

WS73V100 COB 场景星闪路由产测 Flash 方案

开发指南

文档版本 02

发布日期 2025-01-21

前言

概述

本文档详细的描述了 WS73V100 COB 场景星闪路由产测 Flash 方案开发指导，同时提供了常见的问题解答。





读者对象


本文档主要适用于以下人员：

- 技术支持工程师
- 软件开发工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 危险	表示如不可避免则将会导致死亡或严重伤害的具有高等级风险的危害。
 警告	表示如不可避免则可能导致死亡或严重伤害的具有中等级风险的危害。
 注意	表示如不可避免则可能导致轻微或中度伤害的具有低等级风险的危害。
 须知	用于传递设备或环境安全警示信息。如不可避免则可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。

符号	说明
	“须知”不涉及人身伤害。
 说明	对正文中重点信息的补充说明。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

修改记录

文档版本	发布日期	修改说明
02	2025-01-21	更新“4.2 校准数据”小节内容。
01	2024-08-05	第一次正式版本发布。

目 录

前言	i
1 概述.....	1
2 配置打开或关闭 Flash 功能.....	2
3 主控适配内容	3
3.1 主控与 WS73 数据接口	3
3.1.1 int bp_flash_get_temperature(int16_t *flash_temperature).....	3
3.1.2 int bp_flash_get_xotrim_coarse(uint8_t *flash_xotrim_coarse)	3
3.1.3 int bp_flash_get_xotrim_fine (uint8_t *flash_xotrim_fine)	4
3.1.4 int bp_flash_get_pwr_cali(int16_t *flash_pwr_cali)	4
3.1.5 int bp_flash_get_ble_mac (uint8_t *flash_ble_mac_addr, int32_t len).....	4
3.1.6 int bp_flash_get_sle_mac (uint8_t *flash_sle_mac_addr, int32_t len)	4
3.2 主控与 Flash 读写接口	5
3.2.1 Int NearLinkSetBleMac(char *val)	5
3.2.2 Int NearLinkGetBleMac (char *val).....	5
3.2.3 Int NearLinkSetSleMac (char *val)	6
3.2.4 Int NearLinkGetSleMac (char *val).....	6
3.2.5 Int NearLinkSetTemperature (char *val)	6
3.2.6 Int NearLinkGetTemperature (char *val).....	7
3.2.7 Int NearLinkSetXotrimCoarse (char *val)	7
3.2.8 Int NearLinkGetXotrimCoarse (char *val).....	7
3.2.9 Int NearLinkSetXotrimFine (char *val).....	7
3.2.10 Int NearLinkGetXotrimFine (char *val)	8
3.2.11 Int NearLinkSetPwrCali (char *val)	8
3.2.12 Int NearLinkGetPwrCali (char *val).....	8
4 使用介绍.....	10
4.1 产线测试基本流程	10
4.2 校准数据.....	11

4.2.1 频偏.....	12
4.2.2 温度.....	13
4.2.3 功率.....	14
5 注意事项.....	16

深圳市安信可科技有限公司

1 概述

目前 WS73E 产线装备测试校准值和 Mac 地址采用 eFuse 存储方案，不支持擦除和反复写入。为支持部分 COB 场景装备测试反复读写校准数据和 Mac 地址的需求，适配了 Flash 读写方案，主控负责与 Flash 交互读写，将数据传给 WS73。产测命令不更改，装备新增命令实现 Flash 写入。

- WS73 提供读取需要写入 Flash 的校准数据的命令，不支持直接写 Flash，由主控侧进行写 Flash 操作。
- 主控提供 WS73 所需的各项数据的 Flash 读取接口。

2 配置打开或关闭 Flash 功能

在配置文件中进行配置。在对应主控的.config 文件中进行配置：

- CONFIG_INI_BSLE_USE_FLASH=1；开启 Flash 功能。
- CONFIG_INI_BSLE_USE_FLASH=0；关闭 Flash 功能。

