

SD502 是一款供开发人员使用,对 Vango<sup>®</sup> 所有的电能计量 SoC 芯片进行调试和编程的通用仿真器,该工具支持 Keil C51 和 IAR Embedded Workbench IDE for MCS-51。同时,SD502 也是一款供生产人员使用,对基于 Vango<sup>®</sup> 电能计量 SoC 芯片的电表进行 RTC 校正和程序下载的生产工具。

V6.1

2016-8-12

## 特点

- 支持器件: Vango<sup>®</sup> 电能计量 SoC 芯片
- 支持 Keil C51 和 IAR Embedded Workbench IDE for MCS-51, 可在两者之间无缝切换
- 为目标板供电, 供电电压有两种模式, 3.3V 及 5V
- 下载速度: 12KB/s
- 采用 USB 供电
- 即插即拔
- 具有隔离功能
- 自动识别目标板
- JTAG 速度 4MHz
- 支持在线编程、在线调试、脱机操作三种工作模式
- 支持烧写数量控制
- 支持自动芯片检测功能
- 对于部分芯片 (V98xx/V99xx) 支持 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置支持 Flash 脱机烧写 (Download)、RTC 秒脉冲校正 (RTC Cal) 和 RTC 时间设置 (Set Time) (可以进行随意组合)
- RTC 秒脉冲校正时工作温度: 15~35°C
- 对于部分芯片 (V98xx/V99xx) 支持晶体停振检测, 注意, 无晶体应用务必要禁止晶体停振检测功能, 否则不能正常下载
- 增加 hex 比对功能, 对比 hex 文件与 SD502 中存储是否一致, 对比 hex 文件与目标芯片中存储的 hex 是否一致, 对比 SD502 中存储的 hex 文件与目标芯片中存储的 hex 是否一致。具体使用方法见 Hexwriter\_SD502 用户手册。
- 增加烧写数量统计功能, 读取员工使用的 SD502 中的测试记录, 如果使用多个 SD502, 也可以对多个 SD502 的数据进行整体统计。具体使用方法见 Hexwriter\_SD502 用户手册。
- 在连续烧写模式下并且使用万高提供的专用 SOCKET 小板 (VI\_Socket\_FPQ\_V9811\_V1.1) 进行裸片烧写模式下, 具有合盖检测功能, 减少生产中漏烧比例。

# 目录

特点 .....	1
目录 .....	2
1. 适用范围 .....	3
2. SD502 工具包 .....	3
3. PC 配置 .....	3
4. SD502 硬件结构 .....	3
5. USB 驱动安装 .....	6
5.1 在 WINDOWS XP 上安装 USB 驱动 .....	6
5.1.1 通过“找到新的硬件向导”安装 USB 驱动 .....	6
5.1.2 通过“设备管理器”安装 USB 驱动 .....	10
5.2 在 WIN7 上安装 USB 驱动 .....	11
5.3 在 WIN8 上安装 USB 驱动 .....	14
6. 底层接口驱动动态链接库（DLL）安装 .....	17
6.1 安装针对 IAR 的底层接口驱动 DLL .....	17
6.2 安装针对 KEIL 的底层接口驱动 DLL .....	19
6.2.1 手动安装 DLL .....	19
6.2.2 自动安装 DLL .....	19
6.2.3 安装确认 .....	20
7. 固件升级 .....	21
8. SD502 自检 .....	25
9. SD502 工作模式 .....	26
9.1 在线编程 .....	27
9.2 在线调试 .....	27
9.3 脱机操作 .....	29
9.3.1 Flash 脱机烧写功能配置 .....	31
9.3.2 RTC 秒脉冲校正 .....	33
9.3.3 Flash 脱机烧写 .....	34
9.3.4 RTC 时间设置 .....	34
版本更新说明 .....	38

## 1. 适用范围

- RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置适用于 V98xx/V99xx;
- RTC 秒脉冲校正时工作温度为 15~35°C;
- 晶体停振检测适用于 V98xx/V99xx;
- 其它功能适用于万高生产的所有 SOC 芯片, 包括 V98xx/V99xx /V9401/V9011/V9311/V9401A/V9003/V9103。

## 2. SD502 工具包

SD502 工具包包括以下内容:

- USB 线 (1)
- JTAG 排线 (1)
- SD502 (1)
- 学习板 (1), 用于学习建立工程并验证 SD502 是否正常工作
- 光盘 (内含 HexWriter\_SD502 软件、USB 驱动程序、DLL、固件程序及相关的用户手册)

## 3. PC 配置

Windows 32-bit 系统或 Windows 64-bit 系统, 包括 Windows XP/win7/win8。

## 4. SD502 硬件结构

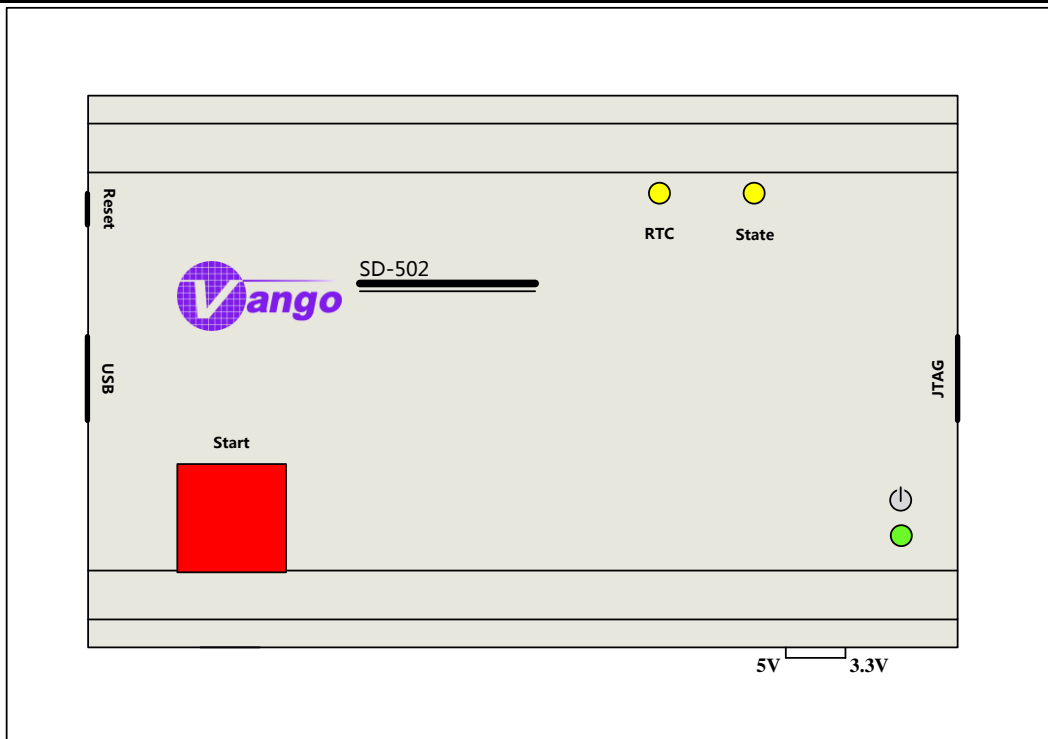





图 1 SD502 硬件示意图

如图 1 所示，SD502 的按钮、指示灯和接口的说明如下：

- **USB:** SD502 通过 USB 线与 PC 连接。PC 通过 USB 线向 SD502 供电。
- **JTAG:** SD502 通过 JTAG 线与目标板连接，通过 JTAG 线向目标板供电。SD502 的 JTAG 接口 PCB 版图如图 2 所示，如果目标板的 JTAG 接口版图与图 2 对应，则 SD502 可以直接与目标板连接；如果目标板 JTAG 接口版图与图 2 不同，则 SD502 应通过一个转接板与目标板连接。SD502 的供电电压为 4.5~5.5V 或 3.3~3.8V（可通过目标板电源开关 **5V 3.3V** 选择），前者能直接向 5V 系统目标板供电，后者能直接向 3.3V 系统目标板供电。
- ：目标板电源指示灯。目标板由 SD502 供电。当 SD502 正常供电时，目标板电源开关往左侧拨，可为 5V 系统目标板供电，此时  灯亮绿色；当 SD502 正常供电时，目标板电源开关往右侧拨，可为 3.3V 系统目标板供电，此时  灯亮红色。
- **RTC:** RTC 工作指示灯。在 HexWriter\_SD502 中开启 RTC 秒脉冲校正(RTC 时间设置)时，上电后 RTC 灯显示黄色，SD502 可以对目标板进行 RTC 秒脉冲校正（RTC 时间设置）。RTC 秒脉冲校正过程大约要花费 3 秒的时间，此过程中，RTC 灯闪烁。RTC 时间设置过程在 1 秒内，所以无法看见 RTC 灯闪烁。校正（时间设置）失败，RTC 灯显示红色；校正（时间设置）成功，RTC 灯灭。如果关闭 RTC 秒脉冲校正（RTC 时间设置）功能，上电后 RTC 灯灭。
- **State:** 状态指示灯。指示 SD502 的运行状态和下载状态。
- **Start:** 功能按钮，可作为：
  - Flash 脱机烧写按钮：当 SD502 向目标板供电时，当 Hex 文件被下载到 SD502 中后，按下此按钮，SD502 将保存其中的 Hex 文件烧写入目标板中；
  - 固件升级按钮，详见 固件升级；

- 自动连续烧写（continuous programming）按钮，详见图 17。

**Reset:** 复位按钮，可复位 SD502。复位时，指示灯状态和蜂鸣器提示如

- 表格 2 所示。

注意：

- 只要 SD502 与 PC 之间进行了 USB 通讯，用户均应先 **Reset** SD502，待 SD502 完成自检后，再执行其它按键操作（如按 **Start** 按钮）。
- 两种 USB 通讯操作之间一般不需要 **Reset** SD502。但是，完成固件升级以后，必须先 **Reset** SD502，待 SD502 完成自检后，再执行其它 PC 与 SD502 之间的 USB 通讯操作（如读取 SD502 的固件版本号）。

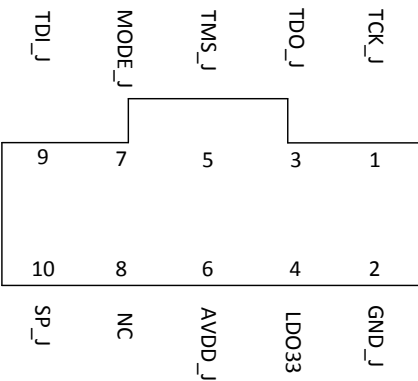


图 2 SD502 的 JTAG 接口版图

表格 1 SD502 的 JTAG 接口

序号	引脚	I/O	功能描述
1	TCK_J	O	连接目标板的 TCK 引脚。
2	GND_J	-	连接目标板的 AVSS（地）引脚。
3	TDO_J	I	连接目标板的 TDO 引脚。
4	LDO33	-	连接目标板的 LDO33 引脚。
5	TMS_J	O	连接目标板的 TMS 引脚。
6	AVDD_J	O	连接目标板的电源输入引脚（如 V9801 的 VDD5 引脚）。支持 3.3V 或 5V 系统。
7	MODE_J	O	连接目标板的 MODE 引脚。
8	NC	-	无连接。
9	TDI_J	O	连接目标板的 TDI 引脚。
10	SP_J	I	连接目标板的高频秒脉冲引脚，如 V98XX/V99xx 的 P9.3。如果目标板不需要 RTC 秒脉冲校正，该引脚可以浮空。

表格 2 复位时指示灯状态和蜂鸣器提示

运行情况	RTC 状态灯（RTC）	状态灯（State）	蜂鸣器提示音次数
复位后自检通过（带 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置的一项或多项）	黄色，常亮	黄色，常亮	1
复位后自检通过（不带 RTC 秒脉冲校正	灭	黄色，常亮	1



运行情况	RTC 状态灯（RTC）	状态灯（State）	蜂鸣器提示音次数
和 RTC 时间设置）			
复位后自检异常（带 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置的一项或多项）	详见 “SD502 自检” 的描述。		3
复位后自检异常（不带 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置）			3

