

HLK-ZW651

用户使用手册



深圳市海凌科电子有限公司

地址：深圳龙华民治留仙大道24号彩悦大厦西大门三楼

<https://www.hlktech.com/>

版权所有©深圳市海凌科电子有限公司

未经授权任何单位和个人，不得以任何形式复制、出版、传播和存储本文件的任何部分或全部内容。如有侵权行为将被追究相关法律责任。

版本历史

| 版本 | 日期 | 修改内容 | | |
|--------|------------|------|-----|------|
| | | 章节 | 修订人 | 内容 |
| V1.1 | 2021.06.18 | | | 首次发布 |
| V1.2 | 2021.07.02 | | | 修订更新 |
| V1.3.1 | 2021.08.05 | | | 修订更新 |

目录

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 版本历史..... | II |
| 目录..... | III |
| 附图目录..... | V |
| 表格目录..... | VI |
| 缩写与术语..... | IX |
| 1 开始..... | 1 |
| 2 简介..... | 1 |
| 3 关于本手册..... | 1 |
| 4 工作原理..... | 1 |
| 5 产品用途..... | 1 |
| 6 产品特点..... | 2 |
| 7 产品规格..... | 2 |
| 8 基本特征..... | 4 |
| 8.1 物理特性..... | 4 |
| 8.2 硬件接口..... | 4 |
| 9 通讯接口..... | 6 |
| 9.1 串行通讯接口..... | 6 |
| 10 软件开发指南..... | 7 |
| 10.1 参数表..... | 7 |
| 10.2 系统参数存储区结构..... | 12 |
| 10.3 用户记事本..... | 13 |
| 10.4 缓冲区与指纹库..... | 13 |
| 10.5 特征与模板..... | 13 |
| 10.6 ROM 及传感器驱动..... | 13 |
| 10.7 口令与地址..... | 13 |
| 10.8 上电握手信号..... | 14 |
| 11 指令集..... | 15 |
| 12 指令格式详解..... | 19 |
| 12.1 指令包/数据包格式..... | 19 |
| 12.2 指令应答..... | 20 |
| 12.3 指令详解..... | 22 |
| 12.3.1 验证用获取图像 PS_GetImage..... | 22 |
| 12.3.2 注册用获取图像 PS_GetEnrollImage..... | 22 |
| 12.3.3 生成特征 PS_GenChar..... | 23 |
| 12.3.4 搜索指纹 PS_Search..... | 24 |
| 12.3.5 合并特征（生成模板）PS_RegModel..... | 25 |
| 12.3.6 储存模板 PS_StoreChar..... | 25 |
| 12.3.7 写系统寄存器 PS_WriteReg..... | 26 |
| 12.3.8 读系统基本参数 PS_ReadSysPara..... | 27 |

| | | |
|---------|-------------------------------------|----|
| 12.3.9 | 采样随机数 PS_GetRandomCode..... | 28 |
| 12.3.10 | 高速搜索 PS_HighSpeedSearch..... | 29 |
| 12.3.11 | 获取芯片唯一序列号 PS_Get_UID..... | 29 |
| 12.3.12 | 握手指令 PS_Shack_Hand..... | 30 |
| 12.3.13 | 校验传感器 PS_Sensor_Status..... | 30 |
| 12.3.14 | 上传模板 PS_Up_Template_From_Flash..... | 31 |
| 12.3.15 | 下载模板 PS_Down_Template_To_Flash..... | 32 |
| 12.3.16 | 读索引表 PS_ReadIndexTable..... | 33 |
| 12.3.17 | 写记事本 PS_WriteNotepad..... | 33 |
| 12.3.18 | 读记事本 PS_ReadNotepad..... | 34 |
| 12.3.19 | 获取软件版本 PS_Up_Software_Version..... | 34 |
| 12.3.20 | 白板唤醒模式 Wake_Up_Mode..... | 35 |
| 12.4 | 模块指令集..... | 36 |
| 12.4.1 | 自动注册模板 PS_AutoEnroll..... | 36 |
| 12.4.2 | 自动验证指纹 PS_AutoIdentify..... | 38 |
| 12.4.3 | 删除模板 PS_DeletChar..... | 40 |
| 12.4.4 | 清空指纹库 PS_Empty..... | 40 |
| 12.4.5 | 取消指令 PS_Cancel..... | 41 |
| 12.4.6 | 休眠指令 PS_Sleep..... | 42 |
| 12.4.7 | 读有效模板个数 PS_ValidTemplateNum..... | 42 |
| 12.4.8 | 设置口令 PS_SetPwd..... | 43 |
| 12.4.9 | 验证口令 PS_VfyPwd..... | 43 |
| 13 | 功能实现示例..... | 45 |
| 13.1 | 按两次指纹登录一个模板存于 flash 指纹库..... | 45 |
| 13.2 | 从传感器读入现场指纹并搜索从 10—100 的指纹库区间..... | 47 |
| 13.3 | UART 命令包的处理过程..... | 48 |
| 13.4 | UART 数据包的发送过程..... | 49 |
| 13.5 | UART 数据包的接收过程..... | 50 |
| 13.6 | 自动注册模板流程..... | 51 |
| 13.7 | 自动验证指纹流程..... | 52 |
| 14 | 附录 A：默认设置表..... | 53 |
| 15 | 附录 B：GPIO和LED状态表..... | 53 |
| 16 | 附录 C：ASCII 码表..... | 54 |

附图目录

| | | |
|-------|---|----|
| 图 7-1 | 功能实现示例 1：获取两次指纹图像 | 45 |
| 图 7-2 | 功能实现示例 1：注册模板并将模板存于 flash 指纹库 | 45 |
| 图 7-3 | 功能实现示例 2：从传感器读入现场指纹并搜索从 10—100 的指纹库区间 | 47 |
| 图 7-4 | 功能实现示例 3：UART 命令包的处理过程 | 48 |
| 图 7-5 | 功能实现示例 4：UART 数据包的发送过程 | 49 |
| 图 7-6 | 功能实现示例 5：UART 数据包的接收过程 | 50 |

表格目录

| | | |
|--------|-------------------|----|
| 表 2-4 | 接口描述 | 5 |
| 表 4-1 | 系统参数表 | 7 |
| 表 4-2 | 状态寄存器格式 | 8 |
| 表 4-3 | 系统参数存储区结构 | 12 |
| 表 4-4 | 特征文件头格式 | 13 |
| 表 4-5 | 特征单元格式 | 13 |
| 表 6-1 | 命令包格式 | 19 |
| 表 6-2 | 数据包格式 | 19 |
| 表 6-3 | 结束包格式 | 19 |
| 表 6-4 | 应答包格式 | 20 |
| 表 6-5 | 录入图像指令包格式 | 22 |
| 表 6-6 | 录入图像指令应答包格式 | 22 |
| 表 6-7 | 录入图像指令包格式 | 23 |
| 表 6-8 | 录入图像指令应答包格式 | 23 |
| 表 6-9 | 生成特征指令包格式 | 23 |
| 表 6-10 | 生成特征指令应答包格式 | 23 |
| 表 6-11 | 搜索指纹指令包格式 | 24 |
| 表 6-12 | 搜索指纹指令应答包格式 | 24 |
| 表 6-13 | 合并特征（生成模板）指令包格式 | 25 |
| 表 6-14 | 合并特征（生成模板）指令应答包格式 | 25 |
| 表 6-15 | 储存模板指令包格式 | 25 |
| 表 6-16 | 储存模板指令应答包格式 | 26 |
| 表 6-17 | 写系统寄存器指令包格式 | 26 |
| 表 6-18 | 写系统寄存器指令应答包格式 | 26 |
| 表 6-19 | 寄存器配置表 | 27 |
| 表 6-20 | 读系统基本参数指令包格式 | 27 |
| 表 6-21 | 读系统基本参数指令应答包格式 | 27 |
| 表 6-22 | 系统基本参数列表 | 28 |
| 表 6-23 | 采样随机数指令包格式 | 28 |
| 表 6-24 | 采样随机数指令应答包格式 | 28 |
| 表 6-25 | 高速搜索指令包格式 | 29 |
| 表 6-26 | 高速搜索指令应答包格式 | 29 |
| 表 6-27 | 获取芯片唯一序列号指令包格式 | 29 |
| 表 6-28 | 获取芯片唯一序列号指令应答包格式 | 30 |
| 表 6-29 | 握手指令指令包格式 | 30 |
| 表 6-30 | 握手指令应答包格式 | 30 |
| 表 6-31 | 校验传感器指令包格式 | 31 |
| 表 6-32 | 校验传感器应答包格式 | 31 |

| | | |
|--------|-------------------|----|
| 表 6-33 | 上传模板指令包格式 | 31 |
| 表 6-34 | 上传模板应答包格式 | 31 |
| 表 6-35 | 上传模板数据包格式 | 32 |
| 表 6-36 | 下载模板指令包格式 | 32 |
| 表 6-37 | 下载模板应答包格式 | 32 |
| 表 6-38 | 下载模板数据包格式 | 32 |
| 表 6-39 | 读索引表指令包格式 | 33 |
| 表 6-40 | 读索引表指令应答包格式 | 33 |
| 表 6-41 | 写记事本指令包格式 | 33 |
| 表 6-42 | 写记事本指令应答包格式 | 33 |
| 表 6-43 | 写记事本指令应答包格式 | 34 |
| 表 6-44 | 读记事本指令包格式 | 34 |
| 表 6-45 | 读记事本指令应答包格式 | 34 |
| 表 6-46 | 获取软件版本指令包格式 | 35 |
| 表 6-47 | 获取软件版本应答包格式 | 35 |
| 表 6-48 | 获取系统状态指令包格式 | 35 |
| 表 6-49 | 获取系统状态主机应答包格式 | 35 |
| 表 6-50 | 指纹模块唤醒主机指令包格式 | 35 |
| 表 6-51 | 自动注册模板指令包格式 | 36 |
| 表 6-52 | 自动注册模板指令正常流程应答包格式 | 37 |
| 表 6-53 | 自动注册模板应答包释义速查表 | 37 |
| 表 6-54 | 自动验证指纹指令包格式 | 38 |
| 表 6-55 | 自动验证指纹指令应答包格式 | 39 |
| 表 6-56 | 自动验证指纹应答包释义速查表 | 39 |
| 表 6-57 | 删除模板指令包格式 | 40 |
| 表 6-58 | 删除模板指令应答包格式 | 40 |
| 表 6-59 | 清空指纹库指令包格式 | 41 |
| 表 6-60 | 清空指纹库指令应答包格式 | 41 |
| 表 6-61 | 读索引表指令包格式 | 41 |
| 表 6-62 | 读索引表指令应答包格式 | 41 |
| 表 6-63 | 读索引表指令包格式 | 42 |
| 表 6-64 | 读索引表指令应答包格式 | 42 |
| 表 6-65 | 读有效模板个数指令包格式 | 42 |
| 表 6-66 | 读有效模板个数指令应答包格式 | 42 |
| 表 6-67 | 设置口令指令包格式 | 43 |
| 表 6-68 | 设置口令指令应答包格式 | 43 |
| 表 6-69 | 验证口令指令包格式 | 43 |
| 表 6-70 | 验证口令指令应答包格式 | 44 |

