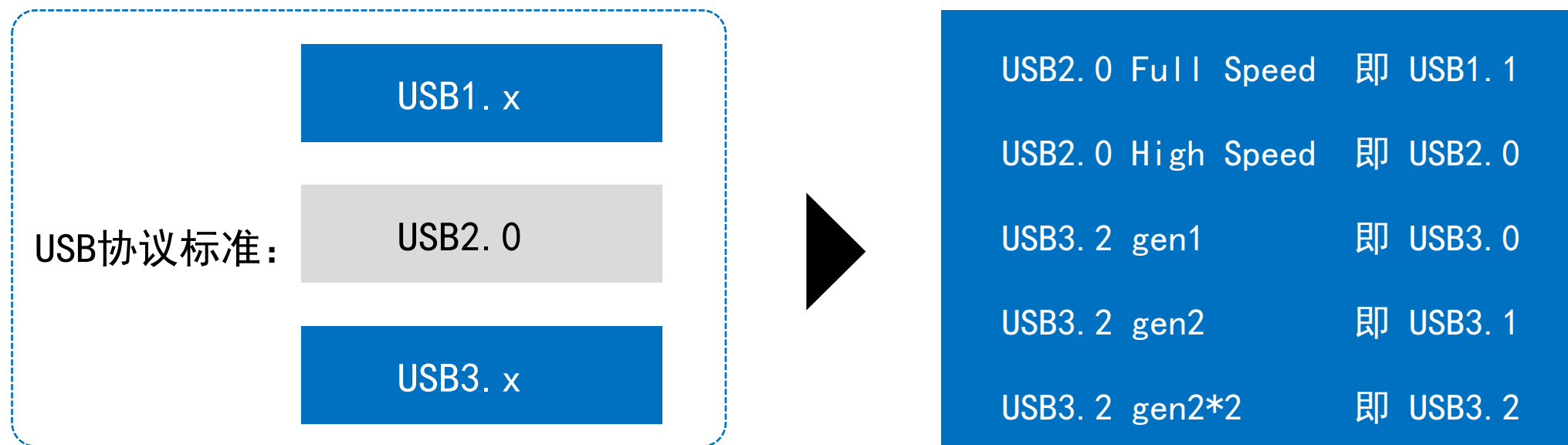
1.5Mbps/ 12Mbps/ 480Mbps/ 5Gbps/ 10Gbps/ 20Gbps多种等级

提供了适合各种应用的传输类型、协议

协议标准向下兼容，系统集成驱动，扩展性强，连接支持127个外部设备，拓扑结构，复合设备等。



USB发展背景



发展变化:

- USB1.1: 规范了USB低全速传输
- USB2.0: 规范了USB高速传输
- USB3.0: 采用8b/10b编码, 增加一对超高速差分线, 供电5V/0.9A
- USB3.1: 采用128b/132b编码, 速度提高一倍, 供电20V/5A, 同时增加了A/V影音传输标准
- USB3.2: 增加一对超高速传输通道, 速度再次翻倍, 只能在C型接口上运行

USB发展背景

- USB 速度等级: 1.5Mbps / 12Mbps / 480Mbps / 5Gbps / 10Gbps / 20Gbps

- USB 通讯接口:

12*2针接口

Type-C正反插，共4对超高速差分线

针脚	名称	
1	GND	GND
2	TX1+	RX1+
3	TX1-	RX1-
4	VBUS	VBUS
5	CC1	SBU2
6	D+	D-
7	D-	D+
8	SBU1	CC2
9	VBUS	VBUS
10	RX2-	TX2-
11	RX2+	TX2+
12	GND	GND

9针接口

针脚	名称
1	VBUS
2	D-
3	D+
4	GND
5	StdA_SSRX-
6	StdA_SSRX+
7	Shield
8	StdA_SSTX-
9	StdA_SSTX+

4针接口

针脚	名称
1	VBUS
2	D-
3	D+
4	GND

- USB 通讯介质及信号:

带屏蔽的双绞线缆,
差分阻抗 90Ω , 共模阻抗 30Ω
电压驱动型, 电流驱动型

- USB 资料网站:

开发者论坛 - <http://www.usb.org/>

- USB 物理接口



- USB Logo

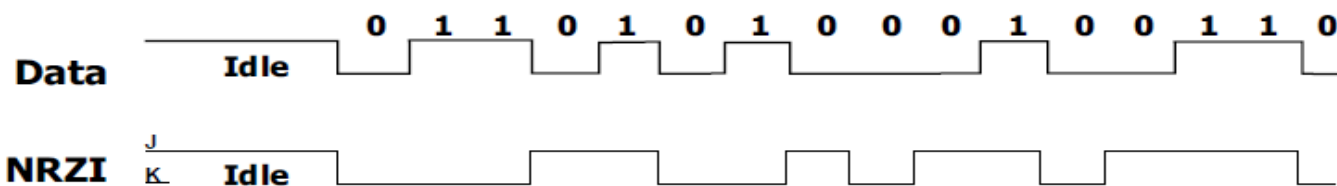


02

了解概念及术语



USB编/解码方式 —— 反向不归零 (NRZI) ; 位填充



规则：数据为0，电平翻转，数据为1，电平不翻转



位填充：在数据进行NRZI编码前，每6个连续的1信号之后都会插入1个0信号，以免电平不能突变丢失同步。

信号传输状态



J状态 (差分)

K状态 (差分)

SE0状态 (单端)

SE1状态 (单端)