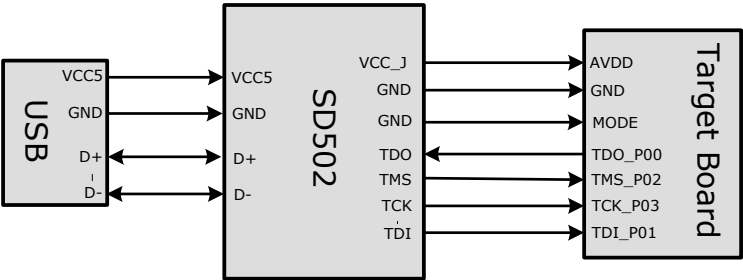


图 3 SD502 工作原理框图

## 5. USB 驱动安装

将光盘中的 **libusb** 驱动拷至本地磁盘。

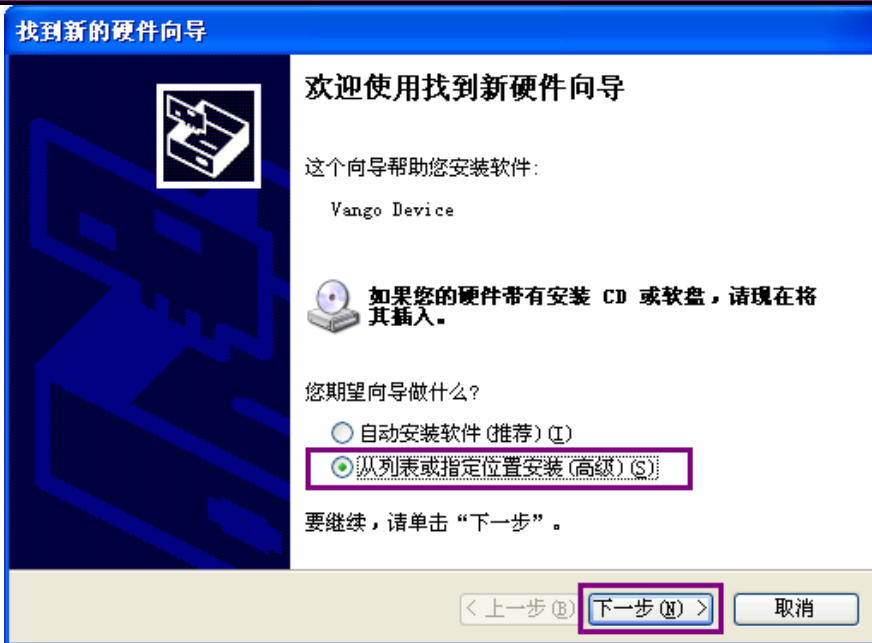
### 5.1 在 Windows XP 上安装 USB 驱动

将光盘中的 **USB** 驱动拷至本地磁盘。

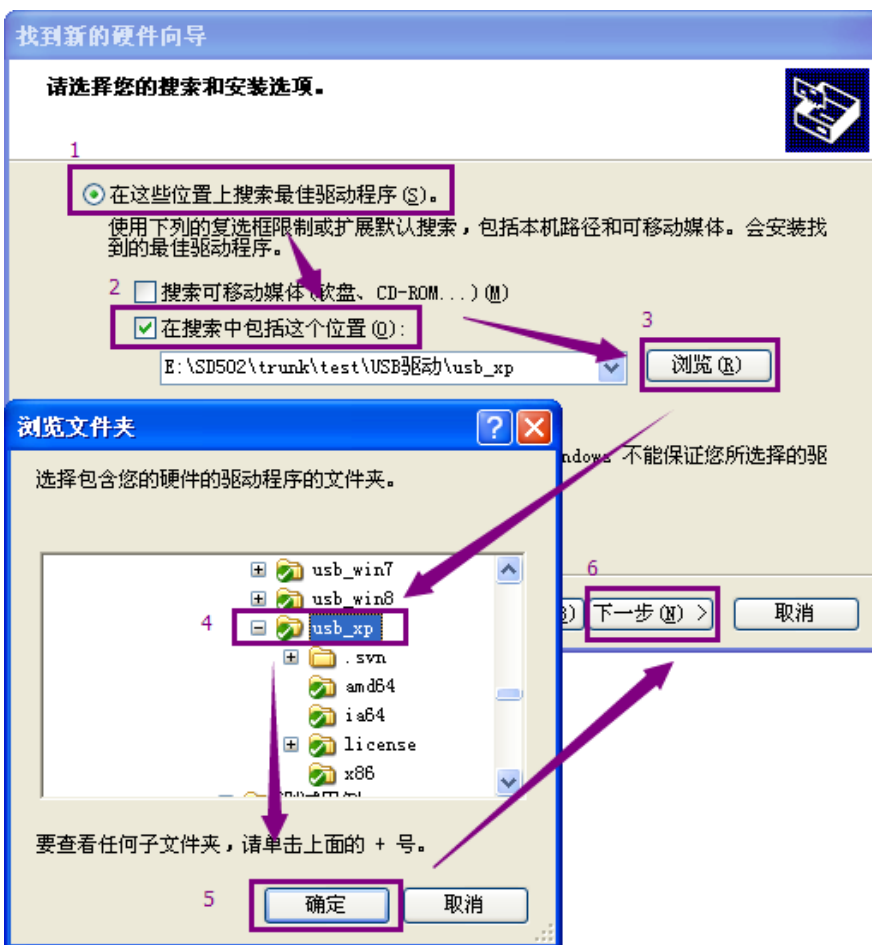
#### 5.1.1 通过“找到新的硬件向导”安装 USB 驱动

将 SD502 通过 USB 线与电脑连接时，如果系统自动提示**找到新的硬件向导**，用户可通过该向导完成 USB 驱动安装。

1. 选择**从列表或指定位置安装（高级）**，并点击下一步；



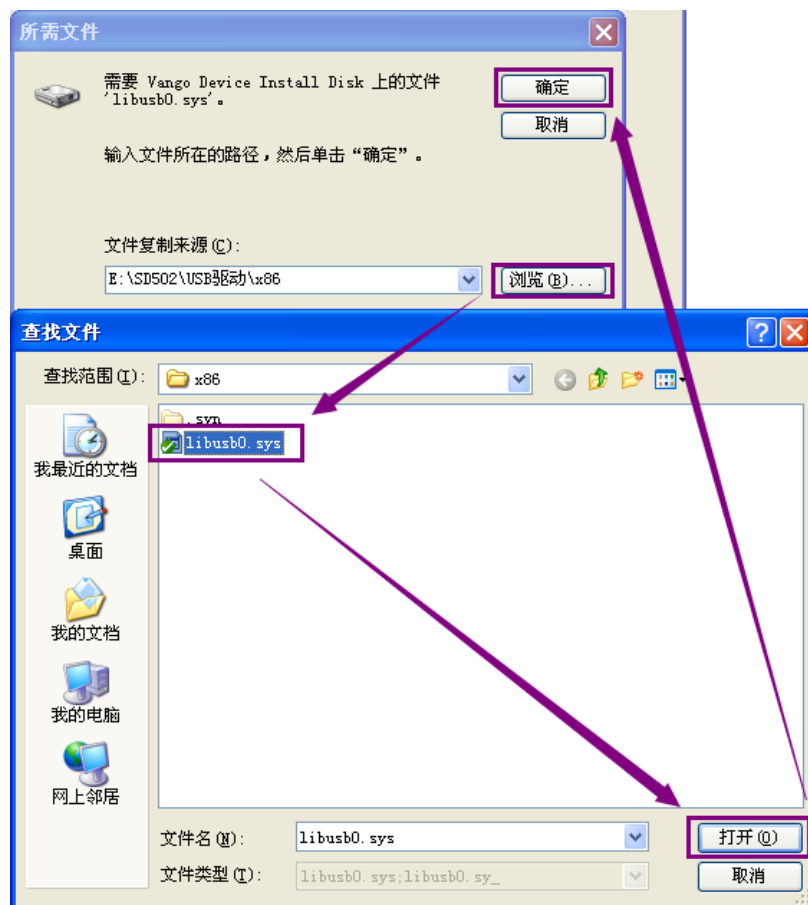
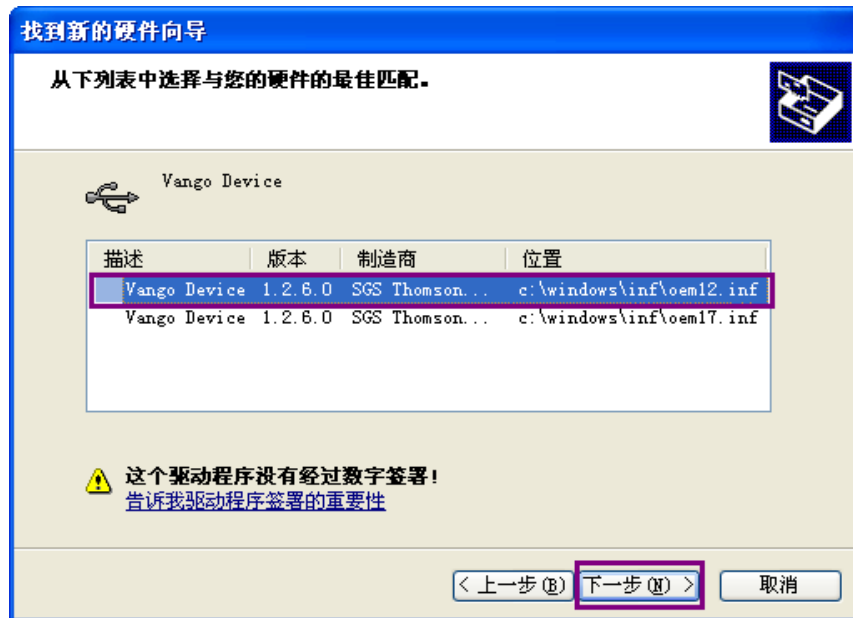
2. 点击**浏览**，并选择驱动程序文件夹；



3. 如果出现下面第一张图，提示选择与硬件的最佳匹配，就选择其中一个，单击**下一步**；

如果弹出**所需文件**的对话框，就按照下面第二个图，点击**浏览**，选中 **libusb0.sys** 文件，单击打开，回到**所需文件**的对话框，点击**确定**。如果没有弹出**所需文件**的对话框，就会直接跳到步骤 4。

在本例中，选择 oem12.inf 会弹出**所需文件**的对话框，选择 oem17.inf 就会直接跳到步骤 4。





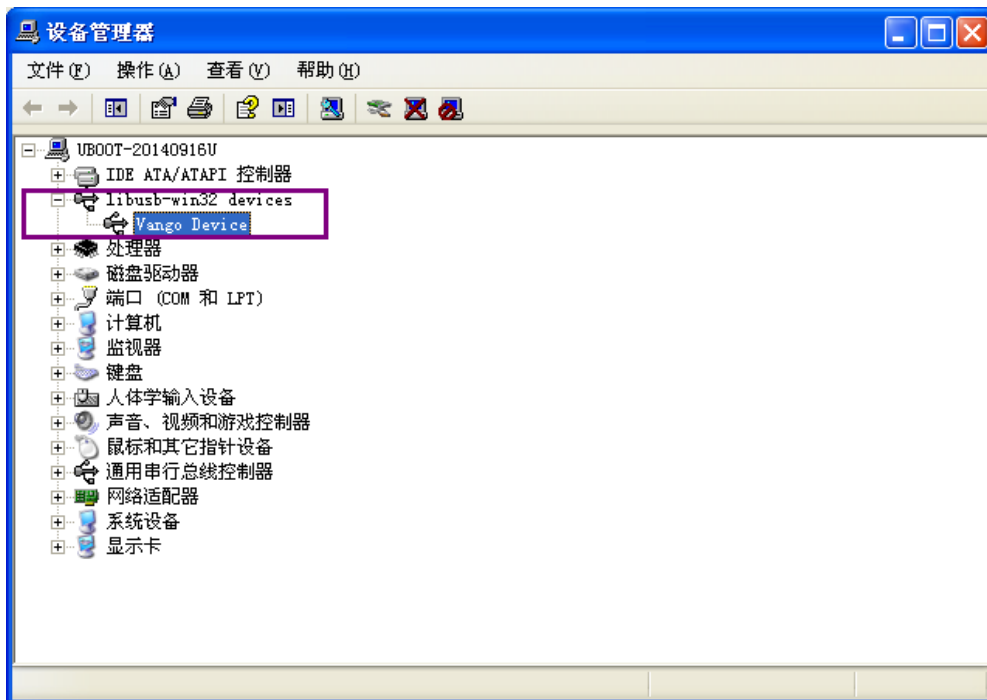
## 4. 安装进行中。



## 5. 点击完成，完成安装。



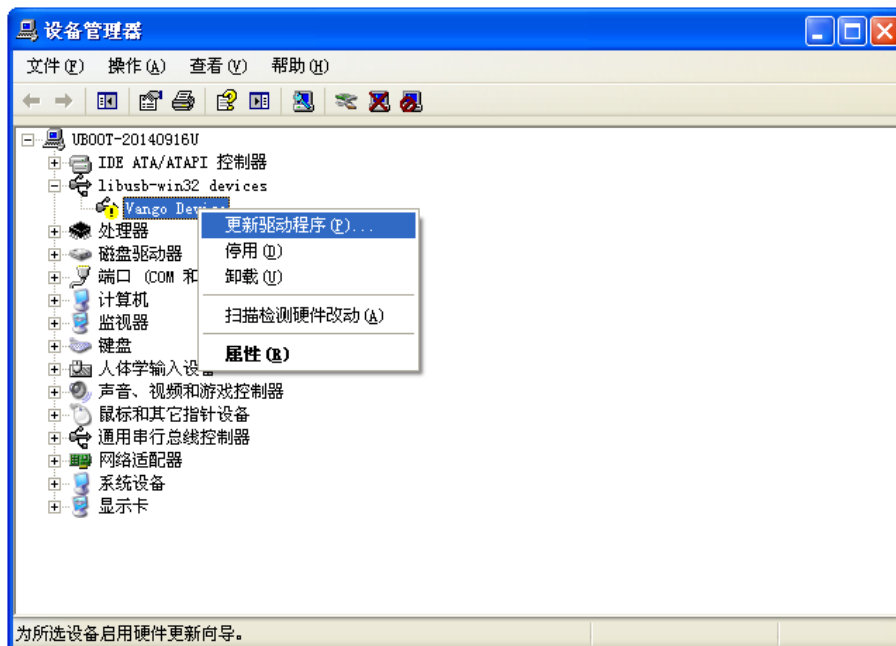
6. 在设备管理器中检查 USB 驱动程序是否已经正确安装：如果 **libusb-win32 devices** 项下面有 **Vango Device** 显示正常，表明 USB 程序已经正确安装。



