

## 一、POWERLINK实时通信基本概念

### POWERLINK通信实时性数据

实际设备通信案例：400 $\mu$ s的PLK循环周期，基于11个PLK从站，带30个轴

## 二、POWERLINK实时通信周期分析与计算

如何估算所需的周期

示例

理论通信时间计算：Hardware Configuration Analyzer

实际循环周期查看：I/O mapping查看

使用Wireshark抓包

使用X20ET8819精准抓包

## 三、POWERLINK循环时间的理论值与实际值差异

拓扑结构

通信数据配置

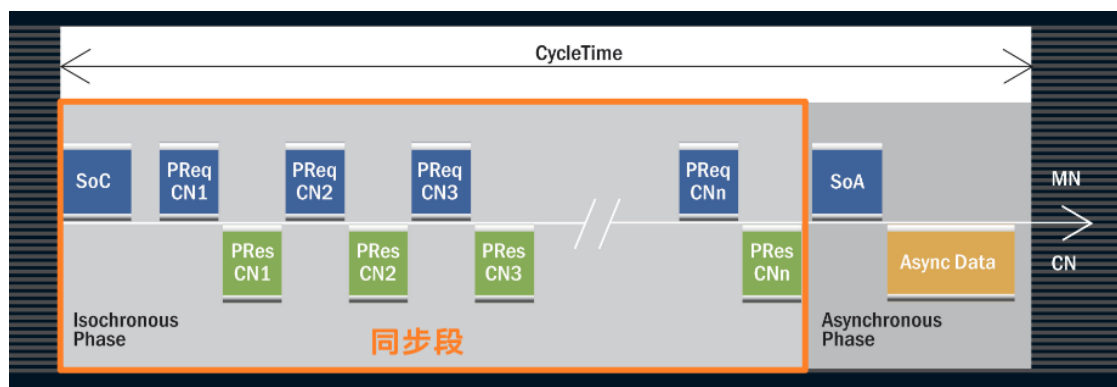
理论数据与实际数据对比

## 四、深入学习

1 |

# 一、POWERLINK实时通信基本概念

- POWERLINK周期分为同步和异步两个阶段，两个阶段合起来即为一个POWERLINK周期实际的通信时间。
  - 在同步阶段，来自网络节点的处理数据是循环传输的。
    - 贝加莱的轴控驱动器，X20BC系列模块，安全模块X20SL8100等，均是在同步段处理的。
  - 异步阶段允许在两个或多个节点之间交换非循环数据。此阶段用于网络管理、配置、诊断和非时间关键型数据查询。
  - 它还允许传输任何非POWERLINK帧，例如基于TCP/IP的数据，如
    - 网页访问
    - 安全模块之间的数据通信
    - AS软件调试的PVI通信
    - FTP通信
    - mappVision视觉方案传输图片
    - 基于X20HB8815实现的基于PLK网络通信TCP/IP数据
- 默认的POWERLINK通信数据帧如下，在一个循环周期CycleTime内（例如2ms），主站发给一个从站PReq请求数据帧，等待从站响应回一个PRes帧，按照站数一个一个发起请求，等待回复。
- 默认这样的通信的好处为适应性强，一个从站崩溃了，超过了response timeout参数，则自动跳过此从站，不会因为一个从站崩溃影响所有从站。
  -



## POWERLINK通信实时性数据

实际设备通信案例：400μs的PLK循环周期，基于11个PLK从站，带30个轴

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| APC - system unit      | 5APC2200.AL14-000 |
| APC - Interface option | 5ACCIF01.FPSC-001 |
| X20BC0083站数量           | 2个，总共15个SDC轴      |
| 伺服站                    | 9个，总共15个轴         |
| network analyzer       | PLK周期为380μs       |
| PLK Cyclic time        | 400μs             |
| X2X Cyclic time        | 800μs             |
| Cyclic #1 Duration     | 800               |
| Cyclic #1 Tolerance    | 0                 |
| 设备调试情况                 | 功能正常，通信均正常        |