J状态

Low Speed: 差分0 Full Speed: 差分1

K状态

Low Speed: 差分1 Full Speed: 差分0

SE0状态

D+ 和 D- 都为 0V

SE1状态

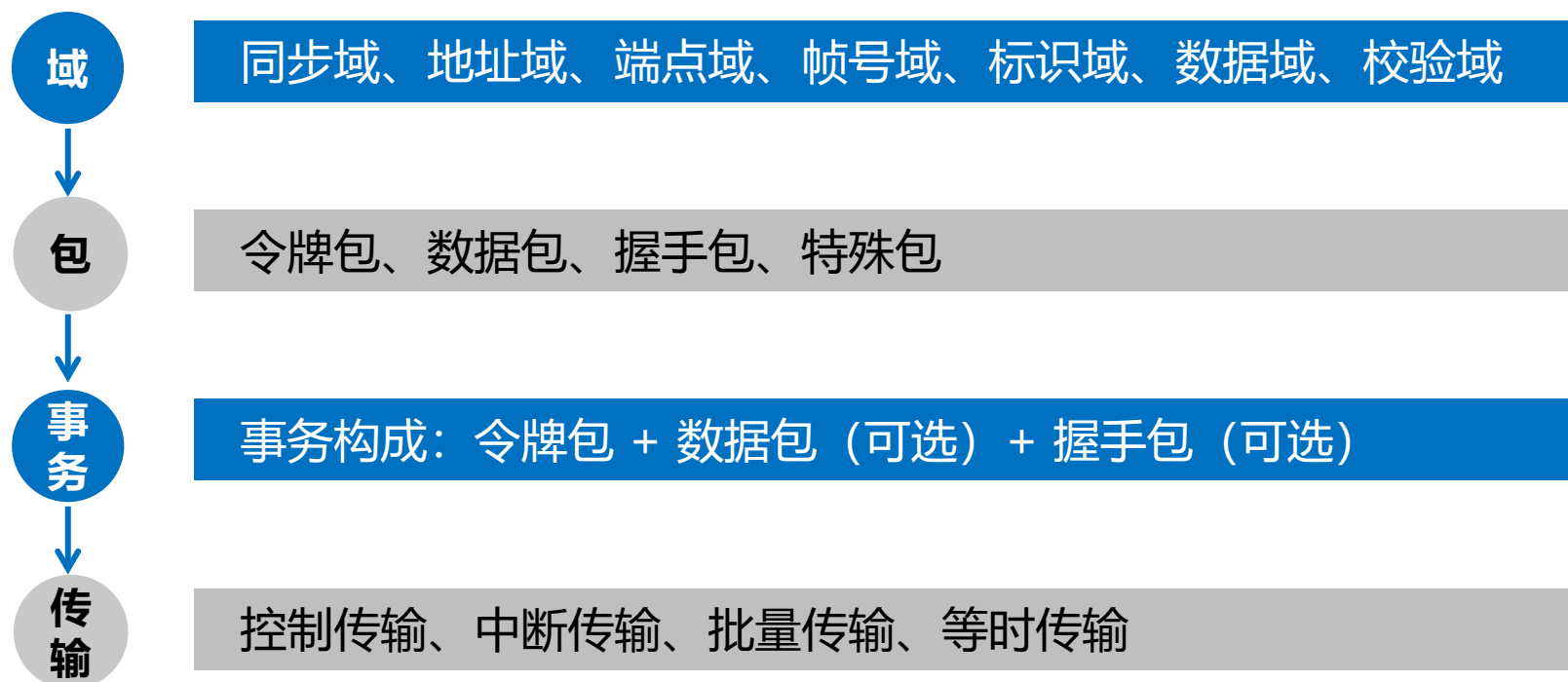
D+ 和 D- 都大于0.8V

差分0: D+ \approx 0V D- \approx 3V

差分1: D+ \approx 3V D- \approx 0V

- 帧的概念：一个时间单位，固定为1ms（低/全速），高速-微帧 125us。

- 通讯过程划分：



多个域 -> 包

多个包 -> 事务

多个事务 -> 传输



四种传输

主机获取设备信息、
状态，选择设备配置
等的一系列命令式工
作

01

控制传输

收发数据量少、周
期性传输

02

中断传输

利用任何可获得的
总线带宽进行数据
传输

03

批量传输

恒定速率、没有差
错控制的传输

04

等时传输

了解概念及术语



上传/下传

USB主机接收USB设备的数据称为上传，USB主机发送数据给USB设备称为下传



地址

主机管理设备，而为每一个连接的设备分配，主机最多可以分配127个地址



端点

USB设备中实际的物理单元。端点和地址决定了主机和设备之间通讯的物理通道



USB传输特点

物理传输双方角色一定是主机和设备；
一问一答传输方式，永远主机先发起包请求；

03

常用开发工具

USB 协议分析仪



分析仪



基于USB信号采集的硬件设备。主要通过捕获USB总线数据包进行协议解析，并实时上传分析软件，通过软件界面快速展示USB通讯全过程。是一款多用途的USB产品开发和测试工具。