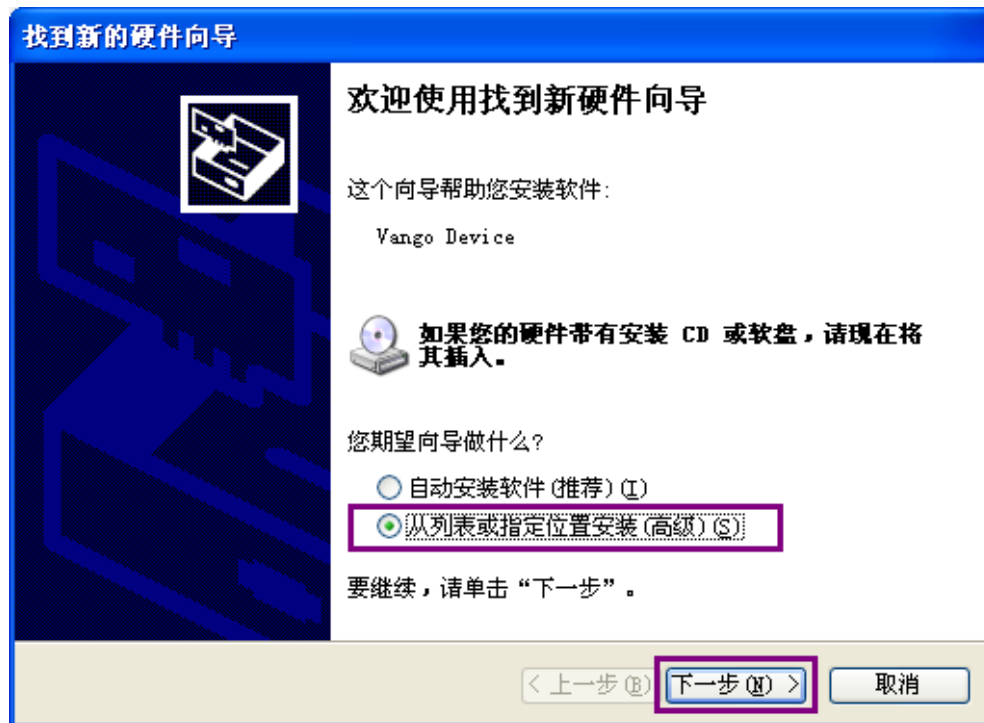
### 5.1.2 通过“设备管理器”安装 USB 驱动

将 SD502 通过 USB 线与电脑连接时，如果系统未自动提示“找到新的硬件向导”，则用户可通过“设备管理器”完成 USB 驱动安装。

- 1 右键点击 **Vango Device** -> 更新驱动程序。



- 2 弹出**硬件更新向导**对话框，接下来的操作步骤与 **1.1** 通过“找到新的硬件向导”安装 **USB** 驱动一样。

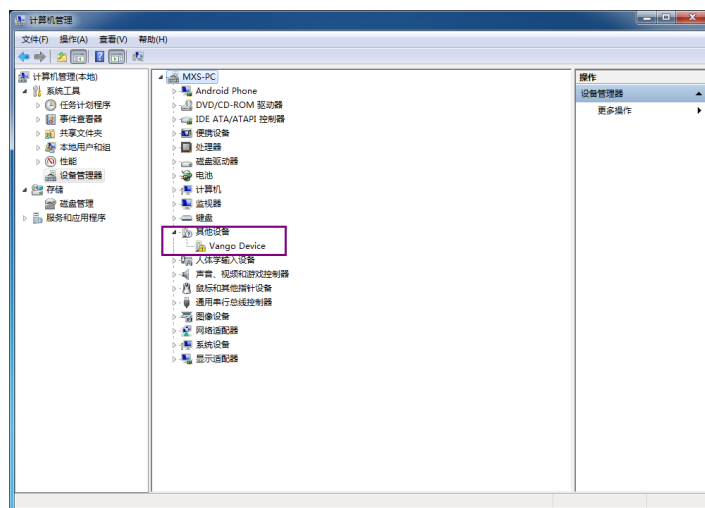


## 5.2 在 Win7 上安装 USB 驱动

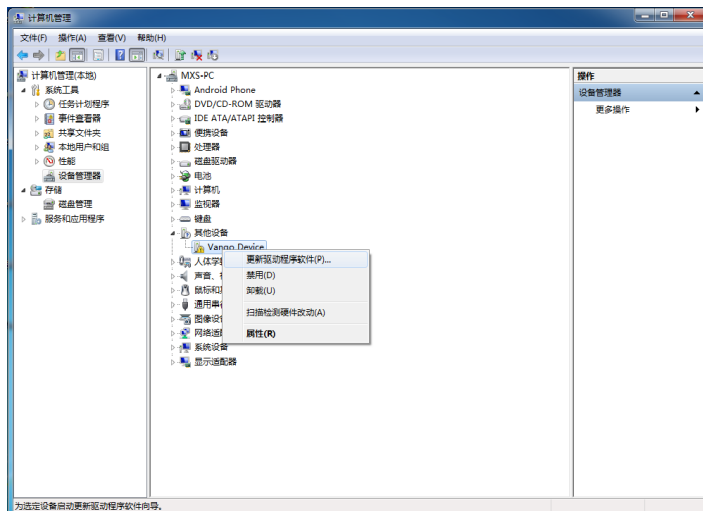
将光盘中的 **USB** 驱动拷至本地磁盘。

将 SD502 通过 USB 线与电脑连接时，如果系统自动提示**找到新的硬件向导**，用户可通过该向导完成 **USB** 驱动安装。

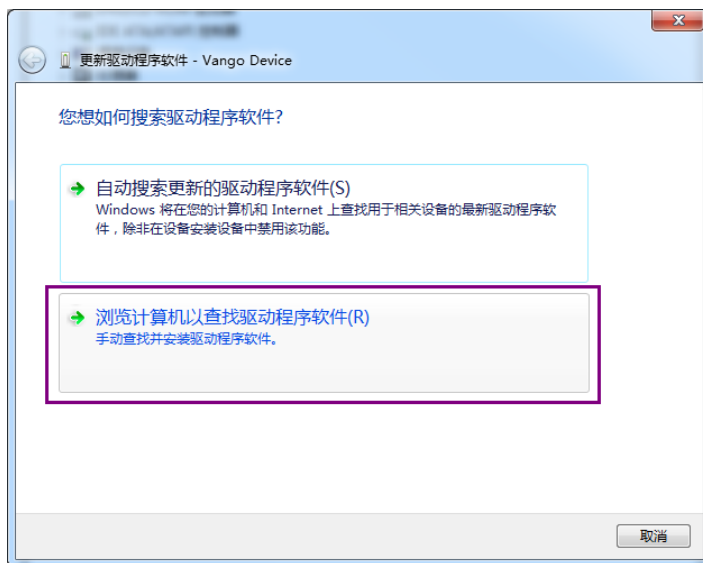
如果没有出现自动提示，可通过设备管理器安装。



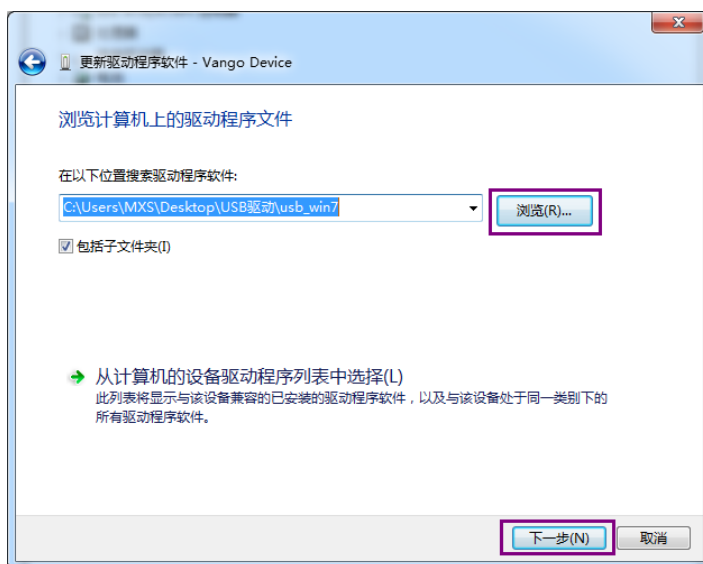
1. 打开设备管理器，找到右图所示的地方。



2. 选中 **Vango Device**，右键单击，选中**更新驱动程序软件**并单击。



3. 弹出左边图示，选中**浏览计算机以查找驱动程序软件**软件。



4. 浏览文件夹，选择 **libusb0.sys** 的上上级文件夹，本例中是 **usb\_win7**。

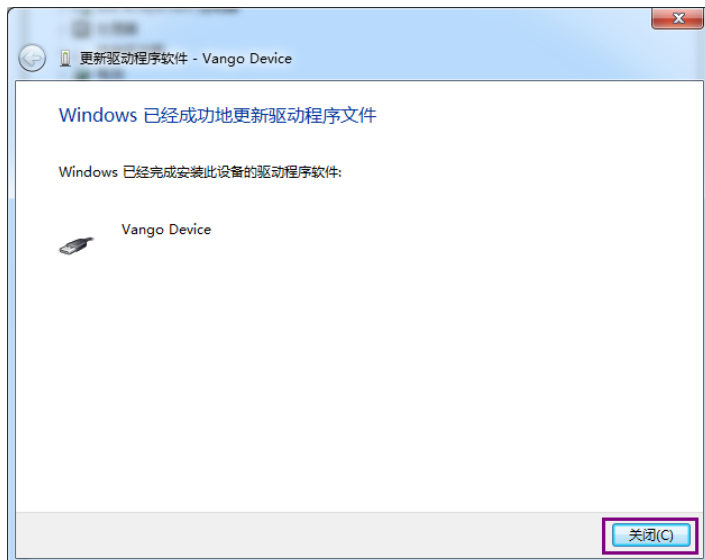
5. 如果弹出左图中的报警，点击**始终安装此驱动程序软件**。

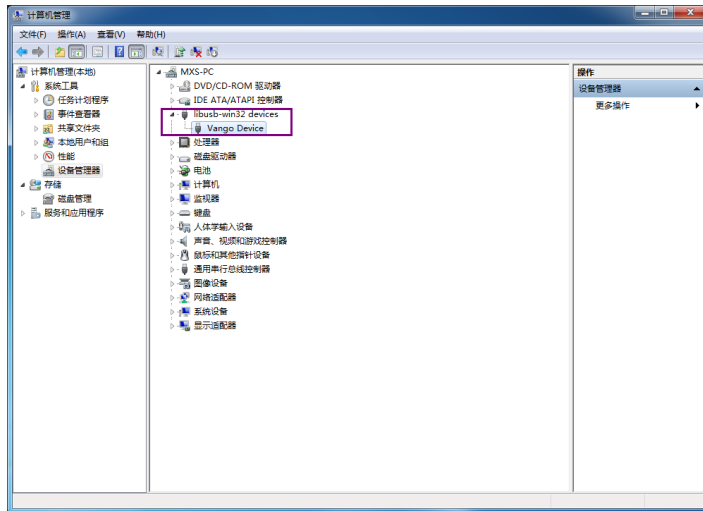


6. 安装进行中。



7. 安装完成，单击**关闭**。





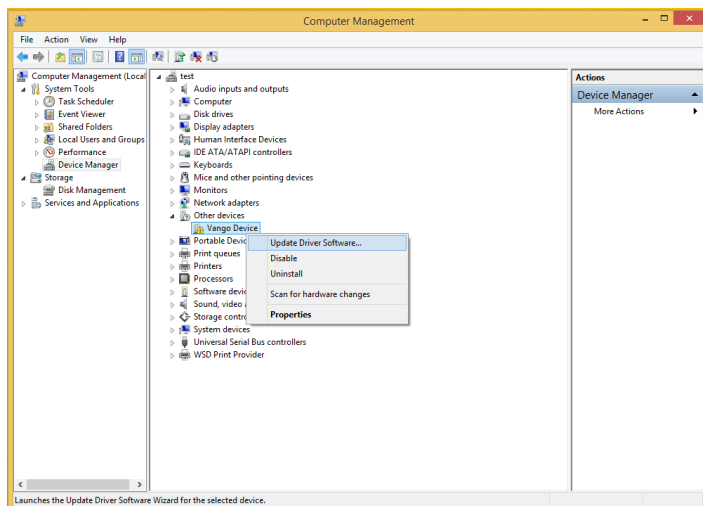
- 在设备管理器中检查 USB 驱动程序是否已经正确安装：如果 **libusb-win32 devices** 项下面有 **Vango Device** 显示正常，表明 USB 程序已经正确安装。