## 二、POWERLINK实时通信周期分析与计算

### 如何估算所需的周期

- 如果您至少知道POWERLINK网络中的节点数量和类型，则可以使用以下简化假设快速估计可能的最快循环时间：

$$\underbrace{\text{SoC} + \text{IPG} + \text{SoA} + \text{IPG} + \text{ASnd} + \text{IPG}}_{\sim 40\mu\text{s}} + \sum_{\text{MN, CNs}} \text{PDO Frame incl. IPG} + \sum_{\text{CNs}} \text{hub level}$$

~ 40μs

#### PDO Frame (PRes or PReq):

6μs per PDO Frame including 36 byte PDO Data and IPG  
+ 8μs per additional 100 byte PDO Data

#### CN hub level:

3μs per hub level  
(= „Hub-Distance to MN“)

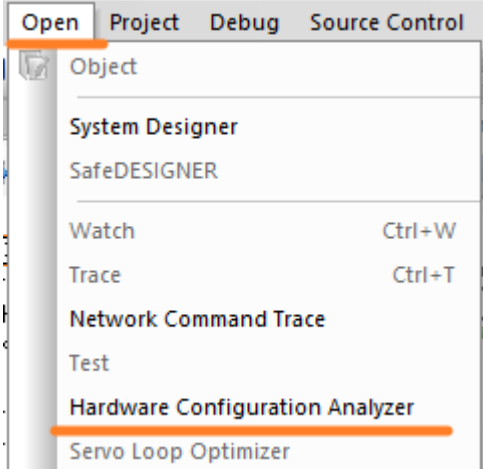
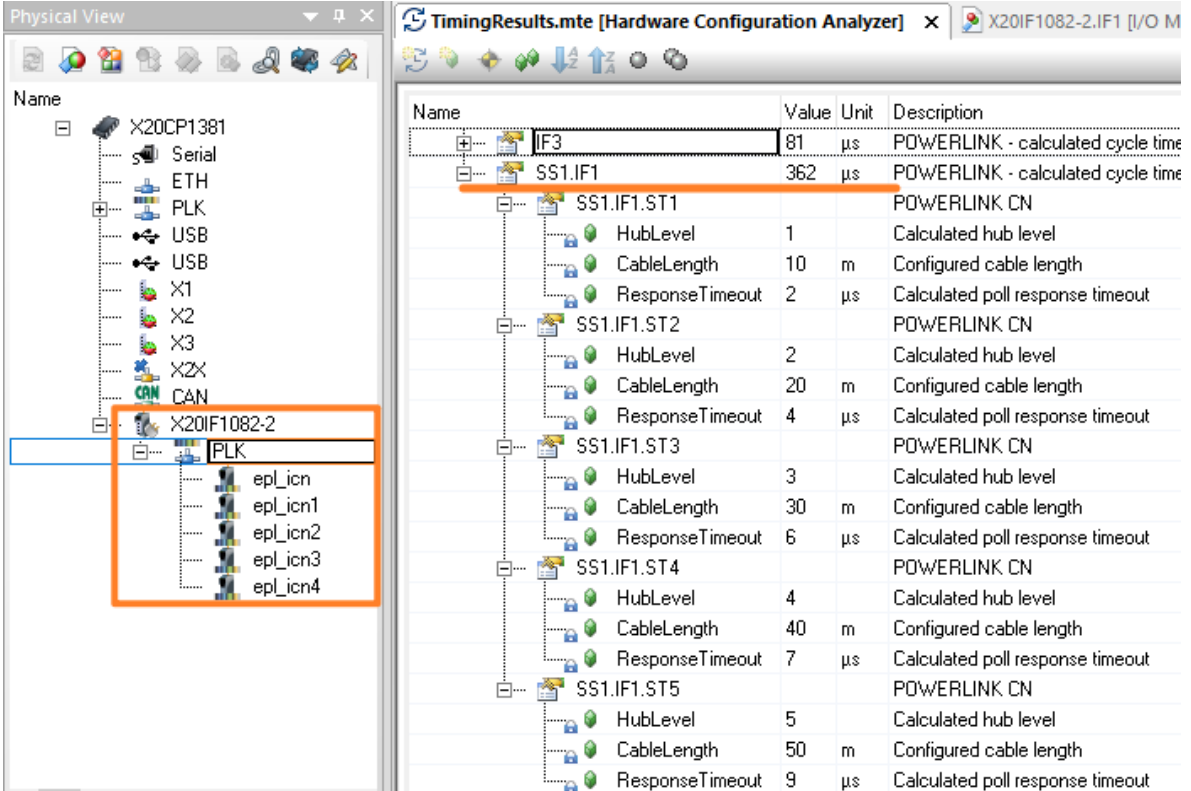
- IPG
  - 数据包间隔 (960 ns) ; 两个以太网帧之间的强制停顿 (根据IEEE 802.3)
- Hub Level
  - MN和通信到的CN之间的集线器数量 (不包括CN本身的接口)

