



金葫芦 AHL-MSPM0L1306 用户手册

V1.0, 4/2024

苏州大学嵌入式实验室 荣誉出品

写在前面

为什么叫做金葫芦？含义是“照葫芦画瓢”，出自宋·魏泰《东轩笔录》第一卷，比喻照着样子模仿简单易行之含义。AHL 三个字母是“Auhulu”的缩写，中文名字为“金葫芦”，其含义是“照葫芦画瓢”，期望通过本系统提供的符合软件工程原理的“葫芦”，为嵌入式系统、物联网、嵌入式人工智能及嵌入式软件工程等方向的学习与开发提供坚实基础，达到降低学习与开发难度之目标。

本手册版本信息：

版本	撰写或修改	审核	说明
V1.0，2024 年 4 月	WYH		初始用户手册

目 录

一、快速了解和测试 AHL- MSPM0L1306.....	1
1.1 AHL-MSPM0L1306 概述.....	1
1.1.1 什么是 AHL-MSPM0L1306?	1
1.1.2 AHL-MSPM0L1306 的硬件资源	1
1.1.3 AHL-MSPM0L1306 的软件资源.....	3
1.1.4 AHL-MSPM0L1306 的配套书籍.....	4
1.2 编译、下载与运行第一个嵌入式程序.....	4
1.2.1 硬件连接与编译工程	4
1.2.2 连接 GEC 及下载运行	5
1.2.3 更多的观察运行效果（可选项）	6
二、AHL-MSPM0L1306 提供的程序样例.....	8
附录 A 常见错误及解决办法.....	9
A.1 编译问题	9
A.2 下载问题	9

一、快速了解和测试 AHL- MSPM0L1306

本系统提供一种嵌入式开发的快速途径。学习一个新的 MCU 从快速运行一个标准例程开始，首先了解其有哪些硬件资源、软件资源、配套书籍，随后编译、下载与运行第一个嵌入式程序。这个阶段中的基本过程，约需要一小时左右。

1.1 AHL-MSPM0L1306 概述

1.1.1 什么是 AHL-MSPM0L1306？

AHL-MSPM0L1306 是一套以德州仪器（TI）于 2023 年推出的 Arm Cortex-M0+内核的 MSPM0L1306 低功耗微控制器构建的通用嵌入式计算机 GEC 应用开发系统，不仅可以方便地用于教学，也可直接用于实际项目开发。通用嵌入式计算机 GEC 的目的在于降低嵌入式学习与开发的门槛，提供深浅自由裁量的技术方案，目前已形成包括硬件开发板、集成开发环境、标准软件框架、底层驱动构件、RTOS、配套书籍及教学资源等相对完备的学习生态系统，为嵌入式学习与应用开发提供了一种新模式。

1.1.2 AHL-MSPM0L1306 的硬件资源

1. AHL-MSPM0L1306 的板载芯片概述

AHL-MSPM0L1306 使用的芯片型号为：TI 与 2023 年推出的混合信号处理器 MSP，具体型号为 **MSPM0L1306SRHBR**（或 **MSPM0L1306TRHBR**，仅温度范围有区别），基于 ARM Cortex M0+内核的微控制器家族，32MHz 频率，130 子系列（12 位 ADC），Flash 大小为 64KB；芯片温度范围是：-40°C ~ 125°C，封装形式为 32 引脚超薄无引线四方扁平封装（Very-thin Quad Flat No-lead, VQFN），配送形式为大卷带包装。与主要内部资源及技术指标见表 1-1，其他信息参见该芯片数据手册。

表1-1 MSPM0L1306芯片主要技术指标及内部资源

序号	名称	描述
1	芯片型号及引脚	芯片型号：MSPM0L1306SRHBR，32 引脚超薄无引线四方扁平封装
2	供电电压	3.3V
3	温度范围	MSPM0L1306SRHBR：-40°C ~ 125°C；MSPM0L1306TRHBR：-40°C ~ 105°C
4	主频	32MHz
5	程序空间 Flash	Flash 存储器，64KB，地址范围：0x0000_0000~0x0000_FFFF，分为 64 个扇区，每个扇区大小为 1KB
6	RAM 空间	SRAM 存储器，4KB，地址范围：0x2000_0000-0x2000_0FFF，堆栈空间的使用方向是向从高地址向低地址方向
7	内部主要硬件模块	GPIO、UART、SysTick、Timer、PWM、Flash、10 路 12 位 A/D、两路 8 位 DAC、一组 SPI 模块、两组 I2C 模块、DMA、看门狗等。