## 5.3 在 Win8 上安装 USB 驱动

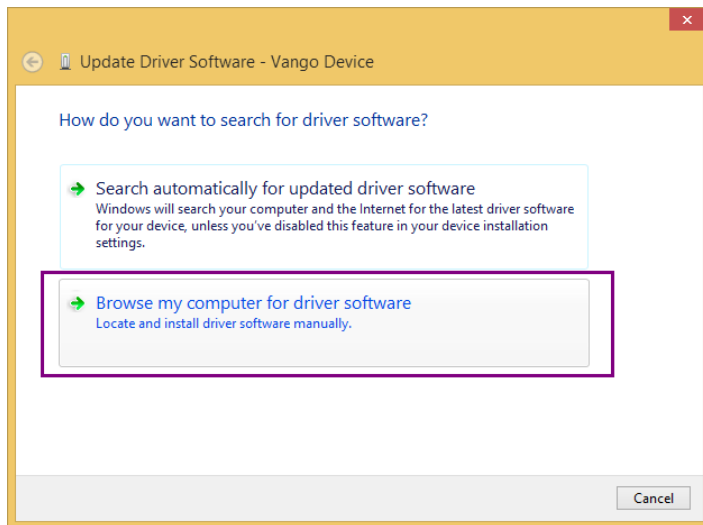
将光盘中的 **USB 驱动** 拷至本地磁盘。

将 SD502 通过 USB 线与电脑连接时，如果系统自动提示**找到新的硬件向导**，用户可通过该向导完成 USB 驱动安装。

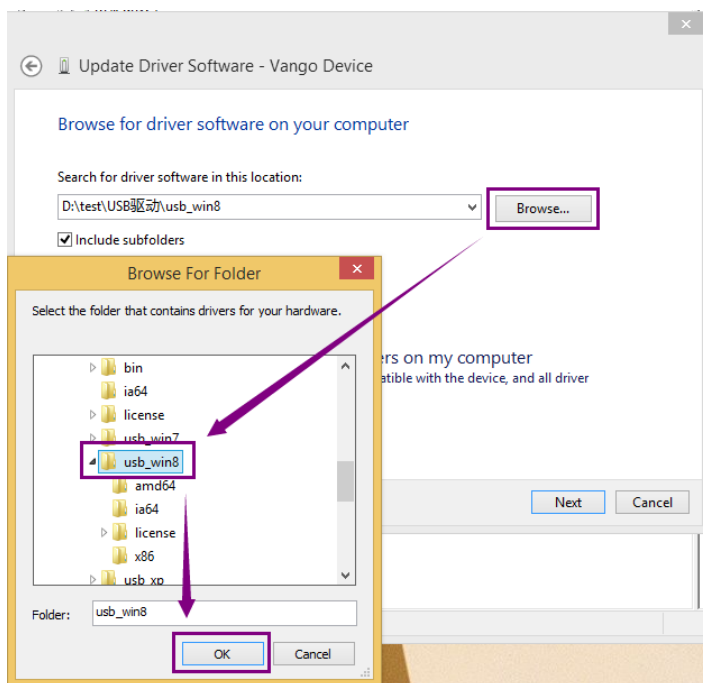
如果没有出现自动提示，可通过设备管理器安装。



- 选中 **Vango Device**，右键单击，选中**更新驱动程序软件**并单击。

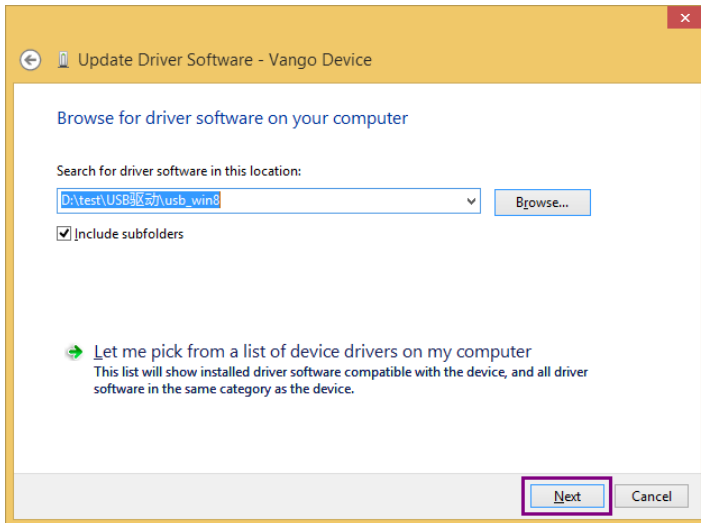


2. 选中 **Browse my computer for driver software**。

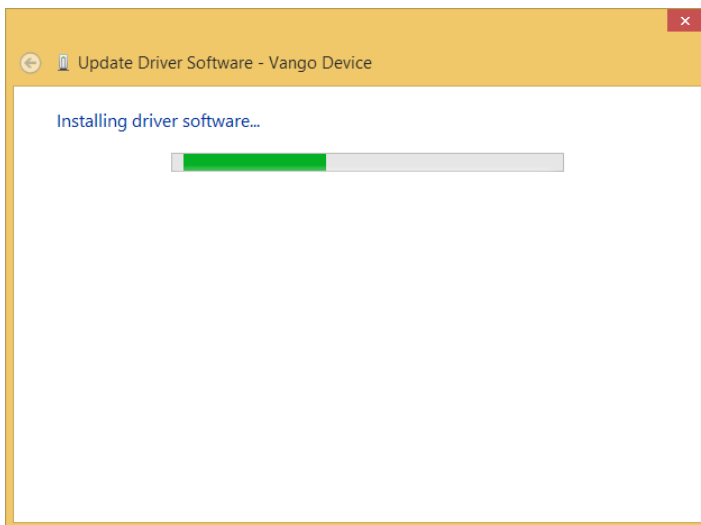


3. 浏览文件夹，选择 **libusb0.sys** 的上上级文件夹，本例中是 **usb\_win8**。选中之后，单击 **OK**。

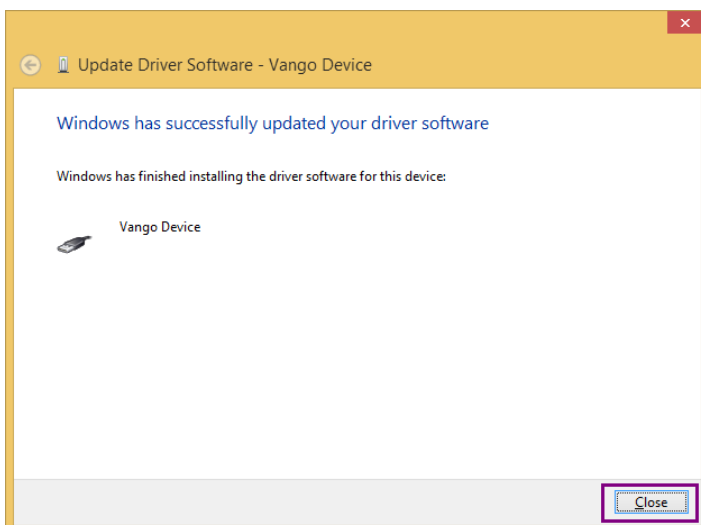
4. 回到上一级对话框，点击 **Next**。



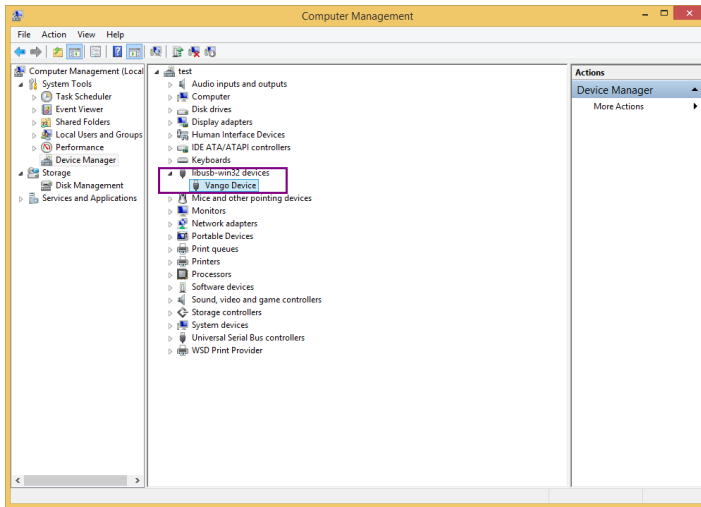
5. 安装进行中。



6. 安装完成。







- 在设备管理器中检查 USB 驱动程序是否已经正确安装：如果 **libusb-win32 devices** 项下面有 **Vango Device** 显示正常，表明 USB 程序已经正确安装。

如果烧写失败，很可能是因为数字签名问题，请参考《附件一 SD502 USB 驱动程序安装失败解决办法 V1.0》或网上的流程解决数字签名问题。

在 Win10 上安装 USB 驱动的安装方法与 win8 相同。也同样需要解决数字签名问题。

## 6. 底层接口驱动动态链接库（DLL）安装

SD502 支持用户在 Keil  $\mu$ Vision 和 IAR Embedded Workbench IDE 上对 Vango<sup>®</sup> 电能计量 SoC 芯片进行调试和仿真。但是，在实现上述目的时，用户需安装并调用由万高科技专门针对 Vango<sup>®</sup> 电能计量 SoC 芯片开发的底层接口驱动动态链接库（DLL）。以下分别介绍如何安装和调用适用于 Keil  $\mu$ Vision 和 IAR Embedded Workbench IDE 的 DLL。

### 6.1 安装针对 IAR 的底层接口驱动 DLL

- 如下图所示，如果是 IAR 7.5 版本，将 **VangoDriver\_SD502\_IAR75\_Vxx.xx.dll** 文件拷贝到 IAR 安装目录下的 **\8051\bin** 中。如果是 IAR 8.3 版本，将 **VangoDriver\_SD502\_IAR83\_Vxx.xx.dll** 文件拷贝到相应 IAR 安装目录下的 **\8051\bin** 中。DLL 文件名称中的 xx 为数字，表示 DLL 文件的版本号，将会不定期升级。



图 4 拷贝 DLL 文件

- 启动 IAR Embedded Workbench，新建一个 **Project**，并按以下步骤调用 DLL。

2.1 点击 **Project->Options ->Debugger ->Setup**，对该新建工程进行如下设置：

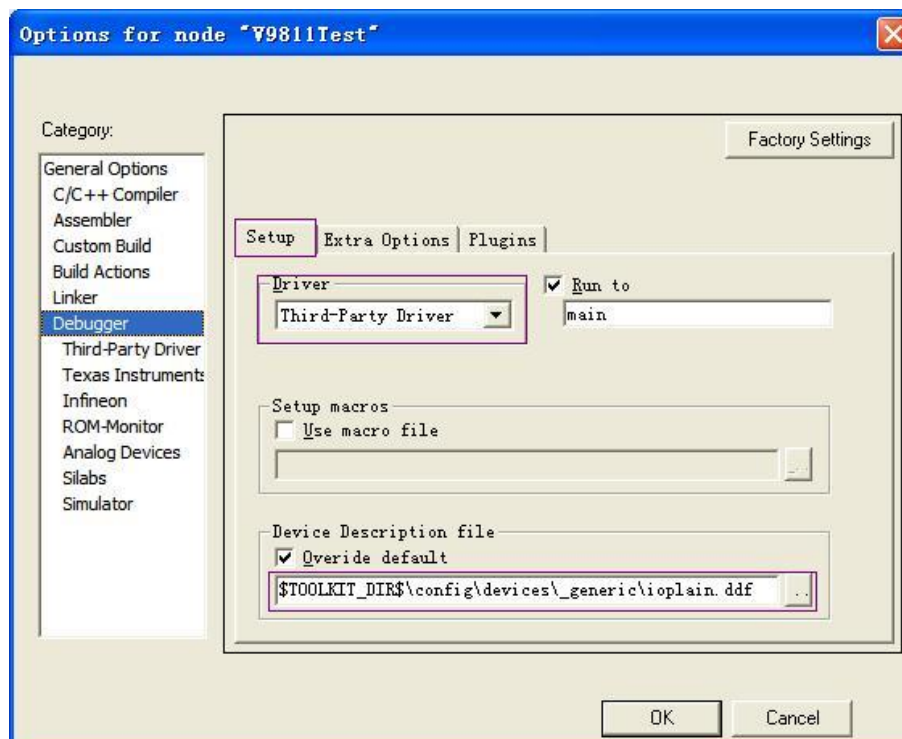



图 5 Project -&gt;Options -&gt;Debugger -&gt;Setup

- 2.2 点击 **Third-Party Driver**, 选择 DLL 文件, 并点击 **OK**, 用户即可在 IAR Embedded Workbench IDE 上调用由万高科技专门针对  电能计量 SoC 芯片开发的底层接口驱动 DLL。

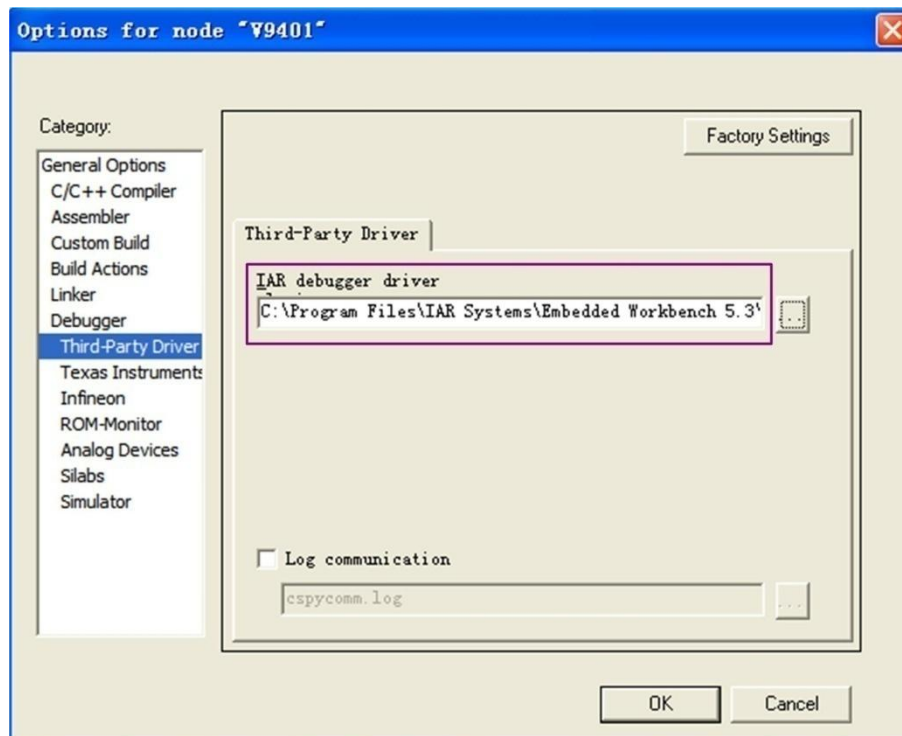


图 6 Third-Party Driver 选择 DLL 文件

## 6.2 安装针对 Keil 的底层接口驱动 DLL

用户可采用两种方法安装针对 Keil  $\mu$ Vision 的底层接口驱动 DLL。

### 6.2.1 手动安装 DLL

1. 将 **VangoDriver\_SD502\_KEIL\_Vxx.xx.dll** 拷贝到 Keil\C51\BIN 目录下；
2. 在 **TOOLS.INI** 文件中，添加 **TDRV8=BIN\VangoDriver\_SD502\_KEIL\_Vxx.xx.dll** (**"VangoDriver\_SD502\_KEIL\_Vxx.xx"**)，并保存。文件名 **VangoDriver\_SD502\_KEIL\_Vxx.xx** 可修改，但必须与 **Keil\C51\BIN** 中的 DLL 文件名称保持一致。DLL 文件名称中的 xx 为数字，表示 DLL 文件的版本号，将会不定时升级；

```
[C51]
PATH="C:\Keil3\C51\"
BOOK0=HLP\Release_Notes.htm("Release Notes",GEN)
BOOK1=HLP\C51TOOLS.chm("Complete User's Guide Selection",C)
TDRV0=BIN\MON51.DLL ("Keil Monitor-51 Driver")
TDRV1=BIN\ISD51.DLL ("Keil ISD51 In-System Debugger")
TDRV2=BIN\MON390.DLL ("MON390: Dallas Contiguous Mode")
TDRV3=BIN\LPC2EMP.DLL ("LPC900 EPM Emulator/Programmer")
TDRV4=BIN\UL2UPSD.DLL ("ST-uPSD ULINK Driver")
TDRV5=BIN\UL2XC800.DLL ("Infineon XC800 ULINK Driver")
TDRV6=BIN\MONADI.DLL ("ADI Monitor Driver")
TDRV7=BIN\DAS2XC800.DLL ("Infineon DAS Client for XC800")
TDRV8=BIN\VangoDriver_SD502_KEIL_V0.6.dll ("VangoDriver_SD502_KEIL_V0.6")
```

图 7 修改 TOOLS.INI 文件

3. 修改完成后，重启 Keil $\mu$ Vision。

### 6.2.2 自动安装 DLL

1. 将 **VangoDriver\_SD502\_KEIL\_Vxx.xx.dll** 和 **Install.exe** 置于同一目录下。注意，在该目录下不得含有其它 DLL 文件。DLL 文件名称中的 xx 为数字，表示 DLL 文件的版本号，将会不定时升级；
2. 双击 **Install.exe** 打开 DLL 安装程序；