## 示例

- 网络布局: 1 CN接收30个字节, 发送136个字节, 并通过一个额外的集线器连接。
- 估计最短可能的POWERLINK周期时间:  $T_{cycle\ min} = 40\mu s + 6\mu s (PReq) + (6\mu s + 8\mu s) (PRes) + 3\mu s (hub) = 63\mu s$

注意, 贝加莱常用的Hub, PLK帧过一个Hub的时间大约为0.96 $\mu s$ , 若使用具有存储转发的交换机, 过一个Hub的时间可能变为3~10 $\mu s$ 。

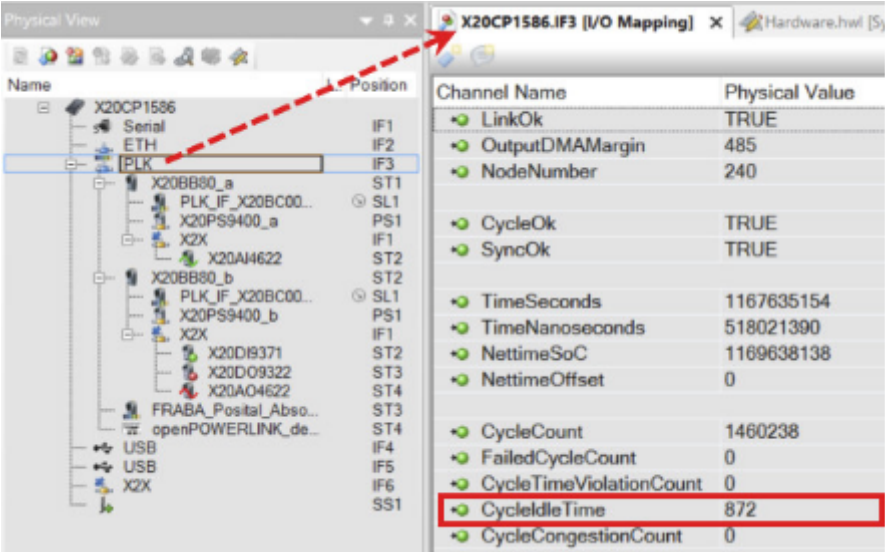
## 理论通信时间计算: Hardware Configuration Analyzer

- 
- 

| Name            | Value | Unit    | Description                       |
|-----------------|-------|---------|-----------------------------------|
| IF3             | 81    | $\mu s$ | POWERLINK - calculated cycle time |
| SS1.IF1         | 362   | $\mu s$ | POWERLINK - calculated cycle time |
| SS1.IF1.ST1     |       |         | POWERLINK CN                      |
| HubLevel        | 1     |         | Calculated hub level              |
| CableLength     | 10    | m       | Configured cable length           |
| ResponseTimeout | 2     | $\mu s$ | Calculated poll response timeout  |
| SS1.IF1.ST2     |       |         | POWERLINK CN                      |
| HubLevel        | 2     |         | Calculated hub level              |
| CableLength     | 20    | m       | Configured cable length           |
| ResponseTimeout | 4     | $\mu s$ | Calculated poll response timeout  |
| SS1.IF1.ST3     |       |         | POWERLINK CN                      |
| HubLevel        | 3     |         | Calculated hub level              |
| CableLength     | 30    | m       | Configured cable length           |
| ResponseTimeout | 6     | $\mu s$ | Calculated poll response timeout  |
| SS1.IF1.ST4     |       |         | POWERLINK CN                      |
| HubLevel        | 4     |         | Calculated hub level              |
| CableLength     | 40    | m       | Configured cable length           |
| ResponseTimeout | 7     | $\mu s$ | Calculated poll response timeout  |
| SS1.IF1.ST5     |       |         | POWERLINK CN                      |
| HubLevel        | 5     |         | Calculated hub level              |
| CableLength     | 50    | m       | Configured cable length           |
| ResponseTimeout | 9     | $\mu s$ | Calculated poll response timeout  |

