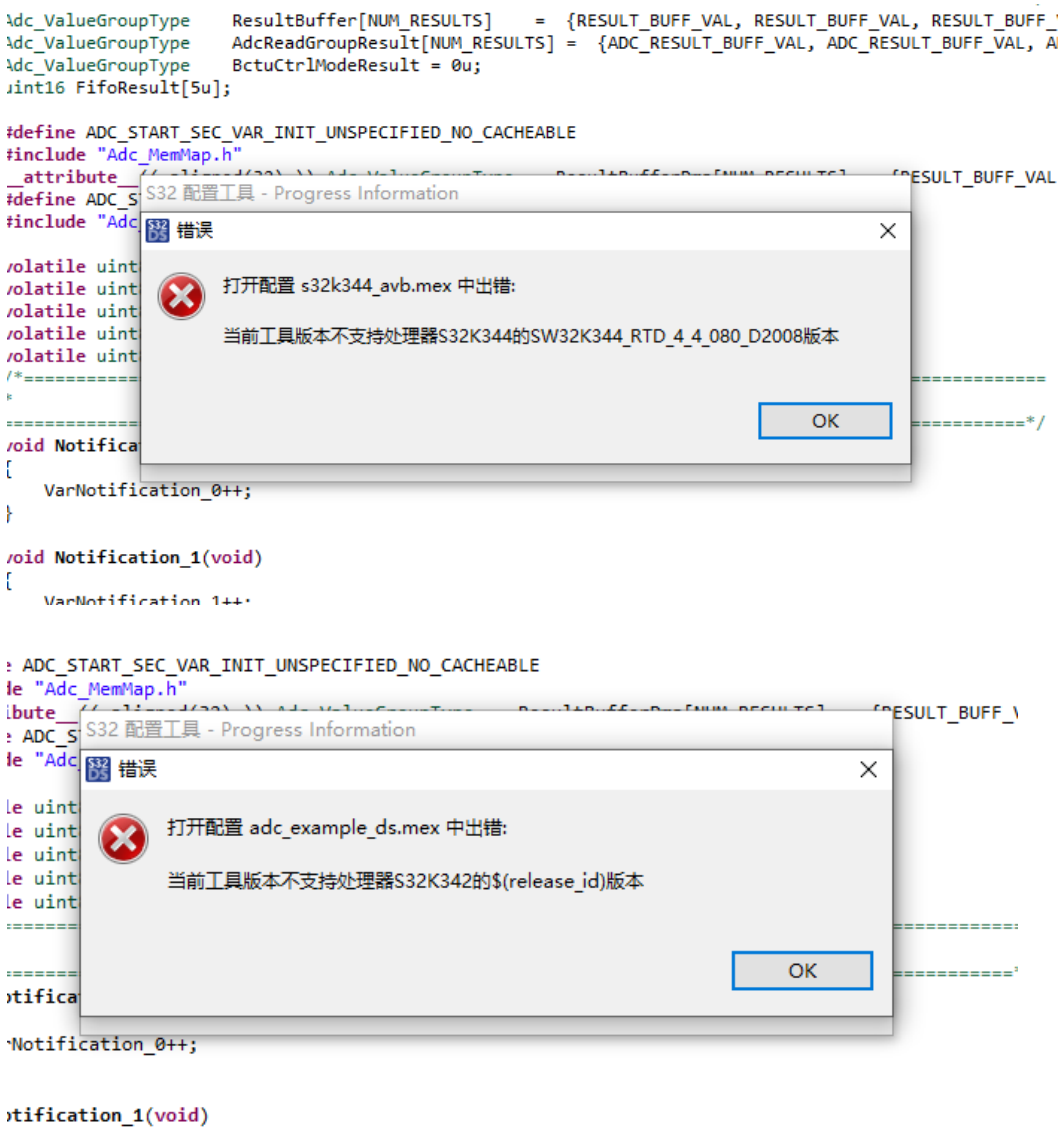
MEX 文件研究与 RTD 版本兼容性方案

一．背景

我最近在研究 S32DS 的 RTD demo，尤其是以前 AE 做的几个 reference design 的时候，被各种版本兼容的问题困扰。

这会造成导入的已有 projects 各种不兼容，主要问题便是旧版本的 project 在 RTD 软件基础包更新后无法打开：



所以旧版本的代码根本无法使用。

跟 team 内部同步过，目前 AE 给出的解决方案是重新安装 S32DS 的 RTD 基础软件依赖包，这么做最大的问题就是 S32DS 同时只能支持一个版本的 LLD，而这个基础包安装一次要花费大量的时间，还要来来回回切换版本，而且我在反复安装卸载 plug-in 的时候还很容易出错，造成最终要重装 S32DS。这对于我们 support 不同的客户是极为不方便的。

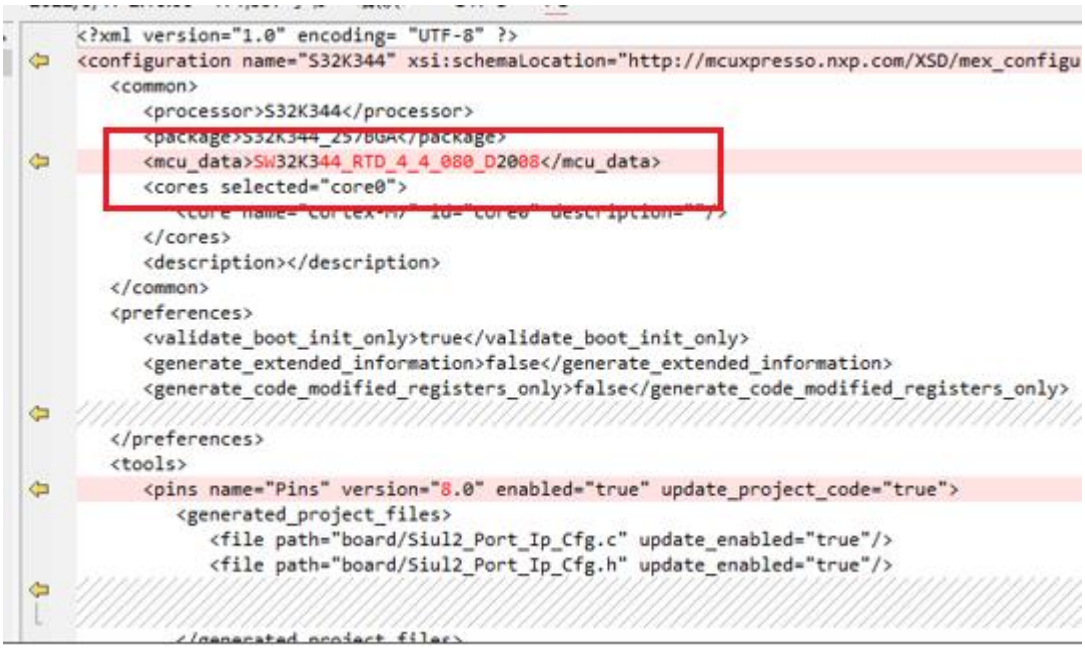
于是我决定仔细深入研究一下整套机制，看看 MEX 文件和 CT 的 GUI 工具是怎么关联的，看有没有一个可以多个版本互相兼容的方法。

用文本编辑工具打开 mex 文件，可以看到 mex 文件本质上就是用 xml 格式写的配置信息。经过研究 MEX 文件的各个字段，同时对比最新的 2.0.0 D2203 版本，和我举例的 avb demo(旧版本 0.8.0 D2008)，在同样的 S32K344 上，可以发现一些差异，主要不同如下：

