

AN14155

如何使用i.MX RT1180的EtherCAT与BECKOFF的TwinCAT3和SSC工具

第1.0版—2024年5月23日

应用笔记

文档信息

信息	内容
关键词	AN14155、i.MX RT1180 MCU、评估套件 (EVK)、MIMXRT1180-EVK、EtherCAT从控制器 (ESC)、TwinCAT3软件、从站协议栈代码 (SSC) 工具、软件开发套件 (SDK)
摘要	本文介绍了在基于MIMXRT1180-EVK开发板以及i.MX RT1180 SDK搭建的i.MX RT1180平台上使用EtherCAT外设的步骤。



1 介绍

i.MX RT1180平台集成了一个双端口EtherCAT从站控制器（ESC）。本文介绍了在基于i.MX RT1180 SDK和MIMXRT1180-EVK开发板搭建的i.MX RT1180平台上使用EtherCAT外设的方法。还介绍了在EtherCAT工程中使用EtherCAT从站协议栈代码（SSC）工具和TwinCAT3软件的方法。从站协议栈代码（SSC）工具是一个源代码示例，可用作在自带处理器的设备中实现EtherCAT的开发基础。

2 硬件平台

2.1 i.MX RT1180跨界MCU

恩智浦的i.MX RT1180跨界MCU是一款双核器件，配备了一个Arm Cortex-M7(CM7)核和一个Cortex-M33(CM33)核。CM7核的运行速度高达800MHz，CM33核的运行速度高达240MHz，配有1.5MB片上RAM。该系列产品支持多种协议，能够在实时以太网和工业4.0系统之间进行通信桥接，并通过集成的EdgeLock安全飞地提供先进的安全性。

i.MX RT1180 MCU包含一个集成的千兆时间敏感网络（TSN）交换机和EtherCAT从站控制器（ESC）。这使其非常适合工业和汽车通信应用。该MCU还支持使用MCUXpresso生态系统，其中包括SDK、多种IDE以及安全预处理和配置工具，来实现快速开发。

2.2 i.MX RT1180 EtherCAT的主要特性

采用i.MX RT1180平台的典型工业自动化解决方案，通常具有以下主要特性：

- 传输速度为100Mbit/s的集成以太网收发器
- 2个EtherCAT端口、8个现场总线内存管理单元（FMMU）、8个同步管理器、128字节用户RAM和8K字节过程数据RAM
- 64位分布式时钟
- 过程数据接口（PDI）停用（无PDI）

2.3 MIMXRT1180-EVK开发板

MIMXRT1180-EVK开发板是一个硬件平台，可用于设计和评估i.MX RT1180处理器最常用的功能。

[表1](#)显示了MIMXRT1180-EVK开发板上的EtherCAT端口：

表1. MIMXRT1180-EVK上的EtherCAT端口

EtherCAT端口	连接器
EtherCAT端口0	J28
EtherCAT端口1	J32

3 EtherCAT基本概述

EtherCAT是一种高性能的实时以太网通信协议，通常用于工业自动化领域的实时控制和通信，如伺服电机控制。Beckhoff于2003年开发了EtherCAT，而国际电工委员会（IEC）将EtherCAT纳入IEC 61158标准，实现了其标准化。

EtherCAT是一种工业以太网系统，使用以太网标准IEEE 802.3中定义的标准帧和物理层。EtherCAT还满足了自动化行业面临的特定要求，具体如下：

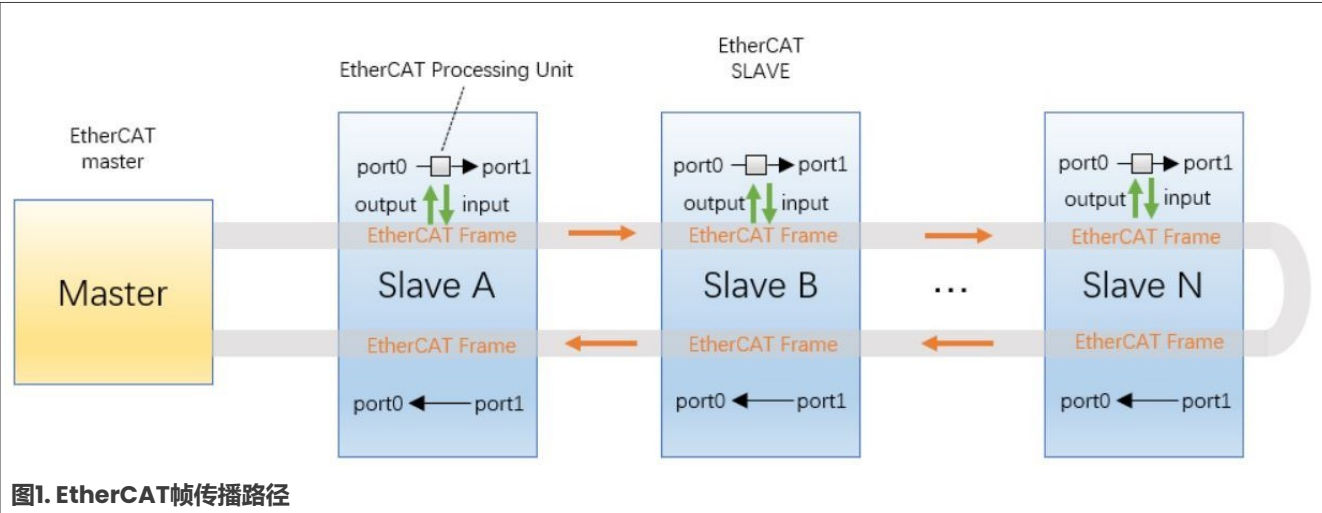
- 具有确定性响应时间的硬实时要求。
- 系统通常包含许多节点，每个节点只有少量的循环过程数据。
- IT管理员不负责现场总线系统的调试和维护。

EtherCAT的设计目标是实现低通信延迟和高带宽数据传输，同时满足高时间精度控制的需求。它通过主从架构实现。主站负责协调整个网络，而从站则负责提供输入和输出数据。

EtherCAT广泛应用于工业机器人、运动控制、自动装配系统和其他工业自动化领域。EtherCAT的主要优点包括：

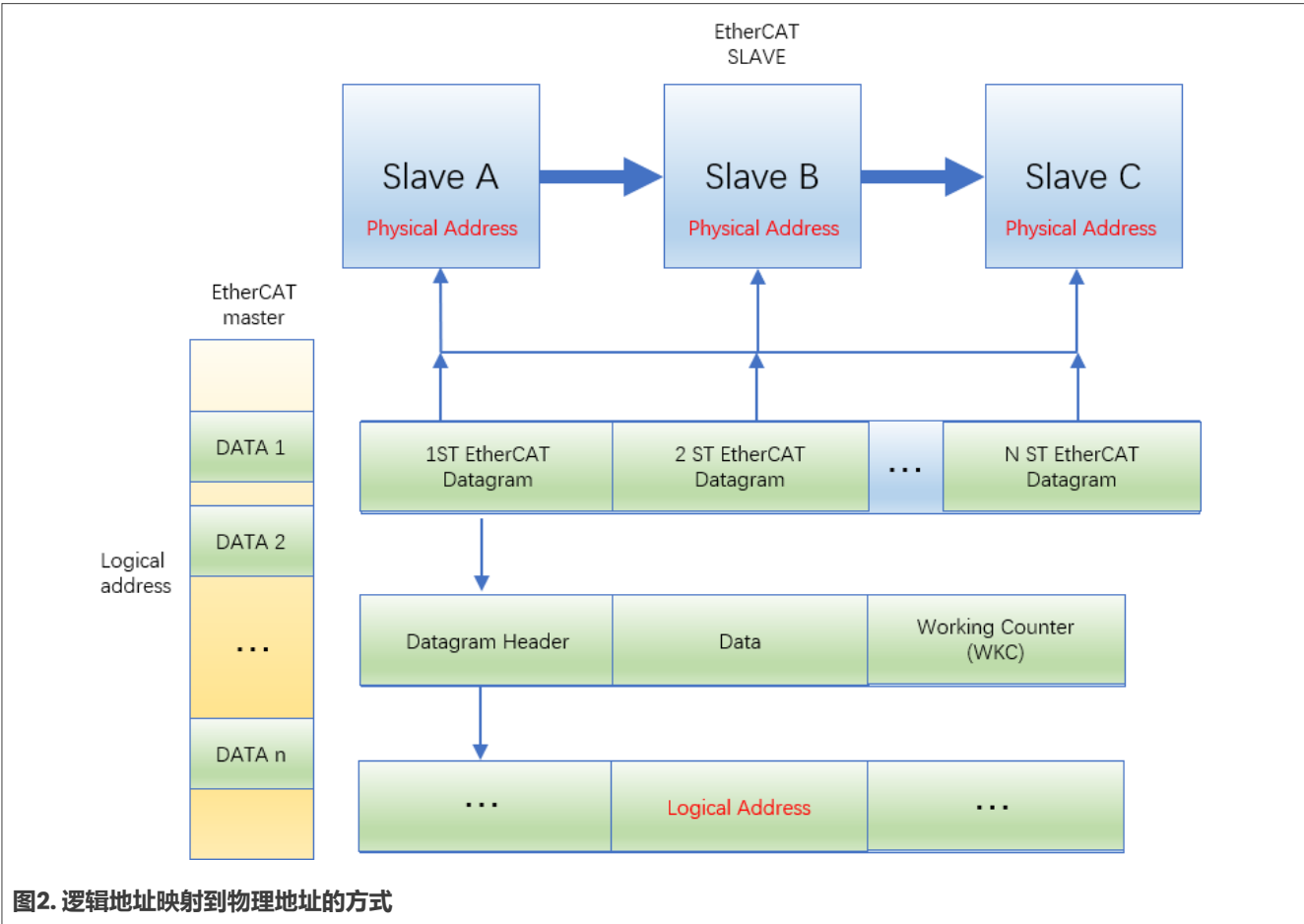
- 通信速度快，带宽可达100Mbit/s。
- 同步性能可达纳秒级。如果所有从站都拥有相同的时间信息，它们就能同时设置输出信号，并为输入信号贴上高精度的时间戳。
- 支持线型、树型、星型或菊花链拓扑结构：EtherCAT支持几乎所有拓扑结构。纯总线或具有多个节点的线型拓扑结构都是可行的，没有限制。

EtherCAT通过单个帧向所有节点发送和接收控制数据。[图1](#)显示了主站和双端口从站之间的传播路径。当EtherCAT帧到达从站时，从站从EtherCAT帧中读取数据并将数据写入EtherCAT帧。该帧通过每个从站，最终返回主站。



3.1 现场总线内存管理单元（FMMU）

现场总线内存管理单元（FMMU）通过内部地址映射的方法将逻辑地址转换为物理地址。[图2](#)显示了逻辑地址映射到物理地址的方式。



i.MX RT1180 MCU支持八个FMMU，由EtherCAT主站初始化。FMMU可以从EtherCAT主站定义的八个不同逻辑地址获取数据。“逻辑地址”指的是主站中的地址空间，而“物理地址”指的是从站中的地址空间。

3.2 同步管理器（SM）

ESC的内存用于在EtherCAT主站与本地应用程序（连接到PDI的微控制器）之间的数据交换，且不受任何限制。这种使用内存进行通信的应用存在一些不足之处。ESC内置的同步管理器（SM）能够有效解决这些问题。这些不足如下所列：

- 数据一致性得不到保证。必须在软件中实现信号量，用于以协调的方式交换数据。
- 数据安全性得不到保证。必须在软件中实现安全机制。
- EtherCAT主站和应用程序都必须轮询内存，以了解另一方的访问何时结束。

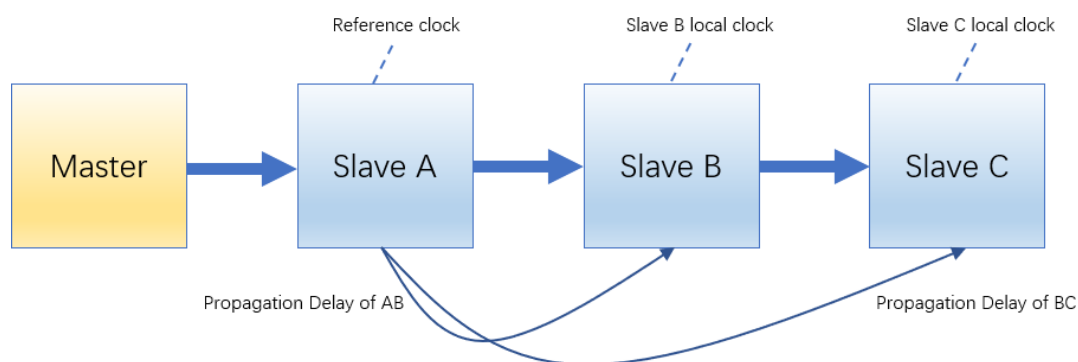
同步管理器（SM）支持缓冲模式和邮箱模式。i.MX RT1180支持八个同步管理器。通常，SM0和SM1用于邮箱通信，而SM2和SM3用于过程数据的输出和输入。EtherCAT主站负责初始化这些同步管理器。EtherCAT主站通过SII接口从EEPROM读取同步管理器的相关信息。因此，同步管理器的初始化信息是在SSC工具生成的XML文件中预先定义的。

3.3 EtherCAT分布式时钟

EtherCAT分布式时钟可使所有EtherCAT设备能够共享一个相同的系统时间。通过这种机制，EtherCAT从站设备可以实现相互同步，进而使得本地应用程序也能达到同步运行。为了实现整个系统同步，所有从站都需要与一个参考时钟同步。通常情况下，在一个网段内，主站之后第一个具有分布式时钟功能的ESC将持有参考时间（系统时间）。

从站设备根据系统时间输出同步信号。该信号能够触发中断。支持分布式时钟的从站设备称为DC从站设备。图3显示了分布式时钟以及传播延迟。

图3. 分布式时钟和传播延迟



对于时钟同步，i.MX RT1180综合考虑了传播延迟、本地时钟源漂移和本地时钟偏移，具体描述如下：

- 传播延迟：指信号从一个从站到其他从站的传播延迟。
- 时钟偏移：这一时间间隔表示本地时钟与参考时钟之间的偏移。它包括从持有参考时钟的ESC到采用从站时钟的设备之间的传播延迟。本地时间的初始差异是由于各个ESC的上电时间不同引起的。
- 时钟漂移：这一时间间隔是由于参考时钟和DC从站时钟由不同的时钟源驱动而引入的时间偏移。它们的时钟源可能会受到时钟周期微小偏差的影响，从而导致时间上的偏差。

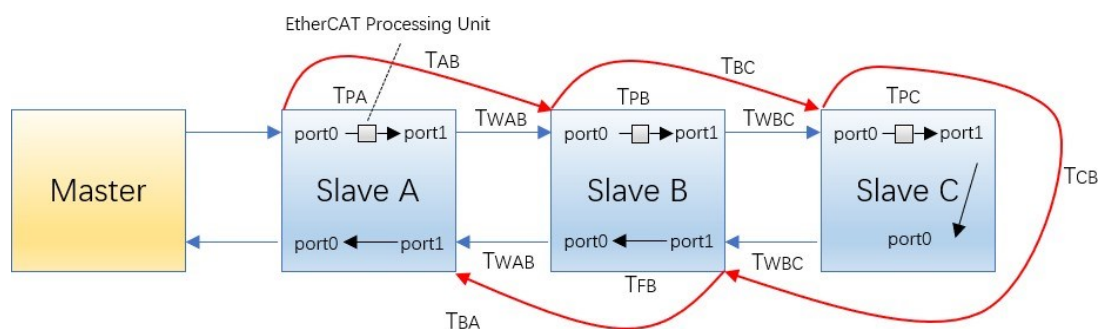


图4. 每个从站的传播延迟

图4展示了每个从站之间的传播延迟。

- T_{px} 表示从站x的处理延迟（经过EtherCAT处理单元，其中x的取值为A至C）。
- T_{wxy} 表示从站x和从站y之间的线路传播延迟（假设两个方向的传播延迟是对称的，其中x/y的取值为A至C）。
- T_{x0} 、 T_{x1} 分别表示从站x的接收时间端口0/1的值（即检测到第一个前导码位的时间，x的取值为A至C），这些时间值通过写入分布式时钟接收时间0寄存器来进行测量。

从站B和从站C之间的传播延迟计算如下：

1. $T_{BC} = T_{PB} + T_{WBC}$;
2. $T_{CB} = T_{PC} + T_{WBC}$;
3. $T_{BI} = T_{B0} + T_{BC} + T_{CB}$;

假设从站B和从站C的处理延迟一致，那么可以得出以下公式：

$$T_{BC} = T_{CB} = (T_{BI} - T_{B0}) / 2;$$

为了计算从站B和A之间的传播延迟，可定义以下参数：

- T_{FX} 表示从站x的转发延迟（与EtherCAT处理单元一起，x的取值为A至C）
- T_{Diff} 表示处理延迟和转发延迟之间的差值。即 $T_{Diff} = T_P - T_F$ 。

因此，以下表达式成立：

1. $T_{AB} = T_{PA} + T_{WAB}$;
2. $T_{BA} = T_{FB} + T_{WAB}$;
3. $T_{BA} = T_{AB} - T_{Diff}$;
4. $T_{AI} = T_{A0} + T_{AB} + T_{BC} + T_{CB} + T_{BA}$;
5. $T_{AB} + T_{BA} = (T_{AI} - T_{A0}) - (T_{BI} - T_{B0})$;