3

主控适配内容

3.1 主控与 WS73 数据接口

3.2 主控与 Flash 读写接口

3.1 主控与 WS73 数据接口

WS73SDK 中，读取 Flash 的接口格式已经确定。主控侧需提供以下接口，并将其 EXPORT_SYMBOL 出来，成功返回 0 失败返回非 0：

获取 mac 地址需要保证获取的地址正确不然函数返回值为非 0。

约定：当读取的值是无效值(未经过写入的默认值) 则返回失败，buf 中返回全 0。

3.1.1 int bp_flash_get_temperature(int16_t *flash_temperature)

- 功能：WS73 读取 Flash 中的温度。
- 入参：
flash_temperature：产线校准时的温度值，范围 -40~+120 °C。
- 返回值：
0：成功；
非 0：失败，失败包括读 Flash 失败，超出阈值等情况

3.1.2 int bp_flash_get_xotrim_coarse(uint8_t *flash_xotrim_coarse)

- 功能：WS73 读取 Flash 中的频偏粗调值。
- 入参：
flash_xotrim_coarse：产线校准时的频偏粗调值，范围 0~15。

- 返回值：
0：成功；
非 0：失败，失败包括读 Flash 失败，超出阈值等情况。

3.1.3 int bp_flash_get_xotrim_fine (uint8_t *flash_xotrim_fine)

- 功能：WS73 读取 Flash 中的频偏细调值。
- 入参：
flash_xotrim_coarse：产线校准时的频偏细调值，范围 0~127。
- 返回值：
0：成功；
非 0：失败，失败包括读 Flash 失败，超出阈值等情况。

3.1.4 int bp_flash_get_pwr_cali(int16_t *flash_pwr_cali)

- 功能：WS73 读取 Flash 中的功率校准值。
- 入参：
flash_pwr_cali：产线校准时的功率校准值。
- 返回值：
0：成功；
非 0：失败，失败包括读 Flash 失败等情况。

3.1.5 int bp_flash_get_ble_mac (uint8_t *flash_ble_mac_addr, int32_t len)

- 功能：WS73 读取 Flash 中的 ble mac 地址。
- 入参：
flash_ble_mac_addr：flash 中的 ble mac 地址的值；
len：ble mac 地址的长度。
- 返回值：
0：成功；
非 0：失败，失败包括读 Flash 失败，mac 地址为未修改的默认值等情况。

3.1.6 int bp_flash_get_sle_mac (uint8_t *flash_sle_mac_addr, int32_t len)

- 功能：WS73 读取 Flash 中的 sle mac 地址。

- 入参：
flash_sle_mac_addr: flash 中的 sle mac 地址的值；
len: sle mac 地址的长度。
- 返回值：
0: 成功；
非 0: 失败，失败包括读 Flash 失败，mac 地址为未修改的默认值等情况。

3.2 主控与 Flash 读写接口

主控侧在装备测试时，自行调用主控的 Flash 接口进行 WS73 产测数据的写入和读取。
以下仅供参考，可以自行定义：

3.2.1 Int NearLinkSetBleMac(char *val)

- 功能：写入 BLE mac 地址到 Flash。
- 入参：
val: 6Byte (ble mac 地址，将 val 的数据写入 Flash)；
mac 地址大端序写入，大端序读出。
- 返回值：
0: 成功；
非 0: 失败。
- 装备命令参考：equipnlcmd setblemac xxx。

3.2.2 Int NearLinkGetBleMac (char *val)

- 功能：从 Flash 读取 BLE mac 地址。
- 入参：
val: 6Byte (ble mac 地址，将 Flash 中的数据写入 val)；
mac 地址大端序写入，大端序读出。
- 返回值：
0: 成功；
非 0: 失败。
- 装备命令参考：equipcmd disblemac。

- 回显格式: "nl blemac: xxx"。

3.2.3 Int NearLinkSetSleMac (char *val)

- 功能: 写入 SLE mac 地址到 Flash。
- 入参:
val: 6Byte (sle mac 地址, 将 val 的数据写入 Flash);
mac 地址大端序写入, 大端序读出。
- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd setslemac xxx。

3.2.4 Int NearLinkGetSleMac (char *val)

- 功能: 从 Flash 读取 SLE mac 地址。
- 入参:
val: 6Byte (sle mac 地址, 将 Flash 中的数据写入 val);
mac 地址大端序写入, 大端序读出。
- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipnlcmd disslemac。
- 回显格式: "nl slemac: xxx"。