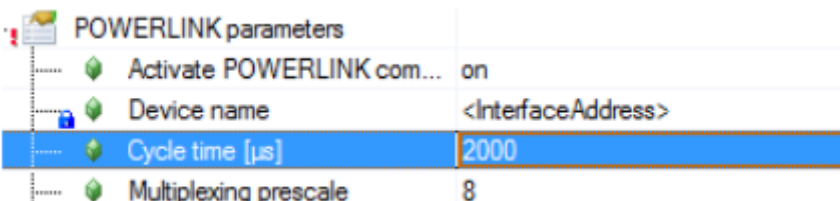
## 实际循环周期查看：I/O mapping查看

- 在POWERLINK MN接口（监控Monitor模式下）上观察“CycleIdleTime”数值。

- 

| Channel Name            | Physical Value |
|-------------------------|----------------|
| LinkOk                  | TRUE           |
| OutputDMAMargin         | 485            |
| NodeNumber              | 240            |
| CycleOk                 | TRUE           |
| SyncOk                  | TRUE           |
| TimeSeconds             | 1167635154     |
| TimeNanoseconds         | 518021390      |
| NettimeSoC              | 1169638138     |
| NettimeOffset           | 0              |
| CycleCount              | 1460238        |
| FailedCycleCount        | 0              |
| CycleTimeViolationCount | 0              |
| CycleIdleTime           | 872            |
| CycleCongestionCount    | 0              |

- 与POWERLINK MN的Cycle time对比

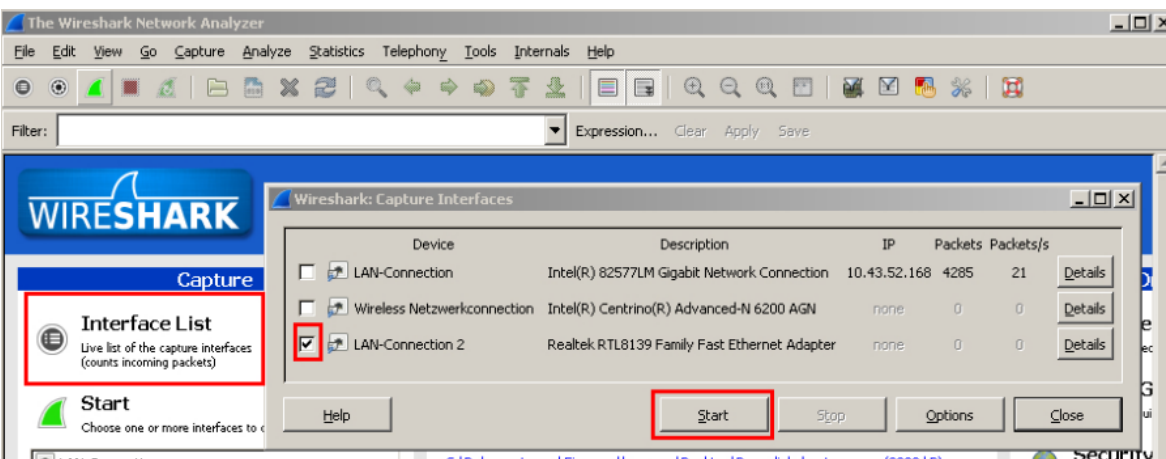
- 

| POWERLINK parameters      |                    |
|---------------------------|--------------------|
| Activate POWERLINK com... | on                 |
| Device name               | <InterfaceAddress> |
| Cycle time [µs]           | 2000               |
| Multiplexing prescale     | 8                  |

- 以上图为例，Cycle Time为2000 µs，I/O mapping中的CycleIdleTime为872 µs，即一个周期POWERLINK实际的通信时间为1128 µs。