因此，从站A与从站B之间的传播延迟为：

$$T_{AB} = ((T_{AI} - T_{A0}) - (T_{BI} - T_{B0}) + T_{Diff}) / 2;$$

$$T_{BA} = ((T_{AI} - T_{A0}) - (T_{BI} - T_{B0}) - T_{Diff}) / 2;$$

i.MX RT1180同时考虑了时钟漂移和偏移。如需了解相关细节，请参阅《i.MXRT1180参考手册》。

3.4 EtherCAT运行模式

EtherCAT从站支持以下几种同步运行模式：

- 自由运行模式
- 同步管理器（SM）模式
- 分布式时钟（DC）模式（普通和增强型）

这些模式的说明如下。

1. 自由运行模式

在自由运行模式下，本地控制周期是由本地定时器中断来产生的，[图5](#)显示了自由运行模式的时序。

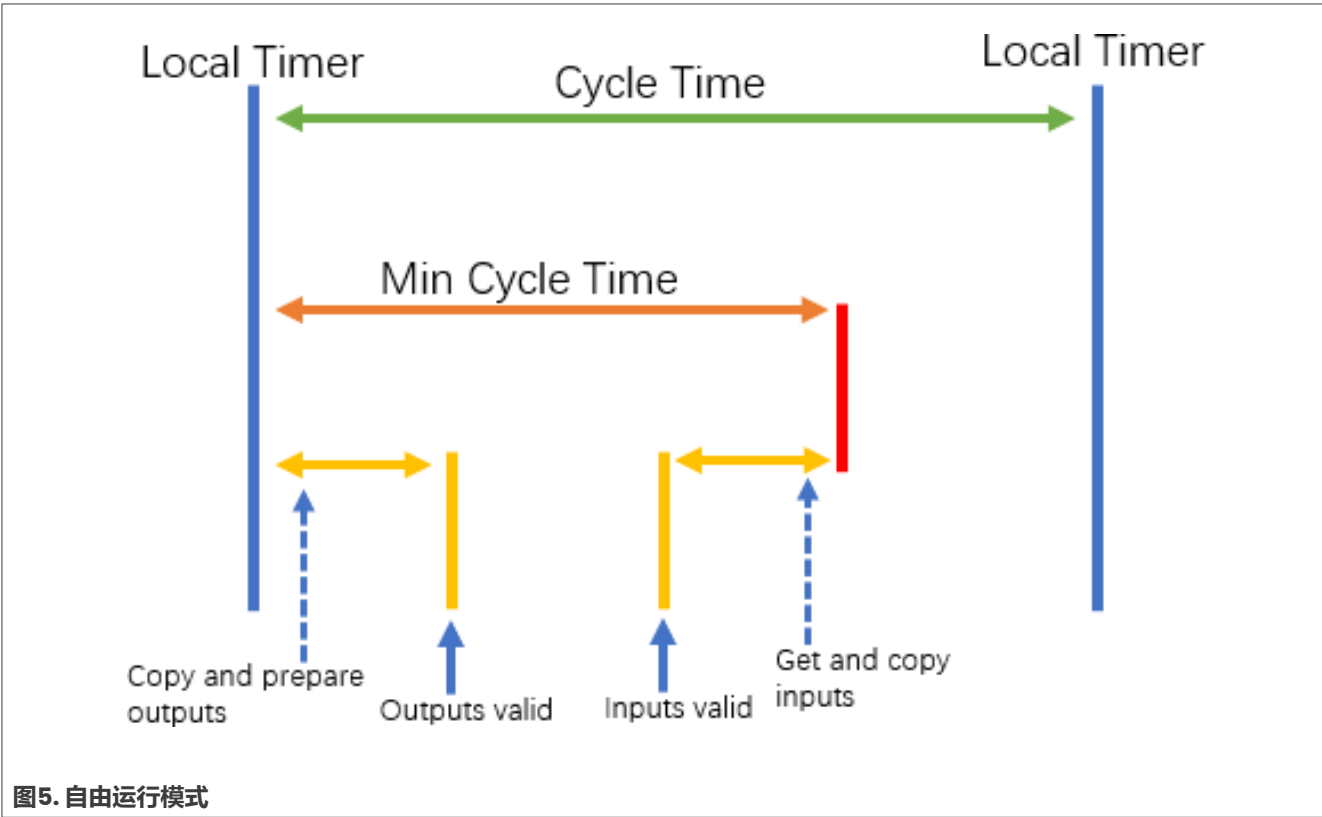


图5. 自由运行模式

2. SM模式

在同步管理器（SM）模式下，当数据输入或输出事件发生时，本地控制周期启动。[图6](#)显示了SM模式下的时序。

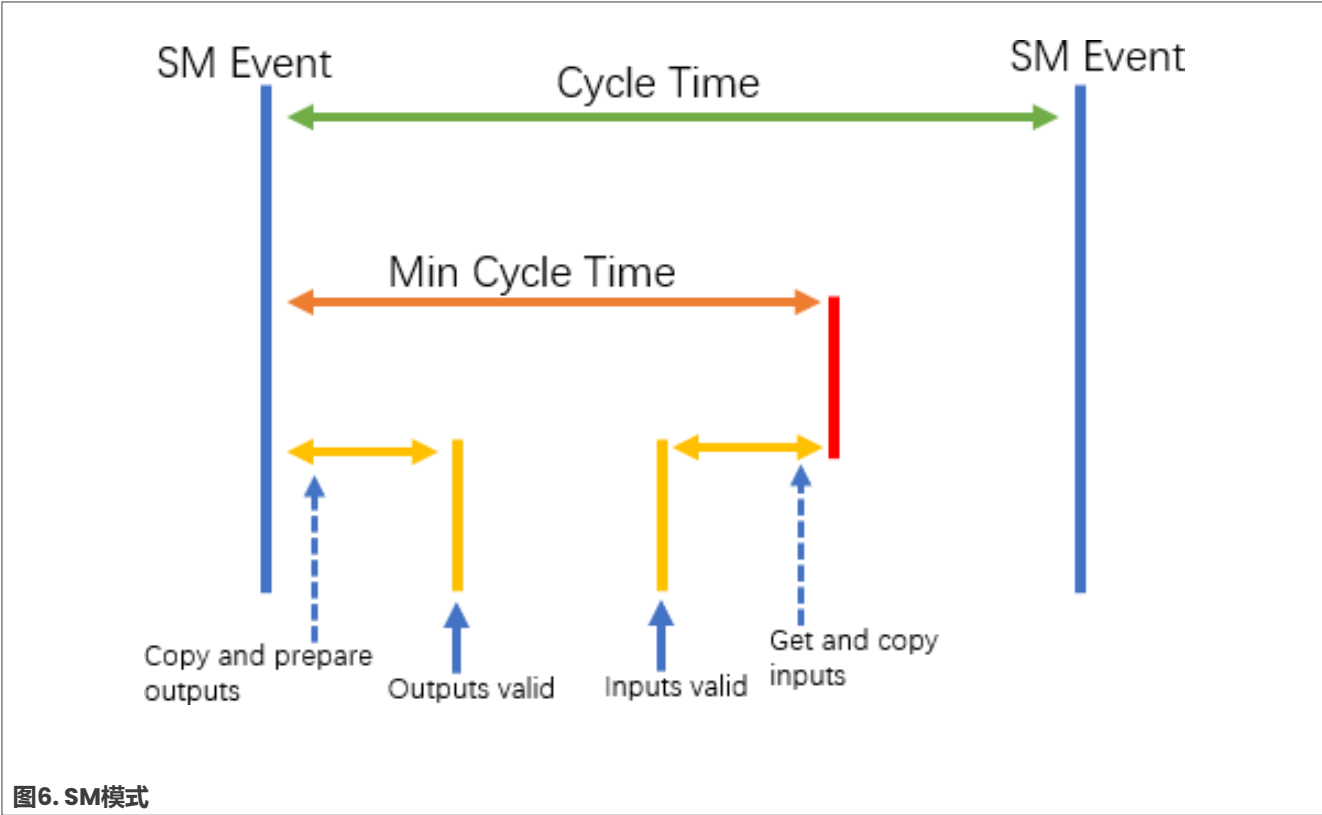


图6. SM模式

3. DC模式

a. 普通DC模式

在普通分布式时钟（DC）模式下，本地控制周期是由同步信号来产生的。在这种模式下，EtherCAT主站必须在同步事件发生之前发送数据帧。[图7](#)显示了普通DC模式下的时序。

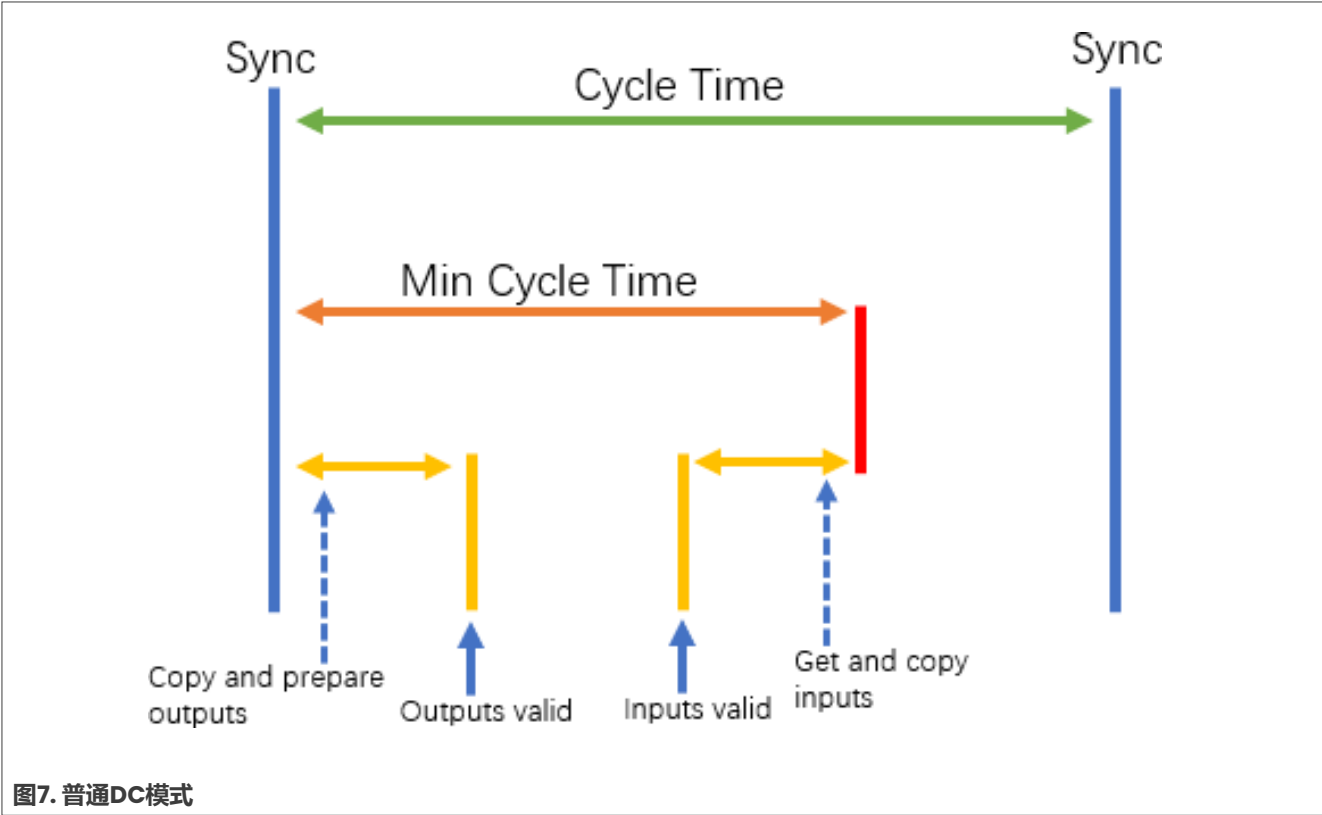


图7. 普通DC模式

b. 增强型DC模式

增强型分布式时钟（DC）模式旨在实现更高的同步性能。在这种模式下，EtherCAT从站必须在同步事件发生前拷贝并准备输出数据。一旦同步信号到达，本地操作将继续运行，从而实现更高的性能。[图8](#)显示了增强型DC模式的时序。

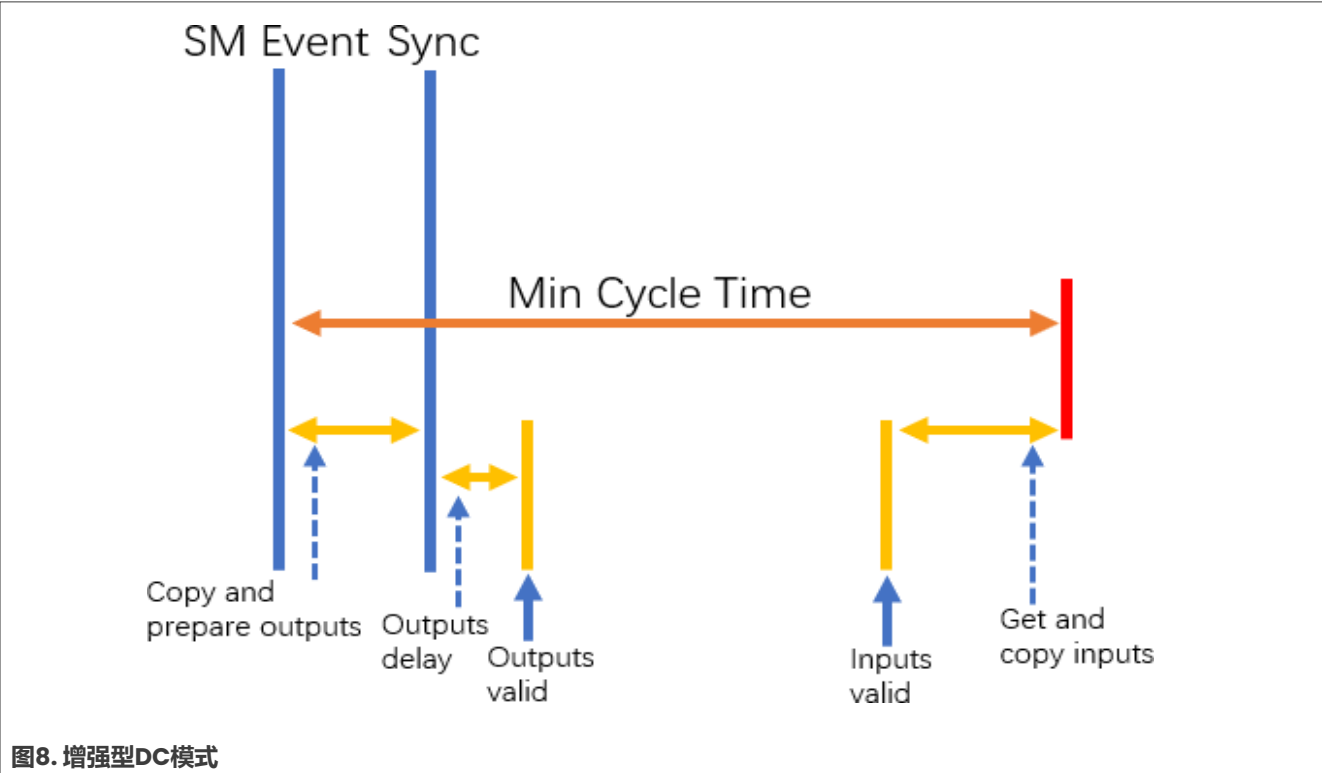


图8. 增强型DC模式

4 将EtherCAT从站协议栈代码集成到SDK演示工程中

按照以下步骤将EtherCAT从站协议栈代码集成到SDK演示工程中：

- 1. 下载并安装Beckhoff的SSC工具。要下载SSC工具，必须是EtherCAT技术小组（ETG）的会员。SSC工具下载链接如下：
http://www.ethercat.org/login.aspx?ReturnUrl=%2fmemberarea%2fstack_code.aspx
图9所示为SSC工具的登录页面。

