

开发环境搭建与工程模板创建

本章导读

本章以榜样故事——中国核潜艇之父彭士禄的介绍开始,然后描述 MDK 软件及支持 包安装、CH340 驱动安装、分析两种常用的程序下载方法(ISP 串口程序下载、ST-LINK 程 序下载)基本原理。通过基本项目实践,新建工程模板——基于库函数的训练,实现素质、知 识、能力目标的融合达成。本章素质、知识、能力结构如图 3-1 所示。



▶ 表示素质教学重点 ★ 表示"三基"教学重点 ▲ 表示工程应用能力教学重点
 图 3-1 本章素质、知识、能力结构图

本章学习目标

素质目标:以榜样为力量,学习彭士禄在为祖国、为人民奉献的一生里,从不计较个人利益得失,从未向组织提出任何个人要求。他始终以国家的利益为先,勇挑重担,身先士卒,

STM32 嵌入式原理及应用——基于 STM32F103 微控制器的进阶式项目实战

忘我工作,把毕生精力奉献给祖国的核动力事业。告诉学生珍惜时间,打好基础,每一代青年都有自己的际遇和机缘,都要在自己所处的时代条件下谋划人生、创造历史。

知识目标:掌握 MDK 软件及支持包、CH340 驱动安装方法,掌握两种常用的程序下载 方法基本原理。

能力目标:具备创建工程模板——基于库函数能力,培养学生的综合能力和创新思维。 **榜样故事**

中国潜艇之父彭十禄(见图 3-2)。

出生: 1925 年 11 月

逝世日期: 2021 年 3 月 22 日

籍贯: 广东汕尾

毕业院校:莫斯科化工机械学院

职业:教育科研工作者

主要成就:

1978年,被选为全国先进工作者,获全国科学大会奖。

1988年,获国防科工委表彰全军优秀总设计师颁发的"为国 防科技事业做出突出贡献的荣誉奖"。

1996年,获何梁何利基金科学技术进步奖。

2021年5月26日,被追授为"时代楷模"。

2022年3月3日,被评为"感动中国 2021年度人物"。

被誉为"中国核潜艇之父"。

被誉为中国核动力事业的开拓者和奠基者之一。

大亚湾核电站的重要参与者和秦山核电站的重要参与者。

人物事迹:

彭士禄是中国工程院首批及资深院士,被誉为"中国核潜艇之父",1956 年毕业于苏联 莫斯科化工机械学院,1958 年回国后一直从事核动力的研究与设计工作并被追授为"时代 楷模"。他是中国的核动力专家,也是中国核动力领域的开拓者和奠基者之一,为中国核动 力的研究与设计做出了开创性的工作。

人物经历:

1958年年底,中国组建了核动力潜艇工程项目,开始核动力装置预研。这一年,彭士禄 刚好学成回国,并被安排在北京的原子能研究所工作。

1959年,苏联以技术复杂,中国不具备条件为由,拒绝为研制核潜艇提供援助。彭士禄 和他的同事决心自力更生、艰苦奋斗,尽早将核潜艇研制出来。

1961年,彭士禄任原子能所核动力研究室副主任,并受郭沫若聘请兼任中国科学技术 大学近代物理系副教授。

1961—1962年,由于当时中国核科学人才奇缺,核潜艇资料短缺,又恰逢3年经济困难,中央决定集中力量搞原子弹、导弹,核潜艇项目暂时下马,只保留一个50多人的核动力研究室。彭士禄作为核动力研究室副主任,负责全面工作。

1963年,彭士禄任七院十五所(核动力研究所)副总工程师。

1965年,彭士禄转并到核工业部二院二部任副总工程师。



图 3-2 彭士禄

24

1965年3月,搁置多时的核潜艇项目重新启动。彭士禄告别北京的妻子和儿女,只身 入川,参与筹建中国第一座潜艇核动力装置陆上模式堆试验基地。

1967年6月-1971年6月,彭士禄任核潜艇陆上模式堆基地副总工程师。

1967年起,彭士禄组织建造了1:1核潜艇陆上模式堆,并全程跟踪模式堆的安全运行、分析异常现象和事故苗头、排除故障。

1970年7月18日,核潜艇陆上模式堆启动试验开始,反应堆主机达到满功率指标,试验取得了圆满成功,为核动力装置一次性成功运用于潜艇起到决定性的借鉴作用。这一年,中国第一艘攻击型核潜艇下水了。

1971年6月—1973年5月,彭士禄任719所(核潜艇总体设计研究所)副所长兼总工程师。

1973年起,彭士禄任七院(中国舰船研究设计院)副院长,随后任六机部副部长兼总工程师,国防科委核潜艇第一位总设计师。

十年之后,彭士禄被任命为水电部副部长兼总工程师,兼任广东大亚湾核电站总指挥, 还兼任国防科工委核潜艇技术顾问。

1986年4月,核电工作归核工业部管理后,彭士禄被调到核工业部任总工程师兼科技 委第二主任、核电秦山二期联营公司董事长,并负责秦山二期的筹建。核工业部改为中国核 工业总公司后,彭士禄任中国核工业总公司科技顾问。

他勇攀高峰、锐意攻关的奋斗精神,"重行动、不空谈、埋头苦干"的工作作风,甘做拓荒 者、"为人民、为祖国奉献一切"的高尚情怀,激励着千千万万的中华儿女。

人物评价:

49岁时,彭士禄在一次核潜艇调试工作中突发急性胃穿孔,胃被切除了 3/4。可是手术 后不久,他又忘我地投入工作之中。彭士禄无论身处多高的位置,管理多少工程、项目与人 员,都时刻牢记自己的使命,牢记要回报人民,回报祖国。

历经磨难,初心不改。在深山中倾听,于花甲年重启。两代人为理想澎湃,一辈子为国 家深潜。你,如同你的作品,无声无息,但蕴含巨大的威力。(感动中国 2021 年度人物组委 会评语)。

3.1 STM32 固件库概述

意法半导体公司为了方便用户开发程序,提供了一套丰富的 STM32 固件库。STM32 固件库是一个固件函数包,它由程序、数据结构和宏组成,囊括了微控制器所有外设的性能 特征。该函数库还包括每一个外设的驱动描述和应用实例,为开发者访问底层硬件提供了 一个中间接口 API(application programming interface)。通过使用该固件库,开发者无须 深入掌握底层硬件细节,就可以轻松应用每一个外设。因此,使用该固件库可以极大减少用 户的程序编写时间,进而降低开发成本。其实用一句话就可以概括:固件库就是函数的集 合,固件库函数的作用是向下负责与寄存器直接打交道,向上提供用户函数调用的接口 (API)。

1. 库开发与寄存器开发的关系

学习 51 单片机开发时,我们习惯了 51 单片机的寄存器开发方式,因为 51 单片机寄存

器少,编程简单、直接。而对于 STM32 这种级别的 MCU,数百个寄存器记起来又是谈何容易。于是,意法半导体公司推出了官方固件库,固件库将这些寄存器底层操作都封装起来, 提供一整套接口(API)供开发者调用。大多数场合下,你不需要去知道操作的是哪个寄存器,只需要知道调用哪些函数即可。

2. STM32 官方库包介绍

意法半导体公司提供的固件库完整包可以在官方网站下载,这里使用的是 3.5.0 版本的固件库。STM32F10x_StdPeriph_Lib_V3.5.0 官方库包根目录如图 3-3 所示,官方库目录 列表如图 3-4 所示。

| STM32资料 > 软件 > STM32F1xx固件库 > STM32F10x_StdPeriph_Lib_V3.5.0 > v じ | | | | | | | |
|--|------------------------------|-----------------|------------|-----------|--|--|--|
| ^ | 名称 | 修改日期 | 类型 | 大小 | | | |
| | L_htmresc | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 | | | | |
| | Libraries | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 | | | | |
| | Project | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 | | | | |
| | Utilities | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 | | | | |
| | Release_Notes | 2013/8/10 20:18 | 搜狗高速浏览器H | 111 KB | | | |
| | 📽 stm32f10x_stdperiph_lib_um | 2013/8/10 20:18 | 编译的 HTML 帮 | 19,189 KB | | | |

图 3-3 官方库包根目录



图 3-4 官方库目录列表

下面对图 3-4 所示的官方库目录列表里面几个重要文件夹进行介绍。

1. 文件夹介绍

(1) Libraries 文件夹下面有 CMSIS 和 STM32F10x_StdPeriph_Driver 两个目录,这两 个目录包含固件库核心的所有子文件夹和文件。其中 CMSIS 目录下面是启动文件;而 STM32F10x_StdPeriph_Driver 目录下放的是 STM32 固件库源码文件。源码文件目录下 面的 inc 目录存放的是 stm32f10x_xxx.h 头文件,无须改动,而 src 目录存放的是 stm32f10x_ xxx.c 格式的固件库源码文件。每一个.c 程序文件与一个相应的.h 文件对应。这里的文件 也是固件库的核心文件,每个外设对应一组文件。Libraries 文件夹里面的文件在我们建立 工程的时候都会被使用到。

(2) Project 文件夹下面有两个文件夹:一个是 STM32F10x_StdPeriph_Examples 文件夹,其下面存放意法半导体公司官方提供的固件实例源码,用户在以后的开发过程中可以

参考修改这个实例来快速驱动自己的外设,很多开发板的实例都参考了官方提供的例程源码,这些源码对以后的学习非常重要;另一个是 STM32F10x_StdPeriph_Template 文件夹, 其下面存放的是工程模板。

(3) Utilities 文件夹下就是官方评估版的一些对应源码,这个文件夹可以忽略不看。

(4) 根目录中还有一个 stm32f10x_stdperiph_lib_um.chm 文件。直接打开后可以知道,这是一个固件库的帮助文档,这个文档非常有用。在开发过程中,这个文档会经常被使用到。

2. 关键文件介绍

下面着重介绍 Libraries 目录下的几个重要文件。

(1) core_cm3.c 和 core_cm3.h 文件位于\Libraries\CMSIS\CM3\CoreSupport 目录下,如图 3-5 所示。这两个文件就是 CMSIS 的核心文件,提供进入 CM3 内核接口。这些文件不需要修改。

| ST | STM32F10x_StdPeriph_Lib_V3.5.0 > Libraries > CMSIS > CM3 > CoreSupport v U | | | | | |
|----|--|-----------------|-----|----|-------|--|
| ^ | 名称 ^ | 修改日期 | 类型 | 大小 | | |
| | core_cm3.c | 2013/8/10 20:18 | C文件 | | 17 KB | |
| | core_cm3.h | 2013/8/10 20:18 | H文件 | | 84 KB | |