1. 版本号、MCU 号命名格式，

本文以 0.8.0 和 1.0.0 问题举例：

2.0.0



0.8.0

可以看到，XML 对应的标签<common>是完全一样的，核心是版本号的不同。

2. Pin 定义

```
<pins_profile>
   <processor_version>0.0.0</processor_version>
   <pin_labels>
      <pin_label pin_num="D10" pin_signal="PTF8" label="LED1" identifier="LED1"/>
      <pin_label pin_num="B15" pin_signal="PTF9" label="LED2" identifier="LED2"/>
      <pin_label pin_num="B17" pin_signal="PTF10" label="LED3" identifier="LED3"/>
      <pin_label pin_num="H11" pin_signal="PTF11" label="LED4" identifier="LED4"/>
      <pin_label pin_num="M15" pin_signal="PTA6" label="CAN0_RX" identifier="CAN0_RX"/>
      <pin_label pin_num="M16" pin_signal="PTA7" label="CAN0_TX" identifier="CAN0_TX"/>
      <pin_label pin_num="A11" pin_signal="PTA15" label="XS65_CS" identifier="XS65_CS"/>
      <pin_label pin_num="A12" pin_signal="PTA16" label="MC33879_CS" identifier="MC33879_CS"/>
      <pin_label pin_num="L17" pin_signal="PTA17" label="LPSPI3_SOUT" identifier="LPSPI3_SOUT;SP
      <pin_label pin_num="C1" pin_signal="PTA19" label="SPI1_SCK" identifier="SPI1_SCK"/>
      <pin_label pin_num="E4" pin_signal="PTA20" label="VPWR_MON" identifier="VPWR_MON"/>
      <pin_label pin_num="D1" pin_signal="PTA21" label="FS26_CS" identifier="FS26_CS"/>
      <pin_label pin_num="C3" pin_signal="PTA22" label="CAN1_RX" identifier="CAN1_RX"/>
      <pin_label pin_num="D3" pin_signal="PTA23" label="CAN1_TX" identifier="CAN1_TX"/>
      <pin_label pin_num="L2" pin_signal="PTA26" label="EMAC_PPS0" identifier="EMAC_PPS0"/>
      <pin_label pin_num="M2" pin_signal="PTA27" label="UART0_TX" identifier="UART0_TX"/>
```

2.0.0

```
<pins_profile>
   <processor_version>0.0.0</processor_version>
   <pin_labels>
      <pin_label pin_num="B14" pin_signal="PTA1" label="LED" identifier="LED"/>

      <pin_label pin_num="P1" pin_signal="PTA31" label="Gpio_test0" identifier="Gpio_test0"/

      <pin_label pin_num="P3" pin_signal="PTA30" label="Gpio_test1" identifier="Gpio_test1"/
```

0.8.0

可以看到 pin 定义部分，xml 标签也是完全一样的，<pin_labels>的定义格式都完全一样，不同仅仅是具体的 pin 配置。所以我们可以大胆的得出结论，CT 工具能够识别出旧版本的 pin 配置，兼容性问题不是这里引起的。

3. Clock 配置

```
<clock_sources>
   <clock_source id="FXOSC_CLK.FXOSC_CLK.outFreq" value="16 MHz" locked="false" enabled="t
   <clock_source id="SXOSC_CLK.SXOSC_CLK.outFreq" value="32.768 kHz" locked="false" enable
   <clock_source id="external_clocks.emac_mii_rmii_tx.outFreq" value="50 MHz" locked="fals
</clock_sources>
<clock_outputs>
   <clock_output id="ADC0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="ADC1_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="ADC2_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="AIPS_PLAT_CLK.outFreq" value="80 MHz" locked="true" accuracy="0.001"/
   <clock_output id="AIPS_SLOW_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="true" accuracy="0.001"/
   <clock_output id="BCTU0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CLKOUT_RUN_CLK.outFreq" value="250 kHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CLKOUT_STANDBY_CLK.outFreq" value="24 MHz" locked="false" accuracy=""
   <clock_output id="CMP0_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CMP1_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CMP2_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CORE_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CRC0_CLK.outFreq" value="80 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DCM0_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DCM_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="true" accuracy="0.001"/>
   <clock_output id="DMAMUX0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DMAMUX1_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_TCD0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_TCD10_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_TCD11_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_TCD12_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_TCD13_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
```

```
<clock_sources>
   <clock_source id="FXOSC_CLK.FXOSC_CLK.outFreq" value="16 MHz" locked="false" enable
   <clock_source id="SXOSC_CLK.SXOSC_CLK.outFreq" value="32.768 kHz" locked="false" en
</clock_sources>
<clock_outputs>
   <clock_output id="ADC0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="ADC1_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="ADC2_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="AIPS_PLAT_CLK.outFreq" value="80 MHz" locked="false" accuracy=""/
   <clock_output id="AIPS_SLOW_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/
   <clock_output id="BCTU0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CLKOUT_RUN_CLK.outFreq" value="8 MHz" locked="false" accuracy=""/
   <clock_output id="CLKOUT_STANDBY_CLK.outFreq" value="24 MHz" locked="false" accurac
   <clock_output id="CMP0_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CMP1_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CMP2_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CORE_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="CRC0_CLK.outFreq" value="80 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DCM0_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DCM_CLK.outFreq" value="40 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DMAMUX0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="DMAMUX1_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=""/>
   <clock_output id="EDMA0_TCD0_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy="
   <clock_output id="EDMA0_TCD10_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD11_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD12_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD13_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD14_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD15_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD16_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD17_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
   <clock_output id="EDMA0_TCD18_CLK.outFreq" value="160 MHz" locked="false" accuracy=
```

0.8.0

这部分的与 pin 一样，clock 部分涉及三个，<clock_sources>,<clock_output>,<clock_settings>,这部分的差异与 pin 类似，仅仅只是具体的配置信息不同，但是格式一样。所以同样可以认为，此处无兼容性问题。