图 8 打开 DLL 安装程序

3. 打开 Keil 安装目录下的 **TOOLS.ini** 文件，并点击**安装**即可完成 DLL 的自动安装。
4. 安装完成后，重启 Keil  $\mu$ Vision。

### 6.2.3 安装确认

打开一个工程，点击 **Project -> Options for Target 'Target 1'** 打开设置对话框，在 **Debug** 和 **Utilities** 两个标签页确认 DLL 文件是否已经正确安装。如图 9 和图 10 所示，如果在 **Use** 和 **Use Target Driver for Flash Programming** 下能找到 **VangoDriver\_SD502\_KEIL\_Vxx.xx**，则表明该 DLL 已经正确安装。

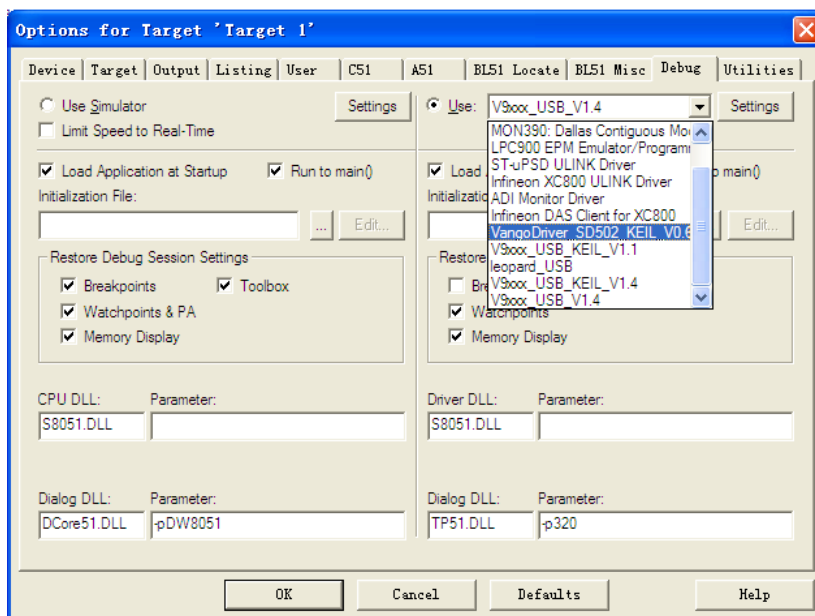


图 9 Debug -&gt;Use

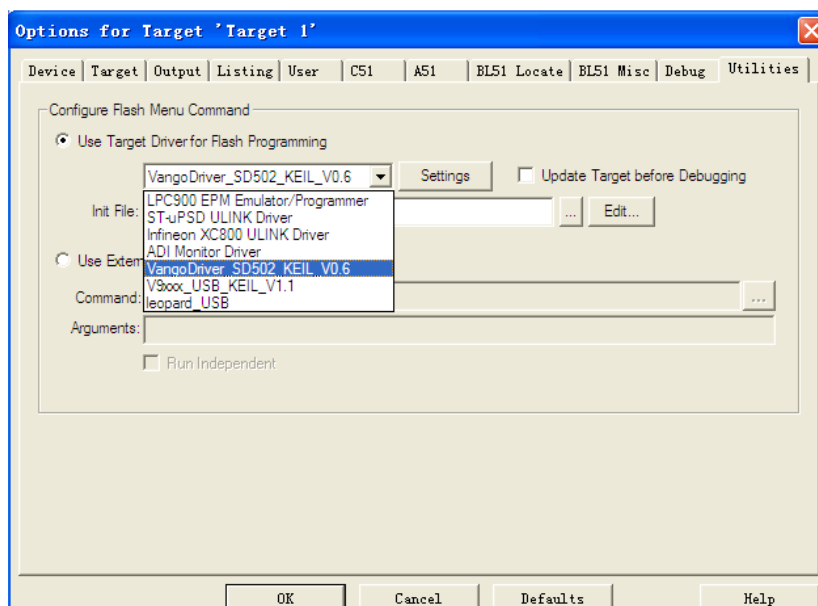
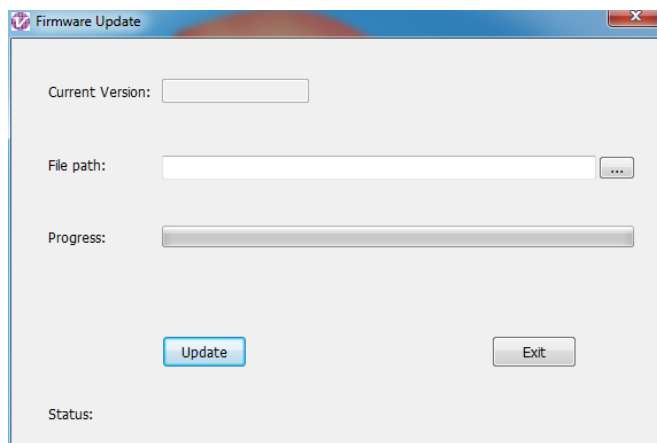


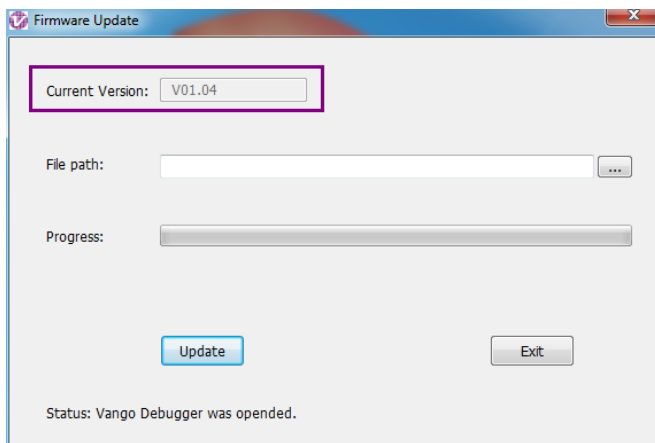
图 10 Utilities -&gt;Use Target Driver for Flash Programming

## 7. 固件升级

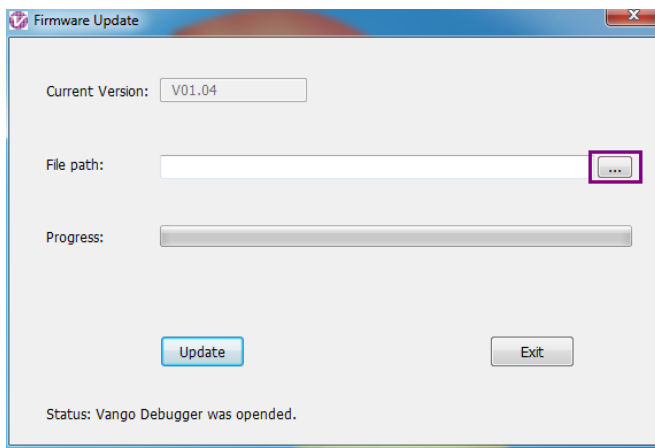
SD502 使用 **Firmware\_Update.exe** 软件进行固件升级。固件升级前需要保证 USB 驱动已正常安装，可以正常使用。



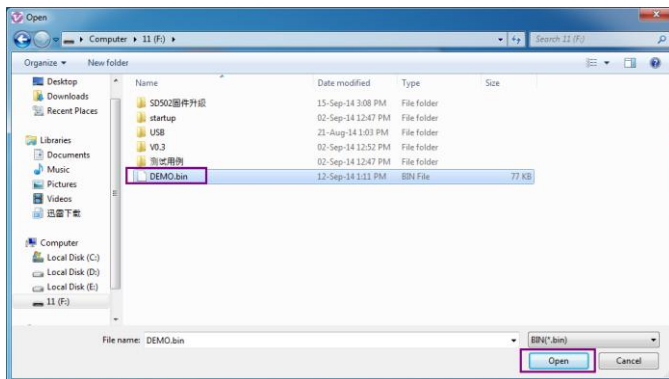
1. 双击 **Firmware\_Update.exe** 软件图标，打开该软件。



2. 读取当前固件版本号：不连接 SD502 和 PC→按住 SD502 的 **Start** 按钮→连接 SD502 和 PC→约 3 秒后 **Current Version** 显示当前固件版本号→松开 **Start** 按钮。如果 3s 后未显示当前固件版本号，应重复上述操作直至读到当前固件版本号。

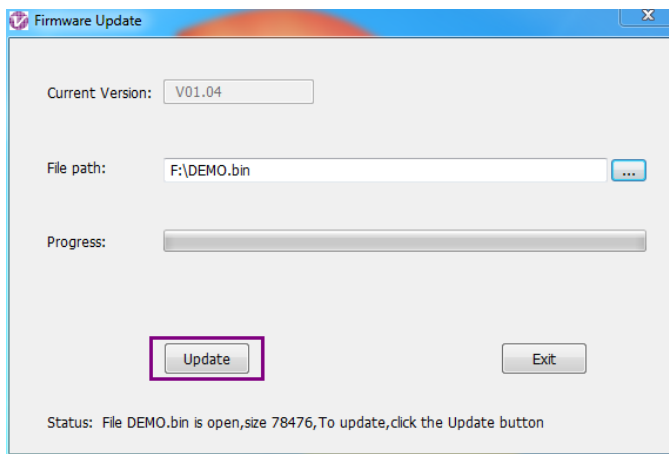


3. 点击右边的...按钮，浏览选择需要升级的**.bin** 文件，该文件由万高科技提供。

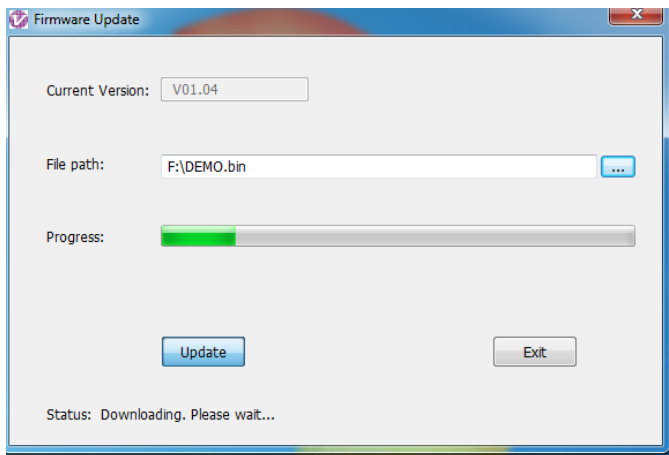


4. 在弹出的对话框中，选中待升级的**.bin** 文件，再单击 **Open** 按钮。

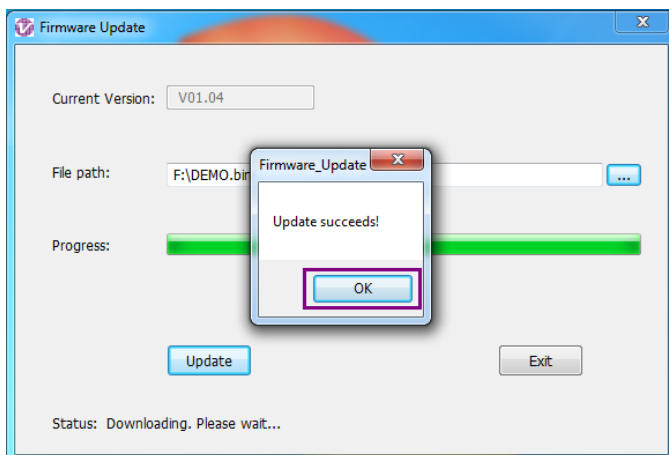
5. 打开**.bin** 文件后，回到固件升级主界面。点击**Update** 按钮。

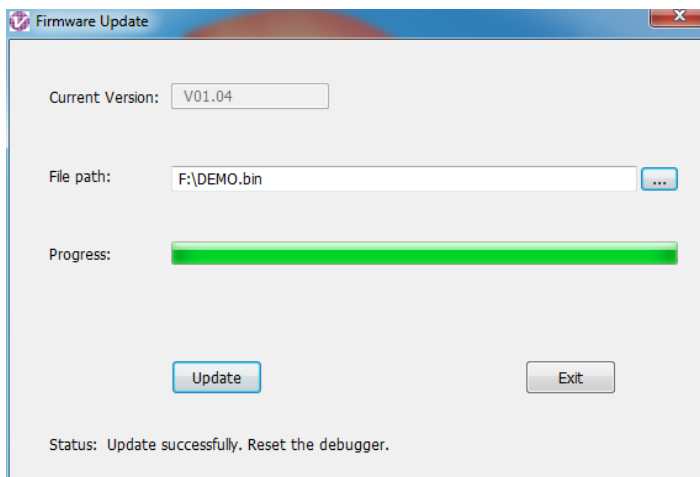


6. 下载中，请耐心等待，大约 3 秒时间。

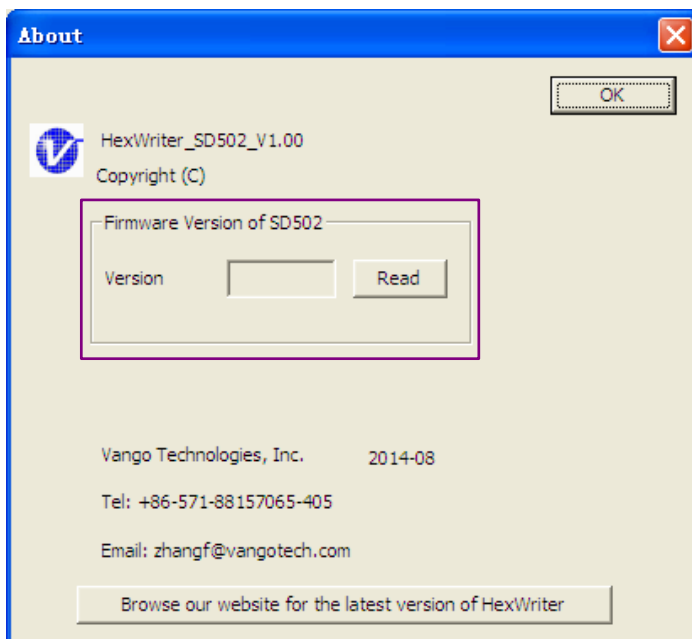


7. 下载完毕后，弹出下载成功对话框。点击**OK** 按钮。





8. 回到下载主界面，点击 **Exit** 按钮。退出固件升级软件，更新完成。如果不退出固件升级软件，其它的与 SD502 相关的上位机软件不能正常工作，报 USB 通讯错误。