特点



并联旁路连接、采集物理通讯全部数据并将其按标准协议转换显示

常用开发工具

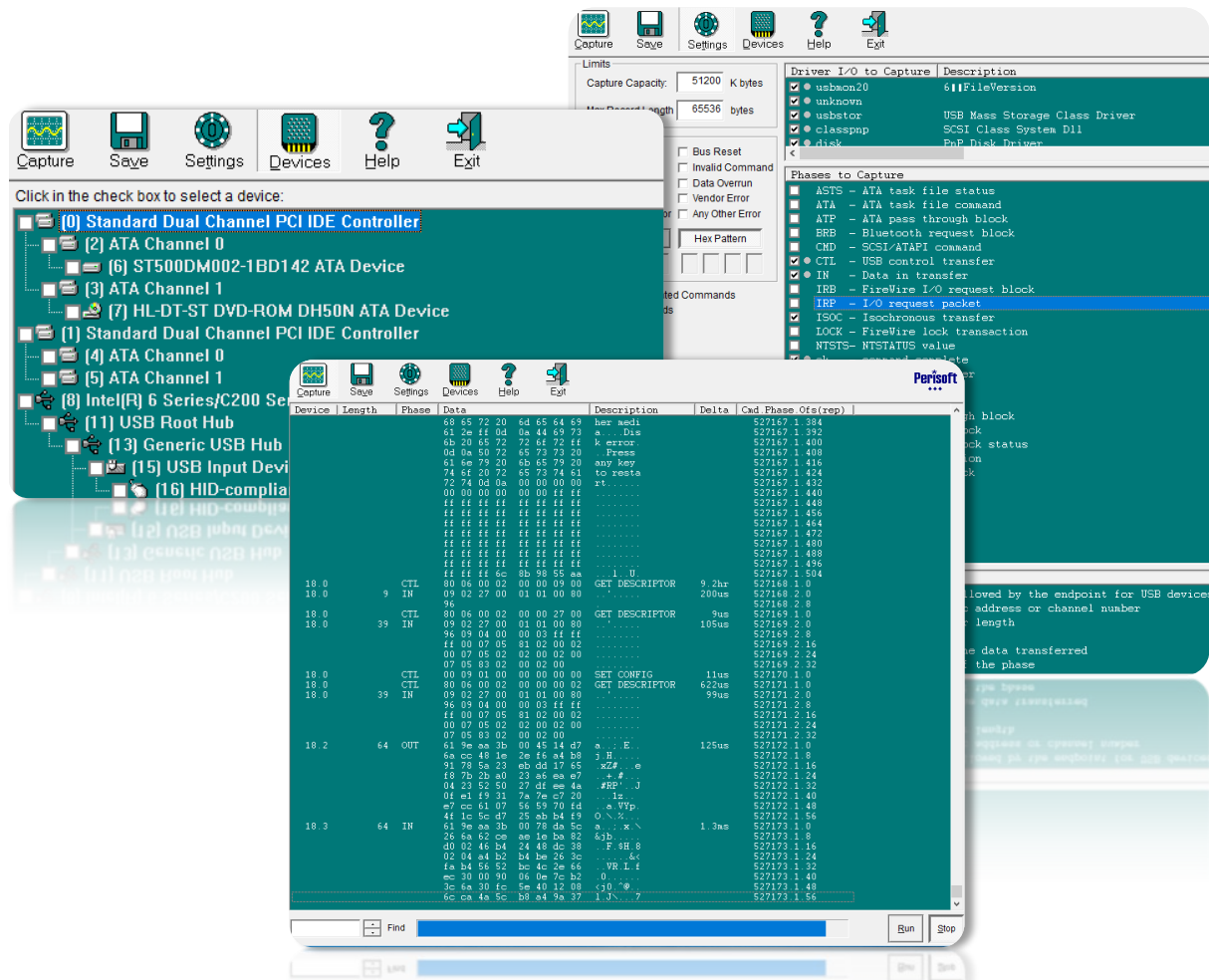
序号	令牌	地址	端点	数据	描述	事务间隔
SEQ 1	RESET (2)				Bus Reset	? ms
SEQ 2	EOP (65)				Low Eop	65 ms
→ 8.0	SETUP	00	00			0 ms
→ 3.1	DATA0			(8 byte) 80 06 00 01 00 00 40 00	Get_DevDesc:00	
← 3.2	ACK					
→ 4.0	IN	00	00			0 ms
← 4.1	DATA1			(8 byte) 12 01 00 02 00 00 00 08		
→ 4.2	ACK					
→ 5.0	IN	00	00			0 ms
← 5.1	DATA0			(8 byte) 61 04 15 4D 00 02 00 02		
→ 5.2	ACK					
SEQ 6	EOP				Low Eop	1 ms
→ 7.0	IN	00	00			0 ms
← 7.1	DATA1			(2 byte)		
→ 7.2	ACK					
→ 8.0	OUT	00	00			
← 8.1	DATA1			(0 byte)		
← 8.2	ACK					
SEQ 9	RESET					
SEQ 10	EOP (28)					

文件(F)	编辑(E)	视图(V)	设置(O)	记录(C)	帮助(H)
统计					
令牌	个数				
SETUP	22				
SOF	0				
IN	158117				
PING	4945				
OUT	4966				
PKE	0				
SPLIT	0				
DATA0	81543				
DATA1	81562				
DATA2	0				
MDATA	0				
ACK	163104				
NAK	0				
STALL	0				
WRET	4946				
BUS RESET	2				
BUS SUSPEND	1				
EOP	0				

事务	地址	端点	状态	速度	数据	长度	间隔时间
→ SETUP	0	0	ACK	HS	80 06 00 01 00 00 40 00	8 bytes	0.000 000 000
← IN	0	0	ACK	HS	12 01 00 02 00 00 00 40 75 1F 17 08 01 00 01 0...	18 bytes	0.000 047 916
→ OUT	0	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 009 133
→ SETUP	0	0	ACK	HS	00 05 05 00 00 00 00 00	8 bytes	0.003 465 283
← IN	0	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 030 216
→ SETUP	5	0	ACK	HS	80 06 00 01 00 00 12 00	8 bytes	0.061 822 383
← IN	5	0	ACK	HS	12 01 00 02 00 00 00 40 75 1F 17 08 01 00 01 0...	18 bytes	0.000 044 249
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 007 583
→ SETUP	5	0	ACK	HS	80 06 00 02 00 00 09 00	8 bytes	0.000 158 299
← IN	5	0	ACK	HS	09 02 20 00 01 01 00 80 32	9 bytes	0.000 042 433
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 006 583
→ SETUP	5	0	ACK	HS	80 06 00 02 00 00 FF 00	8 bytes	0.000 229 149
← IN	5	0	ACK	HS	09 02 20 00 01 01 00 80 32 09 04 00 00 02 08 ...	32 bytes	0.000 059 350
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 006 783
→ SETUP	5	0	ACK	HS	C0 E0 00 00 04 00 10 00	8 bytes	0.000 623 016
← IN	5	0	ACK	HS	28 00 00 00 00 01 04 00 01 00 00 00 00 00 00 ...	16 bytes	1.170 756 083
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 008 749
→ SETUP	5	0	ACK	HS	C0 E0 00 00 04 00 28 00	8 bytes	0.000 293 249
← IN	5	0	ACK	HS	28 00 00 00 00 01 04 00 01 00 00 00 00 00 00 ...	40 bytes	0.000 049 233
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 009 949