3.2.5 Int NearLinkSetTemperature (char *val)

- 功能: 写入温度到 Flash。
- 入参:
val: 2Byte (温度大小范围-40~120, 将 val 的数据写入 Flash)。
- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd settemperature xxx。

3.2.6 Int NearLinkGetTemperature (char *val)

- 功能：从 Flash 中读取温度。
- 入参：
val: 2Byte (温度大小范围-40~120, 将 Flash 的数据写入 val)。
- 返回值：
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd distemperature。
- 回显格式: "nl temperature: xxx"。

3.2.7 Int NearLinkSetXotrimCoarse (char *val)

- 功能：写入频偏粗调值到 Flash。
- 入参：
val: 1Byte (频偏粗调值大小范围 0~15, 将 val 的数据写入 Flash)。
- 返回值：
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd setxotrimcoarse xxx。

3.2.8 Int NearLinkGetXotrimCoarse (char *val)

- 功能：从 Flash 中读取频偏粗调值。
- 入参：
val: 1Byte (频偏粗调值大小范围 0~15, 将 Flash 的数据写入 val)。
- 返回值：
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd disxotrimcoarse。
- 回显格式: "nl xotrimcoarse: xxx"。

3.2.9 Int NearLinkSetXotrimFine (char *val)

- 功能：写入频偏细调值到 Flash。
- 入参：

val: 1Byte (频偏粗调值大小范围 0~127, 将 val 的数据写入 Flash)。

- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd setxotrimfine xxx。

3.2.10 Int NearLinkGetXotrimFine (char *val)

- 功能: 从 Flash 中读取频偏细调值。
- 入参:
val: 1Byte (频偏细调值大小范围 0~127, 将 Flash 的数据写入 val)。
- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd disxotrimfine。
- 回显格式: "nl xotrimfine: xxx"。

3.2.11 Int NearLinkSetPwrCali (char *val)

- 功能: 写入功率校准结果到 Flash。
- 入参:
val: 2Byte (功率校准结果, 将 val 的数据写入 Flash)。
- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。
- 装备命令参考: equipcmd setpwrcali xxx。

3.2.12 Int NearLinkGetPwrCali (char *val)

- 功能: 从 Flash 中读取功率校准结果。
- 入参:
val: 2Byte (功率校准结果, 将 Flash 的数据写入 val)。
- 返回值:
0: 成功;
非 0: 失败。

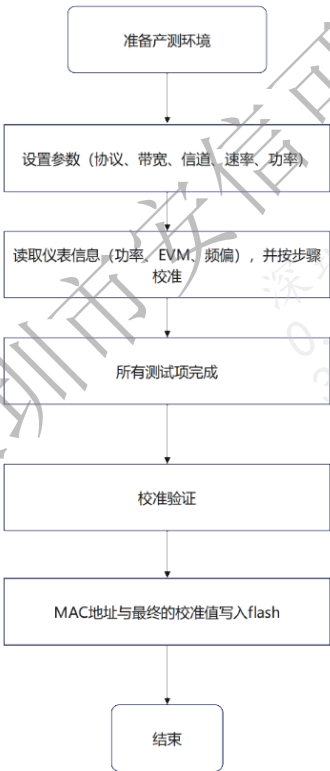
- 装备命令参考：equipcmd dispwrcali。
- 回显格式：“nl pwr cali: xxx”。

深圳市安信可科技有限公司

4 使用介绍

- 4.1 产线测试基本流程
- 4.2 校准数据

4.1 产线测试基本流程



4.2 校准数据

Flash 方案与 eFuse 方案，校准流程一致，区别在于：

- eFuse 方案在校准完成后，将校准结果写入 WS73 芯片的 eFuse，其中：
 - 写入 eFuse 的频偏校准结果来自于内部寄存器，外部无需读取保存后下发。
 - 写入 eFuse 的校准温度来自于频偏校准后的命令读取。
 - 写入 eFuse 的功率校准结果来自于校准过程内部计算，存在内存全局变量中，外部无需读取保存后下发。
 - 写入 eFuse 的 Mac 地址来自于客户界面输入。
- Flash 方案在校准完成后，将校准结果写入主控的 Flash，其中：
 - 写入 Flash 的频偏校准结果来自于命令读取或上位机校准过程记录，保存后通过主控写入 Flash。
 - 写入 Flash 的校准温度来自于频偏校准后的命令读取，保存后通过主控写入 Flash。
 - 写入 Flash 的功率校准结果来自于校准过程内部计算，存在内存全局变量中，通过命令读取，保存后通过主控写入 Flash。
 - 写入 Flash 的 Mac 地址来自于客户界面输入，通过主控写入 Flash。