2. AHL-MSPM0L1306 的引脚排列图

金葫芦 MSPM0L1306 开发套件（AHL-MSPM0L1306）引脚排列如图 1-1 所示。

	VCC5	1	① 5V	40	— 未定义
	GND	2	② GND	39	— 未定义
	VCC33	3	③ 3V3	38	— 未定义
	RST	4	④ RST	37	— PTA27
	DP	5	⑤ DP	36	— PTA26
	DN	6	⑥ DN	35	— PTA25
	PTA0	7	⑦ PTA0	34	— PTA24 接红色发光二极管，低电平点亮
	PTA1	8	⑧ PTA1	33	— PTA23
	PTA2	9	⑨ PTA2	32	— PTA22 接绿色发光二极管，低电平点亮
	PTA3	10	⑩ PTA3	31	— PTA21
	PTA4	11	⑪ PTA4	30	— PTA20
	PTA5	12	⑫ PTA5	29	— PTA19
	PTA6	13	⑬ PTA6	28	— PTA18
	PTA7	14	⑭ PTA7	27	— PTA17
UART_Dubug(TX)	PTA8	15	⑮ PTA8	26	— PTA16
(RX)	PTA9	16	⑯ PTA9	25	— PTA15 接蓝色发光二极管，低电平点亮
UART_User(TX)	PTA10	17	⑰ PTA10	24	— PTA14
(RX)	PTA11	18	⑱ PTA11	23	— VCC33
	PTA12	19	⑲ PTA12	22	— GND
	PTA13	20	⑳ PTA13	21	— VCC5

图 1-1 AHL-MSPM0L1306 引脚排列

3. AHL-MSPM0L1306 的引脚功能表

金葫芦 MSPM0L1306 开发套件（AHL-MSPM0L1306）引脚功能表，见 1-2。

表1-2 AHL-MSPM0L1306对外引脚的复用功能

编号	引脚名	复用功能
1	VCC5	5V
2	GND	地
3	3V3	3.3V
4	RST	复位引脚，板内已经上拉到VCC，外部将其接地后放开即复位
5	DP	（TTL-USB串口的DP）
6	DN	（TTL-USB串口的DN）
7	PTA0	UART1_TX/I2C0_SDA/TIMG1_C0/SPI0_CS1（默认 BSL ^[注] I2C_SDA）
8	PTA1	UART1_RX/I2C0_SCL/TIMG1_C1（默认BSL I2C_SCL）
9	PTA2	TIMG1_C1/SPI0_CS0（已经下拉到地，不再使用，本书评估板作为ROSC）
10	PTA3	TIMG2_C0/SPI0_CS1/UART1_CTS/COMP0_OUT
11	PTA4	TIMG2_C1/SPI0_POC1/UART1_RTS
12	PTA5	TIMG0_C0/SPI0_PICO/FCC_IN
13	PTA6	TIMG0_C1/SPI0_SCK
14	PTA7	COMP0_OUT/CLK_OUT/TIMG1_C0
15	PTA8	UART0_TX/SPI0_CS0/UART1_RTS/TIMG2_C0
16	PTA9	UART0_RX/SPI0_PICO/UART1_CTS/TIMG2_C1/CLK_OUT
17	PTA10	UART1_TX/SPI0_PIC1/I2C0_SDA/TIMG4_C0/CLK_OUT
18	PTA11	UART1_RX/SPI0_SCK/I2C0_SCL/TIMG4_C1/COMP0_OUT
19	PTA12	UART0_CTS/TIMG0_C0/FCC_IN
20	PTA13	UART0_RTS/TIMG0_C1/UART1_RX
21	VCC5	5V
22	GND	地