4. 外设配置

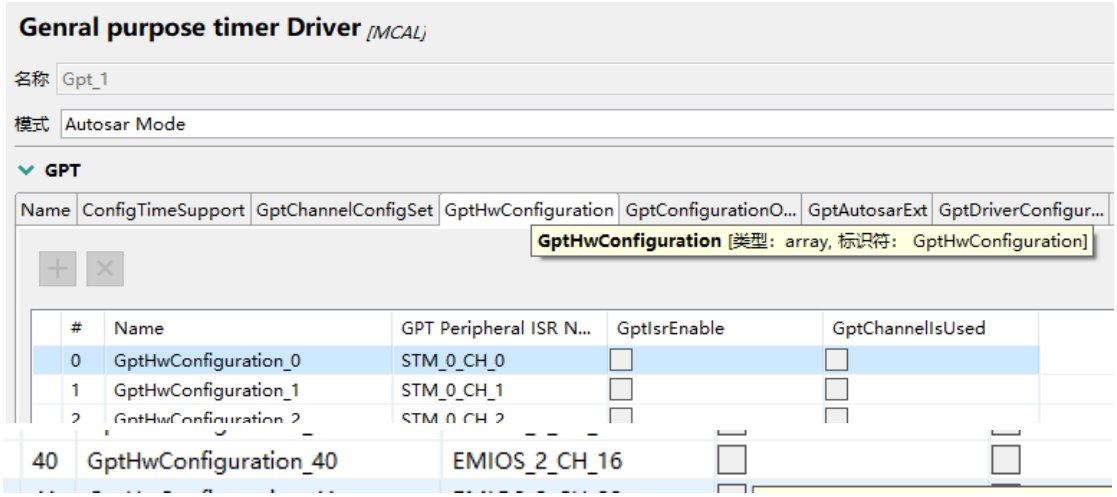
这部分是最复杂的，但都是按照定义一层一层配置的，具体的细节篇幅太长就不贴图了，按照一个通用的例子描述一下（同层次的关键标签单独颜色标注，方便阅读）：

```
<peripherals_profile>
    <processor_version>0.0.0</processor_version>
</peripherals_profile>
    <functional_groups>
        <functional_group name="BOARD_InitPeripherals" uuid="4cf6c4e3-7983-47f3-
    808b-d9cd281ddef1" called_from_default_init="true" id_prefix="" core="core0">
                <description></description>
                <options/>
                <dependencies/>
                <instances>
```

```
                    <instance name="C40_Ip_1" uuid="7c466fd4-7927-4799-856d-ce6f4b98af9c" type="C40_Ip" type_id="C40_Ip" mode="ip" enabled="true" comment="" custom_name_enabled="false">
                        <config_set name="C40_Ip"/>
                            <setting name="Name" value="Gpt"/>
                            <struct name="ConfigTimeSupport">
                            <setting name="POST_BUILD_VARIANT_USED" value="false"/>
                            <setting name="IMPLEMENTATION_CONFIG_VARIANT" value="VARIANT-PRE-COMPILE"/>
                            </struct>
                            <struct name="43">
                                <setting name="Name" value=""/>
                                <setting name="IsrName" value="FLASH_0_IRQn"/>
                                <setting name="IsrEnabled" value="false"/>
                                <setting name="IsrPriority" value="0"/>
                            </struct>
                            <struct name="40">
                                <setting name="Name" value="GptHwConfiguration_40"/>
                                <setting name="GptIsrHwId" value="EMIOS_2_CH_16"/>
                                <setting name="GptIsrEnable" value="false"/>
                                <setting name="GptChannelIsUsed" value="false"/>
                            </struct>
                    </instance>
                    <instance name="IntCtrl_Ip_1" uuid="44e0e916-7d18-4eab-96fb-3e2bd1ce09e4" type="IntCtrl_Ip" type_id="IntCtrl_Ip" mode="ip" peripheral="MSCM" enabled="true" comment="" custom_name_enabled="false">
                            <struct name>
                            </struct>
                    </instance>
    </functional_group>
```

其中<instance>和<struct>标签是最丰富，每个<instance>直接对应了使用的组件，这里举例了 IntCtrl 和 C40_Ip。

Struct 则是该组件中的每一个配置项，比如本例中，< struct name="40">，配置的信息是 GptHwConfiguration，具体在 CT 中如下图：



我们在 CT 里面输入的任何内容都会对应过来，对于某些外设<struct>的数量可能会超过 100 个。

仔细研究这部分的配置信息，尤其是各个外设的配置格式，可以发现新旧版本的定义也是完全一样的，甚至每一个标签中具体的项都一样，理论上也不存在兼容性问题。

二．修改方案

CT 这种 GUI 工具，原理就是挨个解析 XML 文件中的标签，然后把每一个内容都转换成图形和文本框在 S32DS 中呈现。

经过上面的分析，可以得出一个重要的结论，不同版本之间的 MEX 文件格式是兼容的，所有配置信息对应的 XML 标签都是一样的，甚至每一个标签内的定义都是一样的，理论上 CT 工具能够识别出不同版本的 MEX 文件，并在新版本上重新 generate code。这就是本方案的理论依据。

于是我们从版本号入手，

```
<?xml version="1.0" encoding= "UTF-8" ?>
<configuration name="S32K344" xsi:schemaLocation="http://mcuxpresso.nxp.com/XSD/mex_configur
   <common>
      <processor>S32K344</processor>
      <package>S32K344_2570GA</package>
      <mcu_data>PlatformSDK_S32K3_2022_03</mcu_data>
      <cores selected="core0">
         <core name="Cortex-M7" id="core0" description=""/>
      </cores>
      <description></description>
   </common>
   <preferences>
      <validate_boot_init_only>true</validate_boot_init_only>
      <generate_extended_information>false</generate_extended_information>
      <generate_code_modified_registers_only>false</generate_code_modified_registers_only>
      <update_include_paths>true</update_include_paths>
   </preferences>
   <tools>
      <pins name="Pins" version="10.0" enabled="true" update_project_code="true">
         <generated_project_files>
            <file path="board/Siul2_Port_Ip_Cfg.c" update_enabled="true"/>
            <file path="board/Siul2_Port_Ip_Cfg.h" update_enabled="true"/>
            <file path="board/Tspc_Port_Ip_Cfg.c" update_enabled="true"/>
            <file path="board/Tspc_Port_Ip_Cfg.h" update_enabled="true"/>
```

这一部分是包含了一些版本信息，核心就是<mcu_data>字段，显然新旧版本这个命名格式出入太大。这块直接对应到配置信息 GUI 界面，CT 就是靠这个字段识别版本信息：

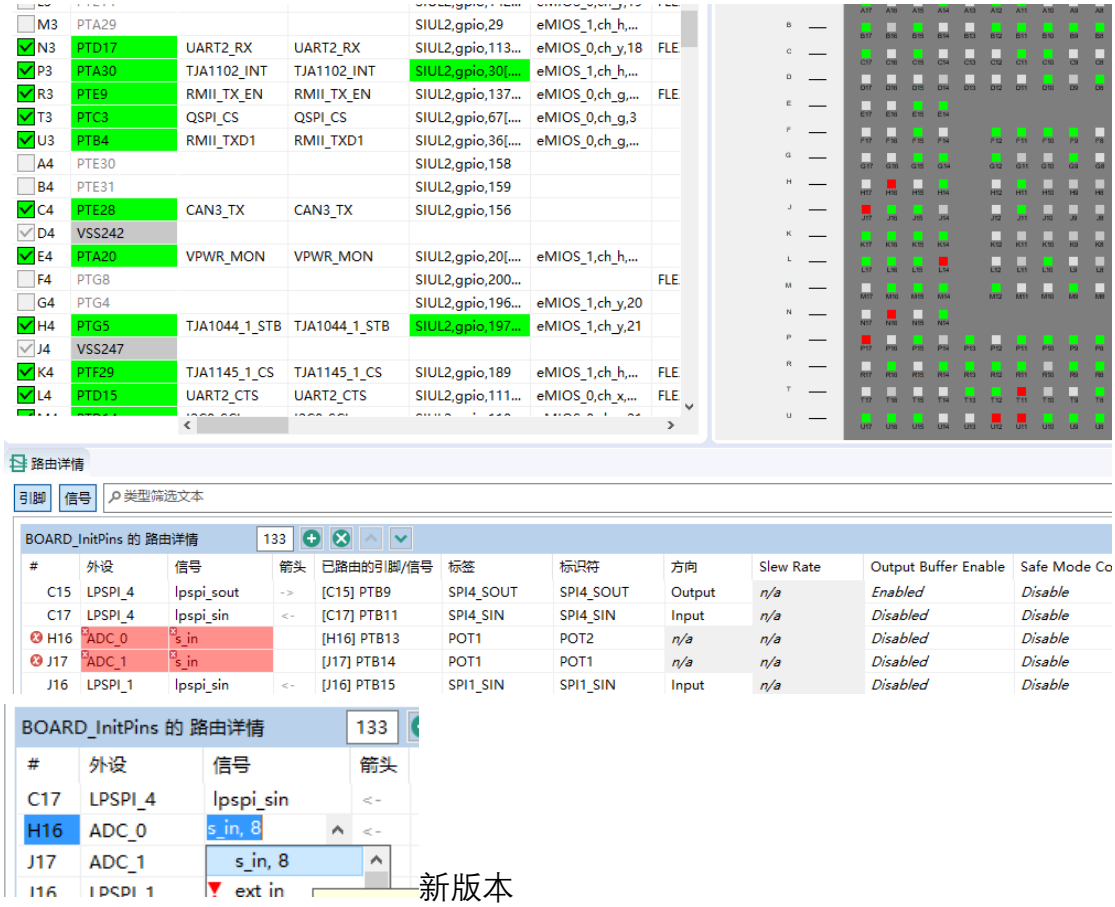
再对比 MEX 文本，以及刚才的结论，很明显可以看出来，xml 的各个配置格式的定义，不同版本都是一样的。于是我大胆假设，只要 CT 能打开 MEX 文件，无论版本是多少，理论上 CT 是可以解析出来的，而且能解析就能 GUI 呈现。