图 3-5 core_cm3.c 和 core_cm3.h 文件

(2)与 CoreSupport 同一级的还有一个 DeviceSupport 文件夹,如图 3-6 所示。 DeviceSupport\ST\STM32F10x文件夹下面主要存放一些启动文件、比较基础的寄存器定 义和中断向量定义的文件,如图 3-7 所示。

| <pre>« STM32F10x_StdPeriph_Lib_V3.5.0 > Libraries > CMSIS > CM3</pre> | | | | | | |
|--|-------------|--------------------------------------|------------|--|--|--|
| ^ | 名称 个 | 修改日期 | 类型 | | | |
| | CoreSupport | 2021/12/12 13:56 2021/12/12 13:56 | 文件夹 文件夹 | | | |

| | 图 3-6 | CoreSupport <u>+</u> | う DeviceSuppor | t 文件夹 |
|--|-------|----------------------|----------------|-------|
|--|-------|----------------------|----------------|-------|

| Libraries > CMSIS > CM3 > DeviceSupport > ST > STM32F10x v U | | | | | | |
|--|------------------|----------------|--------|--|--|--|
| ^ 名称 ^ | 修改日期 | 类型 | 大小 | | | |
| startup | 2021/12/12 13:56 | 文件夹 | | | | |
| Release_Notes | 2013/8/10 20:18 | Microsoft Edge | 26 KB | | | |
| stm32f10x.h | 2013/8/10 20:18 | H文件 | 620 KB | | | |
| system_stm32f10x.c | 2013/8/10 20:18 | C 文件 | 36 KB | | | |
| system_stm32f10x.h | 2013/8/10 20:18 | H文件 | 3 KB | | | |

图 3-7 STM32F10x 文件夹目录

如图 3-7 所示,STM32F10x 文件夹有 3 个文件: system_stm32f10x.c、system_stm32f10x.h 和 stm32f10x.h。其中 system_stm32f10x.c 和对应的头文件 system_stm32f10x.h 的功能 是设置系统以及总线时钟,这个里面有一个非常重要的 SystemInit()函数。这个函数在系 统启动的时候都会被调用,用来设置系统的整个时钟系统。stm32f10x.h 这个文件很重要, 只要用 STM32 来开发,就会时刻都要查看这个文件相关的定义。打开这个文件可以看到, 里面有非常多的结构体以及宏定义。这个文件里面主要是系统寄存器定义声明以及包装内 存操作;对于怎样声明以及怎样将内存操作封装起来,可以参考"STM32F1开发指南-库函 数版本,4.6节: MDK 中寄存器地址名称映射"。

startup 文件夹下放的是启动文件。在\startup\arm 目录下,可以看到 8 个以 startup 开头的.s 文件,如图 3-8 所示。

| Libr | Libraries > CMSIS > CM3 > DeviceSupport > ST > STM32F10x > startup > arm v 🗸 | | | | | | | |
|------|--|-----------------|------|-------|--|--|--|--|
| ^ | 名称 ^ | 修改日期 | 类型 | 大小 | | | | |
| | startup_stm32f10x_cl.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 16 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_hd.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 16 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_hd_vl.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 16 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_ld.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 13 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_ld_vl.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 14 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_md.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 13 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_md_vl.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 14 KB | | | | |
| | startup_stm32f10x_xl.s | 2013/8/10 20:18 | S 文件 | 16 KB | | | | |

图 3-8 8 个以 startup 开头的.s 文件

如图 3-8 所示,这里的 8 个启动文件是因为不同容量的芯片而不一样。对于 STM32F103 系列,主要是用其中的以下 3 个启动文件。

startup_stm32f10x_ld.s: 适用于小容量产品。

startup_stm32f10x_md.s:适用于中等容量产品。

startup_stm32f10x_hd.s:适用于大容量产品。

这里的容量是指 Flash 的大小,判断方法如下。

小容量: Flash≪32KB。

中容量: 64KB 《Flash 《128KB。

大容量: 256KB≪Flash。

本教材选用 STM32F103ZET6 芯片,其属于大容量产品,所以启动文件选择 startup_ stm32 f10x_hd.s。

3.2 MDK 软件及支持包安装

MDK 源自德国的 KEIL 公司,它是 RealViewMDK 的简称。在全球, MDK 被超过 10 万的嵌入式开发工程师使用。本书使用 MDK 5.14,该版本使用 Keil µVision5 IDE(集成开 发环境),它是目前针对 ARM 处理器,尤其是 Cortex M 内核处理器的最佳开发工具。

3.2.1 MDK 软件安装

MDK 软件安装步骤如下。

- (1) 在 D:(或 C:) 盘创建一个文件夹, 命名为 MDK5, 如图 3-9 所示。
- (2) 在官方网站下载软件,下载的 mdk514.exe 软件如图 3-10 所示。
- (3) 双击 mdk514.exe 文件,如图 3-11 所示。
- (4) 在打开的界面中单击 Next 按钮,如图 3-12 所示。

| | 名称 | 修改日期 | 类型 |
|---|-----------|------------------|-----|
| | 📕 bfMedia | 2022/1/14 14:11 | 文件夹 |
| | 📕 data | 2021/12/18 16:47 | 文件夹 |
| | eSupport | 2021/10/31 2:10 | 文件夹 |
| • | 📕 list | 2021/12/18 16:47 | 文件夹 |
| r | I MDK5 | 2021/12/12 14:35 | 文件夹 |