- 物理方式并联接入USB通讯线路
- 支持低速、全速、高速USB信号采集
- 精准捕获物理信号，实时显示采集数据
- 内置4G的存储深度
- 方便易用的用户软件：提供复制、搜索、过滤、触发等功能

Bushound软件工具



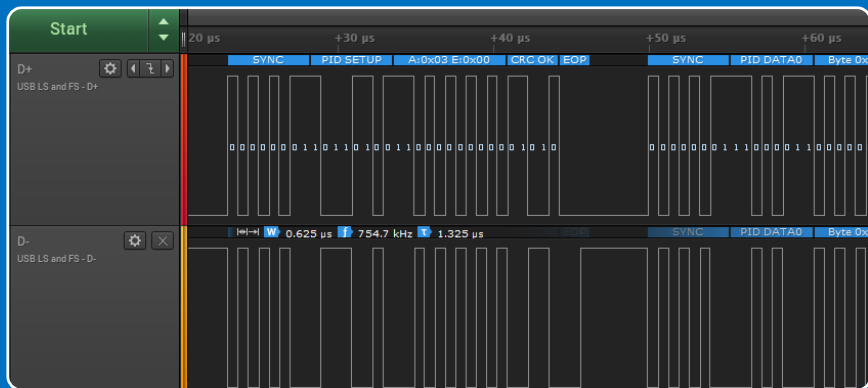
Bushound

- 一款专用于PC端USB等总线捕捉和分析的软件
- 主要捕捉来自设备的协议包和输入输出操作

特点

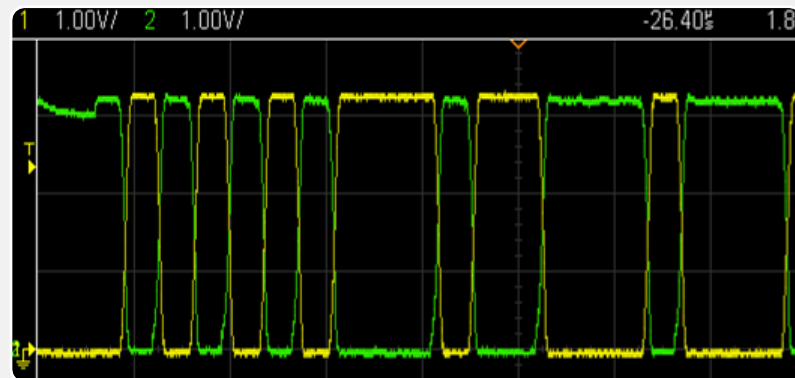
- 只采集PC驱动层数据、显示成功传输

逻辑分析仪及示波器



逻辑分析仪：

以逻辑电平状态表示捕捉的全速及低速USB通讯物理信号，更清晰看到USB设备交互过程的详细内容，包括应答、时间、包结构等。对于初学者直观认识USB通讯有很大帮助。