那么我尝试用文本编辑工具打开 MEX 文件，并手动强制修改版本号，改为当前可以正常使用的版本（本文从 SW32K344_RTD_4_4_080_D2008 改为 PlatformSDK_S32K3_2022_03），再在 S32DS 中用 CT 打开，

可以看到，一切如我预期，IDE 竟然识别出了这样的信息，能够正常打开，甚至能发现这是旧版本建立的：

于是成功打开旧版本的工程，打开后可以看到符合预期，绝大多数配置都正常解析出来了，仅仅存在极少量报错，主要集中在三方面（注：该部分我选取了多个 project 的例子，把我遇到的所有问题都列一下）：

1．Pin 配置



新版本

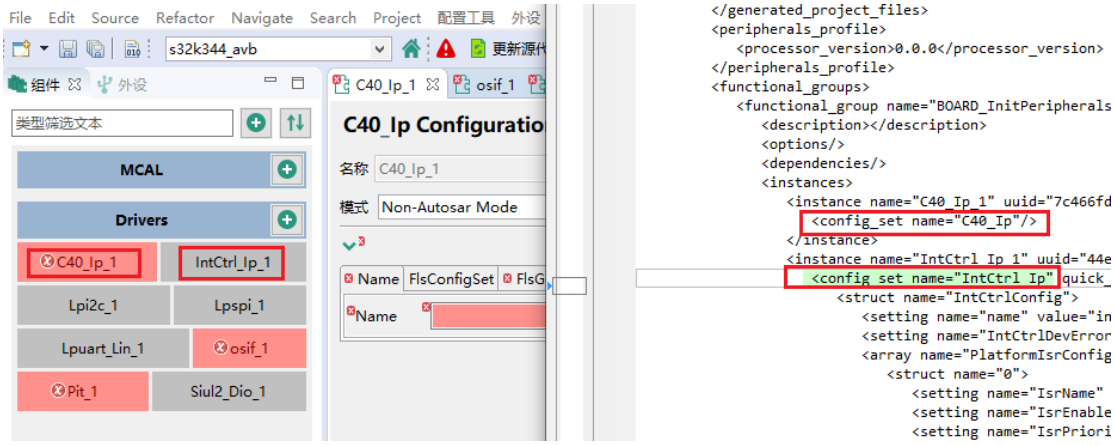
以 flexIO 和 ADC 为例，可以看到这显然就是新旧版本对于 pinmux 的格式命名差异，导致无法识别。甚至能看出来就是 R&D 在开发的时候犯的小错误，考虑的不够完善。

旧版本 FlexIO,
新版本 FLEXIO, 仅仅是大小写差异。

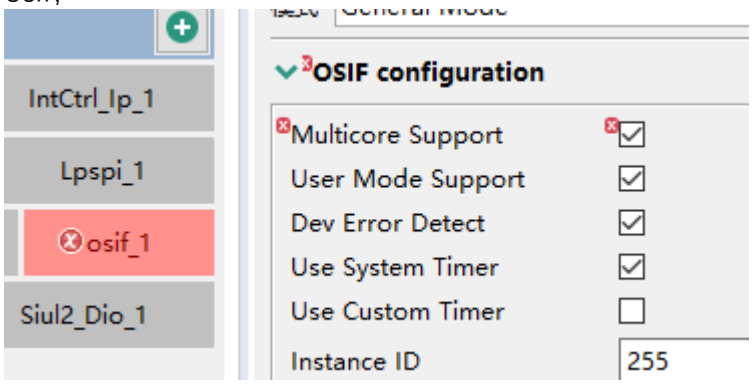
旧版本 s_in
新版本 s_in, 8　对应<pin peripheral="ADC_0" signal="s_in" pin_num="H16" pin_signal="PTB13">标签。
实际上是同一回事，仅仅就这么点命名的差异就导致无法识别，于是重新配一下 pinmux 即可

2．外设配置

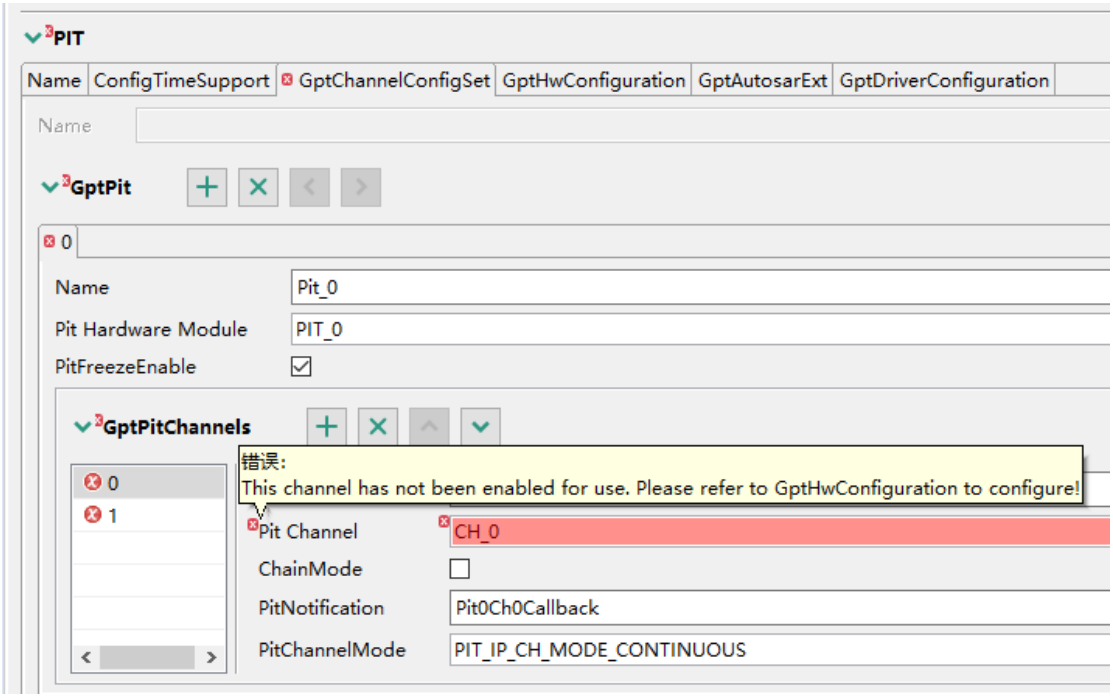
外设部分也保留了核心的关键信息，但同样由于格式差异，有少部分问题。最复杂的是 C40_Ip 控制，缺少 name，对比其他无异常的 MEX 文件，可以看出来一些信息，于是手动添加一个 name，