图 3-9 文件夹命名为 MDK5

| Mitch Mitcheller | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------|
| mdk514.exe 2015/3/7 23:18 应用程序 355,626 K 图 3-10 下载的 mdk514.exe 软件 Image: Setup MDK-ARM V5.14 Image: Setup MDK-ARM V5.14 Setup MDK-ARM V5.14 Image: Setup MDK-ARM V5.14 Image: Setup Program installs: Image: Setup Program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Image: Setup MDK-ARM Setup Image: Cancel Image: Setup MDK-ARM Setup | ^ | 修改日期 | 类型 | 大小 |
| 图 3-10 下载的 mdk514.exe 软件 名称 双击 配 mdk514.exe 图 3-11 双击 mdk514.exe 文件 Setup MDK-ARM V5.14 Welcome to Keil MDK-ARM Release 2/2015 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Keil MDK-ARM Setup | mdk514.exe | 2015/3/7 23:18 | 应用程序 | 355,626 KB |
| 図 3-11 双击 mdk514.exe 図 3-11 双击 mdk514.exe 文件 Setup MDK-ARM V5.14 Welcome to Keil MDK-ARM Release 2/2015 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. | 图 3-1 | 10 下载的 mdk51 | 4.exe 软件 | |
| 図 3-11 双击 mdk514.exe 図 3-11 双击 mdk514.exe 文件 Setup MDK-ARM V5.14 Welcome to Keil MDK-ARM Release 2/2015 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. However, Nou should make a backup copy before proceeding. | | | | |
| 图 3-11 双击 mdk514.exe 文件 图 3-11 双击 mdk514.exe 文件 Setup MDK-ARM V5.14 Welcome to Keil MDK-ARM Release 2/2015 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program installs: HOK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. #击 Keil MDK-ARM Setup | | 名称 | 风击 | |
| 图 3-11 双击 mdk514.exe 文件 Setup MDK-ARM V5.14 Welcome to Keil MDK-ARM Release 2/2015 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Keil MDK-ARM Setup (< Back Next >>) Cancel | | mdk514.exe | | |
| Setup MDK-ARM V5.14 > Welcome to Keil MDK-ARM Image: Constraint of the set of th | 图 3 | -11 双击 mdk514 | .exe 文件 | |
| Setup MDK-ARM V5.14 > Welcome to Keil MDK-ARM Image: Constraint of the set of th | | | | |
| Welcome to Keil MDK-ARM Release 2/2015 This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Keil MDK-ARM Setup Keil MDK-ARM Setup | Setup MDK-ARM V5.14 | | | × |
| Release 2/2015 Cools by ARM This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Follow the instructions to complete the product installation. Keil MDK-ARM Setup Keil MDK-ARM Setup | Welcome to Keil MDK-ARM | | | ∕ E II™ |
| This SETUP program installs: MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Follow the instructions to complete the product installation. Keil MDK-ARM Setup Keil MDK-ARM Setup | Release 2/2015 | | . IN P | ools by ARM |
| This SETUP program installs: MDK-ARM V5.11 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. — Keil MDK-ARM Setup — Keil MDK-ARM Setup | | | | |
| MDK-ARM V5.14 This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. | This SETUP program installs: | | | |
| This SETUP program may be used to update a previous product installation. However, you should make a backup copy before proceeding. It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. Follow the instructions to complete the product installation. Keil MDK-ARM Setup | MDK-ARM V5.14 | | | |
| It is recommended that you exit all Windows programs before continuing with SETUP. Follow the instructions to complete the product installation. 单击 — Keil MDK-ARM Setup | This SETUP program may be a However, you should make a l | used to update a previous product backup copy before proceeding. | installation. | |
| Follow the instructions to complete the product installation. 单击 — Keil MDK:ARM Setup | It is recommended that you exi | t all Windows programs before con | tinuing with SETUP. | |
| - Keil MDK-ARM Setup | Follow the instructions to comp | elete the product installation. | | 单击 |
| Keil MDK-ARM Setup Keil MDK-ARM Setu | | | | |
| << Back Next >> Cancel | — Keil MDK-ARM Setup ——— | | | |
| | | < | KBack Next>> | Cancel |

图 3-12 开始安装 MDK 5.14

(5) 选择 I agree to all the terms of the preceding License Agreement,再单击 Next 按钮,如图 3-13 所示。

| etup MDK-ARM V5.14 | | | > |
|--|--------------------------------|------------------------|--------|
| License Agreement | | | тм |
| Please read the following license agreem | nent carefully. | Tools b | oy ARM |
| To continue with SETUP, you must acce agreement, click the check box below. | pt the terms of the License Ag | reement. To accept the | |
| END USER LICENCE AGREEMEN | T FOR MDK-ARM | | ^ |
| THIS END USER LICENCE AGRI | EEMENT ("LICENCE") IS | A LEGAL AGREEME | NT |
| BETWEEN YOU (EITHER A SINGL | E INDIVIDUAL, OR SING | LE LEGAL ENTITY) A | ND |
| LICENCE. ARM IS ONLY WILLIN | IG TO LICENSE THE S | OFTWARE TO YOU | ON |
| CONDITION THAT YOU ACCEPT | FALL OF THE TERMS | IN THIS LICENCE. | BY |
| CLICKING "I AGREE" OR BY INS | TALLING OR OTHERWIS | E USING OR COPYI | NG 🗸 |
| I agree to all the terms of the precedir | ng License Agreement | 2. | 曲 |
| - Keil K-ARM Setup | | | |
| | << Bac | k Next>> | Cancel |
| N 4 141 197 | | | |