9. **Reset** SD502。
10. 在 HexWriter\_SD502 里，在 **About** 窗口读取 SD502 的固件版本号，确认固件是否已经升级。



## 8. SD502 自检

SD502 上电复位后即进行自检。自检前，RTC 灯红色，State 灯红色。内部自检步骤如图 11 所示：

1. 检查 SD502 有没有加载目标板的 Hex（开启 **Download**）：
  - a) 如果自检通过，SD502 自检进入第 2 步；
  - b) 如果没有加载，那么自检失败，此时 RTC 灯红色，State 灯红色，SD502 自检自动停止。
2. 检查 SD502 的配置参数是否合理。如果配置参数符合 ADD33 校验则判断为合理，反之则判断为不合理。如果参数配置不合理，则重新配置参数。如果重新配置参数后仍旧自检失败，那么应考虑返厂维修。
  - a) 如果参数配置合理，那么自检通过，此时，RTC 灯黄色（带 RTC 秒脉冲校正或 RTC 时间设置）或灭（不带 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置），State 灯黄色，SD502 自检进入第 3 步；
  - b) 如果参数配置不合理，那么自检失败，RTC 灯红色，State 灯红色，SD502 自检自动停止。
3. 检查 SD502 时间是否正确（开启 **Set Time**）：
  - a) 如果 SD502 中的时间在 2016 年之后，那么自检通过，此时 RTC 灯黄色，State 灯熄灭。
  - b) 如果 SD502 中的时间在 2016 年之前，那么自检失败，此时 RTC 灯黄色，State 灯红色，SD502 自检自动停止。
4. 检查是否控制烧写数量：
  - a) 如果未设置烧写数量控制，那么 RTC 灯维持第 3 步的状态，State 灯黄色，表示 SD502 自检通过；
  - b) 如果需要控制烧写数量，则会继续检查烧写数量是否超过限制：
    - i. 如果烧写数量超过限制，那么 RTC 灯维持第 3 步的状态，State 灯红色，表示 SD502 自检失败；
    - ii. 如果烧写数量没有超过限制，那么 RTC 灯仍维持第 3 步的状态，State 灯黄色，表示 SD502 自检通过。

如果自检失败，SD502 只能执行与 USB 通讯相关的事件，如在线编程、在线调试和 脱机操作模式下的 Flash 脱机烧写。所以，为了保证 SD502 能正常工作在所有模式下，必须保证 SD502 自检成功。

如果自检失败，用户可根据图 12 所示的标准准备流程进行操作完成 SD502 自检。如果按以下方式操作自检仍然失败，请与万高科技技术人员联系。

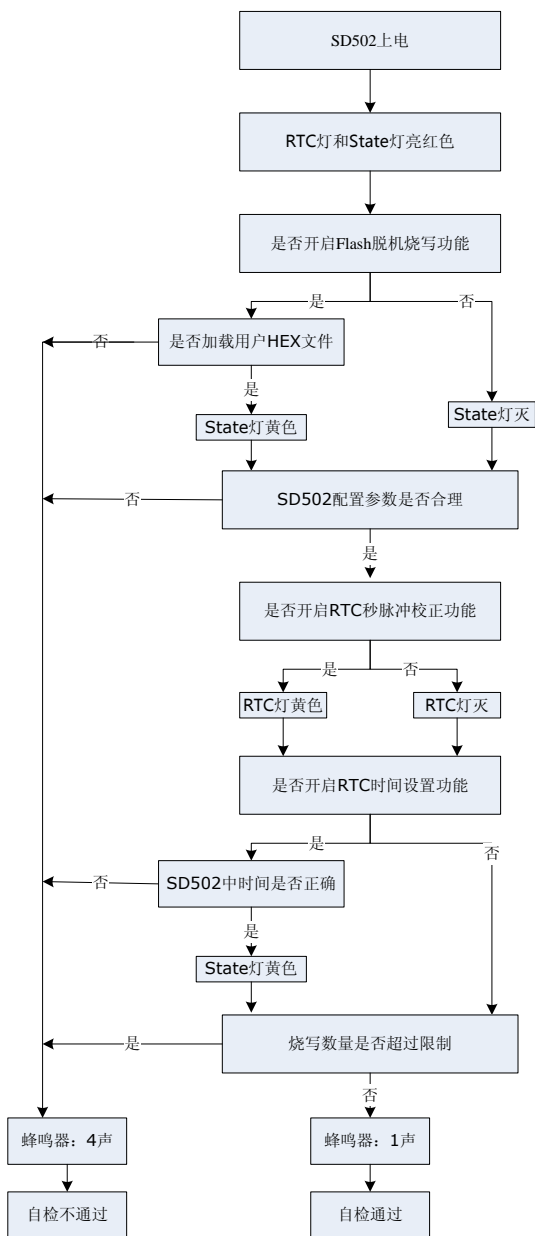


图 11 SD502 自检

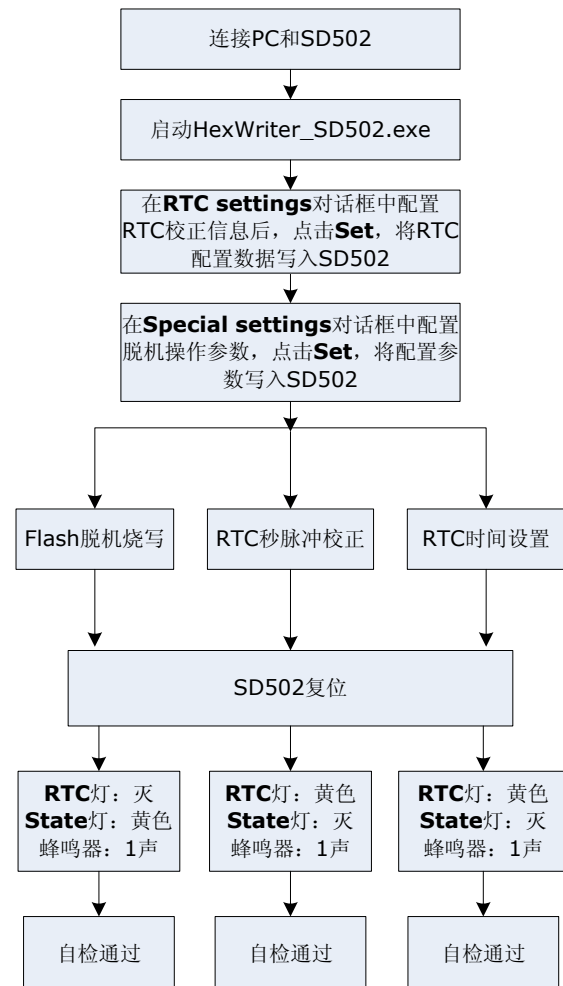




图 12 标准准备流程

## 9. SD502 工作模式

SD502 支持三种工作模式：在线编程、在线调试和脱机操作。

三种工作模式下的通用配置：晶体停振检测。可以开启或关闭。如果开启该功能且晶体检测结果为晶振停振，那么与芯片相关的所有操作都会失败。修复晶振问题后，才能对芯片进行正常操作。如果目标板方案为无晶振方案，就不要勾选晶体停振检测项目，否则无法调试和下载。

## 9.1 在线编程

在这种工作模式下，正确连接 SD502、PC 和目标板，操作**目标板电源开关**使 SD502 向目标板供电（3.3V 或 5V）。用户在 Keil IDE 或 IAR IDE 上编译代码，并生成 Hex 文件，再通过 IDE 操作界面上的下载按键（如 Keil 的 ，IAR 的 ）进行下载，将 Hex 文件烧写入目标板。

无论 SD502 自检成功或失败，均不影响 SD502 工作于在线编程模式下。

注意:

在线编程时，IDE 软件会给出提示信息，用户不需要关注 SD502 的状态。

V98XX/V99xx 的 Flash 存储器的 0x0400~0x05FF 字节预存了芯片相关的信息，所以，该地址范围不可写入应用程序代码。

V9003/V9103 的 Flash 存储器的 0xFFFF~0xFFFF 字节预存了芯片相关的信息，所以，该地址范围内不可写入应用程序代码。

烧写完成后，工程界面的 **Output Window**（Keil）或 **Debug Log**（IAR）窗口会出现提示信息，包括：擦除状态、验证状态、烧写状态，如图 13 所示。

Keil 和 IAR 的操作，详见《在 Keil 环境下建立项目工程.pdf》、《在 IAR 环境下建立项目工程.pdf》和工程实例的说明文档。

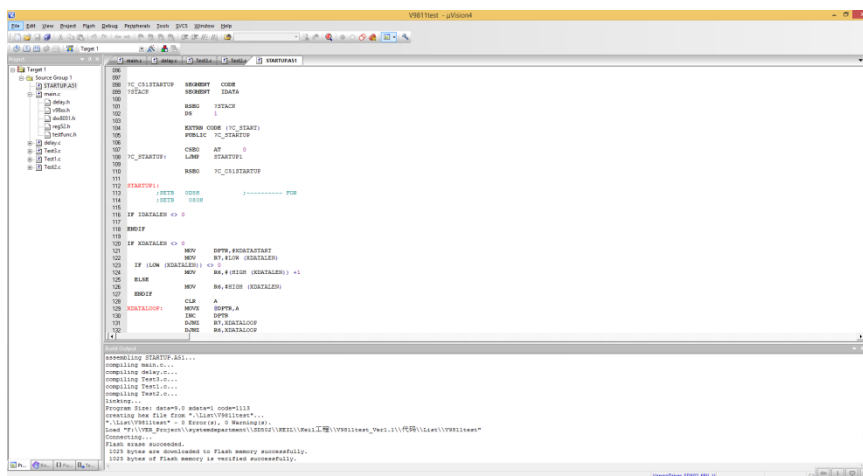


图 13 在线编程时，下载完成后，Keil IDE 的 Output Window 窗口显示提示信息

## 9.2 在线调试

在万高科技基于 **Keil IDE** 和 **IAR IDE** 的图形用户接口（**GUI**）开发的驱动中，用户可通过 **SD502** 对目标板的代码进行在线调试。

在这种工作模式下，用户将代码烧写进目标板后，正确连接 PC、SD502 和目标板，操作目标板电源开关使 SD502 向目标板供电（3.3V 或 5V），在 Keil IDE 或 IAR IDE 上对代码进行调试。

无论 SD502 自检成功或失败，均不影响 SD502 工作于在线调试模式下。

注意：

在线调试时，IDE 软件会给出提示信息，用户不需要关注 SD502 的状态。

V98XX/V99xx 的 Flash 存储空间 0x0400~0x05FF 内预存了芯片相关的信息，所以，该地址范围内不可写入应用程序代码。

V9003/V9103 的 Flash 存储器的 0xFFFF~0xFFFF 字节预存了芯片相关的信息，所以，该地址范围内不可写入应用程序代码。Keil 和 IAR 的操作，详见《在 Keil 环境下建立项目工程.pdf》、《在 IAR 环境下建立项目工程.pdf》和工程实例的说明文档。

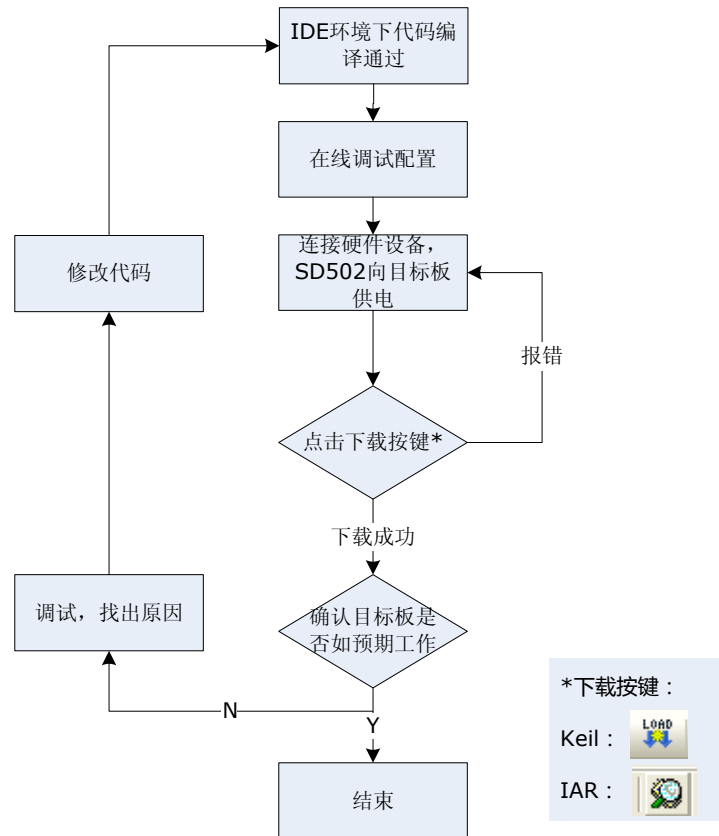


图 14SD502 在线调试流程图

在线调试支持两种 MCU 频率配置（800k 以上频率和 3.2M 以上频率），可以通过 HexWriter\_SD502 软件在 **Special settings** 对话框中进行配置。调试的时候根据用户的工程对 MCU 频率的配置选择合适的调试速率。当 MCU 频率为 3.2M 以上频率（包括 3.2M）时候，调试频率选择 3.2M；当 MCU 频率为 800k 以上频率（包括 800k）时候，调试频率选择 800k。

**注意：**在 **Special settings** 对话框中，只要点击 **Set**，SD502 中存储的目标芯片的 Hex 文件就会被销毁，此时，如果直接复位 SD502，SD502 自检无法通过。所以，完成 **Special settings** 的配置后，一定要重新下载 Hex 文件。如果没有用于当前生产的 Hex 文件时，用户不应点击该对话框的 **Set** 按键，但是可以点击 **Read** 按键读取当前 SD502 的配置信息。