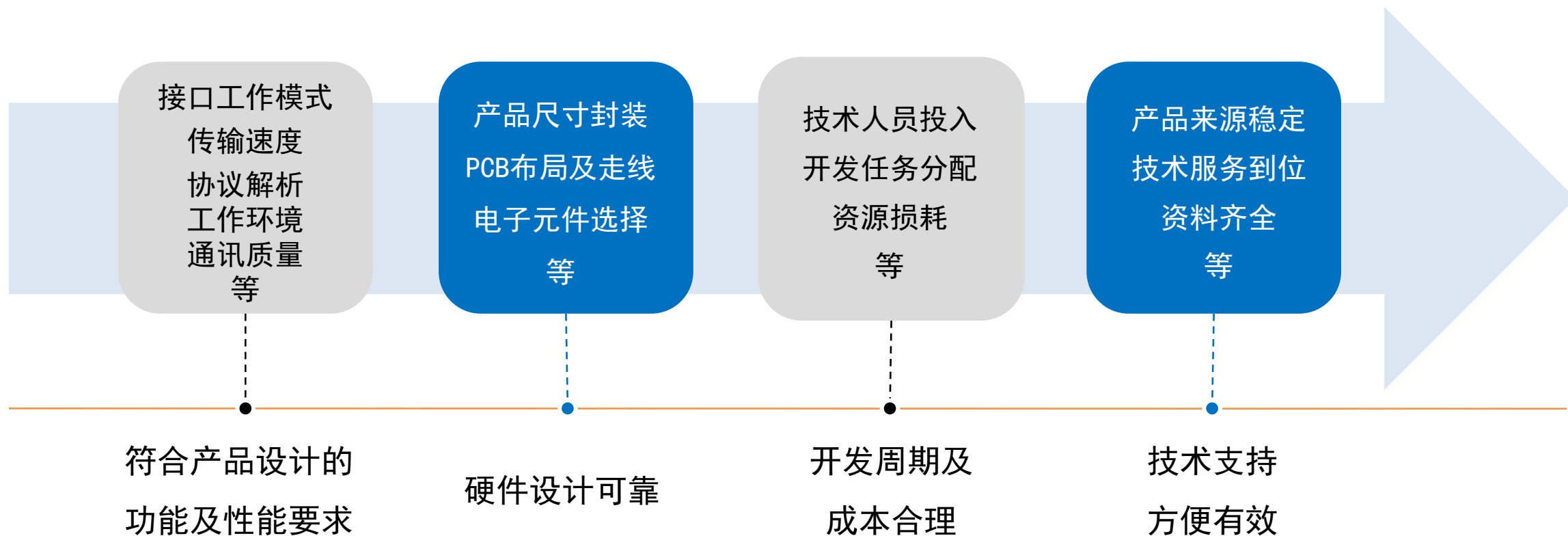
示波器：

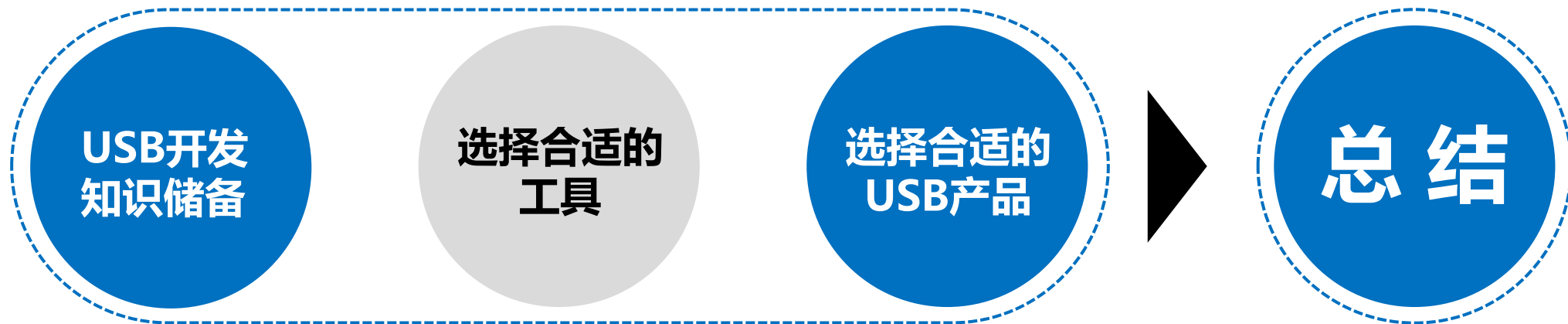
常见的信号捕捉仪器。对于USB应用偏向于帮助分析USB物理收发器的设计是否标准，信号质量、干扰等方面。

04

选择合适的USB产品

选择合适的USB产品





01. 研究型、专业型

02. 目标应用开发

03. 了解USB

01. 以学习为目的

02. 以解决问题为目的

01. 成本控制、快速应用

02. 技术可控性

03. 产品延展性



Thank you

感谢观赏



微信公众号

<http://wch.cn>

tech@wch.cn

025-84730668