缩写与术语

- CBC : Cipher Block Chaining, 密码块链接
- ECB : Electronic Code Book, 电子密码本
- OFB : Output Feedback, 输出反馈模式
- CFB : Cipher Feedback, 密文反馈
- ECDSA : The Elliptic Curve Digital Signature Algorithm, 椭圆曲线数字签名算法
- PKI : Public Key Infrastructure, 公钥基础设施
- RSA : Rivest Shamir Adlemen, RSA 公钥算法
- TRNG : True Random Number Generator, 真随机数发生器
- JTAG : Joint Test Action Group, 边界测试扫描接口
- SCM : System Control Module, 系统控制模块
- GPIO : General Purpose Input/Output, 通用输入输出接口
- UART : Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, 通用异步收发器
- SQI : Serial Quad Interface, 四通道串行接口
- EFC : Embedded Flash Controller, 内嵌 Flash 控制器
- MPU : Memory Protection Unit, 存储器保护单元

1 开始

1.1 简介

HLK-ZW651 半导体指纹模块是集成了半导体传感器和指纹算法芯片为一体指纹处理模块，具有体积小、功耗低、接口简单等特点，模块可靠性高、干湿手指适应性好，指纹搜索速度快。

指纹图像读取时，对干湿手指都有灵敏的反应和判断，能获得最佳的成像质量，适用人群广泛。具备自学习功能，实际使用过程中越用越好用。

HLK-ZW651 模块还具备感应手指功能，当手指按压到指纹采集面时，模块 Touch 脚输出高电平。HLK-ZW651 模块通讯接口为 UART 接口，本模块作为从设备，由主设备发送相关命令对其进行控制。该模块具有可调节的安全等级功能、指纹特征数据的读/写功能。

1.2 关于本手册

本手册主要提供了 HLK-ZW651 半导体指纹模块的各种功能设置命令。通过熟悉本手册中各种功能命令的介绍，可以让 HLK-ZW651 完成各种功能，如录入指纹、对比指纹、清空指纹库等。产品在出厂时已经提供了适合大多数通常应用功能场合的指令，大多数情况下用户只需使用上位机进行简单的指令应答就可以投入使用，在本手册的附录中，列出了功能实现示例，可供参考。

1.3 工作原理

通过半导体成像原理，手指内侧表面的皮肤凹凸不平产生的纹路，会形成各种各样的指纹图像，皮肤的纹路在图案、断点和交叉点上各不相同，在信息处理中将它们称作“特征点”，每个手指的特征都是不同的，也就是说，是唯一的，依靠这种唯一性，我们就可以把一个人同他的指纹对应起来，通过对他的指纹和预先保存的指纹进行比较，就可以验证他的真实身份。

指纹识别系统通过特殊的半导体转换设备和图像处理技术，对指纹进行采集、分析和比对，可以自动、迅速、准确地鉴别出个人身份。系统主要包括对指纹图像采集、指纹图像处理、特征提取、特征值的比

对与匹配等过程。

1.4 产品用途

HLK-ZW651 模块应用广泛，只要涉及到授权、管理、开关等方面的功能，均可用 ZYCM03-AL168 模块的指纹识别功能来代替 IC 卡、密码、硬件开关等，适合从低端到高端的所有系统，比如：教育白板、智能平板等安全领域：

1.5 产品特点

HLK-ZW651 具有体积小、功耗低、接口简单\可靠性高、识别速度快、干湿手指适应性好，指纹搜索速度快的特点。指纹图像读取时，对干湿手指都有灵敏的反应和判断，获得最佳的成像质量，适用人群广泛。

也可定制自学习适应功能，根据使用者的习惯、气候等的变化自动调整参数，做到更好的匹配。具备自学习功能，指纹识别过程中，提取新的指纹特征值识别成功后将该特征值融合到之前的指纹特征中，实际使用过程中越用 越好用。

HLK-ZW651 模块还具备感应手指功能，当手指按压到指纹采集面时，模块 Touch 脚输出高电平。

HLK-ZW651 模块通讯接口为 UART 通信接口，本模块作为从设备，由主设备发送相关命令对其进行控制。

该模块具有可调节的安全等级功能、指纹特征数据的读/写功能。

1.6 产品规格

| 参数 | 性能 |
|-------------|----------------------|
| 图像大小 | 8 mm x 8 mm |
| 图像像素 | 160*160 |
| 分辨率(DPI) | 508 |
| 传感器耐磨次数 | >100 万次 |
| 存储容量 | 标准版容量100枚（根据用户需要可扩展） |
| 匹配方式 | 1:1,1:N |
| 是否存在自学习 | 是 |
| 指纹图像采集时间 | <110ms |
| 算法提取特征值时间 | <200ms |
| 算法搜索时间 | <30ms（100 枚） |
| 生产特征时间 | <500ms |
| 认假率（FAR） | <0.001% |
| 拒真率（FRR） | <1% |
| 整体识别时间 | <1s (100 枚) |
| 通讯接口 | RS232(TTL电平) |
| 通讯波特率（UART） | 57600 |

| | |
|------------|------------------------------------|
| 启动时间 | <150ms |
| 供电电压 | 3.3±0.3 (V) |
| 最大电流 | <40(mA)/VDD |
| 关断电流 | <6(uA)/ VADD |
| 工作温度 | -40°C 到 85°C |
| 存储温度 | -40°C 到 85°C |
| 相对湿度 | 40%到 85% (不凝结) |
| 指纹传感器抗静电能力 | 铁盖接触放电 8KV,非接放电 15KV |
| 振 动 | 2000 G, 0.7 ms, half sinus, 3 axes |
| 摔 落 | 可承受 1.2 米跌落至水泥地面上 |
| 模组重量 | <5g |
| 外形尺寸 | Φ1 6.8mm (金属环外框直径) |

2 基本特征

2.1 物理特性



内径



外径



插座高度



模组厚度

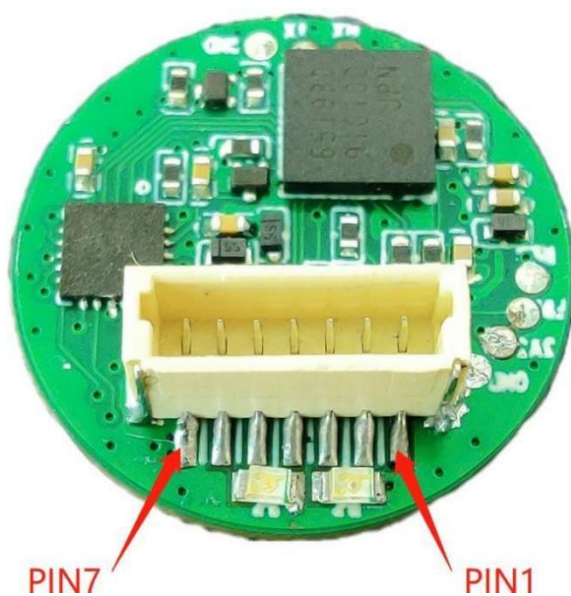
2.2 硬件接口

HLK-ZW651 模块对外的接口采用单排插座（1.00 间距），接口定义如下：

| 7 Pin 版本接口定义 | | | |
|--------------|------------|-----|--|
| 引脚号 | 名称 | 类型 | 功能描述 |
| 1 | VCC 3.3V | In | Touch 触控电路电源。 |
| 2 | OUTPUT_CTL | In | 上位机唤醒管脚。手指触摸后，模组内无指纹或指纹验证通过且上位机关机时输出50ms低电平。 |
| 3 | INT_OUT | Out | 感应上电信号，手指触摸指纹传感器时输出高电平。 |
| 4 | MCU 3.3V | In | 用于指纹模块供电。 |
| 5 | TTL TXD | Out | 指纹模块→主控MCU，或上位机。 |

| | | | |
|---|---------|----|------------------|
| 6 | TTL_RXD | In | 主控MCU，或上位机→指纹模块。 |
| 7 | GND | — | 信号地, 内部与电源地连接。 |

表 2-1 接口描述

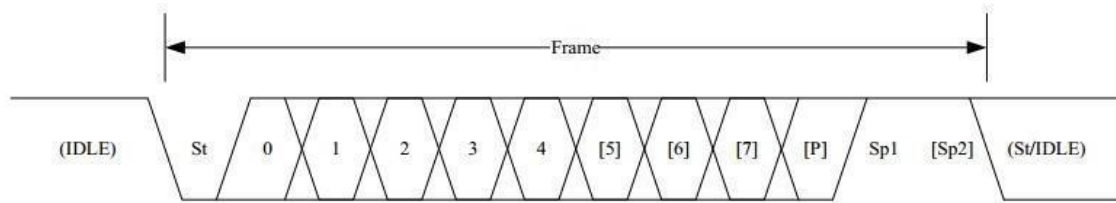


3 通讯接口

3.1 串行通讯接口

(1) 通讯协议

采用半双工异步串行通讯。默认波特率为 57600bps，可定制其他波特率。传送的帧格式为 10 位，一位 0 电平起始位，8 位数据位（低位在前）和 2 位停止位，无校验位。



UART 帧格式

(2) 连接方法

如果上位机是 MCU（3.3V），则可直接与 UART_TD 和 UART_RD 连接，模块数据发送脚（2 脚 TXD）接上位机的数据接收端（RXD），模块数据接收脚（3 脚 RXD）接上位机的数据发送端（TXD）。考虑到整体电路的功耗，指纹模块只有工作和不工作两种状态，没有休眠或待机状态；平常关闭指纹模块电源输入，指纹模块不工作；当单片机（MCU）功能中需要接入指纹模块，提供指纹模块电源输入，指纹模块工作，完成相应的命令，如不再使用指纹模块，则切断指纹模块电源，指纹模块模块进入不工作状态。模块上电后，约需 150mS 时间进行初始化工作。在此期间，模块不能响应上位机命令。

如果上位机是 PC，则需要挂接 RS232 电平转换芯片。如 232 电路无法正常接收数据，请确认 RXD 线路上是否存在多个 Master 端或其他电路干扰导致。

4 软件开发指南

4.1 参数表

- ★ 参数表的内容是协议、算法运行的基本参数。整个软件系统都会用到参数表的内容，所以理解并妥善设置参数表对于如何正确使用芯片至关重要；
- ★ 参数表由 DSP 初始化程序在初次上电时设置，并存储于 FLASH 的系统参数存储区，以后每次上电 SOC 初始化程序都要首先将参数表装载到 RAM 中，并根据参数表内容初始化系统寄存器；参数表长度为 64 字（128 字节）；
- ★ 参数表结构如表 4-1 所示：

参数表的初始内容由ROM 驻留程序或用户程序在系统第一次上电时设置。

表 4-1 系统参数表

| 类型 | 序号 | 中文名称 | 英文名称 | 长度（字） | 内容与默认值 | 注释 |
|-------|----|------------|---------------------|-------|-----------------|----------------|
| PART1 | 1 | 状态寄存器 | SSR | 1 | 0 | |
| | 2 | 传感器类型 | SensorType | 1 | 0--15 | |
| | 3 | 指纹库大小 | DataBaseSize | 1 | 根据 FLASH 类型自动判别 | |
| PART2 | 4 | 安全等级 | SecurLevel | 1 | 3 | 分 5 个等级 |
| | 5 | 设备地址 | DeviceAddress | 2 | 0xffffffff | 芯片地址，可通过指令设定 |
| | 6 | 数据包大小 | CFG_PktSize | 1 | 1 | 此 8 个寄存器为系统配置表 |
| | 7 | 波特率系数 | CFG_BaudRate | 1 | 6 | |
| | 8 | 保留 | | 1 | | |
| | 9 | 保留 | | 1 | | |
| | 10 | 保留 | | 1 | | |
| | 11 | 保留 | | 1 | | |
| | 12 | 保留 | | 1 | | |
| | 13 | 保留 | | 1 | | |
| | 14 | 产品型号 | ProductSN | 4 | ASCII 码 | 设备描述符 |
| | 15 | 软件版本号 | SoftwareVersion | 4 | ASCII 码 | |
| | 16 | 厂家名称 | Manufacturer | 4 | ASCII 码 | |
| | 17 | 传感器名称 | SensorName | 4 | ASCII 码 | |
| | 18 | 密码 | PassWord | 2 | 00000000H | 默认为 00000000H |
| | 19 | 保留 | | 2 | 00000000H | |
| | 20 | 传感器初始化程序入口 | SensorInitEntry | 1 | 入口地址 | |
| | 21 | 录入图像程序入口 | SensorGetImageEntry | 1 | 入口地址 | |

| 类型 | 序号 | 中文名称 | 英文名称 | 长度（字） | 内容与默认值 | 注释 |
|-------|----|---------|---------------|-------|--------|----|
| | 22 | 保留 | | 27 | | |
| PART3 | 23 | 参数表有效标志 | ParaTableFlag | 1 | 0x1234 | |