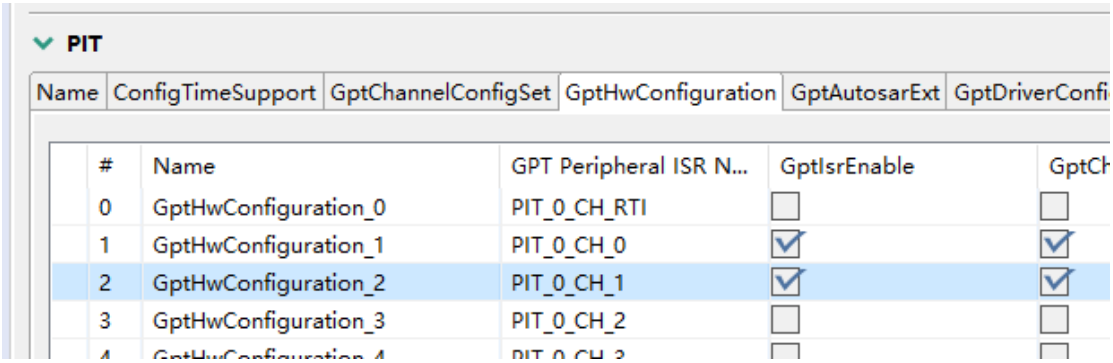


其他几个都非常简单，总之都是些很小的问题，重新配一下就好了，一个是 osif,



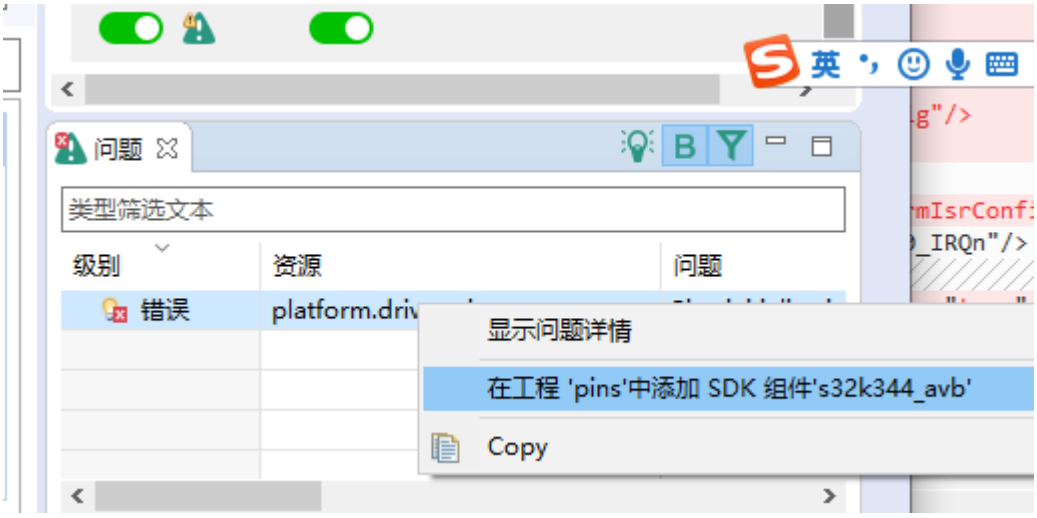
另一个是 PIT，仅仅是没有使能，显然也是由于不同版本格式差异导致，重新使能一下就好了。