23	3V3	3.3V
24	PTA14	UART1_CTS/CLK_OUT/UART1_TX/TIMG1_C0
25	PTA15	本板默认GPIO接蓝色发光二极管，低电平点亮
26	PTA16	COMP0_OUT/I2C1_SDA/SPI0_POCI/TIMG0_C0/FCC_IN (A8 /OPA1_OUT)
27	PTA17	UART0_TX/I2C1_SCL/SPI0_SCK/TIMG4_C0/SPI0_CS1 (OPA1_IN1-)
28	PTA18	UART0_RX/SPI0_PICO/I2C1_SDA/TIMG4_C1 (BSL, A7 /OPA1_IN0+ /GPAMP_IN-)
29	PTA19	SWDIO/I2C1_SDA/SPI0_POCI
30	PTA20	SWCLK/I2C1_SCL/TIMG4_C0 (A6 /COMP0_IN1+)
31	PTA21	TIMG2_C0/UART0_CTS/UART0_TX (A5 / VREF-)
32	PTA22	本板默认GPIO接绿色发光二极管，低电平点亮
33	PTA23	UART0_TX/SPI0_CS3/TIMG0_C0/UART_CTS/UART1_TX (VREF+ /COMP0_IN1-)
34	PTA24	本板默认GPIO接红色发光二极管，低电平点亮
35	PTA25	TIMG4_C1/UART0_TX/SPI0_PICO (A2 /OPA0_IN0+)
36	PTA26	TIMG1_C0/UART0_RX/SPI0_POCI (GPAMP_IN+ /COMP0_IN0+)
37	PTA27	TIMG1_C1/SPI0_CS3 (A0 /COMP0_IN0-)
38	未定义	
39	未定义	
40	未定义	
[注]		引导加载程序 (Bootstrap Loader, BSL)，用于支持进行器件配置以及通过 UART 或 I2C 串行接口对器件存储器进行编程。通过 BSL 对器件存储器和配置的访问受 256 位用户定义的密码保护，如果需要，可以完全禁用器件配置中的 BSL。TI 默认会启用 BSL，以支持将 BSL 用于生产编程。

4. AHL-MSPM0L1306 的硬件电路

AHL-MSPM0L1306 的硬件电路见电子资源 02-Hardware 文件夹中 AHL-MSPM0L1306 的硬件电路.pdf 文件。

1.1.3 AHL-MSPM0L1306 的软件资源

1. 下载与安装金葫芦 GEC 集成开发环境 AHL-GEC-IDE

进行嵌入式软件开发，需要交叉编译环境及下载程序到目标机中，AHL-MSPM0L1306 开发板可免费使用金葫芦 GEC 集成开发环境 AHL-GEC-IDE。

AHL-GEC-IDE 为苏州大学研发，具有编辑、编译、链接等功能，特别是配合“金葫芦”硬件，可直接运行、调试程序，根据芯片型号不同兼容常用嵌入式集成开发环境。注意：PC 的操作系统需要使用 Windows 10/ Windows 11 版本。

针对 AHL-MSPM0L1306 工程，AHL-GEC-IDE 在编辑编译方面，兼容了 TI 提供的集成开发环境 Code Composer Studio (CCS)。

AHL-GEC-IDE 下载途径：百度搜索“苏州大学嵌入式学习社区”官网，随后进入“金葫芦专区”→“AHL-GEC-IDE”，也可以直接复制网址 <http://sumcu.suda.edu.cn/AHLwGECwIDE/list.htm>，下载后安装即可。特别说明，由于是校内子网，工作时间可下载。

2. 下载配套电子资源

配套电子资源中包含了芯片资料、AHL-MSPM0L1306 用户手册、硬件原理图、各章的源程序、常用软件工具等。

电子资源的下载途径：通过百度搜索“苏州大学嵌入式学习社区”官网，随后进入“教材”→“嵌入式应用技术 (TI)”。

3. 可选项：下载 TI 的 CCS Theia 开发环境

拷贝这个地址，下载 TI 的 CCS Theia 开发环境，AHL-GEC-IDE 针对 AHL-MSPM0L1306 兼容这个环境，在需要对编译后的机器码进行对比等情况时，可下载安装，初次运行样例程序，不建议安装。

https://dr-download.ti.com/software-development/ide-configuration-compiler-or-debugger/MD-63JH5Zr6eq/1.0.0/CCSTheia1.0.0.00021_win64.zip