- ★ 参数表位于系统参数存储区第 1 页；
- ★ 参数表在芯片上电时从 flash 装载到 RAM 中，结构与顺序不作任何改变；
- ★ 参数表详解：

1) 状态寄存器 **SSR**

Reset Value: 0x0000

长度: 1 word

属性: 只读

用途: 系统状态指示

读取指令: PS_ReadSysPara, 详见指令说明

格式: 详见表 4-2

表 4-2 状态寄存器格式

| 第 15~4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------|------------|-------|-------|-------|
| Reserved | ImgBufStat | PWD | Pass | Busy |

注：

- ★ Busy: 占 1 位，置“1”表示系统正在执行命令，“0”表示系统空闲；
- ★ Pass: 占 1 位，置“1”表示指纹验证通过；
- ★ PWD: 占一位，置“1”表示设备握手口令通过验证；
- ★ ImgBufStat: 占一位，置“1”表示指纹图像缓冲区存在有效指纹图像。

2) 传感器类型

SensorType

Reset Value: 0x0000

长度: 1 word

属性: 只读

用途: 表示传感器驱动类型

3) 指纹库大小: **DataBaseSize**

Reset Value: According to FLASH

长度: 1 word

属性: 只读

用途: 指纹库容量指示

读取指令: PS_ReadSysPara, 详见指令说明

4) 安全等级: **SecurLevel**

Reset Value: 0x0003
 长度: 1 word
 属性: 读写
 用途: 安全等级指示；系统根据该值设定比对阈值
 读取指令: PS_ReadSysPara 详见指令说明
 设置指令: PS_WriteReg 详见指令说明
 五个等级:

- | | |
|------------|---------|
| 1: Level 1 | Lowest |
| 2: Level 2 | |
| 3: Level 3 | |
| 4: Level 4 | |
| 5: Level 5 | Highest |

5) 设备地址 **DeviceAddress**

Reset Value: 0xffffffff
 长度: 2 word
 属性: 读/写
 用途: 系统只接收地址相配的指令包/数据包
 读取指令: PS_ReadSysPara, 详见指令说明
 设置指令: PS_SetChipAddr, 详见指令说明

6) 数据包大小 **CFG_PktSize**

Reset Value: 0x0001
 长度: 1 word
 属性: 读/写
 用途: 发送数据时，系统根据该值设定单个数据包的长度
 读取指令: PS_ReadSysPara, 详见指令说明
 设置指令: PS_WriteReg, 详见指令说明

7) 波特率系数 **CFG_BaudRate**

Reset Value: 0x0006
 长度: 1 word
 属性: 读/写
 用途: 确定 UART 波特率=该值*9600
 读取指令: PS_ReadSysPara, 详见指令说明
 设置指令: PS_WriteReg, 详见指令说明

- | | |
|------------------|------------------------|
| 8) 产品型号 | ProductSN |
| Reset Value: | 第一次上电初始化值 |
| 长度： | 4 words |
| 属性： | 只读 |
| 用途： | 指示产品型号 |
| 读取指令： | PS_ReadINFpage，详见指令说明 |
| 9) 软件版本号 | SoftwareVersion |
| Reset Value: | 第一次上电初始化值 |
| 长度： | 4 words |
| 属性： | 只读 |
| 用途： | 指示软件版本号 |
| 读取指令： | PS_ReadINFpage，详见指令说明 |
| 10) 厂家名称 | Manufacturer |
| Reset Value: | 第一次上电初始化值 |
| 长度： | 4 words |
| 属性： | 只读 |
| 用途： | 指示厂家名称 |
| 读取指令： | PS_ReadINFpage，详见指令说明 |
| 11) 传感器名称 | SensorName |
| Reset Value: | 第一次上电初始化值 |
| 长度： | 4 words |

属性：只读
用途：指示传感器名称
读取指令：PS_ReadINFpage，详见指令说明

14) 密码 Password

Reset Value: 0x00000000
长度：2 words
属性：读/写
用途：握手口令，口令通过系统才能响应
读取指令：PS_ReadINFpage，详见指令说明
设置指令：PS_SetPwd，详见指令说明

15) JTAG 锁止标志 JtagLockFlag

Reset Value: 0x00000000
长度：2 words
属性：只读
用途：第一次上电时写入特定的值将关闭 JTAG 端口
读取指令：PS_ReadINFpage，详见指令说明

16) 传感器初始化入口 SensorInitEntry

Reset Value: 保留
长度：1 word
属性：只读
用途：系统根据该值调用传感器初始化程序，保留
读取指令：PS_ReadINFpage，详见指令说明

17) 传感器图像获取入口 SensorGetImageEntry

Reset Value: 保留
长度：1 word
属性：只读
用途：系统根据该值调用传感器采集图像程序保留
读取指令：PS_ReadINFpage，详见指令说明

18) 参数表有效标志 ParaTableFlag

Reset Value: 0x1234
长度：1 word
属性：只读
用途：若该域的值是 0x1234，则表示参数表已经初始化；若该域的值是

0x0204，则表示系统只对参数表的 PART1 部分进行初始化；该域若为其他值，系统将初始化参数表。

读取指令： PS_ReadINFpage，详见指令说明

4.2 系统参数存储区结构

- ★ 系统参数存储区结构如表 4-3 所示：

表 4-3 系统参数存储区结构

| 页号 | 内容 | 注解 |
|----|--------|---------------|
| 0 | 保留 | |
| 1 | 参数表 | |
| 2 | 保留 | |
| 3 | 保留 | |
| 4 | 保留 | |
| 5 | 保留 | |
| 6 | 保留 | |
| 7 | 指纹库索引表 | 可供索引 1024 枚指纹 |

- ★ 系统参数存储区分为 8 页，每页 512 字节。

4.3 用户记事本

在 FLASH 中开辟了一个 512 字节的存储区域作为用户记事本，该记事本逻辑上被分成 16 页，每页 32 字节。上位机可以通过 PS_WriteNotepad 指令和 PS_ReadNotepad 指令访问任意一页。注意写记事本某一页的时候，该页 32 字节的内容被整体写入，原来的内容被覆盖。

4.4 缓冲区与指纹库

芯片内设有一个图像缓冲区和一个特征文件缓冲区。特征文件缓冲区既可以用于存放普通特征文件也可以用于存放模板特征文件。通过 UART 口上传或下载图像时为了加快速度，用到像素字节的高四位，即将两个像素合成一个字节传送。

指纹库容量根据挂接的 FLASH 容量不同而改变，系统会自动判别。指纹模板按照序号存放，序号定义为：0~N-1（N 指指纹库容量）。用户只能根据序号访问指纹库内容。

4.5 特征与模板

指纹特征文件包含特征点信息与总体信息，模板大小最多为 4K 字节，是5个相同指纹特征之和。

4.6 ROM 及传感器驱动

ROM 内嵌了完整的指纹识别算法。传感器驱动为中印提供，用户可自行开发相关应用层程序。

4.7 口令与地址

指纹模块系统默认口令为 0，若默认口令未被修改，则上位机可以直接与芯片通讯；若通过 URAT 通讯或口令被修改，则上位机与芯片通讯的第一个指令必须是验证口令，只有口令验证通过后，芯片才接收其他指令。

芯片的默认地址为 0xffffffff，数据包地址域必须与该地址相配，命令包/数据包才被系统接收。

4.8 上电握手信号

HLK-ZW651 指纹模块系统在上电后，会通过串口发送一个 0x55 信号。主机在等待 HLK-ZW651 指纹模块系统初始化时，可以通过接受握手信号，提前进入工作状态。

5 指令集

1) PS_GetImage

- ★ 指令代码：01H
- ★ 功能：验证用获取图像

2) PS_GetEnrollImage

- ★ 指令代码：29H
- ★ 功能：注册用获取图像

3) PS_GenChar

- ★ 指令代码：02H
- ★ 功能：根据原始图像生成指纹特征存于特征文件缓冲区

4) PS_Search

- ★ 指令代码：04H
- ★ 功能：以特征文件缓冲区中的特征文件搜索整个或部分指纹库

5) PS_RegModel

- ★ 指令代码：05H
- ★ 功能：将特征文件合并生成模板存于特征文件缓冲区

6) PS_StoreChar

- ★ 指令代码：06H
- ★ 功能：将特征缓冲区中的文件储存在 flash 指纹库中

7) PS_WriteReg

- ★ 指令代码：0eH
- ★ 功能：写 SOC 系统寄存器

8) PS_ReadSysPara

- ★ 指令代码：0FH
- ★ 功能：读系统基本参数

9) PS_GetRandomCode

- ★ 指令代码：14H

10) PS_HighSpeedSearch

- ★ 指令代码：1bH
- ★ 功能：高速搜索 FLASH

11) PS_GetChipSN

- ★ 指令代码：34H
- ★ 功能：获取芯片唯一序列号

12) PS_HandShake

- ★ 指令代码：35H
- ★ 功能：握手指令

13) PS_CheckSensor

- ★ 指令代码：36H
- ★ 功能：校验传感器

14) PS_Up_Template_From_Flash

- ★ 指令代码：3EH
- ★ 功能：从指纹库上传一个模板到上位机

15) PS_Down_Template_To_Flash

- ★ 指令代码：3DH
- ★ 功能：从上位机下载一个模板到指纹库

16) PS_ReadIndexTable

- ★ 指令代码：1fH
- ★ 功能：读索引表

17) PS_WriteNotepad

- ★ 指令代码：18H
- ★ 功能：写记事本

18) PS_ReadNotepad

- ★ 指令代码：19H
- ★ 功能：读记事本

22) PS_Up_Software_Version

- ★ 指令代码：19H
- ★ 功能：读记事本

23)**PS_AutoEnroll**

- ★ 指令代码：31H
- ★ 功能：自动注册模块指令

24)**PS_AutoIdentify**

- ★ 指令代码：32H
- ★ 功能：自动验证指纹指令

25)**PS_DeletChar**

- ★ 指令代码：0cH
- ★ 功能：删除 flash 指纹库中的一个特征文件

26)**PS_Empty**

- ★ 指令代码：0dH
- ★ 功能：清空 flash 指纹库

27)**PS_Cancle**

- ★ 指令代码：30H
- ★ 功能：取消指令

28)**PS_Sleep**

- ★ 指令代码：33H
- ★ 功能：休眠指令

29)**PS_AutoEnroll**

- ★ 指令代码：31H
- ★ 功能：自动注册模块指令

30)**PS_SetPwd**

- ★ 指令代码：12H
- ★ 功能：设置设备握手口令

31) PS_VfyPwd

- ★ 指令代码：31H
- ★ 功能：验证设备握手口令

6 指令格式详解

HLK-ZW651 指纹模块 SOC 挂接必要的外围电路后即可构成完整的指纹识别模块，模块始终处于从属地位（Slave mode），主机（Host）需要通过不同的指令让模块完成各种功能。主机的指令、模块的应答以及数据交换都是按照规定格式的数据包来进行的。主机必须按照下述格式封装要发送的指令或数据，也必须按下述格式解析收到的数据包。