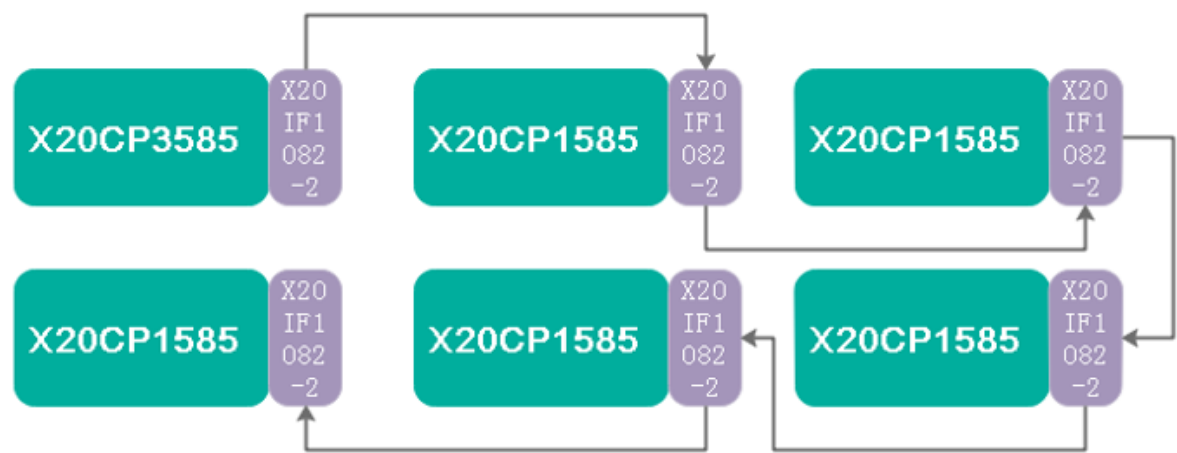
## 使用Wireshark抓包

- 可通过这种方式粗略抓包，可借助X20ET8819模块作为数据中转
- 笔记本电脑通过网线连接在POWERLINK网络中，开启混杂模式，监听网络发包。
- 需注意，此方式获得时间戳不一定准确。