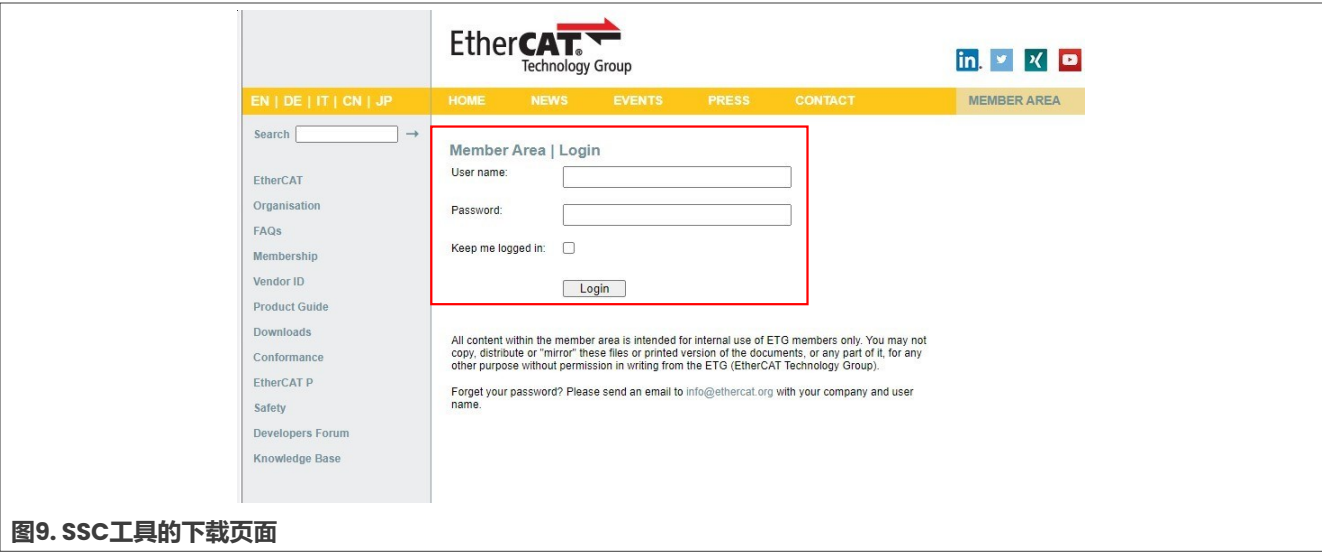


图9. SSC工具的下载页面

- 2. 启动SSC工具，如图10所示。

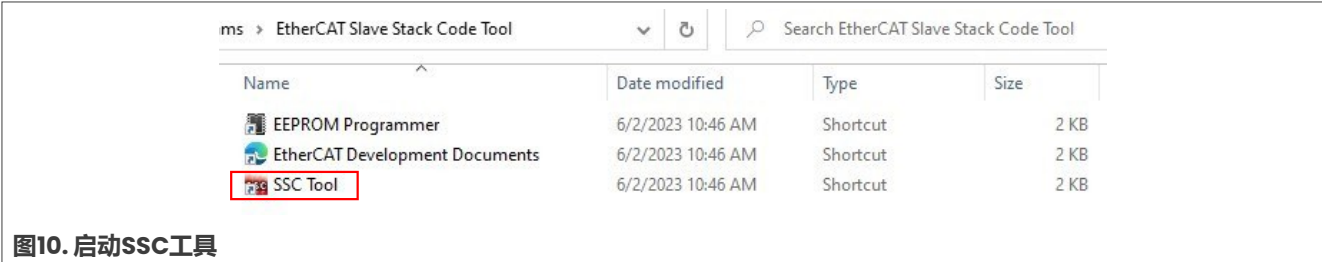


图10. 启动SSC工具

3. 使用**File > New**创建一个新的SSC工程，如图11所示。

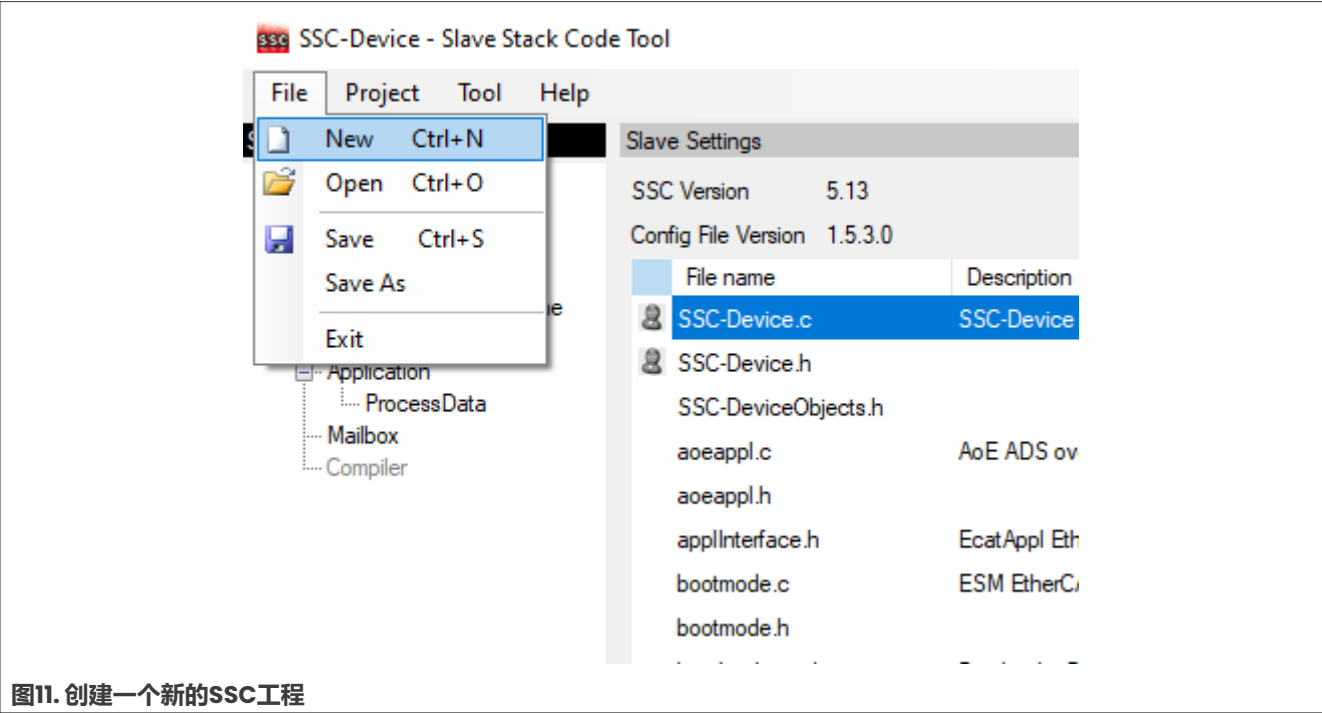


图11. 创建一个新的SSC工程

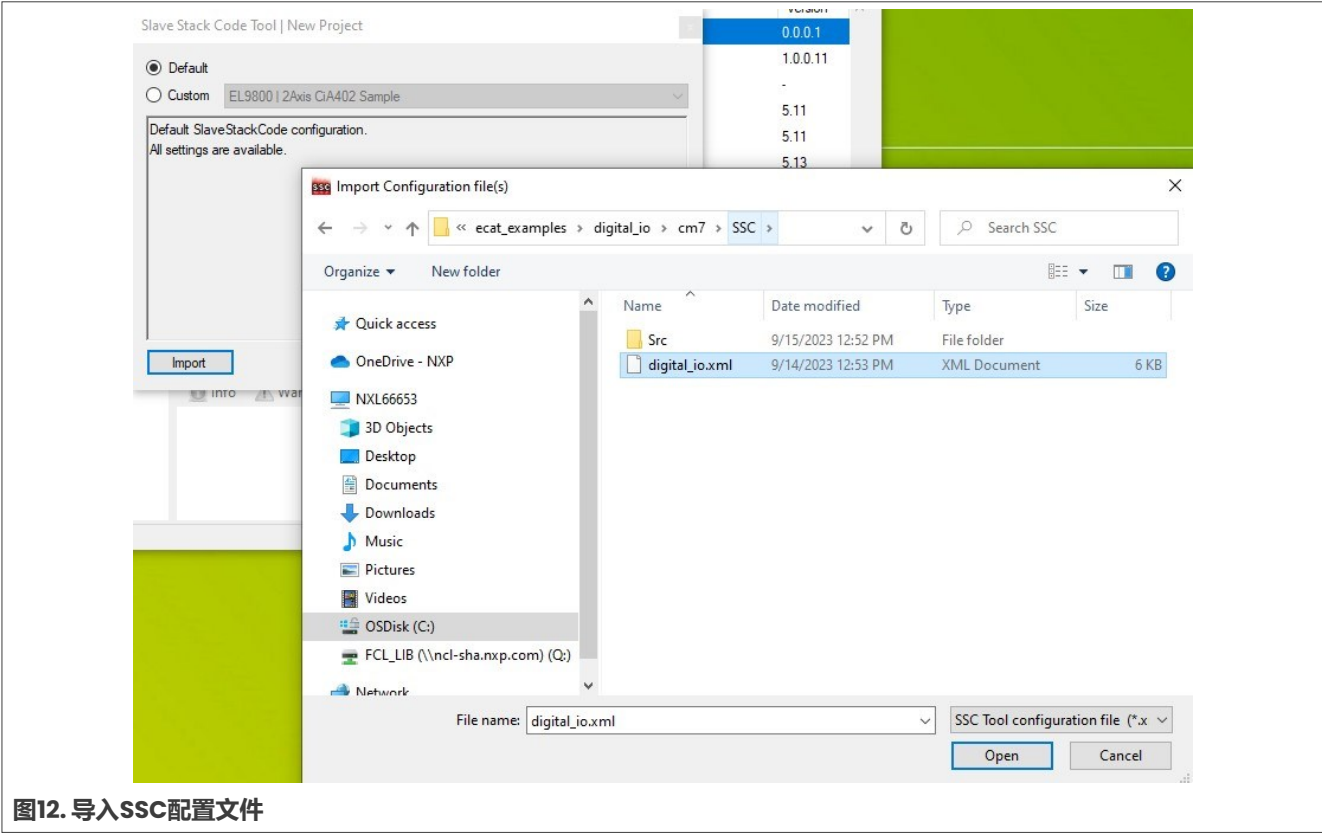
4. 可以使用SSC配置文件来添加NXP Digital IO工程，该文件位于MIMXRT1180-EVK SDK的相应目录中，具体如图12所示。本应用笔记中使用的SDK版本为2.14.1。

SSC配置文件的路径如下所示：

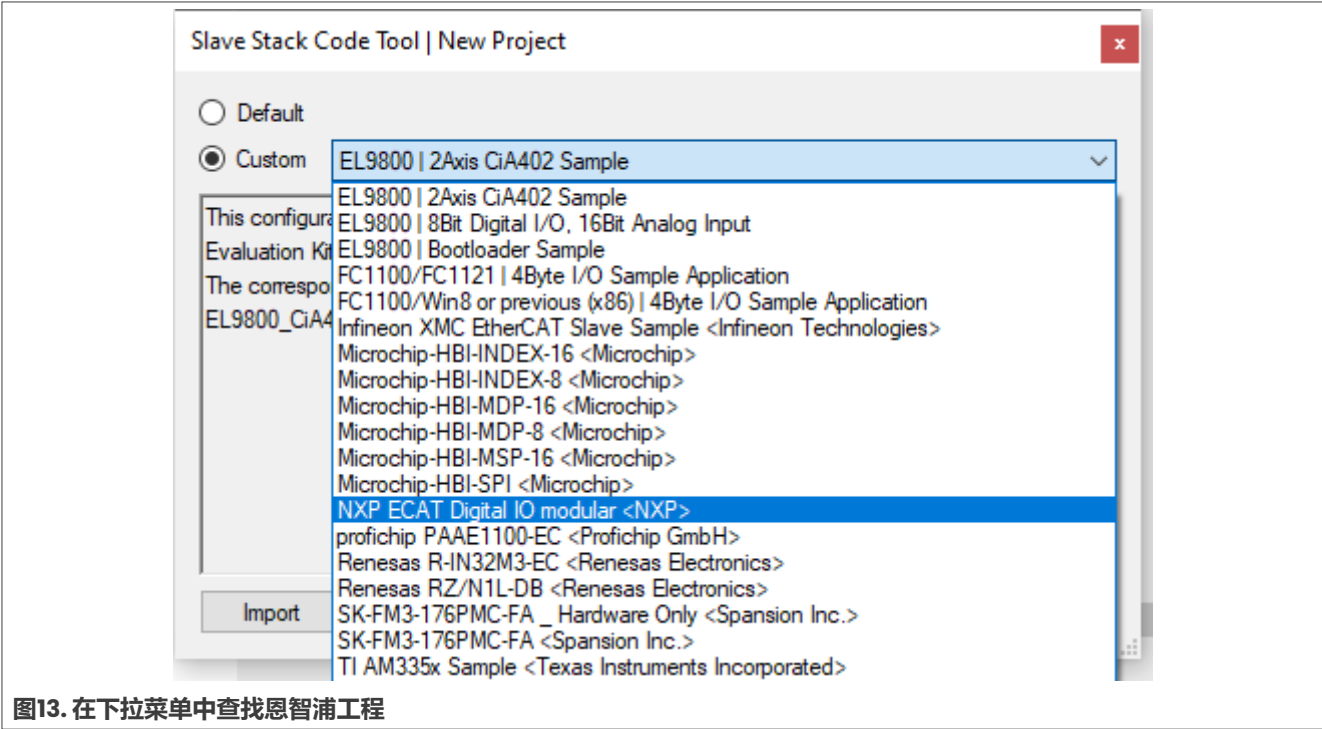
```
SDK_2_14_1_MIMXRT1180-EVK\boards\evkmimxrt1180\ecat_examples\digital_io\cm33\SSC\digital_io.xml
```

或

```
SDK_2_14_1_MIMXRT1180-EVK\boards\evkmimxrt1180\ecat_examples\digital_io\cm7\SSC\digital_io.xml
```



5. 在当前阶段，我们已经使用SSC工具（5.13版）成功添加了**NXP ECAT Digital IO modular**工程。可以在下拉菜单中查找此工程，具体位置如图13所示。



6. 单击**OK**打开与此工程相关的窗口，如图14所示。

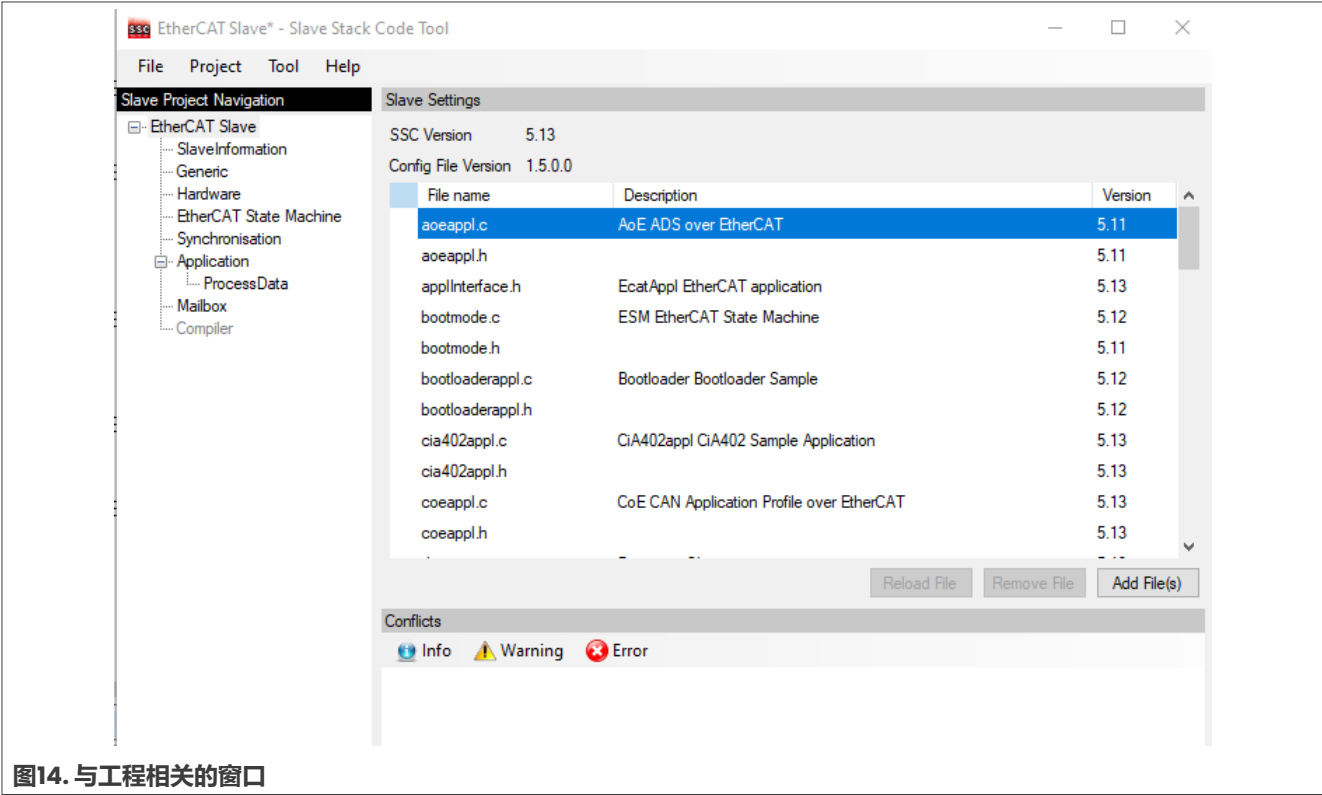


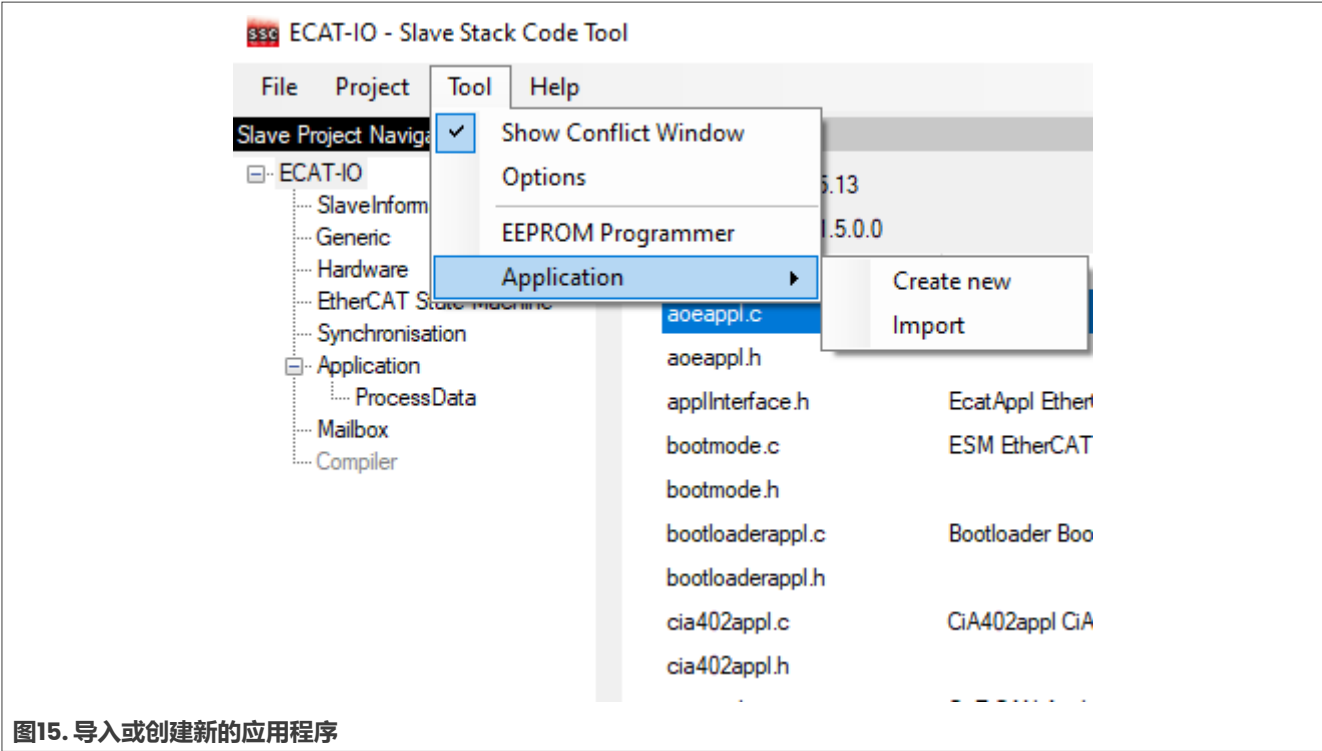
图14. 与工程相关的窗口

7. 要创建或导入应用程序文件，请单击**Tool > Application**。选择**Import**或**Create New**，如图15所示。此应用程序文件也可在MIMXRT1180-EVK SDK中的以下应用程序文件路径下找到：

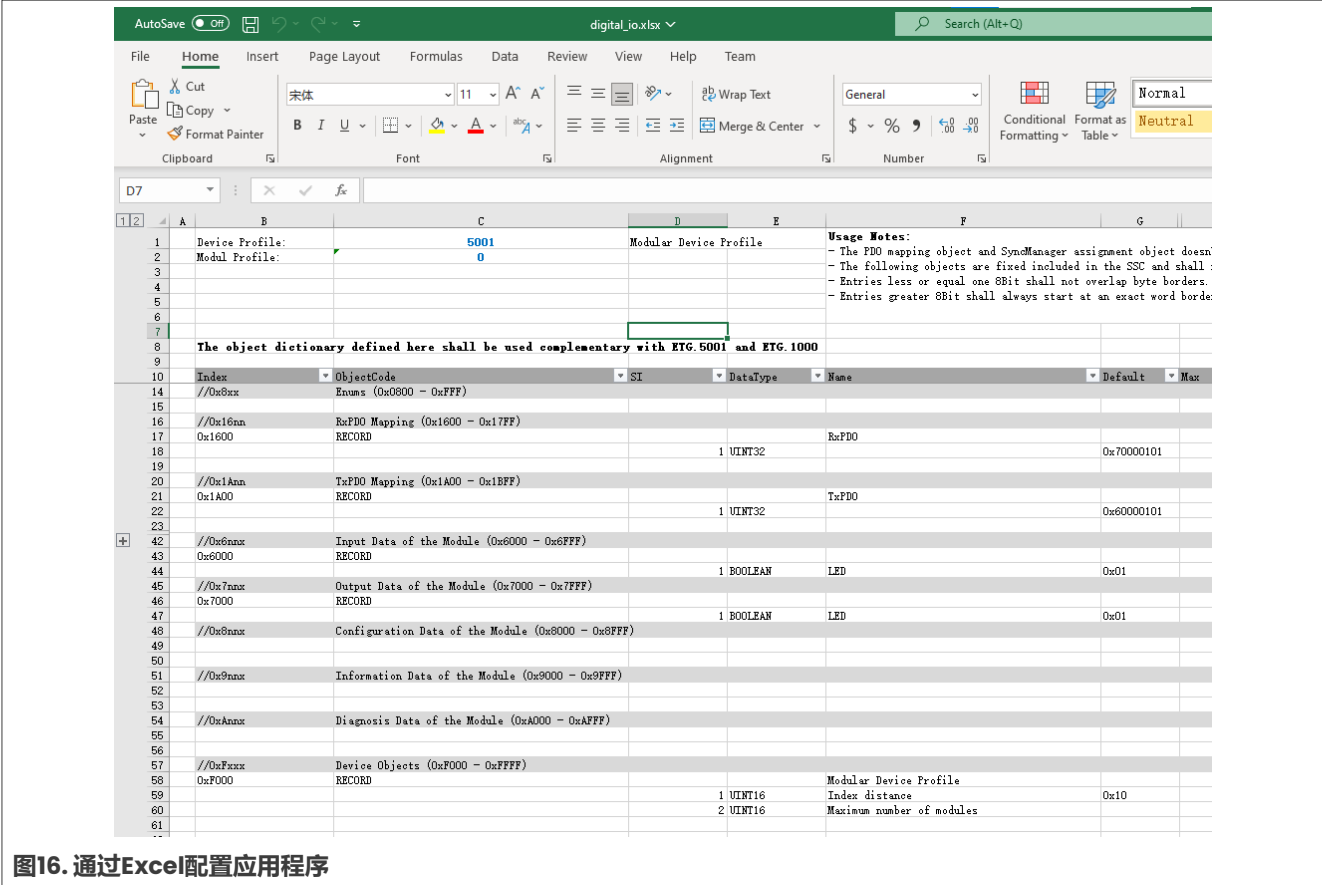
```
SDK_2_14_1_MIMXRT1180EVK\boards\evkmimxrt1180\ecat_examples\digital_io\cm33\SSC\digital_io.xlsx
```