1.1.4 AHL-MSPM0L1306 的配套书籍

AHL-MSPM0L1306 的配套书籍由清华大学出版社出版，封面见图 1-2。



图 1-2 AHL-MSPM0L1306 的配套书籍

1.2 编译、下载与运行第一个嵌入式程序

一个嵌入式源程序的需要经过编译，并下载到目标机中方可运行，GEC 具有下载即运行功能，方便学习与开发。

1.2.1 硬件连接与编译工程

步骤 1：硬件接线。自备标准 Type-C 数据线，注意不能只是充电线，是数据线。将 Type-C 数据线的小端连接主板的 Type-C 接口，另外一端接通用计算机的 USB 接口。

步骤 2：打开环境，导入工程。打开集成开发环境 AHL-GEC-IDE，单击菜单“文件”→“导入工程”，随后选择电子资源中“..\03-Software\CH01\Test-AHL-MSPM0L1306”^①。导入工程后，左侧为工程树形目录，右侧为文件内容编辑区，初始显示的内容为 main.c 文件，如图 1-3 所示。

^① 建议拷贝一份再进行实际操作，文件夹名就是工程名。注意：路径中建议不包含汉字，也不能太深。

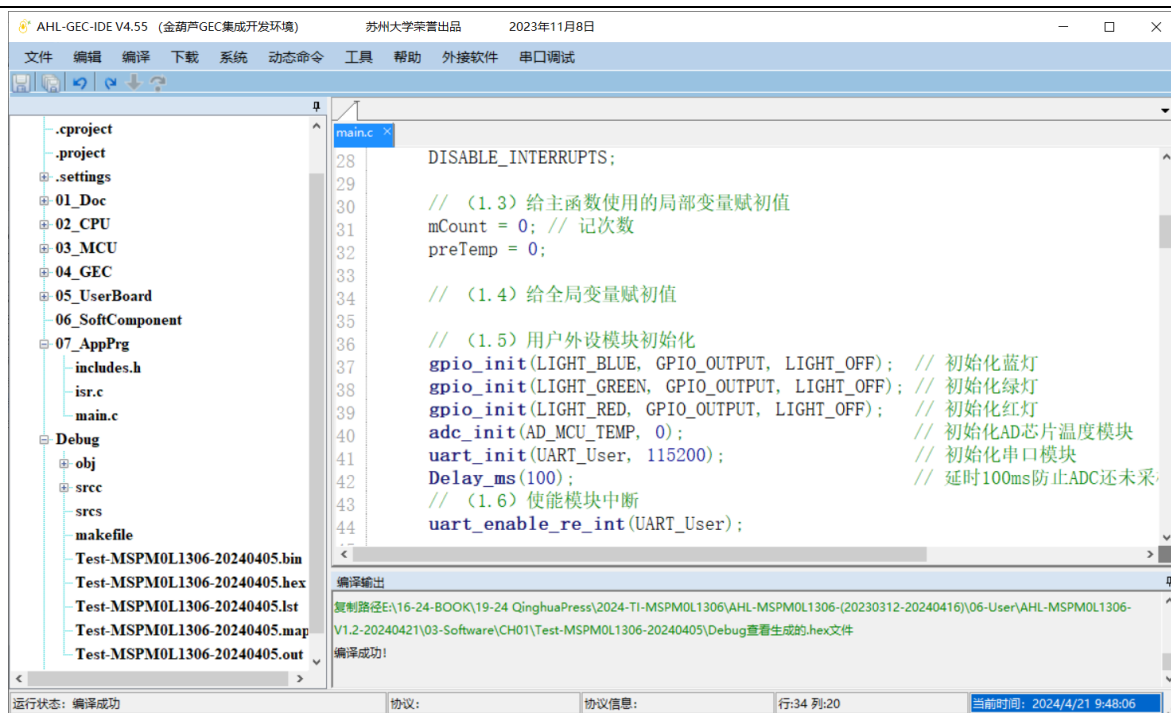


图 1-3 IDE 界面及编译结果

步骤 3：编译工程。单击菜单“编译”→“编译工程”，就开始编译。正常情况下，编译后会显示“编译成功! ”。若编译不成功，可参阅本文档的“附录 A 常见问题及解决办法”进行解决。

1.2.2 连接 GEC 及下载运行

步骤 4：连接 GEC。单击菜单“下载”→“串口更新”，将进入更新窗体界面。单击“连接 GEC”查找目标 GEC，若连接成功，会显示芯片型号等信息，可进行下一步操作。若连接不成功，可参阅本文档的“附录 A 常见问题及解决办法”进行解决。