## 9.3 脱机操作

SD502 在脱机操作模式下工作时，主要完成三项工作：Flash 脱机烧写、RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置。如图 15 为 Flash 脱机烧写的流程图，脱机下载是指通过 HexWriter\_SD502 将 Hex 文件和/或 RTC 秒脉冲校正相关的信息下载并存储于 SD502 中。烧写芯片是指将存储于 SD502 中的 Hex 文件和/或 RTC 秒脉冲校正相关的信息烧写至目标板 Flash 中。无论 SD502 自检成功或失败，均不影响脱机下载的操作；但是如果 SD502 自检失败，那么 SD502 无法完成烧写芯片的操作。脱机操作模式下，只要不点击 **Special settings** 中 **Set** 按键和 SD502 中程序的重新下载，即使掉电，保存在 SD502 中的程序也不会消失，所以在该工作模式可以将同一程序烧写入批量芯片中。

SD502 支持三种脱机操作（可以进行随意组合，具体使用方法见 Hexwriter\_SD502 用户手册）：

- Flash 脱机烧写：先将 HEX 文件下载至 SD502 中；再将保存在 SD502 的 HEX 文件 ISP 到目标板中；
- RTC 秒脉冲校正：先将 RTC 秒脉冲校正相关的信息下载至 SD502 中；再将保存在 SD502 的 RTC 秒脉冲校正信息 ISP 到目标板中。这种操作仅适用于基于 V98XX/V99xx 的电表的 RTC 秒脉冲校正。
- RTC 时间设置：将 PC 时间设置到 SD502 中，在断开 PC 和 SD502 的连接后，SD502 的时间仍会正常走动（需要 SD502 中有电池）；再将 SD502 中的时间信息同步到目标板中。这种操作仅适用于基于 V98XX/V99xx 的电表的 RTC 时间设置。

只要 SD502 与 PC 之间进行了 USB 通讯，用户均应先 **Reset** SD502，待 SD502 通过自检后，再按 **Start** 按钮，将保存在 SD502 中的 Hex 文件脱机烧写入目标板中。

在 Flash 脱机烧写模式下工作时，SD502 还支持两种特殊的功能：

- 烧写数量控制。用户可以通过 HexWriter\_SD502 来设定 SD502 最多成功烧写次数（**Starting Number** 和 **Ending Number**），即一次设定后，当成功烧写次数达到 **Ending Number** 后，SD502 无法再进行新的烧写操作。此时，用户需要在 HexWriter\_SD502 上重新配置 **Starting Number** 和 **Ending Number** 的值或者关闭该功能；
- 自动连续烧写功能。开启该功能后，按下 **Start** 按钮，SD502 能连续自动检测目标板的连接状态并向目标板下载 Hex 文件，连续两次烧写操作之间无需再按 **Start** 按钮。

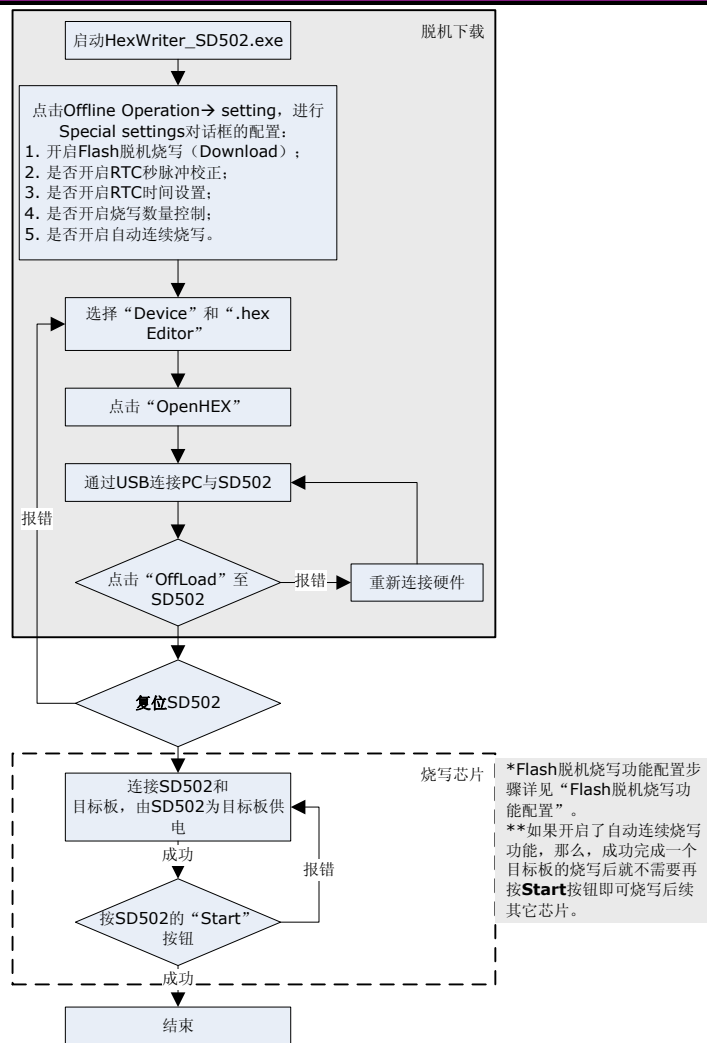


图 15 SD502Flash 脱机烧写流程图

### 9.3.1 Flash 脱机烧写功能配置

有一种特殊的 Flash 脱机烧写应用：HEX 文件加密。该功能能为方案公司的 hex 传输和烧写数量控制提供便捷方法。详情见 HexWriter\_SD502 用户手册文档。

连接 PC 和 SD502 后，用户可通过 HexWriter\_SD502 软件按照以下步骤对 SD502 进行功能配置：

1. 开启 HexWriter\_SD502 软件；
2. 点击 **Offline Operation->Setting**，打开 **Special settings** 对话框，如图 16 所示；
3. 点击 **Read**，读取 SD502 的配置值，包括烧写数量控制、自动连续烧写、调试频率切换和 RTC 秒脉冲校正、RTC 时间设置和晶体停振检测等信息；
4. 根据实际需要开启特殊功能：
  - 开启 RTC 秒脉冲校正：勾选 **RTC Control** 中的 **RTC Cal**；
  - 开启 RTC 时间设置：勾选 **RTC Control** 中的 **Set Time**；
  - 开启烧写数量控制：勾选 **Quantity control**，设定 SD502 最多成功烧写次数起始次数和结束次数，后者与前者的差值就是实际的烧写次数。值得注意的是，起始次数一定要大于等于当前次数。无论是否需要数量控制，当前数量都会随着脱机下载成功次数而累加。即使是同一颗芯片多次成功测试，也同样会累加；
  - 开启自动连续烧写：勾选 **Continuous Programming**；
  - 开启晶体停振检测：勾选 **Check Crystal**；
  - 开启合盖检测：勾选 **Open Lid Check**，点击 **set** 按钮，**Lid Check** 项目中的状态显示成功或失败。SD502 时间校正：具体使用方法见 Hexwriter\_SD502 用户手册。
5. 点击 **Set** 将上述修改过的配置信息写入 SD502。
  - 如果 HexWriter\_SD502 提示写入成功，那么重新点击 **Read**，读出新的 SD502 的配置值，检查配置是否正确。应保证需要开启的特殊功能都处于已勾选状态；
  - 如果 HexWriter\_SD502 提示写入失败，建议重新连接 SD502 和 PC，再重复 3~5 步骤操作，直至 HexWriter\_SD502 提示写入成功。
6. 退出 **Special settings** 对话框；
7. 在 HexWriter\_SD502 主界面上，点击 **OffLoad** 将 Hex 文件下载至 SD502 中；
8. 复位 SD502，如果自检通过，表明 SD502 已经可以正常工作。

**注意：**在 **Special settings** 对话框中，只要点击 **Set**，SD502 中存储的目标芯片的 Hex 文件就会被销毁，此时，如果直接复位 SD502，SD502 无法通过自检。所以，完成 **Special settings** 的配置后，一定要重新下载 Hex 文件。如果没有用于当前生产的 Hex 文件时，用户不应点击该对话框的 **Set** 按键，但是可以点击 **Read** 按键读取当前 SD502 的配置信息。

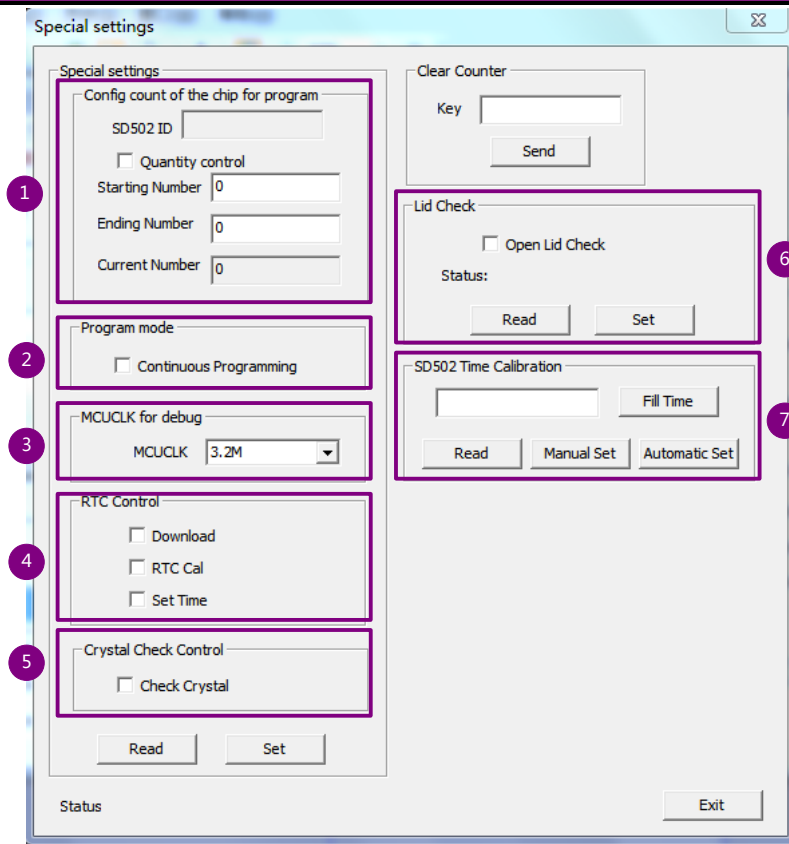


图 16 配置 SD502 特殊功能对话框

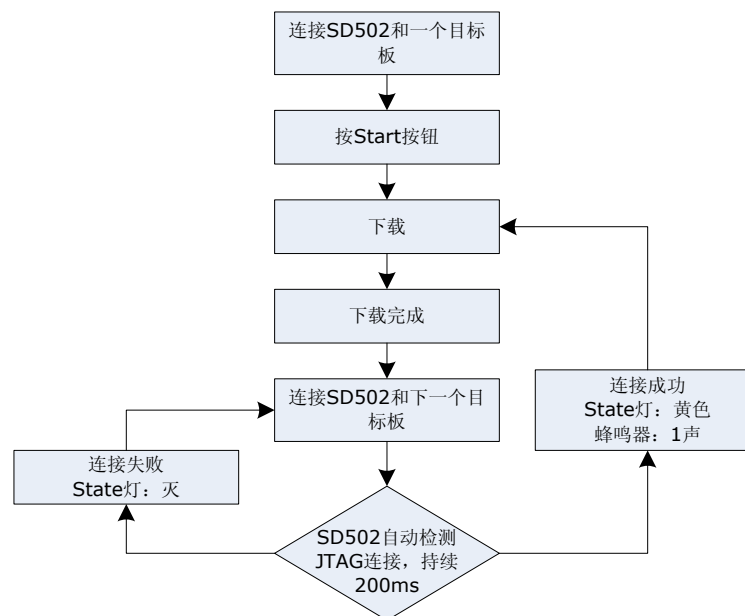


图 17 自动连续烧写操作流程

关于烧写数量控制和自动连续下载两个功能，用户应注意以下几点：



- 点击 **Special settings** 对话框中的 **Set** 按键后，烧写次数即从 0 开始计数。每成功完成一次烧写，烧写数即累加 1。用户可以通过上位机软件读取当前的成功烧写次数 **CurCount**;
- 关闭**烧写数量控制**功能后，SD502 的烧写次数不再受 **Starting Number** 和 **Ending Number** 配置值的限制;
- 开启**自动连续烧写**功能时，SD502 对一个目标板完成一次成功的烧写后，只要 SD502 不处于下载状态，用户也可以按 **Start** 按钮手动烧写同一个目标板。这一过程并不影响 SD502 对后续其它目标板的自动烧写操作。
- 关闭**自动连续烧写**功能时，用户需要按 **Start** 按钮启动手动的单次烧写。该处的烧写指的是带或不带 RTC 秒脉冲校正或 RTC 时间设置的脱机烧写。

9.3.2 RTC 秒脉冲校正

正确连接 PC、SD502 和目标板，并根据目标板是 5V 系统还是 3.3V 系统，将**目标板电源拨码开关**拨到相应位置，使 SD502 向目标板正常供电（5V 或 3.3V）。

如图 15 所示，在 HexWriter\_SD502 中，勾选 **RTC Cal**，让 SD502 执行 RTC 秒脉冲校正功能。

在使用裸片烧写的时候，是不能进行 RTC 秒脉冲校正的。

使用 RTC 秒脉冲校正功能时，应注意以下几点：

- 被测芯片只能是支持 RTC 秒脉冲校正的芯片。
- 为了保证 RTC 秒脉冲校正成功，被测芯片必须先完成温度校正。芯片是否已完成温度校正，可以向万高科技相关人员咨询。
- RTC 晶体曲线参数必须通过 HexWriter\_SD502 软件根据目标板使用的晶体参数进行设置。如果使用万高科技提供的晶体，则必须采用万高科技提供的晶体参数。
- 在 HexWriter\_SD502 中完成开启 RTC 秒脉冲校正的操作后，必须复位 SD502。此时，如果 RTC 灯为黄色，表明 RTC 秒脉冲校正功能已经开启。
- RTC 秒脉冲校正大约花费 3 秒时间，RTC 秒脉冲校正过程，RTC 灯表现为黄色闪烁。
- RTC 秒脉冲校正功能不需要将 hex 文件下载到 SD502 中，就能进行 RTC 秒脉冲校正。