或

```
SDK_2_14_1_MIMXRT1180EVK\boards\evkmimxrt1180\ecat_examples\digital_io\cm7\SSC\digital_io.xlsx
```



8. 也可通过Excel配置应用程序文件，如图16所示。SSC工具会根据此Excel文件自动生成XML文件。



9. 创建或导入应用程序文件后，创建新的从站文件，如图17所示。单击**Project > Create new Slave Files**。

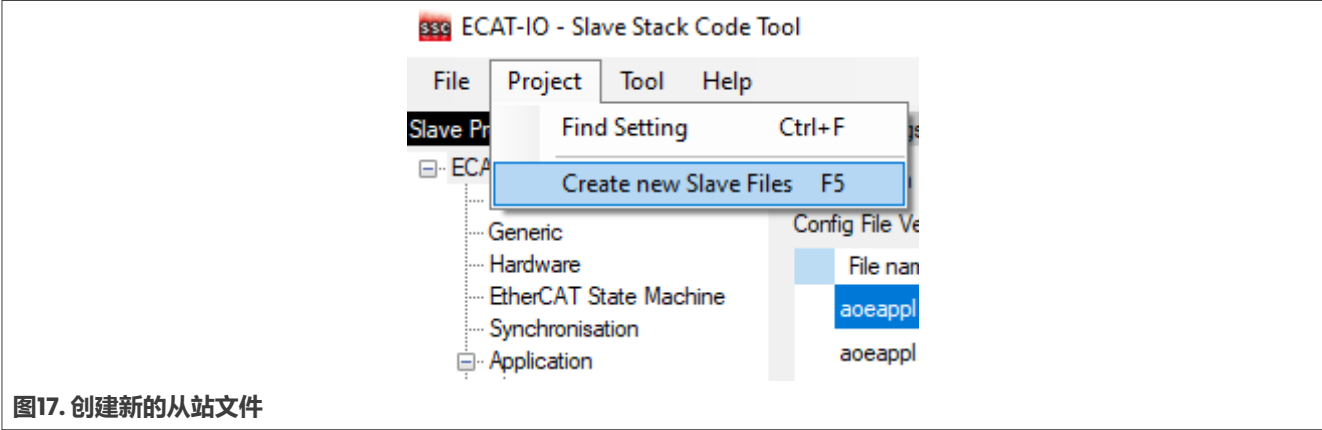


图17. 创建新的从站文件

10. 单击**Start**。新的工程文件由此生成，如图18所示。您可以在相关工程文件夹中找到XML文件和src文件夹。

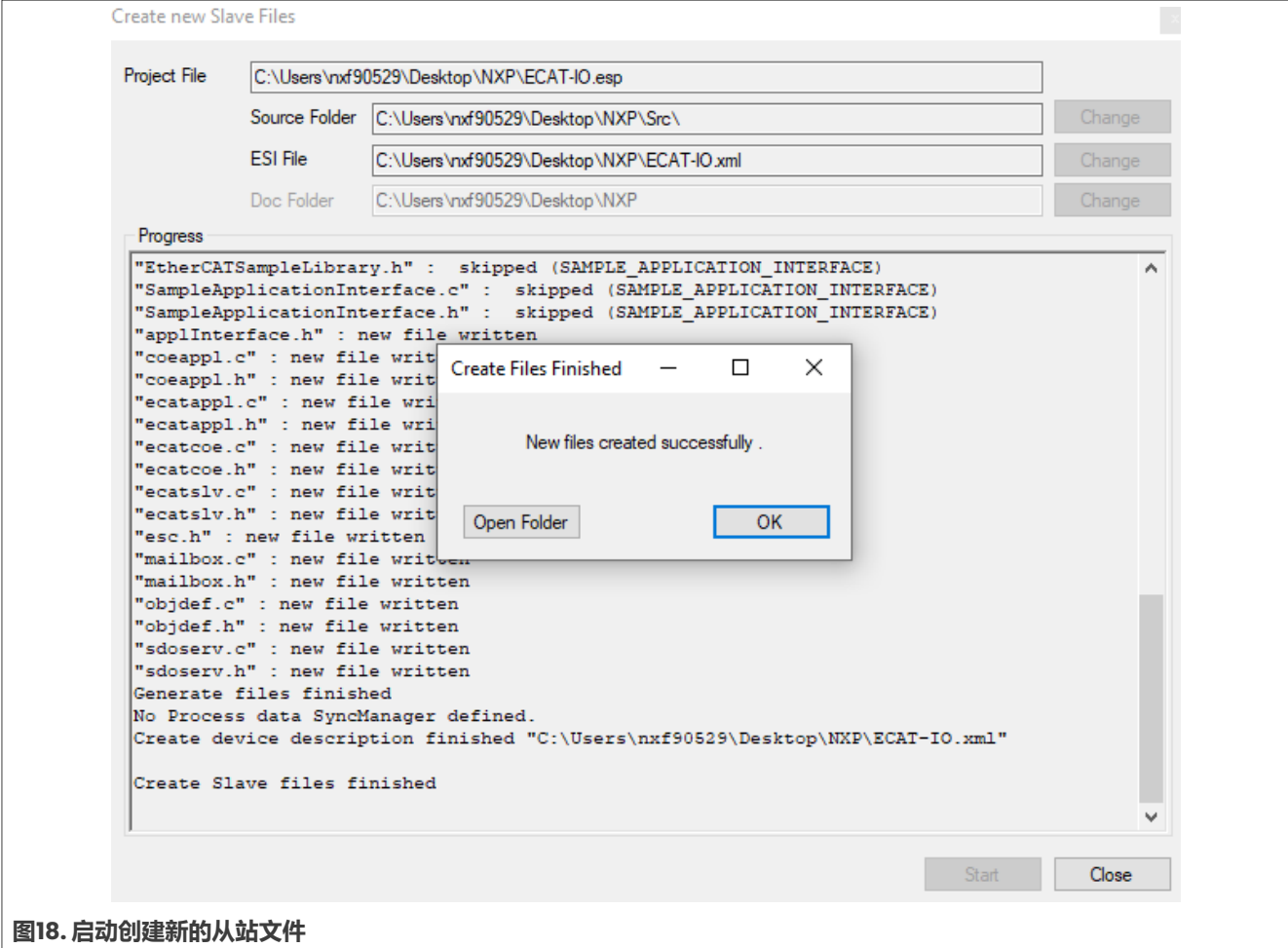


图18. 启动创建新的从站文件

11. 将工程文件从SSC工具创建的src文件夹拷贝并替换MIMXRT1180-EVK SDK中相应的src文件夹，如图19所示。

src文件夹路径：

```
C:\lxtdoc\2_SDK\SDK_2_14_1_MIMXRT1180-EVK\boards\evkmimxrt1180\ecat_examples\digital_io\cm33\SSC\Src
```

或

```
C:\lxtdoc\2_SDK\SDK_2_14_1_MIMXRT1180-EVK\boards\evkmimxrt1180\ecat_examples\digital_io\cm7\SSC\Src
```

Name	Date modified	Type	Size
Src	9/15/2023 12:52 PM	File folder	
digital_io.xlsx	9/14/2023 8:29 AM	Microsoft Excel W...	22 KB
digital_io.xml	9/14/2023 12:53 PM	XML Document	6 KB

图19. MIMXRT1180-EVK SDK演示文件夹

12. 构建并编译SDK工程并将其下载到MIMXRT1180-EVK开发板，如图20所示。将MIMXRT1180-EVK EtherCAT 端口0与EtherCAT主站连接。

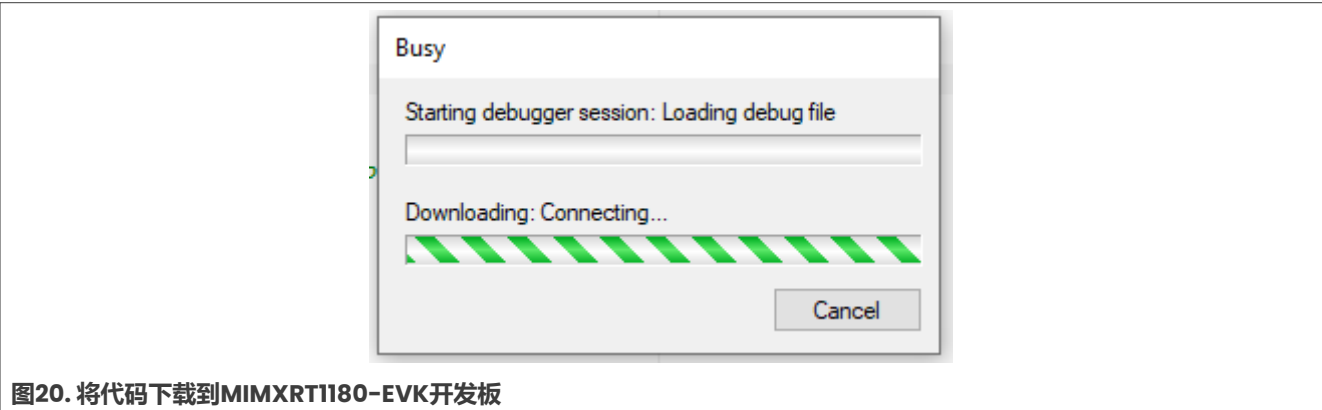


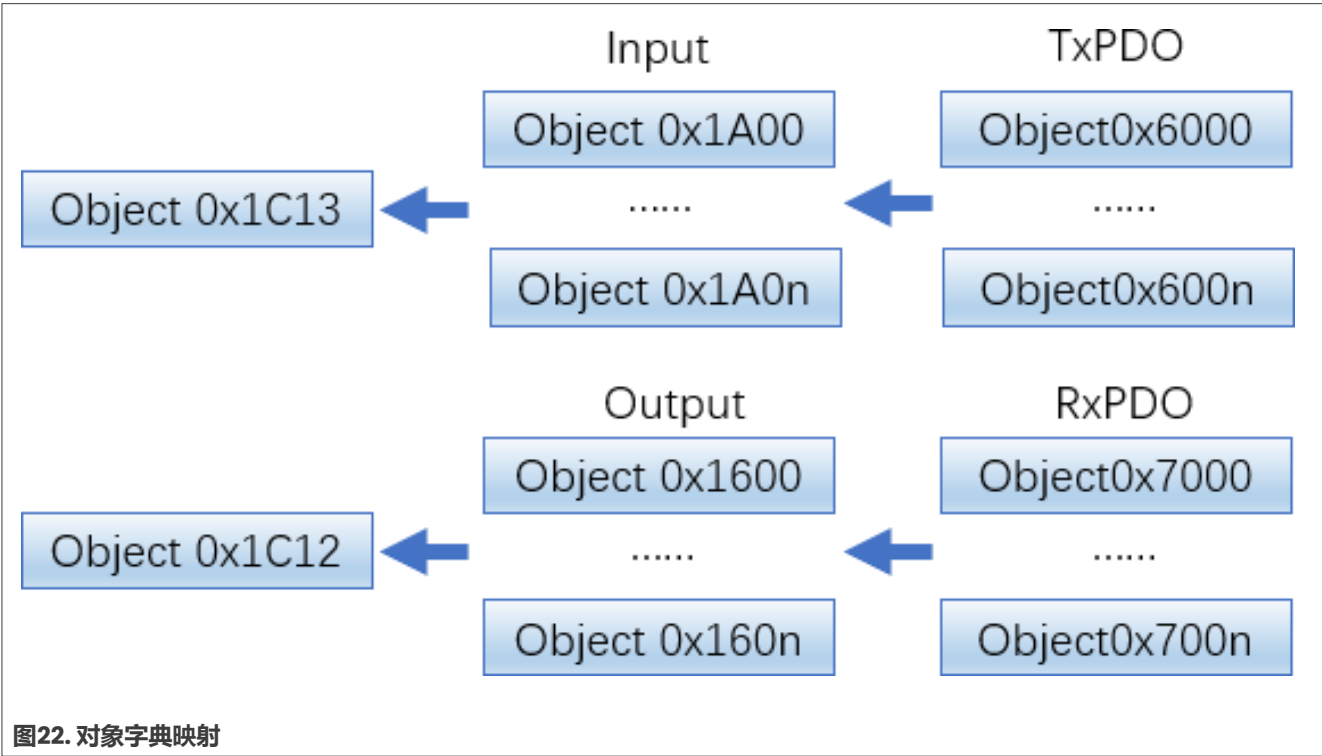
图20. 将代码下载到MIMXRT1180-EVK开发板

13. SM和FMMU配置信息可在SSC工具生成的XML文件中找到。

```
<Fmmu>
  Outputs
</Fmmu>
<Fmmu>
  Inputs
</Fmmu>
<Fmmu>
  MBoxState
  <Sm MinSize="#x24" MaxSize="#x80" DefaultSize="#x80" StartAddress="#x1000" ControlByte="#x26" Enable="1">
    MBoxOut
  </Sm>
  <Sm MinSize="#x24" MaxSize="#x80" DefaultSize="#x80" StartAddress="#x1080" ControlByte="#x22" Enable="1">
    MBoxIn
  </Sm>
  <Sm DefaultSize="1" StartAddress="#x1100" ControlByte="#x64" Enable="1">
    Outputs
  </Sm>
  <Sm DefaultSize="1" StartAddress="#x1400" ControlByte="#x20" Enable="1">
    Inputs
  </Sm>
</Fmmu>
```