图 3-13 同意软件许可协议

(6)选择存放路径(安装路径不能包含中文、最好不要有空格和特殊字符),将文件存放 至 MDK5 文件夹下,单击 Next 按钮,如图 3-14 所示。

| owse' to select differ 1. 单击选择D: \W | ent folders for installation. |
|--|--|
| | Browse |
| | Browse |
| 2. 単 | 岫 |
| << Back | Next>> Cancel |
| | cowse' to select differ 1.单击选择D: \V 2.真 《《Back [[|

图 3-14 选择安装路径

(7)填写用户信息(@不能少),如图 3-15 所示,单击 Next 按钮。等待安装,需要几分 钟时间,如图 3-16 所示。

| Setup MDK-ARM V5 | .14 | | | | × |
|---|---------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|----------|
| Customer Informati Please enter your i | ion nformation. | | | | s by ARM |
| Please enter your n | ame, the name of the comp | any for whom y — 随便取4 | vou work and 皆 | your E-mail addre | SS. |
| First Name: | 111 | | | | |
| Last Name: | asus | 随便 | | | |
| Company Name: | 111 | - 随便 | | | |
| E-mail: | 111@.gmail.com | | | 2. 単击 | |
| кантыканта эсци | e不能少 | | << Back | Next>> | Cancel |

图 3-15 填写用户信息

| Setup MDK-ARM V5.14 | × |
|---|-----------------------|
| Setup Status | |
| MDK-ARM Setup is performing the requested operations. | |
| Install Files | |
| Installing c_4f.b. | |
| | |
| 开始安装,需要几分钟 | 时间 |
| — Kell MUK-AHM Setup — | << Back Next>> Cancel |

图 3-16 等待安装

(8) 单击"安装"按钮确认安装,如图 3-17 所示。安装完毕,单击 Finish 按钮,结束安 装,如图 3-18 所示。

(9) 安装完毕,桌面生成 Keil uVision5 快捷图标,如图 3-19 所示。

| | ■ Windows 安全 | × | |
|---|---|----------|-------------|
| | 您想安装这个设备软件吗? 名称: KEIL - Tools By ARM 通用串行总线控制器 愛 发布者: ARM Ltd 単击 | | |
| | □ 始终信任来目 "ARM Ltd" 的软件(A)。 | 不安装(N) | |
| | ⑦ 您应仅从可信的发布者安装驱动程序软件。我如何确定明 安全安装? | 些设备软件可以 | |
| , | 图 3-17 单击"安装"按钮 | | |
| Setup MDK-ARM V5.14 | | × | |
| Keil MDK-ARM Setup completed MDK-ARM V5.14 | | M | |
| MDK-ARM Core Setup has performed | d all requested operations successfully. | | |
| Y Show Helease Notes. | | | |
| — Keil MDK-ARM Setup ———— | 单击 | | eil ion5 |
| 图 3 | -18 单击 Finish 按钮 | 图 3-19 桌 | 面快捷图标 |

图 3-18 单击 Finish 按钮

【注意】 安装完成后,如果弹出错误信息,直接关闭即可,因为安装后会自动去下载。

3.2.2 支持包安装

接下来还需要安装支持包才能使用,支持包安装步骤如下。

(1) 登录官网下载 Keil.STM32F1xx DFP.1.0.5.pack 支持包,如图 3-20 所示。



图 3-20 Keil.STM32F1xx_DFP.1.0.5.pack 支持包

- (2) 找到下载的 Keil.STM32F1xx DFP.1.0.5.pack,双击安装。
- (3) 单击 Next 按钮,如图 3-21 所示。安装进度如图 3-22 所示,等待安装完毕。
- (4) 支持包安装完毕,单击 Finish 按钮,如图 3-23 所示。

STM32 嵌入式原理及应用——基于 STM32F103 微控制器的进阶式项目实战

| Pack Unzip: Keil STM32F1xx_DFP 1.0.5 | × |
|--|--|
| Welcome to Keil Pack Unzip Release 3/2014 | |
| This program installs the Software Pack: | |
| Keil STM32F1xx_DFP 1.0.5 STMicroelectronics STM32F1 Series Device Support, Dr | rivers and Examples |
| Destination Folder | |
| D:\MDK5\ARM\PACK\Keil\STM32F1xx_DFP\1.0.5 | <u><u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u></u></u> |
| Keil Pack Unzip | |
| Pack already installed. Click "Next" to replace. | << Back Next >> Cancel |

图 3-21 开始安装界面

| nstallation Status | | |
|------------------------------|-----------------------------|--|
| Keil Pack Unzip is performin | g the requested operations. | |
| Compiling SVD files | | |
| STM32F100xx.svd | | |
| | | |
| | | |
| | 1 | |
| | 安装进度 | |
| — Keil Pack Unzip —— | | |
| | | |

图 3-22 安装进度



图 3-23 支持包安装完毕

到这里, MDK 才算安装完成了。打开一个工程项目, 试试看 MDK 安装成功没有, 编译 没有错误表示 MDK 和支持包都安装成功了。

安装注意事项如下:

① 安装路径为英文路径(不要是中文路径);