6.1 指令包/数据包格式

指令/数据包共分为三类：

包标识=01：命令包。

包标识=02：数据包，且有后续包。

包标识=08：最后一个数据包，即结束包。

所有的数据包都要加包头：0xEF01。

★ 01 命令包格式：

表 6-1 命令包格式

| 名称 | 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令 | 参数 1 | ... | 参数 N | 校验和 |
|-----|---------|---------|--------|---------|--------|------|-----|------|---------|
| 字节数 | 2 bytes | 4 bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | | | | 2 bytes |
| 内容 | 0xEF01 | xxxx | 01 | N= | | | | | |

★ 02 数据包格式：

表 6-2 数据包格式

| 名称 | 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 数据 | 校验和 |
|-----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 字节数 | 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | N bytes | 2 bytes |
| 内容 | 0xEF01 | xxxx | 02 | | | |

★ 08 结束包格式：

表 6-3 结束包格式

| 名称 | 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 数据 | 校验和 |
|-----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 字节数 | 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | N bytes | 2 bytes |
| 内容 | 0xEF01 | xxxx | 08 | | | |

- ◆ 数据包不能单独进入执行流程，必须跟在指令包或应答包后面。
- ◆ 下传或上传的数据包格式相同。
- ◆ 包长度 = 包长度至校验和（指令、参数或数据）的总字节数，包含校验和，但不包含包长度本身的字节数。

- ◆ 校验和是从包标识至校验和之间所有字节之和，超出 2 字节的进位忽略。
- ◆ 芯片地址在没有生成之前为缺省的 0xffffffff，一旦上位机通过指令生成了芯片地址，则所有的数据包都必须按照生成的地址收发。芯片将拒绝地址错误的数据包。
- ◆ 对于多字节的高字节在前低字节在后（如 2bytes 的 00 06 表示 0006，而不是 0600）。

6.2 指令应答

应答是将有关命令执行情况与结果上报给上位机，应答包含有参数，并可跟后续数据包。上位机只有在收到 SOC 的应答包后才能确认 SOC 收包情况与指令执行情况。

★ 应答包格式：

表 6-4 应答包格式

| 名称 | 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 返回参数 | 校验和 |
|-----|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|
| 字节数 | 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | N bytes | 2 bytes |
| 内容 | 0xEF01 | | 07 | | | | |

◆ 确认码定义：

- 00H：表示指令执行完毕或 OK；
- 01H：表示数据包接收错误；
- 02H：表示传感器上没有手指；
- 03H：表示录入指纹图像失败；
- 04H：表示指纹图像太干、太淡而生不成特征；
- 05H：表示指纹图像太湿、太糊而生不成特征；
- 06H：表示指纹图像太乱而生不成特征；
- 07H：表示指纹图像正常，但特征点太少（或面积太小）而生不成特征；
- 08H：表示指纹不匹配；
- 09H：表示没搜索到指纹；
- 0aH：表示特征合并失败；
- 0bH：表示访问指纹库时地址序号超出指纹库范围；
- 0cH：表示从指纹库读模板出错或无效；
- 0dH：表示上传特征失败；
- 0eH：表示模块不能接收后续数据包；
- 10H：表示删除模板失败；
- 11H：表示清空指纹库失败；
- 12H：表示不能进入低功耗状态；

- 13H: 表示口令不正确;
- 14H: 表示系统复位失败;
- 15H: 表示缓冲区内没有有效原始图而生不成图像;
- 16H: 表示在线升级失败;
- 17H: 表示残留指纹或两次采集之间手指没有移动过;
- 18H: 表示读写 FLASH 出错;
- f0H: 有后续数据包的指令, 正确接收后用 0xf0 应答;
- f1H: 有后续数据包的指令, 命令包用 0xf1 应答;
- f2H: 表示烧写内部 FLASH 时, 校验和错误;
- f3H: 表示烧写内部 FLASH 时, 包标识错误;
- f4H: 表示烧写内部 FLASH 时, 包长度错误;
- f5H: 表示烧写内部 FLASH 时, 代码长度太长;
- f6H: 表示烧写内部 FLASH 时, 烧写 FLASH 失败;
- 19H: 随机数生成失败;
- 1aH: 无效寄存器号;
- 1bH: 寄存器设定内容错误号;
- 1cH: 记事本页码指定错误;
- 1dH: 端口操作失败;
- 1eH: 自动注册(enroll)失败; 1fH: 指纹库满;
- 20H: 设备地址错误;
- 21H: 密码有误;
- H: 指纹模板非空;
- H: 指纹模板为空;
- H: 指纹库为空;
- H: 录入次数设置错误;
- H: 超时;
- H: 指纹已存在;
- H: 指纹模板有关联;
- H: 传感器初始化失败; 2AH—efH: Reserved。

指令只能由上位机下给模块, 模块向上位机应答。

系统上电复位后将首先检查默认的设备握手口令是否被修改，若未被修改，则系统认为上位机没有验证口令的需求，SOC 直接进入正常工作状态；若已被修改，则必须首先验证设备握手口令，口令通过后SOC 才进入正常工作状态。

6.3 指令详解

6.3.1 验证用获取图像 PS_GetImage

- ★ 功能说明：验证指纹时，探测手指，探测到后录入指纹图像存于图像缓冲区。返回确认码表示：录入成功、无手指等。
- ★ 输入参数： none
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 01H
- ★ 指令包格式：

表 6-5 录入图像指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 01H | 0005H |

- ★ 应答包格式：

表 6-6 录入图像指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示获取图像成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=02H 表示传感器上无手指；

确认码=03H 表示获取图像不成功；

sum 指校验和。

6.3.2 注册用获取图像 PS_GetEnrollImage

- ★ 功能说明：注册指纹时，探测手指，探测到后录入指纹图像存于图像缓冲区。返回确认码表示：录入成功、无手指等。
- ★ 输入参数： none
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 29H

★ 指令包格式：

表 6-7 录入图像指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 29H | 002DH |

★ 应答包格式：

表 6-8 录入图像指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示获取图像成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=02H 表示传感器上无手指；

确认码=03H 表示获取图像不成功；

sum 指校验和。

6.3.3 生成特征 PS_GenChar

★ 功能说明： 将图像缓冲区中的原始图像生成指纹特征文件存于特征文件缓冲区。

★ 输入参数： BufferID（正整数）

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 02H

★ 指令包格式：

表 6-9 生成特征指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 缓冲区号 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 02H | BufferID | sum |

注：在注册过程中，BufferID 表示按第几次手指；其他情况中，BufferID 有相应的默认值。

★ 应答包格式：

表 6-10 生成特征指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示生成特征成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=06H 表示指纹图像太乱而生不成特征；

确认码=07H 表示指纹图像正常，但特征点太少而生不成特征；

确认码=15H 表示图像缓冲区内没有有效原始图而生不成图像；

确认码=28H 表示当前指纹模板与之前模板之间有关联；

sum 指校验和。

6.3.4 搜索指纹 PS_Search

- ★ 功能说明： 以特征文件缓冲区中的特征文件搜索整个或部分指纹库。若搜索到，则返回页码。
- ★ 输入参数： BufferID（默认为 1），StartPage（起始页），PageNum（页数）
- ★ 返回参数： 确认字，页码（相配指纹模板）
- ★ 指令代码： 04H
- ★ 指令包格式：

表 6-11 搜索指纹指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 缓冲区号 | 参数 | 参数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 2 bytes |

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 缓冲区号 | 参数 | 参数 | 校验和 |
|--------|------|-----|-------|-----|----------|-----------|---------|-----|
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0008H | 04H | BufferID | StartPage | PageNum | sum |

注：BufferID 默认为 1，以特征文件缓冲区中指纹模板搜索整个或部分指纹库。

- ★ 应答包格式：

表 6-12 搜索指纹指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 页码 | 得分 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|------------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 07H | xxH | PageID | MatchScore | sum |

注：确认码=00H 表示搜索到；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=09H 表示没搜索到；此时页码与得分为 0；

确认码=17H 表示残留指纹或两次采集之间手指没有移动过；

sum 指校验和。

6.3.5 合并特征（生成模板）PS_RegModel

- ★ 功能说明： 将特征文件融合后生成新模板，结果存于特征文件缓冲区中。
- ★ 输入参数： none
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 05H
- ★ 指令包格式：

表 6-13 合并特征（生成模板）指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 05H | 0009H |

- ★ 应答包格式：

表 6-14 合并特征（生成模板）指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示合并成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=0aH 表示合并失败（两枚指纹不属于同一手指）；

sum 指校验和。

6.3.6 储存模板 PS_StoreChar

- ★ 功能说明： 将特征文件缓冲区中的模板文件存到 PageID 号 flash 数据库位置。
- ★ 输入参数： BufferID（默认为 1），PageID（指纹库位置号）
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 06H
- ★ 指令包格式：

表 6-15 储存模板指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 缓冲区号 | 位置号 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0006H | 06H | BufferID | PageID | sum |

注：BufferID 默认为 1。

★ 应答包格式：

表 6- 16 储存模板指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示储存成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=0bH 表示 PageID 超出指纹库范围；

确认码=18H 表示写 FLASH 出错；

sum 指校验和。

6.3.7 写系统寄存器 PS_WriteReg

★ 功能说明： 写模块寄存器。

★ 输入参数： 寄存器序号

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 0eH

★ 指令包格式：

表 6- 17 写系统寄存器指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 寄存器序号 | 内容 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1byte | 1byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0005H | 0eH | 4/5/6 | xx | sum |

★ 应答包格式：

表 6- 18 写系统寄存器指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注 1： 确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=1aH 表示寄存器序号有误；

sum 指校验和。

注 2： 写系统寄存器（PS_WriteReg）指令执行时，先按照原配置进行应答，应答之后修改系统设置，并将配置记录于 FLASH，系统下次上电后，将按照新的配置工作。

表 6- 19 寄存器配置表

| 寄存器号 | 寄存器名称 | 内容说明 |
|------|----------|---|
| 4 | 波特率控制寄存器 | 9600 的倍数 N |
| 5 | 比对阈值寄存器 | 1: level1 2: level2 3: level3 4: level4 5: level5 |
| 6 | 包大小寄存器 | 0 : 32bytes 1 : 64bytes 2: 128bytes 3: 256bytes |

6.3.8 读系统基本参数PS_ReadSysPara

- ★ 功能说明：
- ◆ 读取模块的基本参数（波特率，包大小等）。
- ◆ 参数表前 16 个字节存放了模块的基本通讯和配置信息，称为模块的基本参数。
- ★ 输入参数： none
- ★ 返回参数： 确认字+基本参数（16bytes）
- ★ 指令代码： 0fH
- ★ 指令包格式：

表 6- 20 读系统基本参数指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 0fH | 0013H |

- ★ 应答包格式：

表 6- 21 读系统基本参数指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 基本参数列表 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 16 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 13H | xxH | 结构见表 6- 38 | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