图21. XML文件中的SM和FMMU配置

14. 对象字典的映射如图22所示。其中，对象0x1C13决定采用对象0x1A0n，而对象0x1A0n决定采用对象0x600n。



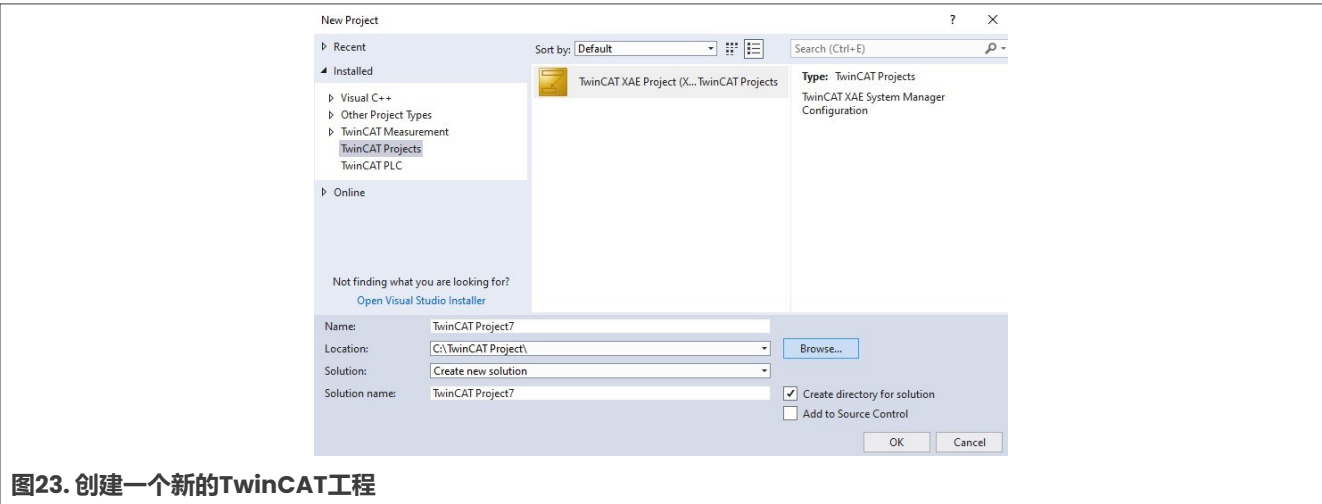
5 在配置模式下设置TwinCAT3

本节介绍了在配置模式下配置TwinCAT3软件的过程。

5.1 安装TwinCAT主站驱动程序并扫描EtherCAT设备

按照以下步骤安装TwinCAT主站驱动程序并扫描EtherCAT设备：

1. 打开TwinCAT3并新建一个新的TwinCAT工程，如图23所示。



2. 将TwinCAT3设置为在配置模式下重新启动，如图24所示。

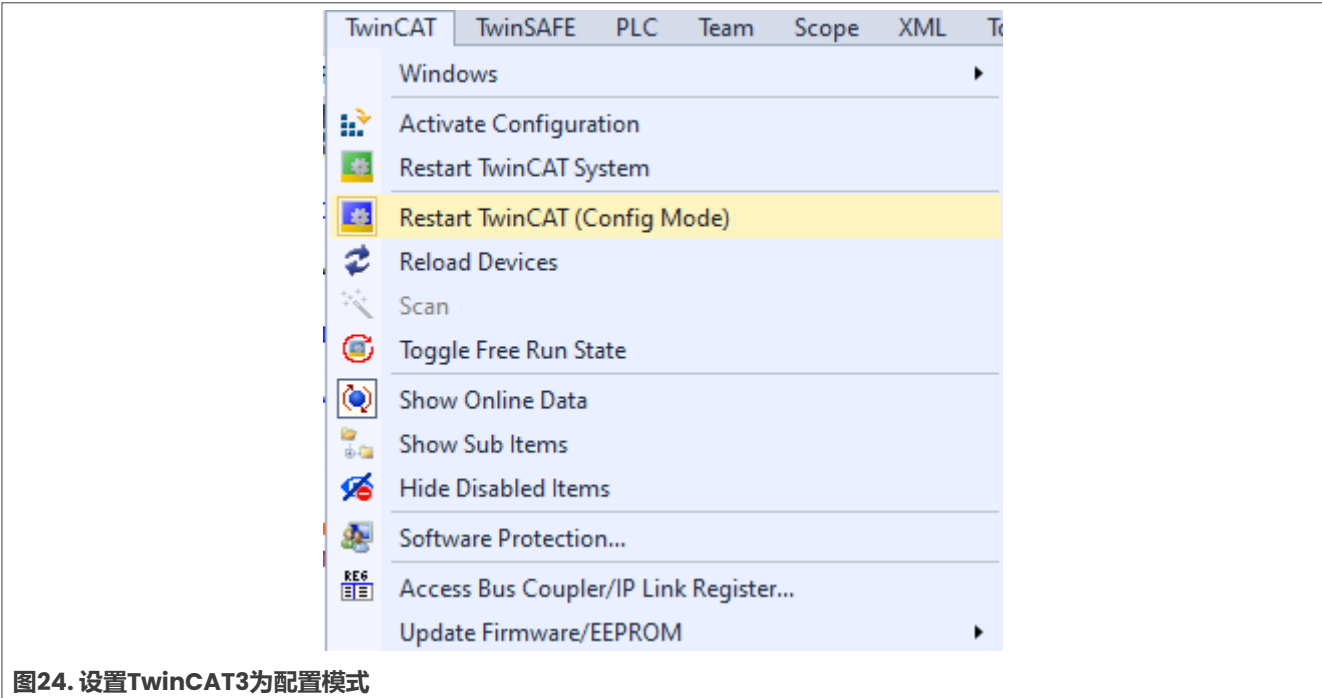


图24. 设置TwinCAT3为配置模式

3. 将TwinCAT保持在配置模式下，选择“**Show Realtime Ethernet Compatible Devices..**”，如图25所示。

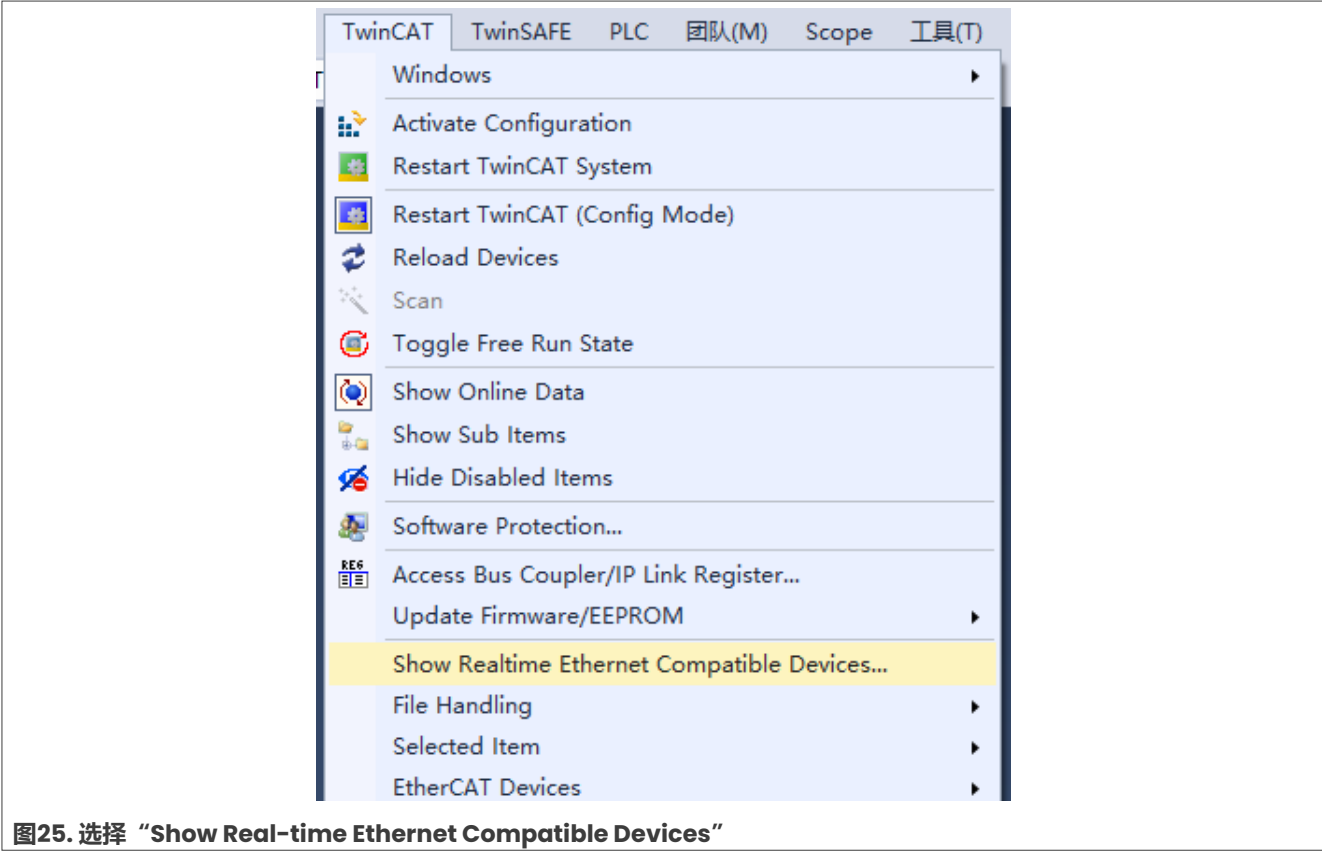


图25. 选择“Show Real-time Ethernet Compatible Devices”

4. 请确认系统中已正确安装EtherCAT主站设备驱动程序。本演示工程将PC作为主站，Intel (i3) i219-LM作为PC网络控制器，具体配置如图26所示。

如何使用i.MX RT1180的EtherCAT与BECKOFF的TwinCAT3和SSC工具

如果将PC用作TwinCAT主站，则PC网络控制器必须支持EtherCAT主站。有关支持TwinCAT3的网络控制器列表，请参阅以下网址：

<https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcsystemmanager/9810943371.html&id=8751857768543711394>

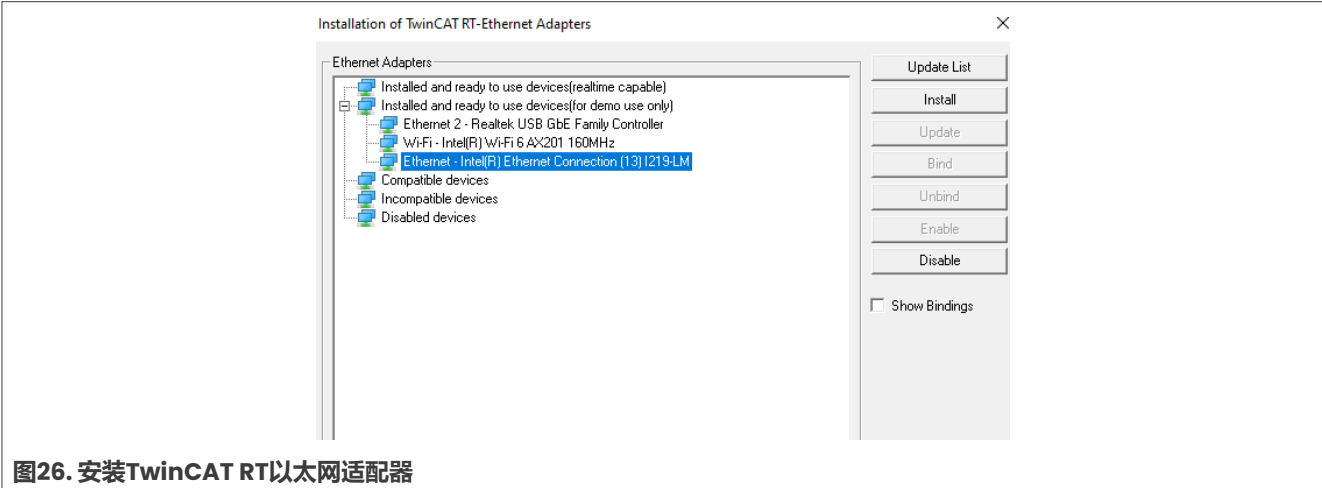


图26. 安装TwinCAT RT以太网适配器

5. 将SSC工具创建的XML文件放到TwinCAT3配置文件夹中，如图27所示。TwinCAT3配置文件夹路径如下：

TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

	Beckhoff EtherCAT Terminals.xml	3/25/2022 9:43 AM	XML Document	54 KB
	Beckhoff FB1XXX.xml	3/25/2022 9:43 AM	XML Document	49 KB
	Beckhoff FCxxx.xml	3/25/2022 9:43 AM	XML Document	21 KB
	Beckhoff FM3xxx.xml	3/25/2022 9:43 AM	XML Document	367 KB
	Beckhoff ILxxx-B110.xml	3/25/2022 9:43 AM	XML Document	8 KB
	ECAT-IO.xml	6/27/2023 12:08 PM	XML Document	30 KB