- ② 系统用户名不能为中文;
- ③ 多个版本 MDK(Keil)不要安装在同一目录;
- ④ MDK5 需要加载芯片对应的支持包。

3.3 CH340 驱动安装

STM32的程序下载一般都是通过串口1下载,这时需要安装CH340驱动。CH340驱动安装步骤如下。

(1) 打开"CH340 驱动(USB 串口驱动)_XP_WIN7 共用"文件夹,如图 3-24 所示。

(2) 双击 SETUP.exe 文件开始安装,如图 3-25 所示。

| STM32嵌入式原理及应用 > STM32资料 > 软 | 牛 > | |
|-----------------------------|--------------------|-----|
| ▲ | 修改日期 | 迷刑 |
| H13. | | |
| ▲ CH340驱动(USB串口驱动)_XP_WIN7♯ | t用 2022/6/29 14:30 | 文件夹 |
| MDK5 | 2022/7/13 8:40 | 文件夹 |
| ST LINK驱动及教程 | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 |
| STM32 USB虚拟串口驱动 | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 |
| STM32F1xx固件库 | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 |
| STM32串口下载软件 (FLYMCU) | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 |
| 串口调试助手 | 2022/6/29 14:30 | 文件夹 |

图 3-24 CH340 驱动文件夹

| 软件 | > CH340驱动(USB串口驱动)_XP_WIN7共用 | |
|----|------------------------------|----------------|
| ^ | へ 名称 | 修改日期 |
| | 安装失败解决办法 | 2022/5/1 15:35 |
| | 📄 readme | 2015/4/1 18:13 |
| | n Setup | 2015/4/1 18:07 |

图 3-25 双击 SETUP.exe 文件开始安装

(3) 单击"安装"按钮,如图 3-26 所示,等待安装完毕。

(4) 安装完毕,单击"确定"按钮,如图 3-27 所示。

在安装完成后,我们可以在计算机的设备管理器里面找到 USB 串口(如果找不到,则重 启计算机),如图 3-28 所示。

在图 3-28 中可以看到,USB 串口被识别为 COM3。这里需要注意的是,不同计算机可能不一样,有可能是 COM4、COM5 等,但是 USB-SERIAL CH340 一定是一样的。如果没找到 USB 串口,则有可能是安装有误,或者系统不兼容。



图 3-26 单击"安装"按钮



【注意】 驱动预安装不成功,解决办法有两种:第一种解决办法是查看 readme;第二 种解决办法是把 USB 线一端连接 STM32 开发板,另一端连接计算机 USB,打开开发板电源,可以看到计算机右下方提示正在安装设备驱动程序软件。

3.4 程序下载方法 1: ISP 串口程序下载

STM32的程序下载有 USB、串口、SWD、JTAG 等多种方法,但最常用的、最经济的就是通过串口给 STM32下载程序。STM32的 ISP下载只能使用串口 1,也就是对应串口发送接收引脚 PA₉、PA₁₀,不能使用其他串口(例如串口 2: PA₂、PA₃不能用来做 ISP下载)。

3.4.1 ISP 串口程序下载硬件连接

ISP 串口程序下载硬件连接框图如图 3-29 所示。计算机上要安装 CH340 驱动(虚拟 一个 COM 口),还要有一个下载软件 FlyMcu,用 USB 线将计算机与 STM32 开发板连接 (STM32 端 USB 插入位置如图 3-30 所示,即 CH340 芯片旁边的 USB),通过 CH340 实现 USB 信号与串口信号转换。



图 3-30 STM32 端 USB 插入位置

3.4.2 下载工具 FlyMcu 配置

在安装了 USB 串口驱动后,就可以开始用串口下载代码了。这里的串口下载软件选择的是 FlyMcu,该软件是 mcuisp 的升级版本(FlyMcu 新增了对 STM32F4 的支持)。 FlyMcu 软件启动界面如图 3-31 所示。

| ☑ FlyMcu V0.188单片机在线编程专家 | - | × |
|--|-----|------|
| 系统(X) 帮助(Y) Language 搜索串口(V) Port bps:460800 www.mcuisp.com 编程器(W) | 关于区 | |
| ₩机下载时的程序文件:) \STM32资料\工程项目\C8T6项目\项目20\20.OLED\OBJ\C8T6.hex ② ☑编程前重装文件 | 1 | |
| 手持万用编程器 STMISP 免费STMIAP NXP ISP EP968_RS232 | | ^ |
| 开始编程(P) 一 世界(Ramsp 世界(Ramsp 世界(Ramsp) | | |
| 读器件信息(R) 清除芯片(Z) 读FLASH | | - 1 |
| | | - 11 |
| | | - 11 |
| · 反正还似子节夺 | | - 11 |
| | | - 11 |
| | | - 11 |
| | | - 11 |
| 6 | | - 11 |
| DTR的低电平复位,RTS高电平进BootLoader v | | ~ |
| | | |

图 3-31 FlyMcu 软件启动界面

软件配置一共包括5个方面,具体如下。

36

① 搜索申口,选择虚拟出来的 USB 串口,COMx: 空闲 USB-SERIAL CH340。要下载 代码还需要选择串口,这里 FlyMcu 有智能串口搜索功能。每次打开 FlyMcu 软件,软件会 自动搜索当前计算机上可用的串口,然后选中一个作为默认的串口(一般是最后一次关闭时 所选择的串口);此外,也可以通过单击菜单栏的"搜索串口"来实现自动搜索当前可用串口。 串口波特率则可以通过 bps 栏设置,对于 STM32,该波特率最大为 460800。然后,找到 CH340 虚拟的串口,COMx: 空闲 USB-SERIAL CH340。

② 选择"编程前重装文件"。当选中该选项后,FlyMcu 会在每次编程之前将.hex 文件 重新装载一遍,这样在代码调试的时候是比较有用的。特别提醒,不要选择使用 RamIsp,否则,可能没法正常下载。