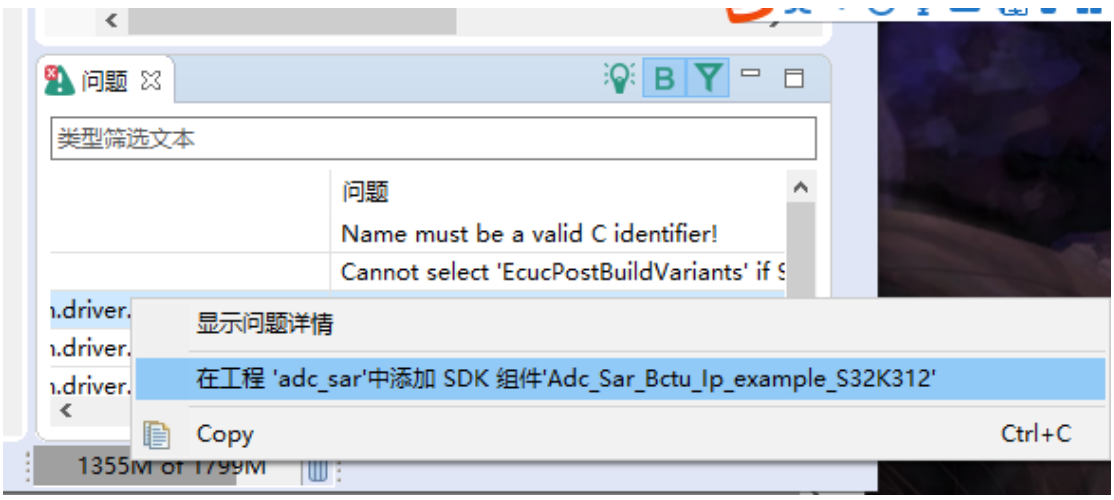




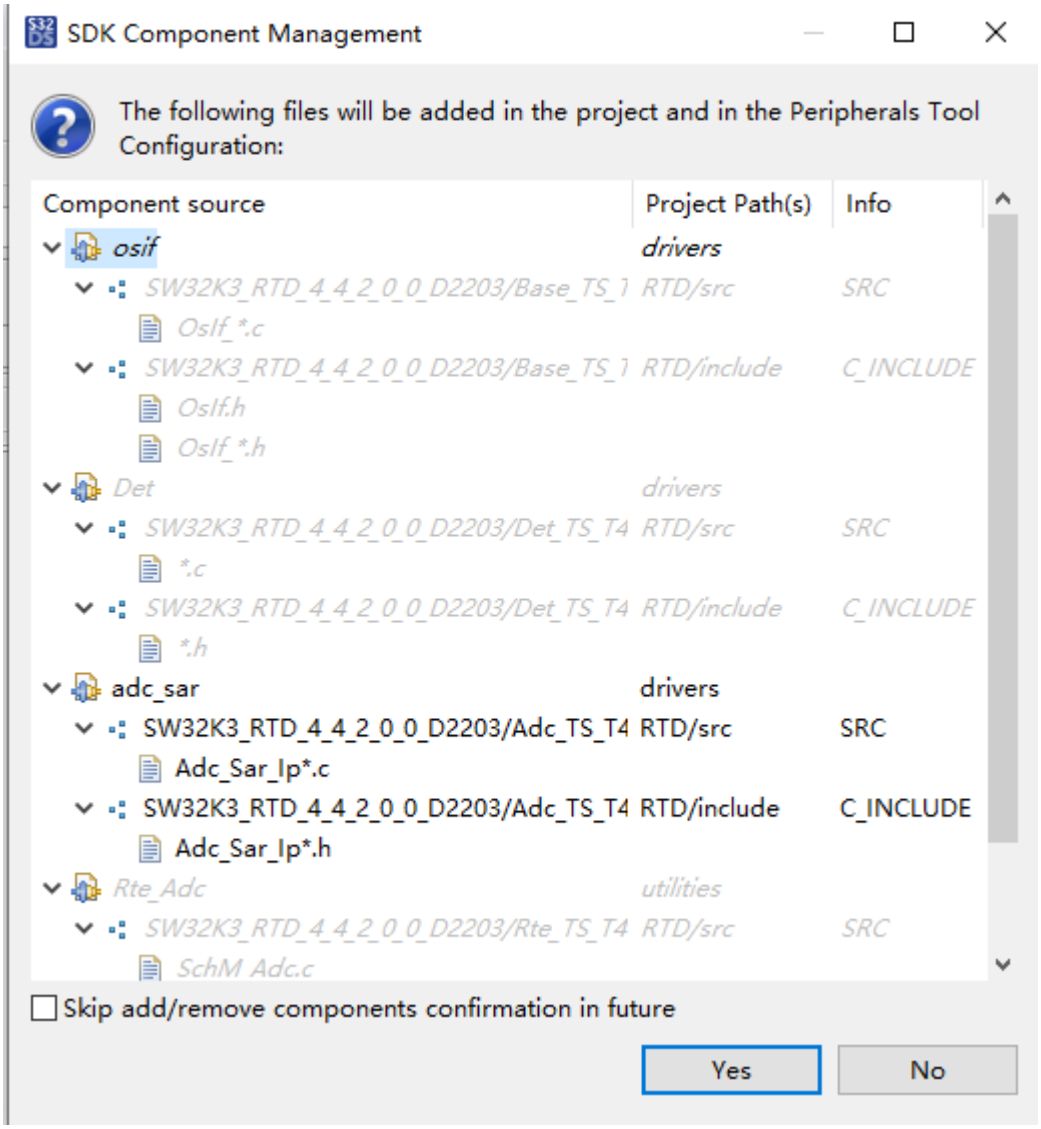
3．缺部分组件

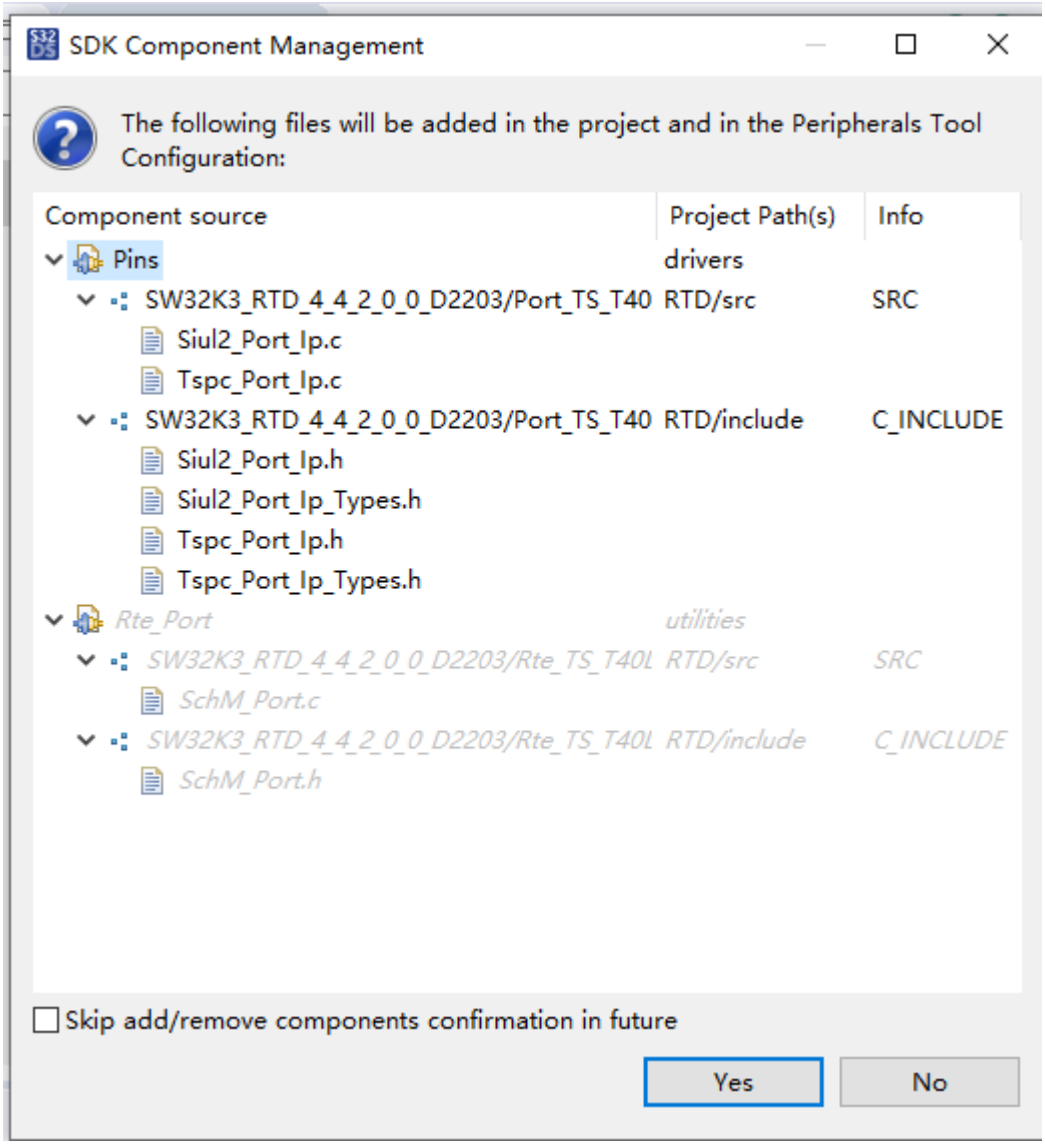
可以手动添加，在右下角界面的错误上点击鼠标右键，会有提示，



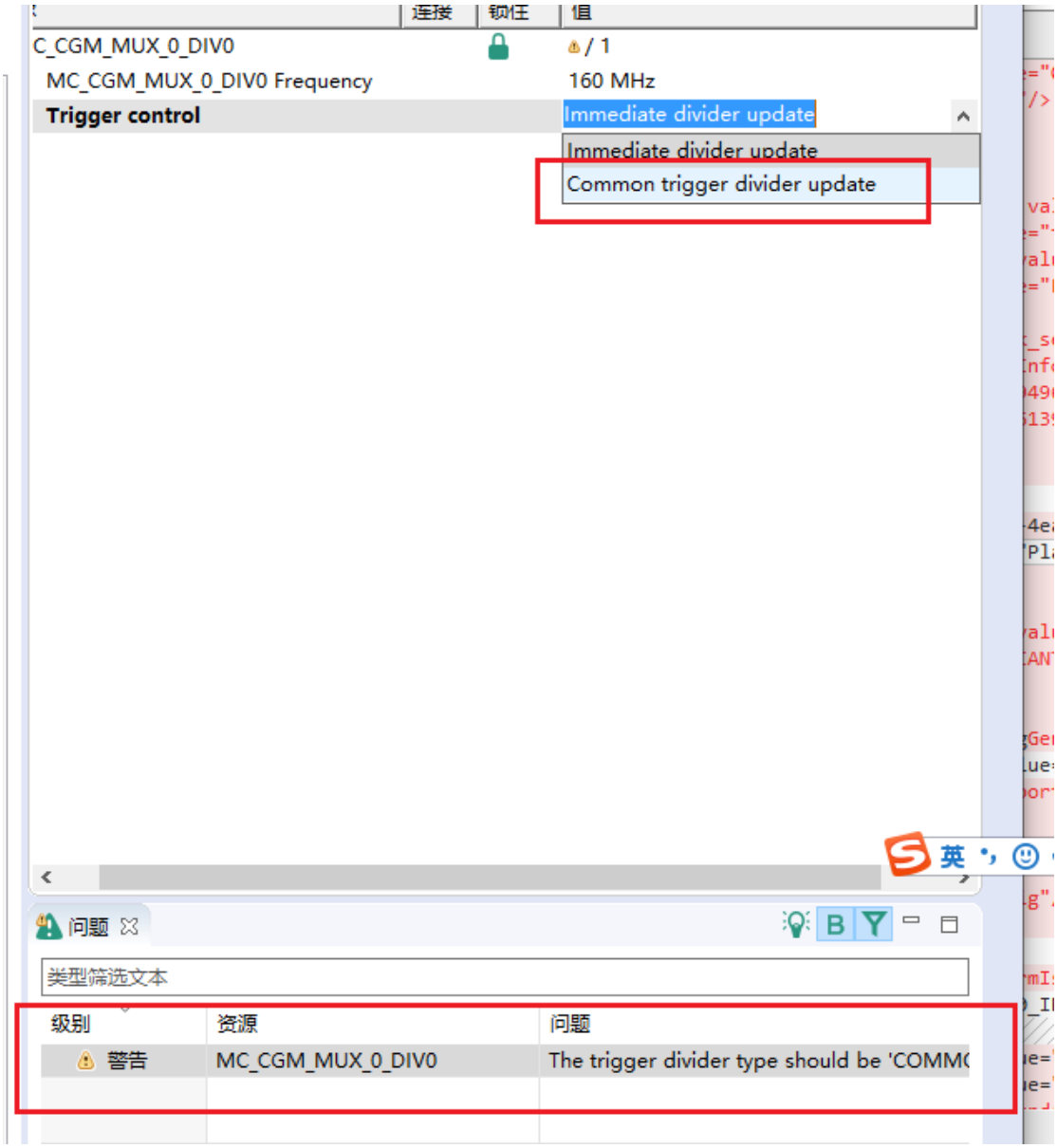


在弹出的对话框中点击确认即可，





另外在别的工程中，clock 部分还有一个 warning，不确定是本身工程的问题还是导入的问题，但重新配置一下可以消除：

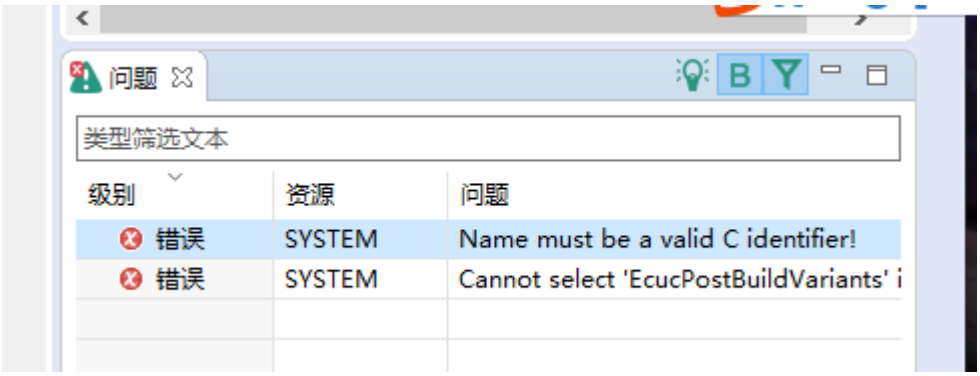


以上内容都可以通过重新配置完成修复。

4.隐藏问题

最后一个，也是隐蔽最深的。该错误信息对应的配置在 CT 的 GUI 页面中没有显示，但会报错，目前我还不知道是什么原因导致。

但是见招拆招，通过这个文本“EcucPostBuildVariants”，在可以正常使用的 MEX 中搜索，发现确实有差异。搜索后看到，Name 项缺失，以及某一个配置不对，而且刚好和 CT 中的报错吻合。于是文本编辑手动修改一下（该步骤的修改需要关闭 S32DS，否则无法生效）：

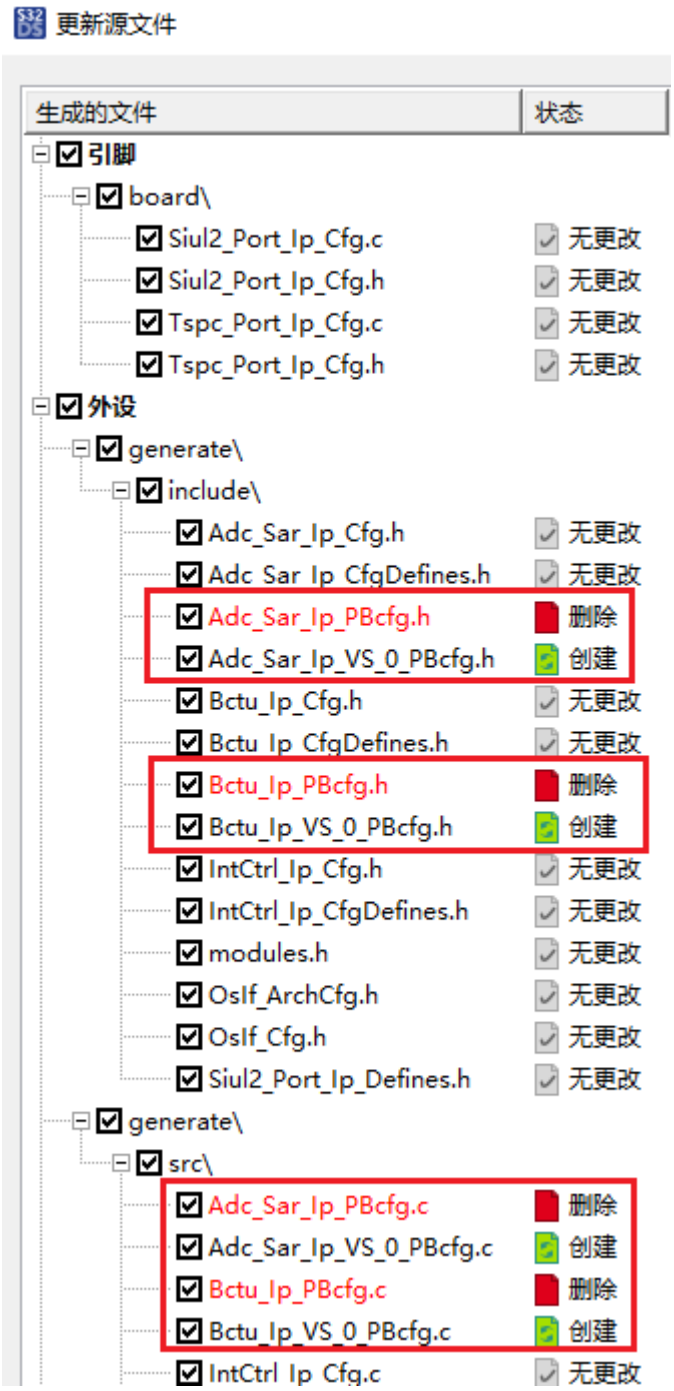



```
</functional_groups>
<components>
   <component name="system" uuid="5d808eec-16b8-407e-a20d-6f204dc148fa" type_id="system">
      <config_set_global name="SystemModel">
         <setting name="Name" value=""/>
         <setting name="EcvdGenerationMethod" value="INDIVIDUAL"/>
         <setting name="EcvdOutputPath" value=""/>
         <setting name="EcvdGenerationTrigger" value="Generate Configuration"/>
         <setting name="SyncFunctionalGroups" value="false"/>
         <setting name="IgnoreComponentSuffix" value="false"/>
         <setting name="ComponentGenerationMethod" value="EcucPostBuildVariants"/>
         <setting name="DefaultFunctionalGroup" value="VS_0"/>
         <struct name="PostBuildSelectable" quick_selection="Default">
            <setting name="Name" value="PostBuildSelectable"/>
```

```
<components>
   <component name="system" uuid="5d808eec-16b8-407e-a20d-6f204dc148fa" type_id="sys
      <config_set_global name="SystemModel">
         <setting name="Name" value="SystemModel"/>
         <setting name="EcvdGenerationMethod" value="INDIVIDUAL"/>
         <setting name="EcvdOutputPath" value=""/>
         <setting name="EcvdGenerationTrigger" value="Generate Configuration"/>
         <setting name="SyncFunctionalGroups" value="false"/>
         <setting name="IgnoreComponentSuffix" value="false"/>
         <setting name="ComponentGenerationMethod" value="FunctionalGroups"/>
         <setting name="DefaultFunctionalGroup" value="VS_0"/>
         <struct name="PostBuildSelectable" quick_selection="Default">
            <setting name="Name" value="PostBuildSelectable"/>
            <array name="PredefinedVariants">
```