图27. TwinCAT3配置文件夹

6. 单击Reload Device Descriptions更新XML文件，如图28所示。

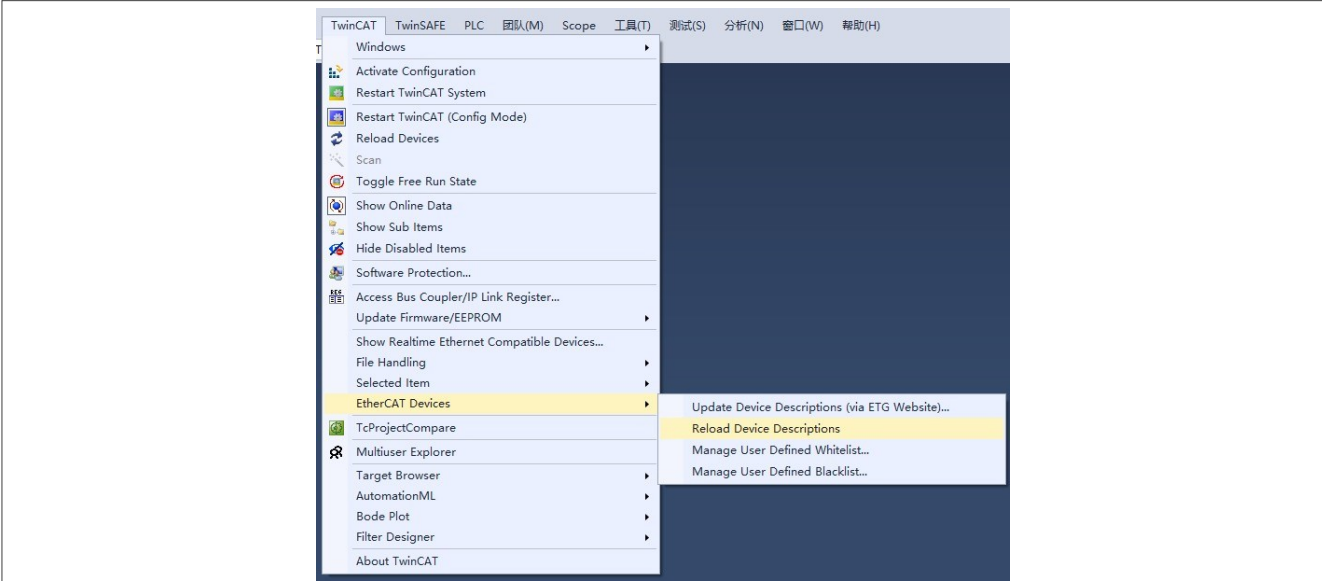


图28. 重新加载设备说明

7. 右键单击Devices并选择Scan，如图29所示。

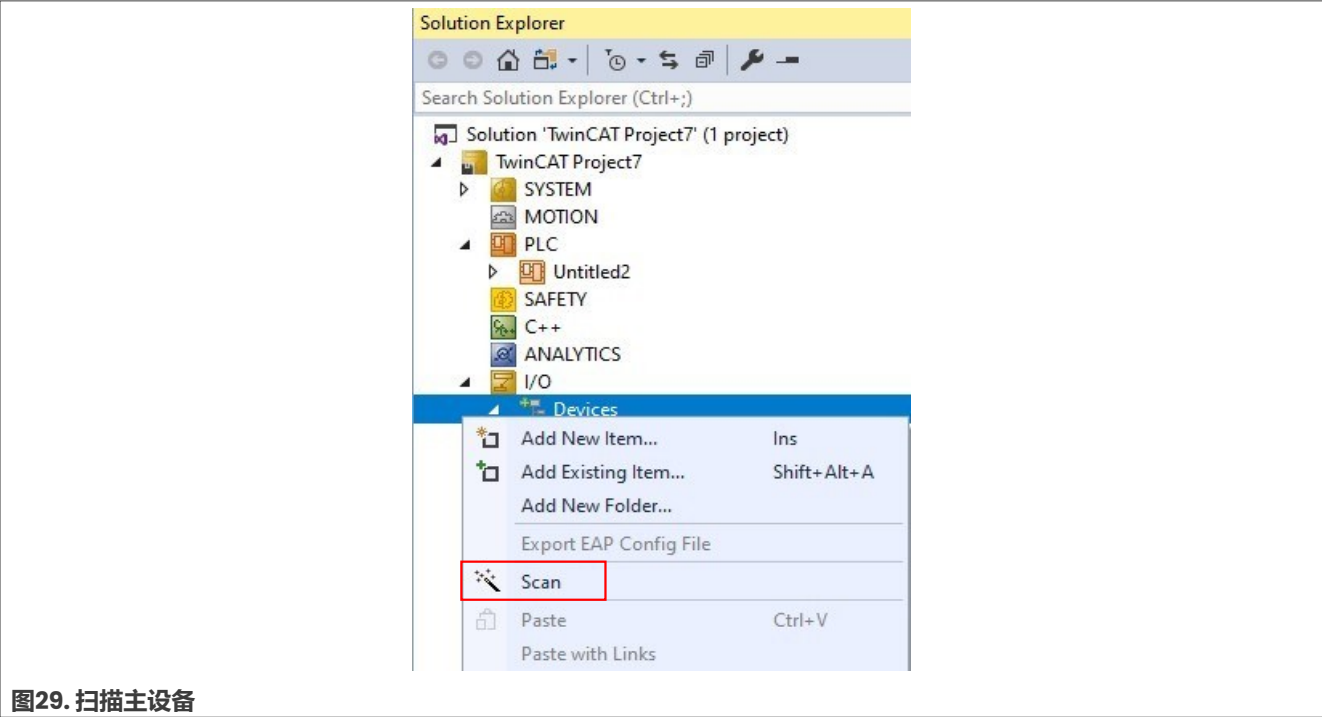


图29. 扫描主设备

8. 检测到EtherCAT主站设备（设备3），如图30所示。

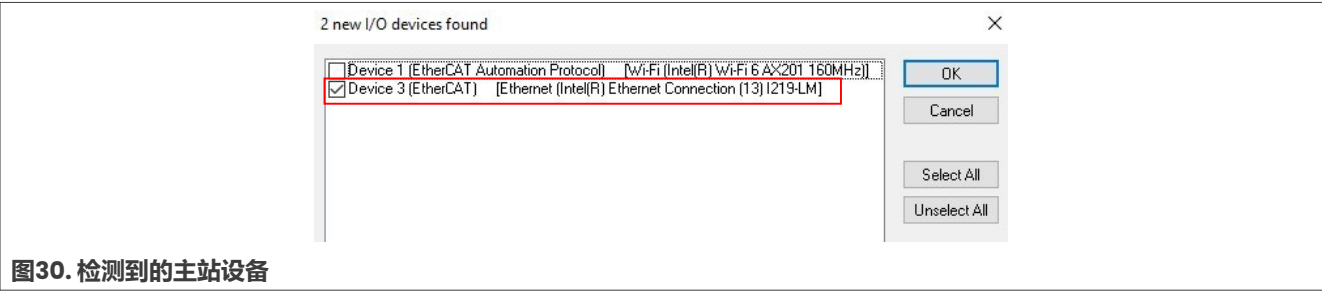


图30. 检测到的主站设备

右键单击**Device 3**并单击 “Scan” 以查找相关的EtherCAT从站设备，如图31所示。

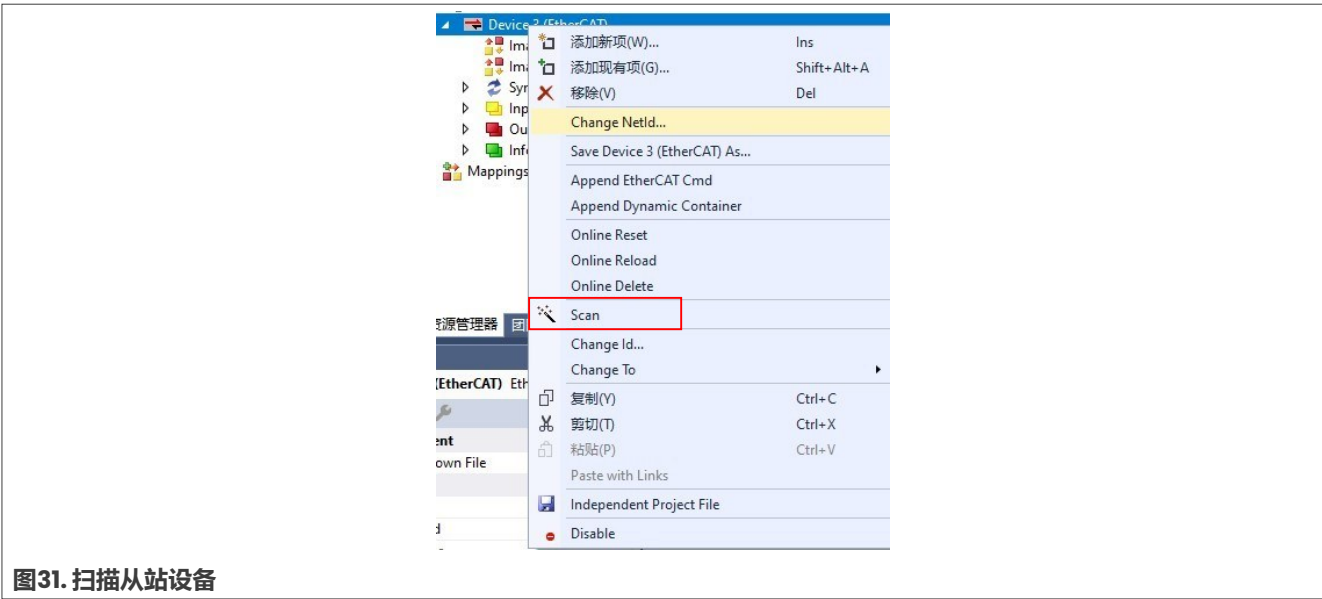


图31. 扫描从站设备

9. 在此阶段，将检测到Box。如果是第一次扫描EtherCAT从站设备，此Box的显示如图32所示。

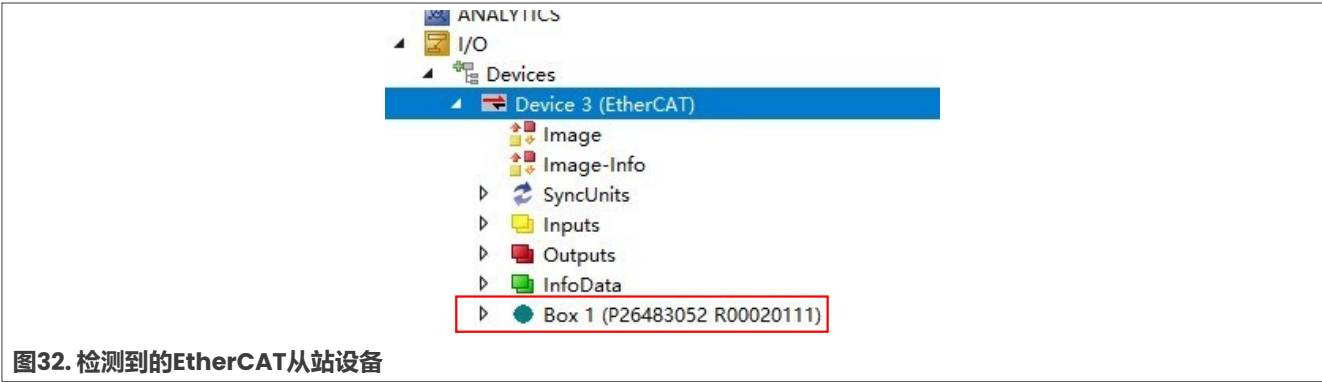


图32. 检测到的EtherCAT从站设备

5.2 在配置模式下更新EEPROM数据并在线写入值

本节介绍了在配置模式下更新EEPROM数据并在线写入数值的步骤。

1. 单击**Box 1**，并在EtherCAT窗格中选择**Advanced Settings**，如图33所示。

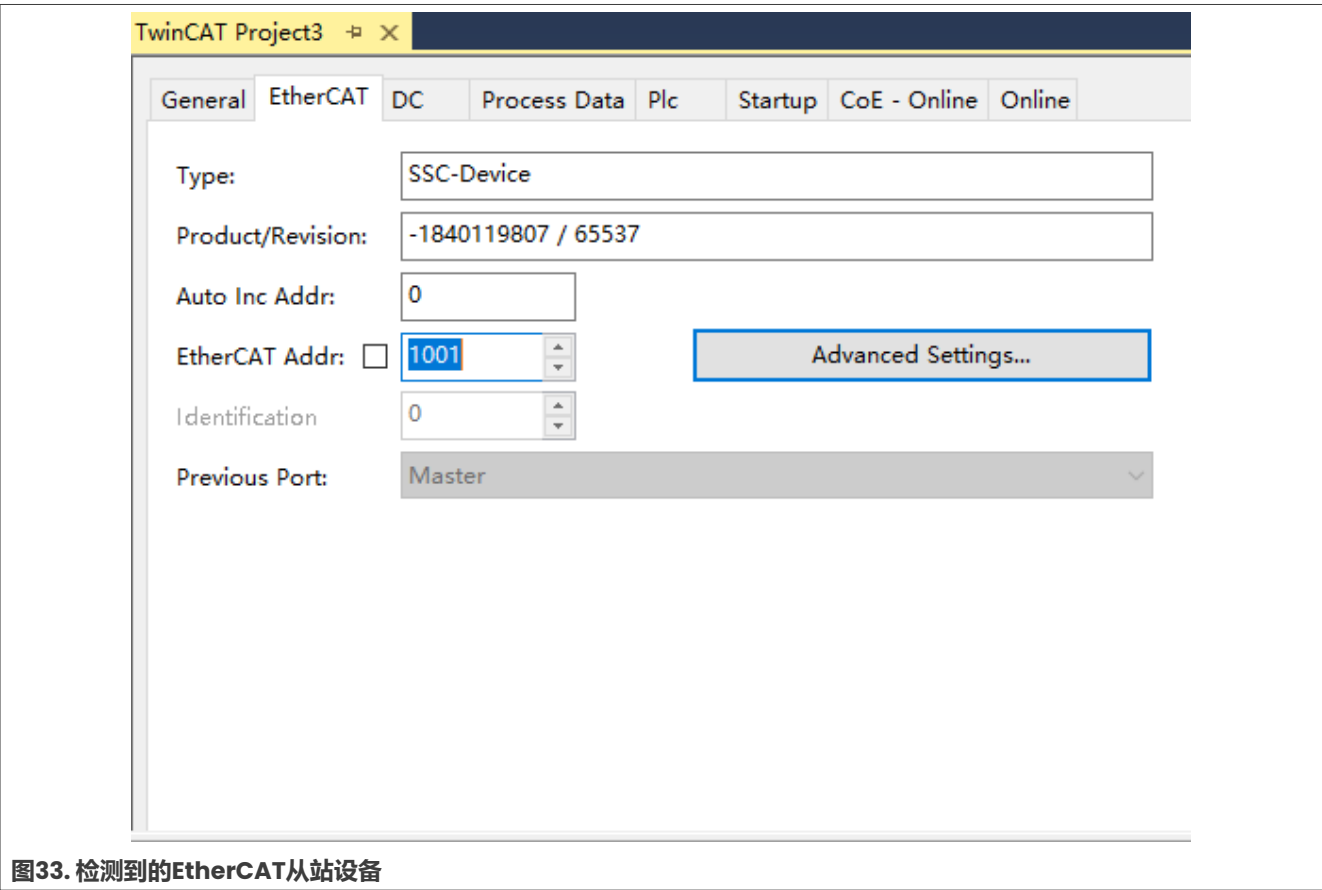


图33. 检测到的EtherCAT从站设备

2. 单击**Write EEPROM**并选择由SSC工具创建的XML文件。单击**OK**，EEPROM将按照所选配置写入，如图34所示。

如何使用i.MX RT1180的EtherCAT与BECKOFF的TwinCAT3和SSC工具

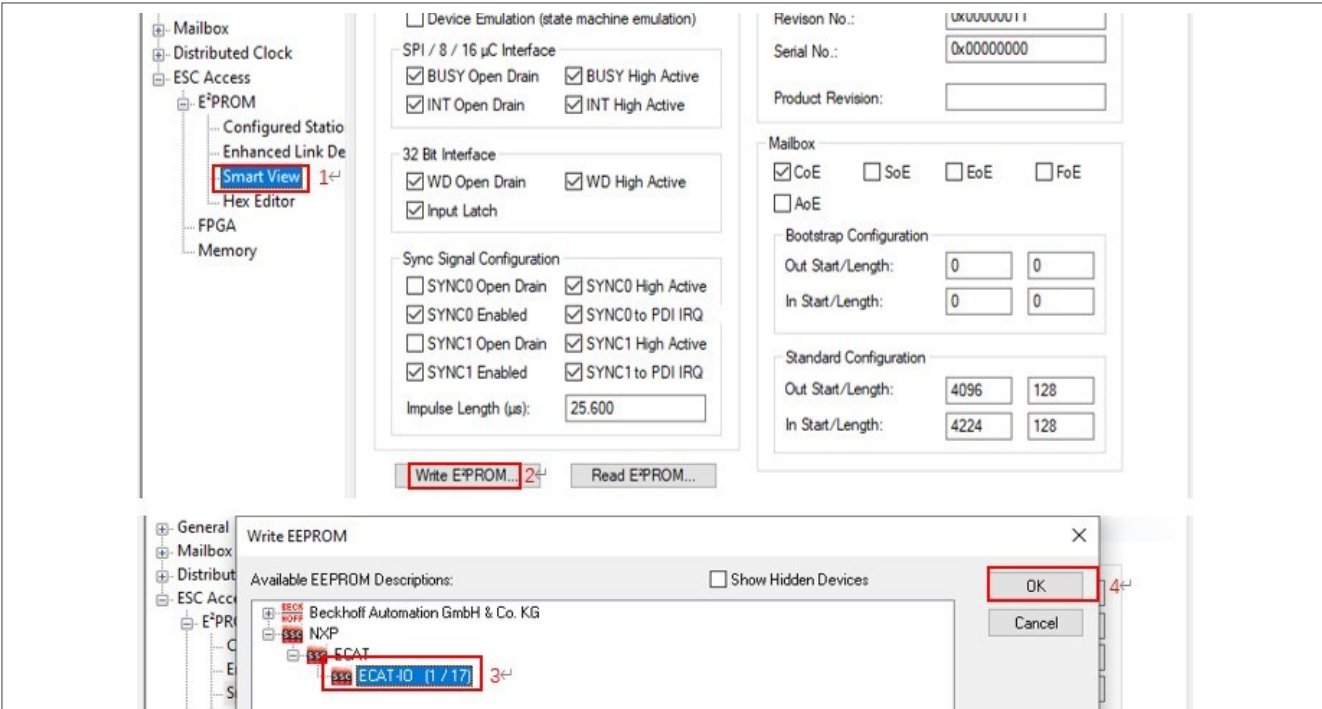


图34. Smart View Editor显示可用于写入EEPROM的选项

3. 删除旧Box并再次扫描Box。如图35所示，可以找到已烧录EEPROM的新Box。

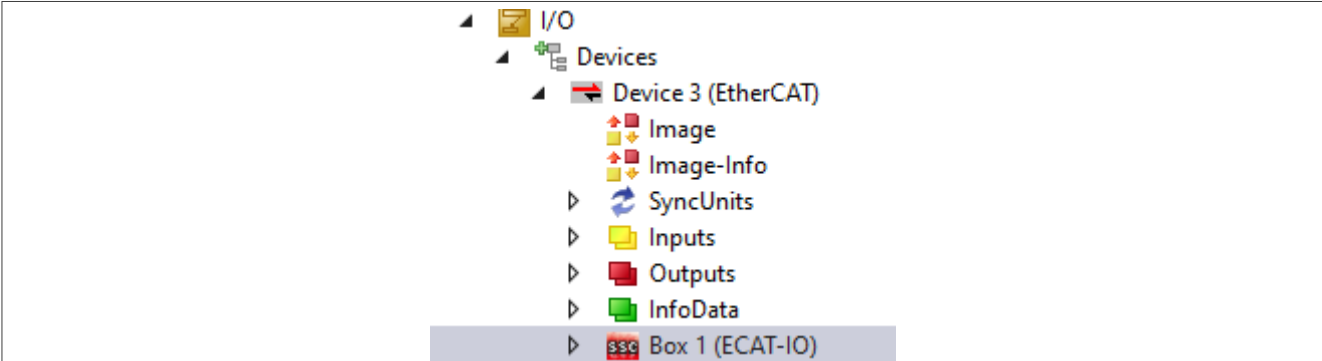


图35. 可找到新Box

4. 激活Free Run，如图36所示。

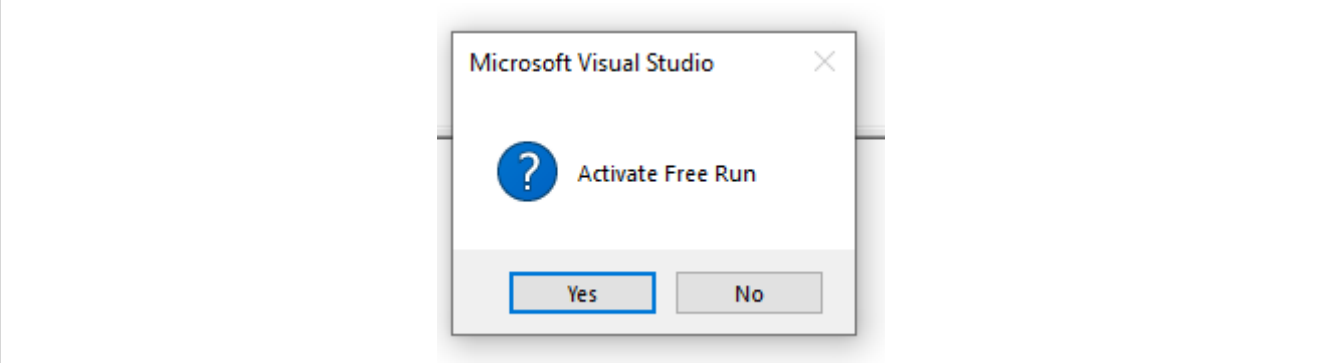
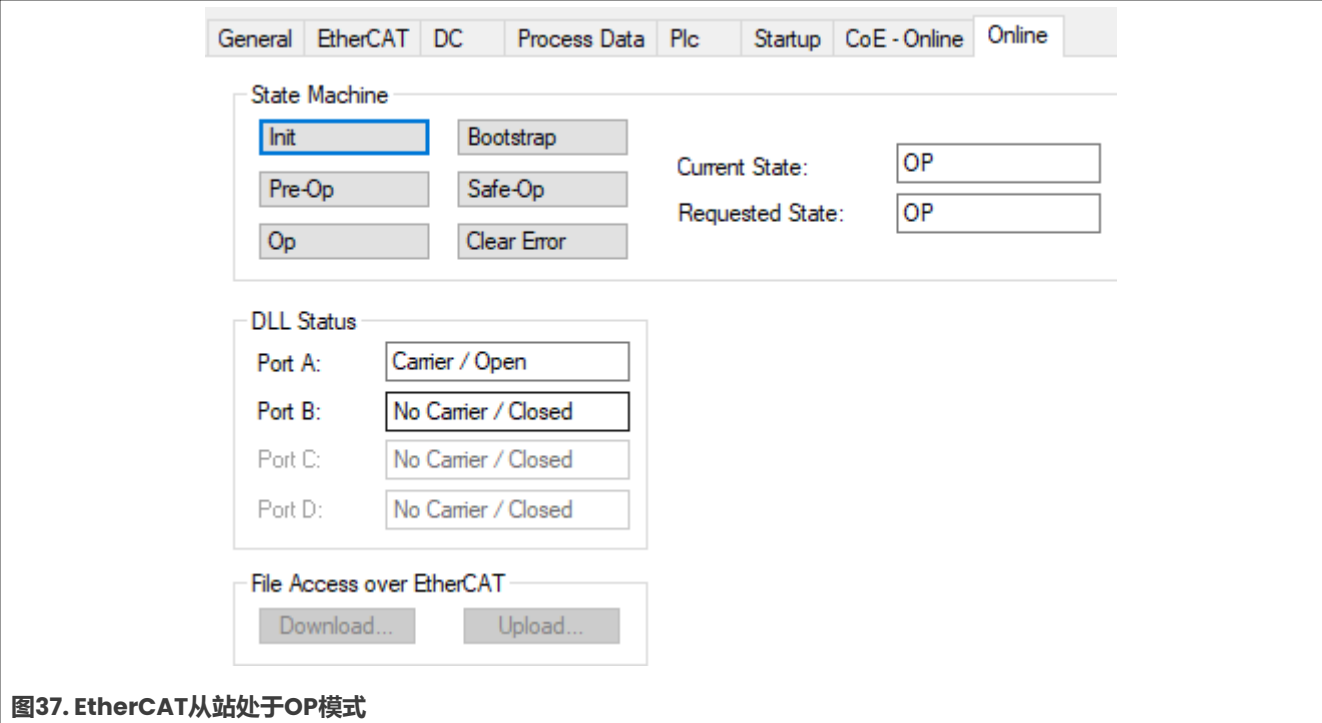
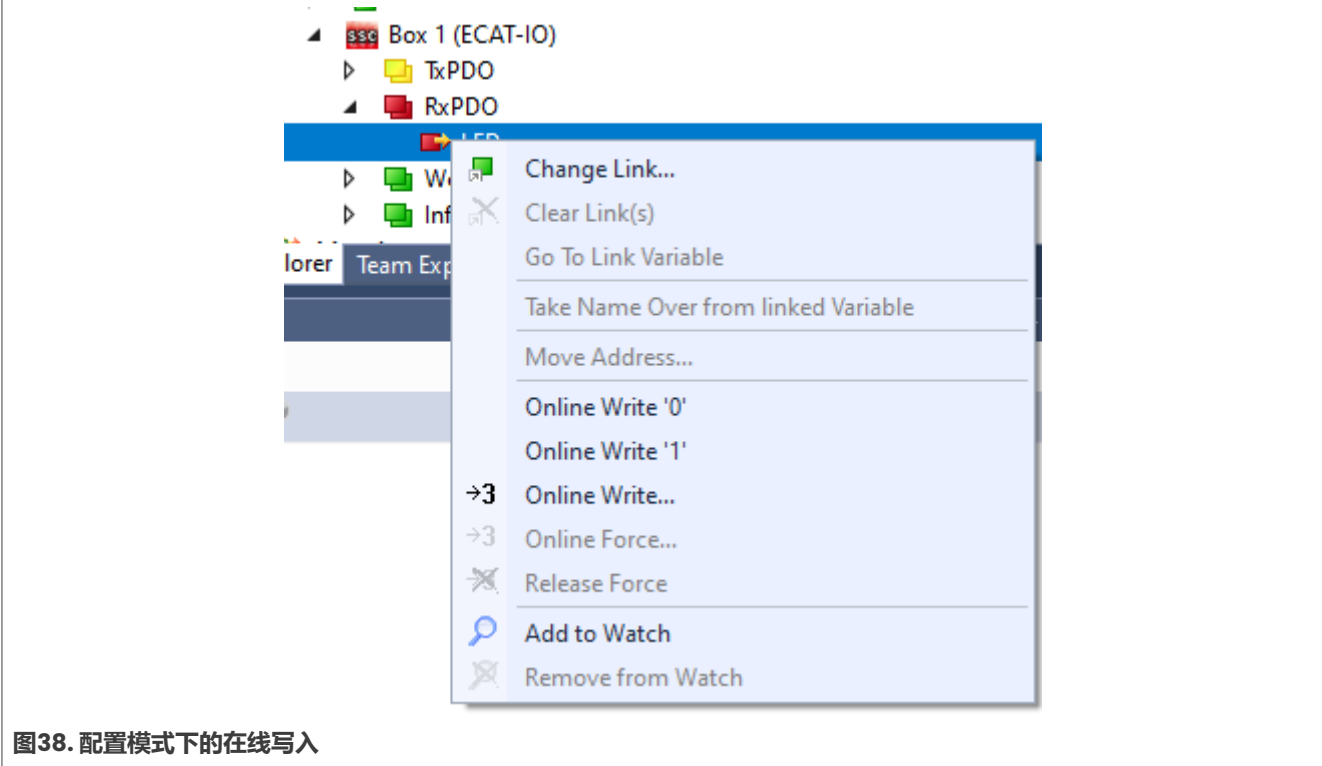


图36. 激活Free Run

5. 确保EtherCAT从站处于运行（OP）模式，如图37所示。



6. 在TwinCAT配置模式下，可以向EtherCAT从站传递“Online Write value”（**Online Write “0”** 或**Online Write “1”**）。例如，如果向RxPDO变量LED写入值“1”，则MIMXRT1180-EVK开发板上的用户LED亮起。