确认 ws73_cfg.ini 和 ws73_mfg_cfg.ini 文件中 bsle_use_flash 开关已打开，通过主控自身的 Flash 写接口写入所有对应项的值，重启单板后 Flash 参数生效。

在校准之前对校准数据进行初始化：

重置校准结果	<ul style="list-style-type: none">• 命令格式 <code>bpcmd^cali_reset</code>• 响应 CMD Send OK 04 0E 05 01 BD FD val1 val2<ul style="list-style-type: none">- val1: 命令执行状态, 00: OK 其他: FAIL- val2: 命令号• 示例: <code>bpcmd^cali_reset</code>
--------	--

	串口打印： CMD Send OK 04 0E 05 01 BD FD 00 10
--	---

4.2.1 频偏

1. 下发常发命令，设置 2442M 频点、255 包长度、PRBS9 包类型、1M phy：

```
bpcmd^ble_tx 14 ff 00 01
```

具体参数请参见《WS73V100 模组产线工装 用户指南》“测试命令”小节中的 BLE 常发命令。
2. 将频偏粗调和细调设置为中间值或经验值：

```
bpcmd^xotrim_corse 8  
bpcmd^xotrim_fine 64
```
3. 装备从仪表端读取频偏值，然后根据频偏测试情况，决定是否下发调整晶振负载电容的指令。

频偏上偏时，增大电容值，频偏下偏时，减少电容值。当频偏在[-10ppm, 10ppm]范围以外时，使用二分法调用频偏粗调命令进行频率调整。

当频偏值达到[-10ppm, 10ppm]以内，或者粗调值到达边界（0 或 15），则开始细调。粗调命令如下：

```
bpcmd^xotrim_corse <value>
```

参数说明：
value：频偏粗调值，取值范围：0~15，默认值：8。
4. 粗调后，继续从仪表端读取频偏值，当频偏在[-5ppm, 5ppm]范围以外时，使用二分法调用频偏细调命令进行频率调整。当达到[-5ppm, 5ppm]以内，停止调整，校准成功；当细调值达到边界值（0 或 127），而频偏仍然没达到[-5ppm, 5ppm]以内，则判定校准失败。细调命令如下：

```
bpcmd^xotrim_fine <value>
```

参数说明：
value：频偏细调值，取值范围：0~127，默认值：64。
5. 校准步骤完成后，执行关闭常发，命令如下：

```
bpcmd^ble_trx_end
```
6. 获取频偏校准值结果

读频偏校准结果	<ul style="list-style-type: none">命令格式 <pre>bpcmd^xotrim_rd_reg</pre>
---------	---

- 响应
CMD Send OK
04 0E 07 01 BD FD val1 val2 val3 val4
 - val1: 命令执行状态,
00: OK
其他: FAIL
 - val2: 命令号
 - val3: 粗调值, 低 4bits 为有效值, 范围: 0x0 ~ 0xF
 - val4: 细调值, 范围: 00 ~ FF
- 示例:

bpcmd^xotrim_rd_reg

串口打印:

CMD Send OK

04 0E 07 01 BD FD 00 0F 08 3F

粗调值为: 8, 细调值为: 63。

```
equipcmd setxotrimcoarse xxx
equipcmd setxotrimfine xxx
```

4.2.2 温度

1. `bpcmd^read temp` 读取当前温度。

- 命令格式
`bpcmd^read_temp`
- 响应
CMD Send OK
04 0E 07 01 BD FD val1 val2 val3 val4
 - val1: 命令执行状态。
00: OK
其他: FAIL
 - val2: 命令号。