经过这样一番处理，CT 中所有的 error 和 warning 都 fix 了，然后在 CT 工具中更新源代码，可以看到，旧的文件删除了，重新生成了匹配的新文件：

通过这些文件名，可以猜到这就是不同版本的差异。

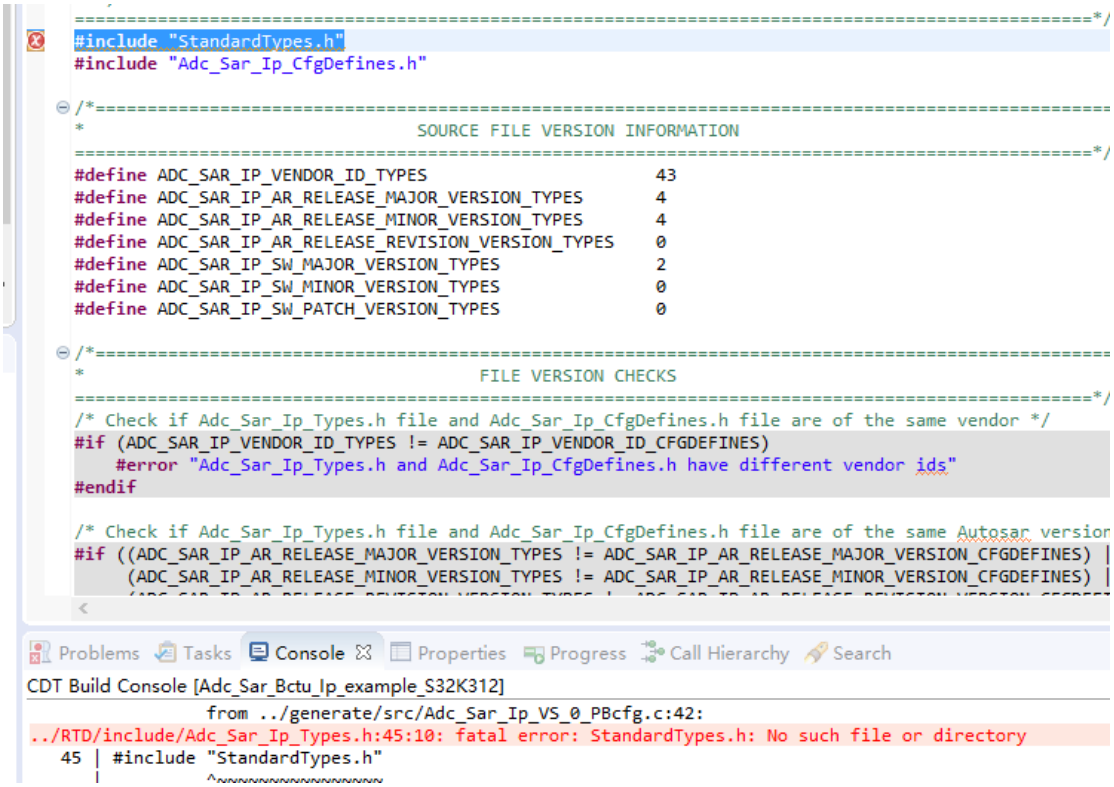


点击 ok 后，生成代码，此时所有的 CT 配置问题都已经解决，代码也全部生成，没有任何错误。

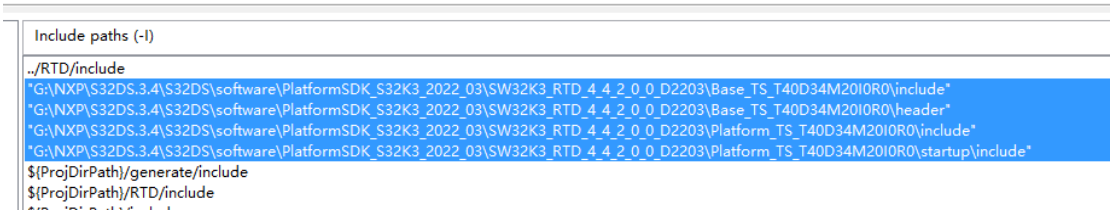
另外注意到一点，CT 配置的都是 Ip 层，也就是 SDK 中直接操作寄存器的 drivers，就是以前的 LLD，目前没看到设计 IP Wrapper Layer 的。

5. SDK include

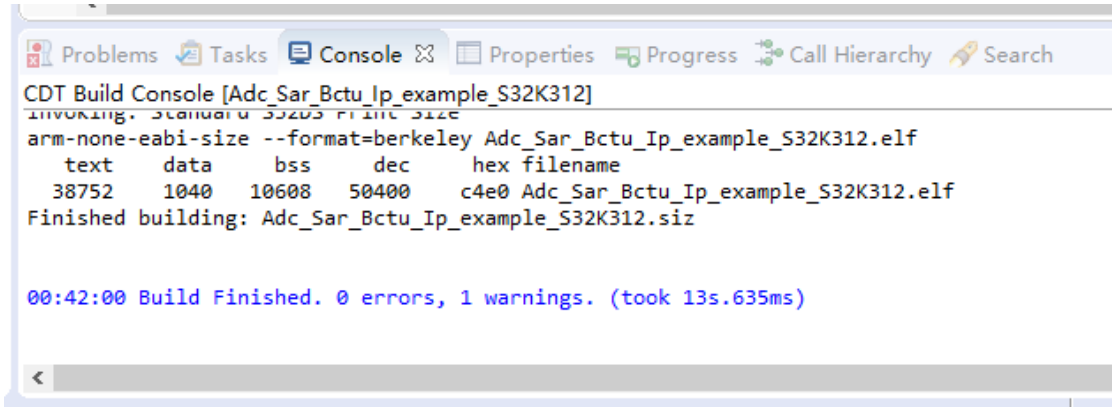
先别高兴，点击编译，可以看到仍然会报错，提示找不到相关文件，



不过到这里已经没啥难度，这些缺失的都是 RTD 标准的库函数，只是当前工程默认指向的旧版本的 SDK 目录，在 2.0.0 的 RTD include 添加一下：



然后再编译：



大功告成，编译成功了!!!

总结：

不同版本的 MEX 文件，内部各个标签定义的格式是完全一样的，CT 可以识别，且手动编辑版本后用 CT 可以打开，绝大多数信息都能正确识别。

少量的报错，只需要根据具体的报错信息，CT 重新配置一下即可。

对于其他的问题，根据具体报错信息修复。

由于手头测试 project 无法包含所有问题，可能会有遗漏的，后续继续补充。