③ 选择 STMISP 选项卡,选择"校验"以及"编程后执行"。"编程后执行"这个选项在无 一键下载功能的条件下是很有用的。当选中该选项后,可以在下载完程序后自动运行代码, 否则,还需要按复位键,才能开始运行刚刚下载的代码。

④ 注意"选项字节区"的"编程到 FLASH 时写选项字节"不要选中。

⑤ 在左下方选择第 5 项"DTR 的低电平复位,RTS 高电平进 BootLoader"。这个选项 选中后,FlyMcu 就会通过 DTR 和 RTS 信号来控制板载的一键下载功能电路,以实现一键 下载功能。如果不选择,则无法实现一键下载功能。这个选项是必要的选项(在 BOOT。接 GND 的条件下)。

软件配置完成后,以项目 1 新建的工程 Template 为例,先编译一下,没有问题后,用 FlyMcu 软件打开 OBJ 文件夹,找到 Template.hex,如图 3-32 所示,就可以通过单击"开始 编程"按钮,一键下载代码到 STM32 上,下载成功后如图 3-33 所示。在图 3-33 中,圈出了 FlyMcu 对一键下载电路的控制过程,其实就是控制 DTR 和 RTS 电平的变化,控制



图 3-32 找到 Template.hex

BOOT。和 RESET,从而实现自动下载。另外,下载成功后,界面会有"共写人 xxxxKB,耗时 xxxx 毫秒"的提示,工程项目1效果如图 3-34 所示。至此,说明下载代码成功了,并且也从开发板上验证了代码的正确性。



图 3-33 完成下载代码



图 3-34 项目 1 效果图

3.5 程序下载方法 2: ST-LINK 程序下载

由于德国 J-LINK 价格非常昂贵,因此下面介绍 JTAG/SWD 调试工具中另外一个主流仿真器 ST-LINK 的使用方法。如果你已经学会了 J-LINK 的使用方法,那么 ST-LINK 的使用方法就会非常简单,两者几乎 99%的操作方法都是一模一样的。下面从 JTAG/SWD 仿真器的硬件连接、驱动的安装、固件升级和编程软件(MDK)配置 4 个方面进行介绍。

3.5.1 ST-LINK V2 的硬件连接

ST-LINK V2 是 ST 第二代的仿真器,适用于 ST 的 8 位单片机和 ST 的 32 位嵌入式单 片机,ST-LINK V2 模块上的各个引脚功能在其金属包装上可以看到,如图 3-35 所示。



图 3-35 ST-LINK V2 模块端的引脚

对应 STM32 电路板一端的引脚如图 3-36 所示,并按照该图中所示方式连接。



具体连接说明如下。

ST-LINK V2 模块端的引脚 STM32 电路板端的引脚 2.SWDIO ← →7.TMS.SWIO 4.GND ← →20.GND 6.SWCLK ← →9.TCK.SWCLK 8.3.3V ← →1.TVCC

3.5.2 ST-LINK 驱动的安装

对于 ST-LINK 的使用,首先需要安装 ST-LINK 驱动,(可在官方网站下载)。在教材 资料包\STM32 嵌入式原理及应用\STM32 资料\软件\ST-LINK 驱动及教程\ST-LINK 官方驱动里面提供了 ST-LINK 驱动包,资料包内容如图 3-37 所示。

从图 3-37 可以看到,ST-LINK 官方驱动软件包里面包含以下两个可执行文件。

dpinst_x86.exe。

 $dpinst_amd64.exe_{\circ}$

这里,首先执行安装 dpinst_amd64.exe 文件,如果安装之后没有提示报错,那就说明驱 动安装成功了;如果有报错,卸载后再安装 dpinst_x86.exe 文件即可。安装完成后安装界面 如图 3-38 所示,需要注意图 3-38 中两个打钩选项表示驱动安装成功。驱动安装成功后,接 下来把 ST-LINK 通过 USB 连接到计算机上,然后打开设备管理器,可以看到会多出一个 设备,如图 3-39 所示。



图 3-37 ST-LINK 官方 驱动软件包

图 3-38 ST-LINK 驱动安装完成界面



图 3-39 用设备管理器查看 ST-LINK Device

这里有以下两点需要说明。

(1) 各种 Windows 版本设备名称和所在设备管理器栏目可能不一样,例如 Windows 10 插上 STLINK 后显示的是 STM32STLINK。

(2)如果设备名称旁边显示的是黄色的叹号,此时需要直接单击设备名称,然后在打开的界面里面单击更新设备驱动即可。

至此,ST-LINK 驱动已经安装完成。接下来,只需要在 MDK 工程里面配置 ST-LINK 就可以了。

3.5.3 ST-LINK 固件升级

ST-LINK 固件升级非常简单。需要说明一下,如果 ST-LINK 能正常使用,希望不要轻易升级。下面介绍 ST-LINK 固件升级步骤。

打开固件升级软件,里面有一个压缩包,解压之后可以看到 ST-LINK 固件升级软件, 如图 3-40 所示。

对于 Windows 计算机,直接进入 Windows 文件夹,如图 3-41 所示。执行 ST-LinkUpgrade.exe 文件,打开后 ST-Link Upgrade 操作界面如图 3-42 所示。

STM32 嵌入式原理及应用----基于 STM32F103 微控制器的进阶式项目实战





图 3-40 ST-LINK 固件升级软件

图 3-41 ST-Link Upgrade.exe

| Device Connect Firmware Version: Upgrade the firmware to | ST-Link Upgrade | |
|--|-------------------------|----------|
| Firmware Version: Upgrade the firmware to Yes >>>> | Device Connect | STICE ST |
| Upgrade the firmware to Yes >>>> | Firmware Version: | |
| | Upgrade the firmware to | Yes >>>> |
| | opgrade the namware to | Yes >>>> |
| | | |