不带脱机烧写的 RTC 秒脉冲校正过程中，各指示灯的状态和蜂鸣器提示如表格所示。

表格 3 不带脱机烧写的 RTC 秒脉冲校正过程中的指示灯状态和蜂鸣器提示

运行情况	RTC 灯	State 灯	蜂鸣器提示音次数
RTC 秒脉冲校正复位	黄 灯 常亮	熄灭	1
RTC 秒脉冲校正开始	黄 灯 闪烁	黄灯常亮	0
JTAG 连接失败	熄灭	红灯常亮	4
RTC 秒脉冲校正成功	熄灭	绿灯常亮	1
RTC 秒脉冲校正失败	红 灯 常亮	红灯常亮	4



### 9.3.3 Flash 脱机烧写

正确连接 PC、SD502 和目标板，并根据目标板是 5V 系统还是 3.3V 系统，将目标板电源拨码开关拨到相应位置，使 SD502 向目标板正常供电（5V 或 3.3V）。

如图 15 所示，在 HexWriter\_SD502 中，勾选 **Download**，让 SD502 执行 Flash 脱机烧写操作。。

裸片烧写分连续烧写和手动烧写。连续烧写模式下，工作人员无需按红色烧写按键，SD502 会自动连续烧写。

当裸片自动连续烧写时候会经常遇到漏烧问题，主要原因是由于芯片没有接触好，SD502 没有检测到芯片，烧写状态灯一直关闭状态。在 1.52 以上版本增加了合盖检测功能，通过判断合盖动作，开启烧写流程。只要有合盖动作，就马上进行烧写，失败就会报错。这个功能需要通过 HexWriter\_SD502 软件进行功能开启。

开启方法：连接 SD502 与 PC，打开 hexwriter\_SD502 进入 **Special settings** 对话框，勾选 **Open Lid Check**，点击 **set** 按钮，**status** 提示成功或失败。

注意：该功能需要 socket 小板的配合。合盖是通过 JTAG 接口的 10 脚的高低电平进行判断的，当为高电平认为已经合盖，反之就是开盖。目前只有万高提供的专用 SOCKET 小板（VI\_Socket\_FPQ\_V9811\_V1.1）支持该功能。请谨慎选择。

不带 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置功能的 Flash 脱机烧写过程中，各指示灯的状态和蜂鸣器提示如

表格所示。

注意：  
V98XX/V99xx 的 Flash 存储空间 0x0400~0x05FF 内预存了芯片相关的信息，所以，该地址范围内不可写入应用程序代码。  
V9003/V9103 的 Flash 存储器的 0xFFFFE~0xFFFF 字节预存了芯片相关的信息，所以，该地址范围内不可写入应用程序代码。

表格 4 不带 RTC 秒脉冲校正和 RTC 时间设置功能的 Flash 脱机烧写过程中的指示灯状态和蜂鸣器提示

运行情况	RTC 灯	State 灯	蜂鸣器提示音次数
脱机下载中	熄灭	无需关心	0
脱机下载出错	熄灭	无需关心，HexWriter_SD502 提示错误原因	无需关心
脱机下载成功	熄灭	无需关心，HexWriter_SD502 提示下载成功	0
烧写中	熄灭	黄色闪烁	0
烧写出错	熄灭	红色常亮	4
烧写完成	熄灭	绿色常亮	1

### 9.3.4 RTC 时间设置

正确连接 PC、SD502 和目标板，并根据目标板是 5V 系统还是 3.3V 系统，将目标板电源拨码开关拨到相应位置，使 SD502 向目标板正常供电（5V 或 3.3V）。

如图 15 所示，在 HexWriter\_SD502 中，勾选 **Set Time**，让 SD502 执行 RTC 时间设置功能。SD502 仅支持对基于部分芯片的电表进行 RTC 时间设置。

使用 RTC 时间设置功能时，应注意以下几点：

- 被测芯片只能是支持 RTC 时间设置的芯片。
- 在 HexWriter\_SD502 中完成开启 RTC 时间设置的操作后，必须复位 SD502。此时，如果 RTC 灯为黄色，表明 RTC 时间设置功能已经开启。
- RTC 时间设置过程，RTC 灯表现为黄色闪烁（RTC 时间设置过程很短，无法看到 RTC 灯的闪烁）。

RTC 时间设置过程中，各指示灯的状态和蜂鸣器提示如表格所示。

表格 5 RTC 时间设置过程中的指示灯状态和蜂鸣器提示

运行情况	RTC 灯	State 灯	蜂鸣器提示音次数
RTC 时间设置复位	黄色	熄灭	1
JTAG 连接失败	熄灭	红色常亮	4
RTC 时间设置开始	黄色闪烁	黄色	0
RTC 时设置成功	熄灭	绿色常亮	4
RTC 时间设置失败	熄灭	红色常亮	4

9.3.4.1 下载 HEX 文件

连接 SD502 和 PC。

在 HexWriter\_SD502 操作界面上，点击菜单栏中 **RTC ->Configure**，打开 **RTC settings** 对话框，如图 18 所示，根据图中的提示配置 RTC 秒脉冲校正参数。配置完成后，点击 **Set**，将 RTC 秒脉冲校正参数写入 SD502。

RTC 秒脉冲校正参数包括各温度段的 RTC 二次校准系数（B1~B5）和顶点温度（T0），这些参数由晶体决定。图 18 所示的的 RTC 秒脉冲校正参数仅适用于校正万高科技提供的晶体 VT-200-F。如果用户使用非万高科技提供的晶体，那么可以参见应用笔记“V9801\_V9311\_V9811 的 RTC 秒脉冲校正”自行确定 RTC 二次校准系数和顶点温度。

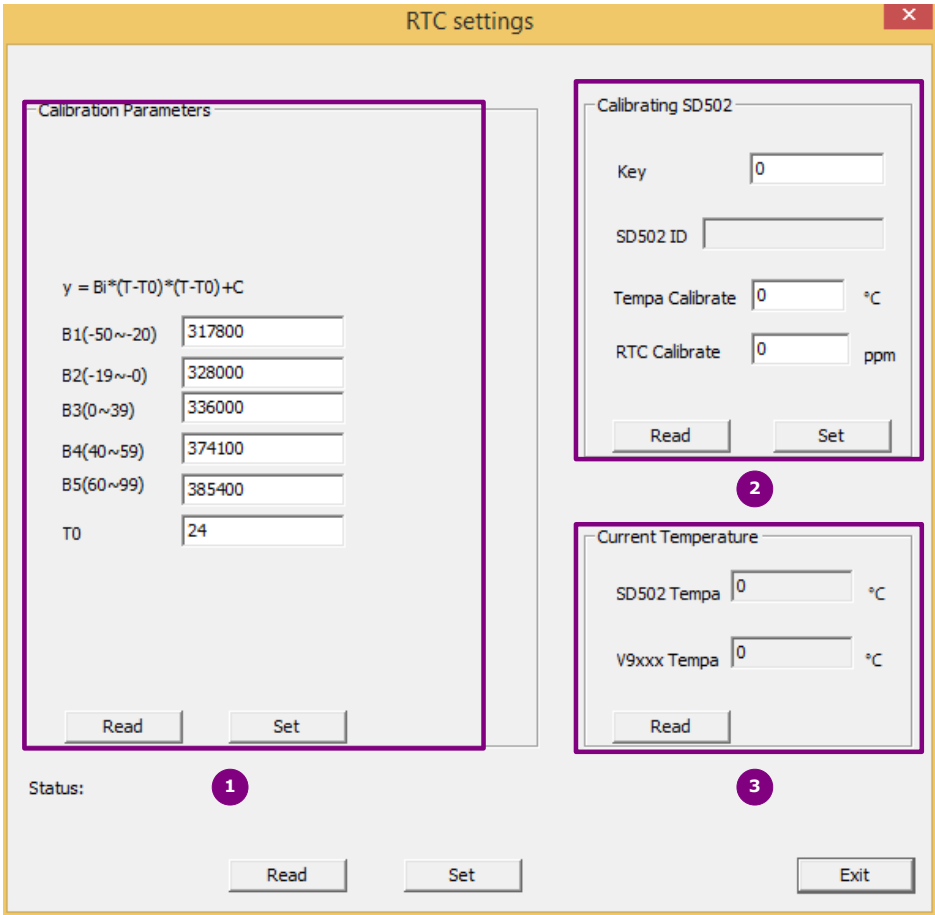


图 18 RTC 秒脉冲校正参数配置

9.3.4.2 下载 HEX 文件

在 HexWriter\_SD502 操作界面上，打开应用程序的 HEX 文件，该文件会显示在数据表格中，然后，点击 **OffLoad**，将数据表格中的内容下载到 SD502 中。

HexWriter\_SD502 的使用，请参考 **HexWriter\_SD502** 用户手册。

9.3.4.3 Flash 脱机烧写并校正 RTC 秒脉冲

连接 SD502 和目标电表，确认 **RTC** 秒脉冲校正功能开启后，**Reset** SD502，或对 SD502 重新上下电，待 SD502 完成自检后，按 SD502 上的 **Start** 按钮，SD502 将自动完成以下几项工作：

1. 初始化目标板；
2. 对目标板 Flash 进行全擦；
3. 对目标电表进行 RTC 秒脉冲校正，并计算得到 RTC 秒脉冲校正值；
4. 将应用程序 HEX 文件、RTC 秒脉冲校正值写入目标板 Flash 中。

脱机烧写完成后，**Reset** SD502，待 SD502 完成自检，点击 HexWriter\_SD502 上的 **ReadFlash** 按键，读取烧写入 Flash 中的 RTC 秒脉冲校正和温度校正相关的信息。HexWriter\_SD502 的数据表格中 0x0480~0x05FF 范围内显示 RTC 秒脉冲校正的信息。

按下 **Start** 按钮后，如果：

- 蜂鸣器响 1 声，**State** 灯亮黄色，**RTC** 灯闪烁；3 秒钟后，**RTC** 灯灭，**State** 灯闪烁，几秒钟后，蜂鸣器响 1 声，**State** 灯显示绿色。表明 HEX 文件下载成功，而且 RTC 秒脉冲校正成功；
- 蜂鸣器响 1 声，**State** 灯亮黄色，**RTC** 灯闪烁；3 秒钟后，**RTC** 灯灭，**State** 灯闪烁，几秒钟后，蜂鸣器响 4 声，**State** 灯显示红色。表明 RTC 秒脉冲校正成功，但是 HEX 文件下载失败；
- 蜂鸣器响 1 声，**State** 灯亮黄色，**RTC** 灯闪烁；3 秒钟后，**RTC** 灯显示红色，蜂鸣器响 4 声，**State** 灯显示红色。表明 RTC 秒脉冲校正失败，HEX 文件也下载失败；
- State** 灯亮黄色，蜂鸣器响 4 声，**State** 灯亮红色。表明 JTAG 连接不正常。

#### 9.3.4.4 批量校正 RTC 秒脉冲

SD502 可用于部分电能表的批量 RTC 秒脉冲校正。用户应根据图 19 所示的流程进行批量电表的 RTC 秒脉冲校正。

RTC 秒脉冲校正精度取决于温度校正精度，常温下，如果温度偏差在  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  以内，进行批量芯片 RTC 秒脉冲校正的精度在 0.2ppm 以内。

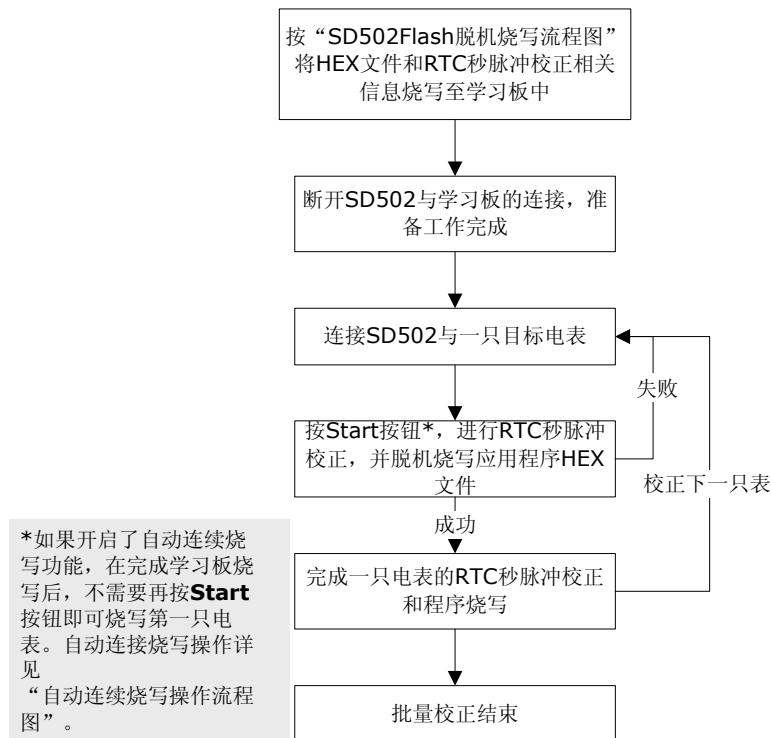


图 19 批量校正 RTC 秒脉冲流程图

## 版本更新说明

时间	版本	修改内容
2014-9-23	V1.0	初稿
2015-4-22	V2.0	增加晶体停振检测选项
2015-8-19	V3.0	修改烧写数量次数方法，增加 hex 加密功能
2015-11-16	V4.0	JTAG 接口的第四脚连接到 LDO33，增加 hex 比对功能
2015-12-1	V5.0	增加合盖检测功能
2016-7-1	V6.0	增加烧写数量统计、Flash 加密范围和支持 V99xx
2016-8-12	V6.1	增加 SD502 时间校正和 RTC 时间设置功能

本手册所涉及之硬件、固件和软件将不定期更新，具体版本信息以工具包中所含的光盘内的信息为准。

万高（杭州）科技有限公司保留对本手册所涉及的产品及相关的技术信息进行补正或更新的权利。使用本手册时，请您从我们的销售渠道或登录公司网站 <http://www.vangotech.com> 获取最新信息。