6 在运行模式下使用TWINCAT3

本节介绍了在运行模式下配置TwinCAT3软件的过程。

1. 首先，新建一个PLC工程。右键单击**PLC**，然后单击**Add New Item**，如[图39](#)所示。

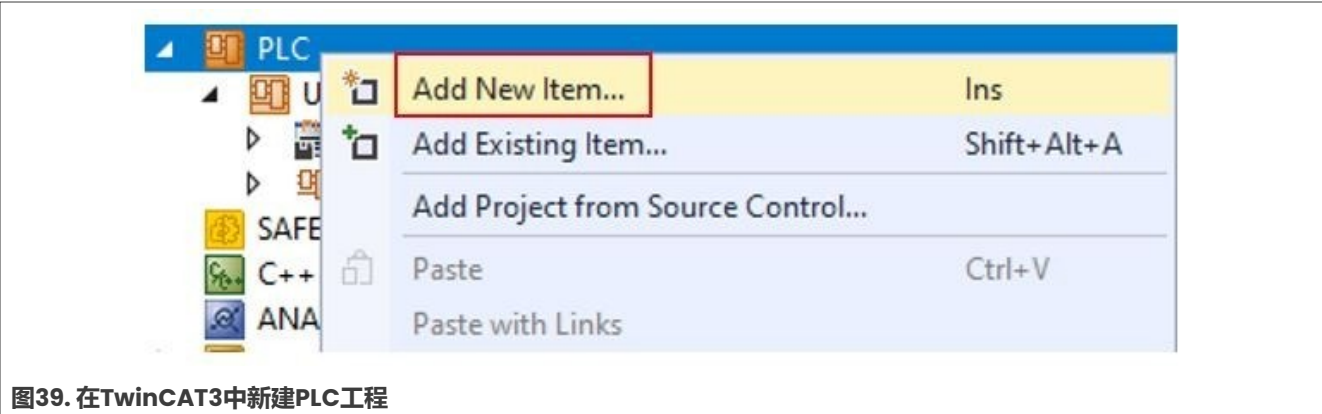


图39. 在TwinCAT3中新建PLC工程

2. 添加**Standard PLC Project**，如[图40](#)所示。

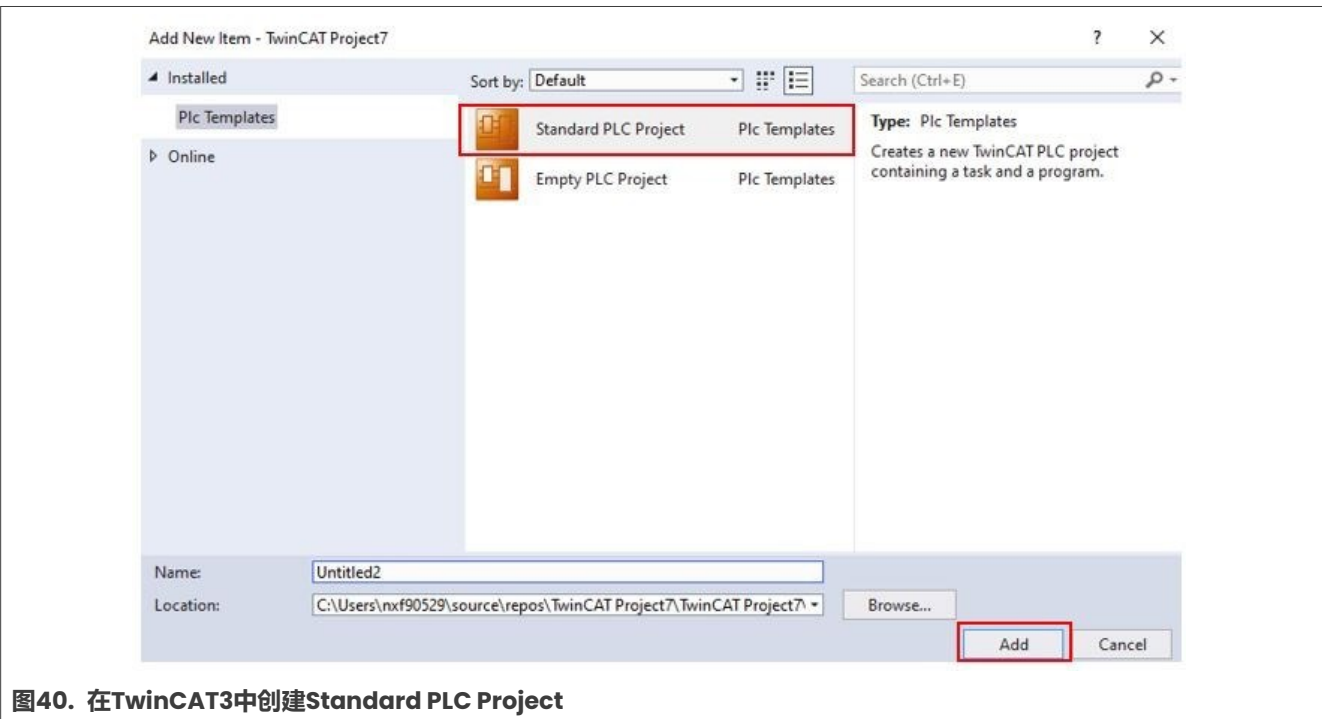


图40. 在TwinCAT3中创建Standard PLC Project

3. 编写PLC相关代码，如[图41](#)所示。

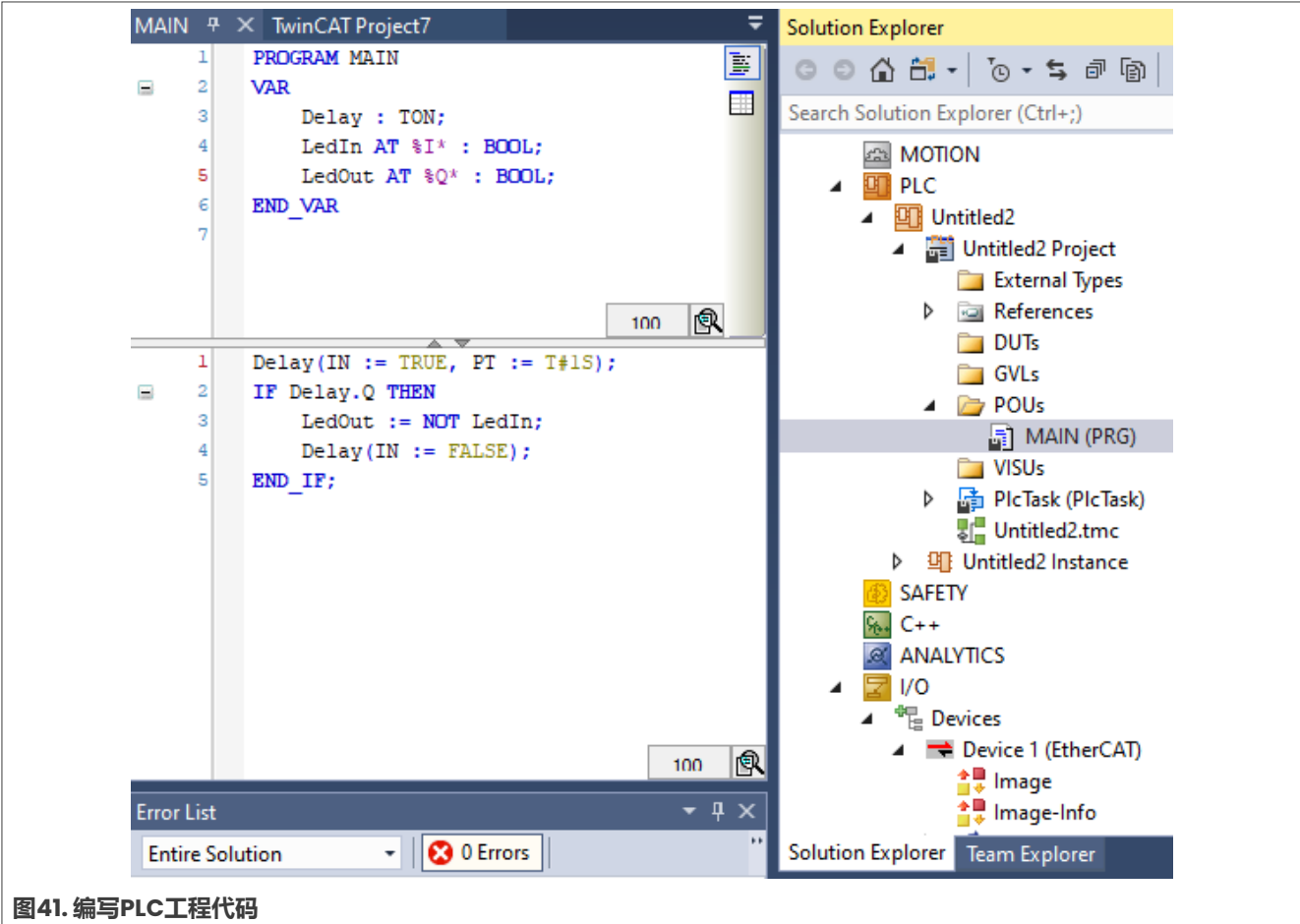


图41. 编写PLC工程代码

4. 将ESC输入和输出变量关联到PLC工程变量。为此，右击“LED”并选择**Change Link**（更改链接），如[图42](#)所示。

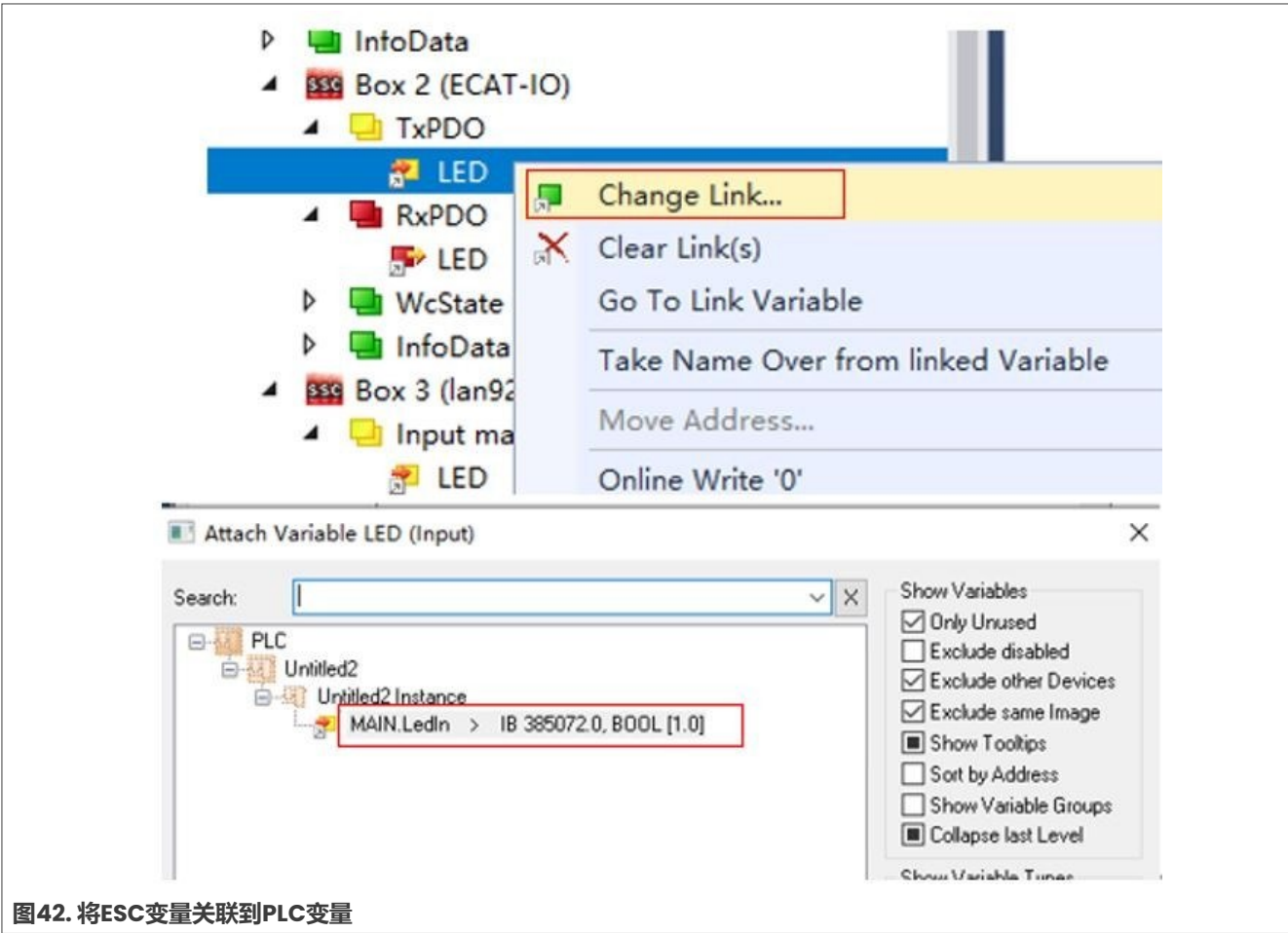


图42. 将ESC变量关联到PLC变量

5. 切换至运行模式，如[图43](#)所示，并确保EtherCAT从站在OP模式下运行。

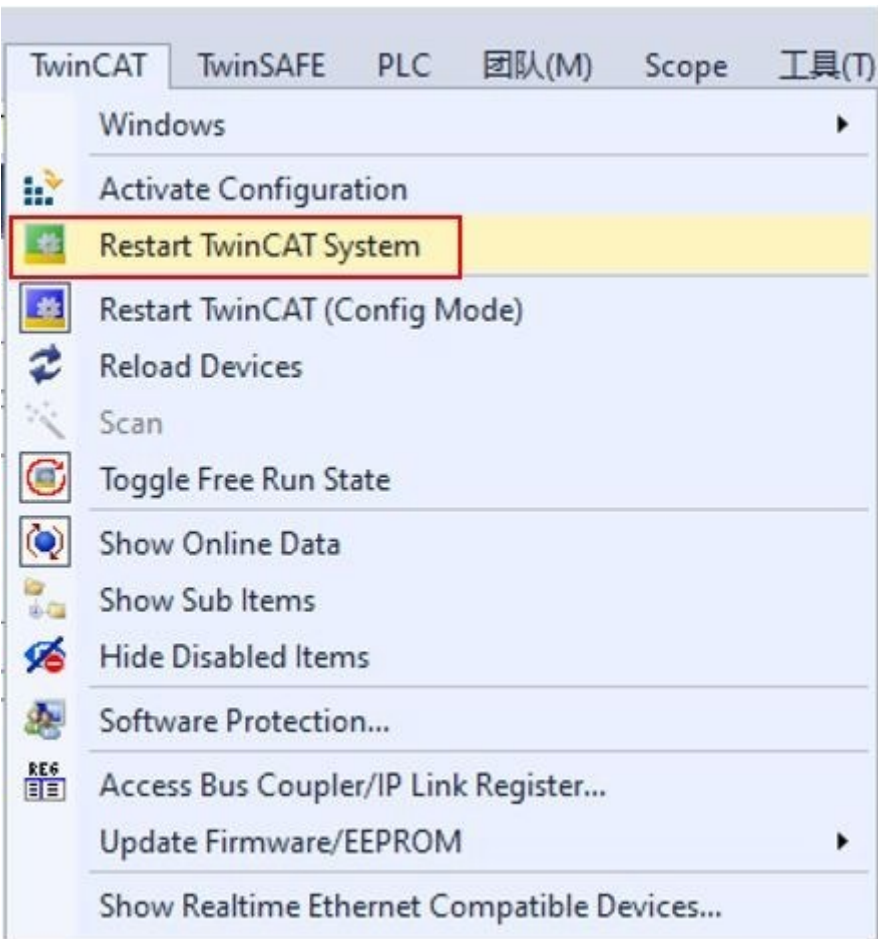


图43. 将TwinCAT切换到运行模式

6. 然后，单击 “**Activate Configuration**（激活配置）”，如[图44](#)所示。



图44. 激活配置

7. 单击**Run PLC**按钮，如[图45](#)所示。现在，PLC工程开始运行，MIMXRT1180-EVK开发板上的用户LED指示灯每秒闪烁一次。

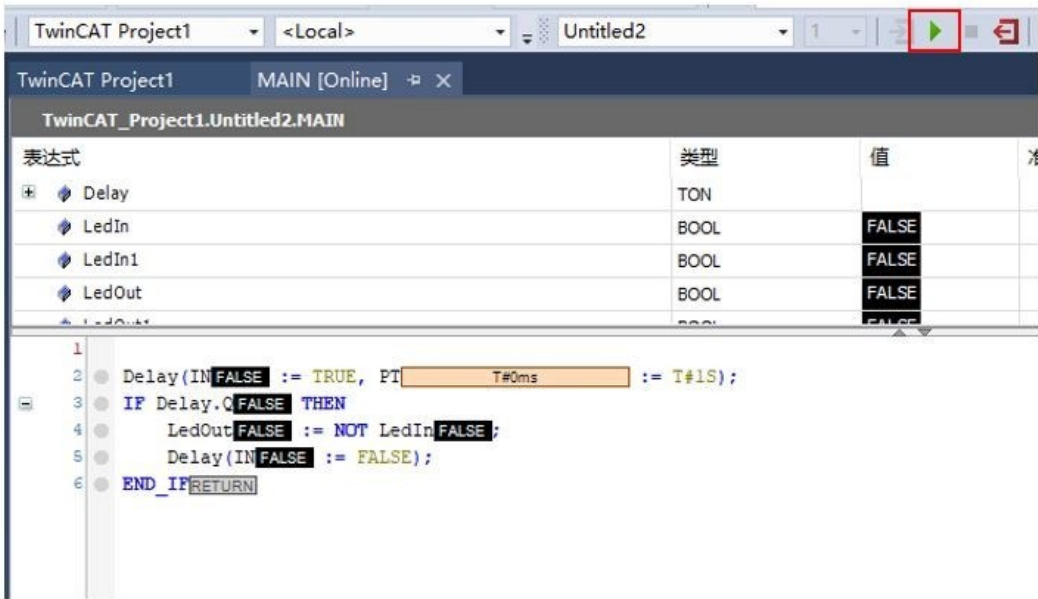


图45. 运行配置

7 运行模式和TwinCAT3中的模式切换

7.1 在TwinCAT3中切换EtherCAT运行模式

本节介绍了使用TwinCAT3软件配置运行模式的过程。

1. 在TwinCAT3中配置SM模式。在TwinCAT3中设置SM模式的步骤如图46所示。

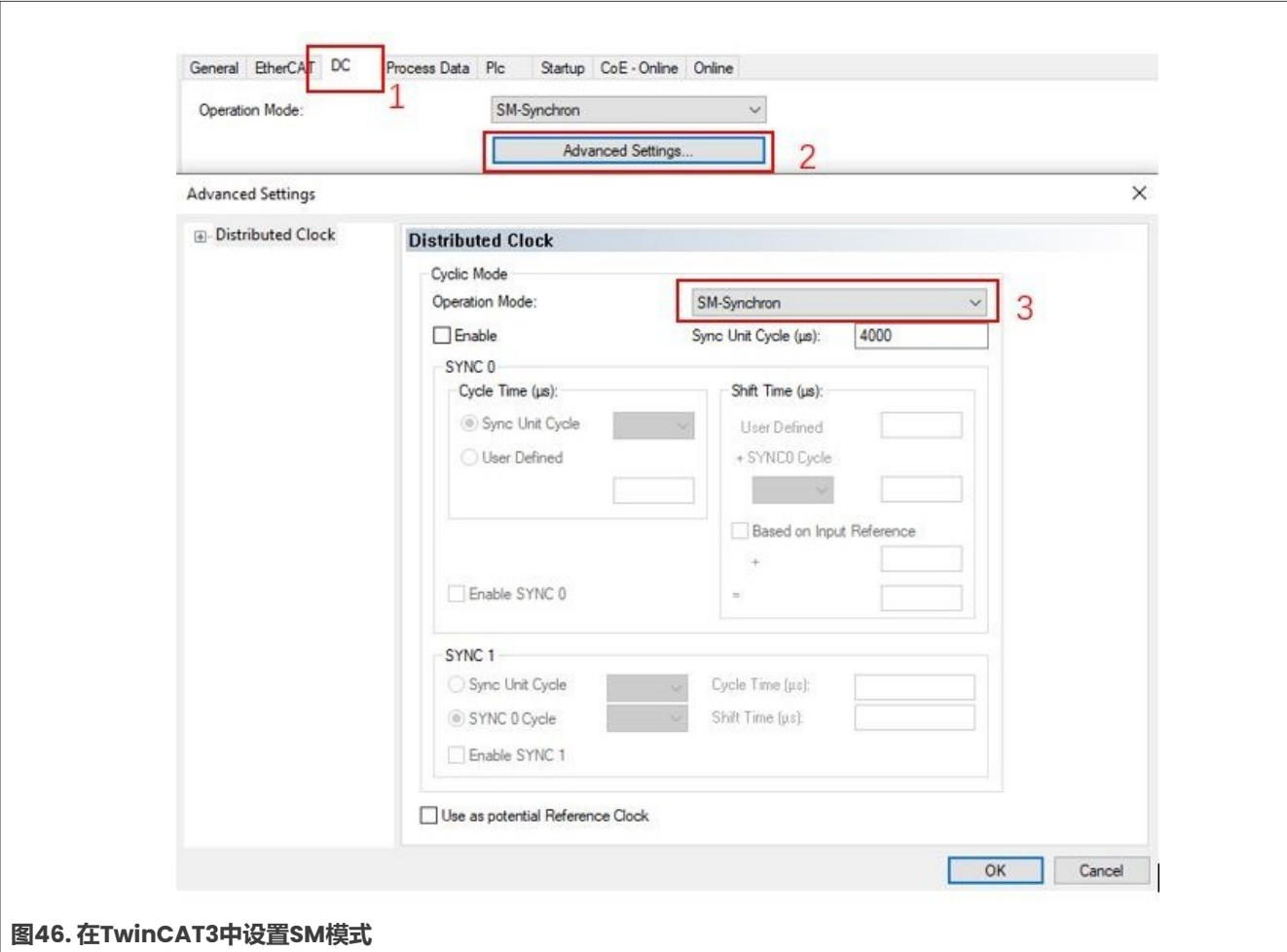


图46. 在TwinCAT3中设置SM模式

2. 在TwinCAT3中配置主站DC模式。在TwinCAT3中设置主站DC模式的步骤如图47所示。

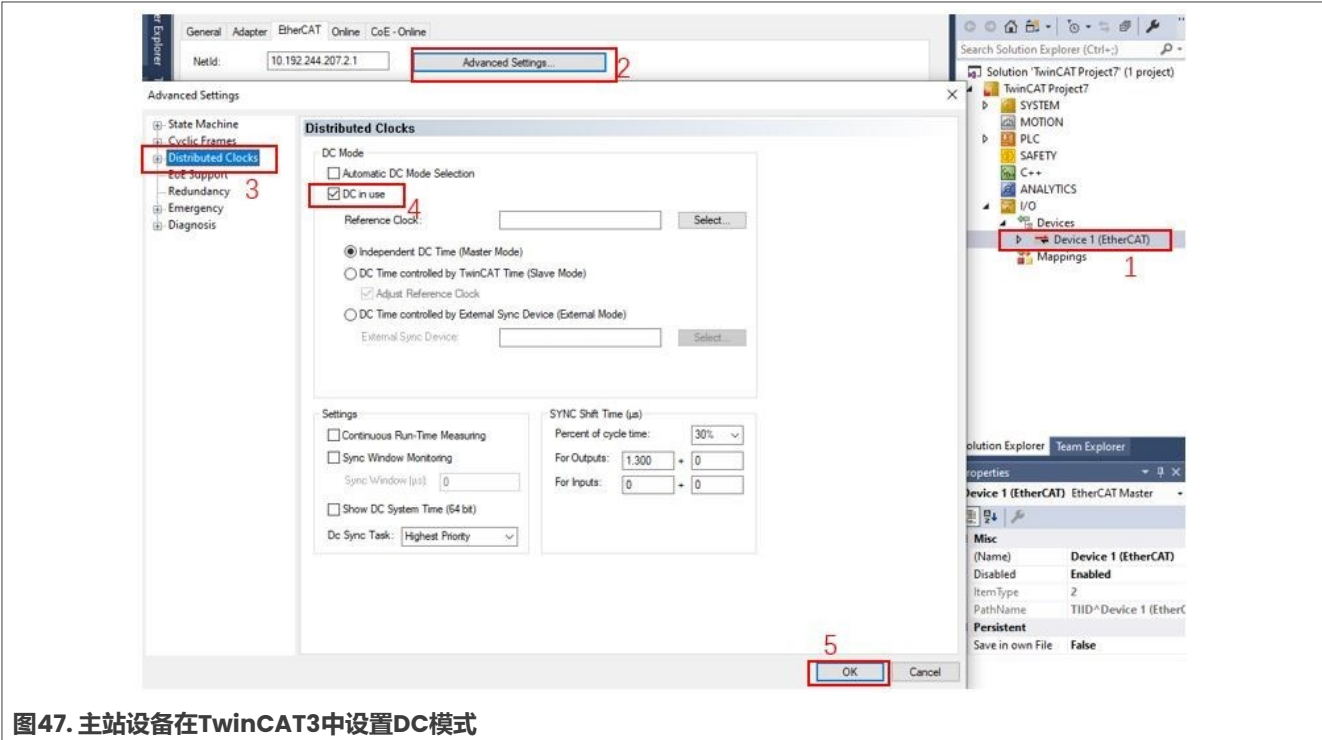


图47. 主站设备在TwinCAT3中设置DC模式

3. 在TwinCAT3中配置从站DC模式。在TwinCAT3中设置从站DC模式的步骤如[图48](#)所示。

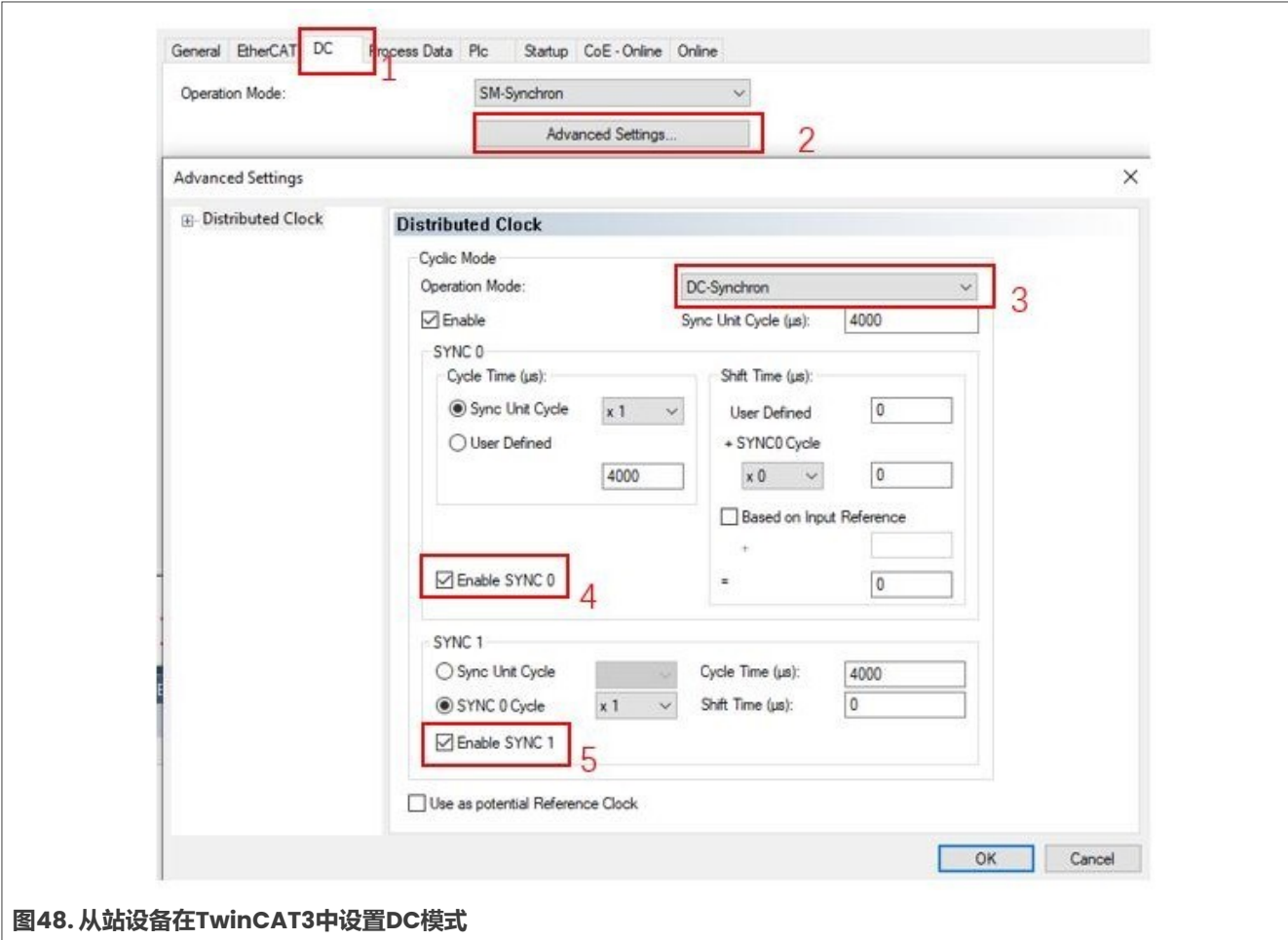


图48. 从站设备在TwinCAT3中设置DC模式

8 结语

本应用笔记描述了在i.MX RT1180平台上使用EtherCAT外设的方法。其内容涵盖了现场总线内存管理单元（FMMU）、同步管理器、64位分布式时钟的功能、传播延迟的计算以及EtherCAT的不同运行模式。此外，本文还介绍了基于i.MX RT1180 SDK和i.MX RT1180评估套件（EVK-MIMXRT1180）开发板使用SSC工具和TwinCAT3的方法。

9 相关文件

表2列出并详细说明了有关MIMXRT1180-EVK开发板的其他文档和资源，供读者进一步参考。请注意，下表中列出的一些文件可能仅在签署保密协议（NDA）下才能访问。如需获取这些文件，请与您当地的现场应用工程师（FAE）或销售代表联系。

表2. 相关文件

文件	说明	链接/如何访问
i.MX RT1180参考手册（IMXRT1180RM）	详细介绍了有关i.MX RT1180及其功能，包括内存映射、电源和时钟。	请联系您当地的现场应用工程师（FAE）或销售代表。
面向消费类产品的i.MX RT1180跨界MCU数据手册（IMXRT1180CEC）	介绍了有关电气特性、硬件设计注意事项和订购信息	
面向工业产品的i.MX RT1180跨界MCU数据手册（IMXRT1180IEC）	介绍了有关电气特性、硬件设计注意事项和订购信息	
MIMXRT1180-EVK-UM	详细介绍了有关MIMXRT1180-EVK开发板的组件、接口和功能	
i.MX RT1180处理器的安全参考手册	详细介绍了有关各种芯片安全的组件	
MCUXpresso软件开发套件（SDK）文件	MCUXpresso软件开发工具包（SDK）是一个全面的软件支持包，旨在简化和加速基于Arm Cortex-M内核的恩智浦MCU的应用开发。	MCUXpresso软件开发工具包（SDK）文件

如需进一步了解有关i.MX RT1180 MCU的详细信息，请访问以下链接：
<https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/arm-microcontrollers/i-mx-rt-crossover-mcus/i-mx-rt1180-crossover-mcu-with-tsn-switch-and-edgelock:i.MX-RT1180#documentation>。

10 缩略语

表3列出了本文中使用的缩略语。

表3. 缩略语

缩略语	说明
CM33	Cortex-M33 core / Cortex-M33核
CM7	Cortex-M7 core / Cortex-M7核
DC mode	Distributed Clock mode / 分布式时钟模式
EtherCAT	Ethernet for Control Automation Technology / 以太网控制自动化技术
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory / 电可擦除可编程只读存储器
ESC	EtherCAT Slave Controller / EtherCAT从站控制器
FMMU	Fieldbus Memory Management Unit / 现场总线内存管理单元
IDE	Integrated Development Environment / 集成开发环境
PDI	Process Data Interface / 过程数据接口
SDK	Software Development Kit / 软件开发工具包
SM	Sync Manager / 同步管理器
SSC	Slave Stack Code / 从站协议栈代码
TSN	Time Sensitive Networking / 时间敏感网络
TwinCAT	The Windows Control and Automation Technology / 基于Windows的控制和自动化技术

11 修订历史

表4汇总了本文的修订情况。

表4. 修订历史

文档ID	发布日期	说明
AN14155 v.1.0	2024年5月23日	首次公开发布

Legal information

Definitions

Draft — A draft status on a document indicates that the content is still under internal review and subject to formal approval, which may result in modifications or additions. NXP Semiconductors does not give any representations or warranties as to the accuracy or completeness of information included in a draft version of a document and shall have no liability for the consequences of use of such information.

Disclaimers

Limited warranty and liability — Information in this document is believed to be accurate and reliable. However, NXP Semiconductors does not give any representations or warranties, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of such information and shall have no liability for the consequences of use of such information. NXP Semiconductors takes no responsibility for the content in this document if provided by an information source outside of NXP Semiconductors.

In no event shall NXP Semiconductors be liable for any indirect, incidental, punitive, special or consequential damages (including - without limitation - lost profits, lost savings, business interruption, costs related to the removal or replacement of any products or rework charges) whether or not such damages are based on tort (including negligence), warranty, breach of contract or any other legal theory.

Notwithstanding any damages that customer might incur for any reason whatsoever, NXP Semiconductors' aggregate and cumulative liability towards customer for the products described herein shall be limited in accordance with the Terms and conditions of commercial sale of NXP Semiconductors.

Right to make changes — NXP Semiconductors reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

Suitability for use — NXP Semiconductors products are not designed, authorized or warranted to be suitable for use in life support, life-critical or safety-critical systems or equipment, nor in applications where failure or malfunction of an NXP Semiconductors product can reasonably be expected to result in personal injury, death or severe property or environmental damage. NXP Semiconductors and its suppliers accept no liability for inclusion and/or use of NXP Semiconductors products in such equipment or applications and therefore such inclusion and/or use is at the customer's own risk.

Applications — Applications that are described herein for any of these products are for illustrative purposes only. NXP Semiconductors makes no representation or warranty that such applications will be suitable for the specified use without further testing or modification.

Customers are responsible for the design and operation of their applications and products using NXP Semiconductors products, and NXP Semiconductors accepts no liability for any assistance with applications or customer product design. It is customer's sole responsibility to determine whether the NXP Semiconductors product is suitable and fit for the customer's applications and products planned, as well as for the planned application and use of customer's third party customer(s). Customers should provide appropriate design and operating safeguards to minimize the risks associated with their applications and products.