表 6-22 系统基本参数列表

| 名称 | 内容说明 | 偏移量（字） | 大小（字） |
|-------|---|--------|-------|
| 状态寄存器 | 系统的状态寄存器内容 | 0 | 1 |
| 传感器类型 | 传感器类型代码。 HLK-ZW651 | 1 | 1 |
| 指纹库大小 | 指纹库容量 | 2 | 1 |
| 安全等级 | 安全等级代码（1/2/3/4/5） | 3 | 1 |
| 设备地址 | 32 位设备地址 | 4 | 2 |
| 数据包大小 | 数据包大小代码： 0： 32bytes 1： 62bytes 2： 128bytes 3： 256bytes | 6 | 1 |
| 波特率设置 | N（波特率为 9600*N bps） | 7 | 1 |

6.3.9 采样随机数 PS_GetRandomCode

- ★ 功能说明： 令芯片生成一个随机数并返回给上位机。
- ★ 输入参数： none
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 14H
- ★ 指令包格式：

表 6-23 采样随机数指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 14H | 0018H |

- ★ 应答包格式：

表 6-24 采样随机数指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 随机数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 4 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0007H | xxH | xxxx | sum |

注：确认码=00H 表示生成成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=19H 表示随机数生成失败；

sum 指校验和。

6.3.10 高速搜索 PS_HighSpeedSearch

- ★ 功能说明：
 - ◆ 以特征文件缓冲区中的特征文件高速搜索整个或部分指纹库。若搜索到，则返回页码。
 - ◆ 该指令对于的确存在于指纹库中，且登录时质量很好的指纹，会很快给出搜索结果。
- ★ 输入参数： BufferID（默认为 1），StartPage（起始页），PageNum（页数）
- ★ 返回参数： 确认字，页码（相配指纹模板）
- ★ 指令代码： 1bH
- ★ 指令包格式：

表 6- 25 高速搜索指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 缓冲区号 | 参数 | 参数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|-----------|---------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0008H | 1bH | BufferID | StartPage | PageNum | sum |

注：BufferID 默认为 1。

- ★ 应答包格式：

表 6- 26 高速搜索指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 页码 | 得分 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|------------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 07H | xxH | PageID | MatchScore | sum |

注：确认码=00H 表示搜索到；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=09H 表示没搜索到；此时页码与得分为 0；

sum 指校验和。

6.3.11 获取芯片唯一序列号 PS_Get_UID

- ★ 功能说明：获取芯片唯一序列号。
- ★ 输入参数：预留。
- ★ 返回参数：确认字 + 唯一序列号
- ★ 指令代码： 34H
- ★ 指令包格式：

表 6- 27 获取芯片唯一序列号指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 参数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 34H | 0 | 0039H |

★ 应答包格式：

表 6- 28 获取芯片唯一序列号指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 唯一序列号 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|---------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 32bytes | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0023H | xxH | SN | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.3.12 握手指令 PS_Shack_Hand

★ 功能说明：握手指令。

★ 输入参数：none。

★ 返回参数：确认字

★ 指令代码：35H

★ 指令包格式：

表 6- 29 获取芯片唯一序列号指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 35H | 0039H |

★ 应答包格式：

表 6- 30 获取芯片唯一序列号指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.3.13 校验传感器 PS_Sensor_Status

★ 功能说明：校验传感器。

★ 输入参数：none。

★ 返回参数：确认字

★ 指令代码：36H

★ 指令包格式：

表 6-31 获取芯片唯一序列号指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 36H | 003AH |

★ 应答包格式：

表 6-32 获取芯片唯一序列号指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=29H 表示校验传感器出错；

sum 指校验和。

6.3.14 上传模板 PS_UP_TEMPLATE_FROM_FLASH

★ 功能说明： 将指纹库中的模板上传给上位机。

★ 输入参数： Flash ID（默认值）

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 3EH

★ 指令包格式：

表 6-33 上传模板指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | FLASH位号 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 3EH | Flash ID | sum |

★ 应答包格式：

表 6-34 上传模板指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示随后发数据包；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=0dH 表示指令执行失败；

sum 指校验和。

- ★ 应答之后发送后续数据包。

表 6-35 上传模板数据包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 数据 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | N byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | xxH | xxH | xxH | sum |

注：包标识=02：数据包，且有后续包。

包标识=08：最后一个数据包，即结束包。

UART 上传模板数据包时，按照预先设置的长度分包发送。

6.3.15 下载模板 PS_DOWN_TEMPLATE_TO_FLASH

- ★ 功能说明： 从上位机下载模板到指纹库。
- ★ 输入参数： FlashID（默认为 1）
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 3DH
- ★ 指令包格式：

表 6-36 下载模板指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 缓冲区号 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 3DH | Flash ID | sum |

注：BufferID 默认为 1。

- ★ 应答包格式：

表 6-37 下载模板指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示可以接收后续数据包；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=0eH 表示不能接收后续数据包；

sum 指校验和。

- ★ 应答之后接收后续数据包。

表 6-38 UART 下载模板数据包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 数据 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | N byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | xxH | xxH | xxH | sum |

注：包标识=02：数据包，且有后续包。

包标识=08：最后一个数据包，即结束包。

UART 下载模板数据包时，按照预先设置的长度分包接收。

6.3.16 读索引表 PS_ReadIndexTable

★ 功能说明：读取录入模版的索引表。

★ 输入参数：索引表页码，页码 0, 1, 2, 3 分别对应模版从 0-256, 256-512, 512-768, 768-1024 的索引，每 1 位代表一个模版，1 表示对应存储区域的模版已经录入，0 表示没录入。

★ 返回参数：确认字 + 索引表信息

★ 指令代码：1fH

★ 指令包格式：

表 6-39 读索引表指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 页码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 1fH | 0~3 | xxxxH |

★ 应答包格式：

表 6-40 读索引表指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 索引信息 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|---------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 32bytes | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0023H | xxH | Index | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.3.17 写记事本 PS_WriteNotepad

表 6-41 读记事本指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 页码 | 校验和 |
|---------|---------|--------|---------|--------|-------|---------|
| 2 bytes | 4 bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 19H | 0~15 | xxxxH |

表 6-42 写记事本指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 页码 | 用户信息 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|-------|--------------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1byte | 32 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 24H | 18H | 0~15 | User content | sum |

★ 应答包格式：

表 6- 43 写记事本指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4 byte | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.3.18 读记事本 PS_ReadNotepad

★ 功能说明： 读取 FLASH 用户区的 128bytes 数据。

★ 输入参数： none

★ 返回参数： 确认字 + 用户信息

★ 指令代码： 19H

★ 指令包格式：

表 6- 44 读记事本指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 页码 | 校验和 |
|---------|---------|--------|---------|--------|-------|---------|
| 2 bytes | 4 bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0004H | 19H | 0~15 | xxxxH |

★ 应答包格式：

表 6- 45 读记事本指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 用户信息 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 32bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 23H | xxH | User content | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.3.19 获取软件版本 PS_UP_SOFTWARE_VERSION

★ 功能说明： 获取软件版本。

★ 输入参数： none。

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 3FH

★ 指令包格式：

表 6- 46 获取芯片唯一序列号指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 3FH | 0043H |

★ 应答包格式：

表 6- 47 获取芯片唯一序列号指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.3.20 白板唤醒模式 WAKE_UP_MODE

MCU检测到sensor有手指触摸后，检查FLASH内是否有指纹模板，如果有模板，则获取用户图像，生成特征值，并以此特征搜索FLASH指纹库。

搜索到指纹后，模块将向主机发送获取系统状态指令，主机应按当前状态作出应答，指纹模块将按应答作出不同响应。

表 6- 48 获取系统状态指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 40H | 0044H |

★ 主机应答包格式：

表 6- 49 获取系统状态主机应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 | 备注 |
|---------|--------|--------|---------|-------|---------|---------------------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1byte | 2 bytes | |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | 00H | 000AH | 上位机为睡眠状态时，需应答给模块的指令 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | 01H | 000BH | 上位机为工作状态时，需应答给模块的指令 |
| 无 | | | | | | 上位机为关机状态时，需应答给模块的指令 |

表 6- 50 指纹模块唤醒主机指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 | 备注 |
|---------|--------|--------|---------|-------|---------|--------------------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1byte | 2 bytes | |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 41H | 0045H | 上位机应答睡眠状态后，模块的唤醒方式 |
| 无 | | | | | | 上位机应答工作状态后，模块的唤醒方式 |
| 10ms低电平 | | | | | | 上位机为关机状态时，模块的唤醒方式 |

6.4 模块指令集

6.4.1 自动注册模板 PS_AutoEnroll

- ★ 功能说明：一站式注册指纹，包含采集指纹、生成特征、组合模板、存储模板等功能。
- ★ 输入参数：ID 号、录入次数、参数
- ★ 返回参数：确认字、参数
- ★ 指令代码：31H
- ★ 指令包格式：

表 6-51 自动注册模板指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | ID 号 | 录入次数 | 参数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1byte | 2 byte | 1byte | 2byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0008H | 31H | xxxxH | xxH | xxH | SUM |

● 辅助说明：

ID 号：高字节在前，低字节在后。例如录入 1 号指纹，则是 0001H。

录入次数：1byte，录入 2 次，则为 02H，录入 4 次则为 04H。

参数：最低位为 bit0。

- 1) bit0：采图背光灯控制位，0-LED 长亮，1-LED 获取图像成功后灭；
- 2) bit1：采图预处理控制位，0-关闭预处理，1-打开预处理；
- 3) bit2：注册过程中，是否要求模块在关键步骤，返回当前状态，0-要求返回，1-不要求返回；
- 4) bit3：是否允许覆盖 ID 号，0-不允许，1-允许；
- 5) bit4：允许指纹重复注册控制位，0-允许，1-不允许；
- 6) bit5：注册时，多次指纹采集过程中，是否要求手指离开才能进入下一次指纹图像采集，0-要求离开；1-不要求离开；
- 7) bit6：0-不同手指可以录入，1-仅允许相同手指录入；
- 8) bit7~bit15：预留。

★ 应答包格式：

表 6-52 自动注册模板指令正常流程应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 参数 2 byte | | 校验和 | 备注 |
|---------|--------|--------|---------|--------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | | | 参数 1 | 参数 2 | | |
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 1 byte | 2 bytes | |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 0H | 0H | sum | 指令合法性检测： 合法/ .. |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 01H | 1 | sum | 采图结果： 成功/超时 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 02H | 1 | sum | 生成特征结果： 成功/失败 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 03H | 1 | sum | 手指离开， 第 1 次录入成功： 成功/超时 |
| | | | | | | ... | | |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 01H | n | sum | 采图结果： 成功/超时 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 02H | n | sum | 生成特征结果： 成功/失败 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 04H | F0H | sum | 合并模板 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 05H | F1H | sum | 已注册检测 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 5 | xxH | 06H | F2H | sum | 模板存储结果 |

★ 确认码、参数 1 和参数 2 的返回值

表 6-53 自动注册模板应答包释义速查表

| 确认码 | 释义 | 参数 1 | 释义 | 参数 2 | 释义 |
|-----|----------|------|---------|------|------------|
| 00H | 成功 | 00H | 指纹合法性检测 | 00H | 指纹合法性检测 |
| 01H | 失败 | 01H | 获取图像 | F0H | 合并模板 |
| 07H | 生成特征失败 | 02H | 生产特征 | F1H | 检验该手指是否已注册 |
| 0aH | 合并模板失败 | 03H | 判断手指离开 | F2H | 存储模板 |
| 0bH | ID 号超出范围 | 04H | 合并模板 | n | 当前录入第 n 次数 |
| 1fH | 指纹库已满 | 05H | 注册检验 | | |
| 22H | 指纹模板非空 | 06H | 存储模板 | | |
| 25H | 录入次数设置错误 | | | | |
| 26H | 超时 | | | | |
| 27H | 指纹已存在 | | | | |