步骤 5：下载机器码。单击“选择文件”按钮，导入被编译工程目录 Debug 中的 .hex 文件，然后单击“一键自动更新”按钮，等待程序自动更新。更新完成之后，程序将自动运行。

步骤 6：观察程序运行效果。现象如下：① 红、绿、蓝各灯每 5s、10s、20s 状态变化，对外表现为三色灯的合成色，其实际效果如图 1-4 所示。即开始时为暗，依次变化为红、绿、黄（红+绿）、蓝、紫（红+蓝）、青（蓝+绿）、白（红+蓝+绿），周而复始；② 用手触摸主板上方的 MSPM0L1306 芯片（距离 Type-C 接口更远的那个大一点的方形芯片，注意手只触摸芯片表面，不触及其引脚），可以看到黄灯会闪烁三下。

合成色				红 + 绿		红 + 蓝	蓝 + 绿	红 + 蓝 + 绿				红 + 绿		红 + 蓝	蓝 + 绿	红 + 蓝 + 绿				红 + 绿
	暗	红	绿	黄	蓝	紫	青	白	暗	红	绿	黄	蓝	紫	青	白	暗	红	绿	黄
蓝灯																				
绿灯																				
红灯																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
时间 (秒)																				

图 1-4 三色灯实际效果

从运行效果可以体会到这小小的嵌入式计算机的功能。实际上，该嵌入式计算机的功能十分丰富，借助编程可以完成智能化领域的许多重要任务。

1.2.3 更多的观察运行效果（可选项）

步骤 7：通过串口观察运行情况。① 观察程序运行过程。在开发环境界面下，进入顶部菜单“工具”→“串口工具”，选择其中一个串口，波特率默认设为 115200 并打开，串口调试工具页面会显示三色灯的状态、MCU 温度（若没有显示，则关闭该串口，打开另一个串口）。② 验证串口收发。关闭已经打开的串口，打开另一个串口，波特率选择默认参数，在“发送数据框”中输入字符串，单击“发送数据”按钮。正常情况下，主板会回送数据给 PC，并在接收框中显示，效果如图 1-5 所示。



图 1-5 IDE 内嵌的串口调试工具

步骤 8：运行 C#源程序观察情况。若你的 PC 机安装了 C#开发环境（电子资源的 Tool 文件夹中有安装

导引程序 VisualStudioSetup.exe), 还可以运行 CH01 文件夹中的 C#程序, 如图 1-6 所示, 操作方式类似于步骤 7, 有温度的图形显示及语音播报。这个例子的目的有二个: ① 通过串口通信方式与 PC 机连接, 可以方便地获得更多的 MCU 信息; ② 通过 C#语言的样例可以促进嵌入式的综合学习, PC 机程序的学习也可以照葫芦画瓢地学习。为此, 我们还提供了 C#快速入门指南 (<https://sumcu.suda.edu.cn/2343/list.htm>), 供进一步学习使用。