图 3-42 ST-Link Upgrade 操作界面

这个时候,要把 ST-LINK 通过 USB 连接到计算机,连接后再单击 Device Connect 按钮,如果连接成功,会出现图 3-43 所示的界面提示信息。如果单击 Device Connect 按钮后,提示没有找到 ST-LINK 或者图 3-44 所示的错误提示 Please restart it,这个时候需要拔掉 计算机上 ST-LINK 的 USB 线,然后重新插到计算机,再重复上面的步骤,直到出现图 3-45 所示的界面提示信息。

| | SI-Link Opgrade |
|--|---|
| ST-Link Upgrade Device Connect Firmware Version: V2.124.54 STM32+STM8 Debugger Upgrade the firmware to V2.124.54 Yes >>>> | Device C Firmware Ve Upgrade the Upgrade |
| | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |

图 3-43 单击 Device Connect 按钮后的界面

图 3-44 错误提示

正确连接 ST-LINK 后,只需要单击 Yes 按钮,等待固件升级,即可完成 ST-LINK 最新 固件升级。ST-LINK 升级完成后,就可以与升级前一样正常使用。

【注意】 升级过程中不能断开 USB 线或者计算机的网络。

3.5.4 MDK 软件上配置 ST-LINK

打开 Project1, Template 工程模板, 先编译一下, 如图 3-46 所示, 确保没有错误后, 才可以下载。

| 📣 ST-Link Upgrade | | |
|---------------------------|-------------------------------|--|
| Device Connect | STIK22 | Eile Edit View Project Flash Debug Peripherals Image: Second se |
| Version: V2.J35.S7 | | |
| Type: STM32+STM8 Debugger | | Project |
| | | □ S Project: Template |
| | | 🗄 🚂 Template 编译一下 |
| | | 🗄 🗁 USER |
| | | main.c |
| Upgrade to Firmware: | STM32+STM8 Debugger V2.J39.S7 | |
| | Yes >> | system stm32f10x.c |
| | | SVSTEM |
| | | |
| 图 3-45 | 固件升级 | 图 3-46 编译 |

单击魔术棒,如图 3-47 所示,进入 Options for Target 'Template'界面。单击 Debug 选项 卡,确保选中 Use,单击其右侧的下拉列表,选择 ST-LINK Debugger 命令,如图 3-48 所示。



| DCM.DLL -pCI | M3 | TCM.DLL | -рСМ3 | | |
|-----------------|--------------|------------|-----------|---------------------|-----------|
| | OK | Cancel | Defaults | Help | |
| | 图 3-48 选择 \$ | ST-LINK De | bugger 命令 | | |
| 促进由 Run to main | 、加図 2_40 瓩司 | ÷ 畄土 Sot | tings 按知 | 洪 入 図 2-50 f | F 示 的 Cor |

Driver DLL:

Dialog DLL:

SARMCM3.DLL

Parameter

Parameter

CPU DU -

Dialog DLL:

Parameter

Parameter

SARMCM3.DLL -REMAP

确保选中 Run to main,如图 3-49 所示,单击 Settings 按钮,进入图 3-50 所示的 Cortex-M Target Driver Setup 界面。单击 Debug 选项卡,Port 选择 SW,Max 选择 1.8MHz 或 STM32 嵌入式原理及应用----基于 STM32F103 微控制器的进阶式项目实战

者 4MHz。

| 🕎 Options for Target 'Template' | × |
|--|---|
| Device Target Output Listing User C/C++ A | usm Linker Debug Utilities |
| C Use <u>Simulator</u> <u>Settings</u> ☐ Limit Speed to Real-Time | © Use: ST-Link Debugger |
| Load Application at Startup Initialization File: | Load Application at Startup Initialization File: Initialization File: Initialization File: |
| Restore Debug Session Settings Image: Settings Image: Settings | Restore Debug Session Settings Image: Streakpoints Im |
| CPU DLL: Parameter: SARMCM3.DLL -REMAP | Driver DLL: Parameter: |
| Dialog DLL: Parameter: DCM.DLL pCM3 | Dialog DLL: Parameter: TCM.DLL PCM3 |
| OK Can | cel Defaults Help |

图 3-49 选中 Run to main

| Debug Adapter Unit: | SW Device Error SWDIO No ST-LINK detected | Move |
|--|--|---------------------------------|
| HW Version: FW Version: Port: SW Max 1.8MHz | Automatic Detection ID CODE: Manual Configuration Device Name: Add Delete Update IR len: | Down |
| Debug Connect & Reset Options Connect: Normal ▼ Reset ▼ <u>R</u> eset after Connect | : Autodetect ▼ Cache Options Cache Code Cache Memory Download Option Verify Code I Download to | ns Download <u>F</u> lash |

图 3-50 Cortex-M Target Driver Setup 界面

单击 Flash Download 选项卡,如图 3-51 所示,选择图中 2 所指的 3 项,单击 Add 按钮。 选择 STM32F10x High-density Flash 选项,如图 3-52 所示。不同级别的芯片,这里的 配置有所不同,必须与芯片对应,且绝对不能选错。确定无误后单击 Add 按钮,添加成功后 如图 3-53 所示,单击"确定"按钮。