★ 指令说明：

- ✓ 若指定 ID 号无效，则确认码、参数 1 和参数 2 返回（以下直接描述为返回）：0b 00 00H。合法性检测：
 - ✓ 若指定 ID 号无效，则返回：0b 00 00H。
 - ✓ 若录入次数配置错误，则返回 25 00 00H。在不覆盖指纹状态下，若指纹库已满则返回 1f 00 00H；
 - ✓ 若指定 ID 号已存在模板则返回 22 00 00H。
 - ✓ 指令合法性检测成功，则返回 00 00 00H，并进入第一次指纹录入。
- 2) 等待彩图成功（返回 00 01 0nH）。
 - 3) 等待生成特征成功（00 02 0nH），如果失败（07 02 0nH），重新等待彩图成功。
 - 4) 等待手指离开，第一次录入成功（00 03 0nH），手指离开后跳转到步骤 2，进入下一次循环，直到 n 为设置录入的次数。注：若录入过程中设置为手指不需要离开，那么直接返回第一次录入成功，并跳转到步骤 2；最后一次采集指纹，没有手指离开录入成功的应答。
 - 5) 合成模板，将之前获取的手指特征组合成一个手指模板，成功返回 00 04 F0H，失败返回 0A 04 F0H。
 - 6) 指纹重复检查，指将新录入的手指与已经存储的手指进行匹配检查（通过设置参数 bit4 开启或者关闭此功能），若有相同指纹，则返回 27 05 F1H，结束流程；若没有相同指纹，则返回 00 05 F1H。
 - 7) 登记该模板数据，存储失败返回 01 06 F2H，结束流程；成功返回 00 06 F2H。
 - 8) 若收到 PS_Cancel 指令，则终止该指令并返回应答。

6.4.2 自动验证指纹 PS_AutoIdentify

- ★ 功能说明：自动采集指纹，在指纹库中搜索目标模板或整个指纹模板，并返回搜索结果。如果目标模板同当前采集的指纹比对得分大于最高阈值，并且目标模板为不完整特征则以采集的特征更新目标模板的空白区域。一站式搜索包含获取图像，生成特征，搜索指纹等功能。
- ★ 输入参数：安全等级、ID 号
- ★ 返回参数：确认字，页码（相配指纹模板）
- ★ 指令代码：32H
- ★ 指令包格式：

表 6-54 自动验证指纹指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 安全等级 | ID 号 | 参数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0008H | 32H | xxH | xxxxH | xxxxH | xxxxH |

- ★ 辅助说明：

ID 号：2byte，大端模式。比如录入 1 号指纹，则是 0001H。ID 号为 0xFFFF，则进行 1：N 搜索；否进行 1:1 匹配参

数：最低位为 bit0。

- 1) bit0：采图背光灯控制位，0-LED 长亮，1-LED 获取图像成功后灭；
- 2) bit1：采图预处理控制位，0-关闭预处理，1-打开预处理；
- 3) bit2：注册过程中，是否要求模块在关键步骤，返回当前状态，0-要求返回，1-不要求返回；
- 4) bit3~bit15：预留。

★ 应答包格式：

表 6- 55 自动验证指纹指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 参数 | ID 号 | 得分 | 校验和 | 备注 |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|--------------------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 2 bytes | |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0008H | xxH | 00H | xxxxH | xxxxH | sum | 指令合法性检测： 合法/ .. |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0008H | xxH | 01H | xxxxH | xxxxH | sum | 采图结果： 成功/超时 |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0008H | xxH | 05H | xxxxH | xxxxH | sum | 搜索结果： 成功/失败 |

★ 确认码、参数 1 和参数 2 的返回值

表 6- 56 自动验证指纹应答包释义速查表

| 确认码 | 释义 | 参数 | 释义 |
|-----|----------|-----|---------|
| 00H | 成功 | 00H | 指纹合法性检测 |
| 01H | 失败 | 01H | 获取图像 |
| 07H | 生成特征失败 | 05H | 已注册指纹比对 |
| 09H | 没搜索到指纹 | | |
| 0bH | ID 号超出范围 | | |
| 17H | 残留指纹 | | |
| 23H | 指纹模板为空 | | |
| 24H | 指纹库为空 | | |
| 26H | 超时 | | |
| 27H | 表示指纹已存在 | | |

★ 指令说明：

- 1) 若指纹库为空，则确认码和参数返回（以下直接描述为返回）：24 00H。若指定 ID 号无效，则返回 0b 00H。若已登记的 Template 不存在，则返回 23 00H。
- 2) 指令合法性检测成功，返回 00 00H，并进入指纹录入。

- 3) 在设定的超时时间内，若没有完成一次完整的指纹录入，则返回 26 00H，结束流程。
- 4) 检查输入的指纹图像的正确性。若不正确，则等待下次采集图像。
- 5) 若输入指纹正确，则返回 00 01H，即录入指纹获取图像成功。
- 6) 若生产特征失败，则返回 09 05H，结束流程。
- 7) 生成特征成功后，把当前采集到的指纹模板与已登记的指纹模板之间进行比对，并返回其结果。若比对失败，则返回 09 05H，结束流程；若比对成功，则返回 00 05H，以及正确的 ID 号码和得分。
- 8) 若收到 FpCancel 指令，则终止该指令并返回应答。

6.4.3 删除模板 PS_DeletChar

- ★ 功能说明：删除 flash 数据库中指定 ID 号开始的 N 个指纹模板。
- ★ 输入参数：PageID（指纹库模板号），N（删除的模板个数）。
- ★ 返回参数：确认字
- ★ 指令代码：0cH
- ★ 指令包格式：

表 6- 57 删除模板指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 页码 | 删除个数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes | 2bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0007H | 0cH | PageID | N | sum |

- ★ 应答包格式：

表 6- 58 删除模板指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示删除模板成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=10H 表示删除模板失败；

sum 指校验和。

6.4.4 清空指纹库 PS_Empty

- ★ 功能说明：删除 flash 数据库中所有指纹模板。
- ★ 输入参数：none
- ★ 返回参数：确认字
- ★ 指令代码：0dH

★ 指令包格式：

表 6-59 清空指纹库指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 0dH | 0011H |

★ 应答包格式：

表 6-60 清空指纹库指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示清空成功；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=11H 表示清空失败；

sum 指校验和。

6.4.5 取消指令 PS_Cancel

★ 功能说明： 取消命令

★ 输入参数： 无

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 30H

★ 指令包格式：

表 6-61 读索引表指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 30H | xxxxH |

★ 应答包格式：

表 6-62 读索引表指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 03 | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示取消设置成功。

确认码=01H 表示取消设置失败。

sum 指校验和。

6.4.6 休眠指令 PS_Sleep

- ★ 功能说明： 设置传感器进入睡眠模式
- ★ 输入参数： 无
- ★ 返回参数： 确认字
- ★ 指令代码： 33H
- ★ 指令包格式：

表 6- 63 读索引表指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2bytes | 1 byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 33H | 0037H |

- ★ 应答包格式：

表 6- 64 读索引表指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 2 bytes | 4bytes | 1byte | 2bytes | 1byte | 2bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 03 | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示休眠设置成功。

确认码=01H 表示休眠设置失败。

sum 指校验和。

6.4.7 读有效模板个数 PS_ValidTemplateNum

- ★ 功能说明： 读有效模板个数。
- ★ 输入参数： none
- ★ 返回参数： 确认字，有效模板个数 ValidN
- ★ 指令代码： 1dH
- ★ 指令包格式：

表 6- 65 读有效模板个数指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0003H | 1dH | 0021H |

- ★ 应答包格式：

表 6- 66 读有效模板个数指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 有效模板个数 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 05H | xxH | ValidN | sum |

注：确认码=00H 表示读取成功；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.4.8 设置口令 PS_SetPwd

★ 功能说明： 设置模块握手口令。

★ 输入参数： Password

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 12H

★ 指令包格式：

表 6- 67 设置口令指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 口令 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 4 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0007H | 12H | Password | sum |

注：模块地址缺省值为 0。

★ 应答包格式：

表 6- 68 设置口令指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4 byte | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示 OK；

确认码=01H 表示收包有错；

sum 指校验和。

6.4.9 验证口令 PS_VfyPwd

★ 功能说明： 验证模块握手口令。

★ 输入参数： Password

★ 返回参数： 确认字

★ 指令代码： 13H

★ 指令包格式：

表 6- 69 验证口令指令包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 指令码 | 口令 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 2 bytes | 4bytes | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 4 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 01H | 0007H | 13H | Password | sum |

★ 应答包格式：

表 6- 70 验证口令指令应答包格式

| 包头 | 芯片地址 | 包标识 | 包长度 | 确认码 | 校验和 |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 2 bytes | 4 byte | 1 byte | 2 bytes | 1 byte | 2 bytes |
| 0xEF01 | xxxx | 07H | 0003H | xxH | sum |