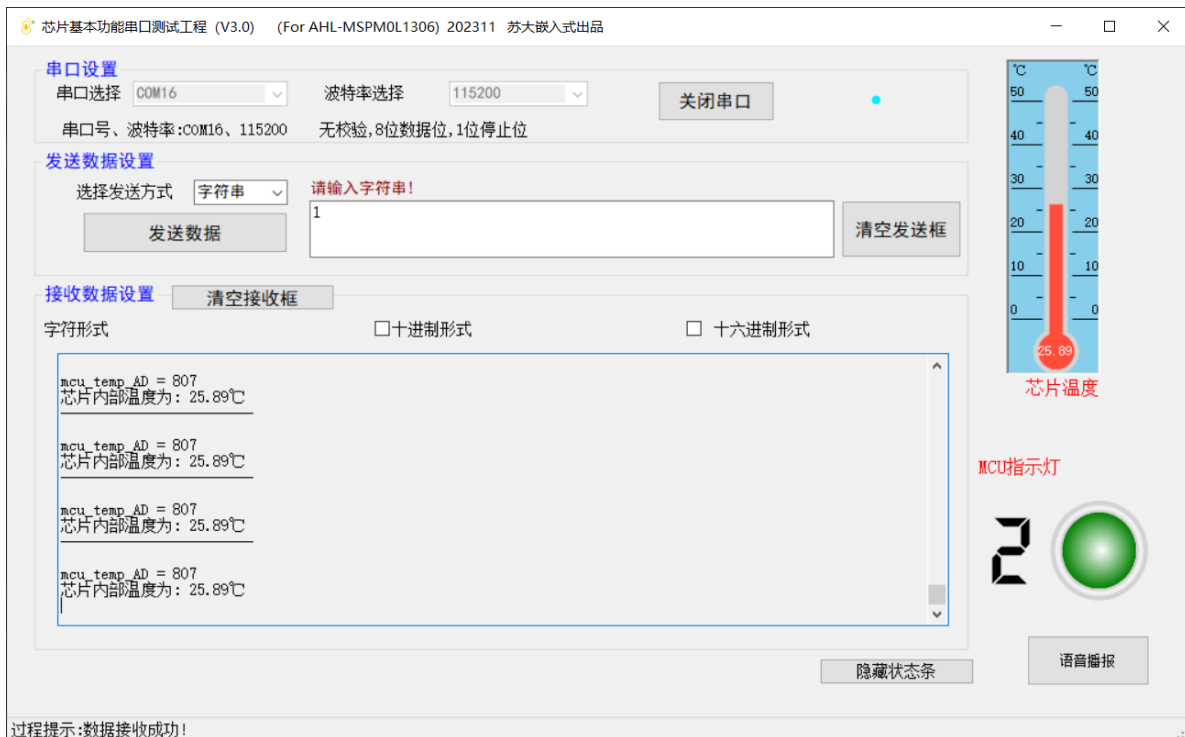


图 1-6 C#程序运行观察

二、AHL-MSPM0L1306 提供的程序样例

与教材配套，AHL-MSPM0L1306 提供的程序样例见表 2-1，利用这些样例程序，可以照葫芦画瓢地快速进行自己的应用程序开发。

表2-1 AHL-MSPM0L1306提供的程序样例

文件夹		内容
03-Software	CH01	硬件测试测试程序（含 MCU 方及 PC 方程序）
	CH02	认识汇编语句生成的机器码
	CH04	直接地址方式干预发光二极管；构件方式干预发光二极管；汇编编程方式干预发光二极管
	CH06	直接地址方式串口发送数据、构件方式串口发送数据、利用串口接收中断进行数据接收
	CH07	内核 SysTick 定时器；Timer 模块基本定时器；脉宽调制 PWM、输入捕捉、输出比较；PC 方配套测试程序
	CH08	Flash、ADC、DAC；PC 方配套测试程序
	CH09	SPI、I2C、DMA
	CH10	系统时钟程序的注解、复位、看门狗、CRC 等
	CH11	RT-Thread 实时操作系统实例（延时函数、事件、消息队列、信号量、互斥量）

附录 A 常见错误及解决办法

A.1 编译问题

Q1. 编译输出提示：'makeAHL' 不是内部或外部命令，也不是可运行的程序

编译时出现如图 A-1 的提示。这是由于一些机器的环境变量设置问题，可以手动设置环境变量。本 IDE 提供了一种环境变量的设置方法，参考如下：工具→环境变量设置→单击“选择目录路径”按钮→“D:\AHL-GEC-IDE(4.55)\gcc\bin”→单击“设置 Path 环境变量”按钮，按照提示操作即可（允许程序所有操作），设置后重启电脑，一般可以解决此问题。