- 

所有的协议（TCP/IP、Windows网络等）应该在执行捕获的PC上的控制面板中停用，以防止不必要的数据包干扰POWERLINK网络。





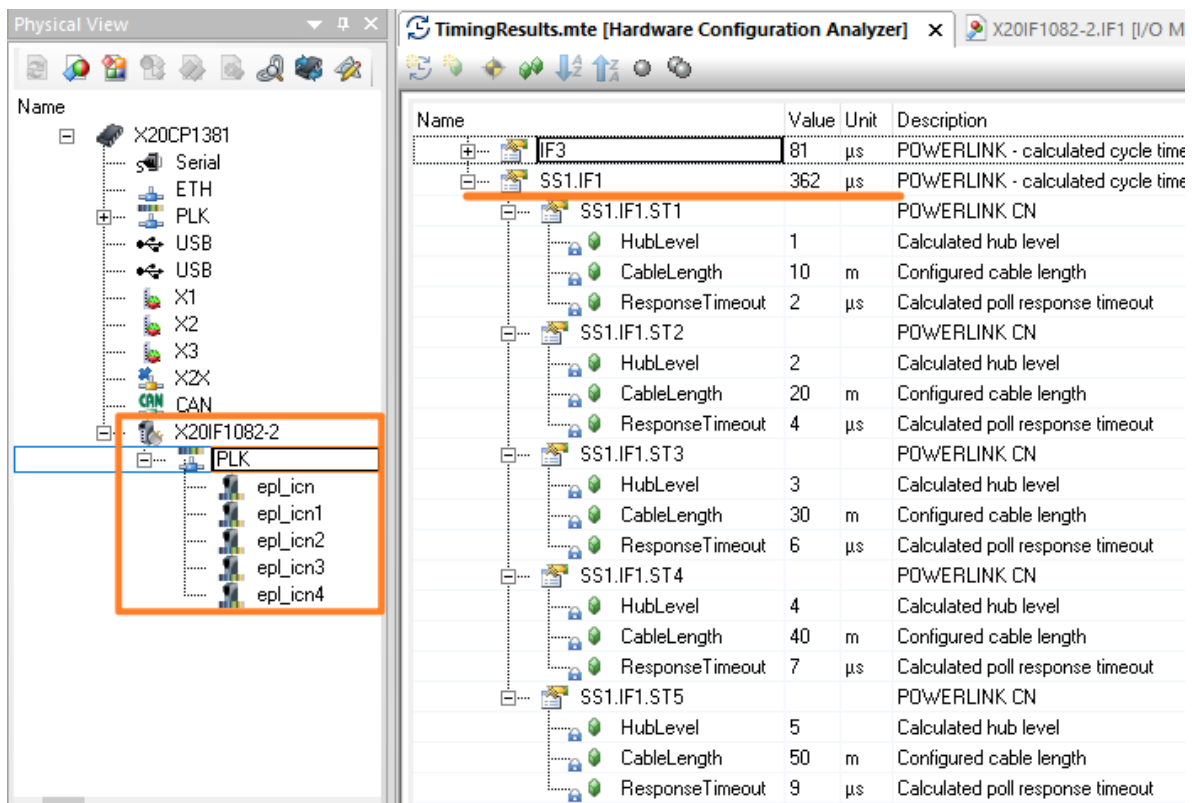
## 通信数据配置

- 每个从站与主站之间各收发290字节数据，1个主站与5个从站进行通信。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                             |                                                                           |                                                       |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>MN_TO_CN3</li> <li>MN_TO_CN3[0]</li> <li>MN_TO_CN3[1]</li> </ul> </li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>MN_TO_CN2</li> <li>MN_TO_CN2[0]</li> <li>MN_TO_CN2[1]</li> </ul> </li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>MN_TO_CN1</li> <li>MN_TO_CN1[0]</li> <li>MN_TO_CN1[1]</li> </ul> </li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>MN_FROM_CN5</li> <li>MN_FROM_CN5[0]</li> <li>MN_FROM_CN5[1]</li> </ul> </li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>MN_FROM_CN4</li> <li>MN_FROM_CN4[0]</li> <li>MN_FROM_CN4[1]</li> </ul> </li> </ul> | USINT[0..289]<br>USINT<br>USINT<br>USINT[0..289]<br>USINT<br>USINT<br>USINT[0..289]<br>USINT<br>USINT<br>USINT[0..289]<br>USINT<br>USINT<br>USINT[0..289]<br>USINT<br>USINT | local<br><br><br>local<br><br><br>local<br><br><br>local<br><br><br>local | ●<br><br><br>●<br><br><br>●<br><br><br>●<br><br><br>● | 249<br>0<br>0<br>249<br>0<br>249<br>0<br>248<br>205<br>248<br>205 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|

## 理论数据与实际数据对比

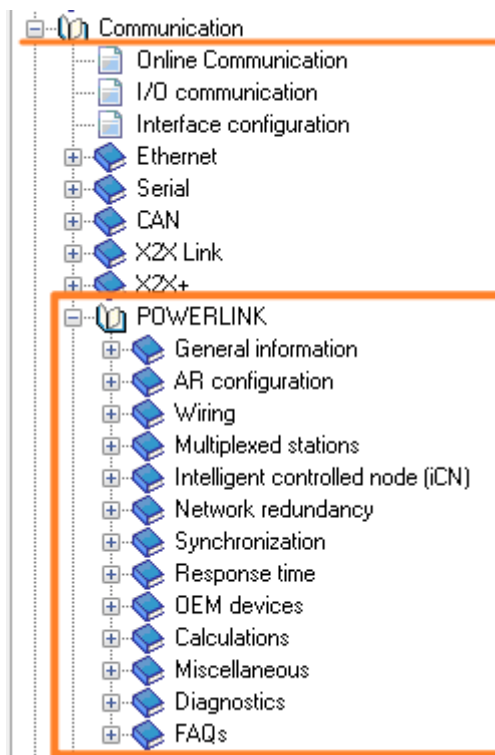
- 通过Hardware Configuration Analyzer分析得知PLK循环时间为362μs



- 实际测试下，POWERLINK Cycle time需要设置在440μs以上。

## 四、深入学习

- 贝加莱官方培训手册
  - [TM950 POWERLINK 配置和诊断.pdf](#)
- 贝加莱Automation Help中POWERLINK章节
  -



- 案例分享

- [040POWERLINK通信超时分析与解决](#)
- 概念理解
  - [041POWERLINK常见参数设置与说明](#)