注：确认码=00H 表示口令验证正确；

确认码=01H 表示收包有错；

确认码=13H 表示口令不正确；

sum 指校验和。

7 功能实现示例

7.1 按两次指纹登录一个模板存于 flash 指纹库

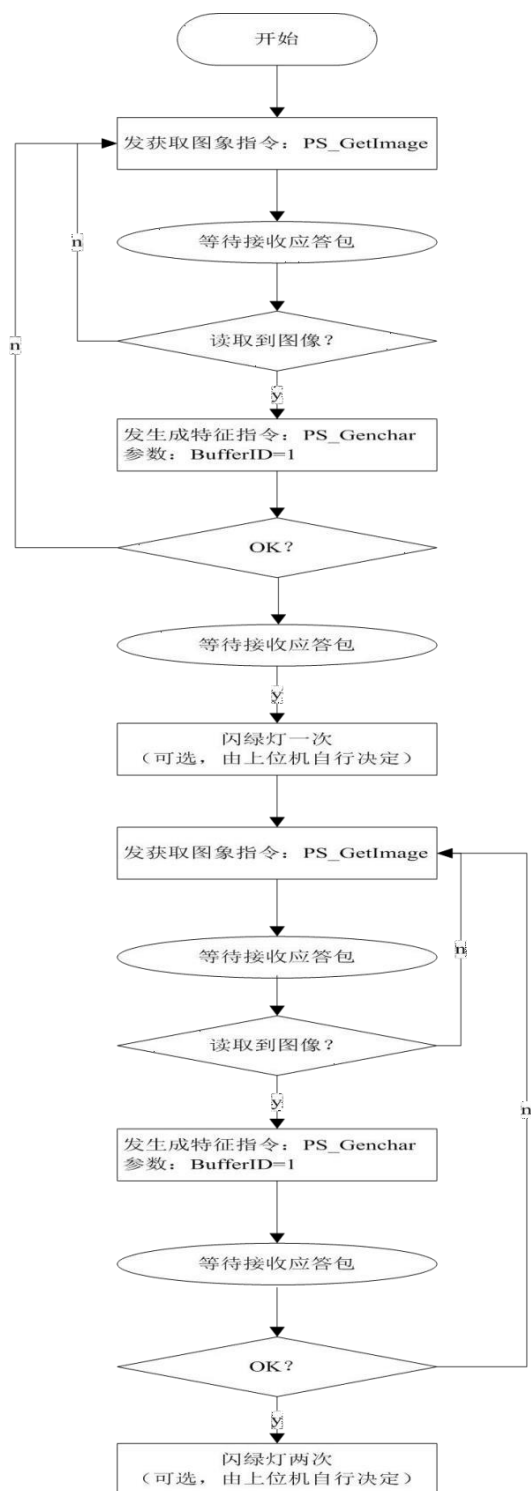


图 7-1 功能实现示例 1: 获取两次指纹图像

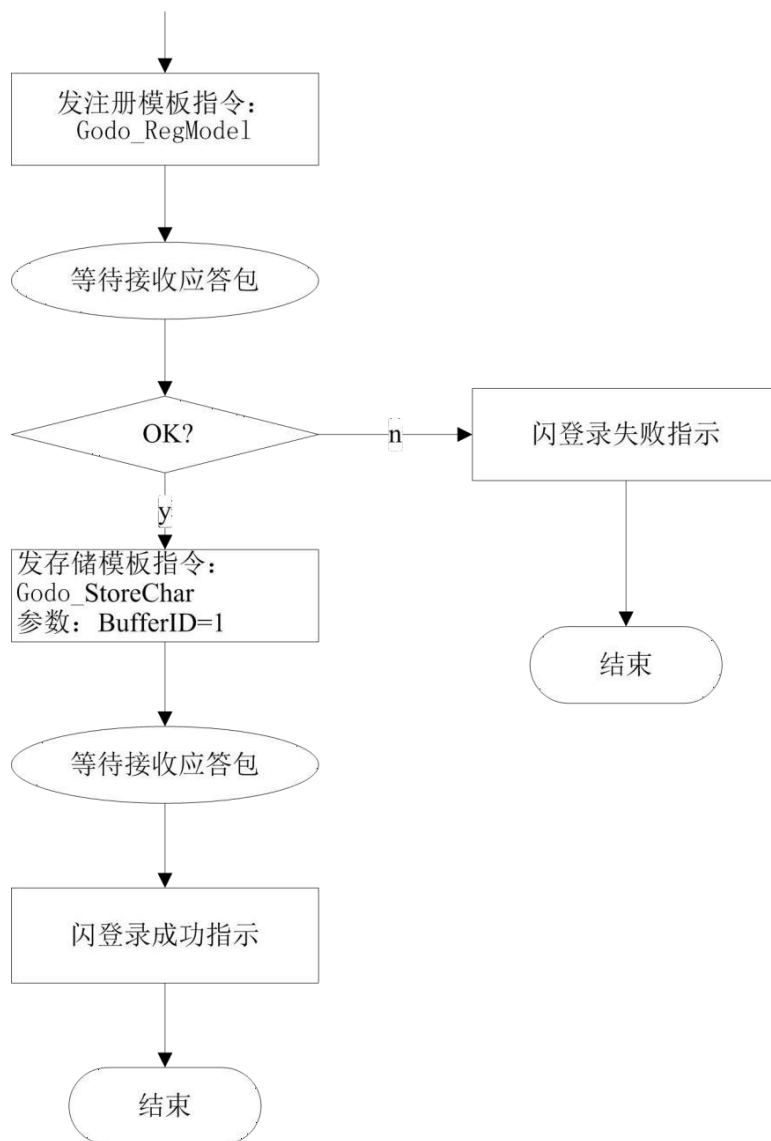


图 7-2 功能实现示例 1：注册模板并将模板存于 flash 指纹库

7.2 从传感器读入现场指纹并搜索从 10—100 的指纹库区间

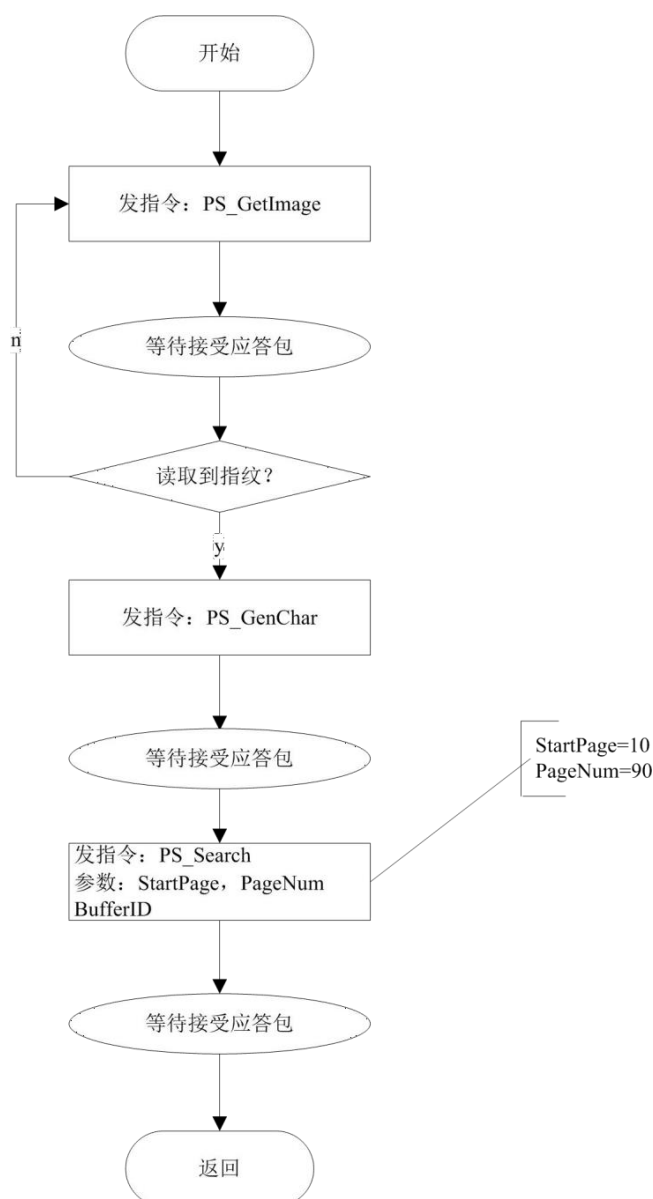


图 7-3 功能实现示例 2：从传感器读入现场指纹并搜索从 10—100 的指纹库区间

7.3 UART 命令包的处理过程

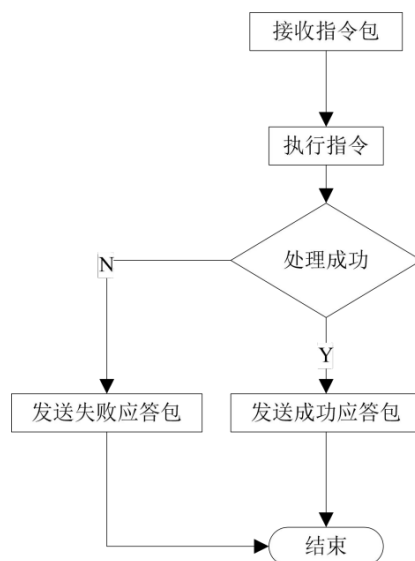


图 7-4 功能实现示例 3：UART 命令包的处理过程

7.4 UART 数据包的发送过程

UART 传输数据包前，首先要接收到传输数据包的指令包，做好传输准备后发送成功应答包，最后才开始传输数据包。数据包主要包括：包头、芯片地址、包标识、包长度、数据和校验和。

数据包的包标识主要分为两种：02H 和 08H。02H：数据包，且有后续包。08H：最后一个数据包，即结束包。数据长度是预先设置好的，主要分为：32、64、128、和 256 四种。

例如，要传输的数据长度为 1K bytes，数据包中预先设置的数据长度为 128 bytes，那么就要把1K bytes 的数据分为 8 个数据包传输。每个数据包包括：2 bytes 包头、4 bytes 芯片地址、1 bytes 包标识、2 bytes 包长度、128 bytes 数据和 2 bytes 校验和，每个数据包长度为 139 bytes。另外，8 个数据包中，前 7 个数据包的包标识是 02H，最后一个结束数据包包标识是 08H。最后需要注意的是，结束包如果长度没有达到 139 bytes 时，以实际长度传输，不会以其他方式扩充到 139 bytes。

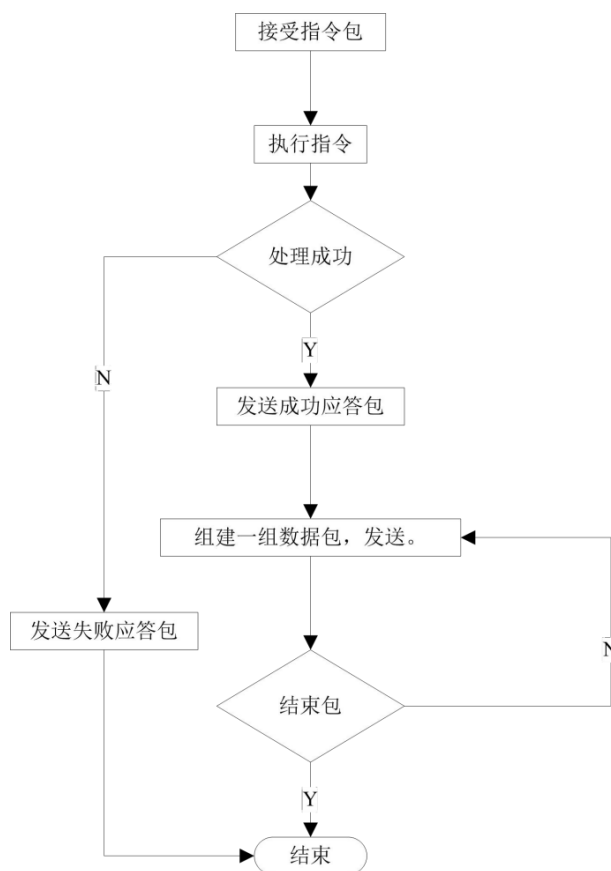


图 7-5 功能实现示例 4：UART 数据包的发送过程

7.5 UART 数据包的接收过程

UART 传输数据包前，首先要接收到传输数据包的指令包，做好传输准备后发送成功应答包，最后才开始传输数据包。数据包主要包括：包头、芯片地址、包标识、包长度、数据和校验和。

数据包的包标识主要分为两种：02H 和 08H。02H：数据包，且有后续包。08H：最后一个数据包，即结束包。数据长度是预先设置好的，主要分为：32、64、128、和 256 四种。

例如，要传输的数据长度为 1K bytes，数据包中预先设置的数据长度为 128 bytes，那么就要把 1K bytes 的数据分为 8 个数据包传输。每个数据包包括：2 bytes 包头、4 bytes 芯片地址、1 bytes 包标识、2 bytes 包长度、128 bytes 数据和 2 bytes 校验和，每个数据包长度为 139 bytes。另外，8 个数据包中，前 7 个数据包的包标识是 02H，最后一个结束数据包包标识是 08H。最后需要注意的是，结束包如果长度没有达到 139 bytes 时，以实际长度传输，不会以其他方式扩充到 139 bytes。