NXP Semiconductors does not accept any liability related to any default, damage, costs or problem which is based on any weakness or default in the customer's applications or products, or the application or use by customer's third party customer(s). Customer is responsible for doing all necessary testing for the customer's applications and products using NXP Semiconductors products in order to avoid a default of the applications and the products or of the application or use by customer's third party customer(s). NXP does not accept any liability in this respect.

Terms and conditions of commercial sale — NXP Semiconductors products are sold subject to the general terms and conditions of commercial sale, as published at <https://www.nxp.com.cn/profile/terms>, unless otherwise agreed in a valid written individual agreement. In case an individual agreement is concluded only the terms and conditions of the respective agreement shall apply. NXP Semiconductors hereby expressly objects to applying the customer's general terms and conditions with regard to the purchase of NXP Semiconductors products by customer.

Export control — This document as well as the item(s) described herein may be subject to export control regulations. Export might require a prior authorization from competent authorities.

Suitability for use in non-automotive qualified products — Unless this document expressly states that this specific NXP Semiconductors product is automotive qualified, the product is not suitable for automotive use. It is neither qualified nor tested in accordance with automotive testing or application requirements. NXP Semiconductors accepts no liability for inclusion and/or use of non-automotive qualified products in automotive equipment or applications.

In the event that customer uses the product for design-in and use in automotive applications to automotive specifications and standards, customer (a) shall use the product without NXP Semiconductors' warranty of the product for such automotive applications, use and specifications, and (b) whenever customer uses the product for automotive applications beyond NXP Semiconductors' specifications such use shall be solely at customer's own risk, and (c) customer fully indemnifies NXP Semiconductors for any liability, damages or failed product claims resulting from customer design and use of the product for automotive applications beyond NXP Semiconductors' standard warranty and NXP Semiconductors' product specifications.

Translations — A non-English (translated) version of a document, including the legal information in that document, is for reference only. The English version shall prevail in case of any discrepancy between the translated and English versions.

Security — Customer understands that all NXP products may be subject to unidentified vulnerabilities or may support established security standards or specifications with known limitations. Customer is responsible for the design and operation of its applications and products throughout their lifecycles to reduce the effect of these vulnerabilities on customer's applications and products. Customer's responsibility also extends to other open and/or proprietary technologies supported by NXP products for use in customer's applications. NXP accepts no liability for any vulnerability. Customer should regularly check security updates from NXP and follow up appropriately.

Customer shall select products with security features that best meet rules, regulations, and standards of the intended application and make the ultimate design decisions regarding its products and is solely responsible for compliance with all legal, regulatory, and security related requirements concerning its products, regardless of any information or support that may be provided by NXP.

NXP has a Product Security Incident Response Team (PSIRT) (reachable at PSIRT@nxp.com) that manages the investigation, reporting, and solution release to security vulnerabilities of NXP products.

NXP B.V. — NXP B.V. is not an operating company and it does not distribute or sell products.

Trademarks

Notice: All referenced brands, product names, service names, and trademarks are the property of their respective owners.

NXP — wordmark and logo are trademarks of NXP B.V.

如何使用i.MX RT1180的EtherCAT与BECKOFF的TwinCAT3和SSC工具

AMBA, Arm, Arm7, Arm7TDMI, Arm9, Arm11, Artisan, big.LITTLE, Cordio, CoreLink, CoreSight, Cortex, DesignStart, DynamIQ, Jazelle, Keil, Mali, Mbed, Mbed Enabled, NEON, POP, RealView, SecurCore, Socrates, Thumb, TrustZone, ULINK, ULINK2, ULINK-ME, ULINK-PLUS, ULINKpro, μ Vision, Versatile — are trademarks and/or registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries or affiliates) in the US and/or elsewhere. The related technology may be protected by any or all of patents, copyrights, designs and trade secrets. All rights reserved.

EdgeLock — is a trademark of NXP B.V.

i.MX — is a trademark of NXP B.V.

Intel, the Intel logo, Intel Core, OpenVINO, and the OpenVINO logo — are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries.

目录

1 介绍..... 2

2 硬件平台..... 2

2.1 i.MX RT1180跨界MCU 2

2.2 i.MX RT1180 EtherCAT的主要特性..... 2

2.3 MIMXRT1180-EVK开发板 2

3 EtherCAT基本概述..... 3

3.1 现场总线内存管理单元（FMMU） 3

3.2 同步管理器（SM） 4

3.3 EtherCAT分布式时钟 5

3.4 EtherCAT运行模式 6

4 将EtherCAT从站协议栈代码集成到SDK演示工程中 10

5 在配置模式下设置TwinCAT3 17

5.1 安装TwinCAT主站驱动程序并扫描EtherCAT设备 17

5.2 在配置模式下更新EEPROM数据并在线写入值 21

6 在运行模式下使用TWINCAT3..... 24

7 运行模式和TwinCAT3中的模式切换 28

7.1 在TwinCAT3中切换EtherCAT运行模式..... 28

8 结语..... 31

9 相关文件..... 32

10 缩略语 33

11 修订历史..... 33

法律声明..... 34

Please be aware that important notices concerning this document and the product(s) described herein, have been included in section 'Legal information'.