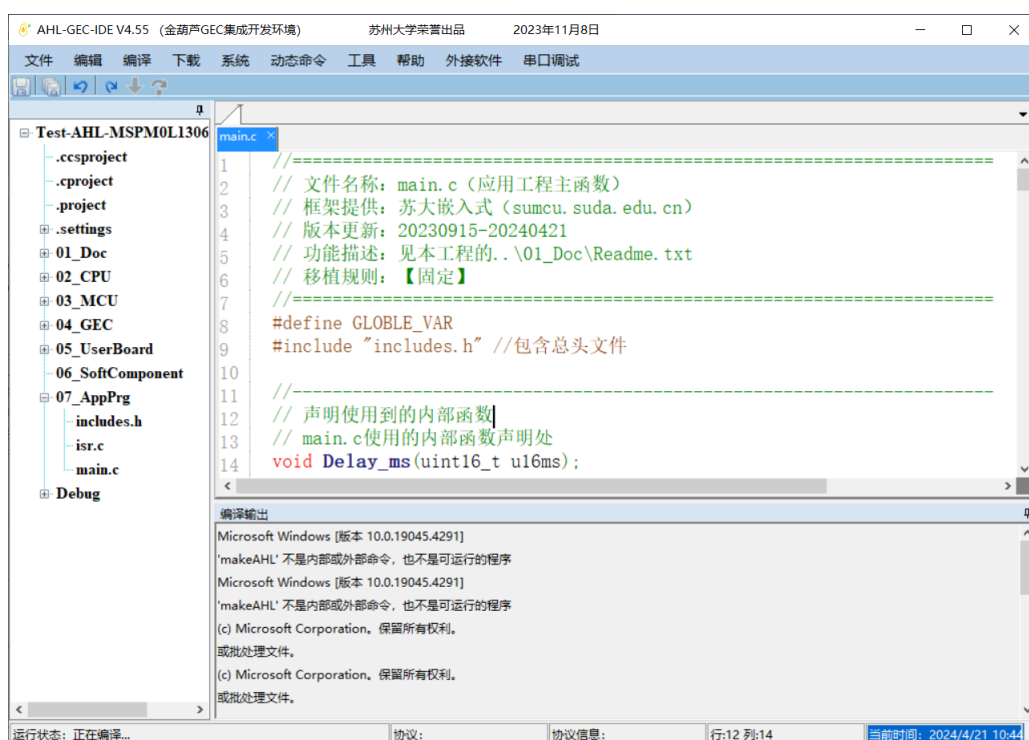


图 A-1 编译整体出错提示

A.2 下载问题

Q2. 没有找到串口

可能原因：没有找到驱动，或电脑设备管理器中有蓝牙串口。

解决办法：查看电脑的“设备管理器”→“端口 (COM 和 LPT)”是否有两路 CH342 串口，若没有，需要运行电子资源 Tool 文件夹中的 CH343CDC.EXE 文件安装 CH342 串口驱动，再重启电脑。此外，若有蓝牙串口等，需要禁用。

Q3. 已连接串口 COMx，但未找到设备

现象：若“连接 GEC”操作时，提示“已连接串口 COMx,但未找到设备”，错误如图 A-2 所示，出现

该提示的原因可能是：（1）USB 串口未连接终端设备，（2）USB 串口驱动问题，（3）终端程序未执行。



图 A-2 串口连接错误示意图

可能原因排查步骤：

步骤一：怀疑用户软件关闭了串口中断，导致 GEC 的 BIOS 串口中断没有产生。**解决办法：**若板上有复位按钮，则按下复位按钮六次以上，绿灯闪烁，表示进入 BIOS 状态，重新操作即可。若板上无复位按钮，需要找根导线，将复位引脚与点接实现芯片复位六次以上，绿灯闪烁，表示进入 BIOS 状态，重新操作即可。

步骤二：怀疑 Type-C 线没有插紧。检查 USB 串口线是否连接至终端，可能存在串口线松动的情况，可重新连接串口线，点击“重新连接”，若提示“成功连接 GEC-xxxx(COMx)”，则串口连接成功。

步骤三：怀疑 MCU 没有运行，处于运行状态的终端模块指示灯处于闪烁状态。若未运行，可尝试终端重新上电，此时，若指示灯闪烁，点击“重新连接”，若提示“成功连接 GEC-xxxx(COMx)”，则串口连接成功。

步骤四：若以上步骤均不能检测到终端设备，可能是串口驱动问题，可右击“我的电脑（win10 系统为“此电脑”）”，选择“管理”，点击“设备管理器”，选择“端口(COM 和 LPT)”打开，查看串口驱动情况（正常的是 **USB-SERIAL-A CH342**、**USB-SERIAL-B CH342**两个串口，没有其它的），可以更新驱动尝试。特别说明：只有在设备管理器中查到串口正确，才能正常工作。

Q4. 打开串口失败

可能原因：另外一个软件已经打开该串口。

解决办法：关闭另一软件，重新操作。