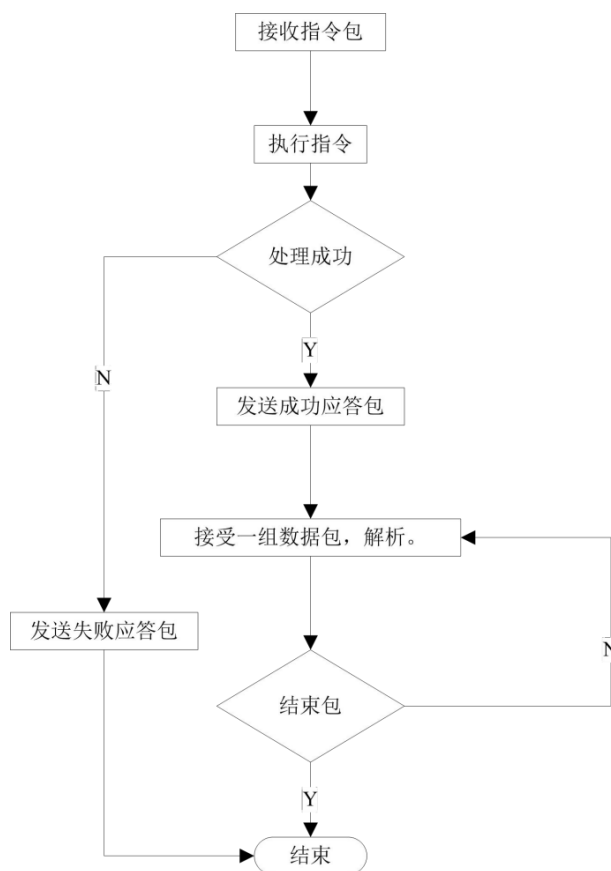


图 7-6 功能实现示例 5：UART 数据包的接收过程

7.6 自动注册模板流程

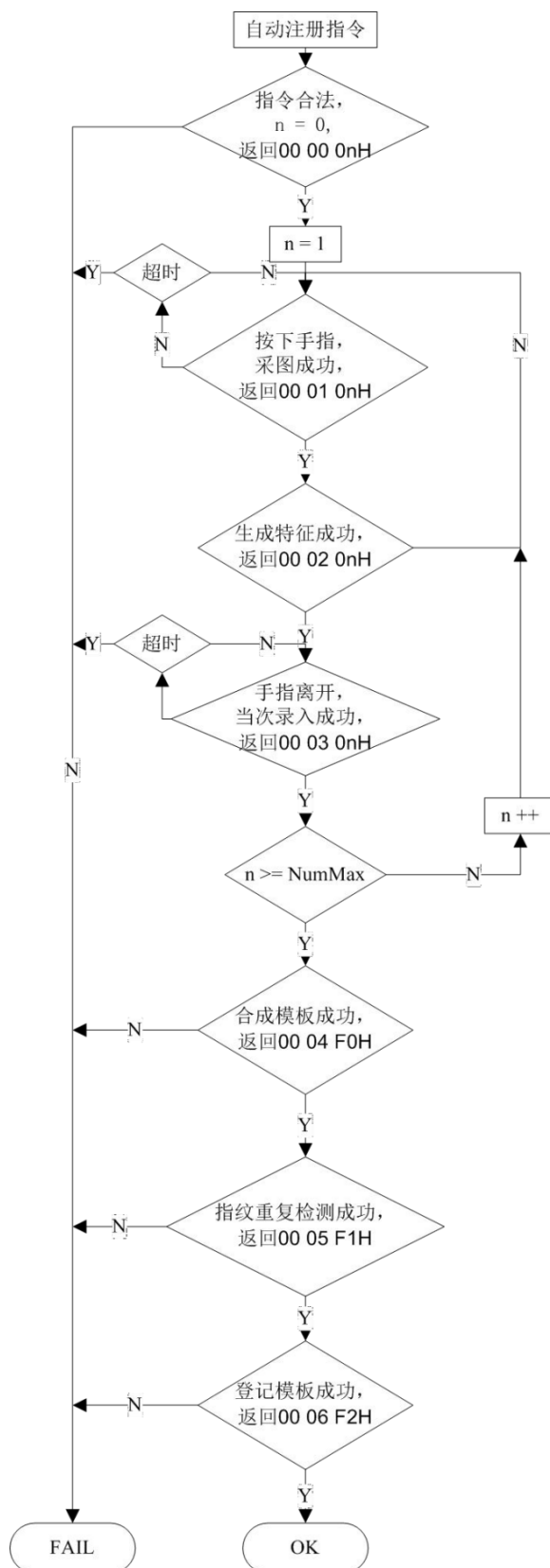


图 7-7 功能实现示例 6：自动注册模板流程

7.7 自动验证指纹流程

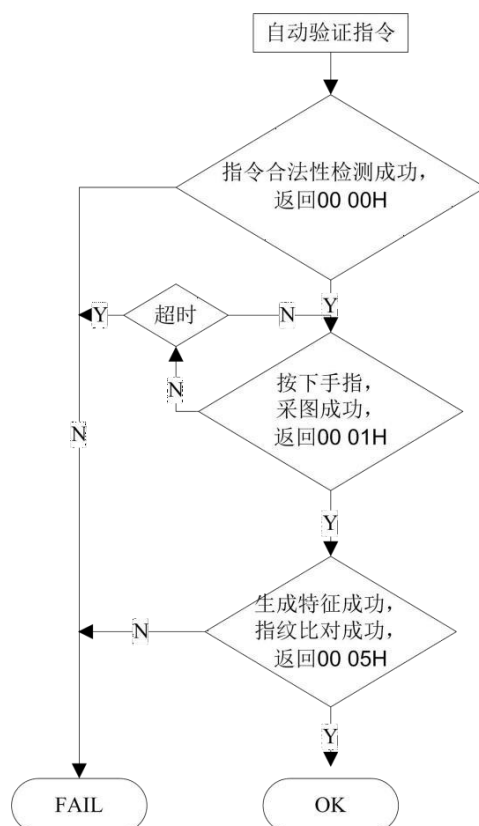


图 7-8 功能实现示例 7：自动验证指纹流程

8 附录A：默认设置表

| 参数名称 | | 默认设置 | 备注 |
|--------|------|------------|--|
| 通讯接口 | | | |
| UART | 波特率 | 57600 | |
| | 校检 | 无校检 | |
| | 数据位 | 8 位 | |
| | 停止位 | 2 位 | |
| | 硬件流控 | 无硬件流控 | |
| 默认参数 | | | |
| 默认设备地址 | | 0xffffffff | 数据包的地址域必须与该地址相配，命令包/数据包才被系统接收。 |
| 上电握手口令 | | 0x55 | |
| 默认口令 | | 0 | 若通过URAT 通讯或口令被修改，则上位机与芯片通讯的第一个指令必须是验证口令，只有口令验证通过后，芯片才接收其他指令。 |

9 附录B：GPIO和LED状态表

| | | | INT OUT | OUT_PUT_CTL | LED |
|-------|------|------|---------|-------------|-----|
| 指纹库为空 | | | 高电平 | 高电平 | 均不亮 |
| 指纹库非空 | 验证成功 | 主机上电 | | 10ms低电平 | 绿灯亮 |
| | | 主机掉电 | | | |
| | 验证失败 | | | | |

9 附录 C : ASCII 码表

| 十六进制 | 十进制 | 字符 |
|------|-----|-----|
| 00 | 0 | NUL |
| 01 | 1 | SOH |
| 02 | 2 | STX |
| 03 | 3 | ETX |
| 04 | 4 | EOT |
| 05 | 5 | ENQ |
| 06 | 6 | ACK |
| 07 | 7 | BEL |
| 08 | 8 | BS |
| 09 | 9 | HT |
| 0a | 10 | LF |
| 0b | 11 | VT |
| 0c | 12 | FF |
| 0d | 13 | CR |
| 0e | 14 | SO |
| 0f | 15 | SI |
| 10 | 16 | DLE |
| 11 | 17 | DC1 |
| 12 | 18 | DC2 |
| 13 | 19 | DC3 |
| 14 | 20 | DC4 |
| 15 | 21 | NAK |
| 16 | 22 | SYN |
| 17 | 23 | ETB |
| 18 | 24 | CAN |
| 19 | 25 | EM |
| 1a | 26 | SUB |

| 十六进制 | 十进制 | 字符 |
|------|-----|-----|
| 1b | 27 | ESC |
| 1c | 28 | FS |
| 1d | 29 | GS |
| 1e | 30 | RS |
| 1f | 31 | US |
| 20 | 32 | SP |
| 21 | 33 | ! |
| 22 | 34 | " |
| 23 | 35 | # |
| 24 | 36 | \$ |
| 25 | 37 | % |
| 26 | 38 | & |
| 27 | 39 | ` |
| 28 | 40 | (|
| 29 | 41 |) |
| 2a | 42 | * |
| 2b | 43 | + |
| 2c | 44 | , |
| 2d | 45 | - |
| 2e | 46 | . |
| 2f | 47 | / |
| 30 | 48 | 0 |
| 31 | 49 | 1 |
| 32 | 50 | 2 |
| 33 | 51 | 3 |
| 34 | 52 | 4 |
| 35 | 53 | 5 |
| 36 | 54 | 6 |
| 37 | 55 | 7 |
| 38 | 56 | 8 |
| 39 | 57 | 9 |

| 3a | 58 | : |
|------|-----|----|
| 十六进制 | 十进制 | 字符 |
| 3b | 59 | ; |
| 3c | 60 | < |
| 3d | 61 | = |
| 3e | 62 | > |
| 3f | 63 | ? |
| 40 | 64 | @ |
| 41 | 65 | A |
| 42 | 66 | B |
| 43 | 67 | C |
| 44 | 68 | D |
| 45 | 69 | E |
| 46 | 70 | F |
| 47 | 71 | G |
| 48 | 72 | H |
| 49 | 73 | I |
| 4a | 74 | J |
| 4b | 75 | K |
| 4c | 76 | L |
| 4d | 77 | M |
| 4e | 78 | N |
| 4f | 79 | O |
| 50 | 80 | P |
| 51 | 81 | Q |
| 52 | 82 | R |
| 53 | 83 | S |
| 54 | 84 | T |
| 55 | 85 | U |
| 56 | 86 | V |
| 57 | 87 | W |
| 58 | 88 | X |

| 59 | 89 | Y |
|------|-----|----|
| 十六进制 | 十进制 | 字符 |
| 5a | 90 | Z |
| 5b | 91 | [|
| 5c | 92 | \ |
| 5d | 93 |] |
| 5e | 94 | ^ |
| 5f | 95 | _ |
| 60 | 96 | ' |
| 61 | 97 | a |
| 62 | 98 | b |
| 63 | 99 | c |
| 64 | 100 | d |
| 65 | 101 | e |
| 66 | 102 | f |
| 67 | 103 | g |
| 68 | 104 | h |
| 69 | 105 | i |
| 6a | 106 | j |
| 6b | 107 | k |
| 6c | 108 | l |
| 6d | 109 | m |
| 6e | 110 | n |
| 6f | 111 | o |
| 70 | 112 | p |
| 71 | 113 | q |
| 72 | 114 | r |
| 73 | 115 | s |
| 74 | 116 | t |
| 75 | 117 | u |
| 76 | 118 | v |
| 77 | 119 | w |

| 78 | 120 | x |
|------|-----|-----|
| 十六进制 | 十进制 | 字符 |
| 79 | 121 | y |
| 7a | 122 | z |
| 7b | 123 | { |
| 7c | 124 | |
| 7d | 125 | } |
| 7e | 126 | ~ |
| 7f | 127 | DEL |

免责声明

由于产品版本升级或者其它原因，本文档内容可能不定期更新。除非另行约定，本文档仅作为使用指导，文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示担保。