	<div><div>- val3、val4：温度值，16 进制小端字节序表示，有符号数，最高 Bit 为符号位。</div><div><div>• 示例：</div><div>bpcmd^read_temp</div><div>串口打印：</div><div>CMD Send OK</div><div>04 0E 07 01 BD FD 00 04 1B 00</div><div>温度为：001B，十进制表示为 27°C。</div></div></div>
--	---

2. 主控通过装备命令，将温度值写入 Flash，例如：

```
equipcmd settemperature xxx
```

4.2.3 功率

1. 下发设置功率校准放大系数命令（输入参数一般使用：00 00）：

```
bpcmd^pwr Cali_set_curve <flag> <value>
```

参数说明：

flag：功率校准常数项放大系数标志；0：使用默认设置， 1：使用 value 值。

value：功率校准常数项放大系数，取值范围：0~15。

参数请参见《WS73V100 模组产线工装 用户指南》“测试命令”小节中的设置功率曲线常数项放大系数命令。

2. 下发常发命令，设置 2442M 频点、255 包长度、PRBS9 包类型、1M phy：

```
bpcmd^ble_tx 14 ff 00 01
```

3. 仪表读取功率值，若实测功率与设定功率差[-4,+4]dB 范围以外，则判定为坏片，异常退出；否则将目标功率和实测功率下发，计算补偿值，命令如下：

```
bpcmd^pwr Cali_set_pwr <target_pwr> <msr_pwr>
```

参数说明：

target_pwr： 目标功率，单位 0.1dBm，取值范围 0 ~ 300。

msr_pwr： 实测功率，单位 0.1dBm，取值范围 0 ~ 300。

参数请参见《WS73V100 模组产线工装 用户指南》“测试命令”小节中的下发实测功率命令。

4. 关闭常发，命令如下：

```
bpcmd^ble_trx_end
```

5. 读取放大系数和补偿值，命令如下（可选）：

```
bpcmd^pwr cali_rd_comp
```

6. 应用功率校准补偿值，命令如下：

```
bpcmd^pwr cali_set_comp
```

7. 开启 BLE 常发，验证功率校准补偿结果，命令如下：

```
bpcmd^ble_tx 14 ff 00 01
```

参数请参见《WS73V100 模组产线工装 用户指南》“测试命令”小节中的 BLE 常发命令。

8. 仪器读取功率，验证是否达到目标，关闭 BLE 常发，命令如下：

```
bpcmd^ble_trx_end
```

9. 主控通过装备命令，将功率校准值写入 Flash，例如：

```
equipcmd setpwr cali xxx
```

功率校准值来源于步骤 5 中下发 bpcmd^pwr cali_rd_comp 命令获取的补偿值，如下所示：

读取功率校准补偿值	<ul style="list-style-type: none">命令格式 bpcmd^pwr cali_rd_comp响应 CMD Send OK 04 0E 08 01 BD FD val1 val2 val3 val4 val5<ul style="list-style-type: none">val1：命令执行状态。 00：OK 其他：FAILval2：命令号。val3：放大系数，范围：00 ~ 0F。val4、val5：功率校准补偿值，最高 Bit 为符号位。示例： bpcmd^pwr cali_rd_comp 串口打印： CMD Send OK 04 0E 08 01 BD FD 00 0B 0A 5D 00 放大系数：2¹⁰=1024；补偿值：93 (0x005D)
-----------	---

5 注意事项

1. 芯片选择参数优先级：Flash > eFuse > 芯片默认值；
2. 若使用 Flash，则校准项必须全部有值，否则判定所有 Flash 数据无效。
3. 所有写入 Flash 中的校准值必须满足在取值范围内，否则判定所有 Flash 数据无效；
4. BLE SLE mac 地址必须填写其中一个，否则判定所有 Flash 数据无效；
5. 产测数据（校准、温度、mac 等）全部写在 Flash 或全部写在 eFuse，不支持一部分存在 eFuse 一部分存在 Flash；
6. 使用 Flash 方案，原读取 eFuse 参数的命令，上报的将是本次上电时传进芯片的该项 Flash 数据，eFuse 写入命令作用不变。